

## メタン発酵処理による乳牛ふん尿の性状変化 —その年間モニタリング—

成瀬 往代・熊井 実鈴・松中 照夫

Change in nutrients content and some other properties  
of dairy cattle slurry following anaerobic digestion.

— Its monitoring results for a year —

Michiyo NARUSE, Misuzu KUMAI  
and Teruo MATSUNAKA

### 緒 言

ふん尿を処理する施設の一つに、バイオガスプラントがある。バイオガスプラントは、ふん尿を嫌気的条件下でメタン発酵させ、熱や電気などのエネルギーを生産し、ふん尿自身を比較的悪臭の少ない有機質肥料に変化させることができるため、ふん尿を有効利用して処理できる施設として、大きな期待がかけられている。しかし、実用規模におけるバイオガスプラントから出てきたメタン発酵処理後のふん尿（消化液）は、原料となるふん尿（原料）と、その性状と比較してどのように変化するかについてはまだ明らかにされていない。本試験は、実用規模におけるバイオガスプラントから出てきた消化液の性状が、原料に比べてどのように変化するかを明らかにすることを目的とし、調査した。

### 材料および方法

本学に設置されたバイオガスの通常運転の設定は以下のとおりである。本学農場の牛舎から排出される1日あたり約10<sup>m</sup>の乳牛ふん尿を容量25<sup>m</sup>の原料槽へ受け入れ攪拌した後、1日あたり10<sup>m</sup>を容量250<sup>m</sup>の発酵槽へ投入する。同時に発酵槽から1日あたり10<sup>m</sup>の消化液が貯留槽へ送り出されているというものである。従って、ふん尿の発酵滞留期間は25日間となる。

試料採取場所は酪農学園大学バイオガスプラントとした。試料採取方法は、原料をバイオガスプラントの原料槽から採取し、消化液を発酵槽に設けた採取口から採取した。調査期間は2000年10月から2001年10月まで、毎月1回定期的におこなった。調査項目はpH、EC、乾物率、全炭素（T-C）含有率、全窒素（T-N）含有率、アンモニア態窒素（NH<sub>4</sub>-N）含有率、硝酸態窒素（NH<sub>3</sub>-N）含有率、有機体窒素（N）含有率、リン（P）、カリウム（K）、カルシウム（Ca）、マグネシウム（Mg）含有率とした。ここではT-Nから無機態Nを除いて有機体Nとした。

### 結果および考察

消化液の平均pHは7.79であった。原料の平均pH6.75に比べ平均値の差は有意に高まった。調査期間におけるpHの変動係数は消化液が1.4%と、原料の5.3%より小さくなった。

消化液のECは原料よりわずかに高まった。しかし、

両者の平均値の差に有意差は認められなかった。調査期間におけるECの変動係数は消化液が7.6%と、原料の20.9%より小さくなった。

乾物率は消化液が5.63%となり、原料の8.19%より有意に低下した。これはメタン発酵過程において原料中の固形有機物が発酵基質として利用され、分解されたためと考えられた。乾物率の変動係数も消化液は20.3%となり、原料の21.1%より小さかった。

消化液における平均乾物率の低下は、相対的に含水率が上昇したことを示し、原料のふん尿に比べ消化液の流動性を大幅に増加させた。

消化液のT-C含有率は2.19%であった。これは原料のT-C含有率3.41%より平均値の差は有意に低下した。この消化液のT-C含有率の低下は、メタン発酵過程において炭素（C）がメタン（CH<sub>4</sub>）や二酸化炭素（CO<sub>2</sub>）として消費されたためと考えられる。また、両者の変動係数はほぼ等しかった。

T-N含有率は消化液と原料で等しく、両者の平均値の差に有意差は認められなかった。従って、消化液のC/N比は原料のC/N比より有意に低下した。

無機態Nのうち、NO<sub>3</sub>-Nは消化液、原料ともに検出されなかった。消化液のNH<sub>4</sub>-N平均含有率は0.14%となり、原料のNH<sub>4</sub>-N平均含有率0.11%より平均値の差は有意に高まった。変動係数は消化液が原料より小さかった。その結果、有機体N平均含有率は、原料のそれより有意に低下した。これは、原料の易分解性有機体Nがメタン発酵中に無機化したと考えられる。

P、K、Ca、Mgの各平均含有率は、消化液と原料との間に大きな変化がなかった。

以上の結果から、次のようなことが考えられた。消化液のpHとNH<sub>4</sub>-N含有率は原料のそれらより高まった。これは消化液を草地に表面施与するとアンモニア揮散によるNの損失が原料のふん尿の場合より増加する可能性がある。一方、消化液は原料より乾物率が低く、水分が増加していることから、消化液中のNH<sub>4</sub>-Nは原料のそれより土壌に浸透し易い。NH<sub>4</sub>-Nが土壌に浸透するとアンモニア揮散は発生しにくいため、アンモニア揮散によるNの損失は原料のふん尿の場合より減少する可能性もある。よって、消化液施与後のアンモニア揮散は土壌条件によって変化するといえる。

消化液のC/N比は原料に比べ低下した。また、メタン発酵過程において、消化液の易分解性有機態Nの一部が無機化して、無機態窒素が増加したことから、消化液は、原料よりNの肥効がやや速効的に変化すると思われる。

調査期間内における変動は、原料より消化液のほうが小さかった。このことは同一のバイオガスプラントで産出される消化液の性状が、原料より比較的安定していると結論付けられる。

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

## 草地表面に施与されたバイオガスプラント消化液 および乳牛スラリーからのアンモニア揮散の比較

熊井 実鈴・成瀬 往代・松中 照夫

Comparison of ammonia emission from cattle  
slurry with from digested cattle slurry following  
surface applicaton.

Misuzu KUMAI, Michiyo NARUSE  
and Teruo MATSUNAKA

### 緒 言

酪農家の規模拡大による乳牛飼養頭数の増加に伴い、大量のふん尿が排出されており、それらのふん尿が適切に処理・利用されていないために、環境汚染を引き起こしている。ふん尿の有効利用の1つとして、乳牛スラリーをメタン発酵処理しエネルギーを生産するバイオガスプラントが非常に注目されており、排出される消化液は液肥として利用できる。しかし、圃場へ消化液や乳牛スラリーを施与する際にはアンモニア揮散が発生する。アンモニア揮散は大気汚染や酸性雨の原因となるだけでなく、窒素損失による肥料的価値の低下も引き起こす。そこで、乳牛スラリーとバイオガスプラントから排出された消化液を施与した際のアンモニア揮散を比較する事を本実験の目的とした。

### 材料および方法

本試験は酪農学園大学実験圃場のガラス室にておこなった。オーチャードグラス (品種: オカミドリ) を栽培した0.02 m<sup>2</sup>のワグネルポットにバイオガスプラント消化液 (消化液) と乳牛スラリー (スラリー) を表面施与し試験を開始した。供試した消化液は酪農学園大学バイオガスプラントでメタン発酵処理されたスラリーを用いた。供試したスラリーはバイオガスプラントの原料ではなく、由仁町のB牧場のものを用いた。供試した消化液とスラリーのpHは消化液が7.82、スラリーが7.52であった。アンモニア態窒素含有率は消化液が0.15%、スラリーが0.23%であった。乾物率は消化液が6.10%、スラリーが12.89%であった。施与量はアンモニア態窒素としてそれぞれ4.5、9、18 g m<sup>-2</sup>相当量 (少量区、標準区、多量区) とした。対照区として無施与区を設け、処理区でのアンモニア揮散は無施与のものを差し引いてもとめた。施与したポットに漏斗を被せ、真空ポンプで空気を吸引し、アンモニアを20 g L<sup>-1</sup>ホウ酸に捕集した。この溶液を施与後経時的に回収しアンモニア揮散量を測定した。

### 結果および考察

アンモニア揮散は、施与直後から認められた。アンモニア揮散速度の最大値は、少量区において消化液、スラ

リーとも施与後1時間目に現れた。標準区において揮散速度の最大値は、消化液が施与後2時間目、スラリーは1時間目に現れた。また、多量区においては消化液が施与後4時間目、スラリーは2時間目に現れた。すべての処理区において、アンモニア揮散速度は最大値を示した後、低下した。どの処理区でも、施与後4時間目までに最大値を示し、その後低下したという推移は、初期に全アンモニア揮散の多くが揮散していることを示している。施与後24時間目以降のアンモニア揮散速度の低下は、どの処理区でも消化液、スラリーは同様であった。また、消化液、スラリーとも施与量が多くなるほど緩やかに低下した。

施与後144時間目におけるアンモニア揮散積算量は、消化液、スラリーとも多量区が最も高く、続いて標準区、少量区の順で高く推移した。また、施与後144時間目におけるアンモニア揮散積算量は、少量区、標準区において消化液とスラリーの間に有意な差はみられなかった。しかし多量区では、消化液からのアンモニア揮散量がスラリーからのそれよりも有意に低い値を示した。

施与後144時間目における施与したアンモニア態窒素に対してアンモニアとして揮散した割合 (揮散率) は、少量区において消化液では26%、スラリーの場合31%であった。標準区においては、消化液で44%、スラリーは40%であった。しかし、少量区と標準区では消化液とスラリーの間に揮散率の有意な差はみられなかった。また、多量区においては、消化液の揮散率は46%、スラリーの場合56%となり消化液の方で揮散率が低かった。

施与量ごとのアンモニア揮散を比較すると、少量区では施与量が少なかったため、ポットに施与すると、消化液、スラリーとも空気に接触する面積が大きくなり揮散しやすい条件になっていた。このため、アンモニア態窒素の土壌への浸透によるアンモニア揮散への影響は現れず、消化液とスラリーからのアンモニア揮散に差がみられなかったと考えられた。

標準区では、消化液とスラリーのアンモニア態窒素の土壌への浸透量の差が、アンモニア揮散へ影響すると思われるが、消化液とスラリーに差が出る程度の影響ではなかったと考えられた。

多量区で消化液のアンモニア揮散量がスラリーに比べ有意に低い値を示したのは、施与量が多かったため、土壌へアンモニア態窒素が浸透した影響が揮散に強く現れたと考えられた。

以上の結果から、本試験のような条件では、施与量が多ければ、消化液のアンモニア揮散はスラリーに比べ抑えられると考えられた。また施与量が標準量もしくは少量であれば、消化液とスラリーの揮散に差がでないと考えられた。

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

アルファルファ単播草地へのスラリー散布の影響

松村 哲夫・池田 哲也・糸川 信弘

Effect of slurry application on growth and yield of alfalfa (*Medicago sativa* L.) pure sward.

Tetsuo MATSUMURA, Tetsuya IKEDA and Nobuhiro ITOKAWA

緒 言

安全で良質な自給粗飼料の生産をめざして、飼料価値の優れるアルファルファの単播栽培の拡大が求められている。マメ科牧草であるアルファルファの単播栽培では、窒素成分を含む追肥は施用しないことが一般的であるが、生産現場ではスラリー（液状きゅう肥）等の家畜糞尿を還元施用している例が多くみられる。そこで、スラリーの追肥施用がアルファルファ単播経年草地に与える影響について明らかにするため、生育特性及び収量性等の調査を行った。

材料及び方法

アルファルファ（品種：ヒサワカバ）の単播草地を造成し、造成年秋期に1回、2年目及び3年目には早春、1番草刈取り後、2番草刈取り後の年間3回、追肥処理として牛スラリー（芽室町上美生地区の肥培かんがい施設より供給）を施用した。施用量は各散布回4 t、8 t、12 t/10 aの3水準とした。試験区（10 m × 5 m）は3反復の乱塊法により配置した。対照区に化成肥料による標準的な追肥条件を設定するため、ホクレン高度化成 P K22号を用いて各回窒素0 kgN/10 a、リン酸4 kgP<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/10 a、カリ7.3 kgK<sub>2</sub>O/10 aとなるよう施用した。造成年は8月下旬、10月中旬の2回刈り、2年目、3年目は6月中旬、8月上旬、9月中旬の年間3回の刈り取りを行った。

アルファルファの生育及び収量等の調査はスラリー連用の影響が強く現れた利用3年目を中心に行った。年間3回の刈り取りの際に、単位面積あたりの乾物収量と、雑草の混入量を調査した。1番草の刈り取り後、単位面積当たりのアルファルファの株数を調査した。試験区間で倒伏程度に差が見られた1番草と3番草で、倒伏の程度を評点により調査した。

結果及び考察

表1に利用3年目に施用したスラリーの成分分析の結果を示した。本試験で使用したスラリーは、肥培かんがい用として水で希釈調整されたものである。成分量から計算した全窒素、リン酸、カリの年間投入量は、各回4 t/10 aを施用した処理区で33 kgN/10 a、14.4 kgP<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/10 a、38.8 kgK<sub>2</sub>O/10 aであった。これは、化成肥料を施用した標準区と比較して、全窒素とカリではそれぞれ33 kgN、16.9 kgK<sub>2</sub>O/10 aの増加、リン酸で2.4 kgP<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/10 aの減少となった。

面積当たりのアルファルファ株数は、スラリーの施用量の増加に伴い減少した（表2）。また、スラリー施用

表1. 施用したスラリーの分析値および三要素投入量

施用時期	スラリー分析値					三要素投入量(kg/10a)			
	全蒸発電	気全窒素	全リン酸	全カリ	(4 t/10a施用区)				
	残留物	伝導度	(%)	(%)	全窒素	全リン酸	全カリ		
(%)	(s/m)	(%)	(%)	(%)					
早春	3.3	1.5	0.253	0.095	0.342	10.1	3.8	13.7	
1番草後	4.3	1.6	0.293	0.139	0.338	11.7	5.6	13.5	
2番草後	3.4	1.7	0.281	0.124	0.291	11.2	5.0	11.6	
平均	3.7	1.6	0.276	0.119	0.323	年間合計	33.0	14.4	38.8
						(化成肥料区)	0.0	12.0	21.9

\*三要素投入量は全投入量（肥効率換算なし）の数値

表2. スラリー施用のアルファルファの倒伏と株数への影響

処理	倒伏 (1:無~9:甚)		株数 (/m <sup>2</sup> )
	1番草	3番草	1番草後
化成肥料	1.3 <sup>a</sup>	3.3 <sup>a</sup>	55.2 <sup>a</sup>
4 t	4.7 <sup>b</sup>	5.3 <sup>b</sup>	42.8 <sup>b</sup>
8 t	7.0 <sup>c</sup>	6.0 <sup>b</sup>	46.8 <sup>ab</sup>
12 t	8.7 <sup>c</sup>	6.7 <sup>b</sup>	40.0 <sup>b</sup>

表3. スラリー施用の雑草乾物重とアルファルファ乾物収量への影響

処 理	雑草乾物重 (kg/10 a)				アルファルファ乾物収量 (kg/10 a)			
	1番草	2番草	3番草	年間合計	1番草	2番草	3番草	年間合計
化成肥料	28 a	1 a	1 a	30 a	554 a	327 a	194 a	1,082 a
4 t	64 a	3 a	6 a	73 a	482 ab	264 a	191 a	952 a
8 t	78 a	8 a	8 a	94 ab	414 b	255 a	192 a	883 b
12 t	160 b	18 a	17 a	195 b	384 b	191 b	175 a	783 b

量の多い区ほど、エゾノギンギン等の雑草の混入量が増加した（表3）。アルファルファの単播栽培では、草地維持年限が短いことが問題となるが、スラリーの施用により引き起こされるアルファルファ株数の減少と雑草侵入の増加は、さらに永続性を低下させる要因となる可能性が高いと考えられる。

アルファルファの単播栽培で多く発生する収穫期の倒伏では、収穫・調整の障害となることに加え、倒伏に起因する多湿条件による病害の発生や、刈り残しによる再生への悪影響等が問題となる。本試験の結果では、スラリー施用量の増加により、1番草及び3番草刈り取り時の倒伏程度が増大した（表2）。スラリーを散布する際には、通常より早刈りで利用するなどの対策が必要になるものと考えられるが、本試験では、スラリー施用区の倒伏は草丈70 cmから80 cmの早い段階から発生が確認されている。極端な早刈りは収量減や再生への悪影響等の弊害が懸念されるため、刈り取りの早期化により倒伏を回避することは困難であると考えられる。

スラリー施用区のアルファルファの収量は、1番草、2番草で減少し、年間合計乾物収量の減少割合は、各番草4 t/10 aの施用で約12%、8 tの施用で約18%、12 tの施用で約28%であった（表3）。収量の減少は、アルファルファ個体数の減少、雑草侵入の増加、倒伏による生育と再生の阻害のそれぞれが総合的に影響した結果と考えられる。

以上より、アルファルファ単播草地へのスラリーの追肥施用は、収量の減少と維持年限の短縮につながる可能性が高いことが明らかになった。

チモシー放牧草地の施肥法

2. 多回刈り条件におけるカリ施肥が収量・草種構成に及ぼす影響

酒井 治・宝示戸雅之・三木直倫・三枝俊哉  
Method of fertilizer application for timothy (*Phleum pratense* L.) grazing pasture

2. Effect of quantity of potassium fertilizer application on yield and botanical composition

Osamu SAKAI\*, Masayuki HOJITO\*\*,  
Naomichi MIKI\*\*\* and Toshiya SAIGUSA\*

緒 言

放牧草地において現行の施肥標準量を施用し、放牧を行うと土壤中のカリ含量は増加する。また、家畜にとって放牧草中のカリ含量が高いと言われている。そこで、マメ科牧草を維持しながらカリ施肥量を減少させることを目的として、多回刈り条件におけるカリ施肥量が収量および草種構成に及ぼす影響について検討した。

材料及び方法

根釧農業試験場の黒色火山性土（普通黒ボク土）においてチモシー（TY）「ホクシュウ」・シロクローバ（WC）「ソーニャ」混播草地（1997年8月造成）を供試し、1998年から $K_2O$ 施肥量0、100、140、180、220 $kg\ ha^{-1}$ を硫酸カリウムで施用するカリ用量試験を行った。N- $P_2O_5$ -MgO=80-80-40 $kg\ ha^{-1}$ を硫酸アンモニウム、過リン酸石灰、硫酸マグネシウムで各処理共通して施用した。いずれの養分も5月上旬・6月下旬・8月下旬の年3回均等分施した。刈り取り方法は草丈が30cmになった時に10cmの高さまで刈り取る多回刈り条件で実施した。草丈、乾物収量、牧草養分含有率、早春および最終刈取後の土壌養分含量を調査・分析した。

結果及び考察

- 1) WCの年間乾物収量、WC割合はカリ施肥量に応じて増加した。しかし、TYではカリ施肥量との関係は判然としなかった。牧草全体のカリ施肥量に対する収量増加はWCほど明瞭ではなく、無カリ区を除いて大きな差は認められなかった（図1）。4年間の平均年間乾物収量は220 $kg\ K_2O\ ha^{-1}$ 施用区で6120 $kg\ ha^{-1}$ であった。なお、雑草については、カリ施肥量との関係は認められず、収量全体の5%以下であった。以上の傾向は、各年の各番草についても同様であった。
- 2) TY、WCおよび牧草全体のカリ含有率はカリ施肥量に応じて増加した。この傾向は各年の各番草においても同様であった。
- 3) TY、WCおよび牧草全体のカリ吸収量もカリ施肥量に応じて増加した。この傾向は各年の各番草において

も同様であった。

- 4) 牧草全体の収量およびマメ科牧草の維持に最低限必要なカリの条件について検討した。

図2に、各番草におけるWCのカリ含有率とWC乾物収量との関係を示した。乾物収量は各番草における最大値を100とした場合の指数として示した。WCのカリ含有率には、カリ含有率の増加に伴って乾物収量が直線的に増大する領域と乾物収量が頭打ちになる領域が認められたので、両者の境界を重回帰を応用した折れ線回帰によって判定した。その結果WCの乾物収量が頭打ちになるWCのK含有率は2.3~2.8%であった（図2）。また、同様に牧草全体のカリ含有率とWC乾物収量との関係についても検討した結果、WC乾物収量が頭打ちになる牧草全体のK含有率は2.0~3.0%であった。

以上のことからWCおよび牧草全体の乾物収量、TY、WCおよび牧草全体のカリ含有率およびカリ吸収量にカリ施肥反応が認められた。また、WCの乾物収量を制限しない最低のK含有率はWCでは2.3~2.8%、牧草全体では2.0~3.0%であった。

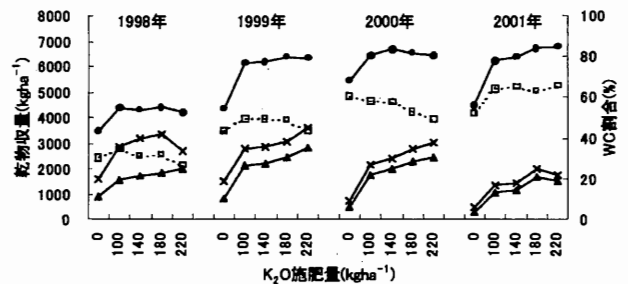


図1. 年間乾物収量とWC割合の推移

●全体収量 □TY収量 ▲WC収量 ×WC割合(乾物)

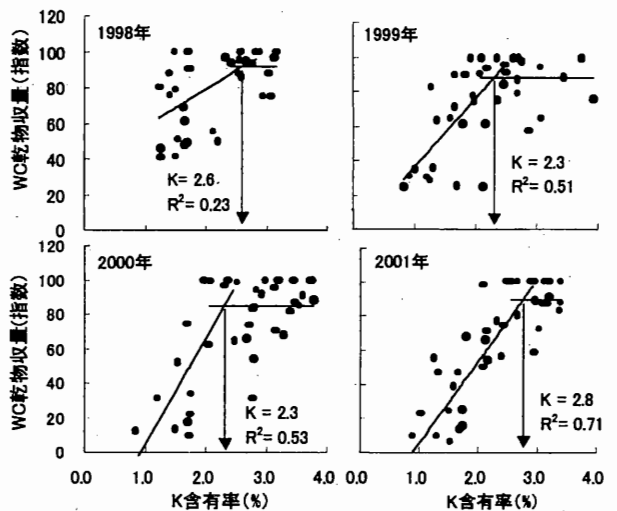


図2. WCの乾物収量とカリ含有率

\*北海道立根釧農業試験場 (086-1153 北海道標津郡中標津町桜ヶ丘1-1)

