凍結カードを用いたサントモールチーズの 供給期間の延長

山崎均レヒナルド*・谷口知央**

増田哲也*・森地敏樹*

Extension in the Supply Period of Saint Maure Cheese by Use of Frozen Curd

Hitoshi Reginald YAMASAKI*, Tomohisa TANIGUCHI**,
Tetsuya MASUDA* and Toshiki MORICHI*

* Coll. of Bioresource Sciences, Nihon University, 1866,
Kameino, Fujisawa-shi, Kanagawa 252-8510

** Mito City Agricultural Public Corporation, 2-27,
Akatuka, Mito-shi, Ibaraki 311-4141

Since goats have a seasonal cycle in reproduction, it is difficult to make and provide goat's soft type cheese throughout the year. We compared chemical characteristics of Saint Maure cheese made from frozen curd with that made from fresh curd (i.e., intact curd). There was no remarkable effect of curd preservation at -20°C on the extent of proteolysis in curd, though a slight increase was observed in the content of water-soluble protein nitrogen in the frozen curd after three months. Electrophoretic pattern of insoluble fraction at pH 4.2 confirmed that the rate of proteolysis in the cheese made from frozen curd was more rapid than that in the cheese made from intact curd. The content of water-soluble protein nitrogen in the cheese made from the curd frozen for three months also remarkably increased, but the increase in free amino acids was comparatively slow. Although the cheese made from the curd frozen for three months smelled of the tallowy, unpleasant odor originated from fatty acids, it was shown that the flavor of the cheese made from the curd frozen for two months could stand comparison with that from the intact curd.

(Received Nov. 7, 2000 ; Accepted Mar. 26, 2001)

山羊は季節繁殖動物で、しかも泌乳期が牛に比較して

短い。日本で山羊を飼育した場合、10月から2月下旬まで乾乳となってしまう、バランセ、サントモールチーズなど山羊乳ソフトタイプチーズの通年製造販売は困難である。フランスではホルモンで繁殖期を調節する試みも行なわれているが¹⁾、著者らは凍結保存したカードを所定期間後に解凍し、加塩・カビ噴霧し製造したサントモールチーズのタンパク質と脂質の分解状況を、通常の非凍結カードから直接製造した場合と比較し、凍結カードを使用したサントモールチーズの供給期間延長の可能性について検討した。

1. 実験方法

(1) 供試チーズ

水戸市農業公社で飼育されている日本ザーネン種より搾乳した山羊合乳を 63°C 、30分加熱殺菌した。 25°C に冷却して乳酸球菌の混合スターター BD-01 (Chr. Hansen's 社) と *Lactobacillus casei* JCM1134 をスターターとしてそれぞれ乳量の1.5%添加した。1時間静置後、乳量の0.0067%のレンネットと0.0075%の塩化カルシウムを加え 25°C に18時間静置した。前報²⁾と同方法でホエー排除を行ったのち、直径5cm、長さ15cmの筒状のフープに詰め、両端をビニールの網で被い、冷蔵室内に立てて静置した。途中、数回反転を行いホエー排除を促進した。24時間後に、その一部を対照としてフープから取り出し加塩・カビ (*Penicillium candidum* : Chr. Hansen ユ, 社) 噴霧し、 12°C 、相対湿度93%の熟成庫で2週間熟成した。残りはフープに入れた状態で -20°C の冷凍庫で所定の期間(1~3か月)凍結保存したのち、フープから取り出し、解凍せずにそのままの状態で加塩・カビ噴霧して前述と同じ条件で熟成した。

(2) タンパク質・脂質の分析と乳酸菌数測定

タンパク質の分解状況を検討するため、2gのカードおよびチーズにそれぞれ蒸留水4mlを加え、ホモジナイザー (AM-7, 日本精機株式会社) で摩砕した。塩酸でpHを4.2とし、ろ別 (No. 5C: アドバンテック東洋株式会社) して得た沈殿物 (pH 4.2不溶性画分) を尿素-PAGE³⁾で分析した。また、カードおよびチーズの各窒素画分量 (水溶性窒素, 水溶性タンパク態窒素) を常法⁴⁾にしたがって測定した。遊離アミノ酸含量はOPA法⁵⁾によりHPLC (日立655型) で検討した。一方、脂質の分解状況はカードおよびチーズより得たエタノール抽出画分をプロピルエステル化して Unisole 3000 (3mm×3.0m: ジーエルサイエンス株式会社) を装着したガスク

