

飼料給与と異常風味乳

群馬県西部家畜保健衛生所

木村容子

1 はじめに

「風味」という言葉は国語辞典によると「口に含んだ時に感じられるなんともいえないよい味」と書かれている。食品の分野では、風味は英語のフレーバーを訳した言葉で、食品を口に含んだ場合に生ずる味、嗅及び触の3感覚を複合したもので現わされる。

わが国では、昭和54年に始まった牛乳の生産調整をきっかけに、乳質の向上に対する関心が高まり、乳成分は着実にアップしてきている。一方、近年、生乳の一般的な乳質のほかに、いわゆる「おいしさ」が求められている。このような背景の中で、ここ数年来、全国各地で異常風味乳の発生が散発している。これらの異常風味乳は成分的には著変はないが、原料乳として保存中に豆乳様の異常な風味を呈するようになるといわれている。

ここでは、最近わが国に発生がみられている異常風味乳について、飼料給与との関連を中心に述べてみたい。

2 異常風味乳の分類

欧米では牛乳の異常風味に関する報告は数多く、1978年、米国では牛乳の異常風味について、その発生原因を中心以下の大別している。

1) 加熱フレーバー；牛乳の加熱に伴って発生し、加熱時間や温度によって状態が変化する異常風味で、調理臭、カラメル臭、こげ臭に分けられている。

2) 光誘導フレーバー；日光臭ともいい、乳清蛋白中のメチオニンが日光の照射(500 オングストローム以下の光線)によって分解するために発生する

とされている。

3) 脂肪分解フレーバー；ランシッド、リポライシスともいう。乳脂肪がリパーゼ(酵素)の作用によって加水分解し、その構成成分である酪酸、カプロン酸やカプリル酸等の低級脂肪酸が生乳中に遊離してくるために発生する異常風味。

4) 微生物フレーバー；種々の細菌やカビが生乳中に増殖するために発生する異常風味で、細菌の種類によって酸味臭、苦味、不潔臭、塩味、カビ臭等を呈する。

5) 酸化フレーバー；乳脂肪の脂肪球膜を構成している脂質成分の酸化によって生じ、銅、ビタミンCや溶存酸素の存在が酸化を促進するとされている。

6) 移行フレーバー；サイレージ、臭気の強い青刈り飼料等の臭いが牛乳に移行する飼料臭、不潔な牛体の臭いや牛舎特有の臭気が牛乳に移行する牛舎臭とがある。牛乳中への臭気の移行経路は2通りあり、臭気物質が牛の皮膚、呼吸器や消化器などをとおして血中に入り、牛乳に移行する場合と、牛舎内で搾乳後の牛乳に直接吸収される場合がある。

7) その他の異常風味；以上のいずれにも属しない原因による異常風味で、渋味、苦味、白墨臭、薬剤臭、淡味、新鮮味不足等がある。

米国における原料乳の風味検査で、3,484検体のうち、不良の評価を受けた生乳は22.2%で、これらの異常風味は飼料臭、不潔臭等の移行フレーバーがほとんどであったとされている。近年、わが国において、各地の豆乳様の異常風味を呈する牛乳の発生が確認されているが、その原因についてはほとんど解明に至っておらず、わずかに茨城

