



メディアミルクセミナー  
**ニュースレター**

第1～50回アーカイブ





## はじめに

---

牛乳製品について、あるいは酪農乳業について、十分な情報が正しく理解されていないと感じることがたびたびあります。例えばもし「牛乳は生活習慣病を防ぐのか、それともリスクを高めるのか」と問われたら、私たちは答えるのに十分な情報を持ち合わせているのでしょうか？

「メディアミルクセミナー」は、こうしたコミュニケーション課題について正しい情報、最新の研究成果を伝えたいと、Jミルクの前身の一つ「社団法人全国牛乳普及協会」が、2002年から報道・出版関係者向けに開いている勉強会です。

2002年当時を振り返ると、インターネット上の情報のやりとりは今ほど多くはなかったですし、SNSも普及していませんでした。それでも「牛乳は太る」「牛乳は健康に悪い」といった思い込みが、特に若い世代の間でじわじわと広まっていました。このセミナーが始まったのは、メディアにまずエビデンス（科学的根拠）に基づく正しい情報を知ってもらい、消費者への啓発活動につなげていくのが大きな狙いだったといえます。（実際、第1回のテーマは「3年間のフィールドワークが明かす中学・高校生の『食』と『健康』」でした）

健康・栄養、医療、スポーツ科学、食育、歴史、食文化など、さまざまな分野の権威として名高い研究者や、そうした研究成果を現場で生かされている方、独自の視点で研究を重ねられた方など、毎回、多彩な講師をお招きしてきました。

さて現在では開始から20年がたち、回数は50回を超えました。そこで、Jミルクでは過去50回で伝えてきた内容を、一つにまとめることにしました。

まとめるに当たり、過去の講演録（ニュースレター）を読み直してみて、私たちはそれらが示唆に富むものだと改めて感じています。現在でも頻繁に引用・言及されるような著名な調査結果も、幾つも登場しています。牛乳製品の（特に健康・栄養面での）主要な研究成果が詰まった冊子として、ご活用いただければと思います。

まとめに当たっては、幾つかのキーワードで章立てを整理しました。講演録の掲載内容は、原則として開催当時のまま採録しています。また、講師の肩書なども当時のまま掲載しています。

2022年8月  
一般社団法人Jミルク

# index (敬称略)

contents

## 1

### 子どもの食、見つめてみると…

7

3年間のフィールドワークが明かす中学・高校生の「食」と「健康」 ～牛乳摂取、ライフスタイルと身体状況～	上西一弘	8
子どもの食をめぐる現状と課題～いまなぜ食育なのか～	村田光範	12
小中学生の骨の発達に対する牛乳・乳製品摂取等の影響 ～小児の骨折を防ぎ、50年後の骨粗鬆症を防ぐための追跡研究～	伊木雅之	17
子どものメタボリックシンドロームの現状と対策～食育の役割と牛乳摂取の意義について～	大関武彦	22
丈夫な骨をつくるライフスタイルとは～全国骨密度調査等からみる、牛乳摂取と骨量の関係～	上西一弘	28
牛乳デビューはいつにする？ 離乳食における牛乳の位置づけ	高増哲也	34
世界に誇れる日本の学校給食～子どもと牛乳を考える～	金田雅代	38

contents

## 2

### 女性の健康に関する事実・誤解

43

”カロリー当たりの栄養素概念”を取り入れ適正体重維持を実現する ～栄養評価の新基準「栄養素密度」とは～	土屋文安	44
牛乳ダイエットは体脂肪を減らすか？ ～減量中の若年女性における、4カ月後の体脂肪量およびウエスト測定結果～	広田孝子	48
成人女性のカルシウムおよびビタミンDの摂取と骨の健康 ～最新エビデンスから見た、日本人の骨粗鬆症予防～	中村和利	52
肌の乾燥、くすみ、キメへの牛乳・乳製品の効果～12週間の摂取で各年代の気になる点が改善～	吉木伸子	57
出生体重の低下は子どもの生活習慣病発症リスクが高くなる！ ～次世代までの影響が懸念される～	福岡秀興	62
若年女性、特に妊産婦のやせと低栄養問題～妊婦の栄養摂取不足と次世代の肥満発症リスク～	伊東宏晃	67
妊婦の低栄養と生活習慣病発症リスク～今日本の女性の健康に求められる栄養～	福岡秀興	73
牛乳・乳製品摂取と周産期うつ症状との関連：九州・沖縄母子保健研究 ～疫学研究によるエビデンス蓄積の重要性～	三宅吉博	77

ライフステージ別、新食習慣の提案～国民栄養調査に見る健康志向と簡便志向～	竹内富貴子	82
高齢者における牛乳・乳製品摂取と運動の意義について ～骨粗鬆症や寝たきりに対する一次予防の観点から～	山田哲雄	87
血清アルブミンが左右する元気で長生き ～高齢者こそ、牛乳摂取により多彩でバランスのとれた食を～	柴田博	92
あなたの「活力年齢」は？～活力年齢を若く保つための減量方法とは～	田中喜代次	97
牛乳を飲んで歯を健康に～歯を健康に保つための骨づくりと栄養摂取法について～	折茂肇	103
高齢者のタンパク質不足に潜むリスク～栄養バランスのよい牛乳を摂って、健康寿命を延ばそう～	柴田博	109
急増する認知症の予防：食事の重要性和ミルクの効用	清原裕	115
牛乳・乳製品と認知機能との関連～地域住民を対象とした長期縦断疫学研究～	大塚礼	120
牛乳乳製品と骨の健康～今日(こんにち)の栄養学的価値～	上西一弘	124

「米飯と牛乳」のGI:69が意味するもの～牛乳・乳製品による食後血糖上昇の抑制効果～	杉山みち子	130
食塩と高血圧、循環器病：減塩の重要性和ミルクの効用	河野雄平	134
牛乳乳製品によるメタボリック症候群予防の可能性～ランダム化比較研究の結果から～	細井孝之	138
牛乳・乳製品摂取とがん・循環器疾患・糖尿病等の生活習慣病	永田知里	144
日本人の栄養と牛乳・乳製品	中村丁次	148
乳脂肪をめぐる健康に関わるエビデンス：最近の動向 ～牛乳乳製品摂取習慣と生活習慣病発症リスクとの関連性～	岡山明	152
毎日の牛乳で、不足しているカリウムの補給を！	奥田奈賀子	156

## 5 牛乳をもっと深く知る

161

腸内細菌による乳糖の発酵分解の差が乳糖不耐症を招く～データが示す「ここまで飲んでも大丈夫」～	奥恒行	162
牛乳タンパク質における生体防御機能～ミルクムチン複合体が示す抗がん作用と感染防御作用～	金丸義敬	166
トランス脂肪酸、いま分かっていること、分からないこと～脂質摂取からみた日本人への影響・牛乳乳製品の関わり～	菅野道廣	170
牛乳のウソ、ホント～人間にとって牛乳を飲む意味は？牛乳の成分とその機能を知る～	清水誠	175
ビタミンDの「新しい役割」～中高年女性の約半数は欠乏！高齢者の転倒予防や癌の予防・治療効果も～	細井孝之	180
注目されるミネラル・リン～リンの過剰摂取が招く危険性と最新の代謝機構～	宮本賢一	185
食事によるストレス制御～脳ストレスを消すための牛乳の栄養価とは～	武田英二	190
油脂のおいしさの科学～食品をおいしくする脂肪の役割～	伏木亨	196
優れた食品素材である牛乳 その利点と課題(乳糖不耐など)	清水誠	201

## 6 牛乳の文化史と利用の新しい可能性

207

人間がミルクと歩んだ3000年～ミルクと乳製品の文化、各国の消費スタイル～	松田幹	208
時間栄養学から健康を科学する～牛乳は飲む時刻によって効果に違いがある？～	加藤秀夫	213
節電の夏、運動と牛乳摂取で体づくり～夏場、室温28℃でも快適に過ごせる体をつくるには～	能勢博	219
「乳和食」でおいしく減塩～牛乳を食べる、乳和食(New washoku)～	小山浩子	225
睡眠は食で改善できるか？	白川修一郎	229
おいしい減塩「乳和食」 病院給食への展開とその可能性	西村一弘	235
明治・大正期における「牛乳・乳製品」論の系譜～見直されたその価値と摂取意義～	東四柳祥子	239
アスリートの育成・活躍を支える公認スポーツ栄養士～スポーツにおける栄養管理の重要性と牛乳の役割～	鈴木志保子	243
日常の体力作りと最適な牛乳摂取の関係	増木静江	247

## メディアミルクセミナーニュースレター掲載用語集

251

contents

1

---

子どもの食、見つめてみると…

第1回（2002年6月6日開催）

3年間のフィールドワークが明かす

# 中学・高校生の「食」と「健康」

～牛乳摂取、ライフスタイルと身体状況～

女子栄養大学助教授 上西 一弘 氏

朝食の欠食、コンビニ、ファストフード——年々変化する現代の中高生の食生活は健康に良くない影響を及ぼすのでは……そんな心配をよく耳にします。そんな中、女子栄養大学の<sup>上西一弘先生</sup>らが3年間にわたって、中・高校生を対象に実施した食と健康に関する実態調査の結果が発表されました。調査項目は身体計測ほか血液や体脂肪率、骨量など多岐にわたり、調査対象者数も大規模なものでした。その結果、牛乳が身体に及ぼす効果が再確認され、新たに「牛乳には体脂肪率低減の効果の可能性がある」という非常に興味深い事実が明らかになりました。

## カルシウム不足が目立つ 中高生の食生活の実態

まず食生活の実態では、朝食の欠食が目立ちます。調査では「ほとんど食べない」と回答している子どもが、中学生では3%程度だったのが、その後次第に増えていき、高校生になると10%程度になります。

ダイエットに関する質問では、中学生女子で約20%、高校生女子では約40%が「ダイエットをしたことがある」あるいは「現在している」と答えています。

今回の調査対象になった中高生の場合、過激なケースは少なかったようですが、「主食を抜く」という明らかに誤った方法が一時的にはやることもあるという

ことも分かりました。

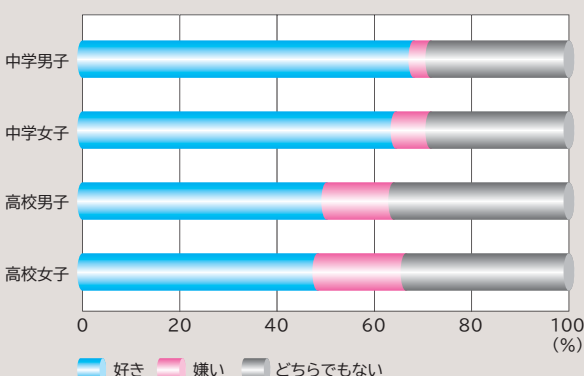
ファストフードの利用は地域差がありますが、全体では中学生で70%程度、高校生では80%程度が「利用している」と答えています。中学生よりも高校生、男子より女子がよく利用しています。

それから食事調査の結果ですが、結論から言うと、エネルギーの摂取量はほぼ適切ですが、中身が少し偏っています。タンパク質や脂質は過剰摂取傾向、つまり糖質が少ないのです。それは主食、つまりご飯を減らす代わりにおかずをしっかりと食べているということです。ところが、それでもカルシウムは1日に200～300mgくらい不足しています。その中身を詳しく見ると、中学では給食のある学校でカルシウム摂取量が多くなっています。これは牛乳があるかないかの差が大きく影響しているのでしょう。特に女子の場合、給食が出ないと極端に摂取量が少なくなるという傾向が出ています。

高校生になりますと学校給食がありません。男子はそれでも60%ぐらいの子どもたちは1日に1本以上の牛を飲んでいますが、女子ではその比率は20～30%程度になり、30～40%の生徒たちはほとんど飲まないと答えています。

では、なぜ牛乳を飲まないのか？ 好き嫌いを聞いてみますと「好き」が約半数います。では、どうして飲まないのか理由を訊ねたところ、回答は「おなか痛くなる」「おいと味が嫌だ」「コメと合わない」など。

牛乳好き嫌い（中高生男女）



牛乳摂取状況

### 調査概要

**目的** 中学生・高校生を対象に食生活を中心としたライフスタイルと身体状況との関係を検討する。この研究を通して、この世代のエネルギーおよび栄養素摂取、特に牛乳摂取の重要性、および身体活動の重要性が、データに基づいた形で再確認されることが期待される。

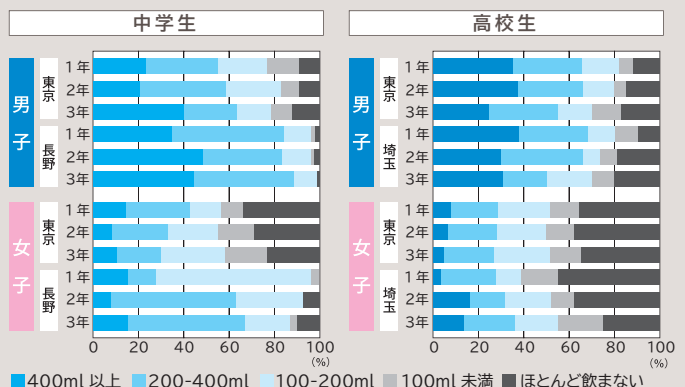
**調査期間** 平成12年度から3年間（継続中）

**調査対象地域** 東京、埼玉、茨城、長野

**調査対象人数** 中学・高校生の男女約6,000名

**調査項目** 牛乳摂取を中心に食物摂取頻度調査、日常生活に関するアンケート、身体計測、骨量計測、血清コレステロール測定

**協力** (社) 全国牛乳普及協会





女子には「太る」という答えが見受けられました。「牛乳を飲むと太る」とか「高カロリー」といった誤解があるのです。

ところで牛乳を飲んでおなかゴロゴロしたり下痢したりすると答えた生徒が中学で10%程度、高校生で20%程度いますが、これは乳糖不耐症の可能性がありますが、でも、数としてはあまり多くはなく、慣れればさほど問題はないと考えられます。

## 身体計測から浮かび上がった「隠れ肥満」「貧血予備軍」

身体計測では身長、体重からBMIを算出すると同時に体脂肪率も測定しています。双方の数値から肥満傾向者を検討してみると、BMIで肥満と判定される基準を超えた生徒に比べ、体脂肪率で肥満と判定される基準を上回った生徒の数がはるかに多いことが分かりました。いわゆる「隠れ肥満」が相当数存在しているわけです。身長と体重から判断するとスリムでも、実は筋肉が少なく脂肪が多い——そういう女子中高生がかなり多いのではないのでしょうか。

骨量の調査では、男子では高校1～2年の時期、女子では中学2年生ぐらいで成人の骨量に達するという結果から、骨が大きく成長する重要な時期は、男子が中学生、女子が小学校の高学年あたりではないかと推測できます。

次に血液検査の結果です。まずコレステロール値ですが、220mg/dL以上の生徒が中学1年生で男女とも4%程度いましたが、これが高校生になると、男子は少し下がり、女子は少し増え、差が開きます。問題になる、いわゆる悪玉のLDLコレステロールを測ってみますと、男子と女子の差は小さくなる傾向が見られました。

ところで後でも紹介しますが、今回の調査では牛乳の摂取量も調べています。摂取量別にグループ化してコレステロール値の結果と併せて検討した結果、双方には関係がないこともはっきりしました。「牛乳をたくさん飲むとコレステロールが増える」という風説

は、まったくの誤解であることが証明されたのです。

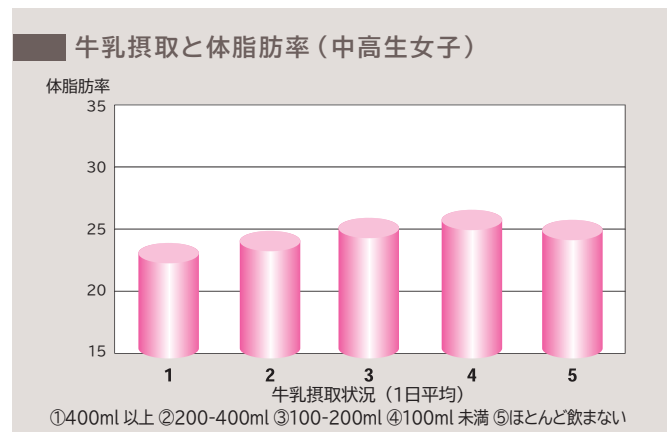
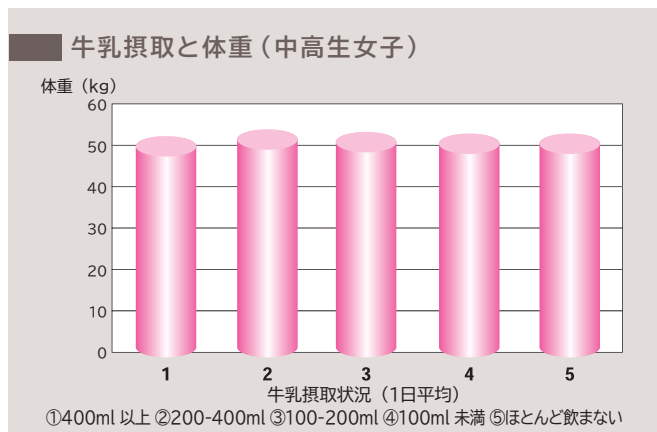
貧血の指標となるヘモグロビンの濃度は、中学生のころは男女とも同じような結果が出ていますが、高校に上がると男子は増え、女子は減る傾向を見せています。特に貧血と判定されるヘモグロビンが12g/dL以下は高校女子では10%ほど、つまり10人に1人が貧血という心配な結果が出ました。

一方、貯蔵鉄=フェリチンの値を測定してみると、高校女子では不足気味と判定される生徒が非常に多くいました。ヘモグロビン値は貯蔵鉄が減って、その後下がっていきますから、高校生女子の約半数は貧血予備軍ということになります。予備軍の存在については従来から推測はされていたのですが、今回の調査でははっきりと裏付けが取れたわけです。つまり「牛乳を飲むと貧血になりやすい」という説はまったくの誤りで、むしろ潜在的に鉄分が不足しているわけで、これは食生活を改善する必要があります。鉄分の補給を多くするように指導することなどが必要ですね。

そして今回の調査で私たちが最も驚かされたのは、骨折についての調査結果でした。「生まれてからいまままでに骨折をしたことがありますか」という質問に対してイエスと答えたのは、中学生が男子で22.9%、女子17.5%、高校生では男子31.6%、女子で約20%に上っています。前学年の1年間に限定しても男子全体で10%前後が「折った」と答えています。教職員の方に訊ねても、確かによく骨折するとおっしゃっています。それは大きな衝撃でなく、体育の授業中や遊んでいるときなど、ちょっとしたことで折れてしまうことが多いようです。

学校保健統計などでは学校内での骨折を対象にしていますから、かなり低い数字になっていますが、今回の調査によって、骨折が多いという実態が、よりはっきりと証明できたと思います。

ただ、骨折経験者と未経験者の骨量を比較してみると差はなく、牛乳摂取状況にも差は見られませんでした。ただ何度も骨折する生徒に関しては、やはりやや骨量が少ない傾向にあると考えられます。骨折の原因については推測の域を超えませんが、骨そのものより



も、「身のこなし方が下手」といった別の要因があるように考えられます。

## 牛乳が体脂肪率を下げる？！ 今後の研究成果に大きな期待

さて、今までにご紹介しました身体状況と、牛乳摂取の関係を見てみましょう。

まず牛乳摂取状況を①毎日400mL以上、②200～400mL、③100～200mL、④100mL未満、⑤ほとんど飲まないの五つのグループに分けて検討しました。

まず、身長、体重については各グループに差がなく、したがってBMIも変わりません。牛乳を飲んでも太らないということが証明されています。ここまでは予想範囲内でしたが、注目すべきは体脂肪率です。グラフでは僅差に見えますが、統計的な処理を行ってみると、多く牛乳を飲んでいるグループの方が体脂肪率が低いという結果が出たのです。これは、牛乳には体脂肪率を下げる働きがあるという可能性を示しています。実は昨年、米国の学者から同様の可能性を示唆する報告が日本で発表されていました。ただそのメカニ

ズムなどについてはよく分かっておらず、今後の研究成果を待たなければいけません。体脂肪率の低下は特に女子に顕著に出ています。

一方の男子では、牛乳をたくさん飲むと骨量が増えるという結果が出ています。骨量は運動をする方がより増えるということが分かっていますから、牛乳などによる十分なカルシウム摂取と運動とを、併せて行うことが大切です。これは男女ともにいえることです。

身長に関しては差が見られないと述べましたが、中学1年の女子に「小学校のころどれくらい牛乳を飲んでいたか」を質問したところ、よく飲んでいただいた生徒の方が身長が高いという傾向が出ました。したがって、最も成長が盛んな時期の牛乳摂取が身長を伸ばしている可能性があります。

この他、女子中高生への調査では、牛乳をよく飲む生徒には便秘が少ないという結果も出ています。

## 牛乳をたくさん飲むことは いい食生活のバロメーター

今回の調査では不定愁訴（しゅうそ）、体の不調について17の項目で調査を実施しました（表参照）。

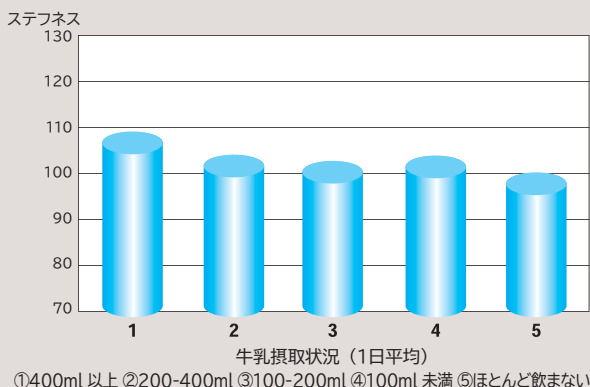
結果から申しますと、全学年で50%を超えた「朝なかなか起きられない」、高校女子で60%を超えた「立ちくらみがすることがある」「目が疲れる」、高校生では60%を大きく超えた「体がだるいことがある」などが目立っています。ほかに「疲れやすい」「イライラする」など。「肩がこる」に至っては高校女子の55%。これは決してお母さんが回答したわけじゃないですよ（笑）。17項目の中で6～7項目ぐらいの不調があると生徒たちは回答したわけです。

そこで17項目のうち何項目を挙げたか、その項目数と牛乳摂取量とを比較してみました。すると400mL以上飲んでいる子は約6項目を挙げ、それに対してほとんど飲まない子は7項目を挙げていることが分かりました。400mL以上飲む生徒は1項目少ない。これは非常に多くの集計を解析した結果の1項目ですから、大変意味のある数字になります。

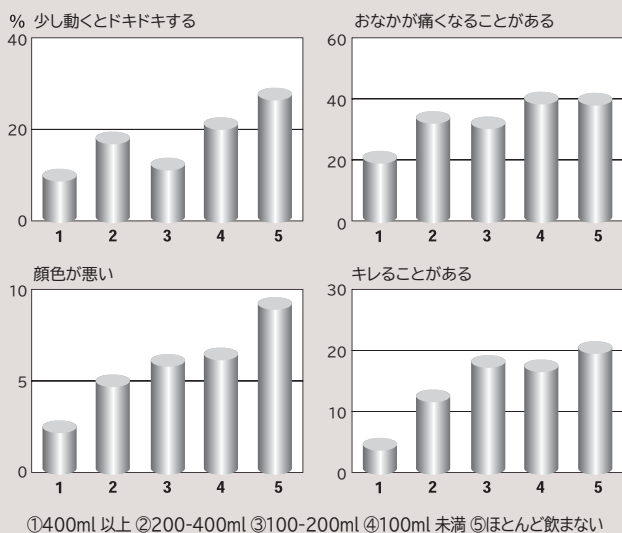
どういう項目が牛乳の摂取量との間に関係があったかを見てみますと「少し動くとドキドキする」「おなかが痛くなることがある」「顔色が悪い」などで特徴のある分布が見られます。これは、誤解されると困るのですが、牛乳を直接飲んだ、飲まないでそうした症状が起きる、と特定できるものではありません。とはいえ、注目したいのは「キレル」です。

今回の調査では各学年で15～19%の生徒が「キレルことがある」と回答していますが、グラフで見ると通り、400mL以上の牛乳を摂取している生徒にはとても少ない。

牛乳摂取と骨量（ステフネス）（高校生男子）



牛乳摂取と不定愁訴



一時期、カルシウム不足が「キレル」原因といわれたのですが、血中のカルシウムは非常に厳格にコントロールされていますから、私はそれだけが原因ではないだろうと思っていました。でも、このグラフは顕著ですね。必ずしも牛乳を飲まないことが直接「キレル」ということにつながるとはいえないまでも、興味深い結果です。

牛乳摂取量のグループ別に、現在の食事をどう評価するかを聞いてみますと、やはり400mL以上飲んでいる生徒に「たいへん良い」「良い」という回答が最も多く見られました。牛乳をほとんど飲んでいないグ

ループに「問題が多い」という答えが20%もあったのとは対照的です。

食生活が良いということは、身体状況も良い——このことが「キレル」をはじめ多くの不定愁訴を少なくしているように思えます。牛乳はその健康的な食生活の一つのバロメーターと考えられないでしょうか。さまざまな飲料の中で牛乳を選ぶ、あるいは家の冷蔵庫にいつも牛乳が入っている——そうした習慣が自分の食生活の自信につながっていく、そのことが重要ではないかと思えます。

## 不定愁訴

	中学生 (%)		高校生 (%)	
	男子	女子	男子	女子
朝なかなか起きられない	52.8	59.5	55.2	55.6
午前中、体調が悪い	14.7	14.7	24.3	19.7
立ちくらみがすることがある	28.3	47.1	42.4	60.3
めまいがすることがある	14.5	22.1	21.6	31.5
頭が重いことがある	14.8	2.8	23.2	35.3
頭が痛いことがある	21.6	36.1	27.7	40.6
体がだるいことがある	43.3	49.2	65.3	66.7
目が疲れる	37.6	49.0	52.5	61.0
少し動くとドキドキする	3.6	9.5	12.4	20.0
顔色が悪い	1.9	3.4	4.6	7.1
食欲がない	6.0	5.3	9.3	5.2
おなかが痛くなることがある	22.1	37.0	26.9	37.0
疲れやすい	23.8	39.3	44.8	57.7
イライラすることがある	34.5	50.0	38.0	52.5
肩がこるることがある	27.2	42.9	34.3	55.0
気が散ることがある	28.1	36.6	38.2	43.3
キレルことがある	17.6	19.3	16.6	15.6

## 質疑応答

**Q** 牛乳摂取で体脂肪率が減るという作用のメカニズムについて、何か推測はされていますか？

**A** 米国の研究結果では、牛乳でカルシウムを十分に摂取することによって、ビタミンDの濃度が下がり、それが脂肪細胞での脂肪の合成を抑えているのではないかと推測しています。これは動物実験では実証されています。ただホルモンなどの作用という可能性もあります。いまは疫学的調査の段階ですが、米国では実際に人に飲んでもらって結果を解析する試験が始まったと聞いています。

**Q** 牛乳を飲むことイコール良好な食生活と良好な身体状況につながるという結論がありますが、親の意識が高いから家庭に牛乳が常備されていることと、良好な食生活があることは別ものだと思いますが。

**A** その通りです。家に帰っていつも冷蔵庫に牛乳があるというのは、飲む・飲まないという本人の意志以前に、ご家族の理解があつてのことです。ただ、いまは家の外で飲む時代です。そこは子どもたちの意志につながります。だから牛乳が常に身近にある環境をつくってあげることは大切なのです。

### ※BMIで肥満と判定される基準

成人で25。今回の調査では成人の基準値を適用したが、中学生に適用できるかどうかについては検討が必要。

### ※体脂肪率で肥満と判定される基準

成人で30%。今回は男子については25%を基準値とした。

※掲載内容は、原則、開催当時のまま採録しています。また、講師の肩書も当時のまま掲載しています。

# 子どもの食をめぐる現状と課題

～いまなぜ食育なのか～

和洋女子大学大学院総合生活研究科 教授 村田 光範 氏

2005年4月から栄養教諭制度が始まり、7月には食育基本法が施行されました。子どもの食を巡る環境はどんどん変化しています。1970年代から小児科医として子どもの肥満を研究されてきた和洋女子大学大学院総合生活研究科の村田光範教授に、「朝食の欠如」「肥満とやせの増加」「日常的な身体活動の減少」「カルシウム不足」「栄養教諭制度の誕生」といった、最近の子どもの食を巡る現状と課題をお話いただきました。

## 朝食を食べない子どもは落ち着かず、学習能力も運動能力も下がる

2002年度の東京都教育庁の調査（図1）によると、小学生は朝食を「食べないほうが多い」「ほとんど食べない」が6.9%、中学生では11.5%、高校生では18.7%でした。中高生以上では10人に1人以上の子どもは朝食を食べないことが多いのです。

さらに問題なのが、朝食を食べない理由（図2）で、小中学生・高校生の男女とも約85%が「食べる時間がない」「食欲がない」と答えています。これは夜型生活の影響です。

では、なぜ朝食を食べなければいけないのでしょうか。

まず朝食を含めた栄養補給は生活リズムをつくっています。朝、昼、夜と3回食べるのは国や種族を超えて決まっている食習慣です。

食事でとる糖質はグリコーゲンとして主に肝臓や筋肉に貯蔵されます。このうち筋肉のグリコーゲンは本来、血中に出ず、筋肉を動かすために使われます。一方、肝臓に蓄えられるグリコーゲンはブドウ糖になって脳などの神経系や赤血球のエネルギー源になります。グリコーゲンとしておよそ50gが肝臓に蓄えられますが、ブドウ糖は1日140～150g必要で、これでは6～8時間しかもたないのです。1日3回の食事が求められるのです。

また、いったん食事約50gのグリコーゲンを肝臓に蓄えても、その後食事をしないと、肝臓のグリコーゲンがなくなります。そうすると筋肉のタンパク質が

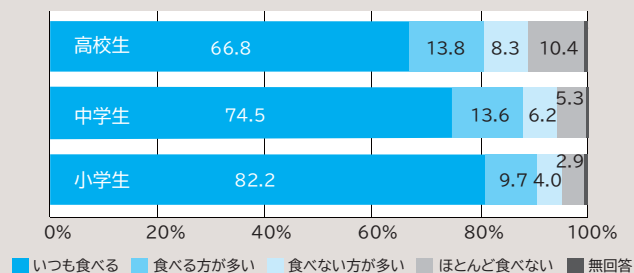
アミノ酸に分解され、それがブドウ糖になって、神経系と赤血球のエネルギーを補充します。このようなときには摂食中枢が刺激されて、行動が攻撃的・排他的になります。すべての動物がエサを探すときには攻撃的・排他的になるのと同じです。その結果、いらいらしたり、キレやすくなったりし、落ち着いて勉強できないために学習能力も低下します。

さらに朝食をとらないと運動能力も低下するという報告があります。運動能力を見る一つの指標である最大心拍数は小中高生では200くらいとされます。この最大心拍数の60～70%台が持続した運動をするときの目安です。心臓がドキドキして走れなくなるときには、最大心拍数の80～90%になっています。朝食をいつも食べる子と常習的に食べない子に50m走をさせると、タイムが同じでも、朝食を食べない子の方が脈拍数が多い、つまり運動能力が落ちているのです。

なお、学習能力に関しては、アメリカや中南米で、家庭崩壊や経済的な理由で朝食を食べない子どもたちに朝食に給食を実施することで学習能力が上がったという報告を数多く見ることができます。

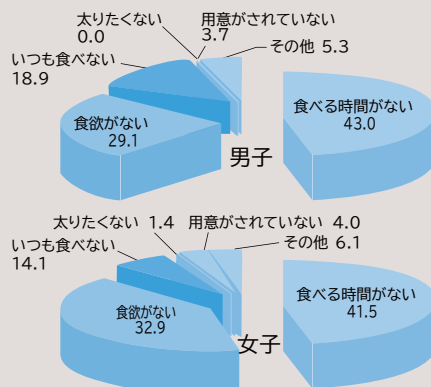
朝食は体のリズムを整えるために、また、子どもにとっては1日の学習を始めるためにとても重要なのですが、夜型生活の普及で朝食を食べない子どもたちが増えていることに憂慮しています。

図1 学校別に見た朝食のとり具合



資料：平成14年度東京都教育庁調査

図2 朝食を食べない理由（小・中・高校生合計）



資料：日本学校保健会平成14年度児童生徒の健康状態サーベイランス調査報告書

## 肥満の子どもが増え、 2型糖尿病の発症も増加

文部科学省は性別・年齢別・身長別の標準体重に対して120%以上の体重を示す子どもを「肥満傾向児」とし、その頻度の推移のデータを出しています(図3)。「肥満傾向児」とはいえ、実際は「肥満」の子どもたちで、その数は1970年から2000年までの間に約3倍に増え、およそ10人に1人は肥満になりました。こちらで2002年の数値を加えたのですが、それは2000年と比べて低年齢層で肥満の頻度の増加が鈍化しているのをお示しするためです。今後、この数字がどのように推移していくかに注目しています。

肥満が良くないといっても、太っていること自体が悪いのではなく、肥満が健康障害につながるがいけない、特に皮下脂肪型肥満と内臓脂肪型肥満を分けて考えるという概念がはつきりしてきました。

皮下脂肪型肥満は女性に多く、おしりが膨れる「洋なし型肥満」「下半身型肥満」といわれ、日本肥満学会の基準では、内臓脂肪型肥満との対比において、おへその周囲径が18歳以上の男性で85cm未満、女性で90cm未満、18歳未満の男女の場合は80cm未満とされます。インスリンの働きが悪くなるインスリン抵抗性との関係は弱く、肥満による合併症は少ないとされます。

一方、内臓脂肪型肥満は男性に多く、おなかが出てくるので「りんご型肥満」「上半身型肥満」といわれ、診断基準はおへその周囲径が男性85cm以上、女性90cm以上、18歳未満の男女の場合は80cm以上です。インスリン抵抗性との関係が強く、肥満による合併症も出やすいとされています。

このように同じ肥満でも生活習慣病との関連が強い内臓脂肪型肥満に注目すべきであって、皮下脂肪型肥満をも攻撃していると、「ファッションとしてのやせ」と私は呼んでいます。やせ体型の女性に限らず、子どもや男性もやせ傾向を示す傾向に立ち至るのが心配です。

なぜ内臓脂肪型肥満が良くないのかといえば、レプチンという物質が脂肪細胞から発見されたのを契機に、脂肪細胞は中性脂肪の貯蔵庫というだけでなく、活発に活動していることが分かったからです。レプチンはそもそも「やせる」という意味で、食欲を減退させ、代謝を亢進(こうしん)する作用があります。

今では、レプチン以外にも、脂肪細胞から分泌される、多くの活性物質(アディポサイトカイン)の存在が明らかになっています。中には血管を若々しく保ち、糖代謝を進めるアディポネクチンのようにプラスに働く物質もありますが、高血圧のホルモンであるアンジオテンシノーゲンなど、ほとんどが臓器障害につながる性質を持っています。また、性ホルモンも脂肪細胞から出ていることが分かっています。

このような肥満は副産物をもたらします。実際に子どもの肥満の頻度の増加と2型糖尿病の増加は相関しており、全国で1年間10万人当たり8~10人が2型糖尿病を発症しています(図4)。

1992年からは学校健診で尿糖検査を行うようになりました。2型糖尿病を含む生活習慣病の大きな特徴は自覚症状がないままじわじわといろいろな症状が進み、脳梗塞のような重大な合併症を起こすことです。そこで、早い段階で見つけて、合併症の発症を防ごう

図4 肥満の増加と2型糖尿病の増加の関係  
(肥満は%、2型糖尿病は10万人当たり1年間の発症数で表している)

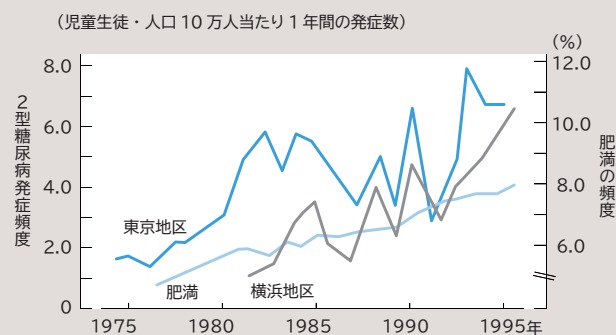
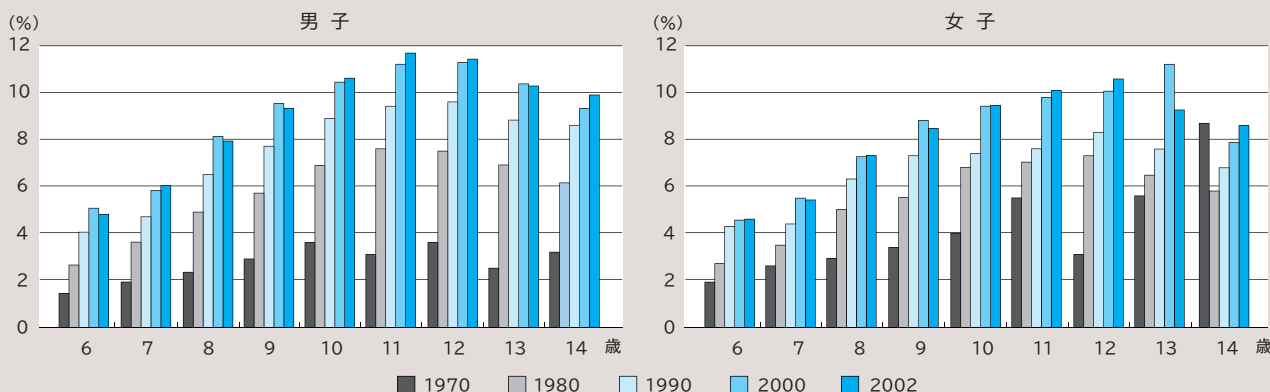


図3 肥満傾向児の頻度推移



(文部省学校保健統計調査報告書) 肥満傾向児：性別年齢別身長別標準体重に対して120%以上の体重を示すもの

ということです。現在、人工透析に入る原因の第1位は糖尿病です。2型糖尿病にいかにか早くから対応するかが鍵なのです。

## やせすぎている子どもの増加も大問題になる

肥満とは逆に、やせすぎの子どもも増えています。

勤務している女子大でも、やせ体型の学生が非常に多く見られます。2003年度の国民健康・栄養調査によると、20歳代女性の23.4%がBMI18.5未満で、日本肥満学会の定義では低体重になります。

99名の大学生の体組成分布を調べ、①筋肉量も体脂肪量も少ない「やせ型」、②筋肉量が少なく、体脂肪量が標準の「運動不足型」、③筋肉量が平均的で体脂肪量が少ない「細身筋肉質型」に分けたところ、②の筋肉が少なくやせている人が多いことが分かりました。

やせている体型の中でも、特に女性に関しては気になることがあります。

例えば、痩身女性は標準体型（BMI22～24.9）の女性に比べて、死亡率が2.93倍高いという報告があります。男性の場合は2.59倍です。

また、低体重女性のほとんどで筋肉量が少なく、運動能力とエネルギー貯蔵能力が低下しています。食事によるグリコーゲンでは足りないため、筋肉のアミノ酸をエネルギー源にしているのです。

さらに、低体重女性が妊娠すると低体重児を出産する傾向があり、低体重児は生活習慣病のリスクファクターとされています。これはヨーロッパで1930～40年の栄養状態の悪い時代に生まれた子どもたちの調査から導かれたイギリスのバーカーの仮説で、まだ定説ではありませんが、ほぼそうではないかと予想されているのです。胎児期に母体から受ける栄養が少なく、エネルギーを節約してため込む節約遺伝子が強く発現する体になるため、生まれてからもエネルギーをため

込んでうまく使えなくなるのがその理由と推測されています。この体質がインスリン抵抗性を生み、生活習慣病につながるというのです。

小児期においても痩身傾向児、中でもやせ型、運動不足型の体型の子どもたちが増えている点は、肥満以上に注目しなくてはいけないのではないかと考えています。前述の文部科学省の性別・年齢別・身長別標準体重に対して80%以下でやせに入りますが、6～14歳ではここ10年で全体では2倍に増えています（図5）。

かつては子どものやせは栄養障害や慢性の疾患があると考えられましたが、今の時代に子どもに病気がこんなに急に増えるわけはありません。ファッションとしてのやせ、痩身傾向が子どもたちにも浸透しているのは大問題です。

## 子どもの運動時間や運動能力の減少が心配される

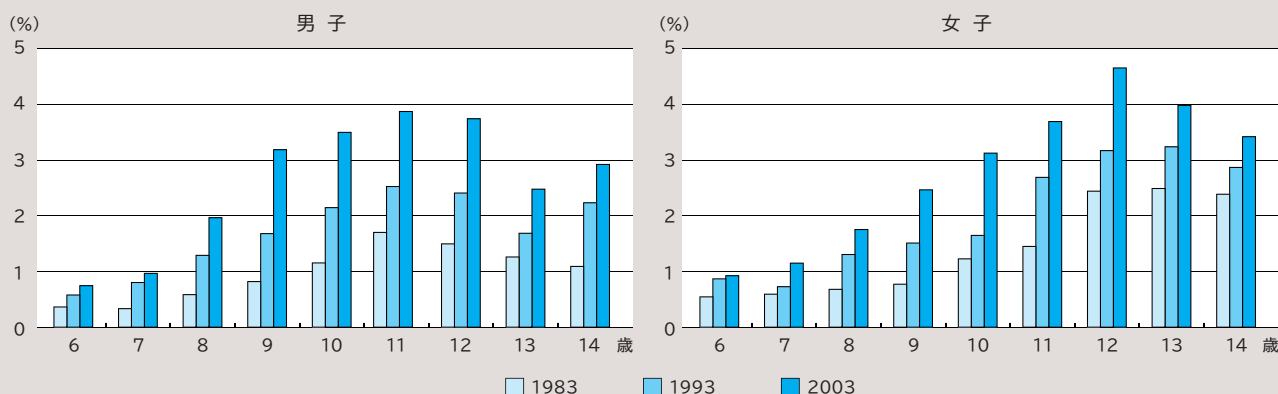
日本では、子どもの肥満ややせについて食事が取り上げられますが、運動も食事とは車の両輪であり、必ず並行して見なければなりません。

2003年度の東京都教育庁の調査では、学校以外で運動やスポーツをしている小学生は「毎日」と「している日の方が多い」を合わせると60%近くになりますが、高校生になるとこれが40%強になり、「していない日の方が多い」「していない」が60%弱と逆転します。

その背景として、家でテレビやテレビゲーム、パソコンをして過ごす時間の増加が挙げられます。

日本学校保健会の2002年度児童生徒の健康状態サーベイランス事業報告書によると、調査前日に学校から帰宅後テレビ・ビデオ・パソコン・テレビゲームで過ごした時間数（図6）は、中学生では男女とも4時間から4時間半近くになります。これは平均値なので、もっと長い子もいるということです。このような室内娯楽は睡眠不足と同時に運動不足につながる要因です。

図5 痩身傾向児の年次推移



資料：文部科学省（旧文部省）学校保健統計調査報告書 痩身傾向児：性別年齢別身長別標準体重に対して80%以下の体重を示すもの

子どもの体力に関して気になるデータがあります。文部科学省の「親の世代と子供の世代の体力比較」という調査で、今の親の世代が子どもだった1970年と2000年の12～19歳の体力を比べています。それによると、短距離走（50m）と持久走（男子1500m、女子1000m）、ハンドボール投げのうち男子の短距離走を除くすべてが親世代の方が成績がいいのです。この傾向はますます強くなるのではないかと感じています。普通は年をとるほど走れなくなるのですが、このままではいずれ災害から逃げるときに年寄りの方が速く走れるという逆の現象が生まれかねないと危惧します。

身体を動かさないと何が起るのでしょうか。

まず、動物が身体を動かす大きな目的はエサを探すことです。ですから、身体を動かさないと死を意味します。

また、身体を動かさないと、いっそう身体は動かなくなり、人が生きていくのに不可欠な食事、休養、運動のうち、食事と睡眠が不足すると、どうしても食べたい、眠りたいという欲求が出てきますが、運動に限ってはどうしても走りたくなることはありません。本来、体を動かしてエサを取る、つまり筋肉を使ってエサを取り、神経系や赤血球を働かさなくてはならないのに、運動をしないと、筋肉が使われなくなって動かなくなり、筋肉がエネルギー源として使われたり、カルシウムの貯蔵庫である骨からカルシウムが出たりと、筋力と骨密度の低下の悪循環に陥ります。そうなりますと、より良いエサにありつく機会を増やすためにより早く、より遠く、より長く身体を動かすための心肺機能も低下します。思春期の身体では肺と心臓の重さが大人の半分からぐっと大きくなって、胴体が一番伸びます。これは、独り立ちして自分でエサを取り、よりよい個体になりなさいということなのですが、それに運動が見合っていないのです。

## 摂取基準の改定で、不足している カルシウムの摂取がさらに勧められている

2003年度の国民栄養調査での年齢層別栄養素摂取量を見ると、子どもたちの脂質の摂取量が増え、摂取エネルギー比率の目安の上限である30%に近づいています。しかし、やはり一番大きな問題はカルシウムの不足です。1～6歳では1日600mgが摂取の目安量ですが、実際は475mgしかとれていません。7～14歳は900mgのところ697mg、15～19歳も1000mgのところ578mgです。

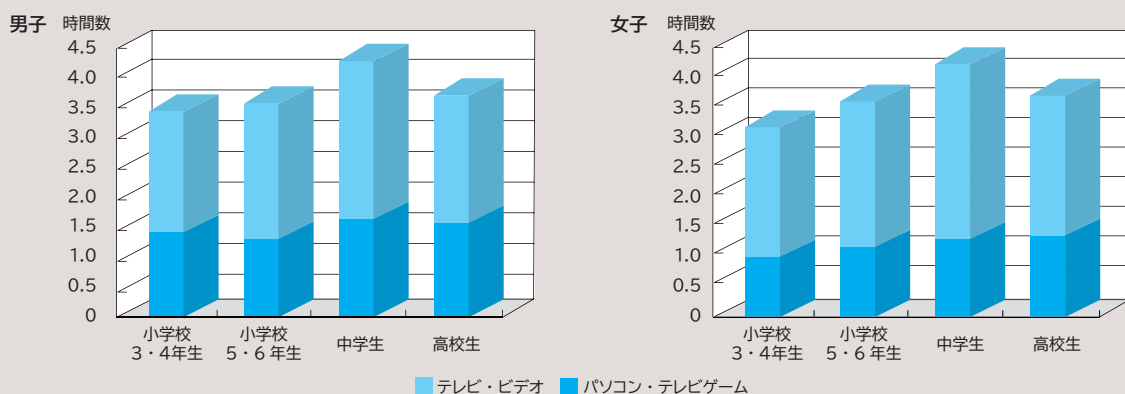
日本人のカルシウムの食事摂取基準は今年変更され、特に子どもはカルシウムの摂取量を増やさねばならないとされています。

食品のカルシウム吸収率を見ると、野菜は19%、小魚は33%くらいですが、牛乳は40%です。牛乳タンパク質の80%を占めるカゼインは、腸で消化される過程でカゼインホスホペプチドを生成し、これにカルシウムが結合するとカルシウムが溶けやすくなり、吸収されやすくなります。また牛乳に含まれている乳糖が腸管壁のカルシウムの透過性を高めるといわれています。牛乳は値段が安く、非常に良いカルシウム補給源です。

カルシウムは健康な骨の成長に必要で、骨粗鬆症を防ぎ、ストレスの軽減に働いて精神的に安定させます。また、牛乳はカルシウムの補給源としてばかりでなく、高血圧予防のためになるカリウム、抗酸化作用を持つビタミンB<sub>2</sub>、腸内細菌叢（そう）を調整する乳酸の補給など、多面的な三次機能を持つ栄養源として捉えるべきです。

乳児期はほとんどすべての糖質を乳糖から得ています。離乳期を経て成長していくプロセスに乳製品を取り入れれば、大人になってからの乳糖不耐症は減るのではないかと思います。

図6 調査前日学校から帰宅後テレビ・ビデオ・パソコン・テレビゲームで過ごした時間数



日本学校保健会：平成14年度児童生徒の健康状態サーベイランス事業報告書

**栄養教諭制度や食育基本法を生かし、  
子どもの食の体系化が必要**

最後に、今年誕生した栄養教諭制度についてお話しします。

栄養教諭制度は、子どもに欠食が多く、特に朝食を抜くと健康に大きく影響すること、肥満が非常に増えていることが背景にあります。

栄養教諭は、管理栄養士が1種免許を取る形で、食に関する指導と学校給食の管理の両方を担い、仕事の内容が多岐にわたります。肥満、やせ、偏食、食物アレルギーといった個別の栄養相談や指導が加わり、教科として栄養に関して授業をしなければなりません。もともと学校の栄養職員として授業を受け持つこともありましたが、そこに個別の指導が加わり、どのように対応するかが問われています。

2005年7月15日に施行された食育基本法の最初に書いてあるように、家庭や学校において食の教育が非常に重要ですが、市町村、都道府県、内閣府などによって、あまりにも官製になることには注意しなければいけません。また、いろいろな関連業界の思惑もあります。子どもたちの食を正しく考え、食育基本法を正しく使ってもらいたいと願っています。

子どもの食習慣を改善するためには、まず、「豊かで、自由で、平和な社会・経済的状态は不健康な生活習慣を生み出す必然性がある」ことを理解することです。食生活でいえば「好きなときに、好きなものを、好きなだけ食べる」のではなく、早寝早起き型の生活習慣と朝・昼・夕の食生活リズムの確立、外遊びを通じた身体活動の増加が大切です。子どもの生活状況を真摯に見つめ、食育に関して保育所、幼稚園、学校の持つ意味を問い直して、底辺から体系化する必要があります。

一橋大学名誉教授の中村政則氏は、「2000ドルの壁、1万ドルの罠（わな）」という言葉を述べておられます。国民総生産が2000ドルになるまでは国民は堅実な生活をしながら、より良い明日を求めているが、1万ドルを超えると「罠—贅沢（ぜいたく）と気ままな生活」から逃れることが難しいという意味です。この罠の中では子どもたちもあがいています。われわれはこの罠から逃れるにはどうしたらいいかは未経験で、「社会全体が罠から逃れる努力=豊かさと贅沢の分別」をしなくてはなりません。何が真の豊かさで、何が排除すべき贅沢なのかを大人が真摯に考えることが一つの解決策につながるのではないかと思います。

**Q** なぜ子どもの肥満判定にBMIが使えないのでしょうか。

**A** 大人の肥満に関しては「BMI25以上」という基準がありますが、子どもの場合はBMIが必ずしも適切な判定方法とはいえませんが、指摘されるようになりました。5歳ぐらいまでは身長による基準値の違いはありませんが、成長期に当たる6、7歳～15歳ぐらいまでは、身長によりBMI値が大きく変わってきます。成長の度合いは個人差が非常に大きいので、日本では子どもの肥満判定にはBMIを使用しない動きになっています。

**Q** 日本人のカルシウム摂取基準値が変わったそうですが。

**A** 2004年度までは国民の健康の保持・増進、生活習慣病の予防のために標準となるエネルギーおよび各栄養素の摂取量を示し、栄養所要量としてきました。2005年度からは、健康な個人または集団を対象として、国民の健康の維持・増進、エネルギー・栄養素欠乏症の予防、生活習慣病の予防、過剰摂取による健康障害の予防を目的とし、エネルギーおよび各栄養素の摂取量の基準を示した食事摂取基準となりました。食事摂取基準では、ほとんどの世代・男女両方においてカルシウムの摂取基準目安が増えたことが大きな特徴といえます。

**Q** 栄養教諭制度と役割について教えてください。

**A** 食を取り巻く社会環境が大きく変化したことにより、食生活の多様化が進みました。そこで子どもが将来にわたって健康に過ごせるように「食の自己管理能力」や「望ましい食習慣」を子どもたちに身につけさせることを目的とし、2005年4月より「栄養教諭制度」がスタートしました。今後は食に関する指導の中核的な役割を担い、子どもたちの健康を保持増進していくことができる能力の育成に貢献していくことが期待されます。

※掲載内容は、原則、開催当時のまま採録しています。また、講師の肩書も当時のまま掲載しています。



## 小中学生の骨の発達に対する牛乳・乳製品摂取等の影響

～小児の骨折を防ぎ、50年後の骨粗鬆症を防ぐための追跡研究～

近畿大学医学部公衆衛生学 教授 伊木 雅之氏

近頃、子どもたちの骨折が増えており、将来の骨粗鬆症患者の増加につながるのではないかと懸念されています。今回は、子どもたちの骨密度の変化と生活習慣を長年にわたって研究されてきた近畿大学医学部の伊木雅之教授(公衆衛生学)に、小中学生の骨に関する現状と今後の課題をお話しいたします。

### 子どもの時に高い骨密度を獲得することが 最初で最大の骨粗鬆症対策になる

今日は小中学生の骨の発達について、乳製品の影響をお話ししたいと思います。

現在、骨粗鬆症が大きな問題になっていますが、これは簡単にいえば骨のきめが粗くなって、ダイコンに入るような“す（鬆）”が入る病気です。正常な骨も中はメッシュ状になっていますが、骨粗鬆症になると、骨を包む表面の皮質骨も薄くなり、メッシュの部分が粗くなって“す”が入ります。そうすると骨が弱くなって、わずかな外力で骨折してしまいます。

この病気はもちろんお年寄りの病気ですが、そのオリジンは子どものときにあると私は考えています。

骨粗鬆症予防の重要性をまとめますと、

- 1.人口の高齢化に伴って患者が増加中。患者数は推定で1000万人
- 2.この病気の怖い点は骨折だが、骨折が起こるまではほとんど症状が出ず、骨折して初めて骨粗鬆症になっていたことが分かる
- 3.骨折をするとお年寄りの心身に著しい影響がある。特に大腿骨（だいたいこつ）頸部（けいぶ）を骨折すると歩けなくなり、ほぼ半数の人がそのまま寝たきりになる。回復したとしても歩く機能が衰え、活動性が落ちるので、認知症にもつながっている
- 4.大腿骨頸部骨折によって死亡の危険率が10%程度上がる

5.有効な予防法が存在する

といった点になります。では、実際にはどのような対策が必要でしょうか。

図1は骨密度を縦軸にし、年齢を横軸に取り、年齢を重ねるに従って、骨がどのように変化するかを見たものです。縦軸のある一定のラインを下回ると骨粗鬆症と診断します。

骨密度は子どもの頃、特に10代で高くなって20歳を超えると横ばいになります。女性は卵巣から女性ホルモンの出がだんだん悪くなり、約50歳で閉経を迎えます。男性ホルモンもそうなのですが、女性ホルモンには骨からミネラルが溶け出すのを抑えるという非常に重要な働きがあるため、閉経で女性ホルモンが急激に少なくなると骨からどんどんカルシウムが出ていき骨吸収が進みます。そうすると骨密度が急速に低下します。男性の場合は急速なホルモンの低下は起こらないので、骨密度はゆっくりと下がります。骨粗鬆症が女性の病気といわれるのはここに理由があります。

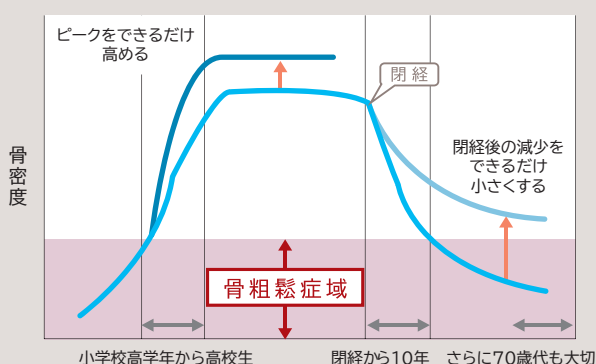
今まで行われてきた骨粗鬆症対策は、病気の対象がお年寄りということもあって、お年寄りを中心としたものでした。特に閉経後の急激な骨密度の低下をいかに防ぐかがポイントと考えられ、そこがターゲットとなってきました。

ところが、女性ホルモンが出なくなるのは仕方がないことで、それに対応して対策を立ててもなかなか成功しません。よく考えてみると、急速に密度が高くなる子どものときにできるだけ高い骨密度を獲得しておけば、閉経後に落ちたとしても骨粗鬆症域に入ることはありません。ですから、まず子どもたちに骨粗鬆症予防を行い、若いうちに高い骨密度を獲得しておくのが大切なのだと考えています。

### 女子高生の骨密度は大人よりも低い。 従来考えられてきたよりも早い対策が必要

1970年から99年までの約30年間の学校における骨折発生率の推移（図2）を見ると、中学生の骨折が小学生と高校生の約2倍あること、小学生・中学生・高校生とも骨折の発生件数が右肩上がり、この30年間

図1 骨粗鬆症の対象は誰か



にほぼ2倍になっていることが一見して分かります。先ほど、骨粗鬆症を予防するには子ども時代が大切なのだと申し上げましたが、骨折はどんどん増えており、将来、この子どもたちがお年寄りになったときのことを考えると、懸念すべき状況といえます。

そこで実際に、子どもたちに腕の橈骨（とうこつ）と尺骨（しゃっこつ）の骨密度を測る検査をしてみました（図3）。縦軸は骨密度、横軸は年齢（学年）で、このときは小学校4年生から高校3年生まで、10～18歳のデータです。

男の子の骨密度はこの間、直線的に伸びていきます。一方、女の子の骨密度は中学1年生くらいでは男の子よりも高い値で、身長も女の子の方が高いのですが、高校生になるとほとんど横ばいになります。このデータを取る以前は、骨密度は30代でピークを迎えると考えられていましたが、実はもっと早いということが示唆されました。

さらにこの地域の20～44歳の女性の骨密度を調べ、その平均値をグラフ中央の横線にしてみると、高校生の女の子たちは大人よりも低いことが分かりました。ちょうど1標準偏差の分だけ少なかったのですが、標準偏差が1下がると骨折の危険が2倍になります。子どもたちが年齢を重ねていくと、現在よりも骨折が倍増する可能性があります。

このような状況から、私たちは本格的な研究を始めました。その目的は、

- ・子どもたちの中軸骨は今どうなっているか

・最大骨量を大きくするために、どの年齢の子どもたちに、何をすればよいか

これらを実施することにより、現在の小児の骨折を減らし、50年後の骨粗鬆症を予防するということです。

先ほどの調査では腕の橈骨と尺骨の骨密度を測っていましたが、私たちの体で大切なのは背骨や大腿骨のような中軸骨です。それがどうなっているのかを調べ、どういう対策をとればいいかを明らかにしたいと考えました。

そこで、福島県塩川町の小学4年生から中学3年生までの男女各50名（計600名）の骨密度を調査し、3年後に再調査して変化を見るものと、京都市内の私立の中高一貫校で中学1年生の男女計400名を中学3年生、高校2年生時に2回追跡調査をするものの二つの調査を行いました。

調査内容は、体重を支えている腰椎と大腿骨近位部（太ももの付け根の部分）の骨密度の測定と生活習慣などのアンケート調査です。アンケート調査では骨密度に影響する要因をはっきりさせたいと考え設計してあります。骨密度測定は全国に3台しかない、検査装置を積んだバスを1台借り、学校に乗りつけて行いました。

こうして出てきた結果が図4です。小学4年生から中学校3年生までの女子の腰椎の骨密度は、小学校から中学校までの3年間に上昇し、やはり高校になるとほぼ横ばいでした。これは先ほどの腕の骨密度と同じ結果でした。実は大腿骨でも同じ傾向で、やはり大人の値には達していませんでしたが、腕ほどの開きはありませんでした。

3年間の骨密度の変化を示すのが図5です。

男子は小学4年生が中学1年生になる3年間で年に7%、小学5年生から中学2年生では9%、小学6年生から中学3年生で11%の伸びで、男の子は中学生のときに一番骨密度が高くなることが分かります。ちなみに大人ではほとんど変化せず、女性は閉経を過ぎると年1～1.5%下がっていきます。

女の子では最も骨密度が変化したのは小学4年生から中学1年生で11%でした。小学5年生から中学2年生では

図2 学校における骨折発生率の推移

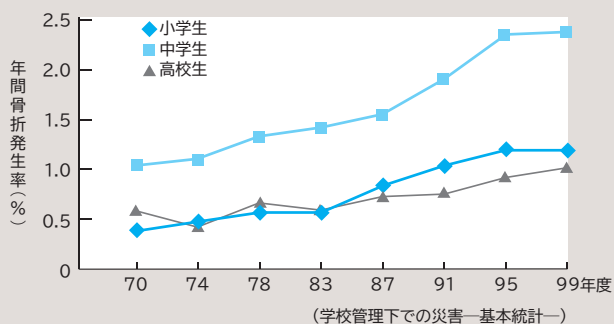


図3 子どもたちの腕（橈尺骨遠位1/3）の骨密度の成長に伴う変化

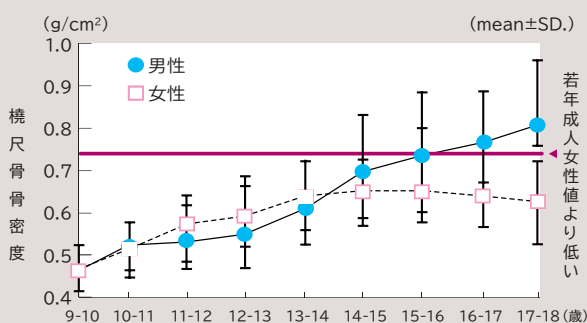
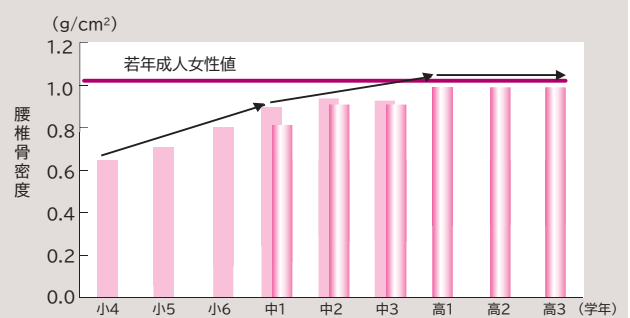


図4 女子生徒における平成13年と16年の腰椎骨密度



骨密度の伸びは下がり、女の子の変化率のピークは男の子と違って小学校高学年にあることが分かりました。

ですから骨密度を増やす対策は、われわれが当初考えていたよりもかなり早目に行う方が良く、女の子では第二次性徴の前、初経の前の小学校高学年に、男の子では中学生の時に行うべきだということです。

### 給食で飲んでいる子の方が 腰椎や大腿骨の骨密度が高い

では、小中学生時代に骨密度を増やすために何をすればいいかというと、まず体重の管理です。小学4年生から中学3年生までの学年別に、体重を3段階に分類し、骨密度との関係を調べました(図6)。男の子では体重の重い子の方が骨密度が高く、女の子でも同じ傾向が見られました。ただ、大きな差が出る学年が男子では中学生、女子では小学校6年生で、このあたりで骨粗鬆症対策を行うことが効果的であると考えられます。

体重の増加率との関係を見ると、小学6年生から中学3年生になった男子の場合を除き、男女とも体重が増えた子ほど骨密度が上がったことが分かります。やはり体重をきちんと増やすことが大切なのです。

次は食事です。骨は主にカルシウムとタンパク質からできています。骨の形成に欠かせないカルシウムの必要摂取量は、去年までは700~900mgでしたが、今年やっと改正され、800~1100mgに増えました。この改正は以前よりも体への重要性が強調されたということになります。

牛乳・乳製品と骨密度の関係を調べるために、中学1年生に対し小学生の時に給食の牛乳を飲んだかを尋ねました(図7)。かつて給食では脱脂粉乳や牛乳を飲むように強制されましたが、今は飲みたくない子は飲みません。そこでこういう統計がとれるようになりました。対象には、私立の小学校で給食がなかった子もいるので、自分で飲んだ子も加えています。結果として、腰椎と大腿骨近位部の骨密度は牛乳を飲んだ子の方が高いことが分かりました。小学校時代に牛乳を飲むことは大事だったのです。

さらに、牛乳を飲んだ量を週に1杯以下、2~3日に1杯、1日1杯以上に分けて比べると、たくさん飲んでいてた子の方が骨密度が高いことが分かりました(図8)。

また飲む頻度の変化を比べると、飲む頻度が増えた子の方が骨密度が大きく増えており、男女とも中学3年生時には飲む頻度が増えた子の変化率が最も大きくなりました。つまり、小学校時代に飲んだ牛乳は中学生の時に効いてくるし、その後も飲み続けている子、飲む頻度が上がった子は骨密度が高くなるということなのです。なお、骨密度には体重や第二次性徴などが関わりますが、これらのデータはそれらの要素を調整してあります。

では、牛乳の効果は大人になってからも続くのでしょうか。

図9は、全国から七つの市町村から15~79歳の女性を無作為抽出して調べた、私たちの研究です。一生のうち、最も骨密度が高いところにあると考えられる、25~44歳の月経のある女性1000人に、小中学校時代に給食で出た牛乳を飲んだかどうか尋ねました。

図5 腰椎骨密度の年間変化率の男女差

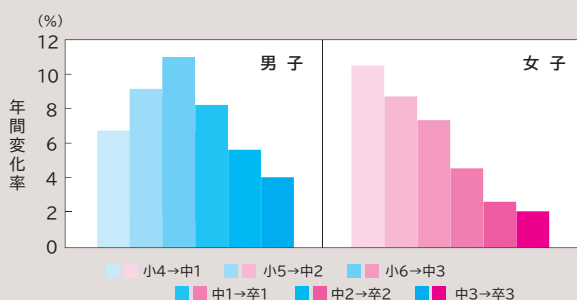


図7 小学校時の給食牛乳を飲んだ中学生の骨は強い

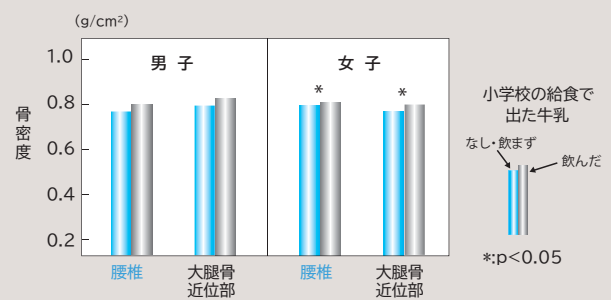


図6 とても大切な体重管理

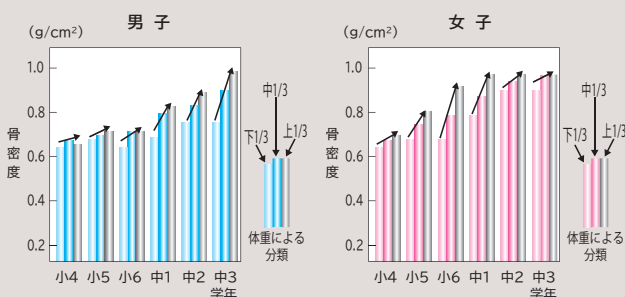
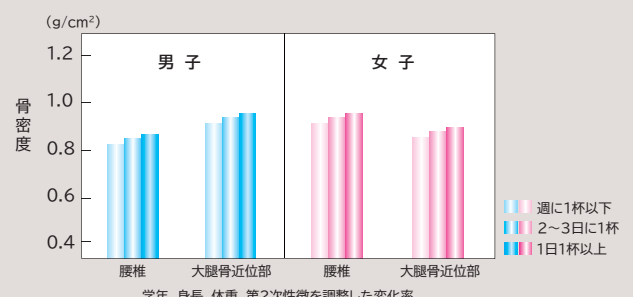


図8 しっかり牛乳を飲んでいる生徒の骨密度は高くなる



すると、「給食の牛乳をいつも飲んだ」人の方が「ときどき飲んだ、飲まなかった」人よりも腰椎、大腿骨頸部、腕の橈骨と尺骨のすべての部位で骨密度が高かったのです。ここから、小中学校の時に飲んだ牛乳の効果は大人まで持ち越されることが示唆されました。

### 高校生になって牛乳・乳製品をとる量が減ると、カルシウム摂取充足率が下がる

そこで今度は子どもたちのカルシウムの摂取の状況を調べました。

小学4年生から中学3年生までの学年別カルシウム摂取充足率は、去年まで用いられてきた所要量を100%として見ると、充足率は80%に届きません。今年からは必要摂取量が上がったので、充足率はさらに下がります。

男子では学年が上がるにつれて、カルシウムの摂取充足率が下がる傾向があり、3年後には少し上がっていました。しかしやはり80%はクリアできていません。女子でも同様の傾向があり、特に高校生になると下がっていきます。

どの食品がカルシウム源になっているかを同時に調べると、男女とも学年が進むにつれて牛乳・乳製品をとる量が減っており、カルシウム摂取量の減少のほとんどは牛乳・乳製品をとる量の減少によることがわかりました。この傾向は特に女の子で顕著です。

中学生までは給食で牛乳を飲んでいますが、高校生になって給食がなくなると200mLの牛乳の分が減り、多少は補っているものの、やはりカルシウムが足りないという結果になっています。高校でも牛乳給食ができれば、この状態を改善できると思います。

### 小学生から運動している方が骨密度が高くなる

もちろん牛乳・乳製品をとるだけではなく、運動も大切です。

中学1年生に、小学校で運動部で部活動をしていたかどうかを聞き、骨密度との相関を調べました(図10)。中学1年生では第二次性徴が始まっている子と

そうでない子がおり、骨密度に大きな影響を及ぼすため、2群に分けて比較します。結果として、第二次性徴の前でも後でも、また骨密度の測定部位にかかわらず、男女とも運動部に入っていた子の方が骨密度は高かったのです。

さらに、高校生で、中学校時代に運動部に入っていなかった群と、運動部での運動時間別に分けた3群の計4群を比較しました。そうすると運動部の時間が長いほど、骨密度が高くなることが明らかになりました。

大人にも同様の調査をしましたが、やはり小中学校時代に運動部に入っていた人の骨密度は高く、小中学校時代の運動は大人になっても効くことがわかりました。

### 骨折や骨粗鬆症の予防には三世代で取り組もう

この追跡調査から分かったことをまとめますと、

- 骨密度は、男子では小学4年生から中学3年生まで直線的に上昇し、高校生でも上昇傾向にあった。女子では中学2年生、3年生で上昇は鈍化し、高校生では成人値に達することなく、横ばいとなった。(高校生女子の対策が欠かせない)
- 変化率は男子では小学6年生から中学3年生が最大、女子では小学4年生から中学1年生が最大だった。(男子では中学生、女子では小学校高学年からの対策が重要)
- 体重が重い生徒ほど高い骨密度を示し、体重が大きく増加した生徒ほど骨密度も上昇した。(肥満を奨励するわけではないが、しっかりした身体づくりが骨づくりにつながる)
- 小学校の給食牛乳を飲んでいた生徒では骨密度が高く、その後も牛乳を多く飲む生徒では骨密度は高い傾向にある。(小中学校の給食牛乳は大切)
- カルシウム摂取充足率はほとんどの学年で80%に達していない。
- 高校3年生のカルシウム摂取量は中学1年生に比べて大きく減少し、その大部分が牛乳・乳製品の摂取減少による。
- 小学校で運動部の活動をしていた生徒は、その後の骨密度が高い。(小学校からの取り組みが大切。特に女子)

図9 給食で飲んだ牛乳は大人になっても効いている

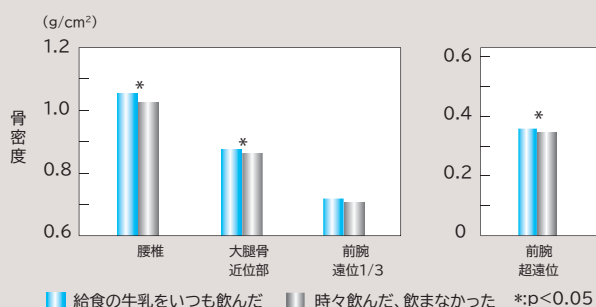
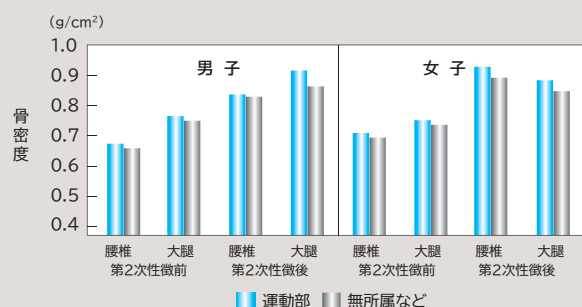


図10 小学校で運動部で活動していた中学生の骨密度は高い



● 中学校でも運動部で長時間活動していた生徒ほど、高い骨密度を獲得している。

● 筋力が強くなる運動が特に効果的。  
ということになります。

では、骨折と将来の骨粗鬆症を予防するために、小学生・中学生・高校生の男女が何をすべきなのかといえば、以下のような点が挙げられます。

① 標準体重を維持する

今の子どもたちはやせすぎで、骨折や将来の骨粗鬆症に体重が関係することは明らかです。

② 朝食を必ず食べる

朝食が直接骨密度に影響するわけではありませんが、食べない子にはやせが多く見られます。朝食は規則正しい食生活のバロメーターでもあります。

③ ダイエットをしない

中学生くらいではあまりにも厳しいダイエットをしていないので、骨密度への影響は出ていませんが、高校生や大学生になると影響がはっきり表れます。私たちが都内の大学生を調査したところ、ダイエット経験のある人は腰椎の骨密度は低いというデータが出ました。厳しいダイエットをして月経に影響が出た人は明らかに骨密度が低くなっています。

④ 牛乳をしっかり飲む

⑤ それ以外の食品からのカルシウムもしっかりとる

⑥ 部活動でしっかり運動する

⑦ タバコを吸わない

⑧ しっかり睡眠をとる

今回は子どもたちの生活習慣を整えることが骨密度を上げ、将来の骨粗鬆症の予防につながるとお話ししました。しかし、子どもたちの生活習慣は子どもたちだけで決まるわけではありません。ある子どもに「牛乳を飲んでいるか」を聞くと、「家では飲んでいない」という答えで、理由は「家に牛乳がないから」ということでした。親が牛乳を買って冷蔵庫に入れておけば、子どもは飲むのです。

子どものライフスタイルは大人に大きく規定されます。子どもたちの母親は今、30代後半から40代で、そろそろ閉経に対応して、ライフスタイルを見つめ直す時期に来ています。さらに60代、70代の祖父母はまさに骨粗鬆症対策に力を入れられないといけない年代です。そう考えると、子どもたちとその母親、おじいちゃんやおばあちゃんは、骨を強くするという同じ目標に向かって、ほぼ同じことを実践していくべきです。

骨折予防・骨粗鬆症予防は3世代が一緒に取り組める世代縦断的課題です。このようにセットで活動を進めていかないと、子どもたちの状況も良くならないと考えています。

**Q** 体重が増えたり運動をしたりすると骨密度が上がるそうですが、その理由を教えてください。

**A** 骨は加重をかけると強くなる性質を持っています。体重も加重になりますので、体重が増えれば骨密度が上がる傾向があります。同様に運動をすることも加重に当たります。また、運動をすると骨にくっついている筋肉が収縮弛緩し、筋肉が収縮するごとに骨を引っ張るのでさらに加重が加わります。以上の理由で、体重が増えたり運動をしたりすることは骨密度を上げるのに効果的です。

**Q** 体重が増えると骨密度が上がるそうですが、脂肪でも筋肉でも体重が増えれば骨密度が上がると思ってよいのでしょうか。

**A** 結論でいえばその通りです。ただし脂肪が増えるよりも、筋肉を主体として体重が増えた場合の方が筋肉の収縮により骨に負荷を与えますので、骨密度を上げるためには効果的です。

**Q** 骨密度を上げるために牛乳以外に効果的な食品はあるのでしょうか。

**A** 単品で一つ挙げるならば牛乳です。人間は腸からカルシウムを吸収するのですが、カルシウムは吸収しにくい栄養素です。カルシウムを吸収するためにはビタミンDが必要ですが、ビタミンDを多く含む食材としては、天日干ししたシイタケや魚、ゴボウ、ウナギなどが挙げられます。また、骨の形成にはビタミンKが必要です。ビタミンKを多く含む食材は、納豆やブロッコリー、レタスなどです。また、骨はカルシウムとタンパク質からできておりますので、動物性タンパク質を摂取することも効果的です。

※掲載内容は、原則、開催当時のまま採録しています。また、講師の肩書も当時のまま掲載しています。

# 子どものメタボリックシンドロームの現状と対策

～食育の役割と牛乳摂取の意義について～

浜松医科大学小児科学教授 大関 武彦 氏

肥満の子どもが増加しています。このため、大人と同様にメタボリックシンドロームによって子どもでも動脈硬化が進行することが懸念されています。厚生労働省の研究班の主任研究者として、このたび小児のメタボリックシンドロームの診断基準を作成された浜松医科大学小児科の大関武彦先生に、子どものメタボリックシンドロームの発症メカニズムや対策についてお話しいただきました。

## メタボリックシンドロームには若い時期から対応が必要

今日はメタボリックシンドロームに子どもの時期からどう取り組むかを中心に、そこに至るまでの経緯、牛乳をどう考えるかをお話しできればと考えています。

日本人の死因の第1位はがんで、第2位が心疾患、第3位が脳血管疾患です。心疾患と脳血管疾患を足すと、がんとほぼ同じになります。心疾患と脳血管疾患は動脈硬化によって起こるので、つまり、がんと動脈硬化が日本人の2大死因になります。

糖尿病を含め、動脈硬化に関わる疾患には遺伝的側面がありますが、食事と運動を柱とする生活習慣の影響も大きく、生活習慣病という呼び名が定着した感があります。

2年前にWHO（世界保健機関）が出した提言は、“Avoiding Heart Attacks and Strokes”（心疾患と脳血管疾患を避けよう）と“Protect Yourself”（自分自身で自分を守ろう）が合い言葉になっています。また、子どもに関して、「糖尿病や肥満のある人たちはライフスタイルを修正しなくてはいけない」という記載や central obesity（中心性肥満＝腹部肥満）、メタボリックシンドローム（メタボリック症候群）についての記載もあります。

ここ数年重要視されているメタボリックシンドロームは、肥満（腹部肥満）に脂質異常／血圧上昇／耐糖能障害が複合した状態です。

あるデータでは、米国成人の心筋梗塞患者633名のうち46%にメタボリックシンドロームがありました。動脈硬化は徐々に進行するのが特徴で、60歳で心筋梗塞になった人の血管の病変は30代40代から始まっています。後で示す私たちのデータでも子どもの時期から動脈硬化が進み、より若い時期から対応する必要性があるのが分かります。

厚生労働省でも、2005年9月に「今後の生活習慣病対策の推進について」の中間とりまとめにおいて、網羅的・体系的な保健サービスの推進が必要として、

- ①メタボリックシンドロームの概念に基づく健診・保健指導の導入
  - ②若年期からの健診・保健指導の徹底
- を目標としています。(http://www.mhlw.go.jp/shingi/2005/09/dl/s0915-8b01.pdf) 日本人の成人におけるメタボリックシンドロームの診断基準は図1の通りです。

腹囲は日本では男性85cmと女性90cmが目安として使われており、議論があるところですが、民族差があり、また対象の決め方も世界各国で異なります。

いずれにしてもメタボリックシンドロームは肥満と強く関連する病態です。

図1 日本人成人におけるメタボリックシンドローム診断基準 内科（2005）

危険因子	基準値
①腹部肥満 ウエスト径	男性 $\geq 85\text{cm}$ $\Rightarrow$ 内臓脂肪 女性 $\geq 90\text{cm}$
②脂質異常 中性脂肪値 かつ／または HDLコレステロール値	$\geq 150\text{mg/dl}$ $\Rightarrow$ 脂質の異常 (Cholは含まず 肥満では余り↑せず) $< 40\text{mg/dl}$
③血圧 収縮期血圧 かつ／または 拡張期血圧	$\geq 130\text{mmHg}$ $\Rightarrow$ 正常高値 (正常だが高め) $\geq 85\text{mmHg}$
④空腹時血糖	$\geq 110\text{mg/dl}$ $\Rightarrow$ 前糖尿病

・メタボリックシンドローム判定基準:  
腹部肥満(必須項目)に加え②から④の2項目以上

## 子どもの肥満は世界的に問題になっている

欧州・北米の小児肥満の頻度は、International Obesity Task Force（国際肥満学会とWHOの橋渡しをする研究団体）の集計では、2000年までの間に右肩上がりに増加しており、特に米・英では顕著です。2000～2006年の世界の過体重の男子の割合も北米と欧州全体で高めです。ここでの過体重は日本でいう肥満というよりは軽度のケースも含まれています。

アフリカのように飢餓がある地域を除き、子どもの肥満は世界的に大きな問題になりつつあり、中国など

でも増えていることが報告されています。

英国の小児（6～10歳）における肥満の頻度も非常に高く、英国医学協会（BMA）が取り上げる主要テーマの一つとなっており、「肥満が隣の人からうつる流行病のように広がっている」というような表現で、増加の著しさを懸念しています（<http://www.bma.org.uk>）。

日本では1968年の統計で、肥満（過体重度+20%以上）の子どもの出現率は2～3%程度で、人口密集地に多く、都会の病気だなどといわれました。ところがその後、どの年齢でも年を追うごとに増えて、8～10%になっており、わが国でも非常に大きな問題になっています（図2）。

図3は1990年に私たちが3地区で調査したデータです。上が肥満の頻度、下が低体重の頻度で、肥満の多い地区で低体重の人が多いという結果が出ました。これをどう解釈するかは難しいところですが、一つの解釈としては、栄養、食事への理解が十分な地域とそうでない地域の差ではないかと考えています。

### 普通のライフスタイルが肥満を誘発する

肥満になる理由は遺伝的要因と生活習慣の二つが考えられます。最近ではこれに加えて、胎児の時期の問題も議論されています。これを三つ目の肥満の成因とするのか、遺伝的要因の一つとして含めるのかは議論されています。

遺伝的な要因に関する調査としては、双生児の有名な研究があります。一卵性双生児と二卵性双生児の体格の一致を調べたもので、数値が1ならば一致を表します。一卵性双生児では別居でも同居でも0.7以上とかなり一致していましたが、二卵性双生児は0.15～0.33とあまり一致していません。遺伝的要因が重要なポイントの一つであることを証明したデータです。

肥満に関連する遺伝子多型としては、レプチンやレプチン受容体、メラノコルチンといった摂食の調節因

子の遺伝子、エネルギー消費に関連する遺伝子などが明らかになっています。現在、全国の施設から、肥満の子どもの遺伝子の検体を同意を得て集めています。これまでに百数十例が集まり、遺伝子解析と臨床データの検討が進行中です。

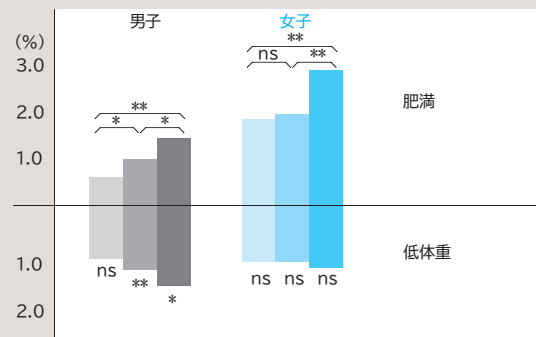
生活習慣などの肥満の後天的要因については、エネルギーの摂取と消費の両方を考えます。

摂取エネルギーの問題としては、①食事量（摂取エネルギー）の増加、②高脂肪食、③食品へのアクセスの容易さ、という特徴があります。働く女性が増えたこともあって、食品は大量に買って保存する傾向があり、コンビニエンスストアに代表されるように、欲しくならすぐ買える、欲しくなくても手が届くという状況になっています。

消費エネルギーに関しては、①テレビの見すぎ、②ゲームを含む室内遊技の多さ、③運動時間の減少、④自動車の普及などで、消費エネルギーが低下する傾向にあります。テレビの視聴時間が増えると体重が増えやすいという報告は以前からいくつもあります。

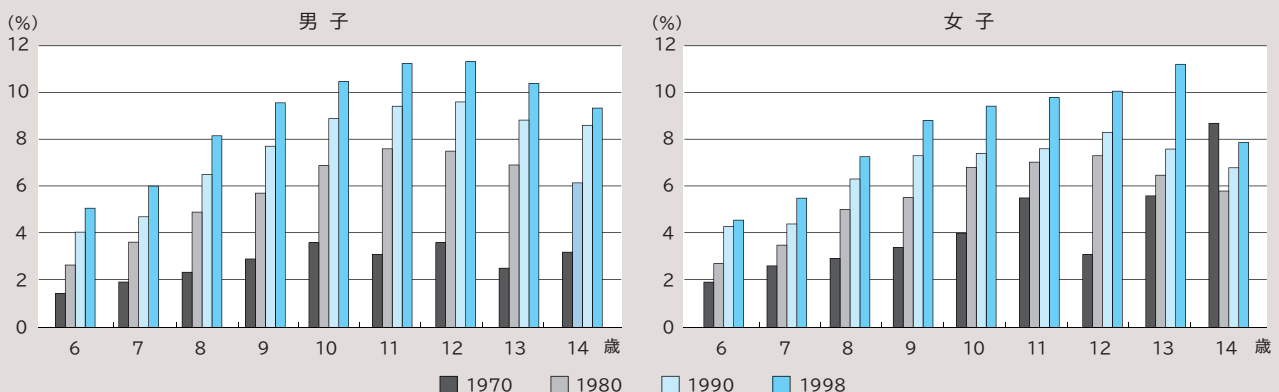
このような生活様式は、肥満の子どもたちのみならず、日本人の一般的な生活様式です。普通のライフスタイルが肥満を起こしやすいことが問題で、適切な知識を適切な形で届けることが大事です。

図3 肥満傾向児の頻度推移（3地区比較）



(Ohzeki et al: Ann Nutr Metab,1990)

図2 肥満傾向児の頻度推移



(文部省学校保健統計調査報告書)

## 低出生体重児は肥満や メタリックシンドロームになりやすい

もう一つ注目していただきたいのが、胎児の発育と肥満との関係です。

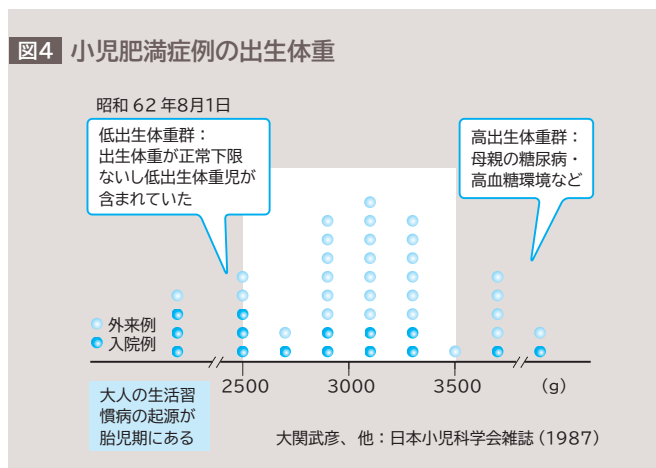
結論からいえば、小さく生まれた赤ちゃんは統計学的に肥満になりやすいといえます。このメカニズムはいろいろ研究されていますが、私が1987年に発表したデータでは、肥満の子どもたちと、その出生体重との関係は正規分布にならず、母親の糖尿病などで高出生体重児として生まれる子どものほかに、低出生体重児にも肥満の子どもが多いことが分かりました(図4)。

このデータは大学病院で調べたもので、当時は必ずしも一般の病院での出産の状況とは異なるかもしれないと考えていました。

その少し前に、「低出生体重児はさまざまな問題を起す」とBarkerが初めて提言しました。

その後、低出生体重児に関しては、ヒトでの研究で、

- ・成人期に高血圧を来しやすい(1985, Wadsworth)
- ・虚血性心疾患を来しやすい(1986, Barker)
- ・肥満となる割合が高い(1987, 大関)
- ・2型糖尿病を来しやすい(1991, Hales)
- ・早朝空腹時血中コルチゾールの濃度上昇(1997, Phillips)
- ・心血管のリスクファクター(2000, Irving)
- ・インスリン分泌および作用が低下する(2002, Jensen)



・高血圧となりやすい(2002, Law)

と、生活習慣病のリスクが高い可能性が指摘され、最近では確立した考えとなっています。

2007年7月に出席した欧州小児内分泌学会でも、胎児期の環境が大人になってからの代謝機能などに影響を及ぼす「胎児プログラミング」という考えが一般的な概念として認められていました。

低出生体重児になる理由はいろいろありますが、私たちは母親と胎盤と胎児でホルモンを調べています。

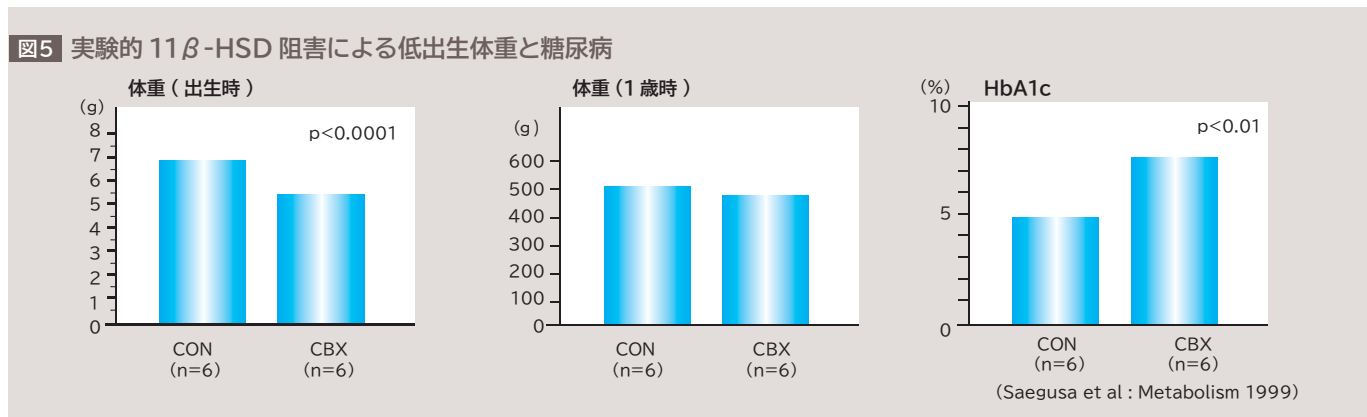
生命を維持するのに必須のホルモンであるコルチゾール(ステロイドホルモン)は胎盤を容易に通過しますが、胎盤を通るときに触媒となる酵素(11β-HSD2)によって、コルチゾールは貯蔵型のコルチゾンに転換されます。

母親の血液と臍(さい)帯血を調べると、コルチゾールは母親に比べて、胎児側ではかなり低くなります。コルチゾンはむしろ胎児の方が高めです。病気や感染、精神的ストレスに対する抗ストレスホルモンであるコルチゾールは母親側では濃度が激変しますが、胎盤で11β-HSD2がコントロールして、胎児の環境を安定させる役割があるようです。

実験的にラットで11β-HSD2を阻害すると、コルチゾールが胎児側に通常より高濃度に入ります。そのような状況では生まれた子どもは低出生体重児になります。この低出生体重ラットが1歳くらい(ラットでは高齢)になると、体重が追いつきますが、肥満にまではなりません。ただ、糖尿病の指標の一つであるHbA1c(グリコヘモグロビン)が高くなって、糖尿病と考えられる状態になります(図5)。ブドウ糖負荷試験からも糖尿病および耐糖能障害があることが分かります。

母親が低栄養であるときにも、このような状態になることが知られています。

低出生体重児では筋肉などでのインスリンの効きが悪いインスリン抵抗性があり、血糖値が高く、糖尿病に近い状態になります。インスリンが働くことで体はつくられていきますが、低出生体重児はインスリンの効きが悪く、脳に優先的に一定の糖が行くようにしてダメージを防ぎ、体を犠牲にしているのではないかと





考えています。これは適応反応の一つともいえます。

生まれた後に過度に高栄養にすると、体重は追いつきますが、インスリン抵抗性は高いままなので、糖尿病に向かう可能性があります。これが低出生体重児が将来メタボリックシンドロームになりやすい機序の一つと考えられます。

もう一つのリスクのポイントは幼児期です。体脂肪率が一生で一番低い時期は5~7歳ですが、小児の肥満を調べても、また成人の肥満を遡って調べても、一部の人はその時期が3~5歳と早くなることが明らかになっています(図6)。

## 脂肪細胞はさまざまな物質を出して生活習慣病のリスクを高める

肥満はなぜいろいろな問題を起こすのでしょうか。

脂肪細胞はエネルギーを貯蔵するだけでなく、最近の研究でアディポサイトカインと呼ばれる物質を産生することでいろいろな機能を発揮することが分かってきました。体に比較的好ましくない影響を及ぼすアディポサイトカインには、血液凝固を進めて血管を詰まりやすくするPAI-1、炎症を誘導し、動脈硬化と関係するTNF- $\alpha$ 、インスリン抵抗性を高めるレジスチン、血圧を上げるアンジオテンシノーゲンなどがあり、生活習慣病のリスクを高めます。逆に比較的好ましい影響を与えるものはレ

プチン、アディポネクチンなどです。

アンジオテンシノーゲンはアンジオテンシンI、アンジオテンシンIIと変化して血圧を上昇させますが、脂肪細胞の中にはこの三つだけでなく、その変換に働くレニンやアンジオテンシン変換酵素(ACE)もあることが分かっています。

1995年にレプチンが発見されてから、10年間で肥満の研究は大きな進歩を遂げました。

レプチンは肥満になって脂肪細胞が増えると分泌が増え、そうすると摂食を抑制させ、代謝を亢進(こうしん)させます。逆に脂肪細胞が減ると分泌が低下し、摂食を増進させます。こうして体重を調節しているのですが、肥満になるとレプチン抵抗性という、レプチンが働きにくい状態になります。

子どもの肥満度と血中のレプチンの濃度を見ると、体重が増えると分泌が増え(図7)、男の子よりも女の子のほうが脂肪が多いため、レプチンの濃度は高めで、とくに思春期になると濃度が高くなります(図8)。

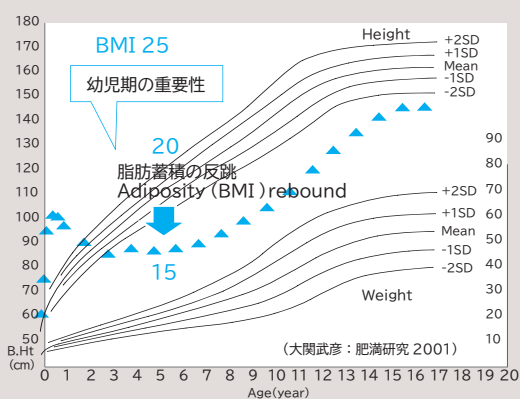
アディポネクチンはインスリン感受性を高めますが、肥満になると分泌が減ります。冠動脈疾患の人たちにはアディポネクチンが低いことから、アディポネクチンには冠動脈疾患の防止作用がある、逆にいえばアディポネクチンが下がると冠動脈疾患が起こりやすくなると考えられています。

脂肪細胞にはこのような働きがあるため、特に内臓脂肪がたまとメタボリックシンドロームになりやすくなるのです。

メタボリックシンドロームは、先に述べたように、肥満(腹部肥満)に脂質異常/血圧上昇/耐糖能障害が重なったもので、それぞれの病気はまだ薬物療法を必要としない程度です。それを放っておくと、動脈硬化が進むのです。

厚労省の研究班では、子どもの時期のメタボリックシンドロームをどう診断するかを2年間研究し、このような診断基準を出しました(図9)。

図6 BMIの年令変動  
Cross-sectional Growth Chart for Girl (0-18years)



**脂肪蓄積の反跳 Adiposity (BMI) rebound**  
\*乳児期の体脂肪率 高値 \*小児期に体脂肪率は低下  
\*思春期に向けて体脂肪率・BMIはそれまでの低下傾向から上昇に転ずる(反跳)

この時期が成人肥満の起源である可能性(仮説)  
Adiposity reboundが早期であるほど成人肥満が生じやすい

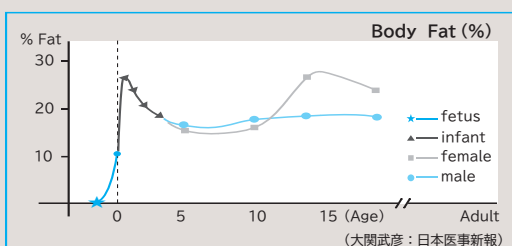
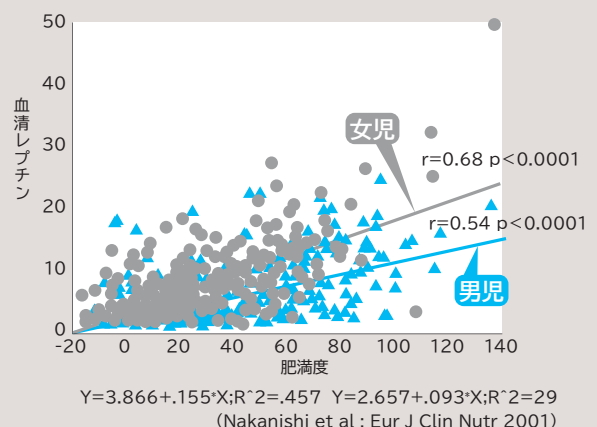


図7 肥満度と血清レプチンの相関



肥満で、かつ軽症の脂質異常／血圧上昇／耐糖能障害を起こしている子どもたちを集めてデータを取ると、腹囲は82cmくらいになりました。もう一つの研究で、標準体重の中学生くらいの子どもの腹囲の標準範囲の上限はやはり82cmくらいになります。そこで端数を処理して、腹囲80cmを基準にしました。そして、いろいろな施設でこの診断基準を使うとうまく診断できることが確認できました。

ただ、小学生などで身長が低い場合、メタボリックシンドロームと診断されることがあり、例えば140cmの子どもの腹囲が身長の半分の70cmを超えると注意というただし書きを加えました。

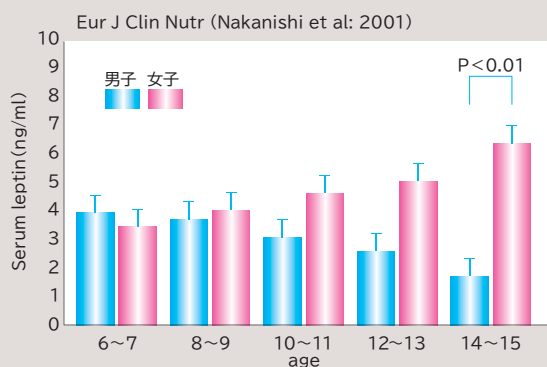
動脈硬化は10代、20代の若い時期から始まることは交通事故や戦争で亡くなった若い人の血管の調査により以前から明らかになっています。

最近では、超音波検査によって血管の弾性や内腔の狭窄（きょうさく）を見ることができるようになり、動脈硬化が子どもの時期から始まっていることが分かってきました。私たちが調べたところ、腹囲と血圧にはやはり相関があり、一方、腹囲と超音波検査の内腔の狭窄との相関はそれほど強くないものの、血管の弾性との相関がありました。ほかの施設での調査でも、血管の弾性と腹囲は関係がありそう、といった新しい報告が出てきています。

## 子どもの肥満治療は食事と十分な運動

子どもの肥満の治療について、私は家庭では標準的

図8 年齢に伴うレプチンの変動



正常体重者における性別・年齢別レプチン

年齢(歳)	男子		女子	
	Mean±SD (ng/ml)	Mean±SD (ng/ml)	Mean±SD (ng/ml)	Mean±SD (ng/ml)
6~7	3.70±1.82	3.33±1.30	3.33±1.30	3.33±1.30
8~9	3.52±1.86	3.82±1.60	3.82±1.60	3.82±1.60
10~11	2.93±2.14	4.38±2.46	4.38±2.46	4.38±2.46
12~13	2.51±1.84	4.76±2.46	4.76±2.46	4.76±2.46
14~15	1.65±0.78	6.03±3.69	6.03±3.69	6.03±3.69

(日本臨床 2001.3、小児科診療 2001.5)

な食事と十分な運動を、と指導しています。

食べ過ぎや間食のとりすぎ、寝る前の飲食のような不規則な食事は肥満を増悪させるので、やめてもらいます。ただし、子どもの時期や体をつくる若い時期には、極端な食事制限は入院して栄養管理をしっかりとした上なら可能ですが、家庭では低栄養を招くおそれがあるため、してほしくありません。小児期では特に成長に必要な野菜や果物、牛乳・乳製品、豆類、魚類が欠落しないように気をつけます。

運動には副作用がないので、十分に運動してもらいます。肥満の進行している子どもたちは骨関節系、循環器系に問題を抱えていて、すぐに運動できる体になっていないことが少なくありません。その人に合わせた運動から始めて、運動できる体になってもらうことが大切です。

基本として、

- ・1日20～30分の運動（歩行など）
- ・標準的な食事（低エネルギー食は入院で）
- ・ゲーム機のコントロール
- ・精神的サポート（劣等感への配慮、生活の目標）
- ・家族での取り組み
- ・通院体制の確保（1／2週～3カ月）

といった治療を行うと、50～70%が改善します。ただし、いったん肥満になると戻すのは難しいので、やはり予防の視点が重要です。

最近、米国では思春期に胃縮小のバンディング手術が行われています。53人の子どもの手術をしたという記事には「30年後40年後の影響を考えると慎重に」というコメントが出ています。私も子どもに安易に手術をするべきではないと考えます。

## 子どものメタボリックシンドロームから見た牛乳の意義

牛乳・乳製品は体の成長に必要なタンパク質やカル

図9 小児期メタボリックシンドロームの診断基準 6～15歳（2006年度最終案）

①があり、②～④のうち2項目を有する場合にメタボリック症候群と診断する	
①腹囲	80cm以上(注)
②血清脂質	
中性脂肪	120mg/dl以上
かつ/または HDLコレステロール	40mg/dl未満
③血圧	
収縮期血圧	125mmHg以上
かつ/または 拡張期血圧	70mmHg以上
④空腹時血糖	100mg/dl以上

(注)・腹囲/身長が0.5以上あれば項目①に該当するとする

・小学生では腹囲75cm以上で項目①に該当するとする

循環器疾患等生活習慣病対策総合研究「小児期メタボリック症候群の概念・病態・診断基準の確立及び効果的介入に関するコホート研究班」2006年度最終案

シウムなど、小児期に特に欠落させてはいけない栄養素を含んでいます。そのため、牛乳・乳製品の摂取は栄養のバランスをとる上で非常に重要です。また、必要な運動ができる体になっていない子どもにとっては、まずは運動に見合った適切な体をつくるのに役立ちます。先ほど紹介したように、メタボリックシンドロームのリスクとなる胎児期の母親の低栄養を避けるのにも有効です。昔は「小さく産んで大きく育てる」ということが言われた時期もありましたが、私はそれは正しくないと思っています。

小児肥満の多くは成人期につながり、血管病変は若い時期から起こっていることを考えれば、子どものメタボリックシンドロームに注意が必要です。

生活習慣の確立は小児期から始まるので、メタボリックシンドロームを視野に入れた食事や運動ができるようにすることが鍵になります。バランスの良い食事をとれる能力を養い、食事内容を年齢に応じて補充したり修正したりできるようにしたいものです。

最後に、メタボリックシンドロームは家族ぐるみで取り組むべきテーマで、予防のスタートラインはいろいろな生活習慣を身につける子どものときにあることを強調したいと思います。

※掲載内容は、原則、開催当時のまま採録しています。また、講師の肩書も当時のまま掲載しています。

# 丈夫な骨をつくるライフスタイルとは

～全国骨密度調査等からみる、牛乳摂取と骨量の関係～

女子栄養大学 栄養生理学研究室教授 上西 一弘 氏

どのようなライフスタイルが丈夫な骨を作り、骨量を保ち続けられるのか。身体状況とライフスタイルの関係をテーマに長年研究を続ける女子栄養大学栄養生理学研究室教授の上西一弘先生に、中学・高校生を対象に行われた「中学生・高校生のライフスタイルと身体状況に関する縦断研究」ならびに、8歳から90歳まで、44万人を対象に行われた「全国骨密度調査」の調査結果についてご紹介いただきました。

## 女子は小学校高学年から中学生、 男子は中学生から高校生の間に骨量が増える

今日は「丈夫な骨をつくるライフスタイルとは」というテーマで二つの調査結果を報告させていただきます。

まず、「中学生・高校生のライフスタイルと身体状況に関する縦断研究」の調査結果をお話します。2000～2002年にもこのテーマで研究しましたが、それはある一時点を見た横断調査でした。その結果は第1回のメディアミルクセミナーで報告させていただきました。今回の研究は、同じ1人の子どもの、中学1年生から高校3年生までのライフスタイルと身体状況の経過を見た縦断研究です。

対象は、東京都内の私立の中高一貫校で、中学生は1学年が240名、高校生は1学年が440名、高校から入学する生徒が1学年200名います。全校生徒は2,040名という比較的大きな学校です。この学校には給食がなく、給食で牛乳を飲むという習慣はありません。

調査項目は、①身体状況（身長、体重、体脂肪率、踵（しょう）骨骨量）、②血液検査（貧血、血清脂質、血糖）、③食物摂取頻度調査、④運動や睡眠時間のような日常生活に関するアンケートです。本日は②の結果は割愛させていただきます。

調査期間は2000～2003年4月に中学1年生であった子どもたちを、2005～2008年4月に高校3年生になるまで、同じ子どもを6年にわたり（正味5年間）調査したものです。対象人数は、男女とも1学年各120名の4学年分、合計960名、途中で調査できなかった子どもを外すこともあります。このように全て同じ対象者を追いかけている研究は日本ではあまりありません。

中1から高3までの、6年にわたる踵骨の骨量（ステフネス）の推移を見ると（図1）、男子は中学3年間に最も骨量が増加しており、この時期が骨を増やすのに非常に大事な時期といえます。それに対して、女子はより早い時期に骨量が増え、中学3年生で成人平均値に達しています。おそらく小学校高学年から中学生にかけての時期に骨が増えると思われます。

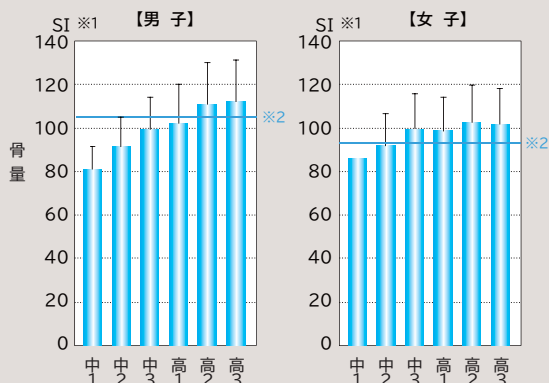
## 牛乳を飲んでいる学生ほど カルシウム摂取量が高い

今回は、主に高校3年生の身体状況に対する、中学・高校の5年間の牛乳摂取との関係について報告します。

高校3年生の平均的なエネルギーおよび栄養素摂取状況は図2です。食物摂取頻度調査で推定していますので、絶対的な数字ではなく、おおよその推計です。

問題なのはカルシウム摂取量です。1日に男子は522mg、女子は436mgを摂取していますが、「日本人の食事摂取基準」（2010年版：2010年4月から使用される）での推奨量は中学生であれば男子は1,000mg、

図1 6年の踵骨骨量（ステフネス）の推移



※1 SI=測定に使用した機種独自の骨量評価値 ※2 成人平均値  
中学生・高校生のライフスタイルと身体状況に関する縦断研究より

図2 高校3年時のエネルギーおよび栄養素摂取状況

	男子	女子
エネルギー(kcal)	2041 ± 582	1650 ± 343
タンパク質(g)	90.4 ± 28.7	74.6 ± 19.4
脂質(g)	69.0 ± 20.1	63.8 ± 15.9
カルシウム(mg)	522 ± 267	436 ± 190
鉄(mg)	7.9 ± 3.0	7.0 ± 2.0

食物摂取頻度調査による推定

中学生・高校生のライフスタイルと身体状況に関する縦断研究より

女子は800mg、高校生ではそれぞれ800mgと650mgとなっており(図3)、大変少なくなっています。

この世代のカルシウムの供給源として有用なのは牛乳ですが、学校給食がないこの学校では、中学・高校5年間の平均牛乳摂取状況を見ると、男子は1日200mL(1本)以上飲む子どもが約半数、女子ではほとんど飲まない子どもが30%、100mL未満が25%で、半数以上があまり飲んでいません(図4)。

牛乳摂取状況とカルシウム摂取量を比べると、当たり前のことながら、牛乳を飲んでいる方がカルシウム摂取量が増えます(図5)。ほとんど飲まない人では、カルシウムが280mg程度しか摂取できていません。また、エネルギー摂取量も牛乳を飲む方が上がり、男子では300kcalほど、女子では200kcalほどの差が出ます。ただ、200mL以上飲んでいても、カルシウム摂取量は600mg程度で、まだ足りません。1,000mgを目指すならあと牛乳びん2本必要です(牛乳200mL中に含まれるカルシウムは約220mg)。

また、カルシウム摂取量の学年別平均は学年が上がるほど下がっており、大学生になるとさらに下がることが予想されます。中学のときに学校給食で牛乳を飲んでいる学校で調べても、高校生になるとカルシウムの摂取量が下がる傾向が見られます。

### 運動頻度が高いと牛乳の摂取量が多く、骨量も高い

では、牛乳を飲めば骨が強くなるのでしょうか。ほぼ成人の骨量に達している高校3年生で、5年間の牛乳

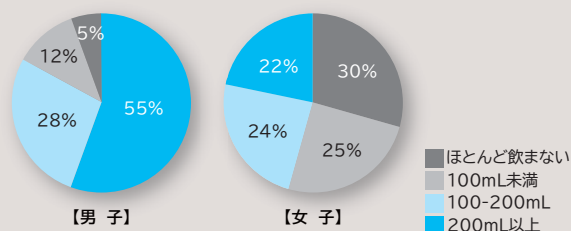
図3 カルシウムの食事摂取基準(2010年版)との比較

男子		女子	
推奨量(12~17歳)	摂取量(高校3年生)	推奨量(12~17歳)	摂取量(高校3年生)
800~1000	522 ± 267	650~800	436 ± 190

単位はmg/日

※推奨量は、日本人の食事摂取基準2010年版(2009.5.28発表)より中学生・高校生のライフスタイルと身体状況に関する縦断研究より

図4 中学・高校5年間の平均牛乳摂取状況



中学生・高校生のライフスタイルと身体状況に関する縦断研究より

の摂取量との関係を見てみました。

成長期の骨量は運動と体格の影響が強く出ます。そこで、体格の影響を体格指数(BMI=body mass index)を使い、運動の影響と共に共分散分析(ANCOVA)で調整し、それらの影響を除きました。そうすると男子では牛乳摂取量が多いほど骨量が高いという結果が出ました(図6)。

運動頻度と骨量の関係はどうでしょうか。6回のアンケートで運動の頻度を聞き、6回のうち1回も運動していない人をゼロ、6回とも運動をしている人を6として並べたところ、男子は運動している人の方が骨量が高いという結果になっています(図7)。なお、こちらも牛乳摂取量と体格の影響を調整し、算出しています。

女子では牛乳をほとんど飲まない人は骨量がかかなり低くなりますが、100mL未満で骨量が高いのは、運動の影響を除外してもまだ影響が強く残っているのではないかと推察しています(図6)。運動頻度と骨量の関係は男子よりもきれいに相関が出ています(図7)。

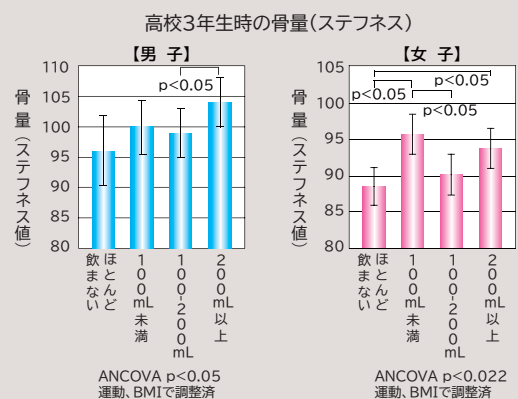
図8は中学・高校6年の運動頻度と牛乳の摂取状況を見たものです。男女とも運動している人たちの方が牛乳を飲んでいて、骨量が増える習慣を実行しています。一方、運動していない人は牛乳を飲まない傾向があります。

図5 中学・高校の平均牛乳摂取状況と高校3年時のエネルギーおよび栄養素摂取量

牛乳摂取状況	男子		女子	
	エネルギー(kcal)	カルシウム(mg)	エネルギー(kcal)	カルシウム(mg)
ほとんど飲まない	1832±498	280±60	1579±321	287±19
100mL未満	1986±572	388±41	1546±351	361±18
100-200mL	1932±473	449±26	1624±344	453±18
200mL以上	2127±629	611±19	1807±302	592±16

中学生・高校生のライフスタイルと身体状況に関する縦断研究より

図6 牛乳摂取と骨量(ステフネス)



中学生・高校生のライフスタイルと身体状況に関する縦断研究より

## 牛乳が成長期の 体脂肪率の上昇を抑制している

第1回の本セミナーで「牛乳を飲んでいる人の方が体脂肪率が低い」というお話をし、メディアに多く取り上げていただきましたが、今回新しいデータが出ました。高校3年生の女子の体脂肪率と5年間の牛乳摂取の関係性を調べたもので、エビデンスはより高まったと思います(図9)。やはり牛乳摂取量が多いほど体脂肪率が低いという結果です。なおこちらも、運動とエネルギー摂取量は調整しています。

図10では「食育」としての効果を表しています。対象者の骨量を中学からの入学か、高校からの入学かを分けて比べると、中学から入学している生徒の方が骨量が有意に高くなっています。この研究では中学から食事の調査や骨量測定など介入しているため、それらの経験が生徒たちの食事などに対する意識を変え、骨量増加につながっているのだろうと推察しています。

## 欠食するとカルシウム摂取量が減ってしまう

次に「全国骨密度調査結果」の概要をご紹介します。2005年から全国で実施したもので、2005年10万4,647人、2006年は11万2,834人、2007年は11万542

人、2008年は11万2,495人と合計約44万人の方にご協力いただき、骨密度測定とアンケートにより、ライフスタイルと骨量の関係性を検討しました。

高校生について発表した「全国骨密度調査2005報告会」の資料は、

<https://www.j-milk.jp/report/research/f13cn00000000yfs-att/8d863s000007e8h7.pdf>

女性について解析した「全国骨密度調査2005・2006報告会」の資料は、

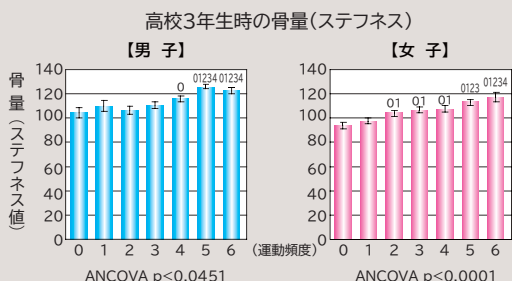
<https://www.j-milk.jp/report/research/f13cn00000000ygl-att/8d863s0000087phi.pdf>

ともに、Jミルクのホームページよりご覧いただけます。

今日は2008年の調査のうち、約6万人の牛乳摂取量とカルシウム摂取量の推定を見ていただきます。図11の通り、牛乳を1日200mL以上飲んでいればカルシウム摂取量は900mgくらいになり、非常にいいモデルになります。牛乳・乳製品の摂取に関して、「3-A-Day(スリーアデイ)」運動が行われています。これは、「1日3回、牛乳・乳製品を摂取しましょう」というもので、例えば、

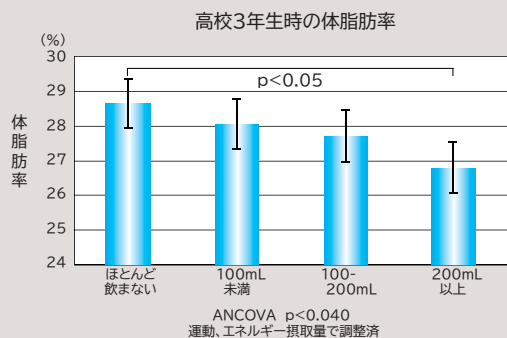
- 牛乳200mL(コップ1杯または牛乳びん1本程度)
- ヨーグルト100g(市販のカップヨーグルトの小さいサイズ1個程度)
- チーズ20g(6Pタイプ1個、切れてるタイプ2枚、

図7 運動頻度と骨量(ステフネス)



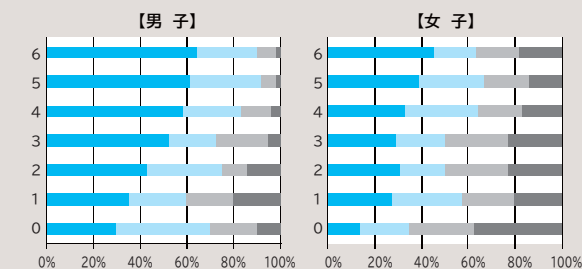
牛乳摂取状況、BMIで調整済  
数字のついたグループとの間に有意差あり(p<0.05)  
運動頻度:0=なし 1=1年 2=2年 3=3年 4=4年 5=5年 6=6年  
中学生・高校生のライフスタイルと身体状況に関する縦断研究より

図9 牛乳摂取と体脂肪率【女子】



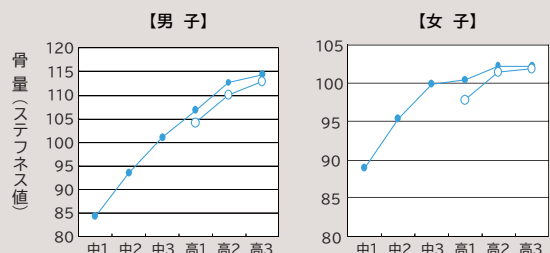
中学生・高校生のライフスタイルと身体状況に関する縦断研究より

図8 運動と牛乳摂取



■ 200mL以上 ■ 100-200mL ■ 100mL未満 ■ ほとんど飲まない  
縦軸:運動頻度:0=なし 1=1年 2=2年 3=3年 4=4年 5=5年 6=6年  
中学生・高校生のライフスタイルと身体状況に関する縦断研究より

図10 縦断調査(食育)の効果



男女ともに中学からの入学生は●、高校からの入学生は○で示した。これまでに測定したすべてのデータを解析に使用した。高校1年生の値を見ると、男女ともに中学からの進学生が高校からの新入学生よりも高い値を示している。これは中学3年間の「食育」の成果と判断できる。高校からの入学生も高校3年間に急速に骨量は増加し、高校3年時にはその差は小さくなっている。

中学生・高校生のライフスタイルと身体状況に関する縦断研究より

スライスタイプ1枚またはベビータイプ1個程度)を1日にとることをすすめています。

この「3-A-Day」の実施状況で、この調査を解析すると、「3-A-Day」を実践している人は1日のカルシウム摂取量が1,100mgくらいと非常に多くなります。日本人はカルシウムの摂取量を増やすことが難しいといわれていますが、牛乳・乳製品の摂取量を増やすことにより、より多くのカルシウムを摂取できることが示されました(図12)。

今、わが国では欠食が問題になっています。朝だけでなく、昼、夜に食事を抜く割合を調べると18~29歳では男性では50%近くが欠食の状態です。欠食すると、エネルギー量は間食などでカバーできますが、カルシウム摂取量は減ってしまいます(図13)。

### 骨密度の測定体験が カルシウム摂取につながる

骨密度測定の経験を聞くと、女性では50歳以上では60.7%で測定したことがあり、男性では33%でした。中学生以下から80歳以上まで、幅広い年代で調べましたが、骨密度を測った経験のある人の方が牛乳の摂取量が高いという結果が有意に出了ました。これは測定したから飲むようになったのか、もともと

飲む人が測定したのかは分かりませんが、自分の骨密度の値を知ることが牛乳の摂取につながる可能性があります。では、牛乳を飲むほど骨量が増えているのかといえば、牛乳をほとんど飲まない人に比べて、少し飲む人やよく飲む人は男女とも骨量が高くなっています(図14)。「3-A-Day」の実施状況で見ても、やはり牛乳・乳製品を摂る頻度が高いほど、骨量が高くなります。

骨折の経験との関連を調べると、すでに女子高校生の23.2%に骨折経験があり、20数年後に彼女たちが40代になると、現在の40~49歳女性の骨折経験率20%を超すことになります。男性も18~29歳では39.6%、30~39歳では39.5%が骨折したことがあり、やはり将来年齢を重ねると骨折の経験率はかなり高くなると予想されます。骨密度との関係を見ると、女性では50歳以上、男性の60~69歳では骨折した経験のある人のほうが骨量が低くなります。

逆に男性の高校生、20~29歳では骨折した人の方が骨量が高くなります。これは運動していると骨折する機会が増える一方、運動しているおかげで骨が強くなるからです。

現在の運動と骨密度の関係は牛乳摂取量やカルシウム摂取量の影響を調整してみると、運動している人の方が骨量が高くなります。

図11 現在の牛乳摂取状況とカルシウム摂取量

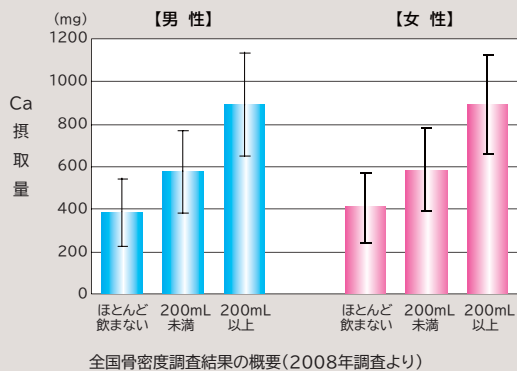


図13 欠食の有無とカルシウム摂取量

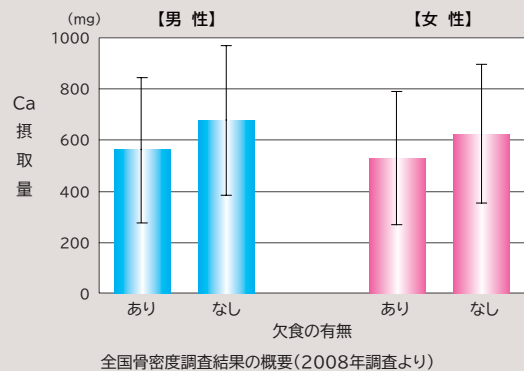


図12 現在の牛乳・乳製品摂取状況とカルシウム摂取量

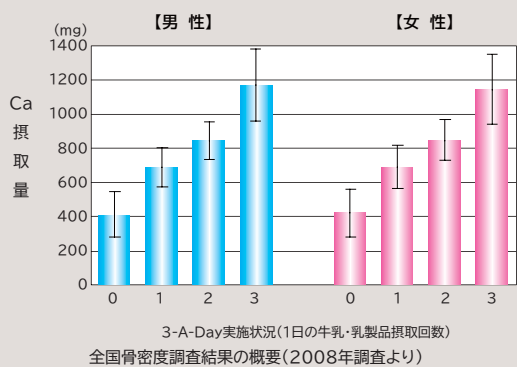
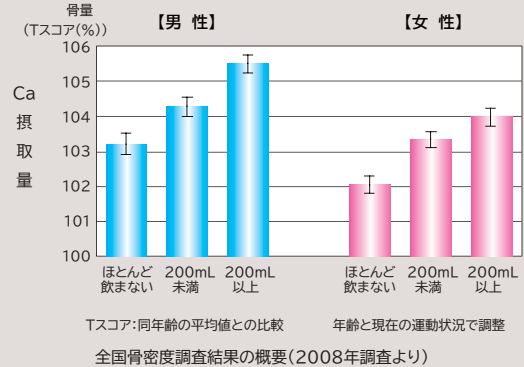


図14 現在の牛乳摂取状況と骨量



## 若年女性に多い低体重は骨粗鬆症や骨折のリスクが大

低体重が骨粗鬆症や骨折のリスクであることは、世界的に認められています。近年わが国では若年女性の低体重が問題になっています。平成19年度の国民健康栄養調査の結果では、20～29歳の女性では10年前、20年前に比べて低体重が増えています。

そこで、2006～2008年度に全国骨密度調査に参加した女性18万259人のうち、測定データやアンケートに不備のない18～22歳の女性2万7,777人を対象に解析を行いました。対象者の平均身長は158.0±5.4cm、平均体重は51.7±7.5kgで、平均BMIは20.7±2.7、BMIが18.5未満(やせ)の人は17.1%、25.0以上(肥満)の人は5.7%となりました。

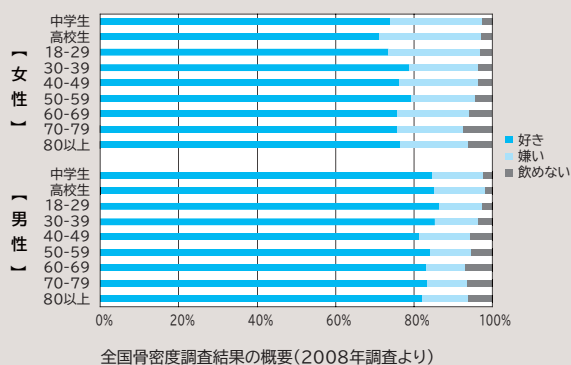
BMIと骨量の関係を見ると、体重の低い人の骨量は低くなります。18～22歳以降は骨量が増えないため、この低い骨量のまま過ごすことになり、高齢になるとさらに骨量が減って、骨粗鬆症が増えると予測されます。

骨量には運動、牛乳摂取、欠食の有無、骨密度測定経験など、多くのライフスタイルの要因が関与しています。近年、若い世代では朝食の欠食ややせ嗜好など、好ましくないライフスタイルが広まっています。今回の調査でも、18～22歳の大学生世代を他の世代と比較してみると、牛乳摂取量が少なく、ほとんど飲まない人が20%程度で、BMIが低い人が多い。また、運動習慣がない人たちが多く、欠食者が4割以上という特徴が見えてきました。

## 7～8割の人は牛乳が好き 飲む機会を増やす工夫を

2008年のアンケートでは、牛乳に対する意識を聞いています。そうすると、男性の8割以上、女性の7割以上は牛乳が好きだという結果が出ました(図15)。つまり、牛乳が嫌いではないだけでなく、飲むチャンスが少ないということです。

図15 牛乳に対する健康意識 牛乳、好き嫌い



また、「牛乳を飲むと太ると思うか」という質問に対しては、以前は太ると思っている人が多かったのですが、2008年では10%程度に減っています(図16)。若い世代の、特に女性では「どちらか分からない」と答えている人たちも多く、「太らない」と言い切れないということが牛乳を飲まない理由かもしれません。

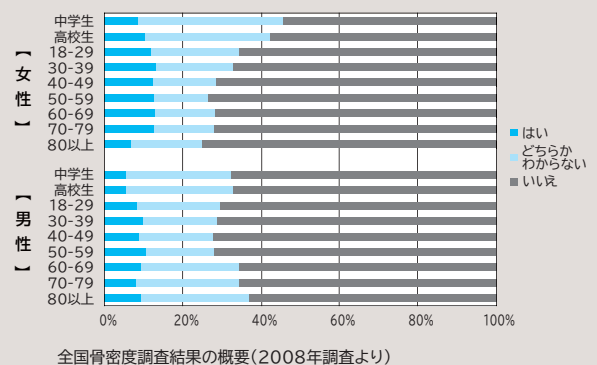
## 運動、牛乳摂取、欠食しない、骨密度測定で若いうちから骨量を増やす

今回、ご紹介した二つの研究を通していえることは、最大骨量を高めるために、成長期に骨量を増やし、成人期以降にそれを維持することの大切さです。

成長期にできるだけ骨量を増やすためには、運動とカルシウム摂取が重要で、特に女子は小学校高学年から中学生、男子は中学から高校1年の時期が大切です。新しい食事摂取基準でも、その時期のカルシウム摂取量は高く設定されています。この時期にカルシウムを摂取するためには、小魚や野菜も良いですが、そのまま手軽に食べられる牛乳・乳製品がおすすめです。コンビニエンスストアや自動販売機で子どもたちが牛乳や乳製品を買うことは少ないので、冷蔵庫に常に入れておき、飲む環境をつくるのが大切です。

成人期以降に骨量を維持するためには、運動とカルシウム摂取に加え、適切な体重を維持し、やせすぎないことです。できるだけ若い時期から骨密度を測定し、自分の値を知り、ライフスタイルを改善して骨量を増やす、骨量を減らさないことが大切です。

図16 牛乳を飲むと太ると思っているか？





Q 骨量を増やすためには具体的にどのような運動が良いのでしょうか。

A 骨量を増やすためには、骨に刺激がかかる運動が効果的です。例えばバスケットボールやバレーボールが適しています。しかし、成人期以降の人たちが皆バスケットボールをするべきということではありません。歩くことが一番簡単な良い運動だと思います。特に階段を上り下りすることは骨に対して非常にインパクトを与えるので効果的です。また、運動＝スポーツと考えるのではなく体を動かすことが大切です。

Q 牛乳をとっているほど体脂肪率が減る理由は何だと推測されますか。

A このことに関しては2000年頃から海外でも報告が出始めていて、海外のカルシウムや牛乳の研究者たちが細胞レベルや動物実験で研究を行っています。はっきりとした理由はまだ証明されていません。仮説として、一つはカルシウムが効いているだろうということです。ではサプリメントからの摂取もいいのかというと、それ以外に、カルシウム＋牛乳、乳製品に含まれるタンパクなどの成分が効いているといわれています。他にも、脂肪細胞での脂肪合成の抑制や、基礎代謝の高まりなどが考えられています。

Q 若年層が牛乳を飲まなくなった理由、また、女子にこの傾向が多い理由は何でしょうか。

A 中高生への調査の結果、牛乳が嫌いな人はそれほど多くありません。牛乳を飲む機会がないだけで、あれば飲むのだと思います。若年層の飲む機会が減っている理由は、ジュースなど他に飲み物の選択肢が増えてきているからでしょう。女子があまり牛乳を好きでないというのも、男子の場合には母親が中学生の時期に身長を伸ばそうと牛乳を飲ませるのに対し、女子は飲む機会が少ないのではないかと思います。家庭で牛乳を用意してあげれば子どもたちは飲むと思います。

※掲載内容は、原則、開催当時のまま採録しています。また、講師の肩書も当時のまま掲載しています。

# 牛乳デビューはいつにする？ 離乳食における牛乳の位置づけ

神奈川県立こども医療センターアレルギー科医長 栄養サポートチーム座長 高増 哲也 氏

最近まで、離乳食に牛乳を与える時期は、遅らせた方がいいという考えがありました。しかし、アレルギーの心配をして牛乳デビューを遅らせても、アレルギーの発症予防になることは認められていません。ちょっとずつ、安全な条件を確かめながら、早めに牛乳を登場させましょう。

## 発育区分ごとに 栄養の形態は異なる

私の専門は小児アレルギーですが、8年前から栄養分野の研究もしており、本日は両方の分野からレビューをしたいと思います。

今回のテーマは離乳食に牛乳をいつ取り入れたらよいかということですが、まずは赤ちゃんが生まれる前から考えてみましょう。人は生まれる前は胎盤から栄養を受け取り、生まれた直後からは消化管で栄養を受け取ります。生まれてすぐは消化管が未熟な状態で、いきなり食べることはできないため、母乳から栄養を取り入れます。母乳が不足した場合や、その他の理由によって育児用ミルクを飲むことがあります。

消化管がだんだんと成長するにつれて、母乳から離乳食、幼児食へと栄養摂取（食事）の形態が移ってきます（図1）。

図1 発育区分と栄養の形態

受精から 2週	3週～ 8週	9週～ 出生	出生後 4週間	1歳まで	1歳～6歳	6歳～12歳	12歳～18歳
胚芽期	胎芽期	胎児期	新生児		幼児	学童	思春期
胎生期			乳児				
栄養膜	絨毛膜	胎盤	母乳/乳汁	離乳食	幼児食	小児食	

高増哲也：In 国民の栄養白書 2012年度版

図2 発育区分ごとの必要水分量と必要栄養量

	必要水分量 ml/kg/day	必要栄養量 kcal/kg/day
生直後	80～100	80
新生児	125～150	100
乳児（～5か月）	140～160	120
乳児（6か月～）	120～150	100
幼児	100～130	80
学童（低学年）	80～100	70
学童（高学年）	60～80	60
思春期（中・高生）	40～60	50
成人	30～40	30～40

高増哲也：臨床栄養122:518-523, 2013

それぞれの発育区分ごとに、必要水分量と必要栄養量は異なります。大人の場合の必要水分量は1日体重1kg当たり水分30mL、必要栄養量は30kcalで1対1です。一方、乳児の体重当たりの必要栄養量は100kcalと多く、水分はさらにたくさんとらなければなりません（図2）。

5～6か月になると離乳食が始まりますが、おかゆから始まり、煮た野菜、煮た魚とレパートリーが広がっていきます。離乳食の考え方は、WHO(世界保健機関)とESPGHAN(ヨーロッパ小児栄養消化器肝臓学会)とでは異なります。WHOでは母乳以外のものを全て離乳食と考えますが、ESPGHANは母乳と育児用ミルク以外のものを離乳食と考えます。日本では後者の考え方でのいいのですが、離乳食における牛乳をどう考えたらいいのでしょうか。

## 牛乳にまつわる都市伝説に、 根拠はない

ここで牛乳にまつわる都市伝説、というところちょっと語弊があるかもしれませんが、いくつかご紹介しましょう。

### 【都市伝説その1】

妊娠が分かった時点で母親が食物除去をすると、産まれてくる子どもが食物アレルギーになりにくい、という説です。食物除去をしている妊婦さんが今でもいらっしゃいますが、アレルギーを予防できるという科学的根拠は十分ではありません。

### 【都市伝説その2】

赤ちゃんが生まれてきて、授乳中の母親が食物除去すると乳児が食物アレルギーになりにくい、という説です。しかし、近年の数多く研究の結果、母親が食物除去をすることがアレルギーの発症予防になるとはいえない、という見解になりました。

### 【都市伝説その3】

最後は、離乳食で特定の食物を除去すると子どもが食物アレルギーになりにくい、という説です。こちらも科学的根拠はありません。離乳食においてあらかじめ牛乳をあげるタイミングを遅らせることが、アレルギーの発

症予防になるという効果は認められていません。

これらの見解は、日本の授乳・離乳の支援ガイド（2007年厚生労働省）や小児アレルギー学会でも公表されており「離乳食で特定の食物を除去しても、子どもが食物アレルギーになりにくいとはいえない」のです。世界の動向、アメリカ小児科学会やESPGHANをみても同様です。

ところが親御さんたちの中には、こうした世界の趨勢（すうせい）を知らず、牛乳デビューを遅らせて1歳くらいになってから牛乳をとった方がいいと思っ

### 牛乳アレルギーのある人の場合

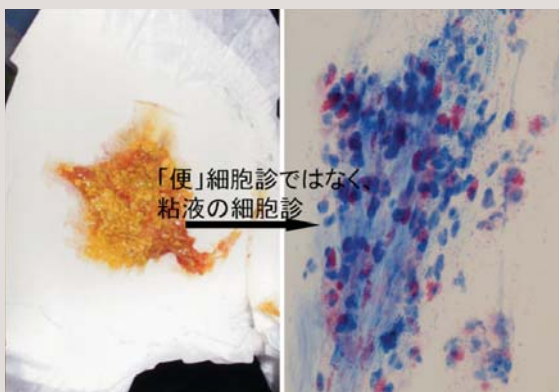
ただし、牛乳アレルギーのある場合、牛乳・乳製品をとると何らかの症状が出現する子どもの場合は、除去しなくてはなりません。

また、赤ちゃんだけに特有の現象として、「新生児・乳児消化管アレルギー」という症状が見られる場合があります。これは新生児期、乳児期早期に、主としてミルク摂取後に、血便、嘔吐などの消化器症状を認める疾患群です。欧米でも Food protein-induced enterocolitis syndrome と呼ばれるものがあり、話題になっています。

1995年以降、患者数が急増しており、何か社会的な背景があるのかもしれませんが。われわれが初めて日本アレルギー学会に発表したのは2001年で、以来60例以上を経験しています。

症状は便の中に血が混ざる、顕微鏡で見ると便のまわりの粘液に赤い顆粒を持った好酸球という細胞、アレルギーを起こす細胞が塊になっていることが分かります（図3）。ミルクをしばらくとらないと、症状は改善します。

