

# 酪農経営におけるエコフィードの活用技術の開発

[平成 22～24 年度]

会田秀樹・田村哲生\*・寺崎敏明

(畜産技術科)・\*現青梅畜産センター

---

【要 約】 乾燥トウフ粕あるいは生トウフ粕と、全粒乾熱加熱大豆とをいずれも多く配合して粗脂肪含量を 5%以上にした飼料を給与しても、生産性は阻害されない。一方、これら飼料の給与により、乳中のルメニン酸およびバクセン酸は高まる。

---

## 【目 的】

都内における食品副産物であるトウフ粕の廃棄量が多い。しかし、その脂肪含量は高く、多給時に生産性低下の懸念があり、飼料化は進んでいない。これまでの研究から、油実給与による高脂肪飼料は生産性を阻害しないことが明らかになっている。また、大豆給与により、共役リノール酸の一つであり抗ガン作用などを有するルメニン酸 (CLA, C18:2 *cis*-9, *trans*-11 CLA), および CLA の前駆物質であり、ヒトの脂質代謝に有益なことが知られているバクセン酸 (VA, C18:1 *trans*-11) が牛乳中に高まる。トウフ粕の飼料化は、飼料購入コストを抑え、廃棄資源量の低減となる。そこで本研究では、トウフ粕をホルスタイン種泌乳牛に給与した際の生産性、CLA および VA の生産性への影響を明らかにする。

## 【成果の概要】

1. トウフ粕を給与する試験を 3 期実施した。ウシは青梅庁舎の他に、栃木県、千葉県、山梨県、愛知県の公設試験場飼養牛を供試した。飼料は全て加水 TMR の形態で給与した。
2. 第 1 期：乳牛 24 頭を 2 群に分け、産後 6 日から 15 週間、飼料 2 種のいずれかを給与する飼養試験を実施した。飼料は、粗脂肪 (EE) 含量が通常値 (5%以下) である対照 I 区と、水分含量が少なく変敗しにくい乾燥トウフ粕を配合して EE 含量の高い乾燥トウフ粕区とし、更に油実源として全粒乾熱加熱大豆を両区に配合した (表 1)。試験期間中、乳量を毎日、飼料摂取状況および生産性を週 1 回、第一胃内容液性状、血液性状、乳中脂肪酸量および含量を産後 5、9 および 13 週に調査した。乳中脂肪酸は 14 種を測定した (C4:0, C6:0, C8:0, C10:0, C12:0, C14:0, C16:0, C18:0, C18:1(9), VA, C18:2(9, 12), C18:3(9, 12, 15), CLA, C20:3(n3))。また経済性を調査した。実験計画は、飼養場所をブロックとする乱塊法とした。また産後 15 週以降に出納試験を実施した。乳牛 6 頭を 2 群に分けて対照 I 区と乾燥トウフ粕区のいずれかに割り振った。試験はクロスオーバー法 (1 期 3 週, 全 2 期) とした。各期 3 週に連続 3 日間で EE 摂取量および消化率を調査した。

飼料摂取状況は区間に有意差を認めないことから (表 2)、乾燥トウフ粕区は対照 I 区に比較して生産性に遜色ない。経済性では、15 週間飼養時の日平均の飼料費 (円) および乳飼比はそれぞれ、対照 I 区が 1658.6 および 44.9、乾燥トウフ粕区が 1168.4 および 31.7 で、2 項目共に区間で有意差 ( $P < 0.001$ ) がある。以上のことから乾燥トウフ粕区は飼料費低減に貢献する。血液性状 (表 2) および第一胃内容液性状 (表 3) は区間に有意差はない。また、対照 I 区に比較して、乾燥トウフ粕区は EE 摂取量が有意に高いが消化率は劣らない (表 4)。これらのことから、第一胃内容液性状、血液性状および消

化率からは乾燥トウフ粕区で生産性に支障を及ぼす兆候はみられない。乳中の CLA および VA は、いずれも乾燥トウフ粕区が有意に高くなる(図 1 および図 2)。これらのことから、乾燥トウフ粕区のような飼料を給与することで乳中 CLA および VA が高まるといえる。

