

北海道草地研究会受賞論文

草地酪農における粗飼料の飼料価値評価 と効率的利用に関する研究

小倉紀美 (新得畜産試験場)

土地利用型の北海道酪農では、牛乳生産費の約3割を自給飼料費が占めており、自給飼料の調製利用の巧拙が酪農経営の発展に及ぼす影響が大きい。

自給飼料の利用性を高めるには、貯蔵飼料の主体となるべき牧草サイレージの高品質化を図ることが大きなポイントの一つである。サイレージの飼料価値は、草種や番草、生育時期など原料草に係わる要因と水分調節、切断など物理的な調製条件に影響される。これらの要因がサイレージの発酵品質や栄養価、乳牛の飼養効果などに及ぼす影響について多くの研究がなされているが、まだ検討が不十分な事項も少なくない。今回紹介する内容は、サイレージの栄養価を左右する原料草の生育時期の影響について、1番草だけでなく、従来ほとんど検討されていなかった2番草にまで範囲を広げて検討したものである。また、この原料草の生育時期の影響と酪酸発酵の抑制や乾物率を高める低水分化の効果との違いについても述べる。併せて、最近の高泌乳牛飼養に対して、飼料の自給率を低下させないサイレージの利用法について一つの方向を述べる。

粗飼料のミネラルと乳牛飼養との関連については、従来から、比較的試験研究の少ない分野である。エネルギーや蛋白質のようにその過不足が直ちに乳生産に反映することは少ないが、疾病の発症や繁殖性の低下に関与する場合が多く、乳牛の生産性に大きく関与する。紹介する内容は、産乳量の向上と共に発生率が高まった分娩性低カルシウム血症に関する成績のうち、放牧飼養期における発症要因と予防に関する成績及び近年、飼料中の要求量が見直されているマグネシウムの欠乏に関する成績である。

今回栄誉ある受賞に当たりまして、本研究の実施にご指導、ご鞭撻とご協力をいただいた諸先輩、試験場の関係者の皆様に深く感謝します。又、受賞の推薦と決定をいただいた諸先輩、北海道草地研究会会員の皆様に厚くお礼を申し上げます。

1. 牧草サイレージの品質及び乳牛飼養効果

牧草サイレージの飼料価値は、一般にTDNや粗蛋白質の含量で評価されることが多いが、原料草の草種や生育時期の影響だけでなく、調製時の水分調節や切断状態の違いによる発酵品質の影響もあるので、養分摂取量の違いにより評価することが大切である。

(1) 生育時期

牧草は生育日数の進行にともない飼料価値の低下が著しく、サイレージとして給与した場合、養分摂取量や乳生産にも反映する。このことは1番草サイレージだけでなく2番草サイレージでも認められる^{1,2)}。すなわち、図1に示すように1番草サイレージでは、TDNやDCP含量の低下だけでなく乾物摂取量の低下も大きいので養分摂取量の低下が著しい。一方、2番草サイレ

ージでは、図2に示すように、1番草の刈り取り時期にもよるが(ここでは6月下旬)、乾物摂取量は生育段階が進んでも1番草ほどには減少しないが、TDN含量は減少するので、TDN摂取量が減少する。地域や気象条件により異なると思われるが根釧地方では生育日数60日位以降急に飼料価値が低下するようである^{3,4)}。

一般に、蛋白質含量が高く粗繊維含量が低い牧草は生育段階が若いので高い栄養価を持つが、2番草のサイレージや乾草では、粗繊維の消化率が低いので、1番草より高蛋白、低繊維の飼料組成であってもTDN含量は早刈りの1番草より劣る⁵⁾。このため、粗繊維と蛋白質からTDNを推定する方式、例えばアダムスの回帰式は1番草のように当てはまらない⁵⁾。

生育段階の違いによりサイレージからのTDN摂取量が大きく異なることを示したが、次はこのTDN摂取量の差異が乳量にどの程度反映するかを表1に示した。1番草の刈り取り時期の違いがTDN摂取量に及ぼす影響が極めて大きく、これがそのまま乳量に反映し、2番草でも同様に刈り取り時期の遅れが乳量の低下を来した。これに対して、予乾効果によるTDN摂取量の増加は乳量増加に反映しないで体重を増加させる特性を持つと推察される。

