

## 7-1. 乳がわかる

### 7-1-1. わが国における酪農の歴史

牛乳を人間の飲食用に供したのは古い時代からであって、約6000年前にインドではすでに重要な食品になっていたといわれる。また、チンギス・ハーンの兵士たちが乾燥乳を食物として携帯したとも伝えられる。日本では、大化改新のころ、福常(善那ともいう)が孝徳天皇に牛乳を献上し、天皇は善那に〈和薬使主〉の姓と〈乳長上〉の職を与えたという。その後、宮中で乳牛が飼われたこともあり、《延喜式》には諸国に〈蘇(そ)〉を作って献上させたことが記されている。蘇は現在の練乳に相当するものとされているから、この時代には酪農がかなり進み、牛乳が利用されていたことが想像できる。しかし、天武天皇の時代に家畜の食用が禁じられ、肉食忌避の風潮が拡大するにともない牛乳の飲用も長く中断したが、江戸時代にオランダ人により西洋文化が伝えられるに至り、再び牛乳が利用されるようになった。徳川家斉はインドの白牛を飼ってその乳で牛酪(バター)を製造し、徳川斉昭も水戸でウシを飼い、牛酪を製造した。しかし、この時代の牛乳の利用は上流社会に限られ、また医薬用の域を越えず、牛乳、乳製品の消費が一般化したのは明治維新後のことである。

### 7-1-2. 牛乳の成分

牛乳の成分中では、水分がもっとも多くて約88%を占めている。この中に乳糖および無機質は溶解しているが、脂肪は乳濁液(エマルジョン)となり、タンパク質はコロイド状の懸濁液(サスペンション)となってそれぞれ分散している。牛乳の外観が白色不透明なのはこのためである。各成分を便宜上水分と固形物に大別し、固形物のうち脂肪以外の部分を**無脂固形物**と呼んでいる。また牛乳の加工上、脂肪に富む部分を分別してこれを**クリーム**と呼び、残りの部分を**脱脂乳**(スキムミルク)という。脱脂乳に対して脂肪を含む牛乳を**全乳**と称することがある。脱脂乳に酸または凝乳酵素(レンニン、ペプシン)を加えると凝固する。この凝固物を**カード**といい、その主成分は牛乳の主要タンパク質である**カゼイン**である。カードを除いた残りの液は透明な黄緑色を呈し、**乳清**または**ホエー** whey といわれる。これには乳糖のほか、乳清タンパク質、無機質、水溶性ビタミンなどが含まれる。乳清が黄緑色を呈するのはビタミン B<sub>2</sub>のためである。全乳から同様にして凝固させたカードの場合にはカゼインのほかに脂肪が含まれる。脂肪は酸や凝乳酵素により沈殿する性質をもたないが、カゼインが凝固する際に包みこまれて同時に沈殿するものである。

日本の乳牛の大部分を占めるホルスタイン種は、最も泌乳量の多い品種で1回の泌乳期中の生産量は約7000kg(1日平均約25 kg)に達する。しかし、固形分はジャージー種などの牛乳にくらべて低い。

以下、主要成分について述べる。

#### (1) タンパク質

カゼインと乳清タンパク質に大別される。カゼインは全タンパク質の76~86%を占める牛乳主要タンパク質であり、数種の異なるカゼイン成分よりなる。牛乳中ではカルシウムやリンと複雑に結合してコロイド状態で存在する。牛乳が酸や凝乳酵素で凝固するのはカゼインが凝固するため、ヨーグルトやチーズの製造はこの性質を利用したものである。乳清タンパク質は全タンパク質の14~24%を占め、おもな種類としてラクトグロブリン、ラクトアルブミンなどがあり、**初乳**では免疫グロブリンが多い。

#### (2) 脂肪

直径1~10 $\mu$ (平均3 $\mu$ )の、タンパク質皮膜で覆われた脂肪球の形で牛乳中に分散している。比重が軽

いために、牛乳を静置すると大きい脂肪球ほど浮上しやすく、表面にクリーム層ができる。飲用牛乳ではこれを防ぐために牛乳を均質化（ホモジナイズ）して脂肪球をさらに微細なものにしてある。

