

# 牛乳乳製品の知識

## 改訂版

監修 齋藤忠夫 (東北大学名誉教授)



### 第1章

生乳のはなし



### 第2章

牛乳のはなし



### 第3章

乳製品のはなし



### 第4章

栄養と健康



### DATA

資料



牛乳がわかる

Q&A



一般社団法人 Jミルク

# 牛乳乳製品の知識

## 改訂版

監修 齋藤忠夫 (東北大学名誉教授)



一般社団法人 Jミルク

## はじめに

～改訂版の発行にあたって～

わが国における食生活は、第二次世界大戦後の食糧難の時代から、「飽食」の時代へと目覚ましい変化を遂げました。しかし、その一方で、食と健康をめぐるさまざまな課題が社会的な問題として顕著化しています。ライフスタイルの個性化が強まるにつれ、食の消費行動においては、豊かな食を追求する生活者が現れる中、他方では、経済的理由での欠食、空腹を埋めるための低価格食材への強い依存など食の二極化が進んでいるほか、女性の就業率の高まりといった社会変化の中で、なかしよく 外食や中食などの「食の外部化」が進展している状況にあります。また、経済的な理由による子どもの栄養格差や、不必要なダイエットによる若年女性のやせなど、新たな問題も起こっています。

こうした食生活の変化の中で、近年、脂肪や塩分の過剰摂取や摂取栄養素の偏り、食習慣の乱れ、肥満や過度の痩身、生活習慣病などの健康問題が深刻な国民的課題となり、国民が健康で豊かな人生を送っていくためにはこうした課題の解決が急務となっています。

ご案内のように、牛乳乳製品は、2022年には国内消費量が約1,200万トン（生乳換算）となり、他の食品を凌駕するほどに、日本人の食生活に大変身近な存在になりました。これは、良質なたんぱく質や脂質、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、ビタミンAやB<sub>2</sub>などを豊富に含んでいることから、食事に取り入れることにより栄養バランスを整えながらもより経済的でおいしい食事を実現できる食品だからです。

特に成長期にある子どもたちにとっては十分な栄養素が必要であり、その意味からも牛乳乳製品が果たす役割は大きく、生涯にわたる健康を実現するうえでも牛乳乳製品の早い時期からの有効的な活用が望まれます。

しかし、わが国では牛乳乳製品が持つこのような優れた栄養や健康に関する総合的な機能の理解はあまり深まっていません。

本冊子は、生活者が食生活を適切なものに改善するための活動を行っている、管理栄養士・栄養士や栄養教諭・学校栄養士などの方々が牛乳乳製品の価値を正確にお伝えいただけるよう参考資料として取りまとめたものです。2017年の改訂から6年が経過し、その間の酪農乳業および牛乳乳製品をとりまく環境の変化を踏まえ、また、本冊子が酪農乳業関係者の基礎的な資料としても活用できるよう、今回の改訂では最新のデータや新しい項目を追加しました。より多くの方々の豊かな食生活や健康づくりに、また、牛乳乳製品の正しい理解の促進に本冊子がお役に立つことができれば幸いに存じます。

2024年3月

一般社団法人 Jミルク

# Contents

## 牛乳乳製品の知識 改訂版

|      |   |
|------|---|
| はじめに | 3 |
|------|---|



### 第1章 せいにゅう 生乳のはなし 9

|                                     |    |
|-------------------------------------|----|
| I 乳牛の基礎知識                           | 10 |
| 1 乳牛の種類                             | 10 |
| 2 乳牛の体形や食事量                         | 11 |
| 3 乳牛のライフサイクル                        | 11 |
| 4 酪農の基本                             | 12 |
| II <small>せいにゅう</small> 生乳の基礎知識     | 15 |
| 1 <small>せいにゅう</small> 国産生乳について     | 15 |
| 2 <small>せいにゅう</small> 日本の生乳生産量と消費量 | 16 |
| 3 <small>せいにゅう</small> 生乳の生産・流通構造   | 18 |



### 第2章 牛乳のはなし 21

|                        |    |
|------------------------|----|
| I 牛乳の歴史                | 22 |
| 1 世界の乳・乳製品利用の歴史        | 22 |
| 2 日本の牛乳の歴史             | 23 |
| II 牛乳ができるまで            | 24 |
| 1 牛乳工場での生産の流れ          | 24 |
| 2 牛乳の殺菌方法と栄養素の変化       | 26 |
| 3 牛乳が学校や家庭に届くまで        | 27 |
| 4 牛乳類の種類               | 28 |
| 5 牛乳類の表示規定             | 30 |
| III 牛乳の生産と消費           | 32 |
| 1 牛乳類の生産量              | 32 |
| 2 牛乳類の消費量              | 32 |
| 3 牛乳の飲用状況              | 33 |
| IV 牛乳の栄養と機能            | 36 |
| 1 母乳は哺乳動物の子どもにとって最高の食品 | 36 |



|    |                |    |
|----|----------------|----|
| 2  | 牛乳の栄養成分        | 37 |
| 3  | 牛乳の栄養素密度       | 38 |
| 4  | 牛乳のたんぱく質       | 39 |
| 5  | 牛乳の脂質          | 40 |
| 6  | 牛乳の炭水化物        | 42 |
| 7  | 牛乳とカルシウム       | 44 |
| 8  | 牛乳に含まれる他のミネラル  | 48 |
| 9  | 牛乳に含まれる水溶性ビタミン | 49 |
| 10 | 牛乳に含まれる脂溶性ビタミン | 50 |
| 11 | 牛乳のおいしさの秘密     | 51 |
| 12 | 牛乳乳製品を楽しむ      | 54 |

生乳の  
はなし

1

牛乳の  
はなし

2

乳製品の  
はなし

3

栄養と  
健康

4

DATA

Q  
&  
A

索引



## 第3章 乳製品のはなし

|                     |    |
|---------------------|----|
| ~チーズ・バター・ヨーグルトについて~ | 55 |
|---------------------|----|

|     |                                           |    |
|-----|-------------------------------------------|----|
| I   | 乳製品の歴史                                    | 56 |
| 1   | チーズの歴史                                    | 56 |
| 2   | バターの歴史                                    | 56 |
| 3   | ヨーグルトの歴史                                  | 57 |
| II  | 乳製品の種類                                    | 59 |
| 1   | 乳製品とは                                     | 59 |
| 2   | 乳製品の種類と特徴                                 | 60 |
| III | チーズについて                                   | 61 |
| 1   | チーズの種類                                    | 61 |
| 2   | ナチュラルチーズについて                              | 61 |
| 3   | チーズの製造方法                                  | 65 |
| 4   | チーズのスターター                                 | 65 |
| 5   | チーズを固めるレンネット <small>ぎょうにゅう</small> (凝乳酵素) | 66 |
| 6   | チーズの熟成                                    | 67 |
| 7   | チーズの栄養                                    | 67 |
| 8   | チーズの食べ頃と保存方法                              | 69 |
| 9   | チーズの表示に関する公正競争規約                          | 70 |
| IV  | バターについて                                   | 72 |
| 1   | バターの種類                                    | 72 |
| 2   | バターの製造方法                                  | 73 |
| 3   | バターの栄養                                    | 74 |
| 4   | バターの保存方法                                  | 74 |

|                          |    |
|--------------------------|----|
| <b>V ヨーグルトについて</b>       | 76 |
| 1 ヨーグルトの種類               | 76 |
| 2 ヨーグルトの製造方法             | 77 |
| 3 ヨーグルトの栄養・効用            | 78 |
| 4 乳酸菌                    | 80 |
| 5 ビフィズス菌                 | 80 |
| 6 ヨーグルトの保存方法と利用方法        | 82 |
| 7 発酵乳・乳酸菌飲料の表示に関する公正競争規約 | 83 |



## 第4章 栄養と健康 85

|                           |     |
|---------------------------|-----|
| <b>I 体の仕組みと栄養・運動・休養</b>   | 86  |
| 1 食べた栄養素は体でどんな働きをするのか     | 86  |
| 2 栄養素はなぜバランス良く摂らなければいけないか | 87  |
| 3 なぜ体は脂肪を蓄えるのか            | 87  |
| 4 骨や筋肉を強くするためには           | 88  |
| 5 朝食が大切といわれるわけは           | 88  |
| 6 よく噛むことと体の関係は            | 89  |
| <b>II ライフステージと牛乳の役割</b>   | 90  |
| 1 乳児期(0～11カ月)             | 90  |
| 2 幼児期(1～5歳)               | 91  |
| 3 学童期(6～11歳)              | 91  |
| 4 中学・高校生期(12～17歳)         | 93  |
| 5 成人前期(18～29歳)            | 93  |
| 6 成人中期(30～49歳)            | 94  |
| 7 成人後期(50～69歳)            | 95  |
| 8 高齢期(70歳～)               | 96  |
| <b>III 食品としての牛乳の機能性</b>   | 98  |
| 1 牛乳に備わる健康機能              | 98  |
| <b>IV 生活習慣病予防と牛乳</b>      | 101 |
| 1 生活習慣病とは                 | 101 |
| 2 生活習慣病と牛乳                | 101 |



## DATA 資料 107

|                              |     |
|------------------------------|-----|
| 資料1 「日本人の食事摂取基準(2020年版)」について | 108 |
| 資料2 「食生活指針」                  | 109 |

|                    |     |
|--------------------|-----|
| 資料3 牛乳乳製品に関わる法律・命令 | 110 |
|--------------------|-----|



|           |     |
|-----------|-----|
| 牛乳がわかるQ&A | 111 |
|-----------|-----|

|                                                      |     |
|------------------------------------------------------|-----|
| Q01 牛乳のたんぱく質は、異種たんぱく質だから危険？                          | 112 |
| Q02 超高温瞬間殺菌(UHT)で乳脂肪は酸化する？                           | 112 |
| Q03 牛乳を殺菌すると酵素が死ぬから体に良くない？                           | 112 |
| Q04 牛乳は胃の中で固まるので消化が悪い？                               | 113 |
| Q05 牛乳は花粉症やアトピーの原因？                                  | 113 |
| Q06 牛乳のコレステロールや脂肪は健康に悪影響を及ぼす？                        | 113 |
| Q07 乳脂肪中のトランス脂肪酸は有害？                                 | 114 |
| Q08 牛乳中の共役リノール酸(CLA)とはどのような脂肪酸？                      | 115 |
| Q09 牛乳は1日のうち、いつ飲むのが効果的？                              | 115 |
| Q10 アスリートにとって牛乳摂取のメリットは？                             | 116 |
| Q11 牛乳には便秘を予防する効果がある？                                | 116 |
| Q12 牛乳には美肌効果がある？                                     | 117 |
| Q13 牛乳は貧血や腸内出血と関係がある？                                | 117 |
| Q14 牛乳は白内障と関係がある？                                    | 118 |
| Q15 牛乳中のビタミンB <sub>12</sub> は、乳幼児の脳の発達や高齢者の認知症に影響する？ | 118 |
| Q16 牛乳は潰瘍性大腸炎(UC)やクローン病(CD)の発症と関係がある？                | 119 |
| Q17 牛乳を飲みすぎると骨粗鬆症になる？                                | 119 |
| Q18 牛乳は乳がんの原因になる？                                    | 120 |
| Q19 牛乳乳製品が心筋梗塞を招く？                                   | 120 |
| Q20 牛乳は1型糖尿病と関係がある？                                  | 121 |
| Q21 乳幼児の中耳炎に牛乳は関係している？                               | 121 |
| Q22 インスリン抵抗性症候群と牛乳との関係は？                             | 122 |
| Q23 牛乳カルシウムが血圧を下げる？                                  | 122 |
| Q24 乳製品からのカルシウム摂取は脳卒中のリスクを低減させる？                     | 123 |
| Q25 胃・十二指腸潰瘍の予防には牛乳を積極的に摂取したほうが良い？                   | 123 |
| Q26 乳製品は痛風の予防に効果がある？                                 | 124 |
| Q27 牛乳の摂取は虫歯の予防に効果がある？                               | 124 |
| Q28 牛乳の摂取は歯周病の予防に効果がある？                              | 125 |
| Q29 牛乳に農薬や抗生物質が残っている心配はない？                           | 125 |
| Q30 牛乳が牛海綿状脳症(BSE)に対して安全なのはなぜ？                       | 125 |

|          |     |
|----------|-----|
| Index 索引 | 126 |
|----------|-----|

## Column

|                 |                                            |     |
|-----------------|--------------------------------------------|-----|
| <b>Column1</b>  | 「食やしごと、いのちの大切さ」を学ぶ酪農教育ファーム活動               | 15  |
| <b>Column2</b>  | 脱脂粉乳とバターの需給アンバランス                          | 17  |
| <b>Column3</b>  | 酪農をとりまく最近の情勢                               | 19  |
| <b>Column4</b>  | 牛乳で悟りを開いたお釈迦様                              | 22  |
| <b>Column5</b>  | 牛乳工場の見学について                                | 24  |
| <b>Column6</b>  | 牛乳容器のリサイクルとリユース                            | 25  |
| <b>Column7</b>  | 加熱殺菌と牛乳の栄養価                                | 27  |
| <b>Column8</b>  | 指定生乳生産者団体の大切な役割                            | 27  |
| <b>Column9</b>  | 普通牛乳と低脂肪乳のエネルギー量                           | 29  |
| <b>Column10</b> | 運動と牛乳で熱中症対策！                               | 37  |
| <b>Column11</b> | A2ミルクとは何か                                  | 39  |
| <b>Column12</b> | たんぱく質と脂質が牛乳の白色をつくる                         | 41  |
| <b>Column13</b> | 乳脂肪中の共役リノール酸 <small>きょうりやう</small> ががんに効く？ | 42  |
| <b>Column14</b> | 乳糖不耐に改善の可能性                                | 43  |
| <b>Column15</b> | カルシウムを摂りすぎると健康を害する？                        | 47  |
| <b>Column16</b> | 牧場で飲む牛乳がおいしく感じられるのは？                       | 53  |
| <b>Column17</b> | 牛乳の新たな活用方法である「乳和食」                         | 53  |
| <b>Column18</b> | 牛乳の味は変化する                                  | 54  |
| <b>Column19</b> | モッツァレラチーズの製造方法                             | 64  |
| <b>Column20</b> | 家庭でのカッテージチーズのつくり方                          | 71  |
| <b>Column21</b> | 発酵バターについて                                  | 72  |
| <b>Column22</b> | 家庭でのバターのつくり方                               | 72  |
| <b>Column23</b> | 乳酸菌飲料とは？                                   | 76  |
| <b>Column24</b> | 家庭でのヨーグルトのつくり方                             | 78  |
| <b>Column25</b> | プロバイオティクスとは？                               | 79  |
| <b>Column26</b> | 乳製品の摂取時期とアレルギー                             | 90  |
| <b>Column27</b> | 幼児期の間食に、牛乳乳製品を                             | 91  |
| <b>Column28</b> | 成長期の牛乳の摂取量は、身長伸びに関係する？                     | 92  |
| <b>Column29</b> | 学校給食と牛乳                                    | 92  |
| <b>Column30</b> | 牛乳を飲むと太る？                                  | 93  |
| <b>Column31</b> | 妊娠・授乳期は積極的な牛乳摂取を                           | 94  |
| <b>Column32</b> | 生活習慣病予防における牛乳の働き                           | 94  |
| <b>Column33</b> | 筋肉づくりには、運動後の牛乳が最適！                         | 95  |
| <b>Column34</b> | 更年期の骨粗鬆症 <small>そしょう</small> を防ぐには？        | 96  |
| <b>Column35</b> | 牛乳を摂取していると骨折しにくい？                          | 97  |
| <b>Column36</b> | 認知症予防には牛乳乳製品を含む食事が効果的？                     | 104 |

# 第1章

## 生乳せいのにゅうはなし



牛から搾ったままの乳を「生乳」といいます。この章では、乳牛と生乳に関する基礎的知識やデータを取り上げます。日本で飼育されている乳牛のほとんどは、乳量の多いホルスタイン種です。哺乳動物である乳牛は子牛を産んで初めて乳を出し、母牛がつくる乳の量は毎日20～30Lになります。

乳牛の健康を守り、高品質な生乳を生産するのが牧場（酪農家）です。日本には約1万2,600戸の酪農家があり、地域や飼育環境によりさまざまな飼育方法で生乳を生産しています。品質の良い生乳を生産するため、酪農家は搾乳から出荷までの衛生管理や温度管理を厳しく行っています。

現在、国産生乳はその生産量の約半分が飲用向けに、約半分が乳製品などの加工向けに使われています。

## I 乳牛の種類

日本では、北海道を中心におよそ136万頭の乳牛が飼育されており、その約99%は白黒模様のホルスタイン種です。ホルスタイン種のほか、ジャージー種やブラウンスイス種、エアシャー種、ガンジー種、ブリティッシュ・フリージャン種なども全体からみればわずかですが飼育されています。それぞれの乳牛には、つぎのような特徴があります。

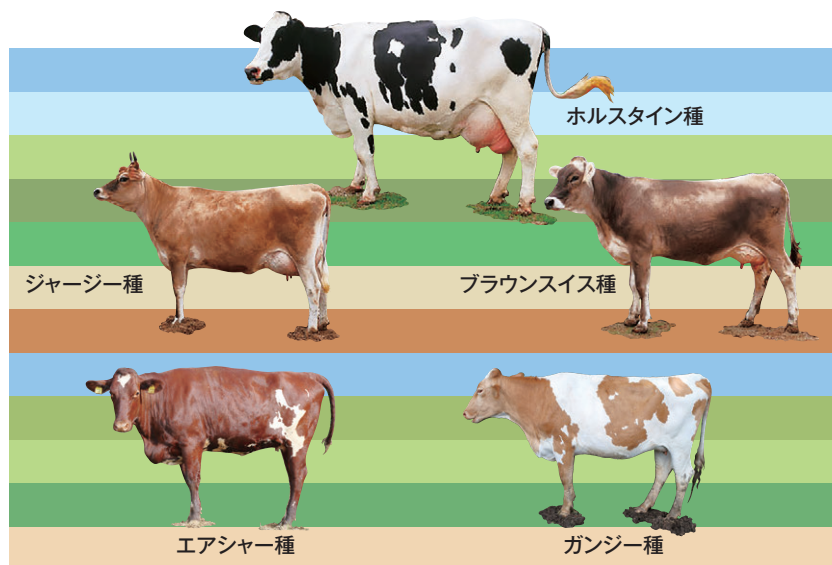
### ホルスタイン種

日本で飼育されている約99%がホルスタイン種です。原産地はオランダのフリースランド地方やドイツのホルスタイン地方で、正式にはホルスタインフリーシアン種といいます。体が大きく、乳房が発達し乳量が多いので、乳牛として世界中で最も多く飼われています。性格は温和でやさしく、寒さに強く暑さに弱いのが特徴です。乳脂肪率は約3.8%前後です【図1-1】。

### ジャージー種

ジャージー種は日本ではホルスタイン種のつぎに頭数が多く、約1万頭が飼育されています。イギリス海峡ジャージー島原産で、淡い褐色で乳牛の中では小型です。ホルスタインに比べて乳量は少ないものの、約5%と乳脂肪分が高いのが特徴です。主に岡山県や熊本県で多く飼育されています【図1-1】。

図1-1 乳牛の種類



写真提供: 高田千鶴氏 (ホルスタイン種・ジャージー種・ブラウンスイス種)

### ブラウンスイス種

ブラウンスイス種は日本では1,000頭強が飼育されています。スイス原産で、黒褐色で体は大型です。乳脂肪分は約4%でたんぱく質の含有量も高いため、バターやチーズの加工に適しています。主に北海道や九州などで飼われています【図1-1】。

### エアシャー種

英国スコットランドのエア州が原産。体は中型で、厳しい気候条件で育ったため体質は剛健です。たんぱく質の含有量が多い乳は、チーズに適しています【図1-1】。

### ガンジー種

英仏海峡のガンジー島が原産です。体型はジャージー種に似ていますが、ひとまわり大きく骨太。黄色味が強く風味がよい乳は、チーズやバターなどの乳製品に利用されています【図1-1】。

### ブリティッシュ・フリージャン種

ホルスタイン種は地域によって体型が若干異なり、アメリカ型とヨーロッパ大陸型、そして中間型があります。コンパクトな体で四肢が短いブリティッシュ・フリージャン種は中間型で、乳質は乳脂肪分、たんぱく質とも多いのが特徴です。

## 2 乳牛の体形や食事量

### 乳牛の平均的な体形

日本の乳牛の約99%を占めるホルスタイン種(雌)の平均的な体形は、体長約170cm、体高約150cm、体重600～700kgほどです【図1-2】。

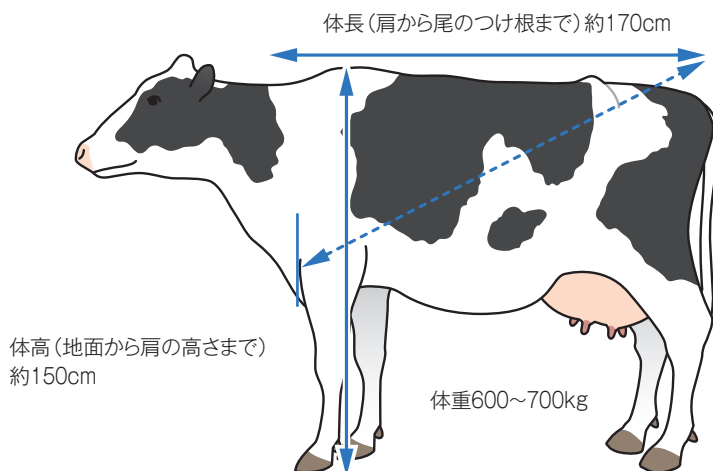
### 1日の食事量

牛は草食動物で、青草の場合は1日に50～60kg、乾燥した草の場合は約15kgを食べ、60～80Lの水を飲みます。

### 1日に出る乳(生乳)の量

牛の大きな乳房は4つの分房に分かれ、乳頭が4つあります。搾乳量は、1

図1-2 乳牛(ホルスタイン)の平均的な体形



注 体長は肩から尾のつけ根までを斜めに測る方法もあり、その場合の体長は約170cm(点線部分)

日に20～30L(200mLの牛乳容器で100～150本)になります。

### 1日の糞と尿の量

牛は、1日に20～40kgの糞をし、6～12Lの尿をします。それらの糞や尿

は、通常、飼料や、食用の米や野菜などの堆肥として利用されています。また、ホームセンターなどでは「牛糞たい肥」として家庭菜園用の肥料としても販売され活用されています。

## 3 乳牛のライフサイクル

### 雌牛の誕生から搾乳牛となるまでの流れ

牛は人間と同じ哺乳動物です。子牛を産まなければ乳(生乳)は出ません。雌牛誕生から搾乳牛となるまでの流れは、つぎのようになっています。

**雌牛誕生:** 体重は約40kgです。産まれて約30分で、自分で立ち上がります。

**哺育期間:** 産まれた子牛は母牛と離され、子牛用の小屋で育てられます。生後約1週間は母牛の乳(初乳)を飲ん

で「免疫グロブリン(Ig)」(たんぱく質)などの免疫成分をもらいます。

**育成期間:** 子牛は生後約2カ月で離乳。その後、12～14カ月の育成期間を経て、生後約1年半で初回の人工授精をします。

**出産:** 280日前後の妊娠期間を経て、生後約2年半で初めての出産を迎えます。

**搾乳期間:** 出産した牛は、その後300～330日間毎日搾乳します。

**つぎの人工授精:** 出産から約40日後につぎの人工授精をします。

ただし、分娩前の乾乳期における飼

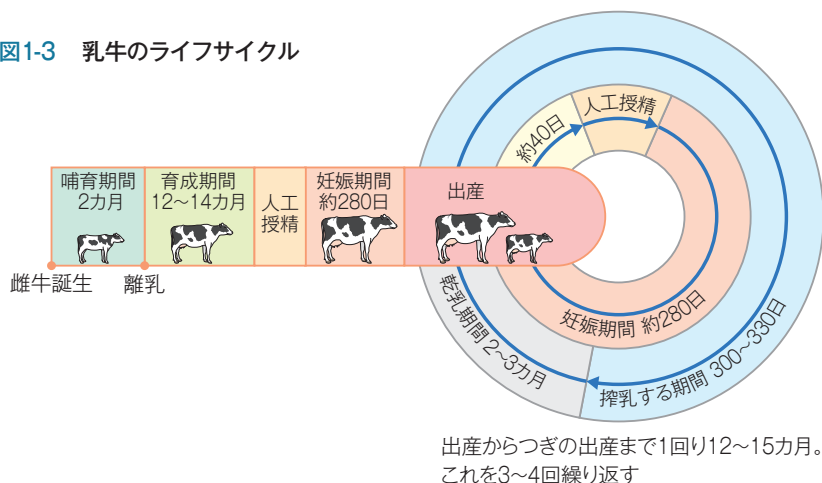
養管理や分娩後の乳牛のコンディション(子宮の状態の回復等)を考慮して種付けを行うもので、最近の実情では、子宮内のコンディションがよければ、分娩後50～60日の場合が多くなっています。

**乾乳期間:** 搾乳を始めて300～330日経ったら搾乳をやめ、つぎの出産に備えて2～3カ月間体を休ませます。

出産からつぎの出産までのサイクルは12～15カ月で、これを1頭につき3～4回繰り返します【図1-3】。牛乳を搾らなくなった牛は「廃用牛」といい、食肉などに利用されます。また、雄の子



図1-3 乳牛のライフサイクル



牛も去勢をして飼育し、食肉に利用されます。

### 乳牛から栄養豊富な乳が出る仕組み

乳牛は草を食べて栄養豊富な乳を出しますが、そこで重要な役割を担っているのが胃です。

牛の胃は腹部の4分の3を占め、大きく4つに分かれています。最も大きいのが第1胃（ルーメン）です。牛は第1、第2胃に入った草を再び口に返し、1日に6~10時間ほどかけてゆっくりとすりつぶした後、また第1、第2胃に戻すという、咀嚼と反芻を繰り返します。

第1胃は「発酵タンク」のような役割

を持っており、植物を分解して利用する微生物や原虫などが大量に生息してルーメン発酵と呼ばれる消化活動を行っています。このルーメン発酵により生成された揮発性脂肪酸は第1胃から吸収されます。

第2胃、第3胃は収縮と弛緩を繰り返し、第1胃の内容物を攪拌したり、移動をコントロールしたりしています。

第4胃はヒトと同じ機能を持つ胃で、ここで初めて消化液が分泌されて消化が進み、小腸でさらに消化液の作用を受けます。植物の分解物や微生物たんぱく質はこうして分解・吸収され、血液を通して全身に運ばれます

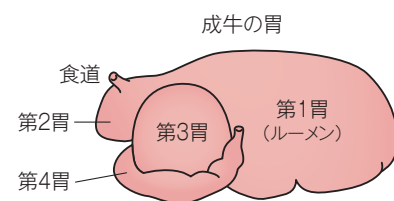
【図1-4】。

乳房の乳腺細胞は、血液によって運

ばれた栄養成分を使って乳を生産します。1Lの牛乳をつくるには400~500Lの血液循環が必要で、乳牛は毎日1万Lもの血液を乳房に循環させて20~30L分の乳をつくっています。乳脂肪は全身に蓄えられている体脂肪や揮発性脂肪酸から合成され、乳糖は肝臓に蓄えられたぶどう糖（グルコース）とガラクトースから合成されます。ミネラルやビタミンは血液中から乳腺細胞内に直接取り込まれますが、牛の体内でのビタミン合成には第1胃の細菌が関係しています。

本来、乳は子牛を育てるためのものです。出産後、最初の5日間の「初乳」は免疫グロブリン（Ig）が多く含まれており、免疫力付与のために子牛に飲ませる必要があることから、法律によって工場に出荷することができません。

図1-4 牛の胃の構造



第1胃は発酵タンク。第2、第3胃は内容物のコントローラー。ヒトの胃と同じ消化を行うのは第4胃。牛のほか、羊や山羊も4つの胃を持つ反芻動物

## 4 酪農の基本

### 酪農家の仕事

酪農家の毎日の仕事には、以下のようなものがあります【図1-5】。

乳牛という生きものを飼育する酪農は、1年を通じて1日も休むことができません。また、本来であれば子牛が飲む乳を人間の食料として利用するた

め、酪農家が毎日乳を搾らなければ乳牛は体調を崩してしまいます。現在は、「酪農ヘルパー制度」があり、酪農家が休みを取るときには、有料で酪農ヘルパーを派遣してもらい搾乳や餌やりなどの作業を行ってもらうこともできます。これにより、酪農家も休暇をとることができるようになりました。

### 餌やり

1日に3回程度、決まった時間に餌と水を与えます【図1-6】。乳牛は草食動物ですが、草だけでは家畜として乳を出す能力を十分に発揮できないため、酪農家は粗飼料と濃厚飼料をバランス良く与えています【図1-7】。

**粗飼料：**青草や乾草、サイレージなど繊維質を多く含む飼料です。乳牛に



とって主食であり、ビタミンやミネラルの供給源にもなります。サイレージとは草やトウモロコシの貯蔵性を高めるために乳酸発酵させたもので、人間の食べ物でいえば漬物のようなものです。人間は繊維質を消化できませんが、乳牛は第1胃に生息する微生物や原虫が繊維質も消化し、その代謝産物である脂肪酸が乳脂肪の材料となります。

**濃厚飼料：**トウモロコシや大麦などの穀類、米ぬかやふすまなどの糟糠類、あるいはビートパルプ（砂糖大根の搾りかす）やビールかす、しょうゆかす、豆腐のおからや大豆ミールを使用した飼料で、乳牛にとってはおかずのようなものです。たんぱく質や炭水化物、脂肪など豊富な栄養を含み、乳牛の泌乳能力や生乳の無脂乳固形分（たんぱく質や乳糖、カルシウムなどミネラル）を高めます。

濃厚飼料を数種混合した「配合飼料」などが一般的に利用されていますが、酪農家は乳牛に必要な栄養分を計

算して飼料を給与し、優れた乳質と多くの生乳生産ができるように工夫しています。

### 乳牛の餌の生産と保管

牧草を育て、良い乳を出す餌を購入・保管し、乳牛の餌の準備をします。

また、冬季の餌として牧草を刈り取り干し草にしたり、刻んだトウモロコシなどをサイロに入れて発酵させた餌（サイレージ）をつくったりもします。

### 酪農家による飼料生産とその活用

飼料には酪農家が自ら栽培して生産する「自給飼料」と外部から調達する「購入飼料」があります。自給飼料の安全性確保は酪農家が自らの責任で行い、購入飼料については法律（飼料安全法）が整備されています。非遺伝子組み換え（NON-GMO）やオーガニック（有機）に関しても消費者の関心が高まる中、多くの酪農家が日々努力と工夫を続けています。

近年は、酪農家が共同で飼料を生

産・調整し供給する給食センター方式の「TMRセンター」の構築も推進されています。混合飼料ともいわれるTMR（Total Mixed Ration）は、濃厚飼料、糟類、粗飼料、ミネラルなど乳牛に必要な飼料を混合したものです。TMRセンターの普及により、作業の効率化や良質な飼料の安定供給が期待されています。

さらに、温室効果ガスGHG（Greenhouse Gas）排出の削減と持続可能な畜産経営の確立を図るため、国産飼料の生産・利用拡大に向けたさまざまな取り組みも進められています。例えば、耕種農家が生産した飼料稲を発酵させたWCS（Whole Crop Silage：稲発酵粗飼料）や飼料米を酪農家が利用し、家畜排せつ物に由来する堆肥を耕種農家に還元する「耕畜連携」は、水田の有効活用や食料自給率向上に貢献すると関心を集めています。また、食品残さ等を原料として飼料を製造する「エコフィード」は食品リサイクルにも役立っています。

図1-5 ある酪農家の1日のスケジュール

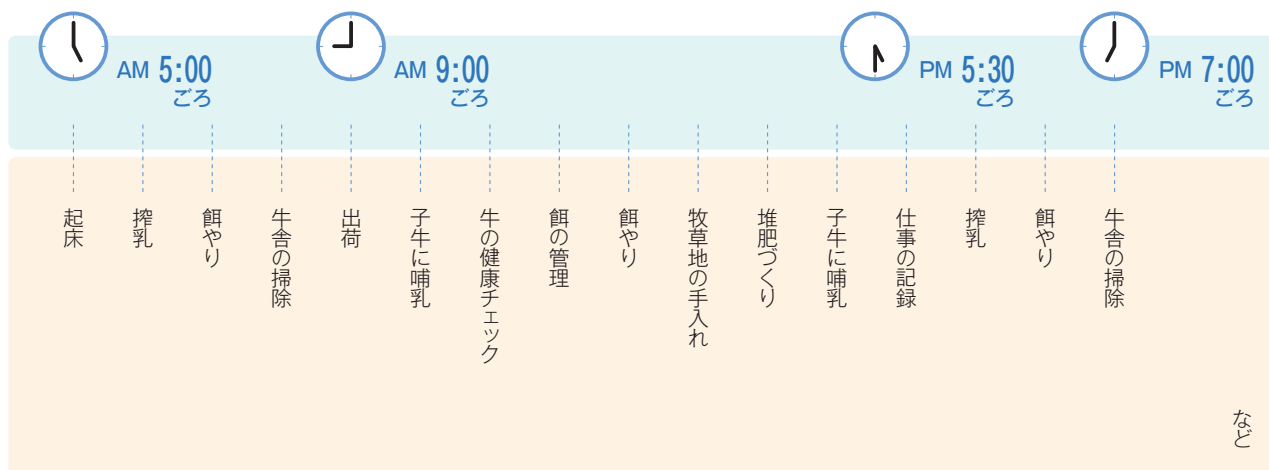


図1-6 餌やり

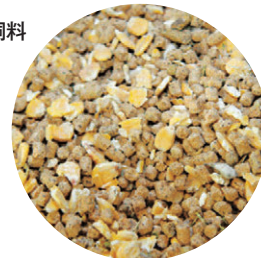


図1-7 乳牛の餌

粗飼料（乾草）



濃厚飼料



## 牛舎の掃除

牛の寝床の清掃や糞・尿の処理をし、牛舎を毎日清潔に保ちます【図1-8】。また、牛の体を拭くなど、牛自身を清潔にすることも大切な仕事です。

牛舎の種類としては、つなぎ飼い方式、フリーバーン方式、フリーストール方式が主流となっています。

**つなぎ飼い方式：**牛舎の牛房に牛を1頭ずつ繋留して飼うもので、搾乳作業は人が移動しながら行うため、50頭程度までの牛舎に多く見られます。

**フリーバーン方式：**牛舎の中で乳牛を放し飼いするもので、大規模牛舎に多く採用されています。搾乳は別の場所にある搾乳室(ミルクングバーラー)に牛自身を移動させて行い、飼料は所定の給餌場で自由に摂食させるなど省力化を図ることが可能です。

**フリーストール方式：**両者の中間的なものです。乳牛は原則として放し飼いで、搾乳室へも牛自身が移動するシステムですが、牛舎の中に1頭ずつ区分された休息場が設けられており、飼料の摂食などは休息場で行います。

## 搾乳

牛の乳を搾ることを「搾乳」といい、一般的に朝と夕方の2回行います【図1-9】。

搾乳の前には、牛の乳頭を消毒して清潔にします。現在の搾乳は主にミル

図1-8 牛舎の掃除



カーと呼ばれる搾乳機で衛生的に行い、4℃以下に設定した冷蔵タンク(バルククーラー)に貯乳します。搾った生乳は、サンプリング検査と計量の後、タンクローリーで乳業工場に運ばれます。

## 乳牛の健康管理

乳牛に良い乳を出してもらうには、一頭一頭の健康管理がとても大切です。牛は暑さに弱い動物なので、暑い季節は牛舎内にある扇風機を回すなどして過ごしやすい環境にして飼育環境を管理しています。乳牛が風邪を引いたり、病気になったりした場合は獣医師を呼び、診療をします。人工授精や出産、子牛に乳を与える作業(哺乳)、

図1-9 搾乳



図1-10 子牛に哺乳



成長期に合った給餌も重要な仕事です【図1-10】。

母牛は、子牛を産んで40日以降に再び妊娠し、乳を出しながら、おなかの中でつぎの子牛を育てています。酪農家は、妊婦の状態である乳牛に対し、餌の与え方や健康管理に昼夜を問わず細心の注意を払っています。

近年はIoT(Internet of Things/モノのインターネット化)技術の発展により、乳牛にセンサーをつけてその動きをモニタリングし蓄積したデータをAI(人工知能)で分析して繁殖や病気の予防に生かすなど、「スマート酪農」も進みつつあります。

## I 国産生乳について

高品質を支える  
日本の酪農家

生乳は牛や人間にとって栄養豊かな食品ですが、それは同時に微生物の増殖にも好条件となります。

良い生乳を出荷するためには、乳牛の品種改良や飼育環境、餌の内容、乳房炎の予防をはじめとする健康管理などの他に、生乳の栄養成分の保持や鮮度維持、微生物汚染の防止なども欠くことのできない条件です。そのため、酪農家は搾乳から貯乳・出荷までの衛生管理や温度管理を厳しく行っています。

現在の酪農家は、一戸あたりの平均飼育頭数が107頭(2023年)を超え、多くは生乳生産のみを行う専門の酪農家として品質の良い生乳を生産しています。全国の酪農家戸数は約1万2,600戸(2023年)であり、地域や飼育環境などにより飼育方法に特徴があります。

## 地域環境と飼育方法

## 草地型酪農

北海道のように広大な牧草専用牧地や放牧地を持ち、牧草など粗飼料のほ

とんどを自給しえる酪農です【図1-11】。

## 中山間地型酪農

平野周辺部から山間地にいたる中山間地域で行う酪農です。日本は中山間地域が国土面積の約7割を占め、平地と比較して傾斜がきついなど他の農業では生産効率が悪く、耕作放棄された農地が多くありますが、これを酪農生産で利用することで環境保全としての役割もあります【図1-12】。

## 都市近郊型酪農

消費地に近い都市近郊で行う酪農です。住宅などで囲まれている地域などの場合は地価が高く、農地も少

図1-11 草地型酪農



写真提供:一般社団法人中央酪農会議

図1-12 中山間地型酪農



写真提供:一般社団法人中央酪農会議

図1-13 都市近郊型酪農



写真提供:公益社団法人中央畜産会

## Column

## 1

## 「食やしごと、いのちの大切さ」を学ぶ酪農教育ファーム活動

酪農教育ファーム活動とは、牧場を教育の場として活用し、子どもたちに「食やしごと、いのちの大切さ」を学ばせたいという学校の先生の思いと酪農について知ってもらいたいという酪農家の思いが一致して誕生した活動です。

酪農教育ファーム推進委員会(事務局:一般社団法人中央酪農会議)から認証を受けた酪農家等が、子どもたちが安心して活動できるように安全や衛生に留意しながら、情熱をもって酪農体験の受け入れや学校への出前授業などの活動を行っています。現在、全国に約250の認証牧場があります(2023年)。認証牧場は、下記の中央酪農会議が運営する「酪農教育ファーム」サイトから検索できます。

酪農教育ファームHP <http://www.dairy.co.jp/edf/>



写真提供:一般社団法人中央酪農会議



ないため、草など粗飼料の栽培は少なく、濃厚飼料への依存が多くなります。一方で、都市近郊の酪農地だからこそ、消費地に近い牛乳工場への出荷の便が良いなどの利点があります【図1-13】。

### 多様化する酪農経営

日本の酪農では、家族経営が圧倒的多数を占めています。酪農は給餌や搾乳、繁殖管理や分娩時の介護などの作業を機械的にコントロールすることは難しく、突発的な事態や作業時間の不規則性に対応しなければならないからです。

農地の確保が困難な日本では、1頭あたりの産乳量を増やすことで生産性の向上を図ってきたこともあり、日本の酪農家には乳牛の泌乳生理を最大限に生かす高度な技術が求められます。こうした技能を修得するためには、乳牛と長い時間を共に過ごすことができる家族経営が適しているといわれて

います。

しかし、最近では新しい酪農技術の導入により省力化を図り、規模拡大を実現する動きも続いています。年間1,000t以上の生乳を出荷する牧場はメガファーム、年間1万t以上の生乳を出荷する牧場はギガファームと呼ばれており、土地を広く利用できる北海道に多く見られます。また、フリーストール方式や搾乳室、搾乳ロボット【図1-14】などがそうした大規模牧場を中心に普及しつつあります。

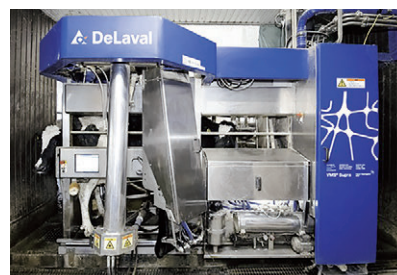
### 牧場の多面的機能

牧場(酪農家)は牛乳乳製品の原料である生乳を衛生的に生産しているだけでなく、私たちの生活に必要なさまざまな役割を担っています。

雄の子牛や、生乳を搾らなくなった牛は、食肉などに利用されています。

乳牛が出す糞尿は、稲や麦、野菜や果物などをつくる堆肥として利用されています。また糞尿を発酵させてバイ

図1-14 搾乳ロボット



オガスを生産し発電に使う「バイオガス発電」は、二酸化炭素の排出削減など持続可能な酪農に貢献するだけでなく、エネルギーの地産地消を通じた地域活性化なども期待されています。

牧場が休耕田を牧草地やトウモロコシ畑として利用することで、山間地などを荒地にすることなく、豊かな農村風景が残されます。

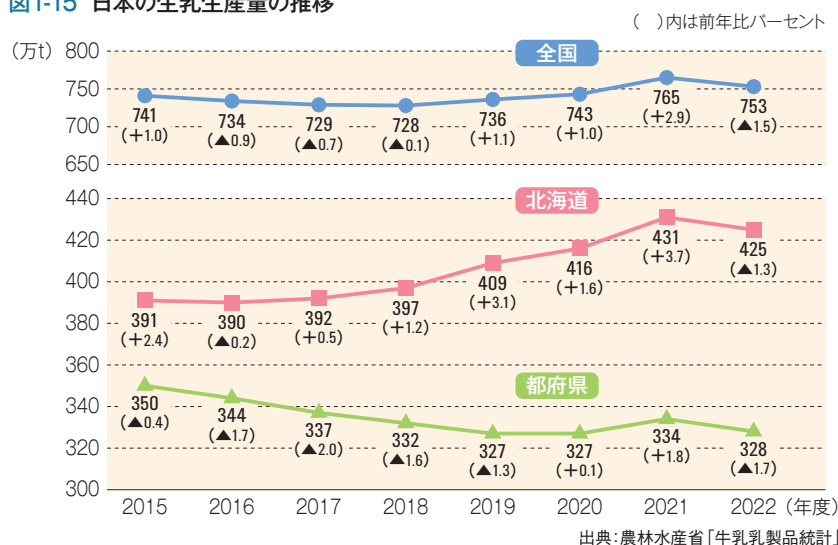
また、牧場はきれいな空気や水の保全だけでなく、牧場に棲む昆虫や小鳥など生物の食物連鎖のバランスを保ち、生態系の維持・保全にも役立っています。

## 2 日本せい にゅうの生乳生産量と消費量

### 生乳生産量

図1-15「日本の生乳生産量の推移」の通り、2022年度の日本の生乳生産量は約753万tで2015年度に比べ12万t(1.6%)増加しています。地域別でみると、2022年度は北海道で8.7%増加しましたが、都府県では6.3%の減少となっています。

図1-15 日本の生乳生産量の推移



## 国産生乳の用途別乳量と国内総需要量

国産生乳の生産量(2022年度)は約753万tで、このうち約53%の394万tは牛乳等飲用向けに、残り約47%の354万tは乳製品向けなどに利用されました【図1-16】。

国内の総需要量(2022年度)は1,198万tで、そのうち国産生乳が約63%、輸入乳製品(生乳換算)は約37%となっています【図1-17】。

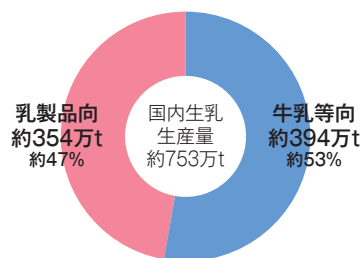
国産生乳(2022年)の仕向けの内訳は、飲用等向が約394万t、生クリーム等向が約123万t、チーズ向が約45万t、脱脂粉乳・バター等向が181万tとなっています。北海道では乳製品向の割合が高く、都府県では飲用等向の割合が高くなっています【図1-18】。なお、国産生乳の仕向け順は、賞味期限の短い製品が優先され、①飲用等向、②生クリーム等向、チーズ向、③脱脂粉乳・バター等向の順になっており、生乳生産量の増減や飲用等向、生クリーム等向、チーズ向の需要の増減が、最終的に脱脂粉乳・バターの製造量や在庫量に影響を与えるといった生乳需給構造になっています。

## 牛乳乳製品の需給調整

生乳の生産量は季節によって変動します。日本の乳牛の大半を占めるホルスタイン種は暑さに弱いため7～10月は生産量が少なく、4～6月は生産量が多くなります。逆に、牛乳等の需要量は気温の高い6～9月が多く、冬場は少なくなります。

生乳は中長期的な需要と供給の変動による需給ギャップだけではなく、前述のように季節変動による需給ギャップなどが生じるため、需給ギャップへの対応がほぼ毎日求められ

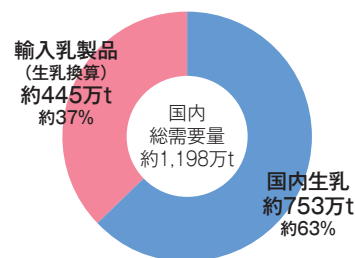
図1-16 国産生乳の生産量と用途(2022年度)



