

夏季における乳量、乳質低下防止に関する試験

(3) 脂肪酸カルシウム (パーム油調製) の給与効果

玉城 政信 千葉 好夫 石垣 勇

I 要 約

夏季における乳質、特に乳脂率低下の防止を目的として、脂肪酸カルシウムの給与効果について検討した。

試験は1~4産次、乳量18~29kgのホルスタイン種搾乳牛を9頭用い、1期2週間としたラテン方格法により行った。脂肪酸カルシウムの給与は、脂肪酸カルシウム330g区、220g区及び対照区とし、朝夕の給与時に配合飼料またはサイレージに混合して給与した。

その結果は次のとおりであった。

1. 体重、飼料摂取量、体温及び呼吸数は脂肪酸カルシウムによる影響はみられなかった。しかし、養分充足率は330g区で低い値を示した。
2. ルーメン液の性状についてはpH及び原虫数には影響はなかった。また、VFA (揮発性脂肪酸) に占める酢酸、酪酸及びイソ吉草酸にも影響はなかった。
3. 血液性状では330gの脂肪酸カルシウムの給与により、遊離脂肪酸が有意に上昇し、他の脂質成分値も上昇傾向にあった。
4. 泌乳成績では、脂肪酸カルシウムの給与により、乳脂肪生産量及びFCM乳量 (脂肪補正乳) が有意に増加し、乳脂率も有意に上昇した。また乳量については330g区で増加の傾向を示した。乳脂肪の脂肪酸組成について調査した結果、 C_{16} (パルミチン酸)、 C_{18} (ステアリン酸)、 $C_{18:1}$ (オレイン酸) 及び $C_{18:2}$ (リノール酸) が有意に上昇した。

これらのことから、1日1頭当たり330gの脂肪酸カルシウムを搾乳牛に給与すると、乳脂肪生産量及びFCM乳量の増加と乳脂率の向上が認められた。

II 緒 言

本県では夏季における乳質、特に乳脂率の低下傾向¹⁾が認められており、全国的にも夏季を中心に乳脂率は低下傾向である²⁾。

このような状況下、県内の生乳取引の乳脂率基準も順次引き上げられており、夏季の乳脂率の低下防止は酪農家の関心の集るところとなっている。

一方、保護油脂給与による乳脂率の向上が報告され^{3,4,5,6,7,8)}。また前報において福山⁹⁾ら及び千葉¹⁰⁾らは脂肪酸カルシウムと酢酸ナトリウムの混合物を給与した結果、泌乳成績が向上することを明らかにした。そこで今回、脂肪酸カルシウムのみを給与することにより、乳脂率の低下防止について検討したので報告する。

Ⅲ 材料及び方法

試験 1

1. 試験期間

1990年6月9日から7月20日までの1期2週間の3期とした。

2. 試験区分

表-1のとおりで、脂肪酸カルシウムの330g（脂肪酸として300g）給与、220g（脂肪酸として200g）給与及び給与しない方の3区に区分し、1群3頭のラテン方格法で実施した。

表-1 試験方法及び期日

区 分	I期 (6/9~6/22)	II期 (6/23~7/6)	III期 (7/7~7/20)
A 群	脂肪酸Ca 330g	脂肪酸Ca 220g	無 添 加
B 群	脂肪酸Ca 220g	無 添 加	脂肪酸Ca 330g
C 群	無 添 加	脂肪酸Ca 330g	脂肪酸Ca 220g

3. 供 試 牛

当場のホルスタイン種搾乳牛を9頭用いた。供試牛の概要は表-2のとおりである。

表-2 供試牛の概要

区分	牛 Na	産 次	分 娩 月 日	体 重 (kg)	乳 量 (kg)	乳 脂 率 (%)
A 群	D-11	3	1989. 9. 5	631	28	4.6
	F-22	1	1989. 12. 24	525	21	4.1
	F-19	1	1990. 1. 1	568	22	3.8
B 群	D-19	1	1990. 3. 22	445	22	4.0
	F-21	1	1989. 12. 28	540	20	3.8
	D-20	1	1990. 3. 16	411	20	3.7
C 群	F-8	4	1989. 9. 8	640	29	3.5
	F-23	2	1989. 11. 18	461	23	3.4
	F-20	1	1990. 3. 5	584	18	4.0

4. 飼料給与量

給与量は体重、乳量及び乳脂率を基準としてTDNで日本飼養標準（1987年乳牛）の110%を目安とし、配合飼料及びアルファルファヘイキューブ1kgは7時と16時の搾乳時に給与し、粗飼料は配合飼料給与時を除いて常時採食させた。