### (3) 乳糖

牛乳の糖質の99.8%は乳糖で、そのほかにブドウ糖や果糖がごく微量含まれている。牛乳には約4.5%の乳糖が含まれているが、乳糖の甘みは砂糖の約1/5に過ぎないので牛乳には甘さがあまり感じられない。乳糖は乳酸菌により発酵し、乳酸を生成する。乳酸発酵はヨーグルトやチーズの製造に広く用いられている。

### (4) 無機質

一般に灰分ともいわれ、約0.7%含まれている。牛乳中ではカリウム、ナトリウム、カルシウム、マグネシウムは塩化物、リン酸塩、クエン酸塩などの形で溶解して存在するほか、一部のカルシウム、マグネシウムのリン酸塩、クエン酸塩は不溶性で、カゼインと結合してコロイド状態で存在している。

### (5) ビタミン

比較的多く含まれているビタミンは A、B<sub>1</sub>、B<sub>2</sub>、B<sub>6</sub>、ナイアシンおよびパントテン酸であるが、とくに A と B<sub>2</sub> が豊富である。これらのビタミンは牛乳の加熱殺菌に対しても比較的安定である。

## 【栄養的な牛乳の特徴】

牛乳に含まれる栄養素のうち、成人にとってとくに有用なものはタンパク質とカルシウムである。タンパク質は必須アミノ酸をバランスよく含み、栄養価は鶏卵のタンパク質に次いで優れたものである。米食を中心とする食事では不足しがちな、リジンのような一部の必須アミノ酸の補給に好適である。カルシウムはカゼインと結合して、吸収されやすい形で存在している。

## 7-1-3. 牛乳の殺菌方法

牛乳は飲用に供せられるほか、クリーム、バター、チーズ、練乳、粉乳、ヨーグルト、アイスクリームなど種々の乳製品の原料となる。

飲用乳とは牛乳を直接飲用に供するために加工処理したもので、市乳ともよばれる。牛乳には微生物が発育しやすく、変質腐敗が早く起こる。加工処理の目的は、なるべく成分を損なうことなく加熱殺菌し、食品衛生上安全なものとし、かつ保存性を与えることにある。

わが国では、殺菌について食品衛生法の「乳及び乳製品の成分規格等に関する省令（乳等省令）により、62～65℃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」と定められている。牛乳の殺菌方法は大きく分けて3つの方法がある。

### (1) 低温保持殺菌法（L T L T 法）(low-temperature long-time pasteurization)

牛乳を 62～65℃に加熱殺菌し、30分保持する方法。

### (2) 高温短時間法（H T S T 法）(high-temperature short-time pasteurization)

72℃15秒あるいは、80～85℃で10～15秒間の殺菌で処理する。欧米では一般的な方法。

### (3) 超高温短時間殺菌法（U H T 法）(ultrahigh-temperature pasteurization)

120～130℃で2秒間の殺菌処理する方法。わが国の乳業工場の殆どが採用している。

100℃を超す殺菌温度のため、ほぼ完全に細菌及び微生物を死滅させ、しかも短時間のため牛乳固有の栄養成分などの変化はないとされている。

#### 7-1-4. 牛乳類の種類と規格

##### (1)牛乳

搾ったままの牛の乳（生乳）を加熱殺菌したもの。成分無調整で、水などを加えることは法律で一切禁じられている。

##### (2)成分調整牛乳

生乳から水分、乳脂肪分、ミネラルなどの一部を除去し、成分を調整したもの。

##### (3)低脂肪牛乳

生乳から乳脂肪分を除去し、低脂肪（0.5%以上1.5%以下）にしたもの。

##### (4)無脂肪牛乳

生乳から乳脂肪分を除去し、無脂肪（0.5%未満）にしたもの。

##### (5)加工乳

生乳に脱脂粉乳、クリーム、バターなどの乳製品を加えたもの。

##### (6)乳飲料

生乳や乳製品を主原料にビタミン・ミネラルなどの栄養分や、コーヒーや果汁を加えたもの。

#### 7-1-5. 乳製品のいろいろ

保存がきくように、風味がよくなるように、濃くしたり乾かしたり、あるいは微生物（乳酸菌やカビ）の力を借りた乳製品が、古くからたくさんつくられてきた。練乳、粉乳、バター、チーズ、ヨーグルト、アイスクリーム、乳酸菌飲料など、どれも栄養豊かでおいしい食品として、世界中で食べられている。以下にバターとチーズについて紹介する。

