

## 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歳以上の方が牛乳類を飲む頻度は近年少しずつ減少する傾向にあり、2019年以降は「毎日」飲む人の割合が30%を下回っています。

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。

# I 牛乳の歴史

## I 世界の乳・乳製品利用の歴史

2

牛乳のはなし

### 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。

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、およそ1万年前に肉を獲得するために羊や山羊を家畜化し、少し遅れて牛も家畜化していきました。家畜化してそれほど間をおかず、人類は羊や山羊から乳を利用し始めたといわれています。ここに、動物の命を犠牲にすることなく、動物と共存し、動物から持続的に食料を得ることができる新しい食料生産が始まりました。さらに、羊や山羊は1年を通じて搾乳できないことから、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、残った脱脂乳は硬くて保存性のある酸凝固・非熟成乾燥チーズ(現在のチーズの原型)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おり、現地では「ジャמיד」「ヒゲット」「カセルマ」「キャシキ」な

どと呼ばれています。

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。アルファベットの「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わかります。

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

4

### 牛乳で悟りを開いたお釈迦様

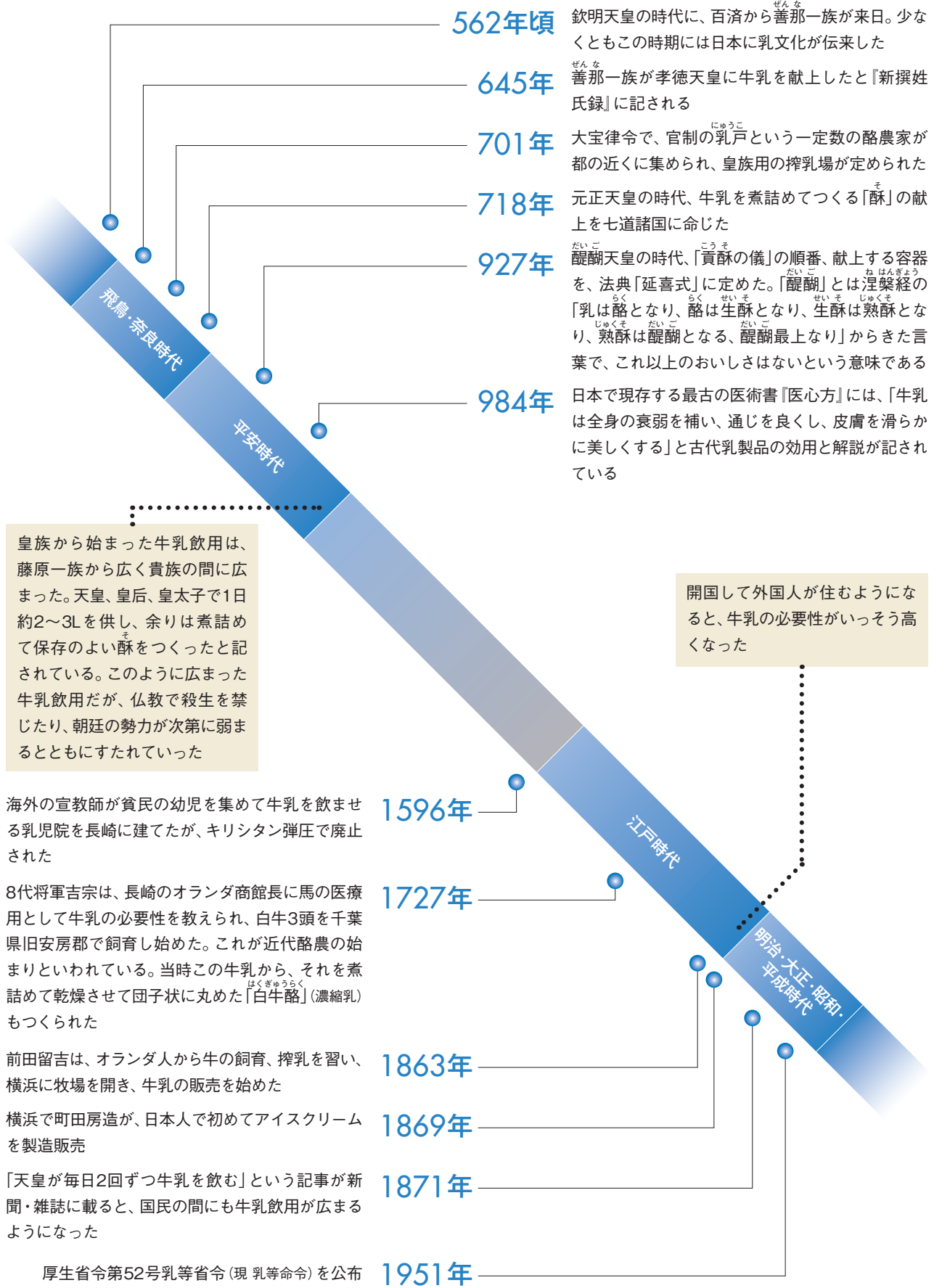
釈迦が太子であったころ、山奥にこもって1週間に1食しか食べないという厳しい絶食修行を行いました。衰弱した体で下山し、尼連禪河で身を清めた太子に、難陀婆羅(だばら)という長者の娘が1杯の牛乳を捧げました。牛乳を一口飲んだ太子はこれほど美味なものがこの世にあったのかと驚き、そこで悟りを開いたという説があります。

このため、仏教の経典には「牛より乳を出し、乳より酪(ヨーグルト)を出し、酪より生酥(バター)を出し、生酥より熟酥(バターオイル)を出し、熟酥より醍醐(常温でも液状になりやすいバターオイル画分でわずかししか得られない)を出す」とあり、醍醐が最高の美味とも書かれています。

醍醐という言葉は、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。

I 牛乳の歴史

## 2 日本の牛乳の歴史



562年頃

欽明天皇の時代に、百済から善那一族が来日。少なくともこの時期には日本に乳文化が伝来した

645年

善那一族が孝徳天皇に牛乳を献上したと『新撰姓氏録』に記される

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

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

日本で現存する最古の医術書『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

開国して外国人が住むようになると、牛乳の必要性がいっそう高くなった

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

1596年

8代将軍吉宗は、長崎のオランダ商館長に馬の医療用として牛乳の必要性を教えられ、白牛3頭を千葉県旧安房郡で飼育し始めた。これが近代酪農の始まりといわれている。当時この牛乳から、それを煮詰めて乾燥させて団子状に丸めた「白牛酪」（濃縮乳）もつくられた

1727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

1863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

1869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

1871年

厚生省令第52号乳等省令（現 乳等命令）を公布

1951年

## 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、10項目以上の検査を行います。検査は「乳及び乳製品の成分規格等に関する命令」(以下、乳等命令、1951年制定「乳及び乳製品の成分規格等に関する省令」の消費者庁移管に伴い2024年4月より名称変更)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。

表2-1 主な受入検査の手法と基準

検査項目	検査の方法と目的	乳等命令などの基準
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 (15℃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、腐敗や変質などがいないかを検査する	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

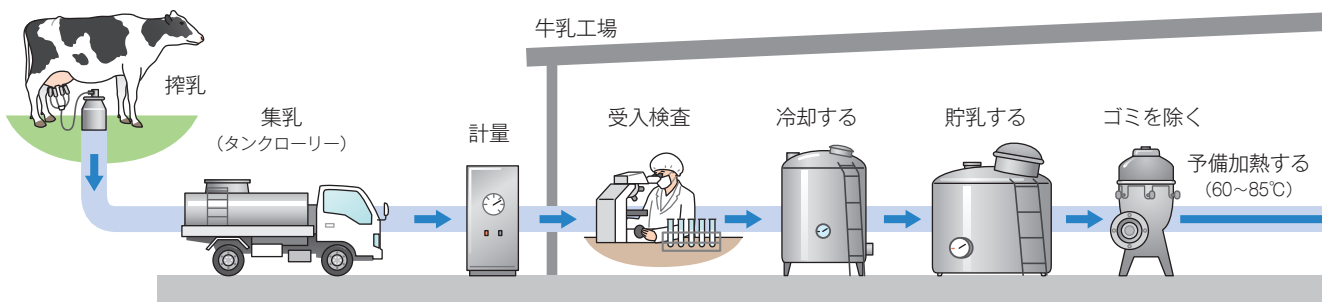
### Column 5

### 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うえ、見学を計画してください。

図2-1 工場で牛乳が生産されるまでの流れ



## 貯乳する

受入検査に合格した生乳は冷却機で10℃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<sup>かくはん</sup>を備えています。

## ゴミを除く

強力な遠心分離装置(清浄機:クラリファイヤー)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0.1μm～10μmです(1μm=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、生クリーム層ができます。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2μm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。

