

放牧および刈取条件下における草丈の再生速度の比較

帕尔哈提 木鉄力甫・折橋秀夫・花田正明

岡本明治

Comparison of regrowth rate between pasture and meadow

Partha MUTELLIP, Hideo ORIHASHI  
Masaaki HANADA and Meiji OKAMOTO

緒言

放牧草地を計画的に利用するためには、牧草の季節的な生育特性を把握する事が重要である。牧草の生育特性に関する研究の多くは刈取条件下で行われている。しかし、放牧条件下においては家畜による採食、踏みつけ、糞尿などの影響を受けるため、主に刈取条件下で行われている牧草の生育特性に関する研究を放牧条件下に適用することは難しいと考えられる。

そこで、本試験では放牧及び刈取条件下における牧草の生育特性の違いを明らかにするために、草丈の再生速度および葉鞘中のフラクトサン含量を比較した。

材料および方法

試験期間は1996年6月7日から9月20日までの106日間とした。放牧区はオーチャードグラス(OG)主体およびメドウフェスク(MF)主体混播草地とし、草種ごとにそれぞれ1区(4.25a)を設けた。刈取区はOGおよびMF単播草地とし草種ごとにそれぞれ1区(0.28a)を設けた。放牧区はホルスタイン種雌育成牛を草種ごとに5頭ずつ放牧し、滞牧日数を1日、休牧日数を20日とした。刈取区は放牧区の入牧日に合わせて刈取を行い、刈取高さは放牧後の草丈と同じとなるようにした。各試験期は、6月8日から28日までを1期、6月29日から7月20日までを2期、7月21日から8月9日までを3期、8月10日から30日までを4期、8月31日から9月20日までを5期とした。各処理区に25×25cm<sup>2</sup>の固定枠を、草種ごとに放牧区10か所、刈取区4か所設置した。各固定枠内の5個体のイネ科牧草に色が異なる印をつけ、試験期間中の5日ごとに同個体の草丈の推移を測定し、1日当たりの平均再生速度を求めた。草丈の測定と同時に牧草サンプルを採取し、葉鞘中のフラクトサン含量をアントロン法により分析した。

結果および考察

試験期を通した平均再生速度は、OGでは放牧区、刈取区それぞれ1.73、1.71cm/日、MFでは1.29、1.16cm/日であった。MF1期の再生速度は放牧区、刈取区それぞれ1.60、1.30cm/日であった(表1)。刈取高さが5、10、15cmの時、10cmの再生速度が最も早いという報告があり、再生速度の違いは刈取後の草丈(6.25cm)

が放牧後の草丈(11.15cm)に比べ低かったためと考えられた。

試験期を通した平均フラクトサン含量は、放牧区、刈取区それぞれOGでは112、72mg/g DM、MFでは112、97mg/g DMであった。OG、MF両方とも、平均フラクトサン含量は放牧区が刈取区より高い傾向を示した。しかし、OGの3期とMFの4、5期では、放牧区は刈取区に比べ低い傾向を示した。

再生速度とフラクトサン含量の関係は、OGでは、放牧区の3、5期と刈取区の4、5期で、再生速度が高くなるとフラクトサン含量が低下する傾向が見られた。一方、OGの2期では、放牧区と刈取区とも、再生速度が高くなるとフラクトサン含量が増加する傾向が見られた(図1)。MFでは、放牧区の1、3、4、5期と刈取区の1、3、4、5期では再生速度が低くなるとフラクトサン含量が増加する傾向が見られた。一方、MFの刈取区の2期では、再生速度が高くなるとフラクトサン含量が増加する傾向が見られた(図2)。

本試験において、再生速度はOGとMF両方とも放牧区と刈取区の間には明確な違いが見られなかった。再生速度とフラクトサン含量の関係は、季節によって変動があり一定ではなかった。再生速度にはフラクトサン含量の他に、土壌条件、牧草の窒素含量などの要因も影響を及ぼすと考えられる。今後は、それら要因とフラクトサン含量を合わせて、再生速度の動態を検討する必要があると考えられた。

表1 放牧区および刈取区における再生速度とフラクトサン含量の比較 (cm/d, mg/g DM)

	1期		2期		3期		4期		5期		平均	
	再生速度	フラクトサン	再生速度	フラクトサン	再生速度	フラクトサン	再生速度	フラクトサン	再生速度	フラクトサン	再生速度	フラクトサン
OG:												
放牧区	1.51	142	1.75	99	2.07	62	1.86	145	1.50	112	1.73	112
刈取区	1.51	75	1.96	73	2.05	75	1.75	68	1.23	68	1.71	72
MF:												
放牧区	1.60	175	1.40	104	1.30	94	1.20	83	0.90	102	1.29	112
刈取区	1.03	94	1.34	93	1.57	70	1.00	110	0.72	117	1.16	97

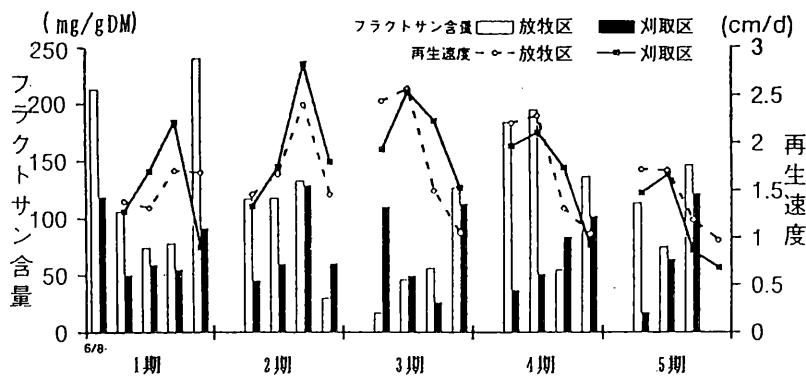


図1. OGにおけるフラクトサン含量と再生速度の比較

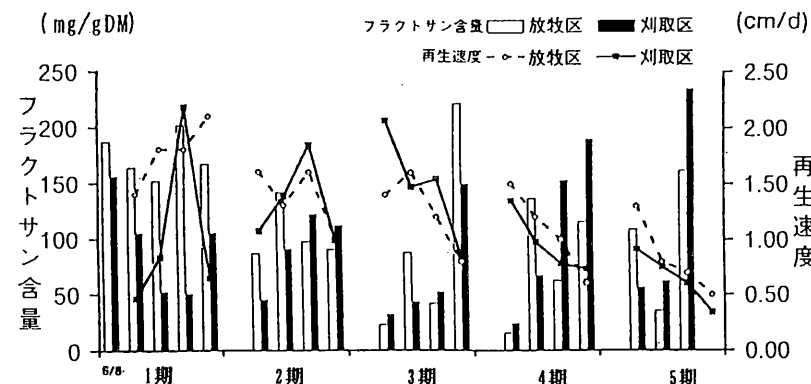


図2. MFにおけるフラクトサン含量と再生速度

休牧日数の違いが放牧草の炭水化物および窒素化合物分画に及ぼす影響

折橋秀夫・佐野純子・花田正明・岡本明治

The effect of resting periods on Carbohydrate and Nitrogen fraction in pasture,

Hideo ORIHASHI, Junko SANO  
Masaaki HANADA Meiji OKAMOTO

緒言

放牧による家畜生産は、放牧草の栄養価が大きく影響している。しかし、放牧草の栄養価は、季節的な変動のみならず放牧条件によっても影響される。近年、飼料の評価法として反芻胃内での炭水化物および窒素化合物の分解度を考慮したCornell Net Carbohydrate and Protein System (CNCPS法) が示されている。そこで、本試験では、休牧日数を2段階設定し、休牧日数の違いが放牧草の炭水化物および窒素化合物分画に及ぼす影響を検討した。

材料および方法

帯広畜産大学付属農場のOG主体放牧地に、ホルスタイン種雌育成牛10頭(試験開始時平均体重256kg)を放牧した。試験期間は1995年5月22日から10月23日までの153日間であった。1牧区の面積は10aとし、滞牧日数1日で輪換放牧した。試験区は休牧日数により、短期休牧区(S区)と長期休牧区(L区)とした。各試験区入牧前に、イネ科草丈、草種構成割合を測定した。放牧草の炭水化物および窒素化合物は、CNCPS法を用いて分析した。5月23日から7月4日までを春季、7月5日から9月4日までを夏季、9月5日から10月23日までを秋季とした。S区の休牧日数は、春季6日、夏季8日、秋季17日間とした。L区では、春季13日、夏季21日、秋季35日間とした。各牧区への入牧回数、S区で14回、L区で7回であった。試験終了時における入牧家畜の体重の積算値は、S区で4.2t/10a、L区で2.1t/10aであった。

結果および考察

放牧前イネ科草丈は、S区、L区それぞれ春季で16.4、23.7cm、夏季で10.8、23.0cm、秋季で25.6、26.3cmであった。イネ科草丈は、春季、夏季においてL区に比べS区の方が低い値を示した。これは、S区の休牧日数が、春季6日、夏季9日と短いため、牧草の再生が抑制されたためと考えられる。イネ科葉身割合は、S区よりL区の方が高い傾向が見られ、イネ科葉鞘割合は、S区では5.2~11.9%の範囲であり、L区では8.3~10.9%の範囲であった。休牧日数による違いがマメ科割合に及ぼす影響は明確ではなかった。リター割合は、S区よりL区の方が低い値を示した。これは、L区はS区に比べ、春季、夏季における輪換回数が多く、イネ科草の再生が抑制され、イネ科

葉身部の割合が減少し、リターが増加したと考えられた。

表1には炭水化物分画含量の推移を示した。CA含量とCB1含量は、休牧日数による違いは見られなかったが、春季、夏季、秋季と季節の進行に伴い増加する傾向が見られた。イネ科の貯蔵養分は、秋季において同化生産物の貯蔵器官への転流割合が高まり、貯蔵養分含量も増加する。そのため、糖を示すCA含量も同じ様な傾向を示したと考えられた。CB2含量は、試験器官を通じてL区よりS区の方が低く推移し、夏季のS区で、15.6%と最も低い値を示した。CB2主成分はセルロースであり、草丈の伸長に伴いセルロースを多く含む細胞壁含量は増加するため、草丈の低いS区でCB2含量が低い値を示したと考えられた。CC含量は、季節、休牧日数により有為な差は見られず、13.4~15.2%の範囲であった。

また、CB2含量は、草丈との間に相関関係見られ、草丈が高くなると放牧草のCB2含量は増加することが示された。しかし、CA、CB1含量と草丈植生割合の間には明確な関係は見られなかった。

表2に放牧草の窒素化合物含量の推移を示した。PA含量およびPB1含量は、春季、休牧日数により有為な差は見られなかった。PB2含量は、季節、夏季に比べ、秋季において高く、PB3含量は、春季、秋季に比べ、夏季において高い傾向が見られた。PC含量は、季節、休牧日数により明確な差は見られなかった。また、窒素化合物分画含量と草丈や、草種構成割合の間にも明確な関係が見られなかった。そのため、休牧日数や、草丈、植生割合の変化が、窒素化合物分画に与える影響は小さいと考えられた。

以上のことから、本試験のように放牧圧を高め草丈を26cm以下に維持した草地では、休牧日数の違いが、放牧草の炭水化物および窒素化合物分画に与える影響は小さいと考えられた。

表1. 放牧草の炭水化物分画

	春季		夏季		秋季		有意差	処理	季節
	S区	L区	S区	L区	S区	L区			
	— % DM —								
CHO	56.4	59.5	50.7	60.7	60.1	64.3	*	NS	
CA	15.2	15.8	18.6	18.8	20.1	17.7	NS	*	
CB1	0.7	0.3	0.7	0.6	0.7	0.9	NS	**	
CB2	26.4	30.0	15.6	26.1	25.6	31.0	NS	NS	
CC	14.1	13.4	15.8	15.2	13.7	14.7	NS	NS	

\*\* : P < 0.01, \* < 0.05, NS : 有意差なし (P > 0.05)

表2. 放牧草の窒素化合物分画

	春季		夏季		秋季		有意差	処理	季節
	S区	L区	S区	L区	S区	L区			
	— % DM —								
CP	19.6	19.7	21.4	19.8	20.8	18.8	NS	NS	
PA	1.6	1.2	1.8	2.0	1.6	2.2	NS	NS	
PB1	3.3	3.7	4.1	2.7	3.5	2.7	NS	NS	
PB2	8.8	8.9	9.6	7.7	10.5	11.3	NS	*	
PB3	5.9	5.9	5.9	7.4	5.2	2.6	NS	**	
PC	1.9	2.0	2.0	1.9	2.5	1.8	NS	NS	

\*\* : P < 0.01, \* < 0.05, NS : 有意差なし (P > 0.05)

帯広畜産大学 草地学講座 (080 帯広市稲田町)

Lab. of Grassland Utilization

Obihiro Univ. of Agr. & Vet. Med.

Obihiro Hokkaido 080

酸化クロムカプセルを用いた遊牧羊の排糞量の推定

上原有恒\*・牧野 司\*・大谷昌之\*・花田正明\*  
 岡本明治\*・出口健三郎\*\*・坂東 健\*\*\*  
 維納汗巴彦\*\*\*\*・伊明江斯迪克\*\*\*\*・阿衣殿達西旦\*\*\*\*

Estimation of fecal output for nomadic sheep using chromic capsules,

Aritsune UEHARA\*, Tsukasa MAKINO\*  
 Masayuki OOTANI\*, Masaaki HANADA\*  
 Meiji OKAMOTO\*, Kenzaburo DEGUCHI\*\*  
 Takeshi BANDO\*\*\*, Uinahan BAYAN\*\*\*\*  
 Iminjan SEDIC\*\*\*\*, Aidin DASHITAN\*\*\*\*

緒 言

乾燥・半乾燥地域は、気象などの影響条件が作物の生育に適しておらず、数千年の昔から草原を主体とした牧畜が営まれてきた。特に、季節によって利用する草原を移動しながら家畜生産を行う遊牧によって、草原資源を持続的に利用してきた。しかし、近年では、環境の変化や、社会・経済の変化によって、砂漠化の拡大、草原の耕地化、家畜飼養頭数の増加などを引き起こし、草原資源への影響が懸念されている。このような状況の下では、草原の生産と消費のバランスをとることが重要と考えられる。消費の主なものとして考えられる家畜の採食量は、近年放牧家畜における個体の採食量を把握するために指示物質法が用いられているが、遊牧家畜において指示物質法を用いた報告はほとんどなく、また、その研究方法も確立されていない。そこで本試験では、実際に遊牧している家畜に酸化クロムカプセルを投与し、指示物質法を用いた排糞量の推定方法を検討した。

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近郊の、春草地および夏草地において行った。試験期間は、春草地は1996年5月28日から6月15日、夏草地は1996年7月31日から8月17日とした。供試家畜は春草地、夏草地とも去勢新疆めん羊をそれぞれ4頭ずつ用いた。供試家畜は、春草地と夏草地では異なる個体群を用いた。供試家畜には酸化クロムカプセル (CAPTEC：酸化クロム排出量195mg/d) を経口投与した。調査項目は、草種、現存草量、実排糞量、糞中酸化クロム濃度とし、糞中酸化クロム濃度から排糞量を推定した。草種は、草原上に50mメジャーを設置し、5mごとに出現した草種を記録した。現存草量は50mメジャーの内、3ヵ所に50cm×50cmのコドロードを設置し、枠内の植物を地際から刈り取り重量を測定した。

