



# HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	蒸気圧ぺん穀類の乳牛用飼料としての利用に関する研究
Author(s)	広瀬, 可恒; HIROSE, Yoshitsune; 朝日田, 康司 他
Citation	北海道大学農学部農場研究報告, 21, 85-97
Issue Date	1979-03-20
Doc URL	<a href="https://hdl.handle.net/2115/13360">https://hdl.handle.net/2115/13360</a>
Type	departmental bulletin paper
File Information	21_p85-97.pdf



# 蒸気圧ぺん穀類の乳牛用飼料としての利用に関する研究

広瀬可恒, 朝日田康司, 大久保正彦,

図所忠美, 鈴木 明, 多田重雄

北海道大学農学部

## I 緒 言

畜牛用配合飼料の主要配合品目であるとうもろこし、マイロなどの穀類は、従来たんに粉碎して配合されてきたが、近年その利用効率を高めるため数多くの加工処理方法が検討されている。そのなかでも穀類を蒸気圧ぺん処理 (steam flaking) して利用する方法が、とくに注目され、実用化もすすんでいる。穀類を蒸気圧ぺん処理することにより、その澱粉は一部 $\alpha$ 化せられるので、消化の過程でアミラーゼによる糖化分解が促進される。しかし反すう動物の場合、その分解、利用に第1胃内微生物が介在し、低級脂肪酸 (VFA) にまで醗酵分解されるので、単胃動物におけるほど蒸気圧ぺん処理による澱粉の消化利用効率の向上を単純に期待できない。いくつかの研究によると、蒸気圧ぺん処理をふくめて加熱処理した穀類を畜牛に給与すると、第一胃内での VFA 産生量が高まるとともに、VFA 組成に変化が生じ、酢酸/プロピオン酸比が低下する。その結果、体脂肪生産の効率が高まるため、肥育牛の場合有効であると考えられている<sup>5,12,13,16,18</sup>。他方、加熱処理穀類を給与しても、VFA 産生量や組成に何ら変化がなかったとする報告も少なくない<sup>4,7,9</sup>。このように異なった結果が得られるのは、加熱処理する穀類の種類や給与飼料の構成、とくに粗飼料の割合や形態などの違いがあると思われ、処理効果の検討にあたっては、これらの点を考慮する必要がある。また泌乳牛の場合、第一胃内 VFA の酢酸/プロピオン酸比が低下すると、生産牛乳の乳脂率低下が誘起されることが指摘されており、加熱処理穀類の給与が乳脂率低下を招くのではないかという危惧ももたれている。

そこで本研究では、蒸気圧ぺん処理が穀類の利用性に及ぼす影響を、乳牛による泌乳試験およびめん羊による消化および第一胃内醗酵に関する試験成績から検討した。

## II 蒸気圧ぺん穀類が泌乳牛の乳量、乳質に及ぼす影響

前述のように穀類の蒸気圧ぺん処理は肥育牛に対しては有効であるという報告が多いが、泌乳牛の場合、第一胃内醗酵をへて、乳脂率の低下に結びつくのではないかという危惧もある。しかし、この蒸気圧ぺん処理の影響も、給与飼料の粗飼料、濃厚飼料割合など飼養条件に左右されると思われる。そこで北海道における慣行的乳牛飼養のごとく、比較的粗飼料を多給する条件下で、蒸気圧ぺん穀類を配合した濃厚飼料の給与が、生産乳量および乳質、とくに脂肪および無脂固形分含量などに及ぼす影響を検討し、乳牛用配合飼料の改善に資する目的で、本試験を実施した。

第1表 供試牛

Table 1. Experimental cows

群 Group	牛番号 Cow No.	分娩月日 Calving date	乳量 Milk yield
A	744	1976. 11. 5	27 kg/day
	720	10.28	24
	780	9.15	22
	716	7.28	23
	779	8.17	15
B	746	11. 4	27
	762	11.27	23
	733	9.11	24
	727	8.21	21
	751	5.10	17

### 1 試験方法

供試牛は北大農場繋養中のホルスタイン種乳牛10頭で、乳期および乳量を考慮して第1表の通り群分けした。試験には、粗飼料として牧乾草およびコーンサイレージを用い、体重100kg毎に乾草1.5kg、コーンサイレージ3kgの割合で給与し

た。濃厚飼料としては、同一の原料および配合割合の2種類の配合飼料で、そのうち50%の配合割合をしめる穀類(とうもろこしおよびマイロ)を、一方は粉碎して、他方は蒸気圧ぺんして配合したもの(前者を粉碎飼料、後者を蒸気圧ぺん飼料と呼称)を給与することとし、1期4週間で3期を

第2表 試験処理

Table 2. Experimental design

群 Group	第1期 Period I 1976. 12. 26~1977. 1. 23	第2期 Period II 1977. 1. 24~2. 20	第3期 Period III 1977. 2. 21~3. 20
A	蒸気圧ぺん飼料 Steam flaked	粉 碎 飼 料 ground	蒸気圧ぺん飼料 Steam flaked
B	粉 碎 飼 料 ground	蒸気圧ぺん飼料 Steam flaked	粉 碎 飼 料 ground

第3表 飼料給与量(kg)

Table 3. Feeding regime (kg)

