

## 牛乳のおいしさ度評価と乳成分及び飼養環境との関連

高田 修・山口悦司・武田正美

## 要 約

農家生産乳について、風味官能検査を実施し、乳成分率及び飼養環境との関連性を検討した。

- 1 官能検査において、おいしさ度評価は後味との関連が高かった。
- 2 おいしさ度評価は、乳成分との関連が高かったが、牛舎環境及び飼料給与との関連は低かった。
- 3 乳成分のうち、乳糖率と無脂固形分率の高いことがおいしさ度評価を高くしていた。
- 4 おいしさ度評価式として、「おいしさ $= -8.012 + 0.009 \times$ 脂肪率 $- 0.288 \times$ 蛋白質率 $- 0.150 \times$ 乳糖率 $+ 1.700 \times$ 無脂固形分率」を作成した。

## Connections between Milk Taste and Milking Composition and Feeding Environment

Osamu TAKATA, Etuji YAMAGUCHI and Masami TAKEDA

## Summary

We carried into effect sensory evaluations on the milk produced by farms and studied the connection between the milking composition percentage and the feeding environment.

- (1) On the sensory evaluation of milk, the deliciousness is more connected with the aftertaste.
- (2) The deliciousness was strongly connected with the milking composition, but that was not so connected with the environment of cow-houses and the way of feed is given.
- (3) In the milking composition, a high percentage of lactose and solids-non-fat is more connected with delicious milks.
- (4) We developed an expression for milk taste. It is, [Deliciousness =  $-8.012 + 0.009 \times$  Milk fat percentage  $- 0.288 \times$  Milk protein percentage  $- 0.150 \times$  Lactose percentage  $+ 4.700 \times$  Solids-non-fat percentage].

キーワード：牛乳、おいしさ、乳成分、乳糖率、無脂固形分率

## 緒 言

牛乳風味は正常風味の範囲内においても差がみられ、農家間による差も確認されている<sup>1)</sup>。この差を生じさせる要因は非常に多いと考えられる。

風味評価には曖昧な部分があり、個人差も大きいので、追求が難しいものであるが、消費者ニーズに応じて消費を拡大していくためには、良風味乳の生産が最大課題であるといえる。

このため、牛乳のおいしさ度評価法とともに、おいしさ度に影響する要因について検討してきた。筆者らは、これまでに乳成分率、粗飼料種類、粗飼料添加物等の要因を独立させた方法で実験的においしさ度との関連を検討してきた<sup>2, 4)</sup>が、今回は農家生産乳を用い、官能検査によるおいしさ度と、乳成分率及び飼養環境との関連

について検討した。

## 材料及び方法

## 1 実施方法

管内酪農家より、正常乳出荷農家 13 戸を選定し、各回 5 戸の比較で、3 回に分けて全農家の比較を実施した。13 戸の内 1 戸を基準農家とし、各回毎に基準農家を含めて調査を実施した。官能検査実施日は、1 回目が平成 5 年 1 月 20 日・21 日、2 回目が 1 月 27 日・28 日、3 回目が 2 月 3 日・4 日と、それぞれ 2 日間連続して、午後 2 時から 4 時の間に実施した。牛舎環境調査は、官能検査実施前日の午後に 2 人で実施した。官能検査への供試サンプル乳は、検査前日の夜又は当日の朝に農家の合乳から 4 ℓ 以上を採取した。

## 2 調査項目及び調査方法

- (1) 牛舎環境調査

牛舎環境は、牛舎内の臭気・牛舎内外の衛生的環境・牛体の汚染状況・搾乳器具の保管状況の4項目について、2人で9段階評価で調査した。評価は、良好を9、普通を5、劣悪を1とした9段階で、調査者2人の目合わせを基準農家で行い、それぞれの判断で評価した。

### (2) 飼料給与調査

飼料給与は聞き取り調査とした。各農家における搾乳牛の平均給与量を現状での1日量として調査した。特定の牛のみに給与している飼料は、各搾乳牛に平均した量とした。

### (3) サンプル乳成分測定

各農家のサンプル乳で、官能検査用に殺菌処理する直前のものを、脂肪率・蛋白質率・乳糖率・無脂固形分率・体細胞数・細菌数の6項目について測定した。なお、測定は兵庫県酪農農業協同組合連合会淡路生乳検査所に依頼した。

### (4) サンプル乳風味評価

牛乳の風味評価は、事前に各農家より採取したサンプル乳を2回に分け、2日間連続で官能検査を実施した。

サンプル乳は2ℓを65℃、30分以上で殺菌処理後、約100mlを透明コップで提供した。農家表示は、基準農家を常にAとし、他はランダムにBCDEで表示した。パネリストは職員より20人を選定し、設定時間内で自由に参加してもらった。

