



限外ろ過濃縮牛乳から製造した冷蔵フレッシュチーズの物性

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2020-06-21 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 農, 新介, 長田, 貞之, 大橋, 登美男, 山内, 清, 原田, 宏, 江藤, 望, Nou, Shinsuke, Nagata, Sadayuki, Ohashi, Tomio メールアドレス: 所属:
URL	<a href="http://hdl.handle.net/10458/5615">http://hdl.handle.net/10458/5615</a>

# 1. 原報

## 限外ろ過濃縮牛乳から製造した冷蔵フレッシュチーズの物性

農 新 介・長 田 貞 之・大 橋 登美男\*・山 内 清\*・  
原 田 宏\*・江 藤 望\*

(オーム乳業株式会社, 大牟田市, 803; \*宮崎大学農学部, 宮崎市, 889-21)

### Physical Properties of Refrigerated Fresh Cheese Manufactured from Ultrafiltered Milk

By Sinsuke Nou, Sadayuki Nagata, Tomio Ohashi\*, Kiyoshi Yamauchi\*,  
Hiroshi Harada\* and Nozomu Eto\*

(Oumu Milk Products Co. Ltd., Oumuta, 836 Japan; \*Faculty of Agriculture, Miyazaki University, Miyazaki,  
889-21 Japan)

#### Summary

Fresh cheeses were manufactured commercially from milk concentrated using ultrafiltration (UF), and were stored at 5°C for 7, 14 and 21 day, respectively. After cold storage, the physical properties (hardness, breaking energy, elastic modulus and syneresis) of UF fresh cheeses were estimated. It was shown from the results obtained that the physical properties of UF fresh cheese were increased gradually during cold storage. Especially, the hardness and syneresis of 14 or 21-day-refrigerated cheese were increased significantly ( $P < 0.01$ ) as compared with those of 7-day-refrigerated one.

#### 緒 言

限外ろ過 (Ultrafiltration, 以下 UF と略称) 乳からチーズを製造する技術は、フランスの Maubois ら<sup>1, 2)</sup>によって開発されたホエー排出を行わないチーズ製造法であって、収量の向上、製造工程の連続化、レンネット使用量の削減などの利点がある。そのため、ソフトタイプからハードタイプのチーズまで広い範囲にわたって数多くの研究がなされている<sup>3-5)</sup>。しかし、本邦におけるこの分野における研究はきわめて少ない<sup>6)</sup>。

前報<sup>7)</sup>では、UF 濃縮牛乳から製造したフレッシュチーズを7日間冷蔵して物性を測定して、製造日の異なるチーズでもかなり均一な成分組成であるが、物性についてはかなり大きい変動を示した。本研究では、

UF フレッシュチーズ (非熟成軟質チーズ) の保蔵性についての基礎的知見を得るために冷蔵中の物性について検討を行った。

#### 実験方法

フレッシュチーズは工業的規模で製造した。すなわち、バルク牛乳とクリーム (脂肪率48%) を用いて標準化を行い、脂肪率4.5%に調整してチーズ製造用原料乳とした。前殺菌 (72°C、15秒) 後、ホローファイバー型ポリスルホン膜 (分画分子量: 50,000) を用いたロミコン社製 UF 装置による UF を 50°C, 1.8~2.0kg/cm<sup>2</sup> の条件で行い、5倍に濃縮し脂肪率21.0%に調整した。UF 濃縮乳の調整は1回の製造に200kg前後であった。後殺菌 (72°C、15秒)、均質化 (80kg/cm<sup>2</sup>)、冷却 (20°C) を行い、乳酸菌 starter (*Loctococcus lactis* subsp. *cremoris*) 0.5%、食塩 0.3%、粉末レンネット (クリスチャンハンセン社製) 0.0014% を添加して攪拌し、クリーンルーム内で500g をプラスチック容器に充填し、20°C で20時間の発酵を行った。製造方法の概要は Table 1 に示した。すべての試料は異なる製造日に採取し、5°C で7, 14, 21 日間保存し、実験に用いた。

