

乳牛へのエゴマ油脂肪酸 Ca 塩給与による生乳中の α -リノレン酸の増加

野村賢治・川森庸博・松田隆一¹・加藤武市・立松憲次郎²・奥山治美²

Increase in α -linolenic Acid in Milk by Feeding the Calcium Soap of Fatty Acids

Prepared from Perilaseed Oil

Kenji NOMURA, Nobuhiro KAWAMORI, Ryuichi MATSUDA¹, Takeshi KATOH

Kenjiroh TATEMITSU² and Harumi OKUYAMA²

¹現 嶺南牧場、²名古屋市立大学

要 約

慢性アレルギーや心筋梗塞、脳卒中などの生活習慣病が増加している。これらの要因として食品中の脂肪酸バランスが関与しているといわれており、リノール酸と α -リノレン酸との比率の低い食品を摂ることにより生活習慣病を緩和できるとの報告がある。そこで、 α -リノレン酸含量の高いエゴマ油脂肪酸カルシウム塩を乳牛に給与することにより、リノール酸と α -リノレン酸との比率の低い牛乳生産の可能性について検討した。

供試牛は、ホルスタイン雌牛2頭を用いた。供試材料であるエゴマ油脂肪酸カルシウム塩は太陽油脂(株)によって製造された。試験区分は、エゴマ油脂肪酸カルシウム塩の添加量は1日1頭当たり0、100、200、300および400gいずれの添加量とも給与期間は3週間で、順次給与水準を増量した。

乳量は、エゴマ油脂肪酸カルシウム塩添加による影響はみられなかった。エゴマ油脂肪酸カルシウム塩の添加することによる牛乳中の脂肪酸組成の変化をみると、無添加区(対照区)は、 α -リノレン酸(18:3n-3)が0.56%であるのに対して100、200、300および400g添加区は、それぞれ0.76、1.07、1.42および1.62%と添加量に応じて高くなった。

n-6/n-3比は、無添加区(対照区)が5.91に対して、100、200、300および400g添加区は、それぞれ4.22、3.00、2.57および2.03と添加量が増加するとともに低くなった。しかしながら、n-6系列多価不飽和脂肪酸の含量は横這い状態であり、n-3系列多価不飽和脂肪酸の含量が0.7から1.8%に直線的に増加したが、多価不飽和脂肪酸レベルの顕著な増加は観察されなかった。

血漿中の脂肪酸総量は、エゴマ油脂肪酸カルシウム塩の添加量が増加するとともに高くなった。脂肪酸組成についてみると、 α -リノレン酸(18:3n-3)は、エゴマ油脂肪酸カルシウム塩の添加量が増加するとともに高くなった。しかしながら、リノール酸(18:2n-6)は、顕著な差はみられなかった。

緒 言

近年、慢性アレルギーや心筋梗塞、脳卒中な

どの生活習慣病が増加している。これらの要因として食品中の脂肪酸バランスが関与し、リノール酸と α -リノレン酸との比率を低くするこ

により生活習慣病を緩和できるとの報告がある¹⁾。

そこで、牛乳中の脂肪酸組成のうち α -リノレン酸含量を高める効果があるエゴマ油脂肪酸カルシウム塩を乳牛に給与して、リノール酸と α -リノレン酸との比率の低い牛乳生産の可能性について検討した。

奥山らは、 α -リノレン酸の比率を高めることにより、ラットの実験でアレルギー反応は37%抑制、癌細胞の転移は40%抑制された²⁾。リノール酸系脂肪酸 (n-6) と α -リノレン酸系脂肪酸 (n-3) との比率を2以下が望ましいと述べている³⁾。一方、牛乳中の脂肪酸組成は、アマニ種子・油やアマニ油脂肪酸カルシウム塩を乳牛に給与することにより変えることができる^{4~6)}。

相井らは⁵⁾アマニ油脂肪酸カルシウム塩を200~500 g に添加量を変えて給与したところ、乳中の α -リノレン酸の組成は、無給与0.49%に対して0.57~1.94%になり、n-6/n-3比で無給与3.20に対して3.22~1.11に低下したと述べている。

