HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	脂肪酸カルシウム給与が高泌乳牛の泌乳初期の乳量,乳質,採食量に及ぼす影響
Author(s)	下堀, 亨; 大門, 憲明; 工藤, 茂 他
Citation	北海道大学農学部牧場研究報告, 16, 19-27
Issue Date	1997-08-14
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/48950
Type	departmental bulletin paper
File Information	16_19-27.pdf

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

北大・牧場研究報告　16：19－27（1997）

脂肪酸カルシウム給与が高泌乳牛の泌乳初期の乳量，乳質，採食量に及ぼす影響

下堀　亨[1)]・大門憲明[2)]・工藤　茂[2)]・菊池克憲[2)]・宮本伸昭[2)]
・近藤誠司[3)]・大久保正彦[3)]・朝日田康司[3)]

1）北海道農政部，札幌市　060

2）農林水産省家畜改良センター新冠牧場，静内郡静内町　056－01

3）北海道大学農学部，札幌市　060

要　　旨

下堀　亨・大門憲明・工藤　茂・菊池克憲・宮本伸昭・近藤誠司・大久保正彦・朝日田康司（1997）　脂肪酸カルシウム給与が高泌乳牛の泌乳初期の乳量，乳質，採食量に及ぼす影響，北大農学部牧場研究報告16：19～27

農水省家畜改良センター新冠牧場で繁養しているホルスタイン種搾乳牛のうちから16頭を選び，各８頭（初産牛２頭，経産牛６頭）の２群に分け，試験区及び対照区として供試した。試験期間は分娩後７～80日目とし，対照区にはNRC飼養標準に従い，１日当り配合飼料を乳量の1／3，蛋白サプリメント（上限２kg），ビートパルプ，綿実，コーンサイレージ，グラスサイレージ，アルファルファサイレージ，乾草を与え，試験区にはそのほかに脂肪酸カルシウム500ｇを１日２度に分けて与えた。

期間中の乳量は初産牛には区間に差はなかったが，経産牛の日平均乳量（kg）は試験区が44.5と対照区40.2に対して有意に高かった（P＜0.05）。乳脂率は初産牛および経産牛とも差はなかった。その結果，経産牛の日平均４％FCM（kg）は試験区が43.5と対照区の39.0に対して有意に高かった。蛋白質率およびSNF率は区間に差はなかった。また，両区の飼料摂取量および体重に差はなく，体重当りの乾物摂取量（％）は3.24～4.21であった。経産牛の乾物摂取量当りの４％FCM生産量は試験区が1.77と対照区の1.57に対して有意に高く（P＜0.05），乳生産性が改善された。平均初回発情日は試験区が46.4，対照区は63.6であったが有意な差はなかった。試験終了後，供試経産牛のうち305日間の搾乳成績が得られた両区各５頭の平均乳量（kg）は試験区が11,054.5と対照区の10,385.4より高かったが有意な差ではなかった。

緒　　言

泌乳初期の乳牛はエネルギーバランスがマイナスとなっているためケトーシスや脂肪肝などの代謝病や発情回帰の遅延が発生しやすい状態となっている。しかし，泌乳初期にエネルギー

濃度を高めるための濃厚飼料多給や油脂の給与はルーメン発酵の異常や繊維消化性の低下により乳脂肪生産の低下を引き起こす[12]。それらの弊害を克服する手段として，脂肪を飽和脂肪酸またはカルシウム塩（脂肪酸カルシウム）で給与する方法が報告されている[5,12]。脂肪酸カルシウムは中性条件の第1胃内では分解されず，第4胃内の酸性条件下で脂肪酸とカルシウムに分解され小腸で吸収されるため[11]，飼料の摂取能が低下しがちな高泌乳牛の泌乳初期に繊維摂取量を低下させることなしにエネルギー濃度を増加させることができる[19]。また脂肪酸カルシウムがルーメン内で不活性な性質や小腸で吸収された脂肪酸が直接乳腺に取り込まれること，さらには脂肪が高エネルギーであることなどが要因となって乳量および乳脂量が増加したことが確認されている[6,7,15,16]。