実排糞量は、クロムカプセル投与後、春草地では7日から17日、夏草地では10日から17日の間、供試家畜に糞袋を装着し1

日2回全糞を採取して重量を測定した。採糞時に、糞袋の装着状況から全糞採取の可否を観察した。糞中酸化クロム濃度は、実排糞量測定のためのサンプルの一部を現地にて風乾後日本に持ち帰り、リン酸カリ試薬法により分析した。

結果および考察

春草地は標高1,600~1,800mで緩やかな起伏を持つ一面の草原であった。夏草地は標高2,500~3,000mで、平坦な高原地帯であり、北斜面には松の森林があった。

表1に各草地における主要草種および出現頻度を示した。各草地の主要草種は、春草地は*Festuca* (うしのけぐさ)、*Carex* (すげ)、夏草地は*Alchemilla* (羽衣草)、*Poa* (いちごつなぎ) であった。春草地は夏草地に比べ多くの種類が観察された。地上部現存草量は、春草地は夏草地に比べ低い値を示した。

表2に糞中酸化クロム濃度を示した。春、夏草地ともメーカーの示すカタログ値である195mg/dを大幅に上回る酸化クロムが糞中に排出された。カタログ値から算出した排糞量を推定排糞量、糞袋によって全糞が回収されたときの糞中酸化クロム濃度から算出した排糞量を補正排糞量とし、実排糞量と比較した。実排糞量は、春草地は夏草地に比べ高い値を示した。推定排糞量は、各草地とも実排糞量を大きく下回った。一方、全糞採取によって得られたクロム濃度から求めた補正排糞量は、実排糞量と比べ明確な違いが見られなかった。このことから、糞袋によって全糞を採取し、カプセルのクロム排出量を求めることによって、クロムカプセルを用いた排糞量の推定が可能であると推察された。

表1. 各草地における草種および草量

春 草 地		夏 草 地	
草 種	出現頻度	草 種	出現頻度
イネ科 羊茅 ( <i>Festuca</i> )	28	早熟禾 ( <i>Poa</i> )	20
針茅 ( <i>Stipa</i> )	10		
マメ科 黄氏 ( <i>Astragalus</i> )	5	白三叶 ( <i>Trifolium</i> )	10
その他 苔草 ( <i>Carex</i> )	25	苔草 ( <i>Carex</i> )	15
蒿子 ( <i>Artemisia</i> )	12	羽衣草 ( <i>Alchemilla</i> )	37
紫苑 ( <i>Heteropappus</i> ) など	20	蒲公英 ( <i>Taraxacum</i> ) など	18
平均草量 <sup>※1</sup> (kg/ha)	877 (東斜面) ~ 2,243 (谷)		2,637

※<sup>1</sup>: 草量は現物重とした

表2. 糞中酸化クロム濃度

		春草地	夏草地
糞中クロム濃度	μg/g	425	305
実排糞量 (A)	gDM/BW	15.4	11.7
推定排糞量 (E)	gDM/BW	7.4	7.8
補正排糞量 (F)	gDM/BW	16.1	12.0
E/A	%	48	67
F/A	%	105	103

\*帯広畜産大学 (080 帯広市稲田町西2線)

\*\*新得畜試 (081 上川郡新得町)

\*\*\*天北農試 (098-57 浜頓別町緑ヶ丘)

\*\*\*\*中国・新疆畜牧科学院草原研究所 (中国・新疆 烏魯木齊市 克拉瑪依東路21号)

\*Obihiro Univ. of Agr. & Vet. Med, Obihiro Hokkaido 080

\*\*Shintoku Anim. Husd. Exp. Stn., Shintoku-cho Hokkaido 081

\*\*\*Hokkaido Pref. Tenpoku Agric. Exp. Stn., Hamatonbetsu, Hokkaido, 098-57

\*\*\*\*Grassland Research Institute, Xinjiang Academy of Animal Science P. R. China, No.21 East Friendship Road Urumqi, Xinjiang 830000 P. R. China

無施肥条件におけるワラビの消長に及ぼす放牧と刈取りの影響

手島茂樹・小川恭男・三枝俊哉  
加納春平\*・高橋 俊\*

Effect of Grazing and Mowing on the Growth of *Pteridium aquilinum* (L.) Invading in Grassland under no Fertilization,  
Shigeki TEJIMA, Yasuo OGAWA, Toshiya SAIGUSA  
Shunpei KANO\* and Shun TAKAHASI\*

緒 言

顕著らは、北海道の傾斜放牧草地における低コストな肉用繁殖牛放牧を想定し、草地造成後、無施肥で利用した牧草地が、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長期間にわたって追跡調査している。本報告では、供試放牧草地内の一部に禁牧区と刈取り区を設け、放牧と刈取りがワラビの消長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約10度の野草地を1967年に簡易耕起造成した。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、トールフェスク、チモシー及びシロクロバとした。造成後は、調査を開始した1990年まではほぼ無施肥で、それ以降は完全に無施肥で、肉用繁殖牛の放牧を行ってきた。調査開始時の1990年における植生は、全体としてはワラビが優占していたが、その他にはオーチャードグラス、トールフェスク、ハルガヤ及びブタナなどが主要な草種となっていた。

放牧方法は、アバディーンアンガス種または黒毛和種の繁殖牛を10~20頭、5月中旬から10月末まで放牧した。調査期間中の延べ放牧頭数(体重500kg換算)は160~250頭であった。

調査は1990年から開始し90年から96年まで禁牧した禁牧区、通常に放牧を行っている放牧区を設けた。また、調査開始後3年目からは新たに、禁牧して年2回刈取り搬出を行う刈取り区を追加した。放牧区における年間の生産量とワラビの消長については、固定ケージを設置し、毎年7月と9月に調査刈取りを行った。禁牧区と刈取り区についても、同様に調査を行い、さらに刈取り区については、各調査時に刈取り搬出を行った。

結 果

各処理区の年間の乾物生産量(7月と9月における年2回の刈取り調査値の合計)は、禁牧区及び放牧区とも調査期間を通じて、ほぼ同じ水準で推移した。しかし刈取り区は、毎年刈取り搬出の結果、95年から急激に減少した。

ワラビの乾物重(7月と9月における年2回の刈取り調査値の合計)の年次推移を図2に示した。禁牧区のワラビの乾物重は増加傾向となった。これに対し、刈取り区のワラビ乾物重は

急激に減少し、96年の値は、92年に試験区を設置した時の30%に減少した。一方、放牧区のワラビの乾物重はゆるやかに減少し、刈取り区と同様の变化であったが、ゆるやかな変化速度であった。そして96年の乾物重は、1㎡当たり100g以下になった。

全乾物重に占めるワラビの構成割合は、禁牧区では調査初年度と比較して2年目以降は増加して、96年には約60%に達した。一方放牧区では、調査開始後3年目の92年から20%前後に減少し、その後もその水準で推移した。刈取り区では、年々減少し、96年には約20%となった。

考 察

ワラビ優占の無施肥放牧草地を禁牧すると、ワラビは経年的に増加した。これに対して、年2回の刈取り搬出を行った刈取り区では、ワラビは経年的に減少し、その減少傾向は各処理区間で最も大きかった。このことから、ワラビの防除には、刈取り搬出が有効と考えられる。しかし、ワラビ以外の植物の地上部重も年々減少するため、無施肥条件下では草地生産力を維持できないという問題点が残された。

一方、放牧区についてみると、草地生産力は経年的に安定推移し、ワラビの乾物重は刈取り区ほどではないが年々減少した。放牧区におけるワラビの減少は、牛によってワラビが踏み倒され、ワラビの再生力が低下することに基因すると考えられる。しかし、調査開始前には放牧条件下であったにもかかわらず、ワラビが増加傾向にあった。これは調査開始前の放牧圧が、調査開始後に比べて低かったためと推定される。いずれにしても、ha当たり200頭前後の放牧圧であれば、無施肥条件下で放牧草地の生産力を維持しつつ、侵入したワラビを抑制出来ると考えられる。

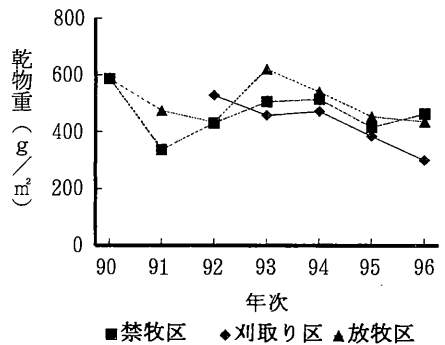


図1. 草地の乾物生産量の推移

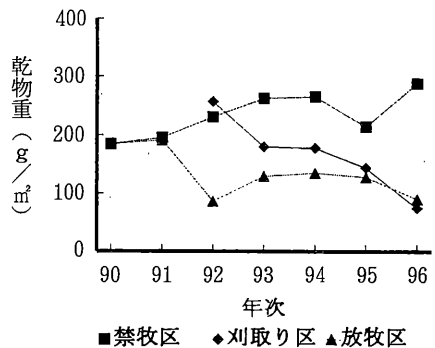


図2. ワラビの乾物生産量の推移

農林水産省 北海道農業試験場 (062 札幌市豊平区羊ヶ丘1)  
\*農林水産省 草地試験場 (329-27 栃木県那須郡西那須野町千本松768)  
Hokkaido National Agricultural Experiment Station  
Hitsujigaoka, Toyohira - ku, Sapporo, 062  
\*National Grassland Research Institute Senbonmatu  
Nishinasuno, Tochigi, 329-27

草地開発が景観に及ぼす影響評価

楊 海軍・丸山純孝・土谷富士夫

Evaluation of Effect of Landscape through  
Crassland's developmet

Haijun YANG, Junkoh MARUYAMA, Fujio TSUCHIDA

1. 序 言

本報では草地開発造成地外の各視点から造成地を重要な視対象とする眺めの変化を予測し、さらに保全すべき景観類型を抽出して、草地景観の重要な構成要素である残存林の割合をシュミレーションした。眺めの変化の予測視点については、全景域を近景域、中景域および遠景域の3つの領域に分けて、残存林から近景域、中景域、および遠景域での眺めの変化に及ぼす影響を各々で明らかにし、さらに統合的・累積的な景観について検討した。

2. 調査地と方法

試験地は北海道十勝平野の北端部における土幌町に位置する草地開発区である。この草地開発は、770haの山林を対象に436haの草地を造成している。事業期間は1994年から1999年にかけての6年間である解析方法は、対象地域の地形図に記された等高線をディジタイザによってGISに入力した。25mメッシュ単位(解像度)のデジタル標高モデル(DEM)を作成した。このDEMを用いて各視点からの可視領域の解析を行った。本報では現地調査による当初計画の残存林率約35%と、さらに開発許容傾斜範囲の残存林を約10%減少させ、残存率約25%についても検討した。

3. 結果および考察

視点の抽出については、人々の行動面から次の3つの視点とした。視点1は牧場から約1km離れた展望台である。視点2は展望台から約0.5km上の駐車場で、視点3は道々士幌～然別湖線の造成地近くの道路である。視点の分布は図1に示す。

視点の評価結果は図2に示した。これによると視点1および視点2からの可視領域はほぼ同じで、視点3からの可視領域はわずかである。また、視点1は日常町内外の人々がよく訪ねる展望台である。したがって、視点1を主要な視点とした。

帯広畜産大学 草地学講座 (080 帯広市稲田)  
Laboratory of Crassland Science, Obihiro Univ.  
Arriic. & Vet. Medicine, Obihiro Hokkaido 080

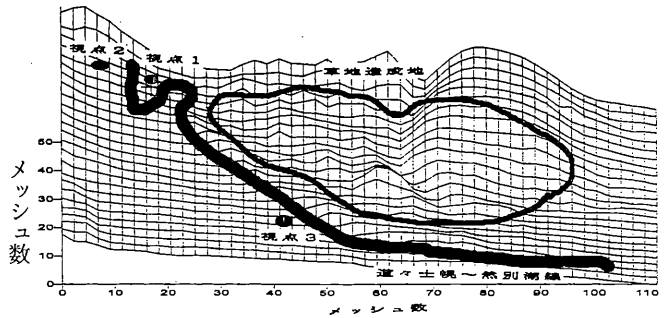


図1. 試験地および視点の分布

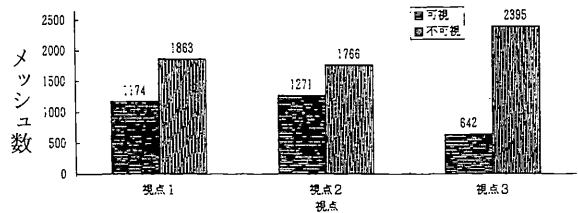


図2. 各視点からみた可視・不可視領域

景域別の可視・不可視領域は、全景域を近景域(視点1からの距離が1.5km以下)、中景域(同1.5~3.0km以内)および遠景域(同3.0km以遠)の3つの領域に分けた。その結果、近景は1,882メッシュ、中景は4,860メッシュ、遠景は5,466メッシュであった。近景域、中景域、遠景域の可視領域はそれぞれ1004、2425、1260メッシュで、草地造成地(12148メッシュ)の約8.3、20.0、10.4%に相当した。つまり、可視領域が多い中景域は、草地造成が景観に与える影響度が高い。したがって、この範囲で牧柵や畜舎・水飲み場などの人工構造物を設置する場合には、色彩やデザインなどが周囲の景観と調和することに配慮しなければならない。

当初の造成計画(残存率約35%)に基づき視点1からみた景域別の可視領域の残存林については、近景、中景、遠景とも、標高別では、400~500m、500~600mに分布している。しかし、傾斜別では、近景では大部分の可視残存林が0~15°の範囲に分布し、中景でも、0~25°の範囲に分布して大差はないが、遠景では0~>25°の範囲に分布し、25°以上の可視残存林の分布が少ない。

残存林を約25%に減少させた場合について検討すると、視点1からみた景域別の可視残存林については、その減少率は標高別では、近景・中景・遠景とも、400~600mの範囲に分布しているが、傾斜別では、8~25°の範囲に分布し、遠景での変化が大きいことがわかった。

また、樹林残存林約25%は従来の公共牧場の残存率と同じである。したがって、草地景観向上の立場から今後この残存率(約35%)の維持管理・保全対策を検討することが肝要である。

チモシーの晩成品種・系統に組み合わせる  
シロクローバの播種量について

鳥越昌隆・下小路英男・佐藤公一  
玉置宏之

Seeding Rate of White Clover with Mix-seeding of  
Late Variety of Timothy (*Phleum pratense* L.)  
Masataka TORIKOSHI, Hideo SHIMOKOUJI,  
Kouichi SATO and Hiroyuki TAMAKI

緒 言

チモシー晩成品種は兼用型の「ホクシュウ」が道内で栽培されているが、競合力及び耐倒伏性に難点があり、その改良が望まれている。新得畜試と根釦農試の試験結果から、競合力が弱い晩成品種に混播するマメ科牧草は、競合力が穏やかなシロクローバ中葉型品種を0.1~0.3kg/10a程度播種するのが良いとされているが、網走地域においては未検討である。一方、育種では、耐倒伏性ととも、競合力と密接な関係にある再生力の選抜を行い、採草用晩成品種の育成を行ってきたが、再生力の選抜が競合力の向上に結びつくかどうかの検討が必要である。