出典:農林水産省「牛乳乳製品統計」

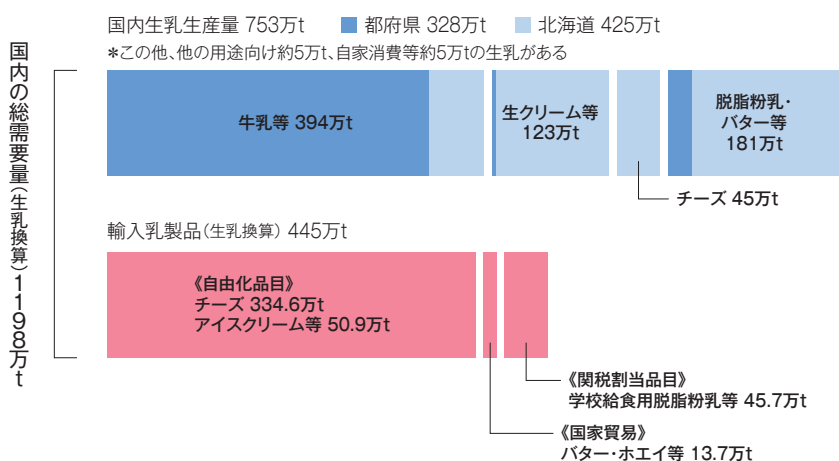
注 「国産生乳生産量」には、自家消費等約5万tの生乳が含まれる

図1-17 国内総需要量(2022年度)



出典:農林水産省「食料需給表」

図1-18 国内の生乳需給構造(2022年度)



出典:農林水産省「畜産・酪農をめぐる情勢」(令和5年12月)

ます。しかし、生乳の生産量は乳牛の生理によるため需要に合わせて調整するのは難しく、また生乳は保存性が低いので酪農家段階で貯蔵して調整することもできません。そのため、生乳の需給調整は通常、生乳の流通段階や加工段階で行われています。流通段階では生乳生産者団体による飲用向け・乳製品向けといった生乳の用途間分

配による調整、北海道や都府県との間の生乳の移出入による調整、加工段階では貯蔵可能な脱脂粉乳・バターの製造量の増減による調整が実施されています。

2000年代以降の用途別の推移をみると、飲用等向は減少傾向にあり、最大だった2002年度から2010年代には2割以上減少しています。一方で、

## Column 2

### 脱脂粉乳とバターの需給アンバランス

脱脂粉乳・バター等の製造量の増減による生乳の需給調整において、近年課題となっているのが脱脂粉乳の過剰在庫です。コロナ禍において、これら乳製品の製造量は飲用需要の低下などにより増加した一方で、需要は業務用をはじめとして落ち込み、脱脂粉乳・バターとも在庫が過剰となりました。その後、2023年に新型コロナウイルスの感染症法上の位置づけが5類に移行してからは人出やインバウンドの増加が寄与し、バターは需要が回復。しかし、脱脂粉乳ははっ酵乳の低迷から需要が低調なまま在庫の積み増しにつながっており、改善のためには、継続的な需要拡大、理解醸成活動が不可欠となっています。

乳製品向は、日持ちがせず輸入品と競合しない生クリームや脱脂濃縮乳が大きく拡大。そして需給調整の調整弁としての役割を担う脱脂粉乳・バター

等向については、生クリーム等向・チーズ向が拡大したことや、需給緩和時に減産型の計画生産が行われたこと等による酪農家や乳牛の減少もあ

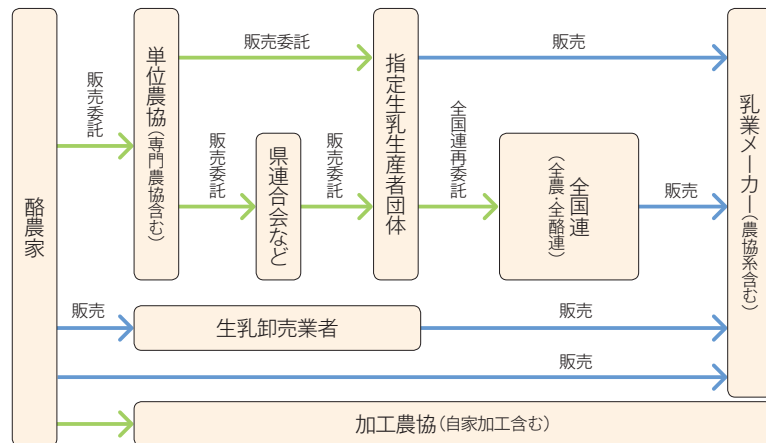
り、縮小傾向で推移しています。しかし近年、脱脂粉乳需要とバター需要にアンバランスが生じ、脱脂粉乳の過剰在庫が課題となっています。

## 3 生乳の生産・流通構造

### 生乳の特性および指定生乳生産者団体の役割

生乳は、乳牛から毎日生産され、栄養が豊富である半面、傷みやすく、約9割が水分であるため貯蔵性がありません。そのため、生乳は搾乳してから新鮮なうちに乳業メーカーで処理・加工をすることが必要なため、酪農家は生乳の価格交渉において不利な立場に置かれる傾向があります。こうした生乳流通の特性を踏まえて、生乳の価格と酪農経営の安定を図るため、1966年に加工原料乳生産者補給金等暫定措置法（以下、不足払い法）が施行され、酪農家に代わって生乳の販売を行う組織として指定生乳生産者団体（以下、指定団体）が設置されました。この指定団体（制度）は、合理的生乳の流通と価格形成を図るために施行され、日本における生乳流通の仕組みの基本となりました。指定団体の大きな役割は、生産者補給金制度の窓口となるとともに、①多くの生乳を取り扱うことによる乳業メーカーとの価格交渉力の強化、②酪農家の所在地などを踏まえた効率的な輸送ルートの設定による生乳の輸送コストの低減、③日々変動する生乳の生産量と需要量に対応し、生乳を廃棄することなく販売する機動的な需給調整、の3つがあります。しかし、2018年にすべての生産者が自らの経営判断で販売できるよう、指定団体以外にも生産者補給金の交付対象を拡大した改正畜産経営安定法（畜安法）

図1-19 生乳の流通チャネル（商流ベース）



注 所有権が移転する売買関係は青線、販売委託関係は緑線としている

北海道大学大学院農学研究院・清水池義治准教授作成

が施行され、指定団体を通じた販売と他の販売ルートとの間のイコールフットingの確保を前提として不足払い法に基づく従来の指定団体制度は廃止されました。

### 生乳流通の仕組み

図1-19は、商流ベースでみた生乳の流通チャネルです。畜産経営の安定に関する法律及び独立行政法人農畜産業振興機構法の一部を改正する法律（改正畜安法）に基づく第1号対象事業者（生乳を集めて乳業に販売する事業者）のうち生乳生産者団体である「指定生乳生産者団体（都道府県農業協同組合連合会あるいは広域農業協同組合連合会）」を経由するチャネルと、それ以外のチャネルの大きく2つに区分することができます。酪農家は指定団体に全量を出荷する全量委託のほか、現在では部分的

に他チャネルにも販売する部分委託も可能です。しかし、大部分の酪農家は従来からの指定団体への全量委託を継続しており、2022年の生乳処理量に対する指定団体販売実績量の比率は94.2%（農林水産省「牛乳乳製品統計」、中央酪農会議資料）で、指定団体が圧倒的な販売シェアを持っています。

指定団体チャネルは、販売委託を通じた農協共販による流通です。酪農家・単位農協・県連合会などから販売委託を受けた指定団体が乳業メーカーとの取引交渉、生乳販売を行い、指定団体の事業地域外への販売を行う場合などは「全国連再委託」がなされています。また、各指定団体は、需要予測に基づく生産目標数量に沿った生産を実施する計画生産を1979年度から行っています。

非指定団体チャネルは、都市近郊で牛乳製造・販売を行う加工農協が主流ですが、近年では酪農家から直接買い



取りを実施する生乳卸売会社が参入して取扱量を拡大し、注目を集めています。

## 生乳取引の仕組み

国内生乳の大半を集荷・販売している指定団体と乳業メーカーとの間では、同質の生乳でありながら、その生乳が仕向けられる牛乳乳製品の用途によって価格・分配方法などの取引条件を区分する用途別取引が行われています。飲用向けは乳価が高く、需要に応じて優先的に分配されるのに対し、乳製品向けは飲用向けよりも乳価が安く、特に脱脂粉乳・バター向けは飲用向けなどその他の用途の残余が分配される需給調整用途の位置づけとなっています。

基本的には指定団体と乳業メーカーとの間で行われる乳価交渉で翌年度の乳価が決定され、各年度1年間は同一の乳価が適用されます。乳価水準は、生乳生産費や酪農家所得、牛乳乳製品の需給動向などを参考に決定されています。指定団体は各酪農家に対し、乳業メーカーから受け取る用途別乳価の加重平均(平均価格)から平均

化された共販経費(共同計算)を控除した、同一のプール乳価で支払いを行います。

指定団体は、生乳需給調整の実効性を確保しつつ、酪農家の創意工夫や付加価値創出の取り組みに対応しています。また、酪農家は自らの経営判断で、生乳を指定団体以外のルートでの販売や乳業メーカーに直接販売したり、自ら牛乳乳製品に加工して販売したりすることもできます。

## 牛乳乳製品に関する政策・制度

### 加工原料乳生産者補給金制度

加工原料乳生産者補給金制度(以下、補給金制度)は、生乳価格(乳価)が生乳生産費を下回る乳製品向けの生乳を生産・出荷する酪農家に対して補給金を交付するというもので、牛乳乳製品の安定供給と酪農経営の安定化を目的とした、日本で最も重要な酪農政策です。2018年4月施行の改正畜安法(畜産経営の安定に関する法律の一部を改正する法律)により、恒久的な制度として新たに位置づけられました。

具体的には、酪農家が創意工夫を生

かせる環境を整備するため、指定団体を經由せずに加工原料乳として仕向けた場合にも、生産者補給金が交付されるというものです。また、条件不利地域における集送乳が今後も安定的かつ確実に行われるよう、集乳を拒まない対象事業者を指定し、集送乳調整金を交付しています。

### 国家貿易制度

日本の乳製品関税は、国内酪農への影響が大きい特定の少数品目には高い関税を課す一方で、その他の多くの品目については低税・無税とする構造になっています。また、高関税品目については、国が輸入管理を行う国家貿易制度が補給金制度の枠組みの中で設けられています。

補給金交付対象である脱脂粉乳、バターの関税率は、それぞれ21.3%+396円/kg、29.8%+985円/kgとなっています(2024年3月現在)。2022年度の輸入価格(CIF)換算で国内価格と比較すると、実質関税率はそれぞれ158%、188%と非常に高い水準です。

国家貿易制度の対象品目は、バター、脱脂粉乳、ホエイ・調製ホエイなどです。輸入が行われるのは、国内で乳製品が不足して価格高騰が起きた場合(追加輸入)と、WTO協定における国際約束に基づく場合(カレントアクセス、生乳換算で約13.7万t/年)に限定され、輸入品目や輸入数量・時期は農林水産省が判断します。

なお、チーズの関税については、例えばCPTPP(環太平洋パートナーシップに関する包括的及び先進的な協定)においては、日本人の嗜好に合うモッツアレラ、カマンベール、プロセスチーズ等の関税は維持され、主に業務用で原材料として使われるチェダー、ゴーダ等の熟成チーズやクリームチーズ等も、将来的には関税撤廃に至るものの長期の経過期間が設けられています。

## Column

### 3

## 酪農をとりまく最近の情勢

酪農経営は、依然として厳しい状況が続いています。2022年2月から続くロシアのウクライナ侵攻や中国の需要増加に伴う配合飼料原料(コーン・大豆かす等)、原油・天然ガス価格、中東紛争やパナマ運河の渇水による海上運賃の高騰に加え、円相場の下落などの外的要因を背景に、生乳生産に係るコストは高止まりが続いています。

その他資材価格の高騰も重なっています。生乳の生産には、粗飼料を作るための化学肥料、農作業を進めるためのトラクター等の燃料なども必要不可欠ですが、化学肥料原料はほぼ全量輸入、原油についても国内産出量は少なく、海外からの輸入でカバーされています。これらの経費は飼料費ほど大きなウェイトを占めてはいませんが、酪農家の経営を圧迫する一因となっています。

このように生産コストが上昇する一方で、酪農家にとって生乳による収入以外に大きな収入源となる初生牛(生まれたばかりの子牛)の価格は、2022年7月以降急落。現時点でも低調な推移が続き、厳しい酪農経営に追い打ちをかけています。





## 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

## 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。

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<sup>すき</sup>犁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(<sup>かくはん</sup>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「ジャミード」「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、<sup>にれんぜんが</sup>尼連禪河で身を清めた太子に、<sup>なんだばら</sup>難陀婆羅という長者の娘が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<sup>らく</sup>酪(ヨーグルト)を出し、<sup>らく</sup>酪より<sup>せいそ</sup>生酥(バター)を出し、<sup>せいそ</sup>生酥より<sup>じゅくそ</sup>熟酥(バターオイル)を出し、<sup>じゅくそ</sup>熟酥より<sup>だいいご</sup>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、<sup>だいいご</sup>醍醐が最高の美味とも書かれています。

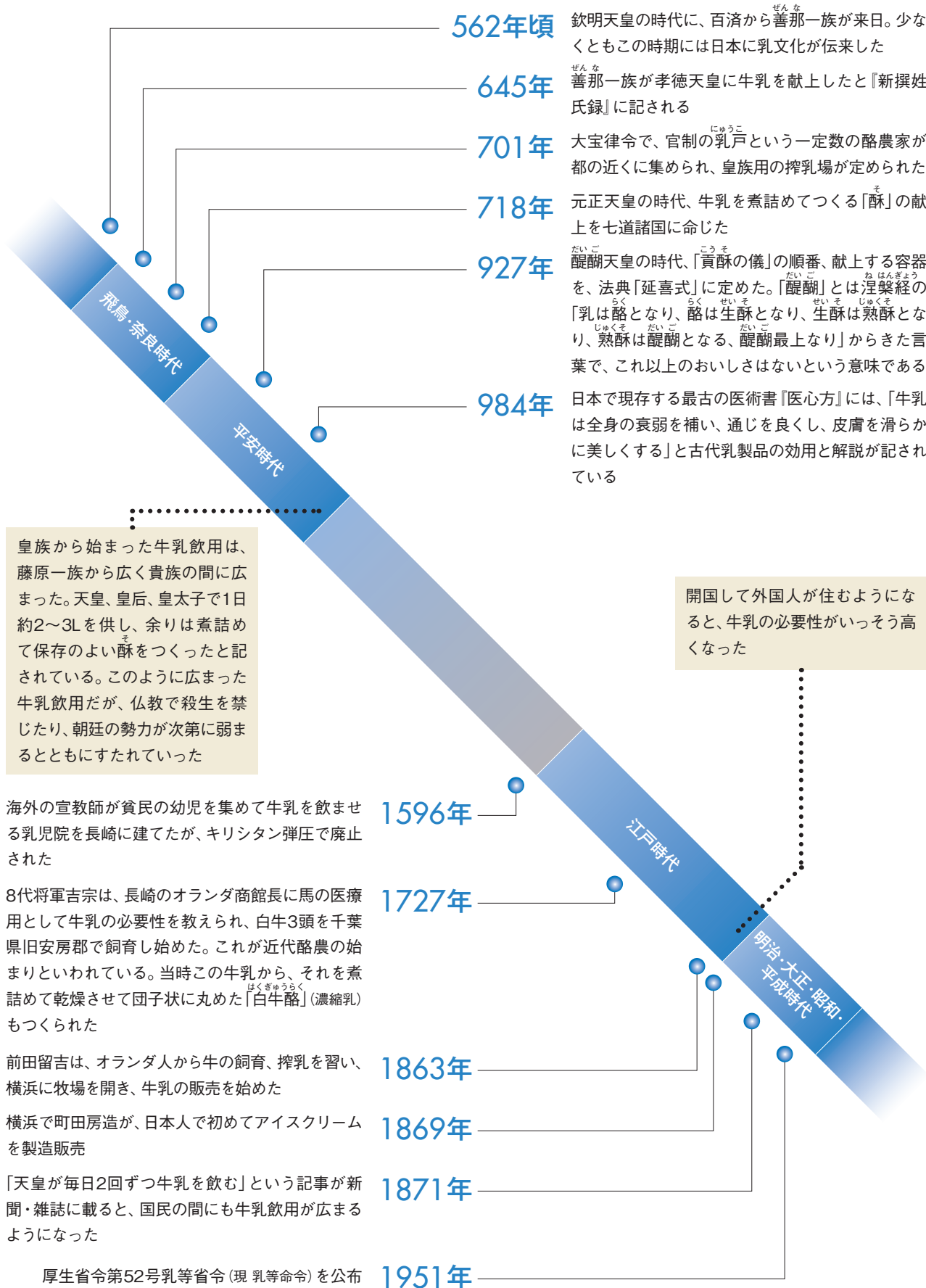
<sup>だいいご</sup>醍醐という言葉は、仏教用語で「仏の最上の経法」の意味で、牛乳文化と仏教が深い関係にあったことがうかがわれます。

## 2 日本の牛乳の歴史

2

牛乳のはなし

I 牛乳の歴史



## 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<br>(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<br>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                         |

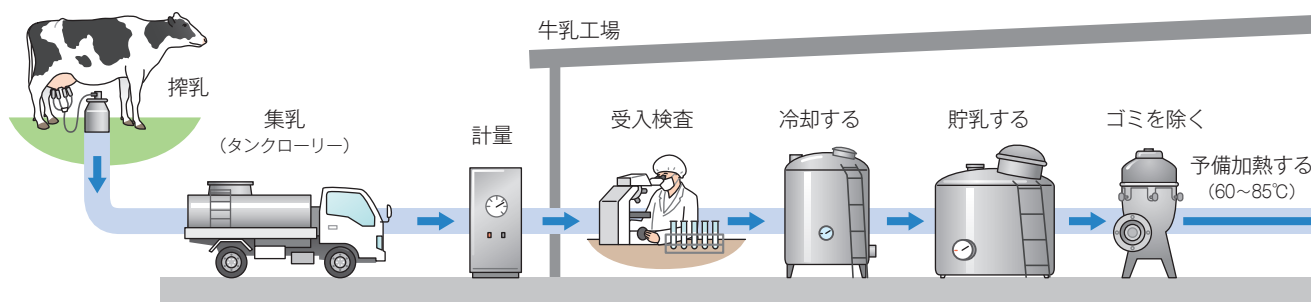
## Column 5

## 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 $0.1\mu\text{m}$ ～ $10\mu\text{m}$ 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、生クリームの層ができます。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 $2\mu\text{m}$ 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、細か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。

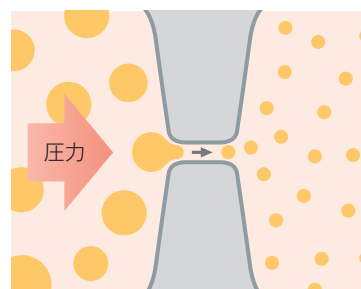
## 殺菌する

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、トイレトペ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、使用後、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、きれいに洗えているか、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

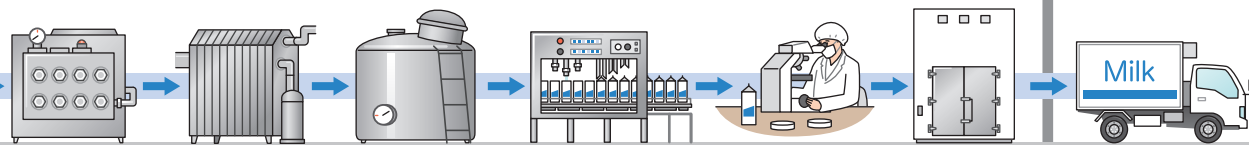
冷却後貯乳する  
(サージタンク)

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す。

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

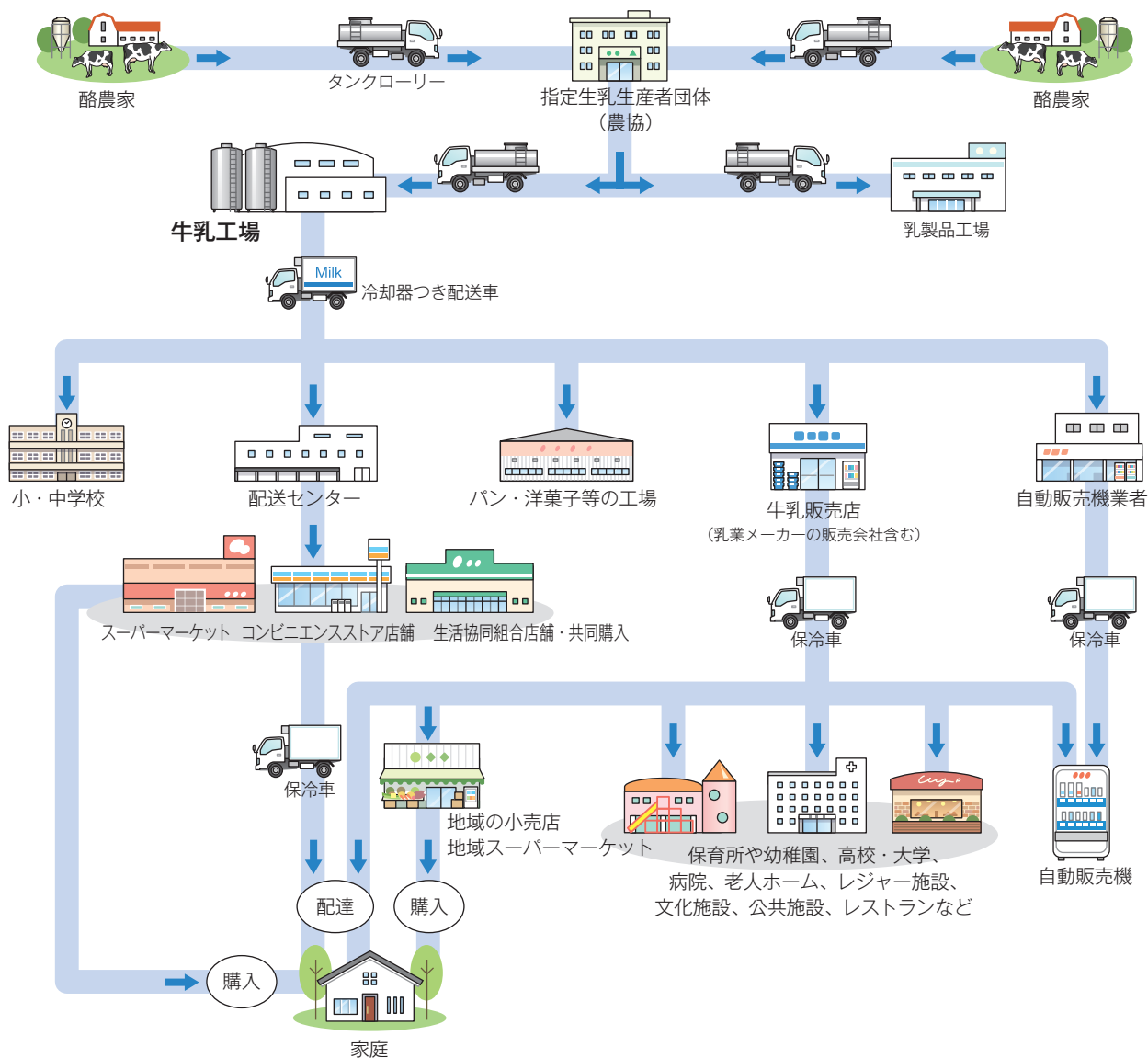
すべてにおいて10℃以下の冷蔵流通が乳等命令に定められ、消費者の手に届くまで細心の注意で衛生的に管理され、新鮮さが保たれています。

## 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<br>(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<br>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、<br>成分調整牛乳、<br>低脂肪牛乳、<br>無脂肪牛乳 | 加工乳                                              | 乳飲料             |
|-------------|-------------------|-----------------------------------|--------------------------------------------------|-----------------|
| 種類別名称       | ○                 | ○                                 | ○                                                | ○               |
| （常温保存可能品）   | —                 | △ <sup>注1</sup>                   | △ <sup>注1</sup>                                  | △ <sup>注1</sup> |
| 商品名         | ○                 | ○                                 | ○                                                | ○               |
| 無脂肪固形分      | ○                 | ○                                 | ○                                                | ○               |
| 乳脂肪分        | ○                 | ○                                 | ○                                                | ○               |
| 植物性脂肪分      | —                 | —                                 | —                                                | △ <sup>注2</sup> |
| 乳脂外動物性脂肪分   | —                 | —                                 | —                                                | △ <sup>注2</sup> |
| 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      | △ <sup>注3</sup>   | △ <sup>注3</sup>                   | △ <sup>注3</sup>                                  | △ <sup>注3</sup> |
| 殺菌          | △ <sup>注4</sup>   | ○                                 | ○                                                | △ <sup>注5</sup> |
| 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

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。



# 牛乳の生産と消費

2

牛乳のはなし

## 1 牛乳類の生産量

### 日本の飲用牛乳類の生産量の推移

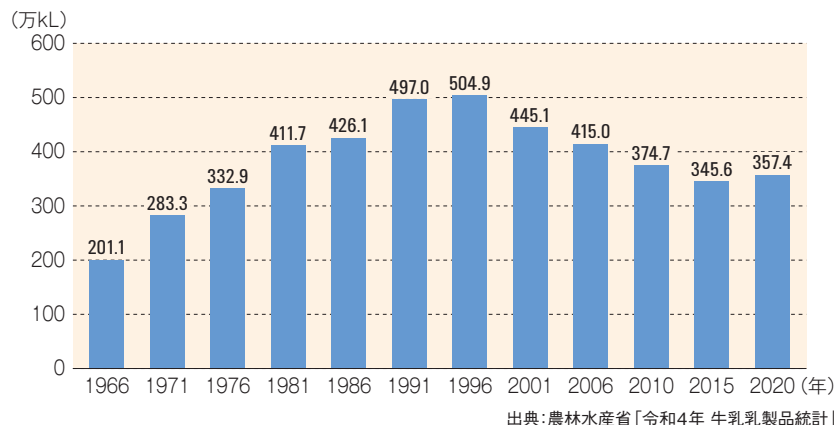
日本の飲用牛乳類の生産量は、1994年の514.2万kLをピークに減少傾向にあります【図2-6】。

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



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

III 牛乳の生産と消費

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]。バターの消費量も日本は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)

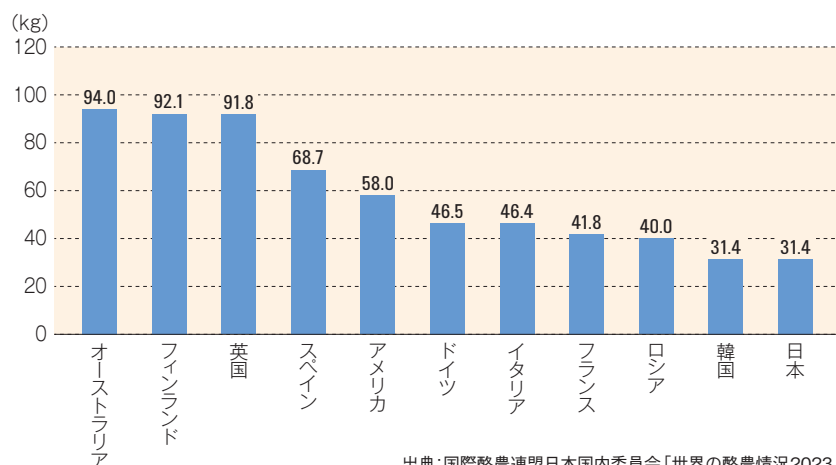
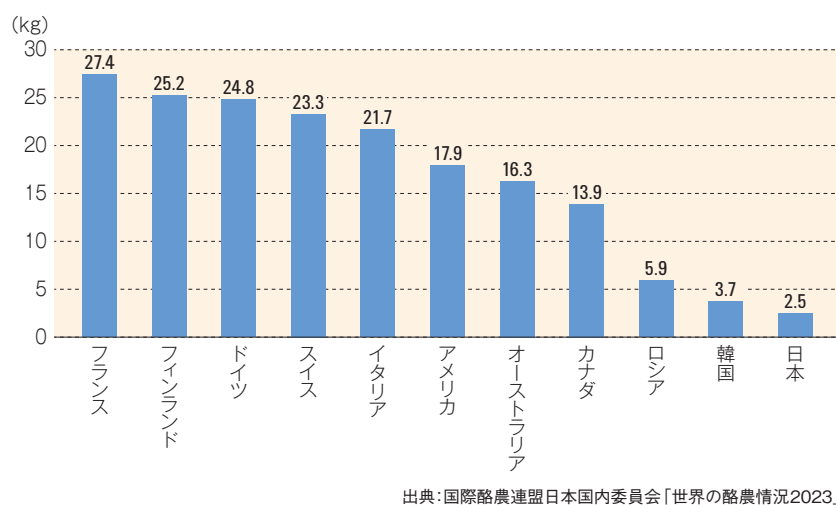


図2-9 主要国におけるチーズの1人あたり年間消費量(2022年)

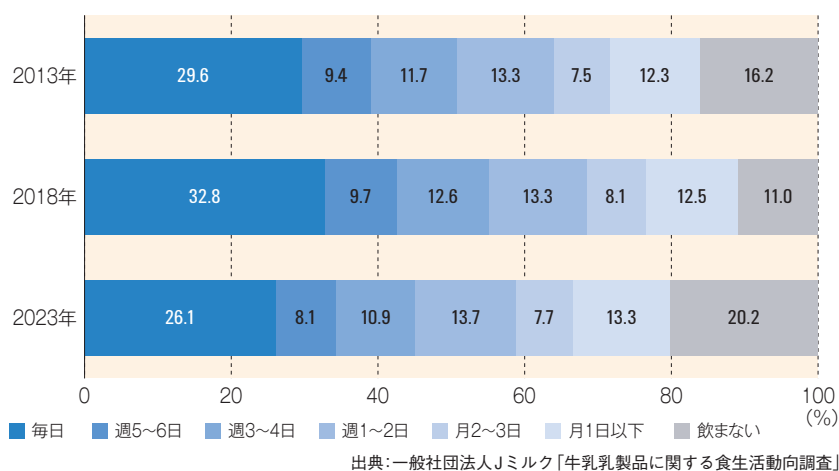


## 3 牛乳の飲用状況

### 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)

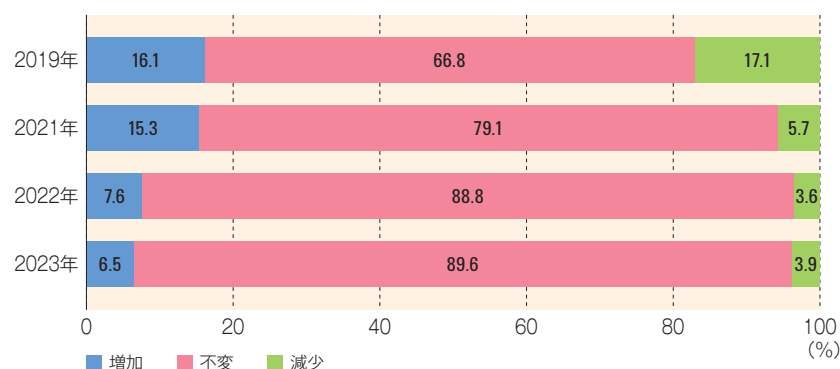


図2-12 牛乳類の飲用・利用頻度(家族構成別)

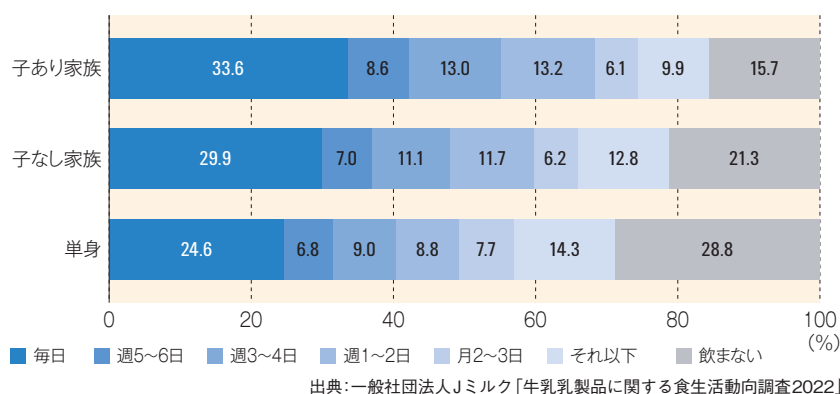
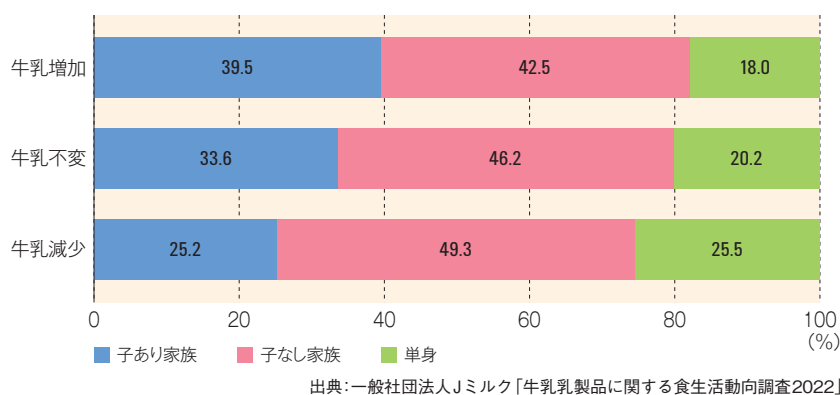


図2-13 牛乳類の飲用・利用頻度の増減変化(家族構成別)

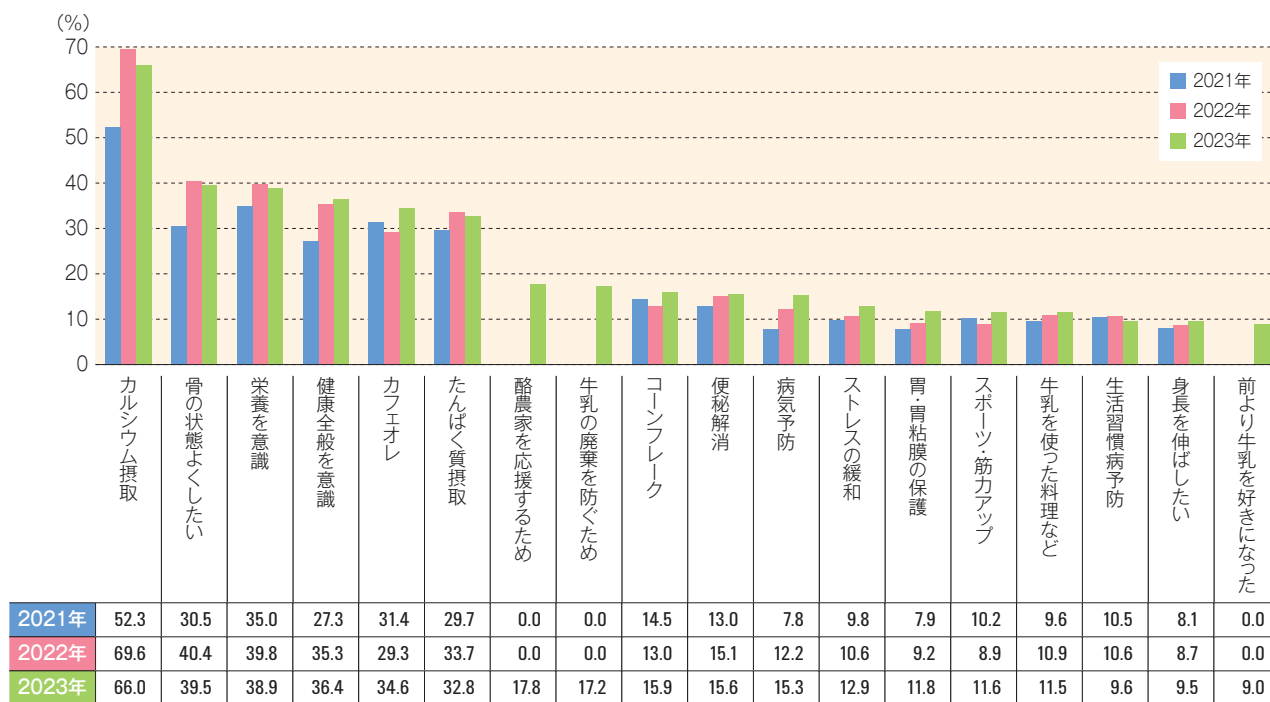


し、「健康全般を意識」は伸長を継続、「カフェオレ」が伸びを示しました。また、2023年から選択肢に加えた「酪農家を応援」と「牛乳廃棄を防ぐ」も上位に位置しています。

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

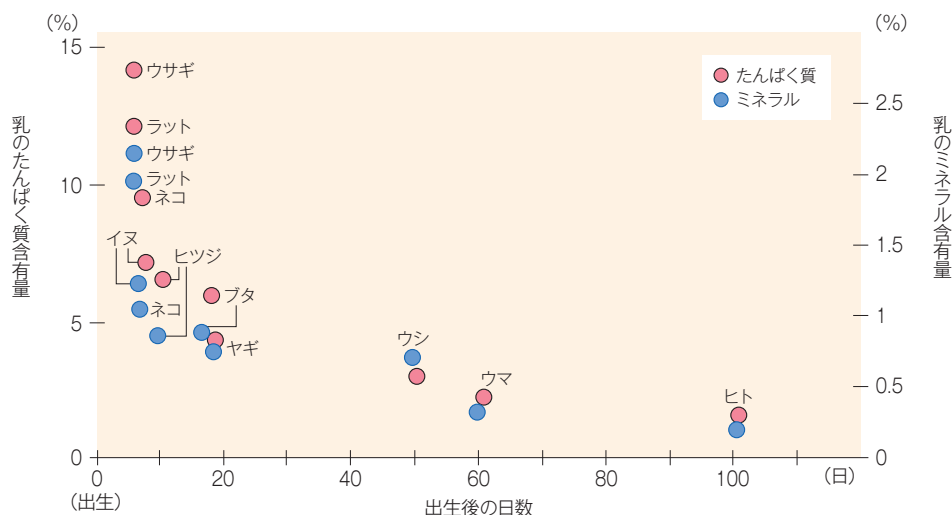
リンが成長速度に大きく関係している証拠といえるでしょう。出生から体重が倍になるのにヒトは100日、牛では50日と大きな差があります。

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)

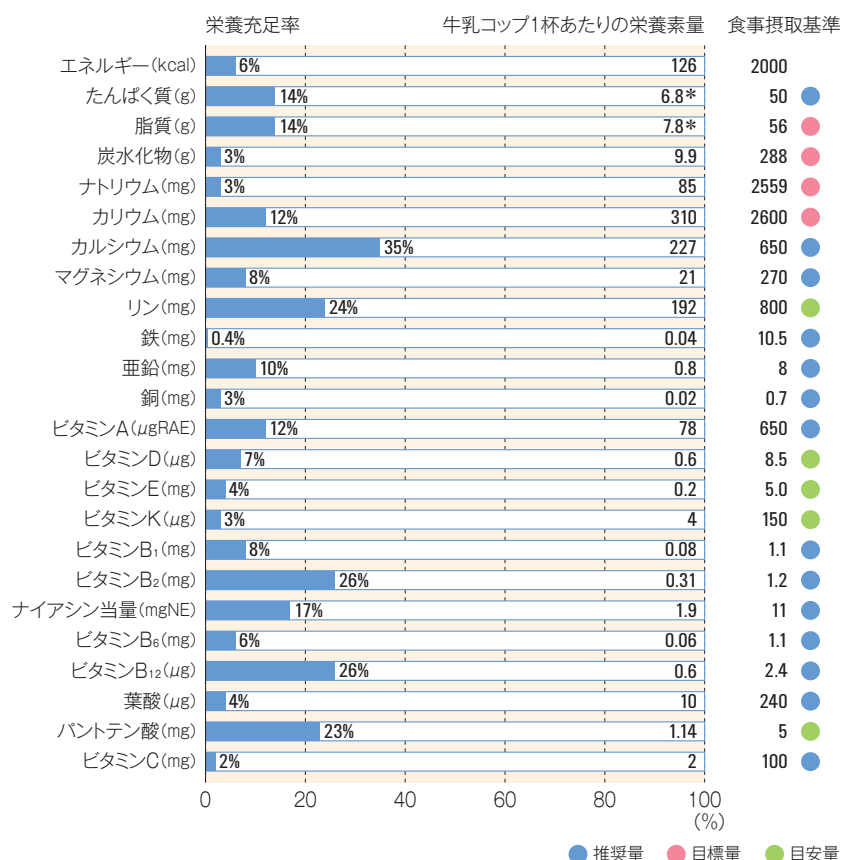
## 2 牛乳の栄養成分

### 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



注1 牛乳200mLは206.4g

注2 栄養素量について：他に水分180.4g、灰分は総量で1.4gを含む

注3 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(56g)で、炭水化物は目標量の中央値57.5%エネルギー(288g)で、ナトリウムは目標量の食塩相当量6.5g(2559mg)未満で計算している。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

\*アミノ酸組成によるたんぱく質(アミノ酸残基の総量)の場合は6.2、脂肪酸のトリアシルグリセロール当量の場合は7.2

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℃台に保ちながら、血液や脳、筋肉や各種臓器を動かし、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<br>(レチノール<br>活性当量)<br>(μgRAE) | ビタミン<br>B <sub>1</sub><br>(mg) | ビタミン<br>B <sub>2</sub><br>(mg) | ナイアシン<br>当量<br>(mgNE) | ビタミン<br>C<br>(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(8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。

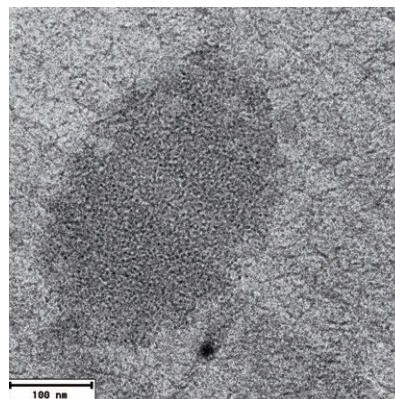
この9種類のアミノ酸を「必須アミノ酸」といいます。必須アミノ酸のうち1種類でも欠けると、たんぱく質の合成はできなくなるといわれています。

### 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。

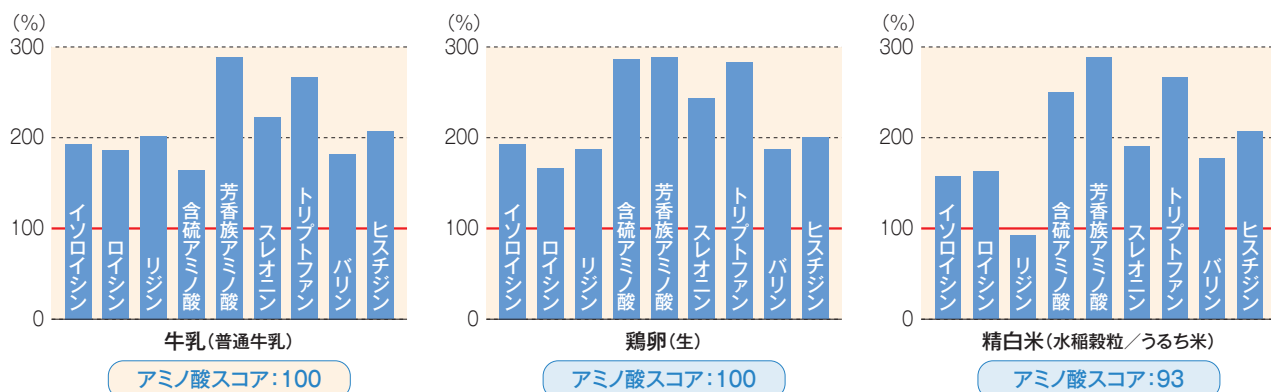
2

牛乳のはなし

IV 牛乳の栄養と機能



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氨基酸スコア



出典:「2007年 WHO/FAO/UNU 氨基酸評点パターン」を基準に、文部科学省「日本食品標準成分表(八訂) 増補2023年氨基酸成分表編」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

| 脂肪酸<br><br>食品名 |     |            | 食品100g<br>あたりの<br>脂質(g) | 脂肪酸<br>総量(g) | 飽和脂肪酸 |       |       |      |       |        |        |        | 一価<br>不飽和<br>脂肪酸 | 多価不飽和脂肪酸 |       |       |        |         |     |
|----------------|-----|------------|-------------------------|--------------|-------|-------|-------|------|-------|--------|--------|--------|------------------|----------|-------|-------|--------|---------|-----|
|                |     |            |                         |              | 短鎖    |       | 中鎖    |      | 長鎖    |        |        |        |                  | 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   | オレイン酸 | リノール酸 | アラキドン酸 | α-リノレン酸 | EPA |
| 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

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 |

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。

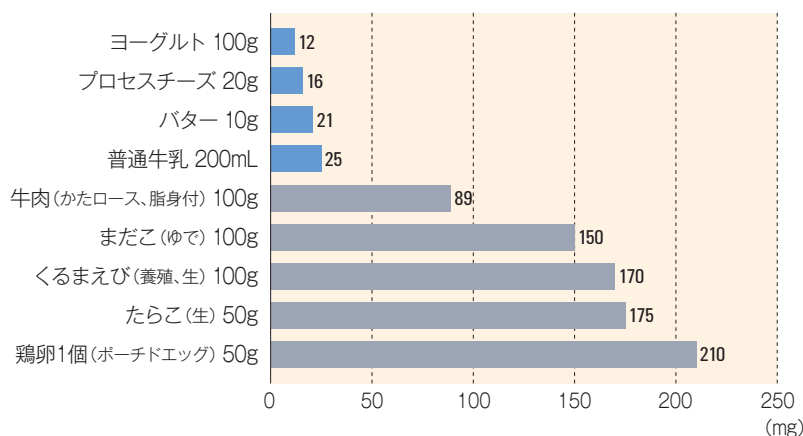
牛乳1mL中には、水に溶けない乳たんぱく質であるカゼインがリン、カルシウムと一体になり、カゼインミセルというマクロ会合体の形で15兆個、また脂肪球が20億~60億個浮遊しています。このたくさんの微粒子ひとつひとつに光が反射し、反射光が散乱するため白く見えるのです。なお、脱脂乳でも白く見えることから、カゼインミセルと脂肪球の2つのうち、主に白色をつくり出しているのはカゼインミセルだということがわかります。

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る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<sup>きょうやく</sup>に効く?

