

北海道草地研究会賞受賞論文

メドウフェスク草地を焦点とした搾乳牛の集約放牧技術の確立に関する研究

須藤 賢司

Establishment of an Intensive Grazing System for Lactating Cows Focusing on Meadow Fescue Pasture

Kenji Sudo

はじめに

近年、所得率向上や労働軽減等の観点から、放牧主体の乳牛飼養方式が徐々に見直されつつある。一方、乳牛の育種改良により産乳能力が向上し、乳牛飼養には高栄養粗飼料の安定的給与が求められている。このため、面積あたり放牧頭数や牧草の季節生産性への配慮を欠いた従来の粗放な放牧方式では現在の乳牛飼養体系に対応できず、放牧技術の高度化が求められている。集約放牧は高栄養草種の利用、短草利用、季節による放牧面積と輪換日数の変更(放牧採草兼用利用)、電気牧柵の利用などを特徴とする放牧方式であり(落合1995)、高栄養放牧草を安定的に供給することが可能と考えられる。そこで本研究では、北海道・東北・中部高冷地を中心とする寒地型牧草が安定的に越夏可能な地帯を対象に、搾乳牛の集約放牧技術を確立することを第一の目的とした。このため、本放牧方式の産乳性を検証するとともに、集約放牧草地の利用方式を数値に基づき提示するため、集約放牧条件下における草地と放牧牛に関わる係数を収集・整理した。また、供試草種は道東を中心とする少雪土壤凍結地帯における集約放牧用草種として期待されているものの、集約放牧条件下での特性が未解明であるメドウフェスク(Mf)(澤田1995)、ならびに対照として集約放牧に最適とされるペレニアルライグラス(Pr)とし、Mfの適正な集約放牧利用法を明らかにすることを第二の目的とした。

1. Mf草地とPr草地の産乳性

Mf草地とPr草地の産乳性を比較検討するため、両草地を用いた昼夜放牧を実施した。ホルスタイン種春季分娩牛を両草地に各4頭ずつ昼間1日輪換放牧し、夜間は8頭1群とした上で、オーチャードグラス(Og)・Pr・シロクロバ(Wc)主体の1牧区制放牧地に放牧した(図1)。昼間放牧地は放牧採草兼用利用、夜間放牧地は放牧専用とした。併給飼料は1日2回の搾乳前に給与した。試験は5年間にわたり、毎年5-11月の約180日間行った。その結果、Mf草地とPr草地に放牧された牛群間に、日4%脂肪補正乳(FCM)量と乳成分(図2)、ボディコンディションスコア(BCS)と血液成分(尿素窒素BUN、血糖Glu、遊離脂肪酸NEFA)(図3)に関する有意差は認められなかった。供試牛の平均BCSは2.9であったが、

