

# 牛乳乳製品のおいしさと生理機能性

荒井 威吉・玉木 民子・海津夕希子

## Taste and Nutritional Physiological Functions on Milk and Milk Products

Ikichi Arai, Tamiko Tamaki, Yukiko Kaizu

### 1. 牛乳乳製品のおいしさ (嗜好性)

1) 牛乳類は食品衛生法(乳等省令)の規程で種類別に牛乳、特別牛乳、成分調整牛乳、低脂肪牛乳、無脂肪牛乳、加工乳(牛乳の成分のみが加減できる)、乳飲料(カルシウム・ビタミンなどの強化、コーヒーフレーバーなどが使える)の7つに分けられる。最近の消費者が飲用している種類は、牛乳(成分無調整牛乳)が65~68%、低脂肪牛乳が17~25%と多く、その他は濃厚牛乳(加工乳)、乳飲料(カルシウム強化乳など)、成分調整牛乳がそれぞれ5%程度であった<sup>1)</sup>。

食品には3つの機能があり、1次機能は栄養素、2次機能はおいしさ(嗜好性)、3次機能は生理機能性(体調を調節する)があることである。おいしさは5感で感じとるが、人間の感覚では嗅覚が最も敏感で、次いで味覚であるから、風味(においと味)が重要になる。牛乳の嗜好性(総合評価、味、コク、におい、口当たり)は、牛乳の種類によって評価が異なる。牛乳の成分では、乳タンパク質はコク、乳糖は甘味、塩類のクエン酸とリン酸は酸味、マグネシウムとカルシウムは苦味、塩化物は塩味と収斂味を感じさせる<sup>2)</sup>。

1980年の筆者らの調査では、消費者が「おいしい」と感じる牛乳の成分バランスは、乳脂肪4.2%、無脂乳固形分8.8%であった<sup>3)</sup>。牛乳の「おいしさ」は原料牛乳(生乳と記載する)の品質に左右されるが、この頃の生乳は乳脂肪3.6%、無脂乳固形分8.4%であり<sup>4)</sup>、おいしい牛乳の成分バランスとは大きな隔りがあった。生乳成分は季節、乳牛の泌乳期や飼料の種類などで変動する<sup>5)</sup>。全国的に生乳の品質検査体制が整備され<sup>6)</sup>、生乳取引の基準が乳脂肪率取引から無脂乳固形分を加味した取引に移行するなどが後押しする要因となって全国的に生乳品質改善が進められたので、現在の生乳成分はこの水準を凌ぐレベルまでに向上している<sup>7)</sup>。

生乳成分の向上には飼料給与、飼養改善、暑熱対策、乳牛の受胎管理などの対策が重要である。乳牛の受胎などの飼養管理指標は、生乳成分のバランスで知ることができる<sup>8)</sup>。飼料に含まれる脂肪などにおいては生乳に移行して牛乳の風味に影響する。牛乳のにおいに影響する最大の要素は、飼料・サイレージなどが変敗したときの臭気やアンモニア・牛舎臭などと、乳牛が食べた飼料を第1胃で消化して反芻によって口に戻ってきた臭気(暖気)が呼吸器(気管と肺)から血液を介して乳房内の乳に移行す

る臭気である<sup>9)</sup>。乳房炎に罹患した乳牛の乳は乳成分の低下などがあっておいしくない<sup>2)</sup>。酪農家は乳房炎罹患の指標となる体細胞数<sup>10)</sup>の減少対策を進めている。また異常風味やいやな臭気の生乳への移行防止、搾乳衛生を徹底して生乳中の細菌数を減らし、畜舎環境改善を図るなどの総合的な乳質の改善対策に取り組み<sup>11)</sup>、全国でおいしい牛乳生産が進んでいる<sup>12)</sup>。

北海道の放牧乳の嗜好性に関する調査（朝隈ら2010年）では、放牧乳の風味に牧草の青臭さが残らないか懸念されたが、官能検査では舎飼いの牛乳と差がなく、また放牧乳を市販UHT牛乳と比較した官能評価ではHTSTで均質化したものの評価が高かった。同様に、アメリカでも放牧乳と舎飼い混合飼料給与の乳の官能検査で差が認められないと報告されている<sup>13)</sup>。韓国の女性には牛乳の甘さやクリーミー

