



一般社団法人 Jミルク



FACTBOOK  
2019年1月

牛乳・乳製品と骨

## カルシウムのすべて

contents

- 01 まだまだ足りない日本人のカルシウム
- 02 こんなにあるカルシウムの働き
- 04 いいね!牛乳のカルシウム
- 06 牛乳のカルシウムの吸収率の高さのヒミツ
- 08 骨のはなし:中高年の骨密度と骨折
- 09 骨のはなし:牛乳摂取による骨密度低下および骨折発症抑制に関する最新のエビデンス
- 12 骨のはなし:中高生のカルシウム摂取
- 14 骨のはなし:学校給食と骨量
- 16 データを正しく解釈～疫学研究の解説～
- 17 話題のラクチュロース、MBP<sup>®</sup>とは

## まだまだ足りない日本人のカルシウム

### 平均寿命と健康寿命

日本は世界一の長寿国。平均寿命は今後も伸び続け、2060年には、男性は84年、女性は90年を超えるものと推定されています。しかし、「平均寿命」には介護を必要とする期間もふくまれています。これに対し、「健康寿命」は日常生活に制限のない期間を指すことばです。平均寿命と健康寿命との差は、人生終末期の「不健康な期間」を意味し、男性では9年、女性では12年を上回るといわれます。単に平均寿命の伸びだけでなく、この差をいかに少なくできるかが課題です。

### 介護が必要となる主な原因

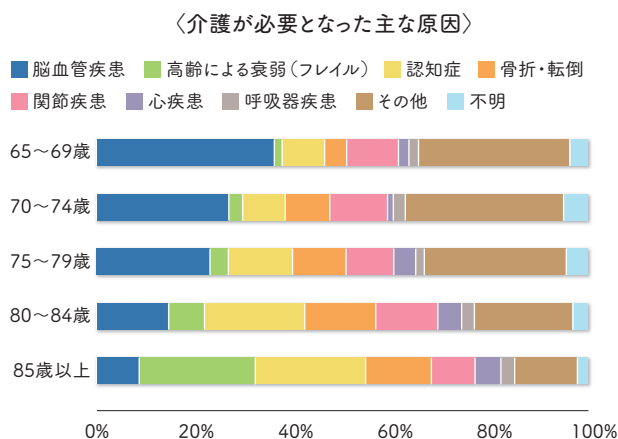
図1は、65歳以上年齢別に、介護が必要となった主な原因について、厚生労働省の「平成28年国民生活基礎調査」をもとに作成したものです。健康寿命の延伸には、ライフステージに合わせて、脳血管疾患、高齢者による衰弱(フレイル)、認知症、そして骨折・転倒などの対策が必要です。

### 骨の健康とカルシウム

介護が必要になった主な原因の2割を骨折・転倒、関節疾患が占めています。特に大腿骨の骨折は歩けなくなり、そのまま寝たきりにつながります。高齢化によって骨の量が減り、骨の内部がスカスカになる骨粗鬆症、これがその要因となります。その対策として成長期からの丈夫な骨づくりが極めて重要であり、そのカギを握るのがカルシウム。ところが日本人は、カルシウム不足が言われながら、食事から取るカルシウム量は2000年以降減少傾向にあり、今後の推移が危惧されています(図2)。

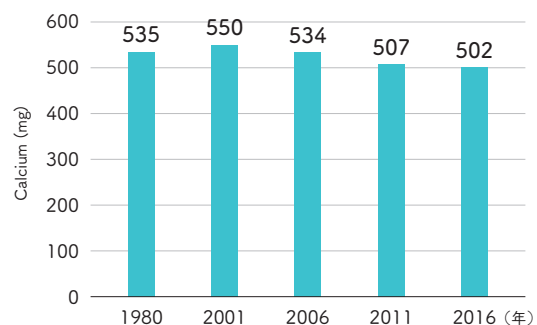
牛乳は、図中にある介護が必要となった主要因すべての予防に貢献できる食材ですが、本冊子では、特に牛乳・乳製品を通してのカルシウム摂取の意義について焦点を当て、最新のエビデンスを紹介します。

図1 寝たきりを予防し健康長寿を達成するには



出典:厚生労働省「平成28年 国民生活基礎調査」より作成

図2 栄養素等摂取量の平均値の年次推移(カルシウム)  
(総数、1人1日当たり)



出典:厚生労働省「国民健康・栄養調査」より作成

## こんなにあるカルシウムの働き

三大栄養素とともに非常に大切なカルシウムには、実はいろいろな働きがあることが明らかになっています。

### 骨や歯をつくり、筋肉も動かす

カルシウムは骨や歯の材料となります。骨中のカルシウムは体を支える骨が強くしてしなやかに働くために作用します。また、筋肉の収縮にも必要です。例えば、心臓は全身に血液を送り出すポンプの役目を果たしていますが、そのためにカルシウムが不可欠です。

### 神経細胞や血液の凝固にも関与

人間の体は脳からの指令によって動きます。カルシウムは、この神経伝達をスムーズにすることに関わっています。神経の興奮を鎮める作用のほか、血液の凝固に関与しているので、出血を止めたり、細胞の分裂・増殖・分化、内分泌(各種ホルモン)や外分泌(唾液・胃液・涙液など)を促したりすることにも関わっています。

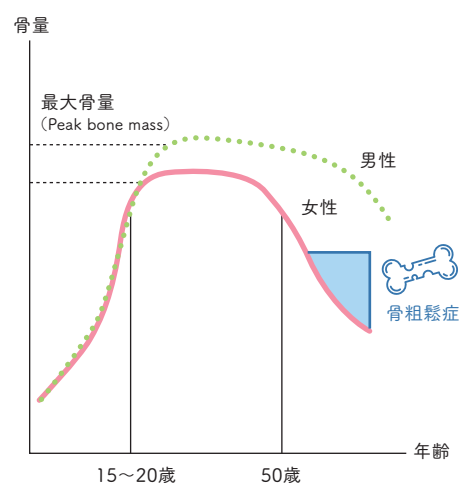
### 骨とカルシウムの関係

血液中のカルシウム濃度は、その濃度を調節するホルモンによって一定に保たれています。カルシウム摂取が多い時は骨に蓄えられ、血液中のカルシウムが不足すると骨から取り出して濃度を一定に保っているのです。(注)

人間の骨量は体の成長とともに増え、女性では18歳前後、男性では20歳前後にピークとなる最大骨量を迎えるといわれています。その後は年を重ねるごとに少しずつ減っていきます(図3)。

成長期に必要なカルシウム量が摂取されないと、最大骨量が十分に上がりません。そこへ加齢による骨量の減少が加わるために骨粗鬆症になる危険が高まるのです。さらにカルシウム摂取不足が続くと、骨から溶け出したカルシウムが血管壁などの軟部組織に沈着します。高血圧、動脈硬化、糖尿病といった生活習慣病の原因になります。ところが、日本人のカルシウムの摂取量は、1日あたりの推奨量に達していないのが実情です(図4)。

図3  
男女における骨量の経年変化



出典:大園恵一「骨粗鬆症予防に重要なカルシウム摂取」『小児科診療』第71巻6号、診断と治療社(2008年)より改変

表1 牛乳中の主要ミネラル含量

牛乳中の主なミネラル含量を100mlあたりのmg数で示した。カリウムが多くナトリウムが少ないのが特徴である。また、カルシウムがリンよりも多いのが特徴である。

ビタミン類	単位	7訂成分表	文献範囲
ナトリウム	mg	41	30~70
カリウム	mg	150	100~200
カルシウム	mg	110	90~140
マグネシウム	mg	10	5~24
リン	mg	93	70~120

出典:青江誠一郎 CLINICAL CALCIUM 28(4),44,2018.

