

講演2 「現代日本が抱える健康問題とその解決に向けた乳の価値」



清水 誠

東京農業大学 教授、東京大学 名誉教授、乳の学術連合 牛乳乳製品健康科学会議 幹事

1977年、東京大学大学院農学系研究科博士課程終了。1977年に日本学術振興会奨励研究員、その後、東京大学農学部助手、静岡県立大学食品栄養科学部助教授、東京大学農学部助教授を経て、1996年より同大学院農学生命科学研究科教授(2013年に定年退職)。2013年、東京大学食の安全研究センター特任教授。2014年より現職。研究分野は、食品化学、食品機能学、細胞生化学。Shimizu M. and Hachimura S.: Gut as a target for functional food. *Trend Food Sci. Technol.*, 22: 646-650 (2011)、「機能性食品の事典」共著(朝倉書店、2007年)、「ミルクの事典」共編著(朝倉書店、2009年)、「機能性食品の作用と安全性百科」共編著(丸善出版、2012年)。日本酪農科学会賞(2007年)、日本農芸化学会功績賞(2008年)、飯島食品科学賞(2009年)、日本食品免疫学会特別賞(2014年)。所属学会は、日本農芸化学会、日本栄養・食糧学会、日本動物細胞工学会、日本食品免疫学会、American Chemical Societyなど。

皆さま、こんにちは。今日はミルクの話をするのですが、私は特に現代の日本の状況を中心に、ミルクの価値について考えてみたいと思います(図1)。今、ミラー先生が全体的なミルクのいろいろなベネフィットについて、大変分かりやすくお話をしてくださいましたので、私の話の一部はそれを少し上書きするような形で進むかもしれません。

GDP Forum 2015
July 28-29, Tokyo

**現代日本が抱える健康問題と
その解決に向けた乳の価値**

*Current Health Problems Existing in Japan
and Possible Roles of Milk in Solving the Problems*

東京農業大学 応用生物科学部
清水 誠
Makoto Shimizu, PhD
Tokyo University of Agriculture

図1

**栄養学における2重苦
(Double burden in nutrition)**

- 栄養過多(先進国)
Over-nutrition (Advanced countries)
⇒ 飽食、運動不足などによる生活習慣病などの増加
Increase in lifestyle-related diseases
- 栄養不足(途上国)
Under-nutrition (Developing countries)
⇒ 食糧不足による感染症等の増加、寿命の短縮
Increase in infectious diseases, Short life span....

⇒ 先進国(特に日本)でも栄養不足による健康問題が持ち上がっている。
Japan is now facing a problem of "under-nutrition" !

図2

現在、栄養学の世界では、2重苦(Double burden in nutrition)という言葉がよく使われます(図2)。これはどういう意味かという、一つは、先進国に見られるような栄養過多の問題です。もう一つは、途上国に主に見られる栄養不足の問題です。世界はこの二つの問題を同時に抱えていて、これを解決していかななくてはいけない、こういう考え方があります。

この栄養過多は、食べ過ぎ(飽食)によるものですが、運動不足などとともに生活習慣病などの増加を引き起こします。これは私たちも周りで常に見ていることです。栄養不足は、まさに食料不足による感染症等の増加、最終的には寿命の短縮というような、いろいろな問題を引き起こします。50年前の日本は栄養不足の状態でしたが、今の日本は栄養過多の問題が非常に注目されています。しかし、先進国の中でも、特に日本では、実はこの栄養不足による健康問題が同時に持ち上がっていることがあるということに注意を払う必要があります。

現代日本の健康問題 Health problems in Japan

- **子供 Children**
体力の低下 Decreasing physical strength
- **女性 Female**
ダイエットによる痩せ Leanness caused by dieting
低出生体重児 Increase in Low-birth weight babies
- **中年 Middle-aged**
基礎代謝低下・運動不足による肥満 Obesity caused by low metabolic activity and lack of exercise
- **高齢者 Elderly**
寝たきり、要介護者の増加 Increase in the bedridden elderly who needs care

⇒ これらは食生活や栄養の問題と不可分

図3

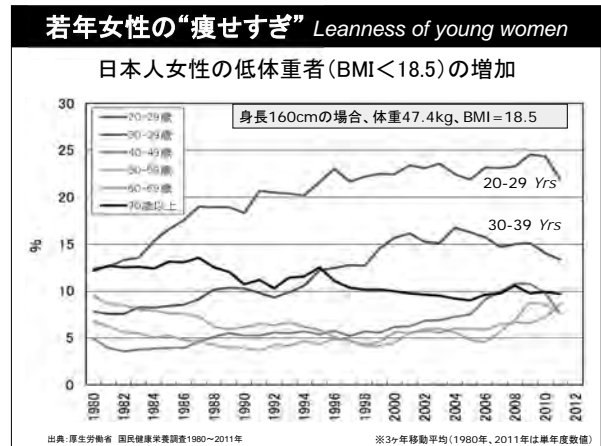


図4

図3に「現代日本の健康問題」を年代別にまとめてみました。

まず、子どもでは「体力の低下」という問題があります。これはゲームなどをやり過ぎて、外で遊ぶことをしなくなる、あるいは外で遊ぶ環境がなくなっていることに伴うもので、非常に大きな問題です。

女性の問題としては、ダイエットによる痩せの問題があります。それから、女性というか、妊婦の問題になりますが、低出生体重児という問題が今、注目されています。

中年の層になると、基礎代謝の低下や運動不足による肥満が出てくるということで、これがメタボリックシンドロームにつながっていくことが危惧されています。

日本は世界一の、とあまり誇れたことではないかもしれませんが、世界一の高齢社会であり、高齢者の割合が非常に高くなってきています。それに伴って、寝たきりの高齢者や要介護者の増加があります。

また、こういう非常に大きな問題を全ての年代に関して抱えている、これが現在の日本の状況だと思います。また、こういう問題の多くが食生活や栄養の問題と不可分であるということに注意を払う必要があります。

図4は今、申し上げた若い女性の痩せ、痩せすぎの問題のグラフです。過去、1980年から2012年までの30年間の各年代の女性でBMIが18.5より低い、つまり痩せすぎの女性の割合を縦軸に示しています。この30年間であまり変化がない年代もありますが、ご覧になって分かるように、30-39Yrsと記載したラインは30代の女性です。そして20-29Yrsと記載したラインが20代の女性です。この二つの層では、この30年間で痩せている女性の割合が急激に増えているということにお気づきになるとと思います。痩せても別に問題ないではないかということもありますが、実は近年、この女性の痩せという問題が低出生体重児の増加と関わりがあるのではないかということがいわれてきています。

