

# 牛乳に対する消費者の嗜好における最近の評価傾向

荒井 威吉・玉木 民子

The Recent Tendency in Consumer's Evaluation on the Preference to Milk

Ikichi Arai, Tamiko Tamaki

## 1. 緒言

牛乳のおいしさは、風味と言いかえることもできる。風味は香りと味を意味する。これまでに牛乳の異常風味の定義<sup>1)</sup>、牛乳に対する消費者の嗜好傾向について多くの研究がある<sup>2,3)</sup>。1980年に筆者が牛乳(成分無調整牛乳)成分調整牛乳、加工乳(濃厚牛乳)を用いて行った嗜好試験の調査<sup>4)</sup>では、濃厚牛乳が最も高い評価となり、次いで成分無調整牛乳がつづき、成分調整牛乳が一番低い評価であった。濃厚牛乳は総合評価が上位にランクされたが、味(コク)の評価が高くて、舌ざわりとにおいの評価が低い製品では総合評価が低くなった。また成分無調整牛乳は濃厚牛乳より乳成分率は低いが、舌ざわりとにおいの評価が高かった製品では総合評価が高くなった。牛乳のおいしさは、乳成分、風味、その他の要因の影響を受けるが、牛乳製造の原料となる生乳の品質がそのまま反映されるので、生乳の生産段階における品質改善の重要性が指摘された<sup>5)</sup>。これとほぼ同じ時期においしい牛乳の生産対策に関する研究や調査も行われた<sup>6,7)</sup>。酪農家に対する生乳の品質改善指導対策として、まず生乳中の汚染細菌数を減らすための衛生的な取り扱い技術の指導から開始された。その後酪農乳業関連の高性能な機器類の開発とその普及にしたがって、生乳の細菌学的な乳質は著しく改善された<sup>8)</sup>。次いで乳牛の飼料給与技術と飼養管理技術の改善、乳房炎などの疾病対策などの指導事業が積極的に行われた結果、全国的に生乳の成分的乳質は急速に改善された<sup>9)</sup>。現在の生乳は乳脂肪率 4.0%、無脂乳固形分率 8.7%にまで向上しており<sup>10)</sup>、1980年に筆者が行った牛乳の嗜好性調査<sup>4)</sup>で最も高い評価となった濃厚牛乳の乳脂肪率 4.1%、無脂乳固形分率 8.8%に匹敵するレベルに達している。また牛乳の製造には各種の殺菌条件が用いられている。日本の牛乳の90%以上は、120~130℃で2秒間の殺菌を行う超高温殺菌法(UHT殺菌法)で製造されている。63~65℃で30分間の低温保持殺菌法(LTLT法)は、食品衛生法の基準殺菌法である<sup>11)</sup>が、現在この条件で製造される低温殺菌牛乳の製造量は少なく<sup>12)</sup>、一般に高付加価値化された差別化商品として取り扱われている。低温殺菌牛乳や72~75℃で15秒間の殺菌を行う高温短時間殺菌法(HTST法)は殺菌工程で加熱臭がつかず、牛乳本来の風味を損なわないと考えられている。一方、UHT殺菌法で製造された牛乳は比較的強い加熱臭が感じられる。この加熱臭は日本人では好む人が多いが、ヨーロッパやアメリカなど西欧人には嫌われることが多い。

そこで本研究では、牛乳に対する消費者の最近の評価傾向を把握することを目的として、牛乳に関心のある主婦（20～60歳代の婦人）と女子学生（19～20歳）を対象にして、牛乳（成分無調整牛乳、UHT殺菌）と低温殺菌牛乳（LTLT法）、濃厚牛乳（加工乳、UHT殺菌）、低脂肪牛乳（加工乳、UHT殺菌）に対する嗜好試験を行い、牛乳の評価傾向について調べた。

