

## 乳質向上技術開発

[平成 19~21 年度]

田村哲生  
(畜産技術科)

---

【要 約】全粒圧片大豆あるいは大豆由来脂肪酸カルシウムを給与することで、乳生産、ウシの健康および牛乳の風味を損なわずに牛乳中の機能性脂肪酸を高められる。

---

### 【目 的】

乳脂肪を構成する脂肪酸のうち、ルメニン酸(CLA, C18:2 *cis*-9, *trans*-11)を代表とする機能性物質・共役リノール酸は、抗ガン作用を有することが知られている。また、バクセン酸(VA, C18:1 *trans*-11)はCLAの前駆物質であると共に、脂質代謝に有益な機能性を有することが知られている。これらの機能性脂肪酸(CLA および VA)は、飼料中の脂肪の種類と量とにより増加できる。しかし、脂肪酸(特に多価不飽和脂肪酸)の給与は第一胃内の発酵阻害につながるため、乾物摂取量および乳量が低下する可能性がある。本研究では、脂肪酸組成の異なる多価不飽和脂肪酸源として油実および脂肪酸カルシウム給与し、牛乳中の機能性脂肪酸量を増加すると共に乳生産に影響を与えない飼養技術を開発する。

### 【成果の概要】

- 1) 本研究では第1期試験と第2期試験とを実施する。第1期試験では油実の比較を行う。第2期試験では、第1期試験で最適と判断する油実と脂肪酸カルシウムとを比較する。
- 2) 第1期試験

分娩後10週以上、2産以上のホルスタイン種泌乳牛24頭を3組に分け、3×3ラテン方格法(1期3週間、全3期)により飼養試験を実施する。試験区分は、油実として乾熱加熱全粒圧片大豆を用いる大豆区および全粒綿実を用いる綿実区と、対照区の3区とする(表1)。各区飼料は加水TMRの形態で給与する。各期最終週に乾物摂取量、乳量、乳成分、第一胃液性状、乳中機能性脂肪酸量および含量を調査する。乳中脂肪酸は12種を測定する(C8:0, C10:0, C12:0, C14:0, C16:0, C18:0, C18:1(9), C18:1(11), C18:2(9,11), C18:2(9,12), C18:3(9,12,15), C20:3(n3))。

乾物摂取量および乳量については3試験区間に差を認めない(表2)。乳蛋白質率については、綿実区が対照区に比較して有意に低くなる( $P < 0.05$ )。また、乳中尿素窒素については、綿実区が他区に比較して有意に低くなる( $P < 0.05$ )。しかし3試験区における乳成分項目はすべて正常値であることから、大豆区および綿実区における乾物摂取量および泌乳成績は対照区と比較して遜色ない。

第一胃内容液性状について表3に示す。いずれの項目についても3試験区間に差を認めない。このことから、対照区に比較して大豆区および綿実区の粗脂肪含量は高いが、これら2区は第一胃内容液性状に影響を及ぼさないと考えられる

乳中脂肪酸量および脂肪酸含量のいずれについても、VAおよびCLAは大豆区が最も高くなる(図1および図2)。これらのことから、大豆区のような飼料を給与することで牛乳中の機能性脂肪酸が高まる。

### 3) 第2期試験

ホルスタイン種泌乳牛7頭を3組に分け、第1期試験と同様に飼養給与および飼養試験を行う。試験区分は、第1期試験大豆区に近い構成とするSB区(他2区と粗蛋白質含量を同等に調整)、パーム油由来脂肪酸カルシウム(商品名「ネオファット-S」, 油化産業, 東京)を用いたPF区および大豆油および菜種油由来脂肪酸カルシウム(商品名「バイパスメイトL」, 油化産業)を用いたSF区の3区とする(表1)。第2期試験では、第一胃液性状の代わりに血液性状を調査する。また、乳中異常臭味物質(ヘキサナール)も調査する。更に、試験第3期(最終期)に各区の牛乳をパネラー37人に試飲させ、「市販牛乳の味と比較して『悪い』『同じ』『おいしい』と評価する割合を調査する。

乾物摂取量(表2)についてはSB区がPF区に比較して有意に高まる( $P < 0.05$ )。このことから、SB区においては、第一胃内で乾物消化率が高まる反応になると考えられる。乳量および乳成分については、3試験区間に差を認めない(表2)。ヘキサナールについては、3試験区間に差を認めず、また異常臭味を感じる濃度( $10 \mu\text{g}/\text{l}$ )以下となる(表2)。血液性状(表3)のうち、血中尿素窒素は、SB区が他2区に比較して有意に高く( $P < 0.05$ )、また異常値となる(正常値:  $10 \sim 16 \text{ mg}/\text{dl}$ )。このことから、SB区においては、胃内でアンモニアが多く生成すると考えられる。その他の血液性状については正常値である。以上のことから、PF区およびSF区は生産性および健康状態に支障はない。

