

好气的変敗牧草サイレージの給与がめん羊の 第一胃内性状に及ぼす影響

松岡 栄¹・長内 清¹・石飛はるえ¹・藤田 裕¹

(受理: 1991年5月27日)

Effects of feeding aerobic deteriorated grass silage on the ruminal characteristics of sheep

Sakae MATSUOKA¹, Kiyoshi OSANAI¹, Harue ISHITOBI¹ and Hiroshi FUJITA¹

摘 要

- 1) 好气的変敗サイレージの給与がめん羊の第一胃内性状に与える影響を *in vivo*, *in vitro* の両面から検討した。
- 2) 未変敗サイレージ給与時(対照)と比較して、変敗サイレージを給与した時の第一胃内 pH は高く、アンモニアと VFA 濃度は低かった。また、VFA のモル比については、酢酸の割合が高く、プロピオン酸、酪酸、バレリアン酸の割合は低かった。
- 3) 変敗サイレージ給与後の第一胃内 pH および VFA 濃度を経時的にみると、その変化パターンは通常みられるものとは異なっており、変敗サイレージ給与の第一胃内醱酵への悪影響が示唆された。

キーワード : 好气的変敗, 牧草サイレージ, めん羊, 第一胃内性状

緒 言

サイレージの好气的変敗が進むと、最終的には、サイレージを家畜に給与することができなくなり、莫大な損害を破ることもある。そこまで変敗が進まず、家畜が摂取する程度のときでも、変敗によるサイレージの飼料価値の低下や養分の損失はかなり大きなものであることを前報^{8, 9)}で指摘した。一方、変敗したサイレージを家畜に給与すると、生理的な悪影響を与えることが懸念されているが、この点について検討した報告は少なく、まだ不明な点が多い。

本実験では、変敗サイレージ給与の生理的影響を明らかにする一環として、第一胃内性状に与える影響を *in vivo*, *in vitro* の両面から検討した。

材料および方法

供試サイレージ

サイレージの調製および処理の詳細については前報⁹⁾で述べたが、その概略は以下のとおりである。同一原料草(オーチャードグラス主体の一番草)より調製した高水分(80%)および低水分(55%)サイレージを用いた。サイロから取り出したサイレージをよく

¹ 帯広畜産大学畜産管理学科家畜生産管理学研究室

¹ Laboratory of Animal Production, Department of Animal Production and Agricultural Economics, Obihiro University of Agriculture and Veterinary Medicine, Obihiro, Hokkaido, Japan,

混合してから2等分し、一つは直ちに冷凍保存し(対照区)、他の一つは木枠内に堆積し、7日間放置した後、冷凍保存した(変敗区)。

めん羊第一胃内性状の測定

上記四つのサイレージ(第1表)について、第一胃フィスチュラ装着のサフォーク種去勢雄成めん羊4頭(平均体重66.1kg)を用いて、4×4のラテン方格法により、予備期7日間、糞尿採取期5日間を1期とする消化試験を行った(この結果は前報⁹⁾で報告した)。消化試験の糞尿採取期に引き続き2日間、第一胃内容液をフィスチュラを通して採取し、その性状を調べた。第一胃内容液の採取は、サイレージ給与前、給与後1、

2、3および4時間目の計5回行った。

人工ルーメン法による検討

上記四つのサイレージ(第1表)を乾燥、粉碎して、基質として用い、人工ルーメンによる醗酵試験を行った。人工ルーメンの装置、操作法はTilley & Terry¹⁰⁾の方法に準じたが、基質は1g用い、McDOUGALLの人工唾液とイノキュラムはそれぞれ25mlずつ用いた。これらの培養条件は、予備実験を行い、24時間培養後の培養液のpHが6.0以上であること、またVFA濃度が7~15mmol/100ml¹¹⁾の範囲内にはいることを目安として設定した。

