

イネ科主体2番草サイレーズの化学組成と 乳牛による摂取量との関係

小倉紀美*

2番草サイレーズの飼養試験成績25点を統計的に分析し、サイレーズの発酵産物及び飼料成分と泌乳牛による摂取量との関係を求めた。飼料の給与条件は、サイレーズは飽食量、乾草は2kg/日、濃厚飼料は乳量(FCM)の1/6量である。乳量、体重及びサイレーズの各種成分をもとにサイレーズの摂取量を推定する重回帰分析を行い次の結果を得た。1)サイレーズの各種成分のうち、偏回帰係数が有意となり乾物摂取量に影響を及ぼしたのは総酸と粗繊維であった。サイレーズの乾物摂取量における乳量と体重の寄与率(R^2)は0.578であったが、変数に総酸あるいは粗繊維を加えることにより、寄与率はそれぞれ、0.753, 0.707に増加した。2)サイレーズのTDN摂取量は乳量、サイレーズのTDN及び総酸含有率で90%説明できた($R^2 = 0.900$)。

緒 言

草類の自由摂取量は飼料成分及び消化率と密接な関係があるといわれているが、草サイレーズの摂取量は、さらに、発酵産物である有機酸やアンモニアなどの影響を受ける。従って、草サイレーズの摂取量を推定するには、これらを総合的に判断する必要がある。

鳶野ら²⁰⁾は、イネ科主体1番草サイレーズの化学的品質及び飼料成分と泌乳牛による摂取量との関係について報告しているが、2番草サイレーズの成績は見当らない。一般に、2番草サイレーズは1番草サイレーズに比較して、高粗蛋白質、低粗繊維含量である²¹⁾が、このことが必ずしも高TDN含量と結びつかない¹⁵⁾。そこで、2番草サイレーズにおける化学的品質及び飼料成分と摂取量との関連性は1番草サイレーズの場合と異なる場合も予想される。

この報告は、イネ科主体2番草サイレーズの化学組成と泌乳牛による摂取量との相関関係を統計的に分析し、摂取量の推定法を検討したものである。

試験方法

供試材料は過去5年間(1969年~1973年)における2番草サイレーズの飼養試験成績25例である。実際に調製したサイレーズは15点であるが、調査の対象としたサイロのうち、20トン容塔型サイロについては、サイロの上, 中, 下層について調査したので、その例数は25となる。

サイレーズの原料草は、いずれも、オーチャードグラス、チモシーなどを主体としたイネ科草で、マメ科草が20%前後混入している2番草である。生育日数は37~84日間である。サイレーズの調製は、フレイル型ハーベスタを用い、高水分のまま20トンまたは10トン容塔型サイロに埋草した。

サイレーズの摂取量調査には、サイレーズ1例につき、分娩後2カ月以上経過した乳牛2~3頭を供試し、成績のとりまとめにあたってはその平均値を用いた。飼料の給与条件は、サイレーズは飽食量、乾草は2kg/日、濃厚飼料(市販乳牛用配合飼料)はFCM日量の1/6とした。試験期間は21日間で、後半の7日間の成績を平均して1日当り摂取量とした。

乳量及び体重も摂取量同様2~3頭の平均値で、乳量は後半7日間の平均値を、体重は試験期間の終了前3日間の平均値を用いた。

供試牛の乳量、体重及び摂取量の平均値と範囲は表

1980年12月1日受理

* 北海道立根釧農業試験場, 086-11 標津郡中標津町

Table 1. Mean values and range of values for voluntary intake of silages, live weight and milk yield.