図3



### 現時点での到達点

- 牛乳アレルギーがある人は、牛乳を摂取できない
- 牛乳・乳製品(育児用ミルクを含む)を摂取しても症状がない場合、牛乳・乳製品を遅らせた方がいいとは限らない
- 牛乳を始めるのが早い方がいいと示唆する研究もあり、大規模調査の結果が待たれている

ここで現時点で分かっていることについて、次に3点まとめてみます。

3点目、牛乳を始めるのが早い方がいいかどうか大規模調査が行われており、あと1、2年で公表される予定です。

### 離乳食における牛乳の栄養

牛乳の栄養学的側面から考えると、牛乳はカルシウムやビタミンB群など、他の食品では代替しにくい栄養素が豊富に含まれており、食事摂取基準を満たすためには必需品ともいえる食品です。学校給食で牛乳、乳製品が必ずついてくるのはこのためです。

大人の食事で、どんな食事バランスが良いのか考えると、主食、主菜、副菜、汁物となりますが、赤ちゃんの場合はこれがすべて母乳・育児用ミルクでまかなえています。成長するにつれて離乳食に移行しますが、ここでは牛乳・乳製品は主食ではないということが重要です（図4）。

牛乳は栄養学的側面から優れているといっても、鉄分やビタミンCはほとんどなく、これだけでは成り立ちません。他の食品も全てそうで、いろいろなものを食べてバランスを整えているのです。

牛乳を主食のようにしてたくさんとりすぎると、エネルギー/水分の比率が低くなりすぎます。水分の割にはエネルギーが稼げず、栄養のバランスとしてはタンパク質過剰になります。また、とりすぎると、鉄欠乏性貧血のリスクが出てきて、「牛乳貧血」と呼ばれる言葉で警告されたことがあります。また、牛乳アレルギーのお子さんが一度に大量にとった場合は重い症状が出る場合があります。

図4 牛乳・乳製品は主食ではない！



母乳・ミルクは赤ちゃんの主食

牛乳・乳製品は飲み物・おかず

## 離乳食は少しずつゆっくりと

離乳食においては、最初にどんなものをとったのが今後の成長の上でも重要です。そこで大事なことは、少しずつ安全な条件を確かめながら進めること。離乳食が始まったら、牛乳デビューを遅らせる必要はなく、むしろ他の食品と同様に少しずつ始めればよいと考えることができます。「牛乳アレルギー」へのアレルギーを持たないようにしたいものです。

### どうすればいい!?

- 他の食物と同じように、少しずつ、安全な条件を確かめながら（安全域食事療法）
- 成長・発達：味覚を覚える大事な時期
- 時期は遅らせる必要はないのではないか
- 「牛乳アレルギー」アレルギーからの脱却
- もちろん、本物の牛乳アレルギーには注意を！

## そもそもアレルギーとは何か

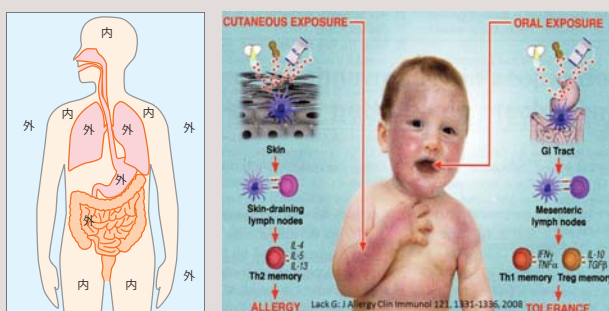
さて、ここでそもそもアレルギーとは何かを振り返りたいと思います。私が研修医の時に壁に当たったのが、アレルギーとは何かということです。教科書を読んでも明快な答えが見当たりません。

アレルギーは敵ではないものに対する免疫反応と捉えていただければと思います。外の敵から身を守るのが免疫反応ですが、相手が敵でない物質に免疫反応するのがアレルギー。例えば風邪のウィルスは本物の敵ですが、ハウスダストのように死んだダニの粉やスギ花粉のようなもの、ただの物質に免疫反応を起こすのがアレルギーです。

アレルギーは、主に体の内と外の境界面で起こります。境界面とは、皮膚、そして鼻や目など、粘膜でできています。私たちは気道や消化管の内側は体の中と考えがちですが、管の中は体の外であり、消化管の粘膜でアレルギーが起きます（図5・6）。

皮膚と消化管の粘膜はつながっています。従来の考え方では、何かを食べた時に消化管を通して皮膚に反応すると考えられていましたが、現在ではもともと皮膚にアレルギー炎症が起きていると、消化管にもその状態が伝わりアレルギーが起きやすいと考えられてい

図5・6



ます（図7）。このため、皮膚炎の治療も重要なポイントです。

ある食品が身体に悪いことをしてアレルギーが起きているのではなく、全身を見て問題が起きているところを見つけ、アレルギーを起きにくくする方法を考える必要があるのです。

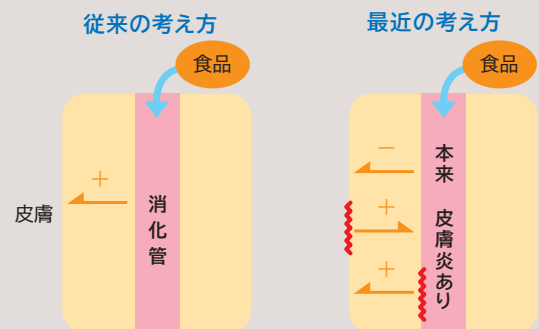
## 腸の発達に応じて 上手に牛乳を取り入れる

最初は母乳、育児用ミルクで、離乳食が始まるころから牛乳・乳製品を少しずつ取り入れていくのが望ましい姿だといえます。しかし現実には、離乳食より前の時期に、母乳の他に育児用ミルクに含まれる牛乳の成分をとっていながら、その後の離乳食では牛乳・乳製品を避けているという方が見受けられます。離乳食を始める時点で、何か特定のものだけを避けるのは不自然です。

実際に食物アレルギーがあるといわれている子どもは、乳児期には5～10%いるといわれていますが、そうでない子どもでも特定の食物を避けているという状況があるのです。

私見ですが、離乳食は和食的なものから進めるのがヘルシーでしょう。最近では大人の食事には乳和食があり、和食でも乳は取り入れやすいと思います。どうやってバランスを取りながら、まんべんなくいろいろな食材をとっていくのか。牛乳、乳製品も食材の一つとして、離乳食が始まったら少しずつ、安全を確かめながら利用していただきたいと思います。

図7



### 腸の発達に応じた食事を



**Q** 完全母乳で育てて、初めて牛乳を摂取する時に気を付けることを教えてください。

**A** 完全母乳でも育児用ミルクでも気を付けるポイントは同じことです。ゆっくり、少しずつからスタートしましょう。最初はおかゆ、それも1さじから。コメのアレルギーは現実的には少ないですが、それでも最初は1さじから始めます。実際に消化管が処理できるか、様子を見ながら増やしていくようにしましょう。牛乳、乳製品も同じことで、やはり1さじからゆっくり進めてください。

**Q** 牛乳は加熱してからホワイトソースで与えるなど、加熱した方がアナフィラキシーを抑制できるのではないかと考えますが、どうでしょうか。

**A** 加熱することで、アレルギーのリスクを下げるとは考えられていません。牛乳が市場に出た時点で熱処理されているわけで、さらに加熱しても膜がはったらその分だけ若干、タンパク質が減ることはありますが、ほんのちよつとの差にすぎません。非常に高い温度でオープンのようなもので加熱した場合は、タンパク質が変性するという話がありますが、一般的な加熱ではほとんど差はありません。加熱して変化する代表は卵。火がしっかり通ったら抗原性が減ります。その話と混同されているのではないのでしょうか。

**Q** 赤ちゃん特有の新生児・乳児消化管アレルギーは、どんなものでしょうか。

**A** 新生児・乳児消化管アレルギーは一般的な食物アレルギーとはだいぶ違います。皮膚炎の症状とは何も関係ありません。専門家の間でも、これはアレルギーとは別に捉えた方がいいという考え方もあり、未熟な消化管に起こる特別な反応と捉えた方がよいでしょう。最初に症例が報告された時には対処法が分かっていませんでしたが、現在では一時的にアレルギー治療用のミルクに変える方法が一般的になっていて、大きくなると牛乳は飲めるようになります。

新生児・乳児消化管アレルギーの病気の仕組みは、まだ全体像がよく分かっていません。

※掲載内容は、原則、開催当時のまま採録しています。また、講師の肩書も当時のまま掲載しています。

## 世界に誇れる日本の学校給食

～子どもと牛乳を考える～

女子栄養大学栄養科学研究所客員教授 金田 雅代 氏

日本の学校給食は単なる栄養補給でなく、国が重要課題とする食育推進の役割を果たしています。その担い手になる栄養教諭は、郷土食などの和食の継承や食事マナーなどを通して、子どもたちの社会性を育てています。日本における学校給食の歴史を振り返り、学校給食の現場の取り組みを紹介するとともに、学校給食における牛乳の役割について考えます。

海外のメディアでは、世界中で子どもの肥満が問題になる中で、日本の子どもたちの栄養バランスが優れている原因は日本の学校給食にあると報じているところがあります。私は50年間、学校給食に携わってきましたが、学校給食は日本人にとって共通体験であり共通食だと思っています。

皆さん、自分が食べた給食を思い出してみてください。脱脂粉乳の思い出のある方はあまりいらっしゃらないかもしれませんが、「ソフト麺だったよ」「ご飯が出たよ」と懐かしく思い出されたのではないのでしょうか。誰もが体験した学校給食ですが、知っているようで知らないのも学校給食です。

なぜ世界に誇れるものなのか、学校給食の歴史を振り返り「学校給食は生きた教材」「栄養教諭・学校栄養職員」「食育」「安全・安心な学校給食」の四つの観点からご紹介していきます。

### 日本の学校給食の歴史

日本で最初の学校給食は、明治22年に山形県の私立忠愛小学校で貧困児童を対象に無料で実施したといわれています。当時は白い大きなおにぎりとシャケと漬物でした。

学校給食が本格的になったのは戦後で、当時は栄養失調の子どもが多く、GHQ・PHW(公衆衛生福祉部)が日本政府に学校給食を行うことを勧告したことを受け

て、昭和21年、文部、厚生、農林三省通達「学校給食実施の普及奨励について」で、戦後の学校給食の方針が決定しました。そこには「学童の体位向上並びに栄養教育の見地から、広く学校において適切な栄養給食を行うことは誠に望ましいことである」とあります。給食を教育の一環と捉えて実施しようとしていることがうかがわれます。

その後、給食実施体制が整備され、昭和25年には8大都市の小学校児童に対し、米国寄贈の小麦粉により完全給食が実施されました。実施率(人員比%)を見ると昭和21年23%が、昭和25年69%と急速に普及することが分かります。給食用物資の財源は米国からの救済資金でしたから、資金終了後やむなく給食を中止する学校も現れだし、学校給食の継続を要望する運動が全国的に展開されました。そこで、昭和29年には「学校給食法」が成立し、公布されました。この時の提案理由にも「児童が自らの体験を通して、望ましい日常の食生活の営みを学びとることによって」という文言が盛り込まれており、教育的な視点がうたわれていることが分かります。

スライドにあるように「学校給食法」の第一条には法の目的が「心身の健全な発達に資し」と、単に栄養補給だけではないこと、第二条には四つの目標が示され、その中に「学校生活を豊かに」といった文言があります。当時の学校給食法が、後世をしっかりと見据えたものであったことに敬意を表するとともに、日本政府の給食実施の決意が伝わってきます。

昭和31年、32年には学校給食法が中学校にも適用され、広く普及するようになりました。昭和40年代になると脱脂粉乳から3割混入(牛乳が3割入ったもの)に変わり、ソフト麺の導入もありました。昭和51年には学校給食制度上に米飯給食が導入されました。少し時代が飛びますが、平成17年4月から、学校栄養職員の長年の悲願であった栄養教諭制度がスタートしました。さらに平成20年に改訂された学習指導要領の総則では「食育の推進」が明記されています。

#### 図1 学校給食法の制定(昭和29年5月27日公布)

○第一条(この法律の目的)

学校給食が児童の心身の健全な発達に資し、かつ、国民の食生活の改善に寄与するものであることにかんがみ、学校給食の実施に関し必要な事項を定め、もって学校給食の普及充実を図ることを目的とする。

○第二条(学校給食の目標)

- 1 日常生活における食事について、正しい理解と望ましい習慣を養うこと。
- 2 学校生活を豊かにし、明るい社交性を養うこと。
- 3 食生活の合理化、栄養の改善及び健康の増進を図ること。
- 4 食糧の生産、配分及び消費について、正しい理解に導くこと。

## 新しい学校給食法 目的は「食育」の推進

このような中、平成21年には学校給食法が大きく改正されました。

第一条「この法律の目的」を食育の観点から見直し、第二条の「学校給食の目標」では、「学校給食を実施するに当たっては、義務教育諸学校における教育の目的を実現するために、次に掲げる目標が達成されるよう努めなければならない」とし、七項目が示されました。七つの目標を見ていくと栄養バランスのとれた食事の提供はもちろんですが、望ましい食生活を網羅したものとなっています。まさに、学校給食を活用した「食育」の推進なのです。

次に、第八条「学校給食実施基準」で学校給食の水準確保を、第九条「学校給食衛生管理基準」で安全で安心な学校給食の実施となっています。総じていえることは、学校給食を「生きた教材」として活用した食育の推進を見据えた改正となっていることです。

私は、平成17年3月に文科省を退官しました。最後の仕事で栄養教諭制度創設に携わりましたので、第十条に「栄養教諭の職務内容」が明記され、栄養教諭の果たす役割である学校給食を活用した食に関する実践的な指導を行うことなどが示されたことは感無量です。ご紹介してきた、学習指導要領、学校給食法などの法整備ができていくこと、子どもの栄養や食育を担う専門家である栄養教諭が、責任を持って献立を作成

### 図2 学校給食法

平成20年6月改正 平成21年施行

- 学校給食の目的を**食育の観点**から見直す。
- 学校給食の水準確保のため、**学校給食摂取基準**を法に位置づける。
- 安全で安心な学校給食実施のため**学校給食衛生管理の基準**を法に位置づける。
- 食に関する指導の**全体計画の作成**、**栄養教諭の果たす役割**を法に位置づける。

単なる栄養補給のための食事にとどまらず、学校教育の一環であるという意義がより明確になった。

### 図3 学校給食の実施率（平成25年5月1日現在）

国公立学校 31,218校、実施率 94.6%

区分	学校総数	実施率(学校数比)			
		計	完全給食	補食給食	ミルク給食
小学校	20,789校	99.2%	98.4%	0.4%	0.4%
中学校	10,553校	86.9%	80.1%	0.5%	6.2%
特別支援	1,077校	88.7%	87.1%	0.2%	1.3%
夜間定時制	595校	78.5%	58.8%	19.2%	0.5%
計	33,014校	94.6%	91.5%	0.8%	2.3%

資料:文部科学省「学校給食実施状況調査」

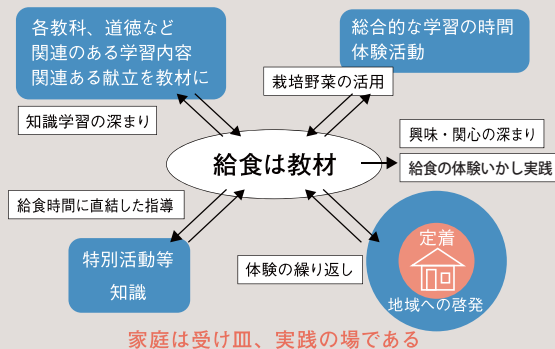
し、おいしい給食を提供し、「生きた教材」として活用しながら食育に取り組んでいることも、日本の学校給食が世界的に評価されていることなのです。

## 学校給食は生きた教材

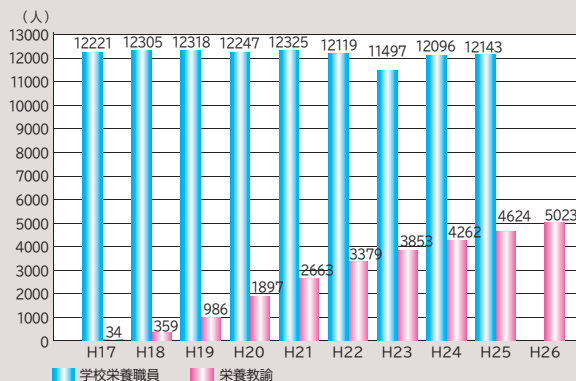
学校給食を活用した食育といいますが、現場ではどのような取り組みがされているのでしょうか。給食の献立は、子どもが教科学習で得た知識と関連させたもの。四季折々の季節の食材を利用した家庭料理、行事食、郷土食など、和洋中織りまぜ作成されています。

ここで小学校国語科とつないだ給食の例を紹介しましょう。「サラダでげんき」（東京書籍）というお話です。内容は、子どもが、病気のお母さんが早く元気になるようサラダを作るというお話です。栄養教諭は学習内容を食育の視点で見えていますから、お話に出てきた食品を使用して「げんきサラダ」を献立に準備します。こうすることで、給食時間に国語科の学習を振り返ることができ、苦手な野菜も完食となるのです。子どもは家に帰ってサラダのお話しをしますから、家庭への波及効果も期待できます。日々の給食時間、4～5分ですが、その日の給食を「生きた教材」に活用した食育を9年間、発達段階を踏まえて繰り返せば実践力につながることは言うまでもありません。

### 図4 各教科等の指導を給食時間、家庭につなぐ



### 図5 栄養教諭 / 学校栄養職員の配置状況



栄養教諭数は4月1日現在

## 栄養教諭・学校栄養職員

食育の担い手として誕生したのが栄養教諭です。栄養教諭とは、栄養士・管理栄養士の免許と栄養教諭免許の二つを併せ持つ教育的専門職員ですが、学校栄養職員と同様、法律では義務教育諸学校に「置くことができる」とされています。その理由は、学校給食が義務法ではなく奨励法であるためです。学校栄養職員も栄養教諭に準じて食育を行うように努めるものとされていますが、国の重要課題である食育推進の担い手ですから、一日も早く、栄養教諭を全ての学校に配置できるように制度が整備されることを願っています。

## 食育

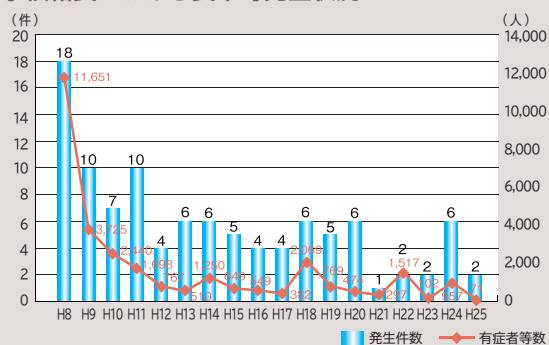
学校における食育は食生活全般にわたり、「食の重要性」「心身の健康」「地域の産物と食文化」「感謝する心」「社会性」「食品を選択する力」と六つの目標が示されています。特に食育で大事なものは、「地域の産物と食文化」の取り組みでしょう。例えばある小学校では、近くの竹林でタケノコがたくさん取れていることを知り、地主にお願いしてタケノコを掘ってもらい、子どもたちが皮をむいて、タケノコご飯を給食に出すという取り組みを行いました。先生も子どもたちもそういう体験を通して、地域を知ることができま



袋井市立浅羽東小学校  
川辺町立川辺北小学校

図6 食の安全・安心

学校給食における食中毒発生状況 (H8～H25)



した。タケノコも残さず食べました。そういうことから感謝の心が生まれる、体験させることによって五感が育まれるのです。

## 安全安心な学校給食

平成8年、「腸管出血性大腸菌O157事件」は5名の子どもを命を奪う大規模食中毒でした。それを契機に学校給食の衛生管理の見直しが行われ、学校給食衛生管理基準が制定されました。調理場のドライシステム化など徹底した衛生管理が行われています。学校給食における食中毒の発生状況を見ていただければ一目瞭然、約3万カ所で行われている調理場で食中毒発生が1桁と激減していることは驚異的なことであることを、お分かりいただけると思います。これも世界に誇れることなのです。

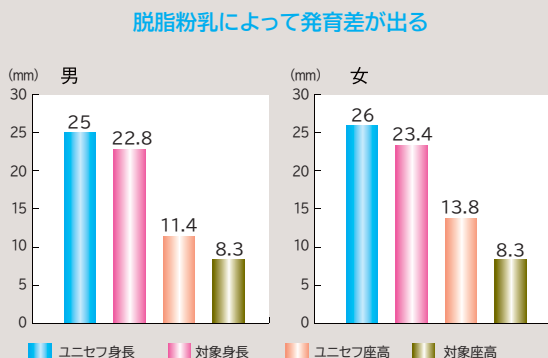
世界の給食も紹介しましょう。私が実際に見た韓国の学校給食を紹介します。日本より進んでいるのは保護者の関わりです。韓国では、献立決定、納入業者の選定、食材の納品時、給食時間の立ち合いなど、直接保護者が関わる給食モニター制度があります。納品の立ち合い、給食時間に学校へ訪れるのも毎日です。

食事内容については、使用食品や調理法まで国が指針を出して厳しくチェックしています。韓国料理の伝承や、キムチが毎食提供されるのも特徴です。近年、給食費無償化が進んでいます。「日本と同じように給食は奨励法なのに、どうして無償化にできるの」と聞きましたら、「健康な子どもは国の宝であり給食は大切」と明快な答えが返ってきました。日本の保護者も、学校任せにせず、子どもへの食育に参画していただきたいです。

## 子どもと牛乳を考える

第二次大戦後の食糧難によって、子どもたちの体格が悪くなったというデータが東北大学の近藤正二名誉

図7 ユニセフ寄贈モデルミルク給食  
給食9カ月後の身長・座高発育差



(学校給食の発展)文部科学省、日本学校給食会より



教授から示されています。こうしたデータによって、脱脂粉乳給食が始まり、ユニセフからも脱脂粉乳の提供がありました。この時に、脱脂粉乳を飲んだ学校と、飲んでいない学校の子どもの身長、座高のデータも残っています。飲んだ子どもたちは、身長も座高も、目ざましい発育であったことが分かります。脱脂粉乳は、「牛乳」に置き換えられるまで、学校給食の重要なタンパク源としての役割を果たしてきました。牛乳の本格的導入は昭和39年以降になってからで、工場の施設設備の整ったところから切り替えが行われました。

このように、子どもの発育にとって牛乳がいかに貢献してきたかは学校給食の実施率と体位の推移でも明らかです。

学校給食の牛乳は、家庭で摂取されにくいカルシウムの供給源として重要な役割を果たしています。牛乳については、賛否両論ありますが、成長期にカルシウムをしっかりとおけば骨密度が上がり、骨粗しょう症の予防にもつながると考えます。牛乳を飲むと太るといわれますが、日本人の肥満は欧米に比べると、決して多いわけではありません。学童期に牛乳を飲み続けることによって、むしろ将来の生活習慣病の危険性を低下させることもできるのです。

ここで最近の話題をご紹介します。「食品のコレステロールと、血中のコレステロールは関連性が薄い」という新しい知見です。

人間は、いったん信じ込むとなかなか変えられないものです。新しい知見を子どもたちの食育に活用することも、栄養教諭の役割として重要です。そして子どもを介して家庭も変えるのです。

最後に、まとめです。

- ①日本の学校給食は子どもの心身の健康に大きく貢献してきた
- ②牛乳は、貧しい時代にあってはタンパク質の供給、現在はカルシウムの供給源として欠くことができない大切な食品である
- ③学校給食は1日3食の1食にすぎないが、成長期に必要な栄養素を担保するだけでなく、子どもたちに「和食」をはじめ多様な食文化についても教え、学校教育活動全体の中でも「生きた教材」として重要な役割を果たしている

図9

- 食品コレステロールと血中コレステロールとの関連性は薄い。
- 動脈硬化や心筋梗塞など引き起こす血中コレステロールは、ほとんどが肝臓で作られるもので、食物との関連性は明確でない。
- 1日300ミリグラム以下としてきたコレステロール摂取の目安を撤廃した。

米国「食生活ガイドライン諮問委員会」2015年2月報告書

図8 給食の基準

1日のCa必要量の50%を満たす  
児童又は生徒1人1回当たりの学校給食摂取基準

区分	基準値			
	児童(6歳~7歳)の場合	児童(8歳~9歳)の場合	児童(10歳~11歳)の場合	児童(12歳~14歳)の場合
エネルギー(k cal)	530	640	750	820
たんぱく質(g)	20	24	28	30
範囲 ※1	16~26	18~32	22~38	25~40
脂質(%)	学校給食による摂取エネルギー全体の25%~30%			
ナトリウム(食塩相当量)(g)	2未満	2.5未満	2.5未満	3未満
カルシウム(mg)	300	350	400	450
鉄(mg)	2	3	4	4
ビタミンA(μg RE)	150	170	200	300
ビタミンB <sub>1</sub> (mg)	0.3	0.4	0.5	0.5
ビタミンB <sub>2</sub> (mg)	0.4	0.4	0.5	0.6
ビタミンC(mg)	20	20	25	35
食物繊維(g)	4	5	6	6.5

(注) 1表に掲げるもののほか、次に掲げるものについてもそれぞれ示した摂取について配慮すること。  
マグネシウム……児童(6歳~7歳)70mg、児童(8歳~9歳)80mg、児童(10歳~11歳)110mg、生徒(12歳~14歳)140mg  
亜鉛……………児童(6歳~7歳)2mg、児童(8歳~9歳)2mg、児童(10歳~11歳)3mg、生徒(12歳~14歳)3mg  
2 この摂取基準は、全国的な平均値を示したものであるから、適用に当たっては、個々の健康及び生活活動等の実態並びに地域の実情等に十分配慮し、弾力的に運用すること。

※1 範囲……示した値の内におさめることが望ましい範囲

出典：学校給食実施基準(平成25年文部科学省告示第10号)

※掲載内容は、原則、開催当時のまま採録しています。また、講師の肩書も当時のまま掲載しています。



contents

2

---

女性の健康に関する事実・誤解

## “カロリー当たりの栄養素概念”を取り入れ適正体重維持を実現する

～栄養評価の新基準「栄養素密度」とは～

中京短期大学名誉教授 農学博士 土屋 文安 氏

テレビ番組で、雑誌で、そして新聞の折り込み広告で、ダイエットという言葉が氾濫(はんらん)しています。健康維持のためにも肥満を克服するのは大切なことですが、中には間違った方法による危険なダイエットがある上、それ以上やせる必要のない人までがダイエットに夢中になっている姿を見かけることがあります。やせても健康を損ねてしまっては意味がありません。そこで重要視されるのが食事の内容。低カロリーで栄養素の豊かな食品をとることが必要不可欠です。ところが、今の食品成分表の栄養素の表示は100g当たりで、カロリーを配慮した食品の評価には必ずしも便利ではありません。そんな現状を踏まえて「栄養素密度」の表示を推奨しているのが、中京短期大学の土屋文安名誉教授です。正しい栄養素密度の知識と、栄養素密度の高い牛乳の効用について興味深い講演をされました。

### 「肥満」と「やせ」に対する意識が ダイエットブームを加速している

現在の「やせ」「肥満」の判定に、一般的に使われている方法がBMIです。厚生労働省が行っている国民栄養調査の結果で目に付くのは、BMIを用いて肥満と判定された割合が、男性が20代では20%弱だったのが30歳以上では約3分の1に、女性は20～30代で20%前後だった数字が、50～60代では男性と変わらない比率になることです。

過去のデータと比較しますと、男性は各世代で肥満傾向が進んでいます。一方、女性は高齢者の肥満が増えている代わりに、ここ20年では20～30代で非常にやせが目立っています。

肥満は周知の通り、糖尿病や高血圧などさまざまな生活習慣病の引き金になります。一方のやせは、貧血、めまい、疲れやすさ、少し進むと拒食症さらに栄養失調、血糖値の低下へとつながっていきます。女性では生理不順を引き起こし、その結果、女性ホルモンが不足し、肌荒れや若いうちから骨粗鬆症の危険が増大します。特に骨の成長期の10代後半～20代でのカルシウム不足による骨の発育の悪さは、年を重ねて体重が増えてから大きな問題になります。

肥満は、摂取エネルギーに比べて消費エネルギーが小さく、余ったエネルギーが脂肪などの形で身体に蓄積されることで起きます。国民栄養調査の結果を見ますと、日本人の摂取エネルギー量は1975年ごろから下がる一方で、2001年には戦後とあまり変わらないレベルです。エネルギーの絶対量が多いというわけではないのです。一方の消費エネルギーは、日常生活おける歩数が減少し、運動習慣は多少増えてはいますが、どちらも厚生労働省が定める健康日本21の目標にはまだ遠いのが現状です。現代人の肥満の原因は消費エネルギーの少なさにあるのです。自動車の普及や農業の機

械化などによる生活スタイルの変化が主な要因ではないでしょうか。

もう一つ、ダイエットブームで考えなければいけないのが、意識、とりわけ女性の意識の問題です。例えば1998（平成10）年の国民栄養調査では15～19歳の女性で、肥満でもやせでもない普通の6割近くが自分は肥満だと思っており、やせと判定される人でも1割は自分が肥満だと思っています。この傾向は20代でも同じで、普通であるのに肥満だと思っている人が50%もいます。さらに高齢者となると、さすがにこの傾向は目立たなくなっていますが、女性はどうも自分が肥満と思いこんでいる人がかなり多いといえるようです。学校保健最新情報によると、中・高校の女子の9割近くまでが、かなりやせたい、少しやせたい、と思っているということです。

### 食品の栄養価をより実用的に表す 栄養素密度による評価

さて、そこでやせる、太るということに関連して「栄養素密度」を考えるとということが本日の主題です。栄養素密度を定義しますと、単位エネルギー当たりの供給栄養素量ということになります。

一般的に食品成分表は食品100g当たりどれだけの栄養素が含まれているか、という表し方をしています。この方法では、例えば牛乳よりも目刺しのカルシウムの方がはるかに多く出ますが、水分が80%以上の牛乳と50%くらいの目刺しとを100g当たりで比較しているわけですから、これでは意味がありません。そこで、食品の重さではなく、その食品のカロリー当たりで栄養素の量を比較してみようというのが栄養素密度の考え方です。

その表現方法を2種類紹介しましょう。

一つは食品100gに含まれる、ある栄養素の量を、そ

の食品の100g当たりのエネルギー量 (kcal) で割って、それに100 (あるいは1000) を掛けて算出します。

もう一つは、エネルギー所要量当たりの栄養所要量との対比です。つまり前述した100 (1000) kcal当たりの栄養素量を、さらに「栄養所要量/エネルギー所要量」で割ります。これによって栄養所要量としての栄養素の量を、ある食品がどの程度満たしているかが分かるわけです (表1)。

具体的に説明しますと、例えば牛乳の場合、組成は食品成分表に従って、100g当たり67kcalです。ある栄養素が牛乳100g当たり  $\alpha$  g含まれていたとするなら、 $[\alpha \div 67 \times 100]$  で100kcal当たりの栄養素密度が算出されます。例えば、カルシウムでは164mgとなります。一方、18~29歳の女性の所要量 (表2) は、エネルギー2050kcal、カルシウム600mgですから、100kcal当たりでは29.3mgです。164/29.3=5.6が牛乳カルシウムの栄養所要量対比の栄養素密度です。この値は、所要量が性別、年齢別で違いますので、別の性・年齢を基準にすれば少し違った値になります。

牛乳で大きな数値が出ている栄養素はビタミンA、B<sub>1</sub>、B<sub>2</sub>、B<sub>12</sub>、パントテン酸、カルシウム、リン、カリ

ウムなどですね。特にB<sub>2</sub>、B<sub>12</sub>、パントテン酸、カルシウムは5以上という、かなり大きな数値です。

さらに「栄養所要量対比の栄養素密度」を各種食品について比較した結果を見ますと (表3)、やはり牛乳はカルシウムで高い数値が出ています。ところが、小松菜はもっと高く出ています。各種食品を比較してみますと、やはり小松菜が高い。実は、小松菜は計算するときの分母になるカロリー量が非常に少ないことによるものです。1回で牛乳を200g飲むことは普通に考えられますが、小松菜100gとなるとかなりの量になるので、少し考えにくい。そこで、各食品の1回使用量当たりのカルシウムの量を表にしてみました (表4)。牛乳を1回に200mL飲むとすると230mgのカルシウムが摂取でき、小松菜を1回に食べる常識的な量を50gと想定すると、摂取できるカルシウムは80mg程度になるのです。

つまり常用食として摂取できる食品とその量を考慮に入れると、牛乳はカルシウムの栄養素密度が非常に高く、効率良く摂取できる食品だといえるのです。

### ダイエットや高齢者に活用したい 栄養素密度による食品の評価

さて、エネルギー所要量を比較した場合、男女とも若い人と高齢者とは、高齢者の方が所要量は低くなります。一方、栄養素の所要量には変化がありません。特にカルシウムなどは、日本人の栄養所要量は600mgとされているものの、骨粗鬆症の研究者によっては800mgくらい必要ではないかという説もあります。そうすると、カロリーの割にカルシウムをはじめ

表1 栄養素密度 (Nutrient Density)

定義: 単位エネルギー当たりの供給栄養素量

栄養素密度の表現方法

$$(1) \text{100kcal (または1000kcal) 当たりの栄養素量} \\ \frac{\text{食品100g 中の栄養素量}}{\text{食品100g 当たりのエネルギー量}} \times 100 (1000)$$

$$(2) \text{エネルギー所要量当たりの栄養素所要量との対比} \\ \frac{(\text{食品の栄養素量} / \text{食品のエネルギー量})}{(\text{栄養所要量} / \text{エネルギー所要量})}$$

表2 栄養所要量と牛乳の栄養素密度

栄養所要量は生活強度Ⅲ 18~29歳女性を基準  
牛乳組成は5訂食品成分表

栄養素	所要量	所要量/ 100kcal (a)	牛乳の組成/ (100g)	栄養素密度/ 100kcal (b)	栄養素密度 所要量対比 (b/a)
エネルギー kcal	2050		67		
たんぱく質 g	55	2.68	3.3	4.93	1.84
ビタミンA $\mu$ gRe	540	26.34	39	58.21	2.21
ビタミンD $\mu$ g	2.5	0.12	0.3	0.45	3.67
ビタミンE mg	8	0.39	0.1	0.15	0.38
ビタミンK $\mu$ g	55	2.68	3	4.48	1.67
ビタミンB1 mg	0.8	0.04	0.06	0.09	2.29
ビタミンB2 mg	1	0.05	0.22	0.33	6.73
ナイアシン mg	13	0.63	0.1	0.15	0.24
ビタミンB6 mg	1.2	0.06	0.04	0.06	1.02
葉酸 $\mu$ g	200	9.76	7	10.45	1.07
ビタミンB12 $\mu$ g	2.4	0.12	0.4	0.60	5.10
パントテン酸 mg	5	0.24	0.82	1.22	5.02
ビタミンC mg	100	4.88	1	1.49	0.31
カルシウム mg	600	29.27	110	164.18	5.61
鉄 mg	12	0.59	0.02	0.03	0.05
リン mg	700	34.15	93	138.81	4.07
マグネシウム mg	250	12.20	10	14.93	1.22
カリウム mg	2000	97.56	150	223.88	2.29
銅 mg	1.6	0.08	0.01	0.01	0.19
亜鉛 mg	9	0.44	0.4	0.60	1.36

※食品成分表にはビオチン、ヨウ素、セレン、クロム、モリブデンは含まれず、牛乳のマンガン含量はTrであるので、これらは省略した。

表3 栄養素密度の比較

生活活動強度Ⅲ 18~29歳の女性の栄養所要量対比

	牛乳	ご飯	目刺し	牛肉	大豆	小松菜
たんぱく質	1.8	0.6	3.6	4.0	3.2	4.0
ビタミンA	2.2		2.6			131.6
ビタミンD	3.7		37.0			
ビタミンE	0.4		0.4	0.3	2.2	25.6
ビタミンK	1.7			0.8	1.6	795.2
ビタミンB1	2.3	0.3	0.1	1.2	5.1	6.8
ビタミンB2	6.7	0.1	2.2	2.4	1.5	8.2
ナイアシン	0.2	0.2	7.9	5.0	0.8	3.2
ビタミンB6	1.0	0.2	2.7	3.3	2.2	6.8
葉酸	1.1	0.2	1.5	0.5	5.7	58.8
ビタミンB12	5.1		44.8	5.8		
パントテン酸	5.0	0.6	2.9	2.5	1.5	6.3
ビタミンC	0.3			0.1		28.7
カルシウム	5.6	0.1	4.5	0.1	2.0	34.2
鉄	0.1	0.1	2.9	2.4	3.9	23.9
リン	4.1	0.6	3.5	2.8	4.1	9.0
マグネシウム	1.2	0.3	1.7	1.0	4.3	7.7
カリウム	2.3	0.2	0.9	1.8	4.7	9.6
銅	0.2	0.8	0.7	0.5	3.0	6.0
亜鉛	1.4	0.8	1.4	5.3	1.8	4.6
マンガン		1.4	3.5	0.0	3.1	7.7

※第六次改定日本人の栄養所要量及び五訂日本食品標準成分表より計算 (成分表で0、(0)、Trとなっている項目は空白とした)

とする密度の濃い食事、つまり栄養素密度の高い食品をとらなければ必要量は達成できないということになります。

そこで、栄養素密度がどういったケースに役に立つのかをまとめてみますと、①ダイエットが必要な場合、②高齢者の場合、③食品や食事の栄養評価、の3点に大別できます。

ダイエットの場合、高齢者で、特に男性では肥満の多い30歳以降、運動する必要があるのは当然ですが、ダイエットのためには摂取エネルギーを減らす必要があります。ただ、そのためにでんぷんや油脂を減らすだけならともかく、実際には食事量を減らしてしまっています。そうするとビタミンやミネラルなどの微量栄養素が不足する。まさに、そういう場合に積極的に栄養素密度の高い食事をしないと、体重は減っても、ほかの栄養素の不足によっていろいろな病気になってしまう可能性があります。

高齢者の場合も同じです。先ほどの例にもありましたが、エネルギー所要量が下がって基礎代謝が減り、運動量が減るために、どうしても摂取エネルギーは減ります。その場合にも微量栄養素は確保しなければならない。したがって積極的に栄養素密度の高い食品をとる必要性が出てきます。

もう一つは食品や食事の栄養評価に使うケースです。

例としてカルシウムについて栄養評価をしてみると、100g当たりのカルシウムの量を比較しますと、牛乳が110mg、目刺しが320mgで、目刺しの方が圧倒的に良いように思われます。ところが100kcal当りに換算すると、牛乳は160mg、焼いた目刺しは130mgとなり、さらに所要量に対する栄養素密度の比較をすると牛乳の5.6倍に対して、目刺しは4.5倍となり、数値は逆転します。

このように、食品を評価するときは栄養素密度の高さが大きな意味を持ちます。あるいはその人の食事全

体の栄養評価をする場合も、エネルギー当たりの栄養素をどのくらいとっているかということ、摂取エネルギーを基準に考える必要があります。栄養素密度はこういった形で利用していくことができるのです。

以上、栄養素密度に関連してお話ししました。ここからは補足として「牛乳では太らない」という事実について少しお話をいたします。

牛乳は特にカルシウムやビタミンB<sub>2</sub>の栄養素密度が高い食品ですから、積極的に活用してほしいと思っています。ところが、「栄養＝カロリー」といった19世紀の栄養学がいまだに尾を引いて、そうしたイメージが残っています。「牛乳は栄養価が高い」つまり「牛乳はカロリーが多い」すなわち「牛乳を飲むと太る」と思っている人が実際にいるようです。そこで、牛乳を飲んでも太らなかったという例を紹介したいと思います。

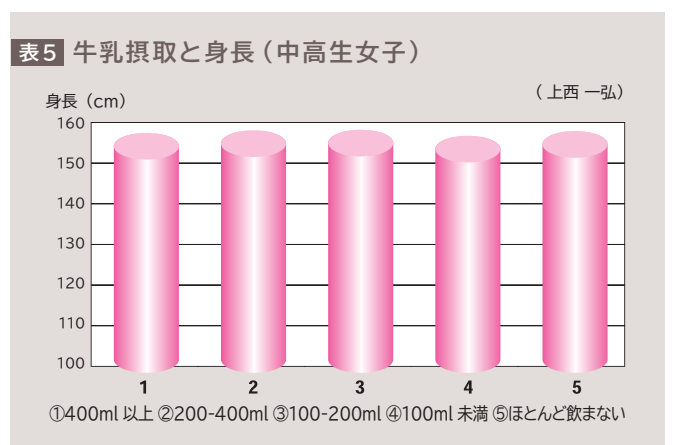
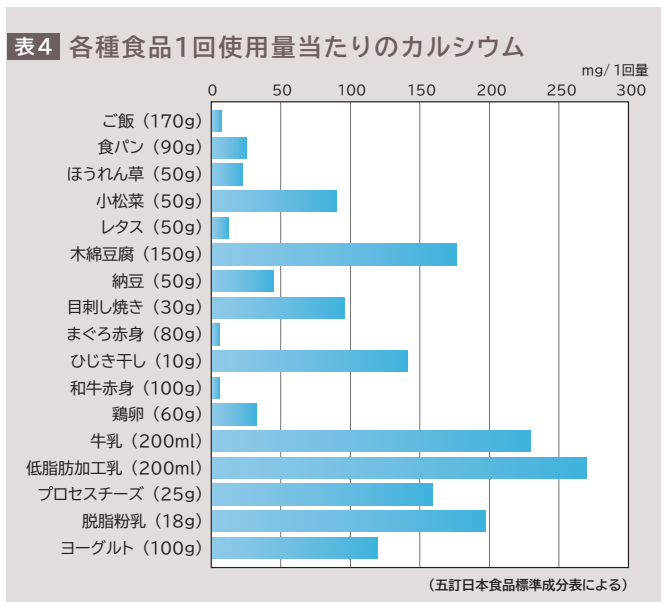
### 実験で実証された「牛乳は太らない」という事実

ここで、女子栄養大学の上西一弘先生が第1回メディアミルクセミナーで発表された研究成果を借用します。

まず、女子中・高校生の牛乳摂取と体型の比較ですが、1日に飲む牛乳の量を400mL以上、200～400mL、100～200mL、100mL未満に分けて身長・体重を比較してみたところ、身長・体重ともに各グループにほとんど差は出なかったのです(表5、6)。また、牛乳を飲むと身長が高くなる、太る、といった事実は認められなかったのです。体重に関しては、むしろたくさん飲んでいる人の方がわずかに少ないといえそうです。

BMIで計算してもほとんど差がありません。こちらであえて言えば、あまり飲まない人の方が高いかもしれません。体脂肪率でも、むしろ牛乳を飲まない人の方がやや高いという結果が出ています。

社団法人全国牛乳普及協会主催の第16回国際学術フォーラムにおいて、パデュー大学のティーガーデン先生(D.Teegarden)の報告では、マウスによる動物実験の結果、基礎食にカルシウムあるいは乳製品を加えると体重の増加が低くなるということが明らかになり

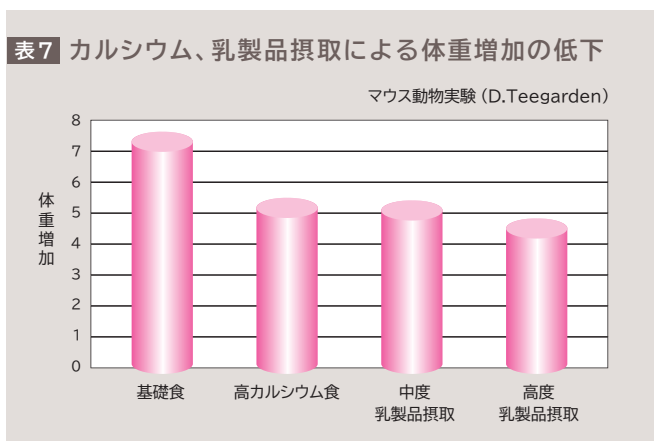
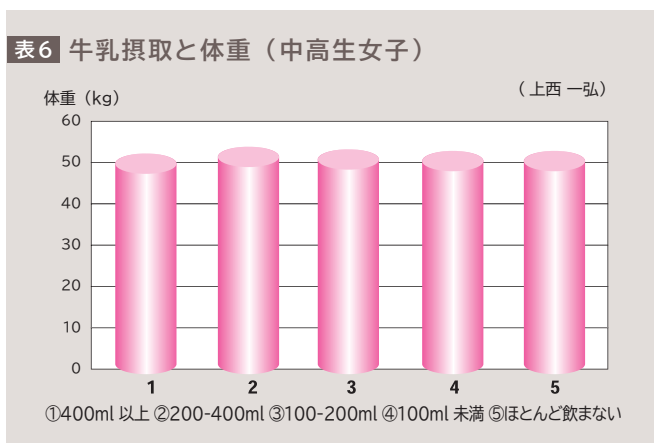


ました（表7）。

この動物実験データを見ると、体の部位によって多少の差はありますが、体脂肪はどれも下がっていました。摂取させたのは、基礎食、基礎食に比べてカルシウムを多く含んでいるもの、中度乳製品摂取、高度乳製品摂取の4種類です。結果はカルシウムの多い、特に乳製品を含んだ食べ物を摂取したマウスの方が体脂肪は低下しました。この結果からすると、先ほどの上西先生のデータはもっともだと思えます。

これがどういう理由によるかについては、ティーガーデン先生は、副甲状腺ホルモンとかビタミンDによるものではないか、と考察しておられます。

東京通信病院の内藤周幸先生と筑波大学の鈴木正成先生が共同で、牛乳を飲んだ場合の体重の変化について、3カ月にわたりボランティアを使って計測しておられます。これを見ると、男性では1日に1000mL（実際にはほとんどあり得ない量）飲んだ人、600mL飲んだ人では体重はごくわずかに増えているようです。でも女性の場合は、600mLとってもほとんど変化は見られません。



400mL飲んだ人は多少増えているかなという程度です。

これは再度実験をしておられまして、そのときは女性で1000mL飲んだ人で54kgの体重が56kgくらいに増えています。600mLではほとんど増加は見られませんでした。男性の結果もほぼ同じです。

これらの実験結果は、牛乳は普通に飲んでいて太る食品ではないということを証明した実例として紹介しました。

以上のように、栄養摂取量は単なる食品の量ではなく、エネルギー当たりで考える必要があります。それには栄養素密度を利用すべきであるということ。そして栄養素密度が高い牛乳は、積極的に食事に取り入れた方が良く、そのために太ることはないことも実際の実験で確かめられている。そんなふうにご自身の講演の内容をまとめて終わらせていただきたいと思います。

### 質疑応答

**Q** 一般的に栄養素密度で気になるのはハンバーガーとかラーメンとかになった状態ですが、それらのバランスを一目で確認できる多角形のグラフなどはありますか？

**A** 栄養素密度は計算すればすぐ出ますが、100g当たりと同時に100kcal当たりの表も一緒に付いた食品成分表もあります。それを見れば、栄養素密度そのものはカロリー当たりのものは簡単に出せます。栄養所要量との比較は少々手間がかかる計算になりますし、性・年齢によって一時的に決まらないということがあります。

**Q** 栄養素密度という考え方は、海外ではどの国が重要視しているのでしょうか。

**A** はっきりとしたデータはありませんが、国際酪農連盟の会議ではよく取り上げられたりしています。欧米、特にヨーロッパではある程度この考え方を応用しているのではないかと思います。

**Q** 年齢差もあるとは思いますが、栄養補給の基礎として1日にだいたいどのくらいの量の牛乳を飲むのが理想なのでしょうか？

**A** 平均的な数値でいえば、日本人の平均牛乳消費量が現在、100mL程度ですので、それが200mLぐらいになれば統計的な意味でのカルシウムの摂取量の不足は満たすわけです。ただこれはあくまでも平均であり、吸収率の低下する高齢者にはカルシウムは800mgといった量をとった方が良い場合もあります。また欧米ではもっと高い所要量を設定しています。ただサプリメントに頼らず、食事によってカルシウムを補給するのであれば、日本人の場合、400mLくらいが望ましいのではないかと思います。

※掲載内容は、原則、開催当時のまま採録しています。また、講師の肩書も当時のまま掲載しています。

## 牛乳ダイエットは体脂肪を減らすか？

～減量中の若年女性における、4カ月後の体脂肪量およびウエスト測定結果～

辻学園 中央研究室 教授 広田 孝子 氏

ダイエットをする女性たちには、牛乳は「脂肪が多い」「カロリーが高い」というイメージで敬遠されることがあります。しかし、これは本当でしょうか。牛乳を通常の食事に組み込むことによる体重や体脂肪、筋肉の量の変化を調べた研究では、実は牛乳がダイエットに貢献するということが明らかになりました。今回は、辻学園中央研究室教授の広田孝子先生に研究の成果をご紹介します。

### 20歳代の女性は肥満が少なく、さらにやせたいと願っている

厚生労働省は毎年、国民栄養調査を行い、その結果を「国民栄養の現状」として発表しています。それによると、20歳代女性の肥満はここ20年間増えていません(図1)。飽食の時代で食費が安くなっており、20歳代の男性で見れば肥満が増えているという現状を考えれば、これは世界的に見ても優秀な傾向であるといえます。日本人の女性は、「やせなければ」という思いに熱心で、逆にやせの人が増えてしまっているのです。日本肥満学会では、BMI(体格指数)18.5未満がやせで、25以上は肥満と定めています。肥満は諸外国のように増えていませんが、やせが増えているのが心配です。

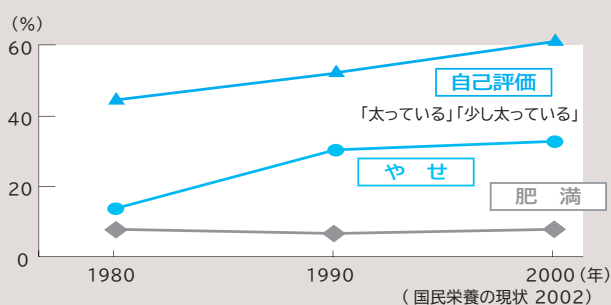
それにもかかわらず、自己評価では自分は「太っている」「少し太っている」と答えている人が6割もいます。これが日本女性の悲しい現実です。

同じ調査で20歳代女性のダイエット願望の有無を尋ねていますが、体重が標準の人でも、64%がやせなければと思っていますし、やせの人でも2割がやせたいと願っています。肥満の人では88%がダイエットしたいと答えました。われわれの調査でも、この数字が100%にならないのは、肥満の人はおおらかだからでしょう。

### 若いときからダイエットを繰り返すと、骨密度が低下する

ダイエットをすると体にどんな影響があるのか、骨

図1 20歳代女性の体型



密度を例に調べてみました。

本校の学生を対象に、ダイエットの経験がない人、ダイエットを1～2回したことがある人、3回以上した人とダイエットの回数によって分け、それぞれの手首近く(前腕遠位部)の骨密度を調べたところ、低骨密度者の割合は、ダイエットを3回以上した人ではダイエットをしたことがない人の2倍も多くなりました(図2)。

この調査対象者の平均年齢は20歳ですが、ダイエットを3回以上している人の5人に1人は50～60歳代の骨密度という結果には驚きました。

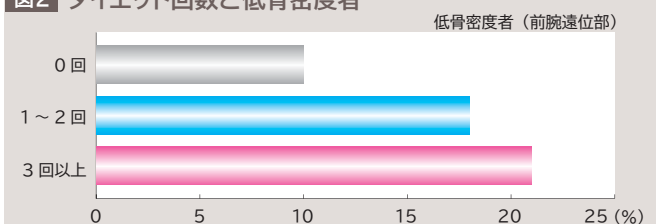
また、ダイエットを始めた年齢が早いほど、低骨密度者の占める割合が高いという結果も出ています。18歳以降ならばダイエットを初めてしても骨密度にさほど影響はありませんが、骨が成長する小学校高学年や中学時代からダイエットを始めた人は、低骨密度になる人が多くなっています。

中年女性(44～55歳)が減量したときに骨密度はどのように減少するかを調べた研究があります。減量した場合は、しなかった場合に比べて、腰椎では2倍くらい年間当たりの骨密度の減少率が高くなります。股関節の大腿(だいたい)骨頸(けい)部の骨密度も減量によってかなり減少します。40才代後半では骨を守る働きを持つ女性ホルモンがただでさえ減るため、自然に骨密度が減ってしまうのですが、減量がそれを一層加速させるのです。

### カルシウムを多くとると、体重の増加率が低くなる

このようなデータから、特に骨に多く含まれるカル

図2 ダイエット回数と低骨密度者





シウムと体重の変化に関係があるのではないかと推測できます。

海外の論文で、マウスに6週間、高脂肪食と高砂糖食を与えたときのカルシウムの量による体重の増加率の変化を調べたものがあります。それによると、0.4%のカルシウムが含まれた食事が基本ですが、1.2%のカルシウムを含む食事をとったマウスの方が体重の増加率が有意に低く、さらに2.4%を乳製品でとると体重増加がもっと抑えられると報告されています。

米国人における研究があります(図3)。肥満者を対象にしたものですが、カルシウムの摂取量が増えると体重を減らしやすくなるというデータです。ヒトのカルシウム摂取量と体重変化は負の相関があるということが示されたのです。

中高年の女性は加齢とともに骨密度が減りますから、私たちは栄養指導をするときに、「もっとカルシウムをとってください、カルシウムを手っ取り早くとるには、牛乳、チーズ、ヨーグルト、豆腐がいいですよ、小魚もいいけれど腸での吸収率が低いです」と、言ってきました。ところが、乳製品は太ると思われていたので、指導が難しかったのです。しかし、このデータから乳製品をとった方が、肥満の方の減量が成功しています。したがって、中高年女性が骨密度を減らさないために乳製品を安心してとってもらえるように考えるようになりました。

### 低脂肪牛乳を食前に飲む ダイエットで、体脂肪が減少

これまで述べてきたように、減量をすると骨まで軽くなることは私たちの研究でも分かっており、海外からも同様のデータが発表されています。また、体重の増加率とカルシウムの摂取量に負の相関があることが、ネズミとヒトのデータにおいて海外で報告されました。

そこで、私たちが興味を持ったのは、体重は減るとしても、その際の体組成変化はどうなるかということです。体重が減っても体脂肪が減らず、筋肉が減ってはいけません。そこで、カルシウムを増やしたとき、

体組成はどのように変化するか探るために、本校の学生に協力してもらいました。体組成はDXA法で体脂肪骨密度、体重などの変化を調べました。

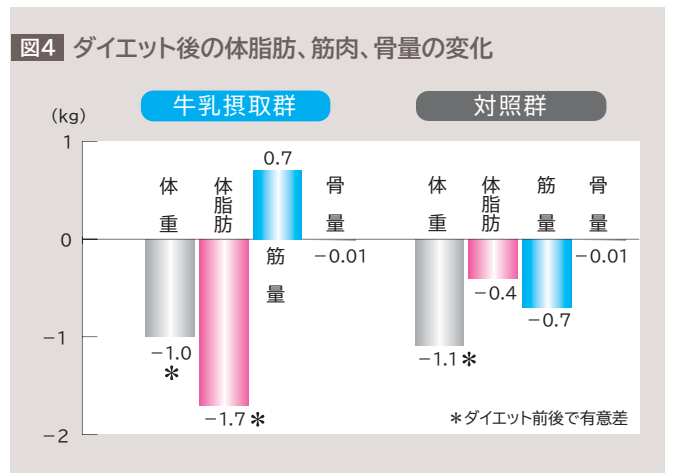
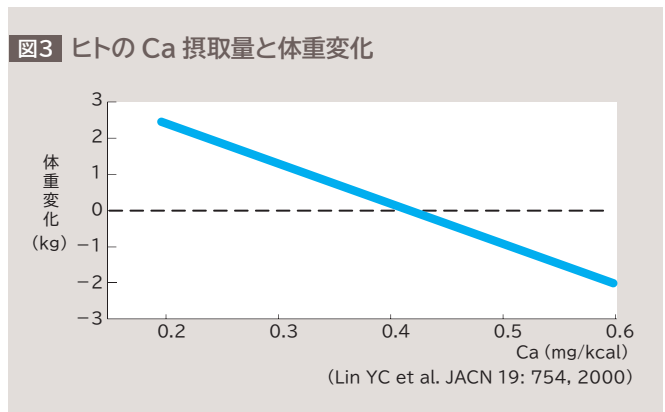
DXA法は、骨や脂肪、筋肉を体の部位ごとに分けて測れる方法で、国際的に最も信頼できる方法と考えられています。

体重と身長から割り出すBMIが昔から肥満や体重の研究に使われていますが、健康のためには体脂肪と筋肉の量のバランスが問題なので、より正確にDXA法による判定がすすめられます。ただ、この機械は高価で、医療機械として設置されます。私たちはこの機械により誤差は1%以内の精度で測定でき、少しの変化も正確に観察できます。私たちはスポーツサイエンスの分野にも利用しています。

今回の研究では2003年と2004年の4月に、新入生の中からダイエットしたい人を募り、ゴールデンウィーク明けから4カ月間ダイエットしてもらいました。新入生を選んだのは、まだ栄養や肥満に対する専門知識があまりなく、研究結果への影響が少ないと考えたからです。条件は食事と運動で無理なくダイエットをすること。3食をきちんと食べ、間食はしない、やせるためのサプリメントを使わない。ある食品だけを食べるのはやめる、そしてできれば100g単位で測れる体重計で毎日測定するようにと指導しました。食事や運動の記録をつけながら、自分の体重の変動を観察する行動修正療法を用い、自分自身をうまくコントロールしてゆく方法をとりました。栄養士の卵なので、運動や食事でのダイエットをし、脂肪や筋肉、骨の変動を見ていくのは良い経験、勉強にもなります。

対象者には男子学生もいましたが、ここでは4カ月間脱落せずにダイエットを終えた女子学生(40名)のデータを示します(図4)。平均年齢は23歳、BMI21.1と理想的な体重で、肥満者はおらず、やせに当たる人は2名いました。

実験開始前の体格を一定に、無作為に2群に分け、片方は1日200mLの(低脂肪)牛乳を食前に飲んでもらい、もう一方には牛乳を飲むことは何も言わず普通



にダイエットしてもらいます。牛乳摂取群に分類されたものの、牛乳を飲むのは嫌だという人がいたので、少し人が入れ替わっています。そして、血中コレステロール、尿酸値、血糖値の測定、骨密度や体組成分析をダイエット開始前と4カ月後に行い、体重、ヒップウエスト比、血圧はダイエット中1カ月ごとに計測しました。

4カ月後、牛乳摂取群22名も、対照群18名もともに体重は平均で約1kg減りました。骨量はマイナス0.01kgでほとんど変わっていません。体脂肪量は牛乳摂取群では1.7kgと体重以上に減り、対照群では0.7kgの減少と少ないです。また牛乳摂取群では筋肉が0.7kg増え、対照群では逆に筋肉が0.7kg減っていました。

つまり、対照群の減量1.1kgの中身は筋肉の減少によるものが多く、脂肪は半分くらいしか落とせていませんが、牛乳摂取群では体重は1.0kgと同じような減少ですが、脂肪は1.7kgと体重減少以上に大きく減り、しかも筋肉が増えていたことがわかります。牛乳摂取群で理想的なダイエットができたわけです。

ウエストの変化にも大きな差が出ました(図5)。牛乳摂取群では3.6cmの減少、対照群は1.1cmの減少で、同じくらい体重が減ったにもかかわらず、牛乳摂取群の方が、ウエストが引き締まったのです。

また、牛乳摂取群では拡張期血圧(最低血圧)も有意に下がりました。もともと対象となった学生たちの血圧は決して高くありませんでしたが、ダイエット4カ月でさらに下がったのには驚きました。牛乳摂取で血圧が下がるというのは海外で論文が出ていたので、日本人も血圧低下効果が期待できるようです。

低脂肪牛乳とはいえ、血中の脂肪が増えるのではとの懸念がありましたが、悪玉といわれるLDLコレステロールは牛乳摂取群もともに低下していました。

40名中、最も体重が落ちた人は牛乳摂取群に入っていた人で、もともと身長156cm、体重49kgと好ましいBMIでしたが、体脂肪量は多く、おなかも出ていました。それが4カ月で約5kgの減量で、体脂肪量は6.7kg落ち、筋肉は1.9kg増という素晴らしい結果となりました。彼女は低脂肪牛乳を食前に飲むほかに、ウォーキングと筋肉トレーニングを行い、満腹になるまで食べないように心掛けたようです。

図5 ダイエット後のウエスト、血圧、コレステロールの変化

	牛乳摂取群	対照群
ウエスト	-3.6cm*	-1.1cm
ヒップ	-1.5cm*	-1.4cm
最低血圧	-7mmHg*	-5mmHg
LDL-コレステロール	-1.2mg/dl	-1.9mg/dl

\*ダイエット前後で有意に減少

余談ですが、この調査では学生たちのウエストの測定に苦労しました。くびれているところがなく、どこを測ればいいかが分からないのです。BMIは20ぐらいと低いのですが、体脂肪率はDXA法で正確に測ると30%前後と、海外に比べてとても高い数字です。欧米では同年代の体脂肪率は25%前後です。例えば肥満ではない米国人は体重が少し重かったとしても、その分、筋量が多く、体脂肪は少ないです。

以上のデータをまとめますと、食前にコップ1杯の低脂肪牛乳をとると、骨量は減らさず、筋量を増やし、体脂肪量を効率よく減少させ、ウエストも引き締めます。また、LDLコレステロールや血圧の低下効果も期待できるということになります。

### スポーツ選手の体重と筋量の増加に練習直後の牛乳が役に立つ

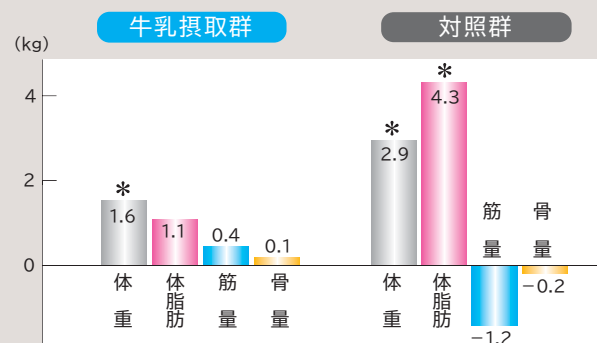
カルシウムによって体組成が変化することは分かってきたのですが、一方、筋肉を増やしたいスポーツ選手の場合に、これを利用することができるのではないかと考えました。

そこで、2001年に社会人のアメリカンフットボールの選手38名(男性)で、牛乳を飲んだ場合と飲まない場合で体組成にどのくらい変化が起こるのかを調べてみました。対象者の平均年齢は27歳です。BMIは25.8と肥満の範囲に入りますが、筋肉量は多く、また、ポジションによって異なりますが、より太らなくてはいけない人もいます。

身長、体重はすべて等しくなるように、牛乳を飲む群と飲まない群の2群に無作為に分け、合同トレーニングが始まるシーズン開始の時にDXA法で体組成を分析し、16週間後に再分析しました。各グループで牛乳を飲むのは嫌だという人や飲みたいという人が現れ、数人入れ替わっていますが、インフォームドコンセントを得ました。

条件は、牛乳摂取群のみ日常毎日500mL牛乳を飲み、さらにトレーニング直後にも500mLの牛乳を飲む

図6 運動選手における練習期間中の体組成の変化



\*練習期間前後で有意に変化

ということです。正確なデータを出すために、週3回の合同練習の時に冷たい牛乳を競技場まで持って行き飲んでもらいました。

その結果、牛乳摂取群25名は体重1.5kg、体脂肪量1.1kg、筋量0.4kg、骨量0.1kgの増加でした（図6）。これに対し、対照群13名は体重が2.9kg、体脂肪量が4.3kg増え、筋量は1.2kg、骨量は0.2kgの減少になりました。トレーニングの内容について私たちはわからないのですが、結果的に、脂肪だけがが増えて筋肉や骨量が減っているトレーニング結果になっています。

ハードな練習の後の疲労の蓄積度にも興味がありました。日本産業衛生学会による自覚症状調査票で比べてみたところ（図7）、身体的な症状、精神的な症状、神経感覚的症状の三つの症状で分類されますが、牛乳摂取群に身体的な症状の訴えが16週間で大きく減っていました。症状の合計では対照群はマイナス2.7ポイントでしたが、牛乳摂取群ではマイナス7.0ポイントとさらに疲労が大きく減少していました。

これまでスポーツトレーニング後30分以内に栄養補給をすると、リカバーが速いというデータがいくつもありますが、この研究でも牛乳摂取群は練習後タイミング良く牛乳を飲むと、タンパク質、ビタミン、ミネラル、水分を効率良く補給できたことが疲労度に大きく影響を与えたのではないかと思います。

また、運動直後、牛乳を飲んでいたので練習後のドカ食いを避けられたのでしょう。逆に対照群は極度の空腹感を満たすため、ラーメン定食のような糖質と脂質が多く、エネルギー過度の食事をとっていたと推測しています。

このようにスポーツ選手はトレーニング直後に牛乳500mLを飲むことで、急激な脂肪増加や筋量の減少を招かず、体重を増やすことが観察されました。

## 食事からのカルシウム増が 脂肪細胞内の脂肪合成を抑える？

では、なぜ牛乳が体脂肪の減少に関わるのでしょうか。定説はまだありませんが、これまでのいろいろなデータから考察してみました。

食事中のカルシウムが増えると、恐らく血中の副甲

状腺ホルモン（PTH）や、 $1\alpha,25(\text{OH})_2\text{D}_3$ と呼ばれる活性型ビタミンDなど、カルシウムの代謝のためのホルモンが減少します。血液中でこのようなホルモンが下がりますと、細胞内に入るカルシウムの量がわずかですが減ります。当然、脂肪細胞内でもカルシウムが減るわけで、そうすると脂肪の合成能力が落ちます。脂肪の分解が促進されます。これらの結果として体脂肪が落ちることになるわけです。これらの経路は試験管内や細胞培養、遺伝子を使った実験によって明確に示されています。

なお、動物実験ではカルシウムをとると熱産生が活発になり、エネルギー消費が増えることが分かっています。ヒトでもカルシウムをとる人は体温も上がるというデータが出ており、エネルギー代謝を上げることでダイエット効果が高まる可能性も考えられます。

## 質疑応答

**Q** 牛乳成分におけるカルシウムが、脂肪減量や筋量、骨量の増加に役立つことは分かったのですが、他のカルシウムではどうでしょうか？

**A** カルシウム剤など単体で摂取するよりも、牛乳やヨーグルト・チーズなどの乳製品の方が、より大きな効果が出ています。これは海外の研究などでも明らかにされています。乳製品の中のどの成分が、カルシウムに対してより効果的な作用をもたらすかはまだ明らかではありません。

**Q** 今回の実験では、1日200mLの低脂肪乳を摂取することで効果を得ているようですが、普通牛乳ではどうでしょうか？またカルシウム面から見た1日の摂取量での理想はどれくらいでしょうか？

**A** ダイエットの時は、できるだけ摂取カロリーを落とすことが原則です。普通牛乳を摂取した場合の結果は、これから発表されるでしょう。将来、誰でも起こりやすい骨粗鬆（そしょう）症を予防するには、1日800mg以上のカルシウム摂取が必要です。そのためには、毎日1杯の牛乳（200mL）、チーズ（20g）、ヨーグルト（100g）は最低限必要となります。

図7 練習期間後の疲労度の変化

（日本産業衛生学会による自覚症状調査票による）

	牛乳摂取群	対照群
身体的症状	-2.9*	-1.1
精神的症状	-2.1	-0.7
神経感覚的症状	-2.0	-0.8
疲労度合計	-7.0*	-2.7

\*対照群と有意差

※掲載内容は、原則、開催当時のまま採録しています。また、講師の肩書も当時のまま掲載しています。

# 成人女性のカルシウムおよびビタミンDの摂取と骨の健康

～最新エビデンスから見た、日本人の骨粗鬆症予防～

新潟大学大学院医歯学総合研究科 助教授 中村 和利 氏

日本人の大腿骨(だいたいこつ)頸部(けいぶ)骨折はこの15年間で2倍以上と、人口の高齢化とともに骨粗鬆症の一層の増加が予想されます。今回は、骨粗鬆症の重要な要因の一つである栄養と骨について長年研究されてきた新潟大学大学院医歯学総合研究科助教授の中村和利先生に、日本の成人女性のカルシウムなどの摂取が骨に及ぼす影響について、最新のエビデンスを基にお話しいただきます。

## 骨粗鬆症に関する 国際的な比較研究は少ない

私は新潟大学で予防医学、公衆衛生学を研究しています。何とか病気を予防したいという視点から栄養学に関わっています。本日は予防医学の視点から、骨粗鬆症について、お話ししたいと思います。

骨粗鬆症とは骨の量が減る病気で、骨がスカスカになっており、転倒のような日常生活の中で起こる弱い衝撃で簡単に骨折が発生してしまうような、骨の強度が弱くなった状態です。骨折の中でも、後で述べる背骨の骨折(腰椎骨折)と脚の骨折(大腿骨頸部骨折)が重要視されます。

骨粗鬆症を国際比較すると、日本人の特徴が見えてきます。欧米の白人では骨折罹患(りかん)率が日本

人よりも高く、特に大腿骨頸部骨折が多くなっています。日本人に関しては十分な情報はありませんが、腰椎圧迫骨折が多いのではないかとわれています。

カルシウムの摂取量は日本と欧米では開きがあります。日本では食事摂取基準で、2004年までは1日600mgとることが推奨され(注:現在は年齢別に細かい基準に改訂された)、それが達成されていませんが、欧米の白人では1200mgとることを勧められています。カルシウムの吸収に関係するビタミンDは日本人の方が多く摂取していると考えられています。

## 骨粗鬆症が引き起こす 腰椎や大腿骨の骨折が問題

骨粗鬆症で骨折する人は増えています。

新潟県全体の大腿骨頸部骨折発生数のデータを見ると、1985年には677例発生しています。1999年には1697例にも増加し、高齢化率を考慮して予想された骨折数よりも、実際の骨折数が増えています(図1)。

骨粗鬆症は年代に応じた予防の戦略があります(図2)。将来骨が減る前に10代のうちから骨の量を増やして最大骨量を獲得し、20代~40代でその骨量を維持、特に女性では女性ホルモンの減少によって骨量が低下しやすくなる50代以降に骨量の低下を阻止し、骨量の減少の度合いは少なくなるものの、骨折が増える70代以降は転倒・骨折を予防する、という目標です。

骨粗鬆症で問題になるのは骨折の増加で、特に腰椎と大腿骨頸部を骨折すると活動度が落ち、ADL(日常生活動作)、QOL(生活の質)が低下します。そして、医療費や介護費用が増加します。だからこそ、予防が大切といわれるのです。

骨粗鬆症のリスク要因としては、まず女性ホルモンの減少や閉経、加齢、遺伝といった体内の要因が挙げられます。中でも遺伝の影響は強く、骨密度でいえば、少なくとも50%は体質に関連するといわれています。

外部要因としては運動不足、カルシウム、ビタミンD、Kといった栄養の不足があり、ほかに喫煙や飲酒などの生活習慣も関係しています。

図1 大腿骨頸部骨折発生数は増加している

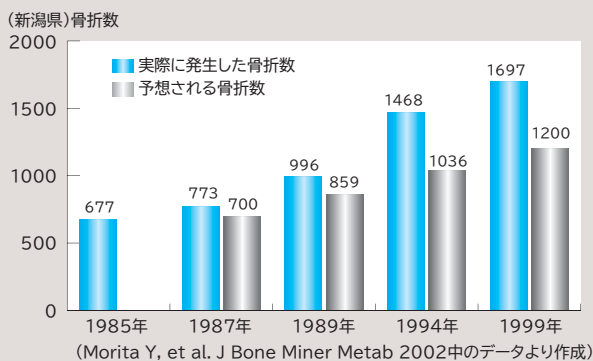
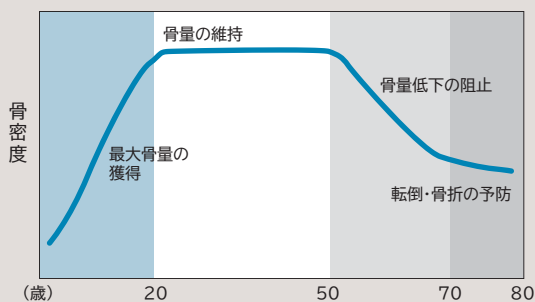


図2 骨粗鬆症予防の戦略



骨粗鬆症の研究を始めるに当たり、私はどの分野からアプローチしようかと考えました。遺伝に関しては既に多くの方が研究していましたが、栄養に関しては、カルシウム、ビタミンDは関係するとされているものの、科学的な根拠が見つからず、そこで8年ほど前から研究を始めたのです。

## カルシウム摂取量の調査は手間がかかる

では、日本人はどれだけカルシウムをとっているのでしょうか。

実はカルシウム摂取量の調査は難しく、そのためにカルシウムと骨粗鬆症の研究が進まないのです。

国民栄養調査では、食材を測ってもらい、その栄養価を測定する食事秤量法を採用しています。この方法は精度が良く、国民全体の平均を知ることができますが、ある1日分だけの摂取量を見るので、1人の人の毎日のばらつきは反映されません。

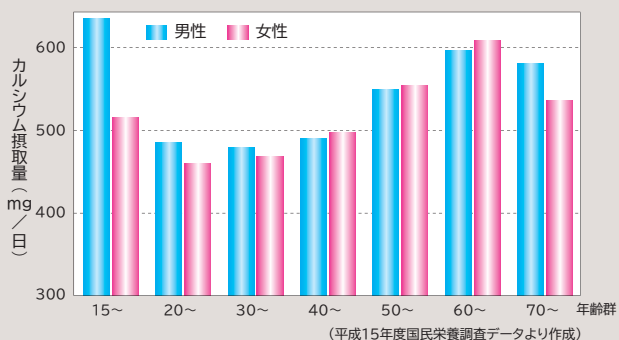
それから、食物の大きさと摂取頻度を聞き取る方法がありますが、これは思い出して話す内容からデータを作るので、精度が落ちます。

別の方法として、陰膳法(かげぜんほう)があります。陰膳は亡くなった人の分も食事を作ってお供えする習慣ですが、このように普段食べているものをもう一人分作ってもらい、これを分析する方法です。かなり正確ですが、手間がかかり、大規模に参加者を集めることはできません。参加者は依頼した人数の5割以下になるのが普通です。

このように、ふだんとっているカルシウムの量を知るのはとても大変です。

国民栄養調査の最新のデータでは、男女とも60歳は600mg近くとっていますが、若い人は450mg程度で60代の人の3分の2くらいしかとっていません(図3)。日本人にとって、カルシウムは必要量に達していない栄養素なのです。一方、ビタミンDも60代は多くとっており、やはり若い人では低くなっています(図4)。

図3 日本人のカルシウム摂取量



私自身も栄養調査を行いました。食べている物を実際に見たいと考え、陰膳法を採用しました。

対象は、新潟市豊栄長浦地区という農村地帯に住む中高年女性です。200人に声をかけましたが、参加してくださったのは53人で、平均年齢は68.2歳でした。

平日の1日の全食事を、おやつも含めて買い取り、食事時のカルシウム、リン、ナトリウム、カリウム、タンパク質、ビタミンDのほか、骨が作られるときに出る物質オステオカルシン、骨が吸収される(壊される)ときに出る物質デオキシピリジノリン(DPD)などを測定しました。

この方たちは和食中心で、野菜をたっぷりとり、牛乳もよく飲んでいることが分かりました。カルシウムの摂取量は670mgで、そのほかの栄養素のバランスもよくとれています(図5)。ただ、こういった調査に参加してくださるのは元気な方たちですし、この方たちが日本人の代表とはいえないかもしれません。この調査を通じ、カルシウム源として、小魚、小松菜などの野菜は毎日とりにくいのですが、牛乳、豆腐や納豆はカルシウムの摂取量を毎日確保するのに役立つことが分かりました。

## 科学的根拠に基づき、骨粗鬆症対策を見直す

次に、カルシウムと骨の健康に関するエビデンスについてお話しします。

図4 日本人のビタミンD摂取量

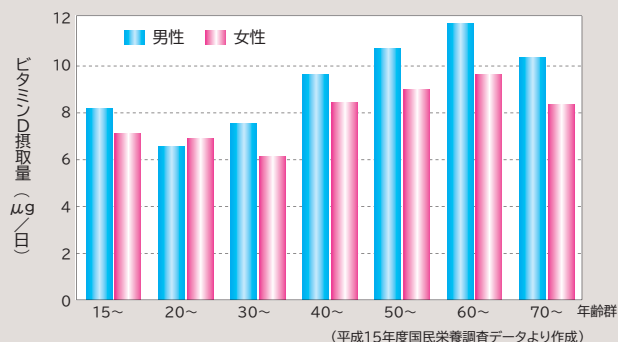


図5 新潟市豊栄長浦地区の中高年女性のカルシウムなどの摂取量

	平均値	範囲	目安量
カルシウム(mg/日)	670	210~1278	650~700
リン(mg/日)	1019	430~2099	900
カルシウム/リン比	0.51	0.28~0.78	-
食塩(g/日)	10.5	3.4~21.5	-
カリウム(mg/日)	2752	840~5738	1600
タンパク質(g/日)	65.2	25.4~133.1	50*
ビタミンD(μg/日)	9.9	0~39.05	5

\* 推奨量

(Nakamura K, et al. Nutrition 2003)

骨の健康状態を評価するには、大腿骨頸部骨折、腰椎圧迫骨折といった骨折の発生を調べるのが一番です。また、よく知られているように、骨密度、つまり骨にカルシウムが多いか少ないかを調べるのもいい方法です。

さらに、骨の質を知ることができればいいのですが、その方法はまだ十分に開発されていません。現在、骨が新陳代謝する際に出てくる物質（骨代謝マーカー）が一つの目安になっています。先ほどの豊栄長浦地区の調査では、カルシウムの摂取量が多いほど、骨が吸収されているときに増える尿中デオキシピリジノリン（DPD）が少ない、つまり骨が減りにくいという相関が出てきました（図6）。まだ少ない人数での研究で、十分ではありませんが、弱い証拠を得ることができました。

さて、エビデンスとは「科学的根拠」のことです。このエビデンスという言葉は、主にヒトに対する研究における客観的なデータに使います。例えば、動物実験の結果は科学的で客観的なデータですが、臨床現場ではふつうエビデンスとは呼びません。

エビデンスには研究方法によって、科学的な証拠として強い、弱いといったレベルがあります（下記、Iが最も強く、順に弱くなる）。

- 介入
  - I システマティックレビューかメタ分析
  - II 無作為化臨床試験（くじ引き試験）
  - III 非無作為化臨床試験
- 観察
  - IVa コホート研究（縦断研究、追跡研究）
  - IVb 症例対照研究
  - IVc 断面研究
  - V 症例報告
  - VI データに基づかない見解・記述

エビデンスとして強いのは、ヒトに対する介入研究の一つである、IIの無作為化臨床試験（くじ引き試験）です。薬ならば、無作為に分けた二つのグループに片方は本物の薬を、もう一方には同じ形状で薬の成分が入っていないものを飲ませるといったものです。

IIとIIIの無作為割付があるのとならないのでは、データの

評価が大きく異なります。例えば、カルシウムを多くとる人はよく運動するといった別の要素が絡んでくる可能性があるため、純粋にカルシウムの影響を調べるには、カルシウムの摂取量だけで、無作為にグループ分けをする必要があるのです。

介入ではなく観察として代表的なのが、多くの人を対象として追跡するIVaの縦断調査です。1000人単位、1万人単位を対象に、例えばカルシウムの摂取量の多い人、少ない人をあらかじめ把握し、その後10年間に骨折する人の割合を調べる、といった方法です。

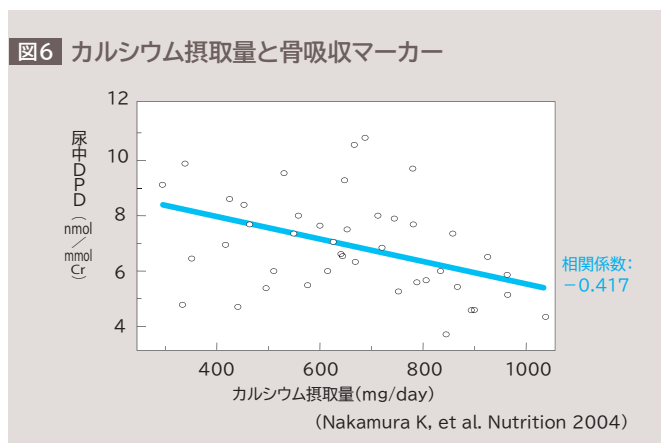
さらに、一つの研究の結果は「偶然にそのような結果になった」ということもあり得るので、あるテーマに関する全ての研究を総括するIのシステマティックレビューやメタ分析が最もエビデンスとしては強いとされます。

昨年、近畿大学医学部公衆衛生学教授の伊木雅之先生を中心に、私も含めて、データベースから、骨粗鬆症予防に関する論文をレビューし、その結果を『地域保健におけるエビデンスに基づく骨折・骨粗鬆症予防ガイドライン』という1冊の本にまとめました。このような方法で病気の原因と結果を明らかにするのが、世界の潮流になっています。

さらに、この本ではエビデンスに基づいて対策を推奨するときにも、その強さのグレードが下記のように分けられています。

- A 行うように強く勧められる  
（レベルIのエビデンスが少なくとも一つある）
- B 行うよう勧められる  
（レベルIIのエビデンスが少なくとも一つある）
- C1 行うことを考慮してもよいが、十分な科学的根拠がない
- C2 科学的根拠がないので、勧められない
- D 行わないよう勧められる

このような考え方に基づいて、骨粗鬆症の薬物療法の骨折予防効果がランク付けされた結果を紹介します（図7）。世界保健機関（WHO）の『Technical Report



**図7 薬物療法の効果 ～エビデンスによるランク～**

WHO Technical Report 921(2003)

薬 剤	骨密度	椎骨骨折	非椎骨骨折	大腿骨骨折
カルシウム	A	B	B	D
カルシウム+ビタミンD	A	-	A	A
ビスホスホネート	A	A	A	A
エストロゲン	A	A	A	A

A:十分なエビデンス B:対象人数が少ない C:結果が一定しない D:臨床観察からの結果

921』（2003年発行）から、重要な部分だけ抜き出したものです。カルシウムだけで骨密度を維持する効果はありますが、骨折に効くかどうかはエビデンスが少し弱く、カルシウムとビタミンDを併用すると骨密度と骨折ともに効果があることになります。なお、WHOはカルシウムは骨折予防に重要と位置付けています。

また、骨吸収を止める薬であるビスホスホネートや女性ホルモンのエストロゲンの服用はエビデンスが十分あることが明らかになっています。

次に、「閉経期女性に対するカルシウム摂取の増加は骨密度維持に効果があるか？」というテーマで、全世界の21のくじ引き試験の論文のシステマティックレビューをしてみました。

それによると、使われているカルシウムのサプリメントの量は1日約1000mgで、20のくじ引き試験を基にレベルIのエビデンスがあり、効果があると分かりました。特にカルシウム摂取量700mg以下の女性でカルシウムサプリメントが有効でした。

そこから導かれる対策は、カルシウムサプリメントの含有量が1000mgであれば、骨密度維持に有効ということです。

もう一つ、「高齢女性に対するカルシウムサプリメントは、骨折予防に効果があるか？」というテーマでも、15のくじ引き試験のシステマティックレビューを行いました。

そこからは、1日400mg以上のカルシウムサプリメントによって、10～20%骨折を予防する傾向が見られました。統計的には証明できませんでしたが、予防できそうだという結果です。

また、別の六つのくじ引き試験からは、1日にカルシウム1000mgとビタミンD20 $\mu$ gのサプリメントを併用すると、より多くの骨折を予防することが明らかになりました。

これらの結果から、カルシウムサプリメント1000mgによって10～20%の骨折の予防が可能になり、ビタミンDのサプリメント（20 $\mu$ g）を併用すると、より大きい効果が得られることが分かりました。また、その他の研究の結果から、食事からのカルシウム摂取が1日800mg以上であれば骨折予防に有効であることが示唆されています。

食事からのカルシウム摂取と高齢者の骨密度または骨折との関係を調べたエビデンスレベルの高い研究は、日本ではほとんどありません。ですから、私たちのような予防医学の研究者が取り上げなくてはならないテーマであると考えます。

ただ、くじ引き試験は倫理的な手続きが複雑で、すぐには実施できません。そこで私たちのグループは現在、「栄養と骨粗鬆症性骨折に関するコホート研究」「栄養と骨密度低下に関するコホート研究」という二

つのコホート研究を行っています。この成果は5年以内にご紹介できると思います。

なお、ビタミンDに関する研究は先ほどの豊栄長浦地区の高齢者のデータがあります。日本の摂取目安量は1日5 $\mu$ gで、欧米の推奨値は10 $\mu$ gですが、この地区の高齢者は冬季で9.9 $\mu$ gとっていました。これはビタミンDが多いサケや青魚をよく食べることが関係していると思われます。なお、きのこにもビタミンDがありますが、とる量が少ないので、影響がないことが明らかになりました。

### 高齢者より若い女性の方が骨の健康が問題になっている

私たちは若年女性のカルシウム摂取と骨密度も調査しています。対象は20～24歳の看護系女子大学生106人です。150人の学生のうち7割が参加してくれたので、データとしても良いものになりました。

平日の連続3日間の全食事を提供してもらった陰膳法で、食事中のカルシウム、リン、ナトリウム、カリウム、タンパク質と血液中のビタミンD、腰椎と大腿骨頸部の骨密度などを調べました。

カルシウムの摂取量は非常に少なく、400mgもとっていません（図8）。タンパク質も少なめです。この9回の食事のうち、3分の1の対象者は1度以上欠食しており、6割以上が牛乳・乳製品を全くとっていませんでした（図9）。カルシウムの摂取量が少ないのは牛乳を飲まないのと関係していると考えられます。

図8 若年女性のカルシウムなどの摂取量

	平均値	範囲	目安量
カルシウム(mg/日)	380	66～990	700
リン(mg/日)	649	249～1209	900
カルシウム/リン比	0.431	0.19～0.96	—
食塩(g/日)	6.3	2.1～14.9	—
カリウム(mg/日)	1108	281～2393	1600
タンパク質(g/日)	41.7	20.2～76.9	50*
*推奨量	(Ueno K, et al. Tohoku J Exp Med 2005)		

図9 欠食、牛乳乳製品摂取の頻度

(回数)	0	1	2	3	4	5	6
欠食	70 (66.0%)	16 (15.1%)	10 (9.4%)	8 (7.6%)	0 (0%)	2 (1.9%)	0 (0%)
牛乳	66 (62.3%)	21 (19.8%)	8 (7.6%)	7 (6.6%)	4 (3.8%)	0 (0%)	0 (0%)
乳製品	23 (21.7%)	22 (20.8%)	18 (17.0%)	20 (18.9%)	12 (11.3%)	6 (5.7%)	5 (4.7%)

(Ueno K, et al. Tohoku J Exp Med 2005)

また、カルシウム摂取量と骨密度の関連性は、腰椎でははっきりしなかったのですが（図10）、大腿骨頸部では相関が明らかになりました。カルシウム摂取の少ない若年女性は大腿骨頸部骨密度が小さかったのです（図11）。豊栄長浦地区の高齢者と比べると、若い女性の方が骨の健康問題が大きいといえそうです。

最近、個々人の遺伝子の違いと病気の発症の関連が研究されるようになってきました。ヒトの遺伝子は99.9%は同じ配列ですが、残りの0.1%の違いで、病気の発症に差が出ると考えられているのです。

現在、この女子大学生を対象に、遺伝子の差による骨密度の差があるかどうかを調べています。相関が分かれば、個人の遺伝子の差によってカルシウムの摂取量を変えるといった、オーダーメイド予防につながるのではないかと期待しています。骨粗鬆症の予防には、エビデンスのレベルの高い研究が不可欠です。日本でも、くじ引き試験をいずれは行いたいと考えています。ライフワークとして、カルシウムと骨の問題を解決しようと強い決意で臨んでいます。

図10 若年女性のカルシウム摂取量と腰椎骨密度の関連性ははっきりしない

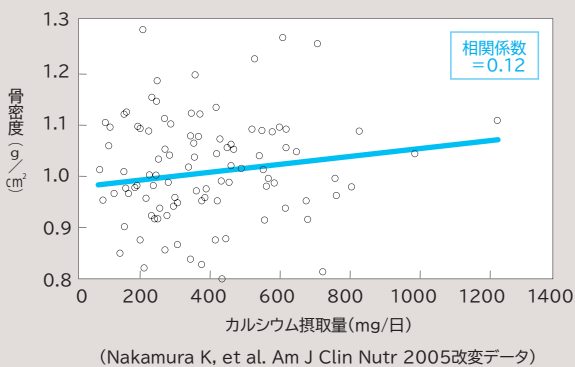
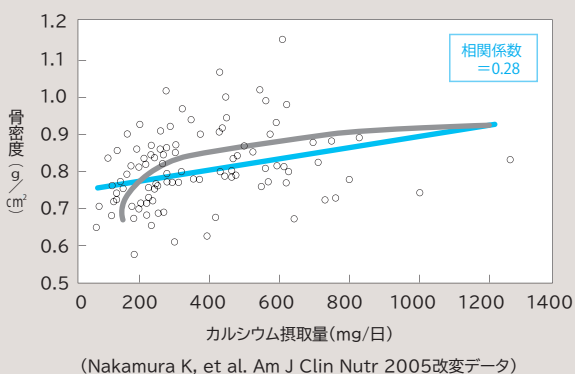


図11 カルシウム摂取の少ない若年女性は大腿骨頸部骨密度が小さい



**Q** 若い女性のカルシウム摂取量が少ないそうですが、今の若い方が50～60代になったときの骨粗鬆症のなり方はどのように予想されますか。

**A** 簡単に言うとそれは「予想できません」というのが答えです。ですが、若い時にカルシウムをたくさんとって“貯金”しておくことが重要だといわれています。それがもともと低いのであれば、非常に早く骨折の危険領域に入るのは間違いのないと思います。

**Q** カルシウム摂取量が少ないと骨密度は低いのですか。

**A** その通りです。関係性が出ないという報告もありますが、これは測定方法が悪いためにカルシウムを評価できていない研究が多いことが原因と思われます。今回、若年女性の大腿骨頸部の調査で、カルシウム摂取量が少ない人は骨密度が低いという関係性を非常に客観的に示すことができました。

**Q** 骨密度には運動の影響もあるのでしょうか。

**A** そうですね。小中学生時代の運動が影響するというのは間違いのないことです。高齢者ですと、若い人のように運動する人・しない人がはっきりしません。むしろ寝たきりであるか、外出をするかなど、ADLが関連しています。高齢者に関してはまだはっきりしたデータがありませんので、5年後の中間発表と一緒に出そうと考えています。

※掲載内容は、原則、開催当時のまま採録しています。また、講師の肩書も当時のまま掲載しています。



## 肌の乾燥、くすみ、キメへの牛乳・乳製品の効果

～12週間の摂取で各年代の気になる点が改善～

よしき皮膚科クリニック銀座 院長 吉木 伸子 氏

肌の乾燥、くすみ、キメの粗さは女性の大きな悩みになっています。このほど、牛乳・乳製品を12週間摂取することで、これらの点が改善するという報告が出ました。美容皮膚科の頼れるお医者さんとして知られる、よしき皮膚科クリニック銀座院長の吉木伸子先生に研究成果をお話いただきます。

### 食事や生活リズムの乱れが肌の悩みにつながっている

私は東京・銀座で美容皮膚科を開業しています。20代、30代の女性を中心に毎日100人以上の患者さんの相談を受けますが、ニキビが一番多い悩みで、しみ、しわを治したいという要望もよくあります。

肌の悩みですから、化粧品などで直接外から治したいという要望が多いのですが、聞いてみると食事のバランスが悪かったり、生活のリズムが乱れていたりします。働く女性が増えていることも関係すると思うのですが、どう見てもそれが肌に表れているようなのです。

生活面で気をつけていることを尋ねると、最初に「野菜をとっている」「ビタミンCをとっている」という答えが多く、さらに野菜は何をとっているのかについて聞くと、「コンビニエンスストアのサラダ」「野菜ジュース」などと返ってきます。そういうものだけでは十分なビタミンはとれない、サラダは体を冷やすので肌に良くない、とお話します。若い女性は野菜をとるように気をつけていますが、食事はサラダとパン、おにぎり、パスタというように炭水化物に偏り、タンパク質が足りません。タンパク質が肌を作ることも伝えるようにしています。

次によく挙げられるのが「お風呂で半身浴をしている」ということで、この二つに8～9割の女性の答えが集約されるようです。お風呂で体を温めるだけで皮膚の代謝が上がるわけではないと話しています。

### “三大肌の悩み” 毛穴・しみ・しわの原因は誤解されている

女性の肌の悩みを見てみると、20代は毛穴の開きを訴えます。毛穴のケアはここ4～5年のブームで、雑誌などでもよく取り上げられています。哺乳類には毛穴が必ずありますし、目立たない方がきれいというのは分かりますが、毛穴のない人はいません。

30代でも毛穴を気にする人は多く、そこにしみが加わります。40代に入ると、さらにしわが加わります。「毛穴・しみ・しわ」が女性の“三大肌の悩み”です。

これらの悩みの原因について、「毛穴が開くのは汚れが詰まるから」「しみは日焼けによる」「しわは乾燥が原因」と考えている人がほとんどです。

これは合っているのかどうかを皆さん考えてみてください。

「毛穴が開くのは汚れが詰まっているから」というのは、△です。毛穴では皮脂が24時間分泌されていて、皮脂が詰まっているわけではなく、また、それによって毛穴が開いているのではありません。10代のときに比べると、20代、30代と年齢を重ねると毛穴が広がってしまっていますが、これは洗い方が悪くて汚れが残っているのではなく、毛穴の周りを支えている皮膚の真皮層のコラーゲン線維が老化して、少しずつ緩んでいるからです。もともと毛穴の大きさには個人差があって、10代でも開いている人もいます。毛穴から汚れを吸い出せば毛穴が閉じると思っている人が多いのですが、そうではないのです。

「しみは日焼けでできる」は△で、あながち間違いではありません。ただ、紫外線に当たってメラニンができて、それがしみになるというものでもない。海で真っ黒に日焼けする経験は30代になるとなくなります。それでもどんどんしみが増えてくる。それはなぜかという、肌の代謝が落ちていることが挙げられます。また、紫外線は日焼けしたその場でメラニンを作るだけでなく、慢性的に皮膚に対して傷害を与えています。紫外線によって活性酸素が発生して、DNAレベルで肌の構造全体を損傷し、しみだけでなく、すべての肌老化を進めて、究極的には皮膚がんになることもあるのです。

「しわは乾燥でできる」というのは×です。乾燥は角質層の中の水分が少ないことを指し、角質層の水分が30%より上であれば肌が潤っている、それ以下であれば乾燥肌といいます。0.02mmの角質層の中の水分が多いか少ないかでしわが増えたり減ったりしているわけではありません。目元の小じわのようなレベルになると、乾燥ではなく、真皮層のコラーゲンが弾力を失っています。コラーゲンに弾力があれば肌がたわんでもまた戻りますが、古くなったゴムが弾力を失うよ

うに加齢によって表情じわができ、戻らなくなってしまいます。

このように、みなさんが思っているほど、外的な要因で肌のトラブルが起こっているわけではないのです。

肌の生まれる仕組みを簡単に見ておきましょう。図1は表皮から角質細胞の部分です。皮膚の表面は毛細血管から酸素と栄養をもらっています。表面より少し下の血管が密集している部分で栄養と酸素のやりとりがあり、表皮の細胞が生まれ変わります。そしてだんだん表皮に向かって上がっていき、最後は垢（あか）となつてはがれ落ちます（ターンオーバー）。ターンオーバーは赤ちゃんのときが一番盛んで、大人になると皮膚代謝が遅くなり、いろいろなダメージが重なります。

もっと深い真皮の部分（図2）では、カイコが糸を吐き出すように線維芽細胞がコラーゲン線維を作り出します。線維芽細胞は生きていますが、コラーゲンは生きているものではありません。真皮のレベルでは細胞はターンオーバーしているわけではなく、およそ2～6年のサイクルでゆっくり生成・分解し、入れ替わるといわれています。そのペースもだんだん落ちていき、40代以降になると新しいコラーゲンがあまり生まれてきません。

次に、毛穴が開くのは、周りを支えているコラーゲン線維が緩み、毛穴を支えられなくなるためです（図3）。みなさんが毛穴に詰まっているとおっしゃるのは皮脂と皮膚から剥離したものが一緒になった角栓です。角栓を取っても毛穴は閉じません。毛穴の開きは残念ながら、コラーゲン線維が傷んでいるということなのです。

特に誤ったダイエットをした人は10代でも毛穴が開いてしまうことがあります。それはタンパク質をとら

ないためにコラーゲン線維が足りなくなるのと、ホルモンバランスが乱れてコラーゲンが減るためです。

また、タバコを吸っている人は若くても毛穴が開いているという印象があります。喫煙によって皮膚に栄養が行かなくなり、皮膚の代謝が妨げられ、コラーゲン線維が足りなくなって毛穴が開きます。

意外なことかもしれませんが、紫外線もコラーゲンを傷めるので、毛穴が開くのです。コラーゲン線維はゴムのようなもので、日なたに置いたゴムがボロボロになるのと同じです。

次に、しみはなぜできるか、です。みなさんがご存じのように紫外線が当たるとメラノサイトがメラニンを作ります（図4）。紫外線がなくなってもしみが残るのは、たくさんできたメラニンの一部が残っているとされていますが、必ずしもそうではありません。非常に初期の目に見えるか見えないかぐらいのしみはそうかもしれませんが、しみのほとんどは医学的にいうと老人性色素斑です（図5）。老人性色素斑ではメラニンが増えてだけでなく、皮膚を拡大してみると表皮構造が変化しています。表皮構造が下に増殖して角質層も厚くなっており、角質層にはメラニンがたくさん含まれているので、しみが目立つわけです。これは元に戻すことができません。初期のレベルでは美白化粧品は有効ですが、はっきりと出てきたしみが消えることがないのはそういう理由です。これが進むとしみがイボ状に盛り上がり、やがて豆粒状になります。さらに進むとがんになることがあります。ですから、体の中から代謝を高め、抗酸化力をつけることがしみの対策になるのです。

しわは真皮層のコラーゲン線維の弾力がなくなり、落ち込んだ皮膚が元に戻らなくなっている状態です（図6）。美容業界では、非常に初期のちりめんじわは乾燥によってできているとしていますが、本当に乾

図1、2 肌の生まれる仕組み

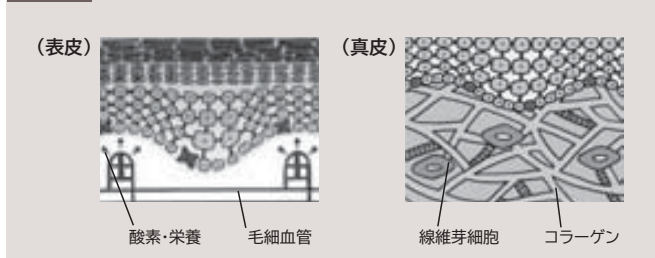


図4、5 しみはなぜできるか

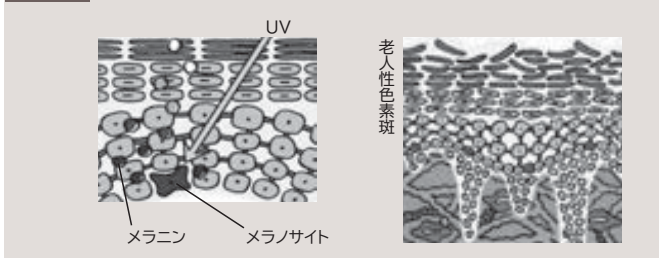


図3 毛穴はなぜ開くか

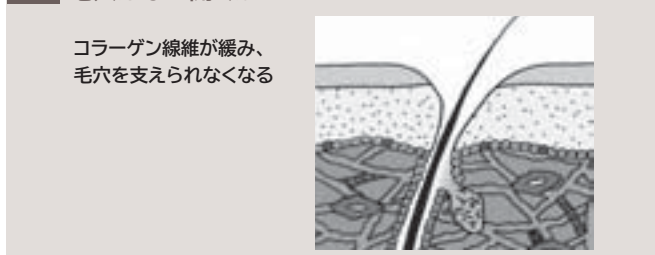


図6 しわはなぜできるか



燥によってできているのならば、お風呂上がりに消えるので、見分けることができます。お風呂上がりでもうっすら残っているのは、コラーゲン線維の弾力低下が理由のしわです。

今まで述べたことをまとめると、毛穴の開きはコラーゲン線維の弾力低下、しみは日光の慢性刺激による皮膚構造の変化、しわはコラーゲン線維の弾力低下が原因で、いずれも体の中からのケアがないと予防できません。

## 牛乳・乳製品の摂取で、肌の悩みが改善

牛乳・乳製品をとることで肌に変化が出るかどうかを見るために、20~40代の女性100名に12週間毎日、牛乳・ヨーグルト・チーズをどれでも自由に1日3品摂取してもらいました(3-A-Day)。このようなモニター調査でははっきりした結果が出るのが少ないのですが、今回は良い結果が出て驚きました。

年代別に目の下の水分量を測定したところ、20代で有意に水分量の変化が出ました(図7)。12週間という限られた期間では、皮膚の代謝が良い、若い年代で変化が大きく出るということです。写真(図8)を見ると、格子模様がくっきりと表れている、キメが整った代謝の良い肌になっていることが確認できました。

30代でも有意に水分量の増加が認められます(図9)。写真(図10)の左側のように、一方向に流れているのは荒れている状態で、見た目にもしわっぽく、くすみがあって、化粧ののりが悪くなります。キルティングのように編み目がふっくらと出ている状態が良い肌で、右側はそうなってきました。

40代になると、キメがだんだん粗くなるのですが、牛乳・乳製品の摂取によって改善しました(図11、12)。

この試験では、美容診断家による視診もあわせて行いました。美容診断家は、被験者が牛乳・乳製品をとっているかどうかという情報を得ていない状況で診ています。牛乳・乳製品をとっている女性では、しみ・そばかすが改善したのですが(図13)、その理由は文献で調べてもはっきりしません。これから研究されるべき分野といえるでしょう。

くすみも改善しました(図14)。くすみは新陳代謝と関係しているので、ある程度想像がつかます。徹夜明けに肌がくすんでいると感じますが、これは新しい細胞が生まれず、表面に垢がついている状態です。ちゃんと栄養をとることがくすみの改善につながります。

被験者本人たちのアンケートでは、ハリや柔らかさ、潤いが増した、化粧ののりがよくなったと実感しています(図15)。

## 牛乳にビタミンAが多いことは意外と知られていない

では、牛乳・乳製品にどんな栄養があるのでしょうか。牛乳1本200mLで成人女性の食事摂取基準のどのくらいの割合が満たされるかを見ました(図16)。

エネルギー量は6.7%で、エネルギー量の多さを心配する必要はありません。

タンパク質は17.0%、カルシウムは37.8%もとれます。カルシウムは200mLのパックを3個飲めば1日分がとれるということです。

ビタミンAも豊富です。チーズにビタミンAが多いこ

図7 3-A-Day 100名女性肌調査結果 (3-A-Day Information vol.4より)  
20代女性の目下水分量の平均変化量 (左右目下平均)

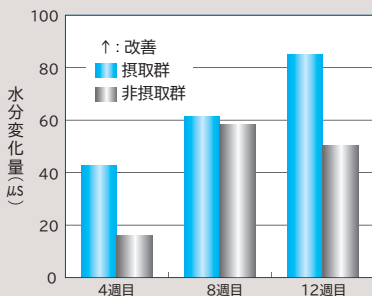


図9 3-A-Day 100名女性肌調査結果 (3-A-Day Information vol.4より)  
30代女性の目下水分量の平均変化量 (左右目下平均)

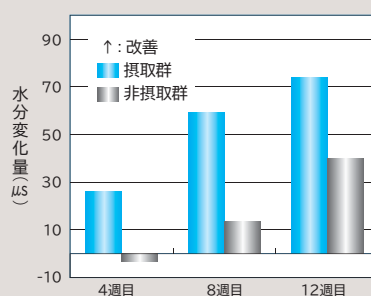


図11 3-A-Day 100名女性肌調査結果 (3-A-Day Information vol.4より)  
40代女性のキメ面積率の平均変化量 (左右目下平均)

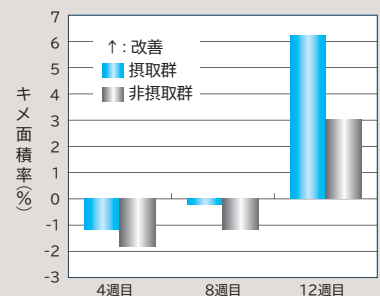


図8 20代被験者の肌のキメ (レプリカ写真)

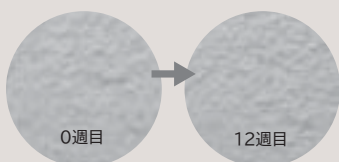


図10 30代被験者の肌のキメ (レプリカ写真)

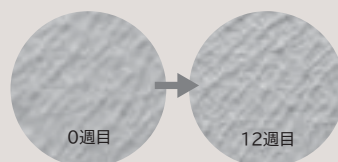
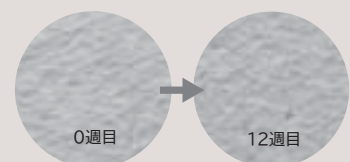


図12 40代被験者の肌のキメ (レプリカ写真)



とをご存じの方もいるかもしれませんが、牛乳200mLで1日の必要量の20%もとれることはあまり知られていません。ビタミンAは若い女性にとってとりにくいビタミンです。ビタミンAが多い緑黄色野菜やレバーはひとり暮らしの若い女性は口にしません。若い女性はサラダをよく食べるのですが、サラダには緑黄色野菜は少なく、体内でビタミンAに変わるβ-カロテンがとれません。ビタミン剤を飲んでる人もいますが、ビタミン剤に入っているビタミンAは少量です。ビタミンAは油溶性で、過剰摂取すると体内に蓄積されて害が出ますし、合成で作ったビタミンAは大量投与をすると逆に有害になることもあるというデータもあります。本来ビタミンAは抗酸化力が強く、老化やがんを抑制するはずなのですが、合成されたビタミンAをとるのは問題があるのです。そのため、ビタミンAは食べ物からとらないといけません。緑黄色野菜からとるのも必要ですが、牛乳なら手軽にとれます。これは、もっと女性のみなさんに教えてあげたいですね。

ビタミンB<sub>1</sub>は8.9%とれます。ビタミンB<sub>1</sub>は日本人には一番不足しているビタミンで、神経系統に働き、炭水化物を消化するときに消費されます。若い女性は炭水化物を好みますから、同時にビタミンB<sub>1</sub>をとらないといけません。お酒を大量に飲む人がビタミンB<sub>1</sub>欠乏症になることもあります。お酒は炭水化物ですし、大量に飲む人はおつまみのバランスも考えないことが

多く、それでビタミンB<sub>1</sub>欠乏症になり、脚がしびれる、脚がつる、脚気といった症状が出ることもあります。牛乳では日本人に不足しているビタミンB<sub>1</sub>とカルシウムが一度にとれるのがいいところです。

肌に良い三大ビタミンはビタミンB<sub>2</sub>、B<sub>6</sub>、Cですが、これらが不足することはあまりありません。ちなみに牛乳からはビタミンB<sub>2</sub>は31.0%もとれます。ビタミンCは2.4%でそれほど多くありません。

### 牛乳・乳製品は「肌に良い」「ビタミンを含む」とイメージする女性は少ない

若い女性たちがどれくらい牛乳・乳製品をとっているのかを調べるために、私のクリニックの外来に来ていた101名（20～40代）の女性にアンケートをしました（図17）。

毎日とっている人は45%いました。私のクリニックにはアトピー性皮膚炎や水虫の患者さんもいらっしゃいますが、美容皮膚科ですので、患者さんは健康や美容に対する意識は高いかもしれません。

年代別に見ると、年代が高いほど毎日とる人の割合が高くなります。骨粗鬆症などに対する意識があるのかもしれませんが、年齢が上がると栄養バランスが良くなるということもあると思います。

毎日牛乳・乳製品をとっている人に、どのくらいの量

図13 3-A-Day 100名女性肌調査結果 (3-A-Day Information vol.4より) 美容診断家による視診 (しみ・そばかす)

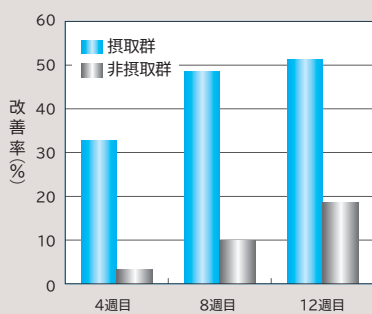


図15 肌状態アンケート (12週目)

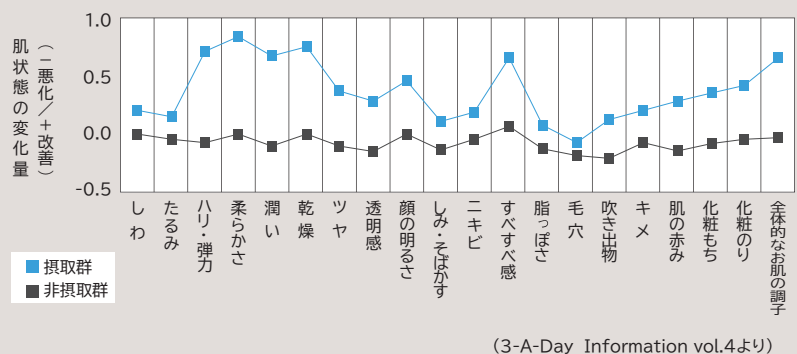


図14 3-A-Day 100名女性肌調査結果 (3-A-Day Information vol.4より) 美容診断家による視診 (くすみ)

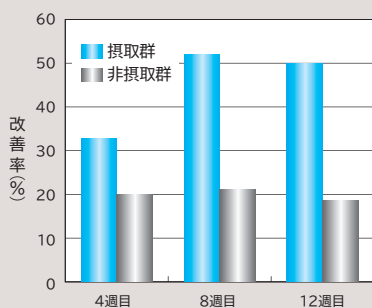


図16 牛乳・乳製品のパワー

	エネルギー (kcal)	タンパク質 (g)	カルシウム (mg)	ビタミンA レチノール当量 (μg)	ビタミンB <sub>1</sub> (mg)	ビタミンB <sub>2</sub> (mg)	ビタミンC (mg)
成人女性(18~29歳) 推定平均必要量/日	2,050	40	600	400	0.9	1.0	85
牛乳1杯(200mL) 栄養素含有量	138	6.8	227	80	0.08	0.31	2
必要量に対する割合	6.7%	17.0%	37.8%	20.0%	8.9%	31.0%	2.4%

(2005年版日本人の食事摂取基準より)

をとるかを聞くと(図18)、100～300gという答えが一番でした。3-A-Dayになると、300g以上になります。そういう人は少ないことが分かりました。

とっている牛乳・乳製品の種類は、年代を問わずヨーグルトが大人気です(図19)。腸内美容という言葉が流行していますし、お通じにいいというのが理由のようです。

牛乳・乳製品の中で好きなものの順位はヨーグルト、チーズ、牛乳の順番で、牛乳が苦手という方がいらっしゃいます。

牛乳・乳製品に対するイメージは、「骨が丈夫になる」「便秘に良い」「栄養がある」が多く、「肌に良い」「ビタミンを含む」は少ないという結果が出ました(図20)。先のデータから牛乳・乳製品が肌に良いことを知ってもらえば、この数字は変わってくるでしょう。

若い女性にはコンビニ文化が定着していて、食生活を改善してもらおうのはなかなか難しいのですが、食事に牛乳・乳製品を1点加えるのは簡単ですから、これから啓発していきたいと考えています。

### 質疑応答

**Q** 牛乳を飲んで肌の状態が改善するということは、成分としてはタンパク質とカルシウムが肌にいいと考えてよいのでしょうか。

**A** カルシウムは、直接的には肌には働かないと思います。タンパク質が肌を生み出すもとであるということ、意外にビタミンAが効いているのかもしれないですね。「A」は角質を健やかに保つ作用があります。われわれが昔から使っている軟膏やクリームなどにもビタミ

ンAは入っているんですよ。そして、非常に抗酸化力が高いです。「A」と「C」と「E」が三大抗酸化ビタミンなのですが、その中でも「A」がいちばん強いんです。非常に認知度が低いのですが、ビタミンAをもうちょっと見直していただきたいと思っています。

**Q** タンパク質は肌にとってどのようにいいかを教えてください。

**A** ケラチンというタンパク質で表皮はできています。食べたタンパク質が胃腸でアミノ酸に分解されて、それが肌の中で再構成されて、またタンパク質になるわけです。最近は非常に低タンパク傾向になっている若い女性が多いです。低タンパクになっていると、肌の生まれる原料になるそのものがないから、当然肌に影響が出てしまいます。もう一つ、低タンパクによる生理の問題もあります。排卵が止まったりしてホルモンバランスが乱れると、肌の水分の低下、コラーゲンの減少といった悪影響を及ぼします。

**Q** サプリメントや食品でコラーゲン入りのものを多く見かけます。これらを摂取することで、コラーゲンを再生するのにどれくらいの効果があるのでしょうか。

**A** 実は、コラーゲンをとっても、コラーゲンとして体に吸収されることはありません。コラーゲンを飲んでも胃腸でアミノ酸に分解されて、小腸からはアミノ酸の形でしか吸収されません。ですから、コラーゲンサプリメントを飲んだり、手羽先を食べたり、フカヒレを食べたりするという行為と、牛乳のタンパク質をとるという行為は、医学的には変わらないんです。アミノ酸が肌、髪の毛、爪その他全身のどの部分でどれくらい再構築されて使われるかというのは、個々人のホルモンがコントロールしています。

図17 Q1.牛乳・チーズ・ヨーグルトなどの牛乳・乳製品をどの程度とりますか？

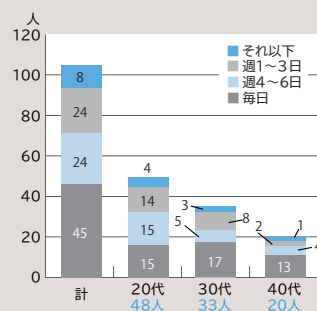


図18 Q2. Q1で毎日と答えた人のうち、1日どれくらい牛乳・乳製品をとりますか？

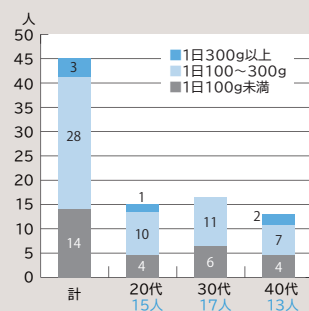


図19 Q3.牛乳・乳製品の中で、何を一番よくとりますか？

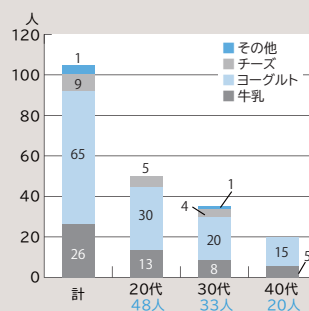
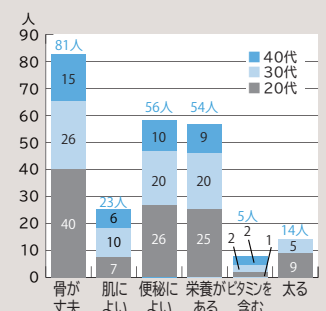


図20 Q4.牛乳・乳製品に対するイメージを挙げてください。



(クリニック患者女性100名アンケートより)

※掲載内容は、原則、開催当時のまま採録しています。また、講師の肩書も当時のまま掲載しています。

# 出生体重の低下は子どもの生活習慣病発症リスクが高くなる！

～次世代までの影響が懸念される～

早稲田大学 胎生期エピジェネティック制御研究所 教授 福岡 秀興 氏

日本ではここ数年、年間106～109万人前後の赤ちゃんが生まれています。そのうち約10人に1人は出生体重が2,500g未満の低出生体重児です。最近、出生体重や胎児期の栄養状態がその赤ちゃんの生まれてからの健康状態を左右することが分かってきました。今回のメディアミルクセミナーでは、この分野の研究の第一人者であり、産婦人科医として診療も行っている福岡秀興先生(早稲田大学胎生期エピジェネティック制御研究所教授)が現在までの知見を紹介してくださいました。

## 妊娠可能年齢の女性のやせすぎが 危惧されている

生活習慣病患者の増加は、近い将来、国家財政を揺るがすだろうと推測されています。生活習慣病は、良くない生活習慣によって起こる病気という印象を与えるかもしれませんが、近年、生活習慣病の素因は人生の初期、受精した時点から出生後の半年くらいに決まるという考え方「成人病(生活習慣病)胎児期発症説」が出てきました。

ヒトゲノムの解読以降、遺伝子の発現制御系の変化をつかさどるエピジェネティクスが生命科学の中心課題となっています。生活習慣病の素因についても、多くの疫学研究や動物実験とともに、エピジェネティクスの研究成果から、胎生期における環境の影響が明らかになってきています。今日は、その概略をお話したいと思います。

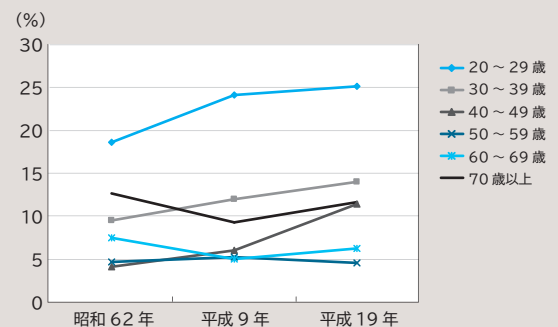
現在、日本では女性のやせ傾向が大きくなっています。この傾向は先進工業国では珍しく(図1)、妊娠する可能性が高い年齢の女性の4～5人に1人が、やせているという状況です(図2)。「やせ」はその女性本人の一生にも影響しますが、やせている状態で妊娠

した場合は次世代の健康への影響も大きいのです。

「やせ」の女性が増えている最も大きな要因は、摂取エネルギー量が少ないことです。日本では1995年から2003年まで約10年間で、20代の女性の栄養摂取量は1日2,000kcalから1,700kcalとなり、10%以上減少しています(図3)。

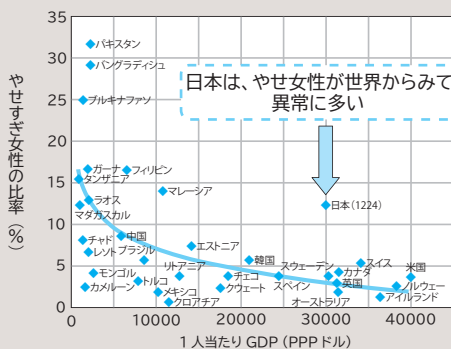
若い女性がやせると、卵巣機能が低下します。卵巣機能は、脂肪の絶対量と関係しているからです。脂肪は最も大きな内分泌組織で、脂肪が少なくなりすぎると、卵巣の機能が低下します。排卵障害や月経不順が起これ、その程度が進むと無月経になり、無月経も重

図2 「やせ女性」頻度の推移



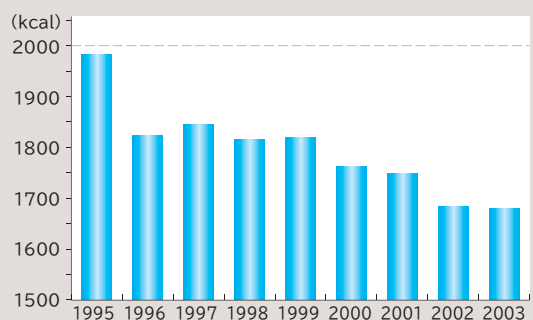
(厚生労働省「国民健康・栄養調査」平成19年より)

図1 やせすぎ女性の国際比較



(注) やせすぎ女性 (BMI18.5未満) の比率はデータが得られる最新年。1人当たりGDPは2004年。青線は対数近似回帰線。  
(資料) WHO GLOBAL DATABASE ON BODY MASS INDEX (BMI) 2006-9-8  
1人当たりGDPは、WHO Core Health Indicators 2006-9-8

図3 20～29歳女性の栄養摂取量の推移 (エネルギー)



(厚生労働省「国民健康・栄養調査」平成15年)

症の二度になると卵巣機能が回復できるのは約 50% です。女性ホルモンのエストロゲンが出にくくなり、低エストロゲン血症となります。こうなると閉経した女性と同じような状態になります。

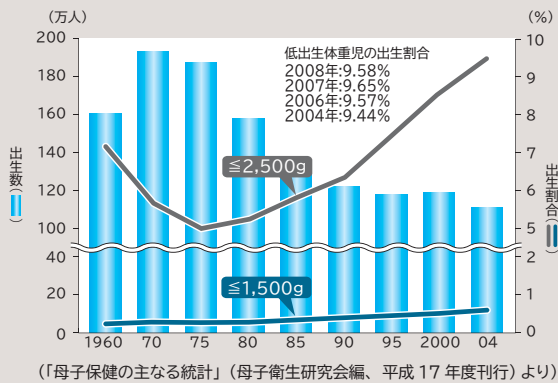
長年、低エストロゲン血症が続くと動脈硬化や認知症になりやすく、対人関係が良好でなくなる、疲れやすいといった傾向も出てくるといわれています。

日本では各年代で寿命が延びていますが、20 代女性にだけは寿命の変化がないというデータもあり、ここにもやせが関係している可能性があります。また、やせていると骨粗鬆症のリスクも増大します。さらには、次世代への影響が懸念されるのです。

### 日本では生まれてくる赤ちゃんの 10 人に 1 人が低出生体重児

日本では、低出生体重児（出生体重が2,500g未満）が生まれる割合が約10人に1人と高くなっていて（図4）、1951年と2005年のデータを比べると31%の増加となっています。低出生体重児の頻度は、1975年以降増え続けて、2008年に少し減ったものの、高い状態が続いています。2003年のOECD加盟国（30カ国平均値6.5%）での比較では、日本が9.1%で最も高くなっています。

図4 出生数および低出生体重児の出生割合の推移



日本人としての遺伝子が変わったわけではないので、この状況はお母さんの子宮の中の栄養状態が低下していることが一つの要因であると考えられます。多胎妊娠や高齢出産が増加しているという理由で説明できるものではなく、妊娠可能な年代の女性のやせの増加や劣悪な栄養状態の妊婦さんがいることが関係しているといえます。諸外国では、経済的に豊かな日本でこのようなことが起こっていることに注目し、「日本人は50年後には今とは全く変わった人種になってしまうのでは」とすら危惧しています。

### 若年期の栄養摂取が「やせ」を予防 牛乳・乳製品でカルシウムの補給を

この状況に危機感を抱いた厚生労働省では、「健やか親子 21」推進検討会に「食を通じた妊産婦の健康支援方策研究会」を組織し、2006年に「妊産婦のための食生活指針」を策定しました（図5）。この策定には私も参加しましたが、この指針で掲げられていることは、単純なことでありながら、若い女性では達成が難しく、特にエネルギー量に加えて、カルシウムおよび副菜不足の改善が必要です。

1995年から2003年の20～29歳の女性のカルシウム摂取量は、1日600～700mgが必要であるにもかかわらず

図6 20～29歳女性の栄養摂取量の推移（カルシウム）

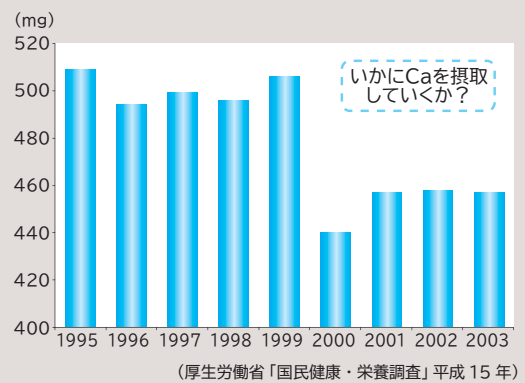
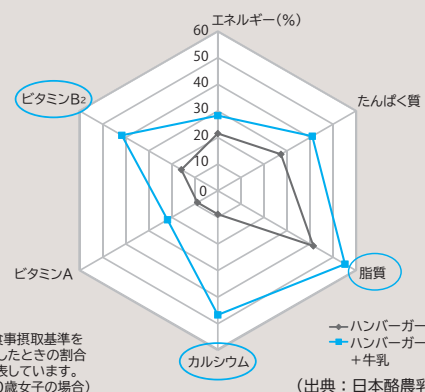


図5 妊産婦のための食生活指針

- 1) 妊娠前から、健康なからだづくりを
- 2) 「主食」を中心に、エネルギーをしっかりと
- 3) 不足しがちなビタミン・ミネラルを、「副菜」でたっぷり（葉酸等）
- 4) からだづくりの基礎となる「主菜」は適量を
- 5) 牛乳・乳製品などの多様な食品を組み合わせ、カルシウムを十分に
- 6) 妊娠中の体重増加は、お母さんと赤ちゃんにとって望ましい量に
- 7) 母乳育児も、バランスのよい食生活のなかで
- 8) たばことお酒の害から赤ちゃんを守りましょう
- 9) お母さんと赤ちゃんの健やかな毎日は、からだと心にゆとりのある生活から生まれます

（厚生労働省「健やか親子21」推進検討会 作成）

図7 ハンバーガーと牛乳摂取の意義



※1日の食事摂取基準を100としたときの割合を%で表しています。（年齢20歳女子の場合）

（出典：日本酪農乳業協会）

ならず、440~510mg 程度となっています(図6)。

そこで例えば、昼食にハンバーガー1個を食べる時、一緒に牛乳200ccを飲むと、カルシウムだけでなく、ビタミンB<sub>2</sub>、脂質もとれて、栄養のバランスが良くなります(図7)。牛乳はカルシウムやその他の栄養源として最も手っ取り早く、摂取しやすい食品であり、若い女性の低栄養状態を改善するのに効果的であると思います。

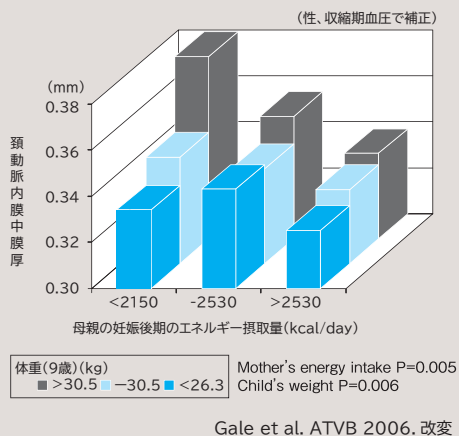
### 「小さく産んで大きく育てる」 は間違っている?!