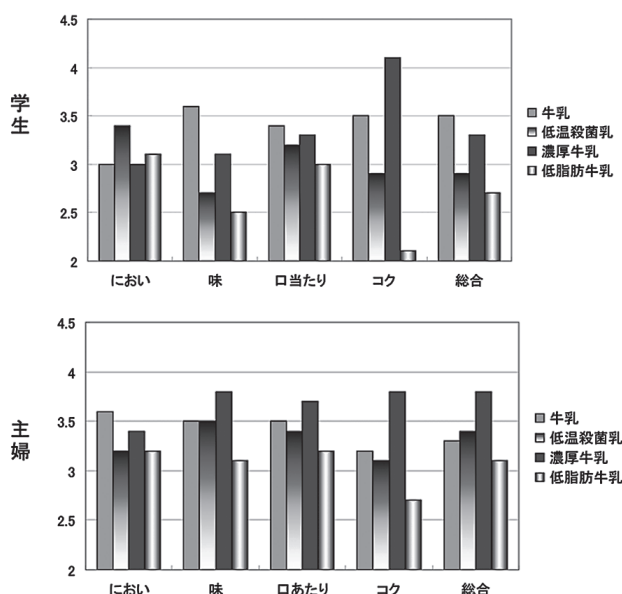


図1 4種類の牛乳の嗜好試験における学生と主婦の評価項目の平均値

りカなどでは好まれないが、日本の中高年齢層ではにおいの少ない低温殺菌牛乳より好ましいと感じる人が多い。

2) ヨーグルトの風味は甘味と酸味のバランスが重要である。官能特性は、スターターカルチャーとして使う乳酸菌の菌種によって酸味や麦芽臭などに対する大きな影響が認められるが、培養する牛乳や脱脂乳による影響はない<sup>16)</sup>。またヨーグルトの風味は、主要な香氣成分の含有量の違いよりも酸度とpHの影響を強く受ける<sup>17)</sup>。ヨーグルトは、口と喉でさわった表面のにおいを感じるのので、粘度が高いヨーグルトより低いものの方がにおいを強く感じるが、一方で、カゼイン含量の多いヨーグルトの風味は長く保持されるので、嗜好性の評価は悪くない<sup>18)</sup>。酸味より甘みの好ましさを影響の方が強いので、酸度が高いと嗜好性の評価は下がり、ヨーグルトの種類と甘味料の種類には関係なく、甘味料を4%以上添加すれば嗜好性が高くなる<sup>19)</sup>。人の脳は甘い飲料のカロリーの有無を判断し、カロリーの摂取量で味覚を調節できる。筆者らは、学生はヨーグルトの酸味に対して敏感であるが、主婦の評価は甘味が強いと高くなり、酸度が高くなると下がるので、甘味の強い飲むヨーグルトの評価が高くなることを報告した<sup>20)</sup>。また低酸度のプロバイオティックヨーグルトの評価は相対的に低かったが、粘性のあるものは口当たりの評価が高かった。ヨーグルトに期待している効果は、主婦は骨粗鬆症予防、整腸効果、健康と栄養の効果 expecting、特保のマークを見て購入するものが40~50%であるが、学生はほとんど健康効果を気にかけず、食べたいときに食べるという食行動が認められた。

なおにおいが好まれ、牧草臭や生乳臭、ランシッド臭などは好まれないという<sup>14)</sup>。牛乳のおいしさの評価は、原料となる生乳の品質、殺菌条件などの違い、および均質化の有無の影響が大きい。筆者らの調査では、牛乳の種類で嗜好性は異なり、主婦は濃厚牛乳の評価が高く、おいしいと感じるにおいの許容範囲が広がったが、学生はにおいに敏感なので強いにおいは好まれず、乳脂肪が少ない成分調整牛乳などが好まれる傾向がみられた<sup>15)</sup>。においの感知は単純ではなく、小学生は良いにおいは敏感に感じ取るが悪い方のおいちは感知しにくい、中学生は良いにおいも悪いにおいも敏感に感知できる。UHT牛乳に生じる加熱臭はアメリカなどでは好まれないが、日本の中高年齢層ではにおいの少ない低温殺菌牛乳より好ましいと感じる人が多い。

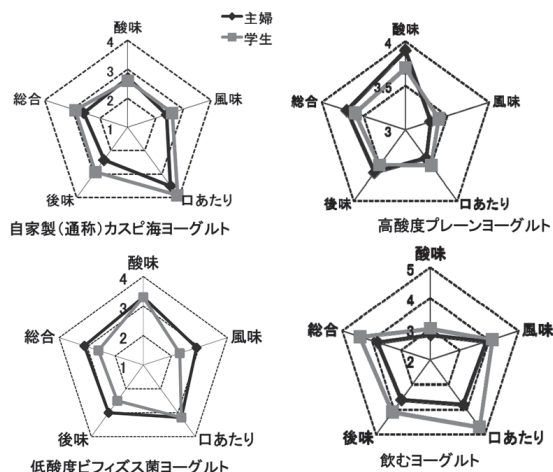


図2 4種類のヨーグルトにおける学生と主婦による項目ごとの評価値の比較

3) アイスクリームの評価では風味が重要で、次いで甘さ、乳脂肪の影響がある。チョコレートアイスクリームの風味は乳脂肪によって弱くなる<sup>21)</sup>。チョコレートに特徴的な3(メチルプロピル)ピラジンの風味は、乳脂肪量が多くなればおいが弱く感じるので、評価が良くなる<sup>22)</sup>。バニラアイスクリームでは、乳脂肪の代わりに入れるホエータンパク質やシロップの方が風味を強く感じさせる<sup>23)</sup>。アイスクリーム白書2010では、消費者に好まれる風味はバニラ、チョコレート、ストロベリー、抹茶、コーヒーの順と報告されている<sup>24)</sup>。筆者らは、アイスクリームの風味に対する個人ごとの好みの差が大きいこと