		Mean	Standard deviation	Range
DM intake	kg/day	10.00	1.10	7.36-12.15
TDN intake	kg/day	5.57	0.99	3.48-7.25
DCP intake	kg/day	1.10	0.29	0.56-1.63
FCM yield	kg/day	13.3	2.4	9.3-18.5
Live weight	kg	591	30	531-638

1に示すとおりである。

サイレージの分析試料採取は本試験期に2~3回行い、その混合飼料を分析に用いた。一般成分の分析は常法により、pHはガラス電極pHメータ、乳酸はBaker and Summerson法¹²⁾、揮発性脂肪酸(VFAs)はガスクロマトグラフにより求め、総酸は乳酸にVFAsを加えた値とした。揮発性塩基態窒素(VBN)は水

蒸気蒸留法により求めた。TDNとDCP含有率の算出には、めん羊により求めた消化率(予備期8日、本期7日の全糞採取法)を用いた。

供試サイレージの化学的品質、飼料成分の平均値と範囲は表2に示すとおりである。

統計分析はスネデカーの方法¹³⁾にしたがった。

Table 2. Mean values and range of values for silage characteristics

		Mean	Standard deviation	Range
Moisture	%	80.8	2.4	77.3-84.6
Crude fiber	% D.M	30.2	1.1	27.9-32.5
Crude protein	% D.M	16.8	2.2	13.0-21.9
TDN	% D.M	55.3	6.6	45.0-65.6
DCP	% D.M	10.8	2.4	7.2-16.0
Total acids	% D.M	10.60	2.67	7.63-16.22
Lactic acid	% D.M	5.98	4.10	0.31-12.83
Acetic acid	% D.M	2.49	1.48	0.76-6.90
Propionic acid	% D.M	0.55	0.66	0-2.76
Butylic acid	% D.M	1.56	2.22	0-6.86
VBN	% D.M	0.33	0.16	0.10-0.83
Lactic/TA	%	46.6	25.4	3.2-76.9
VBN/Total-N	%	12.2	5.0	4.5-23.8
pH		4.24	0.33	3.83-4.90

試験結果

サイレージの乾物摂取量と一般成分、発酵成分、供試牛の乳量及び体重との相関関係は表3に示すとおりである。

有意の相関関係が得られたのは乳量と体重であり、サイレージの各種成分との相関関係は有意とならなかつ

た。これらの結果は表1に示すように、供試牛の乳量と体重にかなりの幅がみられるので、その要求量の違いが強く反映したものと思われる。そこで、乾物摂取量とサイレージの各種成分との関係を重回帰分析により検討した。その結果は表4に示すとおりである。

サイレージの各種成分のうち偏回帰係数が有意となったのは総酸及び粗繊維であった。乾物摂取量と乳量及

Table 3. Correlation coefficients (r) of silage dry matter intake with silage characteristic, live weight and milk yield.

Variable	r	Variable	r
Moisture	0.292	Lactic acid	- 0.164
Crude fiber	- 0.131	Acetic acid	0.015
Crude protein	0.144	Propionic acid	- 0.108
TDN	0.255	Butylic acid	0.015
DCP	0.278	Lactic/TA	0.299
VBN	- 0.016	VBN/Total-N	- 0.082
pH	0.014	FCM yield	0.685 **
Total acids	- 0.322	Live weight	0.561 **

* P < 0.01

び体重との重回帰分析の結果では、その寄与率 (R^2) が 0.578 であったのが、総酸あるいは粗繊維を変数に加えることにより、寄与率はそれぞれ 0.753, 0.707 に増加し、これらが乾物摂取量に影響を及ぼす要因であると判断できた。しかし、総酸、粗繊維、乳量及び体重の 4 項目について乾物摂取量との重回帰分析の結果では、寄与率は 0.773 とわずかに増加したが、粗繊維の偏回帰係数は有意とならなかった。

TDN 含有率と乾物摂取量との相関関係は有意とな

らなかったが、TDN 摂取量との間には有意となり、乳量、体重を含めた重回帰分析の結果、寄与率 (R^2) が 0.842 の次の回帰式を得た。

$$Y = 0.0932 X_1^* + 0.0102 X_2^{**} + 0.1019 X_3^{***} - 7.30$$

さらに、総酸を変数に加えると、寄与率が 0.900 の次の式を得た。

$$Y = 0.1698 X_1^{**} + 0.0056 X_2^* + 0.0946 X_3^{**} - 0.1045 X_4^{***} - 4.12$$

ただし Y : TDN 摂取量 (kg/日), X_1 : 乳量 (FCM,

Table 4. Summary of multiple regression analysis of silage dry matter intake on silage characteristic constituents.