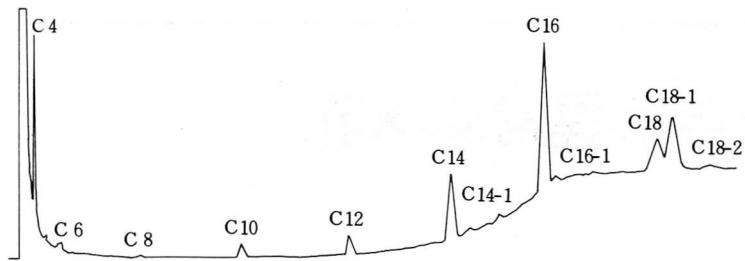


図1 異常風味乳発生時の生乳中脂肪酸のクロマトグラム

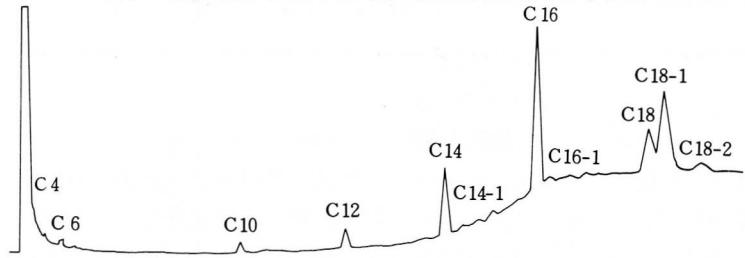


図2 異常風味乳消失時の生乳中脂肪酸のクロマトグラム

県の1農場での発生が酸化フレーバーであったと報告されているにすぎない。

3 異常風味乳の発生と飼料給与構成

次に、異常風味乳のある集団発生例における原因及び飼料給与構成との関連性について解析した内容を紹介する。

本発生例での異常風味の内容は生乳を口に含んだ際に、始め甘味を感じ、後に豆乳様のしつこさが残るというもので、その異常な風味は搾乳後の保存時間の経過にしたがって強くなる傾向にあった。これらの生乳中脂質の脂肪酸構成をガスクロマトグラフで分析した結果、酪酸(C4)の著明な増加がみられ(図1)、異常風味消失時では発生時に比較して酪酸の明らかな減少が認められた(図2)。そこで、正常乳と異常風味乳を用いて生乳中の脂肪酸組成を比較したところ、異常風味乳では酪酸の占める割合が有意に高いことが明らかとなつた(表1)。

以上の結果から、本発生例は先の異常風味乳の分類に照し合せると、脂肪分解フレーバー、いわゆるランシッドであったと判明した。

欧米における報告によると、ランシッドには搾乳後24ないし48時間保存後の生乳に発生する自然発生性のものと、牛乳の激しい攪拌、パイプラインミルカーによる牛乳の動搖や発泡、冷却と加

温の繰返し等牛乳の取扱いによって発生する誘導発生性のものがあるとされている。そして、自然発生性のランシッドは、濃厚飼料、粉餌等乾燥飼料の多給、TDNの不足が誘因となって発生し、末期乳もランシッドになりやすいといわれている。

本発生例では異常風味乳発生時、未発生農家を含め飼料給与状況を調査している。その結果は表2に示したとおり、平均値で異常風味乳発生農家、未発生農家ともおおむね適正値の範囲内の値を示していたが、発生農家では給与濃厚飼料の種類数が有意に多く、DCP充足率が高い値を示し、養分の過不足が目立っていた。

また、TDN給与量に占める良質粗飼料の割合が低く、各種濃厚飼料やヘイキューブなどが高い割合

表1 生乳中脂肪酸組成

脂 肪 酸	低風味乳(%)	正 常 乳(%)
酪 酸(C4)	13.01±13.49	** 0.34±0.26
カ プ ロ ン 酸(C6)	0.65± 0.96	0.22±0.14
カ プ リ ル 酸(C8)	0.63± 0.14	0.60±0.26
カ プ リ ン 酸(C10)	1.75± 0.44	* 2.31±0.56
ラ ウ リ ン 酸(C12)	2.17± 0.50	* 3.33±0.55
ミ リ ス チ ナ 酸(C14)	9.44± 2.23	** 12.54±1.24
ミ リ ス 特 レ イ ン 酸(C14=1)	2.29± 0.87	2.63±0.54
パ ル ミ チ ん 酸(C16)	25.48± 4.55	** 31.26±2.63
パ ル ミ 特 レ イ ン 酸(C16=1)	3.78± 1.65	3.94±0.65
ス テ ア リ ン 酸(C18)	10.76± 3.85	11.71±2.23
オ レ イ ン 酸(C18=1)	27.59± 7.44	27.71±1.97
リ ノ 一 ル 酸(C18=2)	3.35± 0.72	3.73±0.67

** : P<0.01 * : P<0.05

表2 納入飼料状況

	異常風味乳発生農家	対照農家
給与飼料の種類		
濃厚飼料	4.37±2.9	** 3.07±1.3
粗 飼 料	4.47±1.0	4.70±0.9
給与飼料(%)		
濃厚飼料	47.87±6.8	44.84±6.8
粗 飼 料	52.16±6.8	55.17±6.6
粗脂肪(kg)	0.56±0.2	0.50±0.2
乾物量(%)	3.06±0.5	2.91±0.4
粗繊維率(%)	18.74±1.9	* 20.67±1.4
粗蛋白率(%)	15.53±1.8	* 14.10±0.9
DCP充足率(%)	145.31±33.5	** 128.68±22.5
TDN充足率(%)	105.88±18.1	104.90±15.9

