

異なる生産環境から得られたクリームの脂肪酸組成と 物理化学的特性の比較

陳 英 仁・宗 像 美恵子・薩 如 拉
竹 田 保 之・安 藤 功 一

Comparison of fatty acid composition and physicochemical properties of cream obtained from different production environments

Ying Ren CHEN, Mieko MUNAKATA, Sa Ru La,
Yasuyuki TAKEDA and Koichi ANDO
(June 2005)

緒 言

日本の乳牛は主にホルスタインフリージアン種であるが、本品種は今まで生産乳量と乳成分向上の観点から国内で品種改良されてきた。本品種は、他品種の乳牛と比べ経済性に優れた乳牛である。北海道の生乳生産は大きく二形態に分類できる。季節放牧を導入した従来の放牧型酪農と通年牛舎で飼育する都市型酪農である。本研究は、クリーム専門メーカーの開発関係者が原料乳の生産地域でクリームの物性的品質が異なるとの指摘に興味を持ち標題の検討を行なった。製菓、調理など業務用ニーズは、純白で適度な粘度、気泡性に優れ、保形性が良く離液の少ない品質が望まれている。乳質を左右する要因は、牛の品種、年齢、生理、季節、泌乳期、飼料、飼養方式、飼養環境と牛の栄養状態などが有機的に作用した結果である^{1,2,3)}。以前の北海道酪農は、6月から10月が放牧期間であった。この時期の夏バターは黄色が強く柔らかく、舎飼期間の冬バターは淡い黄色で硬いのが特徴であった。この主因は乳脂肪を構成している脂肪酸構成比と脂溶性ビタミンA含量に由来している。しかし、クリーム物性と脂肪酸組成間の相関に関する報告例は少ない。季節放牧の酪農地帯、通年舎飼の都市型酪農地帯と酪農学園大学農場の合計三ヶ所を調査地とし、それぞれの地域から生乳あるいはクリームで試料を調達し、クリーム物性と脂肪酸組成について検討した。

実験材料と方法

実験に供した牛乳とクリームは、2004年5月から

10月までの6ヶ月間採取した。実験試料の採取期間の設定は、北海道は6月から10月までが放牧期間であり、冬期の舎飼に移行する10月まで毎月3回(約10日毎)試料採取を行なった。

1. 試料採取地域の特徴

試料採取の地域特徴は、酪農学園大学農場(以後、Rと呼称)はフリーストール牛舎で飼育されている都市型酪農の単一農場の乳である。次に、サツラク農協(以後、Sと呼称)は、酪農家の96%がストールバーン牛舎あるいはフリーストールバーン牛舎の複数酪農家の混合乳で典型的な都市型酪農により生産されている。一方、豊富農協(以後、Tと呼称)は、豊富地域の酪農組合員の90%以上が季節放牧で生産した混合乳である。

2. クリームの調製条件と理化学的測定項目

搬入した生乳は35℃に予備加熱の後、クリームセパレーターでクリーム分離を行なった。分離クリームは、80℃で15分間の保持式殺菌を行った。その後、4℃に冷却し冷蔵庫中で24時間エージングを行った。試料Sと試料Tは、クリームで入手した。R、SおよびTのクリーム製造工程の特徴をTable 1に示した。クリームは、物性測定直前に脱イオン水で脂肪率を45%に調整した⁴⁾。脂肪調整終了のクリームは、乳酸酸度(%), 脂肪酸組成(GC), 色差, オーバーラン(OR)と粘度を測定した。色差と粘度は室温で、またOR、保形性および離水性は4℃、湿度75%の条件下で測定を行なった。

Table 1 Summary of cream manufacturing processes

Processes	Samples		
	R	S	T
Skimming temperature	35°C	50°C	50°C
Pasteurization	80°C, 15min	120°C, 2s	80°C, 15min
Cooling temperature	below 10°C	below 10°C	around 2°C

(1) 乳酸酸度の定量

公定法で定量を行った⁵⁾。

(2) クリームの脂肪率測定

50%表示の milk meter を用いバブコック法で測定した⁵⁾。

(3) 色差測定法

測定には色差計 CM-3500 d (MINOLTA) を用い、セルは白色校正板 CM-A-120, ゼロ校正ボックス CM-A-124, シャーレ用ターゲットマスク CM-A-127 (ψ 30 mm 用), シャーレ CM-A-128 と シャーレ測定用校正ガラス CM-A-129 並びに色彩管理ソフトウェア CM-S 9 W (Spectra Magic) を使用した。色度の測定は、生クリームを専用シャーレに採取し、色差計により、L と a, b の測定を行った (L は明度, a と b は色度を表す)。