## 骨も新陳代謝をしている

私たちの骨はカルシウム、マグネシウム、リンなどのミネラルのほか、たんぱく質(コラーゲン)などから構成されています。体を支え、内臓や脳を守り、カルシウムの貯蔵庫として重要な働きをする骨は、年齢に関係なく毎日、新陳代謝をしています。骨折しても骨がくっついて元に戻るのは、活発な新陳代謝が行われている証しです。

また、永久歯を支える歯槽骨なども生まれ変わっています。永久歯は歯が欠けると元には戻らないので、特に幼児期から20歳くらいまではカルシウムを十分に摂って土台をしっかりと築くことが大切です。

## カルシウムを上手に摂るために

### 毎日、いろいろな食品からコツコツと

カルシウムは毎日、いろいろな食品から摂りましょう。最近は骨ごと食べる小魚や海藻類などカルシウムを多く含む食品を食べることが減ったので、ますます不足しがちです。毎日、牛乳コップ1杯(200ml)飲むことで、1日の推奨量の3分の1を満たすことができます。

### ビタミンDと一緒に吸収率アップ

ビタミンDは消化管からカルシウムの吸収率を上げる働きがあります。ビタミンDは魚介類、卵類、きのこ類などに多く含まれており、一緒に食べることでカルシウムを効率的に補うことができます。

### 適度に運動する

カルシウムの吸収率を向上させるためには、運動をして骨に刺激を与えることも大切です。運動すると、骨まわりの筋肉量や強さが増すので骨の補強につながります。運動能力も向上するので、転倒による骨折の予防も期待できます。

### 吸収率の良い食品を摂る

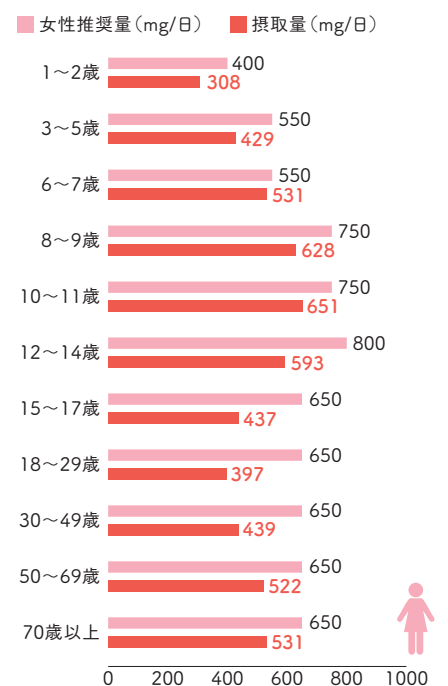
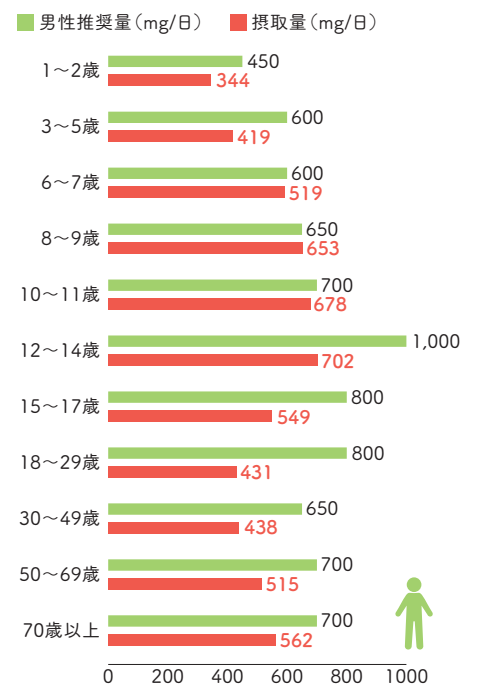
カルシウムは、もともと吸収率の低いミネラルです(30%前後が普通)。こうした中、牛乳にはカルシウムの吸収率を高めるメカニズムが存在し、実際に他の食品に比べてカルシウムの吸収率が高いことが知られています(P4参照)。

### カルシウムとリン

「牛乳にはリンが多量に含まれており、その排出のためカルシウムをみちづれにし、牛乳の飲用はむしろ体内からカルシウムを排出させる」といった趣旨の俗説が流布されています。図4の推奨量は新陳代謝をもとに算定されているもので、1日当たりの摂取目標はこの値が基本です。牛乳中のカルシウムとリンの含有比率は1:0.8で、少なくとも牛乳摂取が理由でリンが過剰摂取になることはありません(表1)。

図4

性・年齢別、1日あたりのカルシウムの推奨量と摂取量



出典: 推奨量/厚生労働省「日本人の食事摂取基準(2015年版)」  
 摂取量/厚生労働省「平成28年 国民健康・栄養調査」  
 参考: 上西一弘 CLINICAL CALCIUM 28(4), 27-32, 2018.

## いいね!牛乳のカルシウム

食品100g当たりのカルシウム含有量を比べると、牛乳・乳製品よりも「まいわし」や「しらす干し」などの小魚や、殻ごと食べる「さくらえび」や「干しえび」、「大豆」、「葉物野菜」に軍配が上がります。しかし、1食分に換算すると、牛乳がいかに優れた高カルシウム食品であるかがわかります。しかも牛乳は100kcal当たりの栄養素が豊富で、エネルギーを抑えながらカルシウムが摂れる優れたもの。手軽に摂れることも魅力です。

### 食品1食分に含まれるカルシウム量

表2は、「日本食品標準成分表」(以下 成分表)からカルシウムを多く含む食品として代表的なものを選んで示したものです。成分表では、含まれる栄養素の量は、「食品100g当たり」で示されています(表2の一番左の欄)。こうした数値だけ見ると、確かに「さくらえび」や「ほしひじき」など、牛乳と比べてはるかにたくさんカルシウムが摂れそうに思えます。ただ、ここで注意しなくてはならないのは、あくまで「100g当たりのカルシウム含有量」ですから、食品によって通常の1食分の摂取量と合わせて計算しないと、実際にカルシウムを摂取できる量を判断することはできません。

表の中央「1食分の目安量」は、それぞれの食品の一般的な1食分の重さ(目安)を示したものです。この1食分の目安量と、左側のカルシウム含有量の値を合わせて考えることで、それぞれの食品1食分から摂取できるカルシウムの量が算出できます。それが「1食分の含有量」(表2の一番右の欄)に示した数値です。なお、図中の「普通牛乳」の1食分の目安量として206gとあるのは、牛乳1食分はコップ1杯200mlであるとして、比重を考慮して重さに換算した値です。

この結果、1食分から摂取できるカルシウムの量としては、「普通牛乳」が227mgであるのに対し、「さくらえび」や「ほしひじき」はそれぞれ100mgおよび80mgに過ぎません。もちろんこれらを一度にもっとたくさん食べることは可能でしょうが、そんなにたくさんの量を毎日食べ続けられるような食品とはいえません。これに対して牛乳毎日コップ1杯は無理なく習慣化できる量です。こうして比べてみると、カルシウム摂取における牛乳の優位性が理解できるでしょう。

### 食品によるカルシウムの吸収率の違い

しかし、食品に含まれているカルシウムは、消化管に入れば100%吸収されるわけではありません。実際にはカルシウムは非常に吸収率

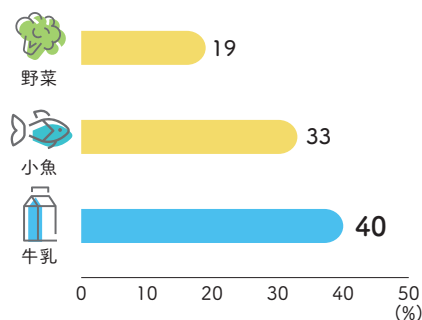
表2  
カルシウムを多く含む食品と、  
1食分中の含有量の比較

	100g あたりの 含有量 (mg)	1食分の 目安量 (g)	1食分中の 含有量 (mg)
普通牛乳	110	206	227
しらす干し (半乾燥)	520	5	26
さくらえび (素干し)	2,000	5	100
まいわし (生)	74	60	44
ほしひじき (ステンレス釜、乾)	1,000	8	80
こまつな (葉、ゆで)	150	80	120

資料:「日本食品標準成分表2015年版(七訂)」、JミルクHP

「1食分中の含有量」=「1食分の目安量」×「100gあたりの含有量」÷100  
普通牛乳の場合:206×110÷100=227

図5  
カルシウムの吸収率



出典:文献1より改変

の低い栄養素で、20～30%というのが普通で、食品によっても吸収率に違いのあることが知られています。

食品中のカルシウムの体内における吸収率を調べるには、食べた食品中のカルシウム量と、糞便中に排泄されたカルシウムの量を測定することによって、実際の体内に吸収されたカルシウム量を知ることができます。

図5はヒトを対象に日本で実施された研究結果を示したものです。健康な若い成人女性9人を対象にカルシウム約200mgを含む食事を3日間摂取してもらった後、この食事にさらにカルシウム約400mgを含む添加食を加えた食事を4日間摂ってもらい、そのうえで実際に体内に吸収されたカルシウムの量を測定したものです。

その結果、カルシウム吸収率は牛乳39.8%、小魚32.9%、野菜19.2%で、牛乳のカルシウム吸収率が他の食品群よりも高いことが示されました(文献\*1)。

「日本人の食事摂取基準」に示されているカルシウムの1日の目安摂取量は、成人の場合で650mg程度とされています。この値はカルシウムの吸収率が一般的に30%程度に過ぎないことを折り込んでの値なので、栄養士は個々の食品の量とその食品の「100g当たりのカルシウム含有量」などのデータを用いて1日当たり650mgが達成できるようにレシピを考案すればよいのです。しかし、実際には食品によって、カルシウムの吸収率に差があって、体に取り込まれるカルシウムの量は、