群 Group	牛 番 号 Cow No.	粗 飼 料 Roughage		濃 厚 飼 料 Concentrate		
		乾 草 Hay	コーンサイレージ Corn silage	第 1 期 Period I	第 2 期 Period II	第 3 期 Period III
A	744	10	20	8.0	7.5	6.9
	720	11	22	7.0	7.8	6.6
	780	7	18	6.0	6.6	6.0
	716	10	20	7.2	6.3	5.7
	779	9	18	5.1	5.0	4.5
B	746	9	18	7.2	7.8	7.5
	762	8	18	7.5	7.5	6.8
	733	10	20	7.0	6.3	5.7
	727	10	20	6.5	6.0	5.7
	751	10	20	6.6	5.4	5.0

第4表 供試飼料の一般組成(%)

Table 4. Chemical composition 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
蒸気圧ぺん飼料 Concentrate SF	11.7	16.9	3.0	54.4	7.4	6.6
粉 碎 飼 料 Concentrate G	12.2	17.9	3.1	54.2	7.0	5.6
乾 草 Hay	15.0	8.9	1.2	41.2	27.0	6.7
コーンサイレージ Corn silage	76.0	1.8	0.6	14.0	6.1	1.5

設け、第2表にしめすような反転試験法で試験を実施した。各期の飼料給与量は第3表のとおりで、配合飼料給与量は乳量1kg当り0.3kgとし、各期毎に乳量により給与量を調整した。供試飼料の一般組成は第4表にしめした。

各期後半14日間を本試験期とし、乳量および牛乳中の脂肪、蛋白質および無脂固形分含量を測定するとともに、4%FCMおよび乳脂肪生産量を求め、統計処理を行った。体重は、試験開始時および各試験期末に測定した。各試験期を通じて、

両配合飼料の残食の有無および採食状況を観察し、その嗜好性を検討するとともに、供試牛の一般健康状態も観察した。

2 結果および考察

(1) 泌乳成績

各期14日間の生産乳量を第5表に、牛乳中の脂肪、蛋白質および無脂固形分含量を第6、7、8表にしめした。また以上の成績から算出した4%FCMおよび乳脂肪生産量を第9、10表にしめした。第11表には、以上の泌乳成績の分散分析結果

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 II	第3期 Period III	I + III - 2 × II
A	744	343.7	321.8	270.6	-29.3
	720	344.4	285.0	253.9	28.3
	780	268.9	269.9	231.6	-39.3
	716	296.5	247.5	162.7	-35.8
	779	217.5	204.5	186.6	-4.9
	合計 Total	1471.0	1328.7	1105.4	-81.0
B	746	358.5	335.4	298.9	-13.4
	767	344.8	323.1	273.8	-27.6
	733	280.6	251.8	223.2	0.2
	727	270.9	256.7	224.0	-18.5
	751	245.6	224.0	204.8	2.4
	合計 Total	1500.4	1391.0	1224.7	-56.9
A - B					-24.1

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 × II
A	744	3.7	3.7	3.5	-0.2
	720	4.4	4.7	4.2	-0.8
	780	4.3	4.6	4.3	-0.6
	716	3.7	3.8	4.0	0.1
	779	3.4	3.5	3.4	-0.2
	合計 Total	19.5	20.3	19.4	-1.7
B	746	3.6	3.7	3.4	-0.4
	767	4.1	3.7	3.6	0.3
	733	4.2	3.8	3.4	0
	727	3.9	4.1	4.0	-0.3
	751	3.6	4.0	3.5	-0.9
	合計 Total	19.4	19.3	17.9	-1.3
A - B					-0.4

をしめした。

乳量についてみると、A群では粉碎飼料給与により28日間で81kgの増加があったのに対し、B群では逆に蒸気圧ぺん飼料給与により56.9kg増加した。全体としては蒸気圧ぺん飼料給与により、10頭28日間で24.1kgの乳量減となったが、統計的には有意ではなかった。

乳成分についてみると、脂肪および蛋白質含量では蒸気圧ぺん飼料給与期にわずかに低下し、無脂固形分含量では逆にわずかに高くなったが、い

ずれも有意な差ではなかった。

4% FCM および乳脂肪生産量は、いずれも蒸気圧ぺん飼料給与によりわずかに低下したが、やはり有意ではなかった。

穀類の蒸気圧ぺん処理ないし加熱処理が乳生産に及ぼす影響についての報告は、肥育牛に関するものにくらべて、きわめて少ない。BALCH<sup>1)</sup>は、乾草少給時に蒸気圧ぺんとうもろこしを給与すると、粉碎とうもろこし給与にくらべて、乳量、乳脂肪含量および生産量が低下し、無脂固形分含量

第7表 牛乳中の蛋白質含量(%)

Table 7. 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	744	2.8	2.9	2.8	-0.2
	720	3.1	3.3	2.9	-0.6
	780	3.3	3.1	2.8	-0.1
	716	3.0	3.4	3.3	-0.5
	779	2.9	3.0	3.0	-0.1
	合計 Total	15.1	15.7	14.8	-1.5
B	746	2.8	2.9	2.8	-0.2
	767	2.8	2.9	3.0	0
	733	3.2	3.2	3.1	-0.1
	727	3.2	3.1	3.1	0.1
	751	3.2	3.2	3.1	-0.1
	合計 Total	15.2	15.3	15.1	-0.3
A - B					-1.2

