

# 牛乳中の機能性を高める飼料給与方法の確立

酪農試験場

伊藤 和彦・鈴木 希伊

## Assessment of Feeding Systems for the Enhancement of Functional Activities of the Cow Milk

Yamanashi Dairy Experiment Station

Kazuhiko ITOH and Kii SUZUKI

### 要 約

県内の地域未利用資源等を利用して、牛乳中の機能性成分向上と乳牛への飼料化を目的にブドウ搾り滓とウイスキー粕の混合給与及びグラスサイレージの多給による給与試験を実施し、生乳中の機能性成分の変動及び乳質に及ぼす影響等を検討した。その結果、ブドウ搾り滓では生乳中のビタミンA及びビタミンEが、ウイスキー粕ではポリフェノール、共役リノール酸及びビタミンEが有意に高まった。また、ビタミン含量が多いグラスサイレージを多給した飼料により飼養試験を行ったところ、ポリフェノール、ビタミンA及びビタミンEが有意に高まった。これら資源を利用した乳牛の飼養管理においては、一般乳成分及び血液成分には問題がなく、風味にも異常は認められなかった。このことから、特定地域未利用資源の活用により、「機能性牛乳」の生産が可能となることが示唆された。

### Abstract

Using area unused resources in the prefecture, I carried out a wine compression residue and a mixture salary of whiskey' s grains and a salary examination by the high glass silage for a purpose with functional ingredient improvement in milk and the feed of the milk cow and examined influence to give to the change of the functionality ingredient of the whole fresh milk and quality of milk. As a result, the vitamin A of fresh milk and vitamin E were whiskey' s grains, and polyphenol, conjugate linoleic acid and vitamin E rose with the wine compression residue significantly. In addition, glass silage with many vitamins contents many ; examined it, and polyphenol, vitamin A and vitamin E rose breeding by the feed which gave significantly. A general milk ingredient and a blood ingredient did not have a problem, and, in the breeding management of the milk cow which used these resources, the abnormality was not recognized in a flavor either. From this, by the inflection of particular area unused resources, production of " functional milk" was enabled.

### 1. 緒 言

近年、食の安全性や健康への意識の高まりにより、食品中の生体調整機能（病気の予防に働く等の機能）に対する関心が高まっている。このような消費者サイドの認識の変化に伴い、生産者サイドにおいても、畜産物の機能性について理解を深め、安全性や美味しさの追求に加え、機能性を有する高品質な畜産物を提供していくことが重要な課題となっている。

そこで、こうした機能性成分を多く含む農産物の検索や機能性成分を増加させる生産技術の検討、またそれらを用いた新たな機能性食品の開発への取り組みが畜産分野でも進められてきている。

酪農試験場では本研究において乳牛の放牧技術によ

り、生乳中のビタミンEと $\beta$ -カロテンの含量が向上することを確認するとともに、飼料中の粗飼料割合を乾草多給によって飼育した場合や未利用資源としての茶殻を給与した場合においても乳牛の健康を損ねることなく飼養管理が出来ることが分かった。そこで今回、県内で比較的大量に入荷できるブドウ搾り滓とウイスキー粕を高割合に調整した飼料と栄養価の高いグラスサイレージの多給による給与試験を実施し、これらの生乳中の機能性成分の変動及び乳質に及ぼす影響等について検討した。

## 2. 実験方法

### 2-1 供試牛, 試験区分及び実施期間

#### (1) 供試牛

泌乳中後期のホルスタイン種雌牛を各試験区に延べ8頭ずつを供試し, 反復試験を実施した。

#### (2) 試験区分

- ①ブドウ搾り滓給与区 (ブドウ区)
- ②ウイスキー粕給与区 (ウイスキー区)
- ③グラスサイレージ多給区 (グラス区)
- ④対照区

#### (3) 実施期間

試験は2008年1月から3月と2008年11月から2009年1月にかけて実施した。試験期間は馴致期間10日間, 本試験 (サンプル採材) 7日間の計17日間とし, 供試牛は図1のドアフィーダーにより個体管理された。期間中の飼料採食量を調査し, 試験開始時と終了時に乳汁, 血液を採材した。



