

冷凍チーズの熟成について

出 来 三 男

1 緒 言

わが国におけるチーズの年間消費量は近年著しく伸びてきており、国内生産量をはるかに超過している。乳生産量の低いわが国では、この不足分のチーズをヨーロッパ諸国から輸入しているのが実情であるが、最近沖縄で加工されたチーズがかなり輸入されている。この沖縄産チーズは、脱脂粉乳を原料として還元乳をつくり、これにレンネットを添加して加塩後カード状にプレスしたものとされているが、味は淡泊でミルククリーム臭があり、やや脆い塊状物で冷凍されており通常のチーズと多少趣きを異にしている。このような乳製品をチーズと見るかについては税表分類上多くの異論があり、その取扱に苦慮しているが、ここでは、このような製品が保存試験により熟成過程を経るかについて二、三検討した。

関税定率法別表第 0404 の「チーズ」の範囲については、関税率表解説に一般的な説明がなされている。一方、国内規格¹⁾については、厚生省令(第 52 号、昭和 26 年 12 月 27 日)に、「乳及び乳製品の成分規格」があり、これによると、「チーズ」とは乳を乳酸菌で醗酵させ又は、乳に酵素を加えてできた乳から乳しよを除去したものとしており、原料乳としては、生乳、牛乳特別牛乳、生山羊乳、脱脂乳および加工乳のいずれを用いてもよいことになっている。他方、1962 年国際連合・FAO で採択された国際規格¹⁾は、「乳クリーム、脱脂乳あるいは部分脱脂乳、バタークリームまたはこれらを数種または全部混合したものを原料とし、それらを凝固させた後排水してつくられる生鮮または熟成した製品」をチーズと定めており、その範囲はかなり広いものと考えられる。このようにチーズは商品学的に極めて広範囲の乳製品を包含するため境界領域における他の乳製品との判別は非常に困難なものとなっている。

脱脂粉乳を原料としてつくられた冷凍製品が、チーズの範疇にはいるかは、前述の諸規格から判るようにこのものが酵素あるいは乳酸菌を用いて凝固させ、プ

レスしたものであるかどうかという点にあると考える。ことに、生鮮品については、それが酵素あるいは細菌を加えてつくられたカードである限り、適当な条件を与えると醗酵過程を経て熟成チーズになると思われる。このようなことから輸入冷凍チーズを種々な温度条件下で放置し、熟成に伴う細菌数の消長と化学成分の変化について検討した。

2 実験方法

2・1 試 料

Natural Cheese Freezed (沖縄)

2・2 熟成試験

試料を大型シャーレに入れ、0℃、5℃、および 25℃ \pm 2℃ に放置した。

2・3 細菌数の計測

試料内部より滅菌スプーンで 10g を採取し、滅菌乳鉢で無菌的に磨砕したのち、滅菌生理食塩水で稀釈する。この原液をさらに生理食塩水で適当に稀釈して各種寒天平板培地を用いて 1～2 日間 37℃ で培養し、発育したコロニーを数え試料 1g 中の細菌数として表示した。

2・4 好気性細菌

(1) 好気性細菌

肉エキス 3g、ポリペプトン 5g、食塩 3g、蒸溜水 1l、寒天 2%、pH7.2 37℃ で 1～2 日間培養した。

(2) 嫌気性細菌

Wilson および Blair の培地²⁾を用いた。培地組成はつぎのとおりである。3%肉汁寒天 100ml、20%無水亜硫酸ソーダ 10ml、20%ブドウ糖溶液 5ml、8%硫酸第 1 鉄溶液 1ml、pH7.2。二重皿扁平法により窒素気流中で 37℃、2 日間培養した。

(3) 蛋白質分解細菌

カゼイン寒天培地を用い、37℃ で 2 日間培養したのち平板上に発育したコロニーのうち周囲が透明になった

もののみを蛋白質分解細菌とした。培地組成はつぎのとおりである。カゼイン 3.5g, クエン酸カルシウム 0.35g, 肉エキス 0.1g, ポリペプトン 0.1g, 食塩 0.6g, 塩化カルシウム 0.15g, S rensen リン酸緩衝液 (pH7.4) 100ml, 石灰飽和水溶液 72ml, 寒天 15g, 蒸溜水を加えて全量を 600ml とする。

