

Chapter 2

第2章

牛乳のはなし

人類が羊や山羊の乳を利用し始めたのは、今からおよそ1万年前の西アジアでのことといわれています。そして、羊や山羊の搾乳開始からほどなくして、牛の乳の利用が始まりました。

現在では、酪農家が生産した生乳は牛乳工場で牛乳や乳製品として製品化されています。牛乳は生乳に何も加えることなく、消化吸収を良くするため脂肪球の均質化を行い、殺菌したものです。牛乳はすべての工程で冷却され、ほとんど空気に触れることなく衛生的に生産・配送されています。

一般社団法人Jミルクが毎年実施しているアンケート調査によると、15歳以上の人々が牛乳類を飲む頻度は2014年まで少しずつ減少する傾向にありましたが、2015年は「毎日」飲む人の割合が上昇して30%を上回りました。

牛乳は、生体に不可欠な三大栄養素をはじめ各種ミネラルやビタミンをバランス良く含み、栄養素密度にも優れた理想的な食品です。日本人に慢性的に不足しているといわれるカルシウムの主な摂取源でもあります。学校や家庭においては、牛乳の栄養素や体の仕組みとの関わりについて今後も正しく情報発信していく必要があります。

1 世界の乳・乳製品利用の歴史

動物の乳の利用は
約1万年前に始まった

母乳は、哺乳動物が自分の子どもを育てるために、その動物が自ら生産できる唯一の食料です。

人類が羊や山羊の乳を利用し始めたのは、およそ1万年前の西アジアでのこと。私たちの祖先であるホモ・サピエンス(ラテン語で「賢い人」という意味)が肉を獲得するために羊や山羊を家畜化し、やがて乳を利用したのが始まりといえます。

牛の家畜化は、羊や山羊の家畜化よりも少し遅れて西アジアで開始されたと推定されています。そして、牛の家畜化からほどなくして、牛の乳を利用する歴史が始まりました。羊や山羊では1年を通じて搾乳できず、生乳を保

存するために、乳製品をつくる加工技術が発達していきました。

約6500年前には牛に犁^{すき}を引かせる農耕方法が誕生しました。それまで家畜として肉や牛乳、皮などを生産していた牛が農業の労働力として生産性向上に役立つようになったのです。

● 牧畜の発展とともに
広がった乳の利用

西アジアで農耕を営みながら羊や牛を家畜化した人々の中から、家畜の乳に大きく依存する、牧畜という生活様式をとる人々が現れました。西アジアでは、はじめに乳を乳酸発酵させてはっ酵乳をつくります。そして、はっ酵乳をチャーニング(攪拌)してバターをつくり、残った脱脂乳はチーズの原

型になった硬い保存食の「ジャמיד」などに活用しました。この乳文化は今も西アジアの牧畜民に継承されています。

その後、牧畜の発展とともに、ヨーロッパ、モンゴル、チベット、そしてインドへと乳の利用は次第に世界に広がっていったと考えられています。ローマ字の「A」を逆さにすると牛の顔の形に似ていますが、「A」は牛の頭部の象形文字からできたといわれています。また、ギリシャ文字の「α(アルファ)」は牛を意味するセム語の「Alef(アレフ)」に由来するといわれ、当時から人間と牛は切り離せない関係だったことが分かります。

一方、日本や中国では田畑を耕す労働力として牛を飼うのみで、乳の利用は限定されていました。

Column

5

牛乳で悟りを開いたお釈迦様

釈迦が太子であったころ、山奥にこもって1週間に1食しか食べないという厳しい絶食修行を行いました。衰弱した体で下山し、尼連禪河^{にれんぜんが}で身を清めた太子に、難陀婆羅^{たばら}という長者の娘が一杯の牛乳を捧げました。牛乳を一口飲んだ太子はこれほど美味なものがこの世にあったのかと驚き、そこで悟りを開いたという説があります。

このため、仏教の教典には「牛より乳を出し、乳より酪^{らく}(ヨーグルト)を出し、酪より生酥^{せいそ}(酥は濃縮乳のこと)を出し、生酥より熟酥^{じゅくそ}を出し、熟酥より醍醐^{だいご}(チーズカバターオイルのようなもの)を出す」とあり、醍醐^{だいご}が最高の美味とも書かれています。

醍醐^{だいご}という言葉は、仏教用語で「仏の最上の経法」の意味で、牛乳文化と仏教が深い関係にあったことがうかがわれます。

2

日本の牛乳の歴史

飛鳥・奈良時代	645年	大化の改新のころ、百済からきた帰化人・智聡の子の善那が、孝徳天皇に牛乳を献上したのが始まりといわれている（『新撰姓氏録』より）
	701年	大宝律令で、官制の乳戸という一定数の酪農家が都の近くに集められ、皇族用の搾乳場が定められた
	718年	元正天皇の時代、牛乳を煮詰めてつくる「酥」の献上を七道諸国に命じた
平安時代	927年	醍醐天皇の時代、「貢酥の儀」の順番、献上する容器を、法典「延喜式」に定めた。「醍醐」とは涅槃経の「乳は酪となり、酪は生酥となり、生酥は熟酥となり、熟酥は醍醐となる、醍醐最上なり」からきた言葉で、これ以上のおいしさはないという意味である
	984年	日本で最古の医術書『医心方』には、「牛乳は全身の衰弱を補い、通じを良くし、皮膚を滑らかに美しくする」と古代乳製品の効用と解説が記されている
皇族から始まった牛乳飲用は、藤原一族から広く貴族の間に広まった。天皇、皇后、皇太子で1日約2～3Lを供し、余りは煮詰めて保存のよい酥をつくったと記されている。このように広まった牛乳飲用だが、仏教で殺生を禁じたり、朝廷の勢力が次第に弱まるとともにすたれていった		
江戸時代	1596年	海外の宣教師が貧民の幼児を集めて牛乳を飲ませる乳児院を長崎に建てたが、キリシタン弾圧で廃止された
	1727年	8代將軍吉宗は、オランダ人カピタンに馬の医療用として牛乳の必要性を教えられ、インドから白牛3頭を輸入して千葉県安房郡で飼育を始めた。これが近代酪農の始まりといわれている
	開国して外国人が住むようになると、牛乳の必要性がいつそう高くなった	
	1863年	前田留吉は、オランダ人から牛の飼育、搾乳を習い、横浜に牧場を開き、牛乳の販売を始めた
明治・大正・昭和時代	1869年	横浜で町田房造が、日本人で初めてアイスクリームを製造販売
	1871年	「天皇が毎日2回ずつ牛乳を飲む」という記事が新聞・雑誌に載ると、国民の間にも牛乳飲用が広まるようになった
	1951年	厚生省令第52号乳等省令を公布

1 牛乳工場での生産の流れ

牧場から牛乳工場へ運ばれた生乳は、さまざまな工程を経て牛乳となります [図2-1]。牛乳工場での生産の流れを工程ごとに説明します。

● 計量と受入検査をする

生乳はタンクローリー車で酪農家より集乳され、10℃以下に冷却されたまま衛生的に牛乳工場や乳製品工場へ運ばれます。

工場に着いた生乳は、計量後、タンクローリーからパイプを通して貯乳タンクに送られます。このとき、牛乳などの原料乳として受け入れ可能かどうかの検査を10種類以上行います。検査は「乳及び乳製品の成分規格等に関する省令」(以下、乳等省令、1951年制定)などによる一定の基準のもとで行われ、それに合格する必要があります。実際には、製品の品質の確保・向上のため、生産者と乳業メーカーの間ではこれらの基準よりも厳しい規格で取引されています。主な受入検査の手法と基準は表2-1の通りです。

● 貯乳する

受入検査に合格した生乳は冷却機

表2-1 | 主な受入検査の手法と基準

検査の種類	検査の方法と目的	乳等省令などの基準
乳温測定	生乳に含まれる細菌が増殖しにくい温度帯で管理されているかを確認する	10℃以下
風味検査	訓練された経験豊かな検査員が風味に異常がないかを確認する	異常なし
アルコール検査	70%アルコールと生乳を等量混ぜ、凝固物ができるかどうかを観察する。凝固物ができる生乳は、鮮度が悪かったり出荷できない初乳が含まれている可能性があるため、受け入れできない	陰性
比重検査	比重計を使用し、水など牛乳以外のものが入っていないかを確認する	異常なし (摂氏15度において1.028以上)
酸度検査	検査機器を使い、乳中の有機酸量を測定し、腐敗や変質などがないかを検査する	乳酸酸度0.18%以下
細菌数検査	生乳を顕微鏡で観察する直接個体鏡検法により、生乳に含まれている細菌の総数を調べる(ブリード法)	400万個/mL以下
乳成分検査	検査機器を使い、乳の各成分(脂肪など)と無脂乳固形分(SNF)を調べる	乳脂肪分3.0%以上 無脂乳固形分8.0%以上
抗菌性物質検査	ペーパーディスク法という検査方法で、牛の病気を治すために使われた抗生物質などの成分が生乳に入っていないかを検査する	陰性

図2-2 | 脂肪分の均質化(ホモジナイズ)

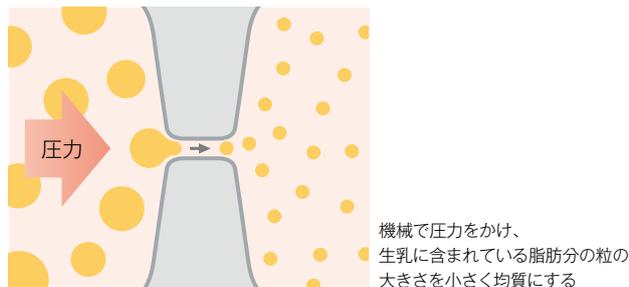
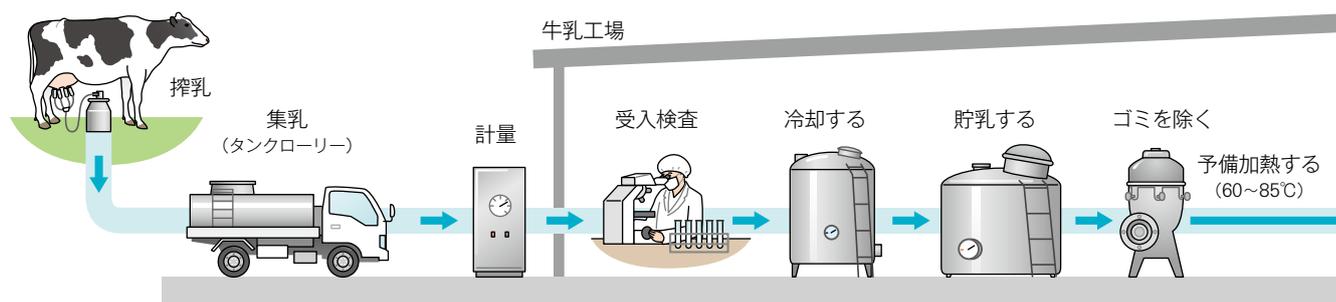


図2-1 | 工場での牛乳が生産されるまでの流れ



で10°C以下に冷却され、貯乳タンクへ送られます。貯乳タンクは生乳の温度上昇を防ぎ、生乳中の乳脂肪球の浮上を防止する攪拌装置を備えています。

● ゴミを除く

強力な遠心分離装置(清浄機:クラリファイアー)や濾過機などを使い、生乳中の目に見えない小さなゴミや異物などを分離・除去します。

● 均質化(ホモジナイズ)する

生乳中にある乳脂肪球の大きさは、直径 $0.1\mu\text{m}$ ~ $10\mu\text{m}$ です($1\mu\text{m}$ =1,000分の1mm)。生乳を静止した状態で保存していると比重の軽い乳脂肪は生乳の表面に浮き、生クリームができます。そこで、均質機(ホモジナイザー)で生乳に強い圧力をかけ、乳脂肪球を直径 $2\mu\text{m}$ 以下の細かい粒子にします。これを均質化(ホモジナイズ)といいます[図2-2]。均質化された牛乳は脂肪球が浮いてこないで、始めから飲み終わりまで均一な味わいになります。脂肪球に溶けているビタミンA・Dも均一に摂れます。また、細くなるのでさらに消化吸収が良くなります。

均質機のことをホモジナイザーとも呼ぶので、この機械を使わない牛乳を

「ノンホモ牛乳」と呼ぶことがあります。ノンホモ牛乳は表面に大きな脂肪球が浮いているため、上層部を飲むと味が濃く感じられることがあります。

● 殺菌する

生乳には細菌などが入っているため、殺菌機で加熱してほぼ死滅させま

す。殺菌後は直ちに10°C以下に冷却されます(殺菌方法については24ページを参照)。

● 充填包装する

殺菌処理された生乳は貯乳タンクに一時的に貯蔵された後、容量に応じて牛乳容器に充填されます。箱型容器

Column

6

牛乳びんがリユース(再利用)されるまで

牛乳びんは、使用後、洗浄・殺菌して何度もリユース(再利用)されます。

工場では、アンケーサーという機械を使って戻りびんを収納ケースから取り出し、コンベアに乗せます。コンベアに乗せられた戻りびんは、大きな洗浄(殺菌)機に入ります。洗浄機は、戻りびんを特殊な洗剤を入れた60~70°Cのお湯の中に20~25分浸してブラッシングし、清浄な水で噴射洗浄後、殺菌・乾燥するシステムです。戻りびんは、総工程で約30分をかけてきれいなびんに生まれ変わります。洗浄水などは、大きな浄化槽で浄化してから排水することが義務づけられています。

きれいに洗えているか、傷がないかなどの検査を経た牛乳びんには、びん専用の充填機を用いて牛乳が充填されます。牛乳が充填されたびんは、打栓機で紙キャップが、フードマシンでポリエチレンフィルムがつけられた後、ケーサーという機械でコンベアから収納ケースに納められます。

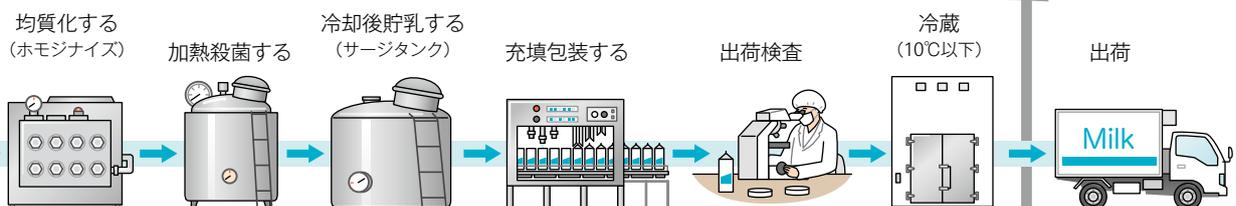
Column

7

牛乳工場の見学について

多くの牛乳工場では、児童・生徒の工場見学を受け入れています。見学希望の学校は、まず学校給食用牛乳を供給している工場に問い合わせてください。

衛生管理や安全上の理由から見学できない製造室内部などについては、パンフレットやスライドを用意している工場も多いので、見学内容や時間制約なども含めて確認の上、見学を計画してください。



の場合(ブリックパック、学校給食用牛乳も含む)、充填包装機の中でロール紙を成形しながら牛乳を入れて密封します。1L容器の場合は、充填包装機の中で紙容器を角筒状に成形しながら底を密閉し、牛乳を入れて上部を密封します。