Table 1. Chemical composition and chemical quality of silages

	High moisture silage		Low moisture silage	
	C ^{a)}	D ^{a)}	C ^{a)}	D ^{a)}
Chemical composition ^{b)}				
Dry matter	20.3	18.4	44.4	46.1
Crude protein	14.3	13.6	14.0	12.8
Crude fat	3.9	2.2	3.2	2.8
Crude fiber	31.0	35.9	29.7	34.7
N-free extract	41.4	36.9	43.9	38.9
ADF	37.4	45.7	36.3	45.1
NDF	55.2	62.5	55.4	65.9
Lignin	4.9	8.7	5.0	8.5
WSC	5.5	5.0	8.3	6.1
Energy(Mca/kg)	4.49	4.38	4.39	4.32
Chemical quality				
pH	3.85	8.76	4.24	8.26
Organic acids ^{b)}				
Lactic acid	8.47	0.09	4.15	0.12
Acetic acid	0.94	0.92	1.35	0.41
Propionic acid	trace	0.16	trace	trace
Butyric acid	0.15	0.22	trace	trace
iso-Valeric acid	trace	0.05	trace	0.04
Nitrogenous components ^{c)}				
Soluble-N	55.2	29.3	50.1	32.6
ADIN ^{d)}	8.7	21.3	8.2	22.6
Ammonia-N	8.9	20.7	5.8	16.6

a) C refers to silage freshly taken out of the silo with no rise in temperature. D refers to silage staked for 7 days in the open air after being removed from the silo.

b) % on dry matter basis.

c) % of total nitrogen.

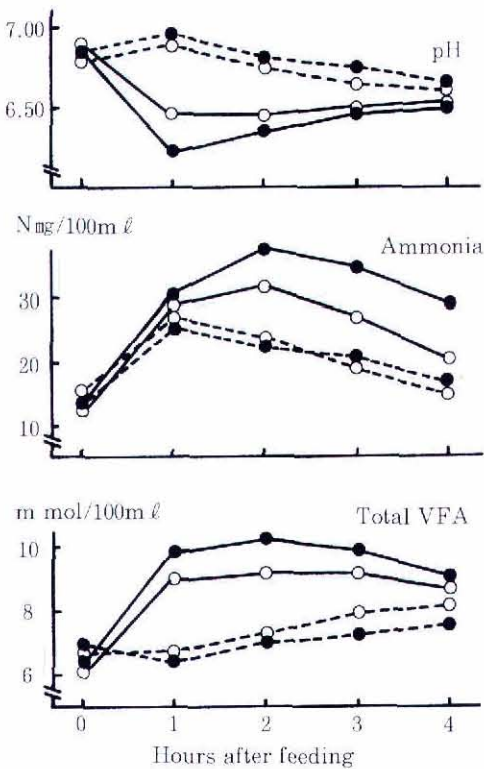
d) Acid detergent insoluble N.

分析方法

試料の分析は前報⁹⁾と同じ方法で行った。

結 果

サイレージ給与後のめん羊の第一胃内pH、アンモニアおよびVFA濃度の経時的変化は第1図のとおりである。



高水分、低水分サイレージ給与時ともに、第一胃内 pH は、対照区で給与後 1 時間目にかなり低下し、その後徐々に上昇したのに対し、変敗区では給与後 1 時間目に僅かに上昇し、その後徐々に低下した。アンモニア濃度は、変敗区で給与後 1 時間目に増加し、その後徐々に減少したが、対照区では給与後 2 時間目まで増加した。VFA 濃度は、対照区で給与後 1 時間目に急激に増加し、2 時間目に最高となり、その後は徐々に減少したが、変敗区では給与後 1 時間目の増加はみられず、その後徐々に増加した。

サイレージ給与後 1, 2, 3, 4 時間目の測定値の平均を求め第 2 表に示した。

- High moisture-control silage
- Low moisture-control silage
- High moisture-deteriorated silage
- Low moisture-deteriorated silage

