



# HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	ホルムアルデヒド処理タロー・大豆粕添加物が牛乳生産に及ぼす影響
Author(s)	大久保, 正彦; OKUBO, Masahiko; 関所, 忠美 他
Citation	北海道大学農学部農場研究報告, 21, 98-105
Issue Date	1979-03-20
Doc URL	<a href="https://hdl.handle.net/2115/13361">https://hdl.handle.net/2115/13361</a>
Type	departmental bulletin paper
File Information	21_p98-105.pdf



# ホルムアルデヒド処理タロー・大豆粕添加物が牛乳生産に及ぼす影響

大久保正彦, 図所忠美, 多田重雄

朝日田康司, 広瀬可恒

北海道大学農学部

## 1 緒 論

乳牛の能力向上につれて、その栄養要求量を満たすため濃厚飼料の給与量が増加してくる。しかし濃厚飼料の摂取量にも限界があり、そのため、さらに高エネルギー化、高蛋白化が求められている。と同時に、濃厚飼料を多量に給与した場合に生じやすい第一胃などにおける栄養分の不必要な分解、損失を抑制し、その利用効率を高めることが考えられている。こうした観点から、種々の脂肪・蛋白質混合物に熱処理または化学処理を加え、第一胃内での微生物による分解を抑制し、その利用効率を高める試みがなされてきたが、とくにホルムアルデヒド処理の効果が、最近注目をあつめている<sup>2)</sup>。すなわち脂肪・蛋白質混合物を乳濁状態で噴霧、乾燥し、ホルムアルデヒドで処理すると、蛋白質は変性して溶解度が著しく低下し、脂肪球はこの変性した蛋白質によってコーティングされた状態となる。その結果、微生物による分解が抑制されたまま第一胃を通過し、腸管ではじめて分解、吸収されることになる。一方、乳牛においては、不飽和脂肪酸の多い植物油やきわめて高級な不飽和脂肪酸の多いたら肝油などを飼料に添加すると、乳脂率が低下することがよく知られており<sup>11)</sup>、これに対してホルムアルデヒド処理をすると、逆に乳脂率が向上すると報告されている<sup>1,3,13,19)</sup>。通常、不飽和脂肪酸は第一胃で水素添加をうけるが<sup>16)</sup>、ホルムアルデヒド処理した場合、水素添加をうけないまま腸管へ移行し、分解、吸収され、乳脂や体脂の不飽和脂肪酸含量が高くなる。これは人間の健康保持の見地からも注目されている<sup>2)</sup>。不飽和脂肪酸の比較的少ない

タローは、やし油、パーム核油などとともに、その添加により乳脂率を高めるとされているが<sup>5,12,14)</sup>、これを否定する報告も少なくない<sup>7,9,10,15)</sup>。

本試験は、ホルムアルデヒド処理をしたタロー・大豆粕添加物を配合した飼料の給与が、牛乳生産に及ぼす影響を検討する目的で実施した。

## 2 試験方法

第1表に示した北大農場繋養中のホルスタイン種乳牛10頭を用い、1期3週間、3期を設け、反転試験法により泌乳試験を実施した。試験処理

第1表 供試牛  
Table 1. Experimental cows

群 Group	牛番号 Cow No.	分娩年月日 Calving date	乳量 Milk yield
A	712	1975.12.19	12kg
	769	1976. 2.15	12
	710	" 3. 4	18
	749	" 3.11	18
	773	" 4.27	15
B	729	" 1.29	14
	770	" 2.20	13
	731	" 3.21	14
	751	" 4. 2	13
	736	" 5. 8	20

第2表 試験処理  
Table 2. Experimental design

群 Group	第1期Period I 1976.8.5~8.25	第2期period II 8.26~9.15	第3期Period III 9.16~10.6
A	対照飼料 Control feed	試験飼料 Experimental feed	対照飼料 Control feed
B	試験飼料 Experimental feed	対照飼料 Control feed	試験飼料 Experimental feed