近年、乳脂肪中の「共役リノール酸<sup>きょうやく</sup>:CLA」が注目されています。共役リノール酸<sup>きょうやく</sup>は、牛など反芻動物<sup>はんすう</sup>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<sup>きょうやく</sup>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と、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＝ $\beta$ -ガラクトシ

ダーゼ)が少ないか、働きが弱いいため、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。

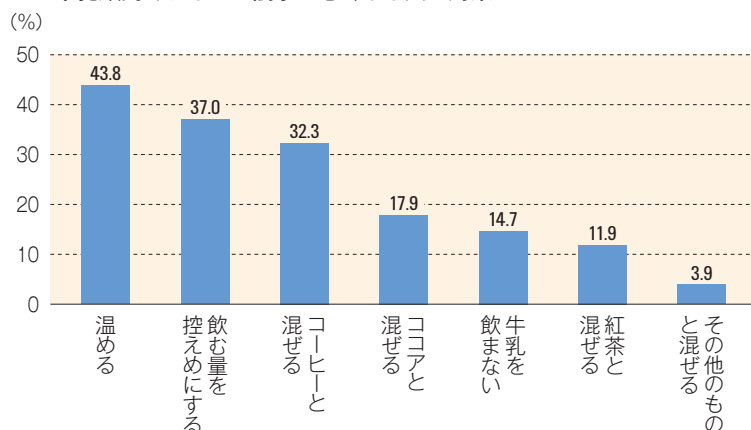
## 乳糖不耐症の人が牛乳を飲むには

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

乳糖不耐の人でも、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<sup>\*</sup>。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。

<sup>\*</sup>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します。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

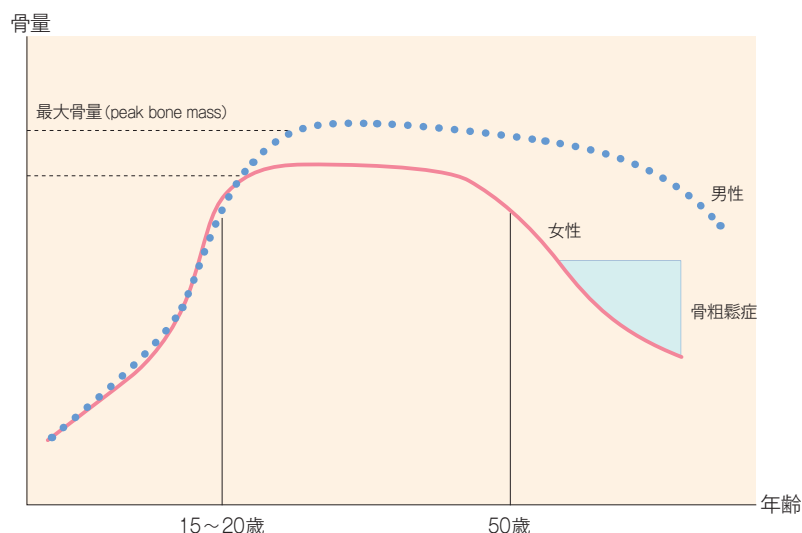
人体の骨はカルシウムのほか、たんぱく質、リン、マグネシウムなどで構成されています。骨は体を支え、内臓や脳を守り、カルシウムの貯蔵庫として重要な働きをしています。

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りられます。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：大藺恵一「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。

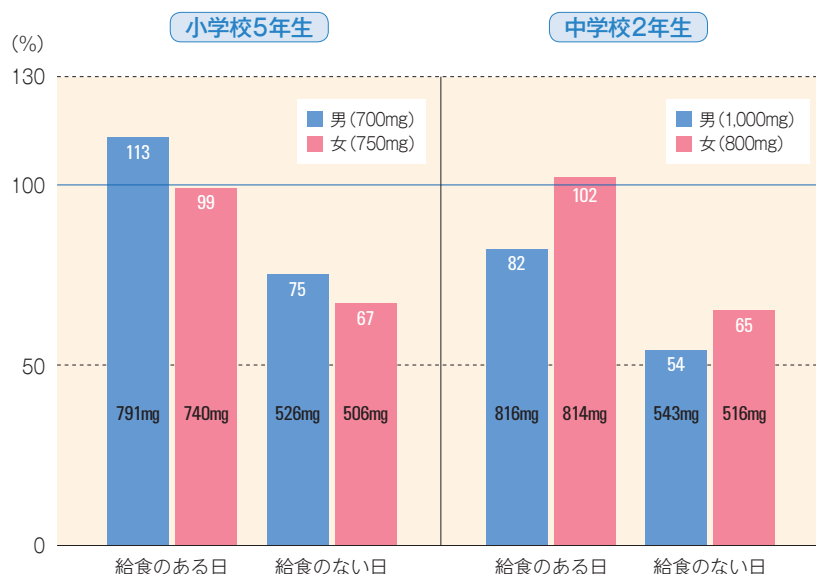
また、シュウ酸、フィチン酸、食物繊維、ナトリウムの過剰摂取や、カルシウムの吸収促進作用を持つリジンの摂取不足はカルシウム不足につながります。

### 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ん出ています。

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<br>(100g中) | 1食分  | 含有量<br>(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。

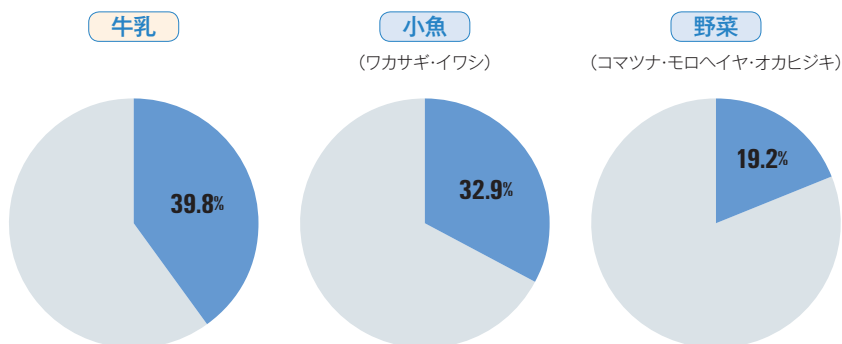
### 牛乳のカルシウム吸収率が高い理由

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 $\alpha_{S1}$ -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

用になんら問題はなく、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

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と言えます。

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及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、成長期の子どもや若い人に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で、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কাশ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。加熱殺菌によっ

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       | 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( $\text{PO}_4^{3-}$ 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」(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で均質化(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、その利用方法はバリエーションに富んでいます[表2-12]。

表2-12 牛乳乳製品のおいしさと楽しみ方

| 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자에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                                                                                                                                        |

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



# 第3章 乳製品のはなし



## チーズ・バター・ ヨーグルトについて

乳製品とは、チーズ、バター、ヨーグルト、クリーム、練乳、アイスクリーム、粉乳、乳酸菌飲料などの総称です。

せいによう生乳や牛乳は、加工することによって「固まる」「粉になる」など形態が変化し、また乳酸菌などを活用することで品質を高め栄養機能性を強化することが可能です。こうした特徴を生かして、食品をはじめとするさまざまな乳製品がつくられ、私たちの生活を豊かにし、いろいろなものに利用されています。

この章では、乳製品の歴史や概要とともに、最も身近な乳製品であるチーズ、バター、ヨーグルトについて、その種類・特徴・製造方法・栄養特性などについて解説します。

# I 乳製品の歴史

## 1 チーズの歴史

### 3 乳製品の歴史

#### 牧畜民の生活から生まれ、世界へ広がったチーズ

人間がいつチーズを食べるようになったかは明確にはわかりませんが、牧畜民の誕生とともに始まったと考えられます。羊や山羊の泌乳は半年ほどなので、非搾乳期も含めて一年を通じて乳を利用するためには、乳を加工し、バターオイルやチーズにして保存しておく必要があります。はっ酵乳を脱水・乾燥させるだけでつくることができる酸凝固・非熱成乾燥チーズの簡便さを思うと、乳利用の歴史の相当早い段階でチーズ加工が始まっていたことでしょう。家畜と乳に一年を通じて全面的に依存する牧畜民にとって、乳のたんぱく質や脂肪を加工・保存することは、生きていくうえで不可欠なことだったのです。

物的証拠としては、紀元前4000年ごろと思われる古代メソポタミアの壁画にはチーズなどの製造法が描かれており、インドでも紀元前15世紀から

紀元前13世紀のものといわれる「ベーダの賛歌」の中にチーズを勧める歌があります。

#### チーズづくりが重要な産業となったローマ時代

ローマ帝政時代には、チーズづくりはすでに大切な産業になっており、紀元前36年のワロ『農業論』には詳細なチーズの製造法が記録されています。チーズの製法は秘伝のような形で伝えられ、特にヨーロッパでは中世の修道院や封建領主によっても守られ、長い歴史の間にそれぞれの地方色豊かなたくさんの種類が生まれました。

#### 日本におけるチーズの歴史

日本では、6世紀ごろ大陸から乳を利用する文化が渡来しましたが、当時の酥そや醍醐だいごといった乳製品は今でいうとバターやバターオイルのようなものと考えられ、私たちが食べているよう

なチーズは、1880年ごろにアメリカ人エドウィン・ダンの指導により北海道の試験場で試作されたのが最初です。その後、1904年ごろから函館教区のトラピスト修道院でもつくられるようになりました。しかし、昭和初期までチーズの消費量はごくわずか、ほとんどが輸入品でした。本格的につくられるようになったのは、1933年に北海道製酪販売組合連合会が北海道の遠浅とあさにチーズ専門工場をつくってからです。

日本でチーズの消費が急激に伸びたのは、食生活の洋風化や生活水準が向上した1950年後半からです。1975年ごろのピザの普及、1980年ごろのチーズケーキのブームなどナチュラルチーズの消費が広がり、1988年には従来多かったプロセスチーズに加えてナチュラルチーズの消費が多くなりました。2022年の国民1人あたりの年間消費量は2.5kg。ヨーロッパ諸国の消費量と比べると約10分の1ですが、日本人の食生活の中にはチーズが定着し、ナチュラルチーズの特有の風味を楽しむ人が確実に増えてきています。

## 2 バターの歴史

### 紀元前2000年ごろからつくられていたバター

バターは、ヨーグルトとともに、乳利用の加工食品としては最も古い歴史のある食品ですが、その起源については定かではありません。

インドの古い経典には紀元前2000年ごろ、すでにバターらしきものがつくられていたという記述が見られます。旧約聖書の中にも「かくてアブラハムはバターを取り、乳を取り……」という一節があり、古くからバターがつくられていたことがわかります。

古代ギリシャやローマ時代には、バ

ターは食糧としてよりも医薬品や化粧品として用いられたようです。その後食用として利用されるようになり、ポルトガルやフランス、ベルギー、ノルウェーとヨーロッパ各地に広がっていききました。

## 古代のバター製造と機械化

紀元前500年ごろ、ギリシャのヘロドトスという歴史家は「馬や牛の乳を木の桶に入れ、激しく振動させ、表面に浮かび上がった部分をすくい取ってバターをつくった」と書き残しています。古代アラビアでも革袋に乳を入れ、それを振動させてバターを製造していました。

バターの製造方法は、革、木、陶器製の容器をゆり動かす方法から、石や陶器製の鉢に入れヘラ状の棒で攪拌する方法へと変わり、その後、容器と攪拌棒が改良され、17世紀末になると動力が利用されるようになりました。牛乳から分離したクリームを強く攪拌（チャーニング）することによって乳脂肪の塊を集めるという方法は今でもほとんど変わりません。

## 日本におけるバターの歴史

日本では、孝徳天皇（在位645～654年）の時代に、百済から渡来した智聡一族によって牛乳が天皇家に献上されています。このとき、あわせて酥も献上された可能性があり、この酥はバターやバターオイルのようなものであったと考えられています。

百済からもたらされた酥は、その後、蘇（諸説ありますが濃縮乳のようなものであったと考えられています）に姿をかえ、醍醐天皇（在位897～930年、酪農への深い理解者で「醍醐」という乳の関係した語を天皇の名にしたといわれる）の時代には、諸国に命じて蘇をつくり天皇に貢進させる「貢蘇の儀」も行われましたが、その後、権力が武家に移ると「貢蘇の儀」も行われなくなり、乳利用の文化は廃れてしまいました。

乳製品がふたたび日本にやってくる

のは18世紀以降のことです。長崎の出島にあったオランダ商館では牛や山羊を飼い、バターを食べていたというのですが、一般には利用されることはありませんでした。

日本でバターの製造が始まったのは明治時代からです。明治政府は、西洋にならって広く国民に牛乳の飲用を勧め、畜産を奨励しました。バターが最初に製造されたのは1872年、東京麻布の北海道開拓使第3官園実習農場で試験的につくられました。本格的な製造は1885年、東京麹町の北辰社がクリーム分離機と回転チャーンを導入して製造してからです。

太平洋戦争が終わった1945年以降、バターの消費は増えましたが、1950年ごろからは品質が改善されたマーガリンの消費が増え、バターの消費は横ばいとなりました。現在では、塗りやすいホイップバターや発酵バターなど、ニーズに合わせたさまざまな製品がつくられています。

## 3 ヨーグルトの歴史

### ヨーグルトの起源

ヨーグルトは数あるはっ酵乳の一種です。はっ酵乳の歴史は古く、人類が乳を利用し始めたころまでさかのぼります。紀元前8000年ごろ、今から約1万年前に、西アジアで家畜として羊や山羊が飼われるようになり、搾乳が始まりました。ある日、残しておいた羊の乳がいつの間にか酸味のあるさわやかな飲み物に変わっていました。古代人たちはこれを乳の保存法として取り入れ、その地方独特の利用方法で発展させてきたのです。以来、今日までの長

い付き合いが始まりました。

### 世界のヨーグルトの歴史

世界には牛乳や山羊乳、羊乳、水牛乳、馬乳などを原料として、ヨーグルトをはじめインドのダヒ、ロシアのケフィール、モンゴルのクームス、デンマークのイメールなど、特色あるはっ酵乳が各地でつくられています。

中央アジアの遊牧民アーリア人は、馬や羊の乳を発酵させてつくったアルコール性の飲み物を飲んでいました。また、紀元前2000年ごろ、メソポタミアにバビロン文化を

築き上げたアムール人は、家畜の乳でつくったはっ酵乳を食べ物や薬として使っていました。さらに、13世紀ごろの蒙古人は、戦場に出かける際に必ず馬の乳を発酵させたクームスを軍旗にふりかけ、必勝を祈っていました。インドでも、お釈迦様が飲んでいたと伝えられています。

はっ酵乳の一種であるヨーグルトの語源は、古代トルコの「乳からつくった酸っぱいはっ酵乳（ユーグルト）」です。1908年にノーベル生理学・医学賞を受けたロシアのメチニコフが「ヨーグルトによる長寿説」を発表して以来、世界的に有名になりました。

## 日本のヨーグルトの歴史

日本でも太古の時代にヨーグルトに似た物を食べていたようです。奈良時代には、酪<sup>らく</sup>、酥<sup>そ</sup>、醍醐<sup>だいご</sup>という乳製品が貴族に珍重されていましたが、その中で「酪<sup>らく</sup>」がヨーグルトのようなものと推定されます。しかし、残念ながらその後は武士の台頭により、乳を利用した食

文化は発達しませんでした。日本でのヨーグルトの歴史は、明治の文明開化まで待たねばなりませんでした。

明治時代、乳牛が輸入され牛乳の販売が始まりました。1894年ごろ、売れ残った牛乳の処理として、牛乳を発酵させた「凝乳<sup>ぎょうにゅう</sup>」が売り出されました。これが日本でつくられた最初のヨーグルトです。大正時代になり、「ヨーグルト」という名称も使われるようになりましたが、当時は一部の人びとだけに飲ま

れるか、病人食として珍重される程度でした。

ヨーグルトが本格的に生産され始めたのは1950年、戦後になってからです。最近では特定保健用食品(トクホ)のマークの付いたものや、機能性表示食品としてのヨーグルトなど種類も増え、いろいろなヨーグルトが楽しめるようになりました。

# II

## 乳製品の種類

### I 乳製品とは

#### さまざまな乳製品

チーズ、バター、ヨーグルト、クリーム、練乳、アイスクリーム、粉乳、乳酸菌飲料などを乳製品と呼んでいます。

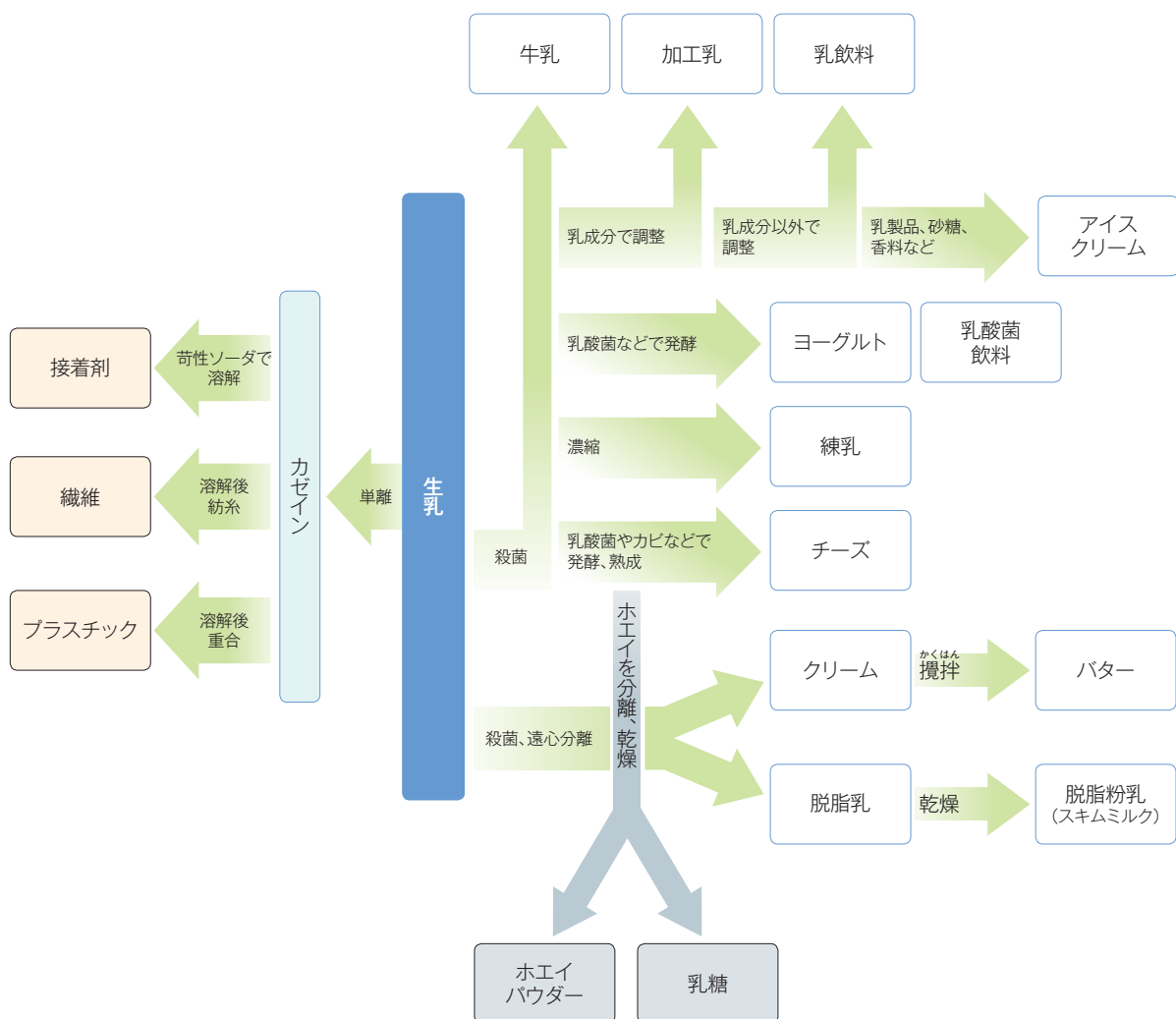
生乳や牛乳は加工することによって

「固まる」「粉になる」など、さまざまに変化します。また、乳酸菌などの活用によって栄養機能性が高まります。乳製品は、このような乳の特徴を最大限に生かしてつくられています。

もともと乳製品は自然の力や偶然から生まれたものですが、私たちの食卓がより豊かに彩られるよう現在もさ

まざまな研究が進められ、バラエティに富んだ多くの製品が生産されています。それらの製品は食べ物だけでなく、牛乳に含まれるたんぱく質を利用した接着剤やプラスチック、繊維、家畜用の飼料などもあり、私たちの豊かな生活に非常に役立っています【図3-1】。

図3-1 牛乳から生まれるいろいろな乳製品





## 2 乳製品の種類と特徴

### チーズ

レンネット(子牛の胃からとった乳を固める酵素、凝乳酵素)やスターター(乳酸菌)を牛乳に加え、カード(カゼインの固まり)とホエイ(水分)に分離させ、ホエイを取り除いたもの。熟成することにより、おいしさと栄養機能が高まります。チーズ1kgをつくるのに、その約10倍量の牛乳が必要になります。

### バター

生乳などからつくったクリームを攪拌し、脂肪粒を集めて練圧したもの。クリームを攪拌すると、脂肪球皮膜に包まれた脂肪球がぶつかり合い、その結果、膜が破れて脂肪滴同士が集まって固まります。白い牛乳がバターになると黄色味を帯びるのは、脂肪球に含まれるビタミンA(カロテン)の色のため、もともとは牛の餌である牧草にカロテンの形で含まれたものが移行したものです。

### ヨーグルト(はっ酵乳)

牛乳などに乳酸菌や酵母を加えて発酵させたもの。ヨーグルトには、よく知られている整腸作用のほか、血清コレステロール値の改善や血圧低下作用など、生活習慣病の予防に役立つ働きも報告されています。

### クリーム

生乳の中にある脂肪球を集めたもの。工場では、生乳を遠心分離して比重の軽い脂肪球を集めてつくります。通常、生クリームといわれています。

### アイスクリーム

牛乳や生クリームに砂糖、乳化剤、香料などを加え、低温でホイップして固めたもの。16世紀の初めにイタリアでつくられた氷菓子がアイスクリームの始まりといわれています。

乳等命令では、乳固形分および乳脂肪分の量により「アイスクリーム」(乳固形分15.0%以上、うち乳脂肪分8.0%以上)、「アイスミルク」(乳固形分10.0%以上、うち乳脂肪分3.0%以上)、「ラクトアイス」(乳固形分3.0%以上)の3種類に分けられ、総称して「アイスクリーム類」と呼びます。乳固形分3.0%未満のものは、乳製品ではなく「氷菓」として規定されています。

### 練乳

牛乳を濃縮したもの。砂糖を加えたものをコンデンスミルク、加えないものをエバミルクといいます。18世紀末にイギリスでつくられたのが始まりといわれています。

### 粉乳

牛乳から水分や脂肪を取り除いて乾燥させると粉末になります。水分だけを取り除いたものを全粉乳、水分と脂肪を取り除いたものを脱脂粉乳(スキムミルク)といいます。その他、育児用の調製粉乳もあります。

### ホエイパウダー

生乳からチーズをつくる過程でできるチーズホエイを濃縮して粉にしたもの、あるいはホエイを限外濾過して水分と分け、残った濃縮物を粉にしたものです。乳糖を低減したりたんぱく質含量を高めたものをWPC(ホエイプロテイン・コンセントレート)といい、たんぱく質含量を34%に高めたWPC34は脱脂粉乳の代替品として広く利用されています。また、乳糖や脂肪の多くを除去し、たんぱく質含量をさらに高めたものをWPI(ホエイプロテイン・アイソレート)といいます。たんぱく質含量を90%にまで高めたWPI90は卵白の代替品として食品に利用されるとともに、子牛のミルクや牛の飼料に混ぜて使用されています。なお、乳等命令ではWPI90は乳製品には分類されていません。

### 乳酸菌飲料

牛乳などを乳酸菌や酵母で発酵させたものに、砂糖や香料、果汁などを加えてつくります。



# チーズについて

## 1 チーズの種類

### チーズの種類は1,000以上

チーズは大変長い歴史のある食品です。フランスに「1村に1チーズあり」という言葉があるように、それぞれの土地に地方色豊かなチーズがあり、世界中には1,000種類以上あるといわれています。

チーズを大別すると、ナチュラルチーズとプロセスチーズの2つに分けられます。日本では長期間の保存がきくことから、かつてはプロセスチーズが主流でした。近年は海外からさまざまな種類のナチュラルチーズが輸入され、親しまれるようになったため、国内

でもナチュラルチーズを製造する工場(工房)が増えています。

### ナチュラルチーズ

乳を乳酸菌発酵とレンネット(凝乳酵素)の働きでカゼインを豆腐のように固め、細かくカットしてカードとし、加温してカードから水分を減らしたものです。多くの場合、熟成させてつくりまします。乳酸菌が生きており、熟成とともに風味が変わるので食べ頃があります。

ナチュラルチーズは原料乳の種類、製造方法、使用される微生物、生産地の風土などによって、特有の味や外

観、組織を持つようになります。

### プロセスチーズ

1種または数種類のゴーダやチェダーなどのナチュラルチーズを粉碎、乳化剤とともに加熱溶解して乳化し、成型包装したもの。加熱により発酵熟成が止まるので、ナチュラルチーズに比べて風味が一定し、保存性が高くなるなどの利点があります。

香辛料などを加えたり、スライス、6P、スティックなど、嗜好性と用途に応じて多彩な製品がつくられています。

## 2 ナチュラルチーズについて

### さまざまなナチュラルチーズ

「国境を越えればチーズが変わる」といわれるように、ナチュラルチーズは種類が多く、日本国内でも340以上(2022年時)ものナチュラルチーズの工房があります。ナチュラルチーズの分類方法はいろいろありますが、フランスの熟成方法により7種類に分類されています[表3-1]。

### カビを利用したチーズ

カビには有害なものだけでなく、役に立つものもあります。カマンベール、ブルーチーズはカビを利用した食品の代表です。

これらのチーズに利用されるカビは、ペニシリウム属のロックフォールティなどを純粋培養したものです。食べても害がないばかりでなく、チーズの中のたんぱく質や脂肪をよく分解し、独特の風味や組織をつくり出すのになくてはならないものです。

### 白カビタイプ

チーズの表面に白カビを植えつけて熟成させます。カマンベール、ブリー、馬蹄形のバラカなどのチーズがその代表です[図3-2]。

いずれもたんぱく質を分解する力の強い白カビが、表面から中心に向かって熟成させていき、表面は白いカビで覆われ、内部は黄色がかったクリーム状のチーズ組織になります。

カビの種類は、ペニシリウム属のカマンベールティやカゼイコラムなどが使われています。

## 青カビタイプ

青カビは内部に青緑色の大理石状の縞模様をつくり、ピリッとした鋭い刺激性のある風味が特徴です。他のチーズと違い、中心から外側へ熟成が進みます。ペニシリウム・ロックフォールや、イタリアのゴルゴンゾーラ、イギリスのスティルトンは三大ブルーチーズとして日本でも有名です【図3-3】。

これらの有用なカビとは別に、家庭の冷蔵庫で保存中に表面に生えてしまう黒やオレンジ色のカビがあります。このカビはチーズ本来の品質や風味を低下させます。目に見えないカビの胞子が中まで入っていることもあるので、これらの新たなカビの生えたチーズは食べないでください。

## フレッシュチーズ

ナチュラルチーズの一種で、熟成していないものを一般にフレッシュチーズと呼びます。

チーズをつくる工程は、まず乳を乳酸菌で発酵させレンネット（凝乳酵素、キモシンともいいます）で固めます。そして固まった凝乳を細断してカードをつくり、カードを徐々に加温しながらホエイ（乳清）を除きます。その後、他のチーズは熟成させますが、フレッシュチーズは熟成を行いません。水分が多くやわらかく、味や匂いにクセがないので、そのまま食べることが多いのが特徴です。代表的なものを次に紹介します。

## カッテージチーズ

牛乳（脱脂乳）を乳酸菌で発酵させて固めます。粒状タイプと裏ごしタイプがあります。脂肪が少ないのであっさりしています【図3-4】。

## クリームチーズ

生乳を乳酸菌発酵とレンネット凝固させ、クリームを加えてつくり、口あたりは滑らかで、ほのかな酸味があります。比較的脂肪が多いチーズです。パンやクラッカーに塗ったり、チーズケーキに使われます【図3-5】。

## モッツアレラ

本来は水牛の乳からつくりませんが、現在は牛乳が主流になっています。見た目は豆腐かつきたての餅によく似ていて、モチッとした食感があります。酸化を防ぐため水に漬かった状態で売

表3-1 チーズの種類と特徴

| 種類       | タイプ           | 熟成方法         | 特徴                                                                                                                                                                 | 代表例                                                            |
|----------|---------------|--------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| ナチュラルチーズ | フレッシュ         | 非熟成          | 乳に酸や酵素を加えて凝固させ水分を抜いたもので、熟成させないチーズ。ソフトで軽い酸味があり、さわやかな風味                                                                                                              | カッテージ、モッツアレラ、クワルク、クリーム                                         |
|          | 白カビ           | カビ熟成         | 白カビを表面に繁殖させ熟成。たんぱく質を分解する力の強い白カビが、表面から中心部に向かって熟成させる                                                                                                                 | カマンベール、ブリー、バラカ、ブリヤ・サヴァラン                                       |
|          | ウォッシュ         | 表面洗浄<br>細菌熟成 | 表皮を塩水や土地の酒（ワインやビール）で洗いながら、チーズの表皮についている特殊な菌で熟成。匂いが強烈なものが多い                                                                                                          | ボン・レヴェック、マンステール、リヴァロ、エボワス【図3-13】                               |
|          | シェーブ<br>（山羊乳） | カビ熟成<br>細菌熟成 | 山羊乳でつくるチーズの総称。山羊乳特有の風味がある。フレッシュからハードタイプまであり、熟成が進むと香りも味も濃くなる                                                                                                        | ピラミッド・サンドレ、バノン、ヴァランセ、サント・モール                                   |
|          | 青カビ           | カビ熟成         | 青カビをカードに混ぜ、内側から熟成させる。独特の青カビの風味がある。よく熟成したものは強烈な風味があり、味も濃厚                                                                                                           | ロックフォール、ゴルゴンゾーラ、スティルトン                                         |
|          | セミハード         | 細菌熟成         | 凝乳切断後のカードを45℃以内で穏やかに加熱してカードをつくり、型詰後の圧搾によって水分値をおおむね38～45%にしたチーズ。比較的硬く、チーズの中でも保存がきく。熟成期間や大きさ、脂肪の量などもさまざまに最も種類が多い。味はマイルド                                              | ゴーダ【図3-14】、マリボー、サムソー、ラクレット、カンタル                                |
| プロセスチーズ  | ハード           | 細菌熟成         | 凝乳切断後のカードを45℃以上に加熱して水分の低いカードをつくり、型詰・圧搾することにより水分値をおおむね38%以下にしたチーズ。熟成期間も長く長期保存ができる。深い味わいとコクがあり、そのまま食べるほか、料理にも幅広く利用される。1年から2年以上じっくり熟成させてつくるチーズもある。長く熟成させたものほど風味が豊かになる | エメンタール【図3-15】、グリュイエール、エダム、CHEDDAR、パルミジャーノ・レッジャーノ【図3-16】、ロマンコンテ |
|          | プロセスチーズ       |              | 1種類または数種類のナチュラルチーズを粉碎、溶融塩ともに加熱溶解して乳化し、成型包装したもの。加熱してあるため熟成が進まず、風味が一定している。スライス、ポーション（6P、ペビー）、キャンディータイプ、ブロックタイプなどさまざまな形状にすることができ、多彩な用途に対応している                         |                                                                |

『チーズを科学する』NPO法人チーズプロフェッショナル協会（2016）および一般社団法人日本乳業協会ホームページより作成

られているものが多く、オードブルやサラダに、加熱するとよく伸びるのでイタリアンピザなどに使われています【図3-6】。

なお、日本では、旧 乳等省令(現 乳等命令)の「乳」や「乳製品」の定義に水牛の乳が含まれていなかったことか

ら、水牛乳やその加工品は「乳」や「乳製品」として取り扱われていませんでした。しかし、国際的な整合性を図る観点から、2020年の乳等省令改正で「生水牛乳」が加えられ、規格基準が定められました。その結果、現在は水牛の乳からつくられたモッツァレラも

「種類別：ナチュラルチーズ」に統一されています。

### マスカルポーネ

生クリームを加熱しながらクエン酸や酢酸で凝固させ、ろ過して水分を除いてつくります。クリーミーなおしさ

図3-2 白カビタイプ(カマンベール)



図3-3 青カビタイプ(ロックフォール)



図3-4 カッテージチーズ



図3-5 クリームチーズ



図3-6 モッツァレラ



図3-7 マスカルポーネ



図3-8 クワルク



図3-9 フロマージュ・ブラン



図3-10 フェタ



図3-11 バノン



図3-12 リコッタ



図3-13 エポワス



図3-14 ゴーダ



図3-15 エメンタール



図3-16 パルミジャーノ・レッジャーノ



写真提供: 図3-2、3、6~16 / NPO法人チーズプロフェッショナル協会、図3-4、5 / チーズ普及協議会



で、菓子類によく使われます。ティラミスの原料に使われるチーズとして知られています【図3-7】。

### クワルク

ヨーグルトに似たクセのないおだやかな味わいが特徴です。ドイツではポピュラーなチーズで、脂肪が少なく、そのまま食べたり、デザート、ケーキ、ドレッシングなど、さまざまな料理にも使われています【図3-8】。

### フロマージュ・ブラン

フランスではポピュラーなチーズで、「真っ白なチーズ」という意味です。牛乳に凝乳酵素<sup>ぎょうにゅう</sup>を加えて固め、水分を切っただけのチーズです。パンに塗っ

たり、甘味を加えてデザートとして使われます。形態や食感はヨーグルトによく似ています【図3-9】。

### フェタ

本来は羊の乳でつくりますが、今は牛乳が多くなっています。保存性を保つために塩水や香辛料入りのオイルに漬けてあり、塩味が強いのが特徴です。ギリシャの代表的なチーズで2000年以上の歴史があり、サラダなどに使います【図3-10】。

### バノン

本来は山羊乳でつくりますが、現在は牛乳が主流です。栗の葉で包んであり、独特の風味があります【図3-11】。

## ホエイたんぱく質チーズ

乳のホエイ成分から抽出されたたんぱく質を含むチーズです。

### リコッタ

チーズをつくるときに出るホエイ(乳清)を、再度加熱凝固させてつくります。見た目も感触も豆腐によく似ています。乳の持つほのかな甘味が感じられます(日本では2005年10月から法令上の種類別名称が「乳または乳製品を主要原料とする食品」に変更されました)【図3-12】。

## Column 19

### モッツァレラチーズの製造方法

ナチュラルチーズの一種類であるモッツァレラチーズの製造方法を見てみましょう。



写真提供: 丹那牛乳



## 3 チーズの製造方法

### ナチュラルチーズの つくり方

牛、山羊などの乳に乳酸菌とレンネット（凝乳酵素）を加え、固めてつくります。

①**加熱殺菌**：原料乳を低温条件で加熱殺菌します（63℃で30分、または72℃で15～40秒）。

②**乳酸菌・凝乳酵素添加**：スターターとしての乳酸菌を加えて短時間発酵させ、レンネット（凝乳酵素）を加えて凝固させます。固まったものを凝乳といます。

③**カード切断**：凝乳をサイコロ状に細断します。これをカードといます。細断することで表面積が大きくなり、ホエイ（乳清）が出やすくなります。

④**攪拌・加熱**：カード全体を静かに攪拌し、徐々に温度を上げていきます。カードが収縮してホエイが排除され、弾力のあるカード粒となります。

⑤**型詰・圧搾**：カード粒を型に詰め、圧搾機にかけてホエイをさらに排出します。

⑥**加塩**：風味を良くし、雑菌の繁殖を抑えて正常に発酵させるため、食塩水（ブライン）に漬けたり、塩をすり込んで加塩します。

⑦**熟成**：各チーズに適した温度、湿度、期間で熟成させます。熟成により独特の組織と風味が生まれます。

### プロセスチーズの つくり方

1種類または数種類のナチュラル

チーズを原料に、乳化剤を加えて加熱しながらつくります。

①**原料チーズ**：それぞれのプロセスチーズに合わせて、原料のナチュラルチーズの種類を選び量を決めます。

②**粉碎**：ナチュラルチーズを細かく砕いて配合します。

③**加熱・溶融**：75～120℃で加熱しながら乳化剤である溶融塩（クエン酸ナトリウムやリン酸ナトリウムなど）を加え溶かします。

④**型詰**：熱いうちに型に流し込みます。

⑤**冷却**：冷やして固めます。

## 4 チーズのスターター

### スターターに使われる 微生物

チーズをつくるときにスターターとして使われる微生物には、乳酸菌とカビがあります。カビスターターは、白カビや青カビ系のチーズをつくるときに乳酸菌スターターとともに使われます。

### 乳酸菌スターター

乳酸菌は、乳中の乳糖を分解して乳酸を生成することでpHを低下させ、各種プロテアーゼ（たんぱく質分解酵素）を産生してたんぱく質を分解することで、次のような働きをします。

- ①有害微生物の増殖を防ぐ。（乳酸）
- ②レンネットの凝乳作用を助ける。（乳酸）
- ③カード粒の結着を強め、ホエイ（乳清）を排出しやすくする。（乳酸）
- ④熟成中には、主にたんぱく質を分解し、特有の風味をつくり出す。（各種プロテアーゼ）
- ⑤熟成に必要な乳酸菌数を増やす。

乳酸菌の種類によって乳酸を生成する能力と酵素を産生する能力が異なり、主として乳酸をつくる菌と風味をつくる菌に分けられ、チーズの種類によって表3-2に示したような複数の乳酸菌を組み合わせで使います。また、複数の乳酸菌を使用することはファージ対策にもなります。

表3-2 チーズ製造に用いられる主要な乳酸菌の種類

|                   |                                                                                       |
|-------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 主として<br>酸を生成するもの  | ラクトコッカス・ラクチス・サブスピーシーズ・ラクチス<br>ラクトコッカス・ラクチス・サブスピーシーズ・クレモリス<br>ストレプトコッカス・サーモフィルス        |
| 主として<br>風味を生成するもの | ロイコノストック・メセンテロイデス<br>ラクトコッカス・ラクチス・サブスピーシーズ・ラクチス・ピオバー・<br>ジアセチルラクチス<br>ラクトバチルス・デルブルッキイ |

## カピスターター

ロックフォール、ゴルゴンゾーラ、スティルトンなどは青カビ（ペニシリウム・ロックフォールティ）、カマンベール、ブリーなどは白カビ（ペニシリウム・カマンベール

ティ）が主として使われています。カビは各種プロテアーゼとともにリパーゼ（脂肪分解酵素）を産生して、乳酸菌よりもたんぱく質や脂肪をよく分解し、特有の風味や組織をつくり熟成を進める働きがあります。青カビはチーズの

内部から生育させ、たんぱく質と脂肪を分解して特有の風味をつくり出します。白カビはチーズの表面でよく生育し、主にたんぱく質を分解して熟成を進めます。

## 5 チーズを固めるレンネット（凝乳酵素）

### レンネット（凝乳酵素）の種類

レンネットとは、乳を固める作用のある酵素（凝乳酵素）の一つです。レンネットはたんぱく質のκ-カゼインのみに働いて乳を凝固させ、熟成中はたんぱく質を分解し、組織や風味をつくる重要な働きをしています。

哺乳動物の離乳前の仔の胃の中で乳が固まることは古くから知られていました。屠畜した子羊や子山羊、子牛など反芻動物の胃袋から乳を固める成分を抽出したのが「動物性レンネット」で、その主成分の化学名は「キモシン（Chymosin）」です。一方、チョウセンアザミやイチジクなどにも乳を固める成分があり、特にチョウセンアザミのおしべから抽出されたエキスは「植物性レンネット」と呼ばれます。また、チーズの生産が大幅に増えた20世紀中ごろには、リゾムコールというカビから凝乳酵素を大量生産する日本発信の技術が確立し、「微生物性レンネット」として広く使われるようになりました。20世紀の終わりごろには、遺伝子組み換え技術を用いて微生物菌体内外

にキモシンを生成させる方法が実用化され、「発酵生産キモシン（FPC）」としてチーズづくりに使われ始めました。

現在、世界では発酵生産キモシンが約60%、微生物性レンネットが約30%用いられています。日本では動物性レンネットと微生物性レンネットが多く使われています。

### 発酵生産キモシン（FPC）

子牛の第4胃で生産・分泌されるキモシンの遺伝子を、微生物（大腸菌、酵母、カビなど）に組み込んで酵素をつくらせます。できた酵素はキモシン100%のため、チーズの品質改良や収量増加が期待できます。別名バイオキモシン、遺伝子組み換えキモシン、リコンビナントキモシンとも呼ばれます。

子牛由来の発酵生産キモシンは、日本では2010年に認可され使用されています。さらに、ヒトコブラクダ由来のキモシンの遺伝子を組み込み生産性を向上させた第3世代キモシン製剤も2021年に承認されました。

### 微生物性レンネット

1960年代、原料の子牛の胃が不足したことから代替物として使われ始

め、カビ属のリゾムコール・ミハイ、リゾムコール・ブシルスが主に使われています。微生物性レンネットは、タンク培養で大量生産が可能のため安価ですが、たんぱく分解活性が強く、子牛のレンネットより強い苦味が出やすいのが欠点です。

### 植物性レンネット

イチジクのフィシン、パパイアのパイン、パイナップルのブロメラインなどのたんぱく質分解酵素には凝乳作用があります。ヒンズー教などの宗教上の理由で牛の胃由来のキモシンを使えないインドなどでは、古くから研究が行われています。一般に風味は淡泊ですが強い苦味が出ます。

### 動物性レンネット （カーフ〈子牛〉レンネット）

生後10～30日の子牛の第4胃から得られるレンネットで、キモシン88～94%、ペプシン6～12%が含まれます。子牛が母乳以外の飼料を食べようになると、キモシンは減り、ペプシン、ペプチターゼなどの消化酵素を多く分泌するようになり、普通の哺乳動物の胃に変化します。

## 6 チーズの熟成

加塩が終了したばかりのチーズは「グリーンチーズ」と呼ばれ、組織が固く、風味に乏しく淡泊です。このグリーンチーズを一定期間、特定の温度と湿度で保蔵することで各種の酵素が働き、それぞれのチーズに特有の組織と風味がつくられます。この工程を「熟成」といいます。熟成の条件はチーズの種類によって異なります【表3-3】。

熟成には、もともと乳中に存在していた各種酵素（プラスミンなど）、製造工程で添加した凝乳酵素<sup>ぎょうにゅう</sup>、乳酸菌やカビなどの微生物由来の各種酵素（プロテアーゼ、リパーゼなど）が働きます。熟成中は、チーズ中の各種乳成分の分解が進み、生成した化合物同士が再び反応することで非常に複雑な風味がつくられます。

カゼイン（たんぱく質）は、凝乳酵素や微生物由来の各種プロテアーゼの働きにより、うま味成分であるペプチドやアミノ酸に分解されます。熟成が進むにしたがって、アミノ酸からアルデヒド、アミン、含硫化合物などのチーズの香り成分も生成されます。

乳脂肪からは、微生物（主にカビ）由来のリパーゼの働きにより、遊離の脂肪酸が産生されます。酪酸、カプロン酸、カプリル酸などの揮発性の低級脂肪酸は、チーズの香り成分となります。遊離脂肪酸が酸化されることで、青カビタイプに特有の香り成分であるメチルケトンが生成されます。

乳糖からは、乳酸菌の発酵によって、乳酸、エタノール、二酸化炭素が産生されます。乳酸からは、アルデヒド、

アセトンなどのチーズの香り成分が生成されます。ある種の乳酸菌は発酵によりクエン酸からジアセチルや酢酸を産生します。また、プロピオン酸菌は、乳酸からプロピオン酸、酢酸、二酸化炭素を産生します。

チーズの風味成分の組成は非常に複雑ですが、それは多種多様なチーズという食品の独特の風味につながるため、熟成はチーズ製造において極めて重要な工程に位置づけられています。

表3-3 代表的なチーズの熟成条件

| チーズの種類 | チーズ名           | 熟成温度（℃） | 熟成湿度（%） | 熟成期間   |
|--------|----------------|---------|---------|--------|
| シェーブル  | サント・モール        | 12～14   | 85～90   | 2～3週間  |
| 白カビ    | カマンベール         | 12～13   | 85～95   | 3～4週間  |
| 青カビ    | ロックフォール        | 8～10    | 90～95   | 3～4カ月  |
| ウォッシュ  | ボン・レヴェック       | 8～10    | 85～90   | 5～8週間  |
|        | リンバーガー         | 10～16   | 90～95   | 2カ月    |
| セミハード  | ゴーダ            | 10～13   | 75～85   | 4～5カ月  |
| ハード    | グリュイエール        | 15～20   | 90～95   | 6～10カ月 |
|        | バルミジャーノ・レッジャーノ | 12～18   | 80～85   | 2年     |

出典：齋藤忠夫ほか『畜産物利用学』文永堂出版（2011年）

## 7 チーズの栄養

### 豊かな栄養

チーズは、牛乳から水分を除いて栄養成分を固めたものです。100gのチーズをつくるのに、およそ10～14倍の牛乳が使われ、栄養豊富な食品であることがわかります【表3-4】。

ナチュラルチーズは、原料乳や製造方法などによってさまざまな種類があ

り、それぞれ栄養成分にも違いがあります。パルメザンチーズなど水分の少ないものには、たんぱく質、カルシウムが多く含まれています。脂肪は、クリームチーズのように多いものから、カッテージチーズのように少ないものまであります。