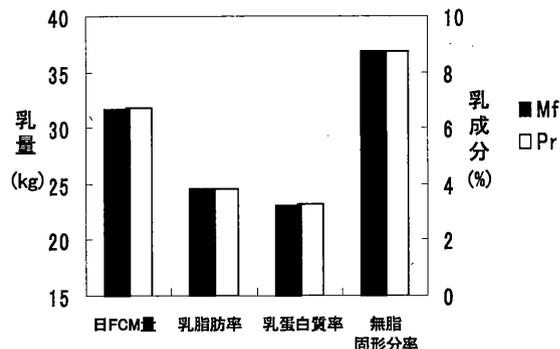


図2 放牧期間中の平均乳量と乳成分

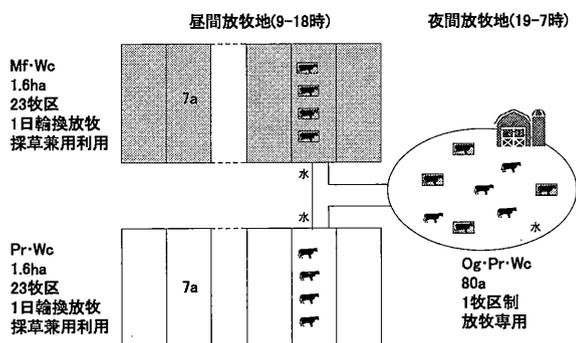


図1 供試草地と牧区配置ならびに放牧方法

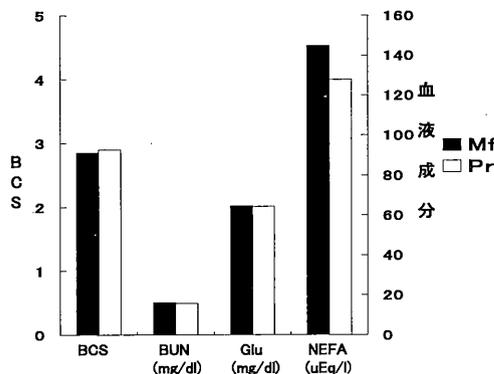


図3 供試牛のBCSと血液成分の平均値

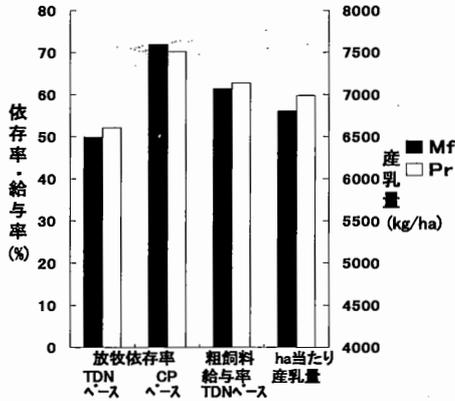


図4 飼料構成とha当たり産乳量

血液成分値 (木田1996) から見て、長期的なエネルギーの不足はなかったものと判断された。放牧依存率 (放牧期間中に必要なTDNのうち放牧草から供給された割合) と粗飼料給与率 (放牧期間中に必要なTDNのうち粗飼料から供給された割合) ならびに1ha当たり産乳量 (産乳量×粗飼料給与率÷草地面積) に牛群間で有意差は認められなかった (図4)。供試牛の飼料構成はTDNベースで概ね放牧草: 併給粗飼料 (グラスサイレージ・乾草): 濃厚飼料 (配合飼料・圧ペントウモロコシ・ビートパルパペレット等) = 5:1:4となった。なお、CPベースでの放牧依存率は約70%であった。両牛群とも、放牧期間中の粗飼料給与率は試験1年目を除き60%以上、平均日FCM量は32kgを示した。また、1ha当たり産乳量は両牛群ともにFCM量で最高8500kgに達し、これらは集約放牧の効果と考えられた。以上の結果から、Mf草地にはPr草地と同等の産乳性があることが明らかとなった。

2. 放牧草採食量に影響する要因

放牧飼養では牛に放牧草を十分採食させ、放牧依存率を向上させることが肝要である。そこで、搾乳牛の放牧草採食量に影響する要因を解明するため、前述の昼間放牧地では前後差法、夜間放牧地では Linchan の方法 (Linchan ら 1947) により群単位で放牧草採食量を測定し、昼夜合算の放牧草採食量を目的変数とする重回帰式を求めた。調査項目のうち、昼間放牧地ならびに夜間放牧地の草量と放牧草のTDN含有率、併給飼料摂取量、乳量を説明変数の候補とした (表1)。その結果、放牧草採食量には草量が大きく影響し、草量の増加に伴い放牧草採食量が増加すること、併給飼料摂取量が増すと放牧草採食量は減少することが明らかとなった (式1)。放牧草のTDN含有率による影響は小さく、また、乳量の影響は認められなかった。Meijs (1981) は放牧草の消化率と放牧草採食量との関係について、牧草の乾物消化率が70%以下の場合には両者は正の関係にあるが、乾物消化率が70%以上の場合には両者間の関係が弱まると述べている。70%の乾物消化率はTDN含有率では66%に相当する