充填・密封後、賞味期限または消費期限が印字されます(牛乳類の期限表示

には、一般的なUHT殺菌乳における賞味期限と低温殺菌乳における消費期限の2種類があります)。賞味期限とは「品質が変わらずにおいしく飲める期間」、消費期限とは「安全に飲める期間」です。ただし、消費期限も賞味期限も袋や容器を開けず、書かれた通りに保存していた場合の安全やおいしさを約束したものです。

● 出荷検査をする

出荷検査用のサンプリングは、冷蔵庫に入れ10℃以下で保存し、検査結果を待ちます。出荷検査では、風味や成分、酸度、細菌数、大腸菌群などの検査が改めて行われます。出荷検査に合格した牛乳は、牛乳工場から保冷車でさまざまな出荷先へ運ばれていきます。

2

牛乳の殺菌方法と栄養素の変化

● いろいろな殺菌方法

牛乳は食品衛生法に基づく乳等省令に基づいて殺菌され、包装されています。殺菌方法は乳等省令で「保持式により63℃で30分間加熱殺菌するか、またはこれと同等以上の殺菌効果をもつ方法で加熱殺菌すること」と定められています。殺菌方法は表2-2のよ

うに5つに大別されます。

また、加熱殺菌する設備としては、牛乳と加熱熱源を接触させることなく加熱する間接加熱方式と、加熱蒸気を牛乳に接触させる直接加熱方式があります。間接加熱方式には、プレート式熱交換機(予備加熱部と加熱部および冷却部を連結した密閉式の波型プレート熱交換機)を使用し、牛乳がプレート間を通過する際に殺菌するプレート式な

どがあり、連続式低温殺菌(LTLT)や高温短時間殺菌(HTST)、超高温瞬間殺菌(UHT)の多くはこの方式で行われています。一方、直接加熱方式には、加熱蒸気中に牛乳を吹き込んで殺菌するスチームインフュージョン式、牛乳中に加熱蒸気を吹き込んで殺菌するスチームインジェクション式があります。

● それぞれの方法による殺菌効果

それぞれの殺菌方法は殺菌効果が異なり、低温保持殺菌(LTLT)、連続式低温殺菌(LTLT)、高温保持殺菌(HTLT)、高温短時間殺菌(HTST)ではすべての細菌や胞子を死滅させることはできませんが、人間に有害な細菌などは死滅するため、冷蔵保管により一定期間は安心して飲むことができます。

耐熱性孢子形成菌を死滅させるのは超高温瞬間殺菌(UHT)のみで、低温保持殺菌(LTLT)に比べ1万倍もの高い殺菌能力があるといわれています。日本の牛乳は、この超高温瞬間殺菌

Column

8

加熱殺菌と牛乳の栄養価

牛乳成分は高温殺菌の加熱で大きく変化することはありません。牛乳のたんぱく質は加熱により変性しますが、栄養価には変化はありません。「変性」という言葉が、悪いものになると誤解されているようです。

日本の牛乳の9割以上は超高温瞬間殺菌(UHT)されていますが、120℃以上で加熱すると牛乳中のたんぱく質は加熱変性を起こします。変性とは、たんぱく質の立体構造が変化することで、卵を加熱してゆで卵や目玉焼きにしたり、肉や魚を煮たり焼いたりするときに起こる変化と同じです。焦げのできるような極端に厳しい加熱温度と加熱時間の場合には別ですが、加熱による変性でたんぱく質のアミノ酸組成が変わるわけではなく、栄養価には変化はありません。むしろ加熱変性により消化性が高まるため、相対的な栄養価は上昇します。

また、牛乳中のカルシウムは超高温瞬間殺菌(UHT)により溶解性のリン酸カルシウムのごく一部が不溶化します。ヒトのカルシウム吸収率試験では、超高温瞬間殺菌(UHT)で殺菌された牛乳を用いた結果、牛乳40%、小魚33%、野菜19%と、他のカルシウム含有食品に比べ高い吸収率を示しました(43ページの図2-21「カルシウムの吸収率の比較」を参照。『日本栄養・食糧学会誌』Vol.51、公益社団法人日本栄養・食糧学会、1998年)。

(UHT)が9割以上を占めています。

また、「常温保存可能品」と表示された牛乳もありますが、これはUHT殺菌乳を牛乳パックに無菌充填するまでを特別な機械や管理システムで行ったものです。このため、未開封であれば冷蔵保存の必要はなく、常温保存が可能となります。

● 牛乳の安全性を高めるために

牛乳は、殺菌温度と殺菌時間を容器に表示するよう義務づけられています。

近年では、耐熱性の孢子形成菌や抗生物質が効かない菌、新しい病原菌、低温でも繁殖する細菌などが次々と発見されています。より安全な牛乳を提供するために、乳業メーカーだけでなく酪農家や販売業者、行政が一体

表2-2 | いろいろな殺菌方法とその効果

殺菌方法	概要	殺菌効果
低温保持殺菌 (LTLT)	生乳を保持式で63～65℃で30分間加熱殺菌する方法	すべての細菌などを死滅させることはできないが、人間に有害な細菌などは死滅するため、冷蔵保管により一定期間は安心して飲むことができる
連続式低温殺菌 (LTLT)	生乳を連続的に65～68℃で30分以上加熱殺菌する方法	
高温保持殺菌 (HTLT)	生乳を保持式で75℃以上で15分以上加熱殺菌する方法	
高温短時間殺菌 (HTST)	生乳を72℃以上で連続的に15秒以上加熱殺菌する方法	耐熱性孢子形成菌を死滅させるのはこの方法のみで、低温保持殺菌 (LTLT) に比べ1万倍もの高い殺菌能力がある
超高温瞬間殺菌 (UHT)	生乳を120～130℃で2～3秒間加熱殺菌する方法。日本で市販されている牛乳の9割以上がこの殺菌方法で処理されている	

となり、食品安全の研究や品質チェックなどを行っています。

地域の保健所では、工場の立ち入り検査や市場に出回っている牛乳の抜き取り検査も行われ、牛乳の安全性を高める努力が続けられています。

3 牛乳が学校や家庭に届くまで

● 衛生的に管理された流通システム

酪農家で衛生的に搾られた生乳は、牛乳工場で製品化された後、小・中学校に直接配送されているほか、牛乳販売店(乳業メーカーの販売会社を含む)や

配送センターを経由してスーパーマーケットやコンビニエンスストアなどに配送されます。

牛乳販売店などは家庭配達のほか、地域の小売店や自動販売機、保育所、幼稚園、老人ホーム、高校・大学、病院など地域のあらゆるところに牛乳を

配達しています[図2-3]。

生乳や牛乳は、輸送・保管・販売のすべてにおいて10℃以下の冷蔵流通が乳等省令に定められ、消費者の手に届くまで細心の注意で衛生的に管理され、新鮮さが保たれています。

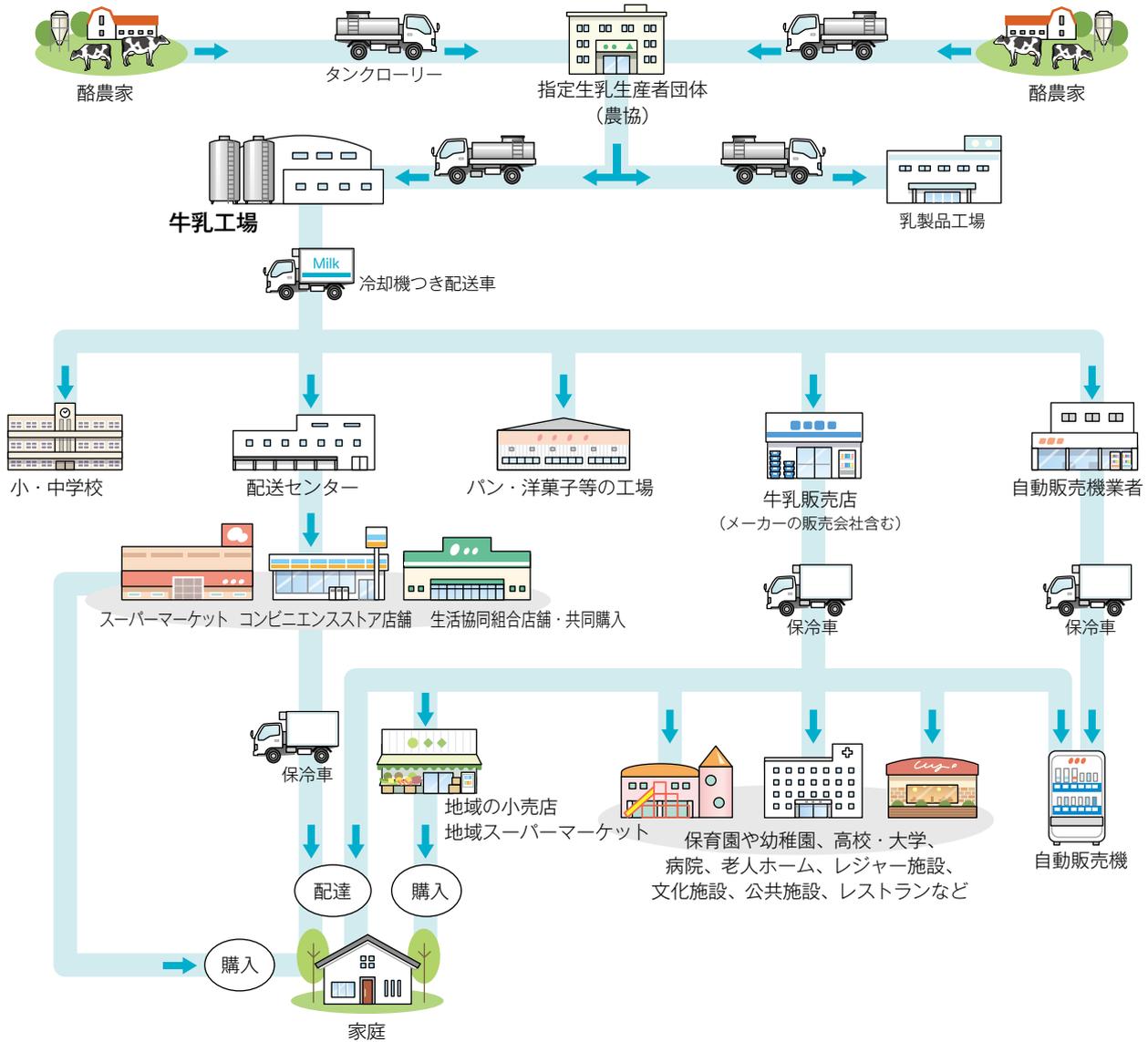
Column

9

指定生乳生産者団体の大切な役割

牛の世話や生乳の生産に忙しい酪農家が毎日、乳業メーカーに出荷をするのは大きな負担です。そんな酪農家に代わり、乳業メーカーと交渉し適正な乳価で出荷するのが指定生乳生産者団体です。生乳専用のタンクローリーで各酪農家を回って生乳を集め、安全を確認した上で工場に納入します。指定生乳生産者団体は、牛乳が消費者に安定的に供給されるための重要な役割を担っています。

図2-3 酪農家から消費者までの牛乳流通の仕組み



4 牛乳類の種類

● 種類別「牛乳」とは

一般的に牛乳類と呼ばれているものは、食品衛生法に基づく乳等省令および「飲用乳の表示に関する公正競争規約」(公正取引委員会から認定・告示を受けた業界の自主表示基準)により、使用

原材料や成分規格などによって「種類別」に分類して容器に表示するよう規定された、牛乳、成分調整牛乳、低脂肪牛乳、無脂肪牛乳、加工乳、乳飲料などのことです。

種類別「牛乳」とは、乳等省令では直接飲用する目的で販売する牛の乳をいい、生乳100%、成分無調整で、

乳脂肪分3.0%以上、無脂乳固形分^{*1}8.0%以上のものをいいます。成分無調整とは、生乳を殺菌して牛乳を製造する工程で成分をまったく調整していないことです。使用できる原材料は「生乳」のみで、水や他の原材料を混ぜてはならないとされています。学校給食用牛乳は、種類別「牛乳」などが供給

対象商品となっています。びん牛乳の種類別表示などはキャップに表示されています。

牛乳類の種類と概要

成分調整牛乳：原材料の生乳から成分(水分、乳脂肪分など)の一部を除去したものです。無脂乳固形分は8.0%以上です。

低脂肪牛乳：原材料の生乳から乳脂肪分の一部を減らし、低脂肪にしたものです。乳脂肪分は0.5%以上1.5%以下、無脂乳固形分は8.0%以上のものです。

無脂肪牛乳：原材料の生乳から乳脂肪分をほぼ除いたものです。乳脂肪分が0.5%未満、無脂乳固形分は8.0%以上のものです。

加工乳：生乳に脱脂粉乳やバターなど

Column 10 普通牛乳と低脂肪乳のエネルギー量

日本食品標準成分表の成分値によると、普通牛乳の脂肪分は3.8%、低脂肪乳は1.0%で、100gあたりのエネルギー量はそれぞれ67kcal、46kcalです。コップ1杯(200mL)あたりに換算すると、それぞれ138kcal、95kcalで、43kcalの差があります。低脂肪牛乳のエネルギー量は普通牛乳の69%、約7割になります。

の乳製品を加えたものです。無脂乳固形分は8.0%以上で、牛乳乳製品以外の原材料は水を除き加えてはならないと定められています。このため、生乳や牛乳以外の原材料は、バターや生クリーム、脱脂濃縮乳、全粉乳や脱脂粉乳などの乳製品に限定されます。加工乳には、乳脂肪分を1.5%以下にしたものや、乳脂肪分を4%以上にした濃厚でコクのある商品などもあります。

乳飲料：生乳または乳製品を主原料に、乳製品以外のものを加えたものです。乳固形分のみ3.0%以上と定められて

います。乳飲料は、カルシウムや鉄分などを加えた機能性飲料タイプ(「白もの乳飲料」と呼ばれます)と、コーヒーや果汁などと糖分を加えた嗜好飲料タイプ(「色の乳飲料」と呼ばれます)の2つのグループに分けられます。

これら牛乳類の種類と乳等省令による成分規格の一覧は表2-3を参照してください。

※1 牛乳から水分を除いた全栄養成分(約12.6%)を乳固形分と呼び、乳固形分から乳脂肪分を除いたものを無脂乳固形分(SNF)という

表2-3 | 牛乳類の種類と乳等省令による成分規格

種類別	概要	生乳の使用割合	成分		衛生基準	
			乳脂肪分	無脂乳固形分	細菌数(1mLあたり)	大腸菌群
牛乳	生乳を加熱殺菌したもの。乳脂肪分3%以上、無脂乳固形分8%以上	生乳100%	3.0%以上	8.0%以上	5万以下	陰性
成分調整牛乳	生乳から乳脂肪分、水分、ミネラルなどの一部を除去し、成分を調整したもの		—			
低脂肪牛乳	成分調整牛乳のうち、乳脂肪分を0.5%以上1.5%以下にしたもの		0.5%以上 1.5%以下			
無脂肪牛乳	成分調整牛乳のうち、乳脂肪分を0.5%未満にしたもの		0.5%未満			
加工乳	生乳または脱脂粉乳やバターなどの乳製品を原料に、乳成分を増やしたものや乳脂肪分を減らしたもの。濃厚ミルクや低脂肪乳など	—	—			
乳飲料	生乳または乳製品を主原料に、乳製品以外のものを加えたもの。カルシウムやビタミンなどを強化したものや、コーヒー、果汁などを加えたもの	—	乳固形分3.0%以上 ^注		3万以下	