図1. ドアフィーダーによる飼養試験

### 2-2 供試飼料

試験飼料は対象資源を混合するTMR (Total Mixed Ration: 完全混合飼料) とし, 給与試験を行った (表1)。試験飼料の成分等は日本標準飼料成分表<sup>1)</sup>により算出し, 給与量を設定した。

#### (1) ブドウ搾り滓給与試験

ワイン製造工場から排出されたブドウ搾り滓 (マスカットベリーA) を場内に搬入し, 水分を軽く圧搾し, シート内に密封した後, 約1ヶ月後から使用した (図2)。

混合量は場慣行TMR中の乾物で約20%となる量を, 飼料攪拌機で混合し供試飼料とした。攪拌は一日の給与量のみ行い, 1日2回給与した。

表1 供試飼料の配合割合と成分含量

項目/試験区	(乾物中%)			
	ブドウ区	ウイスキー区	グラス区	対照区
配合割合				
ブドウ搾り粕	19.9	—	—	—
ウイスキー粕	—	15.3	—	—
オーチャード (S) <sup>1)</sup>	—	—	19.7	—
リードカナリー乾草	24.5	31.5	23.1	36.6
大豆粕	5.4	4.2	4.8	4.6
加熱トウモロコシ	6.3	4.1	8.9	5.6
ビートパルプ	21.1	22.7	23.8	25.4
配合	21.3	20.7	17.9	26.1
その他	1.5	1.5	1.7	1.6
成分配合 <sup>2)</sup>				
TDN	67.0	68.6	68.1	68.7
CP	14.6	16.7	14.8	14.8
CPd <sup>3)</sup>	7.7	7.7	9.3	9.1
NDF <sup>4)</sup>	40.0	44.3	43.5	40.1
EE	4.1	3.5	3.0	2.6
NCWFE <sup>5)</sup>	24.4	23.7	26.3	29.0

1) サイレージ 2) 設計値 3) 分解性蛋白質 4) 中性デタージェント繊維 5) デンプン、糖、有機酸類から繊維を除いた炭水化物



図2. ブドウ搾り滓

#### (2) ウイスキー粕給与試験

近隣の飼料製造工場で購入されているウイスキー粕を購入し, 場慣行TMR中の乾物で約15%となる量を, 飼料攪拌機で混合し供試飼料とした。攪拌は一日の給与量のみ行い, 1日2回給与した。

#### (3) グラスサイレージ多給試験

近隣の酪農家で生産されたオーチャードグラスサイレージを場内に搬入し, カッターで切断後, 場慣行TMRと攪拌機で混合し供試飼料とした。乾草多給区の混合割合は乾物中約20%とした。攪拌は一日の給与量のみ行い, 1日2回給与した。

### 2-3 調査項目と測定方法

#### (1) 飼養成績

給与量と残飼量を給与ごとに計量し, 残飼は70℃48時間の熱風乾燥により乾物率を測定し, 乾物摂取量を算

出した。

#### (2) 産乳成績

乳量は毎日計量した。一般成分は給与開始時と終了時の朝夕の搾乳分を採材、一日分とし生乳を乳成分分析装置（ミルコスキャンS50）で分析した。各成分率は朝夕の乳量比によって加重平均した。

#### (3) 血液生化学検査

給与開始時と終了時に尾根静脈から採血し、遠心分離後（3000回転10分間）血清を凍結保存した。その後、乾式血液自動分析装置（ドライケム3000：富士フィルム）で総蛋白（TP）、グルコース（GLU）、総コレステロール（TCHO）、尿素窒素（BUN）、アスパラギン酸アミノトランスフェラーゼ（AST）、アラニンアミノトランスフェラーゼ（GPT）、カルシウム（Ca）、無機リン（IP）、マグネシウム（Mg）を測定した。

#### (4) 機能性成分

各試験区の飼料、供試牛の血液及び生乳をサンプリングし、冷凍または冷蔵に保存後、分析を行った。分析項目と方法はポリフェノール（カテキン）及び抗酸化能：比色法、共役リノール酸（9c, 11t）：ガスクロマトグラフ法、ラフィノース、ビタミンA（レチノール）およびビタミンE（総トコフェノール）：高速液体クロマトグラフ法により実施した。なお、分析は財団法人日本食品油脂検査協会に依頼した。