チーズは、ホエイの水分とともに乳糖が製造中にほとんど除かれるので、牛乳を飲むとおなかゴロゴロする乳糖不耐症の人でも大丈夫です。

### チーズの栄養成分

#### たんぱく質

乳酸菌由来のたんぱく質分解酵素やキモシンなどの働きによって熟成中にたんぱく質の分解が進み、一部はアミノ酸にまでなっているので、消化吸収されやすくなっています。

表3-4 チーズの栄養(100g中)

| 種類       | 名称     | エネルギー(kcal) | 水分(g) | たんぱく質(g) | 脂質(g) | 炭水化物(g) | ビタミンA(μg) | ビタミンB <sub>2</sub> (mg) |
|----------|--------|-------------|-------|----------|-------|---------|-----------|-------------------------|
| ナチュラルチーズ | 硬質     |             |       |          |       |         |           |                         |
|          | パルメザン  | 445         | 15.4  | 44.0     | 30.8  | 1.9     | 240       | 0.68                    |
|          | ゴーダ    | 356         | 40.0  | 25.8     | 29.0  | 1.4     | 270       | 0.33                    |
|          | ブルー    | 326         | 45.6  | 18.8     | 29.0  | 1.0     | 280       | 0.42                    |
|          | カマンベール | 291         | 51.8  | 19.1     | 24.7  | 0.9     | 240       | 0.48                    |
|          | クリーム   | 313         | 55.5  | 8.2      | 33.0  | 2.3     | 250       | 0.22                    |
|          | 軟質     |             |       |          |       |         |           |                         |
|          | カッテージ  | 99          | 79.0  | 13.3     | 4.5   | 1.9     | 37        | 0.15                    |
| プロセスチーズ  |        | 313         | 45.0  | 22.7     | 26.0  | 1.3     | 250       | 0.38                    |
| 普通牛乳     |        | 61          | 87.4  | 3.3      | 3.8   | 4.8     | 38        | 0.15                    |

出典:文部科学省「日本食品標準成分表(八訂)増補2023年」

## 脂質

脂質もリパーゼの働きで遊離脂肪酸にまで分解され、他の食品より消化吸収が良く、吸収率は95%以上と考えられています。

## ビタミン

ビタミンAやB<sub>2</sub>が豊富に含まれています。摂りにくいB<sub>2</sub>の有効な供給源になります。

## カルシウム

たんぱく質と一緒に存在するため含有量が高く、小魚などのカルシウムに比べて吸収率が高いのも特徴です[図3-17]。

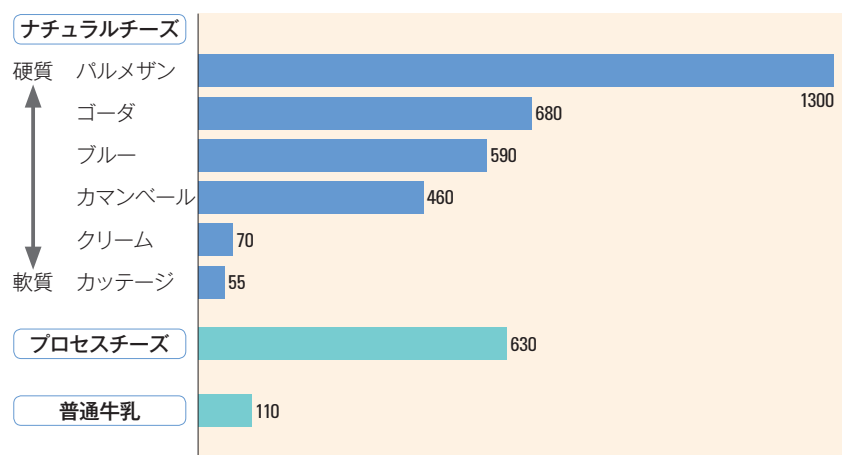
## チーズの塩分

チーズの塩分は種類によって多いものから少ないものまで、さまざまです[表3-5]。

プロセスチーズの100g中の食塩相当量は2.8g。1回に食べる量で考えると、チーズ1切れ(20g)の塩分量は約0.6gと少量です。プロセスチーズの塩分は製造時に添加するものではなく、原料のナチュラルチーズに由来しています。

ナチュラルチーズは製造過程で食塩を加えていますが、その目的はうま

図3-17 100g中のカルシウム量(mg)の比較



出典:文部科学省「日本食品標準成分表(八訂)増補2023年」

表3-5 各種チーズの食塩相当量(g)

|          | 種類     | 1食あたり(目安量)   | 100gあたり |
|----------|--------|--------------|---------|
| ナチュラルチーズ | パルメザン  | 0.2(大さじ1:6g) | 3.8     |
|          | ゴーダ    | 0.4(20g)     | 2.0     |
|          | ブルー    | 0.4(10g)     | 3.8     |
|          | カマンベール | 0.4(20g)     | 2.0     |
|          | クリーム   | 0.1(20g)     | 0.7     |
|          | カッテージ  | 0.2(20g)     | 1.0     |
| プロセスチーズ  |        | 0.6(1切れ20g)  | 2.8     |

注 食塩相当量=ナトリウム(g)×2.54

出典:文部科学省「日本食品標準成分表(八訂)増補2023年」

味をつくり出すだけでなく有害菌の繁殖を抑え、正常に発酵させるためです。食塩を減らすと熟成がうまく行われなくなり、保存性も悪くなります。ブルーチーズやパルメザンチーズなどは食塩が多く含まれていますが、1回に食べる量は少なく、食塩摂取量の心配は少ないと思われます。

塩分の少ないチーズとしては、クリームチーズ、カッテージチーズ、モッツァレラチーズなどのフレッシュチーズがあります。料理に使うときは、チーズの味を生かして調味料を控えましょう。

## チーズのコレステロール

例えば、プロセスチーズ1切れ(20g)に含まれるコレステロール量はわずか16mgです【図3-18】。コレステロール値が正常人では心配ありません。コレステロール値が高すぎることはありませんが、その一方で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もあります。コレステロールの役割や性質をよく理解して、バランスのとれた食事を心がけましょう(コレ

図3-18 1食あたりのコレステロール量(mg)の比較

| 食品名      | 目安量(g) |         | 100 | 200 | 300 |
|----------|--------|---------|-----|-----|-----|
| チーズ      | パルメザン  | 6(大さじ1) | 6   |     |     |
|          | ゴーダ    | 20      | 17  |     |     |
|          | ブルー    | 10      | 9   |     |     |
|          | カマンベール | 20      | 17  |     |     |
|          | クリーム   | 20      | 20  |     |     |
|          | カッテージ  | 20      | 4   |     |     |
|          | プロセス   | 20      | 16  |     |     |
| 鶏卵(ゆで)   |        | 50(1個)  |     | 190 |     |
| 鶏レバー     |        | 50      |     | 185 |     |
| うなぎ(かは焼) |        | 120(1串) |     |     | 276 |
| まいわし     |        | 70(1匹)  | 47  |     |     |

出典:文部科学省「日本食品標準成分表(八訂)増補2023年」

ステロールの役割や性質については、41ページ「乳脂肪とコレステロール」を参照。

## 8 チーズの食べ頃と保存方法

### ナチュラルチーズの食べ頃

ナチュラルチーズは原料の乳を乳酸菌や凝乳酵素で発酵させて固め、一定期間熟成させてつくるので、時間が経つと熟成は進み、味と風味は濃厚になっていきます。

ナチュラルチーズの日もちは、熟成にかかった期間とほぼ同じといわれています。一般的に、水分の多い柔らかいフレッシュタイプの日もちは短く、熟成期間の長い硬いチーズは長くもちます。

チーズはよく漬物にたとえられます。浅漬け、古漬けがあるように、同じチーズでも熟成の浅いものと進んだものでは、味も香りも大きく違ってきます。表示されている賞味期限を目安に、それぞれのチーズで食べ頃を見つけてください。

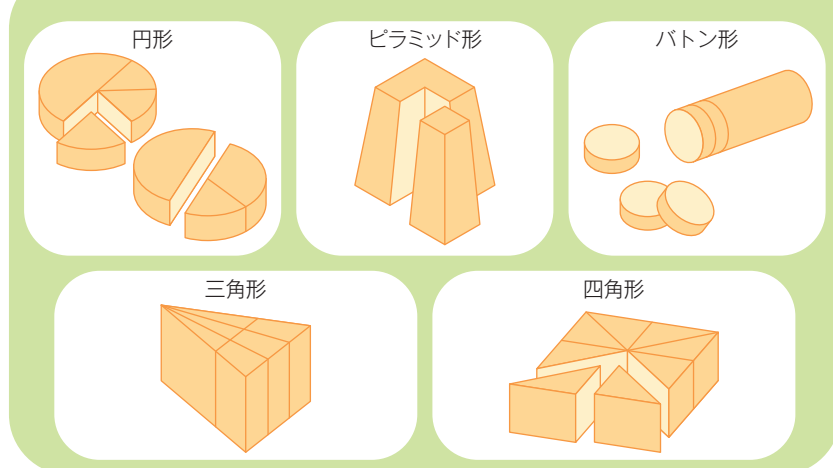
### ナチュラルチーズをよりおいしく食べるには

チーズは熟成と管理が命です。チーズを買うときは、しっかり温度管理されている商品を選びましょう。

フレッシュチーズは冷たくして食べます。その他のチーズは、食べる約1時間前には冷蔵庫から出しておきます。

チーズの切り方を工夫しましょう。ナチュラルチーズは外側から中心に向かって熟成していくので、外側と中

図3-19 チーズの切り方と食べ方



心部では味や硬さが違います。青カビタイプは例外で、中心から外へ熟成していきます。チーズにはいろいろな形がありますが、図3-19のように一片のチーズに外側と中心部の両方が含まれるように切ると、両方の風味が味わえます。

### チーズの保存方法

チーズは、たんぱく質や脂肪などの栄養を豊富に含んだ食品です。これら



の栄養はカビなどにとっても栄養源になるため、衛生的に保存することが大切です。

ナチュラルチーズは保存中にも熟成が進みますが、プロセスチーズはナチュラルチーズを加熱溶融してつくっているため熟成は止まっており、保存性は高まります。いずれも冷蔵保存し、賞味期限を目安に食べてください。開封後は早めに食べましょう。

チーズは次の3点に注意して保存してください。

①**10℃以下で保存する**：チーズは5℃前後で冷蔵保存するのが理想で

す。冷凍保存すると、舌触りや風味が悪くなります。ただし、次の場合は例外です。

- ・ピザ用チーズなど加熱調理するものは冷凍保存できます。
- ・粉チーズは冷蔵すると湿気により固まりやすくなるので、室温保存してください。

②**水ぬれや湿気に注意**：水分はカビの原因になるので、水ぬれや湿気に気をつけましょう。冷蔵庫から出した冷たいチーズが空気に触れると表面が湿ってきます。残ったチーズを冷蔵庫に戻す場合は、表面の水気をふいてか

らラップしてください。

③**乾燥を避ける**：チーズは長時間空気に触れていると乾燥して硬くなります。使い残したチーズは乾燥しないようにラップをするか、密閉容器に入れて冷蔵庫に保存してください。硬くなった場合は、おろすなどして料理に使えます。

保存中に万一カビが生えたら食べないでください。チーズに黒やオレンジ色のカビが生えたと、本来の品質や風味が低下します。目に見えないカビの胞子が中まで入っていることもあるからです。

## 9 チーズの表示に関する公正競争規約

### チーズの規格

「不当景品類及び不当表示防止法」に基づき、「ナチュラルチーズ、プロセスチーズ及びチーズフードの表示に関する公正競争規約」が定められています。消費者が適正な商品を選べるようにすることと、業界の公正な競争を確保することを目的としています。この規約によるナチュラルチーズ、プロセスチーズ、チーズフードの規格は表3-6の通りです。

### 必要表示

表示すべき項目として、次の項目を一括表示するよう定められています【図3-20】。

- ①種類別または名称
- ②チーズフードの無脂乳固形分等
- ③原材料名
- ④添加物
- ⑤原料原産地名

表3-6 公正競争規約による定義

| 種類別名称  |          | 規格                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|--------|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| チーズ    | ナチュラルチーズ | (1) 乳(乳等命令のもの)、バターミルク、クリームまたはこれらを混合したもののほとんどすべてまたは一部のたんばく質を酵素その他の凝固剤により凝固させた凝乳から乳清の一部を除去したもの、またはこれらを熟成したもの<br>(2) (1)に掲げるもののほか、乳等を原料として、たんばく質の凝固作用を含む製造技術を用いて製造したものであって、(1)に掲げるものと同様の化学的、物理的および官能的特性を有するもの<br>・なお、ナチュラルチーズには、香りおよび味を付与する目的で、乳に由来しない風味物質を添加することができる |
|        | プロセスチーズ  | ナチュラルチーズを粉砕し、加熱溶融し、乳化したもので、乳固形分が40%以上のもの。なお、次のものを添加することができる<br>①食品衛生法で認められている添加物<br>②脂肪量の調整のためのクリーム、バターおよびバターオイル<br>③香り、味、栄養成分、機能性および物性を付与する目的の食品(添加量は製品の固形分重量の1/6以内とする。ただし、②以外の乳等の添加量は製品中の乳糖含量が5%を超えない範囲とする)                                                      |
| チーズフード |          | 一種以上のナチュラルチーズまたはプロセスチーズを粉砕し、混合し、加熱溶融し、乳化してつくられるもので、製品中のチーズ分の重量が51%以上のものをいう。なお、次のものを添加することができる<br>①食品衛生法で認められている添加物<br>②香り、味、栄養成分、機能性および物性を付与する目的の食品(添加量は製品の固形分重量の1/6以内とする)<br>③乳に由来しない脂肪、たんばく質または炭水化物(添加量は製品重量の10%以内とする)                                           |

- ⑥ 内容量
- ⑦ 賞味期限
- ⑧ 保存方法
- ⑨ 輸入品にあつては原産国名
- ⑩ 製造業者、加工業者または輸入業者の氏名または名称および所在地

### 特定表示

商品名に国名を使う場合は、75%以上(チーズフードは51%以上)がその国でつくられたチーズで、その使用率を表示し、かつその国の承認を受けたものであることが定められています。

商品名に原産地名やナチュラルチーズ名(ゴータ、チェダーなど)を使う場合は、60%以上(チーズフードは51%以上)そのチーズを使用していることと

し、含有率を表示します。

ブルーチーズ、カマンベールチーズなどの香味の強いチーズが含まれている旨の表示をする場合は、当該チーズに占める割合を見やすい場所に表示します。

### 不当表示と不当な広告の禁止

次のような表示や広告は禁止されています。

- ・規格に合わない製品について、ナチュラルチーズ、プロセスチーズ、チーズフードであるかのような表示と広告。
- ・商品の内容が実際よりも著しく優良であると誤認されるおそれがある表示や広告。

図3-20 一括表示の例

|      |                        |
|------|------------------------|
| 種類別  | プロセスチーズ                |
| 原材料名 | ナチュラルチーズ<br>(国内製造)／乳化剤 |
| 内容量  | 225g                   |
| 賞味期限 | 側面に記載                  |
| 保存方法 | 10℃以下で保存してください         |
| 製造者  | 〇〇乳業株式会社<br>〇〇県〇〇市〇〇町  |

|      |                       |
|------|-----------------------|
| 種類別  | ナチュラルチーズ              |
| 原材料名 | 生乳、食塩                 |
| 内容量  | 170g                  |
| 賞味期限 | 00.00.00              |
| 保存方法 | 必ず冷蔵してください(5℃前後)      |
| 原産国* | 〇〇〇                   |
| 輸入業者 | 〇〇食品株式会社<br>〇〇県〇〇市〇〇町 |

\*輸入品のみ表示する

### Column 20

### 家庭でのカッテージチーズの作り方

カッテージチーズは、牛乳(脱脂乳)などを主原料として、乳酸菌と凝乳酵素(レンネットなど)を加えてつくった熟成させないフレッシュチーズです。たんぱく質が多く、脂肪は少ない低カロリー of チーズです。ここで紹介するものは、カッテージチーズそのものではありませんが、似たようなものをレモン汁や酢を使って家庭でも手軽につくることができます。インドのパニールは、レモン果汁でつくっています。

#### 材料(できあがり約1カップ)

牛乳 1L  
レモン汁(または酢) 大さじ5(75mL)

※牛乳の代わりにスキムミルク(水4カップにスキムミルク100g)でも可

#### つくり方

- ①牛乳を90℃くらいまで加熱し、レモン汁を加え軽く混ぜ合わせ、火からおろす。
- ②しばらくそのままにしておくと、白い固まりと薄黄緑色の透明な液に分かれる。
- ③清潔なふきんでこす。

※できあがったものは日もちしないので、その日のうちに食べてください。

#### 利用法

- ・しょうゆをかけて、そのまま
- ・サラダやカナッペに
- ・チーズケーキの材料に
- ・豆腐の代わりに白あえの衣に

#### ホエイの利用法

- ②の透明な液はホエイ(乳清)であり、たんぱく質やカルシウムなどをまだまだたくさん含んでいます。捨てずに料理などに利用してください。
- ・はちみつなどの甘味をつけてドリンクに
- ・酸味を利用して甘酢あん、すし酢に

## 1 バターの種類

## バターとは

バターは、乳等命令により「生乳、牛乳、特別牛乳または生水牛乳から得られた脂肪粒を練圧したもの」で、成分は乳脂肪分80.0%以上、水分17.0%以下と定められています。製法や成分によって次のように分類されています。

## 製法による分類

①**非発酵バター**：乳酸発酵させないクリームを原料としているので、クセがありません。日本で市販されているものは、非発酵バターが主流です。

②**発酵バター**：原料となるクリームを乳酸菌で前もって発酵させてからつくったもので、特有の芳香があります。ヨーロッパでバターといえば、ほとんどがこのタイプです。

## Column

## 21

## 発酵バターについて

発酵バターは、原料のクリームに乳酸菌を加えて乳酸発酵させてからつくるため、独特の味や香りが出てきます。ヨーロッパなどでは、古くから発酵バターが作られていました。そのころの技術では、牛乳からクリームを十分に分離するまでに自然に乳酸発酵が進むため、このクリームを使ってつくるバターは発酵バターでした。その伝統が受け継がれ、これらの国々では発酵バターが主流となりました。

日本の場合、バターは近代的な製造技術とともに導入されたため、多くは非発酵バターですが、最近では発酵バターも増えてきています。クリームを発酵させる乳酸菌は種類により風味が違うので、日本人に好まれる風味のバターをつくる研究も行われています。発酵バターの利用方法は普通のバターと同じで、パンに塗るほか、炒め料理やお菓子づくりなどに使うとコクのある仕上がりになります。

発酵バターは普通のバターと同じように冷蔵庫で保存してください。

## Column

## 22

## 家庭でのバターのつくり方

家庭でも、一般的なバター製造と同じ原理でバターをつくることができます。

## 用意するもの

生クリーム（乳脂肪分45%以上）  
ふたつきの広口びん、わりばし、塩

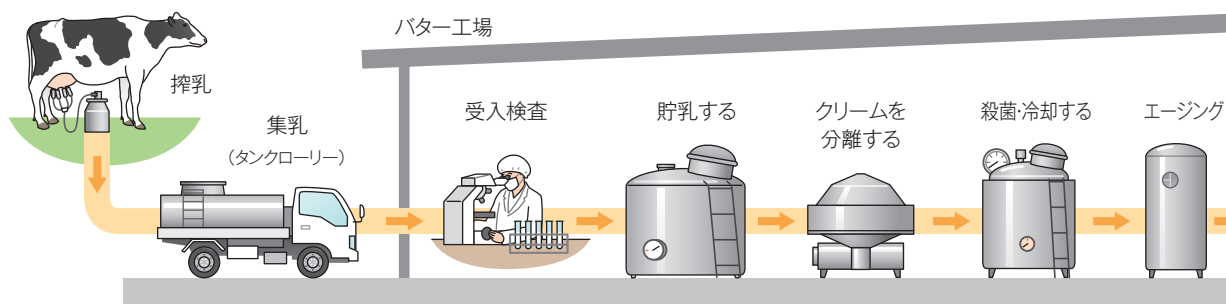
## 注意点

- ・ 材料の生クリームは冷蔵庫で冷やしておきましょう。
- ・ びんを振っているときに温まってしまったら、冷やしましょう。
- ・ 残ったバターミルクは無脂肪牛乳と同じようなものなので、そのまま飲んだり、調理に利用しましょう。
- ・ つくったバターはなるべく早く食べましょう。

## つくり方

- ① びんの4分の1くらいまで生クリームを入れ、ふたをして音がしなくなるまで振る。
- ② わりばしでかきまぜ、最後は水分（バターミルク）を搾り出すようによく練る。
- ③ バターミルクを別の容器にあげ、バターに少量の塩で味をつける。

図3-21 バターの製造方法



## 食塩添加による分類

①**加塩(有塩)バター**：バターをワーキング(練圧)する工程で食塩が加えられています。家庭で使うバターの多くはこのタイプで、食塩を加えることにより風味が良くなり、保存性も高くなります。添加する食塩の量は1.5%前後

です。

②**無塩バター**：食塩は添加されておらず、生乳由来の成分だけでできたバターです。主に製菓用、調理用に利用されます。食塩摂取を制限している人も使用できます。食塩が入っていないため保存期間は有塩バターに比べると短くなります。また、パンなどに塗りやすくするために、気泡を含ませて柔かくしたホイップバターがあります。

その他、商品名にバターと表示されていても、種類別「バター」ではなく、種類別「乳または乳製品を主要原料とする食品」に分類されているものがあります。外観はバターと似ていますが、乳脂肪を減らしてカロリーを抑えたものや、乳製品以外のレーズンやニンニクを加えているものなどがあります。

## 2 バターの製造方法

### 一般的なバターの製造方法

バターは生乳中の乳脂肪を取り出し、練り上げたものです。19世紀に機械化され、現在では連続式製造機で生産されています。乳脂肪分にもよりますが、200gのバターをつくるのに約4.2～4.4Lほどの生乳が必要となります。バターの製造方法を工程ごとに説明します【図3-21】。

①**分離**：生乳から遠心分離によりクリームを分離します。乳脂肪分35～40%のクリームがバターの原料に適しています。

②**殺菌・冷却**：クリームを95℃で60秒間加熱殺菌し、脂肪分解酵素(リパー

ゼ)も失活させ、保存性を高めます。殺菌後、直ちに5℃前後に冷却します。

③**エージング**：殺菌・冷却されたクリームを5℃前後のタンクで8～12時間、低温保持します。この操作はエージングとも呼ばれ、この間にクリームの脂肪分は結晶化し、形や大きさが一定になり脂肪球が安定します。

④**チャーニング(攪拌)**：バターづくりの中心的な工程で、エージングしたクリームを10℃以下の温度で激しく攪拌することにより、脂肪球皮膜たんぱく質を除き、脂肪球を凝集させて、大豆くらいの大きさのバター粒をつくり、それ以外の成分とに分けます。バター粒以外の液体はバターミルクと呼ばれ、液状のままもしくは粉末にして業務用に利用されます。

⑤**水洗**：バターの風味を良くし、バター粒の硬さを調節するため、バター粒を冷水で洗い、バターミルクを完全に除きます。

⑥**加塩**：バターの風味を良くし、保存性を高めるために食塩を加えます。

⑦**ワーキング(練圧)**：バター粒を練り合わせ、粒子中の水分や塩分を均一に分散させ、滑らかで良質のバター組織にします。④チャーニングから⑦ワーキングまでの工程を連続式製造機で一貫して行います。

⑧**充填・包装**：できあがったバターを用途に応じた大きさ、形に包装し、貯蔵します。硫酸紙やアルミパウチ(アルミ箔で裏打ちした紙)などに包み、紙箱に入れたものが主流ですが、びん、缶、プラスチック容器入りもあります。

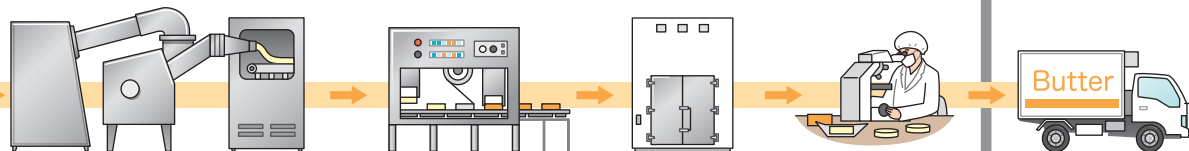
連続式製造機  
(チャーニング→水洗→加塩→ワーキング)

充填・包装する

冷蔵

出荷検査

出荷



### 3 バターの栄養

#### 良質な乳脂肪と ビタミンA

バターには、良質な乳脂肪とビタミンAが豊富に含まれています。

バターの成分は約80%が乳脂肪です。乳脂肪は食用油脂の中で最も消化が良く、吸収率は95%以上にもなります。幼児や高齢者、胃腸の弱い人も安心して利用できる食品です。

脂溶性ビタミンであるビタミンAは、天然油脂中では最高の含有率です。バターにはレチノール(ビタミンA<sub>1</sub>)とβ-カロテンが含まれています。バターの黄色はβ-カロテンの色で、牛の餌となる牧草に含まれています。β-カロテンは摂取して体内でビタミンAに変わるので、プロビタミンA(ビタミンA

前駆体)とも呼ばれています。ビタミンAは成長に欠かせない大切な栄養素で、肌や粘膜を健康に保ち、細菌に対する抵抗力を強めます。また、バターにはカルシウムの吸収を促進するビタミンDや、老化を防ぐビタミンEも含まれています[表3-7]。

#### バターの コレステロール

バター100gあたりのコレステロー

ル量は210mgですが、食パン1枚に塗るバターは10gくらいで、コレステロールは21mgと少量です[図3-22]。コレステロール値が正常な人では、バターに含まれているコレステロール量は心配ありません。コレステロールの役割や性質をよく理解して、バランスのとれた食事を心がけることが大切です(コレステロールの役割や性質については、41ページ「乳脂肪とコレステロール」を参照)。

図3-22 1食あたりのコレステロール量(mg)

| 食品名      | 目安量(g)  | 100 | 200 | 300 |
|----------|---------|-----|-----|-----|
| 有塩バター    | 10(1切れ) | 21  |     |     |
| 普通牛乳     | 206(1本) | 25  |     |     |
| 鶏卵(ゆで)   | 50(1個)  |     | 190 |     |
| うなぎ(かば焼) | 120(1串) |     |     | 276 |

出典:文部科学省「日本食品標準成分表(八訂)増補2023年」

表3-7 バターの栄養(100g中)

|          | エネルギー(kcal) | 水分(g) | たんぱく質(g) | 脂質(g) | 炭水化物(g) | カルシウム(mg) | ビタミンA(μg) | ビタミンB <sub>1</sub> (mg) | ビタミンB <sub>2</sub> (mg) | ビタミンD(μg) | ビタミンE(mg) | 食塩相当量(g) |
|----------|-------------|-------|----------|-------|---------|-----------|-----------|-------------------------|-------------------------|-----------|-----------|----------|
| 有塩バター    | 700         | 16.2  | 0.6      | 81.0  | 0.2     | 15        | 520       | 0.01                    | 0.03                    | 0.6       | 1.5       | 1.9      |
| 食塩不使用バター | 720         | 15.8  | 0.5      | 83.0  | 0.2     | 14        | 800       | 0                       | 0.03                    | 0.7       | 1.4       | 0        |

出典:文部科学省「日本食品標準成分表(八訂)増補2023年」

### 4 バターの保存方法

#### バターの上手な保存方法

豊かな香りと風味を持つバターは、温度や空気、光に敏感な食品で、保存方法が悪いと風味も悪くなり変質してしまいます。以下の点に気をつけ、上

手に保存しましょう。

**必ず冷蔵する:**バターは必ず冷蔵してください。10℃以下が適温です。バターは28~33℃くらいで溶けてしまいます。保存中に温度が高くなり一度溶けてしまうと組織が壊れ、再び冷蔵して固めてももとのような風味や口あたりには戻りません。

**酸化を防止する:**使い残しのバターは密封容器に入れたり、ラップで包むなどしてください。長期間空気に触れると脂肪が酸素により酸化し、イヤな臭いが生じたり変色したりすることがあります。

**他の食品の匂い移りを防ぐ:**匂いの強いものと一緒に置かないようにしま



しょう。冷蔵庫の他の食品の匂いを吸着してしまいます。

**缶入りバターも冷蔵保存:** 缶入りバターも冷蔵保存が必要です。缶入りバターは、紙箱包装のものより空気の出入りがなく光も通さないので、風味を

長く保つことができます。しかし、いわゆる缶詰ではありませんので、紙箱入りバターと同じように必ず冷蔵保存してください。

**バターは冷凍保存も可能:** バターは80.0%以上の乳脂肪分の中に少量の

水分が分散している乳化物なので、冷凍後、解凍しても組織への影響はほとんどなく、家庭のフリーザーでの冷凍保存ができます。



# ヨーグルトについて

## 1 ヨーグルトの種類

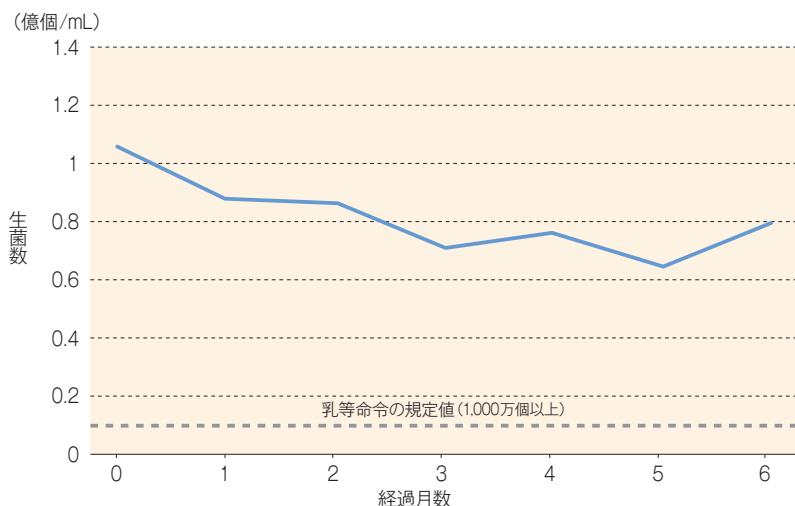
### さまざまなヨーグルト

牛乳などの原料乳に乳酸菌や酵母を加え発酵させたものを「はっ酵乳」といいます。日本でははっ酵乳といえば、「ヨーグルト」が一般的です。

ヨーグルトにはいろいろなタイプがありますが、乳等命令による種類別「はっ酵乳」の成分規格は、無脂乳固形分8.0%以上、乳酸菌数または酵母数が1,000万/mL以上と定められており、どのタイプでもたんぱく質やカルシウム、乳酸菌の効果は同等です。欧米でヨーグルトといえば、2種類の乳酸菌（ブルガリア菌とサーモフィルス菌）で乳酸発酵しているものを指します。日本ではこのルールに則っていない製品もあります。

①**食べるヨーグルト（糊状）**：牛乳などを乳酸菌で発酵させただけのものをプレーンヨーグルトといいます。寒天やゼラチンで固めたハードヨーグルト、フルーツを加えたデザート感覚のソフトヨーグルトもあります。

図3-23 -14℃で保存したフローゼンヨーグルト中の生菌数の推移



出典：公益財団法人日本乳業技術協会

②**飲むヨーグルト（液状）**：発酵後、固まったヨーグルトを攪拌し液状にしたドリンクヨーグルトです。甘味料、安定剤、果汁などを加えることもあります。

③**フローゼンヨーグルト（凍結状）**：1970年代にアメリカで開発されたフローゼンヨーグルトは、アイスクリームに比べ低脂肪で、乳酸菌も含まれている健康食品として広がりました。フローゼンヨーグルトは発酵したヨーグルトを攪拌しながら空気を混入して凍結させたもので、冷凍保存中も規格で

定められた数の乳酸菌（1,000万/mL）は生きています【図3-23】。

### 日本のヨーグルトの消費量

農林水産省「牛乳乳製品統計」によると、2023年のヨーグルト（はっ酵乳）の生産量は123万5,152kLで、総務省の「人口推計年報」の数字をもとに計算すると1人あたりの年間消費量は約10Lとなります。図3-24は、日本にお

Column

23

### 乳酸菌飲料とは？

乳酸菌飲料は牛乳などを発酵させてから甘味料、香料、果汁などを加えて、嗜好性を高めた飲み物です。乳等命令では、「乳等を乳酸菌または酵母で発酵させたものを加工し、または主要原料とした飲料（はっ酵乳を除く）」と定められています。乳酸菌飲料は公正競争規約で次の2つの種類別に分けられています。無脂乳固形分の量や乳酸菌の数が違うので栄養に差があります。

①**乳製品乳酸菌飲料**：無脂乳固形分を3.0%以上含み、乳酸菌数または酵母数が1,000万/mL以上のもの。生菌タイプ

と殺菌タイプがあります。殺菌タイプは、発酵後、加熱殺菌して保存性を高めたもので、そのまま飲むものと、薄めて飲むものがあります。

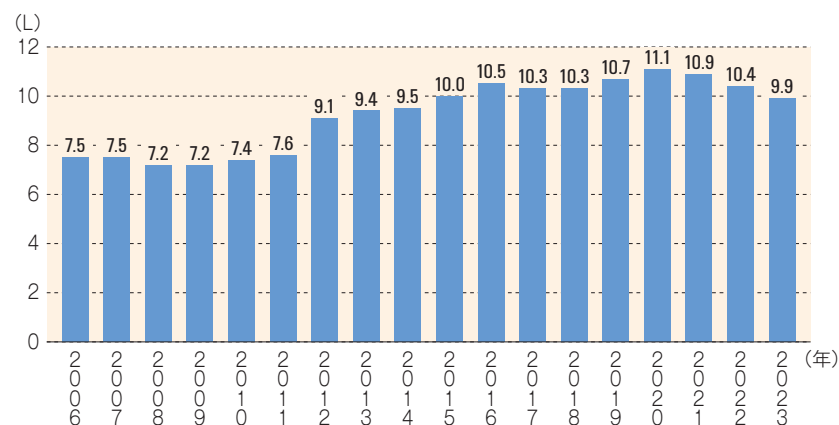
②**乳酸菌飲料**：無脂乳固形分が3.0%未満で、乳酸菌数または酵母数が100万/mL以上のもの。

上記とは別に、酸味も甘味もなく、牛乳のような味の種類別「乳製品乳酸菌飲料」もあります。これは牛乳に体に有用なビフィズス菌体などを加えてあり、整腸作用も期待できる飲み物です。ほとんどが宅配専用です。

けるヨーグルト（はっ酵乳）の1人あたり年間消費量の推移で、年を追うごとに伸びてきましたが、近年やや減少傾向にあります。一方、ヨーグルトをよく食べるフィンランドやドイツ、スイスなどでは、2022年の1人あたりの年間消費量は日本の約3倍の30Lを超えています※。

※「はっ酵乳等生産量」（『日本乳業年鑑2022年版（資料編）』一般社団法人日本乳業協会）と人口（『世界の統計2024』総務省統計局）をもとに算出

図3-24 日本におけるヨーグルト（はっ酵乳）の1人あたり年間消費量の推移



注 1人あたりの年間消費量はJミルクによる算出

出典：総務省「人口推計（各年10月1日）」等、農林水産省「牛乳乳製品統計」、一般社団法人食品需給研究センター「食品産業動態調査」より推計

## 2 ヨーグルトの製造方法

### 種類による 製造方法の違い

ヨーグルトは原料乳を乳酸菌で発酵させたものですが、種類によって製造方法は異なります。製造方法は、原料をタンクで発酵させ、容器に充填する「前発酵タイプ」と、原料を容器に充填した後に発酵させる「後発酵タイプ」の2つに分けられます【図3-25、3-26】。

スターター（種菌）として使われる乳酸菌は、ブルガリア菌とサーモフィルス菌の組み合わせが多く、他にアシドフィルス菌やヘルペティカス菌も使います。

### プレーンヨーグルトの 製造方法の一例

殺菌した原料乳に乳酸菌スターターを加え、容器に詰めた後、発酵させます。

①**加熱殺菌**：牛乳などの原料乳を90～95℃で5分間殺菌した後、40～45℃に冷却します。

図3-25 前発酵タイプのヨーグルトの種類と製造方法

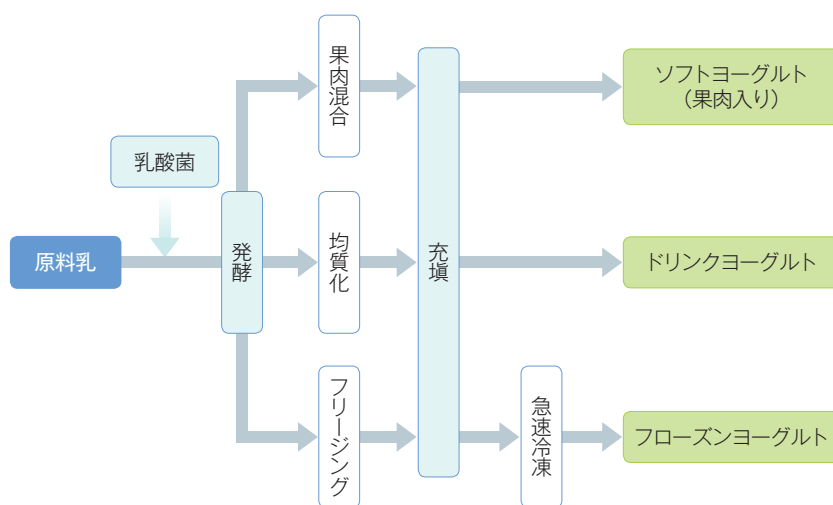
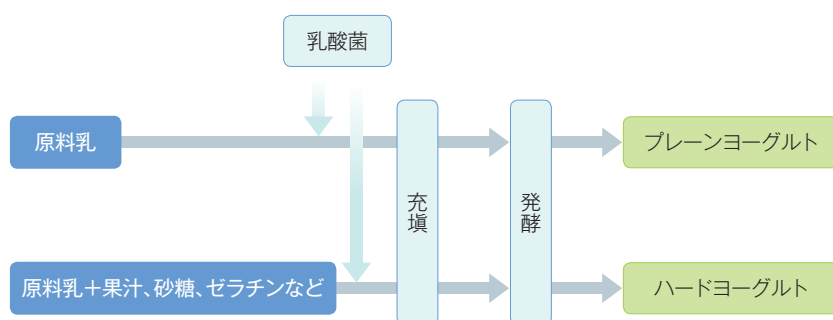


図3-26 後発酵タイプのヨーグルトの種類と製造方法



②**乳酸菌添加**: 純粋培養した乳酸菌(種菌またはスターターと呼ぶ)を2~3%量加えます。

③**充填**: 乳酸菌を加えた乳を容器に充填します。

④**発酵**: 温度を一定に保った発酵室に入れ発酵させます。使用する乳酸菌の種類によって条件は異なりますが、40℃前後の温度で4~6時間発酵させると、酸度が0.7~0.8%になります。酸度が上がったことを確認し、速やかに10℃以下に冷却し、発酵を終わらせます。冷却中もわずかに酸度が上昇し、0.9~1.0%の食べ頃の酸度になります。pHとしては5.0以下になります。

## Column 24

### 家庭でのヨーグルトの作り方

牛乳に市販のプレーンヨーグルトの一部をタネ(菌)として加え、次のようにして簡単につくれますが、衛生面には十分に注意してください。

#### つくり方

- ①牛乳500mLを沸騰直前まで温め、45℃くらいまで冷ます。
- ②プレーンヨーグルト大さじ3杯(牛乳の約1割)を①に加え、よく混ぜる。牛乳が50℃以上だと乳酸菌が死んでしまい、ヨーグルトができないので温度に注意する。
- ③市販のヨーグルターに入れて4~6時間そのまましておく。ヨーグルターがない場合は、熱湯ですすいで温めた魔法びんに入れる、ぬるま湯をはったボウルに入れて湯せんにするなどして、40℃を保つようにする。
- ④4~6時間後に少し取り出して味を見て、酸味が適当になったら冷蔵庫で冷やす。

#### ワンポイント

- ・やや不透明な上ずみができる場合がありますが、ホエイ(乳清)なので一緒に食べることをお勧めします。
- ・プレーンヨーグルトの代わりに市販の粉

末ヨーグルト種菌を使うこともできます。その場合は、説明書にしたがって使ってください。

- ・牛乳の代わりにスキムミルクを使うこともできます。ぬるま湯140mLにスキムミルク大さじ3の割合で溶かします。
- ・牛乳にクリームやスキムミルクを加えて味や成分を変えることもできます。

#### 注意点

- ・道具類は熱湯消毒をして、雑菌が入らないようにしてください。
- ・家庭でつくったヨーグルトは冷蔵庫で保存し2日以内に食べてください。
- ・できたヨーグルトをタネにして使用するのは2回までに。それ以上使うと、乳酸菌の活力が低下して固まりにくくなったり雑菌が増えることがあります。
- ・ビフィズス菌などの酸素を嫌う菌は、この方法では増やすことはできません。

## 3 ヨーグルトの栄養・効用

### 栄養的効果

ヨーグルトは牛乳や脱脂粉乳などの原料を乳酸菌で発酵させたものです。牛乳の栄養に加え、乳酸菌の働きによる栄養・保健効果も期待できます。

乳酸発酵によりたんぱく質の一部がペプチドまで分解されており、消化吸収されやすくなっています。

ヨーグルト中の乳糖の20~40%は乳酸菌により分解されているうえ、乳酸菌の持つ乳糖分解酵素(ラクターゼ)が腸で働くため、牛乳を飲むとおなかゴロゴロする乳糖不耐の人にも安心です。

牛乳と同じくカルシウムが豊富に含

まれ、しかもヨーグルトの中に産生される乳酸にはカルシウムの吸収促進作用が知られています[表3-8]。

### 生理的効果

ヨーグルトの酸味は食欲を増進さ

せ、胃液の分泌や腸のぜん動運動を促し、消化吸収を助ける作用があります。また、乳酸は腸内の微生物に利用され、多くの酪酸やプロピオン酸などの有機酸をつくり、腸内の有害菌を減らす効果があります。

腸に生きて達する乳酸菌は腸内で増殖して乳酸をつくり、悪玉菌を抑え

表3-8 ヨーグルトの栄養(100g中)

|                   | エネルギー(kcal) | 水分(g) | たんぱく質(g) | 脂質(g) | 炭水化物(g) | カルシウム(mg) |
|-------------------|-------------|-------|----------|-------|---------|-----------|
| ヨーグルト(全脂無糖)       | 56          | 87.7  | 3.6      | 3.0   | 4.9     | 120       |
| ヨーグルト(ドリンクタイプ、加糖) | 64          | 83.8  | 2.9      | 0.5   | 12.2    | 110       |
| 普通牛乳              | 61          | 87.4  | 3.3      | 3.8   | 4.8     | 110       |

出典:文部科学省「日本食品標準成分表(八訂)増補2023年」

て有害な物質がつくられるのを防いで、腸の調子を整える働きがあります。このようなヒトの健康に役立つ働きをする生きた微生物を「プロバイオティクス」と呼び、最近の研究では、乳酸菌が免疫力を高め、がんや感染症に対する抵抗力を高めることも報告されています。

乳酸菌は生きていなくても、発酵生産物や菌体成分にも健康増進に貢献する効果（抗腫瘍性、血圧降下作用、血清コレステロール低下作用）があることが近年明らかにされつつあります。これらの成分を「バイオジェニクス」あるいは「ポストバイオティクス」と呼ぶ場合があります。

### さまざまな機能性

日本ではヨーグルトに関するさまざまな研究が進んでおり、乳酸菌やビフィズス菌など、多くの機能性が明らかになってきています。特定保健用食品（トクホ）や機能性表示食品として、各種の乳酸菌やビフィズス菌を利用して乳発酵させた多くの機能性ヨーグルトが開発されています。

### 特定保健用食品（トクホ）

特定保健用食品は、「からだの生理学的機能などに影響を与える保健効成分（関与成分）を含み、その摂取により、特定の保健の目的が期待できる旨の表示（保健の用途の表示）をする食品」です。

特定保健用食品として食品を販売するには、食品ごとに食品の有効性や安全性について国の審査を受け、表示について消費者庁長官の許可を得なければなりません（健康増進法第43条第1項）【図3-27】。

ヨーグルト・乳酸菌飲料の場合、許可理由のほとんどは、特定の乳酸菌や

オリゴ糖や食物繊維が腸内の環境を改善しておなかの調子を整えるというものです。その他に血圧が高めの人や血糖値が気になり始めた人の生活改善に役立つヨーグルトもあります。

特定保健用食品には以下の区分があります。

①**特定保健用食品**：食生活において特定の保健の目的で摂取をする者に対し、その摂取により当該保健の目的が期待できる旨の表示をする食品。

②**特定保健用食品（疾病リスク低減表示）**：関与成分の疾病リスク低減効果が医学的・栄養学的に確立されている場合、疾病リスク低減表示を認める特定保健用食品（2024年3月現在認められている関与成分は「カルシウム」と「葉酸」）。

③**特定保健用食品（規格基準型）**：特定保健用食品としての許可実績が十分であるなど科学的根拠が蓄積されている関与成分について規格基準を定め、消費者委員会の個別審査なく、消費者庁において規格基準への適合性を審査し許可する特定保健用食品。

④**特定保健用食品（再許可等）**：すでに許可を受けている食品について、商品名や風味等の軽微な変更等をした特定保健用食品。

⑤**条件付き特定保健用食品**：特定

図3-27 特定保健用食品（トクホ）の許可マーク



保健用食品の審査で要求している有効性の科学的根拠のレベルには届かないものの、一定の有効性が確認される食品を、限定的な科学的根拠である旨の表示をすることを条件として許可する特定保健用食品。

### 機能性表示食品

機能性表示食品制度は、国の定めるルールに基づき、事業者が食品の安全性と機能性に関する科学的根拠などの必要な事項を販売前に消費者庁長官に届け出れば、機能性を表示することができる制度です。

ヨーグルトをはじめ牛乳乳製品においても、腸内環境の改善、内臓脂肪対策など多くの機能性表示食品が登場しています。

### Column

25

### プロバイオティクスとは？

プロバイオティクスは、アンチバイオティクス（抗生物質）の対義語としてつくられた言葉で、1989年にイギリスの微生物学者フラーによって「腸内細菌叢のバランスを改善することにより宿主動物に有益に働く生菌添加物」と定義されました。現在では国際連合食糧農業機関（FAO）／世界保健機関（WHO）により、「適正量を摂取することにより、宿主の健康に有益な作用をもたらす生きた微生物」と再定義されています。代表的なプロバイオティクスには特殊な乳酸菌やビフィズス菌などがあります。

近年はプロバイオティクスを加えた機能性ヨーグルトが登場しています。機能性ヨーグルトには、整腸作用、血清コレステロール低下作用、感染防御作用、抗インフルエンザ作用、抗アレルギー作用などが期待されており、最近では脂肪代謝系に働きかけることで内臓脂肪を減少させる乳酸菌を使用したヨーグルトも販売されています。