(4) ガスクロマトグラフィー (GC) による脂肪酸組成の分析

クリームと同量の加水をした後、攪拌、遠心分離機を用いて乳脂肪を分離した。その純乳脂肪を一定量採取しヘキサソールに溶解した後、2 M KOH メタノール溶液でメチルエステル化した。透明な上層を採取し濾紙で 2 回ろ過後、GC 分析用試料とした^{6,7,8)}。分析は以下のような条件で行なった。分析装置; GC-9 A, クロマトバック GC-3 A (いずれも株式会社島津製作所), カラム; Wacot FFAP-CB (25 m \times 0.53 mm, VARIAN), 分析温度プログラム; 45°C, 5 分間保持後 1 分間に 10°C の割合で 100°C まで昇温し, 100°C で 1 分間保持, その後 1 分間に 10°C の割合で 250°C まで加温し 17 分間保持した。キャリアーガス; ヘリウム (40 ml/min), 検出器温度; 280°C, 検出方法; FID。

各試料の脂肪酸組成を GC で検出し、各脂肪酸のピーク面積 (A) に相対補正係数 (R_1) を乗じ補正後、各脂肪酸のピーク面積の総和 (ΣAR_1) を求めた⁵⁾。

$$\text{脂肪酸 (\%)} = \frac{AR_1}{\Sigma AR_1} \times 100$$

A: 各脂肪酸のピーク面積, ΣAR_1 : 各脂肪酸の総面積

各試料の脂肪酸組成はその構造から次の 6 グループに区分した。グループ 1 (飽和短鎖脂肪酸, C 4:0, C 6:0, C 8:0, C 10:0, C 12:0 の総和), グループ 2 (ミリスチン酸, C 14:0), グループ 3 (パルミチン酸, C 16:0), グループ 4 (ステアリン酸, C 18:0) とグループ 5 (不飽和長鎖脂肪酸, C 16:1, C 18:1, C 18:2, C 18:3 の総和), グループ 6 (飽和長鎖脂肪酸, C 14:0, C 16:0, C 18:0 の総和)。

(5) 粘度測定

粘度は, TOUKISANGYO 回転粘度計 TV-10 で測定を行った。測定条件は, 生クリームを 4 から 5°C の間に調温し, Rotating part No 2 により回転速度 60 rpm で測定した。

(6) 保形性試験

ホイップクリームを濾紙の上に直径約 5 cm の円錐状 (高さ 5 cm, 幅 5 cm) に成型し 1 時間後の高さを計測し算出した。離水性試験と保形性の測定は, オーバーランが最高に到達したホイップクリームで測定を行った⁴⁾。

(7) 離水性試験

離水性試験は, 約 350 ml のホイップクリームを濾紙装着ロートに採取し離水液量をメスシリンダーで採取した。静置 1 時間後の離水量を計量した⁹⁾。

(8) オーバーラン

クリーム (300 ml) を調理用ボールに入れ, ハンドミキサーを用いて攪拌した。ホイップクリームのオーバーランは次式で求めた。

$$\text{OR (\%)} = \frac{\text{同一容量のクリーム重量 (g)} - \text{同一容量のホイップクリーム重量 (g)}}{\text{同一容量のホイップクリーム重量 (g)}} \times 100$$

OR のパラメーターとしては最大 OR (OR), 攪拌 60 秒後の OR (OR 60 s) 及び最大 OR に達する時間 (ORt) の 3 種類を測定し, 各試料の特徴を検討した。

(9) 統計学的手法

各試料間の脂肪酸組成と物性パラメーターにおける有意差は Bonferroni's multiple comparison 法で検定した。

結 果

本実験は、飼育環境、飼育条件が及ぼす脂肪酸組成と生クリーム及びホイップクリームの物性パラメーターを比較するとともに、両者間に相関性があるかどうか検討した。

1. クリームの脂肪酸組成

実験期間を通して得られた各試料の脂肪酸組成平均値を Table 2 に示した。

複数酪農家の混合乳である試料 S と T 間では、単鎖脂肪酸において試料 T で S よりもやや高い傾向が見られたが、他の脂肪酸グループと同様に有意な差はなかったことから、試料 S と T の脂肪酸組成間には顕著な相違はないものと思われた。試料 R は S と T に比べ、ステアリン酸の割合は低いものの、ミリ