Fig.1. Changes in pH value and concentration of ammonia-N and total VFA in the rumen of sheep fed on silages with time after feeding

Table 2. Characteristics of the rumen content of sheep fed on silages

	H M S ^{a)}		L M S ^{b)}		SE ^{d)}
	C ^{c)}	D ^{c)}	C ^{c)}	D ^{c)}	
pH	6.38	6.79**	6.50	6.74*	+0.03
Ammonia (N mg / 100ml)	32.9	21.3**	26.8	21.3*	+1.02
Total VFA (m mol/100ml)	9.8	7.1**	9.0	7.6**	+0.21
Molar % of individual VFAs					
Acetic acid	63.9	74.0**	66.2	74.2**	± 0.34
Propionic acid	26.6	19.0**	21.8	18.7**	+ 0.18
Butyric acid	7.5	6.7	9.9	6.7**	± 0.25
Valeric acid	2.1	0.3**	2.2	0.5**	+ 0.16

Each value is the mean of four determinations at 1, 2, 3 and 4 hour after feeding.

a) High moisture silage. b) Low moisture silage.

c) See footnote in Table 1. d) Standard error.

* , **Significantly different ($P < 0.05$, $P < 0.01$, respectively) from the value for control silage

高水分、低水分サイレージともに、変敗区のpHは対照に比べて有意に高く、アンモニアおよびVFA濃度は低かった。VFAのモル比については、変敗区の酢酸の割合は対照に比べて高く、プロピオン酸、酪酸およびバレリアン酸の割合は低く、その差は、高水分

サイレージ給与時の酪酸の割合を除いて、すべて有意であった。

人工ルーメンによる醗酵試験の結果は第3表のとおりである。

Table 3. Characteristics of the medium of artificial rumen, using silages as a substrate

	HMS ^{a)}			LMS ^{b)}		
	C ^{c)}	D ^{c)}	SD ^{d)}	C ^{c)}	D ^{c)}	SD ^{d)}
pH	6.44	6.55*	+0.03	6.35	6.48*	+0.03
Ammonia (N mg/100ml)	15.6	5.0**	+0.32	12.5	4.8**	+0.31
Total VFA (mmol/100ml)	11.2	8.8*	+0.61	11.4	8.5	+1.70
Molar % of individual VFAs						
Acetic acid	59.9	67.1*	±1.62	61.1	66.5*	+1.35
Propionic acid	26.6	25.9	±1.01	28.0	25.6	±1.44
Butyric acid	11.7	6.7*	+1.34	9.7	7.9	±0.81
Valeric acid	1.9	0.4*	±0.26	1.4	0.2*	±0.40

a) High moisture silage.

b) Low moisture silage.

c) See footnote in Table 1.

d) Standard deviation

* , **Significantly different (P<0.05, P<0.01, respectively) from the value for control silage

変敗区の対照区と比較しての変化は、すべての成分について、*in vivo*における変化と同じであった。

考 察

一般に、サイレージが好気的変敗を受けると、成分的には、易利用性の成分(可溶無窒素物、WSC、可溶性蛋白質)が減少し、相対的に繊維成分が増加する^{4, 12)}。このようなサイレージを給与すると、第一胃内の性状に影響を与えることが予測されるが、これまでの著者らの実験⁶⁻⁸⁾では若干の傾向はみられたが、明確なものではなかった。これは、用いたサイレージの変敗がそれ程進んでいなかったためと思われる。ところで、本実験で用いたサイレージは、成分の変化の程度(第1表)、乾物の損失割合(高水分サイレージ20%、低水分サイレージ11%⁹⁾)などからみて、これまで用いたサイレージの中で最も変敗が進んでいたものと考えられた。

本実験では、変敗サイレージ給与時の第一胃内性状の変化は、*in vivo*、*in vitro*ともに同じ傾向が示され、すべての成分で、*in vivo*、*in vitro*の両方、または一方で、対照区との間に有意差が認められた。このこと