製品の成分組成としては、無脂乳固形分、脂肪、蛋白質の定量は常法<sup>8)</sup>により行い、P 及び Ca は Ohashi *et al.* の方法<sup>9)</sup>により定量した。

フレッシュチーズ試料の硬質はレオメーター (三和理研製, JK-T264) を用いて既報<sup>10)</sup>に準拠して測定した。測定条件は、プランジャー速度20.8sec/30mm, チャートスピード20mm/min とし、プランジャー断面

Table 1 Steps in manufacturing UF fresh cheese

Manufacturing step	Note
Standardization	Whole milk and fresh cream
Pasteurization	72°C, 15 sec
Ultrafiltration	Concentration up to 5-fold
Pasteurization	72°C, 15 sec
Homogenization	80 kg/ cm <sup>2</sup>
Cooling	20°C
Starter added	0.5 % ( <u>Lactococcus lactis</u> subsp. <u>cremoris</u> )
Rennet added	0.0014 %
Salt added	0.3 %
Filling and packaging	500 g (plastic container)
Fermentation	20°C, 20 h
Cooling	5 °C

(10 samples)

Table 2 Gross composition of UF fresh cheese

Item	Min.	Mix.	Mean ± S.D.
SNF(%)	15.5	16.8	16.1 ± 0.5
Protein (%)	9.8	11.7	10.5 ± 0.6
Fat(%)	20.5	21.5	20.5 ± 0.5
P(mg%)	210.8	247.6	231.3 ± 10.3
Ca(mg%)	297.2	330.9	308.9 ± 10.7

積 $0.96\text{cm}^3$ 、プランジャー進入距離 $0.48\text{cm}$ 、試料の高さ $7.4\text{cm}$ とし、感度 $0.1\text{V}$ のレコーダーに破断荷重、すなわちフレッシュチーズの硬度 (g) を記録した。また、応力 $\times$ ひずみの仕事量として破断エネルギー ( $\times 10^4 \text{dyn/cm}^2$ ) を求め、さらに固体のヤング率に相当する弾性のひとつの尺度として応力/ひずみ、すなわち弾性率 ( $\times 10^5 \text{dyn/cm}^2$ ) を算出した。

物性測定後、フレッシュチーズ試料は約 $5^\circ\text{C}$ の冷蔵庫に24時間保存し、*patel et al.* の方法<sup>11)</sup> に準拠して、生じた分離液量をシネレシスとした。

### 結果と考察

フレッシュチーズ10試料の成分組成について無脂乳固形分、蛋白質、脂肪、P、Caを定量し、最小値、最大値、平均値、標準偏差を算出した結果はTable 2に示した。それによると、平均値と標準偏差から得た変動係数の最も大であるのは、蛋白質の5.25%であり、最も小さいのは脂肪の2.44%であった。他の成分組成はそれらの中間であり、かなり均一な成分組成の製品が製造できることを認めめた。代表的なフレッシュチーズであるカテージチーズとクリームチーズの成分組成をみると蛋白質がそれぞれ13.6と8.0%、脂肪が4.2と37.7%、Pが152と95mg%、Caが94と62mg%という分析値が報告されている<sup>12)</sup>。それらの数値を本結果と比較すると、蛋白質はカテージチーズよりも少なく、クリームチーズよりも多く、両者の中間であった。脂肪はクリームチーズよりも少なく、カテージチーズよりもかなり多い、両者の中間の含量であった。PとCaについては、これらチーズよりも本研究に用いたフレッシュチーズが著しく多く、Pはカテージチーズの約1.5倍、クリームチーズの約2.4倍であった。Caについては、カテージチーズの約3.2倍、クリームチーズの約4.9倍であった。今回の結果では、UFフレッシュチーズのおおよその成分組成は、無脂乳固形分16%、蛋白質10%、脂肪20%、P 230mg%、Ca 309mg%であった。チーズの化学的及び物理学的性質に及ぼす貯蔵・熟成の影響については多くの研究がある。これまでの研究の主体はハードチーズについて行われ、ソフトチーズについての研究はきわめて少ない。ソフトチーズは短期的な貯蔵・熟成であり、これまでは関心が示されていない。特に、製品化されたフレッシュチーズの場合、本来短時間に消費する食品である。しかし、短時間であっても冷蔵が必要であるの