表2の数字以上に差がつくことがわかります。

## 牛乳は実は低エネルギー、高カルシウム食品

健康的な食事パターンを考えたとき、1日に摂取する総エネルギーを推奨量に抑えたうえで、その中でいかに各種栄養素を必要量、バランスよく摂取するかが重要です。図6は、米国の食事研究用食品栄養データベースを基に作成された、食品カテゴリーにおける100kcal当たりの平均カルシウム含有量(mg/100kcal)と平均エネルギー密度(kcal/100g)との関係を図示したものです。摂取するエネルギーをどれだけ抑えながらカルシウムを摂れるかが判定できる図になっています。牛乳は脂肪分が多いといわれながらも、実は水分が90%近くを占めており、エネルギー密度がとても低い食品です。図からわかる通り、牛乳・乳製品(青色)は全体として図の左上の位置を占めており、エネルギー摂取量を抑えつつカルシウムを効率よく摂取できる食品であることが分かります。エネルギー摂取当たりのカルシウム摂取率で見たとき、牛乳に勝る食材はほかにありません(文献\*2)。

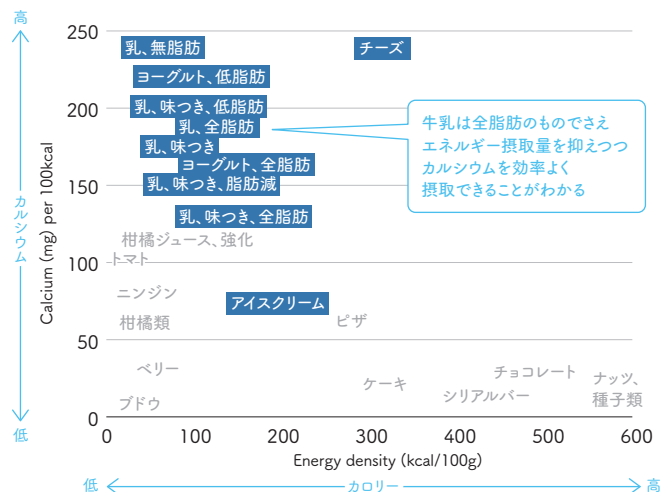
### 参考文献

- \*1 上西一弘、江澤郁子、梶本雅俊ほか：日本人若年成人女性における牛乳、小魚(ワカサギ、イワシ)、野菜(コマツナ、モロヘイヤ、オカヒジキ)のカルシウム吸収性。日本栄養・食糧学会誌51(5)、259-266、1998。
- \*2 Drownowski, A. Measures and metrics of sustainable diets with a focus on milk, yogurt, and dairy products. Nutrition Reviews 76(1), 21-28, 2018. 日本語訳：牛乳、ヨーグルト、乳製品に焦点を合わせた持続可能な食の評価基準 栄養学レビュー 第101号(2018夏)、pp.349-362。

図6 エネルギー摂取当たりのカルシウム摂取率

[Food and Nutrient Database for Dietary Studies(FNDDS)] 2009-2010のデータセットから選出した食品カテゴリーにおける、100kcal当たりの平均カルシウム含有量(mg/100kcal)と平均エネルギー密度(kcal/100g)との関係

出典：文献2より改変



## 牛乳のカルシウムの吸収率の高さのヒミツ

骨の主成分はリン酸カルシウムです。これを子牛に大量に届けるためには、リン酸カルシウムを、水に不溶にも拘わらず、ミルク中に析出することなく大量に含ませる必要があります。また、カルシウムはもともと吸収率の低い栄養素です。このため、乳中でリン酸カルシウムを析出してしまうことなく液状のまま大量に保持させ、かつ腸の中で吸収性を高めるメカニズムが存在すると考えられます。そのカギをにぎるのがカゼインというたんぱく質です。そのメカニズムを紹介します。

前頁で説明したように、カルシウムはもともと吸収の低いミネラルです。牛乳中のカルシウムが他の食品に比べてその吸収率が高いのは、牛乳に含まれるたんぱく質であるカゼインに秘密があります。

子牛が育つためには骨の主成分であるリン酸カルシウムを大量に摂取する必要があります。しかしリン酸カルシウムは、骨の成分ですから当然といえば当然ですが、そのままだとほとんど水に溶けません。子牛の食べ物はミルクしかないので、水に溶けないリン酸カルシウムをミルク中に液状で保持したまま飲む形で大量に含ませる必要があります。牛乳中にリン酸カルシウムを分散させる役割を担っているのがカゼインです。

カルシウムは牛乳中には100mlあたり90~140mg含まれていますが、そのうち3分の1が遊離のカルシウムイオンとして溶液中(可溶性層)に、残りの3分の2はカゼイン結合性カルシウムあるいはミセル性リン酸カルシウム(MCP)として、カゼインが作るカゼインミセル

の中に内包される形で存在しています。

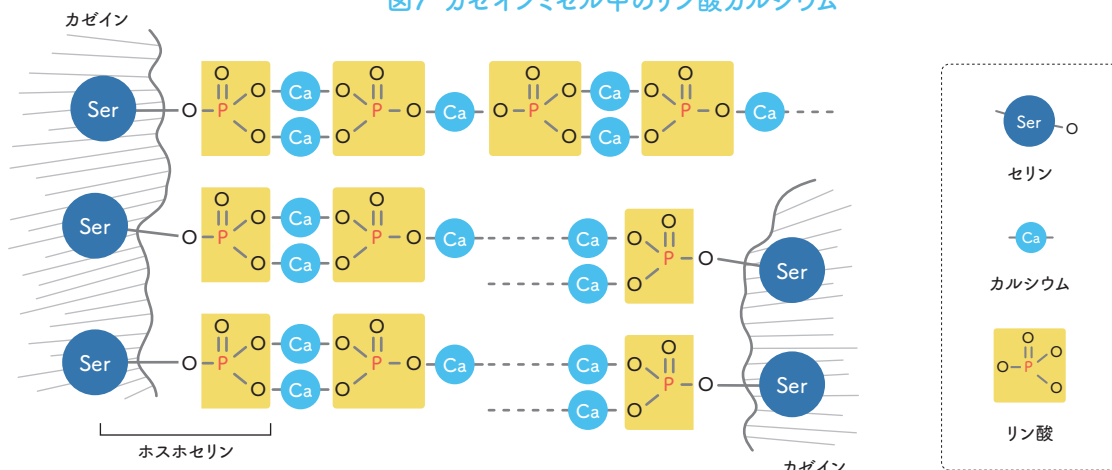
### ミセル性リン酸カルシウムの素顔

カゼインは水に溶けないたんぱく質ですが、外側を親水性のミセルで囲む構造を取ることで、あたかも水に溶けているかのように、水の中で固まらず、沈殿してしまうことなく分散して存在することができます。

カゼインはアミノ酸がたくさんつながった構造をしており、その配列の中にセリンというアミノ酸が多数集まるところがあります。セリンはリン酸が結合できる構造(ホスホセリン残基)で、このリン酸にカルシウムが結合できます(カゼイン結合性カルシウム)。

カルシウムには結合できる手が2つあり、一方でリン酸にカルシウムは3つ付くことができるため、この性質によりカゼインミセルに内包される形で、多量のリン酸カルシウムが保持されます。つまり牛乳中に存在するカルシウムは、リン酸化されたセリンを介してカゼインに結合・保持

図7 カゼインミセル中のリン酸カルシウム





され、そのためリン酸カルシウムは分離析出することなく安定的に分散して存在できるわけです(ミセル性リン酸カルシウム(MCP))。

MCPの構造については、いくつかモデルが示されていますが、未だ正確な構造は解明されていません。図7はSchmidtによって1982年に提案されたものの模式図です(文献\*1)。ただし、この模式図によって、リン酸カルシウムがカゼインミセルに内包されて保持される様子は説明できますが、その後得られた知見を全て合理的に説明できるわけではありません。これまでX線による回折や赤外分光光度分析などが行われましたが、さらに精密に解析したところ、結晶構造を持たず、原子や分子が不規則に密集している状態のアモルファス構造であることが判明しています(文献\*2、\*3)。

さきほど、カルシウムの3分の1は可溶化層に遊離イオンの形で存在していると言いました。これらはカゼインミセルの周りを取り巻いて存在しているわけですが、アイソトープを使った方法で可溶性カルシウムは、ミセルに内包されているホスホセリン残基と結合したカルシウムと容易に交換できることも報告されています(文献\*4)。

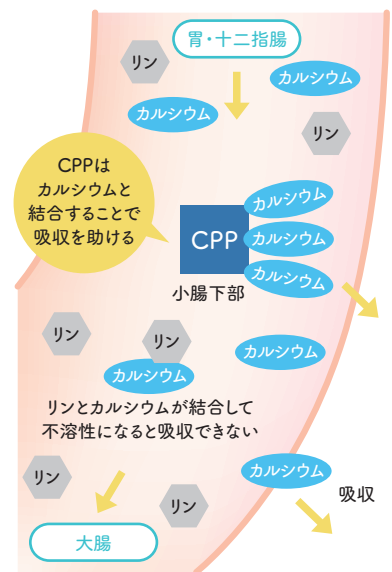
胃の中は酸性なので、かつては、ミセル性リン酸カルシウム(MCP)は一旦可溶化されるとの見方もありましたが、MCPは胃の中で分解されることなく、そのままの形で小腸下部まで運ばれるものと考えられます。