(4) 酸生成細菌

BCP プレートカウントアーガーを用い 37 で 2 日間培養し, 生育したコロニーの周囲が黄色に変色したものを酸生成菌とした。培地組成はつぎのとおりである。酵母エキス 2.5g, ポリペプトン 5.0g, ブドウ糖, 1.0g, ブロムクレゾールフェノール 0.06g, 寒天 15.0g, 蒸溜水 1000ml, pH7.0。

2・5 化学分析法

水溶性窒素: 試料約 10g を正確にはかりとり, 乳鉢で磨砕し 100ml に定容した後 1400r.p.m. で 20 分間遠心分離しその上澄液を硫酸分解後キエルダール法で定量した。

アミノ態窒素: 試料約 10g を正確にはかりとり, 乳鉢でよく磨砕したのち水にとかし, 10% トリクロル酢酸 20ml を加え 100ml としたのちろ過し, ろ液についてバンスライク法で定量した。

揮発性脂肪酸: 試料 5g を水に懸濁し, 1 規定硫酸で酸性にしたのち水蒸気蒸溜し, 300ml の溜液について 0.01N 苛性ソーダで滴定し, 酪酸として算出した。

遊離脂肪酸: 試料約 10g を正確に採取し, 乳鉢でよく磨砕し水で 100ml にしたのちその - 定量をとり 0.02N 苛性ソーダで滴定し乳酸として算出した。

3. 結果と考察

3・1 化学組成

Table 1 Composition of Frozen Cheese

	Content (%)	
Moisture	54.40	
Total Nitrogen	3.52	
Reducing Sugar	27.75	as lactose
Volatile Acid	0.02578	as butyric acid
Free Organic Acid	0.373	as lactic acid
NaCl	1.56	
Soluble Protein	0.647	as nitrogen
Crude Fat	0.090	
NH ₂ -N	0.0679	
Rennet activity	(+)	
Fat Separation	(-)	
Lactic Acid	(+)	

Table 1 に試料の一般化学分析値を示した。脂肪含有量がかなり低いことから脱脂乳を原料としていることが判る。また, 直接還元糖が 27% 以上も含まれていることからホエー排除は不充分であると考えられる。

アミノ態窒素は全乳や脱脂乳中のそれと差はない。薄層クロマトグラフィーにより僅かに乳酸のスポットを検出する。また生乳に試料を加えると速かにカゼインを凝固して乳しようを分離することからレンネット添加が行なわれていると推定できる。

3・2 細菌数の消長

チーズに含まれる細菌は *Streptococcus Cremoris*, *St. lactis* および *St. faecalis* などが主なものであるが, これらの細菌類は相互に種々の作用をしながらチーズの熟成に重要な役割を果しており, とくにチーズ内部においては, これらの乳酸菌が大部分を占めており, そのため他の有害細菌類の増殖は著しく抑制されることになる。

Table 2 Numbers of Bacteria per gram of Frozen Cheese

	Numbers of Bacteria
Aerobic Bacteria	5×10^4
Anaerobic Bacteria	1.4×10^3
Protein Decomposing Bacteria	2×10^4
Acid Producing Bacteria	3×10^4

Table 2 に試料 1g 中の細菌数を示した。各種細菌数はいずれも 10^4 程度であり, とくに嫌気性細菌数は 10^3 で他の細菌群に比較して少ない。これまで輸入されたナチュラルチーズの細菌数は好気性菌で 1g 中 10^4 以上, 酸生成菌も $10^5 \sim 10^6$ 含まれており, これらの細菌数と比較してとくに冷凍チーズ中の細菌数が低い値を示しているとは思われない。しかし, チーズ製造時における乳酸菌はスターター添加後短時間で 10^8 程度まで増加することを考慮すると試料中の細菌群はかなり低い値といえる。

試料をそれぞれ 0, 5, および 25 に保存して細菌数の消長をみると, Fig. 1, 2, 3, 4 に示したように, 冷凍状態ではいずれの細菌も徐々にしか増加しないが, 5 と 25 で保存したものではどの細菌群も 10 日間で最高となり, とくに好気性菌および酸生成菌はいずれも 10^8 以上に増加した。10 日目以後は徐々に減少しており, 30 日目で $10^6 \sim 10^5$ になり, この減少は蛋白質分解菌および嫌気性菌にも認められる。蛋白質分解菌数は相対的に低い。