* 日本大学生物資源科学部 (〒252-8510 神奈川県藤沢市亀井野 1866)

** 水戸市農業公社 (〒311-4141 茨城県水戸市赤塚 2-27)

ロマトグラフ（日立 163 型）で昇温分析（50～230℃；5℃/min.）し、遊離脂肪酸含量とその組成を検討した。凍結したカードおよびそのカードを熟成して製造したチーズの乳酸菌数は BCP 加プレートカウント寒天（日水製薬；30℃，72 時間培養）で測定した。

2. 実験結果および考察

(1) 凍結カードの理化学的性状

非凍結カード（水分 74.9%，脂肪率 17.5%）と -20℃ で 3 か月凍結したカード（水分 73.7%，脂肪率 17.2%）の pH 4.2 不溶性画分の泳動パターンには顕著な差異はなかった。カードの水溶性タンパク態窒素含量は凍結期間の長短にかかわらず、カードの凍結により増加することが確認された（Fig. 1）。この増加はカード中のスターター乳酸菌が凍結時にバーストし、菌体内のプロテアーゼが菌体外に漏出し作用したためと考えられる。なお、総遊離アミノ酸含量と総遊離脂肪酸量は、凍結 3 か月までの間にはほとんど増加していなかった。

(2) 凍結カードより製造したチーズの理化学的性状

3 か月凍結保存したカードから製造したチーズ（水分 57.5%，脂肪率 24.0%）と非凍結カードより製造したチーズ（水分 56.3%，脂肪率 25.3%）の pH 4.2 不溶性画分の尿素-PAGE では、 β -カゼインより移動度の大きい画分が凍結したカードより製造したチーズで減少してお

Fig. 1 The effect of freezing on the content of water soluble protein nitrogen in curd
Each value is shown as the mean $\pm$ SD (n=3).

Fig. 2 The effect of freezing of curd on pH 4.2-insoluble fraction of Saint Maure cheese

(A) Densitogram of pH 4.2-insoluble fraction of cheese made from the intact curd.

(B) Densitogram of pH 4.2-insoluble fraction of cheese made from the curd frozen for three months.

り、タンパク質の分解が進行していることが同われた（Fig. 2）。そして水溶性窒素含量は、Fig. 3に示したように 1 か月凍結したカードから製造したチーズ（水分 56.1%，脂肪率 23.3%）では約 1.5 倍となり、カードの凍結によって製品チーズの水溶性窒素が増加することが示された。さらに、凍結カードから製造したチーズの水溶性タンパク態窒素含量の増加割合は顕著で、先に述べた水溶性窒素含量の増加は、この水溶性タンパク態窒素含量の増加に起因していることが示された。また総遊離アミノ酸含量は増加するものの、水溶性タンパク態窒素含量の増加から考えると意外なほど緩慢であった（Fig. 3）。したがって、カードの凍結保存によって、チーズ中の主なタンパク質であるカゼインの水溶化は進行するものの、ペプチダーゼによる分解は進行しないものと推察された。著者らは山羊乳の主要なカゼインが β -カゼインであることを考慮して、 β -カゼインに対して強いプロテアーゼ活性を示す *L. casei*^{(6)~(8)} と β -カゼイン由来のペプチドを特異的に分解するといわれている *L. cremoris*⁽⁹⁾ を含むスターターを添加したが、凍結カードより製造したチーズのタンパク分解がこのような状態になった原因はスターターとして添加した *L. cremoris* が凍結により損傷を受けたためと考えられる。著者らは、脱脂乳にこれらスターター乳酸菌を接種し -20℃ で 1 か月凍結しても 77% の菌が生残することを事前の検討で確認し、さらに本試験でもカード中の乳酸菌数は凍結処理により減少するものの、凍結カードから製造したチーズ中の乳酸菌数は非凍結カードから製造したものとほとんど差異がなかったことを確認しているが（Fig.

Fig. 3 The effects of freezing of curd on the contents of water soluble nitrogen, water soluble protein nitrogen and total free amino acid in Saint Maure cheese made from frozen curd

Each value is shown as the mean $\pm$ SD ($n=3$).
 -●- Water soluble protein nitrogen; -▲-, Water soluble nitrogen; -○- Total free amino acid.