で、その際の品質変化の一環として物性の測定を行った。フレッシュチーズを7, 14, 21日間冷蔵し、硬度、破断エネルギー、弾性率及びシネレシスを測定した。その結果 (Table 3)、各パラメーターとも冷蔵期間の進行とともに増加し、特に硬度及びシネレシスについて、冷蔵7日目と冷蔵14, 21日目を比較した場合、後者は前者よりも有意 ( $P < 0.01$ ) に増加することを認めた。破断エネルギーと弾性率については、統計学的な有意差は認められなかったが、冷蔵によって増加する傾向を示した。チーズのレオロジック的性質は成分組成、製造方法、貯蔵条件などが関係し、チーズの品質を知るために重要であり、荷重一圧縮法、クリープ法、応力緩和法、振動ずれ法などの測定が行われている<sup>13)</sup>。本研究では、これまで牛乳レンネットカード物性の測定に実施してきたレオメーターを用いる方法で行った。その結果、上述のとおり冷蔵中における明らかな硬度の上昇を認めた。これに関連して、すでにカマンベールチーズについても15日間の熟成中に破壊に必要な荷重が増加するという報告<sup>14)</sup>がある。しかし、このカマンベールチーズについての研究は水分の減少により硬度が増加することを明らかにしたものである。そのため、今後UFフレッシュチーズについても水分との関連から冷蔵中の物性の変化を検討してみる必要がある。

一般に、物質の硬度は物質の力学的性質を表す概要のひとつであり、感覚的には複雑な内容をもっている。そのため、プランジャーを用いて測定する場合、応力と変形を同時に検出できるので、硬度だけでなく、破断時に外部から加えられるエネルギーをより多く吸収できるかどうかを示す破断エネルギーを算出することがより定量的である。そのため、応力-ひずみ曲線の曲線と横軸とで囲む面積に相当する破断エネルギーを算出した。また、応力-ひずみ曲線において、ひずみの小さい領域では、応力はひずみに比例し、フックの法則が成立し、直線関係となり、外力を取り除けば構造が完全に戻る線形領域である。一方、ひずみが大きくなれば構造は破壊され外力を取り去っても完全にもとの状態に戻らず非線形領域となる<sup>15)</sup>。そのため、応力-ひずみ曲線の原点と破断点との接線勾配に相当する弾性率を算出した。以上のような、硬度、破断エネルギー及び弾性率という3パラメーター間には明らかな相関関係が認められることは牛乳レンネットカードについてすでに明らかにし、各パラメーター間の相関係数が多少異なり、3パラメーターは微妙に

Table 3 Physical properties of refrigerated UF fresh cheese (10 samples)

Item	Refrigerated time (d)		
	7	14	21
Hardness( $\times 10$ g)	83.1 $\pm$ 8.2 <sup>b</sup>	99.2 $\pm$ 10.2 <sup>a</sup>	107.3 $\pm$ 19.5 <sup>a</sup>
Breaking energy ( $\times 10^4$ dyn/cm <sup>2</sup> )	18.1 $\pm$ 5.0	20.6 $\pm$ 5.5	23.7 $\pm$ 7.1
Elastic modulus ( $\times 10^8$ dyn/cm <sup>2</sup> )	43.0 $\pm$ 14.5	48.5 $\pm$ 7.3	49.3 $\pm$ 8.7
Syneresis (ml/24 h, 500g)	2.7 $\pm$ 0.9 <sup>b</sup>	8.6 $\pm$ 1.8 <sup>a</sup>	10.0 $\pm$ 3.2 <sup>a</sup>

Values are mean  $\pm$  S.D.

Means in the same row with different letters in their superscripts differ ( $P < 0.01$ ).