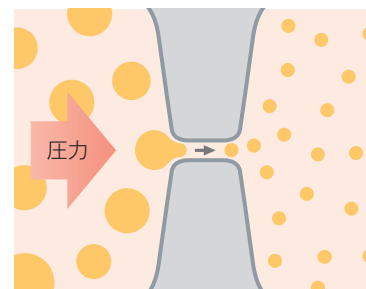
## 殺菌する

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℃以下に冷却されます(殺菌方法については26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

図2-2 脂肪分の均質化(ホモジナイズ)



機械で圧力をかけ、生乳に含まれている脂肪分の粒の大きさを小さく均質にする

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

## Column 6

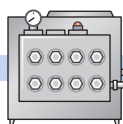
### 牛乳容器のリサイクルとリユース

牛乳容器は現在、主として紙パックとびんが使われており、どちらも環境負荷低減のための取り組みが行われています。

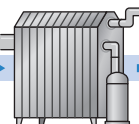
**紙パック(リサイクル)** 牛乳パックに使われている用紙は、建材や家具に使われなかった針葉樹の端材が原料です。安全性や衛生面を考慮してバージンパルプが使用されているため、上質な資源となります。回収後に再生紙メーカーに送られた紙パックは、ラミネート部分を取り除き、厚紙部分を再溶解します。インクの残りなどを除いてきれいなパルプにつくり上げ、トイレトーパーなどのリサイクル製品にします。取り除いたラミネート部分は燃料等に再活用されます。

**びん(リユース)** 牛乳びんは、使用后、洗浄・殺菌して何度もリユース(再利用)されます。戻りびんは工場ではコンベアに乗せられて大きな洗浄(殺菌)機に入り、特殊な洗剤を入れた60～70℃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。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。その後、きれいに洗っているか、傷がないかなどの検査を経て、びん専用の充填機を用いて牛乳が充填されます。

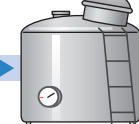
均質化する  
(ホモジナイズ)



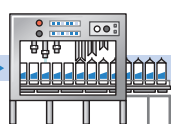
加熱殺菌する



冷却後貯乳する  
(サージタンク)



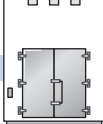
充填包装する



出荷検査



冷蔵  
(10℃以下)



出荷





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、表示さ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

です。

### 出荷検査をする

充填包装された牛乳は、出荷検査用に一部をサンプリングしたうえで、冷蔵庫内で10℃以下に保たれて検査結

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命令に基づいて殺菌され、包装されています。殺菌方法は乳等命令で「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有する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のほか、最近では熱源を用いずに電気エネルギーで直接牛乳を加熱する交流高電界殺菌も一部で導入されています。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。

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	
超高温瞬間殺菌 (UHT)	生乳を120～150℃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	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

### それぞれの方法による殺菌効果

それぞれの殺菌方法によって殺菌効果は異なります。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孢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（UHT）が9割以上を占めています。

また、ロングライフ（LL）牛乳と呼ばれる「常温保存可能品」と表示された牛乳は、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。

## Column 7

## 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かかる変化と同じです。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が、牛乳のカルシウムの吸収性には大きな影響は与えません。ヒトのカルシウム吸収率試験では、超高温瞬間殺菌(UHT)された牛乳のカルシウム吸収率は39.8%で、小魚32.9%、野菜19.2%など、他のカルシウム含有食品に比べて高いことが示されています(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』第51巻第5号、日本栄養・食糧学会(1998年))。

## 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

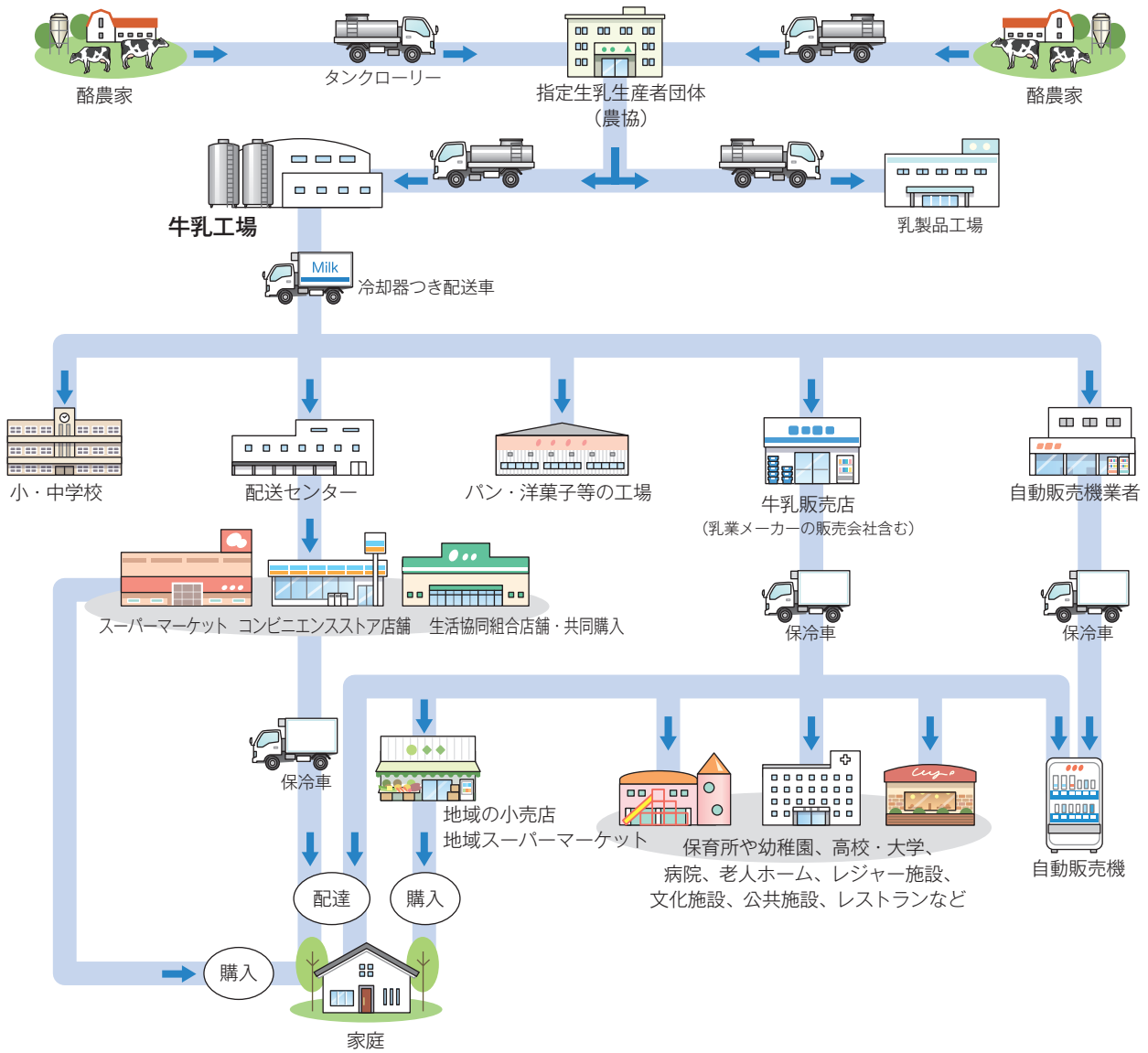
すべてにおいて10℃以下の冷蔵流通が乳等命令に定められ、消費者の手に届くまで細心の注意で衛生的に管理され、新鮮さが保たれています。

## Column 8

## 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、安全を確認したうえ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命令および「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、乳等命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\*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。

### その他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（「色もの乳飲料」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命令による成分規格の一覧は表2-3を参照してください。

※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

**Column 9 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61kcal、42kcalです。コップ1杯(200mL)あたりに換算すると、それぞれ126kcal、87kcalで、39kcal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。

表2-3 牛乳類の種類と乳等命令による成分規格

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 <sup>注</sup>		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

2

牛乳のはなし

## 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「特別牛乳・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。


## 消費期限と賞味期限

牛乳類の期限表示には、「賞味期限」と「消費期限」の2種類があります。賞味期限とは、未開封の状態で、製品に表示されている保存方法、温度で保管した場合においしく食べることができる期限のめやすです。期限後すぐに食べられなくなるわけではありません。消費期限は、未開封のまま、表示された保存方法を守って保管した場合に安全に食べられる期限のことです。ど

表2-4 牛乳類の義務表示事項

表示項目	特別牛乳	牛乳、 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	△注1	△注1
商品名	○	○	○	○
無脂肪固形分	○	○	○	○
乳脂肪分	○	○	○	○
植物性脂肪分	—	—	—	△注2
乳脂外動物性脂肪分	—	—	—	△注2
原材料名	○	○	○	○
	「生乳100%(国産)」と表示する		生乳を使用したときは「生乳(50%以上)(国産)」または「生乳(50%未満)(国産)」と表示する	
原料原産地名	△注3	△注3	△注3	△注3
殺菌	△注4	○	○	△注5
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	○	○	○	○
製造者	○	○	○	○

