

粘質発酵乳 “viili” の基本的性質について

筒井 静子¹⁾・菊地 政則²⁾・高橋 セツ子¹⁾・有賀 秀子³⁾

Finland Ropy Sour Milk, “viili”, Analyzed for Its Acidity, Viscidity and Constitution

Shizuko TSUTSUI,¹⁾ Masanori KIKUCHI,²⁾ Setsuko TAKAHASHI¹⁾ and Hideko ARIGA³⁾
(Sept. 1997)

緒 言

スカンジナビア地方は、必ずしも農業にとって恵まれた条件とはいええない気候帯に位置しているため、穀類栽培と共に酪農に力を入れてきた結果、古くから乳・乳製品が積極的に利用されてきた¹⁰⁾。この地域では伝統的に発酵乳の摂取量が多く、特にフィンランドでは一人年間 37 kg にもおよび、発酵乳の摂取が世界で最も多いとされている⁹⁾。スカンジナビア地方で生産される発酵乳の多くは粘性を有する粘質発酵乳で、世界でも他に類を見ない特殊なものである。そのなかでも代表的なものとしては、スウェーデンの långfil (ラングフィル)、ノルウェーの tættemelk (テッテメルク)、フィンランドの pitkäpiimä (ピトカピーマ)、viili (ヴィーリー) である¹¹⁾。これらのうち、viili は乳酸菌とカビによって発酵が行われ、しかも製造過程で均質化を行わないため、クリーム層の表面にビロード状の糸状菌がマット状に増殖する点が特徴である¹¹⁾。また、製造された viili をかき混ぜることにより、その粘性が増し「つきたての餅」あるいは「すりおろした山芋」様を呈する。また、そのスターターに使用されている菌には、*Salmonella* や *Shigella* に対する抗菌効果、ラットに対する老化の遅延効果、マウスに対する抗腫瘍効果などがあると報告^{1,4,12)} されている。

このような特性をそなえた viili であるが、ここではフィンランドで入手した viili、ならびに継代培養法により調製した viili の特性を明らかにするため、酸度、物性、一般成分分析試験ならびに微生物学的検討を行い、その基本的性質について若干の知見を得たので報告する。

実験材料および方法

1. 実験材料

実験に用いた viili は、1995 年 8 月上旬並びに 1996 年 7 月下旬にフィンランドのヘルシンキ近郊の食料品店で購入した品質保持期限内のもので、表 1 にその概要を示した。これらの試料は、冷蔵保存 (5~7℃) し、2 日以内に日本に持ち帰り、直ちに各試験に供した。なお、これらの外観については図 1、図 2 に示した。

2. 継代培養による試料の調製

生乳を用いた viili 継代培養試料は、高橋¹¹⁾ に準じて調製した (図 3)。原料乳には、本学付属農場で生産されたホルスタイン種混合乳を、95℃で 5 分間殺菌し、直ちに 20℃まで冷却した生乳を用いた。スターターには、No. 6 の Viili 3.5% (VALIO) の試料の表面のカビ層部分を除去した下層の部分を用いた。培養は、殺菌乳 1,000 g にスターター 60 g を加え、酸度が 0.83~0.85% に達するまで、19℃で 19~22 時間行った。

3. 試験項目および方法

1) 酸度

6 世代まで継代培養して 5℃で保存した各世代の試料についての酸度を、乳製品試験法⁷⁾ に従い、0.1 N-NaOH の中和滴定量から乳酸酸度 (%) として算出した。

2) 物理的特性

保存中の製品の組織的な所見を肉眼で観察したのち、レオメーター (不動工業株式会社製、2002 J 型)

¹⁾ 北海道文理科大学 教養学科
Department of Liberal Arts, Hokkaido College of Arts and Sciences, Ebetsu, Hokkaido 069, Japan

²⁾ 酪農学部 食品科学科
Department of Food Science, Rakuno Gakuen University, Ebetsu, Hokkaido 069, Japan

³⁾ 帯広畜産大学 生物資源化学科
Bioresource Chemistry, Obihiro University of Agriculture and Veterinary Medicine, Obihiro, Hokkaido 080, Japan