一方，わが国においても，泌乳牛に対する脂肪酸カルシウムの給与効果に関して研究はされているが，いずれも供試頭数が少なく，日乳量も30kg未満であり[1,2]，実際の経営規模で，とくに高泌乳牛に脂肪酸カルシウム給与し，その効果を追求した研究はほとんど無い。そこで，本研究では脂肪酸カルシウム（商品名アデカバイスメール，旭電化工業株式会社）を泌乳初期の高泌乳牛に給与し，脂肪酸カルシウム給与が乳量，乳質，飼料摂取量に及ぼす影響を検討した。

材料および方法

農林水産省家畜改良センター新冠牧場で飼養している乳牛のうち分娩から1週間経過した16頭を2群に分け，試験区（CSFA）および対照区（Control）とした。両区とも初産牛を各2頭と経産牛各6頭とし，母牛および前期の乳生産成績から試験期間中の平均乳量が初産牛で30kg以上，経産牛で45－50kg／日量を期待できる個体を選んだ。試験期間は分娩後7日目から80日目までの74日間とした。

表1　Contents of dry mater(DM), crude protein(CP), neutral detergent fiber (NDF) and gross energy(GE) of diets.

	DM	CP	NDF	GE
	%	(% of DM)		kcal／gDM
Concentrate	84.8	23.7	19.4	4.2
Protein supplement	87.1	45.0	10.9	4.4
Cotton seed	87.2	22.8	40.8	5.3
CSFA	95,8	0.4	0.0	8.0
Beet pulp	80.4	11.0	31.9	3.9
Corn silage	31.2	7.6	37.3	4.3
Grass silage	27.4	9.2	61.3	4.2
Alfalfa silage	81.2	15.0	52.5	4.1
Timothy hay 1st cut	83.4	7.9	66.9	4.1
Timothy hay 2nd cut	83.6	9.1	63.2	3.9

CSFA:Calcium soaps of fatty acids

対照区の牛群には，NRC飼養標準に従い，各固体の乳期，産次，体重，乳量から養分要求量を算出し，TDN充足率110%，CP充足率100%を目安に，市販配合飼料（保証蛋白含量18%）を乳量の1／3，市販蛋白サプリメント（保証蛋白含量35%）を給与上限2kg，ビートパルプ1.5kg，綿実1.0kgを与え，残りをコーンサイレージ，グラスサイレージ，アルファルファサイレージ，乾草で補った。試験区の牛群では上記飼料の他に，脂肪酸カルシウムとして商品名アデカバイスメール（旭電化工業株式会社）500gを1日2回に分けて，配合飼料と共に与えた。給与飼料の乾物，蛋白質，NDFおよび総エネルギー含量を表1に示した。

試験期間中，乳量は毎搾乳時に測定し，乳成分は2週間に1度，搾乳時にサンプルを採取してミルコスキャンにて乳脂肪，無脂固形分，乳蛋白の各含有率を測定した。供試牛群の体重は各月1回測定した。飼料給与量は飼料給与時に測定して給与し，各個体毎に2週間に1度残食量を測定し，飼料摂取量とした。分娩後の発情発見は日常管理の中で行い，獣医師および人工受精師が確認し，初回発情日として記録した。

結果および考察

表2に乳量，脂肪率，4%FCM量，蛋白質量，無脂固形分率を初産牛および経産牛に分けて示した。初産牛では区間の乳量に差は認められなかった。経産牛では試験区が対照区に比べて大幅に高い傾向で推移し，統計的にも全試験期間の平均乳量で有意な差が認められた（$P<0.05$）・初産牛および経産牛の乳量の推移を図1および2に示した。初産牛では乳期を通じて区間に差がない一方，経産牛では乳期が進行するにしたがい，試験区の乳量と対照区との差が開いてゆき，試験区は対照区よりも泌乳曲線の最高乳量のピークが高く，乳量の持続性も優れていたことが示唆された。

乳脂率は初産牛および経産牛において差が認められなかったが，初産牛では試験区が高い傾向にあった。経産牛においては，乳脂率では差が無いものの，乳量の差が大きく，結果的に4%FCMは試験区において有意に高かった（$P<0.05$）。蛋白質率およびSNF率は初産牛および経産牛とも差は認められなかった。経産牛においては蛋白質率が試験区で低い傾向を示したが，有意な差ではなかった。