カゼインはその配列の中にセリンというアミノ酸が多数集まるところがあり、ミセル性リン酸カルシウムが多数結合していると言いました。たんぱく質は消化管の中で酵素の働きにより通常は構成成分である個々のアミノ酸まで分解されて吸収されますが、カゼインの上記部分はバラバラにならずカゼインホスホペプチド(CPP)と呼ばれるペプチドとして切り出されます。そしてこのCPPには、元のカゼインと同様にカルシウムをよく保持する能力を維持しており、鳥羽、青木らにより、牛乳中のカルシウムの形態を保持したMCP-CPP複合体の生体利用性が報告されているように、カルシウムは比較的pHが高め傾向にある小腸下部においても、析出してしまいうことなく腸管からの吸収を助けることが解明されています(文献\*5、\*6)。

上で説明したように、牛乳中のカルシウムは、ミセル性リン酸カルシウムとしてカゼインと架橋して、安定性を保ちながら、周りの可溶性カルシウムと相互に入れ替わることができるようになっています。こうした仕組みの存在が、ミセル性リン酸カルシウムとしてのカルシウムだけでなく、周辺に存在する遊離のカルシウムについても、連続的な吸収を可能なものにしていて考えられます(図8)。

数ある食品群の中で、とりわけ牛乳中のカルシウムが、吸収性に優れているのは、こうしたメカニズムが働いているからであると考えられています。

図8  
小腸内でのカルシウムの吸収



CPP:カゼインホスホペプチド  
資料:Jミルク「牛乳・乳製品の知識」

参考文献

- \*1 Schmidt DG: Association of caseins and casein micelle structure. Development in Dairy Chemistry-1. Milk Proteins (Ed by Fox PF) Applied Science Publishers Ltd, London. 1982, p61-86.
- \*2 McGann TCA, Buchheim W, Kearney RD, et al :Composition and ultrastructure of calcium phosphate-citrate complexes in bovine milk systems. Biochim Biophys Acta 760 (3): 415-420, 1983.
- \*3 Lyster RLJ, Mann S, Parker SB, et al:Nature of micellar calcium phosphate in cow's milk as studied by high resolution electron microscopy. Biochim Biophys Acta 801 (2):315-317, 1984.
- \*4 Pierre A, Brule G, Fauquant J: Étude de la mobilité du calcium dans le lait a l'aide du calcium45. Lait 63:473-489, 1983.
- \*5 Aoki T, Nakano T, Iwashita T, et al:Preparation and characterization of micellar calcium phosphate-casein phosphopeptide complex. J Nutr Sci Vitaminol 44 (3):44 7-456, 1998.
- \*6 Toba Y, Kato K, Takada Y, et al : Bi oavailability of milk micellar calcium phosphate-phosphopeptide complex in rats. J Nutr Sci Vitaminol 45 (3):3 11-323, 1999.

# 骨のはなし：中高年の骨密度と骨折

中高年にとっても健康で長生きする上で、カルシウムの摂取は重要なポイントになります。血中のカルシウム濃度が不足すると骨から供給し、余った分は骨に戻す仕組みになっています（「**コラム**：骨吸収と骨形成」参照）。そのため、カルシウムが不足すると骨がスカスカになり、骨粗鬆症や骨折などの危険性が高まるのです。年齢を重ねると、誰でも骨の量は減ってきます。特に女性は閉経後はホルモンの分泌が減るので、気を付けなければなりません。

## 高齢者の5人に1人が骨折・転倒、関節疾患が原因で要介護に

骨量が2～3割減り、骨の構造がもろくなることで、骨折しやすくなる状態を骨粗鬆症といいます。健康な人の骨と骨粗鬆症の人の骨の断面を比べると、骨粗鬆症の人の骨の断面は、骨の中がスカスカで「す」の入った状態になっています（写真参照）。

介護が必要になった主な原因の2割を骨折・転倒、関節疾患が占めています（参考資料1）。特に大腿骨の骨折は歩けなくなってしまうので、そのまま寝たきりにつながる場合もあります。

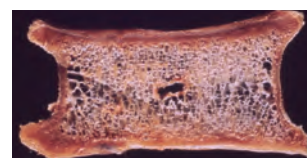
骨粗鬆症は昔からあった病気ですが、人間の寿命が延びて注目されるようになりました。骨もほかの細胞と同じように丈夫な骨づくりのために古い骨を壊し、新しい骨につくり変えています。カルシウムが不足したり、老化によって骨をつくるホルモンが少なくなったりすると、骨をつくる量よりも壊す量が増えてしまいます。その結果、骨密度が低下します。

骨には体を支える柱としての役目と、カルシウムの貯蔵庫としての役目があります。血液中のカルシウムの濃度は、常に一定に保たれています。決まった濃度で保たなければ心臓や脳が正常に働かなくなります。カルシウムが不足すると足りない分を骨から供給して、濃度を一定に保つように働きます。このように貯蔵庫からどんどん出し続けると、骨のカルシウム分が奪われて骨量が減り、その結果、骨粗鬆症を引き起こしてしまうのです。

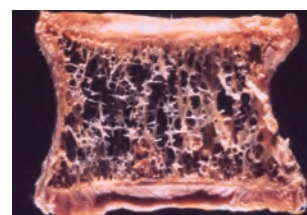
## 不足するカルシウムはコップ1杯の牛乳で解消

現状ではカルシウムの摂取量は、中高年に限らず、給食が提供される11歳ぐらいまでを除いて、男女とも推奨量に比べて200mg以上不足しています（P3 図2参照）。コップ1杯（200ml）の牛乳に含まれるカルシウムは227mg。毎日、コップ1杯の牛乳を飲むことで不足分を解消できるのです。

## 健康な骨と骨粗鬆症の骨の断面



正常な背骨の縦断面



骨粗鬆症の背骨の縦断面

提供：（公財）骨粗鬆症財団

### コラム

#### 骨吸収と骨形成

一見何の変化もないように感じられる骨も、実は日々新陳代謝が活発に行われています。骨折したり、ひびが入ったりした骨が治癒するのは、骨が代謝を繰り返している証です。これを骨代謝と呼びますが、骨代謝には「骨吸収」と「骨形成」があります。

#### 骨吸収

古くなった骨を壊す働きをする破骨細胞が骨を溶かすことを、骨吸収といいます。骨吸収によって骨の中にあるカルシウムが血液に溶け出します。

#### 骨形成

骨を作る働きをする骨芽細胞が、破骨細胞によって吸収された部分に新しく骨を作ります。これを骨形成といいます。骨形成は摂取されたカルシウムを骨の中に蓄えます。

参考資料1：内閣府「平成30年版高齢社会白書」  
参考資料2：厚生労働省「日本人の食事摂取基準（2015年版）」  
参考資料3：厚生労働省「平成29年国民健康・栄養調査」

# 骨のはなし：牛乳摂取による骨密度低下および骨折発症抑制に関する最新のエビデンス

骨粗鬆症や骨折予防の栄養指導は、食事からのカルシウム摂取量を増やすため、補給源として牛乳・乳製品が勧められていますが、その効果を明らかにする介入試験などはほとんど行われていません。そこで、関連する内外の最新のエビデンスについて、岡山県立大学の久保田恵教授らと大阪医科大学の玉置淳子教授の総説をもとに紹介します。

## 牛乳・乳製品の摂取と骨に関するエビデンスをレビュー①

### 久保田教授の総説から

これまで、日本では骨粗鬆症や骨折予防の栄養指導は、食事からのカルシウム摂取の改善に主眼が置かれ、中でも牛乳・乳製品の摂取が推奨されてきています。しかし、日本人を対象として骨密度の増加や骨折の発生に対する牛乳・乳製品の摂取効果を明らかにするための無作為化割付比較試験はほとんど行われていません。

そこで岡山県立大学の久保田恵教授らは、牛乳・乳製品の摂取と骨密度や骨折に関する内外のエビデンスをレビューしました(文献1)。

その結果、海外の論文を含めての中高年期の骨量減少や中高年期の骨量減少やその後の骨折を抑制する効果は強くはありませんでした。しかし、日本人のカルシウム摂取量の現状に鑑み、結論として「牛乳摂取が、週に1回以下のような極端に少ない状況では、大腿骨頸部骨折のリスクを上げる可能性が高いことや、日本人のカルシウム摂取量は低いことから、骨の健康のためには従来通り、成人や高齢者に牛乳・乳製品の摂取を増やすことを勧めることが必要である」としています。

ここでは、紹介されている研究論文のなかから、中高年における骨密度の低下について、牛乳・乳製品の摂取習慣による抑制効果を調べた内外のコホート研究事例を紹介します。

### オーストラリアにおけるコホート研究

因子分析により食事パターンを同定した上で骨密度との関連を見ている。野菜・豆類が多く、高脂肪乳製品の少ない、あるいは果物、野菜、普通脂肪の乳製品の多い堅実食パターンでは低骨密度の罹患率が低めであったが、効果は大きくなかった。(ただし、当該文献の1つでは、ベースラインにおけるカルシウム摂取量が $1184 \pm 494\text{mg/日}$ と