を報告した<sup>25)</sup>。子どもと保護者はバニラ、ストロベリー、抹茶、チョコレート、コーヒーの順であったが、学生はコーヒーがストロベリーに次ぐ評価であった。子どもの好みの特徴としては抹茶風味が上位になったことである。子どもの風味に対する反応は、悪い方においての感受性が低いので、そのことも影響していると思われる。子どもはテレビコマーシャルなどで覚えたブランドの食べ物を好み<sup>26)</sup>、子どもの食べ物の風味に対する好みや食行動はブランドの影響を受けている<sup>27)</sup>。母親は子どもとの会話などから、子どもが嫌いな風味のこと

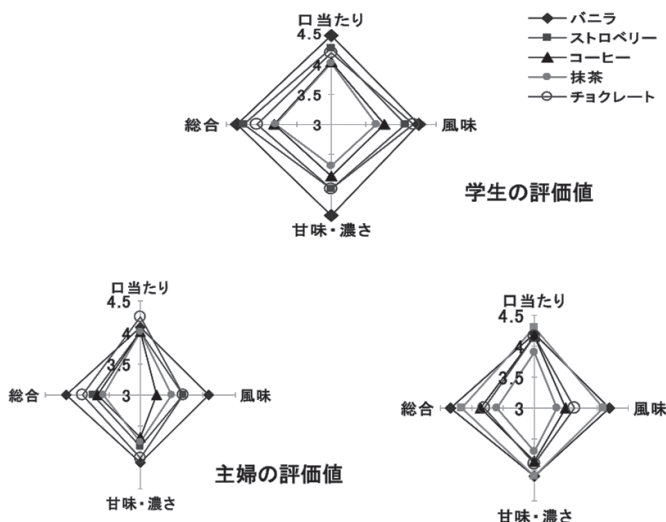


図4 学生・主婦・子どもの5種類のアイスクリームの項目ごとの評価値

の方が、好きな風味のことよりも良く知っている<sup>28)</sup>。母親は子どもの嫌いな食べ物をよく知っていて、子どもが好きなブランドの食べ物や母親が好きなものを与える傾向が強いことを反映していると考えられる。

4) チーズにはナチュラルチーズと、ナチュラルチーズを原料にして作るプロセスチーズがある<sup>29)</sup>。ナチュラルチーズの風味は、チーズの種類によってそれぞれの特徴がある。乳糖からは乳酸発酵やクエン酸発酵、プロピオン酸発酵による香気成分が生じ、乳タンパク質の分解で生じる短鎖のペプチドやアミノ酸は旨味成分、アミノ酸から生じるアルデヒド、アミン、含硫化合物などは香気成分となる。乳脂肪から産生する酢酸、酪酸、カプロン酸、カプリル酸などの低級脂肪酸と遊離脂肪酸の $\beta$ -酸化によるメ

チルケトンなどはチーズごとに独特な芳香を形成する<sup>30)</sup>。プロセスチーズは、原料となるナチュラルチーズで風味の温和なもの強いものを組み合わせて風味を調整し、クエン酸塩・リン酸塩などの乳化剤を加えて加熱混練して作る<sup>31)</sup>。日本のチーズ消費量は、1970年代は98%が日本人好みの風味で食べやすく加工されたプロセスチーズであり<sup>32)</sup>、まだナチュラルチーズのにおいの強さなどに慣れていない状況であった。筆者らの最近の調査では、消費者が食べるチーズの種類ではプロセスチーズが62%で、20～30歳代は80%以上が食べており、高齢者より多かった<sup>33)</sup>。ナチュラルチーズでは国産の軟質チーズが11%、フレッシュチーズが8%などとなっており、若年層より高齢者の摂取比率の方が高い傾向がみられた。輸入チーズの摂取比率は少なく、ハード系チーズは10%、軟質チーズは6%であった。学生は食品のにおい・苦味・酸味に対して敏感である<sup>10, 11, 25)</sup>から、チーズもこれらの特性が弱く日本人好みに開発されたプロセスチーズが好まれる。主婦はチーズの匂いなどの風味に対する許容範囲が広い傾向が認められ、輸入チーズをおいしいと評価する比率が多かった。