表1 調査項目の平均値、標準偏差 (s. d.) および変動係数

調査項目	平均	s.d.	変動係数
草量 (g/m²)			
昼間放牧地	164.1	66.3	40.4
夜間放牧地	99.2	25.7	25.9
放牧草のTDN含有率 (乾物%)			
昼間放牧地	70.9	4.2	6.0
夜間放牧地	68.1	4.5	6.6
併給飼料摂取量 (乾物kg/体重100kg)			
日FCM量 (kg/頭)	31.3	5.2	16.4
放牧草採食量 (乾物kg/体重100kg)			
昼間放牧地	1.41	0.67	45.6
夜間放牧地	0.34	0.12	36.2

式1 放牧草採食量推定のための重回帰式

$$Y = 0.60 + (6.58 \times 10^{-3}) X_1 + (5.22 \times 10^{-3}) X_2 - 0.28 X_3$$

Y: 放牧草採食量 (乾物kg/体重100kg)

X₁: 昼間放牧地の草量 (乾物g/m²)

X₂: 夜間放牧地の草量 (乾物g/m²)

X₃: 併給飼料摂取量 (乾物kg/体重100kg)

n = 128

R² = 0.59

(Heaney and Pigden1963)。搾乳牛を供試した本試験における放牧草のTDN含有率は昼間放牧地で平均70.9%、夜間放牧地で平均68.1%を示し、境界値となる66%を上回っていた。また、その変動係数は昼間放牧地で6.0%、夜間放牧地で6.6%と小さく、放牧草のTDN含有率は狭い範囲に維持されていた。以上の2点が、本試験において放牧草採食量に対する放牧草のTDN含有率の影響が小さかった原因と考えられ、放牧草の栄養価を高水準に維持し、その変動幅も小さくできる集約放牧の効果と言えよう。一方、本試験では乳量と放牧草採食量との間に見かけ上負の相関関係 (r=-0.26, P<0.05) が認められた。そこで、放牧草採食量と乳量との関係に対する他の要因の影響を除くため、両者間の偏相関係数を算出したところ、有意ではなかった。したがって、放牧草採食量への乳量の影響はなかったと言える。これに対して、放牧草採食量と併給飼料摂取量との偏相関係数は有意であった。以上の結果について、本試験では乳量に応じて濃厚飼料給与量を増したため、乳量と併給飼料摂取量との間に高い相関関係が生じ、濃厚飼料の増給による放牧草採食量の減少が、乳量の増加に見かけ上起因するのようには見えたと考えられた。

1日輪換放牧を行った昼間放牧地における割り当て草量 (乾物kg/体重100kg) と放牧草採食量 (乾物kg/体重100kg) ならびに放牧草からのTDN摂取量 (kg/体重100kg) との関係を検討した (図5、6)。その結果、割り当て草量が8kg未満の場合、Mf、Pr両草地において割り当て草量と放牧草採食量ならびに放牧草からのTDN摂取量との間に正比例関係 (R²=0.7以上) が認められた。以上の関係について、草種別の2つの回帰式の併合の可否により、MfとPrの草種間差の有無を検討したところ、割り当て草量が等しい場合、Mf草地の放牧草採食量はPr草