## 2. 材料および方法

### （1）嗜好性試験に用いた牛乳の種類と殺菌条件

- （a）牛乳（種類別：牛乳、UHT殺菌による成分無調整牛乳）＝酪農家まごころ牛乳（無脂乳固形分 8.3%以上、乳脂肪分 3.6%以上、殺菌条件 120 ・ 2 秒間）、塚田 3.6 牛乳（無脂乳固形分 8.3%以上、乳脂肪分 3.6%以上、殺菌条件 130 ・ 2 秒間）
- （b）低温殺菌牛乳（種類別：牛乳）＝良寛低温殺菌牛乳（無脂乳固形分 8.3%以上、乳脂肪分 3.7%以上、殺菌条件 65 ・ 30分間）、タカナシ低温殺菌牛乳（無脂乳固形分 8.3%以上、乳脂肪分 3.7%以上、殺菌条件 66 ・ 30分間）
- （c）濃厚牛乳（種類別：加工乳）＝塚田特濃ミルク（無脂乳固形分 8.8%以上、乳脂肪分 3.9%以上、殺菌条件 130 ・ 2 秒間）、明治まるやか特濃 4.4（無脂乳固形分 9.0%以上、乳脂肪分 4.4%以上、殺菌条件 130 ・ 2 秒間）
- （d）低脂肪牛乳（種類別：加工乳）＝農協低脂肪（無脂乳固形分 9.0%以上、乳脂肪分 0.8%、殺菌条件 120 ・ 2 秒間）

### （2）嗜好試験の方法

嗜好試験は主婦と学生の2つのパネル群でそれぞれ1回ずつ行った。すなわち、1回目は新潟青陵大学平成19年度公開講座に参加した牛乳に関心のある主婦 25名（平均年齢 53歳、年齢構成は20歳代 2名、30歳代 4名、40歳代 3名、50歳代 5名、60歳代 11名であった）、2回目は新潟青陵大学短期大学部2年生 23名（19～20歳の女子学生）をパネルとした。パネルの試飲の順序は、ラテン方法にしたがってランダムになるように指示した。

牛乳の評価方法には5点の評点法を用いた。評価項目はにおい、味、口当たり、コク（濃厚感など）および総合評価の5項目とした。パネルは、指定された順序にしたがって4種類の牛乳を試飲し、それぞれの製品ごとに5項目についての評価を記録した。

### （3）統計処理

試料とパネルを要因として、二元配置の分散分析法を用いた。有意差の検定は危険率5%で行った。

## 3. 結果

### （1）パネルとなった新潟青陵大学短期大学部2年生の牛乳飲用の状況

牛乳をよく飲む人（1週間に3～7本）は5名、牛乳をたまに飲む人（1週間に0.5～2本）は6名、低脂肪牛乳か濃厚牛乳を飲む人（1週間に3本）は2名、牛乳をまったく飲まない人は6名（うち2名はたまにヨーグルトを食べる）、ヨーグルトのみを食べる人（1週間に2～7本分）は4名であった。

## (2) 牛乳の嗜好傾向

各パネルが指定された順序にしたがって4種類の牛乳を試飲し、5点の評点法により総合評価、味、コク（濃厚感など）においおよび口当たりの5項目を評価した結果をまとめた分散分析表を表1に示した。