## 4 乳酸菌

### 乳酸菌とは

乳酸菌とは、広い意味では糖類を分解して多量の乳酸などを生成する細菌の総称で、1857年にパスツールによって発見されました。乳酸菌は広く自然界に存在し、人や動物の消化管にも生息しています。乳酸菌の働きを利用して、みそ、しょうゆ、漬物、ヨーグルト、チーズなどのたくさんの発酵食品がつくられています。

### 乳酸菌の種類

乳酸菌にはいろいろな分け方があります。

#### ①形態別

- ・球菌(球状) [図3-28]
- ・桿菌(棒状) [図3-29]

#### ②発酵形式

- ・ホモ型乳酸発酵(糖から乳酸のみ生成)
- ・ヘテロ型乳酸発酵(糖から乳酸と酢酸またはアルコール、炭酸ガスを生成)

#### ③発育条件

- ・通性嫌気性菌(空気がある所でも増殖)
- ・偏性嫌気性菌(空気のある所では増殖

しない)

一般にヨーグルトに使われている乳酸菌は、ブルガリア菌、サーモフィルス菌、アシドフィルス菌、ヘルベティカス菌などです。また、酢酸と乳酸をつくるビフィズス菌もヨーグルトに使われます。乳酸菌の組み合わせや発酵温度などにより、製品の特徴を出しています。ヨーグルトの中の乳酸菌は生きていますので、製造後、時間が経つと発酵が進み、乳酸をつくるために酸味が増します。近年では、「プロバイオティクス」と呼ばれる特殊な乳酸菌やビフィズス菌を加えた機能性ヨーグルトもあります。

### ヨーグルトの乳酸菌による効果

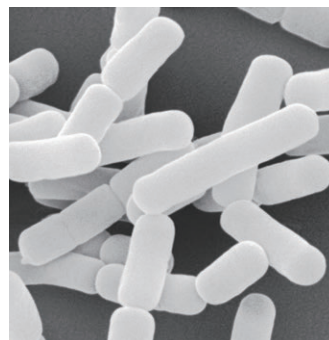
- ①**保存性の向上**: 乳酸や酢酸によって腐敗菌を抑えます。
- ②**風味の向上**: 乳酸や微量芳香成分が風味を良くします。
- ③**整腸作用**: 腸内腐敗を抑え、腸内細菌叢を正常にします。また、消化管の運動を促進して便秘を整えます。
- ④**消化吸収の促進**: 乳酸発酵により牛乳の栄養の消化吸収を促進します。
- ⑤**有害物質の低減**: 有害な腐敗産物

図3-28 乳酸球菌



写真提供: 雪印メグミルク株式会社

図3-29 乳酸桿菌



写真提供: 雪印メグミルク株式会社

であるインドール、アンモニア、フェノール、スカトール、p-クレゾールなどの生成を、これらの産生菌を抑えることで抑制します。

⑥**免疫力を高める**: 菌体成分や代謝物が免疫細胞を刺激します。

## 5 ビフィズス菌

### ビフィズス菌とは

ビフィズス菌は、1899年、フランスの細菌学者ティッシューにより母乳児の便から発見された腸内細菌です。

私たちの腸内には数百種類、100兆個(もっと少ないという説もあります)を超える細菌がすみついているとされ、それらを総称して「腸内細菌叢」と呼びます。最近のメタゲノム解析では、腸内細菌の数も1,000種類以上おり、遺伝子量ではヒト全ゲノムの150倍も存在

するという報告もあります。

この中には私たちの体に良い働きをする菌(善玉菌)、悪い働きをする菌(悪玉菌)、どちらでもない菌(中間菌)があり、健康と深い関わりを持っています。良い働きをする菌の代表が乳酸菌とビフィズス菌です [表3-9]。

## ビフィズス菌の特徴

ビフィズス菌も当初は乳酸球菌や乳酸桿菌と生物学的に近い仲間として乳酸菌に分類されていましたが、下記のように多くの点で性質が異なっているため、独立した *Bifidobacterium* (ビフィズス菌) となりました。

①**棒状の桿菌**：ビフィズス菌は棒状の桿菌で、増殖するときに枝のように分岐してY型となります(ビフィズとはラテン語で2つに分かれるという意味です) [図3-30]。

②**偏性嫌気性菌**：空気(酸素)を嫌います。他の乳酸菌は酸素があるところでもある程度増殖しますが、ビフィズス菌は酸素があると生育しない偏性嫌気性菌です。

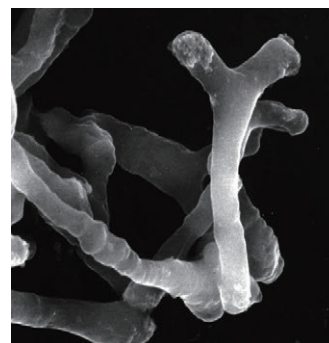
③**ヘテロ型発酵**：ぶどう糖(グルコース)から酢酸と乳酸をつくります。多くの乳酸菌はぶどう糖を分解利用して乳酸のみを生成しますが(ホモ型発酵)、ビフィズス菌は乳酸よりも酢酸を多く生

成します(酢酸：乳酸≒3：2)。

## 体内のビフィズス菌

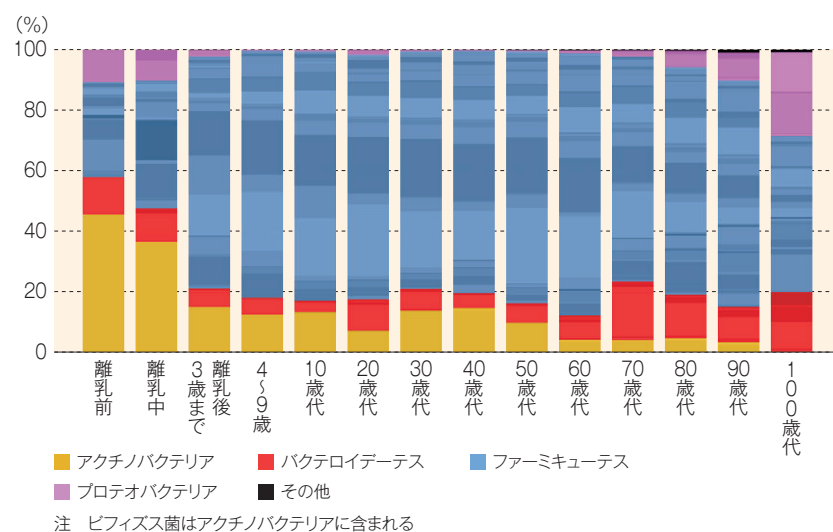
母体にいる胎児の腸内は無菌ですが、生後7日ごろからビフィズス菌が優勢になり始め、およそ1カ月後には、安定したビフィズス菌主体の細菌叢

図3-30 ビフィズス菌



写真提供：雪印メグミルク株式会社

図3-31 年齢による腸内細菌叢の変化



出典：Odamaki T et al. : "Age-related changes in gut microbiota composition from newborn to centenarian: a cross-sectional study." *BMC Microbiology*, 2016

表3-9 乳酸菌・ビフィズス菌の特徴と主な菌種

|        |    | 属名                                        | 発酵形式 | 発育 <sup>注</sup> | 主な菌種：その利用と分布                                                              |
|--------|----|-------------------------------------------|------|-----------------|---------------------------------------------------------------------------|
| 乳酸菌    | 球菌 | ラクトコッカス ( <i>Lactococcus</i> )            | ホモ   | +               | ラクチス、クレモリス：バター、チーズ、ヨーグルト                                                  |
|        |    | ストレプトコッカス ( <i>Streptococcus</i> )        | ホモ   | +               | サーモフィルス：ヨーグルト、チーズ                                                         |
|        |    | ペディオコッカス ( <i>Pediococcus</i> )           | ホモ   | +               | ハロフィルス：みそ、しょうゆの熟成、漬物(耐塩性)                                                 |
|        |    | ロイコノストック ( <i>Leuconostoc</i> )           | ヘテロ  | +               | メゼンテロイデス：発酵食品                                                             |
|        | 桿菌 | ラクトバチルス ( <i>Lactobacillus</i> )          | ホモ   | +               | ブルガリカス：ヨーグルト、乳酸菌飲料<br>ヘルベチカス：チーズ、ヨーグルト、乳酸菌飲料<br>アシドフィルス：ヨーグルト、乳酸菌飲料、乳酸菌製剤 |
|        |    | ラクチカゼイバチルス ( <i>Lacticaeibacillus</i> )   | ホモ   | +               | カゼイ：チーズ、ヨーグルト、乳酸菌飲料、乳酸菌製剤                                                 |
|        |    | リモシラクトバチルス ( <i>Limosilactobacillus</i> ) | ヘテロ  | +               | ファーマンタム：発酵産物                                                              |
|        |    | レビラクトバチルス ( <i>Levilactobacillus</i> )    | ヘテロ  | +               | ブレビス：発酵産物                                                                 |
| ビフィズス菌 |    | ビフィドバクテリウム ( <i>Bifidobacterium</i> )     | ヘテロ  | —               | ブレーベ、ビフィダム、インファンティス、ロンガム、アドレセンテス：乳児または成人の腸管、ヨーグルト、乳酸菌製剤                   |

注 酸素存在下での発育性

(ビフィズスフローラ)となります。しかし、離乳期以降は普通の食事を摂り始めるため、腸内にはいろいろな菌が増えてきて、ビフィズス菌の菌数も割合も

低くなってきます[図3-31]。

ビフィズス菌は乳糖やオリゴ糖(ガラクトオリゴ糖、ラクチュロースなど)などにより増殖します。小腸下部から大腸に

かけて多くすみ、悪玉菌の生育や腸内腐敗を防ぎ、腸内細菌叢のバランスを整える重要な菌と考えられています。

## 6 ヨーグルトの保存方法と利用方法

### ヨーグルトの保存方法

**10℃以下で保存する:** ヨーグルト中の乳酸菌は生きているので、保存温度の低いほうが発酵の進みが遅く、製造時の新鮮な味を保つことができます。温度が高いと乳酸菌の活動が活発になって酸度が高くなり、乳酸菌も減少し、味が酸っぱくなったり水分(ホエイ)が分離する原因になります。

**振動を加えない:** ヨーグルトに振動を加えると、水分(ホエイ)が分離(離水)してきます。冷蔵庫で保存するときは、ドアポケットに入れないようにしましょう。

**しっかりとふたを閉める:** 空気中の雑菌が入ると風味が変わり、カビなどが生える原因にもなります。また、ヨーグルトは他の乳製品と同様、匂いを吸着しやすい性質があります。保存時はふたをしっかりと閉めてください。

### ヨーグルトから分離した水分も栄養豊富

ヨーグルトの上に出てくる水分は、ホエイ(乳清)です。

ヨーグルトは主として牛乳のたんぱく質であるカゼインが、乳酸菌の生成した乳酸により固まってできたもので、この固まりをカードといいます。

カードには原料乳中の水分や水溶性たんぱく質の $\alpha$ -ラクトアルブミン、 $\beta$ -ラクトグロブリンなどが包み込まれています。発酵が進むにつれてカードが多少収縮し、ホエイが外に分離してきます。

スプーンでヨーグルトをすくうと、その切断面からホエイが分離することがあります。これはカードが切断されたことで、中に含まれているホエイを包みきれなくなって出てくるものです。また、未開封でもホエイが分離していることがありますが、これは取り扱い時の振動などでホエイが出てきたためです。

ホエイの中には水溶性のたんぱく質やミネラル(特にカルシウム)、ビタミンなどの栄養が含まれているので、捨てずに食べましょう。

### ヨーグルトの料理への利用法

ヨーグルトは良質のたんぱく質、カルシウムなどを豊富に含み、しかも消

化吸収が良い食品です。日本ではデザートとしてそのまま食べることが多いようですが、中央アジアやヨーロッパでは料理にもよく使われています。料理に入れて加熱してもヨーグルトの栄養は変わりません。乳酸菌は生きていなくても生理的効果は期待できます。

甘味を加えていないプレーンヨーグルトは、いろいろな料理に使えます。

**ドレッシングの材料に:** マヨネーズに好みの量を加えたり、市販のドレッシングに加えたりすると、脂質が抑えられ、しかもカルシウムが摂れます。

**和風料理のあえごろもに:** しょうゆ、みそ、わさび、すりごまなどと混ぜてあえごろもにします。

**煮込み料理に:** カレーやシチュー、ボルシチの仕上げに加えると、風味が増してまろやかさが出ます。

**下ごしらえに:** 肉、魚、レバーなどをつけておくと、臭みがとれ肉質が柔らかくなります。

**お菓子、飲物に:** ゼリー、ケーキ生地などのお菓子、ヨーグルトシェイクやラッシーなどの飲み物に加えてもよいでしょう。

## 7 発酵乳・乳酸菌飲料の表示に関する公正競争規約

### はっ酵乳・乳酸菌飲料の 必要表示

はっ酵乳・乳酸菌飲料に関しては、食品衛生法に基づく乳等命令により定められています。この命令を補うものとして、必要な表示項目などが「発酵乳・乳酸菌飲料の表示に関する公正競争規約」によって規定されています。チーズと同様、公正取引委員会の認定を受けて設定され、発酵乳乳酸菌飲料公正取引協議会が運営しています。また、表示などに違反の事実がないかなどの調査も行っています。表示すべき項目として一括表示するよう定められているのは、以下の項目です【図3-32】。

- ①**種類別名称**：「はっ酵乳」「乳酸菌飲料」「乳製品乳酸菌飲料」のいずれかを表示。
- ②**無脂乳固形分及び乳脂肪分**：重量百分率で表示。
- ③**原材料名**：原材料に占める重量の割合の高いものから順に表示。生乳・牛乳・無脂肪牛乳等は「乳」、クリーム・バター・全粉乳・脱脂粉乳などは「乳製品」と表示してもよい。
- ④**添加物**：使用した添加物は、項目をたてるか、原材料と区別するための改行や「／」を付して、添加物に占める重量の割合の高いものから順に記載。
- ⑤**原料原産地名**：原材料に占める重

量の割合が最も高い原材料の原産地名を表示。

- ⑥**賞味期限または消費期限**：年月日を表示。
- ⑦**内容量**：ミリリットル(mL)、またはグラム(g)で表示。
- ⑧**保存方法**：「10℃以下で保存してください」など具体的な方法を表示。
- ⑨**製造者**：氏名または名称及び住所を表示。

### 特定事項の表示

- ・果汁または果肉が重量百分率で5%未満の場合は「無果汁」と表示する。
- ・製品の内容重量に対してはちみつ1%以上、トマト5%以上入っているものでなければ、商品名に「はちみつ」や「トマト」の名称をつけてはならない。
- ・国産品であって外国産品と誤認される恐れのあるものは「国産」または「日本産」と表示する。外国産品で国産品または他の外国産品と誤認される恐れのあるものも同様。
- ・生乳を使用した場合は生乳の使用割合を表示する。

### 不当表示の禁止

次のような表示は禁止されてい

図3-32 一括表示の例

|        |                       |
|--------|-----------------------|
| 名称     | はっ酵乳                  |
| 無脂乳固形分 | 9.5%                  |
| 乳脂肪分   | 3.0%                  |
| 原材料名   | 生乳(国産)、乳製品/香料         |
| 内容量    | 500g                  |
| 賞味期限   | 正面に記載                 |
| 保存方法   | 要冷蔵10℃以下              |
| 製造者    | 株式会社〇〇乳業<br>〇〇県〇〇市〇〇町 |

ます。

- ①乳酸菌飲料に「〇〇ヨーグルト」「ヨーグルトのような乳酸菌飲料」などの表示。
- ②はっ酵乳、乳酸菌飲料またはその原材料が「純」「純正」などである旨の表示。
- ③はっ酵乳、乳酸菌飲料が濃厚である旨の表示。
- ④保健飲料・美容飲料など効能効果があるかのように誤認されるおそれがある表示。
- ⑤健康づくりに欠かせない、健康に美容に効果を表す、栄養がいっぱい、乳酸菌がたっぷりなどの表示。
- ⑥整腸作用がある、胃腸の弱い方に、疲労回復に、老化防止になどの表示。
- ⑦新聞、雑誌などの記事、医師、学者などの談話、学説を引用しての④⑤⑥などに該当する表示。
- ⑧客観的な根拠に基づかない、極上、第1位、ベスト、チャンピオンその他これらに類似する文言。





# 第4章 栄養と健康



人間の体は神秘的に満ちているといっても過言ではないでしょう。生命体の最小単位である細胞が、人体のいろいろな臓器や器官などの組織や骨・血液をつくり、それぞれの組織は驚くほど緻密に関連し、食べ物から摂取した栄養素で、人は日々活動をしています。その仕組みは、どんなスーパーコンピューターでも真似のできないほど複雑で瞬時に動けるシステムになっています。しかし、私たちは病気になったり体に異常を感じたりしないうちは、「からだ」や「食事」「生活習慣」などについて考える機会が少ないのも実態です。

この章では、食生活に関連した体の一般的な常識と、それぞれのライフステージに寄与する牛乳の機能、そして現代人にとって大きな問題となっている生活習慣病について取り上げ解説します。

## I 食えた栄養素は体でどんな働きをするのか

## 体温の保持・調整

日本人の体温は通常36℃台の半ばといわれ、1日の中で1℃程度の差があり、朝の起床時に最も低くなるといわれています。また、最近では児童や生徒の中にも体温が通常より1℃程度低い人が増えているとの指摘もあります。

食えた栄養素の消化吸収や、体内のいろいろな活動にとって適した状態になる体温は、年齢などによって少し差はあるものの、36℃台半ばくらいと考えられます。

もし、体重と同じ量の水を体温と同じ温度に上げるとしたら、どのくらいのエネルギーが必要でしょうか。そして、それを24時間一定に保つために必要なエネルギーと、どんな生活環境や自然条件下でも一定に保つシステムは体内でどうなっているのでしょうか。

寝ている状態でも必要な1日あたりのエネルギーを「基礎代謝量」といい、中学生男子で1,500kcal程度、同女子で1,400kcal程度が必要になります。

## 体が活動するためのエネルギー

自動車にたとえると、エンジンをかけて止まっているアイドリング状態

表4-1 日本人の年代別、参照体重における基礎代謝量

| 性別     | 男性            |                   | 女性            |                   |
|--------|---------------|-------------------|---------------|-------------------|
| 年齢     | 参照体重注<br>(kg) | 基礎代謝量<br>(kcal/日) | 参照体重注<br>(kg) | 基礎代謝量<br>(kcal/日) |
| 1~2歳   | 11.5          | 700               | 11.0          | 660               |
| 3~5歳   | 16.5          | 900               | 16.1          | 840               |
| 6~7歳   | 22.2          | 980               | 21.9          | 920               |
| 8~9歳   | 28.0          | 1,140             | 27.4          | 1,050             |
| 10~11歳 | 35.6          | 1,330             | 36.3          | 1,260             |
| 12~14歳 | 49.0          | 1,520             | 47.5          | 1,410             |
| 15~17歳 | 59.7          | 1,610             | 51.9          | 1,310             |
| 18~29歳 | 64.5          | 1,530             | 50.3          | 1,110             |
| 30~49歳 | 68.1          | 1,530             | 53.0          | 1,160             |
| 50~64歳 | 68.0          | 1,480             | 53.8          | 1,110             |
| 65~74歳 | 65.0          | 1,400             | 52.1          | 1,080             |
| 75歳以上  | 59.6          | 1,280             | 48.8          | 1,010             |

注 性及び年齢区分に応じ、日本人として平均的な体位を持った者を想定し、健全な発育及び健康の保持・増進、生活習慣病の予防を考えるうえでの参照値

出典：厚生労働省「日本人の食事摂取基準（2020年版）」

が、人間では寝ている状態です。車を走らせるには、ガソリンや運転手の目や手足を使った操作が必要になります。人間の場合は、朝起きて顔を洗う、朝食を食べる、学校へ行くのに着替えをし靴を履く、歩く、挨拶をするなどの動作のために体のいろいろな部分を動かすにはすべてエネルギーが必要となります。

## 活動する以外のエネルギー

体温の維持や調整、体が活動するためのエネルギー以外にも、いろいろなエネルギーが体の中で必要になります。その一部を簡単に考えてみます。

①食えた食物を体内で消化し、必要な

栄養素を吸収して、体に必要な形に栄養素をつくり直します。そして、約60兆個（最近は37兆個ともいわれています）ものさまざまな体の細胞に血液を通して酸素と一緒に届けられ、各細胞は必要なエネルギーなどをつくっています。こうした体内の活動をするため、エネルギーが必要になります。

②人間は、病気や細菌・ストレスなどと戦う力が体になれば、健康な生活を維持することはできません。病原菌などから体を守る働きをするのが、血液の中にある白血球やリンパ球などです。これらの防御システムが効果を発揮するために、体内ではいつも整備をしておく必要があり、こうした活動にもエネルギーが使われるのです【表4-1】。

## 2 栄養素はなぜバランス良く摂らなければいけないか

### 生まれ変わる細胞

体内の細胞は、日々少しずつ生まれ変わっており、速いものでは数時間、遅いものでも数年で古くなった細胞が壊され、新しい細胞に生まれ変わります。特に免疫に関連するリンパ球は細胞の代謝の速いことが知られています。

骨が折れても、治療すればもとの状態に治ります。皮膚が損傷しても同じように回復できます。体内の目に見えない臓器や器官・血液の赤血球や白血

球なども、毎日少しずつ古くなった細胞が壊され、新しい細胞に生まれ変わるので、私たちの体は休みなく元気に活動できるのです。

大人になり、骨や体ができてしまったので、食事は活動するためのエネルギー源としての分だけ摂れば良いと思っている人も多いのではないのでしょうか。

### 体に必要な分を摂るために

成人でも、体は少しずつ生まれ変わっています。新しい細胞になるため

にはいろいろな栄養素がバランス良く必要になります。毎日、必要な分を食事から摂取しなければなりません。また、二酸化炭素や壊された細胞、栄養にならなかった食べ物は体外に排泄しなければ生きていけません。

成長期の場合は、細胞の生まれ変わるスピードが大人より速く、また体が成長するための栄養素もより多く必要になります。家庭では朝・昼・夕の3食をしっかり摂ることを幼少期から習慣化することが大切です。食事からバランス良く栄養素を摂ることが、より元気に、適正に成長する源になります。

## 3 なぜ体は脂肪を蓄えるのか

### 脂肪を蓄える体の仕組み

現在の日本は飽食の時代といわれて久しいですが、その一方で子どもや若い世代には飽食の中の偏食や欠食が多く見られる傾向があります。

野生動物の場合、食べ物が毎日必ず得られる保証はありません。人間も原始時代は同じ境遇だったため、現在の人間の体にも、食べられないときのためにエネルギーのもとになる栄養素を脂肪(脂質)の形で蓄えるシステムがあります。また、脂肪には臓器の保護をする役割もあります。

エネルギーの必要量より摂取量が多いときは、脂質だけでなく、炭水化物やたんぱく質も脂肪として体に蓄えられます。脂肪を蓄える組織は皮膚の下部組織、肝臓、血液の3カ所

で、蓄える量が多すぎると肥満体質になったり、肝臓の機能低下や脂質異常症などの生活習慣病になりやすくなります。

### 適正なエネルギー摂取を

肥満の判定には、BMI (Body Mass Index) が使われます。BMI値は、体重(kg) ÷ (身長(m) × 身長(m)) で求められます。成人男女ではBMI=22を標準とし、18.5未満を「低体重」(やせ)、25以上を「肥満」と判定しています(一般社団法人日本肥満学会「肥満症診療ガイドライン2022」より)。

厚生労働省「令和元年 国民健康・栄養調査報告」によると、20歳以上で「肥満」と判定される人の割合は、男性33.0%、女性22.3%です。この10年間で見ると、男性、女性共にやや増

加傾向にあります。一方、「やせ」と判定される人の割合は男性3.9%、女性11.5%であり、この10年間で見ると両性とも大きな変化は見られません。ただし、他の年代に比べ、20歳代の女性は「やせ」の割合が高く、20.7%となっています。

現代の日本人は、このように成人男性に多い過栄養と若い女性に多い低栄養という、2つの相反する栄養不良問題を抱えています。この「栄養不良の二重負荷」が健康寿命の延伸と次世代の健康に影を落としていると指摘されています。

「食生活指針」では「適度な運動とバランスの良い食事で、適正体重の維持を」と呼びかけています。また、体重だけでなく、健康状態にも留意し、無理な減量はやめるよう促しています。

## 4 骨や筋肉を強くするためには

### 筋肉は使わないと弱くなる

筋肉は、使わないとだんだん力が出せなくなり、弱くなってしまいます。また、関節もスムーズに動かなくなります。元気な子どもでも、病気などで入院して1カ月以上体を動かさないと、病気が治ってもすぐには元気に活動できません。

1960年代、米国や旧ソ連から何人もの宇宙飛行士が誕生しました。このころは、地球に帰還した宇宙飛行士が今のようにすぐに歩く姿はほとんど見られませんでした。重力のない宇宙に

1～2週間いた結果、骨密度が10%程度少なくなっていたのです。重力のない宇宙では、骨や筋肉を地球の重力に逆らって動かす必要がなく、筋肉の力や骨密度が短期間に少なくなったからです（現在ではかなり改善されています）。

逆に、これらの事実は、筋肉や体の機能は鍛えれば強くなることの証明です。スポーツ選手は筋肉や体の機能を強くするため、練習やトレーニングを欠かしません。

### 現代生活と骨・筋肉

現代の生活は、車や家電製品の登

場などで以前と比べて歩くことが少なくなり、家事でもあまり体を動かさなくなっています。このままでは、摂取したエネルギーが余って、肥満などの生活習慣病の危険度がますます高まることになります。また、年齢は若くても筋力や柔軟性に欠け、骨や筋肉などの体を支える活動的な能力が年齢以上に老化した人が多くなるかもしれません。

すでに、運動能力が以前より低くなっている児童・生徒の実態が報告されており、日本人の体力・運動能力の低下が危惧されています。

## 5 朝食が大切といわれるわけは

### 眠っていた体を 目覚めさせる朝食

朝、起きたとき、人の体温は約1℃下がっています。朝食を食べずに学校や会社に行くと、体温が活動しやすい通常の温度に戻らず、脳や体が半分眠った状態のままになります。また、朝食による栄養摂取がないため午前中からエネルギー不足状態に陥り、積極的な学習や勤務ができにくい状況が生まれます。

朝食を抜くことを繰り返していると、昼食と夕食だけでは栄養素のバランスがとりにくく、成長阻害や体の変調につながりやすくなるといわれています。また、脂肪を蓄える機能が働きやすくなるため、肥満の要因につながるといわれています。

朝食を摂ると、食事誘発性の体熱産生反応によって体温が上がり、脳や体が目覚めて活動できる状態へと変わります。これはスポーツ競技者が競技や練習前にウォーミングアップをすることと同じです。

朝食を抜いたり、食事量を極端に少なくしたりすると、体・骨の成長や健康的な身心のバランスを損ねる要因にもなります。

中高年以降では、朝食を抜くと、食後の急激な血糖値の上昇を招き、糖尿病の発症リスクが高まるといわれています。また、高齢者ではしっかりした朝食でたんぱく質を十分に摂ることで筋肉量が維持増加することが報告されており、要介護のリスクとなるフレイル（心身が虚弱した状態）の予防に有効です。

## 6 よく噛むことと体の関係は

### 咀嚼と唾液の関係

食事の内容などにもよりますが、小学校では1口30回以上噛むことを目標に指導しています。

食物には、栄養素や味・匂いという性質以外に、硬さ、粘り、形などの物性があります。どれくらい噛むかは、通常、歯の組織にある感覚受容器が食べ物の硬さなどの刺激を感知して脳の中枢神経に伝え、咀嚼の力の強さ(最大で自分の体重前後の力がある)や回数を決めているといわれています。咀嚼の回数により、唇や舌の運動、唾液の分泌量が変化し、味・匂いや口の中の感じ方も異なってきます。

咀嚼すると、食物の触感や歯触り、咀嚼音、温感覚など、視覚以外のすべての感覚が刺激されるといわれています。しっかりと回数を噛むことで、これらの感覚により食事を十分に味わうことができるのです。

唾液の分泌量は噛む回数に大きく左右されます。唾液には、アミラーゼにより澱粉を分解する消化作用、消化粘膜を保護する作用、口内の細菌の繁殖を防ぐ作用、味覚の働きを敏感にする作用があるほか、歯を強化する物質や、殺菌・抗菌作用を持つリゾチームや分泌型免疫グロブリンA(s-IgA)など

が含まれています。近年では、発がん物質の威力を減少させる力があることもわかってきました。

また、唾液の分泌に伴って、体内で消化管の上皮組織の増殖や再生に関わる表皮成長因子の分泌が促進され、神経成長因子の分泌促進にもつながることがわかってきています。

### 早食いと肥満との関係

食物を咀嚼することは、体が消化の始まりと捉えて消化吸收の態勢に入ることです。

よく噛む、つまり咀嚼回数が多いと、脳の満腹中枢を刺激する満腹物質のぶどう糖(グルコース)が増加して満腹感が得られます。また、よく噛むことで神経性ヒスタミンが増加し、満腹中枢を刺激することもわかってきています。食後の体熱産生反応も満腹感をもたらす要因といわれます。よく噛むことで消化液の分泌が良くなることも知られています。これらのことから、肥満患者の治療に「よく噛むこと」が取り入れられ、効果を発揮していると報告されています。

早食いという食習慣は、満腹中枢が刺激される前に必要以上の量を食べてしまいがちで、これが肥満につながるといわれています。幼児のころから

家庭と学校の双方で、体の仕組みへの理解を促し、ゆっくり食べ、よく噛むよう指導することが大切です。

### よく噛むことと学習能力

咀嚼中の脳の活動状況を調べた研究では、脳の咀嚼中枢の血流量が40%近くも上昇したとの報告があります(千田道雄ほか『日本咀嚼学会雑誌』Vol.2、特定非営利活動法人日本咀嚼学会、1992年)。

学習能力と咀嚼の関係では、固形食群と粉末食群との動物実験による学習の研究で、固形食群のほうが成績が良かったとの報告があります(船越正也「咀嚼と脳」『咀嚼システム入門』風人社、1987年)。よく噛むこと自体がいろいろな形で脳に刺激を与え、脳の活動を活発にしているといえます。

一方、おいしい食事とまずい食事では、おいしいと思う食事のほうが胃酸など消化液の分泌が高まります。最近の研究では、食品中のうま味成分のグルタミン酸が胃のソマトスタチン産生細胞により「おいしい」と認識されると、消化が促進されることがわかりました。また、楽しい食事と楽しくない食事では、同じ献立を食べたとしても楽しい食事のほうが消化液の分泌が多いといわれています。



## I 乳児期(0～11カ月)

## 乳児期の体の特徴

乳児期の1年間は、生涯の中で最も発育状態の大きい時期です。出生時に50cmほどだった身長は1年で約1.5倍になり、3kg程度だった体重は生後3～4カ月で約2倍、1年で約3倍になります。

視覚や嗅覚、聴覚、味覚、皮膚感覚なども発達し、光や音への反応のほか、3カ月ごろからは食物の味や香り、舌触りなどにも反応を示し始めます。また、運動機能や脳神経系の発達により、7カ月を過ぎるころからは、這う、つたい歩きをするなど、動きが広範囲になります。喜怒哀楽の感情も表れ、あやすと笑う、人見知りをする、不快になると泣くなど反応が豊かになり、10カ月前後になると片言の言葉が出始めて子どもらしくなってきます。

## 授乳期における牛乳乳製品の役割

生後4カ月ごろまでは、母乳や乳児用調製乳(育児用ミルク)を吸うことが主となります。

母乳は乳児の体に必要な栄養成分が消化されやすい形で含まれており、新生児の食物として最も適しています。母乳には、母親の栄養状態が大きな影響を及ぼします。「日本人の食事

摂取基準」では母乳授乳婦には母乳分泌に相当する栄養成分が付加量として記載されており、エネルギーやたんぱく質、ビタミンA・B群・C、鉄、亜鉛、ヨウ素などについて付加が必要です。また、カルシウムを十分に摂ることも重要です。EPA、DHAなどのn-3系多価不飽和脂肪酸を多く含む魚介類、ビタミンやミネラルが豊富な緑黄色野菜、乳製品、大豆製品などを積極的に摂るように心がけましょう。

## 離乳期における牛乳乳製品の役割

生後5～6カ月になり、唾液と混ぜり合ったどろどろの食物を飲み込めるようになったら離乳期に入ります。牛乳やヨーグルトは、口腔機能がまだ十分に発達していない乳児には食べや

すい食物です。また、栄養素とともに水分も補給できる牛乳やヨーグルトは、発汗による脱水症状を起こしやすい乳児に適した食物といえます。離乳食には、7～8カ月ごろから消化しやすいヨーグルトなどを少しずつ加えていき、1歳を過ぎたら徐々に牛乳にも慣らしていきます。また、離乳食の進みが遅く食材の幅が広がらない場合には、鉄などを強化したフォローアップミルクの利用も子どもの発達に有効です。

牛乳乳製品には、筋肉や血液のもととなる良質なたんぱく質、骨や歯の成長・強化に必要なカルシウム、ビタミンDなどが含まれています。また、牛乳乳製品に含まれるビタミンB<sub>12</sub>は赤血球の生成や神経細胞の機能維持に必要で、乳児の脳の発達にも関与するといわれています。

## Column 26

## 乳製品の摂取時期とアレルギー

巷には「離乳食で特定の食物を除去すると子どもが食物アレルギーになりにくい」という説があり、そのため離乳食で牛乳を与えるタイミングを遅らせるとアレルギーの発症予防になると思っている人が少なくないようです。

しかし、離乳食で牛乳を与える時期を遅らせても食物アレルギー発生の予防効果は認められておらず、むしろ特定の食品の導入を遅らせることは免疫寛容が誘導されず、かえって食物アレルギーのリスクを高めることがわかってきました。そのため、乳児に対し、食物アレルギー予防のために離乳食開始時期や食物アレルギーの原因食物となりやすい食物の摂取開始を遅らせることは、「推奨されない」とされています(食物アレルギー診療ガイドライン2021)。

なお、牛乳アレルギーと診断された場合は、医師による適切な食事指導に従うことが大切です。

## 2 幼児期(1~5歳)

### 幼児期の体の特徴

幼児期には体、知能ともに著しく発達します。同時に精神面・情緒面も発達し、人格形成の基礎づくりの時期となります。また、母親や家族のほかに、遊びを通した友だちづくりなどで社会性を養う時期でもあります。

生活のリズムが整うのも幼児期ですが、近年では親や養育者の生活が夜型化し、それに伴い子どもたちの生活も夜型化の傾向にあることが問題となっています。夜遅い時間の食事や睡眠不足は成長ホルモンの分泌を抑制して正常な発育・発達を妨げるため、注意が必要です。知能や言語、情

緒の発達は、環境や学習、栄養の影響を受けるため、食環境を含む適切な環境づくりが大切です。

### 幼児期における牛乳乳製品の役割

幼児期は発育が盛んで活動量も多くなるため、体重あたりのエネルギーの必要量は成人期の約2倍になります。たんぱく質の必要量も体重あたりでは成人期の1.5倍程度になります。そのため、たんぱく質の供給源として必須アミノ酸組成の良い魚介類、肉類、卵類が不足しないようにします。こ

れらの食品はヘム鉄、ビタミンA・Dの供給源にもなります。

また、骨の強化や歯の質の向上のためには、カルシウムやビタミンDなどを十分に摂ることが大切です。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が低く、また幼児期は吸収能力がまだ不十分なため、消化吸収の良い食物を選ぶことが重要です。牛乳乳製品はたんぱく質やカルシウムが豊富で、しかも牛乳たんぱく質(カゼイン)から消化過程で生成されるカゼインホスホペプチド(CPP)や乳糖にはカルシウムの吸収を促進させる作用もあります。

### Column 27

#### 幼児期の間食に、牛乳乳製品を

成長に必要な栄養量が多い幼児期は、朝昼夕の3食では摂りきれない栄養素を間食で補うことが大切です。牛乳乳製品はカルシウムのほか、成長に必要な良質のたんぱく質、皮膚や粘膜の形成などに欠かせないビタミンA、細胞の新生に必要なビタミンB<sub>2</sub>、脳の発達に大切なビタミンB<sub>12</sub>なども豊富で、調理なしでそのまま摂取できる手軽さも利点です。

## 3 学童期(6~11歳)

### 学童期の体の特徴

学童期は新生児期に次いで著しい発育をし、男女とも6~9歳では1年間に身長は5~7cm、体重は3kg前後増加します。学童期後半の身長の伸びは、1年間で男子は7~7.5cm、女子では6~7cmほどで、骨の成長に伴って体の各部位の長さの比率が変化し、成人の体型に近づいてきます。

身体機能が大きく発達し、筋力や持久力などの運動能力も高まります。脳や脊髄、視覚器官などの神経系器官は6歳ごろまでに急速に発達し、10~12歳ごろに完成します。

精神面では、理解力や判断力、記憶力、想像力などが進んでいきます。協調性や社会性が身につく、自分で考えて行動したり、友だちとの協調もできるようになります。

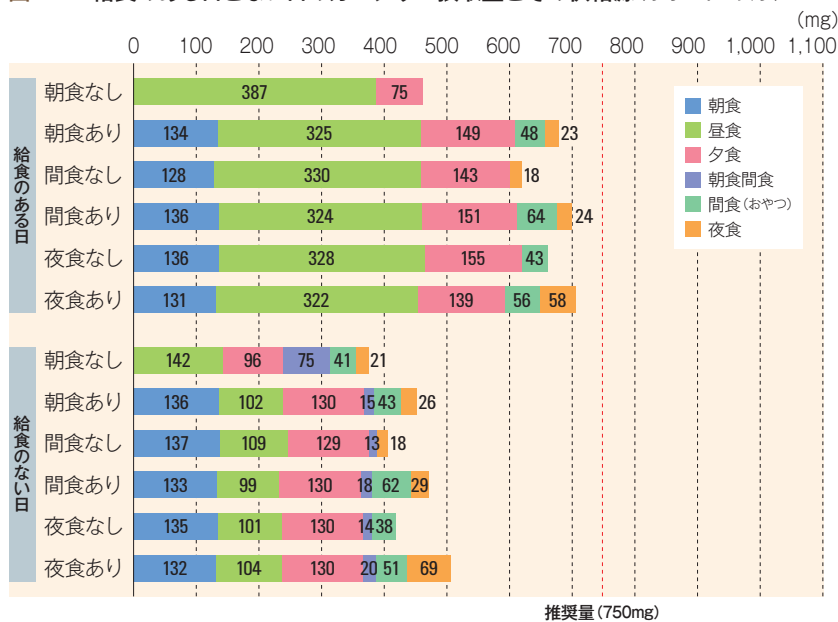
### 学童期における牛乳乳製品の役割

生後から学童期にかけての発育が盛んな時期は、基礎代謝基準値(体重あたりの基礎代謝量)が成人の値を大きく上回る状態が続きます。この時期は十分なエネルギーとともにたんぱく質が不足しないようにすることが大切です。体内カルシウム蓄積量は、この時期から思春期にかけてが生涯の中で

最も高くなります。10代のころに食事と運動で骨へのカルシウム蓄積を十分に増やしておくことが、成人期・高齢期の骨粗鬆症<sup>そしょう</sup>を予防する重要なポイントとなります。そのため、牛乳乳製品などカルシウムの吸収率の良い食品を十分に摂ることが大切です。

図4-1は、小学3年生女子のカルシウム摂取量とその供給源について、学校給食がある日とない日で比較したものです。給食のある日でも推奨量にはやや足りていませんが、給食のない日は大幅に不足しています。また、学校給食で残さず牛乳を飲む習慣がある子どもは骨量が高いというデータもあります。学校給食で牛乳をきちんと飲む習慣を定着させるとともに、家庭でも牛乳を飲む習慣づくりが大切です。

図4-1 給食のある日とない日のカルシウム摂取量とその供給源(小学3年生女子)



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(食事状況調査編)」

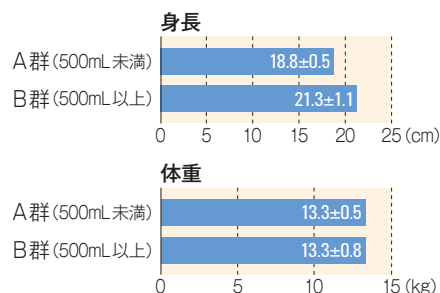
## Column 28

### 成長期の牛乳の摂取量は、身長伸びに関係する？

身長伸びは、両親からの遺伝が大きな要因といわれています。さらに成長ホルモンなどの内分泌、性成熟度などとともに、食生活も影響しています。

このうち身長と食生活の関わりについて、成長期の牛乳摂取が体格(身長、体重、肥満度)にどのような影響を及ぼしているかを追跡調査した結果があります。小学4年生から中学1年生までの3年間、122名の男女を対象に、牛乳の1日あたりの摂取量が500mL未満のグループ(A群)と500mL以上のグループ(B群)に分けて、身長、体重、肥満度を測定しました。その結果、体重の増加量と肥満度は両群間に有意差は認められませんでした。身長は牛乳摂取量の違いで2.5cmも差が出ました。また、ニュージーランドやアメリカ、イスラエルでも牛乳摂取量が身長と関係するとの報告があります。

#### 牛乳摂取が体格に与える影響(3年間の変化)



出典:岡田知雄「子どもの生活習慣病の改善と牛乳摂取の効果」『食の科学』光琳(2003年)

## Column 29

### 学校給食と牛乳

学校給食は、「学校給食法」の制定(1954年)当初は子どもたちの栄養不足の改善が主目的でしたが、現在では、成長期にある子どもたちの心身の健全な発達を図るとともに、食に関する正しい理解と適切な判断力を培い、望ましい食習慣を養うための重要な教材としての役割を担っています。

学校給食で必要とされるエネルギーや主な栄養素量は、「学校給食摂取基準」に示されています。基本的には1日に必要とされる量の約3分の1で、不足が懸念されるカルシウムなどについては40～50%が摂取できるよう配慮されています。

高い栄養価を持つ牛乳は、学校給食の献立作成にあたって

の頼もしい存在です。牛乳が1本(200mL)あるだけで、カルシウムは基準値の半分以上を満たし、その他の栄養素摂取量も全体に底上げできるため、主食や主菜・副菜などの献立の自由度が広がります。しかも冷蔵して出すだけなので、調理の手間もありません。加えて、給食用牛乳は市販に比べて安価に抑えられています。

身近な牛乳から子どもたちは、乳牛や酪農家などの仕事、さらに「命」「感謝」「生産と流通の仕組み」「環境」「衛生管理」「食品表示」など実に多くを学ぶことができます。牛乳を食育に活用する意義は大きく、教育的観点からも大きな可能性を持っています。

## 4 中学・高校生期(12～17歳)

### 中学・高校生期の体の特徴

中学・高校生期は筋肉量や骨量、血液量などが急激に増え、身長や体重も増加します。骨量は男子で13～16歳、女子で11～14歳ごろに最も多く蓄積され、最大骨量 (peak bone mass) の約4分の1がこの間に蓄積されると見られています。この時期に食事と運動で骨量を増やしておくことが、成人後の健康にとってとても重要です。

心肺機能や運動能力も発達し、基礎代謝量がピークとなり、たんぱく質やカルシウム、鉄などの体内貯蔵能力

も高まります。成人期に向けての体づくりの完成期としてとても大切な時期です。

### 中学・高校生期における牛乳乳製品の役割

中学・高校生期は心身ともに発達が著しく、骨量も高まる時期です。カルシウムの推奨量は12～14歳で最も多くなります。その供給源として手軽でどこでも摂ることができる牛乳乳製品の役割は大きくなります。学校給食がほとんどなくなる高校生では、牛乳の摂取頻度も摂取量も減少しやすいので、朝などに飲む習慣づけ

が望まれます。特に女子にとって、カルシウムの摂取は骨粗鬆症<sup>そしやう</sup>予防のためにも、将来の出産のためにも大切です。牛乳乳製品は、女子の月経前症候群の緩和にも有効という報告も見られます。

また、牛乳乳製品に含まれるアミノ酸には、運動時の骨格筋のエネルギー源となり、筋肉づくりに必要とされる分岐鎖アミノ酸 (BCAA／バリン、ロイシン、イソロイシン) がバランス良く含まれています。運動を行う際は、運動による筋肉の増加や発汗に見合った栄養素と水分の補給が必要ですが、牛乳は両方を手軽に補える食品です。

## 5 成人前期(18～29歳)

### 成人前期の体の特徴

体の発育がおおむね終わり、体格がほぼ完成します。体の諸機能は成熟し、身体的には充実した時期となります。

す。成長はほぼ止まりますが、筋肉は訓練(機械的刺激)によりさらに発達します。最大骨量 (peak bone mass) は女子で18歳ごろ、男子で20歳ごろからピーク期になります。

男女とも心身の健康度が高いので、健康や食生活に対する認識が低い傾

向にあり、外食の利用増加、朝食欠食、食事時間の乱れなどの問題が増えます。栄養面でも、肉類に多い飽和脂肪酸や食塩の摂取が増えるとともに、カルシウムや鉄、ビタミンなどの摂取不足が見られます。こうした栄養状態に食事時間の乱れ、運動不足やスト

Column

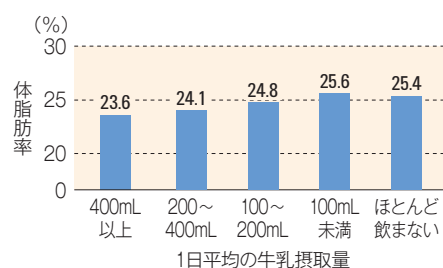
30

### 牛乳を飲むと太る？

中学生・高校生男女のべ6,000人を対象に、4年間にわたって実施された調査では、1日あたりの牛乳の摂取状況を①400mL以上、②200～400mL、③100～200mL、④100mL未満、⑤ほとんど飲まないの5グループに分けて検討した結果、男子では差がありませんでしたが、女子では牛乳摂取量の多いグループのほうが体脂肪率が低いという結果になりました。

また、ダイエット中の女性で試験した結果、低脂肪牛乳を摂取する群の体脂肪の低下が牛乳非摂取群に比べて大きいとの報告もあります。さらにアメリカの女児では、1日あたり3品目以上の乳製品を摂取したグループで、BMIが極端に高い、あるいは低い人が少なく、体脂肪も低かったとの報告もあります。