表2 Effect of CSFA feeding on milk production

	Primiparous		Multiparous	
	CSFA	Control	CSFA	Control
Milk(kg／d)	29.4	29.7	44.5[a]	40.2[b]
Fat (%)	3.98	3.50	3.84	3.80
4%FCM(kg／d)	29.3	27.5	43.5[a]	39.0[b]
Protein(%)	2.84	2.81	2.80	2.88
SNF(%)	8.47	8.46	8.41	8.56

[a-b] $P<0.05$

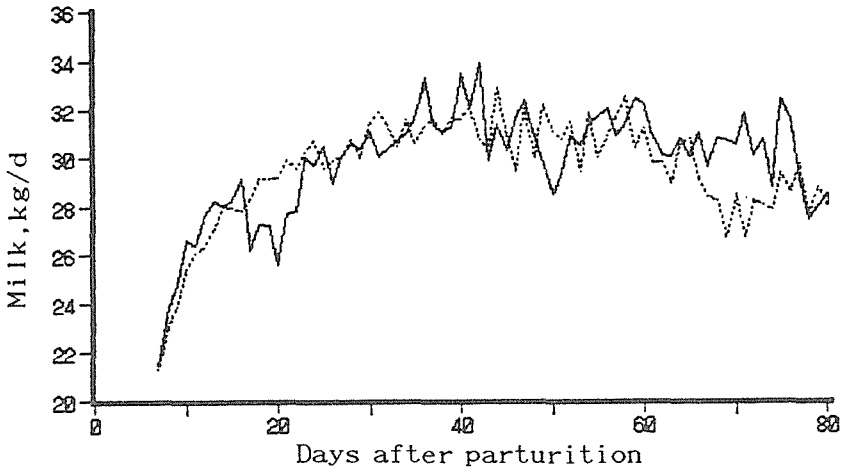

図1　Changes of daily milk production in primiparous cows.
····· CSFA　　—— Control

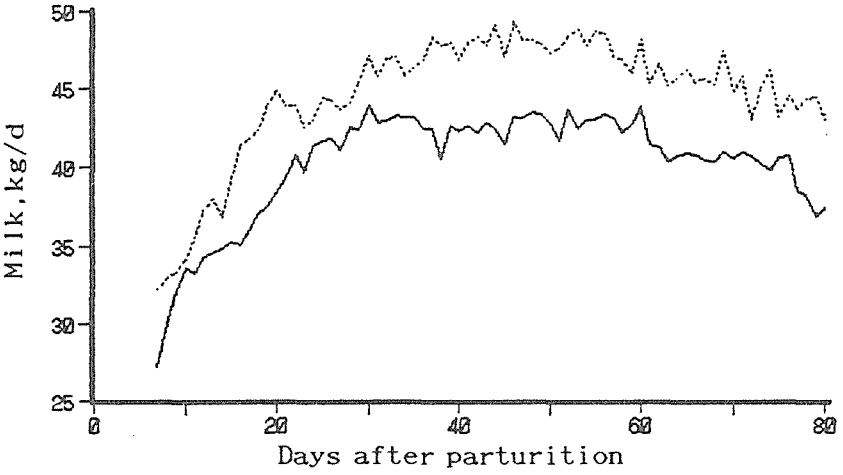

図2　Changes of daily milk production in multiparous cows.
····· CSFA　　—— Control

脂肪酸カルシウムを乳牛に給与した試験では，一般に乳生産レベルが日量20～30kg程度の牛群では有意な効果は見られず[1-4]，35～45kg／日の牛群では産乳量を増加させた[7,17]。また，乳量レベルが低い場合は乳脂率を高めるが[1,3,20]，乳量レベルが高い場合は乳脂率は変化せず，産乳量が増加した結果ＦＣＭ量を増加させた[7,17]。乳蛋白質率およびSFN率はどの研究も変わらないか，やや低下すると報告している[4,9,10]。いずれも本報告の結果を裏付けている。

初産牛と経産牛では脂肪酸カルシウムの効果は異なる結果となった。*Pitcher* ら[13,14]は—

表3　Effect of CSFA feeding on intake of DM, CP and NDF

	Primiparous		Multiparous	
	CSFA	Control	CSFA	Control
Intake				
DM(kg)	20.0	19.7	24.6	24.9
CP(kg)	3.2	3.2	4.3	4.3
NDF(kg)	6.7	7.0	7.6	8.0