**第3表** 供試飼料の一般組成および栄養価(%)  
**Table 3.** Chemical composition, TDN and DCP of feeds (%)

	水分 Moisture	粗蛋白質 Crude protein	粗脂肪 Ether extract	可溶無窒素物 NFE	粗繊維 Crude fiber	粗灰分 Crude ash	可消化養分 総量 TDN	可消化 粗蛋白質 DCP
対 照 飼 料 Control feed	14.4	11.6	3.5	61.1	5.1	4.3	70.0	10.0
試 験 飼 料 Experimental feed	13.4	14.0	10.3	50.0	6.0	6.3	82.0	12.0
オーチャードグラス乾草 Orchardgrass hay	18.5	7.4	1.4	40.2	27.4	5.1	48.7	4.4
グラスサイレージ Grass silage	68.7	3.0	0.8	15.0	9.6	2.9	19.2	1.9

は第2表にしめすとおりである。粗飼料は風乾物で体重の1.7%を基準とし、その1/4量をオーチャードグラス乾草で、3/4量をグラスサイレージで充当し、TDN 要求量の不足分を配合飼料で給与した。用いた配合飼料は、TDN 70%、DCP 10%の対照飼料と、それに25%のホルムアルデヒド処理タロー・大豆粕添加物 (New Zealand, Alta Lipids Ltd. 製 HI-EN, タロー40%、大豆粕60%) を配合した試験飼料である。用いた飼料の一般組成および栄養価、配合飼料の給与量を第3、4表にしめした。各期後半2週間を本試験期とし、乳量は毎日、牛乳中の脂肪、蛋白質、乳糖および無脂固形分含量は各期2回ずつ測定した。測定は、脂肪は Ger-

**第4表** 配合飼料の給与量(kg)  
**Table 4.** Concentrate feeding regime (kg)

群 Group	牛番号 Cow No.	第1期 Period I	第2期 Period II	第3期 Period III
A	712	5.0	4.5	5.0
	769	5.0	4.5	5.0
	710	7.0	6.0	6.5
	749	7.0	6.0	6.5
	773	7.0	5.5	7.0
B	729	4.5	7.0	5.5
	770	4.5	5.0	4.5
	731	4.5	7.0	5.5
	751	4.5	5.0	4.5
	736	6.5	6.5	5.0

**第5表** 乳量 (kg/14日)  
**Table 5.** Milk yield (kg/14days)

群 Group	牛番号 Cow No.	第1期 Period I	第2期 Period I	第3期 Period III	I + III - 2 × II
A	712	163.3	168.6	173.5	- 0.4
	769	149.3	155.3	159.6	- 1.7
	710	209.3	220.4	237.7	6.2
	749	229.3	232.0	220.1	-14.6
	773	205.7	210.1	224.6	10.1
	合計 Total	956.9	986.4	1015.5	- 0.4
B	729	196.6	208.5	209.9	-10.5
	770	167.0	170.5	182.6	8.6
	731	221.0	230.7	216.2	-24.2
	751	180.1	195.3	205.7	- 4.8
	736	240.7	231.1	215.5	- 6.0
	合計 Total	1005.4	1036.1	1029.9	-36.9
A - B					36.5

ber 法, 蛋白質は Kjeldahl 法, 乳糖は Lane-Eynon 法, 無脂固形分は Golden Beads 法によって行った。体重は試験開始時および各試験期末に測定した。この他, 供試牛の一般健康状態を観察した。

### 3 結果および考察

各期 14 日間の乳量を第 5 表に, 牛乳中の脂肪含量および生産量を第 6, 7 表にしめた。また蛋白質, 乳糖および無脂固形分含量を第 8, 9, 10 表に泌乳成績の分散分析結果を第 11 表にしめし