Konsen Agricultural Experiment Station, Nakashibetsu, Hokkaido, 086-1153, Japan

\*\*畜産草地研究所 (329-2793 栃木県那須郡西那須野町千本松768)

National Institute of Livestock and Grassland Science, Nishinasuno, Tochigi, 329-2793, Japan

\*\*\*北海道立十勝農業試験場 (082-1153 北海道河西郡芽室町新生南9線2)

Tokachi Agricultural Experiment Station, Memuro, Hokkaido, 082-0071, Japan

牛糞近傍における土壤中の硝酸態窒素の動態と  
草種構成の関係

高階 史章・木村 園子・田島 亮介  
平田 聡之・中辻 浩喜・中嶋 博

Relationship between dynamics of NO<sub>3</sub>-N in soil and  
grassland species around the dung pats  
Fumiaki TAKAKAI, Sonoko KIMURA, Ryosuke TAJIMA,  
Toshiyuki HIRATA, Hiroki NAKATSUJI  
and Hiroshi NAKASHIMA

緒 言

放牧地に排泄された牛糞は、放牧地の土壌の不均一性を作り出す一因であり、周囲の環境に影響を与え、周辺にパッチを形成する。放牧地全体における窒素動態を知る上で、牛糞近傍における窒素動態及びそれに伴う草種構成の変化を知ることは重要である。本実験では、マメ科、イネ科牧草の混播放牧地に牛糞を設置し、周囲の草種構成の変化、土壌中の硝酸態窒素の動態を調査した。

材料及び方法

実験1 放牧地実験

北大生物生産研究農場内の放牧地の一部を柵で囲い、牛の侵入しない調査区を設置した。2001年6月、調査区内の3ヶ所に牛糞(重量1kg、直径20cm)処理を行った。各牛糞を中心に20×50cmのコドラートを3方向にそれぞれ2ヶ所(40cm、120cm地点)設置し、乾物収量、草種構成を刈取高5cmで経時的に調査した。

また、牛糞から3方向×3地点(20cm、80cm、120cm)で深さ30cmまでの土壌を採取、硝酸態窒素量の分析を行った。調査開始時の土壌を30℃で1ヶ月間培養し、硝酸態窒素量より無機化予想量を算出した。

実験2 圃場実験

北大生物生産研究農場内の実験圃場に、牛糞6kgを帯状に設け、それと平行に牛糞の中心から15cm(縁から5cm)の地点(近)と、中心から35cmの地点(遠)にシロクロバ(WC)およびペレニアルライグラス(PR)を移植した。それぞれ単植区と両種の混植区の3処理区を3反復設けた。牛糞の「直下」、牛糞から20cmの「区画内」および、70cmで植生のない「区画外」の各地点にそれぞれ深さ30cmでポーラスカップを設定して土壌水を採取、硝酸態窒素濃度の分析を行った。

各区画とも遠近別に刈取高5cmで乾物重を測定した。

結果及び考察

(実験1)

乾物収量は6月18日に最小となり、以降は緩やかな増加がみられた。牛糞からの距離による明確な差異は認められなかった。土壌中の硝酸態窒素量は6月18日の時点で大幅に増加したのち、2週間後の7月4日には6月4日と同程度の値に減少した。

牛糞からの距離と硝酸態窒素量の関係は、中心から20cmの値が120cmのところよりもやや高い傾向は見られたが、有意な差異は認められなかった。

硝酸態窒素と収量の動態を比較したところ、窒素が急激に増える6月4日から18日の間の草量が減少し、窒素の減少する18日からは草量が増加しているため、草の窒素吸収力の減少が土壌中の硝酸態窒素の増加の一因と考えられる。また、牛糞からの窒素が拡散・流亡により増加したことも考えられるが、牛糞からの距離によって硝

酸態窒素の動態に差異は認められなかったため、本研究からは明らかにすることができなかった。土壌の無機化予想硝酸態窒素量は牛糞からの距離に関わらず約0.2mg/g土であり、この草地の土壌は6月18日の硝酸態窒素量を供給することが可能であったと考えられる。よって、5月下旬付近では低温と低降水量により抑制されていた土壌の無機化が6月の雨と高温により急激に進行し、多量の硝酸態窒素が放出されたと考えられた。

以上の結果から放牧地における実験では、牛糞が周辺の土壌および植生に与える影響は明確に示されず、糞の影響がより牛糞に近い範囲にのみ表れたと考えられた。

(実験2)

深さ30cmでの硝酸態窒素濃度の推移をみると、牛糞直下は緩やかに減少したのに対し、植物体下の値は8月29日にかけて急激に減少し、その後、各区の値はほぼ一定の値で推移した。乾物収量に関しては、PRでは、単植区、混植区ともに、牛糞に近い方で乾物重が大きくなる、という傾向が認められ、牛糞からの窒素により成長が促進されたと考えられた。一方、WCは単植区と混植区で距離に対して異なった反応を示した。単植区においては、牛糞に近い方の乾物収量が遠い方より小さくなっているのに対し、混植区では牛糞に近い方が大きな乾物収量を示した。単植区では牛糞から出る高濃度の窒素が、WCの生育を阻害していたことが考えられる。混植区の場合、PRの窒素吸収により、窒素による生育阻害が生じなかったものと考えられた。(図2) 今回の実験より、牛糞の影響は非常に狭い範囲に限られるため、パッチが形成されると考えられた。また、草地を構成する草種はそれぞれフンに対して異なる反応を示す、ということが明らかになった。

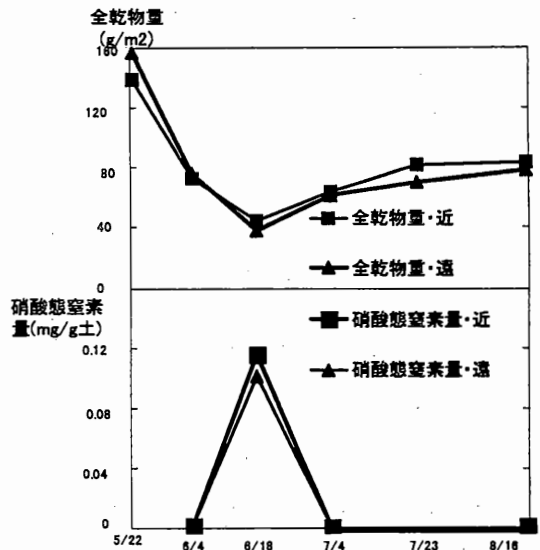


図1. 全乾物重及び土壌中の硝酸態窒素量

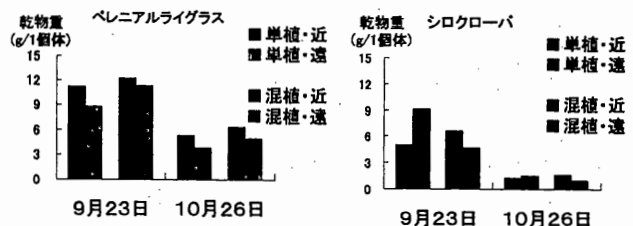


図2. PR及びWCの乾物収量

傾斜放牧地における育成牛の採食および排泄に伴う窒素の動態

松崎 龍・小林 圭子・埜 友之・  
秦 寛・近藤 誠司・大久保正彦

Nitrogen dynamics caused by grazing and excretion behavior of steers in sloped pasture  
Ryo MATUZAKI, Keiko KOBAYASI,  
Tomoyuki HANAWA, Hiroshi HATA,  
Seiji KONDO and Masahiko OKUBO

緒言

前報(北草2000)では、傾斜放牧地においては標高高位と低位で草高および草量が異なり、家畜の採食は特に夏季において草量の少ない高位に集中したことを報告した。一方排泄物に関しては、一般に休息場となる平坦部に集積すると報告されており、牧区内において窒素の不均一な収奪および還元が起こっていた可能性があると考えられた。しかし家畜の採食が高位に集中したことには、低位で草高が過剰に高くなったことが影響したものと思われ、これを抑制することにより家畜の行動範囲は変化し、それに伴い牧区内の窒素の動態も変化することが予想された。そこで本報告では2000年と同じ傾斜放牧地を用い、草地の期待利用率を高く設定した場合での育成牛の採食および排泄に伴う窒素の動態を検討した。

材料および方法

供試放牧地は1965年に蹄耕法により造成された傾斜放牧地約18haで、育成牛31頭を2001年5月から10月中旬まで終日放牧した。なお放牧頭数は2000年と同じであった。供試放牧地は4~5haの4つの牧区から成り、そのうちの1つの牧区を調査の対象とした。調査牧区の総面積は4.65haで、標高は約100m~145mであった。結果については標高により高位、中位および低位の3ブロックに分け解析した。調査牧区の草地の期待利用率は2000年の1.5倍に設定し、他の3つの牧区については昨年と同程度とした。

24時間行動観察を5月、7月および9月の計3回行い、15分ごとに全頭位置と行動形を記録し、採食および休息利用割合を算出した。草量および放牧草窒素含量は各輪換の放牧前後に測定し、これより採食窒素量を算出した。排泄量の測定に関しては、各ブロックを含むように設置した幅10mのベルト内の糞塊を対象とし、これより牧区全体の排泄量を算出した。排泄量および糞中窒素含量の測定は月1回行い、これより排泄窒素量を算出した。

結果および考察

放牧前草量は放牧期間を通じて高位に対し低位が高く、2000年と比較すると特に夏季の低位において異なる推移が見られた(図1)。採食利用割合は放牧期間を通じて中位および低位で高かった(図2)。2000年では夏季の低位は草量が過剰に高くなり、7月の採食利用割合は高位で高かったが、2001年では低位においても草量が比較的強く維持され、家畜は牧区全体を利用し、採食利用割合は草量の高かった低位で高くなったものと考えられた。放牧期間総採食量は高位、中位に対し低位が高く、これは2000年と同様であったが、両年の低位を比較すると、放牧前草量が低かった本試験の方が1 tDM/ha程度高かった(表1)。

休息利用割合は採食利用割合と同様に、放牧期間を通じて中位および低位で高く、2000年とは7月で大きく異なる結果が見られた(図3)。放牧期間総排泄量は休息利用割合の高かった中位および低位で高い結果であり、

高位と低位では1 tDM/ha以上の差が見られた(表1)。2000年は排泄量については測定していないが、休息利用割合の結果から、2001年と比べ高位の割合が高かったことが予想される。

採食窒素量および排泄窒素量はともに高位に対し低位で高い結果であったが、高位と低位の差は排泄窒素量の方が大きかった(表1)。そのため排泄窒素量/採食窒素量は高位に対し低位で高い結果であり、高位と低位では割合にして倍以上の差が見られた(表1)。また排泄量が高位で高かったと予想される2000年では、排泄窒素量/採食窒素量に関しても高位と低位が同程度、もしくは高位の方が高かった可能性があると思われた。

以上から傾斜放牧地では一放牧期間においても、家畜の採食および排泄に伴い、不均一な窒素の収奪および還元が起こっており、これは放牧管理方式の違いにより変化することが明らかとなった。

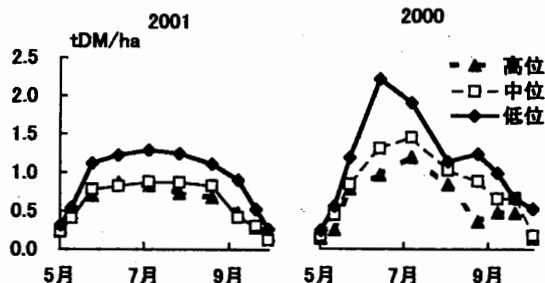


図1 放牧前草量の季節推移

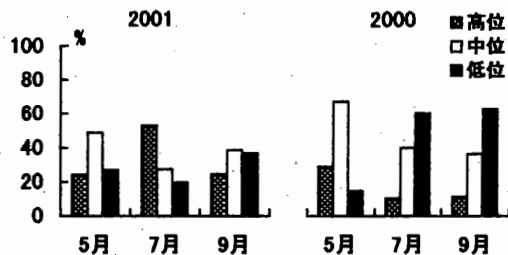


図2 採食利用割合の季節推移

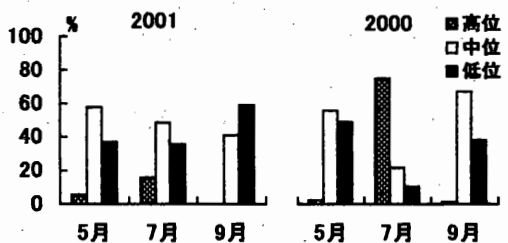


図3 休息利用割合の季節推移

※ 採食および休息利用割合：全採食および休息利用時間に占める各ブロックの採食および休息利用時間

表1 採食窒素量および排泄窒素量

	2001			2000		
	高位	中位	低位	高位	中位	低位
	tDM/ha					
採食量	3.1	3.3	4.9	2.7	3.4	3.8
排泄量	0.6	1.1	1.9	-	-	-
	kgN/ha					
採食窒素量	135.8	130.2	188.3	129.9	141.7	171.4
排泄窒素量	18.0	33.9	58.0	-	-	-
	%					
排泄窒素/採食窒素	13.3	26.0	30.8	-	-	-

オーチャードグラスのチッソ施用量の違いが  
ヒツジの採食行動に及ぼす影響

張 継敏・秋本 正博・本江 昭夫

Effects of nitrogen application to orchardgrass  
on the grazing behavior of sheep

Zhang JIMIN, Masahiro AKIMOTO and Akio HONGO

緒言

ヒツジはチッソ施用量の異なるチモシーの乾草を選択して採食したと報告した。自由採食でヒツジがチッソ施用量の異なるチモシーを同じく採食したと報告した。しかし、チッソ施用量の異なる牧草と反芻動物の採食行動の関連性については、ほとんど研究されていない。そこで、3方向ロードセルを独自に開発し、実験に使用した。ロードセルにチッソ施用量の異なるオーチャードグラスの葉身を取り付けてヒツジに採食させ、牧草が破断する際の荷重の方向と大きさを測定した。

材料及び方法

ヒツジ3頭を用いて実験を行った。牧草はチッソ施用量の異なるオーチャードグラスの葉身であった。オーチャードグラスの草地は無施肥区、少施肥区、多施肥区とした。年間の施肥量は0、100、200kg/haとなるように管理した。

3方向ロードセル5個を取り付けた採食ボードを作成した。3方向ロードセルの上面のボルトに牧草を縛り付けたボルトを取り付けた。それを家畜に採食させて、家畜が採食する際に使う3方向の荷重を検出し、記録した。

低密度区として、葉数を15、12、9、6、3枚を1つのボルトに取り付けた。高密度区として、葉数を40、20、20、10、10枚を1つのボルトに取り付けた。可食部の長さはすべて6cmとした。低密度区で1平方メートルあたり462枚、乾物重は8.8~10.5g、高密度区で1026枚、乾物重は19.7~30.1gであった。採食実験の前後を各ボルトの重さを測定しておき、その差から採食量を求めた。さらに、採食後に、食べ残した葉身の長さを1葉身ごとにすべて計測した。すべての実験が終わった後に、葉身の破断強度、断面積、破断エネルギーを測定した。

結果及び考察

- 1) 1分間あたりのバイト数を図1に示した。
- 2) 1分間あたりのバイト深は、低密度区ではチッソ施用量の影響をほとんど受けず、高密度区ではチッソ施用量が多くなると明らかに減少した。葉数の密度の影響は顕著であり、高密度区では低密度区の2.7倍を記録した。1分間あたりのDM採食速度と1分間当たりの採食した葉数も、1分間あたりのバイト深はほぼ同様の結果を示した。
- 3) 1バイトで採食したDM重は、葉数の密度の影響が大きかったが、チッソ施用量の影響はほとんど認められなかった。平均すると、高密度区では低密度区のほぼ2倍の値を示した。
- 4) 向側と手前に分けた荷重の割合を図2に示した。
- 5) 向側と手前に分けて、荷重の方向ごとに平均値を求めたが、垂直方向の荷重については、向側よりも手前に引く時の方が大きい荷重を使っていた。この結果は、上顎の切歯の退化に関連しているものと考えられる。顎を前方へ押し出して採食する場合、下顎の切歯を使うことができ、より小さい荷重で採食したのであろう。一方顎を手前に引くようにして採食する場合は、下顎の切歯を効果的に使うことができないので、大きな荷重を使用したとかがえられる。

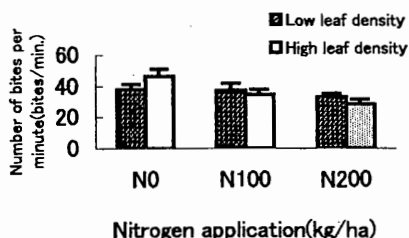


Fig. 1 The number of bites in one minute

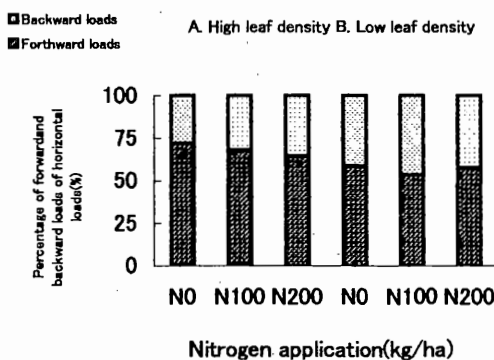


Fig. 2 The percentage of forward and backward loads of horizontal loads

昼夜放牧させた泌乳牛の飼料利用性に対する圧ペントウモロコシならびにビートパルプの給与効果

花田 正明・河合 正人・坪井香保里・泉 公良  
岡本 明治

Effect of flaked corn and beet pulp supplementation on feed utilization of milking cows in whole day grazing

Masaaki HANADA, Masahito KAWAI, Kaori TSUBOI, Kimiyoshi IZUMI and Meiji OKAMOTO

緒言

放牧飼養されている泌乳牛に併給飼料としてエネルギー飼料を給与することにより、乳量や乳成分の低下を防ぎ放牧期間を通して安定的な乳生産が得られるだけでなく、反芻胃内微生物による窒素の利用性が改善し窒素排泄量の低減にも期待できる。しかし、非繊維性炭水化物(NFC)の給与による反芻胃消化機能の抑制、構造的炭水化物の給与による放牧草地からの牧草摂取量の減少などにより、併給飼料を給与しても期待どおりの効果が得られない場合がある。そこで本試験では、併給飼料として圧ペントウモロコシ、ビートパルプなどを用いて配合したNDF含量に対するNFC含量の異なる併給飼料3種類を昼夜放牧させた泌乳牛に給与し、併給飼料の炭水化物源の違いが飼料摂取量、飼料利用性ならびに乳生産に及ぼす影響を調べた。

材料及び方法

帯広畜産大学附属農場のオーチャードグラス主体草地1.60haおよびメドウフェスク主体草地1.22haを21牧区に分け、滞牧日数を1日とする輪換放牧を行った。各牧区の面積は、割り当て草量が20kg乾物/頭/日以上になるように調節した。圧ペントウモロコシやビートパルプなどを用いてNDF含量に対するNFC含量の異なる3種類の併給飼料を供試した。主な炭水化物源と圧ペントウモロコシ、圧ペントウモロコシとビートパルプ、ビートパルプを用いた併給飼料を給与した区を、それぞれCR区、CB区、BP区とした(表1)。供試家畜は、ホルスタイン種経産牛6頭とし、2頭ずつ3群に分けて3種類の併給飼料のいずれかを給与した。放牧時間は朝の搾乳後の6:30から15:30と夕方の搾乳後の17:30から翌朝の5:00までの21.5時間とした。併給飼料の給与量は、1日当たり30kgの乳生産に必要なTDN量の65%とし、放牧終了時ならびに夕方の搾乳後の3回に分けて給与した。試験期間は7月11日から9月9日とし、20日ずつ3期に分けた。各期の最初の14日間は予備期、その後の6日間を試料採取期とした。試験は3×3のラテン方格法にもとづいて実施した。

結果及び考察

草量は1、2、3期でそれぞれ192、215、314g乾物/m<sup>2</sup>であり、割り当て草量は1、2、3期でそれぞれ27、31、45g乾物/頭/日であった。牧草のCP、NDFおよびNFC含量はそれぞれ23、53、10%であった。併給飼料のNDF含量は、BP区で最も多く27%であったのに対し、NFC含量はCR区で最も多く65%であり、NDF含量に対するNFC含量の比はCR、CB、BP区でそれぞれ4.41、2.93、1.95であった(表1)。

併給飼料の摂取量は処理間に差は認められなかったが、放牧地からの乾物摂取量がCR、CB区に比べNDF含量の高い併給飼料を給与したBP区で少なかったため、全飼料からの乾物摂取量もCR、CB区に比べBP区で少なくなった(P<0.05、表2)。BP区で放牧地からの乾物摂取量が少なかったため、タンパク質および分解性タンパク質(DIP=CP-ND溶液不溶窒素×6.25)摂取量がBP区で少なくなり、NDF摂取量は処理間に差は認められなかった。このためNDF含量に対するNFC含量の異なる併給飼料を給与したものの、NDF摂取量に対するNFC摂取量やDIP摂取量に対するNFC摂取量の比の処理間差は小さかった。

乳量は各処理区とも31kg/日前後であり、FCM、乳脂率も処理間に差はみられなかった(表2)。乳タンパク質およびSNF率も処理間に差はみられなかったが、CR、CB区に比べBP区で低い値を示す傾向がみられた。NDF含量に対するNFC含量の比が高い併給飼料を給与しても、窒素摂取量に対する乳中窒素量の割合や乳中尿素態窒素(MUN)含量は改善されなかった。

このように本試験ではNDF含量に対するNFC含量の比が異なる併給飼料を給与し、飼料摂取量ならびに乳生産に対する摂取した窒素の利用性について調べた。その結果、併給飼料のNDF含量に対するNFC含量の比を高めても窒素の利用性の改善はみられなかった。これは、NDF含量の高い併給飼料を給与したBP区では、放牧地からの牧草摂取量が減少したため、BP区のタンパク質およびDIP摂取量がCR、CB区に比べ少なかったことによるものと考えられた。