表1 4種類の牛乳の嗜好試験における分散分析表

(1) 総合評価						(2) 味					
	要因	平方和	自由度	分散	分散比		要因	平方和	自由度	分散	分散比
学 生	試料間	9.22	3	3.07	3.70*	学 生	試料間	16.03	3	5.34	4.51*
	パネル間	29.3	22	1.33	1.6		パネル間	28.65	22	1.3	1.1
	誤差	54.78	66	0.83			誤差	78.22	66	1.19	
	全 体	93.3	91				全 体	122.9	91		
主 婦	試料間	6.52	3	2.17	3.48*	主 婦	試料間	6.35	3	2.12	3.37*
	パネル間	23.11	24	0.96	1.54		パネル間	35.46	24	1.48	2.36*
	誤差	44.98	72	0.62			誤差	45.15	72	0.63	
	全 体	74.61	99				全 体	86.96	99		
全 体	試料間	11.46	3	3.82	5.18*	全 体	試料間	15.93	3	5.31	5.77*
	パネル間	58.5	47	1.24	1.69*		パネル間	78.7	47	1.67	1.82*
	誤差	104.04	141	0.74			誤差	129.82	141	0.92	
	全 体	174	191				全 体	224.45	191		
(3) コク						(4) におい					
	要因	平方和	自由度	分散	分散比		要因	平方和	自由度	分散	分散比
学 生	試料間	50.43	3	16.81	20.33*	学 生	試料間	2.47	3	0.82	1.09
	パネル間	27.43	22	1.25	1.51		パネル間	61.43	22	2.79	3.70*
	誤差	54.57	66	0.83			誤差	49.78	66	0.75	
	全 体	132.43	91				全 体	113.68	91		
主 婦	試料間	10.47	3	3.49	4.10*	主 婦	試料間	3.51	3	1.17	2.46
	パネル間	29.24	24	1.22	1.43		パネル間	25.93	24	1.08	2.27*
	誤差	61.28	72	0.85			誤差	34.24	72	0.48	
	全 体	100.99	99				全 体	63.68	99		
全 体	試料間	28.18	3	9.39	8.92*	全 体	試料間	0.9	3	0.3	0.47
	パネル間	63.33	47	1.35	1.28		パネル間	90.98	47	1.94	3.06*
	誤差	148.57	141	1.05			誤差	89.1	141	0.63	
	全 体	240.08	191				全 体	180.98	191		
(5) 口当たり						(注) *: p<0.05					
	要因	平方和	自由度	分散	分散比						
学 生	試料間	1.96	3	0.65	0.8						
	パネル間	13.24	22	0.6	0.74						
	誤差	53.54	66	0.81							
	全 体	73.9	91								
主 婦	試料間	4.47	3	1.49	2.96*						
	パネル間	24.24	24	1.01	2.00*						
	誤差	36.28	72	0.5							
	全 体	64.99	99								
全 体	試料間	5.27	3	1.76	2.72*						
	パネル間	41.37	47	0.88	1.36						
	誤差	90.98	141	0.65							
	全 体	137.62	191								

4種類の牛乳の総合評価は、学生、主婦ともに試料間に有意差が認められたが、パネル間には有意差がなかった。しかし両者をまとめた全体では試料間、パネル間ともに有意差が認められたので、学生と主婦では評価値のレベルが異なっていると推定された。

総合評価を構成する項目別にみると、試料間の有意差は、味とコクでは学生、主婦および両者をまとめた全体の3つの区分で認められ、口当たりは主婦と両者をまとめた全体の2つの区分で認められた。パネル間の有意差は、味では主婦および両者をまとめた全体の2つの区分で認められ、においては学生、主婦および両者をまとめた全体の3つの区分、口当たりは主婦の区分で有意差が認められた。

### (3) 4種類の牛乳間の項目別評価における有意差

評価の項目別にどの牛乳の間に有意差があるか検討した結果を表2に示した。学生では、総合評価、味およびコクで牛乳と低脂肪牛乳との間に有意差が認められた。味では牛乳と低温殺菌牛乳との間に有意差が認められ、コクの有意差は低温殺菌牛乳と濃厚牛乳および低脂肪牛乳との間、濃厚牛乳と低脂肪牛乳との間に認められた。においと口当たりでは試料間に有意差が認められなかった。主婦は総合評価、味および口当たりで濃厚牛乳と低脂肪牛乳との間に有意差が認められたが、その他の牛乳の間には有意差が認められなかった。学生と主婦をまとめた全体では、総合評価と味について低脂肪牛乳と牛乳および濃厚牛乳との間に有意差が認められ、コクでは濃厚牛乳と牛乳、低温殺菌牛乳および低脂肪牛乳との間に有意差が認められた。においと口当たりでは試料間の有意差は認められなかった。以上の結果から、学生の方が主婦よりも牛乳の感覚的な差を敏感に感じ取っていることが推測された。