妊娠前や受精時にやせていると、低出生体重児を出産するリスクが高くなるだけでなく、早産や切迫早産のリスクや胎児に生活習慣病素因の形成リスクが高くなります。

昔から「小さく産んで大きく育てる」とよくいわれてきましたが、実際は、低出生体重児と正常体重児では、低出生体重児の方が帝王切開率が2倍になることが報告されています。また、出生体重が低いと、虚血性心疾患、本態性高血圧症、メタボリックシンドローム、糖尿病のような生活習慣病の素因が作られやすいたことが分かってきました。

例えば、動脈硬化の進行の目安となる頸動脈の内膜中膜厚を9歳児で測定したデータでは、母親の妊娠後期のエネルギー摂取量が少なく、かつ、現在、体重が重い子どもは動脈硬化がすでに進んでいることが分かります(図8)。また、最近の日本の調査では、低出生体重児として生まれた女性は、本人が肥満などの別の素因や環境因子があるかどうかに関係なく、自身が妊娠したときの妊娠糖尿病の発症リスクは、正常体重で生まれた女性の約5倍になるという報告が出ました。日本では妊娠糖尿病になる女性は肥満の人とそうでない人の比率が半々なのですが、肥満でない人の妊娠糖尿病発症率がこれほど高いのは世界でも類を見ない特徴です。

図8 妊娠中の母親のエネルギー摂取と児体重から見た小児頸動脈の内膜中膜厚(9歳)



これらのデータからも「小さく産んで大きく育てる」のは、望ましくないことがお分かりいただけると思います。

### 低出生体重児は 生活習慣病になりやすい

このように出生体重と生活習慣病の関係が注目されるようになったのは、1986年に英国のDavid Barker 医師が「成人病(生活習慣病)の素因は、胎芽期、胎児期、乳児期に形成され、出生後のマイナス生活習慣の負荷で成人病が発症する。疾病はこの二段階を経て発症する」という“成人病(生活習慣病)胎児期発症説”を唱えたことがきっかけです。

Barker医師が最初に出したデータ(図9)では、出生体重が小さくなると虚血性心疾患による死亡率が上昇します。逆に出生体重が9.5ポンド(4,300g)を超える巨大児でも死亡率が高くなるのです。また、男性のメタボリックシンドロームの発症リスクは出生体重が少ないほど高く、インドと米国で調べた2型糖尿病の発症リスクでは、出生体重が少なすぎても多すぎても高くなっています。出生体重と糖尿病の発症リスクはU字型を示しているといえます(図10)。

インドでは2,800g、米国では3,800g程度が最も2型糖尿病の発症リスクが小さくなります。日本では、まだエビデンスはないのですが、私の感覚では、ほかの生活習慣病のリスクも勘案して、出生体重は3,200~

図9 出生体重と虚血性心疾患死亡率の相関性

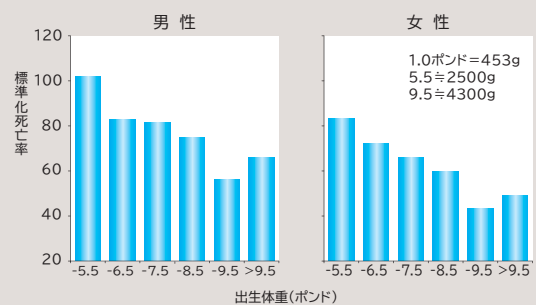
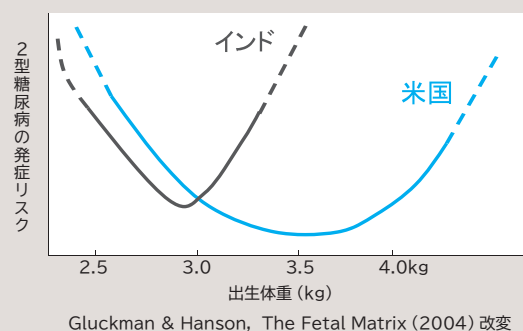


図10 出生体重と2型糖尿病の発症リスク





3,500g 前後がいいのではないかと推測しています。日本での今後の研究に期待したいと思います。

亡くなった子どもを解剖した調査によると、低出生体重児では、老廃物を濾過（ろか）する腎臓のネフロン数が少なくなっていました。これは胎生期に低栄養状態であったことが原因と考えられています。ネフロン数の減少に伴って糸球体数が減ると、糸球体に負荷がかかり続けて腎機能障害が起こりやすくなります。また本態性高血圧はネフロン数の減少により起こるといふ説もあり、糸球体数が少ないことは高血圧や腎機能障害になりやすいと考えられます。

現在、多くの疫学調査から、低出生体重との関連が明確な疾患として、虚血性心疾患、糖尿病、本態性高血圧症、メタボリックシンドローム、脳梗塞、脂質異常症、血液凝固能の亢進（こうしん）、神経発達異常が挙げられています。

第二次世界大戦時、ナチスドイツがオランダ西部を占領し、1カ月間食糧を遮断し、その後、厳しい寒さで食糧を供給できなくなった時期が7カ月間続いた地域がありました。そのときに胎児であった人たちに、生活習慣病の発症リスクが高くなりました。この事件は「オランダの冬の飢餓事件」と呼ばれ、「妊娠中の低栄養は子どもに成人病（生活習慣病）を発症するリスクが高い」ことを証明した悲しい出来事として有名です。

逆に、出生体重低下と生活習慣病の関係を否定するデータは今のところはありません。

### 妊娠前・妊娠中のエネルギーや栄養の摂取が胎児の遺伝子に影響する

遺伝子発現の変化であるエピジェネティクスのメカニズムの一つとして、遺伝子のDNAにメチル基が結合するメチル化が遺伝子機能を調節していることが知られています。

メチル基の代謝には葉酸、ビタミンB群、アミノ酸、メチオニン、微量元素などの栄養素が関係していて、非常に複雑です（図11）。このことを食育で強調していくべきだと考えています。

ヒツジを用いた実験で、受精前8週から受精後6日の間に、葉酸とビタミンB<sub>12</sub>が欠如した食事を与えた群と通常の食事を与えた群を比較すると、生後100日目に欠如食の群で高血圧、耐糖能低下、アトピー性疾患が高頻度に出現しました。これは、DNAのメチル化に違いが生じたことに由来します。メチル基はDNAのプロモーターという部分にくっつくことで、遺伝子の働きを調節しています。メチル基の供与体として葉酸は働くので、葉酸が不足すると、DNAのメチル化の度合が変化し、その結果、このような病態が誘発されたと考えられます。

予定月経が来ないで妊娠を知ったときには、すでに妊娠4~5週（受精後2~3週）目であり、この時期にはすでに大事な臓器も作られ始めています。そのため、妊娠前から、遺伝子の機能調節に関係する栄養素を含めて十分に栄養をとることが重要になるのです。

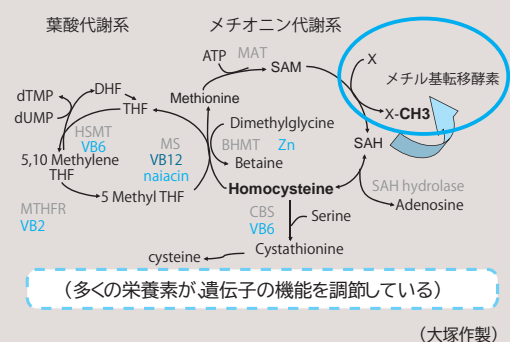
日本では、妊娠中の平均エネルギー摂取量は1,700~1,800kcalであり、赤ちゃんが成長しているにもかかわらず、お母さんのエネルギー摂取量は妊娠前とほとんど変わっていません。妊娠32週のお母さんたちの推定エネルギー必要量は2,400~2,450kcal（厚生労働省「日本人の食事摂取基準2010年版」より、普通の身体活動レベルの18~49歳で妊娠末期の場合）なので、明らかなエネルギー不足であり、その他の栄養を充分にとっているかは疑問です。

食事からとれるエネルギー量が少ない場合には、体は脂肪を燃やしてエネルギー源とするが、その際には体内に脂肪酸の代謝産物であるケトン体が増えます。ケトン体を調べると、妊娠32週の妊婦さんでは約30%にケトosis（体内にケトン体が増えた状態）が起こっていました。これは摂取すべきエネルギーが不足していることを示しています。

胎生期に低栄養環境にさらされると、遺伝子発現制御系が変化して、低栄養に適応した代謝系の変化や、腎臓糸球体の数が減少するなどの解剖学的な変化も起こります。さらに胎児期から出生後6カ月までに起こったこの遺伝子機能変化の多くは一生変わらないため、生まれた後に高栄養にさらされると、適応ができなくなり病気が発症することになります。そのため、妊娠前・妊娠中のエネルギー量の確保、またカルシウムを含め、ビタミン・ミネラルの摂取がとても大切になるのです。

もう一つ妊娠中に大切になる栄養素が葉酸です。葉酸は前述のように遺伝子にメチル基を供給する重要な栄養素です。血圧調節機序に対する葉酸の関与を示す実験があります。妊娠中のラットの実験で、低タンパク食では仔の血圧が上がるのに対し、そこに葉酸を加えると血圧が正常化したのです。

図11 遺伝子の機能を調節するメチル基の代謝



葉酸は、神経管閉鎖障害（二分脊椎症や無脳症）の予防や核酸合成にも重要です。妊婦さんには葉酸が不足している人が増えており、その影響で日本では、二分脊椎が増えています。

ただ、妊娠中期に葉酸を過剰摂取すると喘息リスクが上昇するという論文がいくつか出ており、とりすぎののも問題です。妊娠中は毎日400 $\mu$ gの葉酸を摂取するのがよいでしょう。

## 出生後は早期の対処で生活習慣病発症リスクを下げる

生活習慣病の素因は胎生期につくられてしまうという、ショッキングな話をしてきましたが、成人病（生活習慣病）胎児期発症説の視点から考えると、育児によって生活習慣病発症リスクを下げるのが可能と考えられます。

推奨されるのは、図12のようなことです。母乳哺育とスキンシップは赤ちゃんの神経系に良い影響があり、糖尿病になりにくく、ストレスに強くなることも分かってきました。また、日光浴は、くる病の予防にも有効で、夏は15分間、冬は30分間が目安です。

動物実験では、生後 5 日以内に一部薬剤を投与すると、高血圧や肥満のリスクを下げたり、膵臓のインスリンを分泌する $\beta$ 細胞の数の減少を抑えたりできることが明らかになりましたが、これらの視点から医薬品が開発されつつあります。今後、胎児期のエピジェネティクス変化のメカニズムが解明されるに従って、赤ちゃんに対する保健・医療は様変わりしていくと思われます。

このように、低出生体重児で生活習慣病の発症リスクが高いと疑われた場合でも規則正しい生活を送るなど、早めに対処すれば発症を抑えることができる可能性が出てきました。50歳で動脈硬化や糖尿病などを起こし、あわてて生活習慣を改善するより、低体重で生まれても子どもの頃から生活習慣に気をつけて暮らすことにより病気の発症を予防できると考えられます。

### 図12 育児期における成人病（生活習慣病）リスクを下げるポイント（成人病胎児期発症説の視点）

- 1) 母乳哺育とスキンシップ
- 2) 日光浴
- 3) 規則正しいライフスタイルの確立
- 4) 運動習慣
- 5) 生後半年間の体重増加が重要  
(母子手帳の発育チャートに記入して、急激な体重増加や体重の非増加をチェック)
- 6) 治療方法の開発

(福岡作成)

## 女性や妊婦さんをサポートし、次世代を健康に

やはり、赤ちゃんの健康のために、一番大切なのは女性が幼少期から栄養摂取に気をつけて、やせすぎないことです。成長に必要な栄養素をしっかりとること。特に不足がちとなるカルシウムは牛乳・乳製品でとるように心がけたいものです。

また、国を挙げての体制づくりも急がれます。日本では、前述の「妊産婦のための食生活指針」のほか、日本産婦人科医会の「妊娠中の食事と栄養」（2006年）、日本学術会議の「出生前・子供のときからの生活習慣病対策」（臨床医学委員会・健康・生活科学委員会合同生活習慣病対策分科会、2008年）が出ていますが、妊婦さんの栄養状況が望ましくないこと、「小さく生んで大きく育てる」という間違った認識ややせ願望の危険性、小児期からの食育やライフスタイルの重要性（妊娠してから始めるのでは少し遅いこと）を広く周知させることと、その対策が必要です。

健康な次世代をつくるために、社会全体が女性や妊婦さんをサポートしていきたいものです。

### 質疑応答

**Q** 妊娠中、つわりがひどく、食事をとるのが難しい場合は、どのように栄養補給をしたらよいですか。

**A** つわりは、胎児の臓器が形成される重要な時期に起こりやすく、胎内では細胞分裂を盛んに行っています。妊婦さんには初期に体重を測る習慣をつけることをお勧めします。体重が1kgでも減ることがあれば早目に受診して点滴治療を受けてください。それから、葉酸を毎日400 $\mu$ g必ずとるようにしてください。細胞分裂が盛んとなるこの時期には特に必要です。つわりになったら早目に受診し、症状が重くならないように気をつけるのがよいでしょう。

※掲載内容は、原則、開催当時のまま採録しています。また、講師の肩書も当時のまま掲載しています。

# 若年女性、特に妊産婦のやせと低栄養問題

～ 妊婦の栄養摂取不足と次世代の肥満発症リスク～

浜松医科大学医学部附属病院 病院教授 周産母子センター長 伊東 宏晃 氏

日本では1,500～2,500gの低体重で生まれる子どもが増えています。低体重で生まれた子どもは大人になってからメタボリックシンドロームなどのリスクが高くなるという仮説がある一方で、日本の妊婦さんは「体重を増やしすぎないように」と指導されています。今回は浜松医科大学附属病院 周産母子センターの伊東宏晃先生にこの仮説の内容とともに日本における妊娠中の体重指導の状況やその背景などを解説していただきました。

## 低出生体重児は大人になって 心筋梗塞や肥満のリスクが高くなる

今、若い女性がかかなり不自然なダイエットをしています。今日はそれが次世代の子ども、あるいは成人の健康に影響を及ぼすかもしれないという話をします。

わが国では分娩（ぶんべん）数は減っていますが、生まれた時の体重が2,500g未満の低出生体重児が増えています（図1）。ただ、1,500g未満の子どもは大きくは増えていません。1,500～2,500gの子どもが年間10万人ぐらい、すなわち10人に1人です。平均出生体重もどんどん減り、今は3,000gを割っています。ちなみに北米では3,400gぐらいが平均出生体重です。

英国サザンプトン大学の教授だったバーカー（D. J. P. Barker）が面白い仮説を出しています。イングランドとウェールズでは18世紀後半に始まった産業革命によって貧しい地域と富んだ地域が出てきて、貧しい地域では新生児死亡率が高かった。約70年後、地域間の経済格差が小さくなってからも、心筋梗塞のような心血管障害で亡くなる人が多い地域は、新生児死亡率が高かった、貧しかった地域と一致していました。

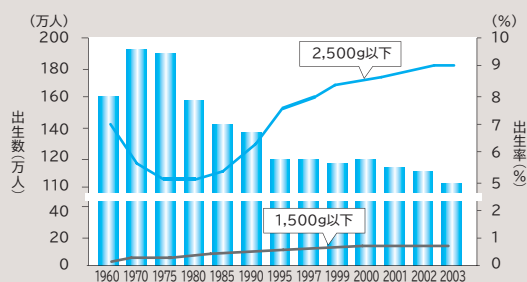
そして、彼が統計学者のオスモンド（C.Osmond）と一緒に研究したところ、最も相関していたのが出生体重で、2,500g未満だと心血管障害による死亡率が高かった（図2）。そして、低出生体重と心血管障害が相関するという“バーカー仮説”が提唱されました（Barker DJ et al. “Infant mortality, childhood nutrition,

and ischaemic heart disease in England and Wales.” Lancet 1:1077, 1986）。ただ、この相関の理由を探すのは非常に難しい。動物の実験モデルも作れず、科学的な証明が困難です。

心血管障害あるいは2型糖尿病\*の重要なリスク因子は肥満、耐糖能異常などのメタボリックシンドロームです。現在、メタボリックシンドロームを中間パラメータとして間接的に心血管障害との相関を見る研究がされています。今日はその中で、特にメタボリックシンドロームの中心的な病態である肥満についてご紹介します。

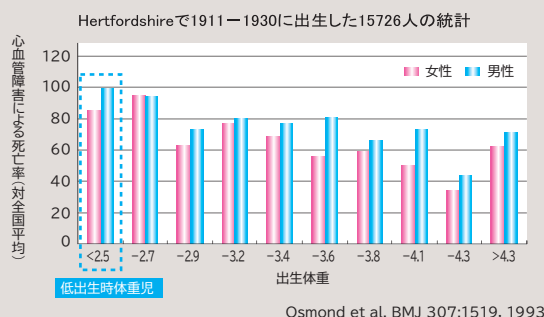
ヘルシンキ大学のエリクソン（J.Eriksson）らは、昔の分娩台帳から、男児で2,500g未満の低出生体重あるいは4,000gを超える場合、そうでない場合に比べて、成人後に肥満が約2倍、女兒の低出生体重児では1.7倍発症していることを示しました（図3）。興味深いこと

図1 出生数と出生体重 2,500g 以下の出生率



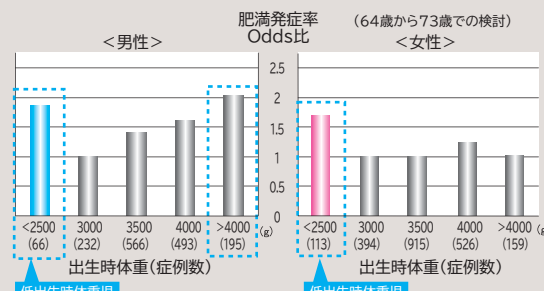
平成23年度刊行 母子保健の主な統計 母子保健事業団

図2 出生体重と心血管障害の関連



Osmond et al. BMJ 307:1519, 1993

図3 出生時体重と成長後の肥満発症率の関連



Eriksson et al., Int J Obes Relat Metab Disord. ; 25:735, 2001

に2,500g未満の低出生体重として生まれた女兒が、7歳の時点でBMIが16を超える場合、成人後に肥満を発症するリスクは約15倍と報告されています(図4)。つまり、小さく生まれて大きく育ったときは肥満の発症率が約15倍だったのです。

わが国でも肥満が少しずつ増えています(図5)。戦後50年、男性は20~70代のすべての年齢層、女性は40~70代まででBMIが上がっています。ところが、出産年齢である20代、30代の女性のBMIはむしろ低下して、20代は終戦直後よりも栄養状態が悪い。ただ、身長は伸びていて、すらっとした体型です。若い女性は必死にダイエットをしているのです。

総摂取カロリーは1970年代を境に下がっており、一方で、動物性脂肪の摂取率は増えています(図6)。1970年代は大阪で万国博覧会が開かれ、ミニスカートをはいたツイッギーが上陸しました。テレビなどメディアの影響を受け、食習慣が変わったと考えられます。

摂取カロリーが低下しているにもかかわらず、肥満が増加している。私はこれを勝手に“ジャパニーズ・パラドックス”と呼んでいます。食べないのに太る理由としては運動不足が挙げられます。ほかに、ひょっとしたら、低出生体重児とこのことが一部関わっているかもしれない。同じ量を食べても他人より太りやすい

“省エネルギー体質”“儉約型体質”(Thrifty phenotype)が日本で増えていて、それが妊孕(にんよう)世代のBMI低下に関係しているのかもしれない。

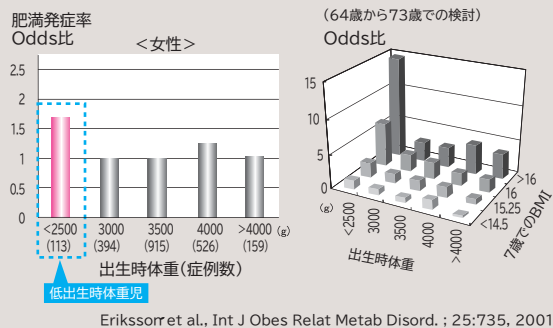
前述のバーカーやヘールズ(C. N. Hales)は妊婦が低栄養あるいは何らかの病気の合併症による栄養状態の悪さで胎児が体を小さくして対応する、それが低出生体重児ではないかと考えました。そうすると子どもは儉約型体質になり、食べ物が少ないときには適者生存になると彼らは考えました。この説は後に“アフリカの最貧国ガンビアで、食べ物の少ない乾季に生まれた子どもは、食べ物の量が多い雨季に生まれた子どもよりも成人期における健康状態がいい”という大規模統計で報告されています。逆に儉約型体質の人は飽食の時代には燃費が良い分、肥満あるいは2型糖尿病のハイリスクになるという仮説です(図7)。

わが国で出生体重2,500g未満の子どもが増える背景は子ども側の因子、お母さんの因子、環境因子と多種多様です。最近取り上げられている問題としては、生殖補助医療による多胎児(双子、三つ子)の増加、早産率の上昇、若年女性の喫煙率の増加、若年女性のやせの増加、妊娠中の栄養指導などが挙げられます。

まず、やせについてお話しします。先述のように、わが国では妊孕世代女性のBMIが低下しています。1980年代はBMIが18.5未満のやせた女性は20代では14.6%で、現在は4人に1人です(図8)。やせた女性は低出生体重児あるいは胎児発育不全を来す割合が約2倍です。

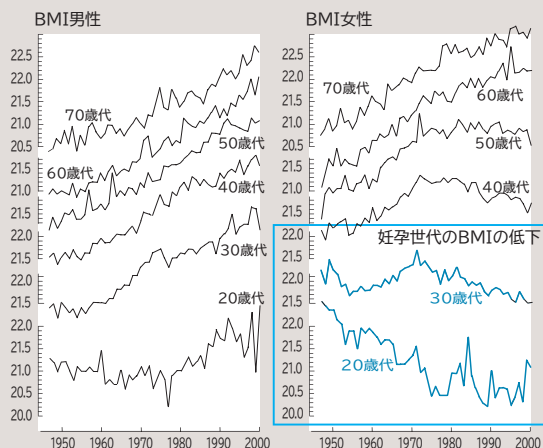
そこで、浜松市の単胎妊婦245人の食事調査を浜松

図4 出生時体重と成長後の肥満発症率の関連



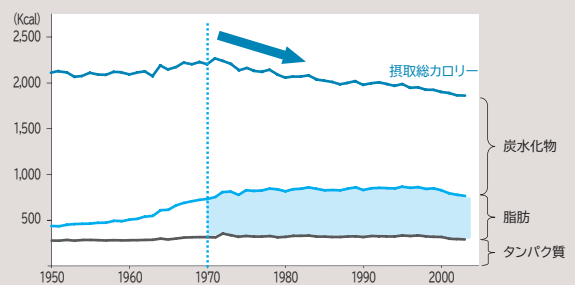
Eriksson et al., Int J Obes Relat Metab Disord.; 25:735, 2001

図5 日本人のBMIの年次変化



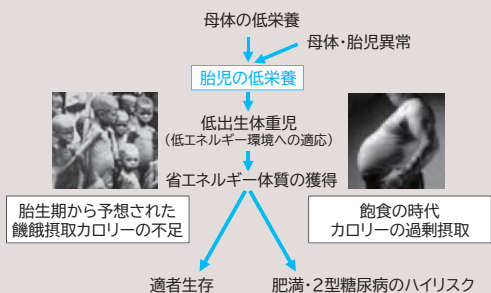
後藤由夫 21世紀の疫学 肥満研究 12:1-2, 2006

図6 日本人1人当たりのエネルギー摂取量の推移



後藤由夫 21世紀の疫学 肥満研究 12:1-2, 2006

図7 Thrifty Phenotype Hypothesis (儉約型表現型仮説) 疫学からの提案



医科大学看護学科の久保田君枝先生と共同研究で調べてみました(図9)。早産症例、母体合併症、データ未提出例を除いて135人を解析したところ、妊娠初期・中期・末期と1日の食事の総摂取量がすべて約1,600kcalで、厚生労働省の推奨よりも少ない。妊娠後期では35%減です。信じられないくらい食べていません。

第2次世界大戦のころ、例えばレニングラードの攻防戦、あるいは後で述べるDutch Famineの時に妊娠していた女性では1日の総摂取量が1,500kcalを下回ると胎児の発育が少し悪くなるというデータ(ACOG Practice Bulletin IUGR No.12, 2000)があり、わが国の妊婦の相当数が子どもに影響があるくらい、十分に食べていない実態があると思われます。このように低出生体重児、あるいは妊娠中にお母さんが十分食べていない例が増えることによって、ひょっとすると節約型体質が増え将来、肥満の増加につながってくるかもしれません。

### 根拠の薄い、統一されていない基準で妊婦の体重増加制限が行われている

ではなぜ日本では妊婦に体重増加制限を行うのでしょうか？ 日本産科婦人科学会においては、一番多くの女性が属する“普通”の体格では妊娠中の体重増は7~10kgを目標としています。ところが、厚生労働省の日本食事摂取基準(2011年)では普通体格の妊婦が3kgの子どもを得るのに要する体重増加の基準値を11kgと設定しています。ヒッテン(F. E. Hytten)の白

人の代謝解析では、正常体格妊婦の生理的な体重増加は11.5kgです(The physiology of human pregnancy, Oxford.1979)。つまり、日本産科婦人科学会の目標値は生理的な体重増加よりもはるかに少なく設定されています。

その背景には、第二次世界大戦末期のオランダの飢饉(Dutch Famine)があります。オランダ西部住民に対してドイツ軍による食料制限が行われたことにより、1944年秋から半年間極度の食料難に陥り、配給は大人1人当たり1日700kcalまで落ち込みました。このDutch Famineを経験した妊婦には妊娠中毒症(現在は“妊娠高血圧症候群”\*と呼ぶ)の発症が少なかったのです。これに着目した京都大学の城戸国利先生が1977年に日本産科婦人科学会で報告し、妊娠中毒症を発症した妊婦に食事量を基礎代謝以下(200~1,200kcal/日)に制限し、比較的高タンパク質(60~80g/日)によって管理する低カロリー療法を始めます。これには賛否両論ありました。そして81年には日本産科婦人科学会の“治療”指針になり(軽症例は1,800kcal未満に制限、重症例は1,600kcal未満に制限)、89年に改訂されたときには“予防”として妊娠中の体重増加制限が導入されました(妊娠していないときのBMI18未満:10~12kg, BMI18~24:7~10kg, BMI24以上:5~7kg)(図10)。残念ながら、Randomized Controlled Trialによる介入研究が行われた形跡はありません。“予防”ということは年間100万人以上の妊婦が対象となり、健康であっても生理的な体重増加を抑

図8 20代女性の体格の変化

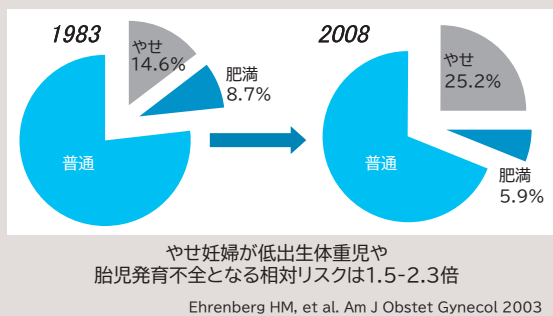


図10 わが国で妊婦の摂取制限を行う背景

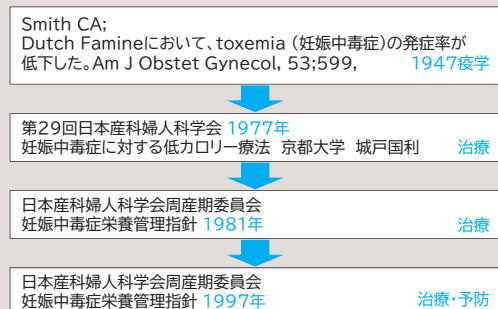


図9 わが国妊婦の摂取エネルギーの現状

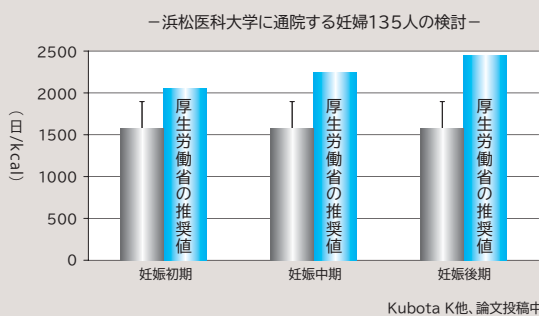


図11 本邦の妊婦体重増加指針 (2011年10月移項)

	体重増加の推奨値(a)	目的
日本産科婦人科学会 周産期委員会 (1997年)	BMI < 18; 10~12 kg BMI 18~24; 7~10 kg BMI > 24; 5~7 kg	妊娠中毒症の予防
日本肥満学会 「肥満症診断基準2011」 (2011年)	BMI < 18.5(やせ); 9~12 kg BMI 18.5~25(標準); 7~12 kg BMI ≥ 25(肥満); 個別対応(5kg程度が一応の目安)	産科的異常の減少 ← 健やか親子21を引用している。
厚生労働省 「健やか親子21 (2006年)」	BMI < 18.5(やせ); 9~12 kg BMI 18.5~25(普通); 7~12 kg BMI ≥ 25(肥満); 個別対応	適正な出生体重

注:妊婦の体重増加の指導については、新たな指針が2021年に国から示されています。

えるように指導されているのです。

さらにややこしいのが、わが国には目的の異なる複数の体重増加指針があることです（図11）。日本産科婦人科学会と日本妊娠高血圧学会の妊娠高血圧症候群の予防が目的の指針、日本肥満学会の産科的異常の減少を目的とする指針、そして厚生労働省の“健やか親子”での適正な出生体重を目的とする指針です。これはあまり知られていない事実です。

日本産科婦人科学会や日本妊娠高血圧学会の7~10kg増という指針は体重増加の基準値を11kgとする厚生労働省の食事摂取基準の根拠と矛盾します。さらに肥満に関しては、日本産科婦人科学会は5~7kg、日本肥満学会は妊婦にも産婦人科医にもなじみが薄い“肥満度”で示し、厚生労働省「健やか親子」は“個別対応”です。これに従えば、太った妊婦さんには基準がありません。

2011年に改訂された日本肥満学会の指針は厚生労働省の「健やか親子」の数値と同じになったものの、目的は「健やか親子」が目指す“適正な出生体重”ではなくて“産科的異常の減少”のままです。目的が違うのに“健やか親子”の文献を引用し、しかも“5kgが目安”という根拠の引用がありません。必ずしも根拠が十分ではない体重増加制限の指導指針に対して、やせ願望があることで、女性たちはこれを受け入れてきたと私は想像しています。

胎内でDutch Famineを経験した子どもたちは、今、70~80代で、肥満や糖尿病、心血管障害が多いことが知られています（図12、13）。また、妊娠中のエネルギー

摂取制限は妊娠高血圧症候群を予防せず、胎児発育に有害である可能性があることも報告されています。しかし、日本の指導指針は変わっていないのです。

今後は体重増加制限を行う目的を明らかにして科学的根拠を明らかにし、せめて3歳や5歳までの長期予後、さらに周産期事象への影響についてエビデンスを蓄える必要があります。また、体重増加のみを見る偏った栄養指導ではなく、バランスのとれた栄養素の摂取を中心に指導していくべきだと考えています。

ちなみに米国では11~16kg増が目安で無理に指導しないようです。英国では最初の来院時に肥満とやせがないかを調べ、普通の体格なら以降は体重を測らないことを推奨しています。指針には「定期的な体重測定は不安ばかりで、メリットがない」とあります。今後、英国の女性や子どもの健康状態がどうなるかは注目です。

### 胎児期や乳児期の栄養状態や環境が体質を変える？

さて、バーカー仮説は、ニュージーランドのオークランド大学のグルックマン（P.Gluckman）と英国サンプトン大学のハンソン（M.Hanson）によって理論武装されていきます。中でも“ミスマッチ仮説”（適応不全仮説）が有名です。低出生体重児あるいは巨大児は母体周囲の環境に反応して変化するというもので、PARs（Predictive Adaptive Response）仮説に基づいています。例えば、これからすごく寒い環境に生まれる

図12 妊娠中の飢餓と出生児の成人後の耐糖能障害

第2次大戦末期オランダの飢饉（Dutch Famine）を経験した702人の50歳での検討

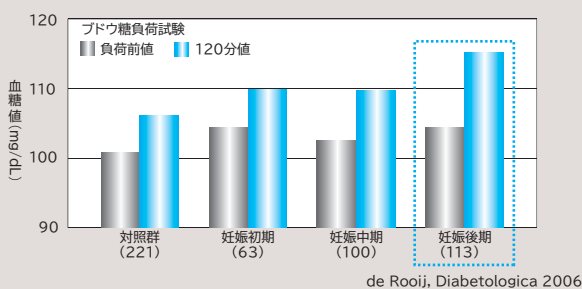


図13 妊娠中の飢餓と出生児の成人後の心血管障害

第2次大戦末期オランダの飢饉（Dutch Famine）を経験した508人の50-58歳での検討

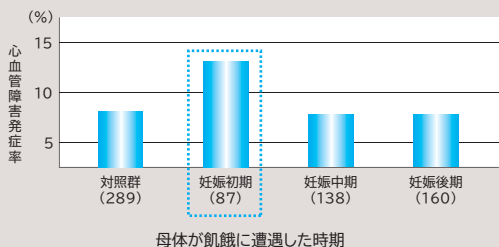


図14 儉約表現型仮説 (Thrifty Phenotype Hypothesis)

一動物実験によるメカニズムの提案(仮説)一

#### 膵臓インスリン分泌低下仮説

Hales CV & Barker DJP Diabetologia 35:595, 1992

# 肥満のリスクを十分説明できない

#### 視床下部レプチン低感受性獲得仮説(マウス)

Yura S et al. Cell Metab 1:371, 2005

新生仔期シグナル

ヒトの儉約表現型は証明されていない

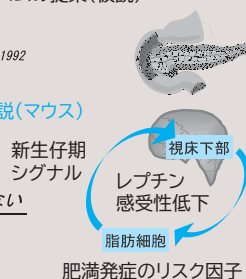


図15 視床下部・下垂体・副腎系仮説 (HPA axis 仮説) のドグマ

母体ストレス(血中コルチゾール値上昇)

胎児の高コルチゾール被曝

海馬グルココルチコイド受容体の発現低下

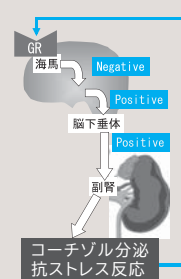
Negative feedback抑制

HPA axis 反応性亢進

恒久的なストレス反応性の亢進

メタボリックシンドロームのリスク因子

Masuzaki H et al. Science 294:2166, 2001



なら寒さに強い子どもになり、暑い環境に生まれるなら暑さに、食べ物が少ない環境なら食べ物が少ないことに、外敵が多いなら外敵に強い子どもにと、世代ごとに環境による体の表現系、体質を変えるという考えです。この体質変化が、実際に生まれた環境にふさわしくなかった場合に、逆にさまざまな病気を発症するリスクとなると考えられています。

ミスマッチのメカニズムのいくつかの仮説のうち、今日は代表的な“儉約型体質”仮説（図7）とともにHPA（Hypothalamic Pituitary Adrenal：視床下部、下垂体、副腎）-axis仮説を紹介します。

“儉約型体質”仮説は低栄養に対応できますが、飽食の時代にはメタボになりやすいという考え方です。儉約型体質では糖を代謝するインスリンの分泌が悪く、糖の利用率が下がるという仮説が有名です。しかし、これでは肥満のリスクを十分説明できません。脂肪細胞がある程度大きくなるためにはインスリンが必要だからです。そこで私たちは動物実験の結果から、脳の視床下部の栄養中枢で抗肥満ホルモンであるレプチンの感受性が新生児期に低下するという説を提案しています（Yura S, Itoh H et al., Cell Metabolism 1;371-378, 2005）（図14）。ただ、ヒトの“儉約型体質”の存在はまだ十分に証明されていません。

HPA-axis仮説のHPA-axisとはストレスがかかったときに出るコーチゾル（副腎皮質ホルモン）の分泌の系を指します。通常、母体のコーチゾルの大半は胎盤で不活性化され、胎児に届くのは10分の1ほどです。ところがお母さんのストレスが強くと胎児に移行する量が増え、胎児のストレスの反応性が増加するというのがHPA-axis仮説です。例えば、低出生体重児として生まれた成人は、一晩空腹ストレスを与えた場合、正常体重で生まれた成人に比べてコーチゾルが上がります。HPA-axisの変化がメタボリックシンドロームのリスクになると考えられています（図15）。天敵から素早く逃げなければならぬ環境では生存に有利ですが、種々の大量なストレスがある現代社会ではストレスへの反応が高まりすぎて、メタボリックシンドロームなどのリスクになるという考え方です。動物実験か

ら提案している脂肪細胞と視床下部のクロストークによる肥満のリスク上昇を私たちはHA（Hypothalamic Adipose）-axisと呼んでいます（図16）。いずれも発達期における視床下部の可塑性がリスクの形成要因であり、将来の治療のターゲットになりうると期待しています。

人類は数十万年の進化の歴史で、気候変動あるいは地殻変動などの急激な環境の変化に対して種の存続を賭けて適応を迫られてきました。胎内環境の影響を受けて獲得した表現型（体質）が、出生後に適応不全を来した場合に、種々の疾患を発症するリスク因子となるという考え方は、胎児プログラミング（Fetal programming）から、成人病の胎児起源説（Fetal origins of adult disease）に変わり、現在は DOHaD（Developmental origins of health and disease）と呼ばれます。DOHaD という概念はグルックマン、ハンソンが作った言葉で適切な日本語がまだありません。発達期（胎生期、乳幼児期）のみならず妊娠前も含めた環境因子が重要であり、病気だけではなく、健康維持の概念も入っています。

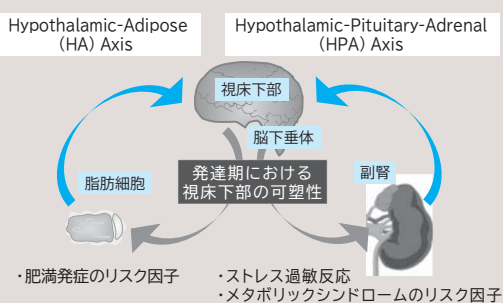
## 産科医として思うこと

日本では低出生体重児の増加によって将来に成人あるいは老年期の有病率が増加する懸念があります。ただ、毎日のように赤ちゃんを取り上げている産科医としては、低出生体重児を生んだお母さんに今日の話をするとお母さんが罪悪感を持つかもしれない、心配です。実は今日お話ししたことには大きな落とし穴があります。バーカー仮説の根拠となる子どもが生まれた1920年代は産業革命による大気汚染で空はスモッグに覆われて、工場で働く多くの子どもたちはビタミンD産生に必要な日光を十分に浴びられないため、くる病\*の罹患率が高かったのです。今の子どもたちとは生まれた環境が全く異なります。また、バーカー仮説のころの英国の乳幼児死亡率は日本の終戦直後と同じくらいで、現在はその30分の1です。医療水準も食生活も社会環境も全く違います。ですから、今日のお話を検証もせずにお母さんたちに伝えるのは時期尚早です。また、ヒトには多様性が大きく、低出生体重児の長期予後を改善するためにどのような新生児医療を行うべきか統一した見解はありません。ですから、本来はテーラーメイドに一人一人に合わせて指導すべきでしょう。

産科医として、確実に言えることは若年女性や妊婦さんの栄養状態を改善すべきで、少なくとも体重だけではなく、食事の内容に目を向けてほしいということです。厚生労働省や農林水産省から出ている「食事バランスガイド」などを参考にバランスのとれた食事をとることが必要です。

最後に動物実験の話をしてします。胎生期低栄養マウスモ

図16 胎生期低栄養による視床下部の変化の影響



Itoh H and Kanayama N. Current Women's Health Reviews. 2009

デルから生まれた小さいマウスは肥満、インスリンの感受性の低下、血圧上昇、心臓肥大、心臓の動脈の周囲の線維化などを起こします。この低出生体重マウスがおなかにいる間に母マウスの餌に牛乳のカゼインのようなタンパク質を増やしておくことで生まれてから血圧上昇を防ぐことができます(図17)。良質なタンパク質を妊婦は多めにとるのは決して悪いことではないということです。

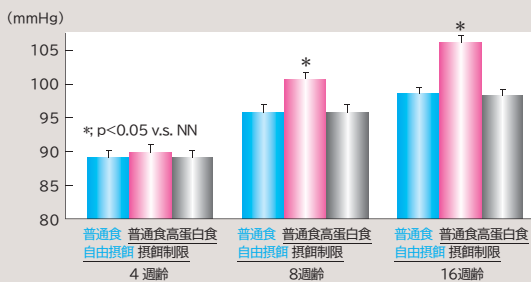
料理家・管理栄養士の小山浩子先生に妊娠中にお薦めの牛乳を使ったレシピを考えていただきました。牛乳に鉄分とビタミンC、食物繊維を加えたミルクドリンクなどで、妊娠中に特にとりたいカルシウム、鉄分、葉酸をとっていただきたいと思います(図18)。

最後に、わが国の妊孕世代の女性は、やせ願望により、不自然な食生活をしており、妊娠中も同じ食生活を送っていて、生まれた子どもへの長期的な影響が懸念されます。若年女性のみならず、次世代の健康のためにも食生活の改善が大切ではないかと考えています。

**Q** 若い女性のやせを改善するアプローチとして栄養指導の他に何が考えられますか。

**A** 私は二つの方法があると考えます。まずは教育で、特に高校生に対し、女性が子どもを産むために何が重要かということをしきりと教育すべきです。次に、メディアと協力することです。スペインでは、若い女性のやせ信仰が強くなった際に、BMIが低すぎる女性をテレビに出すことを禁じました。日本も、メディアの影響力が強いので、協力して若年女性のやせ問題に取り組むべきだと考えます。

図17 仔の収縮時期血圧の推移



Kawamura et al, Endocrine J 56:679-689, 2009

図18 妊産婦にとっての牛乳の必要性

<p><b>カルシウム</b> × <b>ビタミンD</b></p> <p>黒豆きなこミルク 黒豆きなこ大さじ2 とき砂糖を小さじ 1、合わせておき、牛 乳200mlを少しず つ加える。すりごま を混ぜるとさらにカ ルシウムアップ!</p>	<p><b>鉄分</b> × <b>ビタミンC</b></p> <p>ブルーミルク 牛乳200mlにブル ーン3個とバナナ 小1本又はリンゴ1 /4個を加えてミキ サーにかける。甘み は加糖練乳で調整。</p>	<p><b>葉酸</b> × <b>ビタミンB12</b></p> <p>枝豆ミルク 牛乳200mlにエダ マメ正味50gを加 えてミキサーにか ける。甘みは加糖練 乳で調整。</p>
--	---	--

(管理栄養士・小山浩子氏作成)

※掲載内容は、原則、開催当時のまま採録しています。また、講師の肩書も当時のまま掲載しています。



## 妊婦の低栄養と生活習慣病発症リスク

～今日の女性の健康に求められる栄養～

早稲田大学 理工学術院理工学研究所 研究院教授 福岡 秀興 氏

今日の日本では、「小さく産んで大きく育てる」ことが良いとする考え方や、若い女性のやせ願望による栄養状態の低化や、低栄養の妊婦が増えて出生体重の小さい子どもが生まれるケースが多くなっています。小さく生まれた子どもは、成人して、糖尿病をはじめとした生活習慣病などさまざまな病気を発症するリスクが高まるということが報告されています。このような状況を避けるためには、妊娠前から栄養状態を整えておくことが必要であり、女性のみでなく多くの人々がその重要性を知らねばなりません。また不足しているカルシウムの摂取や牛乳・乳製品の摂取も重要となります。

### 「小さく産んで大きく育てる」は正しくありません

わが国では、「小さく産んで大きく育てる」という考え方が一部で今なお良いとされています。しかし、これは正しくありません。必ずしも安全な分娩（ぶんべん）にならない可能性が高いことに加え、生活習慣病の素因をつくることにもなりかねないからです。

病院では、生まれてくる赤ちゃんが小さいと思われるときは非常に緊張し、胎児心拍を厳格にモニターしていつでも帝王切開ができるようになどの万全の体制で分娩に臨みます。実際、赤ちゃんが小さい場合、帝王切開の頻度は高まります。

2011年の日本産婦人科学会のガイドラインでは、妊娠中の母親の体重増加を厳しく制限することが良いというエビデンスは無いとされています。むしろ個人差を考えながら、緩やかな体重増加指導を行うことが望まれます。英国では、必要でない限り、妊娠中は母親の体重は測りません。

「小さく産んで大きく育てる」ことが良いとする考え方は、妊娠中の母親が食事を制限することにより、低栄養の子宮内で赤ちゃんを育てることになりかねません。そして小さく生まれた後に、栄養を十分に与えて短時間に大きく育てる育児が良いとする誤つ

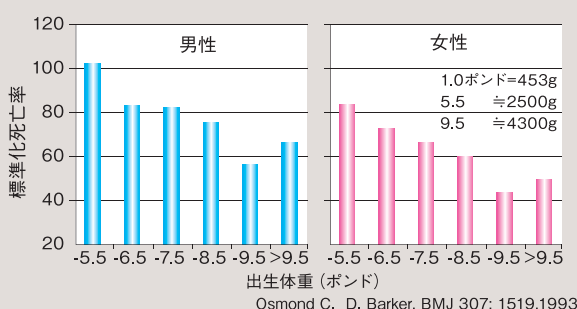
た理解を与えることとなります。

バーカー（David Barker）という英国の疫学者が、英国における、1901～1910年の「乳児死亡率」と、1968～1978年の「男性虚血性心疾患死亡率」について、それぞれ地域ごとに検討しました。その結果、乳児死亡率の高かった地域は、約70年後の虚血性心疾患死亡率が高い地域と一致していることを見いだしました。

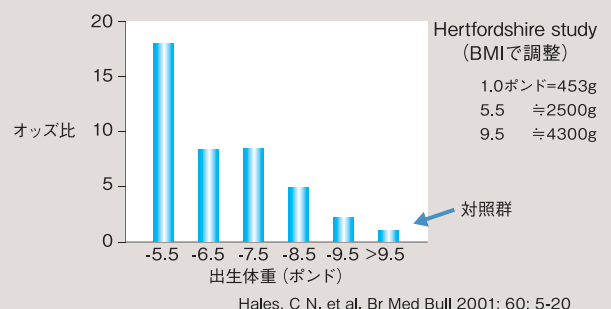
乳児死亡率が高いということは、妊娠中の母親の栄養状態が良くないことが大きな原因と考えられます。そのような状況で生まれた子どもは生き残ったとしても、その影響を一生負いつづけ、最終的には心疾患につながる可能性が高いことを示す現象と考えたのです。

この「妊娠中の栄養状態が子どもの将来の健康状態を決める」という仮説のもとに、バーカーらは、英国のハートフォードシャー地域で生まれた人たち全ての出生体重・身長などの出生時のデータを見つけだし、それと虚血性心疾患の死亡率の関係を調べました。その結果、出生体重が小さくなるにしたがって死亡率が高まり、逆に大きくなるとそのリスクは少なくなる（ただし、あまり大きくなり過ぎててもリスクは高い）という衝撃的な結果を見いだしたのです。メタボリック症候群についても同様な結果を得ました。特に2,500g未満で生まれた男

出生体重と虚血性心疾患死亡率



出生体重と男性メタボリック症候群発症オッズ比



性たちのリスクは極端に高いということも分かりました。このように出生体重は将来の健康や生活習慣病のリスクと密接な関係があることが見いだされたのです。この考え方が、生活習慣病胎児期発症起源説（バーカー説）といわれてきました。

## 生活習慣病胎児期発症起源説

このバーカー説はその後大きく研究が発展して、今ではDOHaD (Developmental Origins of Health and Disease) 説という考え方となり、世界的に広く認識されるようになりました。これは、妊娠した時点から、生まれて2年ぐらいまでの人生早期の短い期間に、健康や生活習慣病の素因がつくられ、その病気の素因を持っている人が過剰な栄養、ストレス、運動不足などのマイナスの生活習慣を続けると、やがて生活習慣病が発症するという考え方です。このように病気は2段階を経て発症していくのです。

病気の素因とはエピジェネティクスの変化であると考えられています。エピジェネティクスとは、遺伝子 (DNA) の配列は変化しなくても、その遺伝子の働きを調整するメカニズムをいいます。

このような病気の素因となるエピジェネティクス変化は、理想的な生活環境を続けていっても三世代続く可能性があると考えられています。例えば、ある家系で、エピジェネティクス変化を持った子どもが生まれた場合、健康な状況を確保するには三世代という長い時間が必要であるということも報告されています。

栄養が遺伝子の働き (エピジェネティクス) を大きく制御しているということが明らかとなってきました。これはニュートリエピゲノミクスという新しい概念ですが、栄養の重要性が分子レベルで詳しく明らかとなってきたのです。例えば妊娠前半に炭水化物の摂取量が少ないと、6~9歳ごろに体脂肪量が多くなり、その背景にあるエピジェネティックの変化も明らかになりました。他に、葉酸やビタミンB群、亜鉛、グリシン、メチオニン、コリン、ビタミンDなどの多様な栄養素が胎児・乳幼児の遺伝子の働きを調節しているのです。このように、栄養の重要性は、いくら強調してもし過ぎることはありません。

子宮内で著しい低栄養状態を経験すると、生活習慣病や精神発達へのリスクが高まるという事例として、オランダの冬の飢餓事件や中国の大躍進事件が有名です。

前者は、第二次世界大戦末期にナチス・ドイツが、オランダのある地域を一時期、食料を遮断し、2万人弱が餓死した事件で、その時に生まれた人たちに生活習慣病や精神疾患が多発しています。後者は1959年から1961年の2年間に誤った経済政策により4千万~6千万人の人たちが餓死し、同様に多様な病気が多発しています。

「小さく生まれる」ことによる影響について、シカゴ大学のノーベル経済学賞学者、カーリー先生らによる研究では、学力や知的発達スコア、社会性発達スコア、就労率などが低くなると報告されています。

他に子宮内の低栄養環境が糖尿病の発症に関係することも多く報告されています。糖尿病は生活習慣病であるといわれていますが、その大きな素因の形成は望ましくない子宮内環境である可能性があるのです。

妊娠後期にエネルギー摂取量が少なかった母親から生まれ9歳で体重が大きい子どもでは、頸動脈内膜の肥厚が見られており、若年時から既に動脈硬化の所見があらわれるとする報告もあります。

多くの調査から、このように妊娠中の低栄養は、子どもに先に挙げた虚血性心疾患やメタボリック症候群、さらに糖尿病や本態性高血圧、脳梗塞、脂質異常症、がん、慢性呼吸器疾患など、さまざまな疾患のリスクが高まることになってきました。これらは、いずれも「小さく生まれた」場合に発症リスクが高くなることを意味しています。小さく生まれる子どもの多い日本では、個人と社会の未来を左右する大きな問題といえます。しかし、残念ながら、今なお社会的関心は低く、危機感を抱かざるを得ない状況です。多くの人々にぜひ知っていただきたいと思います。

## 悪化している母親の栄養状態

低出生体重児の頻度を他のOECD加盟国と比較すると、トルコに次いで日本は第2位です。OECD加盟国の中で極端に高い国であるといえます。さらに昭和20年代よりも今の若い母親の栄養状態の方が悪化している

### DOHaD (Developmental Origins of Health and Disease)

#### 生活習慣病胎児期発症起源説 (Fetal origins of Adult Disease: FOAD)

生活習慣病の素因は、受精時、胎芽期、胎児期、乳児期に遺伝子と環境との相互関連で形成され、出生後のマイナス生活習慣の負荷で生活習慣病が発症する。疾病はこの二段階を経て発症する。素因とは**エピジェネティクス**偏移である。(David Barker. 1986.)

#### (Transgenerational effect)

国際DOHaD学会、日本DOHaD研究会

### 出生体重低下による発症リスクが高くなる疾患

- 1) 虚血性心疾患
- 2) (Ⅱ型) 糖尿病
- 3) 本態性高血圧
- 4) メタボリック症候群
- 5) 脳梗塞
- 6) 脂質異常症
- 7) 神経発達異常

de Boo HA and JE Harding. Austral New Zealand J Obstet Gynecol. 2006; 46: 4-14

ということを示すデータもあります。県ごとに2,500g未満の低出生体重児の比率を見ると、10%以上という頻度の高い県が平成18年で8県あります。男児より出生体重が小さい女児だけで見ると、低出生体重児が10%以上が42県もあります。女児の場合、平成12年が6県でしたので、それ以降の6年間で状況が激変したというのが今の日本の実情です。

実際に妊婦の栄養状態を見ると、エネルギーの摂取量が少なくなっています。健康な赤ちゃんが生まれるかどうか、常識的に考えても異常といわざるを得ない状況です。詳しく見ると、飢餓状態に近いといってもよいお母さんもいます。

20代女性のエネルギー摂取量は1995年から2013年にかけて確実に減っています。妊娠前からこのような食習慣がありますので、妊娠しても「栄養をとりなさい」と指導しても、いったん確立した食習慣はなかなか変えることはできません。それだけに妊娠する前から栄養の重要性についての認識を深めておくことが重要です。当然ですが、妊娠していなくても栄養の重要性を認識してほしいものです。

## 子どもの出生時体重を高める 牛乳、乳製品摂取の重要性

2006年の「妊産婦のための食生活指針」では、健康な子どもを産むためには、妊娠前から食習慣を改善し、主食を中心にエネルギーをしっかりと摂取する必要

があることを示しています。

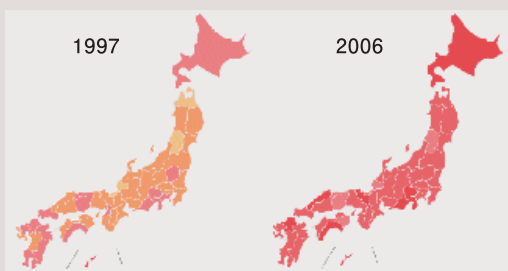
また、牛乳、乳製品などの多様な食品を組み合わせることでバランス良く栄養を摂取することも重要です。カルシウムの推定必要摂取量は成人女性で1日当たりおよそ650mgとされています。しかし、20代女性では、1995年からずっと摂取量が減少し不足した状態が続いています。これは妊婦も同じで、ほとんどの場合、必要量がとれていません。

ただし、カルシウムが不足しているからといって、サプリメントでとるのは避けるべきです。サプリメントでカルシウムをとると、血中のカルシウム濃度が急激に上がり、それを下げるためにホルモン動態が大きく変化します。ですからカルシウムはやはり食べ物からとることが生体に負荷のない一番望ましい方法と考えられます。

もう一つ、注目することとして、牛乳の摂取は出生体重を増やすというデータがさまざま報告され始めています。例えば、デンマークでは、1日の牛乳摂取量に比例して出生児体重が増えると報告されています。もちろん、6~7杯も飲むのは極端ですが、少なくとも牛乳を1日1杯（200mL）は飲むことは、子どもの発育からもおすすめします。

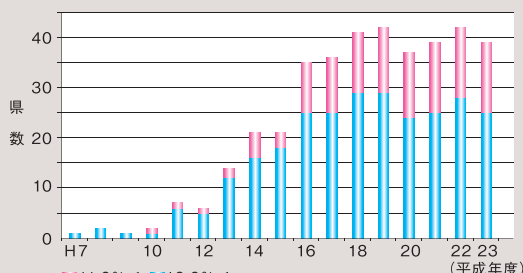
このような状況から、最近では、出生体重を増やそうという取り組みを行っている病院が出ています。高崎市の館出張（たてでばり）佐藤病院では、妊娠中の栄養が重要であることを院長が主導して病院全体で認識・共有して、妊娠前、妊娠中、子育て中の栄養指導

### 県別に見た低出生体重児頻度の比較と推移



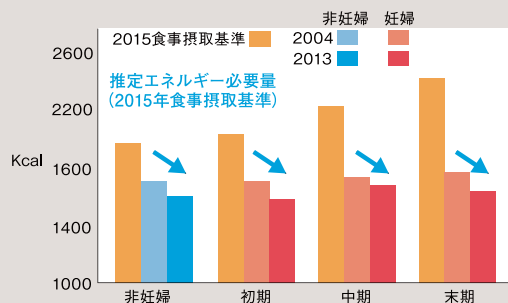
低出生体重児 (LBW) : LBW (%)  
 出生体重2,500g未満  
 ■ 10.0% < ■ 9.0-10.0 ■ 8.0-9.0 ■ 7.0-8.0 ■ <7.0  
 「母子保健の主たる統計2008年版」より大貫善市作成

### 女児低出生体重児 10.0%超過県の推移

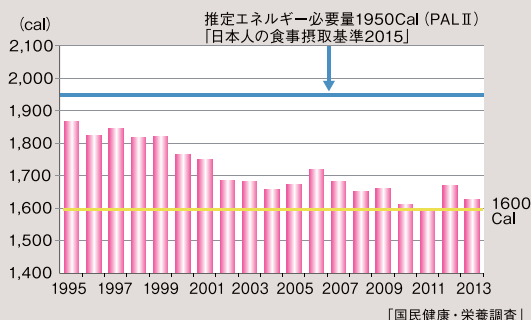


■ 11.0% < ■ 10.0% <  
 「母子保健の主たる統計」

### 妊娠中の摂取カロリー推移

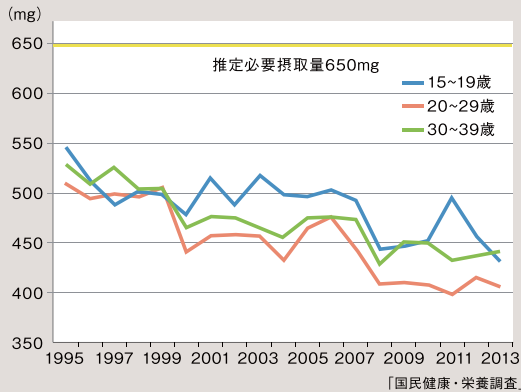


### 20代女性のエネルギー摂取量の推移

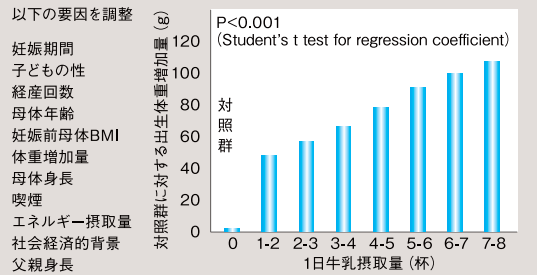


に積極的に取り組んでいます。  
 その結果、一時期低下していた平均出生体重が徐々に増加しているという成果をあげています。現実にはこのような妊婦栄養の重要性を地域全体で認識し取り組んでいるという動きが、今の日本で起こりつつあるということも、ぜひ知っていただきたく思います。

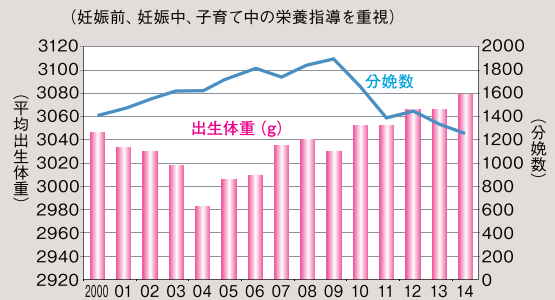
### 女性のカルシウム摂取量推移



### 牛乳摂取と出生児体重



### 高崎市館出張佐藤病院 (院長佐藤雄一氏) の取り組み



※掲載内容は、原則、開催当時のまま採録しています。また、講師の肩書も当時のまま掲載しています。

# 牛乳・乳製品摂取と周産期うつ症状との関連:九州・沖縄母子保健研究 ～疫学研究によるエビデンス蓄積の重要性～

愛媛大学大学院医学系研究科 教授 三宅 吉博 氏

2001年に開始した「大阪母子保健研究」では、妊娠中に $\alpha$ リノレン酸やドコサヘキサエン酸、乳製品、カルシウム、ビタミンEの摂取が多いほど、子ども(1歳半)の喘鳴(ぜんめい=気道が狭くなり、呼吸の際にゼイゼイ、ヒューヒューと音が鳴ること)のリスクが低下し、チーズの摂取が多いほど、子ども(3歳半)の齲蝕(うしょく=虫歯)のリスクが低下していることが分かりました。また、2007年に開始し現在も継続している「九州・沖縄母子保健研究」では、魚介類、エイコサペンタエン酸、ヨーグルト、カルシウム、ビタミンD、海藻の摂取が多いほど、母親の妊娠中うつ症状の有症率が低いという結果が得られました。特に、産後4カ月時点では、妊娠中の牛乳摂取が多いと、産後うつ症状のリスクが低下していました。これらは、疫学研究として行われたものですが、確立したエビデンスとなるためには、多くの疫学研究で支持されることが必要です。今後は、さまざまな健康問題に対する栄養の影響について、日本人を対象とした疫学研究のエビデンスを蓄積していくことが重要となります。

## 疾患発症のリスク要因および予防要因の 解明が疫学の任務

疫学研究は、明確に規定された人間集団を対象として、疾病の頻度と分布、そして、それらに影響を与える要因を統計学的手法を用い明らかにして、有効な対策を立てることを目的に行われます。さらに、疫学研究は、介入を行わない観察的疫学研究と、何らかの介入を行う介入研究に分かれます。

一方、予防医学は、一次予防、二次予防、三次予防に大別できます。一次予防とは、疾患を有していない人々に対して、疾患の発生を予防することを意味し、

二次予防はすでに罹患しているが、まだ徴候や症状が現れていない人々を発見すること、三次予防はすでに徴候や症状が現れ、診断が確定した患者の合併症を予防することを意味します。

こうした予防医学の概念において、一次予防を目的とした観察的疫学研究によって、疾患発症のリスク要因および予防要因を解明することこそが疫学研究の第一義であり、衛生学・公衆衛生学の土台となる任務であると考えています。

### 疫学の定義

明確に規定された人間**集団**の中で出現する健康関連のいろいろな事象の**頻度と分布**

記述疫学: 国民健康・栄養調査

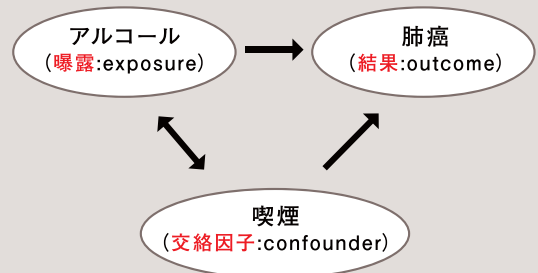
および

それらに**影響を与える要因**を明らかにして、

分析疫学

健康関連の諸問題に対する有効な対策樹立に役立てるための科学

### 交絡因子って何？



アルコールをよく飲む人ほど、タバコをよく吸う場合、アルコール摂取が肺癌の原因であると結論づけることはできない

### 曝露効果の測定

- 疫学研究の第一の目的は曝露要因と結果因子との間の関連を定量化すること
  - 非曝露群の発症に対し、曝露群の発症を比較する
  - **相対危険 (relative risk)** : 非曝露群に比べて曝露群はどの程度発症しやすいか、つまり、**関連の強さ**を示す指標
  - 値が1より大きい場合、リスクが高い
  - 値が1より小さい場合、リスクが低い、つまり予防的
- 95%信頼区間に1を含まない場合、統計学的に有意

### 疫学の根本となる目的は

**第一次予防です!!**

疾患発症の原因、つまり、リスク要因および予防要因を解明することでありませす!!

**衛生学・公衆衛生学の主たる任務です!!**

日本における栄養疫学の先駆者は、脚気の予防・改善のために、大麦、大豆、牛肉の摂取を勧めた高木兼寛です。これにより旧日本海軍の脚気問題は解決し、その後、脚気の原因がビタミンB<sub>1</sub>不足であることが判明しました。このように、疫学研究とは、メカニズムの解明はさておき、実利を追求する学問であるといえます。

疫学研究は、ある曝露（ばくろ＝体が受ける影響）が結果（疾患など）を引き起こしているかを考える学問です。ただし交絡因子の影響を考慮しなければなりません。例えば、飲酒習慣があるほど肺癌（がん）の罹患率が高いという結果が得られた場合でも、アルコールを飲む人ほどタバコをよく吸う場合、アルコールの摂取が肺癌の原因であるとは結論づけることはできないという立場をとります。

このようにして、曝露要因と結果因子との間の関連を定量化する指標として相対危険を調べます。これは非曝露群に比べて曝露群はどの程度発症しやすいかを示します。全く関連が無い場合、相対危険は1となります。1より値が大きい場合（正の関連）では曝露群でリスクが高く、1より値が小さい場合（負の関連）では曝露群でリスクが低い、つまり予防的となります。また相対危険の95%信頼区間に1を含まない場合、統計学的に有意と判定します。

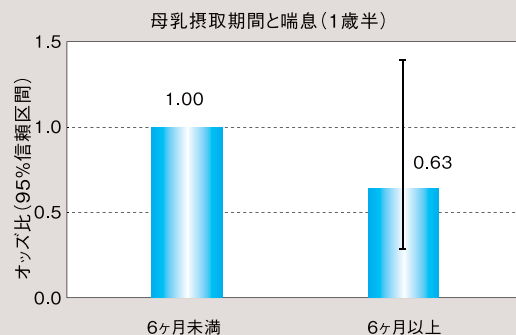
### 大阪母子保健研究

Osaka Maternal and Child Health Study:OMCHS

ベースライン調査 平成13年11月～平成15年3月	妊婦1,002名 生活習慣等質問調査票 食事歴法質問調査票
4ヶ月時追跡調査	867組の母子
1歳6ヶ月時追跡調査	763組の母子
2歳6ヶ月時追跡調査	586組の母子
3歳6ヶ月時追跡調査	494組の母子(318組遺伝子)
4歳6ヶ月時追跡調査	480組の母子

現時点で、42編の英文原著論文を創出  
主にアレルギー疾患、口腔疾患、産後うつ病のリスク要因

### 大阪母子保健研究・生後16～24カ月データ (n=763)



結果因子定義:喘息と医師の診断有り(4.3%)  
Miyake Y, et al. Pediatr Allergy Immunol. 2008;

## 妊娠中の乳製品などの摂取で 喘鳴のリスクが低下

これまで、妊娠中から産後の母親と生まれた子どもを追跡する出生前コホート研究によって、妊娠中の栄養と母子のアレルギー発症や周産期うつなどとの関連について解析を行いました。コホート研究とは、特定の集団を一定期間追跡する疫学研究です。

その一つが、2001年に開始した「大阪母子保健研究」です（対象：1,002人、期間：妊娠中～子どもが4歳半になるまで）。

「大阪母子保健研究」では、妊娠中に食事歴法質問調査票（Diet history questionnaire: DHQ）を用いて、妊婦一人ひとりの食事内容に基づいた栄養の摂取状況に関する詳細な情報を得ました。調査対象者を摂取量に応じて4等分して解析しました。

1,002名の妊婦のデータを解析したところ、ダイゼイン（大豆イソフラボンの一種）、海藻、魚介類由来脂肪酸を多く摂取している妊婦でアレルギー性鼻炎の有症率が有意に低下しているという結果が得られました。

また、生後16～24カ月のデータでは、母乳摂取期間と喘息との間に有意な関連は認められませんでした。

さらに、妊娠中の栄養摂取と生まれた子のアレルギー疾患リスクとの関連を調べたところ、妊娠中のαリノレン酸やドコサヘキサエン酸、乳製品、カルシウム、ビタミンEの摂取が多いほど、子ども（1歳半）の

### 大阪母子保健研究・生後16～24カ月データ (n=763) 総乳製品（牛乳、チーズ、ヨーグルト）摂取との関連

(mg)	喘鳴		アトピー性皮膚炎	
	リスク	補正オッズ比	リスク	補正オッズ比
Q1 (43.6)	50/190	1.00	43/190	1.00
Q2 (120.8)	50/191	1.04 (0.64-1.70)	22/191	0.45 (0.25-0.81)
Q3 (184.5)	44/191	0.85 (0.52-1.40)	38/191	0.94 (0.55-1.59)
Q4 (280.7)	25/191	<b>0.45 (0.25-0.79)</b>	39/191	1.01 (0.59-1.73)
p for trend		<b>0.007</b>		0.50

Miyake Y, et al. Eur Respir J. 2010; 35: 1228-1234.

### 大阪母子保健研究・生後16～24カ月データ (n=763) カルシウム摂取との関連

(mg)	喘鳴		アトピー性皮膚炎	
	リスク	補正オッズ比	リスク	補正オッズ比
Q1 (364.8)	46/190	1.00	40/190	1.00
Q2 (481.3)	51/191	1.23 (0.75-2.03)	35/191	0.89 (0.52-1.53)
Q3 (571.1)	42/191	1.01 (0.60-1.70)	27/191	0.66 (0.37-1.18)
Q4 (714.4)	30/191	<b>0.57 (0.32-0.99)</b>	40/191	1.08 (0.63-1.86)
p for trend		<b>0.04</b>		0.99

Miyake Y, et al. Eur Respir J. 2010; 35: 1228-1234.

喘鳴のリスクが低下し、また妊娠中のチーズ摂取が多いほど、子ども（3歳半）の齲蝕（虫歯）のリスクが低下していることが分かりました。

### ヨーグルトとカルシウムは摂取量の増加に伴い妊娠中うつを低減

もう一つの出生前コホート研究として、2007年に開始した「九州・沖縄母子保健研究」（対象：1,757人、期間：妊娠中～8歳）があります。この研究は現在も継続中で、「大阪母子保健研究」と同様の手法で追跡調査を実施しています。

同研究のベースラインデータを解析すると、妊娠中の魚介類、エイコサペンタエン酸、ヨーグルト、カルシウム、ビタミンD、海藻の摂取が多いほど、妊娠中うつ症状の有症率が低くなることが分かりました。例えば、ヨーグルトとカルシウムは、摂取量が3番目と最も多い群で、妊娠中うつ症状のオッズ比（生じやすさを示す統計学的尺度）が有意に低下するという結果が得られました。

一方、肉類などに多く含まれる飽和脂肪酸の摂取が

多いほど、妊娠中うつ症状の有症率が高まりました。

### 妊娠中の牛乳摂取が多いと、産後うつ症状のリスクが低下

産後4カ月時追跡調査のデータも活用したところ、妊娠中の牛乳摂取が多いと、産後うつ症状のリスクが低下していました。

牛乳では、特に摂取量が2番目と最も多い群で、有意に産後うつ症状のオッズ比が低下するという結果が得られましたが、量-反応関係は統計学的に有意ではありませんでした。

### 疫学研究では日本人のエビデンスの蓄積が重要

「九州・沖縄母子保健研究」では、妊娠中の牛乳摂取が産後うつ症状の予防効果を示唆することを世界で初めて示したとして注目を集めました。

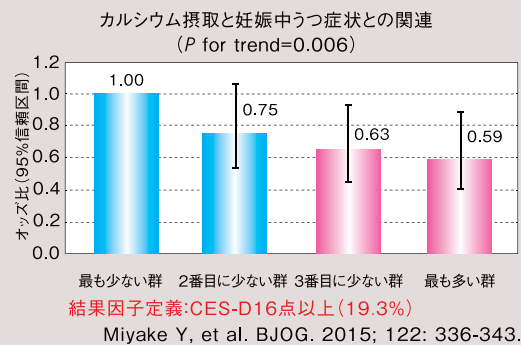
確かに、世界初の疫学研究成果は重要ですが、一つの疫学研究だけでは、結論を出すことはできません。重要なことは、こうした研究を足がかりとして、より多くのエビデンスを蓄積していくことです。それによって、得られた結果は、より確かなエビデンスとして確立されていきます。それが疫学研究の醍醐味ともいえます。

#### 九州・沖縄母子保健研究

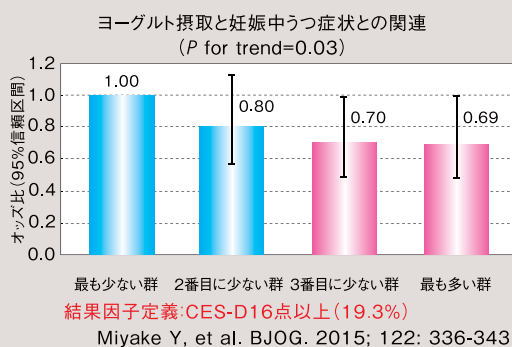
ベースライン調査 平成19年4月～平成20年3月	妊婦1,757名 生活習慣等質問調査票(31page) 食事歴法質問調査票(16page)
出生時追跡調査	1,590組の母子
遺伝子検体、口腔検査	1,492組の母子、1,198の母親
4ヶ月時追跡調査	1,527組の母子
1歳時追跡調査	1,430組の母子
2歳時追跡調査	1,362組の母子
3歳時追跡調査	1,305組の母子
4歳時追跡調査	1,264組の母子
5歳時追跡調査	1,201組の母子
6歳時追跡調査	1,040組の母子
7歳時追跡調査	927組の母子
8歳時追跡調査	実施中

現時点で  
英文原著  
論文38編

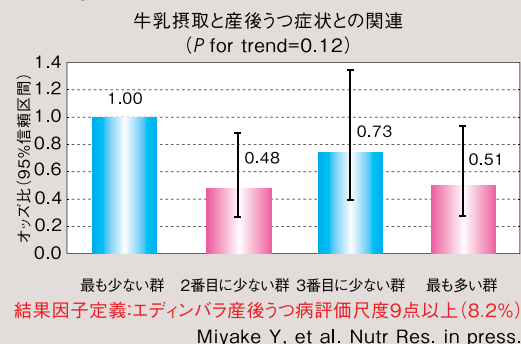
#### 九州・沖縄母子保健研究ベースラインデータ (n=1745)



#### 九州・沖縄母子保健研究ベースラインデータ (n=1745)



#### 九州・沖縄母子保健研究 4 カ月時追跡調査データ (n=1319)



そういう意味では、あらゆる場面で日本人のエビデンスがもっと必要です。日本人のエビデンスは、ものすごく欠乏しています。例えば、日本人と欧米人とでは、食習慣や遺伝的背景、生活環境、生活習慣が異なり、当然、結果も異なってくるのです。

先の「九州・沖縄母子保健研究」と「大阪母子保健研究」の結果を比較すると、妊娠中のEPAとDHAの摂取は、アレルギーリスクに対してともに予防的で一致していました。しかし、ビタミンDの摂取は、「九州・沖縄母子保健研究」では、アトピー性皮膚炎のリスクを高めたのに対し、「大阪母子保健研究」の方では、総じて予防的という結果が出ました。このように、国内の疫学研究でさえ、地域や対象者が違えば、結果が異なってくることがあります。

そのような場合は、メタアナリシスという解析手法によって、異なるいくつかの研究結果を、あたかも一つの研究結果のように統合して扱い、統計解析によって結論を出します。

ただし、メタアナリシスで結論を出したとしても、それは、その時点での結論ということになります。それをより確かなものとして確立していくには、さらにエビデンスを蓄積する必要があります。

いずれにせよ、栄養疫学のエビデンスは、まだ、非常に少なく、特に、健康において食事の影響は非常に大きいと考えておりますので、その部分を追求していきたいと考えています。

※掲載内容は、原則、開催当時のまま採録しています。また、講師の肩書も当時のまま掲載しています。



contents

3

---

長寿を支える食生活とは

## ライフステージ別、新食習慣の提案

～ 国民栄養調査に見る健康志向と簡便志向～ 「国民栄養の現状 平成14年版」より

株式会社カロニク・ダイエット・スタジオ主宰 ダイエット・クリエイター、管理栄養士 竹内 富貴子氏

30年近い栄養指導、食事指導の経験を持つ管理栄養士の竹内富貴子さんは、「自分ができないようなことは指導しない」というのがモットー。実際的で分かりやすいお話がりで、テレビやラジオ、出版などで引っぱりだこのご活躍です。今回のメディアミルクセミナーは「国民栄養の現状 平成14年版」、いわゆる「国民栄養調査」の結果を見ながら、日本人の食生活がどのように変わってきているか、各世代別にはどんな問題点があるのか、今後どんな食生活を目指せばいいのか、そしてその中で牛乳の位置付けについて、興味深いお話をさせていただきました。

### 病気の発病率の変化は 食生活の変容がベースにある

日本人の死因の1970年からの年次推移を見ると、三大死因である悪性新生物（がん）は70年の2倍以上、心疾患は約1.4倍になっていますが、脳血管疾患は減っています。また、国民病といわれる糖尿病から発病する腎不全が増えています。

この50年ほどの食事の摂取量の変化で、圧倒的に増えているのは動物性の脂肪の摂取量で、それによってがんや肥満が増えたといわれています。また、がんの中でも今まで圧倒的に多かった胃がんが減り、大腸がんや肺がんが増えるという変化がありました。

生活習慣病以外でも、痴呆症の一つであるアルツハイマー病は原因不明で防ぎようがないといわれてきましたが、活性酸素をコントロールすると発症率が下がり、発病しても悪化が遅くなるという報告が出ています。今まで食事は関係ないといわれていたのですが、実は普段の食生活が深く関わっているのかもしれないということになります。

また、老後のQOL（生活の質）を大きく左右する「寝たきり」の原因としての骨粗鬆症も増えています。

このように死因や病気が微妙に変わってきているのは、食生活が変わっているからだと考えています。

これからの時代は食事をいかにコントロールするかという情報を各世代に上手に流すことが大切です。ただ、一方的ではなく、例えば食品メーカー、栄養士、学校など多方面から適切な情報を流し、食生活を変えないといけません。

### 栄養素密度の高い食品を選ぶのが 食事のコントロールのコツ

毎日の食事の管理をなるべくストレスがなく、楽に行うポイントは栄養素密度の高い食品を選ぶことです。パーフェクトな食品はありませんから、栄養素密度の

高い食品、例えばカルシウムは牛乳、β-カロテンならニンジン、ビタミンCならブロッコリーと、1日の中でそれをとれば30%、40%の栄養所要量がとれる食品を頭に入れて、上手に使っていくのです。

成人女性の生活強度Ⅱ、比較的運動量が少ない女性の1日の栄養所要量に対し、200mLの牛乳を飲むとエネルギーは7.7%、カリウムは15.5%、カルシウムは38%近く充足できます（図1）。ほかにもリン、ビタミンD、ビタミンB<sub>2</sub>、ビタミンB<sub>12</sub>、パントテン酸と20%以上のものがかかりあり、これほどの栄養素が充足できる食品は牛乳以外に見当たりません。しかも調理せずにそのまま飲める手軽さもあります。

乳製品のカルシウムは吸収率が非常に良く、骨を作るだけでなく、ストレスに対する抵抗力をつけてくれますから、先ほど述べた骨粗鬆症や生活習慣病の発病率を下げるのに役に立ちます。ビタミンDはカルシウムとビタミンAの吸収を良くします。ビタミンB<sub>2</sub>は成長ホルモンの分泌や過酸化脂質の分解を促します。過酸化脂質は老化を早めたり、痴呆の原因になったりしますから、ビタミンB<sub>2</sub>も生活習慣病の予防に非常に役に立つ栄養素です。ビタミンB<sub>12</sub>は発病率は低いのですが、悪性貧血の予防と治療に役に立ち、神経系を正常に働かせます。「たくさんものに含まれている」という意味のパントテン酸は抗ストレス作用やエネルギー代謝に関わり、免疫力をアップさせる働きも持っています。うつや肥満、動脈硬化、生活習慣病にはストレスが深く関わるのですが、そういう意味ではパントテン酸やビタミンB<sub>12</sub>はこれからもっと注目されるはずですよ。

さらに、牛乳のタンパク質のカゼインは消化吸収されるとカゼインフォスホペプチド（CPP）になり、ミネラルキャッチャーとして鉄やカルシウムの吸収を良くしてくれます。また、牛乳はカルシウムとリンの比率が良く、マグネシウムやカリウムなどミネラルも豊富です。血圧や体温調節、心臓の働きに欠かせないマグネシウムはカルシウムと同様、不足しているのですが、話題の「にがり」を買うよりも、ほかのミネラ

ルも含む牛乳をとる方がおすすめです。

このように牛乳は各世代が活用するのにふさわしい栄養バランスを持ち、しかも手軽にとれる食品であることが分かります。

### 離乳期に必要以上に除去食を続けると 栄養不足や食生活に偏りが表れる

では、世代別、ライフステージ別の牛乳の役割を見てみましょう。

離乳期には3~4人に1人は食物アレルギー、アトピー性

皮膚炎のどちらかを持っています。残念ながら牛乳と卵はアレルギーの原因なのですが、ともに栄養価が高く、いろんな調理性があるため、これらが食べられないと、食の幅が非常に狭くなってしまいます。ですから、まずアトピー性皮膚炎になりやすい子どもを産まないように若い女性は健康管理をすべきでしょう。遺伝的な要素もありますが、努力すれば、こんなにアトピー性皮膚炎や食物アレルギーの子が増えることはないのではないかと推測します。遺伝的に強い要素を持っている子は除去食などをして、運悪くアトピーや食物アレルギーが出てしまった場合にはやはり専門医と相談し、必要以上に神経質になって除去食を続けること。心配事を先回りして除去食を続けると栄養のバランスが崩れたり、食嗜好（しこう）が偏ったりします。除去食にしたり、運動をさせたりするうちに3歳くらいまでで治る子が多く、逆に治らないと後まで続くことがあるので、なるべく早い時期に怖がらず、牛乳や卵を食べさせたいものです。

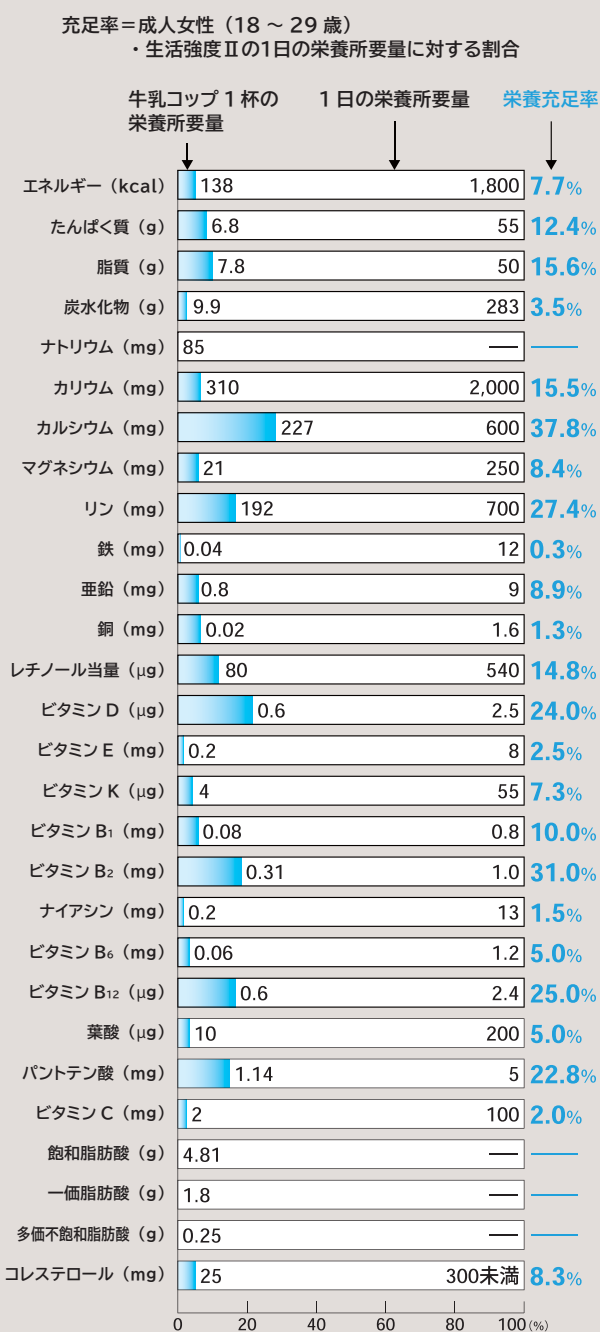
以前、アトピー性皮膚炎の子どものためのおやつ企画で作ったのですが、牛乳のあの白さやマイルドな食感を出すのは、ほかの食品では困難でした。例えば茶碗蒸しとプリンはほとんど同じようなものですが、茶碗蒸しは、徐々にだしと卵が分かれてくるのに対し、牛乳を使うプリンは離水しません。しっかり固まる、離水しない、マイルドな味になる、加熱するとおいしくなるという牛乳の調理性が結集しているのがプリンなのです。

### いろんな食品を食べさせるために、 乳幼児期に牛乳を小まめに使う

乳幼児には鉄と銅がかなり不足しています（図2）。鉄と銅は両方とも赤血球のヘモグロビンやコラーゲンの生成に必要で、足りないと成長期に貧血になったり、骨がきちんと作られなくなったりします。牛乳には鉄と銅はあまり含まれませんが、鉄と銅が多い緑黄色野菜や海藻と組み合わせると、カゼインがミネラルをキャッチし、吸収の悪い緑黄色野菜の鉄などの吸収率をアップできます。

乳幼児期はまだ嗜好が一定していないので、大人が思い込みで料理を作らないことも大切です。無理なく、いろんなものを小さいうちから食べさせることで栄養のバランスもとれ、好き嫌いも少なくなります。緑黄色野菜が嫌いならコーンスープにホウレンソウを細かくして入れると牛乳と緑黄色野菜を一緒にとれますし、スクランブルエッグや卵焼きに牛乳を入れると卵くさがが抜けます。また、牛乳をスープやソースにするととろみが出て、あまり油を使わなくても濃厚になりますから、ゆでたブロッコリーに牛乳のソースを

図1 牛乳コップ1杯(200ml)を飲んだときの栄養充足率



栄養所要量は「第六次改定日本人の栄養所要量」による成人女性の数値

かけるなどの工夫ができます。このように乳幼児期は鉄や銅をとれるように小まめな乳製品の利用が必要です。

### 学童期のもう1杯の牛乳がさらに栄養の充足度を高める

学童期は学校給食があると牛乳を1本くらい飲むので、乳製品からの栄養素の摂取量が多い時期です(図3)。成長期で体の大きさに比べれば栄養所要量が非常に多い

ので、家庭でももう1杯くらいは牛乳を飲ませてほしいと思います。例えば、カルシウムの栄養所要量は多いときは900mgになりますし、骨の成長が早いのでカルシウム不足で骨折したり背骨が曲がったりしないよう、600~700mgは乳製品からとってほしいのです。ビタミンB<sub>2</sub>も主に乳製品から摂取できていますが、少し多めに乳製品をとることでさらに良くなります。

この年代は勉強が忙しく、孤食になりがちなのも特徴です。一人で食べると食べ過ぎやすく、1年生に比べて6年生の肥満児の率がかかなり高くなってきます(図4)。ですから、牛乳のように栄養素密度の高い食品でエネルギーを抑えて食事をコントロールし、生活習慣病の予備群をつくらないことが重要です。

例えば朝食にフレンチトーストのような簡単に食べられるものを作ってあげましょう。フレンチトーストやホットケーキ、グラタンのきれいなカラメル色の焼き色や香ばしいにおいは牛乳の調理性によるものです。シチューではエネルギーが高くなりますが、とろみをつけないサラッとした仕上がりのミルクポトフなら、牛乳によって食品の味が融合され、スープで煮るよりもおいしくできます。

### 牛乳は太らないし、肌や骨にいいことを思春期に教えたい

思春期はやせ志向が強く、高校生の女の子では約40%、中学生でも約20%にダイエットの経験があります。こういう子たちは割と早いうちから極端なダイエットを繰り返すので、骨密度がかかなり低くなり、問題です。同じ身長の子と比べて平均体重の80%以下しかない子どもの割合も年々高くなっていきます。国民栄養調査でもBMI18.5以下の子どもが4人に1人で、やせていても、また普通の体重でももっとやせたいという志向を持っています。私が教えている女子栄養大学の、将来栄養士になろうという学生でさえ、1日に約

図2 年齢階級別・性別に見た不足する栄養素の充足率

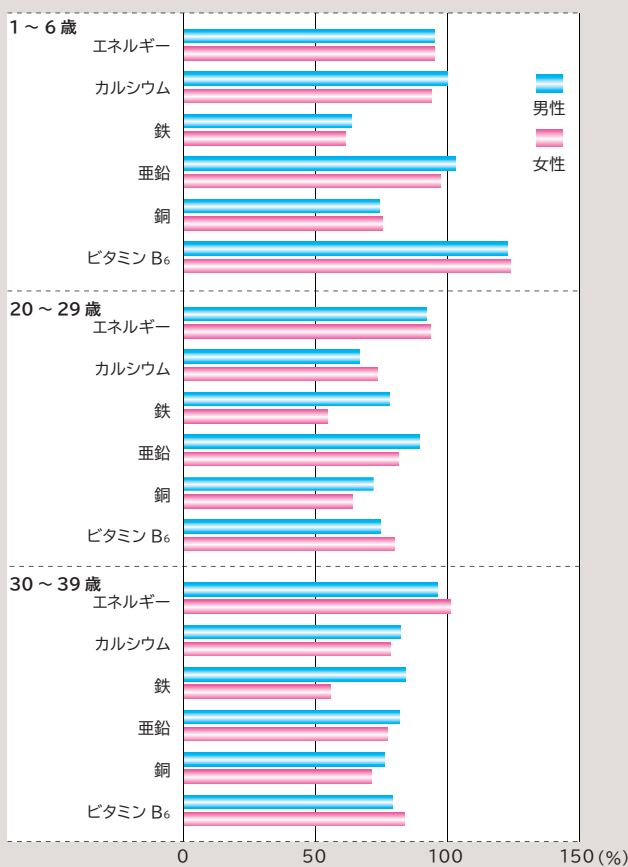


図3 カルシウムの食品群別摂取構成比 資料：2003年 国民栄養調査

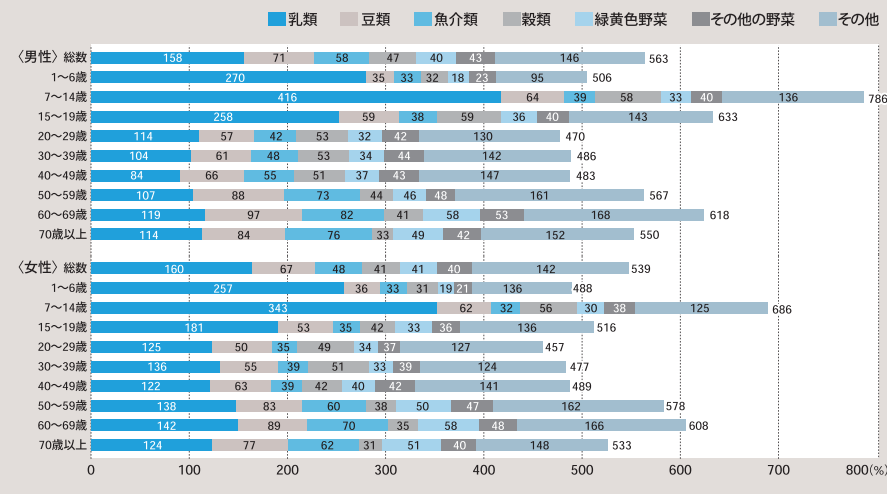
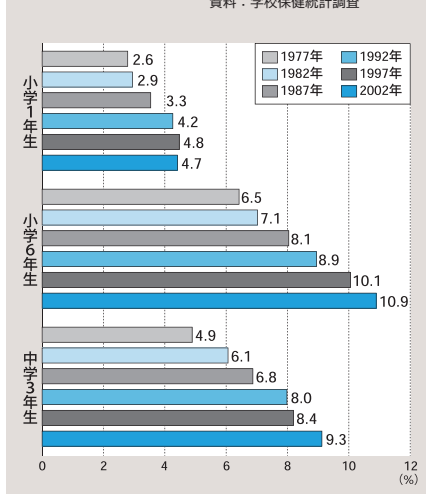


図4 肥満傾向児の割合(男女計) 資料：学校保健統計調査



600kcalしかとっていない子もいるくらいです。この年代は3食きちんと食べる習慣がなく、好きなもの、食べたいものをおなかがすいたときにちょこちょこ食べる、毎日同じようなものを食べるという傾向が強いですね。

この年代は、牛乳は太るからと思い込み、飲まない子が多いのです。でも実際にはそうではなく、肌がいい、あるいはカルシウムがストレスへの抵抗力をつけてくれるといった情報をきちんと流すべきですね。この年代からカルシウムなど栄養素をとっておかないと、妊娠・出産で母体が弱りますし、生まれた子どもがアトピー性皮膚炎になることにも結び付くのではないかと思います。

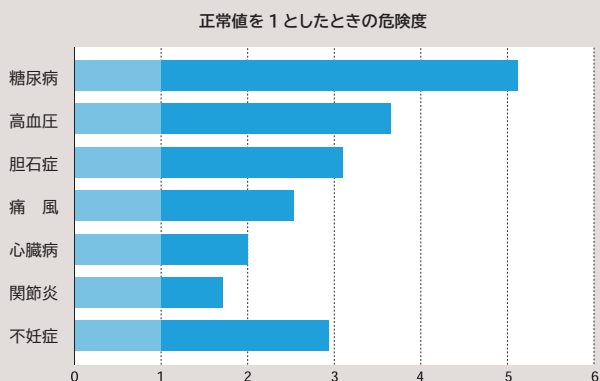
20~40代は栄養所要量がきちんととれているものはありません(図2)。食事を抜く、外食の利用率が高い、料理が面倒で買い物もしないのが理由と考えられます。若さからか、食事と健康が意識的に結び付いていないようで、それが20年続くと、生活習慣病の発病率を高めることとなります。

### 牛乳の栄養素密度の高さを生かして、体重コントロールを

中高年は、若い人よりも毎日お酒を飲む習慣がありますが、禁煙も運動習慣も中高年の方が気をつけています。ただ、50~60代くらいが一番食べ過ぎていて、基礎代謝が下がっていることもあり、どうしても肥満になり、生活習慣病が出るのが実情です。どの生活習慣病も肥満があると発病率が高くなるため(図5)、中高年の健康管理には適正体重の維持は欠かせません。

中高年になったら、牛乳のように栄養素密度が高い食品をもっと活用して、何をどう食べればいいのかという情報を持ち、毎日どうとったかをチェックすべきです。少なくとも200mLの乳製品をとり、緑黄色野菜と食物繊維をとるように心掛けてほしいのです。例え

図5 肥満と生活習慣病の危険度



資料：井上修二「そのやり方ではやせられません」(ごま書房)

ば、大豆と根菜を入れたミルクスープのようなものなら多くの食品が一度にとれます。

老年期では、牛乳を10年間飲み続けている人は飲んでいない人に比べて明らかに3年後くらいから死亡率が低くなるというデータもあります。牛乳だけではなく、きちんとした食生活をしていると、たとえ寝たきりになっても寿命は違ってくると思います。

この年代は牛乳嫌いの方が多いので、なるべく嫌がらせしないで牛乳をとってもらおうのがコツです。例えば、牛乳で山芋をのぼしたり、高野豆腐を煮たりします。高野豆腐1枚が約100mLの牛乳を吸いますから、非常に栄養価の高い常備菜になります。また、小豆プリンや小豆ミルクゼリーのようにお菓子に入れるのもおすすめです。

### 牛乳をはじめとして食事のとり方の指標があると実行しやすい

このように各世代に異なる問題点があり、それに合わせて牛乳のような栄養価が高く使いやすい食品を取り入れることで、食生活を改善でき、健康度を高められるのではないのでしょうか。

その一つの指標として、女子栄養大学の短大生に3日間ずつ食事記録を克明にとってもらったデータがあります(図6)。「無意識」とは入学して1週間ほどで何にも意識しないで食事をとり、その食事記録を書いたもので、その栄養摂取量を見ると、鉄は8.4mgしかとれていません。その後、4群点数法を勉強し、例えば牛乳乳製品は1日2~3回に分けてとるといったことを意識すると、カルシウム、鉄、ビタミンB<sub>2</sub>などの摂取量が増えました。このように食べ方の指標があると、食事のバランスがかなり良くなるのです。

もう一つ「わかりやすい指標」として、(社)日本酪農乳業協会では、1日に3回牛乳乳製品をとりましょうという「3-A-Day(スリー・ア・デイ)」キャンペーンを今年から本格的に活動を始めたところ。これは1日3回、もしくは3品の牛乳・ヨーグルト・チーズをとることで、食生活をより良く改善し、健康になろうという運動です。先ほどの学生の例のように

図6 短大生3日間の食事調査(248名)

栄養素名	無意識	四群点数法	所要量
エネルギー(kcal)	1,616	1,956	1,803
たんぱく質(g)	65.5	83.4	51.8
カルシウム(mg)	479	766	600
鉄(mg)	8.4	11.5	12.0
ビタミンB <sub>2</sub> (mg)	1.08	1.69	0.88

※女子栄養短期大学 平成12年、13年調査

栄養素がかなり充足できます。このキャンペーンがうまくいけば、国民の健康管理に必ず役立つと思いますので、広めていきたいと考えているところです。

## 質疑応答

**Q** 3-A-Dayについて詳しく教えてください。

**A** 毎日3回、食生活に牛乳・乳製品を加え、カルシウムの不足を補って健康増進を目指そうという活動。2003年1月に米国でスタートし、英国、フランス、カナダ、オーストラリアにも広がっています。日本でも2004年春から、日本酪農乳業協会を事務局として日本版3-A-Dayをスタートしました。

**Q** リンはカルシウムの吸収を妨げるといわれますが、牛乳に含まれるリンは影響しないのでしょうか。

**A** リンとカルシウムの摂取量は1対1が理想のバランスとされますが、リンがカルシウムに対して過剰になるとカルシウム代謝に影響を与え、せっかく摂取したカルシウムが排泄されることもあるといわれています。しかし、カルシウムの吸収には適量のリンが必要で、Ca/P（カルシウムとリンの比率）が0.5～2の範囲であれば、カルシウムの吸収・利用に支障はないとされています。牛乳に含まれるリンは100g中93mgで、Ca/Pは1.18ですから、カルシウム吸収には何ら問題はなく、歯や骨の形成、維持に適切な割合だといえます。

通常に食品に含まれるリンの量はそれほど問題ではありませんが、リンを多く含む加工食品や清涼飲料水を多くとるとカルシウムの吸収を妨げます。

**Q** 日本人の乳糖不耐症の比率はどのくらいですか？

**A** 乳糖不耐症とは、牛乳の主成分である乳糖の分解酵素ラクターゼが先天的になかったり、活性が低かったりするために、乳糖が消化できない症状をいいます。日本人における乳糖不耐症の比率は、正確な全国統計はありませんが、日本酪農乳業協会の調査によると、コップ1杯程度の量でおなかがゴロゴロする人は、5%くらいだとみられます。

※掲載内容は、原則、開催当時のまま採録しています。また、講師の肩書も当時のまま掲載しています。

## 高齢者における牛乳・乳製品摂取と運動の意義について

～骨粗鬆症や寝たきりに対する一次予防の観点から～

関東学院大学人間環境学部健康栄養学科 教授 山田 哲雄 氏

超高齢化社会を迎えている日本では、骨粗鬆症や寝たきりの予防は急務になっています。ところが、後期高齢者（75歳以上）の骨の代謝に関する研究は世界的にもあまり行われていません。80歳前後の高齢者における栄養と運動と骨代謝の関係を調べている関東学院大学人間環境学部健康栄養学科教授の山田哲雄先生に、研究成果をお話しいたします。

### 高齢者の骨粗鬆症の一次予防は 栄養と運動が二本の柱

2006年6月末に2005年の国勢調査の抽出速報集計結果が発表されました。それによると、日本の総人口1億2776万人のうち、15歳未満の年少人口は1740万人、15～64歳の生産年齢人口は8337万人、65歳以上の老年人口は2682万人で、前回の2000年の調査に比べると、老年人口が481万人と大幅に増え、年少人口が107万人減少しました。

牛乳・乳製品の栄養は子どもの発育・発達に関して語られることが多いのですが、老年人口が増え続け、年少人口との差がこれからも大きくなる日本では、高齢者の牛乳・乳製品摂取はさらに意味を持ってくると考えています。

今日のテーマである高齢者の骨粗鬆症や寝たきりに対する一次予防は、栄養と運動が二本の柱になります。高齢になると低栄養状態になりやすく、また運動不足にもなりやすいので、この二本の柱は大きな意味を持つことになります。

骨粗鬆症や寝たきりの防止対策としては、栄養面では、骨に関係する重要な栄養素であるカルシウム、タンパク質、ビタミンDの適正な摂取が課題です。また、運動面では、全身持久的運動、ダンベル体操として行われることの多い軽レジスタンス運動（筋力運動）などを、どのように組み合わせ、どの程度行えばよいかを探っていく必要があります。

ただし、高齢者の場合は運動機能が落ちている場合が多いので、運動の内容は画一的なものではなく、個々の身体状況に応じたものでなければなりません。

骨粗鬆症の問題を語るには、男性と女性の違いは避けて通れません。女性は女性ホルモンの分泌が急激に低下する閉経後に一気に骨密度が低下します。

このような背景を基に、骨粗鬆症や寝たきりの一次予防について、牛乳・乳製品の摂取と運動の面からお話します。

### 血液や尿で骨代謝を見る 骨代謝マーカーを利用

骨代謝を見る指標には、①骨折の頻度、②骨量（骨密度）、③骨代謝マーカーなどがあります。

骨密度（骨量）を測定する代表的な検査がデキサ（DXA：dual energy X-ray absorptiometry）法で、からだのさまざまな部位の骨密度、骨量が分かり、最も精密で正確な指標といえます。

ただ、①の骨折の頻度と同様、骨密度は短時間で変化を見るのが難しく、またX線の被ばくや検査の時間や費用の問題があるため、私たちの調査では③の骨代謝マーカーを指標として選びました。

骨代謝には、骨芽細胞によって骨が作られ、骨にカルシウムが定着する「骨形成」と、骨を溶かす破骨細胞の働きで骨からカルシウムが抜けて、血液へ移行する「骨吸収」の二つがあり、それぞれにマーカーがあります（図1）。血液か尿で調べるのですが、骨吸収については負担の少ない、尿で分かる骨代謝マーカーを使用しています。

骨代謝マーカーの変化が実際に骨密度に反映されるのかどうかは重要な問題です。図2は左の縦軸（黒丸）が腰椎の骨密度、右の縦軸（白丸）が骨吸収マーカーNTxで、骨密度が下がれば骨吸収マーカーレベルが上がるのがきれいに示されています。

図1 骨代謝マーカー

#### 骨形成マーカー

オステオカルシン：OC(血清)  
骨型アルカリホスファターゼ：BAP(血清)  
I型プロコラーゲンN末端プロペプチド：PINP(血清)  
I型プロコラーゲンC末端プロペプチド：PICP(血清)

#### 骨吸収マーカー

ハイドロキシプロリン：Hypr(尿)  
ピリジノリン：PYD(尿)  
デオキシピリジノリン：DPD(尿)  
I型コラーゲン架橋N末端テロペプチド：NTx(尿)  
I型コラーゲン架橋C末端テロペプチド：CTX(尿)  
I型コラーゲンC末端テロペプチド：CTX(血清)  
酒石酸抵抗性酸性ホスファターゼ：TRAP(血清)

かつこ内は検体の測定条件  
(西島令子,他:日本臨牀.62(増刊号2,通巻840号),333-338,2004)

## 牛乳・乳製品の摂取は骨吸収を抑える

牛乳・乳製品の摂取によって骨吸収マーカーレベルが低くなる、つまり骨のロスが少なくなるという報告が数多く見られます。

2000年以降の、骨代謝に及ぼす牛乳・乳製品摂取の効果、特にカルシウム供給源としての効果を示す主な文献の中から、以下の二つを挙げてみます。

①Green J. H., et al.: Impact of supplementary high calcium milk with additional magnesium on parathyroid hormone and biochemical markers of bone turnover in postmenopausal women. *Asia Pac J Clin Nutr*, 11, 268-273, 2002

②Cleghorn D. B., et al.: An open, crossover trial of calcium-fortified milk in prevention of early postmenopausal bone loss. *Med. J. Aust.*, 175, 242-245, 2001

②の文献では、平均年齢52歳の人たちの二つの骨吸収マーカーを調べています。1週間に3Lのカルシウム強化牛乳（1日約700mgのカルシウムがとれる）を飲んだグループ（36人）の方が、普通の食事をとっているグループ（36人）に比べて骨吸収マーカーレベルが低いという結果が出ています。

また、①の文献では、平均年齢67～68歳の女性を25人ずつのグループに分け、一方にアップルジュース

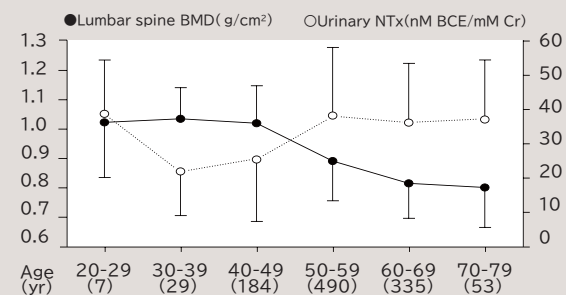
ス、もう一方にカルシウム強化牛乳（1日約1200mgのカルシウムがとれる）を飲んでもらっています。その結果、カルシウム強化牛乳を摂取したグループの方が2週間、4週間と日数がたつにつれて骨吸収マーカーCTxのレベルが低下しています。

私たちも2002年から、兵庫県明石市にある社会福祉法人の高齢者向け施設（ケアハウス）と共同研究を行ってきました。対象者は平均年齢80歳で、男性27名、女性68名です。骨代謝に関する研究は女性の閉経前後、あるいは閉経後10年前後での調査が多く、80歳すぎのデータは世界にもあまりありません。私たちの研究は、後期高齢者（75歳以上）でも牛乳・乳製品の摂取や運動が骨粗鬆症対策になるかどうかを知る手がかりになると考えています。

以前のこの施設でのカルシウム摂取量は1日550mg前後でした。高齢者の食事摂取基準では1日650～750mgが目安ですから、カルシウム強化牛乳を取り入れることになりました。

普通牛乳と強化牛乳の組成の違いは図3の通りで、毎日平均200mLの牛乳を飲むので、1日で140～150mgのカルシウムの摂取増になります。この増加量は外国の報告よりずいぶん少ないのですが、二つの骨吸収マーカーNTxとDPDのうち、NTxのレベルがカルシウム強化牛乳を飲んだグループで統計的に有意に下がっています（図4）。カルシウム量をさほど増やさ

図2 年齢による腰椎骨密度と NTxの推移



50歳(閉経)を境として、骨密度は急激に低下し、骨吸収マーカーは著明に増加する。(Taguchi Y. et al.: *Calcif. Tissue. Int.*, 62, 395-399, 1998 (骨代謝マーカー(西沢良記 編)(2001)医療ジャーナル社, 東京より引用)

図3 普通牛乳とカルシウム強化牛乳の組成(100mL中)

	普通牛乳	カルシウム強化牛乳
エネルギー	67kcal	42kcal
水分	87.4g	89.7g
タンパク質	3.3g	3.2g
脂質	3.8g	1.0g
炭水化物	4.8g	5.2g
灰分	0.7g	0.9g
ナトリウム	41mg	45mg
カルシウム	110mg	183mg
マグネシウム	10mg	31mg
リン	93mg	93mg
鉄	0mg	1.7mg

(山田哲雄, 他:平成16年度牛乳栄養学術研究会委託研究報告書, 31-41, 2005)

図4 カルシウム強化牛乳摂取前後における骨代謝マーカーレベルの比較

	前	後	有意差(前後)
<b>骨形成マーカー</b>			
serum bone-specific alkaline phosphatase(BAP):(U/L)			
女性 強化牛乳摂取群(n=36)	31.1±1.6	32.8±1.8	
女性 対照群(n=13)	27.7±1.9	32.4±2.6	p<0.05
serum osteocalcin(OC):(ng/mL)			
女性 強化牛乳摂取群(n=36)	5.1±0.3	5.4±0.4	
女性 対照群(n=13)	4.0±0.6	4.4±0.5	
<b>骨吸収マーカー</b>			
urinary crosslinked N-telopeptides of type I collagen(NTx):(nM BCE/mM Cr)			
女性 強化牛乳摂取群(n=36)	87.7±6.7	72.8±6.2	p<0.05
女性 対照群(n=13)	73.8±9.6	66.2±8.8	
urinary deoxypyridinoline(DPD):(nM/mM Cr)			
女性 強化牛乳摂取群(n=36)	7.8±0.4	7.5±0.3	
女性 対照群(n=13)	7.6±0.7	8.1±0.8	

平均値±標準誤差

(山田哲雄, 他:平成16年度牛乳栄養学術研究会委託研究報告書, 31-41, 2005より抜粋)



なくても、効果があったわけですが、この理由は年齢か人種によるのかまだよく分かりません。

なお、この調査では、無作為にグループ分けをして、片方は牛乳を飲まないという方法ではなく、カルシウム強化牛乳を希望した36人と普通牛乳の継続を希望した13人とを比較しています。調査の厳密性は落ちますが、入居者の生活の質の向上を大前提にし、牛乳を飲まないことのデメリットを避けるためです。

### 運動習慣によっても骨代謝が改善される

牛乳・乳製品の摂取と同様、運動習慣で骨吸収マーカーレベルが低くなるという報告がたくさんあります。

岡山大学医学部の雑誌に掲載されたデータでは、34～59歳の女性で、20～40歳の間に運動を週1日以上、1回30分以上、1年以上続けていた人とそうでない人を比較したところ、運動していた人たちは骨吸収マーカーの値が低くなっていました。

別の文献では、身体活動度と骨吸収マーカーの関係を見ており、身体活動度の高い人ほど骨吸収マーカーが低いことが明らかになっています (Obrant K. J., et al.: Biochemical markers of bone turnover are influenced by recently sustained fracture. Bone, 36, 786-792, 2005)。身体活動度を高めるためには、筋力の保持も欠かせません。

さらに高齢になってもこのようなことが起こることを私たちも確認しました。

先の明石市の施設の入居者を握力の強さで、上位25%、下位25%、中間50%の三つに群分けし、骨代謝マーカーを比較してみました (図5)。骨形成マーカー (BAP、OC) と骨吸収マーカー (NTxとDPD) のうち、骨吸収マーカーのNTxが握力の強いグループで低く、握力の弱いグループでは高くなりました。

対象者の体組成の除脂肪体重と歩行数を見ると、筋肉を保ち、よく歩く運動習慣を維持することが骨の代謝に関わっていることが推察できます (図6)。

また、14カ月間の観察期間において、約6000歩の歩行習慣が続いている人は骨吸収マーカーが低くなりました (図7)。この結果から、高齢でも運動習慣を維持するだけで骨の維持に効果が出るのではと推察しています。

近年、カルシウムの吸収を助けるビタミンDを補給すると、握力や足の筋力が落ちないという報告が目を集めています。また、ビタミンDは筋力増強のみならず、刺激に対する反応時間や重心動揺に対するバランスといった運動神経の働きも良くなるといわれています。いずれにしても、ビタミンDによる筋力増強や神経の働きの改善への影響は無視できないと考えられつつあります。

図5 握力上位・中間・下位群の骨代謝マーカーレベルの比較

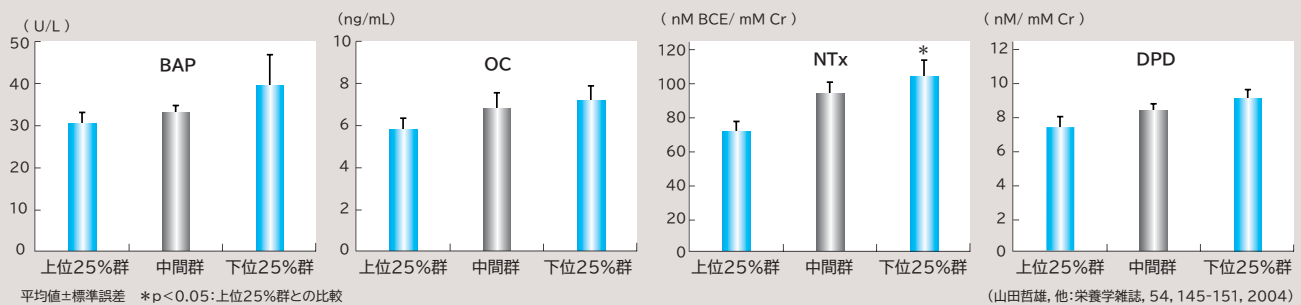


図6 握力上位25%群、中間群、下位25%群における体組成、エネルギー摂取状況、歩行数の比較 (女性)

	上位25%群(n=17)	中間群(n=34)	下位25%群(n=17)
体重 (kg)	23.1±0.6kg	16.7±0.3kg	10.6±0.7kg
Body Mass Index (kg/m <sup>2</sup> )	50.2±1.4	45.4±1.4	45.5±1.7
Body Mass Index (kg/m <sup>2</sup> )	22.5±0.7	21.8±0.7	22.4±0.7
体脂肪率 (%)	27.7±1.2	26.3±1.4	26.3±1.7
体脂肪量 (kg)	14.1±0.9	12.5±1.0	12.3±1.1
除脂肪体重 (kg)	36.1±0.7	32.9±0.6*	33.2±0.8
エネルギー所要量 (kcal)	1,337±37	1,193±24*	1,152±36*
エネルギー摂取量 (kcal)	1,319±42	1,206±29	1,189±56
摂取エネルギー充足率 (%)	99.8±4.0	102.2±3.0	104.0±4.6
歩行数 (歩/日)	6,479±619	3,599±489*	2,835±554*

平均値±標準誤差 \*p<0.05(上位25%群との比較) (山田哲雄, 他:栄養学雑誌, 54, 145-151, 2004)

図7 観察期間後半の歩行数別にみた、14カ月の観察期間前後における骨代謝マーカーレベルの比較 (女性56名)

	観察期間後半の歩行数上位群(n=28)			観察期間後半の歩行数下位群(n=28)		
	前	後	有意差	前	後	有意差
歩行数(歩/日)	6,249±604	6,218±501	n.s.	2,625±277	2,289±171	n.s.
骨形成マーカー						
BAP(U/L)	34.7±3.8	29.5±1.6	n.s.	34.4±3.8	30.4±1.8	n.s.
OC(ng/mL)	6.6±0.6	4.2±0.3	p<0.001	7.0±0.5	5.3±0.3	p<0.001
骨吸収マーカー						
NTx (nM BCE/mM Cr)	95.5±8.2	81.7±6.8	p=0.032	82.8±7.4	85.4±8.3	n.s.
DPD (nM/mM Cr)	7.8±0.5	7.5±0.5	n.s.	8.3±0.5	8.2±0.4	n.s.

平均値±標準誤差, n.s.:not significant (山田哲雄, 他:平成15年度牛乳栄養学術研究会委託研究報告書, 35-44, 2004より抜粋)

## 個人の健康度や体力に合った運動を続けることが大切

高齢者が骨代謝に有効な運動をするに当たっては、健康度と体力の現状を知ることから始める必要があります。特に若いときに運動をしていた人は過信していることが多いので、現状把握は大切です。

そして、筋力、全身持久力、調整力および柔軟性の向上を目指します。パワー運動は、無理に取り入れる必要はありません。

歩行をはじめとする持続的運動は、バレーボールやバスケットボールなど一時的に高い荷重負荷のかかる運動に比べて骨形成効果や骨吸収の抑制効果は小さいとする見解もあります。しかし一方で、高い荷重負荷のかかる運動はとくに高齢者においては骨や関節の変形やケガの危険を増大させます。歩行や軽い筋力運動は骨密度への効果が相対的に小さいとしても、筋力、バランスや安定性を維持・発達させることになり、このことは最終的に転倒の防止につながるのです。

図8のような手順で健康度と体力に応じて、運動の内容を決定します。特に高齢になると筋肉量が落ちやすい脚の筋力を保てるプログラムになっているといでしょう。筋力トレーニングはバーベルや筋肉トレーニングマシンを使わなくても、チューブを使ったり、自らの体重を利用したり、パートナーと組んだりとさまざまな方法があります。

全身持久力は、歩行のほか、体重が膝にかからない自転車、水泳などで向上を目指します。

調整力を高めるには、高齢者では全身でじゃんけんをするボディじゃんけんのように、比較的簡単な動作で、前後左右に動くのがいいといわれています（図9）。

柔軟性を高めるには、反動をつけず、息を吐きながら10～15秒かけて筋肉をじわじわ伸ばすストレッチ運動がおすすです。特に高齢者では血圧の高い人もいるので、力むのは厳禁です。

図10は運動処方の一例で、50～60代に比べて、75歳以上のプログラムの方が緩やかになっています。

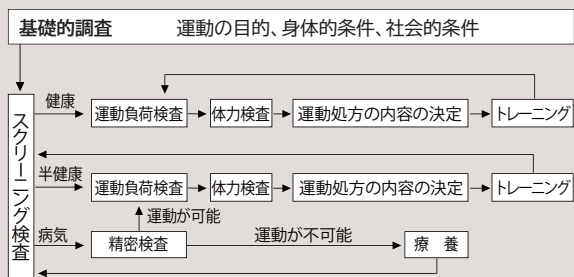
運動の自由度は肥満度、健康度、骨密度の高低で決める必要があります。体重移動が少ないものから大きいものに徐々に変わっていくことが重要です（図11）。

世界骨粗鬆症財団 The International Osteoporosis Foundation (IOF) のホームページには、骨粗鬆症の予防改善のための負荷運動が紹介されています。

明石市の施設では、高齢者で問題になる嚥下（えんげ）障害や咀嚼（そしゃく）困難に対応し、しっかりと栄養補給ができるようにするために、「パ・タ・カ・ラ」の発音を練習する嚥下体操や口腔ケアにも力を入れています。

筋力トレーニングを始める前には、健康度と体力の現状を知るために、いくつかの測定を行います。①簡易筋力測定器による筋力測定（座った状態で太ももとすねを持ち上げる力、寝た状態でつま先を引っ張り上

図8 運動処方の基本的な手順



注：トレーニング期間は一般に3～6ヵ月間。健康人であっても1年に一度はスクリーニング検査を行うとよい。  
（高橋徹三，山田哲雄 編著：運動生理学，pp.111-121（2004）建帛社，東京）

図9 ボディじゃんけん

頭とからだ(知覚と運動)を使った運動あそびの1種である。指導者対参加者全員でからだ全体を使ってじゃんけんをする。



（奥泉宏康，他：リウマチ科，29，586-591，2003）

図10 運動処方例

### 50～60歳代

ストレッチング	10分間	他の運動前後に行う
筋力増強運動	15分間	抵抗としてダンベルやチューブを用いる
エアロビクス運動	約20分間	エルゴメーター，ウォーキング，ダンス，など
レクリエーション運動	約30分間	テニス，バドミントン，など
頻度：	週3回	
強度：	心拍数	110～120回/分あるいは自覚的に“ややさつい”程度

### 75歳以上

ストレッチング	10分間	他の運動前後に行う
ウォーキング	20分間	普段の歩行より少し速めに
バランス運動	10分間	片脚直立，つぎ足歩行
運動遊び	10分間	音楽に合わせたリズム運動，など
頻度：	週2～3回	
強度：	心拍数	100～110回/分あるいは自覚的に“楽”程度

（黒柳律雄，他：日本臨牀，62（増刊号2，通巻840号），505-509，2004）

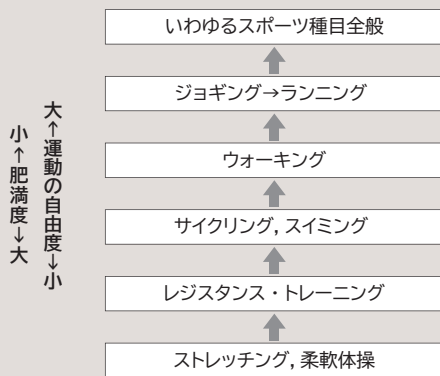
げる力)、②5m歩行の時間、③椅子から立って座る動作を10秒間で何回繰り返せるか、④目を開いた状態で何秒片足立ちできるかを調べます。

こうして個人の能力を見た上で、可能な人は集団で運動しており、約半年の運動の継続で筋力や歩行速度が上がる結果が出ています。

これまで挙げたように、牛乳・乳製品の摂取や運動が、高齢者の骨代謝に対して好影響を及ぼすという研究結果が、数多く報告されています。

牛乳・乳製品からのカルシウム、タンパク質のほか、ビタミンDなど栄養素の適正な摂取とともに、健康度と体力の違いを考慮して個人に応じた運動処方に基づいて適切な運動習慣を保つことによって、より数多くの高齢者の骨折や寝たきりを防ぐことが期待されます。

図11 運動の自由度



**Q** カルシウムの摂取が、骨をつくるよりも壊すのを防ぐ働きの方が大きいというお話でした。素人で考えますと、カルシウムは骨をつくる方に働くのではないかと思うのですが。

**A** もちろん骨をつくる方と両方の働きがあります。ただ、カルシウムの摂取量が少ないと、一般的には血液中のカルシウムの濃度を維持するために骨吸収をしようとします。そのため、カルシウムの摂取が骨吸収を抑えるという報告が割と多いのだと思います。

**Q** 最近、薬の投与の時間によって効き具合が違うというレポートがあります。牛乳の場合、朝、昼、寝る前に飲むのとでカルシウム摂取の効果は違ってくるのでしょうか。

**A** 可能性としてはあるのかもしれないですね。タンパク質については、夜寝る前に摂取するとその後に睡眠があって成長ホルモンも出るので、夜がいいと昔から言われています。骨についても同じことがあるのではないかと、スポーツ医療関係で考えておられる先生もいらっしゃるようですが、まだ定説というところまではいっていません。

**Q** 高齢者の場合、これまでに骨折経験がある方や、もともと膝や腰が痛いという方は、どの程度の運動が可能なのでしょうか。

**A** 静的運動になると思います。しかし、例えば壁をずっと押し続けるといった運動は血圧の高い人には非常に良くないし、当然息を止めてはいけません。静的運動といってもじっとしているわけではなく、体全体での移動を少なくして、部分的に動かします。

※掲載内容は、原則、開催当時のまま採録しています。また、講師の肩書も当時のまま掲載しています。

## 血清アルブミンが左右する元気で長生き

～高齢者こそ、牛乳摂取により多彩でバランスのとれた食を～

桜美林大学大学院老年学教授 日本応用老年学会理事長 柴田 博 氏

世界一の長寿国である日本。日本の長寿者には、何か健康の秘密があるはずですが。今回は、長年、高齢者・長寿者の栄養と食生活について研究を続けている桜美林大学大学院老年学の柴田博教授に、元気で長生きをするための食生活と栄養についてお話いただきました。

### 老化を否定しない サクセスフル・エイジング

最近、「サクセスフル・エイジング」という言葉がよく使われます。この言葉が最初に論文に登場したのは、1950年、米国の老年学の雑誌『JOURNAL OF GERONTOLOGY』です。

この言葉の内容は時代とともに変遷してきて、日本語に訳すと意味がずれるため、カタカナ用語で書いています。

今、「サクセスフル・エイジング」には、

- ①長生き
- ②高い生活の質（QOL）
- ③高いProductivity（社会貢献）

の三つが必要条件と考えています。

①の「長生き」には、病気を予防し、総合的に見て死亡率が減ることが挙げられます。

②の「高い生活の質（QOL）」は生活機能ができるだけ長く維持されることです。生活機能は複雑な概念ですが、「ピンピンコロリ」という言葉に象徴される健康寿命を延ばすことのほかに、主観的に自分の人生に満足しているか、人間関係でサポートがあるか、物的環境（街づくり、乗り物、福祉機器、ユニバーサルデザインやバリアフリー）が整っているか、といった点も挙げられます。

③の「高いProductivity（社会貢献）」は、社会に支えってもらう側だった高齢者が、20年くらい前から、有償の仕事やボランティア活動などで社会を支える側になったことが背景にあります。米国の広い概念では、自分の健康を高めるのも社会貢献という考え方もあります。

これからの健康観には、③までを入れることが重要です。

「サクセスフル・エイジング」は、広くいうと「老化予防」です。老化を否定する概念に近い「アンチエイジング」に対し、「悪い老化を予防する」というような概念で、今では介護保険に関しての「要介護予防」、ポジティブな「ウェルエイジング」という言葉もあります。

老化の予防の手立てとしては、

- ①食生活と栄養
- ②生涯体育と運動

### ③知的刺激活動

### ④環境の整備

がポイントになります。その中で、今日は食生活と栄養についてお話しします。

### 動物性と植物性のタンパク質の バランスがいい日本の食事

食生活と栄養は生活の質だけでなく、寿命にも関係します。

食糧需給表から推定された70年前（大正7～8年ごろ）の中産階級（農業従事者）の平均的な食事は、米5～6合、副食はみそ（都市化されたところでは豆腐などの大豆製品）で、動物性食品は週3～4回（塩鮭1日約20g）、植物性食品も潤沢でなく、漬け物くらいです。これでエネルギー量は2200kcalで、今より10%ほど多くなっています。油脂と動物性タンパク質がとれていません。経済的にプアな人も麦が入るだけで内容はそう変わらず、軍隊はこれに1日に牛缶が一つくらいです。

今日の話題のアルブミンは血清中にある分子量の小さいタンパク質で、尿から排せつされます。栄養、老化に関係する指標で、このアルブミンと絡めてタンパク質の話をしていきます。

タンパク質は、牛乳、卵、魚、肉などの動物性のタンパク質とお米や大豆から来る植物性のタンパク質があります。

大正7～8年はお米と大豆で植物性タンパク質は60g、今の1.5倍くらいをとっていました。動物性は3gくらいで、タンパク質中5%に過ぎません。

このころの日本人の平均寿命は45歳くらいと短く、世界のランキングでは五十数番目でした。20世紀に入ると欧米諸国の平均寿命は50歳を超えますが、日本では30歳代で、大正時代でも40歳代でした。日本の平均寿命が50歳を超えたのは1947年で、欧米から約半世紀遅れました。

このような時代からだんだん動物性タンパク質が増えて、植物性タンパク質が減り、1980年ごろに動物性

タンパク質と植物性タンパク質の量が釣り合いました（図1）。これは日本が世界一の平均寿命を達成した時期とほぼ重なります。

動物性タンパク質が50%に達しない国は平均寿命が延びません。動物性タンパク質が50%を超えているのは、アジアでは日本と香港くらいで、中国や韓国もまだです。ただし、70%を超えると望ましい状態ではありません。

戦後の食生活の変化を見ると、昭和30年代ではお米が増えています。乳製品は今の3分の1くらいで、肉は18gと今の4分の1くらいです（図2）。

昭和40年代からお米が減り、その分、乳製品や肉類のような動物性タンパク質が増えます。いわゆる食生活の欧米化の始まりです。このまま動物性タンパク質が増えれば欧米の食事ですが、昭和50年代半ばで今の食事の形ができました。昔の日本とも欧米とも違う、中間的な食事、生活習慣病予防の観点から見るといい状態です。

欧米諸国は20世紀に入って食が豊かになるにつれて、1日に摂取する総エネルギー量が1000kcalほど増えています。日本ではどういうわけか、これだけ食が多彩になりながら、総エネルギー量は今の方が少なく、動物性脂肪と植物性脂肪の量が釣り合い、野菜もとれています。

## 乳製品をとることで 死亡率が低下

このような日本の食生活や栄養のトレンドがどのように病気に反映し、病気の構造の変化がもたらされた

図1 日本人の1人1日当たりの植物性タンパク質と動物性タンパク質摂取の推移（1911-1995）

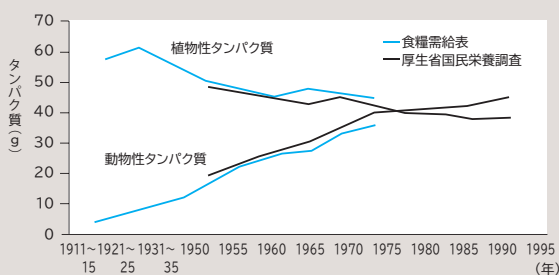
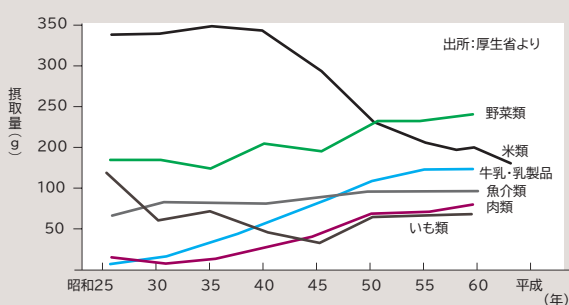


図2 戦後日本人の1日当たりの摂取量



かを見ます（図3）。

最も栄養状態が貧しいときには、結核のような感染症が蔓延（まんえん）します。日本では昭和25年ごろまでは結核がトップだったのですが、昭和26年くらいから脳血管疾患が増え、昭和30年代にもまだ増え続けていました。そして、栄養状態が改善され、昭和40年くらいから脳血管疾患による死亡率が減り始めます。これは米が減り、肉や乳製品が増えていく時期に当たります。1980年代に死因としてはがんより下になります。この時期が世界トップの平均寿命になったところです。

日本の平均寿命が欧米諸国をなぜ抜いたかという点、欧米は感染症時代を経て脳血管疾患が死因のトップになりましたが、その時期は短く、栄養過剰で心臓病が増えました。日本では心臓病が増えず、脳血管疾患が減ったのがダイレクトに平均寿命を押し上げたこととなります。

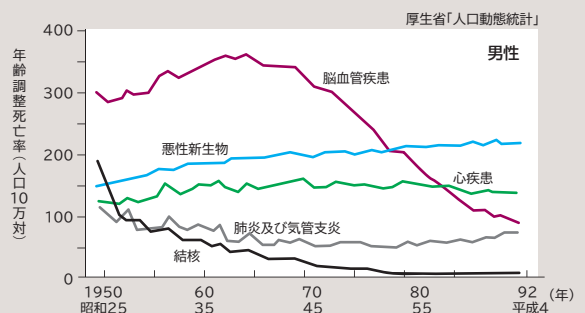
このように、動脈硬化による血管の詰まりが関与する病気は減り続けています。

脳卒中（脳出血と脳梗塞）のうち、脳出血は栄養状態が悪くて血管が破れると思っていられちゃう方もいるかもしれませんが、それは違います。日本人は欧米人のように脳の太い血管にコレステロールがたまるのではなく、細い血管が血圧にやられてダメージを受けます。細い血管は栄養状態が悪いともろくなります。栄養を送る栄養血管が入っていないため、また、枝分かれがクランク状になって血栓を作りやすいために、栄養状態が悪いことによる脳梗塞が多いのです。そのため、乳製品や肉をとるようになると、脳梗塞が減ってきました。

図4・図5は、1980年代までに日本の脳卒中の予防に最も貢献した筑波大学の小町喜男教授の研究室の研究成果です。

地域の血清総コレステロール値と脳出血の発生率を見ます。典型的なのは秋田県で、昭和40年代には地域の中老年の血清総コレステロールの平均値は150mg/dL程度しかなく、脳出血が大変多かったのですが、昭和50年代に旧農村型の食事（穀物中心、食塩摂取量多）が改善され、動物性タンパク質も一定量をとる食生活に変わってくると、血清総コレステロールの平均値が約

図3 主要死因別に見た年齢調整死亡率の年次推移



20mL/dL上がり、脳出血が半分になりました。

これは多くの医者も栄養士も知っているデータですが、しかし、同じ結果が脳の血管が詰まる脳梗塞に関しても得られます。血清総コレステロール値が高い方が脳梗塞のリスクが高いと思われませんが、そうではありません。日本人の脳梗塞は細い血管の栄養障害で起こるため、栄養状態が改善され、血清コレステロール値が上がると脳梗塞も減るわけです。現在では脳出血よりも脳梗塞が多くなっています。

図6は貴重な研究で、昭和41年の国民栄養調査のオプションの調査で、10万世帯の家計調査年報から食品の摂取パターンを分析し、さらに国勢調査で出ている死亡率とクロスしたものです。

肉を食べると脳血管疾患が減ります。乳製品は脳血管疾患にも若干予防効果がありますが、死亡率を改善するというデータが出ています。ちょうど脳血管疾患が減り始めたころのデータです。

### 血清総コレステロール値と脳卒中の関係が明らかに

血清総コレステロール値は、20年くらい前までは低ければ低いほどいいと考えられていました。それは、米国人における心臓病とコレステロールの関係のみに注目していたからです。国際学会で日本人の脳卒中には血清総コレステロール値が高いほどいいということも聞いてもらえませんでした。

ところが、米国の有名な疫学調査であるフラミンガム研究で、世界で最初に血清総コレステロール値が高

いと心臓病に悪いことを発表した研究者が、1980年のモスクワの世界心臓学会で「日本人の脳卒中と血清総コレステロール値の関係には一理ある」と認めてくれました。

1981年の米国の研究でも、人間ドックで調べた血清総コレステロール値を8000人の男性で9年間追跡したところ、心臓病は血清総コレステロール値が高いほど多く、一方、がんは血清総コレステロール値が低いほど多いことが明らかになりました。脳卒中の発生が一番低くなるのは血清総コレステロール値が240~260mL/dLとやや高めの数値であることも分かりました。

ハワイの日系人は欧米に近い食生活で、脳の血管が破れる脳出血はほとんどありません。

このころから、コレステロールの見直し、がんとの関係の研究が増え、20本くらいの論文が出ています。

### 血清アルブミン値が低い人から亡くなる

血清アルブミンについてのお話をします。

最初は東京都老人総合医療センターで、亡くなった人の血液を分析したところ、どんな病気でも血液100cc中の血清アルブミンが平均2.6gでした。入院したときの平均値は3.5gです。

4~5年後に地域の高齢者の研究から、入院していない健康な人の血清アルブミン値は4g以上あることが分かり、その量によって死亡率に差があるかどうかを調べました。東京都小金井市の70歳以上の地域住民を10年間追跡調査すると、血清アルブミン値が低い人から

図4 血清総コレステロールの平均値と脳出血発生率の推移 (40歳~69歳、男)

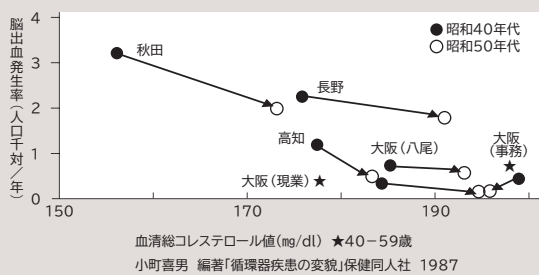


図6 各死因別訂正死亡率の入手食品別金額構成比 (7項目) に対する 偏相関係数ならびに重相関係数

区分	男				女				
	死亡率	B30	B28	B27	死亡率	B30	B28	B27	
偏相関係数	1.肉	-0.27	-0.50	-0.27	0.02	-0.11	-0.41	-0.20	0.08
	2.卵	0.11	0.05	-0.19	-0.04	-0.11	-0.01	-0.08	-0.06
	3.乳	-0.38	-0.10	0.01	-0.17	-0.20	0.05	-0.02	-0.13
	4.魚介	0.09	0.15	0.01	0.02	-0.26	-0.12	-0.23	-0.00
	5.野菜	0.05	0.35	-0.24	-0.28	0.01	0.39	-0.17	-0.03
	6.果実	0.03	-0.02	-0.27	-0.33	-0.10	0.04	-0.17	-0.38
	7.穀類	0.08	-0.22	-0.20	0.01	0.11	-0.09	-0.08	-0.01
重相関係数	0.76	0.84	0.54	0.50	0.63	0.81	0.42	0.54	

B:30脳血管疾患 B:28虚心性心疾患 B:27高血圧性疾患 (柳川ら、1976)

図5 血清総コレステロールの平均値と脳梗塞発生率の推移 (40歳~69歳、男)

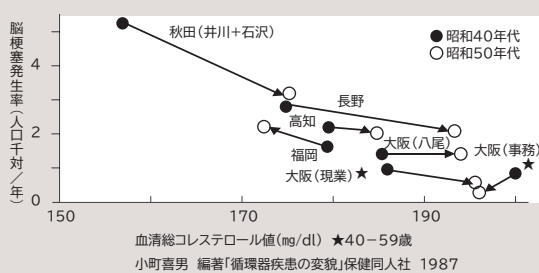
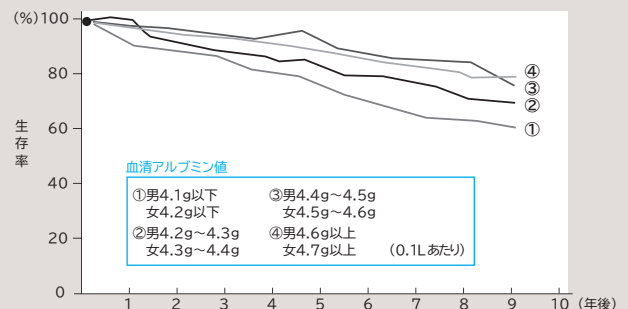


図7 70歳のアルブミン値と生存率



亡くなることが分かりました。(図7)

血清総コレステロール値も低い人から亡くなりますが、血清総コレステロール値はアルブミンと異なり、高いほどいいというわけではありません。一番長生きするのは、男性は200mg/dL程度、女性では220~240mg/dLと中程度に高い人です(図8)。

このデータを得たときに、ある学会が220mg/dL以上は薬物治療の対象としたために、反対しました。そして、薬を飲んだ人のデータを取ると、180mg/dLを切ると死亡率が上がることが分かりました。また、製薬会社がスポンサーになった1万人の追跡調査でも同じ結果でした。がんの死亡率が高くなり、心筋梗塞も増えたのです。

なお、体格も中程度の人死亡率が低いことが分かりました。

国際糖尿病学会では、日本のメタボリックシンドロームの基準がひっくり返され、対象となる腹囲は男性90cm、女性は80cmを採用するべきであると訂正しました。日本だけが国際的な基準と異なり、男性が85cmで女性が90cmになっていたからです。しかも、85cm以上がすべて悪いというわけではなく、BMIが中程度の人ならばよい、としています。実際に、亡くなるときにはBMIが落ちています。

### 中高年から乳製品の摂取量が増え、長寿や身長維持に寄与している

最後に牛乳の話です。

国民栄養調査の牛乳の摂取量(2004年)を見ると、

摂取量は学校給食で底上げ、学校給食の時期を過ぎると減ります(図9)。

中高年になると健康に気をつけるようになり、禁煙して運動習慣がつくのと同時に、乳製品の摂取量も増えています。

最近の傾向として、日本人全体の摂取エネルギー量が減っており、2007年は1800kcalに落ちています。

摂取エネルギー量が特に落ちているのは20代女性です。20代の低栄養がすぐに死亡率に反映することはありませんが、骨密度のピークを迎える20代前半の数値が低くなっており、早く骨粗鬆症になることが予想されます。いまの20代は現在の中高年のような健康を保とうとすると、よほど頑張らないといけません。寝たきりが多くなり、平均寿命に影響すれば、その伸びに歯止めがかかる、あるいは下がることもあるかもしれません。

先ほどの東京都小金井市の調査では、牛乳を飲まない男性が最も長生きしない、飲む男性と飲まない女性の生存率がほぼ重なる、飲む女性が長生きすることが分かりました(図10)。男女は同じ条件なら女性の方が3歳くらい長生きしますが、7歳8歳の差がついているのはライフスタイルの差です。男性も頑張れば女性に近づけます。

さらに、この調査では5年ごとに身長縮み方を調べており、牛乳を飲んでいる人は身長縮み方が少ないことも明らかになっています(図11)。

この調査では牛乳を飲む人が最初から割と多かったのですが、飲まない人の方が早く亡くなる傾向もあります。

図8 70歳老人の血清総コレステロール値(mg/dl)と10年間の四分位別生存率(男女計)

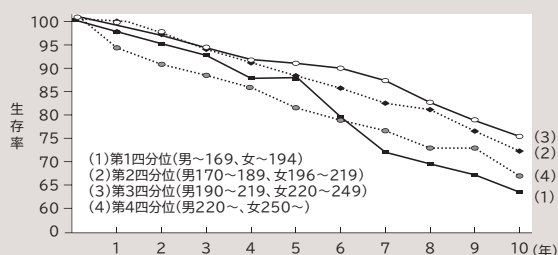


図10 牛乳を飲む習慣と生存率

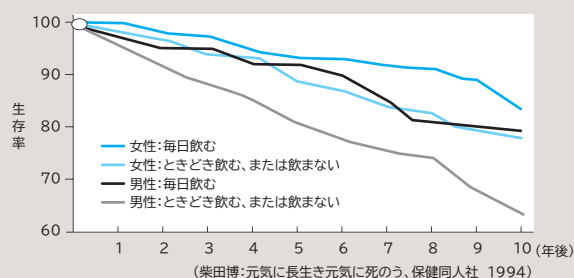


図9 日本人の乳類の年齢階級別平均摂取量(2004年男女計)

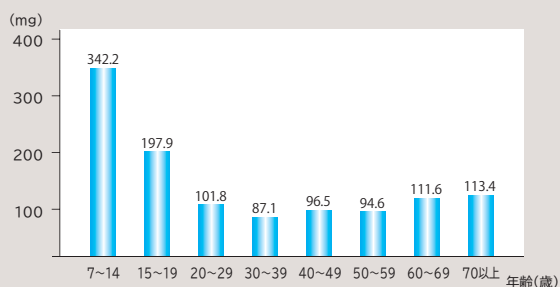
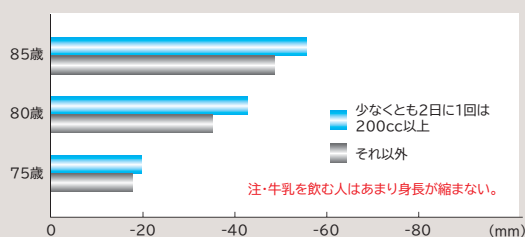


図11 70歳のときの牛乳の飲み方とその後の身長縮みの減少



出典: 東京都老人総合研究所: 小金井市70歳老人の総合健康調査-第3報, 15年間の追跡調査, 1992年。

牛乳の摂取量には教育効果も関係しているようです。

(社)日本酪農乳業協会の研究助成で、秋田県の南外村(現・大仙市)で1996年から4年間、地域の栄養改善に取り組みました。対象は65歳以上の842名(男性343名、女性499名)で、牛乳の飲用がいろいろな健康指標にどのように影響しているかを調べました。

96年と2004年の時点での飲用習慣の状況と、96年の飲用習慣が4年後にどのくらい影響しているかを見る、同じ集団の前向き研究(その後の追跡調査)です。

一生懸命教育しましたが、毎日牛乳を飲む人の割合は少し減りました。これは一種の飽和効果ともいえます。96年の時点で私たちはすでに10年間この地域での調査を行っていたため、自然に教育効果があり、その前から牛乳を飲んでいる人が多かったようです。

6割の牛乳を飲む人(ほとんど毎日、2日に1回、1週間に1~2回、ほとんど飲まない)と4割のまったく飲まない人の間で比べると、牛乳を飲むの方が少し体格が良くなります。体格が良くなったといってもそのBMIは21~22くらいで、元がやせ型の人が多かったので、悪いことではありません。

血清総コレステロール値は平均が200mg/dL以下で、飲むの方が少し上がりました。また、赤血球数と白血球数は増え、収縮期血圧(最大値)と拡張期血圧(最低値)は下がりました。

なお、最近、『イルシー』(ILSI: International Life Sciences Institute)という国際栄養機関の機関誌に、メタボリックシンドロームは牛乳を飲むの方が少ないという米国のデータが紹介され、高齢者のBMIは少し上がるが、中年にはBMIを下げる方に働くことも出ています。

血清アルブミン値は栄養改善の効果が見られ、1996年には $4.11 \pm 0.21$ gだったのが、2000年には $4.27 \pm 0.24$ gになりました。4歳年をとっているのに、普通だと落ちるはずですが、この集団では有意に上がったのです。血清アルブミン値には食品では牛乳、肉の順に寄

与していることも分かりました。

15年前に作った「低栄養を予防する高齢者向けの食生活の指針」をアレンジして、図12のような成人向けの食生活の指針を作り、著書の中で紹介しています。食や調理の多様性を持ち、健康食をとること、共食などが「元気で長生きをするための食生活・栄養」の鍵なのです。

## 質疑応答

**Q** 高齢者は牛乳をどれくらい飲めばよいのでしょうか。

**A** 200ccの牛乳を毎日飲むようになれば、1日のカルシウム摂取量が600mgになり、日本人の成人の栄養所要量に達します。牛乳だけに偏らず、適正なカロリー範囲内で、食の多様性があるのが望ましいです。ただし、高齢のために肉が噛めない、卵アレルギーがあるような場合には、それを補うために400~500mgを飲んでよいと思います。

**Q** 高齢者は牛乳に抵抗があると思いますが、どのような形で摂取がおすすめでしょうか。

**A** 実は、牛乳を飲むことに抵抗があるのはむしろ若い人たちの方です。調べたところ、高齢者の場合は昼食にパンとともに牛乳を摂取する人が多いようです。牛乳は幸いなことに、熱を加えても一向に構わないので、例えば200ccの牛乳を3回に分けて料理に使用してもよいですね。年齢を問わず好みの問題ですので、ヨーグルトやチーズをとるのもよいのではないのでしょうか。

**Q** アルブミン値を高く維持するためには、どのような生活を送ればよいのでしょうか。

**A** アミノ酸構成が鍵を握っています。人間の体に近いものほど、人間のアルブミンを上げることに寄与します。食品を挙げると、牛乳、肉、卵というのがベスト3ではないかと思います。私たちが4年間介入した集団でも、1番目に牛乳、2番目に肉にとっている人ととっていない人の違いがはっきり出ています。

## 図12 成人向けの食生活の指針

- ① 3食のバランスをよくとる
- ② 動物性タンパク質を十分にとる
- ③ 魚と肉の摂取は1対1の割合に
- ④ さまざまな肉を食べる
- ⑤ 油脂類を十分に摂取する
- ⑥ 牛乳を毎日飲む
- ⑦ 緑黄色野菜や根野菜などの多量の野菜を食べる。火を通し、量を確保。果物を適量とる
- ⑧ 食欲がないときは、おかずを先に食べ、ごはんを残す
- ⑨ 調理法や保存法に習熟する
- ⑩ 酢、香辛料、香り野菜を十分に取り入れる
- ⑪ 和風、中華、洋風とさまざまな料理を取り入れる
- ⑫ 共食の機会を豊富につくる
- ⑬ 噛む力を維持するため、義歯は定期的に検査を受ける
- ⑭ 健康情報を積極的に取り入れる