表4　Effect of CSFA on body weight (kg)

	Primiparous		Multiparous	
	CSFA	Control	CSFA	Control
Days after parturition				
1 week	546.2	581.0	672.7	642.2
1 month	525.5	583.0	670.5	661.2
2 months	559.5	596.0	696.0	676.8

表5　Effect of CSFA on milk production efficiency

	Primiparous		Multiparous	
	CSFA	Control	CSFA	Control
DMI (kg)／BW (kg)	3.70	3.37	3.63	3.79
Milk yield (kg) ／DMI (kg)	1.47	1.51	1.82[a]	1.62[b]
4 %FCM yield (kg) ／DMI (kg)	1.47	1.40	1.77[a]	1.57[b]

[a-b]$P<0.05$

連の研究の中で脂肪酸カルシウムの給与が初産牛には有意な効果を及ぼさない一方，経産牛では乳生産量およびFCM量を増加させ，脂肪率を低下させたと報告し，本研究の結果と一致した。一方Sklanら[18]は初産牛，経産牛のいずれにおいても脂肪酸カルシウム添加により，泌乳初期の乳生産量およびFCM量が増加したと報告している。泌乳中期に脂肪酸カルシウムを給与しても有意な効果は得られないことをあわせて考えると，脂肪酸カルシウムの乳生産にたいする効果は，産乳量が日量で40kgを越えるような経産高泌乳牛の泌乳初期，負のエネルギーバランス時に現れるものと判断される。

表3に両区の平均乾物採食量CP摂取量，NDF摂取量を示した。初産牛では，試験区において採食量が高い傾向にあるが有意な差ではなかった。経産牛の飼料採食量はほぼ等しかった。脂肪酸カルシウム給与により乾物摂取量が変化するという報告はなく，また飼料中の蛋白質源

表6　Effect of CSFA on the first day of estrous after paturition

	CSFA		Control	
	No.	Days	No.	Days
	1	64	9	62
	2	28	10	54
	3	59	11	40
	4	27	12	49
	5	57	13	70
	6	72	14	92
	7	20	15	29
	8	44	16	113
Mean		46.4		63.6
Median		50.5		58.0

No. 1, 2, 9 and 10 were primiparous cows, while others were multiparous.

の違い[9]，粗飼料割合の違い[10]およびNDF含量の違い[4]は脂肪酸カルシウム給与と乳生産の関係に対して影響しなかったとされ，本研究の給与飼料中蛋白質およびNDF含量の範囲内では結果に影響はなかったものと思われる。

表4に供試期間中の供試牛の平均体重を示した。初産牛または経産牛のどちらにおいても，区間および期間に統計的な差は認められなかった。表5に，供試牛の平均体重に対する乾物摂取量割合および乾物摂取1kg当り乳生産量（kg）および4%FCM生産量（kg）の割合を示した。体重当りの乾物摂取量は3.5%～4.2%の間にあり，区間に差はなかった。乾物摂取1kg当りの乳生産量は，初産牛では区間に差がなく，経産牛では試験区が1.82と対照区の1.62に対して有意に高い値となった（$P<0.05$）。乾物摂取1kg当りの4%FCM生産量は，経産牛では試験区1.77，対照区1.57と，脂肪酸カルシウム給与により乳生産量が有意に改善された（$P<0.05$）。*Pitcher*ら[13, 14]は270頭余りの乳牛で脂肪酸カルシウムの給与試験を行い，経産牛において摂取乾物1kg当り4%FCM量は脂肪酸カルシウム給与区で1.70，無給与区で1.56と，5%水準で有意な差を認めており[14]，同様に乳生産性の改善効果を認めている。

表6に繁殖成績として分娩後の初回発情日を示した。初回発情日は試験区で分娩後20日～72日の範囲内にあり，対照区では2頭がそれぞれ92日目と113日目に他の個体と比べて遅れて発情が回帰した。その結果，平均値の差は大きかったが，中央値の差は小さく，統計的には区間に差はなかった。脂肪酸カルシウム給与の分娩後の繁殖成績に対する効果は，肉用牛[8]および高泌乳牛[17]により研究されている。いずれも分娩後の初回発情回帰そのものに対しては有意な効果は認めてはいないが，発情サイクルをより順調に誘起することに効果を認めており，結果的に空胎期間を短縮した。本研究の結果は脂肪酸カルシウムの繁殖成績に対する効果を統計的に示さなかったが，試験群の中で発情が遅れる個体はなかった。

