

日本畜産学会北海道支部賞  
受賞講演

とうもろこしサイレージ主体による乳牛の  
飼養法改善に関する一連の研究

新得畜試乳牛飼養技術研究グループ

坂東 健・岡本全弘\*・出岡謙太郎\*・原 悟志・森 清一・  
南橋 昭・黒沢弘道・中辻浩喜・伊東季春・小倉紀美

(北海道立新得畜産試験場 \*現、北海道立滝川畜産試験場)

## はじめに

十勝、網走地方を中心とする畑地型酪農地帯において、サイレージ用とうもろこしは牧草に比べて、乾物や可消化エネルギーの収量が多く、サイレージ調製が容易であるなどの利点を持っていることから、従来から乳牛の基礎飼料として広く利用されている。ことに近年、早生品種の育成、普及により安定的に黄熟期に調製できるようになり、サイレージの嗜好性や栄養価が向上し、自給飼料の基盤が安定してきた。

しかし、一方では、サイレージの通年給与に伴う二次発酵や、粗飼料間における嗜好性の差異に起因するサイレージの偏食・過食、さらにこれらとの関連で第四胃変位の発生などが問題とされていた。また、乳牛の泌乳能力の向上や多頭数群飼養など飼養環境が大きく変化していることから、これらの問題点を究明するとともに、このような変化に対応する高泌乳牛の自給粗飼料主体飼養技術の開発が急務になっていた。

そこで、とうもろこしサイレージの調製利用、およびこれを主体とする乳牛飼養技術についての一連の試験を実施した。

## 1. 調製利用技術の改善

### (1) 切断長

従来、とうもろこしサイレージの切断長は10mm程

度が望ましいとされていたが、通年給与に伴う二次発酵の防止や糞中の未消化子実量を減少させるために更に微細切した方が良いという考え方と、第四胃変位を防止するという見地から切断長をもっと長くした方が良いとする相対する二つの見解があった。そこで、黄熟期の原料を用いてサイレージを調製し、発酵品質、貯蔵性、消化性、反芻行動、分娩前後における給与効果などに及ぼす影響について検討した。

その結果、切断長5mmは10mmに比べて反芻行動を低下させ、一方、貯蔵性や消化性などを向上させる効果は認められなかった。また、切断長25mmは10mmに比べて、貯蔵性や採食性において劣り、反芻行動を高める効果は認められなかった。

これらの結果に二次発酵に関する成果を加味すると、適正な切断長は黄熟期あるいはそれ以前の収穫において10mmである。枯熟期や強霜にあった原料では5mm程度に細切して調製し、給与時には反芻行動を高める粗飼料の併給が必要である。

### (2) 二次発酵防止

原料の熟期、1日当たりの取出し深さおよびサイレージの密度が開封後の品温やpHに及ぼす影響について検討した。枯熟期は糊熟期および黄熟期に比べて、取出し深さ5cmは10cmおよび15cmに比べて、低密度は高密度に比べて、それぞれ品温やpHが高かった。

また、現地の大型タワーサイロにおけるサイレージの密度および品温について1月(サイロ上部)か

ら7月（サイロ下部）にかけて調査した。サイロごとの1日当たりの平均取出し深さは2.8~5.3cmであり、密度の低いサイロ上部や、密度が高いサイロ下部でも夏期高温時には品温が高かった。

以上、二次発酵を防止するためには、まず黄熟期の原料を用い、10mm程度に齊一に細切し、均平な詰込みと十分な踏加圧により密度を高め、1日当たりの取出し深さを夏期間には10cm以上、冬期間には5cm以上にする必要がある。

### (3) その他

とうもろこしサイレージのミネラル組成を改善するために、リン酸カルシウム剤の添加効果について検討した。この添加により、サイレージの乳酸含量が著しく増加し、好氣的条件下におけるpHや品温の上昇は少なく、ミネラル組成が改善されるなどの効果があった。乳牛の嗜好性から添加の上限は原物

当たり1%程度と考えられた。

## 2. 乳牛飼養法改善

### (1) 粗飼料構成の設定

まず、現地で一般的な出穂揃期のチモシー1番刈乾草と黄熟期のとうもろこしサイレージの採食比率（乾物）を75:25, 50:50, 25:75および0:100として検討した。とうもろこしサイレージの採食比率が高まるにつれて、乾物およびTDNの摂取量、4%FCM量が増加し、乳成分も向上する傾向が認められた。

このように、粗飼料の主体をとうもろこしサイレージにすることにより良好な飼養成績が得られたので、更にとうもろこしサイレージを主体とする場合に併給する牧草の利用形態や草種の影響について検討した。