** : P<0.01 * : P<0.05

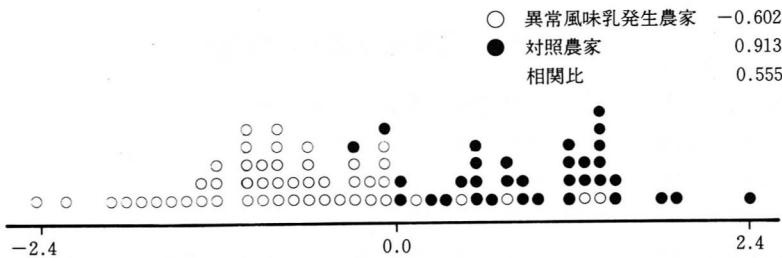


図3 数量化理論2類による各農家の判別得点

を示していた。更に、発生農家の給与粗繊維率は18.7%で低い値ではなかったが、その内容をみると綿実、豆皮などがかなり高い割合を占めていた。

次に、数量化理論2類という統計手法を応用して飼料給与に関する分析を行なった。調査対象農家を異常風味が発生した農家と発生のなかった対照農家の2つのグループに分け、どのような種類の配合飼料を給与しているか、サイレージの種類は何か、DCP及びTDN充足率等16項目53区分の要因について調査し判別分析を行なった。

その結果は図3に示したとおり、一部分オーバーラップしているところもあるが、両者の判別は比較的良好で、異常風味乳発生農家における判別得点の平均値は-0.602で負の方向に、対照農家の平均値は0.913で正の方向に傾いていることが明らかとなった。また、両者の判別に寄与した各要因の強さを検討したところ、特定の1つの要因が判別に強く寄与したという結果は得られなかつたが、飼料中の粗脂肪、DCP及びTDN充足率、給与サ

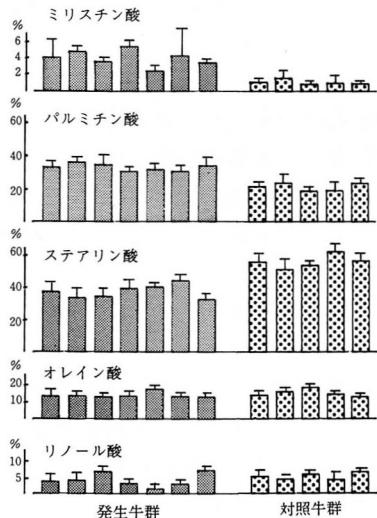


図4 異常風味乳発生時の第一胃内高級脂肪酸組成 図5 異常風味乳発生時と回復期の第一胃内高級脂肪酸組成

イレージの種類などが比較的強く判別に影響を及ぼしたと考えられた。つまり、異常風味乳発生農家群の方向に作用する要因は、飼料中の粗脂肪含量が高く、DCP充足率は130%以上、TDN充足率は110%以上または90%以下などであった。

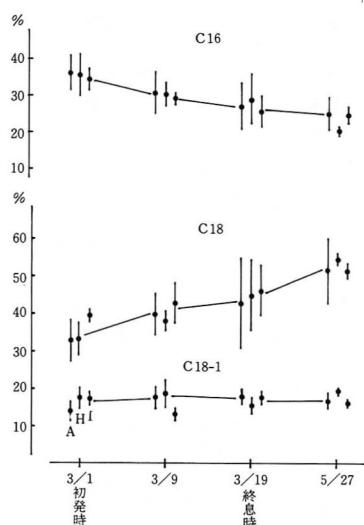
4 異常風味乳発生牛群の生化学的所見

上記発生例のうち、初発生9戸90頭の血液及び第一胃液の生化学的検査を実施した。

血液所見では血清脂質の著明な高値がみられ、総コレステロールの平均値が200 mg/dl以上の農家が9戸中5戸もあり、そのうち1戸では303.6 mg/dlであった。発生農家の牛群はほとんどがオーバーコンディションで、肉眼的評価においても過肥の傾向が強い牛群であった。また、血清酵素活性値ではGOTや γ -GTP活性値の上昇を認めた牛群が多く、肝機能の亢進が示唆される所見が得られた。

発生牛群の第一胃液所見ではpHが高く、原虫数の極端に少ない牛群がみられ、原虫の種類では小型のエントディニウムがほとんどで、大型原虫の検出された牛は少なかった。第一胃液の揮発性低級脂肪酸(VFA)では、その產生量が極めて低い