図2-4 一括表示の例

種類別名称	牛乳	
商品名	公正3.5牛乳	
無脂肪固形分	8.3%以上	
乳脂肪分	3.5%以上	
原材料名	生乳100%(国産)	
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	〇〇〇株式会社〇〇工場	

注1 常温保存可能品にのみ表示する

注2 使用する場合にのみ表示する

注3 対応する原材料名の次に括弧を付して表示することもできる

注4 未殺菌を許可された特別牛乳にあっては未殺菌と表示する

注5 殺菌温度や時間は省略できる

II 牛乳ができるまで

こちらの期限表示も開封してしまうと無効になります。

期限表示は各メーカーが独自に決めており、製造方法や物流条件などによって違いがあります。牛乳の場合は、高温殺菌牛乳は賞味期限、劣化の早い低温殺菌牛乳には消費期限が定められています。

### 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、くるみ、小麦、そば、卵、乳、落花生の8品目(2023年3月9日改正時)のアレルギー原因物質

(アレルギー)を含む加工食品に、それらのアレルギーを含む旨の表示を義務づけています。これにより、食物アレルギーの患者は、アレルギー表示を確認することで自分が食するものの中に自分が反応するアレルギーを含むかどうかを判断し、選別することができます。

### 視覚障害者などが牛乳とわかる容器の流通

500mL以上の切妻屋根(ゲーブルトップ)型紙パックには、目の不自由な方や高齢の方が触っただけで種類別「牛乳」とわかるよう、「<sup>きりか</sup>切欠き」とい

図2-5 <sup>きりか</sup>切欠き



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】。<sup>きりか</sup>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。

## 1 牛乳類の生産量

### 日本の飲用牛乳類の生産量の推移

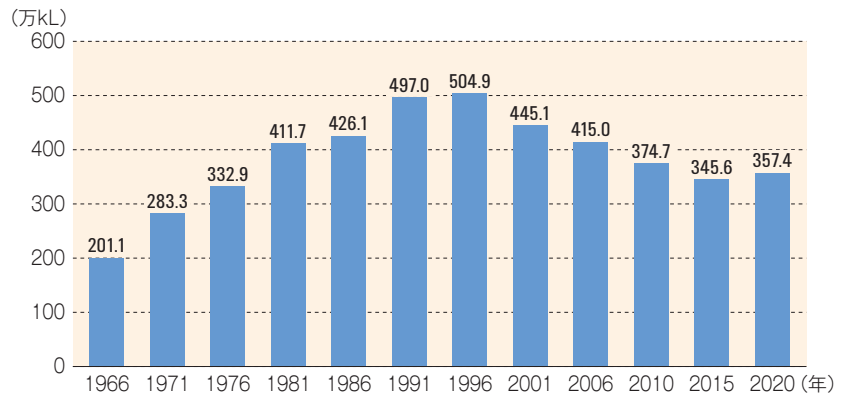
日本の飲用牛乳類の生産量は、1994年の514.2万kLをピークに減少傾向にあります【図2-6】。

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、種類別「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品質が向上し、また店舗の品ぞろえの変

図2-6 飲用牛乳類の生産量の年別推移



出典：農林水産省「令和4年 牛乳乳製品統計」

化などによって、種類別「牛乳」でも乳固形分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2022年には917万人と1985年対比で53.7%に減少。学校給食用牛乳は、1985年の60.9万kLから2022年には33.2万kLとなり、35年余りで45%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日あたりの販売量

牛乳乳製品の製品価格は、生乳生産コスト高騰を背景とした取引乳価引き上げに、製品の包材・資材や物流費等の経費高騰が重なり、2022年11月以降、牛乳やヨーグルト、チーズなど全般的に改定されました。物価高による家計の節約志向も加わり、牛乳乳製品の消費量は減少傾向で推移していま

図2-7 牛乳販売個数(推計)の月別推移



出典：(株) インテージSRI+® POSデータ

す【図2-7】。消費者の価格改定への理解醸成や需要の維持・拡大は、喫緊の課題となっています。

### 日本の牛乳消費量と主要国の消費量

2021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、オーストラリアやフィンランド、英国の約3分の1です【図2-8】。

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2023」によると、チーズの消費量はフランスが27.4kg、アメリカは17.9kgなのに対し、日本は2.5kgとなっています【図2-9】。バターも消費量は日本は0.8kgであり、フランス8.2kg、アメリカ2.7kg、ロシア2.7kg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 主要国における牛乳類の1人あたり年間消費量(2022年)

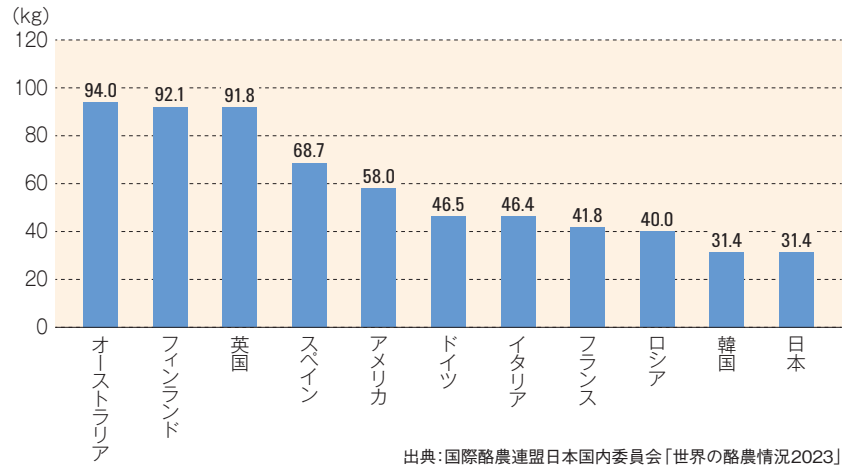
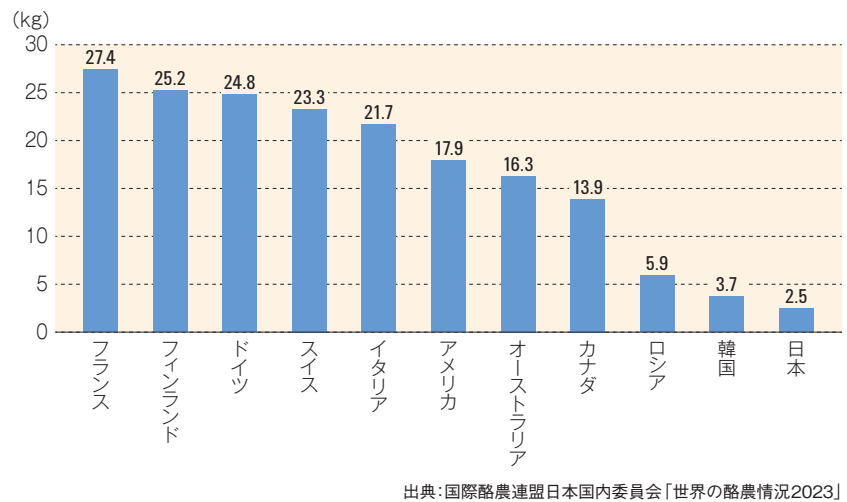


図2-9 主要国におけるチーズの1人あたり年間消費量(2022年)

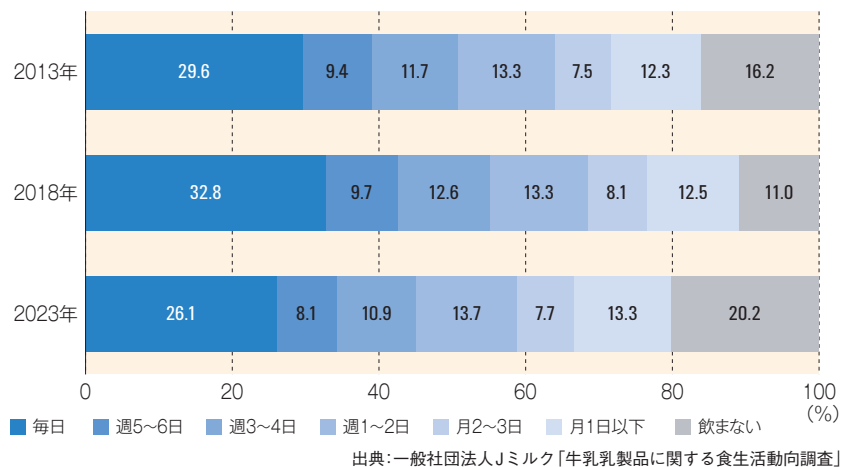


## 3 牛乳の飲用状況

### 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歳以上の人々が牛乳類を飲んだり利用する頻度は、近年、少しずつ減少する傾向にあります。2021年に一時持ち直したものの再び減少傾向に戻り、2023年は「毎日」飲用の比率が前年からやや減少、「週1回以下」の飲用比率はやや増加という結果になりました。「飲まない」人の割合は前年と比較すると減少し、約20%でした【図2-10】。