なお、第一胃内で油中の不飽和脂肪酸が水素添加して飽和脂肪酸に変化するのを防ぐためにエゴマ油カルシウム塩(石鹸)にして給与した。この研究は福井県産業財団が実施している平成12年度戦略的地域産学官共同研究促進事業制度を活用して(官)畜産試験場(学)名古屋市立大学(産)花咲ふくい農業協同組合との共同研究により成果を得た。

試験方法

供試牛は、2000年7月下旬分娩ホルスタイン雌牛2頭を用いた。

試験区分は表1のとおりで、エゴマ油脂肪酸カルシウム塩の添加量は1日1頭当たり0、100、200、300および400 g 給与期間は3週間で、順次給与水準を増量した。

供試材料であるエゴマ油は太田油脂(株)で精製し、エゴマ油脂肪酸カルシウム塩(エゴマ油としては74%含有したもの)は太陽油脂(株)⁷⁾によって製造された。なお、エゴマ油の分析値は表2のとおりであった。

表1 試験区分

区 分	添加期間 (週間)	備 考
0 g	3	エゴマ油脂肪酸カルシウム塩
100	3	シウム塩
200	3	1日1頭当たり給与
300	3	量
400	3	

供試飼料は、飼料給与量で必要TDN水準の110%で給与した。粗飼料は1日1頭当たりチモシー乾草6kg、イタリアンサイレージ3kg給与し、濃厚飼料は表2の飼料配合内容の飼料を給与した。

エゴマ油脂肪酸カルシウム塩の給与方法は、エゴマ油脂肪酸カルシウム塩を表2の飼料配合材料とともに混ぜて、規定のエゴマ油脂肪酸カルシウム塩添加量となるように自動給餌機で1日に6回濃厚飼料を給与した。

表2 エゴマ油の脂肪酸組成

脂肪酸組成	エゴマ油
C16:0	5.4
C18:0	1.2
C18:1	14.4
C18:2	14.4
C18:3	64.7

注：分析値(参考)太田油脂(株)で行った。

表3 飼料配合内容

材 料	配合割合 (%)
圧ペントウモロコシ	51.5
大豆粕	12.3
大 麦	8.0
一般ふすま	3.4
コーングルテンフィード	3.4
大豆皮	4.5
糖 蜜	0.8
ルーサンペレット	6.3
ビートパルプ	1.5
綿 実	7.5
リン酸カルシウム	0.8
	100

試験期間は、2000年9月7日から12月20日まで行った。

調査項目は、乳量、乳成分、体重の推移、乳汁の脂肪酸、血中の脂肪酸等の調査を行った。

なお、

牛乳の脂肪酸および血中の脂肪酸の分析は名古屋市立大学薬学部生物薬品化学教室で行った。

結果および考察

1 乳量および乳脂肪率

乳量、乳質と体重は表4に示したとおりである。1日の乳量は、エゴマ油脂肪酸カルシウム塩添加量を、0gから400gに増す毎に、平均37.5gから35kgに推移しているが、特に、エゴマ油脂肪酸カルシウム塩添加による影響はみられなかった。また、乳脂肪率は、エゴマ油脂肪酸カルシウム塩添加量に対応して高くなっているようにみられた。一方、乳蛋白質は顕著な差はみられなかった。また、体重は、エゴマ脂肪酸カルシウム塩添加量に関係なく順調に推移した。

表4 乳量、乳質と体重推移

脂肪酸 Ca の添加	乳量 (kg)	乳脂肪率 (%)	乳蛋白質 質率(%)	体 重 (kg)
0g	37.5	2.85	2.93	549
100	37.3	3.68	3.10	548
200	37.0	3.61	3.41	558
300	36.9	2.91	3.37	573
400	35.0	3.83	3.18	579