注 乳飲料の成分は公正競争規約による

5 牛乳類の表示規定

公正競争規約に定められた義務表示事項

飲用乳について虚偽や誇大な表示の発生を未然に防止するため、乳事業者は「飲用乳の表示に関する公正競争規約」(以下、公正競争規約)という自主ルールを設定しています。公正競争規約では、牛乳類を容器包装に入れて販売する場合は義務表示事項(具体的に表示することが義務づけられている事項)を一括して見やすい場所に表示することを定めています。牛乳類の義務表示事項は、表2-4の通りです。

図2-4「一括表示の例」は、種類別「牛乳」の義務表示事項を一括表示したものです。一括表示内の公正マークは、公正競争規約に適正な商品かどうかの審査を受けたことを示しています。表示した成分値については、認定検査機関による年3回のチェックがあります。

種類別「牛乳・成分調整牛乳・低脂肪牛乳・無脂肪牛乳」は、生乳を100%使用した商品ですが、それ以外の種類別商品には2種類以上の原材料が使用されています。

また、複数の原材料を使用する場合の原材料名は、「一括表示欄の原材料名欄」に、乳・乳製品を含む主要原料等の量の多い順に、次に添加物の量の多い順に記載するよう定められています。

アレルギーを含む食品に関する表示

消費者庁は、えび、かに、小麦、そば、卵、乳、落花生の7つのアレルギーの原因物質(アレルゲン、主にたんぱく質)を

含む加工食品に、それらのアレルゲンを含む旨の表示を義務づけています。

視覚障害者などが牛乳と分かる容器の流通

500mL以上の屋根型紙パックには、目の不自由な方々などが触っただけで種類別「牛乳」と分かるよう、「切欠き」といわれる形状を容器屋根の頂上部につけた牛乳容器が流通しています[図2-5]。切欠きの反対側が開けやすい「開け口」になっています。この容器は世界的に注目され、消費者などから高い評価を得ています。

図2-4 | 一括表示の例

種類別名称	牛乳	公正
商品名	3.8牛乳	
無脂乳固形分	8.0%以上	
乳脂肪分	3.8%以上	
原材料名	生乳100%	
殺菌	130℃ 2秒間	
内容量	1000mL	
賞味期限	上部に記載	
保存方法	10℃以下で保存してください	
開封後の取扱	開封後は、賞味期限にかかわらずできるだけ早くお飲みください	
製造所所在地	〇〇県〇〇市〇〇町	
製造者	〇〇〇〇株式会社	

図2-5 | 切欠き



表2-4 | 牛乳類の義務表示事項

表示項目	牛乳 ^{注3}	成分調整牛乳、低脂肪牛乳 無脂肪牛乳	加工乳	乳飲料
種類別名称	○	○	○	○
(常温保存可能品) ^{注1}	○	○	○	○
商品名	○	○	○	○
無脂乳固形分	○	○	○	○
乳脂肪分	○	○	○	○
植物性脂肪分	—	—	—	○
乳脂外動物性脂肪分	—	—	—	○
原材料名	○	○	○	○
殺菌	○	○	○	省略可
内容量	○	○	○	○
消費期限または賞味期限	○	○	○	○
保存方法	○	○	○	○
開封後の取扱	○	○	○	○
製造所所在地 ^{注2}	○	○	○	○
製造者	○	○	○	○

注1 冷蔵庫に保存しなくてよい常温保存可能品はその文字の種類別名称の下に表示する

注2 厚生労働大臣に届け出た固有の記号の記載をもって製造所所在地の表示に代えることができる。その場合は、製造者の欄にその事業者の所在地を表示するものとする

注3 牛乳には特別牛乳、成分調整牛乳、低脂肪牛乳、無脂肪牛乳が含まれる

Ⅲ

牛乳の生産と消費

1 牛乳類の生産量

日本の飲用牛乳類の生産量の推移

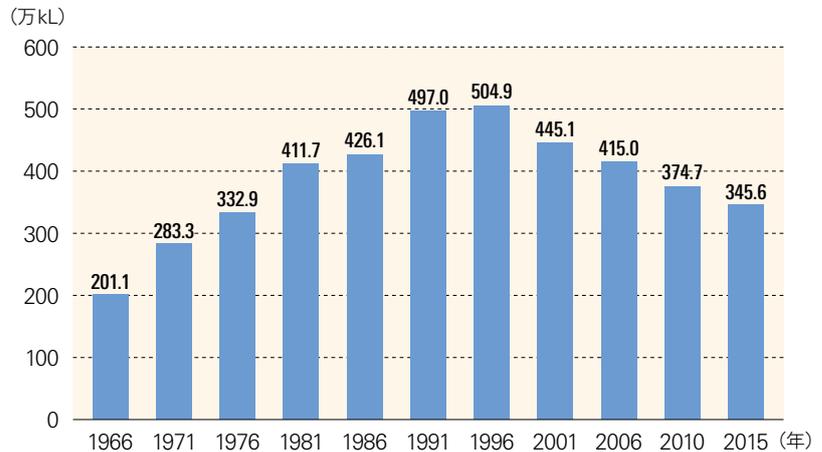
日本の飲用牛乳類の生産量は、1994年をピークに減少傾向にあります【図2-6】。

1949年の年間生産量は9万tでしたが、東京オリンピックが開催された1964年には157万tに急増しました。急増の主な要因は、学校給食用牛乳の供給制度が始まり、種別「牛乳」が全国の小・中学校などに届けられるようになったためです。

その後、1L紙容器牛乳などの発売、スーパーマーケット、コンビニエンスストアなどでの販売が始まり、1981年に初めて400万tを超えました。

また、酪農家や乳業メーカーなどの努力により、衛生面や乳固形分面で向上し、また店舗の品ぞろえの変化などによって、種別「牛乳」でも乳固形分

図2-6 | 飲用牛乳類の生産量の年度別推移



出典: 農林水産省「平成27年牛乳乳製品統計」

の多いものや生乳の産地限定商品が販売されるようになりました。その結果、1994年には家庭配達の復活もあり、飲用牛乳類の生産量は初めて500万tを超えました。

しかし、少子高齢化社会に入り、全国の小・中学校など学校給食の対象児童・生徒の数は、1985年の1,709万

人から2014年には1,035万人と1985年対比で60.5%に減少。学校給食用牛乳は、1985年の60.9万tから2014年には35.6万tとなり、この30年間に40%以上も減少しています。

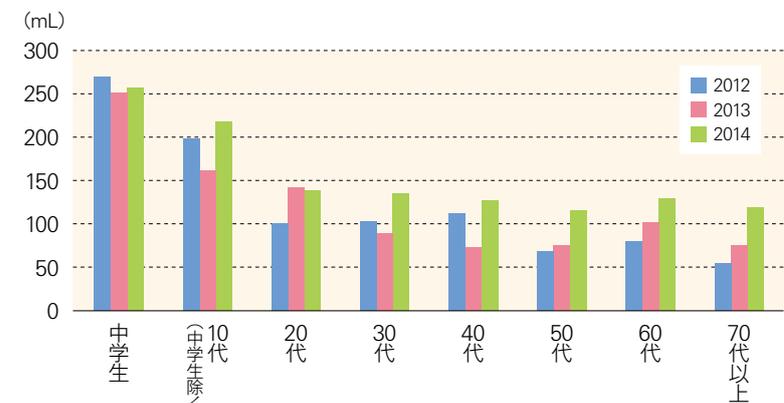
また、ペットボトル清涼飲料などの飲用増加も、最近の牛乳消費減少の一因となっています。

2 牛乳類の消費量

1日あたりの平均飲用量

2012～2014年の3年間における白もの牛乳類の1人1日あたりの飲用量は、男性・女性ともに増加しています【図2-7、2-8】。性年代別に見ると、男性は20代で若干減少したものの、10代(中学生除く)、30代、40代、50代、60代、70代以上で大きく増加しました。女性は中学生で減少しましたが、他の年代では増加傾向が見られます。

図2-7 | 性・年齢別、1人1日あたりの牛乳類飲用量(男性)



注 非飲用者も含む全体ベース

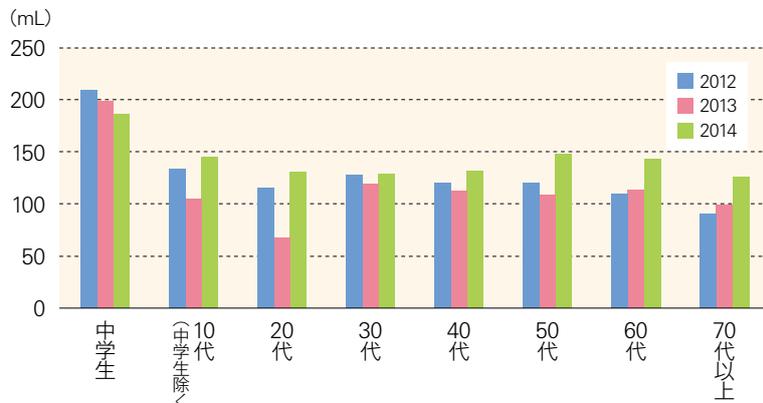
出典: 独立行政法人農畜産業振興機構「平成27年度 牛乳・乳製品の消費動向に関する調査 報告書」

日本の牛乳消費量と主要国の消費量

2014年の主要国における牛乳類の1人あたり年間消費量を見ると、日本は最も少なく、イギリスやオーストラリアの約3分の1、フィンランドの約4分の1です【図2-9】。

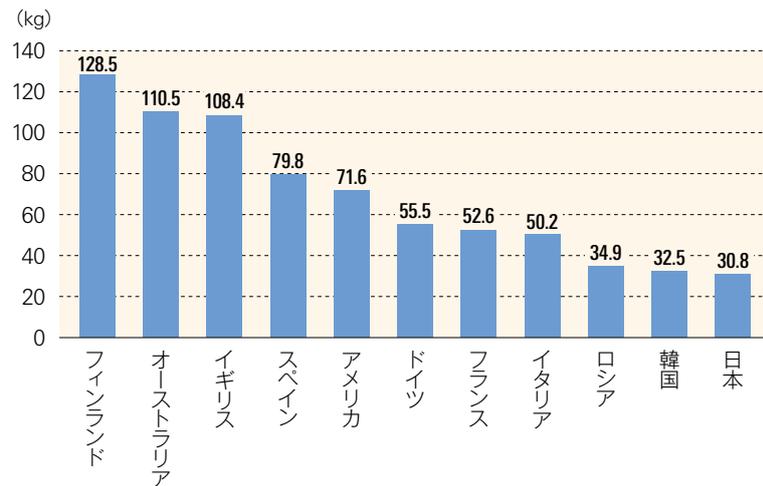
また、乳製品についても主要国の中では一番少なくなっており、国際酪農連盟日本国内委員会「世界の酪農情況2015」によると、チーズの消費量はフランスが26.7kg、アメリカは15.5kgなのに対し、日本は2.2kgとなっています【図2-10】。バターも消費量は日本は0.6kgであり、フランス8.3kg、アメリカ2.5kg、ロシア2.4kgに比べかなり少なくなっています。牛乳乳製品のおいしい飲食の仕方など、牛乳先進国に学ぶところはまだまだありそうです。

図2-8 性・年齢別、1人1日あたりの牛乳類飲用量(女性)



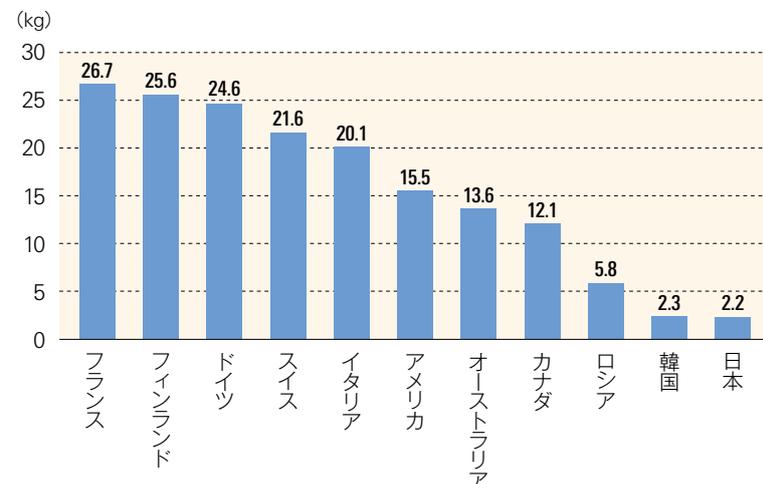
注 非飲用者も含む全体ベース
出典：独立行政法人農畜産業振興機構「平成27年度 牛乳・乳製品の消費動向に関する調査 報告書」

図2-9 主要国における牛乳類の1人あたり年間消費量(2014年)



出典：国際酪農連盟日本国内委員会「世界の酪農情況2015」

図2-10 主要国におけるチーズの1人あたりの年間消費量(2014年)



出典：国際酪農連盟日本国内委員会「世界の酪農情況2015」

3 牛乳の飲用状況

●牛乳を飲む頻度

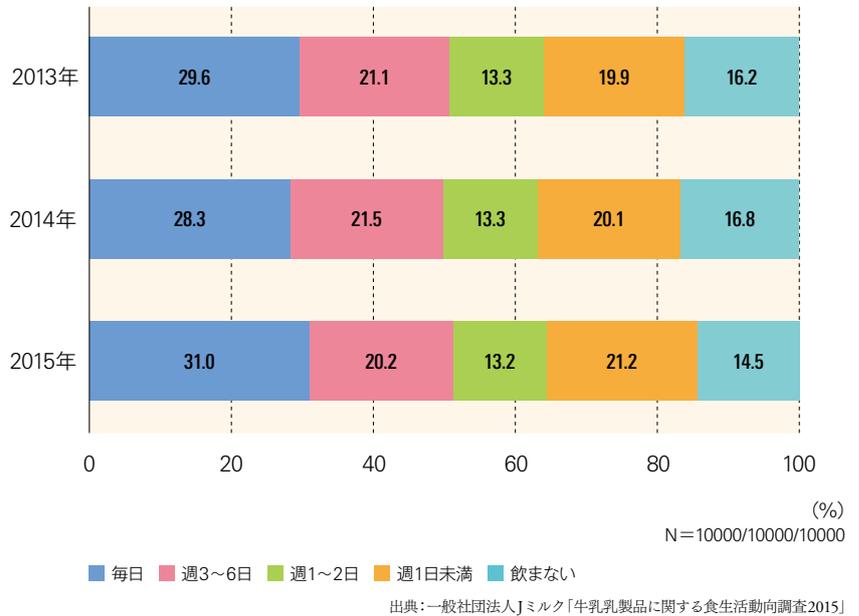
一般社団法人Jミルクが毎年実施しているアンケート調査によると、15歳以上の人が牛乳類を飲む頻度は2014年まで少しずつ減少する傾向がありましたが、2015年は「毎日」飲む人の割合が上昇して30%を上回り、「飲まない」人の割合は低下して約15%となりました【図2-11】。

また、牛乳類の飲用頻度の増減(性年齢別)・「増加」の出現率推移【図2-12】を見ると、2015年は「飲用頻度が増えた」人の割合が男女とも2014年を上回りました。年代別では、男性は30～49歳を除くすべての年代で、女性は15～19歳、20～29歳、50～64歳で2014年を上回っています。特に、「飲用頻度が増えた」人の割合は、男女ともに20代までの若い年代の上昇率が他の年代よりも高くなっています。逆に、「飲用頻度が減った」人の割合は、男女ともすべての年代で2014年を下回りました。