図5は過去50年間のグラフで、棒グラフは生まれた赤ちゃんの数です。1970年をピークに最近はずっと減っています。それに比べて上の線は、生まれたときの体重が2500g以下の、いわゆる低出生体重児の割合です。この30年間に倍増していることが分かります。さらに、1500g以下の超低出生体重児は割合としては少ないですが、それでもこの30年間に倍以上に増えているという状況が見えます。

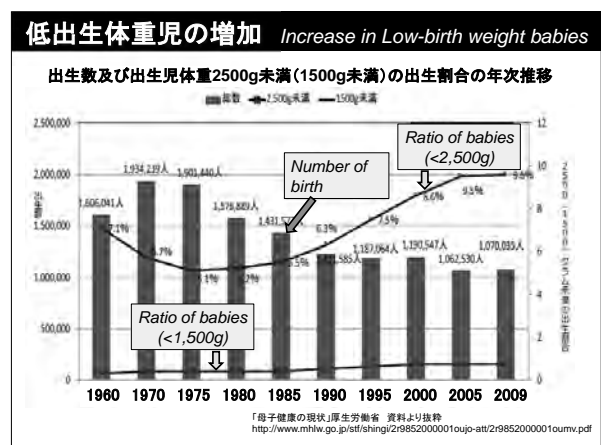


図5

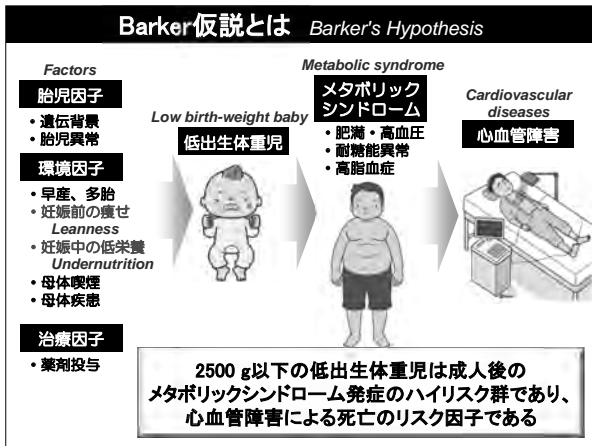


図6

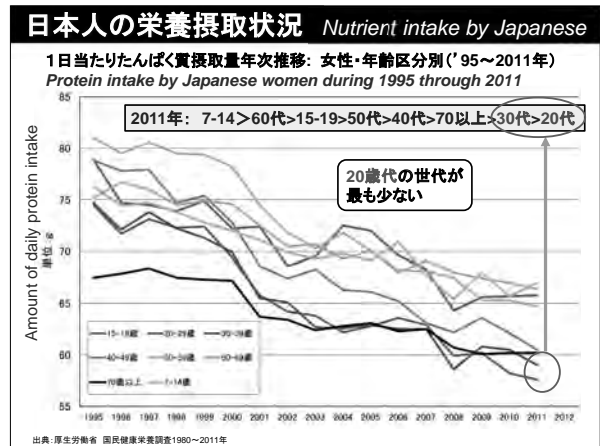


図7

軽い体重で生まれることにどういう問題があるのかということですが、これに関しては最近、Barker仮説というのが知られています。このBarker仮説というのは、低出生体重児の場合、この子どもが大きくなって中年を迎えると、そのときに肥満、高血圧、耐糖能異常、高脂血症というような、いわゆるメタボリックシンドロームのリスクが非常に高まってくるという考え方です。さらに、それが心血管障害を引き起こすリスクを高めるといことが世界のいろいろなところで観察されるようになりました。従って、小さく産むということは必ずしもいいことではないということが分かってきています。図6にその要因をいろいろ挙げましたが、小さい子どもが生まれる理由は、遺伝的な問題などもありますが、痩せ妊婦、つまりお母さんの痩せの問題、あるいは栄養不足の問題、これが一つの重要な要因になっています。

女性の痩せは栄養不足による可能性があるのですが、日本の女性の栄養摂取状況はどのように変わってきているか、特にタンパク質の摂取量についてまとめたのが図7のグラフです。このグラフは、過去20年弱、1995~2011年のデータです。縦軸がタンパク質の1日の摂取量です。これも年代によって示していますが、全ての年代においてこの20年間でタンパク質の摂取量が減っているということが分かります。そして、特に、先ほど痩せが増えていると言った20代、30代の二つのライン(右下の丸印)で、20代と30代の若い女性のタンパク質摂取量が著しく減ってきているということが見て取れます。

たんぱく質摂取不足の影響

Low protein intake will cause...

<妊婦> For pregnant mothers

- 胎盤・子宮・乳房の増大が抑制される。
Insufficient growth of placenta, uterus, and mammary gland
- 循環血液量が低下する。
Shortage of blood circulation
- 胎児の骨格・内臓の形成が阻害される。
Insufficient fetal growth of skeleton and organs

<授乳婦> For nursing mothers

- 産後の回復が遅れる。
Delayed convalescence after giving birth
- 母乳の分泌量が低下する。
Shortage of breast milk secretion

図8

たんぱく質摂取不足の影響

Low protein intake will cause...

<成人> For adults

- 骨量の減少、骨強度の低下が進行する。
Reduction of bone mass and bone strength
- 血管の老化が進行する。
Accelerated aging of blood vessels
- 血圧上昇のリスクが高まる。
Higher risk of hypertension
- 免疫力が低下する。
Weakness of the immune system

図9

タンパク質は、先ほどのお話にもありましたが、非常に多くの重要な働きを持っているので、これが不足するのは非常に大きな問題と考えられます。図8には、妊婦の場合にタンパク質の不足がどういうことを引き起こすかという例が

書いてあります。胎盤・子宮・乳房などの増大が抑制される、循環血液量が低下する、それによって胎児の骨格や内臓の形成が阻害されるということが起こり、妊婦の場合には赤ちゃんをつくるという行動自体に大きな支障が起こる危険性があると言えます。また、授乳婦の場合、例えば産後の回復が遅れる、母乳の分泌量が低下するという問題が起こるため、母親にとっても赤ちゃんにとっても非常に問題であるということになります。

成人の場合、タンパク質不足はどういうことを引き起こすかという(図9)、骨量の減少、骨強度の低下など、骨の健康が損なわれることがありますし、血管の老化の進行など、血管の状態が悪くなるということが起こります。また、血圧上昇のリスクが高まります。免疫力もタンパク質と非常に大きな関係があり、タンパク質が十分に取れていないと免疫系が正しく働かないということが分かってきています。

たんぱく質摂取不足の影響
Low protein intake will cause...