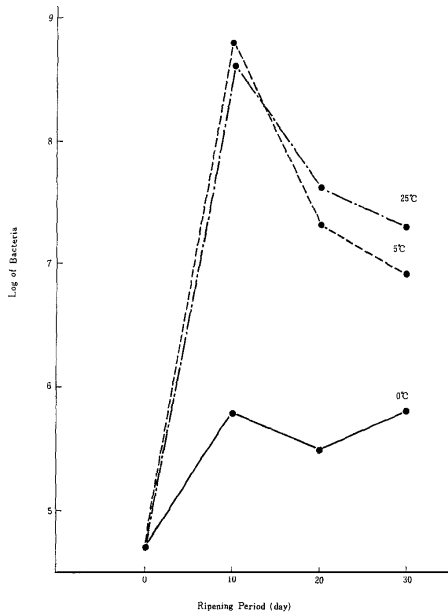


Fig.1 Numbers of aerobic bacteria per gram of frozen cheese during ripening period.

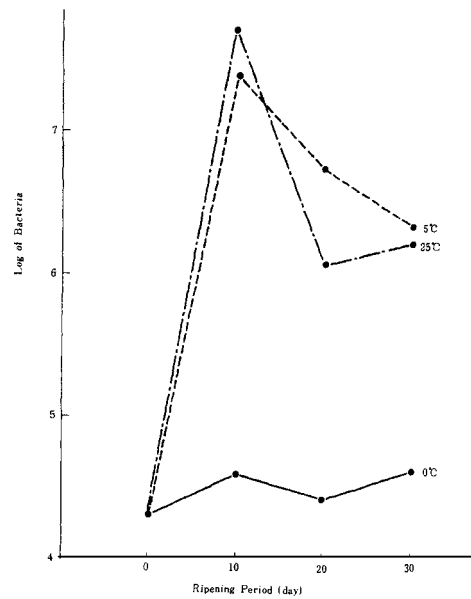


Fig.3 Numbers of Protein decomposing bacteria per gram of frozen cheese during ripening period.

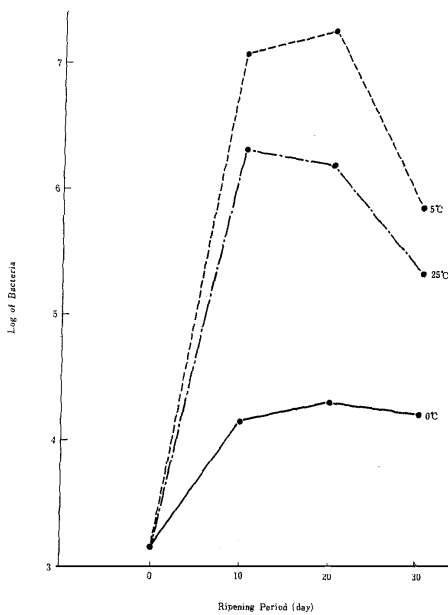


Fig.2 Numbers of anaerobic bacteria per gram of frozen cheese during ripening period.

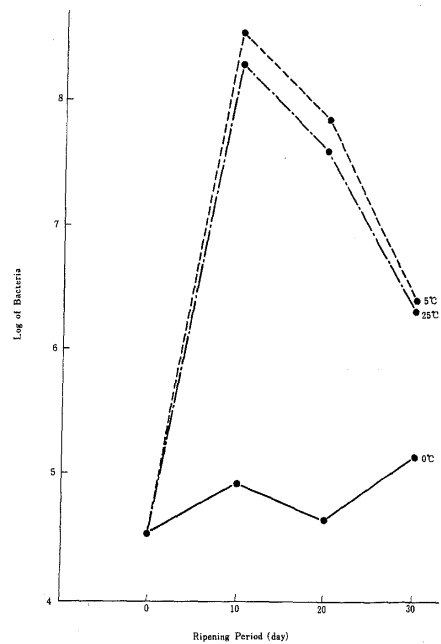


Fig.4 Numbers of acid producing bacteria per gram of frozen cheese during ripening period.