第8表 牛乳中の無脂固形分含量(%)

Table 8. Solid not 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	744	8.4	8.3	8.4	0.2
	720	8.7	8.9	8.9	-0.2
	780	9.1	8.8	8.6	0.1
	716	8.8	9.1	8.9	-0.5
	779	8.3	8.4	8.6	0.1
	合計 Total	43.3	43.5	43.4	-0.3
B	746	8.3	8.8	8.7	-0.6
	767	8.3	8.4	8.5	0
	733	8.8	8.8	9.0	0.2
	727	9.2	9.0	8.9	0.1
	751	8.7	8.8	8.7	-0.2
	合計 Total	43.3	43.8	43.8	-0.5
A - B					0.2

は変化しないと報告している。また ENSOR ら<sup>5)</sup>は、粉碎・ペレット化した乾草とともに加熱とうもろこしを給与すると、乾草・とうもろこし割合の大小にかかわらず粉碎とうもろこし給与にくらべ乳脂肪含量が低下するが、長いままの乾草を与えた場合には、加熱とうもろこしを大量に与えても乳脂肪含量は低下しないとしている。一方、乳量については両者の間に何ら差を認めていない。BALCH ら<sup>2)</sup>も同様に粉碎乾草とともに蒸気圧ペんとうもろこしを給与すると乳脂肪は低下するが、

長い乾草では影響ないと報告している。第一胃内酸酵による酢酸産生が減少し、プロピオン酸産生が増加すると、牛乳中の脂肪含量の低下および無脂固形分含量の上昇を惹起することは定説化しているが、穀類の蒸気圧ペんないし加熱処理が、つねに酢酸産生の減少、プロピオン酸産生の増加に結びつくとは限らず、とくに粗飼料の給与形態および量に左右されるものと思われる。本試験の結果からみれば、粗飼料を比較的多給する飼養条件下では、穀類の蒸気圧ペん処理が牛乳生産に積極

第9表 4%乳脂補正乳量 (kg/14日)

Table 9. 4% Fat corrected milk yield (kg/14days)

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	744	328.2	307.3	250.3	-36.1
	720	365.1	314.9	261.5	-3.2
	780	281.0	294.2	242.0	-65.4
	716	283.2	240.1	162.7	-34.3
	779	197.9	189.2	169.8	-10.7
	合計 Total	1455.4	1345.7	1086.3	-149.7
B	746	337.0	320.3	272.0	-31.6
	767	350.0	308.6	257.4	-9.8
	733	289.0	244.2	203.1	3.7
	727	266.8	260.6	224.0	-30.4
	751	230.9	224.0	189.0	-28.1
	合計 Total	1473.7	1357.7	1145.5	-96.2
A - B					-53.5

第10表 乳脂肪生産量 (kg/14日)

Table 10. 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 III	I + III - 2 × II
A	744	12.7	11.9	9.5	-1.6
	720	15.2	13.4	10.7	-0.9
	780	11.6	12.4	10.0	-3.2
	716	11.0	9.4	6.5	-1.3
	779	7.4	7.2	6.3	-0.7
	合計 Total	57.9	54.3	43.0	-7.7
B	746	12.9	12.4	10.2	-1.7
	767	14.1	12.0	9.8	-0.1
	733	11.8	9.6	7.6	0.2
	727	10.6	10.5	9.0	-1.4
	751	8.8	9.0	7.2	-2.0
	合計 Total	58.2	53.5	43.8	-5.0
A - B					-2.7

的な効果をもたらすことはないが、著しい悪影響を及ぼすことはないものと思われる。

(2) 体重, 健康および飼料の嗜好性

試験期間中の体重の変化およびその分散分析結果を第12, 13表にしめた。ほとんど全ての牛が、

試験開始時にくらべ終了時には20~40kgの増体をしめしており、試験期の進行すなわち乳期の進行とともに乳量が漸減し、体重が増加するという順調な経過をたどり、全牛とも健康を害するような兆候は、まったくみられなかった。体重は蒸気

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 値 F value
乳量 Milk yield				
飼料 Feeding	1	58.08	58.08	0.121
誤差 Error	8	3839.17	479.90	
牛乳中の脂肪含量 Fat content in milk				
飼料 Feeding	1	0.016	0.016	0.096
誤差 Error	8	1.324	0.166	
牛乳中の蛋白質含量 Protein content in milk				
飼料 Feeding	1	0.144	0.144	4.235
誤差 Error	8	0.272	0.034	
牛乳中の無脂固形分含量 SNF content in milk				
飼料 Feeding	1	0.004	0.004	0.043
誤差 Error	8	0.732	0.092	
4%乳脂補正乳量 FCM yield				
飼料 Feeding	1	286.22	286.22	0.679
誤差 Error	8	3370.74	421.34	
乳脂肪生産量 Milk fat yield				
飼料 Feeding	1	0.729	0.729	0.745
誤差 Error	8	7.832	0.979	

第12表 体重 (kg)

Table 12. Body weight (kg)

群 Group	牛番号 Cow No.	開始時 Start	第1期 Period I	第2期 Period II	第3期 Period III	$I + III - 2 \times II$
A	744	666	680	704	696	-32
	720	738	750	756	761	-1
	780	540	524	553	564	-18
	716	675	729	748	756	-11
	779	572	600	593	615	29
	合計 Total	3191	3283	3354	3392	-33
B	746	609	627	643	633	-26
	767	558	562	577	588	-4
	733	662	677	705	705	-28
	727	670	650	687	697	-27
	751	682	685	714	703	-40
合計 Total	3181	3201	3326	3326	-125	
A - B						-92