3. 第 2 期：泌乳中期牛 12 頭を 3 群に分けて飼料 3 種のいずれかを給与した。飼料は、EE 含量 5% 以下とする対照Ⅱ区と、乾燥トウフ粕と全粒乾熱加熱大豆とを配合して EE 含量が高い豆多区と、豆多区に対して全粒乾熱加熱大豆は配合しない豆少区とした(表 1)。実験計画はラテン方格法(1 期 3 週, 全 3 期)とした。各期 3 週に連続 3 日間で第 1 期の経済性以外の項目を調査した。あわせて、乳中異常臭味物質のヘキサナールも調査した。

乾物摂取量は豆多区に比較して豆少区が有意に低く、乳脂率は対照Ⅱ区に比較して豆少区が有意に低く、血液性状は区間に有意差はない(表 2)。また、酢酸/プロピオン酸比は対照Ⅱ区に比較して豆少区が有意に低い(表 3)。以上から、豆少区は低乳脂を起こしているといえる。乳中ヘキサナール濃度( $\mu\text{g/L}$ )、正常値( $20\mu\text{g/L}$  未満)および異常値となる延べ頭数(頭)はそれぞれ、対照Ⅱ区が 5.54, 32, 1, 豆多区が 7.00, 33, 3, 豆少区が 8.58, 28, 5 で、いずれの項目も区間に有意差はない( $P > 0.2$ )。乳中 CLA は区間に有意差はなく、乳中 VA 量は対照Ⅱ区に比較して豆少区が有意に高い(図 3 および図 4)。以上から、豆多区および豆少区のような飼料の給与は風味に影響を与えないが、乳中 CLA 量にも影響を与えない。しかし豆少区は低乳脂を起こす。

4. 第 3 期：泌乳中期牛 6 頭を 2 群に分けて飼料 2 種のいずれかを給与した。飼料は、EE 含量 5% 以下とする対照Ⅲ区と、第 2 期で成績の良い(低乳脂とならない)豆多区の乾燥トウフ粕を生トウフ粕に置き換え、EE 含量の高い生トウフ粕区とした(表 2)。生トウフ粕区はトウモロコシサイレージを除いた発酵 TMR を調製した。両区とも、給与直前にトウモロコシサイレージを加えて加水 TMR とした。実験計画はクロスオーバー法(1 期 3 週, 全 2 期)とした。各期 3 週に連続 3 日間で、第 1 期の経済性、EE 摂取量および消化率以外の項目を調査した。

飼料摂取状況、生産性および血液性状は区間に有意差はない(表 2)。このことから、対照Ⅲ区に比較して生トウフ粕区は、生産性に遜色なく、また、血液性状からは生産性に支障を及ぼす兆候はみられない。乳中の CLA および VA は、対照Ⅲ区に比較して生トウフ粕区が有意に高い(図 5 および図 6)。このことから、生トウフ粕区のような飼料を給与することで乳中 CLA および VA が高まるといえる。

#### 【成果の活用・留意点】

1. トウフ粕多給により飼料中エネルギー含量が高まる。泌乳後期牛では過肥となる可能性があるため、給与時期に注意する必要がある。

#### 【発表資料】

1. 舘野綾音ら, (2012) 日本畜産学会第 115 回大会講演要旨: 128.
2. 田村哲生ら, (2012) 日本畜産学会第 115 回大会講演要旨: 129.
3. 加藤里依ら, (2012) 日本畜産学会第 115 回大会講演要旨: 129.

(日本畜産学会 2 題講演予定)

【具体的データ】

表1 飼料構成および成分含量

項目	第1期		第2期			第3期	
	対照Ⅰ区	乾燥トウフ粕区	対照Ⅱ区	豆多区	豆少区	対照Ⅲ区	生トウフ粕区
飼料構成, 乾物%							
チモシー乾草	20.0	—	20.0	—	—	20.0	—
トウモロコシサイレージ	16.5	33.0	16.5	33.0	33.0	16.5	33.0
蒸煮圧片トウモロコシ	21.0	8.7	18.6	7.5	9.2	18.6	7.5
乾燥トウフ粕	—	9.6	—	13.5	26.0	—	—
生トウフ粕	—	—	—	—	—	—	13.5
圧片大麦	—	—	—	7.5	9.2	—	7.5
全粒乾熱加熱大豆	9.1	13.5	6.0	9.0	—	6.0	9.0
大豆粕	11.8	—	8.3	—	—	8.3	—
全粒綿実	—	8.2	6.0	8.0	8.0	6.0	8.0
ビール粕	3.0	1.8	—	0.6	0.6	—	0.6
ビートパルプ	9.4	11.0	10.0	7.6	—	10.0	7.6
フスマ	5.5	9.7	8.0	8.7	10.0	8.0	8.7
サトウキビ糖蜜	1.8	2.6	0.4	0.9	0.9	0.4	0.9
コーングルテンミール	—	—	2.0	—	0.9	2.0	—
コーングルテンフィード	—	—	2.0	1.5	—	2.0	1.5
ビタミンミネラル	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
食塩	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
炭酸カルシウム	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
第二リン酸カルシウム	—	—	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
成分含量, 乾物%							
可消化養分総量 <sup>a</sup>	77.1	78.7	76.2	78.4	78.4	76.2	78.4
粗蛋白質	15.6	16.2	16.4	16.4	16.4	16.0	15.0
粗脂肪	4.8	6.8	4.9	6.5	5.8	5.0	6.1
中性デタージェント繊維	41.1	39.5	36.4	34.1	33.9	42.4	38.2
非繊維性炭水化物 <sup>b</sup>	36.5	31.8	33.8	33.1	33.4	33.1	35.6