表1 併給飼料の配合割合ならびに給与飼料の化学成分

	併給飼料			牧草
	CR	CB	BP	
配合割合, 乾物中%				
圧ペントウモロコシ	40.2	21.4	0.0	—
ビートパルプ	0.0	25.7	53.3	—
乳牛用配合飼料	44.3	38.1	32.5	—
コーンサイレージ	15.5	14.8	14.2	—
化学成分, 乾物中%				
C P	14.3	14.9	15.3	22.8
DIP <sup>1)</sup>	13.6	14.0	13.9	18.7
NDF	14.7	20.0	26.5	53.2
NFC <sup>2)</sup>	64.8	58.6	51.6	10.0

<sup>1)</sup>DIP=CP-ND溶液不溶窒素(NDIP)×6.25

<sup>2)</sup>NFC=OM-CP-EE-NDF+NDIP

表2 飼料摂取量および乳生産

	処理区			有意差	
	CR	CB	BP	処理	期間
摂取量, kg/日					
乾物	11.0	11.2	8.6	**	NS
牧草	9.6	10.1	10.5	NS	NS
併給飼料	20.6	21.3	19.1	*	NS
全体					
C P	3.9	4.1	3.6	**	*
DIP	3.3	3.5	3.0	**	*
NDF	7.2	8.0	7.3	NS	NS
NFC	7.3	7.0	6.3	**	**
NFC/NDF	1.01	0.88	0.86	*	NS
NFC/DIP	2.21	2.00	2.10	NS	NS
乳量, kg/日	31.1	30.6	31.6	NS	NS
乳成分, %					
脂肪	3.37	3.46	3.49	NS	NS
タンパク質	3.09	3.1	2.99	NS	NS
SNF	8.71	8.71	8.49	NS	NS
乳中尿素態窒素, mg/dl	19.1	18.6	18.2	NS	NS
乳中窒素/窒素摂取量, %	24.3	22.9	26.1	NS	NS

\*\*P<0.01, \*P<0.05, NS:P>0.05

帯広畜産大学 (080-8555 帯広市稲田町)

Obihiro University, Obihiro, Hokkaido, 080-8555 Japan



放牧酪農家における搾乳牛の放牧草採食量

須藤 知生・三寄 健司・中辻 浩喜・  
近藤 誠司・大久保正彦

Pasture intake of lactating cows in dairy farms  
Tomoki SUDO, Takeshi MISAKI, Hiroki NAKATSUJI,  
Seiji KONDO and Masahiko OKUBO

緒言

演者らは北海道東部の浜中町において、放牧主体酪農家の草地からの乳生産にかかわる一連の研究を行ってきた。これまでの放牧草採食量は、TDN 要求量から併給飼料由来の TDN 摂取量を差し引いて求めてきた。酪農家は放牧地での採食量を把握することが困難なため、その結果として、併給飼料を過剰に給与してしまう可能性があることを報告した(三寄, 2000)。よって、TDN 要求量から併給飼料由来の TDN 摂取量を差し引いて求めた採食量は併給飼料摂取量に影響されることから、実際の採食量とは異なる可能性があり、搾乳牛の TDN 摂取量も変化すると考えられる。

以上のことから本研究では、放牧地で放牧前後の草量差から求めた採食量と、TDN 要求量から差し引きで求めた採食量を比較し、また実際に放牧地から求めた採食量を用いて算出した TDN 摂取量と要求量との関係を検討した。

材料および方法

北海道東部の浜中町において、放牧酪農家 5 戸についての調査を 2001 年 6~10 月の各月 1 回、合計 5 回行った。調査項目は、産次と乳期の異なる搾乳牛 9 頭についての乳検からの乳量と乳成分と放牧草以外の併給飼料摂取量、1 日の放牧直前直後における放牧草の草高、草量とした。

放牧草採食量の算出には放牧前後差法(方法①)と TDN 要求量からの差し引き法(方法②)を用いた。

方法①: 放牧の直前直後で牧区全体をパスチャープロープで 1000 点 CMR を測定した。この作業と同時に、牧区全体で 10 点、ランダムに 50cm x 50cm のコドラートをおき、草高、草量および CMR を計測し、草量と CMR の回帰式を作成した。その回帰式に放牧前後で測定した CMR を当てはめ、得られた放牧前後の草量の差を放牧頭数で除し、採食量とした。

方法②: 日本飼養標準をもとに計算した搾乳牛の TDN 要求量から、日本標準飼料成分表を用いて算出した併給飼料からの TDN 摂取量を差し引いたものを、放牧草からの TDN 摂取量とした。これを日本標準飼料成分表から調査放牧地と最も草地構造の近い牧草の TDN 含量で除し、放牧草採食量を算出した。

結果および考察

調査農家を A~E で示した。放牧頭数は 45~73 頭であり、1 年を通じて使用した延べ放牧地面積については、約 20~40ha であった。放牧方式は D 農家のみストリップ放牧で、他の 4 農家は輪換放牧であった(表 1)。

各調査月における、各農家の放牧直前のイネ科草高は約 10~30cm で、草量は掃除刈りによる減少以外は極端に低くなることはなかった(図 1a, 1b)。

放牧期における放牧草以外の併給飼料摂取量(貯蔵粗飼料および購入飼料)は 9.4~15.2kg DM と各農家で差があった(図 2)。

方法①、②で 6~10 月における放牧草採食量の平均値を比較した(表 2)。その結果、方法②の放牧草採食量(7.3kg DM) より方法①(9.8kg DM) が高くなった(p < 0.01)。また 2 方法間での放牧草採食量の差は 0.3~4.9 kg DM と農家間で大きなバラツキがあった。

方法①、②からの放牧草採食量、貯蔵粗飼料および購入飼料摂取量から TDN 要求量に対する各飼料の TDN 摂取割合を算出した(図 3)。方法①では放牧草からの TDN 摂取割合が方法②より高く、飼料全体の TDN 摂取量が要求量よりも高くなり、その度合いは、農家間で異なっていた。併給飼料中の購入飼料からの TDN 摂取割合が高い農家ほど TDN 摂取量が過剰である傾向がみられた。

以上のことから方法①での放牧草採食量は方法②よりも高く、その差は併給飼料中の購入飼料からの TDN 摂取割合が高い農家ほど大きかった。また、実際に搾乳牛は多くの放牧草を採食していることで TDN 摂取量は要求量よりも過剰になった。よって、放牧酪農家としては併給飼料のうち TDN 過剰摂取分の購入飼料給与量を減らすことで、飼料費の削減と放牧草採食量をさらに高めることができる可能性があることが示唆された。

表 1. 調査酪農家の放牧概要

	放牧頭数	放牧地面積(ha)	放牧方式
A	48	33.6	輪換
B	73	39.8	輪換
C	53	20.7	輪換
D	60	39.4	ストリップ
E	45	34.2	輪換

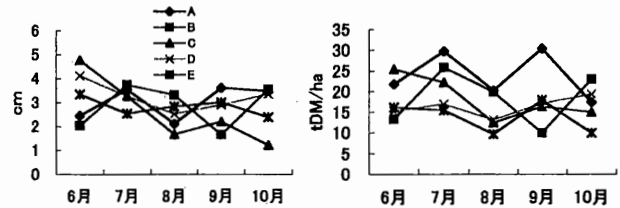


図 1a. 放牧直前のイネ科牧草の草高 図 1b. 放牧直前の草量の草高

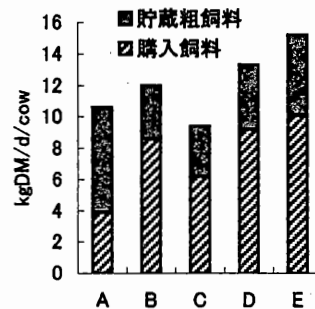


図 2. 放牧草以外の併給飼料摂取量

表 2. 2 方法間の放牧採食量の比較

	方法①	方法②
-kgDM/d/cow-		
A	8.5	8.2
B	9.4	7.0
C	10.7	9.8
D	11.4	7.3
E	9.2	4.3
平均	9.8 <sup>a</sup>	7.3 <sup>b</sup>

a, b: p < 0.01

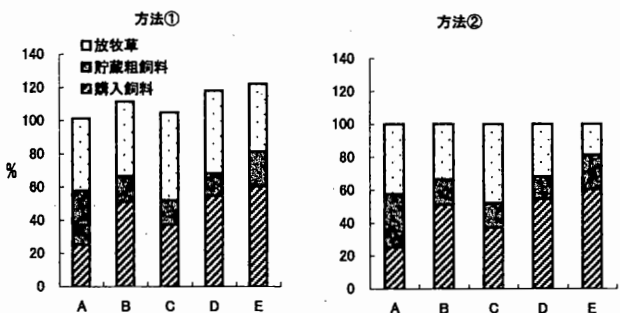


図 3. TDN 要求量に対する放牧草および併給飼料からの TDN 摂取割合

搾乳牛の定置放牧地における草地構造の季節変化

田中 聡・中辻 浩喜・近藤 誠司・大久保正彦

Seasonal variation of sward structure on set grazing pasture for lactating dairy cow  
Satoshi TANAKA, Hiroki NAKATSUJI, Seiji KONDO and Masahiko OKUBO

緒言

土地を基盤とした家畜生産を考える上で放牧は有効な生産方式であり、輪換放牧やストリップ放牧などの放牧方式が検討されている。しかし、これらの方式は面積が大規模で群規模が大きい場合、労働力や施設設備費の増大が著しく、また傾斜地では実施が難しい。放牧地を小牧区に区切らず1つの牧区で定置放牧すればこうした管理上の問題は少ない。しかしながら、定置放牧を行うと草地が家畜に均一に利用されないため牧草に無駄が生じ、また再生能力の低い草種や家畜が好んでよく採食する草種が衰退するとされている。その結果、草地の不均一性が増大し、また、構成草種が単純化することが推測される。そこで本報告では搾乳牛の定置放牧方式を取り入れている酪農家の草地を調査し、草地構造の季節変化を調べた。

材料および方法

調査は北海道北東部興部町K牧場の草地について2001年6月から10月まで5回行った。供試草地は面積14haで搾乳牛36頭が定置放牧されており、昨年まで6つの牧区に分けて輪換放牧されていた。また、搾乳牛は年間を通して昼夜放牧されていた。調査期間中の1日1頭当りの平均乳量は18.9kg、併給飼料の給与量は1日1頭当り乾物で濃厚飼料6.2kg、ビートパルプ2.5kgであった。調査期間中の調査地の平均気温は13.9℃、最高気温は23.5℃、最低気温は2.2℃であった。

草地調査は、草地を輪換牧区跡地の6ブロックに分け、50cm×50cmコドラートを用いて草高、草量、冠部被度(イネ科草、マメ科草、雑草)および茎数密度を各2点測定した。

結果および考察

草高の年平均はイネ科13.5cm、マメ科7.8cmであり、予想された草高のばらつきは見られなかった。各ブロック間でも草高に大きな差は見られなかった(図1)。草量の年平均は183.5g DM/m<sup>2</sup>で、6月、7月においても草量は比較的低く、各ブロック間でも年間を通して草量の大きな差は見られなかった(図2)。冠部被度の年平均はイネ科57.2%、マメ科37.6%、雑草4.6%、裸地0.6%であった。また、優占草種はオーチャードグラス、チモシー、ペレニアルライグラスおよび白クローバーであった。各ブロックの冠部被度は、放牧初期の状態から大きな変化はなく、予想された草種の構成の変化は見られなかった(図3)。茎数密度の年平均はイネ科2,160本/m<sup>2</sup>、マメ科709本/m<sup>2</sup>であり、年間を通じて大きな変化はなかった。各ブロックの茎数密度にばらつきが見られた(図4)。

以上のように、供試草地では約0.26頭/haの低い放牧強度であっても年間を通して低い草地が維持されていた。また、測定した6ブロックの草地構造は年間を通して変化が小さく、放牧初期の状態から大きな変化はなかった。これらの理由として、搾乳牛が草地の一部を選び好んで採食するのではなく、草地を比較的均一に利用していたこと、調査地の気象条件や供試草地の生産性自体による影響が推測された。また、放牧草の採食開始時期が早かったため、初期の放牧圧が高くなり、春季におけるスプリングフラッシュが抑制されたことも草高が低く維持された大きな要因と考えられた。

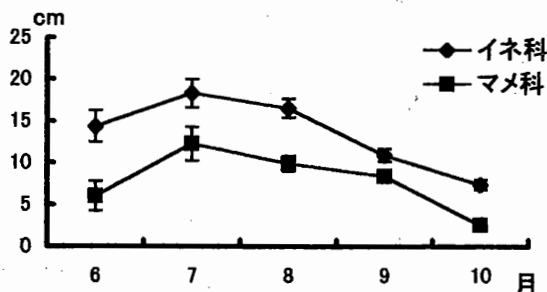


図1 草高の季節変化

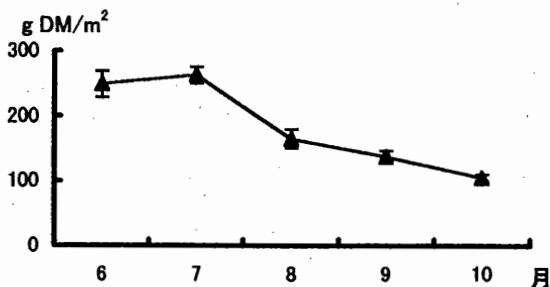


図2 草量の季節変化

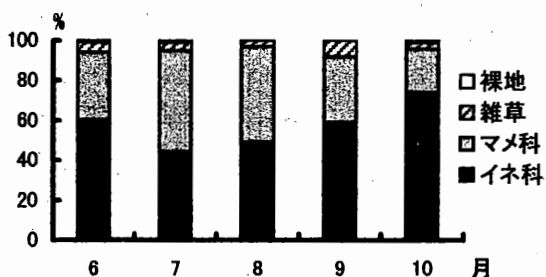


図3 冠部被度の季節変化

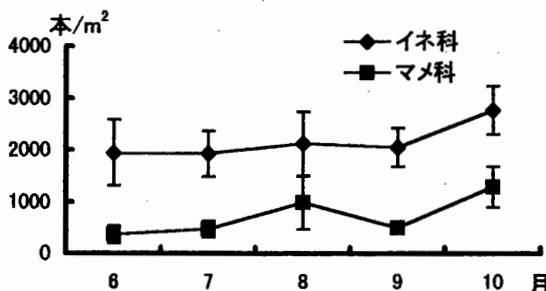


図4 茎数密度の季節変化

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

4. 連続放牧と定置放牧の違いが牧草及び家畜生産性におよぼす影響

八木隆徳\*・三枝俊哉\*\*・鈴木 悟\*・高橋 俊\*

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

4. Comparison of grass and animal performance between continuous grazing and set grazing

Takanori YAGI, Toshiya SAIGUSA, Satoru SUZUKI and Shun TAKAHASHI

緒 言

離農や高齢化により増加している耕作放棄地の発生を防止するため、農地の保全管理を目的とした土地利用方式を導入する必要性が高まっている。これに対して大規模草地における省力的放牧利用が有効な手段であると考えられる。省力的な放牧方法として連続放牧や定置放牧を想定し、これに適した基幹草種としてケンタッキーブルーグラス (KB) に注目した。前報までに、KB・シロクロバ (WC) 混播草地は安定な草種構成を維持し、集約的な輪換放牧に遜色ない増体を示すことを指摘した。その際、ポテンシャルとしての生産性を評価する意図で放牧牛の密度を草地の季節生産性に応じて調節する放牧方法 (連続放牧) を行った。しかし、より省力的な放牧を目指すには定置放牧 (放牧期間中一定の頭数で放牧する) 条件下での草地管理法と生産性について検討する必要がある。本報告では牧草の季節生産性を平準化させるため、施肥量の低減及び早期入牧を試み、定置放牧条件下の牧草及び家畜生産性について検討した。

材料及び方法

KB「トロイ」・WC「ソーニャ」混播草地に1区62.5 aの連続放牧区 (連続区) と定置放牧区 (定置区) を設け、ホルスタイン去勢牛 (6ヶ月齢、平均体重223kg) を放牧して牧草及び家畜生産性を調査した。

連続区: 施肥は72-96-132 (N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O) kg/ha (北海道施肥標準量に準じる) を4、6、8月に均等に分施した。入牧は5月11日とし、連続放牧 (6頭/牧区で入牧し、6月25日以降は3頭/牧区に減頭) を行った。

定置区: 施肥は24-32-44kg/ha (連続区の1/3) に減肥し、6月22日に全量施肥した。入牧はKBの萌芽時の4月27日とし、定置放牧 (3頭/牧区) を行った。

結果及び考察

日乾物増加量は両区とも同様な季節的推移を示し、5月から9月は連続区では3~6、定置区では2~6 g/m<sup>2</sup>/日の範囲にあった。また、放牧期間を通じて定置区では連続区よりも低く推移する傾向がみられ、5月から9月の平均値は連続区で4.39、定置区で3.72 g/m<sup>2</sup>/日であった。

現存草量は6月上旬まで定置区が連続区を下回り、その後定置区では放牧草が余り気味になるものの、8月上旬には定置区と同程度のレベルまで減少し、以後は10/22の放牧終了時まで2ヵ月以上両区の差はほとんど認められなかった (図1)。したがって、スプリングフラッシュの抑制に減肥と早期入牧が有効であることが示された。

牧草の乾物重構成は季節的増減はあるものの、両区ともにKBは30~60%、WCは10~40%程度で、放牧方法の違いが草種構成に及ぼす影響はほとんどなかった。

延べ放牧頭数 (500kg換算) は連続区で620頭・日/ha、定置区で504頭・日/haであった。家畜生産量は連続区、定置区、それぞれ912、769kg/haとなり定置区では連続区の84%程度であった。日増体重は連続区で0.90、定置区で0.89kg/頭・日となり放牧方法間の差は認められなかった (表1)。

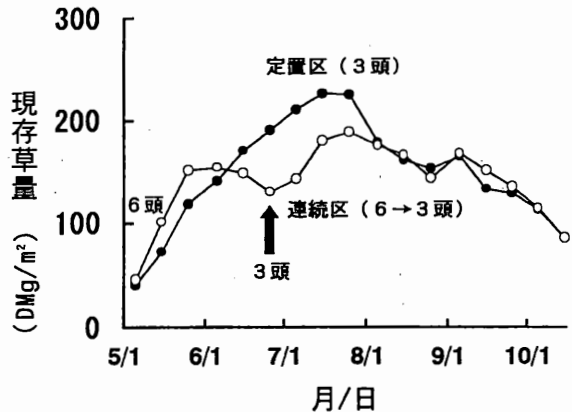


図1. 現存草量の推移

表1. 家畜生産性

	放牧期間			延べ放牧頭数 (500kg換算)	増 体	
	開始	終了	日数		kg/ha	kg/頭・日
連続区	5/11	10/22	164	620(100)	912(100)	0.90(100)
定置区	4/27	10/22	178	504(81)	769(84)	0.89(99)

注) ( )内の数字は連続区を100とした相対値

\*農業技術研究機構 北海道農業研究センター (062-8555 札幌市豊平区羊ヶ丘1番地)

National Agricultural Research Center for Hokkaido Region (Hitsujigaoka 1, Toyohira, Sapporo, Hokkaido, 062-8555, Japan)

\*\*北海道立根釧農業試験場 (086-1153 北海道標津郡中標津町桜ヶ丘1丁目1番地)

Hokkaido Prefectural Kosen Agricultural Experiment Station (Sakuragaoka 1-1, Nakashibetsu, Hokkaido, 086-1153 Japan)

輪換放牧下における放牧開始時草高の違いがマメ科率、  
牧草再生量および利用草量に及ぼす影響

中辻 浩喜・松信 圭介・西道由紀子・  
近藤 誠司・大久保正彦

Effect of initial sward height on ratio of legumes,  
herbage regrowth and herbage utilization  
under rotational grazing system  
Hiroki NAKATSUJI, Keisuke MATSUNOBU,  
Yukiko NISHIMICHI, Seiji KONDO  
and Masahiko OKUBO

緒言

混播草地におけるマメ科牧草は、草地の利用方法や利用回数の違いにより、イネ科牧草との競合のためその割合が減少あるいは増加することが知られている。しかし、輪換放牧下の放牧管理法の違いがマメ科牧草割合、さらには草地全体としての再生量および利用草量について検討した報告は少ない。

そこで本報告では、輪換放牧における管理方法のうち、春先の草量・草高に影響を与えやすい放牧開始時のイネ科牧草の草高に着目し、その違いがマメ科牧草の割合、放牧地全体としての牧草再生量および利用草量に及ぼす影響を検討した。

材料および方法

放牧開始時のイネ科牧草の草高として10cm、20cmおよび30cmの3処理を設け、それぞれPL、PMおよびPH区とした。北大北方生物圏 FSC 生物生産研究農場内の放牧地に簡易電牧で区切った37×19m、面積703㎡の牧区を3つ設け、各処理を割り当てた。各処理それぞれに体重約620kgのホルスタイン種泌乳牛または育成牛7頭を1日2.5時間、14日間隔で放牧し、放牧強度7頭/ha、輪換間隔14日の1日単位の輪換放牧を想定した。放牧開始日は、PL、PM および PH 区でそれぞれ、2000年5月6日、16日および24日であり、10月下旬までそれぞれ、13、12および12回の放牧を行った。

各放牧前後に、コドラート法により冠部被度、草高および草量を測定するとともに、刈り取った牧草の一部をイネ科、マメ科および雑草に分別し乾物重量比を求めた。また、放牧前後の草量から牧草再生量および利用草量を算出した。

結果および考察

放牧開始時のマメ科の割合は全体的に各処理区とも低かったものの、PH区が冠部被度および乾物重量比のいずれも最も高い値であった。また、PL区では雑草の割合が他の区より高かった。

PK区では各輪換の放牧前草高は最大でも20cm程度であり、放牧期間を通じて低く推移した。一方、PH区では、6月下旬のイネ科草高が65cm程度まで達し過繁茂となった。それ以降もPH区の草高が最も高く推移した。マメ科草高はイネ科と同様にPH区の6月下旬で高くなったが、それ以降3処理区ともほぼ同様に推移した。草量も、PL区では放牧期間を通じて低く推移したが、PMおよびPH区、特にPH区ではスプリングフラッシュが見られた。

見られた。

冠部被度の季節推移を図1に示した。PL区では放牧開始時に多かった雑草が少なくなり、当初6%程度だったマメ科被度が6月上旬の3輪換目では約30%までに達し、それ以降やや減少したもののそのまま維持される傾向にあった。一方、PH区では当初20%以上あったマメ科被度が2輪換目には0となり、それ以降マメ科はほとんど見られなかった。