官能検査での風味評価項目は、おいしさ・濃厚感・後味・香り・異常感の5項目で、評価は良好(濃い)を9、普通を5、劣悪(薄い)を1とした9段階絶対評価とした。異常感については、全くなしを5、強度にありを1とした5段階絶対評価で実施した。

## 3 集計方法

牛舎環境評価は、調査者2人の評価得点を平均した。

官能検査による風味評価は、参加パネリストの評価得点を実施日ごとに棄却検定し、棄却の生じたパネリストはその回に限り成績を除外した。採用成績の2日間の平均値をもって、各農家の風味評価値とした。

基準農家Aの乳成分は、3回成績の平均値を使用した。その平均値±標準偏差は、脂肪率(%)が $3.63 \pm 0.10$ 、蛋白質率(%)が $3.09 \pm 0.06$ 、乳糖率(%)が $4.43 \pm 0.04$ 、無脂固形分率(%)が $8.60 \pm 0.08$ 、体細胞数(万/ml)が $7.0 \pm 0.23$ 、細菌数(万/ml)が $3.1 \pm 1.01$ であった。この成分率差は官能検査における風味評価に影響しないものとして、各回におけるAの風味評価値を5として他を修正し、3回に分けて実施した13農家の評価値を同時に比較した。

飼料給与は、風乾物量・粗飼料比・サイレージ量(原物量)・ビール粕量(風乾物量)の4項目とし、各項目ごとに9段階評価で評価した。

官能検査・牛舎環境・飼料給与状況における各要因項目の段階評価基準を表1に示した。

## 結 果

### 1 調査結果

官能検査における段階評価成績を表2に、官能検査提供サンプル乳の成分測定成績を表3に、飼料給与及び牛舎環境調査による段階評価成績を表4に示した。

官能検査におけるパネリストの棄却数はそれぞれ1回目が2人、2回目が1人、3回目が3人であった。また、1日目と2日目において評価に有意差が生じたものは、おいしさ項目での2農家のみで、他は全て差が見られなかった。農家間差を各項目ごとに最高値と最低値との差で見ると、おいしさが1.1、濃厚感が1.4、後味が1.2、香りが0.6であった。香りは、品質差が小さいのか評価

表1 各要因項目の段階評価基準

評価値	官 能 検 査		牛舎環境	飼 料 給 与 状 況			
	9段階評価項目	異常感	9段階評価項目	風乾物量kg	粗飼料比%	サイレージ量kg	ビール粕量kg
1	劣悪・薄い	強度にあり	劣 悪	15台≥	34以下	22以上	3.6以上
2				16台	35～39	19～21	3.1～3.5
3				17台	40～44	16～18	2.6～3.0
4				18台	45～49	13～15	2.1～2.5
5	普 通	全くなし	普 通	19台	50～54	10～12	1.6～2.0
6				20台	55～59	7～9	1.1～1.5
7				21台	60～64	4～6	0.6～1.0
8				22台	65～69	1～3	0.1～0.5
9	良好・濃い		良 好	23台≤	70以上	0	0

表2 官能検査成績

農家	おいしさ	濃厚感	後味	香り	異常感
A	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
1 B	4.7	4.3	5.0	5.0	4.6
1 C	5.6	4.9	5.7	5.0	4.9
1 D	5.6	5.0	6.1	5.4	4.9
1 E	5.6	5.3	6.1	5.2	4.9
2 B	4.9	4.8	5.0	4.9	5.0
2 C	5.7	5.1	5.6	5.2	5.0
2 D	5.6	5.5	5.3	5.2	5.0
2 E	4.8	5.3	4.9	4.8	4.6
3 B	5.0	5.3	4.9	5.0	4.7
3 C	5.1	4.8	5.3	5.0	4.9
3 D	5.8	5.7	5.6	5.3	5.0
3 E	5.1	5.5	4.9	4.9	4.9
最高値	5.8	5.7	6.1	5.4	5.0
最低値	4.7	4.3	4.9	4.8	4.6

表3 乳成分調査成績

農家	脂肪率 %	蛋白質 率 %	乳糖率 %	SNF率 %	体細胞 数万/ml	細菌数 万/ml
A	3.63	3.09	4.43	8.60	7.0	3.1
1 B	3.81	2.93	4.40	8.40	9.4	12.0
1 C	3.97	3.03	4.43	8.53	7.5	2.2
1 D	4.05	3.31	4.57	8.95	6.0	1.9
1 E	3.81	3.10	4.60	8.77	10.0	37.4
2 B	3.83	2.96	4.49	8.52	8.8	1.2
2 C	4.14	3.25	4.57	8.89	1.6	2.4
2 D	3.59	2.90	4.58	8.55	2.3	322.6
2 E	4.09	3.27	4.50	8.84	3.8	4.2
3 B	4.06	3.10	4.44	8.61	10.9	4.3
3 C	3.40	2.95	4.40	8.42	10.1	18.8
3 D	4.55	3.31	4.49	8.87	16.2	4.0
3 E	4.19	3.12	4.40	8.59	22.9	29.5