柴田 博「ここがおいしい 日本人の栄養の常識」, 技術評論社, 2007

※掲載内容は、原則、開催当時のまま採録しています。また、講師の肩書も当時のまま掲載しています。



# あなたの「活力年齢」は？

～活力年齢を若く保つための減量方法とは～

筑波大学大学院 人間総合科学研究科 スポーツ医学専攻教授 田中 喜代次 氏

筑波大学大学院 人間総合科学研究科 スポーツ医学専攻の田中喜代次教授は、「活力年齢」という、一般の人にも分かりやすい健康度を表す指標を提唱しています。今回は「活力年齢」について解説していただくと同時に、「活力年齢」を用いた肥満やメタボリック・シンドロームの解消の実例についてもご紹介いただきます。

## さまざまな因子を組み合わせて表す “からだの年齢” = “活力年齢”

私たち、筑波大学のスポーツ医学グループは、「活力年齢」の算出式の作成とメタボリック・シンドローム（以下メタボ）の改善について研究しています。メタボの人たちをメタボから脱出・改善させる確率は8割程度です。

まず、「活力年齢」について説明します。老化の指標は、「暦の年齢」と「活力年齢」に分けることができます。暦の年齢は誕生日ごとに増えていきます。一方、「活力年齢」はライフスタイルに応じて絶えず変動し、1年の間に若くなったり、逆に年を取ったりと動きます。いわば、「からだの年齢」です。

基本的には「ヒトの老化過程で生命を短縮させる作用を持ち、疾病の要因となる血圧・血中脂質・体脂肪・骨などの情報に加え、ヒトの老化を如実に反映する運動時の生理的応答や体力水準を情報源に利用して求められるもの」と定義しています。

具体的には、活力年齢は図1のような動脈硬化危険因子と体力諸要素の水準を基に算出（図2）されます。図1中の黒文字は数値が高いほど動脈硬化リスクが高く、老化を促進し、健康度を悪くする因子です。青字はすべて加齢によって徐々に悪くはなっていきますが、老化にブレーキをかける、あるいは体力を保持できる因子です。動脈硬化とメタボ因子はすべて一致するわけではありませんが、活力年齢とはメタボ因子

と体力因子を統合したものと考えていただいてもよいと思います。

体力が非常に高く健康（血圧や血液が正常）な中高年の場合、活力年齢は実年齢よりも15～20歳ぐらい若く算出されるように計算式を作成しています。反対に体力が非常に低く、かつ基本健康診査などで明らかな異常値が出る場合、活力年齢は暦年齢よりも15～20歳ぐらい多く算出されます。

活力年齢算出式を開発した理由は、日本人の死因として心疾患（高血圧性を除く）が15.9%、脳血管系疾患が11.1%と、30.0%のがんに次いで多く（平成20年人口動態統計月報年計の概況より）、その危険因子はライフスタイルのあり方で改善するということが研究結果により、分かってきたからです。つまり、健康診断で出てくるコレステロールや中性脂肪などの医学的な数値だけでなく、活力年齢という分かりやすい健康・体力の総合情報を個人にフィードバックすることにより、ライフスタイルの改善に向けた動機づけができる考えたのです。また、高齢人口が著しく増える21世紀においては、老いても自立できることが余儀なくされるので、動脈硬化危険因子の状態が良好であるとともに体力水準の高いことが望ましいと考えたからです。

活力年齢は遺伝と生活習慣の影響を受けることが分

図1 活力年齢 Vital Age (主成分分析)

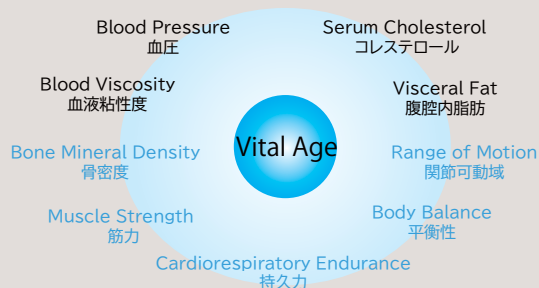


図2 活力年齢算出式

VA=vital age(活力年齢)、VS=vital score(活力スコア)、Age=暦年齢(実年齢)  
 [成人女性用の活力年齢算出式](田中ら1990)  
 $VS = 0.016X_1 + 0.011X_2 - 0.064X_3 - 0.012X_4 + 0.004X_5 + 0.004X_6 + 0.004X_7 + 0.034X_8 - 0.037X_9 - 0.005X_{10} - 0.367X_{11} - 1.035$   
 $VA = 8.90VS + 0.330Age + 32.83$   
 $X_1$  = 腹囲(cm);  $X_2$  = 収縮期血圧(mmHg);  
 $X_3$  = 乳酸性閾値に相当する酸素摂取量(VO2LT)(mg/kg/min);  
 $X_4$  = 乳酸性閾値に相当する心拍数(HRLT)(b/分);  
 $X_5$  = 総コレステロール(mg/dl);  
 $X_6$  = 低比重リポタンパクコレステロール(mg/dl);  
 $X_7$  = トリグリセリド(mg/dl);  $X_8$  = ヘマトクリット値(%);  
 $X_9$  = 反復横とび(回/20秒);  $X_{10}$  = 閉眼片足立ち(秒);  $X_{11}$  = 1秒量(l)

[成人男性用の活力年齢算出式](田中ら1993)  
 $VS = 1.85 + 0.025X_1 + 0.011X_2 + 0.002X_3 + 0.002X_4 - 0.046X_5 - 0.013X_6 - 0.025X_7 - 0.008X_8 - 0.241X_9$   
 $VA = 15.16VS + 0.188Age + 39.70$   
 $X_1$  = 肩甲骨下部皮脂肪厚(mm);  $X_2$  = 収縮期血圧(mmHg);  
 $X_3$  = 総コレステロール(mg/dl);  $X_4$  = トリグリセリド(mg/dl);  
 $X_5$  = 乳酸性閾値に相当する酸素摂取量(mg/kg/min);  
 $X_6$  = 乳酸性閾値に相当する心拍数(b/分);  $X_7$  = 反復横とび(回/20秒);  
 $X_8$  = 閉眼片足立ち(秒);  $X_9$  = 1秒量(l)

※高齢女性、高齢男性の活力年齢算出式は別途あり。

かっています。欧米のデータでは、病気の原因となるのは、遺伝10~30%、生活習慣70~90%と推測されます。食習慣、運動習慣、休養、喫煙、飲酒などの生活習慣がその発症・進行に関与する疾患群（高血圧症、糖尿病、脂質異常症など）を「生活習慣病」と呼んでいます。生活習慣を改めれば、生活習慣病を予防・治療できるわけです。今日は生活習慣のうち、食習慣と運動習慣にフォーカスします。

### “筑波大学式スマートダイエット” では食事の改善を重視

私たちのグループが開発した“筑波大学式スマートダイエット”（以下、スマートダイエット）では肥満者の活力年齢が3カ月で7~8歳若くなります。8歳の若返り、8kgの減量、8cmの腹囲の減少を目標とする“8・8・8運動”を合い言葉にし、初回に目標を立て3カ月後に実現します。ただし、8歳、8kg、8cmというのは平均値であって、個人差があります。

ダイエットにおいて最も改めるべきこととして、食べすぎや栄養不足、運動不足、睡眠不足、禁煙が挙げられます。肥満やメタボの解消には、食事改善と運動の組み合わせがベストです。私たちの教室では食事改善の一つの方法として、女子栄養大学の香川綾先生らが提唱されている4群点数法を使っています。運動は自分の好きなもの、自分流のものを選べばよいのですが、食事はあらゆる栄養素をバランス良くとるため、指針が必要だと考えています。食事改善には4群点数法に基づく腹七分目の食事、運動は自己流への導きという方法をとっています。

“スマートダイエット”教室では、結果として食事のみの改善でも活力年齢が4.5歳下がりました。食事と運動を組み合わせるとさらに効果が上がります。

米国ワシントン大学のHolloszy教授らの1997年の有名なデータでは、ラットの生存期間を調べたところ、最も早く死亡するのは食べすぎで運動不足の群、次がランニングをさせた群で、食事制限（=適量食べさせる）をしてランニングさせた群と、食事制限をした運

動不足群とでは差がありませんでした。ラットについて運動不足そのものが寿命と関係するかどうかははっきりしませんでした。

米国ウィスコンシン大学のColman博士ら（2009）による、遺伝学的にヒトに近い赤毛ザルのデータでは、適正な食事を与えて食べすぎを防いだ群の寿命が最も長く、食べ放題にした群に比べて、がん、脳梗塞、心血管疾患、糖代謝異常、認知症の発症率にも差が出ました。見た目の毛並みが違うことも分かっています。

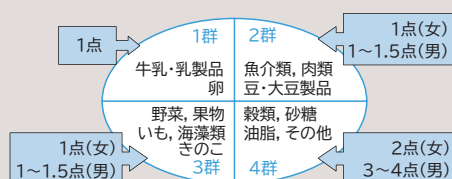
厚生労働省の“健やか生活習慣国民運動”では「1に運動、2に食事、しっかり禁煙、最後に薬」としていますが、私たちはメタボからの脱出には、「1に食事管理（適正食）、2・3がなくて、4にしっかり運動、禁煙、5に医療（薬）の上手な生き方を！」というメッセージを出しています。

減量して気持ち良く運動できるようになってから、「1に運動、2に食事～」でよいと思います。運動の効果を否定しているのではなく、できるだけ長い期間運動が楽しめるために、まずは食事改善に短期間集中的に取り組むとよいと考えているわけです。

これまで数千名のデータを取りましたが、2006年の千葉県袖ヶ浦市のデータでは、185名が教室にエントリーし、179名が最後まで続け、メタボ該当者（予備軍を含む）92名が27名に減りました（71%減）。この結果は高く評価され、千葉県公衆衛生学会や、日本肥満症治療学会から優秀賞を、そして、それに関連した研究成果がアメリカスポーツ医学会、秩父宮記念スポーツ医・科学賞などを受賞しています。

“スマートダイエット”の食事改善方法とは、メタボ完全脱出のために、取り組み初期に限り、男性1,680kcal、女性1,200kcalにエネルギー摂取量を制限することとし、4群点数法（図3）を用いて14回指導します。これで7~10kgの減量が得られます。1~4カ月程度、男性は朝昼晩を均等に560kcalずつ、女性は400kcalずつ摂取します。基礎代謝が1,200kcal程度なので、エネルギーを制限しすぎではという意見もありますが、その影響を勘案した上で、ある程度エビデンスに基づいて、この方法にしました。

図3 4群点数法による減量中の食べ方



- ① 80 kcal = 1点とする。
- ② 1食当たり (女性)5点 = 400kcal (男性)7点 = 560kcal 食べることができる
- ③ 1日当たり (女性) 5点(1食)×3回(朝・昼・夕)=15点(1200kcal) (男性) 7点(1食)×3回(朝・昼・夕)=21点(1680kcal)

図4 4群をバランス良く食べた場合の1日のメニュー（例）

	1群	2群	3群	4群
朝	卵 牛乳		リンゴ 野菜 サラダ	トースト (1枚)
昼	4群点数法 でなくても 構わない	魚料理 サケ、ブリ など	ヒジキの煮付け みそ汁	ご飯
夕		肉料理 豆腐	きのこ炒め物 みそ汁 ミカン	ご飯

4群点数法は1点80kcalとして、四つの食品群からバランス良く食べる方法です。1群は牛乳・乳製品や卵、2群は肉や魚、大豆といったタンパク質源、3群は野菜や果物、海藻、きのこなど、4群はご飯やパンなどエネルギー源となっています。毎食、それぞれ男性は1群から1点（80kcal）、2、3群から1～1.5点ずつ、4群から3～4点。女性は、1、2、3群から1点ずつ、4群から2点とります。1日をバランス良く食べると、図4のようになります。さらにアルコール、塩分、油脂、調味料、間食についても指導します。

先ほどの袖ヶ浦市のデータでは、参加者は1群（牛乳・乳製品や卵）と3群（野菜や果物など）の摂取量が増え、2群（肉や魚など）と4群（ご飯やパンなど）の摂取量が減り、悪玉コレステロールや糖代謝など、ほとんどすべての検査項目が改善していました。

### 体と対話しながら、自分の好きな運動を続けるのがメタボ解消の鍵

“スマートダイエット”での運動は、ウォーキング、ジョギング、ステップエアロ、アクアビクスなど有酸素運動はどの種目でもよく、強度はやや高めにして、自らが体力の変化に気づくことを大切にしています。また、筋トレ、ダンベル、チューブ、ステッパーなどのホームエクササイズでもよいとしています。

そして、脳、心臓、関節、筋肉と対話し、体の声を聞きながら（body talk）、自己管理やセルフモニタリングをすることを勧め、快眠・気持ち良い目覚め、快便、生活リズムを整え、仕事の意欲を高めるよう導きます。

有酸素運動は、次に挙げる1～3のいずれでもよく、心拍数の目安は  $(220 - \text{年齢}) \times 0.7$  に  $\pm 30$  です。個人差が大きいため、 $\pm 5$  や  $\pm 10$  ではありません。

- 1 “中～やや高め”の強度：20～60分とし、高めを5分ほど含める
- 2 “低”強度：40～90分
- 3 速歩の反復：10～20分を3回以上

まとめると下記のようになり、この方法はリバウンド防止にも有効です。単純な方法に見えるかもしれませんが、これが効果を上げているのです。

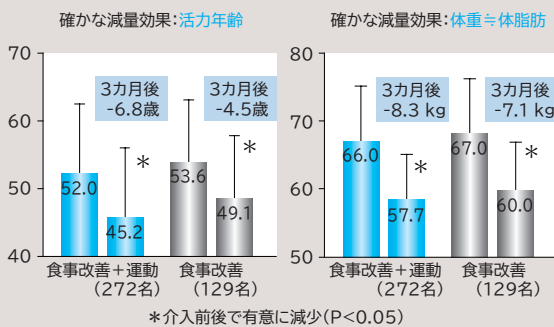
- ・種目：何でもよい  
(1種目限定はケガの確率が上がる)
- ・強度：何でもよい  
(高強度はケガの確率が上がる)
- ・頻度：毎日が望ましい  
(習慣化とはほぼ毎日)
- ・時間：長いほどよい  
(1日24時間に工夫を)
- ・時間帯：いつでもよい(夕方が理想)
- ・仲間：多いほどよい  
(種目を変えて楽しみましょう)
- ・経費：かけるほど習慣化につながる  
(他で節約しましょう)
- ・ポイント：できるだけ楽しみましょう

### 食事の改善を徹底し、運動を組み合わせると3カ月で大きな効果があらわれる

これまでお話ししたような食事改善と運動実践の保健指導の効果があらわれた女性の例を紹介します。1日の摂取エネルギーが1,000～1,400kcalで、週6～7回約1時間の運動を3カ月間続けたところ、68kgから15kgやせ、ウエスト18cm減少、内臓脂肪は激減、活力年齢は12歳の若返りに成功しました。

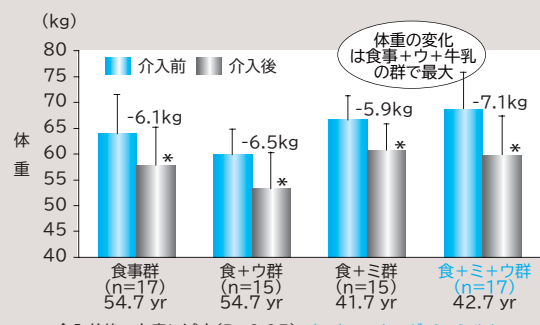
肥満女性401名のデータ（図5）では、3カ月間食事改善だけの群は7.1kgの減少で、運動を加えた群では8.3kgの減量になりました。想像するほど運動を加えたグループの体重の減少度が大きくないように見えますが、運動が足りないのではなく、食事改善が徹底しているからこそその結果データといえます。また、運動で体力、持久力、バランス、関節可動域などが良くなり、やはり活力年齢には食事改善のみの群よりも大きな効果が出ます。

図5 スマートダイエットの実績～肥満女性401名～



(Tanakaら, 2006)

図6 スマートダイエットの実績～肥満女性401名～  
(食事改善に牛乳・乳製品を加えた場合)



(Tanakaら, 2006)

なお、食事改善に牛乳・乳製品摂取、ウォーキングを組み合わせたグループを見てみると、すべてを組み合わせた群が最も体重が減少しました（図6）。また、食事改善、牛乳・乳製品摂取、有酸素運動、ダンベルなどのレジスタンス運動の組み合わせでは、すべてを組み合わせた群で活力年齢が最も若くなっています（図7）。

### 食事改善+運動+牛乳・乳製品の摂取はメタボの改善につながる

私たちが8kgの減量にこだわる理由は、8kgの減量でメタボ改善に効果が出るということが明らかだからです。メタボから完全に脱出させるには、体重の8%の減量が必要です。100キロの人が8キロ減ると、わずか8%の減少なのですが、私たちの行った調査では、8.4%以上体重が減ったグループではメタボ改善率が78.9%になりました（図8）。一方、8.4%未満より体重が減らなかったグループでのメタボ改善率は43.5%で倍近くの差が出ました。メタボから完全に脱出するには体重の8~10%程度の減少が必要なのだといえます。

また、8.4%以上体重が減ったグループで、初期の体重が74.6kg以上と74.6kg以下のグループを比べると、74.6kg以上のグループが57.4%、74.6kg以下の軽肥満

のグループの改善率が84.2%になりました。すなわち軽肥満であっても8%の減量が必要であり、体重が多ければ8%でも足りない（13~15%あたりが目標となる）ことが明らかになりました。

茨城県筑西市の旧・明野町地区で行った教室の前後の変化を見ると、食事指導に運動を加えると活力年齢が下がるだけでなく、内臓脂肪を減らす効果が高いことが分かりました（図9）。一方で、血液が人工毛細管を通る血液通過時間（血液流動性）は運動を加えた方が、食事だけよりやや効果が小さくなったように見えるときもあります。これは運動によって汗が多量に出て、血液濃縮化の状態になったからかもしれません。血液通過時間は高血圧や肥満の人では遅くなります。

食事改善に牛乳摂取を組み合わせた筑波大学田中研究室（2006）の調査では血液通過時間は食事改善+牛乳・乳製品摂取群で最も高いというデータが出ました（図10）。

脂質異常症の改善には、悪玉のLDLコレステロールの数値で見ると、食事改善+ウォーキング+牛乳・乳製品摂取群の効果が一番高く、その次は食事改善+牛乳・乳製品摂取群、次いで食事改善+ウォーキング群、最後に食事改善群という順でした（図11）（筑波大学田中研究室の調査）。

牛乳摂取量と各種体力指標の関連について現在、約

図7 スマートダイエットの実績～肥満女性401名～  
(食事改善にレジスタンス運動を加えた場合)

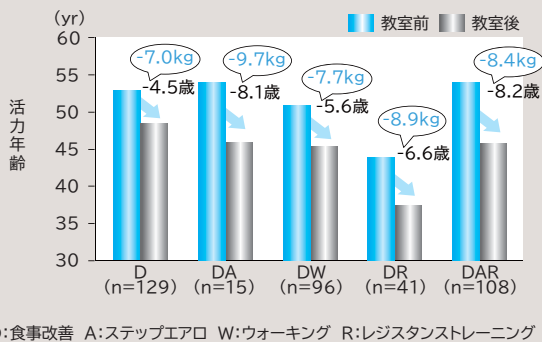


図9 スマートダイエット効果 (筑西市明野町)  
活力年齢とともに内臓脂肪、血液流動性が改善

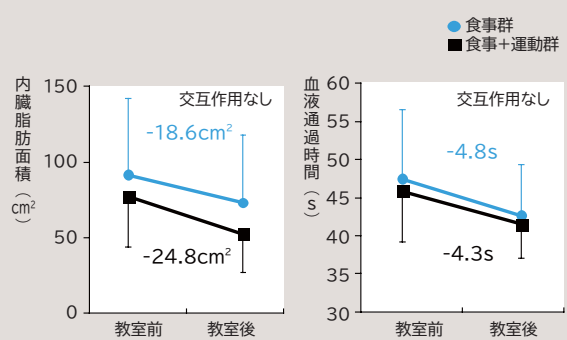


図8 メタボ危険因子の改善には体重の1割減が目安

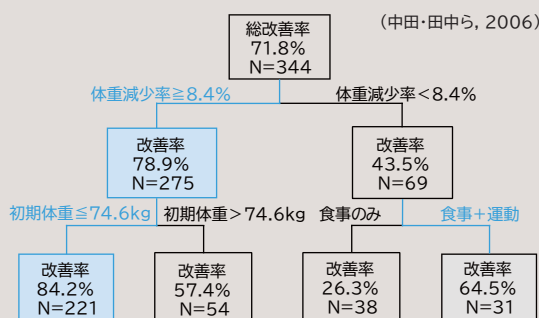
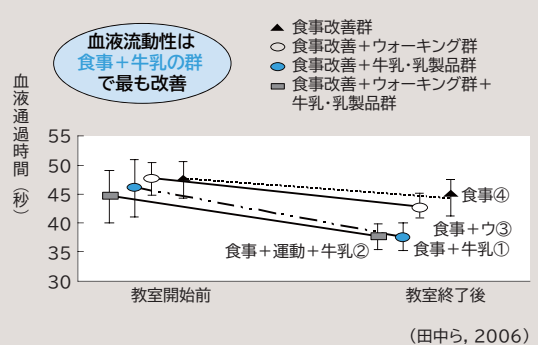


図10 減量のための生活習慣改善介入に伴う  
血液通過時間 (血液流動性 MC-fan) の変化



500名の臨床試験を行っており、これまでに出了80名分のデータを分析した結果、肥満の人は牛乳・乳製品の摂取量が少ない傾向が見られました。肥満の人の中で、BMIと内臓脂肪面積の値と牛乳を飲む量を検討してみると、牛乳を飲まない人ほどBMIが高くなり、体脂肪量も多い傾向が見られました(図12)。また、牛乳を飲まない人は内臓脂肪面積も皮下脂肪面積も多いことも分かりました(図13)。次に体力の指標である体力年齢(血圧、コレステロール、中性脂肪、骨密度、肺機能といった情報を除いたもの)と暦年齢の差を体力の指標とすると、牛乳を飲んでいない肥満群では13歳も年齢が悪くなっています(図14)。牛乳を少量飲んでいる、あるいは多めに飲んでいる群では5~6歳悪い程度にとどまっています。活力年齢と暦年齢の差は、飲んでいない群が13歳、少なめ群が8歳、多め群が6歳高いということで、肥満ですからどの群も良くはないのですが、牛乳飲料量の違いで差が出ています。

これまで述べたことを整理してみますと、

- メタボから脱出し、活力年齢を若くするには1群と3群の摂取を増やし、4群と2群を減らす食事改善が第一!
- 血圧や血液流動時間、悪玉のLDLコレステロールの数値が改善すれば、活力年齢は7~8歳若返る!

●活力年齢の若返りの後に積極的に運動を習慣化することで元気長寿を実現できる!ということです。

具体的には、

- ①有酸素運動+体操などでスポーツをエンジョイするという考えが大事
  - ②タンパク質(魚介類・大豆+牛乳・乳製品)+野菜類などの摂取でメタボから完全に脱出
  - ③のんびり入浴・心の平安(ストレス回避)で快眠・快便
- というポイントを実践することで元気・健康長寿が実現できます。

図11 減量教室参加に伴う LDL コレステロールの変化

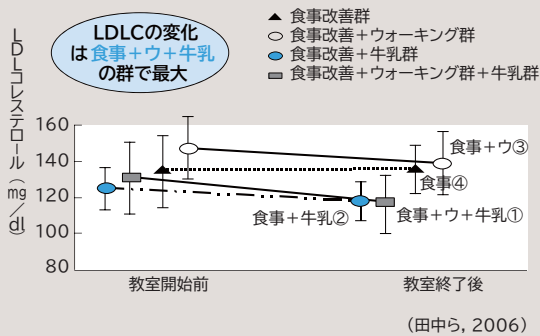


図13 牛乳飲用量が少ない肥満集団での分類 (内臓脂肪面積/皮下脂肪面積)

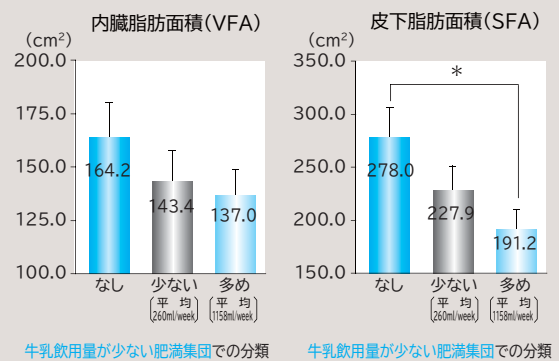


図12 牛乳飲用量が少ない肥満集団での分類 (BMI / 体脂肪量)

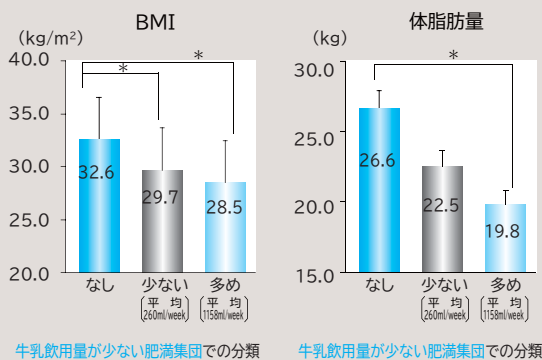
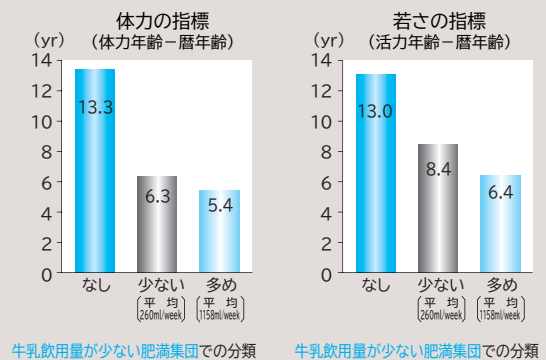


図14 牛乳飲用量が少ない肥満集団での分類 (体力の指標/若さの指標)



**Q** 減量時は、牛乳は高カロリーなので低脂肪牛乳を飲む方が良いなどと言われていましたが、今回の調査では牛乳の摂取量が多い方が皮下脂肪も内臓脂肪面積も少ないという結果でした。これはなぜでしょうか。

**A** ライフスタイルという視点から考えると、一般的に牛乳をとっている人、運動をしている人、タバコを吸わない人は、バランスのとれた食事を心がけています。このように、牛乳以外の動脈硬化を抑制するファクターは牛乳を飲むの方が良好であるという傾向にあるため、内臓脂肪が少なく、活力年齢が若いという結果が出ているのではないのでしょうか。

**Q** 牛乳による脂肪摂取について、過敏になりすぎていると思われませんか。

**A** そう思います。私どもは肥満の人に対して牛乳の摂取を勧めています。1群の食品の中でも牛乳が好きな人、卵が好きな人、いろいろいます。1日1点の摂取を勧めていますが、男性にはどうしてもそれが好きだったら1.5とか、場合によっては2点ぐらいとってもよいと私は考えます。幅を持たせながらも、女性は1~3群が1点ずつ、4群が2点、男性なら1~3群が1から1.5点ずつで、4群が3~4点というふうに指示しています。

**Q** 先生の減量教室では3カ月で8キロ減るということですが、その後、どの位の率でその体重が維持されているのでしょうか。また、維持するためには何が有効でしょうか。

**A** 減量から3年、4年、5年後の調査を実施したところ、約200名中、110名ぐらいが測定に参加されました。参加しなかった90名のリバウンドが大きい可能性はありますが、参加した約6割の人の3年後の体重の変化は2kg位です。また体重を維持できている人は多くの場合、運動を習慣化しています。運動はリバウンド予防に非常に効果的であると考えます。

※掲載内容は、原則、開催当時のまま採録しています。また、講師の肩書も当時のまま掲載しています。

# 牛乳を飲んで歯を健康に

～ 歯を健康に保つための骨づくりと栄養摂取法について～

健康科学大学 学長 折茂 肇 氏

「歯と骨の健康は関係がある」ことをご存じですか。今回のメディアミルクセミナーでは、骨粗鬆症の研究・治療の第一人者である折茂肇先生(健康科学大学学長)に、歯と骨の健康のつながりや歯の健康と牛乳・乳製品との関わりについて教えていただきました。

## 骨粗鬆症患者は、 歯の数が少ない傾向がある

私は、老年医学を専門に研究しており、特に骨粗鬆症の研究をライフワークとしています。これまでの研究から、歯と骨は体の硬組織であるという共通点があり、深い関連があることが分かってきました。

本日は、「牛乳を飲んで歯を健康に」というテーマで、①歯の健康と骨の健康とは密接に関連している②歯周病は生活習慣病であり、肥満・糖尿病・動脈硬化などと密接な関連がある③牛乳・乳製品の摂取は歯周病の予防に効果がある④牛乳・乳製品の摂取は骨粗鬆症の予防に効果があるという点についてお話しします。①～③は今まであまり知られていなかったことだと思います。

骨と歯の健康については、2007年にボストン大学のElizabeth Krall Kaye氏が「骨格の骨量が低いと歯周骨の消失と歯の損失につながる可能性がある」「骨粗鬆症と歯周病には加齢、喫煙、カルシウムやビタミンDの摂取不足を含む複数の共通リスク要因がある」と発表しています。また、「骨粗鬆症の患者は、歯の数が少ない傾向がある」「骨粗鬆症を予防するための対策は、歯槽骨の損失を防ぐことにも役立つ。カルシウムやビタミンDを摂取することも一般的に取り入れやすい対策の一つである」と述べており、骨と歯の健康は関連があることを示唆しています。

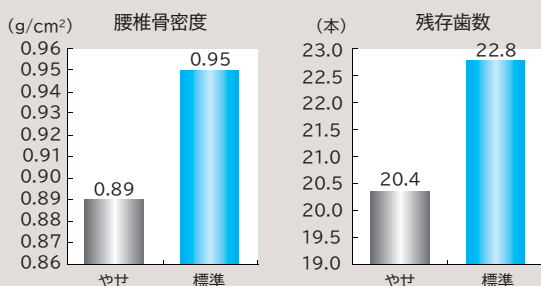
実際に歯がある人と歯がなくなった人の顎の骨を比

較すると、歯がなくなった人の骨は萎縮して骨の量が減っています。歯が抜けると顎の骨がおかしくなるのか、顎の骨が変わると歯が抜けるのか、どちらが先か分かりませんが、歯と骨とが密接な関係にあることが分かります。

閉経後の日本人女性を対象に、体格と骨密度、歯の数との関係について調査したところ、腰椎の骨密度はやせている人ほど少なく、太っている人の方が骨粗鬆症になりにくい傾向があります。また、残存している歯の数はやせている人の方が少なくなっています(図1)。

高齢者の骨密度と歯周病との関係についての長期間にわたる調査結果も報告されています(A Yoshihara et al: J.Clin Periodontol 2004;31:680-684)。70歳で糖尿病や骨粗鬆症ではなく、喫煙せず、20本以上の歯を持っていた184名を対象に、4名の歯科医師がPAL (probing attachment level: 歯肉の歯への付着状態により歯周病の有無を調べる検査)に関する調査を実施するとともに、かかとの骨密度を、超音波骨密度測定装置で計測しました。調査対象の184名を骨に含まれるミネラルが少ない人と多い人で分け、骨密度と失われていく歯の状況を3年間にわたり調査したところ、骨に含まれるミネラルが少ない人と多い人の歯喪失進行度の平均値は、女性が4.75±5.5と3.36±3.0で、男性は6.9±9.4と3.4±2.8となりました。骨に含まれるミネラルが多い人は歯を失う速度が遅く、歯周病と骨密度には高い関連があることが分かりました。

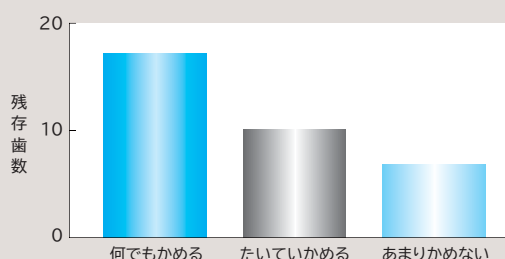
図1 体格と骨密度、歯数との関係 (閉経後女性)



・対象は閉経後日本女性  
・体格がやせている人では骨密度、残存歯数が有意に少ない

Taguchi et al: Osteoporosis Japan 2007;15(3):95

図2 咀嚼機能と残存歯数との関係



残存歯数が減少すると咀嚼機能は低下する

Hirano H: FACT AND RESEARCH 1994

咀嚼（そしゃく）機能と残存歯数との関係を調べた調査では、何でもかめる人は残存歯数が多いことが示されました（図2）。咀嚼機能は栄養状態に大きく影響を及ぼします。図3を見ていただくと、かめる人はすべての栄養素を充足し、さまざまな食品をバランス良くとれているのに対し、かめない人は栄養素や食品のバランスが悪いことがわかります。かめない人は、砂糖・菓子類をよく食べています。

骨粗鬆症の発症には栄養状態が関係します。骨粗鬆症が原因で歯周病を患うと残存歯数が減り、咀嚼機能が低下する。咀嚼機能が落ちると栄養状態も悪くなり、それが骨粗鬆症を促進するという悪循環を起こします。このようなことから、骨の健康のためにも歯周病を予防しなくてはいけないことがわかります。

### 歯周病は生活習慣病。 ほかの疾患が原因となることも

歯周病とは、グラム陰性嫌気性菌である歯周病原細菌の感染に伴い、インターロイキン1 (IL-1) やインターロイキン6 (IL-6)、腫瘍壊死(えし)因子 $\alpha$  (TNF- $\alpha$ )などの生理活性物質(サイトカイン)が産生され、その結果、歯槽骨が溶かされ発症する慢性の炎症性疾患です。

歯周病は中高年者に多い疾患で、2005年の歯科疾患実態調査では65～69歳で歯周病の所見のある人は80.4%に達すると発表されています。

複数の遺伝要因、喫煙、ストレスなどの生活習慣が発症と進行に関与していることから、歯周病は生活習慣病の一種と考えられています。ただ、歯周病が生活習慣病ということはあまり知られていません。

歯周病では、歯垢(しこう)やそれが固まった歯石が原因となり、そこにすむ歯周病菌によって炎症が起こり(歯周炎)、歯を支える歯槽骨がどんどん減少して、やがて歯が抜けます。歯周病を検査するには歯周ポケットの測定をします。健康な歯茎では歯周ポケットは1～2mm、中程度の歯周炎では3～5mm、重度の歯周炎では6mm以上です(図4)。

歯周病は、正常な状態から歯石がたまった時点までに治療すれば元に戻ります。何もしないでそのままにしておくと、歯槽骨がなくなって歯が抜けます。歯が抜ける前の予防が大事なのです。広く知られている「8020運動」では、80歳になっても歯を20本残そうという目標が掲げられていますが、それにはいかに早い時期に歯周病を予防するかが重要です。

歯周病は糖尿病の合併症の一つである、とも捉えられています。

1990年に発表された米国アリゾナ州のピマインディアンを対象とした大規模疫学研究では、糖尿病患者では非糖尿病患者に比較して歯周病の発症率が2.6倍高いことが示されています(出典：Nelson RG et al: Diabetes Care 1990;13(8):836-840)。

1997年に2型糖尿病に罹患(りかん)しているピマインディアンに歯周病の治療を行ったところ、治療を行っていない対照群に比べて、HbA1c(ヘモグロビンA1c; 血糖値を計る血液検査の項目の一つ)が有意に改善したことが報告されています(出典：Grossi SG et al: J Periodontol 1997;68:713-719)。

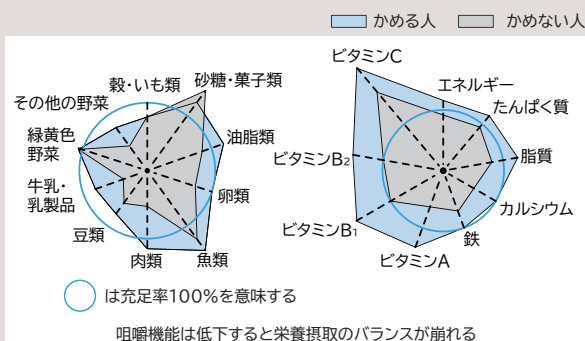
歯周病治療によりHbA1cが改善する機序としては、インスリン抵抗性の改善が関与していると考えられています。

また、歯周病とメタボリックシンドロームとの関係も注目されています。

1998年に九州大学歯学部研究員グループの福岡県久山町の住民を対象にした疫学的研究で、肥満と歯周病との間に関連のあることが明らかにされました。BMI(body mass index、体格指数)が20未満の人に対して、BMIが20～25の人では1.7倍、25～30の人では3.4倍、歯周病が重症だったのです(Saito T, Shimazaki Y, Sakamoto M: Obesity and periodontitis. N Engl J Med 1998;399(7):482-483)。

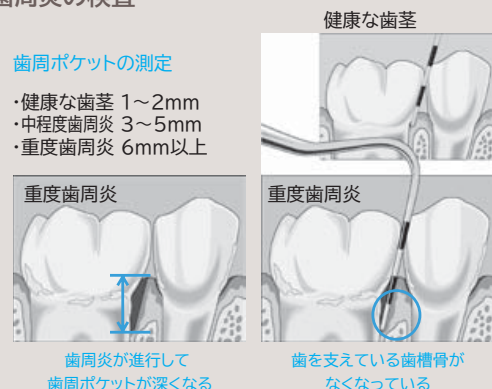
歯周病はメタボリックシンドロームの合併症でもあります。肥満体になると、脂肪細胞から炎症反応を活性化させるTNF- $\alpha$ (腫瘍壊死因子)やIL-6(インターロイキン6)が過剰に分泌され、歯周病を惹起(じゃっき)します。

図3 咀嚼機能と栄養状態



湯川晴美他:日本公衆衛生学会誌 38, 1991年

図4 歯周炎の検査





歯周病は動脈硬化症も関係があるといわれています。

動脈硬化は血管の炎症であり、炎症は動脈硬化の原因と考えられています。炎症のマーカーである高感度CRP（C反応性タンパク）が高値を示す人は心筋梗塞を発症する危険性が高いことが知られています。歯周病患者では高感度CRPが上昇しており、治療に伴って低下します。

歯周病は、慢性炎症として動脈硬化症の危険因子になると考えられています。歯周病におけるCRPの上昇は、歯周病原細菌由来抗原によりマクロファージ（免疫システムの一部を担うアメーバ状の細胞で白血球の一つであり、生体内に侵入した細菌、ウイルス、または死んだ細胞を捕食し消化する）が活性化され、産生されたIL-6により肝細胞からのCRP産生が亢進（こうしん）するために起こるとされています。

これらの仮説をまとめたのが、図5です。歯周病と糖尿病、メタボリックシンドローム、動脈硬化症はすべてが関連しているのです。

### カルシウム摂取量が低いと歯周病になりやすい

牛乳・乳製品の摂取が歯周病を予防する効果があるという報告が散見されます。

歯周病発生の危険因子としては、歯垢・歯石の蓄積・病原菌の増殖といった局所因子、年齢・糖尿病・骨粗鬆症などの全身性因子、そして、喫煙・カルシウムの摂取不足・ストレスなどの環境因子があります。

カルシウム摂取量が低いことが歯周病発生のリスク要因であるという仮説を実証するため、第3回米国民健康栄養調査（NHANES III：the 3rd National Health and Nutrition Examination Survey）対象の3万9,695人のデータを分析した研究があります。カルシウム摂取量は24時間以内の食事の摂取状況から計測し、歯周病

は歯が失われている状況から判断したところ、男女ともカルシウム摂取量が増えると歯周病が減ることが分かりました（図6）。カルシウムの摂取量が低いと歯周病発症率は、20～39歳の男性では1.84倍、20～39歳の若い女性では1.99倍、60歳以上の男性では1.90倍になり、この結果から、カルシウムの低摂取は更に深刻な歯周病を引き起こすことが分かったのです。

また、乳製品の摂取量と歯周病発症率との関連性について、「第3回米国民健康栄養調査」に参加した1万2,764人の乳製品の摂取量と歯周病発症率を調べた調査では、両者の間に逆相関の関係があることが分かりました（図7）。

歯周病の危険因子を、年齢、喫煙、人種などを調整して四つのモデルに分けて検討したところ、いずれも同様な結果が出ました。

乳製品やカルシウムと歯周病のリスクに関する日本人のデータは少ないのが現状ですが、福岡県久山町民942人（40～79歳）の対象者を分析した報告があります（Y Shimazaki et al：J Periodontol 2008;79:131～137）。歯周病のパラメーターとして、歯周ポケットの深さと付着の喪失を測定し、牛乳やチーズ、乳酸食品（ヨーグル

図6 カルシウム摂取レベルと歯周病発症のオッズ比

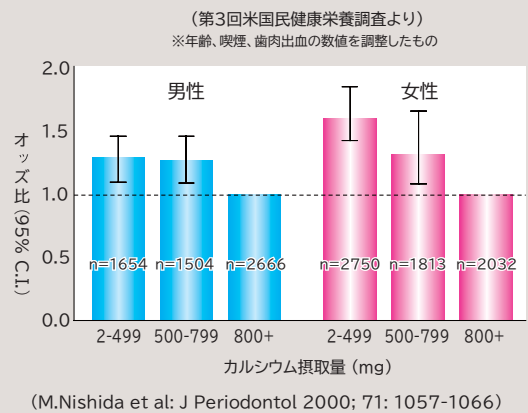
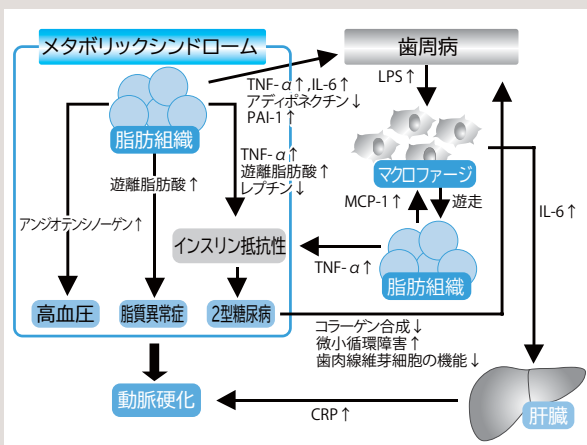
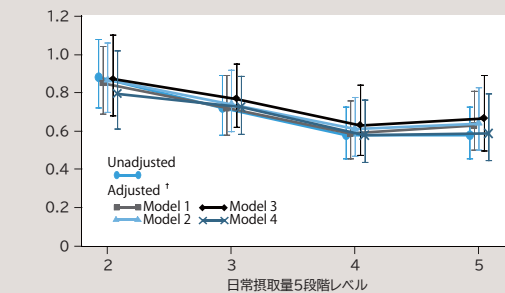


図5 歯周病と生活習慣病との関係



Geriatric Medicine 47(12), 2009

図7 日常カルシウム摂取量 5段階レベルからみた歯周病発症のオッズ比 (95% CI)



† Model 1: 年齢のみ調整  
 Model 2: 年齢と喫煙を調整  
 Model 3: 年齢、性別、人種/民族性、喫煙、教育、糖尿病、貧困指数、ビタミン使用、BMI値、身体活動、歯肉出血を調整  
 Model 4: 全ての変数に加えて歯石を調整  
 (M.S. Al-Zaharani: J Periodontol 2006; 77: 289-294)

トや乳酸飲料)などの乳製品の摂取量と、歯周病の状態との関連性を調査した結果、乳酸食品の摂取は著しく歯周ポケットの深さと付着の喪失の平均値を下げるのに関連している、つまり、歯周病に有益な効果をもたらすことが分かったのです。

### 牛乳・乳製品には 虫歯を予防する効果がある

次は、虫歯（う蝕）の予防に牛乳・乳製品の摂取は効果があるかについてお話しします。

虫歯とは口腔内の細菌が産生した酸によって歯の表面のエナメル質が溶け始める疾患で、歯の神経まで炎症が広がります。

虫歯の予防効果のある食品として、世界保健機関（WHO）は2003年に「可能性あり」のランクの食物としてキシリトール、牛乳、食物繊維を、「可能性の高い」食物として硬いチーズ、シュガーレスガムを挙げています（Report of a joint WHO/FAO Expert Consultation on Diet, Nutrition and the Prevention of chronic Disease: WHO Technical Series, 2003）。

牛乳・乳製品が虫歯を予防するのは、①う蝕原因菌が産生した酸を中和する②唾液分泌の促進③歯の表面への歯垢の形成阻止④カゼインとイオン化した牛乳中のカルシウムとリンによるエナメル質の再石灰化の促進、といった仕組みがあるのではないかとわれています。また、牛乳に含まれるタンパク質（カゼイン）を分解して作られるCPP-ACP（カゼインホスホペプチド・非結晶性リン酸カルシウム）には、初期の虫歯になったエナメル質を修復する働きがあることが報告されています。

### 牛乳・乳製品で 骨粗鬆症も予防しよう

骨粗鬆症の予防に牛乳・乳製品の摂取が非常に大切であることは、世界中でコンセンサスを得ています。

1994年にWHOが「骨粗鬆症は骨密度が低下して、骨がもろくなった状態」と定義して以来、骨密度が重

視されてきましたが、2000年に米国国立衛生研究所（NIH）は「骨粗鬆症は骨強度が低下する疾患」とする新しい考え方を提唱しました。骨はコラーゲンとミネラルが50%ずつできており、建物に例えるとミネラルはコンクリート、コラーゲンは鉄筋で、その材料、質が大切だということです（図8）。

骨粗鬆症が原因とされる骨折は、大腿骨近位部骨折（股関節）、腰椎圧迫骨折（腰）、前腕骨遠位部骨折（手首）などです。これらの骨折は加齢とともに増えていきます。骨粗鬆症が原因の骨折は、米国、カナダ、ノルウェーなどでは減少してきているにもかかわらず、日本ではまだ増えており、骨粗鬆症やそれによる骨折予防の対策が進んでいないということがいえます。

今、50歳の日本人女性が生きていた間に骨折する確率（ライフタイムリスク）は、背骨（椎体）が37%、大腿骨近位部が22%で、5人に2人は今後背骨がつぶれる危険があり、4人に1人は、今後股関節を折って寝たきりになる危険があるということになります（A-TOP研究会2005報告）。

人間の骨は部位によって代謝が盛んで、柔らかい海綿骨（スポンジ骨）と硬い皮質骨（パイプ骨）の比率が異なります（図9）。腰椎は66%が海綿骨でできており、骨粗鬆症は最初に腰椎から発症します。それからだんだん皮質骨に小さい孔が増えていき、もろくなります。寝たきりにならないためには皮質骨がぼろぼろにならないよう、早めに予防しなくてははいけません。

腰椎圧迫骨折で背中が曲がると、腰背部痛、神経障害（痛みやしびれ）、心理的負担、腹部膨満感・便秘、逆流性食道炎、呼吸機能の低下など全身に影響が出ます。

また、骨粗鬆症は脳血管疾患に続き、寝たきりの原因の第2位です。このごろ運動機能障害のために移動能力が低下する「ロコモティブシンドローム」という言葉をよく耳にしますが、骨粗鬆症や関節炎を防ぐことが大切ということです。

2007年の国民生活基礎調査によると、介護が必要になった原因は、要支援者では関節疾患が20.4%、骨

図8 骨粗鬆症の新しい定義（2000年 NIH）

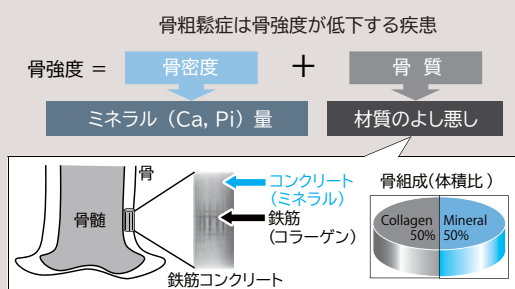
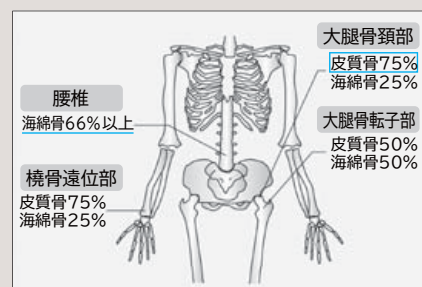


図9 人間の骨は場所によって柔らかい海綿骨（スポンジ骨）と硬い皮質骨（パイプ骨）の比率が違う



監修:近畿大学医学部奈良病院 整形外科・リウマチ科 教授 宗園 聡

折・転倒が12.6%、要介護者では関節疾患が9.2%、骨折・転倒が8.1%です。また、軽度・中等度介護を要する疾患の相対危険率は、骨粗鬆症になると4.4倍、心血管病変は5.6倍高くなります（図10）。

骨密度の低い人では、総死亡率や心血管疾患による死亡率が高いことが注目されています（図11、12）。骨粗鬆症は心血管疾患の独立した危険因子と認められるようになりました。骨と血管は関係が深いことがお分かりいただけると思います。

骨折しやすい人の傾向として、

- 牛乳や乳製品が嫌い
- 小魚や豆腐をあまり食べない
- 魚料理より肉料理が好き
- 加工食品やインスタント食品をよく食べる
- コーヒーや紅茶をよく飲む
- お酒をよく飲む
- 極端なダイエットをしたことがある
- 運動は嫌い、体を動かすことも少ない
- 天気が良くてもあまり外に出ない
- たばこをよく吸う

ということが挙げられています。

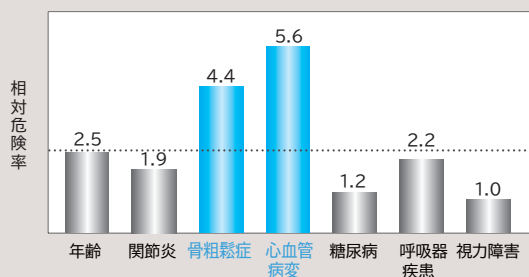
骨粗鬆症予防には体重が大切で、あまり極端なダイエットや、やせは良くありません。

### 骨の健康にはカルシウム、日光、運動が必要

また、骨を減らさないためには、カルシウム、日光、運動の三つが大切です。

「骨粗鬆症予防のためのガイドライン2006年版」（骨粗鬆症の予防と治療ガイドライン作成委員会）では毎日800～1000mgのカルシウム摂取が望ましいとしていますが、日本人の食事摂取基準（2005年）では700mg（許容量上限2300mg/日）とされており、2007年の国民健康・栄養調査の結果では、20歳以上で1日当たり平均522mgしかとっていません。年齢とともにビタミンDが活性化されにくくなるため、カル

図10 軽度・中等度介護を要する疾患の相対危険率



骨粗鬆症と心血管病変は軽度・中等度介護を要する率が他疾患に比べ高い

Okochi J BMC Public Health 2005 改変

シウムを吸収する効率が悪くなることも問題です。

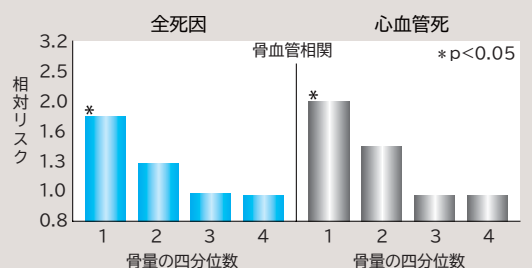
2005年から5万人について全国で実施された骨密度測定とアンケートにより、ライフスタイルと骨量の関係を検討した研究により、男女とも牛乳を飲む人と飲まない人ではカルシウム摂取量が2倍半くらい違うこと、また、牛乳を飲む人の方が骨量が多いことが明らかになりました（「全国骨密度調査2005」<https://www.j-milk.jp/report/research/f13cn00000000yfs-att/8d863s000007e8h7.pdf>、「全国骨密度調査2005、2006報告会」<https://www.j-milk.jp/report/research/f13cn00000000ygl-att/8d863s0000087phi.pdf>）。

牛乳を飲むと太るという偏見がありますが、女子高校生の調査結果では、牛乳を摂取している生徒の方が体脂肪率が低いことが報告されています（「中学生・高校生のライフスタイルと身体状況に関する縦断研究」女子栄養大学上西一弘教授メディアミルクセミナーニュースレターNo.20 <https://www.j-milk.jp/report/media/berohe000000bfah.html>）。このように牛乳が体脂肪の増加を抑えるという報告は他にもいくつか出ています。

カルシウムは小腸で吸収されますが、それを助けるのがビタミンDです。ビタミンDは日光に当たると皮膚で生成されます。真冬でもお昼ごろに1日15分間くらい顔と手に日光が当たれば十分です。ただし、紫外線の当たりすぎには注意が必要です。

カルシウムをとるための食事方法の注意点は、①カルシウムだけとればよいわけではなく、バランス良く

図11 閉経後女性における骨量と死亡率との関係



骨量が少なく死亡率は約3.5倍になり、心血管死亡率は約4.5倍高い

von der Recke P et al Am J Med 1999 改変

図12 骨粗鬆症における心血管系イベント発症リスク

項目	ハザード比	95%信頼区間	p値
骨粗鬆症	3.5	1.8-6.9	<0.001
糖尿病(有/無)	4.7	1.9-12.1	0.001
心血管イベントの既往(有/無)	5.0	2.3-10.8	<0.001
高血圧(有/無)	2.6	1.5-4.5	<0.001
高脂血症(有/無)	1.9	1.1-3.3	0.02
喫煙(有/無)	2.7	1.5-4.9	0.001

Tanko L et al JBMR 2005 改変

さまざまな食材をとる②カルシウム吸収のじゃまをするリンが防腐剤・酸化防止剤として含まれているインスタント食品・練り物（かまぼこなど）などをとりすぎない③カルシウムを体外に排出する食塩をとりすぎないことです。

健康で豊かな長寿社会を目指すためには、①折れる前に骨のチェック～定期的に骨検診を受けましょう②しっかりした骨を保つには日光・運動・カルシウムが大切③歯の健康を保つために牛乳・乳製品をとりましょうの三つが大切なのです。

## 質疑応答

**Q** 骨質に関して詳しく教えてください。また、骨質を向上させるためには、どのようなものを摂取すればよいのでしょうか。

**A** 骨の強度は、骨密度と骨質によって規定されています。骨密度が約60%で、残りの40%は骨の質によります。骨質といってもいろいろあり、骨の代謝回転、骨の石灰化、骨を構成しているコラーゲン、海綿骨が緻密で骨が詰まっているのかという構造の問題など、全部含めて骨質といいます。

摂取すると良いものは、ビタミンDやKなどです。これらは患者さんに投与しても骨量はあまり増えませんが、骨が強くなり、骨折が減ります。もう一つは、いわゆる悪玉コラーゲンのマーカのベントシジンやホモチスチンが注目されています。ベントシジンやホモチスチンが高い人は骨折を起こしやすく、動脈硬化や認知症にもなりやすいのですが、最近では、ビタミンB<sub>12</sub>やヨウ酸を投与するとホモチスチンが減るというデータがあります。しかし、骨質は非常に新しい研究分野で、どのようなものが効果があるのかは今後の大きな課題です。

※掲載内容は、原則、開催当時のまま採録しています。また、講師の肩書も当時のまま掲載しています。

# 高齢者のタンパク質不足に潜むリスク

～ 栄養バランスのよい牛乳を摂って、健康寿命を伸ばそう～

人間総合科学大学保健医療学部長・大学院教授／日本応用老年学会理事長 柴田 博 氏

「健康のためには粗食がよい」と思っていませんか。ところが、体力や抵抗力が落ちている高齢者がこのような食生活を送っていると、栄養不足になってますます老化が進んでしまうこともあります。今回は、体に欠かせないタンパク質を中心に、高齢者の低栄養のリスクと対策について、人間総合科学大学保健医療学部長の柴田博教授に解説していただきました。

## 高齢者ではエネルギーやタンパク質が不足する「開発途上国型」低栄養が多い

タンパク質は体の機能にも構造にも最も重要な栄養素で、英語では「プロテイン (protein)」と表記し、ギリシャ語の「プロテオス (proteios)」＝「第一となるもの、主要なもの」という言葉に由来しています。本日は高齢者の低栄養、中でもタンパク質の不足についてお話しします。

「高齢者が低栄養になっている」ことは最近よく聞かれるようになりました。人間は老化すると体重や体脂肪が減り始めますが、そこに低栄養が重なると、体力・免疫力が低下し、身体機能の低下や疾病の発生をひき起こし、老化が加速するリスクが高まるのです。

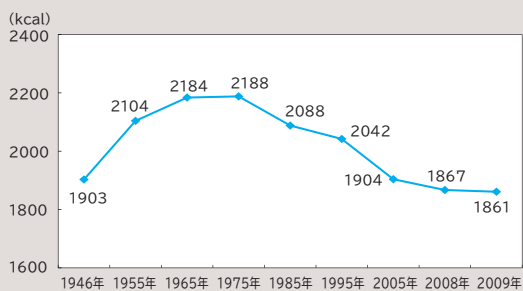
「低栄養」とは、「適切な食物摂取ができないこと」と「その他の原因によって栄養状態が悪化していること」を指します。栄養状態の悪化には、エネルギーやタンパク質が不足している「開発途上国型」と、エネルギーやタンパク質は足りていても、繊維質やマグネシウム、葉酸などの摂取が不足している「先進国型」の二つのタイプがあります。高齢者では、日本をはじめ、先進国においても、開発途上国型の低栄養が多いことに注目していただきたいと思います。われわれの調査によると、日本では65歳以上の高齢者の10%弱が、米国のデータでは30～50%が低栄養と推測されています。

日本は現在、「飽食の時代」「食生活の欧米化」といわれ、

栄養のとりすぎが問題視されていますが、日本人の摂取エネルギー量は2009年(平成21年)で平均1,861kcalと、終戦直後よりも低くなっています(図表1)。この数値は開発途上国並みの低さです。実際は飽食でも欧米型の食事でもありません。摂取エネルギー量を年代別に見ると良好なのは70歳以上で、最も悪いのは1～6歳です。世界一の長寿となった80年代に日本人の摂取エネルギー量は2,000kcalを超えましたが、70歳以上の摂取エネルギー量は当時とそれほど変わってなく、若年層での減少が目立ちます。「高齢者が増えているので日本人の摂取エネルギー量が減っているのは当然だ」という意見がありますが、それは間違いで、日本人の栄養摂取が危機的状況であることが分かります。

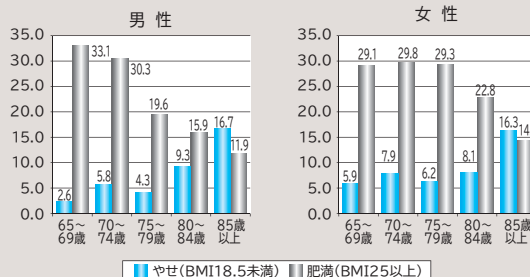
体格指数 (body mass index : BMI、体重 (kg) ÷ [身長 (m)]<sup>2</sup> で算出。日本肥満学会肥満症診断基準 2000年では BMI18.5 未満が低体重 (やせ)、18.5 以上～ 25.0 未満が普通体重 (正常)、25.0 以上が肥満と判定) を見ると、20代でやせが増えており(男性12.3%、女性22.3% : 厚生労働省「国民健康・栄養調査」平成21年より)、高齢者では加齢とともに BMI が小さくなる傾向があります(図表2)。日本では最も病気にかかりにくいとして BMI22 を標準にしていますが、BMI を標準に近づけようとエネルギー摂取量を抑える傾向が強まり、それが必要な栄養素がとれない状態をつくる一因になっていると思われます。ところが実際の各種調査では、日本人が一番長生きする BMI は 24 ～ 27、つまり、肥満の人の方が長生きという結果が出ています。特に高齢者は、BMI

図表1 日本人のエネルギー摂取推移



厚生労働省「国民健康・栄養調査」

図表2 65歳以上高齢者のBMI分布状態



■ やせ (BMI18.5未満) ■ 肥満 (BMI25以上)

75歳を過ぎると肥満者が減って低体重者(やせ)が増加

厚生労働省「国民健康・栄養調査」平成18年

が高い方が感染症に対する抵抗力が強くなり、老化が進まないことが分かっており、BMI を高く保つことが大切です。

### 低栄養が老化を加速 正しい情報で十分な栄養補給を

高齢者が低栄養になると、免疫力が落ち、筋肉が減り、骨が弱くなって、感染症や骨折などのリスクが高まります。同時に、それらが原因で動けなくなると外にも出なくなるなど、精神的な健康にも影響します。高齢者の低栄養は老化を進める要因となるのです。

高齢者が低栄養状態に陥る原因としては、図表3のようなものが挙げられます。

自分で調理できる自立した高齢者には、特定食品の成分が良いといわれてその食品ばかりを食べてしまうというフードファディズムに陥らないよう、正しい情報や指導を提供する食育が大切です。

実際に低栄養状態になっているかどうかは、高齢者のための低栄養度チェック表（図表4）が参考になります。特に、病気でもないのに体重が減った場合は注意が必要です。

### 百寿者は“低エネルギー 高タンパク食”をとっていた

タンパク質を摂取するときには、動物性タンパク質（卵、牛乳、肉、魚など）と植物性タンパク質（大豆製品など）のバランスを考える必要があります。

タンパク質の分解物であるアミノ酸は20種類あり、うち9種類は体内で作ることができない「必須アミノ酸」です。この必須アミノ酸はバランス良くとらないと有効に使われません。必要量に達しないアミノ酸に合わせて全体の有効性が落ちます。そこで必須アミノ酸のうち一番含有率の少ないアミノ酸の割合を「アミノ酸スコア」として表します。動物性タンパク質はアミノ酸スコアが100で、必須アミノ酸をバランス良く

含んでいますが、植物性タンパク質はやや落ちます。

アミノ酸スコアはよく桶の形で表現されます（図表5）。例えば、牛乳・卵・肉・魚は9種類全部の必須アミノ酸が必要量含まれているので、アミノ酸スコアは100ですが、精白米はリジンが必要量の61%しかなく、アミノ酸スコアは61となり、桶には本来の桶の容積の61%の水しかためられないのです。使えなかったアミノ酸が蓄積すると、腎臓や肝臓に負担をかけることとなります。歴史的に見ると、主食が米の地域は大豆を、麦の地域は乳製品をとることで、自然にアミノ酸のバランスを保ってきました。

私が東京都老人医療センター（現・東京都健康長寿医療センター）に在職していた1970年代初めに100歳を超えた人「センチナリアン（centenarian、百寿者の意味）」の栄養状態を調査したことがあります。現在、センチナリアンは4万人以上いますが、1972～73年（昭和47～48年）には400人強で、そのうち100人を調べました。そうすると、日本人の平均よりもセンチナリアンの方が摂取エネルギー量（総熱量）に占めるタンパク質の熱量が高く、動物性タンパク質の量も多くて、「低エネルギー高タンパク」の食事になっていました（図表6）。現在の日本人は動物性タンパク質の割合が約52%ですが、センチナリアンは先進国の近代化されたレベルの食事を先取りしており、当時でも「健康食は玄米と豆腐と菜っ葉」というような俗説があっただけに、実態に驚きました。

図表4 高齢者のための低栄養度チェック表

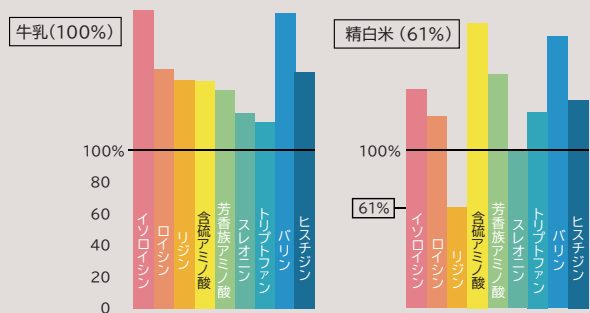
- 10品目(肉類、卵、魚介類、牛乳、緑黄色野菜、大豆製品、いも類、果物、海藻類、油脂類)を毎日とれていない
- 食べ物を十分に買えない
- 1人で簡単な食事をする人が多い
- 1日に3種類以上薬を飲んでいる
- この3カ月間で体重が1kg以上減った
- この3カ月間で強いストレスがあった
- この3カ月間で急性の病気になった
- 1年以内に転倒したことがある

出典：柴田 博，今日から実践！安心食生活，社会保険出版社，2010

図表3 高齢者が低栄養状態に陥る原因

1. 食事量の減少
    - ・加齢による食欲減退・嗜好(しこう)の変化
    - ・摂食・嚥下(えんげ)機能、味覚機能、消化機能などの低下
    - ・病気や薬の副作用による食欲不振 など
  2. 環境要因
    - ・一人暮らし・高齢者所帯のためにメニューの単純化、調理作業の手抜き
    - ・買い物に行きにくい など
  3. 経済的要因
  4. ストレス、精神的要因、各種疾患(歯科の病気など)
  5. 間違った認識やフードファディズム
    - 「粗食が体に良い」という認識や、健康に良いといわれる食品を重点的に食べるなど偏った食品摂取 など
- (柴田作成)

図表5 アミノ酸スコアの比較



科学技術庁「改定日本食品アミノ酸組成表」(1986年)、WHO/FAO/UNU合同専門協議会報告「アミノ酸評点パターン」(1985年)に基づく

日本では1930年代には動物性食品は少なく、平均的な日本人は塩鮭を20gくらい週4日ほど食べ、タンパク源は米や大豆製品でした。植物性タンパク質と動物性タンパク質の比率は1980年（昭和55年）に1対1になり、ちょうどこのころ世界の長寿国になりました。現在は動物性タンパク質の割合が植物性タンパク質よりやや多くなっています。

疾病との関連で見ると、1965年（昭和40年）ごろ、米の消費量が減り、動物性タンパク質が増えたところから脳血管疾患による死亡率が下がり、1981年（昭和56年）にはがんの死亡率を下回りました（図表7）。

欧米では日本より50年ほど前から脳血管疾患は減っていましたが、急激な栄養過剰により心血管疾患が増えました。日本は欧米ほどの栄養過剰にはならず、脳血管疾患が減り、心血管疾患がそれほど増えなかったため、平均寿命が伸びたと考えられます。

### 運動との相乗効果で筋力を保って寝たきりを防ぐ

老化の防止、また介護予防の観点からも筋力を鍛えることが重要と考えられています。筋肉量を維持するためにも、タンパク質の摂取は不可欠です。

また、筋力の元となる筋肉の合成には、栄養と運動の両方が必要です。タンパク質やアミノ酸をとっても運動しなくては筋肉になりません。筋肉を支える骨を強くするのも同様で、カルシウムをとっても運動による垂直方向の刺激がなくては骨に定着しません。

若い人でも2週間くらい寝ていると6~7%の筋肉が細くなっていくといわれています。高齢者の衰えの速度はもっと早いため、寝たきりにならないことが大切で、できる限り動くことを勧めています。体を動かすことは食欲増進にもつながります。日本では運動と栄養の研究が分かれ、運動量や栄養摂取量の指針も別に作成されている点が気になります。

なお、米国アカデミー・食品栄養委員会発表の「多量栄養素の推奨栄養所要量」では、成人男子のタンパ

ク質所要量は1日に体重1kg当たり0.8gを推奨していますが、2010年にアーカンソー大学医学部レイノルズ老年医学研究所のRobert R. Wolfeらが運動による筋肉の合成と分解を分析して発表したデータでは、適切なタンパク質摂取量は1日に体重1kg当たり1.5gと2倍近くになっています。タンパク質はとりすぎると身体に負担がかかるものの、栄養学だけからの考えだけでなく、運動生理学からの示唆は貴重だと考えます。

### 血清アルブミン値は栄養や健康の状態を見る目安

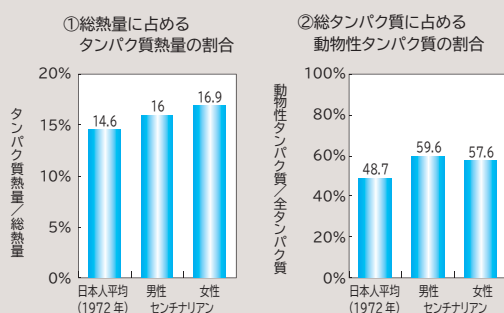
栄養状態や健康状態、老化を見る指標として、血清アルブミン値が挙げられます。アルブミンは血漿（けっしょう）中に最も高い濃度（約60%）で存在する、分子量が小さいタンパク質です。食事からとったタンパク質を原料にして肝臓で合成され、筋肉を作る、酵素を働かせる、栄養素を運ぶ、老廃物を回収する、免疫を強化するといった機能があります。血清アルブミン値の低下は肝疾患、腎臓病、低栄養が疑われ、抗生物質が効かなくなったり、中枢神経系や心臓の薬の服用で中毒を起こしたりすることもあります。

健康な人の血清アルブミン値は、血液1dL（100cc）中4.0~5.0gで、年齢とともに低下します。血清アルブミン値が3.5~4.0g/dLでは栄養の偏りや病気の疑いがあり、3.5g/dL未満になると病気が重症化している疑いがあります。

東京都老人医療センター副院長であった亀山正邦先生の1974年（昭和49年）の報告では、入院期間半年の間に亡くなった患者さんの血清アルブミン値を見ると、入院時は3.5g/dLでしたが、亡くなる直前には2.6g/dL程度に下がっていました。

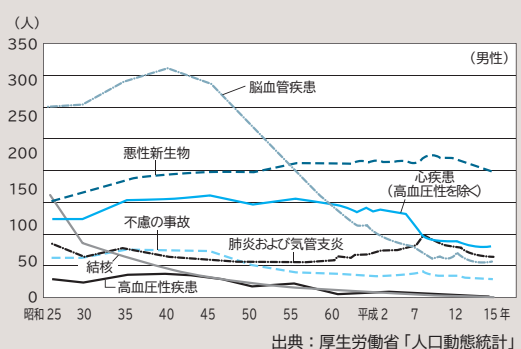
私たちが1980年代初めに養護老人ホームで暮らしている、生活機能が自立している高齢者（平均年齢75.3歳）1,777名を調べた調査では、血清アルブミン値が高いほど死亡率が下がり、肺炎にもなりにくいことがわかりました。肺炎は高齢者の死因の上位となっており、ア

図表6 センチナリアン（百寿者）の栄養状況



出典：Shibata H et al: Nutrition and health 8: 165, 1992

図表7 性・主要死因別に見た年齢調整死亡率（人口10万対）の年次推移



出典：厚生労働省「人口動態統計」

ルブミン値を保って免疫力を維持することが大切です。

また、1976年から10年間、東京都小金井市の70歳の高齢者422人の食生活と生活機能を調査した私たちのデータでも、血清アルブミン値が高いほど生存率が高いという結果が出ています（図表8）。

米国でも血清アルブミン値が低いと冠動脈疾患の相対危険度が上がるという報告があります。通常、心筋梗塞は栄養過剰でコレステロールが血管にたまって起こるのですが、高齢者の場合はアルブミン値が低い低栄養が原因になります。これは血管に栄養が行きわたらずに血管が傷ついて血栓が起こったからだと考えられます。

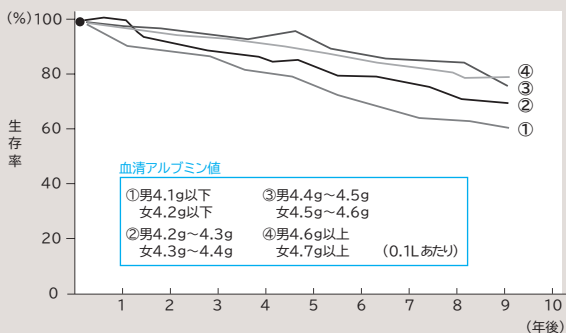
さらに、血清アルブミン値は日常生活の自立能力にも関わるということが明らかになりました。歩くスピードの遅い人は6年後に日常生活に障害が起こりやすいことが報告されていますが、アルブミン値が低くなると筋肉量が減り、歩行速度が遅くなるのです（図表9）。

1992年から10年間、秋田県南外村（現・大仙市）で、65歳以上の842人（男性343人、女性499人）を調査した結果でも、動ける程度が低くなるほど血清アルブミン値が低下していました（図表10）。

## 高齢者に対する牛乳・乳製品摂取の効果

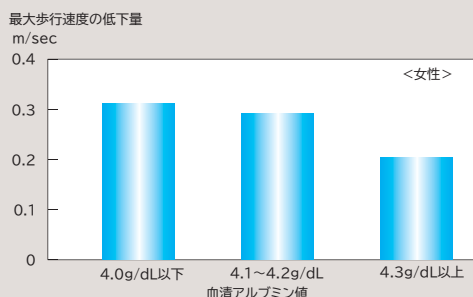
さて、牛乳・乳製品は老化に対してどのような効果

図表8 70歳のアルブミン値と生存率



出典：Shibata H et al. Age Aging 20 : 417, 1991

図表9 血清アルブミン水準と最大歩行速度の低下 (1992~2000年)



調整変数：年齢、生活機能、最大歩行速度、運動習慣、肥満度、体の痛み  
出典：熊谷修他：日本公衛誌 49 (suppl):776,2002

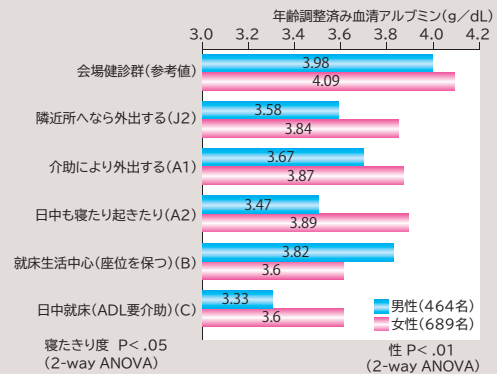
があるのでしょうか。

先ほどの小金井市の調査では、牛乳を「毎日飲む」と「ときどき飲む、または飲まない」人を比べると、毎日飲むの方が生存率が高い傾向が見られました（図表11）。また、70歳の時の牛乳の飲み方とその後の身長減少を調べると、牛乳を飲む人はあまり身長が縮まないことも分かりました。

日本酪農乳業協会の2008年の全国骨密度調査でも、牛乳をほとんど飲まない人、200mL未満の人、200mL以上の人における同年齢の平均値との比較では、200mL以上の人最も骨量が多いことが明らかになっています。

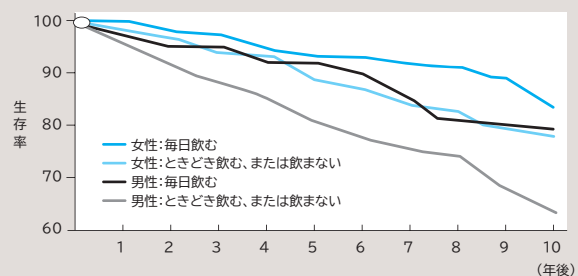
牛乳には図表12のような栄養成分が含まれており、

図表10 寝たきり度別に見た年齢調整済み血清アルブミン濃度 (秋田県南外村住民 >65歳, 1996)



出典：渡辺修一郎、Geriatric Medicine Vol.48,P891,2010

図表11 牛乳を飲む習慣と生存率



出典：柴田 博、ここがおかしい日本人の栄養の常識、技術評論社、2007

図表12 牛乳の栄養成分 (200mL 当たり)

エネルギー	138kcal	ビタミン	脂肪酸
	578 kJ	レチノール	飽和
水分	180.4g	カロテン	一価不飽和
タンパク質	6.8g	レチノール当量	多価不飽和
脂質	7.8g	ビタミンD	コレステロール
炭水化物	9.9g	ビタミンE	
灰分	1.4g	ビタミンK	
無機質		ビタミンB1	
ナトリウム	85mg	ビタミンB2	
カリウム	310mg	ナイアシン	
カルシウム	227mg	ビタミンB6	
マグネシウム	21mg	ビタミンB12	
リン	192mg	葉酸	
鉄分	0.04mg	パントテン酸	
亜鉛	0.8mg	ビタミンC	
銅	0.02mg		

(社)日本酪農乳業協会  
五訂日本食品標準成分表より計算



中でも骨をはじめ全身の維持に欠かせないカルシウムが豊富で、吸収率も高いのが特徴です。日本人の乳製品の摂取量は給食が終わると減る傾向にあるのが残念です（図表13）。

前述の秋田県南外村の調査では、1996年と2000年に牛乳の飲用習慣を聞きました。調査期間の10年間は栄養指導を実施していましたが、ほとんど毎日飲む人は72.1%から64.4%に減っていました。一方で、血清アルブミン値は、 $4.11 \pm 0.21 \text{g/dL}$ から $4.27 \pm 0.24 \text{g/dL}$ に上がっており、特に牛乳飲用習慣が上昇した群の血清アルブミンの上昇率が高くなっていました。

### 多様な食品をバランス良くとり、低栄養を避けよう

これまで高齢者の低栄養について述べてきましたが、医療・福祉関係者が栄養状態を判断する指標としては、図表14の“SCALES”があります。前述したように、栄養状態をはじめ、疾病や余命の指標になる血清アルブミン値には特に注意していただきたいと思います。

毎日の食事で心がけたいことは、図表15「低栄養予防の食生活指針」が参考になるでしょう。

高齢者の低栄養を防ぐためには、“食生活の多様化”がキーワードになります。まずは、多様な食品をバランスよくとること。食品を多様にとっている人ほど、生活機能の低下が少ないことが分かっており、動物性タンパク質はもちろんのこと、いろいろな食品を満遍

なくとることが重要です。さらに、調理法を工夫したり、大勢で食べること（共食）を心がけるなど、食生活に多様なスタイルを取り込むことが大切です。

高齢者が1日にとるべき食品の量の基準は図表16の通りです。肉と魚介類はなるべく同じ量をとるとよいでしょう。手軽に栄養分がとれる牛乳・乳製品のとり方のコツもご紹介します（図表17）。毎日コップ1杯（200mL）の牛乳を飲んでいただきたいのですが、1回での摂取が難しい場合は朝・昼・晩の3回に分けたり、ヨーグルトやチーズでとって構いません。

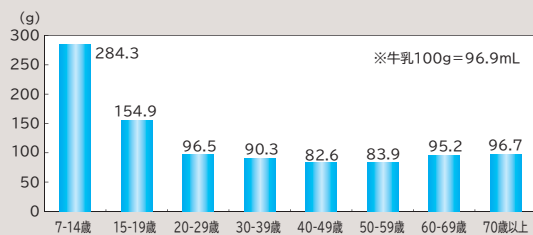
高齢者の低栄養は、身体機能の維持にかかわる大きな問題です。食事のとり方に気をつけ、運動もして、元気に長生きしていただきたいと願っています。

図表15 低栄養予防の食生活指針14カ条

- ①3食のバランスを良くとる
- ②動物性タンパク質を十分にとる
- ③魚と肉の摂取は1対1の割合に
- ④さまざまな種類の肉を食べる
- ⑤油脂類を十分に摂取する
- ⑥牛乳を毎日飲む
- ⑦緑黄色野菜や根野菜など、多種類の野菜を食べる  
火を通し、量を確保
- ⑧食欲がないときは、おかずを先に食べ、ごはんを残す
- ⑨調理法や保存法に習熟する
- ⑩酢、香辛料、香り野菜を十分に取り入れる
- ⑪和風、中華、洋風とさまざまな料理を取り入れる
- ⑫共食の機会を豊富につくる
- ⑬かむ力を維持するため、義歯は定期的に検査を受ける
- ⑭健康情報を積極的に取り入れる

出典：生活・福祉環境づくり21・日本応用老年学会編、高齢社会の「生(いき)・活(いき)」事典、社会保険出版社、2011

図表13 日本人の乳類の年齢階級別平均摂取量 (2009年 男女計)



厚生労働省「国民健康・栄養調査」平成21年

図表16 高齢者でもこれだけとりたい1日の栄養

肉	60~80g
魚介類	80~100g
豆腐	1/3丁(または納豆1食分)
卵	1個
牛乳	200cc (またはヨーグルト200ccまたはチーズ35g)
野菜	350g(うち緑黄色野菜を120g)
きのこ類	20g
海藻類	15g
油脂	15~18g
ごはんなどの主食、果物など	体格や活動量によって加減

(柴田作成)

図表14 栄養リスクのスクリーニング SCALES

- Sadness Yesavage Geriatric Depression Scale で30中15以上(うつ状態のチェック)
- Cholesterol 160mg/dL 未満(血中コレステロール値)
- Albumin 4g/dL 未満(血中アルブミン値)
- Loss of weight 1カ月以内に約900g、または6カ月以内に約5.5kgの体重減少
- Eat 身体的原因(振せんなど)や認知能力の低下による摂食障害
- Shopping 経済力不足や食物の入手、食事の用意のための能力の低下

出典：Morley J E, in Vellas BJ et al eds: The Mini Nutritional Assessment (MNA). Serdi Publishing Company, Paris, 1994

図表17 牛乳・乳製品のとり方

- 1日の摂取量目安は、200mL  
もしくはヨーグルト200ccまたはチーズ35g  
200mLの牛乳=エネルギー量 138kcal、タンパク質 6.8g、カルシウム 227mg
- 乳糖不耐症の人は、200mLの牛乳を3回に分けて飲むとよい  
※乳糖不耐症は毎日徐々に牛乳を飲むことで多くが改善される  
※便秘気味の人は朝に冷たい牛乳を飲むと、排便誘発効果も
- 加熱しても栄養価は変わらないため、幅広いメニューに活用  
シチューやスープなどの料理 → うまみやコクがプラス  
食べやすさ、塩分や糖分のとりすぎ予防  
カフェオレやミルクティー → 寝る前のホットミルクにはリラックス効果も
- 脂肪分を含んだ牛乳がおすすめ  
ほとんどのビタミン類は脂肪分に溶けているため、  
ビタミンをとるためにも無脂肪乳や低脂肪乳は避ける

(柴田作成)

**Q** 地域によってアルブミン値に差はありますか。また、アルブミン値を上げるためには、どのような食生活を送ればよいのですか。

**A** 私たちの調査では、長寿者が多い地域ほどアルブミン値が高いという結果が出ました。アルブミン値を上げるためには人間の体に近いアミノ酸構成を持つ食品をとることが有効です。つまり、肉や卵、乳製品などの動物性タンパク質を含む食品です。特に、牛乳と肉の摂取量でアルブミン値に大きな差が出ます。日本ではどの地域でも魚介類は一定量摂取しているので、牛乳と肉の摂取量を増やすことが大切です。しかし、欧米ではもともと牛乳や肉の摂取が多いので、とり過ぎにも注意する必要があります。牛乳はそのまま飲める、一番手軽に摂取できる動物性タンパク質ですから、積極的にとっていただきたいですね。

※掲載内容は、原則、開催当時のまま採録しています。また、講師の肩書も当時のまま掲載しています。

## 急増する認知症の予防：食事の重要性とミルクの効用

九州大学大学院医学研究院環境医学分野教授 清原 裕 氏

福岡県久山町では、1961年より精度の高い生活習慣病の疫学調査が行われています。時代とともに認知症、特にアルツハイマー病の有病率が増加傾向にあり、その背景にアルツハイマー病の強い危険因子である糖尿病の増加があることが分かってきました。認知症予防に、運動と和食に牛乳・乳製品を加えた食事パターンが有効であることが明らかになりました。特に牛乳・乳製品の予防効果は強いと考えられます。

### 認知症

#### —超高齢社会の大きな課題—

わが国では、総人口に占める65歳以上の人口の割合、すなわち高齢化率が1960年の5.7%から2012年の24.1%へとこの50年間で大幅に増大し、現在国民の4人に1人が65歳以上という超高齢社会を迎えています。それに伴い認知症高齢者が急増し、大きな医療・社会問題となっています。最近報告された厚生労働省による全国調査の推計によれば、わが国では認知症を有する高齢者の数が2012年時点で460万人に達していることが明らかとなりました。認知症の原因はさまざまですが、アルツハイマー病をはじめとしてその多くの病型は成因がまだまだ十分に解明されておらず、また治療法も確立されていません。このような現状の中で有効な認知症の予防対策を策定するには、疫学調査によって地域住民における認知症の実態を把握し、その危険因子・防御因子を明らかにすることが有用です。

久山町研究は、福岡県久山町の地域住民における生活習慣病の実態を50年間にわたり見守り続けてきましたが、現在は認知症が大きな課題になっています。本日は久山町研究で明らかになってきた地域住民における認知症の実態とその予防のあり方についてお話しします。

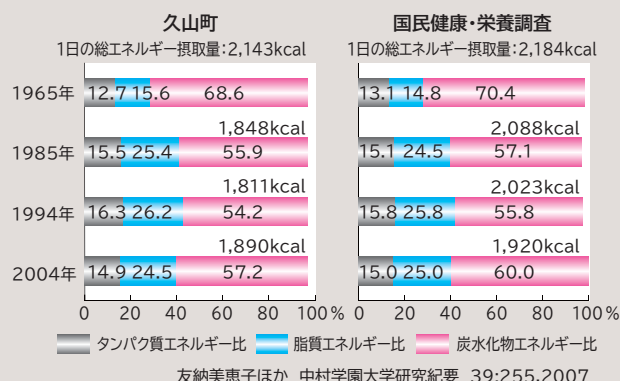
### 久山町研究の特徴

久山町は、福岡市の東に隣接する人口約8,400人の比較的小さな町です（図1）。町住民の年齢・職業構成は、1961年の調査開始時点から現在に至るまで日本全国のそれとほとんど変わりありません。また、住民の栄養摂取状況も国民健康・栄養調査の成績とよく一致して推移しています（図2）。つまり、久山町住民は日本人の標準的なサンプル集団といえましょう。久山町研究では、1961年、1974年、1983年、1993年、2002年に行われた循環器健診を受診した40歳以上の住民から心血管病の既発症者を除いて、それぞれ1960年代（1,618人）、1970年代（2,038人）、1980年代（2,459人）、1990年代（1,983人）、2000年代（3,123人）の集団を設定し、脳卒中、虚血性心疾患の発症を主な標的疾患としてすべての集団をほぼ同じ方法で現在まで追跡しています。いずれの集団も脱落例はほとんどいません（追跡率99%以上）。また、1985年、1992年、1998年、2005年、2012年の計5回、65歳以上の全住民を対象とした認知症の有病率調査も行っています。各調査の受診率はそれぞれ95%（受診者887人）、97%（1,189人）、99%（1,437人）、92%（1,566人）、94%（1,904人）といずれも高いレベルにあります。現在、この有病率調査を受診した人たちを全員追跡し、亡くなった人の80%を剖検して死因や認知症の病型を詳細

図1 久山町の位置と人口の推移



図2 久山町と国民栄養調査における栄養比率の年次推移



に調べ、非認知症例からの認知症の発症率やその危険因子・防御因子を検討しています。認知症は特に病型診断が難しいことから、剖検によって脳を調べて病型を確定することが研究の精度を保つ上で重要です。この疫学調査はわが国を代表する本格的な認知症のコホート研究です。

## 認知症の疫学

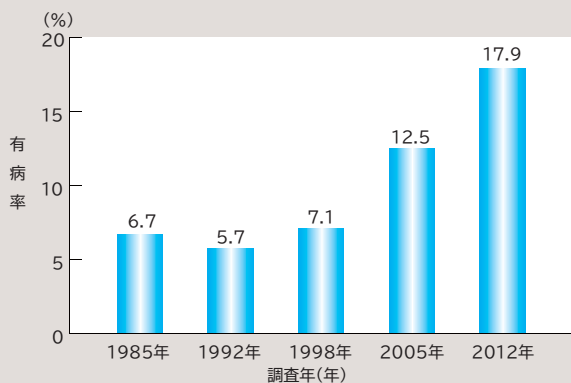
1985～2012年に久山町で行われた認知症の有病率調査の成績を比較し、わが国の地域高齢者（65歳以上）における認知症有病率の時代的推移を検討してみました（図3）。

全認知症の粗有病率は、1985年の6.7%から1992年の5.7%にやや減少しましたが、その後1998年の7.1%から2012年の17.9%まで有意に上昇していました。つまり、最近の高齢者では5.6人に1人が認知症を有するといえます。性・年齢調整後の全認知症の有病率も同じように時代とともに有意に増加していました。したがって、認知症有病率は人口の高齢化を超えて（年齢調整しても）上昇しているといえましょう。

認知症の病型別に見ると、血管性認知症の粗有病率は1985年2.4%、1992年1.9%、1998年1.7%と減少傾向にありましたが、2005年に3.3%とやや上昇に転じ2012年は3.0%でした。一方、アルツハイマー病の粗有病率は1985年の1.4%から2012年の12.3%にかけて時代とともに約9倍と着実に増えました。その他の原因によるものと病型不明を併せた認知症の有病率は、血管性認知症と同じパターンを呈していました。年齢階級別に見ると、血管性認知症の有病率は80歳以上で時代とともに上昇し、アルツハイマー病の有病率は75歳から79歳の年齢層および80歳以上の年齢層で増えていました。つまり、認知症有病率の最近の急増は、特に後期高齢者におけるアルツハイマー病の増加によることが明らかです。

この久山町のデータを全国の高齢者に当てはめてみると、現在日本では約550万人の認知症高齢者がいる

図3 認知症の有病率の時代的変化 久山町男女、65歳以上



こととなります。今後このまま認知症の有病率が増加すれば、30年後には1千万人の認知症高齢者が出現することとなります。

さらに久山町の60歳以上の高齢者1,193人を17年間追跡した調査の成績より、高齢者が生涯に認知症になる確率をシミュレーションして求めてみました。その結果、その確率は55%となりました。これは60歳以上の高齢者は死ぬまでに2人に1人が認知症になること、つまり夫婦がどちらも長生きするとどちらか1人は認知症になることを意味します。認知症は国民全体の切実な問題です。

## 脳卒中発症率の時代的变化

なぜ認知症がこのように増えたのでしょうか。その原因を探るために、先ほど紹介しました1960～2000年代の集団（40歳以上）をそれぞれ7年間追跡した成績を比較して、認知症と密接な関係がある脳卒中の発症率の時代的推移を年齢調整して検討してみました。その結果、脳卒中発症率（対1,000人年）は、男性では1960年代の14.34から1970年代の6.99まで51%、女性はそれぞれ7.19から4.07まで43%と大幅に低下し、その後2000年代の男性4.22、女性2.12まで緩やかに低下しました。つまり、脳卒中発症率の増加によって認知症の急増がもたらされたのではないことが分かります。

## 認知症危険因子の時代的变化

さらに、久山町の5集団（40歳以上）の健診成績で脳卒中あるいは認知症の危険因子の頻度を年齢調整して比較し、その時代的变化を検討してみました。

脳卒中の最大の危険因子であり、血管性認知症と関連が深い高血圧（140/90mmHg以上または降圧薬服用）の頻度の時代的推移を見ると、男性では1961年の38.4%から2002年の41.3%までほとんど変化がなく、女性では35.9%から30.8%へとやや減少傾向にありました。一方、降圧薬服用者の割合は1961年には男女とも約2%でしたが、時代とともに増加し2002年には男性17.5%、女性16.2%となりました。その結果、この間高血圧者の収縮期血圧の平均値は男性では161mmHgから148mmHgへ、女性では163mmHgから149mmHgへと大幅に低下しました。また、喫煙率は男性で75.0%から47.4%へ、女性で16.6%から8.5%へと有意に低下しました。飲酒率は男性では70%前後で大きな変化はありませんでしたが、女性では1961年の8.3%から2002年の29.3%まで増加しました。

これに対し、肥満の有病率は男性では1961年の7.0%から2002年の29.2%へ、女性ではそれぞれ12.9%か

ら23.8%へと増加しました。同様に、高コレステロール血症の頻度は男性では2.8%から22.2%へ、女性では6.6%から35.3%へと、糖代謝異常（糖尿病と予備群）の頻度も男性では11.6%から54.0%へ、女性では4.8%から35.1%へと、それぞれ大幅に増加していました。糖代謝異常を正確に判定するには75g経口糖負荷試験を行わなければいけません。スライドは75g経口糖負荷試験を行った時の糖代謝異常の診断基準（WHO）です（図4）。この診断基準では、空腹時血糖値110mg/dL未満かつ負荷後2時間血糖値140mg/dL未満を正常耐糖能、空腹時血糖値126mg/dL以上または負荷後2時間血糖値200mg/dL以上を糖尿病、その間を空腹時血糖異常（IFG）または耐糖能異常（IGT）と判定します。IFGとIGTを併せて予備群とも呼びます。1988年と2002年の久山町の健診では、40～79歳の受診者のほぼ全員に75g経口糖負荷試験を行い、耐糖能レベルを正確に判定しました。その成績を見ると、糖尿病の頻度は1988年では男性15.0%、女性9.9%でしたが、2002年ではそれぞれ23.6%、13.4%に増加していました（図5）。この間、IGTの頻度は男性では19.2%から21.6%に、女性では18.8%から21.3%に、IFGの頻度もそれぞれ8.0%から14.7%、4.9%から6.6%に上昇しました。つまり、最近の地域住民では肥満の増加とともに糖尿病、

IGT、IFGのいずれも増加し、この年齢層の男性の約6割、女性の約4割が何らかの糖代謝異常を有すると考えられます。

以上をまとめると、日本人の地域住民では高血圧の有病率に大きな変化はないものの、降圧療法の普及により高血圧者の血圧コントロールは明らかに改善し、また喫煙率も時代とともに低下しました。したがって高血圧や喫煙が認知症の増加の要因ではないことが示唆されます。一方、食生活の欧米化や自家用車の普及に伴う運動不足の蔓延（まんえん）など生活習慣の変化が影響して、代謝性危険因子である肥満、脂質異常症、糖代謝異常が時代とともに大きく増加しました。これが認知症の増加に関与している可能性が出てきました。

### 老年期認知症の危険因子 —糖代謝異常

そこで、急増している糖代謝異常が認知症の要因（危険因子）であるか否かを検証するために、1988年の久山町の健診で75g経口糖負荷試験を受けた集団のうち、60歳以上の認知症のない高齢住民1,011人を15年間追跡した成績で、追跡開始時のWHO基準に基づく耐糖能レベルと認知症発症の関係を性・年齢調整した相対危険度で検討しました（表）。

その結果、血管性認知症およびアルツハイマー病の発症リスクは耐糖能レベルの悪化とともに上昇し、血管性認知症のリスクはすでにIGTのレベルから、アルツハイマー病のリスクは糖尿病レベルで有意に上昇していました。多変量解析で性、年齢、教育歴、高血圧、心電図異常、肥満度（BMI）、腹囲/腰囲比、血清総コレステロール、脳卒中既往歴、喫煙、飲酒、余暇時の運動の影響を除くと、血管性認知症の発症リスクの有意性は消失しましたが、アルツハイマー病のリスクは糖尿病群で2.1倍有意に上昇していました。以上より、糖尿病/IGTは合併する他の危険因子を介して血管性認知症のリスクを高め、アルツハイマー病とは独立

図4 糖代謝異常の診断基準（1998年のWHO基準）

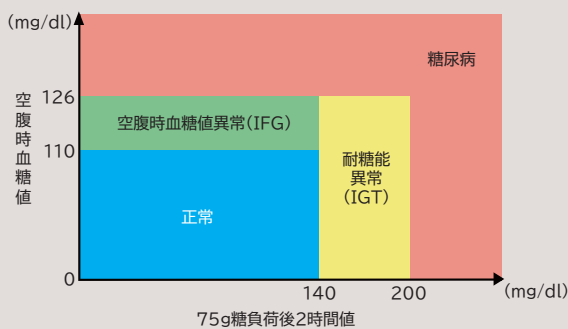


図5 糖代謝異常の頻度の時代的变化

1988年(2,490名)と2002年(2,779名)の比較、40-79歳

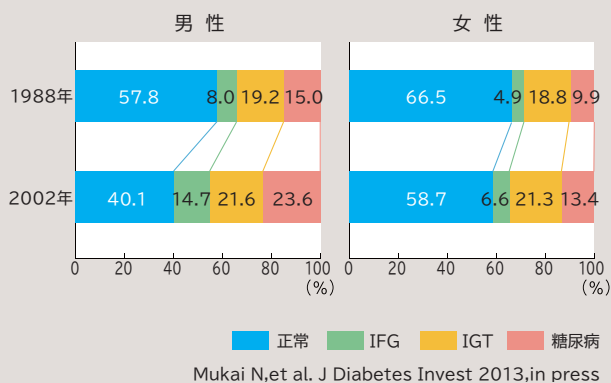


表 耐糖能レベル別（WHO基準）にみた病型別認知症発症の相対危険度  
久山町男女1,011人、60歳以上、1988-2003年

耐糖能レベル	対象者数	発症者数	相対危険度		
			性・年齢調整	多変量調整	
血管性認知症	正常	559	27	1.0(基準)	1.0(基準)
	IFG	73	6	1.4	1.0
	IGT	235	20	1.9*	1.4
	糖尿病	150	12	2.1*	1.8
アルツハイマー病	正常	559	51	1.0(基準)	1.0(基準)
	IFG	73	5	0.6	0.6
	IGT	235	29	1.5	1.6
	糖尿病	150	20	1.9*	2.1*

\*p<0.05 vs.正常

IFG:空腹時血糖値異常、IGT:耐糖能異常

多変量調整の調整因子:性、年齢、教育歴、高血圧、心電図異常、BMI、腹囲/腰囲比、血清総コレステロール、脳卒中の既往歴、喫煙、飲酒、運動

Ohara T,et.al. Neurology 77:1126,2011

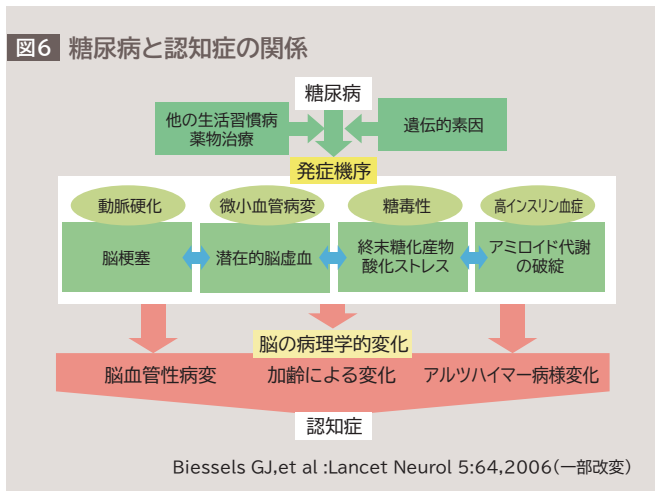
した関係があるといえます。近年、わが国では糖尿病頻度が急速に上昇しており、それが認知症、特にアルツハイマー病の有病率増加の背景にあるといえるでしょう。

## 高血糖 / 糖尿病が認知症発症に關与する機序

糖尿病を含む糖代謝異常は、さまざまな機序によって認知症の発症リスクを上昇させると考えられています(図6)。高血糖/糖尿病は脳動脈硬化を進展させて脳卒中、特に脳梗塞を発症させるとともに、微小血管病変を形成して潜在的脳虚血を引き起こし、血管性認知症の原因となることが知られています。また、高血糖状態が長期間持続することで糖毒性によって終末糖化産物が形成されるとともに、細胞内の酸化ストレスが増大します。それが脳の機能的・構造的異常を徐々に促進して脳の老化をもたらす、最終的にアルツハイマー病様変化につながるという考えもあります。また、高インスリン血症がアルツハイマー病発症に関わる可能性も指摘されています。アルツハイマー病は、脳にベータアミロイド(Aβ)というタンパクが凝集して老人斑を形成し神経細胞を破壊することで発症しますが、インスリンはAβの分泌を促進しその分解を阻害するといわれています。その結果、Aβが過剰となり老人斑形成や神経原線維変化をもたらすと考えられています。インスリン分泌は、糖尿病に至らない糖代謝異常(IGT)の段階で最も亢進(こうしん)していることが知られています。つまり、糖尿病を含む糖代謝異常は、脳にAβが沈着しやすい病態といえましょう。

## 老年期認知症の防御因子

認知症には予防薬も無く、特効薬もありません。したがって、認知症を予防するには危険因子を同定してそれを是正するとともに、防御因子を見いだしてそれを活用する必要があります。久山町研究ではいくつかの防御因子を発見しましたのでご紹介します。



## 1) 運動

1995年に、久山町研究は世界で先駆けて余暇時あるいは仕事時の運動量の多い群でアルツハイマー病の発症リスクが有意に低いことを報告しました(相対危険度0.2)。久山町ではウォーキングあるいはそれ以上の強度の運動を1日30分以上、週3回以上行うことでその予防効果が認められます。その後、多くの研究でこの問題が検討され、運動が認知症の有意な防御因子であることはほぼ定説となっています。これらのデータの一つに集めて検討したメタ解析によれば、運動は血管性認知症およびアルツハイマー病のリスクを40~50%減少させるといわれています。今後、認知症予防に最も有効的な運動の種類や量を明らかにしていく必要があります。

## 2) 食事パターン

海外の追跡研究では、地中海式食事法(オリーブオイル、穀物、野菜、果物、ナッツ、豆、魚、鶏肉を中心とし、乳製品および赤肉を控える食事に少量のワイン)はアルツハイマー病のリスクを減少させるという報告が散見されます。しかし、わが国には伝統に育まれた固有の食文化があり、海外の食生活をそのまま国内に持ち込むことはなかなかできません。そこで、1988年に設定した久山町集団のうち食事調査を受けた認知症のない60~80歳の1,006人を対象にした追跡研究において、わが国の地域住民が有するさまざまな食事パターンの中で認知症発症に影響を与えるものを検証しました。

はじめに追跡開始時の食事調査において、これまで認知症と関係があると報告されている栄養素と関連する食事パターンを検討すると、いくつかの食事パターンのうち大豆・大豆製品、緑黄色野菜、淡色野菜、海藻類、牛乳・乳製品の摂取量が多く、米の摂取量が少ないという食事パターンが抽出されました(図7)。この食事パターンには、果物・果物ジュース、芋類、魚の摂取量が多く、酒の摂取量が少ないという傾向も見られます。次にこの食事パターンを点数化し、さらにその傾向の強さで対象者を4分位(4等分)して15年間追跡し、認知症発症に対する影響を多変量解析で他

**図7 認知症予防のための食事**

増やすといいもの	減らすといいもの
牛乳・乳製品	お米
大豆・大豆製品	お酒
緑黄色野菜	ご飯を減らすと いつもより野菜を 多く食べられるね!
淡色野菜	
海藻類	
果物・果物ジュース	
芋類	
魚	
卵	

の危険因子を調整して検討しました。その結果、この食事パターンの傾向が強い群ほど全認知症の発症リスクが有意に低下しました(図8)。病型別に見ると、この関係は血管性認知症およびアルツハイマー病でも認められました。

減らすとよい食品となった米は、単品で見ると認知症発症と関連がありませんでした。一定の摂取カロリーの中で、米(ご飯)の摂取量が多いほど他の食品(おかず)の量が減ってしまうので、このようなパターンが出たものと思われます。主食(米)に偏らず、主菜・副菜をしっかりとってバランスの良い食事を心がけることが認知症のリスクを減らす上で有効と考えられます。

### 3) 牛乳・乳製品

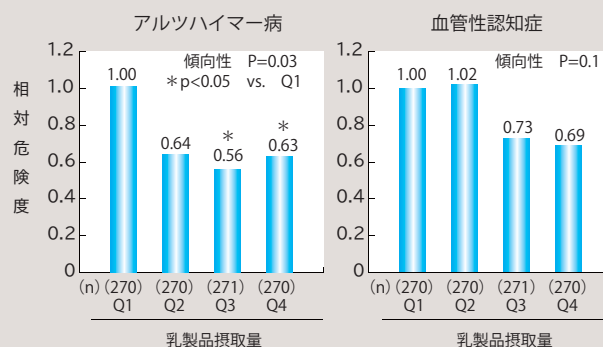
上記の食事パターンの中で牛乳・乳製品について注目し、認知症の予防効果を検証しました。1988年の認知症のない久山町住民(60歳以上)を牛乳・乳製品の摂取量で4等分して四つの群に分け、17年間追跡した成績で認知症発症との関係を検討しました。その結果、性・年齢調整したアルツハイマー病の発症率(対1,000人年)は第1分位18.3、第2分位14.6、第3分位11.4、第4分位13.8と牛乳・乳製品の摂取量の増加に伴い有意に低下しました。血管性認知症の発症率もそれぞれ9.6、10.9、6.7、6.3と一貫して有意に低下しました。さらに多変量解析で、他の危険因子を調整すると、牛乳・乳製品の摂取は特にアルツハイマー病の有意な防御因子でした(第4分位の相対危険度0.63)(図9)。

地中海式食事法では牛乳・乳製品(特に高脂肪の乳製品)を控えることを勧めています。日本人はその摂取量が多いほど認知症の予防効果があると考えられます。この違いは欧米人に比べて日本人の牛乳・乳製品の摂取量が少ないことによると思われます。牛乳・乳製品に多く含まれるカルシウムやマグネシウムは、認知症に対して予防効果があることが久山町の追跡調査で明らかになっています。また、牛乳・乳製品には

ビタミンB<sub>12</sub>が多く、このビタミンはアルツハイマー病の危険因子と報告される血漿ホモシステイン値を低下させる作用があります。さらに、牛乳・乳製品に含まれるホエータンパクはアルツハイマー病の危険因子であるインスリン抵抗性を改善させるとの報告もあります。牛乳・乳製品の摂取は高血圧や糖尿病などの生活習慣病の改善効果もあると報告されていますが、上記の機序を介して脳卒中や認知症に対して予防的に作用することが示唆されます。

久山町の疫学調査から認知症は生活習慣病であることが分かってきました。認知症のリスクを減らすには、糖尿病をはじめとするその危険因子を管理するとともに、運動や食生活を是正することが重要といえましょう。

図9 乳製品の摂取量別にみた認知症発症の相対危険度  
久山町男女1,081人、60歳以上、1988-2005年、多変量調整

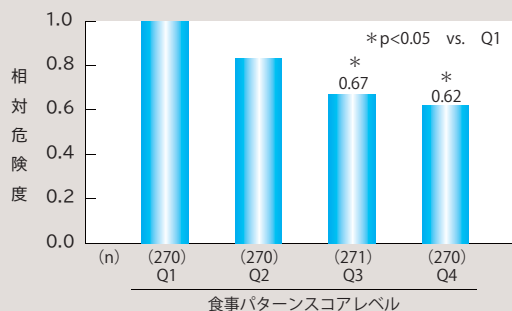


調整因子: 年齢、性、学歴、糖尿病、高血圧、総コレステロール、脳卒中既往歴、BMI、喫煙、飲酒、運動、食事性因子(エネルギー、緑黄色野菜v淡白野菜、果物・果物ジュース、魚、肉の摂取量) Q1~Q4は第1分位~第4分位を示す。  
Ozawa M, et al. J Am Geriatr Soc 2014, in press

※掲載内容は、原則、開催当時のまま採録しています。また、講師の肩書も当時のまま掲載しています。

図8 食事パターンレベル別にみた全認知症発症の相対危険度

久山町男女1,006人、60-80歳以上、1988-2005年、多変量調整



調整因子: 年齢、性、学歴、糖尿病、高血圧、総コレステロール、脳卒中既往歴、BMI、喫煙、運動 Q1~Q4は第1分位~第4分位を示す。  
Ozawa M, et al. Am J Clin Nutr 97:1076, 2013

# 牛乳・乳製品と認知機能との関連

～地域住民を対象とした長期縦断疫学研究～

国立研究開発法人 国立長寿医療研究センター 老年学・社会科学研究センター NILS-LSA活用研究室 大塚 礼 氏

日本では超高齢化社会の到来に伴い、近年、認知症が大きな社会問題となり、特効薬がない中、その予防に関心が集まっています。認知症予防には抗酸化物質や魚油に豊富に含まれるDHAの有効性などが報告されていますが、一方で、牛乳・乳製品の効果も注目されています。日本の地域住民を対象とした長期間にわたる疫学研究からは、牛乳・乳製品が認知機能低下を抑制することや、牛乳・乳製品に多く含まれる短鎖脂肪酸、中鎖脂肪酸にもその抑制効果が示されることが、分かってきました。

## 牛乳・乳製品と認知機能の関連を疫学研究で解明

日本人の高齢化が進み、認知症が大きな社会問題となる中、国立長寿医療研究センターでは予防や治療のためのさまざまな研究や取り組みが行われています。その一つが食生活と認知機能との関連性を調べる栄養疫学研究です。

海外ではポリフェノールやカロテノイド、ビタミン類が認知症予防に有効とされる研究が多数報告されていますが、当センターのコホート研究（地域住民などの集団を対象とし健康状態と生活習慣や環境因子などさまざまな要因との関係を長期間調査する研究）でも、魚油に豊富なDHA（長鎖脂肪酸の一種で不飽和度が高い）が認知機能低下を抑制する効果を持つ可能性が示されています。

脂肪酸は炭素が鎖状につながった構造をしており、食品中には、主として脂質の構成成分としてグリセリ

ンに結合した形で存在しています。炭素数の違い、二重結合を持つものなど、いろいろな種類のものがあります。食品に含まれる脂肪酸は、炭素数により長鎖・中鎖・短鎖脂肪酸に分けられます。炭素数が12個以上のものは長鎖脂肪酸に、炭素数が8個または10個のものは中鎖脂肪酸に、炭素数が7個以下のものは短鎖脂肪酸に分類されます（注）。食品で短鎖・中鎖脂肪酸を豊富に含むものは限られています。特に短鎖脂肪酸は牛乳・乳製品以外の食品にはほとんど含まれず、牛乳・乳製品に特異的な成分といえます。また、中鎖脂肪酸も牛乳・乳製品に比較的豊富に含まれますが、牛乳・乳製品以外で中鎖脂肪酸を豊富に含む食品は、ココナツ油やパーム油などに限られます。

（注）本研究では短鎖・中鎖・長鎖脂肪酸をこの定義に従って分類しましたが、この定義は確定的なものではなく、文献により若干異なる場合もあります。

これら牛乳・乳製品に特徴的で、かつ比較的豊富に含まれる短鎖脂肪酸や中鎖脂肪酸が、認知機能とどのような関連を持っているかを検討した疫学調査は、これまでのところ見当たりませんでした。そこで、地域在住高齢者を対象とした縦断疫学調査データから、牛乳・乳製品自体に加えて、これらに特徴的に含まれる酪酸、ヘキサ酸などの短鎖脂肪酸や中鎖脂肪酸に着目し、これらの摂取量と認知機能との関連性を解析してみました。

解析では、当センターが1997年から開始し、現在もフォローアップを続けている研究コホート「国立長寿医療研究センター・老化に関する長期縦断疫学研究」のデータを使用しました。この研究コホートは、老化の進行過程や老化要因の解明、老年病の発症要因の解明、老年病の予防策の発見・確立を目的として開始しています。

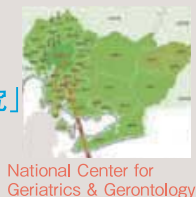
この長期縦断疫学研究では、当センターの所在地である愛知県大府市と知多郡東浦町（名古屋市の南）の住民に無作為抽出で参加を呼びかけ、集まった40代、50代、60代、70代の約2,300人を対象に、医学分野

### 方法

#### 研究コホート

「国立長寿医療研究センター・老化に関する長期縦断疫学研究」  
NILS-LSA

National Institute for Longevity Sciences  
- Longitudinal Study of Aging



1st Wave 調査参加者  
(住民基本台帳から無作為抽出)

年齢	男性	女性	合計
40-49歳	291	282	573
50-59歳	282	279	561
60-69歳	283	285	568
70-79歳	283	282	565
合計	1,139	1,128	2,267

#### 研究コホートの目的

- ・老化の進行過程の解明
- ・老化要因の解明
- ・老年病の発症要因の解明
- ・老年病の予防策の発見・確立



(生活や病歴、各種検査)、運動分野(体力測定など)、栄養分野(食物摂取頻度・食習慣調査、3日間食事記録調査など)、心理分野(認知機能など)の各調査項目を1日ごかりで調べています。第1次調査(1997年～)を皮切りに、2年間を一つの期間としてその後も第2次(2000年～)から第7次(2010年～)まで継続し、その間、3,983人(のべ16,338件)を調査しました。死亡や転居など脱落者が出た場合は、各年代の人数ができる限り均等に、また全体の人数も約2,300人前後を保持できるように、脱落者と同じ性・年代の人を補充して調整しました。

このうち、今回の解析で対象とする年代は、一般的に認知機能低下リスクが高まる60代、70代の高年齢層です(検査項目が共通の第2次調査以降のデータを使用)。認知機能スクリーニングテスト「MMSE」を用い、30点満点中27点以下を「少し認知機能が下がった状態」と判定しました。その上で、第2次調査で28点以上だった人(男性298人、女性272人)のうち、その後の調査で27点以下になった人を「認知機能が低下した人」と見なし、牛乳・乳製品や短鎖脂肪酸、中鎖脂肪酸の摂取との関連性を解析しました。第2次から第7次まで全ての調査に参加した人、数回だけ参加した人など差があるため、平均追跡期間は約8年、平均参加回数は約4回となっています。また、第3次調査では男性26.7%、女性21.9%、第7次調査では男性41.6%、女性33.1%が、「認知機能が低下した人」と判定されました。

### 女性は乳製品を摂取すると 認知機能低下リスクが減る

食品群別摂取量を基に分類して解析した結果、女性においては穀類と乳製品の摂取量に応じて、認知機能低下リスク(つまり認知機能が衰えるリスク)に有意な差が見られました。穀類の摂取では1標準偏差(108g/日)

#### 主な調査項目

##### 医学分野:

生活調査(喫煙、生活環境、経済状況、学歴、初経・閉経など)、病歴調査、使用薬物調査、血液・尿検査、頭部MRI、安静時代謝、頸動脈エコー、指尖脈波、心エコー、眼科、耳鼻科各種検査、眼底検査、骨密度検査、体脂肪率、超音波による脂肪厚・筋肉厚測定、腹腔内脂肪量(腹部CT)など

##### 運動分野:

体力計測、重心動揺、3次元歩行分析(6台のビデオカメラを使用)、身体活動調査、モーションカウンタなど

##### 栄養分野:

食物摂取頻度調査・食習慣調査、3日間食事記録調査(秤量法、写真記録併用)など

##### 心理分野:

認知機能(WAIS-R-SF・MMSE)、心理的健康(抑うつ・生活満足感)、パーソナリティなど

上がることに對する認知機能低下リスクのオッズ比(疾患の起こりやすさ)は1.43となっています。つまり、穀類の摂取量が1日当たり108g増加するごとに、認知機能が衰えるリスクが約40%ずつ上がっていくという結果が得られています。

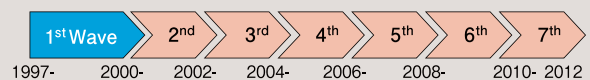
一方、乳製品は1標準偏差(128g/日)上がることに對するオッズ比は0.80です。乳製品の摂取量が1日当たり128g増えるごとに、認知機能が衰えるリスクが2割減るという結果になっています。

すなわち、高年の60代以上の女性においては、穀類の摂取量の増加、あるいは乳製品の摂取量の減少は、認知機能が衰えるリスクを高める(つまり認知機能がより衰えやすくなる)ことが示唆されました。穀物に関しては、食べることで体が悪いのではなく、例えばご飯だけ、うどんだけ、餅だけといった副菜の少ない穀類中心の食生活が認知機能を低下させるリスクを招くということを示唆していると考えられます。

### 短鎖、中鎖脂肪酸摂取で 認知機能低下リスクが減る

次に脂肪酸について、男女を合わせた結果を見ていきましょう。まず脂質は摂取が1標準偏差(14.8g/日)上がることに對する認知機能低下リスクのオッズ比は

#### 食事摂取と8年間の認知機能低下リスク



認知機能低下:  
第3次-7次調査において MMSE score ≤ 27



Generalized estimation equations (GEE)

- ・独立変数:  
第2次調査の食品摂取量(1-SD)
- ・従属変数:  
MMSE score ≤ 27 in 3rd-7th 調査
- ・調整要因:  
年齢(歳)、追跡期間(年)、ベースラインのMMSE得点、教育歴(≤ 9, 10-12, ≥ 13)、BMI(kg/m<sup>2</sup>)、家族全体の年収(11段階)、喫煙習慣(有・無)、エネルギー摂取量(kcal/day)、病歴(心臓病・高血圧・脂質代謝異常・糖尿病)の有・無

高年女性において、穀類摂取の増加と乳類摂取の低下は  
認知機能低下リスクを高めることが示唆された。

Otsuka et al. J Prev Alz Dis (2014)

0.816となっており、脂質を比較的多めに摂取する食生活は認知機能の低下を抑制することが示されました。60歳以上になっても、肉や魚、乳製品によってある程度脂質をとる食生活を営む人たちが、認知機能が維持されることを示唆しており、大変興味深い結果と言えます。

短鎖脂肪酸は、1標準偏差（297.3mg/日）上がることに對するオッズ比が0.855となっています。平均摂取量370mg/日（グラフの真ん中の点線）に対し、摂取量が増えると（点線の下の実線）、認知機能が低下するリスクを約14%抑制するという知見が得られています。

### 牛乳わずか150gで認知機能低下リスクを15%低減

中鎖脂肪酸は、1標準偏差（231.9mg/日）上がることに對するオッズ比が0.840です。平均摂取量302mg/日（グラフ真ん中の点線）に対し、摂取量が増えると（点線の下の実線）、認知機能が低下するリスクを約16%抑制するという結果になっています。

短鎖脂肪酸の一つである酪酸の摂取が1標準偏差（180.5mg/日）上がると、認知機能低下リスクが約15%下がることも示されています。酪酸180mgは普通牛乳コップ1杯にも満たない150gに含まれる分量です。

中鎖脂肪酸の一つであるオクタン酸の摂取が1標準

偏差（81.3mg/日）上がるとリスクが約16%下がりますが、これは有塩バター9gに含まれる分量に相当します。いずれもそれほど多い量ではなく、この少し摂取するかしないかの違いが、認知機能の低下を抑制する方向に導くことが示されました。

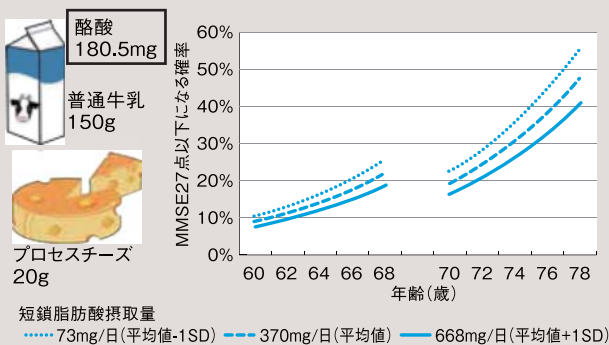
### なぜ短鎖、中鎖脂肪酸が認知機能低下を抑制するのか

今回、高年の女性では穀類、乳製品の摂取が多いことが、その後の認知機能低下リスクと有意な関連（穀類については正の相関、乳製品については逆相関）を示しましたが、穀類に関しては、他の研究事例もいくつか発表されています。例えば韓国では高齢者を対象にした研究で、米飯中心、米飯のみの食事パターンは認知機能低下と関係があると報告しています。あるいは、福岡県久山町での生活習慣病に関する疫学研究では、米類を少なくした乳類、豆類、野菜類、海藻類を含む食事が認知症発症リスクを抑制することが示されています。

それに対し、短鎖脂肪酸や中鎖脂肪酸摂取と認知機能の関連では、先行する疫学研究が国内外を問わず見当たらないため、過去の研究との比較ができないのが現状です。臨床では、I型糖尿病患者において、低血糖状態になった時に中鎖脂肪酸を含む飲料を摂取すると、認知機能（特に言語性機能）を向上さ

#### 短鎖脂肪酸と認知機能低下（MMSE ≤ 27点）リスク

ベースラインの短鎖脂肪酸摂取量による60歳、70歳のその後8年間のMMSE27点以下になる確率



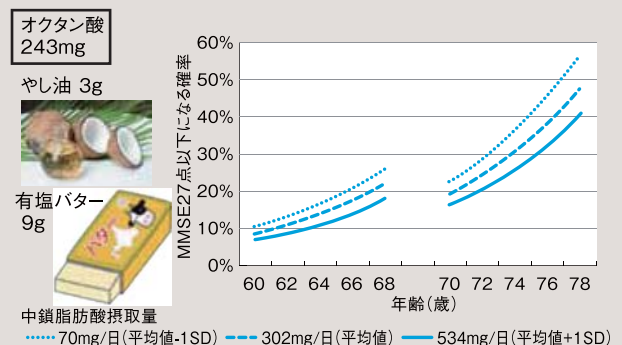
- 一般化推定方程式(GEE)  
投入した値
- ・ 60歳または70歳の、ベースラインの短鎖脂肪酸摂取量別(平均値、平均値±1SD)
  - ・ 性別(男性)
  - ・ ベースラインのMMSE得点(29.0)
  - ・ 教育歴(10-12年)
  - ・ BMI(22.8kg/m<sup>2</sup>)
  - ・ 家族全体の年取(段階:5.4)
  - ・ 喫煙習慣(なし)
  - ・ アルコール摂取量(8.4ml/日)
  - ・ 総身体活動量(699.7METs\*分/1000/年)
  - ・ 病歴(虚血性心疾患・脳卒中・高血圧・脂質代謝異常・糖尿病:いずれもなし)
  - ・ エネルギー摂取量(2067.5kcal/日)

短鎖脂肪酸1SD(181mg/日)上昇に伴い、認知機能低下のオッズ比は0.86(95%CI:0.75-0.98)

大塚ら、日本栄養・食糧学会誌。(2015)

#### 中鎖脂肪酸と認知機能低下（MMSE ≤ 27点）リスク

ベースラインの中鎖脂肪酸摂取量による60歳、70歳のその後8年間のMMSE27点以下になる確率



- 一般化推定方程式(GEE)  
投入した値
- ・ 60歳または70歳の、ベースラインの中鎖脂肪酸摂取量別(平均値、平均値±1SD)
  - ・ 性別(男性)
  - ・ ベースラインのMMSE得点(29.0)
  - ・ 教育歴(10-12年)
  - ・ BMI(22.8kg/m<sup>2</sup>)
  - ・ 家族全体の年取(段階:5.4)
  - ・ 喫煙習慣(なし)
  - ・ アルコール摂取量(8.4ml/日)
  - ・ 総身体活動量(699.7METs\*分/1000/年)
  - ・ 病歴(虚血性心疾患・脳卒中・高血圧・脂質代謝異常・糖尿病:いずれもなし)
  - ・ エネルギー摂取量(2067.5kcal/日)

中鎖脂肪酸1SD(232mg/日)上昇に伴い、認知機能低下のオッズ比は0.84(0.74-0.95)

大塚ら、日本栄養・食糧学会誌。(2015)

せるといった知見はあります。ラットにおいて、低血糖下の中鎖脂肪酸摂取が、脳の海馬のシナプス伝達を促進する可能性を示す報告や、犬における中鎖脂肪酸摂取が血中ケトン体の上昇を介して認知機能を向上させる可能性を示す報告など、中鎖脂肪酸と認知機能の関連を読み解くヒントになるような研究もいくつか散見されます。

疫学研究では短鎖脂肪酸や中鎖脂肪酸の摂取によってなぜ認知機能低下が抑制されるのか、そのメカニズムの解明に迫るには限界があります。しかし、これらが免疫機能や交感神経系を介して、何らかの好ましい影響を認知機能、脳機能に与えたのではないか、あるいは、短鎖、中鎖脂肪酸は体内でエネルギーとして利用しやすく、脳内神経細胞の栄養として見た場合、好ましい影響を与えたのではないかなど、考察に過ぎないものの、さまざまな見方ができます。

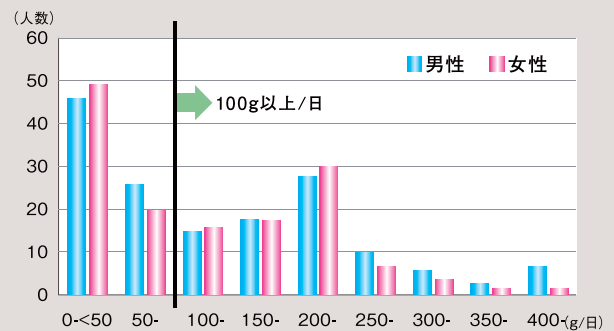
(注)本文中でたびたび登場する「認知機能低下リスクの抑制(認知機能が衰えるリスクを減らす)」の意味は、「認知機能の低下の度合いをより和らげる」ということで、必ずしも「認知機能を高める」あるいは「低下した認知機能を回復させる」ことまでを意味するものではありません。しかし、上述のように動物実験レベルでは、中鎖脂肪酸の摂取が、認知機能を向上させる可能性を示唆する研究報告もあります。

## 乳類をほとんどとらない3割の高年層のリスク

今回の解析対象者における牛乳の摂取量を見ると、男女ともに、0~50g未満/日と、乳類をほとんど摂取していない高年者が約3割に上ることが分かります。乳類の摂取が認知機能低下を抑制することが示された今回の結果から考えられるのは、牛乳・乳製品を摂取しない食生活がリスク要因になる可能性があるということです。

健康上、あるいは嗜好上の問題がなければ、乳類をほとんど摂取しない高齢者に乳類摂取を促すことは、何らかの経路を介して認知機能低下抑制効果につながる可能性があるのではないかと考えています。

解析対象者における男女別牛乳摂取量



※掲載内容は、原則、開催当時のまま採録しています。また、講師の肩書も当時のまま掲載しています。

# 牛乳乳製品と骨の健康

～今日(こんにち)の栄養学的価値～

女子栄養大学栄養生理学研究室教授、博士(栄養学) 上西 一弘 氏

牛乳乳製品はカルシウムを多く含むことから、骨の健康に良い食品としてよく取り上げられています。カルシウム必要量は、成長期は骨量の獲得に重要な時期であるため体内のカルシウム量を増加させるように、また、成人期以降は体内のカルシウム量を維持するように推奨量が設定されています。しかしながら、これまでの国民健康・栄養調査の結果によれば、国民1人1日当たりの平均カルシウム摂取量が日本人の必要量を満たしたことは一度もない状況です。今回のメディアミルクセミナーでは、各年代や性別におけるカルシウムの食事摂取基準について解説し、体内でカルシウムが果たしている役割およびカルシウム摂取の現状について述べます。また、牛乳乳製品摂取による骨の健康への意義について最新の研究結果を紹介するとともに、現代を生きる私たちにとって大切なさまざまな栄養学的価値を解説します。

## 骨粗鬆症予防のカルシウム まだまだ足りない日本人の摂取量

骨粗鬆症を予防するにはカルシウムをとらなければなりません。日本人のカルシウム摂取量は十分とはいえません。健康な人の背骨は中身がしっかり詰まっているのに、骨粗鬆症の人は「す」が入ったようになっています。こうなると上から力がかかって背骨が潰れることで圧迫骨折を起こし、身長が縮みます。

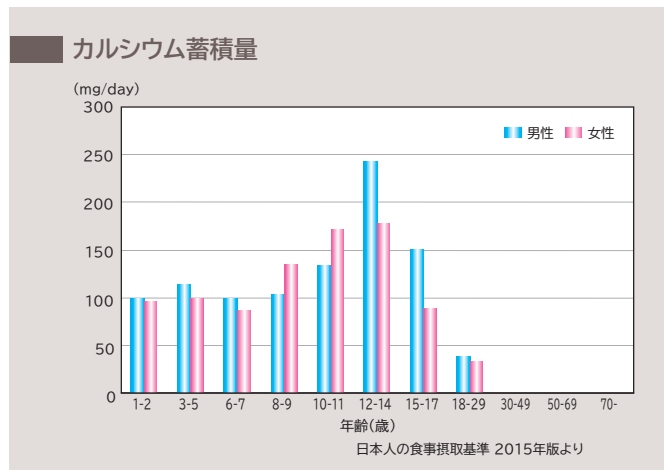
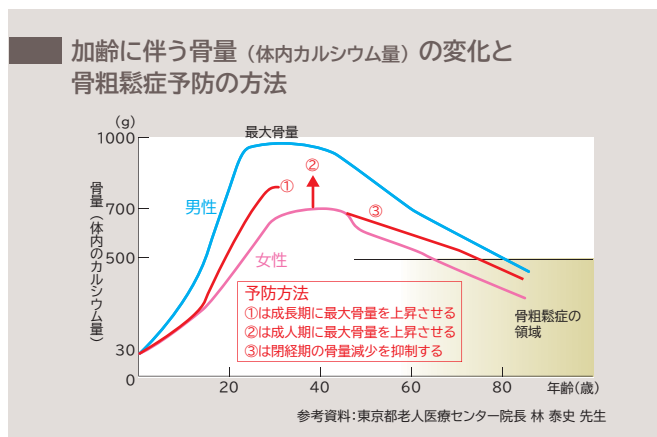
私は日本人の食事摂取基準の策定に関わっていますが、基準には推定平均必要量、推奨量、目安量という三つの数字があります。カルシウムは推奨量を必要量として捉えてください。推奨量は階級、年齢ごとにそれぞれ数字が示されています。例えば12～14歳の男子だと1日に1,000mg、女子も800mgで、全ての年齢階級の中で最もとらなければいけない年齢です。3kgで生まれた赤ちゃんは体に30gのカルシウムがあり、それが成長とともに増え一番多い時で1kgになります。これを最大骨量といいます。最も骨が充実している時期は18歳ぐらいからでしばらくその状態が続きますが、年齢とともに減り始め、ある値より下がって

しまうと骨粗鬆症になります。最大骨量を高めるために成長期にしっかりカルシウムをとらなければなりません。

また、1日当たりのカルシウムがたまる量(カルシウム蓄積量)を見ると、30歳を過ぎてから骨にカルシウムをためるのは非常に難しいことが分かります。一番たまるのは男性では12～14歳で、1日に250mgのカルシウムが骨に蓄積します。女性では、小学校高学年から中学生で、その必要な時期に合わせてカルシウムの推奨量も高くなっています。

## 吸収率が低いカルシウム 成人女性は650mgを目標に

日本ではカルシウムの必要量を要因加算法で決めています。カルシウムには体の中にとまる分と、何もなくても尿の中から一定量が排泄されたり、汗や皮膚の脱落、毛髪、爪など経皮的に失われたりするものがあります。これらを足した分を摂取すればプラスマイナスゼロになって必要量が決まりますが、実はカルシウムは非常に吸収率が低く、食べた量が全て体の中に



入るわけではありません。

例えば30～49歳の女性の場合、蓄積量はゼロです。毎日尿の中に118mgのカルシウムが排泄され、経皮的損失量が20mgあります。見かけの吸収率は25%、つまり4分の1が吸収されますが、残る4分の3は消化管を素通りして便の中に出てしまいます。そこから計算すると、必要な量は0mg、118mg、20mgを足して138mgとなります。138mgを確保するためには4分の1しか吸収されないの、4倍の550mgをとればよいこととなります。しかし、個人差があるのでそれを考慮して安全率20%をかけると推奨量が660mgになります。切りのいいところで650mgというのが、今の成人女性のカルシウムの必要量になります。男性は700～800mgで少し多くなりますが、最大骨量が高いので骨粗鬆症はそれほど心配する必要はありません。骨粗鬆症はやはり女性にとって重要なので摂取を心掛けてほしいと思います。

### 生きるために欠かせない栄養素 足りているかどうかの確認を

カルシウムは骨を作る働きも大事ですが、筋肉の収縮の調節や神経細胞機能の調節など、体のさまざまな機能を調節する重要な働きも持っています。血液中のカルシウムがもし下がってしまうと骨からカルシウムを溶かしますので、血液中のカルシウムはほぼ一定です。カルシウムは99%が骨に蓄えられています。残り1%が体の調節をするために必要で、生きていくために

#### カルシウム推定平均必要量の算出

**要因加算法** 体内カルシウム蓄積量、尿中Ca排泄量、経皮的損失量、見かけの吸収率から計算

成人女性 (30～49歳) の場合  
蓄積量:0mg、尿中排泄量:118mg、経皮的損失量:20mg、見かけの吸収率:25%  
 $(118+20) \div 0.25 = 550\text{mg} \rightarrow$  **推定平均必要量**  
**推定平均必要量 (550mg) × 安全率 (20%) = 660mg 推奨量**

#### カルシウムの食事摂取基準 2015年版

性別 年齢	男性			女性		
	推定平均必要量	推奨量	目安量 耐容上限量	推定平均必要量	推奨量	目安量 耐容上限量
0～5 (月)			200			200
6～11 (月)			250			250
1～2 (歳)	350	450		350	400	
3～5 (歳)	500	600		450	550	
6～7 (歳)	500	600		450	550	
8～9 (歳)	550	650		600	750	
10～11 (歳)	600	700		600	750	
12～14 (歳)	850	1,000		700	800	
15～17 (歳)	650	800		550	650	
18～29 (歳)	650	800	2,500	550	650	2,500
30～49 (歳)	550	650	2,500	550	650	2,500
50～69 (歳)	600	700	2,500	550	650	2,500
70以上 (歳)	600	700	2,500	500	650	2,500
妊 婦 (付加量)				+0	+0	
授乳婦 (付加量)				+0	+0	

日本人の食事摂取基準 2015年版

欠かせない栄養素です。しかも毎日一定量をとらないと骨からどんどん失われていくので、その際の貯蔵庫として骨が役割を果たします。お勧めしたいのは、骨にどれだけカルシウムがあるか調べることです。現在では病院で骨検診があり、例えば体の外から踵に超音波を当てれば骨密度を測定することもできますので、多くの方に若い時期から取り組んでいただきたいと思います。50歳から増やすのは食生活だけでは難しいので、できるだけ早い時期に自分の骨密度を知っておくことは重要です。

今の日本人のカルシウム摂取量は平均で500mgです。国民健康・栄養調査の結果では、1990年代に600mgに近づいた時期もありますが、上がったたり下がったりしながら500mg前後を推移し、実は1970年ごろと比べても増えない状態が続いています。もう一つ心配なのは、一番とらなければいけない成長期の摂取量が、ここ10年間で100mgぐらい下がっていることです。できるだけカルシウム摂取量を増やさなければなりません。多くの方は自分がどれくらいのカルシウムをとっているか分からないと思います。そこで、自分のカルシウム摂取量を簡単に見るチェック表があります。10個ある質問の点数を足して合計点数を40倍すると、およそのカルシウム量に換算できます。女性だと16点あれば640mgなので、ほぼ推奨量がとれています。中学生男子だと25点で1,000mg、20点だと800mgになります。一度やってみるとカルシウムに対する危機感を実感していただけたと思います。

骨を強くして骨粗鬆症を防ぐためには、できるだけ成長期に最大骨量を高くしておき、成人期には減らさないようにする。女性は閉経期に骨量が下がってしまうので閉経期の減少を抑える、高齢期の減少をできるだけ緩やかにして骨折につながる転倒も予防することが重要になります。カルシウムだけで骨が強くなるわけではないので、バランスの良い食事を、カルシウムやビタミンDを十分摂取する、骨に刺激を与えるために適度な運動をすることが大切です。

#### カルシウム自己チェック表

	0点	0.5点	1点	2点	4点	点数
1 牛乳を毎日どのくらい飲みますか?	ほとんど飲まない	月 1-2回	週 1-2回	週 3-4回	ほとんど毎日	
2 ヨーグルトをよく食べますか?	ほとんど飲まない	週 1-2回	週 3-4回	ほとんど毎日	ほとんど毎日2個	
3 チーズ等の乳製品やスキムミルクをよく食べますか?	ほとんど飲まない	週 1-2回	週 3-4回	ほとんど毎日	2種類以上毎日	
4 大豆、納豆など豆類をよく食べますか?	ほとんど飲まない	週 1-2回	週 3-4回	ほとんど毎日	2種類以上毎日	
5 豆腐、がんも、厚揚げなど大豆製品をよく食べますか?	ほとんど飲まない	週 1-2回	週 3-4回	ほとんど毎日	2種類以上毎日	
6 ほうれん草、小松菜、チンゲン菜などの青菜をよく食べますか?	ほとんど飲まない	週 1-2回	週 3-4回	ほとんど毎日	2種類以上毎日	
7 海藻類をよく食べますか?	ほとんど飲まない	週 1-2回	週 3-4回	ほとんど毎日		
8 シヤモ、丸干しいわしなど骨ごと食べられる魚を食べますか?	ほとんど飲まない	月 1-2回	週 1-2回	週 3-4回	ほとんど毎日	
9 しらす干し、干し海老など小魚類を食べますか?	ほとんど飲まない	週 1-2回	週 3-4回	ほとんど毎日	2種類以上毎日	
10 朝食、昼食、夕食と1日に3食を食べますか?		1日 1-2回		欠食が多い	きちんと3食	