乾物重量比は、PL区では冠部被度と同様、雑草が低下しマメ科が増加する傾向にあった。一方、PMおよびPH区ではマメ科重量比は増加せず、PH区では逆に低下した。

放牧期間を通じての1ha当たり牧草生産量と利用草量を表1に示した。牧草再生量は放牧開始の最も早かったPL区で最も多く、PMおよびPH区にくらべて放牧開始までの牧草生長量が少なかったものの、両者の合計である年間牧草生産量はPL区が最も高い値となった。年間利用草量もPL区がPMおよびPH区にくらべて高く、年間の牧草利用率もPMおよびPHにくらべPLが高かった。

以上のように、放牧開始時草高が10cmであったPL区において、放牧期間を通じて草高および草量が低く維持されマメ科牧草が増加し、放牧期間を通じての牧草再生量や利用草量も高くなった。本試験では、放牧地の牧草全体に占めるマメ科牧草の割合は低かったことから、PL区での牧草生産量および利用草量の増加はマメ科草量の増加によるものよりもイネ科牧草の短草利用による再生速度の増加および牧草の嗜好性の向上など、イネ科牧草自体の生産性、利用性の向上が大きかったと思われる。混播放牧草地の牧草生産量および利用草量の増加に対するマメ科牧草の寄与度合を検討するには、さらにマメ科割合の高い草地での検討が必要と考えられる。

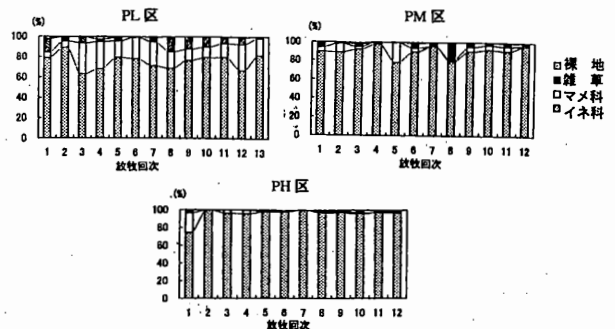


図1. 冠部被度の季節推移

表1. 放牧期間を通じての牧草生産量および利用草量

	PL	PM	PH
	tDM/ha		
放牧開始までの生長量	0.5	2.0	3.0
放牧期間中の総再生量	8.9	6.2	5.3
年間牧草生産量	9.4	8.2	8.3
年間利用草量	8.7	7.0	5.9
	%		
年間利用効率	92.5	85.1	70.5

・北海道大学北方生物圏フィールド科学センター生物生産研究農場 (060-0811 札幌市)

Experimental Farm, Field Science Center for Northern Biosphere, Hokkaido University, Sapporo 060-0811, Japan

・北海道大学大学院農学研究科 (060-8589 札幌市)

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

チモシーの可溶性糖類 (WSC) 含量の変動とその要因

増子 孝義・清水 千尋・山田 和典・戸叶 吉昭\*

Change and its factor of water soluble carbohydrate (WSC) content in timothy

Takayoshi MASUKO, Chihiro SHIMIZU, Kazunori YAMADA and Yoshiaki TOKANOU\*

緒 言

チモシー草種は北海道で最も多く栽培生産され、サイレージの原料草に利用されている。良質発酵サイレージを調製するための決定的要因である糖 (WSC) 含量については、わずかなデータがあるにすぎず、WSC 含量がどのような条件で変動するのか詳細な調査が必要である。そこで、根室支庁管内の酪農家におけるチモシーを供試して調査を行った。

材料および方法

材料は、根室支庁管内 8 地域の酪農家 29 戸の牧草地と根釧農業試験場から採取したチモシー 1 番草を供試した。変動要因として、地域、生育時期、施肥レベル、刈り取り時間、細断後放置時間、品種を取り上げた。

地域は中標津、計根別、標津、別海、中春別、上春別、西春別、根室とした。生育時期は 6/20、6/30、7/10 とした。施肥量はスラリー 6 t に N を +0、+3、+6 kg、K を +0、+3、+6 kg とした。刈り取り時間は 7、10、13、17 時とした。細断後放置時間は刈り取り後 0、2、4、6、8、12、24 時間とした。品種は極早生、早生、中生、晩生とした。WSC 含量はアンスロン法により測定した。

結果および考察

地域では、WSC 含量 (乾物中) の範囲が中春別 3.2% の最低値から別海の 5.9% の最高値まであり、平均 4.9% であった (図 1)。地域によってかなりばらつきがあったが、酪農家によって施肥管理など栽培方法にそれほど違いがなく、土壌条件などの要因を詳細に調べる必要がある。

生育時期は、根室地域で刈り取り適期といわれている 6/30 を中心に前後の時期で比較した。6/20 よりも 6/30 と 7/10 のほうが WSC 含量は高かった。7/10 には 6/30 よりも増加する場合と変わらない場合があった。

施肥量では、N 肥料を増加しても WSC 含量に変動がなかったが、K 肥料を増加すると減少する場合があり、K 肥料と WSC 含量との間に関係がある可能性が示唆された。

刈り取り時間では、朝 7 時に刈り取った場合が最も WSC 含量が少なく、夕方 17 時が最も高かった (図 2)。その差は 2.3~3.9% (乾物中) であり、予想した値より

もかなり大きかった。その原因として、日中の光合成による炭水化物の合成が大きく関与しているものと考えられる。このことから、牧草収穫後直ちにサイレージ調製する場合は、朝よりも午後 13 時以降に刈り取りを行うほうが高い WSC 含量の材料を採取できる可能性が示された。

細断後放置時間では、6 時間経過までは著しい WSC 含量の低下が見られなかったことから、牧草刈り取り後の運搬に数時間要しても WSC 含量の損失が少ないものと考えられる。

品種は極早生と早生がそれぞれ 5.7%、6.9% (乾物中)、中生と晩生が 3.9%、3.2% であり、品種間に大きな差が見られた (図 3)。

これらのことから、WSC 含量の変動とその要因が明らかになり、少しでも WSC 含量の高い条件下で刈り取りを行う必要がある。

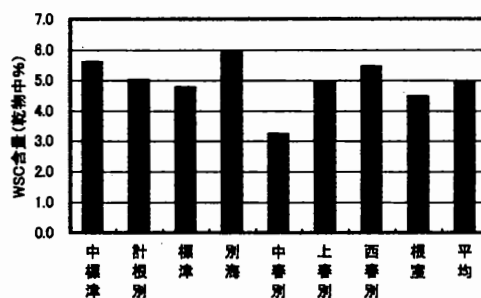


図 1. 地域別 WSC 含量 (1 番草)

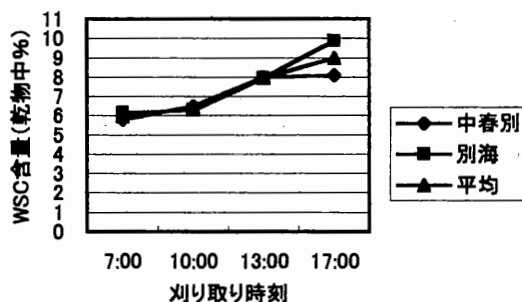


図 2. 刈り取り時間別 WSC 含量

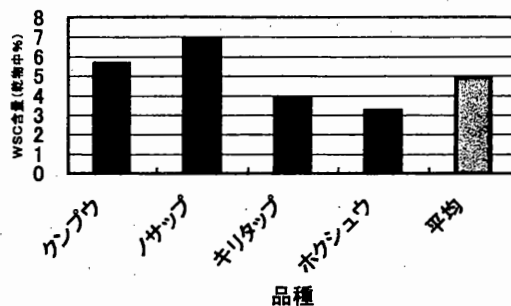


図 3. 品種別 WSC 含量 (1 番草)

東京農業大学生物産業学部 (099-2493 網走市字八坂196)

Faculty of Bioindustry, Tokyo University of Agriculture, Abashiri 099-2493 Japan

\*南根室地区農業改良普及センター (086-0214 野付郡別海町別海緑町38-5)

\*Minami Nemuro Agriculture Extension Center, Notsukegun Betsukai, 086-0214 Japan

高水分劣質牧草サイレージとトウモロコシサイレージの併用給与がヒツジにおける採食量および栄養価に及ぼす影響

増子 孝義・神田ふみ江・五十嵐弘昭\*

Intake, digestibility and nutritive value of high moisture poor quality grass silage and corn silage mixture in sheep

Takayoshi MASUKO, Fumie KANNDAA and Hiroaki IGARASHI\*

緒言

高水分で牧草サイレージを調製すると予乾した場合と異なり、発酵品質が低下し、劣質になる頻度が高くなる。著者らは高水分劣質の牧草サイレージをヒツジに給与すると、良質に比べて乾物採食量やDCP、TDNおよびDE摂取量が低下することを報告している。粗飼料からの乾物採食量を少しでも増加させる観点から、トウモロコシサイレージを利用している酪農家において、それらを併用給与することにより、乾物採食量の低下が軽減できると考えられる。そこで、高水分劣質の牧草サイレージとトウモロコシサイレージの併用給与が採食量と栄養価に及ぼす影響を調べた。

材料および方法

チモシーとアカクローバの混播1番草を1999年6月19日に採取し、無予乾でサイレージを調製した。サイロは220リットル容FRP製を使用した。トウモロコシサイレージは網走郡能取の中西牧場で調製したものを供試した。

消化試験と採食試験は全糞採取法により行い、1試験期を予備期7日間、本試験期5日間とした。サイレージの給与は、牧草サイレージ(GS)：トウモロコシサイレージ(CS)の乾物比率を100：0、70：30、30：70とした。サイレージは試験期を通じて自由採食させた。

結果及び考察

サイレージの発酵品質はGSがpH4.8、酪酸含量が乾物中0.3%、アンモニア態窒素の比率が12.6%と高く劣質であった。CSはpH3.8、酪酸が生成されず良質であった。

消化率では粗蛋白質、ADF、NDFでGSの比率が高

い100：0区、70：30区が有意に高かった。粗脂肪とNFEはCSの比率が高い30：70区が顕著に高かった。トウモロコシサイレージの繊維区分の消化率は牧草サイレージよりも低いため、CSの比率が増すと消化率が低下する傾向になる。逆にNFE含量はトウモロコシサイレージが高く、CSの比率が増すと消化率が高くなっている。

栄養価では、DCP含量はGS：CS 100：0では7.0% (乾物中)、30：70では5.2%、TDN含量は100：0が63.1%、30：70が69.5%であった(表1)。乾物採食量はGS：CS 70：30が最も高く、100：0よりも約1.2倍高かった。

養分摂取量では、DCP摂取量はGSの比率が増すにつれて高くなり、TDN摂取量はCSの比率が増すにつれて高くなった。DE摂取量はTDN摂取量と同様な傾向であった(表2)。

これらのことから、劣質な高水分牧草サイレージのみを給与するよりも、トウモロコシサイレージを併用給与したほうが乾物摂取量が増加する傾向が認められた。養分摂取量の観点から給与比率を見ると、DCPを重要視する場合はGS：CS 70：30、TDNを重要視する場合には30：70が望ましいと考えられた。どちらを選択するかは、劣質な高水分牧草サイレージの調製量とトウモロコシサイレージの調製量が関与し、酪農家が調達できる範囲で決定されるものと考えられる。

表1. サイレージの栄養価

	牧草サイレージ：トウモロコシサイレージ			SEM <sup>5)</sup>
	100：0	70：30	30：70	
DCP <sup>1)</sup> (%DM)	7.0 <sup>a4)</sup>	5.9 <sup>b</sup>	5.2 <sup>c</sup>	0.24
TDN <sup>2)</sup> (%DM)	63.1 <sup>b</sup>	63.6 <sup>b</sup>	69.5 <sup>a</sup>	1.07
DE <sup>3)</sup> (Mcal/kg DM)	3.16	3.04	3.20	0.035

<sup>1)</sup>可消化粗蛋白質 <sup>2)</sup>可消化養分総量 <sup>3)</sup>可消化エネルギー  
<sup>4)</sup>同一行内において異なるアルファベットは有意差を示す(P<0.05)  
<sup>5)</sup>標準誤差

表2. サイレージの養分摂取量

	牧草サイレージ：トウモロコシサイレージ			SEM <sup>5)</sup>
	100：0	70：30	30：70	
DCP <sup>1)</sup> (g DM/日)	73.7	71.8	61.9	3.27
TDN <sup>2)</sup> (g DM/日)	660.7	774.2	825.6	37.88
DE <sup>3)</sup> (Mcal DM/日)	3.31	3.69	3.80	0.162
メタボリックボディサイズに対する割合				
DCP (g DM/kg <sup>0.75</sup> /日)	2.8	2.7	2.4	0.10
TDN (g DM/kg <sup>0.75</sup> /日)	25.2 <sup>b4)</sup>	29.5 <sup>ab</sup>	31.4 <sup>a</sup>	1.16
DE (Mcal DM/kg <sup>0.75</sup> /日)	0.13	0.14	0.14	0.005

<sup>1)</sup>可消化粗蛋白質 <sup>2)</sup>可消化養分総量 <sup>3)</sup>可消化エネルギー  
<sup>4)</sup>同一行内において異なるアルファベットは有意差を示す(P<0.05)  
<sup>5)</sup>標準誤差

東京農業大学生物産業学部 (099-2493 網走市字八坂196)

Faculty of Bioindustry, Tokyo University of Agriculture, Abashiri, 099-2493 Japan

\*パイオニアハイブレッッドジャパン株式会社 (082-0000 河西郡芽室町東芽室4-13)

Pioneer Hi-bred Japan Co., Ltd., Memuro, Kasai-gun, 082-0000 Japan

すす紋病罹病トウモロコシから調製されたサイレージの採食量、消化率および栄養価

増子 孝義・内田 由美・岩淵 慶・佐藤 智宏\*\*

Intake, digestibility and nutritive value of corn silage infected with northern leaf blight  
Takayoshi MASUKO, Yumi UCHIDA, Kei IWABUCHI\* and Tomohiro SATO\*\*

緒言

トウモロコシを栽培する上で発生する重要病害の一つにすす紋病があり、発病条件に適している北海道では、毎年のように被害を受ける地域が後を絶たない。すす紋病は、適正な施肥管理や輪作によりある程度防除することができるが、最も効果的なのは抵抗性品種の利用であると言われている。これまでに、本病に罹病したトウモロコシを栽培し、収量、サイレージの品質、採食量などを調べた研究例が少ない。そこで、本実験ではすす紋病罹病トウモロコシを供試し、収量調査およびヒツジによるサイレージの採食試験を行った。

材料および方法

北海道常呂郡端野町のパイオニアハイブレッドジャパン株式会社の圃場で、トウモロコシ(ディア)を1999年6月1日に播種し、10月1日に収穫した。すす紋病病原菌は7月15日に接種した。すす紋病の罹病程度は、Elliott and Jenkins の罹病指数に準じて評価した。無接種区と接種区の指数はそれぞれ5.2および8.5であった。サイレージ調製は、約1~4 cmに細断した材料を220リットル容FRPサイロに詰め込んで行った。

消化試験および採食試験は全糞採取法により行い、1試験期を予備期7日間、本試験期5日間とした。サイレージは試験期を通じて自由採食させた。

結果および考察

トウモロコシの収量調査により、接種区の乾物収量は雌穂部だけではなく茎部と葉部も合わせて総体的に減少することが明らかとなった(図1)。広瀬・戸田により本病の罹病程度の進展に伴って、子実収量が減少することが報告されている。本実験では葉数10枚を過ぎた頃に発生し、罹病によるダメージが大きかったものと考えられる。

すす紋病病原菌接種の影響はサイレージの化学成分、消化率および栄養価に認められた。化学成分では接種区のADFとNDF含量が無接種区よりも高くなった。こ

れは、罹病程度が増すと葉部では細胞内容物が失われ、難消化性の繊維質が増加したことが原因と考えられる。なお、サイレージの発酵品質には影響が認められなかった。

消化率では乾物、有機物、粗脂肪、NFEおよびエネルギーで接種区が有意に低かった。栄養価では、これらの消化率が影響し、DCP含量は無接種区と接種区の間有意差が見られなかったものの、接種区で10%減少した。TDNとDE含量は、接種区が無接種区よりもおよそ10%減少し、有意差が認められた(表1)。

乾物採食量では、接種区が無接種区よりも15%程度低い傾向があった。両区とも発酵品質が良質であったことから、乾物採食量への影響はサイレージの化学成分の相違や葉部枯死部分が多いなどが要因と考えられた。

養分摂取量では、DCP摂取量は接種区が28%少なかったが、有意差は見られなかった。TDNとDE摂取量は、ともに接種区がおおよそ24%も少なくなり、有意差が認められた(表2)。これはすす紋病罹病により、サイレージの栄養価と採食量が減少したため、養分摂取量が落ち込んだものと考えられる。

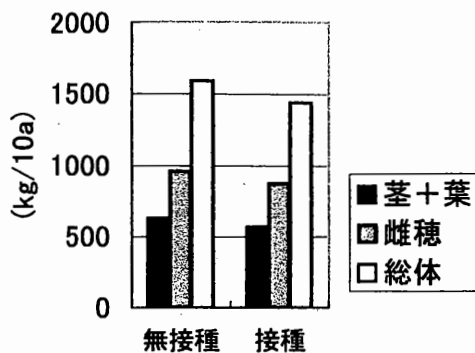


図1. 部位別の乾物収量

表1. サイレージの栄養価

	無接種	接種	SEM <sup>4)</sup>	有意差検定 <sup>5)</sup>
DCP <sup>1)</sup> (%DM)	3.0 (100)	2.7 (90.0) <sup>6)</sup>	0.17	NS
TDN <sup>2)</sup> (%DM)	74.4 (100)	66.6 (89.5)	1.65	*
DE <sup>3)</sup> (Mcal/kgDM)	3.22 (100)	2.88 (89.4)	0.073	*

<sup>1)</sup>可消化粗蛋白質 <sup>2)</sup>可消化養分総量 <sup>3)</sup>可消化エネルギー  
<sup>4)</sup>標準誤差 <sup>5)</sup>NS:有意差なし \*P<0.05 <sup>6)</sup>無接種区に対する割合(%)

表2. サイレージの養分摂取量

	無接種	接種	SEM <sup>4)</sup>	有意差検定 <sup>5)</sup>
DCP <sup>1)</sup> (gDM/日)	33.3 (100)	24.0 (72.1) <sup>6)</sup>	2.88	NS
TDN <sup>2)</sup> (gDM/日)	808.5 (100)	609.3 (75.4)	50.58	*
DE <sup>3)</sup> (Mcal/日)	3.50 (100)	2.64 (75.4)	0.218	*
メタボリックボディサイズに対する割合				
DCP <sup>1)</sup> (gDM/kg <sup>0.75</sup> /日)	1.3 (100)	0.9 (72.2)	0.11	NS
TDN <sup>2)</sup> (gDM/kg <sup>0.75</sup> /日)	30.5 (100)	23.0 (75.5)	1.71	*
DE <sup>3)</sup> (Mcal/kg <sup>0.75</sup> /日)	0.13 (100)	0.10 (75.8)	0.008	*

<sup>1)</sup>可消化粗蛋白質 <sup>2)</sup>可消化養分総量 <sup>3)</sup>可消化エネルギー <sup>4)</sup>標準誤差  
<sup>5)</sup>NS:有意差なし \*P<0.05 <sup>6)</sup>無接種区に対する割合(%)

東京農大学生物産業学部 (099-2493 網走市字八坂196)

Faculty of Bioindustry, Tokyo University of Agriculture, Abashiri, 099-2493 Japan

\*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, Kunneppu, Tokoro-gun, 099-1421 Japan

\*\*パイオニアハイブレッドジャパン株式会社 (082-0000 河西郡芽室町東芽室4-13)

Pioneer Hi-bred Japan Co., Ltd., Memuro, Kasai-gun, 082-0000 Japan

ロータリハローによる簡易更新

大塚 智史・相馬 幸作・山下 一夫

Easy pasture renovation using Rotary harrow  
in Nemuro, Hokkaido

Tomofumi OTSUKA, Kousaku SOUMA  
and Kazuo YAMASHITA

緒 言

根室市では、過去7年間に全草地の30.4%が更新され、年間の平均更新率は4.3%と少ない。現在、補助事業による草地更新の見直しがなされており、草地更新率がさらに低下することが懸念される。そこで、イネ科牧草の定着が可能な省力的かつ低コストである簡易更新について、実証展示を行ない検討を行った。

材料および方法

平成12年と13年の2年間にわたり76ほ場183haの草地で、プラウ耕の代替としてロータリハローとディスクハローを用いては種床整備をする実証展示を行なった。

種子は、チモシー、アカクローバ、シロクローバの混播とした。

結果および考察

1) 採草地などの表層が柔らかいほ場では、ロータリハローによる1~2回の攪拌処理で良好な種床を整備することができた。しかし、放牧地などの土壌が硬い草地では、ロータリーの刃が刺さりづらく作業効率が大きく低下した。さらに、施工後の草地が凸凹でその後の管理作業に支障が生じるなど問題点も生じた。

2) 前述1)の作業効率と凸凹の問題点は、ディスクハロー1回処理を加えることで解決できた。ディスクハローによりルートマットと土壌の硬い表層の切断をおこなうことで、10~15cmの攪拌深を確保することができた。

3) 作業時間は、ロータリハローの1~2回処理では、1ha当たり4時間30分~6時間で、作業委託した場合の施工費は200~206千円であった。処理後の植生と省力的かつ低コストの点から、活用できる技術であることが確認された。ディスク1回・ロータリー2回処理の施工では、作業時間が1ha当たり7時間30分であり、委託作業費は235千円になった(表1)。これは完全更新と比較すると、ほとんど変わらず、省力的かつ低コストの点からメリットは少ないと考えられる。

4) 農家から最も不満があった草地の凸凹の主な原因は、攪拌深が浅い、鎮圧が不足であると考えられた。そこでつぎの方法で解消した。トラクタのタイヤをダブルにする、刃が深く刺さるようにロータリーを調整する、ロータリハローの作業速度を人がゆっくり歩くスピードにする、鎮圧機を大型のものに変更するかウエイトを乗せるなどの方法で改善効果が現れた。