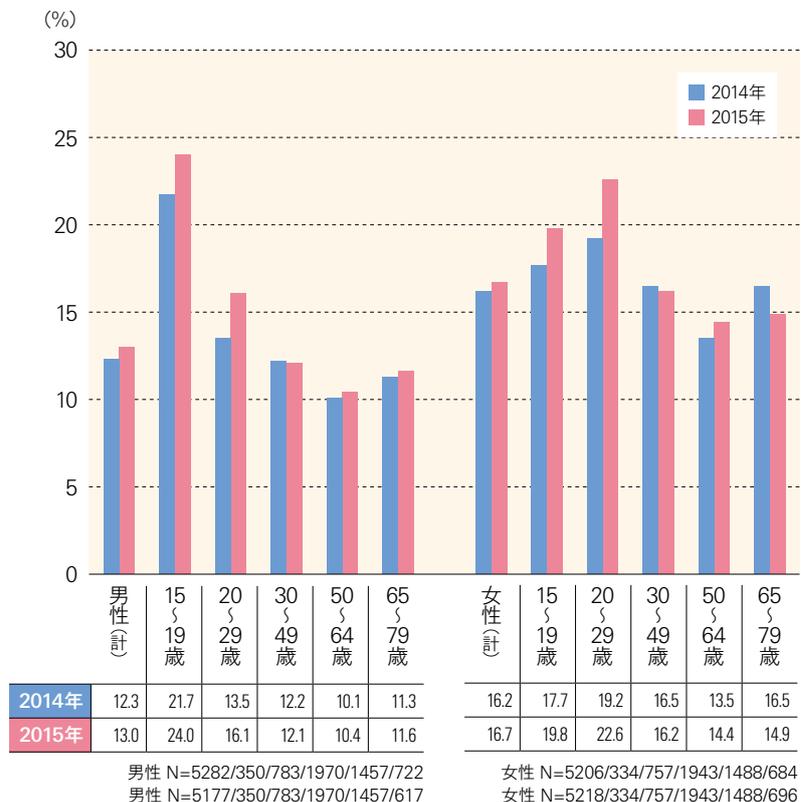
●牛乳類を飲む頻度が増えた理由

「飲用頻度が増えた」とする人に関してその理由を調査したところ、男女ともに「健康や栄養に関する意識」をあげる人の割合が80%を上回り最も高くなっています。さらに、その内訳を見ると、「カルシウム摂取」を理由にあげる人の割合が約60%で最も高く、「栄養(バランス)を意識」「骨の状態を良くしたい」「たんぱく質摂取」が続いてい

【図2-11】牛乳類の飲用頻度の推移



【図2-12】牛乳類の飲用頻度の増減(性年齢別)・「増加」の出現率推移



ます [図2-13]。2014年と比べて大きな変化は見られないものの、「カルシウム摂取」などの上位の理由がやや低下しており、一方で「健康全般を意識」「便秘解消」「胃・胃粘膜の保護」などの理由が上昇しました。

図2-13 | 牛乳類の飲用頻度・増加理由「健康や栄養に関する意識」



出典：一般社団法人Jミルク「牛乳乳製品に関する食生活動向調査2015」

牛乳の栄養と機能

1

母乳は哺乳動物の子どもにとって最高の食品

● 子どもの発育に適した成分組成

哺乳動物の乳は、子どもの成長に適した成分組成と泌乳量を自然に備えています。当然、動物の種類によって、その乳成分組成はまちまちです。

鯨やオットセイなどの海棲動物や北極熊などは、乳固形分40%以上、乳脂肪分30%以上と濃厚な乳を出します。一方、人乳や馬乳のように、乳固形分11~12%、たんぱく質が1~2%と少なく、逆に乳糖が6~7%と多い例もあります。牛乳は個々の乳成分含有量では、哺乳動物の中で中間的な数値を示し、バランスのとれた乳といえるでしょう。

ところで、哺乳動物の乳成分のうち、たんぱく質とミネラル、さらにミネラル中のカルシウムとリンの含有量は、[図2-14](#)のようにその動物の成長速度と密接な関係を持っています。

乳を唯一の食物とする哺乳中の幼

い動物は、母親の乳のたんぱく質から筋肉をはじめ体のさまざまな組織をつくり、ミネラル中のカルシウムやリンなどから骨格や歯のような硬い組織をつくります。それぞれの動物の乳の成分は、体組織の形成スピード、成長速度に見合った濃度で構成されています。

子どもの発育に適した成分組成を持つ母乳は、その動物の子どもにとって最高の食品です。ヒトの場合も同様に、母乳はヒトの脳の発達や体の成長速度に適した成分組成になっており、乳児にとって最適の食品といえます。

● 牛と人の乳の違い

人乳は牛乳に比べ、炭水化物(乳糖)が1.5倍であるのに対し、たんぱく質やミネラルは約3分の1しかありません。その理由は、ヒトは牛より成長速度が遅いからです。これは、カルシウムとリ

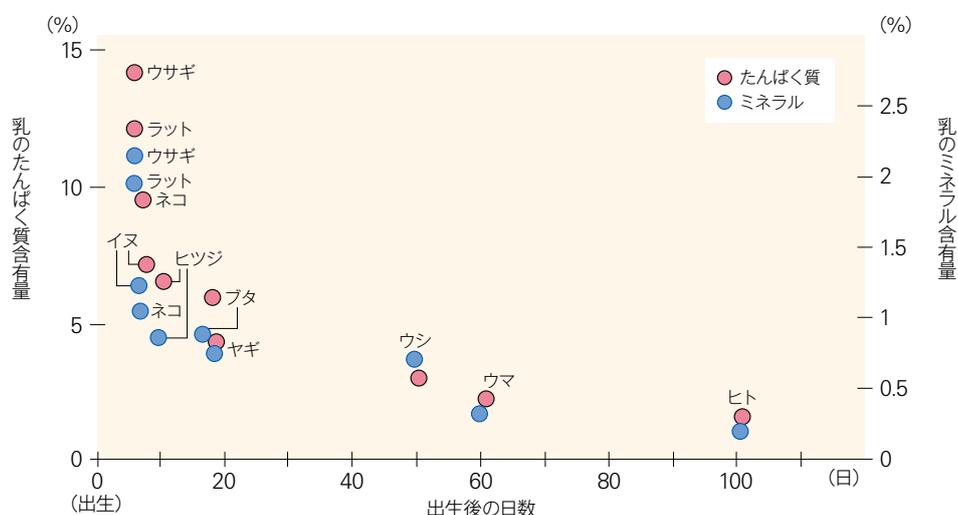
ンが成長速度に大きく関係している証拠といえるでしょう。出生から体重が倍になるのにヒトは100日、牛では50日と大きな差があります。

一方、人乳に含まれる乳糖の量は、哺乳動物の中で最も高い値を示しています。このことから人乳は牛乳より甘味が強いと思われがちですが、実際にはそれほど甘味を感じません。

ヒトは脳の発達速度が体の成長速度に比べ速いため、乳糖が分解されてできるガラクトースが脳や神経の発育に欠かせないといわれています。人乳に炭水化物(乳糖やミルクオリゴ糖)が多く含まれているのもこうした生命の神秘といえるでしょう。

他の成分についても、量的な違いだけでなく、質的な違いもあります。例えば、たんぱく質の場合、牛乳はカゼインが約80%と多く含まれ、残りはホエイ(乳清)たんぱく質です。人乳の場合はアルブミンなどのホエイたんぱく質を約50%と多く含んでいます。

図2-14 | 哺乳動物の発育と乳成分組成の関係(出生体重の増日数)



出典: 社団法人全国牛乳普及協会「牛乳と健康」(2004年)

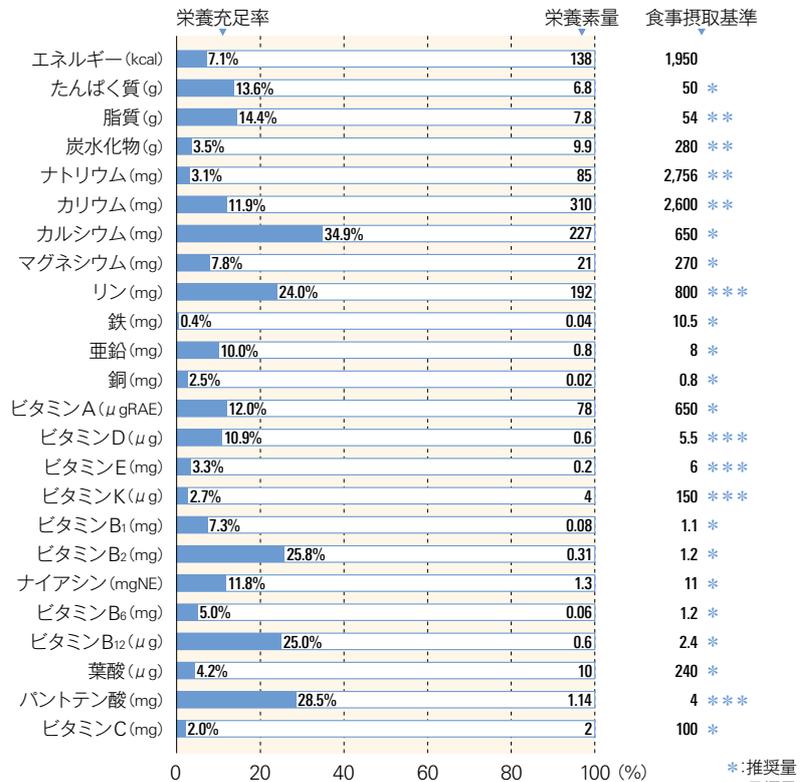
2 牛乳の栄養成分

○優れた栄養バランス

牛乳は、各種栄養素がバランス良く含まれた準完全栄養食品です。生命維持のために不可欠な三大栄養素であるたんぱく質、脂質、炭水化物に加え、日本人の食生活に不足しがちなカルシウムなどのミネラルやビタミンA、B₂などを豊富に含んでいます。これらの栄養素は各々の働きを補い、お互いを消化吸収しやすくしています。最近では、牛乳の機能性成分ラクトフェリンや乳塩基性たんぱく質(Milk Basic Protein: MBP)などの働きも解明されつつあります。

図2-15は成人女性の1日の食事摂取基準に対する牛乳コップ1杯の栄養充足率を示しています。カルシウムは約35%、ビタミンB₂・ビタミンB₁₂は25%以上と高い割合を示しており、これらの栄養素についてはコップ1杯で1日に摂りたい量の3分の1、4分の1を摂取することができます。

| 図2-15 | 牛乳コップ1杯(200mL)あたりの栄養素量と栄養充足率



注1 栄養素量について：他に水分180.4g、灰分1.4gを含む

注2 栄養充足率について：18～29歳女性(身体活動レベルⅡふつう)の食事摂取基準に対する割合を示している。脂質は目標量の中央値25%エネルギー(54g)で、炭水化物は目標量の中央値57.5%エネルギー(280g)で、ナトリウムは目標量の塩分相当量7.0g(2,756mg)で計算している。ナイアシンは、たんぱく質量から算出した体内で生成されるナイアシン量を加えたナイアシン当量(mgNE)で計算している

出典：文部科学省「日本食品標準成分表2015年版(七訂)」、厚生労働省「日本人の食事摂取基準(2015年版)」

Column

11

運動と牛乳で熱中症対策！

地球温暖化やヒートアイランド現象などを背景に、熱中症による救急搬送者数が増加しています。熱中症予防には、「汗をうまくかいて、失った体液を回復できる体」、つまり「暑さに強い体」をつくるのが大切です。暑さに強い体づくりのポイントは「暑さに対して体を適応させる」「血流量を増やして汗をかきやすくする」「足の筋肉を鍛え、足に流れた血液を心臓に戻しやすくする」の3つで、それには「インターバル速歩」の直後に牛乳を飲む習慣が効果的です。

インターバル速歩とは速歩きとゆっくり歩きを交互に3分間ずつ行う運動で、「速歩き3分間・ゆっくり歩き3分間」のセットを5回繰り返すのが1日のトレーニングの目安です。これを週4日取り組み、1日30分、1週間で120分のインターバル速歩を行います。

さらに重要なのが、インターバル速歩終了後1時間以内に牛乳を摂ることです。糖質とたんぱく質をバランス良く含む牛乳を飲むことで効率良く筋肉細胞に吸収され、筋肉量をアップできます。また、牛乳のたんぱく質や糖質には肝機能を高め、血流量を増やす効果もあります。

3 牛乳の栄養素密度

● 栄養素密度とは

「栄養素密度」とは、食品のエネルギー100kcalあたりに含まれる栄養素の量です。

エネルギーは熱量(カロリー)とも呼ばれ、人間の体温を36°C台に保ちながら、血液や脳、筋肉や各種臓器を動かす、手足を動かすなど生命活動の源となります。

体内では食事から摂る炭水化物(糖質)、脂質、たんぱく質の一部が消化吸収され、体全体の細胞へ血液を通して酸素と一緒に送られて、必要な量がエネルギーに変わります。

従来、食品の栄養価は食品重量100gあたりにどれだけ栄養素が含ま

れているかで表していました。この場合、食品に含まれる水分量により実際の栄養素の量は違ってきます。例えば、水分88%の牛乳と水分50%のめざしでは、100g中にめざしのほうがはるかに多くのカルシウムを含みます。

これに対して、食品のエネルギー量あたりの栄養素量を比較するのが栄養素密度の考え方です。すなわち食品のエネルギー100kcalあたりにどれだけの量の栄養素が含まれているかで表します。

● 牛乳は栄養素密度が高い食品

牛乳とめざしのカルシウム量を栄養素密度で比較すると、牛乳は100kcalあたり164mg、めざしは131mgとなり

ます[表2-5]。牛乳は栄養素密度が高く、少ないエネルギー量で同じ量の栄養素を摂取できる優れた食品です。

牛乳200mLのエネルギー量(138kcal)は、成長期の1日あたりの摂取基準(15~17歳では男性2,750kcal、女性2,250kcal)の7%未満です。特に10歳代や運動部に所属している児童・生徒は学校給食のない日も含め、牛乳を毎日飲む習慣をつけることが望ましいと考えられます。また、高齢者の場合は必要なエネルギー量は少なくなりますが(70歳以上では男性2,200kcal、女性1,700kcal)、必要な栄養素成分の量は大きくは変わりません。したがって、必要とされる栄養素をより少ないエネルギーで効率良く摂取するために栄養素密度の考え方が重要となってきます。

表2-5 | 食品別栄養素密度(100kcalあたり)の比較

食品	重量(g)	たんぱく質(g)	カルシウム(mg)	リン(mg)	鉄(mg)	ビタミンA (レチノール当量) (μ gRAE)	ビタミンB ₁ (mg)	ビタミンB ₂ (mg)	ナイアシン(mg)	ビタミンC(mg)
普通牛乳	149	4.9	164	139	0.03	57	0.06	0.22	0.1	1
加工乳(低脂肪)	217	8.3	283	196	0.2	28	0.09	0.39	0.2	微量
プロセスチーズ	29	6.7	186	215	0.1	77	0.01	0.11	0	0
和牛肉(肩)	35	6.2	1	52	0.3	微量	0.03	0.07	1.5	0
全卵(生)	66	8.1	34	119	1.2	99	0.04	0.28	0.1	0
くろまぐろ(赤身)	80	21.1	4	216	0.9	66	0.08	0.04	11.4	2
めざし(焼き)	41	9.7	131	119	1.7	39	0	0.11	5.0	微量
木綿豆腐	139	9.2	119	153	1.3	0	0.10	0.04	0.1	微量
飯(精白米)	60	1.5	2	20	0.1	0	0.01	0.01	0.1	0
うんしゅうみかん	217	1.5	46	33	0.4	183	0.22	0.07	0.7	70

