

混播条件の後代検定試験の結果から推察された
チモシー競合力の効果的な選抜方法

玉置 宏之・吉澤 晃・鳥越 昌隆・佐藤 公一

An effective way of selecting competitiveness timothy (*Phleum pratense* L.) conjectured from results of a progeny test with white clover mixture
Hiroyuki TAMAKI, Akira YOSHIZAWA,
Masataka TORIKOSHI and Kouichi SATO

緒 言

チモシーでは、特に2番草でのマメ科牧草に対する競合力のなさが栽培上の問題点となっている。この改良のため、シロクロバ(WC)との競合に強い栄養系を選抜してきたが、こうして選抜された競合力の狭義の遺伝率は不明であった。今回は、競合力の効果的な選抜方法の検討のため、同一の早生後代系統群を単播・混播両試験に供し、まず2番草競合力と関連が深い形質を調べ、次にこの形質の狭義の遺伝率と単播・混播両試験間の相関を調べた。

材料と方法

単播・混播両試験に供試されたのは、早生の3群の交配試験に由来する52後代系統と標準品種等、計56品種系統である。単播試験は1997年に、混播試験は1998年に、いずれも4反復・畦幅60cmで条播された。混播試験ではチモシーと同時にWC「ソーニャ」を畦間に播種した。競合力関連の調査を行った1999年の2番草の生育期間は、単播試験では6月23日～8月10日、混播試験では7月6日～8月24日であった。単播試験でのみ1番草刈取後に慣行に従って追肥を行った。

今回は競合力の指標として(1)「混播試験でのチモシーの多収性(2番草乾物収量)」と(2)「(チモシー畦内への)WC(ランナー)混入度(2番草収穫直前に調査。1:無または微～9:甚で評点)」の2つを用いた。

結果及び考察

① 競合力と関連が深い形質の探索: 競合力の指標(1)(2)のいずれの場合も、混播試験2番草における他の5つの調査形質、即ち再生(1:極不良～9:極良で評点)・茎数密度(1:極疎～9:極密で評点)・節間伸長茎数(節間伸長茎の多少を1:極少～9:極多で評点)・出穂茎数(出穂茎の多少を1:極少～9:極多で評点)・収穫時草丈(cm)を独立変数、競合力の指標を従属変数とした重回帰分析において、節間伸長茎数と再生の2形質の寄与率が他に比べ突出して高かった(表)。このことから、この2形質が競合力に関連が深いと判断された。
② 競合力関連形質の狭義の遺伝率: 単播条件における2番草の再生と節間伸長茎数の親子間の相関を、27組の

親子で調べた結果、相関係数0.56、0.84を得た(図1)。親子が異なる年に調査されている点を考慮すると、この相関、つまり狭義の遺伝率はかなり高いと判断された。
③ 競合力関連形質の単播・混播両試験間の相関: 2番草の再生と節間伸長茎数の単播・混播両試験間の相関係数として0.51、0.69を得た(図2)。同一年の調査である点を考慮すると、この相関は低いと判断された。
④ 競合力選抜のための混播試験設置の必要性: 混播試験は、圃場造成や雑草防除が面倒なため、単播試験の結果のみから競合力を選抜出来ることが望ましいが、上記(3)から、競合力の効果的な選抜のためには、単播試験の結果のみでは不十分であり、混播試験の設置が不可欠であると考察された。
⑤ 混播試験を設置すべき育種段階: 上記(2)から、この混播試験の設置は、基礎集団等の初期選抜と、段階が進んだ後代検定試験等の、どちらでもほぼ同様に効果的であると考察された。

表 競合力の指標を従属変数とした重回帰分析の結果

指標(1)(混播試験 2番草乾物収量)			指標(2) (WC混入度)		
順位	形質(独立変数)	累積寄与率	順位	形質(独立変数)	累積寄与率
①	節間伸長茎数	0.7669	①	節間伸長茎数	0.6640
②	再生	0.8036	②	再生	0.7258
	他3形質	0.8043		他3形質	0.7329

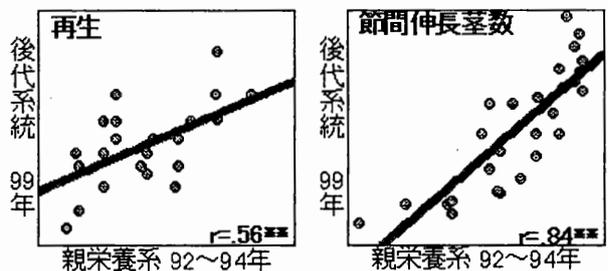


図1 競合力関連形質の親子間の相関(単播条件)
(n=27、年次は調査年)

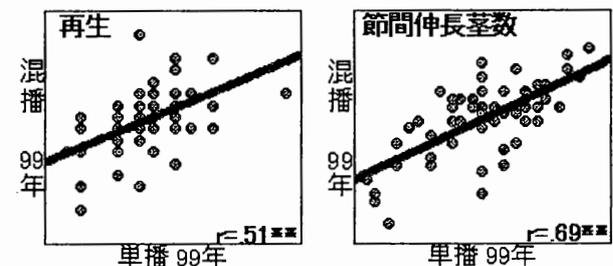


図2 競合力関連形質の単播・混播両後代検定試験
間の相関(n=56、年次は調査年)

主要イネ科牧草1番草における単葉光合成能と
その関連成分の草種間差

増田 年矢・信濃 卓郎

The differences among temperate grass
speices in the relationship between
Chlorophyll content and Rivulose-1,5-bisphosphate
carboxylase/oxygenasecontent and photosynthesis

* Toshiya MASUDA and ** Takuro SHINANO

緒 言

作物の乾物生産を考える上で、葉の光合成特性は重要な要素の一つである。作物の光合成能を支配する環境要因のひとつに無機養分がある。とくに窒素（以下N）の影響は大きい。イネ科牧草における単葉の光合成能とNの栄養状態との関係についての報告はいくつかなされている。しかし、寒地型イネ科牧草における単葉の光合成能とNの栄養状態との関係についての報告は少ない。本試験では数種の主要な寒地型イネ科牧草のNの施与量の変化に伴う光合成能の変化における草種間差異とその発現要因を明確にしようとした。

材料および方法

試験は、酪農学園大学内のガラス室で5,000分の1アールのワグネルポットを用いて実施した。供試草種はオーチャードグラス（OG, 品種：オカミドリ）、メドウフェスク（MF, 品種：トモサカエ）、チモシー（TY, 品種：

ノサップ）の3草種である。処理は、N施与量を0, 0.1, 0.3 g N pot⁻¹の3段階とし、これらを順に、N0区、N1区、N2区とした。節間伸長始期と収穫期に、それぞれ主茎の最上位完全展開葉の単葉光合成速度（以下P₀）を測定した。その後、主茎における最上位完全展開葉の乾物重、葉面積、クロロフィル含有量とRibulous-1,5-bisphosphate carboxylase / ox-ygenase（以下Rubisco）含有量を測定した。

結果および考察

1番草における最上位完全展開葉での単位葉面積当りのクロロフィルとRubiscoの含有量とP₀の間には調査時期、草主にかかわらず有意な正の相関関係が認められた。またN施与の変化に伴うP₀の変化の草種間差異（MF>OG≒TY）は、同様のN施与に対する各草種の単位葉面積当りのクロロフィル含有量、またはRubisco含有量の差異（MF>OG≒TY）によると考えられた。また、MFと他の2草種の最上位完全展開葉における単位葉面積当りのクロロフィルおよびRubisco含有量の差異は、MFの最上位完全展開葉における葉面積が他の2草種に比べ小さいことに起因すると思われた。

以上のことから寒地型イネ科牧草の最上位完全展開葉におけるP₀の草種間差異は、単位葉面積当りの光合成関連成分含有量の草種間差異によって発現し、草種による最上位完全展開葉の葉面積の違いは、各草種における単位葉面積当たりの光合成関連成分含有量に差異を生じさせる主要因であると考えられた。

* 酪農学園大学 (069-8501 江別市文京台緑町582)

Rakuno Gakuen University, Ebetsu, Hokkaido, 069-8501, Japan

** 北海道大学農学部 (060-0810 札幌市北区)

Faculty of Agriculture Hokkaido University, Sapporo, Hokkaido, 060-0810, Japan

トウモロコシの稈繊維成分含量と関連形質の関係

高宮 泰宏・佐藤 尚*

Relation between detergent fiber content of stem and some agronomical characters in maize
Yasuhiro TAKAMIYA and Hisashi SATO*

緒言

北海道における飼料用トウモロコシは、高栄養の粗飼料として作物全体を利用するホールクロップサイレージ利用がほとんどである。従来、その約半分を占める雌穂(子実)部分は高消化性である澱粉の割合が多く、雌穂割合を高めることが栄養価改良のひとつの方法と考えられてきた。近年、ヨーロッパを中心に、高消化性遺伝子の利用など茎葉部消化性の改良に関する研究が進められ、様々な知見が得られている。本報告では、トウモロコシ茎葉部の消化性を改良するための基礎的知見を得ることを目的に、消化性に関連する各種繊維成分含量の変異を調査するとともに、それら成分と関連農業形質との間の関係を検討した。

材料及び方法

試験年次: 1997年。試験場所: 北農試(札幌市)。

供試材料: F₁品種系統30、自殖系統20。

調査項目: 一般生育および収量。稈の繊維成分(NDF, ADF, ADL)。

試験設計: 1区4畦、反復なし。栽植本数は、6,061本/10a(75×22cm)。5月12日播種。その他は標準耕種法による。

調査方法: 中2畦の生育中庸な4個体を刈り取り、部位別(稈、葉、雌穂)に分けて生重秤量後、風乾し、熱風乾燥(80℃、48時間)により乾物重を測定した。乾燥サンプルを0.5mmスクリーンで粉碎し、繊維成分の分析はファイバーテックを用い、デタージェント分析法により行った。F₁品種については、収穫時期別(早刈: 糊熟-標準: 黄熟)と標準刈の部位別(稈部-葉部)の調査も行った。また、一部の品種については、別試験(3反復)でフォースゲージによる引倒し力の測定を行った。

結果及び考察

各繊維成分含量には大きな品種間差異が見られ、F₁品種ではNDFが54~77%、ADFが33~50%、ADLが3.5~6.9%、自殖系統ではNDFが49~76%、ADFが26~48%、ADLが2.4~6.5%の範囲であった。各繊維成分含量相互間には有意な正の相関関係がみられた。F₁品種における茎葉全体に占める稈部の割合は、33~46%の範囲で、平均では41%であった。部位別の繊維成分含量の差異をみると、葉部は稈部に比べADF、ADLが低い傾向がみられ、変異幅は小さかった。両者の間には有意な関係はみられず、また、茎葉全体と各部位の関係を

見ると、葉部ではNDFのみでr=0.55*の有意な関係が見られたのに対して、稈部ではいずれもr=0.9以上の相関関係が見られ、葉部より稈部の改良の余地が高いことが示唆された。しかし、サンプル数が少ないためさらに検討が必要と考えられた。

収穫時期による繊維成分含量の差異をみると、早刈区は標準刈区に比べ絶対値は高い傾向にあったが、変異幅は小さく、サンプリング時期としては通常の収穫時期(黄熟期)が適当と考えられた。両者の間にはADF、ADLで有意な正の相関関係がみられた。

関連農業形質と各繊維成分含量の関係をみると(表1)、抽糸期迄日数との関係には、F₁品種では3形質とも有意な正の相関関係がみられ、晩生ほど繊維含量が高い傾向がみられた。自殖系統では、ADLのみで有意な関係がみられた。乾雌穂重割合との間には、F₁品種ではNDFのみで有意な正の相関関係がみられ、雌穂割合と難消化性繊維含量の同時改良の可能性が示唆された。自殖系統では、NDFとADFで有意な関係がみられた。茎葉の乾物率との間には、F₁品種では有意な正の相関関係がみられ、特にADLとの間の相関係数が高かった。自殖系統では関係が認められなかった。引倒し力との関係をみると、ADLで有意な正の相関関係がみられたが、NDFとADFでは密接な関係がみられず(図1)、耐倒伏性と茎葉の消化性の同時改良の可能性が示唆された。

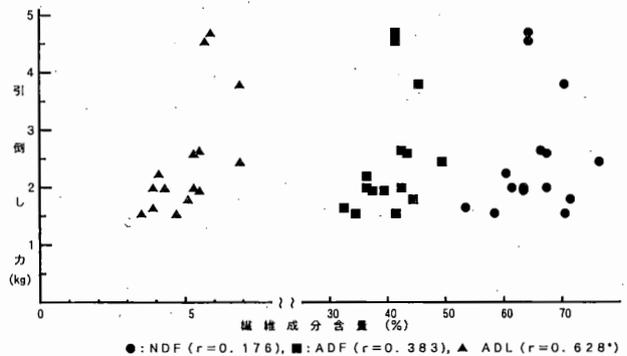


図1 F₁品種における稈繊維成分含量と引倒し力の関係

表1 各農業形質と稈の繊維成分含量の間の相関係数

形質	NDF	ADF	ADL
抽糸期	0.543**	0.685**	0.757**
迄日数	-0.043	0.216	0.525*
乾雌穂	0.427*	0.273	-0.047
重割合	0.535*	0.474*	0.228
茎葉	0.463**	0.578**	0.633**
乾物率	-0.209	-0.121	0.079

注: 各形質の上段はF₁品種(n=30)、下段は自殖系統(n=20)の値。

北海道立植物遺伝資源センター (073-0013 滝川市南滝の川363)

Hokkaido Pref. Plant Genetic Resources Center, 363 Minamitakinokawa, Takikawa, Hokkaido, 073-0013 Japan

* 北海道農業試験場 (062-8555 札幌市豊平区羊ヶ丘1)

Hokkaido National Agricultural Experiment Station, Hitsujigaoka, Toyohira-ku, Sapporo, 062-8555 Japan

オーチャードグラスロシア遺伝資源の
形態的及び生理的特性

眞田 康治・中山 貞夫・高井 智之・山田 敏彦

Morphological and physiological characteristics of
the Russian germplasm in orchardgrass
Yasuharu SANADA, Sadao NAKAYAMA,
Tomoyuki TAKAI and Toshihiko YAMADA

緒 言

ロシアなど北方圏由来のオーチャードグラス品種・系統は、南方の品種に比べて越冬性に優れていることが知られている。北海道向けに越冬性の高いオーチャードグラス品種を育成するためには、北方圏の遺伝資源を活用することが重要である。本報告ではロシアで実際に収集した系統とロシアの研究機関から導入した品種について、育種素材としての特性評価を行った。

材料及び方法

北海道農試の内山氏が1995年にサントペテルブルグで収集した系統を24点、ロシアのウイリアムス研究所とバビロフ研究所から導入した品種を13点、道内収集系統3点、海外品種2点、国内市販品種6点の合計48点を供試した。1996年5月30日にペーパーポットに播種し温室内で育苗後、同年7月10日に圃場に個体植えした。試験区は、1区0.8×0.8m、12個体、2反復の乱塊法とした。調査は、1996年秋から1999年秋までの4年間行い、植物遺伝資源特性調査マニュアル(農業生物資源研究所:平成4年)の寒地型イネ科牧草の項目に記載されている1次特性と2次特性を中心に、延べ17形質について行った。

結果及び考察

サントペテルブルグ収集系統は、出穂始めは極早生から極晩生までの変異幅があり、ほふく型で茎数と穂数の多く株が大きくなる系統が多かった(表1)。越冬性と黒さび病抵抗性は、国内市販品種よりも劣るものが多かった(表1、図1)。ロシアでの収集地点と越冬性と

の関係は明らかではなかった。導入品種は、極早生で立型のものが多く、穂がやや小さく茎数と穂数がやや少ない品種が多かった。刈取り後の再生は、国内市販品種よりもやや良かったが、越冬性と耐病性は国内市販品種なみで、春の草勢は国内市販品種よりもやや劣った。ロシア品種は、収集系統に比べて耐病性と越冬性が向上しており、品種改良による効果が認められた。越冬性と秋の草勢との間には、 $r = -0.50^*$ の負の相関があり、秋の草勢が優れ秋季休眠性が弱い系統は越冬性が劣ることが示された(図1)。秋季休眠性と越冬性は高い相関があることが知られており、本試験もこれらの結果と一致した。ロシアの遺伝資源の中には、極早生で越冬性に優れた個体が認められ、国内ではまだ育成されていない極早生系統を育成するための素材として活用できると考えられた。

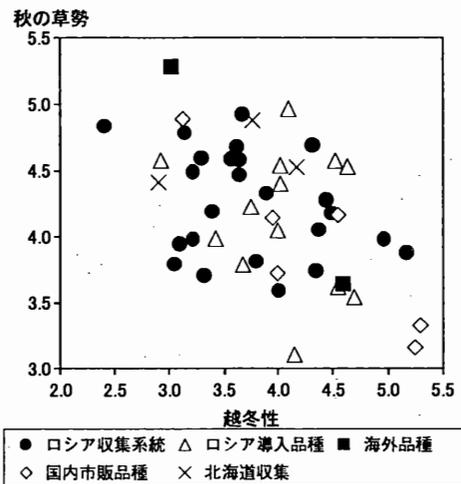


図1. オーチャードグラスロシア遺伝資源の越冬性と秋の草勢との関係

注) 越冬性および秋の草勢: 1 (不良) ~ 9 (良)

表1. オーチャードグラスのロシア遺伝資源の主な特性

品種系統群	品種系統数	出穂 始め		レンジ		出穂期 草丈 cm	レンジ		茎数 1-9	レンジ	
		5月日	最小	最大	最小		最大	最小		最大	
Pet系統	24	38.1	33.2	44.8	105.8	89.9	116.2	5.5	4.7	6.6	
ロシア品種	13	31.4	27.6	35.1	112.1	101.0	121.4	4.8	3.8	5.7	
海外品種	2	38.4	35.6	41.2	120.9	115.4	126.4	4.6	4.1	5.2	
国内市販品種	6	37.4	31.4	42.6	121.5	112.6	146.6	5.1	4.4	5.9	
北海道収集系統	3	33.0	32.2	33.5	111.8	106.1	115.3	5.5	4.9	6.7	

品種系統群	再生 1-9	レンジ		草型	レンジ		春の 草勢	レンジ		黒さ び病	レンジ	
		最小	最大		最小	最大		最小	最大		最小	最大
Pet系統	5.2	3.7	6.9	4.2	2.3	5.9	3.5	2.6	4.3	5.6	3.7	7.7
ロシア品種	6.0	5.0	7.3	3.0	2.0	3.8	3.6	2.6	5.1	4.1	3.1	5.0
海外品種	6.1	4.8	7.4	3.0	2.6	3.4	3.6	3.2	3.9	3.1	1.2	5.0
国内市販品種	5.4	2.9	7.1	2.6	1.6	3.8	4.4	3.2	5.5	3.6	2.9	4.2
北海道収集系統	6.9	6.9	7.0	3.0	2.6	3.3	3.8	3.1	4.7	3.4	3.1	3.9

注) 茎数: 1 (極少) ~ 9 (極多), 草型: 1 (直立) ~ 9 (ほふく), 再生および春の草勢: 1 (不良) ~ 9 (良), 黒さび病: 1 (無) ~ 9 (甚)。

北海道農業試験場 (062-8555 札幌市豊平区羊ヶ丘1番地)

Hokkaido National Agricultural Experiment Station (Hitsujigaoka, Toyohira, Sapporo, 062-8555 Japan)

ペレニアルライグラス (*Lolium perenne* L.) における耐凍性の異なる品種間の *hsp82B* 発現の差異

久岡 由佳・富永 陽子・島本 義也

Cultivar difference in transcription level of *hsp82B* in cultivars of perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) with different freezing tolerance
Yuka HISAOKA, Yoko TOMINAGA and Yoshiya SHIMAMOTO