圧ペン飼料給与時の方がやや重くなっているが、その差は有意ではなかった。穀類の蒸気圧ペン処理が肥育牛などの増体成績を改善するという多くの報告からみて当然のことといえるが、蒸気圧ペン穀類から摂取した栄養分が乳生産より増体にむけられ、乳生産に不利になるということはない。

供試配合飼料に対する乳牛の嗜好性についてみると、蒸気圧ペン飼料の方が喰いつきがよく、嗜好性が高いものと判断された。また取扱いの面からも、粒度の大きい蒸気圧ペン飼料の方が明らかに損耗も少なく、取扱いに有利といえよう。

第13表 体重の分散分析

Table 13. Variance analysis of body weight

変動因	自由度	平方和	平均平方	F 値
Source of variance	Degree of freedom	Sum of square	Mean square	F value
飼料 Feeding	1	846	846	
誤差 Error	8	2773	347	2.438

第14表 試験処理および飼料給与量 (kg)

Table 14. Experimental design and feeding regime (kg)

	第 1 期	第 2 期	第 3 期	第 4 期
	Period I	Period II	Period III	Period IV
	濃厚飼料少給 Low concentrate		濃厚飼料多給 High concentrate	
	粉 碎 Ground	蒸気圧ペン Steam flaked	粉 碎 Ground	蒸気圧ペン Steam flaked
乾 草 Hay	1.5	1.5	0.6	0.6
濃厚飼料 Concentrate	0.4	0.4	1.0	1.0

第15表 供試飼料の一般組成 (%)

Table 15. Chemical composition of feeds (%)

	水 分 Moisture	粗 蛋 白 質 Crude protein	粗 脂 肪 Ether extract	可 溶 無 窒 素 物 N F E	粗 繊 維 Crude fiber	粗 灰 分 Crude ash
蒸気圧ペン飼料 Concentrate SF	12.9	16.7	2.5	57.6	5.0	5.3
粉 碎 飼 料 Concentrate G	13.8	17.1	2.5	56.1	5.2	5.3
乾 草 Hay	15.0	10.0	2.3	41.0	25.2	6.5

### III 蒸気圧ペン処理が穀類の消化率および第一胃内醗酵に及ぼす影響

蒸気圧ペン処理により穀類の消化率が改善されることは、よく知られている。また第一胃内醗酵に対する影響、とくに酢酸/プロピオン酸比を小さくし、肥育牛にはプラスの影響、泌乳牛には乳脂率を低下させるなどマイナスの影響があるのではないかという指摘もある。しかし第一胃内醗酵に何ら変化を認めないという報告もあり、著者らも泌乳試験でしめたように、粗飼料多給下では、泌乳成績に何ら悪影響を及ぼさないことを認めている。そこで本試験では、めん羊を用い、蒸気圧ペン処理が穀類の消化率および第一胃内醗酵に及ぼす影響を検討した。

#### 1 試験方法

試験には第1胃フィステルを装着した成めん羊2頭を用い、第14表の試験処理にしたがい、1期3週間、4期の試験を実施した。飼料給与量は維持レベルとした。第1、2期は濃厚飼料少給期とし、TDN比で濃厚飼料3：乾草7の割合で給与

第16表 消化率 (%)  
Table 16. Digestibility (%)

	第 1 期 Period I	第 2 期 Period II	第 3 期 Period III	第 4 期 Period III
乾物 Dry matter	70.5	68.2	71.4	75.0
粗蛋白質 Crude protein	75.3	75.4	74.2	76.9
粗脂肪 Ether extract	65.0	68.7	68.8	71.3
可溶無窒素物 NFE	74.2	71.1	77.1	81.3
粗繊維 Crude fiber	65.1	61.9	57.6	58.3

し、第3、4期は濃厚飼料多給期とし、同じく TDN 比で濃厚飼料7：乾草3の割合で給与した。用いた濃厚飼料は、泌乳試験に用いたものと同一配合の粉碎および蒸気圧ペーン飼料であった。供試飼料の一般成分は第15表に示したとおりで、泌乳試験のものとはほぼ同じである。

各期後半1週間を本試験期とし、全糞採取法による消化率、ナイロンバッグ法による第一胃内乾物消失率および第一胃内容液の pH, VFA, NH<sub>3</sub>-N 濃度を測定した。ナイロンバッグ法による第一胃内乾物消失率の測定には、200メッシュナイロン布製の3.5×10cmの袋を用い、供試飼料4g、重り11gを入れ、朝の給餌前に第一胃フィステルから同時に5個をそう入し、そう入後4、8、16、24、48時間で取りだし、乾物消失量を測定した。