刈り取り時期の重要性については、嗜好性や採食量が劣ると言われている泥炭土草地の牧草利用についてもいえる。草種や栽培条件、刈り取り時期などを一般の鈹質土草地と同一条件とすると、採食量や乳量には差がなく、刈り取り時期が遅れると嗜好が低下することを確認した^{6,7,8)}。泥炭土草地産粗飼料の飼料価値改善には、調製中の品質劣化を防ぐため草地基盤や植生の悪化を防ぐ等の環境条件を整える必要があるが、やは

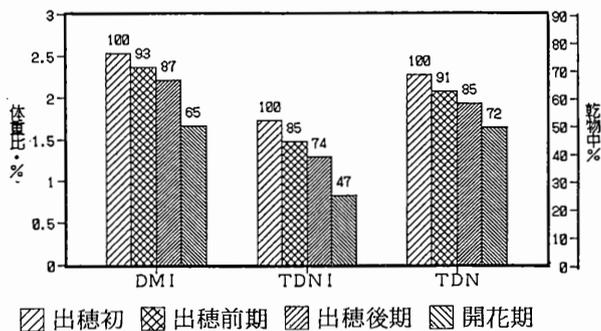


図1 生育期別1番草サイレージの飼料価値変化

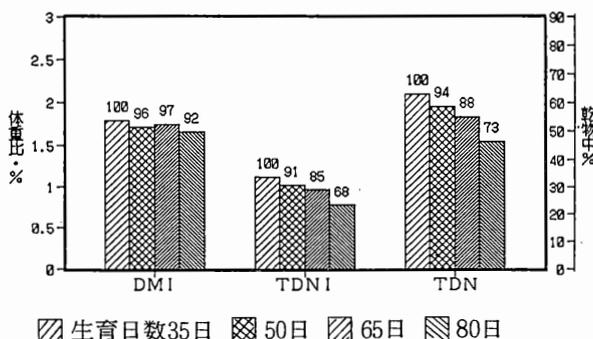


図2 生育期別2番草サイレージの飼料価値変化

表1 サイレージからのTDN摂取量と乳生産の関係

試験区分	処理	TDN摂取量	乳量	体重
生育時期	1-早	9.0	17.8	552
	1-遅	4.4	13.3	536
	偏差	5.0 *	4.5 *	16
	2-早	6.5	14.7	616
	2-遅	4.2	12.7	612
	偏差	2.3 *	2.0 *	4
水分調節	中水分	9.8	17.3	547
	高水分	8.7	17.4	536
	偏差	0.9 *	-0.1	9
	低水分	8.3	16.1	576
	高水分	7.5	16.6	563
	偏差	0.8 *	-0.5	10

単位: 摂取量及び乳量(kg/日)、体重(kg)

り基本的には刈り遅れを避けることが肝要である。

(2) 水分調節

水分調節がサイレージの品質と飼料価値に及ぼす影響をみると、図3に示すように、TDN含量は原料草に由来するので、一般に、水分調節の影響はほとんどないが、低水分化し過ぎると収穫中に栄養価の高い葉部が飛散し、TDN含量が低下することがある⁹⁾。乾物摂取量は低水分化することにより10%前後は増加し、これにともないTDN摂取量も増加する。摂取量増加の理由は乾物率の増加もあるが、品質向上も大きな要因となっており、サイレージの発酵品質が乳牛の摂取量に及ぼす影響について検討した結果、乳酸/総酸の高いサイレージは摂取量が多く、総酸含量の多いサイレージ、すなわち、発酵が進んだり不良発酵のサイレージの摂取量は少ないことが認められる^{10,11)}。

サイレージの低水分化は、ルーメン内発酵を変化させ、低水分になるほど酢酸の比率が増加することを認めた⁹⁾。これは、表1に示すように低水分サイレージはTDN摂取量が高まっても乳量増加に反映せず、体重増加にまわる理由の一つと思われる。泌乳初期の高泌乳牛は、体重の減少を起こしやすいので、高水分より予乾したサイレージの方が向いている。