緒 言

耐凍性は様々な要因が関与する複合的な形質である。耐凍性の要因の1つは低温に対する耐性である。低温耐性に関する遺伝子としてはいくつかのファミリーが同定されているが、耐凍性の発現に関する遺伝的背景には不明な点が多い。一方、高温で誘導される遺伝子の幾つかは低温耐性や凍結耐性にも関与することが幾つかの植物種で知られている。本研究は耐凍性の異なるペレニアルライグラス5品種を用い、高温条件で発現する *hsp82B* 遺伝子の低温および高温処理後の発現レベルを品種間で比較し、この遺伝子の耐凍性における役割を考察した。

材料及び方法

耐凍性の異なるペレニアルライグラス5品種を供試した。品種名および耐凍性の指標となる凍結処理 (-6℃ 16時間) 後の生存率は「Regency」(35.7%)、「Tasdale」(39.5%)、「Riikka」(81.0%)、「Commander」(90.0%)、「Pleasure」(95.2%)である。植物体は直径8.5cm、深さ7.5cmのプラスチック製ポットに播種し25℃で生育させ、5~6葉展開後に一部を対照として25℃に、一部を低温処理として4℃に移し、1週間以上生育させた。その後、25℃と4℃で生育した植物体および、42℃を0.5時間処理した植物体の葉から全RNAを抽出し *hsp82B* の発現レベルを調査した。ノーザンハイブリダイゼーションのプロープには、ペレニアルライグラスの *hsp82B* 遺伝子は同定されていないため、イネの *hsp82B* の第3エキソンの746bp領域を用いた。

結果および考察

25℃で育成した植物体では全品種において、対照および42℃を0.5時間処理した双方で *hsp82B* の発現が見られた(表1)。4℃で生育した植物体では全品種において42℃を0.5時間処理した後に *hsp82B* の発現が見られたが、対照においてはRegency、Tasdale 2品種でのみ *hsp82B* の発現が見られ、Riikka、Commander、Pleasure 3品種では *hsp82B* の発現が見られなかった(表1、図1)。発現のみられた2品種は耐凍性が弱く、発現のみられなかった3品種は耐凍性が強かった。*hsp82B* 遺伝子はイネ、ライムギ、出芽、酵母などでも発現が確認され、その機能は分子シャペロンであるとされている。ノーザンハイブリダイゼーションのプロープに用いたイネの第3エキソンの746bpの領域とこれに相当するペレニアルライグラスの領域には塩基配列において88~97%の相同性がみられ(表2)、同領域の推定アミノ酸配列においては88~98%の相同性がみられた(表3)。このため、本実験においてクローニングした領域はペレニアルライグ

ラスの *hsp82B* の一部であり、この遺伝子は複数コピー存在し、その働きは分子シャペロンであると考えられた。分子シャペロンは合成過程にあるポリペプチドに結合し、折りたたみに関与してタンパク質の正しい高次構造形成を補助する。またタンパク質同士の会合や解離を補助し、変性したタンパク質の再生や分解を補助する。4℃で生育した植物体において、対照では *hsp82B* の発現が耐凍性の弱い2品種では見られ、耐凍性の強い3品種では見られなかった。このことと *hsp82B* の分子シャペロンとしての働きから細胞内の新規のペプチド合成、タンパク質の解離会合、変性したタンパク質を再生あるいは分解する働きが耐凍性に影響を及ぼしていると示唆された。

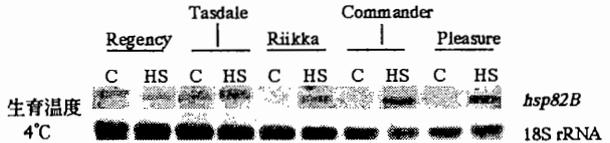


図1 ペレニアルライグラスにおける *hsp82B* の発現
C: 対照 HS: 42℃0.5時間処理

表1 ペレニアルライグラス5品種における *hsp82B* の発現

生育温度 (°C)	処理	品種				
		Regency	Tasdale	Riikka	Commander	Pleasure
25℃	C	+	+	+	+	+
	HS	+	+	+	+	+
4℃	C	+	+	-	-	-
	HS	+	+	+	+	+

注) +発現有り、-発現無し
C: 対照 HS: 42℃0.5時間処理

表2 ペレニアルライグラス及びイネにおけるイネ「台中在来1号」*hsp82B* の第3エキソン746bp相当領域の塩基配列の相同性

植物種	品種	1	2	3	4	5	6	7
1 ペレニアルライグラス	Regency	95	96	96	90	90	89	
	Tasdale		92	94	88	89	88	
	Riikka			94	88	88	87	
	Commander				88	89	88	
	Pleasure					93	91	
6 イネ	台中在来1号							97
	日本晴							

表3 ペレニアルライグラス及びイネにおけるイネ「台中在来1号」*hsp82B* の第3エキソン746bp相当領域の推定アミノ酸配列の相同性

植物種	品種	1	2	3	4	5	6	7
1 ペレニアルライグラス	Regency	92	93	95	94	94	92	
	Tasdale		88	90	90	90	89	
	Riikka			91	91	90	88	
	Commander				91	92	89	
	Pleasure					97	95	
6 イネ	台中在来1号							98
	日本晴							

北海道大学大学院農学研究科 (060-8589 札幌市北区北9西9)

Graduate School of Agriculture, Hokkaido University, North-9 West-9, kita-ku, Sapporo, Hokkaido, 060-8589, Japan)

ペレニアルライグラス連鎖地図作成集団を用いた耐凍性検定と多型解析

野村 一暢*・富永 陽子**
山田 敏彦**・島本 義也*

Freezing tolerance and polymorphic analysis in mapping population of perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.)

Takanobu NOMURA, Yoko TOMINAGA, Toshihiko YAMADA and Yoshiya SHIMAMOTO

諸 言

量的形質の解析を行う際には、膨大な量の形質データと、緻密に構築された高密度の連鎖地図を必要とする。量的遺伝子座の解析はRFLP、RAPD、AFLP、SSRなどの分子マーカーに基づいて行われている。本研究では連鎖地図作成集団における耐凍性の評価を行うとともに、分子マーカーを用いて多型解析を行うことを目的とした。

材料及び方法

英国草地環境研究所 (IGER) において作出された連鎖地図作成集団に、10月中旬から11月下旬にかけて野外で低温順化処理を行った。その後プログラムフリーザーを用いて、-2℃で12時間処理を行ってサンプルの温度を均一化し、1時間に1℃ずつ温度を下げ、-6℃に達した段階で8時間の凍結処理を施し、4℃で2時間解冻した後に脱イオン水に24時間浸漬して電解質を溶出させ電気伝導度を測定して電気伝導度をAとした。また同サンプルを-80℃で凍結させることによって完全に枯死させ、同様に24時間脱イオン水に浸漬して電気伝導度を求め、電気伝導度をBとした。(凍結処理を施した植物体の細胞内からの電解質の溶出率) = (A/B) × 100を求め、細胞の生存率を電解質の溶出していない細胞の百分率(溶出度)として算出し、溶出度の値が低いほど耐凍性が強いものとした。

多型解析はRAPD法を用い、100種のランダムプライマーで3パターンの反応系で行い、それぞれの反応系で2反復ずつ実験を行い再現性の確認をした。1次選抜では8個体、2次選抜および3次選抜では16個体を用いて多型を示すプライマーを選抜し、最終的には80個体を供試した。多型を示さないプライマー及び、得られた分離頻度に偏りが見られるものについては除外した。

結果及び考察

電気伝導度法の結果、検定に供試した連鎖地図作成集団124個体の溶出度(図1)が正規分布を示すことから耐凍性が量的遺伝子によって支配されていることが示唆された。本研究の結果では溶出度の分布の幅が狭く溶出度も全体的に低いことから、凍結処理の温度を変化させることによって、より詳細な耐凍性評価の結果を得ることが期待される。

RAPD解析は、オペロン社製のランダムプライマー100種を用いて行った。分離を解析する前に、多型が得られないプライマー及び明瞭な分離を示さないプライマーを除去した。再現性を確認するためにそれぞれの選抜は2反復で行い、結果として1次選抜では45種、2次選抜では39種、最終的には21種のプライマーが選抜され、合計41種類の多型が検出された(表1)。図2に最終選抜

に明瞭な分離が観察された解析例を示した。観察された多型を分子マーカーとして高密度の連鎖地図の構築に利用することが可能であると考えられる。

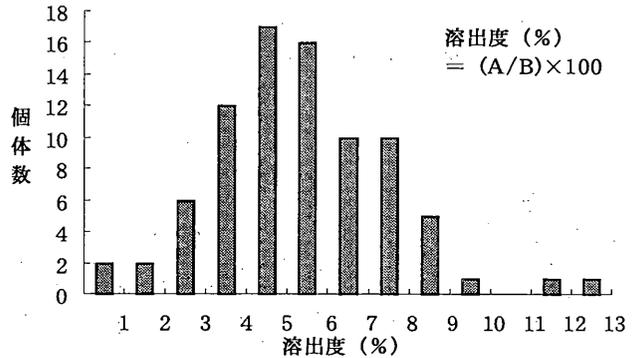


図1 電気伝導度に基づく耐凍性の分布

表1. 明確な分離を示したプライマー

プライマー	分離比*	プライマー	分離比
OPK-1A	9:7	OPM-4A	6:11
OPK-1B	9:7	OPM-4B	9:7
OPK-6	5:11	OPM-5A	9:7
OPK-9A	39:39	OPM-5B	11:5
OPK-9B	31:47	OPM-17A	5:11
OPK-10A	27:52	OPM-17B	12:4
OPK-10B	29:50	OPAB-5A	7:9
OPK-13	43:37	OPAB-5B	7:9
OPK-14	39:41	OPAB-5C	4:12
OPK-15	5:11	OPAB-8	8:8
OPK-16A	5:11	OPAB-20A	6:10
OPK-16B	5:11	OPAB-20B	9:7
OPK-18A	6:10	OPAC-8	6:10
OPK-18B	8:8	OPAC-12	7:9
OPK-18C	4:12	OPAC-13A	7:9
OPY-10A	8:8	OPAC-13B	8:8
OPY-10B	10:6	OPAC-13C	9:7
OPY-12	8:8	OPAC-14A	9:7
OPY-17	10:6	OPAC-14B	7:9
OPY-18	3:11	OPAC-16A	4:12
		OPAC-16B	6:10

*分離比(親型:非親型)

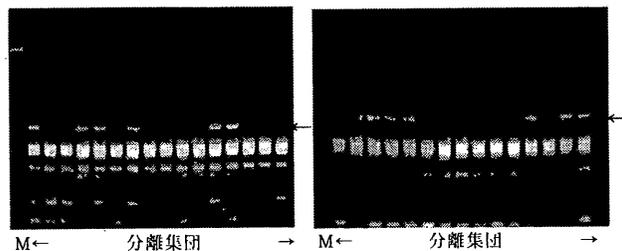


図2 選抜したプライマーを用いた分離集団の多型解析結果

※多型バンドを←で示した

* 北海道大学大学院農学部

Faculty of Agriculture Hokkaido University Sapporo 060-8589 Japan

** 北海道農業試験場 (060-8555 札幌市豊平区羊ヶ丘1番地)

Hokkaido National Agricultural Experiment Station

積雪条件によって異なる越冬性イネ科作物の TNC (貯蔵炭水化物) 推移パターンとその役割

小松 輝行・加藤 誠

Differential patterns of seasonal fluctuation of TNC as related to snowcover depth gradients in overwintering forage grasses and cereals
Teruyuki KOMATSU and Makoto KATOU

緒 言

茎基部の TNC はイネ科作物の越冬や翌春の再生のエネルギー源として重視されている。しかし、北海道の少雪、中雪、多雪地帯それぞれにおける 1) TNC 推移パターンや 2) TNC の越冬と春の再生への相対的役割評価は確立されていない。そこで、この 2 つの問題点を明らかにするために、7 種の北方系イネ科作物を供試して少・中・多雪地帯の「積雪モデル」下で検討した。

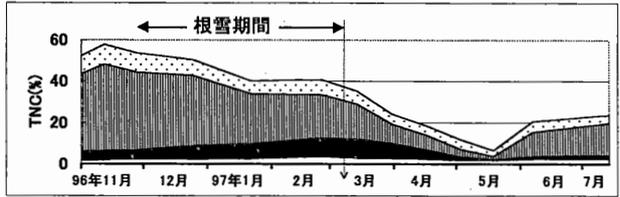
材料および方法

1996年 8 月 (麦類は 9 月)、農大圃場に条播した牧草および麦畑を「積雪モデル」試験に供試した。供試作物 (品種) は TY (クンプウ)、OG (ワセミドリ)、MF (トモエサカエ)、TF (ホクリョウ)、PR (ファントム)、コムギ (ホクシン)、ライムギ (ペクトーザ) である。雪腐病防除後、11月末～3月末迄の間、少雪区 (0～10 cm)、中雪区 (30～40cm)、多雪区 (60～80cm) の「積雪モデル」を維持した。11月～翌年 7 月までに 13 回サンプリングし、茎基部 3 cm を TNC 分析 (Smith & Groteluschen法) に供した。

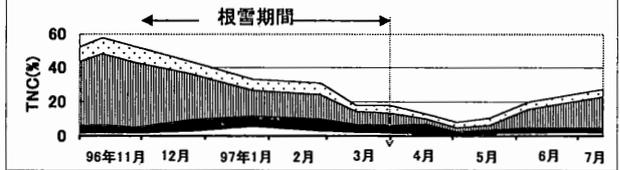
結果および考察

1) フラクタンを主体とするイネ科作物の TNC 推移のパターンは積雪レベルにより著しく異なった。しかし、7 作物ともほぼ同様の傾向にあったので、典型例の PR で示す (図 1)。(1) 少雪区: ハードニング後から 1 月中旬までの TNC 減少は中・多雪区より小さく、1 月中旬から 2 月末にかけて TNC 安定期が認められた。TNC は消雪まで高レベル維持されていた。この間の TNC ロスが小さかった理由は、茎基部周辺の平均雪温は -2～-3℃ であり、このような環境下では、糖代謝に関して解糖系よりも省エネルギー的なペントース燐酸回路が活発に働いていた為と思われる。しかし、消雪前後の最高温度は 5～10℃ に上昇し、それを境に TNC は急減した。これは脱ハードニングに伴う解糖系の活発化によるのだろう。(2) 多雪区: 茎基部付近の雪温は積雪期間中 0～1℃ で、最も安定した「暖かな」雪温環境にあった。この条件下では TNC がほぼ一定速度で減少し続け、大半が消費された。これはペントース燐酸回路よりも解糖系主体の呼吸速度が安定していた為と考えられる。(3) 中雪区: 少雪区と多雪区の間接型の TNC 推移パターンをたどった。
2) 越冬前に蓄積された TNC の役割を (1) 越冬のため (2) 春の再生のために利用される割合で評価した (表 1)。その役割は積雪レベルにより著しく異なる。少雪区では、TNC が越冬のため (34%) よりも春の再生のため (45%) に多く利用されるのに対し、多雪区では TNC が根雪下で 71% も消費され、春の再生にはわずか 8% 利用されるに過ぎない。中雪区は多雪型に類似していたが、多雪区より春の割合が 15% に向上していた。未利用割合は各区とも約 20% であった。

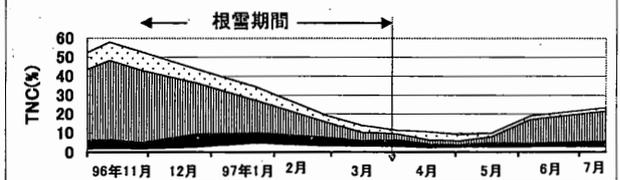
少雪区



中雪区



多雪区



□ 還元糖 ■ 非還元糖 ▨ フラクタン □ 澱粉

図 1. 各積雪区におけるペレニアルライグラス (ファントム) の TNC 推移

表 1. 異なる積雪レベル下で越冬したイネ科作物における TNC の役割

積雪レベル	作物名	越冬直前 の TNC (%)	TNC の利用割合 (%)		
			越冬	春の再生	未利用
少雪区	TY	38	28	48	24
	OG	52	41	38	21
	MF	47	26	48	26
	TF	46	41	36	23
	PR	58	30	59	11
	秋播コムギ	44	41	32	27
	ライムギ	38	33	57	10
	平均	46	34	45	20
	標準偏差	7	7	10	7
	CV (%)	16	19	23	34
中雪区	TY	38	54	26	20
	OG	52	61	24	15
	MF	53	68	18	14
	TF	46	76	10	14
	PR	58	68	17	15
	秋播コムギ	39	74	0	26
	ライムギ	38	65	13	22
	平均	46	67	15	18
	標準偏差	8	8	9	5
	CV (%)	18	11	57	26
多雪区	TY	38	73	4	23
	OG	52	69	21	10
	MF	53	60	20	20
	TF	46	71	8	21
	PR	58	80	4	16
	秋播コムギ	39	70	0	30
	ライムギ	38	71	0	29
	平均	46	71	8	21
	標準偏差	8	6	9	7
	CV (%)	18	8	109	33
注) 越冬 少雪区: 最大 TNC% 時から脱ハードニング直前まで 中雪区: 最大 TNC% 時から消雪日まで 多雪区: 最大 TNC% 時から消雪日まで 春の再生 少雪区: 脱ハードニング直前から依存成長期末まで 中雪区: 消雪日から依存成長期末まで 多雪区: 消雪日から依存成長期末まで					

アルファルファ単播草地の栽培技術の確立に関する研究
3. 除草剤処理同日播種法による造成について

小川 恭男・手島 茂樹・三枝 俊哉

Studies on establishment and management of
Alfalfa (*Medicago sativa* L.) sward

2. Effect of over seeding just after herbicide
application on establishment of the swards

Yasuo OGAWA, Shigeki TEJIMA and Tosiya SAIGUSA

緒 言

本研究では、維持年限を4～5年に限定したアルファルファ単播草地と飼料用トウモロコシとの輪作体系を想定し、前者における集約的な造成・利用技術の開発を目的とした。ここでは、アルファルファ単播草地の造成初期の雑草防除技術として、除草剤処理同日播種法の効果と問題点の抽出ならびにその改善について検討した。

材料及び方法

試験1：平成9～10年にかけて、帯広と札幌の合計9カ所において、アルファルファ単播草地を除草剤処理同日播種法により造成した。播種床造成は4月下旬～5月に行い、その後30～40日間播種床を放置し、5月下旬から6月にかけて除草剤散布後（グリフォサート300ミリリットル/10a）播種した。供試品種はマキワカバとヒサワカバとし、10a当たりの播種量はコート種子で2～3kgとした。造成後、各草地は8月と10月に2回収穫し、調査はアルファルファの発芽・定着数と収量について実施した。

試験2：平成11年には、除草剤処理同日播種法適用時におけるアルファルファの発芽・定着を改善する目的で、播種後に攪土処理（覆土を促進するために金属製ブラシで表層土壌を軽度攪拌する処理、scarification）を行い、その効果を検討した。試験地は北農試内の異なる2カ所の飼料用トウモロコシ跡地とし、攪土処理の有無を処理区として1区面積25㎡の4反復で実施し、前述同様の調査を行った。供試品種はマキワカバで、10a当たりの播種量はコート種子で2kgとした。

結果及び考察

試験1：1）9カ所の試験地におけるアルファルファの推定定着率は20～98%でバラツキが大きく（図1）、平均では49%であり、必ずしも高い水準ではなかった。これは、試験地間の土壌の相違、ならびに播種床放置期間に生じた土壌表面のクラスト化と関連が深いと考えられる。2）各試験地ではいずれもアルファルファ単播草地が成立し、造成年に2回の収穫ができた。しかし、造成直後の雑草の発生程度には、試験地間に大きなバラツキがあった。また、造成後初回刈取り時の雑草割合はアルファルファの定着数が多い試験地ほど少ない傾向があった（図2）。除草剤処理同日播種法適用後に雑草の再発生を軽減するためには、アルファルファの定着数を高めることが重要と考えられる。