これらのことから、本試験では、育成系統の競合力を検定する際の適性なシロクローバ播種量と耐倒伏性及び再生力で選抜育成した系統の競合力を検討した。

材料及び方法

供試材料は、チモシーが晩生の「ホクシュウ」「北系合92304」「北系合92305」の3品種系統、シロクローバが中葉型の「ソーニャ」を用いた。「ホクシュウ」は兼用型で茎数型、「北系合92304」は耐倒伏性が優れ、再生力がやや劣る採草型で茎重型、「北系合92305」は耐倒伏性にやや劣るが再生力にやや優れた採草型でやや茎重型である。試験は、分割区法3反復で行い、主区がシロクローバの播種量、細区がチモシー品種系統とした。シロクローバ播種量は0.1、0.2、0.3kg/10aの3水準で、チモシー播種量は0.1kg/10aとした。播種は平成7年6月6日に散種で行い、刈り取り回数は2回/年とした。施肥量(N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O/10a/年)は、初年目が7:14:7、2年目が8:8:14、いずれも早春と1番草刈り取り後に分施した。

結果及び考察

1. シロクローバ播種量の検討

適正な播種量の判断基準は、年間合計乾物収量のマメ科率は30%程度が望ましいとされていることから、これに近いマメ科

率であること、品種系統間差が認められることとし、加えて検定草種であるチモシーの主体草地在維持されていることを考慮した。

年間合計乾物収量のマメ科率は、初年目はいずれの播種量及び品種系統においても30%以下であったが、2年目は0.2kg/10a以上の播種量でいずれの場合も30%より高く、また、0.1kg/10aが30%に近い値の場合が多かった。マメ科率の推移をみると、2年目1番草までいずれの播種量でも50%以下でチモシー主体草地在維持していたが、2年目2番草ではマメ科率が高まり、0.2kg/10a以上ではいずれの場合もマメ科優占草地となった。

品種系統間における乾物収量及びマメ科率をみると、年次によりその差異は異なるが、播種量と品種系統間の交互作用がなく、品種系統間における競合力の差異はいずれの播種量でもほぼ同様の傾向であった。

以上のことから、本試験の供試品種系統程度の競合力であれば0.1kg/10a程度の播種量が適当と考えられる。

2. 競合力の品種系統間差異

2草種間競合の影響は両草種の収量にみられるが、本試験では、シロクローバよりチモシー収量の変異が大きく、チモシー収量に競合の影響が大きく現れた。そのため、品種系統間の競合力をチモシー乾物収量の推移から検討した。

初年目は「北系合92304」が高く推移し、2年目は「北系合92305」と「ホクシュウ」が高く推移した。晩成品種の再生は、初年目では、栄養成長のみのため、新分げつの発生と刈り取られた分げつの伸長の両者であるが、2年目以降では新分げつの発生とその生育が主体となる。従って、晩成品種系統の再生力、即ち競合力は2年目以降のチモシー収量で判断すべきといえる。このことから、供試3品種系統では2年目にチモシー収量が高く推移した「北系合92305」と「ホクシュウ」が競合力に優れていると判断される。「北系合92305」が「北系合92304」より競合力に優れていたことから、再生力の向上が競合力を向上させると考えられる。供試系統の選抜過程において再生力、即ち競合力と耐倒伏性とに比較的高い負の相関関係がみられ、両者を同時に改良することは難しいと考えられた。しかし、「北系合92305」は、競合力が「ホクシュウ」と同程度であったこと、単播試験では耐倒伏性に優れていたことから(未発表)、両者を同時に改良できる可能性が示唆された。

晩成品種では、初年目の1、2番草の生育は再生の特性から初期生育といえる。初年目と2年目のチモシー収量の推移から、初期生育と再生時における競合力は異なると考えられるが、このことは詳細な検討が必要であろう。

表1. 各年次・各番草の乾物収量及びマメ科率

シロクローバ 播種量	品種・系統名	乾物収量 (kg/a)								マメ科率 (%)					
		初年目				2年目				初年目			2年目		
		1番草 TY	2番草 WC	1番草 TY	2番草 WC	1番草 TY	2番草 WC	1番草 TY	2番草 WC	1番草	2番草	年合計	1番草	2番草	年合計
0.1	北系合92304	26	3	21	1	496	123	95	119	11	5	8	20	57	29
	北系合92305	26	5	16	1	526	84	143	130	15	6	12	14	48	24
	ホクシュウ	25	3	16	1	533	74	128	112	12	6	10	13	47	22
	北系合92304	25	8	17	2	386	157	62	154	24	9	19	29	72	41
	北系合92305	26	8	14	2	382	160	67	155	24	11	19	30	70	41
	ホクシュウ	23	6	14	2	450	156	96	142	21	13	18	25	60	35
0.2	北系合92304	24	7	16	2	383	123	85	128	22	11	18	24	64	35
	北系合92305	24	8	12	3	440	104	133	130	25	18	23	22	52	32
	ホクシュウ	26	7	11	2	376	145	85	168	22	18	21	28	67	40
0.3	北系合92304	26	4b	18a	1b	518b	94	122	120	13b	6a	10b	15	51	25
	北系合92305	25	7a	15b	2a	406a	157	75	150	23a	11b	19a	28	67	39
	ホクシュウ	25	7a	13b	2a	400a	124	101	142	23a	16b	21a	25	61	36
平均		25	6b	18a	2	422	134	81	134	19	8	15c	24	64	35
系統	北系合92304	25	6b	18a	2	422	134	81	134	19	8	15c	24	64	35
平均	北系合92305	26	7a	14b	2	450	116	114	138	21	12	18a	22	57	33
系統	ホクシュウ	25	6b	14b	2	453	125	103	141	18	12	16b	22	58	33
交互作用		n. s. n. s. n. s. n. s. n. s. n. s. n. s. n. s. n. s. n. s. n. s. n. s. n. s. n. s. n. s.													

注) TYはチモシー、WCはシロクローバを表す。a・b・cの異なる文字間に5%水準で有意差があり、それ以外は無差がない。

カミツレモドキの分布と採草地における消長

小川恭男・手島茂樹・三枝俊哉

Distribution of *Anthemis cotula* L. and an instance of the meadow damaged by this species in Hokkaido

Yasuo OGAWA, Shigeki TEJIMA  
and Toshiya SAIGUISA

緒 言

近年、北海道では、輸入された穀類や乾燥に混じって種々の雑草種子が侵入し、その中の幾つかは牧草地内に定着して多大な被害を及ぼしている。カミツレモドキ (*Anthemis cotula* L.、キク科の1年生植物) はこれら帰化雑草の一種であり、侵入の歴史は比較的新しいが、着実に分布を広げている。また、本草種の特徴として強い悪臭があり、このために、粗飼料中に混入すると嗜好性が低下したり、搾乳牛がそれを摂取すると悪臭が乳中に移行する懸念がある。本報では、本草種の道内における分布ならびに採草地での被害事例について調査し、その除去法について考察する。

材料および方法

- (1) 北海道の牧草地及び飼料畑に侵入・増加している強害帰化雑草の実態を把握するために、道内の農業改良センター60ヶ所を対象として、1993年にアンケート調査を実施した。
- (2) 北農試(札幌市羊ヶ丘)内の新播採草地(小麦を1作した後)、1994年の秋に造成したオーチャードグラス主体の混播草地で面積は約5 ha)に発生したカミツレモドキの生育特性調査した。

結果および考察

道内の農業改良普及センター60ヶ所のうち、15ヶ所から「カミツレモドキが管内で発生している」、12ヶ所から「種の同定はできないが類似の種が発生している」という回答があった(第1図)。道内には、カミツレモドキに類似したイヌカミツレも発生しており、このために、同定が困難という回答があったものと考えられる。しかし、いずれにしても、カミツレモドキは道内の少なくとも25%の行政区内に分布を広げていると推定される。

北農試における新播草地の種組成の推移を第1表に示した。造成後利用1年目に問題になった強害帰化雑草はカミツレモドキとエゾノギシギシであり、1番草中にしめるカミツレモドキの乾物重構成割合は20.6%であった。このため、1番草は搾乳牛に給与するには不敵であると判断し、収穫後にこれを廃棄した。このような大発生は、

農林水産省北海道農業試験場(062 札幌市豊平区羊ヶ丘)  
Hokkaido National Agricultural Experiment Station,  
Hitujigaoka, Toyohira - ku, Sapporo, 062

前年の小麦作付け時にカミツレモドキが圃場周辺で開花・結実し、その落下種子が牧草地造成時の耕起・整地作業によって圃場全体に核酸され、発芽・定着したためと推定される。なお、今後の問題点として、カミツレモドキが混入した粗飼料の給与、特に搾乳牛に給与する粗飼料としての許容範囲について明確な判断基準をつくる必要があると考えられる。

しかし、採草地に侵入したカミツレモドキは刈取り利用によって激減し、茎数で見ると、利用1年目の1番草収穫時に105本/m<sup>2</sup>あったものが、2番草収穫時には7本/m<sup>2</sup>になった。このことから、牧草地の侵入したカミツレモドキの抑圧は容易であると考えられる。しかし、圃場周辺には、利用2年目を以降も残存し、再度大発生する危険性も考えられる。

以上を要約すると、カミツレモドキは北海道で分布を拡大しており、麦類を作付け後牧草地を造成する場面で大発生が懸念されるので、麦類の作付け時に圃場周辺の雑草管理を十分に行うことが重要といえる。

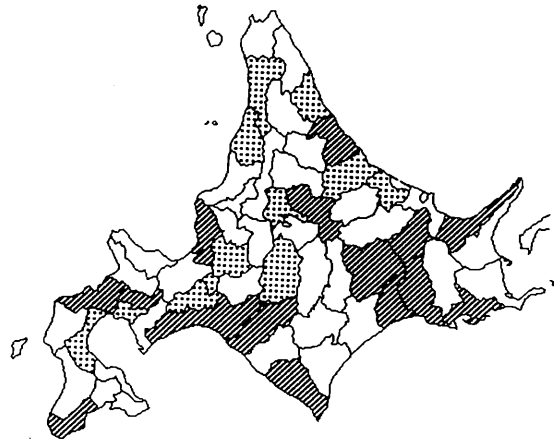


図1. 北海道におけるカミツレモドキの分布  
(平成5年度のアンケート調査結果)  
注) 斜線はカミツレモドキの発生がある地区、点は種の同定はできないが類似の種が発生している地区を示す。

表1. 北農試の新播採草地における利用1年目及び2年目の種組成の推移(積算優占度、SDR<sub>2</sub>)

調査年月日	1995年/利用1年目			1996年/利用2年目		
	6月9日 (1番草)	7月29日 (2番草)	10月28日 (3番草)	6月7日 (1番草)	8月25日 (2番草)	10月9日 (3番草)
オーチャードグラス	97.5	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
アキノア	83.6	76.7	38.1	23.0	19.8	21.7
イノコ	71.2	54.2	49.6	43.7	43.8	54.6
クワコ		2.8	2.3	9.2	10.6	6.8
カミツレモドキ					1.8	5.2
エゾノギシギシ	54.0	51.0	3.5	1.8	3.6	12.9
アキノ	28.5	2.5	4.3	0.5	0.3	
アキノ	22.1					
アキノ科類		5.9	10.9	15.5	41.8	11.9
イノコ科類		1.7	0.7	0.4	2.7	0.8
イノコ		3.6		5.7	3.5	4.4
イノコ			3.1			12.1
積算優占度(%)	99.3	96.6	95.0	98.6	97.8	75.0
群落高(cm)	78.8	56.0	25.3	74.1	40.6	17.4

注) 1995年10月5日(2番草刈取後再生43日目)に、チフェンスルフロメチル水和剤を散布し(3g/10a、散水量100L/10a)、エゾノギシギシの防除を行った。

アカクロバとジグザグクロバの雑種  
および戻し交雑後代の稔性と形態特性

磯部祥子\*・澤井 晃\*\*・山口秀和\*  
我有 満\*・内山和宏\*

Fertility and Morphology of F<sub>1</sub> and Backcross Progeny in Interspecific Hybrid of Zigzag Clover (*Trifolium medium* L.) × Red Clover (*T. pratense* L.)

Sachiko ISODE\*, Akira SAWAI\*\*,  
Hidekazu YAMAGUCHI\* Mitsuru GAU\*  
and Kazuhiro UCHIYAMA\*

緒 言

アカクロバの育種を行う上で最も重要な課題は永続性を向上させることであり、そのための有効手段の一つとして、アカクロバへ栄養繁殖形質を導入することがあげられる。本実験では、地下茎を有するジグザグクロバとアカクロバの雑種を作出し、アカクロバを反復親として戻し交雑を行うことにより、栄養繁殖形質を有するアカクロバの育成を試みた。戻し交雑後代において、稔性が比較的高く、アカクロバに近い形態の個体が得られたので報告する。

材料および方法

ジグザグクロバ (2n=10x=80) を種子親とし、アカクロバ (品種タイセツ 2n=4x=28) を花粉親として雑種 (F<sub>1</sub>) を作出した。稔性回復のため F<sub>1</sub> の染色体数をコルヒチン処理より倍加したのち、アカクロバを花粉親として戻し交雑第1代 (BC<sub>1</sub>) から戻し交雑代4代 (BC<sub>4</sub>) まで作出した。F<sub>1</sub> および BC<sub>1</sub>、BC<sub>2</sub> は完熟種子が得られなかったため、胚培養を利用して作出した。BC<sub>3</sub>、BC<sub>4</sub> は完熟種子が得られたので種子から養成した。温室内で F<sub>1</sub> と戻し交雑世代の稔性を調査したのち、BC<sub>1</sub>、BC<sub>2</sub> および BC<sub>3</sub> は1995年、BC<sub>4</sub> は1996年の春に圃場へ移植した。1996年に圃場で各世代の2番草の形態特性を調査した。この時点で、個体発生から経過した年数は BC<sub>1</sub>、BC<sub>2</sub> は4年、BC<sub>3</sub> は3年、BC<sub>4</sub> は2年であったが、BC<sub>2</sub> は既に貸し枯死していたため形態特性の調査は BC<sub>1</sub>、BC<sub>3</sub> および BC<sub>4</sub> のみ行った。

結果および考察

F<sub>1</sub> の稔性は低く、花粉稔性が1.1%、種子稔性が2.8%であった。戻し交雑世代では、BC<sub>1</sub> は F<sub>1</sub> と同様に花粉、種子稔性ととも低かったが、後代になるほど稔性が回復した。特に花

粉稔性の回復は著しく、BC<sub>4</sub> では花粉稔性が65.3%種子稔性が21.5%となった (図1)。また、BC<sub>4</sub> では花粉、種子稔性ともに反復親であるアカクロバ (タイセツ) なみの稔性を持つ個体が認められた。

地下茎は F<sub>1</sub> および BC<sub>1</sub> の反芻で認められたが、BC<sub>2</sub> 以降は発生しなかった。草丈は、戻し交雑世代では後代になるほど高かった (表1)。茎の太さは後代になるほど太く、BC<sub>4</sub> ではアカクロバより太くなった。BC<sub>3</sub> と BC<sub>4</sub> の草型は立型や葡萄型など様々な変異が認められた。

葉の形態は、小葉長、小葉幅はともに後代になるほど長かった。葉面積を示す指標である小葉長×小葉幅の値は、後代ほど大きく、アカクロバに近くなった。葉の細長さを示す指標である小葉長/小葉幅の値は後代になるほど小さく、戻し交雑の世代が進むにつれて小葉は丸くなり、アカクロバの形に近くなった。また、BC<sub>1</sub> と BC<sub>3</sub> の葉では一部の個体でクロロシスが発生したが、BC<sub>4</sub> では発生しなかった。