## 2. 牛乳乳製品の生理機能性

1) 牛乳は栄養が豊富であり、栄養素の供給源である<sup>34)</sup>。食品群は食品を栄養成分で分類して栄養学的な説明を加えたもので、岡田式3色食品群が良く使われる。食品群別摂取量の目安は、食品群ごとの摂取量を定めて献立に役立てる。香川式4つの食品群は乳・乳製品と卵を1群として独立させ、「栄養を完全にする」役割を明確にしている<sup>35)</sup>。女子短大生の食事摂取量を食事バランスガイドで評価すると、主菜は充足しているが、主食、副菜、牛乳・乳製品、果物が不足している<sup>36)</sup>。筆者らは食育SATシステムを用いた食事診断で、女子短大生の75%が食物繊維不足、59.4%がエネルギー不足であることを報告

表1 実際の食事メニューに牛乳を追加した場合の主要栄養素の摂取量と栄養バランスの改善効果

番号	星の数	エネルギー[kcal]	たんぱく質	総脂質	炭水化物	P比 [%]	F比 [%]	C比 [%]	SFA*	n-6系*	n-3系	コレステ
			レベルI レベルII	38~47g 43~54g	213~298g 244~341g	12~15	20~25	57~68	13g以下 15g以下	19g以下 22g以下	2.3g以上 2.6g以上	ロール [mg]
9	3	1,853	48.1	39.2	314	10.4	19	70.6	12.25	5.92	0.81	361
	4	1,974	54	46	322.6	10.9	21	68.1	16.44	6.1	0.85	383
10	3	1,554	49.1	32.1	257.8	12.6	18.6	68.8	6.39	9.03	1.32	253
	4	1,675	55.1	39	266.4	13.2	20.9	65.9	10.58	9.21	1.36	274
17	2	1,294	38.8	23.8	222.5	12	16.5	71.5	5.48	5.37	0.81	245
	3	1,414	44.7	30.6	231.1	12.6	19.5	67.9	9.67	5.55	0.84	266
18	2	2,381	85.5	61.7	358.7	14.4	23.3	62.3	20.28	7.47	1.69	218
	2	2,441	88.1	63.6	367.3	14.4	23.4	62.2	21.38	7.52	1.7	225
24	1	1,075	49.3	28.7	147.2	18.4	24	57.6	6.31	5.58	1.44	146
	1	1,196	55.3	35.6	155.8	18.5	26.8	54.7	10.5	5.76	1.48	167
14	3	1,556	55.2	28.9	261	14.2	16.7	69.1	11.44	2.23	0.84	95
	4	1,676	61.2	35.7	269.7	14.6	19.2	66.2	15.63	2.41	0.88	117
16	3	2,063	73.6	61.6	291.3	14.3	26.9	58.8	20.53	10.35	1.4	411
	2	2,184	79.5	68.5	300	14.6	28.2	57.2	24.72	10.53	1.44	433
19	2	1,907	66.3	55.6	274.6	13.9	26.2	59.9	13.97	14.12	2.12	90
	2	2,028	72.2	62.4	283.2	14.2	27.7	58.1	18.16	14.3	2.15	112
21	2	1,328	47	42.8	185.9	14.2	29	56.8	14.51	7.18	1.04	138
	2	1,388	49.7	44.6	194.5	14.3	29	56.7	15.61	7.23	1.06	145
22	1	1,123	43.9	36.2	152.1	15.7	29	55.3	9.12	6.76	1.09	478
	1	1,243	49.9	43	160.8	16	31.2	52.8	13.31	6.94	1.12	499

(注) 1. PFCバランスは第6次改定日本人の栄養所要量による (たんぱく質は12~13%であるが、12~15%を適正範囲とした)

適正範囲 以上 適正範囲 以下

- 表中の「SFA\* は飽和脂肪酸」、「n-6系\* はn-6系多価不飽和脂肪酸」、「n-3系\* はn-3系多価不飽和脂肪酸」を示す
- 目標値 (%エネルギー) : SFA = 4.5~7.0%未満、n-6系 = 10%未満、n-3系 = (男) 2.1%以上、(女) 1.8%以上  
コレステロール = (男) 750mg未満、(女) 600mg未満
- 表中の赤字の数字は摂取量が適正範囲に近いことを示す  
\*表中の番号 No. 16 と No. 18 は身体活動レベル I、その他は身体活動レベル II