##### ①飼料

各試験区の供試飼料（TMR）をそれぞれ約2kgを採材し、冷蔵保存後、分析した。

##### ②生乳

個体毎に朝夕の搾乳分を採材し、乳量から加重平均したものを合乳（400ml）とし、凍結保存した後、分析を実施した。

#### (5) 官能評価

各試験において、生乳の風味等を調べるため、試験終了時の生乳をサンプリングし、簡易な官能検査を実施した。検体は試験区及び対照区ごとに合乳とし、速やかに38℃に加温した。生乳内容を伏せたまま、場員等から無作為に15～36名を選定し試飲した。試飲後は速やかに官能10項目についてアンケート用紙に記入した。検査項目は甘み、うまみ、総合的なおいしさ等の両者間の比較と苦み、酸味、異常な味や臭いなどの有無について調べ、各試験について対照区生乳に対する試験区生乳の割合をパーセントで表した。

## 3. 結果

### 3-1 飼養試験

乾物摂取量、乳量、乳成分を表2に示した。各試験区による飼料効率や産乳成績に差は認められなかった。

表2 乾物摂取量、乳量、乳成分

試験区	乾物摂取量 (kg)	平均乳量 (kg)	乳脂肪率 (%)	乳蛋白質率 (%)
ブドウ区	16.4	19.3	4.76	3.36
ウイスキー区	16.8	21.3	4.65	3.25
グラス区	14.6	18.9	4.68	3.65
対照区	15.3	20.7	4.33	3.58

### 3-2 血液生化学性状

試験飼料給与開始時と給与終了時に採取した血液生化学性状を測定したところ、ウイスキー区で総蛋白質、グラス区でグルコースが高くなる傾向が見られたが差がなく、その他の測定項目にも差は認められなかった。

表3 血液生化学性状

項目/試験区	ブドウ区	ウイスキー区	グラス区	対照区
TP g/dl	6.7	7.5	6.7	6.4
BUN mg/dl	7.8	12.3	15.0	17.7
TCHO mg/dl	190.3	155.0	157.7	156.2
GLU mg/dl	65.0	63.0	67.3	63.9
AST IU/L	79.7	98.0	71.3	88.6
ALT IU/L	36.0	39.0	35.3	39.2
Ca mg/dl	8.2	7.8	8.3	8.2
IP mg/dl	6.1	7.9	6.6	6.7
Mg mg/dl	2.3	2.3	2.5	2.4

### 3-3 飼料中の機能性成分

飼料中の機能性成分を表4に示した。ポリフェノール及び抗酸化能はグラス区で高く、ビタミンAおよびビタミンEはブドウ区で高かった。なお、ラフィノース及び共役リノール酸は飼料からは検出されなかった。

表4 試験飼料の機能性成分（TMR中）

項目/試験区	ブドウ区	ウイスキー区	グラス区	対照区
ポリフェノール mg/g	2.8	2.9	4.6	2.1
ラフィノース g/100g	不検出	不検出	不検出	不検出
抗酸化能 $\mu\text{mol/g}$	29	30	59	49
共役リノール酸 %	不検出	不検出	不検出	不検出
ビタミンA $\mu\text{g}/100\text{g}$	100	不検出	不検出	不検出
ビタミンE mg/100g	3.6	0.8	1.1	0.9

### 3-4 生乳中の機能性成分

生乳中の機能性成分を表5に示した。

表5 生乳中の機能性成分

項目/試験区	ブドウ区	ウイスキー区	グラス区	対照区
ポリフェノール mg/L	155 <sup>d</sup>	170 <sup>a</sup>	183.8 <sup>Ac</sup>	141.3 <sup>Bb</sup>
ラフィノース g/100g	不検出	不検出	不検出	不検出
抗酸化能 mmol/L	0.57	0.77	0.80	0.56
共役リノール酸 %	0.5 <sup>B</sup>	1.0 <sup>A</sup>	0.5 <sup>B</sup>	0.6 <sup>B</sup>
ビタミンA $\mu\text{g}/100\text{g}$	92.5 <sup>A</sup>	46.6 <sup>B</sup>	101.7 <sup>A</sup>	43.8 <sup>B</sup>
ビタミンE mg/100g	0.09 <sup>A</sup>	0.1 <sup>A</sup>	0.09 <sup>A</sup>	0.01 <sup>B</sup>