<高齢者> For elderly

- ・心臓病などの可能性が高まる。
Increased risk of heart diseases
- ・筋力が衰える。
Weakness of muscles
- ・疾病からの回復力が低下する。
Delayed recovery from diseases
- ・将来、寝たきりになってしまうリスクが高まる。
Increased risk of the bedridden in the future

図10

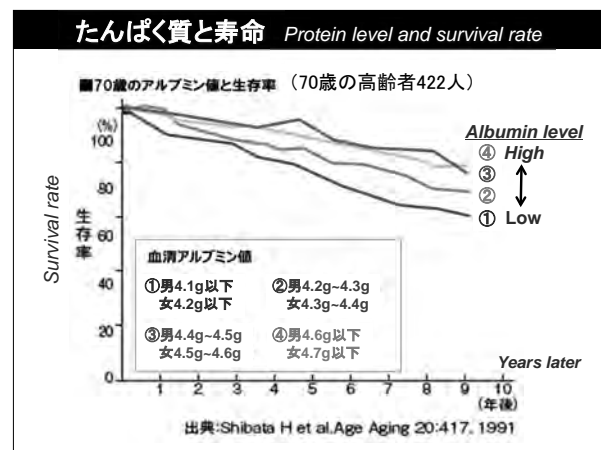


図11

そして高齢者の問題としては(図10)、タンパク質不足による心臓病などのリスクの上昇があります。それから、筋力が衰えます。病気にかかった後の回復力が低下します。そして、将来的には寝たきりになってしまうリスクが高まるということで、どれを見ても大変困った、そして重要な問題がタンパク質不足によって生じてくるということがお分かりになると思います。

図11は寿命に関わる少し変わった実験です。まず70歳の人を4群に分けます。この4群は血清中のアルブミン(serum albumin)のレベルで分けられています。血清中のアルブミンの濃度が低いグループから高いグループまでの四つのグループで10年後にそれぞれどれだけの人が生きているかという、サバイバルテストのようなものです。そうすると、アルブミン値の低い人は一番早く亡くなっていきます。そして、アルブミンの高い人たちはずっと長生きをしているということが分かります。血清のアルブミン値は、いかにわれわれがしっかりタンパク質を摂取しているかということにも影響を受けるので、これはタンパク質をきちんと取っている人が高齢者になっても元気に生きていることを示すデータと考えられます。

次頁の図12は非常に一般的な内容ですが、われわれにとってなぜタンパク質が重要かということを示すスライドです。われわれの体を構築しているタンパク質は、筋肉、骨、皮膚、血液、酵素、抗体など、いろいろな形で存在しています。これがきちんと体の中でつくられているということが生命の維持に関わっているわけです。

体のタンパク質を維持するために、われわれは食品中のタンパク質を摂取しなくてはなりません。食品中のタンパク質は消化されてアミノ酸になって、細胞の中、体の中に入っていきます。そして、細胞の中にある設計図であるDNAの情報に基づいて、アミノ酸から体のタンパク質をつくるということを行っています。

体のいろいろな組織はさまざまなタンパク質でできていますが、それぞれのタンパク質をつくるにはどういうアミ

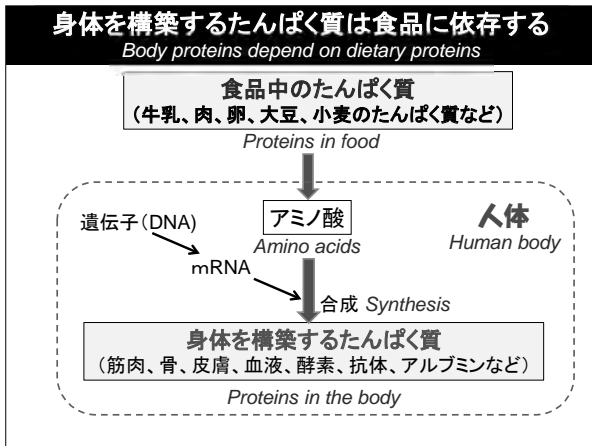


図12

主な食品中のたんぱく質の栄養価

Nutritive value of food proteins

		①生物価	②アミノ酸価
Polished rice	精白米	65~70	61
	小麦	50~55	39
Soybean	大豆	75	100
	牛肉	76	100
Egg	卵	87~97	100
	牛乳	85~90	100

①生物価: 動物への投与実験により求めた栄養価
Biological score: evaluated on animal feeding tests

②アミノ酸価: アミノ酸の組成から求めた栄養価
Amino acid score: Calculated from amino acid composition

牛乳や卵の栄養価は植物タンパク質よりも高い。

図13

ノ酸が必要かというのは、体の部位によって違います。ですから、20種類あるアミノ酸を全て同じ量食べれば良いというものではなくて、われわれが健康に生きていくためには、タンパク質の量だけでなく、どのアミノ酸をどのくらい取れば良いかということを考えなくてははいけません。つまり、食品中のタンパク質の質というものがとても重要になるということがお分かりになると思います。

図13には主なタンパク質食品6種類が書いてあり、それらの栄養価を2種類の指標で示しています。①番目は「生物価」という指標で、②番目は「アミノ酸価」という指標です。生物価は、動物に食べさせて、動物がそれをいかに利用しているかということを見る、生物を使った評価法です。アミノ酸価は、その食品に含まれるタンパク質にどのようなアミノ酸がどのくらい入っているかということ測定し、そこから求めた物質的な栄養価です。この二つの栄養価のどちらを見ても、植物のタンパク質に比べると、動物のタンパク質の方が値が高い、つまり栄養価が高いということが一般的にいえる、これは皆さまもご存じだと思います。特に牛乳は非常に高い栄養価を持っているタンパク質を含んでいるということが分かります。