た。

乳量についてみると, A 群では処理間にほとんど差がみられず, B 群では試験飼料給与によりやや減少したが, 統計的には有意ではなかった。牛乳中の脂肪含量は, A, B 群とも試験飼料給与により有意に増加し 1 頭当りにすると 0.32% 増となった。乳脂肪生産量も同様に試験飼料給与により増加し, 1 日 1 頭当りにすると約 41 g, 対照飼料給与時の約 10% 増となった。牛乳中の蛋白質, 乳糖および無脂固形分含量は, いずれも処理間に

第 6 表 牛乳中の脂肪含量 (%)  
Table 6. Fat content in milk (%)

群 Group	牛番号 Cow No.	第 1 期 Period I	第 2 期 Period II	第 3 期 Period III	$I + III - 2 \times II$
A	712	3.85	4.30	4.00	-0.75
	769	3.20	3.65	3.55	-0.55
	710	3.45	3.95	3.70	-0.75
	749	3.25	3.55	3.30	-0.55
	773	3.10	4.00	3.50	-1.40
	合計 Total	16.85	19.45	18.05	-4.00
B	729	4.00	3.85	4.15	0.45
	770	3.55	3.35	3.55	0.40
	731	3.55	3.55	4.15	0.60
	751	3.55	3.30	3.65	0.60
	736	3.75	3.70	4.10	0.45
	合計 Total	18.40	17.75	19.60	2.50
A - B					-6.50

第 7 表 乳脂肪生産量 (kg/14日)  
Table 7. Milk fat yield (kg/14days)

群 Group	牛番号 Cow No.	第 1 期 Period I	第 2 期 Period II	第 3 期 Period II	$I + III - 2 \times II$
A	712	6.29	7.24	6.94	-1.25
	769	4.78	5.67	5.66	-0.90
	710	7.22	8.71	8.80	-1.40
	749	7.45	8.24	7.27	-1.76
	773	6.37	8.41	7.86	-2.59
	合計 Total	32.11	38.27	36.53	-7.90
B	729	7.86	8.03	8.69	0.49
	770	5.93	5.71	6.46	0.97
	731	7.84	8.19	8.98	0.44
	751	6.39	6.46	7.50	0.97
	736	9.03	8.56	8.84	0.75
	合計 Total	37.05	36.95	40.47	3.62
A - B					-11.52

有意な差は認められなかった。なお、蛋白質、乳糖および無脂固形分含量は、全体としてやや低い値をしめした。

大豆油、サフラワー油、サフラワー油など不飽和脂肪酸の多い植物油脂を飼料に添加すると、乳脂率が低下することはよく知られている<sup>11)</sup>。これに対し阿部ら<sup>1)</sup>、PANら<sup>13)</sup>およびWRENNら<sup>19)</sup>はサフラワー油、カゼイン混合物で、ASTRUPら<sup>3)</sup>はサフラワー油および大豆油とカゼインの混合物で、ホルムアルデヒド処理により乳脂率が向上す

ると報告している。またサフラワーおよび大豆の種実そのものをホルムアルデヒド処理して給与した場合も、乳脂率の向上が認められている<sup>4,6,20)</sup>。一方不飽和脂肪酸の比較的少ない動物油脂であるタロー添加については、BROWNら<sup>5)</sup>、RAJTAS<sup>12)</sup>およびSTEELEら<sup>14)</sup>が乳脂率の向上を報告し、これに対しMCLEODら<sup>7)</sup>、MOODY<sup>9,10)</sup>およびSTORRYら<sup>15)</sup>は影響がないとしている。タローに対するホルムアルデヒド処理の効果については、あまり報告されていない。WILSON<sup>17)</sup>は、本

第8表 牛乳中の蛋白質含量(%)  
Table 8. Protein content in milk (%)

群 Group	牛番号 Cow No.	第1期 Period I	第2期 Period II	第3期 Period III	$I + III - 2 \times II$
A	712	2.81	2.86	3.13	0.22
	769	2.67	2.71	2.66	-0.09
	710	2.78	2.70	2.81	0.19
	749	2.94	2.77	2.89	0.29
	773	2.80	2.71	2.87	0.25
	合計 Total	14.00	13.75	14.36	0.86
B	729	2.98	3.07	3.11	-0.05
	770	2.63	2.68	2.66	-0.07
	731	2.96	2.88	2.99	0.19
	751	3.07	3.09	3.01	-0.10
	736	2.75	2.84	2.90	-0.03
	合計 Total	14.39	14.56	14.67	-0.06
A - B					0.92