表2 4種類の牛乳の嗜好試験における評価項目別の試料間の有意差

	総合評価			味			コク			におい			口当たり		
	低温殺菌牛乳	濃厚牛乳	低脂肪牛乳												
牛乳	-	-	+	+	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-
学生															
低温殺菌牛乳		-	-					+	+		-	-		-	-
濃厚牛乳			-						+			-			-
牛乳	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
主婦															
低温殺菌牛乳		-	-					-	-		-	-		-	-
濃厚牛乳			+			+			-			-			+
牛乳	-	-	+	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-
全体															
低温殺菌牛乳		-	-					+	-		-	-		-	-
濃厚牛乳			+			+			+			-			-

(注) + : 有意差あり - : 有意差なし

### (4) 学生と主婦が評価した項目別の平均値

学生と主婦が評価した牛乳の項目別の平均値は図1に示したとおりである。学生は牛乳の種類で評価が異なる傾向を示した。牛乳はにおいを除いて評点3.5の「ふつう」から少し高い評価で、総合評価が最も高くなった。濃厚牛乳はコクの評点が4.2と高かったが、その他の項目は評点3程度であった。低温殺菌牛乳と低脂肪牛乳は味とコクが評点3の「ふつう」程度で、その他の項目は評点3以下であ

った。主婦の評価は、評点3.0～3.5で牛乳の種類による評価の違いは少なかった。濃厚牛乳は全体的に評点3.8前後の高い評価で、総合評価が最も高くなった。低脂肪牛乳はコクの評価が著しく低く、他の牛乳の評価と比べると評価項目全体が低かった。以上の結果から、主婦は無脂乳固形分 8.8%以上、乳脂肪分 3.9%以上などの濃厚感のある牛乳を好み、学生はコク（濃厚感）の強いものより、無脂乳固形分 8.3%以上、乳脂肪分 3.6%以上などの味と口当たりのよい牛乳を好む傾向があると推察された。