普通牛乳の構成成分

Components of milk

水 water	87.4%
糖質 carbohydrate	4.8%
脂質 fat	3.8%
たんぱく質 protein (カゼイン:2.7%) casein (ホエイプロテイン:0.6%) whey protein	3.3%
ミネラル mineral	0.7%
ビタミン vitamin	微量

図14

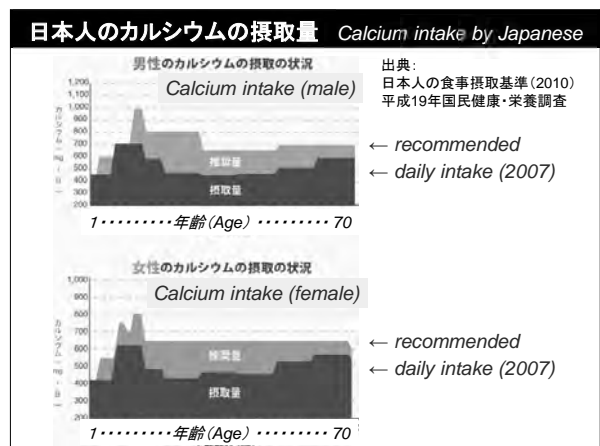


図15

それではここから、これも皆さまよくご存じのことと思いますが、ミルクの成分の話をしたと思います(図14)。牛乳中には、水が87%ありますが、他に糖質、脂質、タンパク質、ミネラル、ビタミンがそれぞれ含まれています。なお3.3%含まれるタンパク質の内訳は、カゼインが8割、ホエイプロテインが2割です。牛乳を飲むことで、これらの栄養素を一気に取ることができるわけです。さて、先ほどタンパク質の重要性を申し上げましたが、牛乳にはもう一つ非常に重要な栄養素があるということをお忘れはいけません。それはミネラルです。

実は、日本人のカルシウムの摂取量は、どういうわけかいつも少ないのです。基準値に満たない状況がずっと続いています。図15は、上のグラフが男性、下のグラフが女性で、色の薄い部分が、このくらいカルシウムを取りましようという推奨量で、1歳から70歳までの数値が書いてあります。しかし、実際に摂取している量はこの濃い部分のところです。小学校ぐらいのときだけ推奨量を超えているけれど、あとは男女ともに全ての年代にわたってカルシウムが不足しているということが見て取れます。推奨量に対して実際の摂取量が明らかに少ない状況なのです。これも日本の食が抱える一つの課題ということになります。

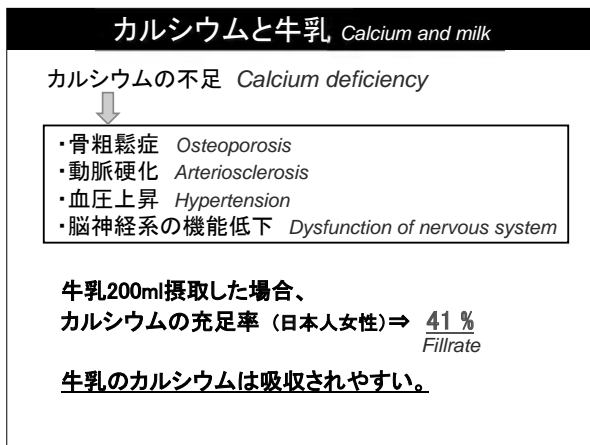


図16

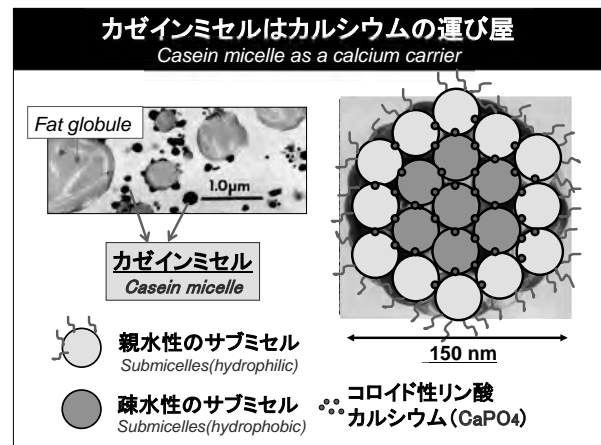


図17

カルシウムが不足すると何が起るかという、これも先ほどのご講演にあったように、骨粗しょう症など骨の問題、動脈硬化、血圧上昇など循環器系の問題、脳神経系の機能低下など、非常に多くの、健康に関わる重要な機能が十分に動かないという状況が起こります(図16)。日本人女性の場合で言うと、牛乳を200cc摂取するだけで必要量の約4割が取れることになっています。しかも、牛乳のカルシウムは非常に吸収されやすいので、カルシウムを摂取するための食品としては理想的であるということが分かっています。

ここで少し科学的な、なぜ牛乳にはカルシウムが多いのかという話をします。図17の左上にあるのは牛乳を電子顕微鏡で見た写真です。この大きな白っぽい粒子は脂肪球です。この黒い、非常に濃く写っているものが、カゼインミセルといわれるタンパク質の粒子です。この粒子をさらに高倍率の電子顕微鏡で見ると、さらに小さい粒子が集合した塊のように見えるということは昔から分かっていました。一体これはどんな構造をしているのだろうと、40~50年前から研究者が一生懸命この構造を解決しようとして、いろいろなモデルが出てきました。一つよく知られているモデルとして、目玉が集合したように見える「Slatteryのモデル」というものがあります。これはいろいろなミルクの教科書などにも出ています。

さらにそれをもう少しモデル化したのが、例えば図17の右側のようなモデルです。これはカゼインミセルという粒子が、もっと小さいカゼインのサブミセルという粒子で構成されているということを図式化したもので、親水性のサブミセルと疎水性のサブミセルの二つが集合しているというモデルです。ここで肝心なのは、サブミセルのほうではなく、サブミセルの間に描いてある小さな丸です。これはコロイド性リン酸カルシウムです。つまり、カゼインミセルという粒子は、タンパク質とカルシウムが非常に高密度にパックされた粒子であるということになります。ミルクを飲むということは、こういうものが口から入ってくるということであり、赤ちゃんの成長に必要なタンパク質とカルシウムが実に効率的に取れるということになるのです。