表 1 実験材料

試料 No.	購入時期	種 類	特 徴
1	1995年 8 月上旬	Kermaviili (VALIO)	粘性一，発酵クリーム状（脂肪率12%）
2	〃	Viili (VALIO)	粘性Ⅲ，脂肪率3.9%
3	〃	Kevytviili (VALIO)	粘性Ⅲ，脂肪率2.5%
4	〃	Kevytviili (INGMAN)	粘性Ⅲ，脂肪率2.5%
5	〃	Vähärasvainen viili 1 % (INGMAN)	粘性Ⅲ，低乳糖，低脂肪（乳糖 1%，脂肪率 1%）
6	1996年 7 月下旬	Viili 3.5% (VALIO)	粘性Ⅲ，脂肪率3.5%
7	〃	Kevytviili (INGMAN)	粘性Ⅲ，脂肪率2.5%



図 1 各種 viili

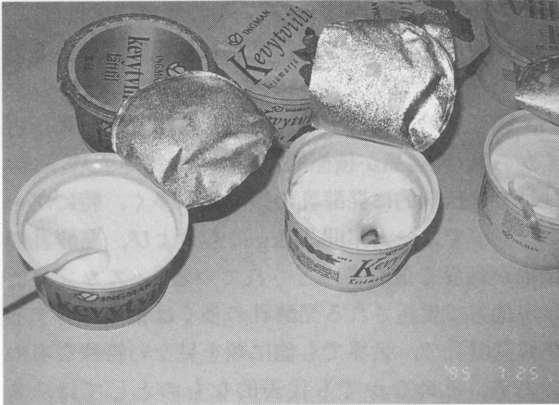


図 2 viili の表面と内部組織の状況

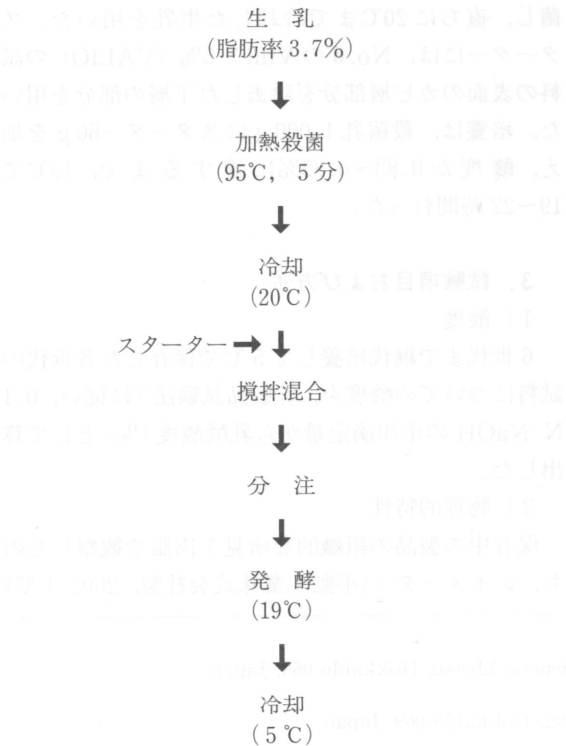


図 3 viili の製造法

を用い、解析は自動計測 X-Y レコーダプロッタ (理化電機工業株式会社製, FR-801 型) で、そしゃく試験によってテクスチャー特性値を測定した。測定条件は、アダプター：シリコン樹脂製ボール (Φ 25 mm), 荷重：200 g, テスト速度：30 cm/min, スイープ速度：20 cm/min, ヒステリシス：0.5 mm で、硬さ、凝集性、ガム性について実施した。

なお、試料はピーカーに分注後発酵させた静置試料と、それを 1 秒間に 1 回の速度で、20 回泡立器で撈拌した撈拌試料の 2 試料を用いた。また、試料は測定前に 25℃ で 2～2.5 時間静置し、内部温度の平衡化を行った。

3) 一般成分

No.6 の Viili 3.5% (VALIO), および No.7 の Kevytviili (INGMAN) について、水分、粗タンパク質、粗脂肪、糖質、灰分の分析を乳製品試験法⁷⁾に従って行った。