Variable (X)	Partial regression coefficient			Coefficient of determination (R^2)
	X	FCM	Live weight	
Moisture	0.0378	0.1597	0.0220 **	0.624
Crude fiber	- 0.3078 *	0.2394 **	0.0202 **	0.707
Crude protein	0.0956	0.1304	0.0242 *	0.632
TDN	0.0075	0.1700	0.0197	0.583
DCP	0.0717	0.1369 *	0.0189 *	0.559
Total acids	- 0.1894 **	0.3008 ***	0.0132 **	0.753
Lactic acid	- 0.0635	0.2456 **	0.0172 **	0.658
Acetic acid	- 0.0111	0.1913 *	0.0214	0.630
Propionic acid	0.1854	0.2096 **	0.0216 *	0.643
Butylic acid	0.0883	0.1438	0.0253 **	0.638
VBN	0.0721	0.1870 **	0.0216 **	0.627
Lactic/TA	- 0.0011	0.1919 **	0.0214 **	0.630
VBN/Total-N	- 0.0095	0.1854 **	0.0217 **	0.630
pH	- 0.1561	0.1786 **	0.0223 **	0.629
		0.2752 **	0.0069	0.578

* P < 0.05 ** P < 0.01

kg/日), X_2 : 体重 (kg), X_3 : TDN (乾物中%), X_4 : 総酸 (乾物中%), ** $P < 0.001$; * $P < 0.01$; * $P < 0.05$

考 察

飼料のかさと乳牛の採食量との関連性は大きく、粗飼料が主体をなす飼料を与える限りにおいては、第一胃・第二胃の物理的な充満度と第一胃発酵の食塊の通過速度が採食量を調整する重要な要因といわれている⁶⁾。従って、草サイレーズの水分及び粗繊維は摂取量を規制する要因であり、水分含量と摂取量との間に負の相関関係を認める報告^{2,3,5,13,15)}が多い。本報では水分の影響は特に認められなかった。これは供試したサイレーズのすべてが高水分で調製されているので、水分含量の違いは原料草の水分含量を反映していてその差は小さい。一方、水分の多い原料草は生育日数が短かく(生育日数と水分の相関係数 $r = -0.781^{**}$, 生育日数と粗繊維の相関係数 $r = 0.507^{**}$)、品質も良い状態なので負の要因とならなかったものと思われる。一方、粗繊維は乾物摂取量に対し負の影響を及ぼし、一般に認められている事実と同様の傾向であった。

反すう家畜の飼料摂取量は、その可消化養分の濃度に比例する⁶⁾といわれており、これを裏づける研究成績も報告¹⁾されている。しかし、本報では、乾物摂取量とTDN含有率との相関関係は有意でなく上記の報告とは異なる結果を得た。この理由については明らかでないが、Van Soest²³⁾は自由摂取量 (voluntary intake) と消化率の相関関係が草種により異なることを明らかにしている。したがって、今回の結果は2番草サイレーズの特長で1番草とは同一視できないとも考えられるが、さらに検討が必要である。

発酵産物である有機酸やアンモニアなどが摂取量と密接な関係にあることは広く認められている^{4,8,9,10,11,14)}。サイレーズ中のVFAsと乾物摂取量との相関関係は有意に負を示す報告^{4,8,10)}が多いがVFAs、特に劣質化サイレーズに多く含まれる酪酸の添加試験^{7,16,17)}ではその影響はみられず、酪酸の直接的な採食量抑制というより、酪酸の増加はサイレーズの劣質化と結びつくので、それが採食量の低下に関与すると考えられている。

乳酸については、Gordon⁴⁾は、乾物摂取量と正の有意な相関関係を認めているが、McLeod¹¹⁾は、負の有意な相関関係を認めており、当場の成績⁷⁾では、乳酸

の添加は摂取量を低めている。本報では、VFAsあるいは乳酸単独の影響は明らかでなかったが、総酸が乾物摂取量に対し負の影響を及ぼし、McLeodの報告¹¹⁾と同様であった。