では、なぜカルシウムとカゼインミセルは結合するのだろうかということを考え、研究した人たちもいるのですが、その答えは、カゼインの構造を解明する中で得ることができました。

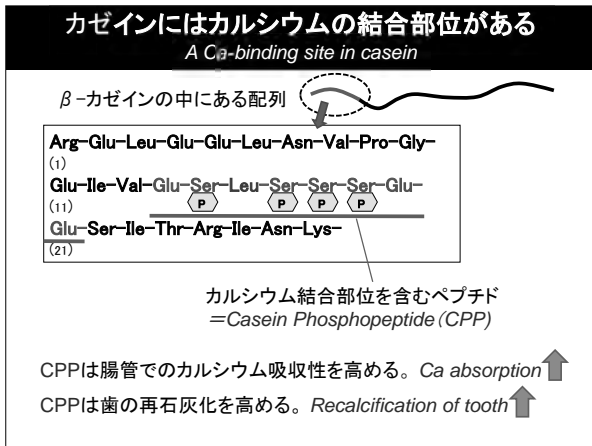


図18

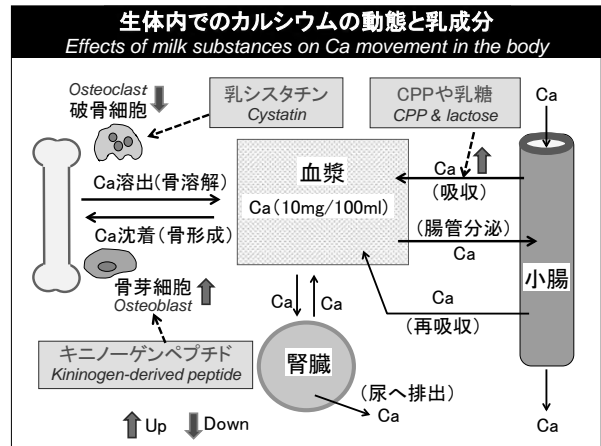


図19

図18は牛乳の主要なカゼインであるβ-カゼインの中にある配列です。このちょうど端っこの丸で囲った部分の配列ですが、ここにグルタミン酸(Glu)とリン酸化されたセリン(Ser)がたくさんある部分があります。グルタミン酸やリン酸はマイナスのイオンを持っていて、カルシウムを結合する性質があるので、実はこの部分はカルシウムと結合する性質を持っています。ほ乳類のカゼインには、種を問わず、このような配列が必ずあります。つまり、カゼインの遺伝子(DNA)の配列の中に、こういうカルシウムを結合するための配列が組み込まれていて、それが子どもにタンパク質とカルシウムを提供しているということになります。

こういう配列を含む断片、ペプチドに、Casein Phosphopeptide(CPP)という名前が付けました。このCPPは単にカゼインがカルシウムを結合するときに役立つだけでなく、腸でのカルシウムの吸収性を高める、あるいは歯の再石灰化(recalcification/reminerlization)を促進するという機能も見つかっています。

先ほど骨の話もありましたが、骨をしっかりさせるということはとても重要です。図19は体の中のカルシウムの動きを示しています。今これを全部説明するつもりはありませんが、先ほど申し上げたCPPは、腸管からのカルシウムの吸収を高めることによって骨を強くするであろうと考えられています。

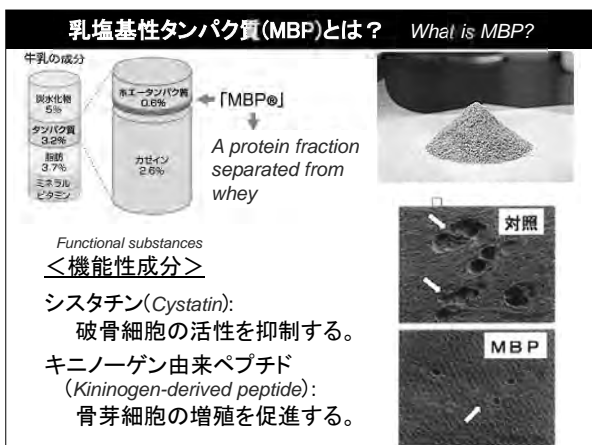


図20

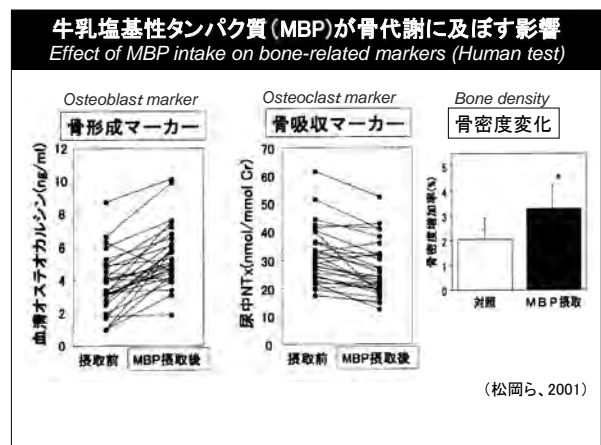


図21

それ以外にも、牛乳の中にはMBPと名付けられたタンパク質画分が見つかりました。研究の結果、このMBPの中に含まれているシスタチンというタンパク質は、骨からカルシウムを溶出させる破骨細胞の活性を低下させるということが分かりました。また同時に、MBPに含まれているキニノーゲン由来ペプチドが、骨をつくるときに働く骨芽細胞を活性化するという事も分かりました。骨芽細胞を活性化し、破骨細胞を抑えるということは、骨を強くする方向に

働くということで、ミルクの中にはカルシウムの吸収を高めるだけではなくて骨をつくる場所にも関与するものがありそうだということが報告されました。

図20の右上の写真がMBPで、少し赤っぽい色のパウダーになっています。右下の二つの写真は、骨の表面に破骨細胞(osteoclast)を載せておくと、破骨細胞はここにクレーターのよう穴を開けますが、そのときにMBPを入れておくと、この穴は顕著に小さくなるということを示したもので、明らかにMBPは骨の溶出を抑える作用があることが分かりました。

また、このMBPを摂取することでどういことが起こるかを見たヒト試験の結果が図21です。左のグラフは骨の形成に関わる血液中のマーカーの量が、MBPを摂取する前、そしてMBPを一定期間摂取した後にどう変化したかを示した、それぞれ個人のデータです。多くの被験者が、MBPを摂取することで骨形成のマーカーが上昇したということが出ています。