石井、上西他 Osteoporosis Japan 2005; 13: 497-502

## 最新の研究結果に見る 注目すべき牛乳・乳製品の底力

2018年4月に雑誌「CLINICAL CALCIUM」で「牛乳・乳製品と骨」という特集を組み、最新の研究結果をまとめました。大阪医科大学の玉置淳子先生は、これまで世界中で発表された論文を基に肯定的な論文も否定的な論文も全てを網羅して、最終的に何がいえるのかをレビューしています。カルシウム摂取が少ない日本では、思春期前の十分な牛乳・乳製品摂取が骨量を増加させ、高い最大骨量獲得につながる事が期待できること、十分な牛乳摂取は有経女性の最大骨量の維持に寄与し、閉経後の骨量減少を抑制することが示されたこと、中高年男女の極めて不十分な牛乳・乳製品摂取は骨折リスクを高める可能性があることなどが論文のレビューとして出てきています。

同様のレビューをした岡山県立大学の久保田恵先生も、週に1回以下の牛乳摂取のような極端に低い摂取状況は大腿骨頸部骨折のリスクを上げる可能性が高いことから、カルシウムをたくさんとれば骨折や骨粗鬆症を予防できるとの報告よりも、牛乳・乳製品の摂取が少ないと骨折が増えるとする報告が多くなっている、とまとめています。その報告の一つに日本の中年女性の2年間の追跡調査があります。カルシウム摂取量によって四つのグループに分けていますが、最も多く摂取していたグループに対して最も少ないグループは、腰椎骨折のリスクが2倍になっているとの結果です。

学校給食とカルシウム摂取の研究報告では、小学生5年生を対象に学校給食がある日とない日でカルシウム摂取がどれだけ変わるかを調べています。推定平均必要量より少ない子どもの数は、学校給食の牛乳をプラスすると減っています。牛乳摂取によってカルシウム摂取が全体的に増えているのです。また、学校給食の形態と骨量に関する研究報告では、「牛乳のある給食（完全給食）」「牛乳だけ出す給食（ミルク給食）」「給食をやってない（給食未実施）」の三つに分けてそれぞれ男

子、女子、小学5年生と中学2年生に分けて踵骨（かかとの骨）の骨密度を調べました。その結果、小・中学生男女ともに完全給食の子の方が骨密度は高くなっていました。子どもたちの骨の健康とカルシウム摂取にとって学校給食の牛乳の意義は大きいといえます。

## 高齢者の健康づくりにも牛乳・乳製品がプラスに

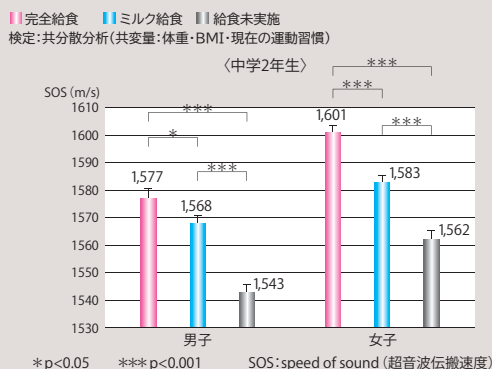
認知症への牛乳・乳製品の関与の報告では日本のデータで、たくさん飲んでいる方に認知症が少なく、アルツハイマー病、血管性認知症の発症率は摂取量の多いグループが少ないグループに比べて有意な低下を認めました。海外からのたくさんのデータを解析すると、やはり牛乳・乳製品摂取量が多いと認知症、アルツハイマーなど発症に対する優位性があると考えられる発表がありました。高齢者の場合には筋肉を維持するために乳たんぱくがかなり注目されていますし、夏場の熱中症対策にも牛乳は有効だといわれています。どの世代でも牛乳摂取は健康にプラスに働くことが多いのです。

## カルシウムだけにとどまらない 牛乳に含まれるさまざまな栄養素

牛乳はカルシウムだけではありません。18～29歳の女性で普通に活動している人たちが牛乳を1杯飲んだ時に、必要な栄養素を何%供給できているかを見ると、圧倒的に多いのはカルシウムで36.7%。牛乳1杯で1日に必要なカルシウムの3分の1がとれます。ビタミンB<sub>2</sub>、B<sub>12</sub>、パントテン酸も1日に必要な4分の1程度を摂取できます。リンは患者扱いされていることが多いのですが、私たちの細胞の中にリンは必ずあります。骨もカルシウムだけでできているのではなく、必ずリンと結合します。カリウムも血圧を下げる働きがあり、牛乳はさまざまな栄養素の供給源になっているのです。

一方で「牛乳を飲むと太る」という人がいますが、エネルギーに関していうと6.5%の寄与率しかありません。もし、どうしても気になるのであれば低脂肪などさまざまなタイプが発売されているので、自分に合ったものを選べばよいでしょう。牛乳を飲んでいる人たちは体脂肪が少ないという抗肥満効果のデータもたくさんあります。牛乳中のペプチドには血圧を抑制するものがあり、これは既に特定保健用食品として市場に

### 学校給食形態別の踵骨骨量



出典:小林奈穂, 塚原典子, 江澤郁子, CLINICAL CALCIUM28(4), 75-80, 2018. より改変

### 食品および食品群別のカルシウムの見かけの吸収率

	牛乳	小魚	野菜
平均	39.8	32.9	19.2
標準偏差	7.7	8.4	10.8

(上西, 江澤他 日本栄養・食糧学会誌 51:259-266 1998)

出ています。メタボリックシンドロームの予防に関して、特に横断研究で牛乳・乳製品が有用である可能性が示されています。カルシウムの見かけの吸収率は25%程度であることを説明しましたが、牛乳のカルシウムはたくさん入っているだけでなく、食品単独で見ただけの場合の吸収率はすごく良くて40%くらいです。小魚は33%程度、野菜は19%程度なので牛乳が優れていることが分かります。

### コスパもダントツの牛乳 骨と健康づくりにあと1本

今は経済格差とか、いろんなことがいわれています。確かに食品にお金を使える人と、あまり使えない人が出てきています。では、カルシウムや牛乳は高いのかということを見てみると、女子栄養大学の石田裕美先生が試算した「栄養コスト総合順位の高い食品でみたカルシウム」では、牛乳はカルシウム重量当たりの単価が一番安くなっています。例えば、しらす干しは牛乳の3倍のコストになるので、決して牛乳は高いものではないことが明らかです。全ての世代であと1本、あと1杯の牛乳を飲むようにしていただければ、骨に限らずいろいろな健康づくりにつながると思います。

#### 栄養コスト総合順位の高い食品でみたカルシウム

順位	食品	Ca mg / 100g	円 / Ca mg	1回摂取量	Ca mg / 1回摂取量	1回当たりの価格
1	牛乳	110	0.17	220g (200ml)	220	37.4
2	豆腐	120	0.18	75g (1/4丁)	90	16.2
3	チーズ	630	0.25	20g	126	31.5
4	白菜	43	0.36	70g (1SV)	30	10.8
5	キャベツ	43	0.39	70g (1SV)	30	11.7
6	昆布	710	0.43	5g	35	15.1
7	しらす干し	520	0.54	10g (大さじ1)	52	28.1
8	大根	24	0.60	70g (1SV)	17	10.2
9	卵	51	0.63	50g (M1個)	25	15.8
10	もやし	23	0.75	70g (1SV)	16	12.0

栄養コスト:食品100g当たりの栄養成分と価格から算出した栄養素ごとのコスト

女子栄養大学 石田裕美先生 試算

※掲載内容は、原則、開催当時のまま採録しています。また、講師の肩書も当時のまま掲載しています。





contents

4

---

生活習慣病をいかに防ぐか

## 「米飯と牛乳」のGI(グリセミック・インデックス):69が意味するもの

～牛乳・乳製品による食後血糖上昇の抑制効果～

独立行政法人国立健康・栄養研究所臨床栄養管理研究室長 杉山 みち子 氏

近頃、「低インスリンダイエット」という言葉をよく耳にします。インスリンの分泌を抑える食物をとることで血糖値の上昇を抑え、体内に取り込まれる糖の量を減らしてダイエットする方法です。その指標になるのが「GI(グリセミック・インデックス)」だといいます。でもこのGI、本当に人々の間で正しく理解されているのか、ちょっと不安に思えます。そんな中、長らく栄養士の指導に活躍されてきた独立行政法人国立健康・栄養研究所の杉山みち子先生が、牛乳・乳製品を食事に取り入れることでGIを下げるという研究結果を発表されました。その研究成果とGIを栄養管理に用いることの意味を紹介します。

### 個々の栄養状態に見合った 栄養ケアとマネジメントを

いま、栄養教育の考え方が大きく変わってきています。今年から管理栄養士養成の新カリキュラムには「栄養ケアとマネジメント」が取り入れられています。

これまでは食事調査を行い、そこから個人の栄養状態を、例えば「鉄分が不足」といったように栄養所要量に照らし合わせて評価してきました。それに対し、個々人の栄養状態を人間の側面から直接的に評価する、つまり個々人に対して、最適な栄養ケアを行い、その実務遂行上の機能や方法、手順を効率的に行うためのシステムが栄養ケアとマネジメントです。

そのためには人間の栄養に影響を与える身体状態、血液データ、身体組成などをきちんと評価した上で栄養ケア計画を作成し、実施しなければいけません。

例えば糖尿病の栄養目標は国際的に「血糖値を正常範囲に維持する」とことと「適正体重を維持させていく」とことです。その中で、例えば体重が適正、あるいはやせ気味、あるいはやせの人にはエネルギー制限をかけることは不必要です。この場合には血糖値を正常範囲に維持することを優先して栄養ケア計画を立てるべきです。個人差を無視して一律にエネルギー制限をすることは、かえって好ましくない場合があるのです。

米国の糖尿病学会の食事指針では1994年以降、生存に最も必要なタンパク質の比率だけを定め、糖質と脂質はその人の栄養状態を把握した上で、個別にプランを立てるように変わってきました。

ここで大切なのが「適正」という考え方です。従来、日本では価値判断に「基準」や「標準」が用いられてきました。

例えば体重管理の指導には、指示エネルギーという基準があります。そのエネルギー所要量の健康人の数値を指示の判断基準にしています。性、年齢別に基礎代謝基準値が設けられているのですが、実際には他に

もエネルギー代謝を左右する要素はたくさんあるので。例えば体重は同じでもその人の筋肉が多いかどうか、神経系の不安や緊張の有無、心臓病や炎症性腸疾患などの疾患や電気メスによる手術などは安静時エネルギー消費量を増加させ、逆にアルツハイマー性痴呆などは低下させます。

私どもの研究でも高齢者の安静時のエネルギー代謝の個人差は1日に700kcal～2000kcal以上まで大きな幅があるという結果が出ています。

つまり大切なのは、個々の患者と健康管理の専門家が本人の身体状態や疾病を考慮して話し合い、その結果、短期的、長期的に達成可能と判断された体重、ヘモグロビンA1c、血糖値などを目標として決めていくことなのです。

日本も米国同様に糖尿病の栄養状態の評価は、個別にその人に見合った計画を立てる方向にあると考えられます。ただし糖尿病の場合は栄養補給量を決めたとしても、それをどうとらせていくかが問題です。そこで栄養教育の手法が重要になってくるのです。

### GIとインスリンの関連が 今後の栄養教育の大切な要素に

そろそろ本題のGIについて、お話を進めたいと思います。

先ほども言いましたが、糖尿病の栄養ケアでは「血糖値（またはヘモグロビンA1c）を正常範囲に維持する」とことと「適正体重を維持する」ことが重要です。

私は要介護、あるいは要支援段階の高齢者たちにとって最大の栄養問題は、タンパク質、エネルギーの低栄養状態だということを確認してきました。

高齢者にとって、ご飯は重要なエネルギーとタンパク質の供給源です。ですから血糖をコントロールする必要性からご飯の摂取を厳しく制限すると、ほとんどの栄養素を十分にとれなくなってしまいます。

ご飯を制限しないで血糖をコントロールし、なおか

つ十分なタンパク質やビタミン、ミネラルを確保できるようにするためにはどうしても「栄養密度」の高い食品の摂取が必要になってきます。そこで注目したいのが牛乳・乳製品の活用です。牛乳・乳製品は更年期の適正体重の維持、生活習慣病予防、骨粗しょう症予防、筋力の増大、生活リズムの調整と睡眠不足の解消などにも効果が期待できるということも付け加えておきましょう。

さて、糖尿病で問題になる食後血糖の上昇効果は、炭水化物が最大で、次いでタンパク質、脂質の順番です。しかしこれは量に着目した順位で、これとは別に質を検討する必要があります。

例えば食品中の栄養素同士の相互関係や食物の胃内での停滞時間などは、食後血糖値の上昇スピードを左右します。同じ糖質の食品でも調理や加工、食品の組み合わせによって、血糖の上昇や加工の様子も変わってきます。こうした糖の栄養の質に着目し、食後血糖値の上がり方がどう変化するかを一つの指標としたものがGIです。GIは食後の血糖上昇曲線下面積を算出した値です（表1参照）。単位は血糖値×時間です。

GIの表し方ですが、例えばグルコースを飲み、2時間後の血糖上昇曲線下面積を100として、これを基準値とします。それがグルコースと同様に牛乳をとると2時間後の血糖上昇曲線下面積は小さくなります。このときグルコースの摂取時に比べた面積の比率を表した数字がGIです。

基準食摂取後の血糖上昇曲線下面積をIAUCといいます。基準食となるのは一定量の炭水化物を含んでいるもの（食物繊維は含まない）で、何を基準食にするかは国によって異なります。パンもありますし、イタリアなどはパスタです。

そこで私たちは日本型食生活を考えてご飯を基準にしたわけです。被験者は10名、その平均値を出してみました。

ところで、いまGIが騒がれている理由の一つに、この値の変化がインスリンの食後上昇を示す曲線とほぼ平行しているということが挙げられると思います。

つまり測定が複雑なインスリン分泌の様子を、測定が簡単な血糖値である程度予測できる可能性があるのです。これをうまく活用すれば糖尿病のマネジメントに役立てられると考えられます。

肥満との関係についても海外での研究が先行しています。低GI食は満腹感を延長させ食物摂取量を減少させるという報告、また若年肥満者を対象にした研究で、高GI食は安静時のエネルギー消費量を低下させ、太りやすくするといった報告があります。小児肥満でも低GI食は従来の低脂肪食よりも原料に有効ではないかといった報告もありますが、これらの科学的根拠については、まだまだ検討が必要です。

しかし個別の栄養教育ということを考えると、GIは新しい手法です。ただそれは従来の方法を否定するものではありません。その方法が必要な人がいるわけですし、GIを用いた質的な食品のとり方も加えて指導した方がよい人もいるわけです。個別の目標を明確にした上で適宜、栄養教育の手法を選択・決定し主体的な参加型の栄養教育に発展させることに意義があると考えています。

### 牛乳・乳製品がGI低減に効果

日本人にとってコメは自給できる貴重な食糧資源であり、最も大切なエネルギー源であり、タンパク源です。そして脂質が1%以下であり、他の食品とバランスの良い組み合わせができる——そういう理由から私たちはご飯を基準食に選びました。

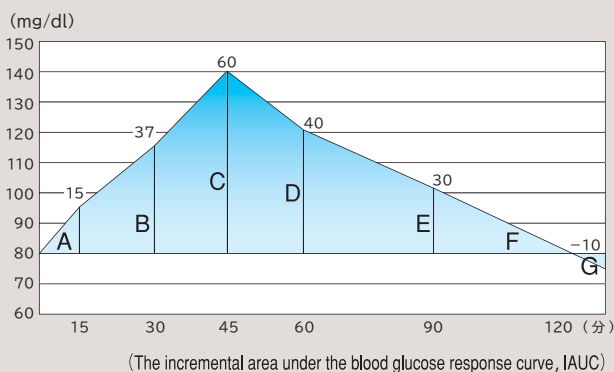
ただ基準食というのはGIが一定していないと困るのですが、日本のコメは種類や産地によってアミロースの量が15~23%と非常に幅があります。実験では成分が一定した市販の包装米飯（サトウのごはん）を用いました。

血糖値の測定法に関しては自己血糖測定器を使用しましたが、これと自動分析装置を用いて専門の会社が測定した場合の誤差も考慮しました。また血糖上昇曲線下面積の個人内での誤差（例えば3日間、毎朝測定した場合の誤差）、個人間の誤差なども確認しました。

また米飯とグルコースの相関、白パンとグルコースの相関なども検討し、ご飯が基準食として有効であることも確認しました。私どもの調査では、使用した米飯のGIを100と置きますと、グルコースは122になります。白パンは92でした。この値を基にグルコースなどの換算が可能になっています。

次に牛乳・乳製品を国際表で見比べてみます（表2参照）。その中のカスタードの項を見ると三つの研究報告があり、これを平均しますとGIはだいたい38です。食品に含まれている糖質量を掛けて算出した値をGLといますが、これは6ですから問題なく低い値です。

表1 血糖上昇曲線下面積



同様に牛乳27、スキムミルク32、ヨーグルトは27など、多くの臨床研究で低GI食は72以下とされていたことを考慮すると、これらはGI、GLともに非常に低い食品であると考えられます。これは、2000年度に、米飯を基準として、牛乳・乳製品を組み合わせた場合のGIを検討することを目的に行われました。

被験者は年齢20～50歳で、男性は7名、女性は44名、BMIが30以下で、耐糖異常がない、などの条件を満たしています。血糖値の測定には糖尿病の患者さんが使われる自己血糖測定器を使用し、最初の1時間は食後15分おきに、その後は30分おきで、2時間測定しています（表3参照）。

牛乳と米飯を摂取した場合の血糖曲線を見ますと、牛乳を、米飯をとる前に飲んだ場合と米飯を食べながら飲んだ場合、米飯をとってから飲んだ場合ではカーブの形は違ってきますが、GIそのものは67、69、68と、大きな変化は見られません。

低脂肪牛乳では84と少し上がりますが、ヨーグルトは70台と低い値が出ています。それから最近のデザートには米飯のアイスクリームなどもありますが、ご飯と一緒にラクトアイスを食べたりするとGIは64になります。

それから各食品との食べ合わせでは、GI82のカレーライスにチーズを落とすと67に、パン（GI92）にチーズを挟むと71、それからコーンフレーク（表2でGI99）を牛乳に浸して食べますと68となります（表4参照）。

それからお菓子では、和菓子、特にGIが111のせんべいや105の今川焼きに比べると、アイスクリーム64、ラクトアイス45、チーズケーキ34、カスタード

クリーム52、ムース41、プリン54など、牛乳・乳製品を用いたお菓子は非常に低値を示しています。

こうした研究を基に、現在私どもは116種類のご飯食とGI表検査食品のGIの作成をしており、もうじき公表する予定です。

## GIを取り入れた教育で ヘモグロビンA1cに変化が

ところで先ほどGLという指標のお話をしました。これはGIにその食品をどれだけとったのかという量の概念を重ねた数字です。例えばニンジンがGIが92と高いにもかかわらず、摂取量は6gと少ないためにGLは5となり、小さくなります。

そのGLの考え方をを使って食事の中身を検討すると、例えば、ご飯、アジの塩焼き、みそ汁、リンゴのメニューはGIで見ると87ですが、ここにヨーグルトを加えてみると、総炭水化物の比率の高いご飯のGIが低減されるために、食事全体でのGIは67という低GI食になります（表5参照）。

私どもはこれまでお話ししてきた研究結果を踏まえ、2001年度に糖尿病の境界域の人に対しGIの教育を取り

表2 国際表における牛乳・乳製品のGI

(2002,GI国際表)

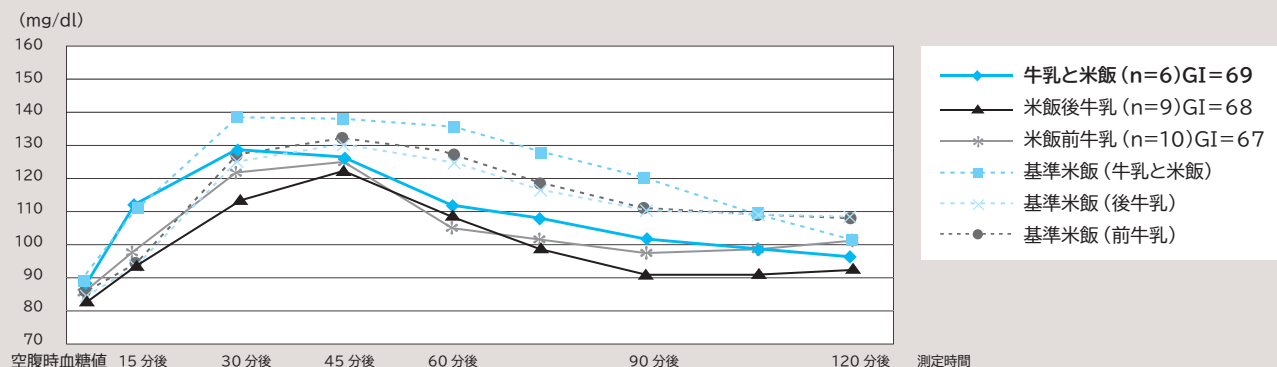
	GI	GL
◎カスタード(3研究)	38	6
◎アイスクリーム(5研究)	61	8
◎牛乳(5研究)	27	3
◎スキムミルク(1研究)	32	4
◎プディング(2研究)	44	7
◎ヨーグルト(低脂肪,3研究)	27	7

表4 検査食品(組み合わせ食)のGI

	人数	平均	SD		人数	平均	SD
糖液	10	122	26	米飯前ヨーグルト	10	72	28
せんべい	10	111	44	米飯後ヨーグルト	10	71	24
赤飯	6	105	20	チーズと白パン	10	71	11
もち	8	101	18	牛乳と米飯	7	69	19
粥	10	99	38	きな粉と米飯	9	68	15
梅干と米飯	10	98	49	コーンフレークと牛乳	6	68	16
塩むすび	7	97	29	米飯後牛乳	9	68	27
バターライス	10	96	48	納豆と米飯	10	68	30
おかか米飯	6	96	64	すし飯	9	67	14
焼きおにぎり	9	94	22	米飯前牛乳	10	67	19
のり巻き米飯	7	94	55	チーズ入りカレーライス	10	67	34
パン	10	92	38	アイスクリームと米飯	9	64	29
卵かけ米飯	6	88	63	牛乳100ccと米飯	9	59	28
低タンパク質米	10	86	28	おしるこ	9	58	18
低脂肪乳と米飯	9	84	35	うどん	9	58	19
新粉もち	8	83	20	そば	9	56	34
カレーライス	10	82	33	スバゲティー	10	56	37
白玉	9	79	24	コーラ	10	50	24
米飯前酢の物	9	77	29	アイスクリームとコーラ	10	44	15
酢の物と米飯	11	75	30	アイスクリーム	9	45	30
みそ汁と米飯	10	74	17	高タンパクアイスクリーム	10	40	24

(杉山、若木ら)

表3 米飯と牛乳を摂取した場合の血糖曲線



入れ、効果が上がるかどうかを調べてきました。

実際に3カ月間、学習ビデオテープを見せたり、測り方を教え、グループワークやカウンセリングを繰り返したりし、牛乳・乳製品を使ったスープなどの料理の講座を開きました。

この結果、GI教育群ではヘモグロビンA1cは8名中5名で下がり、平均でも3.1%下がりました。これに対し従来の交換表を用いてコントロールしていた人の方では平均で3.7%上がり、下がった人は8名中1名のみでした（表6参照）。

またGI教育群では牛乳・乳製品の摂取量は28.2%増えています。

以上の結果から、GIを栄養教育の手法として取り入れていくことは有益ではないかと結論付けることができると思います。

実際にオーストラリアでは、このような栄養教育の

手法が進んでいて、市販の食品に低GI食品を意味するGマークが表示され始めました。このGマークは、企業がシドニー大学に測定を依頼して自主的に表示したものです。

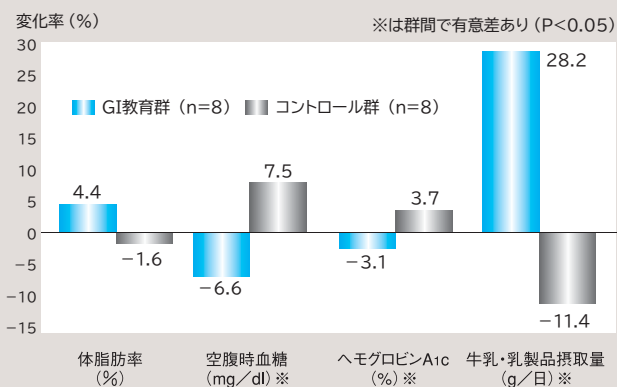
シドニー大学のB・ミラー博士は、GI表を活用した栄養教育は、従来のように交換表などで難しい計算をすることで感じるフラストレーションを低減させる効果もあるとおっしゃっています。

いま私どもでは、新しい栄養情報として「ごはん食とGlycemic Index表」を制作中です。その中では、牛乳・乳製品のいろいろな食べ方も検討しています。GIの観点から、牛乳・乳製品も含めて食品の活用手法も、栄養教育プログラムに組み入れていく必要があるのではないかと考えています。またGIを取り入れた考え方が生活習慣病や高齢者の介護予防というような観点で、QOL（Quality of Life、生活の質）の向上に少しでも貢献していけるのか、そのアウトカムの評価が今後は必要になってくるだろうと思います。なお、当研究は、日本赤十字社熊本健康管理センター 小山和作所長、若木陽子氏らと行いました。

表5 牛乳・乳製品に変えた場合の食事のGI

料理名	食物	炭水化物 (g)	総炭水化物に対する比率	食品のGI	食事のGI
ご飯	精白米	55.6	0.700	100	70
アジの塩焼き	マアジ焼き	0.1	0.001	-	-
みそ汁(ジャガイモ)	ジャガイモ	7	0.088	107	9
	かつお節	0	0.000	-	-
	みそ	3.6	0.045	-	-
リンゴ	リンゴ	13.1	0.165	44	7
	合計	79.4	1.000		87
食事にヨーグルトを加えると…					67

表6 GI教育 vs コントロール群の栄養評価指標の変化



参考文献: 杉山、若木ら、Health Sciences, 16(2), 175-186, 2000. Health Sciences, 17(3), 133-142, 2001. 杉山、若木、小山、グリセミック・インデックス、新しい糖尿病の食事・栄養療法、チーム医療 101-109, 2002.

※掲載内容は、原則、開催当時のまま採録しています。また、講師の肩書も当時のまま掲載しています。

### 質疑応答

**Q** GIが低く抑えられるといっても、あまり多量に牛乳を飲むと肥満や高脂血症、コレステロールをとり過ぎるといった心配はないのでしょうか。

**A** 本人の栄養状態を評価・判定した上で量を調節することが大切です。高脂血症の問題がなく体力増強や、タンパク質の補給といった目的があるのなら、堂々と飲んでいただきたいと思います。少なくとも1日600mlくらいまでの牛乳の摂取では、コレステロール値の上昇には影響がない、という報告もあります。

**Q** いままでは糖尿病対策をカロリーだけで考えることが多かったわけですが、GIを導入するとなると自分のGIや血糖管理などをきちんと把握し、科学的な知識も必要になるように思えます。患者の心構えや指導の内容は今後どういった方向に向かうのでしょうか。

**A** 栄養教育の観点から申しますと、栄養状態というのは個別性が高いものなので、個別の栄養リスクを個人がもっと把握できるようにすることが大切だと思います。管理栄養士も個人の栄養状態をきちんと把握し、正しい情報を提供できるようにしなければいけません。そういう人材を育成することも必要です。既に、従来の方法が合わず悩んでおられた患者さんに、新しい手法を取り入れたところ好結果が出た、という事例も出てきています。

# 食塩と高血圧、循環器病：減塩の重要性とミルクの効用

国立循環器病研究センター生活習慣病部門長、高血圧・腎臓科部長 日本高血圧学会理事・減塩委員会委員長 河野 雄平 氏

高血圧はさまざまな循環器病を引き起こします。予防のために減塩が重要なのはもちろんですが、牛乳・乳製品の摂取も効果があることが分かってきました。減塩をおいしく続けるために、牛乳を上手に取り入れた乳和食についてもご紹介いただきました。

## 血圧が高いと循環器病の発症率が高くなる

現在、日本人の30歳以上の高血圧（140/90mmHg以上）の人の割合は、厚生労働省の調査で約50%にもなっています。若い人は少ないのですが、60歳以上では6~7割が高血圧です。

血圧が高いと、脳卒中や心臓病などの循環器病の発症率が高くなることはさまざまな疫学研究でも明らかになっています。

図1に示す吹田研究（2008年）は、循環器病の発症率を血圧別に調べたものです。最も低い至適血圧のグループでは発症率は2%程度ですが、最も高い2~3度高血圧

（160/100mmHg以上）のグループでは、発症率が男性で16%を超えています。血圧が低ければ低いほど、循環器病の発症率が低いことが分かります。

高血圧が影響する病気はさまざまです。図2はNHK「きょうの健康」で示したのですが、脳卒中や心臓病といった血管の病気だけでなく、腎臓病にも影響します。また、高血圧の状態で放っておくと、高齢者になって認知症になりやすいことも分かってきました。

## 食塩のとりすぎは血圧を上げる

食塩の摂取量と血圧は密接な関係があり、食塩は高血圧の主要な要因となっています。

50年前のデータでも、食塩摂取が高いほど高血圧の有病率が高いことが分かっています。当時の日本の北部では1日平均摂取量が30g、高血圧の有病率も40%近くありました。また、25年前に世界中の食塩摂取量と疾病の関係を調べた研究では、南米のヤノマモ族という原住民が1g/日と食塩摂取量が極めて低く、年をとっても血圧の病気にはならないことが報告されています。

現在の日本人の食塩摂取量は徐々に減少しており、平均10~11g/日程度となっています（図3）。それでも厚生労働省が推奨している日本人の食塩摂取量の目標値は、男性が9g/日未満、女性は7.5g/日未満ですから、目標値よりもまだ多いといえます。

図1 血圧別の循環器疾患の発症率（吹田研究）

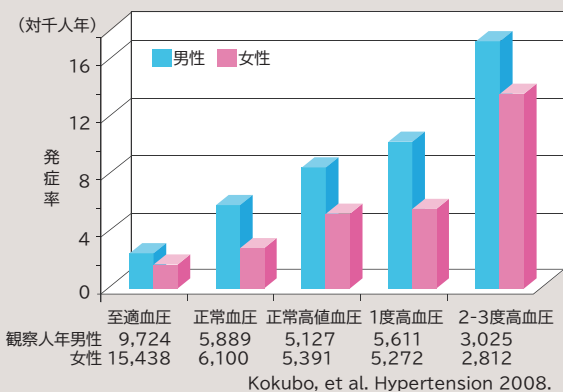


図2 高血圧が影響する病気

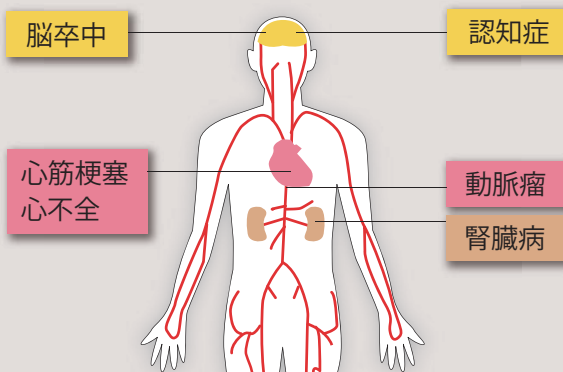
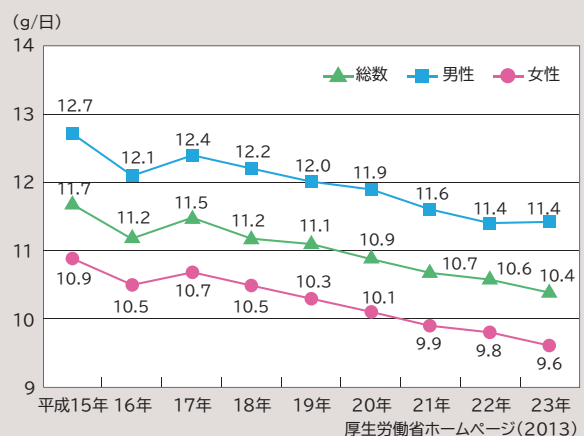


図3 日本人の食塩摂取量（国民健康・栄養調査）



日本高血圧学会ガイドラインによる高血圧患者さんの減塩目標は男女とも6g/日未満となっていますが、私の所に来る外来の患者さんを調べたところ、目標を達成しているのは10%程度でした。

食塩が多いと心血管リスクが高くなるという研究は世界のあちこちで行われていますが、疫学研究をまとめて解析するメタアナリシスでも信頼できる結果が確認されています。食塩摂取量が極端に少ないと問題があるかもしれないという論文もありますが1日3gもとれば十分だろうと考えられます。

**1日1g減らせば、  
血圧は1mmHg程度低下する**

食塩制限によって、血圧はどのくらい下がるのでしょうか。その効果には個人差がありますが、食塩制限1g/日あたり、高血圧の収縮期血圧は1mmHg、拡張期血圧は0.5mmHgほど低下します。米国のDASH研究では1日の食塩摂取量が約9g、6g、3gの人を集めてみっていますが、ここでも食塩制限の降圧効果が証明されています(図4)。

食塩摂取を1g/日減らすというのは、個人のインパクトとしては小さいですが、日本人という大きな集団で見ると大きなインパクトになります。食塩を2~3g減らすと収縮時血圧は2mmHg低下し、循環器疾患の死亡者は2万人減少すると推計されます。また、減塩による循環器病の予防は、血圧低下による効果以上である可能性も高いとみられます。

同様の推計は米国でも行われており、3g/日の食塩制

限で循環器病の死亡者は、4.4~9.2万人減少するとされ、年間の医療費は年間100~240億ドルが節約されることになるとしています。

減塩によって得られる2~3mmHgの血圧低下は、循環器病を防ぎ、医療費の莫大な削減をもたらすことが期待できます。

**乳製品の摂取で血圧を下げる**

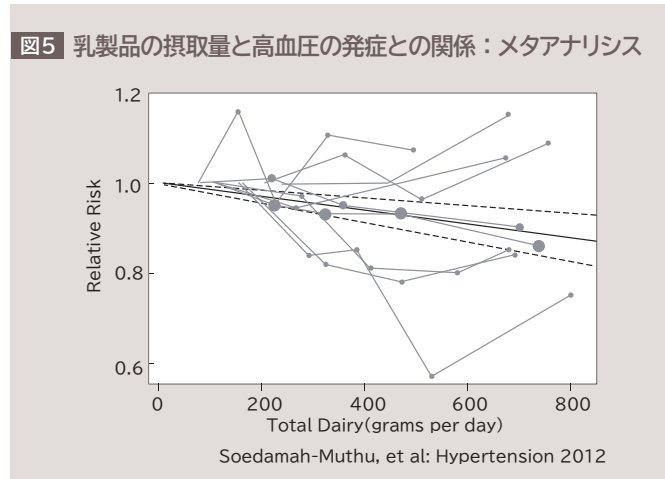
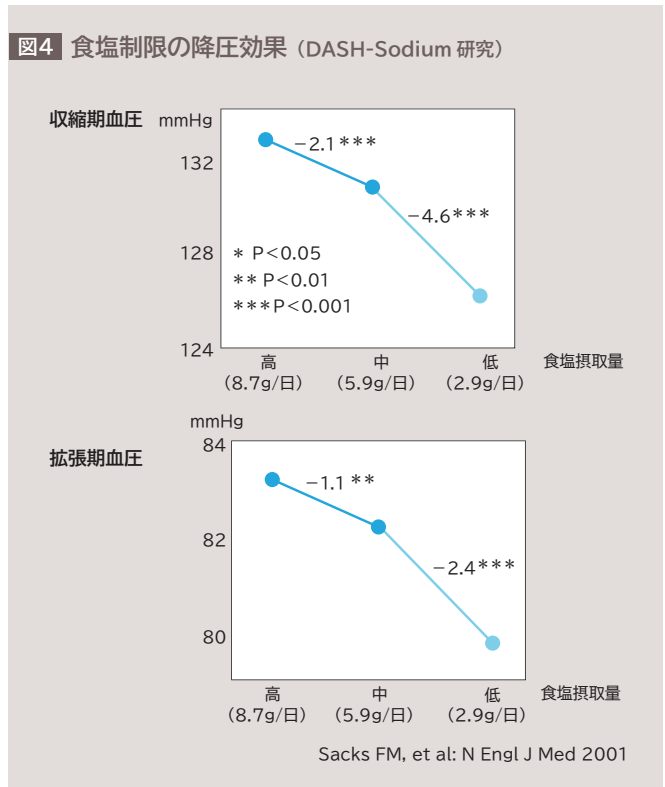
高血圧は食塩の他に、カリウム、カルシウム、マグネシウムといったミネラルの不足も関係があります。これらをしっかりとると、血圧が低下することがさまざまな研究で認められています。

野菜、果物にはカリウムやマグネシウムが多く、乳製品にはカルシウムが多く含まれており、高血圧の管理にはおすすめの食品です。米国のDASH研究では、コントロール食に比べて、果物・野菜の割合が多い食事で血圧が3~4mmHg低下、さらに低脂肪乳製品が多い食事は5~6mmHg低下します。

私も以前、カルシウムの補給と血圧低下の関係を調べたことがありますが、家庭血圧や、24時間血圧が1~2mmHg低下します。また、カルシウム摂取と心血管疾患、虚血性心疾患、脳卒中死亡率の関係をそれぞれ示した論文が今年発表されましたが、1000mg程度の摂取で一番死亡率が低く、少なすぎても多すぎても高くなるという結果でした。

日本人のカルシウム摂取量は500mg程度ですから、かなり不足気味です。牛乳や乳製品に含まれるカルシウムは、循環器病のリスクを低下させるためにもおすすめですが、さらに、牛乳に含まれるタンパク質やペプチドの血圧への効果も期待できます。

実際に乳製品の摂取量と高血圧発症のリスクを調べた研究のメタアナリシスでは、摂取量が多いほど高血圧になりにくいことが示されています(図5)。また、牛乳のタンパク質、カゼインが分解されてできるペプチドの一種、ラクトリペプチドの血圧への効果をメタアナリシスで見ると、3mmHg程度低下しています。



やはりメタアナリシスで牛乳の摂取量と心血管疾患のリスクとの関係を調べたものがありますが、いくつかの論文が示されていて、1はニュートラル、効果があったものが1よりも左側に位置しますが、全体的に左側に位置しており、心疾患リスクを低下させることが分かります（図6）。

日本でも乳製品の摂取量と心血管疾患の関係を調べた研究がいくつかあり、三つ紹介しましょう。

- ①Umesawa et al: JACC Study, Stroke 2006「カルシウム、乳製品の摂取が多いと脳卒中死亡が少ない」
- ②Umesawa et al: JPHC Study, Stroke 2008「カルシウム、特に乳製品による摂取が多いと脳卒中が少ない」
- ③Kondo et al: NIPPON DATA 80, J Epidemiol 2013「ミルク、乳製品の摂取が多いと心血管死亡が少ない」（女性）

これらはいずれもレベルの高い医学誌に掲載されたものです。これらのスタディは全て、いくつかの集団を合わせた分析で、メタアナリシスと同様に信頼性の高い研究と考えられます。

### 減塩実践のためのさまざまな取り組み

私は、日本高血圧学会の減塩委員会の委員長を務めており、高血圧の予防や治療のための食塩制限の啓発、推進活動を進めています。活動の4本の柱を「政治的・社会的取り組み」「集団に対する取り組み」「個別的取り組み」「広報活動」としています。

例えば政治的な取り組みとしては2年前、現在の食品表示をナトリウム量だけでなく食塩の含有量を全て表示するようにはしていただきたいという要望を、日本医師会や日本栄養士会など50以上の団体の賛同を経て、消費者庁などに陳情しました。現在も継続課題となっています。

減塩の一つの問題として、患者さんの意識と実際の摂取量が一致しないということが挙げられます。九州医療センターの成績では、高血圧の患者さんで減塩を意識している人の食塩摂取量は平均が9.4g/日、意識し

ていない人が10.6g/日となっています（図7）。意識している人はやや摂取量が少ないですが、それでも20g以上摂取している人もいます。

高血圧学会の減塩委員会では、高血圧の患者さんが実際にどれだけとっているのか調べた方が望ましいとして、食塩摂取量評価のガイドラインを昨年まとめています。

評価方法は尿のNa測定や食事調査などがありますが、正確さを求めると煩雑になり、簡単な方法では信頼性が低くなってしまふのが問題です。それでも患者さんの食塩摂取量を把握することが、減塩を進める上では重要で、いくつかの方法を推奨しています。

減塩委員会ではホームページも公開していて、報告書や減塩食レシピの本も出版していますので、ご参照ください。（[https://www.jpns.jp/com\\_salt.html](https://www.jpns.jp/com_salt.html)）

### おいしい減塩食の開発が大事

減塩を進める上では、おいしくなければ継続ができません。減塩食は味がなくてまずいというイメージがあり（実際にそうであることも多いですが）これが減塩の達成と継続が難しい理由の一つに考えられます。国立循環器病研究センターでは、「おいしい減塩食の開発と普及」「高血圧教室、料理教室」「減塩レシピなど企業との連携」といった減塩プロジェクトを進めています。

当センターでは、2005年から病院食の改革を目指して取り組みを行っています。病院では高血圧学会のガイドラインに沿って1日6g未満の減塩食としていますが、食事を楽しみにしてもらえよう、栄養士や調理師さんが、見た目や品数、盛り付けなどにも工夫をこらしたおいしい減塩食を作っています。また2012年末には、1食塩分2g未満の「国循の美味しい！かるしおレシピ」という本を発行しており、これも大変話題となりました。天然だしをしっかりと使っていて、多くの

図6 ミルクの摂取量と心血管疾患のリスクとの関係（メタアナリシス）

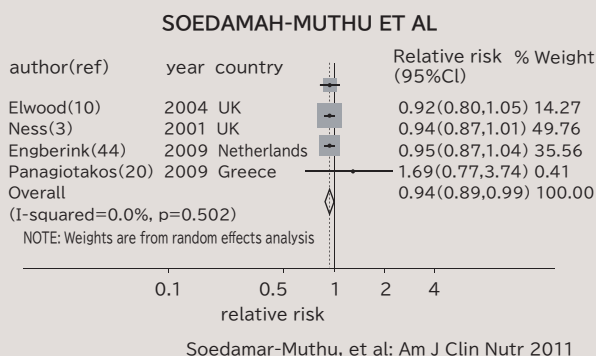
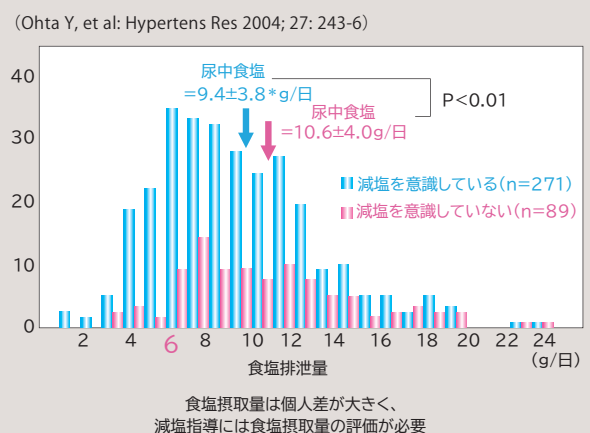


図7 日本人における減塩の意識と実践





方においしいと言っていたいています。こちらは0.1mLまで量れる「かるしおスプーン」がついています。

おいしい減塩食は他にも開発されています。牛乳を使った小山浩子さんの「乳和食」もおすすめです(図8)。

本日お話ししたように、牛乳はそれ自体に血圧を下げる効果があることが米国の研究などからも分かっており、牛乳の摂取量が多い方がメタボリックシンドロームや循環器病のリスクが少ないという研究報告もなされています。

乳和食は、牛乳をうまく使ったおいしい和食で、減塩になるだけでなくカルシウムやタンパク質、他の栄養素の摂取も期待できます。私も味見をさせていただきましたが、おいしかったです。

こうしたおいしい減塩食を上手に組み合わせて、習慣的に減塩に取り組んでいただきたいと思います。

## セミナーゲストご挨拶

### 日本栄養士会専務理事 迫 和子さん

栄養士会では昭和40年代前後から、まずは北からとして減塩活動に取り組んできました。しかし、その減塩活動は現在、少し飽きられてきていて「減塩すなわちおいしくない」というイメージができていないのではないのでしょうか。

その中で、乳和食という新しいことばは、とてもインパクトがあります。新しい減塩のツールとして、私たち栄養士会もこれを活用して、研修会などなどをしながら、国民の方々に広く普及していきたいと思います。全国各地に栄養ケアステーションの整備が進められていますが、そこを拠点として、減塩活動をJミルクさんとともに、本気で取り組んでいきたい、と思っています。

### 料理家・管理栄養士 小山浩子さん

数年前に、牛乳を和食に使えば塩分を減らしても全く薄味に感じないことに気づきました。牛乳のうま味成分は、薄味でもおいしく仕上がるマジックだったのです。以来、あらゆる和食に牛乳を取り入れ、試行錯誤を重ね、たくさんの方のご協力を得て、「乳和食」という新しい形でミルクの和食を提案することができました。

和食にミルクがあうの？という方が多い中で、いろいろなお話をさせていただき、高血圧改善のために少しでもお役に立てればと思っています。

これからも乳和食をどうぞ応援してください。

図8 「乳和食」



※掲載内容は、原則、開催当時のまま採録しています。また、講師の肩書も当時のまま掲載しています。

# 牛乳乳製品によるメタボリック症候群予防の可能性

～ランダム化比較研究の結果から～

医療法人財団健康院 健康院クリニック副院長 予防医療研究所所長 細井 孝之 氏

牛乳には「飲むと太る?」「コレステロールが高まる?」という漠然とした疑問があるようです。そこで、牛乳とメタボリック症候群との関連性について調べるために、日本人男性を対象としたランダム化比較研究を行い論文発表しました。牛乳乳製品が、生活習慣の改善による血圧の適正化を促進する可能性が示唆されました。

私の経歴として内科の血液学から、内分泌、代謝、抗加齢学があります。また肩書として臨床研究推進部長とありますように臨床研究全般にも関わってきました。本日は臨床研究について、特に牛乳乳製品についてお話をしたいと思います。タイトルのランダム化比較試験というのは、臨床研究の中でも最も厳密な部類に入る研究デザインです。そこで得られた成果について、グループを代表してご説明します。

## 臨床研究の分類について

臨床研究という言葉は、ヒトを対象とする研究全てを含みます。私たちは患者様を診察しますが、それは「診療」で、「研究」とは区別されます。診療は目の前の患者さんにベストを尽くすものですが、臨床研究の場合は何がベストか分からない状態で、将来の患者様に役立つことを目的として行われます。

臨床研究の分類は、大きく分けると横断研究と縦断研究があります(図1参照)。

横断研究の一つに観察研究があります。観察研究には今の状態を見るものと、これまでのことを振り返ってみる場合があります。何か積極的なことを加えてみるのではなく、観察的なものとなります。

今回のテーマで、2010年までの研究で日本人における観察研究の成果が出ています。本日の前半は、それを振り返ります。

また、縦断研究は、時間軸を定めて追っていくもので、何らかの介入、食事や治療などの手立てを加え

て、その後に追いかけてみるものです。その場合、全ての群に対して何かをやるという場合は対照が無しということになりますが、多くの場合は比較の対照を設けて行います。試験は、二つのグループ、もしくは三つ以上のグループで比較をしますが、その時のグループ分けが大事です。コンピューターの乱数表によってランダムに振り分け、いわゆる「無作為化」を行います。研究者の意図が入らないグループ分けです。

このように縦断研究で無作為化することが重要なのですが、そのようにして分けられた人がAグループか、Bグループか、全く分からない「盲検」という試験のタイプもあります。今回報告する試験は、牛乳を飲むか飲まないかですから、どちらのグループか分かるものです。したがって「非盲検」となります。

このように、牛乳乳製品のメタボリックシンドローム(以下メタボ)との関連について、縦断研究で無作為化をして非盲検で行った研究結果がこのたび、Journal of Nutritional Science and Vitaminology (JNSV) 5:305-312, 2014 に掲載されることになりました。これは日本栄養食糧学会と日本ビタミン学会が共同編集している英文誌です。

## メタボの仕組み

臨床研究としての位置づけについてお話ししました

図1 臨床研究の分野

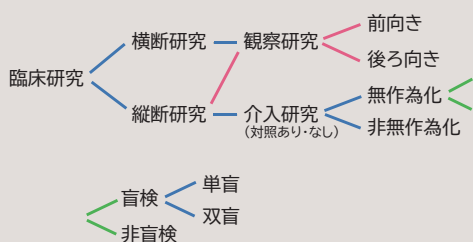


図2 カルシウムを多く含む食品

食品	1回使用量(g)	カルシウム(mg)
牛乳	200	220
スキムミルク	20	220
プロセスチーズ	20	126
ヨーグルト	100	120
干しエビ	5	555
ワカサギ	60	270
シヤモ	50	175
豆腐	75	90
納豆	50	45
小松菜	80	136
チンゲン菜	80	80

五訂増補日本食品標準成分表より

が、次に牛乳の研究についてご紹介しましょう。牛乳は重要なカルシウム源です。200gの中に、カルシウムが平均して220mgあります。他の食品、干しエビなどにも入っていますが、それらはたくさんは食べられません。吸収率も乳製品が優れています。

牛乳は、カルシウム源としても、タンパク源としても優れていることが分かっています。しかし、太るのではないか、メタボになるのではないかという疑問が提示されることがあります。

太るといっても、肥満には「皮下脂肪蓄積型肥満」と「内臓脂肪型肥満」があります。メタボにつながるのは後者です。CTでおへそのあたりの断面図を撮ると、腸のまわりに内臓脂肪がぐるぐると取り巻いているのが分かります。元をたどるとメタボの基準は、腹囲の内臓脂肪の量が面積として一定以上かどうかであり、おへそのあたりの断面図の内臓脂肪の面積をはかるのが最適です。内臓脂肪型肥満により、さまざまな疾患、特に心血管病を引き起こしやすくなった状態がメタボです。

メタボは、糖尿病や脂質代謝異常、それに高血圧が加わって引き起こされますが、それぞれの病気として程度が低くても内臓脂肪型肥満があることによって、それらによる心血管病の引き起こし方が増すこととなります。まだそれぞれの病名がつかない状態でも、内臓脂肪型肥満があれば心血管病を引き起こしやすくなります。心血管病は、心臓では狭心症や心筋梗塞、脳の血管が詰まる脳梗塞、出血する脳出血、足の動脈が詰まって動けなくなる閉塞性動脈硬化症があります。

動脈硬化の進展ですが、血管の内側に脂質などがたまる粥状（じゅくじょう）化が進むと血管の壁が厚くなって、表面も破けて血栓がたまり、それが飛散すると脳血栓、さらに脳梗塞になります。

日本人の死亡原因を見ると、がんに次いで心臓病や脳卒中が多いのはご存じの通りです。さらに、脳血管障害は、寝たきりの原因になりやすいわけです。動脈硬化においてはメタボの予防はとても重要です。

牛乳とメタボリック症候群がどういう関係にあるか、国内外で非常に注目され、さまざまなデータがあります。2005年に発表されたイランのデータは、牛乳乳製品の摂取状況と、メタボの該当者の割合を調べたものです。牛乳乳製品をとっている人ほど、メタボの該当者が少なくなっていることが分かります。米国でも同様の報告がありました。

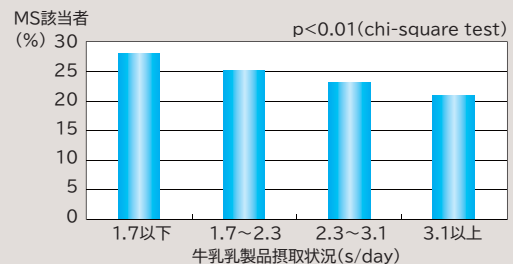
## 日本人の横断研究結果

これが日本人にも当てはまるのか調べたのが、先ほど分類した臨床研究のうち横断研究のデータです。2010年に発表された上西先生らの研究で、牛乳をよく飲んでいるかどうかと、メタボの関係を調べたものです。

まず、牛乳乳製品摂取量ごとにメタボリックシンドロームの人の多さを分けてみました。女性は、一番飲んでいない人とある程度飲んでいる人の間で、すでに差が出ています。用量反応ではなく、牛乳を飲むか、飲まないかで決まってしまうような影響がありました。

これに対して男性は、同じく摂取量を4分割して少ない方から見えていくと、とり方が多いほどメタボになる

図5 牛乳乳製品摂取状況とメタボリックシンドローム該当者 (イラン)



メタボリックシンドローム：ウエスト囲（男102cm、女88cm以上）、低HDL-C（男40、女50mg/dL以下）、高TG（150mg/dL以上）、高血圧（130/85mmHg以上）、高血糖（空腹時血糖110mg/dL以上）のうち三つ以上当てはまる場合  
Azadbakht L et al. Am J Clin Nutr 2005;82:523-30 より作図

図3

### “メタボ”=メタボリックシンドローム metabolic syndrome

内臓脂肪型肥満により、さまざまな疾患、特に心血管病を引き起こしやすくなった状態。

心血管病:狭心症、心筋梗塞、  
脳梗塞、脳出血、閉塞性動脈硬化症

動脈硬化による疾患

図4

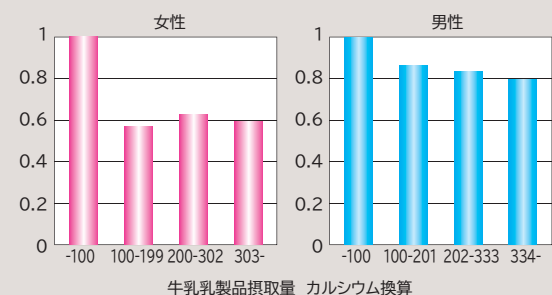
心血管病:  
狭心症、心筋梗塞、脳梗塞、脳出血、  
閉塞性動脈硬化症

動脈硬化による疾患

肥満 高血圧 耐糖能異常 脂質代謝異常  
(糖尿病) (高コレステロール・中性脂肪)

図6 牛乳乳製品摂取量とメタボリックシンドロームの関連

メタボリックシンドロームのリスク (オッズ比)



\*年齢・エネルギー摂取量・アルコール摂取量、および身体活動量で調整。

上西ら 2010

人が少なそうです。しかし、統計学的な有意差はありませんでした。男女差があることが分かったわけです。

メタボを構成する項目として、腹囲、収縮期血圧、中性脂肪、HDLコレステロールと牛乳摂取量の関連についても調べています。その結果、女性の腹囲について、牛乳製品をとっているかないかで、結果が分かれることが分かりました。また、収縮期血圧と中性脂肪では、とっているグループほど低い、という結果です。善玉コレステロールは、とっているグループほど多いという結果でした。牛乳を飲んでいるグループほど良い結果が、この横断調査で得られました。男性については、同様の傾向は見られたけれども有意差はありませんでしたが、血圧については用量依存性が認められ、牛乳製品をとっているほど低いという傾向がありました。収縮期血圧、拡張期血圧ともそうです。

これが大規模な横断研究の結果です。

## 縦断研究—ランダム化比較試験

以上が横断研究ですが、牛乳摂取との因果関係は分かりません。横断研究のデータを裏付けるためには、縦断研究が求められました。スタートラインをそろえてグループ分けを行い、牛乳を飲むか飲まないかという介入の効果を無作為に分けたグループ間で前向きに

図7 牛乳製品摂取量とメタボリックシンドローム判定項目との関連

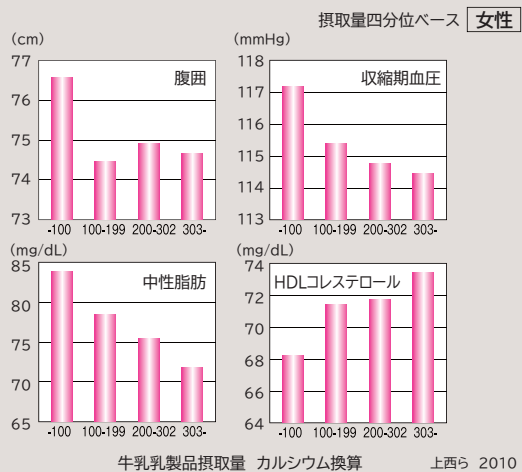
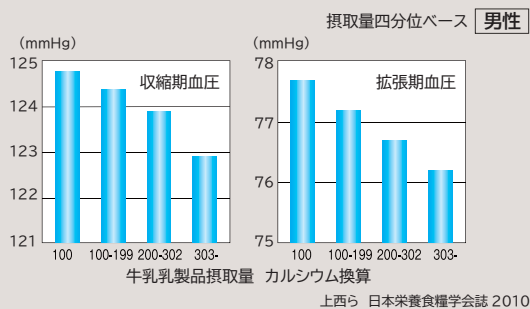


図8 牛乳製品摂取量とメタボリックシンドローム判定項目との関連



見ていく、という研究です。この研究はデザインも難しく、実施自体も困難を伴います。今回はさまざまな分野からエキスパートが集まり、研究委員会を立ち上げて実行しました。

研究に当たっては、UMINの臨床研究登録を事前に行いました。この時の日本語のタイトルが、「メタボリックシンドローム指標に対する牛乳長期摂取の効果についてのランダム化比較研究」という題目です。

研究は、京都大学の田中司朗先生、女子栄養大学の上西一弘先生と石田裕美先生、東京大学から現在中央大学に移られた生物統計の第一人者である大橋靖雄先生、糖尿病代謝疾患研究のトップの先生である東京大学付属病院の院長の門脇孝先生、そして折茂肇先生は老年医学、骨粗鬆症の第一人者です。

UMINというのは大学間の情報共有のシステムで、元は東大から始まり、現在は全国の組織です。臨床研究をする場合は、このようなデータベースに登録して第三者に内容をオープンにすることが求められます。これをしないと臨床研究の論文発表はできません。試験を開始する前にさまざまな条件が整っているかどうか、第三者チェックが必要だということなのです。その試験結果の論文が受理され、10月に公表されたのが次のタイトルです。

論文タイトルは「24週間、乳製品を使って、腹囲、血圧、血糖、脂質についてメタボをもっている日本人男性についてランダム化試験」です。

この研究の特徴は、男性でかつ喫煙者を除いたランダム化比較試験であるということです。栄養指導を行う場所、体格などを調整してランダム化しています。検査スケジュールはエントリー時、開始後12週、24週の計3回です。

図9

Tanaka S, Uenishi K, Ishida H, Takami Y, Hosoi T, Kadowaki T, Orimo H, Ohashi Y  
A Randomized Intervention Trial of 24-week Dairy Consumption on Waist Circumference, Blood Pressure, and Fasting Blood Sugar and Lipids in Japanese Men with the Metabolic Syndrome.  
Journal of Nutritional Science and Vitaminology  
5:305-312, 2014

図10 主な適格基準

選択基準 年齢20歳以上60歳以下の男性  
エントリー検査結果が下記の指標に二つ以上該当する者を対象者とする。  
BMI 25kg/m<sup>2</sup>以上、腹囲 85cm以上、総コレステロール 200mg/dL (≒DL120mg/dL)以上、空腹時中性脂肪 150mg/dL以上、空腹時血糖値 100mg/dL以上、収縮期血圧 130mmHg または拡張期血圧 85mmHg以上

24週の間、継続的に牛乳製品の摂取が可能な者

主な選択基準は、年齢20歳以上60歳以下の非喫煙者男性でエントリー検査結果がメタボの基準に二つ以上該当する、24週の間、継続的に牛乳乳製品の摂取が可能であることです。アレルギーやその他、病気を持つ人は除外しました（図10）。

次に牛乳乳製品摂取群と、摂取をしない食事指導群に分けます。牛乳を飲まない人についても、適正なエネルギーおよび栄養摂取になるような食事指導をしています。

牛乳乳製品の摂取群は毎日 400g の牛乳または、乳製品を配達して摂取していただき、さらに適正なエネルギーおよび栄養素摂取になるような食事指導を行いました。

両群とも栄養指導を徹底させており、食事記録の写真により栄養計算し、栄養指導に用いたことが大きな特徴です。

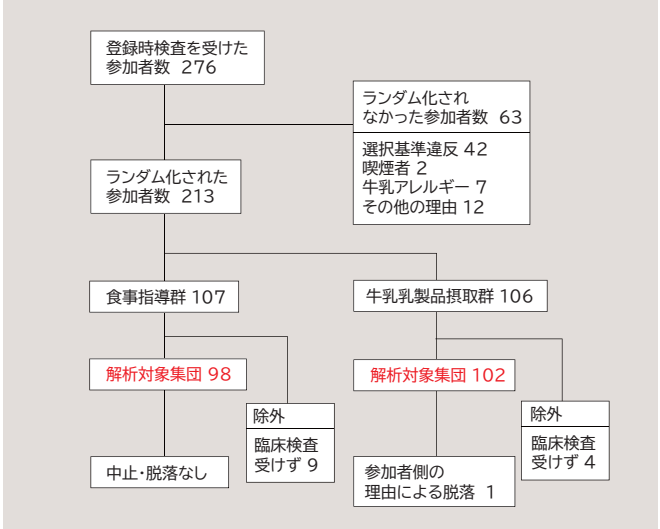
評価項目は次の通りです。

- 体重、腹囲、体脂肪率
- 空腹時血糖値、HbA1c
- 総コレステロール、LDL コレステロール、HDL コレステロール、空腹時中性脂肪
- 収縮期血圧、拡張期血圧
- 生活習慣アンケート、運動調査票、睡眠調査票

### 図11 栄養指導の方法

- 介入前に栄養状態のアセスメントを実施し、指導目標を設定  
指示エネルギーおよび栄養素量 = 目標体重 × 基礎代謝基準値 × 1.5
- 介入直前に 25 ~ 30 人単位の集団栄養指導を実施
- 介入期間中は Web ツールによる個別栄養指導  
最初の2週間は週1回、3週目以降は2週に1回  
(改善状況が不良な場合は週1回を継続)  
前週の食事記録を基に web ツールを用い栄養指導  
食事記録の写真により栄養計算  
12週時点で指導目標の修正

### 図12 登録、ランダム化、追跡のフロー



運動調査票ですが、運動量について、METsという単位を用いて定量化しているのも、この研究の特徴です。

最初の登録時に検査を受けた参加者数は276人でした。そこから選択基準に当てはまらない人は除外しました。また、試験の途中でも脱落した人を除いたので、最終的な解析対象集団は食事指導群で107人、牛乳乳製品摂取群で98人です。

次に対象者特性を図13に示します。両群とも平均年齢42歳弱、腹囲は93cmで違いはありません。高血圧や脂質異常症について両群に偏りなく入っています。また、運動量について1METsは安静にして座っている状態、3METsはある程度動いている状態です。こうしてさまざまな項目を比較し、両群に偏りなく分布していることを確認した上で、試験を進めました。

次に結果です（図14参照）。牛乳乳製品摂取群で牛乳乳製品の量は当然多くなっていますが、他は変わりません。エネルギーの総量は2群間で変わらないよう栄養指導をしており、1844kcal、1855kcalと両群とも試験前よりも抑えられたカロリーで統一しています。

### 図13 対象者特性

	食事指導群 (N=98)		牛乳乳製品摂取群 (N=102)	
	平均 / 人数	SD	平均 / 人数	SD
年齢 (year)	41.7	±7.1	41.7	±7.5
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	26.8	±2.9	27.2	±3.9
25to30kg/m <sup>2</sup>	64	(65.3)	56	(54.9)
30kg/m <sup>2</sup> 以上	11	(11.2)	18	(17.6)
腹囲 (cm)	93.1	±7.0	93.7	±8.4
85cm 以上	91	(92.9)	89	(87.3)
高血圧	24	(24.5)	32	(31.4)
服薬	5	(5.1)	9	(8.8)
2型糖尿病	0	(0.0)	0	(0.0)
脂質異常症	70	(71.4)	58	(56.9)
服薬	5	(5.1)	3	(2.9)
牛乳摂取による下痢など	21	(21.4)	33	(32.4)
運動量 3METs-hr /week 以下	64	(65.3)	62	(60.8)

カッコ内は%

### 図14 主たる解析の結果

主要評価項目 全体の検定	食事指導群 (N=98)		p	牛乳乳製品摂取群 (N=102)		p
	登録時	24週		登録時	24週	
腹囲 (cm)	93.1	89.9	<0.01	93.7	92.3	<0.01
収縮期血圧 (mmHg)	126.9	122.9	<0.01	130.0	125.1	<0.01
拡張期血圧 (mmHg)	79.7	76.5	<0.01	81.9	78.5	<0.01
中性脂肪 (mg/dL)	159.3	153.8	0.61	135.7	141	0.47
HDL-C (mg/dL)	49.2	50.7	0.02	51.7	51.5	0.70
空腹時血糖	87.5	84.7	<0.01	90.4	88.0	<0.01
副次評価項目						
体重 (kg)	79.7	77.1	<0.01	80.4	79.4	<0.01

また、牛乳乳製品摂取量が多くなるため、カルシウムの摂取量が大きく変わります。食事指導群は24週間で1日341mg、牛乳乳製品摂取群では667mgと摂取による差が出ています。

総摂取カロリーと運動量が変わらず、牛乳乳製品の摂取とカルシウムの量だけが変わるといのが、この介入のポイントです。カルシウム摂取量は牛乳乳製品摂取群では格段に増えています。

そして、メタボ関連の指標ですが、腹囲、血圧は両方で低下が見られました。栄養指導の効果と思われま。体脂肪についても改善傾向が見られました。

### 牛乳乳製品は食生活、運動習慣効果を後押しする

この表から血圧を取り出すと、24週後で収縮期血圧は2群間で差がありませんでした。

そこで両群において、過体重と適正体重に分けてさらに詳しく解析してみました。もともとの体重が適正であった方で、食事指導群と牛乳乳製品摂取群を比較すると、大きな差がありました。

つまり、体重コントロールの良い方は、牛乳乳製品摂取で血圧がより下がる、という結果になります。体重が重すぎると、牛乳乳製品の効果はあまり見られなかったということになります。

さらに、運動量で解析をしました。運動量を3METs

を境として低運動量と高運動量に分けて、4群にして解析した図を示します。この結果、運動量が多いと、牛乳乳製品を摂取した群で血圧が下がるということが有意に出来ました。

このデータが示すのは、もともと運動習慣のある方が牛乳乳製品をとると、さらに血圧コントロールに効くということです。

以上の結果を次にまとめます。

●両群ともに

- 24週後、エネルギー摂取量は2150kcalから1850kcalへ減少
- PFC比率など他の食品・栄養摂取量に群間差はない

●牛乳乳製品摂取群では

- 牛乳摂取率は90%以上
- カルシウム摂取量は300mgから650mgへ増加

\*両群ともに

腹囲、収縮期血圧、拡張期血圧、空腹時血糖、体重、体脂肪率、HbA1c、LDL-C、総コレステロールに有意な改善が見られた。

\*牛乳乳製品摂取群では

適正体重者、適度な運動実施者で、牛乳乳製品の摂取により血圧がより低下した。

図15 収縮期血圧の推移 (体重指標)

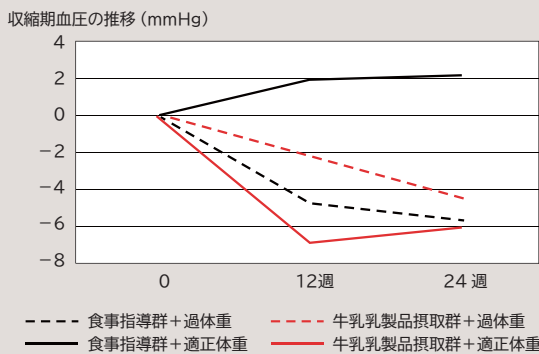
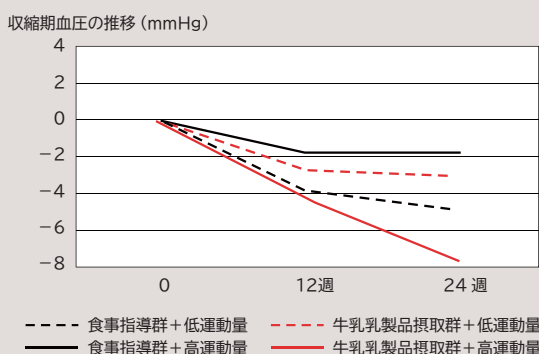


図16 収縮期血圧の推移 (運動量指標)



これを一言でまとめると、「牛乳乳製品による食生活・運動習慣効果の後押し」ということが結果としていえるでしょう。

図17

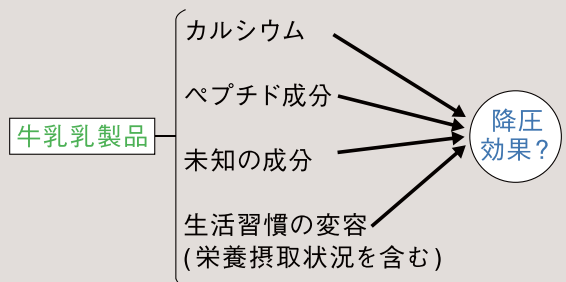
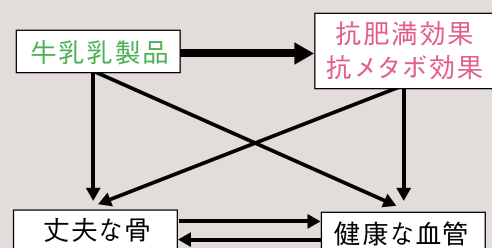


図18



牛乳乳製品にはさまざまな有効成分が報告されていますが、主な効果はカルシウムによるものと考えられます。カルシウムが直接、あるいは副甲状腺ホルモンなどに働きかけて降圧効果を示すのではないかという報告があります。

また、ペプチド成分や未知の成分そのものに降圧効果があるのではないかとされています。今回の結果は、どの成分が降圧効果を示すのかというものではありません。今後も作用メカニズムについてはまだまだ注目すべきだと思います。

牛乳乳製品をとることで生活習慣病全体の改善につながることも期待でき、さらなる研究が必要かと思えます。

以上、牛乳乳製品摂取によってメタボの構成要因、特に血圧への影響が見られた、というのが本日の報告のポイントです。牛乳はそもそも骨の健康に良いものですが、メタボの予防にもつながり、ひいては血管の健康、全身の健康に役立つ可能性が示唆されました。

※掲載内容は、原則、開催当時のまま採録しています。また、講師の肩書も当時のまま掲載しています。

## 牛乳・乳製品摂取とがん・循環器疾患・糖尿病等の生活習慣病

岐阜大学大学院医学系研究科教授(疫学・予防医学分野) 永田 知里 氏

がんや循環器疾患、糖尿病などの生活習慣病の発症には、食習慣が大きく関与すると考えられています。中でも牛乳・乳製品の摂取が、これらの疾患発症に及ぼす影響について興味を持たれています。牛乳や乳製品をどのくらい摂取していると、生活習慣病になりやすいのか、なり難いのか、その答えを導くためには人を対象とした疫学研究が必要となります。ここでは、大規模な集団を対象に長年追跡して生活習慣病の発生を把握するコホート研究を中心に、その知見をご紹介します。

本日は生活習慣病の中でも、がん、循環器疾患、糖尿病を取り上げ、食習慣との関わりについてお話しします。牛乳・乳製品をとると、これらの病気になりやすくなるのか、リスクは減るのか、その問いに答えるためにさまざまな研究が行われています。

研究のデザインに応じて、エビデンス（証拠性）の強さは違います。これを示したのがエビデンスピラミッドです。

一番下にあるのがin vitro(試験管)の研究です。ここでは細胞レベルで何が起きているのかを知ることはできません。これが人間に当てはまるわけではありません。その上に「動物を使った研究」「専門家の意見」とレベルが上がっていき、「コホート研究」（疫学研究として人を対象とした人数の多い観察研究）が位置づけられます。

さらに上にあるのが無作為臨床試験（RCT）です。人を対象に実験を行うもので、例えばこちらのグループは毎日牛乳をある量飲む、こちらは飲まないとして、他の食生活、ライフスタイルは同じようにして調べていきます。実験なので証拠性は高く効果などはよく分かりますが、生活習慣病のように長年をかけて病気になることを調べるには向きません。ですからRCTよりもちょっとエビデンスは落ちるけれども、コホート研究の結果から評価していこうということになります。なお、メタアナリシスについては、また後ほど詳しくご説明しましょう。

### コホート研究で示される 相対危険度

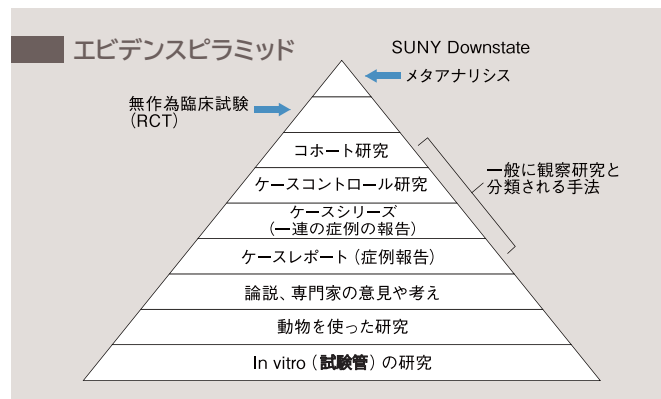
コホート研究について、一番分かりやすい喫煙を例にみていきましょう。最初に何万人かいる集団(コホート)に対して、タバコを吸っているか、過去に吸ったことがあるか、全く吸ったことがないか、喫煙に対する情報を得ます。これをベースラインとしてその後を追いかけていくと、どのグループにも肺がんになる方がいます。

もし、喫煙が肺がんに関係があるのなら、非喫煙者が肺がんになる率よりも、喫煙者が肺がんになる率の方が高いということになります。単純な考え方ですが、非喫煙者が10万人に100人が肺がんになることを1とすると、喫煙者が10万人に400人が肺がんになれば、相対危険度は4になると計算をします。1より高ければリスクは高く、1よりも低い、例えば0.5であれば半分となります。非常に分かりやすいのですが、結果を得るには時間がかかり、何万人もの方を追いかけます。

なお、実際に喫煙は肺がんのリスクファクターであり、これまでの研究からタバコを吸っている人は、吸わない人に比べて相対危険度は4.5で、4.5倍肺がんになりやすいとされています。

こうした疫学データは、日本でもかなりそろってきました。日本疫学会のウェブサイトにも掲載されており、1万人以上、5年間以上フォローしたコホートが紹介されています。この中で、高山スタディ（高山市住民を対象としたコホート研究）は私たちが関わっているものです。これらのコホートの結果から、生活習慣病、特に食習慣として牛乳、乳製品との関連についてご紹介したいと思います。

人は、さまざまな要因で生活習慣病になるのですが、その暴露因子としては、性別、年齢、婚姻状態、身長、体重、喫煙、既往歴、食習慣、運動習慣、職業、遺伝子、月経、出産歴、パーソナリティなどがあり、全体を聞いて生活習慣の関与を調べていきます。この中で牛乳、乳製品を多くとった、少なくともとったということを評価するため、食事摂取調査には大変苦勞をしています。





## 食生活の評価は FFQを用いて

ふだんの食生活をどのように評価するのか、その一つには食事記録をとってもらおうということがあります。こちらの調査票は、飲んだり食べたりしたものの量を全て書いてもらうもので、これは記録する側は大変です。小さいコホートでは協力してもらえますが、大きなコホートは食物摂取頻度調査票（FFQ）を用いるのが一般的です。

FFQは、料理の名前が出され1年間でどのくらい食べたか、頻度を聞いていきます。1回に食べる量を写真のどれに当たるか、量も聞いていますが、繰り返し聞くことで各栄養素などを推定しようとする方法です。高山の調査票の場合は169項目聞いているので、お答えいただくだけでも40分近くかかりますが、先ほどの食事記録よりは簡単なので、受け入れてもらえます。この回答によって1日当たりの栄養素と食品摂取量が分かります。総カロリー、脂肪、タンパク質など各栄養素とともに、牛乳・乳製品など個別の食品の摂取量も分かります。

こんなに簡単に聞いて、ふだんの食生活が把握できるのかと思われるかもしれませんが、FFQについて妥当であるか、信頼性が高いかは、各研究者が紹介しています。私たちの調査票の結果も、他の食事の評価法と比較して相関が高く、このFFQ調査票でよしとすることを確認をしています。特に牛乳・乳製品の調査は食事記録との相関が良く、妥当に評価ができます。

## コホート研究－牛乳・乳製品摂取と循環器病、糖尿病

それでは高山スタディの結果について、ご紹介していきましょう。高山市は岐阜市から電車で2時間ほどの小京都と呼ばれる美しい街です。1992年にライフスタイル調査票で調査を行い、その後16年間追跡を行い、牛乳・乳製品摂取量と循環器疾患での死亡との関連性を調査しました。牛乳・乳製品の摂取量によって4グループに分けて、摂取量の一番低いところを1とし

たときに相対危険度はいくつになるかを調べたのが、次のグラフとなります。

男性は相対危険度が少し上がっているように見えますが、統計的な有意差は無く関連性は認められませんでした。女性についても関連性は認められませんでした。

続いて糖尿病について、牛乳・乳製品の摂取量が最も多いグループでは、低いグループと比べて、女性では12%減りましたが統計的な有意差はありませんでした。

以上のように高山スタディでは統計的に有意差はなかったのですが、他のコホートの研究結果では差があります。

\*The NIPPON DATA80は、1万人以上、24年間の追跡調査で循環器疾患によって892人の方が亡くなっています。このうち牛乳・乳製品摂取との関連を調べたところ、男性では関連性はありませんが、女性では牛乳・乳製品の摂取量が多いグループでは2割ほど相対危険度が下がっています。ここでは統計的に有意な差があり、リスクが下がったという解釈になります。

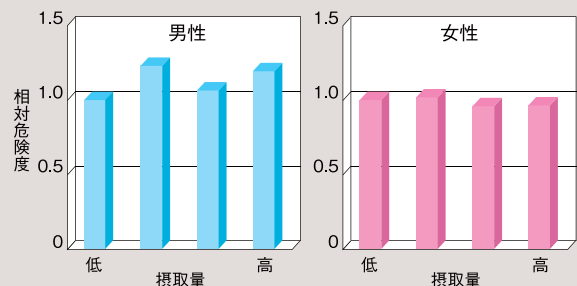
\*6府県コホートは、22万人以上、15年間の追跡調査を行い脳卒中死亡との関連について見えています。ここでは牛乳の摂取頻度で三つのグループに分けて見っていますが、最も頻度の高いグループ（1週間で牛乳を4回以上摂取）では脳卒中の相対危険度が2割下がっており、統計的に有意といえます。脳卒中は脳出血と脳梗塞がありますが、どちらもリスクが下がったという結果になっています。

\*JACCスタディは、9万5千人で21年間の追跡調査で、牛乳摂取頻度と循環器疾患死亡の関連を調べており、ほぼ毎日牛乳を飲んでいる男性は相対危険度が0.89とリスクが下がっています。リスクの差は少ないのですが、統計的に分析対象数が多く有意差があるとなっています。ただし、女性では関連がありませんでした。

\*JPHCスタディは、糖尿病発症について牛乳・乳製品摂取との関連を調べています。男性では関連性はなしですが、

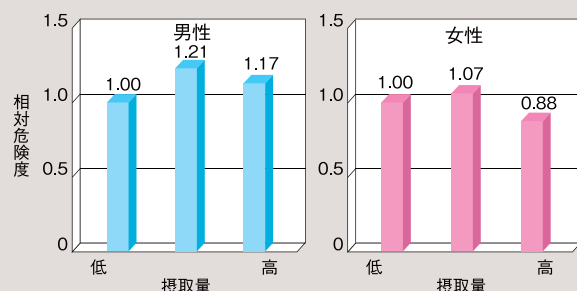
高山コホート（牛乳・乳製品と循環器疾患死亡）

n=29,079、追跡16年、CVD死亡 n=1,678

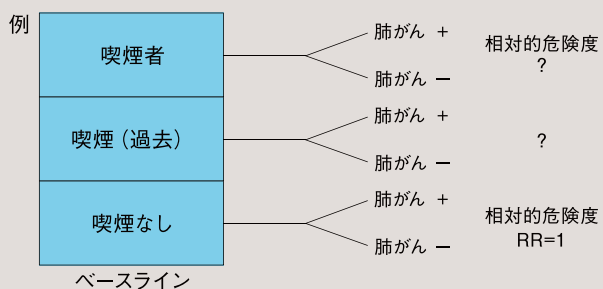


高山コホート（牛乳・乳製品摂取と糖尿病発症）

n=13,525、追跡10年、DM発症 n=438



### コホート研究



女性では多くとる人ほどリスクが下がるという結果が出ています。最も摂取量の高いグループでは相対危険度が0.71となっています。

以上のようにいくつかの研究をざっと見ていくと、牛乳・乳製品摂取によって疾病のリスクを有意に上げている結果はありませんでした。糖尿病、循環器疾患については下げる傾向にはありましたが、どの研究も同じ結果ではなくばらつきがありました。

## メタアナリシス—牛乳・乳製品摂取と循環器疾患、糖尿病

これらの研究を全体でどのように評価をしようかというときに、システマティックレビューという段階に入ります。ある研究では相対危険度が1より低く、ある研究で1より高いなどとばらつきが出る場合、方法論によっては間違った答えが出てくることもあります。このため信頼できる研究対象に絞って、得点化して平均値を出す手法で評価します。これを、メタアナリシスといいます。

牛乳・乳製品と疾病の関連については、ご興味があると思いますが、残念ながら日本ではメタアナリシスをやっていません。ここでは、海外で行われた三つのメタアナリシスを紹介します。

まずは循環器疾患および糖尿病のメタアナリシスです。

次のスライドは、コホート研究に絞って行われたメタアナリシスで、心疾患では12研究のうち牛乳・乳製品の摂取量が高いと相対危険度は8%ほど下がったという結果です。また、脳卒中は11研究による解析で相対危険度は21%低下、糖尿病は15%ほどリスクが下がり、これら疾患で有意にリスクを下げていることが分かります。

次にお見せするのは循環器疾患のメタアナリシスです。

これまで高摂取、低摂取と区分してきましたが、具体的な量反応関係を見たいと思われるかもしれません。以上のメタアナリシスでは、四つのコホート研究に絞って200mLにつきどのくらい変化するかを評価したものです。心疾患と脳卒中を合わせた相対危険度は、1日牛乳200mLを摂取した場合に0.94と下げています。これは心疾患や脳卒中だけを見るとリスクを下げ

ているように見えますが、研究が足りず統計的に有意ではありません。ただし、リスクを上げるような結果にはなっていないという傾向は分かります。

また、牛乳・乳製品摂取と糖尿病について2013年に発表されたメタアナリシスもありますが、1日200gの摂取につき相対危険度が0.88と低脂肪の方がリスクの低下が大きく見えます。

以上がコホート研究によるメタアナリシスです。日本で行われたものではありませんが、日本と海外の傾向はある程度似ていて、循環器疾患のリスクを下げるのが分かります。なお、牛乳・乳製品の摂取によって、循環器系のマーカーを動かすことでリスクを下げるのではないかと予想され、研究も行われていますが、今のところ強い傾向が確認されているわけではありません。

## メタアナリシス—牛乳・乳製品摂取とがん

次に牛乳・乳製品摂取とがんについて、二つのメタアナリシスを紹介しましょう。まずは前立腺がんについて、牛乳・乳製品の摂取量が多いと相対危険度は1.09で、なりやすいという結果がでています。

低脂肪牛乳、チーズの高摂取群も相対危険度は1.14、1.07と高い傾向が見られます。次に大腸がんは牛乳・乳製品を多くとっていると相対危険度が0.81と有意に下がります。これが、チーズになると統計的には有意な差はありません。

このように、ある食べ物が特定のがんのリスクを上げるのか、下げるのか、世界の専門家たちが集まったジャッジで一番権威があるのがWCRFによる「Food, Nutrition, Physical Activity, and the Prevention of Cancer」です。最新のものは2007年で、がんについて、下記の通りまとめています。

これを見ると、牛乳は大腸がんのリスクを低下させる「可能性大」だが、牛乳・乳製品は前立腺がんのリスクを上昇させる「可能性あり」とまとめています。なお、チーズは大腸がんのリスク上昇の「可能性あり」ですが、その後の研究でそれほどリスクを上昇させる可能性は高くないのではないかとされ、今後研究が増えるたびにレビューが行われ、次は2017年に出て

### 牛乳・乳製品摂取と循環器疾患および糖尿病のメタアナリシス

-Elwood et al, Lipids 2010

- 心疾患(12研究、参加者283,482、cases 16,212)  
高摂取 RR=0.92(95%CI 0.80-0.99)
- 脳卒中(11研究、参加者587,690、cases 9,725)  
高摂取 RR=0.79(95%CI 0.68-0.91)
- 糖尿病(5研究、参加者184,454、cases 7,121)  
高摂取 RR=0.85(95%CI 0.75-0.96)

### 牛乳・乳製品摂取と循環器疾患のメタアナリシス

-Soedamah-Muthu al, Am J Clin Nutr 2011

- 心疾患+脳卒中(4研究、参加者13,518、cases 2,283)  
牛乳200ml/dにつき RR=0.94(95%CI 0.89-0.99)
- 心疾患(6研究、参加者259,162、cases 4,391)  
牛乳200ml/dにつき RR=1.00(95%CI 0.96-1.04)  
低脂肪乳製品200g/dにつき RR=0.93(95%CI 0.74-1.17)
- 脳卒中(6研究、参加者375,381、cases 15,554)  
牛乳200ml/dにつき RR=0.87(95%CI 0.72-1.07)

くと思います。

欧米人と日本人ではかなり食習慣が異なるため、牛乳・乳製品の摂取とがんとの関連は日本人のデータが必要です。

前立腺がんとのコホート研究でJPHCスタディでは、牛乳・乳製品摂取と前立腺がんを見ると、リスクが高く有意に上がります。これを牛乳・ヨーグルト摂取で分けてみてもリスクが上がります。

また、大腸がんは、コホート研究ではなく、エビデンスがやや下がるケースコントロール研究になりますが、牛乳・乳製品では摂取量が多いほどリスクを下げる結果のものがあります。また、牛乳・その他の乳製品では有意ではありませんが、牛乳は下げる傾向にあり、チーズは分からないという結果も出ています。

こうした日本の研究をまとめてジャッジしようとしたのが、国立がん研究センターの笹月静氏が班長を務める「科学的根拠に基づく発がん性・がん予防効果の評価とがん予防ガイドライン低減に関する研究」です。私もこの班に所属しており、ありとあらゆる食品や栄養素で、さまざまながんとの関連を評価しようとしています。

しかし、この研究では今のところ、食事とがんとの関連が「確実」というものではありませんでした。牛乳・乳製品と前立腺がん、大腸がんとの関連は、「データ不十分」となっています。これは先のWCRFの指標である「可能性なし」ではなく、データ少なく現段階ではまだ分からないことを意味します。

循環器系の疾患との関連ではかなりデータはあります。その一方で、今後はがんについてコホート研究がもっと発表されて、メタアナリシスによってリスクを上げるか下げるかを突き止めていきたいと思っています。

参照) 日本における大規模コホート研究  
 \*JPHCスタディ (多目的コホート研究) …厚労省助成により1990年から開始され、現在は国立がん研究センターが実施  
 \*JACCスタディ…文部省助成により1988年に開始され、45地域の住民が対象  
 \*NIPPON DATA…全国約300カ所保健所管内の地域住民が対象

**牛乳・乳製品摂取と大腸がんメタアナリシス  
コホート研究**

-Aune et al, Ann Oncol 2012

- 牛乳・乳製品 (12 研究、参加者 1,170,942、cases11,579)  
高摂取 vs 低摂取 **RR=0.81(95%CI 0.74-0.90)**
- 牛乳 (10 研究、参加者 655,483、cases5,011)  
高摂取 vs 低摂取 **RR=0.83(95%CI 0.74-0.93)**
- チーズ (7 研究、参加者 177,551、cases1,635)  
高摂取 vs 低摂取 **RR=0.94(95%CI 0.75-1.18)**

**牛乳・乳製品摂取とがん**

(WCRF/AICR,2007)

	リスク低下		リスク上昇	
確実				
可能性大	牛乳	大腸	高カルシウム食	前立腺
可能性あり	牛乳	膀胱	牛乳、乳製品 チーズ	前立腺 大腸
可能性なし				

**牛乳・乳製品摂取と前立腺がんメタアナリシス  
コホート研究**

-Aune et al, Am J Clin Nutr 2015

- 牛乳・乳製品 (15 研究、参加者 848,395、cases38,107)  
高摂取 vs 低摂取 **RR=1.09(95%CI 1.02-1.17)**
- 牛乳 (低脂肪除く) (8 研究、参加者 448,719、cases19,664)  
高摂取 vs 低摂取 **RR=0.92(95%CI 0.85-0.99)**
- 低脂肪牛乳 (6 研究、参加者 432,943、cases19,430)  
高摂取 vs 低摂取 **RR=1.14(95%CI 1.05-1.25)**
- チーズ (11 研究、参加者 887,759、cases22,950)  
高摂取 vs 低摂取 **RR=1.07(95%CI 1.01-1.13)**
- 乳製品以外のカルシウム (4 研究、参加者 442,796、cases13,067)  
高摂取 vs 低摂取 **RR=0.91(95%CI 0.79-1.05)**

※掲載内容は、原則、開催当時のまま採録しています。また、講師の肩書も当時のまま掲載しています。

# 日本人の栄養と牛乳・乳製品

神奈川県立保健福祉大学 学長 中村 丁次 氏

日本人の新たな栄養問題として、「過剰栄養」と「低栄養」が混在した「栄養障害の二重負荷(Double burden of malnutrition:DBM)」がクローズアップされています。一方、これまで牛乳・乳製品は食事の欧米化の象徴的食品として、生活習慣病予防のために避けるような傾向もありましたが、これは科学的根拠が薄いことが明らかになってきました。むしろ最近では「フレイル(低栄養状態が深刻になり全身の体調や体力を含めた脆弱状態のこと)」予防として、良質なタンパク質を含む牛乳・乳製品の摂取が注目されています。

## 人類にとって栄養学は必要か

本日は、栄養の問題について長年考えてきた立場から、「牛乳と栄養」についてお話ししたいと思います。

栄養に長く取り組んでいると最近、「果たして栄養学は人類にとって必要か」と考えるようになってきました。人間以外の動物は、これがいいとか悪いとか考えて食べることはありません。例えばパンダは、笹の葉しか食べないのに筋肉隆々になります。

しかし、人は卵や肉などを食べなければ筋肉はつかず、他動物に比べると特異的な食事、とてつもない雑食をします。人類の祖先はサルから進化したホモサピエンスですが、雑食性を手に入れることで進化した人間となりました。その過程で、食経験によって毒のあるものは分離し、食べられる動物や植物を選んで食物としてきました。これらの食品は個々にエネルギーや栄養素を人間に供給してくれますが、これさえ食べれば健康になれるような魔法の食品はいくら探しても見つかりませんでした。

それでも、もし完全栄養食に近いものを挙げよと言われたら、私は間違いなく「牛乳」と答えるでしょう。なぜならば、人類は授乳だけで生きられる時期があるからです。授乳から離乳して初めている色々な食品をとるようになり、個々の食品によって足りないものを補完していきます。

こうして人間は雑食性を手に入れると同時に、どういう食べ物をどれだけ選べば本当に健康にいいのか、知恵

が必要となりました。何も考えないで食べられる動物には、栄養学は必要なかったというわけです。

## 新たな栄養問題 「栄養障害の二重負荷」

日本人の食事は従来、質素な内容で低栄養により乳幼児死亡率は高く、結核などの感染率も高いものでした。低栄養に食塩の過剰摂取が重なり、高血圧、脳卒中、さらに胃がんで亡くなる人も多く、日本人は短命でした。

しかし戦後、欧米の食事を導入することで日本人の栄養状態は良くなります。ここで大きな役割を果たしたのが学校給食です。輸入食品の適切な配分が学校給食によって可能となり、栄養状態が一気に良くなりました。もう一つ良かったのは、栄養教育です。ビタミンCがかんきつ類に含まれるということを知っている国は珍しい。徹底した栄養分配と栄養教育によって問題が解決され、1980年ごろには理想的な状態になり、これ以上の栄養政策はいらないというところまでできました。

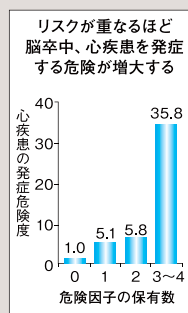
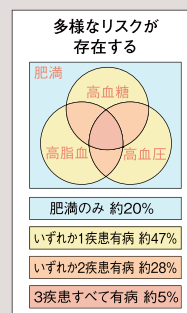
しかし、ここで新たな栄養問題が発生しました。食事の欧米化による肥満、生活習慣病が増大して、過剰栄養が問題となったのです。過剰栄養は病気の直接原因ではありませんが、病気のリスクを増大させます。内臓脂肪、高血糖、高脂血、中性脂肪の値が高まり、これらが重なると心疾患を発症するリスクが高くなる

### 人類の雑食と栄養学の必要性

- 1) 自然界に存在する動物と植物。
- 2) 食体験により、急性毒性のものは除去し、安全なものを食物とした(慢性毒性のものは除去できなかった)。
- 3) しかし、本来人間のために存在していたものではない。
- 4) それぞれ個々の食物は、人間にエネルギーと栄養素を供給してくれる人間の健康を完全には保障してくれない。
- 5) 絶対的に安全で、完全な健康栄養食品はない。
- 6) 個々の食物を補完するために、雑食性を選択した。
- 7) 適正な食品選択の知恵が必要になった。

→ 雑食により人類は進化してきたが、その代償として栄養を考えて食べるという荷物を背負った。

### 生活習慣病予防のリスク



#### リスク

- 内臓脂肪
- 高血糖
- 高脂血
- 高血圧

という新しい疾病の概念ができました。

こうした過剰栄養の問題に加えて、新しいタイプの栄養問題として、若年女性、高齢者、傷病者の低栄養の問題が21世紀の課題となっています。同じ国、同じ地域、同じ家族、さらに同じ人物に過剰栄養と低栄養が混在している状態で、3年前にWHOが「栄養障害の二重負荷 (Double burden of malnutrition:DBM)」と名付けています。

現在、国は平均寿命だけでなく、健康寿命の延伸を政策として掲げています。その背景には、平均寿命と健康寿命の差が開いていることがあります。この差は、この間何らかの介護の必要性を意味するからです。

そこで介護の要支援者、要介護者の「介護の原因」を見ると、約3割は、脳血管疾患、心疾患、糖尿病などの生活習慣病ですが、約半分は認知症、高齢による衰弱 (フレイル)、関節疾患、骨折、転倒などの加齢症候群です。

これらを整理して考えると、個人が抱える「栄養障害の二重負荷 (DBM)」は、下図のようになります。左側の生活習慣病は過剰栄養、右側の介護は主に衰弱 (フレイル)、関節疾患など低栄養からくるものです。つまり、1人の人の中で、過剰栄養と低栄養の対策が混在するのです。

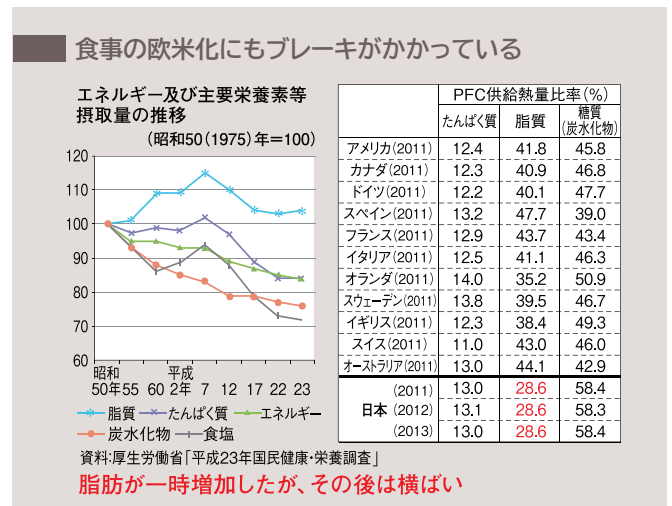
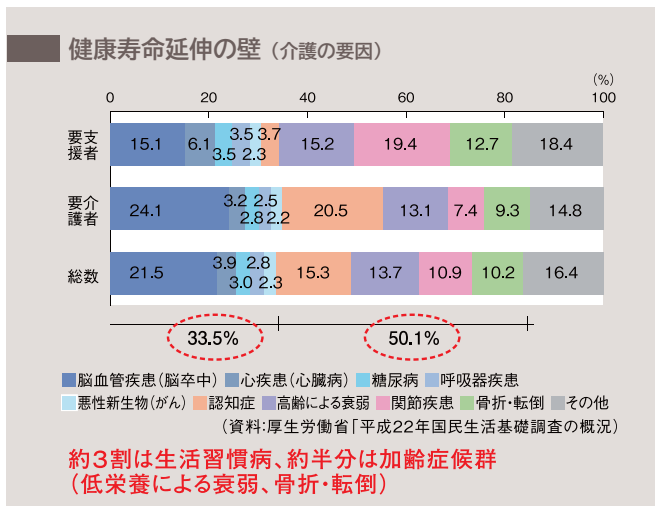
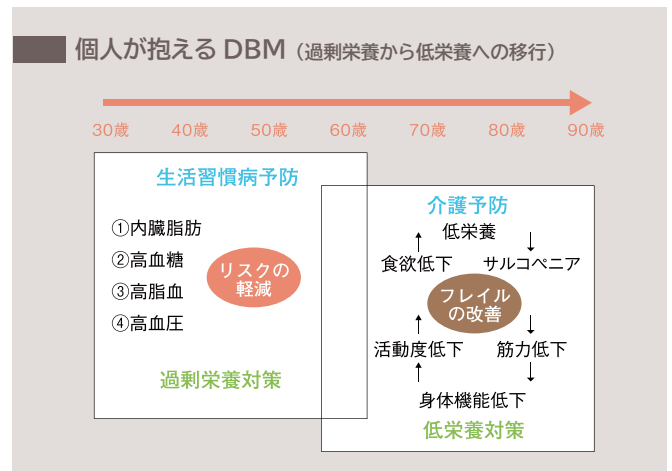
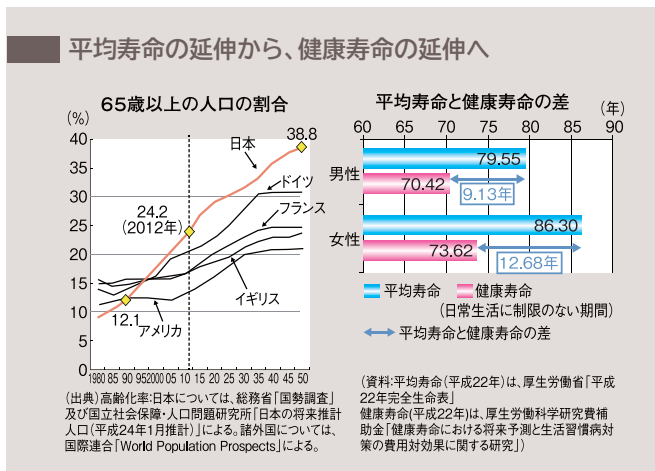
メタボ対策として、食べ過ぎは良くない、腹八分目

にしようとして指導してきたのが、高齢期を迎えるとある時点から介護予防を目的とした低栄養対策に切り替える必要が生じる。こうして図にすると分かりやすいのですが、個人の人生の歩みという視点からはどう思われるでしょうか。私はちょうどこの境にいますが、何月何日からギアチェンジしたらいいのか。これまで腹八分目を信じてきたのが、いつから腹いっぱい食べるようにしたらいいのか。その答えはまだ出ておらず、近いうちに研究に取り組んでいるグループが基準を発表すると思います。

## 生活習慣病の予防と牛乳・乳製品

次に、生活習慣病予防と牛乳・乳製品というテーマで見ていきましょう。医学誌The New England Journal of Medicineで2000年に発表された論文によると、病気 (急性心筋梗塞、さまざまがん、糖尿病など) の発症要因について遺伝子を解析するなどして調べたところ、病気の発現は遺伝要因よりも生活習慣という環境が大きく影響することが分かりました。全体を見ると遺伝要因が約30%、生活習慣が約70%で、左に挙げたような病気は、生活習慣の改善でその発症が抑えられる余地が大きいということなのです。

生活習慣病予防における牛乳の位置づけですが、牛



乳は脂質が多いとの誤解もあり、欧米スタイルの食事の代表のように思われて良くないといわれてきました。しかし、上西一弘先生などが横断的研究などを行った結果、牛乳乳製品はメタボリックシンドロームの発症に関与していないことが明らかになりました。牛乳の摂取量に応じて四つのグループに分け、牛乳をとらない人のグループのオッズ比を1とすると、摂取量の多いグループほどメタボリックシンドロームの発症率は低くなっています。また、腹囲、収縮時血圧、中性脂肪、HDL-C（悪玉コレステロール）などの危険因子は、牛乳乳製品の摂取によって低減しています。

現在では、生活習慣病予防における牛乳の役割の研究が積極的に行われています。その一つがナトリウムとカリウムの比率から調べたものです。減塩運動としてナトリウムの摂取量を減らすことは大事ですが、一緒にとるカリウムとの比率が大事です。ナトリウム摂取量が増大して、カリウムの摂取量が低下するほど循環器疾患や脳卒中による死亡率が高くなることが分かっています。

つまり、減塩と同時に適量のカリウムをとることが大事で、それに適した食品として野菜、果物、牛乳があるのです。牛乳の摂取と血中のNa/K比を調べたデータがありますが、「牛乳を毎日飲まない人」「時々飲む人」「毎日飲む人」では、毎日飲むとNa/K比が有意な低下を示します。牛乳を毎日飲む方が、電解質の観点からも良いのです。

また、牛乳は動物性油脂を含むから悪い、という話がありました。現在の日本人の食生活を見ると食事の欧米化は止まっています。昭和50年代から脂肪の摂取は増えているものの、平成に入ってはむしろ減り始めています。脂質の摂取量を国際的に見ると、欧米は総カロリーの4割程度を占めていますが、わが国は30%を切っています。脂肪の過剰摂取を問題にするレベルにはなく、このことはよく理解しておいてほしいと思います。

牛乳には、良質のタンパク質が含まれています。4種類（牛乳に含まれるホエイ、ツナ、七面鳥、卵アルブミン）のタンパク質を含む食事を摂取した際の、血糖とインスリンの変化を調べたデータを紹介します。ここで魚や牛乳由来のタンパク質は食後血糖値の増加を抑制し、インスリンの分泌は良くなることが分かりました。

私たちがやった実験で、朝食に野菜ジュースを飲んだらいいのか、牛乳の方がいいのか調べたところ、牛乳付加食では食後血糖値の増加が有意に抑制されることが分かりました。牛乳を飲むと食後の血糖値が下がるのはまず間違いのないと思います。

他にもさまざまな日本のスタディがあり、牛乳・乳製品の摂取が多いと脳卒中や心血管疾患での死亡が少なくなることを明らかにしています。また、柴田博先生らが高齢者（70歳）の牛乳飲用習慣と10年間の死亡との関係を調べたところ、牛乳をしっかりと毎日飲むと答えた人の方が、生存率が高いことも分かっています。高齢者の牛乳飲用は意味があるのです。

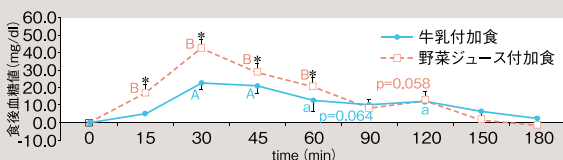
## フレイル予防と牛乳・乳製品

在宅介護を受ける高齢者の栄養状態について、厚労省補助事業による長寿科学研究班が調べたところ、既に「低栄養状態」が13%、「低栄養状態になる恐れ」のある高齢者は52%で、全体の6割以上が低栄養傾向にあることが分かりました。

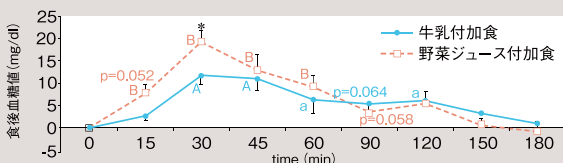
低栄養は体重減少を引き起こし、筋力が低下することで活動が低下して食欲が出ず、さらに低栄養を引き起こして衰弱していきます。こうした状態が続くと要介護状態に至る前段階である「フレイル」となります。「フレイル」とは、老化に伴うさまざまな機能低下や予備能力の低下により、疾病発病や身体機能障害に対する脆弱性が増す状態を指します。次の図の5項目のうち、3項目が当てはまるとフレイルとなります。

フレイルの特徴についてお話ししましょう。かつての栄養の教科書では、栄養欠乏症として、全体に食べる量が減るマラズムス、タンパク質だけが減るクワシオコルが代表的とされてきました。高齢者は、これらの混合型で発症していることが特徴です。筋肉だけが大きく減るのがサルコペニアですが、フレイルはBMI、体脂肪、筋

食後血糖値の経時的変化



CHO20g 当たりの食後血糖値の経時的変化

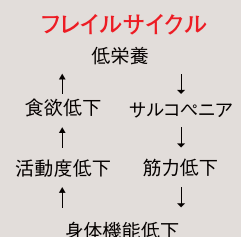


\*:p<0.05, \*\*:p<0.01 (対応のあるt検定)・群間比較  
a b :p<0.05, A B:p<0.01(Dunnettの検定)・群内における食前値との比較  
a A: 牛乳付加食, b B: 野菜ジュース付加食  
・牛乳付加食では食後血糖の増加が野菜ジュース付加食と比較して有意に抑制された  
・炭水化物摂取量で補正した場合にも同様の傾向が観察された

## フレイル（衰弱：要介護状態に至る前段階）

- ① 体重減少
- ② 主観的疲労感
- ③ 日常生活活動の減少
- ④ 身体能力(歩行速度)の減弱
- ⑤ 筋力(握力)の低下

3項目 フレイル  
1-2項目 フレイル前段階



肉、アルブミンが少しずつ低いレベルで全身が衰弱しています。こうした栄養状態を調べるとともに、最近はまだもっと簡単にフレイルの状態が分かる「指の輪っかテスト」が提唱されています。両手の親指、人差し指で輪っかをつくってもらい、ふくらはぎを囲んでもらうとスカスカになるのがフレイル状態です。おそらく将来、ウエストはメタボ、ふくらはぎがフレイルを判断基準として、個人によってどちらが重要かを判断して、個別の栄養診断をする時代がくると思います。

高齢者が栄養状態を良くしていくためには、腎臓病の人を除くと、タンパク質の摂取がカギとなります。タンパク質は食事からとる分に加え、腸管内の消化液中の分などが加わって体内に吸収されます。体内に取り入れられたタンパク質は、各種機能をもったタンパク質に合成されます。想像以上にタンパク質の新陳代謝は活発なのです。

日本の食事摂取基準では、タンパク質の推定平均必要量（EAR）は自分の体重当たり0.94g/kg体重/日です。およそ1と覚えてください。体重60kgの人は60gと考えればよいでしょう。高齢者の場合の推奨量はさらに2割増しで、体重に1.2をかけて求めてください。

タンパク質は、成人女性（18～29歳）が牛乳コップ1杯を飲んだ場合、1日の摂取基準量の13.2%をとることができます。その他、牛乳はビタミンやミネラルを多く含んでおり、筋肉に必要なアミノ酸を多く含んでいます。

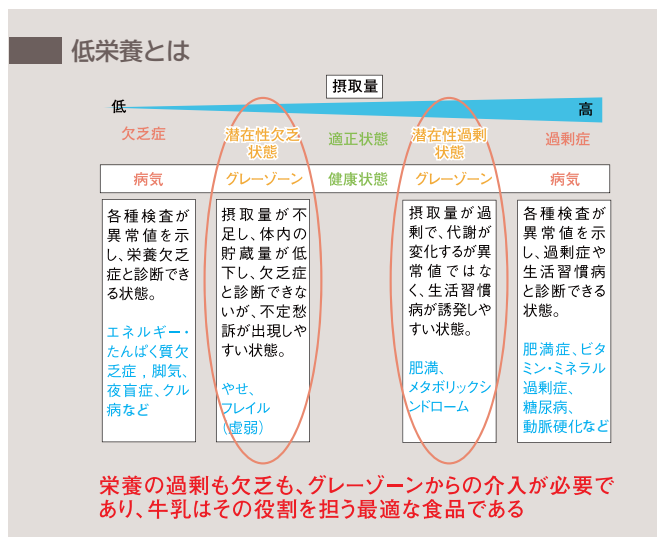
近年、残念なことに日本人のタンパク質摂取量は、各年齢とも減り始めてきています。その理由はよく分からないのですが、私は今の高齢者がメタボの洗礼を受けているために「食べないことがいいことだ、腹八分目がいいことだ」として少食の習慣のまま高齢者になっているからではないかと思えます。新しいタイプの高齢者の増加が、タンパク質摂取の減少につながっているのではないのでしょうか。

最近、学校給食に牛乳を付けるかどうか話題になりましたが、学校給食はかつての栄養補給から、正しい食パターンや食べ方を教える優秀な教材となっています。低栄養と過剰栄養が混在し始めた時代だからこそ、このような栄養教育の場を手放してはならないと思います。

栄養状態は欠乏症から過剰症まであるのですが、健康と病気の間には半健康があるように、栄養状態にもグレーゾーンが存在します。下図の右側のグレーゾーンが潜在性過剰状態でメタボの状態です。左側のグレーゾーンが潜在性欠乏状態です。これらは病気ではないのですが、栄養状態の改善のための介入が最も効果的なのは、このグレーゾーンです。病気になってしまったら、薬を使わざるを得なくなります。こうしたグレーゾーンにおける食事の介入の重要性について、認識され始めてきたことが重要です。

最後に、昨年、国際食糧政策研究所がまとめた「2014年世界栄養報告」の内容についてご紹介しましょう。世界的に著名な栄養学者がまとめたレポートですが、最初に出たレポートの基本理念がとても感動的です。そこには「良好な栄養状態は、人間の幸福の基盤になる」というキャッチフレーズが書かれています。「健康の基盤」ではなく、「幸福の基盤」というところがとても面白いと思うのです。私たちはこれまで「健康のため」と言ってきましたが「幸せな人生のため」の食事のあり方を考えた方がいいのではないかと、最近は思っています。

2013年、ロンドンで開催された「成長のための栄養サミット」は、東京オリンピックに引き継がれると聞いています。日本政府は、日本の栄養の取り組みを世界に発信すべきだと思います。なぜならば、わが国は栄養政策に最も成功した国だからです。だから世界一の長寿国を維持できて、飢餓も食べすぎも克服できました。そのことを世界に発信すれば、もっと国際貢献できると思っています。



※掲載内容は、原則、開催当時のまま採録しています。また、講師の肩書も当時のまま掲載しています。

## 乳脂肪をめぐる健康に関わるエビデンス：最近の動向

～牛乳乳製品摂取習慣と生活習慣病発症リスクとの関連性～

一般社団法人 適塩・血圧対策推進協会 代表理事 合同会社 生活習慣病予防研究センター 代表 医学博士 岡山 明 氏

「飽和脂肪酸」はエネルギー源として重要な栄養素の一つですが、一方で動脈硬化の進展につながる血中LDL-C(悪玉コレステロール)を上昇させる働きがあることが知られています。このことから、「飽和脂肪酸を多く含む牛乳の過剰摂取は動脈硬化を促進するのではないか」という考え方(仮説)があります。しかしながら、これが本当にそうなのかどうかは、長期にわたる疫学研究で確かめる必要があります。ところが、ここ1、2年のうちに世界的に牛乳乳製品の摂取習慣と生活習慣病の発症との関連性の解析が進んできました。その結果、この仮説はどうも当たらないのではないかとということが次第に明らかになってきています。また、最近食塩のとりすぎによる血圧の低下に向けて、カリウムの摂取を見直す動きが出てきていますが、牛乳はカリウムの供給源としても食品として優れた側面を有しています。今回は、この件に関する最近のエビデンスについて、その動向を説明いたします。

### 牛乳はいわば “完全栄養食” 人間に与える影響の解明は難題

牛乳が循環器疾患に与える影響について客観的に研究する中で、牛乳は非常に複雑な食品であるということが改めて分かってきました。牛乳は生まれたばかりの仔牛が、草を食べられるようになるまでとり続けるいわば“完全栄養食”で、含まれている栄養素は非常に多岐にわたります。そのような多岐にわたる栄養素が、人間に与える影響について解明するのは、非常に難しい課題です。そのような前提に立ち、人間を対象にしたさまざまな研究データを整理していくと、牛乳の効果が改めて見えてきました。

今回は、牛乳に含まれる飽和脂肪とカリウムに着目してみたいと思います。どちらも動脈硬化や生活習慣病と大きな関係があるからです。

### 日本人の循環器疾患は脳卒中が多く虚血性 心疾患が少ない 世界的に見て特異的

生活習慣病とは、栄養と食習慣、喫煙や飲酒などが引き起こす病気の総称です。その中でも、脳卒中や心筋梗塞は、高血圧や糖尿病、脂質異常などを介して起こることが分かっています。

#### 日本人の循環器疾患の特徴

- 脳卒中が主である >> 虚血性心疾患
- 脳卒中を原因とした介護・認知症も多い。
- 欧米は虚血性心疾患が主である。
- 男性においては、虚血性心疾患発症率が世界で最も低い国の一つ
- 女性は虚血性心疾患発症率がさらに低く、しかも半数は80歳以上で発症する。

特に、循環器疾患と呼ぶのは、脳卒中と虚血性心疾患、心不全の三つです。そして、日本人の循環器疾患については、脳卒中が非常に多いという、世界的に見ても特異的な傾向を示しています。この傾向は、東アジアに共通しています。虚血性心疾患は非常に少なく、特に、日本人女性は、世界で最も虚血性心疾患になりにくい国民であるといえます。これに対して、欧米では虚血性心疾患が主流をなしています。

例えば、フィンランドでは年間10万人当たり800人が心筋梗塞を起こすのに対し、日本では、30～40人というデータがあります。赤ワインポリフェノールの抗酸化作用でフランス人に心筋梗塞が少ないといいますが、実はフランス人より日本人の方がはるかに少ないのです。日本人になぜこんなに少ないのかということは、世界の謎の一つといわれています。

一方、脳卒中について、日本は世界的に見ても中くらいの罹患率を示しています。脳卒中は、要介護状態につながりやすいという社会的な問題もはらんでいます。

日本人は、男女ともに心筋梗塞になりにくいので、公衆衛生の立場から循環器疾患の予防について考える場合は、脳卒中を中心に検討するのが一般的なのです。

### 脳卒中には高血圧、喫煙、糖尿病が影響 脂質異常は影響せず

こうした脳卒中の原因について調べるために、私たちは「前向き研究(疫学研究の一つ)」を行っています。これは、大勢の被験者を対象に、全員が健康なうちに健康診断をしておき、何年もの間、経過を観察し、脳卒中を発症した人たちに共通する原因を健常者のグループと比較検証するというものです。

そのような前向き研究から、心筋梗塞には、高血圧、喫煙、糖尿病、そして脂質異常の四つが影響する



ことが分かっています。これに対して脳卒中には、高血圧、喫煙、糖尿病までは同様に影響しますが、脂質異常はあまり影響しないという特徴があります。その理由は、動脈硬化が太い血管にしか起こらず、心臓の血管は太いので脂質異常の影響による動脈硬化が起こりやすいが、脳の血管は細いのでその影響を受けにくいからです。つまり、脳卒中予防を考える場合、脂質はあまり重視しなくてもよいというのが、大きなポイントです。

### これまで実証されてきた飽和脂肪酸の弊害は牛乳乳製品に当てはまるか？

以前、血清総コレステロール値が低く飽和脂肪酸の摂取量が少ない日本人の集団と、飽和脂肪酸の摂取量が多い米国人の集団を比べ、後者で虚血性疾患による死亡率がきわめて高いことから、飽和脂肪酸が虚血性疾患の発症に影響するという「脂肪仮説」が作られました。

それ以外にも、飽和脂肪酸をとると血清総コレステロール値が上昇することは、人でも動物でも実証されています。飽和脂肪酸の摂取量と虚血性心疾患死亡に強い関連があることや、血清総コレステロール値が高いと虚血性心疾患死亡率が高いことも報告されています。飽和脂肪酸摂取を減少させると国単位でコレ

ステロール値が下がり、虚血性疾患死亡率も低下しています。血清総コレステロール値を薬物で低下させると虚血性心疾患が減少することも実証されています。

ところで、栄養素が人間にどのような影響を与えるかについて研究するとき、食品の場合、機序（作用する仕組み）からの説明はきわめて難しいことが分かっています。それは、食品中にはさまざまな栄養素が含まれていて、それらが複合的に作用するからです。

それでは、飽和脂肪酸の多い牛乳乳製品は、虚血性心疾患とどのような関係があるのでしょうか？ これまで実証されてきた飽和脂肪酸の弊害は、そのまま牛乳乳製品に当てはまるのでしょうか？

ところで、コレステロールは、悪玉と呼ばれるLDLコレステロールと善玉と呼ばれるHDLコレステロールに大別されます。LDLコレステロールは動脈硬化の原因となり、HDLコレステロールは、不要となったコレステロールを回収する役割をしています。このためLDLコレステロール値が少し高くても、HDLコレステロールが働いていれば、ゴミはたまらないということになります。つまりLDLコレステロール値が高くHDLコレステロール値が低い状態が、動脈硬化が進む可能性が高いといえます。

LDLコレステロールは、大部分が肝臓で作られますが、飽和脂肪酸をとると値が上がり、不飽和脂肪酸をとると下がるのが分かっています。よく、「脂ものを控える」という方がいらっしゃいますが、不飽和脂肪酸まで控えるというのは本末転倒です。

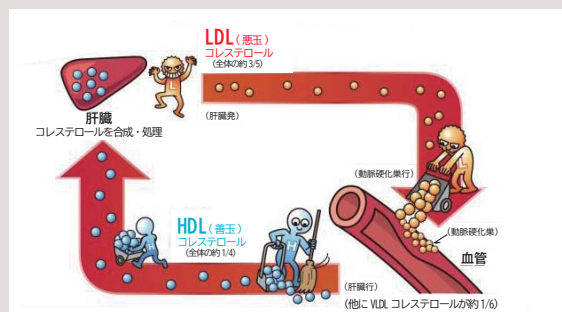
#### 心筋梗塞と脳卒中のリスク



#### 「脂肪-コレステロール-動脈硬化」仮説と乳製品の疫学

- 飽和脂肪酸が血清総コレステロール値を上昇させることは動物実験や人の介入試験で証明されていた。
- 飽和脂肪酸の摂取量と虚血性心疾患死亡に強い関連があることがKeysらの7カ国研究で報告された。
- 血清総 (LDL) コレステロール値が高いと虚血性心疾患死亡率が高いことは世界でも日本でも報告されている。
- 飽和脂肪酸摂取を減少させることで国単位のコレステロール値を低下させることができた。
- 虚血性心疾患死亡率も低下した。
- 血清総コレステロール値を薬物 (スタチン) で低下させると虚血性心疾患が減少する。
- 飽和脂肪酸の多い乳製品は虚血性心疾患とどのような関連があるか？

#### コレステロールの種類と役割



#### 脂肪の見分け方



飽和脂肪酸は肉やお菓子、乳脂肪などに含まれる、冷蔵庫に入ると固まる脂の成分で、不飽和脂肪酸は魚やサラダ油など、冷蔵庫に入れても固まらない脂の成分です。

### 牛乳はLDLコレステロール値、HDLコレステロール値を共に高め脂質異常や動脈硬化に影響せず

ここで、飽和脂肪を含む牛乳について、日本人を対象とした驚くべき疫学研究のデータがあります。牛乳を飲むと、血清総コレステロール値は上昇しましたが、LDLコレステロールだけでなく、HDLコレステロール値も上がったのです。しかもその比率は、ほぼ同一でした。つまり、脂質異常や動脈硬化に強い影響を与えることはないということが分かったのです。

### 牛乳は血圧を下げ、糖尿病や脳卒中も予防 世界の疫学研究のメタアナリシスで明らかに

さらに、複数の疫学研究のデータを統合的に分析するメタアナリシスという手法で、世界の多数の「前向き研究」を調査したところ、牛乳やヨーグルトは血圧を下げ、糖尿病や脳卒中も予防するということが、明らかになりました。また、チーズやバターについては、これらの疾患に対する影響はありませんでした。つまり、牛乳乳製品の摂取が循環器疾患を引き起

#### 牛乳摂取状況と血清脂質との関連 —日本人の疫学研究から—

日本人を対象として牛乳を習慣的に飲んでいる人とそうでない人の脂質値を比較した研究は少数ある。これらの研究のまとめを以下に示した。

検査値	牛乳摂取
血清総コレステロール	↑
LDL コレステロール	↑
HDL コレステロール	↑
LDL/HDL コレステロール比	—
中性脂肪	↓

#### 乳製品と循環器疾患の関連のまとめ

	主な栄養素	危険指標			虚血性心疾患	脳卒中
		高血圧	糖尿病	脂質異常 (LDLC/HDLC)		
牛乳・ヨーグルト	飽和脂肪酸 カリウム カルシウム	↓	↓	⊖	⚠	⬇
チーズ	飽和脂肪酸 食塩 カルシウム	—	—	—	—	—
バター・乳脂肪	飽和脂肪酸 (食塩)	—	—	—	—	—

○牛乳摂取者は要介護になりにくい可能性が高い(今後、エビデンスが必要)

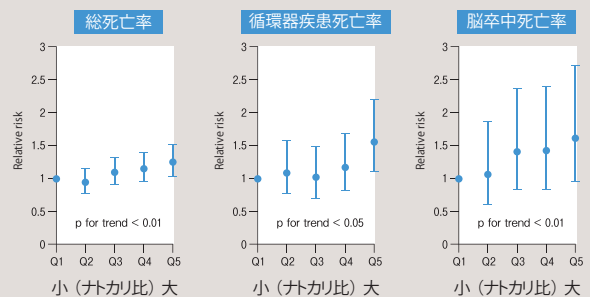
すというのはどうやらなさそうだということが分かってきたのです。脳卒中を予防するという事は、要介護にもなりにくいことが想定されます。介護についてのエビデンスはまだあまりありませんが、もし牛乳を飲むことで介護も予防できるとなると、60、70代の人の食習慣改善の一つの手段としてさらに重要度は高まるということになります。

### 牛乳の中に多く含まれるカリウムが脳卒中予防に貢献

では、なぜ牛乳が脳卒中予防に効くのでしょうか？それは、塩分を排泄し血圧を下げる作用のあるカリウムが牛乳には多く含まれているからです。実際、日本人でもナトリウムが多くてカリウム摂取が少ないと早死にする・脳卒中が増えるというデータがあります。

日本人は、塩分摂取量が多いと思われるがちですが、日本より多い国はかなりあります。ところが、ナトリウムに対するカリウムの割合（ナトリウム・カリウム比）で見ると、日本と韓国と中国が世界のワースト3となっています。その原因は、乳製品の摂取量が日本や東アジアでは少ないからではないかと考えられています。

#### 日本人でナトリウム（食塩）が多く、カリウム摂取が少ないと、早死にする・脳卒中が増える



NIPPON DATA80 24年追跡によるナトリウムカリウム比5区分別の総死亡、循環器疾患、脳卒中死亡率の年齢調整相対危険度と95%信頼区間(男女合計) BMJopen 2016

#### 乳製品の主な栄養素

表1 主な乳製品の100g当たりの栄養素

単位	普通牛乳	ヨーグルト (全脂)	プロセスチーズ	バター (有塩)	生クリーム (乳脂肪)
エネルギー Kcal	67	62	339	745	433
糖質 g	4.8	4.9	1.3	0.2	3.1
タンパク質 g	3.3	3.6	22.7	0.6	2
総脂肪 g	3.8	3	26	81	45
飽和脂肪 g	2.33	1.83	16	50.45	27.62
多価不飽和脂肪 g	0.12	0.1	0.56	2.14	1.39
一価不飽和脂肪 g	0.87	0.71	6.83	17.97	10.33
コレステロール mg	12	12	78	210	120
カルシウム mg	110	120	630	15	60
カリウム mg	150	170	60	28	80
ナトリウム mg	41	48	1100	750	27
食塩換算量 g	0.1	0.1	2.8	1.9	0.1

世界保健機構（WHO）では、1日3.5g以上のカリウム摂取を推奨していますが、日本人の平均摂取量は2g程度です。カリウムは、野菜や果物とともに牛乳にも豊富に含まれています。牛乳の場合、コップ1杯200ccの中に300mg含まれていますので、毎日飲むことがカリウムの摂取量を増やす非常に良い手段となるのです。

日本の乳製品の摂取量は非常に少なく、ニュージーランドやフィンランド、英国の1/3以下、ブラジル、米国、デンマーク、ドイツの1/2にも満たない状況です。日本では、男性は10代まで、女性は中学生までは、牛乳を1日コップ約1杯飲用していますが、20代以降は約1/2杯に落ち込んでしまいます。このようなデータからも、特に中高年以降は、循環器疾患と介護を予防するために、もっと牛乳をとる必要があるのです。

### “ナト・カリ食”も活用し 味付けを変えずに減塩を

牛乳以外でカリウムをとる方法として、食品中のナトリウムを減らしてカリウムを増やす“ナト・カリ食”が挙げられます。“ナト・カリ食”でも、その置換量が2割までならおいしさは変わらず減塩できます（それ以上だとカリウム独特のえぐみが出てきます）。この場合、単純な減塩量は2割ですが、カリウムの作用で35%くらい減塩したのと同様の効果が得られます。このように、味付けが変わらなくても減塩できるという概念を、適塩・血压対策推進協会では推奨しています。

実は、この“ナト・カリ食”と牛乳は非常に相性が良いため、献立を組み立てる際にこうした特性を活用（い）かせば、さらに大きく減塩することが可能であると考えています。

※掲載内容は、原則、開催当時のまま採録しています。また、講師の肩書も当時のまま掲載しています。

# 毎日の牛乳で、不足しているカリウムの補給を！

人間総合科学大学人間科学部健康栄養学科教授、医師(医学博士) 奥田 奈賀子 氏

日本では、欧米に比べて依然として脳卒中の発症頻度が高く、高血圧は脳卒中などの循環器疾患に大きく影響しています。高血圧の要因である食塩(塩化ナトリウム)の摂取過多は、全ての国民に当てはまります。今回のメディアミルクセミナーでは、循環器疾患における栄養疫学研究の成果から、血圧調節において上昇因子のナトリウムや低下因子であるカリウムの摂取について、最新エビデンスとともに紹介します。1980年代の国際共同疫学研究「INTERSALT」、栄養と血圧に関する国際共同疫学研究「INTERMAP」、国民健康栄養調査のコホート研究「NIPPON DATA」の結果を交えながら、高血圧予防における牛乳の活用について考察します。

## 牛乳に含まれるカリウム 人生100年時代の救世主

カリウムの重要性は日本ではまだ認知度が低いですが、高血圧や脳卒中、心臓病の予防において、とても大きな役割を演じてくれるプレーヤーだと思えます。人生100年時代といわれる中で、牛乳に含まれるカリウムが役に立つからです。

2016年の死因統計によると、日本で最も多いのがんで29%。次いで心疾患15%、肺炎9%、4番目に脳卒中の8%でした。一方、米国では、心疾患が一番多く23%、がん22%、不慮の事故6%、COPD（慢性閉塞性肺疾患）6%と続き、脳卒中が5%、アルツハイマー病が4%でした。

では、人生100年時代にどんな病気を予防するのがよいでしょうか。私は脳卒中だと思います。危険因子が分かっている治療手段がある、すなわち予防が可能だからです。脳卒中の最大の危険因子は、日本人では高血圧です。私も関わっているNIPPON DATA80という研究では血圧が高くなるにつれて、脳卒中で死亡する危険度が上がります。最もリスクが低いのが至適血圧で、上の血圧が120まで、下の血圧が80未満です。脳卒中を予防するには、血圧は低い方

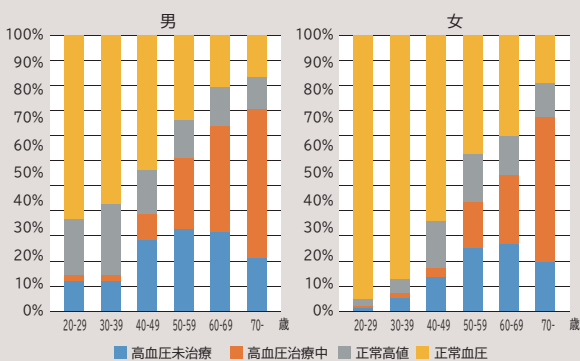
がよいのです。若いうちは多少血圧が高くても元気だからと放っておいていいわけではなく、相対危険度で見ると若い年代の高血圧によるリスク上昇はより高いのです。

## 依然多い日本人の高血圧 予防の生活習慣が健康づくりの鍵に

NIPPON DATA80、90という研究があります。これは1980、90年に当時の厚生省が実施した循環器疾患基礎調査をベースとしています。心臓病や脳卒中の危険因子である血圧や血糖値、コレステロール、肥満、食習慣などの状況を全国の約1万人を対象に調査しました。1994年以降、研究班により継続的な追跡調査が行われ、さまざまな危険因子や生活習慣と脳卒中死亡との関連が研究されています。これにより高血圧による日本人のリスクが詳しく分かってきました。平成28年の国民健康・栄養調査では、男女ともに年齢が上がるにつれて正常血圧の人が少なくなり、70歳以上は男女とも7割以上が高血圧です。高血圧は、治療に先だって、まず予防するライフスタイルを考えるべきなのです。

日本高血圧学会は高血圧治療ガイドラインで、高血圧の人が気をつける生活習慣を挙げています。1番目は減塩で、食塩摂取量を1日6g未満にすることを勧めています。

高血圧有病者および治療の状況 (H28年)



H28年国民健康・栄養調査

## 血圧上昇に関連する生活習慣

生活習慣 改善項目 (高血圧治療ガイドライン 2014)

1. 減塩 食塩(塩化ナトリウム) 摂取量 6g/日未満 カリウムの摂取増加
- 2a. 野菜・果物 野菜・果物の積極的摂取
- 2b. 脂質 コレステロールや飽和脂肪酸の摂取を控える  
魚(魚油)の積極的摂取
3. 減量 BMI (体重(kg) ÷ [身長(m) × 身長(m)]) が 25 未満
4. 運動 中等度の強度の有酸素運動を中心に定期的に(毎日30分以上を目標に)行う
5. 節酒 エタノールで男性は 20-30ml/日以下、女性は 10-20ml/日以下
6. 禁煙 (受動喫煙の防止も含む)

日本高血圧学会

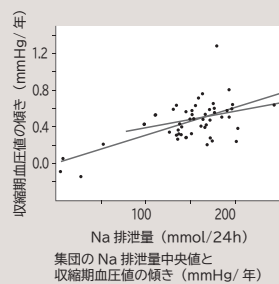
す。2aとして野菜・果物の積極的な摂取です。カリウムがたくさん含まれるからです。2bはコレステロールや飽和脂肪酸を控えること、つまり肉より魚を勧めています。3番目が減量、4番目は適度な運動、5番目は節酒で1日1合まで、6番目は禁煙です。たばこは動脈硬化の強力な促進因子であり、心臓病や脳卒中の大きな危険因子だからです。

## 東アジア地域は食塩摂取過多 カリウム不足も深刻さ増す

INTERSALTという、多量ミネラル（ナトリウム、カリウム）と血圧の関連についての1980年代の大規模国際共同研究があります。INTERSALTでは、世界32カ国、52の集団で男女合わせて1万人以上の食塩、カリウム摂取量を推定し、血圧との関連を検討しました。その結果、日本、中国、韓国、香港など東アジア地域は非常に食塩摂取が多いことが分かりました。一方カリウムは少ない方でした。ナトリウム、カリウムの尿中排泄量と血圧、体格、飲酒の有無などを解析することにより、食塩摂取量が多いと血圧値は高い、カリウム摂取量が多いと低いことが分かりました。すなわち分母にカリウム、分子にナトリウムをおいた比である、ナトカリ比が高いと血圧値が高く、BMI値が高値だと血圧値が高く、アルコール摂取量が多いと血圧も高いことも分かりました。

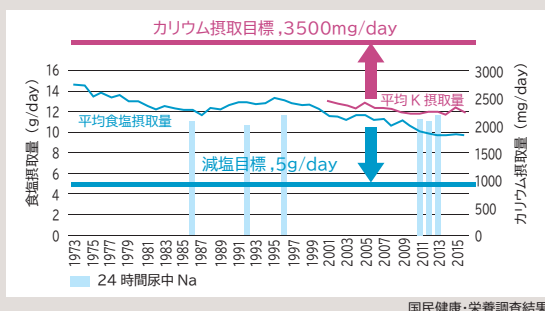
### INTERSALT 研究で得られた知見

- ・食塩（ナトリウム,Na）摂取量が多いと血圧値は高い。
- ・カリウム（K）摂取量が多いと血圧値は低い。
- ・Na/K比が高いと、血圧値は高い。
- ・BMIが高値だと、血圧値は高い。
- ・適量たりアルコール300ml以上摂取すると、血圧値は高い。



Rose, G., and J. Stamler. "The INTERSALT study: background, methods and main results. INTERSALT Co-operative Research Group." *Journal of human hypertension* 3.5(1989):283-288.

