

資料

山羊乳から調製したヨーグルトの特性に関する研究 Properties and Taste of Yogurt Prepared from Goat-milk

長坂 慶子^{*1}
Keiko NAGASAKA

Keywords: *Yogurt, Goat-milk, Properties, Taste*
ヨーグルト, 山羊乳, 特性, 食味

1. はじめに

山羊は、乳、肉、毛皮を生産するための用畜、雑草・灌木除去や牽引のための役畜、そして堆肥を供給する糞畜として多面的な利用価値をもっている¹⁾。

岩手県は、山羊の飼養数は沖縄県、熊本県、宮崎県、長野県、茨城県にならんで多く盛んである。乳は、宮城県で加工してから、生協をとおして全国に販売され、肉は福岡県の比嘉畜産をとおして沖縄県で消費されている。しかし、岩手県内での消費は生産量の1割にも満たず²⁾、山羊生産物の認知度は高いとは言えない。

山羊の持つ未利用資源を有効に利用し、県土の約7割を占める中山間地域等における地域振興および活性化につながるものとして、山羊生産物の食品への利用を検討した。

食品への利用に際しては、生産物をそのまま摂取するよりも栄養的な付加価値があり、老若男女に受け入れられ、誰にでも簡単に作ることができる食品であることが必要であると考え、ヨーグルトへの利用を試みた。また、対照として牛乳および脱脂粉乳を使用してヨーグルトを調製して比較検討し、若干の結果を得たので報告する。

2. 実験方法

1. 供試材料

原料乳には、山羊乳(アルパイン牧場株式会社)、牛乳(小岩井乳業株式会社)、脱脂乳粉(雪印乳業株式会社)、乳酸菌(共同乳業株式会社、*L.bulgaricus*・*St.thermophilus*)、グラニュー糖(新三井製糖株式会社)を用いた。

2. ヨーグルトの配合および調製方法

ヨーグルトの配合は、原料乳 500g に対し、乳酸菌を 1g (原料乳の重量の 0.2%) 添加した。砂糖を添加する場合には、グラニュー糖を 40g (原料乳の重量の 8%) 添加した。脱脂粉乳は、脱脂乳粉 60g を蒸留水 500g に溶解したもの(脱脂乳粉濃度 13%)を用いた。

ヨーグルトの調製方法³⁾は、まず原料乳あるいは原料乳にグラニュー糖を混和したものを 95℃で5分間

加熱殺菌した。加熱による水分蒸発分は加熱殺菌済みの蒸留水を用いて補充した。原料乳を 40℃まで冷却した後に乳酸菌を加え、5分間攪拌混合した。得られた試料液を容器に分注し、36℃で12時間発酵した。その後、10℃で3時間冷却し試料とした。

3. 測定方法

(1) 酸度(乳酸)の測定³⁾

各ヨーグルト(無糖加)を蒸留水で希釈後、0.1%フェノールフタレイン溶液を指示薬として、0.05N-NaOH 溶液で滴定し、その測定量から酸度を乳酸(%)として計算した。酸度は、発酵0~12時間後まで毎時間ごとに6個ずつ測定した。

(2) pHの測定

各ヨーグルトのpHをデジタルpHメーター(メトラー・トレード株式会社 MP225)を用いて、発酵0~12時間後まで毎時間ごとに6個ずつ測定した。

(3) 破断特性値の測定⁴⁾

破断ひずみ、破断応力をフドーレオメーター(株式会社レオテック)を用いた。測定にはヨーグルトナイフ(φ30mm)を用い、破断速度およびチャートスピードを60cm/min、クリアランスを40%とした。

破断応力の経時変化については、発酵0~12時間後まで毎時間ごとに6個ずつ測定した。発酵後冷却したヨーグルトの破断応力と破断ひずみは、20個ずつ測定した。得られた数値については、t検定により有意差を検定した。

(4) 官能検査

原料乳の違いによるヨーグルトの識別および嗜好評価を行うために、糖を添加したヨーグルトを用いて順位法⁵⁾により官能検査を行った。

評価項目は、色の好ましさ、口触りの良さ、スプーンですくったときのやわらかさ、甘味の強さ、酸味の強さ、こくの強さ、のどごしの良さ、後味の良さ、食べ終わったときの香りの好ましさ、総合評価の10項目である。パネルは食物栄養学専攻2年生18名である。結果についてはクレマーの検定法により順位合計値の検定を行った。