スチン酸とパルミチン酸の割合が高かった。一方、不飽和脂肪酸含量は他の 2 つに比べ有意に高かった。

2. クリームとホイップクリームの物性パラメーター

(1) クリームの色差 b 値と放牧利用形態の関係

Fig. 1 は、各クリームの色差を月別平均値で比較したものである。色差 (b 値) は、黄色の強さを現している。3 試料中で、季節放牧の試料 T は S と R よりも 5 レベルほど有意に高い値で推移していた。R と S は近似傾向で推移していた。

(2) クリームの粘度変化

Fig. 2 は、クリームの入手時期と粘度の推移である。粘度に与える影響の一要因として、乳酸酸度がある。今回、実験に供したクリームは、3 試料共に食品衛生法、乳等省令にあるクリーム成分規格の酸度 0.2% 以下を満たしていたが、T で比較的高い傾向にあった (データ省略)。試料 T の粘度は 5-8 月

Table 2 Overall averages of fatty acid composition of the creams

Samples	Group 1 (C4:0-C12:0)	Group 2 (C14:0)	Group 3 (C16:0)	Group 4 (C18:0)	Group 5 (C16:1-C18:1-3)	Group 6 (C14:0-C18:0)
R	21.3±4.1	15.0±1.2 ^a	29.4±2.9 ^a	13.1±2.1 ^a	21.0±2.4 ^a	57.6±3.7
S	19.4±1.2	13.6±0.8 ^b	27.7±1.6 ^b	15.8±2.0 ^b	23.4±2.5 ^b	57.1±2.7
T	21.0±2.7	13.8±0.7 ^b	26.4±2.5 ^b	15.6±2.6 ^{ab}	23.1±2.7 ^b	55.8±2.6

Average±S.D.

a, b; The significant difference was assessed by Bonferroni's multiple comparison test. There is significance between the values with the different character ($P < 0.05$).

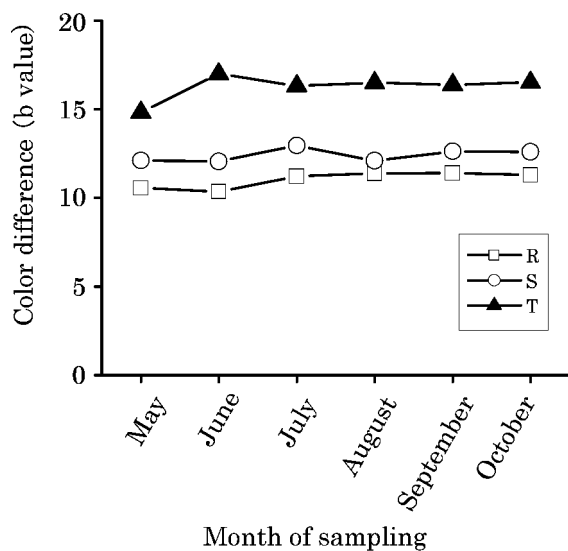


Fig. 1 Changes of cream color (b value) through the experimental period.

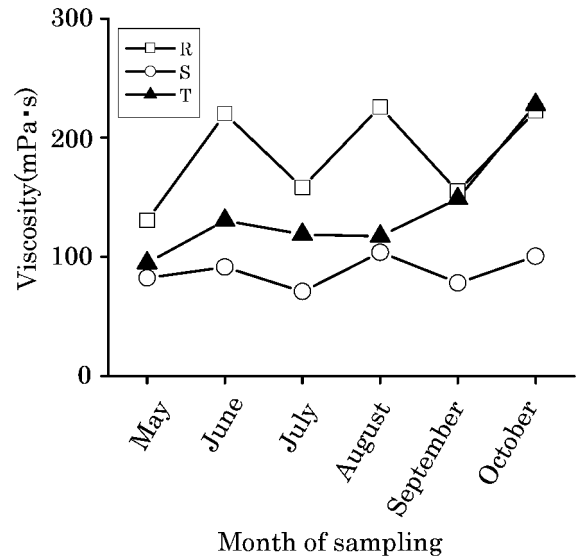


Fig. 2 Changes of cream viscosity through the experimental period.