1日の牛乳摂取量と体脂肪率(中高生女子)



出典: 上西一弘ほか「牛乳摂取を中心とした中高生の食生活の実態と身体組成」『食の科学』光琳(2002年)



レス過多が重なる生活が続くと、体の生理機能に影響を及ぼし、ホルモンバランスなどを崩す原因ともなります。また、肥満や生活習慣病の素地をつくることになり、成人中期・後期の健康状態に影響します。

女性ではやせ願望から野菜偏重、いわゆるダイエット食品偏重など、偏った食事をする人も少なくありません。こうした食事ではエネルギーやたんぱく質、カルシウム、鉄などが大きく不足し、骨量や筋肉量の減少、貧血、ホルモンバランスの乱れなどを招きます。また、妊娠、出産にあたって低出生体重児出産、早産などのリスクが高まり、出産後の育児にも影響します。

### 成人前期における牛乳乳製品の役割

20代に骨量はピーク期を迎え、その後は徐々に減少するため、十分なカルシウム摂取が必要です。特に女性は骨粗鬆症<sup>そししょう</sup>予防の観点から、カルシウム

Column

31

## 妊娠・授乳期は積極的な牛乳摂取を

妊娠・授乳期には、すべての栄養素を十分に摂取することが必要です。中でも特に重要な栄養素は、胎児の骨格の材料となるカルシウムと血液成分となる鉄分です。胎児は母体から栄養分を吸収して成長するため、母体から十分な栄養分が供給できないと、生まれてくる赤ちゃんの発育にも悪い影響が出てきます。

妊娠・授乳期は母体のカルシウムが激しく流出する時期です。妊娠中は母体から胎児へ約30gのカルシウムが移行し、授乳期では母乳を通して1日約220mgのカルシウムが喪失します。「日本人の食事摂取基準」では、妊娠・授乳期の付加量は設定されていませんが、十分なカルシウムの摂取が必要なことは変わりません。女性が主に妊娠、出産する年齢層におけるカルシウム摂取の推奨量は650mgですが、実際の摂取量は20歳代で平均408mg、30歳代では406mgと極端に不足していることがわかります（厚生労働省「令和元年 国民健康・栄養調査報告」）。

牛乳乳製品は、妊娠・授乳期におけるカルシウム摂取の推奨量を手軽に毎日摂れる食品として最適と考えられます。

が豊富で吸収効率も良い牛乳乳製品の摂取が大切です。また、牛乳乳製品に豊富に含まれるたんぱく質やビタミン、ミネラルは、体力や免疫力の維持・強化を助けます。さらに、調理に牛乳を使うと低温でもコクが加わっておいしくなり、減塩にもつながります。

若い女性は便秘になりがちですが、

牛乳やヨーグルトは便秘予防にも有用です。乳糖や乳酸菌には腸内細菌のバランスを保ち、腸のぜん動運動を高める働きがあります。また、牛乳乳製品に多く含まれているビタミンB<sub>2</sub>やビタミンAは肌の健康にも重要です。

## 6 成人中期(30～49歳)

### 成人中期の体の特徴

成人前期に比べて精神的には充実

してきますが、身体的な機能は30歳を過ぎるころから徐々に衰退し始めます。40代では基礎代謝が下がり、体力低下や疲労感などを感じやすくなります。

女性では40代ころから肥満者が増加し始め、40代後半から月経不順などが生じて更年期に入り始めます。男性では30代から40代にかけて肥満者の割合が急増し、高血圧症や脂質異常

Column

32

## 生活習慣病予防における牛乳の働き

成人中期に多く見られる肥満は、糖尿病、高血圧、脂質異常症、胆石症、痛風などの生活習慣病のリスクになります。また、生活習慣病をコントロールしないで放置しておくと、日本人の死亡原因の上位を占める心疾患（心筋梗塞）、脳卒中などの致命的な病気に発展する危険性があります。

牛乳にはさまざまな生活習慣病を予防する働きが認められています。体脂肪率を低下させることによる肥満予防、血清総コレステロール値を上昇させないことによる脂質異常症の

予防、痛風の予防、高血圧の予防、食後の血糖値を上昇させないことによる糖尿病の予防など、多くのデータが示されています。さらに、がんについても、胃がん、大腸がん、乳がんなどの発生が抑制されるというデータも示されています。また、牛乳は女性に多い骨粗鬆症<sup>そししょう</sup>を予防するカルシウムを多く含むだけでなく、栄養バランスのとれた食品です。成人中期の食生活の改善にはぜひ加えたい一品です。



症、メタボリックシンドロームの有病者やその予備軍も増えてきます。

年齢とともに基礎代謝量は低下していきませんが、その自覚はまだ薄い時期です。忙しい生活の中で食生活が乱れやすく、<sup>なかしよく</sup>外食や中食が増えると脂質や食塩の過剰摂取や栄養の偏りが生じやすくなります。子育て中<sup>なかしよく</sup>の場合は、子ども中心の料理になりやすいことから、肉や油脂の摂りすぎになりがちです。こうした栄養バランスの乱れに運動不足やストレス過多が重なると、生活習慣病などを招きやすくなります。

### 成人中期における牛乳乳製品の役割

成人中期は牛乳乳製品の摂取が最も少ない世代ですが、骨量が減り始める前にカルシウム源として牛乳乳製品を十分に摂ることが大切です。特に女性は更年期に向けて骨粗鬆症<sup>そしょう</sup>予防が重要な課題です。牛乳中の含量は高くはないもののビタミンDにはカルシウムの骨への沈着を助ける作用があり、そのほかラクトフェリンなどを含む乳塩基性たんぱく質(Milk

Basic Protein:MBP)も骨の強化に役立つと注目されています。牛乳乳製品を多く摂取する人は摂取量が少ない人に比べて血圧が低く、女性ではBMI値や腹囲、中性脂肪も低く、メタボリックシンドロームの有病率は40%少ないという国内の研究報告もあります。

牛乳乳製品は腸内菌叢を介しての腸内環境改善、免疫機能の強化にも役立ちます。また、牛乳に多いビタミンB<sub>12</sub>は認知症予防や動脈硬化予防にも関与するとして注目されています。

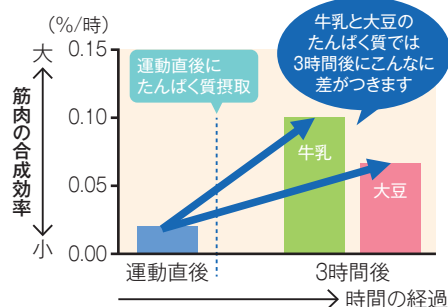
### Column 33

#### 筋肉づくりには、運動後の牛乳が最適！

20～30歳代を過ぎると筋肉が少しずつ減り、体脂肪が増えていきます。筋肉が減ると基礎代謝量が低下しメタボリックシンドロームや糖尿病、心臓病のリスクが高まるため、バランスの良い食事と適度な運動が大切です。

体の中では、たんぱく質のアミノ酸を使って筋肉がつくられます。牛乳のたんぱく質は、大豆や卵などのたんぱく質より、筋肉をつくるスイッチを入れる分岐鎖アミノ酸(BCAA／バリン、ロイシン、イソロイシン)が多く、中でも特に重要なロイシンが豊富です。また、BCAAには筋肉痛や疲労を和らげる働きもあります。筋肉をつけるうえで最も効果的なのは、運動後できるだけ速やかに、たんぱく質を摂ることです。牛乳のたんぱく質は大豆のたんぱく質と比べて消化吸収が速く、体内で筋肉をつくるスピードが上がりやすく、効果もより長く続きます。

運動後のたんぱく質摂取と筋肉の合成効率



出典: Wilkinson SB et al. Am J Clin Nutr, 2007より改変

## 7 成人後期(50～69歳)

### 成人後期の体の特徴

身体的にはまだ十分に活動できる力がありますが、骨量や筋肉量は減りつつあり、すべての臓器に機能の低下が見られるようになります。筋力が衰え、体力も下降してきて身体活動量も減ってきます。消費エネルギー量も低

下し、血中の中性脂肪が増えて内臓脂肪が蓄積しやすくなります。

糖尿病や高血圧、動脈硬化、肝疾患、痛風など生活習慣病が多発する時期で、「糖尿病が強く疑われる人」の割合は60代から急増します。男性の有病率が高く、メタボリックシンドロームが強く疑われる人とその予備軍を合わせると、50～60代男性では5割以上になります。また、男女とも合併症

も含めて複数の疾患を併せ持つ人やがんの罹患率も加齢とともに増えてきます。

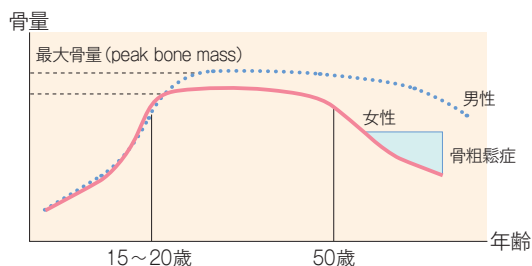
女性は、閉経によるホルモンバランスの変化からコレステロール値の上昇や骨密度の低下が見られ、肥満者も若干増加してきます。不定愁訴<sup>しゅうそ</sup>など更年期特有の症状も現れやすくなり、婦人科がんのリスクも増してきます。

更年期（一般的に閉経前後の各5年間、計10年間）に起こる更年期障害は、卵巣の働きが低下し、ホルモンバランスが崩れることが原因で起こります。思春期以後ずっと体をコントロールしていた女性ホルモンの分泌は、40歳代後半から50歳代の更年期に急激に低下します。女性ホルモンのエストロゲンには、骨からカルシウムが溶出するのを防ぐ働きがありますが、更年期にエストロゲンが激減するため、骨量が減り骨粗鬆症の危険率が高まるわけです。閉経前の骨量を100%とす

ると、50歳代では17.7%減少し、60歳代では25.6%、70歳代では30.4%も減少します。女性は男性に比べてもともと骨量が少ないため、骨粗鬆症になる危険性が高いのです。

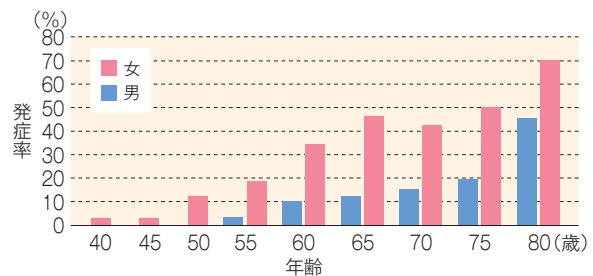
吸収率の高いカルシウムが豊富に含まれている牛乳乳製品の摂取は、若年期の高い骨密度の獲得に寄与し、閉経期においてもその後の骨密度低下を抑制するとの報告があります。更年期の女性にとって牛乳乳製品の摂取は、骨量の減少を抑制することで骨粗鬆症の予防に役立つでしょう。

#### 男女における骨量の経年変化



出典：大衛恵一「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）

#### 年齢別にみた骨粗鬆症の発生頻度



出典：土屋文安『牛乳読本』NHK出版（2001年）

### 成人後期における牛乳乳製品の役割

牛乳乳製品は、骨量減少が進む更年期の女性にとってカルシウム源として欠かせないものです。牛乳に含まれるカルシウムは骨粗鬆症に有用だけでなく、カリウム含量が高いミネラルバランスから高血圧を抑制し、動脈硬化

促進因子を阻害します。

また、血液中のLDLコレステロールや中性脂肪などが増えすぎる脂質異常症が男女ともに多くなる年代ですが、牛乳のコレステロール含有量は100gあたり12mgと多くありません。逆に、牛乳に含まれるホエイ（乳清）たんぱく質やその分解物には、コレステロールの合成を阻害する作用や、コレステロールを多く含む食品を摂取した

ときに吸収を抑制する作用が報告されています。

牛乳に含まれるたんぱく質のカゼインには、免疫を活性化する働きが確認されています。ヨーグルトも免疫力の活性化を助けます。また、牛乳の摂取が大腸がんの発生リスクを軽減するというデータも見られます。

## 8 高齢期（70歳～）

### 高齢期の体の特徴

高齢になると骨格筋重量が減少し、瞬発力や持久力、筋力も低下して転倒しやすくなります。骨密度も低下し、骨粗鬆症になると圧迫骨折や変形性膝関節症などが起こりやすくなります。

そうした筋肉や骨、関節などの運動器の障害によって活動が制限された状態を「ロコモティブシンドローム」（運動器症候群）といいます。また筋力や運動機能の衰えに加え、心身の活力も低下した虚弱状態を「フレイル」（虚弱）と呼んでいます。「ロコモティブシンドローム」や「フレイル」は要介護になるリスクが高い状態であることから、その予

防が現代の超高齢社会における大きな課題となっています。

消化器系では、胃液や消化液の分泌減少により消化能力が低下すると食物からの栄養素利用効率が悪くなります。大腸などの運動機能も低下して便秘を起こしやすくなります。

内分泌系ではさまざまなホルモン分泌などの低下が起こり、味覚や冷温感

覚が鈍くなります。また、口渴の感覚も鈍くなり、細胞内水分の減少などと相まって脱水症状を起こしやすくなります。

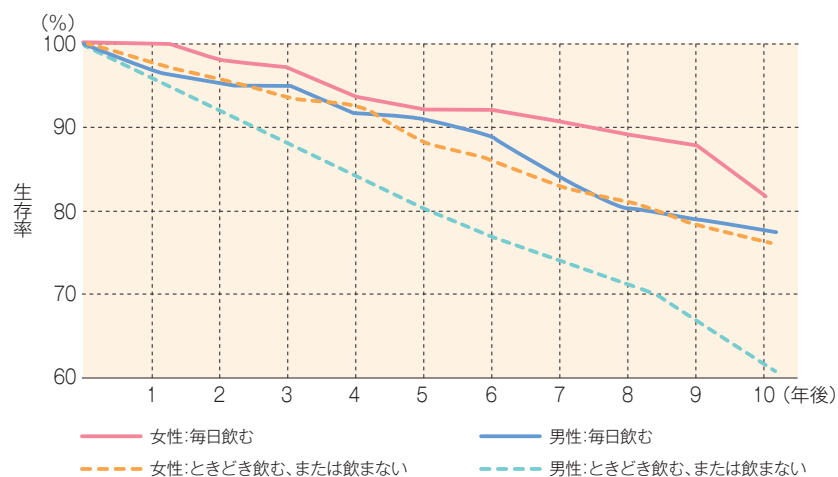
75歳以上の高齢者では身体機能がさらに低下し、咀嚼・嚥下機能や消化能力の低下、体力や気力の低下による食生活管理能力の減退などから、慢性的な低栄養に陥りやすくなります。低栄養はロコモティブシンドロームやフレイルの加速要因ともなるため注意が必要です。

### 高齢期における牛乳乳製品の役割

健康寿命を延ばすためには、良質なたんぱく質やカルシウムの摂取が必要ですが、牛乳乳製品はこれらの手軽で優れた供給源です。

牛乳を摂取することで高齢者の低栄養状態が改善されてQOLが向上し、寿命が延びるというデータも報告されています。東京都老人総合研究所（現・東京都健康長寿医療センター研究所）の疫

図4-2 70歳時の牛乳飲用習慣別10年間の生存率



出典:「小金井市70歳老人の総合健康調査」「老化の社会医学的背景」東京都老人総合研究所(1982~1986年度)

学調査によると、当時、東京都で最も長寿命地域であった小金井市の70歳以上の男性195名、女性225名を対象として10年間追跡調査した結果、牛乳を毎日飲むグループはそうでないグループに比べて生存率が高い傾向にありました【図4-2】。

高齢者ではエネルギー必要量は少なくなりますが、各栄養成分の推奨量、目安量は大きく変わりません。より少ないエネルギー量で効率良く必要な栄

養素を摂取するには、栄養素密度の高い牛乳は最適な食品といえます。また、高齢者では骨粗鬆症が増えてくるため、カルシウムの補給源としても牛乳は有効です。

「II ライフステージと牛乳の役割」の主な参考文献：一般社団法人Jミルク・栄養士向け情報開発研究会『栄養指導のためのライフステージ別 食の課題とアドバイス～牛乳・乳製品を活用して～』女子栄養大学出版社(2014年)

### Column 35

#### 牛乳を摂取していると骨折しにくい？

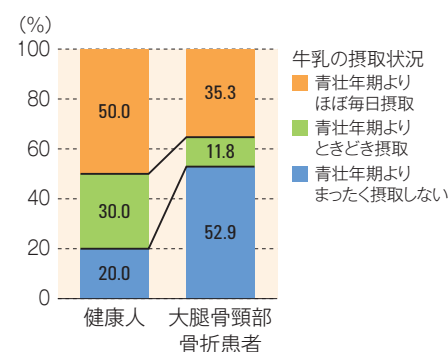
カルシウムの摂取不足は骨折の危険因子であるといわれ、若年者、高齢者を問わず、カルシウムの摂取量が少ないほど骨折率が高いというデータが出ています。

1992年に発表された牛乳摂取と骨折の関係についての調査結果では、骨折患者の約半数が牛乳を飲む習慣がなく、健康な人では半数が毎日飲んでいました。

また、米カリフォルニア大学の14年間にわたる追跡調査でも、50～79歳の男女957名のうちカルシウム摂取量が多い群ほど骨折率が低いという結果が出ています。

一方、小児の骨折に関するニュージーランドの調査では、牛乳嫌いの3～10歳の小児は、骨の発育が悪く、身長も低く、18%が肥満でした。この調査に参加した小児の24%が、過去に骨折の経験がありました。この数字は、同じ年齢集団の平均年間骨折率の3.5倍の高さに達しています。

牛乳摂取頻度と骨の健康状態(女性・60歳以上)



出典:杉浦英志ほか「骨粗鬆症、大腿骨頸部骨折、コレスケルロシスにおける危険因子の検討」『日本整形外科学会雑誌』第66巻第9号、公益社団法人日本整形外科学会(1992年)



## 1 牛乳に備わる健康機能

## 免疫系の調節

免疫系は、体内に侵入してきた病原体やウイルスを、血液中の抗体や白血球が攻撃して分解し、自己防御するためのシステムです。牛乳にはこの免疫系を活性化し、抵抗力をつけて病気になりにくい体をつくるとともに、免疫系の行きすぎを防ぎ、炎症作用やアレルギー症状を抑えて調節する働きが期待できます。

免疫系の機能は、病原菌やウイルスなどの異物を取り込んで分解するマクロファージとリンパ球の連携プレーで成り立っています。リンパ球には異物を認識し、感染した細胞を分解するT細胞と、T細胞が認識した抗原に対して抗体をつくり出すB細胞があります。

牛乳の主要なたんぱく質であるカゼインが消化されて生じるカゼインホスホペプチド(CPP)には、T細胞やB細胞を活性化して抗体の産生を促進する働きがあります。一方、カゼインの構成成分である $\kappa$ -カゼインや、その消化によって遊離するパラ- $\kappa$ -カゼインとカゼイノグリコペプチド(CGP)は、リンパ球の増殖を抑えて抗体の産生を抑制します。このことは、アレルギー反応のような過敏な免疫反応を調節する効果もあることを示しています。

## 感染防御作用

人間の母乳には免疫グロブリン(Ig)やラクトフェリンが含まれ、細菌やウイルス、アレルギーの原因となる異種たんぱく質の侵入を防ぎ、新生児を感染から守る働きがあります。同じように牛の初乳にも免疫グロブリンが多く含まれています。これを生まれたばかりの子牛に飲ませることで免疫力を高め、ウイルス性の下痢症を防ぐことが知られています。また、ラクトフェリンとその分解物(ラクトフェリシン)には、サルモネラ菌や病原性大腸菌の増殖を抑える作用のあることが確認されています。

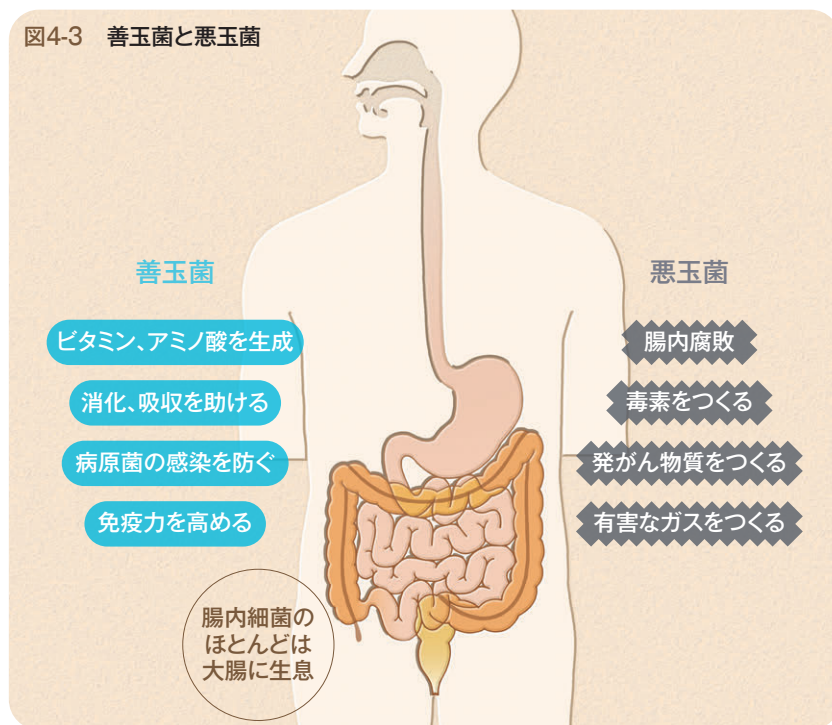
牛乳に期待できるのは、さまざまな生理機能物質です。細菌の細胞膜を分

解して破壊するリゾチーム、細菌の増殖を防ぐ作用があるラクトペルオキシダーゼなどの酵素、病原菌の標的細胞に作用して感染をブロックする $\alpha$ -ラクトアルブミンなどです。乳脂肪の分解により生じる脂肪酸にも感染防御作用があるといわれています。

## 整腸作用

人間の腸管内には1,000種類、100兆個(もっと少ないという説もあります)を超える細菌が生息しているといわれています。腸管内では常に消化吸収を助けて腸内を浄化する善玉菌と、有害物質や病原菌を増殖させる悪玉菌とが拮抗し合っています【図4-3】。最近の研究では、いかにして善玉菌を増やし悪玉菌を抑えるかが、生活習慣病や発

図4-3 善玉菌と悪玉菌



がんなどを防ぐ要因の一つであることがわかってきました。その善玉菌を優勢にするための食品として考えられるのが牛乳乳製品です。

牛乳に含まれる乳糖(ラクトース)は腸管内の善玉菌のえさとなってその増殖を促し、乳酸や酢酸に変換されて腸のぜん動運動を高めて便秘を防ぐとともに、便を軟らかくする働きがあります。さらに、悪玉菌が生産するアンモニアやアミンなどの腐敗物質や発がん物質の増殖を防ぎます。また、牛乳に含まれるたんぱく質のκ-カゼインの分解物質カゼイノグリコペプチド(CGP)には、ビフィズス菌の増殖を促進させる作用もあります。

人間の腸内で善玉菌として多く存在し、有用な働きをするのがビフィズス菌です。ビフィズス菌が多いということは健康のバロメーターにもなるほどです。ビフィズス菌は老化やストレス、食生活の乱れなどで減少するため、いかに自身の腸内のビフィズス菌を増やしていくかが健康維持には大切な要因になります。

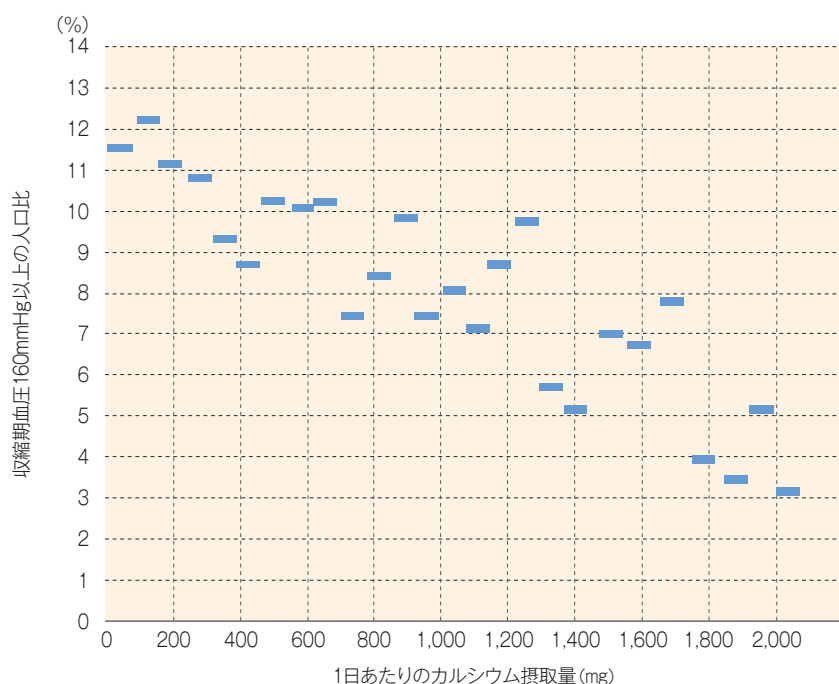
### 高血圧の改善

日本人に多い高血圧症の90%は、原因が特定できない「本態性高血圧」と呼ばれるものです。本態性高血圧は、遺伝的因子を背景に環境的因子が加わって発症しますが、その環境因子で最も大きいのが食事です。

高血圧を招く食事因子といえば、食塩の成分であるナトリウムの過剰摂取がよく知られるところです。血圧が上がるメカニズムはまだ完全に明らかにされていませんが、ナトリウムが血液循環量を増やし、心拍出量を増加させるためという説があります。

ナトリウムの血圧上昇作用を妨げる働きがあるとして注目されているのがカルシウムです。1971～1975年に

図4-4 カルシウムの摂取量と高血圧発症頻度の関係



出典: McCarron DA, Morris CD, et al.: "Blood pressure and nutrient intake in the United States." *Science*, 1984

米国で行われた調査によると、カルシウムの摂取量が多いほど、高血圧の頻度が低いという結果が報告されています。調査では、カルシウム摂取量が1日あたり300mg以下では高血圧例が11～14%であったのに対し、1,200mg以上では3～6%でした【図4-4】。

日本で行われた疫学調査でも、カルシウムの摂取量が少ないと、高血圧や脳卒中の発生が増加すると報告されています。

カルシウムが血圧を下げるメカニズムについては詳しく解明されていませんが、カルシウムがナトリウムの排泄を促進することが要因の一つといわれています。

血圧の調節においては、腎臓から分泌されるたんぱく質分解酵素レニンの作用で、アンジオテンシノーゲンからアンジオテンシンⅠ(ペプチド)が作られます。アンジオテンシンⅠはアンジオテンシンⅠ変換酵素(ACE)の作用により短いペプチドのアンジオテンシンⅡに変換され、副腎皮質からのアルドステロンの分泌を促します。アルドステロンにはナトリウムを体内に留める

働きがあり、強い血圧上昇作用を示します。牛乳のカゼインが消化されてできるペプチドのいくつかの成分にはこの変換酵素の働きを阻害することが確認されており、結果的に血圧の上昇を防ぐと考えられます。

### 睡眠の改善

必須アミノ酸の一つであるL-トリプトファンは、1980年ごろから睡眠改善効果について調べられています。いくつかの研究で、L-トリプトファンを就寝前3g以上投与すると寝つきが良くなることが確かめられています。ただし、L-トリプトファンを3g以上と多量に摂れる食材は存在しないため、就寝前におけるL-トリプトファンを含有する食材の一過性の摂取では睡眠改善効果はありません。しかし、習慣的なL-トリプトファンを含む食材の摂取による睡眠改善効果についてはさまざまな報告があります。

例えば、大学生249名の調査では、朝の時間帯(6～9時)に牛乳を飲む学



生は朝型で、休日の起床時刻が早いという結果が報告されています。また、牛乳を週5回以上飲む学生は熟眠型と中間型のみでしたが、それ以下の頻度の学生では熟眠型が少なく不眠型の学生も見られました。イライラする頻度も、牛乳の摂取頻度の低い学生で多かったことがわかっています。さらに、2～5歳の幼児613名を対象にした調査では、毎日牛乳を摂取する習慣のある幼児は、摂取しない幼児より朝型でした。朝型の子のほうが夜型の子より睡眠の質が良いことが明らかになりました。

これらの研究は、トリプトファンを多く含む牛乳乳製品の時間帯を考慮した習慣的な摂取が、睡眠を質的に改善する可能性を示唆しています。夜の睡眠ではトリプトファンからセロトニンを経て合成される睡眠ホルモンのメラトニンが必要となりますが、それを朝に摂取することによって夜に十分に

供給されるためではないかと考えられます。

### 生活習慣病とは

近年、高齢者が寝たきりや要介護状態になる要因として、「フレイル」(虚弱)や「ロコモティブシンドローム」(運動器症候群・通称ロコモ)という概念が定着しつつあります。

「フレイル」とは、「加齢に伴って筋力や心身の活力が低下した状態」のことで、健康な状態と日常生活でサポートが必要な介護状態の中間を意味します。「ロコモティブシンドローム」とは、「骨や関節、筋肉といった運動器の障害により、歩行や日常生活に支障をきたし、寝たきりや要介護になっていた、要介護になる危険性が高い状態」を指します。

そうしたリスクを高める要因の一つ

となるのが「低栄養」です。高齢者は、加齢による体の変化などにより、少食になったり、食事が偏ったりして、自分でも気がつかないうちに低栄養状態になっていることがあります。また、買い物や料理がおっくうになって食事を抜いたり、自分の好きなものばかり食べたりすることも低栄養の原因になっています。

高齢者における低栄養の特徴の一つとして、たんぱく質および総エネルギー量の摂取不足があげられます。特に、たんぱく質は筋肉や臓器を構成する主成分であり、酵素やホルモン、免疫細胞の原料になるなど高齢者にとっても重要性の高い栄養素です。たんぱく質は、魚や肉、大豆や大豆製品、牛乳乳製品に含まれています。これらを毎日の食事に取り入れることが非常に重要です。

## 1 生活習慣病とは

### 日本は世界一の長寿国

日本人の平均寿命(余命)は戦後の1950年から年々延び続けています【図4-5】。世界保健機関(WHO)の発表(2023年)によると、日本人の男女の平均寿命は84.3歳で、WHO加盟194カ国のうち第1位となっています。

この背景には、戦後、学校給食への牛乳供給をはじめとして、家庭配達制度の普及、店舗展開による飲用機会拡大、料理への乳利用の普及など、60年以上にわたり牛乳が普及してきた役割も非常に大きいと考えられます。

### 生活習慣病と牛乳

長寿の一方、日本では生活習慣病にかかる人が増えており、60歳以上では約6割以上の人が通院を必要とする疾病を抱えています。

生活習慣病とは、不適切な食生活や運動不足、過度の飲酒や喫煙、ストレスなど、生活習慣が深く関わって発症する高血圧、脂質異常症、メタボリッ

図4-5 日本人の平均寿命の推移(1950～2020年)

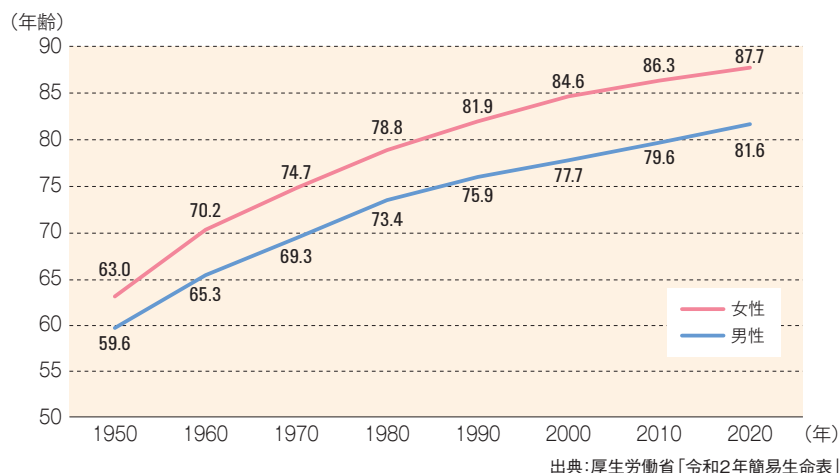
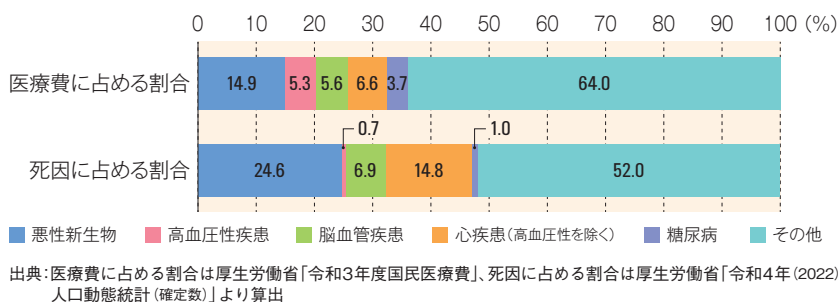


図4-6 生活習慣病の医療費に占める割合と死因に占める割合



クシンドローム、動脈硬化、心筋梗塞、糖尿病、悪性新生物(がん)などの総称です。全死因に占める生活習慣病の割合は約5割に上り、国民医療費の約3割を占めています【図4-6】。

牛乳乳製品は、エネルギー量の低い

割には栄養素密度が高く、生活習慣病改善に役立つと注目されている食品です。ここでは、食生活に牛乳乳製品を上手に取り入れ、どのように生活習慣病を予防・改善していくかについて考えていきます。

## 2 生活習慣病と牛乳

### メタボリックシンドロームと牛乳

メタボリックシンドロームとは、内

臓脂肪蓄積に糖代謝異常、脂質代謝異常、高血圧などの状態がプラスされ、心筋梗塞や脳卒中などの動脈硬化性疾患の発生リスクが非常に高まった状態をいいます。現在、わが国における

該当者またはその予備軍は2,000万人近くと推定され、2008年からは特定健康診査・特定保健指導の制度が始まっています。

海外では、アメリカやイランでの研

究で、乳製品の摂取量が多くなるにしたがってメタボリックシンドロームの発症率が低くなるという報告がすでにあります。日本でも、牛乳乳製品を摂取する人はメタボリックシンドロームになりにくいという調査結果が発表されています。

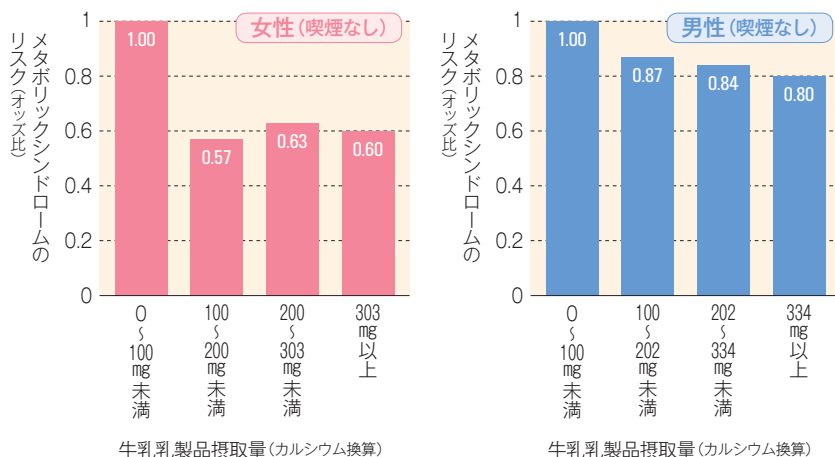
図4-7は日本での研究結果を示しています。牛乳乳製品の摂取量をカルシウム換算し、1日あたりの摂取量とメタボリックシンドロームの有病率を比較したところ、喫煙習慣のない女性では牛乳乳製品の摂取量が増えるに従ってメタボリックシンドロームの危険度(リスク)は有意に低下し、1日あたり100mg未満のグループのリスクを1とすると、1日100～200mg未満のグループのオッズ比は0.57となり、リスクは40%ほど下がるという結果でした。カルシウム100～200mgは牛乳にすると2分の1～1本くらいになります。なお、男性は非喫煙者では有意差はないものの同様の傾向が見られましたが、喫煙者では牛乳乳製品の摂取とメタボリックシンドロームのリスクに関係は見られませんでした(女性の喫煙者は数が少なかったため解析されていません)。

牛乳乳製品がメタボリックシンドロームを抑制するメカニズムとしては、牛乳乳製品の摂取により「利用可能なエネルギーが減少し、消費エネルギーが増加する」という仮説があります。これは、体脂肪が減少するメカニズムといえます。

利用可能なエネルギーの減少とは、例えば牛乳1本を飲むことで満腹感が増し、その後の食事の量が減るというようなことです。また、カルシウムと脂肪酸が消化管の中で結合することにより脂肪の吸収が抑えられると考えられています。

消費エネルギーの増加とは、脂肪細胞での脂肪分解が進む、脂肪合成が抑えられる、食事誘導生熱が高まる、

図4-7 牛乳乳製品摂取量とメタボリックシンドロームの関連



出典: 上西一弘ほか「牛乳・乳製品摂取とメタボリックシンドロームに関する横断的研究」『日本栄養・食糧学会誌』第63巻第4号、日本栄養・食糧学会(2010年)

脂肪が分解される方向へシフトしていく、というようなことです。基礎代謝が高くなるというデータもあります。

また、血圧に関しては、牛乳はカルシウムを多く含む食品であり、カルシウムが血圧を低下させることが以前から知られています。また、牛乳に含まれるカゼインやホエイたんぱく質が消化管で分解される際に生成するペプチドには降圧作用を有するものがあることも知られています。

### 高血圧と牛乳

日本高血圧学会高血圧治療ガイドライン作成委員会「高血圧治療ガイドライン 2019」によると、日本の一般成人における高血圧は収縮期血圧140mmHg以上、または拡張期血圧90mmHg以上(いずれも診察室血圧)と定義されています。高血圧は超高齢社会となった日本で最も有病率の高い疾患であり、患者数は約4,300万人と推定されています。

牛乳乳製品の摂取は血圧を低下させる効果があることは以前から知られており、1997年に公表された試験では牛乳乳製品の摂取は単独ではなく、野菜・果物摂取、減塩、体重管理・運動と組み合わせることにより、効果的に高

血圧の予防・治療が可能であるという結果が出ています。

牛乳は減塩にも有用です。「乳和食」では牛乳をだし代わりに使うことでしょうゆやみその量を控えてもコクやうま味が出て、もの足りなさを感じさせません。具に野菜をたっぷり使えば、牛乳のカリウムに野菜からのそれが加わり、ナトリウムの排泄効果がより高まります。また、牛乳に含まれるカルシウムは、血圧のコントロールに直接役立つので、その補給源としても欠かせません(53ページのColumn17「牛乳の新たな活用方法である『乳和食』を参照)。

### 脂質異常症と牛乳

脂質異常症には、血中のコレステロール値や中性脂肪値が高いなどの症状があり、年齢に関係なく10代の若者でも起こることが明らかになっています。日本人にこれほど脂質異常症が増えたのは、食事の外食化や中食化に伴う脂肪摂取量の増加と栄養のアンバランスなどが原因とされています。

一般に、LDLコレステロール値を上昇させ動脈硬化のリスクを助長させる食品として、牛乳乳製品をあげる場合が多く見られます。しかし、近年の研究

ではそれは必ずしも妥当ではなく、健康人でも脂質異常がある人でも牛乳乳製品摂取の影響は小さいことがわかっています。特に、低脂肪乳やチーズ、はっ酵乳、ホエイなどにはLDLコレステロールの上昇作用は見られず、むしろ低下させることも多いことが明らかになっています。また、牛乳に含まれる共役リノール酸(CLA)には、抗肥満作用、抗炎症作用など多くの利点があります。

## 糖尿病と牛乳

糖尿病は、日本人に多い病気の一つです。厚生労働省が3年ごとに実施している「患者調査」の2020年調査によると、糖尿病の総患者数(継続的な治療を受けていると推測される患者数)は579万1,000人と推定されています。

糖尿病の予防と改善には、血糖値の急激な上昇を防ぎ、低エネルギーで糖の吸収速度の遅い食事をすることが大きなポイントです。近年、血糖値の変化を示す指標「グリセミック・インデックス(GI)」が注目されています。GIは、ぶどう糖摂取後2時間の血糖上昇曲線下面積(IAUC)を100としたときの各食品のIAUCの比率で表します。

GI値の低い食品は、食後血糖値の上昇を抑え、糖尿病の予防・改善につながる食品といえます。牛乳、ヨーグルトのGI値は27、スキムミルクは32です。一般に、GI値が55以下の食品は低GIとされ、牛乳乳製品はかなり低い値を示す低GI食品です。

米飯と食品の組み合わせとGIに関する研究では、米飯のみのGI値100に対して、米飯に牛乳を組み合わせたGI値は、摂取するタイミングで差はあるものの59~68と低い値であったことが報告されています。ヨーグルトやアイスクリームなどの乳製品でもGI値の低下が見られました。このように牛乳

表4-2 米飯と食品の組み合わせによるGI値

|                 | GI値 | 炭水化物(g) | たんぱく質(g) | 脂質(g) | エネルギー(kcal) |
|-----------------|-----|---------|----------|-------|-------------|
| 米飯              | 100 | 50.4    | 3.6      | 0.9   | 224.0       |
| 米飯+牛乳(米飯と一緒に摂取) | 59  | 50.0    | 9.4      | 8.7   | 317.2       |
| 米飯+牛乳(米飯の後に摂取)  | 68  | 50.0    | 9.4      | 8.7   | 317.2       |
| 米飯+牛乳(米飯の前に摂取)  | 67  | 50.0    | 9.4      | 8.7   | 317.2       |
| 米飯+低脂肪牛乳        | 84  | 50.2    | 9.2      | 2.4   | 263.0       |
| バターライス          | 96  | 50.0    | 3.5      | 9.0   | 295.2       |
| 米飯+ヨーグルト        | 72  | 50.2    | 6.4      | 3.8   | 261.3       |
| 米飯+アイスクリーム      | 57  | 49.9    | 5.4      | 16.8  | 371.5       |

出典:Sugiyama M et al.: "Glycemic index of single and mixed meal foods among common Japanese foods with white rice as a reference food." *European Journal of Clinical Nutrition*, 2003より作成

乳製品と組み合わせることでGIが下がるのは、牛乳のたんぱく質や脂質が胃内での消化時間を遅延させ、小腸での糖質の吸収を抑えるとともに、インスリン分泌を促す消化管ホルモンの分泌に作用することで、血糖値の上昇を防ぐように働くためと考えられます。血糖値の上昇を防ぐように働くためと考えられます[表4-2]。

肥満に関する研究で、低GI食は満腹感を延長させ食物摂取量を減少させるという報告が、逆に高GI食は肥満を促進するという報告が出されています。GI値の低い牛乳乳製品は、食後血糖値の上昇を抑え、体脂肪の蓄積を抑制するため、肥満や糖尿病などの生活習慣病の予防・改善につながる優れた食品といえます。

## 骨粗鬆症と牛乳

女性が要介護となる主な原因は、認知症、骨折・転倒、関節疾患、高齢による衰弱、脳血管疾患などです。女性の特徴は骨折・転倒や関節疾患など運動器の障害の割合が多いことで、男性の約3倍に上ります(内閣府「令和4年版高齢社会白書」)。その理由として、女性は閉経後、骨粗鬆症が急増するためと考えられます。骨粗鬆症は、骨の主成分であるカルシウムの不足が最大の原因

ですから、生理的に不足するカルシウムをしっかりと補給することが必要となります。

「骨粗鬆症の予防と治療ガイドライン 2015年版」では、成人に必要なカルシウム摂取量は1日700~800mg以上が理想とされていますが、カルシウムはもともと吸収されにくい栄養素です。特に吸収率が低下する中高年では、吸収しやすい食品を選ぶことが大切です。牛乳は100g中に110mgものカルシウムを含み、さらにカルシウムの吸収を促す乳糖を含みます。また、牛乳のたんぱく質(カゼイン)が分解される過程で生じるカゼインホスホペプチド(CPP)、ラクトフェリンなどの乳塩基性たんぱく質(Milk Basic Protein: MBP)もカルシウムの吸収を助けます。骨の形成に必要とされるたんぱく質やリンなどもバランス良く含まれています。

カルシウムは、ビタミンDやKを含む食品と一緒に摂ると吸収がさらに促進されます。ビタミンDはサケやサンマなどの魚介類に豊富です。魚介類を使ったグラタンやクリーム煮は、カルシウムとビタミンDと一緒に摂れるため効果的な献立です。ビタミンKは納豆や青菜に多く含まれています。これらの食材を使って牛乳をだし代わりにみそ汁や卵焼きをつくれれば、コクのある味わいを楽しむこともできます。



逆に摂りすぎに注意したいのが、リンです。リンはカルシウムに対して体内に過剰にあると、カルシウムの排泄を促してしまいます。リンは、肉や魚、牛乳など動物性食品には必ず含まれています。牛乳はカルシウムとリンがほぼ理想的な比率(1:1)で含まれていますが、肉はカルシウムがわずかしき含まれていませんので、肉食に偏るとリンの過剰摂取になる可能性があります。また、清涼飲料や練り製品にも食品添加物としてリン酸塩の形でリンが多用されていますので、これらの過剰摂取にも注意しましょう。

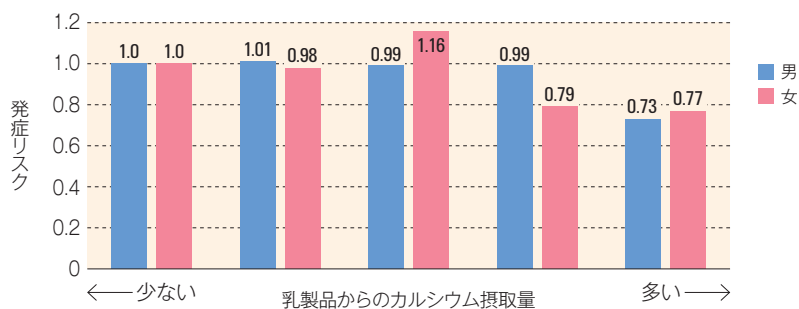
### 動脈硬化、心疾患と牛乳

心疾患(心筋梗塞)は血管の病気で、主に動脈硬化によって発症します。したがって、心疾患にならないためには動脈硬化の進展を予防することが必要です。動脈硬化とは動脈壁が硬く、内腔が狭くなって、血液が十分に流れない状態をいいます。