図2-10 牛乳類の飲用・利用頻度(経年比較)





また、牛乳類の飲用・利用頻度の増減変化(経年比較) [図2-11] を見ると、「牛乳の利用が増えている人(増加者)」、「牛乳の利用が減っている人(減少者)」共に近年減少傾向にある中で、「減少者」は下げ止まった感があります。

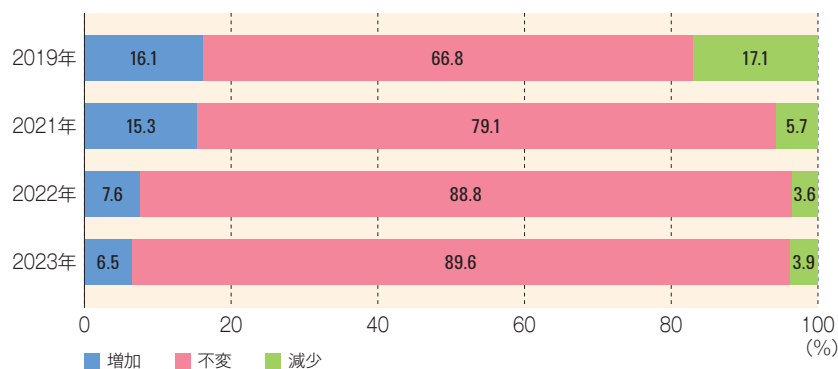
### 属性別に見た牛乳類を飲む頻度と増減の理由

属性別に見た牛乳類の飲用・利用頻度について、家族構成別で見た2022年の調査結果では、牛乳を「毎日」飲用・利用していると答えた割合は、子どもがいる家族世帯が約34%と最も多く、次いで子どもがいない家族世帯、単身世帯の順でした。単身世帯は「毎日」が約25%ある一方、「飲まない」も約30%に達しました [図2-12]。また、飲用・利用頻度の増減については、子どもがいる家族世帯では「増えた」と答えた割合が最も多く、子どもがいない家族世帯、単身世帯では逆に「変わらない」「減った」の割合が多くなっていました [図2-13]。

性年代別では、特に30代以上の女性において飲用・利用頻度の増加が見られました。

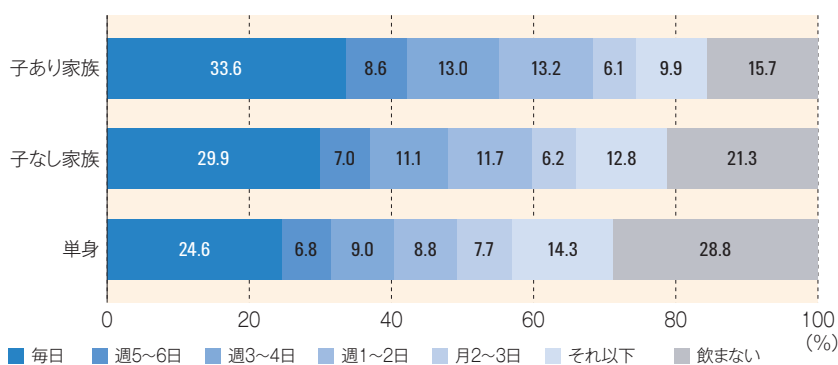
次に、牛乳類の飲用・利用頻度の増減変化の理由については、2023年の調査では「増えた」と答えた人の増加理由として「カルシウム摂取」が最も多く66%でした。次いで「骨の状態をよくしたい」「栄養を意識」「健康全般を意識」「カフェオレ」「たんぱく質摂取」と続いています [図2-14]。2022年の調査で大きく伸長した「カルシウム摂取」「骨の状態をよくしたい」が上位を維持

図2-11 牛乳類の飲用・利用頻度の増減変化(経年比較)



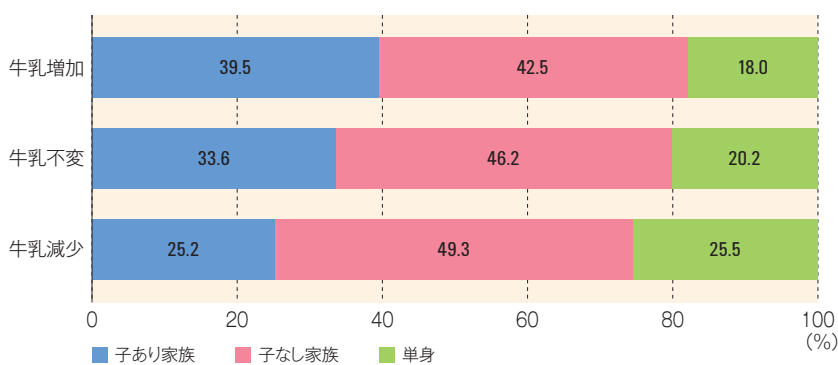
出典:一般社団法人Jミルク「牛乳乳製品に関する食生活動向調査2023」

図2-12 牛乳類の飲用・利用頻度(家族構成別)



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2022」

図2-13 牛乳類の飲用・利用頻度の増減変化(家族構成別)

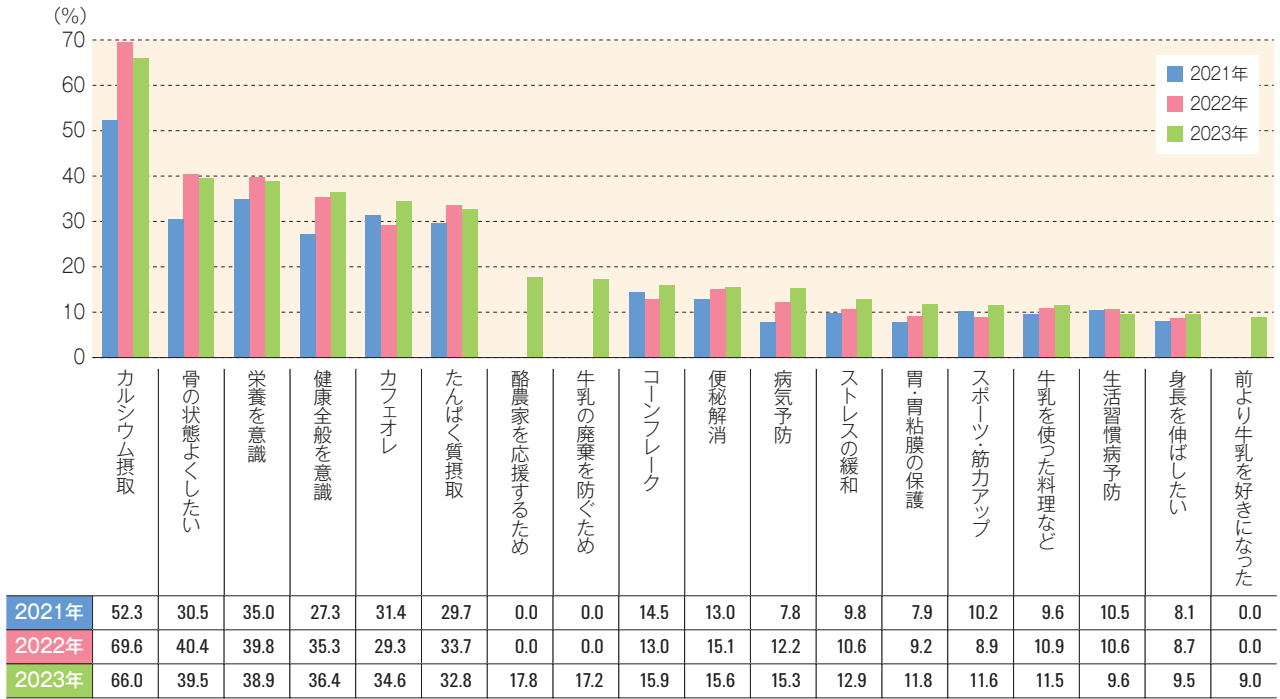


出典:一般社団法人Jミルク「牛乳乳製品に関する食生活動向調査2022」

し、「健康全般を意識」は伸長を継続、「カフェオレ」が伸びを示しました。また、2023年から選択肢に加えた「酪農家を応援」と「牛乳廃棄を防ぐ」も上位に位置しています。

一方、「減った」と答えた人の減少理由は、「価格の上昇」が大きく伸長し、「経済的に厳しい」も増える結果となりました。

図2-14 牛乳の利用増加の理由



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2023」

## 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ホッキョクグマなどは、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2-15**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若い動物は、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、人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