a 設計値

b 設計値 第3期のみ実測値

表2 飼料摂取状況, 生産性および血液性状(最小二乗平均値)

項目	第1期		第2期			第3期	
	対照Ⅰ区	乾燥トウフ粕区	対照Ⅱ区	豆多区	豆少区	対照Ⅲ区	生トウフ粕区
飼料摂取状況							
乾物摂取量, kg/日	25.5	24.0	23.5 <sup>ab</sup>	24.2 <sup>a</sup>	21.8 <sup>b</sup>	25.2	22.0
体重, kg	651.2	626.7	667.8	682.9	651.9	742.9	732.7
体重あたりの乾物摂取率, %	3.9	3.9	3.5	3.6	3.4	3.4	3.0
生産性 <sup>a</sup>							
乳量, kg/日	42.01	41.31	28.7	28.2	29.4	26.73	27.54
4%脂肪補正乳量	35.55	35.02	27.7	26.3	25.6	25.66	26.97
乳脂率, %	3.99	3.89	3.77 <sup>A</sup>	3.55 <sup>ab</sup>	3.10 <sup>B</sup>	3.67	3.92
乳蛋白質率, %	3.08	2.94	3.45	3.43	3.47	3.56	3.44
乳糖率, %	4.55	4.64	4.38	4.46	4.48	5.56	5.80
乳中尿素態窒素, mg/dL	11.31	10.13	9.98	11.52	10.66	10.61	9.45
血液性状 <sup>b</sup>							
遊離脂肪酸, $\mu$ Eq/L	155.1	169.2	84.8	81.7	88.0	未測定	未測定
総コレステロール, mg/dL	210.1	236.5	224.5	222.3	211.1	226.2	242.2
中性脂肪, mg/dL	8.4	10.0	9.8	10.7	9.2	未測定	未測定
アルブミン, g/dL	3.7	3.6	3.5	3.3	3.2	3.7	3.7
AST (GOT), IU/L	93.2	87.1	75.0	76.3	75.9	76.1	79.9
ALT (GPT), IU/L	未測定	未測定	29.1	29.3	25.3	37.9	35.6
$\gamma$ -GTP (GGT), IU/L	30.2	28.1	27.2	29.3	27.1	40.0	42.7

a 第1期試験は産後1~15週における平均値を表す。

b 第1期試験は産後5,9および13週の平均値を表す。

<sup>ab</sup> 同一試験期, 同一項目の異符号間に有意差あり (a, b  $P < 0.05$ ; A, B  $P < 0.01$ )

表3 第1期および第2期における第一胃内容液性状(最小二乗平均値)<sup>a</sup>

項目	第1期		第2期		
	対照I区	乾燥トウフ粕区	対照II区	豆多区	豆少区
プロトゾア総数, log <sub>10</sub> 匹/mL	4.5	4.6	未測定	未測定	未測定
pH	6.59	6.47	6.66	6.75	6.86
アンモニア態窒素, mg/dL	9.4	9.5	16.5	15.0	15.6
総揮発性脂肪酸, mmol/dL	10.3	11.4	10.6	9.8	9.5
酢酸/プロピオン酸比	2.7	2.4	3.0 <sup>A</sup>	2.5 <sup>AB</sup>	2.2 <sup>B</sup>

<sup>a</sup> 第1期試験は産後5, 9および13週における平均値を表す。

<sup>AB</sup> 同一試験期, 同一項目の異符号間に有意差あり ( $P < 0.01$ )