試験2：1）湿性黒色火山性土の試験地では、アルファ

ルファの定着率は低かったが、攪土処理によって約2倍に改善された。また、そのことによって初回刈取り時の雑草割合は軽減されたが、有意差はなかった（表1）。2）褐色火山性土の試験地では、攪土処理をしなくても定着率は高く、雑草発生は少なかった。逆に、攪土処理すると雑草発生は増加した。

以上を要約すると、褐色火山性土では除草剤処理同日播種法によってアルファルファ単播草地が容易に造成できる。しかし、湿性黒色火山性土ではアルファルファの定着率が低く、そのことが雑草の再発生を促す。そのため、播種量を増やすか、定着率を改善するための処置が必要であり、その一つに攪土処理が考えられる。

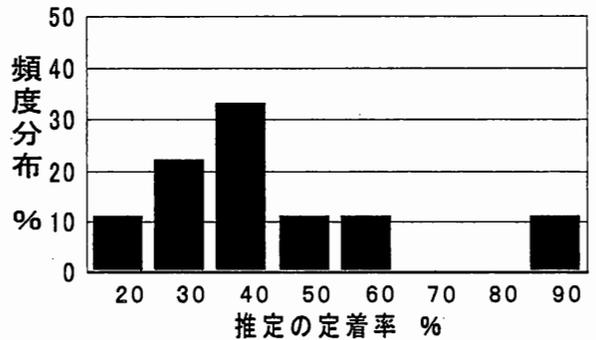


図1 各試験におけるアルファルファの推定定着率の頻度分布

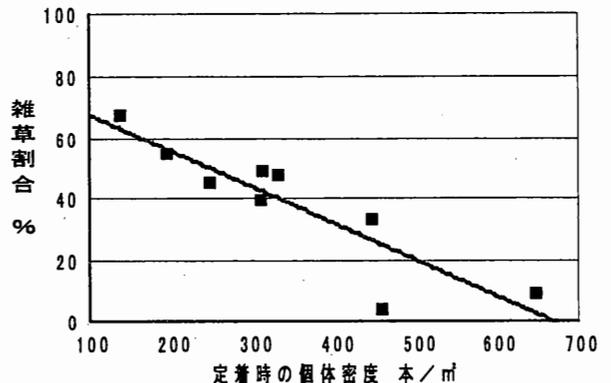


図2 アルファルファの定着個体数と初回刈取り時における雑草発生の関係

表1 除草剤処理同日播種法における攪土処理の影響

試験地の土壌	攪土処理	アルファルファ定着数 (本/㎡)	雑草構成割合 (%)
湿性黒色火山性土	無し	130 B	67.1
	有り	247 A	57.7
褐色火山性土	無し	280	33.9 b
	有り	270	71.3 a

アルファベットの大字間には1%、小文字間には5%水準の危険率で有意差あり。

(北農試、*草地試)

雑草を指標とした牧草地の状態診断
アルファルファ主体混播草地におけるイネ科牧草の
種類が植生に及ぼす影響—利用7年目牧草地の事例—

小阪 進一・永井 守・村山 三郎

Diagnosis of Meadow Condition by Weed Index
Influence of Grass Species on Alfalfa
(*Medicago sativa* L.) Mixed Sward of Vegetation
—The 7th Year Meadow—
Shin-ichi KOSAKA, Mamoru NAGAI
and Saburo MURAYAMA

諸 言

牧草地の状態を診断する際に、牧草の種類相で診断しようとすると、種類数が少なく植生が単純であるため正しい診断となりにくい。しかし、牧草地に侵入している雑草の中には、環境にきわめて敏感に反応するものもあり、それらを指標植物として十分活用しつつ多くの情報を得るところに雑草を指標とした状態診断の特徴があると考えられる。

そこで、利用7年目のアルファルファ主体混播草地がイネ科牧草の種類によってどのような状態にあるのか、植生調査によって診断を試みたのでその概要を報告する。

材料および方法

調査は、江別市文京台緑町の酪農大学実験圃場において、オーチャードグラス (OG)、チモシー (TY)、スームスブロームグラス (SB)、ケンタッキーブルーグラス (KB)、メドウフェスク (MF)、ペレニアルライグラス (PR)、アルファルファ (AL) を用いて混播区およびAL単播区の7処理区を設け、1992年6月2日に造成した利用7年目 (1999年) の圃場で行った。

植生調査は、処理区の全面積である2m×3m単位で1999年5月20日に行った。植被率、草種別の草丈、被度、群度を測定した。被度、群度はブラウン・ブランケ法に従った。さらに草丈、被度および群度を比数化して積算優占度 (SDR₃)、相対優占度 (SDR₃') を算出した。生活型は日本原色雑草図鑑 (全国農村協会刊行) の標記に従い分類した。

結果および考察

1. 雑草の生活型組成

休眠芽の位置で類型化した休眠型は、1年草のTh+Th (w) と多年草のH+Chで比較すると、AL単播区では両者がほぼ同等の割合を示し、混播区ではMF混播区を除いた全処理区において多年草が1年草を上回った。多年草は遷移段階の後期に増加すると考えられているが、ほとんどの処理区でその傾向がみられた。

根、地下茎および匍匐茎などのひろがりかたで類型化した地下器官型は、単位植物のR₀の減少もしくは根茎植物のR₁~R₃の増大が遷移進行の指標になるといわれている。本調査においてもMF混播区を除いた全処理

区で根茎型と匍匐型の合計値はR₀を上回り、特にOG混播区とTY混播区で明らかであった。

種子や果実の散布のしかたを類型化した散布器官型は、全処理区とも移動植物のD₁およびD₂に比較して散布のしくみがないD₄が高い値を示した。

地上部の形態と生育のようすを類型化した生育型は、遷移の進行に伴ってそう生型のt、匍匐型のp、ロゼット型のr、にゼロゼット型のpsが増加するといわれている。本調査の全処理区においても同様の生活型が出現し、これらの合計値は各処理区において高い値を示した。

2. 相対優占度および出現雑草数

播種牧草の相対優占度は、OG混播区≒KB混播区>PR混播区≧MF混播区>SB混播区≧TY混播区>AL単播区の順になった。AL単播区は各混播区に比較して1/2以下の低い値を示した。混播処理区のALは、OG混合区でやや低かったが、他の処理区間では大差がなくAL単播区と同等の値を示した。雑草の相対優占度は、AL単播区で80%と最も高い値を示した。混播処理区ではTY混播区、SB混播区が高く60%近い値を示した。またスズメノカタビラ、ホワイトクローバーおよびセイヨウタンポポは全処理区内に出現し、とくにセイヨウタンポポは各処理区で最も高い値を示した。エゾノギンギンはGO混播区を除いた全処理区において出現し、とくにAL単播区で高い値を示した。雑草の草種数は、AL単播区が15種類で最も多く、最も少なかったのはKB混播区の5種類であった。他の処理区は両者のほぼ中間の種類数であった。

以上のように、雑草の生活型は全処理区とも休眠型、地下器官型および生育型において遷移後期の特徴を示した。とくにAL単播区は混播処理区に比較して雑草の種類数が多く、雑草の相対優占度は極めて高い値を示した。一方、各混播区でも雑草が40%以上の値を示し、牧草の優占度はそれほど高くなかった。これらのことから、利用7年目のAL単播区および全混播区とも、遷移が進行して草地在り荒廃し、更新時が到来している状態であると診断された。

処理区別の相対優占度および出現雑草数

処理区	相対優占度 (SDR ₃ ', %)			出現 雑草数
	播種牧草 G	AL	雑草計	
AL単播区	—	19.8	80.2	15
OG混播区	42.0	15.5	42.5	7
TY混播区	22.0	18.2	59.8	10
SB混播区	23.4	19.4	57.2	9
KB混播区	35.1	22.1	42.8	5
MF混播区	30.0	17.0	53.0	9
PR混播区	30.8	19.6	49.6	9

注) Gは各混播区のイネ科牧草

アルファルファをチモシーの補助草種として
利用した場合の適正播種量

岩淵 慶・大塚 博志・堀川 洋*

Optimum Seeding Rate of Alfalfa
(*Medicago Sativa* L.) Using for the Companion
Species of Timothy (*Phleum pratense* L.)
Kei IWABUCHI, Hiroshi OTSUKA
and Yho HORIKAWA *

諸 言

採草用のマメ科牧草として、アカクローバーとアルファルファが主に利用されているが、アカクローバーは短年性であり永続性が短く、アルファルファも定着時の雑草の繁茂、融雪後の浮上・抜根等の問題を抱えている。このとき、アカクローバーの代わりに永続性の優れるアルファルファを用いれば、長期的に混播草地を維持することが出来、アルファルファについてもイネ科割合の多い混播であれば、それら諸問題を軽減出来ると考えられる。そこで、本試験では、チモシーとの組合せにおいて、アルファルファを補助草種として利用する場合の適正な品種の組合せ、並びに播種量について検討した。

材料および方法

チモシーは、早生種「ノサップ」および中生種「キリタツ」を用い、各々1.5kg/10a に対しアルファルファ「ヒサワカバ」、「Amerigraze」を各々0.3、0.5および0.7kg/10a 播種した。比較としてアカクローバー「ホクセキ」および「クラノ」を各々0.3kg/10a 加えた区を設けた。播種は1997年6月12日に散播で行い、1区4.5㎡で3反復実施した。調査は2年目以降実施し、乾物収量、マメ科率を測定した。各混播草地の収量と品質もたらず牛乳の生産性と収益性について、粗蛋白質、ADFおよびNDFを分析により求め、家畜栄養学的推定式により検討した。収穫は各々チモシーの刈り取りスケジュールに従った。なお、試験結果の内容を簡潔にするため、アルファルファに関しては、各播種量毎に2品種のデータの平均値を用いた。

結果および考察

(1) 乾物収量とマメ科率

「ノサップ」との混播における乾物収量は、播種2年目は、アルファルファ混播区は、「ホクセキ」区に比べて何れの播種量においても収量は高く、その播種量が多くなるに伴い収量が増加した。このとき、0.3および0.5kg区ではチモシー収量が、0.7kg区ではチモシーおよびアルファルファ収量が高かった。播種3年目は、アルファルファ混播区は、「ホクセキ」区より、何れの播種量においても収量は低かった。これは、1番草収穫後の早魃でチモシーの2・3番草の生育が悪くなった上にアルファルファが繁茂し、チモシー収量が低下したことに起因すると考えられる。ただ、その分をアルファルファでカバーしていた。2年間の合計では、概してアルファルファの混播区が高く、特に、0.7kgが最多収となった(表1)。

マメ科率の推移は、1999年はマメ科が優先しやすい状況であるため、本来の状況に近いと考えられる1998年を見ると、アルファルファの播種量が多くなるに伴い適正値と考えられる30%に近い状況となり、0.7kg区が最もそれに近い値で推移した。そのときの平均値および変動係数は、「ホクセキ」区で各々36.2%、12.6%、アルファルファ0.7kg区で24.8%、28.6%となり、「ホクセキ」区に最も近い値となっていた(表1)。

一方、「キリタツ」との混播では、2番草でのアルファルファとの収穫時期が合致しないため混播は困難と考えられていた。

(2) 経済性の評価

1998年の「ノサップ」混播区について検討した。アルファルファ混播区は、栄養補正後の推定産乳量が「ホクセキ」区より高く、乳代で0.7kg区において最大の5.8千円高であった。エネルギーと蛋白質のバランスをとるために給与した圧片コーン代金を減じて算出した差引利益は、6.3千円高となった(表2)。

以上から、アルファルファをチモシーの補助草種として利用することは、長期的に安定的で高品質な飼料を確保する上で有効と考えられ、そのときの適正な播種量は「チモシー(早生種):アルファルファ=1.5kg/10a:0.7kg/10a」であると示唆された。

表1. 播種2年目および3年目の処理別の乾物収量、並びに播種2年目のマメ科率(ノサップ混播区)

処理区	乾物収量(kg/10a)												マメ科率(%) ³⁾		
	1998年				1999年				2年間合計				1998年		
チモシー	マメ科	kg/10a	kg/10a	合計	kg/10a	kg/10a	合計	kg/10a	kg/10a	合計	kg/10a	kg/10a	平均値 ¹⁾	C.V.%	
ノサップ 1.5	アルファルファ 0.3	1,409a	53c	1,462a	113	803c	386b	1,189c	89	2,212ab	439c	2,651b	101	14.1	35.6
ノサップ //	// 0.5	1,345a	61c	1,407b	109	815c	406b	1,221b	92	2,161ab	467b	2,628b	100	21.6	23.9
ノサップ //	// 0.7	1,360a	122a	1,482a	115	702c	591a	1,293b	97	2,062b	713a	2,775a	106	24.8	28.6
ノサップ //	ホクセキ 0.3	1,191b	100b	1,291c	100	1,014b	318c	1,332a	100	2,205ab	418c	2,623b	100	36.2	12.6
ノサップ //	クラノ 0.4	1,310a	93b	1,402b	109	1,169a	213c	1,382a	104	2,478a	306c	2,784a	106	30.3	29.9

1)アルファルファは2品種の平均値、2)「ノサップ1.5+ホクセキ0.3」=100%、3)冠部被度、* P<0.01.

表2. 経済性の評価¹⁾

処理区	栄養補正後の推定産乳量(kg/10a)		栄養補正量(kg/10a)		圧片 ³⁾ 差引 ⁴⁾		乳代 ³⁾ コーン代 ⁴⁾		利益 ⁵⁾ 差額 ⁵⁾	
	チモシー	マメ科	kg/10a	kg/10a	kg/10a	kg/10a	(千円)	(千円)	(千円)	(千円)
ノサップ 1.5	アルファルファ 0.3	1,486	175.2	0.0	115.3	5.8	109.5	1.0		
ノサップ //	// 0.5	1,501	153.7	0.0	116.5	5.1	111.4	2.9		
ノサップ //	// 0.7	1,561	192.0	0.0	121.1	6.4	114.8	6.3		
ノサップ //	ホクセキ 0.3	1,486	207.3	0.0	115.3	6.9	108.5	0.0		
ノサップ //	クラノ 0.4	1,514	184.4	0.0	117.5	6.1	111.4	2.9		

1)1998年値、2)牛乳1kg当たり77.6円、3)乾物1kg当たり22.9円、4)乳代-圧片コーン代、

5)「ノサップ1.5+ホクセキ0.3」を基準(0.0千円)。

ホクレン畜産実験研修牧場 (099-1421 常呂郡訓子府町字駒里184)

HOKUREN Livestock Experimental and Training Farm, 184, Komasato, Kunneppucho, Tokoro-gun 099-1421, Japan

* 帯広畜産大学 (080-8555帯広市稲田町)

* Laboratory of Forage Crop Sci, Obihiro University of Agr. & Vet Medicine, Obihiro, 080-8555, Japan

造成年の堆肥表層施用がチモシーの生産特性に
及ぼす影響について

佐藤 誠一・井芹 靖彦・鈴木 清史・
小沢 泰・松本 啓・谷口末里子

Effect of Manure Application to Surface Layer
on Growth Characteristics of Timothy
in the Year of Sward Establishment
Seiichi SATOU, Yasuhiko ISERI, Kiyoshi SUZUKI,
Yasushi OZAWA, Tooru MATSUMOTO
and Mariko TANIGUCHI

緒 言

北根室地域の酪農経営は大規模化が進み大量の糞尿が
生産されており、糞尿の有効活用が地域的課題になって
いる。堆肥を造成時に土壌と混和し物理性や化学性、微
生物活性を高めた場合の牧草の反応についての知見を得
るために実施した。今回は堆肥を表層に施用し施用量を
変化させた場合におけるチモシーの生産特性について検
討した。

材料及び方法

堆肥(表1)を表層に0t、3t、6t、9t、12t/10
a施用し12~13cm程度に混和、施肥量を0t区N-P₂O₅-
K₂O=4-30-12kg/10a、堆肥施用量区をN-P₂O₅-
K₂O=2-30-8kg/10a、炭カルは全区共通300kg/10a
施用し、平成9年5月7日供試品種ホクエイを1.0kg/10
a播種した。試験区の面積は4.5m²/区、2反復とし、新
播年の1番後施肥は全区N-P₂O₅-K₂O=2-2-6kg/10
a、平成11年早春施肥は全区N-P₂O₅-K₂O=6-8-12
kg/10a、1番後施肥は全区N-P₂O₅-K₂O=2-2-6kg
/10a施用した。

結果及び考察

今回の試験で新播年の年間乾物収量は0t区(491kg/
10a)を100とすると3t区106、6t区131、9t区123、
12t区122となり、6t区以上と比較すると3t区以下
は収量が低かった。これは堆肥施用量が影響するものと
考えられる。春表層施用の堆肥で新播年の1番草では6
t以上施用しても乾物収量は上がり、若干低くなる傾
向も見られた。新播年の2番草では6t以上施用の区は
乾物収量での大差は認められなかった。2年目の年間乾
物収量で0t区(843kg/10a)を100とすると3t区124、
6t区129、9t区134、12t区143であった。2年目も
堆肥施用区は0t区と比較すると収量が高かった。3年
目の年間乾物収量で0t区(907kg/10a)を100とす
ると3t区100、6t区100、9t区104、12t区111であ
った。3年目では12t区のみが堆肥の影響を若干示し、1
番草の乾物収量で高収であった(表2)。

新播年の粗飼料分析値は各区とも特に大差はなかつた。
また、硝酸態窒素は1番草乾物中で0t区0.018%、3t
区0.022%、6t区0.034%、9t区0.025%、12t区0.037
%であり、いずれも安全領域の範囲であった(表3)。

新播年の土壌診断値は堆肥施用量の多い区が最終番草
収穫後のpH、リン酸、加里、苦土、石灰の値が高くな
った(表4)。これは堆肥施用が影響するものと考えられ
る。

春造成時に堆肥を表層施用する場合完熟堆肥を12t近
く施用しても特に問題はないが新播年の1番草におい
ては6t区が最も高収となる。2年目では12t区が高収と
なった。

草地から草地への更新の場合、前植生対策としてラウ
ンドアップ散布処理、ロータリー耕法と結びつけること
により、自力更新の有力な手段となるものと考えられる。

表1 施用堆肥の成分含有率

DM	原物中%				
	T-N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	CaO
41.2%	0.36	0.61	0.33	0.18	0.59

表2 乾物収量(kg/10a)

区	新播年			2年目			3年目		
	1番	2番	年間	1番	2番	年間	1番	2番	年間
0t	301	190	491	605	238	843	494	413	907
3t	314	208	522	791	256	1,047	483	427	910
6t	415	230	645	811	279	1,090	521	387	908
9t	385	220	605	802	330	1,132	544	396	940
12t	375	223	598	862	346	1,208	580	429	1,009
1番	H9/8/6収穫			H10/6/29収穫			H11/6/30収穫		
2番	H9/10/15収穫			H10/9/8収穫			H11/9/7収穫		

表3 新播年 粗飼料分析値(乾物中%)

区	1番草				2番草			
	TDN	CP	K	NO ₃ -N	TDN	CP	K	NO ₃ -N
0t	59.8	11.9	2.35	0.018	61.5	13.9	2.09	0.010
3t	58.3	10.8	2.42	0.022	62.3	14.6	2.28	0.010
6t	59.4	11.0	2.52	0.034	61.9	14.7	2.21	0.010
9t	59.5	11.7	2.49	0.025	61.9	14.5	2.22	0.010
12t	58.5	10.8	2.59	0.037	62.2	14.8	2.13	0.010