判定が困難なのか、評価幅が小さく、評価が難しい項目であるようであった。

乳成分については、冬場であったためか各成分とも特に低い農家は見られなかった。細菌数において、2 D農家が異常に高い値であった。日常出荷乳も比較的高い値であるが、今回の値は異常的であり、サンプリング後の細菌増殖によるものと推測される。

飼料給与状況においては、風味に影響すると思われるものにサイレージとビール粕があったが、いずれも4農

表4 飼料給与及び牛舎環境調査成績

農家	飼料給与				牛舎環境			
	風乾 物量	粗飼 料比	サイレ ージ量	ビール 粕量	牛舎 臭気	牛舎 環境	牛体 汚染	搾乳 器具
A	3	8	6	9	5	6	7	7
1 B	2	7	9	9	1	5	7	5
1 C	5	7	9	9	4	6	6	7
1 D	9	4	5	6	6	6	8	7
1 E	8	5	9	8	5	5	4	7
2 B	2	6	5	9	4	6	5	7
2 C	5	2	9	9	2	3	4	5
2 D	6	6	7	9	3	3	5	4
2 E	7	7	9	3	5	6	8	5
3 B	7	7	9	8	3	4	5	5
3 C	8	2	9	9	3	5	4	3
3 D	4	7	9	9	3	4	5	4
3 E	1	9	9	9	5	4	4	4

家のみでの利用であり品質的にも大差が見られなかったため、給与量のみを要因項目とした。

牛舎環境については、冬場であったことから牛舎の換気状況が悪く、臭気の強い農家が多かった。搾乳器具の保管状況では、搾乳室や器具保管箱の設置されていない農家があった。

## 2 風味と各要因との関連

### (1) 風味における各項目間の関連

各項目間の関連を、主成分分析による相関行列として表5に示した。

おいしさは後味及び香りとの相関が高かった。しかし、香りは評価が困難であることと、後味との相関が高いことより、おいしさ評価は後味評価と最も関連して評価されていると言える。異常感とも比較的高い相関が見られたが、濃厚感とは低い相関であった。正常風味においては異常感の該当はほとんどないが、項目としてはおいしさ評価に直結するものである。濃厚感はおいしさ以外の項目とも相関が低く、風味評価としては重要度が低い項目である。

これらのことより、牛乳のおいしさ評価は、後味と異常感が最も関連していると思われる。

### (2) おいしさと各要因との関連

官能検査によるおいしさ評価値と各要因との関連を検討するため、主成分分析により相関行列を求めた。おいしさと各要因との相関を表6に、風味と乳成分率との相関を表7に、乳成分相互間の相関を表8に、牛舎環境相

互間の相関を表9に示した。

おいしさ各乳成分率との関連は、乳糖率との相関が最も高く、脂肪率及び蛋白質率との相関は低かった。乳糖と蛋白質は無脂固形分の主成分であり、成分率の変動は蛋白質において大きい。このため、蛋白質率と無脂固形分率との相関は非常に高いが、おいしさとの関連では、

表5 官能検査における風味項目間の相関

相関行列	濃厚感	後味	香り	異常感
おいしさ	0.49	0.82	0.81	0.63
濃厚感		0.11	0.25	0.31
後味			0.80	0.38
香り				0.45

表6 おいしさ各要因との相関(相関行列)

脂肪率	0.32	牛舎臭気	0.08	風乾物量	0.34
蛋白質率	0.37	牛舎環境	-0.39	粗飼料比	-0.36
乳糖率	0.62	牛体汚染	-0.31	サイレージ量	0.04
SNF率	0.54	搾乳器具	0.05	ビール粕量	0.22
体細胞数	-0.29				
細菌数	0.29				

表7 風味と乳成分率との相関

相関行列	おいしさ	後味	濃厚感
脂肪率	0.32	0.13	0.50
蛋白質率	0.37	0.34	0.47
乳糖率	0.62	0.64	0.37
SNF率	0.54	0.52	0.51

表8 乳成分相互間の相関

相関行列	蛋白質率	乳糖率	SNF率	体細胞数	細菌数
脂肪率	0.76	0.11	0.64	0.28	-0.38
蛋白質率		0.34	0.93	-0.11	-0.43
乳糖率			0.67	-0.61	0.45
SNF率				-0.34	-0.16
体細胞数					-0.28