*1 生活科学科食物栄養学専攻講師

酸度, pH, 破断測定値、官能検査のいずれの測定も 20°Cで行った。

3. 結果と考察

1. 酸度 (乳酸)・pH・破断応力の経時変化

図1に各ヨーグルトの酸度の経時変化を示した。発酵0時間後の酸度は、山羊乳で調製したヨーグルト(以後、山羊乳)で0.12%, 牛乳で調製したヨーグルト(以後、牛乳)で0.14%, 脱脂粉乳で調製したヨーグルト(以後、脱脂粉乳)で0.15%であった。脱脂乳は発酵4時間後から、山羊乳は発酵5時間後から酸度は上昇した。牛乳の酸度は発酵5時間以後から徐々に上昇し、発酵8時間後から上昇した。牛乳は他のヨーグルトに比べ、酸度の上昇の開始が遅く、低かった。発酵12時間後の各ヨーグルトの酸度は、山羊乳では1.15%、牛乳では0.88%、脱脂乳では1.15%であった。ヨーグルトの適度な酸度といわれている0.8%⁶⁾には牛乳が近い値であった。山羊乳や脱脂粉乳は、発酵8時間後で好ましい酸度に達することがわかった。

図2に各ヨーグルトのpHの経時変化を示した。発酵0時間後のpHは、山羊乳では6.95, 牛乳では7.05, 脱脂粉乳では7.02であった。pHの低下は、いずれのヨーグルトも発酵3時間後までは徐々に低下するが、山羊乳と脱脂乳は発酵5時間後以降から、牛乳は発酵6時間後以降から急激な低下がみられた。発酵12時間後の各ヨーグルトのpHは、山羊乳では3.73, 牛乳では4.05, 脱脂乳では4.01であった。市販品ヨーグルトのpHは4.06であり、今回作ったヨーグルトの中では、牛乳、脱脂乳がほぼ近い値であった。

乳酸菌はエネルギーを得るために、乳中の乳糖を利用して乳酸を生成する⁷⁾。このため、図1および図2に示すように、酸度の上昇にともないpHが下がった。

図3に各ヨーグルトの破断応力の経時変化を示した。発酵0時間後の破断応力は、山羊乳は0.09 ($\times 10^2$ N/m²), 牛乳は0.10 ($\times 10^2$ N/m²), 脱脂乳は0.10 ($\times 10^2$ N/m²)であった。破断応力は、山羊乳と牛乳は発酵7時間後以降に、脱脂乳は発酵6時間後以降に値が増加した。発酵12時間後の各ヨーグルトの破断応力は山羊乳は0.57 ($\times 10^2$ N/m²), 牛乳は0.81 ($\times 10^2$ N/m²), 脱脂乳は0.94 ($\times 10^2$ N/m²)であった。

発酵中のカードの形成は、pH5.5頃から始まり、pH5.0でゲルの形成が認められ、pH4.6以下になるとカードテンションの高い安定した組織になる⁷⁾。山羊乳ではpH4.90以下、牛乳ではpH5.38以下、脱脂乳ではpH5.22以下になるとカードの形成が始まり、破断応力の値が増加したと考えられる。

2. 各ヨーグルトの破断特性値

図4に各ヨーグルトの破断ひずみを示した。破断ひずみは、糖無添加の場合では山羊乳は0.19 (m/m), 牛乳は0.29 (m/m), 脱脂乳は0.30(m/m)であった。