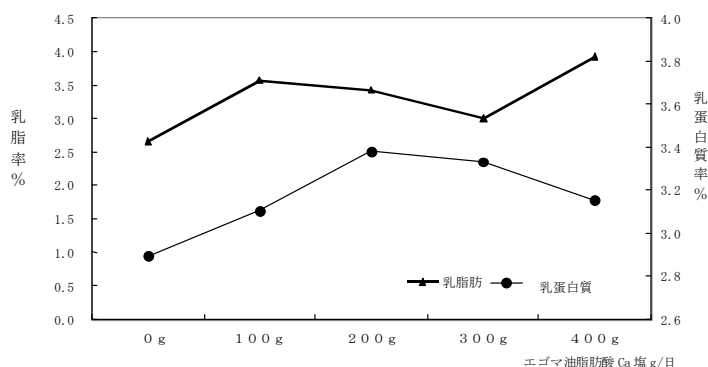


図1 乳脂肪率と乳蛋白質率の推移

2 生乳の脂肪酸組成の推移

牛乳より総脂質を抽出し、脂肪酸をメチルエステル誘導体化後、ガスクロマトグラフィーにて脂肪酸組成の分析を行った⁸⁾。

表5 生乳の脂肪酸組成の推移 (n = 2)

Fatty acid	0 week	3 weeks (100 g/day)	6 weeks (200 g/day)	9 weeks (300 g/day)	12 weeks (400 g/day)
(Weight % of total fatty acids)					
14:0	14.24 ± 1.44	15.26 ± 0.72	16.00 ± 1.37	14.40 ± 0.12	15.50 ± 0.21
14:1	0.83 ± 0.05	0.93 ± 0.06	0.88 ± 0.05	0.64 ± 0.39	0.84 ± 0.04
16:0	33.59 ± 0.72	37.15 ± 1.46	34.69 ± 1.03	32.81 ± 2.71	34.06 ± 1.90
16:1	1.53 ± 0.27	1.49 ± 0.14	1.26 ± 0.10	1.29 ± 0.11	1.27 ± 0.08
18:0	16.97 ± 1.97	15.24 ± 1.19	16.21 ± 1.37	17.32 ± 1.49	16.79 ± 0.81
18:1	27.49 ± 2.60	25.99 ± 0.52	26.07 ± 0.98	27.77 ± 2.09	25.95 ± 0.85
18:2 n-6	3.46 ± 0.56	2.60 ± 0.13	3.04 ± 0.58	3.53 ± 0.51	3.04 ± 0.19
18:3 n-6	0.17 ± 0.07	0.15 ± 0.01	0.17 ± 0.00	0.20 ± 0.00	0.25 ± 0.02
18:3 n-3	0.56 ± 0.05	0.76 ± 0.04	1.07 ± 0.21	1.42 ± 0.04	1.62 ± 0.05
20:3 n-6	0.17 ± 0.11	0.11 ± 0.01	0.15 ± 0.06	0.11 ± 0.01	0.11 ± 0.01
20:4 n-6	0.17 ± 0.07	0.15 ± 0.02	0.15 ± 0.11	0.14 ± 0.01	0.13 ± 0.01
20:5 n-3	0.06 ± 0.02	ND	0.06 ± 0.04	0.09 ± 0.02	0.12 ± 0.01
22:5 n-6	0.18 ± 0.01	0.18 ± 0.01	0.21 ± 0.11	0.18 ± 0.05	0.21 ± 0.05
22:6 n-3	0.07 ± 0.01	ND	0.05 ± 0.04	0.10 ± 0.01	0.10 ± 0.01
n-6/n-3	5.91 ± 0.64	4.22 ± 0.18	3.00 ± 0.34	2.57 ± 0.27	2.03 ± 0.08
Total FA (mg/ml)	27.97 ± 3.01	23.88 ± 3.14	28.47 ± 3.87	28.72 ± 4.59	32.67 ± 4.98

エゴマ油脂肪酸 Ca 塩給与と α -リノレン酸牛乳

牛乳中の総脂肪酸含量は(表 5)、無添加区(対照区)が約 2.8%、添加区が 2.4~3.3%と、もともと低く、多価不飽和脂肪酸の含量も低く、今回の一連の分析でもリノール酸(18:2n-6)が総脂肪酸の 3%前後であり、 α -リノレン酸(18:3n-3)が 0.5~1.6%、その他の多価不飽和脂肪酸は 0.3%以下であった。