4) 微生物学的試験

試料の乳酸菌数計測は、BCP 加プレートカウント培地 (栄研化学), MRS 寒天培地 (Oxoid) による混釈平板法によった。また、真菌類の計数については、ポテトデキストロース培地 (栄研化学) に酵母エキ

スを0.2%添加した培地を用い、表面塗抹法によった。なお、培養は、乳酸菌 32℃、72 時間、真菌類 28℃、96 時間後にそれぞれ形成集落を計測し、試料 1 g の菌数(CFU/ml)とした。また、分離乳酸菌の同定試験は、小崎ら⁵⁾、Wood と Holzapfel¹⁴⁾、Bergey's Manual²⁾の方法に準拠した。また、糸状菌の同定は、宇田川と椿¹³⁾、Pitt と Hocking⁸⁾の文献を参考にした。

結果および考察

1. 酸 度

viili の保存期間における酸度の経時的推移を図4に示した。No. 6 の Viili 3.5%の購入3日後の酸度は0.81%であった。Viili が充填されていた容器には製造年月日の表示がなく、品質保持期限(購入後11日間)で判断すると、購入3日後の Viili は食用適期のものであると考えられた。また、購入21日後の Viili の酸度は0.54%、29日後は0.50%であっ

た。さらに、長期間保存の製品では酸度が徐々に低下する傾向にあった。これは乳酸菌と混合培養されている *Geotrichum candidum* が乳酸を資化した結果によるものと考えられるが、加えて、酵素的、化学的な影響による可能性も考えられるので、更に検討する必要がある。

継代培養法によって調製した viili の酸度が0.83~0.85%に達するまでに要する時間は、継代1回目(2世代)で22時間(酸度0.83%)、3世代19時間(0.85%)、4世代19時間(0.83%)、5世代19時間(0.85%)、6世代19時間(0.83%)となり、3世代以降で発酵時間が短縮される傾向にあった。

継代培養法によって調製した viili の保存による酸度の経時的推移は、各試料間、保存日数のいずれにおいても基本的には大きな差は認められず、保存状態が良好であれば長期保存の可能性が示唆された。通常 viili と同じ発酵乳製品であるヨーグルトの場合は、製造後2~3週間の貯蔵期間がある⁹⁾とさ