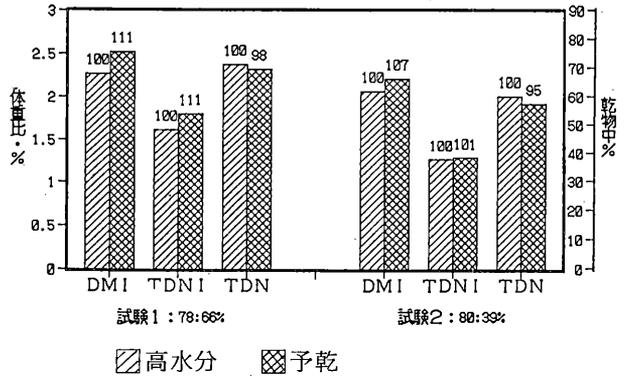


図3 水分含量別サイレージの飼料価値変化

これらのサイレージの飼料価値に関する成績は近年改訂した牧草サイレージ品質評価基準に活用されている。

(3) 高泌乳牛に対する粗飼料の組み合わせ利用

乳牛の能力が向上し、高品質の粗飼料がより一層必要となっている。そのため、飼料調製に当たっては、上記のように先ず刈り取り時期が重要であり、さらに、摂取量を高めるマメ科牧草の利用についても効果が期待される¹²⁾。

一方、蛋白質含量と繊維質に優れた牧草サイレージと澱粉を多く含むとうもろこしサイレージの併用は自給飼料の比率を高く保ちながら牛乳の高位生産を行う飼養形態として期待される。濃厚飼料の給与水準が比較的少ない場合、両者の組み合わせ利用は、粗飼料を牧草サイレージだけ給与する場合よりエネルギー摂取量が高まり、乳量だけでなく、乳脂肪率や乳蛋白質の向上にも反映する^{13,14)}。

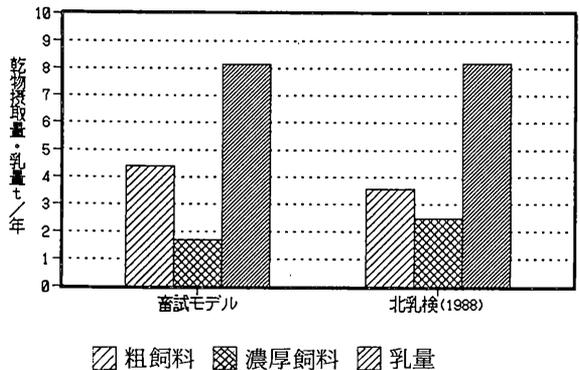


図4 高位乳生産における飼料構成の比較

1 乳期 8 千 kg 程度を生産する乳牛に対し、とうもろこしサイレージと牧草サイレージの併用により、1 乳期の濃厚飼料給与量を 2 トン未満とすることが十分可能であり、現状の濃厚給与水準に比べると 20% 以上の節約できることを実証した (図 4) 15)。

品種改良や栽培法の発達により飼料用とうもろこしの利用地域の拡大が可能なので、今後、自給粗飼料の効率的な利用技術として発展させるべき方向の一つと思う。

2. 牧草主体飼養における乳牛のミネラル栄養と代謝障害

(1) 自給粗飼料の無機成分含量

調製、利用条件別に牧草飼料中の主要無機成分含量の実態を明らかにし、日本飼養標準と地域の給与基準から粗飼料から牧草主体の飼養法ではどのミネラル成分が乳牛の飼養にとって問題となるかを調査した 16)。牧草中の磷含量は生育段階が進むにつれ減少するので、サイレージや乾草の磷含量は放牧草に比べ、1/2 程度である。また、カルシウムやマグネシウム含量の変動要因はマメ科牧草が含まれる割合の他に季節も関係あり、春の放牧草や早刈りの 1 番草飼料は低い。草種別に比較すると、同じイネ科草でもチモシーやケンタッキーブルーグラスはオーチャードグラスやメドウフェスクよりマグネシウム濃度が低く、特に 1 番草で低いのが特徴である 17)。従って、マメ科牧草の混播はカルシウムやマグネシウム含量を高めるので意義が大きい。チモシー主体サイレージの乳牛飼養では、表 2 に示すように磷不足を起こしやすく、マグネシウム含量も NRC 飼養標準 (1988) に従うとボーダーライン上にある場合が多い。