5. 給与方法

パーム油から調製した脂肪酸カルシウムを配合飼料またはギニアグラスサイレージに混合して

朝夕の搾乳時に2回に分けて給与した。なお、脂肪酸カルシウムは太陽油脂株式会社（横浜市）より提供を受けたものである。

表-3 脂肪酸カルシウムの脂肪酸組成等

脂肪酸 (%)	
ミリスチン酸 (C ₁₄)	1.0
パルミチン酸 (C ₁₆)	40.1
ステアリン酸 (C ₁₈)	5.3
オレイン酸 (C _{18:1})	39.7
リノール酸 (C _{18:2})	8.8
リノレイン酸 (C _{18:3})	0.4
その他の酸	4.7
エネルギー価 cal/g*	7680
カルシウム含量 (%)*	8.4

※ 現物中

6. 調査項目

1) 畜舎内の温湿度

自動自記温湿度計を床面より1mの高さに設置し、10時、14時及び20時の3回測定した。

2) 体温・呼吸数の測定

各期の7日目、10日目、12日目及び14日目の計4日間、上記温湿度の測定と同時刻に1日3回測定した。体温は家畜用体温計を直腸に挿入して検温し、呼吸数は起立姿勢において、腹部の呼吸運動により測定した。

3) 体重測定

各期の11日目と13日目の13時30分に測定した。

4) 養分摂取状況

飼料給与量及び残飼量を毎日測定し、その差を摂取量とした。

5) ルーメン液検査

各期の11日目と13日目の体重測定時に胃汁採取用カテーテルにより採取し、pH、原虫数及びVFA値を測定した。ルーメン液の採材にあたっては、同一採材者による15秒以内の採材を徹底した。また、採材後直ちにルーメン液のpHを測定してから原虫数やVFA値測定のための処理を行い、検査材料とした。

(1) pHの測定

pHの測定はルーメン液採材後、約30分以内にガラス電極式pHメーターを使用して実施した。

(2) 原虫数の測定

① 試料の作成：MF S溶液80mlにルーメン液20mlを入れたものを試料とした。

MF S溶液は10倍希釈のホルマリン溶液 1 ℓに8.5 gの食塩を溶かし、0.3 gのメチルグリーンを加えたものである。

② 原虫の計数：計算板は深度0.56mmのチャンバーを作成し、接眼レンズに方眼目盛マイクロメーターを入れて検鏡した。計数は一定の五視野を測定し、その平均値を原虫数とし、貧毛虫のみを検討した。その他の手技については牛の臨床検査法¹¹⁾に準じて実施した。

(3) VFAの測定

VFAの測定はガスクロマトグラフ（073日立）を使用し、試料の作成は牛の臨床検査法¹²⁾に準じて作成した。測定の条件はカラム温度150℃、注入温度200℃、キャリアー窒素ガス40 ml/分とした。また、酢酸、プロピオン酸、酪酸及びイソ吉草酸の4項目を100%として測定計算した。

6) 血液検査

上記ルーメン液採取と同時に採血し、血清脂質成分を測定した。

7) 泌乳成績

乳量はミルクメーターにより毎日測定し、乳脂率、乳蛋白質率及び無脂固形分率はミルコスキャン#104を用いて各期の11日目から14日目の4日間測定した。また、乳脂肪酸組成は九州農業試験場畜産部環境生理研究室に依頼して測定した。

試験2

ルーメンフィステル装着牛を用い、直接ルーメン液のpH及び原虫数を調査した。

1. 試験期間

表-4のとおりで、1990年11月20日から12月18日までの29日間とした。

表-4 試験方法及び期日

期 日	11/20~11/29	11/30~12/13	12/14~12/18
方 法	予備期（無添加）	脂肪酸Ca添加	無添加

2. 供試牛

乳用種去勢牛（フィステル装着、平均月齢30か月、平均体重570kg）3頭を用いた。

3. 飼料給与量

給与量は体重及び1日1頭当たり増体重（0.6kg）を基準として、TDNで日本飼養標準（1987年肉用牛）の115%を目安として試験1と同一の飼料を同じ時間帯で採食させた。