以上から戻し交雑4代まで進めることで、稔性が高くなり、外部形態はアカクロバに近くなることが明らかになった。今後は戻し交雑世代の永続性を調査し、永続性育種素材としての有用性を評価する予定である。

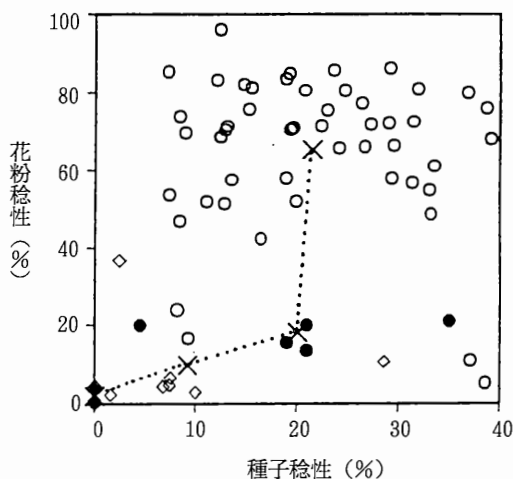


図1. 戻し交雑世代の花粉、種子稔性

◆ BC<sub>1</sub>    ◇ BC<sub>2</sub>    ● BC<sub>3</sub>    ○ BC<sub>4</sub>    × 世代の平均値

表1. 戻し交雑世代の形態的特性

	ジグザグ クロバ	BC <sub>1</sub>	BC <sub>3</sub>	BC <sub>4</sub>	アカ クロバ
草丈 (cm)	45.6	22.6	49.2	62.4	91.8
茎太 (mm)	4.7	2.3	3.5	4.9	3.5
小葉長 (cm)	3.90	3.20	3.74	4.77	5.60
小葉幅 (cm)	1.60	1.95	2.35	3.17	3.99
小葉長×小葉幅	6.24	6.24	8.80	15.11	22.34
小葉長/小葉幅	2.43	1.64	1.59	1.50	1.40

\*北海道農業試験場 (062 札幌市豊平区羊ヶ丘)  
Hokkaido National Agricultural Experiment Station,  
Hitsujigaoka, Toyohira - ku, Sapporo, 062

\*\*鹿児島県農業試験場 大隈支場 (893-16 鹿児島県肝属群  
串良町)

Osumi Branchi Kagoshima Agricultural Experiment  
Station, Kushira, Kagoshima, 893-16



アカローバの永続性を改良するための育種素材の作出  
第1報 胚培養によるジグザグローバ (*Trifolium medium* L.)  
アカローバ (*T. pratense* L.) との雑種雑種の作出

久保木篤・高橋哲也・大川恵子  
橋爪 健・宝示戸貞雄・高山光男

Production of Breeding Materials for Longevity  
Improvement of Red Clover

I. Production of Interspecific Hybrid between  
Zigzag Clover (*Trifolium medium* L.) and Red  
Clover (*T. pratense* L.) by Embryo Culture  
Atsusi KUBOKI, Tetsuya TAKAHASHI, Keiko OHKAWA  
Ken HASHIZUME, Sadao HOJITO, Mitsuo TAKAYAMA

緒 言

アカローバの永続性を改良するため、近縁野生種であるジ  
グザグローバの永続性、耐病性などの形質の導入を試みた。  
本報では、雑種雑種 (F<sub>1</sub>) を効率よく獲得するために、交配  
適期および胚培養条件について検討した。

材料および方法

シロア産ジグザグローバ1系統2個体 (10n=80) を種子  
親、4培体アカローバ1個体 (4n=28; ハミドリ4培体の  
構成母株) を花粉親として、温室内で交配した。交配後14~16  
日目に胚を摘出して、25℃、14時間日長 (約4,000 lx) の恒  
温室内で培養した。

1. 交配適期の検討 ジグザグローバの頭花中の小花の開  
花率を30%以上50%未満、50%以上70%未満、70%以上90%未  
満および90%以上に区分し、それぞれの雑種胚形成率と植物体  
形成率を調査した (表1)。

2. 培地条件の検討

【胚成熟培地の比較】

表2に示した4種類の胚成熟培地を比較した。各培地はL2  
基本培地に示した培地添加物 (+印: 添加) と12.5%ショ糖お  
よび0.8%寒天を加え、pHを5.8に調整した。発芽・生育培地  
には、L2基本培地に300mg/l カゼイン加水分解物、2.5%シ  
ョ糖および0.8%寒天を加え、pHを5.8に調整した培地を用いた。

【発芽・生育培地の比較】

表3に示した2種類の発芽・生育培地を比較した。各培地は  
L2基本培地に表に示した培地添加物 (+印: 添加) と2.5%  
ショ糖および0.8%寒天を加え、pHを5.8に調整した。胚成  
熟培地には、表2のNo.1の培地を用いた。

【発根培地】

上記2試験の発根培地には、1/2 L2基本培地に300mg/l カ  
ゼイン加水分解物、1.0%ニコチン酸、2.5%ショ糖、0.8%寒  
天を加え、pHを5.8に調整した培地を用いた。

3. 培養系の検討 我々が検討した条件と既報の培養系 (P  
hillipsら; 1982年、澤井ら; 1990年) における植物体形成率  
(表4) および各培養系の胚成熟培地と発芽・生育培地を入れ  
換えた場合の植物体形成率 (表5) を比較した。

結果および考察

1. 交配適期の検討 植物体形成率は50%以上70%未満の開  
花程度の頭花から得られた胚を培養した場合に最も高かった。  
したがってジグザグローバの頭花の開花程度が5~7分咲き  
程度の時が交配適期であると思われた。

雪印種苗株式会社 中央研究農場 (069-14 長沼町幌内)  
Snow Brand Seed Co, Ltd. Hokkaido Research Station,  
Horonai, Nagamura-cho, Yubari-gun, Hokkaido 069-14

表1. ジグザグローバの開花率と雑種胚形成率及び  
植物体形成率の関係

ジグザグローバ 頭花の開花程度	交配 花数	雑種胚形成		植物体形成	
		数	率 (%)	数	率 (%)
30%以上50%未満	1041	127	12.2	126	12 9.5
50%以上70%未満	995	111	11.2	111	22 19.8
70%以上90%未満	1045	116	11.1	112	14 12.5
90%以上	1024	182	17.8	179	19 10.6

2. 培地条件の検討 胚成熟培地は培地No.3で反応胚率およ  
び植物体形成率が高い傾向だった (表2)。発芽・生育培地は  
培地Bで胚がカルス化しにくく、植物体形成率が高かった (表  
3)。したがって胚成熟培地No.3と発芽・生育培地Bを選抜し  
た。

表2. 胚成熟培地条件と植物体形成率の関係

培地 No.	培地添加物				供試		反応胚		植物体形成	
	P <sup>1)</sup>	A <sup>2)</sup>	C <sup>3)</sup>	G <sup>4)</sup>	胚数	数	率 (%)	数	率 (%)	
1	+	+			40	22	55.0	5	12.5	
2			+		19	9	47.4	2	10.5	
3			+	+	32	24	75.0	5	15.6	
4	+	+	+	+	50	24	48.0	5	10.0	

1) 0.006mg/l Picloram 2) 2.0mg/l アデニン  
3) 500mg/l 加水分解物 4) 100mg/l L-グルタミン

表3. 発芽・生育培地条件と植物体形成率の関係

培地	培地添加物			供試 胚数	カルス化胚		植物体形成	
	P <sup>1)</sup>	B <sup>2)</sup>	C <sup>3)</sup>		数	率 (%)	数	率 (%)
A	+	+	+	116	60	51.7	5	4.3
B			+	137	46	33.6	14	10.2

1) 0.001mg/l Picloram 2) 0.15mg/l BA  
3) 300mg/l 加水分解物

3. 培養系の検討 各培養系の植物体形成率はPhillipsら  
の培養系と澤井らの培養系が同程度で、我々が選抜した培養系は  
それらと比較して低かった (表4)。また各培養系の胚成熟培  
地と発芽・生育培地を入れ換えたところ、Phillipsらの胚成熟  
培地と我々の発芽・生育培地を組み合わせる時に植物体形成率  
が最も高かった (表5)。したがって胚成熟時にホルモンを添  
加し、発芽・生育時にホルモンを添加しない培養系で雑種  
個体が効率よく獲得できると思われた。

表4. 各培養系の植物体形成率の比較

培養系	供試 胚数	発芽胚		植物体形成	
		数	率 (%)	数	率 (%)
Phillipsら	153	38	24.8	6	3.9
澤井ら	153	33	21.6	5	3.3
雪印改良	153	25	16.3	3	2.0

表5. 胚成熟培地と発芽・生育培地を入れ換えた時の  
植物体形成率の比較

培地	供試	発芽胚		植物体形成	
		成熟 <sup>1)</sup>	発芽 <sup>2)</sup>	数	率 (%)
P <sup>3)</sup>	P	153	38	24.8	6 3.9
P	S <sup>4)</sup>	153	32	20.9	15 9.8
H <sup>5)</sup>	S	152	26	17.1	5 3.3
S	P	151	35	23.2	8 5.3

1) 胚成熟培地 2) 発芽・生育培地 3) Phillipsら  
4) 雪印改良 5) 澤井ら

アカクローバの永続性を改良するための育種素材の作出  
第II報 ジグザグクローバとの種間雑種およびアカクローバを戻し交配した各世代の特性

久保木篤・高橋哲也・大川恵子・  
橋爪 健・宝示戸貞雄・高山光男

Production of Breeding Materials for Longevity Improvement of Red Clover

II. Characteristics of Interspecific Hybrids with Zigzag Clover and Their Backcrossed Generations

Atsushi KUBOKI, Tetsuya TAKAHASHI, Keiko OHKAWA, Ken HASHIZUME, Sadao HOJITO, Mitsuo TAKAYAMA

緒言

アカクローバとその近縁野生種であるジグザグクローバ(地下茎による栄養繁殖能力が高い赤花のクローバ)の種間雑種および種間雑種にアカクローバを戻し交配した各世代の特性を調査し、永続性アカクローバの育種素材の作出の可能性について検討した。

材料および方法

ジグザグクローバ 12個体 (10n=80) を種子親として、4倍体アカクローバ 27個体 (4n=28) を交配して種間雑種 (F<sub>1</sub>世代) を作出し、これらに戻し交配を4回行い、BC<sub>1</sub>F<sub>1</sub>、BC<sub>2</sub>F<sub>1</sub>、BC<sub>3</sub>F<sub>1</sub> およびBC<sub>4</sub>F<sub>1</sub> 世代を得た。F<sub>1</sub>世代の雑種性は、葉斑の形成とアイソザイム分析 (Cis-Aconitase) により確認した。それぞれの世代の特性は、花粉稔性、種子稔性および形態的特徴を主体に調査した。

結果および考察

1. 各世代の植物体作出状況 (表1、2)

F<sub>1</sub>世代は胚培養により359個体獲得できた。葉斑の形成とアイソザイム分析により117個体が雑種であることが判明した。BC<sub>1</sub>F<sub>1</sub>世代は胚培養により75個体獲得できた。BC<sub>2</sub>F<sub>1</sub>世代は胚培養により86個体、種子より104個体獲得できた。BC<sub>3</sub>F<sub>1</sub>世代とBC<sub>4</sub>F<sub>1</sub>世代は全て胚培養せずに種子より獲得することができた。

2. 花粉稔性 (表3)

花粉形成はBC<sub>2</sub>F<sub>1</sub>世代から認められたが、葯が裂開して花粉を放出した個体はBC<sub>3</sub>F<sub>1</sub>世代から認められた。BC<sub>3</sub>F<sub>1</sub>世代は約7割の個体に花粉形成が認められたが、花粉を放出した個体はそのうちの7%程度だった。BC<sub>4</sub>F<sub>1</sub>世代は約7割の個体で花粉の放出が認められた。

3. 種子稔性 (表3)

F<sub>1</sub>世代の開花個体に対してアカクローバを戻し交配した結果、14個体でBC<sub>1</sub>F<sub>1</sub>胚が形成された。BC<sub>1</sub>F<sub>1</sub>世代は、18個体でBC<sub>2</sub>F<sub>1</sub>胚が形成され、そのうちの6個体からは種子も獲得できた。BC<sub>2</sub>F<sub>1</sub>種子の発芽率は約20%で、未熟種子が多いと思われた。BC<sub>2</sub>F<sub>1</sub>世代の培養由来個体のうち20個体にBC<sub>3</sub>F<sub>1</sub>種子が形成され、その発芽率は91%だった。BC<sub>3</sub>F<sub>1</sub>世代からはBC<sub>2</sub>F<sub>1</sub>世

代より高率で種子が得られ、発芽率は87%だった。BC<sub>4</sub>F<sub>1</sub>世代では手交配および虫媒交配による相互交配種子が得られた。

4. 地下茎の形成

F<sub>1</sub>世代で地下茎が形成された個体が1個体認められた。この個体からは戻し交配による胚が得られたが、植物体形成には至らなかった。他の世代では地下茎の形成は認められなかった。

5. BC<sub>2</sub>F<sub>1</sub>およびBC<sub>3</sub>F<sub>1</sub>世代の圃場での特性

BC<sub>2</sub>F<sub>1</sub>およびBC<sub>3</sub>F<sub>1</sub>世代は育苗して圃場展開した。BC<sub>2</sub>F<sub>1</sub>世代は生育が緩慢でクロロシスを呈する個体が多く、2年目には全ての個体が枯死した。BC<sub>3</sub>F<sub>1</sub>世代は初期生育および草勢はアカクローバより多少劣ったが、播種当年と2年目の茎葉病害を調査したところ、罹病程度がアカクローバ並かやや優れると思われる個体が認められた。

まとめ

以上の結果から、これまでに検討してきた素材に関しては地下茎の形成による永続性の改良は困難であると思われたが、耐病性に優れるアカクローバの育種素材を作出できる可能性はあると思われた。したがって今後はBC<sub>3</sub>F<sub>1</sub>世代の耐病性に優れる個体の選抜を行う。またBC<sub>4</sub>F<sub>1</sub>世代の個体間の相互交配により得られた個体の特性の調査も行う。

表1. 胚培養による種間雑種及び戻し交配各世代の植物体作出状況

世代	交配数	培養胚数	植物体形成数	次世代獲 <sup>1)</sup> 得個体数
F <sub>1</sub>	173597	7098	359	14(胚)
BC <sub>1</sub> F <sub>1</sub>	78090	373	75	12(胚) 6(胚・種子)
BC <sub>2</sub> F <sub>1</sub>	8964	207	86	20(種子)

1) 戻し交配による胚または種子が得られた個体数。括弧内は得られた次世代の形態を示す。

表2. 戻し交配世代種子の採種、発芽状況

世代	交配数	採種粒数	播種粒数	発芽	
				数	率(%)
BC <sub>2</sub> F <sub>1</sub>	14374	630	531	104	19.6
BC <sub>3</sub> F <sub>1</sub>	23074	2199	1917	1745	91.0
BC <sub>4</sub> F <sub>1</sub>	3378	358	45	39	86.7

表3. 種間雑種および戻し交配各世代の花粉形成、放出および種子形成の状況

世代	花粉		種子形成	
	形成個体 <sup>1)</sup>	放出個体 <sup>2)</sup>	戻し交配 <sup>3)</sup>	相互交配 <sup>4)</sup>
F <sub>1</sub>	0 / 85			
BC <sub>1</sub> F <sub>1</sub>	0 / 48		6 / 18	
BC <sub>2</sub> F <sub>1</sub>	5 / 38	0 / 38	20 / 25	
BC <sub>3</sub> F <sub>1</sub>	72 / 104	7 / 104	6 / 7	
BC <sub>4</sub> F <sub>1</sub>	24 / 29	20 / 29	3 / 3	4 / 4