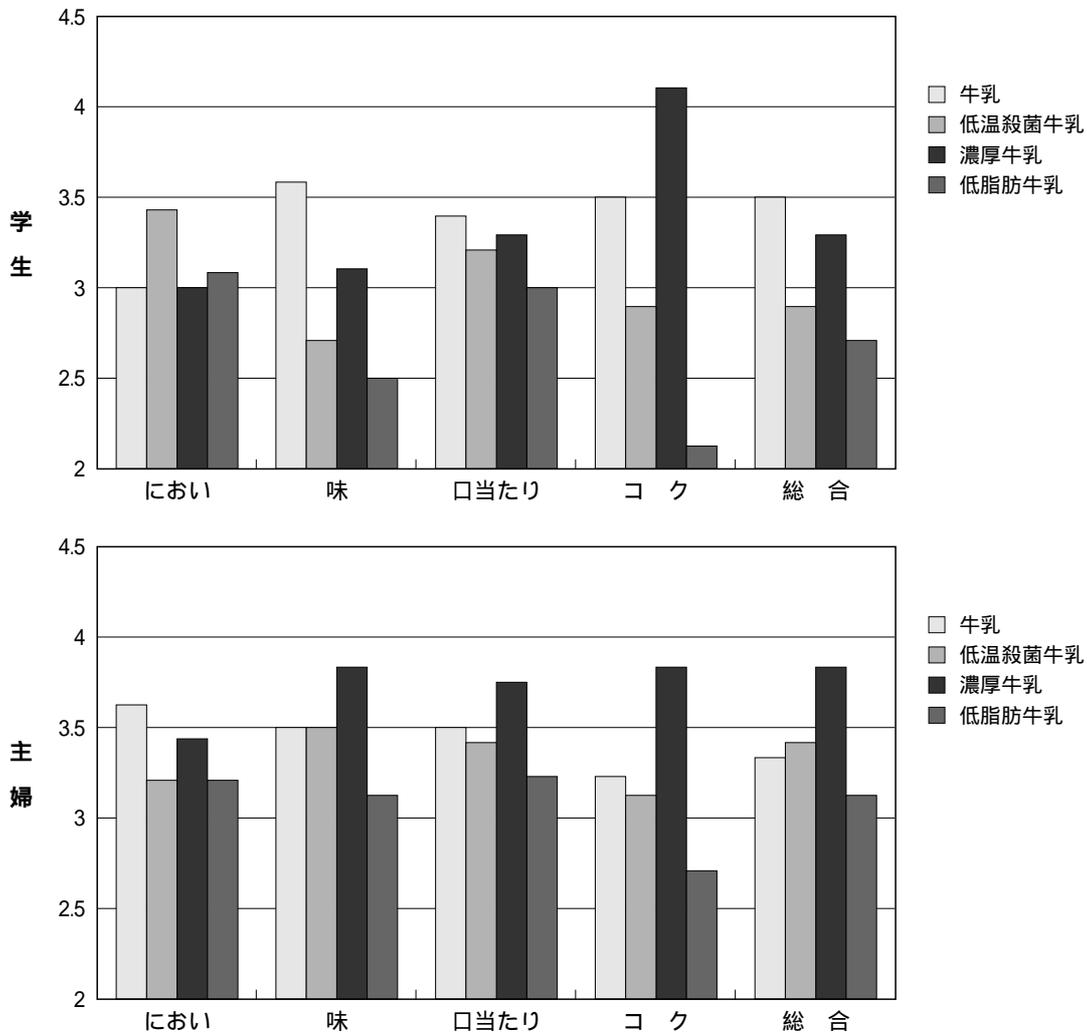


図1 4種類の牛乳の嗜好試験における学生と主婦の評価項目の平均値

#### (5) 学生と主婦による4種類の牛乳の項目別評価の比較

学生と主婦による4種類の牛乳の項目別評価の比較は図2に示したとおりである。牛乳の種類別に学生と主婦の評価傾向が異なることが認められた。牛乳では、コクと総合の評価は学生が高く、においは主婦が高く評価した。低温殺菌牛乳では、においは学生の評価が高かったが、その他の項目は全て主婦の評価の方が高かった。濃厚牛乳では、主婦は全体的に評点3.5以上で「ふつう」から「ややよい」評価をしたが、学生ではコクが評点4.2で高かったが、それ以外の項目は評点3.0前後で主婦と比べてかなり低い評価になった。低脂肪牛乳では、においと口当たりは学生と主婦の評価の差は小さかったが、味、コク、および総合の評価は主婦の方が高かった。