乳製品を含む食事と動脈硬化、心疾患の関係について、日本や欧米で多くの疫学調査が実施され、「牛乳乳製品は心疾患のリスク要因ではない」と報告されています。

日本人を対象に乳製品摂取と心疾

図4-8 乳製品からのカルシウム摂取と心疾患発症リスク



出典: Umesawa M et al.: "Dietary intake of calcium in relation to mortality from cardiovascular disease: the JACC Study." *Stroke*, 2006

患の関係を調べた研究では、乳製品を摂取する量が最も多いグループで心疾患の発症リスクが低い傾向にありました。この研究では、1988～1990年にかけて約11万人の40～79歳の日本人を対象としてライフスタイルと過去の心疾患、およびがんの既往歴に関するアンケートを行いました。このうち病歴のない5万3,387人について、乳製品摂取と心疾患との関係を調べました。その結果、乳製品を摂らないグループの発症リスクを1.0とすると、乳製品の摂取量が最も多いグループ(乳製品由来のカルシウム量換算で、男性で1日128mg以上、女性で1日144mg以上)では、心疾患の発症リスクは男性0.73倍、女性0.77倍と低くなりました【図4-8】。

### がんと牛乳

牛乳の摂取により、胃がんだけではなく、大腸がん、乳がんの発生率が低下するという疫学調査が報告されています。欧米の5カ国(米国、カナダ、オランダ、スウェーデン、フィンランド)で男女53万人を対象に行われた疫学調査では、「牛乳の摂取量が多いほど大腸がんの発生リスクが低くなる」という結果が出ています(2004年)。

牛の成長ホルモンやインスリン様成長因子(IGF-1)、および性ホルモン(エストロゲン)のような生理活性物質が乳がんの発症に関連しているとの説もありますが、牛成長ホルモンはヒトでは活性がなく、また牛乳由来のIGF-1、エストロゲンは女性が生体内で自らがつくり出す内因性の分泌量と比較するとごく微量です。

また、牛乳の脂肪に含まれる共役リノール酸(CLA:9シス, 11トランス体)には、乳がんの発生を抑制する働きのあることが海外で実施された動物実験で確かめられています。さらに悪性黒色腫、結腸・直腸がん、肝がん、肺がん、前立腺がんに対して、共役リノール酸が抑制効果を示すというデータも報告されています。

ホエイたんぱく質は、シスチン／システインとγ-グルタミルシステインペプチドを含み、これらはグルタチオンの生合成の基質として有用であり、

### Column 36

#### 認知症予防には牛乳乳製品を含む食事が効果的?

超高齢社会の到来に伴い、近年、認知症が大きな社会問題となり、その予防に関心が集まっています。認知症予防には抗酸化物質や魚油に豊富に含まれるDHAの有効性などが報告されていますが、一方で牛乳乳製品の効果も注目されています。

日本における研究では、牛乳乳製品に多く含まれるカルシウムやマグネシウムが認知症に対して予防効果があることが報告されています。また、牛乳乳製品にはビタミンB12が多く、このビタミンはアルツハイマー病の危険因子と報告される血清中のホモシステイン値を低下させる作用があります。さらに、牛乳乳製品に含まれる短鎖脂肪酸、中鎖脂肪酸にも認知機能低下の抑制効果があることが報告されています。



活性酸素種を破壊し、発がん物質の発がん作用を抑えるため、がんの発症予防に関連すると考えられています。

一方、乳製品の摂取が、一部のがんのリスクを増加させるとの報告もあります。日本人を対象とした疫学研究においては、食事全体に占める牛乳乳製品の寄与が少ないため、明確な評価は難しいという考え方もありますが、これらについては今後の評価が必要と考えられます。

### 肝臓病と牛乳

肝臓は、栄養成分を受け取る、エネルギーを生み出す、体に必要な形に再合成して送り出す、体内で不要になった成分を排泄する、有害物質の解毒作用など、まさに肝心かなめの臓器です。

アルコールの飲みすぎなど、生活習慣により肝臓病が起こります。飲みすぎれば誰にでも起こる脂肪肝に始

まり、飲み続けることでアルコール性肝炎に至ります。さらに飲み続けていると肝硬変という最終段階になり、治すのが難しくなります。これらの病気を予防するには、アルコールや炭水化物、特に糖質過多の清涼飲料や菓子類を控え、エネルギーや脂質の過剰摂取を改め、そのうえで良質のたんぱく質、ビタミン類が不足しないようにすることが大切です。

肝臓病の食事療法是「適正なエネルギー摂取のもと、栄養バランスのとれた食事」が基本とされています。慢性肝炎の食事療法の一例では、普通食を基本にした食事を3食規則正しく摂り、その他に1日コップ1杯の牛乳摂取が推奨されています。

慢性肝炎になると、肝臓のたんぱく質不耐症により血清中の芳香族アミノ酸(フェニルアラニン、チロシン、トリプトファン)が増加する一方、筋肉での分岐鎖アミノ酸(BCAA／バリン、ロイシン、イソロイシン)の取り込みや代謝の亢進などにより血清中の分岐鎖アミノ酸が減

少し、さまざまな障害を引き起こします。その予防には、Fisher比(分岐鎖アミノ酸/芳香族アミノ酸)の高いたんぱく質の摂取が有効です。肝臓病の食事療法で、たんぱく質源として肉や魚よりも牛乳が推奨されるのは、牛乳のホエイたんぱく質が食品たんぱく質の中で最もFisher比が高く、より少ない量で必要分をまかなうことができるためです。

肝臓病では鉄分の摂取を極力控えるように指導されます。牛乳の鉄分の含量がとても少ないということは、鉄分の少ないたんぱく質源として極めて有用といえるでしょう。

たんぱく質の栄養価には必須アミノ酸の量、およびバランスが大きく関係しています。牛乳は卵に次いで栄養価の高いたんぱく質を含んでいますが、あくまで栄養バランスを良くして、肝臓に負担をかけない食品の一つとして摂りましょう。



# DATA



## 資料

資料1 「日本人の食事摂取基準（2020年版）」について

資料2 「食生活指針」

資料3 牛乳乳製品に関わる法律・命令

## 資料1 「日本人の食事摂取基準(2020年版)」について

2019年12月に厚生労働省は、2020年度から2024年度までの5年間使用する「日本人の食事摂取基準(2020年版)」を発表しました。

### 設定指標

エネルギーについては1種類、栄養素については5種類の指標を設定した。

#### 1. エネルギーの指標

##### 推定エネルギー必要量

(estimated energy requirement: EER)

エネルギー摂取の過不足の回避を目的とする指標。

- ・エネルギーの摂取量及び消費量のバランス(エネルギー収支バランス)の維持を示す指標としてBMIを用い、成人における観察疫学研究において報告された総死亡率が最も低かったBMIの範囲、日本人のBMIの実態などを総合的に検証し、目標とするBMIの範囲を提示。
- ・エネルギー必要量については、無視できない個人間差が要因として多数存在するため、性・年齢区分・身体活動レベル別に単一の値として示すのは困難であるが、参考資料としてエネルギー必要量の基本的事項や測定方法、推定方法を記述するとともに、併せて推定エネルギー必要量を参考表として提示。

#### 2. 栄養素の指標

3つの目的からなる5つの指標で構成。

##### ①摂取不足の回避

##### 推定平均必要量

(estimated average requirement: EAR)

ある母集団における平均必要量の推定値。ある母集団に属する50%の人が必要量を満たすと推定される1日の摂取量。

##### 推奨量

(recommended dietary allowance: RDA)

ある母集団のほとんど(97~98%)の人において1日の必要量を満たすと推定される1日の摂取量。

##### 目安量

(adequate intake: AI)

十分な科学的根拠が得られず推定平均必要量が算定できない場合に算定される、特定の集団の人々がある一定の栄養状態を維持するのに十分な量。

##### ②過剰摂取による健康障害の回避

##### 耐容上限量

(tolerable upper intake level: UL)

ある母集団に属するほとんどすべての人びとが、健康障害をもたらすリスクがないとみなされる習慣的な摂取量の上限。

##### ③生活習慣病の発症予防

##### 目標量

(tentative dietary goal for preventing life-style related diseases: DG)

生活習慣病の発症予防を目的として、その疾患のリスクや、その代理指標となる生体指標の値が低くなると考えられる栄養状態が達成できる量として算定し、現在の日本人が当面の目標とすべき摂取量。

### 2015年版からの主な改定点

- ・きめ細かな栄養施策を推進する観点から、50歳以上について、より細かな年齢区分による摂取基準を設定。2015年版までは50歳以上を50~69歳と70歳以上の2つに区分していたが、2020年版では低栄養予防やフレイル予防を考慮して、50~64歳、65~74歳、75歳以上の3つに区分し、65歳以上を高齢者とした。
- ・エネルギーの摂取量および消費量のバランスを示す指標として2015年版から採用された体格(BMI: body mass index)について、2020年版ではフレイル予防と生活習慣病予防の両面に配慮して65~74歳、75歳以上の値も示された。
- ・たんぱく質維持必要量が全年齢区分(1歳以上)で男女ともに0.66g/kg体重/日に引き上げられた。また、高齢者のフレイル予防の目的から50歳以上のたんぱく質の目標量の下限値を他の年齢区分よりも高く設定した。
- ・脂質について、若いうちからの生活習慣病予防を推進するため、新たに3歳以上での目標量(上限のみ)が設定された。また、コレステロールは、脂質異常症の重症化予防を目的とした量として、200mg/日未満<sup>\*</sup>に留めることが好ましいとした。
- ・ナトリウム(食塩相当量)について、高血圧・慢性腎臓病(CKD)重症化予防の目的から、成人の目標量を引き下げた(2015年版: 男性8.0g/日、女性7.0g/日 → 2020年版: 男性7.5g/日、女性6.5g/日)
- ・食物繊維について、新たに3歳以上で目標量(下限のみ)が設定された。

<sup>\*</sup>牛乳200mLに含まれるコレステロールは25mg。200mgのコレステロールは、牛乳1.6Lに相当する。

## 資料2 「食生活指針」

### 食事を楽しみましょう。

- 毎日の食事で、健康寿命をのばしましょう。
- おいしい食事を、味わいながらゆっくりよく噛んで食べましょう。
- 家族の団らんや人との交流を大切に、また、食事づくりに参加しましょう。

### 1日の食事のリズムから、健やかな生活リズムを。

- 朝食で、いきいきした1日を始めましょう。
- 夜食や間食はとりすぎないようにしましょう。
- 飲酒はほどほどにしましょう。

### 適度な運動とバランスのよい食事で、適正体重の維持を。

- 普段から体重を量り、食事量に気をつけましょう。
- 普段から意識して身体を動かすようにしましょう。
- 無理な減量はやめましょう。
- 特に若年女性のやせ、高齢者の低栄養にも気をつけましょう。

### 主食、主菜、副菜を基本に、食事のバランスを。

- 多様な食品を組み合わせましょう。
- 調理方法が偏らないようにしましょう。
- 手づくりと外食や加工食品・調理食品を上手に組み合わせましょう。

### ごはんなどの穀類をしっかりと。

- 穀類を毎食とって、糖質からのエネルギー摂取を適正に保ちましょう。
- 日本の気候・風土に適している米などの穀類を利用しましょう。

### 野菜・果物、牛乳・乳製品、豆類、魚なども組み合わせて。

- たっぷり野菜と毎日の果物で、ビタミン、ミネラル、食物繊維をとりましょう。
- 牛乳・乳製品、緑黄色野菜、豆類、小魚などで、カルシウムを十分にとりましょう。

### 食塩は控えめに、脂肪は質と量を考えて。

- 食塩の多い食品や料理を控えめにしましょう。食塩摂取量の目標値は、男性で1日8g未満、女性で7g未満とされています。

ます。

- 動物、植物、魚由来の脂肪をバランスよくとりましょう。
- 栄養成分表示を見て、食品や外食を選ぶ習慣を身につけましょう。

### 日本の食文化や地域の産物を活かし、郷土の味の継承を。

- 「和食」をはじめとした日本の食文化を大切にして、日々の食生活に活かしましょう。
- 地域の産物や旬の素材を使うとともに、行事食を取り入れながら、自然の恵みや四季の変化を楽しみましょう。
- 食材に関する知識や調理技術を身につけましょう。
- 地域や家庭で受け継がれてきた料理や作法を伝えていきましょう。

### 食料資源を大切に、無駄や廃棄の少ない食生活を。

- まだ食べられるのに廃棄されている食品ロスを減らしましょう。
- 調理や保存を上手にして、食べ残しのない適量を心がけましょう。
- 賞味期限や消費期限を考えて利用しましょう。

### 「食」に関する理解を深め、食生活を見直してみましょう。

- 子どものころから、食生活を大切にしましょう。
- 家庭や学校、地域で、食品の安全性を含めた「食」に関する知識や理解を深め、望ましい習慣を身につけましょう。
- 家族や仲間と、食生活を考えたり、話し合ったりしてみましょう。
- 自分たちの健康目標をつくり、よりよい食生活を目指しましょう。

(文部科学省・厚生労働省・農林水産省／平成28年6月一部改正)



牛乳乳製品の衛生的品質、製品規格、表示などは、以下のような法律や命令などによって規制されています。

### 食品衛生法

1947年に初めて制定された「食品衛生法」は、飲食による健康被害の発生を防止するための法律です。食を取り巻く環境の変化や国際化等に対応し、食品の安全を確保するため、2018年に改正が行われました。改正では、大規模または広域におよぶ「食中毒」への対策の強化、HACCP(ハサップ)に沿った衛生管理の制度化などが規定されました。また、輸入食品の安全性確保のため、輸入される食肉のHACCPに基づく衛生管理や、輸入される乳・乳製品および水産食品については、輸出国の政府機関によって発行された証明書(衛生証明書)を添付したものでなければ販売目的で輸入してはならないこととなりました。

### 乳等命令

食品衛生法のもとで定められた、「乳及び乳製品の成分規格等に関する命令」のことで、牛乳や各種乳製品について成分規格、製造方法について、細かく規定しています。1951年に制定された「乳及び乳製品の成分規格等に関する省令」が、2024年3月に同法令の管轄が厚生労働省から消費者庁に移ったのに伴い名称変更されました。命令は現在は全3条からなります。近年の改正では、国際的な整合性を図るため、生水牛乳を乳等命令上の乳として定義し、水牛の乳を使用する乳等に規格基準等が規定・適用されました。また、常温保存可能品や充填後殺菌製品についても規格基準が設定されるなどしています。

### 公正競争規約

特定の分野の事業者または事業者団体が、公正取引委員会および消費者庁長官の認定を受けて、不当な顧客の誘引を防止し、公正な競争を確保するため、景品類または表示に関する事項について、自主的に設定する業界内のルールのことです。牛乳乳製品(飲用乳、はっ酵乳など、アイスクリーム類およびチーズ)に関しても、表示に関する公正競争規約があります。

### 食品安全基本法

2003年5月に制定された食品安全基本法は、「国民の健康の保護が最も重要である」という基本的認識のもとに、「食品供給行程の各段階における適切な措置」「国際的動向および国民の意見に配慮しつつ、必要な措置が科学的知見に基づき講じられることによる国民の健康への悪影響の未然防止」を行うことを定めたものです。この法律では、酪農家も食品製造業者として法の規制対象となりました。

### 食品表示法

食品衛生法、JAS法(旧：農林物資の規格化及び品質表示の適正化に関する法律)および健康増進法の3つの法律で定められていた食品の表示に関する規定を一元化し、事業者にも消費者にもわかりやすい制度を目指して2015年4月に施行されました。従来は表示義務がなく、事業者が任意で行っていた栄養成分表示が義務化され、ナトリウムの表記も食塩相当量に変わりました。また、機能性を表示できる食品は、それまで国の規格基準に適合した栄養機能食品と国が個別に許可した特定保健用食品(トクホ)に限られていましたが、事業者の責任で食品の安全性と機能性に関する科学的根拠に基づき機能性を表示できる第3の制度として、機能性表示食品制度が設けられています。

# Q & A 牛乳がわかる



この章では、牛乳乳製品にまつわる気になるウワサなどを中心に、牛乳に関する30の疑問をQ & A形式でまとめました。これを読んで、牛乳乳製品の気になるウワサをすっきり解決しましょう。

- Q01 牛乳のたんぱく質は、異種たんぱく質だから危険？
- Q02 超高温瞬間殺菌(UHT)で乳脂肪は酸化する？
- Q03 牛乳を殺菌すると酵素が死ぬから体に良くない？
- Q04 牛乳は胃の中で固まるので消化が悪い？
- Q05 牛乳は花粉症やアトピーの原因？
- Q06 牛乳のコレステロールや脂肪は健康に悪影響を及ぼす？
- Q07 乳脂肪中のトランス脂肪酸は有害？
- Q08 牛乳中の共役リノール酸(CLA)とはどのような脂肪酸？
- Q09 牛乳は1日のうち、いつ飲むのが効果的？
- Q10 アスリートにとって牛乳摂取のメリットは？
- Q11 牛乳には便秘を予防する効果がある？
- Q12 牛乳には美肌効果がある？
- Q13 牛乳は貧血や腸内出血と関係がある？
- Q14 牛乳は白内障と関係がある？
- Q15 牛乳中のビタミンB<sub>12</sub>は、乳幼児の脳の発達や高齢者の認知症に影響する？
- Q16 牛乳は潰瘍性大腸炎(UC)やクローン病(CD)の発症と関係がある？
- Q17 牛乳を飲みすぎると骨粗鬆症になる？
- Q18 牛乳は乳がんの原因になる？
- Q19 牛乳乳製品が心筋梗塞を招く？
- Q20 牛乳は1型糖尿病と関係がある？
- Q21 乳幼児の中耳炎に牛乳は関係している？
- Q22 インスリン抵抗性症候群と牛乳との関係は？
- Q23 牛乳カルシウムが血圧を下げる？
- Q24 乳製品からのカルシウム摂取は脳卒中のリスクを低減させる？
- Q25 胃・十二指腸潰瘍の予防には牛乳を積極的に摂取したほうが良い？
- Q26 乳製品は痛風の予防に効果がある？
- Q27 牛乳の摂取は虫歯の予防に効果がある？
- Q28 牛乳の摂取は歯周病の予防に効果がある？
- Q29 牛乳に農薬や抗生物質が残っている心配はない？
- Q30 牛乳が牛海綿状脳症(BSE)に対して安全なのはなぜ？

## Q

## 01

牛乳のたんぱく質は、  
異種たんぱく質だから危険？

## A

**とても安全なたんぱく質で、  
安心して摂取できます。**

異種たんぱく質の対語は同種たんぱく質です。ヒトが食品として摂取するたんぱく質で唯一の同種たんぱく質は、乳児が摂取する母乳中のたんぱく質だけです。

したがって、牛乳中の動物性たんぱく質はヒトにとって異種たんぱく質になります。良質なたんぱく質の一つといわれている大豆などの植物性たんぱく質は、動物性たんぱく質よりもさらに遠い異種のたんぱく質となります。つまり、食品

で摂取するたんぱく質は動物性・植物性を問わず、すべて異種たんぱく質です。同種たんぱく質でなければ食品として危険というならば、母乳以外では共食いでしかたんぱく質を摂取できないことになります。

異種たんぱく質を摂取して消化し、自分の体に必要なたんぱく質につくり変えることが栄養代謝であり、生命活動そのものです。牛乳は、有史以来数千年にわたり世界中で消費されてきた、人間にとって大切で安全なたんぱく質源であり、安心して摂取できるものです。

## Q

## 02

超高温瞬間殺菌(UHT)で  
乳脂肪は酸化する？

## A

**超高温瞬間殺菌で、  
乳脂肪は酸化されません。**

生乳は工場加熱殺菌してから、牛乳として出荷・販売されます。生乳の殺菌方法にはさまざまな種類がありますが、日本では120～150℃の超高温で2～3秒加熱して殺菌する「超高温瞬間殺菌(UHT)」が最も一般的で、日本の牛乳の9割以上がこの方法で殺菌されています。人体に有害とされる一般的な細菌だけでなく、耐熱性のリケッチア菌(人畜共通感染症の一つであるQ熱の原因菌)や細菌の胞子も死滅させること

ができます。

牛乳の殺菌は外気と直接触れない密閉装置の中で行われているため、酸化に必要な酸素が牛乳に溶け込むことは極めて少なく、乳脂肪が酸化される可能性はほとんどありません。実際に、原料である生乳の脂肪と、製品になったパック入り牛乳の脂肪の酸化の程度を測定しましたが、どちらもまったく差がありませんでした(一般財団法人日本食品分析センター 2006年分析結果)。

## Q

## 03

牛乳を殺菌すると  
酵素が死ぬから体に良くない？

## A

**「酵素を摂る」ことに  
栄養学的意味はありません。**

人間の体にとって必要な酵素は、体内でたんぱく質としてアミノ酸から生合成されます。したがって、食物などから摂取する必要はありません。

食べ物に含まれていた酵素は、消化管より分泌される「たんぱく質分解酵素」で分解され、酵素活性を失います。酵素

はたんぱく質なので、牛乳中の酵素も加熱殺菌によっても活性が失われますが、上記の理由からそのことに大きな栄養学的意味はありません。

牛乳には、加水分解酵素や酸化還元酵素など数十種類の酵素が含まれていますが、これらの酵素は微量ですから、私たちの健康に関係することはまずありません。

## Q 04 牛乳は胃の中で固まるので消化が悪い？

### A 牛乳は、とても消化吸收の良い食品です。

牛乳に含まれているたんぱく質の約80%はカゼインです。カゼインは、牛乳中ではカゼインミセルという小さな粒子として分散しています。私たちが牛乳を飲んだとき、胃中ではカゼインミセルが胃酸によって固まり(酸凝固)、ヨーグルトのような状態になります。たんぱく質を分解する消化酵素が自由に入り込めるすき間の多い構造ですから、どんどん分解(消化)されていきます。消化が悪くなるどころか、逆に胃や小腸での滞留時間が延長され、より消化性は高まる

のです。

肉を加熱すると消化が良くなります。加熱により、たんぱく質が変性して消化酵素の作用を受けやすくなるからです。牛乳中のカゼインは、肉のように熱で変性させなくても、そのままの形で消化しやすい構造をしています。食品のたんぱく質の消化率を比較すると、牛肉97.5%、鶏卵97.1%に対し、牛乳は98.8%(中江利孝「牛乳の栄養学的ならびに生理学的効果に関する総合研究」1978年より)。牛乳の消化率は、主要なたんぱく質食品の中でも最も優れています。牛乳は、とても消化の良い食品なのです。

## Q 05 牛乳は花粉症やアトピーの原因？

### A 牛乳が花粉症やアトピーの原因になることはありません。

花粉症はスギやヒノキ、ブタクサなどの植物の花粉に対するアレルギー反応であり、牛乳がその原因になるといったことは全く考えられません。また、アトピーとは花粉症も含めたアレルギーになりやすい体質のことをいいますが、これに牛乳が関係するといった主張も医学的根拠のない非科学的な憶測でしかありません。

ただし、牛乳に限らずすべての食品たんぱく質は一部の人にとってアレルギーを起こすアレルゲンとなる可能性があり、牛乳は比較的その頻度が高いことから、食品に使用した場合は必ず「表示」をしなくてはなりません。食品表示基準で

は、食物アレルギーの重篤度や頻度の高い食品を「特定原材料」(令和5年3月9日改正時点では、かに、くるみ、小麦、そば、卵、乳、落花生の8品目)として表示を義務づけており、乳も含まれています。

なお、アトピー性皮膚炎は皮膚の乾燥や炎症がその原因であり、牛乳をはじめとする食品が直接の引き金になることはありませんが、食物アレルギーを合併した場合、皮膚炎の症状が悪化することがあります(食物アレルギーが関与する乳児アトピー性皮膚炎)。その場合は医師による正しい診断のもと、原因アレルゲンを除去するなど適切な対応が必要ですが、自己判断による除去はすべきではありません。

## Q 06 牛乳のコレステロールや脂肪は健康に悪影響を及ぼす？

### A 重要なエネルギー源であり、健康に悪影響を及ぼすことはありません。

コレステロールはとかく悪者扱いされがちですが、生命を

維持していくために欠かせない成分です。血中コレステロール値は高すぎても低すぎても健康に良くないことが知られています(コレステロールの役割や性質については、41ページ「乳脂肪とコレステロール」を参照)。



牛乳200mLに含まれるコレステロール量はわずか25mgです。また、食パン1枚に塗るバター(約10g)では21mg、プロセスチーズ1切れ(20g)では16mgといずれも気にするほどのコレステロール量ではありません。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いう報告もあります。

一方、牛乳の脂肪は栄養的に重要なエネルギー源であり、毎日摂取することが大切です。乳脂肪には、体内で合成され

ない必須脂肪酸、脂溶性ビタミン(A、D、E)などが含まれています。また、乳脂肪は構成脂肪酸の60～70%は飽和脂肪酸ですが、そのなかには炭素数が8から10( $n=8\sim10$ )の中鎖脂肪酸が含まれることが特徴です。さらに、オレイン酸(C18:1)などの1つの二重結合を持つモノ不飽和脂肪酸の多いことも特徴です(Q07参照)。これら中鎖脂肪酸やモノ不飽和脂肪酸は利用されやすく体に蓄積されにくいことが見出されています。

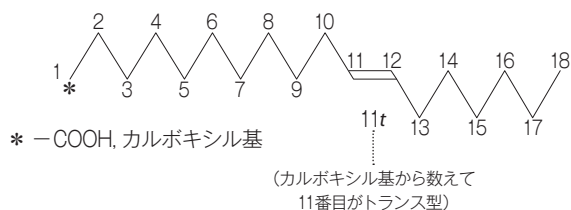
## Q07 乳脂肪中のトランス脂肪酸は有害？

**A** 牛乳に含まれるバクセン酸は、健康に影響しないと報告されています。

常温で液体のあぶら(油)と常温で固体のあぶら(脂)をまとめて油脂といいます。油脂は、脂肪酸とグリセリンという分子からできています。脂肪酸は炭素原子が鎖状につながった分子で、末端にはカルボキシル基があります。また、グリセロールに3個の脂肪酸がエステル結合でつながったものを「トリアシルグリセロール(またはトリグリセリド)」といいます。通常、私たちが食べている油脂の成分の多くは、このトリアシルグリセロールです。油脂は人間の体のエネルギー源になり、また細胞をつくるためにも必要であり、毎日食事から適量を摂取することが大切です。

脂肪酸には、二重結合がない飽和脂肪酸と、二重結合のある不飽和脂肪酸の2種類があります。不飽和脂肪酸は、二重結合のまわりに結合している水素の向きによって「シス型」と「トランス型」の2つに分けられます。天然の不飽和脂肪酸のほとんどはシス型で存在していますが、工業的に部分水素添加油脂(液体の植物油や魚油に水素を添加してつくる固体・半固体の油脂)を製造する過程で一部がトランス型に変化します(エライジン酸)。したがってトランス脂肪酸は、マーガリンやショートニング、クッキーやケーキ、スナック菓子などに多

バクセン酸(C18:1)の構造式



く含まれます。

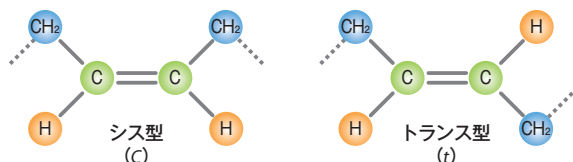
天然のトランス脂肪酸もあります。反芻動物のルーメン(第1胃)内で微生物の働きによってつくられるもので、体脂肪や乳中に含まれています。牛乳に含まれる天然のトランス脂肪酸はバクセン酸といい、牛乳の全脂肪酸中に約5%含まれています。

トランス脂肪酸を摂りすぎると、悪玉といわれるLDLコレステロールが増加し、善玉といわれるHDLコレステロールが減少して健康に悪影響を及ぼします。また、日常的に多く摂取し続けると、冠動脈性心疾患のリスクが高まることが知られています。

世界保健機関(WHO)は、心血管系疾患リスクを低減し、健康を増進するための目標基準として、トランス脂肪酸の摂取を総エネルギー摂取量の1%未満に抑えるよう提示しています。一方、日本人のトランス脂肪酸の摂取量は、平均値で総エネルギー摂取量の約0.3%であることがわかっており、通常の食生活では健康への影響は小さいと考えられています。ただし、偏った食生活をしている場合は平均値を大きく上回る摂取量となり、心疾患リスクが高まる可能性もあるため、栄養バランスの良い食生活を送ることが大切です。

米国では、2018年6月より、トランス脂肪酸が含まれる部

不飽和脂肪酸における二重結合のシス型とトランス型





分水素添加油脂をGRAS(Generally Recognized As Safe:一般的に安全と認められる)の対象から除外し、食品に利用するためには新たに米国食品医薬品局(FDA)の承認が必要とする規制を実施しています。なお、牛乳乳製品に含まれるバクセン酸など、天然のトランス脂肪酸だけを含む油脂はこの規制の対象外です。

また、最新の研究によってエライジン酸など工業的に生成されたトランス脂肪酸が細胞死(アポトーシス)を起こさせる仕組みが明らかになってきましたが、バクセン酸など天然のトランス脂肪酸にそのような仕組みが見られないことも報告されています。

## Q08 牛乳中の共役リノール酸(CLA)とはどのような脂肪酸？

### A がんの抑制など多様な生理作用が報告されている脂肪酸です。

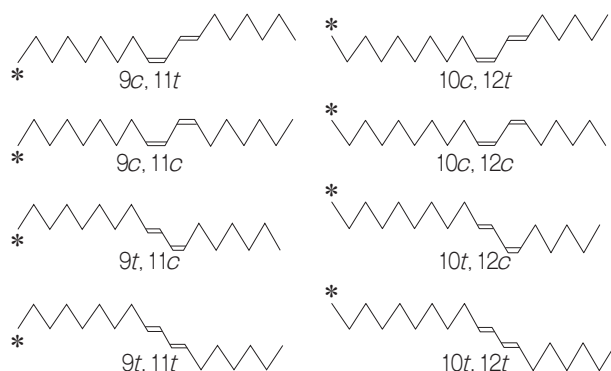
共役リノール酸(CLA)は反芻動物乳から見つかった不飽和脂肪酸で、牛乳中の平均的なCLA含量は全脂肪酸の0.3～0.6%と報告されています。飼料組成、ルーメン(第1胃)の微生物菌叢や季節によっても含量は異なります。

CLAは、リノール酸と同じく炭素数は18で2つの二重結合を持ち(C18:2)、二重結合の位置や幾何異性(シス型とトランス型)が異なる8つの異性体がありますが、二重結合が共役(一重結合を挟んで交互に存在すること)していて、いずれもリノール酸のような必須脂肪酸としての機能は持っていません。CLAには多様な生理作用があり、特にがん抑制作用、脂質代謝、免疫調節作用、骨代謝への影響、2型糖尿病予防作用などが報告されています。

動物実験では、CLAのがん抑制効果が多数示されてきていますが、ヒトではまだ疫学的にも明確な関係は見出されてはいません。また、多くの動物実験からCLAが体脂肪の減少に有効との報告がありますが、ヒトでの研究結果では健康

者、肥満者いずれにおいても有意な体重減少は観察されていません。

#### 共役リノール酸(CLA)の構造式



\* -COOH, カルボキシル基  
c: cis(シス型), t: trans(トランス型)

牛乳中のCLAの大半は9c, 11tで、その他少量の10t, 12cが含まれる

## Q & A

## 牛乳がわかるQ & A

## Q09 牛乳は1日のうち、いつ飲むのが効果的？

### A 牛乳は、目的に応じて好きな時間に飲みましょう。

牛乳はいつ飲んでもかまいません。目的に応じて好きな時間にお飲みください。

ちなみに、毎朝、牛乳を習慣的に飲むことにより睡眠が改善される可能性があります(詳しくは99ページ「睡眠の改善」を参照)。また、睡眠中は成長ホルモンの分泌が活発になるので、

夜に牛乳を飲むと牛乳中のたんぱく質やカルシウムが骨や骨格を形成するのに役立ちます。

筋肉量を増やしたい場合は、運動終了直後に牛乳を摂取するようにしましょう。運動終了直後は体内のたんぱく合成能力が非常に高くなっているため、このタイミングで乳たんぱく質を摂取すると効率的に筋肉量をアップすることができます。

## Q10 アスリートにとって牛乳摂取のメリットは？

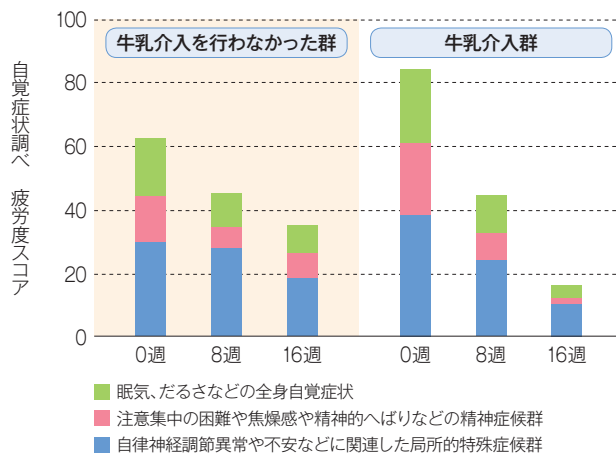
**A** 牛乳に多く含まれる分岐鎖アミノ酸は、筋肉づくりに大切な栄養素です。

スポーツ選手のようなアスリートにとって、筋肉づくりは非常に重要な課題です。筋肉づくりに必要な栄養素として、最近、分岐鎖アミノ酸(BCAA／バリン、ロイシン、イソロイシン)が注目されています。分岐鎖アミノ酸の生理作用には、運動中の筋肉の消耗抑制、運動後の筋疲労の軽減や筋肉量を増やすなどの作用があるといわれています。牛乳のたんぱく質に含まれる分岐鎖アミノ酸の割合は21.4%で、大豆18.5%、豚肉18.3%に比べて高く、アスリートにとって牛乳は有利なたんぱく質補給源といえます。

日本人のアメリカンフットボール選手(平均26.9歳)38名を対象にした調査では、牛乳介入群(栄養指導介入を行い、牛乳を1日500mL、さらに週3回のトレーニング直後に500mL上乗せ摂取した)と、牛乳介入を行わなかった群(牛乳摂取量は平均1日117mL)に分けて比較した結果、牛乳介入群では骨密度、骨量、筋量が増加し、疲労度の減少も観察されました(右図参照)。

最近のアスリートはサプリメントに依存する傾向が見られ、サプリメントの過剰摂取による健康障害を危惧する声も

牛乳介入によるトレーニング後における自覚疲労度の推移



出典:牛乳・乳製品健康づくり委員会 社団法人全国牛乳普及協会「平成13年度牛乳栄養学術研究会委託研究報告書」(2002年)

あります。一方、牛乳は、良質なたんぱく質と豊富なカルシウムを安心して補給できる食品といえます。また、牛乳乳製品の摂取は、高齢者のサルコペニア(筋肉減少症)やフレイル(虚弱)予防にも有効です。

## Q11 牛乳には便秘を予防する効果がある？

**A** 牛乳に含まれる乳糖は便秘の改善に寄与しています。

ヒトの腸内には1,000種類、100兆個(もっと少ないという説もあります)を超える細菌が生息しています。これらの細菌は腸内で相互に関係して、腸内フローラという生態系を形成しています。腸内細菌には消化・吸収を助けて腸内環境をきれいにする善玉菌と、腐敗物質をつくり体に害を及ぼす悪玉菌、および両者の間に位置する中間的な菌(日和見菌)の3種類があり、お互いに拮抗合っています。

牛乳に含まれる乳糖は小腸で完全に消化されず、一部は未消化のまま大腸に到達して、そこで腸内細菌による発酵を受け、酪酸などの有機酸を生じます。酪酸は大腸壁細胞の栄養源となり、また腸内のpHを酸性側に傾かせて、いわゆる善

玉菌優位の腸内環境をつくります。これらの有機酸は、回腸や大腸を刺激し腸のぜん動運動を高め、便秘の改善に寄与しています。また、乳糖により腸内の浸透圧が高まると、これを平衡化するために体内から腸内に水分が移行するため、腸内の内容物が軟らかくなってスムーズな排便が促されます。

最近の研究によると、悪玉菌を抑えて善玉菌を増やすことは、便秘の解消・整腸作用だけでなく、腸の老化を遅らせ、さまざまな腸管由来の感染症やがんなどの病気の予防につながる事が明らかにされています。

牛乳には、乳糖以外にも、善玉菌の代表であるビフィズス菌の増殖を助ける成分として微量のミルクオリゴ糖やカゼインの消化物も含まれていますので、摂取は腸内健康の維持にとっても有効です。

## Q12 牛乳には美肌効果がある？

### A 牛乳に含まれる栄養素には美肌効果が認められています。

牛乳に含まれているいろいろな栄養素には、女性にとって気になる美肌効果が認められています。

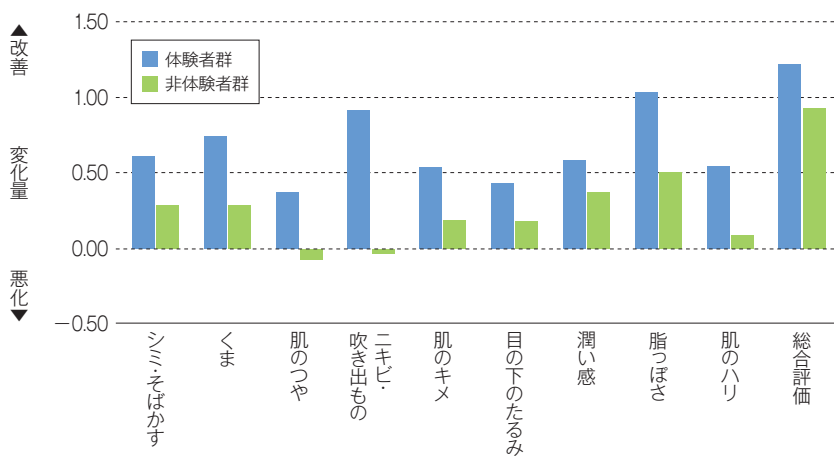
2004年、日本酪農乳業協会では20代の女性を対象に牛乳乳製品と美肌の関連性について調査を行いました。

調査では、4週にわたり牛乳、ヨーグルト、チーズのいずれかを1日3回摂取する体験者群(20名)と非体験者群(10名)に分けて、スタート前と4週目に肌の状態を自己評価してもらいました。その結果、体験者群は非体験者群に比べて皮膚の潤いが改善され、保湿力が高まり、脂っぽさが減少したと報告されています。

牛乳中に含まれるビタミンAは皮膚や粘膜などの表皮細胞を正常に保つ作用があり、ビタミンB<sub>2</sub>はたんぱく質や脂質、糖質の代謝に関係し、健康な皮膚や毛髪、爪をつくります。ニキビや吹き出もの、皮膚炎の防止に

も役立ちます。また、カルシウム不足はストレス感受性を高めるとされ、カルシウムの摂取はストレスからくる肌荒れの予防効果が期待されます。さらに乳糖は腸内の善玉菌の栄養源となって善玉菌を増やし、悪玉菌を減らして腸内細菌のバランスを改善する働きがあります。その結果、便秘による肌荒れも防ぐことができます。

牛乳・ヨーグルト・チーズの摂取後4週目の肌の自己評価(スタート前との比較)



出典: 社団法人日本酪農乳業協会「牛乳・乳製品の摂取と肌に関する調査」株式会社エフシージー総合研究所 美容科学研究室調べ(2004年)

Q & A

牛乳がわかる Q & A

## Q13 牛乳は貧血や腸内出血と関係がある？

### A 牛乳だけで必要鉄分を摂取することは不可能です。

1981年、「牛乳貧血」という症例が日本で初めて報告されました。牛乳の多量摂取(症例では幼児期に牛乳を1日600mL以上3カ月以上にわたって摂取)によって他の離乳食の摂取量が少なくなり、結果として鉄欠乏状態になった特殊例でした。この症例では、摂取した多量の牛乳たんぱく質が胃腸管粘膜に悪影響を与え、鉄欠乏性の貧血がもたらされたのではないかと考えられています。

牛乳コップ1杯(200mL)に鉄分は0.04mgしか含まれません。一方、日本人の鉄分摂取の推奨量は、1～2歳児で1日あ

たり男性・女性ともに4.5mg、成人男性で1日あたり7.0～7.5mgです。したがって、「牛乳だけの食生活では鉄分は不足する」ことは明らかで、幼児期の牛乳だけに頼った食生活は鉄欠乏のリスクを高め極めて危険です。離乳後の幼児には、鉄分を十分に含む食事によるバランスの良い栄養摂取が大切です。

近年、鉄欠乏性貧血は世界的にも深刻な問題となっています。「貧血」と診断されるに至る前の鉄不足、鉄欠乏の状態が持続するだけで、いろいろな神経機能に異常が生じます。この状態は早期に鉄が補給できれば回復も可能ですが、鉄不足が幼児期の早い時期であるほど、また不足の状態が持

続するほど、鉄補給による機能回復は認められなくなり、予後が悪くなります。乳幼児期に消化機能や免疫機能が未発達な状態で毎日大量の牛乳を摂取していれば、アレルギーによる腸管出血を起こす可能性も否定できません。こうなれば

鉄分不足どころか鉄分の喪失を伴い、極めて危険な事態となるため、食事の偏りや栄養バランスの乱れに注意が必要です。

## Q14 牛乳は白内障と関係がある？

**A 極めてまれな先天性疾患以外、牛乳の摂取と白内障の関係は認められません。**

極めてまれな先天性疾患の「ガラクトース血症」の患者以外は、牛乳摂取によって白内障になるというデータはありません。

白内障は眼の水晶体が濁り視力が低下する病気で、高齢者に多く発症します。65歳では60%が白内障の症状を呈するといわれています。白内障の最大の要因は老化(加齢)で、それ以外に疾病、紫外線(活性酸素生成)、薬物、外傷、先天性代謝異常なども影響します。

このうち牛乳の摂取と関係があると考えられるのが、ガラクトース血症という先天性代謝異常で、極めてまれな遺伝性疾患です。牛乳中の乳糖が、小腸でラクターゼという酵素によってぶどう糖(グルコース)とガラクトースという単糖に分解されますが、このガラクトースの代謝に関連する酵素が欠損している場合、血中のガラクトース濃度が高まります。これをガラクトース血症といいます。発症頻度は国により異なりますが、およそ5万人に1人くらいの発症率となっています。

ガラクトース血症では、ガラクトースが眼球の水晶体でアルドースレダクターゼという酵素によりガラクトールにな

り、これが結晶となって析出する結果、水晶体が白濁し白内障になると考えられています。

ガラクトース血症は劣性遺伝するもので、症状には軽いものから重いものまでありますが、通常は家族歴で出産前に予測するか、新生児で発見され、母乳や乳児用調製乳を避け、乳糖あるいはガラクトースを含まないミルクを与えることで、正常な発育が可能になっています。1977年度から新生児マススクリーニングが実施されていますが、ガラクトース血症患者の発生数、発生率には一定の経年的な傾向は認められていません。

動物実験でラットにヨーグルトを摂取させたところ、白内障が発生したという報告があります。ヨーグルト製造に使用されている乳酸菌は、菌体内でラクトースを分解した際に生じるガラクトースを利用できない菌が多く、菌体外にガラクトースが排出されることから、ヨーグルトには遊離のガラクトースが含まれています。しかし、この実験におけるラットのヨーグルト摂取量は、体重60kgのヒトに換算すると1日21.6～24kgと非常に極端な摂取条件の実験で、現実離れた摂取量のために起こったと考えられます。したがって、通常の食生活における摂取量で白内障が起こることはまずないでしょう。

## Q15 牛乳中のビタミンB<sub>12</sub>は、乳幼児の脳の発達や高齢者の認知症に影響する？

**A ビタミンB<sub>12</sub>不足は脳の発達や老人性の認知症に関与すると報告されています。**

ビタミンB<sub>12</sub>は、牛乳乳製品、肉、魚、卵などの動物性食品からしか摂取できないビタミンです。「赤いビタミン」といわれ、赤血球の合成を促進するビタミンとして知られていまし

たが、最近、脳の発達だけではなく、アルツハイマー症候群など老人性の認知症の発症にも関わっているとの報告もあり、注目されています。

海外で実施されたビタミンB<sub>12</sub>欠乏児(菜食主義の母親に育てられた小児を含む)に関する調査では、身体および脳の発育不全、貧血、過敏症、食欲不振などの症状が報告されていま



す。6歳までの成長過程でビタミンB<sub>12</sub>が欠乏していると、その後ビタミンB<sub>12</sub>を摂取していても、欠乏によって生じた障害は改善されませんでした。

ビタミンB<sub>12</sub>の摂取量が少ない人たちは、推理力、抽象的思考力および学習能力を測定する知能テストで有意に低いスコアを示したという報告も出ています。しかし、通常の食事状態では欠乏症になることは極めてまれです。

ビタミンB<sub>12</sub>欠乏は60歳を超えると増加し、アルツハイマー症候群ではしばしばビタミンB<sub>12</sub>の欠乏が認められています。しかし、ビタミンB<sub>12</sub>の欠乏を伴う認知症では、ビタミンB<sub>12</sub>を投与しても症状は改善されないという結果が出ています。日ごろから牛乳乳製品などでビタミンB<sub>12</sub>を摂取し、日常的にこのビタミンが欠乏しないことが大切です。

## Q16 牛乳は潰瘍性大腸炎(UC)やクローン病(CD)の発症と関係がある？

### A 牛乳が両疾患の発症に直接的に関わっているとは認められていません。

潰瘍性大腸炎(UC)、クローン病(CD)は若年者に多く発症している難病で、厚生労働省では特定疾患に指定しています。両疾患は異なる病気ですが、共通点も多く炎症性腸疾患(IBD)と呼ばれています。

潰瘍性大腸炎の患者数は、2021年度は13万8079人(特定疾患医療受給者証所持者数)と報告されており、2014年度の17万781人(同)をピークにやや減少しているものの、依然として高い傾向にあります。クローン病の患者数は1976年には128件でしたが、その後増加し続け、2021年度の患者数(特定疾患医療受給者証所持者数)は4万8320人となっています。