試験終了後，両群から経産牛各5頭を選び，305日乳量を比較した。その結果，泌乳初期80

日に脂肪酸カルシウムを給与した個体の平均305日乳量は11,054.5kgであり，給与しなかった個体の平均値は10,385.4kgと，給与群が高い乳産量を示したが，その差は有意ではなかった。米国およびイスラエルで行われた一般農家の高泌乳牛を用いた研究[14, 17]では，いずれも分娩後90日から140日余りの期間，脂肪酸カルシウムを給与しており，本研究の給与期間分娩後80日は今後検討し直す必要があるかも知れない。

謝　　辞

本研究を遂行するにあたり，株式会社旭電化工業から脂肪酸カルシウムの提供を受けた。ここに謝意を呈する。

文　　献

1) Aii, T., M. Kurihara, S. Kume, M. Tomita and H. Hayashi, The effect of supllmenting calcium soap of fatty acids and sodium acetate to the feed of dairy cows on milk yield, milk composition and milk fatty acid composition. Jpn. J. Zootech. Sci., **61** : 931−936, 1990.

2) Aii, T., M. Kurihara, S. Kume, M. Tomita and H. Hayashi, The effect of feeding calcium soap of fatty acids and sodium acetate on the phisiological responses of dairy cows. Jpn. J. Zootech. Sci., **61** : 959−962, 1990.

3) *Andrew*, S. M., H. F. *Tyrrell*, C. K. *Reynolds* and R. A. *Erdman*, Net energy for lactation of calcium salts of long-chain fatty acids for cows fed silage-based diets. J. Dairy Sci., **74** : 2588−2600, 1991.

4) *Canale*, C. J., P. L. *Burgess*, L. D. *Muller* and G. A. *Varga*, Calcium salts of fatty acids in diets that differ in neutral detergent fiber : Effect on lactation performance and unt rient digestibility. J. Dairy Sci., **73** : 1031−1038, 1990.

5) *Chalupa*, W., B. *Vecchiarelli*, A. E. *Elser*, D. S. *Kronfeld*, D. *Sklan* and D. L. *Palmquist*, Ruminal fermentation in vivo as influenced by long-chain fatty acids. J. Dairy Sci., **69** : 1293−1301, 1986.

6) *Downer*, J. V., A. J. *Kutches*, K. R. *Cummings* and W. *Chalupa*, High fat ration for lactating cows supplemented with the calcium salts of long chain fatty acids. J. Dairy. Sci., **70** (Suppl. 1) : 221, 1987,

7) *Ferguson*. J. D, D. *Sklan*, W. V. *Chalupa* and D. S. *Kronfeld*, Effects of hard fats on in vitro and in vivo rumen fermentation, milk production, and reproduction in dairy cows. J. Dairy. Sci, **73** : 2864−2897, 1990.

8) *Hightshoe*, R. B., R. C. *Cochran*, L. R. *Corah*, G. H. *Kiracofe*, D. L. *Harmon* and R. C. *Perry*, Effects of Calcium soaps of fatty acid on postpartum reproductive function in beef cow. J. Anim. Sci., **69** : 4097−4103, 1991.

9) *Klusmeyer*, T. H., G. L. *Lynch*, J. H. *Clark* and D. R. *Nelson*, Effects of calcium salts of faty acids and protein source on ruminal fermentation and nutrient flow to duodenum of cows. J. Dairy Sci., **74** : 2206−2216, 1991.

10) *Klusmeyer*, T. H., G. L. *Lynch*, J. H. *Clark* and D. R. *Nelson*, Effects of calcium salts of faty acids and proportion of forage in diet on ruminal fermentation and nutrient flow to duodenum of cows. J. Dairy., **74** : 2220−2232, 1991.

11) *Klusmeyer*, T. H. and J. H. *Clark*, Effects of dietary fat and protein on fatty acid flow to the duodenum and in milk produced by dairy cows. J. Dairy Sci., **74** : 3055−3067. 1991.

12) *Palmquist*, D., T. C. *Jenkins*, Fat in lactation rations : review. J. Dairy Sci., **63** : 1 −14, 1980.