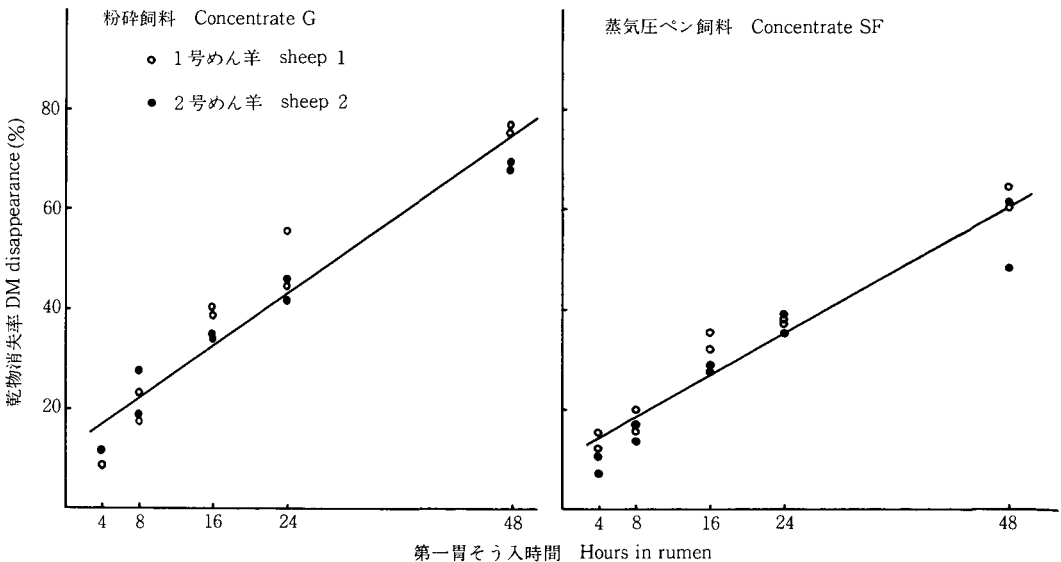
乾物消失量の測定は、「動物栄養試験法」<sup>15)</sup>により行い、ブランク補正は、39°C 恒温水槽内での乾物消失量にもとづいて行った。また第一胃にそう入した飼料は、給飼時の形状のままとし、同一粒度に粉碎はしなかった。測定は各2反復ずつ、すなわち両飼料について4反復ずつ実施した。

第一胃内容液は、各期後半2日間、朝給飼前および給飼後1、2、3、4、6、8時間後に第一胃フィステルから採取し、pHを測定後、分析まで-20°Cで凍結、保存した。VFA総量は水蒸気蒸留法、VFA組成はガスクロマトグラフィ法、NH<sub>3</sub>-Nは直接蒸留法により測定した。

2 結果および考察

(1) 消化率

給与飼料全体について測定した消化率は、第16



第1図 ナイロンバッグ法による乾物消失率  
Figure 1. DM disappearance of concentrate by nylon bag technique

表のとおりである。濃厚飼料少給の第1, 2期では、穀類処理間にほとんど差が認められないが、多給の第3, 4期になると乾物およびNFEの消化率が蒸気圧ペん処理により4%程度高くなることが認められた。また粗繊維の消化率は、濃厚飼料少給期にくらべ多給期で明らかに低下した。穀類の消化率に及ぼす蒸気圧ペん処理の影響については、とうもろこしおよびマイロで粉碎や非加熱圧ペん処理したものにくらべ、乾物、NFE、澱粉などの消化率が向上すると報告されている<sup>3,4,10,11,14</sup>。これらの試験では、穀類が飼料の70~80%をしめており、これに対し本試験では濃厚飼料多給期でも30%程度で、少給期では10%にすぎない。このように飼料全体にしめる穀類割合が低い場合、蒸気圧ペん処理の消化率への影響は認められないものと思われる。

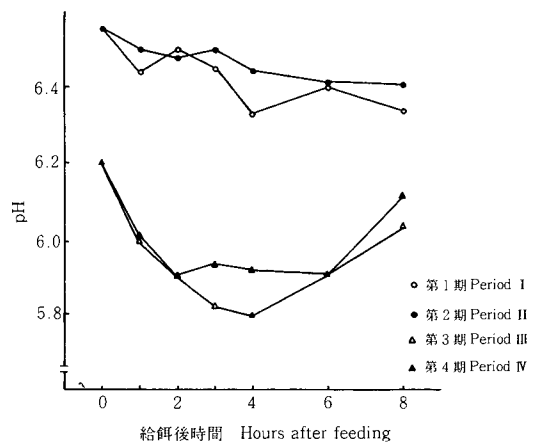
(2) 第一胃内乾物消失率

ナイロンバッグ法による第一胃内乾物消失率を第1図に示した。粉碎飼料では24時間で45%、48時間で75%程度の乾物が消失したのに対し、蒸気圧ペん飼料では24時間で35%、48時間で60%程度と明らかに低い乾物消失率をしめた。穀類の澱粉は蒸気圧ペん処理によってα化し、第一胃内微生物の攻撃を受けやすくなるといわれており、ナイロンバッグ法による結果は、これと矛盾しているように思える。しかし本試験では、飼料の物理的形態の影響を検討することも考慮して、給与時の形態のまま濃厚飼料を第一胃内にそう入したため、両飼料間に物理的形態の違いがみられ、これが第一胃内乾物消失率の差となったものと思われる。FIGROID<sup>®</sup>は、ナイロンバッグ法による蒸気圧ペん処理マイロの第一胃内乾物消失率は、非加熱圧ペん処理したものにくらべ高くなり、この結果は全糞採取法による消化試験の結果と一致するとしている。この場合、飼料は同一粒度に粉碎してあった。また粉碎粒度が小さくなると、乾物消失率が高くなることも認めている。飼料の栄養価判定法としてのナイロンバッグ法の評価については議論のあるところであるが、第一胃内の実際の状態に近づけようとするならば、供試飼料は同一粒度にそろえるより、むしろ給与時の形態のま