5) 作業効率が大きく低下したほ場があった。これは、

排水不良地、古い建築物のコンクリートやロールバックのビニールなどが埋まっていたところである。これは、当工法では特に大きなトラブルの原因となるので処理を避けるべきである。

6) は種後の広葉雑草の発生割合が、チモシーの定着に大きな影響を与えた。この差は掃除刈りのタイミングによって左右された。は種後40日目の調査でハコベなど広葉雑草の冠部被度が40%以上あったほ場において、イネ科牧草の冠部被度が越冬前で40~77%と差がみられた。

7) は種時期別にみれば種後40日目のチモシーの冠部被度は5月は種で51%、8月は種で66%であり、は種日が遅くなるほどイネ科牧草が増加する傾向にあった。また、広葉雑草の冠部被度は5月で18%、8月で10%であり、は種日が遅くなるほど減少する傾向がみられた(表2)。このことから、施工時期は1番草収穫後の施工が良いと考えられる。

8) 簡易更新は、特に冬枯れなどの緊急利用として有効である。施工が容易であるため、天候やほ場の状態に合わせて処理ができ、は種後すぐに利用出来るなど、多くの利点を確認できた。ほ場が柔らかく作業が容易なほ場では、ロータリハローの1~2回処理による施工が可能であり、完全更新の補助的な役割として今後活用できる技術と考える。

表1. ha当たりの作業時間

作業工程	作業機械	ほ場が硬く、ルートマットが厚い場合		ほ場が柔らかい場合	
		回数	時間	回数	時間
炭カル散布	ブロードキャスト	1回	1時間	1回	1時間
播種床づくり	ディスクハロー	1回	1時間30分	—	—
	ロータリハロー	2回	3時間	1~2回	1時間30分~3時間
鎮圧	ケンブリッチローラ	1回	45分	1回	45分
施肥・播種	ブロードキャスト	1回	30分	1回	30分
鎮圧	ケンブリッチローラ	1回	45分	1回	45分
	合計		7時間30分		4時間30分~6時間

表2. 播種月別の播種後植生(冠部被度: %)

植生	は種月			
	5	6	7	8
前植生チモシー	6	7	0	2
新規チモシー	51	55	62	66
RC	4	1	9	4
WC	10	7	14	10
イネ科雑草	5	10	8	5
広葉雑草	18	12	7	10
裸地	7	7	0	2
合計	100	100	100	100

(は種後40日目調査)



Annual medics によるアルファルファ草地造成時の雑草抑制

池田 哲也・糸川 信弘・松村 哲夫 (北農研)

Effect of annual medics on weed control at establishment of alfalfa swards IKEDA Tetsuya, Nobuhiro ITOKAWA and Tetsuo MATSUMURA

緒 言

Annual medics (1年生の *Medicago* 属の牧草、以下 AM) に属する Barrel medic (以下 Ba) と Sphere medic (以下 Sp) の2草種は、アルファルファ (以下 AL) より初期生育が速く、乾物収量も高い。また、両草種とも草丈30cm位から倒伏するが、匍匐して地面を広く覆う特徴を有している。そこで、これらの草種を AL 草地造成時に同伴作物として播種した場合における、初期雑草の抑制効果について検討した。

材料及び方法

2001年5月2日に、北海道農業研究センター畑作研究部 (芽室町) 内の圃場に、Sp (品種: Orion) と AL (品種: ヒサワカバ) の混播草地 (Sp区)、Ba (品種: Moug1) と AL の混播草地 (Ba区) と AL 単播草地 (AL区) をそれぞれ造成した。播種量は、Sp と Ba がともに 6 kg/10a で、AL は 2 kg/10a とした。AL はコーティング種子を用い、Sp と Ba は、播種時に根粒菌を接種した。1番草の収量調査は、8月10日に行い、2番草は、10月15日に行った。

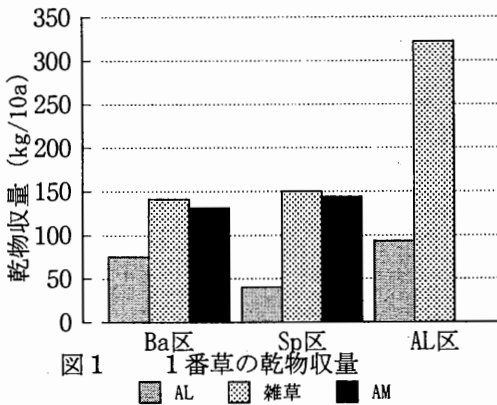


図1 1番草の乾物収量

結果及び考察

1番草におけるALの乾物収量は、AL区が93kg/10aだったのに対し、Ba区は75kg/10a、Sp区が40kg/10aと、両区ともAL区より低かった (図1)。これに対してAMの収量は、Ba区が131kg/10a、Sp区が161kg/10aで、それぞれの区においてALの収量より高く、SpがBaより高かった。一方、雑草量は、AL区が300kg/10a以上だったのに対し、Ba区、Sp区は、ともに150kg/10a以下であった。構成割合は、Ba区は、ALが約2割、Baが約4割、雑草が約4割であった。Sp区は、ALが約1割、Spが約4.5割、雑草が約4.5割であった。AL区の8割以上が雑草であったことから、AMを播種することにより、造成初期の雑草発生を抑えることができるといえる。

一方、Ba区、Sp区ともに、ALの収量がAL区より低く、両区内におけるALの構成割合も低いことから、AMによってALの生育も抑制されたと思われる。特に

Sp区では、この傾向が強かった。我々は前回の報告において、ALの草丈の伸長は、Spより若干早いと報告したが、今回は、この時に比べ、5、6月の降水量が少なく、ALの生育が遅くなったため、Spが優占したと思われる。Baは、Spに比べ晩生なため、草丈の伸長が若干遅く、ALとの競合関係が緩やかで、Spに比べて、ALの生育への影響は少なかった。

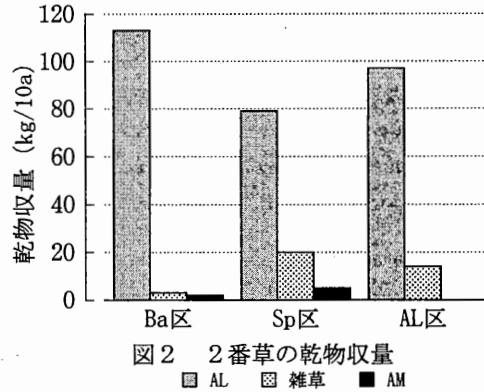


図2 2番草の乾物収量

2番草のAL収量は、Ba区が最も高く、113kg/10aで、次にAL区が97kg/10a、Sp区が77kg/10aであった (図2)。雑草は、Ba区でほとんどなく、Sp区とAL区も、15~20kg/10aで、AL優占の草地となった。Ba区とSp区の2番草において、AL収量や雑草割合に違いが表れたのは、1番草における生育速度の差により、ALとの競合に若干の差があったことによると考えられる。しかし、このようなALとAMの競合関係は、播種割合や出芽後の気象条件により変わることから、同伴草種としてどちらが適しているかは、さらに検討が必要と思われる。

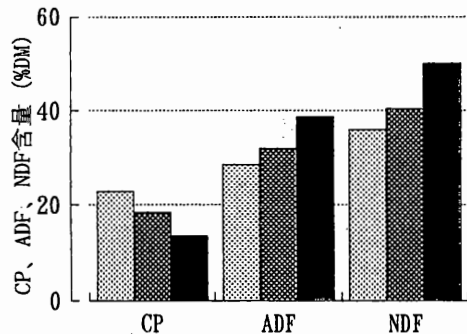


図3 各牧草の1番草の飼料成分

1番草調査時の生育ステージは、Baが結実始期、Spが結実期、ALが開花始期で、AL、Ba、Spの順にステージが進んでいた。このため、1番草のCPは、ALが最も高く、Ba、Spの順に低かった。逆にADF、NDFは、ALが最も低く、Ba、Spの順に高かった (図3)。AMのこれらの値は、最もステージが進んだSpにおいても、標準飼料成分表における1番草開花期のALの値に近い値であり、AMは、ALに近い飼料価値を持っていると考えられる。

以上のことから、AMを同伴草種としたAL単播草地造成法は、雑草発生を抑え、栄養価の高い原料草を得るのに有効な播種法と判断される。

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  
4. アルファルファ単播草地の早刈条件下における永続性

高橋 俊\*・八木 隆徳\*・鈴木 悟\*・小川 恭男\*・  
三枝 俊哉\*\*・手島 茂樹\*\*\*

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

4. Persistency of Alfalfa sward under early  
harvestings

Shun TAKAHASHI\*, Takanori YAGI\*, Satoru SUZUKI\*,  
Yasuo OGAWA\*, Toshiya SAIGUSA\*\*  
and Shigeki TEJIMA\*\*\*

緒 言

アルファルファは高蛋白で嗜好性が高く、消化管通過速度が速いことから高泌乳牛用粗飼料としての評価が高い。この飼料特性を有効に利用するためにはアルファルファと高エネルギー粗飼料であるトウモロコシを組合せた飼料給与が適している。そこで、本研究においては維持年限を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、アルファルファ単播草地の造成・利用技術の開発を目的とした。本報では平成9～10年に除草剤処理同日播種法(造成初期の雑草防除技術)を用いて造成した3つのアルファルファ単播草地に対して高蛋白飼料の生産を目指した早刈を行い、早刈条件下における草地の永続性について検討した。

材料及び方法

調査は以下の3つの草地を対象とした。調査草地1：平9年春造成、札幌市、牧草跡地、3a、マキワカバ(播種量3kg/10a)。調査草地2：平9年春造成、札幌市、エンバク跡地、2ha、マキワカバ(播種量3kg/10a)。調査草地3：平10年春造成、帯広市、トウモロコシ跡地、4ha、ヒサワカバ(播種量2kg/10a)。造成後2年目以降の刈取管理は、概ね草丈80～90cm、着蕾期を目途とする早刈とし、6月上旬(1番草)、7月中旬(2番草)、8月下旬(3番草)、10月中旬(4番草)の年4回刈とした。施肥はP<sub>2</sub>O<sub>5</sub>(10～20kg/10a)とK<sub>2</sub>O(18～36kg/10a)のみを施用した。このような管理条件の下で各番草の収量、雑草割合、アルファルファ

の個体密度を調査草地1と2については造成後5年目まで、調査草地3については造成後4年目まで調査し、草地の永続性について検討を行った。

結果及び考察

アルファルファの草丈80～90cm、着蕾期を目途とする早刈により、各番草とも粗蛋白質含量が約20%のアルファルファ(原料草)を収穫できた。アルファルファ単播草地に期待されるのはこのような良質な飼料生産である。したがって、草地の永続性を判断するには収穫草の品質低下につながる雑草率を指標とすることが適当と考えられる。そこで、図1に各刈取時の雑草率ならびにアルファルファ個体密度の経年変化を示した。アルファルファ単播草地の良好な状態の区切りとして各収穫時における雑草率が20%以下であることを設定してみると、調査草地1では造成後4年目まで良好に維持され、調査草地2および3では造成後3年目まではほぼ良好に維持された。造成年の越冬前におけるアルファルファの個体密度は調査草地1では約300(個体/m<sup>2</sup>)であり、調査草地2と調査草地3ではそれよりも低く約200(個体/m<sup>2</sup>)であった。また、アルファルファの個体密度はいずれの調査草地においても経年的に低下し、およそ100(個体/m<sup>2</sup>)以下になると雑草の侵入が顕著になった。このことから供試した調査草地の維持年限の差はアルファルファの個体密度が100(個体/m<sup>2</sup>)以下になるまでの年数の違いによると考えられる。なお、単播草地として良好に維持された造成後4年目(調査草地1)ないし3年目(調査草地2及び3)までの年間収量は約800～1000(DMkg/10a)であった(表1)。以上のことから、アルファルファ単播草地の永続性には造成時のアルファルファ個体密度が重要であることが示唆された。

表1. アルファルファ単播草地の早刈条件下における年間収量の推移

	調査草地1		調査草地2		調査草地3	
	収量 (DMkg/10a)	雑草率 (%)	収量 (DMkg/10a)	雑草率 (%)	収量 (DMkg/10a)	雑草率 (%)
造成後2年目	864	2	1045	5	818	10
3年目	1071	2	896	14	1020	10
4年目	935	4	875	27	695	39
5年目	1003	19	1011	24	—	—

注) 収量は雑草を含んだ値。

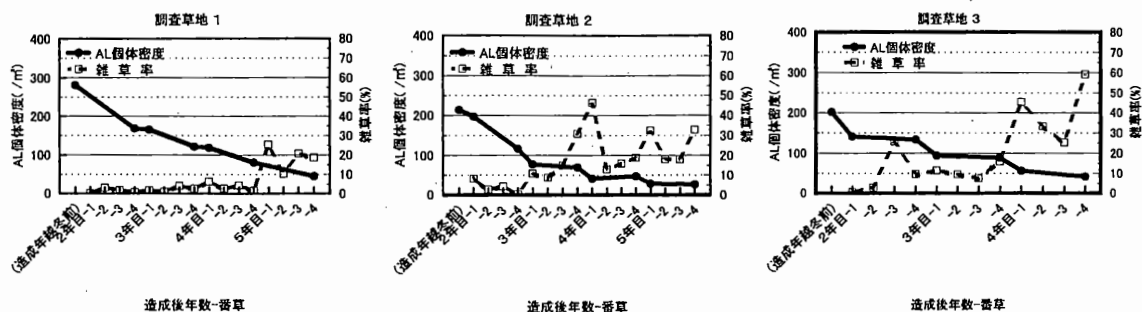


図1. 早刈条件における雑草率とアルファルファ (AL) 個体密度の経年変化

\*北海道農業研究センター (062-8555 札幌市豊平区羊ヶ丘1番地)

National Agricultural Research Center for Hokkaido Region, Hitsujigaoka, Toyohira-ku, Sapporo, 062-8555, Japan

\*\*北海道立根釧農業試験場 (086-1153 北海道標津郡中標津町桜ヶ丘1-1)

Konsen Agricultural Experiment Station, Nakashibetsu, Hokkaido, 086-1153, Japan

\*\*\*畜産草地研究所山地畜産研究部 (389-0201 長野県北佐久郡御代田町大字塩野375-1)

National Institute of Livestock and Grassland Science, Miyota, Nagano Pref., 389-0201, Japan

雑草を指標とした牧草地の状態診断  
アルファルファ単播草地における年次の経過と  
植生との関係

小阪 進一・横田 浩・小川 正和

Diagnosis of Meadow Condition by Weed Index  
Relation between cycle of years and vegetation  
in alfalfa (*Medicago sativa* L.) sown swards  
Shin-ichi KOSAKA, Hiroshi YOKOTA  
and Masakazu OGAWA

緒 言

草地の状態を牧草の種類相によって診断しようとする  
と、その種類が単純なので深い論議ができない。しかし、  
草地に侵入する雑草は種類が豊富であり、また雑草の中  
には環境に極めて敏感に反応するものもあり、それらを  
指標植物として多くの情報を得ることができる<sup>3)</sup>。  
そこで筆者らは、利用年次の異なるアルファルファ単  
播草地が年次の経過に伴って植生がどの様に変化するの  
かを知る目的で植生調査を行った。以下その概要を報告  
する。

材料及び方法

調査は2000年9月中旬～10月中旬に、江別市文京台緑  
町の酪農学園大学附属農場で行った。調査草地は播種年  
次の異なるアルファルファ単播草地で、利用2年目草地  
(1998年播種)、利用3年目草地(1997年播種)、利用6  
年目草地(1994年播種)、利用7年目草地(1993年播種)  
および利用8年目草地(1992年播種)である。品種は利  
用7年目草地のパータス以外は全てユーバである。全草  
地とも採草利用で、2000年の刈り取りはいずれも3回刈  
である。調査単位は2m×3mで、各草地の対角線上を  
ha当たり10ヶ所調査した。植被率を測定後、草種別  
に最高、最低の草丈および被度を測定した。被度はブ  
ラウン・ブランケの階級値<sup>1)</sup>を用いた。さらに草丈と被  
度の比数から積算優占度(SDR<sub>2</sub>)および相対優占度  
(SDR<sub>2</sub>')を算出した。雑草の生活型(休眠型、地下器  
官型、散布器官型、生育型)は、沼田ら<sup>2)</sup>の基準にした  
がって分類し、それぞれの生活型組成(種数割合)を算  
出した。

結果及び考察

1. 雑草の生活型組成

休眠型は、Th(夏型1年草)とTh(w)(越年草・冬  
型1年草)、多年草のH(休眠芽が地表面直下にある)  
およびCh(休眠芽が地表面上にある)の4種類がみら  
れた。遷移が進むと1年草が減少して多年草の種類およ  
び割合が増加するといわれている<sup>4)</sup>。本調査ではThと  
Th(w)の合計が56～67%の範囲であり、利用7年目お  
よび8年目でやや減少した。しかし多年草のH、Chの  
増加は顕著でなかった。地下器官型の組成は、R<sub>3</sub>(根  
茎が短く分枝し、狭い範囲で連絡体をつくる)、R<sub>3</sub>(o)  
(根・茎が斜めにのびる)、R<sub>3</sub>(v)(根・茎が垂直にのび  
る)、R<sub>4</sub>(ほふく茎)、R<sub>5</sub>(連絡体をつくらず単立する)  
の5種類がみられた。遷移が進むとR<sub>1</sub>～R<sub>3</sub>の根茎植物  
が増加して単立型のR<sub>5</sub>が減少するといわれている<sup>4)</sup>。  
本調査では、R<sub>3</sub>+R<sub>3</sub>(o)+R<sub>3</sub>(v)の合計が21～39%の  
範囲であり、利用6年目で若干減少した。R<sub>5</sub>では33～  
58%の範囲で高い割合を示した。いずれも年次の経過に  
よる傾向はみられなかった。散布器官型の組成は、D<sub>1</sub>  
(風や水によって移動)、D<sub>2</sub>(動物や人体に付着して移  
動)、D<sub>3</sub>(果皮の裂開力によって散布)、D<sub>4</sub>(重力にし  
たがって周辺に落下)の4種類がみられた。遷移の後期  
にはD<sub>1</sub>、D<sub>2</sub>およびD<sub>3</sub>の移動植物が増加するといわれ  
ている<sup>4)</sup>。本調査では、D<sub>1</sub>+D<sub>2</sub>+D<sub>3</sub>が増加する傾向は  
みられず、D<sub>4</sub>が年次に関わらず70%以上の高い割合を  
示した。生育型の組成は、e(直立型)、b(分枝型)、t  
(そう生型)、p(ほふく型)、p-b(分枝型とほふく型)、  
r(ロゼット型)、pr(一時ロゼット型)、ps(にせロゼ  
ット型)の8種類がみられた。他の生活型ほど明らかでは

ないが、遷移の進行にともなってbが減少し、tおよび  
prの増加が目立つといわれている<sup>4)</sup>。本調査では、  
r+pr+ps(ロゼットタイプ)が24～41%の範囲であり、  
利用2年目と8年目で高い割合を示した。tは利用7年  
目および8年目で増加し、bは利用8年目で減少した。  
tおよびbにおいて年次の経過による傾向が若干みられ  
た。

2. 相対優占度および雑草の種・科数

利用年次別の相対優占度および雑草の種・科数を表1  
に示した。播種牧草以外の牧草は雑草として扱った。  
雑草の科・種数は各利用年次とも極めて多く、とくに  
利用3年目草地、6年目草地で多かったが、年次の経過  
による明らかな傾向はみられなかった。全草地でイネ科  
の種数が最も多くみられた。

アルファルファの相対優占度は24～30%の範囲で変化  
し、利用8年目で低下したが、年次による差は顕著でな  
かった。雑草は、シバムギでは利用7年目以降で高まる  
傾向を示した。スズメノカタビラは利用2年目、3年目  
および7年目で高かった。セイヨウタンポポ、ヒメオド  
リコソウは利用6年目以降高まる傾向を示した。オオイ  
ヌノフグリは利用2年目で高くその後減少する傾向を示  
した。エゾノギシギシは利用3年目、6年目で高かった。  
ハコベは利用7年目以降減少した。シロクロバは利用  
2年目、8年目で高く、特に利用8年目ではアルファ  
ルファとほぼ同等であった。

以上のことから結論を述べると、今回調査したアルファ  
ルファ草地では、雑草の生活型組成および草種別の相対  
優占度において年次の経過に伴う明らかな傾向は認めら  
れなかった。今後、同一のアルファルファ草地を追跡調  
査して確認する必要があると思われる。

引用文献

- 1) 沼田 真(1988) 植物群落の構造. 図説植物生態学  
(沼田 真編). 朝倉書店. 東京. pp. 24-36.
- 2) 沼田 真・吉沢長人(1997) 新版日本原色雑草図鑑.  
全国農村教育協会. 東京. pp. 8-13.
- 3) 酒井 博・川鍋祐夫(1972) 雑草を指標とした牧草  
地の状態診断法(1). 畜産の研究 26, 1069-1074.
- 4) 酒井 博(1978) わが国における牧草地の雑草. 雑  
草研究 23, 151-159.