4. 給与方法

1日1頭当たり330gの脂肪酸カルシウムを試験1に準じて給与した。

5. ルーメン液検査

脂肪酸カルシウムを給与する前の2日間と給与後1日目、2日目、5日目、10日目、13日目及

び14日目、給与中止後1日目及び5日目の13時30分に直接フィステルよりルーメン液を採取し、pH及び原虫数を測定した。測定については試験1に準じた。

IV 結 果

試験1

1. 畜舎内温湿度

畜舎内温度の日内変化は、14時を頂点とする山型を示していた。各試験期間においては図-1のとおりで、平均温度はⅢ期で29.8°Cで、I期及びⅡ期よりもそれぞれ4.1°C及び0.5°C高い値を示した。

畜舎内湿度の日内変化は、温度とは逆に14時を最低とする谷型を示していた。各試験期間においては図-2のとおりで、湿度とは反対に平均湿度はⅢ期が76.6%と低く、I期及びⅡ期よりもそれぞれ6.2%及び3.7%低い値を示した。また各期の湿度の最高値は深夜から明け方にかけて高く、90%前後であった。

これら畜舎内温湿度の変化は乳牛舎の温湿度を測定した山内らの報告¹³⁾に一致していた。

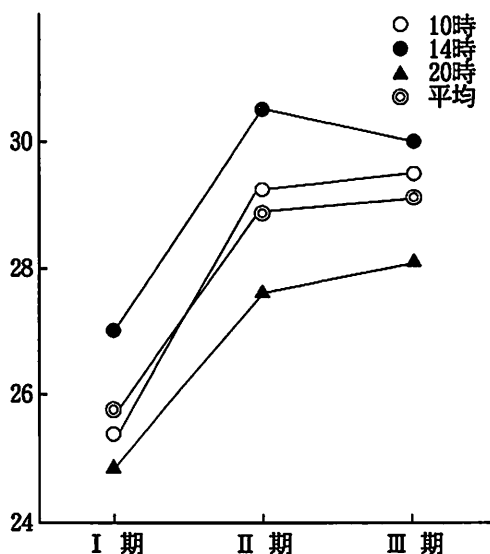


図-1 畜舎内温度 (°C)

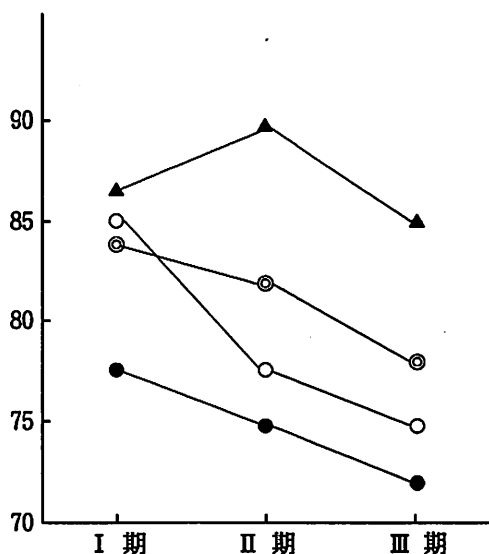


図-2 畜舎内湿度 (%)

2. 体温及び呼吸数

体温の日内変化は表-5に示すとおりで、A、B及びC群ともほとんど同じ推移をしており、体温は10時、14時、20時と順次上昇した。

試験区と対照区の比較は表-6のとおりで、体温の差はほとんど認められなかった。

表-5 体 温

(°C)

測定 時間 期別	10 時				14 時				20 時			
	I期	II期	III期	10時平均	I期	II期	III期	14時平均	I期	II期	III期	20時平均
A群	38.8	39.1	39.1	39.0	38.9	39.6	39.4	39.3	39.1	39.9	39.5	39.5
B群	38.8	38.8	38.9	38.8	38.9	39.0	39.0	39.0	38.8	39.4	39.5	39.2
C群	38.7	39.0	39.3	39.0	38.7	39.4	39.7	39.3	38.9	39.8	39.9	39.5

表-6 体温、呼吸数及び体重

(°C、回/分、kg)

区 分	330 g 給与区	220 g 給与区	対 照 区	区 間 差	L.S.D. (P=0.05)	
体 温	10時	38.90	39.07	38.87	NS	0.23
	14時	39.10	39.40	39.03	NS	0.42
	20時	39.47	39.53	39.27	NS	0.31
呼 吸 数	10時	59.0	62.1	58.2	NS	4.3
	14時	61.0	67.3	61.7	NS	6.8
	20時	69.3	71.2	67.6	NS	11.9
体 重	545	542	544	NS	8	

呼吸数の日内変化を表-7に示す。

体温と同様に10時、14時及び20時と順次増加し、I期よりII期及びIII期が体温、呼吸数とも増加した。また試験区と対照区の比較は表-6のとおりで、区間の差はほとんど認められなかった。