真ん中のグラフは骨吸収マーカーといわれるもので、骨がどのくらい溶け出してくるかということを見るためのマーカーです。これも同じように、MBPの摂取前と摂取後ですが、この場合は多くの方で値が下がっています。ということで、このヒト試験でもMBPは骨を強くする方に働いているらしいということが分かりました。

それぞれの患者さんの骨密度を実際に測って調べてみると、右のグラフのようにMBPの摂取によって明らかに骨密度が増加しているデータも出ています。このようなわけで、ミルクの中にはもともと子どもの骨を強くしようという仕掛けがいろいろあるということがお分かりになるとと思います。

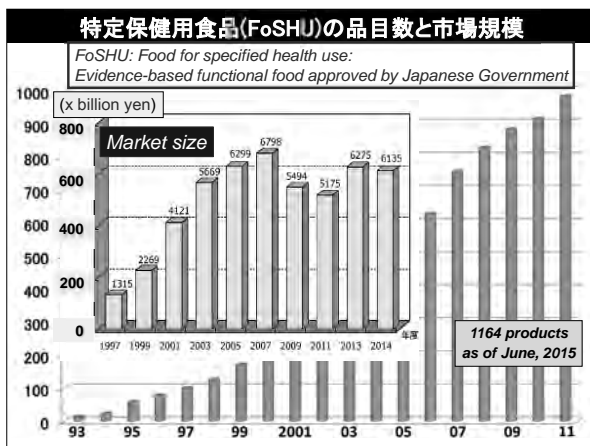


図22

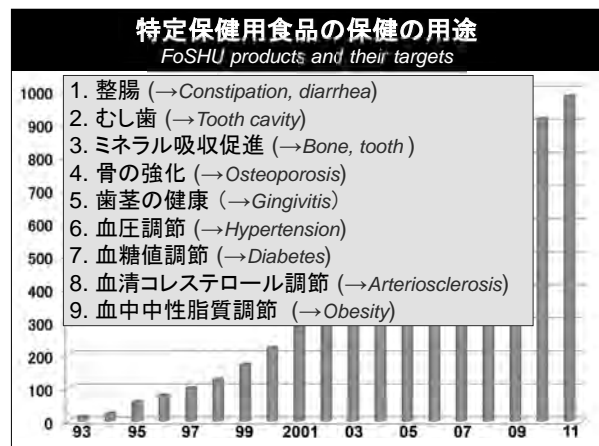


図23


ここで少し話を変えさせていただきます。日本の食品の中の特徴的なものとして、特定保健用食品という機能性食品(functional food)があります。最初の製品は1993年に出て、その後、この特定保健用食品(FoSHU)はどんどん増えていき、先月の時点で認可されているのが1164品目ということになっています。この特定保健用食品は、科学的なエビデンスに基づいてつくられた、国によって許可された機能性食品です。マーケットのサイズも随分大きくなって、最初は1300億円程度だったのですが、その後、6000億円以上のマーケットサイズを形成するものになりました(図22)。

この特定保健用食品がどうい健康増進作用を持つのか、そのターゲットを図23に書いています。例えば、下痢や便秘を治す整腸機能、虫歯、歯の健康、骨の強化、歯茎の健康、そして血圧調整、血糖値調整、血清コレステロール調整、血中中性脂質調整、肥満というような、いわゆるメタボリックシンドロームに関わるようなものですが、こういう食品が今、日本では認められています。特定保健用食品(FoSHU)は、いろいろな食品成分を素材につくられますが、全体の約15%は乳製品あるいはミルクの成分を用いた製品です。つまり、ミルクは特定保健用食品をつくる上で欠かせない素材になっています。

トクホに用いられているプロバイオティクス(生菌)
Probiotics in FoSHU ヨーグルトなどの発酵乳製品

現在トクホに用いられている菌株

- ・*B. lactis* LKM512
- ・*B. lactis* FK120
- ・*L. helveticus* K92
- ・*L. acidophilus* CK60
- ・*L. casei* NY1301
- ・*L. casei* (Shirota), YIT 9029, 9030, 9031
- ・*L. GG*
- ・*L. delbrueckii* 2038+ *S. alivarius* 1131
- ・*L. gasseri*+ *B.SP*
- ・*B. breve* Yakult
- ・*B. longum* BB536
- ・*B. lactis* Bb12
- ・*L. johnsonii* LC1
- ・*Bacillus subtilis* K-2



善玉菌の増加
悪玉菌の減少
短鎖脂肪酸の産生
Improve gut microflora

↓

Improve gut condition


- ・腸管内の酸性化
- ・腸の運動性亢進
- ・腸内腐敗の抑制
- ・ビタミンB群産生

図24

プレバイオティクス Prebiotics
Prebiotics in FoSHU

プレバイオティクス Prebiotics

- ・大豆オリゴ糖
- ・フラクトオリゴ糖
- ・乳糖オリゴ糖 (Lactosucrose)
- ・ガラクトオリゴ糖 (Galactooligosaccharide)
- ・キシロオリゴ糖
- ・イソマルトオリゴ糖
- ・ラクチュロース
- ・ラフィノース



善玉菌の増加
悪玉菌の減少
短鎖脂肪酸の産生
Improve gut microflora

↓

Improve gut condition

整腸・便性の改善


その他
 ・1,4-Dihydroxy-2-naphthoate (乳清発酵物由来)

図25

図24にある写真はプロバイオティクスといわれるような整腸機能を持ったヨーグルトです。日本では、ここに示したようなビフィドバクテリウムやラクトバチラスといったものが使われており、これらを取ることで腸内の菌叢というものが改善され、最終的には腸の機能が改善されるということで、こういうヨーグルトタイプのものがたくさん発売され、利用されています。

それから、やはり腸内菌叢を改善しておなかの調子を整える食品として、プレバイオティクスがあります(図25)。そこで使われるのはオリゴ糖などで、そのうちのいくつかはミルクから最初に見つかっています。

牛乳タンパク質・ペプチドが機能性原料として用いられている特定保健用食品(トクホ)の例
Milk proteins/peptides are used as functional substances in various FoSHU products.