異符号間に有意差あり (A : B p<0.01, a : b c : d p<0.05)

(1) ポリフェノール (カテキン)

ポリフェノールはグラス区>ウイスキー区>ブドウ区の順に高く、グラス区及びウイスキー区では対照区に比べ有意に高かった (図3)。

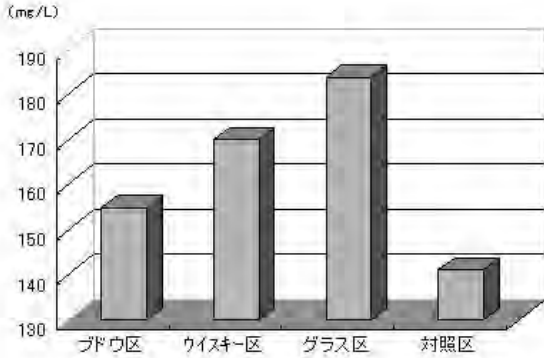


図3. 生乳中のポリフェノール (カテキン) 含量

(2) ラフィノース

全ての試験区において検出されなかった。

(3) 抗酸化能

全ての試験区において検出されたが、有意な差は認められなかった。

(4) 共役リノール酸

共役リノール酸はウイスキー区で他区に比べ極めて有意に高かった (図4)。

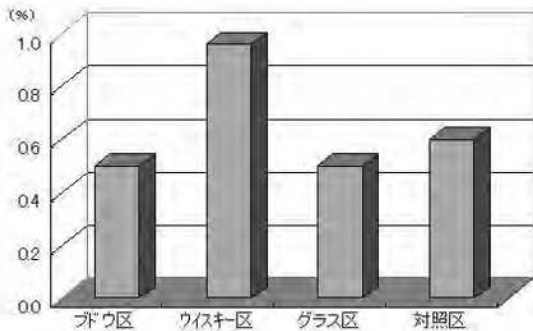


図4. 生乳中の共役リノール酸含量

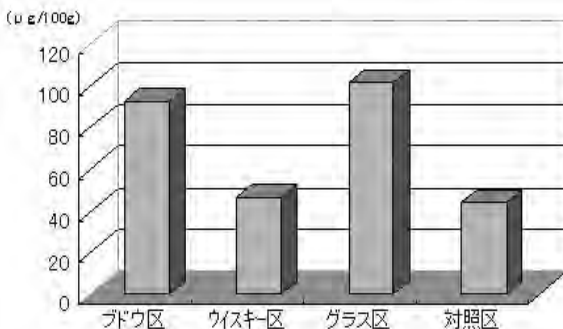


図5. 生乳中のビタミンA (レチノール) 含量

(5) ビタミンA (レチノール)

ビタミンAはブドウ区とグラス区で極めて有意に高かった (図5)。

(6) ビタミンE

全試験区で対照区に比べ、極めて有意に高かった (図6)。

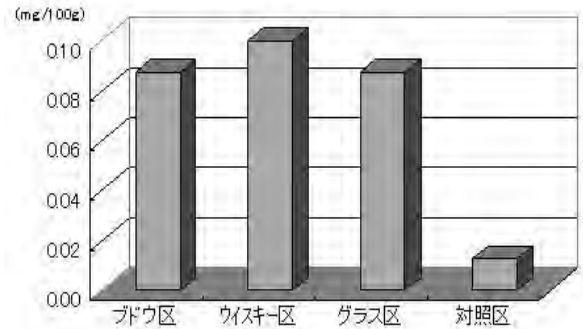


図6. 生乳中のビタミンE (総トコフェノール) 含量

3-5 官能評価

アンケートの10項目の中から、甘み、うまみ、風味、総合的なおいしさについて、試験生乳の回答率を表6に示した。これら項目は対照生乳に比べると、どの試験区においても高い回答率であった。また、パネラーの極少数に苦み、酸味、塩味を感じる回答が散在したが、全ての生乳において異常な味や臭いは認められていない。