### 文献1より

#### 大腿骨近位部骨折

大腿骨は太ももの骨のことで、骨盤につながるところでおきる骨折を大腿骨近位部骨折といいます。高齢者が転倒した際に起こす3大骨折の1つとされています。大腿骨は骨の付け根の部分が湾曲しているため特に折れやすいこともあり、骨粗鬆症域まで骨密度が低下すると、転倒などが原因となって骨折し、寝たきりの原因に繋がります。

#### 二重エネルギーX線吸収測定法(DXA)

骨密度の測定は、一般に二重エネルギーX線吸収測定法(DXA)により行います。これは2種類のエネルギーのX線を測定部位に当てることで、骨成分を他の組織と区別して測定する方法です。

#### TBS(trabecular bone score)微細構造指標

骨の内部は海綿質からできており「海綿骨」と呼ばれます。「海綿骨スコア(TBS)」とは、得られた画像の濃度変動の指標のことで、DXAでは骨強度の決定要因の一つである「骨微細構造」を判定します。

#### 踵骨骨密度

骨密度の測定は腰椎と大腿骨近位部が最も好ましいとされていますが、測定に制約が伴う場合もあり、橈(とう)骨、第二中手骨、踵(しょう)骨なども対象とされています。

このうち「踵骨とは「かかとの骨」のことで、国内では踵骨専用の超音波骨密度測定法が、①装置が比較的安価、小型軽量で移動可能、②測定時間が1分程度と短い、③X線被曝の問題がなく設置場所や被検者の制限が少ない、といった理由から普及してきています。

#### 参考文献

- 1) 久保田恵、井上里加子、CLINICAL CALCIUM 28(4), 9-16, 2018.

高く、カルシウムサプリの使用者が35%と、対象者は、全体として十分なカルシウム摂取状況にあった。)〈注〉

### 日本におけるコホート研究

「藤原京スタディ男性骨粗鬆症(FORMEN)研究」(文献2)

牛乳摂取量が多い者(1日コップ1杯以上)と少ない者(週に1回以下)を比べると、前者で大腿骨近位部骨密度(注)やTBS(注)が有意に高く、牛乳摂取習慣によって低骨量リスクが抑制されていた。

### アメリカにおけるコホート研究

青年期から老齢期にわたって牛乳摂取量が多い者(1日コップ1杯以上)と少ない者(週に1回以下)を比べた結果、牛乳摂取が老齢期の骨塩量・骨密度の高さに関わっており、特に中年期の摂取習慣の高齢期の骨密度の高さとの関連性が強かった。

## 牛乳・乳製品の摂取と骨に関するエビデンスをレビュー②

### 玉置教授の総説から

大阪医科大学の玉置淳子教授は、牛乳・乳製品摂取増加について以下の3つの検討課題を設定のうえ、最近の内外の疫学研究について網羅的に検索し解析しました(文献3)。

1. 少年期において最大骨量を増加させるか
2. 中高年男女において骨密度低下を抑制するか
3. 中高年男女において骨折リスクを低下させるか

その結果、以下のことが示されたとしています。

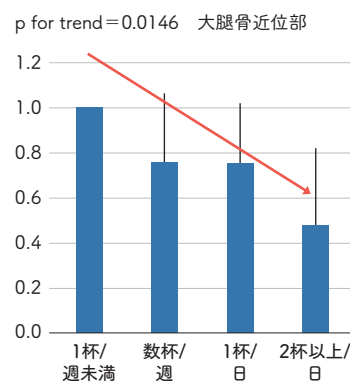
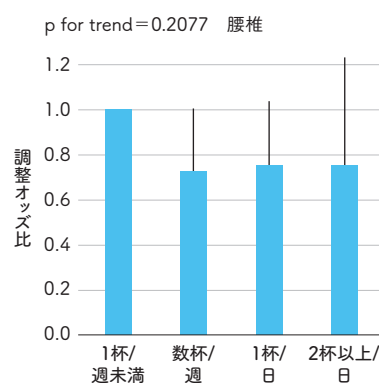
- (1)カルシウム摂取量が少ないわが国では、思春期前の十分な牛乳・乳製品の摂取は骨量を増加させ、高い最大骨量獲得につながる事が期待できる。
- (2)十分な牛乳摂取は有経女性の最大骨量の維持に寄与し、閉経後の骨量減少を抑制することが示された。高齢男性では、十分な科学的根拠はないが、十分な牛乳摂取が加齢による骨量減少を抑制することが期待できる。
- (3)メタ分析で中高年男女の牛乳摂取が骨折リスクと関連していないが、牛乳・乳製品摂取、カルシウム摂取量が少ないわが国では、中高年女性においては十分な科学的根拠はないが、中高年男女の極めて不十分な牛乳・乳製品摂取は骨折リスクを高める可能性がある。

ここでは、紹介されている研究論文のなかから、若年中高年男女における骨密度の低下について、牛乳摂取量の増加による抑制効果を

〈注〉日本の食事摂取基準におけるカルシウム摂取推奨量は650mg/日である。

図9  
牛乳摂取の低骨量に関するオッズ比、FORMEN研究

日本人を対象として検討した結果、牛乳摂取頻度が多いほど低骨量者の割合が低かった。オッズ比は、年齢、体重、喫煙習慣、アルコール摂取量で調整。



出典：文献3より改変

調べた内外のコホートやRCT研究事例を以下紹介します。

- 少年期における牛乳・乳製品摂取と骨密度の関連性に関しては、4件のRCTが紹介され、そのうち2件について、対照群に比べて介入群で有意な骨密度の増加がみられている。
- 成人女性における牛乳・乳製品摂取と骨密度の関連性に関しては、3件のRCTが紹介され、このうち1件について、介入群に3年間乳製品の摂取を増やすように指導したところ、対照群では腰椎骨密度に有意な低下がみられたのに対し、介入群では有意な減少が認められなかった。
- 高齢男性における牛乳・乳製品摂取と骨密度に関して、3件のコホートまたは断面研究が紹介され、うち1件では、牛乳摂取が1日コップ3杯以上の者で骨密度低下が有意に抑制され、他の2件でも牛乳摂取が多いほど骨密度が高かった。このうちの1件は、上述の久保田教授も取り上げている日本で実施された、「藤原京スタディ男性骨粗鬆症 (FORMEN) 研究」(文献2)であり、腰椎と大腿骨近位部における骨量に対する牛乳摂取量の効果を見ており、牛乳摂取量が多いほど低骨量者の割合が低いことが見て取れる結果になっている(図9)。

なお、久保田教授らの総説には、「国民健康・栄養調査」の結果をもとに作成された「日本人の牛乳・乳製品の摂取状況」が示されています(表3)。日本人の食事からのCa摂取量、および牛乳・乳製品の摂取量は2001年以降減少傾向にあり、ここ20年で10%程度食事からのCa摂取量は減少しており(P1 図2参照)、国民健康栄養調査においても牛乳の平均摂取量は1日コップ1杯(約200ml)の半分にも満たない状況です。

参考文献

- 2) Sato Y, Iki M, Fujita Y, et al : Greater milk intake is associated with lower bone turnover, higher bone density, and higher bone microarchitecture index in a population of elderly Japanese men with relatively low dietary calcium intake : Fujiwara-kyo Osteoporosis Risk in Men (FORMEN) Study. *Osteoporos Int* 26 (5) : 1585-1594, 2015.
- 3) 玉置淳子、CLINICAL CALCIUM 28(4), 17-25, 2018.