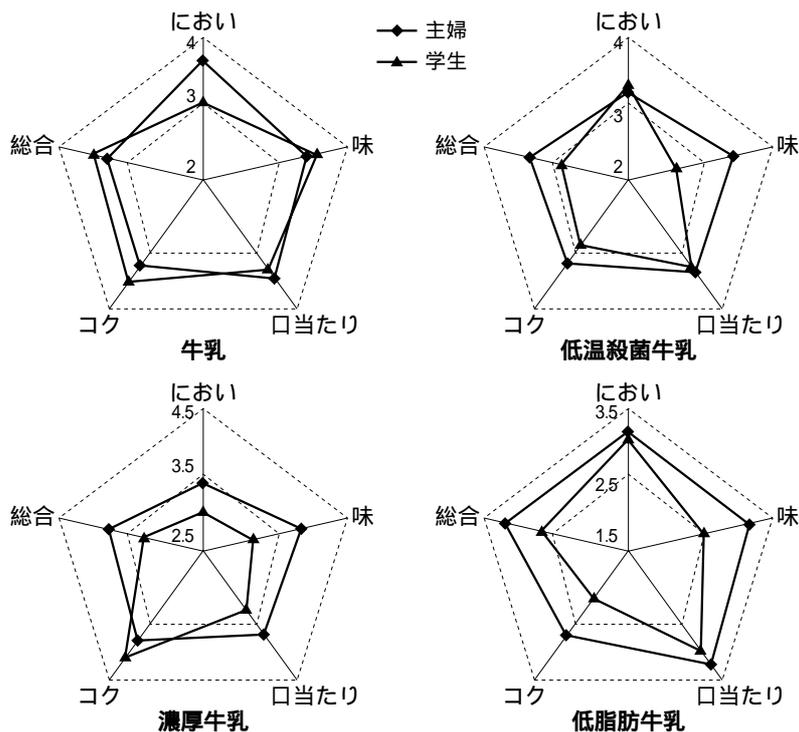


図2 4種類の牛乳における学生と主婦による項目ごとの評価値の比較

#### 4. 考察

一般的に牛乳のおいしさに対する乳成分の働きは、乳脂肪がコク、なめらかさ、およびおいしに対する影響がつよく、乳タンパク質はコク、乳糖は甘味を与え、塩類では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などを与える<sup>13)</sup>。牛乳の独特なおいしの本体はジメチルサルファイドで、その他に種々の成分が含まれている<sup>5)</sup>。牛乳は加熱殺菌した後に紙パックやビンに詰めて製造されるが、低温保持殺菌 (LTLT) の工程では  $\beta$ -ラクトグロブリンが分解されて揮発性イオウ化合物が生じる<sup>13)</sup>。牛乳のUHT殺菌の工程ではノナン-2、ヘプタノン-2などが生じる<sup>2)</sup>。これらの揮発性イオウ化合物やノナン-2などを含むにおいは牛乳の加熱フレーバーといわれ、原料の生乳段階にはなかったにおいである。ロングライフミルク (LL牛乳) は135~150℃で2~4秒間の加熱滅菌をする工程で、生乳にはなかったジアセチルなどの新しいにおいが生じる。牛乳を高い温度で加熱したときの調理臭やカラメル臭は、乳タンパク質と乳糖が関係するアミノカルボニル反応の中間化合物によるものである。

訓練されたパネルが牛乳のおいしさを決める第1の要素はにおい (香り) であり、第2の要素は味 (呈味成分) である。感覚的に牛乳の成分率を判断する場合、無脂乳固形分率の判断には乳脂肪率が影響し、乳脂肪率の判断には無脂乳固形分率が影響を与える。しかし全脂乳 (成分無調整牛乳) の感覚的判断では、乳脂肪率より無脂乳固形分率の影響の方が大きい。牛乳の無脂乳固形分に含まれる成分の影響では、乳タンパク質率は、栄養価値の面で非常に重要であるが、感覚的な判断では乳成分の中で一番差ののどにくい成分である。乳糖率 (ラクトース) の判断は乳脂肪率の影響を受けない。無機質率は塩味が問題になるので、牛乳の味と口当たり (口中感覚) に影響する。したがって、牛乳のおいしさと嗜好性の判断には、乳タンパク質以外の無脂乳固形分の成分 (乳糖、無機質、有機酸など) の影響が大きい<sup>2)</sup>。