### 減塩目標・カリウム摂取目標量 (WHO) と日本人の摂取量



さらに、INTERMAPという研究があります。栄養と血圧の国際共同研究でナトリウム、カリウムだけでなく、他の栄養因子についても調べたものです。米国、英国、中国、日本の4カ国、合計17カ所で行いました。24時間思い出し法という非常に詳細な栄養調査を行った結果、英国、米国に比べて日本、中国は食塩摂取量が多いこと、血圧を下げるカリウムに関しては英国、米国が多くて、日本、中国は少ないことが分かりました。カルシウム、マグネシウムは高血圧に対して予防的に働きますが、これら高血圧に良い効果を発揮するミネラルも欧米に比べて、日本、中国は少なめでした。日本人の食塩摂取源としては、しょうゆ（およそ1日2g）、漬物、佃煮（およそ1日1.4g）、塩干魚・魚介缶詰、みそ汁、めん類、パン、かまぼこ、ハム、ソーセージなどが挙げられました。

## 必須ミネラルのカリウム 牛乳を飲む人で摂取量が増加傾向

INTERMAPの日本人調査対象者で、濃い味が好き、あるいは薄い味を好む人の食品摂取傾向を集計しました。しょっぱいものが好きな人は、みそ汁や漬物・佃煮、塩干魚を多く食べていました。野菜をおひたしや煮物にして食べているので、しょうゆをたくさん使っています。しょっぱいものが好きな人は白いご飯もたくさん食べる、すなわち和定食パターンを好んで食べていることが分かりました。一方、薄味を好む人はパンを多く食べ、牛乳もたくさん飲んでいました。野菜もサラダや炒め物で食べる人が多いことが分かりました。食塩摂取量が少ない人は、牛乳や洋風の食事を多く食べていたのです。

世界保健機関（WHO）の減塩目標は、1日に5g未満です。日本の国民健康・栄養調査結果では、徐々に下がってきてはいるものの、まだ倍ぐらい食べています。カリウムの摂取目標をWHOは1日最低3,500mg以上と設定しています。日本人は現状の倍くらい食べなければ目標には届きません。塩をたくさんとる一方で、カリウムは少なめである日本人の現状は、高血圧予防という点では、理想から遠いと言わざるを得ません。

健康のために重要なミネラルとして、カルシウム

### 自然の食材と加工食品のナトリウム、カリウム

	ナトリウム	カリウム
自然	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆肉や魚に0.1-0.2%含まれている。</li> <li>◆味はない（通常）。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆野菜、果物、肉、魚 etc. に0.3-0.5%含まれている。</li> <li>◆味はない。</li> </ul>
加工品	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆高塩分の調味料が古来利用されている。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆高濃度のカリウムは塩味（苦みを伴う）を呈する。</li> <li>◆「むくみを改善する」サプリメント。</li> </ul>

(骨の健康に)、鉄(貧血予防)、これらと並んでカリウムを挙げます。カリウムは野菜、果物、豆腐などにたくさん含まれています。カリウムを十分にすることはナトリウムの体外への排出を助け、高血圧を予防します。カリウムは肉や魚にも入っていますが、味はしません。カリウムは加工のためにあまり添加されていませんが、高濃度では穏やかな塩味があるため一部、減塩調味料に利用されています。カリウムは高血圧予防にぜひともってほしいミネラルです。

植物性食品はもちろん、肉や魚、牛乳など動物性食品にも豊富に含まれているカリウムは、生命の維持、体をつくるための必須ミネラルです。牛乳をコップ1杯(200ml)飲むと300mgが摂取できます。カリウムは水に溶け、油に溶けないので、脂肪組織には含まれません。ですから赤身の多い肉や魚にたくさん含まれます。脂肪分の少ない肉、魚はカロリー控えめなので太りにくく、肥満予防にもお勧めです。

NIPPON DATA 80、90では、カリウム摂取量5分位で、牛乳・乳製品の摂取量を見ました。その結果、カリウム摂取量が多い人では牛乳摂取量が多いという結果でした。

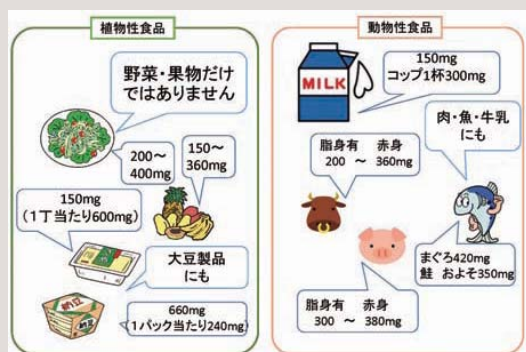
INTERMAPでは、日本、中国はイギリス、アメリカに比べカリウム摂取量が少ないのですが、統計データからみると、国民1人当たりの年間牛乳摂取量は、日本は30kg、中国20kg、イギリス92kg、アメリカは70kg程度です。伝統的に牛乳をたくさん飲む欧米ではカリウム摂取量が多いのです。

### まだまだ足りないカリウム摂取量 優れた補給源はコップ1杯の牛乳から

厚生労働省は日本人のカリウムの1日当たり摂取目標量を男性3,000mg、女性2,600mgとしています。直近の国民健康・栄養調査結果で男性は2,356mg、女性は2,000mg未満であり、日本の摂取目標量はWHOよりも少なく設定されているのです。

これまでの私たちの観察研究から、うす味にできる

#### 食品に含まれるカリウム量(100g当たり)



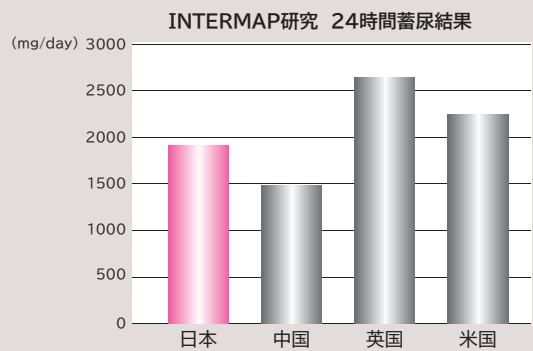
人は、牛乳をよく飲んでいる人と考えられました。牛乳そのものが非常に良いカリウム摂取源であり、牛乳を飲む食生活は減塩、高血圧予防と相性が良いのです。今の日本人のカリウム摂取量は2,000mg前後ですから、牛乳コップ1杯飲むとカリウムを300mgとれるので、平均的には15%も追加できることになります。カリウム摂取には野菜・果物も大切ですが、最も高血圧を予防してほしい勤労世代の男性にとっては難しいかもしれません。高血圧予防のためカリウム摂取源として、牛乳は手軽でおいしく、しかも経済的な飲み物です。

高血圧を予防する食事の指標としてナトカリ比があります。ナトリウムが少なめでカリウムが多めなほどナトカリ比が低く、高血圧予防的ということです。NIPPON DATAの結果でナトカリ比が高い人、つまりしょっぱいものが好きでカリウムをあまりとらない人は脳卒中、心臓病を合わせた循環器病死亡リスクが高いことが示されました。ナトリウムが多くカリウムが少ない食生活を続けていると、死亡のリスクが高まるのです。

### 牛乳摂取とコレステロール値 健康を左右する注目すべき研究結果

岩手県北コホート研究という脳卒中多発地域での研究があります。そのベースライン調査結果から牛乳をたくさん飲むの方が血圧が低めという結果が出ています。血液中のコレステロールでは、牛乳をたくさん飲むの方が悪玉コレステロールと呼ばれるLDLコレステロールが高めであるという結果が出ています。しかし、私たちは善玉コレステロールといわれるHDLコレステロールは、牛乳をよく飲むの方が高いということに着目しています。HDLを特異的に上げる薬剤はないので、牛乳にその効果があるのか、期待されるどころです。

#### カリウム摂取量と牛乳消費量



カリウム摂取量の多い国民で、牛乳消費量も多い。

主要国飲用牛乳類消費量より

## 若いうちからの牛乳・乳製品の摂取が 高血圧・循環器病予防の近道に

高齢者の高血圧有病率は7割を超え、集団での高血圧対策が必要な状態です。高くなってからではなく、20代のうちから予防するのが大事です。もちろん高血圧になったら必要な治療や生活習慣の改善、減塩、野菜・果物を食べることは必要です。食塩はとりすぎで、カリウム摂取不足の日本人において、牛乳摂取を習慣化できればカリウム補給、ナトカリ比低下に役立ち、ひいては高血圧・循環器病予防効果が期待できると思います。データでは牛乳をたくさん飲む人で血圧が低め、LDLとHDLは高めという結果が出ていますが、これら総合して考察し、私どもとしては牛乳を飲む習慣は、日本人において脳卒中に対して予防的に働くのではないかと考えています。

### 高血圧を予防するための食事



ミネラルプロファイルの改善のために、

減塩と、牛乳でカリウム補給を。  
手軽。美味しい。経済的。

※掲載内容は、原則、開催当時のまま採録しています。また、講師の肩書も当時のまま掲載しています。





contents  
5

---

牛乳をもっと深く知る



## 乳糖の最大無作用量は、体重50kgの女性なら 実は牛乳ビン4本分も

被験者は私の勤務する大学の学生を公募、BMIが普通の範囲で、抗生物質を飲んでいない、便秘の症状がないことなどを条件にインフォームドコンセントを行った後に実験を開始しました。乳糖の摂取は30gから始めて40、50gと増量していき、最大量が60gです。ラクチトールは下痢を誘発しやすいことが分かっていたから12gから始め、最大量は40gに設定しました。被験者は下痢を起こした時点で実験を終了します。また乳糖は水に溶かして飲んでもらうのですが、非常に飲みにくく、途中でドロップアウトする人も出てきますから、被験者数には多少違いがあります。

結果を申しますと（表1）、乳糖30g摂取では下痢を起こした人はなく、40gでは49人中5名、50gでは42人中16名が下痢を起こしました。ところが60gをとっても半数近くの人には下痢を起こしていません。かなり個人差があるということです。ラクチトールの場合は40gをとるとほとんどの人は、下痢とは判断しないまでも、おなかがゴロゴロと鳴ったり、おなかが張って、おならがよく出たりといった症状が出ます。しかし、ここでもデータには乳糖と同じようなばらつきが出ています。日本人にとって乳糖の下痢誘発には感受性の高い人もそうでない人もいるということですが、それを含めて実験データを基に体重当たりの下痢誘発時の摂取量を算出し、最大無作用量を計算しました。結果は、乳糖で体重1kg当たり0.71g。つまり体重50kgの人であれば、35.5gの乳糖を摂取しても、特異体質でない限りほとんど下痢を誘発する心配はないだろうということです。これは牛乳ビンに換算すると4本ぐらいに相当します。一方、ラクチトールは0.36gという値が出ました。

これまでに私自身、あるいはほかの研究者の実験結果からほかの難消化吸収性オリゴ糖、糖アルコールの最大無作用量を紹介します（表2）。これでお分かりになると思いますが、乳糖の最大無作用量は他の糖類

に比べてかなり高いのです。エリスリトールなどは容易に吸収されるために大腸に到達する量が少なく、そのため大腸で高浸透圧性の下痢が起こりにくいわけです。ということは、乳糖の値が高いのもラクターゼ活性が高いことが原因ではないかと推測できるはずですが、ところが、ラクターゼ活性を計測してみると、意外にも低いという結果が出てきました。

乳糖の最大無作用量が小さくないにもかかわらず、牛乳を飲むと下痢を起こしやすいというのであれば、ここで牛乳に含まれるタンパク質やミネラル、脂肪の影響を考慮に入れなければいけません。そこで、牛乳の中に、先の実験と同じように段階別に量を調節した乳糖を加えて実験してみました。結果は、牛乳の形で飲むから下痢しやすくなったという法則性は見いだしませんでした。ただ、冷たい牛乳と温めた牛乳とでは、胃から十二指腸への移行がゆっくりと進む温かい牛乳の方が消化が進むので、下痢を起こしにくいことは十分考えられます。

## ラクターゼ活性は誰でも低い 下痢の原因は腸内細菌にあり

いずれにせよ、乳糖の最大無作用量が他の難消化性オリゴ糖や糖アルコールに比べて大きい理由が十分に説明できていません。そこで私たちは乳糖と腸内細菌との関係に注目しました。

ここで消化されない糖類やオリゴ糖、糖アルコールが体内でどのような経路をたどっていくかを見てみましょう（表3）。いわゆる、腸内細菌の働きによって糖類からピルビン酸ができ、それが酢酸、酪酸、プロピオン酸といった短鎖脂肪酸に転換されて大腸から吸収され、エネルギーとして利用されます。消化しにくいオリゴ糖や糖アルコールでも、砂糖の半分ぐらいはエネルギーとして利用されているということです。

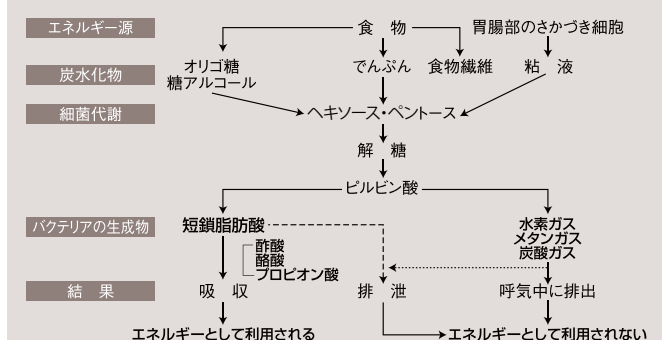
一方、ピルビン酸から短鎖脂肪酸が生産されるときに、水素ガス、メタンガス、炭酸ガスが発生し、これは呼吸の中に排出されます。私たちの細胞からは水素

表2 難消化吸収性オリゴ糖・糖アルコールの最大無作用量

	男 (g/kg 体重)	女 (g/kg 体重)
エリスリトール	0.46	0.68
キシリトール	0.37	0.42
ソルビトール	① 0.17 ②0.15	① 0.24 ②0.30
マルチトール	① - ②0.30	① 0.30 ②0.3
ラクチトール	0.25	0.36
ラクトース (乳糖)	-	0.71
トレハロース	-	0.65
ラクチュロース	-	0.32
セロビオース	-	0.36
フラクトオリゴ糖	① - ②0.3	① 0.34 ②0.4
乳果オリゴ糖	① - ②0.6	① 0.8 ②0.6
ゲンチオオリゴ糖	-	>0.61

①奥らによる測定値 ②その他のヒトによる測定値

表3 腸内細菌の発酵作用が、難消化性糖 / 難吸収性糖からエネルギーを生成するまでのメカニズム



ガスは発生しませんから、この水素ガスは腸内細菌の働きによって出てきたものと考えられます。逆に呼気中の水素ガスの量を測ることによって、大腸の中でどれだけの糖類が腸内細菌によって分解されているかを知ることができます。

私たちはこの考え方を使って、乳糖を摂取したときに呼気に水素ガスがどれくらい出るかを測ってみました。実験は最初に乳糖30gを飲んでもらい、その後30分おきに採血と呼気の採取を行い、これを6時間続けました。

まず血糖値とインスリンの量を計測してみました。先ほど申しましたが乳糖は分解されるとガラクトースとグルコース（ブドウ糖）に分かれます。消化酵素などで分解されれば15gのグルコースができるわけですから、その分、血糖値が上がるはずですが、そこで対照とするために15gのブドウ糖を飲んでもらった被験者のデータと比較すると、ブドウ糖を摂取した被験者では30分後に血糖値の明らかな上昇が見られますが、乳糖でははっきりとしたピークが見られませんでした。ごくわずかな上昇は、乳糖が加水分解されてブドウ糖がわずかに遊離したことによるものと思われる。

血中インスリン濃度の測定でも30gの乳糖を摂取した場合に有意差が出るほどの変化は見られませんでした。

一方、このとき呼気に出てくる水素ガスの量では、消化されて大腸に到達しないグルコースは腸内細菌に分解されることはないわけですから、ほとんど出ていません。逆に小腸ではほとんど消化されないラクチトールは、摂取して1時間から90分ぐらいたつと次第に増加、乳糖でもそれなりに増加してきます。つまり、ラクチトールと同じように、消化されない分が大腸に移行して、そこで腸内細菌に分解されていることを示しているのです。

同じことを、乳糖摂取量を10gに減らし、若い女性を被験者にして実験してみたところ、血糖値とインスリン濃度では有意差が認められるほどのピークは観察できませんでしたが、呼気中の水素では摂取後3~4時間後に小さなピークが見られました。

30g摂取のデータと10g摂取のデータを重ね合わせて検討してみると、要するに乳糖を10g摂取しても血糖値や血中インスリン濃度はほとんど上昇しない。しかし乳糖10g摂取では呼気水素ガスがわずかに上がり、30g摂取では顕著に上がる。そして6時間後ぐらいに元のレベルに戻ってくる。つまり、この10g程度が日本人のラクターゼの消化吸収の能力ではないのか、というふうに考えております。

## 腸内活性を高めるコツは “早い時期から” “繰り返し飲む”

にもかかわらず、先ほどの最大無作用量で見た通り、

ほとんどの人は30gをとっても下痢を誘発するに至りません。恐らくこれは、牛乳や乳製品を日常的に繰り返していることにより、乳糖を分解する腸内細菌が増え、そのために大腸の浸透圧を上がりにくくし、下痢の誘発も少なくなっている——このように考えられるのではないかと思います。

それでは日本人の小腸のラクターゼ活性がいったいどれくらいなのか、長崎の医師の協力を得て、手術で摘出された小腸の組織片をいただき、それを使って小腸のラクターゼ活性を測定してみました。患者さんは60代、70代の高齢者なのでラクターゼ活性は低いとみていいと思います。

問題は組織のどの部位を採っているかなんです。というのは、同じ小腸内でも場所によって活性に差があります。今回の実験では小腸の一番下、大腸に近い部分、それから下から20cmぐらい上の部位、それに空腸の下側（消化酵素の活性が高いと推定できる部分）、2名の患者さんは、かなり下の方をサンプルにしています。いずれも、がんなどの患部のちょっと横、酵素活性が測れそうな部位をごく一部使いました。

乳糖の活性はスクラーゼやマルターゼ、イソマルターゼといったほかの二糖類消化酵素に比べてきわめて低いことが分かりました。消化酵素活性も高い空腸の部分でも、例えばスクラーゼは「6」程度、マルターゼ活性は「20」といった値が出ていますが、乳糖は0.21に過ぎません。サンプルを提供していただいた患者さんが高齢であることを考慮に入れても、日本人の場合はラクターゼ活性は低いということが言えると思います。ラットと比較してみたデータもありますが、やはり動物でもほかの酵素に比べて乳糖の活性は低いのです。

最後に、ラクターゼによって分解されるラクトースの量は1回10g程度と申しましたが、これは6時間で計測していますから、1日分は単純計算して4倍、40g程度ではないかと考えられます。

また腸内細菌による乳糖の分解量には個体差がありますが、6時間で25gぐらいではないかと推定されます。これは1日で約100g。消化酵素が消化する能力と、腸内細菌が分解してエネルギーとして利用する、つまり資化する能力を合わせて単純計算すれば、日本人の場合、1日に100gぐらいまで耐えられるのではないかと思います。

本日紹介しました研究以外でも、動物モデルを使った実験などから、乳糖を繰り返すことで乳糖を資化できる腸内細菌が増える傾向にあることは分かりました。しかし具体的にどういう種類の細菌が増えているのかは明らかになっておりませんので、これからの研究成果が待たれます。

Q 例えば乳糖を分解する腸内細菌を持たない人でも、下痢をしないように加工した牛乳は開発されているのでしょうか？

A 最初から乳糖を分解した商品が市販されていますが、乳糖そのものを最初から抜いてしまうというのは、抜くこと自体がなかなか大変だと思います。胃腸に冷たい刺激を与えないため、温めて飲むという方法もあります。

Q 妊娠前は牛乳で便秘を解消されていた方が、妊娠後に牛乳を飲んでも、便秘が解消されないと言われる妊婦さんが多いようなのですが、妊娠すると乳糖に対する反応が鈍くなるものなのでしょうか？

A ホルモンのバランスの変化に伴って腸内菌叢が変わることで、ラクターゼ活性が高くなったり低くなったりすることは考えられますが、ラクターゼ活性が高くなって乳糖が大腸にあまり行かないから便を柔らかくする力がなくなるわけではないと思います。むしろホルモンバランスの影響で、二次的に腸内菌叢が変わるということではないでしょうか。乳糖自身が腸内細菌によって分解された場合、この時にビフィズス菌や乳酸菌が多くなることで、便やおならの悪臭が、マイルドになることがいろいろな面で分かっております。ただ妊婦さんの場合は、腸内菌叢が変わってきているのではないかと思います。もちろん、だんだんおなかが大きくなって腸が圧迫され、大腸のぜん動運動が抑えられ排便機能が抑制されてくるために便秘になるということも考えられます。

※掲載内容は、原則、開催当時のまま採録しています。また、講師の肩書も当時のまま掲載しています。

# 牛乳タンパク質における生体防御機能

～ミルクムチン複合体が示す抗がん作用と感染防御作用～

岐阜大学応用生物科学部教授・農学博士 金丸 義敬 氏

母乳には赤ちゃんを感染から守るための成分が含まれていることはよく知られています。しかし、実は牛乳にもヒトの免疫力の向上に役立つ成分が多く見つかっているのです。牛乳をはじめとする乳の生体防御機能について研究されている岐阜大学応用生物科学部の金丸義敬教授に、牛乳と免疫についてのお話を伺いました。

## 自然免疫と獲得免疫の二つのシステムで感染を防御する

私たち人間の体は、微生物などの外からの攻撃に対して自らの体を守る高度に発達したシステムを持っています。感染の原因となるものが体の中に入ってくると、まず自然免疫というシステムが働きます。自然免疫は食細胞やナチュラルキラー細胞などが担いますが、その効力は強くないため、獲得免疫を発達させて、感染源に対して特異的に防御をし、感染から回復します。獲得免疫の最も大きな特徴の一つが免疫学的記憶で、この記憶があるために再感染が起りません。これにはよく知られる抗体(免疫グロブリン)などが働きます。

今日は、自然免疫系と獲得免疫系のそれぞれの物質が牛乳の中にあり、それが実際にわれわれの役に立ってくれるということをお話します。

赤ちゃんに母乳を飲ませるのは非常に重要です。赤ちゃんは免疫のシステムだけではなく、体全体のあり方が未熟で、体を守るために補助的な、あるいはもっと重要な働きをするものを母親が母乳を介して伝えるのです。人間の場合は科学技術の発達で育児用調製乳がありますから、必ずしも母乳を飲ませなくても赤ちゃんは十分に育ってくれます。ところが、ほかの哺乳動物は母親の乳を与えないと死んでしまいます。つまり、ほかの動物にとって、乳は不可欠な食べ物なのです。

牛乳にはたくさんの物質が含まれていますが(図1)、中でも覚えておいていただきたいのは、牛乳が白く見える理由になっているカゼイン、クリームとも呼ばれる脂肪球、ヨーグルトの上澄みの透明な液体である乳清(ホエー)です。今回取り上げるのはミルクムチン複合体、乳清タンパク質(ホエータンパク質)の $\alpha$ -ラクトアルブミンや抗体です。

図1



母乳には抗体やムチンがあり、それらが乳幼児の体を守ることに役立っていることはよく知られています。私の研究は牛乳においても、これらの物質が本当に体を守ってくれるのかどうかを実験で示すことです。

## 牛が作ったロタウイルスの抗体が赤ちゃんの下痢を抑える

感染は、微生物や毒素といった病原体が、ある標的とする細胞に影響を与えて成立します。牛乳中の成分が感染を防ぐメカニズムとしては、①獲得免疫成分としての抗体がまず直接病原体に作用して、感染の最初の出来事をブロックする、②ミルクムチン複合体のような自然免疫成分がやはり病原体の標的細胞への影響をブロックする、③ $\alpha$ -ラクトアルブミンのように病原体には直接作用せず、病原体の標的細胞の側に作用して、結果的に病原体の感染をブロックするという、三つのパターンがあります(図2)。

まず最初に獲得免疫成分である抗体を取り上げます。

われわれは血液中に大量の抗体を持ち、腸管に抗体を流し出して環境中の微生物に対して抵抗しています。抗体にはIgA、IgD、IgE、IgG、IgMといった種類があり、それぞれ違う役割を持っています。

赤ちゃんは誕生時には母親の体から受け取ったIgGを血液中に高いレベルで保っていますが、その後は消費され、母親由来の抗体は8カ月程度でなくなります。一方、胎児のうちから、自身でも徐々に抗体を作り、血液中のIgGは1年ほどで80%程度とほぼ成人レベルにまで達します。ところがIgAやIgMは、1年たっても20%程度にしかありません。特にIgAは腸管の生体防御を担う最も基本的な抗体で、そのため赤ちゃんは腸管の感染を起こしやすいのです。

そこで、それを補うように、母親は母乳を介して赤ちゃんにIgAをはじめとする抗体を伝えます。母親は自分が住む環境中の微生物の影響を受けて抗体を作り、分娩(ぶんべん)すると自分の抗体を乳腺の細胞に取り込ませて、母乳に移行させるのです。こうして母乳を飲んだ赤ちゃんのおなかの中では母親由来の抗体が働きます。

ただし、これは母親と赤ちゃんが同じ環境に生きてい

ればの話で、例えば乳母のように違った場所にいた女性と赤ちゃんの間では、個別的で厳密な意味での母子の抗体のやりとりはないかもしれません。そういう意味では母親が母乳を与えるのは非常に重要なことなのです。

さて、牛乳の抗体をヒトの免疫に利用するアイデアは100年近く前から出されていました。

われわれはロタウイルスを予防するために牛乳の抗体が利用できないかと考えました。ロタウイルスは激しい下痢とそれによる脱水症状を起こし、主にアフリカやアジアの発展途上国で毎年約87万人の赤ちゃんの死亡原因になっています。有効なワクチンの作成が急務なのですが、残念ながら一度できたワクチンは副作用が強く、市場から消えてしまいました。現在は有効なワクチンがなく、このロタウイルスを予防できるかは大きな課題です。

そこで牛にロタウイルスを注射して(過免疫という)抗体を作ってもらい、牛乳に伝わったその抗体がロタウイルスの予防に使えるかどうかをマウスを使って確認しました。便の状態は、ティッシュペーパーの上に落とすと、かろうじて形を保つのが軟便、完全に形が崩れるのが下痢と判断します。

ロタウイルスの投与の1時間前にこの抗体の入った牛の初乳(分娩直後の母乳)を与えておくと下痢が全く見られず、一方、そういう処置をしない、あるいはロタウイルスの代わりに別のもの(ウイルスの培地)を投与しても、ほとんどの場合で下痢が起きてしまいます。つまり、過免疫した牛から採った初乳を与えることによって下痢を予防できるという結果が出ました(図3)。

古いデータですが、宮城県がんセンターの海老名先生との共同研究で、1991年1月から2月にかけてのロタウイルスの流行時に、ある保育所の1歳までの赤ちゃんたちに、抗体入りの牛乳を投与しました。A:抗体入りの牛乳を与えない群10人、B:下痢の症状が見られた後で投与した群4人、C:1日おきに投与した群

図2 乳による生体防御

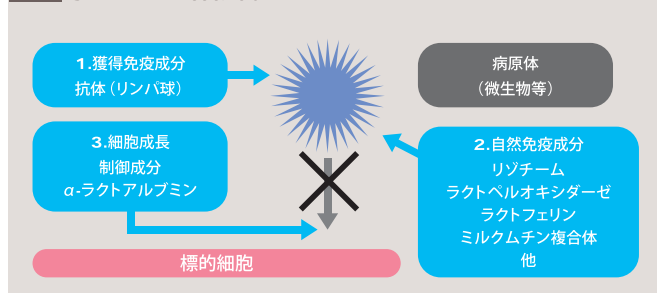


図3 Protective Effect of Cow Colostrum Against MO-Induced Diarrhea\*

初乳試料	実験群	マウスの数	下痢の数	下痢/トータル	下痢の割合
W-350	A	5	0	0/10	0
	B	5	0		
K-428	C	5	0	0/10	0
	D	5	0		
3-16-A	E	9	0	0/16	0
	F	7	0		
3-16-P	G	10	0	0/15	0
	H	5	0		
Unimmunized colostrum	I	5	5	10/10	100
	J	5	5		
Control MEM	K	8	7	21/23	91.3
	L	8	8		
	M	7	6		

\*One hour before being challenged with  $10^6$  FCFU of the human rotavirus MO strain, 5-day-old BALB/c suckling mice were orally inoculated with 50  $\mu$ l of colostrum

From Ebina, T. et al.: Passive Immunization of Suckling Mice and Infants with Bovine Colostrum Containing Antibodies to Human Rotavirus, J. Med. Virol., 38, 117-123, 1992

3人、D：毎日投与した群3人 それぞれのグループに分けると、AとBではほとんどの赤ちゃんに下痢が見られましたが、Cでは下痢をしたのは1例、Dでは誰も下痢をしませんでした。こうしてヒトでも病原体に対する予防手段として牛の抗体を使えることが明らかになりました。

このように過免疫した牛の抗体を使う研究は既に多く発表されています。しかし、過免疫をすると、その牛の出す牛乳は一般の市場に出せず、限られた使い方しかできません。そこで普通の牛乳にこのような働きがないかを調べてみると、いろいろな病原体に対する抗体があることが分かります。

例えば、ロタウイルスに対する普通の牛の初乳では、過免疫した牛の初乳に劣らない、強い活性を示すものがあります。これは恐らくロタウイルスに自然感染をしたためで、多数の牛をスクリーニングすれば、必ずしも過免疫しなくてもこういった抗体が得られると推測されます。ただし、スクリーニングの方法や抗体の有効性は今後検討しなくてはならないでしょう。

### ミルクムチン複合体も ロタウイルスの感染防御に有効

さらに、標的細胞への病原体の感染を予防できる成分を探すうち、ミルクムチン複合体という物質に出会いました。ミルクムチン複合体は、牛乳から脂肪とカゼインを除くとできる乳清に含まれるタンパク質の濃縮物から分離します。分子が大きいのが特徴で、牛乳の中では一番大きなサイズの分子の塊といえます。牛乳に近い白さで白濁していますが、沈殿はせず、溶液状になっています。

ムチンは一般的にウイルスの感染作用を防御するとされ、いろいろな種類があります。そこで、ミルクムチン複合体のほか、牛の顎下（がくか）腺、豚の胃、卵にあるムチンにロタウイルスとロタウイルスが増殖するためのMA104細胞を混ぜた後、培養して観察しました。すると、ミルクムチン複合体はほかのムチンに比べ、強い活性を示しました。

次に、まさに多くの成分の複合体であるミルクムチン複合体の中で何が重要かを見るために、ミルクムチン複合体を分子の大きさによってバラバラに分けました。量は一番大きなサイズの集合体が最も多かったのですが、最も強い活性を持っていたのは一番小さい分子サイズの集合体でした。また、別の方法でタンパク質の性質によって分離しても、やはり小さい分子サイズのものの集合体の活性が高いことが分かりました。

実際にミルクムチン複合体を応用するために、市販される牛乳と同様、加熱殺菌をした場合の活性を調べてみました。そうすると、ミルクムチン複合体の活性

そのものは加熱によって落ちるところかむしろ若干増え、加熱の影響を受けずに十分使える状態で保持されることが示されました。さらに、ミルクムチン複合体の活性の本体に近いと考えられる分子のサイズの一番小さい部分を取り出すと、この部分は過免疫した牛の抗体と同レベルの高い活性を持っていました。

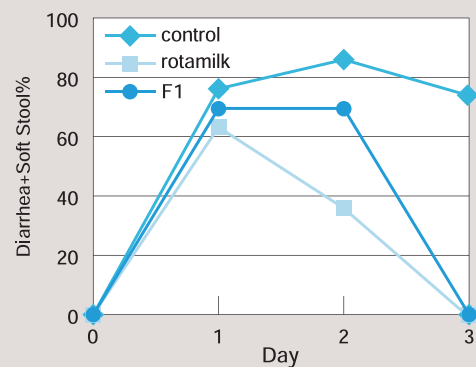
続いて、やはり動物実験も行いました（図4）。分娩後5日目の赤ちゃんマウスにロタウイルスと投与すると下痢を起こし、自然に回復するものの、3日目でも80%近い感染状態になります。しかし、ロタウイルスの投与1時間前にミルクムチン複合体を与えると下痢が完全に抑えられます。これは抗体入りの初乳を与えた前述の実験と同様の結果でした。

こうして細胞レベル、それから動物レベルで感染防御の可能性が示されたことで、赤ちゃんたちに応用できるのではないかと研究を続けているところです。

ミルクムチン複合体がどのように働くかは、抗体とよく似ています。抗体はウイルスが標的細胞に付く前にウイルスに先にくっつくことで、標的細胞への結合を防ぎます。ミルクムチン複合体も標的細胞にあるウイルスがくっつく部分（レセプター）とよく似た化学構造を持っており、ウイルスが誤って認識して結合するために、感染がブロックされると考えられます。

ミルクムチン複合体には、感染阻害のほかにも、がん細胞増殖阻害、コレステロール吸収阻害、微生物の阻害など、さまざまな生理活性があると推測されています。

図4 ヒトロタウイルスが引き起こす下痢に対する予防効果



	MIC	Litter	n	Diarrhea		
				Day		
				1	2	3
Control		A	5	2	4	0
		B	3	2	3	2
Rotamilk 3mg/ml	0.3	C	4	0	0	0
		D	4	0	0	0
F1 60mg/ml	25	E	4	0	0	0
		F	2	0	0	0



## 間接的に免疫作用をする $\alpha$ -ラクトアルブミン

一方、抗体やミルクムチン複合体のように病原体に直接作用するのではなく、標的細胞の側に影響を与えて感染を防御するものについても調べると、 $\alpha$ -ラクトアルブミンにその可能性があることが明らかになりました。

$\alpha$ -ラクトアルブミンは乳にしかない乳糖（ラクトース）を合成する際の必須のタンパク質として知られていますが、カルシウムや脂肪酸と結合することから、最近、カルシウムや脂肪酸の有効利用に使えるかもしれないと注目されています。

この $\alpha$ -ラクトアルブミンをラットの腸細胞IEC-6を培養する際に入れると、IEC-6のDNA合成が止まり、数が増えません。細胞が死滅してしまうのです。その後、 $\alpha$ -ラクトアルブミンの分子の大きさを分けると、分子の大きな $\alpha$ -ラクトアルブミンと通常の $\alpha$ -ラクトアルブミンとに分離され、細胞を死滅させる能力を持つのはこの大きな $\alpha$ -ラクトアルブミンであることが判明しました。別の方法で分離しても、やはり大きな分子量を持つ群に活性があることが分かりました。このことは今まで全く知られていなかった事実です。

この $\alpha$ -ラクトアルブミンの細胞を殺す作用は感染防御につながるのか、あるいは逆に感染を促進させるのかを確認するために、動物実験を行いました。

今度は、ロタウイルスの投与の前には何もせず、ウイルス投与の後に下痢が起こって1日目に $\alpha$ -ラクトアルブミンを与えます。何も処置をしない群では4日目でも40%程度の感染状態ですが、 $\alpha$ -ラクトアルブミンを下痢後の1日目に与えると、4日目には感染が全く見られなくなり、回復の速度が速いことが見てとれます。つまり、 $\alpha$ -ラクトアルブミンは感染防御に働くわけで、今このメカニズムを研究中です。

また、この $\alpha$ -ラクトアルブミンはヒトの大腸がん由来のCaco-2細胞を死滅させることも分かっており、がんにも有効かもしれないと考えられます。

人間も含め、新生哺乳動物にとって、乳は成長に必要な栄養素の供給源であるとともに、新生時期の感染などから身を守る防御機能の未熟さを補うためにも不可欠です。

今日お話ししたように、乳タンパク質には、病原体に直接働いて病原体の標的細胞への吸着を妨げるものと、標的細胞に働き掛けて防御作用を発揮するものの二つの働きがあります。前者の作用の主役は獲得免疫成分として特異的そして効率的に病原体を排除する抗体、さらには抗体が足りないときに補完する自然免疫成分としてのさまざまなタンパク質です。後者は細胞の成長を調節するタンパク質で、細胞の増殖を促進する、逆に阻害する、あるいは分化誘導といって、細胞の状態をコントロールするという作用を通して、感染から消化管を防御していると考えられます。このように牛乳を含め、哺乳動物の乳は身体を守るための自然の知恵がまだまだたくさん秘められていることがお分かりいただけたと思います。

### 質疑応答

**Q** ロタウイルスについて教えてください。

**A** ロタウイルスは衛生環境の良くないところに存在しており、便を媒体として食べ物から感染しますが、空気感染はありません。感染すると激しい下痢を起こし脱水症状を起こします。発展途上国では、ロタウイルスの感染により多くの新生児が死亡しておりますが、先進国では死亡例はほとんどありません。感染しても正しい処置を施せば、死に至ることはありません。

**Q** 牛乳中に含まれるミルクムチン複合体の含有量はどのくらいでしょうか。

**A** 量としては微量です。1kgの牛乳を使って、数十mgのミルクムチン複合体を分離することが可能です。

**Q** 初乳と通常乳とで成分や免疫作用に関してどのくらい差がありますか。

**A** 獲得免疫に作用する抗体も、他の成分に関しましても一般に初乳の方が通常乳よりも多く、作用も強いといえます。しかし、 $\alpha$ -LA（アルファラクトアルブミン）は初乳と常乳で変わらず、ミルクムチン複合体微粒子よりももっとたくさん含まれておりまして、1kgのミルクに対して1200mgつまり1.2gという非常に高濃度なタンパクとして牛乳内に含まれております。

※掲載内容は、原則、開催当時のまま採録しています。また、講師の肩書も当時のまま掲載しています。

# トランス脂肪酸、いま分かっていること、分からないこと

～脂質摂取からみた日本人への影響・牛乳乳製品の関わり～

九州大学・熊本県立大学名誉教授、加工油脂栄養研究会会長 菅野 道廣 氏

食品中に含まれるトランス脂肪酸は、大量に摂取すると動脈硬化などによる心臓疾患へのリスクを高めるとして、世界各国で食品表示の義務化や規制などが始まっています。注目を集めるトランス脂肪酸について、長年研究を続けてこられた九州大学・熊本県立大学の菅野道廣名誉教授にお話しいただきます。

## 米国での規制をきっかけに 世界中で注目が高まった

脂肪成分の90%以上は脂肪酸です。グリセロールに脂肪酸が三つくっついた中性脂肪を私たちは食品として摂取しています。脂肪酸のうち、トランス脂肪酸は何度も話題になっていますが、今回ほど大きく取り上げられたことはなかったように思います。それは2003年7月9日に米国FDA（食品医薬品局）が「2006年1月1日よりトランス脂肪酸の表示を義務化する」との公示をしたことがきっかけです。以降、日本でも“米国の情報をうのみにして”騒動が始まりました。トランス脂肪酸は確かにある意味では危険ですが、この“危険”はどう考えればいいのか。

トランス脂肪酸は酸化しにくく、優れた物性（テクスチャー）を持つ特徴があり、代表的なものではマーガリンやショートニングなどに含まれています。ショートニングは菓子に使用するとサクサクとした食感が出せ、揚げ菓子はカラッと仕上がるため、さまざまな加工食品に使われています。

米国では心臓病が死因のトップで、日本の数倍の人が亡くなります。心臓病のバックに血液中のコレステロール濃度があるため、悪玉のLDL-コレステロールを増加させ、心臓疾患のリスクを高めるとされるトランス脂肪酸を恐れる人がたくさんいます。カリフォルニアの小さな町Tiburonでは、2004年にトランス脂肪酸を含まない油しか使わない“Trans fat-free zone”を設けているほどです。

日本でも、トランス脂肪酸は2%以下にすべきだとい

うデンマークでの勧告に基づき、一部雑誌で各種食品の判定が行われていますが、このような判定をすることにどのような意義があるかは疑問です。

## 国によって規制の対象となる トランス脂肪酸はばらばら

すべての脂肪酸は炭素が鎖のようにさまざまな長さでつながった物質です。脂肪酸には飽和脂肪酸と不飽和脂肪酸があります。炭素と炭素が二重結合したものが不飽和脂肪酸と呼ばれ、炭素に結びつく水素の向きでシス型とトランス型の2種類に分かれます。(図1)

天然の脂肪酸のほとんどはシス型（シス酸）です。液状のシス酸を固体にして取り扱いやすくするために水素を添加すると、一部がトランス型（トランス脂肪酸）に変わります。私たちが日常口にする食品にはトランス脂肪酸が含まれているものがあり、一番多いのは部分水素添加油脂です。マーガリンやショートニングではその量が50%に及ぶものもあります。そのほか、精製植物油に2%ほど含まれています。牛など反芻（はんすう）動物の体脂・乳脂にも約5%含まれていますが、これは反芻動物の胃の中で微生物が作るもので、バクセン酸のような限られた種類です。食品に使われるトランス脂肪酸は化学的な触媒反応で作るため、実際にはいろんなトランス化合物ができます。

規制の対象となるトランス脂肪酸の定義は各国でさまざまです。FDAの「非共役で、トランス配位の二重結合を一つ以上含む不飽和脂肪酸」という定義は広く受け入れられています。これは化学構造に基づく定義で、反芻動物由来のトランス脂肪酸も含まれることとなります。ところが、デンマークの法規制では、反芻動物由来のトランス脂肪酸は含めません。これは反芻動物由来のトランス脂肪酸が安全なためか、あるいはデンマークの国策なのかは定かではありませんが、バクセン酸は体内で一部が健康に好ましい影響力を持つ共役リノール酸に転換されることが分かっています。

図1 飽和脂肪酸と不飽和脂肪酸の構造の違い



(2004年12月、内閣府食品安全委員会トランス脂肪酸ファクトシートより)

## 食品表示など規制が 広く行われるようになった

米国ではFDAの規制で2006年1月1日から、1回の摂取（サービング）でトランス脂肪酸0.5g以上含まれる食品に表示が義務化されました。FDAは表示義務化で年間250～500人の命が救われると試算していますが、0.5g以下の食品を数多く摂取した場合にどうなるかは分かりません。また、ニューヨーク市など、都市単位でのレストランの食事の規制が始まっていますが、トランス脂肪酸は材料だけでは正確な値が出ないので、トランス脂肪酸の含量をどのようにして測定するかが問題です。

デンマークは世界で最初に厳しい規制をした国です。2003年6月から、トランス脂肪酸含有量が油脂100g当たり2gを超える食品の販売を禁止、また、「トランス脂肪酸フリー」の表示は、トランス脂肪酸1g/100g以下の製品にのみ許可しています。カナダは米国と同様の規制をしています。EUや英国では諮問中で、まもなく規制表示案が出そうです。オランダでは企業が自主規制に動きまし、オーストラリアやニュージーランドでも企業が任意表示を始めています。韓国でも、トランス脂肪酸の摂取量を2010年までに2005年の5分の1以下にし、2007年後半から表示を義務化するようです。

日本では2004年6月、内閣府の食品安全委員会が、トランス脂肪酸を含む食品について、安全性を検討することを決めました。その後、食品安全委員会のファクトシートでは「諸外国と比較して日本人のトランス脂肪酸の摂取量が少ない食生活からみて、トランス脂

肪酸の摂取による健康への影響は小さいと考えられます」と結論づけています。実際に、日本人のトランス脂肪酸摂取量は1日当たり平均1.56gで、摂取エネルギーに占める割合は0.7%程度です。（図2）

厚生労働省が発表した日本人の食事摂取基準（2005年版）では、「欧米諸国の研究で、トランス脂肪酸摂取量の増加は虚血性心疾患のリスクを高めるとの報告があるが、日本人での摂取量や、各摂取レベルにおける安全性については未知である」として、触れていません。

## コレステロールを上げることが、 心臓血管疾患のリスクを高める

トランス脂肪酸の影響としては、心臓血管疾患が最も恐れられています。血清コレステロール濃度への悪影響と動脈硬化促進作用があるとされているからです。

従来、血清コレステロール濃度を下げするためには、飽和脂肪酸の低減が言われていましたが、臨床研究の結果、不飽和脂肪酸であるトランス脂肪酸は悪玉のLDL-コレステロールを増加させ、善玉のHDL-コレステロールを減少させるため、飽和脂肪酸より悪い作用をすることが分かっています（図3）。また、疫学調査や動物実験から、がん、糖尿病、肥満、肝機能障害、妊婦・新生児への影響（多価不飽和脂肪酸代謝への干渉）、不妊症などが関係すると報告されています。

米国の疫学調査では、トランス脂肪酸摂取量がエネルギー換算で2%増加するごとに心臓血管疾患のリスクが23%増し、トランス脂肪酸を減らせば毎年3万人が救われる、また、影響の出る摂取量については摂取エネルギーの3%でも悪影響が見られる、とされています。日本では1%程度なので、統計的には有意差はない範囲の摂取量です。米国の研究者の解析では、LDL-コレステロールはエネルギー比で4%から、HDL-コレステロールではもう少し多くなってから有意差が出るとしています。

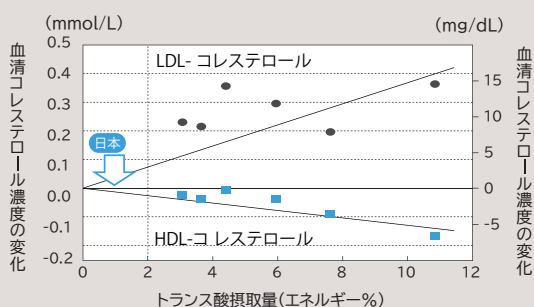
そして、なぜかこの事実はほとんど考慮されていませんが、不飽和脂肪酸の仲間のリノール酸には血清コレステロール濃度低下作用があります。同時に食べて

図2 トランス脂肪酸の1人当たりの摂取量

	1日当たり摂取量(g)	摂取エネルギーに占める割合(%)
日本(平均)	1.56	0.7
米国(成人平均)	5.8	2.6
EU(男性平均)	1.2~6.7	0.5~2.1
EU(女性平均)	1.7~4.1	0.8~1.9

（2004年12月、内閣府食品安全委員会トランス脂肪酸ファクトシートより）

図3 トランス酸の血清コレステロール濃度に及ぼす影響



P.L.Zock and M.B.Katan(1996)

図4 トランス酸とリノール酸との関係

脂肪酸(%)		血漿コレステロールの変化(%)
トランス酸(A)	リノール酸(B)	
35	13	2.69
27	11	2.45
18	6	3.00
27	11	2.45
19	10	1.90
18	22	0.82
10	37	0.27
11	31	0.35
8	33	0.24

E.A.Emken(1992)

いる脂肪酸の種類と量がトランス脂肪酸の影響を修飾するのです(図4)。米国人と比べ、日本人のトランス脂肪酸摂取量は少なく、リノール酸の摂取割合は高いため、日本人ではトランス脂肪酸の影響は低いとみなされます。

このことは日本人と米国人の脂質の摂取を比較するとよく分かります(図5)。米国人はエネルギー中の脂質の割合が高く、また脂質のうちリノール酸の摂取割合が低くて、多価不飽和脂肪酸(polyunsaturated, P)と飽和脂肪酸(saturated, S)の比(P/S比)が低いのです。つまり、トランス脂肪酸の影響が出やすいのです。しかも米国人は $\alpha$ -リノレン酸などのn-3系脂肪酸の摂取量が低く、トランス脂肪酸の摂取量が多いので、心臓病を起こしやすいと考えられます。

### 反芻動物由来のトランス脂肪酸は問題がない？

いまや部分水素添加により生成するトランス脂肪酸は“Industrially produced trans fatty acid”と呼ばれ、自然界に存在するトランス脂肪酸と区別されています。両者の生理機能に差があるのかが、問題となっています。

ヒトに実際に食べさせて比較した臨床実験はなく、報告があった四つの疫学調査の結果では、反芻動物由来のトランス脂肪酸は心疾患とは結びつかず、心疾患を進行させるという正の相関は報告されていません。むしろ低下作用があるとの報告もありますが、統計学的には有意ではありません。少なくとも、反芻動物由来のトランス脂肪酸はそう問題がないのではないかと考えられます。この原因は、反芻動物由来のトランス脂肪酸の摂取量が少ないこと、あるいは生物学的な効果に違いがあるためなのかもしれません。別の因子が関係している可能性もあります。

図5 脂質の摂取状況

脂質	米国	日本
総脂質	35 en %程度	25 en %
P/S比	0.5 程度	1
n-6/n-3比	15 程度*	4
トランス酸	2 en %以上	1 en %程度

\*事実上 n-3系脂肪酸欠乏状態

Dietary Guidelines for Americans, 2005および食事摂取基準(2005年版)

図6 マーガリンのトランス脂肪酸含有量

マーガリン	トランス酸(%)	
	1996	2002/2003
日本 マーガリン プリントタイプ	19.3	13.5
タブタイプ	11.1	9.9
ファットスプレッド	12.2	8.0
英国 マーガリン プリントタイプ	10.9	—
タブタイプ	8.0	2.5

日本食品油脂検査協会(油化学, 1998)

デンマークの規制対象から反芻動物由来のトランス脂肪酸が外された理由は、①摂取量が少ないこと、②水素添加のできるトランス脂肪酸を避けることは容易であり、避けても健康を障害することはないが、反芻動物由来のトランス脂肪酸を避けるのは難しい、というものでした。

この問題については、昨年、EFSA (European Food Safety Authority) は、「現時点で、反芻動物由来のトランス脂肪酸と水素添加した植物油由来のトランス脂肪酸との間での代謝的リスクパラメーターに及ぼす影響に違いがあるのかどうかを結論することはできない」としています。

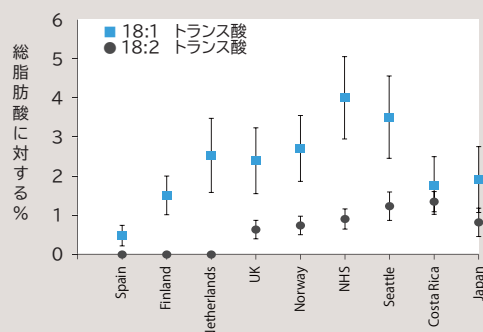
### 食品のトランス脂肪酸の含有量は減少傾向にある

トランス脂肪酸が規制される前に米国で食品中の含有量を調べたところ、1食で15gを超えるものもありました。しかし、最近では含有量は減っています(図6)。

トランス脂肪酸の含有量を減らす技術は開発されていますが、マーガリンからトランス脂肪酸を減らすときに、飽和脂肪酸を増やすケースもあるので、注意が必要です。せっかくトランス脂肪酸を減らしても、飽和脂肪酸を増やすと、心臓血管疾患のリスクは改善できません。

実際にトランス脂肪酸をどれくらい食べているかについての報告は多くありませんが、体内の脂肪組織中のトランス脂肪酸のレベルは、米国人では多く、日本人は少なめでした(図7)。体内に入った脂肪酸の組成は、食事脂肪の脂肪酸組成を反映しますので、これは食事から摂取するトランス脂肪酸が少ないことを間接的に証明しているといえます。

図7 欧米人の脂肪組織中のトランス酸レベル：Nurses Health Study (US)



(Baylin, A. et al., 2003)

日本人の脂肪組織中のトランス酸  
t-18:1: 1.8±0.9%  
tc- & ct-18:2: 0.7±0.3%

(超 英子ら, 1984)

## トランス脂肪酸の低減策には 注意も必要

トランス脂肪酸を減らすためには、味覚、組織（テクスチャー）、利便性、価格などのすべての条件を満たして新しい製品を作る必要があります。

トランス脂肪酸を低減したり、除去したりするテクノロジーとしては、①トランス脂肪酸を含まない油を混ぜるブレンドング、②遺伝子組み換えや育種によって水素添加の必要のない油を作る、③トランス脂肪酸ができにくい水素添加の方法の検討、④油から希望する性質を持つ部分を分取する、⑤油と油を化学反応させるエステル交換で組成の違う油を作る、⑥①～⑤の組み合わせ効果、が挙げられます。

例えば、②については、米国では、 $\alpha$ -リノレン酸を多く含む大豆油でサラダ油を作ると酸化しやすいため、軽度の水素添加が行われていますが、大豆の遺伝子組み換えで $\alpha$ -リノレン酸を減らす方法が研究されています。一方で、そうすると米国人のn-3系脂肪酸欠乏はさらに重篤化するかもしれません。

③では、トランス脂肪酸は減らしても飽和脂肪酸が増える可能性があります。①では、原料を熱帯産のパーム油に置き換えると飽和脂肪酸が増えてしまいますが、⑤のエステル交換では両者とも低く抑えられます（図8）。そのため、エステル交換が多用されているようです。ただ、微妙な物性を要求されるケーキなどのお菓子類などは企業秘密が多く、実際のところは分かりません。

## トランス脂肪酸には 意外に関心が低く、誤解も多い

米国でのトランス脂肪酸に対する規制にもかかわらず、実際のところ、米国の消費者の関心の中心は肥満にあり、トランス脂肪酸への関心はまだまだ低いようです。ユニリーバ社が米国で行ったオンラインでの消費者調査によると、3分の1が「トランス脂肪酸は健康的である」と誤解しており、本来健康に良いモノ不飽和脂肪酸を96%の人が「悪い脂肪」とみなしていると

図8 トランス脂肪酸低減策の効果

製品	トランス酸(%)	飽和酸(%)
水素添加方法を改良した油脂	<6(3)	25~29
育種あるいは遺伝子組み換えにより脂肪酸組成を修飾した油脂	<1.5(8) <sup>a</sup>	6~10
熱帯産油脂	<0.4(12) <sup>b</sup>	36~73
エステル交換油脂	<1(6) <sup>c</sup>	4~10
その他の油脂	<2(4) <sup>d</sup>	10~33

( )内は例数。<sup>a</sup>ゼロ, 2例; trace, 2例; ~1, 2例;

<sup>b</sup>1例のみ0.4, 他は0; <sup>c</sup>1例のみ<0.1, 他は0; <sup>d</sup>1例<1.

M. Teresa et al., J. Am. Diet. Assoc., 106: 867-880(2006)

いうものでした。このような調査から、「日頃から健康に意を配る人々はトランス脂肪酸を知っていて、ラベルを読んでいるが、大部分の消費者はほとんど認識しておらず、他の油脂と識別できない。表示義務や禁止などの措置は、消費者の対応にほんのわずかなインパクトしか与えていない。米国の消費者は、便利さ・価格・おいしさを犠牲にしてまでトランス脂肪酸を避けようとはしておらず、徹底した教育が不可欠である」と捉えられています。

日本でも同じようなもので、一般の消費者の食品表示に対する関心や理解度は高くなく、トランス脂肪酸はほとんど理解されていないのが現状でしょう。しかも、日本人では影響を無視できるため、「トランス脂肪酸について表示の意義はあるのか」といった意見も出ています。むしろ、特定の偏った情報に踊らされないうために正しい啓蒙（けいもう）が必要です。

つい最近、米国で「どのくらいの量ならトランス脂肪酸を食べてもよいか？」という学会報告がありました。Dietary Guidelines for Americans (2005)では「できるだけ少なく」とされ、米国心臓病学会ではエネルギー比で1%以下としていますので、計算すると、1日1800kcalを摂取する場合、トランス脂肪酸が2gなら大丈夫となります。リノール酸など多価不飽和脂肪酸の摂取量を考慮すると、日本人はもうちょっと多くてもいいかもしれないと考えられます。

しかし、日本人でもファストフードのようにトランス脂肪酸を多く含む食品を多食する人の場合は無視できませんし、大学寮食の例ではトランス脂肪酸2.5g/日以上以上の摂取が、かなりある可能性が指摘されています。もともと食事摂取基準は国民の97%をカバーしており2~3%は無視されています。例外的な食事をする人は考慮されていないのです。

この場合でも、1日5gのトランス脂肪酸を摂取したとして、エネルギー比では2%程度の摂取量のため、リノール酸の摂取量が適当であれば、影響は無視できるでしょう。従来の日本型食生活をしていれば、トランス脂肪酸のリスクは避けられます（図9）。

トランス脂肪酸の生理機能に関する研究が広範に行われてきた結果、トランス脂肪酸の健康へのリスクが指摘されています。しかし、その多くは疫学研究あるいは動物実験・試験管内実験によるものであり、ヒトでの因果関係を証明するものではないことを理解しておくべきです。ヒトでの臨床実験、特に日本人についての実験が絶対的に必要です。現在、加工油脂栄養研究会では日本マーガリン研究会と共同で臨床実験を計画しています。

トランス脂肪酸が“あるだけでダメ”ならば、食べるものはなくなります。常に日本人の食生活の特徴を考慮して影響を判断する必要があります。実際に摂取す

る量とともに、同時に摂取する多価不飽和脂肪酸の量を考慮すべきなのです。しかし、たとえトランス脂肪酸含有量を低減あるいはゼロにしたとしても、「工業的につくられた脂肪酸」という一種の汚名は消えないため、トランス脂肪酸問題はいつまでも残るだろうと思われま

図9 日本人のトランス酸摂取量 (g/日)

摂取源	総トランス酸	t-18:1
硬化油	0.91	0.72
乳製品	0.24	0.20
バター	0.03	0.02
牛肉	0.13	0.11
精製油	0.25	0.02
合計	1.56	1.07

日米間の摂取比較 (g/日)

	硬化油		トランス酸	
	1990	1998	1990	1998
米 国	45.9	—	13.3	8.1
日 本	5.8	5.4	1.8	1.35

米国、1999年の報告例:4~5 g/日程度

硬化油からのトランス酸摂取量 (g/日)

油の種類	摂取量	合計
ナタネ油	0.312	0.830
コーン油	0.161	
大豆油	0.158	
パーム油	0.094	
綿実油	0.039	
パーム核油	0.006	
ヤシ油	0.001	
その他	0.059	0.518
魚油	0.378	
牛脂	0.066	
豚脂	0.052	
その他	0.022	1.348
合計		

岡本ら(1993):1.8 g/日(食品分析)

古賀ら(1997):1.8 g/日(食事分析)

古賀ら(2000):2.6 g/日(学食分析)

1.8 g/日(モデル食事分析)

油化学(1998~2001)など

※掲載内容は、原則、開催当時のまま採録しています。また、講師の肩書も当時のまま掲載しています。

## 牛乳のウソ、ホント

～人間にとって牛乳を飲む意味は？牛乳の成分とその機能を知る～

東京大学大学院農学生命科学研究科教授 清水 誠 氏

牛乳はからだにいいのか、悪いのか・・・情報があふれ、消費者は混乱しています。そこで、食品の機能について長年研究されてきた東京大学大学院農学生命科学研究科の清水誠教授に、牛乳の成分とその機能、そして人間が牛乳を飲む意味を伺いました。また、昨今の牛乳をめぐる風評についてもお話いただきました。

### 整腸を助ける乳糖、 エネルギー源となる乳脂肪

昨今、何を食べるとからだにいい、あるいは健康に悪いという短絡的な話題が多いように思います。その食品がどういうものであるかを知るためには、成分を知っておく必要があります。

まず、普段から飲んでいいる牛乳がどういうものであるかを復習してみます。

光学顕微鏡では、脂肪（油滴）は丸い玉として見えます（図1）。脂肪は一般の牛乳には約3.6%含まれています。さらに細かく見える電子顕微鏡では、脂肪の白い粒に加え、タンパク質（カゼイン）とカルシウムを中心とするミネラルが凝集してできる「カゼインミセル」が黒い粒子として見えます。カゼインは約2.6%、ミネラルは0.7%あり、それ以外に牛乳には乳糖が4.5%、カゼインとは違う乳清タンパク質が0.6%、さらに微量のビタミンがあります。

牛乳中には10～12%の固形分があり、実は野菜のキュウリより水分が少ないのです。牛乳はそれだけ栄

養が含まれたリッチな食品であるといえます。

乳糖はガラクトースとグルコース（ブドウ糖）が結合したもので、自然界では牛乳のみに含まれる糖です。乳糖分解酵素ラクターゼによってガラクトースとグルコースに分解されます。

乳糖の栄養学的特性としては、エネルギー源である（4kcal/g）、腸内の乳酸菌の発育を助ける＝整腸作用につながる、腸の中が弱酸性になり、腸内のカルシウムの吸収を助ける、といった点が挙げられます。

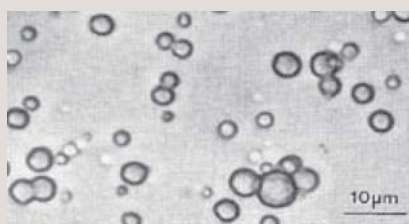
食品学的特性としては、乳糖がなければヨーグルトやチーズを作ることができません。これらを作るのに必要な乳酸菌のような微生物は、乳糖を栄養源として要求するからです。

乳脂肪は先に述べたように油滴の形で小さな粒子として存在し、牛乳を遠心分離すると脂分の生クリームとなって浮いてきます（図2）。電子顕微鏡で見ると、クリームには直径約1～10μmの油滴が集まっています。油滴の周りに脂肪球膜という膜ができていて、お互いに融合したりしないのです。

この形には、巧みな哺乳類のメカニズムが関わっています。

牛の乳房の中には乳腺胞と呼ばれる小さい袋がたくさんあります（図3左）。この袋は乳腺上皮細胞の層でできています。周りには1日に数千～1万L血液が流れ、その栄養分が細胞内に取り込まれて、牛乳のタンパク質、乳糖、脂質などが合成されます（図3右）。合成された乳糖やタンパク質は細胞から出て袋にたまった後、乳管を通して、本流として集まり、乳頭から出てきます。

図1 牛乳中の脂肪（油滴）



Schlimme & Buchheim「乳とその含有成分」

図2 乳脂肪

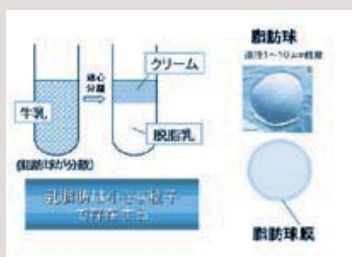
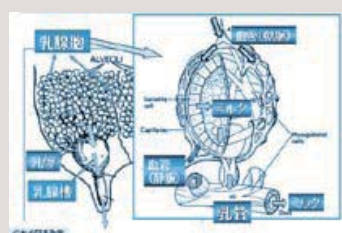


図3 牛の乳腺の構造と乳の分泌



B.Mepham「The Secretion of Milk」(1976)の図を改変

一方、脂肪滴は細胞内で集まってだんだん大きくなり、乳腺上皮細胞から出るときに、まるで包み紙で包まれるように細胞膜に覆われます(図4)。この膜のために脂肪は分離しないで、いつまでも油滴のままです。

乳脂肪の役割としては、エネルギー源となり、体内に不可欠な脂肪酸・コレステロールを供給するという栄養的な特性が挙げられます。また、バター・クリームの原料となる、チーズなどの風味形成に必要という食品学的特性もあります。

牛乳に限らず、脂肪の主成分はグリセリンに脂肪酸が3個ついているトリグリセリドで、脂肪酸の性質が栄養的にも食品的にもいろいろな意味を持ちます。脂肪酸の性質は、炭素の数、二重結合があるかないか、あるとすればいくつあるかで異なります。

牛乳は短い脂肪酸から長い脂肪酸まで幅広く分布し、炭素が14~18個くらいが一番多く、二重結合(不飽和結合)を1個持っているものが非常に多いという特徴があります。一方、大豆はほとんどが長い脂肪酸で、不飽和結合が2個あるリノール酸などが多くなっています。

### 牛乳のタンパク質は、必須アミノ酸のバランスがいい

牛乳の重要な成分であるタンパク質はその約8割がカゼインで約2割が乳清タンパク質です。脱脂乳に、お酢など酸性の物質を加えてpH4.6くらいにするとタンパク質の一部が凝集し、固まって沈みます。これがカゼインで、牛乳の2.6%くらいあり、沈まないで残ったものが乳清タンパク質です(図5)。この性質の違

いは大きな意味を持ちます。

牛乳タンパク質の栄養学的特性は、必須アミノ酸を多く含み、消化性が高いこと、カルシウムの運び屋となることです。また、食品学的特性はチーズやヨーグルトの素材となることです。逆にいうと、これらの食品はカゼインがないと存在しません。

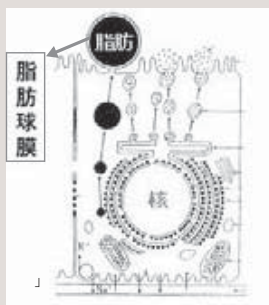
アミノ酸はバランスが良くないと栄養的に役に立ちません。牛乳のタンパク質は必須アミノ酸のすべてが必要量を超過して存在する一方、お米はリジンが少ないなど、バランスに凹凸があります(図6)。

有名な“桶(おけ)の理論”は、それぞれのアミノ酸を桶の材料の板とみなし、アミノ酸バランスを見るものです。アミノ酸のバランスに凹凸があると、桶に例えた場合に一番低い板の所までしか水がためられないのと同じで、一番少ないアミノ酸に合わせて栄養価が決まってしまう。母乳は赤ちゃんにとって完全なアミノ酸バランスであるのに対し、小麦のタンパク質ではアミノ酸にばらつきがあり、水を注ぐと水がたまりません(図7)。こうして見ると牛乳はアミノ酸バランスがいいことが分かります。

それだけでなく、消化性が良いのも特徴です。タンパク質はそのままでは消化酵素がアタックしても切れない構造を持っていますが、食品の場合は加熱して変性させると消化性が高くなり、栄養になります。牛乳のタンパク質の8割を占めるカゼインはもともと変性した構造を持っており、残り2割の乳清タンパクは加熱すれば消化性が上がります。

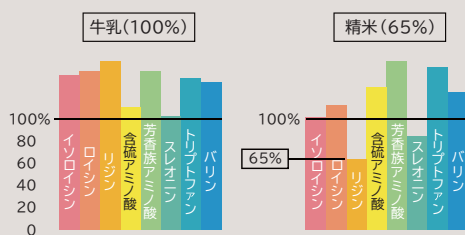
カゼインはカゼインミセルという粒子の構造をとっており、カゼインミセルはサブミセルといわれる、サイズ150nm(1μmの数分の1)くらいの粒子が集まった

図4 脂肪球膜



M.Mulder and P.Walstra 「The milk fat globule」 (1974)の図を改変

図6 牛乳タンパク質を構成するアミノ酸はバランスが良い



科学技術庁「改訂日本食品アミノ酸組成表」に基づく

図5 牛乳タンパク質 -カゼインと乳清タンパク質-

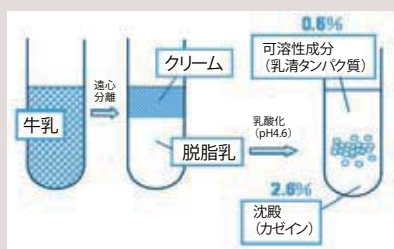
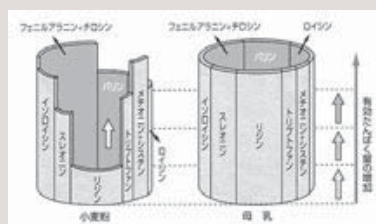


図7 アミノ酸のバランスは大切:「桶の理論」



「広がるアミノ酸の世界」(味の素株式会社)より



ています(図8)。サブミセル同士の間をつなぎ合わせているのはリン酸カルシウムで、カゼインミセルはカゼインというタンパク質同士をカルシウムとリンが結び付けているのです。言い換えると、カゼインミセルはタンパク質とカルシウムとリンがリッチに凝集されている塊で、牛乳は優れたタンパク質、ミネラルの供給食品といえます。

例えば、牛乳コップ1杯(200mL)を飲んだときの栄養充足率を見ると、18~29歳の女性ではカルシウムの1日の所要量の37.8%をとることができます。カルシウム源としては、ひじきなども挙げられますが、実際に食べる量で換算すると、カルシウムをとるには牛乳が一番です。カルシウムは吸収率が大切で、牛乳は40%であるのに対し、小魚は33%、野菜は19%、と低くなり、その意味からも牛乳は優れた食品です。

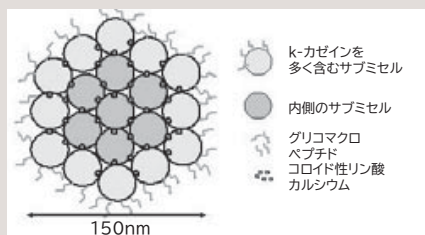
ビタミンは、種類によっては1日の所要量の10~30%を補強してくれます(図9)。エネルギーの充足率は7.7%で太るとはいえません。タンパク質と炭水化物は12.4%、脂質は15.6%です。

## 牛乳の短所は 乳糖不耐症とアレルギー

ただし、牛乳にはもちろん短所もあります。

一つは乳糖不耐症で、牛乳を飲むとおなかがゴロゴロ鳴ったり、下痢をしたりするもので、アジア人に多く見られます。原因は乳糖分解酵素ラクターゼの不足で、乳糖のグルコースとガラクトースが結合したまま吸収されずに腸に残ります。そうすると腸の浸透圧が上昇して水が入ってきたり、細菌がエサだと思ってガスを産生し、おなかを張らせたり下痢を起こしたりします。

図8 ユニークな粒子 - カゼインミセル



仁木良哉、乳業技術VOL.54(2004)

図9 コップ1杯(200mL)のビタミン充足率

ビタミン A	14.8%
ビタミン D	24.4
ビタミン E	2.5
ビタミン K	7.3
ビタミン B <sub>1</sub>	10.0
ビタミン B <sub>2</sub>	31.0
ビタミン B <sub>12</sub>	25.0
パントテン酸	22.8

●栄養充足率:成人女性(18~29歳)  
牛乳・乳製品健康づくり委員会「牛乳と健康」のデータに基づく

水に溶かした乳糖を飲ませてどのくらいで下痢が起こるかを見た実験結果があります(図10)。それによると、乳糖30g(牛乳700mL相当)では1人も下痢を起こさないため、コップ1~2杯の牛乳では多くの場合、問題がないといえます。

パラドックスのようですが、乳糖不耐症の人は牛乳を飲んでも乳糖からブドウ糖を吸収できず、血糖値が上昇しないというデータもあります(図11)。そのため、糖尿病の人は牛乳を飲んでも大丈夫だという学者もいますが、これはいいのか悪いのか分かりません。

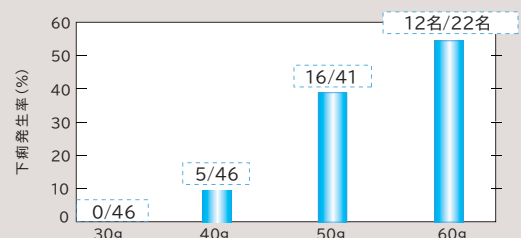
牛乳を飲むとおなかがゴロゴロする、といったような乳糖不耐症の人でも少しは乳糖分解酵素があるので、①一度に多量に飲まないで、分けて飲む、②牛乳を温めて飲む、③乳糖を少量にした牛乳を利用する、④乳糖が分解されているヨーグルトやチーズを食べる、⑤できるだけ毎日牛乳を飲む習慣をつけ、腸内の乳酸菌を増やして処理をしてくれるようにする、といった工夫で牛乳をとることができるようになります。

もう一つの牛乳の短所は、牛乳アレルギーです。アトピー性皮膚炎、腸炎、下痢、喘息(ぜんそく)などの症状を引き起こします。少量の牛乳を飲んで下痢をする人は、乳糖不耐症でなくてアレルギーである可能性があります。

しかし、これによって牛乳を危険な食品だと考えることはありません。

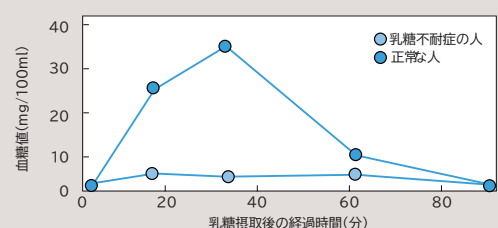
食物アレルギーを起こす食品とその原因物質としては、牛乳の $\alpha$ -カゼイン、 $\beta$ -ラクトグロブリンのほか、鶏卵のオボムコイド、オボアルブミン、小麦のグルテニン、そばの24kDタンパク質、エビのトロポミオシン、Antigen II、ラッカセイの Ara h1、Ara h2、大豆のGM30K、コングリシニン、米の16k Dグロブリン

図10 乳糖の摂取量と下痢発生率



奥 恒行「牛乳栄養学研究会・委託研究報告書」(2001)

図11 乳糖不耐症の人は血糖値が上昇しない



●乳糖50g(250cc水溶液)を摂取後の血糖値の変化  
E・Renner「Milch und Milchprodukte in der Ernährung des Menschen」に基づく(1974)

などが挙げられます。これらはいずれも日常よく食べる食品です。たくさん食べる分だけアレルギーのリスクが高くなるので、免疫系が破綻すれば普段食べているものに対してアレルギーが起こりやすいのです。牛乳に限った話ではなく、食品全体に起こる問題です。

牛乳アレルギーは、赤ちゃんには4人に1人見られますが、その後は年齢が上がると減り、中学生くらいでほぼ緩解します（図12）。

このように、乳糖を分解する酵素を持たない方や、アレルギーを引き起こしやすい体質の方にとってはある種のリスクがありますが、栄養素が豊富に含まれる、吸収されやすい仕組みを持っているという長所から見れば、牛乳は一般的には大きな問題のない食品と考えられます。

### 栄養成分に加え、 生体調節を担う成分も豊富

牛乳には、生体調節機能を持つ成分も含まれています。例えば、骨の強化に役立つ成分、腸内細菌を改善する成分、感染防御作用を持つ成分、免疫系を活性化させる成分、睡眠を促進する成分などです。実際に飲んで効くかは明確でないものもありますが、いろいろな報告が出ています。

その一例として、抗菌・免疫増強作用を持つラクトフェリン、抗炎症作用を持つ $\alpha$ -ラクトアルブミン、骨形成を助けるシスタチンのような機能性タンパク質があります。

また、機能性ペプチドとして、カルシウム吸収を高めるCPP（カゼインホスホペプチド）、骨形成を助けるキニノーゲン由来ペプチド、血圧上昇を抑えるACE阻害性ペプチド、抗菌作用を持つラクトフェリン、コレステロール値の上昇を抑えるラクトスタチン、免疫増強作用を持つペプチドなどが世界各国で発見されています。

カルシウムの腸管吸収を促進する成分は歴史的に早く見つかったものです。

カルシウムの腸管吸収の仕組みは案外複雑で、腸の細胞にあるカルシウム輸送タンパク質が重要です。活性型ビタミンDをとるとカルシウム輸送タンパク質の

量が増え、吸収が促進されます。胃の中は酸性ですが、小腸内を進むにつれてpHがだんだん上がり、カルシウムなどは不溶性の塩を作り、吸収されずに体外へ排出されてしまいます。

しかし、CPPはカルシウムを結合してその可溶性を保つ働きがあることがずいぶん前に分かってきました。カゼインの中にある、セリンにリン酸がくっつくという特殊な配列構造がその機能を持っており、この配列は牛だけでなく哺乳類では遺伝子的に保存されていて、変異を起こさないようになっています。

また、牛乳に含まれるキニノーゲン由来ペプチドは骨を作る骨芽細胞を活性化させ、シスタチンは骨を吸収させる破骨細胞の働きを抑制する働きがあることが分かりました（図13）。牛乳には、カルシウム代謝を改善し、骨粗鬆症を防ぐ道具がたくさんあり、これらは特定保健用食品にも使われています。

このように見ていくと、牛乳は機能性食品の原点であるといえます。

### 牛乳に関する風評は 科学的根拠に乏しい

最後に、牛乳に関する風評についてお話しします。

①「牛乳カゼイン（タンパク質）は消化が悪い？」

先ほどカゼインは酸を入れると凝集するとお話ししました。赤ちゃんがミルクを飲んだ後に吐くとタンパク質が凝集しているのが分かります。これは自然のことで、消化に悪い影響はありません。電子顕微鏡で凝集したカゼインを見ると、間に酵素が自由に入り込める構造であることが分かります。カゼインはゆっくりであっても分解するので問題はないと考えていいと思います。

②「牛乳を多く飲むと骨粗鬆症になる？」

牛乳が骨粗鬆症の予防に効果があるかどうかについて議論があるのは確かです。P.Herneyが1975年から2000年までの25年間の論文をレビューした結果、118(86%)の論文が「骨の健康を良くする」、19(13%)の論文が「どちらとも言えない」、2つ(1.4%)の論文が「効果がない」という結果であったことを報告しています(2000年)。

図12 アレルギーの種類とアレルギーの患者年齢

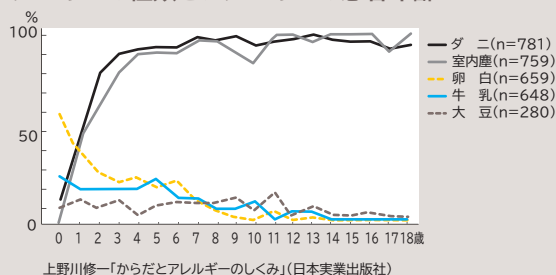
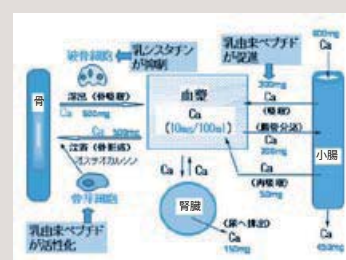


図13 生体内でのカルシウム代謝



ただし、「牛乳を飲むと骨粗鬆症になる」と言及した論文はなく、これが根拠のない説であることが分かります。

大量の牛乳を飲むことでカルシウムを補給すればカルシウム・バランスが狂う、何リットルも飲んだら何か不都合があるかもしれないというのは理解できますが、コップ1~2杯の量で何か悪いことが起こるとは考えにくいと思います。

③「牛乳の脂肪は過酸化脂肪である？(酸化されやすい)」

脂肪の酸化されやすさは二重結合の多さで決まります。炭素数18の不飽和脂肪酸で比べると、二重結合が1カ所あるオレイン酸と2カ所あるリノール酸と3カ所あるリノレン酸の酸化されやすさの比は1:12:25です(図14)。

乳脂肪はそれぞれの脂肪酸の比が26%、2%、1%あり、これら二重結合を持つ脂肪の割合は29%です。一方、大豆油はそれぞれ24%、54%、8%で合計86%あります。乳脂肪は大豆油に比べて酸化されにくいことが分かります。

牛乳のコレステロールは100g中に12mgあり、1杯200mLとして24mgになります。卵1個を食べると252mgになるので、牛乳でコレステロールが上がるかどうか心配する必要がないと思います。

④「ヨーグルトの常食は腸相を悪くする？」

ヨーグルトなど発酵乳に含まれる乳酸菌には整腸作用、血清コレステロール低下効果、有害物質排泄作用、ミネラル吸収促進作用、免疫調節作用(感染防御)、免疫調節作用(抗アレルギー作用)、がん予防効果などが知られており、悪い作用は今のところ出てきていません。

⑤「牛乳は仔牛のためのもの、人間が飲むのは摂理に反する？」

私は食物を、異物とそうでないものの二つに分類できると考えています。人間にとって、母乳(人乳)以外は牛乳を含めたすべての食べ物が異物です。つまり、乳児期をすぎた人間の食物はすべて異物なのです。

健康にいいフラボノイドのような野菜や果物に含まれる有効成分を食べたときも、ダイオキシンをとったときも、腸の中では同じように解毒酵素系が活性化されます。私たちの腸は野菜の成分を異物として応答するのです。

人間は、エネルギー源として、栄養素として、生体調節成分として異物を食べざるを得ません。それに当たり、「なるべく有害性のないものを選び、なるべく食べやすい形に加工して、なるべくおいしく調理して、なるべく適量食べる」というのが、歴史の中で学んできた人類の知恵です。

昔、牛乳を加熱すると牛乳中の抗体がなくなってしまっただけでなく、という説が出ました。これは仔牛にとっては良くありませんが、ヒトにとっては重要ではありません。むしろ加熱しないことによるリスクはるかに高いのです。牛乳は搾ったまま置いておいてもヨーグルトにはならず、腐るだけで、よほど清潔な環境で細工をしないと乳酸菌は生えず、雑菌が増えます。私たちは牛ではないので、母から子への免疫因子の伝達を牛乳に期待すべきではありません。牛乳は、栄養素の補給に適した「安全な食品」「おいしい食品」と位置付けるべきです。「食品」として考える以上、加熱して病原菌を殺すことは大切で、加熱で一部の栄養・健康機能が失われることはあっても、安全には替えられませんし、加熱によってタンパク質が消化されやすくなる利点もあります。食品として摂取するには加熱する方が利点が多いというのが、多くの研究者の一致するところではあります。

また、加工することで、アイスクリーム、チーズ、クリームなど多様性のあるおいしい食品を作り出せるのが牛乳の良いところです。それに加えて、工夫すれば牛乳本来の良い健康機能を生かすことも可能で、その性質は特定機能食品の開発に生かされています。

牛乳は、われわれ人間にとっては完全食品ではありませんが、極めて優れた食品であり、賢く利用すべきであるということを多くの人に認識してもらうことが日本の将来にとって重要です。若い人たちが牛乳を敬遠して骨粗鬆症大国にでもなれば、医療費軽減どころではなくなるでしょう。この際、こういった風評は払拭して、国民のみなさんに良い食生活を送っていただきたいと思います。

※掲載内容は、原則、開催当時のまま採録しています。また、講師の肩書も当時のまま掲載しています。

図14 乳脂肪は酸化されにくい！

二重結合数	1箇	2箇	3箇
乳脂肪(29%)	26	2	1
大豆油(86%)	24	54	8
酸化されやすさ	1	: 12	: 25

炭素数18の不飽和脂肪酸

1箇:オレイン酸、2箇:リノール酸、3箇:リノレン酸

森田ら「食品学総論」および藤田「食品油脂」を参考に作成

## ビタミンDの「新しい役割」

～ 中高年女性の約半数は欠乏！高齢者の転倒予防やがんの予防・治療効果も～

国立長寿医療センター先端医療部長 細井 孝之 氏

骨の健康にはビタミンDが不可欠です。骨の材料であるカルシウムを多く含む乳製品とともに、ビタミンD源である魚やきのこ類を積極的にとりたいものです。ビタミンDの体内での合成や最近明らかになってきた新たな作用について、国立長寿医療センター・先端医療部の細井孝之部長に伺いました。

### ビタミンDは骨、腎臓、腸などでホルモンのように働く

ビタミン (vitamin) とは、一般的に「生物の生存・生育に必要な栄養素のうち、炭水化物やタンパク質、脂質、ミネラル以外の栄養素であり、微量ではあるが生理作用を円滑に行うために必須な有機化合物の総称」といわれています。「微量で効く」というのがビタミンのキーワードかもしれません。

ビタミンはかつてvitamineと、末尾に“e”がついていました。もともと「生理活性作用を持つアミン類」の意味であるvital amine (バイタル・アミン) から、ビタミンと呼ばれるようになり、その後アミン類でないビタミンも見つかりそれらも含めて、ビタミンと呼ばれるようになりました。

ビタミンには多くの種類があり、A、B<sub>1</sub>～x、C、D、E、Kがよく知られており、ビタミンFは必須脂肪酸で、ビタミンに入れない場合もあります。各ビタミンの特徴をいくつかの軸で整理してみます。

まず、物性としての分類では、脂溶性 (A、D、E、F、K) と水溶性 (B<sub>1</sub>～x、C) に分けられます。これは体にどのくらい留まるか、外に出やすいかに関わる分類といえます。

ビタミンは補酵素として発見され、その後いろいろな作用が分かってきました。機能で分類すると、補酵素としての役割がB<sub>1</sub>～x、C、K、受容体に結合してホルモンのように働くのがA、D、E、Kです。ビタミンDは骨、腎臓、腸などで受容体を介して働きます。

### 骨の健康は、全身の健康状態に関係する

本日は、骨の健康から見たビタミンの分類についてお話ししますが、その前に骨とはどういうものかを説明します。

私の専門は老年医学で、この分野では寝たきりが大きなテーマになっています。寝たきりの原因としては転倒や骨折が10%以上で、注目されるのが骨粗鬆症です。

骨粗鬆症は、主に骨の量が減って骨の脆弱（ぜいじゃく）性が増すもので、これが骨折の危険性を高めます。骨の中の「柱」や「壁」が細く、または薄く弱くなり、骨折しやすくなっている状態に、さらに加齢に伴い骨量の減少のほかに骨の質的な劣化も加わることで、骨の強度の低下につながるといわれています。

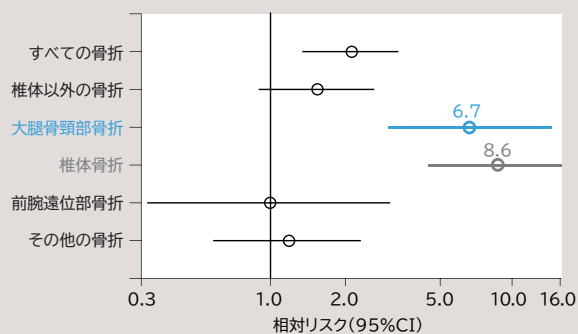
骨粗鬆症の合併症として頻度が高い骨折は、①脊椎圧迫骨折、②前腕骨遠位端骨折、③大腿骨頸部骨折が挙げられます。②③のような手足の骨折は転倒しなければあまり起こりません。

大腿骨頸部骨折は、年間12万人くらいに起こり、20年前に比べると倍増しています。80歳以上の100人のうち2～3人の頻度で起こり、女性は男性の3倍の頻度です。

脊椎圧迫骨折は年齢とともに増え、70歳以上では3人に1人の頻度で起こります。X線で撮影すると、本来は四角い形をした腰椎がつぶれているのが見え、2カ所以上骨折している人も増えています。症状は、急性期の骨の痛み、慢性期の関節、靭帯（じんたい）、筋肉の痛み、さらに脊椎変形による症状として、脊柱の変形（円背、亀背）、身長低下、逆流性食道炎、便秘、肝機能低下、破裂骨折による脊髄障害などがあり、さらなる骨折の再発率も増大します。

転倒・転落に伴い、骨粗鬆症の合併症としての骨折が起こると、ADL (activities of daily living : 日常生活動作) やQOL (quality of life : 生活の質) が低下する

図1 臨床骨折発生後の死亡率上昇



Cauley JA, et al : Osteoporos Int. 11, 556-561, 2000

だけでなく、病気の経過や寿命の長さも悪化して、介護保険でいう「要介護状態」になります。

海外のデータ(図1)では、大腿骨頸部骨折を起こした人は起こさなかった人に比べると死亡率は1年後に6.7倍になり、椎体骨折(脊椎骨折)を起こした人では8.6倍になります。骨は全身の健康状態を示しているといえるかもしれません。

## ビタミンDの体内での合成には紫外線が不可欠

丈夫な骨に必要なビタミンも「骨の量」と「骨の質」の二つの観点から考えることができます。

主に骨の量に関係するのが、ビタミンA、D、K、骨の質に関係するのがビタミンB<sub>1</sub>~x、C、Kです。ただ、ビタミンAと骨の量との関係は多ければいいというものではなく、ビタミンAが過剰になると、骨が弱くなることが知られています。ビタミンKは骨の質にも量にも関係します。

今日のテーマであるビタミンDは、食品からの摂取のほか、体内でも合成され、その両方が大切です。

ビタミンDには、植物が作るビタミンD<sub>2</sub>と動物が作るビタミンD<sub>3</sub>があり、性質が若干異なります。

動物の体内で合成されるビタミンD<sub>3</sub>の元をたどると、コレステロールにたどり着きます(図2)。スクワレンからコレステロールができ、酵素が作用して、プロビタミンD<sub>3</sub>、プレビタミンD<sub>3</sub>という2段階の前駆

体が合成されます。そこに紫外線が働くとビタミンD<sub>3</sub>ができるのですが、逆にいえば、紫外線がないと欠乏になりやすいのです。なお、食品から摂取する場合は、紫外線は関係しません。

ビタミンD<sub>3</sub>は、肝臓で25位、腎臓で1α位の2カ所が水酸化されて初めて活性化します。そのためには内臓の働きが不可欠です。活性化されたビタミンD<sub>3</sub>はホルモンのように骨や内臓などの受容体にくっついて作用します。

ビタミンDが足りているかどうかを知るための血液検査は、25位が水酸化されたビタミンD<sub>3</sub>の量を測定して行います。

## 骨は神経や血管、筋肉などに働きかける指令センター

ビタミンDの受容体は、主に腎臓、骨、腸管にあります。そこで体内のカルシウムの量を調節し、特に腸管ではカルシウムの吸収を効率良くします。ほかに血液、筋肉にも受容体があります。

ビタミンDは正常細胞だけでなく、悪性細胞にも働くため、ビタミンDの摂取ががんの予防にもつながるのではないかとわれています。また、ビタミンDが不足すると死亡率が高くなることも知られています。

骨は体の支えであると同時に、骨髄で血液を作り、カルシウムを貯蔵し、放出するという役割もあります。骨は神経や血管、脂肪、感覚器、筋肉、関節などにも働きかけ、指令センターとして働いていることが考えられます。

また、骨はただ硬いのではなく、作ったり壊されたりという「リモデリング」をしています(図3)。これは骨芽細胞が骨を作り、破骨細胞が古い骨を壊すというサイクルのことです。

## ビタミンDが不足すると副甲状腺ホルモンの分泌量が増える

加齢とともに変化する骨の量は20代でピークになり、40代を過ぎると減少し始めます。女性は閉経でさ

図2 ビタミンDの生合成と活性化

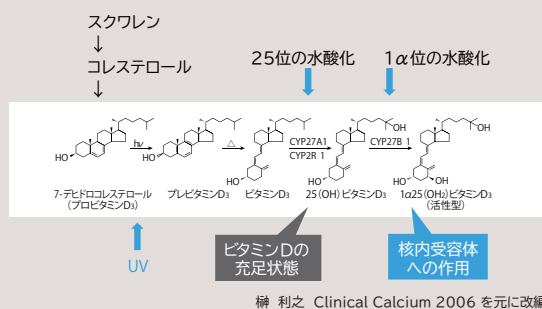


図3 骨のリモデリング

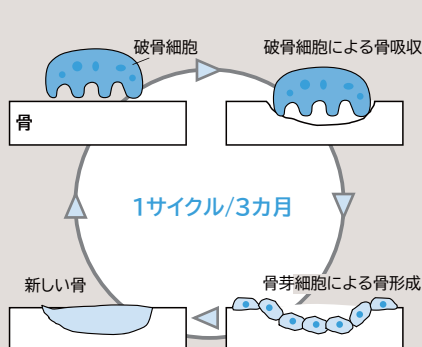
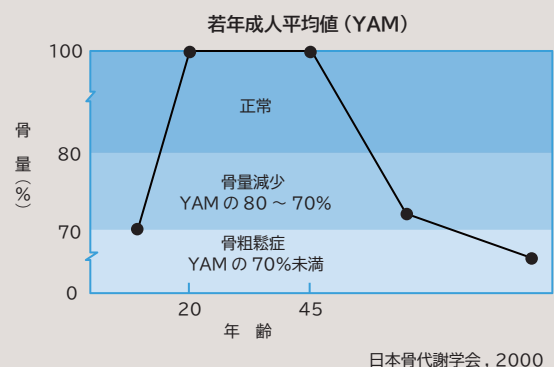


図4 加齢による骨量変化と骨粗鬆症の診断基準



らに減ります(図4)。YAM (young adults mean: 性別の若年成人20~44歳の平均値)の70%未満になると骨粗鬆症と診断されますが、70代後半の約半数は骨粗鬆症になります。骨量は女性ホルモンとカルシウムの二つが大きく関係しています。特に女性ホルモンはカルシウム同等あるいはそれ以上に関係しています。

神経や筋肉が正常に働くためには、血液中のカルシウム濃度は8~10mg/dLに安定していなければなりません。そのため、カルシウムが足りなければ、骨を削ってでも血液中のカルシウム濃度を保ちます。

血中のカルシウム濃度や、カルシウムの吸収や利用に不可欠なビタミンD不足を副甲状腺が感知して、副甲状腺ホルモンを出し骨を溶かします。一方で腎臓で排せつされるカルシウムを取り返して、恒常性を保ちます。

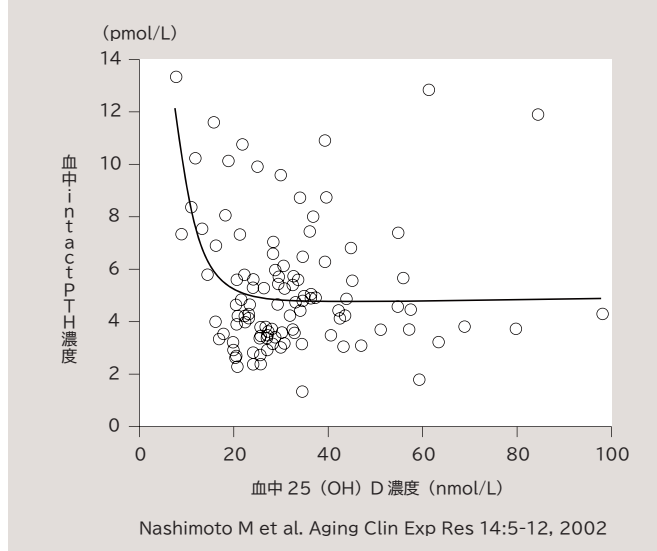
血液中のビタミンDが少なくなるほど、血液中の副甲状腺ホルモンが増えるという強い負の相関があります。カルシウム不足がカルシウムの摂取不足かビタミンDの不足によるかは、食事の調査だけでなく、血液中の副甲状腺ホルモンも指標になります。

また、ある報告では、血液1cc当たりのビタミンDの量が32nmol/L以下であれば、副甲状腺ホルモンが出やすくなるとして、ビタミンD不足とみなしています。

新潟大学の梨本先生らの報告(図5)では、日本人ではビタミンDが20nmol/L以上であれば、副甲状腺ホルモンの量は変わらないが、それ以下になると副甲状腺ホルモンが増えていました。この報告により、日本人では20nmol/Lが目安になるのではないかとする根拠の一つが得られました。神戸薬科大学の岡野登志夫先生の調査(図6)では、20nmol/L以下の人が半数以上もいました。

なお、副甲状腺ホルモンの分泌が血管の石灰化を進めることも分かっており、カルシウムやビタミンDの不足はさまざまな面で悪いということになります。

図5 血中 25(OH)D 濃度と副甲状腺ホルモン濃度の相関



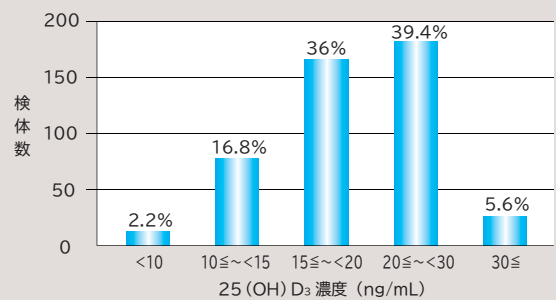
## 食事摂取基準では 骨粗鬆症対策にはビタミンD不足

ビタミンDの不足や摂取量をどう捉えるかは、専門家の間でも意見が分かれます。

食品からの摂取量を示す「日本人の食事摂取基準」には、推定平均必要量、推奨量、目安量、目標量、上限量があります。このうち推定平均必要量は特定の集団を対象として測定した結果から、病気にならないための1日の必要量の平均値を推定したものです。これは、くる病や骨軟化症に陥らないという極端な欠乏状態での摂取量が考慮されており、血中のビタミンDや副甲状腺ホルモンの濃度を調べたわけではないため、骨粗鬆症の予防という一歩進んだ基準と比べると基準量がずれることがあります(図7)。「骨粗鬆症の予防と治療ガイドライン2006年版」では、骨粗鬆症治療のためのビタミンDの摂取目標量は1日当たり400~800IU(10~20 $\mu$ g)で、「日本人の食事摂取基準」の成人の目安量200IU(5 $\mu$ g)と倍以上の開きがあります。また、ビタミンKもガイドラインでは250~300 $\mu$ gとなっていますが、食事摂取基準の成人の目安量は男性75 $\mu$ g、女性65 $\mu$ gと大きな差になっています。

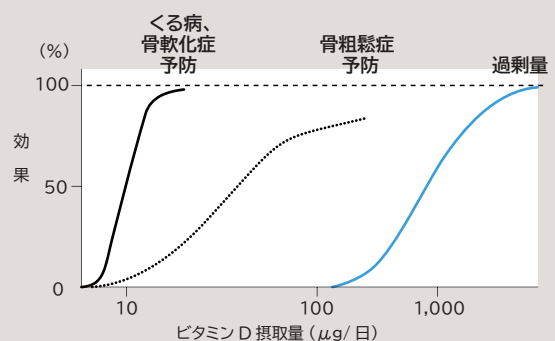
ビタミンDは食品からとる分と、体内で合成される分の両方が必要です。体内での合成に不可欠な紫外線

図6 血清 25(OH)D 濃度の分布



骨粗鬆症小事典 23 より  
原典は 岡野登志夫ら Osteoporosis Jpn, 12:76-79, 2004

図7 ビタミンD 摂取量の意義



津川尚子 Clinical Calcium 2006

を浴びるためにはあえて日焼けする必要はなく、両手の甲を約15分日光に当てる、あるいは木陰で約30分過ごせば十分だと考えられます。

ただ、ビタミンDは肝臓と腎臓で活性化されるので、肝臓と腎臓に障害があれば、食品から多めにとるなど別の取り入れ方を考えないといけません。

食事からのビタミンDの摂取源は国によって差があります(図8)。

日本人は魚から約9割をとり、ノルウェーは魚やマーガリンのほか、約半量をサプリメントからとっています。米国では牛乳やサプリメント、英国は摂取量そのものが日本の半分くらいで、魚などから摂取します。

米国ではほとんどの牛乳にビタミンDが添加されていますが、これは建国の歴史と関係しています。英国から移民が入ったとき、母国よりも緯度が高く、紫外線が少ないためにビタミンDの合成がうまくいかず、さらに栄養状態も悪かったために、くる病になる人が多かったのです。そこで国策としてカルシウム源である牛乳にビタミンDが添加され、それが今でも続いています。

日本ではビタミンD摂取源の91%が魚ですが、魚を食べる量は減っており、魚を食べられないときには工夫しないとビタミンDが不足すると考えられます。ちなみに国立長寿医療センター病院で食事から1日の摂取量(約1800kcal)を調べてみると、ビタミンDが8 $\mu$ g、ビタミンKが250 $\mu$ gでした。病院の献立では魚が1週間に3回以上入っています。

### ビタミンDの新しい働き、筋肉や悪性細胞にも働く

ビタミンDのカルシウム吸収以外の役割、特に筋肉との関係に目を向けてみましょう。

ビタミンDは、転倒予防にも役立ちます。疫学的な

調査やビタミンDを食事などに添加した調査を解析した結果、ビタミンDが筋肉や神経に有効に働くことが明らかになってきました。

ビタミンDの血中濃度が低いほど、台の上に乗って体のバランスを測定すると、揺れ幅が大きい、つまり動揺性が高いことが分かっています(図9)。動揺性は転倒しやすさにもつながります。

悪性細胞とビタミンDとの関係は、20年以上前からいわれており、ビタミンDを摂取することが腸がんや白血病の予防につながるという報告も出ています。

ビタミンDが核の受容体に働くときに、カルシウムに関係する作用と、悪い細胞を良くする分化誘導作用の二つの作用を発揮しますが、その効果を利用して薬を開発するという動きがあります。

### ビタミンKをとるほど骨折の発生率が低い

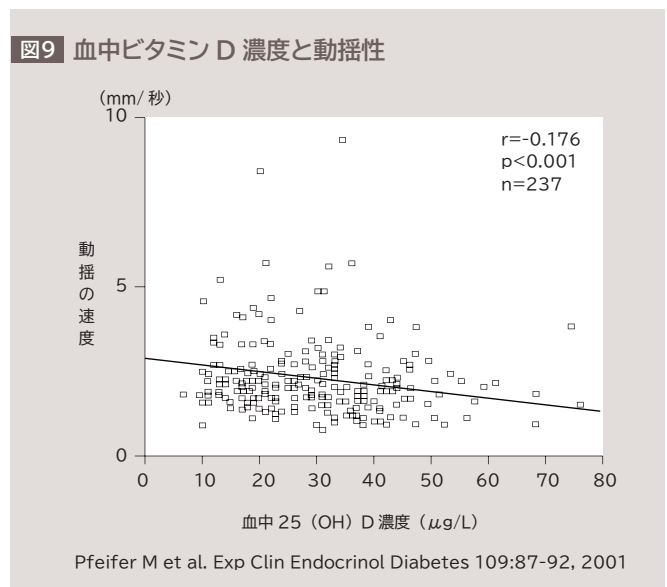
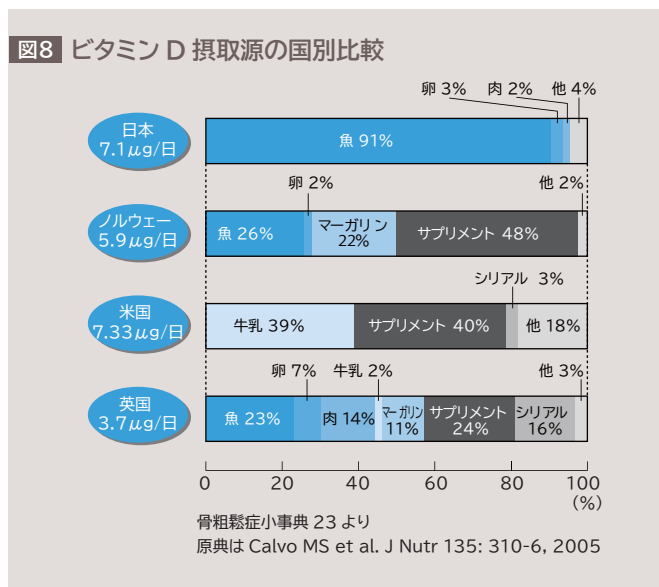
最後に、骨の質に関するビタミンKについて触れておきます。

ビタミンKの“K”は、「血液凝固」を意味するドイツ語“koagulation”に由来しています。

日本における大腿骨頸部骨折の発生率を調査すると西高東低で、これはビタミンKを豊富に含む納豆の食べ方に関係していると報告しています。そして、最近、岩手医科大学医学部衛生学公衆衛生学講座の八重樫由美さんらの調査で、ビタミンKをとるほど骨折の発生率が低いというデータが出ました。

最後に、加齢に伴う骨質の変化をまとめてみると

- 骨超微細構造の変化
- 基質タンパク質の酸化
- 「悪玉」コラーゲン架橋の増加
- ホモシステインの増加
- ビタミンKの不足



以上が要因となります。ちなみに、基質タンパク質の酸化に対しては抗酸化物が、「悪玉」コラーゲン架橋の増加に対してはビタミンB<sub>6</sub>が、ホモシステインの増加に対しては葉酸やビタミンB<sub>12</sub>が役立ちます。このように水溶性ビタミンも骨の質に関係しているのです。本日は、ビタミンDを中心にお話ししました。ビタミンDの不足は、カルシウムやビタミンKの不足とともに骨粗鬆症の危険因子として挙げられていますが、それ以外にもビタミンDには多面的な作用があり、全身の健康につながっているのです。

ビタミンDが豊富なシイタケ、キクラゲなどのきのこ類、魚、ビタミンKが豊富な納豆、乳製品など、いろんな食品を一緒にまんべんなくとることで健康を保ちたいものです。

### 質疑応答

**Q** ビタミンDの筋肉への働きについて詳しく教えてください。

**A** これまで腎臓や骨、腸などがビタミンDの主な受容体とされてきましたが、実は筋肉もビタミンDの受容体ということが最近の研究で分かりました。ただ、骨量減少に比べると、筋肉減少に関する研究はまだまだ進んでなく、今後新しい研究結果が出てくると思われます。

**Q** 日本ではビタミンDのほとんどを魚から摂取しており、魚でこれ以上伸ばすのは大変難しいのではないかと思います。紫外線からはどれくらいのビタミンDを摂取できますか。

**A** 日に当たっていれば口からとらなくてもいいのか反対に口からとっていれば日に当たらなくていいのかということではありません。現在の指導としては、口から10マイクログラムとるのが目標であり、日光にも適度に当たりましょうというのが目安です。なお、紫外線は有害な側面もあり、当たりすぎはよくありません。

※掲載内容は、原則、開催当時のまま採録しています。また、講師の肩書も当時のまま掲載しています。



## 注目されるミネラル・リン

～リンの過剰摂取が招く危険性と最新の代謝機構～

徳島大学医学部栄養学科教授・徳島大学大学院ヘルスバイオサイエンス研究部教授 宮本 賢一 氏

カルシウムなど、ほかのミネラルに比べるとあまり話題になることがないリンですが、研究が進み、代謝の仕組みやさまざまな機能が明らかになってきました。徳島大学医学部栄養学科教授の宮本賢一先生に、リンの性質や疾病との関わり、摂取方法、最新の知見などを伺います。

### 体に良くないという イメージを持たれているリン

私は管理栄養士として大学病院で患者さんの栄養指導をしています。今、栄養指導の現場では、リンは非常に重要視されています。

カルシウムやビタミンDが皆さんによく知られているのに対し、リンは「体に悪いものでしょうね」という程度にしか思われていないようです。確かにそういう面もあります。

高齢化社会になり、特にカルシウムの欠乏が関係する骨粗鬆症がよく取り上げられていますが、骨の研究者はカルシウムを中心に研究しており、同じ骨の成分であるリンはほとんど研究していません。リンの研究は主に腎臓の研究者が担ってきました。

これまであまり注目されていなかったリンですが、最近いろいろな話題が出てきました。本日はそれを紹介させていただきます。

リンは地球上に多く存在する元素（ミネラル）の一つで、1669年に錬金術の実験中に尿の中の光る成分として発見されました。ギリシャ語の“phos”＝「光」、*“phorus”*＝「運ぶもの」が由来で、「光を運ぶもの」として英語の“phosphate”“phosphorus”の名前がつけました。

元素記号は“P”で、生化学では無機リン酸（Pi）、リン酸塩（ $PO_4$ ）がよく使われます。

リンは窒素、カリウムとともに化学肥料の三つの大事な元素であり、農薬や殺虫剤の成分でもあります。サリンなどの有機リン酸系の化合物の中毒がリンの印象を悪くしているようです。

また、水質汚染の原因としても悪者になっています。リンはもともと土壌にはあまり含まれていませんが、動物の体からふん尿として出てそれが水質汚染の原因になります。最近では合成洗剤にも含まれており、水質を富栄養化させるとしてリンは嫌われ者になっているわけです。

一方、リンの化合物はかつてグアノと呼ばれる、コウモリのふんから採取していました。現在リン資源は枯渇していて、日本では中国からの輸入に頼っています。

リンは再利用する方法がなく、そういう意味ではリンはいずれ高騰すると思われます。

### 体内ではリンとカルシウムは 1：2の割合で存在する

私たちの体内で最も多いミネラルはカルシウムで、リンは体重の1%とその次に多く、リンとカルシウムは1：2の割合で存在しています（図1）。

カルシウムは体内のシグナルを伝達する、非常に大事なイオンです。ほとんどが骨に含まれ、細胞内にはほとんど含まれません。

一方、リンは細胞内にあるDNA、RNA、細胞膜などすべての組織にあります。その85%が骨に存在します。ATP（アデノシン三リン酸）の成分としてエネルギー代謝に不可欠で、糖代謝や脂質代謝に使われます。また、酸化還元系の反応にも必要で、呼吸に利用されます。

### リンはすべての食品に 含まれている

リンは細胞に存在するため、どんな食品にも含まれています。特に肉や干し魚、チーズや脱脂粉乳などの乳製品、アーモンドやゴマのような種実類に豊富です。食品中のリンはほとんどがタンパク質と結合しているため、タンパク質の摂取量が増えるとリンの摂取量が増えます（図2）。

図1 生体内におけるリンの分布

	カルシウム含量	リン含量
骨	1,300g(99%)	600g(85%)
歯	7g(0.6%)	3g(0.4%)
軟部組織	7g(0.6%)	100g(14%)
血液	350mg(0.03%)	2g(0.3%)
細胞外液	700mg(0.06%)	0.2g(0.03%)
総含量	約1,300g	約700g

体重70kgの成人男性

- ・体内の総リン量は体重の1%（カルシウムは2%）
- ・0.3%の血液中のリンが大事

出典：鈴木継美、和田攻編「ミネラル・微量元素の栄養学」第一出版 1994 より一部改変

日本人の食事摂取基準では、1日のリンの摂取量の目安は約1,000mgで、カルシウムと同じくらいです（図3）。成長期には骨の成長のために多くのリンが必要になり、12～14歳では男性が1,350mg、女性が1,100mgと、18～69歳男性の1,050mg、女性の900mgに比べて目安量が高く設定されています。

ところが、18歳以上では上限値である3,500mgを超えると、病気の原因になります。

では、実際にどのくらいとっているかを見てみましょう。典型的な和食では

- ・ご飯 112mg
- ・豆腐のみそ汁 52mg
- ・アジの干物 312mg
- ・白あえ 145mg
- ・高野豆腐の煮物 145mg
- 計 766mg

とかなり多くなります。

さらに加工食品が多いファストフードでは、

- ・ハンバーガー 212mg
- ・フライドポテト M 182mg
- ・チキンナゲット 243mg
- ・コーラ M 52mg
- 計 689mg

となり、この2食をとっただけで、1日の摂取の目安量を超えます。しかもここには食品添加物のリン化合物は含まれていません。このような状況から、リンは大事なミネラルであるものの、とりすぎになりやすいと考えられます。

### 食品添加物中のリンにも気をつける必要がある

リンはあらゆる食品に含まれているといえますが、特に多いのはリン酸化合物の食品添加物です。

かまぼこやハム・ソーセージ、麺類などの歯ごたえを良くし、肉の色をきれいにさせる結着剤（ポリリン酸カリウム・ナトリウム、ピロリン酸カリウム・ナトリウム、

メタリン酸カリウム・ナトリウム）、醸造用剤（リン酸、リン酸カリウム、リン酸アンモニウム、リン酸ナトリウム）、中華麺、即席麺、ワンタンの皮に使われるアルカリ剤＝かんすい（リン酸カリウム、リン酸ナトリウム）、粉乳などに使われる栄養（鉄）強化剤（ピロリン酸第1鉄、ピロリン酸第2鉄）などです。インスタント食品、加工食品、菓子、調味料に多いことが分かります。

しかし食品添加物には添加物の使用基準や表示義務がないので、現状ではどのくらいとっているかは分からず、食品添加物中の全てのリンの量が厳密に表示されるとかなりの量になると予想されます。

特に酸味のもととしてリン酸が使われているコーラ系の清涼飲料水には、1缶当たり（354mL）に41～70mgのリン酸が含まれています。米国ではコーラ系清涼飲料水が大量に飲まれているため、リンの過剰摂取が心配されています。

コーラ系の清涼飲料水については、大量に飲んだ場合は、①カルシウムの吸収障害で骨や歯が弱くなる、②低カルシウム血症の悪化の危険因子である、③腎臓の機能低下が起こる、④清涼飲料水を制限しない人は制限した人に比べて腎結石の再発率が上がる、といった論文が出されています。

また、スポーツ選手は、運動能力を高め、筋肉量を増やすために高タンパク質食品、液状食品、クレアチンモノリン酸補給食品などをとることがあります。リンは筋肉でグルコースが利用される場合や筋肉繊維でクレアチンが機能する場合に不可欠で、このようなリンを多く含んだ補助食品に期待が持たれています。現在市販されているいくつかの製品は、1日当たり3,000mg分のリンを含有しており、ある若年選手では、1日に食事から1,400mg、補助食品から3,000mgを摂取していて、明らかに上限量を超えていました。こういうケースではカル

図2 タンパク摂取量とリン摂取量の関係

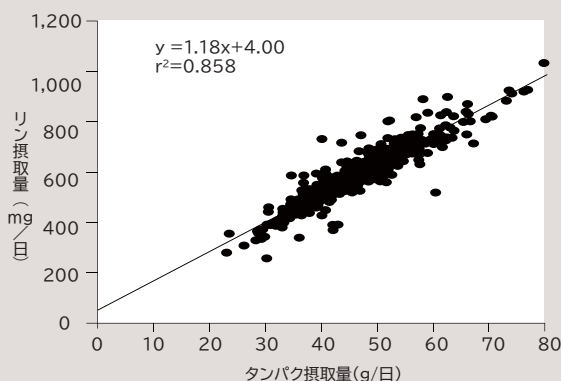


図3 リンの1日当たり摂取基準量

（日本食事摂取基準 五訂 増補版 2005年）

年齢(歳)	男性		女性	
	目安量	上限量	目安量	上限量
0～5(月)	130	—	130	—
6～11(月)	280	—	280	—
1～2(歳)	650	—	650	—
3～5	800	—	800	—
6～7	1,000	—	900	—
8～9	1,100	—	1,000	—
10～11	1,150	—	1,050	—
12～14	1,350	—	1,100	—
15～17	1,250	—	1,000	—
18～29	1,050	3,500	900	3,500
30～49	1,050	3,500	900	3,500
50～69	1,050	3,500	900	3,500
70以上	1,050	3,500	900	3,500
妊婦			+0	—
授乳婦			+0	—

mg/日

シウムの摂取が低い場合、カルシウムとリンの比が極端なアンバランスになります。

### 食品中のリンはタンパク質と結合していることが多い

食品添加物やコーラ、補助食品などに入っているリンと、牛乳などの食品に自然に含まれているリンではどう違うのでしょうか。

食品中では、リンはリン酸という形で、ある種のアミノ酸にくっついたり、カルシウムとともにタンパク質に含まれたり、そのほとんどがタンパク質に含まれています。タンパク質と一緒にいるリンは有機のリンですが、もちろん毒性はありません。

体内で吸収されるときには、タンパク質との結合が切れ、単独の無機のリンとなり、ゆっくりと吸収されます。一方、カルシウムは分解機構がなく、どのような形でも吸収されます。なお、リンもカルシウムも小腸での吸収の際にはビタミンDの作用が大事になります。

「カルシウムをとるとリンの吸収が悪くなる」「リンをとるとカルシウムの吸収を阻害する」などとよく聞きますが、基本的には全く別の経路で体内に入るため、よほどの高濃度でないと、そのようなことは起こりません。

ただ、穀物にあるフィチン酸（リンが結合している）はカルシウムの吸収を阻害することがあります。

体に良いリンと悪いリンがあるのかどうかは、まだ明らかになっていません。ただ、コーラ系清涼飲料水や食品添加物のようにタンパク質と結合していない無機のリンは、体内に速く入るために、カルシウムとのアンバランスを生じるのかもしれない。

### 体はリンとカルシウムのバランスを感じ取って調節している

では、リンとカルシウムはどんなバランスでとると

いいのでしょうか。また、リンを多くとってもカルシウムの吸収を阻害しないとすれば、なぜリンの大量摂取は良くないのでしょうか。

体内にリンが過剰に存在しているとき、あるいはカルシウムが不足しているとき、そのアンバランスを解消するために副甲状腺ホルモンがすぐに応答します（図4）。副甲状腺は甲状腺の横にあり、もともとは魚のエラから発達しました。ここから副甲状腺ホルモンが出て、腎臓での再吸収を調節して、血中のカルシウムを上昇させ、リンを低下させて、血中のリンとカルシウムの濃度をコントロールするのです。

体は「カルシウムが少ない＝リンが多い」「カルシウムが多い＝リンが少ない」と判断し、副甲状腺ホルモンの量を調節します。つまり、体は個々の栄養素を認知しているのではなく、双方のバランスを感じ取って調節しています。

### 成長期にリンが不足すると、くる病になりやすい

これまでリンの欠乏や過剰による病気については、十分に研究が進んでいませんでした。ところが最近、リンが関係する病気が注目されるようになり、研究が盛んになってきました。

子どものときには、リンは大人に比べてより多くの量が必要です（血液中のリン濃度：成人の正常値＝2.5～4.5mg/dL、小児の正常値＝4.0～7.0mg/dL）。なぜなら成長期には骨を作り出すために、多くのカルシウムが必要となりますが、この時期は血液中のカルシウム濃度は一定に保たれ、変化しません。そこで、リンの血中濃度を高めることでカルシウムとリンの積を高め、骨を作ります。

カルシウムやビタミンDが不足すると、リンの濃度が下がり、骨が硬くなくなると、くる病（骨軟化症）が起こります（図5）。この場合、カルシウムやビタミンDの摂取を増やしても、リンが少なければ病気が進みます。

図4 血中リン濃度調節

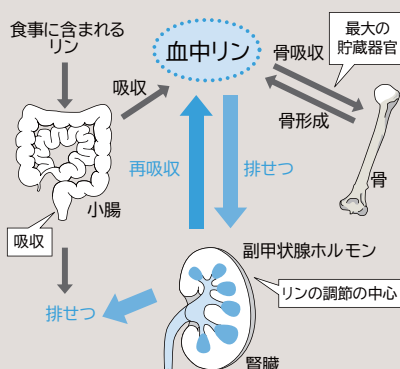


図5 くる病のX線写真



## カルシウムとリンのバランスに 優れている食品、牛乳

食事から摂取するカルシウムとリンのバランスは1：1が理想ですが、加工食品の需要が高まる現代の食生活ではリンはとりすぎの傾向にあり、一方で、カルシウムは不足しがちです。成長期には特にカルシウムを十分とってバランスを取るべきです(図6)。

牛乳は非常にバランスの良い食品です。牛乳(200mL)中には186mgのリンと220mgのカルシウムが含まれ、そのバランスはほぼ1：1であり、さらにリンがタンパク質に結合しているため、ゆっくり吸収されます。また、カルシウムの吸収率も40%と高く、優れた食品といえます(図7)。

なお、清涼飲料水の約66%はリンを含んでいますが、カルシウムをほとんど含まないため、清涼飲料水を飲んだら、カルシウムの摂取が必要になります。

## 成人では血中リン濃度を 下げないと悪影響がある

前述した通り、血液中のリンの濃度は、小児の正常値が4.0~7.0mg/dLであるのに対し、成人では2.5~4.5mg/dLです。骨の成長に必要であったリンは、成長後には腎臓を利用して排せつする方向に向かいます。つまり、成人では血中リン濃度を低く保つ必要があるということです。

血中リン濃度が高いままで、カルシウムとのバランス異常が起こると、骨や歯以外の軟組織に炭酸カルシウム、リン酸カルシウム、ハイドロキシアパタイトなどの結晶が沈着する「異所性石灰化」が起こります。例えば、血管に石灰化が起こると、血管が硬くなって脳血管障害や心筋梗塞を発症しやすくなります。

また、現在は人工透析患者の異所性石灰化が大きな

問題になっています。タンパク質と結合しているリンは人工透析によってろ過することができないため、人工透析患者は血液中のリンの濃度が上がり、異所性石灰化が起こりやすいのです。

糖尿病患者が増加するなか、糖尿病腎症の患者、人工透析を受ける患者が増えています。人工透析患者は30万人近くにも上り、新しく人工透析患者になる人が年間1万人ずつというハイペースで増加しています。

対策としては、腎臓病そのものの進展を食い止める一方で、リン吸着剤を服用して腸からのリンの吸収を減らすこと、そして、リンを多く含むタンパク質を制限することです。

ただ、リンの制限は簡単ではありません。週3回人工透析を受けている人のリンの1日の摂取の目安量は700mgであり、先に述べた和定食を1食食べるだけでオーバーします。リン吸着剤を服用するとはいえ、やはり人工透析患者のリン摂取量のコントロールは困難といわざるを得ません。

腎臓病、糖尿病の人はリン摂取について常に意識するべきで、特に医師からリン制限の指示をされている患者は注意が必要です。

腎臓病患者にとって牛乳や乳製品はカルシウムをとりやすい反面、リンも摂取してしまうため、腎臓病患者が牛乳を採り入れる場合は、リンの含有量が1/2~1/5と低い低リン乳なども利用するといいでしょう。

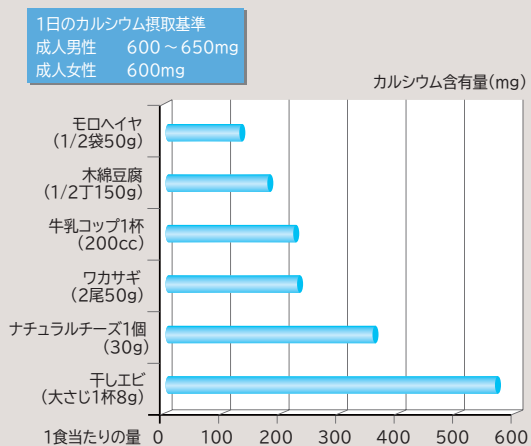
## 重要な役割を果たしている リン代謝機構

これまで述べてきたように、リンについては少しずつ研究が進み、今、新たな知見も出始めています。

例えば、リンの代謝をコントロールするホルモンの研究から、その役割を持つ遺伝子 Klothoが見つかり、Klotho遺伝子は寿命と関わっていることが分かってきました(図8)。

また、リンの代謝とコレステロール代謝、グルコース代謝、脂質代謝が関連しており、リンの代謝を改善すると、コレステロールやグルコース、脂質の代謝も

図6 カルシウムを多く含む食品群



出典:実教出版編集部編「オールガイド五訂増補食品成分表」  
実教出版 2008 より一部改変

図7 牛乳摂取とリン

牛乳中のリンとカルシウム(200ml)	
カルシウム	220mg
リン	186mg

↓  
バランスが◎

牛乳中のリンはカルシウム吸収に悪影響を及ぼさない。

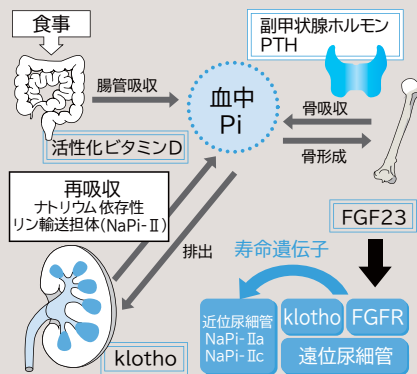
タンパク質に含まれている



改善することが明らかになってきました。さらに今後研究が進むと、腎臓機能の保護作用、骨石灰化の調節システムなどについても解明されるのではないかと予想されます。

日本では欧米に比べると腎移植があまり進んでおらず、腎臓を患うと人工透析による治療が主体になり、そのためリンの蓄積が問題化しています。そういう視点から、欧米とは異なる、日本発のユニークなリンの研究が発展するのではないかと期待しています。

図8 新しいリン代謝のしくみ



リン摂取過剰が長期間におよぶと、骨細胞からホルモンFGF23が分泌され、血中FGF23濃度が増大する。FGF23は、腎遠位尿細管細胞膜に局在する遺伝子klothoを介してFGFR(FGF受容体)に結合し、何らかのリン利尿因子を介して近位尿細管のナトリウム依存性リン輸送担体NaPi-IIaおよびNaPi-IIcの発現抑制を行う。また、リンが欠乏状態になると、血中FGF23濃度は低下し、小腸および腎臓のリン吸収は亢進(こうしん)する。

Q 日本食事摂取基準の上限値 3,500mg 程度のリンをとり続けた場合、健康への障害は生じますか？

A 体はカルシウムとリンとのバランスで判断しているので、カルシウムを十分とっていればリンの摂取量は上限値 3,500mg までなら問題ありません。しかし極端にカルシウム摂取が低い人が 3,500mg のリンをとれば、体は普通の何倍ものリンをとったと判断し、腎臓への負荷が増大します。健康のためには、カルシウムと同量のリンの摂取を心がけることが大切です。

Q 慢性腎疾患患者が増えていますが、リンをとりすぎていると分かる、マーカーのようなものはありますか？

A あります。リンが過剰だと、FGF23 というホルモンが骨から出るので、これを基にリンの過剰摂取が判断できます。この FGF23 というホルモンは最近発見されたもので、これにより、腎臓病や骨形成のコントロールが可能になるのではないかと期待されています。

※掲載内容は、原則、開催当時のまま採録しています。また、講師の肩書も当時のまま掲載しています。

# 食事によるストレス制御

～脳ストレスを消すための牛乳の栄養価とは～

徳島大学大学院 ヘルスバイオサイエンス研究部 臨床栄養学分野 教授 武田 英二 氏

ストレスが過剰になると心身が変調することはよく知られていますが、日常の食事とストレスがどのように関係するかはあまり知られていないのではないのでしょうか。長年、「ストレス制御を目指す栄養科学」を研究されてきた徳島大学大学院 ヘルスバイオサイエンス研究部 臨床栄養学分野 教授の武田英二先生に、ストレスに対する心身の反応や、ストレスへの適応を助ける食事についてお話しいただきました。

## ストレスは悪いものとは限らないが、持続すると適応できなくなる

ストレスは誰もが感じるもので、精神的ストレス、肉体的ストレスのほか、気温の変化、騒音、外傷、自然災害などによる物理的ストレスがあります。

「ストレッサー」（生体反応をもたらす刺激）に対する「ストレス反応」は「侵襲に対して生体に生じる非特異的反応の総称」で、生体内環境の恒常性（ホメオスタシス）を保つ生体反応といえます。ストレッサーが来ると、心理的要因（性格、経験、知識、生活環境）や身体的要因（年齢、性、健康度）によって、その反応は異なりますが、多くは不安、怒り、悲しみ、緊張といった情動行動（心理的反応）や自律神経、内分泌、免疫に対する身体的反応が現れます。そして、多くの場合は内部環境の調節や行動の調整で回復できます。しかし、ストレッサーが長く続くと適応できなくなり、食事、睡眠、運動、仕事などの生活の乱れにつながり、最終的には身体症状や精神症状（心身症、神経症、行動異常）が出てきます（図表1）。

ストレス反応の例としては、筋肉の緊張が挙げられます。「手に汗握る」「肩がこる」「筋緊張性頭痛」「書痙」（緊張したときだけ手が震えて字が書けない）、「緊張しすぎていい結果が残せない」などの事例は、皆さんも聞いたか、体験したことがあると思います。

図表2は、1967年に米国の社会学者トーマス・ホー

ムズらが作成した「社会的再適応評価尺度」です。人生で出会うストレスを点数化したもので、合計値が300点を超えたら心身に変調が現れる可能性が高いという結果が出ており、ストレス評価法として広く用いられています。配偶者の死や離婚、夫婦の別居などが上位にある一方で、長期休暇やクリスマスなど、楽しみや生き甲斐になることもストレスの要因として挙げられています。

同じ出来事でも感じ方によって「良いストレス」にも「悪いストレス」にもなります。例えば、小学校で漢字を覚えることはそのときはストレスになりますが、覚えてしまうとストレスはなくなります。今の私のように講演するとき、準備をして自信があればやり甲斐を感じますが、自信がなければ大変なストレスになります。生き甲斐を感じたり、困難を克服して達成感を得たりする経験を考えると、ストレス=悪いこととはいえません。

図表3はカナダの生理学者ハンス・セリエの「ストレス後の生体反応の推移」の仮説です。ストレスを受けた後の生体の反応は、「警告反応期」「抵抗期」「疲弊期」の3段階に分けられます。警告反応期は、スト

図1 ストレスと生体反応

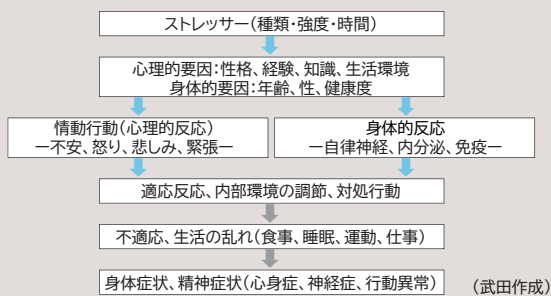


図2 社会的再適応評価尺度

順位	出来事	ストレス値	順位	出来事	ストレス値
1	配偶者の死	100	23	子どもの独立	29
2	離婚	73	24	親戚とのトラブル	29
3	夫婦の別居	65	25	自分の輝かしい成功	28
4	留置所などへの拘留	63	26	妻の転職や離職	26
5	家族の死	63	27	入学・卒業・退学	26
6	ケガや病気	53	28	生活の変化	25
7	結婚	50	29	習慣の変化	24
8	失業	47	30	上司とのトラブル	23
9	婚姻上の和解	45	31	労働時間や労働条件の変化	20
10	退職	45	32	転居	20
11	家族の病気	44	33	転校	20
12	妊娠	40	34	趣味やレジャーの変化	19
13	性の悩み	39	35	宗教活動の変化	19
14	新しい家族が増える	39	36	社会活動の変化	18
15	転職	39	37	1万ドル以下の借金	17
16	経済状態の変化	38	38	睡眠習慣の変化	16
17	親友の死	37	39	家族団樂の変化	15
18	職場の配置転換	36	40	食習慣の変化	15
19	夫婦ゲンカ	35	41	長期休暇	13
20	1万ドル以上の借金	31	42	クリスマス	12
21	担保・貸付金の損失	30	43	軽度な法律違反	11
22	職場での責任の変化	29			

一年間の出来事のストレス値合計が300点以上の80%、200~300点の50%が、心身に何らかの変調をきたす。Holmes TH & Rahe RH:1967

レスを受けて最初に起こる反応で、ショックを受けて少し落ち込みますが、しばらくすると頑張っていこうと立ち上がります。警告期を乗り越えると、ストレスに対して積極的に適応するようにさまざまな反応が全身に現れる抵抗期に移ります。疲弊期は、強いストレスに長期間さらされることにより適応反応が困難になった状態で、慢性疲労に陥り、どんどん抵抗力が落ちて、最後は自分の存在感や価値観が危うくなり、過労や自殺などで死に至る場合もあります。そのため、大きなストレスを受けた場合には長期にわたる心のケアが必要です。

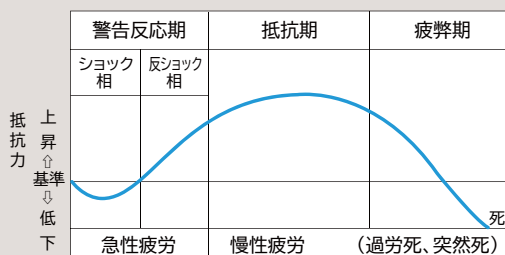
## 心と身体が健康になれる食事 ブレインフード

ストレスを感じ、生体反応を指示しているのは脳です。適度なストレスに対して脳は的確に対応しますが、強いストレスに長時間さらされると、脳は刺激に反応しなくなってしまいます。脳そのものがストレスを抱えた状態になると、身体の病気だけでなく、うつ病やパニック障害、パーキンソン病、統合失調症といった心の病気を引き起こします。

脳が障害される原因は一つではありません。しかし、原因の一つに食事との関係が指摘されています。脳に必要な栄養素が不足することによって、脳の健康に影響を与えているのです。食事をどのように食べるかによって、脳はストレスを抱え込むこともあれば、脳からストレスを消すこともできます。

最近では、食事が脳機能や心に作用することから「ブレインフード」という言葉が生まれています。脳に良い食事というと、頭が良くなる食事のことを思い浮かべるかもしれませんが、脳は心と身体の司令塔ですから、頭が良くなる食事のことではなく、心と身体が健康になれる食事——それが脳に良い食事、すなわちブレインフードということが出来ます。ブレインフードの概念からも、ストレスが克服できる食事とは一つの栄養素、特定の食品というものではなく、献立として捉えるべきでしょう。

図3 ストレス後の生体反応の推移 (Selye 説)



(日本比較内分沁学会(編):からだの中からストレスをみる、P3、学会出版センター、東京、2000による)

## 子どもに安心感と安らぎを与え、 愛着を形成する家庭での食事

食品には①生命の保持、②味覚や嗅覚の刺激、③生体機能調節の三つの機能があります。そして、食事は「日常生活の楽しみ」や「家族との交流や友人との親睦を深める」という機能を持っています。

家族全員で食事をとると、決まった時間にみんなで食卓を囲むことになるので生活のリズムができ、会話によって心の安らぎが得られます。これに対して一人で食べる個食や孤食は、好きな時間に食べられるので生活のリズムが乱れたり、孤独感を感じたりするなど、食事を通して得られるはずの愛着が得られなくなります。その結果、ストレスを増大させたり、摂食障害につながったりします。このように、心の問題あるいはストレスに対しては、食事や食習慣の癒やし効果が有用であり、特に子どもにとっては精神発達や人格形成の基盤になると考えられています。

母親の家出後、父親やその再婚相手から虐待を受けていた女兒の例を紹介します。入院当初は4歳1カ月で身長75cm、体重11kgと1歳半くらいの体格で、発達指数(認知や運動能力、社会性などの発達を見る指数)は50と明らかに低い状態でした。入院後4カ月で身長が3.5cm、体重が6kg増加しましたが、発達指数は上昇したものの標準に届かず、体は大きくなっても、精神神経の傷は残っていることが考えられました。この場合のように、十分な栄養があっても十分な愛情がないと成長障害が見られるのです。

最近、脳下垂体から分泌されるホルモンのオキシトシンが脚光を浴びています。母乳を出すホルモンですが、「母性愛」を促進する作用があることがわかってきたのです。乳汁を乳腺の中で作るプロラクチンと、乳腺を収縮させて母乳を出させるオキシトシンの二つのホルモンによって母乳は出ます。赤ちゃんが母乳を飲むとオキシトシンやプロラクチンが分泌され、さらに母乳が出やすくなるというフィードバック機構があります。そして、オキシトシンには母親側の母性の目覚めや子どもへの愛着(アタッチメント)形成という役割があるわけです。

同じように、食物にも愛着形成の役割があります。家族でお母さんが作ったものを食べるのは愛情の代償物としての象徴的意味があり、安心や安らぎを与え、愛着が育まれると考えられます。

しかし、最近の調査では、1週間のうちで主食・主菜・副菜のそろった食事が1日で2回以上準備できる母親は約38%にすぎないという結果(日本子ども資料年鑑2008、恩賜財団母子愛育会日本子ども家庭総合研究所編集)もあり、母親の手料理を家族そろって食べるという食事形態は減っています。

家庭での食事がおろそかになり、愛情が伝わらないことが摂食障害（拒食症や過食症）につながります（図表4）。摂食障害の根底には自己の存在感に対して空しさがあり、それが拒食あるいは過食という行動として現れます。これは、愛着を有していない人間関係の表現として捉えることができます。

日本の未来を担うのは子どもたちです。子どもたちの豊かな人間性を育てるのは愛情であり、食事であることを改めて認識していただきたいと考えます。

## ストレスが引き起こす 代謝障害で生活習慣病にも

さて、大人の状況はどうでしょうか。現代はストレス社会といわれています。2010年9月に厚生労働省が発表した「自殺・うつ対策の経済便益（自殺・うつによる社会的損失）」（国立社会保障・人口問題研究所調べ）によると、年間3万人を超える自殺者と、推計104万人といわれるうつ病患者による日本の社会的損失額は、2009年の1年間で推計約2兆7,000億円に上ります。そして、日本から自殺やうつ病がなくなった場合、2010年でのGDP引き上げ効果は約1兆7,000億円と予想されています。自殺やうつ病への対応は社会的な責務です。

次にストレスがどのように私たちの代謝機能に影響を与えているかを説明しましょう。

ストレスを感じると交感神経系では、下垂体前葉か

ら副腎皮質刺激ホルモン（ACTH）が出て、副腎皮質に作用してコルチゾールが分泌されます。また、副腎髄質からはカテコールアミン（アドレナリンやノルアドレナリン）が分泌されます（図表5）。

コルチゾールとカテコールアミンは、図表6のような作用を身体にもたらします。二つのホルモンの働きに共通しているのは、血糖値を上げることです。血液中の血糖値を上昇させ、タンパク質からアミノ酸への分解反応を刺激します。血圧が下がると脳や筋肉に十分なエネルギーを届けることができなくなるため、心拍数を上げたり、皮膚や手足などの末梢血管を収縮させて血圧を上げたり、反対に脳や筋肉の血管は拡張させて酸素や糖を供給しようとしています。私たちがストレスで緊張すると、血管を収縮させ、心臓をドキドキさせるのは、身体が脳や筋肉の働きを高めてサバイバルに対応できるようにするためで、副腎髄質やこの二つのホルモンの働きによるものです。

一方、副交感神経はアセチルコリンを分泌して、平滑筋の収縮を促進するなどしてリラックスさせようとします。このように交感神経と副交感神経はバランスをとりながら、生体の恒常性を保っているのです。

ストレスは食欲にも大きく影響します。一般に、強いストレスを受けると食欲は低下します。しかし、ストレスから逃避するために、不安、うつ状態、軽度のストレスに陥ると、やけ食いや気晴らし食、イライラ食、夜食症候群など、過食や摂食障害を起こします。

ストレスを受けると、脳の視床下部からコルチコトロピン放出ホルモン（CRH）が分泌され、CRHが副腎皮質刺激ホルモン（ACTH）の分泌を刺激し、ACTHが副腎に作用することでコルチゾールが分泌されます。図表6に示したように、コルチゾールは肝臓でアミノ酸や乳酸をグルコースへ変える糖新生を促進してエネルギーに変える働きがあり、身体は空腹時の代謝状態になります。このように、コルチゾールは食欲を促進するのですが、反対にCRHとACTHには食欲を抑える働きがあります。コルチゾールが出てくると食欲は増しますが、CRHとACTHが多く分泌されているときには食欲は抑えられています。したがって、短期のスト

図4 栄養と心理

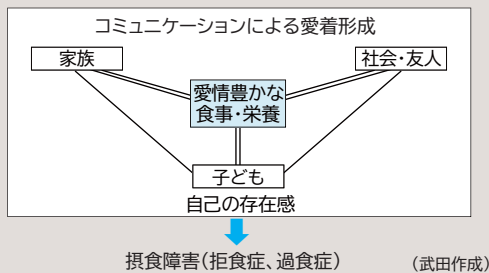


図5 自律神経系の働き

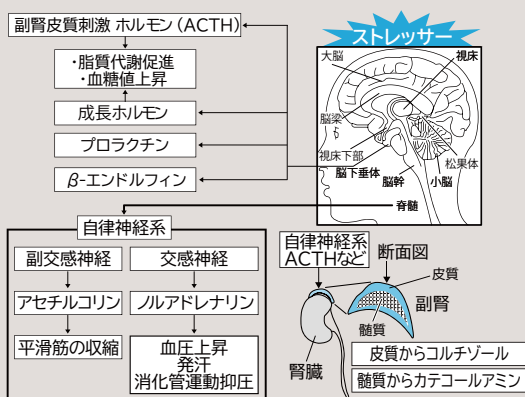
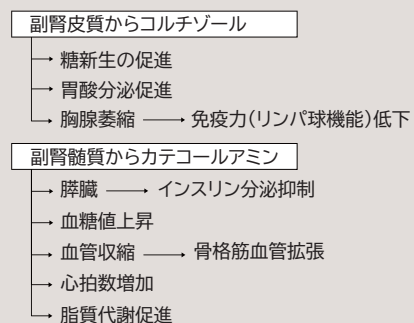


図6 生体のストレス反応





レスの場合はストレスの強度や継続時間によって食欲不振、食欲増進が交互に見られることとなります。

また、コルチゾールには、レプチンやノルアドレナリン、グレリンなどのホルモンや、サイトカイン（生理活性物質）、ニューロペプチドYのような食欲を調節する神経伝達物質を増加させる働きもあります。