表-7 呼 吸 数

(回/分)

測定 時間 期別	10 時				14 時				20 時			
	I期	II期	III期	10時平均	I期	II期	III期	14時平均	I期	II期	III期	20時平均
A群	46.2	70.2	68.2	61.5	43.1	76.0	73.4	64.2	57.3	77.3	80.0	71.5
B群	44.0	63.3	64.2	57.2	45.3	67.3	65.8	59.5	57.3	68.0	74.2	66.5
C群	43.1	66.7	72.2	60.7	44.5	74.0	80.7	66.4	54.7	78.0	79.1	70.6

3. 体 重

体重の推移は表-8に示した。試験期間中の体重は各区とも5~6kgの増体がみられた。また、試験区と対照区の比較では表-6のとおりで、差は認められなかった。

表-8 体 重

区 分	(kg)			
	I 期	II 期	III 期	増体重
A 群	589	586	594	5
B 群	472	474	478	6
C 群	563	569	568	5

4. 養分摂取状況

養分摂取状況は表-9に示すとおりである。TDN、DCP、乾物摂取量及び粗飼料からの乾物摂取量については、各区とも差は認められないが、日本飼養標準(1987年乳牛)の養分摂取量に対するTDN及びDCPの充足率は330g区で有意に低い数値となった。

給与飼料成分については表-10に示した。

表-9 養分摂取状況

区 分	330g給与区	220g給与区	対 照 区	L.S.D. (P=0.05)
TDN (kg/日)	12.94	12.90	12.98	0.41
TDN/FS* (%)	115.0*	119.3	119.0	2.3
DCP (kg/日)	2.21	2.22	2.22	0.06
DCP/FS (%)	166.3*	172.3	174.7	5.1
DM (kg/日)	18.0	17.9	18.0	0.4
粗飼料のDM (kg/日)	8.59	8.51	8.65	0.71

* は5%で有意差あり ※ FS: 日本飼養標準

表-10 飼料成分

区 分	(現物中%)		
	TDN	DCP	DM
ギニアサイレージ I期	18.57	1.72	34.1
II期	20.31	2.51	36.8
III期	17.17	1.88	31.4
配 合 飼 料	72.0	14.0	88.0
圧 ぺ ん 大 麦	74.1	7.6	88.2
大 豆 粕	76.6	42.4	88.3
アルファルファヘイキューブ	49.4	10.4	89.2
ビートパルプ	64.6	5.5	86.6

5. 泌乳成績

乳量及び乳質の成績を表-11に示した。

脂肪酸カルシウムを330 g 給与した区は、対照区より FCM乳量で1.6kg、乳脂肪生産量で85 g、乳脂率で0.27%有意に上昇した。また乳量 (0.6kg)、無脂固形分率 (0.19%) とも増加する傾向が認められた。

乳脂肪酸生産量をみると、330 g 区では対照区より C_{18:0}、C_{18:1}及び C_{18:2}とも有意に増加し、220 g 区においても C_{18:0}及び C_{18:1}が有意に増加した。

表-11 泌乳成績

区 分	330 g 給与区	220 g 給与区	対 照 区	L.S.D. (P=0.05)
乳 量 (kg)	21.5	20.5	20.9	0.7
FCM乳量 (kg)	21.6**	20.2	20.0	0.2
乳脂肪生産量 (g)	863	803	778	27
乳成分 (%)				
脂 肪 率	4.00*	3.91	3.73	0.26
蛋 白 質 率	3.03	3.02	3.10	0.14
全固形分率	12.63	12.57	12.44	0.34
無脂固形分率	8.63	8.65	8.71	0.19
乳脂肪酸組成 (%)				
C _{18:0}	36.2	36.4	36.3	1.4
C _{18:1}	10.5	10.6	9.8	1.9
C _{18:2}	24.0*	22.6*	20.9	1.3
C _{18:3}	2.39	2.32	2.40	0.27
乳脂肪酸組成 (g)				
C _{18:0}	262.5**	245.9*	234	8.5
C _{18:1}	76.0*	70.9	64.7	9.4
C _{18:2}	173.0**	151.0**	135.1	5.3
C _{18:3}	17.1*	15.5	15.5	1.4