ところで、エゴマ油脂肪酸カルシウム塩の添加することによる牛乳中の脂肪酸組成の変化をみると、無添加区(対照区)は、 α -リノレン酸(18:3n-3)が 0.56%であるのに対して 100、200、300 および 400 g 添加区は、それぞれ 0.76、1.07、1.42 および 1.62%と添加量に応じて高くなった。

n-6/n-3 比は、経時的・エゴマ脂肪酸カルシウム塩量依存的に低下していた(図 1)。

すなわち、牛乳中の n-6/n-3 比は、無添加区(対照区)が 5.91 に対して、100、200、300 および 400 g 添加区は、それぞれ 4.22、3.00、2.57 および 2.03 と添加量が増加するとともに低くなった。しかしながら、n-6 系列多価不飽和脂肪酸の含量は横這い状態であり、n-3 系列多価不飽和脂肪酸の含量が 0.7 から 1.8% に直線的に増加したが、多価不飽和脂肪酸レベルの顕著な増加は観察されなかった(図 2)。

奥山らは、リノール酸系列脂肪酸(n-6)と α -リノレン酸系列脂肪酸(n-3)との比率を 2 以

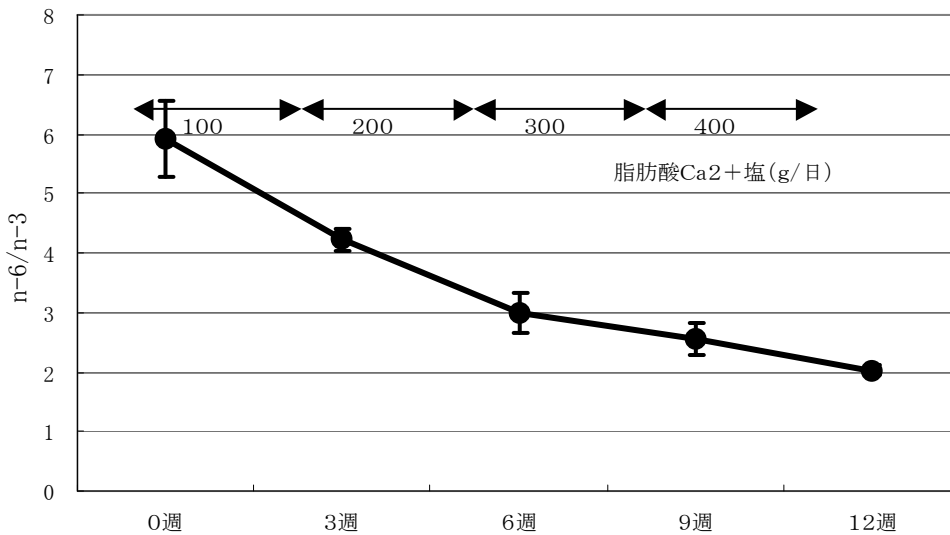


図2 牛乳におけるn-6/n-3の推移

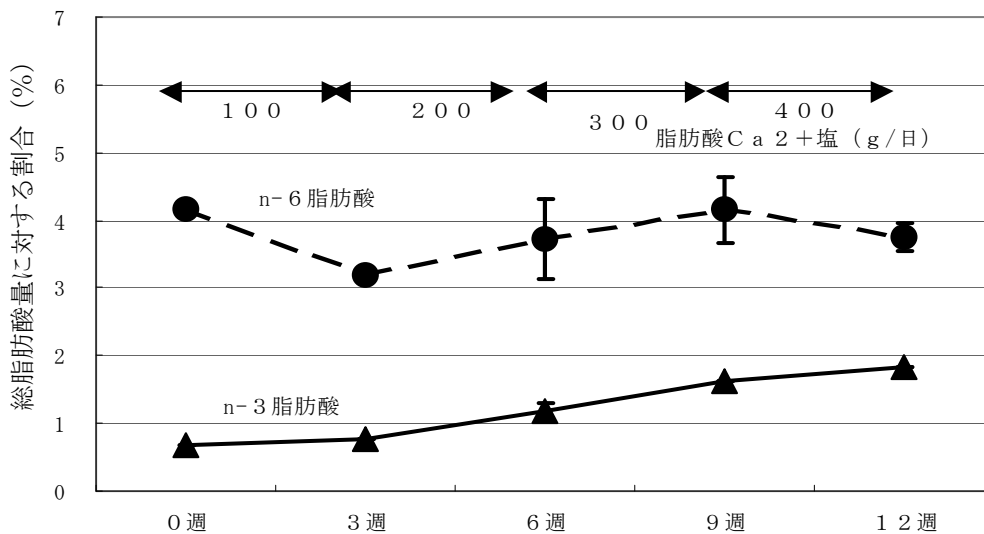


図3 n-6及びn-3多価不飽和脂肪酸レベルの変化

下が望ましいと述べている値に近づき、エゴマ油脂脂肪酸カルシウム塩で400g以上添加することにより、n-6/n-3比が2以下の牛乳が得られることが示唆された。

一方、相井らは⁵⁾アマニ油脂脂肪酸カルシウム塩を飼料に200~500g添加量を変えて給与したところ、乳中の α -リノレン酸の組成は、無給与0.49%に対して0.57~1.94%になり、n-6/n-3比で無給与3.20に対して3.22~1.11に低下したと述べている。

3 血漿中の脂肪酸組成の推移

血漿中の脂肪酸の組成割合を表6に示した。

血漿中の脂肪酸総量は、無添加区(対照区)が2.5%であるのに対して100、200、300および400g添加区は、それぞれ3.1、3.2、3.4および3.4%と添加量が増加するとともに高くなった。

脂肪酸組成についてみると、 α -リノレン酸(18:3n-3)は、無添加区(対照区)が5.1%であるのに対して100、200、300および400gリノール酸(18:2n-6)は、無添加区(対照区)

48.0%であるのに対して100、200、300および400g添加区は、それぞれ7.3、9.1、10.6および12.4%と添加量が増加するとともに高くなった。一方、400g添加区は、それぞれ46.6、47.5、51.3および48.9%と他の脂肪酸組成に比べて顕著に高く、しかしながら、添加量には顕著な差はみられなかった。