から、変敗サイレージを給与すると、第一胃内pHは上昇し、アンモニアとVFA濃度は減少し、また、VFAのモル比については、酢酸の割合が増大し、プロピオン酸、酪酸、バレリアン酸の割合が低下するものと結論された。

一般に、劣質(低品質)サイレージを給与すると、良質(高品質)のものと比較して、第一胃内pHは高くなり、アンモニア濃度が増加し、VFA濃度は減少する^{13, 16)}。第一胃内pHが高いのは、おもにサイレージそれ自体のpHが高いことと、第一胃内アンモニア濃度が高く、VFA濃度が低いことによるものであろう。本実験では、変敗サイレージ給与時には、pHは高かったが、アンモニア濃度は有意に低かった。劣質サイレージでは、蛋白質の分解が進み、非蛋白窒素、アンモニアの割合が多くなっているため、これを給与したとき、第一胃内のアンモニア濃度が高くなるものとされている。本実験の変敗サイレージでも、アンモニアの割合は多かった。しかし、可溶性窒素の割合は少なく、ADINの割合が多かった。このことが第一胃内アンモニア濃度を減少させたおもな原因と思われる。また、変敗サイレージ給与時に第一胃内VFA濃

度が減少したのは、変敗サイレージでは可溶無窒素物、可溶性蛋白質などの易利用性成分が少なくなっていることによるものと推察される。

VFAのモル比については、劣質サイレージ給与時に、プロピオン酸の割合が減少し、酪酸の割合が増加したとする報告が多いようである^{10) 13) 14) 16)}。本実験の変敗サイレージ給与時には、プロピオン酸の割合では同様な変化であったが、酪酸の割合では逆の変化がみられた。劣質サイレージ給与時の酢酸の割合の変化については、増加した¹⁴⁾、減少した¹⁶⁾、大きな変化はなかった^{10) 13)}とする報告があり、様様ではない。本実験では、変敗サイレージ給与時に有意に増加した。一般に、繊維成分の少ない飼料を給与すると、酢酸の割合が減少し、プロピオン酸の割合が増加する^{1) 2) 18)}。本実験の変敗サイレージでは繊維成分含量が対照サイレージより高かった。このことが、対照に比べて、変敗サイレージ給与時の酢酸の割合が高く、プロピオン酸の割合が低かった原因になっているものと思われる。

*in vivo*の試験(第2表)では、変敗サイレージ給与による第一胃内性状の変化割合は、全体として高水分サイレージのほうが大きかった。これは、高水分サイレージのほうが低水分サイレージよりも変敗が進んでいたこと(前報⁹⁾で示された)が反映したものと思われる。

以上、本実験では変敗サイレージ給与が第一胃内性状に与える影響を検討した。変敗サイレージ給与時の測定値(第2表)についてみると、すべて通常みられる値^{11) 17)}の範囲内であった。しかし、pHおよびVFA濃度を経時的に(第1図)みると、その変化パターンは通常みられるもの^{3) 3)}とは異なっており、変敗サイレージ給与の第一胃内醗酵への悪影響が示唆された。