1) 花粉が形成された個体数 / 調査個体数

2) 葯が裂開し花粉が放出された個体数 / 調査個体数

3) 種子が形成された個体数 / 戻し交配した個体数

4) 種子が形成された交配組合せ / 相互交配組合せ

雪印種苗株式会社 中央研究農場 (069-14 長沼町幌内)  
Snow Brand Seed Co. Ltd. Hokkaido Research Station,  
Horonai, Naganuma-cho, Yubari-gun, Hokkaido 069-14

放牧用アルファルファ品種の生育特性

岩淵 慶・大塚博志・堀川 洋\*

Characteristics of Growth on Alfalfa  
Cultivar for Grazing

Kei IWABUCHI, Hiroshi OTSUKA  
and Yho HORIKAWA\*

緒 言

現在、北海道におけるアルファルファの栽培面積は、1万1千haと全草地面積の1.9%に過ぎない。しかしながら、今後、高品質自給飼料を確保する上で多収性と高品質性を備えたアルファルファは益々重要な草種となると考えられる。そこで、その栽培面積の拡大を目的として、アメリカで育成された放牧用品種を導入し、既存の採草用品種と生育特性を比較検討した。

材料及び方法

供試品種は、放牧用品種としてAlfagraze、比較品種としてマヤおよび5,444を用いた。試験は、帯広市川西のホクレン十勝試験圃場で1区畝間30cmの5.4㎡で3反復行い、1992年5月15日に単播で条播した。処理は、1992年から1995年は慣行の年3~4回刈りを、1996年は草丈約30cmを目安に6回刈り取りを行った。刈り取り高は約5cmとした。

調査項目は、乾物収量、根重、全非構造化炭水化物(以下、TNCと略記)含有率、個体数、冠部の再生芽数および刈り取り後の残草種とした。このうち、根重およびTNC含有率は、刈り取り1、3、5および6回目、再生芽数は1、3および5回目、個体数は1および6回目、残草量は6回目に各々調査を実施した。なお、根重およびTNC含有率は冠部を除き地下15cmまでの主根を用い、残草量は刈り株に残っている茎葉部重とした。根重および残草量は乾物重で示した。また、TNCの分析にはソモジ法を用いた。

結果および考察

慣行の3~4回刈り時の乾物収量は、Alfagrazeは比較品種のマヤおよび5,444よりも劣る傾向にあり、4ヵ年合計でマヤとは2.5%、5,444とは8.3%低かった。一方、多回刈り処理では、おおむねAlfagrazeがマヤおよび5,444よりも高い傾向にあり、年間合計で約20%有意に多収となった。これは、刈り取り4回目以降の収量がマヤおよび5,444に比べて有意に高いことに起因していた(表1)。次に、1㎡当たりの個体数をみると、

表1. 品種別の乾物収量 (kg/10 a)

品種	1992~1995 合計	%	刈り取り時期						合計	%
			5/31 1回目	6/21 2回目	7/19 3回目	8/6 4回目	9/2 5回目	10/9 6回目		
Alfagraze	3953b	92	157.0a	121.2a	51.9a	27.7a	41.9a	21.1a	420.8a	128
マヤ	4059b	94	151.7a	121.3a	34.6a	17.9b	18.3b	10.9b	354.7b	108
5444	4311a	100	139.0a	121.4a	27.6a	16.3b	15.4b	9.5b	329.2b	100

縦の欄で異なる英小文字間に5%水準で有意差あり。

刈り取り1回目には3品種とも約50個体/㎡であったが、6回目にはいずれも減少した。しかし、その中でAlfagrazeは有意に多く、その残存率も71.3%と最も高かった(図1)。この様に、Alfagrazeは個体数の減少が少なかったため収量が高く維持されたものと推察された。

次に、根部TNC含有率、再生芽数および刈り株の残草量について調査した。根部TNC含有率は、3品種とも刈り取りを重ねるに伴い減少し刈り取り6回目に増加する経過をたどった。このとき、刈り取り1、3および6回目では有意な差は認められなかったが、5回目にAlfagrazeが有意に高かった。これは収量が有意に高くなった刈り取り4回目以降に相当する。そして、Alfagrazeはマヤおよび5,444よりその低下程度は最も小さかった(図2)。また、発生芽数については、刈り取り1回目ではマヤおよび5,444に比べむしろ少なかった。しかし、刈り取りを重ねるに伴いマヤおよび5,444が大きく減少し、刈り取り5回目には各々1回目の47%、52%だったのに対し、Alfagrazeは75%と多かった(図3)。更に、刈り株の残草量もAlfagrazeは0.55g/個体とマヤおよび5,444の2倍以上となっていた(表2)。このことから、Alfagrazeの収量および個体数が比較品種のマヤおよび5,444より高く維持されたのは、刈り取り4から5回目にかけての根部TNC含有率が高くかつその低下程度が小さかったためと考えられた。更に、この要因としては、刈り取り直後の冠部に発生している再生芽数および刈り株の残草量が多いことと強く関連していた。

以上のことから、放牧用アルファルファ品種は既存の採草用品種と異なり、多回刈り処理を施した場合その生存に有利に働く特性を備えていることが明らかとなった。今後、実際の利用場面を考慮した放牧試験や混播試験など、種々の検討が必要であろう。

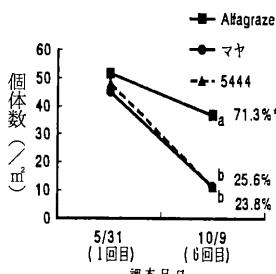


図1. 刈り取り1回目および6回目の個体数(㎡)

\*刈り取り6回目の1回目に対する個体数の割合を示す。  
異なる英小文字間に5%水準で有意差あり。

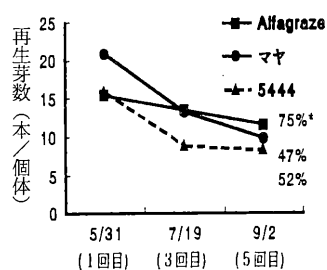


図3. 刈り取り1、3および5回目の再生芽数(本/個体)

\*刈り取り5回目の1回目に対する再生芽数の割合を示す。

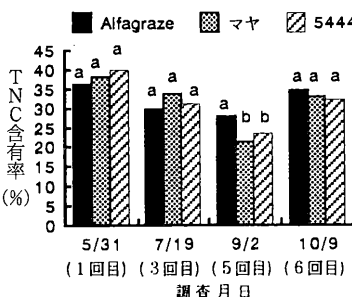


図2. 刈り取り1、3、5および6回目の根部TNC含有率(%)

異なる英小文字間に5%水準で有意差あり。

表2. 品種別の残草量

品種	残草量 (g/個体)
Alfagraze	0.55a
マヤ	0.28b
5444	0.25b

縦の欄で異なる英小文字間に5%水準で有意差あり。

ホクレン農業総合研究所 (069-13 夕張長沼町東9南2)

\*帯広畜産大学 (080 帯広市稲田町)

Hokuren Agricultural Research Institute, Naganuma,  
069-13, Japan

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

ペレニアルライグラス (*Lolium perenne* L.) の  
低温処理カルスにおける生存率と再分化率

日暮 崇・島本義也

Survival and regeneration ratio in freezing treated  
calli of perennial ryegrass

Takashi HIGURASHI, Yosiya SHIMAMOTO

緒 言

ペレニアルライグラスは優れた品種をそなえた草種であるが、耐凍性に乏しく、北海道の寒冷地における実用的な栽培は難しいのが現状である。近年、資料作物において、組織培養を含む手法が育種的手段として試みられており、それによって耐凍性の強いペレニアルライグラスが作出されることが期待されている。

本研究は、ペレニアルライグラスにおける耐凍性の強いカルスの選抜と、その再分化の可能性を探るため、カルス培養系を用いて培養細胞のマイナス温度に対する反応および再分化率を検証することを目的に実験をおこなった。

材料および方法

カルスを誘導するために、「Yorktown II」、「Riikka」、「Look」、「Tasdale」、「S 23」、「S 24」の6品種の完熟種子を消毒し、カルス誘導培地に置床した。カルス誘導培地は、MSを基本培地として、ショ糖30 g/l、カザミノ酸0.5 g/l、2,4D-5 mg/lを加えた培地を使用した。種子を置床した後は、暗黒23℃の条件でカルス誘導をおこなった。

播種から10週間後、直径5 mm以上のカルスを供試し、5℃まで1℃/hourで温度を下げ、そのまま5℃で1週間ハードニング処理した。ハードニング処理の後、すぐにマイナス温度処理をおこなった。5℃から目標で24時間処理した後、マイナスの処理温度から1℃/hourで温度を上げ、23℃まで戻した。マイナス温度処理の10日後、カルスの生存率を調査した。

生存していたカルスは、生存率の調査後すぐに、カルス誘導培地から2, 4-Dを除いた再分化培地に植え継ぎ、16時間日長23℃の条件で6週間培養し、シュートの再生率を調査した。

結果および考察

マイナス温度処理10日後のカルスの生存率を表1に示した。「Yorktown II」と「Riikka」では、処理温度が-9℃以上のときは90%以上の生存率を示し、-11℃および-13℃でも高い生存率を示した。「Look」は、-9℃

以上の処理温度においても生存率が50~67%と低かったが、処理温度が低くなるにつれて生存率が低下する傾向が見られた。「Tasdale」では処理温度を低くすると明らかに生存率が低下した。特に処理温度が-9℃以上になると生存率が急激に低下し、-13℃では40%であった。「S 23」、「S 24」についても処理温度が低くすると生存率が低下し、-13℃では生存率が約60%であった。

マイナス温度処理6週間後の再分化率を表2に示した。「Look」は全ての条件で再分化が見られなかった。他の5品種では、マイナス温度処理をしなかった対照において約20~40%のカルスで再分化が見られたが、マイナス温度処理をしたカルスにおいては、処理温度が-3℃や-5℃のものでは再分化率が約10~20%と低くなり、処理温度が-7℃以下になると再分化率はさらに低下して10%以下になった。

以上の結果より、カルスのマイナス温度抵抗性には、植物体に-7℃の冠部凍結処理を施した後の生存率によって調べた耐凍性と同様の品種間差異があり、その抵抗性は、植物体と同程度、またはそれ以上に強いことが判明した。マイナス温度抵抗性のカルスを選抜するための処理温度は、「Tasdale」、「S 23」、「S 24」については-13℃程度で良いと思われるが、「Yorktown II」、「Riikka」では、さらに低い温度で選抜が可能であると思われる。

また、マイナス温度処理によって再分化率が落ちる原因としては、マイナス温度ストレスにより、再分化に関係する機構が何らかの影響を受けたものと考えられる。

表1. カルスのマイナス温度処理10日後の生存率 (%)

系統	植物体※	処理温度					
		-3℃	-5℃	-7℃	-9℃	-11℃	-13℃
Yorktown II	100	100	100	90	95	75	88
Riikka	81	100	100	92	96	95	84
Look	68	57	67	50	67	36	43
Tasdale	40	93	91	81	56	69	40
S23	83	86	75	—	75	70	58
S24	—	67	89	—	64	75	60

※植物体の欄は、植物体の冠部を-7℃で凍結させたときの生存率を示す。

※※ S 23および S 24の-7℃処理は行わなかった。

表1. マイナス温度処理後生き残ったカルスにおける植え継ぎから6週間までの再分化率

系統	対照	処理温度					
		-3℃	-5℃	-7℃	-9℃	-11℃	-13℃
Yorktown II	5/16※ (27.8)	2/12 (16.7)	0/7 (0)	3/18 (16.7)	1/18 (5.5)	0/12 (0)	1/21 (4.8)
Riikka	6/16 (37.5)	2/12 (16.7)	2/10 (20.0)	1/11 (9.1)	2/25 (8.0)	1/19 (5.3)	1/27 (3.7)
Look	0/7 (0)	0/8 (0)	0/7 (0)	0/8 (0)	0/9 (0)	0/5 (0)	0/6 (0)
Tasdale	4/17 (4.0)	1/14 (7.1)	2/11 (18.2)	1/21 (4.8)	0/10 (0)	1/11 (9.1)	0/6 (0)
S23	3/15 (20.0)	2/15 (13.3)	0/8 (0)	—	1/12 (8.3)	0/8 (0)	0/7 (0)
S24	0/7 (0)	2/12 (16.7)	1/8 (12.5)	—	0/9 (0)	0/8 (0)	0/9 (0)

※シュートを再生したカルス数/生存していたすべてのカルス数 (括弧内はパーセント)

北海道大学農学部 (060 札幌市北区)

Faculty of Agriculture Hokkaido University, Sapporo

060 Japan

ペレニアルライグラス (*Lolium perenne* L.)  
 における簡易differential display法を  
 用いた低温関連性遺伝子の検出

富永陽子・金澤 章・島本義也

Detection of low temperature inducing genes using  
 differential display in perennial ryegrass  
 (*Lolium perenne* L.)