1番草 H9/8/6収穫 2番草 H9/10/15収穫

表4 新播年の土壌診断値

土壌採取	区	pH	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	CaO
H9/5/7	造成時	5.4	24.5	13.6	9.8	96.7
H9/10/21	0t	5.8	23.0	19.5	20.4	248.9
H9/10/21	3t	5.9	64.6	27.1	38.3	312.3
H9/10/21	6t	6.2	78.5	31.9	64.1	427.7
H9/10/21	9t	6.1	49.3	29.2	44.8	345.8
H9/10/21	12t	6.4	84.9	41.7	70.9	361.1

北根室地区農業改良普及センター (086-1045 中標津町)

Nakashibetsu Hokkaido 〒086-1045 Kitanemuro Ag. Extension Office

造成年の堆肥表層施用がアルファルファの
生産特性に及ぼす影響について

井芹 靖彦・鈴木 清史・佐藤 誠一・
松本 啓・谷口末里子・昆野 大次

Effect of Manure Application to Surface Layer
on Growth Characteristics of Alfalfa
in the Year of Sward Establishment
Yasuhiko ISERI, Kiyoshi SUZUKI, Seiichi SATOU,
Tooru MATUMOTO and Mariko TANIGUTI

緒 言

北根室地域の酪農経営は大規模化が進み大量の糞尿が生産されており、糞尿の有効活用が地域的課題になっています。今回、造成時に堆肥を表層に施用し、施用量を変化させた場合におけるアルファルファの生産特性について検討しました。

材料及び方法

表層に完熟堆肥を0 t、5 t、10 t、15 t、20 t、25 t、未熟堆肥5 t、10 t、15 t、表層に完熟堆肥5 t+土層25 cmに未熟堆肥15 t/10 aの10処理とし(堆肥施用)は平成8年10月10日、供試堆肥の成分は表-1)、施肥量は0 t区N-P₂O₅-K₂Oを4-30-16kg/10 a、堆肥施用区2-30-12kg/10 aを、炭カルは全区共通400kg/10 aを施用した。平成9年5月2日供試品種ヒサワカバ(ハイパーコート)を40万粒/10 aを播種した。試験区の面積は1区4.5㎡、2反復とし、1番刈後施肥はN-P₂O₅-K₂Oを0-4-7 kg/10 a施用した。

平成10年は早春0-6-15kg/10 a、1番草刈取後0-4-7 kg/10 a(2回刈)、平成11年は早春0-6-15kg/10 a、1番草刈り取後0-4-7 kg/10 a、2番草刈り取後0-4-7 kg/10 a、(3回刈)施用した。炭カルは3年目の平成11年早春(4/8)、100kg/10 a全区に施用した。

表1. 施用堆肥成分(乾物中%)

	D	M	T-N	P 205	K 20	MgO	CaO
完熟堆肥	38.0	0.91	1.44	0.95	1.39	0.39	
未熟堆肥	18.1	1.84	1.65	1.14	1.75	0.38	

表2. AL堆肥、用量試験年次別乾物収量成績(kg)

区 分 (刈取月日)	新播年・H9年			2年目・H10年			3年目・H11年			
	1番草	2番草	合計	1番草	2番草	合計	1番草	2番草	合計	
	8/8	10/15		7/3	9/8		7/5	8/13	10/6	
1無堆肥	190	102	292	524	159	683	351	354	122	827
2完熟堆肥5t	354	134	488	539	177	716	346	350	145	841
3完熟堆肥10t	437	165	602	622	184	806	453	377	130	960
4完熟堆肥15t	408	191	599	641	181	822	389	355	132	876
5完熟堆肥20t	427	190	617	610	167	777	379	340	150	869
6完熟堆肥25t	441	180	621	603	169	772	468	351	134	953
7未熟堆肥5t	181	124	305	562	185	747	435	325	119	879
8未熟堆肥10t	226	179	405	676	172	848	398	355	130	883
9未熟堆肥15t	236	176	412	629	177	806	356	335	153	844
10完5t+未15t	344	139	483	535	206	741	480	355	183	1018

結 果

1. 新播年の生育状況: 出芽は播種後10日目の5/12、初生葉展開は5/29であった。本葉1葉展開期では完熟堆肥区に比べ他処理区は2、3日生育が遅れる傾向がみられた。生育60日目の草丈、葉数、分けつ調査においても未施用区と完熟堆肥区、未熟堆肥区並びに堆肥の施用量の違いにより明瞭な差がみられた。また、出芽率は23~43%と区によりバラツキがみられた。

2. 年次別乾物収量: 3カ年における収量は表2の通りです。新播年における1番草の収穫は播種後98日目に完熟堆肥区を、105日目に未熟堆肥区を収穫した。年間乾物収量では0 t区(292kg)を100とした指数で見ると完熟5 t区167、10 t区206、15 t区205、20 t区211、25 t区213、未熟堆肥5 t区104、10 t区138、15 t区141、表層5 t+土層25cm未熟堆肥15 t区165であった。完熟堆肥区で、10 t施用までは直線に反応するに対し、未熟堆肥では緩慢であり、表層5 t+土層25cm未熟堆肥区は完熟堆肥5 t区と同程度で土層施用の効果は判然としなかった。

2年目の乾物収量は0 t区(683kg)を100とした指数で見ると完熟5 t区105、10 t区115、15 t区120、20 t区114、25 t区113、未熟堆肥5 t区109、10 t区124、15 t区118、表層5 t+土層25cm未熟堆肥15 t区109であった。

3年目の乾物収量は0 t区(827kg)を100とした指数で見ると完熟5 t区102、10 t区116、15 t区106、20 t区105、25 t区115、未熟堆肥5 t区106、10 t区107、15 t区102、表層5 t+115、未熟堆肥5 t区106、10 t区107、15 t区102、表層5 t+土層25cm未熟堆肥15 t区123であった。

3. 新播年におけるアルファルファの硝酸態窒素含有量: 1番草の含有量は完熟堆肥区で0.036~0.055%未熟堆肥区0.036~0.057%で有りいずれも安全領域の範囲であった。

考 察

- ① 堆肥の腐熟度合いによって生育に差が見られた。
- ② 堆肥の表層施用により圃場は乾きやすくなり、春播き作業の開始を早める事が可能と考えられた。
- ③ 新播年の収量は完熟堆肥の施用量を一定の範囲で直線的に増加する関係がみられた。
- ④ 2年目収量では完熟堆肥で15 t区、未熟堆肥区で10 t区、15 t区で高くなる傾向が見られたが2番草収穫期は降水量が多くAL密度の高い区ほど腐敗し減収した。
- ⑤ 3年目収量では堆肥の量、熟度の差はみられなかった。
- ⑥ 北根室地方のように積算温度が2,100℃地帯では堆肥の表層施用量は15 t程度と考えられた。
- ⑦ ALの収量持続性を考慮する場合には堆肥を表層+土層20cm程度に施用する事の有効性が示唆された。

カッププラント (*Silphium perfoliatum* L.) の
生育特性 (予報)

藤井 弘毅*・井芹 靖彦**

Growth habit of cupplant (*Silphium perfoliatum* L.)
in Hokkaido

Hiroki FUJII* and Yasuhiko ISERI**

緒 言

カッププラント (*Silphium perfoliatum* L.) は中央アメリカを原産地とするキク (Asteraceae) 科の多年草である。北アメリカは草原、沼沢、小川の岸辺等に自生している。収量、栄養価が高く、他の作物が耐えられないような湿地条件下でも良く生育し、野生では20年以上も生存できることが知られている。そのため、重要な飼料作物候補として現在アメリカで試験が行われている。

そこで、3年間生育調査を行った結果について報告する。

なお、本試験は三井東圧肥料株式会社金子幸司博士より貴重な種子の提供を受け、調査の機会を得たことによる。

材料および方法

アメリカでも試験中の30系統の自然交雑に由来する遺伝的に雑多な種子を供試した。播種は1997年6月18日に点播 (70cm×45cm) で行った。発芽率は77%であった。施肥は播種年を含め N-P₂O₅-K₂O-MgO=8.0-20.0-6.1-2.5kg/10a/年を早春に施与した。播種年は堆肥を4,000kg/10a施与した。収穫は2年目 (1998年) は10月16日、3年目 (1999年) は10月1日に実施した。調査は周縁個体を除いて個体ごとに行った。

結果および考察

表1にカッププラントの生育の年次推移を示した。播種年 (1年目) は晩秋までに茎の生育は認められず、地上部は葉身と葉柄のみで構成されていた。晩秋の草丈は個体平均±s. d. で23±5 cm、個体当たり茎数は1.0±0.0本、自然草高は5.1±2.3 cm、葉数は枯死葉も含め4.6±1.2枚に止まり、生育が極めて緩やかに進行した。

晩秋の草丈は2年目172±20cm、3年目235±23cmと年次とともに高くなった。茎数は2年目5月上旬頃、前年の茎基部越冬芽から新葉が急速に萌芽して2.9±0.9本まで増加し、個体間差がみられるようになった。3年目早春には11.6±3.4本まで増加した。生体重は2年目884±402g、3年目1,624±747gと年次ともに増加し、大きな個体間差が認められた。したがって生育量は3年目までは年次とともに増大した。

また、枯死個体は3年目までに51個体中1個体のみであり、越冬性が高く、土壤凍結地帯の根釦地域で生育できることが明らかになった。

年間の生育推移は次のとおりであった。カッププラントは5月上旬、地中から新葉が急伸長し、6月上旬までロゼット状態で生育する。6月中旬以降茎の伸長がみられ始め、8月上旬に着蕾、8月から9月中旬まで開花が

みられた。9月中旬以降種子の登熟がみられ、その頃草丈の伸長が停止した。開花始は2年目、8月22日±5日であったが、早い個体では8月12日、遅い個体では9月4日と大きな個体間差が認められた。開花始と晩秋の草丈、茎数、生体重、乾物率、乾重との間に相関関係は認められなかった。

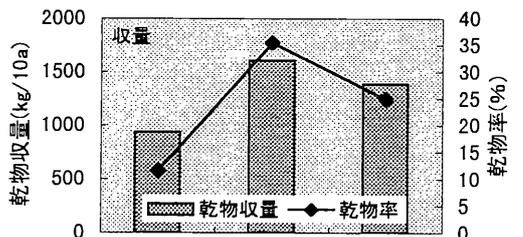
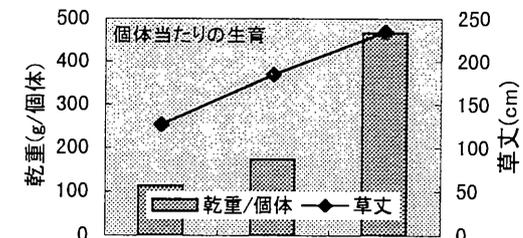
図1に3年目のカッププラントの生育および収量をヒマワリ並びにトウモロコシと比較した結果を示した。カッププラントは草丈、個体当たり乾重とも両作物を上回った。また、乾物収量は1,384kg/10aとトウモロコシの86%に及ぶ高収が得られ、トウモロコシ栽培が不安定な根釦地域での利用が期待されると考えられた。

今後、適正利用時期、採食性、嗜好性等の解明が必要である。

表1. カッププラントの生育の年次推移

形 質	単位	1年目		2年目		3年目	
		1997		1998		1999	
		晩秋	早春	晩秋	早春	晩秋	早春
草 丈	cm	23±5	10±2	172±20	—	—	235±23
茎 数	本/個体	1.0±0.0	2.9±0.9	2.5±0.9	11.6±3.4	7.3±2.0	—
生体重	g/個体	—	—	884±402	—	—	1624±747
枯死個体率*	%	0.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0

注) 周縁個体を除く34個体の平均±s. d.。ただし*の供試個体数は51。



	ヒマワリ 「サンホイト101」	トウモロコシ 「エマ」	カッププラント
栽植密度(個体/10a)	8333	9259	2693
播種期(年/月/日)	'99/6/19	'99/5/17	'97/6/18
収穫期	'99/9/13	'99/10/1	'99/10/1
生育ステージ	開花終	黄熟初	種子登熟

図1. カッププラントの収量

注) 3年目の調査結果。周縁個体を除く10個体の平均。収量は欠株がない場合。

* 根釦農業試験場 (086-1153 標津郡中標津町)
* Konsen Agricultural Experiment Station, Nakashibetu, 086-1153 Japan
** 北根室地区農業改良普及センター (086-1045 標津郡中標津町)
** Kitanemuro Agricultural Extension Center, Nakashibetsu, 086-1045 Japan

無施肥放牧草地の植生回復に及ぼす施肥と休牧の影響

手島 茂樹**・小川 恭男**・三枝 俊哉**

Effect of fertilization and rest of grazing on vegetation recovery in the deteriorated pasture due to non-fertilization

Shigeki TEJAMA*, Yasuo OGAWA** and Toshiya SAIGUSA**

緒言

北海道の傾斜草地で低コストな肉用繁殖牛放牧を行うための技術開発を目的とした。この一環として、草地造成後、無施肥で放牧利用し続けた牧草地が、どの程度の牧養力で推移し、どのような植生変化を遂げるのかについて、長期間にわたって追跡調査している。本報告では、無施肥放牧草地内において、施肥の再開と一時的な休牧が、供試草地の植生回復と草地生産量の増大に及ぼす影響について検討した。

材料及び方法

供試草地は、ワラビ・ススキ・チシマザサ及びクマイザサからなる平均傾斜度が約10度の野草地を対象として、1967年に簡易耕起法で造成した牧草地とした。播種草種は、オーチャードグラス、ケンタッキーブルーグラス、トールフェスタ、チモシー、レッドトップ、シロクロバの混播とし、1990年まではほぼ無施肥で、それ以降は完全に無施肥で、肉用繁殖牛4~20頭の放牧を行った。放牧期間は、5月中旬から10月末までとし、他の牧区と組み合わせて輪換放牧した。1990年~98年までの放牧圧は、ha当たりの年間の延べ放牧頭数(体重500kg換算)で250~156頭であった。

表1のとおり、1997年5月に供試草地内に4処理区を設け、1998年まで2年間にわたって調査した。対照区は従来通りの無施肥放牧を継続した区(無施肥放牧区)とした。施肥放牧区は8:8:10kg/10a(N-P₂O₅-K₂O)を毎年5及び8月に均等分施し、対照区と一緒に放牧利用した。無施肥休牧区と施肥休牧区は毎年5月から7月まで一時的に休牧し、その後3~5日間の放牧を2回行った。施肥休牧区における施肥法は前述の施肥放牧区と同様とした。

結果及び考察

1997年5月の対照区における草種別の被度は、ブタナが72%と最も高く、次いでハルガヤが25%であった。これに対して、播種牧草の被度は低く、トールフェスタが8.8%、レッドトップが8.6%、その他牧草種は5%以下で、ブタナ・ハルガヤ優占の植生であった。

表2には、各処理区の年間の被食量の推移を乾物重で示した。対照区は、処理区を設ける1年前の1996年から200g台で推移した。施肥放牧区は、対照区と比較して1年目に約2倍、2年目に約3倍と増加を続けた。無施肥休牧区は、1年目に1.7倍と増加し、2年目はその水

準を維持した。施肥休牧区は、1年目に2.4倍に増加し、2年目は漸増して対照区の2.7倍となった。

一方、被食量中に占める牧草の乾物重割合をみると(図1)、対照区は処理区を設ける1年前から約10%前後であった。施肥放牧区は1年目(1997年)に18%、2年目(1998年)に42%と増加を続けた。無施肥休牧区は1年目に32%と増加し、2年目は漸増して44%となった。施肥休牧区は1年目に61%と大きく増加し、2年目にも増加を続けて91%となった。

以上のように、①長年無施肥で放牧利用した草地では、牧草は少ないながらも生存を続けること、②無施肥放牧によって衰退した牧草生産量は、施肥の再開と一時的な休牧により速やかに回復することが明らかになった。また、施肥と休牧の組み合わせは衰退した牧草の回復に特に有効であり、荒廃草地の更新に有効な手段と考えられる。

表1 処理区の概要

処理区	施肥	休牧
対照区	無し	従来通り放牧
施肥放牧区	年2回	従来通り放牧
無施肥休牧区	無し	7月末まで休牧
施肥休牧区	年2回	7月末まで休牧

注)対照区は無施肥放牧区を示す

表2 年間の被食量(g DM/m²)の推移

年	1996	1997	1998
対照区	206	225	262
施肥放牧区		458	806
無施肥休牧区		380	369
施肥休牧区		545	704

注)対照区は、無施肥放牧区を示す

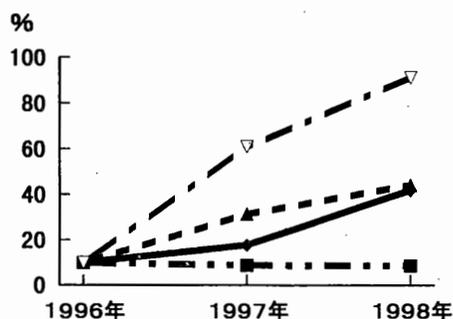


図1 被食量中の牧草の乾物重割合

注)対照区は無施肥放牧区を示す

* 農林水産省 草地試験場山地支場 (389-0201 長野県北佐久郡御代田町大字塩野375-1)

Mountainous Region Branch, National Grassland Research Institute, Miyota, Nagano, 389-0201 Japan

** 農林水産省 北海道農業試験場 (062-8555 札幌市豊平区羊ヶ丘1番地)

Hokkaido National Agricultural Experiment Station, Hitsujigaoka, Toyohira-ku, Sapporo, 062-8555 Japan

2 番草イネ科牧草における窒素施肥反応の草種間差異

金川 順二*・松中 照夫*・川田 純充**

Difference among Temperate grasses in Responses to Nitrogen applied during the Second Growing Period

Junji KANAGAWA*, Teruo MATSUNAKA* and Yoshimitsu KAWATA**

緒 言

牧草に対する施与Nの乾物生産効率を高めることは、牧草の生産性を高める効果があるだけでなく、N施与による環境への悪影響を軽減する効果もある。この施与Nの乾物生産効率を向上させる1つの方法として、それぞれの草種に効率よくNを施与することが考えられ、そのためにはそれぞれの草種のN施肥反応を明確にする必要がある。先の報告において、筆者らは主要なイネ科牧草の1番草におけるN施肥反応の草種間差異との発現要因を検討した。そこで本試験では、主要なイネ科牧草の2番草について、N施肥反応における草種間差異を検討し、その差異が何に起因して生じるのかを考察した。

材料および方法

本試験には、本学内の造成後3年目のオーチャードグラス(OG)、メドウフェスク(MF)、チモシー(TY)単播草地を供試した。試験期間はOG、MFが1998年6月5日から8月8日まで、TYが1998年6月25日から8月30日までであった。調査は各草種ともほぼ10日間隔に行い、試験開始日からほぼ10日ごとにI期、II期と順次表示することにした。N処理は4水準で0、4、8、12 gNm⁻² (以下N0区、N4区、N8区、N12区)とした。

結果および考察

OG、MFの2番草収量はN8区で頭打ちとなった。一方、TYの2番草収量はN施与量の増加に伴い増収した。したがって、2番草におけるOG、MFのN施肥反応はTYのそれと大きく異なっていた。また、OGとMFにおけるN施肥反応は類似していたにもかかわらず、2番草収量それ自体はどのN施与量においてもOGのほうがMFを上回った。それゆえ、以下ではまずOG、MFとTYにおけるN施肥反応の違いを生長解析から検討し、ついでOGとMFの差異についても検討する。

OGとMFの個体群生長速度(CGR)は8 gNm⁻²までN施与量の増加に伴い増大した。これに対し、N12区におけるOGのCGRはV期に、MFのそれはVI期にN8区のそれを大きく下回った。また、N12区におけるOGの純同化率(NAR)はV期に、MFのそれはVI期にN8区のそれより低かった。これに対し、OGとMFの