牛群が認められ、VFAに占める各酸の比率では、全体的に酢酸の占める割合が低下する傾向がみられた。また、異常風味乳発生時の第一胃内高級脂肪酸組成をみると、発生牛



群は対照牛群に比べミリスチン酸(C14)とパルミチノ酸(C16)の占める割合が高く、相対的にステアリン酸(C18)の低下が目立っていた(図4)。そこで、3戸の発生農家を選定し、濃厚飼料給与の一時点中断、乾牧草等良質粗飼料の増給を実施させ、異常風味が消失するまで経時的に観察したところ、異常風味の消失に伴ってC16の低下が認められた(図5)。

欧米での報告によると、パルミチノ酸の多給は生体内のリバーゼ賦活化因子を増加させるため、これが牛乳中に移行して生乳中のリバーゼを活性化し、乳脂肪の分解を促進して生乳中に遊離脂肪酸が増加することを確認している。リバーゼは脂肪を分解する酸素で、正常な牛乳の一成分である。牛の乳脂肪中にはその構成成分として酪酸やカプロン酸などの低級脂肪酸が多く利用されており、これらが牛乳中に遊離してくるとその風味に及ぼす影響は大きいといわれている。

以上の生化学的所見から、発生牛群は濃厚飼料の多給、粗飼料の不足がうかがわれ、生体サイドの所見と飼料給与面からの調査結果とが深く関連していると考えられた。

5 異常風味乳再現試験

異常風味乳発生農家の現地調査結果から、近年の異常風味乳の発生は、飼養管理が一つの大きな要因としてあげられたため、4頭の正常乳を産生する搾乳牛を用いて、トウモロコシサイレージ多給による発生例に準じた飼料設計で再現試験を試みた。供試牛は試験区2頭、対照区2頭とし、試験期間中は牛舎内に繫養し、飼料給与は朝夕2回とし、給与順序は濃厚飼料から与え、最後に粗飼料を給与した。なお、対照区は群馬県畜産試験場の慣行的な飼養管理にしたがった。試験区2頭の概要と給与飼料内容は表3に示した。試験は昭和62年8月19日から実施し、体重、乳量、乳質、風味、飼料摂取量、血液、第一胃液及び牛乳の生化学的性状等広範な検査を行なった。

その結果、試験開始20日後から48時間保存後の生乳に風味の異常を感じられるようになり、ガスクロマトグラフで生乳中脂質の脂肪酸組成を分析したところ、酪酸が大量に検出され、野外発生例と同様なランシッドフレーバーが再現できた。

6 おわりに

今回紹介した異常風味乳の発生例は先の成績に示したとおり、冷蔵保存中の生乳に酪酸が遊離した、いわゆるランシッドであった。そして、異常風味乳再現試験の結果から、適切な飼料給与が行われていない場合には容易にランシッドが発生することも明らかとなった。

泌乳量を追求するあまり飼料給与の不均衡を招いて異常風味乳の発生をみたある地区では、発生後、家畜保健衛生所等関係機関の指導にしたがって粗飼料主体の飼養形態に変えた結果、牛の健康状態が向上し、乳脂率が上昇すると共に体細胞数の減少も確認されている。

牛の健康維持に第一胃発酵の正常化は不可欠で、適切な飼料給与によってのみこれが維持され、良質な牛乳の生産に結びつく。それゆえ、常に牛は複胃を持つ反芻動物であることを忘れずに、おいしい牛乳の生産に向けて、牛の生理にあった飼料給与を心がけたいものである。

表3 異常風味乳再現試験の供試牛と給与飼料内容

区分	牛Na	分娩月日	産歴	試験開始時の乳量	
試験区	85	昭61.11.27	初産	20~21kg	
	32	61.11.3	々	14~15kg	
対照区	40	61.12.23	2産	16~17kg	
	16	61.12.3	々	18~19kg	
(養分要求量)					
牛Na	体重	乳量	T D N	D C P	C P
85	639kg	20kg	10,850g	1,247 g	1,963 g
32	705	15	9,688	1,048	1,660
(給与飼料内容と充足率)					
飼料名	給与量	成 分 値			
		DM	TDN	D C P	C P
トウモロコシサイレージ	15kg	23.4kg	15.4%	1.1%	2.0%
ビートパルプ	1	88.1	67.2	4.5	8.9
ハイキューブ	1	89.2	49.4	10.4	14.7
稻わら	1	87.7	38.0	1.1	4.3
大豆粕	1	88.2	67.5	42.6	46.3
濃厚飼料(17号)	7	88.0	72.0	15.0	17.0
摂取量 計	26	13,202g	9,661g	1,802g	2,232g 2,243g
充足率(%)	Na85		89.0	144.5	113.7
	Na32		99.7	171.9	134.5