Yoko TOMINAGA, Akira KANAZAWA,  
 Yoshiya SHIMAMOTO

緒 言

低温によって起こる生理的な変化を遺伝子レベルで解析することは、耐凍性の獲得や、発生の機構を解明するうえで重要である。耐凍性の獲得には、膜脂質や糖類、およびタンパク質などの種々の体内成分の変化が関与しており、植物の低温適応は複数のタンパク質の複合的な機能によると考えられる。低温適応に関係しているタンパク質を利用することにより、低温感受精植物に耐低温性を付与することができる可能性がある。

本研究は、寒地型イネ科牧草であるペレニアルライグラスにおいて低温により特異的に発現する遺伝子を検出し、植物の低温適応の機構を解析することを目的として行った。

材料および方法

冠部凍結法による評価をもとに、耐凍性の高い品種として「Riikka」を、低い品種として「Tasdale」を用いた。4℃、24時間の低温処理の前後における生葉約4gよりmRNAを抽出し、RT-PCRによってmRNAのフィンガープリントを利用する簡易differential displayを用いて、低温ストレスによって特異的に発現が制御される遺伝子のクローニングを行った。植物体より得られたmRNAから6merのランダムプライマーを用いて逆転写反応を行いcDNAを合成し、得られたcDNAを鋳型として、ランダムな配列を持つ10merのプライマーを用いてPCR反応を行った。PCR産物を1.5%のアガロースゲルで電気泳動により分離し、解析に用いた。処理特異的なPCR断片は、低温によって特異的に発現したmRNAを反映していると考えられる。

結果および考察

PCR断片の泳動像による解析例を図に示す。用いた18種類中12種類のプライマーで低温処理によって発現量が変化するPCR断片が検出され、その多くは0.2kbpから0.8kbpの範囲に存在していた。PCRの断片の濃さは発現量を反映していることが経験的に知られているので、ここでみられるバンドの濃さからmRNAの発現量を推測できる。

観察された断片のうち、低温処理の前後において発現に差がみられた断片の数を表に示した。1個のプライマーにつき2~16本の断片が検出され、合計132本の全断片中、低温によって発現が抑制されたとみられる断片は全体の7.6%、低温によ

って発現が誘導されたとみられる断片は22.0%であった。耐凍性の異なる2品種を用いていることから、一方の品種でのみ増大がみられるDNA断片が耐凍性の強弱と関係している可能性も考えられる。一方の品種にのみ特異的な断片は両品種併せて全体の約15%観察された。このような、低温処理によって発現量が変化しているとみられる断片、あるいは品種間で発現量が異なる断片は、低温適応と何らかの関係を持っている遺伝子発現と考えられる。

特異的に検出されたPCR断片について、12種類の遺伝子断片のクローニングを行った。200~600bp程度の遺伝子断片について塩基配列を決定し、GenBankおよびEMBLデータベースを用いてBLASTでホモロジー検索を行った。多くの断片については既知のタンパク質との相同性は認められなかったが、未知の低温適応に関連する遺伝子である可能性を示唆している。また、*Salmonella enterica*由来のL-asparagin permeaseと非常に高い相同性を示すクローンが検出された。

種々のタンパク質の複合的な機能発現である低温適応の分子機構を解明するためには、微量な遺伝子発現の変化を検出する必要がある。本研究では、PT-PCRを利用する簡易differential display法により、低温によって特異的に発現が抑制されるとみられる遺伝子断片が検出され、一種類の低温誘導性遺伝子について、遺伝子配列の相同性により機能を推察することができた。

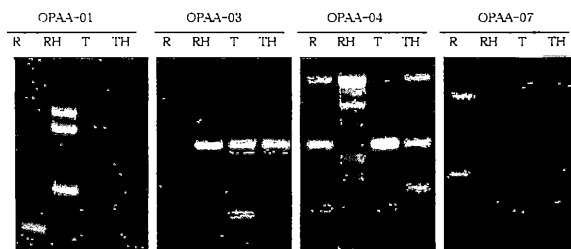


図. 簡易differential display法による解析例。Riikka (R)、Tasdale (T) および低温処理後 (RH, TH) のcDNAを鋳型として用いたPCR断片の泳動像を示す。OPAA-01, 03, 04および07は用いたプライマー。

表 簡易differential display法により観察された全PCR断片数および処理間、品種間で発現に差異がみられた断片

プライマー	断片数	低温特異的*		品種特異的	
		抑制	誘導	Riikka	Tasdale
OPAA-01	11	0	2	0	2
OPAA-02	6	0	3	0	0
OPAA-03	12	2	4	0	1
OPAA-04	10	1	3	0	2
OPAA-06	12	0	2	1	1
OPAA-07	11	0	4	0	0
OPAA-09	10	1	1	0	2
OPAA-10	2	0	0	0	0
OPAA-11	12	1	2	0	1
OPAA-12	8	1	0	0	3
OPAA-14	6	0	0	0	0
OPAA-16	11	4	3	0	0
OPAA-17	5	0	1	2	0
OPAA-18	16	0	4	1	5
合計	132	10	29	4	17
頻度**		7.6%	22.0%	3.0%	12.9%

\*低温処理は4℃、24時間による

抑制: 低温処理前に特異的な断片

誘導: 低温処理後に特異的な断片

\*\*全断片中で観察された頻度を表す

北海道大学農学部 (060 札幌市北区)

Faculty of Agriculture Hokkido University, Sapporo 060  
 Japan

ペレニアルライグラスにおける採種時期  
および採種性評価法の検討

佐藤尚親・大原益博・井上浩幸

Evaluation of Seed Harvesting Stage and Seed  
Productivity in Perennial Ryegrass  
Naoki SATO, Masuhiro OHARA, Hiroyuki INOUE

諸 言

育成品種の速やかな普及や低価格の種子供給のため、脱粒等による採種量のロス避け、最大の採種量を得る収穫時期を検討した。また、開花の早晩と採種量の関係を検討し、ペレニアルライグラスにおける採種性評価法について考察した。

材料および方法

供試草地は平成6年6月6日に畦幅0.6mの冬播、播種量100g/aで播種した利用2年目草地を用いた。試験区は1区1.5㎡、各1畦、3反復であった。供試品種・系統は中性品種・系統は「天北3号」および「リベール」、晩生品種・系統は「天北1号」「天北2号」および「フレンド」の5品種・系統を用いた。施肥量は早春にN、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>およびK<sub>2</sub>Oをそれぞれ0.35、0.48および0.35kg/aを施用した。全区、畦間にアングルを立て、出穂始以降ナイロン紐を棚状にして倒伏を防止した。

処理として各品種・系統とも開花後5日目から40日目まで5日毎に収穫し、播種時期を8時期設け、収穫後、刈取った穂を温室内で約1か月間乾燥後、脱穀精選を行った。また、収穫時に形態的な視察および茎葉の乾物率を測定し、精選種子については発芽率および千粒重の測定をおこなった。精選種子の発芽率はいずれの播種時期および品種・系統においても84~98%の発芽率を保持していた。

結果および考察

播種量の推移を図1に示した。播種量は品種・系統間で差が大きいものの、いずれの品種・系統も開花後15日目以降から急激に増加し、25日目に最大値を迎え、以後脱粒により漸減していく傾向がみとめられた。気象が高温で早ばつ気味であった95年度の調査では開花後21日目が28日目よりも採種量が多かったが(佐藤ら、1995、北草研報30、112)、寒冷・寡照であった96年度では最大採種量の時期がやや遅れたことが推察される。以上、年次による気象の違いにより最大播種量に至る時期は若干前後することが推察され、播種時期は開花後3~4週目頃が妥当と考えられる。

更に、播種時期の目安として、開花後の形態的变化について調査し、表1に示した。最大の播種量を得た開花後25日目の形態の特徴は茎は黄変、小穂は褐色変化し、脱粒が始まった時期であった。また、茎葉乾物率は品種・系統間で差が少なく、開花後ゆるやかに増加していき、開花後25日目では30.7~33.1%であった(表1)。千粒重は品種・系統間で差が大きく、開花後ゆるやかに増加していく傾向が認められた。また開花期の遅

い品種・系統ほど千粒重が軽い傾向が認められた。

採種量に品種・系統間で差が大きかったので、最大採種量を得た開花後25日目の開花期をx軸、採種量をy軸として開花期と播種量の関係を図2に示した。その結果、中性品種・系統で多く、晩生品種では播種量が低い傾向が認められた。相関係数は-0.938 (p < 0.05) で、開花期の遅い品種・系統ほど播種量が低い関係が認められた。

以上のことから、開花の早晩性と播種量の関係を考慮した播種性の評価法の1つとして、草生から晩生までの指準となる品種を同様に栽培管理し、回帰直線の上に位置する系統を採種性良好として評価する方法が考えられた。

表1. 採種栽培における開花後の形態変化

開花後日数	茎の色	小穂の色	子実の状態	茎葉乾物率
5日後	緑	緑	雄蕊が残り透明な液体	25.2~27.4%
10日後	緑	先端黄	乳熟	25.3~27.2%
15日後	緑	全体黄	固形、強く叩くと脱粒	26.8~29.7%
20日後	黄緑	先端褐色	手で握ると脱粒	28.1~31.4%
25日後	黄	褐色	自然に脱粒	30.7~33.1%

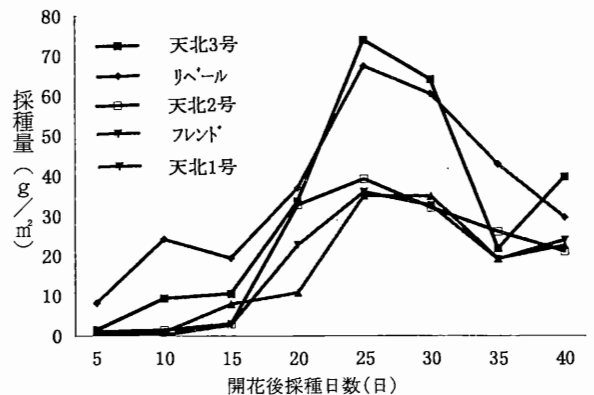


図1. 採種量の推移

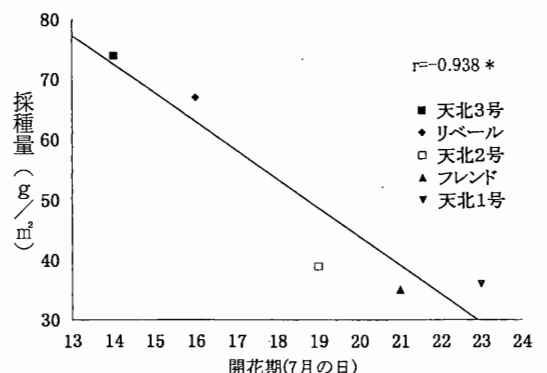


図2. 開花期と採種量の関係

北海道立天北農業試験場 (098-85 浜頓別町緑ヶ丘)  
Hokkaido Pref. Tenpoku Agric. Exp. Stn.,  
Hamatonbetsu, Hokkaido, 098-57 Japan.

フェスク類を引きちぎり抵抗で  
選抜した時の形態的差異

高井智之・中山貞夫

Difference in leaf structure, selected by tensile strength in meadow and tall fescue,  
Tomoyuki TAKAI, Sadao NAKAYAMA

緒 言

粗飼料の物理性(壊れやすさ)は、採食性などと関係があり、今後、重要な形質になると思われる。単子葉植物であるイネ科牧草は、葉先方向に葉脈(厚壁組織や維管束)が発達しているために葉脈と同じ方向には壊れやすいが、葉脈を切断する方向には壊れにくい。そこで、本報では葉脈の横断方向の壊れやすさを引きちぎり抵抗で評価した。

材料および方法

メドウフェスク(トモサカエ)、トールフェスク(ホクリョウ、ナンリョウ)を用いた。早春に種子を発芽試験器で発芽させた後、各品種、約300個体をペーパーポットに移植し、温室内で養成後、育苗箱(50cm×35cm×8cm)に7行×9列×4箱で定植した。土は、園芸培土(N:0.34、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:1.35、K<sub>2</sub>O:0.22mg/ℓ)を用いた。5月下旬から人工気象室に移動し昼温25℃、夜温19℃、自然日長で40日から50日間栽培し、引きちぎり試験に供試した。

1個体について1枚の第1展開葉葉身を採種し、葉身中央部で葉幅を測定後引きちぎり試験器(商品名 フォース・ゲージ DFG-2K シンポ工業株式会社)で引きちぎり、最高値を引きちぎり抵抗値とした。葉幅が広いタイプは、狭いタイプより値が高いのは当然なので、回帰分析を行い、回帰直線より上に位置している個体は、引きちぎりにくい、逆に下のものは引きちぎりやすいと判断した。

回帰分析から引きちぎり抵抗が高いもの、低いものを選抜し、ポット定植後、人工気象室で栽培し、引きちぎり抵抗と同じ部位で3回評価し、前回の調査結果と比較した。後者の試験結果から再度、引きちぎり抵抗の評価をやり直して、両端の値を示した数個体を選抜し、その個体の葉身中央部で横断面を光学顕微鏡で視察し、組織構造との関係をみた。

結果および考察

選抜した個体について再度、引きちぎり抵抗を評価した結果を図1に示す。メドウフェスクはトールフェスクに比べて葉幅が狭かったが、それ以上に引きちぎり抵抗値も低かった。つまり、メドウフェスクはトールフェスクより引きちぎりやすいと判断できる。一般的に、メドウフェスクはトールフェスクより柔らかいといわれており、本試験の結果からも同様なことがいえる。ホクリョウでは、1回の測定で選抜した高い個体と低い個体は3回の測定でも両者間で差異がみられたが、その他の品

種では、1回のみでは個葉の差異などで誤った個体を選抜する可能性があり、精度を高めるためにも測定回数を増やす必要がある。

3回の測定結果をもとに引きちぎり抵抗の高低を再度評価し、それらの組織構造の調査結果を表1に示す。トモサカエでは、引きちぎり抵抗が低いものは大維管束や厚壁組織の発達が小さかった。ナンリョウでも、背軸側の維管束鞘延長部の発達度合で差異がみられた。ホクリョウでは、平均値で両者間が異なっていたが有意差ではなかった。大維管束、厚壁組織、維管束鞘延長部は消化されにくい組織であり、引きちぎり抵抗を低くすることで消化性の向上が期待できる。

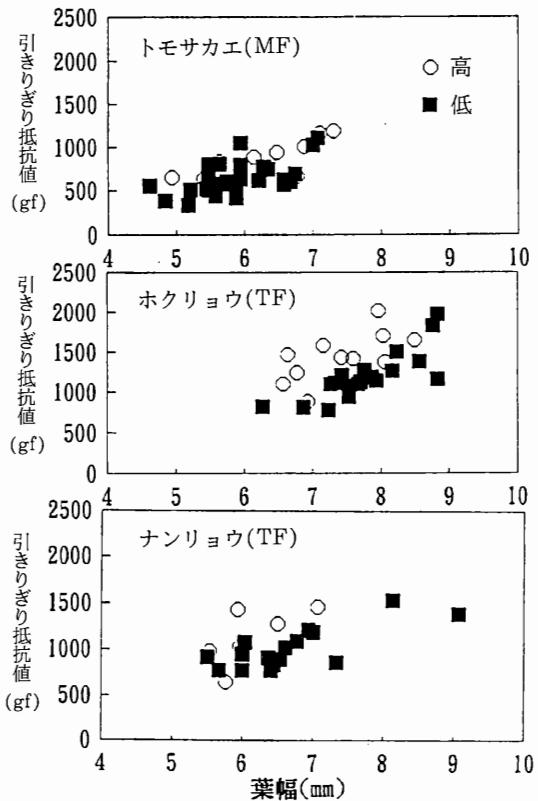


図1. 各品種における引きちぎり抵抗と葉幅の関係 (3回測定)

高: 1回のみで引きちぎりにくいと判断  
低: 1回のみで引きちぎりやすいと判断

表1. 全維管束に対する各組織を有する維管束の割合(%)

品種・選抜群	調査数	大維管束	維管束延長部		リグニン化した維管束延長部		厚壁組織		
			向軸	背軸	向軸	背軸	向軸	背軸	
トモサカエ	高	13	36.3	24.5	23.4	4.7	20.7	74.9	37.3
	低	12	31.1	17.9	19.0	1.8	17.3	65.4	28.8
ホクリョウ	高	8	45.8	71.7	57.3	10.7	52.9	87.3	82.3
	低	7	44.8	61.8	53.9	8.3	47.3	84.5	74.9
ナンリョウ	高	7	49.8	64.6	62.8	3.0	58.5	84.7	92.4
	低	5	48.8	71.7	52.2	0.3	43.2	76.0	82.9

注) 太文字は5%で有意。

北海道農業試験場 (062 札幌市豊平区羊ヶ丘1番地)  
Hokkaido National Agricultural Experiment station,  
Hitsujigaoka, Sapporo, 062 Japan

トウモロコシの異なる分類群間F<sub>1</sub>組合せにおける雑種強勢の発現

千藤茂行\*・三好智明\*・鈴木和織\*・高宮泰宏\*\*  
門馬栄秀\*\*\*・高橋英三\*\*\*\*・西本秀一\*\*\*\*

Ear performance of F<sub>1</sub> hybrids among different taxonomic groups in corn,  
Shigeyuki SENDO\*, Tomoki MIYOSHI\*,  
Kazuori SUZUKI\*, Yasuhiro TAKAMIYA\*\*,  
Eihide MONMA\*\*\*, Ezou TAKAHASHI\*\*\*\*  
and Syuichi NISIMOTO\*\*\*\*.