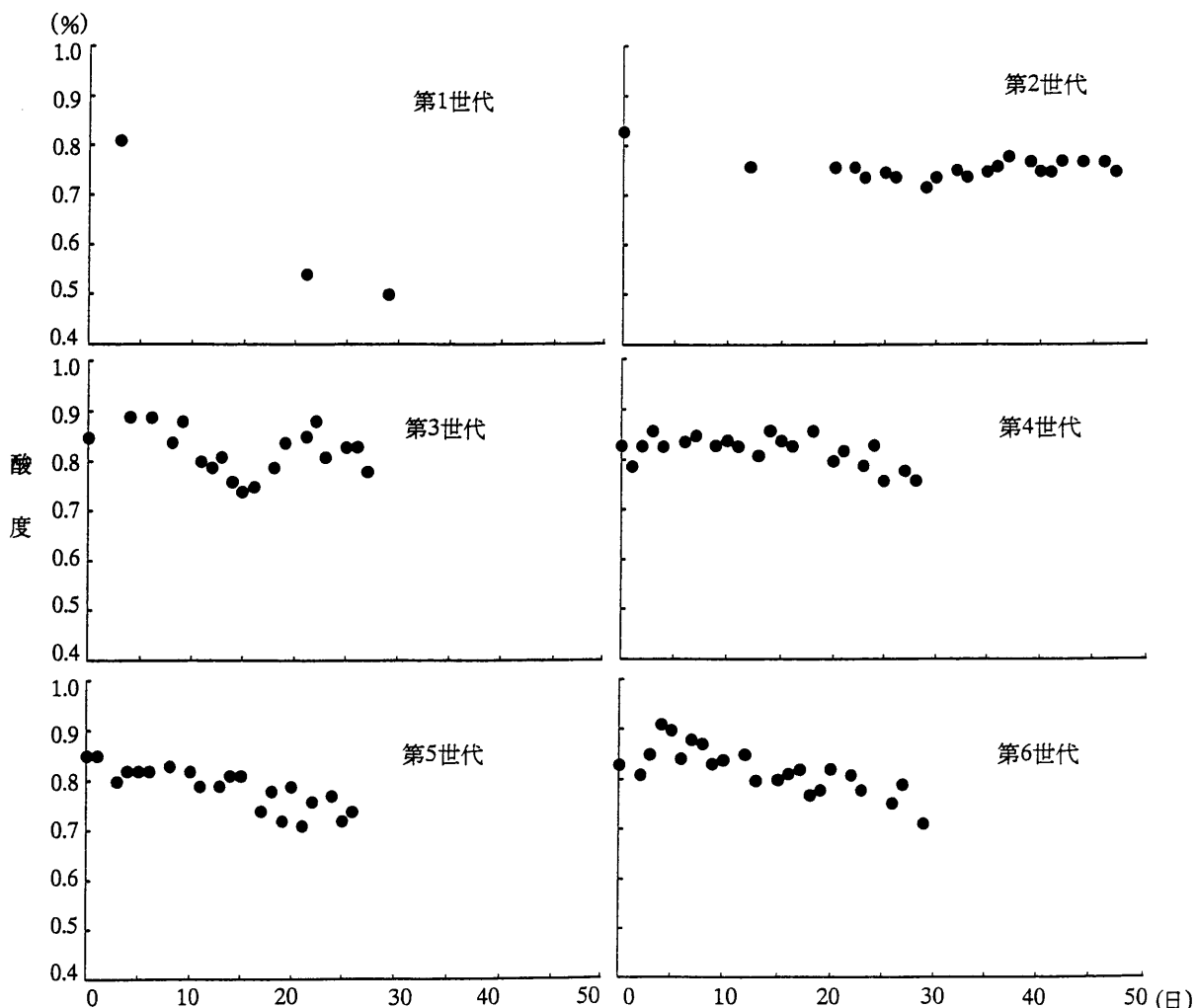


図4 継代培養した viili における酸度の経時的推移

れているが、今回の viili の場合では、製造後 7 週間経過したものでも酸度にほとんど変化の見られない試料があった。

2. 表面組織の肉眼的観察

肉眼的観察の結果、viili の特徴の一つである、クリーム層が糸状菌増殖によって、均一でなめらかなビロード様の表面を呈していたものが、5℃で保存開始後、4 日目からビロード様のクリーム層が波を打つような変化が認められるようになった。さらに 7 日目からはその波は皺のように深くなり、14 日目に皺の溝の部分にホエーが浸出するようになった(図 5)。市販の viili の場合は、品質保持期限内であればこのような変化は観察されないことから、継代培養による乳酸菌相の変化にともないカード形成に変化を与えた可能性が考えられる。4 週間保存した

3. 物理的特性

静置保存した試料(静置試料)と、それを攪拌し粘性に変化を与えた試料(攪拌試料)との代表的レオロジー特性曲線(継代 1 回目 = 2 世代目)を比較すると、攪拌試料の場合は、そしゃく試験 1 回目、2 回目ともに最大圧縮点の高さが低く、付着性も小さく、なだらかなカーブを描き、静置試料との間に明らかな違いが認められた(図 6)。なお、3 世代目以降で、両試料間の違いがさらに大きくなったが、それは、静置試料の viili にはクリーム層の表面にビロード様の糸状菌が増殖しているため、これが物理的特性に大きく影響を与えたためと考えられた。

継代培養法によって調製した viili の世代別テクスチャー特性値を表 2 に示した。静置試料の 2 世代目の硬さは 62.0 g であったが、3 世代目以降では 106.8~132.3 g となり約 2 倍の硬さであった。ま