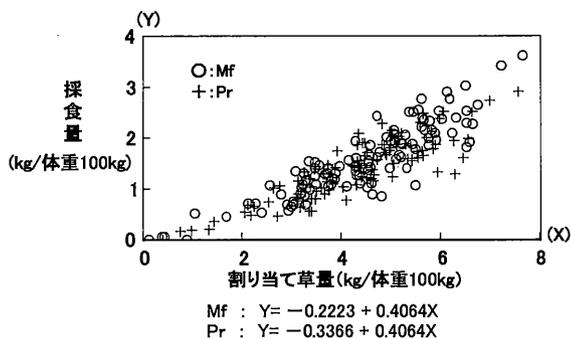


図5 割り当て草量 (乾物) と放牧草採食量との関係

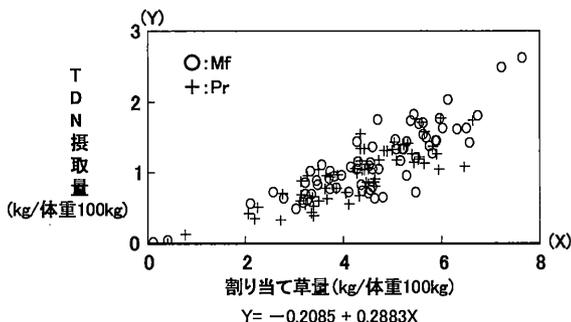


図6 割り当て草量 (乾物) と放牧草からのTDN摂取量との関係

地を上回るものの、その量は体重 100kg 当たり 0.11kg (体重 650kg で 0.72kg) とわずかであった。また、放牧草からの TDN 摂取量については草種間差が認められず、草種が Mf か Pr であるかを考慮せずに併給飼料の設計が可能と考えられた。

以上の結果から、集約放牧により草地を短草利用する際に、放牧草採食量を維持・増進する上で最も重視すべき事項は割り当て草量であることが明らかとなった。

3. Mfの集約放牧特性

集約放牧用草種の適正な利用草丈は、Pr 草地で 20cm 程度 (川崎 1992)、TY 草地で 30cm 程度 (酒井ら 1996) とされているが、Mf 草地については明らかではない。そこで、集約放牧条件下における Mf 草地の利用草高が収量、栄養価、永続性に与える影響を明らかにするため、利用草高を管理した 60m² の放牧専用処理区を設け、7 年間にわたり、区内の草高が所定の値 (20cm と 25-30cm の 2 水準を設定) に回復する毎に平均体重 530kg のホルスタイン種未経産牛 4 頭を約 1 時間放牧した。また、Mf 集約放牧草地の 1 番草採草兼用利用、1・2 番草採草兼用利用を想定した処理区も 5 年間にわたり設置し、採草後は放牧専用処理区と同様の放牧を行うことにより、永続性に採草兼用利用が与える影響もあわせて調査した。その結果、Mf 草地を草高 20cm で放牧専用利用した場合、同様な利用をした Pr 草地に比べ収量と栄養価は同等であり、利用率は上回ったが、Mf の出現頻度が経年的に低下し、永続性に問題があった。Mf 草地を草高 25-30cm で放牧専用利用した場合、20cm での利用に比べ栄養価がやや低下する