表 2 牧草主体飼養において無機成分の不足が予想される粗飼料の割合

対象牛	飼料区分	Ca	P	Mg
泌乳牛	サイレージ	0	7.0	2.1
	乾草	4	9.0	4.2
	放牧草	0	4	1.5

単位: %

慢性的なマグネシウム欠乏が乳生産や疾病の発症に及ぼす影響については不明の点が多いが、一つには低酸度 2 等乳の原因になると云われている。実際の飼養条件下において、できるだけボーダーラインに近いマグネシウム給与水準を対照区としてマグネシウムの補給効果を検討した 18)。

低酸度 2 等乳の一つの特徴として、乳中のカルシウム濃度が高まると言われているが、表 3 に示す本試験の結果では、低酸度 2 等乳の発生は認められなかったが、対照区の乳中カルシウム濃度が高く、飼料マグネシウムの欠乏との関連を示唆するものであり、今後さらに検討を要する。

表 3 泌乳牛に対する Mg 剤の補給効果

	Mg 1 区	Mg 2 区	対照区
Mg 濃度 (%)			
サイレージ	0.1	0.1	0.1
全飼料	0.21	0.21	0.14 *
血液 Mg (dl/mg)	2.16	2.20	2.13
乳量 (kg/d)	22.0	22.6	22.0
乳脂肪 (%)	3.71	3.67	3.52
乳 Ca (mg%)	101	99	103 *

*: 5% 有意

(2) 乾乳牛の放牧利用と分娩性低カルシウム血症

乳牛が乳生産を順調に行うには分娩前後の代謝障害を防ぐことが重要である。乾乳牛の放牧飼養は省力的なことから広く利用されている有効な技術であるが、草地の条件が良いと日増体量が

1.4 kg位にもなり、過肥となりやすく、カルシウムやマグネシウム代謝障害による起立不能症を起こす一つの要因となる。

秋の栄養価の高い牧草を摂取した乳牛が分娩時に起立不能となることがよくある。そこで、夏から秋にかけて、放牧草のミネラルや蛋白質、TDN含量及び養分摂取量と分娩性低カルシウム血症との因果関係を検討した結果、分娩前のカルシウムの過剰摂取に加えて、表4に示すように分娩前の蛋白質の過剰摂取が本症の発生要因の一つとなることが判った¹⁹⁾。これらの結果から、乾乳牛の放牧飼養においては、分娩予定の2週間前から放牧を制限し、蛋白質やカルシウムの過剰摂取を避け、ルーメン発酵を正常に保つような飼養管理が本症の予防に有効である(表5)²⁰⁾。

表4 生草給与時における乳牛の分娩前の養分摂取量と分娩時の血液成分

牛 群	低Ca血症群	正常群	
養 分 摂取量 (kg.g/d)	TDN	7.2	6.7
	DCP	1.54	1.19 *
	Ca	90	84
	P	43	40
	Mg	15	14
血 液 成 分 (dl/mg)	Ca	5.69	8.88 *
	Pi	2.25	3.39 *
	Mg	1.83	2.10
	BUN	35.3	25.7 *

*: 5%有意

表5 放牧飼養の改善による分娩性低Ca血症の予防

処 理	分娩前摂取		試験 頭数	起立 不能	低Ca 血症	分娩後血漿成分	
	DCP	Ca				Ca	Pi
	kg	g				mg/dl	
全日放牧	-	-	7	2	3	7.29	2.59
放牧+乾草	-	-	6	0	0	8.92	4.55
生 草	1.18	78	7	0	1	7.55	2.11
生草+乾草	0.91	61	6	0	0	8.43	3.01
生草+乾草							
Ca150g	0.92	155	6	0	2	8.16	2.98
100g	1.13	113	6	0	0	8.25	3.47
50g	1.04	58	6	0	0	8.39	3.16