表6 生乳の官能評価 (対照生乳との比較：%)

項目/試験区	ブドウ区 (n=36)	ウイスキー区 (n=15)	グラス区 (n=16)
甘み	66.7	80.0	75.0
うまみ	77.8	73.3	68.8
風味	75.0	80.0	68.8
総合的なおいしさ	66.7	80.0	68.8

(どちらともいえないも含める)

4. 考察

現在、国内の食品製造業、食品流通業、外食産業等からは食品製造副産物、余剰食品、調理加工残さ等が大量に廃棄されている状況である。これらは、近年の飼料価格の高騰や地球環境問題の面から、食品残さを飼料化していくことが強く求められている。

そこで、当場では特定地域未利用資源に含まれる機能性成分を探索し、乳牛の生乳中に機能性成分を増加させる飼養管理技術の検討してきた。これまで放牧技術において、牛乳中のビタミンEとβ-カロテンの含量が向上することを確認し<sup>2)</sup>、また、飼料中の粗飼料割合を乾草多飼育した場合や茶殻を給与した場合においても飼養管

理が出来ることができた<sup>3)4)</sup>。

今回、県内で比較的大量に入荷できるブドウ搾り滓とウイスキー粕を高割合に調整した飼料と栄養価の高いグラスサイレージの多給による給与試験を実施し、生乳中の機能性成分の変動及び乳質に及ぼす影響等を検討したところ、乳牛の健康状態を維持した状態で、これら地域未利用資源を利用した飼養管理は十分可能であると考えられた。

牛乳中への機能性成分の移行はあらゆる成分において、確認されている<sup>5)6)</sup>。今回の研究で、生乳中の機能性成分ではポリフェノール（カテキン）、共役リノール酸、ビタミンA（レチノール）及びビタミンEで慣行飼料給与時に比べ、増加されることが判明された。機能性成分の作用としては抗癌作用、抗肥満効果、抗アレルギー、免疫賦活作用など様々な報告がなされている。

また、機能性飼料での乳牛の飼養管理は乳牛の健全性の増進により安心して安全な牛乳生産に期待できる。

さらに、官能評価においても、生乳中の風味等を損なわずに、甘み、うまみ、風味などを加増する可能性が示唆された。機能性成分が牛乳に移行することで、牛乳が爽やかな風味となり、牛乳を嫌う人にも好まれる牛乳となり得る。

## 5. 結 言

山梨県内で得られるブドウ搾り滓とウイスキー粕は乳牛の飼料化が可能であり、さらに生乳中には各種機能性成分を高める作用があることが判明した。また、栄養価の高いとされているグラスサイレージによってもポリフェノールやビタミンAなどが高まることが分かった。特に、本県においてはワイン生産量が全国一であることから、ブドウ搾り滓の利用は必須条件と考えられる。これら資源を利用した乳牛の飼養管理において、特定地域未利用資源を活用することにより、付加価値のある牛乳の販売が可能になると思われた。

もともと牛乳は完全栄養食品とされているが、近年、少子化や他の飲料物の兼ね合いなどから、牛乳の消費離れが進行している。地域特性を活かした牛乳生産を図ることにより、なお一層の牛乳消費拡大を推進していきたい。

## 参考文献

- 1) 日本標準飼料成分表（2001年版）：(社)中央畜産会
- 2) 横山紅子，保倉勝己：山梨県総合理工学研究機構研究報告書第1号，P.13-15. (2006)
- 3) 室伏淳一，大谷利之，深澤 修，秋本峻二：静岡県畜産試験場研究報告書第30号，P.30-33. (2004)
- 4) 横山紅子，保倉勝己：山梨県総合理工学研究機構

研究報告書第2号，P.14-16. (2007)

5) 塩谷 繁：畜産技術Vol.638，P.12-15. (2008)

6) 高田修他：近畿中国四国農業研究成果情報 (2003)