本研究では、総合評価は試料間に有意な差が認められた(表1)。学生では低温殺菌牛乳と低脂肪牛乳の評価が低かったが、主婦では濃厚牛乳の評価が高く、低脂肪牛乳の評価は低かった。また学生と主婦とでは牛乳の味とコクの評価に大きな違いが認められた(図1)。学生は牛乳をまったく飲まない人から毎日飲む人までおり、またヨーグルトだけ食べる人などが含まれる集団であったが、におい以外の項目でパネル間に有意差が認められなかった(表1)。このことは、一般消費者が牛乳飲用の習慣の有無に関わらず、牛乳の嗜好性試験の結果に一定の精度を期待できることを示唆している。においは牛乳のおいしさを判断する重要な要素であるが、低温殺菌牛乳(LTLT法)と一般のUHT殺菌した牛乳ではにおいの成分が異なり<sup>2,13)</sup>、一般に低温殺菌牛乳は加熱フレーバーが少ないので飲みやすいといわれている。本研究では、においの評価で学生、主婦ともにパネル間に有意差が認められており(表1)においの評価の個人差が大きかったことも試料間に有意差がなかった原因の1つと思われる。またにおいの評価傾向が学生と主婦で異なった(図1)が、その要因として、学生はにおいのあるものを敬遠し、主婦は牛乳らしいにおいを好ましいと評価した可能性が考えられる。口当たりでは、主婦だけにパネル間(表1)と、濃厚牛乳と低脂肪牛乳との間(表2)に有意差が認められた。口当たりの感覚は、乳脂肪と乳タンパク質の微細なコロイド分散によるものであるが、これらの含量が多いとコクのある濃厚感を与え、低級脂肪酸や遊離アミノ酸、レシチンなどはコクのある風味を感じさせる<sup>13)</sup>。口当たりは乳脂肪で感じるなめらかさや固形物感で評価されるので、脱脂粉乳などを強化して製造された低脂肪牛乳の評価が低くなったと考えられる。

4種類の牛乳の試料間で有意差が認められた主な要因は味とコクと考えられた。濃厚牛乳のコクの評価は、学生、主婦ともに高く、低脂肪牛乳では低かった(図1)。コクは主に乳タンパク質と乳脂肪で感じるが、乳タンパク質は量的な差を感じにくい成分である<sup>2)</sup>。濃厚牛乳と低脂肪牛乳の無脂乳固形分率はほぼ同じであるから、コクの評価の差は乳脂肪率の差と低級脂肪酸や遊離アミノ酸の微妙なバランスによるものと推定できる。またUHT殺菌牛乳の加熱フレーバーはコクも感じさせると考えられるので、加熱フレーバーを好む人の場合はコクの評価が高くなると予想される。味についての学生と主婦の評価は牛乳の種類によって異なり、牛乳に比べて低温殺菌牛乳と濃厚牛乳の評価は学生では低く、主婦では同等かまたは高くなった(図1)。学生は低温殺菌牛乳の味の評価が低かったが、乳成分の構成成分は牛乳と同等であるので、殺菌条件の違いなどによってコク、口当たりなどの判断が評価に相乗的な影響を与えたと考えられる。牛乳の味にはかすかな塩味と温和な甘味が感じられ、マクロ口的には無脂乳固形分と乳脂肪が影響している。無脂乳固形分の濃度は乳脂肪より検出されやすく、中でも重要な役割をするのは乳糖と塩類である<sup>13)</sup>。牛乳の甘味は主に乳糖に由来するが、一部は乳脂肪にも影響される。現在の生乳の乳糖率は全国的に正確な調査データは乏しいが4.4~5.0%と推定され、従来から常識と考えられていた水準よりも高くなっていると推測される。牛乳の乳糖率が高いと温和な甘味を強く感じ、乳糖率が低いと冷たく甘味を感じない傾向になるが、遠因として乳牛に与える飼料の種類と品質によっても感じ方が変わってくる。牛乳の味の評価における甘味の影響は非常に大きい。クエン酸、リン酸、マグネシウム、カルシウムなどの塩類は塩味、苦味と収斂味を与える。塩類を牛乳や脱脂乳に添加すると味に影響するが、脱脂乳に添加した方が敏感に判断できる<sup>2)</sup>。本研究で用いた濃厚牛乳と低脂肪牛乳はともに加工乳であり、脱脂粉乳が強化されているので、乳脂肪率が低い低脂肪牛乳の方が強く味と塩類濃度の違いを判断できたと推定される。