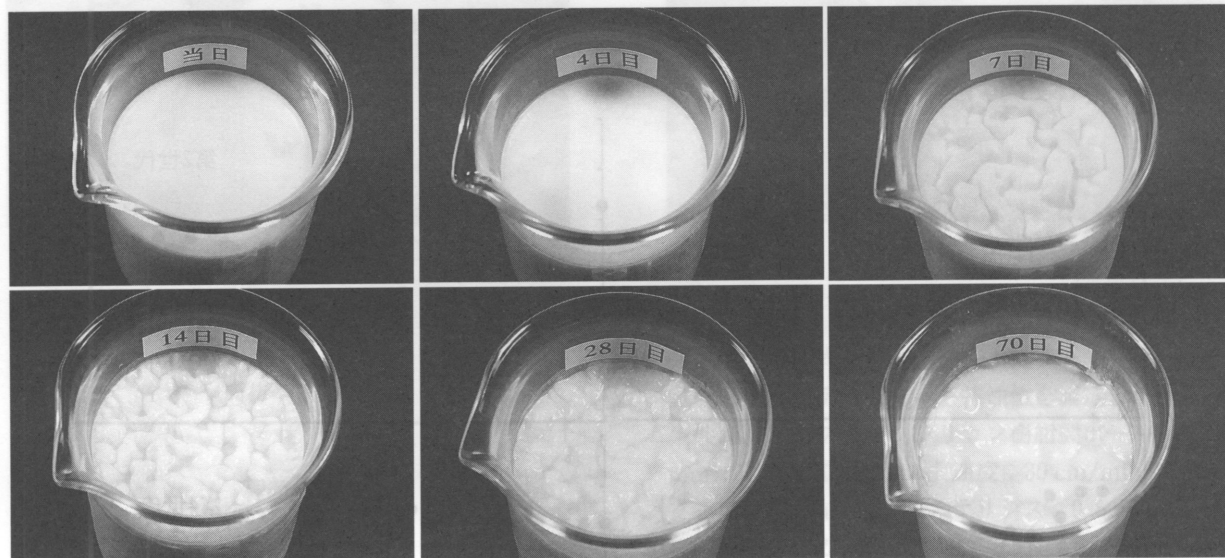


図 5 viili の表層部の経時的変化 (5℃)

viili は、表面の皺は柔らかく浅くなり、カードの自己消化が進んで表面が溶出した状態になった(図 5)。これは、表面に形成されているカビの産生する酵素により、消化・分解されたものと考えられた。また、この試料を攪拌混合して官能検査に供したが、前述の酸度の結果で述べたように、酸味についての顕著な変化はなく、滑らかさもあり、食用に供することは可能であった。しかし、発酵乳における生菌状態の乳酸菌の意義を考えると、この長期保存期間中に乳酸菌の生菌数がどのように変化するかについて把握する必要がある。今回はこの変化については検討していないが、今後、経時的な生菌数の変化を計測する必要があると考えている。

た、凝集性の値は、2 世代目が 0.599、4 世代目以降が 0.463~0.479 となり、世代を重ねることによりわずかに低くなった。ガム性については、2 世代目が 36.4 g、4 世代目以降が 51.1~61.1 g であった。同様に攪拌試料では、硬さは 2 世代目が 17.5 g、3 世代目以降で 25.5~28.0 g であった。さらに、凝集性は、2 世代目が 0.483、4 世代目以降が 0.829~0.855 であった。ガム性は、2 世代目が 8.5 g、4 世代目以降が 21.1~27.0 g であり、いずれにおいても 2 世代目に比べ、3 世代目あるいは、4 世代目以降は若干、数値が高くなる傾向を示した。以上のことから、静置試料、攪拌試料ともに、2 世代目と 3 世代目の世代間において物理的特性に大きな変化が認められ