主要な発表論文・報告

- 1) 鷲野 保・坂東 健・蒔田秀夫・小倉紀美・吉田 悟・坪松戒三: 刈取時期別サイレージの化学的品質と乳牛飼養効果比較試験、北農35巻2号(1968)
- 2) 小倉紀美・鷲野 保: 2番草サイレージの飼料価値に関する試験、第1報1番草早刈りサイレージと2番草サイレージの品質と飼料価値の比較、道立農試集報26号(1973)
- 3) 小倉紀美・鷲野 保: 粗飼料の飼料価値評価法に関する試験、第10報生育時期別2番乾草の飼料価値とその栄養価査定法、北草研報6号(1972)
- 4) 小倉紀美・鷲野 保: 生育時期別2番草サイレージの品質と乳牛飼養効果、北草研報6号(1972)
- 5) 小倉紀美・坂東 健・蒔田秀夫・中川忠昭・吉田 悟: 粗飼料の可消化養分含量推定法の検討、再生草への応用を中心として、北草研報8号(1974)
- 6) 小倉紀美・住吉正次・中村克己・湯本節三: 泥炭地産乾草と鉦質土草産乾草の嗜好性および採食量の比較、北草研報21号(1987)
- 7) 小倉紀美・中村克己・湯本節三・伊藤憲治: 泥炭地産乾草の草種構成と嗜好性の関係について、

北草研報19号(1985)

- 8) 天北農試：泥炭地牧草の採食性不良の原因とその対応策、平成2年北海道農業試験会議資料(1990)
- 9) 鳶野 保・坂東 健・小倉紀美・藤田 保・坪松戒三：根釧地方における乳牛のサイレージ主体飼養法を前提とした牧草サイレージ調製法に関する試験、第3報慣行タワーサイロによる中水分、低水分サイレージの調製とその飼養効果、道立農試集報16号(1967)
- 10) 鳶野 保・坂東 健・蒔田秀夫・小倉紀美・吉田 悟、草サイレージの飼料成分、化学的品質、可消化養分含有率、摂取量などにおける相関関係、道立農試集報17号(1968)
- 11) 小倉紀美：イネ科主体2番草サイレージの化学組成と乳牛による摂取量との関係、道立農試集報45号(1981)
- 12) 小倉紀美：北海道の草地農業におけるマメ科牧草栽培の意義(シンポジウム)、マメ科牧草の飼料特性、北草研報20号(1986)
- 13) 和泉康史・黒沢弘道・小倉紀美・石田 亨・尾上貞雄：牧草サイレージ及びとうもろこしサイレージの給与量が養分摂取量及び乳生産に及ぼす影響、日本畜産学会報53巻10号
- 14) 小倉紀美・和泉康史・尾上貞雄・黒沢弘道：牧草サイレージに対するとうもろこしサイレージの補給が泌乳牛の血液成分に及ぼす影響、日本畜産学会北海道支部会報24-1(1981)
- 15) 小倉紀美：国際化時代における日本型草地酪農の構築(シンポジウム)高泌乳牛飼養における粗飼料の効率的利用、北草研報24号(1990)
- 16) 小倉紀美・佐野信一：北海道根室地方産粗飼料の無機成分含量、道立農試集報36号(1977)
- 17) 小倉紀美・石田 亨・阿部英昭：放牧型牧草の草種及び刈り取り回次別無機成分含量、北草研報11号(1977)
- 18) 小倉紀美・尾上貞雄・和泉康史・亀岡喧一・大森昭一郎・米村寿男：塩基性炭酸マグネシウムの添加が乳量、乳組成及び血液成分に及ぼす影響、第68回日本畜産学会大会講演要旨(1987)
- 19) 小倉紀美・尾上貞雄・佐野信一：生草給与時にみられた乳牛の分娩性低Ca血症と分娩前の養分摂取量との関係、畜産の研究35(1981)
- 20) 中村俊一・尾上貞雄・小倉紀美：制限放牧あるいは生草刈取り給与における乾草併給が乳牛の分娩性低カルシウム血症に及ぼす影響、畜産の研究41(1987)