緒 言

トウモロコシにおいては、米国のデント種と在来フリント種の間あるいは北方型フリント種とヨーロッパ型フリント種の間顕著な雑種強勢の発現することが知られている。しかし、そのような異なる分類群間あるいは群内の雑種強勢の発現について総合的に比較検討した事例は数少ない。本研究は、今後の多収を目指すためにそれら異なる分類群間に示される雑種強勢を総合的に比較することを目的とした。

材料および方法

試験1：供試材料は、北方型フリント種 (NF) 自植系統9系統、ヨーロッパ型フリント種 (YF) 自植系統4系統、デント種 (D) 自植系統6系統の3分類群の間及び群内で作成した合計70組合せの単交配である。1987年に十勝農試においてそれら70組合せについて1区制で生産力検定試験を実施し、雌穂に示される生産力を調査した。

試験2：供試材料は、北方型フリント型、ヨーロッパ型フリント種、デント種の3分類群の間及び群内で交配した692組合せの三系交配である。これら692組合せは、1988～1992年にかけて多数の小試験に分割して、各試験は標準品種5品種を加えて乱塊法2反復で生産力検定試験を実施し、雌穂に示される生産力を調査した。

結果および考察

試験1において、乾雌穂重について10a当たり500kg以上の多収を示したF<sub>1</sub>組合せの割合は、NF×YFは55%、YF×Dは33%、NF×Dは44%、NF×NFは18%、D×Dは0%であった。また、それらの分類群間のF<sub>1</sub>組合せの乾雌穂重の平均値は、NF×NFが最も高く、NF×D及びYF×Dがそれに次

ぎ、NF×NFが及びD×Dは最も低かった。また、試験2において、三系交配F<sub>1</sub>組合せの乾雌穂重について、NF×NFは標準品種より多収となった割合が55.7%と最も多く、YF×D及びD×Dは24%とNF×YFに次ぎ、NF×Dは8.4%と最も低かった (表1・2)。

これらのことから、北方型フリント種×ヨーロッパ型フリント種は乾雌穂重について他の分類群間あるいは群内の組合せよりも高い雑種強勢を発現すると推察される。乾雌穂重は、子実重と極めて高い相関があるので、乾雌穂重で得られた傾向は子実重に置き換えることができる。異なる分類群間のF<sub>1</sub>雑種の子実重に現れる雑種強勢の大きさについては、若干の研究者によって部分的に明らかにされており、この知見と本試験の乾雌穂重での結果を総合的に判断すると表2のような序列になる。この雌穂に示される雑種強勢の大小の序列は検討が不十分な部分も多く、精度の高い全体的な序列についてはさらに詳細な検討が必要であるが、本試験できらかになった北方型フリント種とヨーロッパ型フリント種間のF<sub>1</sub>雑種の高い有利性については、相当に信頼のおける知見と考えられる。

以上のことから、北方型フリント種とヨーロッパ型フリント種間のF<sub>1</sub>組合せの育種へ活用は世界的にも例がなく、トウモロコシの多収育種に貢献できるであろう。

表1. 異なる分類群の三系交配F<sub>1</sub>雑種の乾雌穂重に示される生産性

早晚生	組合せ数	NF×YF	NF×D	YF×D	D×D
早生の早	供試組合せ数	28	110	26	-
	ヒゲワセ・マより多収な組合せ数	14	16	5	-
	同上記 (%)	50.0	14.5	19.2	-
早生の早	供試組合せ数	20	196	20	2
	ダイヘイゲンより多収な組合せ数	16	9	6	1
	同上記 (%)	80.0	4.6	30.0	50.0
早生の晩	供試組合せ数	13	111	4	19
	マより多収な組合せ数	3	10	1	4
	同上記 (%)	23.1	9.0	25.0	21.1
全体	供試組合せ数	61	417	50	21
	標準品種より多収な組合せ数	34	35	12	5
	同上記 (%)	55.7	8.4	24.0	23.8

注1) 表中の交配組合せは、1988年から1992年までに十勝農試の予備選抜試験において検定されたもので、全て三系交配である。  
2) NF：北方型フリント種、YF：ヨーロッパ型フリント種、D：デント種  
3) 「ヒノデワセ」、「エマ」、「ダイヘイゲン」、「ディア」は北海道の優良品種である。

表2. 異質粒質間のF<sub>1</sub>雑種に示される雑種強勢の発現程度の比較

研究者 (年次)	検定組合せ数	対象形質	NF×YF	NF×CF	YF×NF	NF×D	YF×D	CF×NF	YF×CF	CF×YF	D×NF	D×YF	D×CF	D×D
山崎ら <sup>1)</sup>	多	子実重			◎								○	○
井上ら <sup>2)</sup>	10	子実重	◎	□	○									○
井上ら <sup>4)</sup>	36	子実重												○
本試験の結果	多	乾雌穂重	◎		□	○								□
過去の知見を考慮した総合的序列		子実重	◎	□	○	○	◎	□						□

注1) 雑種強勢程度 ◎：高、○：中、□：低  
2) NF：北方型フリント、YF：ヨーロッパ型フリント、CF：熱帯型フリント、D：デント  
3) 5自殖系統間のハーフトリアル交配に基づく、4) 9自殖系統間のハーフトリアル交配に基づく、5) ?：再検討が必要

\*北海道立十勝農業試験場 (082 河西郡芽室町新生)

Hokkaido Pref. Tokachi Agric. Exp., Stn., Memuro 082

\*\*北海道農業試験場 (062 札幌市豊平区羊ヶ丘1)

Hokkaido Nat. Agr. Exp. Stn., Hitsujigaoka, sapporo 062 Japan

\*\*\*農林水産省 草地試験場 (329-27 栃木県西那須町千本松768)

National Grassland Research Institute, Sebonmatsu Nishinasuno Tochigi 329-27

\*\*\*\*十勝農協連 (080 帯広市西3条南7丁目)

Tokachi Federation of Agr. Coop. Obihiro 080



サイレージ用とうもろこしの簡易熟期表示法と  
熟期表示の現状

石栗敏機

Estimated Relative Maturity of Silage Maize  
in Hokkaido

Toshiki ISHIGURI

緒 言

北海道ではとうもろこし(サイレージ用)の品種の早晩性を示す区分としてこれまで、早生の早から晩生の晩までの9段階表示、相対熟度(RM)、北海道相対熟度(HRM)がある。近年、ホクレンはComparative RMという表示を種子のカタログで使用している。

演者は1992年に簡易で実用的な熟期表示法としてCalculated RM(CRM)を提示した。ここではこの方法の紹介と北海道の優良品種となった過去および現在の品種の熟期を四つの方法で表示した。

材料および方法

CRMの表示には飼料作物品種比較試験成績書中の優良品種の成績を用いた。CRMは6桁の数字で表示され、初めの2桁は①絹糸抽出期(6月30日からの日数)、次の中の2桁は②収穫時の総体乾物率、終わりの2桁は③収穫時の雌穂乾物率を示す。CRM合計値=①+(100-②)/2+(100-③)/2とした。例として353051は絹糸抽出期が35-31で8月4日、収穫時の総体と雌穂乾物率がそれぞれ30%、51%であることを示す。さらにCRM合計値として35+(100-30)/2+(100-51)/2=95とし、353051:95と表示した。

RMを簡易に推定する方法として以下のような計算をした。

「DK401」の場合

試験場所	年次	①	②	③	:合計値
北農試	1992	40	26	47	:104
北農試	1993	48	25	42	:115
北農試	1994	33	32	53	:90
道南	1992	34	32	58	:89
道南	1993	49	33	52	:106
道南	1994	27	36	62	:78
八雲	1993	58	22	32	:131
八雲	1994	33	33	55	:89
滝川	1992	38	25	49	:101
滝川	1993	49	27	47	:112
滝川	1994	34	26	49	:96
鶴川	1993	60	20	28	:136
鶴川	1994	36	24	51	:98

北海道立新得畜産試験場(081 上川郡新得町)  
Shintoku Anim. Husb. Exp., Stn., Shintoku-cho Hokkaido 081

①を独立変数とし、②、③を従属変数とする一次回帰式を求める。

$$②=41.1-0.32\times① (r=-0.68)$$

$$③=82.8-0.84\times① (r=-0.89)$$

標準品種はキタユタカで北海道農試の①は37、平均値は38、DK401の絹糸抽出期を次のように推定した。①=40-1-3=36、②=41.1-0.32×36=30、③=82.8-0.84×36補正CRM=363053:95 推定RM=95

なお、この方法の詳細は北農60、278-292(1993)に示した。

結 果

現在および過去の北海道優良品種の熟期表示例を表1に示した。

表1. 北海道優良品種の熟期表示例

品種	早晩性	補正 CRM	推定 RM	RM	HRM
ヒノデワセ	早の早	243157	: 79		128
ロイヤルデント90*	"	243159	: 80	80	
ANJOU09	"	233059	: 79	75	
ワセホマレ	早の中	273257	: 83		130
エマ	"	243056	: 81	75	130
ダイヘイゲン	"	273154	: 85		134
リビア	"	272856	: 85	80	
コラリス	"	262855	: 85	82	
DK212	"	273257	: 83	80	
ヘイゲンミノリ	早の晩	313052	: 90		136
ロイヤルデント85*	"	282952	: 88	85	134
ディア	"	292950	: 90	90	134
ドリーナ	"	293056	: 86	85	134
AW611	"	272955	: 86	80	136
カルデラ535*	"	292851	: 90	90	
セリア	"	312952	: 91	85	136
ピヤシリ85	"	322850	: 93	85	138
LG2290	"	322952	: 92	90	136
キタアサヒ	中の早	322952	: 92		136
カーギル123	"	343052	: 93	90	140
ロイヤルデント90*	"	332953	: 93	90	
DK300	"	343052	: 93	92	136
ロイヤルデント90H	"	302649	: 93	90	142
キタユタカ	中の中	352751	: 97		
3790	"	372952	: 97	95	
RX42*	"	362848	: 98	95	144
3897	"	342954	: 93	93	
バッハロー*	"	372951	: 98	95	143
ホクユウ*	"	372853	: 97		142
3477	"	362952	: 96	100	
X9033	"	342949	: 96	93	
DK464	中の晩	392954	: 98	100	
RX420*	"	392852	: 99	105	
P3747	"	392948	: 101	100	
P3906	"	352750	: 97	95	146
3845	"	363151	: 96	100	
DK401	"	363053	: 95	95	
P3732	晩の早	412848	: 103	110	
DK474	"	432951	: 104	105	
DK535	晩の中	402851	: 101	110	
3540	"	412752	: 102	110	
P3715*	"	452645	: 110	110	149
0'sGold2570*	晩の晩	502543	: 117	115	
P3390*	"	502846	: 114	120	

注\*: 現在優良品種から除外

サイレージ用とうもろこし圃場における雌穂の不稔および先端露出の発生実態

高木正季\*・益村 哲\*\*・佐藤公一\*\*\*

Research on the Outbreak of Sterility and Exposedness of Ear Which Occurred in Corn Field Masasue TAKAGI\*, Satoshi MASUMURA\*\*, Kouichi SATO\*\*\*

緒 言

1994年、中川町内全域のサイレージ用とうもろこし圃場に、これまであまり目にすることがない不稔雌穂が多発した。それは、圃場の外縁より5~6畦ほど入った内側の全体に発生し、矮小雌穂を含む先端不稔、基部不稔、歯ぬけ状不稔などが混在した。その後、類似した情報で近隣市町村や網走支庁管内からも寄せられ、このような様態を「圃場内部の不稔」(以下、内部不稔)と仮称し、宗谷、留萌、上川および網走の4市庁管内を対象に、広域的な発生状況調査を行った。この際、先端不稔、先端露出の発生実態についても併せて調査した。

本報は1994年中川町における調査と、1996年に実施した広域調査の結果について報告する。

材料および方法

- (1) 中川町における全域調査：1994年8月22日、内部不稔を発見。翌25日、全圃場調査(50戸、170ha)。主な調査項目は品種、耕種概要、稈長、着穂高、熟度、生草重、有効雌穂数、稔実程度、TDN収量など。
- (2) 内部不稔の雌穂調査：1994年9月9日、中川町において稔実程度別に選抜した5圃場を調査。主な調査項目は稔実程度、無効雌穂割合、不稔雌穂割合、雌穂熟度、1穂生重、1穂乾重および雌穂乾物率など。
- (3) 広域調査：宗谷、留萌、上川および網走の4支庁管内の全農業改良普及センターを対象に実態調査。主な調査項目は先端不稔、内部不稔および先端露出の発生状況及び栽培実態。

結 果

- (1) 中川町における全域調査：内部不稔は町内全域で確認された。稔実程度(雌穂全体に対する正常子実の着粒面積比)は最大94.7%、最少9.8%、平均67.5%で、圃場間に差が見られた。推定授精時期(絹糸抽出期の3日前から7日後までの10日間と仮定)の気象を非発生の隣町のそれと比較検討したが大きな差異は見られなかった。また、稔実程度と栽培密度間に有意な相関は見られなかった。
- (2) 内部不稔の雌穂調査：稔実程度別に選定した代表5圃場における

内部と外周比率は最大79%、最少12%であった。稔実程度の低下に伴い熟度、1穂生重、1穂乾重及び雌穂乾物率は顕著に低下した(表1)。

(3) 広域調査

- ① 過去に発生があれば、その程度を問わず発生市町村と見なした発生割合は、先端不稔75.5%、内部不稔62.3%(図1)、露出64.2%で、先端不稔を除き当初予想を上回った。
- ② 年次別発生報告件数は先端不稔と先端露出は「毎年発生」、内部不稔は1993年、1994年が多かった。
- ③ 「1割未満」、「1~3割」、「3割以上」に3区分した発生程度は、「1割未満」が多数を占めたが先端不稔のみ「3割以上」が20%に達した。
- ④ 発生に伴う影響評価について、先端露出に対し現状ではほとんどが「影響なし」と答えたが、内部不稔に対しては影響大なることを示した。

考 察

各種の不稔および先端露出の発生地域は、当初の予想をかなり上回るものであった。特に内部不稔がもたらす影響は極めて大きいものと考えられる。しかし、未だ原因を予兆するような手がかりは得られていない。

本報告は栽培利用の障害となる不稔等の発生実態を報告することにより、原因解明に向けた取り組みを期待するものである。この調査は農業改良普及センターの協力により実施した。また、とりまとめに当たり十勝農試とうもろこし科より助言をいただいた。協力いただいた関係各位に対し深謝する。

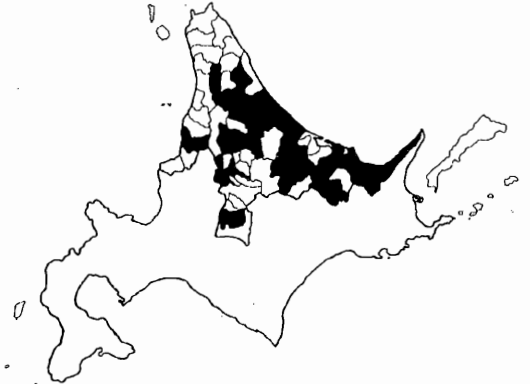


図1. 「圃場内部の不稔」が発生したことがある市町村

表1. 「圃場内部の不稔」発生圃場における外周と内部の比較 (中川町1994)