第9表 牛乳中の乳糖含量(%)  
Table 9. Lactose content in milk (%)

群 Group	牛番号 Cow No.	第1期 Period I	第2期 Period II	第3期 Period III	$I + III - 2 \times II$
A	712	4.14	4.00	4.14	0.28
	769	4.04	3.94	4.08	0.24
	710	4.11	3.98	3.98	0.13
	749	4.10	4.19	4.00	-0.28
	773	4.20	3.97	4.23	0.49
	合計 Total	20.59	20.08	20.43	0.86
B	729	3.81	3.84	3.86	-0.01
	770	3.82	3.86	3.79	-0.11
	731	3.81	3.81	3.77	-0.04
	751	4.08	3.98	4.01	0.13
	736	3.83	3.86	3.98	0.09
	合計 Total	19.35	19.35	19.41	0.06
A - B					0.80

試験で用いたのと同じホルムアルデヒド処理タロー・大豆粕添加物(HI-EN)を給与したところ、乳脂率および乳脂肪生産量が低下したと報告している。WRENNら<sup>18)</sup>も同じ添加物を用いたが乳脂

率には変化なく、乳脂肪生産量のみ増加したとしており、いずれも本試験の結果と一致していない。

乳脂肪の脂肪酸のうちC<sub>4</sub>~C<sub>16</sub>の脂肪酸は酢酸およびβ-ヒドロキシ酪酸から乳腺内でマロニ

**第10表** 牛乳中の無脂固形分含量(%)  
**Table 10.** SNF content in milk (%)

群 Group	牛番号 Cow No.	第1期 Period I	第2期 Period II	第3期 Period III	I + III - 2 × II
A	712	7.53	7.66	7.87	0.08
	769	7.33	7.47	7.73	0.12
	710	7.69	7.56	7.76	0.33
	749	7.34	7.72	7.79	-0.31
	773	7.99	7.85	8.27	0.56
	合計 Total	37.88	38.26	39.42	0.78
B	729	7.57	7.67	7.63	-0.14
	770	7.58	7.38	7.73	0.55
	731	7.44	7.58	7.91	0.19
	751	8.00	8.06	8.04	-0.08
	736	7.50	7.48	7.76	0.30
	合計 Total	38.09	38.17	39.07	0.82
A - B					-0.04

**第11表** 泌乳成績の分散分析  
**Table 11.** Variance analyses of milk production

変動因 Source of variance	自由度 Degree of freedom	平方和 Sum of square	平均平方 Mean square	F
乳量 Milk yield				
飼料 Feeding	1	133.22	133.22	
誤差 Error	8	913.20	114.15	1.167
牛乳中の脂肪含量 Fat content in milk				
飼料 Feeding	1	4.225	4.225	
誤差 Error	8	0.750	0.094	44.947 **
乳脂肪生産量 Milk fat yield				
飼料 Feeding	1	13.271	13.271	
誤差 Error	8	1.915	0.239	55.527 **
牛乳中の蛋白質含量 Protein content in milk				
飼料 Feeding	1	0.085	0.085	
誤差 Error	8	0.145	0.018	4.722
牛乳中の乳糖含量 Lactose content in milk				
飼料 Feeding	1	0.064	0.064	
誤差 Error	8	0.354	0.044	1.454
牛乳中の無脂固形分含量 SNF content in milk				
飼料 Feeding	1	0.0002	0.0002	
誤差 Error	8	0.738	0.092	0.002