表9 牛舎環境相互間の相関

相関行列	牛舎環境	牛体汚染	搾乳器具
牛舎臭気	0.54	0.30	0.49
牛舎環境		0.63	0.64
牛体汚染			0.39

乳糖率は無脂固形分率の相関を高め、蛋白質率は低める関係になっている。体細胞数及び細菌数は共においしさとの相関が低く、おいしさとの直接的な関連はないようである。

後味と乳成分率との関連は、おいしさとはほぼ同様の結果であるが、脂肪率ではさらに相関が低くなっている。脂肪率は濃厚感との関連が高いが、おいしさ評価にはあまり関連していないようである。

おいしさ各牛舎環境はいずれも相関が低く、通常範囲での環境であれば関連性はないと思われるが、異常風味は不備な飼養環境に認められるとも報告されており<sup>2)</sup>、環境改善に務める必要がある。牛舎環境の項目間相互には比較的高い相関が見られ、きれいな牛舎・きたない牛舎の判定は容易である。

飼料給与においても、おいしさとの相関は低かった。しかし、特異な飼料による牛乳風味への影響は明かであり注意を要する点である。今回はビール粕が13戸中4戸に給与されており、給与量も0.5~3.0 kg/日と少量であったが、おいしさとの関係に低いながらも正の相関が見られた。

## 考 察

牛乳のおいしさ度を示す方法はまだない。また、牛乳特有の風味をある尺度で示すことは出来ないかも知れない。しかし、牛乳の風味はその生産環境による差が存在し、消費者からの風味に関する要望も高く、風味を加味した品質評価が要求されはじめている。現状としては異常風味の排除が重要であるが、正常風味においてもおいしさの追求は必要である。そこで、官能による風味評価と一致し、客観的に数字として評価する方法を検討した。

おいしさとは感覚の総合的なものである。そこで、より具体的な項目として濃厚感、後味、香り、異常感を検討した結果、おいしさ度評価に係る項目は後味と異常感であった。そこで、この2つの項目からおいしさ度評価を試みた。重回帰式として、「おいしさ度 = -2.568 + 0.589 × 後味 + 0.962 × 異常感」が得られ、重相関係数は0.886であった。

後味や異常感は官能によるものであり、実際に牛乳を飲まなければ判定出来ない項目である。そこで、乳成分、牛舎環境及び飼料給与について、おいしさとの関連を検討した。乳成分では乳糖率と無脂固形分率がおいしさ度評価に関連の高い項目であった。乳成分は生乳取り引きにおいて日常的に測定されており、最も公平で信頼できる項目といえる。牛乳の三大成分は脂肪、蛋白質、乳糖であり、牛乳の成分表示は脂肪と無脂固形分である。こ

のため、これらの成分率から牛乳のおいしさ度評価を試みた。重回帰式として、①「おいしさ度 $=-9.887+0.401 \times$ 脂肪率 $-0.203 \times$ 蛋白質率 $+3.169 \times$ 乳糖率」と、②「おいしさ度 $=-8.012+0.009 \times$ 脂肪率 $-0.288 \times$ 蛋白質率 $-0.150 \times$ 乳糖率 $+1.700 \times$ 無脂固形分率」を得た。重相関係数は①式が0.67、②式が0.77である。①式では蛋白質率はマイナス要因となってしまうが、②式においては蛋白質率と乳糖率は無脂固形分率の補正要因となっており、乳成分率からのおいしさ度評価式としては②式が実情により合致したものと言える。

筆者らは、以前に脂肪率と無脂固形分率から牛乳のおいしさ指数を作成した<sup>3)</sup>が、おいしさには脂肪率よりも無脂固形分率の高さが重要であった。今回の結果も、脂肪率よりも無脂固形分率がおいしさに強く影響しており、中でも蛋白質率より乳糖率の影響が強いようであった。蛋白質は牛乳のこく味に影響し、おいしさとの関連が高いと言われているが、蛋白質率と無脂固形分率とは非常に高い相関があるため、無脂固形分率を介した関係ではないかと思われる。

#### 引用文献

- (1) 阿久津猛, 宇田三男, 矢口長彦(1991):「美味しい牛乳」の品質評価に関する調査研究(第1報):茨城畜試年報 平成2年度, 107-114
- (2) 石川 茂, 吉野慎太郎(1993):異常風味乳の調査:家畜診療 361, 3-9
- (3) 高田 修, 大川浩一, 加登岳史, 久米 治(1991):乳成分率からみた牛乳のおいしさ指数作成の試み:淡路農技研報 3, 68-71
- (4) 高田 修, 大川浩一, 加登岳史, 武田和士, 八巻尚, 久米 治(1993):牛乳のおいしさに影響する要因について:淡路農技研報 4, 53-56