まで安定していたが、単一農場乳の試料Rと合乳の試料Tで9、10月に上昇傾向が見られた。3試料の粘度を比較すると、試料Tで高い傾向が見られた。

(3) オーバーラン (OR) 特性

採取月毎のOR特性の平均値を Fig. 3 に示した。全試料共に調査期間中で5月のOR値が最低(40–70数%)であったが、7–9月にかけて共に、80から90数%に上昇した。OR_tは各試料とも180秒から300秒の間であった。季節放牧の試料Tは、全調査期間を通し他の試料よりOR値が高い傾向で推移したが、OR_t値とOR 60 secで見ると、試料Rがいずれの時期においても早期に最大ORに達することが分かった。

(4) ホイップクリームの保形性

最大OR時におけるホイップクリームの保形性と離水性について測定を行なった。Fig. 4は、クリームの手入時期による保形性の推移を示したものである。いずれの試料も6月で一度減少し、その後やや上昇しほぼ一定の値で推移した。

(5) ホイップクリームの離水性

各クリームの離水性の変化を Fig. 5 に示した。いずれの試料とも離水量1–3 mlの間で変動が見られた。変動の傾向は、試料SとTで近似していたが、離水量は試料Tで多い傾向が見られた。しかし、各試料の離水量は共に3 ml程度であり製品品質の観点から許容範囲内であった。

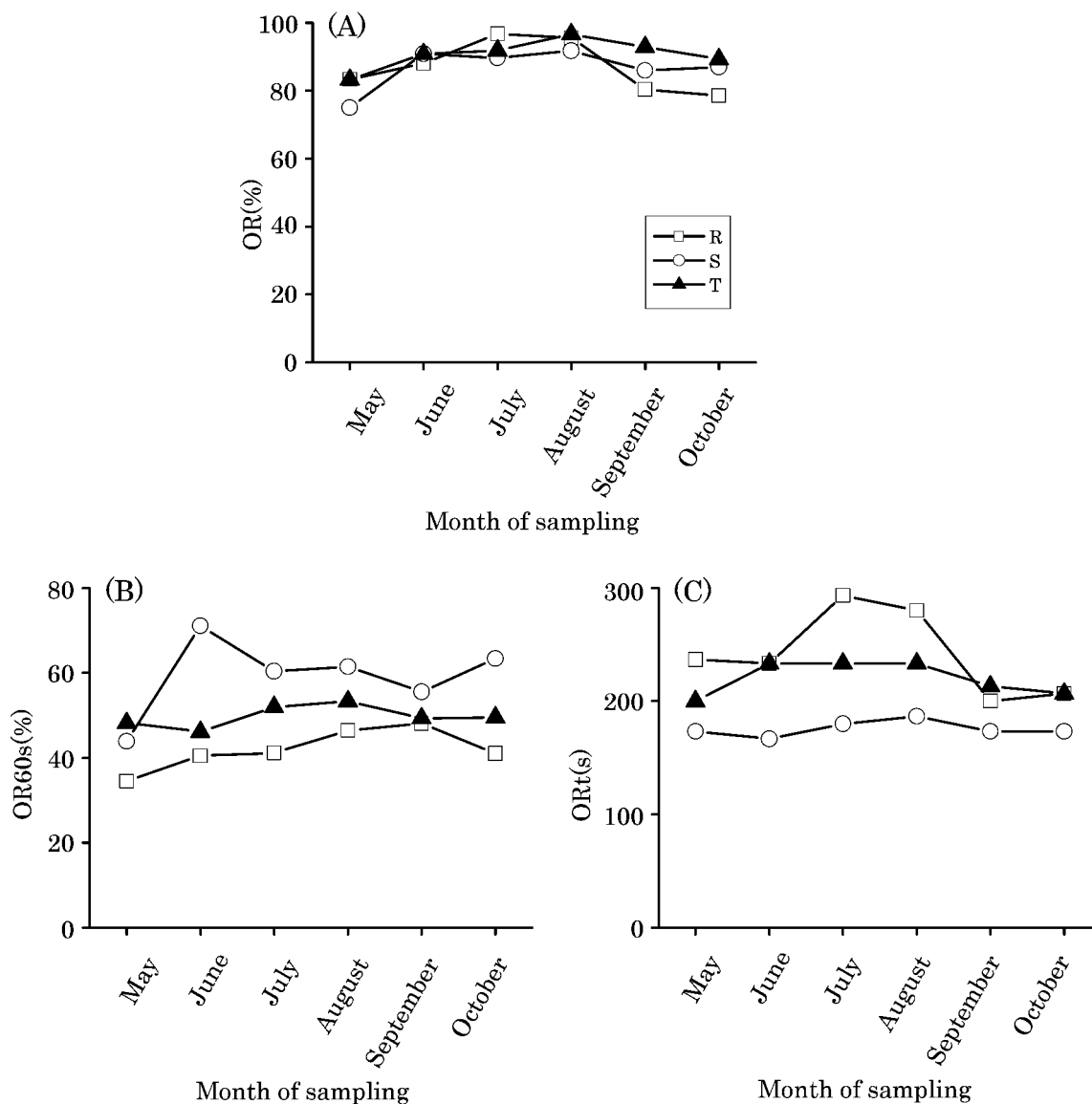


Fig. 3 Changes of OR (A), OR60sec (B) and OR_t (C) through the experimental period.