葉面積指数(LAI)はN施与量の増加に伴い明瞭に増加し、このN施与量間のLAIの差はほぼ経時的に広がった。ゆえに、OGとMFでは葉面積の拡大が生育後半で過繁茂を招き、相互遮蔽が起きていると思われた。そこでLAIとCGRの関係を見てみると、OGはLAIが約3で、MFはLAIが約2で最適LAIが存在した。また、この最適LAI値以上のLAIは両草種ともにN8区とN12区で認められた。

一方、TYのCGRはN施与量の増加に伴い増大し、特にその増大は生育後半において顕著であった。TYのLAIは他の2草種と同様にN施与量の増加に伴い増大した。しかし、TYのNARは他の2草種とは異なり、生育後半のIV・V期においてもN12区のNARがN18区のそれを上回っていた。ゆえに、TYはOG・MFと異なり葉面積の拡大が生育後半における過繁茂を招く程ではないと考えられる。そこでOG・MFと同様にLAIとCGRの関係を見てみると、TYには最適LAIが認められなかった。

したがって2番草においてOG・MFとTYのN施肥反応に差異が生じたのは、OG・MFでは最適LAIが存在したため、N施与量の増加に伴いLAIが増大しても、CGRに反映しなかったのに対し、TYでは最適LAIが認められないため、N施与量の増加に伴うLAIの増大がそのままCGRに反映したと考えられた。TYに最適LAIが認められなかった要因としては、TYが2番草においても出穂し、草高を高めて葉面積拡大による相互遮蔽が発生させにくい状態をつくっているという事が考えられた。

次に上述したOGとMFの差異について考えてみる。OGのCGRは同N施与量の場合、多少の例外はあるもののMFのそれを上回った。次にLAIをみると、CGRと同様にOGは、いずれのN施与量においてもMFを上回った。ところが、OGのNARはどのN施与量においてもMFのそれよりおおむね低かった。

したがって、N施与量が同じ場合、OGの収量がMFのそれより多収となったのは、OGのLAIがどのN施与量においても常にMFのそれより高かったことがCGRに反映したためと思われた。

以上の結果から、以下のように結論づけられると思う。2番草におけるN施肥反応の草種間差異はTYとOG・MFの間で認められた。このN施肥反応の草種間差異は、出穂の有無による最適LAIの草種間差異によってもたらされると考えられた。また、2番草のN施肥反応が類似しているOGとMFの間には、同じN施与量の場合に収量の草種間差異がある。その差異は、両草種のLAIの差異に起因していた。これは、両草種におけるN吸収能や葉面積拡大能の差異によってもたらされたと考えられた。

* 酪農学園大学 (069-8501 江別市文京台緑町582)

Rakuno Gakuen University, Ebetsu, Hokkaido, 069-8501, Japan

** (株)スラリーシステムエンジニアリング (060-0909 札幌市東区北9条東1丁目)

Slurry System Engineering Co., Ltd. Sapporo, Hokkaido, 060-0909, Japan

アカクロバの永続性に及ぼす主根およびクラウンの
内部崩壊と根部形態の影響

森下 浩・平田 聡之・由田 宏一・中嶋 博

Effects of Root Rot and Internal Breakdown and
root development on persistence of red clover.

Hiroshi MORISHITA, Toshiyuki HIRATA,
Koichi YOSHIDA, and Hiroshi NAKASHIMA

緒 言

アカクロバの永続性を制限する要因の一つとして、主根およびクラウンの内部崩壊があげられている。また、主根が崩壊した際、発達した不定根によって個体の生存が維持されているという報告が多くなされている。そこで本研究では、利用2年目のアカクロバ単播草地において、主根およびクラウンの内部崩壊と地際不定根・側根の発達を、実際にどのように個体の生育に影響を与えるのか調査した。

材料および方法

1997年8月にアカクロバ「メルヴィ」、「ホクセキ」を北大農場に単播播種(5m×5m・播種量2g/m²)した草地を供試した。刈取りは98、99年度ともに年3回、刈取り高5cmで行った。99年度の各刈取りごとに、各品種30個体掘取り、主根(10cm)とクラウンの縦断面を観察し、主根およびクラウンの内部崩壊の進行程度を、変色部位の根幅に対する割合で6段階に分類した。(0-症状無し、1-兆候有り、2-10%以下、3-10~30%、4-30%以上、5-崩壊寸前・崩壊)また、地際不定根・側根の発達程度を、外見からの判断と乾物重比で主根の1割以上を基準に、発達か未発達かに分類した。また、各品種2区ずつコードラート(1m×1m)を常設し、その中の個体ごとの地上部乾物量(採草部位)の推移を記録し、3回目の刈取り終了後に全生存個体を掘取り、内部崩壊の進行程度と地際不定根・側根の発達程度を調査した。

結果および考察

主根の内部崩壊は利用1年目から徐々に進行し、クラウンの内部崩壊は個体密度が減少して競争が弱まった利用2年目から、地上部の生育が大きな個体を中心に急激に進行した。利用2年目の刈取り2回目頃から主根およびクラウンが崩壊している個体が増加した。主根およびクラウンの内部崩壊は、症状が重度になるまで生育にほとんど影響を与えないと思われた(図1)。症状が重度

になり、主根やクラウンが崩壊寸前または崩壊した個体は、刈取りによって再生できずに突然枯死してしまうか、生存しても再生量は急激に減少した(図1)。生存した個体では、地際の不定根や側根が発達している割合が高くなった。主根やクラウンが崩壊していても、地際の不定根や側根が発達している個体のみならず、そのような個体は未発達な個体より生育が旺盛であった(図2)。主根やクラウンが崩壊し、地際の不定根や側根で生存している個体の再生量は、主根やクラウンが崩壊していない個体より非常に劣っていた(図2)。また、第二次植物体と認められる個体はほとんど生じていないか、生じてもすぐに消失した。これらのことから、利用2年目の単播条件下では、不定根や側根は崩壊した主根の機能を代替えすることができない、栄養繁殖はほとんど行われないと考えられ、競争環境下での不定根・側根の発達や第二次植物体の形成能に着目した育種がアカクロバの永続性の改善に繋がる可能性が示唆された。

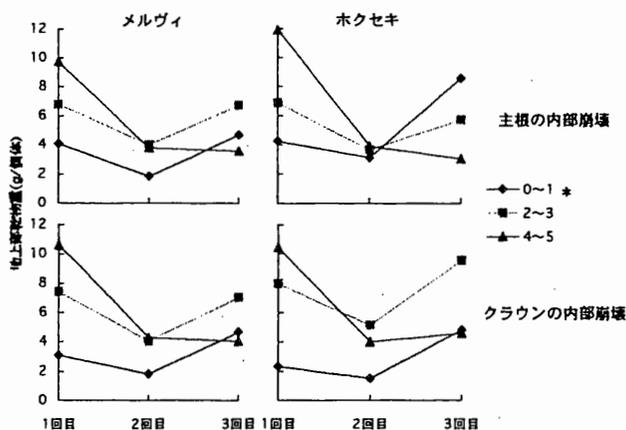


図1. 刈取り3回目の主根およびクラウンの内部崩壊程度により分類した個体グループの各刈取り時における地上部乾物重

* 内部崩壊程度を、症状がほとんどない0~1、軽度である2~3、重度である4~5の3グループに分けた。

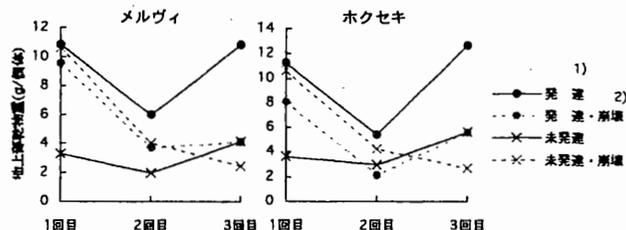


図2. 刈取り3回目の主根、クラウンの崩壊および不定根・側根の発達状態により分類した個体グループの各刈取り時における地上部乾物重

1) 地際の不定根・側根の発達、未発達を示す。
2) 主根もしくはクラウンの崩壊程度が5であるものを崩壊とした。

オゾン処理条件が綿桿・小麦稈・稲わらの
繊維質含量に及ぼす影響

青山 涼子・花田 正明・岡本 明治

Effects of reaction time, chopped length and rolling
in ozone treatment on fiber contents
in cotton straw, wheat straw and rice straw.

Ryoko AOYAMA, Masaaki HANADA,
and Meiji OKAMOTO

緒 言

オゾン処理は植物細胞壁成分であるリグニンの炭素間二重結合を一重結合に変換させたり、ヘミセルロース側鎖から糖を解離させたりすることによって粗飼料の消化率を改善することができるといわれている。オゾン処理が ADL 含量の減少に有効であることは、1 mmメッシュで粉碎したオガクズ、ソバ稈、小豆稈、ミヤコザサ、大豆稈、小麦稈、稲わらなどを用いた前回の研究¹⁾で確認された。しかし試料間でオゾン処理の効果が異なると考えられた。そこで本研究は、3種類の試料を用いて、異なる処理間のオゾン処理効果を検討した。

材料及び方法

供試試料は綿桿、小麦稈、稲わらの3種類とした。オゾン処理条件としてオゾン通気時間を変化させるとともに、試料の表面積を大きくするために物理処理を施した。オゾン通気時間は30分、60分、120分とした。また切断長を2 cm、4 cmの2段階設定し、さらに圧ベン処理を加えた2 cm圧ベン、4 cm圧ベンの4つの物理処理をオゾン処理前に施した。オゾン発生装置(東芝 WOR-1.5)からのオゾン発生量は1.5 g/時であった。20 gの試料に水分含量が30%になるよう加水し、オゾンを通気した。試料1 g当たりのオゾン通気量は、30分、60分、120分でそれぞれ37.5mg、75mg、150mgであった。分析項目はNDF、ADF、ADL、in vitro 乾物消化率 (IVDMD) とし、セルロース、ヘミセルロースは計算で求めた。

結果及び考察

オゾン処理前とオゾン処理後の各試料の繊維分画を表1に示した。処理条件間で効果の程度に差はみられたがオゾン処理によるADL、ヘミセルロース、セルロースの減少とIVDMDの増加は3つの試料のすべてにみられた。オゾン通気時間が長くなるにつれて、どの試料でもADL含量が減少し、さらに小麦稈ではセルロース、稲わらではヘミセルロース含量が減少した。綿桿は小麦稈や稲わらに比べ、オゾン処理によるADL含量の減少速度が速かった。切断長に関しては、綿桿のADLとセルロース、小麦稈のセルロースが、4 cmよりも2 cmの時に減少したが、稲わらでは切断長の違いによる差はみられなかった。圧ベンによって綿桿のADL含量が減少し、小麦稈ではヘミセルロース含量が減少した。稲わらでは圧ベンによるオゾン処理効果の改善は認められなかった。圧ベン処理の効果が綿桿で大きかった理由として、圧ベンによって形成層が圧裂され、リグニン含量の高い木部が露出したためと考えられる。オゾン処理の繊維分画に対する効果は主に綿桿ではADLの減少、小麦稈ではヘミセルロースの減少に対してみられた。これは、綿桿で

はADL、小麦稈ではヘミセルロースのように、最も含有率の高い繊維質分画が試料ごとに異なるため、オゾン処理効果が現れる繊維質分画にも同様の違いがみられたためと考えられる。

オゾン処理前の各試料のIVDMDは綿桿で24.3%、小麦稈で47.6%、稲わらで47.1%であった(表1)。IVDMDは綿桿、小麦稈、稲わらのいずれもオゾン通気時間が長くなるほど増加し、特に綿桿では最初の30分でIVDMDは大きく改善した。綿桿、小麦稈では切断長が4 cmよりも2 cmにおいてIVDMDは増加したが、稲わらでは切断長の違いによるIVDMDの差はみられなかった。圧ベン処理によってIVDMDが増加したのは綿桿のみであった。オゾン処理前の繊維質含量に対するオゾン処理によって減少した繊維質含量の割合(繊維質減少率)とオゾン処理前のIVDMDに対するオゾン処理によって増加したIVDMDの割合(IVDMD増加率)の関係をみると、IVDMD増加率に強く関与していたのはADL減少率であり、ヘミセルロース減少率とIVDMD増加率には、はっきりとした関係はみられなかった(図1)。

本研究の結果、オゾン処理による試料の栄養価改善効果は綿桿のようなADL含量の高い試料ほど大きくなることが示された。また綿桿などの茎部に形成層を持つ試料は、小麦稈や稲わらといったわら類に比べ、切断長や圧ベン処理などの物理処理効果が高いことが認められたが、オゾン通気時間とオゾン処理効果との関係が試料によって異なる原因は明確ではなかった。

1) 金理華・花田正明・岡本明治(1999)、北海道草地研究会報33:48

表1 オゾン処理条件の違いがADL、ヘミセルロース、セルロース含量とIVDMDに与える影響

		オゾン通気時間			切断長		圧ベン処理		
		未処理	30分	60分	120分	2cm	4cm	なし	あり
綿桿	ADL	16.4	12.9 ^a	11.7 ^b	11.3 ^b	11.4 ^b	12.5 ^a	12.9 ^a	11.0 ^b
	ヘミセルロース	12.2	11.4	11.1	11.1	11.0	11.4	11.4	11.4
	セルロース	49.1	45.8	46.0	45.6	45.4 ^b	46.3 ^a	45.9	45.8
	IVDMD	24.3	36.7 ^c	41.2 ^c	45.0 ^c	43.4 ^a	38.5 ^b	37.7 ^b	44.3 ^c
小麦稈	ADL	6.7	5.9 ^a	5.3 ^b	4.8 ^b	5.3	5.4	5.4	5.2
	ヘミセルロース	27.3	23.5	22.8	23.4	22.9	23.5	23.7 ^a	22.8 ^b
	セルロース	40.7	40.1 ^a	40.0 ^a	39.1 ^b	39.4 ^a	40.0 ^a	39.8	39.7
	IVDMD	47.6	49.3 ^b	52.6 ^b	53.9 ^b	53.3 ^a	50.6 ^b	51.3	52.6
稲わら	ADL	3.8	3.4 ^a	3.1 ^b	3.1 ^b	3.3	3.2	3.2	3.3
	ヘミセルロース	22.1	22.6 ^a	21.1 ^b	22.0 ^b	21.9	21.9	21.9	21.9
	セルロース	43.2	36.0 ^a	36.7 ^a	36.8 ^a	36.4	36.6	36.4	36.6
	IVDMD	47.1	48.5 ^a	51.5 ^b	52.5 ^b	50.7	51.0	50.6	51.0

a, b, c: 各処理間において真符号間で有意差あり (P<0.05)

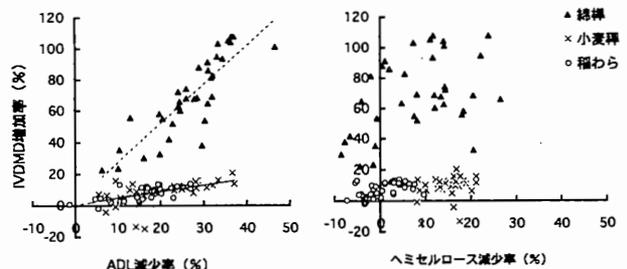


図1 オゾン処理によるADLおよびヘミセルロース含量の減少率とIVDMD増加率との関係

中国・新疆ウイグル自治区甘溝郷の
夏草地および秋草地における草種とアルカン組成

上原 有恒・大賀 真弓・花田 正明・岡本 明治

N-alkane concentrations in plant species
in summer pasture and autumn pasture
on Gangu province of Xinjiang, China.
Aritsune UEHARA, Mayumi OHGA,
Masaaki HANADA and Meiji OKAMOTO

緒 言

植物のクチクラ層に含まれるアルカンを指示物質とした採食量の推定は、個々の家畜の消化率の違いを考慮できるため、特に、反芻胃内容物の採取が困難である遊牧家畜において、従来法である酸化クロム/*in vitro*法より精度が高いと考えられる。舎飼いのめん羊を用いた試験において、①飼料中のアルカン濃度が30 μg/g DM以上であれば採食量の推定が可能である、②算出に用いる奇数鎖アルカンと偶数鎖アルカンの回収率の違いは推定精度に影響する③飼料の部位の違いによるアルカン濃度の違いは推定精度に影響する事などが明らかにされた。遊牧に用いる草地は草種構成が複雑な自然草地であるため、家畜が摂取したアルカン含量は、採食草種の構成比率によって変動することが予想される。このため、採食量の推定には採食草種の構成比率の影響を受けない指示物質を用いることが有効と考えられる。さらに、遊牧草地は面積が広大であるため、草地全体の均質なサンプルを得ることが難しい。そこで本試験では、中国・新疆ウイグル自治区の夏草地および秋草地に出現した草種の炭素鎖数別のアルカン濃度を測定し、草種間の濃度差から、採食草種構成比率の影響を受けないアルカンの炭素鎖数の組み合わせと、草地のサンプリング方法について検討した。

材料および方法

試験は、中国・新疆ウイグル自治区ウルムチ市甘溝郷の夏草地(1カ所)および秋草地(2カ所)において行った。調査期間は、夏草地は1999年8月10日から8月25日まで、秋草地は8月30日から9月30日までとした。夏草地は山地草甸(Sub-alpine meadow)に分類され標高は約2,500m、秋草地は温性草原(Mountain steppe)に分類され標高は約1,600mであった。測定項目は、草種

別出現率およびアルカン組成とした。草種別出現率は、1調査区につき異なる4カ所の草地上に50mメジャーを設置し、1m間隔で出現した2草種を記録した。出現草が1種の場合は出現数を2として算出した。アルカン組成は、各調査区に出現した主要草種および1調査区につき12カ所の坪刈りサンプルとした。

結果および考察

(1) 草種別出現率について

各草地において出現した草種は、夏草地で6種、秋草地で11種であった。夏草地における主要草種とその出現率は *Alchemilla*、*Poa*、*Carex*、*Trifolium* それぞれ、33%、19%、17%、17%であった。これら4草種で全体の80%以上を占めていた。秋草地における主要草種とその出現率は、*Festuca*、*Ajanía*、*Carex*、*Stipa* それぞれ42%、19%、20%、13%であった。これら4草種で全体の80%を占めていた。特に、*Festuca* と *Ajanía* で全体の60%を占めていた。

(2) 草種別アルカン組成について (Table 1)

炭素鎖数27から33までのアルカンの総含量は、各草種で違いがみられた。夏草地に出現した草種のアルカン濃度は、*Alchemilla*を除き、秋草地より低い傾向がみられた。夏および秋の両草地に出現した *Carex* では、秋のアルカン濃度は夏の4.7倍であった。植物のクチクラ層は、蒸散による水分の排出を調節しており、季節によるアルカン濃度の違いは、草地のおかれている水分条件の違いによるものと推察された。また、偶数鎖のアルカンも植物体にはみられた。

(3) 草種構成比率と炭素鎖別アルカン組成 (Table 2)

奇数鎖アルカン濃度の草種間の平均値の変動係数は、夏草地ではC31およびC33が100%を越えていたのに対し、C29では21%であった。秋草地ではC33の変動係数が最も低かったがC29およびC31との間に大きな違いはみられなかった。投与アルカンであるC28とC32の草種間の平均値の変動係数は、夏草地ではC28とC32で大きな違いは見られなかったが、秋草地ではC32に比べC28で小さかった。アルカンによる採食量の推定は、直近の奇数鎖/偶数鎖アルカンの組み合わせを用いることから、本試験において採食草種構成比率の影響を最も受けにくいアルカンの炭素鎖数の組み合わせは、C28/C29であると示唆された。

坪刈りサンプルにおけるアルカン濃度の変動係数は、草種間と比べ小さくなった。特に夏草地のC31、C33の変動係数は50%以下であった。このことから、実際の草地の草種構成比率による炭素鎖別のアルカン濃度の変動は小さいと推察された。しかし、坪刈りサンプルは、測定点数が限定されること、家畜の不食草が含まれることから、草種ごとのアルカン濃度をそれぞれの草種の主要4草種の出現数に対する割合で補正した。補正したアルカン濃度の変動係数は夏草地、秋草地とも全ての炭素鎖数において35%以下であった。このことから、草種ごとのアルカン濃度を出現率で補正することによって、坪刈りに比べ草地全体の均質なアルカン組成を得ることができると推察された。

Table 1 : N-alkane concentrations in dominant plant species on summer and autumn pasture.