以上の検討により、主婦は無脂乳固形分8.8%以上、乳脂肪分3.9%以上などの濃厚感のある牛乳を好む傾向が認められた。この乳成分のレベルは1980年の調査で評価が高かった濃厚牛乳と同等のレベルであった<sup>4)</sup>。学生はコク(濃厚感)の強いものより、無脂乳固形分8.3%以上、乳脂肪分3.6%以上など

の味や口当たりのよい牛乳を好む傾向があると推察された。

## 5. 要 約

牛乳に関心のある主婦（20～60歳代の婦人）と女子学生（19～20歳）を対象にして、一般の牛乳（成分無調整牛乳、UHT殺菌）と低温殺菌牛乳（LTLT法）濃厚牛乳（加工乳、UHT殺菌）、低脂肪牛乳（加工乳、UHT殺菌）を用いて、牛乳の嗜好性（総合評価、味、コク、におい、口当たり）に対する消費者の最近の評価傾向を調べた。学生は牛乳の種類によって評価が異なり、牛乳は「ふつう」から少し高い評価となったが、濃厚牛乳ではコクの評点が高くその他の項目はふつうより若干高い程度で、低温殺菌牛乳と低脂肪牛乳では全体的に評価が低かった。主婦は濃厚牛乳の評価が高く、低脂肪牛乳は低く評価されたが、牛乳の種類による評価値の差は小さかった。主婦の牛乳の評価値は全体的に学生より高く、主婦と学生とでは牛乳に対する嗜好性が異なっている可能性が推測された。4種類の牛乳の総合評価は、学生、主婦ともに試料間で有意差が認められたが、パネル間には有意差が認められなかった。以上の結果から、主婦は無脂乳固形分 8.8%以上、乳脂肪分 3.9%以上などの濃厚感のある牛乳を好み、学生はコク（濃厚感）の強いものより、無脂乳固形分 8.3%以上、乳脂肪分 3.6%以上などの味や口当たりのよい牛乳を好む傾向があると推察された。学生の方が主婦よりも牛乳の感覚的な差を敏感に感じ取っていると考えられた。また牛乳飲用の習慣の有無に関わらず学生、主婦ともに総合評価とコクでパネル間に有意差が認められなかったことから、一般消費者を対象にして行う牛乳の嗜好試験の結果には一定の精度が期待できると考えられた。

## 参考文献

- 1) Shipe, W.F. et al.: Off-flavors of milk: Nomenclature, Standard, and Bibliography. J. Dairy Science, 61, 855-869. 1978.
- 2) 足立 達：牛乳風味論序説 「おいしい牛乳」論議に寄せて . 乳質改善資料. 75, 1-26. 1988.
- 3) 桜田宏介・山下昭芳・永井政徳：牛乳の風味について . 乳質改善資料. 82, 25-59. 1990.
- 4) 荒井威吉：牛乳に対する消費者の嗜好傾向 一地方の調査結果から . 畜産コンサルタント. 16(6) 40-43. 1980.
- 5) 生乳の総合的品質評価基準検討委員会：生乳の総合的品質評価基準試案 . 乳質改善資料. 78, 1-47. 1989.
- 6) おいしい牛乳生産と風味改善：宮城県生乳検査協会 . 仙台 . 1988.
- 7) おいしい牛乳作り研究会：おいしい牛乳作りに関する調査研究（報告書）. 全国農協乳業プラント協会 . 東京. 1989.
- 8) 荒井威吉：宮城県における生乳の衛生的取り扱いの進展 . 酪農科学・食品の研究. 31, A-107-A-112. 1982.
- 9) 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, 201-215. 2007.
- 10) 平成13年度生乳検査事業成績書：北海道酪農検定検査協会 . 札幌 . 2002.
- 11) 乳及び乳製品の成分規格等に関する省令：厚生省令第52号 . 昭和26年12月26日 .
- 12) 鈴木英毅：牛乳類の多様化 . 乳技協資料. 29(1) 9-17. 1979.
- 13) 神谷隆元・清水 博：牛乳のフレーバー . 乳技協資料. 28(3) 2-13. 1978.