出典：文部科学省「日本食品標準成分表 2015年版(七訂)」より計算

Column

12

牛乳1本で食費を約1割節約

一般社団法人中央酪農会議では、日本人の健康な食生活に必要な栄養をバランス良く摂取できる食事について、牛乳を加えた場合とそうでない場合の2つの条件で食費のコスト計算を行い比較しました(2009年)。

その結果、同様の栄養条件を満たしている食事メニューで、牛乳を加えた場合は食費が約1割節約できることが分かりました。それぞれのメニューに要するコストの平均額は、牛乳を除く場合は1食あたり519円、牛乳を入れた場合は472円。これらの結果から、牛乳1本(200mL)による栄養コスト削減額は47円となり、牛乳1本を食事メニューに加えることで1食あたり約1割の食費が削減可能となります。

※ 各料理のコストについては、材料ごとに通常の店舗価格を家計調査(2007年度)に基づき設定し、その合計額とした。家計調査にないものは複数のスーパーマーケットの販売価格を調査し設定した。調理に伴う燃料費や労賃はコストに含まれていない

試算の前提となる1食あたりの節約条件

エネルギーと栄養素	1食あたりの制約条件
エネルギー	650~750kcal
たんぱく質	21.0g以上
脂質	28g以下
カルシウム	210mg以上
鉄	3.5mg以上
ビタミンB ₁	0.32mg以上
ビタミンB ₂	0.39mg以上
ビタミンC	35mg以上
コレステロール	210mg以下
食物繊維	7.0g以上
食塩相当量	3.5g以下

注1 厚生労働省「日本人の食事摂取基準(2005年版)」から設定

注2 1日3食を前提に、1食の栄養摂取基準を1日分の3分の1とした

注3 脂質については、主要な栄養の摂取量が朝食:昼食:夕食=1:2:3とされていることを踏まえ、1日の栄養摂取基準の2分の1とした

4

牛乳のたんぱく質

● 体をつくるたんぱく質

たんぱく質は、水分を除くと体の各組織では一番多く、筋肉や内臓、歯・骨や皮膚、毛髪、脳や血管などのさまざまな細胞・組織をつくる材料になります。また、食べ物を消化する酵素やエネルギーをつくる酵素、さらに細菌や病原体から体を守る免疫細胞、酸素を運ぶ赤血球、神経細胞、ホルモンなどをつくる材料にもなる、生命活動に欠かせない大切な栄養素です。

たんぱく質は、20種類のL型アミノ酸がペプチド結合したもの(ポリペプチド)で、アミノ酸の組み合わせにより10万種類ほどあります。生体はたんぱく質をアミノ酸に分解して利用しています。体内に吸収されたアミノ酸は、代

謝してエネルギー源になるほか、肝臓や細胞内で体のそれぞれの組織に必要なたんぱく質に再合成されます。

20種類のアミノ酸のうち、トリプトファン、リジン、メチオニン、フェニルアラニン、スレオニン、バリン、ロイシン、イソロイシン、ヒスチジンの9種類^{*1}は人間の体内で合成することができないため、必ず食物から摂取しなければなりません。

この9種類のアミノ酸を「必須アミノ酸」といいます。必須アミノ酸のうち1種類でも欠けると、たんぱく質の合成はできなくなるといわれています。

● 牛乳のたんぱく質は良質

牛乳のたんぱく質は200mLあたり

6.8gで、約80%はカゼインです。必須アミノ酸をバランス良く含み、コップ2杯分で1日に必要な必須アミノ酸量を摂取できます。

必須アミノ酸のどれか1つでも摂取量が少ない場合、体内では最も少ない必須アミノ酸の量までしか利用されません。したがって、アミノ酸スコア^{*2}が100に近い良質なたんぱく質を摂ることが重要です[図2-16]。

牛乳のたんぱく質は必須アミノ酸の含有バランスが良く、卵に次いで良質といわれています。特に日本人は米やパンが主食であるため、必須アミノ酸のリジンが不足しがちです。リジンは魚のアジにも多く含まれますが、毎日の食事を考えると主食のリジン不足を補うには牛乳が最適です。

近年の研究では、健康に役立つ次

のような機能性成分が牛乳のたんぱく質に含まれていることが明らかになってきました。

●カゼインホスホペプチド(CPP)

カゼインが消化される過程で生成され、小腸下部でのカルシウムの吸収を助けます。牛乳のカルシウムの消化

吸収率が高い一因と考えられています。

●ラクトフェリン(LF)

鉄の吸収を調節する働きがあり、貧血の予防改善作用が認められています。また、細菌の増殖を抑え、免疫力を高める効果があることも分かりました。胃内のペプシンで分解されると、

より高い抗菌性のラクトフェリシンを生成します。

※1 必須アミノ酸は、乳幼児に必要なアルギニンを含めて10種類といわれることもある

※2 アミノ酸スコアとは、たんぱく質の栄養価を表す数値。食品に含まれるアミノ酸の量が、体づくりに必要なたんぱく質を合成するときの理想のアミノ酸構成をどれくらい満たしているかで算出する。アミノ酸スコアが100に近いほど、たんぱく質の栄養価は高く、良質であるといえる

図2-16 | 牛乳・鶏卵・精白米のアミノ酸スコア



5 牛乳の脂質

●消化吸収の良い乳脂肪

脂質は少量で多くのエネルギーを生産する効率の良いエネルギー源で、燃焼されない分は体脂肪として体内に蓄積されます。また、脂質はビタミンA、D、E、Kなどをよく溶かすため、これらの脂溶性ビタミン類の吸収を助ける働きもしています。

牛乳の脂質は「乳脂肪」といい、脂肪球の形で1mL中に20～60億個含まれています。乳脂肪の成分はトリアシルグリセロールが脂質全体の97～98%を占め、脂肪球の表面にはリン脂質やコレステロール、脂溶性ビタミンなどが存在します。乳脂肪はたんぱく

質を主成分とする膜に包まれ、脂肪球同士がくっつかないような状態で牛乳中に浮遊しています。

乳脂肪は、消化過程でリパーゼという脂肪分解酵素によって脂肪酸とグリセロールにまで分解され、吸収されます。牛乳の製造過程では均質化

(脂肪球を細かく砕いて分散させること)を行い、消化吸収を良くしています(消化率94%)。胃や腸に負担をかけず体に取り入れることができる乳脂肪は、幼児や児童、高齢者や病気治療中の人にとって大切な脂質摂取源となります。

Column

13

乳脂肪中の共役リノール酸ががんに効く?

近年、乳脂肪中の「共役リノール酸:CLA」が注目されています。共役リノール酸は、牛など反芻動物の第1胃にいる微生物が飼料中のリノール酸や α -リノレン酸を利用する際に生成するもので、牛乳にも少量(全脂肪酸の5%以下)ですが含まれています。

動物実験では、共役リノール酸のがんを強く抑制する効果や抗肥満効果、アレルギー反応の軽減効果が明らかになっており、今後ますます期待される成分と考えられます。

● 乳脂肪とコレステロール

乳脂肪分は牛乳200mLあたり7.8gで、そのエネルギーは70kcalと牛乳全体の約半分に相当します(普通牛乳、成分無調整牛乳の場合)。脂溶性ビタミンのA、D、E、Kが脂質に溶けているため、乳脂肪はこれらビタミンの重要な供給源となります。

表2-6に示すように、コレステロールは生命を維持していくために欠かせない成分であり、体内でも合成されています。その量は、体重50kgの人で1日あたり600～650mgになります。コレステロールが不足すると細胞膜や血管がもろくなり、脳出血や神経障害などを引き起こす原因をつくります。一方、血中コレステロールや中性脂肪が高くなると脂質異常症を招き、動脈硬化やさまざまな病気を引き起こします。

厚生労働省が2014年3月に発表した「日本人の食事摂取基準(2015年版)」では、これまでであったコレステロールの目標量(上限)を設けないことになりました。また、2015年2月に米国農務省(USDA)が発表したレポートでも、これまで推奨していたコレステロール摂取制限をなくすことになりました。理由としては、食事によるコレステロール摂取量と血中コレステロール量との間に明らかな関連性を示すエビデンスがないことがあげられています。実際、食事から摂取されるコレステロールは、体内で合成されるコレステロールの3分の1～7分の1にすぎず、例え摂取を減らしても体内でのコレステロールの合成が増えるような仕組みになっていることが分かりました。

厚生労働省「平成27年 国民健康・栄養調査報告」によると、日本人が1日に摂取しているコレステロールは約

310mgです。牛乳乳製品からの割合はその約8%と非常に少なく、しかも牛乳200mLに含まれるコレステロールはわずか25mgで、1食分の量で比較すると他の食品よりかなり低い値です。1回に食べる量ではチーズやヨーグルトなどの乳製品も含め、気にするほどではありません【図2-17】。

「牛乳摂取と血清コレステロール」についての実験結果では、日本人の成人の場合、牛乳を毎日400～600mL飲み続けても血中コレステロールの上昇はなかったと報告されています^{※3}。一方、牛乳に含まれるホエイたんぱく質の分解物(ラクタスタチン)にはコレステ

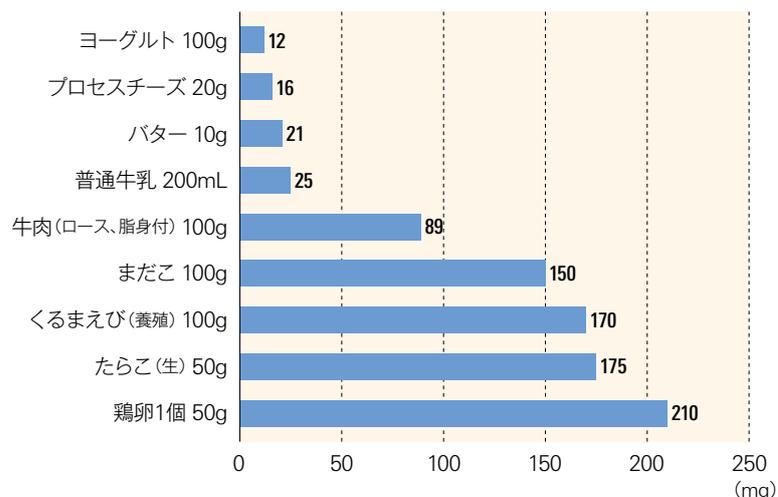
ロールの合成を阻害する作用があり、血中コレステロールを適量に保つために役立ちます。

※3 2000年12月の国際学術フォーラム「脂質・コレステロール：過去、現在、未来」[主催：社団法人全国牛乳普及協会(現 一般社団法人Jミルク)]において、内藤周幸氏(東京通信病院参与、内科医)が発表

表2-6 | コレステロールの役割

1. 細胞膜の材料となる
2. 脳細胞の神経繊維を包むさやの成分となる
3. 性ホルモンや副腎皮質ホルモンの材料となる
4. 脂肪の消化に必要な胆汁酸の材料になる
5. カルシウムの吸収を良くするビタミンDの材料になる

図2-17 | 食品1食あたりのコレステロール含有量



出典：文部科学省「日本食品標準成分表 2015年版(七訂)」より計算

Column

14

たんぱく質と脂質が牛乳の白色をつくる

牛乳の成分は、水分が約88%、乳糖が約5%、たんぱく質と脂質がそれぞれ3～4%ずつとなっています。このうち、たんぱく質と脂質が牛乳の色をつくり出しています。

牛乳1mL中には、水に溶けない乳たんぱく質であるカゼインがリン、カルシウムと一体になり、カゼインミセルというマクロ会合体の形で15兆個、また脂肪球が20～60億個浮遊しています。このたくさんの微粒子ひとつひとつに光が反射し、反射光が散乱するため白く見えるのです。なお、脱脂乳でも白く見えることから、カゼインミセルと脂肪球の2つのうち、主に白色をつくり出しているのはカゼインミセルだということが分かります。

6 牛乳の炭水化物

● 乳糖の特徴

炭水化物はエネルギー源として最も重要な栄養素です。エネルギーとして使用されなかった分は、グリコーゲンとして体内に蓄積されます。

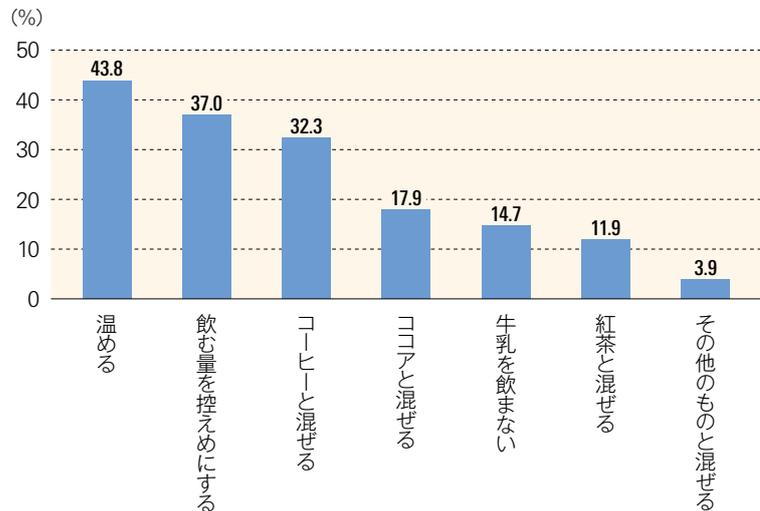
牛乳の炭水化物は乳糖形で最も多い物質で、牛乳100g中に4.8g含まれています。その99.8%が乳糖(ラクトース)であり、砂糖の約16%の甘さです。

乳糖は、小腸にある乳糖分解酵素(ラクターゼ)によってぶどう糖(グルコース)とガラクトースに分解され、吸収されます。しかし、その一部は大腸に移行し、腸内の有用な乳酸菌やビフィズス菌のエサとなって、乳酸や酢酸を分泌します。これらの酸はヨーグルトと同様に腸内の有害な細菌の繁殖を抑える働きが認められています。また、乳糖はカルシウムと鉄分の腸管での吸収率を高める働きもあります。

● 乳糖不耐症

牛乳を飲むとおなかにガスがたまる、ゴロゴロする、下痢をするなどの不快症状が現れるのを「乳糖不耐症」と呼んでいます。乳糖不耐症は、牛乳中の糖質である乳糖を消化する酵素(乳糖分解酵素=ラクターゼ= β -ガラクトシダーゼ)が少ないか、働きが弱いため、乳糖が消化・吸収されずに大腸に送り込まれることから起こりますが病気ではありません。エネルギー源として役立つ乳糖が分解されずに大腸に運ばれると、腸内細菌が乳糖を分解してガスを

図2-18 | 牛乳飲用でおなかの調子が悪くなる人への対策



出典：社団法人日本酪農乳業協会「牛乳・乳製品の消費動向に関する調査」(2004年)

出し、腸を圧迫したり、多量の水分が一気に大腸に送られ下痢をします。下痢をしてもカルシウムなどの栄養素は、その前に小腸できちんと吸収されています。

乳幼児期は乳糖分解酵素の働きが活発なのですが、大人になるにつれて弱くなる人がいます。この傾向は特に有色人種に多く見られ、日本人の70%以上にこの症状があるといわれています。大人になってこの酵素の働きが弱まるのは決して病気ではなく、哺乳動物としてはごく自然な状態なので心配はいりません。

