

稲発酵粗飼料給与が生乳中の α -トコフェロール濃度に及ぼす影響

島津是之¹，関 誠，高橋英太，伊藤徹三²，佐藤義弘³

新潟県農業総合研究所畜産研究センター

現：¹新潟県新発田地域振興局農業振興部，²新潟県三条地域振興局農業振興部

³新潟県妙法育成牧場

Effects of feeding whole crop rice silage on milk α -tocopherol concentration of lactating cow

Yoshiyuki SHIMAZU, Makoto SEKI, Eita TAKAHASHI, Tetuzou ITO and Yoshihiro SATO

Niigata Agricultural Research Institute Livestock Research Center

¹ Shibata Regional Promotion Bureau Agricultural Promotion Department

² Sanjo Regional Promotion Bureau Agricultural Promotion Department, ³ Myoho Livestock Ranch

要約 給与粗飼料の違いによる生乳成分への影響を解明するため、稲発酵粗飼料を含む5種類の粗飼料を給与している酪農家の乳成分について検討した。また、3×3ラテン方格法により6頭の泌乳牛を用いた飼養試験を行い、稲発酵粗飼料を給与した場合の生乳成分について検討した。なお、試験飼料は乾物あたりチモシー乾草を40%給与する区、イタリアンライグラスサイレージを40%給与する区、および稲発酵粗飼料を40%給与する区を設けた。生乳中の α -トコフェロールについて、チモシー乾草給与区と稲発酵粗飼料給与区間に有意差が認められた。以上から泌乳中後期牛へ給与する主な粗飼料源を稲発酵粗飼料とすることにより、生乳中の α -トコフェロール濃度を高めることができることが示唆された。

新潟県では自給飼料の増産に向け、水田を活用した稲発酵粗飼料の生産が推進されているが、平成15年の350haをピークに、その後は200～300ha程度で推移し、その活用は停滞している。また、県内の酪農経営は、購入飼料への依存度が高く、近年の飼料高騰等により経営は非常に逼迫している。

これより、酪農経営においては、地域産粗飼料の活用による飼料費の低減と生産物の高付加価値化による収益性の改善が求められている。また、近年、消費者の健康志向によりビタミン類等の各種機能性物質が注目されている。

そこで、本県の地域資源である水田から生産される稲発酵粗飼料を有効活用することにより、抗酸化能を有するビタミンEの一種である α -トコフェロール等機能性物質が豊富に含まれる生乳の生産技術を開発し、生乳の高品質化、高付加価値化に資する。

材料および方法

試験1. 生乳中機能性成分の変動要因の解明

生乳中のビタミン類等の機能性成分の変動要因を解明

するため、県内酪農経営体11戸を主な給与粗飼料で購入粗飼料給与区、1区（チモシー乾草（TM区）と自給粗飼料区、4区（イタリアンライグラスサイレージ（IR）、トウモロコシサイレージ（CS）、稲発酵粗飼料（RWCS）、稲わら（RS））設定し、年間4回、ビタミン含有量等を含む乳成分を以下により調査・測定した。

1) 調査対象

県内下越地域の酪農家11戸の生産生乳成分を調査した。なお、対象農家の飼養牛は、すべてホルスタイン種である。

2) 調査対象の構成

酪農家の主な給与粗飼料により以下の5区に類型化し、調査を行った。

- ア 購入粗飼料給与区（チモシー乾草）4戸
- イ 自給粗飼料給与区①（イタリアンライグラス）2戸
- ウ 自給粗飼料給与区②（トウモロコシ）2戸
- エ 自給粗飼料給与区③（稲発酵粗飼料）2戸
- オ 自給粗飼料給与区④（稲わら）1戸

3) 調査期間

年間4回3か月毎に実施した。

4) 調査項目

給与飼料，乳成分率，乳中 β -カロテン濃度，乳中 α -トコフェロール濃度について調査・測定を実施した。

5) 試料の分析方法および統計処理

生乳中の β -カロテン濃度と α -トコフェロール濃度の測定は，定法（自給飼料品質評価研究会編，2001）に従い，液体クロマトグラフ法で分析・定量した。

飼養試験で得られたデータは飼料を要因とした分散分析を行い，有意差が認められた場合は TUKEY の多重検定を行った。

試験 2. 稲発酵粗飼料を活用した生乳生産が機能性成分含有率に及ぼす影響の解明

地域で自給可能な稲発酵粗飼料等を活用した飼料給与が生乳中の機能性成分含有率に及ぼす影響を解明し，高品質な生乳生産に資するため，購入粗飼料給与区 1 区（チモシー乾草区）と自給粗飼料区 2 区（イタリアンライグラスサイレージ，稲発酵粗飼料）を設け，3 区×3 反復（ラテン方格法）により，乳生産および生乳中のビタミン含有量等を以下により測定した。