ミネラル吸収促進飲料 (CPP)

歯の健康増進ガム (CPP)

骨の健康増進飲料 (MBP)

血圧上昇抑制飲料 (トリペプチド) Casein tripeptides

図26

明らかになってきた乳タンパク質摂取の効能
Emerging functions of milk proteins

<効果・効能の例> *Examples of other functions*

- ・筋肉の強化 *Prevention of sarcopenia*
- ・脂質代謝の改善(肥満の予防) *Obesity*
- ・糖代謝の改善(糖尿病の予防) *Diabetes*
- ・肝機能の改善(熱中症の予防) *Heatstroke*
- ・免疫機能の改善(感染症の予防) *Infection*

図27

整腸機能を持った食品以外にも、先ほど申し上げたCPPは、ミネラル吸収促進、歯の健康増進作用を持つ飲料に使われています。MBPは骨を強くする飲料に使われています。それから、これはお話ししていませんが、カゼインの分解物の中にあるペプチドには血圧上昇抑制作用があります。図26に示したものはまさにミルクを基盤につくられた代表的な機能性食品です。

このような人工的につくっていく機能性食品という世界が一つの産業として拡大しているのと同時に、最近では、ミルクのタンパク質の摂取によっていろいろな病気が改善できそうだとことがいわれてきました。

これも先ほどミラー先生がお話しになりましたが、ミルクのタンパク質の効果・効能の例として、筋肉の強化、脂質代謝の改善(肥満の予防)、糖代謝の改善、肝機能の改善が挙げられます。肝機能の改善は、熱中症の予防につながるというようなこともいわれています。今、大変暑い季節で、日本では熱中症で倒れる方が毎日何百人もおられます。きち

んと水を飲んでいないせいだろうと思って、「私は水を飲んでいるから平気」と思っていたら、昨日私にも熱中症の症状が出ました。昨日の午後から体が熱っぽくなり、頭やおなかが痛くなって、今日は休もうと思ったのですが、そうもいきません。この講演が終わるまでは頑張ろうと思っています。もう少しです。また、タンパク質は免疫機能の改善(感染症の予防)にも関わります。ミルクのタンパク質の中にこういう機能を改善するパワーがあるということが多くの研究によって明らかになっています(図27)。

こういうことをいろいろ考えると、われわれはもっとミルクを飲んでミルクの成分を摂取し、体調の管理に気をつけていかななくてはいけないと思うわけですが、実はここに一つの問題があります。それは乳糖不耐という問題です(図28)。乳糖不耐は、乳糖分解酵素(ラクターゼ)が欠損することによって起こる遺伝的な問題です。一般にヨーロッパやアメリカの方々は、ラクターゼが欠けている方も10~20%ぐらいおられますが、ほとんどの方はきちんと乳糖を分解できます。ところが、日本を含むアジアでは、95~100%の人にこの乳糖分解酵素が欠損しているという状況があります。従って、日本でも、自分は乳糖不耐なので牛乳は飲めない、飲まない方がいいのだという方も実はたくさんいるというのが現状です。

日本人における牛乳飲用の欠点 Disadvantage of drinking milk	
乳糖不耐 Lactose intolerance	
地域(民族) Area	乳糖分解酵素欠損% (Lactase deficient)
北欧(Northern Europe)	2~15%
アメリカ白人(American)	6~22
中欧(Europe)	6~23
北部インド(North India)	20~30
南部インド(South India)	60~70
ヒスパニック(Hispanic)	50~80
黒人(Black)	60~80
アメリカ原住民(Native American)	80~100
アジア(Asia)	95~100

図28

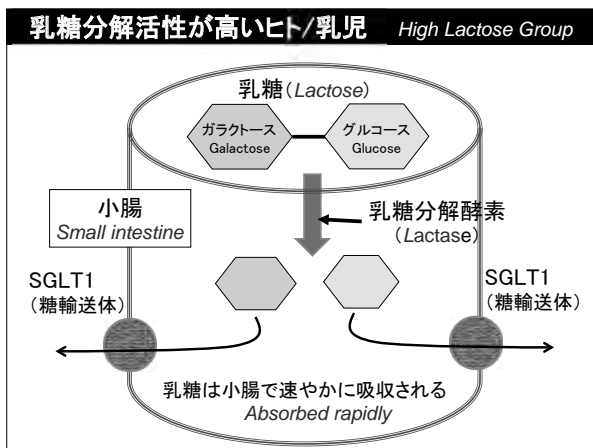


図29

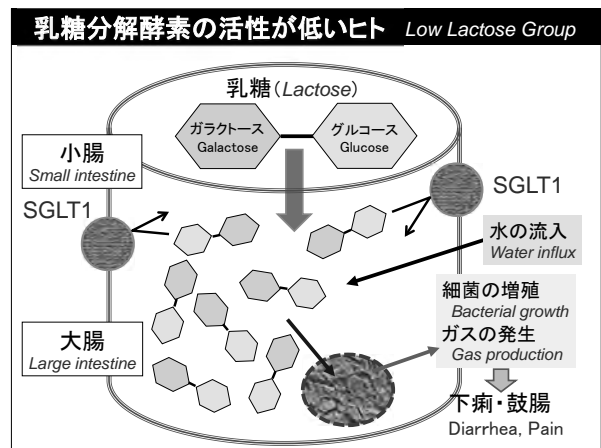


図30

乳糖不耐の理由は皆さんよくご存じと思いますが、少しお話をさせていただくと、乳糖というのはガラクトースとグルコースが結合した二糖類です。赤ちゃんはどこの国でも、アジアだろうがアメリカだろうがラクターゼを持っているので、乳糖は分解され、小腸でガラクトースとグルコースになります。ガラクトースやグルコースのようなモノサッカライド(単糖類)は、腸にある糖のトランスポーターによって速やかに吸収されるということが分かっています。ですから、下痢が起こるなど、そういうことは心配する必要がありません(図29)。

ところが、このラクターゼが少ない人は、食べた乳糖を分解できないので、乳糖は小腸でもそのまま二糖の形で残ります(図30)。二糖の状態ではトランスポーターで運ばれないので、乳糖はそのまま大腸まで行くということになります。大腸における乳糖の濃度が高くなると、腸管内への水の流入や、腸内細菌の増殖によるガスの発生などが起こります。これが乳糖不耐の原因であるといわれており、多くの教科書にもそういうことが書いてあります。