表1. 利用年次別の相対優占度および雑草の種・科数

科名	種名	2年目	3年目	6年目	7年目	8年目
(播種牧草)						
	アルファルファ	28.72	29.46	27.49	30.22	24.35
(雑草)						
アブラナ	スカシタゴボウ	0.67	3.28			1.28
	ナズナ	1.01	2.36	3.97	0.99	1.53
	イヌビエ	2.76		0.64		
イネ	オーチャードグラス			0.46	1.23	
	ケンタッキーブルーグラス	1.41	2.90		0.52	2.67
	シバムギ	0.40	3.57	0.31	10.92	6.45
	スズメノカタビラ	19.17	11.81	8.59	12.34	8.72
	デモシー					0.85
オオハコ カタハミ キク	レットトップ		1.16			
	オオハコ	0.20	1.99	1.34	0.28	2.28
	カタハミ		0.11	0.18		0.26
	セイヨウタンポポ	4.60	7.64	14.36	12.39	11.24
	ノゲシ		0.50			
ゴマノハグサ	ヒメジョオン	0.83	2.06	0.38		0.34
	ブタナ	0.17				
	オオイヌノフグリ	11.52	6.45	8.76	8.56	3.57
	タイヌノフグリ			1.76		
	ヒメオドリコソウ	0.66	0.55	6.75	3.62	3.20
シソ スベリヒユ セリ タデ	スベリヒユ			0.20	0.19	
	オオチドメ		0.26			
	イヌタデ		0.39			
	エゾノギシギシ	5.55	11.75	10.23	8.60	7.95
	ミチヤナギ		0.34			
ナス ナデシコ	イヌホオズキ	0.10	0.27	1.70	0.27	
	オオツメクサ	3.25	1.29			
	ハコベ	2.78	2.48	2.94	0.61	0.36
ヒユ	アオゲイトウ			4.17		
	イヌビユ			0.20		
マメ	シロクロバ	16.22	9.39	5.56	9.27	24.95
	雑草計	71.28	70.54	72.51	69.78	75.65
合計		100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
雑草の科・種数		10科17種	12科21種	13科19種	11科14種	10科15種

酪農学園大学 (069-8501 江別市文京台緑町582)

Rakuno Gakuen University, 582, Bunkyou dai-Midorimachi, Ebetsu, Hokkaido, 069-8501, Japan

## マイペース型酪農の草地実態調査 (第一報)

佐々木 章晴

Investigation into the actual grassland-conditions  
in My-Pace Dairy farming (PART I)  
Akiharu SASAKI

## 緒 言

根釧原野において、酪農と野生との折り合いを求めるためには、環境保全型酪農のあり方を探ることが急務である。しかしながら、環境保全型酪農の営農形態のあり方、生産性、自然環境に与える影響は、十分解明されていない。そこで、低投入持続型酪農の一形態であるマイペース酪農の先駆者、三友農場(中標津町依橋)に着目し、主に草地および草地管理の状況を予備的に調査し、明らかになったことをここに報告する。

## 調査方法

草地管理状況、草地植生、草地土壌の3点について、2001年5月～10月に行った。

草地植生の調査は、放牧専用地、兼用地それぞれ1牧区ずつ行った。1牧区15ヶ所、2500cm<sup>2</sup>のコドラートを使用し、冠部被度、乾物現存量を測定した。

草地土壌の調査は、地表から0～10cm前後の土壌を検土杖で放牧専用地、兼用地それぞれ採取し、放牧専用地、兼用地ごとに混合して85℃24時間乾燥した。乾燥した土壌試料を、ガラス電極pHメータで1N-KCL pHを計測し、灼熱損量(腐植含量)を計測した。また同じ土壌試料を、硝酸アンモニア、有効態リン酸、有効態カリウム、有効態カルシウム、有効態マグネシウムの各含量をRQフレックスで測定した。また、放牧地にみられた排水溝内の電気伝導度(EC)と硝酸態窒素含量を測定した。そして当幌川の水質を調査するために、当幌川上流部の水を、2001年6月中旬に採取し、電気伝導度(EC)と硝酸態窒素含量を測定した。

## 結果及び考察

まず草地管理状況として、放牧専用地は5月～11月にかけて放牧利用を行い、兼用地は7月下旬に採草利用後、放牧利用を行った。また、完熟堆肥を4t/10a/2年散布しており、化学肥料としての3要素投入量はN:P:K=2:8:4kg/10aであった。なお、調査牧区は、33年間草地更新を行っていない。

確認された草種としては、TY、OG、KBG、RT、MF、RCG、WC、セイヨウタンポポなどがあり、エゾノギシギシはほとんど見られず、特に兼用地においてTYが一面に見られた。

冠部被度は、放牧専用地、兼用地ともにイネ科草79%であるのに対し、雑草は5%、裸地は4～9%となった(表1)。また、乾物現存量の結果から推定すると、4～5tDM/ha程度の年間乾物収量があると考えられる(表1)。このことから、三友農場の草地生産性は必ずしも低くないことが示唆された。

土壌化学性としては放牧専用地、兼用地ともに、有効態マグネシウム以外は土壌改良目標値を大きく下回る値となった(表2)。しかしながら、土壌灼熱損量は放牧

表1. 冠部被度(%)及び乾物現存量(kg DM/10a)の結果

	放牧専用地	兼用地
冠部被度		
(イネ科草)	79	79
(マメ科草)	12	7
(雑草)	5	5
(裸地)	4	9
乾物現存量		
7月	233.1	376.5
9月	117.1	122.0
10月	69.9	80.8

表2. 土壌分析の結果

	放牧専用地	兼用地
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	2.5	2.5
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	5.5	2.0
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.5	2.5
K <sub>2</sub> O	1.0	1.0
CaO	150.0	150.0
MgO	50.0	50.0
(mg/100 g soil)		
pH	4.4	4.3
灼熱損量(%)	18.0	17.9

専用地、兼用地ともに18%程度と、通常の厚層黒色火山灰土に比べ、高い値を示した(表2)。このことから、三友農場の草地生産性は、高い土壌灼熱損量(腐植含量)に負っていると推定される。それは、完熟堆肥の連用とリターの還元によるものと考えられる。

放牧地内の排水溝のECは0.27ms、NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-Nは0.46mg/ℓであるのに対し、当幌川上流部(周辺は採草地)はECは0.55ms、NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-Nは1.59mg/ℓとなり、当幌川上流部より三友農場放牧地内の排水溝の方が水質の悪化が小さいという結果となった。これは、通常の1/4程度の窒素施用量であるためと考えられる。

## ま と め

三友農場の草地は、放牧専用地、兼用地ともに、33年間草地更新をしておらず、また化学肥料の投入量が少ないのにも関わらず、雑草の冠部被度は低く、極端に生産性が低い草地ではないと考えられる。

これは、完熟堆肥の連用による高い土壌腐植含量に負っている可能性がある。また、化学肥料の投入量が少ないためか、河川、湖沼、湿原などの陸水環境への影響も小さいことが示唆された。

今後、10年以上継続観測を続け、酪農と野生の折り合いの糸口を解明していくつもりである。

## 謝 辞

この場をお借りしまして、農場調査を許可していただきました三友盛行氏、三友由美子氏、また、調査に協力してくれた北海道中標津農業高等学校生産技術科2年生の大西博道君、聞谷輝一君、食品ビジネス科3年生の下川原美希さん、安村早苗さん、佐々木雅代さん、深瀬望さん、伊藤美穂さん、食品ビジネス科2年生の佐藤貴裕君に感謝申し上げます。

牧草の高緯度採種地としてのロシアの可能性

我有 満\*・Nikolai Kozlov\*\*・磯部 祥子\*・  
廣井 清貞\*

The capacity of Russia as a high latitudinal condition  
for forage seed multiplication.

Mitsuru GAU\*, Nikolai KOZLOV\*\*, Sachiko ISOBE\*,  
Kiyosada HIROI\*

緒 言

牧草品種の流通種子の増殖は、多湿条件と高コストのため国内においては難しく、米国西部等における海外採種を余儀なくされている。一方、現状の海外採種においては、採種規模に制限があり、小規模の採種に合わない、長日条件が必要な晩生品種の採種が難しい等の問題があり、国産品種の普及の障害の一因でもある。ロシアの牧草採種地はロシア西部の北緯55度付近の高緯度に位置する。全ロシア飼料作研究所(WFRI)は、ロシア全土に牧草種子を供給する任を負う採種研究の中核機関である。その傘下にある8カ所の研究農場においては、ヨーロッパ標準に準じた牧草の増殖用種子の生産を行い、一部はヨーロッパへ輸出されている。ここでは、WFRIの協力のもとで実施したロシアにおける牧草の採種試験およびロシアの採種状況について報告する。

材料および方法

WFRIの試験圃場内においてプロット試験を行った。チモシー：北見5号(晩生)、メドウフェスク：北海9号(晩生)、オーチャードグラス：トヨミドリ(晩生)およびアカローバ：KO-95L(中生)、クラノ(晩生)および各草種のロシア育成標準品種(VIK)を用い、一区6㎡、2反復とし、1999年に播種、2000年および2001年に採種量等を調査した。

結果及び考察

ロシアにおける牧草種子の価格および一般的な採種量を示した(表1、表2)。ロシアにおける採種量は米国に比べ低いが、生産コストが低いため、コストにおいて米国における採種より有利となる可能性がある。

国産品種はロシア育成の標準品種より総じて採種量が低かった(表3)。特にアカローバの国産系統は、越冬時における損傷の程度が大きく、初回の採種のみとなり、採種量もロシア育成の標準品種およびスウェーデン育成の晩生品種より著しく低い結果となった。一方、チ

モシー、メドウフェスク、オーチャードグラスの国産晩生品種は、本試験の条件下で越冬し、採種量はロシアにおける一般的な採種量の範疇と判断された。特に、チモシーに関しては、ロシアにおける種子価格が低く、日本側にとってメリットが大きいと考えられた。メドウフェスクやオーチャードグラスについては、種子価格が比較的高く、採種量が多いためロシア側の関心が高かった。

ロシアにおける種子生産は、特に米国で難しい晩生品種において可能性が高いと考えられるが、今後、輸送や輸入手続き等のコストを考慮した上での検討が必要である。

表1 ロシアにおける主な牧草の増殖用種子の価格

草 種 名	種子価格 US\$/kg
マメ科 <i>Trifolium pratense</i> L.	1.8-2.5
<i>T. hybridum</i> L.	1.5-2.2
<i>T. repens</i> L.	4.2-5.0
<i>Medicago</i> sp.	1.8-2.5
<i>Galega orientalis</i> Lam.	1.7-2.1
イネ科 <i>Phleum pratense</i> L.	0.8-1.0
<i>Bromus inermis</i> Leyss.	0.8-1.0
<i>Dactylis glomerata</i> L.	1.2-1.8
<i>Lolium perenne</i> L.	2.0-2.5
<i>Festuca arundinacea</i> Schreb.	1.2-1.5
<i>Poa pratensis</i> L.	5.0-6.0
<i>Festuca rubra</i> L.	4.1-4.5
<i>Festulolium</i> *	2.0-2.5

\*:メドウフェスク×イタリアンライグラス

表2 ロシアにおける主な牧草の平均的採種量

草 種 名	採種量 kg/10a
マメ科 <i>Trifolium pratense</i> L.	20-30
<i>T. hybridum</i> L.	15-20
<i>T. repens</i> L.	15-20
<i>Medicago</i> sp.	20-30
<i>Galega orientalis</i> Lam.	20-30
イネ科 <i>Phleum pratense</i> L.	50-60
<i>Bromus inermis</i> Leyss.	40-50
<i>Dactylis glomerata</i> L.	40-50
<i>Lolium perenne</i> L.	80-110
<i>Festuca arundinacea</i> Schreb.	50-70
<i>Poa pratensis</i> L.	30-35
<i>Festuca rubra</i> L.	30-40
<i>Festulolium</i>	60-90

表3 WFRIにおける国産品種の採種試験結果

草 種	品種・系統	採種量kg/10a		備 考
		2000年	2001年	
アカローバ	KO-95L	5.4	—	越冬時の損傷大
	クラノ	11.7	—	
	VIK 7	12.5	—	
チモシー	北見5号	22.5	29.8	5-7日晩
	VIK 9	38.1	38.7	
オーチャードグラス	トヨミドリ	34.1	35.1	3-5日晩
	VIK 61	39.2	37.5	
メドウフェスク	北海9号	51.2	50.8	類似タイプ
	VIK 5	68.4	73.2	

VIK:ロシア育成標準品種 クラノ:スウェーデン育成晩生品種

\*北海道農業研究センター (062-8555 札幌市豊平区羊ヶ丘1)

National Agricultural Research Center for Hokkaido Region (Hitsujigaoka 1, Toyohira-ku, Sapporo 062-8555 Japan)

\*\*全ロシアウィリアムス飼料作研究所 (ロシア141740 モスクワ地区ルゴバヤ)

All-Russian Williams Fodder Research Institute (Lugovaya, Moscow reg., 141740 Russia)

## 北海道の牧草導入経過の再考

田辺 安一・中嶋 博\*\*

The reconsideration in the grass introduction process  
in Hokkaido.

Yasuichi TANABE\* and Hiroshi NAKASHIMA\*\*

## 緒 言

北海道への牧草導入は、1874年(明治7年)、開拓使が七重開墾場にチモシーほか17種を米国から導入したのが北海道での牧草栽培の始まりとされている。本報告では、古文書、資料を精査し、その導入経過を再考した。

## 結果および考察

最初に牧草の定義が必要である。小川二郎の家畜改良牧草論に「牧草という語はだれが作ったのかあきらかでないが、おそらく明治7年北海道渡島国七重牧場に初めて此の種子を輸入したときか、あるいは明治10年に札幌農学校でクラーク博士が牧草を輸入したときに作られたのであろう」としている。

さらに「その茎葉を家畜の飼料とする目的を以て、とくに耕作される舶来の草」を牧草としている。本報告でもこの定義に従う。

白井光太郎の考証した貝原益軒の大和本草によれば、雑草類に *Lotus*, *Astragalus*, *Lespedeza*, *Eragrostis*, *Medicago*, *Phalaris*, *Miscanthus* など今日牧草とされている植物の属が記載されている。これらは牧草として耕作されなかったと思われる。

前述の小川の著書を参考にしてこれまで1874年(明治7年)が北海道の牧草栽培の最初とされていたと思われる。

本研究では、2つの古文書を精査した。プロシヤ人のR. ガルトネルが残した「日本政府に引き渡すべき七重開墾場の附属品、財産目録」と元会津藩士の箕輪醇が残した「傳習雜記」である。

1868年(明治元年)榎本武揚らの旧幕府軍が北海道に上陸し、1869年にR. ガルトネルと「蝦夷地七重村開墾条約」(約1000haの土地を99年間の租借地とする)を結んだ。旧幕府軍の敗北後箱館府知事はR. ガルトネルと新しい条約を結んだ。新政府の開拓使は解約交渉を行い、1871年1月30日(明治3年12月10日)に解約が成立した。このときガルトネルは「日本政府に引き渡すべき七重開墾場の附属品、財産目録」を開拓使に提出した。この中にイネ科牧草とマメ科牧草の混ざった良質の乾草が納屋に収納されていることを明記している。さらに新しく取り寄せた牧草種子のリストがあり、それらの種子を播くように勧めている。

もう一つは元会津藩士の箕輪醇の「傳習雜記」で1870年6月14日から27日までのR. ガルトネルの農場での実習日記である。これによると農場にはアルファルファ、チモシー、ペレニアルライグラスなどが植えられていることが記述されている。

これら2つの古文書から1869年(明治2年)には牧草

が栽培され、1870年には乾草が生産されていたことを示している。すなわち1874年(明治7年)とされていた北海道における牧草の栽培の始まりは5年遡り1869年(明治2年)と結論した。

返還後の七重開墾場に開拓使が米国から招いたH. ケブロンも訪問しているが、高い評価をしていない。このことは当時の日本を巡る欧米列強の思惑が交錯しており、H. ケブロンはアメリカ型農業を北海道に普及させようとし、R. ガルトネルのプロシヤ型農業は評価されず、埋もれてきたものと推定される。

## 参考文献・資料

- ガルトネル R. (1871) 日本政府に引き渡すべき七重開墾地の附属品、財産目録 北海道大学附属図書館蔵  
北海道新聞社編(2001)年表でみる北海道の歴史 北海道新聞社 pp. 206  
北海道草地協会(1995)北海道草づくり百年 北海道草地農業の歩みと展望 牧草地の発展過程 43-49  
貝原益軒(1708)大和本草 白井光太郎考証 有明書房(1980)初版1936  
箕輪醇(1870)傳習雜記 北海道立文書館蔵  
小川二郎(1902)家畜改良 牧草論 札幌興農園蔵版 pp. 368  
田辺安一(1992)北海道の牧草 19世紀後半から20世紀初頭へ 北海道草地と畜産 日本草地学会シンポジウム要旨 22-23

## 関連年表

- 1865(慶応元)メンデルの法則発表  
1866(慶応2)R. ガルトネル箱館奉行と会見  
1867(慶応3)大政奉還、王政復古 第1回国際植物学会 植物命名規約  
1868(慶応4)江戸城明け渡し 奥羽越列藩同盟敗北 会津落城  
(明治元)9月8日より  
榎本武揚(旧幕軍)鷲の木に上陸  
英人ブラキストン、箱館で気象観測  
1869(明治2)蝦夷地七重村開墾条約  
榎本-R. ガルトネル  
榎本軍降伏 5月17日  
牧草栽培開始(今回の結論)  
1870(明治3)元会津藩士箕輪醇「傳習雜記」  
R. ガルトネル農場の実習日記  
1871  
蝦夷地七重村開墾条約解約  
R. ガルトネル「七重村開墾地附属品取調書」書き上げる  
開拓使七重開墾場設置  
1873(明治6)中山久蔵が島松で水稻を試作して好結果を得る  
1874(明治7)牧草栽培開始(これまでの報告)  
1875(明治8)E. ダン七重農業試験場へ出張  
1876(明治9)札幌農学校開校

\*ダンと町村記念事業協会(060-0003 札幌市中央区北3西7 北海道酪農協会内)

Dun and Machimura Memorial Association, C/O The Dairy Farmers Association of Hokkaido, Chuoku Sapporo 060-0003 Japan

\*\*北大北方生物圏フィールド科学センター(060-0811 札幌市北区)

Field Science Center for Northern Biosphere Hokkaido University, Sapporo 060-0811 Japan

マイクロプロットを利用した放牧用生産力検定法の検討

1. 耕種条件が2年目、3年目の乾物生産性に及ぼす影響

高井 智之・眞田 康治・山田 敏彦

Utilization of micro-plots to evaluate productivity simulated

1. Influence sowing time and cutting frequency to productivity

Tomoyuki TAKAI, Yasuharu SANADA and Toshihiko YAMADA

緒 言

北海道では越冬前に植物を十分に生育させるために春造成が奨励されているが、春造成は干ばつや夏雑草との競合によって造成に失敗することが多い。特に、メドウフェスクの育種を行っている北海道農業研究センターは、日本海気候のために6、7月は干ばつに遭いやすく、その後の高温で一年生の夏雑草も繁茂しやすい。一方、8月以降の造成は、降水量も適度にあり、メドウフェスクはチモシー等比べて初期生長に優れ、播種期等の耕種条件について再度、検討する価値がある。

本研究では、播種時期、刈取頻度、施肥量、播種量について処理区を設けて、2年目、3年目の乾物生産性を調査し、造成時の耕種条件の選定を行った。その際、試験区を従来より小さい小試験区（以下、マイクロプロット）で造成を行った。

材料及び方法

メドウフェスクのハルサカエを用いた。播種時期（6月29日、7月29日、8月31日）を主区、刈取頻度（30日、45日、60日）を細区、細細区に播種量（0.2kgおよび0.4kg/a）および施肥量（N=0.4kgおよび0.6kg/a）を乱塊法で設け、3反復の分割区法で試験を行った。造成方法は、前年秋にロータリー耕で整地し、再度播種直前にロータリー耕し、ロープで試験区を区画し、試験区にのみ規定の化成肥料を施肥し、レーキで攪拌後、手播きで散播し、再度、レーキで攪拌し、鎮圧した。試験区は、0.7m×2m=1.4㎡とし、試験区間に0.5mの裸地を設けた。刈払いおよび刈取は、手押しタイプの芝刈り機を用いて刈取り高さ5cmで、1年目は刈払いのみ、2年目以降は刈取調査を行った。乾物収量は、全量をサンプリングして、48時間通風乾燥した後、乾物重を測定で算出した。また、2年目以降は、標準区、多肥区ともに等量で、2年目および3年目の年間施肥量は、それぞれN=2.1、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>=1.79、K<sub>2</sub>O=2.1kg/aおよびN=1.8、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>=1.55、K<sub>2</sub>O=1.8kg/aで、早春および刈取後分肥した。

結果及び考察

表1に2年目および3年目の分散分析の結果を示した。播種時期は、2年目の年間乾物収量を除いて、すべての番草で有意性が認められた。刈取頻度は、2年目の2、3、4、6番草と3年目の2、3、4番草で有意性が認められた。播種時期と刈取間隔との交互作用は2年目の2、3、4、5番草と、3年目の2、4、7番草と3年目の合計収量で有意性が認められ、播種時期によって刈取間隔を変えることが望ましいと示唆された。播種量で

表1. 分散分析の結果

2年目	1番草	2番草	3番草	4番草	5番草	6番草	7番草	2年目合計
反復	NS	NS	NS	NS	NS	*	NS	NS
播種時期(A)	**	**	**	**	**	**	**	NS
刈取頻度(B)	NS	**	**	**	**	**	NS	NS
AxB	NS							NS
播種量(C)	NS	**	**	NS	NS	NS	NS	NS
施肥量(D)	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
調査日	5.21	6.09	6.28	7.15	8.09	9.17	10.26	

3年目	1番草	2番草	3番草	4番草	5番草	6番草	7番草	3年目合計
反復	NS	NS	NS	**	NS	NS	NS	NS
播種時期(A)	**	**	**	**	**	**	**	**
刈取頻度(B)	NS	*	*	*	NS	NS	NS	NS
AxB	NS							*
播種量(C)	NS	NS	**	NS	NS	NS	NS	NS
施肥量(D)	NS	*	NS	NS	NS	NS	NS	NS
調査日	5.16	5.30	6.13	7.14	8.70	9.50	10.10	

\*、\*\*は、それぞれ、危険率5%、1%で有意。

表2. 播種時期および刈取頻度別の乾物収量

2年目	1番草	2番草	3番草	4番草	5番草	6番草	7番草	2年目合計
播種時期								
6月29日	117.6	203.0	114.8	89.6	126.2	115.3	46.9	813.5
7月29日	133.6	210.2	95.3	73.0	113.1	132.3	73.9	831.3
8月31日	98.8	190.2	102.7	80.8	124.8	147.0	74.0	818.3
L.S.D.(5%)	10.8	9.5	3.7	3.0	8.1	6.5	3.4	NS
刈取間隔								
60日	115.5	205.9	110.3	85.4	123.7	130.4	63.7	835.0
45日	113.4	202.8	101.3	79.8	121.1	135.9	67.9	822.2
30日	121.2	194.7	101.2	78.3	119.2	128.2	63.2	806.0
L.S.D.(5%)	NS	7.4	4.3	2.7	NS	3.8	NS	NS