厚生労働省は、潰瘍性大腸炎およびクローン病と食事と

の相関について報告しています。肉類や脂肪、砂糖、菓子などの過剰摂取および野菜、果物、食物繊維の摂取不足による西洋食を主とした偏った食事は、腸内の善玉菌の減少を招き、腸粘膜の炎症を誘起し、腸内有害細菌の大腸粘膜進入を容易にします。細菌の粘膜進入があると免疫反応が生じ、その結果、炎症反応を起こし、炎症性の腸管疾患が発症すると考えられます。両疾患の糞便細菌叢において、*Bifidobacterium*、*Lactobacillus*をはじめとする偏性および通性嫌気性菌の減少、さらに好気性菌の増加が示されています。

潰瘍性大腸炎とクローン病は、若年者の肉類に偏った食生活に起因する生活習慣病とも考えられます。牛乳が両疾患の発症に直接的に関わっているとは認められていません。偏った食生活を改め、バランスのとれた食生活を送ることが最も大切です。

## Q17 牛乳を飲みすぎると骨粗鬆症になる？

### A 日本人を対象にした研究では、牛乳を多く飲むほど骨粗鬆症になりにくいことが報告されています。

骨粗鬆症とは、骨の代謝のバランスが崩れ、骨形成よりも骨破壊が上回る状態が続いて骨がもろく折れやすくなる病気です。原因として、閉経後の女性に見られるホルモンバランスの変化や、骨を形成するカルシウムなどの栄養不足があげられるほか、適度な運動によって骨に一定上の負荷をかけないと骨形成におけるカルシウムの利用効率が悪くなることから、運動不足も骨粗鬆症の要因になります。

骨に最も重要な栄養素であるカルシウムについていえば、牛乳中のカルシウムの吸収率は他の食品に比べて優れており(カルシウム吸収率は牛乳約40%、小魚約33%、野菜約19%)、世界保健機関(WHO)も「カルシウムの最良の補給源は牛乳乳製品である」とその摂取を推奨しています。その他、骨形成に重要なカルシウム以外の栄養素として、ビタミンDがあげられます。ビタミンDはカルシウムの吸収に必要な脂溶性のビタミンですが、食事から摂取する以外にも日照(紫外線)によって体内で合成されるため、屋内で過ごす時間が長く日焼けを嫌う現代人では不足しがちな栄養素でもあり



ます。

近年、日照の少ない北欧などの研究で、牛乳の摂取量が多いほど骨折リスクが高まるというデータが複数報告されており、そのことで「牛乳を飲みすぎると骨粗鬆症になるのでは？」と考える人もいます。しかしながら、これらの研究では必ずしもビタミンDについて十分には検討されておらず、牛乳の摂取量だけが直接骨折のリスクに関係してい

るかどうかは大いに議論の余地があります。逆に骨粗鬆症<sup>そしょう</sup>の予防に対する牛乳摂取の意義を示した報告は多数あり、我が国の高齢女性を15年追跡調査した最近のコホート研究の結果では、牛乳の摂取量が1日200mL未満の人に比べて、1日200mLで29%、1日400mL以上で43%、それぞれ骨粗鬆症<sup>そしょう</sup>による骨折のリスクが低くなることが報告されています。

## Q18 牛乳は乳がんの原因になる？

### A 牛乳が乳がんの原因になる可能性は低いと考えられています。

牛乳に微量含まれる成長ホルモンやエストロゲン(女性ホルモン)、インスリン様成長因子(IGF)などが乳がんの発症に関連しているという説があります。

成長因子などの生理活性物質は、ヒトや多くの動物が体内で生合成する分子であり、乳に限らず生物の組織や体液(血液など)中に広く存在します。フランス食品環境労働衛生安全庁(ANSES)の報告によると、IGF-1の血中濃度と、特定によく見られるがん(前立腺がん、乳がん、結腸直腸がん)の罹患率には相関性があるようです。

しかし、牛乳中のIGF-1は血中IGF-1濃度に影響を及ぼすのでしょうか。ANSESの調査報告によれば、生乳から

牛乳乳製品を製造する過程で行われる殺菌処理でIGF-1は減少し、超高温瞬間殺菌(UHT)後にはほぼ検出されないレベルです。また、IGF-1は消化吸収される各段階で分解され、時間経過とともに減少するため、仮に微量が血中に入ったとしても、その量は体内で合成されて血中を循環するIGF-1量よりもずっと少ないと考えられます。つまりANSESは、「乳由来のIGF-1のがん増殖リスクへの寄与度は、仮にそれが存在しても、低いと考えられる」と結論づけています。

エストロゲンに関しても、IGF-1と同様に体内で消化吸収される段階で分解され、不活化されます。仮に牛乳中に含まれている微量のエストロゲンを摂取したとしても、がんのリスクは高まらないでしょう。

## Q19 牛乳乳製品が心筋梗塞を招く？

### A 牛乳乳製品が心筋梗塞を招くことを示した報告はありません。

文部科学省「大規模コホート研究(JACC Study)」では、40～79歳の日本人男女約11万人を対象とした調査で、カルシウムを乳や乳製品から多く摂っているグループは心筋梗塞や脳卒中による死亡リスクが低いことが示されています。カルシウムには腎臓からのナトリウム排泄を促す作用があります。塩分摂取量の多い日本人において、カルシウム摂取によるナトリウム排泄促進が血圧低下に作用し、脳卒中や心疾患を予防する方向に作用したと考えられています。

心疾患(心筋梗塞)は血管の病気で、主に動脈硬化によって

発症します。したがって、心疾患にならないためには動脈硬化を予防することが必要です。動脈硬化は動物性脂肪やアルコールの摂りすぎ、運動不足、肥満などによって進行します。また、カルシウム不足も動脈硬化を進める要因の一つです。体に必要なカルシウムが不足すると、骨から血液中にカルシウムが溶け出します。すると血液中のカルシウムが増えすぎて、余った分が血管壁に沈着します。これが石灰化して血管を硬くし、動脈硬化を促進します。したがって、カルシウム不足にならないことは動脈硬化を防ぐうえでとても大切なのです。

牛乳のカルシウム吸収率は約40%と高く、小魚(約33%)

や野菜(約19%)よりも格段に優れています。多くの日本人は日常的にカルシウム不足だと考えられているので、牛乳は身

近に簡単に摂取できるカルシウムの補給源として最適な食品といえるでしょう。

## Q20 牛乳は1型糖尿病と関係がある？

### A 牛乳が1型糖尿病の直接的原因とは認められていません。

糖尿病には1型(インスリン依存性)糖尿病と2型(インスリン非依存性)糖尿病があります。1型は膵臓にある膵島のβ細胞が何らかの原因で損傷され、その結果インスリンの分泌が低下あるいは分泌されないために発症し、一方2型は肥満などが原因で耐糖能が低下して発症します。

β細胞が破壊される原因として、ウイルス感染や自己免疫反応など諸説があります。自己免疫では、遺伝的素因のある人が食物たんぱく質に対して産生した抗体によって自身の組織を傷つけているという考えがあり、特に牛乳たんぱく質は人工栄養で生後初期に用いられることから原因視され、1型糖尿病の小児で牛乳たんぱく質に対する抗体価が高いという報告もあります。しかし、このことが1型糖尿病の原因なのか、単に相関があるだけなのかは、さらなる研究が必要です。

日本における小児の1型糖尿病の発症頻度は、人口10万人あたり2.5人で、この値は欧米白人の約10分の1から30分の1です。この差異の原因は、日本人では1型糖尿病発症についての感受性を高める遺伝子を持っていないからです。

一方、日本人でも小児患者では、牛血清アルブミン、β-ラクトグロブリン、卵アルブミンに対するIgA、IgG抗体価が有意に上昇していた報告があります。しかし、この報告は平均

14.5歳であること、特定たんぱく質についてのみ検討していることから、乳児期の栄養法との関係、他の食物たんぱく質についてのさらなる検討が必要でしょう。

牛乳は育児用調製乳(育児用ミルク)の主成分であり、人工栄養児では生後早期に与えられるため、上記のように牛乳たんぱく質が問題とされることがあります。わが国の母乳栄養の比率は、1950年代後半で60%、その後低下して30%以下になり、1975年以降は母乳栄養が見直され再び増加してきました。2015年度に厚生労働省が実施した「乳幼児栄養調査」では、母乳栄養の割合は生後1カ月では51.3%、生後3カ月で54.7%となっています。こうした母乳栄養の増減に伴い、育児用調製乳の使用量もまた増減してきました。

1型糖尿病の発症頻度は母乳栄養とは関係がないという報告もあります。母乳栄養が減少しても1型糖尿病の頻度が上昇しなかった例があるからです。しかし、牛乳たんぱく質がまったく関与しないとはいえないので、白人でのデータに注意し、日本人でも1型糖尿病が増加しないように対応する必要があるでしょう。

少なくともわが国では牛乳が1型糖尿病の直接的原因とは認められていませんが、現時点では仮説ながら牛乳のβ-カゼインの遺伝子多型がヒトの1型糖尿病の発症に関連するとの報告もあり、今後研究を進める必要があります。

## Q & A

## 牛乳がわかるQ & A

## Q21 乳幼児の中耳炎に牛乳は関係している？

### A 牛乳と中耳炎の発症には直接的な関係はありません。

中耳炎は乳幼児に多く見られる一般的な病気です。海外のデータでは、2歳未満では80%がかかり、また3分の2の子どもは3歳までに少なくとも1回はかかるといわれています。

乳幼児の中耳炎の発症には、上部呼吸器感染、耳管の機能不全、外的な要因として家族による喫煙など、さまざまな要因が関与していますが、牛乳と中耳炎の発症には直接的な関係はありません。

一つの要因として、授乳する際の乳児の姿勢が考えられています。中耳炎は、鼓膜の奥(中耳腔)に細菌が入り込み炎

症を起こす病気です。海外では1〜2歳時における中耳炎の平均罹患期間は、12カ月齢まで母乳栄養であった子どものほうが、人工栄養であった子どもに比べて短かったと報告されています。その原因として、母乳中には母親から移行した免疫抗体が含まれていること、母乳を与えときの乳児の姿勢の2つが考えられます。

母乳は乳児を立てた姿勢で抱いて飲ませますが、哺乳瓶の場合、多くは乳児を上向きに抱いて与えます。上向きの姿

勢では、乳が中耳の中に逆流する可能性があります。

乳幼児は成人に比べて耳管が太く、短く、中耳への傾斜も水平に近いために、逆流しやすくなっています。その結果、局所的な炎症を起こし、中耳炎を発症するものと考えられます。人工栄養における中耳炎の発症を防ぐためには、ミルクは母乳を飲ませるときと同様に、乳児を立てた姿勢で与えることが望ましいと考えられます。

## Q22 インスリン抵抗性症候群と牛乳との関係は？

### A 牛乳乳製品はインスリン抵抗性を改善するという報告があります。

膵臓から分泌されるインスリンは筋肉や脂肪細胞などに働きかけ、細胞内に糖を取り込ませることで血液中のぶどう糖濃度(血糖値)を低下させます。しかし、インスリンの働きが悪くなるとスムーズに糖を細胞内に取り込めなくなり、血糖値が下がらない現象が起こります。この状態を「インスリン抵抗性症候群」といいます。

インスリン抵抗性症候群を放置しておくと糖尿病を発症するだけでなく、高血圧や脂質異常症とも深く関与するといわれています。肥満やインスリン抵抗性症候群と関連して糖尿病、高血圧、脂質異常症を合併して発症する状態を「メタボリックシンドローム」と呼び、心筋梗塞や脳梗塞のハイリスク群と考えられています。

牛乳乳製品の摂取頻度とインスリン抵抗性症候群の関係について、アメリカで18〜30歳の若年成人3,157人を対象に行われた調査では、牛乳乳製品の摂取によってインスリン抵抗性が改善されるという報告が出されています。肥満(BMI値が25以上)症例では、乳製品を1日5回以上摂取するグループは、1日1.4回以下しか摂取しないグループに比べて、インスリン抵抗性症候群の発症率が71%も低くなりました。

さらに、1日の牛乳乳製品の消費回数が1回増えるごとに、インスリン抵抗性症候群の発症率は21%低下しました。このメカニズムについてはいまだ完全には解明されていませんが、牛乳乳製品を積極的に摂取すると、インスリン抵抗性症候群になりにくく、糖尿病の発症を予防することが期待できます。アメリカ食品医薬品局(FDA)はヨーグルトの2型糖尿病リスク軽減効果表示も認めています。

## Q23 牛乳カルシウムが血圧を下げる？

### A カルシウム摂取量が少ないと高血圧の発症が増加するという報告があります。

古くから飲料水の硬度(ミネラルの含有量)と心血管合併症の死亡率との間に密接な関係があることが報告されてきました。また、国内外の疫学調査によると、カルシウム含量の低い、すなわち硬度の低い軟水を飲んでいる地域では、高血圧の人が多いという報告も出ています。

米国の調査では、高血圧例はカルシウム摂取量が1日あた

り300mg以下では11〜14%、1,200mg以上では3〜6%でした。このことから、飲料水からのカルシウムの摂取量が高血圧の発症に深く関与していることが示唆されました。

日本でも、東北地方で実施された疫学調査で、飲料水などからのカルシウムの摂取量が少ないと、高血圧や脳卒中の発症が増加するというデータが報告されています。これらの調査から、1日のカルシウム摂取量が400〜500mgより少ない場合には、高血圧の発症頻度が上昇する可能性が高いと指摘されています。

## Q24 乳製品からのカルシウム摂取は脳卒中のリスクを低減させる？

### A 乳製品からのカルシウム摂取は、脳卒中の発症リスクを低下させます。

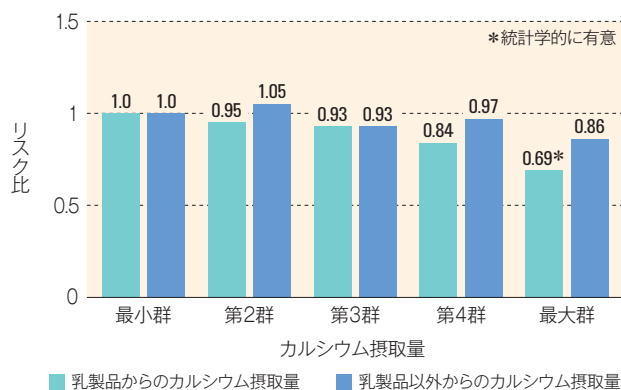
厚生労働省「多目的コホート研究(JPHC Study)」によると、乳製品からのカルシウム摂取量が多いと、脳卒中や脳梗塞などの発症リスクが低下することがわかりました。

この研究では、岩手県、秋田県、長野県、沖縄県の40～59歳の男女で、循環器病、がん罹患していなかった約4万人について、食事や生活習慣についての調査を行いました。そこから総カルシウム摂取量、牛乳乳製品からのカルシウム摂取量、大豆製品や野菜などの乳製品以外からのカルシウム摂取量を算出し、約13年間の追跡期間中に発症した脳卒中、虚血性心疾患との関連について報告しています。

それによると、追跡調査中に脳卒中を発症したのは1,321人(うち脳梗塞664人、脳出血425人)、また虚血性心疾患は322人でした。総カルシウム摂取量によって5つのグループに分け、脳卒中、虚血性心疾患の発症リスクとの関連を調べた結果、総カルシウム摂取量の最も多いグループ(中央値1日753mg)では、最も少ないグループ(同1日233mg)に比べて脳卒中の発症リスクが0.70倍と低いことがわかりました。

次に、乳製品からのカルシウム摂取量も同様に調べた結果、最も多いグループ(同1日116mg)では最も少ないグループ(ほとんどゼロ)に比べて、脳卒中の発症リスクが0.69倍と低いことがわかりました。

### 乳製品からのカルシウム摂取量と脳卒中発症リスクとの関係



出典: Umehara M, et al. : "Dietary calcium intake and risks of stroke, its subtypes, and coronary heart disease in Japanese : the JPHC Study Cohort I." *Stroke*, 2008

一方、乳製品以外からのカルシウム摂取の場合では、摂取量が増えても脳卒中の発症リスクに統計学的に有意な低下は見られませんでした。

日本人では総カルシウム摂取量や乳製品からのカルシウム摂取量が多い人は、少ない人に比べて血圧値が低いことが、これまでの研究により明らかとなっています。また、カルシウム摂取は血小板凝集やコレステロールの吸収を抑えることも報告されており、これらが脳卒中に対して予防効果を示した理由と考えられます。

## Q25 胃・十二指腸潰瘍の予防には牛乳を積極的に摂取したほうが良い？

### A 術後の患者さんにとってカルシウムの消化・吸収の良い牛乳は最適な食品です。

胃・十二指腸潰瘍は、食物を消化するために分泌される胃酸によって、胃や十二指腸の粘膜が傷害されて部分的に欠損状態になり発症します。胃粘膜には粘液や粘膜バリア、粘膜血流などの防御因子といわれる粘膜を守る機能が備わっています。一方、胃粘膜を攻撃する因子には、胃酸、ストレス、ピロリ菌、薬剤(解熱鎮痛消炎剤等)、活性酸素などがあります。

この防御因子と攻撃因子のバランスが崩れることによって、潰瘍が発症するといわれています。潰瘍は薬物治療によって治りますが、再発を繰り返すことが知られています。最近ではピロリ菌の感染が注目され、ピロリ菌を除菌すると潰瘍の再発率が低下すると考えられています。

たんぱく質は胃酸の分泌を促し、胃の中での停滞時間が長いと、一般的に潰瘍の患者さんには控えたい栄養成分です。しかし、たんぱく質は粘膜の修復に必要な材料になるため、適量の摂取は必要です。牛乳には胃酸を中和して胃粘



膜を保護する働きがあり、潰瘍の患者さんも安心して摂取できる食品です。また、牛乳のカルシウムには胃粘膜の攻撃因子となるストレスを和らげる働きがあるといわれています。ただし、牛乳が他の食品に比べてより高い効果があるかどうかは明確にされていません。

胃の切除手術をすると、カルシウムの吸収率が低下しま

す。したがって、術後の患者さんにとってカルシウムの消化・吸収の良い牛乳は最適な食品です。また、牛乳に含まれるホエイたんぱく質の成分が胃潰瘍に対し予防効果のあることが動物実験で認められています。以前から牛乳の胃潰瘍予防効果は予測されていますが、その効果ははまだ明確にされていません。今後の検証が必要です。

## Q26 乳製品は痛風の予防に効果がある？

### A 乳製品の摂取は痛風の発症リスクを低下させるという報告があります。

痛風は高尿酸血症ともいわれ、血液中に尿酸が異常に増えることにより起こります。尿酸値は、激しい運動やストレスなどで体内で多く生成されたり、プリン体を多く含む食品(内臓類、肉類、魚介類など)の過剰摂取によって上昇します。牛乳にはプリン体はほとんど含まれていません。

尿酸は、健康な人では溶けた形で血液中に存在しますが、過飽和濃度の状態になると結晶を生じ、関節などに沈着した場合に激しい痛風発作を起こします。痛風は男性に多く発症する炎症性関節炎で、アメリカでは340万人の患者がいるといわれています。

痛風の既往歴のない男性(40~75歳)約4万7,000人を対象に、摂取した食品と痛風の発症の関係について12年

以上にわたる疫学調査がアメリカで実施されました。この調査では、プリン体を多く含む肉類、魚介類などと、乳製品の摂取量を各5段階のグループに分け、痛風の発症のリスクを検討しました。その結果、プリン体を多く含む肉類、魚介類では、摂取量が最も多いグループは最も少ないグループよりも痛風発症のリスクが高いという結果が出ました。一方、乳製品では、摂取量が増えるにつれて発症リスクが低下しました。痛風発症のリスクは、乳製品の摂取量が最少のグループを1とすると、摂取量が最大のグループでは0.56でした。

乳製品が痛風の発症を抑制するメカニズムは、乳製品に含まれるたんぱく質(カゼインとホエイたんぱく質)の尿酸排泄促進作用により、血液中の尿酸値を下げているためと考えられます。

## Q27 牛乳の摂取は虫歯の予防に効果がある？

### A WHOの報告では、牛乳は虫歯予防効果に「可能性あり」とされています。

う蝕(虫歯)予防的効果を示す食品として、世界保健機関(WHO)の報告では、牛乳が「可能性あり」の食物として記載されています。また、硬質のチーズは「可能性が高い」食物として記載されています。

牛乳乳製品が効果を<sup>た</sup>示す要因として、①う蝕原因菌の産生した酸を中和する、②唾液分泌の促進、③歯の表面へのバ

イオフィルムの形成阻止、④カゼインやイオン化した牛乳中のカルシウムとリンによるエナメル質の再石灰化の促進が考えられます。

カゼインの酵素分解物であるカゼインホスホペプチド(CPP)とリン酸カルシウムの結合物(CPP-ACP)を牛乳に加えた試験ミルクが、ヒトでのう蝕予防に効果を示した報告があります。また、イギリスの青少年の牛乳の摂取量とう蝕の発症は、反比例の関係にあるという報告も出されています。



Q

## 28 牛乳の摂取は歯周病の予防に効果がある？

A

**牛乳乳製品の摂取は歯周病予防に効果的という報告があります。**

歯周病と食品摂取との関係では、歯と歯茎の栄養に不可欠なたんぱく質、ビタミンCなどの抗酸化ビタミン類、ミネラルとして骨形成に重要なカルシウム、リンとビタミンD、ビタミンKや食物繊維を含む硬い食物が適しています。カルシウムの摂取不足は、骨密度低下の一因であり、全身の骨密度

は顎顔面の骨密度、歯槽骨破壊とも関係しています。歯周病は細菌による病気ですが、カルシウムの摂取不足は顎骨、歯槽骨での骨代謝に影響して歯周病を進行させます。

牛乳乳製品の摂取増加は歯周病を予防する効果があるとの報告があります。牛乳や乳製品の摂取量で比較した福岡県・久山町での疫学研究では、ヨーグルトなどの発酵乳の摂取が最も効果的であったと報告されています。

Q

## 29 牛乳に農薬や抗生物質が残っている心配はない？

A

**牛乳に農薬や抗生物質が残留していることはありません。**

農薬や薬剤には、国で決めた使用基準と残留基準があります。輸入される飼料は、厳しい検査をパスした国の基準に合ったものしか乳牛には与えられていません。国内では2006年から食品に残留する農薬等への「ポジティブリスト制度」が導入され、これまで以上に安全な生乳が供給されるようになっていきます。万一、農薬や薬剤の残留の疑いがある場合には、生乳などの段階での検査でチェックされますから製品に含まれる危険性はありません。

抗生物質については、乳等命令で厳しく規制され、飼料へ

の添加は禁止されています。抗生物質の使用が認められているのは、乳房炎、肺炎、外傷などの治療時に限られています。その場合も、乳等命令で「乳に影響のある薬剤を服用させ、または注射した後、その抗生物質が乳に残留している期間中は、乳を搾取してはならない」と規定されています。さらに、酪農家から出荷された生乳は工場で受け入れるときに毎回検査されており、特に抗生物質のチェックは厳しく、万一抗生物質が検出された場合には、集められた牛乳は廃棄処分されます。

なお、わが国では成長ホルモンの投与は禁止されていますから、牛乳に成長ホルモンが含まれることはありません。

Q

## 30 牛乳が牛海綿状脳症（BSE）に対して安全なのはなぜ？

A

**検査から、牛乳乳製品はBSEを伝達しないとされています。**

世界保健機関（WHO）や国際獣疫事務局（WOAH）などの国際機関は、牛乳乳製品の牛海綿状脳症（BSE）に対する安全性をはっきりと認めています。

WHOの専門家会議報告によれば、ヒトを含むあらゆる動物の海綿状脳症（プリオン病）を対象とした検査から、牛乳乳製品は明らかにBSEを伝達しないとされています。国際機

関による評価やこれまでの研究成果を踏まえて、厚生労働省や農林水産省も牛乳乳製品は安全であると明言しています。

その根拠は、BSE感染牛のさまざまな部分をマウス脳内に接種する試験で、脳、脊髄、眼、回腸遠位部（小腸の最後の部分）、末梢神経節および骨髄以外の部位では感染が確認されなかったことです。また、BSE感染牛の乳を飲んで育った子牛がBSEに感染した例がないからです。

## あ

アイスクリーム……………17, 23, 59, 60, 76, 103, 110  
 アイスミルク……………60  
 悪玉菌……………43, 78, 80, 82, 98, 99, 116, 117  
 アミノ酸……………27, 39, 40, 50, 54, 67, 93, 95, 98, 112  
   L型……………39  
   必須……………39, 40, 91, 99, 105  
   分岐鎖——(BCAA)……………93, 95, 105, 116  
   芳香族……………105  
   ——スコア……………40  
 アレルギー……………31, 42, 43, 79, 90, 98, 113, 118  
 アレルゲン……………31, 113  
 イソロイシン……………39, 93, 95, 105, 116  
 稲発酵粗飼料(WCS)……………13  
 インスリン……………103, 121, 122  
   ——抵抗性症候群……………122  
   ——様成長因子(IGF-1)……………104, 120  
 牛海綿状脳症(BSE)……………125  
 う蝕(しょく)……………45, 124  
 エアシャー種……………10  
 栄養素密度……………38, 97, 101  
 栄養不良の二重負荷……………87  
 エージング……………72, 73  
 エコフィード……………13  
 エストロゲン……………96, 104, 120  
 エバミルク……………60  
 エボワス……………62, 63  
 エメンタール……………62, 63  
 オリゴ糖……………36, 43, 79, 82, 116

## か

カード……………60, 61, 62, 64, 65, 82  
   ——粒……………64, 65  
 加工原料乳生産者補給金制度……………19  
 加工原料乳生産者補給金等暫定措置法……………18  
 加工乳……………28, 29, 30, 38, 59  
 カゼイノグリコペプチド(CGP)……………98, 99  
 カゼイン……………36, 39, 41, 47, 54, 59, 60, 61, 67, 82, 91,  
   96, 98, 99, 102, 103, 113, 116, 124  
   ——ホスホペプチド(CPP)……………39, 46, 47, 91, 98, 103, 124  
   ——ミセル……………39, 41, 46, 113  
    $\alpha_{S1}$ ……………39, 47  
    $\alpha_{S2}$ ……………39  
    $\beta$ ……………39, 47, 121  
    $\kappa$ ……………39, 66, 98, 99  
 カマンベール……………19, 61, 62, 63, 66, 67, 68, 69, 71  
 ガラクトース……………12, 36, 43, 118  
   ——血症……………118  
 カリウム……………48, 96, 102  
 カロテン……………50, 60  
    $\beta$ ……………50, 74  
 がん……………42, 43, 79, 89, 94, 95, 96, 98, 99,  
   101, 104, 105, 115, 116, 120, 123  
 ガンジー種……………10  
 環太平洋パートナーシップに関する包括的及び先進的な協定  
 (CPTPP)……………19  
 ギガファーム……………16  
 基礎代謝量……………86, 91, 93, 95  
 機能性表示食品……………58, 79, 110  
 キモシン……………62, 66, 67  
   発酵生産——(FPC)……………66  
 凝乳(ぎょうにゅう)酵素……………60, 61, 62, 64, 65, 66, 67, 69, 71  
 共役(ぎょうやく)リノール酸……………42, 103, 104, 115

切欠(きりか)き……………31  
 均質化(ホモジナイズ)……………25, 41, 53  
 均質機(ホモジナイザー)……………25, 53  
 クリーム……………17, 18, 25, 29, 54, 57, 59, 60,  
   62, 63, 70, 72, 73, 78, 83  
 グリセミック・インデックス(GI)……………103  
 クワルク……………62, 63, 64  
 月経前症候群(PMS)……………48, 93  
 高温短時間殺菌(HTST)……………26  
 高温保持殺菌(HTLT)……………26  
 高血圧……………44, 49, 53, 94, 95, 96, 99, 101, 102, 108, 122  
 公正競争規約……………28, 30, 70, 76, 83, 110  
 公正マーク……………30  
 耕畜連携……………13  
 交流高電界殺菌……………26  
 ゴーダ……………19, 61, 62, 63, 67, 68, 69, 71  
 骨芽細胞……………44  
 国家貿易制度……………19  
 骨折……………44, 46, 96, 97, 103, 120  
 骨粗鬆(そしょう)症……………44, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 103, 119, 120  
 コレステロール……………41, 42, 60, 69, 74, 79, 94, 95, 96,  
   102, 108, 113, 114, 123  
   HDL——……………50, 114  
   LDL——……………96, 102, 103, 114  
 コンデンスミルク……………60

## さ

最大骨量(peak bone mass)……………44, 93  
 サイレージ……………12, 13  
 搾乳……………11, 12, 14, 15, 16, 18, 22, 23, 39, 57  
 脂質異常症……………42, 87, 94, 96, 101, 102, 108, 122  
 脂質代謝異常……………101  
 歯周病……………125  
 シスチン……………104  
 システイン……………104  
 指定生乳生産者団体(指定団体)……………18, 27  
 脂肪酸……………13, 41, 42, 47, 50, 67, 98, 102, 114, 115  
   n-3系多価不飽和——……………90  
   揮発性——……………12  
   短鎖——……………41, 43, 52, 104  
   中鎖——……………41, 47, 104, 114  
   トランス——……………114, 115  
   必須——……………114, 115  
   不飽和——……………41, 114, 115  
   飽和——……………41, 93, 114  
   遊離——……………52, 67, 68  
 ジャージー種……………10, 53  
 種類別「牛乳」……………28, 30, 31, 32  
 常温保存可能品……………26, 30, 110  
 消化性必須アミノ酸スコア(DIAAS)……………40  
 食生活指針……………87, 109  
 食品安全基本法……………110  
 食品衛生法……………26, 28, 70, 83, 110  
 食品表示法……………110  
 食物アレルギー……………90, 113  
 食物繊維……………46, 47, 79, 108, 109, 119, 125  
 飼料……………11, 12, 13, 14, 19, 42, 54, 59, 60, 66, 115, 125  
   購入——……………13  
   混合——(TMR)……………13  
   自給——……………13  
   粗——……………12, 13, 15, 16, 19  
   濃厚——……………12, 13, 16  
 飼料安全法……………13  
 心筋梗塞……………94, 101, 104, 120, 122  
 心疾患……………94, 104, 114, 120, 123

|        |                                                     |
|--------|-----------------------------------------------------|
| 腎臓結石   | 47, 48                                              |
| 身長     | 87, 90, 91, 92, 93, 97                              |
| スターター  | 60, 64, 65, 77, 78                                  |
| カビ     | 65, 66                                              |
| 乳酸菌    | 65, 77                                              |
| スマート酪農 | 14                                                  |
| スレオニン  | 39                                                  |
| 生活習慣病  | 44, 60, 87, 88, 94, 95, 98, 100, 101, 103, 108, 119 |
| 成分調整牛乳 | 28, 29, 30                                          |
| セロトニン  | 100                                                 |
| 善玉菌    | 43, 80, 98, 99, 116, 117, 119                       |
| 酥(そ)   | 22, 23, 56, 57, 58                                  |
| 草地型酪農  | 15                                                  |

## た

|               |                                                                                                                            |
|---------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 醍醐(だいご)       | 22, 23, 56, 58                                                                                                             |
| チーズ           | 10, 17, 18, 19, 22, 32, 33, 42, 44, 54, 56, 59, 60, 61, 62, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 80, 81, 83, 103, 110, 117, 124 |
| カッテージ         | 62, 63, 67, 68, 71                                                                                                         |
| クリーム          | 19, 62, 63, 67, 68                                                                                                         |
| グリーン          | 67                                                                                                                         |
| ナチュラル         | 56, 61, 62, 63, 64, 65, 67, 68, 69, 70, 71                                                                                 |
| フレッシュ         | 62, 68, 69, 71                                                                                                             |
| プロセス          | 19, 56, 61, 62, 65, 68, 69, 70, 71, 114                                                                                    |
| ——フード         | 70, 71                                                                                                                     |
| 畜産経営の安定に関する法律 | 18, 19                                                                                                                     |
| チャーニング        | 22, 57, 73                                                                                                                 |
| 中山間地型酪農       | 15                                                                                                                         |
| 超高温瞬間殺菌(UHT)  | 25, 26, 27, 112, 120                                                                                                       |
| 腸内細菌          | 40, 43, 80, 94, 98, 116, 117                                                                                               |
| ——叢           | 79, 80, 81, 82                                                                                                             |
| 痛風            | 94, 95, 124                                                                                                                |
| つなぎ飼い方式       | 14                                                                                                                         |
| 低栄養           | 87, 96, 97, 100, 108, 109                                                                                                  |
| 低温保持殺菌(LTLT)  | 26                                                                                                                         |
| 低脂肪牛乳         | 28, 29, 30, 93                                                                                                             |
| 低出生体重児        | 94                                                                                                                         |
| 鉄             | 29, 40, 43, 47, 50, 90, 91, 93, 94, 105, 117                                                                               |
| 糖代謝異常         | 101                                                                                                                        |
| 糖尿病           | 44, 88, 94, 95, 101, 103, 115, 121, 122                                                                                    |
| 動脈硬化          | 42, 44, 95, 96, 101, 102, 104, 120                                                                                         |
| 特定保健用食品(トクホ)  | 58, 79, 110                                                                                                                |
| 都市近郊型酪農       | 15                                                                                                                         |
| トリプトファン       | 39, 99, 100, 105                                                                                                           |

## な

|                    |                                                                                                              |
|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ナイアシン              | 50                                                                                                           |
| 内臓脂肪               | 79, 95, 101                                                                                                  |
| 日本人の食事摂取基準(2020年版) | 37, 42, 44, 45, 46, 49, 86, 90, 94, 108                                                                      |
| 乳飲料                | 28, 29, 30, 44, 51, 59                                                                                       |
| 乳塩基性たんぱく質(MBP)     | 37, 46, 95, 103                                                                                              |
| 乳価                 | 19, 27, 32                                                                                                   |
| ——交渉               | 19                                                                                                           |
| 乳酸桿菌               | 80                                                                                                           |
| 乳酸球菌               | 80                                                                                                           |
| 乳酸菌                | 43, 44, 54, 59, 60, 61, 62, 64, 65, 66, 67, 69, 71, 72, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 94, 118              |
| ——飲料               | 59, 60, 76, 79, 81, 83                                                                                       |
| 乳酸発酵               | 13, 22, 54, 64, 72, 76, 78, 80                                                                               |
| 乳脂肪                | 10, 12, 13, 24, 25, 28, 29, 30, 36, 40, 41, 42, 47, 52, 53, 54, 57, 60, 67, 72, 73, 74, 75, 83, 98, 112, 114 |
| ——球                | 25, 39                                                                                                       |

|                          |                                                                                                        |
|--------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 乳製品乳酸菌飲料                 | 76, 83                                                                                                 |
| 乳糖(ラクトース)                | 12, 13, 36, 41, 42, 43, 44, 46, 47, 52, 54, 59, 60, 65, 67, 70, 78, 82, 91, 94, 99, 103, 116, 117, 118 |
| ——不耐症                    | 43, 44, 67                                                                                             |
| 乳糖分解酵素(ラクターゼ、β-ガラクトシダーゼ) | 43, 44, 78, 118                                                                                        |
| 乳等命令(乳及び乳製品の成分規格等に関する命令) | 23, 24, 26, 27, 28, 29, 53, 60, 63, 70, 72, 76, 83, 110, 125                                           |
| 乳和食                      | 53, 102                                                                                                |
| 認知症                      | 95, 103, 104, 118, 119                                                                                 |
| 熱中症                      | 37                                                                                                     |
| 脳卒中                      | 94, 99, 101, 120, 122, 123                                                                             |
| ノンホモ牛乳                   | 25, 53                                                                                                 |

## は

|                        |                                                                                     |
|------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| バイオジェニックス              | 79                                                                                  |
| 廃用牛                    | 11                                                                                  |
| 白牛酪(はくぎゅうらく)           | 23                                                                                  |
| バクセン酸                  | 114, 115                                                                            |
| 破骨細胞                   | 44                                                                                  |
| バター                    | 10, 17, 18, 19, 22, 29, 33, 50, 54, 56, 57, 59, 60, 70, 72, 73, 74, 75, 81, 83, 114 |
| 加塩(有塩)                 | 73                                                                                  |
| 発酵                     | 57, 72                                                                              |
| 非発酵                    | 72                                                                                  |
| ホイップ                   | 57, 73                                                                              |
| 無塩                     | 73                                                                                  |
| ——ミルク                  | 70, 72, 73                                                                          |
| ——粒                    | 73                                                                                  |
| 発酵乳・乳酸菌飲料の表示に関する公正競争規約 | 83                                                                                  |
| バノン                    | 62, 63, 64                                                                          |
| パリン                    | 39, 93, 95, 105, 116                                                                |
| パルミジャーノ・レッジャーノ         | 62, 63, 67                                                                          |
| 反芻(はんそう)               | 12                                                                                  |
| ——動物                   | 12, 42, 66, 114, 115                                                                |
| バントテン酸                 | 49, 50                                                                              |
| ヒスチジン                  | 39                                                                                  |
| ビタミン                   | 12, 29, 41, 49, 50, 51, 68, 82, 90, 93, 94, 98, 105, 109, 118, 119, 125             |
| 脂溶性                    | 40, 41, 49, 50, 51, 74, 114                                                         |
| 水溶性                    | 49, 50                                                                              |
| ——A                    | 25, 37, 40, 41, 50, 51, 60, 68, 74, 90, 91, 94, 114, 117                            |
| ——B <sub>1</sub>       | 50                                                                                  |
| ——B <sub>2</sub>       | 37, 49, 50, 68, 91, 94, 117                                                         |
| ——B <sub>6</sub>       | 50                                                                                  |
| ——B <sub>12</sub>      | 37, 49, 50, 90, 91, 95, 104, 118, 119                                               |
| ——C                    | 50, 51, 90, 125                                                                     |
| ——D                    | 25, 40, 41, 45, 46, 51, 74, 90, 91, 95, 103, 114, 119, 120, 125                     |
| ——E                    | 40, 41, 50, 51, 74, 114                                                             |
| ——K                    | 40, 41, 51, 103, 125                                                                |
| ビフィズス菌                 | 43, 76, 78, 79, 80, 81, 82, 99, 116                                                 |
| 肥満                     | 42, 87, 88, 89, 92, 94, 95, 97, 103, 115, 120, 121, 122                             |
| フェタ                    | 63, 64                                                                              |
| フェニルアラニン               | 39, 105                                                                             |
| ぶどう糖(グルコース)            | 12, 43, 50, 81, 89, 103, 118, 122                                                   |
| 部分水素添加油脂               | 114                                                                                 |
| ブラウンスイス種               | 10, 53                                                                              |
| フリーストール方式              | 14, 16                                                                              |
| フリーバーン方式               | 14                                                                                  |
| ブリティッシュ・フリージャン種        | 10                                                                                  |
| フレイル(虚弱)               | 88, 96, 97, 100, 108, 116                                                           |
| プレバイオティクス              | 42                                                                                  |
| プロテアーゼ                 | 65, 66, 67                                                                          |
| プロバイオティクス              | 79, 80                                                                              |
| プロピオン酸菌                | 67                                                                                  |

|                     |                                                         |
|---------------------|---------------------------------------------------------|
| フロマージュ・ブラン          | 63, 64                                                  |
| 粉乳                  | 59, 60                                                  |
| 全                   | 29, 60, 83                                              |
| 脱脂                  | 17, 18, 19, 29, 59, 60, 78, 83                          |
| 分泌型免疫グロブリンA (s-IgA) | 89                                                      |
| ペプチド                | 39, 67, 78, 99, 102                                     |
| ホエイ                 | 19, 39, 40, 44, 59, 60, 62, 64, 65, 67, 71, 78, 82, 103 |
| たんぱく質               | 36, 39, 42, 64, 96, 102, 104, 105, 124                  |
| パウダー                | 59, 60                                                  |
| ポストバイオティクス          | 79                                                      |
| ホルスタイン種             | 10, 11, 17, 53                                          |
| ホルモン                | 39, 41, 44, 48, 50, 51, 94, 95, 96, 100, 103, 119       |
| 性                   | 41, 104                                                 |
| 成長                  | 91, 92, 104, 115, 120, 125                              |

## ま

|              |                                    |
|--------------|------------------------------------|
| マグネシウム       | 43, 44, 47, 48, 52, 104            |
| マスカルポーネ      | 63                                 |
| 無脂乳固形分 (SNF) | 13, 24, 28, 29, 30, 53, 70, 76, 83 |
| 無脂肪牛乳        | 28, 29, 30, 72, 83                 |
| メガファーム       | 16                                 |
| メタボリックシンドローム | 95, 101, 102, 122                  |
| メチオニン        | 39                                 |
| メラトニン        | 100                                |
| 免疫グロブリン (Ig) | 11, 12, 89, 98                     |
| モッツアレラ       | 19, 62, 63, 64, 68                 |

## や

|       |                                                                                                                          |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| やせ    | 87, 94, 109                                                                                                              |
| 溶融塩   | 62, 65                                                                                                                   |
| ヨーグルト | 22, 32, 42, 44, 51, 54, 56, 57, 58, 59, 60, 64, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 90, 94, 96, 103, 113, 117, 118, 122, 125 |
| ソフト   | 76, 77                                                                                                                   |
| 食べる   | 76                                                                                                                       |
| 飲む    | 76                                                                                                                       |
| ハード   | 76, 77                                                                                                                   |
| プレーン  | 76, 77, 78, 82                                                                                                           |
| フローズン | 76, 77                                                                                                                   |

## ら

|              |                                                |
|--------------|------------------------------------------------|
| 酪 (らく)       | 22, 23, 58                                     |
| 酪酸           | 43, 67, 78, 116                                |
| ラクターゼ        | 43, 44, 78, 118                                |
| ラクトアイス       | 60                                             |
| ラクトース        | 42, 99, 118                                    |
| ラクトフェリン (LF) | 37, 40, 95, 98, 103                            |
| ラクトベルオキシダーゼ  | 98                                             |
| 酪農教育ファーム活動   | 15                                             |
| 酪農ヘルパー制度     | 12                                             |
| リコッタ         | 63, 64                                         |
| リジン          | 39, 40, 46                                     |
| リゾチーム        | 89, 98                                         |
| リパーゼ         | 41, 66, 67, 68, 73                             |
| リン           | 36, 41, 44, 46, 47, 48, 51, 103, 104, 124, 125 |
| リン酸カルシウム     | 27, 39, 46, 48, 124                            |

|                |                            |
|----------------|----------------------------|
| ルーメン発酵         | 12                         |
| レチノール          | 50, 74                     |
| 連続式低温殺菌 (LTLT) | 26                         |
| 練乳             | 59, 60                     |
| レンネット          | 60, 61, 62, 64, 65, 66, 71 |
| カーフ (子牛)       | 66                         |
| 植物性            | 66                         |
| 動物性            | 66                         |
| 微生物性           | 66                         |
| ロイシン           | 39, 93, 95, 105, 116       |
| ロコモティブシンドローム   | 96, 97, 100                |
| ロックフォール        | 62, 63, 66, 67             |
| ロングライフ (LL) 牛乳 | 26                         |

## わ

|       |    |
|-------|----|
| ワーキング | 73 |
|-------|----|

## 英数字

|                          |                              |
|--------------------------|------------------------------|
| A2ミルク                    | 39                           |
| BCAA                     | 93, 95, 105, 116             |
| BMI                      | 87, 93, 95, 108, 122         |
| BSE                      | 125                          |
| CGP                      | 98, 99                       |
| CLA                      | 42, 103, 104, 115            |
| CPP                      | 39, 46, 47, 91, 98, 103, 124 |
| CPTPP                    | 19                           |
| DHA                      | 90, 104                      |
| DIAAS                    | 40                           |
| EPA                      | 90                           |
| Fisher 比                 | 105                          |
| FPC                      | 66                           |
| GI                       | 103                          |
| HTLT                     | 26                           |
| HTST                     | 26                           |
| Ig                       | 11, 12, 89, 98, 121          |
| IGF-1                    | 104, 120                     |
| LF                       | 40                           |
| LL 牛乳                    | 26                           |
| LTLT                     | 26                           |
| MBP                      | 37, 46, 95, 103              |
| PMS                      | 48                           |
| s-IgA                    | 89                           |
| SNF                      | 24, 29                       |
| TMR                      | 13                           |
| UHT                      | 25, 26, 27, 112, 120         |
| WCS                      | 13                           |
| WPC                      | 60                           |
| WPC34                    | 60                           |
| WPI                      | 60                           |
| WPI90                    | 60                           |
| WTO 協定                   | 19                           |
| $\alpha$ -ラクトアルブミン       | 39, 82, 98                   |
| $\alpha$ -リノレン酸          | 42                           |
| $\beta$ -ガラクトシダーゼ        | 43                           |
| $\beta$ -ラクトグロブリン        | 39, 82, 121                  |
| $\beta$ 細胞               | 121                          |
| $\gamma$ -グルタミルシステインペプチド | 104                          |

# 牛乳乳製品の知識

## 改訂版

|                 |     |       |
|-----------------|-----|-------|
| 2012年（平成24年）10月 | 初版  | 第1刷発行 |
| 2013年（平成25年）3月  | 第2版 | 第1刷発行 |
| 2013年（平成25年）4月  | 第2版 | 第2刷発行 |
| 2017年（平成29年）10月 | 第3版 | 第1刷発行 |
| 2024年（令和6年）3月   | 第4版 |       |

|          |                                                                                 |                     |
|----------|---------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| 監修<br>協力 | 齋藤忠夫                                                                            | 東北大学名誉教授            |
|          | 桑田 有                                                                            | 国際生命科学研究機構日本支部 副理事長 |
|          | 平田昌弘                                                                            | 帯広畜産大学人間科学研究部門 教授   |
|          | 清水池義治                                                                           | 北海道大学大学院農学研究院 准教授   |
| 編集・発行    | 一般社団法人 Jミルク                                                                     |                     |
|          | 〒101-0062<br>東京都千代田区神田駿河台2-1-20 御茶ノ水安田ビル5階<br>TEL 03-5577-7492 FAX 03-5577-3236 |                     |
| 後援       | 独立行政法人 農畜産業振興機構<br>酪農緊急パワーアップ事業・販路拡大等支援事業                                       |                     |





一般社団法人 Jミルク

東京都千代田区神田駿河台2-1-20 御茶ノ水安田ビル5階

TEL.03-5577-7492

FAX.03-5577-3236

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