VBNあるいはVBN/全窒素と摂取量との関係はVFAsの場合と同様に負の有意な相関関係を示す報告^{4,3,9,14)}が多く、菊地ら⁹⁾は、アンモニアはサイレーズ摂取量を抑制する物質であると報告している。しかしながら、本報ではVBNの影響については明らかでない。また、サイレーズの品質の基準を示すpH、乳酸/総酸などについても摂取量と有意な関係はみられず、発酵産物の影響は一般にいわれるほど明瞭にあらわれなかった。これは、本報ではサイレーズの原料草が同一でない(15種類)、原料草の飼料成分の影響が強かったためと思われる。

発酵産物が摂取量に影響するサイレーズにおいて、推定摂取量を求めることは飼料計算を行う際きわめて有効であるが、さらに、このことは品質の評価と飼料価値査定を合わせた有効なサイレーズ評価基準として利用できる。鷹野²²⁾は、このような考え方で種々の調製条件を含む1番草サイレーズを用いてTDN摂取量 (Estimated TDN Intake: ETI) を算出する式を求め、摂取量を加味したサイレーズ評価法を提唱した。

今回得られた回帰式は、供試牛の乳量、体重が同一水準でないので、要求量の違いがかなり強く反映され飼料成分及び発酵産物の摂取量に及ぼす影響が十分に反映されなかった面はあるが総酸あるいはTDN含量の変化はサイレーズの劣質化、原料草の良悪と結びつくので、サイレーズの評価にも利用できると思われる。

引用文献

- 1) Conrad, H.R.; Pratt, A.D.; Hibbs, J.W. "Regulation of feed intake in dairy cows. I. Change in importance of physical and physiological factors with increasing digestibility". *J. Dairy Sci.* **47**, 54-62 (1964).
- 2) Gordon, C.H.; Derbyshire, J.C.; Kane, E. A. "Consumption and feeding value of silages as affected dry matter contents". *J. Dairy Sci.* **43**, 866-867 (1960).
- 3) Gordon, C.H.; Derbyshire, J.C.; Wiseman, H.G.; Kane, E.A.; Melin, C.G. "Preserva-