表4 第1期および第2期における粗脂肪摂取量および消化率(最小二乗平均値)

項目	第1期		第2期		
	対照I区	乾燥トウフ粕区	対照II区	豆多区	豆少区
粗脂肪摂取量, kg/日	1.1 <sup>b</sup>	1.8 <sup>a</sup>	1.2 <sup>b</sup>	1.6 <sup>A</sup>	1.3 <sup>B</sup>
消化率, %					
乾物	73.6	71.9	69.6	69.3	67.7
有機物	75.5	74.1	72.3	71.5	70.0
粗脂肪	78.4 <sup>b</sup>	88.8 <sup>a</sup>	69.5	69.3	67.7
中性デタージェント繊維	64.3	60.1	55.4	49.6	46.6

<sup>abAB</sup> 同一試験期, 同一項目の異符号間に有意差あり (a, b  $P < 0.05$ ; A, B  $P < 0.01$ )

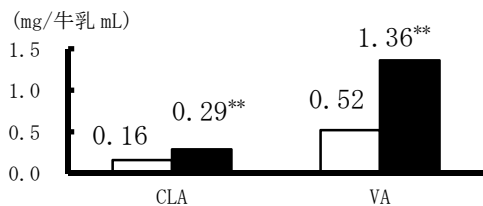


図1 第1期における乳中脂肪酸量(産後5, 9, 13および15週における最小二乗平均値)

□対照I区 ■乾燥トウフ粕区

\*\*同一脂肪酸の区間に有意差あり ( $P < 0.01$ )

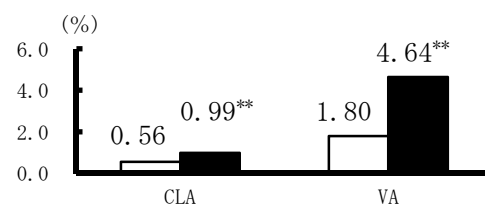


図2 第1期における乳脂肪中脂肪酸量(産後5, 9, 13および15週における最小二乗平均値)

□対照I区 ■乾燥トウフ粕区

\*\*同一脂肪酸の区間に有意差あり ( $P < 0.01$ )

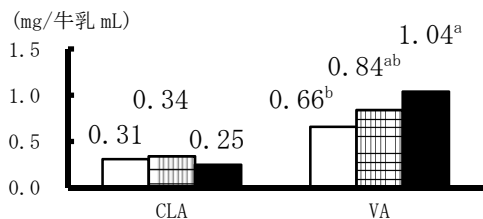


図3 第2期における乳中脂肪酸量(最小二乗平均値)

□対照II区 ▨豆多区 ■豆少区

<sup>ab</sup> 同一脂肪酸の異符号間に有意差あり ( $P < 0.05$ )

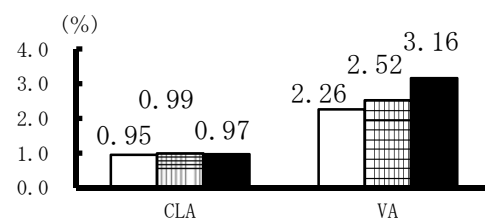


図4 第2期における乳脂肪中脂肪酸量(最小二乗平均値)

□対照II区 ▨豆多区 ■豆少区

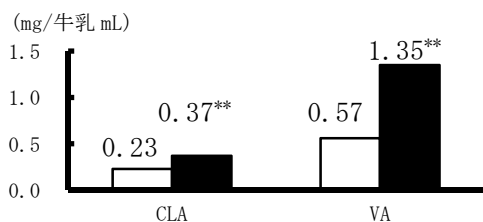


図5 第3期における乳中脂肪酸量(最小二乗平均値)

□対照III区 ■生トウフ粕区

\*\*同一脂肪酸の区間に有意差あり ( $P < 0.01$ )

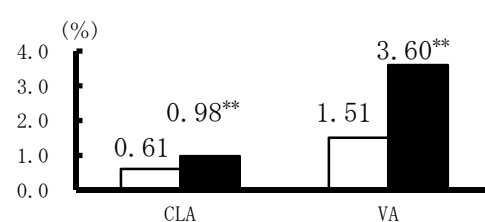


図6 第3期における乳脂肪中脂肪酸量(最小二乗平均値)

□対照III区 ■生トウフ粕区

\*\*同一脂肪酸の区間に有意差あり ( $P < 0.01$ )