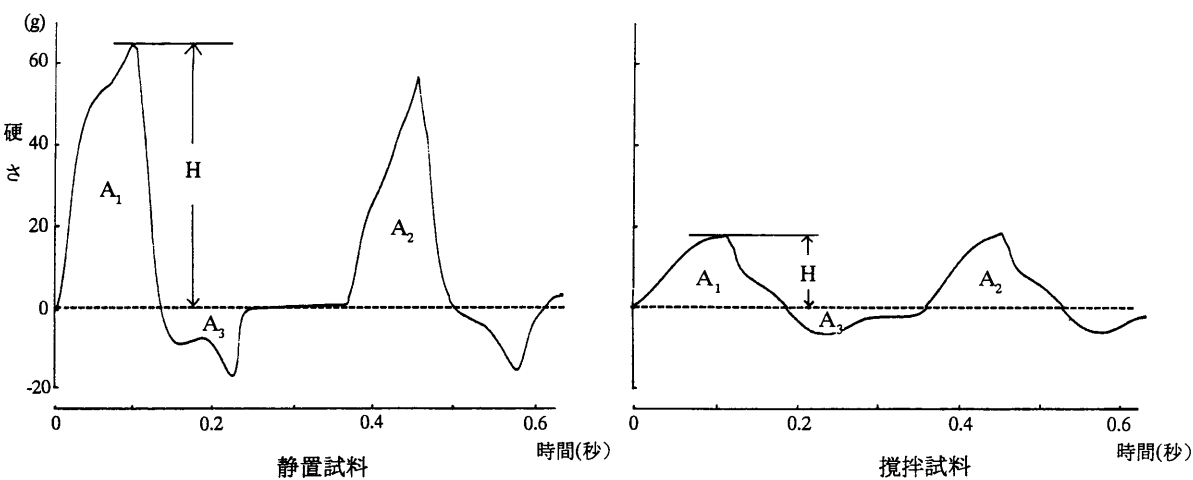


図 6 viili のテクスチャー特性曲線（2 世代目）
硬さ (g) = H × (荷重 200 g) / 20 (g), 20 : フルスケール 20 (cm) ; 凝集性 = A₂ / A₁ ;
ガム性 (g) = H × (A₂ / A₁)

表 2 viili の世代別テクスチャー特性値

世代数	静置試料			攪拌試料		
	硬さ (g)	凝集性	ガム性 (g)	硬さ (g)	凝集性	ガム性 (g)
2	62.0±3.6	0.599±0.04	36.4±2.4	17.5±0.6	0.483±0.00	8.5±0.3
3	130.2±4.7	ND	ND	28.0±1.2	ND	27.0±2.7
4	118.8±2.7	0.467±0.00	55.4±2.2	25.8±1.6	0.829±0.02	21.4±1.6
5	106.8±1.2	0.479±0.00	51.1±1.1	25.5±1.0	0.829±0.00	21.1±0.6
6	132.3±3.2	0.463±0.01	61.1±3.1	26.1±0.9	0.855±0.02	22.3±1.0

た。

4. 官能特性

次に、これらの試料について官能検査を行った。攪拌試料の2世代目に比べて3世代目以降が、テクスチャーにおける粘性が増大しているように感じられた。これはレオメーターによる測定値と同様の傾向であった。この結果から、viili の継代培養法による試料の調製では、2世代目と3世代目の世代間において、製造あるいは保存過程で、物理的特性に変化を与える何らかの要因が働いたのではないかと考えられた。また、総合的な食味については、継代を重ねることによって、風味と物理的性状がヨーグルトに近似していくように感じられたが、6世代目の試料でも、viili 特有のチーズ風味の加わった香りは消失していなかった。これらのことは、viili を継代培養することによって、初期段階の構成微生物相が変遷していることが示唆されるが、明確な判断はできなかった。

5. 一般成分

一般成分の分析値を表3に示した。試料 No.6 の水分は 88.3%，タンパク質 3.0%，脂質 3.4%，糖質 4.6%，灰分 0.7%であった。また、試料 No.7 の水分は 89.7%，タンパク質 3.0%，脂質 2.1%，糖質 4.5%，灰分 0.7%であった。このように2社のviiliの一般成分組成は、それぞれの容器に表示のあった成分値と比べて脂質がわずかに低いものの、ほぼ同様であった。全脂無糖ヨーグルトの成分値³⁾と比較すると、viili の糖質が若干低い他は、ほぼ同様の成分組成であった。

表 3 viili の一般成分 (%)

	水分	タンパク質	脂質	糖質	灰分
viili (No.6)	88.3	3.0	3.4	4.6	0.7
viili (No.7)	89.7	3.0	2.1	4.5	0.7
yoghurt ³⁾	88.8	3.2	3.0	5.0	0.8

表 4 viili の細菌数

培地種類	試料 No.					
	1	2	3	4	5	6
	CFU/ml					
BCP	2.0×10^7	1.5×10^8	5.0×10^8	5.4×10^8	1.0×10^8	7.7×10^7
MRS	2.1×10^7	1.5×10^8	1.0×10^8	2.5×10^7	6.5×10^7	9.0×10^7
PDA	—	1.3×10^4	3.3×10^4	4.4×10^4	3.0×10^4	4.8×10^4