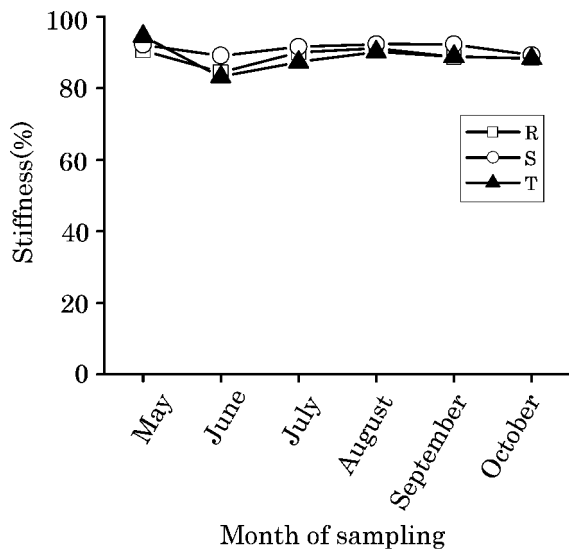


Fig. 4 Changes of whipped cream stiffness through the experimental period.

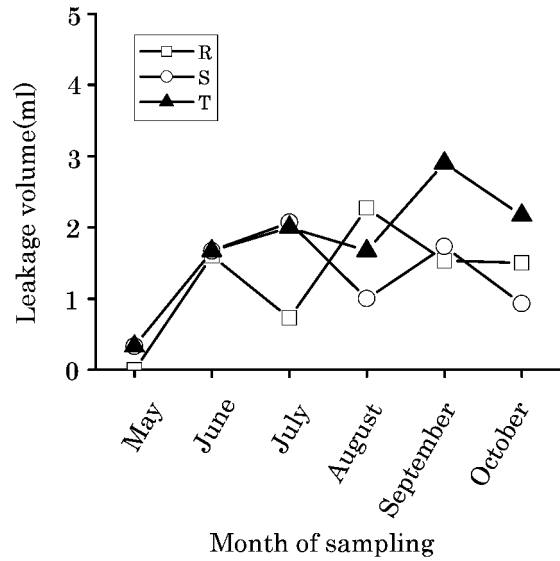


Fig. 5 Changes of whipped cream leakage through the experimental period.

各試料の物理化学的パラメーターにおける実験期間を通しての平均値を Table 3 に示した。黄色色度 (b 値) では試料 T が全試料中で最も高く、次に試料 S が高かった。これら試料間の差はいずれの 2 試料間においても有意差が認められた。粘度は試料 R と試料 T が試料 S に比べ有意に高かった。OR 値は 3 試料間で有意な差は見られなかったが、攪拌後 60 秒時点での OR は顕著に試料 S が高く、次に試料 T が

高かった。この順は、最高 OR に到達する所要時間が早い順と同じであった。ホイップクリームの保形性は、試料間で大きな差異は無かった。離水性はいずれも許容範囲内であった。

(6) 飽和脂肪酸組成比と物性パラメーターの相関性

Table 4 は今回得られた全ての試料のデータを元

Table 3 Overall averages of physicochemical parameters of the creams and the whipped creams

Samples	n	Cream		Whipped cream				
		Color (b value)	Viscosity (MPa · s)	OR (%)	OR 60sec (%)	OR t (s)	Stiffness (%)	Leakage (ml)
R	18	11.0 ± 0.6 ^a	185.0 ± 63.0	87.1 ± 10.2	42.1 ± 8.5 ^a	241.6 ± 43.1 ^a	88.8 ± 3.9	1.6 ± 2.0
S	18	12.3 ± 0.5 ^b	87.8 ± 24.0	86.6 ± 7.9	59.3 ± 12.8 ^b	175.5 ± 14.6 ^b	91.1 ± 2.4	1.2 ± 0.9
T	18	16.2 ± 0.9 ^c	140.9 ± 62.7	90.6 ± 5.6	49.8 ± 5.2 ^a	220.0 ± 23.8 ^a	88.6 ± 4.2	2.2 ± 1.8

Average ± S.D.

a, b, c; The significant difference was assessed by Bonferroni's multiple comparison test. There is significance between the values with the different character ($P < 0.05$).