3年目	1番草	2番草	3番草	4番草	5番草	6番草	7番草	合計
播種時期								
6月29日	61.1	121.3	69.6	83.4	77.2	60.1	39.8	512.4
7月29日	68.9	133.9	83.9	95.4	99.6	79.2	54.0	614.9
8月31日	81.1	131.8	77.5	92.4	99.3	79.3	50.3	611.7
L.S.D.(5%)	6.0	5.5	3.7	3.4	10.4	6.1	5.3	22.1
刈取頻度								
60日	67.9	130.9	78.8	95.0	93.8	74.8	49.0	590.1
45日	71.9	129.5	77.9	90.4	92.3	72.8	48.1	565.8
30日	71.4	126.6	74.2	85.8	89.8	71.0	47.0	583.0
L.S.D.(5%)	NS	3.0	NS	6.3	NS	NS	NS	NS

は、2年目の2、3番草と3年目の3番草で、施肥量は2年目の2番草のみで有意性が認められたが、播種時期や刈取頻度に比べて影響は小さかった。

表2に各番草別の播種時期および刈取頻度別の乾物収量を示した。播種時期では、2年目の1、2番草は乾物収量の高い順に7月29日、6月29日、8月31日で、3、4、5番草は、6月29日、8月31日、7月29日の順で、6、7番草は6月29日が低く、年間では7月29日、8月31日、6月29日の順であった。3年目では、6月29日は常に低く、1番草以外は7月29日がやや高く、年間乾物収量も6月29日は他の試験区の85%であった。刈取頻度では、2年目の1番草は30日間隔、2、3、4番草は60日間隔、5、6番草は45日間隔がやや高く、年間合計収量では60日、45日、30日間隔の順であった。3年目も2年目と同様な傾向がみられた。

以上より、メドウフェスクを造成する場合、6月下旬より7月下旬から8月下旬が播種適期で、高頻度の掃除刈りを避けることが大切である。また、播種量および施肥量の増量の効果は小さいことが示唆された。

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 (062-8555 札幌市豊平区羊ヶ丘1番地)

National Agricultural Center for Hokkaido Region, 1 Hitsujigaoka, Toyohira-ku, Sapporo, 062-8555, Japan

オーチャードグラス新品種「ハルジマン」の  
育成経過とその特性

山田 敏彦・眞田 康治・高井 智之

Breeding of Orchardgrass 'Harujiman'  
and its Characteristics

Toshihiko YAMADA, Yasuharu SANADA  
and Tomoyuki TAKAI

緒 言

北海道農業試験場（現北海道農業研究センター）では、耐病性、越冬性などに優れた多収な寒地・寒冷地向けオーチャードグラス品種を育成することを目標に育種を進め、今回「ハルジマン」を育成した。1997年から系統適応性検定試験および特性検定試験などを実施し、その結果、「ハルジマン」は既存品種「オカミドリ」より耐病性や春の生育が優れていることが認められたので、2001年10月に「オーチャードグラス農林合9号」として命名登録され、同年に北海道奨励品種に採用された。ここでは、その育成経過と特性を示すとともに今後の育種法についても議論する。

育成経過

本品種は7栄養系の合成品種である。各種選抜試験で選抜して保存中の優良な648栄養系を用いた栄養系評価試験から1次選抜した後、北見農試での越冬性現地評価試験の結果も参考にして7構成栄養系を選定した（表1）。

表1. 「ハルジマン」の構成栄養系の特性

栄養系 No.	由来	すじ葉枯		越冬性 <sup>1)</sup>	
		再生草勢 <sup>1)</sup>	病 <sup>2)</sup>	札幌	北見
cl.1708	cl.372PC後代	4	2	7	5.3
cl.1725	Kay (カナダ育成)	6	5	6	7.0
cl.1845	UJNR導入 (インド)	5	4	7	5.0
cl.1859	UJNR導入 (旧ソ連)	4	3	9	7.3
cl.2407	消化率高選抜	2	3	4	4.3
cl.2664	Kay (カナダ育成)	4	4	7	7.0
cl.2919	HD-4 (オランダ育成)	8	5	7	6.0

1) 1: 不良~9: 良, 2) 1: 微~9: 甚  
再生草勢, すじ葉枯, 札幌の越冬性は1990年調査, 北見の越冬性は1987~1989年平均。

特性の概要

本品種の主な特徴は、①出穂期は「オカミドリ」と同じ“中生の晩”に属する（表2）。②収量性は「オカミドリ」と同程度かやや優れ、1番草の収量は多収である（表3）。③早春の草勢は「オカミドリ」よりやや優れる

表2. 「ハルジマン」の主要特性

品種	出穂始 <sup>1)</sup>	越冬性 <sup>2)</sup>	早春の		罹病病大粒			
			草勢 <sup>2)</sup>	枯病 <sup>3)</sup>	雲形病 <sup>3)</sup>	黒さび病 <sup>3)</sup>	腐核病 <sup>4)</sup>	耐寒性 <sup>4)</sup>
ハルジマン	6月4日	6.6	6.8	3.2	1.5	2.0	強	中~やや弱
オカミドリ	6月3日	6.4	6.4	3.8	2.7	2.5	やや強	中

1) 3か年全道データ平均, 2) 3か年全道データ平均, 1: 優不良~9: 優良。  
3) 全道試験場所平均, 1: 罹微~9: 罹甚, 4) 根腐病における耐寒性検定試験の判定。

表3. 「ハルジマン」の収量性

品種名	少収別										多収別
	北農試 <sup>1)</sup>	天北 <sup>1)</sup>	南見 <sup>1)</sup>	北見 <sup>1)</sup>	根釧 <sup>1)</sup>	十勝 <sup>1)</sup>	釧路 <sup>1)</sup>	青森 <sup>1)</sup>	山形 <sup>1)</sup>	北農試 <sup>1)</sup>	
北見12号	104(104)	102(106)	99(97)	104(110)	102(99)	105(108)	97(104)	105(116)	104(109)	108	
オカミドリ	324.3	316.7	352.3	298.9	350.9	186.5	283.4	294.8	283.7	231.3	

「オカミドリ」比(%)、「オカミドリ」は真葉重(kg/ha)。  
1) 1997~2000年の4か年平均, 2) 1998年~2000年の3か年平均, 3) 1997~1999年の3か年平均。  
( )の数字は1畝草乾物収量の「オカミドリ」比(%)。

(表2)。④雪腐病抵抗性には「オカミドリ」より優れる（表2）。⑤すじ葉枯病、雲形病、黒さび病に「オカミドリ」より耐病性である（表2）。

考 察

本品種は雪腐病には耐病性を示すが、耐凍性にはやや劣る特性を示している。構成栄養系の一つに高消化性集団から選抜された栄養系 (cl. 2407) が含まれ、この栄養系の越冬性は劣っており、このことがその要因の一つと考えられた。しかしながら、根釧農試や北見農試の系統適応性試験の越冬性データなどから、総合的な越冬性は「オカミドリ」と同程度であると判断された。

「ハルジマン」の収量性は北海道の系統適応性検定試験地の全場所平均で「オカミドリ」比で103であり、その改良程度は小さかった。「ハルジマン」の育成では後代検定を省略した育種法が採用され、優良栄養系を表現型で選抜して数多くの交配組み合わせを作り、その中から能力に優れた系統を選抜して新品種にするというものである。一般に後代検定を実施するとその評価に2~3年は必要とし、さらに試験の精度も要求される。このため、栄養系の表現型の成績から合成品種の親を選定する手法は時間や労力を軽減できる意味ではその意義は大きい。しかしながら、収量など一般的に遺伝率の低い形質の選抜には表現型のみによる1回だけの選抜では限界があり、多収性をめざすには、選抜を繰り返す表現型循環選抜が効果的であろう。

「ハルジマン」の出穂は、「オカミドリ」と同じ“中の晩”に属する。オーチャードグラスは一般にはチモシーより早く出穂し、5月下旬~6月上旬が出穂始であり、早生から極晩生まで約2週間の幅がある。一方、チモシーはオーチャードグラスより10~20日遅れて出穂し、極早生から晩生まで約25日間の幅がある。“中の晩”の「ハルジマン」の出穂始はチモシーの極早生品種より出穂始が2~3日早く、早生品種と比較すると10日程度早い。中生~晩生のオーチャードグラスは収量性に優れていることから、最も利用されているチモシー早生品種と組み合わせることにより、草地における刈取り適期が広がり、収穫のピークを分散させることが可能になる。今後、「ハルジマン」とチモシー早生品種を組み合わせることによる高品質で高位的な自給飼料生産を期待したい。

北海道農業研究センター (062-8555 札幌市豊平区羊ヶ丘1番地)

National Agricultural Research Center for Hokkaido Region, 1 Hitsujigaoka, Toyohira-ku, Sapporo, Hokkaido, 062-8555, Japan



放牧用チモシー育成系統における多回刈条件下での諸形質の系統間差異

佐藤 公一・吉澤 晃・藤井 弘毅・玉置 宏之・鳥越 昌隆・山川 政明・牧野 司

Phylogenetic variation of timothy (*Phleum pratense* L.) bred for grazing under frequent cutting conditions  
Kouichi SATO\*, Akira YOSHIZAWA\*, Hiroki FUJII\*, Hiroyuki TAMAKI\*, Masataka TORIKOSHI\*\*, Masaaki YAMAKAWA\*\*\* and Tsukasa MAKINO\*\*\*

緒言

チモシーは一般に採草利用がされているが、晩生の「ホクシュウ」は他品種に比べて分けつ力、茎数、季節生産性に優れており、放牧利用も可能である。しかし、チモシーは他の草種に比べると再生が遅く、競合力や季節生産性に劣るという欠点があることから、北見農試ではこれらの欠点を改善した放牧用品種の育成に取り組んでいる。本試験ではその一環として、北見農試と根釧農試で放牧を想定した混播多回刈条件による後代検定を実施し、両地域における各形質の系統間差異について検討した。

材料及び方法

材料は北見農試で実施した多回刈の栄養系評価試験から、放牧用として有望と考えられた38系統の多交配後代系統と「ホクシュウ」を用いた。試験は1999年から2001年までの3年間、北見農試と根釧農試の2ヶ所で行った。圃場は畦間60cmの条播とし、競合力を評価するためにシロクロバ「ソーニャ」との混播とした。北見農試は播種2年目に9回、3年目に7回、根釧農試は播種2年目に6回の刈取を行い、各刈取時に草勢、茎数、草丈、節間伸長茎割合、シロクロバ被度などを調査した。本試験では収量の実測値を得るのが困難なことから、収量性は草勢で評価した。

結果及び考察

北見農試における2年目の草勢は、系統平均および「ホクシュウ」とも2番草から5番草にかけて低下し、7番草以降は系統平均が「ホクシュウ」をやや上回った。根釧農試では3番草から4番草にかけて草勢が低下した。両試験とも、草勢の低下とともに系統間差異が大きくなった(図1)。このことはチモシーの欠点とされる季節生産性の不均衡を示すと同時に、それが選抜によって改善される可能性も示していることから、以後、北見農試の7~9番草の草勢の平均値と根釧農試の5~7番草の草勢の平均値(以後、両形質を秋季草勢と呼ぶ)に注目し、他の形質との関係と系統間差異について検討した。

北見農試の秋季草勢と、同時期に調査した他の形質と

の順位相関係数は、茎数(1:疎~9:密による観察評点)が0.964(P<0.01)、草丈が0.350、シロクロバ被度が-0.122であり、秋季草勢に対しては茎数が大きく関与していた。また、秋季草勢と3年目年間草勢(1番草~7番草の草勢の平均値)との順位相関係数は0.818(P<0.01)であり、秋季草勢はその後の草勢にも強く影響し、秋季草勢の低下は季節生産性だけでなく永続性にも悪影響を及ぼすことが示された。

次に、各供試系統における北見農試と根釧農試での秋季草勢を比較した。両者の相関係数は0.503(P<0.01)であったが、ややばらついた分布を示しており、両試験地の秋季草勢における系統間差異の発現のパターンは、やや異なった傾向を持っていると考えられた(図2)。このことは、一地域の試験結果のみで優良系統を選抜した場合、その選抜効果が他の地域で十分に発揮されない可能性があることを示唆している。

以上より、今後放牧用チモシーの育種を進めるにあたっては、秋季草勢に優れる系統を重点的に選抜するとともに、複数の地域での混播多回刈試験、特に放牧用チモシーの主要栽培地帯である根釧地域での評価も考慮した選抜を行う必要があると考えられた。

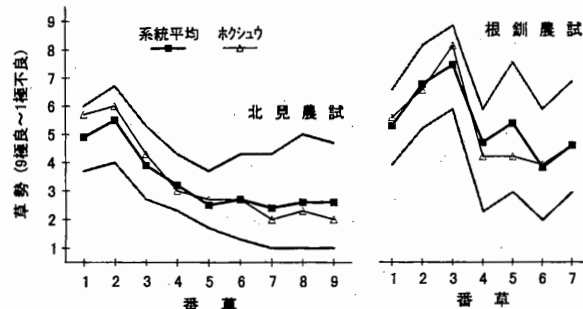


図1. 北見農試と根釧農試における2年目の草勢  
注) 図中の灰色の線は系統の上限と下限を示す。

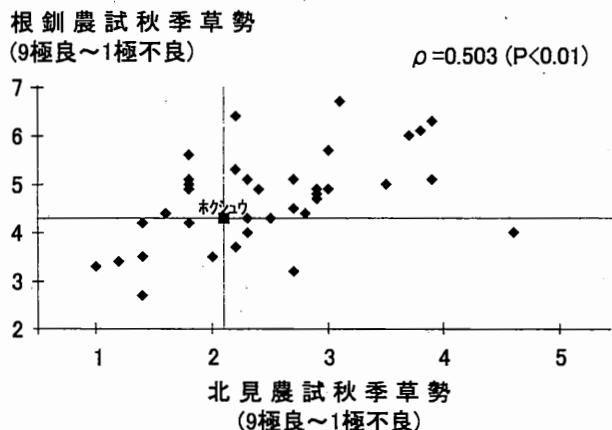


図2. 北見農試と根釧農試における秋季草勢の関係

\*北海道立北見農業試験場 (099-1496 常呂郡訓子府町)

Hokkaido Kitami Agric. Exp. stn., Kunneppu, Hokkaido, 099-1496, Japan

\*\*北海道立十勝農業試験場 (082-0071 河西郡芽室町)

Hokkaido Tokachi Agric. Exp. stn., Memuro, Hokkaido, 082-0071, Japan

\*\*\*北海道立根釧農業試験場 (086-1153 標津郡中標津町)

Hokkaido Konsen Agric. Exp. stn., Nakashibetsu, Hokkaido, 086-1153, Japan

「ガレガ (*Galega orientalis* Lam.)」の生育特性

岩淵 慶・我有 満・大塚 博志...

Introduction of Characteristics of New Legume  
*Galega* (*Galega orientalis* Lam.)

Kei IWABUCHI\*, Mitsuru GAU\*\*  
and Hiroshi OHTSUKA\*\*\*

緒 言

前報において、ガレガはアルファルファやアカクロバと比べて収量性、耐病性、永続性、混播適性等で優れている点があることを示した。本報では、(1)刈取り時期と再生力、並びに永続性と関連する地下部の生育について検討した。また、(2)播種当年の雑草対策に関連して、掃除刈りを想定した刈取時期について検討した。

材料及び方法

(1)ガレガ (品種: Gale) の刈取り時期と再生力については、本会畜産実験研修牧場および道立北見農業試験場 (訓子府町) で実施された試験結果をもとに検討し、地下部形質については適宜草地を掘り取って調査した。(2)播種当年の雑草対策関連については、4葉期刈り (播種後37日目の草丈約10cmの時期に最頂芽を切除) および7葉期刈り (播種後61日目の草丈約25cm程度の時期に刈高10cmで刈取り) の2処理を設け、掃除刈りの適時期について検討した。なお、いずれの試験もアルファルファ (品種: マキワカバ) との比較で実施した。

結果及び考察

1. 刈取り時期と再生力との関連

表1に刈取りスケジュールを示した。1番草はガレガとアルファルファに差は認められなかった。2番草では、ガレガがアルファルファと比べて刈取り後の再生が緩慢で、生育後期になるとアルファルファと変わらないかやや上回るという再生パターンが反映されていた。即ち、生育期間が50日前後という短いホクレン2000年および北見農試2001年ではガレガはアルファルファより収量は低く、それが60日にもなるホクレン2001年ではガレガが高くなった。このように1番草および2番草では、生育パターンと生育量との関係が明確に現れていた。一方、3

表1. 刈取りスケジュール

場所・年次	収穫日		
	1番草	2番草	3番草
ホクレン 2001年	6/24	8/24	10/15
ホクレン 2000年	6/29	8/15	10/15
北見農試 2001年	6/22	8/9	10/10

播種日:1999年6月1日.

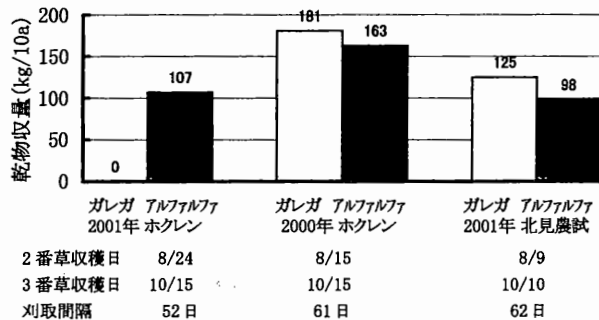


図1. 刈取り時期と再生力 (3番草)

番草ではそれらの場合と状況を異にしていた。ホクレン2001年において、2番草と3番草の刈取り間隔が50日もあり再生がほとんど認められなかったことは、生育日数からは整理できない。雑草の繁茂や病気など特に問題がなかったことから収穫時期が大きく関連していたと考えられた。牧草等の永年作物は、秋に越冬体勢を整えるために地上部の生育を抑え休眠に入るが、ガレガは休眠に入る時期がアルファルファよりも早いことを示唆していた (図1)。従って、ガレガの年間の利用回数は、8月中旬に2番草を収穫する場合は3回刈り、8月下旬以降に2番草を収穫する場合は2回刈りとなる。なお、休眠を誘発するのは気温や日長であるが、この時期は平均気温が約15℃ありその影響は少ないことから、日長条件 (短日条件) がより大きく影響していると考えられた。このような永続性機構の発達については、個体の貯蔵養分との関連で地下部の発達が考えられる。ガレガは、地下茎を非常に発達させる作物であり、経時的に掘取り調査した結果、8月中旬に地下茎の発生が始まった。この時期は、再生が緩慢となる時期と重なっており、これらの点をまとめると図2のとおり整理できた。

2. 掃除刈りの実施適時期の検討

草丈は、4葉期刈りでは処理後24日後の7月31日には無処理と差がなくなり、その後も同様に推移した。7葉期刈りでは、無処理と比べて低く推移したが、処理後34日目の9月4日には無処理区より約16cm低かった (図3)。8月14日 (4葉期刈り; 処理後37日目、7葉期刈り; 処理後15日目) に地上部と地下部の乾物重量を調査した結果、4葉期刈りでは地上部および地下部とも無処理と差は認められなかった。一方、7葉期刈りでは地上部および地下部とも無処理に比べて小さかった。ただし、地下部は地上部に比べてその差は小さくなっていた。乾物収量は、4葉期刈りでは無処理よりもむしろ多収であり、これは茎数が増加したことによる可能性があった。7葉期刈り区では無処理区より低いものの約70%まで回復していた。従って、チモシーとの混播栽培を想定する場合、ガレガは、アルファルファとは異なりイネ科牧草の生育に合わせた掃除刈りが可能であることが示唆された。

	2番草の刈取り時期			
	8月		9月	
	上旬	中旬	下旬	上旬
地下茎の発達	無	少	多	→
3番草の再生程度	大	中	極少 (無)	→

⇒永続性機構の発達

図2. 2番草の刈取り時期と地下茎の発達および3番草の再生程度との関係

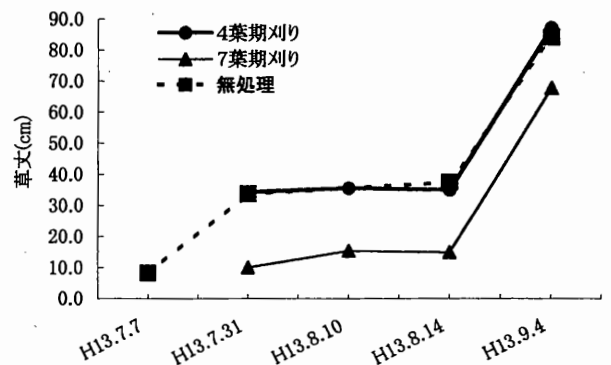


図3. 草丈の推移

\*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, Kunneppu, Tokoro-gun, 099-1421, Japan

\*\*北海道農業試験場 (062-0045 札幌市豊平区羊ヶ丘1)

\*\*Hokkaido National Agricultural Experimental Station, 1, Hitsujigaoka, Toyohira-ku, Sapporo, 062-0045, Japan

\*\*\*ホクレン農業協同組合連合会 (060-8651 札幌市中央区北4条西1丁目)

\*\*\*Hokuren Federation of Agricultural Cooperatives, W 1, N 4, Chuo-ku, Sapporo, 060-8651, Japan

ガレガの生育ステージの進行に伴う飼料成分割合の変化

我有 満\*\*・岩淵 慶\*\*・磯部 祥子\*\*・廣井 清貞\*

Change of feed composition ratios with developing stage in galega

Mitsuru GAU\*, Kei IWABUCHI\*\*, Sachiko ISOBE\* and Kiyosada HIROI\*

緒 言

ガレガは、生育ステージの進行に伴う飼料品質の低下が小さいことが長所の一つとされている。本報告では、アルファルファを対照としてこの点を確認した。

材料および方法

1998年8月30日に播種したガレガ「Gale」およびアルファルファ「マキワカバ」の3年目の単播草を材料とした。各生育ステージにおいて、各草種2点サンプリングし、60℃で48時間通風乾燥して、粉碎し、飼料成分分析を行った。CPはケルダール法、EEはソックスレー法、灰分は灰化法、OCC、OCW、Oa、Obは酵素法により分析した。また、ADF、NDF、NFCは分析値を基に推定式を用いて計算した。サンプリングは、1番草においては2000年5月31日から5日刻みで7月10日まで9回行い、2番草は8月7日、3番草は10月27日に各1回行った。2番草および3番草を調査するための1番草の刈り取り日は6月25日であった。施肥は北海道農業研究センターのアルファルファ育種基準に従った。