試飲評価『悪い』の割合(%)はSB区、PF区、SF区の順に、59.1, 22.7, 18.2、『同じ』の割合は27.8, 30.6, 41.7、『おいしい』の割合は、23.7, 42.1, 34.2であり、3試験区間に差を認めない。このことから、3試験区における牛乳の味は市販牛乳と比較して遜色ない。

乳中脂肪酸量および脂肪酸含量のいずれについても、VAおよびCLAはSF区が最も高くなる(図3および図4)。これらのことから、SF区のような飼料を給与することで牛乳中機能性脂肪酸が高まる。

#### 【成果の活用・留意点】

- 1) 第2期試験において血中尿素窒素に有意差が認められることから、飼料中の粗蛋白質およびでんぷんの構成割合には注意する必要がある。
- 2) 機能性脂肪酸が多いという高加価値牛乳を生産しても、現在の生乳出荷体制では生産者の増収にはつながらない。しかし、ヨーグルトあるいはアイスクリーム等を自家生産および販売している生産者には、本成果を反映させることが可能であり増収が期待できる。

#### 【発表資料】

- 1) 西川潤, 佐藤精, 田村哲生, 高山未来, 藤田大輔, 梶川博, 竹中昭雄(2008) 日本畜産学会第109回大会講演要旨: 29.
- 2) 田村哲生, 西川潤, 室井章一, 佐藤精(2010) 日本畜産学会第112回大会講演要旨: 44.

【具体的データ】

表1 飼料構成と化学組成

項目	第1期試験			第2期試験		
	対照区	綿実区	大豆区	S B区	P F区	S F区
飼料構成(乾物%)						
チモシー乾草	29.0	29.0	29.0	29.0	29.0	29.0
アルファルファヘイキューブ	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0
蒸煮圧片トウモロコシ	17.0	14.1	14.4	14.5	16.9	16.9
圧片大麦	17.0	14.1	14.4	14.5	16.9	16.9
全粒綿実	—	12.0	—	—	—	—
乾熱加熱全粒圧片大豆	—	—	12.0	10.0	—	—
大豆粕	8.5	6.0	—	1.8	5.6	5.6
ビートパルプ	3.0	2.5	7.5	7.5	5.8	5.8
ビール粕	3.0	2.5	2.5	2.5	2.0	2.0
コーングルテンミール	—	—	—	—	3.4	3.4
糖蜜	2.5	2.1	2.1	2.1	—	—
フスマ	12.0	9.9	10.2	10.2	10.2	10.2
脂肪酸Ca(パーム油由来)	—	—	—	—	2.4	—
脂肪酸Ca(大豆油菜種油由来)	—	—	—	—	—	2.4
ビタミンミネラル	0.15	0.12	0.13	0.13	0.13	0.13
炭酸カルシウム	0.40	0.33	0.34	0.34	0.39	0.39
第二リン酸カルシウム	0.30	0.25	0.25	0.25	0.32	0.32
食塩	0.15	0.12	0.13	0.1	0.1	0.1
化学組成(設計値, 乾物%)						
可消化養分総量	74.5	75.2	76.7	77.0	77.4	77.4
粗蛋白質	15.1	15.2	15.2	15.5	15.5	15.5
分解性蛋白質	10.1	10.2	11.6	9.5	9.5	9.5
中性デタージェント繊維	37.1	39.7	36.1	36.4	36.4	36.4
粗脂肪	3.1	5.1	5.2	4.9	5.0	5.0
非繊維性炭水化物	38.8	34.2	33.8	34.4	37.2	37.2
でんぷん	23.7	19.7	20.1	20.2	23.2	23.2

表2 乾物摂取量, 乳量および乳質

項目	第1期試験			第2期試験		
	対照区	綿実区	大豆区	S B区	P F区	S F区
体重 (kg)	668	669	673	702	684	705
乾物摂取量 (kg/d)	24.9	23.8	24.0	23.0 a	20.3 b	21.3 ab
乳量 (kg/d)	31.8	30.4	32.5	28.2	26.7	26.1
4%脂肪補正乳量 (kg/d)	29.9	29.4	30.8	23.8	23.6	20.6
乳脂率 (%)	3.66	3.83	3.70	2.95	3.22	2.65
乳蛋白質率 (%)	3.31 a	3.20 b	3.21 ab	3.05	3.31	3.30
乳糖率 (%)	4.55	4.52	4.54	4.10	4.36	4.40
乳中尿素窒素 (mg/dl)	11.5 a	14.1 b	12.1 a	10.46	8.46	9.08
ヘキサナール ( $\mu$ g/l)	—	—	—	3.0	3.6	4.6