表1. とうもろこしサイレージ主体混合飼料の粗飼料：濃厚飼料の比率ならびに粗蛋白質含量が摂取量、乳量、繁殖性などに及ぼす影響

(泌乳前期22週間)

処 理	TDN 含 量	乾物摂取量		CP摂取量		DCP摂取量		TDN摂取量		4% FCM量	乳 組 成		増体重	受胎 <sup>1)</sup> 割合	受胎まで の 日 数
		摂取量	体重比	摂取量	充足率	摂取量	充足率	摂取量	充足率		脂肪	SNF			
粗:濃-cp% <sup>1)</sup>	(乾物中%)	(kg)	(%)	(kg)	(%) <sup>2)</sup>	(kg)	(%) <sup>3)</sup>	(kg)	(%) <sup>3)</sup>	(kg)	(%)	(%)	(kg)	(頭/頭)	(日)
50:50-13	74.2	21.1	3.11	2.74	87	2.02	114	15.6	105	30.8	4.0	9.0	27.7	6/6	112
-16	73.9	22.6	3.20	3.55	107	2.79	147	16.5	104	33.5	4.2	9.0	25.7	5/6	137
65:35-13	71.2	19.8	2.89	2.59	83	1.88	106	14.1	94	30.8	4.0	8.9	1.7	6/6	127
-16	70.8	21.8	3.19	3.48	106	2.68	142	15.4	99	32.9	3.9	8.9	18.3	6/6	106
80:20-13	67.6	19.2	2.89	2.53	86	1.83	109	13.0	91	28.6	3.9	8.7	-7.7	5/6	87
-16	67.3	21.1	3.11	3.38	109	2.56	144	14.2	95	30.9	4.0	8.8	-6.7	4/4	144
粗:濃															
50:50	74.1	21.9 <sup>a</sup>	3.16	3.15 <sup>a</sup>	97	2.41 <sup>a</sup>	131	16.1 <sup>a</sup>	104 <sup>a</sup>	32.2	4.1	9.0 <sup>a</sup>	26.7 <sup>a</sup>	11/12	123
65:35	71.0	20.8 <sup>ab</sup>	3.04	3.04 <sup>ab</sup>	95	2.28 <sup>ab</sup>	124	14.8 <sup>b</sup>	96 <sup>b</sup>	31.8	3.9	8.9 <sup>ab</sup>	10.0 <sup>ab</sup>	12/12	116
80:20	67.5	20.2 <sup>b</sup>	3.00	2.96 <sup>b</sup>	98	2.20 <sup>b</sup>	127	13.6 <sup>c</sup>	93 <sup>b</sup>	29.8	3.9	8.8 <sup>b</sup>	-7.2 <sup>b</sup>	9/10	113
cp 含量															
13%	71.0	20.0 <sup>a</sup>	2.96 <sup>a</sup>	2.62 <sup>a</sup>	85 <sup>a</sup>	1.91 <sup>a</sup>	110 <sup>a</sup>	14.2 <sup>a</sup>	97	30.1 <sup>a</sup>	4.0	8.9	7.3	17/18	110
16%	70.7	21.9 <sup>b</sup>	3.17 <sup>b</sup>	3.47 <sup>b</sup>	107 <sup>b</sup>	2.67 <sup>b</sup>	144 <sup>b</sup>	15.4 <sup>b</sup>	99	32.4 <sup>b</sup>	4.0	8.9	12.4	15/16	126

- 1) 粗飼料：濃厚飼料の乾物比—乾物中粗蛋白質含量を示す。
- 2) NRC 飼養標準（1978年版）の要求量に対する割合。
- 3) 日本飼養標準（1974年版）の要求量に対する割合。
- 4) 乳期內受胎割合を示す。処理80:20-16の供試牛6頭のうち2頭は泌乳前期試験終了後売払い。
- 5) a, b, cの異なる文字間に有意差あり。乾物, CP, DCP および TDN の摂取量において年度×粗:濃比間に交互作用あり。

従来、牧草は主に乾草として利用されているが、気象条件による制約が多いために刈遅れになりがちであり、マメ科草の混入割合も低い。これらを改善するために、牧草をサイレージとして利用することが考えられた。そこで、同一原料草から乾草と牧草サイレージを調製し、併給効果について分娩前後および泌乳安定期において検討した。その結果、乾物摂取量、乳量、乳組成、繁殖性などにおいて両粗飼料間に差異は認められなかった。