表3 日本人の牛乳・乳製品の摂取状況

国民健康・栄養調査の食品群別摂取状況及び食品群別栄養素等摂取量より、乳類における各食品の摂取量及び各食品からのCa摂取状況を一覽とした。各食品からのCa摂取量の構成比(%)は次の式で算出した；各カテゴリの総Ca摂取量(mg)/各食品からのCa摂取量(mg)×100  
その結果、日本人の平均牛乳摂取量85.7gは、1日コップ1杯(約200ml)の半分にも満たない状況であり、日本人の総Ca摂取量に対する構成比(供給割合)としては18.5%であった。

	総数			20歳以上			60～69歳			75歳以上		
	摂取量	各食品からのCa摂取量		摂取量	各食品からのCa摂取量		摂取量	各食品からのCa摂取量		摂取量	各食品からのCa摂取量	
	(g)	(mg)	構成比(%)	(g)	(mg)	構成比(%)	(g)	(mg)	構成比(%)	(g)	(mg)	構成比(%)
牛乳	85.7	95.8	18.5	65.4	73.1	14.4	68.9	77.0	13.7	75.1	83.9	15.5
チーズ	3.3	20.2	3.9	3.1	19.1	3.8	2.7	16.5	2.9	2.5	15.6	2.9
発酵乳・乳殺菌飲料	36.3	36.8	7.1	36.6	37.0	7.3	41.8	42.3	7.6	45.1	45.7	8.5
その他の乳製品	6.9	7.0	1.3	5.4	5.5	1.1	3.9	4.0	0.7	3.9	3.9	0.7
合計	132.1	159.7	30.9	110.4	134.7	26.5	117.3	139.8	25.0	126.6	149.1	27.6

出典：平成27年国民健康・栄養調査の結果



## 骨のはなし：中高生のカルシウム摂取

発育のラストスパートを迎える中学生、高校生の時期は、骨量が急激に伸びる時期です。成長期の骨量獲得は最大骨量に与える影響も大きく、将来的に骨粗鬆症の予防につながります。女子栄養大学の上西一弘教授は、骨量獲得にはカルシウム摂取が重要にもかかわらず、食事摂取基準で示された値と実際の摂取量に乖離が見られることを指摘。カルシウム摂取量を増やす努力の必要性を説いています。

### 大事な成長期に足りないカルシウム摂取

12～18歳の中学生・高校生の時期は、最大骨量を獲得する非常に重要な時期です。しかし、日本人の食事摂取基準2015年版では、カルシウム蓄積量は1日あたり中学生男子で242mg、女子では178mg、高校生男子では151mg、女子では89mgと推定されています。この値を基に策定されているカルシウムの必要量（推奨量）は、1日あたり中学生男子では1000mg、女子では800mg、高校生男子では800mg、女子では650mgと、この時期のカルシウム摂取が特に大切なことがわかります。

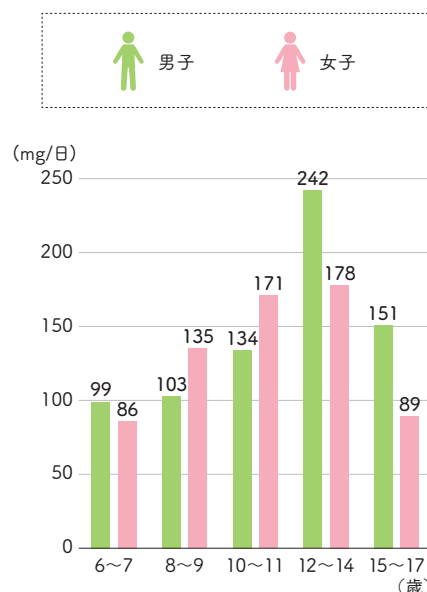
ではこの時期のカルシウム摂取量を厚生労働省の国民健康・栄養調査で見ると、中学生を含む時期は男子で1日あたり678mg、女子で610mgに対し、高校生以上になると男子で508mg、女子で426mgと減少しています。これは学校給食で牛乳の提供があるかどうかの影響しているためです。

### 中学生、高校生のカルシウム蓄積量

年齢と骨密度の関係を見ると、18歳くらいで骨密度のピークを迎えています。そのため、この時期こそ骨量を意識して獲得することが重要といえます。図10の体内のカルシウム蓄積量を見ると、男子では中学生の時期（12～14歳）に最も多く、1日あたり242mgの高値を示しています。高校生の時期も151mgと多く、女子も中学生の時期は178mgと最も多い値を示しており、これは小学生高学年の時期とほぼ同程度です。しかし、高校生の時期を迎えると蓄積量は半分程度に減っています。このことから男子は中学生から高校生の時期、女子は小学校高学年から中学生の時期が、カルシウム蓄積には特に重要だと考えられます。

図10 小学生、中学生、高校生の時期の体内カルシウム蓄積量

1日あたりの体内カルシウム蓄積量を示したもの。



参考: 上西一弘 CLINICAL CALCIUM 28(4), 69-74, 2018. より改変

## 中高一貫校の調査結果から

上西教授が東京都内の中高一貫校の生徒の身体組成を調べたところ、中学生、高校生の時期の男子は骨量が著しく増加していますが、女子では中学2年生くらいで増加が横ばいになっていました。次に中学1年生4月から高校3年生4月までの5年間の平均牛乳摂取状況と骨量増加の関係を見ると、男女とも牛乳摂取量が増えるに伴い、骨量が増える傾向がありました。男子では400ml以上摂取するグループは、ほとんど飲まないグループや100～200ml摂取するグループよりも有意に骨量が増えていました。女子では200～400ml摂取するグループが、ほとんど飲まないグループよりも有意に骨量が増えていました。

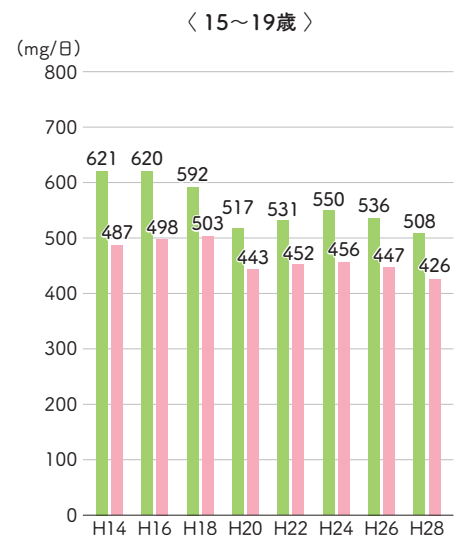
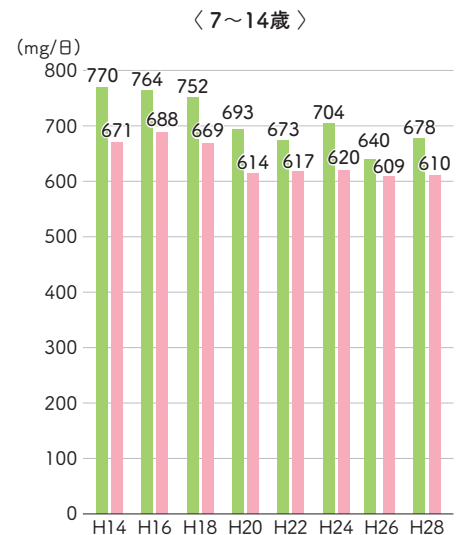
## 学校給食における牛乳提供の意義

図11にある厚生労働省の国民健康・栄養調査で中学生、高校生の時期を含む7～14歳、15～19歳のカルシウム摂取量をみると、どちらの年齢階級も男女とも食事摂取基準で示された値よりも低く、近年はさらに減少傾向にあります。2016年の最新の結果では7～14歳の男子で1日あたり678mg、女子で610mg、15～19歳で男子508mg、女子426mgとなっています。2つの年齢階級の差は男子で170mg、女子で184mgと、減少の原因は学校給食での牛乳の提供が関係していると考えられます。

国民健康・栄養調査を基に乳類の摂取量を調べると、男女とも2つの年齢階級が減少傾向にあり、これがカルシウム摂取量の減少につながっていると思われます。上西教授が調査した東京都内の中高一貫校は、学校給食の実施がないので牛乳の提供がありません。中学生、高校生のカルシウム摂取量は、1日あたり男子で550mg、女子で400～500mg程度と少なく、国民健康・栄養調査の15～19歳のカルシウム摂取量とほぼ同じ水準でした。学校給食で牛乳を提供する意義の高さを示しているといえます。

図11 国民健康・栄養調査による  
カルシウム摂取量の年次推移

カルシウムの摂取量の1人1日あたりの  
平均値(mg/日)



出典：厚生労働省「国民健康・栄養調査」より作成

## 骨のはなし：学校給食と骨量

児童や生徒が適切な栄養を摂取できる学校給食は、正しい食習慣を身に付ける生きた教材としても期待されています。特に成長期は適切な栄養と運動で将来に備えて、強くしなやかな骨づくりが行われる大切な時期なので、十分なカルシウム補給が欠かせません。ここでは学校給食と骨量および牛乳・乳製品の摂取習慣の関係や学校給食がある日とない日によって大きく変化する、子どもたちのカルシウム摂取量について紹介します。

### 給食形態で変化する子どもたちの骨密度

学校給食は主に、完全給食、補食給食、ミルク給食が実施されています。この10年で小学校の学校給食の実施率は少しずつ増えており、平成28年には98.6%、中学校は83.7%に達しています。小・中学校ともに完全給食の実施が増加し、補食給食やミルク給食は減少傾向にあります(図12)。

そこで株式会社五頭の小林奈穂フードサービスマネージャーは、帝京平成大学の塚原典子教授や日本女子大学の江澤郁子名誉教授らとともに給食形態別の踵骨骨密度を調査しました。

調査は宮城、福島、和歌山、高知の4県にある小学校12校の小学校5年生670人と中学校11校の中学生2年生725人を対象に、踵骨骨量を測定した結果を給食形態別で示しました(文献1)。