異なる物性値であることが示された<sup>10)</sup>。

シネレシは本来チーズ製造の重要な工程であり、それによって、牛乳のホエーが排除され、カード形成が進行する。この工程でカードの水分含量が減少し、チーズ製品の品質に影響を及ぼすためにチーズ製造にとって重要である。一方、固形ヨーグルトやソフトチーズのような水分の多い乳製品では、貯蔵中のシネレシは製品の品質劣化となる。シネレシの測定はカードとホエーの分離によるものであり、カードの水分含量、カードの容量や重量を測定する場合が多い。本研究では、これらの測定法を参考にして、チーズ、すなわちカードから生じたホエーの容量を測定する方法にしたがって、冷蔵中におけるシネレシの変動を検討した。シネレシはpH、温度、成分組成、原料乳の前処理などが影響し、また、蛋白質レベルではカード形成中に生じる特異的または非特異的相互が関与することが明らかにされている<sup>16)</sup>。

チーズの物性やテクスチャーに関与する主要な成分は蛋白質(カゼイン)、脂肪及び水分であり、熟成・冷蔵中の最初の1、2週間において著しい物性の変化を生じ、チェダーチーズのような比較的水分含量の少ないチーズでは次第に固くなり、破壊されにくくなる

傾向を示すことが明らかにされている<sup>17)</sup>。本研究における水分含量の多いUFフレッシュチーズについての21日という短期間の冷蔵中においても製品の物性に変化を生じることを認めた。今後、冷蔵UFフレッシュチーズの物性に及ぼす各種要因についても検討する必要がある。

## 要 約

UF濃縮牛乳を用いて工業的規模でフレッシュチーズを製造し、7、14、21日間それぞれ5℃で冷蔵し、冷蔵後UFフレッシュチーズの物性、特に硬度、破断エネルギー、弾性率及びシネレシを測定した。得られた結果から、UFフレッシュチーズの物性は冷蔵中に次第に増加することを認めた。特に、14日または21日間冷蔵したチーズの硬度及びシネレシは7日間冷蔵したチーズと比較して有意( $P < 0.01$ )に増加した。

本研究の概要は、第87回日本畜産学会大会(1993年3月、東京都)において発表した。

## 文 献

- 1) Maubois, J.-L., G. Mocquot and L. Vassal: French Patent 2, 052, 121 (1969).
- 2) Maubois, J.-L., G. Mocquot and L. Vassal: U. S. Patent 4, 205, 080 (1980).
- 3) Kosikowski, F. V.: Cheese and fermented milk foods, p. 510, Kosikowski and Associates, New York (1982).
- 4) Kosikowski, F. V.: *Food Technol.*, **40** (6), 70 (1986).
- 5) Lelievre, J. and R. C. Lawrence: *J. Dairy Res.*, **55**, 465 (1988).
- 6) 小此木成夫: 日食工誌, **32**, 144 (1985).
- 7) 農 新介・長田貞之・大橋登美男・山内 清・原田 宏・江藤 望: 日畜会報, **65**, 685 (1994).
- 8) 日本薬学会編: 乳製品試験法・注解, p. 175, 金原出版, 東京(1984).
- 9) Ohashi, T., S. Haga, K. Yamauchi and N. F. Olson: *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi.*, **29**, 70 (1982).
- 10) 大橋登美男・芳賀聖一・藤野博史・谷山茂昭・山内 清・秋山露子: 日食工誌, **25**, 586 (1978).
- 11) Patel, M. C., D. B. Lund and N. F. Olson: *J. Dairy Sci.*, **55**, 913 (1972).
- 12) 渡辺正利: 乳技協資料, **30** (3), 2 (1980).
- 13) Konstance, R. P., and V. H. Holsinger: *Food Technol.*, **46** (1), 105 (1992).
- 14) Schlessler, J. E., S. J. Schmidt and R. Speckman: *J. Dairy Sci.*, **75**, 1753 (1992).
- 15) Scott Blair, G. W. (岡 小天・東 健彦訳): スコットブレアー 入門レオロジー, p. 9, 朝倉書店, 東京(1970)
- 16) Pearse, M. J., and A. G. Mackinlay: *J. Dairy Sci.*, **72**, 1401 (1989).
- 17) Jack, F. R., and A. Paterson: *Trends in Food Science & Technology*, **3**, 160 (1992).