さらに、刈取時期と窒素施肥量を異にして調製した牧草サイレージ（チモシー1番草）の併給効果について検討した。早刈りサイレージ（出穂始）は遅刈りサイレージ（開花摘）に比べて、DCPとTDNの摂取量、4%FCM量が多く、乳成分も向上した。一方、窒素施肥水準間ではDCP摂取量においてのみ差異があった。

アルファルファ主体およびアカクロバ主体の牧草サイレージの併給効果についてチモシーサイレージを対照として比較検討した。乾物および各種養分の摂取状況、乳量、乳成分量などから、これらのマメ科主体牧草サイレージの併給が望ましいことが明らかになった。

以上、とうもろこしサイレージ主体飼養における併給粗飼料は、従来のチモシー乾草からマメ科草の良く混入した早刈り～適期刈りの牧草サイレージにすることが今後の一つの改善方向である。

## (2) 粗飼料の選択採食の防止

とうもろこしサイレージに他の粗飼料を併給する場合、それらに対する乳牛の嗜好性の差異から特定飼料の偏食や過食を生じ易い。そこで、このような選択採食の防止技術を明らかにするために、低品質乾草の細切・混合給与の効果について検討した。乾草の切断長を3cm以下とし、とうもろこしサイレージと混合して給与することにより選択採食を防止できた。

## (3) 乳期別飼養技術

乾乳期における乾草ととうもろこしサイレージの給与比率の影響について検討した。とうもろこしサイレージ単用給与では乾乳期の日増体重は多かった

が、乾物摂取量は乾乳末期に低下し泌乳初期における増加が少なく、乳量の上昇もほとんど認められなかった。また、分娩直後の血清カルシウム含量が低かった。これに対して、乾乳期乾草単用では乾乳期の日増体重は少なかったが、乾物摂取量は乾乳期に比較的一定で推移し泌乳初期における増加が顕著であり、乳量は速やかに上昇した。乾草ととうもろこしサイレージの乾物比率を2:1にして給与した場合には、乾乳期の日増体重は多く、泌乳初期には乾草単用と同様の良好な推移であった。以上から、乾乳期におけるとうもろこしサイレージの多給は避ける必要がある。

次に、泌乳前期22週間に、とうもろこしサイレージと乾草の乾物比率を2:1、乾物中のTDN含量を65%とする粗飼料と濃厚飼料の給与比率、並びに全飼料中の粗蛋白質含量の影響について、それぞれ組み合わせる混合飼料の自由採食条件で検討した。その結果を表1に示した。粗飼料:濃厚飼料の比率が80:20でも比較的高い乳量であったが、65:35では更に2kg増加した。しかし、これを50:50まで高めても乳量の増加は謹かであった。乳脂率はいずれも良好であり、無脂固形分率も同様に良好であったが濃厚飼料の割合が高まるにつれて増加し、TDN充足率と高い正の相関関係が認められた。また、粗蛋白質16%は13%に比べて、摂取量や乳量において優っていた。血液性状ではいずれも異常は認められなかった。

泌乳後期22週間においても、泌乳前期と同じ粗飼料構成とし、粗飼料と濃厚飼料の乾物比率を、90:10、80:20および65:35、全飼料中の粗蛋白質含量を13%として検討した。乾物摂取量では処理間に大差がなかったが、TDN摂取量は濃厚飼料の割合が高まるのに伴ない増加し、4%FCM日量も20.8、22.6、23.6kgと同様の傾向であった。乳組成はいずれも良好であり、血液性状においても異常は認められなかった。

これらのとうもろこしサイレージ、乾草および濃厚飼料を組合わせた混合飼料の自由採食試験における乾物摂取量 ( $y_1$ : 摂取日量kg,  $y_2$ : 摂取日量体重比%) と4%FCM日量 ( $x_1$ , kg), 日増体重 ( $x_2$ , kg), 体重 ( $x_3$ , kg) の関係は次のとおりであった。

$$y_1 = 1.157 + 0.413x_1 + 2.910x_2 + 0.010x_3$$

(n=57, R<sup>2</sup>=0.876)

$$y_2 = 3.056 + 0.0600x_1 + 0.4100x_2 - 0.00268x_3$$

(n=57, R<sup>2</sup>=0.864)

以上、粗飼料構成はとうもろこしサイレージを主体とし、泌乳前期には、粗飼料と濃厚飼料の比率が65:35、全飼料中のTDNと粗蛋白質の含量がそれぞれ71,16%、泌乳後期には同様に80:20および68,13%とすると、1泌乳期における乾物摂取量は粗飼料で4.4t、濃厚飼料で1.7tであり、粗飼料からのTDN給与率が66%で1泌乳期に8,000kg台の4%FCM量の生産が可能であることを実証的に示した。