糖添加の場合では山羊乳は0.20 (m/m), 牛乳は0.34

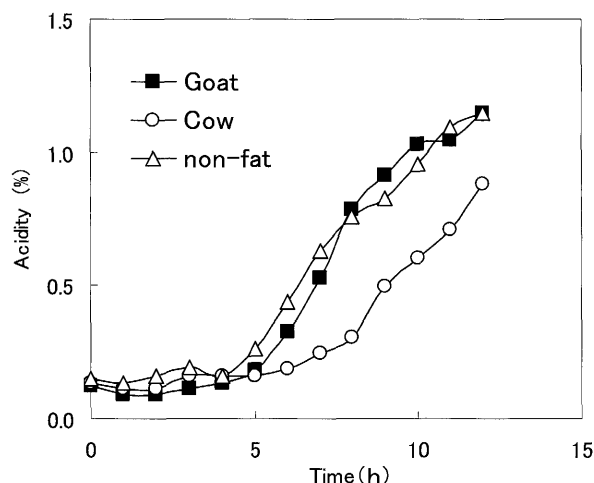


Fig1. Time course of acidity of Yogurt

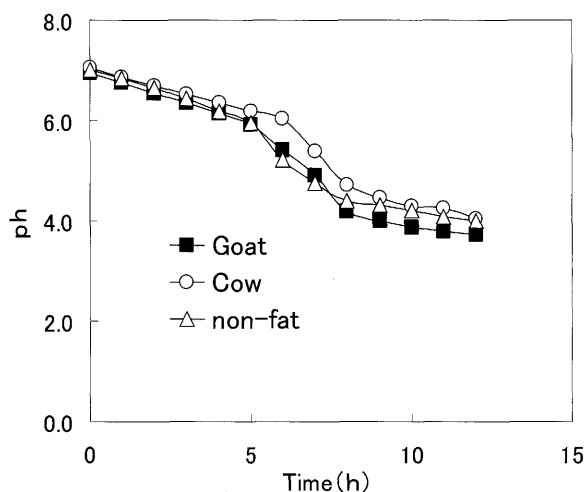


Fig.2 Time course of pH of Yogurt

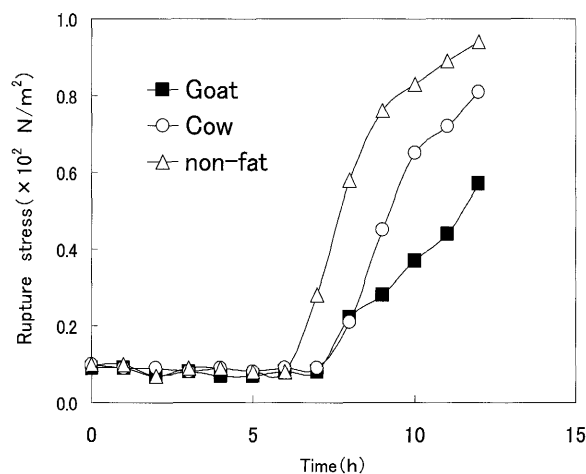


Fig3. Time course of Rupture stress of Yogurt

(m/m), 脱脂乳は 0.33(m/m)であった。ヨーグルトの破断に至るまでの変形量を示すものである⁴⁾。山羊乳の破断ひずみは、牛乳および脱脂乳に比べて低かったことから、山羊乳は僅かに変形しただけで破断することがわかった。破断ひずみは、糖添加により僅かに高くなった。

図5に各ヨーグルトの破断応力を示した。破断応力は、糖無添加の場合では山羊乳は $1.61 (\times 10^2 \text{ N/m}^2)$ 、牛乳は $1.98 (\times 10^2 \text{ N/m}^2)$ 、脱脂乳は $1.50 (\times 10^2 \text{ N/m}^2)$ となり、牛乳・山羊乳・脱脂乳の順に高くなった。糖添加の場合では山羊乳は $1.95 (\times 10^2 \text{ N/m}^2)$ 、牛乳は $1.68 (\times 10^2 \text{ N/m}^2)$ 、脱脂乳は $1.78 (\times 10^2 \text{ N/m}^2)$ となり、山羊乳・脱脂乳・牛乳の順に高くなった。山羊乳と脱脂乳は糖添加により破断応力が高くなったが、牛乳は逆に低くなった。原料乳により糖の影響が異なった。破断応力はかたさを示すものである⁴⁾。ヨーグルトのかたさは、原料乳のたんぱく質含量の増加にともない増すといわれている。今回使用した原料乳 100g 中のたんぱく質含量は、山羊乳が 3.1g、牛乳が 3.3g、脱脂乳が 4.1g⁸⁾ であり、破断応力は脱脂乳が最も高いと予想されたが、得られた結果は異なった。

3. ヨーグルトの官能検査

表1にヨーグルトの官能検査の結果を示した。色の好ましさでは、山羊乳が好まれ、脱脂乳は好ましくないと評価された。スプーンですくった時のやわらかさでは、山羊乳がやわらかく、脱脂乳がやわらかくないと評価された。甘味の強さでは、牛乳が甘味が強く、山羊乳が甘味が弱いと評価された。後味の良さでは、牛乳が後味が良く、山羊乳が後味が悪いと評価された。食後の香りの好ましさでは、牛乳が食後の香りが好ましく、山羊乳が食後の香りが好ましくないと評価された。総合評価では、牛乳が好ましく、山羊乳が好ましくないと評価された。口触りの良さ、こくの強さには有意差は認められなかった。また、酸度および pH の測定結果から、山羊乳は酸味が強いと評価されるのではないかと予想していたが、牛乳や脱脂粉乳との間に有意差は認められなかった。