1) 供試牛

ホルスタイン種泌乳中後期の経産牛 6 頭を供した。

2) 供試飼料

飼料給与は日本飼養標準・乳牛 2006 年版（農業・食品産業技術総合研究機構，2007）に基づき可消化養分総量 110%以上とし，飼料は 1 日 4 回に分けて分離給与とした。なお，飼養試験で用いた稲発酵粗飼料は糊熟期から黄熟期に汎用型飼料収穫機（SMR1000，タカキタ社），ベールラップ（SWR1000，タカキタ社）を用い，予乾せずサイレージ調製した飼料を利用した。

3) 試験区の構成

給与粗飼料により以下の 3 区を設定し，3 区×3 反復（ラテン方格法）により実施した。

ア 購入粗飼料給与区（チモシー乾草（TM））

イ 自給粗飼料給与区①（イタリアンライグラスサイレージ（IR））

ウ 自給粗飼料給与区②（稲発酵粗飼料（RWCS））

4) 試験期間

1 期 21 日間とし，予備試験 14 日間と本試験 7 日間で実施した。

5) 調査項目

調査は飼料摂取量，体重，乳量，乳中 β -カロテン濃度，乳中 α -トコフェロール濃度，乳成分率，血液性状について実施した。

なお，飼料摂取量は毎日，給与量と残飼量を計測し求めた。体重は 1 週毎に測定した。乳量は本期の毎日，朝夕の搾乳時にミルクメーターにより計測した。第一

胃内容液および血液性状については本期最終日の給餌 4 時間後に採取した。第一胃内容液は胃カテーテルを用い経口より採取した。血液は頸静脈から採取し，3,000rpm で 10 分間遠心分離後，血漿を分離し凍結後分析に供した。

6) 試料の分析方法および統計処理

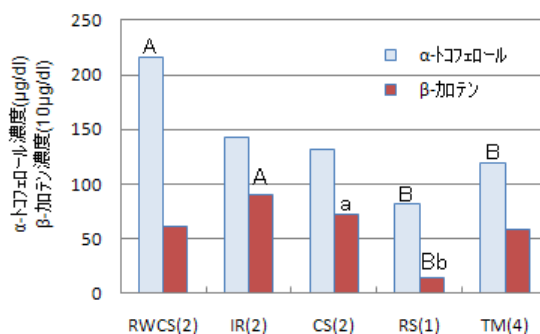
乳成分の測定には赤外線自動分析装置（コンビシステム 6300UWF，N. FossElectric 社，デンマーク）を用いた。血漿中代謝産物濃度の測定には乾式臨床化学自動分析装置（スポットケム SP4430，アークレイ社，京都市）を用いた。生乳中 β -カロテン濃度と α -トコフェロール濃度は，安井ら（2006）の方法に準じて分析を行った。

飼養試験で得られたデータは飼料を要因とした分散分析を行い，有意差が認められた場合は TUKEY の多重検定を行った。

結果および考察

試験 1. 生乳中機能性成分の変動要因の解明

県内酪農家 11 戸の生乳中 α -トコフェロール濃度は，稲発酵粗飼料給与で，稲わら利用及び購入乾草給与に比べ，有意に高かった。また，生乳中 β -カロテン濃度は，イタリアンライグラスサイレージ給与およびトウモロコシサイレージ給与で，稲わら給与に比べ高かった（図 1）。



※RWCS：稲発酵粗飼料主体

IR：イタリアンライグラスサイレージ主体

CS：トウモロコシサイレージ主体

RS：稲わら利用

TM：購入チモシー乾草主体

異符号間に有意差有り A, B ($p < 0.01$), a, b ($p < 0.05$)

区名後の () 内は調査戸数

図1 県内酪農家の給与粗飼料別生乳中 α -トコフェロール及び β -カロテン濃度

以上から，稲発酵粗飼料等の自給粗飼料を給与することにより，生乳中の α -トコフェロール濃度および β -カロテン濃度を高める可能性が示唆された。また，粗飼料源の違いにより農家間でばらつきがみられたことから，

自給粗飼料の予乾等調製法による違いも変動要因として考慮する必要がある。

試験 2. 稲発酵粗飼料を活用した生乳生産が機能性成分含有率に及ぼす影響の解明

表1に飼養試験の供試飼料給与割合を示した。主な粗飼料源の40%を稲発酵粗飼料、イタリアンライグラスサイレージ、購入チモシー乾草として泌乳中後期牛への給与試験を行った。試験期間中の体重、乾物摂取量、および乳生産には各区間に差はなく、主な粗飼料源の違いによる乳生産への影響は認められない(表2)。

泌乳中後期牛へ給与する主な粗飼料を稲発酵粗飼料とすることにより、生乳中の α -トコフェロール濃度はイタリアンライグラスサイレージ及び購入チモシー乾草給与に比べ、有意に高くなった(図2)。また、高橋ら(2007)により、放牧はビタミンEと β -カロテン等を高めると報告していることから、自給粗飼料の活用による生乳中ビタミン類の向上が期待できると考える。

しかし、本試験は泌乳中後期牛に対する短期飼養試験結果であり、泌乳最盛期の前期牛に対する試験と長期試験による季節変動や予乾等の牧草調製方法等、他要因の検討が必要である。