N-alkane	Summer pasture				Autumn pasture			
	<i>Alchemilla</i>	<i>Poa</i>	<i>Trifolium</i>	<i>Carex</i>	<i>Carex</i>	<i>Festuca</i>	<i>Ajanía</i>	<i>Stipa</i>
	<i>transchanka</i>	<i>pratensis</i>	<i>repens</i>	<i>lipocarpus</i>	<i>lipocarpus</i>	<i>ovina</i>	<i>festiolata</i>	<i>capitata</i>
	μg/gDM							
C27	90	19	34	21	42	22	39	56
C28	29	20	37	26	30	28	27	18
C29	57	41	70	62	421	74	320	206
C30	11	0	5	6	31	16	42	31
C31	540	91	34	94	492	128	218	487
C32	44	14	11	16	32	17	98	9
C33	1,553	109	17	39	112	38	39	101
Total	2,324	294	208	264	1,159	323	783	908

Table 2 : N-alkane concentrations and coefficient variances among species, sampling methods.

N-alkane	Summer pasture						Autumn pasture					
	Among species		Among sampling methods				Among species		Among sampling methods			
	μg/gDM	C.V.(%)	Cutting		Corrected*		μg/gDM	C.V.(%)	Cutting		Corrected*	
			μg/gDM	C.V.(%)	μg/gDM	C.V.(%)			μg/gDM	C.V.(%)	μg/gDM	C.V.(%)
C28	28	25	15	45	28	2	24	26	15	29	27	11
C29	57	21	79	17	57	5	246	52	223	25	233	13
C31	189	124	316	37	254	12	366	50	331	26	289	9
C32	21	72	17	29	25	9	33	109	22	76	39	33
C33	429	175	742	48	635	14	77	48	61	30	63	12

*Corrected by n-alkane concentration × appearance rate of each species.

帯広畜産大学草地学講座 (080-8555 帯広市稲田町)

Laboratory of Grassland Science, Obihiro University, Obihiro 080-8555 JAPAN

去勢牛の反芻胃内微生物合成量と
小腸への窒素移行量に及ぼす草種と放牧時期の影響

艾比布拉 伊馬木・花田 正明・
池端 敬太・岡本 明治

Effect of grazing season and pasture species on
microbial synthesis in rumen and nitrogen flows
to duodenum in steers

Aibibula YIMAMU, Masaaki HANADA,
Keita IKEHATA and Meiji OKAMOTO

緒 言

反芻家畜におけるタンパク質の供給源は、主に反芻胃内での微生物による分解を逃れた飼料タンパク質と反芻胃内で増殖し十二指腸に流入する微生物体タンパク質である。生牧草のタンパク質は反芻胃内における分解性が高いため、反芻胃から吸収され体外に排出される窒素の割合が高いといわれている。そのため、放牧草の粗タンパク質含量が高くても、放牧家畜へのタンパク質供給量は必ずしも高くはないと考えられているが、放牧条件下の研究例は多くない。そこで本研究は、去勢牛をオーチャードグラス主体及びメドウフェスク主体混播草地に放牧し、十二指腸への非アンモニア態窒素 (NAN) 移行量におよぼす草種および放牧時期の影響を調べた。

材料および方法

供試家畜は、反芻胃、十二指腸前位部、回腸末端部にカニューレを装着したホルスタイン種去勢牛 (試験開始時の平均体重248kg) 4頭を用いた。供試草地として帯広畜産大学附属農場のオーチャードグラス主体 (OG) 及びメドウフェスク主体草地 (MF) を使い、1999年の春から秋にかけてそれぞれの草地において3期ずつ輪換放牧を実施した。OG草地では5月26日～6月17日をI期、7月12日～8月3日をII期、8月27日～9月18日をIII期とし、MF草地では6月18日～7月11日をI期、8月4日～8月26日をII期、9月19日～10月11日をIII期とした。滞牧日数は試験期間を通して1日とした。試験期間は23日間とし、1日目から14日目までは予備期間、15～23日目までは試料採取期間とした。15～19日目には牧草および糞の試料を、20～21日目には十二指腸内容物を、22～23日目には反芻胃内容物を採取した。牧草の試料は手摘み方法により放牧前の草地から採取し、糞は直腸から採取した。反芻胃内容液から分離した微生物のプリン含量を測定し、微生物のプリン含量と窒素含量との比を求め、十二指腸へのプリン流入量から十二指腸への微生物体窒素流入量を求めた。十二指腸への内容物流入量および排糞量の推定マーカーとして酸化クロムを用い、試験期間中反芻胃カニューレを通じて1日8gを等量ずつ2回に分けて投与した。水およびミネラルブロックは自由採取とし、それ以外の補給飼料は給与しなかった。

結果および考察

供試牧草の成分含量を Table 1 に示した。供試牧草の CP 含量は OG 草地で19～24%、MF 草地で20～33%であり、OG に比べ MF 草地で高い値を示し、CP 含量は両草種とも放牧期間に変動が大きかった。NDF 含量は OG で46～54%、MF 草地で39～45%であり、MF に比べ OG 草地で高い値を示した。NFC 含量は OG 草地で11～12%、MF 草地で7～23%であり、MF 草地の III

期で最も高い値を示した。

I、II、III期を通して去勢牛の代謝体重あたりの窒素摂取量は、OG 草地で2.53、3.42および3.59 g/日、MF 草地で5.14、3.50および3.22 g/日となり (Table 2)、OG 草地において I 期で最も低い、MF 草地の I 期で最も高い値を示した。いずれの草種また放牧時期においても窒素摂取量は去勢牛の窒素要求量の上回った。代謝体重あたりの十二指腸への NAN 移行量は、OG 草地で2.87、2.48および2.50 g/日、MF 草地で2.43、2.49および2.39 g/日であり、草種また放牧期間に変動が小さかった。代謝体重あたり微生物体窒素移行量は、OG 草地で1.39、1.02および1.10、MF 草地で1.04、1.04および1.21 g/日であり、OG 草地の I 期および MF 草地の III 期で高い値を示した。反芻胃内における真の有機物消化量 (kg) や反芻胃内分解性窒素 (g) に対する微生物体窒素合成量は MF に比べ OG 草地で高い値を示した。

本試験の結果から、放牧条件下での窒素摂取量は草種また放牧時期による変動が大きく、摂取量は要求量よりかなり多くなる傾向がみられた。これに対し小腸への NAN 移行量は草種また季節間の差が小さかった。これは窒素摂取量の増加に伴い反芻胃からの窒素消失が多くなったことに影響されたと考えられる。反芻胃内における微生物体窒素の合成効率も窒素摂取量の増加に伴い低下し、窒素摂取量に対する有機物摂取量、また NFC 摂取量の増加に伴い増加する傾向がみられた。

Table 1. Herbage Mass, Sward Hight, Chemical Compositions and In Vitro Dry Matter Digestibility of Herbage

	OG			MF			Mean	
	I	II	III	I	II	III	OG	MF
Herbage Mass, gDM/m ²	198	190	136	88	292	217	175	199
Sward Hight, cm	48	56	52	38	45	41	52	41
Chemical Composition, % of DM								
OM	90.4	88.0	88.9	86.7	88.1	88.0	89.1	87.6
CP	19.3	23.8	24.3	32.8	24.0	20.0	22.5	25.6
NDF	54.0	48.8	45.6	43.6	45.3	39.3	49.5	42.7
NFC	11.7	10.5	11.9	6.8	10.9	23.0	11.9	13.6
IVDMD, %	66.3	68.4	64.6	64.3	64.6	68.5	66.4	65.8

Table 2. Nitrogen Intake, Non Ammonia Nitrogen and Microbial Nitrogen Flows to the Small Intestine in Steers

	OG			MF			Mean	
	I	II	III	I	II	III	OG	MF
DMI, g/kg ^{0.75} /d	82	90	92	98	91	101	88	97
OMI, g/kg ^{0.75} /d	74	79	82	85	80	88	78	84
Nitrogen Intake, g/kg ^{0.75} /d	2.53	3.42	3.59	5.14	3.50	3.22	3.18	3.95
N flow to Duodenum, g/kg ^{0.75} /d								
NAN	2.87	2.48	2.50	2.43	2.49	2.39	2.62	2.44
Microbial	1.39	1.02	1.10	1.04	1.04	1.21	1.17	1.10
Duodenal NAN, % of N Intake	114	73	70	48	71	75	86	65
Microbial N, % of NAN Flow	49	41	44	43	42	50	45	45
Nitrogen Degradability in Rumen								
% of N Intake	41.3	57.2	61.1	72.9	58.2	63.1	53	65
Ruminal Microbial N Synthesis								
g/kg OMTD ¹⁾	32.9	21.4	21.9	18.6	22.0	20.0	25.4	20.2
g/Degraded Nitrogen in Rumen	1.37	0.54	0.51	0.28	0.51	0.62	0.8	0.5

¹⁾Organic Matter Truly Digested in the Stomach; Corrected for OM of Microbial Origin.

制限放牧における栄養摂取量の把握と
ルーメン性状の変化について

龍前 直紀・巻岐 修一・古川 修・山下 太郎

Change of nutrient intake and ruminal fermentation
under restricted grazing of lactating cows
Naoki RYUMAE, Shuichi IKI, Shu KOGAWA
and Taro YAMASHITA

緒 言

近年、放牧技術の進歩により、省力・低コスト化と生産性向上の双方より、“放牧”飼養が見直されつつある。このような酪農経営環境下の中で当北海道研究農場においても放牧飼養管理における一連の技術開発をすべく、平成9年より放牧飼養の調査・試験を開始した。今回は、フリストール飼養 (TMR 給与) に放牧を導入した場合の行動調査を実施し、それを基に、栄養摂取量の把握とルーメン性状の変化について調査したので、その内容を報告する。

材料および方法

(1) 行動調査：制限放牧時から舎飼時まで24時間の行動を調査した。放牧時は、一牧区50aの放牧地に当農場産搾乳牛40頭を制限放牧し、内フィステル装着牛6頭の5分間隔の行動を調査した。畜舎内は、放牧行動調査から継続し同様の6頭の行動を調査した。

(2) 飼料摂取量

放牧時 (7時~16時)：ライジングプレート使用。

畜舎内 (16時~翌朝7時) RICシステム使用。

(3) 24時間ルーメン性状調査：行動調査と併行して、2時間間隔で試験牛よりルーメンジュースを採取し、ルーメン性状調査を行った。

結果および考察

(1) 24時間行動調査

採食行動に関して、放牧時ならびに畜舎内において、

移動後すぐに採食をする行動が顕著に認められた。その後、徐々に採食行動は少なくなった。また、採食時間割合では、放牧時に比べ畜舎内の方が低く、採食量では畜舎内で多量のTMRを摂取していることが確認された。反芻時間は、畜舎内で長時間推移し、時間割合でも畜舎内が高い傾向を示した。

(2) 栄養摂取量・産乳成績

放牧草ならびにTMRの摂取量は個体差がある結果となった。傾向として、放牧草を好んで摂取した牛はTMRの摂取量が低く、TMRを好んで摂取した牛は放牧草の摂取量が低い傾向となった。そのため、総乾物摂取量は十分に満たされている結果となった。また栄養摂取量は、乳量・乳成分からみると全体的に過剰な摂取量となった。

(3) VFA濃度とpHの推移

ルーメンジュースpHについては、放牧中は安定した値で推移したが、畜舎内移動後、VFA濃度の上昇に反比例してpHは低下し、以後、低く推移した。

(4) まとめ

乳牛は猛暑による影響を受け、放牧中の放牧草摂取量が減少、その不足した栄養を補うため、畜舎内移動後、短時間に多量のTMRを摂取することが示唆された。その結果、総乾物摂取量は充分満たされたが栄養摂取量は、乳量・乳成分からみると過剰な摂取量となった。また、ルーメン性状においても、TMRの多量摂取により、ルーメン内VFAが上昇し、pHは急激に低下することが確認された。

24時間にわたる行動調査およびルーメン性状の追跡は今回が初めてとなる。また、放牧草とTMRの摂取割合、それに伴うルーメン性状の変化は季節により変化することが考えられる。以上のことから、次年度以降、季節別による調査を行うと同時に、畜舎内における、ルーメン性状を一定に保つ飼料の設計、給与手段の改善が必要であると考えられる。

表1. 放牧時と畜舎内における総飼料摂取量

牛	原物摂取量		乾物 放牧草	総現物 摂取量	総乾物 摂取量	DMI/Body Weight	Pasture in diet DM	Forage in diet DM	Past/Forage in diet DM	CP	TDN	NDF
	TMR	放牧草										
No.	kg	kg	kg	kg	kg	%	%	%	%	kg	kg	kg
37	29.4	36.4	7.27	65.8	25.3	3.6	28.7	63.2	45.4	4.21	17.76	13.94
39	34.0	12.9	2.57	46.9	23.5	3.3	10.9	47.9	22.8	3.62	16.54	12.26
41	41.1	10.7	2.14	51.8	27.6	4.3	7.7	55.8	13.9	4.22	19.64	13.99
44	34.0	17.9	3.56	51.8	24.7	3.7	14.4	68.2	21.2	3.88	17.52	12.72
46	33.3	12.9	2.57	46.2	23.0	3.2	11.1	68.8	16.2	3.56	16.23	12.04
49	30.2	23.6	4.70	53.7	23.8	4.3	19.8	59.2	33.5	3.83	16.99	12.11
AV.	33.0	19.1	3.80	52.7	24.6	3.7	15.5	60.5	25.5	3.9	17.4	12.8

表2. 産乳成績

牛	分娩後 日数	乳量	乳蛋白	乳脂肪	SNF
No.		kg	%	%	%
37	220	20.3	3.27	4.10	7.56
39	224	24.0	3.08	3.55	6.75
41	194	21.0	3.50	4.85	7.57
44	270	27.5	3.42	3.95	8.31
46	275	19.4	3.17	3.60	6.88
49	44	34.9	2.92	3.05	8.32
AV.	204.5	24.5	3.2	3.9	7.6

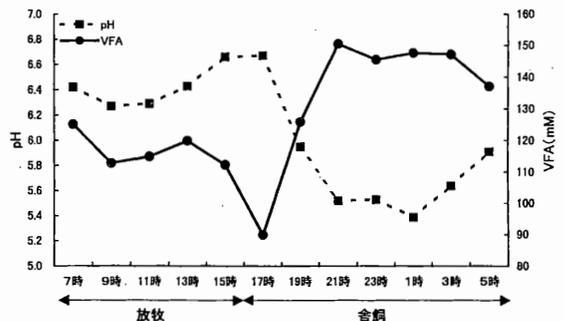


図1. ルーメンジュースVFAとpHの推移

雪印種苗株式会社 北海道研究農場 (069-1464 北海道夕張郡長沼町幌内1066)

Snow Brand Seed Co., Ltd. Hokkaido Research Station, 1066, Horonai, Naganuma-cho, Hokkaido, 069-1464 Japan

サイレージ調整用セルラーゼ入り乳酸菌
「スノーラクトL アクレモ」を添加した
現場サイレージの状況調査

北村 亨**・三浦 俊治**
田中 秀俊**・篠田 英史**

Research of farm's silage treated with
SNOW LACT-L acremo, inoculum including cellulase
Tohru KITAMURA, Toshiharu MIURA,
Hidetoshi TANAKA and Hideshi SHINODA

緒 言

昨年は弊社製品「アクレモ」が高水分・低糖条件下でもイネ科牧草サイレージの発酵品質改善に効果があることを実験規模で明らかにした。本年は全道から集まってくる粗飼料分析用の現場サイレージを使ってアクレモの現場での効果を調査した。

材料及び方法

弊社北海道研究農場分析室では粗飼料分析サービスを行っている。そこに集まってくる現場の牧草細切サイレージ('97年7月~'98年6月:446点、'98年7月~'99年6月:437点)の水分とpHを調査した。なお、調査したサンプルは天北地方と根室支庁のものが全体の70%で、他の地域に比べて多かった。また、'98年7月~'99年6月のサンプルのうち66点については有機酸組成も調べた。pHはニードル型電極をサイレージサンプルに直接挿して測定し、有機酸は3倍量の水抽出液をガスクロマトグラフィーで定量した。

結果及び考察

全サンプルをアクレモ添加と、無添加を含むその他に分け、水分別(水分75%以上、水分70~75%、水分50~70%)に良質とされているpH4.2以下のサイレージの割合を調べた(図1)。全ての水分域でアクレモを添加しているものはその他に比べてpH4.2以下の割合が増加し、特に水分75%以下のものはアクレモの添加により約90%が良質サイレージの基準までpHが低下していた。また、平均pHを比較しても全ての水分域でアクレモを添加している方が低くなっていた。水分別に見ると、水分75%以上のような高水分では、サイレージの発酵品質

が明らかに悪くなる傾向にあり、逆に、水分70~75%のような軽予乾サイレージは、最も発酵品質が安定していた。また、軽予乾サイレージは予乾途中で雨にあたりリスクも軽減され、更に乾きすぎに伴う二次発酵の危険性も少なくなることから、細切サイレージに最も適した水分域であると思われる。

有機酸組成を比較すると(図2)、アクレモを添加している方が平均水分は約5%高いものの、酪酸の割合が少なくなる傾向にあり、フリーク評点も高くなる傾向にあった。

現在、数多くのサイレージ調整用添加剤が市販されているが、農家サイレージを数百点規模で調査し、効果を調べている例は殆ど報告されていない。しかし、これらの結果から弊社製品「アクレモ」は現場サイレージの幅広い水分域で十分に効果を発揮し、農家のサイレージの発酵品質改善に有効であることが確認された。

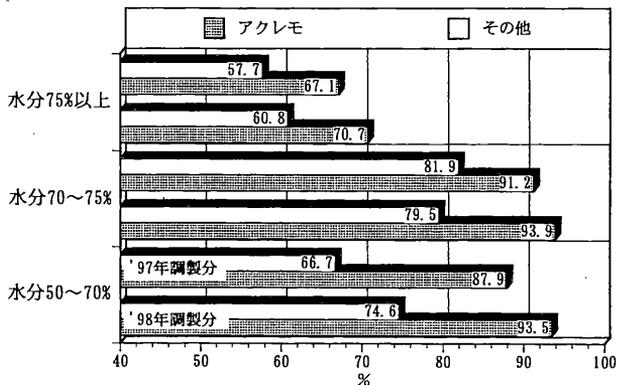


図1 pH4.2以下サイレージの割合

上段: '97年調製分、下段: '98年調製分

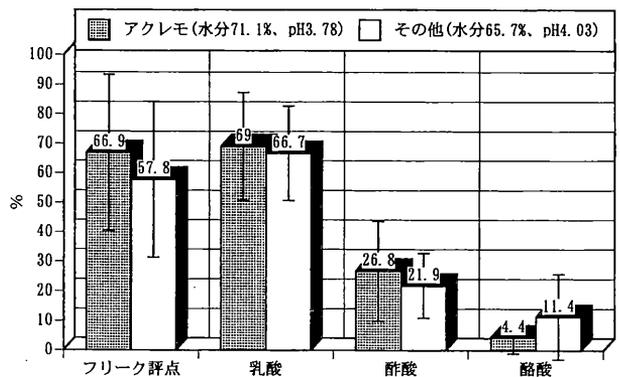


図2 現場の牧草細切サイレージの有機酸組成

* 雪印種苗(株)技術研究所 (〒069-0832 西野幌36-1)
* Tech. Res. Ins., SNOW BRAND SEED CO., LTD. (36-1 Nishinoppo 069-0832)
** 雪印種苗(株)北海道研究農場 (〒069-1464 幌内1066-5)
** Hokkaido Res. Station, SNOW BRAND SEED CO., LTD. (1066-5 Horonai 069-1464)