した<sup>37)</sup>。総脂質の不足は31.3%で、過剰は21.9%であったが、その他の不足では、炭水化物は40.6%、タンパク質は6%、ビタミンCは15.6%、ビタミンAは34.4%であった。女子短大生の食事摂取量の経年比較では、総脂質摂取量の変動が大きく、過剰になりやすいことを明らかにした<sup>38)</sup>。牛乳飲用の習慣のない学生などは、通常の食事に牛乳1本(180ml)を追加すると40%の学生の栄養バランスが改善された<sup>39)</sup>。特にカルシウムとビタミンB<sub>2</sub>の補充効果と、PFCバランスの改善効果が著しかった。これらの結果から、現状の食生活で摂取量が不足している栄養素量は、牛乳1本(180ml)を追加すれば改善できる範囲のことが多いことを明らかになった。

2) 牛乳乳製品の摂取量が多い人は生活習慣病の罹患率が少ない。牛乳乳製品のカルシウムを1日に100mg以上(牛乳90ml以上)摂取すれば、メタボリックシンドロームと関連する中性脂肪が下がり、HDL(善玉)コレステロールが増える<sup>40)</sup>。女子中学生・高校生の6年間の調査で、牛乳を1日に200ml以上飲む人は飲まない人に比べて体脂肪が減る<sup>34) 41)</sup>。牛乳を1日に500ml以上飲んでいる学童は、小学4年生から中学1年生まで(3年間)に、飲まない学童より身長が2.3cm高くなった<sup>42)</sup>。牛乳を毎日飲む人は年齢が進むほど、飲まない人より生存率が高くなる。牛乳のカルシウムは他の食品と比べると吸収率が高く<sup>34)</sup>、優れたカルシウムの供給源である。カルシウムは、乳タンパク質が小腸で分解されて生じた低分子ペプチド「カゼインホスホペプチド」との間で可溶性の複合体を作る。この可溶性複合体が腸内に長く滞留し、乳糖が回腸粘膜にあるカルシウム代謝抑制系を止めることで拡散吸収される<sup>43)</sup>。この系が有効に働くためには乳糖が分解されないで小腸下部まで届くことが重要になる。カルシウムは成長に必須であり、細胞応答反応を低下させて血圧を下げる作用などもある。女性は閉経に伴う女性ホルモン(エストロゲン)の分泌減少と、カルシウム調節ホルモン(カルシトニン)の減少によってカルシウムが抜け出し骨粗鬆症になりやすい<sup>19) 44)</sup>ので、青年成人期に多くのカルシウムを貯留しておくことが必要である。

一方、乳糖は小腸で消化されないと浸透圧が高まって多量の水分を腸内に引き込む。腸内細菌が乳糖を二酸化炭素、水、短鎖有機酸に分解すると、発生したガスによって腹部膨満感がおき、乳酸やギ酸が腸壁を刺激すると腸内の水溶物が合わさって下痢を起こす<sup>5)</sup>。乳糖不耐症の人は牛乳を飲むと下痢や腹痛などをおこしやすい。この場合は、牛乳を数回に分けて時間をあけて飲む、牛乳を温めて飲む、食事をしているときに飲む、乳糖を酵素分解して製造した乳糖加水分解乳(商品化されている)を飲む、ヨーグルトを食べる(乳糖の一部が乳酸に分解されている)などが効果的である<sup>43)</sup>。和食のご飯や洋食のパンなどの穀類は一般に必須アミノ酸のリジン、トリプトファン、メチオニンなどが不足している<sup>45)</sup>。乳タンパク質は必須アミノ酸をバランスよく含んでいるので、これらの献立に牛乳を1本プラスすると栄養バランスが良くなる。乳タンパク質のアミノ酸の1種であるトリプトファンから生成されるメラトニンには、体温を下げて睡眠を促す快眠の作用がある<sup>46)</sup>。太陽光などが目から入ると、松果体で作られたメラトニンの放出リズムができて体内時計調節の作用がある。乳タンパク質の分解物にはコレステロール吸収阻害ペプチド(ラクタスタチン)、ピフィズ菌増殖や血小板凝集阻害の作用があるペプチド(カゼイノグリコペプチドなど)がある<sup>34)</sup>。モルヒネ様鎮痛作用のあるカゾモルフィンなどは胃腸内容物の移動時間を遅らせて抗下痢作用に働き、インスリン分泌促進による栄養素の吸収や細胞育成などに作用する<sup>43)</sup>。また*Lactobacillus helveticus*で発酵させると、血圧の上昇に関与するアンジオテンシンI変換酵素を阻害する働きのあるペプチド<sup>47)</sup>(カゾキシニンC、ラクトトリペプチドなど)ができる。これらを含むヨーグルトが、特定保健用食品として認可されている<sup>34)</sup>。新生児の特異的免疫獲得には初乳に多く含まれる免疫グロブリンが関与するが、ホエータンパク質のリゾチーム、ラクトパーオキシダーゼ、鉄と結合したラクトフェリンなどが非特異的免疫の役割をしている<sup>48)</sup>。ホエーペプチドに多い分岐