ただ、最近の幾つかの研究報告を見ると、事実は必ずしもそうではなさそうだということもあるわけです。そういう

可能性についてここでは少しお話をしたいと思います。

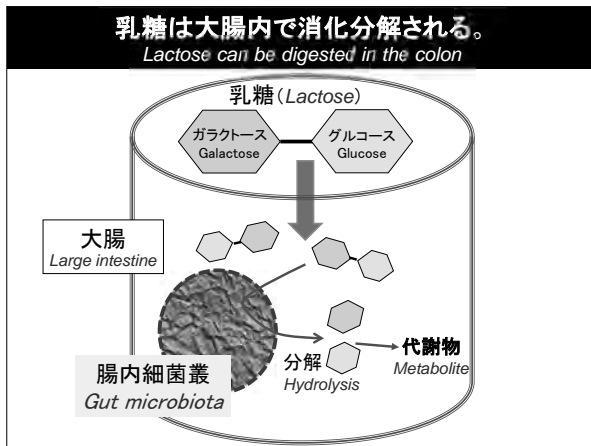


図31

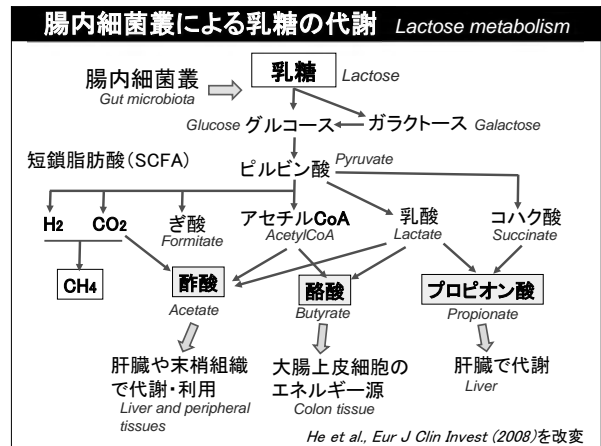


図32

確かに乳糖不耐の人たちは乳糖を分解できないので、大腸まで乳糖が到達します。しかし、実は大腸内に棲息する乳酸菌などの細菌類が乳糖をどんどん分解してくれるということも分かってきました。そして、乳糖を原料にして、いろいろな代謝物をつくってくれるということも分かってきています(図31)。

乳糖が腸内細菌で分解されて代謝されると、どんな代謝物質ができるかということですが、腸内細菌叢によって分解された乳糖はピルビン酸を通して、最終的には、酢酸、酪酸、プロピオン酸といわれる短鎖脂肪酸に変わるといことが分かっています。

大腸で形成されたこれらの酸は、速やかに大腸で吸収され、肝臓や末梢組織まで行って利用されます。肝臓で代謝され利用されたり、酪酸の場合は特に大腸の細胞のエネルギー源なので、大腸の健康・活力を保つための非常に重要な物質であるということも分かってきています(図32)。こういうわれわれの体にとって非常にいい働きをする成分が、実は大腸で乳糖を原料につくられるということを考えると、われわれは乳糖を分解できないと嘆いている必要はないかもしれないという気がしてくるわけです。



図33

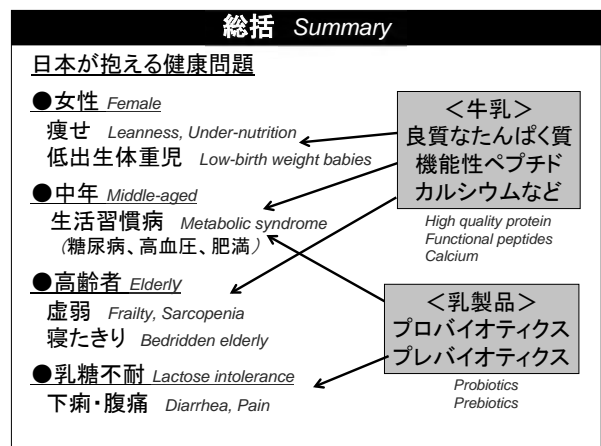


図34

図33は今お話ししたことのサマリーです。乳糖の分解ができるグループでは、乳糖は分解され、速やかに小腸で吸収されてしまいます。大腸には何の影響もしません。しかし、乳糖不耐のグループでは、乳糖が分解されず、従って単糖にならないので、小腸では吸収されない。それで大腸へ来るわけですが、ここで、良い腸内細菌がもしそこにあれば、恐

らく乳糖は腸内細菌で速やかに分解され、そして代謝されて、短鎖脂肪酸などをつくり、それが吸収され、いろいろな組織・臓器で利用される。それで体に有用な作用を及ぼすことが期待できるということになります。

つまり、ラクトースは乳糖不耐の人にとっては、プレバイオティクスのようなものであり得るとというのが最近の考え方で、まだメジャーではないのですが、そういうことが考えられてきています。従って、この場合大事なのは腸内細菌であり、われわれの腸内細菌、大腸にいる菌がいかにかいい菌であるかということが、このプロセスがきちんと進む上で必須条件です。そういうことを考えていけば、多分、いろいろな方法で腸内細菌を改善していくことによって、日本人でも多くの人が牛乳をそのままそれなりの量飲める、そしてさらにそれによって生じたいろいろな代謝物が、実は大腸やその他の臓器で有用な作用をしている、こういう図式も描けるのではないかと考えています。

図34は最終的なサマリーです。日本には、女性・中年・高齢者の健康・栄養状態、乳糖不耐など、いろいろな問題があります。健康問題を解決する上で非常に強力な武器になるのが、やはり牛乳であろうと思います。牛乳の良質なタンパク質、ひょっとすると機能性ペプチド、そしてカルシウム、こういう非常に良質なものを含む牛乳が、痩せの問題、生活習慣病の問題、高齢者の虚弱(frailtyやsarcopenia)、こういうものにもいい影響を及ぼす可能性があります。

もちろん、プロバイオティクス、プレバイオティクスのようなものも生活習慣病の予防に役立つのですが、それと同時に、乳製品と牛乳をうまく組み合わせることによって、乳糖不耐の解決にもなるかもしれない、今そんなことを考えており、日本でも牛乳そしてヨーグルトのような発酵乳を中心とした乳製品がうまく利用されて、よりわれわれの健康に貢献してくれることを期待しています。どうもご清聴ありがとうございました。