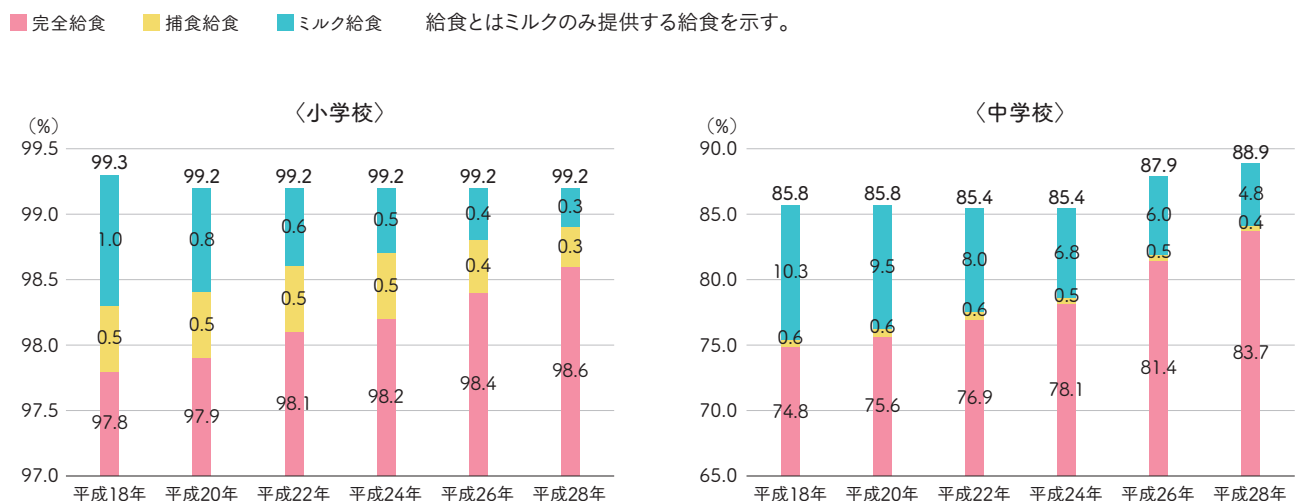
結果は小・中学生の男女ともに、完全給食群が他の2群(ミルク給食群、給食未実施群)に比べ有意に高い値を示し、完全給食の実施が骨量に良好な結果をもたらすことが示唆されました(図13)。学校給食があることにより昼食で適切な栄養摂取ができること、さらに学校給食が生きた教育媒体として昼食以外の食事にも影響を及ぼしているためだと考えられます。成長期に重要なカルシウムは、牛乳だけでなく多くの食品が供給源となっているので完全給食も提供する食事全体がとても重要なことがわかります。

### 給食形態は子どもたちの食行動にも影響

給食形態別の牛乳・乳製品の摂取状況と牛乳に関する知識・態度も調査しました。給食以外での牛乳や乳製品を「毎日食べる」のは、小・中学生ともに完全給食群が

図12 学校給食の実施状況

完全給食とはパンまたは米飯(これらに準ずる小麦粉食品、米加工食品その他の食品を含む)・ミルクおよびおかずである給食、補食給食とは完全給食以外でミルクおよびおかず等である給食、ミルク給食とはミルクのみ提供する給食を示す。



出典：文部科学省「学校給食実施状況等調査」



高値であることが示されました。また、牛乳が身体に良い理由を「よく知っている」と答えたのは、これも小・中学校ともに完全給食群が最も高い結果となりました。完全給食の実施は牛乳に関する知識を身に付ける役割を果たしているのです。さらに「学校給食用牛乳の摂取状況」では、2群間(完全給食群とミルク給食群)で変わりませんが、「給食の牛乳の好き・嫌い」では小学生で完全給食群の方が「好き」と答えた子どもが多くいました。

### 学校給食でのカルシウム摂取の実態

学校給食摂取基準では、日本人の摂取基準の推奨量のおよそ50%を給与することを基準値にしています(文献2)。日本人のカルシウム摂取水準が低いことから、基準値の設定には特別な配慮がされているのです(文献3)。

学校給食でのカルシウム摂取源は、乳類、野菜類や豆類が報告されていますが、給食のある日とない日のカルシウム摂取量を比較した研究では給食のある日に摂取量が多く、食事区分別では昼食に違いがあることが報告されています。そこで常葉大学の野末みほ准教授は、児童・生徒のカルシウム摂取状況や学校給食の実施と摂取状況のほか、学校給食が児童・生徒のカルシウム摂取量にどのような役割を担っているかを分析しました。

### 給食のない日の昼食のカルシウム摂取量は3分の1以下

平成28年国民健康・栄養調査では、7～14歳のカルシウム摂取量の平均値は646mgで、すべての年代の中

で最も高い値を示しています(文献4)。

野末准教授は2007年10月～2008年2月にかけて東京都と岡山県の小学校5校の5年生(男子32人、女子50人)を対象に平日2日と休日1日の食事調査を行ったところ、男女ともに学校給食がある日のカルシウムの摂取量が多い結果がでました(文献5)。

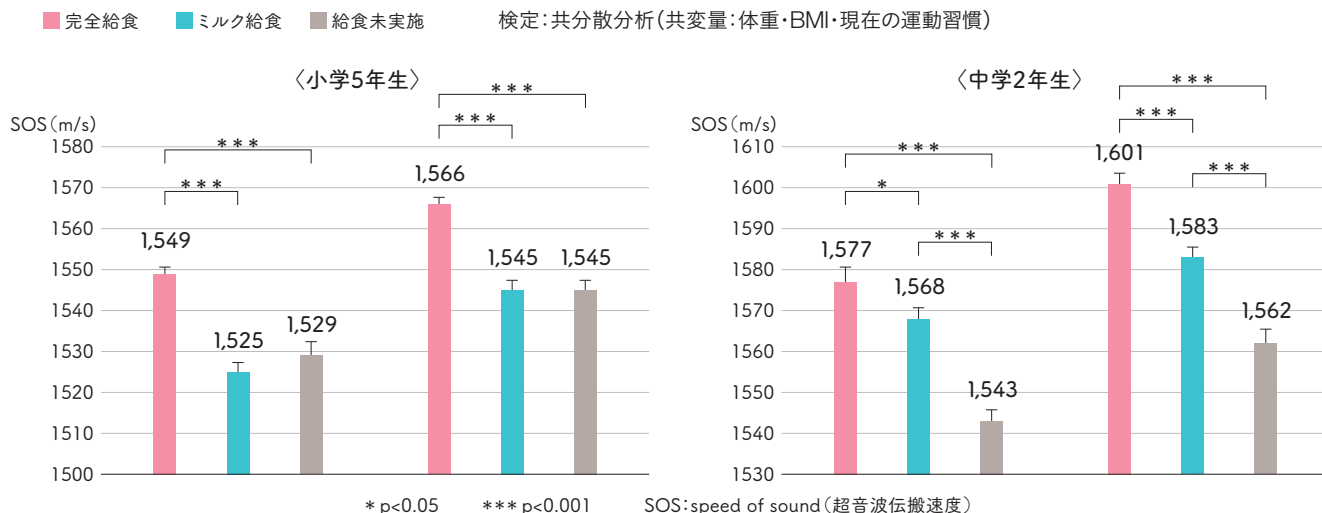
さらに東京都と岡山県の調査結果から、学校給食の牛乳から得たカルシウム摂取量が、集団としての摂取量の分布をどのように変化させているのかを調べました(文献6)。その結果、学校給食のない日の習慣的な摂取量が推定平均必要量未満だったのは67%を占めたのに対し、学校給食がある日の推定平均必要量未満の割合は25.5%。学校給食の牛乳からのカルシウムで摂取量の分布が150mg程度、高い方へシフトしたと考えられています。学校給食は集団として栄養素の摂取量の分布を高い方にシフトさせる役割を担っていることを裏付ける結果となりました。

#### 参考文献

- 1) 小林奈穂,塚原典子,小築康弘ほか:給食形態と児童・生徒の体格および食習慣との関係。日本給食経営管理学会誌4:87-95,2010。
- 2) 文部科学省「学校給食実施基準の一部改正について」(2018年1月25日)
- 3) 厚生労働省「日本人の食事摂取基準」(2015年版)
- 4) 厚生労働省「平成28年国民健康・栄養調査」
- 5) 野末みほ,Jun Kyungyul,石原洋子ほか:小学5年生の学校給食のある日とない日の食事摂取量と食事区分別の比較,栄養学雑誌68(5):289-308,2010。
- 6) Nozue M,Jun K, Ishihara Y, et al:How does fortification affect the distribution of calcium and vitamin B1 intake at the school lunch for fifth-grade children? J Nutr Sci Vitaminol 59:22-28,2013。

図13 学校給食形態別の踵骨骨量

4県(宮城県、福島県、和歌山県、高知県)の小学校12校の小学5年生(670名)および中学校11校の中学2年生(725名)を対象に踵骨骨量を測定した結果を、給食形態別で示した図である。検定:共分散分析(共変量:体重・BMI・現在の運動習慣)