鎖アミノ酸には血糖値低下作用があり、糖尿病治療への利用などが研究されている。乳脂肪の3%を占めるリノール酸には抗腫瘍活性、抗酸化作用があり、またヒト試験では体重と体脂肪が減少する効果が認められている<sup>34)</sup>。最近になって一部に牛乳飲用における栄養価値と生理機能性について疑問を呈する事例もみられるので、牛乳と健康に関する消費者の疑問を解消するための情報が発信されている<sup>49)</sup>。

3) ヨーグルトには多くの保健効果が認められており、プロバイオティックヨーグルトなどの特定保健用食品も多い<sup>34)</sup>。乳酸菌(プロバイオティクスの微生物製剤)が生きて腸まで到達し腸内菌叢を改善して有用な作用をすることをプロバイオティクスという。オリゴ糖などの乳酸菌の栄養をプレバイオティクス、この両者の相乗効果をシンバイオティクスという。乳酸菌が生きたまま腸まで到達するものは少ないため、乳酸菌の菌体成分やその生成物で保健効果を示すものをバイオジェニクスという<sup>48, 50)</sup>。乳酸菌には抗変異原性(遺伝子が傷つく因子を不活化する)と抗腫瘍性(正常細胞がガン細胞に変異するのを防ぐ)の作用がある<sup>30)</sup>。乳酸菌では整腸作用と免疫調節作用が重要である。整腸作用では便性改善、乳糖不耐症の改善、有害菌や病原菌の抑制、ガン誘発などの有害物質の吸着、消化吸收の改善などの効果が期待される<sup>51)</sup>。腸管に棲む乳酸桿菌は他の菌の生育を阻害する抗菌性ペプチド(バクテリオシン)を作るが、腸管内で優位性を確立する働きがあり、整腸作用を増強するプロバイオティクス効果を示す<sup>30)</sup>。ガセリ菌のガセリシンAは黄色ブドウ球菌などにも抗菌性を示すので、食中毒原因菌の生育抑制が期待できる。免疫調節作用では、細胞性免疫、液性免疫を通してガンに対する抵抗力増進、感染防御などの効果があり、ストレス誘導性アレルギーによる腸管免疫機能低下の緩和作用などの抗アレルギー作用がある<sup>19, 51)</sup>。乳酸菌が産生するリン酸化多糖は免疫活性が強い。乳酸菌はアレルギーを抑制するTh1細胞を刺激し、アレルギーを促進するTh2細胞を抑制してB細胞からのIgE抗体の産生を抑制してI型アレルギーを低減する<sup>19, 52)</sup>。同様の効果は茶葉ストリクチニンに認められている。緑茶エピガロカテキンガレートはIgE抗体が結合する肥満細胞表面のFc受容体の発現を抑制するという別の機構でI型アレルギーの低減効果を示す。また、免疫調整作用に関連して花粉症の予防、症状緩和にも有効との報告がある<sup>34)</sup>。ビフィズス菌はビタミンB群を産生するので、発酵乳がビタミンの供給源にもなる<sup>30)</sup>。乳酸菌は抗コレステロール作用や炎症抑制効果、フランスの疫学調査などでガン予防効果が認められている。最近では漬物から分離した乳酸菌を植物性乳酸菌として利用したヨーグルトや、乳酸菌が腸内に留まりやすくするための血液型別のヨーグルトなどが開発されている<sup>53)</sup>。

チーズは有用なカルシウム供給源であり、虫歯予防の効果も見出されており、チーズの機能性に関する研究も進んでいる<sup>34)</sup>。牛乳乳製品の摂取と骨折やカルシウム代謝、骨粗鬆症との関連の研究も進んでおり、健康寿命や生活習慣病とも係る脳血管疾患・血圧・肥満との関連が明らかにされてきている<sup>54)</sup>。

## 参考文献

- 1) 荒井威吉・玉木民子・海津夕希子：牛乳・ヨーグルト・チーズに対する女子大学生の消費動向. 新潟青陵大学短期大学部研究報告 42, 1-8. 2012.
- 2) 足立達・伊藤敏敏：乳とその加工. 建帛社. 東京. 1987. pp 122-132. & 142-150.
- 3) 荒井威吉：牛乳に対する消費者の嗜好傾向 - 1 地方の調査結果から - . 畜産コンサルタント. 16(6), 40-43. 1980.
- 4) 宮城県生乳検査協会(編)：昭和55年度事業概要書. 宮城県生乳検査協会. 1981.
- 5) 伊藤敏敏・渡邊乾二・伊藤良(編)：動物資源利用学. 文永堂. 東京. 1998. (分担執筆) 荒井威吉：II. 5.