\*\* : 1%水準で有意

ル CoA 経路をへて合成され、C<sub>16</sub>以上の長鎖脂肪酸は血流から移行することが知られている<sup>16)</sup>。

乳脂率の増減は、このC<sub>4</sub>~C<sub>16</sub>脂肪酸合成の促進ないし阻害とC<sub>16</sub>以上の長鎖脂肪酸の血流からの移行量のバランスによって生じるものと思われる。不飽和長鎖脂肪酸を多く含む植物油脂を飼料に添加した場合、第一胃内 VFA 組成の変化にもとづく酢酸およびβ-ヒドロキシ酪酸の供給低下、あるいは長鎖脂肪酸によるアセチル CoA カルボキシラーゼ活性の阻害がocこり、その結果、乳腺でのC<sub>4</sub>~C<sub>16</sub>脂肪酸合成が低下し、ひいては乳脂率の低下に結びつくと考えられている<sup>15)</sup>。しかし第一胃内 VFA 組成の変化なしにも乳脂率が増減することが認められていることから、むしろ長鎖脂肪酸の役割が大きいのと思われる。植物油脂中の不飽和長鎖脂肪酸は、無処理の場合、第一胃で水素添加をうけ飽和脂肪酸となるが、ホルムアルデヒド処理した場合は水素添加をまぬがれ、不飽和のまま小腸から吸収される。この飽和、不飽和の差が、アセチル CoA カルボキシラーゼ活性阻害の程度に影響していることが考えられる。一方、タローはもともと植物油脂にくらべるとC<sub>16</sub>、C<sub>18</sub>、C<sub>18-1</sub>脂肪酸が多く、C<sub>18-2</sub>、C<sub>18-3</sub>脂肪酸は少ない。またC<sub>18</sub>以上の脂肪酸の全体にしめる割合も少ない。こうした脂肪酸組成の違いが、C<sub>4</sub>~C<sub>16</sub>脂肪酸合成への影響の現われかたの違いとなったものと思われる。しかしタロー添加の影響については、無処理の場合も、ホルムアルデヒド処理の場合も必ずしも一致した結果は得られておらず、脂肪酸代謝のより詳細な検討もふくめて、その解明は今後の課題として残されている。

飼料蛋白質の利用性については、ホルムアルデヒド処理によって改善されるという報告<sup>2)</sup>もあるが、本試験では明確にはならなかった。

飼料の処理にホルムアルデヒドを用いた場合、その動物体内での代謝、生産物への移行が当然、問題となる。MILLS ら<sup>8)</sup>は<sup>14</sup>C をふくむホルムアルデヒド処理のサフラワー油・カゼイン混合物を去勢羊および泌乳山羊に給与し、その代謝を調べている。その結果、ホルムアルデヒドは効果的に代謝され、<sup>14</sup>C の大半は呼吸および糞中に排出さ

れ、体組織や乳汁中には何ら蓄積を認めていない。本試験では、この点についての検討をしていないが、実用化にあたっては、より慎重な検討が必要であろう。なお本試験では、供試牛の体重は順調に増加しており、日常の観察もふくめて、その健康に何ら悪影響は認められなかった。

#### 4 要 約

ホルムアルデヒド処理タロー・大豆粕添加物が牛乳生産に及ぼす影響を検討する目的で、ホルスタイン種乳牛 10 頭を用い反転試験法による泌乳試験を実施した。

ホルムアルデヒド処理飼料給与により乳量および牛乳中の蛋白質、乳糖、無脂固形分含量には何ら変化が認められなかったが、脂肪含量および脂肪生産量は有意に増加した。供試牛の体重および健康状態には何ら悪影響は認められなかった。ホルムアルデヒド処理飼料による牛乳中脂肪含量の増加には、乳腺におけるC<sub>4</sub>~C<sub>16</sub>脂肪酸合成に対する長鎖脂肪酸の役割が関与していると思われるが、未解明な点が多い。