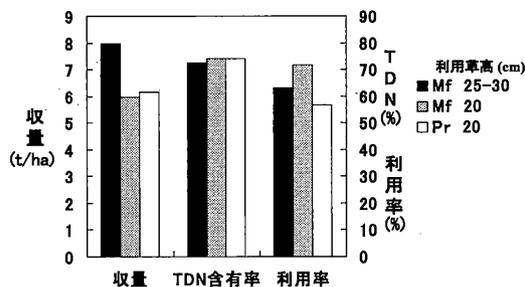


図7 各処理区の収量、TDN含有率、利用率

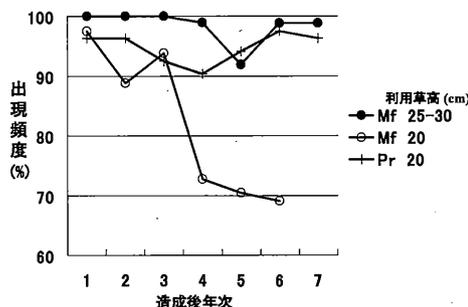


図8 放牧専用処理区の播種イネ科草出現頻度の経年変化

ものの収量は 33% 増加し、Mf の出現頻度も維持され、永続性に優れていた (図 7、8)。また、放牧採草兼用利用には永続性を改善する効果は認められなかった。

4. Mf草地の集約放牧利用方式とPr草地との比較

1~3 の結果を踏まえ、利用草高は Mf 27cm、Pr 20cm、利用率は 40%、牛の体重は 650kg、体重 100kg 当たり日放牧草乾物採食量は 2kg (割り当て草量 5kg/体重 100kg) を前提 (表 2) とした際に策定される放牧草地年間利用計画を両草地間で比較した。この際に要となる係数は 1 頭当たり面積 (表 3 中段) であり、これは 1 日 1 頭当たり面積 (表 3 上段) に季節別の必要牧区数 (表 4) を乗じて算出される。1 日 1 頭当たり面積は季節によらず不変であるが、必要牧区数は乾物重増加速度 (表 4) に応じて変化するため、1 頭当たり面積も季節変化する。また、利用草高が Pr 草地よりも高く、1m² 当たり草量も多い Mf 草地の 1 日 1 頭当たり面積は Pr 草地よりも少ないが、草量の回復に日数を要し必要牧区数が増えるため、

表2 放牧草地年間利用計画策定時の前提条件

	Mf	Pr
利用草高 cm	27	20
放牧前草量 乾物g/m ²	178	133
利用率 %		40
退牧後草量 乾物g/m ²	107	80
放牧草採食量 乾物kg/体重100kg		2
体重 kg/頭		650
割り当て草量 乾物kg/体重100kg (昼夜放牧)		5

表3 Mf草地およびPr草地における1日1頭当たり面積、季節別1頭当たり面積、ha当たり頭数

	昼夜放牧		半日放牧		3時間放牧	
	Mf	Pr	Mf	Pr	Mf	Pr
1日1頭当たり(m ²)	182.6	244.4	105.9	141.7	76.7	102.6
1頭当たり(a)						
5-6月	23.5	24.1	13.6	14.0	9.9	10.1
7-8月	34.3	34.9	19.9	20.3	14.4	14.7
9-10月	45.2	45.8	26.2	26.6	19.0	19.2
ha当たり頭数(頭)						
5-6月	4.3	4.1	7.4	7.1	10.1	9.9
7-8月	2.9	2.9	5.0	4.9	6.9	6.8
9-10月	2.2	2.2	3.8	3.8	5.3	5.2

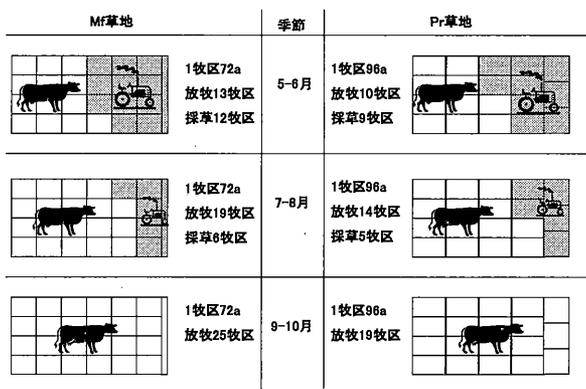


図9 草地面積約18haで昼夜放牧を行う例(搾乳牛40頭)

表4 Mf草地とPr草地の季節別乾物重増加速度と必要牧区数との関係

月	乾物重増加速度 (g/m ²)	必要牧区数	
		Mf	Pr
5-6	6.0	13	10
7-8	4.0	19	14
9-10	3.0	25	19

両草地の1頭当たり面積は同程度であった。なお、時間制限放牧の場合の割り当て草量は放牧時間内に想定される放牧草採食時間に応じて減らし、半日放牧では2.9kg/体重100kg、3時間放牧では2.1kg/体重100kgとした。9-10月に昼夜放牧または半日放牧を実施可能な頭数規模を、1頭当たり面積の逆数であるha当たり放牧頭数から見ると、昼夜放牧では2.2頭/ha、半日放牧では3.8頭/haが上限と考えられた(表3下段)。

搾乳牛頭数40頭規模の放牧を行う際、9-10月に昼夜放牧が可能な約18haの草地がある場合、および草地面積が約8haに限られ、時間制限放牧となる場合のMf集約放牧草地の利用方式例をPr草地と比較可能な形で提示した(図9、10)。時間制限放牧の場合、7-8月は暑熱の影響を避けるため夜間放牧とし、9-10月まで放牧を行うため、9-10月の放牧時間と牧区面積が5-8月とは異なる。