ま用いた方が望ましいと思われる。給与時の形態のまま第1胃にそう入し、乾物の消失が遅いということは、滞留時間が長いことにもつながると思われ、ひいては消化率の向上の原因にもなると考えられる。

(3) 第一胃内醗酵の様相

飼料給与前および給与後経時的に採取した第一胃内容液のpH, VFA 総量および組成, NH<sub>3</sub>-N濃度の変化を、第2~5図に示した。pHは濃厚飼料少給の第1, 2期で6.54~6.33, 多給の第3, 4期で6.20~5.79と濃厚飼料多給期が低かったが、処理間に差は認められなかった。VFA 総量には個体差がみられ、一部の例外を除いて1号めん羊が2号めん羊にくらべ高い傾向をしめた。処理間では濃厚飼料の多少にかかわらず、蒸気圧ペん飼料給与で高くなる傾向が認められた。なお経時的には一定の傾向が認められなかった。VFA 組成には、個体差も経時の変化もほとんど認められず、穀類処理間にも差は認められなかった。各酸の割合は、濃厚飼料少給期で酢酸69, プロピオン酸19, 酪酸12%, 多給期で酢酸61, プロピオン酸20, 酪酸16, バレリアン酸3%で、濃厚飼料多給により酢酸がやや減少し、酪酸がやや増加する傾向を認めたが、プロピオン酸には変化がなかった。酢酸/プロピオン酸比は、第1期3.57, 第2期3.70, 第3期3.15, 第4期3.12であった。NH<sub>3</sub>-N濃度は飼料給与前が高く、給与後しだいに低下

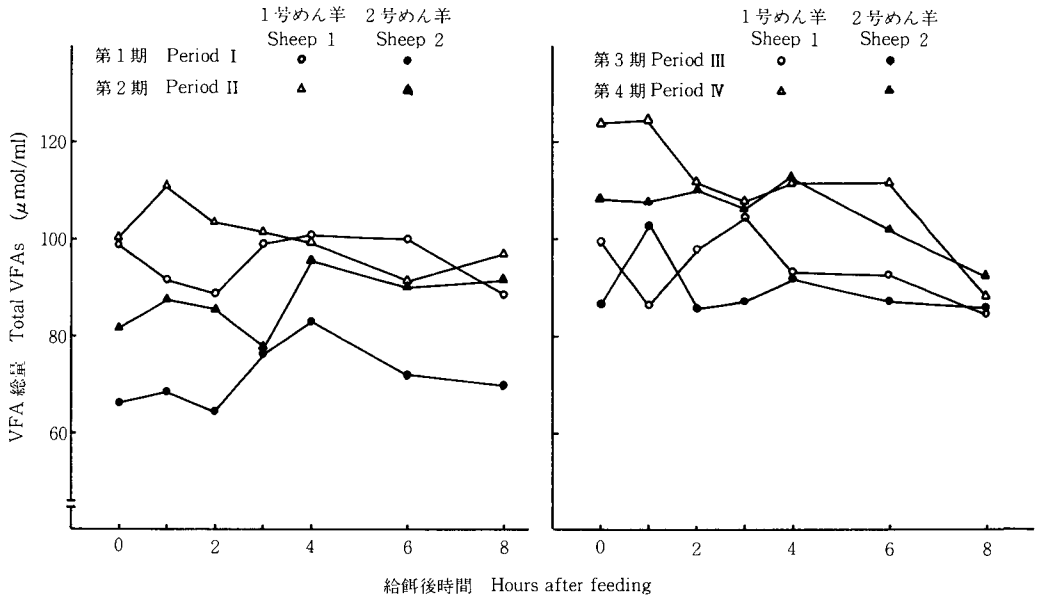


第2図 第一胃内 pH の変化  
Figure 2. Changes of rumen pH

する傾向をしめし、濃厚飼料少給期で24~13 mg /100 ml, 多給期で50~28 mg /100 mlであった。穀類処理間では、ほとんど差は認められなかった。

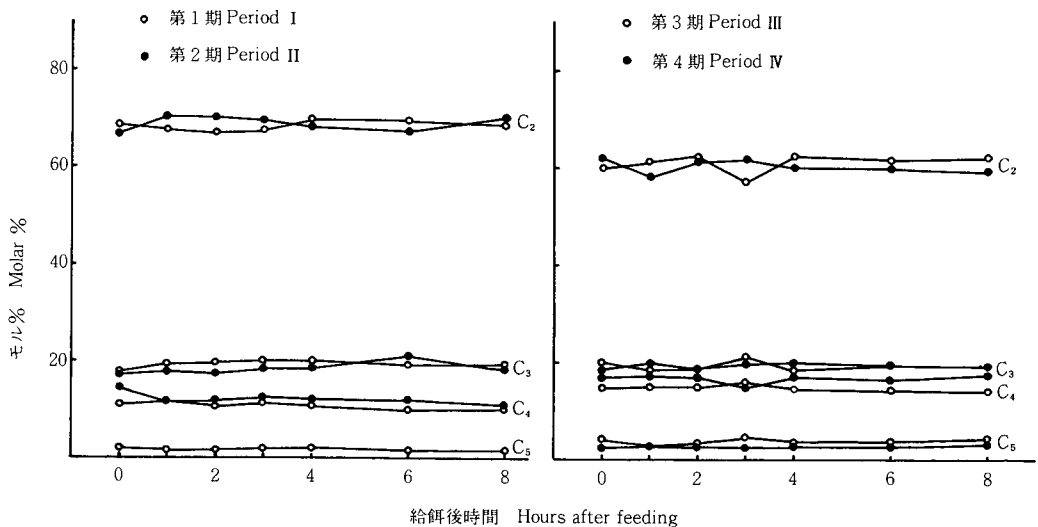
穀類の蒸気圧ぺん処理が第一胃内酵酵に及ぼす影響については多くの報告があるが、その結果はかならずしも一致していない。すなわちとうもろこしとマイロについてののみみても、VFA総量は