血漿中のn-6/n-3比は、無添加区(対照区)が9.9に対して、100、200、300および400g添加区は、それぞれ6.3、5.1、4.6および3.8と添加量が増加するとともに低くなった。

n-3強化牛乳は、エゴマ油脂脂肪酸カルシウム塩のコストが1,700円/kgとすると、今回の試験では、1日200~400g添加したときのコストは、340~680円/日余分に要することになるので、付加価値を高めた商品開発、例えば、生活習慣病にやさしい乳飲料・乳製品(バター、チーズ、アイスクリームなど)を作出する。あるいは、飼料配合内容から低コスト化を図る必要がある。

脂肪エネルギー比率の増加に伴って、動脈硬

表6 ウシ血漿脂肪酸組成

	0g	100g	200g	300g	400g
14:0	0.7	0.5	0.9	0.5	0.5
14:1	0.6	0.6	0.6	0.7	0.6
16:0 DMA	1.0	0.6	1.1	0.9	0.6
16:0	13.1	11.6	10.8	10.1	9.6
16:1 DMA	0.6	0.5	0.5	0.4	0.4
16:1	0.9	0.6	0.4	0.3	0.3
17:0	1.4	1.5	1.4	1.5	1.3
18:0	16.2	16.2	16.5	15.1	15.5
18:1	7.7	8.8	5.8	4.1	4.9
18:2 n-6	48.0	46.6	47.5	51.3	48.9
18:3 n-6	1.3	1.3	1.2	1.0	1.0
18:3 n-3	5.1	7.3	9.1	10.6	12.4
20:3 n-6	2.4	2.4	2.4	1.9	1.9
20:4 n-6	2.0	1.7	1.6	1.4	1.4
20:5 n-3	0.3	0.7	0.9	1.0	1.1
22:4 n-6	0.0	0.3	0.4	0.2	0.4
22:5 n-3	0.0	0.4	0.5	0.5	0.6
n-6/n-3 ratio	9.9	6.3	5.1	4.6	3.8
⁴ FA level(mg/ml)	253.7	314.3	320.0	339.6	335.7

化性心疾患発症率や乳癌、大腸癌による死亡率の増加が認められ、日本人の栄養所要量が見直されていることから、低リノール酸・高 α -リノレン酸食品に対する消費者のニーズが高まると思われる。

本試験では、乳牛にエゴマ油脂肪酸カルシウム塩を給与することにより α -リノレン酸が生乳に移行することが認められたが、長期間継続しても乳牛の健康に悪影響があるかどうか調査する予定である。