6. 乳酸菌数と分離菌種

各試料の乳酸菌と真菌類の生菌数については表 4 に示した。生菌数の分布は、BCP 加プレートカウント培地で 2.0×10^7 から 5.4×10^8 、MRS 培地で 2.1×10^7 から 1.0×10^8 の範囲であり、BCP が全体的にわずかながら菌数が高かった。また、PDA 培地による真菌類の生菌数は、試料 No.1 を除き、 1.3×10^4 から 4.8×10^4 の範囲であり試料による差は小さかった。この乳酸菌数は、わが国で生産される発酵乳における乳酸菌数と比較するとわずかに少ない程度であるが、製造後も生菌数を十分維持していると考えられた。

次に、これらの製品から分離された主要乳酸菌相の同定を試みたところ、表 5 に示したように、ホモ乳酸菌としては、球菌の *Lactococcus lactis* に属するものが 44 株分離された。この *Lactococcus lactis* には亜種として、*L. lactis* subsp. *lactis* と *L. lactis* subsp. *cremoris* があるが、今回の試験で最終決定するまでには至らなかった。また、ヘテロ乳酸菌は球菌の 15 株が分離され、同定試験の結果、*Leuconostoc mesenteroides* と *Leuconostoc lactis* と思われるものが、6 株と 9 株分離された。この、*Leuconostoc mesenteroides* にはさらに亜種が 3 種あるが、これについても最終決定することはできなかった。今回試料から分離されたヘテロ乳酸菌が、スターターとして添加されたものか、二次的に汚染したものかについては不明である。また、viili の主要乳酸菌が乳酸球菌のみで、他の発酵乳と違いがみられた。

糸状菌は、麦芽寒天培地、PDA 寒天培地で良く増殖し、隔膜を持つ菌糸を形成したが、菌糸の切断により分節型分生子 ($4 \sim 6 \times 10 \sim 30 \mu\text{m}$) を形成する *Geotrichum candidum* と同定された。糸状菌をスターターとした製品は、わが国では生産されていないことから、この微生物が製品にどのような意義を持つのかについて、さらに詳細に検討する必要があると考えている。

今回、フィンランド産の粘質発酵乳 viili の物理化学的特性、微生物学的、肉眼的観察および官能検査

を行ったが、viili の特性を把握するためには、今後、より多面的なアプローチによる試験が必要であると考えている。

表 5 viili から分離された乳酸菌の特性

特 性	<i>Lact. lactis</i> ¹⁾ 44 株	<i>Leuc. lactis</i> ²⁾ 9 株	<i>Leuc. mesen.</i> ³⁾ 6 株
菌型	c	c	c
グラム染色性	+	+	+
ブドウ糖からガス	—	+	+
カタラーゼ	—	—	—
発育温度 (℃)			
10	+	+	+
15	+	+	+
40	—	—	—
45	—	—	—
NaCl 耐性 (%)			
5.0	20/44 ⁴⁾	+	+
6.5	—	—	—
10.0	—	.	.
pH 耐性			
4.2	+	—	—
4.8	—	—	—
8.5	—	.	.
9.6	—	.	.
乳酸施光性	L	D	D
アルギニンから NH ₃	3/44	0/9	0/6
ショ糖からデキストリン	0/44	0/9	4/6
糖からの酸生成			
アラビノース	10/44	0/9	0/6
ラムノース	0/44	.	.
リボース	44/44	.	.
フルクトース	.	9/9	0/6
グルコース	44/44	9/9	6/6
シユークロース	.	9/9	3/6
マルトース	10/44	9/9	2/6
ラクトース	44/44	9/9	6/6
トレハロース	10/44	0/9	0/6
ラフィノース	0/44	.	.
ソルビトール	0/44	.	.
サリシン	0/44	1/9	1/6

¹⁾ *Lact. lactis*: *Lactococcus lactis*
²⁾ *Leuc. lactis*: *Leuconostoc lactis*
³⁾ *Leuc. mesen.*: *Leuconostoc mesenteroides*
⁴⁾ 試験菌株に対する陽性株数