粉碎または非加熱圧ぺん処理にくらべて増加するという報告<sup>8,9,18)</sup>と差がない、またはVFA総量が減少するという報告<sup>7,14)</sup>がみられる。VFA組成については、蒸気圧ぺん処理により酢酸が減少し、プロピオン酸が増加する<sup>5,16,18)</sup>、酢酸、プロピオン酸には変化がなく、酪酸が増加する<sup>8)</sup>、および処理による差は認められない<sup>4,7,9)</sup>などの報告がされている。こうした異なる結果が得られた原因として



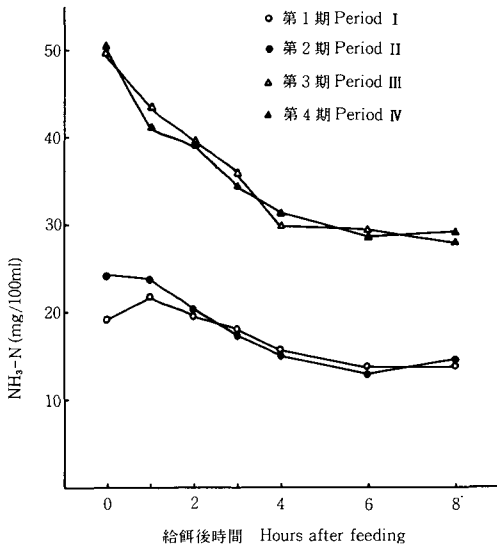
第3図 第一胃内VFA総量

Figure 3. Total VFAs in rumen liquor



第4図 第一胃内VFA組成

Figure 4. Molar ratio of VFAs in rumen liquor



第5図 第一胃内 NH<sub>3</sub>-N  
Figure 5. NH<sub>3</sub>-N in rumen liquor

は、穀類と同時に給与している粗飼料の種類や形態の違いが考えられる。すなわち同時に給与した乾草が粉碎、ペレット化したものの場合、蒸気圧ペん処理により酢酸減少、プロピオン酸増加がおり<sup>5,16,18)</sup>、長いままの乾草または細断程度であれば影響があらわれにくい傾向が認められる<sup>5,7)</sup>。また粗飼料として棉実殻を用いた場合も、処理による影響は小さい<sup>4,8,9)</sup>。粗飼料・濃厚飼料割合の影響については小島ら<sup>12,13)</sup>が大麥と稻わらで試験を行い、大麥の煮沸処理により酢酸/プロピオン酸比は小さくなるが、大麥60%以上ではその差は小さくなり、80%ではむしろ煮沸処理により酢酸/プロピオン酸比が大きくなることを認めている。VFA総量も大麥60%以上では煮沸処理により減少する結果を得ている。穀類の種類によって、とくにとうもろこし、マイロと麦類の間には加工処理の影響のうけ方に違いがあることが知られており<sup>17)</sup>、この結果をただちにとうもろこしやマイロにあてはめることは出来ないが、第一胃内醱酵への影響を検討する際には、飼料構成もつねに考慮しておく必要がある。本試験では、粗飼料として長いままの乾草を用いており、濃厚飼料多給の第3、4期でも風乾物比で40%近く摂取している。このような飼養条件下では穀類に蒸気圧ペん

処理を加えても、第一胃内醱酵に大きな変化をきたすことはないと思われ、より粗飼料割合の大きかった泌乳試験において乳脂率が低下しなかったという成績を裏づけている。また蒸気圧ペん処理による第一胃内乾物消失率の低下とVFA総量の増加という結果は、一見矛盾しているかのように思えるが、第一胃における乾物消失が全て醱酵分解につながるとはいえない。すなわち粉碎穀類は第三胃以降への流出が早いいため、第一胃内乾物消失率が高くてVFA産生はかならずしも高くならず、蒸気圧ペん処理では、その逆の現象がみられると思われる。

#### IV 要 約

乳牛用飼料としての穀類に対する蒸気圧ペん処理の影響を検討する目的で、乳牛による泌乳試験およびめん羊による消化および第一胃内醱酵に関する試験を実施し、次の結果を得た。

1 粗飼料多給下で蒸気圧ペんおよび粉碎処理穀類配合飼料を用い、反転試験法による泌乳試験を実施した。乳量および牛乳中脂肪、蛋白質、無脂固形分含量、4%FCMおよび乳脂肪生産量には処理間に差は認められず、粗飼料多給下では蒸気圧ペん処理が牛乳生産に悪影響を及ぼすことはないと思われる。飼料の嗜好性は蒸気圧ペん処理によって改善された。