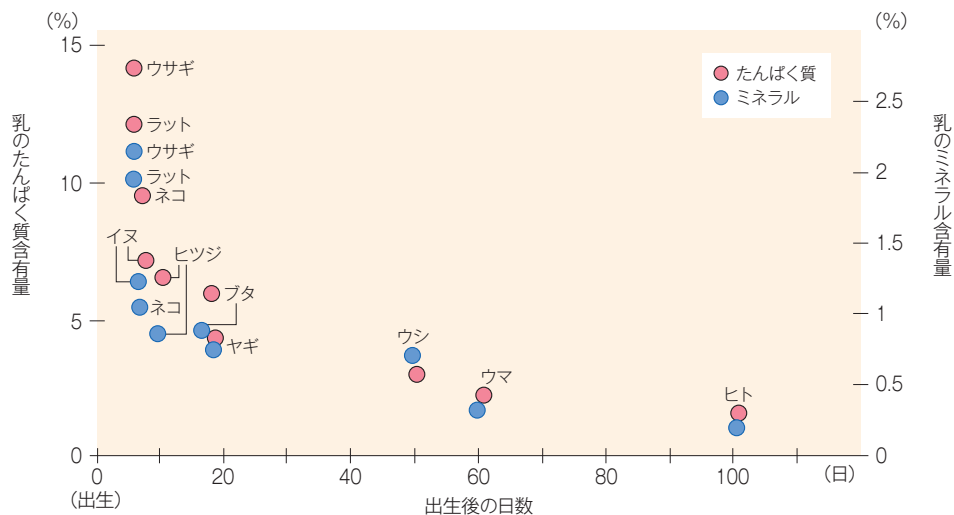
リンが成長速度に大きく関係している証拠といえるでしょう。出生から体重が倍になるのにヒトは100日、牛では50日と大きな差があります。

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るがちですが、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が約50%と多く含まれています。

図2-15 哺乳動物の発育と乳成分組成の関係(出生体重の倍増日数)



出典: 社団法人全国牛乳普及協会「牛乳と健康」(2004年)

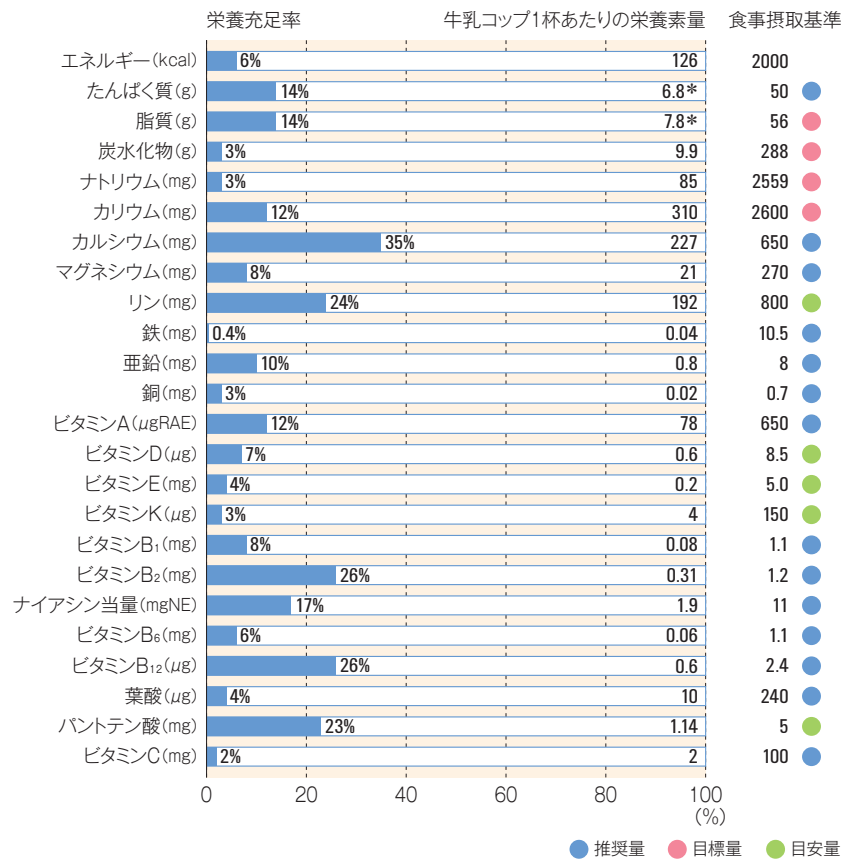
## 2 牛乳の栄養成分

### 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、B<sub>2</sub>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、牛乳の機能性成分として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2-16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B<sub>2</sub>・ビタミンB<sub>12</sub>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から4分の1を摂取することができます。

図2-16 牛乳コップ1杯(200mL)あたりの栄養素量と栄養充足率



出典：文部科学省「日本食品標準成分表(八訂)増補2023年」、厚生労働省「日本人の食事摂取基準(2020年版)」

### Column 10

### 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には「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

2

#### 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87%の牛乳と水分56%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180mg、めざしは160mg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(126kcal)は、成長期の1日あたりの摂取基準(推定エネルギー必要量(身体活動レベルIIの場合):15~17歳で男性2,800kcal/日、女性2,300kcal/日)の6%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(同:75歳以上で男性2,100kcal/日、女性1,650kcal/日)、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)	カリウム(mg)	リン(mg)	鉄(mg)	ビタミンA (レチノール 活性当量) (μgRAE)	ビタミン B <sub>1</sub> (mg)	ビタミン B <sub>2</sub> (mg)	ナイアシン 当量 (mgNE)	ビタミン C (mg)
普通牛乳	164	5.4	180	246	152	0.03	62	0.07	0.25	1.5	2
加工乳(低脂肪)	238	9.0	310	452	214	0.2	31	0.10	0.43	2.4	微量
ヨーグルト(全脂無糖)	179	6.4	214	304	179	微量	59	0.07	0.25	1.6	2
プロセスチーズ	32	7.3	201	19	233	0.1	80	0.01	0.12	1.6	0
和牛肉(肩/脂身つき/生)	39	6.9	2	109	58	0.3	微量	0.03	0.08	2.8	0
鶏卵(全卵/生)	70	8.6	32	92	120	1.1	148	0.04	0.26	2.3	0
くろまぐろ(赤身/生)	87	23.0	4	330	235	1.0	72	0.09	0.04	16.5	2
めざし(焼き)	50	11.9	160	110	145	2.1	48	0.01	0.13	8.5	微量
木綿豆腐	137	9.6	127	151	121	2.1	0	0.12	0.05	2.6	0
飯(精白米)	64	1.6	2	19	22	0.1	0	0.01	0.01	0.5	0
うんしゅうみかん	204	1.4	43	306	31	0.4	171	0.20	0.06	0.8	65

出典:文部科学省「日本食品標準成分表(八訂)増補2023年」より算出



## 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<sup>\*1</sup>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。

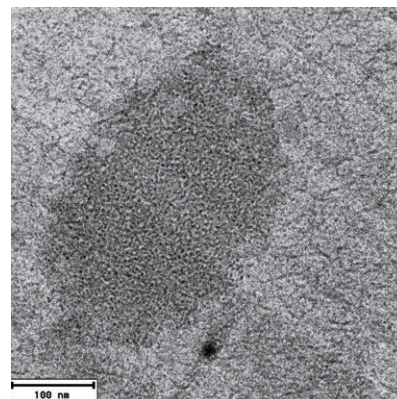
この9種類のアミノ酸を「必須アミノ酸」といいます。必須アミノ酸のうち1種類でも欠けると、たんぱく質の合成はできなくなるといわれています。

### 牛乳たんぱく質の組成

#### カゼイン

カゼインは牛乳に酸を加えてpH4.6にすると白色の凝集物となって沈殿してくるたんぱく質で、牛乳中のたんぱく質のおよそ80%を占める主要な成分です。牛乳のカゼインはさらに $\alpha_{S1}$ 、 $\alpha_{S2}$ 、 $\beta$ 、 $\kappa$ -カゼインの4つに分類さ

図2-17 カゼインミセルの電子顕微鏡写真



写真提供:雪印メグミルク株式会社

れ、牛乳中ではこれら4種類のカゼインがカゼインミセルと呼ばれる集合体をつくって存在しています【図2-17】。カゼインミセルは直径30~600nmのコロイド粒子球で、牛乳が白く濁って見えるのは、乳脂肪球と共にこのカゼインミセルが光を乱反射するためです。カゼインミセルの構造について、以前はサブミセルと呼ばれるさらに小さな粒子球が多数集まってミセルが構成されている(サブミセルモデル)と広く考えられていましたが、現在ではサブミセルの存在を否定したナノクラスターモデルが主流になっています。

カゼインミセルには多量のカルシウム(リン酸カルシウム)が含まれており、またカゼインが消化される過程で生成されるカゼインホスホペプチド(CPP)には小腸下部でカルシウムの吸収を助ける働きが知られています。CPPは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。

#### ホエイたんぱく質

カゼインを除いたホエイ中に存在する可溶性のたんぱく質で、牛乳では $\beta$ -ラクトグロブリンと $\alpha$ -ラクトアルブミンが主要なホエイたんぱく質です。こ