5. 結論

集約放牧条件下におけるMf草地の牧草生産性と産乳性はPr草地と同等である。よって、必要な放牧地面積は両草種とも大差ない。しかし、持続性の点から、Mf草地の放牧時の草高はPr草地よりも高い25-30cmとする必要がある。このため、Mf草地ではPr草地よりも長い休牧日数を要し、所要面積は変わらなくとも、牧区数を増やさねばならない。また、草高25-30cm利用下におけるMf草地の放牧草の栄養価は、草高20cm利用下のPr草地よりも若干低下するが、割り当て草量が確保されれば、放牧草採食量と放牧草からのTDN摂取量へは影響しない。

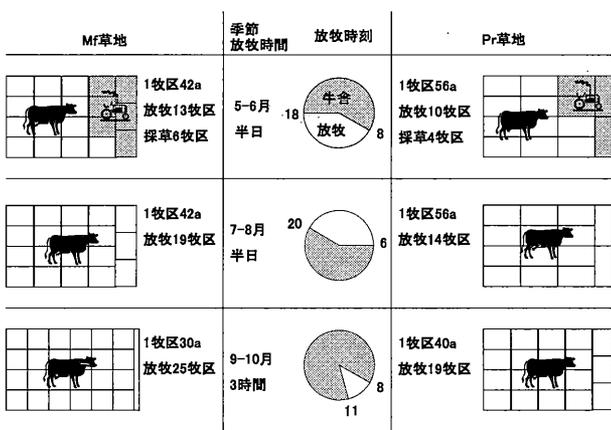


図10 草地面積約8haで時間制限放牧を行う例(搾乳牛40頭)

謝辞

本賞にご推薦頂きました独立行政法人農業・生物系特定産業技術研究機構北海道農業研究センター畜産草地部富樫研治部長、北海道立畜産試験場前田善夫副場長、北海道酪農畜産協会経営対策室須藤純一室長、酪農学園大学酪農学部松中照夫教授に厚くお礼申し上げます。本研究は農林水産省北海道農業試験場、独立行政法人農業技術研究機構北海道農業研究センター(札幌市)において、経常研究費、農林水産省研究プロジェクト「多様な自給飼料基盤を基軸とした次世代乳肉生産技術の開発」等の予算により1994-2001年に実施したものであり、この間、多くの方々にご指導とご支援を頂きました。心より感謝申し上げます。

引用文献

- Heaney DP, Pigden WJ (1963) Interrelationships and conversion factors between expressions of the digestible energy value of forages. *Journal of Animal Science*: 22, 956-960
- 川崎 勉 (1992) ペレニアルライグラスと放牧技術. ぐら一す 36 (3) : 24-29

- 木田克弥 (1996) 牛群検診と個体能力の向上. 酪農総合研究所, 札幌, p18-44
- Linehan PA, Lowe J, Stewart RH (1947) The output of pasture and its measurement. Part II. J Brit Grassl Soc: 2, 145-168.
- Meijs JAC (1981) Herbage Intake by Grazing Dairy Cows. Center for Agricultural Published and Documentation, Wageningen, p43-72
- 落合一彦 (1995) 「集約放牧」とは?. 集約放牧マニュアル (集約放牧マニュアル策定委員会), 北海道農業試験研究推進会議, 札幌, p11-12
- 酒井 治・三枝俊哉・藤田真美子・堤 光昭・能代昌雄 (1996) 根釧地域における放牧用イネ科草種・品種の利用法. 北農 63 : 402-404.
- 澤田嘉明 (1995) 集約放牧向けの草種・品種とその使い方. メドウフェスク (MF). 集約放牧マニュアル (集約放牧マニュアル策定委員会), 北海道農業試験研究推進会議, 札幌, p35-37