Table 4 Summary of correlation coefficients between fatty acid composition and physicochemical properties of the creams or the whipped creams

Physicochemical parameters (y)	Correlation coefficients ($y = ax + b$, r)				
	Fatty acid groups (x)				
	Group 1	Group 2	Group 3	Group 4	Group 5
Viscosity	-0.017	-0.014	0.082	-0.082	0.13
OR	-0.14	-0.014	-0.078	0.045	0.082
OR 60sec	0.066	0.17	0.079	0.075	-0.13
OR t	-0.20	-0.17	-0.14	0.16	0.15
Stiffness	-0.37	-0.20	-0.31	0.26	0.33
Leakage	0.014	0.11	0.10	-0.14	-0.017

に脂肪酸組成比と物性パラメーター間の相関性をまとめたものである。いずれの脂肪酸グループの構成比と物性パラメーター間の相関係数は極めて低く、相関性は認められなかった。

考 察

一般に牛乳の脂肪酸含量は、年間を通じて常に変動している¹⁰⁾。特に5月以降の夏季に生産した乳脂肪の融点が低く、10月以降のクリームは高融点脂肪が多い¹¹⁾。しかし、今日の酪農形態はフリーストールが主流であり、飼育乳牛の給餌内容も通年変化の無い飼養形態が主流となってきた。

さて、放牧乳の乳脂肪は、オレイン酸(m.p.13.4°C)が多く柔らかいバターとなり、舎内で飼育する冬期間は乾草やサイレージ給与で不飽和脂肪酸のリノレン酸(m.p.-11.3°C)が減少、飽和脂肪酸のパルミチン酸が増加し硬いバターの原因となっている²⁾。斎藤らは、生草をサイレージと乾草調製の際に生草脂質の50-70%を占めるリノレン酸(C18:3)が損失することに起因していると報告している¹²⁾。また、C16のパルミチン酸(m.p.63.1°C)が増加するとの報告もある¹³⁾。不飽和脂肪酸(C18:2, C18:3)の多くは植物由来で体内合成が不可能なことから粗飼料の青草、乾草に由来した脂肪酸である^{14,15)}。

1. 飼育形態とクリームの脂肪酸組成変化の関係：

季節放牧の酪農地域と都市型酪農家では、調査開始の5月でTのC16とC18がSより5%レベル高かったが、10月まで僅かな減少傾向が見られた。5月でTが5%レベルでSより高かった。しかし、それ以降は調査開始の5月の水準まで減少した。不飽和脂肪酸グループ(C16:1, C18:1, 2, 3)の挙動は5月でR, S, T共に同じレベルであったが8と9月までいずれの試料共に上昇しその後、10月までは減少傾向で推移した。しかし、表3から脂肪酸組成割合を比較すると単一農場のRを除き、飼育法の異なるSとTで月毎の傾向は近似していた。Tの都市型酪農家の合乳では、C18:1以上の低融点脂肪酸が放牧合乳より低い傾向にあった。今回の実験では、3試料とも乳脂肪中のC18:2及びC18:3の割合が低くクリームの物性パラメーターに直接影響するとは考え難い。

2. 飼育形態と色差の関係：

クリームの色は、Tクリームで調査期間開始の5月のb値でRとSより3レベル高い値で推移した

が、7月から調査期間終了まで他の試料より1レベル高い値で推移した。生クリームには脂質、タンパク質、乳糖、ミネラル、ビタミン類が含まれ、乳牛の種類、泌乳期、季節あるいは給与飼料がクリームの脂肪酸構成とビタミンA含量に影響する¹⁶⁾との報告もあり、色差b値に影響する乳成分は、脂溶性ビタミンA(レチノールと β -カロチンを含む)に由来する。放牧期間中に体内蓄積(体脂肪と肝臓)したビタミンAが通年乳中脂肪に移行し乳中のビタミンA含量を一定レベルに保っていると考えられる。