- tion and feeding value of alfalfa stored as hay, haylage and direct-cut silage". *J. Dairy Sci.* **44**, 1299-1311 (1961).
- 4) Gordon, C.H.; Derbyshire, J.C., Wiseman, H.G.; Jacobson, W.C. "Variation in initial composition of orchardgrass as related to silage composition and feeding value". *J. Dairy Sci.* **47**, 987-992 (1964).
 - 5) Gordon, C.H.; Derbyshire, J.C.; Jacobson, W.C., Humphrey, J.L. "Effects of dry matter in low moisture silage on preservation, acceptability, and feeding value for dairy cows". *J. Dairy Sci.* **48**, 1062-1068 (1965).
 - 6) 広瀬可恒. "ルミノロジーと飼養技術". 乳牛の科学, 梅津元昌編. 農村漁村文化協会, 1966, p 312-324.
 - 7) 北海道立根釧農業試験場酪農科編. "高水分サイレーズに対する酪酸の添加が摂取量とルーメン内 VFA 組成に及ぼす影響". 昭和45年度根釧農業試験場酪農科事業成績書 (1970) p 72-79.
 - 8) 菊地正武. "乾乳牛の牧草サイレーズ摂取量に及ぼす発酵産物の影響". 日畜会報. **46**, 238-240 (1975).
 - 9) 菊地正武, 柴田章夫, 大島俊三. "牛の牧草サイレーズ摂取量に対する炭酸アンモニウム添加の影響". 日畜会報. **46**, 722-723 (1975)
 - 10) McCullough, M.E. "A Study of factors associated with silage fermentation and dry matter intake by dairy cows". *J. Anim. Sci.* **20**, 288-291 (1961).
 - 11) Mcleod, D.S.; Wilkins, R.J.; Raymond, W.F. "The voluntary intake by sheep and cattle of silages differing in free-acid content". *J. Agric. Sci., Camb.* **75**, 311-319 (1970).
 - 12) 森本 宏監修. "栄養学における特殊な実験法, サイレーズの分析および品質鑑定. 動物栄養試験法" 養賢堂, 1971, p 413-415.
 - 13) Murdoch, J.C. "The effect of prewilting herbage on the composition of silage and its intake by cows". *J. Br. Grassl. Soc.* **15**, 70-73 (1960).
 - 14) 名久井 忠, 岩崎 薫, 八幡林芳. "高品質サイレーズの調製と利用に関する試験, 1. サイレーズの水分水準と飼料成分ならびに家畜の嗜好性との関係" 北農. **41** (2), 13-22 (1974).
 - 15) 小倉紀美, 鷺野 保. "2番草サイレーズの飼料価値に関する研究, 1. 1番草早刈りサイレーズの品質と飼料価値の比較" 北海道立農試集報, **26**, 18-27 (1973).
 - 16) Rusoff, L.L.; Randel, P.F. "Palatability for dairy animals of volatile fatty acids usually found in grass silage". *J. dairy Sci.* **45**, 290 (1962).
 - 17) Rusoff, L.L.; Randel, P.F. "Palatability studies of organic acid mixtures characteristic of good and poor quality grass silage". *J. Dairy Sci.* **45**, 665 (1962).
 - 18) スネデカー. "統計的方法". 畑村又好, 奥野忠一, 津村善郎共訳. 岩波書店, 1963, p 372-401.
 - 19) 鷺野 保, 坂東 健, 小倉紀美, 藤田 保, 坪松成三. "根釧地方における乳牛のサイレーズ主体飼養法を前提とした牧草サイレーズ調製法に関する試験, 3. 慣行タワーサイロによる中水分, 低水分サイレーズの調製とその飼養効果について". 北海道立農試集報. **16**, 63-79 (1967)
 - 20) 鷺野 保, 坂東 健, 小倉紀美, 蒔田秀夫, 吉田悟. "草サイレーズの飼料成分, 化学的品质, 可消化養分含有率, 摂取量などにおける相関関係". 北海道立農試集報. **17**, 16-26 (1968).
 - 21) 鷺野 保, 小倉紀美, 坂東 健. "北海道根室釧路地方産サイレーズおよび乾草の品質と飼料価値" 北海道立農試集報. **21**, 17-31 (1970).
 - 22) 鷺野 保. "北海道根室釧路地方産粗飼料の飼料価値とその評価法に関する研究". 北海道立農試報告, **21**, 26-42 (1972).
 - 23) Van Soest, P.J. "Symposium on factors influencing the voluntary intake of herbage by ruminants: Voluntary intake in relation to chemical composition and digestibility". *J. Anim. Sci.* **24**, 834-843 (1965).

Relationship Between Chemical Composition and Intake of Aftermath Grass Silage by Dairy Cows

Noriyoshi OGURA**

Summary

Statistical analyses were carried out on 25 results obtained under the feeding condition of silage ad libitum, hay of 2kg/day/cow and grain mixture amounting to 1/6 per FCM (4% Fat Corrected Milk) yield.

Following resulted from a multiple regression analysis which allows to estimate a silage intake on the basis of FCM, live weight and chemical composition of silage:

1. Out of chemical compositions, total acids and crude fiber had a significant influence on the intake of dry matter.

2. The coefficient of determination, R^2 , of FCM and live weight in a dry matter intake of silage was 0.578, which increased to 0.753 and 0.707 when total acids and crude fiber were added to the variables respectively.

3. The value of R^2 of FCM, live weight, content of TDN of silage and content of total acids was 0.900 in the intake of TDN of silage.

*Hokkaido Prefectural Konsen Agricultural Experiment Station, Nakashibetsu, Hokkaido, 086-11, Japan.