### Column

### 11

#### A2ミルクとは何か

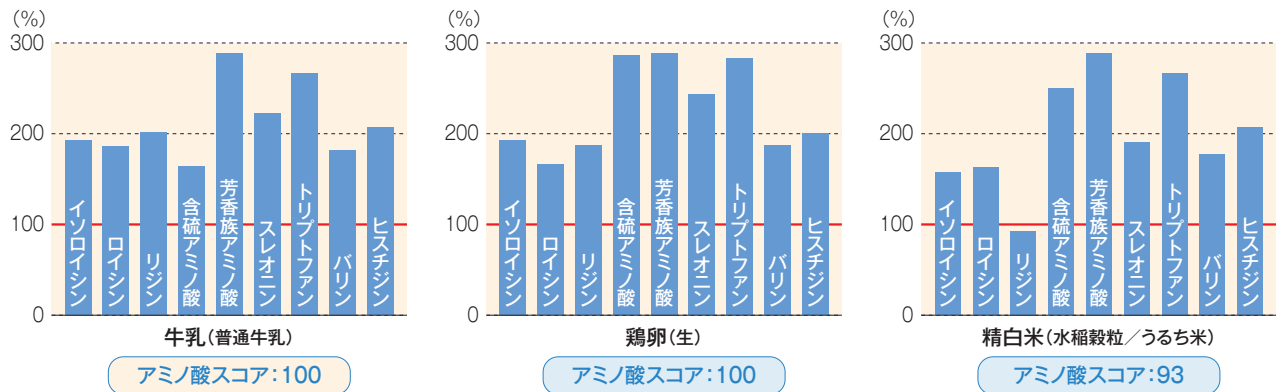
日本でも話題に上るようになった「A2ミルク」。牛乳のたんぱく質中の $\beta$ -カゼインがA2型100%の牛乳をいいます。

牛乳のたんぱく質の約80%を占めるカゼインの一種である $\beta$ -カゼインには、遺伝的な変異型(バリエーション)が複数あり、その代表的なものがA1型とA2型です。違いは209個のアミノ酸配列の67番目で、A1型はヒスチジン、A2型はプロリンです。

牛乳に含まれるA1型およびA2型 $\beta$ -カゼインの割合は、乳牛個体が持つ遺伝子により異なります。A1A1型遺伝子を持つ牛からはA1型 $\beta$ -カゼインのみを含む牛乳(A1ミルク)、A2A2型の牛からはA2型 $\beta$ -カゼインのみを含む牛乳(A2ミルク)、A1A2型の牛からはA1型とA2型 $\beta$ -カゼインが混ざった牛乳が得られます。私たちがふだん飲んでいる牛乳は、A1型とA2型 $\beta$ -カゼインが混在しています。

近年、A2A2型の牛のみを選別して搾乳した「A2ミルク」が、牛乳の新たな選択肢の一つとなり、世界的にマーケットが広がりつつあります。A2ミルクについては「消化されやすい」「おなかゴロゴロしにくい」可能性などを指摘する報告がありますが、A1ミルクやA2ミルクとヒトの健康との関連はまだ科学的証拠が不十分であり、今後の継続的な研究が必要です。

図2-18 牛乳・鶏卵・精白米の氨基酸評点パターンに対する充足率とアミノ酸スコア



出典:「2007年 WHO/FAO/UNU アミノ酸評点パターン」を基準に、文部科学省「日本食品標準成分表(八訂)増補2023年アミノ酸成分表編」から算出

れら以外にもホエイ中には微量なものまで含めると多数の有用なたんぱく質が存在し、例えばラクトフェリン(LF)は鉄の吸収を調節する働きがあり、貧血の予防改善効果が認められています。ラクトフェリンには細菌の増殖を抑え、免疫力を高める効果があることもわかっており、胃内でペプシンで分解されると、より高い抗菌性のあるラクトフェリシンを生成します。

### 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、必須アミノ酸のバランスが良く、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。

必須アミノ酸はどれか1種類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充足率までしかたんぱく質の再合成の材料としては利用されません。したがって、摂取するたんぱ

く質の「質」が重要になります。

たんぱく質の「質」を評価する指標には、従来より広く用いられてきたアミノ酸スコア<sup>※2</sup>をはじめ、現在最も信頼度が高いとされるDIAAS(消化性必須アミノ酸スコア)<sup>※3</sup>などがあります。牛乳のたんぱく質は、アミノ酸スコアが上限値の100[図2-18]で、DIAASも100%を超えており[表2-6]、どの指標でも高水準です。

このように、牛乳のたんぱく質は必須アミノ酸をバランス良く含み、消化・利用効率も高く、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。

※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

表2-6 さまざまな食品のDIAAS

食品	DIAAS	
植物性たんぱく質	小麦	40.2
	大麦	47.2
	トウモロコシ	42.4
	大豆	99.6
動物性たんぱく質	牛肉	111.6
	豚肉*	113.9
	鶏肉*	108.2
	鶏卵*	116.4
	牛乳	115.9

出典: Ertl P et al. : "An approach to including protein quality when assessing the net contribution of livestock to human food supply." *Animal*, 2016. \* : Ertl P et al. : "Net food production of different livestock: A national analysis for Austria including relative occupation of different land categories." *Die Bodenkultur: Journal of Land Management, Food and Environment*, 2016

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

※3 2013年にFAO(国際連合食糧農業機関)が推奨した指標で、アミノ酸組成はもちろん、アミノ酸ごとの消化吸収のされやすさや腸内細菌の影響も考慮して総合的に評価する方法。従来のアミノ酸スコア(PDCAAS)の上限値である100以上のスコアも正確に評価できるので、高品質なたんぱく質の評価に適している

## 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20億～60億個含まれています。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～

表2-7 食品に含まれる脂肪酸

食品名	脂肪酸	食品100gあたりの脂質(g)	脂肪酸総量(g)	飽和脂肪酸									一価不飽和脂肪酸	多価不飽和脂肪酸					
				短鎖			中鎖			長鎖			オレイン酸	n-6		n-3			
				酪酸	ヘキサノ酸	オクタノ酸	デカノ酸	ラウリン酸	ミリスチン酸	パルミチン酸	ステアリン酸	アラキジン酸		リノール酸	アラキドン酸	α-リノレン酸	EPA	DHA	
植物性食品	植物油	ココナツ油(ヤシ油)	100.0	92.08	●	●	●	○	△	●	●	●	●	●	●				
		パーム油	100.0	92.94					●	●	○	●	●	○	●		●		
		トウモロコシ油	100.0	92.58							△	●	●	○	◎		●		
		オリーブ油	100.0	94.58							△	●	●	◎	●		●		
	種実類	アーモンド	51.8	49.68						Tr	●	●	●	◎	○		Tr		
	ゴマ	53.8	50.69							●	●	●	○	○		●			
動物性食品	乳製品	バター	81.0	70.56	●	●	●	●	●	△	○	△	●	○	●	●	●		
		クリーム	43.0	37.53	●	●	●	●	●	△	○	●	●	○	●	●	●	Tr	
		プロセスチーズ	26.0	23.39	●	●	●	●	●	△	○	△	●	○	●		●		
		プレーンヨーグルト	3.0	2.64	●	●	●	●	●	△	○	△	●	○	●	●	●	Tr	Tr
	魚類	サンマ	25.6	21.77					Tr	●	△	●	●	●	●	●	●	●	△
	肉類	豚(ロース)	19.2	17.73				●	●	●	○	△	●	○	△	●	●		●
	卵	鶏卵(全卵)	10.2	8.87					Tr	●	○	●	Tr	○	△	●	●	Tr	●

脂肪酸総量100gあたりの脂肪酸量が  
 50%を超える脂肪酸 ◎  
 20~50%の脂肪酸 ○  
 10~20%の脂肪酸 △  
 10%未満の脂肪酸 ●  
 微量 Tr

本表では短鎖脂肪酸を炭素数4~6、中鎖脂肪酸を炭素数8~12として区分けしている

出典:文部科学省「日本食品標準成分表(八訂)増補2023年脂肪酸成分表編」から作成

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。乳脂肪はリン脂質とたんぱく質を構成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(ホモジナイズ、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。

乳脂肪に含まれる脂肪酸は、飽和脂肪酸から不飽和脂肪酸まで幅広く、中でも短鎖・中鎖脂肪酸を含んでいるのが大きな特徴です[表2-7]。特に短鎖脂肪酸は、牛乳乳製品以外の食品には

ほとんど含まれておらず、牛乳乳製品に特異的な成分といえます。

### 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2-8に示すように、コレステロール

### Column 12

#### 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87%、乳糖が約5%、たんぱく質と脂質がそれぞれ約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20億~60億個浮遊しています。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わかります。