#### (4) その他

とうもろこしサイレージ主体飼養時における尿素

入り配合飼料の給与効果について検討した。この配合飼料は尿素が入っていない配合飼料と乳量、乳組成、繁殖性において差異のないことを明らかにした。

## 謝 辞

日本畜産学会北海道支部会賞を受賞するに当たり、御薦選いただいた北海道立滝川畜産試験場長阿部 登氏、北海道立新得畜産試験場長田辺安一氏、北海道立根釧農業試験場長岩淵晴郎氏（現、北海道立中央農業試験場長）、北海道立北農業試験場長斉藤 亘氏、北海道立中央農業試験場畜産部長平山秀介氏（現、同試験場企画情報室長）、並びに試験の遂行に御協力いただいた北海道立新得畜産試験場乳牛科（現、酪農科）をはじめ関係各位に深甚なる謝意を表します。

## 新得畜試乳牛飼養技術研究グループの主な業績

### 1. 日本畜産学会北海道支部大会発表

(1) とうもろこしサイレージ、牧草サイレージ並びに濃厚飼料の組合せ給与がめん羊による消化率に及ぼす影響（第32回大会）

坂東 健・岡本全弘・出岡謙太郎・渡辺 亨

(2) とうもろこしサイレージ主体飼養時におけるマメ科牧草サイレージの併給効果（第37回大会）

坂東 健・出岡謙太郎

(3) とうもろこしサイレージの切断長が乳牛とめん羊の反すう行動に及ぼす影響（第38回大会）

岡本全弘・出岡謙太郎・坂東 健

(4) とうもろこしサイレージを主体とする混合飼料の保存性（第40回大会）

山岡謙太郎・坂東 健

(5) とうもろこしサイレージを主体とする混合飼料のめん羊と乳牛による消化率の比較（第41回大会）

出岡謙太郎・伊東季春・岡本全弘・原 悟志

(6) 高泌乳牛のとうもろこしサイレージ主体混合飼料・自由採食飼養法に関する試験 2. 粗飼

料と濃厚飼料の比率が泌乳後期の飼料摂取量、乳量体重などに及ぼす影響（第41回大会）

坂東 健・出岡謙太郎・原 悟志・森 清一・南橋 昭

(7) 高泌乳牛のとうもろこしサイレージ主体混合飼料・自由採食飼養法に関する試験 4. 乾乳期におけるとうもろこしサイレージと乾草の給与比率が飼料摂取量、乳量並びに体重の推移に及ぼす影響（第42回大会）

坂東 健・出岡謙太郎・原 悟志・森 清一・南橋 昭

(8) 高泌乳牛のとうもろこしサイレージ主体混合飼料・自由採食飼養法に関する試験 5. 泌乳中期における混合飼料の切り替えが飼料摂取量、乳量、乳組成などに及ぼす影響（第43回大会）

坂東 健・出岡謙太郎・原 悟志・森 清一・南橋 昭

(9) 高泌乳牛のとうもろこしサイレージ主体飼養時における乳脂率とその変動要因（第43回大会）  
中辻浩喜・原 悟志・黒沢弘道・小倉紀美

## 2. 日本畜産学会大会発表

- (1) とうもろこしサイレージ多給時における牧草サイレージあるいは乾草の併用が乳牛の飼料摂取量、乳量ならびに体重に及ぼす影響（第70回大会）

坂東 健・出岡謙太郎

- (2) とうもろこしサイレージ主体飼養乳牛の乾乳期・泌乳初期における牧草サイレージと尿素配合飼料の給与効果（第72回大会）

坂東 健・工藤卓二・岸 昊司・出岡謙太郎・森 清一・渡辺 寛

- (3) とうもろこしサイレージと乾草の切断長が乳牛の分娩前後の飼養成績に及ぼす影響（第74回大会）

坂東 健・出岡謙太郎・岡本全弘

- (4) 高泌乳牛のとうもろこしサイレージ主体混合飼料・自由採食飼養法に関する試験 1. 粗飼料と濃厚飼料の比率ならびに粗たんぱく質含量が泌乳前期の飼料摂取量、乳量などに及ぼす影響（第77回大会）

坂東 健・出岡謙太郎・原 悟志・森 清一・南橋 昭

- (5) 高泌乳牛のとうもろこしサイレージ主体混合飼料・自由採食飼養法に関する試験 3. 泌乳期における混合飼料の組合せと飼料摂取量、乳量及び増体量（第78回大会）

坂東 健・出岡謙太郎・原 悟志・森 清一・南橋 昭