#### 謝 辞

本試験を実施するにあたり供試飼料を提供していただいた雪印種苗株式会社に感謝の意を表する。

#### 引用文献

- (1) 阿部又信, 山本嘉博, 上原良吾, 荻原国威, 佐藤民雄: 日畜会報, 47, 639-647, 1976.
- (2) ANNISON, E. F.: Nutrition conference for feed manufactures: 6 (SWAN, H. & D. LEWIS, eds.), 2-21, Churchill Livingstone, Edinburgh & London, 1972.
- (3) ASTRUP, H. N. L. VIK-MO, A. EKERN & F. BAKKE: J. Dairy Sci., 59, 426-430, 1976.
- (4) BARTSCH, B. D., N. J. S. ELLIS, D. M. MCLEAN & J. C. RADCLIFFE: Aust. J. Agric. Res. 27, 917-927, 1976.
- (5) BROWN, W. H., J. W. STULL & G. H. STOTT: J. Dairy Sci., 45, 191-196, 1962.
- (6) MATTOS, W. & D. L. PALMQUIST: J. Dairy Sci., 57, 1050-1054, 1974.
- (7) MCLEOD, G. K. & A. S. WOOD: J. Dairy Sci., 55,

- 439-445, 1972.
- (8) MILLS, S. C., L. F. SHARRY, L. J. COOK & T. W. SCOTT : *Aust. J. Biol. Sci.*, 25, 807-816, 1972.
- (9) MOODY, E. G.: *J. Dairy Sci.*, 50, 1004, 1967 (Abstr. )
- (10) MOODY, E. G. : *J. Dairy Sci.*, 54, 1817-1823, 1971.
- (11) MOORE, J. H. & W. STEELE : *Proc. Nutr. Soc.*, 27, 66-70, 1968.
- (12) PAJTAS, M., A. SOMMER & V. SYKORA : *Arch. Tierernährung*, 25, 157-163, 1975.
- (13) PAN, S., L. J. COOK & T. W. SCOTT : *J. Dairy Res.*, 39, 203-210, 1972.
- (14) STEELE, W. & J. H. MOORE : *J. Dairy Res.*, 35, 223-235, 1968.
- (15) STORRY, J. E., A. J. HALL & V. W. JOHNSON : *J. Dairy Res.*, 40, 293-299, 1973.
- (16) 田中桂一 : 日畜会報, 45, 307-318, 1974.
- (17) WILSON, G. F. & I. M. BROOKES : *Proc. N. Z. Soc. Animal prod.*, 35, 41-46, 1968 ( cited from *Dairy Sci. Abstr.* 38, 162 ).
- (18) WRENN, T. R., J. BITMAN, R. A. WATERMAN, J. R. WEYANT, D. L. WOOD, L. L. STROZINSKI & N. W. HOOVEN, Jr. : *J. Dairy Sci.*, 61, 49-58, 1978.
- (19) WRENN, T. R., J. BITMAN, J. R. WEYANT, D. L. WOOD, K. D. WIGGERS & L. F. EDMONDSON : *J. Dairy Sci.*, 60, 521-532, 1977.
- (20) WRENN, T. R., J. R. WEYANT, D. L. WOOD, J. BITMAN, R. M. RAWLINGS & K. E. LYON : *J. Dairy Sci.*, 59, 627-635, 1976.

## The Effect of Feeding Formaldehyde Treated Tallow-soybean Meal Supplement on Milk Production of Cows.

Masahiko OKUBO, Tadami ZUSYO, Sigeo TADA,  
Yasushi ASAHIDA and Yoshitsune HIROSE

Faculty of Agriculture, Hokkaido University

### Summary

The effect of feeding formaldehyde treated tallow-soybean meal supplement on milk production was investigated with 10 Holstein cows, using a double reversal lactation trial.

Feeding formaldehyde treated supplement increased milk fat content and fat yield, whereas protein, lactose and SNF contents of milk were not affected by the supplementation. No adverse effects on body weight and health of cows were observed during the supplementation. It is suggested that increased milk fat content with feeding formaldehyde treated supplement was related to the role of long chain fatty acids in intramammary synthesis of  $C_4-C_{16}$  fatty acids, but definitive examinations of the mechanisms were not yet obtained.