** は 1% レベル、* は 5% レベルで有意差あり

6. 血 液

血液性状の検査結果を表-12に示した。

血清の脂質成分値は330 g 区ですべての項目で対照区より増加しており、遊離脂肪酸は有意に増加していた。

表-12 血液性状

区 分	330 g 給与区	220 g 給与区	対 照 区	L.S.D. (P=0.05)
総 脂 質	491	456	463	85.0
リ ン 脂 質	221	202	202	43.9
遊 離 脂 肪 酸	0.113*	0.101	0.105	0.007
中 性 脂 肪	6.72	5.95	6.22	3.12
総コレステロール	232	219	212	42.9

* は 5% レベルで有意差あり

7. ルーメン液

ルーメン液性状を表-13に示した。330 g区は対照区に比べてプロピオン酸の比率が高く、酢酸の比率が低いため、A/P比率が若干、低い傾向にあった。しかし酢酸及びA/P比率については有意な差は認められなかった。

220 g区においてpHが対照区より有意に高かったが、他の差は特に認められなかった。

表-13 ルーメン液性状

区 分	330 g 給与区	220 g 給与区	対 照 区	L.S.D. (P=0.05)
pH	6.56	6.65*	6.57	0.05
酢 酸 (%)	62.8	63.5	63.0	2.1
プロピオン酸 (%)	18.2*	17.9	18.0	0.23
酪 酸 (%)	16.2	15.9	16.7	2.3
イソ吉草酸 (%)	2.91	2.80	2.45	0.83
A / P 比	3.52	3.58	3.56	0.10
原虫数 (×10 ³ /ml)	115	108	113	58

* は5%レベルで有意差あり

試験2

1. ルーメン液

フィステル装着牛から直接ルーメン液を採取した結果を表-14及び図-3に示した。脂肪酸カルシウムを330 g/日給与した場合、pHは給与後1日目及び2日目で上昇し、その後は下降したが、14日目に再び6.47まで上昇した。

給与中止後、1日目は上昇し5日目は下降した。原虫数についても特に給与と直接結びつく結果は得られなかった。

表-14 フィステル装着牛によるルーメン液性状

区 分	無 添 加		脂肪酸カルシウム添加						無 添 加	
	添 加 2 日 前	添 加 1 日 前	1 日 目	2 日 目	5 日 目	10 日 目	13 日 目	14 日 目	1 日 目	5 日 目
pH	6.22	6.20	6.36	6.46	6.37	6.21	6.06	6.47	6.61	6.31
原虫数*	161	149	179	175	220	273	248	245	159	212

* 単位 : ×10³/ml

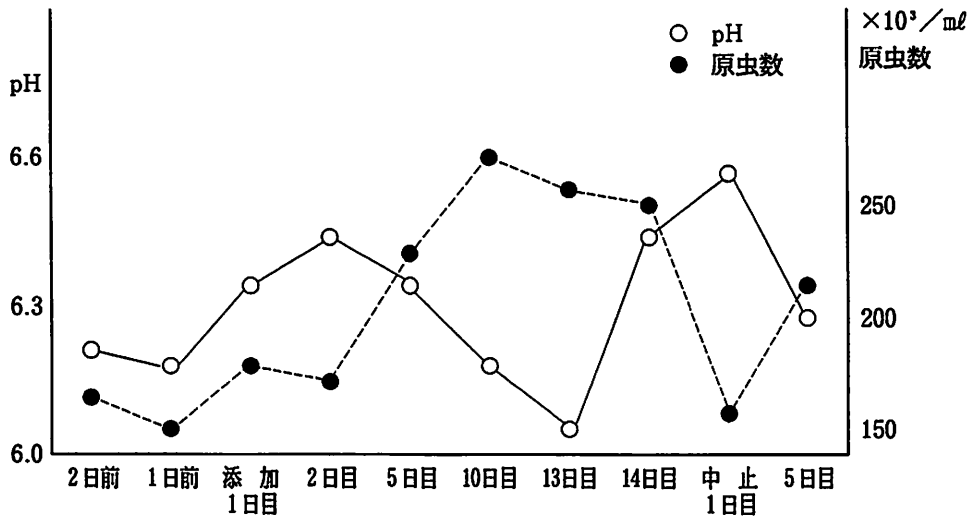


図-3 pH及び原虫数の推移

V 考 察

県内の酪農は、気候的要因により、牛乳消費の拡大される夏季に乳量及び乳脂率が低下傾向にある。近年、搾乳牛に対し、保護油脂を給与することにより、乳脂率及び乳量の増加が報告されている^{9,10)}。