アルファルファサイレージとグラスサイレージ
自由採食下のめん羊における窒素、
エネルギー出納の比較

佐藤 容代・木村 文香・河合 正人・
高橋 潤一・松岡 栄

Comparison of nitrogen and energy balance of
sheep fed alfalfa and orchard grass silage
Takayo SATO, Ayaka KIMURA, Masahito KAWAI,
Junichi TAKAHASHI and Sakae MATSUOKA

緒 言

最近、寒冷な北海道でも品質改良によりアルファルファは栽培可能となった。牧草の中でもアルファルファは嗜好性が高く、粗蛋白質含量が豊富で、栄養価の高いものである。一方でアルファルファは易分解性蛋白質が多いため尿中への窒素損失が多く、また窒素に対するエネルギー含量が少ないため窒素利用率が悪いとされている。しかしアルファルファサイレージを実際に家畜に給与した時の窒素、エネルギーの利用率については明らかにされていない。そこで本実験では、アルファルファサイレージをめん羊に給与し窒素、エネルギー出納試験を行い、グラスサイレージ給与時と比較した。

材料及び方法

本学附属農場で刈取り、ロールベールサイレージに調整した3番刈アルファルファサイレージ (AS) と2番刈りオーチャードグラスサイレージ (GS) を用いた。去勢めん羊8頭を供試し、約5cmに細切した各サイレージをそれぞれ4頭ずつに、1日当り乾物で体重の2.5%給与した。予備期7日間、全糞全尿採取期7日間の後、呼吸試験を1日間行い、その後飼料給与0、1、2、3、5、7、9時間後にルーメン液を採取した。

結果および考察

1) ASは低水分サイレージ、GSは中水分サイレージであった。CP含量はASが18.4%DM、GSが12.4%DMであった。ASのNDF、ADF含量はGSより低かったが、ADL含量はGSより高かった。WSC含量もASの方が高かった。

2) pHはAS、GSでそれぞれ5.92、5.23と高く、乳酸含量は1.16、2.35%DMと低かった。酪酸はASでは検出されず、GSで1.46%DMと高かった。また全窒素中のアンモニア態窒素(NH₃-N)濃度はASで約5%と低かったが、GSでは約18%と高かった。

3) 体重当りの乾物摂取量は、ASで2.3%とGSの1.9%より高かった。(P<0.05)。

5) ルーメン液中NH₃-N濃度はAS、GSともに飼料給与後2時間まで上昇した後、ゆるやかに減少したが、どの時間においてもASの方がGSより高い傾向が見られた。

6) 窒素出納(表1)における各窒素量は、すべてASの方がGSより高かった(P<0.05)。特にGSにおける尿中への窒素損失が高く、これはGSの飼料中NH₃-N濃度が高く飼料摂取後NH₃-Nがすぐにルーメン壁から吸収され、尿中へ排泄されたためと思われる。その結果、GSの蓄積窒素量はマイナスとなった。

7) ルーメン液中の総VFA濃度はASで飼料給与後2

時間まで上昇した後、ゆるやかに減少する傾向が見られたが、GSではほぼ一定で推移した。ASでは飼料給与後発酵が活発となり、その後基質となる炭水化物の減少に伴いVFA生成量も減少したと思われる。

8) エネルギー出納(表2)における各エネルギー量はすべてASがGSより高かった(P<0.05)が、摂取エネルギー当りの糞中、メタン、熱発生量で見るとGSの方が高かった(P<0.05)。これはGSの発酵品質が特に悪かったために不消化物が多く糞中へ損失し、またGSの繊維の消化率が高かったためにメタン発生量が多くなったことによると思われる。さらに消化活動のためのエネルギーの増加によりGSの熱発生量も高くなったものと考えられる。その結果エネルギー代謝率はASの方がGSより高く(P<0.05)、正味利用率もASで高い傾向が見られた。

9) 以上により、ASはGSより家畜における窒素利用率は低いとされているが、本実験では逆にASの方が利用率は高かった。またエネルギーの利用率についてもASの方が高い傾向が見られた。本実験で供試したGSの発酵品質は特に悪かったため、牧草の品種間差とともにサイレージの発酵品質も、窒素およびエネルギー出納に関係したと思われる。したがって様々な品質のサイレージにおける窒素、エネルギー利用性についても今後検討する必要がある。

表1. サイレージ給与時の窒素出納

	AS	GS
	g/kg BW ^{0.75} /日	
摂取N量	1.79 ^a (100.0) *	0.97 ^b (100.0)
糞中N量	0.65 ^a (36.5) ^y	0.44 ^b (45.6) ^x
尿中N量	1.06 ^a (59.3) ^y	0.64 ^b (66.6) ^x
消化N量	1.14 ^a (63.5) ^x	0.53 ^b (54.4) ^y
蓄積N量	0.08 ^a (4.2) ^x	-0.12 ^b (-12.2) ^y

* 摂取量当たりの各N量の割合(%)

ab,xy:異なる文字間に有意差あり(P<0.05)

表2. サイレージ給与時のエネルギー出納

	AS	GS
	kJ/kg BW ^{0.75} /日	
摂取エネルギー	1103.6 ^a (100.0) *	876.4 ^b (100.0)
糞中エネルギー	540.8 ^a (49.0) ^y	458.0 ^b (52.2) ^x
尿中エネルギー	48.2 ^a (4.4)	37.9 ^b (4.3)
メタンエネルギー	56.5 ^a (5.1) ^y	49.8 ^b (5.7) ^x
熱発生量	437.8 ^a (39.7) ^y	398.9 ^b (45.6) ^x
蓄積エネルギー	20.3 ^a (1.8) ^x	-68.2 ^b (-7.8) ^y

%

エネルギー代謝率 41.5 ± 1.8^a 37.8 ± 1.2^b

エネルギー正味利用率 24.4 ± 1.8 20.7 ± 4.5

* 摂取エネルギー当たりの各エネルギー量の割合(%)

ab,xy:異なる文字間に有意差あり(P<0.05)

帯広畜産大学 家畜栄養学講座 (080-8555 帯広市稲田町)

Laboratory of Animal Metabolism and Physiology, Obihiro University of Agr. & Vet. Medicine, Obihiro, 080-8555 Japan

放牧草地の乳牛排泄糞に飛来する食糞性甲虫目の地域間差異とその産卵形式の違いが糞の消失に与える影響

国友 雄馬・花田 正明・倉持 勝久・岡本 明治

Regional difference of dung beetles collected in cow dung on the pasture, and effect of nesting pattern of dung beetles on dung disappearance.

Yuma KUNITOMO, Masaaki HANADA,

Katsuhisa KURAMOCHI and Meiji OKAMOTO

緒言

放牧草地における乳牛排泄糞は、不食過繁地の形成やハエ類など害虫の発生の原因となるため、速やかな分解・消失が望まれる。これまでの北海道における食糞性甲虫(以下フン虫)の生態学的な研究によると、糞球を形成するタイプが糞消失に大きな影響を与えると考えられているが、帯広ではマエカドコエンマコガネ(以下マエカド)・ツノコガネ・オオマグソコガネの3種が生息していることが知られている。しかし、排泄糞の分解・消失に与えるフン虫の影響に関する報告は多くない。

そこで今回、フン虫が排泄糞の消失に与える影響を明らかにする上で、基礎的な知識を得るために帯広と浜中において排泄糞に飛来するフン虫の数や種について調査を行い、産卵時に糞球を形成するタイプと形成しないタイプの糞の消失能力を比較した。

帯広の飛来パターンはこれまでの報告と同じものであったが、浜中では帯広に比べマグソの飛来が7月の初夏まで、9月の初秋からみられるという差がみられた。飛来数は糞球形成型が帯広で、非形成型が浜中で多かった。これらは気温の影響を受けていると考えられているが、今回の試験では気温と飛来数との間に明確な関係は得られなかった。

また、排泄後の経過日数と飛来数との関係を糞の水分含量からみると、糞の水分含量の減少速度が早い月(帯広の7・8月、浜中の8・9月)に比べ、遅い月では4日目に降に飛来が多くみられた。このことから糞の水分含量が飛来数に影響を与えていると考えられた。さらに、種により飛来する水分含量の幅に差がみられた。

試験2:糞球形成区・非形成区・対照区の60日目の有機物減少量はそれぞれ約47・46・35gであり、糞球形成区、非形成区の間には糞の消失速度には差がみられなかったが、いずれも対照区よりは糞の消失速度が速かった。このことから、マエカドとガムシの糞の消失に与える影響はみられたが、この2種間の能力に差はみられなかった。

以上の結果より、乳牛糞の消失に最も影響を与えている種は、帯広では夏にマエカド・ガムシ、秋にマグソがあげられ、浜中では夏にガムシ、秋にマキバであると考えられた。

材料および方法

試験1:食糞性甲虫の乳牛糞飛来の地域間差異

1999年7月から10月にかけて月1回、帯広畜産大学附属農場放牧草地および浜中町酪農家放牧草地において、乳牛排泄糞から採取されたフン虫の種類とその数、気温、糞塊の水分含量について調査を行った。排泄後1・4・7・10日目の糞塊を1日につき5糞塊を採取し、その糞塊と直下土壌よりフン虫を採取した。

試験2:産卵形式の違いが乳牛糞消失に与える影響

1999年7月30日に帯広畜産大学附属農場放牧草地に1kgの糞塊を直径が20cmになるように60糞塊設置し、20糞塊ずつを糞球形成区・非形成区・対照区の3区に分けた。糞球形成区にはマエカドを雌雄5対、計10頭を非形成区にはエンマハバピロガムシ(以下ガムシ)を10頭放飼し、対照区には食糞性甲虫を放飼しなかった。糞塊は他の昆虫の影響がないように網をかぶせた。糞塊を設置後5・10・20・40・60日目に各区より4糞塊採取し、有機物量の減少量を測定した。

結果および考察

試験1:糞塊から採取されたフン虫の種は両地域とも約10種であり、優占種は糞球を形成するタイプとしてマエカド、形成しないタイプとしてマグソコガネ(以下マグソ)・マキバマグソコガネ(以下マキバ)・ガムシであった。この4種の飛来パターンは、春にマグソコガネの飛来がみられ、夏にはマエカド・ガムシ、そして秋にマキバと再びマグソの飛来がみられるというものであった。

表1. 食糞性甲虫の飛来数の地域間差異

排泄後の経過日数	食糞性甲虫飛来数(頭:5糞塊中)								
	帯広				浜中				
	マエカド ¹⁾	マグソ ²⁾	マキバ ³⁾	ガムシ ⁴⁾	マエカド ¹⁾	マグソ ²⁾	マキバ ³⁾	ガムシ ⁴⁾	
7月									
1日目	23	-	-	40	-	3	-	53	
4日目	2	1	-	7	-	54	-	296	
7日目	-	-	-	-	-	8	-	4	
10日目	-	-	-	-	-	4	-	6	
8月									
1日目	22	-	-	70	8	-	-	363	
4日目	-	-	-	-	-	1	-	3	
7日目	-	-	-	-	-	-	-	-	
10日目	-	-	-	-	-	-	-	-	
9月									
1日目	5	-	-	1	-	-	-	11	
4日目	12	1	-	10	1	18	8	99	
7日目	1	1	-	14	-	-	3	15	
10日目	-	-	-	-	-	1	2	-	
10月									
1日目	-	34	-	0	-	319	29	6	
4日目	-	522	2	0	-	3531	98	10	
7日目	-	1210	22	2	-	2015	53	21	
10日目	-	1145	38	1	-	2838	24	17	

1:マエカドコエンマコガネ 2:マグソコガネ 3:マキバマグソコガネ 4:エンマハバピロガムシ

表2. 帯広・浜中の気温と糞塊の水分減少量

	帯広				浜中			
	7月	8月	9月	10月	7月	8月	9月	10月
平均気温(°C)	19.3	22.3	17.4	9.4	16.4	20.1	17.1	10.4
1日あたりの水分減少量(%)	2.26	2.23	0.95	0.71	0.43	1.15	0.89	0.31

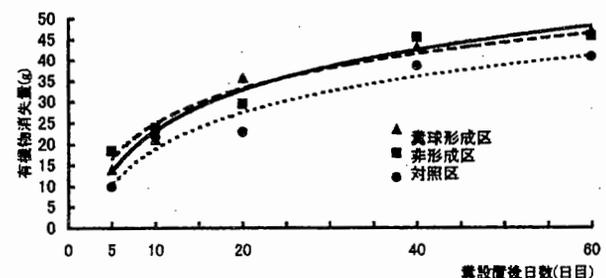


図1. 糞中の有機物消失量の変化

帯広畜産大学草地講座 (080-8555)

Laboratory of Grassland Science, Obihiro University of Agriculture & Veterinary Medicine Obihiro Hokkaido, 080-8555

浜中町における放牧酪農家の
利用代謝エネルギー (UME) 変動要因

北村 隆至・花田 正明・岡本 明治・
八代田真人・近藤 誠司・
大久保正彦・野田 哲治

Factors affecting utilized metabolizable energy
output in dairy farms using grazing system
in Hamanaka

Takashi KITAMURA*, Masaaki HANADA*,
Meiji OKAMOTO*, Masato YAYOTA**,
Seiji KONDO**, Masahiko OKUBO**
and Tetsuji NODA***

緒 言

近年、自給粗飼料主体利用の酪農が見直される中、草地の放牧利用は採草利用よりも低コストで栄養価が高いとして注目されている。しかし、放牧を取り入れた飼養形態は1頭あたりの草地面積を広く必要とし、乳量の変動も大きいため、草地からの家畜生産量が採草利用よりも劣るとされている。藤芳ら (1998) によれば、1 haあたりの乳生産量はサイレージ主体飼養の清水町よりも放牧を取り入れた飼養形態の浜中町の方が低かったが、浜中町では1 haあたりの乳生産量は変動の幅が大きく、十勝清水の酪農家を上回る酪農家も見られた。放牧酪農家間におけるこのような家畜生産量の差は草地利用形態や飼養形態など技術的要因が大きいと考えられる。それらの要因を明らかにし改善することにより、採草利用と同等もしくはそれ以上の家畜生産量が期待できる。

今回の調査では放牧酪農家地帯である浜中町において、土地からの家畜生産量を利用代謝エネルギー (UME) を用いて評価し、UMEに影響を及ぼす技術的要因について検討した。

材料および方法

調査対象は浜中町の放牧酪農家11戸とした。調査項目は草地の面積と利用形態、牧草収量、施肥量、飼養頭数、乳量、体重、日増体量、購入飼料の量と栄養価、スタンション数、放牧時間とし、このうち体重と日増体量は各農家において体重推定尺を用いて推定し、その他の項目に関してはJA浜中のデータを基に各農家で聞き取りを行った。UMEは下記の式を用いて算出した。なお、家畜の生産に要したME量は日本飼養標準 (1999) を用いて求めた。

$$UME = \frac{\text{家畜の生産に要したME量} - \text{購入飼料ME量}}{\text{草地面積}}$$

結果および考察

調査酪農家の概要は草地面積が平均67.3ha、飼養頭数が平均91.0頭、1 haあたりの飼養頭数が平均1.4頭/ha、個体乳量が平均7,783kgとなった。家畜の生産に要したME量は平均5,534GJ/年、購入飼料ME量は平均2,562GJ/年となり、家畜生産に要したMEのうち約45%は購入飼料由来であった。UMEは平均45.3GJ/ha/年となった (表1)。UMEの平均値は藤芳 (1998) の浜中調査

における値 (46.4GJ/ha/年) とほぼ同程度であったが、十勝清水のUME平均値 (71.7GJ/ha/年) との間には大きな差がみられた。

UMEに影響を与える要因について検討した結果、UMEは1 haあたりの飼養頭数や牧草収量の増加との間に正の相関がみられた。さらに重回帰分析を用いて検討を行った結果、1 haあたりの飼養頭数や個体乳量の増加につれてUMEが向上し、1頭あたりの購入飼料量の増加につれてUMEが低下することが示された。個体乳量の標準偏回帰係数は、他の2つの要因よりも小さいことから、UMEに対する個体乳量の影響はあまり大きくないと考えられた (表2)。

1 haあたりの飼養頭数と1 haあたりの牧草収量、兼用地面積割合、施肥量との間に正の相関がみられ、1 haあたりの飼養頭数は草地の1次生産量に強い影響を受けていると考えられた。また、スタンション数と飼養頭数の間に正の相関がみられたことから、施設的な要因も1 haあたりの飼養頭数に影響があると考えられた。

一般に1頭あたりの購入飼料量と個体乳量との間には正の相関があるとされているが、今回の調査ではそのような関係はみられなかった。これは各酪農家間で購入飼料の利用効率に差があるためと考えられ、給与方法の改善によって購入飼料量を軽減しUMEを向上させる可能性もあると考えられた。

表1. 調査酪農家の草地面積、飼養頭数、生産に要したME量およびUME

	平均	範囲
草地面積,ha	67.3	51.9~83.7
飼養頭数 ¹⁾ ,頭	91.0	73.3~120.7
1haあたりの飼養頭数,頭	1.4	1.0~1.8
個体乳量,kg	7783	6456~9467
生産に要したME量,GJ/年		
育成牛	1182	754~1736
経産牛	4353	3124~6065
合計	5534	3904~7113
購入飼料ME量,GJ/年	2562	897~3646
UME,GJ/ha/年	45.3	28.8~61.3

¹⁾成畜換算頭数

表2. UMEに影響を及ぼす要因

	単相関	重回帰分析		
		偏回帰係数	標準偏回帰係数	決定係数
飼養頭数 ¹⁾	0.691*	33.68	0.774	0.960**
購入飼料量 ²⁾	-0.455	-10.70	-0.691	
個体乳量 ²⁾	0.280	0.004	0.394	
牧草収量 ³⁾	0.569*			

¹⁾頭/ha ²⁾kg/年 ³⁾tDM/ha * : P<0.05 ** : P<0.01

* 帯広畜産大学 (080-8555 帯広市稲田町)

Obihiro Univ. of Agri. & Vet. Med., Obihiro Hokkaido 080-8555 Japan

** 北海道大学農学部 (060-0810 札幌市北区)

Faculty of Agriculture Hokkaido Univ., Sapporo Hokkaido 060-0810 Japan

*** JA 浜中 (088-1350 浜中町茶内)

Hamanaka Agriculture Co., Hamanaka Hokkaido 088-1350 Japan

異なる草高で開始した泌乳牛集約放牧下における
葉鞘長および枯死物量と年間利用草量との関係

西道由紀子・高橋 誠・谷川 珠子・八代田真人
中辻 浩喜・近藤 誠司・大久保正彦

Relationships between sheath length and
dead material of grass and herbage intake
under intensive grazing for lactating dairy
cows starting different grass height

Yukiko NISHIMICHI, Makoto TAKAHASHI,
Tamako TANIGAWA, Masato YAYOTA,
Hiroki NAKATUJI, Seiji KONDO and Masahiko OKUBO

緒 言

前報(日本草地学会第54回大会報告)では、牧草開始時草高の異なる2つの草地の年間牧草生産量および年間利用草量に差はなかったが、これらの季節推移に違いがあったことを示した。このことは、放牧開始時草高は葉鞘長および枯死物量を変化させ、日牧草再生量および日利用草量に影響することを示唆している。そこで本報告では前報の試験結果について、放牧開始時草高が年間利用草量に及ぼす影響を、草高、葉鞘長および枯死物量の推移と日牧草再生量および日利用草量の推移との関係から再検討した。