<sup>ab</sup>同試験期、同項目における異符号間に有意差あり ( $P < 0.05$ )

表3 第一胃液性状

項目	対照区	綿実区	大豆区
pH	6.81	6.80	6.77
プロトゾア総数(log <sub>10</sub> /ml)	5.3	5.1	5.3
総揮発性脂肪酸(mmol/dl)	9.2	9.9	9.6
酢酸/プロピオン酸比	3.1	3.0	3.1
アンモニア態窒素(mg/dl)	9.4	10.3	10.2

表4 血液性状

項目	S B 区	P F 区	S F 区
血中尿素窒素 (mg/dl)	18.4 b	14.8 a	12.8 a
総コレステロール(mg/dl)	218.4	206.8	202.0
中性脂肪(mg/dl)	8.9	8.1	6.9
AST(GOT, IU/l)	71.2	66.1	69.5
γ-GTP(GGT, IU/l)	25.4	24.4	21.8

<sup>ab</sup>同項目における異符号間に有意差あり (P < 0.05)

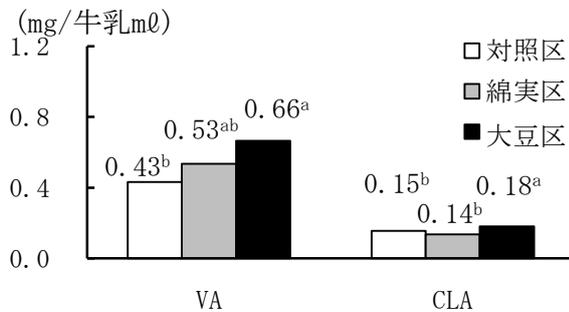


図1 第1期試験における乳中脂肪酸量  
<sup>ab</sup>同脂肪酸の異符号間に有意差あり (P < 0.05)

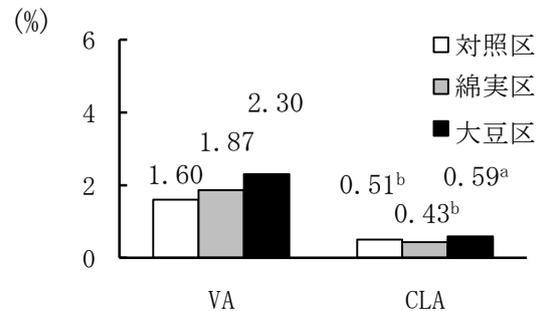


図2 第1期試験における乳中脂肪酸含量  
<sup>ab</sup>同脂肪酸の異符号間に有意差あり (P < 0.05)

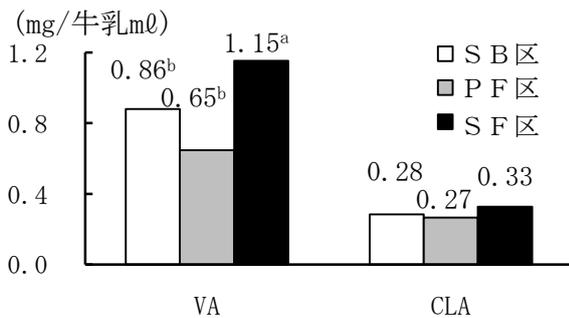


図3 第2期試験における乳中脂肪酸量  
<sup>ab</sup>同脂肪酸の異符号間に有意差あり (P < 0.05)

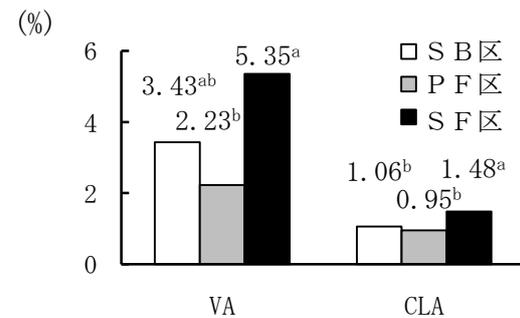


図4 第2期試験における乳中脂肪酸含量  
<sup>ab</sup>同脂肪酸の異符号間に有意差あり (P < 0.05)