ストレスが続くと代謝障害が起こり、糖尿病や肥満などの疾病を引き起こします。ストレスによって副腎からのエピネフリン（アドレナリン）やグルココルチコイドの分泌が促進され、脂肪組織からの脂質や肝臓からのグルコースの放出が進むと、インスリンが過剰に必要なため、ストレスが続くとやがて脂肪組織や肝臓でのインスリンの効きが悪くなるインスリン抵抗性を起こします。これが高血糖や内臓肥満を合併したメタボリックシンドロームにつながるのです（図表7）。

### 脳内のセロトニンが増えると抑うつ気分が改善される

人の精神活動には、脳内の神経伝達物質「セロトニン」が大きく関係しています。セロトニンには神経を興奮させる作用がありますが、一定量を規則正しく出すことで、脳内にある二つの神経伝達物質「ドーパミン」（喜び、快楽の感情を促進）と「ノルアドレナリン」（恐れ、驚きの感情を促進）をコントロールし、脳全体のバランスをとっています。セロトニンが不足すると、ドーパミンやノルアドレナリンの暴走を止めることができなくなり、キレたり、自殺したり、あるいはうつになるといわれています。

脳内でセロトニンは神経と神経の間（シナプス間隙）で作用します。シナプス前細胞から出たセロトニンは後シナプス細胞受容体に吸収されて効果を発揮しますが、時間とともにセロトニンはシナプス前細胞に戻り、分解されます。

セロトニンは全身に存在していますが、脳内には全体の2%があるだけです。セロトニンは、もともと身体に存在するものではなく、食べ物に含まれる必須アミノ酸のトリプトファンを原料に体内で作られます。

トリプトファンは血液によって脳に運ばれ、ビタミンB<sub>6</sub>、ナイアシン、マグネシウムの作用によってセロトニンとなります。

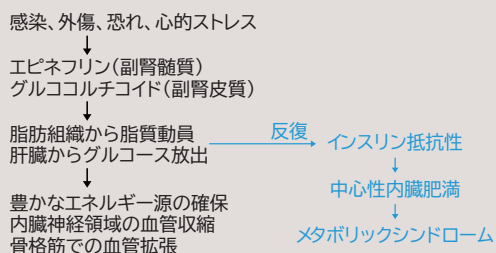
ストレスを感じると、脳内のセロトニン神経が活性化します。セロトニン分泌量を増やして気分を落ち着かせ、ストレスに打ち勝とうとします。ストレスが続いてセロトニン活性が亢進（こうしん）するとセロトニン分解も亢進してきます。そのためストレスが継続すると、分解が合成を上回って神経伝達物質の供給が少なくなり、気持ちや行動意欲が低下、抑うつ気分につながります（図表8）。

セロトニンの原料となるトリプトファンが欠乏することでも、抑うつ気分が見られます。そのためアミノ酸の元になるタンパク質をとることが大切ですが、高タンパク食を食べれば脳内にトリプトファンが増えるというわけではありません。タンパク質が分解される時、そこに含まれる中性アミノ酸が、トリプトファンが脳に入るのを邪魔するのです。有効と考えられているのが高炭水化物低タンパク質の食事です。炭水化物によって分泌されるインスリンが中性アミノ酸を筋肉や肝臓に取り込むので、脳内に届くトリプトファンが増えるのです。

セロトニンには食欲を調整する働きもあります。1998年の野々垣らのマウスを使った実験では、セロトニン受容体を欠損させたマウスには抑うつ症状が出てくるとともに、食欲が約1.3倍になり、多動も見られました。さらに、年齢が増えるとインスリンや脂肪を制御するレプチンへの抵抗性が高まって、糖を取り込むホルモンである糖代謝の異常や肥満になることが分かったのです。

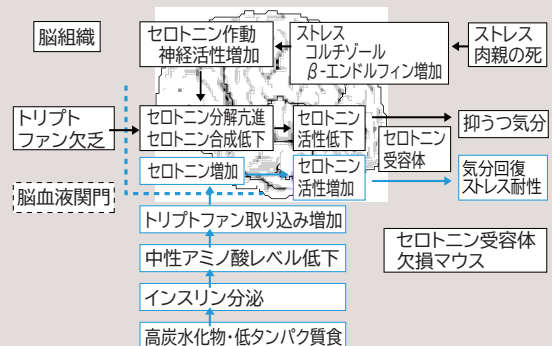
糖尿病とうつとの関連は深刻な社会問題です。糖尿病患者のうつ病性障害は15～20%に見られ、一般人口での発症率の約3倍になります。また、48の疫学研究のメタ解析から糖尿病患者の26%が中等度から重度のうつ症状というデータ（Diabetes Care 24,2001）もあります。

図7 ストレスと代謝障害



エピネフリン(英名:アドレナリン)・グリコーゲンの分解を促進して血糖値を増加  
グルココルチコイド…糖新生や血糖値の上昇などの作用をもつ (武田作成)

図8 ストレス制御と栄養



β-エンドルフィン…下垂体で作られて痛みの感覚を遮断する作用を持つ。  
脳内モルヒネとも呼ばれる。(武田作成)

## 牛乳・乳製品でストレスや ストレスが引き起こす病気に備える

最後に牛乳のストレス軽減効果についてお話しします。図表8で挙げたようにストレス制御には、高炭水化物低タンパク食をとって脳内のセロトニンをいかに増やすかが鍵だと述べました。トリプトファンを直接脳に入れられる食事ができないかということになります。牛乳のタンパク質でその可能性が探られています。

動物実験レベルですが、トリプトファンを多く含む乳製品の $\alpha$ -ラクトアルブミンをとると血液中のトリプトファンの濃度が上昇し、セロトニンによって分泌が促進されるプロラクチンも増えることが明らかになっています。また、ロブ・マーカスらは、ストレスの多い学生29名と少ない学生29名にトリプトファンを多く含んでいる乳性タンパク質 $\alpha$ -ラクトアルブミンと、 $\alpha$ -ラクトアルブミンほどはトリプトファンを含まない乳性タンパク質カゼインを摂取させて、血中トリプトファン・中性アミノ酸比、血中プロラクチン濃度、心拍数、皮膚伝導度、血中コルチゾール濃度、うつ指標を評価しました(図表9)。

それによると、血中トリプトファンと中性アミノ酸の比は $\alpha$ -ラクトアルブミンとカゼインの間で、ストレスの高低によっても変わらなかったのですが、 $\alpha$ -ラクトアルブミン摂取によって高ストレス群ではプロラクチン濃度が上昇しました。つまり、セロトニンが増えたこ

とが考えられます。また、ストレスによって上がる血中コルチゾール濃度、うつの指標でも高ストレス群+ $\alpha$ -ラクトアルブミン群で下がるのが認められました。

この結果から、 $\alpha$ -ラクトアルブミンによるトリプトファン増加を介したストレス制御の可能性が考えられます。

牛乳1本(200mL)を見るとエネルギー量は138kcalと母乳と同じくらいですが、タンパク質や脂質、カルシウム(227mg)が豊富で、各種のビタミンも補給できます(図表10)。その高い栄養価はストレスによって起こる生活習慣病の予防にも効果的です。

食事からのリンの摂取量が多いと血圧が低い傾向があるのですが、中でも乳製品からの摂取量が多いと血圧が下がることが分かっています(図表11)。また、45~59歳のメタボリックシンドロームの男性2,375名を20年間にわたって調査したところ、牛乳摂取量が多いほどメタボリックシンドロームや糖尿病が少ないことも報告されています(図表12)。

## バランスの取れた献立と 家族と囲む食卓でストレスを制御

心と身体に良い食事とは、主食、主菜、副菜がそろった栄養バランスのとれたものです。例えば、ご飯・豚肉のしょうが焼きと野菜添え・カボチャの含め煮・サヤインゲンのごま和(あ)え・リンゴ、という

図9 ストレスに対する効果  
 $\alpha$ -ラクトアルブミンとカゼインの比較

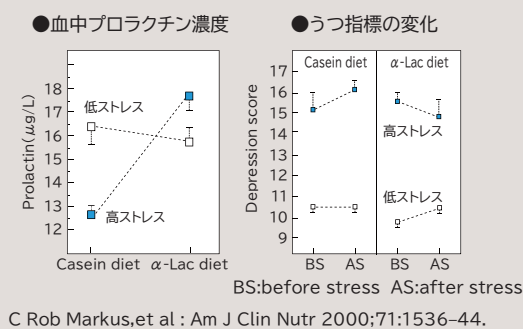


図11 リン摂取量と血圧

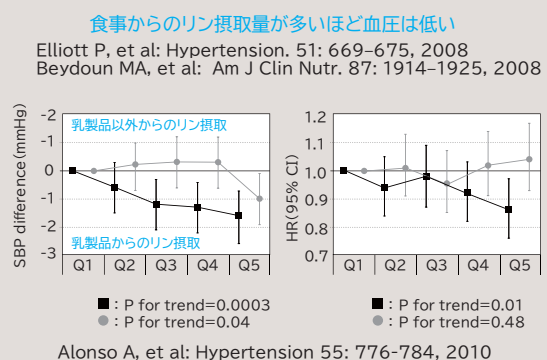


図10 牛乳1本分の栄養価

牛乳1本分の栄養	(200ml=206g)
エネルギー	138kcal
タンパク質	6.8g
脂質	7.8g
炭水化物	9.9g
カルシウム	227mg
ビタミンA	80µg
ビタミンB <sub>1</sub>	0.08mg
ビタミンB <sub>2</sub>	0.31mg

(五訂食品成分表より)



図12 牛乳摂取量とメタボリックシンドロームの関係

牛乳摂取量が多いとメタボリックシンドローム  
および糖尿病発症が少ない

対象:45-59歳のメタボリックシンドロームの男性2375名  
調査内容:20年間にわたってメタボリックシンドローム、糖尿病、  
血管障害、死亡状況を調査した。

牛乳摂取量(少ない順に)	メタボリックシンドローム	糖尿病
0-25%	1.00	1.00
25-50%	1.04	0.80
50-75%	0.76	0.82
75-100%	0.43	0.57

J Epidemiol Comm Health 61: 695-698, 2007

昼食（500 kcal）は、野菜や果物も含まれた非常にバランスのとれた献立です。さらにここに牛乳1本を加えると630kcalになり、カルシウムや $\alpha$ -ラクトアルブミンも増やすことができます。カルシウムは日本人にとって一番不足している栄養素で、不足するとテタニー（筋肉のけいれん）やイライラの原因となります。

本日お話ししたように、ストレス反応は神経や心に影響を及ぼすだけでなく、免疫・炎症、さらには糖尿病やメタボリックシンドロームの原因となる内分泌・代謝にも関与しています。ですから、バランスのいい献立、抗酸化作用を持つビタミンなどを多く含む野菜や果物、牛乳などをとり、家族や仲間と食事をして、ストレスを制御していただきたいと思います。

今年3月に起きた東日本大震災の被災者の方々の心身状況は、図表3「ストレス後の生体反応の推移」で考えるとそろそろ疲弊期の段階となり、自殺する人も出てきました。被災者の方々が周囲の人たちと一緒にバランスのとれた食事ができるような環境をつくり、心身の健康を長期的にサポートしていくことが必要だと考えています。

※掲載内容は、原則、開催当時のまま採録しています。また、講師の肩書も当時のまま掲載しています。

## 油脂のおいしさの科学

～食品をおいしくする脂肪の役割～

京都大学 農学研究科 食品生物科学専攻栄養化学 伏木 亨 氏

乳脂肪を含め、油脂のおいしさは誰もが経験的に知っています。しかし、京都大学農学研究科食品生物科学専攻食品健康科学講座栄養化学分野教授の伏木亨先生によると、油脂をなぜおいしいと感じるのか、その全容はまだ分かっていないとのこと。伏木先生が自身の研究を中心に油脂のおいしさの秘密を語っていただきました。

### 油脂をおいしく感じる仕組みはまだよく分からない

「油脂はおいしい」ということは、皆さん実感されることだと思います。実際、食品会社が商品のリニューアルなどで油脂を減らすと「コクが減った」という指摘が来ることがよくあります。ただ、なぜ油脂がおいしいのかは分かっていません。

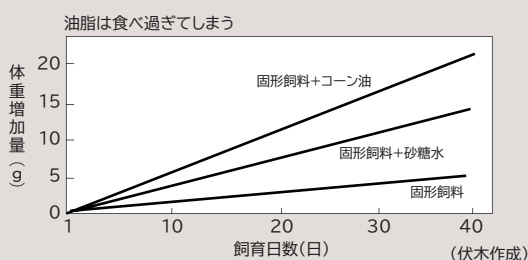
牛乳は、3.6%程度の濃度で油脂が含まれている飲み物です。牛乳に含まれる乳脂肪は直径3～10ミクロンの脂肪球を脂肪球膜に包んだものです。この乳脂肪のおいしさは、食感から来るのか、独特の乳の香りとして嗅覚を刺激するのか、味わいがあるのか、エネルギーを充足することで満足感を与え、おいしいと感じさせるのか、今日はそのあたりのヒントになるお話をしたいと思います。

油脂はほんとうにおいしいのかは、動物実験で明らかにされています。図1はマウスの食餌に関する実験です。通常の餌である固形飼料で飼育すると1カ月で5g体重が増え、それ以上は増えないのですが、固形飼料に砂糖水を加えたとき、コーン油を加えたときには食べる量が増え、体重が増えていきます。油脂のおいしさには勝てないということです。

1970年代、私が学生だったころは、油脂のおいしさを表現するとすれば“柔らかい食感”のみでした。マグロのトロを想像していただくと分かると思います。

実は純粋で新鮮な油脂には味もおいもなく、あるのはトロとした舌触りだけです。それなのに料理に入れるとおいしくなるというパラドックスがあります。

図1 固形飼料への油脂と砂糖水添加 (自由摂取) によるマウスの体重増加



古典的には“味覚”という言葉は味やにおいを指すので、油脂は味覚を刺激しているのではないということになります。また、スープのように液状のものに油脂を入れてもおいしいので、油脂のおいしさは柔らかい食感だけでは説明しきれません。

そこで、私は油脂のおいしさは味覚ではなくて、何か化学的な相互作用で脳を興奮させているのではないかと仮説を立てました。この仮説を証明するには、

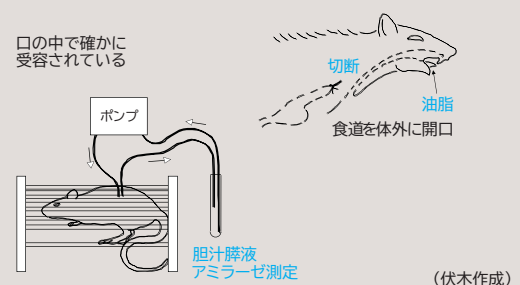
- ①舌が油脂を化学的に認識しているか (油脂が舌に受容されているか)
- ②油脂の受容体の探索
- ③油脂の摂取信号の脳への伝達を示す
- ④脳で興奮が起こっていることを示す
- ⑤動物行動学的な面からの興奮の観察を調べる必要があります。

### 油脂は舌の奥の方で認識され、脳に信号が伝わる

まず、舌が油脂を化学的に認識しているか (油脂が舌に受容されているか) を調べました。

イヌに餌を与えてベルを鳴らすと、やがてベルの音だけで唾液や膵液が出る反射が起こる“パブロフのイヌの実験”をご存じでしょう。これは口や脳から唾液腺、膵臓へ神経がつながっていて、反射が起こることを示した実験です。私たちはこの実験を応用して、食道をカットしたラットに油脂を与え、膵臓から小腸に向かって消化酵素が出るかどうかを見ました (図2)。消化酵素が出れば、口から脳、脳から膵臓へ神経の伝

図2 口腔内刺激による膵酵素分泌応答



達があったこととなります。まず砂糖で試してみると、やはり消化酵素が上がり、この実験系が使えることが明らかになりました。そして、油脂で行くと消化酵素のアミラーゼ、リパーゼ、ラクターゼと胆汁、膵液がすべて上がりました。やはり舌に油脂を化学受容する仕組みがあったのです。

次に口で化学受容された油の情報が脳に伝わるかどうか調べました(図3)。味の情報が脳に伝わる神経経路には、大きく分けて、舌の前側3分の1くらいをカバーする鼓索(こさく)神経と舌の奥の方をカバーする舌咽(ぜついん)神経の2系統あります。鼓索神経を切断し、電極を付けて興奮を見ると、鼓索神経はどんな油を与えても応答しませんでした。一方、舌咽神経はリノール酸を1滴垂らすだけで信号が出ました。油脂は舌の真ん中から奥の方で受容され、信号を脳に伝えていました。フランスの料理書に「旨(うま)いものは舌の奥で味わえ」とありますが、実際に舌の奥から油脂の情報が伝わっているのは偶然ではないのかもしれない。

さらに口の中で油脂がどのようにキャッチされているかを知るために、二つの液体の瓶を置いて好みを詳しく調べる実験を行いました(図4)。使ったのは、水と食品に含まれている代表的な脂肪酸であるリノール酸・オレイン酸・リノレン酸で、この三つの脂肪酸はグリセリンと結合すると中性脂肪になります。中性

脂肪は体の脂肪の98%を構成しています。実験の結果、水と脂肪酸では脂肪酸を好み、中性脂肪よりも脂肪酸を好みました。

これら三つの脂肪酸は炭素鎖長がある程度長い長鎖脂肪酸であることが共通で、しかも末端にカルボキシル基(COOH)を持っています。カルボキシル基がメチル化される(CH<sub>3</sub>が付く)とおいしさがなくなり、ラットは脂肪と認識しなくなります(図5)。このような特徴はラットの舌に油脂の分子が脂肪酸の形で認識されるためのきちんとしたセンサー(油脂受容体)があることを示しています。

ただ、実際に油脂受容体はあるのかは決着していません。私たちは油脂受容体の候補として二つの物質を提示しました。一つは味を感じる細胞の表面にあり、脂肪酸と結合するタンパク質であるCD36です(図6)。舌には味を感じる味蕾細胞が集まった部分に溝があり、食べ物は溝に入って、味を感じる細胞と結合します。味蕾細胞の集まりの先端を、CD36を感知する抗体で染めると茶色に染まります。つまり、食べ物がある側に脂肪酸と結合するタンパク質があるというこ

図3 ラット味覚神経応答

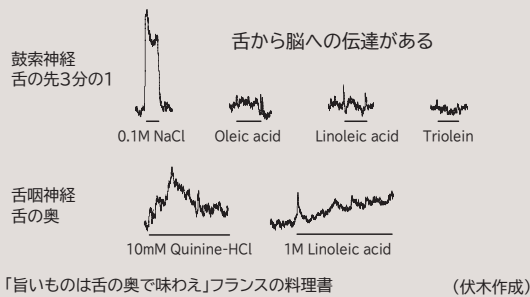


図5 末端がアルコールやメチル化された脂肪酸を飲まない

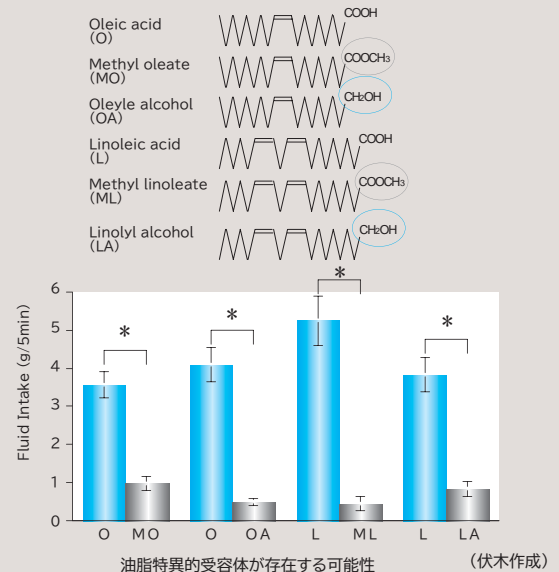


図4 実験動物は長鎖脂肪酸を選ぶ(2瓶選択実験)

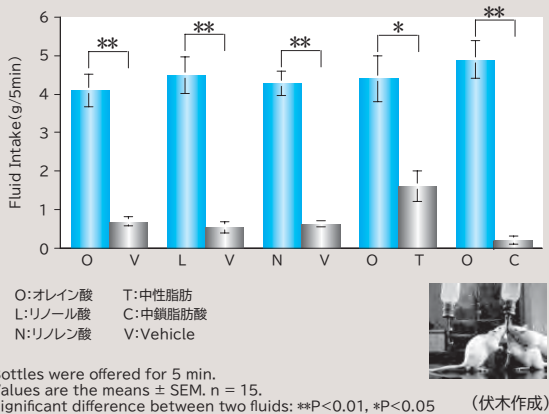
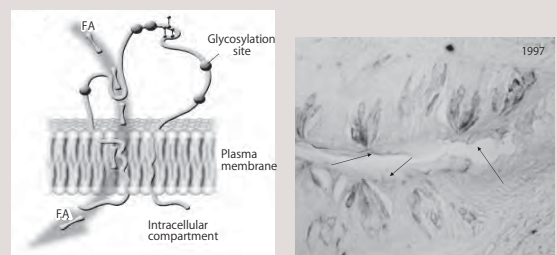


図6 油脂受容体候補ラット舌上皮組織におけるCD36の発現



有乳頭部位の免疫染色  
FukuwatariらFEBS Letter 414, 461(1997)より

とです。味蕾細胞だけを染めてもCD36があります。また、野生のマウスは食用の油脂を好みますが、遺伝子改変でCD36を発現しなくなるノックアウトマウスでは食用の油脂と食用でない油脂の両方を好きで区別がつかみません(図7)。CD36は油脂の受容に関係している可能性が考えられます。

もう一つは、味蕾細胞の細胞膜上にあるタンパク質GPR120です(図8、9)。小腸で見つかったGPR120は味蕾細胞の表面にもあり、甘味やうま味の受容体と同様、細胞膜を7回貫通した構造で、油脂と結合します。GPR120分子を実験的に味蕾細胞に多く発現させて、味蕾細胞が脂肪を感じると細胞内にカルシウムイオンの濃度が上がるようにしておくと、リノール酸・オレイン酸・リノレン酸で応答が上がるので、食物の油を認識しているように見えます。

ただ、CD36もGPR120もノックアウトマウスで完全に脂肪の嗜好(しこう)性がなくなるわけではないので、恐らく多くの油脂受容体が油脂全体をカバーしているのだろうというのが私たちの結論です。油脂受容体の特定にはまだ時間がかかります。

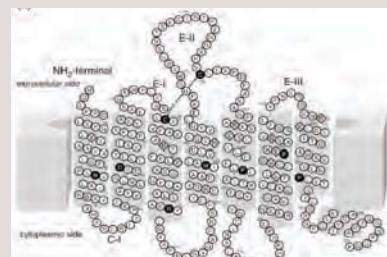
### 油脂をとると快感物質が出て、脳が興奮する

次に、油脂が脳を興奮させるかどうかを動物の行動実験で調べました(図10)。やみつきになるおいしさを評価する“条件付け場所嗜好性実験”で、白箱と黒箱が連結されている単純な装置に赤外線を当て、マウス

がどちらの箱に何秒いるかを調べます。1日目に白箱に油脂を入れ、翌日には黒箱に水、翌日はまた白箱に油脂と同じことを3回繰り返すと、ネズミは白箱は油脂、黒箱は水と学習します。4日目に何も無い白箱と黒箱で観察すると白箱の油脂に執着して、滞在時間が長くなります。この実験では、コーン油、サラダ油、大豆油、綿実油、オリーブ油と油脂の種類を問わず、最終日の白箱の滞在時間が上がりました(図11)。確かに脳が興奮している可能性が考えられます。

また、レバーを押すとシャッターが開いて、油脂などのおいしい液体が1滴だけ出るような装置でもマウスの行動を観察しました。マウスは1滴では満足できないので、何度もレバーを押します。最初は1回か2回でシャッターが開き、その後、2回、4回、8回、16回と押さないとシャッターが開かなくて、ハードルを高くします。10分間で押した回数をブレイクポイント

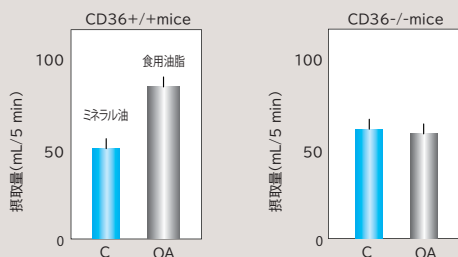
図9 もう一つの受容体候補 GPR120



・G蛋白質共役型受容体  
・センサータイプ  
・主として肺、腸管などに分布が確認  
・長鎖脂肪酸に反応し細胞内にシグナルを伝達

(伏木作成)

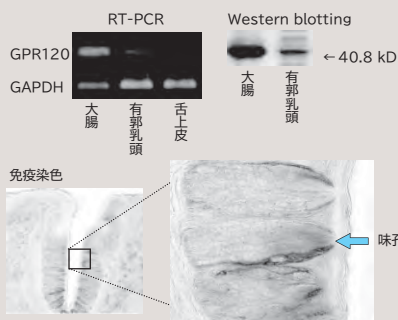
図7 CD36 ノックアウトマウスは脂肪嗜好低下



⇒CD36が口腔内における脂肪化学受容に関与している可能性が高い  
Kawai et al. 2004, Montmayeur et al. 2005

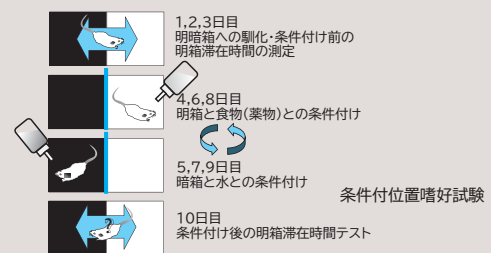
(伏木作成)

図8 味蕾における GPR120 の発現



(伏木作成)

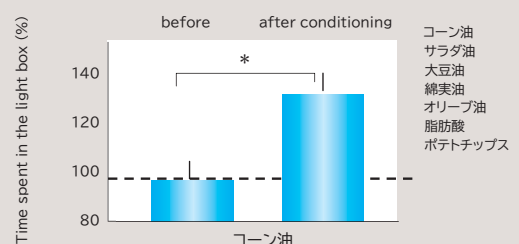
図10 やみつきになるおいしさを評価する：条件付け場所嗜好性試験 (CPP 法)



$$\text{条件付け箱への嗜好性 (\% of pre-conditioning)} = \frac{\text{条件付け後の明箱滞在時間} - \text{条件付け前の明箱滞在時間}}{\text{条件付け前の明箱滞在時間}} \times 100$$

(伏木作成)

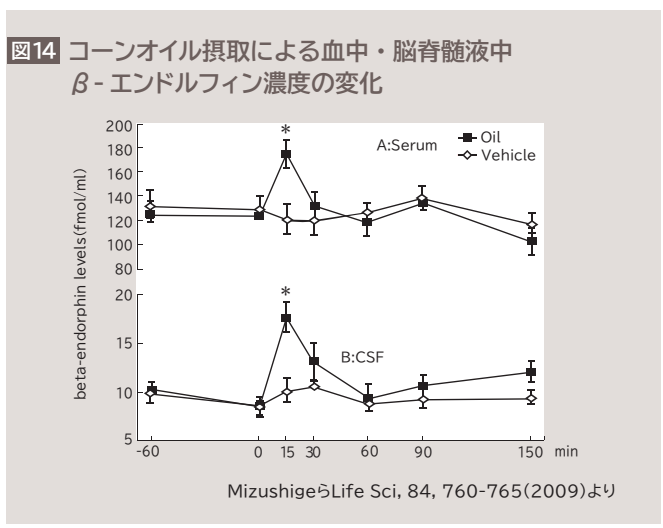
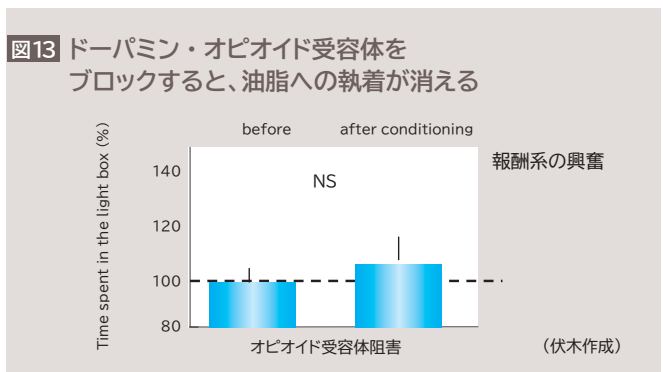
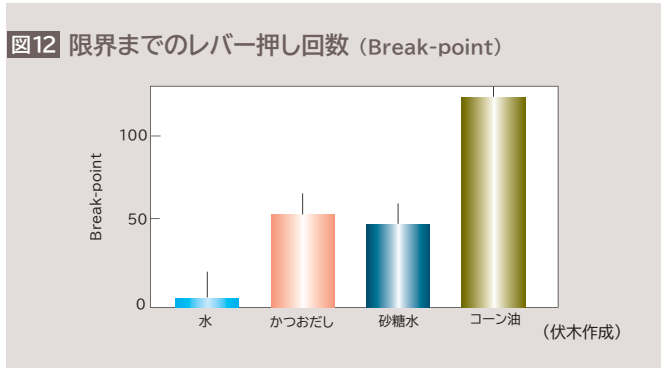
図11 3日で食用油脂にやみつきになる



(伏木作成)

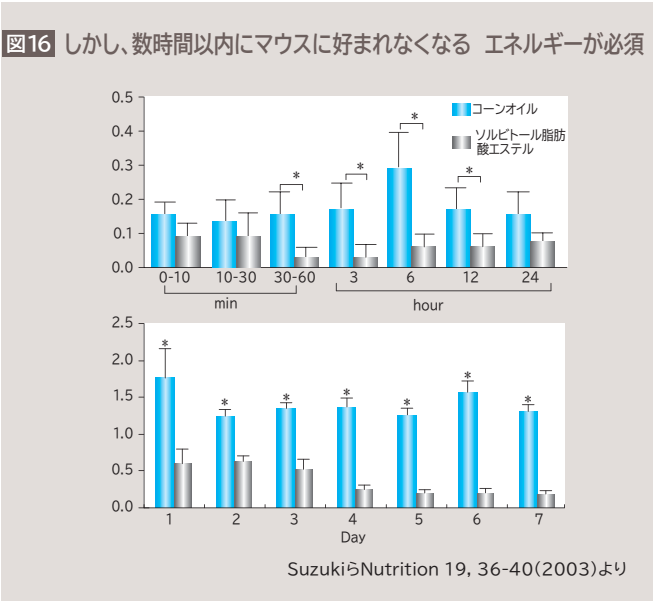
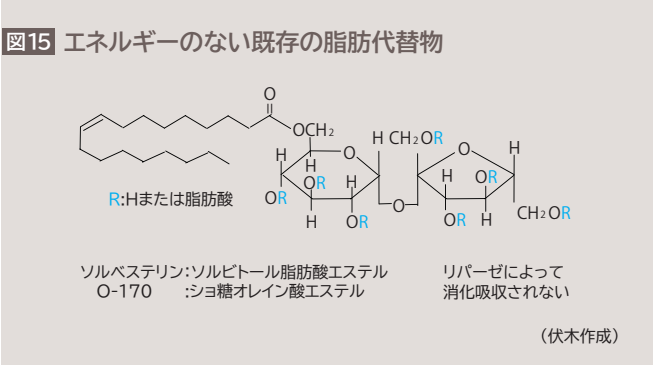
とすると、コーン油は約150回、20%砂糖水は約50回、かつおだしは約60回になりました(図12)。

1950年代にカナダの研究者たちがラットの頭に電極を入れて脳の働きを調べていたとき、中脳の腹側被蓋野から大脳皮質につながる神経の束に電極を入れるとラットが自分の頭を刺激して止めなくなることが分かり、この部分が快感を出していると考えられるようになりました。今では快感の手前の期待感を出しているといわれています。おいしい食べ物もここを刺激すると思われまます。この部分に関係し、快感やおいしさを感じたときに出るドーパミン(オピオイド)の受容体を薬品を用いてブロックすると油脂への執着がなくなること(図13)。コーン油を与えると、同じく快感物質といわれるβ-エンドルフィンの濃度が脳脊髄液や血液中で上がること(図14)からも、おいしさが脳の快感とつながっているのは間違いありません。



**エネルギーがあることもおいしく感じる条件だった**

油脂のエネルギーとおいしさの関係はどうでしょうか。油の分子の周りに脂肪酸を結合させた、消化されない=エネルギーとならないノンカロリーオイル(糖と脂肪酸のエステル)が一部は海外で市販されています(日本では油脂代替物としては認可されていません。ここで用いたソルビトール脂肪酸エステルも糖と脂肪酸のエステルで、市販されていない実験的に作られたものを使用しています)(図15)。コーン油とノンカロリーオイルをマウスに与えると1時間くらいは区別が付きませんが、3時間5時間とたつうちに、ノンカロリーオイルに見向きもしなくなります(図16、17)。前述の“条件付け場所嗜好性実験”では、ノンカロリーオイルを置いた白箱の滞在時間が延びません。これらは生まれて初めて油脂を食べたマウスの行動で、通常は油脂を食べて3日で油脂にやみつきになりますが、ノンカロリーオイルでは3日間で白箱に執着することがなくなりました。ソルビトール脂肪酸エステルはマウスが好ましく感じて摂取しますが、図10で述べたようなやみつき感を評価する条件付け場所嗜好試験ではやみつき行動が見られませんでした。これは、エネルギーがないため報酬効果がないと考えられるためです。



別の実験で、マウスがノンカロリーオイルを食べた後に、胃の中にエネルギーのあるコーン油を加えました(図18)。そうするとマウスは今食べたノンカロリーオイルにエネルギーがあったように錯覚します。それを3日間繰り返すと、ノンカロリーオイルに執着するようになります。外側からエネルギーを足すと、口で食べた物に執着するのです。

また、胃の中にコーン油の代わりに砂糖やグルコースを入れても、同様に口の中のノンカロリーオイルに執着します(図19)。つまり、口の中は油脂でなくてはならず、その化学受容が認識された信号が保たれています。胃の中はエネルギーさえあればいいということが分かりました。ただ、胃に入れる糖質はグルコースやガラクトースはOKですが、フルクトース(果糖)には同じ作用はありませんでした。これは血糖値を上げる作用か、消化酵素が作用するのか、原因は分かりません。

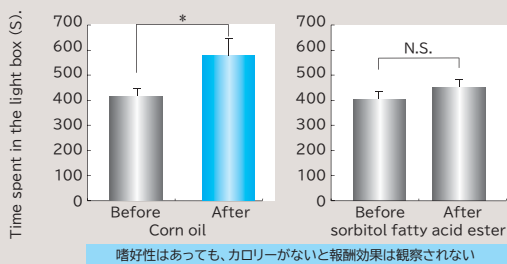
一方、口からとるエネルギー量を半分や4分の1にして、2倍や4倍食べさせるというように、トータルのエネルギー量を同じにして食べさせても満足しないことが分かっています。つまり、口の中は量ではなく、定

性的に認識します。ところが、胃の中では油脂でも糖質でも濃度×量のトータルとしてエネルギー量を認識します。例えば、胃に10%のグルコースを0.4cc入れたときや20%のグルコースを0.2cc入れたときには白箱・黒箱の滞在時間に差が出て執着していることが分かりますが、20%のグルコースで0.1ccだと執着は起こりません(図20)。

このような結果から、油脂など食べ物のおいしさは口と胃の両方が決めていて、口からとる分にはごく少量でも十分刺激になり、胃にはエネルギー量が必要だと分かりました。私たちは口に油脂が入ったことは認識しつつも、そのエネルギーの有無は分からないので、少量で十分おいしく感じる可能性が高いと考えられます。油脂のエネルギー量を減らし、その分は糖質やタンパク質に振り向けるといいでしょう。

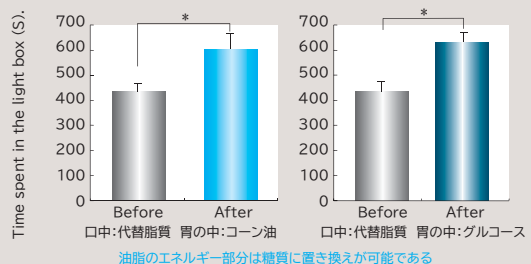
煮物などの料理や小豆などのあんにほんの少量の油を入れるとぐっと味が良くなり、おかきやあられの少量のサラダオイルもおいしさを与えます。少量の油をうまく使う一方で、砂糖の替わりになる人工甘味料のような、低カロリーでおいしい新しい油脂の設計が今後期待されます。

図17 ソルビトール脂肪酸エステルに対して報酬効果は見られない



Suzuki Nutrition 22, 401-407 (2006)より

図19 胃の中に高カロリーを挿入すると代替脂質にやみつきになる



Suzuki Nutrition 19, 36-40 (2003)より

図18 口腔内刺激とカロリーの認識とは独立している

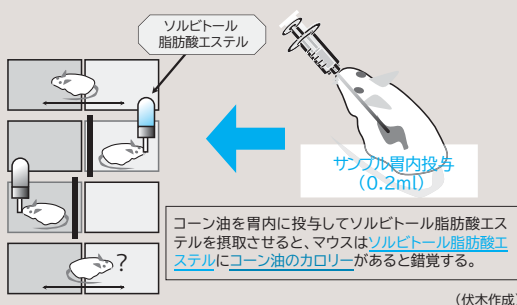
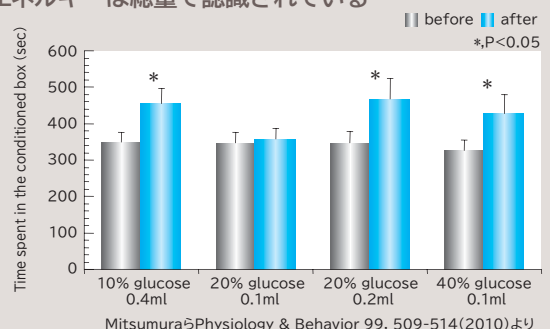


図20 エネルギーは総量で認識されている



※掲載内容は、原則、開催当時のまま採録しています。また、講師の肩書も当時のまま掲載しています。



## 優れた食品素材である牛乳 その利点と課題(乳糖不耐など)

東京農業大学応用生物科学部教授 清水 誠 氏

牛乳は、他の食品素材にはない優れた特性をいくつも持ち、子どもの成長や人々の健康維持に資するところの大きい食品として、世界中で利用されてきました。牛乳が食品として優れているのはなぜか、いくつかの視点から紹介するとともに、牛乳が抱えている課題、主に乳糖不耐について、新たな知見も含めてご紹介します。

### 神秘の食品「乳」

ミルクは、数ある食品の中でもユニークな特別な食品です。

ミルクは乳房内で作られます。乳房には、乳腺胞と呼ばれるブドウの房のような小さな袋がたくさんありますが、この袋は乳腺上皮細胞の層でできています。乳腺胞の外側には動脈があって血液が流れており、そこから細胞内に取り込まれた栄養素を利用して、タンパク質、乳糖、脂質などのミルクの成分が作られます(図1)。

脂肪はこの細胞内で集まって油滴になり、最終的には細胞膜にラッピングされた脂肪球の形でミルクの中に分泌されます。このため、ミルクの脂肪は分離しないのです。

このように乳腺上皮細胞はミルク合成のキープレイヤーとなる細胞です。血液の成分をミルクの成分に変換していくという、非常に高度な機能を持っています。

### 牛乳の成分と特徴—牛乳の栄養

こうやって作られた牛乳の構成成分は、水が約88%、残りが糖質(乳糖)、脂質、タンパク質、ミネラルです。このうち、糖質と脂質はもっぱらエネルギー源として重要であり、タンパク質、ミネラルは体の構成要素、筋肉を作ったり骨を作ったりします。

乳脂肪球となっている脂肪は一般の牛乳には約3.6%含まれます。乳糖が4.5%、タンパク質(カゼイン)は2.6%、カゼインとは違う乳清タンパク質が0.6%、カルシウムなどのミネラルは0.7%、さらに微量のビタミンもあります。体を作り動かす栄養素が牛乳には詰まっているのです。

研究者が牛乳成分を分析するときには、遠心分離という操作で乳成分を分離するのですが、上部に浮いてきた油滴部分がクリーム、残ったものが脱脂乳(スキムミルク)となります(図2)。

クリームは顕微鏡で見るとミクロンレベルの小さな脂肪球の集まりであることが分かります。脱脂乳は白い液ですが、お酢などを入れて酸性にすると、ある種のタンパク質が凝集して固まって沈みます。この固まりがカゼインで、沈まないで残ったタンパク質が乳清タンパク質です。カゼインと乳清タンパク質にはそれぞれ異なった特徴があります。

乳清タンパク質にはさまざまなものがありますが、よく知られているものにβラクトグロブリンがあります。これはミルクの主要なアレルゲンで、不思議なことに母乳(人乳)にはないものとして知られています。また、免疫グロブリンやラクトフェリンは乳児の感染予防に重要な役割を果たします。

カゼインも何種類かあります。κ(カッパ)カゼインは、チーズの凝固で重要な役割を果たすカゼインです。また、主要なカゼインであるαやβカゼインは、カルシ

図1 血液をミルクに変える装置：乳腺上皮細胞

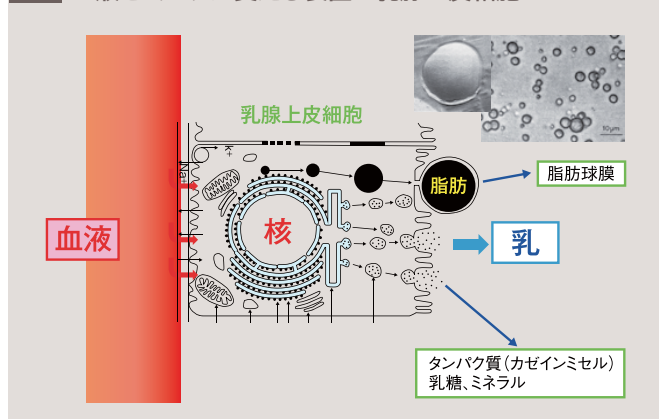
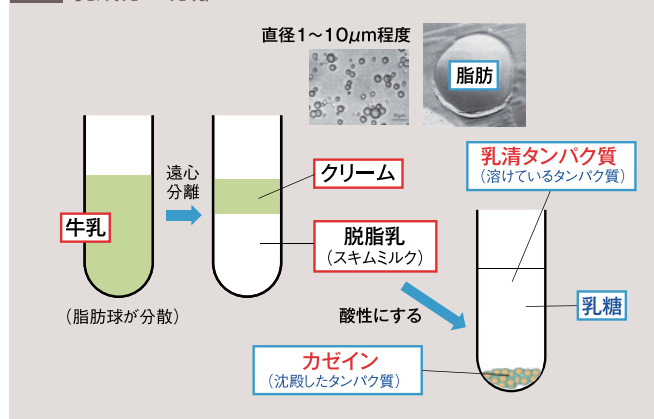


図2 乳成分の分離



ウムの運び屋として働きます。

牛乳を電子顕微鏡で見ると、油滴とともに黒い粒子が見えます。これがカゼインミセルです。カゼインミセルは、タンパク質とカルシウムが高密度でパックされた粒子で、150nmくらいの大きさです。

この粒子がどういう構造を持っているのか、何十年にもわたる研究がなされた結果、例えば(図3)のような構造モデルが考え出されました。カゼインミセルは、サブミセルといわれる小型のカゼイン粒子が集まって形成されているのではないかと、いうモデルです。科学的に解きほぐすと、水になじみにくい疎水性のサブミセルが内側にあり、糖の鎖がついている親水性のサブミセルが表面を覆って、全体として安定した粒子となっているというモデルです。

ここで注目すべきは、サブミセル同士の間をつなぎ合わせているのがコロイド性リン酸カルシウムという成分であるということです。つまりカゼインミセルでは、カルシウムがタンパク質粒子を結び付けているブリッジの役割を果たしているのです。

これが、牛乳ではタンパク質とカルシウムが高濃度にパックされているという意味です。

通常は、カルシウムはタンパク質と結合すると沈殿してしまうわけですが、こういう形だと水に分散していられます。このため、牛乳は高濃度にカルシウムを含んでいるのだけれども、タンパク質が沈殿しないで白い均質な分散状態を保つことができるのです。

カゼインにカルシウムが結合するメカニズムも分かっています。例えばβカゼインは209個のアミノ酸がつながっていますが、その配列の端の方に、グルタミン酸とセリンが並ぶ配列があります。その配列の個々のセリンがリン酸化されている、それが高度に集まった部位があります。そこが、カルシウムが結合する部位(CPP)です(図5)。

面白いことにこの配列は、遺伝子の中に保存されていて、すべての哺乳類のカゼインにはこのような配列があります。つまり、ミルクはカルシウムとタンパク質をパックして中に包み込むように進化学的に位置づけられ

た食品であるといえます。

牛乳コップ1杯(200mL)を飲んだときの栄養充足率を見ると、18~69歳の成人女性ではカルシウムの1日の摂取基準量の4割以上をとることができます。また、タンパク質の10%以上を摂取できます。

つまり、牛乳はタンパク質とカルシウムを効率良く摂取するための最適の食品で、①乳児や子どもの成長、②妊婦(胎児)の健康増進、③成人の健康な身体づくり、④高齢者の骨の強化、免疫力強化、という四つのことに、とても役立つ食品なのです。

## 特定保健用食品と牛乳

次に特定保健用食品(トクホ)と牛乳のお話をします。トクホは消費者庁が許可しているエビデンスのある健康増進食品で、現在は整腸、歯の健康増進など、九つの機能が表示できます。この4月で約1100の品目が許可されていますが(図4)、その約15%は牛乳関連成分を用いた製品です。

整腸機能のトクホとしては、プロバイオティクスが使われます。これは生きたまま腸に到達するビフィズス菌や乳酸菌などのことで、摂取すれば腸管内の善玉菌が増えます。善玉菌は腸管内を酸性化したり、ビタミンB群の補給をしてくれたりします。

また、プレバイオティクスは、われわれのおなかの中の善玉菌を増やす成分のことですが、よく用いられ

図4 許可された特定保健用食品の品目数の推移

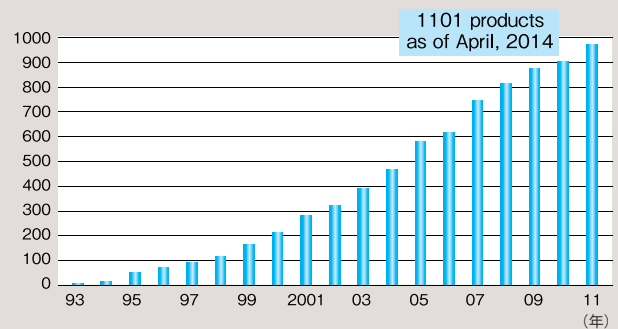
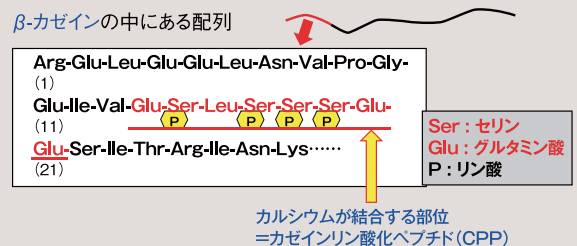


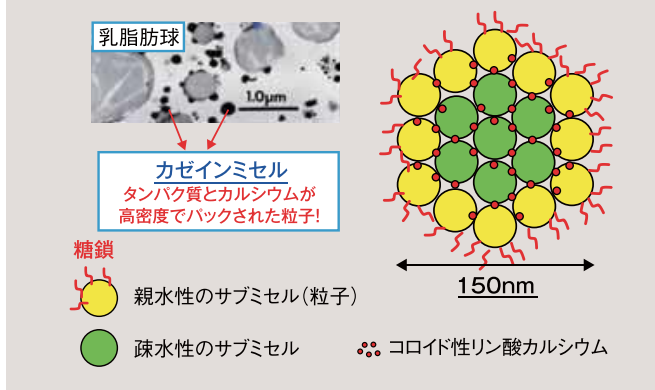
図5 カゼイン由来のカルシウム結合性ペプチド(CPP)



CPPは特定保健用食品の素材となっている。

- ①腸管でのカルシウム吸収を促進する⇒骨の健康
- ②歯の脱灰を抑制し、再石灰化を促進する⇒歯の健康

図3 カゼインミセルはカルシウムの運び屋!



ているものにオリゴ糖があります。オリゴ糖には、さまざまな種類がありますが、それ以外に乳清の発酵物から見つかったプレバイオティクスもあり、これらを摂取することで腸内の状態を改善できます。

血圧関連トクホでも、いろんなタイプの製品が出てきていますが、牛乳・発酵乳関連でよく使われているものにペプチドがあります。牛乳タンパク質を分解したときに出てくるペプチドには血圧上昇を抑制する作用を持つものがあり、世界中で研究・開発がなされています。

また、前述したカゼイン由来のCPPもトクホの素材になっています。腸管でのカルシウム吸収を促進するもので、骨の健康を高めるトクホになっています(図5)。

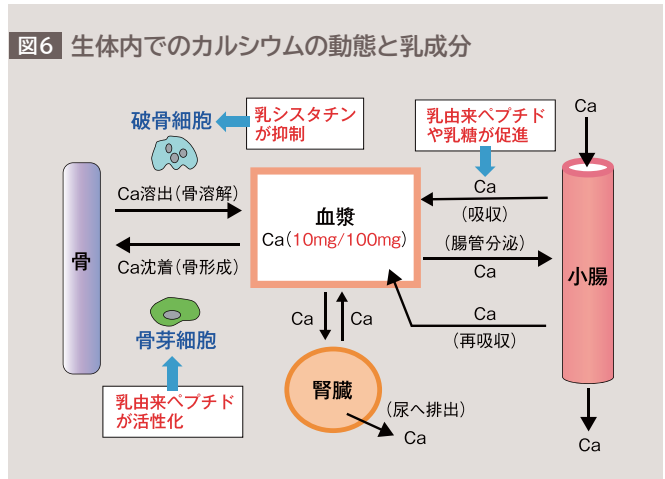
さらに歯の脱灰を抑制し、再石灰化を促進する虫歯予防のチューインガムもありますが、これにもCPPが利用されているのです。

カルシウムと骨の話が出ましたが、骨を強くするには、骨代謝の制御が大切です。血液中のカルシウム濃度が低下すると、骨からのカルシウムの溶出が進むので、食事から十分にカルシウムをとらなければなりません。カゼイン由来のCPPや乳糖は、カルシウムの吸収を促進して、血中の濃度を一定に保つような役割を果たします(図6)。

また、骨の溶解や骨の形成のときには、破骨細胞や骨芽細胞といった細胞が働きます。ミルクの成分の中には、こうした細胞の活性化や抑制をする作用を持つものがあります。日本の乳業メーカーの研究所が見つけたMBP (Milk basic protein) といわれるタンパク質はその代表例です(図7)。

MBPが骨代謝に及ぼす影響については、ヒトを用いた有効性試験の結果があります。MBPを摂取することで、骨からのカルシウム溶出が抑えられるということを示すデータが示されています。

このように、ミルクの成分は健康増進にさまざまな形で役立つという科学的なエビデンスが蓄積されてきています。



## 牛乳の問題点—乳糖不耐

このような牛乳ですから、ぜひとってもらいたいのですが、問題点もあります。

問題点の中には、「飲むと太る」など根拠のない、風評のようなものもありますが、根拠があるものには、牛乳アレルギーと乳糖不耐があります。今日は、乳糖不耐の話をしていきます。

乳糖不耐は、牛乳飲用によっておなかがゴロゴロしたり、下痢を起こしたりするような症状として、昔から知られていますが、これは病気かという点、病気ではありません。

乳糖不耐は乳糖分解酵素が十分に働かないことによるものです。乳糖分解酵素が欠損している人の比率は、地域(民族)によって大きく異なります。北欧ではほとんどの人がこの酵素を持っていますが、酵素が欠損している比率の高い民族(アジアなど)では、乳糖不耐は高い割合で起こります(図8)。

乳糖の構造を見ると、ガラクトースとグルコースがβ結合をしています。砂糖(ショ糖)ではグルコースとフラクトースがα結合をしています。どちらも二糖類ですが、結合がαかβかが重要です。αは消化酵素で容易に切断できますが、βは切断しにくく、その結合を切る酵素がないと消化されません。

小腸に乳糖分解酵素があれば、乳糖のβ結合が切断され、分解された糖はSGLT1(糖輸送体)で速やかに

図7は、MBP (Milk basic protein) の成分と作用を示しています。牛乳の成分として、炭水化物5%、タンパク質3.2%、脂肪3.7%、ミネラルビタミンが示されています。タンパク質成分の内訳として、ホエータンパク質0.6%とカゼイン2.6%が示されています。MBPは「MBP®」として、生理活性成分の多い画分(画分=成分の集まりのこと)として抽出されています。MBPの主要な構成成分として、シスタチン(破骨細胞の活性を抑制する)と、キニノーゲン由来ペプチド(骨芽細胞の増殖を促進する)が挙げられています。図には、MBPの顕微鏡画像と対照画像も示されています。

図8は、地域(民族)による乳糖分解酵素欠損の比率を示す表です。

グループ	乳糖分解酵素欠損の比率
北欧	2~15%
アメリカ白人	6~22%
中欧	9~23%
インド(北部)	20~30%
インド(南部)	60~70%
ヒスパニック	50~80%
黒人	60~80%
アメリカ原住民	80~100%
アジア	95~100%

Sahi et al. Scand J Gastroenterol(1994)

体内に吸収されていきます。乳児やこの酵素が欠損していない人では、乳糖はすぐに吸収されてカロリーになるのです(図9)。

しかし、この酵素が欠損していて、乳糖がそのまま大腸へ運ばれると、腸内でガスを発生して腹痛が起こったり、下痢が起こったりします(図10)。

これが、昔から知られていた乳糖不耐のメカニズムでした。

しかし、乳糖が消化できないことが下痢の本当の原因かどうかは疑問です。長崎シーボルト大学の奥教授によるヒト試験では、牛乳700ccくらいに相当する乳糖30gを与えたグループでも下痢が起こりませんでした。

そう考えると、実は乳糖不耐は、単に乳糖の消化性の問題ではないように思われます。ごく最近、中国でも同様の報告があり、200cc程度の牛乳飲用では下痢は起こらないということでした。乳糖消化不良と乳糖不耐は同じではないようです。

それでは何が起きているのか、実態がだんだん見えてきています。分解酵素のある人と違い、小腸で乳糖がグルコースとガラクトースに分解されない場合でも、乳糖はその先の大腸で腸内細菌によって分解されることが分かってきました。つまり、乳糖は大腸内できちんと消化・分解・代謝されていくのです(図11)。

大腸内での細菌による代謝では、乳糖はまずグル

コースとガラクトースに切れますが、これらは大腸では吸収されません。その代わりに、酢酸、酪酸、プロピオン酸などの短鎖脂肪酸にまで代謝されてから吸収されます。ちなみに、吸収された酢酸は肝臓や末梢組織で代謝・利用されますし、最近注目の成分である酪酸は、大腸上皮細胞のエネルギー源として大腸の健康を保ちます。プロピオン酸は肝臓で代謝されます(図12)。

つまり、乳糖分解酵素であるラクターゼが欠損していても、乳糖は最終的には腸管内で分解され、酢酸や酪酸などの代謝物となって吸収されるのです。ですから、ラクターゼが欠損していても、大腸内の代謝がうまくいけば、下痢は防げるかもしれません。

下痢や腹痛などの症状に関係する要因を整理すると、①大腸内で乳糖から代謝物が産生する速さ、②腸管内代謝物が大腸から吸収される速さ、③腸管内ガスなどへの腸の感受性の差、などが挙げられるでしょう。

乳糖不耐の症状の発現に関わる上記の要因について、図に示しました(図13)。

大腸に乳糖が入ってきて細菌叢(そう)で代謝され、短鎖脂肪酸とガスが産生されます。このガス成分の産生も重要なファクターであり、これが滞留していると腹痛が起こります。そこでガス成分をいかに除くかですが、腸の運動性が良好で、内容物が動いていけば自然にガス成分の排出や分解が進みます。ですから、腹痛

図9 乳糖分解酵素の活性が高いヒト / 乳児

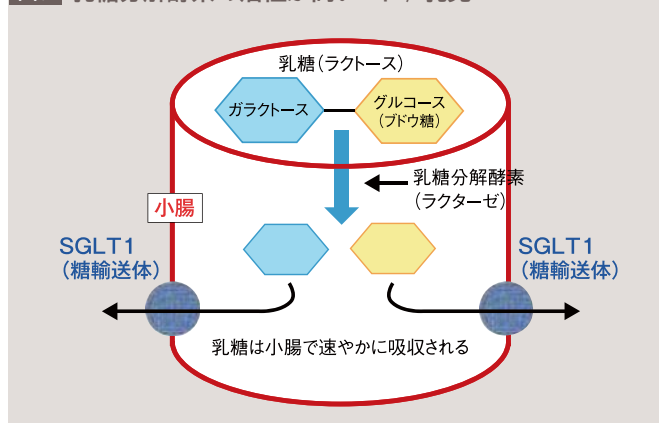


図11 乳糖は大腸で消化分解される

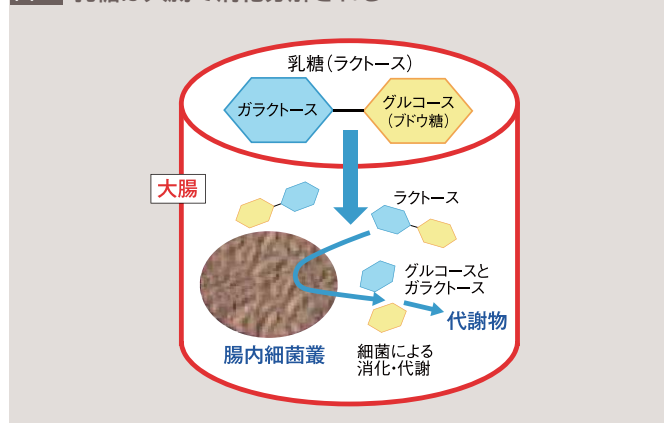


図10 乳糖分解酵素の活性が低いヒト

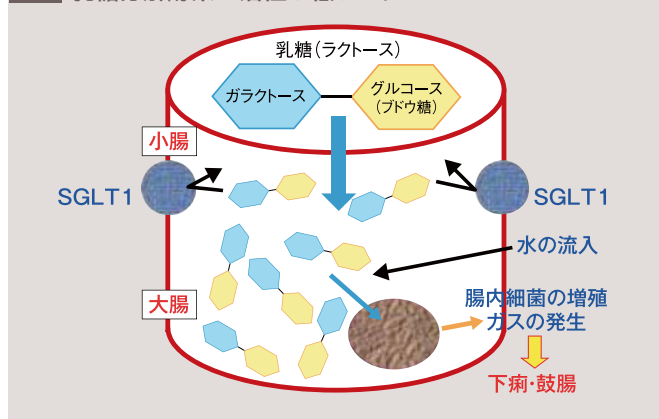
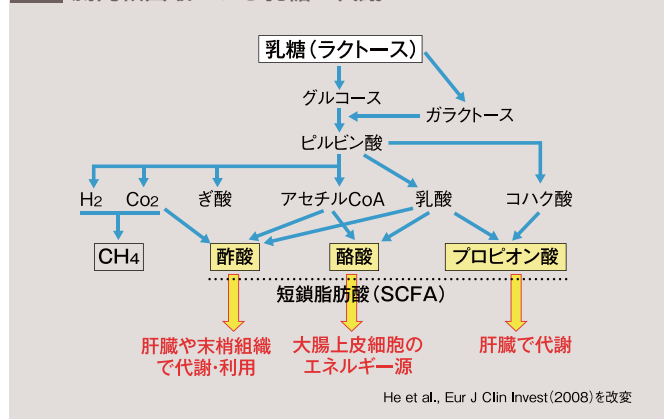


図12 腸内細菌叢による乳糖の代謝



He et al., Eur J Clin Invest (2008) を改変

を起こさないためには大腸の運動性が重要なファクターになります。また、ガス圧に対して知覚過敏になっていなければ、腹痛にはなりにくいだろうとも思われます。もう一方の代謝物である短鎖脂肪酸の方はMCT（モノカルボン酸トランスポーター）と呼ばれる輸送体によって吸収されますので、大腸でのMCTがきちんと機能することも重要です（図13）。

このような要因に注意深く対処していれば、乳糖不耐は解決するのではないかと、現在検討が進んでいるところです。

## 牛乳を飲むとおなかがゴロゴロする人に

牛乳を飲むとおなかがゴロゴロする人も、①一度に多量に飲まないで分けて飲む、②牛乳は温めて飲む、③乳糖を少量にした牛乳を利用する、④代わりにヨーグルトやチーズを食べる、⑤できるだけ毎日牛乳を飲む（牛乳を飲む習慣をつける）、⑥腸内細菌叢を改善する、といった工夫で牛乳をとることができるようになります。

乳糖は難消化性オリゴ糖の一つであり、それ自身が腸内細菌叢に影響を及ぼす可能性がありますから、できるだけ毎日牛乳を飲むことで、腸内細菌叢が変化し、乳糖の分解や代謝を増進できる、という期待が持てます。

牛乳を毎日飲んで乳糖不耐が改善することは、あながち起こらないことではないのです。

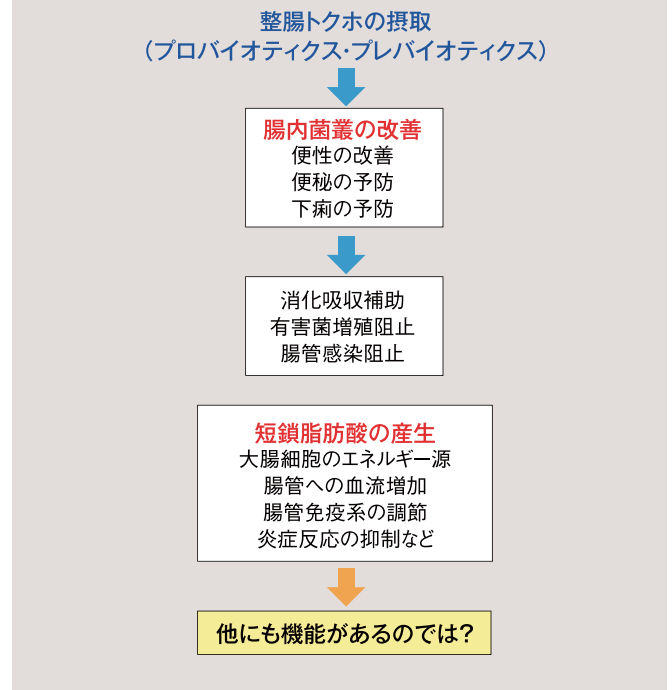
また、腸内細菌が改善されれば、牛乳中の乳糖をうまく処理できるわけですから、食事にプロバイオティクスを取り入れることも有効でしょう。併せてプレバイオティクスの摂取も乳糖耐性の獲得に役立つ、そういう内容の論文はいくつも出てきています。

最近では、腸内細菌と健康に関するいろいろな知見が報告されています。腸内細菌叢の改善によって、乳糖不耐や便通の改善のみならず、さまざまな良い影響が

身体にもたらされることがサイエンティフィックに解明されて、一流ジャーナルにもどんどん掲載されています（図14）。

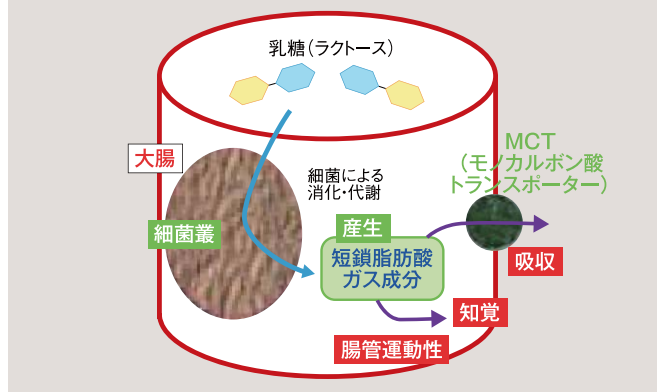
今後も研究が進んで、牛乳飲用が健康に与える影響について新たな情報がもたらされることを期待しましょう。

図14 プロバイオティクス・プレバイオティクス摂取の効果



※掲載内容は、原則、開催当時のまま採録しています。また、講師の肩書も当時のまま掲載しています。

図13 症状の発現に関わる腸管内の要因





contents  
6

---

牛乳の文化史と利用の新しい可能性

# 人間がミルクと歩んだ3000年

～ミルクと乳製品の文化、各国の消費スタイル～

名古屋大学大学院生命農学研究科教授 松田 幹 氏

牛乳や乳製品には、人類が創意工夫を重ねて加工技術を高め、栄養源として世界に広めてきた数千年の歴史があります。普段、何気なく飲んだり食べたりしている牛乳・乳製品の歴史や文化、各国の消費スタイルについて、名古屋大学大学院生命農学研究科の松田幹教授にお話を伺いました。

## 言語に見るミルクの起源 中央アジアの遊牧民が広める

本日のタイトルは「人間がミルクと歩んだ3000年」ですが、ミルクはとて古くから私たちの生活に取り入れられてきました。それは、言語を見ても分かります。

コーヒーにミルクを入れた飲み物「珈琲牛乳」は、フランス語で「Café au lait」、イタリア語で「Caffè latte」、英語で「Coffee with milk」と言語によって表記が異なります。コーヒーの表記や発音はよく似ていますが、ミルクはそうではありません。それは、コーヒーの方が後になってアフリカから広まり、ミルクはそのずっと前から言語が分かれたことを意味していると考えられます。

また、ミルクだけではなく、バターやチーズという言葉も紀元前（BC）3000年よりも古くからあるという説ともっと新しいという説の両方があります。いず

れにしても数千年の歴史を持つミルク・乳製品はどのように世界に広まっていったのでしょうか。

ミルクと乳製品を表す言葉の語源としては、melg（ミルク）、tuirya（チーズ）、bouturon（バター）などが挙げられます（図1）。

諸言語の共通の祖先（祖語）といわれている印欧語（インド・ヨーロッパ語）は、BC3000～4000年に中央アジア（トルキスタン）で生まれたと書物にあります。当時、ミルクという言葉が子を育てる母乳に対して使われていたのか、あるいは牛乳のような食品に対して使われていたのかは分かりませんが、バターやチーズのような加工食品は既に存在していたようです。

印欧語は古代ローマ帝国時代（BC-AD200年）に欧米の言葉の元になったラテン語に、また、古代ギリシア、ヘレニズム時代（BC-AD400年）には東ローマ帝国など古代地中海世界の公用語となった古代ギリシア語に、そして、古代や中世のインド亜大陸でBC400～500年に生まれたサンスクリット語（梵語）へと発達していきました。

サンスクリット語には食品としての「ミルク」という言葉が存在しています。ミルクは、チベットから中東をつなぐ高原や砂漠地帯、中央アジアのトルキスタンあたりの遊牧民の生活の中で生まれ、南に伝わって

図1 ミルクと乳製品を表す言葉の語源

- ・ミルク  
melg mlg (印欧語:BC 3000年)
- ・チーズ  
tuirya (古代サンスクリット語:BC 400年)  
chiz (古代ペルシャ語)
- ・バター  
bouturon (古代ギリシア語:BC-AD 400年)  
butyrum (ラテン語:BC-AD 200年)

図2 諸言語の共通の祖先といわれる印欧語の広がり





サンスクリット語に入ったのではないかと考えられます（図2）。

もう少し時代を遡ると、インダス文明やメソポタミア文明の古い書物にもミルクや乳製品の記載を確認することができます。例えば、インダス文明のヴェーダ聖典（BC10～8世紀）には「チーズを勧める歌」、ヒンズー法典（マヌ法典）には「神聖な飲み物」という記述があります。

### 保存食として 西アジアで乳酸発酵乳が誕生

現在、ミルクは搾乳後に殺菌し、冷蔵保存しますが、昔は冷蔵庫がなく、殺菌の技術もなかったので、生乳に混在する乳酸菌によって乳酸発酵が自発的に進行してできた乳酸発酵乳を常温で保存していました。これは動物の子どもが飲まない余剰のミルクを利用した自然の保存食で、日本の漬け物のようなものです。

世界の三大発酵乳と呼ばれるのが、ラバン、ヨーグルト、ダヒです。西アジアでラバンが生まれ、ヨーロッパでヨーグルト、インドでダヒが作られるようになりました。

乳酸発酵乳の起源は、トルキスタンの西、イラクあたりの土壌が豊かな「肥沃な三日月地帯」とその周辺の西アジアとするのが一つの説です。アラブ系諸国（シリア、ヨルダン、イラク、レバノン、サウジアラビア、イスラエル、エジプト、スーダン）では、紀元前1800年ころから乳酸発酵乳を飲んでおり、旧約聖書の中にも乳酸発酵乳の記述があります。この地では、今でも乳酸発酵乳のラバンあるいはレベンが作られています（図3）。

乳酸発酵乳はヨーロッパ諸国、中央アジア、東北アジアそして日本、インド亜大陸、北アフリカへ伝わりましたが、ここではベドウィン民族が大きな役割を果たしています。

もともと農耕民族のベドウィンは1～7世紀ころにアラビア半島南部の農耕地帯から家畜とともに北上して遊牧生活に入りました。ここではミルクを保存食として使う必然性が出てきます。ベドウィンはアラビア半島を中心に北はアッシリア草原やザク로스山脈を越え東ヨーロッパやロシアへ、西は北アフリカのかつては砂漠ではなかったサハラ砂漠から南アフリカへ、東は中央アジアのトルキスタン、モンゴル高原から黒海、カスピ海の北方地帯まで移動し、ミルクを広めます（図4）。

### 乳酸発酵乳はヨーロッパ、 インド、アフリカへ伝わる

中央アジア北部から南ヨーロッパのギリシア、イタリアへはトルコ民族（トルクメン）が乳酸発酵乳を伝えました。

また、ゲルマン族の一つであるゴート族が2世紀ころにスカンジナビアやバルト海沿岸からウクライナのドニエプル川流域の草原地帯に進出し、中央アジア北方の黒海とカスピ海北部に広がる草原地帯で遊牧騎馬民族のイラン系のアーリヤ人と接触し、乳酸発酵乳をはじめとする乳製品の文化を知ります。その後、ゴート族は東方からのフン族（モンゴル・トルコ系遊牧民）の侵入を受け、西方に逃れるために“ゲルマン民族の大移動”が起こります。これにより中央アジアの乳製品文化をヨーロッパに伝えたといわれています。

現在、デンマーク、フィンランド、スウェーデン、オランダ、ドイツではバターミルク（バターを分離した後の低脂肪乳）の消費が多いのですが、分離したバターと低脂肪乳を使うのは“ゲルマン民族の大移動”のときにアジアから伝わったのではないかという説があります。アジア遊牧民族の食文化の痕跡かもしれません。

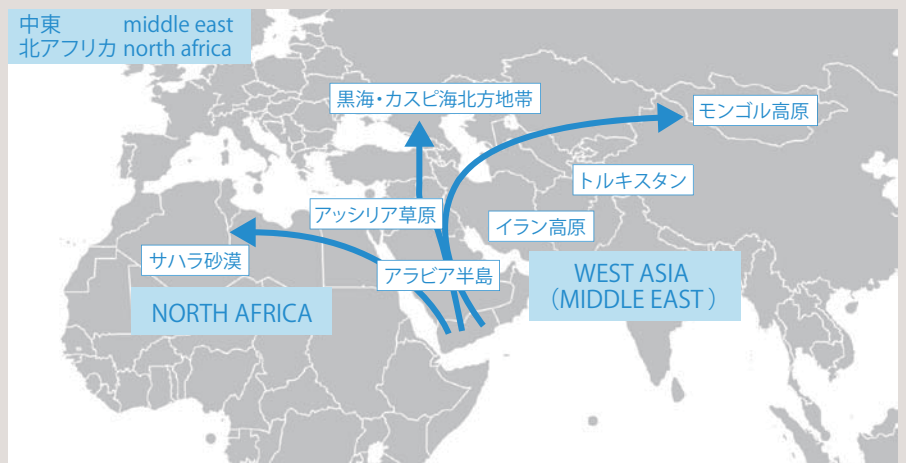
インドにはミルクを使う料理がたくさんあり、カレーにも入れます。世界三大発酵乳の一つのダヒは、西アジアから伝搬したもので、紀元前300年ころから

図3 西アジアにおける  
伝統的乳酸発酵乳の名称と分布

名称	産出国
ラバン	イラク、ヨルダン、レバノン、サウジ、アラビア、シリア、イエメン
ラバン・クアード	エジプト
ラバン・カーヴァ	エジプト
ラバン・マタレド	エジプト
ラバン・レイエブ	エジプト、サウジ、アラビア
ラバン・サバディ	イラク、レバノン、エジプト
レベン	イラク、イスラエル
レバン	ヨルダン
ドゥーフ	イラン、アフガニスタン
マースト	イラン、イラク、アフガニスタン
ザバディ	エジプト、スーダン
ロウブ	イラク、スーダン
ヨガート	トルコ、イラン、イラク

\* 産出国には当該名の乳酸発酵乳を造っている西アジア以外の国を含む  
 足立 達『乳製品の世界外史』東北大学出版会 2002

図4 遊牧民族ベドウィンの移動とミルク食文化の伝播（でんぱ）



の北インドマウリヤ王朝の資料に登場します。中央アジアの遊牧民族アーリヤ人が紀元前2000年ころ南下を開始して建てたマウリヤ王朝は、イラン東北部、アフガニスタンを経てインダス文明を滅亡に追い込みました。アーリヤ人は肉よりも乳を珍重し、牛の屠殺（とさつ）を禁止し、神の使いとして崇拜しました。これは現在のインドの信仰に影響を与えており、そのためインド料理にはミルクがよく利用され、また、ヴェジタリアンの割合が高く、フレッシュチーズのパニールやダヒを使った料理が豊富で、多くの人々が乳製品からタンパク質を補給しています。

乳酸発酵をさせる容器としては素焼きの土器を使用しており、これは西アジアの革袋とアフリカの瓢箪（ひょうたん）と違って、独自の発達を遂げました。

乳酸発酵乳は西アジア北部からスエズ地峡を超えてエジプトへ、さらにサハラへとアフリカに伝わりました。北東アフリカの赤道直下にあるスーダンでは、現在も伝統的手法で製造される乳酸発酵乳「ロウヴ」があります。昼間は発酵には温度が高すぎるため、夕方、革袋や瓢箪に山羊や羊の乳を入れて、冷涼な夜間に発酵させます。熱帯の気候風土に順応した技術です。

サハラ砂漠化に伴い遊牧民はさらに南部へ進み、ケニアの「マジワ・ララ」、南アフリカの「アマース」といった、現在も存在する乳酸発酵乳が誕生します。

### 日本では滋養強壯の生薬、高級食材として利用された

乳酸発酵乳は、仏教とともに、インド北西部、パキスタンから中央アジアのシルクロードを経て東の終着点である長安（西安）へ、さらに紀元前後に中国に伝わりました。

農耕文化が発達していた中国を通ることで、乳酸発酵乳は遊牧民族の主食に近い食品、生活を支える基幹食糧から、本草（滋養強壯の薬）、つまり漢方薬のようなイメージでの利用が始まります。これは東アジアでは農耕農業が既に確立していて食料状態が良く、また乳用家畜を放牧できる緩傾斜の草原が確保できなかったためかもしれません。

そして、ミルク文化は中国の本草学とともに朝鮮半島の百済を経て、500～600年ころ、日本の大和朝廷に伝わります。本草（漢方）的高级食材として、皇室が乳製品を召し上がっていたという記録があります。

また、仏教とともに伝わったので、仏教書に記述があります。『涅槃經』（ねはんきょう）には「牛より乳を出し、乳より乳酥（にゅうそ）を出し、乳酥より酪酥（らくそ）を出し、酪酥より熟酥（じゅくそ）を出し、熟酥より醍醐（だいが）を出すが如し、醍醐最上なり」と、練乳やバター、ヨーグルト、チーズのよ

うなものを指す表現があります。この乳を精製する5段階の過程「乳、乳酥、酪酥、熟酥、醍醐」を「五味」といい、順に上質で美味とされました。一番純粋で最高の味、高級食材とされたのが牛や羊の乳を精製した濃厚で甘味のある液体「醍醐」で、これが「醍醐味」の語源になりました。

永観2年（984年）に丹波康頼が書いた日本最古の医学書『医心方』（いしんほう）には、「乳を服するには必ず煮ること1、2沸、火を止めて冷却して之を飲む」とあり、ミルクを薬のように飲んでいたことが分かります。

その後、朝廷の衰退と武士の台頭に伴い、ミルク文化の発展が停滞します。牛よりも、戦いのための軍馬の飼育が優先され、また、「高級食材」「薬」としてのイメージから、ミルクは一般に広がらなかったのです。

享保10年（1725年）、徳川吉宗が徳川所領として房総に馬牛の牧場を開設します。ここは日本酪農の発祥の地となり、今でも酪農関係の研究機関があります。「酪酥」「白牛酪」（練乳に近いもの）を製造し、肺結核など感染症の妙薬、栄養価の高いサプリメントとして珍重されました。

明治初期には、西洋化の影響で、東京、横浜を中心にミルク、バター、アイスクリームの製造・販売が始まりますが、まだ一般市民には広がりません。明治33年（1900年）には「牛乳営業取締規則」が施行され、大正時代から昭和初期に粉乳、バター、チーズの工場生産がスタートします。

日本にはミルクが米国よりずっと早く、ヨーロッパとほぼ同時期に伝わったのですが、広まったのは20世紀になってからだったのです。

### ミルクの加工・保存技術の進歩から多様な乳製品が生まれる

反芻（はんすう）動物は、人間が食べることができない草を食べ、草が育たないような乾燥地や寒冷地ではコケ、樹木なども食べます。寒冷地（極地や高地）や乾燥地（内陸、砂漠）のような痩せた土地でも、人間は反芻動物がいれば、その肉や乳を主要な食糧として生きていけるのです。年間雨量が200mm以下の砂漠では、餌となる草や灌木（かんぼく）を根絶やしにしないように計画的に山羊を遊牧し、持続可能な遊牧を行っています。

遊牧生活では、餌の量とのバランスに応じて、家畜の雄の子どもを淘汰（とうた）し、家畜の数を調整します。それによって余るミルクを利用する技術や食文化が遊牧民族によって発展したのです。

乳酸発酵乳には、先進酪農国では牛乳、他の地域では水牛、山羊、羊、ラクダ、ヤク、馬の乳と風土に根付いた原料乳が利用されます。

乳酸発酵は、加熱殺菌技術導入以前の乳加工の共通基盤技術で、冷蔵庫がなくても保存でき、火も使わないため、燃料が不要です。最初は、生乳に混在する乳酸菌による自触的に進行する乳酸発酵が行われていました。これは動物の乳房や容器に存在する乳酸菌の常在菌を使うものです。ただ、この方法では気温と湿度が高い日本では常在菌と腐敗菌が混ざってしまい、うまくいきません。

次に、乳酸発酵乳由来の自然スターターの利用が始まりました。これは家庭でヨーグルトを種から作るのと同じで、乳酸発酵乳の残りを使うものです。遊牧民は器を洗わずにミルクを入れて作りました。

ある種類の乳酸菌を腐敗を起こさずに入れるスターター接種の登場は20世紀以降です。殺菌技術と培養技術が進歩して、発酵の安定性と製品の安全性が飛躍的に向上し、短時間で乳酸を産生する高温菌の活用も始まりました。これによって、風土条件の支配からの離脱が可能になったのです。

続いて、発酵乳は持ち運びにくく、保存性が悪いため、固形物＝チーズにする試みが始まりました。最初の遊牧民のチーズは、ヨーグルトから水分を除く原始的な作り方でしたが、乳酸発酵の酸によるミルク（カゼイン）の凝固を利用するようになります。

その後、バルカン半島とその周辺部では仔牛の胃袋にあるレンネット（酵素）を使うレンネットチーズ（レンネットカゼインチーズ）が出現し、古代ギリシアや古代ローマで成熟します。その後、微生物、植物レンネットの利用、さらに組み換え型レンネットへと、いろんな材料からチーズを作る技術が進みました。

## 消費スタイルは地域や民族の食文化・歴史と関連？

最後に、ライフスタイルや食文化と牛乳・乳製品の消費についてお話しします。ミルクや発酵乳、バター、

チーズなどの乳製品の消費量は国、地域や民族によって大きく異なり、多様性とともの特異性（特徴）があります。これはミルクの歴史や地理的な広がりに関係するようです。

主要国における牛乳の年間の1人当たりの消費量（図5）を見ると、日本は40kg程度ですが、ヨーロッパではその3～4倍です。ただし、ギリシアやイタリアの消費量はそれほど多くなく、ほぼ同じか2倍程度です。同じヨーロッパでも消費量に差があるのです。

バターはフランスやドイツでの消費が多く（図6）、チーズはギリシアの消費量が世界のトップです（図7）。

これらのデータを基に六つの類型を作成してみました（図8）。

### ■類型1：北欧型（スカンジナビア）

北欧は、牛乳やバター、チーズの消費量が世界のトップクラスです。フィンランド大使館のホームページが紹介するフィンランド人の食生活を見ると、特にパンと乳製品を食べています。また、コーヒーの消費量が世界一で、コーヒーにも牛乳を入れて、カフェオレとして飲んでいるようです。

### ■類型2：準北欧型（デンマーク、オランダ）

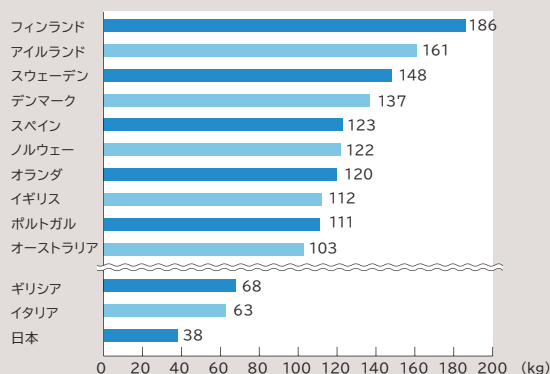
少し南へ下がったデンマークとオランダはスカンジナビアよりも少ないものの、牛乳もバターもチーズもたくさん食べています。

### ■類型3：チーズ・バター型（ドイツ、フランス）

中央ヨーロッパのドイツ、フランスは、バターとチーズの消費量が多いという特徴があり、飲料としては日本よりはもちろん多いものの、スカンジナビアの半分くらいです。

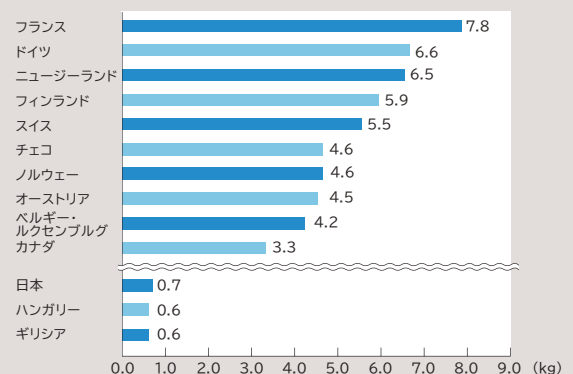
その理由を考察してみると、ドイツではジャガイモ料理が多く、ジャガイモと相性がいいバターやチーズがよく使われるようです。また、フランス料理ではソースやデザートにバターやクリームをたくさん使います。もともとフランスでは高級な宮廷料理があり、

図5 主要国の牛乳（飲用牛乳\*1）の年間1人当たりの消費量（上位10カ国と下位3カ国、2001年）



資料：日本は「食糧需給表」、諸外国は「ZMP Dairy Review」、 「Dairy Facts & Figures」(NZDB)  
\*1: ミックスドリンク、ヨーグルトその他の飲用向けを含む。

図6 主要国のバターの年間1人当たりの消費量（上位10カ国と下位3カ国、2003年）



資料：日本は「食糧需給表」、諸外国は「ZMP Dairy Review」、 「Dairy Facts & Figures」(NZDB)

貴重なバターなどが使われていた歴史があります。

■**類型4：チーズ型（ギリシア、イタリア）**

ユニークなのが、乳製品がトルコから伝わったギリシアとイタリアのチーズ型です。ギリシアでもイタリアでもオリーブオイルをよく使うため、バターの消費量が少ないのではないかと思います。

ギリシアでは、ギリシア正教会の戒律により肉食を禁じられる期間が長かったという宗教のバックグラウンドもあるようです。特産のフェタチーズはアジアの遊牧の影響が見られます。

イタリアではピザを食べるので、モッツアレッラやゴータチーズといったチーズの消費が多くなっています。

■**類型5：飲用牛乳・チーズ型（スペイン、ポルトガル）**

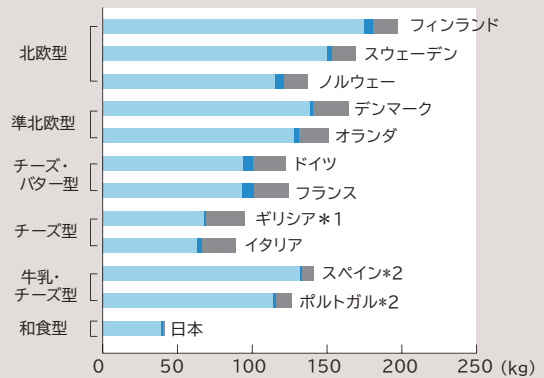
同じ地中海でもスペインやポルトガルは牛乳や乳飲料の消費量も多いのが特徴です。スペインはワインの生産が世界第3位で、そのためチーズの消費が多いのではないかと思います。

■**類型6：和食型（日本）**

最後に日本とギリシアの比較をしてみます。牛乳とバターの消費量はそんなに変わりませんが、日本のチーズの消費量はギリシアの10分の1です。

日本では乳製品は広まっていますが、まだ嗜好品の一つで、明治時代に牛肉が一般的になって生まれた「すき焼き」が和食を代表する料理になったように、これから乳製品の消費が伸び、乳製品を使った新しい日本料理が出てくるかもしれません。

図3 主要国の牛乳・乳製品の年間1人当たりの消費量から見る食生活の傾向（2003年）



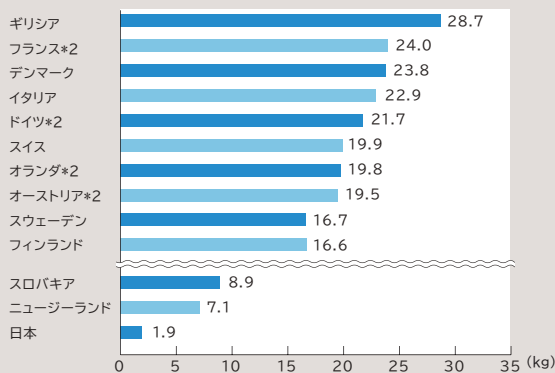
単位 (kg)	フィンランド	スウェーデン	ノルウェー	デンマーク	オランダ	ドイツ	フランス	ギリシア	イタリア	スペイン	ポルトガル	日本
■ チーズ	166	167	166	238	198	217	240	266	229	8.6	10.1	1.9
■ バター	5.9	2.7	5.9	1.7	3.2	6.6	7.8	0.7	2.8	0.9	1.9	0.7
■ 牛乳	175	150	115	139	128	94	93	68	63	132	114	39

資料：日本は「食糧需給表」、諸外国は「ZMP Dairy Review」、「Dairy Facts & Figures」(NZDB)  
\*1:2001年データ、\*2:2002年データ

<参考文献>

- 『チーズのきた道：世界のチーズと乳文化探訪』 鶴田文三郎著、河出書房新社（1977年）
- 『牛乳と日本人』 吉田豊著、雪印乳業広報室編、新宿書房（1988年）
- 『乳製品の世界外史』 足立達著、東北大学出版会（2002年）

図7 主要国のチーズの年間1人当たりの消費量（上位10カ国と下位3カ国、2003年）



資料：日本は「食糧需給表」、諸外国は「ZMP Dairy Review」、「Dairy Facts & Figures」(NZDB)  
\*2:フレッシュチーズ、クワルクを含む。

※掲載内容は、原則、開催当時のまま採録しています。また、講師の肩書も当時のまま掲載しています。

# 時間栄養学から健康を科学する

～牛乳は飲む時刻によって効果に違いがある？～

県立広島大学 人間文化学部 健康科学科 教授 加藤 秀夫 氏

食事の時間や栄養素は私たちの体に大きな影響を与えます。食べるタイミングと健康との関係やスポーツ栄養学を長年研究してこられた県立広島大学人間文化学部健康科学科教授の加藤秀夫先生に、体内リズムと食事の関係、より健康に良い食べ方について教えていただきました。

## 体内リズムに合わせた 食事摂取で健康づくり

私は徳島大学で栄養学を学び、その後、大阪大学蛋白質研究所代謝部門で生体リズムを研究しました。生体リズムと栄養学を結び付けた時間栄養学というコンセプトを思いついたのは約30年前、愛媛大学医学部勤務時代です。当時、薬学の分野では、生体機能が亢進（こうしん）する時間に合わせて効果的に薬を服用する時間薬理学という概念がすでにありましたが、栄養学に関してはまだ研究されていませんでした。今日は、実験やクイズを交えながら、食事の内容と食事をとる時間の大切さについてお話しします。

体には、時々刻々と変わる環境に順応するため、体温や代謝などを一定に保つホメオスタシス（恒常性維持機構）とは別に、一定時間ごとに生命リズムを刻む体内時計が備わっています。このような体内リズムは、体温、血圧、睡眠、運動などの生命活動や心身の健康をコントロールする指令塔になっています。

1日のリズム（日周リズム、サーカディアンリズム）は、若いころには25時間、年齢を重ねて60代くらいになると24時間になります。若いころ日周リズムが25時間なのに、社会生活の基本である1日24時間の生活を送れるのは、体内時計をコントロールする「時計遺伝子」が朝日や朝食によって体内時計の誤差を毎日リセットしているためです。

1週間単位のリズムもあります。仕事の能率が上がるのは何曜日でしょうか。今、会場で手を挙げていただくと、水曜日、木曜日と感じている人が多いですね。健常者の摂取エネルギーと消費エネルギーの測定から水曜日が最も活動的で食欲もあり、月曜日が最も不活発で食欲も落ちると報告されています。ということは、学校給食や社員食堂などでは1週間のエネルギー量を同じにするのではなく、月曜日は低め、水曜日は多めにするのを考慮しても良いかもしれません。

このほかに、月周リズム、季節的リズムなどもあります。90分リズム（ウルトラディアンリズム）は、睡眠や喫煙、集中力、空腹感などと関係しています。

このような体内リズムは健康・栄養管理だけでなく、病気の予防や治療にも応用されるようになってきています。また、体内リズムは急激な環境変化があっても、数日間は維持されますが、不規則な生活を繰り返すと食欲低下や不眠などにつながり、体調を崩すことになります。

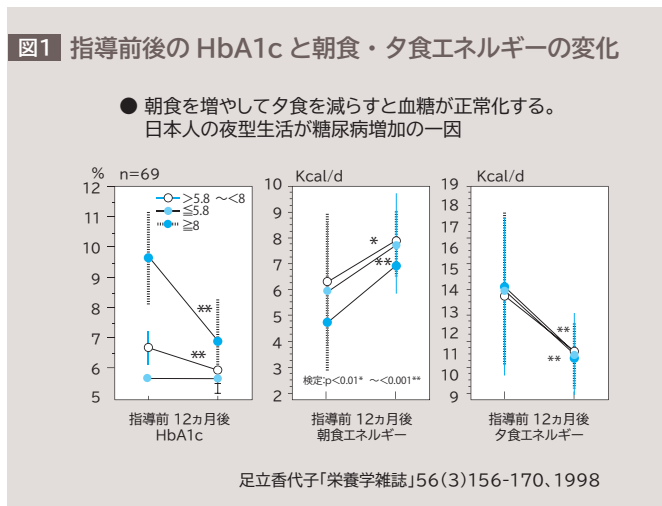
つまり、時間栄養学とは、私たちが持つ体内リズム（ホルモンなどの内分泌・代謝リズムや消化機能のリズムなど）に合わせて食事をとることで効果的に栄養素を取り入れ、より健やかに生きるための栄養学のことです。また、最近は食事が体内リズムの形成に影響することも分かっています。

## 規則正しい朝食の摂取で 日周リズムをリセット

日周リズムをつくるためには朝食が重要です。朝食を欠食すると眠っているときとほぼ同じ状態となり、体温は低いままで、脳の活動も鈍ります。また、空腹感でイライラが募り、判断力や集中力が低下します。さらに、朝食を食べない習慣が定着すると、基礎代謝が低下し、脂肪を分解する力が弱まり、ドカ食いの原因になって、「太りやすい体質」になってしまいます。

図1は、臨床栄養学を長年研究されている、せんば東京高輪病院栄養管理室長の足立香代子先生のデータです。

検査前2～3カ月の血糖状態を反映するHbA1c（ヘモ



グロビンA1c、糖化されたヘモグロビンの割合)を見ると、HbA1c値10%程度の重症の糖尿病である人が1年間きちんと朝ご飯を食べ、夕食を腹八分目に減らすと、血糖値が下がりました。薬で治療すると血糖値は下がりますが、薬を止めることはできません。一方、食事療法では時間はかかるものの、薬を使わないで血糖値を下げる事ができるのです。このようなデータからも朝食が大事であることが分かります。

現在、時計遺伝子の解明が進み、生物の体内リズムとその現象を研究する「時間生物学」が注目されています。時間生物学では朝日を浴びることで日周リズムがつくられると強調されていますが、私自身は食事の方が影響が大きいと考えています。

副腎皮質ホルモン（ステロイドホルモン）は糖質やタンパク質、脂質などの代謝に関与し、神経、骨、筋肉組織に作用するなど、多様な働きをするホルモンです。

その分泌には生理的なリズムがあり、体内での濃度が高いときにはエネルギーを作ったり、インスリンの働きを高めたりします。

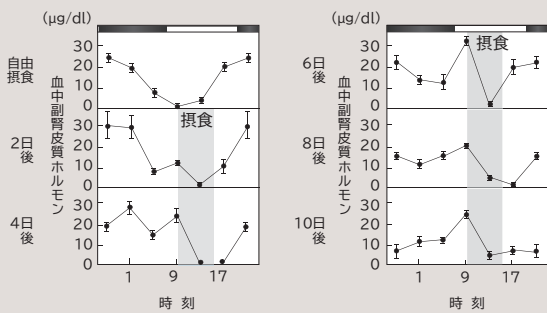
ラットは夜行性で暗期12時間に1日の総摂取量の75～95%を摂取しています。ラットを12時間ごとに明暗が切り替わる環境で飼育すると、暗くなる直前＝摂食前に血中副腎皮質ホルモン濃度がピークになり、その後、摂食とともに減少するという日周リズムがあるのが分かります。このリズムが明暗によるものなのか、摂食によるものなのかを調べました。まず、昼間の時間帯だけに摂食時間を制限すると、暗くなる直前に現れていた血中副腎皮質ホルモンのピークが1週間後には消え、新たに摂食直前にピークが出現しました（図2）。

つまり、明暗のサイクルの有無にかかわらず、一定の時間に与える餌が日周リズムを決めるのです。さらにその翌日から絶食にしても血中副腎皮質ホルモンの濃度は数日間日周リズムを保ちます。

このように副腎皮質ホルモンが食事前に上がるのはヒトでも同様です。例えば、海外旅行前後の時差ぼけでは、8時間の時差なら適応するまでに8日かかるといわれていますし、交替勤務などで生活リズムが変わってしまうと調子が悪くなります。このようなときにも朝食によって副腎皮質ホルモンのリズムを整えることで体調管理ができます。

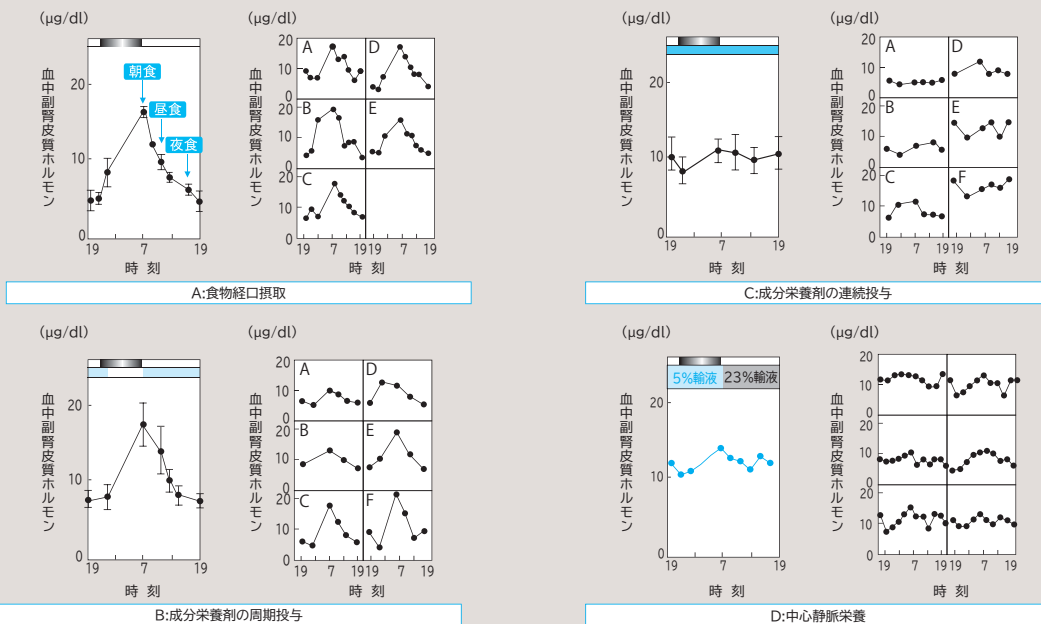
“口から食べる”ことも重要です。ラットで毎日同じ時刻に口から餌をとった場合と、静脈に液体のグルコースやアミノ酸を入れた場合（中心静脈栄養）で血中副腎皮質ホルモン濃度と代謝産物である尿素の値を比較すると、中心静脈栄養では副腎皮質ホルモンの分泌のリズム

図2 新しい摂取時刻に対応した血中副腎皮質ホルモンのリズム形成



Kato H, et al, Endocrinology 106(3) 918-920, 1980

図3 ヒト血中副腎皮質ホルモンの日内リズムと摂食サイクル



加藤秀夫ら、日本栄養・食糧学会誌 37(1)9-12, 1984

が消え、尿素には栄養液の摂取による日内変動があることが分かりました。

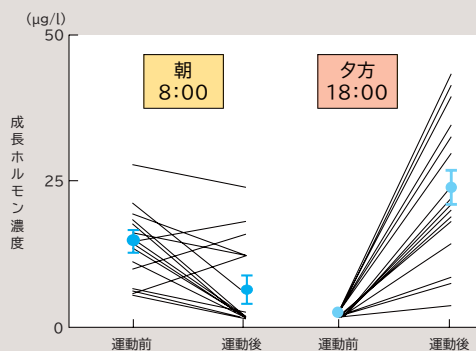
このリズムを生み出すのは消化管が関与していると考えられます。食べた餌を栄養物として消化管が感知し、その情報が副腎皮質ホルモンをコントロールする中枢へ伝えられるという仮説があります。小腸を部分的に切除したラット実験での検討から、特に小腸の上半分の空腸がポイントになると推測されます。また、タンパク質や必須アミノ酸が副腎皮質ホルモンの日周リズムを作ること分かっています。

ヒトで調べたところ、経腸で成分栄養液を1日中継続的に投与する連続投与群の患者さん6名(図3C)では、血中コルチゾール(副腎皮質ホルモンの一種)濃度は1日中ほぼ一定で、日周リズムが消えました。一方、朝から夜まで16時間のみ投与する周期投与の患者さん6名(図3B)では食物経口摂取者5名(図3A)と同様に、夕方から夜半にかけて低く、朝方に濃度が高くなるという日周リズムが認められました。中心静脈栄養の患者さんでは24時間連続投与でも、昼夜で輸液濃度に差をつけた傾斜投与でも日周リズムがなくなります(図3D)。血中副腎皮質ホルモンの日周リズムを保つには規則正しく、口から食べることが大事なのです。

### 昼食や運動直後の夕食が 夕方の運動能力の向上を支える

食事と運動の関係についてお話ししましょう。運動部に所属する男子高校生十数名に協力してもらい、朝夕に一定の運動負荷と体力測定を行って、時刻による運動生理機能の違いや内分泌・代謝系への影響を生体リズムの面から調べてみました。握力や50m走は朝夕で差がなく、背筋力と垂直跳び、1800m走は夕方に成績が高くなりました。また、敏捷性、筋持久力、平衡性、柔軟性のいずれも朝より夕方の方がやや優れていました。血中成長ホルモンは、ほとんどの生徒で朝の運動では減少し、夕方の運動後に増大しました(図4)。

図4 血中成長ホルモンの分泌と運動時刻



—は各被験者の運動前後の変化を示し、●は全被験者の平均値±標準誤差を示した。  
加藤秀夫ら、日本栄養・食糧学誌 46(1)33-38、1993

この結果から、成長ホルモンを生かして体を作るためには夕方の運動に備えて昼食をきちんととること、激しい運動後の回復には2時間以内に食事をとること、特に夕食では脂肪をとりすぎず、タンパク質と炭水化物をバランス良くとることがポイントといえます。

### 夕方に塩分排泄能力が上がるので、 減塩は朝食や昼食で

ここで実験をしてみましょう。

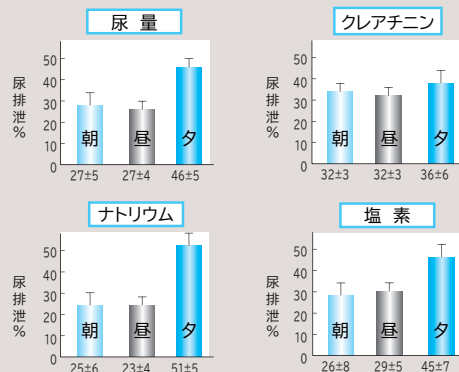
可溶性デンプンを水に溶かし、ヨードチンキを入れると、ヨウ素デンプン反応によって青紫になります。そこに大根おろしを加えると、デンプンの消化酵素であるジアスターゼの働きでデンプンが小さくなり、ヨウ素と結合できなくなって青紫色が薄くなります。しょう油やみそなど塩分を含む食品を足せば、さらにジアスターゼの働きが強くなり、色が薄くなります。つまり、消化吸収が促進されるのです。大根おろしと塩分は相性が良く、伝統的な和食はとても胃にやさしい食事であるということです。逆に言えば、減塩しすぎると消化不良が起こります。また食塩(NaCl)は体液調節と血圧調節にも関与する大切な栄養素ですから、適量とることが大事なのです。

もちろん高血圧の患者さんは減塩する必要がありますが、塩は料理のおいしさに関わるので、肥満が高血圧の原因になっているならばまず肥満を解消していただきたいと思います。減塩も毎食は大変ですし、3食のうち2食は薄味で減塩するという方法なら実践しやすいでしょう。

3食のうち、いつ減塩すると塩分の排泄能力が高いのかを調べました(図5)。

対象は健康な女子大学生で、1日目は朝、2日目は昼、3日目は夜に1食に10gの食塩換算となる高食塩食(豆ご飯、サケの塩焼き、ナスのしぎ焼き、吸い物、サラダ)をとりました。尿の排泄量は、朝や昼に比べて、夕食後に増えます。これは腎臓でのナトリウムの

図5 高塩食の摂取時刻と尿排泄の違い



加藤秀夫ら、日本体育学雑誌、63号、19-21、2001

再吸収を促進し、間接的に血圧を上げるホルモン、アルドステロンの、朝高く、夜低くなるという1日の分泌リズム（図6）と逆相関となっています。

また、副腎皮質ホルモンによっても、アルドステロンの感受性は高められ、両方のホルモンの濃度が上がる朝は血圧が上がりやすくなります。このような現象から、朝と昼に減塩し、夕方は制限を緩めるのが理にかなっていると考えられます。一方で、朝に具だくさんのみそ汁を飲むのは、食塩の作用で血圧を上げることができ、目覚めには役立ちます。

### カルシウムが豊富な牛乳・乳製品は成長期には積極的にとろう

さて、クイズです。豆乳、牛乳、母乳のうち、最もカルシウムを多く含む食品は何でしょうか。答えは牛乳です。日本人にはカルシウムが不足しています。カルシウムは骨や歯に貯蔵されて、骨や歯を作っているだけでなく、筋肉の収縮や筋肉でエネルギーを作るとき、脳の働きの安定化に必要です。骨量上げるサプリメントとしてはクエン酸カルシウムが勧められますが、最も手軽にとれるのが牛乳・乳製品です。2008年に行われた「全国骨密度調査」によると、牛乳を多く飲んでいる人ほど、骨量が上がっています（図7）。

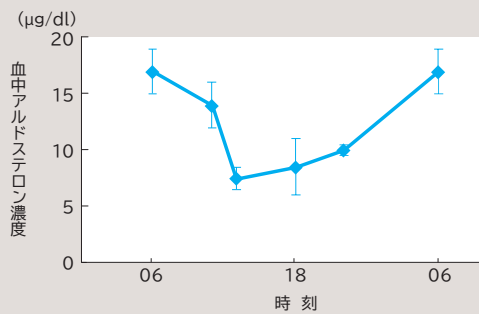
### 寝る前に食事をとると余分な栄養分が脂肪組織にたまりやすい

夜食がなぜ良くないかも科学的に証明されています。ラットの研究で、朝昼夕に6gずつ餌をとる場合でも、夕食を遅くして寝る前（明期の初め）に食べさせる夜食群では3週間で肝臓に貯蔵されるグリコーゲンの量が減り、血中中性脂肪が上がりました（図8）。つまり、遅い時刻に摂取する夜食では、摂取した栄養が筋肉や肝臓でのグリコーゲンの合成に利用されずに脂肪組織での蓄積につながると考えられます。

ふくらはぎにあるヒラメ筋は歩く際によく使われる筋肉で、持久力や血糖調整に必要な赤筋です。ヒラメ筋のグリコーゲンの量は食事をとると増え、その後減少します（図9）。一方、心筋（長指伸筋）やふくらはぎの腓腹筋のように瞬発力に必要な白筋にははっきりした日内変動はありません。しかし、ラットで1日摂食量の3分の1を遅い時刻に食べさせたときにはヒラメ筋のグリコーゲンが増えませんでした。

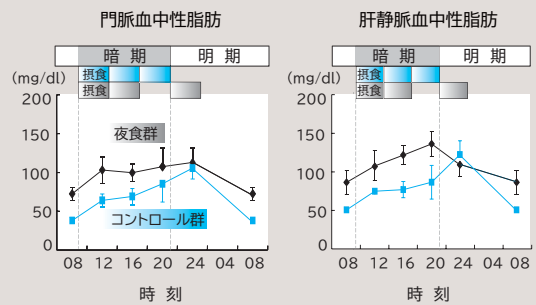
この理由として、非活動期にはオレキシンの分泌が低下することが考えられています。オレキシンは筋肉での糖利用を促進するホルモンであり、また、毎日決まった時間に食事をとっていると、その時間になると空腹感を感じるようになりますが、それもオレキシン

図6 ヒト血中アルドステロンの日内リズム



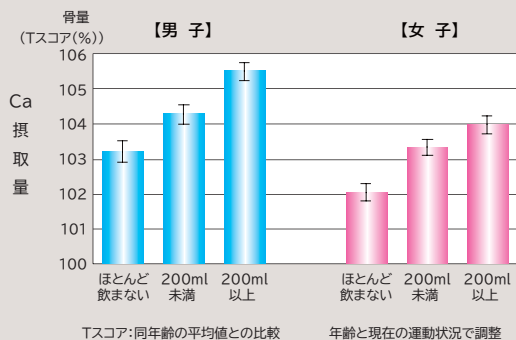
加藤秀夫ら、JJPEN23、557-593、2001

図8 摂食パターンの違いによる脂質代謝リズムへの影響



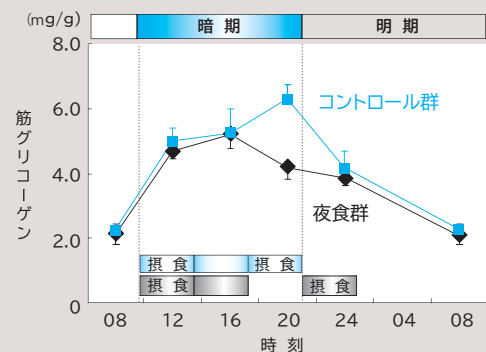
保手濱由基、加藤秀夫ら、広島スポーツ医学研究会誌:12、36-39、2011

図7 現在の牛乳摂取状況と骨量



Tスコア: 同年齢の平均値との比較 年齢と現在の運動状況で調整  
Jミルク 全国骨密度調査結果の概要(2008年調査より)  
男性21,986名、女性34,412名、対象:8歳~90歳

図9 摂食パターンとヒラメ筋グリコーゲン



保手濱由基、加藤秀夫ら、広島スポーツ医学研究会誌:12、36-39、2011



の働きです。オレキシンの分泌が低下すると、食事の体内利用がうまくできず、また筋肉での糖利用で余った栄養素が脂肪組織へたまってしまいます。

また、耐糖能（糖を処理する能力）も夜中に低下します（図10）。そのため、夜遅く食べると、血糖値が上がり、脂肪がたまりやすくなります。

決められた時間に食事をとり、夕食は寝る4時間前までに済ませるのが体には一番良いのです。どうしても寝る前に食事をとる場合は、寝る1時間前なら食事量を4分の1に、2時間前なら2分の1にすることを提案します。

また、パンや麺などの粉食よりも米などの粒食の方が血糖値はゆっくり上がります。女子大学生に米粒食と米粉食を食べてもらって、最大酸素摂取量や背筋力を比べると、米粒の方がパワーアップしました（図11）。その理由はまだよくわかりませんが、競技前なども筋肉のパワー源として即効性に優れる粒食のご飯が有効であると考えられます。

## イメージに惑わされずに バランスの良い食事を

もう一つ実験をします。生の赤ピーマンとレモンではどちらがビタミンCを多く含んでいるでしょうか。ビタミンCの濃度に応じて緑色が濃くなる試験紙を付着させると、赤ピーマンの方が多いたことがわかります。ビタミンCは酸っぱい食べ物に多いと思うのは勘違いです。

図10 ヒトの耐糖能の日周変動

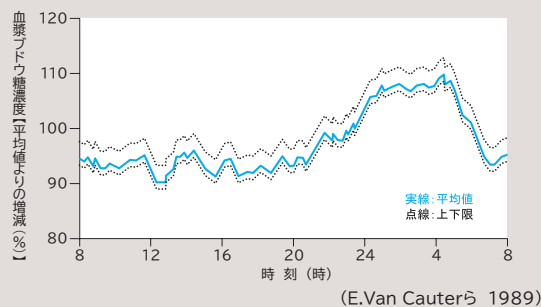
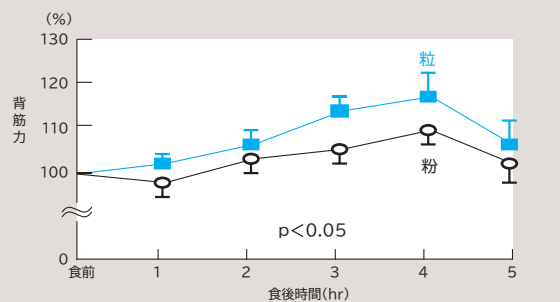


図11 米食（粒・粉）による背筋力への影響



先ほどの実験で使った大根おろしもビタミンCを多く含んでいますが、おろしたてが最も多く、時間がたつにつれて減っていきます。また、生の大根とニンジンと一緒にすると、ニンジンに含まれるアスコルビナーゼという酵素によってビタミンCが壊れます。ですから、キャロットジュースやニンジンが入った野菜ジュースにはビタミンCが添加されている製品があります。

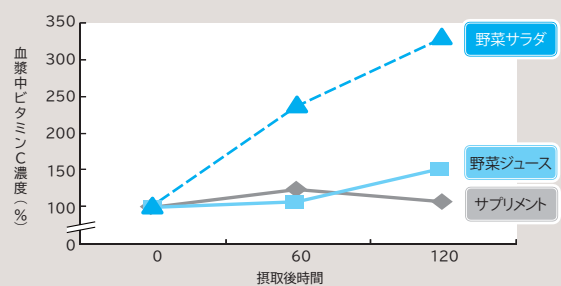
重要なのは、ジュースやサプリメントを飲むよりは野菜サラダを食べる方がビタミンCを摂取しやすいということです。これは体内でのビタミンCの血中濃度の研究からも明らかになっています（図12）。なお、芋類のビタミンCはデンプンに囲まれているために熱を加えても壊れにくいという特徴があります。ただし、電子レンジで加熱するとビタミンCは壊れてしまうので、じっくりと弱火で焼き芋にすると良いでしょう。

最後の実験です。私たちの体内では活性酸素が発生しています。活性酸素は病原菌を殺すために必要ですが、一方で酸化ストレスとなって、動脈硬化、糖尿病、筋ジストロフィー、アルツハイマー病、がんなどの健康障害の引き金となり、スポーツの世界では筋肉の萎縮や疲労を起こして、競技力の低下の原因となります。

過酸化水素を水に溶かすと活性酸素が発生し、そこに活性酸素を測定する試験紙を入れると青くなります。ここにグレープフルーツ果汁を入れるとグレープフルーツに含まれるビタミンが活性酸素を壊すため、青色が薄くなります。サプリメントを大量に入れた場合と比較しても、グレープフルーツ果汁の方が強力であることがわかります。このように、野菜や果物は活性酸素を分解し、健康や競技力の向上に役立つのです。

続いてクイズです。高尿酸血症で痛風になる人が増えています。尿酸値が高くなる原因の一つとして、プリン体が多い食事が挙げられますが、①納豆1パック60g、②卵2個100g、③ビール中瓶1本500mLでプリン体が最も多いのはどれでしょうか。ビールだと思いがちですが、正解は納豆で、60g中に68mg含まれています。尿酸値を気にするなら、ビール（中瓶1本中17～42mg）は飲んでも納豆は避ける方が良さそうです。

図12 摂取方法の違いによる血漿ビタミンC量への影響



第2問は美肌に良い食べ物についてです。みずみずしい肌を保つためには、①煮こごり（ゼラチン）、②コンドロイチン硫酸のサプリメント、③クレソン、④豚足（コラーゲン）のうち、どれを選びますか。正解は③のクレソンです。

クレソンをはじめ、チンゲン菜、大根、カリフラワー、アブラナ、水菜、かいわれ大根、カブなどアブラナ科の野菜を生で食べたときには、アクアポリンという体内の水の通り道が活性化されることが分かってきました。だからといって、アブラナ科の野菜の成分を肌に塗っても効果はなく、生で口からとることで効果があるのです。

また、コラーゲンは消化吸収が悪く、食べても必ずコラーゲンになるとは限りません。体内のコラーゲンは食事性タンパク質によって1日20～30g作られているのです。要するに健康のためには、特定の食品だけでなく、バランス良く食べることが大切だということです。

### トレーニング効果アップには 牛乳は昼から夕方に飲む

カルシウム源である牛乳・乳製品についても、時間栄養学の観点から、目的別に摂取時間を挙げてみます。

朝に飲むと、胃腸の働きが活発になり、便秘予防になります。トレーニング効果を向上させたいなら、昼間に飲むと筋肉活動に必要なカルシウムが補給されますし、夕方のトレーニング前に飲むと、カルシウム、リン、良質タンパク質の補給で持久力をアップできます。成長期で骨を丈夫にし、大きくなりたいなら、夕食時にクエン酸やリンゴ酸の多い果物とともに摂取すると、カルシウムの大腿骨への利用が増強されます。大人でも特にカルシウム源として牛乳・乳製品は積極的にとりたいものですが、成長期の子ども同様、特に夕食がお勧めです（表1）。

誰もが健康に過ごしたいと願っています。その健康の基本は食です。薬では健康は維持できません。当初は朝ご飯や地産地消の認知度を高めることが目的であった食育も、これからは今日お話しした時間栄養学のような健康に結びつく実践的な内容＝「いつ」「なに」を食べたらよいのか、という新しい方向へ展開されていくことが期待されます。

表1 目的別、牛乳のおすすめ摂取時間

- ・毎日すっきり過ごしたい  
朝に飲む⇒胃腸の働きが活発になり、便秘予防に
- ・トレーニング効果を向上させたい  
昼間に飲む⇒筋肉活動に必要なカルシウムが補給される  
夕方のトレーニング前に飲む  
⇒カルシウム、リン、良質タンパク質の補給で持久力をアップ
- ・成長期：丈夫な骨で大きくなりたい  
夕食時に飲む  
⇒睡眠中は成長ホルモンの分泌が活発になるため、牛乳中のタンパク質やカルシウムが骨や骨格を形成するのに役立つ

(加藤作成)

※掲載内容は、原則、開催当時のまま採録しています。また、講師の肩書も当時のまま掲載しています。

## 節電の夏、運動と牛乳摂取で体づくり

～夏場、室温28℃でも快適に過ごせる体をつくるには～

信州大学医学系研究科 疾患予防医科学系専攻 スポーツ医科学講座 教授 能勢 博 氏

節電の夏を乗り切るためには、暑さに負けない強い体をつくるのが大切です。今回、信州大学医学系研究科疾患予防医科学系専攻スポーツ医科学講座教授の能勢博先生に、「インターバル速歩」と牛乳・乳製品摂取による体づくりについて、先生が主宰されている熟年体育大学での事例を交えながら教えていただきました。

### ヒトは代謝・体温・循環調節が動物と違う

マラソン競技から分かるように、ヒトは他の動物に比べ、非常に優秀な運動能（代謝予備能）、さらにその際に大量に産生される熱量を体外に放散する優れた体温調節機能を持っています。一方、ヒトは2本足で運動するために特に気をつけなければならないことがあります。例えば、図1で示すように、イヌは血液の70%が心臓より上に位置するため重力に従って、自然に心臓に血液が戻るのに対し、ヒトでは70%の血液が心臓より下に位置するために心臓に血液を戻すのに「努力」が必要なのです。それが、筋肉ポンプです。従って、ヒトはほんのわずかな血液の減少や、筋肉ポンプが働かなくなると、血液が心臓や脳に戻りにくくなって、血圧が維持できず、場合によっては失神してしまうのです。この講演では、ヒトの体温調節における血液量の重要性、それを増加させるための方策、そして、それが生活習慣病、介護予防にも役立つことを説明します。

### 糖質・タンパク質摂取の摂取で体温調節機能の向上が可能

最近都会のヒートアイランド現象が問題になっています。例えば東京の年間に気温が30℃を超えた合計が1981年には約200時間でしたが、1999年には約400時間にまで上昇しています。この傾向は最近どんどん強くなっています。

気温が30℃を突破すると熱中症で搬送される患者が増えます（図2）。新聞記事によりますと2010年に全国で約3万人、2011年は約4万人でした。また、体温調節能が低い高齢者・幼児だけでなく若年者もリスクがあります。

運動時の体温調節について説明しましょう。運動すると活動筋で大量の熱が産生されますが、そこで暖められた血液は静脈を介して心臓に戻ってきます。その熱が皮膚の表面から放散されなければ、高い温度の血液が脳に行き、温度が上がって熱中症になります。ややきつい運動をしたとき、もし発汗などによる放熱が起これなければ、20分間で体温が40℃を超えてしまいます。昨年、福島第一原子力発電所の事故が起こった当時、作業員の人たちは気温33℃以上、湿度100%の環境での作業を強いられましたが、その条件では発汗など放熱機能が全く働きませんから、ほとんどの方が20分ほどで熱中症になり、交替せざるを得なかったと聞いています。

ヒトでは放熱のために流れる皮膚血流量は最大3L/分にも達し、発汗量も最大1.5L/時にもなります。ヒトが大量の汗をかける理由は、皮膚表面には300万個の汗腺があり、1個の重さが40μg（マイクログラム）ほどで、集めると120g、拳大くらいになり、腎臓1個分の体にとって大変大きい臓器だからです。この汗腺によってヒトは砂漠でも生きていけます。このような動物は他にいません。

このようにヒトは優れた体温調節機能を持っているのですが、暑熱に馴化することでさらにその機能を改

図1 大部分の血液が心臓より下にある

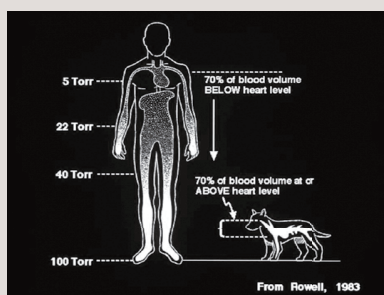
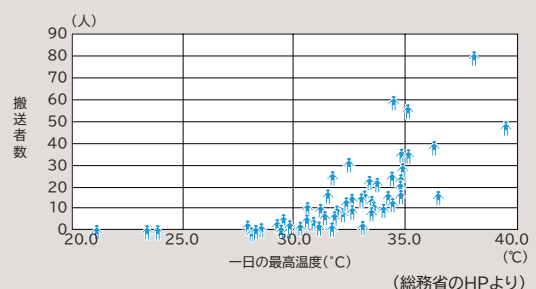


図2 熱中症で病院に救急搬送された人数 7-9月, 2004年.



善できるのです(図3)。体温の調節は、脳の温度を一定に保つために行われます。ヒトで脳温を測るのは困難ですから、その代わりに食道温を測ります。その測り方ですが、チューブ状の体温プローブを鼻から食道に挿入し、その先端がちょうど左心房の後側に位置するように固定します。左心房の血液は、次の拍動で心臓から拍出され、その一部は脳にも行きますから、その血液の温度は脳の温度というわけです。

次に、暑熱に馴化すると、食道温と発汗の関係がどのように変化するかを説明します。暑い部屋で自転車運動をしますと、食道温の上昇が一定レベルに達して初めて汗が出始めます。馴化前には、例えば安静時の体温が37.0℃だとして、それが37.5℃まで上昇して初めて汗が出ます。すなわち、0.5℃の体温上昇を維持していないと汗が出ないということです。風邪などで37.5℃の発熱はかなりつらいです。ところが暑さに馴化するとわずか0.1℃の体温上昇で汗をかくことができ、しかも、その汗は体熱を放散しますから、それ以上体温は上昇しない、すなわち暑い環境でも楽に生活できるのです。皮膚血流反応でも同じことが起きます。

では、なぜこのような体温調節反応の改善が起きるのでしょうか。私はかつて被験者に生理食塩水の点滴をしながら自転車運動をしてもらったことがあります。食道温上昇に従って前腕の皮膚血流量も上がるのですが、点滴しないと37.5℃を超えるとそれ以上上がらなくなり、うつ熱が起きます(図4)。一方、点滴で血液量を増やすと体温が37.5℃以上でも皮膚血流は増加し続けました。このことから血液量が体温調節反応に重要であることが分かったのです。

では、血液量を増やすにはどうすればいいのでしょうか。ドーピングのような不健康な方法ではなく、生理的に血液量を上げる方法を探しました。その結果、比較的きつい運動直後に糖質+乳タンパク質を摂取させると、数時間後には血漿(けっしょう)量が増加することを発見しました。そこで、「運動トレーニング中に糖質+乳タンパク質を摂取すれば、血漿量、血漿アルブミン量\*が増加し、体温調節機能が改善する」という実験仮説を立て、若い被験者(20~24歳)18名で検証しました。5日間、最大酸素摂取量の70%に相当する自転車運動を30分間行い、直後に糖質+乳タンパク質を含む補助食品かプラセボ(偽薬)を摂取させました。その結果、プラセボ群は血漿量、血漿アルブミン量が、それぞれ3.7%と3.8%しか増加しなかったのに対し、補助食品群は7.6%、9.6%と、2倍増加したのです(図5)。それに伴って、補助食品群はプラセボ群に比べ、汗のかきやすさと皮膚血管の開きやすさが3倍増加し、より暑さに強い体になりました(図6)。

一方、熱中症で亡くなりやすいのは高齢者です(図7)。その原因を明らかにするために、比較的元気な高齢者に暑い環境で自転車運動をしてもらい、食道温に対する汗のかきやすさ、皮膚血管の開きやすさを検討しました。その結果、高齢者では若年者に比べ、それらの反応が3分の1に低下していたのです(図8)。要介護者に熱中症が多いのも納得できます。

そこで、若年者と同様、高齢者(67~68歳)14名を補助食品摂取群とプラセボ群に7名ずつに分け、最大酸素摂取量の60~70%に相当する強度の自転車運動トレーニングを60分/日(15分×4回)、8週間実施し

図3 体温調節反応は暑熱馴化で改善する

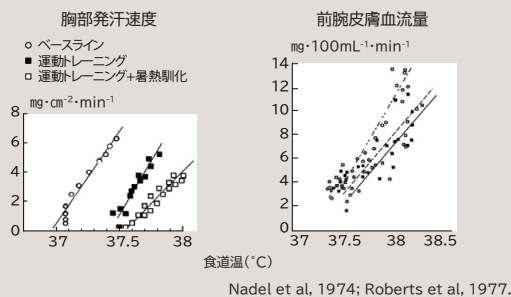


図5 結果

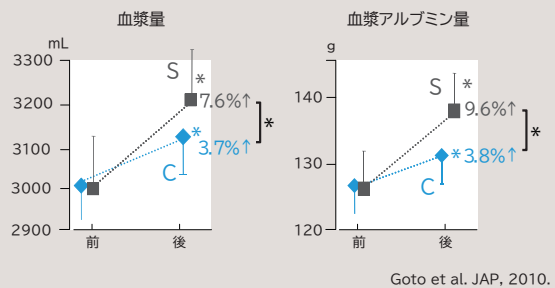


図4 運動中の体温調節反応は輸液によって改善した

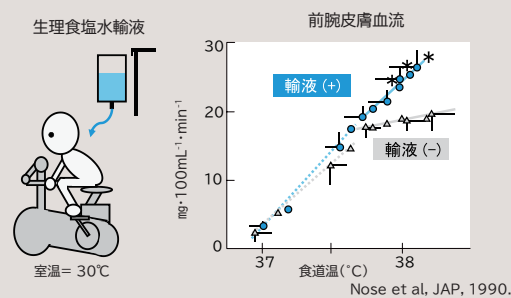
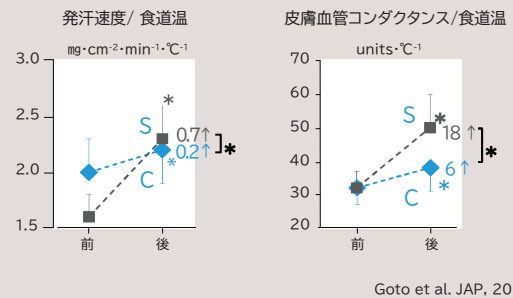


図6 結果



てもらい、1日の運動終了後30分以内に、それぞれの食品を摂取してもらいました。その結果、プラセボ群では若年者と異なり、トレーニング後に血漿量やアルブミン量は増加しませんでした。補助食品群ではそれらが増加しました(図9)。さらに、補助食品群はプラセボ群に比べ、汗のかきやすさ、血管の開きやすさが著しく向上しました。

### インターバル速歩で効果的に 運動を継続させるシステムを開発

一方、高齢者がややきつい運動を継続するのは難しいものです。ここでは、われわれが生活習慣病・介護予防のために開発し、10年前から実施してきた「インターバル速歩」を紹介します。インターバル速歩とは、ゆっくり歩きと速歩きを3分間ずつ、>5セット/日、>4日/週、>5カ月繰り返すトレーニング方法です。

この事業の背景として、日本社会の高齢化があります。日本の人口のうち、65歳以上の高齢者が占める割合(高齢化率)は2010年で25%ですが、2025年には30%を突破します。この急速な高齢化で最も問題になるのが医療費で、2010年で年間20兆円であったものが2025年には56兆円になると予想されています。現在の年間国家予算が90兆円ですから国家存亡の危機にある、といっても過言ではないでしょう。運動処方などで医療費が削減できるか、を明らかにすることがこの事業の目標です。

図10はこの事業の理念をあらわしています。われわ

れの体力は20歳代をピークとし、その後10歳年を取るごとに5~10%ずつ低下します。それは、肌にしわがよったり、白髪が増えたりするのと同メカニズムで筋肉が委縮する(老人性筋萎縮症\*)からです。そして、70歳になって体力が20歳代の30%以下になると要介護状態になります。しかし、30歳を超えるあたりから運動をして、その時期を90歳代くらいまで遅らせることができます。これが健康スポーツの究極的な目的です。

私たちは、1997年この事業を開始した時、参加者100名に1日1万歩歩いてもらうことから始めました。信州の方たちは真面目で、約3分の1の方々が毎日ほぼ1万歩、歩いてくれます。その方々の1年後のデータを解析した結果、血圧が少し下がり、脂質異常症が少し改善しました。ところが体力は全く上がらなかったのです！そこで、海外の文献を調べてみると「ウォーキングでは負荷が弱すぎて、体力が上がらない」と書いてあったのです。

そこで、米国スポーツ医学会(ACSM)の運動指針に沿って、参加者の方々に1回/週、体育館に来てもらい、マシンを使って持久性・筋力トレーニングを90分実施しました。始める前に個人の最大体力を正確に測定し、最初の1カ月はその40%を負荷し、2カ月目に50%、3カ月目に60%にまで増やします。このように、マシントレーニングでは、個人の最大体力を正確に測定することが非常に重要なのです。それを実際より高く見積もってしまうと体を壊し、それ以下だと効果がないのです。その結果、5カ月後には、膝を伸ば

図7 熱中症による死亡者数

熱中症による死亡者数(1968~2004の積算値)

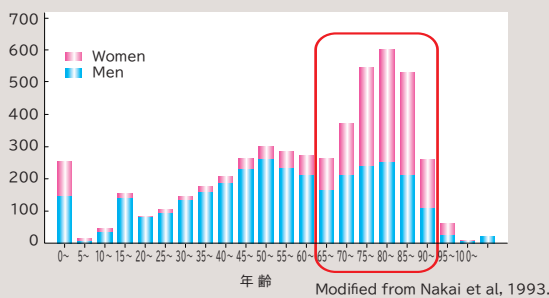


図8 加齢によって体温調節能は低下する

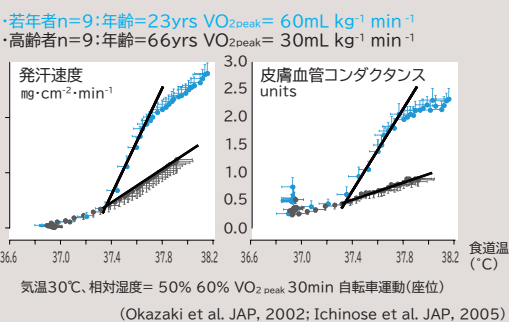


図9 結果

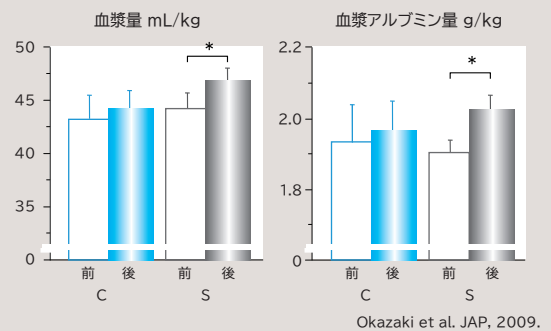
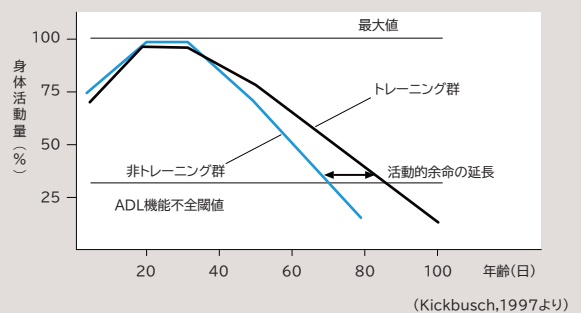


図10 身体活動量の低下



筋力が20%上がりました(図11)。さらに興味深かったのは運動継続率が上がったことです。通常のウォーキングプログラムでは1年間で参加者の40%が脱落しますが、このプログラムでは90%が最後までやり遂げたのです。その理由は、何kgのダンベルを何回持ち上げたとか、何ワットで何分間自転車運動をしたとか、努力が数字で表されること、そして、その効果も筋力、持久力という形で数字で表されること、これらのことが参加者に喜ばれたからです。しかし、この方法にも難点があります。インフラの整備やトレーナーの雇用費で、参加者1人当たり年間20万円くらいかかるのです。庶民には縁遠い話です。

そこで、われわれが実施したのが「熟年体育大学」事業です。高齢者が、いつでもどこでも容易に体力向上のためのトレーニングをしてもらうのが目的です。この事業の特徴は、①携帯型カロリー計、②インターバル速歩、③遠隔型個別運動処方システムの三つです。

私たちが開発した携帯型カロリー計「熟大メイト」は、3軸の加速度計で運動エネルギーを測定し、高度計によって位置エネルギーの変化を測定し、その和か

ら傾斜地・階段の昇降時のエネルギー消費量が正確に測定できます(図12)。

次にインターバル速歩ですが、これは、ゆっくり歩きと速歩を3分間ずつ繰り返すトレーニング方法です。速歩は個人の最大持久力の70%以上の負荷です(図13)。なぜ、インターバルにするか、というと、1日15分以上速歩を持続するのが困難だからです。個人の最大持久力は3段階ステップアップ歩行によって決定します。すなわち、安静・ゆっくり歩き・中くらい歩き・速歩をそれぞれ3分ずつ連続で行い、その間のエネルギー消費量を熟大メイトで測定し、最後の1分間の値から個人の最大持久力を決定します(図14)。

最後に、遠隔型個別運動処方システムを紹介します。2週間に一度参加者は自宅近くの地域公民館に行き、端末に熟大メイトを接続し、歩行記録をインターネットを通じサーバーに送ります(図15)。そうすると折り返し歩行記録のトレンドグラフが送られてきて、それに基づいてトレーナー、保健師、栄養士が個別運動指導を行います。サーバーには6か月ごとの血液検査結果、2週間ごとの体重、血圧の測定結果が記録され、随時メンタル、食事検査なども行うことが可能です。参加者は個人のID、パスワードを端末から入力すると自分のデータにアクセスできます。このように、少数のスタッフで大勢を対象に個別運動指導が可能になったのです(図16)。

図11 マシントレーニングの効果 (n=273, 平均年齢=64±6) \*vs.開始前 \$vs.5ヵ月後

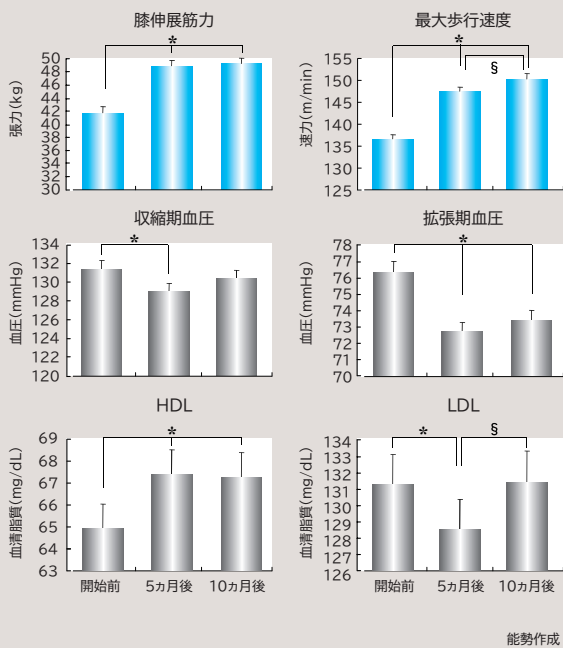
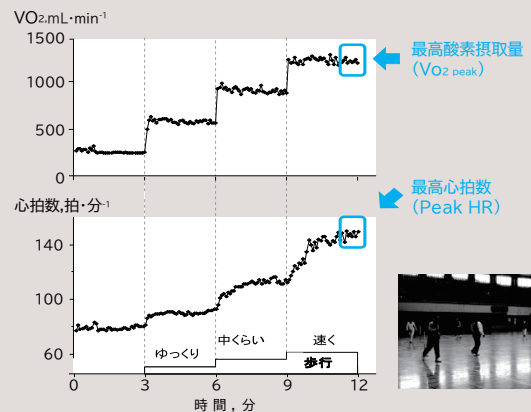


図12 熟大メイト



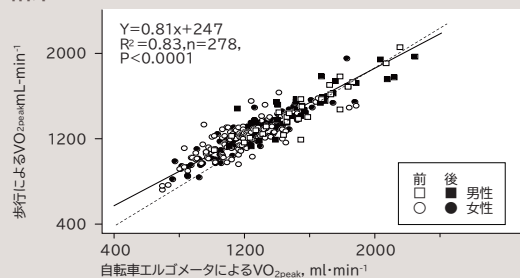
Yamazaki et al. MSSE, 2009.