材料および方法

北大附属農場のイネ科マメ科混在草地1.87haを2等分し、ホルスタイン種泌乳牛各6頭を1日5時間、ストリップ放牧した。割当草量は放牧期間を通じて一律とした。各区の放牧開始時のイネ科草高を15cmおよび20cmとし、それぞれL区およびH区とした。3日毎に放牧前後の草量を刈取法により測定し、同時に放牧前後のイネ科草高を測定した。月に1回、放牧前後のイネ科牧草の葉部量および茎部量(茎と葉鞘部分)と牧草の枯死物量を測定した。月に1回、最下位の葉の葉鞘長を測定した。

結果および考察

放牧開始はH区がL区より1週間遅かったものの、放牧終了もH区が遅かったため、放牧日数はL区、H区それぞれ156、157日、利用回数は10、9回と同程度であった。

放牧前後の草量およびイネ科草高は5、6月はH区が高く、7月以降は両区低下しほぼ同程度となった。5月の葉鞘長は両区とも低かったが6月に最大となり、この時H区がL区より高くなった。7月以降は両区とも

やや低下したものの、H区がL区より高く推移した。茎部量および枯死物量は、H区がL区より高い傾向にあった。5、6月の放牧前の葉部量はH区がL区より高かったが、割当草量に占める葉部の割合は両区同程度であった。7月以降は両区とも葉部量が低下しほぼ同程度となったが、割当草量に占める葉部の割合はH区がL区より低くなった。日利用草量は5、6月はH区が、7月以降はL区が高い傾向にあった。日牧草再生量は、5月はH区が、6月以降はL区が高くなった。

以上のことから、放牧開始時草高を高めたH区では春の草高が高くなった結果、その後の葉鞘長が長く、枯死物量が多かった。また春の草高が高かったためその後の日牧草再生量が低下し、放牧前草量が低下した。これらの点から、H区においては7月以降の葉部の割当草量に占める割合が低下し、その結果日利用草量が低下したと考えられた。しかし、放牧開始時の草高が高いと春の牧草生産量が高く、H区では春の日利用草量は高かった。このため年間利用草量は両区同程度となった。

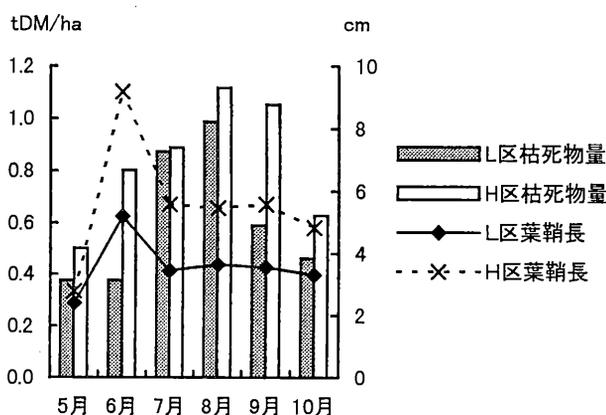


図1. 葉鞘長および枯死物量

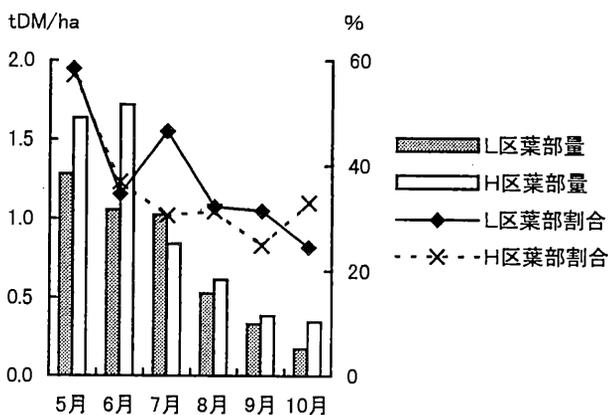


図2. 放牧前後の葉部量および葉部割合

北海道大学大学院農学研究科 (060-8589 札幌市北区)

Graduate School of Agriculture, Hokkaido University, Kitaku, Sapporo 060-8589, Japan

「平成11年度 研究発表会において発表」

泌乳牛集約放牧下における放牧開始時草高が
放牧地からの養分摂取量および乳生産に及ぼす影響

中辻 浩喜・高橋 誠・谷川 珠子・西道由紀子・
八代田真人・近藤 誠司・大久保正彦

Effect of initial sward height on nutrient intake
and milk production from pasture
under intensive grazing of lactating dairy cows

Hiroki NAKATSUJI, Makoto TAKAHASHI,
Tamako TANIGAWA, Yukiko NISHIMICHI,
Masato YAYOTA, Seiji KONDO and Masahiko OKUBO

緒 言

前演者は、泌乳牛の集約放牧下において、草高や草量の推移が異なると牧草再生量に影響するが利用草量には影響しなかったことを報告した。しかし、草高や草量の推移の違いは牧草の成分含量に影響することが予想され、利用草量は同じでも養分摂取量が異なり、乳生産に影響することが考えられる。

そこで本報告では、前報の異なる草高で開始した泌乳牛集約放牧下において、放牧地からの養分摂取量および乳生産に及ぼす影響を検討した。

材料および方法

放牧方法は前演者と同様であり、放牧開始時のイネ科草高について、15cm (L区)と20cm (H区)の2処理設定し、放牧期間を通して割当草量を一定とした、1日5時間の時間制限放牧を行った。供試牛には放牧のほか、サイレージと濃厚飼料を畜舎内で給与した。放牧地からの養分摂取量として、放牧地由来のDCPおよびTDN摂取量を求めた。5月から9月まで各月1回、両区の供試牛の中から2頭ずつを用いて物質およびエネルギー出納試験を行い、そこで得られた消化率をDCPおよびTDN摂取量算出に用いた。放牧地からの乳生産として、放牧地由来のFCM生産量をTDN摂取量比から求めた。

結果および考察

放牧地草のCPおよびNDF含量の推移を放牧前イネ科草高の推移とともに図1に示した。CP含量は6月下旬に最も低下し、7月以降回復する傾向にあり、その推移は両処理区ほぼ同様であった。放牧期間を通しての放牧地草CP含量の平均値はL区、H区でそれぞれ、15.7および15.6%であった。NDF含量は放牧開始から7月上旬まで上昇し、それ以降はほぼ一定に推移したが、CP含量同様、その推移は両処理区ほぼ同様であった。放牧期間を通しての放牧地草NDF含量の平均値はL区、H区でそれぞれ、49.4および49.8%であった。6月のH区の放牧前イネ科草高はL区を大きく上回ったが、H区はその時期でのCP含量の低下やNDF含量の上昇は認められなかった。

放牧期間を通しての利用草量、養分摂取量およびFCM生産量を表1に示した。利用草量はL区、H区でそれぞれ、8.6および8.5 t/haと同様であった。放牧地由来のDCP摂取量は、L区、H区でそれぞれ、総DCP摂取量の50および53%に相当し、両区同様に1.2 t/haであった。放牧地由来のTDN摂取量は、L区、H区でそれぞれ、総TDN摂取量の42および45%に相当し、それぞれ5.7および5.6 t/haと両区ほぼ同様であった。総FCM生産量はL区にくらべH区で低い傾向にあったが、放牧地由来のFCM生産量は、L区およびH区でそれぞれ10.6および10.3 t/haとなり、差は認められなかった。

以上のことから、本試験のような泌乳牛の集約放牧下における放牧開始時草高の違いは、その後の草高や草量の推移に影響をあたえた。しかし、本試験程度の推移の違いでは、放牧地草の成分含量に差は認められず、放牧地からの養分摂取量および乳生産への影響はみられなかった。

表1. 放牧期間を通じての利用草量、養分摂取量およびFCM生産量

	L区	H区
利用草量(tDM/ha)	8.6	8.5
DCP摂取量		
総量(t)	2.2	2.1
放牧地草由来(t/ha)	1.2	1.2
TDN摂取量		
総量(t)	12.9	11.8
放牧地草由来(t/ha)	5.7	5.6
FCM生産量		
総量(t)	24.1	22.3
放牧地草由来(t/ha)	10.6	10.3

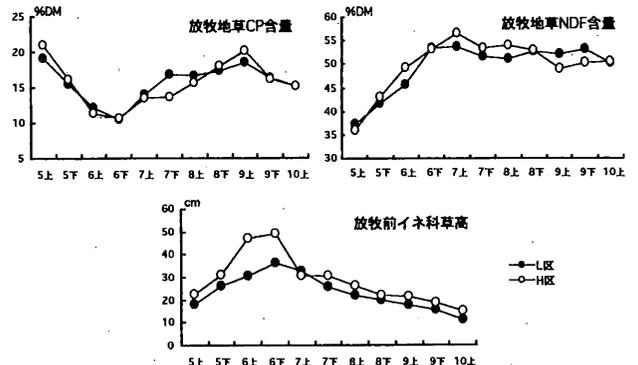


図1. 放牧前イネ科草高、放牧地草CPおよびNDF含量の推移

北海道大学農学部附属農場 (060-0811 札幌市北区)

Experiment Farms, Faculty of Agriculture, Hokkaido University, Kita-ku, Sapporo 060-0811, Japan

メドウフェスク集約放牧地植生の経年変化

須藤 賢司*・落合 一彦**・梅村 和弘*

Changes in Vegetation of Meadow Fescue (*Festuca elatior* L.) Pasture under an Intensive Grazing System.

Kenji SUDO*, Kazuhiko OCHIAI** and Kazuhiro UMEMURA*

緒 言

メドウフェスク (Mf) は耐寒性と嗜好性に優れ、土壌凍結地帯における搾乳牛の集約放牧用草種として期待できる。しかし、本草種は採草地の随伴草種として混播利用される場合が多く、集約放牧適性に関する評価がなされていない。そこで、Mf (品種: トモサカエ) 主体草地を造成し、集約放牧条件下で5年間にわたり植生の変化を調査した。

材料及び方法

試験1. 小放牧試験

1994年にMf主体草地を夏造成し、翌年から利用草高20cm区と25~30cm区を設けた(1区面積は60㎡)。また、同様にペレニアルライグラス(Pr)主体草地を造成し、利用草高20cm区を対照区として設けた。各区は利用草高に達する毎に、空腹状態の未経産牛4頭(平均体重530kg)を採食が止むまで1時間程度放牧した。

試験2. 実規模試験

Mf主体草地1.5haを造成し、1牧区面積を約7aとして搾乳牛4頭を1日輪換放牧した。牧区数(放牧面積)は草生産速度の季節変化に応じて調節し、余剰草は採草した。植生調査は、①春に休牧し、6月に採草後放牧利用した区(1番草区)、②春から6月まで放牧後、約1ヶ月休牧して7月に採草後、再度放牧利用した区(2番草区)について実施した。また、利用3年目から副処理区として育成牛2頭を後追い放牧する区(後追区)としない区(非後追区)とを追設し、同様の植生調査を行った。1回の放牧時間は、搾乳牛が9~12時間、後追い牛が24時間とした。

測定項目は、試験1、2とも、入退牧時の草高、ライン上の草種の出現頻度、草種別重量割合(緑部)とした。

結 果

試験1. 小放牧試験

Mf 20cm区では、非播種草種のPrやケンタッキーブルーグラス(Kb)の頻度が増加し、Mfの頻度が低下した(図1)。重量割合でも、利用3年目からそれらイネ科牧草種の侵入が増加し、4年目まで70%前後を維持していたMfの重量割合が5年目には56%に低下した。これに対してMf 25~30cm区及びPr 20cm区では、利用5年目においてもMf(図1)及びPrの頻度は90%以

上、草種別重量割合は80%以上に維持され、非播種草種の侵入も少なかった。

試験2. 実規模試験

各試験区の放牧利用時の平均草高、利用5年目のMfとKbの頻度及び重量割合を表1に示した。平均草高は、1番草・非後追区を除き25cm以下であった。Mfの頻度は2番草区で80%以上であったが、1番草区では80%以下であった。重量割合は1番草・非後追区で78%であったほかは50~60%であった。各区とも利用4年目からKbの頻度と重量割合が増え始め、1番草区では後追い放牧によりこの傾向が増幅された。

考 察

小放牧試験の結果についてみると、Pr草地の植生は、放牧利用時の草高が20cmで安定推移する。これに対して、Mf草地を草高20cmで利用するとKb等の侵入速度が速く、永続性に欠ける。しかし、25~30cmで利用すると、Pr草地と同様に安定利用が可能と考えられる。一方、実規模試験の結果では、Mf草地の永続性は1番草区よりも2番草区で、後追区よりも非後追区で高い傾向があった。しかし、採草と後追い放牧の影響を一層明らかにするためには、さらに検討を深める必要がある。

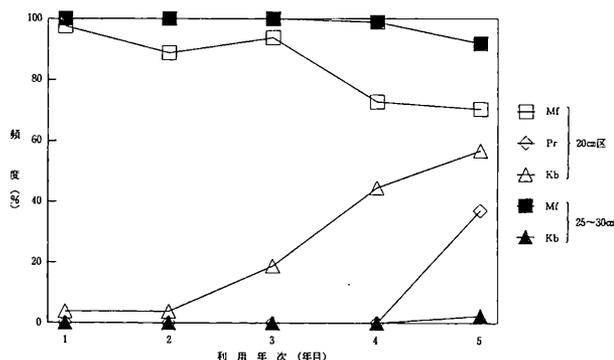


図1. 小放牧試験: Mf 20cm区及びMf 25~30cm区におけるMfと侵入草種(Kb, Pr)の出現頻度の推移

表1. 実規模試験: 各区の放牧時平均草高、利用5年目におけるMfとKbの出現頻度及び重量割合

	1番草区		2番草区	
	後追区	非後追区	後追区	非後追区
平均草高 (cm)	23.8	28.5	21.3	24.2
出現頻度 Mf (%)	65.5	72.6	82.1	84.5
Kb (%)	46.4	20.2	32.1	27.4
重量割合 Mf (%)	52.6	77.8	58.7	59.8
Kb (%)	39.5	13.2	32.3	35.8

* 北海道農業試験場 (062-8555 札幌市羊ヶ丘)

Hokkaido National Agricultural Experiment Station, Hitsujigaoka, Sapporo, 062-8555, Japan

** 九州農業試験場 (861-1192 西合志町須屋)

Kyushu National Agricultural Experiment Station, Suya, Nishigoshi, 861-1192, Japan

持続型放牧草地としての
ケンタッキーブルーグラス草地の再評価
2. 定置放牧条件における牧草および家畜生産性

三枝 俊哉*¹・手島 茂樹*²・
小川 恭男*¹・高橋 俊*¹

Evaluation of Kentucky bluegrass
(*Poa pratensis* L.) as main grass
for sustainable grazing pasture in Hokkaido

2. Grass and animal performance

in the Kentucky bluegrass used by set grazing system
Toshima SAIGUSA, Shigeki TEJIMA,
Yasuo OGAWA and Shun TAKAHASHI

緒 言

将来の北海道における土地利用型草地畜産経営では、離農や少子高齢化による労働力不足で草地が余剰となり、さらにこれらが放棄される懸念があるので、離農跡地を取り込んだ粗放的規模拡大を支持する草地管理技術が必要と考える。そのためには、単位面積当たりの生産性は最大でなくとも、省力的かつ安定的な家畜生産を維持する放牧草地、すなわち、持続型放牧草地の作出が重要となる。前報では、これに適した牧草として、ケンタッキーブルーグラス (KB) に注目し、その草地における草種構成の安定性と生産性を集約放牧に用いられるチモシー草地と比較した。その結果、KB 草地における草種構成の安定性は確認できたものの、定置放牧条件での日増体量が低かった。定置放牧は省力管理に適した利用形態であるので、本報告では定置放牧条件における増体の改善を試みた。

材料および方法

KB「トロイ」・シロクロバ (WC、「ソーニヤ」) 混播草地に1区62.5aの定置放牧区と輪換放牧区を設け、ホルスタイン去勢牛を放牧して草種構成と家畜生産性を1998年と1999年の2年間比較した。放牧開始時の平均月例は6ヶ月齢、平均体重は約200kgであった。輪換放牧区は10牧区に仕切り、毎日転牧した。両区の放牧頭数は試験開始時に1区6頭とし、その後、現存草量に応じて、1998年には供試牛の増体が停滞した後に、1999年にはその前に3~2頭に減じた。

結果および考察

定置放牧区における6月から9月までの日乾物重増加速度は1998年で3~4 g/m²/日、1999年で6~7 g/m²/日と後者の方が明らかに高かったが、季節変化は両年とも比較的平準で、KB構成割合の急激な変化も認められなかった。

両区の現存草量、採食量および放牧頭数の推移を図1に示した。輪換放牧区における採食量は、両年とも、放牧期間を通じて比較的過不足なく推移した。これに対し

て、定置放牧区での採食量は、1998年6月に現存草量の不足によって1 kg/100kg BW/日を下回る大幅な低下を示し、その後頭数を減じて速やかに回復しなかった。そこで、1999年は早めに放牧頭数を減じた結果、現存草量、採食量ともに6月には低下しなかった。また、著しい高温であった1999年8月には現存草量と採食量が低下したが、早めに頭数を調節した結果、増体には悪影響が及ばなかった。その結果、1999年の定置放牧区における放牧期間中の日増体量は、表1のように、1.01kg/頭/日まで向上し、輪換放牧区と同程度になった。

本試験により、KB草地は1) 季節生産性が比較的平準であるためにいずれの放牧方法でも掃除刈りを必要としない、2) 定置放牧でも集約的な1日輪換放牧に遜色ない生産性を示す可能性がある、3) いずれの放牧方法でもKB構成割合を安定的に維持できるなど省力的な放牧管理に適した特徴を有することが明らかになった。

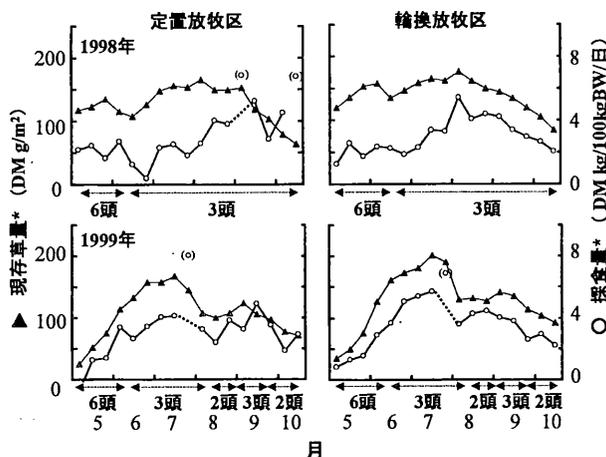


図1. 現存草量、採食量および放牧頭数の推移

●: 旬別平均値、() 内の○は採食量の異常値として除いた。
放牧頭数は1日1牧区 (0.625ha) 当たり

表1. KB草地における放牧の概況

年次	処理区	放牧期間		延べ放牧頭数 (頭・日/ha)	増体	
		開始	終了 日数		kg/ha (B)	kg/頭・日 (B/A)
'98	定置区	4/30	10/15 168	1018 527	555	0.55
	輪換区	4/30	10/15 168	1070 561	803	0.75
'99	定置区	5/6	10/18 165	920 526	929	1.01
	輪換区	5/6	10/18 165	917 517	818	0.89

*¹ 北海道農業試験場 (062-8555 札幌市豊平区羊ヶ丘1番地)

Hokkaido National Agricultural Experiment Station (Hitsujigaoka, Toyohira, Sapporo, Hokkaido, 062-8555 Japan)

*² 草地試験場 (389-0201 長野県北佐久郡御代田町塩野375-1)

National Grassland Research Institute (Shiono 375-1, Miyota, Kitasaku, Nagano, 389-0201 Japan)