- 牛乳成分の変動要因 pp. 64-67. & II. 10. 牛乳の検査法と乳質. pp 146-154、浦島匡：II. 3. (2)糖質 pp 39-40.
- 6) 荒井威吉：「乳・乳製品の未来を探る」原料乳の品質と機器分析などの検査技術における課題. ミルクサイエンス 57(3), 113-117. 2008.
  - 7) 青山英俊・荒井義久・笹野貢：細菌5ヵ年（昭和62年度から平成3年度まで）において北海道内で生産された生乳の乳質の推移について. 酪農科学・食品の研究. 41(3), A-107-A-114. 1992.
  - 8) 荒井威吉：乳質の改善と乳組成分析値の乳牛飼養管理指標への応用に関する研究. 日畜学会東北支部会報. 41(3), 120-129. 1992.
  - 9) デーリィ・ジャパン社. 東京. (編)：1杯の生乳から分かる牛群の健康. (分担執筆) 荒井威吉：本当に良い原料乳とは. Dairy Japan (臨時増刊). 44(10), 21-40. 1999.
  - 10) 荒井威吉：乳汁中の体細胞数と乳房炎をめぐる話題. 宮城県獣医師会会報. 44(3). 94-102. 1991.
  - 11) 荒井威吉：今、おいしい牛乳づくりへの視点と展開. デーリィ・ジャパン. 35(9), 28-31. 1990.
  - 12) 荒井威吉：日本における乳質改善の経過. ミルクサイエンス. 55(4), 201-215. 2007.
  - 13) Croissant AE, Washburn SP, Dean LL, Drake MA：Chemical properties and consumer perception of fluid milk from conventional and pasture-based production systems. J Dairy Sci. 90(11), 4942-53. 2007.
  - 14) Chung SJ.：Effects of milk type and consumer factors on the acceptance of milk among Korean female consumers. J Food Sci. 74(6), S286-95. 2009.
  - 15) 荒井威吉・玉木民子：牛乳に対する消費者の嗜好における最近の評価傾向. 新潟青陵大学短期大学部研究報告第38号. 25-32. 2008.
  - 16) Gallardo-Escamilla FJ, Kelly AL, Delahunty CM.: Influence of starter culture on flavor and headspace volatile profiles of fermented whey and whey produced from fermented milk. J. Dairy Science 88, 3745-3753. 2005.
  - 17) Ott A, Hugi A, Baumgartner M, Chaintreau A.: Sensory investigation of yogurt flavor perception: mutual influence of volatiles and acidity. J. Agric. Food Chemistry 48, 441-450. 2000.
  - 18) Saint-Eve A, Martin N, Guillemin H, Sémon E, Guichard E, Souchon I: Flavored yogurt complex viscosity influences real-time aroma release in the mouth and sensory properties. J. Agric. Food Chemistry 54, 7794-7803. 2006.
  - 19) 上野川修一・菅野長右エ門・細野明義 (編)：ミルクのサイエンス - ミルクの新しい働き -. 全国農協乳業プラント協会. 東京. 1998.
  - 20) 荒井威吉・玉木民子・海津夕希子：タイプの異なるヨーグルトに対する消費者の嗜好傾向について. 新潟青陵大学短期大学部研究報告第39号. 15-24. 2009.
  - 21) Prindiville EA., Marshall RT., Heymann H.: Effect of milk fat, cocoa butter, and whey protein fat replacers on the sensory properties of low fat chocolate ice cream. J. Dairy Science 83(10), 2216-2223. 2000.
  - 22) Welty WM., Marshall RT., Grüm IU., Ellersieck MR. Effects of milk fat, cocoa butter, or selected fat replacers on flavor volatiles of chocolate ice cream. J. Dairy Science 84(1), 21-30. 2001.
  - 23) Ohmes RL., Marshall RT, Heymann H.: Sensory and physical properties of ice creams containing milk fat or fat replacers.: J. Dairy Science 81(5), 1222-1228. 1998.
  - 24) 社団法人日本アイスクリーム協会：アイスクリーム白書2010.  
<http://www.icecream.or.jp/>
  - 25) 荒井威吉・玉木民子・海津夕希子：数種類の風味の異なるアイスクリームに対する消費者の嗜好傾向について. 新潟青陵大学短期大学部研究報告 41, 23-31. 2011.