図13 3段階ステップアップ歩行による VO<sub>2</sub>peak 測定



Nemoto et al. PMC, 2007

図14 結果



Nemoto et al. PMC, 2007

さて、インターバル速歩の効果を示します。高齢者（約65歳）を何も運動を負荷しないコントロール群、1日1万歩を目標とする普通歩行群、そしてインターバル速歩群にそれぞれ、40~50名に分けます。そして、5カ月間の介入研究を行いました。その間のトレーニング量ですが、普通歩行群、インターバル速歩群において、両群で歩行日数が4.5日/週で、歩行時のエネルギー消費量も群間で差がありませんでした。一方、歩数と歩行時間はインターバル速歩群の方が普通歩行群に比べ低く、歩行時の平均運動強度は高かったのです。その結果、インターバル速歩群は膝の伸展筋力が15%ほど上がり、持久力（最高酸素摂取量）も10%上がりました（図17）。5カ月間で10歳くらい若返ったこととなります。さらに、収縮期血圧（最高血圧）が10mm/Hg、拡張期血圧（最低血圧）が約5mm/Hgも下がりました。一方、普通歩行群では顕著な変化が認められませんでした。

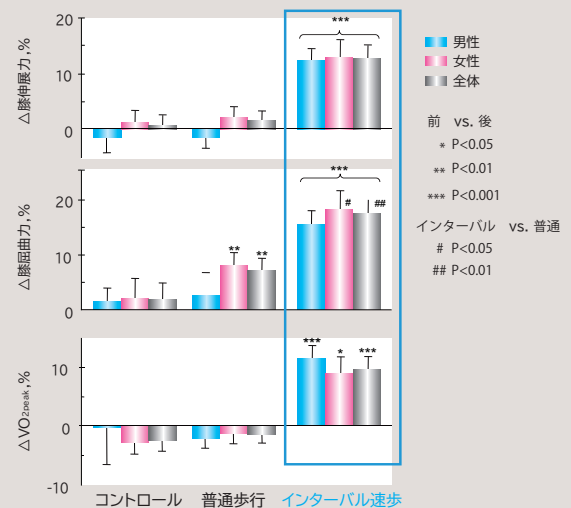
### インターバル速歩は生活習慣病の改善にも効果がある

さて、この結果に基づいて、それ以降現在までインターバル速歩の効果検証実験を引き続き行っています。その総数は2012年現在で5,200名になります。その成果の一部を紹介しましょう。2005年と2006年には中高年者826名を対象に4カ月のトレーニングを行いました。途中で家庭や仕事の事情でやめたのは43名、トレーニング後の2回目の測定に来られなかったのは

117名でした。それらを除き666名で解析しました。このように継続率が94%と驚異的に高いですが、その理由は自分の努力や成果がグラフで参加者に提供されるためと考えています。

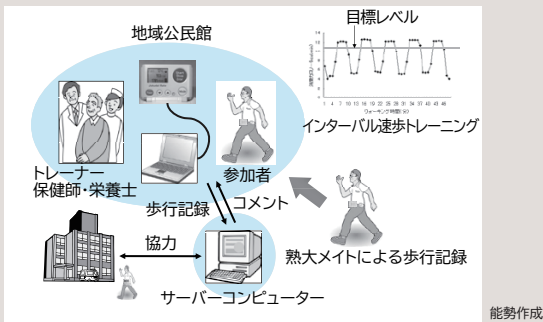
効果を評価するに当たり生活習慣病指標に基づいて行いました。この指標は、①最高血圧 >130mmHg または最低血圧 >85mmHg、②空腹時血糖値 >100mg/dL、③BMI >25kg/m<sup>2</sup>、④中性脂肪 >150mg/dL または HDL コレステロール <40mg/dL のいずれかの条件を満たせば1点加算で、四つすべてを満たすと4点となり、立派なメタボです。さて、参加者をトレーニング前の最高酸素摂取量によって低体力・中体力・高体力の3群に分けて分析すると、低体力、中体力、高体力の順番で生活習慣病指標が高いこと、さらに、インターバル速歩トレーニングを続けるとその増加量に比例して指標が低下することが明らかになったのです（図18、19）。このように生活習慣病の最大の決定因子は体力なのです！

図17 インターバル速歩群は膝の伸展筋力と心肺機能が上昇



Nomoto et al. PMC, 2007

図15 e-Health Promotion System



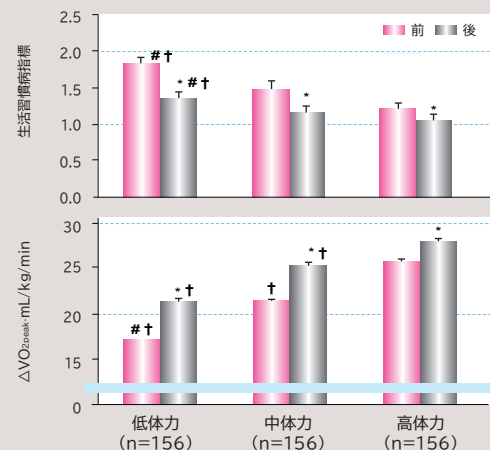
能勢作成

図16 e-HPS による歩行記録



能勢作成

図18 生活習慣病指標の変化（女性）



Morikawa et al. BJSM, 2011.

また、インターバル速歩がどの症状を改善するかに着目すると、血圧、血糖、肥満が改善することが分かります(図20)。さらに、うつ自己評価尺度(CES-D)についても、うつ傾向と診断された方もほとんど5カ月で正常値まで回復しました。また、速歩の影響が心配される変形性膝関節症についても50%の人が改善し、悪化したのはわずか3%でした。その結果、半年間で医療費の20%に相当する2万3千円が削減できました(図21)。

以上の効果を、インターバル速歩の「20%の法則」としてまとめます。インターバル速歩を5カ月間すれば、①体力が最大20%向上し、②高血圧、高血糖、肥満が20%改善し、③医療費を20%削減します。一方、1日1万歩では、ダラダラと歩いていてもその効果は保証されません。

インターバル速歩は国の内外で高く評価されています。厚生省の「健康づくりのための運動指針2006」、文科省の「平成22年版科学技術白書」に引用され、さらに2009年には生理学のトップジャーナル「The Journal of Physiology (London)」の表紙を飾りました。さらに、米国のイェール大学、メイヨークリニック、コペンハーゲン大学でもその効果に関する検証実験が行われ、高い評価を得ました。また、2011年4月に「New York Times Magazine」でも紹介されたことは大変うれしいことです。

最後に医療経済的効果を説明します。長野県の高齢者の年間医療費は1人当たり約60万円で、5カ月間のインターバル速歩によって20%削減できたとして12万

円です。仮に10万円削減できたとすると、国と自治体が3万5千円ずつ、残りの3万円が本人に戻ります。ここから本人分の3万円、自治体からの3万円を私たちの事業体に提供してもらおうと、合計6万円になります。これでトレーナーなどの雇用費、インフラ整備費が出て、独立採算制で事業運営できます。すなわち、医薬品購入費など、もし事業をやらなければ市外に出て行ったお金の60%を取り戻すことができるのです。これによって少子高齢化で疲弊する地方を守ろう、というのが私たちの目標です。

以上、インターバル速歩の後に乳製品をとれば、暑さに強い体になり、体力向上・生活習慣病予防に役立ちます。熱中症は生活習慣病の延長線上にあり、生活習慣病の解決が熱中症の防止につながります。

図20 インターバル速歩は特に血圧と血糖値を下げる

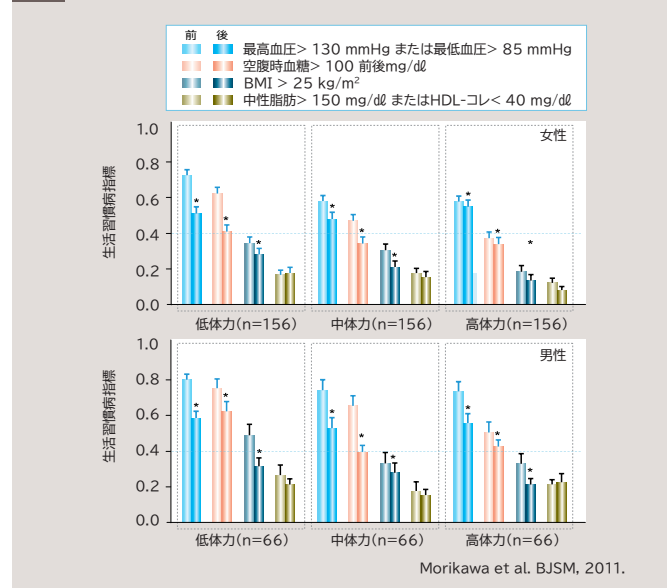


図19 生活習慣病指標の変化 (男性)

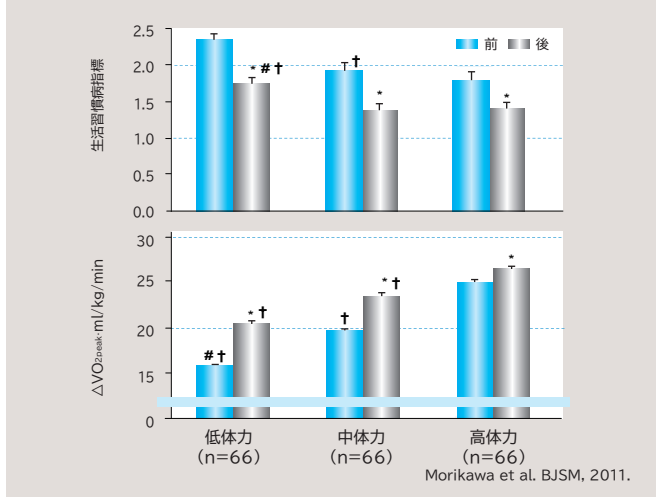
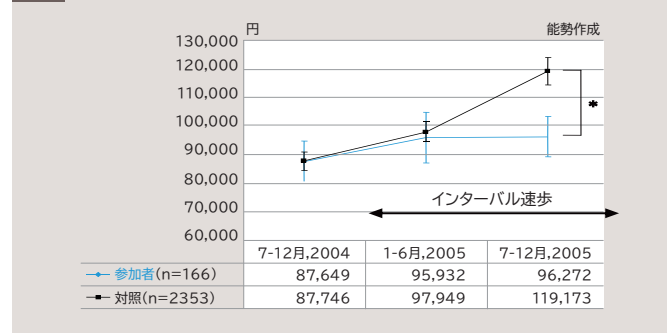


図21 6カ月間の医療費



※掲載内容は、原則、開催当時のまま採録しています。また、講師の肩書も当時のまま掲載しています。



## 「乳和食」でおいしく減塩

～牛乳を食べる、乳和食(New washoku)～

料理家、管理栄養士、フードビジネスコーディネーター 小山 浩子 氏

高血圧の改善に欠かせない減塩食。継続させるコツはおいしさと手軽さにあります。牛乳を活用することで手軽においしい減塩食(乳和食)が作れます。今回は、この乳和食について管理栄養士の小山浩子先生にご説明いただきます。

### 「乳和食」で減塩とは？

高血圧症は日本人に大変多い病気で、厚生労働省発表の「平成22年 国民生活基礎調査の概況」によれば、男女ともに通院の原因のトップであるとされています。この病気の恐い点は自覚症状がないまま進行して、脳卒中や心筋梗塞などの引き金になること。原因には体質や肥満、運動不足などが挙げられますが、塩分のとり過ぎもその一つです。

高血圧を改善する日常の主なポイントは、減塩、体重管理、適度な運動の3点です。まずは「毎日の食生活の中で減塩していくこと」から始めましょう。高血圧改善のための食塩摂取量の目標値は1日6g未満です（日本高血圧学会『高血圧治療ガイドライン2009年版』より）。対して実際の日本人の食塩摂取量は10g強。これは諸外国と比較しても高い数値で、その原因の一つに和食が関係しています。

世界的に健康食として注目されている和食には、カロリーが低い、栄養バランスが良いなどの多くのメリットがある反面、塩分過多、カルシウム不足、料理に手間がかかるなどのデメリットもあります。一方、デメリットが解消されれば、つまり塩分量を減らしカルシウム量を増やし、料理の手間が省ければ、和食はすばらしい減塩食になります。現在の日本の減塩食の指導は、「しっかりだしを取って、だしのうま味に香味野菜や香辛料の香りを利用して減塩する」というものです。しかし、おいしいだしを取るには、大量のかつ

お節を用意し、湯の加減をみたり、あくを取ったりなど、コストも手間もかかり、毎日続けることが難しいという問題があります。

これからの減塩食に求められるものは、「おいしさ」プラス「手軽さ」であり、この2点が継続につながります。

そこで、私は「乳和食」を提案します。乳和食とは、和食にミルクを活用することで、和食のデメリットを解消し、手軽においしく、バランス良く減塩ができる新しい和食のスタイルです。

これまで20年以上もミルクを使った料理を研究し、3万人以上の方にミルク料理を紹介してきた中で、なぜミルクを使った和食が日本では根付かなかったのか、根付かせるにはどうすればよいかを課題にしてきました。その解答を得るまでに15年ほどかかりましたが、答えは予想外のものでした。皆さんの求めているミルク料理は「ミルクの味がしない料理」だったので。考えてみますと、日本では乳を使った和食の歴史が浅く、日常的に「乳和食」を食べる習慣がありません。それで、ミルクの味のする和食に違和感があるのです。

「乳和食」は、まったくミルクを感じさせない、日常食べている和食と同じ味わいのもので。その上、減塩ができておいしくて栄養豊富で手軽で経済的。ぜひ毎日の食卓に乳和食を取り入れていただきたいと思っています。

## 1. 調味料を牛乳で割る

～おいさを保ちながら減塩に～

乳和食でいちばん人気の絶品料理

### かぼちゃのミルクそばろ煮

1人分

塩分量:0.59g 牛乳使用量:50ml



#### 作り方

- ①かぼちゃは所々、水玉模様に皮をむき、2cm角に切る。わたの部分も切る。
- ②テフロン加工のフライパンに牛乳、つゆのもと、ひき肉を加えて箸で全体を混ぜ、ひき肉がほぐれたら、①のかぼちゃを加えてクッキングシートで落とし蓋をし、その上に蓋をする。中火で煮、煮立ったら火力を弱め5分したら蓋を取り、落とし蓋だけで煮る。さらに5分後、へらでそばろをほぐすように全体を混ぜ、かぼちゃが柔らかくなるまで5分煮る。

#### 材料(6人分)

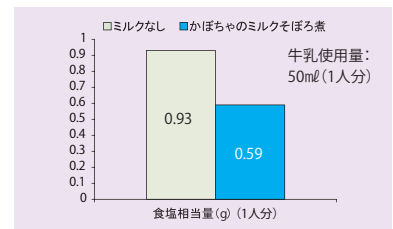
牛乳	300ml
つゆのもと(3倍濃縮)	大さじ2
鶏ももひき肉	120g
かぼちゃ	1/4個分(正味450g)

#### 《解説》

●水の代わりに牛乳を使用することで塩分がカットでき、鶏肉の量も通常の半分くらいに節約できます。タンパク質を含んだ牛乳を使用することで、うま味が増し減塩ができます。また、牛乳の脂肪(乳脂肪)はビタミンAの吸収率をアップさせます。

#### ●ミルクそばろ煮以外の「調味料+牛乳」の料理例

- ・さばのミルクみそ煮(みそを割る)
- ・ミルク肉みそ(みそを割る)
- ・ミルクつけつゆめん(つゆのものを割る)
- ・かんたんミルク煮豚(しょうゆを割る)
- ・ぶりと大根の粕汁(酒粕を割る)
- ・鮭のミルク塩麹つけ焼き



## 2. だし代わりに牛乳

～うま味がアップし減塩に～

のどごしが良く食欲のない日でも

### 三つ葉と柚子のミルク茶碗蒸し

1人分

塩分量:0.56g 牛乳使用量:58.3ml



#### 作り方

- ①500mlの計量カップに、卵を割り、箸でよく溶いてから、牛乳を時々混ぜながら少しずつ400mlの目盛りまで注ぐ。塩、しょうゆを加える。塩が底にたまりやすいので、よく混ぜて溶かしておく。
- ②三つ葉は3cmの長さに切り、ゆずは皮を丸くむく。
- ③茶碗蒸しの器に②の三つ葉とゆずを6等分にして入れ、①を注ぐ。1個ずつ蓋またはラップをして蒸気がよくあがった蒸し器に入れて蒸す。強火で2～3分、弱火で7～8分を目安にする。卵液の色が白っぽくなり表面が固まったら火を弱める。

#### 材料(6人分)

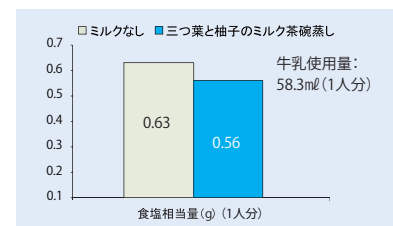
卵	1個
牛乳	350ml
しょうゆ	小さじ1/2
塩	小さじ1/2
三つ葉	4～6本
ゆずの皮	1/4個分

#### 《解説》

●だし汁の代わりに牛乳を使用することで塩分がカットでき、カルシウムやタンパク質がとれます。

#### ●ミルク茶碗蒸し以外の「だし汁+牛乳」の料理例

- <牛乳全量使用>・ミルクとろろ汁
- ・ミルク卵の花
- ・ミルクだし巻き卵
- <牛乳半量使用>・ミルク豚汁
- ・ミルクしゃぶしゃぶ



### 3. 牛乳で戻して・ゆでる

～コクで減塩に！～

うま味たっぷりまるやかな味わい

## 高野豆腐のミルク煮

1人分

塩分量:0.57g 牛乳使用量:83.3mℓ



#### 作り方

- ①高野豆腐は1個を4等分に切る。
- ②テフロン加工のフライパンに牛乳と砂糖を加えて中火で時々底を混ぜながら沸かす。沸々と沸いてきたら高野豆腐を加えて落とし蓋をし弱火で煮る。煮汁が半量になったら、しょうゆを煮汁に加え、汁がほとんどなくなるまで引き続き弱火で煮る。

#### 材料(6人分)

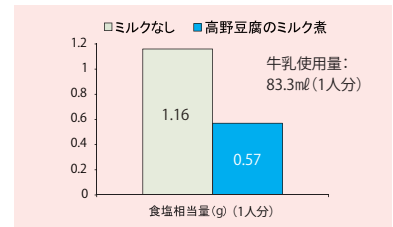
牛乳	500mℓ
砂糖	大さじ3
高野豆腐	6枚
しょうゆ	小さじ2

#### 《解説》

●牛乳中の乳糖がまるやかな甘さをおいしくひきたてます。乾物の高野豆腐を水で戻さず、そのまま牛乳で煮ることでコクが増し、少ない塩分でもしっかりした味に仕上がります。

#### ●高野豆腐のミルク煮以外の「乾物根菜+牛乳」の料理例

- ・高野豆腐の和風ハンバーグ（高野豆腐をすり、牛乳に浸す）
- ・ひじきと切り干し大根のミルク煮（ひじきと切り干しを牛乳で戻しながら煮る）
- ・干しいたけと春雨のミルクスープ（しいたけと春雨を牛乳で戻しながら煮る）
- ・ミルクきんぴらごぼう（ごぼうを炒めた後、牛乳でゆでる）
- ・ミルク粉吹き芋（じゃが芋を牛乳でゆでる）
- ・ミルクふるふき大根（大根を牛乳でゆでる）



### 4. 牛乳で溶く

～コクをプラスし減塩&カロリーダウン～

カリッと香ばしく、さめてもおいしい

## ホタテの胡麻ミルクフライ

1人分

塩分量:0.07g 牛乳使用量:10mℓ



#### 作り方

- ①ホタテは厚さを半分になり、水分をふきとり全体にこしょうをしておく。
- ②薄力粉と牛乳は溶き、白ごまと黒ごまは合わせておく。
- ③①に②の牛乳衣をくぐらせ、ごまをしっかりとまぶす。
- ④170度に熱した油で揚げる。
- ⑤くし型に切ったレモンを添える。

#### 材料(6人分)

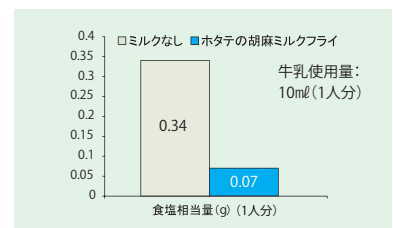
ホタテ	6個
こしょう	少量
薄力粉	大さじ4強
牛乳	大さじ4
白ごま	大さじ4
黒ごま	大さじ4
揚げ油	適宜
レモン	適宜

#### 《解説》

●牛乳を使うことで衣にコクがつくので、塩分をカットできます

#### ●ホタテの胡麻ミルクフライ以外の「粉+牛乳」の料理例

- ・ミルク衣のヘルシー豚カツ（小麦粉を牛乳で溶き、パン粉をまぶす）
- ・ミルク衣のヘルシーコロッケ（小麦粉を牛乳で溶き、パン粉をまぶすを2度くり返す）
- ・ミルク衣のヘルシーメンチカツ（小麦粉を牛乳で溶き、パン粉をまぶすを2度くり返す）
- ・米粉と牛乳のクリームシチュー（米粉を牛乳で溶き、仕上げに加える）
- ・えびとブロッコリーのミルク炒め（片栗粉を牛乳で溶き、仕上げにからめる）
- ・豆腐のひき肉炒め（片栗粉を牛乳で溶く）



## 5. 化学変化で

～新しいおいしさの創造と減塩～

乳和食の最高傑作のひとつ

### まぐろのミルク山かけ丼

1人分

塩分量:1.92g 牛乳使用量:83.3mℓ



#### 作り方

- ①カッテージチーズを作る。牛乳を沸騰直前（鍋肌に小さな穴がブツブツと出てくる）まで温め、レモン汁を加えて木べらでゆっくりかき混ぜる。完全に冷めたらザルに厚手のペーパータオルを敷いて水分量350mlを目安にこす。布巾に残った固形分がカッテージチーズで水分は乳清。
- ②米は洗って、ザルにあげ、15分おいてから①の乳清に水を加えて炊く。
- ③炊き上がったらすし酢を全体にかける。少し時間をおき、全体に酢がなじんだら、混ぜながらうちわであおぎ水分を飛ばす。ひと肌冷めたらごまを箸で混ぜる。
- ④ビニール袋にしょうゆ、ごま油、わさび\*を合わせ（\*お好みで調整してください）、まぐろを漬け込む。
- ⑤すった長芋にカッテージチーズを泡だて器でとろっとするまで混ぜ、塩を加える。
- ⑥丼にすし飯を盛り、まぐろを並べ、⑤のミルクとろろをかけ小口切りにした細ねぎを散らす。全体に混ぜながらいただく。

#### 材料（6人分）

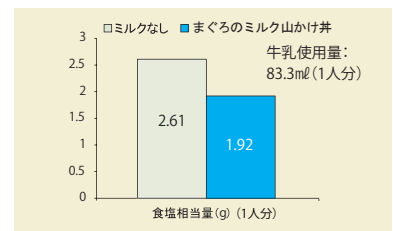
牛乳	500mℓ	すし酢（市販品）	90mℓ	わさび	小さじ1～2
レモン	1個分（大さじ3）	白ごま	大さじ3	長芋	50g
米	3合	まぐろの切り落とし	250g	カッテージチーズ	120g
乳清+水	600mℓ	しょうゆ	大さじ1と1/2	塩	ひとつまみ
（炊飯器の目盛りより少し少なめを目安に）		ごま油	大さじ1/2	細ねぎ	3本

#### 《解説》

●水代わりに牛乳でお米を炊いた場合、おいしく炊くことは難しいです。牛乳に酸（レモン汁）を加え、化学変化を起こさせ、できたチーズと乳清を活用することで新しいおいしさが生まれます。乳清で炊いたご飯は、栄養価が増すだけでなく、ご飯がツヤツヤしてしっかりしたおいしい味わいになります。

#### ●まぐろのミルク山かけ丼以外の「牛乳+酸」の料理例

・ミルクちらしずし（チーズはトッピングに使用、米は乳清で炊く）  
・ミルク親子丼（卵にチーズを混ぜ、米は乳清で炊く）  
・鮭ときのこのミルクごはん（米と具材と一緒に乳清で炊き、チーズを混ぜる）  
・カツオの和風カルパッチョ（チーズを刺し身にトッピング、たれはしょうゆを乳清で割る）  
・炊き込みごはん類各種



## 牛乳の機能とまとめ

牛乳は栄養・コク・うま味・甘味を持ち、おいしさに加えて、減塩にも役立つすぐれた食材です。それ以外にも私たちの体に有効な機能がたくさんあります。主なものを5点紹介しましょう。

まず1点目は、健康寿命を延ばすこと。牛乳には必須アミノ酸がバランス良く含まれ、それを摂取することで血液中のアルブミン数値が高まり、血管を健康にし、免疫力が上がります。

2点目は、骨や歯を丈夫にすること。カルシウムは骨や歯を構成する重要な要素です。牛乳には非常に吸収の良いカルシウムが豊富に含まれています。

3点目は、血圧を下げること。減塩の食事指導では、体内から塩分を排出する効果のある栄養素（カルシウム・カリウム・マグネシウム）を含む野菜を食材に用いることを推奨しています。牛乳にはこの三つの栄養素がバランス良く豊富に含まれています。

4点目は、内臓脂肪の増加を抑えること。牛乳に多く含まれているカルシウムやペプチドには、体内の脂肪を燃焼させる働きがあります。内臓脂肪の増加が抑制できるので、メタボの予防や改善が期待できます。

最後5点目は、食後血糖値の上昇を抑えることです。牛乳をはじめとする乳製品は低GI食品です。低GI食品では、食品に含まれる糖質が穏やかに吸収されるので、食後の血糖値が緩やかに上昇します。そのため腹もちが良く、太りにくくなります。反対に高GI食品は、食後の糖質の吸収が急激で、その結果、体に脂肪をため込みやすいといわれています。白米などの穀類は高GI食品ですが、牛乳と一緒に料理することで血糖値の急激な上昇を抑えることができます。

上記5点からも分かりますように、牛乳を使う「乳和食」は高血圧をはじめ、さまざまな生活習慣病の予防や改善、健康保持に大いに役立ちます。

いいことづくめの乳和食。さっそく今日から始めてみませんか。

※掲載内容は、原則、開催当時のまま採録しています。また、講師の肩書も当時のまま掲載しています。

# 睡眠は食で改善できるか？

日本睡眠学会理事 日本睡眠改善協議会 常務理事 白川 修一郎 氏

睡眠は、健康維持に重要な働きをしています。現在、日本人の多くが睡眠に問題を抱えており、良質な睡眠に対するニーズが高まっています。睡眠と食は密接な関係を持ち、季節性変動の影響も受けます。また、機能的食品素材と睡眠との関係を示唆する研究も進み、アミノ酸の一種であるL-トリプトファンとの関係などの結果が報告されています。牛乳・乳製品はL-トリプトファンを多く含み、時間帯を考慮して常用することによって、睡眠を質的に改善する可能性のあることが示唆されています。

## 良好な睡眠は、健康維持に必須

睡眠は、人間の健康の基盤となるものです。睡眠不足が続いて量的に不足しても、睡眠呼吸障害などで質的に悪化しても、睡眠負債となって健康被害を引き起こします。睡眠負債が借金のように蓄積していくと、心身の機能を十分に発揮できなくなります。

人間の睡眠の役割は、極度に発達した大脳皮質を効率的に休息させ、クールダウンをさせることにあります。人間は眠らない限り、たとえボーっとして何も考えていなくても、覚醒している限り脳は休息しません。ストレスも同じで、眠らないと発散されません。

筋肉も休むだけでは疲労は回復せず、睡眠を必要としています。睡眠には、筋肉や運動系を効率的に休息させ、クールダウンする働きが備わっています。実際に筋肉を使ったことによって起こる疲労因子は、眠らない限り完全には消失しないことが、科学的にも分かっています（図1）。

また、覚醒しているときには、体を少しでも動かすことで体の中で損傷が起こります。この損傷した細胞や心身のシステムも修復して、機能回復する働きが睡眠にはあるのです。

## 日本人は睡眠が不足している

このように人間にとって大事な睡眠ですが、日本人の

睡眠はどうなっているのでしょうか。OECDが加盟国の睡眠時間を調査していますが、日本は2008年まで世界最悪の睡眠状態の国といわれてきました。2009年には韓国がワーストワンでしたが（図2）、2011年には日本が韓国より悪化しています。睡眠時間が比較的短いノルウェー、スウェーデン、ドイツに比べても、韓国と日本は極端に寝ていない傾向にあります。

睡眠の専門家が集まって組織した睡眠改善委員会（エスエス製薬(株)協賛）が、全国の17,777人の20歳から49歳を対象にしてインターネット調査を行っていますが、睡眠に何らかの問題を持つ人は全体の79%という結果でした。5人に1人しか、本当には良い睡眠がとれていないことが分かります。この調査は、ネットにアクセスをした人、というバイアスもかかっているかもしれませんが、半分くらいだろうと思っていたのに、もっと多かったのです。

睡眠時間と健康リスクにはどのような関係があるのか、米国のKripkeという教授らが2002年に発表した有名な論文があります。100万人以上を対象にした米国でのコホート研究（追跡調査による疫学研究）ですが、健康被害がない睡眠時間は6時間30分以上8時間未満と報告されています。睡眠時間が短くても長くても、健康被害のリスクは増大するので、人間には適切な睡眠時間があることが分かります。

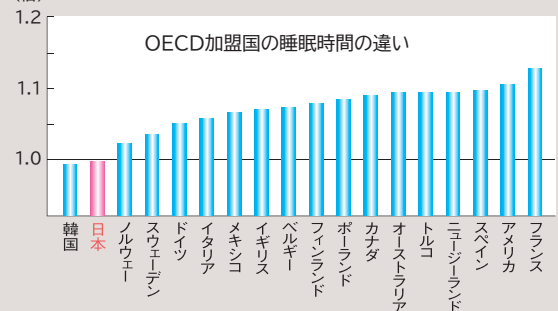
### 図1 人間の睡眠の役割は

- 極度に発達した大脳皮質を効率的に休息させクールダウンする働き  
⇒覚醒している限り脳は休息しない
- 筋肉や運動系を効率的に休息させクールダウンする働き  
ノンレム睡眠 → 筋の緊張の低下  
レム睡眠 → 筋を動けないように抑制  
⇒疲労因子は眠らない限り完全には消失しない
- 覚醒中に損傷した細胞や心身のシステムを修復し機能を回復する働き

睡眠は健康維持と抗老化に関して最大の役割を持つ生命現象の一つ

図2 睡眠時間の国際比較

日本人は、先進国でも特に睡眠が不足している国の一つ



OECD: Society at a Glance, 2009より改変、睡眠改善委員会日本の自己申告による健康状態は、OECD諸国中スロバキアに次いで低い。2012年の自殺率は、韓国、ハンガリーに次いで第3位。

日本人の睡眠時間を調べるために、私たちは2004年に24,231人のインターネット調査を行っています。ここでは男女ともに睡眠時間が5時間30分から6時間という人が最も多く、4割を占めていました(図3)。ここでは、7時間台の人は2割しかおらず、6~7時間の人が3割、5時間未満という人が1割です。現在でも同じような結果が得られるでしょう。

睡眠科学の分野では、日常的に5時間未満の睡眠しかとらなくても日中に強い眠気を感じないで、正常に日常生活を送っている人を短時間睡眠者(ショートスリーパー)といいます。この人たちの割合は本来、非常に少ないといわれています。

この調査では、睡眠時間が5時間未満の人たちの85%は短時間睡眠者ではなく、平日に睡眠が足りていないだけでした。この人たちは、休日には平日よりも2~3時間多く睡眠をとる傾向にあり、平日に蓄積してしまった睡眠負債を休日に返済している人たちです。

こういう状態では、いつ交通事故を起こしてもおかしなく、こういう人たちが10人に1人いるというのが日本の現状です。

## 睡眠と健康の関係

良好な睡眠は健康維持に必須であり、睡眠不足や睡眠障害による体の影響もよく調べられています。

国際医学雑誌のデータベースで睡眠の論文を検索すると9万件もヒットし、睡眠医学は大きな研究分野です。特に米国では会員も多くて、国全体で睡眠の健康を考えています。睡眠障害をどうにかしようと、さまざまな研究が進んでいます。

こうした研究から、睡眠不足・障害による体への影響は、大きく三つのジャンルで報告されています。

一つめは「循環器機能の低下」で、血圧上昇、虚血性心疾患のリスク増大、不眠患者や閉塞型無呼吸患者にみられる脳血管性認知症発症のリスク上昇が挙げられます。

二つめは「免疫機能低下・異常」で、がん発症のリ

スク増大、感染リスクの増大、アレルギー性疾患発症のリスク増大が挙げられます。夜に免疫異常を起こすので、アトピーの人は入眠時にかゆくなり、ぜんそくの人は入眠時、明け方に発作を起こしやすく、異常免疫反応は睡眠時に生じやすいのです。

三つめは「代謝機能異常」で、肥満や、インスリン抵抗性の亢進(こうしん)と、II型糖尿病発症リスクの上昇が挙げられます。特にII型糖尿病は日本人の糖尿病の95%を占めるものですが、糖尿病予備軍や糖尿病患者が増えているのも睡眠不足、睡眠異常が関係していると思われます。

日本人の男性労働者を対象としたコホート研究では、長期の不眠があると高血圧発症の危険率は増大し、入眠困難の場合は健常の1.96倍、睡眠維持困難(しばしば目が覚める、朝方目が覚めて眠れなくなる、熟眠感がない)の場合は健常の1.88倍も高血圧発症の危険率が増大することが、報告されています。

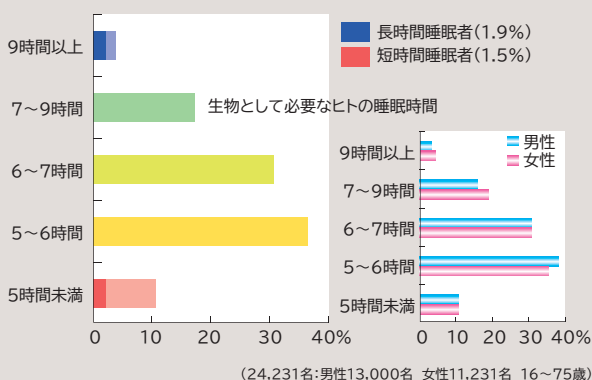
睡眠中には血圧は下がりますが、しっかりといい睡眠をとっていないと睡眠中に血圧が低下せず、このような結果になると考えられます。

また、2009年に米国から報告された感染症に関連するレポートでは、ライノウイルス(鼻風邪のウイルス)を鼻の粘膜に暴露した後で、症状の発症率と睡眠の状態を22~55歳の男女153人でみています。このとき、睡眠の質が悪い人では2人に1人が発症し、睡眠の質が良い(ぐっすり眠ってパッと目覚める)人では発症は5人に1人以下で、そのオッズ比は5.2であったと報告されています。

厚生労働省は2009年の新型インフルエンザ大流行のときに、手洗い、うがい、睡眠をと呼びかけましたが、WHOも米国のFDAもこの三つをお願いしました。この頃からウイルスに感染した時に、睡眠が発症を抑える、免疫力を高める力があることが分かっていたのです。

また、II型糖尿病のリスクは、入眠困難な場合は健常の2.98倍、睡眠維持困難な場合は健常の2.23倍とリスクが高くなるという報告もあります。睡眠の質が悪いと糖尿病になりやすいというのが分かります。

図3 インターネット調査による日本人の睡眠時間分布



## 睡眠不足・睡眠障害の影響は深刻

このように、良好な睡眠は健康維持に必須です。睡眠不足でも睡眠障害でも脳機能への影響が強いものがある、それを以下にまとめます。

### ○集中力・注意維持の困難

睡眠不足によって集中力が維持できなくなるのは誰でも経験がありますが、それが時に事故につながります。大事故や追突事故の背景には、睡眠不足や睡眠障害が存在しているといわれています。

### ○記憶・学習能力の低下

特に子どもに深刻です。早寝早起き朝ごはん運動などしているのもそのためです。

### ○感情制御機能の低下

感情の中枢は大脳辺縁系に存在し、そこを抑制しているのは大脳皮質や前頭葉ですが、睡眠がとれないと大脳皮質の機能を最初に低下させ、大脳辺縁系の抑制が外れてしまいます。皆さんも経験があると思いますが、これはお酒を飲んだ時のような状態です。これと同じ状態が睡眠不足によって引き起こされます。子どもだとそれが分からずにウロウロしたりして、ADHDと間違われる行動をとる可能性もあります。

### ○不必要な行動の抑制機能の低下

### ○認知・判断機能の低下

特に高齢者に多く見られます。

### ○創造性・論理的思考能力の低下

### ○物事をやる意欲の低下

### ○自己評価の低下

### ○精神性ストレスの蓄積

### ○アルツハイマー型認知症発症リスクの増大

睡眠不足によって、発症リスクは通常の1.5～2.5倍に増大することが分かっています。

以上のように睡眠不足や睡眠障害は、ヒューマンエラー発生 of 重大な要因です。仕事をしているときなど、作業中の強い眠気が混入すると、注意散漫とか判断力低下などの記憶違いが起きます。そうするとヒューマンエラーの発生のリスクが増大します。

徹夜して30時間も起き続けていると、ミスを起こしやすくなるのは誰でも分かります。

しかし、ある実験では、睡眠不足が蓄積して睡眠不足をどこかで回復しないと、たとえ1時間の睡眠不足でもそれが30日続くと、寝ていない状態で30時間起きているのと同じ状態になることが分かっています。2時間不足の人の場合は15日で30時間継続して起きているのと同じこととなります。つまり、平日の睡眠時間が5時間未満の人達は、休日に多く寝ているからどうにかっていますが、危ない状態であるといえます。

## 睡眠不足はうつや自殺とも関係

もう一つ、深刻な話をします。それは、睡眠不足がうつ病と密接に関係しているということです。日中に過度の眠気がある高齢者が、うつ病を発症するリスクは2倍になります。日中にうつらうつらして、居眠りをするような高齢者は特にリスクが高いのです。一度、老年期うつ病になって2年以内に再発するリスクのオッズ比は16倍です。

また、別の研究で睡眠状態とうつ症状の発生頻度を調べたものがあります。健常の睡眠の場合には6%

がうつ病にかかります。これが、機会性（短期）不眠や重度の機会性不眠では13%から25%に増え、長期不眠になると37%と、健常な人の6倍も増えてしまいます。さらに抑うつ症状が続くと適応障害を起こし、それがずっと続くとうつ病になる可能性があります。

日本人の睡眠時間と自殺率の推移については2010年までしかありませんが、警察庁統計調査による自殺率と、NHKの国民生活時間調査の睡眠時間を示したものを図に示します（図4）。

国民生活時間調査は、1960年から行われているもので、当時の睡眠時間は8.2時間、現在は7.2時間近くになっており、50年間で1時間ほど短くなっていることが分かります。

バブル崩壊時には、自殺率が3万を超えるような状態になっています。睡眠なのか経済的な崩壊が関係しているかは分かりませんが、このような結果になります。

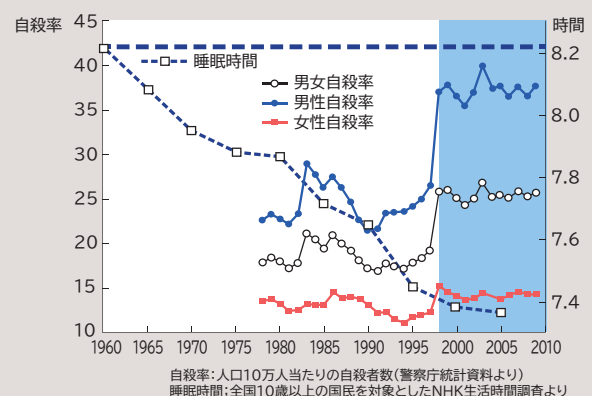
また、睡眠維持困難による日本人の自殺リスクについては、2005年に報告された15,597名の疫学的追跡調査があります。ここでは、男性で通常の1.6倍、女性で通常の3.1倍にリスクが高まっており、睡眠の状態が悪いと、危険な影響を及ぼす可能性が高いことが分かります。

このように、睡眠障害とうつ、自殺とは密接な関係があります。このため国は2010年3月、自殺予防対策強化月間に、睡眠をしっかりとれているかどうかを呼びかける「お父さん眠れていますか」キャンペーン（内閣府）を実施しました。睡眠をちゃんととっていないと、自殺にまで至ってしまう可能性があるからです。

## 健康維持のために良好なQOS(Quality of Sleep)と7時間前後の睡眠

睡眠時間と自殺の関係を見てきましたが、それでは睡眠時間と死亡率の関係はどうなっているのでしょうか。ある追跡調査では、男性では睡眠時間6時間未満の人は7時間の人に比べて相対的なリスクが1.7倍という報告があります。

図4 日本人の睡眠時間と自殺率の推移



自殺率：人口10万人当たりの自殺者数(警察庁統計資料より)  
睡眠時間：全国10歳以上の国民を対象としたNHK生活時間調査より

日本でも追跡調査は行われていて、やはり7時間台の睡眠時間に比べて睡眠時間6時間以下の場合、男性の死亡率は2.4倍になることが報告されています。また同じ調査では、ストレスなどの影響なのか9時間以上の睡眠の女性の場合、死亡率は1.5倍になっています。このように睡眠と病気、死亡率も関係があることが多数報告されています。

もう一つ、睡眠と関係があるとして知られているのは、経済損失です。米国の調査で短期不眠の労働者が、平均欠勤日数11.3日（年間）と約18万円の経済損失を起こしています。日本の化学メーカーで行われた調査でも、同じように睡眠不足や睡眠障害による経済損失が起こっていることが報告されています。

睡眠は健康の維持と老化の防止に役立っていて、日本人の健康維持に必要なものは、良好な QOS (Quality of Sleep) と 7時間前後の睡眠であることが分かります。

そして良好な睡眠のニーズが、この10年で急激に高まっています。

### 睡眠は食と密接に関係している

睡眠の本質は、動物が食料（餌）のとれない時間帯に、体のエネルギーをできるだけ使わないために、進化の途上で獲得した生命現象です。このため、睡眠は食と密接に関係しているのです。

例えば、フィンランドのコウモリの活動時間の年変動を調べた調査では、本来は夜行性のコウモリが、寒い季節では虫が昼間しかいないため昼間に行動するように行動パターンを変えることが分かっています。食の制限で行動リズムを変えるように、食は体のリズム、行動に非常に大きな影響を与えるものです。

人間にも気分、人付き合い、睡眠時間、体重の季節性変動があり、冬に睡眠が増えて体重が増えるという季節性変動があるということが分かっています。この季節性変動の影響が大きい人は全人口の13%いて、かつ男性より女性の方が多いことも分かっています、人間も生体

リズムと食が関係していることが分かっています。

また睡眠不足・睡眠障害は肥満の重大なリスクになります。睡眠が不足するとレプチン（食欲抑制ホルモン）が下がり、グレリン（食欲増進ホルモン）が上がるため、睡眠時間が短いと肥満になってしまいます。サーカディアンリズムのアンバランスが、レプチンの分泌を減少させてしまうことが報告されています。

人間は、朝食と夕食の規則的な摂取が、代謝のリズムの規則性を決めています。睡眠・覚醒リズムやホルモン分泌リズムにも影響することが分かっているからです。人の生物時計を決めているのは、頭の中の視床下部の視交叉上核にあるマスタークロックで、それが睡眠、覚醒を緩く支配しています。そして、それ以外にも、食事習慣によって代謝のリズムを決めているクロックが小腸、肝臓に存在することが分かっています。それぞれの生物時計が、睡眠に影響を与えているのです。

### 食材に含まれる栄養素が、睡眠を改善する

さまざまな因子が睡眠に影響を与えることが分かってきましたが、食材で睡眠に対しての改善効果はないかということで、食材に含まれる栄養素の研究も進んでいます。

必須アミノ酸の一つであるL-トリプトファンは、1980年ごろから睡眠改善効果について調べられています。いくつかの研究で、L-トリプトファンを就寝前3g以上投与することで、入眠潜時が短縮する（寝つきが良くなる）ことが確からしいとされています。しかし、問題点として、フリーのL-トリプトファンを3g以上と多量にとれるような食材は存在しません。

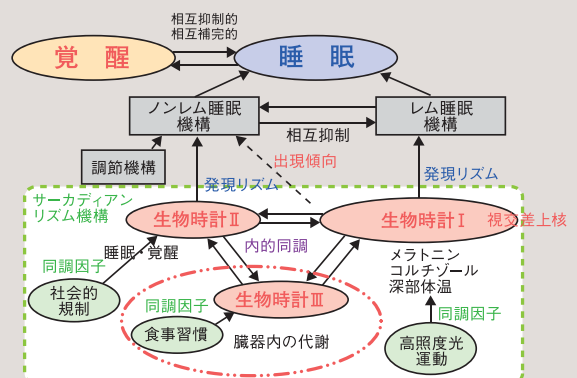
また、脳内の松果体から分泌されるメラトニンというホルモンがあります。メラトニンは、トリプトファンからセロトニンを経て体内で合成されるもので、睡眠の安定化作用が明らかにされています。メラトニンを含む食品には、青汁などに使われるケールがありますが、睡眠に効果的といわれる30mgのメラトニン

#### 睡眠は健康全般の維持と老化の防止に重要な役割を担っている

身体健康	こころの健康
肥満の防止	精神性ストレスの消去
糖尿病の予防	うつ病の予防
血圧上昇の防止	認知症の予防
循環器障害の防止	記憶・学習能力の向上と維持
免疫機能の維持	意欲の向上

大多数の日本人の健康維持にいま必要なのは、良好なQOS (Quality of Sleep) と7時間前後の睡眠

#### 睡眠のメカニズムとサーカディアンリズムとの関係





を摂取するには、60kg以上のケールを一時に食べなくてはなりません。よって食材だけでは、睡眠を改善する量は確保できません。

そこで、サプリメントにしてしまえばよいということになるのですが、実際にL-トリプトファンのサプリメントで3gとると、入眠潜時をよくして深い睡眠を早くできるようになり、主観的な入眠感と睡眠についての満足感が改善されるという報告があります。

また、テアニンというお茶に含まれる成分で、お茶のうま味に関する天然アミノ酸があります。このテアニンを200mg、就寝前に投与した研究では、連続活動量測定による入眠後の中途覚醒の有意な減少、つまり睡眠を安定させることが確認され、交感神経活動の休息促進、起床時の疲労回復の改善も報告されています。

ただし、お茶をたくさん飲めばいいというわけではなく、お茶にはカフェインが入っていますので、その覚醒効果の方が強いという問題点があります。

### 牛乳・乳製品を常用することで睡眠の質を改善する

就寝前のL-トリプトファンを含有する食材は、一過性の摂取では含有量が少なく、睡眠改善効果はありません。しかし、長期にわたって摂取する場合、つまり習慣的なL-トリプトファンを含む食材の摂取による睡眠改善効果については、さまざまな報告があります。

例えば、アスリートの大学生においてL-トリプトファンとビタミンB<sub>6</sub>を多く含む朝食摂取と朝の太陽光受光および夜間の白色光受光が、睡眠の質を改善する作用のあるメラトニン分泌を促すという介入研究の結果が報告されています。L-トリプトファンとビタミンB<sub>6</sub>を多く含む、朝食に摂取される食品としては、納豆（大豆）と牛乳が挙げられます。

また、大学生249名の調査で、牛乳を飲む頻度の高い学生は朝型であり、休日の起床時刻が早く、朝の時間帯（6～9時）に飲む学生は朝型で、牛乳を週5回以上飲む学生は熟眠型と中間型のみでしたが、それ以下の頻度の学生では熟眠型が少なく不眠型の学生も見られたことが報告されています。イライラする頻度も、牛乳の摂取頻度の低い学生で多かったことが分かっています。

さらに、2～5歳の幼児613名を対象にした調査では、毎日牛乳を摂取する習慣のある幼児は、摂取しない幼児より朝型でした。朝型の睡眠の子の方が夜型の睡眠の子より睡眠の質が良いことが、調査では明らかになりました。

これらの研究は、機能的食品素材、トリプトファンを多く含む牛乳乳製品の時間帯を考慮した常用が、睡眠を質的に改善する可能性のあることを示唆しているものです。

朝の牛乳・乳製品の習慣的な摂取というのが、睡眠を改善する可能性があります。夜の睡眠においては、メラトニン、セロトニンなどが必要になってきますが、それら元となるトリプトファンを朝に摂取することで、夜に十分に供給されるためではないかと、考えられます。

### 成長ホルモンで必要になるアミノ酸を、牛乳で補う

もう一つ大事なことは、皆さんの関心の高い成長ホルモンです。成長ホルモンというのは睡眠支配を受けるもので、いつ寝ようと、寝たら成長ホルモンが出るものです。23時～2時までがゴールデンタイムというのは都市伝説で、これは迷信にすぎません。

ただし問題は成長ホルモンの分泌の仕方です、これが体内のリズムなどとの関係もあるので、やはり規則正しい生活をすると成長ホルモンの分泌は高いといえます。そして成長ホルモンの非常に高い分泌が、長い睡眠時間中に行われます。成長ホルモンは、タンパク質の合成を促進し、皆さんの体を修復する働きがあります。つまり、睡眠の機能回復という大きな役割を担っているのが成長ホルモンです。

成長ホルモンで必要になってくるのはアミノ酸で、アミノ酸がないとタンパク質は合成されません。子どもたちは発育の過程で、アミノ酸がないとちゃんとした骨は形成されません。睡眠中に分泌される成長ホルモンを有効に活用するには、夕食に良質なタンパク質をしっかりとした方が良いでしょう。

牛乳はある意味では栄養価の高い食品で、良質のタンパク質を含んでいます。最近では、牛乳を寝る前にとってしっかり寝た場合に、筋肉損傷の回復を促進するという報告がいくつかあります。逆に言えばこの成長ホルモンをいかにうまく使うかも夕食が関係してきます。ただしこれは寝る直前には食べてはいけません。当然寝る3時間前に食べていないと、十分に供給されていないことになります。

このように牛乳・乳製品は睡眠改善に関係していそうですが、研究はまだ始まったばかり。習慣的な摂取がかなり改善方法としてありそうですが、これから先にもう少し研究が進んでいくと、よりはっきりしたことが分かります。

Q 睡眠負債というところで、寝だめはできないという説は間違っているのでしょうか？

A やはり、寝だめはできません。寝だめすると、結局はその晩はほとんど眠れないので、睡眠が悪化してしまいます。一応、返済はしていますが、問題は返済しているのが5日や6日たってから1日ぼんと返済しても、平日に睡眠が不足していれば身体に対する影響は大きいということです。そういう意味では、どこかで回復すれば良いというのではなくて、本当は毎日同じくらいきちんと寝た方が良いことが分かっています。

もう一つ問題なのが睡眠不足の累積で、本来は必要な睡眠時間は個人によって違うけれども、大多数の人たちは6～8時間です。5時間寝るのが続いて、1時間ずつ不足して不足時間が累積すると、事故が起こります。交通事故やヒューマンエラー、自分の仕事のミスなどの影響が表れます。

Q 牛乳やタンパク質について睡眠を改善するけれども、その一方で睡眠の負債は返せない。よく寝てないからといって、牛乳を飲んだりすると寝た効果が出るのでしょうか？

A それは分かりません。問題なのは、なぜ睡眠不足になっているのかということ。特に子どもたちははっきりしていて、就寝時刻が遅いため。朝起きる時間が決まっていて就寝時刻が遅ければ遅いほど睡眠不足になって、子どもたちにはね返ってきます。眠気は体のリズムによって支配されています。牛乳を飲ませることで、子どもたちの体はどちらかというと夜型から朝方へと変わっていくので、早く寝られるようになれば、睡眠不足が解消されていくという可能性があるということです。

※掲載内容は、原則、開催当時のまま採録しています。また、講師の肩書も当時のまま掲載しています。

## おいしい減塩「乳和食」病院給食への展開とその可能性

公益社団法人日本栄養士会理事 公益社団法人東京都栄養士会会長 緑風会緑風荘病院 栄養室・健康推進部主任 西村 一弘 氏

病院給食は、以前は「早い」「冷たい」「不味(まず)い」といわれてきましたが、近年は多くの病院で三悪は解消されています。われわれ管理栄養士は塩分や摂取カロリーに配慮し十分な栄養素を満たすよう、病院給食を提供していますが、その中で「乳和食」を病院給食に取り入れた事例を紹介し、その効果を解説します。また、地域の高齢者医療を担っている立場から「乳和食介護食」についても提案していきます。

### 地域に根差した栄養指導、介護予防を実践

私がふだん勤めているのは東京都東村山市の緑風荘病院という所ですが、他にも大学の非常勤講師、クリニックの指導などを兼務しています。運動が大好きで、いろいろな資格で活動をしています。

東村山市は都心から30分くらいで都内の通勤者が多い地域です。居住者は多いのに対して専門医の数が少なく、われわれのようなメディカルスタッフがメディカルケアを担わないと間に合わなくなっています。西東京の糖尿病療養指導士という立場からも、食と運動を通して糖尿病改善に向けた取り組みを行っています。

私が所属する病院では透析もしていて、ケアマネージャーもおり居宅支援もしています。ヘルパーも30人ほどいて、介護予防にもいち早く取り組んでいます。平成18年9月には天皇皇后両陛下が敬老の日にご訪問されて、施設の様子を見ていただきました。その時には、私が責任者をしている介護予防についてもお話をさせていただきました。

病院の栄養士は通常は給食を作るだけですが、私の所では在宅で介護に取り組む方々のための支援もしています。市民講座で講演を行ったり、料理教室も開催したり地域に根差した活動をしています。また、行政

と連携してメタボ予防、特定保健指導、介護予防教室とともに、居宅支援事業所として地域栄養ケアステーションの役割も担っています。そこでも栄養指導や在宅訪問栄養指導、居宅療養管理指導を行っているところです(図1)。

### 病院給食の三悪からの脱却

入院時食事療養制度が浸透する以前の病院給食は、「提供される時間が早い」「冷たい」「不味い」といわれてきました。当時は4時半に食事を出して、5時には帰るという時代。30年前は、ご飯は冷めていて当たり前でした。近年では適時適温給食が推奨された結果、全国ほとんどの病院給食で夕食が6時以降に配膳され、保温食器もしくは温冷配膳車も導入されてきました。温冷配膳車は、温かい保温部と冷蔵庫が一緒になったもので、1台数百万円しますが、夕食は6時以降、熱いものは熱いまま、冷たいものは冷たく出せるようになりました。

今では、アツアツの牛フィレステーキに冷たい手作りゼリーを一緒にして、普通に出しています。時にはお楽しみのメニューもあって、こちらはひつまぶしの食事です。食べ方のアドバイスも一緒に出して、すまし汁でお茶漬け風にして食べていただくなど3通りの食べ方を楽しんでもらっています。

季節のメニューも取り入れています。秋のきのこづくし御膳では天ぷらにえのきを用いて抹茶塩で召し上

図1 地域栄養ケアステーションとしての役割



図2 最近の病院給食「ひつまぶし」



がってもらい、デザートには梨や「巨峰」を出します。他にもエビピラフ、舌平目のムニエル、手作りミルクゼリーにポテトサラダ、峠の釜めし風、山梨のほうとう、北海道のスープカレー、とんかつカツカレー、それに中トロやイクラなどが入った海鮮丼など、さまざまなメニューがあります。厨房機器の進歩や調理従事者の調理技術の向上などにより、昔の病院給食の三悪は解消されているのです。

しかし、物価や人件費の上昇に見合った給食費の保険給付額は10年以上の間、改定されていません。どの病院においても食材費や備品などのコストを抑えながら、食材の質を落とさず、十分な栄養素を満たすことができるよう、管理栄養士は日々奮闘しています。

### 乳和食一だしの代わりに牛乳を活用

さまざまなメニューを提供する中で、和食に牛乳乳製品を加えた「乳和食」も、われわれの病院では積極的に提供しています。「乳和食」は単に和食料理に牛乳乳製品を加えたものではなく、だしの代替として牛乳乳製品が持つうま味成分を利用するなどさまざまな工夫をして、乳製品独特の臭みを抑え、和食としての食味を楽しんでいただけるものです。

こちらはだしの代わりに牛乳を使った「ミルクとん汁」を作っているところです。大量調理なのでたくさんの牛乳を使います(図3)。

他にも朝食の切り干し大根も牛乳を使って減塩が可能になりました。また塩シャケで出すのではなく、生シャケを牛乳と塩麹(こうじ)に漬けてこんだ塩麹焼きで提供しています(図4)。

乳和食はとても評判が良いです。朝の定番メニューに「おから」がありますが、普通のだしのときよりも、

ミルクだしのほうがぼそぼそしなくていい、と言われます。高齢者は飲み込みの問題もあります。食べ残しもなくなり、和食の定番に乳を使うというのが、われわれの病院では当たり前になっています(図5)。

患者様の中には、牛乳は飲めない人が1割くらいいます。関連病棟も含めて300床くらいありますが、ほぼ満床の中で飲めない人はその1割でしょう。その方々も、飲む牛乳として食事につけるのはやめてほしいと言われていますが乳和食は大丈夫というケースがほとんどで、問題なく召し上がっていただいています。

完全な乳糖不耐症の方や乳アレルギーの方は数名いますが、そういう方には一切使えないので、別メニューを提供します。

飲む牛乳が苦手という方も、乳和食の場合は気づかず、おいしいと食べていただいています。こういう方に大事なことは、ミルク臭くないこと。クリームシチューは食べませんが、乳和食はミルク臭さがないので、召し上がっていただけます。他にも肉じゃがなどにも入れて、さまざまな形で提供しています。

### 乳和食の効果はさまざま

乳和食では、牛乳のうま味成分がカツオや昆布のだしの代わりになります。また、コレステロールは決して高くありません。コレステロールは白身魚一切れ、牛乳パックのどちらが多いかといえば、牛乳は白身魚の半分にすぎません。牛乳は動物脂肪だからダメという人がいますが、そこは違うことをメディアでもどうぞ伝えてください。

また、高齢者に必要なタンパク質やミネラル類などの栄養素が豊富です。特にカルシウムを効率良くとる

図3 だしの代わりに牛乳を



図4 乳和食メニュー



図5 病院での様子



図6 乳和食の効果

- 1.うま味成分の宝庫でだし代わり!
- 2.コレステロールは高くない!
- 3.高齢者に必要な栄養素が豊富!
- 4.カルシウムの量と利用率では敵なし!
- 5.国民病といわれる糖尿病の患者の味方!

ことができ、カルシウム、マグネシウム、リンとのバランスが良いのが特徴です。また国民病といわれる糖尿病の患者の味方でもあります（図6）。

さらに乳を使うことによって減塩が可能となるのが一番の特徴でしょう。和食のおいしさを損なうことなく、塩分過多になりがちな調味料を減らすことができます。さまざまな研究で、牛乳摂取量が多いほど血圧が低かったということも分かっています、牛乳乳製品摂取と血圧の間には負の相関があります。

私の病院の患者で牛乳乳製品の摂取量が多い方が、血圧は低めだということが分かっています。

血圧が高い状態が続くと、心臓、腎臓、脳が標的臓器になりダメージを受け、重篤になると死亡します。人間の約60%は水分で、その体液は常に、約0.9%に保たれた塩水です。腎臓は塩を体の外に排泄するための臓器で、その日にとった食塩は、その日のうちにおしっこと一緒に排泄していきます。食塩をたくさんとると、腎臓の仕事を増やすことになります。

また、普段は薄味の人を感じる、濃い味ばかり食べている人は味覚が鈍化していきます。塩をたくさんとると、のどが渇きますよね。浸透圧が変わって水を求めている、必ず水をとって薄めてください。一番良いのは牛乳ですね。循環血液量が増えて中身の水の部分が変われば、圧が変わります。塩をとって循環血液量が増えればたくさんの圧がかかり、血圧が上がります。

私たちは、食塩や食塩を含んだ調味料をとらないとしても、普通の生の野菜などに含まれるナトリウムを食塩に換算すると、普通に1日1グラムをとっているこ

とになります。だから、何も味付けしなくても、ナトリウムは自然に入ってくると覚えていてください。

そこで添加する塩分は、これまでは男性は9g、女性は7.5gとしていましたが、2015年より食事摂取基準では男性8g、女性7g未満となっています。また、日本高血圧学会は6g未満を推奨しています。実際に添加する塩分はゼロでよいのです（図7）。

覚えておいてほしいのは、塩化ナトリウムは、体内に入ってくると、その日に入った塩を少しずつ腎臓が捨ててくれること。そうしないと体内に塩がたまり、体の塩分濃度が変わってしまいます。病院では、1日のおしっこをためるという24時間蓄尿検査があって、その中の塩の量をはかると、食べた塩の量が分かります。

ナトリウムの体内量は一定に保たれています。ナトリウムの摂取量が増えれば、その分ナトリウムの排泄量も増えます。カルシウムは高齢者にとっても非常に重要な栄養素ですが、カルシウムの排泄はナトリウムの排泄と連動するともいわれており、ナトリウムの排泄が増えると体から出ていくカルシウムの量も増えると考えられます。その意味でもナトリウムの摂取量を控えること、すなわち減塩はすごく大切です。カルシウムをとるだけでなく、まずは減塩から始めましょう。

このため、牛乳のように質の良いカルシウムをとれば、体に残るとい話を現場ではします。単純にカルシウムをとろうということではなく、吸収率が問題です。だから小魚はあまりすすめていません。小魚を食べると骨が強くなるといいますが、本当にそうなのか。塩分が含まれているので排泄される分も多く、加工品であればリンの量も多いのです。

乳和食の栄養価は、実際にどの程度異なるのか。私が北海道、東北、関東、中四国、九州の有名な病院や仲間の病院にお願いして、平均的な献立をもらい平均栄養価を調べてみました。全国と比べると、エネルギーの基準は同じですが、差が出てくるのがカルシウム、それから塩分であることが分かります（図9）。

塩分は病院給食なので一般の病院食では9.1gですが、乳和食を取り入れた場合は6.6gとなっています。このような低い値が、乳和食のおかげで達成できています。

### 図7 塩分の知識

人間が健康に生きていく上で、料理などの調味料として必要な1日の塩分量は？

0g

日本人の食事摂取基準では男性9g、女性7.5g未満を推奨  
→2015年より男性8g、女性7g未満へ  
日本高血圧学会は6g未満を推奨

### 図8 牛乳と健康の関係

#### 【牛乳とメタボの関係】

- ・牛乳、乳製品の摂取量が少ない女性はBMIが高い
- ・メタボのリスクが少ない
- ・牛乳1本でコレステロール25mg
- ・毎日400ml摂取して6か月後にLDL-Cに有意差はなかった

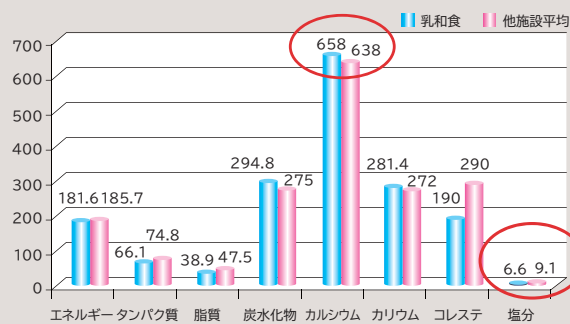
#### 【牛乳と健康寿命の関係】

- ・年齢を重ねるほど力強い味方に！
- ・血清アルブミン値が下がりにくい
- ・10年間の追跡調査で生存率が高い

#### 【牛乳と骨や歯の関係】

- ・吸収率のいいカルシウムがひと役
- ・小魚33%、野菜19%、牛乳40%

### 図9 乳和食の平均栄養価の比較



カルシウムも乳和食の方が、摂取量が上がっています。

一汁三菜は、バランスとしては良いのですが、和食には欠点があって、昔の和食ではダメです。30、40年前の和食をイメージされると、塩分は少なくならず、どうしてもビタミン、カルシウムは目標の100%に達しません。

ご飯、野菜の具たくさん汁、アジの塩焼き、大根おろし、こんにゃく煮、ナスのお浸しとすると、そこに果物と牛乳を足してビタミンCとカルシウムを補ってほしいと思います。そういう意味からも、今、給食から牛乳を外した三条市が心配です。牛乳乳製品で、不足しがちな栄養素を効率良く補ってほしいと思います。

## 「乳和食介護食」のすすめ

「乳和食」は在宅介護の場面でもおすすです。超高齢社会を迎える中で、在宅でいかに栄養の質を確保していくべきか。その課題の中で、少量で栄養価の高い食事の提供や、嚥下（えんげ）調整食として乳和食が適しているのです（図10）。

現在、高齢者施設や在宅で取り組まれている“NST”という言葉をご存じでしょうか。「ニュートリションサポートチーム」の略で、病院や施設の中に栄養チームをつくって、栄養管理を進めていくものです。

在宅の場合のNSTは、ケアマネージャーさん、ヘルパーさんなどさまざまな職種の人が介入することを考えると、毎回異なったチームが対応することになります。栄養士が行く場合もありますし、曜日ごとに異なるヘルパーさんが行く場合もある。このため、栄養の問題を解決するには管理栄養士が多職種をコーディネートする必要があります。施設の医療を極力減らして、在宅医療にシフトする中で、在宅の食事はとても大切で、チームでいかに情報を共有して当たるかが重要となります（図11）。

77歳の女性のケースを紹介しましょう。脳梗塞を起こして入院、退院後にご自宅で誤嚥性肺炎を起こして再入院となりました。われわれの施設に来て、嚥下の様子をチーム医療で確認しながら、どういう形態であれば誤嚥を防げるか、病院内のチームで対応します。

退院後、今度はうちの栄養士が退院3日後から居宅療養管理指導をします。栄養状態が悪くなるので、在宅でのケアをします。そこでは、安価で栄養価が高い牛乳を昔からすすめています。在宅医療をする中で、ヘルパー

が入らない日は朝、夜はこれを食べさせてというのを指導していくと、誤嚥性肺炎の問題は起こらないようになります。訪問栄養指導では、レトルト食品などを応用して簡単にできる食事などを組み合わせて、在宅NSTを進めながら自宅で暮らしてもらうようにします。

ここでは在宅NSTの効果を五つお示しします（図12）。

在宅NSTでは、いかに口から食べることを維持し、ご家族や介護者の負担も軽減できるかを具体的に提案することが重要です。

簡単に食事の準備ができて、低栄養にならないようにするためにどうするのか。Jミルクでは「管理栄養士・栄養士のためのライフステージ別 牛乳・乳製品を活用した食の課題とアドバイス」として冊子をつくって提案をしています（図13）。

それぞれのステージごとに牛乳、乳和食を上手に取り入れてもらい、これからは在宅介護の中でもぜひ利用してもらいたいと思います。

図10 乳和食介護食のすすめ

- ・超高齢化社会の到来
- ・在宅NSTのすすめ
- ・嚥下調整食に利用(少量で栄養価の高い食事の提供)

図11 施設と在宅の NST

病院・施設内のNST	在宅NST
<ul style="list-style-type: none"><li>●病院や介護施設内では医師・管理栄養士・看護師・薬剤師などによる専従者と専任者による専門チームをつくる。</li><li>●栄養の専門教育を受けた同じメンバーで介入する。</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>●在宅では患者ごとに介入する職種や人が違うので、毎回異なったチームをつくり、対応する。</li><li>●栄養の問題を解決するために、管理栄養士が多職種をコーディネートする。</li></ul>

図12 在宅 NST の効果

1. 経口摂取の維持
2. 低栄養予防
3. 誤嚥性肺炎予防
4. 再入院予防
5. 家族・介護者の負担軽減

図13 Jミルク冊子



※掲載内容は、原則、開催当時のまま採録しています。また、講師の肩書も当時のまま掲載しています。

## 明治・大正期における「牛乳・乳製品」論の系譜

～見直されたその価値と摂取意義～

梅花女子大学食文化学部食文化学科 准教授 東四柳 祥子 氏

私たちの生活に牛乳が定着したのは、戦後の学校給食からと思われがちですが、果たして本当でしょうか？ さかのぼること幕末の開国後、西洋食文化の影響により、乳製品も文明開化を象徴する食品として注目され始めます。1870年代以降、その正しい知識を解説する翻訳書が出まわり、中でも牛乳は高く評価され、病気療養時の栄養補給品として、また母乳の代用品として利用する海外の考え方が方々で紹介されました。1880年代には、主婦を対象とした育児書や家政書、小児科医、産科医、助産師、看護師らを対象とした多数の指南書が上梓され、1890年代以降、小児科医や医学博士たちによって、牛乳の安全な利用法が詳述されるようになり、1900年代には、詳細な検査基準について学んだ著者たちによって、家庭向けに咀嚼(そしゃく)された内容が伝えられました。さらに、1910年代には、児童の体格改良に適した優良食品として、学校や家庭での積極的な飲用・利用が奨励され、この傾向は1920年代にいっそう盛んになっていきました。明治・大正期、牛乳・乳製品が家庭に普及し、定着していく過程は決して順風なものではなく、時に危険視もされがちだった中で、そうしたイメージの払拭に挑み、日本の子どもの未来を守ろうと、今日の家庭生活における乳製品摂取習慣への道筋をつけた先人たちの奔走の軌跡を、当時の文献を丹念に追うことでひもといていきたいと思えます。

### 飛鳥時代に端を発する 日本における乳製品史の幕開け

日本人と乳製品の出会いは、飛鳥時代にさかのぼり、欽明天皇の治世下、百濟(くだら)からの渡来人・智聡がもたらした医薬書の中に、牛乳の薬効、乳牛飼育法に関する記述があります。その後、智聡の子、その子孫が乳製品の朝廷への献納を継続しましたが、平安末期に朝廷権力が失墜し、記録の中から消え去ってしまいました。

江戸時代になると乳製品の製造が再開され、享保年間(1716～36)には、8代将軍・徳川吉宗が安房嶺岡に開設した牧場で、牛乳に砂糖を混ぜて煮固めた「白牛酪」を製造し、1792(寛政四)年には、桃井寅が11代将軍・徳川家齊の命を受け、乳製品の効能についてまとめた『白牛酪考』を執筆しています。「白牛酪」は非常に貴重なもので、病人などはそれを削って、お茶で飲んだといわれています。

このように、当時の乳製品は薬用品であり、まだ、日常的に摂取されるものではありませんでした。

### 明治期以降に乳製品事情が激変、 注目される一方、人々にはとまどいも

しかし、そのような乳製品事情が明治期以降に激変します。乳製品は、文明開化を象徴する食品として評価されるようになり、当時、国是として掲げられた富国強兵政策の下、肉食同様、牛乳・乳製品が「体を強くする」ものとして注目を集めるようになりました。

それに伴い、諸外国の乳利用例や酪農技術を紹介し

ながら、薬餌的効能のみならず、強壮な体づくりを目指すための乳製品摂取の意義について説く書籍が増加。少しずつですが、日本社会の中に、乳製品を受け入れようとする動きが高まりを見せてきます。

しかし、それまでまったく見たこともなかった乳製品に対し、人々にとまどいがあったのも確かです。また、特に、年配者の間で乳製品に対するイメージが良くなかったとも伝えられています。

それでは、このようなイメージの良くなかった乳製品を、どのような人たちが、どのように工夫しながら社会の中に浸透させていったのでしょうか？

### 西欧の知識が翻訳で伝わり 牛乳の育児における使用の推奨も

まず1860年代から70年代にかけて、乳製品に関する知識が翻訳書の中に登場します。幕末に福澤諭吉が英単語の習得本として出版した『増訂華英通語』(1860)という書籍には、「牛油ポツタルButter」

#### 母乳の代用品としての動物乳の使用が紹介された翻訳書



育児用「硝子壺(びいどろとくり)」（『絵入子供育草 巻之上』1873）

- 『絵入子供育草 巻之上』(1873)
- 『母親の心得 上』(1875)
- 『育児小言 初編の1』(1876)
- 『健全論 上』(1879)
- 『育幼草』(1880)

「牛奶(の) 餅チーズCheese」「牛乳キリームCream」といった3種類の乳製品の名称が見えています。

また、同時期に、育児書、家事書、医学書、薬学書、農書など(主に翻訳)に、乳製品に関する記述が増加していきますが、当時はまだ西洋諸国で認められていた乳製品の特徴、医学的効能などが紹介されたに過ぎませんでした。

しかし、乳製品の中で、牛乳だけは評価する動きが高まりつつあり、『牛乳考』(1872)や『牛乳脚気治験録』(1878)などの書籍では、牛乳は人間の造血に寄与する「白い血液」であり、「滋養分の高さは獣肉に譲らない」「母乳の代用品に最適」などと主張されています。

このように、育児において牛乳の使用を勧める考えが翻訳され始めるのも1870年代の特徴です。ただし、当時は牛乳の質の悪さを懸念する声も相次ぎました。また、バターやチーズなどは腐敗しやすく、消化に悪いため、食用を避けるべきとする記述も見られます。

1880年代以降、安全な乳製品の選び方への関心が高まり、乳製品の扱い方に関する記述や、育児での乳製品の利用を紹介する動きも盛んになっていきます。女性読者を対象とした育児書や家政書に、牛乳・乳製品での哺乳法が登場したのもこの頃です。

1890年ごろを境に翻訳書ではなく、小児科医などの医療関係者や女性執筆者によって手がけられた書籍も出版され、女医や助産師、教育者らの関わりも見られるようになります。また、母乳の代用品として牛乳・乳製品を用いる哺乳法は、「人工養育法」「人工育児法」「人工營養法」などと称され、純良な牛乳・乳製品の安全な利用法や的確な希釈法などが各方面の書籍で取り上げられるようになります。

この頃になると、『育児必携 乳の友(寸珍百種第47編)』(1894)を執筆した進藤玄敬(元大磯病院副長)や、『普通育児法』(1901)を著した木村鉞太郎(小児科医)、弘田長(東京帝大医科大学教授・医学博士)など、牛乳の育児への使用を肯定的に考えていた執筆者も登場してきます。

しかしこれとは対照的に、1890年代以降の書籍で、こうした「人工養育法」に否定的な姿勢を見せ、母乳

で育てることを「自然營養」と称し、その重要性を強調する執筆者も確認できます。例えば、小児科医の加藤照磨は、自著『育児と衛生』において、牛乳哺育による「過營養」(太り過ぎ)を心配しています。

## 大正期に入り、乳製品を家庭に取り込む動きも活発化

ところで1900年代を迎える頃まで日本では、不正牛乳の横行や牛の伝染病に悩まされました。こうした社会問題に対し、明治11(1878)年には「牛乳搾取人取扱規則」が、明治33(1900)年には「牛乳営業取締規則」が公布されています。

この頃、活躍した人物に、『市乳警察論』(1892)、『牛乳消毒法旧検査法』(1901)などを著した東京帝大教授の津野慶太郎が挙げられます。津野は、牛乳や乳製品の管理に関するノウハウをまとめた書籍を多数発行しています。さらには、海外の事例に学びながら、国内初の明確な乳製品の検査基準を規定しています。

これに続くように、他の研究者からも乳製品専門書の類いが続々と出版されました。しかし、それらの多くは、悪評高い牛乳の名誉回復のために編まれたもので、牛乳・乳製品の日常生活での積極的な利用に言及するものはほとんどありませんでした。

しかし、1910年代、主に大正期に入ると、牛乳を家庭の定番食品として利用することをすすめる記述が方々で見られるようになります。中には、ドイツにお

### 牛乳の育児への使用を肯定的に考えていた筆者たち②

木村鉞太郎(小児科医)

弘田長(東京帝大医科大学教授・医学博士) 関

『普通育児法』(1901)

本書の構成

牛乳の識別/牛乳の用方

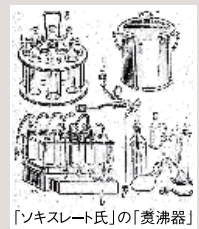
牛乳の防腐及其貯蔵法

牛乳の煮沸及貯蔵法/哺乳期

「ソクスレート氏」の「煮沸器」

練乳の事/練乳の識別/練乳の用ひ方

断乳後の食事アドバイス・献立表など

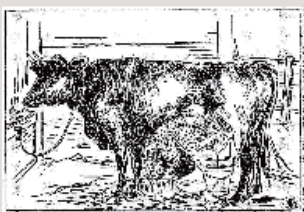


「ソクスレート氏」の「煮沸器」

### 牛乳の育児への使用を肯定的に考えていた筆者たち①

進藤玄敬(元大磯病院副長)

『育児必携 乳の友(寸珍百種第47編)』(1894)



家庭での搾乳の様子  
『小学新読本 女子用 巻4』(1900)



掃除器具付「哺乳器」  
『育児必携 乳の友』(1894)

### 体格改良をかなえる牛乳

赤沢義人(報知新聞社編集局)

『新しい發明及発見』(1922)

「体格の大きな人物は概ね牛乳を日常飲用してをる。」

「体格を決定するものは骨格であり、骨格を形成するものは主としてカルシウムだが、このカルシウムは食物の中では最も牛乳に多い。」

沖本佐一(極東煉乳)

『食品としての牛乳』(1922)



牛乳哺育の違い  
『食品としての牛乳』(1922)



ける牛乳排斥論を背景に慎重論を唱える人も出てきましたが、米国で牛乳が家庭の「滋養飲料」として定着している状況を引き合いに出しながら、日本においても、健康づくりのために積極的に牛乳の使用を提案する書籍が増加し始めます。

特に牛乳の飲用が、体格改良につながるという考え方が見られるようになるのも、この時期の特徴の一つです。報知新聞社編集局の赤沢義人は、「體格の大きな人物は概ね牛乳を日常飲用してをる」とし、「體格を決定する」ものは「骨格」であり、それを形成するものはカルシウムだが、食物の中では牛乳が最もカルシウムを多く含んでいるとしています。また、極東煉乳の沖本佐一も『食品としての牛乳』（1922）の中で、米国の事例として、牛乳を用いることで体格のいい子どもが育つことを写真で示しています。

一方、前出の津野も家庭料理に牛乳や乳製品を取り入れることを目指し、『家庭向牛乳料理』（1921）という日本初の家庭向け牛乳料理書を著しています。同書には、「牛乳スープ類」や「アイスクリーム」「チーズ」など乳製品のレシピがたくさん出てきますが、実は、それらのほとんどが翻訳です。牛乳のみならず、かつてはイメージが悪かった「チーズ」や「バター」を積極的に家庭料理の食材に仲間入りさせようとした本書は、初期の貴重な乳製品料理書としても位置付けられると思います。

### 児童期の牛乳飲用を勧める動きが活発化 学校での利用も盛んに

家庭料理だけでなく、児童期に牛乳の使用を勧める動きが見られるようになるのも、この時期の特徴です。小学校医・岡田道一（みちかず）は、自著『学校家庭児童の衛生』（1922）の中で、牛乳は、ビタミンが豊富で、腎臓病や脚気に効果があるので、子どものうちに牛乳好きにすべきであるということを主張しています。

児童期における牛乳飲用を勧める動きはますます盛

んになり、飲用効果を証明した講演録も出版されています。例えば『北米沙市に於ける市乳の状況』（1924）には、米国での研究実績が提示され、体格面においても、学力の成績面においても、牛乳飲用の効果が評価されていることが主張されています。

この時期に、「小學校でランチに牛乳を生徒に用ひさせる運動」など、米国で盛んに行われていた「牛乳・乳製品推奨運動」を紹介する記述も見られるようになります。また同じ頃赤十字も、「牛乳は病気に侵されない様からだを強くして呉れます」「牛乳は石灰分を澤山含んで居ります。其為に立派な歯が出揃ふのです」「牛乳は御腹の消化作用を良い工合にして呉れます」「牛乳は身體の發育と健康に必要なビタミンを含んで居ります」「人が働きの出来る様にと其原料として薪となります」「牛乳はからだの弱つた處を直して呉れます」「牛乳は強健な骨を造つて呉れます」「牛乳は小兒の營養不良になるのを豫防して呉れます」「牛乳は夫れだけで十分鈎合の取れた食料となり人の能率を増進します」「牛乳は一番安く一番澤山の營養價値を持つて居ります」といった「牛乳は最上食品である十大理由」を発表しています。

こうした流れの中で、日本でも『牛乳の飲み方』（1917）、『牛乳の話』（1922）といった家庭の主婦を対象とした書籍も相次いで出版。さらに新潟県衛生課長の戸所亀作は、『命は食にあり』（1925）において、「(牛乳は)チビリチビリと少しづゝ楽しみながら」飲むようにすべきとし、子どもたち向けに「喰はず嫌ひ」とならないための「飲み方の練習」が必要との見方も示しています。

このように1910年代から1920年代にかけては、牛乳・乳製品が「母乳の代用品」から「家庭の定番食品」としての見直しが図られた時期となりました。

また同じ頃、牛乳とともに見直されたのがヨーグルトです。『不老長生之秘訣』（1912）には「乳酪(にうらく)」と紹介され、常用すれば「大腸(だいちょう)の自動的毒染(じどうてきどくせん)」を防止できると強調されています。特にメチニコフの功績に基づく

#### 児童期における牛乳・乳製品利用の推奨

岡田道一(小学校医)  
『学校家庭児童の衛生』(1922)



牛乳の呑み方(『学校家庭児童の衛生』1922)

#### 紹介された米国の牛乳・乳製品推奨活動



米国のポスター(『北米沙市に於ける市乳の状況』1924)

ヨーグルトの長命効果が期待され、「長寿薬」として紹介する執筆者が相次ぎました。

以上が、明治・大正期に出版された書籍に見る牛乳・乳製品事情の変遷です。明治期には避けるようにとされていたバターやチーズ、そして得体の知れないものとして多くの人々が困惑していた乳製品が、少しずつ日本人の生活の中に浸透していく様子をご理解いただけたのではないのでしょうか？ そのかげでたゆまぬ研鑽（けんさん）に励んだ医療関係者や知識人たちの努力の軌跡を、今後も追いかけていきたいと思っています。

※掲載内容は、原則、開催当時のまま採録しています。また、講師の肩書も当時のまま掲載しています。

## アスリートの育成・活躍を支える公認スポーツ栄養士

～スポーツにおける栄養管理の重要性と牛乳の役割～

神奈川県立保健福祉大学 保健福祉学部栄養学科 教授 管理栄養士／公認スポーツ栄養士 鈴木 志保子 氏

東京オリンピック・パラリンピックの開催を2020年に控え、競技力向上を目指すアスリートの育成や体力の維持・増進などについて、スポーツ栄養マネジメントの側面から支える専門職「公認スポーツ栄養士」に今、大きな関心が集まっています。「公認スポーツ栄養士」とは、公益財団法人日本体育協会と公益社団法人日本栄養士会の共同認定資格で、これは世界でも例を見ない、日本だけの取り組みであり、二つの専門領域が交わることで実践的なスポーツ栄養指導が可能となる、非常に理にかなったシステムです。2016年11月1日現在、全国で214人が登録され、活躍しています。その「公認スポーツ栄養士」としての立場から、毎食バランス良く食べなくてはいけない理由、アスリートの栄養摂取の考え方、バランスの良い食事とは何か、睡眠と食事との関係、身体と心のための良好なサイクルなどについて解説し、栄養管理の重要性とともに牛乳の役割についても触れてみたいと思います。

### アスリートの栄養摂取における課題を スポーツ栄養学に基づき解決

運動によって身体活動量が増えれば、その分、たくさん食べる必要があります。しかし、身体活動量が過剰になると、胃の容量には限界があるので、「運動した分だけ食べる」ということが成り立たなくなります。さらに、運動をすると交感神経が優位になり、副交感神経の活性は下がりますが、この状態では消化吸収の効率は低下します。しかも、運動をすればするほど、こうした消化吸収の効率が低下している時間が長くなってしまいます。

このように、身体活動量に応じてエネルギーや栄養素の摂取量を増やさなければいけないのにそれができないというギャップを、スポーツ栄養学に基づく栄養管理で解決するのが「公認スポーツ栄養士」の大きな役割の一つです。

例えば、激しいトレーニング後には、失われたエネルギーの補てんを優先する必要があります。エネルギーの補給を優先することで、野菜や海草などの摂取

が少なくなった場合には、ビタミンやミネラルをサプリメントで補充することもあります。エネルギー摂取量が必要量に満たされない状態が続くと、期待しているトレーニングの効果が得られず、“世界レベルで戦うことができる選手”とはなりません。

しかも、単にエネルギーの摂取量を増やすということではなく、その人の運動量やトレーニング内容、さらに消化吸收面での特徴を考え、糖質や脂質、ビタミン、ミネラルのとり方、適正量などについて指導・管理するのが「公認スポーツ栄養士」の重要な仕事です。管理栄養士や栄養士は、「バランス良く食べなさい」といいますが、このように「何をどのくらい食べればよいか」は人によって異なります。そこをしっかりと見極める必要があるのです。

### 新陳代謝に必要なエネルギーや栄養素を 毎食バランス良く食べて常に用意

体は、体内いたるところで常に新陳代謝をして老朽化した部分を作り替えています。そのため、作り替えに必要となる“材料”を常に用意する必要があります。毎食バランス良く食べなくてはいけない理由を、例え話で説明しましょう。

例えば、上腕二頭筋という力こぶの筋肉が10階建てのビル10棟できていると考えてください。その1棟が今日の午後、古くなったから作り替えることになりました。その作り替えは、解体工事から始まりです。この解体工事には、それを行うエネルギー源として糖や脂質が必要です。また、エネルギー代謝のためにはビタミンB群も必要です。

解体工事が終わったら、改めて10階建てのビルを建てないといけません。その時にコンクリートに当たるものがタンパク質だとします。解体されたコンクリー

#### アスリートの栄養摂取の考え方

運動・スポーツによって身体活動量が多くなる

エネルギーや栄養素の必要量が多くなるため、食べる量も多くしなければならぬ

ギャップ

- ◆食べることができる量には限界がある
- ◆運動中は交感神経が優位となり、消化・吸収が抑制される
- ◆運動時間が長くなると、消化・吸収を効率良く行う時間は短くなる

#### 栄養サポート

ギャップを解決するためにスポーツ栄養学を活用して栄養管理を実施する

ト（タンパク質が分解されたアミノ酸）の約70%はリサイクルされますので、残りの30%を補てんする必要がありますが、これを食事で補てんすることになります。建て替え時にもエネルギーが必要ですが、その合成にはビタミンも必要です。また、鉄骨になったり、接合したりするビタミンやミネラルも必要となります。

このように、必要な栄養素が全部そろっていないと、私たちは10階建てのビルを建て替えることができません。例えば昼食を欠食したとすると、8階までは建てられるが、あとの9、10階の部分の建てることができないということが起こってしまうのです。これが毎食バランス良く食べなくてはならない理由です。

スポーツ栄養の世界では、選手たちに「夏場に絶対にやせない」ように指導します。夏の暑さで食べる量が減ってやせると、10階建てを作り替えたくても9階までしか作れなくなります。最初は、体が軽くなり動きが良くなったと選手は感じますが、2カ月後に全部が9階建てになってしまい、その体で勝負しないといけなくなりますので、秋のシーズンを棒に振ることもなりかねないのです。バランス良く食べるということは、「シーズンを通してバランス良く」という視点から考えることも重要なのです。

## どのような食品を食べるか、どのように自分の適正量を食べるかがポイント

ところで、筋肉は、運動負荷に応じて形成されます。それを考慮すると、アスリートの場合、タンパク

質については体重1kg当たり、持久性のトレーニングをする人で1.2~1.4g、筋トレを激しく行う人で1.4~1.7gが摂取量の目安となります。つまり、2gを超えると過剰摂取になってしまうということです。

エネルギーの摂取量(kcal)については、推定安静時代謝量に、生活やスポーツで消費されるエネルギー量を加算したものが目安になります。

こうしたことを踏まえると、「バランスの良い食事」について考えるときには、「どのような食品を食べるのか」（食事構成と食材）と、「どのように自分の適正量を食べるのか」ということが重要となります。

## エネルギー消費量を予測して食べるのは不可能だから体重の変化を元に判断

エネルギー消費量は例えば、身体活動や温度などの環境、喜怒哀楽といった心理面、消化吸収などに影響されますので、これらを完全に予測して食べる（エネルギーを摂取する）ことは不可能です。毎朝、排尿後に、体重測定を行い、その変化に応じてエネルギー摂取量を判断していくことになります。

運動選手の場合、そのコントロールがうまくいかず、エネルギーの摂取量が低くなると、その状態で体を維持しようとするようになります。当然、不足したエネルギー分のしわ寄せとして、貧血を起こしたり、女性では無月経になったり、疲労骨折を繰り返すようになっていきます。これらの症状は、鉄分やカルシウムが不足しているのではなく、エネルギー不足が原因となっていることも往々にしてあるということです。それを“見破る”のがスポーツ栄養です。

## バランスの良い食事とは、主菜、副菜2品、主食、牛乳・乳製品、果物で構成

バランスの良い食事とは、主菜、副菜2品、主食、牛乳・乳製品、果物で構成されているものを指します。

特にアスリートの場合、食事バランスを良くするために、必ず牛乳や乳製品を毎食付けるように指導しています。その必要性と効果については、日本体育協会

### 人の身体の原則

■筋肉と骨は、運動で必要な分（負荷がかかる分）だけ強化される

■体温の維持には、エネルギーをたくさん使う

推定基礎代謝量(kcal/日)  
=基礎代謝量基準値×体重  
推定安静時代謝量(kcal/日)  
=基礎代謝量×1.2

基礎代謝量基準値(kcal/kg/日)

年齢区分	男性	女性
1~2(歳)	61.0	59.7
3~5(歳)	54.8	52.2
6~7(歳)	44.3	41.9
8~9(歳)	40.8	38.3
10~11(歳)	37.4	34.8
12~14(歳)	31.0	29.6
15~17(歳)	27.0	25.3
18~29(歳)	24.0	22.1
30~49(歳)	22.3	21.7
50~69(歳)	21.5	20.7
70以上(歳)	21.5	20.7

出典：『厚生労働省策定 日本人の食事摂取基準(2015年度版)』第一出版、2015

### バランスの良い食事とは？

#### 柱が二つ

1. どのような食品を食べるのか
  - ① 食事構成
  - ② 食材
2. どのように自分の適正量を食べるのか

### エネルギーや栄養素の補給について考えてみましょう！

私たちは、毎日活動し、食物を食べている。摂取と消費の完璧な平衡状態にすることはできるのか？

- ◆身体活動
- ◆環境
- ◆心理面
- ◆消化・吸収

毎朝、排尿後に、**体重測定**をしましょう！

上記の四つの状況を予測して、食べることは不可能である。従って、私たちの活動量と食べる量の出納(代謝の状況)は、**結果として評価することしかできない。**

の「スポーツ食育プロジェクト」における研究で裏付けが取れています。牛乳の場合は、1食当たりコップ1杯（200ml）が目安です。牛乳以外でもヨーグルトやチーズなど、いろいろな乳製品を取り入れることで習慣化しやすくなります。

また、忙しくてバランス良く構成された食事を作るのが難しい場合、酢豚やカレーライス、クリームシチューなど複数の食品・食材が混合したものであれば、バランス良く食べるのが楽になります。例えば、副菜は2品ないといけませんがカレーライスであれば、カレーの中に1品入っているので、サイドメニューにサラダを付けて、牛乳と果物を添えればバランスの良い食事になります。

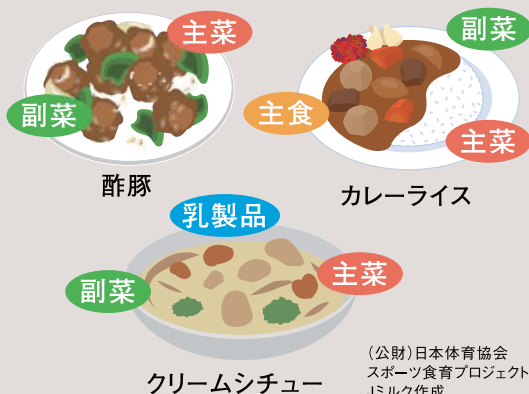
### 朝食でタンパク質を摂取し、睡眠を中心とした生活リズムを崩さないことが重要

人は、起床して朝の光を浴びると、そこから13～15時間後に、睡眠ホルモンとも呼ばれるメラトニンが脳内に分泌され、徐々にその分泌量が増加して眠りに就くようになります。朝7時に起床すれば、夜9時くらいに寝るのは自然の摂理にかなった正しいことです。



(公財)日本体育協会 スポーツ食育プロジェクト JMilk作成

### 複数のグループに属するもの



(公財)日本体育協会  
スポーツ食育プロジェクト  
JMilk作成

また、睡眠との関係で朝ご飯をしっかり食べることは重要で、それは、午前中に動くエネルギーを得るためだけではありません。朝食では、タンパク質をとることが重要です。朝から肉類を食べるのが難しくても、牛乳・乳製品をとればタンパク質は摂取できます。そのタンパク質が分解されて20種類あるうちのトリプトファンというアミノ酸が主原料になって日中にセロトニンが、夜はメラトニンが、脳内で分泌されます。

セロトニンが不足すると心のバランスが乱れたりやる気が低下したりします。さらに、このセロトニンは、メラトニンの分泌も促進しますので、セロトニンが日中に出れば、仕事も豊かにできて、眠りの質も良くなります。つまり、夜の良い睡眠は、朝のご飯から始まっているのです。

睡眠を中心とした生活リズムを考える場合、寝る1

### 睡眠から生活リズムを考える

1. 起床してから13～15時間後に眠くなる。  
例えば、7時に起床すると20～22時に眠くなる。  
→「9時までに寝ましょう」は正しい

- ・起床時刻が遅くなる。
- 眠くなる時間が遅くなる。(休日注意)
- ・毎日、10時間以上寝る
- 眠くなる時間がずれていく。

### 2. 朝ご飯をバランス良く食べる

- ①タンパク質源の食品(肉類、牛乳・乳製品など)を食べることによってトリプトファンを摂取できる。
  - ②日中、セロトニン(脳内物質)が分泌される。
  - ③夜、セロトニンがメラトニンの分泌を促進する。
- 朝ご飯が夜、睡眠を促す。

- もしも、朝食を欠食すれば、日中、セロトニンの分泌が少ないため、夜、睡眠を促す作用も低下する。
- 眠れないなど、睡眠の質が落ちる。

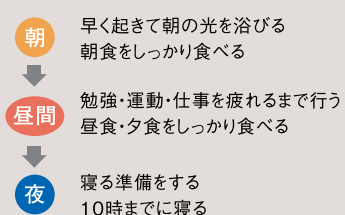
### 「睡眠を中心とした生活リズムを崩さない」は重要!

- 上記に加えて、最近では、寝る前の「白い光の明るい部屋」「パソコン、スマホ、携帯、ゲームなどから発生する光」→メラトニンの合成が抑制され、睡眠の質が落ちる。

- ◆20年くらい前までは、理由や意義を把握していなくても「良い習慣」を獲得していた!
- ◆現在は、社会や環境の変化に応じて習慣にも変化が起こり、それに伴う弊害も多くなってきている。

必要な情報を得て、適切に活用することが、健康、発育発達、競技力の向上に不可欠となる

### 身体と心のためのサイクル



毎日の乱れないサイクルが、一生にわたる効果を生み出す。

時間前に白い蛍光灯の光やパソコンやスマホなどから発生する光は浴びないようにすべきです。それらの光を浴びると、メラトニンの合成が抑制され睡眠の質が落ちてしまうからです。

このように、朝は早く起きて光を浴び、朝食をしっかり食べること。朝食には牛乳・乳製品を入れてタンパク源を一つでもとること。昼間は、勉強・運動・仕事を疲れるまで行い、昼食・夕食もしっかり食べること。夜は早めに寝る準備をして10時までには寝ること。このような、朝、昼、夜のサイクルを、毎日乱れることなく過ごすことが、一生にわたり、身心を健康に保つためには重要です。

※掲載内容は、原則、開催当時のまま採録しています。また、講師の肩書も当時のまま掲載しています。

# 日常の体力作りと最適な牛乳摂取の関係

信州大学大学院医学系研究科 スポーツ医科学講座／バイオメディカル研究所教授(医学博士) 増木 静江 氏

2025年には65歳以上の高齢者の約5人に1人が認知症になるという推計があります。また60歳以上の男女の8割が排尿障害を患うともいわれており、それら高齢者に多くみられる症状は、生活習慣病に起因しているといっても過言ではありません。生活習慣病を予防し、健康寿命の延伸やクオリティーオブライフ向上のために、適切な体力作りを行うことが必要不可欠です。今回のメディアミルクセミナーでは、生活習慣病予防につながる、1日たった15分で実践可能な体力づくりの方法や、運動後の適切な牛乳摂取タイミングを、最新の研究と共に紹介します。また、最適な体力作りのデモンストレーションも披露しました。

## 中高年8,700名の蓄積データ インターバル速歩の効果を証明

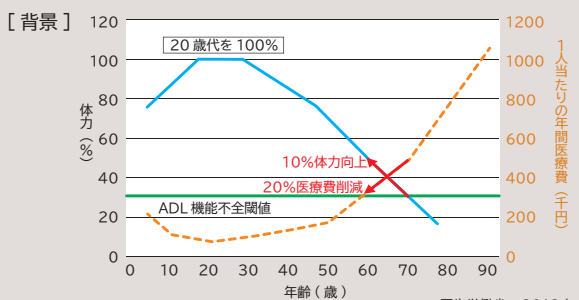
私たちの体力は20歳代をピークにそれ以降、10歳年を取るごとに10%ずつ低下します。体力の低下と1人当たりの年間医療費は見事に相関し、運動処方によって体力が10%向上すれば、医療費が20%削減できるのです。

私たちは過去14年間、中高年者の健康スポーツ教室「熟年体育大学」を実施してきました。これに用いる遠隔型個別運動処方システムには①インターバル速歩トレーニング（IWT）、②携帯型カロリー計、③ITネットワークシステムという特徴があります。携帯型カロリー計に保存された歩行記録は、インターネットを介してサーバーに転送され、参加者は歩行記録の解析結果とそれに基づくアドバイスを受け取ります。アドバイスは14年間蓄積された8,700名のデータベースに基づき自動的に作成されます。さらにトレーニング反応性の個人差に影響する遺伝子背景について、2,200名のDNAデータベースを蓄積しています。

## 速歩と普通歩行の繰り返しは、「1日1万歩」より効果大

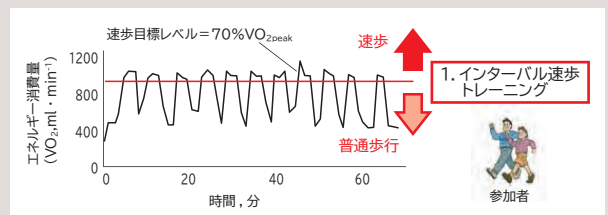
インターバル速歩（IWT）とは個人の体力に合わせて速歩と普通歩行を繰り返すトレーニング方法で

### 1人当たりの年間医療費



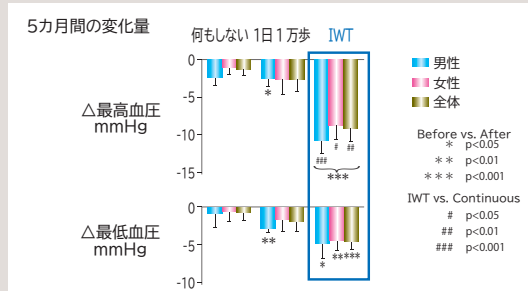
す。最高酸素摂取量 ( $VO_{2peak}$ ) を測定するために、3段階のステップアップ歩行を用い、被験者に主観的な低・中・高速で歩いてもらい、この時の酸素摂取量を加速度計から推定しました。最高速で歩く際の最後の1分の値を $VO_{2peak}$ 、心拍数を最高心拍数としました。何もしない群、1日1万歩群、IWT群を比較し、5カ月間のトレーニングによる膝伸展筋力、膝屈曲筋力、 $VO_{2peak}$ の上昇を見ると、IWT群では伸展、屈曲、 $VO_{2peak}$ が10~20%上昇していました。これは体力的に10歳若返ったことを意味します。一方、1日1万歩群ではほとんど上昇していません。最高、最低血圧の低下度では、体力が上昇したIWT群では最高血圧が10mmHg、最低血圧が5mmHgそれぞれ低下しましたが、1日1万歩群は低下しませんでした。最低血圧の5mmHgの

### インターバル速歩とは？



出典：Nose et al. J Physiol 587: 5569-5575, 2009 より

### インターバル速歩は1日1万歩より体力向上、血圧低下に効果がある！



出典：Nemoto et al. Mayo Clinic Proceedings 82: 803-811, 2007 より

低下を5年間維持できれば、脳卒中の発症を40%抑制できます。このようにインターバル速歩は1日1万歩歩くよりも体力向上と血圧低下に効果がありました。

## インターバル速歩を5カ月間継続 生活習慣病指標を改善

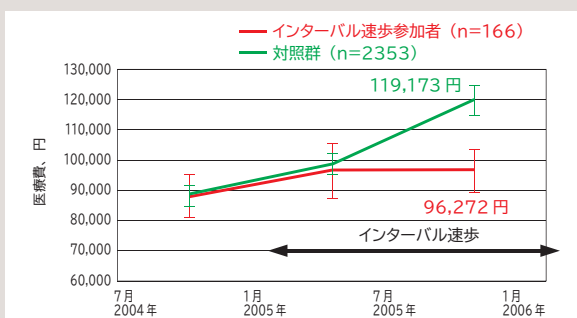
インターバル速歩（IWT）の効果を実証してきた8,700名の中で中高年の効果を調べました。生活習慣病指標（いわゆるメタボ指標）を算出するため、高血圧、高血糖、肥満、脂質異常症の基準のうち、当てはまるのが一つだと1点、全部だと4点としました。初期の体力（VO<sub>2peak</sub>）レベルに従って参加者を3群に等分し生活習慣病指標を見ると、低体力者ほど指標が高いことが分かりました。一方、IWTを5カ月間続けると体力が上昇し、それに比例して男女共に指標が改善していました。体力（VO<sub>2peak</sub>）に対して指標をプロットすると、トレーニング前と後では男女共に有意な負の相関が成立しました。トレーニング前の体力の低い人ほど指標が高いのに対し、5カ月間IWTをすると体力が上昇し、それに比例して指標が改善したのです。このことから体力（VO<sub>2peak</sub>）の増加が指標を低下させることが明らかになりました。

どの生活習慣病指標が良くなるかを見てみると、生活習慣病の項目のうち最も該当者の割合が高いのは、どの体力レベルでも高血圧、高血糖、肥満の順でした。5カ月間インターバル速歩をすると、男女共に初期値が高い項目ほど低下していました。このように高血圧、高血糖、肥満の順で運動に対する感受性が高いことが分かります。

## ぐっすり眠れる睡眠効果 認知機能も大きく上昇

睡眠効果を調べるため①就床時間、②睡眠時間、③ぐっすり睡眠時間、④途中覚醒回数、⑤途中覚醒時間、⑥睡眠効率＝睡眠時間／就床時間、⑦ぐっすり睡眠効率＝ぐっすり睡眠時間／就床時間について評価し

半年間で22,901円の医療費（20%）が削減された



ました。その結果、VO<sub>2peak</sub>の高い人ほど途中覚醒時間が短く、途中覚醒回数も少ないことが分かりました。次にこの人たちをランダムにインターバル速歩（IWT）群と対照群に分けて5カ月間、介入をかける時、IWT群ではトレーニングによって体力が上昇し、トレーニング前よりも睡眠効率、ぐっすり睡眠効率が上昇していました。

認知機能への効果を調べるため、被験者を無作為にコントロール群とインターバル速歩（IWT）群に分けて5カ月間介入を行い、介入の前後に形態測定（身長、体重、血圧）、体力測定（VO<sub>2peak</sub>測定）、認知機能検査（浦上式認知症簡易スクリーニング、15点満点）を行いました。その結果、加齢に伴ってVO<sub>2peak</sub>も認知機能も低下していましたが、認知機能検査の12点以下を軽度認知障害とし、この人たちを対象にIWTの効果を紹介前後で比較しました。5カ月間の介入による変化量を見ると、VO<sub>2peak</sub>は介入後にIWT群では6%上昇しているのに対し、対照群では変化がありませんでした。認知機能も介入後にIWT群では34%上昇しているのに対し、対照群では変化がありません。この結果からインターバル速歩によって体力が上がれば認知機能も改善することが分かりました。

## インターバル速歩を10年継続すると 加齢による体力の低下を予防

10年継続効果では、2005～07年に719名がプロジェクトに参加し、最終的に154名が残り残りました。この間、体力その他の項目を半年ごとに測定すると、下肢筋力の変化で同年代の横断的対照群では30%低下している一方、継続者では男女共に初期レベルを維持していました。体力（VO<sub>2peak</sub>）の変化では対照群は20%低下しているのに対し、継続者は初めの5カ月間に20%上昇し、その後もレベルを男女共に維持していました。このようにインターバル速歩の10年継続は加齢による体力の低下を予防することが分かりました。

## 半年間で医療費23,000円を削減 体力向上、生活習慣病改善の鍵は、速歩時間

インターバル速歩（IWT）群と対照群の半年ごとの医療費を見ると、IWT群は半年間で23,000円削減され

### まとめ「20%の法則」

- インターバル速歩を5カ月間すれば、
- 1) 体力が最大20%向上
  - 2) 高血圧、高血糖、肥満、認知機能が20%改善
  - 3) 医療費が20%削減

一方、1日1万歩では、その効果は....?



ました。これらのことからインターバル速歩を5カ月間実施すれば体力が最大20%向上し、これに伴い高血圧、高血糖、肥満などの生活習慣病の症状、認知機能が20%改善します。その結果、医療費が20%削減できることが分かりました。一方、1日1万歩はその効果がほとんどありませんでした。

では、どのくらいの時間、速歩をすれば効果があるのでしょうか。それを調べるため、679名の被験者について5カ月間のトレーニング量に対してそれによる体力（VO<sub>2peak</sub>）の上昇度をプロットしました。速歩時間が短い人は体力が上昇していませんが、長い人はそれに比例して体力が上昇し、さらにその上昇に比例して生活習慣病指標も改善しています。その効果は速歩時間50分当たりで頭打ちになります。一方、普通歩行時間とは、体力向上、生活習慣病改善効果は相関しませんでした。このように体力向上、生活習慣病の改善には速歩を最低週50分実施することが大切、強度が大切であることが分かりました。

### インターバル速歩を熱心に取り組む人ほど炎症促進遺伝子を抑制

不活動は慢性炎症を引き起こすことが報告され、その炎症が脂肪細胞に及ぶとインスリン抵抗性Ⅱ型糖尿病、免疫細胞なら動脈硬化、脳細胞なら認知症、全身性にサイトカインを上昇させればがんになります。私たちは、不活動が慢性炎症を引き起こす原因として、加齢によって筋肉が萎縮しミトコンドリア機能が低下するためではないかと考えました。そこで、運動トレーニングで筋萎縮を抑制すれば慢性炎症を防止できるのではないかと考え、最初に炎症関連遺伝子のメチル化を測定しました。すなわち、32億段の塩基対でできているヒトのゲノムには、メチル基が結合しているところがあります。炎症関連遺伝子のメチル化はその活性を抑制するので、インターバル速歩（IWT）の高運動群7名と低運動群6名について5カ月間のトレーニング前後で採血し、ゲノム上の23万カ所のメチル化を測定しました。その結果、高運動群でメチル化が亢進

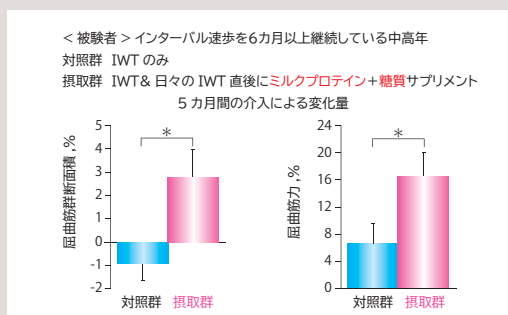
（こうしん）し、インターバル速歩が炎症促進遺伝子を抑制することが分かりました。一方、炎症抑制遺伝子群は高運動群で脱メチル化が起き、インターバル速歩が炎症抑制遺伝子を活性化することも明らかになりました。

### インターバル速歩直後の乳製品摂取 体力を向上し生活習慣病を予防

インターバル速歩（IWT）後の乳製品摂取が筋萎縮の抑制を促進するなら、慢性炎症も抑制されるのではないかと考え、大腿部のCT断面図を測定し、筋力への効果を調べました。IWTを6カ月以上継続している中高年にさらに5カ月続けてもらい、IWT直後にミルクプロテインと糖質サプリメントを摂取してもらい、効果をIWTのみの群と比べました。屈筋筋群断面積と屈曲筋力では、摂取群は対照群に比べて筋群断面積、屈曲筋力ともに増加が大きく、インターバル速歩+乳製品摂取は筋肉をより太くすることが分かりました。

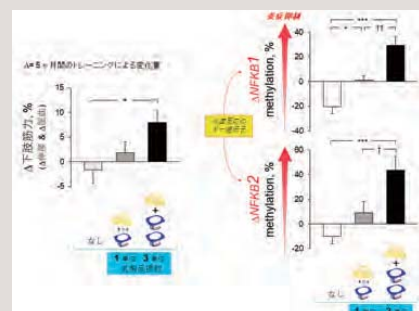
筋力向上による慢性炎症抑制効果を検討するために、インターバル速歩（IWT）を6カ月以上継続している被験者にさらに5カ月続けてもらい、IWT直後30分以内に乳製品を摂取してもらいました。乳製品1単位（チーズ18gまたはヨーグルト80g）摂取するLow Dose（LD）群、乳製品3単位（チーズ18g+ヨーグルト80gを2個）摂取するHigh Dose（HD）群、IWTのみを行う対照群について5カ月間の介入前後に体力とDNAのメチル化を測定しました。下肢筋力の増加度ではHD群が大きく増加していました。次に慢性炎症の指標として炎症反応のキー遺伝子であるNFκB1とNFκB2のメチル化を測定しました。その結果、HD群は他の群と比較してメチル化が亢進し、慢性炎症が抑制されていました。さらにGenome-wide DNA methylation解析によりゲノム上の48万カ所のメチル化を測定し、群間でメチル化パターンの異なる1,436カ所を特定し、生理機能を解析しました。その結果、HD群は対照群と比べて介入後に、NFκB以外の炎症関連遺伝子、

#### インターバル速歩+乳製品摂取は筋肉をより太くする



出典：Okazaki et al. Scand J Med Sci Sports 23: e286-e292, 2013 より

#### トレーニング中の乳製品摂取は筋力を増加し、慢性炎症を抑制



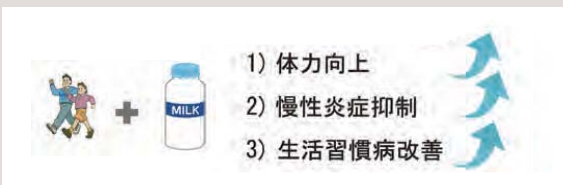
出典：Masuki et al. PLOS ONE12: e0176757, 2017 より

がん遺伝子もメチル化が亢進していました。

実際に生活習慣病の症状が改善されるかどうかを調べました。インターバル速歩を5カ月以上継続しても血圧と血糖が高止まりの中高年を対象に、さらに5カ月の継続とIWT直後に乳製品を摂取してもらいました。介入前後に連続血糖と頸動脈コンプライアンスを測定すると、連続血糖測定による血糖の24時間の平均値と変動は、乳製品摂取群のみ有意に低下しました。頸動脈コンプライアンスも乳製品摂取群のみ有意に改善し、IWT中の乳製品摂取は生活習慣病の症状をかなり改善することが分かりました。これまでの研究からインターバル速歩直後の乳製品摂取は体力向上を亢進し、これに伴い慢性炎症の抑制が促進され、生活習慣病の症状をさらに改善することが明らかになりました。

最近、私たちはインターバル速歩と食品との併用効果を検証するため、スマホアプリを開発しました。体力、運動量を測定し閲覧でき、さらに、データをサーバーに転送すると運動効果が自動的に解析され、ユーザーは個人の解析結果とそれに基づくアドバイスを閲覧できます。このシステムを利用してインターバル速歩の参加者を数万人規模にできれば、さらに多くの被験者を対象に機能性食品の効果検証が可能になります。乳製品との併用効果にも取り組んでいきたいと思っています。

#### まとめ



※掲載内容は、原則、開催当時のまま採録しています。また、講師の肩書も当時のまま掲載しています。

## メディアミルクセミナーニュースレター掲載用語集

### ADL

activities of daily living の略。食事・排泄（はいせつ）・外出など、人間の基本的な日常生活における動作。

### ATP（アデノシン三リン酸）

DNA の構成要素であるアデノシンにリン酸を二つ余計につけたもの。エネルギーを必要とする多くの生体反応にエネルギー供給を行うために使われている物質。生体内エネルギーの通貨といわれる。主に呼吸や光合成により作られる。

### BMI（ボディ・マス・インデックス）

肥満度を見る指数の一つで、体重(kg)を身長(m)の二乗で割って計算する。日本肥満学会の基準では成人では 25.0 以上が肥満、18.5 未満がやせ、その間を普通と判定している。

### CD36

CD36 (Fatty acid translocator, FAT とも呼ばれる) は Class B スカベンジャー受容体に属する膜貫通型の糖タンパクである。飽和脂肪酸、不飽和脂肪酸、トロンボスポンジン、酸化 LDL など多様な分子と結合する。

### DASH研究

Dietary Approaches to Stop Hypertension : 米国の国立心臓・肺臓・血液研究所(NHLBI)によってサポートされた科学者たちによる、血圧研究のためのプロジェクト。

### DXA（デキサ）法

DXAは、「Dual Energy X-Ray Absorptiometry」の略で、2種類のX線を使い、骨と筋肉や脂肪などの軟部組織を分けて測定する方法。二重エネルギーX線吸収法とも呼ばれる。骨密度や体脂肪の測定では最も信頼性が高いとされ、骨粗鬆症の診断の際に特に腰椎や大腿骨骨頭部の測定に使われている。全身を測定できる機種では、体脂肪量や筋肉量も正確に測れる。

### GI（Glycemic Index=グリセミック・インデックス）

ある食品を食べた時に、それがどのくらい血糖値を上げるかを数値化したもの。糖質50gを含有する基準食（日本では米飯）摂取後、2時間までの血糖上昇曲線下面積の比率として表される。

### GL（Glycemic Load）

炭水化物の質と量。食品に含まれている糖質量を掛けて算出した値をいう。GI×利用可能炭水化物g/serving

### GPR120

タンパク質の一種で、脂肪酸と結合する作用がある。消化管や味蕾などに発現しており、油脂の利用と関係があると考えられている。

### HbA1c（グリコヘモグロビン）

赤血球に含まれ、酸素を運ぶヘモグロビンは高血糖状態が続くと、ブドウ糖と結合してグリコヘモグロビンとなる。このうちHbA1cは糖尿病との関連が強く、1~2ヵ月前の血糖の状態を反映する。HbA1cが6.5%以上あると糖尿病である可能性が高い。

### IgE抗体

免疫グロブリン (immunoglobulin=Ig) と呼ばれる抗体の一種で主にアレルギーに関係する抗体である。IgE抗体はアレルゲンと呼ばれるアレルギーを起こす抗原との接触を

くり返すうちに体内に蓄積される。IgE抗体量が一定の水準に達した状態で再び抗原と接触すると、抗原とIgE抗体が結びつき、アレルギー症状が出る。血液検査により血中IgE抗体量を測定することができる。

### n-3系脂肪酸

多価不飽和脂肪酸は、二重結合の位置の違いによってn-3系とn-6系に分けられる。n-3系の代表的なものに $\alpha$ -リノレン酸があり、亜麻仁油、菜種油、大豆油などの植物油に含まれる。さらに、魚油に多く含まれるEPA（エイコサペンタエン酸）、DHA（ドコサヘキサエン酸）などがある。必要に応じて、体内にて $\alpha$ -リノレン酸→EPA→DHAへと作り変えられる特長がある。

### n-6系脂肪酸

多価不飽和脂肪酸のうち、n-6系の代表的なものにリノール酸がある。n-3系と同様に代謝され、リノール酸→ $\gamma$ リノレン酸→アラキドン酸へと形を変える。

### QOL

quality of lifeの略。人々の生活を量的にのみ捉えるのではなく、精神的な豊かさや満足度も含めて、質的に捉える考え方。生活の質。

### アセチルコリン（acetylcholine）

副交感神経や運動神経の末端から分泌される神経伝達物質。骨格筋や心筋、内臓筋の筋繊維のアセチルコリンの受容体に働き、収縮を促進する。また、副交感神経を刺激し、脈拍を遅くし、唾液の産生を促す活性がある。

### アディポサイトカイン

脂肪細胞から分泌される生理活性物質の総称。アディポサイトカインにはレプチン、アディポネクチン、TNF- $\alpha$ などがある。

### アナフィラキシーショック

特定の起因为物質により生じた全身性のアレルギー反応をアナフィラキシーと呼ぶ。重症になると血圧低下を伴うアナフィラキシーショックという危険な状態になる。発症が非常に急激なのが特徴的で、即座に緊急の注射薬を打つ必要がある。日本では2005年3月に自己注射薬の「エピペン」が食物や薬によるアナフィラキシーにも使用可能になった。

### アルブミン

血清中に多く存在するタンパク質の一つ。血管中の血液量や体内での水分の量を調整する働きを持つ。

### 異所性石灰化

骨や歯以外で起こる石灰化。炭酸カルシウム、リン酸カルシウム、ヒドロキシアパタイトなどの結晶が組織に沈着する現象であり、高リン血症、高カルシウム血症がその最も重要な原因。血管に石灰化が起こることが、血管病変につながる。

### 一次予防

疾病の発生そのものを予防すること。

### インスリン（インシュリン）

すい臓から分泌されるホルモン。組織におけるブドウ糖の取り込み・消費を高め、肝臓でのブドウ糖からグリコーゲ

ンへの転換を促進することによって血糖値を低下させる。糖尿病の治療に用いられる。

## インスリン抵抗性

血液中の糖を筋肉や肝臓に取り込ませるインスリンが膵臓（すいぞう）からは正常に分泌されているのに、筋肉や肝臓での働きが鈍い状態。結果的に血糖値が高いままになり、糖尿病の引き金となる。遺伝のほか、肥満や運動不足、食事のとり方、ストレスなどが原因になると考えられている。

## 栄養素の所要量

特定の年齢層や性別集団のほとんどの人が1日の必要量を満たすのに十分な栄養素の摂取量。

## 栄養素密度

ある食品の単位エネルギー当たりの栄養素の供給量。その食品に含まれている栄養素量をエネルギー所要量や食品100g中を単位として計算する。栄養素密度が高いということは、少ないエネルギーで多くの栄養素がとれるということになる。

## エピジェネティクス (epigenetics)

遺伝子DNAの塩基配列の変化を伴わずに、遺伝子を後成的に修飾して遺伝子の働きを調節する仕組みのこと。DNAメチル化、ヒストン蛋白（たんぱく）の修飾などがある。生物が、同じ塩基配列でありながら各組織や臓器ごとに異なった細胞で構成され、機能しているのは、この仕組みによる。この仕組みに異常が起こることで発生・分化の異常や疾病が生ずる。

## 嚙下障害 (えんげしょうがい)

疾病や老化などの原因により、飲食物の咀嚼（そしゃく）や飲み込みが困難になること。

## オッズ比

ある疾患などのかかりやすさを、二つの群で比較して示す統計学的な尺度。オッズ比が1の場合は、ある疾患へのかかりやすさが同じということであり、1より大きい場合は、疾患へのかかりやすさがより高いという比率を意味する。

## 活性酸素

大気中の酸素よりも活性化された酸素。生体内の酸化還元反応による代謝物で、原子状態の酸素や電子状態が不安定な状態な酸素分子。適量であれば細菌やウイルスを排除する殺菌作用があるが、紫外線やストレスなど、何らかの原因で大量発生すると、正常な細胞を傷つけることがある。

## カテコールアミン (catecholamine)

分子内にカテコール ( $C_6H_4(OH)_2$ ) の構造を持つ生体アミン（アンモニアの水素原子を炭化水素基で置換した化合物。ホルモンや情報伝達物質として働く）の総称。ドーパミン・ノルアドレナリン・アドレナリンなどがあり、副腎髄質細胞、脳または末梢の神経細胞で合成される。神経伝達物質としてストレスへの反応に重要な物質である。分泌量が多くなると、血圧が上昇することによって、頭痛、発汗、動悸（どうき）、胸痛、不安などが生じる。

## 過免疫

通常よりも自然にあるいは人工的に免疫反応が進んだ状態。動物にウイルスなどを注射して免疫反応を進ませることを指す場合もある。

## カルボキシル基 (COOH)

一価の原子団COOHを指す。この水素原子は水素イオンとして解離し、水素イオンを生じ酸性を示す。分子内にこの基を持つ化合物はカルボン酸と総称される。

## 共分散分析 (ANCOVA : analysis of covariance)

目的変数に与える因子の影響を分析するとき、因子のほかにも定量的な変数の影響を調整して分析する手法。このとき、目的変数に影響を与える定量的な変数のことを共変量という。牛乳摂取と骨量の関係を分析する場合、目的変数は「牛乳摂取」、因子は「骨量」、共変量は「体格」と「運動」になる。

## くる病

成長期（骨の発育期）にみられる症状で小児でカルシウムが骨に沈着せず、軟らかい骨様組織が増加している状態。多くの場合、骨の成長障害および骨格や軟骨部の変形を伴う。原因はビタミンD欠乏、ビタミンDの合成障害、ビタミンD受容体の異常、リンの不足、腎尿管障害など。

## 軽レジスタンス運動

筋肉に軽い負荷をかけて行う筋力トレーニングのこと。強い負荷をかける運動に比べると、筋肉や関節へのダメージや血圧の急上昇などのデメリットが少なく、誰にでも続けやすい。ダンベル体操やチューブ運動などがその例。

## 血清アルブミン

血清中の分子量の小さいタンパク質。筋肉を作る、酵素を働かせるなど、さまざまな作用を持ち、栄養の指標として使われる。加齢とともに低下するため、老化の指標にもなる。アルブミンが下がると感染症に弱くなり、抗生物質も効きにくくなることが知られている。また、薬はアルブミンと結合して排せつされるため、アルブミンの量と薬の副作用の出方や薬物中毒とも関係する。

## 血糖上昇曲線下面積 (IAUC)

種々の物質を負荷した後、経時的に血糖を測定して描いた曲線の割合。

## 血糖値

血液中のブドウ糖の濃度。空腹時の健康成人では血液100mL中、70~100mg。常に一定範囲に保たれていることが重要。

## ケラチン

表皮、爪、毛髪を構成するタンパク質。紫外線や衝撃などの外部刺激から組織を守る効果がある。

## 健康日本21

厚生労働省が、国民全体が一体となった健康づくりを推進し、意識の向上を推進。9分野（栄養・食生活、身体活動と運動、休養・こころの健康づくり、たばこ、アルコール、歯の健康、糖尿病、循環器病、がん）ごとに基本方針、現状と目標、具体的方法などを提示している。

## 抗体

異物を認識したときに、その異物に合うように産生されるタンパク質で、血液中に多く含まれる。免疫グロブリンとも呼ばれる。大きさや役割の異なるIgA、IgD、IgE、IgG、IgMの5種類がある。

## 骨形成と骨吸収

骨では常に新陳代謝が行われている。骨芽細胞が骨を作るのが骨形成、破骨細胞が骨を溶かして吸収するのが骨吸収で、この二つのバランスによって、骨の量や密度が変わる。骨形成の抑制や骨吸収の促進が続くと骨粗鬆症になる。

## 骨密度

骨の単位容積内のミネラルの量を指し、骨の丈夫さを見る目安になる。腰椎、大腿骨、腕の骨、手の骨などをX線や超音波を使って測定する。腰椎の骨密度検査が最も正確に全身の骨の状態を反映しているとされる。

## コホート研究

疫学研究（地域や集団において、病気の頻度や要因を統計的に調査する学問）の手法の一つで、集団を長期にわたって追跡調査する。病気とその危険因子・防御因子の因果関係を証明する上で有用。

## コラーゲン

真皮、靭帯（じんたい）、腱（けん）、骨、軟骨などを構成するタンパク質のひとつ。体内に存在しているコラーゲンの総量は、ヒトでは全タンパク質のほぼ30%を占めるほど多い。

## コルチゾール (cortisol)

副腎皮質ホルモンである糖質コルチコイドの一つ。炭水化物、脂肪、およびタンパク質代謝を制御する生体にとって必須のホルモンである。ストレスホルモンとも呼ばれ、ストレスを受けると分泌量が増え、血圧や血糖レベルを高める。過剰なストレスにより多量に分泌された場合、脳の海馬を萎縮させる。

## 最大無作用量

害のない最大の摂取量。下痢にならない摂取量の指標になるもの。数値が大きいほど下痢になりにくいことを示す。

## 尺骨 (しゃっこつ)

前腕にある2本の骨のうち、小指側にある管状の長骨で橈骨と平行している。

## 受容体

細胞表面や核の中にあり、細胞外からの何らかの刺激を受け取り、情報として利用できるように変換する仕組みを持った構造の総称。光受容体、ホルモン受容体、抗原受容体など。レセプターともいう。

## 食育基本法

国民1人1人が自らの「食」について考える習慣を身につけ、生涯を通じて健全で安心な食生活を実現することができるよう、食品の安全性、食事と疾病との関係、食品の栄養特性やその組み合わせ方、食文化、地域固有の食材などを適切に理解するために必要な、全国的な情報提供活動や地域における実践活動など、食育に関する取り組みを総合的かつ計画的に推進するための法律。2005年7月15日に施行された。

## 食事摂取基準

健康な個人または集団を対象として、国民の健康の維持・増進、エネルギー・栄養素欠乏症の予防、生活習慣病の予防、過剰摂取による健康障害の予防を目的とし、エネルギーおよび各栄養素の摂取量の基準を示すもの。

## 食物摂取頻度調査

食物や栄養素の習慣的摂取状況を把握するために作成された「食品リスト」による調査。一定数の食品を列挙し、その摂取頻度を質問するスタイルの調査であり、比較的簡易で多数の調査に適している。

## 食物負荷試験

食物アレルギーの原因食物を特定するには血液検査や皮膚テストなどでは完全には分からないため、実際に今まで除去していた食べ物を食べることで判断する検査。食物負荷試験は重い症状が出現することもあり危険を伴うので、必ず病院・医院で行うべきである。

## 除脂肪体重

体重から体脂肪量を除いたもので、筋肉や骨、内臓、血液などの重さになる。一般的に筋肉量の指標として用いられ、同じ体重でも除脂肪体重が少なければ筋肉が少ないと見なされる。体重－体脂肪量（体重×体脂肪率）で計算する。LBM (lean body mass) と呼ばれることもある。

## 初乳

分娩後数日間にわたって泌乳されるものであり、普通の母乳よりも免疫を高める作用が強いのが特徴。それ以降のものは常乳という。初乳は、乳糖以外ほぼすべての成分が常乳よりも多く含まれている。特にタンパク質、無機質、ビタミンが高濃度である。タンパク質では免疫グロブリン濃度が高く、ビタミン類ではビタミンAが特に多く含まれる。

## ステフネス (stiffness)

超音波によって計測した場合の骨の強さを表す骨量の指標。

## セロトニン (serotonin, 5-hydroxytryptamine, 5-HT)

脳、血小板、消化管、松果体などに存在するホルモン。自然界の動植物に一般的に含まれる物質で、必須アミノ酸であるトリプトファンの代謝過程で生成される。人体中には約10mg存在しており、そのうち約90%は小腸の粘膜で消化管の働きに作用し、8%は血小板に収納されて血管収縮に作用する。2%が脳内の中枢神経に存在し、人間の精神面に大きな影響を与える神経伝達物質として作用する。脳内でのセロトニンの不足がうつ病の原因であると考えられている。

## 体脂肪率

体重に占める体脂肪の割合。一般的に脂肪は体重の20%程度で、この割合が高いと過剰に脂肪が蓄積された状態（＝肥満）といえる。体脂肪率は、女性で20以上25未満、男性で15以上20未満が普通とされている。

## 大腿骨近位部

太ももにある大腿骨の足の付け根側。大腿骨は人体の骨で最も太い骨で、体重を支えているが、もろくなると転倒などで特に近位部が折れやすくなる。そうすると寝たきりになってしまうことが多い。

## 耐糖

負荷したグルコースに対して、生体が示す代謝。糖尿病は耐糖能が障害された代表的な疾患群である。

## 多変量解析

互いに関係のある複数の要因(変数)を同時に解析し、特定の要因と結果(病気)の関連性を明確にする統計的手法。

## 短鎖脂肪酸

油脂を構成する脂肪酸は、数個から数十個の炭素が鎖のようにつながった構造をしているが、炭素の数が6個以下のものをいう。

## 腸内細菌

腸内に常在する細菌のこと。この細菌群を腸内菌叢（そう）と呼ぶ。胃・十二指腸には少なく、主に回腸下部から大腸にかけて100種類以上が生息する。たいていは酸素があると生育できない嫌気性菌である。腸内菌叢のバランスは栄養吸収や生理機能、疾病などに大きな影響を及ぼす。

## 糖アルコール

でんぷんを酵素で加水分解したり、ブドウ糖を酵母で発酵させたりするなどして作られる。糖に水酸基（OH）がくっついたもの。一般に低カロリーで難消化性、血糖値の急激な上昇を引き起こさないなどの特徴が知られている。食品に添加して利用されることが多く、最近では虫歯になりにくいキシリトールがよく知られている。

## 橈骨 (とうこつ)

前腕の拇指側にあり、尺骨と平行している管状の長骨。

## 時計遺伝子

生物が持つ体内時計をコントロールする遺伝子。脳の視床下部にある視交叉上核の神経細胞内にある主時計遺伝子が、肝臓、小腸、末梢血管などにある末梢時計遺伝子に指示を出

し、末梢時計遺伝子が周期的に栄養や代謝を変動させ、体内リズムをつくっている。

## 2型糖尿病

インスリン抵抗性が強く、インスリンがうまく働かないために起こる糖尿病。糖尿病の9割以上がこの2型で、大人の生活習慣病の代表格だが、このごろ子どもでも発症が増えている。これに対し、1型糖尿病はウイルスの感染などでインスリンを分泌する膵臓のランゲルハンス島の細胞が壊され、インスリンが出なくなることが原因で起こる。

## 乳糖不耐(症)

小腸で牛乳中の糖質(=乳糖)を分解する酵素の働きが弱いために、牛乳を飲むと下痢や腹痛、おなかが張るなどの症状を起こしやすいことをいう。

## 妊娠高血圧症候群(妊娠中毒症)

妊娠 20 週以降から分娩後 12 週までに高血圧症状や尿たんぱくがみられる異常の総称。

## ノックアウトマウス

特定の遺伝子の機能を失わせた実験用マウス。

## ノルアドレナリン(noradrenaline)

カテコールアミンの一つ。神経伝達物質とホルモンの両方の作用を示す。ストレスを感じたときに、交感神経の情報伝達物質として放出されたり、副腎髄質からホルモンとして放出されたりする。末梢血管を収縮させ、血圧を上昇させる働きがある。

## 肥満の定義

日本肥満学会では BMI が 18.5 未満をやせ、18.5 以上 25 未満を普通、25 以上を肥満としている。BMI が 25 以上になると、生活習慣病の発症率が高まり、死亡率が高まることが分かっている。最も健康度が高いのは BMI が 22 とされている。

## 副甲状腺ホルモン

副甲状腺から分泌されるホルモン。甲状腺から分泌されるカルシトニンやビタミンDとともに、血液中のカルシウム濃度を一定に保たせる働きをする。

## 不飽和脂肪酸

脂質の構成成分で、魚類や植物の油に多く含まれる。血液中のコレステロール濃度を下げる働きがある。炭素と炭素の二重結合を複数有するものを多価不飽和脂肪酸、二重結合が一つのを一価不飽和脂肪酸(またはモノ不飽和脂肪酸)と呼ぶ。

## プロラクチン(prolactin)

脳下垂体前葉から分泌されるペプチドホルモン。哺乳動物の乳腺の発育と乳汁産生を促進するほか、泌乳や妊娠維持に関する多くの作用が知られている。プロラクチンの分泌は視床下部に存在するセロトニンによって促進的に調節されている。

## β-エンドルフィン

脳内で働く、神経伝達物質エンドルフィンの一つ。鎮痛効果や気分の高揚、幸福感などが得られるため、脳内麻薬とも呼ばれる。

## ペプチド

アミノ酸が 2 個以上結合したもの。タンパク質が分解すると最終的にはアミノ酸になるが、その途中段階であられる。

## 飽和脂肪酸

脂質の構成成分で、ラードなどの肉類の脂肪やバターなどに多く含まれる。不足すると貧血やめまいなどを起こすが、血液中の中性脂肪や悪玉のLDL-コレステロールを上昇させる

作用があるため、多量摂取すると動脈硬化の原因となる。

## 補酵素

酵素に結合して、その活性の発現を触媒する低分子の有機化合物。補酵素としては、ビタミン、特にビタミンB群がよく知られている。コエンザイム、コエンザイム、助酵素などとも呼ばれる。

## ミセル

水をはじく部分を持つ分子が内側に、水となじむ部分を持つ分子が外側になって、球状に集まったもの。本来、水になじみにくい脂溶性の物質が含まれていても、外側が水になじむために、水に溶けたようにふるまうことができる。

## 無作為化臨床試験

無作為臨床試験、くじ引き試験とも呼び、英語名のRCT(randomized controlled trial)も一般によく使われる。臨床試験の参加者を性別や年齢がほぼ同じになるように無作為に二つのグループに分け、薬の臨床試験であれば、片方のグループに本物の薬を、もう一方のグループには形状が似た偽薬を投与して、効果に差があるかどうかを見る試験方法。

## メタ分析(meta-analysis)

既に行われた研究をすべて集め、その結果の共通点や相違点を洗い出して、統計的に検証することで、真理を導こうとする手法。

## メチル化(Methylation)

さまざまな基質にメチル基(一つの炭素原子に水素原子が3個付いた分子、-CH<sub>3</sub>)という分子が結合した状態で、メチル基は酵素によって基質に結合する。エピジェネティクスでは、DNAメチル化とタンパク質メチル化が重要であり、遺伝子発現を調節している。DNAメチル化では、DNAのCpGという配列部分にメチル基が付くが、遺伝子の発現を制御している部分(プロモーター)にメチル化が多くなると、その遺伝子の発現量が抑制される。

## メラニン

人体において形成される色素。メラニン色素ともいう。メラニン形成細胞であるメラノサイトによって生成される。

## 4群点数法

食品を1群(乳・乳製品、卵：日本人が不足しがちな栄養素を含む)、2群(肉、魚、豆製品：筋肉や血液を作るのに必要)、3群(野菜、果物、芋：体の働きをスムーズにする)、4群(穀物、砂糖、油脂・その他：力や体温の基になる)の四つに分け、80kcalを1点とし、年齢や活動量に応じて各群から栄養を考えてバランス良く食品を選び、計算する方法。例えば、卵1個、魚一切れ、ご飯茶碗軽く1杯がそれぞれ1点に相当する。

## ラクターゼ(乳糖分解酵素)

乳糖(ラクトース)を加水分解してガラクトースとグルコース(ブドウ糖)と呼ばれる「単糖」に分離する消化酵素。ラクトースのように二つの単糖でできた糖を二糖類と呼び、その中にはスクロース(ショ糖=砂糖の主成分)、マルトース(=麦芽糖、デンプンが分解されるときにできる)などがある。

## 老人性筋萎縮症(サルコペニア)

加齢に伴い骨格筋・筋肉が減少している状態。

## ロタウイルス

1969年に牛の便から発見されたウイルスで、乳児に嘔吐(おうと)、下痢を引き起こす。

(内容は、原則としてセミナー開催当時のまま収録しています。)

## メディアミルクセミナー ニュースレター第1～50回アーカイブ

このアーカイブを制作するに当たり、講師を務めていただいた方々に、ニュースレターの内容の採録について確認をいたしました。一部の方々については連絡先が分からないなどの理由で、未確認のままです。お心当たりの方は、Jミルク（03-5577-7494）までお知らせいただけましたら幸いです。

2022年8月 印刷・発行



一般社団法人 Jミルク

電話：03-5577-7492（代表）FAX：03-5577-3236 e-mail：info@j-milk.jp  
〒101-0062 東京都千代田区神田駿河台 2-1-20 お茶の水ユニオンビル 5階