表2-8 コレステロールの役割

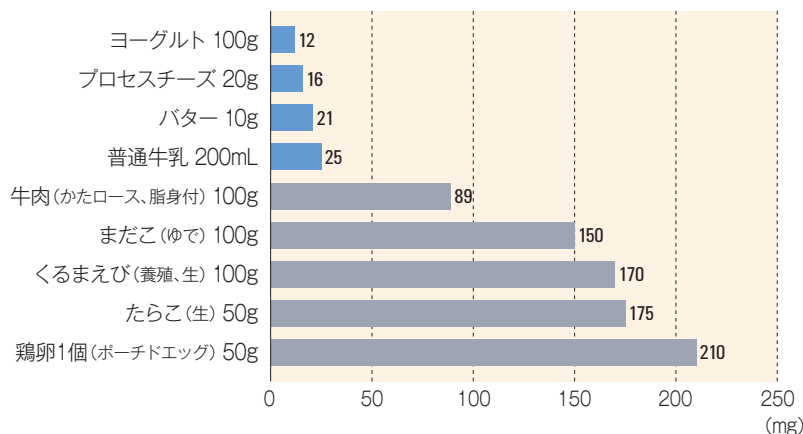
1. 細胞膜の材料となる
2. 脳細胞の神経線維を包むさやの成分となる
3. 性ホルモンや副腎皮質ホルモンの材料となる
4. 脂肪の消化に必要な胆汁酸の材料になる
5. カルシウムの吸収を良くするビタミンDの材料になる

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。

食事からのコレステロール摂取量について、米国では2015年2月に米国農務省(USDA)が発表したレポートにおいて、そ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が記載されました。理由として、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から7分の1にすぎず、たと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わかっています。日本でも、厚生労働省の「日本人の食事摂取基準(2020年版)」では脂質異常症の重症化予防の観点から200mg/日未満に留めることが望ましいとしつつも目標量(上限値)などは設定されていません。

厚生労働省「令和元年 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335mgです。牛乳乳製品からの割合

図2-19 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(八訂)増補2023年」より計算

### 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 $\alpha$ -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。

はその約6%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食分の量と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2-19】。

「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※4。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。

※4 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

## 6 牛乳の炭水化物

### 乳糖の特徴と機能

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固形分中最も多い物質で、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。

近年、「プレバイオティクス」としての乳糖が注目されています。プレバイ



オティクスとは、消化管上部で分解・吸収されないまま大腸に到達して腸内細菌のえさとなり、発酵し代謝されることで有用菌を活性化したり、腸管の機能を向上させたりして、宿主である私たちに好影響をもたらす食品成分(難消化性のオリゴ糖や多糖類)のことです。

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・吸収されますが、一部は未消化のまま大腸に移行します。大腸に至った乳糖は、腸内細菌によりグルコースとガラクトースに分解され、さらに代謝されて酢酸、プロピオン酸、酪酸などの短鎖脂肪酸になってから吸収されます。

吸収された短鎖脂肪酸は、肝臓や末梢組織で利用されます。特に酪酸は、大腸の上皮細胞のエネルギー源として大腸の健康の保持に関わっています。さらに体内に取り込まれて免疫系に作用し、炎症やアレルギーを抑える免疫細胞(制御性T細胞)を増やしたり、抗がん作用や免疫機能の向上と関係していることが報告されています。

乳糖がビフィズス菌や乳酸菌などの善玉菌の栄養となることで、それらの菌が産生する乳酸や酢酸が悪玉菌の繁殖を抑え、腸内環境が整えられます。また、短鎖脂肪酸は大腸内のpHを下げることから、小腸で吸収できなかった分のカルシウムやマグネシウム、鉄の大腸での吸収を助ける働きもあります。

## 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・吸収されないまま過剰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利用されないまま過剰に大腸に運ばれると、腸内細菌が乳糖を分解してガスや酸を産生し、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。

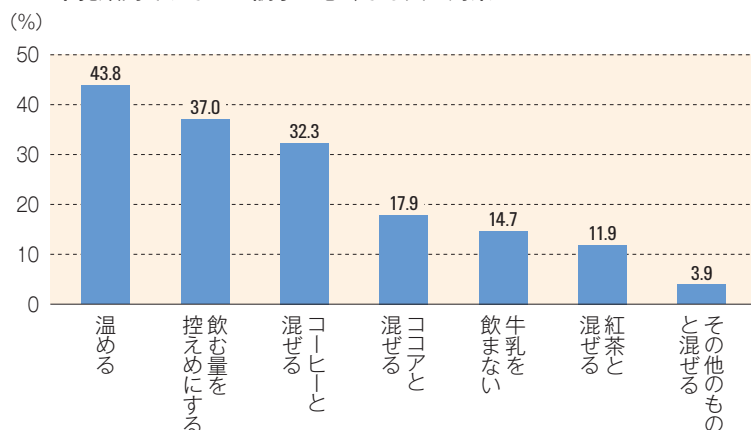
## 乳糖不耐症の人が牛乳を飲むには

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していることが多いようです【図2-20】。

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

図2-20 牛乳飲用でおなかの調子が悪くなる人の対策



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)

## Column 14

### 乳糖不耐に改善の可能性

乳糖不耐の人も、牛乳を少量から徐々に増やして飲み続けることによって、おなかをこわさず飲めるようになるという結果が、国内の臨床試験で報告されています\*。この試験では、乳糖不耐と診断された32人に、医師による指導のもと牛乳摂取を少量から開始し、徐々に増やしていく牛乳漸増負荷治療を行いました。その結果、平均41日間の治療期間で、29人(91%)が200mL程度の牛乳を飲めるようになりました。少量から摂取を続けることで腸内細菌のバランスの改善につながり、さらには乳糖不耐の解消にもつながる、そんな好循環が生まれることが期待されます。

\*長谷川茉莉ら「牛乳・乳製品摂取でおこす腹部自覚症状の原因検索の試み」『乳糖吸収不全における牛乳漸増負荷治療の有用性と腸内細菌叢の変化』【第50回日本小児消化管機能研究会(乳糖不耐症臨床研究報告)】日本小児消化管機能研究会(2020年)



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、乳糖不耐症で下痢をしてしまうような人にも勧められます。

## 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(2020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たとえるならば、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、人体を支える強靱性を骨に与えるうえ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ことがわかっています。

### 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ります。このため、骨はカルシウムの貯蔵庫といわれています。

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2-21】。

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わかってきています。

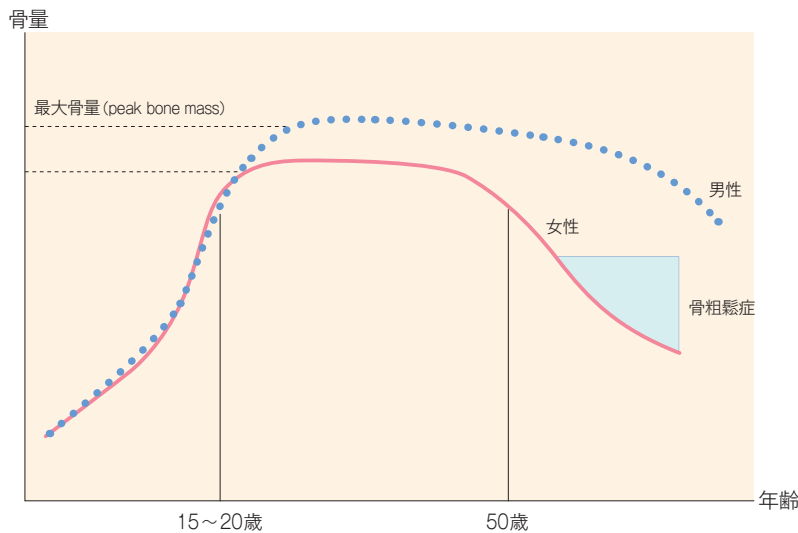
### 毎日、少しずつ生まれ変わる骨

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れます。骨折をしても、骨がぐ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、

図2-21 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）

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本が生えそろいます。

永久歯は、歯が欠けるとともに戻りません。したがって、歯の一部分は生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。

乳歯のときにう蝕（虫歯）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う蝕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、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、日本の土壤にカ

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2-9]。

図2-22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わかります。学校教育現場や児童・生徒を持つ家庭に対し、改善の啓発が大切であると考えられます。

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にはカルシウムの吸収率

表2-9 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	344	400	308
3～5歳	600	419	550	429
6～7歳	600	591	550	531
8～9歳	650	653	750	628
10～11歳	700	678	750	651
12～14歳	1,000	702	800	593
15～17歳	800	549	650	437
18～29歳	800	431	650	397
30～49歳	750	438	650	439
50～64歳	750	(50～69歳) 515	650	(50～69歳) 522
65～74歳	750	(70歳以上) 562	650	(70歳以上) 531
75歳以上	700		600	

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（2020年版）」、摂取量／厚生労働省「平成28年 国民健康・栄養調査報告」

を高めたり、体内のカルシウムの利用を促進する作用があります。ビタミンDの多くは、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には注意が必要です。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、転倒による骨折リスク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する傾向にあります。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。