表1 飼養試験供試飼料給与割合(乾物%)

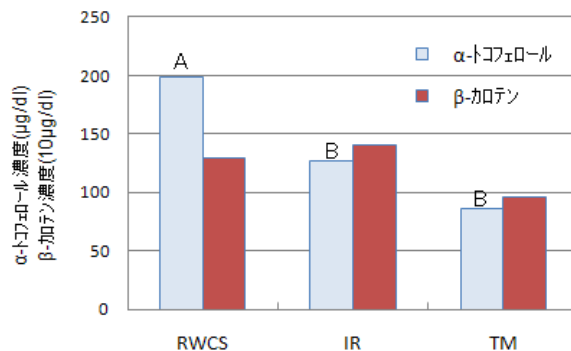
飼料\試験区	RWCS区	IR区	TM区
稲発酵粗飼料	40.8	-	-
イタリアンライグラスサイレージ*	-	40.8	-
チモシー乾草	-	-	40.8
アルファルファヘイキューブ*	15.2	15.2	15.2
市販濃厚飼料	40.1	40.1	40.1
ビートパルプ*	3.7	3.7	3.7
その他	0.2	0.2	0.2

※RWCS: 稲発酵粗飼料主体
IR: イタリアンライグラスサイレージ主体
TM: 購入チモシー乾草主体

表2 飼養試験の乳生産

項目\試験区	RWCS区	IR区	TM区
乳量(kg/日)	25.3	25.9	24.8
乳脂率(%)	4.14	4.05	4.10
無脂固形分率(%)	8.72	8.88	8.88
乳蛋白質率(%)	3.43	3.52	3.54
乳糖率(%)	4.29	4.36	4.38

※RWCS: 稲発酵粗飼料主体
IR: イタリアンライグラスサイレージ主体
TM: 購入チモシー乾草主体



※異符号間で有意差有り, A, B ($p < 0.01$)

図2 飼養試験における生乳中 α -トコフェロール及び β -カロテン濃度

なお、牛乳の消費量は年々減少していることから、牛乳のカルシウムに加えた付加価値向上が必要と思われる。この観点からもビタミン等ミネラル成分含有量の向上は有用と考える。

最後に、地域産粗飼料の活用による飼料自給率向上は、輸送資源の低減、酪農経営における飼料コストの低減を図る上でも重要であるとともに、飼料の安全・安心の確保の面からも消費者から求められていることと考える。

今後は地域資源である水田を活用した稲発酵粗飼料等の飼料生産による地域連携した酪農経営の発展と栄養価の高い生乳生産を期待したい。

謝 辞

本研究をとりまとめるにあたり、懇切なる指導をうけたまわった日本大学生物資源科学部動物資源科学科教授梶原博博士には衷心から感謝の意を表す。また、調査にご協力いただいた酪農経営者および北陸酪農業協同組合連合会の皆様には深甚なる謝意を表す。

引用文献

- 関誠, 村松勝久, 長谷川昌伸, 森山則男, 石田元彦. 2007. 稲発酵粗飼料の給与が乳生産に及ぼす影響について. 北信越畜産学会報 94号, 17-22.
- 高橋雅信, 昆野大次, 西村和行, 本郷泰久. 2007. 放牧は牛乳のCLA, ビタミンE, β -カロテンを高める. 北海道農業研究センター, <http://www.naro.affrc.go.jp/org/harc/seika/h18/h18-chikusan233.htm>
- 久米新一, 西田武弘, 栗原光規. 1996. 乳牛の分娩前後

における血漿および初乳中の β -カロテンとビタミンA含量に及ぼす乾草給与水準の影響. 畜産試験場研究報告 57号, 15-22.

松田隆一, 久米新一, 川島知之, 西田武弘, 栗原光規, 柴田正貴, 田辺忍. 1996. 乳牛の分娩前後におけるルーメン液, 血漿および初乳中のビタミンAと β -カロテン含量に及ぼす給与飼料の影響. 畜産試験場研究報告 56号, 13-18

小林直樹, 久米新一, 甘利雅広. 1996. 暑夏における乳牛の分娩前後における β -カロテンとビタミンA栄養に及ぼす産次の影響. 畜産試験場研究報告 56号, 19-26.

自給飼料品質評価研究会編. 2001. 改訂 粗飼料の品質評価ガイドブック. 日本草地畜産種子協会, 東京

安本教傳, 竹内昌昭, 安井明美, 渡邊智子 編集. 2006. 五訂増補日本食品標準成分表分析マニュアル. 建帛社, 東京.

農業, 食品産業技術総合研究機構. 2007. 日本飼養標準乳牛(2006年版). 中央畜産会, 東京.

農業, 食品産業技術総合研究機構. 2010. 日本標準飼料成分表2009年度版. 中央畜産会, 東京.

家畜改良事業団. 2010. 乳用牛群能力検定成績のまとめ. 家畜改良事業団, 東京.