2 異なる粗飼料・濃厚飼料給与割合のもとでの消化率および第一胃内醱酵におよぼす穀類の蒸気圧ペん処理の影響をめん羊を用いて調べた。濃厚飼料多給時に乾物およびNFEの消化率が蒸気圧ペん処理により向上した。ナイロンバッグによる第一胃内乾物消失率は蒸気圧ペん処理によって低下した。第一胃内VFA総量は蒸気圧ペん処理によって増加したが、pH、VFA組成、NH<sub>3</sub>-N濃度には処理間に差がみられなかった。穀類蒸気圧ペん処理の第一胃内醱酵に及ぼす影響は、同時に給与する粗飼料の量や形態などに左右されるものと思われる。

#### 謝辞

本試験を実施するにあたり供試飼料を提供して

いただいたホクレン農業協同組合連合会に感謝の意を表する。

#### 引用文献

- (1) BALCH, C. C., D. BALCH, S. BARTLETT, M. P. BARTRUM, V. W. JOHNSON, S. J. ROWLAND & J. TURNER : J. Dairy Res., 22, 270-289, 1955.
- (2) BALCH, C. C., W. H. BROSTER, J. A. F. ROOK & V. J. TUCK : J. Dairy Res., 32, 1-11, 1965.
- (3) BUCHANAN-SMITH, J. G., R. TOTUSEK & A. D. TILLMAN : J. Animal Sci., 27, 525-530, 1968.
- (4) COLE, N. A., R. R. JOHNSON & F. N. OWENS : J. Animal Sci., 43, 490-496, 1976.
- (5) ENSOR, W. L., J. C. SHAW & H. F. TELLECHEA : J. Dairy Sci., 42, 189-191, 1959.
- (6) FIGROID, W., W. H. HALE & B. THEURER : J. Animal Sci., 35, 113-120, 1972.
- (7) FRANKS, L. G., J. R. NEWSON, R. E. RENBARGER & R. TOTUSEK : J. Animal Sci., 35, 404-409, 1972.
- (8) GALYEAN, M. L., D. G. WAGNER & R. R. JOHNSON : J. Animal Sci., 43, 1088-1094, 1976.
- (9) HINMAN, D. D. & R. R. JOHNSON : J. Animal Sci., 39, 417-422, 1974.
- (10) HUSTED, W. T., S. MEHEN, W. H. HALE, M. LITTLE & B. THEURER : J. Animal Sci., 27, 531-534, 1968.
- (11) JOHNSON, D. E., J. K. MATSUSHIMA & K. L. KNOX : J. Animal Sci., 27, 1431-1437, 1968.
- (12) 小島洋一, 川島良治, 上坂章次 : 日畜会報, 40, 51-54, 1969.
- (13) 小島洋一, 川島良治, 上坂章次 : 日畜会報, 42, 79-86, 1971.
- (14) MCNEIL, J. W., G. D. POTTER & J. K. RIGGS : J. Animal Sci., 33, 1371-1374, 1971.
- (15) 森本宏 (監) 動物栄養実験法, 第1版, 450-452, 養賢堂, 東京, 1971.
- (16) NEWLAND, H. W., T. MAGEE, G. A. BRANAMAN & L. H. BLAKESLEE : J. Animal Sci., 21, 711-715, 1962.
- (17) ØRSKOV, E. R. : Proc. Nutr. Soc., 35, 245-252, 1976.
- (18) SHAW, J. C., W. L. ENSOR, H. F. TELLECHEA & S. D. LEE : J. Nutr., 71, 203-208, 1960.

## Studies on the Effect of Steam-flaking Processing on the Utilization of Grains as a Feed for Dairy Cows

Yoshitsune HIROSE, Yasushi ASAHIDA, Masahiko OKUBO,  
Tadami ZUSYO, Akira SUZUKI and Shigeo TADA

Faculty of Agriculture, Hokkaido University

### Summary

To determine the effect of steam-flaking processing on the utilization of grains as a feed for dairy cows, a lactation trial by dairy cows and trials for digestibility and rumen fermentation by wethers were conducted.

1. Under the feeding of high roughage ration, steam-flaked grains were compared with ground grains by a double reversal lactation trial. Milk yield, composition of milk, 4 % FCM yield and milk fat yield were not affected by the grain processing. There were, however, no adverse effects of the processing on milk production when cows were fed high roughage ration. Palatability of a ration was improved by steam-flaking;

2. The effect of steam-flaked grains on the digestibility and rumen fermentation was examined under feeding of a ration with two roughage: concentrate ratios. When high concentrate ration was used, increased coefficients of digestibility were observed in dry matter and NFE by steam-flaking. The rate of dry matter disappearance in the rumen was measured by nylon bag technique. The disappearance rate was lower in steam-flaked grains than in ground grains. Steam-flaked grains feeding resulted in an increase of total VFA concentration in the rumen liquor, but no significant differences were noted in pH values, molar proportions of VFA and  $\text{NH}_3\text{-N}$  concentration in the rumen liquor. It was concluded that the effect of steam-flaked grains on rumen fermentation appeared to vary with the amount and physical form of roughage.