- 26) Forman J., Halford JC., Summe H., MacDougall M., Keller KL.: Food branding influences ad libitum intake differently in children depending on weight status. Results of a pilot study. *Appetite*. 53(1), 76-83. 2009.
- 27) Robinson TN., Borzekowski DL., Matheson DM., Kraemer HC.: Effects of fast food branding on young children's taste preferences. *Arch Pediatr Adolesc Med*. 161(8), 792-797. 2007.
- 28) Liem DG., Zandstra L., Thomas A.: Prediction of children's flavor preferences. Effect of age and stability in reported preferences. *Appetite*. 55(1), 69-75. 2010.
- 29) クレインプロデュース (編) : チーズ工房. 平凡社. 東京. 1997.
- 30) 伊藤敏敏・渡邊乾二・伊藤良 (編) : 動物資源利用学. 文永堂. 東京. 1998. pp 67-76. & 94-104. & 136-146.
- 31) 伊藤敏敏 : ミルク - 至高の食品がわかる -. ヒューマンウイングスLLP. 東京. 2007.
- 32) 津郷友吉・中西武雄・大条方義 (編) : 乳業ハンドブック. 朝倉書店. 東京. 1973. pp 229-263.
- 33) 荒井威吉・玉木民子・海津夕希子 : 数種類のチーズの官能評価における消費者の嗜好傾向について. 新潟青陵大学短期大学部研究報告 40, 27-35. 2010.
- 34) 齋藤忠夫・根岸晴夫・八田一 : 畜産物利用学. 文永堂. 東京. 2011. pp 9-30. & 93-106.
- 35) 新しい食生活を考える会 (編) : 新ビジュアル食品成分表 増補版. 大修館書店. 東京. 2005. pp 308-311.
- 36) 海津夕希子 : 女子学生が考える「望ましい食事」の問題点と食事バランスガイドの有効性. 新潟青陵大学短期大学部研究報告 38, 51-62. 2008.
- 37) 玉木民子・海津夕希子・荒井威吉 : 食育SATシステム (フードモデル) を用いた女子短大生の食事診断. 新潟青陵大学短期大学部研究報告 43, 39-48. 2013.
- 38) 玉木民子・海津夕希子・荒井威吉 : 食育SATシステム (フードモデル) による食事診断における女子短大生の食事摂取量の経年比較. 新潟青陵大学短期大学部研究報告 44, 37-45. 2014.
- 39) 海津夕希子・玉木民子・荒井威吉 : 食育SATシステム (フードモデル) による食事診断による女子短大生の食事に牛乳を追加した場合の栄養改善効果. 新潟青陵大学短期大学部研究報告 44, 47-52. 2014.
- 40) 上西一弘ほか6名 : 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* 63(4), 151-159. 2010.
- 41) 上西一弘 : 中学生・高校生のライフスタイルと身体状況に関する縦断研究2008. *J-milk magazine ほわいと* 2010冬号. *J-ミルク* (東京). 2010.
- 42) 岡田知雄 : 牛乳摂取が学童の体格に与える影響について. *MILK通信II ほわいと* 2000年夏号. *J-ミルク* (東京). 2000.
- 43) 足立達 : 牛乳概論. 全国農協乳業協会. 東京. 2006.
- 44) 武藤静子 (編著) : ライフステージの栄養学 理論と実習. 朝倉書店. 東京. 2008. p 114.
- 45) 春山洋右・山田信博・松島照彦 (編) : 新体系看護学 人体の構造と機能② 栄養生化学. *メディカルフレンド社*. 東京. 2003. pp 35-37.
- 46) Cohen Engler A, Hadash A, Shehadeh N, Pillar G: Breastfeeding may improve nocturnal sleep and reduce infantile colic: potential role of breast milk melatonin. *Eur J Pediatr*. 171(4), 729-32. 2012.
- 47) Saito T., Abubakar A., Itoh T., Arai I., Aimar V Maria: Development of a new type of fermented cheese whey beverage with inhibitory effects against angiotensin-converting enzyme. *Tohoku J Agri. Research* 48 (1-2), 15-23. 1997.
- 48) 齋藤忠夫・西村敏英・松田乾 (編) : 最新畜産物利用学. 朝倉書店. 2006. pp 79-84. & 89-95.
- 49) 日本酪農乳業協会・牛乳・乳製品健康づくり委員会. 内藤周幸 (監修) : 牛乳がわかる50問 - 牛乳と健康・ファクトブック -. 日本酪農乳業協会. 東京. 2005.



- 50) 伊藤喜久治（編）：プロバイオティクスとバイオジェニクス－科学的根拠と今後の開発展望－. エヌ・ティー・エス. 東京. 2005.
- 51) 細野明義（編）：畜産食品微生物学. 朝倉書店. 2000. pp 106-119.
- 52) 八村敏志：食品の免疫機能研究の展望. 腸管免疫系と食物、腸内微生物菌叢との関わり～最新の進歩～. 日本酪農乳業協会.
- 53) 齋藤忠夫：プロバイオティクス乳酸菌に関する最近の研究と機能性ヨーグルトの新たな展開について. 畜産の情報. 2013年12月号.
- 54) 折茂肇ほか. 牛乳乳製品健康科学会議・Jミルク（編）：牛乳と健康－わが国における研究の軌跡と将来展望－. ライフサイエンス出版. 東京. 2015.