山羊乳が総合的に好ましくないと評価された要因は、後味と食後の香りにあると考えられる。

4. 要約

本研究では山羊乳を用いてヨーグルトを調製し、その性状と食味について牛乳および脱脂乳で調製したヨーグルトと比較検討し、以下の結果が得られた。

1. 山羊乳から調製したヨーグルトは、牛乳から調製したヨーグルトに比べて酸度が高く、pH は低く、カードの形成が遅いことがわかった。
2. 山羊乳から調製したヨーグルトは、牛乳や脱脂粉乳から調製したヨーグルトに比べ、破断ひずみが低く、僅かに変形しただけで破断することがわかった。

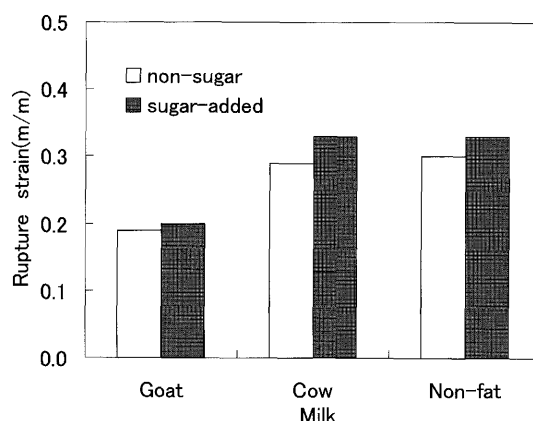


Fig.4 Rupture strain of Yogurt

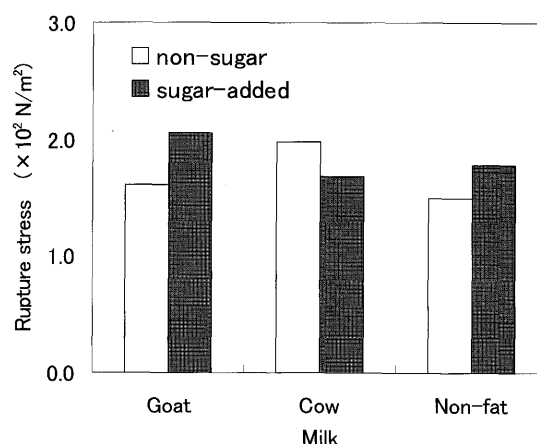


Fig.5 Rupture stress of Yogurt

Table1. Sensory evaluation of Yogurt

Sensory characteristics	Milk		
	Goat	Cow	Non-fat
1 Colored**	27	33	48
2 Smooth in mouth	47	30	35
3 Softness by spoon**	19	42	47
4 Sweetness**	48	27	40
5 Sourness	47	46	37
6 Rich taste	50	46	39
7 Ease of swallowing	48	30	37
8 Remaining of taste**	60	26	30
9 Remaining of flavor**	60	27	31
10 Total**	55	26	31

** : p < 0.01

3. 官能検査の結果から、山羊乳から調製したヨーグルトは、牛乳から調製したヨーグルトに比べ、後味と食後の香りが要因で好まれないことがわかった。山羊乳は、後味と食後の香りを改善することにより、ヨーグルトの原料乳として利用することが可能であると考えられる。

この研究の成果は、平成13年度入学生の東海林佳奈さん、多賀周子さんの協力により得られたものです。ここに記し感謝の意を表します。

引用文献

- 1) 萬田正治：「新特産シリーズ ヤギ」，農山漁村文化協会，東京，(2004)
- 2) 社団法人 日本綿羊協会：平成11年度めん羊山羊生産物利用促進事業 山羊生産物利用実態調査報告書，(2003)
- 3) 大川徳太郎 他：食品加工実習書，建帛社，東京，(1983)
- 4) 赤羽ひろ，中浜信子：調理科学，22，173-182，(1989)
- 5) 下村道子，和田淑子編著：「調理学実験書」，光生館，東京，(2000)
- 6) 熊崎稔子，成田公子：日本調理科学会誌，30，142-145，(1997)
- 7) 山内邦男，横山健吉：「ミルク総合辞典」，朝倉書店，東京，(1992)
- 8) 科学技術庁資源調査会編：「五訂食品標準成分表」，東京，(2001)