参考文献

- 1) 奥山治美. 薬でなおらない成人病, 104-16 黎明書房, 1999
- 2) 奥山治美. 油 このおいしくて不安なもの, 159-164, 農文協, 東京, 1989.
- 3) 奥山治美・小林哲幸・浜崎智仁. 油脂と油とアレルギー, 11-12, 学会センター関西, 1999.
- 4) Takamitsu Aii, Masanobu TAMAKI, Hirotsi SHIMABUKURO, Shinichi IYOSUE, Masanori NAKANO, Hirotsoshi AYASAWA, Takashi SHIMIZU and Shuzou ISHIDA . The Production of Milk Rich in α -linolenic Acid by Feeding a Large Amount of Linseed to Cows. Anim. Sci, Technol.(Jpn.) 69 (9) : 841-853, 1990.
- 5) Takamitsu Aii, Mitunori Kurihara and Shuzou Ishida. Increase in α -linolenic Acid in Milk by Feeding the Calcium Soap of Fatty Acids Prepared from Oil . Anim. Sci, Technol.(Jpn.) 62 (1) : 58-62, 1990
- 6) 織部治夫・干場宏樹・大畑一芳・坂井良輔. 乳牛へのDHAカルシウム塩給与が生乳に与える影響. 石川県畜産総合センター研究報告, 33 : 1-7.
- 7) 小島雄次・福原絵里子・津留崎正信・石田修三. 採卵鶏におけるアマニ油脂肪酸カルシウム給与 が卵黄脂肪酸組成に及ぼす影響. 福岡農総試研報, 15:102-105. 1996.
- 8) Yamamoto, N., Saitoh, M., Moriuchi, A., Nomura, M., and Okuyama, H : Effect of Dietary α -linolenate/linoleate balance on brain lipid compositions and learning ability of rats. J. Lipid Res. 28, 144-151, 1987.

Increase in α -linolenic Acid in Milk by Feeding the Calcium Soap of Fatty Acids Prepared from Perilaseed Oil

**Kenji NOMURA, Nobuhiro KAWAMORI Ryuihi MATSUDA¹,
Takeshi KATOH, Kenziroh TATEMTSU² and Harumi OKUYAMA²**

¹Fukui Prefectural Reinan Livestock Farm, ²Nagoya City University

To increase in n-3 fatty acid in milk fat, the cows were fed the calcium soap from perilaseed oil rich in n-3 fatty acid.

Two Holstein cows were used in the study for the feeding experiments. In addition to the diets, the cows were given calcium soap of fatty acids prepared from perilaseed oil.

The trials consisted of a 3-wks non-treatment period followed by a 3-wks treatment period. But, in the case of the calcium soap from perilaseed oil (CSPO). Feedings were done in the order of 0, 100, 200, 300 and 400g per day every 3-wk.

Milk yield had no influence on the addition to calcium soap of fatty acids

n-3 LA (α -linolenic acid) content in the milk fat increased; the contents were 0.56, 0.76, 1.07, 1.42 and 1.62% in proportion to the feeding amounts of CSPO, 0, 100, 200, 300 and 400g, respectively.

On the other hand, n-6 fatty acid in the milk fat don't increase in proportion to the feeding amounts of CSPO. So, the ration of n-3 fatty acid to n-6 fatty acid decreased remarkably in proportion to the feeding amounts of CSPO; the ration were 4.22, 3.00, 2.57 and 2.03 in proportion to the feeding amounts of CSPO, 0, 100, 200, 300 and 400g, respectively.

The ratio obtained by feeding of 400g and over the amounts of CSPO were considerably narrower than the ratio (n-6/n-3 ratio 2) recommended by OKUYAMA.

The serum lipids increased slightly when the cows were fed the calcium soap from perilaseed oil rich in n-3 fatty acid. The C18:3n-3 content of the serum lipids increased in addition to the calcium soap, whereas there was no significant change in the C18:2n-6 content of the serum lipids.

エゴマ油脂肪酸 Ca 塩給与と α -リノレン酸牛乳

エゴマ油脂肪酸 Ca 塩給与と α -リノレン酸牛乳

エゴマ油脂肪酸 Ca 塩給与と α -リノレン酸牛乳