13) *Pitcher*, P. M., J. D. *Ferguson*, D. T. *Galligan* and W. *Chalupa*, Responses of primiparous cows to calium salts of long chain fatty acids. J. Dairy Sci., **74** (Suppl. 1) : 253, 1991.

14) *Pitcher*, P. M., J. D. *Ferguson*, D. T. *Galligan* and W. *Chalupa*, Responses of multiparous

cows to calcium salts of long chain fatty acids. J. Dairy Sci., **74** (Suppl. 1) : 253, 1991.
15) *Robbs* E. J. and W. *Chalupa*, Lactational response in early lactation to calcium salts of long chain fatty acids. J. Dairy. Sci., **70** (Suppl. 1) : 220, 1987.
16) *Schneider*, P., D. *Sklan*, W. V. *Chalupa*, and D. S. *Kronfeld*, Feeding calcium salts of fatty acids to lactating cows. J. Dairy. Sci., **71** : 2143−2150, 1988.
17) *Sklan*, D., V. *Moallen* and Y. *Folman*, Effect of feeding calcium soaps of fatty acids on production and reproductive responses in high producing lactating cows. J. Dairy Sci., **74** : 510−517. 1991.
18) Sklan D., M. Kaim, U. Moallem and Y. Folman, Effect of dietary calcium soaps on milk yield, body weight, reproductive hormones, and fertility in first parity and older cows. J. Dairy Sci., **77** : 1652−1660, 1994.
19) *Sukhija*, P. S. and D. L. *Palmquist*, Dissociation of calcium soaps of long-chain fatty acids in rumen fluid. J. Dairy Sci., **73** : 1784−1787, 1990.
20) *West*, J. W. and G. M. *Hill*, Effect of a protected fat product on productivity of lactating Holstein and Jersey cows. J. Dairy Sci., **73** : 3200−3207, 1990.

Effect of feeding of calcium soaps of fatty acids on milk production and intake in early lactation of high producing lactating cows.

T. Shimohori [1], N. Daimon [2], S. Kudo [2], K. Kikuchi [2], N. Miyamoto [2], S. Kondo [3], M. Okubo [3], and Y. Asahida [3]

1) *Department of Agriculture, Hokkaido Precture Goverment, Sapporo, 060 Japan*

2) *Niikappu Bokujo, Livestock Improvement Center, Ministry of Agriculture, Forestry and Fishery, Japan. Shizunai cho, Hokkaido, 056−01 Japan.*

3) *Faculty of Agriculture, Hokkaido University, Sapporo, 060 Japan.*

Abstract

The effect of feeding of calcium soaps of fatty acids on milk yield, milk composition and DM intake was determined in early lactation of high producing lactating cows. Experimental animals were two groups of 8 Holstein cows (groups Control and CSFA), that were consisted with two primiparous and 6 multiparous cows. The experimental period was from the 7 th to 80th day after each parturition. During the period, animals of Control received formula feed as a 1 / 3 of each milk production, protein supplement, cotton seed, beat pulp, timothy hay and silages of corn, alfalfa and grass. Animals of CSFA received 250 g of calcium soaps of fatty acids twice a day in addition to a feed for cows of Control. Milk production and composition, feed intake, the first estrous day after each parturition were recorded in the experimental period.

Mean milk produced by primiparous cows was not different between groups, though milk produced by multiparous cows in Control was 40.2, but 44.5kg／d in CSFA ($P<0.05$). Fat contents (%) in milk was not different between groups, thus mean yield of 4 %FCM was 39.0 and 43.5kg／d in multiparous of Control and CSFA, respectively ($P<0.05$). Contents (%) of protein and SNF in milk were not different between groups. Mean DM in take and body weight in both groups were not different, thus means of 4 %FCM yield / DM intake were 1.57 and 1.77 in multiparous of Control and CSFA, respectively ($P<0.05$). Mean first estrous day in groups Control and CSFA were 63.6 and 46.6, respectively, though the difference was not significant. Mean of total milk production through 305 days in each 5 multiparous for groups Control and CSFA were 10,385.4 and 11,054.5kg, respectively, but difference was not significant. (Key words : Calcium soaps of fatty acids, Early lactation, High producing cows, Milk production, DM intake)