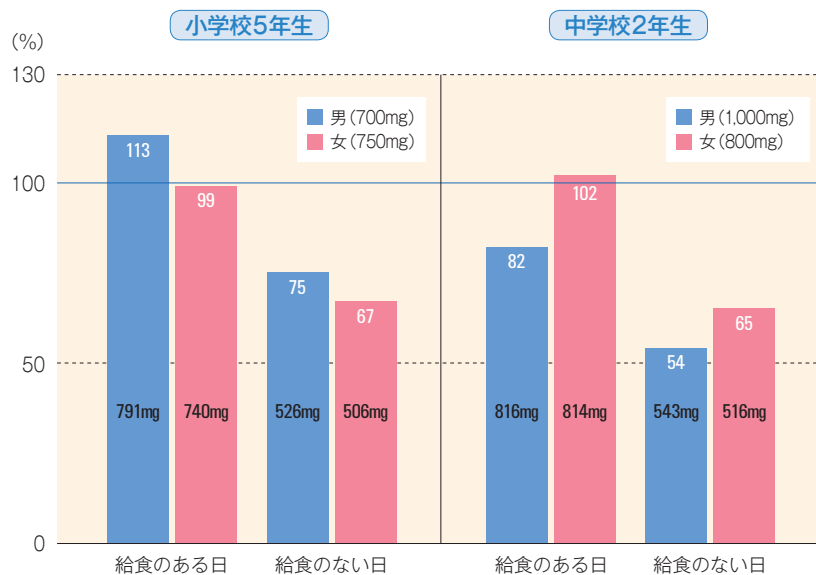
また、シュウ酸、フィチン酸、食物繊維、ナトリウムの過剰摂取や、カルシウムの吸収促進作用を持つリジンの摂取不足はカルシウム不足につながります。

### 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

### 図2-22 小・中学生のカルシウム摂取量

グラフは厚生労働省「日本人の食事摂取基準(2020年版)」の推奨量に対する充足率( )内は推奨量



出典: 研究代表者/佐々木 敏「厚生労働行政推進調査事業費補助金 循環器疾患・糖尿病等生活習慣病対策総合研究事業/食事摂取基準を用いた食生活改善に資するエビデンスの構築に関する研究 平成26~28年度総合研究報告書」(2017年)

(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、牛乳と一緒に摂った他の食品のカルシウムの吸収率を高める性質もあります。

### 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しています。

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4分の3以下、ほしひじきは約3分の1と逆転しています[表2-10]。

さらに、牛乳のカルシウム吸収率

表2-10 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)	280mg	5g	14mg
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(八訂)増補2023年」

は39.8%と高く、カルシウムが豊富な小魚の32.9%、野菜の19.2%より優れていることが報告されています【図2-23】。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90mg、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なりません。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。

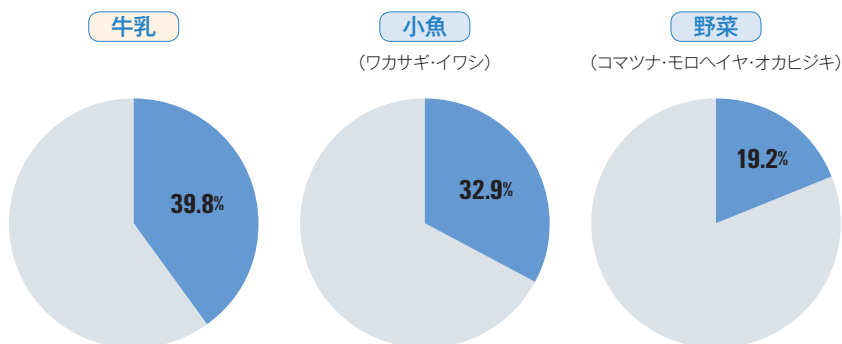
### 牛乳のカルシウム吸収率が高い理由

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 $\alpha_{1S}$ -カゼインと $\beta$ -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が低く吸収し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

図2-23 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』第51巻第5号、日本栄養・食糧学会(1998年)

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

### Column 15

#### 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、高カルシウム血症、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505mg(2019年)程度で、ほとんどの年齢層が推奨量を満たしていないことを考えると、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を生じる危険性があります。



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に、同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ると思いますが、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

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り、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。



酵素の働きの一つには、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ということがわかっています。

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わかっています。

「日本人の食事摂取基準」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されています。

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(最近では37兆個ともいわれています)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B<sub>2</sub>

ビタミンB<sub>2</sub>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」とも呼ばれます。成長期の子ども、また美容が気になる方に大切なビタミンです。

### ビタミンB<sub>12</sub>

ビタミンB<sub>12</sub>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。野菜や果実など植物性

食品には含まれておらず、肉や魚、卵、乳製品など動物性食品からしか摂ることができません。牛乳200mLには、成長期の1日あたりの推奨量に対し、25~50%近くを補えるほど多く含まれています。

ビタミンB<sub>12</sub>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B<sub>12</sub>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。

### 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産生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B<sub>1</sub>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、自律神経伝達物質(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B<sub>1</sub>は成長期に欠かせないビタミンです。

### ビタミンB<sub>1</sub>ほか

ビタミンB<sub>1</sub>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には小学生の1日あたり推奨量に対し、約8%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13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B<sub>1</sub>やパントテン酸が補酵素として働きます。したがって、B<sub>1</sub>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されています。嗜好飲料を摂りすぎる最近の傾向から、成長期の子どもの若い人にB<sub>1</sub>不足が見られるといわれています。

人体を構成する細胞の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(B<sub>1</sub>、B<sub>2</sub>、ナイアシン、B<sub>6</sub>、パントテン酸、ピオチン、葉酸、B<sub>12</sub>)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B<sub>6</sub>はアミノ酸の合成・分解の補酵素、成長や皮膚、歯、髪

維持に関与、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、細胞の遺伝情報が詰まったDNA(デオキシリボ核酸)の合成に補酵素として働きます。細胞増殖の盛んな胎児の健全な発育のために特に重要です。また、正常な赤血球の生成を助けることで貧血予防に役立ちます。

ナイアシンは、炭水化物や脂質、たんぱく質からのエネルギー産生に重要な働きをしています。欠乏すると皮膚炎や下痢、脳神経障害(ペラグラ)を引き起こしますが、いろいろな食品に含まれているため、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

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(骨)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。

## 10 牛乳に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だとわかりました。

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

ビタミンDはカルシウムと関係が深く、骨の形成に欠かせないビタミンです。他のビタミンと違い体内ではホルモンとして働き、小腸でのカルシウムとリンの吸収促進、カルシウムの骨への沈着促進、血中のカルシウム濃度調整などを行います。

ビタミンDは食品からの摂取のほか、皮膚にはビタミンDのもとになるプロビタミンD<sub>3</sub>があり、日光の紫外線に当たることで合成されます。しかし、供給源となる食品がほぼ魚に限られること、また、ビタミンD産生に必要な紫外線量は地域や季節、天候、服装などにより大きく変動し十分に得られないこともあるため、不足しやすい栄

養素です。

牛乳にビタミンDは多く含まれていませんが、ビタミンDはカルシウムと一緒に摂取するのが効果的なことから、ビタミンDを強化した乳飲料やヨーグルトも市販されています。

## 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、アンコウの肝、サケのスジコ、生のタラコ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、調節する作用があります。

## 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。

# II 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。

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、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り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2-11]。

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

表2-11 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	
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 <sub>4</sub> <sup>3-</sup> 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」(1982年)



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 16

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通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(ホモジナイザー)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。

牛乳は乳等命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。

## Column 17

## 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、みそやしょうゆなどの伝統的調味料にコク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だしを減らし、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。

-2.1gの  
減塩に!



## 和食

- さばのみそ煮
- 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

- さばのミルクみそ煮
- 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:公益社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

2

牛乳のはなし

## 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2-12]。

表2-12 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、みそ汁に加えると乳酸がみそ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	みそやしょうゆ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り、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

Column 18

### 牛乳の味は変化する

牛乳は、乳牛が生み出す生乳100%の農産物です。野菜や果物と同じように、環境や育て方などで風味に違いがあります。牛乳の風味を決める主要素として、乳牛の種類、飼料、地域の飼育環境、季節による変化などがあげられます。これらの違いにより乳量や乳成分が変化し、味や香り、コクといった風味にも影響を与えます。

また、乳業メーカーでは、安心して飲んでいただくために、

加熱殺菌をしています。その殺菌温度や殺菌方法によっても牛乳の風味に違いが感じられます。

さらに、風味の感じ方は飲む人の状態や環境でも変化します。例えば牛乳を飲む温度や一緒に食べるもの、時間や場所、食事を共にする人、そして体調などによっても、味の感受性が変わります。不安や願望による精神的ストレスなど、心の状態も味覚と関係しています。

IV 牛乳の栄養と機能