● 乳糖不耐症の人が牛乳を飲むには

牛乳を飲むとおなかの調子が悪くなる人は、温めて飲む、コーヒーやココアと混ぜて飲むなどの工夫をすることが多いようです【図2-18】。

人肌くらいに温めてゆっくり飲むと、胃腸に冷たい刺激を与えずにすみ、乳糖の分解酵素の働きも盛んになります。乳糖不耐症を改善するには、摂取量を少量ずつから始めて徐々に量を増やす、1日何回かに分けて飲む、コーヒーや紅茶などに混ぜて飲むなどの工夫が勧められます。

乳糖をあらかじめぶどう糖とガラクトースに分解してある乳飲料(乳糖分解乳、ラクターゼミルク)も市販されています。また、ヨーグルト製造に使用されている乳酸菌は菌体内にラクターゼを産生しますので、生菌タイプのヨーグルト中にはラクターゼ活性が残っており、乳糖の分解が進みます。その結果、ヨーグルトは乳酸菌による発酵によって乳糖の20～40%が分解されて減少しています。チーズは製造過程で乳糖の大部分がホエイ(乳清)に移行して取り除かれているので、牛乳で下痢をする人に特に勧められます。

7 牛乳とカルシウム

●カルシウムの働き

厚生労働省「日本人の食事摂取基準(2015年版)」では、ミネラル(無機質)の13種類について策定されています。

ミネラルは、人体における構成率は約4%と微量ですが、三大栄養素(たんぱく質、脂質、炭水化物)を自動車のガソリンに例えるならば、ミネラルはオイルや潤滑油の役割を担っており三大栄養素とともに非常に大切なものです。

人体の主要構成元素には、有機質の炭素、および水素、酸素、窒素に次いで無機質のカルシウムがあります。カルシウムは体重の1~2%を占め、その約99%はリン酸塩や炭酸塩として骨や歯に含まれています。残りの約1%は筋肉や神経・血液などに含まれ、体のさまざまな機能を調節する働きをしています。カルシウムには以下のような働きがあります。

●骨や歯をつくる

カルシウムは、骨や歯の材料です。骨中のカルシウムは、人体を支える強靭性を骨に与える上で重要な働きをしています。

●筋肉を動かす

筋肉の収縮にもカルシウムは必要です。特に心臓の筋肉細胞は、カルシウムイオンが少なくなりすぎると動かなくなるのが分かっています。

●神経細胞の働きに関与

人体の各部は脳からの指令によって動くことができます。この神経伝達

をスムーズにすることにカルシウムが関わっています。また、カルシウムには神経の興奮を静める作用もあり、カルシウム摂取量が不足するとイライラしやすくなり、神経が過敏になることが知られています。

●血液の凝固などに関与

カルシウムは出血したときの血液の凝固に関与しているほか、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・膵液など)にも関与しているといわれています。

●骨とカルシウム

血液中のカルシウムの濃度は、副甲状腺ホルモンをはじめとしたカルシウム濃度調節ホルモンによって厳格に管理され、狭い範囲で一定に保たれています。カルシウム摂取が多ければ骨に貯蔵し、血液中のカルシウムが不足すると骨から取り出してもとの濃度に戻

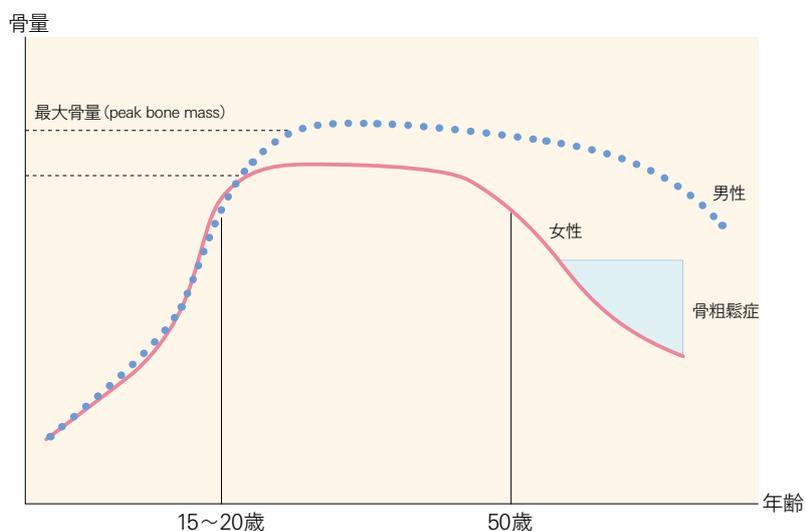
します。このため、骨はカルシウムの貯蔵庫といわれます。

カルシウム摂取が不足し、骨からの溶出が多くなれば、骨の粗鬆化(骨に鬆が入ったような状態になること)を引き起こす可能性が高くなります。

人間の骨量は体の成長とともに増加し、思春期ごろに急成長して、女性では18歳ごろ、男性では20歳ごろに最大骨量(peak bone mass)を迎えるといわれています。その後は、加齢とともに徐々に減少していきます【図2-19】。

成長期に必要な量のカルシウム摂取が十分に行われないと、最大骨量が十分に上がらず、加齢による骨量の減少から骨粗鬆症になる危険が高まります。最近の骨密度測定の結果では、20歳前後の若い人(特に女性)の中にも骨量が少なく、すでに50~60歳程度の骨量しかない人が見られる状況です。また、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

図2-19 | 男女における骨量の経年変化



出典:大藪恵一「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)

管壁などの軟部組織に沈着することなどにより細胞内のカルシウム濃度が増加し、高血圧、動脈硬化、糖尿病などの生活習慣病の原因となることや、細胞の機能が一般に低下して老化現象を招くことなども分かってきています。

● 毎日、少しずつ生まれ変わる骨

人体の骨はカルシウムのほか、たんぱく質、リン、マグネシウムなどで構成されています。骨は体を支え、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しています。

生きている間、骨は毎日少しずつ生まれ変わっています。古くなった骨は破骨細胞によって壊され、また骨芽細胞によって新しくつくられます。骨折をしても、骨がくっついてもとに戻るのはこの働きのためです。

骨が正常に生まれ変わるためには、十分量のカルシウムを食品から摂り、カルシウムの吸収率を上げ、カルシウム吸収阻害要因をできるだけ少なくすることが必要です。詳しくは後述の「カルシウムの上手な摂り方」で説明します。

● 歯とカルシウム

乳歯は生後5～6カ月で生え始め、約2年半で上下10本ずつ、合計20本が生えそろういます。

永久歯は、6～7歳で第1大臼歯(奥から3本目)が生え、12～13歳までに親知らずを除き上下28本が生えそろういます。

永久歯は、歯が欠けるともとに戻りません。したがって、歯の一部分は生

表2-7 | 性・年齢別、1日あたりのカルシウムの推奨量と摂取量

年齢(歳)	男性		女性	
	推奨量(mg/日)	摂取量(mg/日)	推奨量(mg/日)	摂取量(mg/日)
1～2歳	450	372	400	332
3～5歳	600	452	550	427
6～7歳	600	581	550	547
8～9歳	650	689	750	633
10～11歳	700	723	750	635
12～14歳	1,000	716	800	607
15～17歳	800	566	650	486
18～29歳	800	460	650	413
30～49歳	650	437	650	429
50～69歳	700	520	650	516
70歳以上	700	556	650	516

注 赤字部分で摂取量が不足

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24年国民健康・栄養調査報告」

まれ変わっていますが、全体としては生まれ変われないことになります。

乳歯のときにむし菌が多いと、生活習慣が変わらない限り、引き続いて生える永久歯もむし菌になりやすくなります。その結果、食物の咀嚼回数が減少し、脳の働きの低下、顎や顔の成長阻害が起こるほか、心身の正常な発育にも影響を及ぼすと考えられています。

永久歯を支える歯周組織の歯槽骨などの骨は生まれ変わっているのですが、特に幼児期から20歳くらいまでは骨と同様にカルシウムを十分に摂ることが大切です。

● カルシウムの上手な摂り方

日本人は慢性的にカルシウムが不足しています。これは、日本の土壌にカルシウムが少なく、水や農作物のカルシウム含量が低いことにも関係します[表2-7]。

図2-20によると、骨量が大幅に増加

する成長期の大切な時期にカルシウムの十分な摂取ができていないことが分かります。学校教育現場や児童・生徒を持つ家庭に対し、改善の啓発が大切と考えられます。

カルシウムを上手に摂取するためには、以下の点に留意することが必要です。

● 毎日、いろいろな食品から摂る

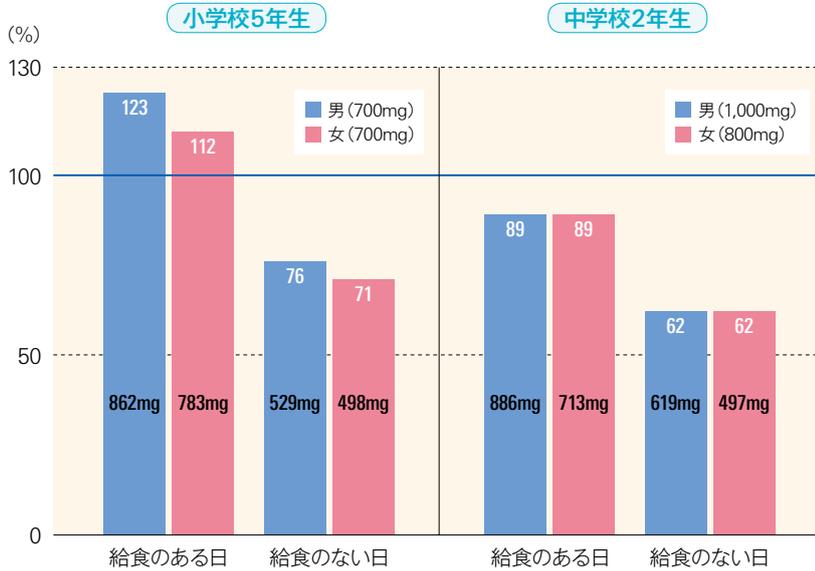
カルシウムは毎日、いろいろな食品から摂りましょう。最近の食生活では、骨ごと食べる小魚や海藻の摂取が少なくなったため、牛乳乳製品を除くと成人でもカルシウムの摂取量が300～400mgという人が少なくないようです。牛乳(200mL)の場合、毎日2～3本を摂取すれば、推奨量をほぼ満たすことができます。

● ビタミンDで吸収率アップ

ビタミンDには体内のカルシウム利用促進やカルシウムの吸収率を上げる作用があります。ビタミンDの多

| 図2-20 | 小・中学生のカルシウム摂取量

調査対象者の厚生労働省「日本人の食事摂取基準(2010年版)」における推奨量=100% ()内は推奨量



出典:独立行政法人 日本スポーツ振興センター「平成22年度児童生徒の食事状況等調査報告書」

くは、日光にあたることにより皮膚で合成されます。ただし、近年は紫外線が強くなってきたため、日光に長時間あたることは注意が必要です。また、UVカット化粧品も多用されていますので、食品からビタミンDを摂取することが重要です。

● 適度な運動をする

運動をして骨に刺激を与えると、カルシウムが吸収されやすくなります。また、適度な運動により骨まわりの筋肉の量や強さが増すことで骨が補強されます。運動能力が向上すると、転倒による骨折率の低下も期待できます。

● カルシウム吸収阻害要因を減らす

リンとカルシウムの摂取比率は1対1が理想といわれていますが、牛乳はリンとカルシウムの割合がほぼその比率に近く、理想的な食品です。

近年は加工食品の摂取増大により、

リンの摂取比率が増加傾向にあります。リンが多すぎると、カルシウムを体外に排泄してしまうので注意が必要です。

また、シュウ酸、フィチン酸、食物繊維、ナトリウムの過剰摂取や、カルシウムの吸収促進作用を持つリジンの摂取不足はカルシウム不足につながります。

● カルシウム吸収率の良い食品を摂る

カルシウムは消化吸収されにくい栄養素の代表格です。牛乳にはカルシウムの一部がそのまま吸収されるイオン状態で含まれているほか、カゼインミセル中にコロイド状リン酸カルシウムという吸収されやすい形で含まれています。また、カゼインホスホペプチド(CPP)、乳塩基性たんぱく質(MBP)、乳糖が吸収率を上げると考えられます。さらに、牛乳は他の食品のカルシウムと一緒に摂ることで吸収率を上げる性質もあります。

● カルシウムの含有量と吸収率が高い牛乳

食品の栄養素の成分量の基準として、日本食品標準成分表が広く用いられています。成分表の数値ではカルシウムの含有量が牛乳より多い食品がたくさんありますが、1食分に換算すると牛乳の含有量が抜き出ています。成分表の数値は食品100gあたりの含有量を示していますが、食品間の栄養成分量は1食分の量で比較しなくては現実的とはいえません。

例えば、さくらえびは2,000mg、ほしひじきは1,000mgで、普通牛乳の110mgと比較するとそれぞれ約18倍、9倍も多くカルシウムが含まれています。ところが、1食分に換算するとさくらえび(8g)は160mg、ほしひじき(8g)は80mgで、普通牛乳コップ1杯(200mL)の227mgと比較するとさくらえびは約4分の3、ほしひじきは約3分の1と逆転しています[表2-8]。

さらに、牛乳のカルシウム吸収率は40%と高く、カルシウムが豊富な小魚の33%、野菜の19%より優れています[図2-21]。各食品の1食分のカルシウム含有量に吸収率を掛け合わせると、牛乳コップ1杯(200mL)のカルシウム吸収量は91mg、いわしは1食分60gで14mg、こまつなは1食分80gで26mgと、牛乳の多さが際立っています。このように、カルシウムは量ではなく、質で考える必要もあります。

もともとカルシウムは炭水化物やたんぱく質に比べて消化吸収率の低い栄養素です。しかも体内でつくることができないため、毎日食事から摂取しなくてはいけません。牛乳は身近に摂取できるカルシウム補給源として最適な食品といえるでしょう。

● 牛乳のカルシウム吸収率が高い理由

牛乳のたんぱく質から消化過程で生成するカゼインホスホペプチド(CPP)という物質には、カルシウムの吸収を促進する働きがあります。CPPは牛乳中のたんぱく質の約8割を占めるカゼイン(主として α_{S1} -カゼインと β -カゼイン)が、小腸下部で酵素によって分解されて生成します。

摂取されたカルシウムは胃の中で可溶化され、小腸で体内へ吸収されます。小腸は上部ほどpHが低く吸収されやすい環境に見えますが、小腸上部で吸収されるのは一部で、大部分のカルシウムは小腸下部まで移動します。下部にいくほど管腔内のpHが上昇(弱アルカリ)するので、一般的にはリン酸と結合し、不溶化して吸収されにくくなります。CPPは小腸下部において、このカルシウムの不溶化を阻止し、腸内沈殿を防ぐことでカルシウムの吸収量を増やす作用があります。

また、乳糖にもカルシウムの吸収を促進する働き(キレート作用)が推定されています。そのメカニズムは、乳糖が小腸の腸壁のカルシウム透過性を高めるためだと考えられます(人体では未確認)。

野菜に含まれるシュウ酸や、穀類・豆類に含まれるフィチン酸および食物繊維には、カルシウムの吸収を阻害する作用があります。牛乳にはこれらの物質がほとんど含まれていないことも、カルシウムの吸収率を高める要因となっています。