結果および考察

開花始日は、「Gale」6月10日、「マキワカバ」6月25日であった。「マキワカバ」の開花始に近い6月20日から6月25日頃を境に、それ以前では、「マキワカバ」でCP割合が高く、ADF割合、NDF割合が低いが、以後は、「Gale」でCP割合が高く、ADF、NDF割合が低くなった。7月10日におけるCP割合は、「マキワカバ」11.0%に対し、「Gale」は15.4%を維持していた。また、「Gale」は2番草および3番草において、「マキワカバ」よりCP割合が高く、ADF割合およびNDF割合は低くなった。

以上より、「マキワカバ」は、開花始期以降においてCP割合が低下、ADF割合およびNDF割合が増加し、

品質の低下が大きいものに対して、「Gale」は、1番草の生育の進行に伴う品質の低下が小さく、少なくとも、「Gale」の飼料品質は「マキワカバ」に劣るものではないと考えられた。また、2番草および3番草においては、「Gale」のCP割合は「マキワカバ」より高く、ADF割合およびNDF割合は低いことから、「Gale」は「マキワカバ」より高品質と考えられた。今後、消化性あるいはサイレージの発酵品質等の調査が必要であるが、ガレガは自給飼料の高品質化に貢献する可能性が高いと考えられた。

表1 各生育段階の飼料成分および栄養価のガレガとアルファルファの比較 (北農研 2000)

草種	分析項目	収穫時期										
		1番草									2番草	3番草
		5/31	6/5	6/10	6/15	6/20	6/25	6/30	7/5	7/10	8/7	10/27
GA	TDN	57.0	54.6	57.6	55.0	54.7	54.3	53.5	53.9	54.3	51.4	52.2
	CP	25.4	20.2	19.2	16.5	17.1	18.0	17.6	16.2	15.4	22.7	20.1
	ADF	30.3	36.0	34.2	37.9	37.6	36.5	36.8	36.7	38.1	37.7	31.9
	NDF	42.9	49.0	47.1	51.1	50.7	49.6	49.9	49.8	51.3	50.8	44.5
	NFC	21.6	20.3	24.6	23.0	20.5	22.3	22.9	25.8	25.4	17.6	23.2
	EE	2.3	2.0	1.9	2.1	2.2	2.4	2.3	1.4	0.9	0.7	2.6
	灰分	8.7	8.9	7.5	7.5	8.7	8.0	7.6	6.9	6.9	8.8	10.0
AL	TDN	58.5	58.3	56.5	53.6	55.5	52.8	53.1	51.0	51.4	51.6	52.0
	CP	27.3	26.6	19.8	17.4	16.4	13.3	14.4	13.0	11.0	16.3	15.6
	ADF	21.3	24.3	25.1	31.3	34.3	38.0	38.2	42.2	43.4	41.1	34.5
	NDF	33.0	36.3	37.2	44.0	47.2	51.2	51.4	55.8	57.1	54.5	47.5
	NFC	25.7	23.8	29.7	26.3	25.2	24.8	23.2	21.7	22.3	18.9	24.5
	EE	2.8	2.4	2.8	2.5	2.1	2.1	1.7	1.4	1.3	1.7	2.6
	灰分	12.2	12.0	10.8	10.0	9.2	8.5	9.3	7.9	7.9	8.7	9.9

注) GA: ガレガ「Gale」 AL: アルファルファ「マキワカバ」 分析値はDM%

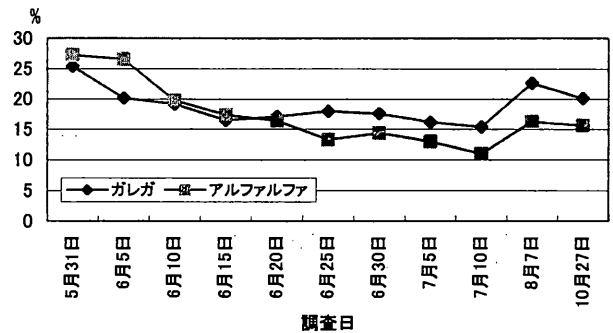


図1 ガレガおよびアルファルファのCP割合の変化

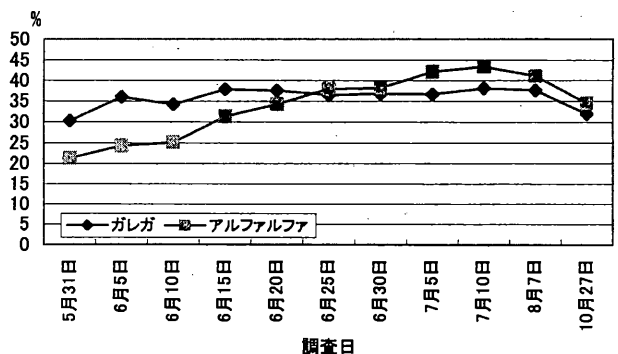


図2 ガレガおよびアルファルファのADF割合の変化

\*北海道農業研究センター (062-8555 札幌市豊平区羊ヶ丘1)

National Agricultural Research Center for Hokkaido Region (Hitsujioka 1, Toyohira-ku, Sapporo 062-8555 Japan)

\*\*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, Kunneppu-cho, Tokoro-gun, 099-1421 Japan)

生育初期地下茎発達の草種間差異

義平 大樹・三橋 麻由

Differences in rhizome development of grasses at early growth stage

Taiki YOSHIHIRA and Mayu MITSUHASHI

緒言

放牧飼養を主体とした黒毛和種繁殖経営では、過肥による繁殖性の低下が問題となっている。季節全般にわたり飽食するため、TDNの高い草種では栄養摂取量を制限するのは難しいからであると考えられる。過肥防止対策としてTDNの低いリードカナリーグラス (RE)、ケンタッキーブルーグラス (KB)、シバムギなどの地下茎型牧草により栄養摂取量を質的制御することによって過肥を防ぐ方法が考案されている。

また一方では、これらの草種は採草地における強雑草であり、その駆除が問題となっている。放牧利用、雑草駆除の両面から、地下茎型牧草の生育初期地下茎発達を比較作物的に整理することは重要であると考えられる。そこで、RE、KBおよびシバムギの地下茎発達を形態および生長解析により比較し、その草種間差異を明らかにしようとした。

材料及び方法

1. 地下茎から再生させた個体の生長解析 (実験1)

2001年5月28日に北海道農業研究センターの放牧用RE、KB草地および試験草地横のシバムギ群生地より約50cm×50cmの正方形に5ヶ所切り取り地下茎を採取した。採取した地下茎は水で土壌を洗い落とし、10cm程度に切断しプランター (縦40cm×横65cm×深さ20cm) に北海三共の園芸培養土を詰め、4個体を移植した。プランターは網室に設置し、試験配置は各区6個体2反復乱塊法とした。品種はREがベンチャー、KBがトロイを供試した。出芽期以降14日に1回、プランターから地下茎を採取し、地下茎長、地下茎重、地上部部位別乾物重および葉面積を測定した。

2. 種子からの生長個体の生長解析 (実験2)

RE、KBについてのみ、同じ品種をプランターの6点に、1点につき4粒を5月28日に播種した。出芽が揃ってから間引きし1個体とした。同様の調査を行い、生長解析を行った。

結果及び考察

1. 種子からの生長個体の地下茎発達開始時期

種子からの生長個体の地下茎発達の開始時期はREが5~6葉期、分けつ数が5本程度の段階であった。それに対してKBは5~6葉期、分けつ数が12本程度の生育段階であった。その時期はREがKBに比べてやや早かった。

REは主稈と分けつの角度が遅発分けつほど拡がり、ある程度以上の角度になると地下茎となると考えられたのに対して、KBは分けつ数の増加にともない冠部が大きくなってから、その下部より分けつが発生すると推察された。

2. 地下茎重増加速度

実験1、2ともに地下茎重の1日当りの増加速度 (Rhizome growth rate: RGR) はRE>シバムギ>KBであった (図1)。また、地上部乾物重増加速度 (Crop growth rate: CGR) がRE>シバムギ>KBであった。両者は比例関係にあると考えられた。しかし、移植後60日前後までの地下茎への乾物分配率 (RGR/CGR: R/

T) はRE>シバムギ>KBであった。移植後80日を過ぎるとR/T比の草種間差異は小さくなった (表1)。また、葉面積は生育期間を通じてRE>シバムギ>KBであった。

これらのことから生育初期の地下茎重増加速度の差は、CGRと地下茎への乾物分配率の差の両方に起因し、CGRは葉面積の差に起因すると考えられた。

3. 地下茎長増加速度

地下茎長増加速度は、地下茎重とは反対に移植後60日目頃まではKB、シバムギ>RE、70日以降はシバムギ>KB>REであった (図1)。これは地下茎の平均的な太さを表す指標である地下茎重/地下茎長がRE>>シバムギ>KBだからである。一茎重はシバムギ、RE>KB、地下茎1節当りの地下茎数はKB>RE>シバムギであった (表1)。

以上より、放牧草地内で分布を広げていく戦略として、REは貯蔵養分に富む太い地下茎を発生させ、そこから太い茎を出し、株の周りから徐々に分布を広げていくのに対して、KBは細い地下茎を発生させそれを長く伸ばし、それが地上部に出て多くの細かい分けつで株を形成した後に、再び地下茎を先に広げていくと考えられた。シバムギは地下茎の太さ、長さ、地下茎から発生する地上茎の間隔から考えるとREとKBの中間的な性質を持つ草種であると考えられた。

表1. 地下茎発達の草種間差異 (地下茎からの再生個体)

調査項目	播種後日数	RE	KB	シバムギ
一茎重(mg)	84	1510±452	360±108	2080±562
地下茎1節当りの地上茎数	84	0.33	0.69	0.44
地下茎長(cm/pl)	84	64	151	195
地下茎重(mg/pl)	84	3910	910	2590
地下茎重/地下茎長(mg/cm)	84	61	6	13
R/T比	56	0.66±0.21	0.23±0.11	0.49±0.12
	84	0.33±0.14	0.38±0.08	0.21±0.11

R:地下茎(Rhizome)の乾物重 1区6個体2反復の平均値±標準誤差  
T:地上部全体(Top)の乾物重

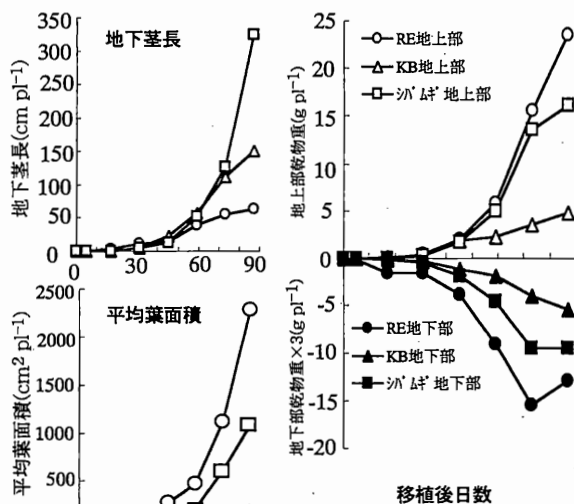


図1. 1個体当たり地下茎長、地上部および地下茎乾物重、葉面積の推移

簡易検定法を用いたアカクローバ菌核病抵抗性に関する QTL 解析

磯部 祥子\*・I. Klimenko\*\*・N. Razgoulaeva\*\*・  
S. Ivashuta\*・我有 満\*・N. Kozlov\*\*

Analysis of QTL associated with resistance to Sclerotinia crown and stem rot by simple laboratory test

S. ISOBE\*, I. KLIMENKO\*\*, N. RAZGOULAEVA\*\*, S. IVASHUTA\*, M. GAU\* and N. KOZLOV\*\*

緒 言

菌核病は積雪下で進行し、融雪後に茎葉や根が腐敗するアカクローバの重要病害で *Sclerotinia trifoliorum* Eriksson によって引き起こされる。本研究では室内における簡易検定法によりアカクローバの菌核病抵抗性を調査するとともに、RFLP マーカーによるアカクローバ連鎖地図の作成を行い、菌核病抵抗性に関する QTL (Quantitative Trait Loci: 量的形質座) 解析を行った。本研究は北海道農業研究センターおよび全ロシアウィリアムス飼料作研究所との共同研究により行われた。

材料及び方法

(1) 解析集団: ロシアから導入した戻し交雑集団: 「WF1680×272」(WF1680によるBCF1集団) 167個体である。WF1680の特性は晩生、spring type、白花、高収量であり、272の特性は早生、赤花、葉斑小である。

(2) 簡易検定法による菌核病抵抗性検定: 解析集団内から抽出した任意の68個体と両親を用いて、簡易検定法による菌核病抵抗性検定をウィリアムス飼料作研究所において以下の手順で行った。

1. ベンズイミタゾールを満たした脱脂綿をシャーレに敷き、その上に複葉を置く。
2. *Sclerotinia trifoliorum* Eriksson の液体培養液を2滴ずつ小葉にスポットする。
3. 光量5000lx、温度14~16℃のチャンバーに7日間放置する。
4. ダメージの程度を4段階で評価(1:無~4:甚)、数式処理により、罹病の程度を算出する。

(数式:  $R(\%) = \frac{\sum a \cdot b}{N \cdot K} \cdot 100$ 、R: 罹病程度、a: 罹病した小葉の数、b: 罹病程度の評点、N: 評価した小葉の数、K: 罹病程度の評点の最大値)

(3) 連鎖地図の構築と QTL 解析: 連鎖地図の構築は北農研で行った。アカクローバ cDNA ライブラリーを用いて RFLP マーカーを開発し、JoinMap により連鎖地

図の構築を行った。また、MapQTL により、菌核病抵抗性および草丈に関する QTL 解析を行った。

結果及び考察

解析集団の菌核病抵抗性検定による葉のダメージ程度は集団の平均で73.3%であった。両親のダメージ程度はWF1680が70.4%、272が63.0%であり、272の抵抗性がWF1680より高かった。解析集団内では最大値が100%、最小値が14.3%となった。

138の RFLP マーカーにより7つの連鎖群(染色体数と同数)からなる連鎖地図を構築した。全長は726.6cM、平均長100cM、マーカー間の平均の距離は5.5cMであった(図1)。

抵抗性検定の結果と構築した連鎖地図を用いて菌核病抵抗性について QTL 解析を行ったところ、LOD 値2.0以上の QTL が4つ検出された。4つの QTL 解析のうち、2つは抵抗性強に關与する QTL であり、残りの2つは抵抗性弱に關与する QTL であった(表1)。

本試験より、菌核病抵抗性に關与する QTL がアカクローバゲノム上に数ヶ所存在する可能性が示唆された。これらの QTL をさらに詳細に解析することで、菌核病抵抗性に関する DNA 選抜マーカーの作出が可能であると考えられる。

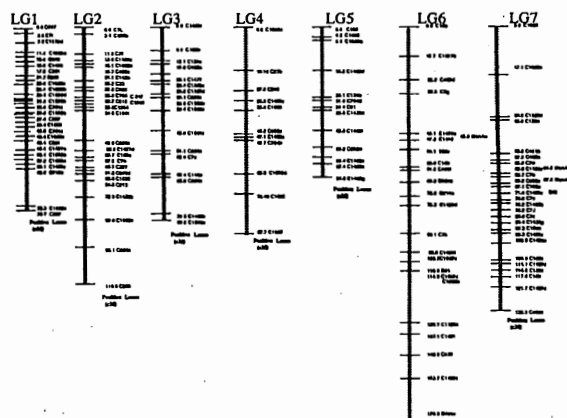


図1. RFLP マーカーによるアカクローバの連鎖地図

表1. 菌核病抵抗性に関する QTL 解析検定

位置	近傍マーカー	LOD値	両親の遺伝子型	効果 <sup>*)</sup>
LG1 46	C1552b	3.28	a0xa0	-
LG2 30	C1541- C669c	2.86	00xa0	+
LG4 38	C1062	2.7	00xa0	-
LG5 36	C1408e	4.99	a0xa0	+

<sup>\*)</sup> +は抵抗性強を示し、-は抵抗性弱を示す。

\*北海道農業研究センター (062-8555 札幌市豊平区羊ヶ丘1番地)

National Agricultural Research Center for Hokkaido Region, 1, Hitsujigaoka, Toyohira-ku, Sapporo, 062-8555, Japan

\*\*全ロシア・ウィリアムス飼料作研究所

All Russian Williams Fodder Research Institute, 141055 ugovaya, Moscow reg. Russia

異なる競合条件がエンドファイト感染ペレニアルライグラスの生育に及ぼす影響

山崎 修一・平田 聡之・由田 宏一・中嶋 博

Influence of differential competitive condition on growth of endophyte-infected perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.)

Shuichi YAMAZAKI, Toshiyuki HIRATA, Kouichi YOSHIDA, and Hiroshi NAKASHIMA

緒 言

エンドファイトは植物体内部で相互扶助的に共生している菌類の総称であり、宿主植物に様々な形質を付与することが知られている。ペレニアルライグラスでは、エンドファイト感染植物体は家畜毒性が付与されるが、非感染植物体よりも耐虫性が向上するなどの優良形質が付与されることが報告されている。しかしながら、その他の付与形質についてまだ十分に解明されているとはいえない。また、ペレニアルライグラスのエンドファイト感染が混播草地におけるシロクロバの個体数を減少させることが報告されており、エンドファイトの感染が実際の草地に与える影響を把握しておくことは重要である。本研究では実際の圃場で異なる競合条件を設定し、エンドファイトの感染が宿主であるペレニアルライグラスと競合するシロクロバの生育に及ぼす影響について検討した。

材料および方法

シロクロバは「ソーニャ」を、ペレニアルライグラスは「Nui」のエンドファイト感染系統を供試した。また、2000年に感染系統から葉剤殺菌処理によりクローンの非感染系統を作製した。ペレニアルライグラスの各系統は2001年6月上旬に北海道大学北方生物圏フィールド科学センター、生物生産研究農場内の圃場に移植した。処理区は感染系統とシロクロバの混植区、非感染系統とシロクロバの混植区、感染系統の単植区、非感染系統の単植区の計4処理区を設けた。混植区は株間15cm、畝間30cmとし、単植区は株間、畝間ともに15cmとした。混植区では、5月下旬にシロクロバをペレニアルライグラスの畝の中間に条播した。刈取は高さ5cmで7、8、9月の各下旬に計3回行った。それぞれの刈取時期に各区の個体を地際から刈取って生育調査を行い、高さ5cmで刈取った収穫物の乾物重を調査した。

結果および考察

実験期間中では、とくに病虫害の発生は見られず、病虫害抵抗性においてエンドファイトの影響の差異は認められなかった。ペレニアルライグラスの生育調査では、単植区において全ての刈取時期で地上部乾物重にエンドファイト感染の影響が認められなかったのに対し、混植区では刈取2回目以降の感染系統で非感染系統に比べ、地上部乾物重が有意に増加した(図1)。混植区では、刈取2回目には感染系統で葉鞘と地上部合計の乾物重が有意に増加したのに対し、刈取3回目では調査した全ての形質で感染系統の方が有意に増加した(表1)。この

ことからペレニアルライグラスでは、他の植物体と競合する場合、エンドファイト感染の優位性を発現する可能性が考えられた。

ペレニアルライグラスとシロクロバの収量調査の結果を単位面積当たりの収量に換算した場合、混植区単植区ともにエンドファイト感染による全収量の差異は認められなかったが、混植区においてエンドファイトの感染がペレニアルライグラスの収量が増加させ、シロクロバの割合をやや減少させる傾向が認められた(図2)。

今後はエンドファイト感染植物体と競合する種との組み合わせを変えることにより、感染植物体が優位性を示すパターンや生理的、形態的な条件などの解析が必要であると思われる。

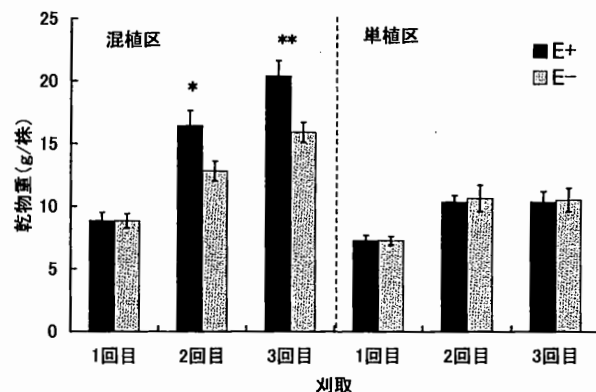


図1. 各刈取時期におけるペレニアルライグラスの地上部乾物重

注1) \*は5%水準の有意差、\*\*は1%水準の有意差を示す  
2) 縦棒は標準誤差を示す

表1. 混植区における各刈取時期のペレニアルライグラスの形質

刈取	感染	分けつ数 (本/株)	乾物重		
			葉身 (g/株)	葉鞘 (g/株)	地上部合計 (g/株)
1回目 (7月25日)	E+	70	5.2	3.7	8.8
	E-	77	5.3	3.6	8.8
2回目 (8月23日)	E+	146	7.7	8.8**	16.4*
	E-	128	6.1	6.7	12.8
3回目 (9月24日)	E+	159*	8.5*	11.6**	20.2**
	E-	128	7.2	8.7	15.9

注) \*は5%水準の有意差、\*\*は1%水準の有意差を示す

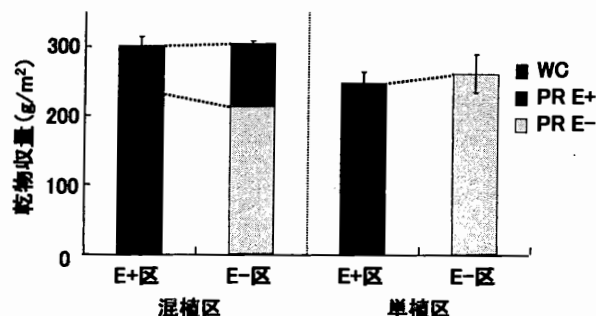


図2. 刈取3回目における、単位面積当たりの乾物収量  
注) 縦棒は標準誤差を示す