4. 化学成分の変化

Harper³⁾らはチーズ熟成中に起る化学的变化について述べており、蛋白質分解と脂肪分解が風味生成に関与することを明らかにしている。試料を 0, 5, および 25℃ で保存したときの化学成分の変化を Table 3 に示す。0℃ では成分的な変化は少なく、水溶性窒素が僅かに増加しているにすぎない。このことは細菌群の消長と一致している。5℃ および 25℃ の成分変化はほとんど同じ傾向を示しており、30 日間の熟成で水溶性窒素およびアミノ態窒素とも 12~20% 増加している。

Table 3 Changes of Chemical Composition in Frozen CheeSe During Ripening

Ripening Temperature (°C)	Ripening Period (day)	Soluble -N (%)	Volatile Acid (mg/100g)	Free Organic Acid (mg/gr)	Amino-N (mg/100g)	Moisture (%)
	Original	0.647	25.78	3.73	67.90	54.40
0°	10	0.652	29.25	3.83	68.10	43.01
	20	0.650	29.77	3.74	67.87	43.05
	30	0.706	29.98	3.93	68.53	43.02
5°	10	0.661	83.08	4.13	72.51	43.21
	20	0.880	103.86	7.09	80.85	43.16
	30	0.914	112.61	9.11	99.64	43.18
25°	10	0.678	98.31	12.82	76.94	43.52
	20	1.159	189.68	11.79	92.45	43.00
	30	1.410	818.22	8.43	132.59	42.76

Dahlberg ら⁴⁾は蛋白質の分解と熟成との関係を検討し、チーズ熟成と並行して水溶性窒素は直線的に増加することを認めている。アミノ態窒素は水溶性窒素の増加に比例しており、その蓄積量は 30 日後で水溶性窒素の 10% を占めている。揮発性脂肪酸および遊離脂肪酸は熟成中著しく増加しているが、25℃ で保存したときの遊離脂肪酸含量は 10 日目を最高にして、以後徐々に減少し、30 日間の熟成では 10 日目の 7% まで減少している。このことは、試料の pH が増加していることおよびアンモニア臭を発することからアンモニア生成による滴定酸度の減少に起因するものと考えられる。アンモニアの生成については、乳からレンネットによって分離された Ca-monocaseinate が細菌酵素によって分解され、より低分子のペプトン、アミノ酸になりさらに、条件によっては遊離のアンモニアまで分解されることから理解できる⁵⁾。

試料中の脂肪含有量は 0.1% 以下であるにも拘らず揮発性脂肪酸量が著しく増加しているのは、脂肪分解

によらない経路、すなわち蛋白質の分解によって生成したアミノ酸が、菌体内代謝により酢酸からアセト酢酸を経て酪酸やカプロン酸にまで転換する経路が考えられること、および水溶性窒素の増加量に比較して遊離アミノ酸蓄積量が少ないこともアミノ酸から揮発性脂肪酸への代謝の存在を示唆している。

このような化学成分の変化は細菌群の生育と関連するものであるが、細菌数が減少しはじめても蛋白質の分解や揮発性脂肪酸等の増加がみられるのは細菌によって分泌された酵素が代謝分解の主体をなしているとすれば細菌数の消長と分解産物とのズレをよく説明できる。

5. 総 括

冷凍チーズ熟成における細菌数の消長と化学成分の変化について検討した。好気性菌、酸生成菌、蛋白分解菌および嫌気性細菌は、5, 25℃ に保存すると急速に増加し、試料 1g 当り最高 10⁸ 以上となるが、冷凍状態では細菌数の変動は僅少にすぎない。また化学成分の変化も細菌数の生育と並行しており、水溶性窒素、アミノ態窒素および揮発性脂肪酸量は熟成につれて著しく増加しており、その蓄積量はチーズの判定および熟成度の指標として有用であることを知った。

文 献

- 1) 日本酪農連盟；乳および乳製品基本法並に関連規格検査法，5号（1963）
- 2) 鈴木徳信；雪印乳業技研報告，68,1（1964）
- 3) Harper W. J. and Kristofferson T；
J. Dairy Sci., 39, 1773（1956）
- 4) Dahlberg A. C. and Kosikowsky F. V；
J. Dairy Sci., 30, 165（1947）
- 5) Kristofferson T. and Nelson F.E；
Appl. Microbio., 3, 268（1955）

Studie on the Ripening of Frozen Cheese

MITSUO DEKI
Central Laboratory of Customs
531 Iwase Matsudo City Chiba Pref

- Received July 30, 1968 -