要 約

フィンランドの粘質発酵乳である viili, ならびに継代培養法により調製した viili の特性を明らかにするため, 酸度, 物性, 一般成分分析試験ならびに微生物学的検討を行った。継代培養法によって調製した viili の保存による酸度変化は, 各試料間, 保存日数のいずれにおいても基本的には大きな差はなく, 保存状態が良好であれば長期保存の可能性が示唆された。継代培養法により調製した静置試料, 攪拌試料ともに, 2 世代目と 3 世代目の世代間において物理的特性に大きな変化が認められた。viili の一般成分は yoghurt とほぼ同様であった。乳酸菌数は, わが国で生産される発酵乳における乳酸菌数と比較するとわずかに少ない程度であった。また, viili の主要乳酸菌は乳酸球菌のみで, 他の発酵乳と違いがみられた。

謝 辞

本研究の一部は, 1996 年度北海道文理科短期大学共同研究の助成(採択 No. 1)を受けて行われたものである。ここに記して深謝する。

引用文献

- 1) Alm, L. and I. Larsson (1983) Nordisk Mejeriindustri 6: 395.
- 2) Holt, J. G., N. R. Krieg, P. H. A. Sneath, J. T. Staley and S. T. Williams (1995) Bergey's Manual Determinative Bacteriology, 9th ed., pp. 527-558. Williams & Wilkins, Baltimore.
- 3) 科学技術庁資源調査会編 (1982) 四訂日本食品標準成分表, 707 pp. 大蔵省印刷局, 東京.
- 4) Kitazawa, H., T. Toda, T. Itoh, N. Kumano and S. Adachi (1990) Antitumor activity of Ropy sour milks in Murine Solid Tumor. Jpn. J. Zootech. Sci., 61: 1033.
- 5) 小崎道雄, 内村泰, 岡田早苗 (1992) 乳酸菌実験マニュアル——分離から同定まで——, 164 pp. 朝倉書店, 東京.
- 6) 日本国際酪農連盟 (1995) 1993 年度牛乳・乳製品国際消費統計, 4-5.
- 7) 日本薬学会編 (1984) 乳製品試験法・注解, 223 pp. 金原出版, 東京.
- 8) Pitt J. I. and A. D. Hocking (1985) Fungi and Food Spoilage, pp. 117-119. Academic Press, Sydney.
- 9) 曾根敏磨(監訳) (1980) 発酵乳ヨーグルト, 397 pp. 実業図書, 東京.
(原著: Rasic, J. Lj. and J. A. Kurmann [1980] Yoghurt)
- 10) 高橋富士雄 (1990) 北部・東部ヨーロッパおよび西アジア地域における牧畜と乳利用(その 3) スカンジナビア諸国の自然と牧畜, 酪農科学・食品の研究, 39: A-203.
- 11) —(1991) 北部・東部ヨーロッパおよび西アジア地域における牧畜と乳利用(その 4) スカンジナビア諸国の発酵乳—II, 同上, 40: A-169.
- 12) 戸羽隆宏 (1987) 1. 中温性乳酸菌を使った発酵乳, ケフィールとスカンジナビアの粘質酸乳, 同上, 36: A-235.
- 13) 宇田川俊一, 椿啓介, 堀江義一, 三浦宏一郎, 箕浦久兵衛, 山崎幹夫, 横山竜夫, 渡辺昌平 (1986) 菌類図鑑(下), pp. 1156-1157. 講談社, 東京.
- 14) Wood B. J. B. and W. H. Holzapfel (ed.) (1995) The Genera of Lactic Acid Bacteria. pp. 55-124, 173-278. Blackie Academic & Professional, London.

Summary

“Viili,” the sticky fermented milk of Finland, was studied to clarify its acidity, physical properties, and constitution.

Acidic changes occurring with the passage of time were similar in the original product and its subcultures. In both non-stirred and stirred “viili,” the consistency of the second-generation subculture differed from that of the third-generation subculture. The constituents of viili were comparable to those found in yoghurt.

Microbiological analysis showed that the number of lactic bacteria was lower in “viili” than in fermented milk products of Japan, and the lactic bacteria were solely those of lactococci.