出典:小林奈穂,塚原典子,江澤郁子,CLINICAL CALCIUM28(4),75-80,2018.より改変

# データを正しく解釈～疫学研究の解説～

9ページから11ページにわたって牛乳摂取習慣と骨密度や骨折に効果があるのかどうかを調べた最近の研究結果を紹介しています。これらは「疫学研究」に係るものですので、ここで関係する用語の意味などについて説明します。

## コホート研究

前向きコホート研究では、ある集団(コホート)の登録者に対し、あらかじめ個別に食生活習慣に関する情報を集めた上で、各個人がどのような病気になったかなどを長期間にわたって追跡し、得られたデータを分析することで、特定の食生活と特定の病気の発症リスクの関係の有無を調べます。

## 無作為化比較対照試験(RCT)

前向きコホート研究が観察研究であるのに対し、RCTは臨床介入研究です。対象者を無作為に介入群(特定の食品を摂取し続けてもらう)と対象群(その食品を摂取しない)とに割り付け、両群間の差異を比較します。ただ、前向きコホート研究に比べて、病気の発症の有無が見られるほどの長い期間での実施は困難ですので、通常は臨床検査値などのような「代替アウトカム」を解析対象とします。

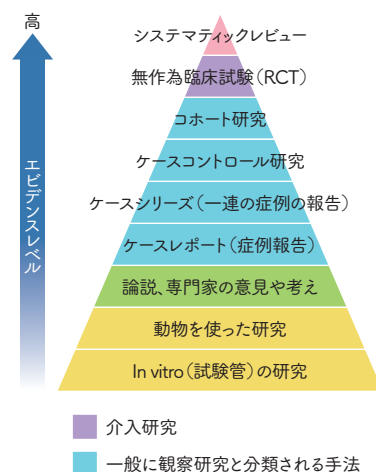
## システマティックレビュー(メタ解析)

単一の疫学研究ではなく、あらかじめ定められたプロトコールに則り同様な目的で実施された類似疫学研究を網羅的に集め、統合的に検証する研究です。統合対象から除外した研究がある場合は、その妥当性が説明されねばなりません。全体の規模が大きくなるため結果の精度が高まるほか、様々なバイアス(偏り)が排除されやすくなり、多種ある評価方法の中で最も信頼性が高いとされています(図参照)。

## コホート研究のイメージ

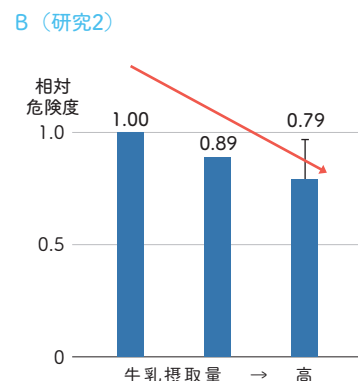
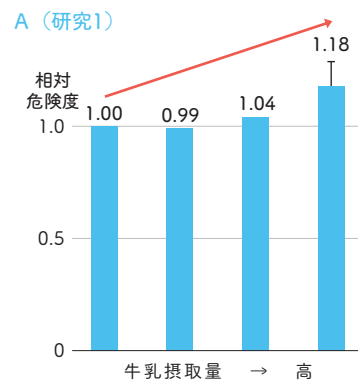
例えば、牛乳の摂取習慣と特定の疾病の発症との関係を見たいとします。コホートの登録者を牛乳の摂取量(少量～多量)に応じて3～5点程度に同数ずつとなるように区分して、区分ごとにその疾病の発症数を調べ、他の区分の発症数と比較します。その比を相対危険率と呼びます。研究例1の様に、牛乳を飲む量が増えるに従って発症数が増えるなら、牛乳摂取の習慣がその疾病の発症を促進させていることになり、有害(リスクあり)の判定となります(図-A)。この場合、相対危険率は1より大きな値となります。反対に、研究例2の様に牛乳を飲む量が増えるに従って発症数が減るならば、牛乳摂取量が多いほどその疾病の発症が減ることになり、牛乳摂取の習慣はその疾病に対して予防効果がある(有益性あり)の判定となります(図-B)。この場合は、相対危険率は1より小さい値となります。

エビデンスピラミッド



出典: 国立国際医療センター「初期臨床で身につけたい臨床研究のエッセンス」Vol.2 第4章より改編

コホート研究説明図

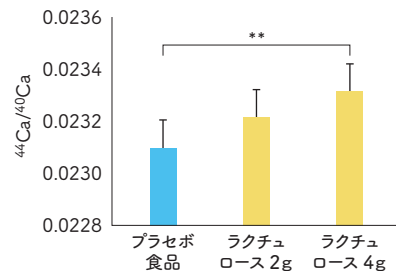


# 話題のラクチュロース、MBP®とは

牛乳由来の機能成分のうち、カルシウムや骨に係るものとして最近解明が進んできたラクチュロースと乳塩基性たんぱく質(MBP®)を紹介します。

## ラクチュロースとカルシウム吸収

牛乳中に含まれる乳糖はガラクトースとグルコース(ブドウ糖)が結合した二糖ですが、グルコース部分がフルクトース(果糖)に変わったもの(異性化)がラクチュロースです。天然には存在しないとされていますが、牛乳を製造する過程において生乳の殺菌工程で一部生成することが報告されています。工業的には乳糖を原料に、異性化により製造されます。ラクチュロースは難消化性であり、人間はこれを分解できず消化できませんが、ビフィズス菌などの乳酸菌にとっては格好のエサとなり、酢酸などの短鎖脂肪酸に代謝されます。つまり、人間が摂取した場合は、消化されずにそのまま小腸を通過し大腸に到達しますが、ラクチュロースの継続的な摂取により、大腸内がビフィズス菌優勢な人間にとっても好ましい腸内環境が生まれ、生成する短鎖脂肪酸などにより大腸内のpHが下がります。カルシウムは先に説明したように(P6-7参照)、pHが高まるにつれて不溶化し吸収効率が落ちますが、小腸で吸収されないまま大腸に到達した分は、大腸内が酸性に傾いていれば再び可溶化し吸収が進むと考えられます。最近研究が進み、ラクチュロースについてこうした効果を持つことのエビデンスが蓄積されてきています。



出典: 境 洋平 CLINICAL CALCIUM 28(4), 63-67, 2018. より改変

## ラクチュロース摂取のカルシウム吸収促進効果

ラクチュロース4g配合の試験食品において、プラセボ商品に対して尿中のカルシウムの安定同位体比が有意に上昇している(\*\*P<0.01, Dunnett-Hsu test)。安定同位体比の上昇は、カルシウムの吸収が増加したことを示している。

## MBP®と骨

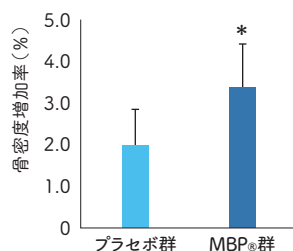
乳塩基性たんぱく質(Milk Basic Protein:MBP®)は牛乳に含まれるさまざまな微量塩基性たんぱく質の複合物です。その中には生理機能を有する成分も多数含まれていることが解明されてきています。それらのうち骨に係るものとして、臨床試験などを通じて、MBP®の摂取によって骨形成と骨吸収のバランスが改善されること、年齢に関わらず骨密度が改善することが明らかになってきています(図参照)。

## MBP®の摂取による骨密度増加効果

MBP®(40mg/日)摂取6カ月後の骨密度増加率を調べた。

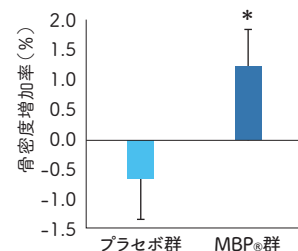
成人女性の左踵骨に対する効果

\* p<0.05



更年期上製の腰椎に対する効果

\* p<0.05



出典: 瀬戸 泰幸 CLINICAL CALCIUM 28(4), 87-91, 2018. より改変

監修  
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 先生

徳島大学大学院栄養学研究科修士課程修了後、雪印乳業生物科学研究所を経て、1991年より女子栄養大学に勤務。

専門は栄養生理学、特にヒトを対象としたカルシウムの吸収・利用に関する研究、成長期のライフスタイルと身体状況、スポーツ選手の栄養アセスメントなど。

2015年版の「日本人の食事摂取基準」策定において、2005年版、2010年版に続きワーキンググループメンバー(ミネラル)を務める。

骨粗鬆症の予防と治療ガイドライン作成委員会委員。

本件に関するお問い合わせ先

一般社団法人 Jミルク

広報グループ

TEL 03-5577-7492 FAX 03-5577-3236

URL <https://www.j-milk.jp/>

E-mail [info@j-milk.jp](mailto:info@j-milk.jp)

平成30年度生乳需要基盤確保事業 独立行政法人農畜産業振興機構 後援



※本文中におけるデータ、コンテンツにつきまして、メディアに転載される際には、転載許可をご確認いただく必要があります。

※本資料は日本のメディアの方々に向けた情報提供資料です。本資料に記載されております画像や有識者紹介につきましては、承諾が必要なものもございますので、WEB、広告などに無断転載されることのないよう、お願い申し上げます。