3. 保形性と離水性

RとSの離水量を比較するとRでは月別変動は大きいですが、R, S共に近似した傾向で推移していた。Knightlyらの報告によると乳脂肪酸と起泡時間の間には関係がないと報告している¹⁷⁾。また、Simsらの報告による油脂の融点とクリーム物性・ホイップ特性間では、油脂融点が高いとクリーム粘度の増加とホイップ時間の減少、オーバーランは最大値になるとの報告もある¹⁸⁾。ホイップクリームの保形性および離水性は、3試料間で有意な差が認められなかった。しかし、R, Sと比較しTの乳酸酸度が僅か高い傾向にあり、離水量がR, Sで比較し多い傾向が認められたことから離水量と酸度は相関があると考えている。ホイップクリームは、バター製造過程の泡立ち現象であり、この状態で更にチャーニングが進むと脂肪球膜が破壊され遊離脂肪が生成し互いに結着しバター粒子に成長する^{14,19,20)}。このチャーニング時における泡立ち現象即ちホイッピング時の組織は、小気泡の外側をタンパク質と脂肪球膜に覆われた正常な乳脂肪が気泡表面を覆っている。気泡を覆っている脂肪球は温度、タンパク質の安定性は酸度の影響を受ける。そのことから、製菓と料理界はホイップ作業前に予めクリームと容器を冷却して実施している。SクリームとTクリームで構成脂肪酸組成に際立った差異は見られない。しかし、Sクリームのb値と粘度は低かった。このことから、ホイップクリームの物性に影響する要因は構成脂肪酸以外にあると考えられる。SとTは、クリーム製造工程が異なっている。通常、クリーム製品は充填前にろ過されチャーニング脂肪は除去される。乳脂肪はトリグリセリドであるが脂肪酸結合の中で特にオレイン酸(C18:1)単独結合のトリグリセリドは融点が13.1°Cと室温下では液状である。ミルクポンプなどの攪拌作用、加熱方法、冷却速度と時間、プレート式熱交換機内の物理的要因で発生した脂肪球損傷による低融点の遊離脂肪と脂肪球膜物質は最

終り過工程で除去できない。これらのことから、クリーム物性への影響としては、脂肪酸組成の僅かな相違よりも生乳とクリームの処理履歴の要因が無視できない。

要 約

本研究の目的は、飼育環境の異なる乳牛から得られたクリームの脂肪酸組成がクリームの物性に如何なる影響をもたらすかを検討することである。

酪農学園大学大学農場(試料R, フリーストール)の牛乳から調製したクリーム, 豊富農協(試料T, 季節放牧)とサツラク農協(試料S, 都市型酪農, 放牧無し)で調製したクリームを実験に供した。実験試料は, 2004年5月から10月まで各月に3回, 約10日毎に採取した。しかし, Tは, RとSと比較しTのb値が全実験期間中に高い値で推移していた。単一農場の試料Rは, 全調査期間を通しC16の高融点脂肪酸の割合が比較的高い傾向で推移していた。一方, 試料SとTの脂肪酸組成を比較すると共にいずれのグループとも近似した比率で推移していた。SとTの試料は, 生乳生産環境は異なっているが, 各グループの構成脂肪酸比が類似していたことは興味深い。クリームの物性測定の結果から, 採取月で測定値にランダムな変動はあるが, 特に試料Sの粘度で他の試料より低い値で推移していた。オーバーラン(OR)の最大値は試料間で有意な差は見られなかった。試料Sで最大ORに到達する時間が他の試料より早かった。クリームの粘度あるいはホイップクリームの最大オーバーラン値, 最大オーバーランに到達する時間, 保形性及び離水性などの物性と5グループに分けた脂肪酸群の間に相関性の有無を統計処理で比較した。その結果, 統計的に両者間には相関がないことが明らかとなった。SとTにおいて物性試験で得られた実測値が相違していた原因は定かではないが, S, TとRのクリーム製造過程が異なっていることから物理的な損傷で解離した低融点の液状脂肪がクリームの粘度やオーバーラン特性に影響を与えている可能性も考えられる。

謝 辞

本研究の実施にあたり適切な助言を頂いた食品物性学研究室 中村邦男教授, 応用微生物学研究室 菊地政則教授並びに健康栄養専攻給食管理学研究室 菊地和美講師に心から感謝いたします。また, 試料の調製等に御協力頂いた, 乳製品製造学実習室 山下昭芳技師ならびに坂本勲技師に心から厚く御礼申し上げます。