##### (1)バター

牛乳より分離したクリームの脂肪を、攪拌操作により塊状に集合させて作ったものがバターである。生クリームの乳脂肪はタンパク質の膜に覆われていて、クリームの水分中にたくさん浮遊した状態になっている。これを攪拌するとタンパク質の膜が壊れ、脂肪分同士が塊状となる。水と油は反発しあので、攪拌を続けることで脂肪分（バター）は固くなり、液体部分（ホエイ）に分かれる。

##### (2)チーズ

**ナチュラルチーズ**は、牛乳に乳酸菌や凝乳酵素を加えて固めたもので、熟成タイプと非熟成タイプがある。熟成タイプは乳酸菌や酵素の働きによって熟成が進み、時間が経つごとに味の変化が楽しめる。

**プロセスチーズ**は、一種類以上のナチュラルチーズを細かく砕いて混ぜ合わせて、加熱、乳化したもので、保存性に優れている。製造工程の途中で加熱処理を行っているので、乳酸菌は死滅する。そのため、保存中に熟成が進むことがなく、味が均一で保存性に優れる。

チーズは「完全栄養食品」と言われるほど栄養価が高い食品。もともと栄養価が高い「乳」を約10分の1に濃縮したものがチーズだから。牛乳に含まれる栄養成分がチーズには丸ごと詰まっている。つまり、チーズを20g食べるだけで、牛乳200gを飲んだ場合とほぼ同じ栄養分を得ることができる。

#### 7-1-6. 生産、消費

牛乳は、人間にとって必要なすべての栄養素をふくむ完全食品だといわれており、欧米諸国では、古くから食品群中もっとも重要な位置を占めてきた。日本にはもともと牛乳消費の習慣はなく、ごく一部の例外を別とすれば、明治の文明開化とともに消費が始まったのであるが、急速に消費が増えたのは第2次

大戦後である。2004年の国民一人当たりの牛乳・乳製品年間消費量は93.6kg（生乳換算）で、1960年の4.2倍、1980年の1.4倍になっている。第2次大戦後の食生活欧米化の象徴品目が牛乳だった。しかし、急速に増えたといっても、欧米諸国に比べればその消費量はまだまだ少ない。1人1日あたりの牛乳消費量は、イギリスとニュージーランドが日本の3倍（約450 ml）、アメリカとデンマークが日本の2倍強（約350 ml）、ドイツとフランスが日本の2倍（約300 ml）となっている。比較した7カ国のうちで日本（150 ml）が最も少ない（注）。日本では牛乳消費の主体が飲用乳であるのに、フランスなどではバター、チーズなどの乳製品に主体があり、飲用乳消費の差は小さくなってきたが、乳製品消費量が決定的に日本は少ない。

飲用乳生産は都市近郊に、乳製品は遠隔地にというのが各国共通の立地であり、日本でもそうだったが、輸送面での技術革新、LL牛乳の登場が牛乳の立地要因を大きく変動させ、大都市飲用乳市場での産地間競争が激しくなっている。乳製品も、国際的に供給過剰であり、輸入圧力をつねに受けている。

（注）この牛乳消費量のデータは、全国牛乳普及協会が7カ国の調査会社を通じて各国の消費者に直接聞いた結果（1995年）である。

世界各国の年間一人あたりの牛乳消費量：

	国名	1人あたり(リットル)
第1位	フィンランド	158
第2位	オーストラリア	112
第3位	イギリス	108
第4位	デンマーク	102
第5位	アメリカ	93
第?位	日本	49