4), 凍結後のカードの pH はおよそ 4.1 と低く, この酸性条件が加わることで, スターター乳酸菌の非致死性損傷が進行しペプチダーゼ活性が低下したものと考えている. また Fig. 5 に示したように, 凍結カードより製造したチーズ中の遊離脂肪酸量は顕著に増加し, 特に 3 か月凍結したカードより製造したものは, 凍結せずに製造したチーズにおける含量のおよそ 2.5 倍にも達することが

Fig. 4 The effect of freezing of curd on the count of lactic acid bacteria in curd and cheese

—●—, The count in cheese; -■-, The count in curd.

確認された. 相良¹⁰⁾はカマンベールチーズを凍結保存するとタンパク分解より脂肪分解の方がその影響を顕著に受けると述べているが, 凍結カードからチーズを製造した場合でもこのように脂肪分解に凍結の影響が強く見出された. これはカードの凍結と融解により乳脂肪球皮膜が壊れ, リパーゼの影響を受けやすくなったためと考えられる. 熟成後の各遊離脂肪酸量を比較して検討すると, Fig. 6 に示したように炭素数 10 と 12 の脂肪酸の増加が特に著しいことが確認された. これらの脂肪酸のうち, 炭素数 10 のカプリン酸は牛乳に比較して山羊乳で顕著に多い脂肪酸であり, 山羊乳チーズの特徴的な風味の形成に関与しているが, カードを 3 か月凍結したのち熟成したチーズでは不快臭 (獣脂臭; tallowy) を呈した. しかし, 2 か月まで凍結したカードより製造したチーズは非凍結のものを熟成した場合と風味の点でも遜色なく, カードの凍結保存による供給期間の延長が可能であることが示された.

3. 要約

山羊は季節繁殖動物であるため, その乳を原料としたソフトタイプチーズの通年販売は困難である. そこで凍結カードから製造したサントモールチーズの性状について検討した. -20°C で 1~3 か月凍結したカードを製造直後のカードと比較すると, 3 か月凍結したカードの水溶性タンパク態窒素含量に僅かな増加が確認されるもの

Fig. 5 The effects of freezing of curd on the total free fatty acid content in curd and cheese

Each value is shown as the mean $\pm$ SD (n=3).
 —●—, The content in cheese; - -■- -, The content in curd.

の、タンパク分解様相には凍結の顕著な影響はなかった。凍結カードより製造したチーズの pH 4.2 不溶性画分の泳動像でタンパク分解が進行していることが確認され、さらに凍結カードから製造したチーズの熟成 2 週間後の水溶性タンパク態窒素含量も顕著に増加した。3 か月凍結カードより製造したチーズを試食すると不快臭(獣脂臭; tallowy)が強かったが、2 か月凍結カードより製造したチーズは非凍結のものと風味の点でも遜色なく、カード凍結による供給期間の延長が可能であることが示された。

Fig. 6 The effects of freezing of curd on the content of free fatty acids (C₈, C₁₀ and C₁₂) in Saint Maure cheese made from frozen curd

Each value is shown as the mean $\pm$ SD (n=3).
 —●—, C₈; - -■- -, C₁₀; - -▲- -, C₁₂.

文 献

- 1) RULLIEVE, G.: *Rec. Med. Vet.*, **153**, 595 (1977).
- 2) 増田哲也・谷口知央・山崎均レヒナルド・森地敏樹: *食科工*, **47**, 264 (2000).
- 3) ANDERSON, A.T.: *J. Dairy Res.*, **50**, 45 (1983).
- 4) WASTENEYS, H. and BORSOOK, H.: *J. Biol. Chem.*, **62**, 1 (1924).
- 5) ROTH, M.: *Anal. Chem.*, **43**, 880 (1971).
- 6) MONNET, V., Le BARS, D. and GRIPON, J.C.: *J. Dairy Res.*, **54**, 247 (1987).
- 7) EXTERKATE, F.A. and de VEER, G.S.C.M.: *Syst. Appl. Microbiol.*, **9**, 183 (1987).
- 8) HUGENHOLTZ, J., van SINDEREN, D., KOK, J. and KONINGS, W.N.: *Appl. Environ. Microbiol.*, **53**,

-
- 853 (1987). (1996).
- 9) EXTERKATE, F.A. : *Neth. Milk Dairy J.*, **30**, 95 (平成 12 年 11 月 7 日受付, 平成 13 年 3 月 26 日受理)
(1976).
- 10) 相良一彦 : 日本食品低温保蔵学会誌, **22**, 251
-