参 考 文 献

- 1) Liang I., S.L. Lee, C.C. Huang and S.H. Che, 1991. Effect of various grass feeding on fatty acid composition of dairy raw milk. Taiwan Livestock Res., 24: 26.
- 2) Wiking L., B.J. Rck, J.H. Nielsen., 2003. Influence of feed composition on stability of fat globules during pumping of raw milk. Int. Dairy J., 13; 797-803.
- 3) Min D.B.S. and E.L. Thomas, 1997. A study of physical properties of dairy whipped topping mixtures. J. Food Sci, 42: 221-224.
- 4) 中沢乳業新製品開発室開発管理手順. 2002. 中沢乳業(株). 20-21, 31-32.
- 5) 乳製品試験法・注解(改訂第2版). 1999. 日本薬学会, 101-103.
- 6) AOCS. Official and Tentative Methods of Analysis. 3rd ed., American oil Chemists, Association Champaign, IL.
- 7) Glass, R.L., R. Jenness and H.A. Troolin, 1965. Simple method for analysis of the fatty acid composition of milk fat. J. Dairy Sci., 48: 1106.
- 8) Gerda U., W. Stark and D.A. Forss, 1972. Volatile compounds in butter oil. J. Dairy Res., 39; 35.
- 9) Dairy Processing Handbook, 1995. Tetra Pak. Chapter 8, 206-211.
- 10) 牛乳生活情報, 別冊(乳脂肪). 2002.
- 11) 伊藤肇躬. 乳製品製造学. 光琳書院, 2004.183, 191.
- 12) 斎藤善一, 西川 勲, 三浦弘之, 大橋登美男, 山中良忠, 細野明義, 菅野長右エ門, 中澤勇二, 工藤 力, 1990. 畜産食品加工学, 川島書店, 第1版, 41.
- 13) Neupaney D., S. Sasaki, J.B. Kim, M Ishioroshi, and K. Samejima, 2003. Yak butter lipid composition and vitamins in comparison with cow butter lipids. Milk Science, 52; 33-38.
- 14) Dell, W. J., A.A. Gonslaves and W.E. Flango. Process for making a free-thaw stable foam containing milk fat. U.S. Patent, 4505943.
- 15) NUTRIENT REQUIREMENTS OF DAIRY CATTLE, 2001. Seventh Revised Edition, 157.
- 16) 落合一彦. 2000. 放牧による牛乳の高付加価値

- 化, 九州農業試験場 草地部, 1-2.
- 17) Knightly W.H., 1986. The role of ingredients in the formulation of whipped toppings. *Food Tech.*, 22: 73-86.
- 18) Sims R. J., 1981. Formulation and manufacture of food products with fats and oils: whipped dessert toppings. In "Recent Advances in Food Science and Technology" Vol.I, 1-14.
- 19) Chow E.T.S., L.S, Wei, R.E. Devro and M.P. steinberg, 1983. Application of two-level fractional factorial designs in development of a soybean whipped topping. *J. Food Sci.*, 48: 230-234.
- 20) Flack, E., Developments in dairy desserts, 1985. Foam stabilization of dairy whipping cream, *Dairy Ind. Int.*, 50: 35, 37.

Summary

We investigated how the fatty acid compositions of cream prepared from cow milk produced on farms employing various dairy husbandry practices affects the physical properties of the cream fraction.

Cream samples were prepared from milk produced by cows kept at Rakuno Gakuen University farm (group R, free stall), Toyotomi Agriculture Coop (group T, seasonal grazing), and Satsuraku Agriculture Coop (group S, no grazing in suburban farming). Samples were collected about every 10 days, or three times a month, from May to October 2004. In a color comparison, the b value, which indicates blueness, of group T was always higher than that of the other groups during the sampling period. The amount of high melting point palmitic acid (C16) was relatively higher in group R throughout the sampling period. The fatty acid compositions for groups S and T were close throughout the period, and this result is interesting considering that these samples came from cows kept under different conditions.

Results from the physical property analysis showed lower viscosity for group S than other groups during the sampling period, although variations in measurements were observed. There were no significant differences among groups in terms of the maximum overrun. The time required to reach the maximum overrun for group S was shorter than for other groups. Statistical analysis was performed for the relationship between the fatty acid composition for fatty acids classified into 5 groups and the following physical properties: viscosity of cream, maximum overrun value, time required to maximum overrun, stiffness, and water leakage of whipped cream. The results showed no statistically significant correlations. No clear explanation is available at this point for the differences in physical properties between groups S and T. However, it is possible that the mechanical damage to fatty acids with melting points during the process of preparing cream caused the dissociation of fatty acids and thus affects the viscosity of cream and the overrun property.