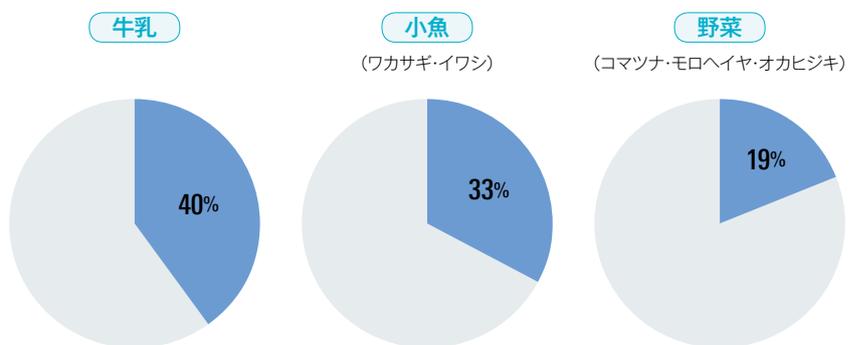
一方、リンはカルシウムの代謝に間接的に影響を与えると考えられますが、カルシウムとリンの摂取量の比率

表2-8 | カルシウムの多い食品

	含有量 (100g中)	1食分	含有量 (1食分中)
普通牛乳	110mg	206g	227mg
しらす干し(微乾燥品)	210mg	5g	11mg
さくらえび(素干し)	2,000mg	8g	160mg
まいわし(生)	74mg	60g	44mg
ほしひじき(乾)	1,000mg	8g	80mg
こまつな(葉、生)	170mg	80g	136mg

出典：文部科学省「日本食品標準成分表 2015年版(七訂)」

図2-21 | カルシウムの吸収率の比較



出典：上西一弘ほか「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)のカルシウム吸収率」『日本栄養・食糧学会誌』Vol.51、公益社団法人日本栄養・食糧学会(1998年)

Column

15

牛乳100円で87.8%のカルシウムを充足

栄養面で優れた食品である牛乳ですが、その栄養を摂取するのにどのくらいのコストがかかるのでしょうか。100円で購入できる量を求め、その量で1日に必要な栄養量をどのくらい満たすのか計算し、日常よく食べる食品5品目について比較してみると、カルシウムについては牛乳の87.8%に対して卵は25.6%なので、牛乳は卵の約3.5倍の充足率があるということになります。牛乳は栄養素密度が高いため経済的にも非常に効率的な食品といえそうです。

主要食品の同一価格あたりの栄養素充足率の比較(カルシウム)

	100円あたりの量	100円あたりの カルシウム量	充足率 (650mg/日で計算)
飯(精白米)	302.44g	15.12mg	2.3%
パン	149.72g	43.42mg	6.7%
鶏卵(生)	326.69g	166.61mg	25.6%
牛乳	519.01g	570.91mg	87.8%
牛肉(もも)	29.35g	1.17mg	0.2%

出典：総務省統計局「家計調査年報 平成27年」、文部科学省「日本食品標準成分表 2015年版(七訂)」

が1:0.5~2の範囲であれば、カルシウムの吸収・利用には支障がないとされています。牛乳の比率は1:1.08であることから、カルシウムの吸収・利用になら問題はなく、むしろ骨や歯の形成・維持に適切な割合となっています。また脂肪は、カルシウムが脂肪酸と不溶性の物質を形成し排泄させるためにカルシウム吸収量が減少するといわれていますが、牛乳脂肪由来の中鎖飽和脂肪酸はカルシウムの吸収に良いという報告があります。

●さまざまな効果が期待される牛乳のカルシウム

腎臓結石の予防には、牛乳乳製品などカルシウムを豊富に含んだ食品の摂取を控えるように指導されてきました。これは食品で摂ったシュウ酸が体内に吸収され、腎臓から排泄される際にカルシウムと結合してシュウ酸カルシウムの結石ができるからです。

しかし、最近の研究ではカルシウムの制限は腎臓結石の予防に結びつかず、むしろ60歳未満の人ではカルシウム摂取量が増えると腎臓結石の発症数が減少するとの報告も出ています。腎臓結石を予防するには、シュウ酸を多く含んだ食品を摂取するとき、同

Column

16

カルシウムを摂りすぎると健康を害する？

カルシウムの過剰摂取によって起こる障害には、尿路結石、ミルクアルカリ症候群、他のミネラル(鉄、亜鉛、マグネシウム、リンなど)の吸収抑制、便秘症などが報告されています。しかし、日本人の場合、通常の食生活でカルシウムが過剰になることはまずありません。1日1パック(1,000mL)の牛乳を摂取しても、カルシウム摂取量は1,135mgです。現在の日本人の1日あたりの平均カルシウム摂取量は517mg(2015年)程度と推奨値の600mgより低いことを考えると、通常の食事ではカルシウムの過剰摂取になることはまずないでしょう。ただ、最近では不足している栄養素を健康食品やサプリメントで手軽に補おうとする傾向が見られます。カルシウム製剤などで一度に多量のカルシウムを摂取すると上限量の2,500mgを上回り、血液中のカルシウム濃度が正常の範囲を逸脱して異常に高い値を示す高カルシウム血症、いわゆるミルクアルカリ症候群を生じる危険性があります。

時にカルシウムを摂ると効果的であるという報告もあります。シュウ酸とカルシウムを同時に摂取すると、腸管内でカルシウムがシュウ酸を中和し、難溶性のシュウ酸カルシウムを形成し、腸管からのシュウ酸塩の吸収を抑制します。そこで、シュウ酸塩の尿中濃度が低下し、腎臓で結石ができにくくなるというわけです。例えば、シュウ酸の多いコーヒー、紅茶、ナッツ、チョコレートには牛乳乳製品を、ほうれんそう、こまつなのおひたしには鯉節を組み合わせて摂ると、腎臓結石などの予防につながります。

また、牛乳のカルシウムが月経前症候群(PMS)の改善に役立つのではな

いかという報告もあります。PMSとは、生理の2週間前ごろから精神的、肉体的に不快な症状が現れる病気です。正常な月経サイクルを持っている女性の約40%がなんらかのPMS症状を有しており、うち約5%が重症例と推定されます。

PMSの原因についての研究はまだ継続中ですが、PMS患者にカルシウムを増量して摂取させたところ、食物渴望、抑うつ傾向ならびに苦痛スコアが改善されたという報告もあります。今後さらに多くの症例で検証する必要がありますが、牛乳のカルシウムがPMSの改善に効果的であることを期待させる結果と考えられます。

8

牛乳に含まれる他のミネラル

●カリウムイオン

カリウムイオン(K⁺)はナトリウムイオン(Na⁺)と拮抗して働きます。人間の細胞内にはカリウムイオンが、細胞

外にはナトリウムイオンが多く存在しています。カリウムイオンが不足すると血圧が上がるようなメカニズムが働きます。カリウムイオンは腎臓におけるナトリウムイオンの再吸収を抑制して、尿中へナトリウムイオンの排出を

促進するためと考えられます。

また、カリウムイオンには、筋肉の収縮に関係する酵素の活性を調節して、末梢血管を拡張し血圧を下げる作用にも関係しています。他にも神経信号の伝達や細胞内のpHの維持、酵素

反応の調節などに関わっていることが明らかになってきています。

カリウムイオンは牛乳乳製品をはじめ、魚介類、野菜類、果物、みそ、しょうゆや肉類などに幅広く含まれており、通常の食生活では不足しない栄養素です。

○リン

リンは体重の約1%を占め、ミネラルではカルシウムに次いで量の多い栄養素です。リンの約85%はリン酸カルシウムとして骨に存在しています。残りは筋肉、肝臓、歯、血液や、細胞と細胞の間の間質液などに存在していると考えられます。

リンの体内での働きは、骨や歯をつくる主な原料となるほか、体内のほとんどの細胞に含まれてさまざまな生命活動に関与したり、細胞膜や遺伝をつかさどる核酸を構成して細胞の成長と分化、筋肉・神経の機能を正常に保つなど、人間にとってカルシウムと同様に欠かせないミネラルといえます。リンは、カルシウムとの摂取比率が約1対1であることが理想といわれ、牛乳はほぼ理想の比率になっています。

近年、各種リン酸塩は、加工食品の食品添加物として広く利用されている

ためリンの過剰摂取が問題となるほどで、リンの摂取不足はほとんどないと考えられます。

リンの過剰摂取が長期間続くと、腎臓の機能低下や副甲状腺ホルモンの働きの低下が起これ、摂取したカルシウムが体内で利用されず、リンとともに体外に排泄されることもあるため注意が必要です。

○マグネシウムなど

マグネシウムは約60%が骨に含まれています。カルシウムと同様に骨に貯蔵され、不足すると骨から取り出されます。体内では骨の次に筋肉などの細胞組織に多く、血液には約1%含まれています。

マグネシウムは骨の構成成分になるほか、生体内の生命活動のうち体内でのたんぱく質合成の調節やエネルギーを体内でつくる作用に関係するとともに、生体内の多くの酵素の働きに関与しています。また、体温や血圧の調節、筋肉の収縮、神経の興奮などの生理的機能にも関与しており、生命体の維持に欠かせないミネラルです。

酵素の働きの1つには、ナトリウムイオンとカリウムイオンの量を調節したり、細胞内のカルシウムイオンが多

くならないように作用する機能もあるようです。細胞内のナトリウムイオンと同様にカルシウムイオンも、多すぎると高血圧につながる事が分かっています。

このように、ミネラルの13種類は個々の重要な働きがあると同時に、それぞれが関連して生体内で働くことが分かっています。

食事摂取基準において、ミネラルは上限量が設定されている場合もあります。この上限量は、1日だけ摂取超過したからといって直ちに体に異常が現れるものではありませんが、ある程度の期間続けて摂取超過すると、生命活動に影響が出る可能性が高いため注意を喚起したものと いえます。

ミネラルは摂取不足が続いても、逆に摂取超過が続いても問題です。朝昼夕の3食をきちんと摂り、好き嫌いをなくいろいろな食品を食べることが栄養的にバランスのとれた食生活につながります。

牛乳には、これまで述べた以外のミネラル成分も含まれていて、生体内でさまざまな働きをしていることが解明されつつあります。牛乳乳製品は単にカルシウム摂取源というだけでなく、栄養的にバランスをとる意味で日本人の基礎的な食品であることを見直していく必要があります。

9 牛乳に多く含まれる水溶性ビタミン

○ビタミンとは

人間の体には約60兆個の細胞があり、心臓や骨、脳、皮膚、血液などいろ

いろな組織をつくって、体温の維持や活動エネルギーの産生、細胞の合成・分解といったさまざまな生命活動を行っています。この生命活動の主な材料となるのが三大栄養素とミネラルで、

これらの栄養素を化学反応させるために欠かせない触媒のような役割を持つのがビタミンです。量的には少ないものですが、単独での働きのほか、他の栄養素と関連して生命維持に深く関

わっています。

ビタミンの多くは体内で合成できず、食事から摂取しなければなりません。ビタミンが不足すると体内の化学反応が順調に行われなくなり、体の調子が悪くなったり、病気になったり、成長期には十分な成長ができなくなることもあります。

ビタミンは20種類以上が知られていますが、「日本人の食事摂取基準」では13種類に摂取基準が設けられました。13種類のうち、水に溶けやすい「水溶性ビタミン」が9種類、油に溶けやすい「脂溶性ビタミン」が4種類あります。これらのうち、牛乳に多く含まれているものについて、その働きの概要を紹介します。

● ビタミンB₂

ビタミンB₂は別名「成長ビタミン」といわれ、小学生の1日あたりの推奨量に対し、牛乳200mLで約20%を補うことができます。

舌や唇、皮膚、眼の健康にも関係し、運動能力を高めることが知られています。不足すると脂漏性皮膚炎や口角炎、眼性疲労などの症状につながるため、最近では「美容ビタミン」とも呼ばれ、成長期の子どもや女性にとって大切なビタミンです。

● ビタミンB₁₂

ビタミンB₁₂はコバルトを含むビタミンの総称で、造血に重要な役割を果たしています。牛乳200mLには、成長期の1日あたりの推奨量に対し、25～50%近く補えるほど多く含まれています。

ビタミンB₁₂は緑黄色野菜などに多く含まれる葉酸と協力して、赤血球のヘモグロビンの合成を促進したり、DNA(遺伝子)の主成分である核酸の合成に関与していることが知られています。

ビタミンB₁₂の不足は、赤血球の生産異常などを起こすことにつながります。赤血球中のヘモグロビンは酸素を体内全体に運ぶ役割をしているため、体内のエネルギー生産が十分にできなくなる原因になります。

また、神経とも関係が深いといわれ、末梢神経の修復や中枢神経の脳にも関係することが知られており、記憶力や精神のバランスにも関与すると考えられています。

ビタミンB₁₂はB₂と同様、成長期には特に摂取に気をつけたいビタミンですが、通常の食生活では欠乏は起こりにくいといわれています。

● パントテン酸

パントテン酸の名は「広くどこにでもある」という意味のギリシャ語に由来し、通常の食事では不足することは少ないといわれています。

牛乳にも多く含まれるビタミンで、その働きは三大栄養素のエネルギー生産に関与しているほか、副甲状腺ホルモンの合成に関与して、ストレスへの抵抗力をつけることが知られています。

日本人の食生活では、エネルギーの半分以上が穀類などを中心とした炭水化物です。炭水化物の分解に伴うエネルギー生産には主にビタミンB₁が補酵素として働きますが、この働きにパントテン酸が深く関わっています。この他、善玉のHDLコレステロールを増やす働きや免疫抗体の生産、自立

神経伝達物質(アセチルコリン)の生産に関わる働きもあります。

現代は大人だけでなく、成長期の子どもたちもストレスの多い生活環境にあり、パントテン酸が多く必要になります。また、炭水化物は体全体の主要なエネルギー源であるとともに、ぶどう糖は脳には唯一のエネルギー源となるため、パントテン酸とビタミンB₁は成長期に欠かせないビタミンです。

● ビタミンB₁ほか

ビタミンB₁は牛乳、穀類や野菜、魚、肉類など多くの食品に含まれており、牛乳200mLには推奨量の約7%が含まれています。穀類の含有割合は、玄米を100とすると精白米では20と少なくなっています。

体内では炭水化物がぶどう糖として吸収された後、アポ酵素が働いてエネルギーを産生しますが、このときビタミンB₁やパントテン酸が補酵素として働きます。したがって、B₁が不足すると疲れやすく、食欲が減退したり、成長や神経の働きなどに関係するといわれています。嗜好飲料を摂りすぎる最近の傾向から、成長期の子どもや若い人にB₁不足が見られるといわれます。

人体の細胞約60兆個のうち多くはエネルギーの自己発電機能を持っており、炭水化物のぶどう糖、脂質の脂肪酸、たんぱく質のアミノ酸の3つを発電用の原料にしています。この原料からエネルギーを生み出すのにいろいろな酵素が関わります。酵素の働きを促進する補酵素の役割を持つのは、水溶性ビタミンB群(B₁、B₂、ナイアシン、B₆、パントテン酸、ピオチン、葉酸、B₁₂)の8

種類です。これらB群は、体内でお互いが関連し合いながら働いています。水溶性ビタミンは、摂りすぎても尿中に排泄されます。

ビタミンB₆はアミノ酸の合成・分解の補酵素、成長や皮膚、歯、髪に関与、神経細胞の興奮抑制に関与などの働きがあります。葉酸は赤血球や細胞の分裂・発育、脳や神経伝達物質に関与していると考えられます。