そこで乳牛の体内で乳脂肪生産の前駆物質となる脂肪酸とカルシウムが結合し、ルーメン内では溶解せず、第四胃以降で溶解し吸収される脂肪酸カルシウムを給与することにより乳脂率の向上が期待できる。

本試験においては、脂肪酸として乳脂率上昇に効果的であるといわれているパルミチン酸 (C_{16}) 及びオレイン酸 ($C_{18:1}$) を多く含むパーム油由来の脂肪酸を用いた。

泌乳初期の泌乳牛が本試験期間中のような最高温度 $32^{\circ}C$ 、平均温度 $28.3^{\circ}C$ 及び平均湿度79.9%の高温多湿で、20時の体温が $39.4^{\circ}C$ 、呼吸数が69.4回/分の条件下で、1日1頭当たり330gの脂肪酸カルシウムを給与した結果は、乳脂率、乳脂肪生産量及びFCM乳量が有意に増加し、乳量及び全固形分率も増加する傾向がみられ、これは田中ら¹⁰⁾の報告とほぼ一致した。

体温、呼吸数及び体重は脂肪酸カルシウムを給与することによる影響は見られなかった。

ルーメン液性状については、脂肪酸カルシウムを給与した場合、ルーメン液性状に影響を与えることは少ないとする報告³⁾とほぼ一致するが、1日1頭当たり220gの脂肪酸カルシウムを給与した区ではpHが高くなり、330g区ではプロピオン酸比率が高くなった。

フィステル装着牛を用いたルーメン液性状で、pHについては、脂肪酸カルシウムの給与と直接的な結びつきはなく、特に脂肪酸カルシウムに起因するものではないと思われる。

しかしながら、プロピオン酸比率については検討する必要があると思われる。

血液性状については、330g区において脂質成分値がすべて増加しており、このことは脂肪酸カ

ルシウムの給与が脂質成分の増加に影響を与え、乳脂率及び乳脂肪生産量の上昇につながったと思われる。

生乳中の脂肪酸組成はパルミチン酸 (C₁₆) 及びオレイン酸 (C_{18:1}) が有意に増加しており、このことは本試験で用いたパーム油由来の脂肪酸カルシウムに起因するものと思われる。

これらのことから1日1頭当たり330gの脂肪酸カルシウムを搾乳牛に給与すれば、乳脂率及び乳脂肪生産量のみならず乳量を増加させる可能性があるものと推察される。

謝 辞

本試験の実施及び取りまとめにあたり、御指導、御協力をいただきました農林水産省九州農業試験場畜産部環境生理研究室・相井孝允室長、琉球大学農学部畜産学科・城間定夫先生及び沖縄県酪農農業協同組合・久場良保氏に深謝いたします。

VI 引用文献

- 1) 沖縄県酪農農業協同組合、1989、業務報告書、14
- 2) 全国乳質改善協会、乳牛の暑熱対策
- 3) 新井一博 外3名、1990、低脂肪牛群への保護油脂給与の効果、畜産の研究、44、1、36~42
- 4) 白石恭二 外2名、1990、脂肪酸カルシウム等の給与が乳量、乳成分に及ぼす影響、佐賀県畜試研成、26、1~3
- 5) G. Succi, G. M. Croveti, E. Salimei, 1987、Megalac Seminar 17th June, 123
- 6) W. Chalupa et. al, 1985、J. Dairy Sci. 68 (Suppl 1), 110
- 7) 相井孝允 外2名、1989、乳牛の脂質代謝、西日本畜産学会、33、8
- 8) 渡辺徹 外2名、1989、夏期における乳成分向上に関する試験、徳島県畜試研報、30、7~11
- 9) 福山喜一 外2名、1989、乳量、乳質低下防止に関する試験、脂肪酸カルシウム (大豆油調製) 等の給与効果、沖畜試研報、27、25~32
- 10) 千葉好夫 外3名、1989、夏季における乳量、乳質低下防止に関する試験、脂肪酸カルシウム (パーム油調製) 等の給与効果、沖畜試研報、27、33~47
- 11) 中村良一 外2名、1973、牛の臨床検査法、農文協、6-15~6-17
- 12) 中村良一 外2名、1973、牛の臨床検査法、農文協、6-39~6-42
- 13) 山内修 外3名、1980、乳牛の生理機能に及ぼす暑熱の影響に関する調査研究、沖畜試研報、18、31~55
- 14) 田中一宏、森浩一郎、1990、乳牛への脂肪酸カルシウム給与で乳脂率アップ、九州農業の新技术、3、77~79

研究補助：仲原英盛・小濱健徳