文 献

- 1) BAUMAN, D. E., C. L. DAVIS, and H. F. BUCHOLTZ, Propionate production in the rumen of cows fed either a control or high-grain, low-fiber diet, *J. Dairy Sci.*, 54: 1282-1287, 1971.
- 2) DAVIS, C. L., Acetate production in the rumen of cows fed either control or low-fiber, high-grain diets, *J. Dairy Sci.*, 50: 1621-1625, 1967.
- 3) FENNER, H., F. N. DICKINSON, and H. D. BARNES, Relationship of digestibility and certain rumen fluid components to level of feed intake and time of sampling after feeding, *J. Dairy Sci.*, 50: 334-344, 1967.
- 4) HENDERSON, A. R., J. M. EWART, and G. M. ROBERTSON, Studies on the aerobic stability of commercial silages, *J. Sci. Food Agric.*, 30: 223-228, 1979.
- 5) 和泉康史・岡本全弘・裏悦次, 牧草サイレージの摂取量がウシ第一胃内揮発性脂肪酸の産生に及ぼす影響, *日畜会報*, 45: 200-205, 1974.
- 6) 松岡 栄・尾上富見男・加藤勝幸・藤田 裕, 好気的変敗の程度が異なる牧草サイレージの飼料価値, *日畜会報*, 53: 786-791, 1982.
- 7) 松岡 栄・藤田 裕・高橋潤一・浅野徳昭・越智浩, 好気的変敗が低水分および高水分グラスサイレージの飼料価値に及ぼす影響, *日畜会報*, 56: 913-919, 1985.
- 8) 松岡 栄・安田恵利子・横山紅子・高岡公彦・山口勝彦・藤田 裕, 好気的変敗による牧草サイレージの栄養価の低下と養分の損失, *日畜会報*, 62: 552-557, 1991.
- 9) 松岡 栄・米沢佐知子・石飛はるえ・長内 清・藤田 裕, 牧草サイレージの好気的変敗による飼料価値の低下、養分の損失に及ぼす水分含量の影響, *日畜会報*, 62: 558-564, 1991.
- 10) McCULLOUGH, M. E., L. R. SISK, and W. W. G. SMART, Influence of fermentation in the silo on rumen fermentation, silage intake, and digestibility, *J. Dairy Sci.*, 53: 1042-1045, 1970.
- 11) McDONALD, P., R. A. EDWARDS, and J. F. D. GREENHALGH, *Animal Nutrition*, 3rd ed, 132-144, Longman Group Ltd., London, 1981.
- 12) OHYAMA, Y., S. HARA, and S. MASAKI, Analysis of the factors affecting aerobic deterioration of grass silages, Forage conservation in the 80's, *Brit. Grassl. Soc., Occ. Sym. No. 11*, 257-261, 1980.
- 13) 篠田 満・萬田富治, サイレージの醗酵品質およ

- び多湿乾草のアンモニア処理が子めん羊の成長および消化生理に及ぼす影響. 日草誌, 35 : 309-317, 1990.
- 14) 篠田 満・萬田富治, 不良醗酵サイレージの給与が泌乳牛の第一胃液性状, 血液代謝像および肝機能に及ぼす影響. 北海道農試研報, 153 : 41-51, 1990.
- 15) TILLEY, J. M. A., and R. A. TERRY, A two-stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. J. Brit. Grassland Soc., 18 : 104-111, 1963.
- 16) 内田仙二, サイレージの品質と飼料価値に関する研究(第1報)サイレージの醗酵的品質がヒツジの第一胃内醗酵に及ぼす影響. 岡山大農学報, 51 : 49-55, 1978.
- 17) 梅津元昌, 畜産大事典(佐々木清綱監修). 第1版. 572-594. 養賢堂. 東京. 1964.
- 18) WOODFORD, J. A., N. A. JORGENSEN, and G. P. BARRINGTON, Impact of dietary fiber and physical form on performance of lactating dairy cows. J. Dairy Sci., 69 : 1035-1047, 1986.

Summary

1. In an attempt to clarify the effects of feeding aerobic deteriorated grass silage on the ruminal characteristics of sheep, *in vivo* and *in vitro* studies were conducted, using four rumen-fistulated wether sheep and artificial rumen, respectively.
2. The results were similar between *in vivo* and *in vitro* studies, indicating that ruminal pH value was higher and concentration of ammonia and total VFA were less. As for the molar percentage of each VFA, acetic acid was higher, but propionic, butyric and valeric acids were lower for the deteriorated silage than for the undeteriorated silage (control).
3. The patterns of changes in ruminal pH value and total VFA concentration after feeding aerobic deteriorated silage were different from the so-called normal pattern, suggesting that feeding it might affect adversely rumen fermentation.