ナイアシンは、炭水化物や脂質、たんぱく質のエネルギー産生、ホルモンの合成、脳神経やペラグラの皮膚炎、下痢などに関与しています。いろいろ

な食品に含まれるため、摂取不足の心配はほとんどないと考えられます。

● ビタミンC、食物繊維、鉄など

ビタミンCには、コラーゲン(骨を含めた細胞と細胞の結合組織の主成分のたんぱく質)の生成促進や、アミノ酸や副腎皮質ホルモンの生成、鉄や銅の吸収、ヘモグロビンの合成を促進する働きがあります。また、ビタミンA、Eとともに活性酸素(体を酸化させ老化などを早める物質)に対する抗酸化ビタミンとして

の働きや、免疫力を高める働き、しみのもととなるメラニン色素の生成を抑える働きなどが知られています。

鉄や銅は赤血球のヘモグロビン合成に深く関与し、鉄はヘモグロビンの構成物質として血液により体中に酸素を運搬したり、筋肉中ではミオグロビンの成分として、血液より筋肉に酸素を取り入れる役割が知られています。

また、鉄は体内でたんぱく質と結合して、肝臓、脾臓、骨髄に貯蔵鉄の形で約20~30%が貯蔵され、血液中に鉄分が不足するとヘム鉄の形で血液に補充される仕組みになっています。

10 牛乳に多く含まれる脂溶性ビタミン

● ビタミンA

ビタミンAは、小学生の1日あたり推奨量に対し、牛乳200mLで約16%前後補給できます。牛乳のビタミンAはレチノールとして多く含まれ、そのままビタミンAの働きをします。

緑黄色野菜に多いカロテン(主にβ-カロテン)は吸収率が低いため、カロテン6に対しレチノール1として計算され、全体では「レチノール当量」として表されます。緑黄色野菜のカロテンは、例えばほうれんそうをバターで炒めると吸収率が上がるといわれています。

ビタミンAには視力を正常に保つ働きがあります。薄暗い場所でも目が慣れるのは、光の明暗を感じる物質ロドプシンがあるため、その主成分はビタミンAだと分かりました。

また、ビタミンAは成長促進や生殖・免疫機能の維持、皮膚や上皮組織

(口、鼻、喉、肺、胃、腸)の粘膜を正常に保つため、病原菌などが体内に入るのを防ぐ働きがあることや、皮膚がかさつく乾燥肌の人にも良いことが知られています。

● ビタミンD

牛乳は、脂溶性ビタミンのうち、ビタミンDとEの含有量が少ないといわれています。ビタミンDは骨の生成に欠かせないビタミンですが、他のビタミンと違い体内ではホルモンとして働きます。ビタミンD欠乏症はほとんど見られません。

皮膚にはビタミンDのもとになるプロビタミンD₃があるため、ビタミンDの多くは日光の紫外線にあたることで生成し、体内で活用されます。30分程度の日光浴や木陰でも十分に生成されるため、むしろ強い紫外線を浴びす

ぎないように注意することが大切です。

● ビタミンE

ビタミンEはトコフェロールという物質の総称で、体の脂肪組織、副腎、肝臓、心筋などの多くの組織に蓄えられています。細胞膜に含まれ、細胞膜が活性酸素で酸化されるのを防ぐ抗酸化ビタミンの代表格です。「老化防止ビタミン」と呼ばれることもあります。

ビタミンEはマーガリンを含む植物性油脂や小麦胚芽、アーモンド、ひまわりの種や落花生、あんこうの肝、さけのすじこ、生のたらこなどに多く含まれており、現状では摂取不足の指摘がないビタミンです。

ビタミンEの働きは、ビタミンCの代謝に関係するほか、ビタミンAなど他の抗酸化物質の酸化防止にも関係しています。

● ビタミンK

ビタミンKは、カルシウムが骨に沈着するのを助ける、たんぱく質のオステオカルシンの合成に欠かせないビタミンです。また、血液の凝固を促進・抑制し、バランスをとる作用があります。

● 脂溶性ビタミンと上限量

脂溶性ビタミンにはビタミンKを除き上限量が設けられていますが、食品からの摂取では問題になる量ではありません。

しかし、サプリメントなどでの過剰摂取には注意が必要です。

● 牛乳に関するその他のビタミン物質

牛乳に比較的多く含まれるビタミンU(キャベジンとも呼ばれる)は胃酸の分泌を抑え、胃粘膜の修復を助けて胃潰瘍や十二指腸潰瘍を防止する作用があると考えられます。また、PABA(パラアミノ安息香酸)はビタミンB群の仲間、体内での葉酸合成に欠かせない物質です。皮膚を紫外線から守り、赤血球の産生に関与するなどの働きがあるとされています。

● 水分

人間の体は水分量が一番多く、約50～65%を占め、年齢が若いほど多いようです。自然条件にもよりますが、食事が摂れなくても水があれば数日から1週間くらいは生きることができるといわれています。

「日本食品標準成分表 2015年版(七訂)」によると、普通牛乳・種類別「牛乳」の乳脂肪を含む乳固形分は標準で12.6%、残り87.4%は水分です。成人の場合、食事から摂る量も含めて1日に2.5～3L程度の水が必要といわれ、牛乳は水分の主要な補給源でもあります。

11 牛乳のおいしさの秘密

● 味覚を決める要素とは

人間は食品をさまざまな基準で「おいしい」と判断しますが、中でも重要な判断基準が「味(風味)」です。また、「食感(テクスチャー)」や「温度」も大きな判断基準となります。

● 味(風味)

食べ物を食べたときのおいしさは、多数の感覚が混じり合って構成されています。味には、味覚神経で感じる「甘味」「酸味」「塩味」「苦味」「うま味」の5つの基本味があります。味覚神経で感じる味はこの5つの基本味だけで、「辛味」などは痛いと感じる触覚といわれています【図2-22】。

舌や口の中で感じる感覚は、これらの味に香りが密接に結びついて形成

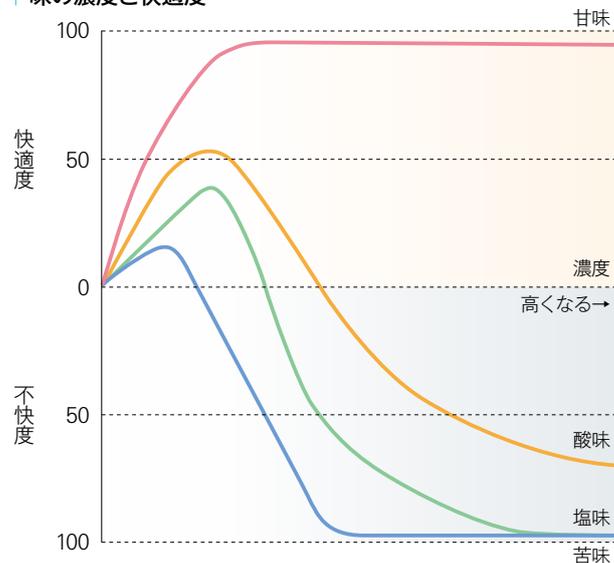
されますが、「95%が嗅覚で、5%が味覚。情報の大半は鼻腔から脳に入る」といわれています。風邪を引いて鼻が詰まった状態で食べると、嗅覚を奪われてしまい味がまったくくしないという

経験からも理解できます。

● 食感(テクスチャー)

食べ物をおいしいと感じるのは、味と香りに加え、コクや食感、温度、

【図2-22】味の濃度と快適度



出典：石間紀男「食品に関する評価の基礎要因」「食のことは」ドメス出版(1983年)

色、形状、音などさまざまな要素があります。歯触りや舌触り、噛みごたえなど食べ物を口に入れたときの接触覚である食感、実は食べ物のおいしさのかなりの部分を印象づけています。

●温度

人間の舌は20～40℃の温度が一番敏感で、5つの基本味は温度によって感じ方が変わります。甘味は人間の体温と同程度の35℃くらいが一番甘く感じられ、この温度より高くても低くても感じ方が弱くなります。塩味と苦

Column 17

牧場で飲む牛乳がおいしく感じられるのは？

牧場で飲む牛乳は、乳牛の品種や製法など普段の生活で飲む牛乳とは異なる点があり、味わいもさまざまです。日本の乳牛は99%以上がホルスタイン種ですが、観光牧場などではジャージー種やブラウンスイス種などを飼育しているところがあります。これらの牛乳には乳脂肪分や無脂乳固形分が多く含まれ、濃厚な味わいになります。

また、市販されている牛乳のほとんどは工場均質化(ホモジナイズ)されていますが、牧場で飲む牛乳は均質機を通していません。こうした牛乳をノンホモ牛乳といい、大きな脂肪球が浮いて、とろりとしたクリーム層を上部につくります。最初にこのクリーム層が口に入り濃厚に感じますが、その下の層は乳脂肪分が低くなっています。

牛乳は乳等省令により殺菌方法や細菌をはじめとするさまざまな検査が義務づけられているため、牧場でも搾ってすぐに飲むことはできません。

表2-9 | 牛乳の風味成分とその内容

区分	主な風味成分	含量	風味の内容
香気	アセトン(2-プロパノン)	1 (mg/L)	新鮮な牛乳臭またはかすかな乳牛臭
	2-ブタノン(エチルメチルケトン)	0.08	
	2-ヘキサノン	0.01～0.03	
	2-ペンタノン	0.01～0.03	
	硫化ジメチル	<0.02	
	アセトアルデヒド	0.01～0.02	
	エチルアルコール	<0.01	
	酢酸エチル	<0.01	
	デルタラクトン酸	<0.01	
	短鎖脂肪酸	10～30	風味に一部関係する
呈味	乳糖	42～48 (g/L)	温和な風味
	塩化物	1	かすかな塩味
	クエン酸	2	弱い酸味
	リン酸(PO ₄ ³⁻ として)	1.6	
	マグネシウム	0.1	わずかな苦味
	カルシウム	1.1	
口あたり・コク	乳脂肪(トリアシルグリセロール)	30～40 (g/L)	温和な口あたりと甘味
	リン脂質	0.3	乳化作用によるまろやかな口あたり
	乳たんぱく質	28～32	濃度と分散状態がコクに関係

出典：中江利孝「乳質改善資料」(1956年)

味は温度が高いとあまり強く感じませんが、低くなると強く感じます。

●牛乳特有のおいしさの秘密

私たちは「おいしさ」を、味や舌触りだけでなく、見た目や音、香りなども含めた五感全体で感じています。牛乳のおいしさも例外ではなく、牛乳をグラスに注ぐ音、光沢感のある乳白色、滑らかな質感、アセトンなど複数の香気成分がかもし出す芳香などさまざま

な要素が関係しています。

牛乳独特のまろやかな口あたりは、たんぱく質と乳脂肪が微細なコロイド粒子となって分散することにより生まれます。牛乳成分の味(風味)の中身を見てみると、含有量の多い乳糖、乳脂肪、たんぱく質は甘味やコクを、他の微量成分はかすかな塩味や酸味、苦味をつくり上げています[表2-9]。

牛乳の味を左右するのは、原料となる生乳の品質や成分です。特に乳脂肪は多いほどコクが増し、乳脂肪から

の遊離脂肪酸やカルボニル化合物によって芳香もより強く感じます。

また、加熱殺菌の方法によっても味は大きく変わります。加熱殺菌によって生じる風味成分を加熱臭といい、加熱時間が長いほど、また温度が高いほど強くなる傾向があります。加熱臭はある程度までは好ましい香りや濃厚感を生じますが、強すぎると新鮮味を損ないます。ただ、加熱臭は時間が経つにつれて弱くなります。また、加熱臭は個人の好みによって味の評価が異なるものです。

Column

18

牛乳の新たな活用方法である「乳和食」

日本人の健康にとって深刻な問題である高血圧の原因として食塩の過剰摂取があり、高血圧予防や高血圧症の治療の点から減塩食が奨励されています。しかし、外食や弁当・惣菜などの調理済み食品への依存がますます強まっている状況の中で、食塩の利用と摂取はなかなか減少していません。

そこで、味噌や醤油などの伝統的調味料にコク味やうま味を有している牛乳(成分無調整牛乳)を組み合わせることで、食材本来の風味や特徴を損なわずに食塩や出汁を減らし、おいしく和食を食べてもらう調理法として、料理家、管理栄養士の小山浩子先生により提案されたのが「乳和食」です。「乳和食」は、減塩だけでなく、日本人のカルシウム不足の改善や、特に高齢者で不足しがちな動物性たんぱく質を補うことができるなどのメリットもあります。

和食



◎さばの味噌煮

◎豚汁

◎キャベツのおひたし

◎ごはん

食塩相当量…… 5.0g

カルシウム…… 81mg

乳和食

＼-2.1gの減塩に！／



◎さばのミルク味噌煮

◎ミルク豚汁

◎キャベツのおひたし

◎ごはん

食塩相当量…… 2.9g

カルシウム…… 175mg

New-
Washoku

公式Webサイトでは乳和食のレシピを多数掲載しています。

<http://www.j-milk.jp/nyuwashoku>

出典：公益財団法人日本栄養士会監修「おいしく減塩 乳和食のすすめ」一般社団法人Jミルク

12 牛乳乳製品を楽しむ

牛乳乳製品をさらに おいしく

牛乳乳製品は、手を加えることなくそのまま飲んだり食べたりできるのが特徴です。調理に使うと肉や魚などの臭いを取り、味をまろやかにする働きがあります。牛乳乳製品の栄養分は加熱してもほとんど損なわれないという特性もあり、その利用方法はバラエティに富んでいます [表2-10]。

表2-10 | 牛乳乳製品のおいしさ楽しみ方

種類	おいしさの秘密	楽しみ方
牛乳	乳糖によるかすかな甘味、ミネラル分の奥深い滋味、カゼインなどのたんぱく質によるコク、乳脂肪による滑らかな飲み心地	そのまま飲むほか、コーヒーや紅茶など他のものと混ぜて飲むことができる。近年は混ぜて飲む傾向が強まってきている。また、牛乳のたんぱく質や脂質は、臭い成分を効率的に吸収する働きもあり、肉や魚などの生臭さを抑えるため料理にも幅広く使える
ヨーグルト	乳製品独特のコクと乳酸発酵によるさわやかな酸味	スープやドレッシングに加えると、さっぱりとした味わいに仕上がる。肉を漬け込むと乳酸が筋繊維をほぐし、肉を軟らかくジューシーにする。意外なのが和食にも合うことで、味噌汁に加えると乳酸が味噌の成分を分解しアミノ酸を増加させ、うま味を増すなど味を引き立てる。牛乳を飲むとおなかの調子が悪くなる人には、乳酸菌によって乳糖の一部がすでに分解されているヨーグルトやチーズを利用すると、無理なく牛乳の栄養を摂取することができる
チーズ	豊富に含まれたアミノ酸がうま味の秘密	味噌や醤油などと同じ発酵食品として優れた調味料になる。種類も豊富で、クリーミーな食感や酸味、コクなどさまざまな風味が味わえる。加熱すると香りや濃厚感、独特の風味が増す
クリーム	乳脂肪を凝縮したクリームは、料理に使うといっそうのコクとまろやかさが加わる	泡立ててホイップクリームにし、ケーキのデコレーションやスコーンなどのお菓子に添える。コーヒーや紅茶に入れると趣きが違う濃厚な味が楽しめる
バター	バター1箱(200g)をつくるには200mLの牛乳約26本分の乳脂肪が必要で、まさに牛乳のおいしさを凝縮した食品。加熱すれば芳醇な香りが得られ、バターに含まれる乳糖やたんぱく質により、滑らかな食感が味わえる	パンにつけて食べる以外にも料理の調味料や隠し味、お菓子づくりなど多様な使い方があ。植物油にはないコクと風味が生かされ、どんな食品とも相性が良い