調査項目\圃場	A			B			C			D			E		
	内	外	比	内	外	比	内	外	比	内	外	比	内	外	比
調査個体数	21	21		22	21		20	21		21	20		23	21	
稔実程度(%)	72	92	79	54	84	64	49	90	50	24	84	29	11	90	12
無効雌穂割合(%)	5	0		27	0		35	0		62	0		91	0	
不稔雌穂割合(%)	0	0		9	0		15	0		43	0		57	0	
全雌穂熟度平均	7.4	7.0	106	7.2	7.7	94	4.9	7.3	66	3.1	7.4	42	2.2	4.8	45
有効雌穂熟度平均	6.6	6.0	109	6.9	6.8	102	5.0	6.1	82	4.6	6.0	77	2.5	3.5	71
1穂生重(g)	162	222	73	94	179	53	66	182	36	40	192	21	24	184	13
1穂乾重(g)	80	107	74	42	87	49	27	88	31	14	88	16	6	79	8
雌穂乾物率(%)	48.9	48.3	101	45.1	48.9	92	41.6	48.3	86	35.2	46.0	77	26.0	43.0	61

注) 内：圃場の内部、外：圃場の外周部、比：外周に対する内部の百分比

稔実程度：雌穂全体に対する正常子実の着粒面積比。

無効雌穂：先端不稔、矮小雌穂などの部分不稔雌穂で、子実の着粒が雌穂の5%以下のもの。

不稔雌穂：子実の着粒がまったくないもの。

有効雌穂：全雌穂から無効雌穂、不稔雌穂を除いたもの。

熟度評価：1乳初、2乳中、3乳後、4糊初、5糊中、6糊後、7黄初、8黄中、9黄後

\*北海道立北農業試験場 (098-57 浜頓別町緑ヶ丘)  
 \*\*上川北部地区農業改良普及センター (098-22 美深町字敷島)  
 \*\*\*北海道立北見農業試験場 (099-14 訓子府町弥生)  
 \*Hokkaido Pref. Tenpoku Agric. Exp. Stn., Hamatonbetsu, Hokkaido, 098-57 Japan  
 \*\*Kamikawa-hokubu Agric. Ext. C., Bihuka, Hokkaido, 098-57 Japan  
 \*\*\*Hokkaido Pref. Kitami Agric. Exp. Stn., Kunneppu, Hokkaido, 099-14 Japan

サイレージ用とうもろこしの密植多収栽培における  
品種間の反応

高橋 稔・橋爪 健

The response of silage corn for high populations under  
cold climate conditions

Minoru TAKAHASHI, Ken HASHIZUME

緒 言

当社ではサイレージ用F<sub>1</sub>とうもろこしを販売するに当たり、その最適栽植本数を密植適応性検定試験を行い、決定して表示している。特に最近では8千本/10a栽培も普及し、一部の品種では1万本栽培も試みられている。今回は1996年の不良年と94年の高温年の結果を評価する事により、密植栽培に適した品種の選定について論議したい。

材料および方法

1. 試験区の設計：分割区法3反復性  
主区：栽植本数、副区：供試品種
2. 供試品種：販売品種と試作系統  
75~80日：ジャンナ・DK212・SL9309 (試作品種)  
85~90日：ディア・ピヤシリ85・LG2290・SL9204 (試作品種)
3. 栽植本数 (株間)  
'94年：6300(22)、7700(18)、9900本/10a (14cm)  
'96年：6900(22)、8400(18)、10800本/10a (14cm)  
'94年の畝幅は72cm、'96年は66cmとした。
4. 一区面積 '94年：11.5㎡、'96年：10.6㎡
5. 播種期 '94年：5月17日、'96年：5月18日
6. 収穫期  
'94年：9月22日 (一斉)  
'96年：9月27日 (75~80日)、30日 (85~90日)
7. 施肥量 堆肥：2トン/10a  
化成肥料：N-P-Kで11-26-5kg/10a

気象概要

年	積算気温 (°C)	降水量 (mm)
1994	2,565 (+264)	796 (+107)
1996	2,273 (-126)	651 (+121)

カッコ内は平均との比較を示す。

結果および考察

高温・干魃年であった1994年はいずれの品種も生育は良好で、不稔や倒伏の発生もなく、登熟も進み、85~90日でも黄熟後期に達した。

一方、低温・寡照・多湿条件で代表された1996年には根張りの悪い品種には倒伏が発生した。また登熟も遅れ、85~90日クラスでも黄熟期には達せず、実入りも悪く、不稔が認められた。これらの結果を各熟期で纏めると以下ようになった。

【75~80日クラス】

ジャンナやSL9309には6,900本/10aでも10%強の倒伏(ナビキを含む)が認められたが、優良品種であるDK212には10,800本/10aでも倒伏の発生はほとんどなく、このような条件でも耐倒伏性が極強である事が明らかになった。密植によるTDN収量の増収は特にSL9309やジャンナで著しく、1994年の高温年には及ばないが、10,800本/10aで123%と125%の値が得られた。これを乾物雌穂と茎葉収量に分けて考えると、雌穂の増収効果は8,400本/10aまでで、SL9309の茎葉は132、ジャンナは143%も増収しており、TDN収量の主な原因は茎葉による増収である事がわかった。

【85~90日クラス】

優良品種のディアは6,900本/10aで唯一、11%の倒伏が発生し、LG2290は10,800本/10aで約16%、ピヤシリ85はその半分で、ピヤシリ85の不良年で耐倒伏性の強さを実証した結果となった。更にSL9204はいずれの栽植本数でも倒伏は認められず、耐倒伏性が極強である事がわかった。10,800本/10a栽培におけるTDN収量の増収効果はいずれの品種にも認められたが、その値は6,900本/10aの19~26%増しで、1994年よりは少なかった。これを茎葉と雌穂重に分けると、1万本で茎葉が3割以上増したのはサイレージ用に開発されたLG2290のみで、雌穂重が2割以上増収したのはSL9204のみであり、その他は2割止まりであった。

ま と め

密植栽培は良好年には品種間差が現れにくく、早生系の耐倒伏性に優れている品種であれば、TDN収量で6千本栽培の3~4割増の増収が期待できる。しかし不良年にはその増収効果は品種によって異なり、多くても25%増しまでであった。特にこのような年に密植栽培を行う場合、耐病性や実入り(稔性)の良さ、また若干早熟の品種の選抜が重要になってくる。今回の試験では85日の早生であるSL9204がこの条件に確答し、最も成績が優れていた。また茎葉で収量を補完するLG2290や雌穂で補完するピヤシリ85のような品種も比較的減収も少なく、適していると思われた。更に品種の本当の能力は同一栽植本数で比較するのではなく、各品種の最適栽植本数で比較するのが適していると思われた。

表1. 密植栽培による増収効果 (%)

品 種	8,400本/10a			10,800本/10a		
	茎葉	雌穂	TDN	茎葉	雌穂	TDN
75~80日クラス						
ジャンナ	127	116	121	143	113	125
SL9309	110	112	111	132	115	123
DK212	103	108	106	114	97	104
85~90日クラス						
LG2290	111	98	104	132	120	126
SL9204	108	100	103	125	123	124
ピヤシリ85	112	115	113	118	119	119
ディア	95	93	94	125	119	122

(芽室町, 1996年)

注) 6,900本/10aを100とした場合の比を示す。

雪印種苗株式会社 中央研究農場 (069-14 長沼町幌内)  
Snow Brand Seed Co., Ltd. Hokkaido Research Station,  
Horonai Naganuma-cho Yubari-gun Hokkaido, 069-14

紫外線の付加が牧草類の初期生育に及ぼす影響(2)

中山博敬・村山三郎・小阪進一

Influence of Ultraviolet Radiation on the Early Growth of Grasses and Legumes  
Hiroyuki NAKAYAMA, Saburo MURAYAMA and Shin-ichi KOSAKA

緒言

現在、地球上では太陽から注がれる光のうち、生物にとって有害な紫外線であるUV-C及びUV-Bはオゾン層によって吸収され、ほとんど到達していない。しかし、フロンガスなどのオゾン層破壊物質の増加により、将来、UV-Bが特異的に増加することが懸念されている。そこで、本報では紫外線による植物の生育阻害について明らかにするため、野外においてUV-Bを付加することによる牧草類の初期生育への影響を検討した。

材料および方法

本実験は、北海道江別市文京台緑町の本学構内実験圃場にて実施した。供試草種は、オーチャードグラス (OG、品種：オカミドリ)、チモシー (TY、品種：センボク)、ペレニアルライグラス (PR、品種：フレンド)、エドゥフェスク (MF、品種：ファースト)、アカクロバ (RC、品種：マキミドリ)、アルサイクロローバ (AC、品種：テトラ)、アルファルファ (AL、品種：バータス)、シロクロバ (WC、品種：カルフォルニアラジノ) の8草種を用いた。供試土壌は灰色台地土を用い、肥料は元肥として1ポットあたり成分で、N (硫酸5g)、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (過石5g)、K<sub>2</sub>O (硫酸2g) それぞれ1g、炭カル現物で7gを施した。供試ポットは1/5000aワグナー・ポットを用いた。供試材料はプランターに播種し、第一本葉展開期に1ポットあたりオーチャードグラスでは3個体を、そのほかの草種では4個体移植し、3反復実施した。

いずれの草種とも1996年5月22日に播種し、6月13日に移植した。紫外線の照射は、健康線用蛍光ランプ40灯を縦約1.8m、横約2.5mの木製枠に約15cm間隔で4列ならべた照射装置を製作し、植物体頂部からランプまでの平均距離が約30cmになる位置に吊るした。ランプはそれぞれカットニングシートで覆い、290nm以下の紫外線は照射されないようにした。ランプの高さは植物体の生長に伴い、10日毎に調節した。処理は6月22日開始し、照射時間は8時から16時の8時間とした。また、紫外線照射強度は、デジタルUVメーター (Macam, UV103B) で測定した。

結果および考察

紫外線の照射強度は天候によりばらつきが大きく、試験期間中の正午前後の平均において、晴天時では、処理区は対照区の1.34倍、曇天時では1.73倍であった。

結果は表1および図1に示した。

草丈はOGでは処理区で高く、TY、MF、RCおよびACでは処理区で低い値を示した。RCのみ有意差が認められた。葉

数はOG、ALおよびWCでは処理区で多く、TYおよびRCでは処理区で少ない値を示した。RCのみ有意差が認められた。葉面積はTYおよびRCでは処理区で小さく、WCでは処理区で大きい値を示した。RCのみ有意差が認められた。乾物重はPRおよびMFでは根において処理区で少ない値を示したことより、総乾物重は処理区で少ない値を示した。RCでは葉、茎および根のいずれの部位においても処理区で有意に少ない値を示した。ACでは根において処理区で多い値を、WCでは葉および茎において処理区で多い値を示したことより、総乾物重は処理区で多い値を示した。

RGRはMFおよびRCでは処理区で低く、ACおよびALでは処理区で高い値を示した。NARはMF、RCおよびWCでは処理区で低く、ACおよびALでは処理区で高い値を示した。LARはACでは処理区で低く、WCでは処理区で高い値を示した。SLAはTY、RCおよびACでは処理区で低く、ALおよびWCでは処理区で高い値を示した。

ここで、RGRはNARとLARの積に分けて考えることができるので、RGRの変化がNARとLARのいずれの要素によるものかをみると、MFおよびRCでは処理区でNARが減ったことよりRGRは減少した。ACでは処理区でLARは減ったもののNARが増したことよりRGRは増加した。WCでは処理区でNARは減少したもののLARは増加したことによりRGRは大きく変化しなかった。

以上の結果から、MF、RCおよびWCでは処理区でNARが減少したことにより、UV-Bの付加は光合成能力を低下させることが示唆された。逆にACおよびALでは処理区でNARが増したことにより、UV-Bの付加は光合成能力を向上させることが示唆された。また、TY、RCおよびACでは処理区でSLAが減少したことにより、葉が厚くなったことが示唆された。逆にALおよびWCではSLAが増加したことより葉が薄くなったことが示唆された。

したがって、草種によってUV-B付加に対する感受性が大きく異なり、とくにマメ科牧草でその傾向が大きいものと考えられる。

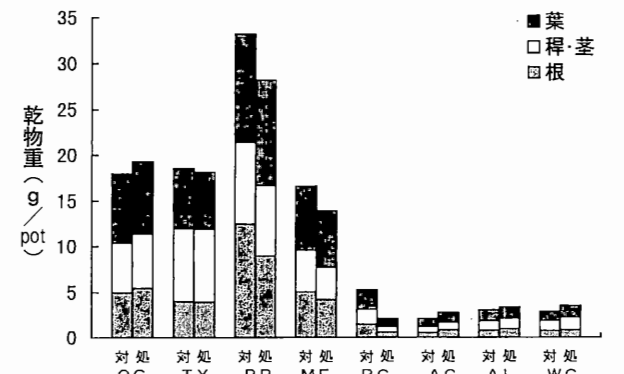


図1. 紫外線の付加が牧草類の乾物重に及ぼす影響 (処理後30日)

表1. 紫外線の付加が牧草類の草丈、葉数、葉面積等に及ぼす影響 (処理後30日)

	区	OG	TY	PR	MF	RC	AC	AL	WC
草丈 (cm)	対照	53.0	58.7	41.8	39.8	20.1	16.4	24.7	14.2
	処理	57.0	56.1	43.9*	35.1	13.8	13.5	22.6	15.4
葉数 (枚/plant)	対照	66.6	64.1	111.8	79.7	48.8	50.3	80.6	46.3
	処理	83.0	58.0	122.9*	78.8	23.8	50.8	120.6	85.4
葉面積 (cm <sup>2</sup> /pot)	対照	2379.5	1863.3	2794.7	1655.5	810.6	351.4	367.9	318.3
	処理	2271.9	1598.4	2701.6*	1552.7	296.7	381.2	391.1	526.7
相対生長率 (RGR) (g/g/day)	対照	0.107	0.141	0.113	0.139	0.194	0.094	0.124	0.146
	処理	0.115	0.134	0.104	0.117	0.118	0.120	0.155	0.148
純同化率 (NAR) (mg/cm <sup>2</sup> /day)	対照	0.757	1.149	1.110	1.300	1.282	0.610	1.005	1.156
	処理	0.846	1.189	0.973	0.988	0.818	0.884	1.253	0.962
葉面積比 (LAR) (cm <sup>2</sup> /g)	対照	140.9	123.1	102.1	107.1	151.9	154.4	123.3	125.9
	処理	136.2	113.0	106.4	118.8	144.6	136.2	124.0	154.2
葉重比 (LWR)	対照	0.432	0.389	0.392	0.431	0.404	0.408	0.393	0.358
	処理	0.426	0.384	0.428	0.446	0.412	0.392	0.378	0.374
比葉面積 (SLA) (cm <sup>2</sup> /g)	対照	326.2	316.1	260.3	248.2	375.5	378.0	313.6	351.5
	処理	319.6	294.6	248.4	266.6	351.4	347.7	328.2	411.9

注) \* : 5%水準で対照区と処理区の間有意差があることを示す

前年秋と早春の窒素施肥配分の相違が  
1 番草収量におよぼす影響の草種間差異

松中照夫・川田純充

Difference in the response of grass species to the  
split application of nitrogen fertilizer  
at autumn and early spring  
Teruo MATSUNAKA and Yoshimitsu KAWATA

緒 言

牧草に対する窒素 (N) の秋施肥効果、すなわち秋春分施が早春量施肥より増収効果を示すことは、すでに坂本ら (1978) がオーチャードグラスで認めている。しかし、同じオーチャードグラスでも秋施肥効果がない場合もある (木村, 1993)。一方、チモシーに対する秋施肥効果は明らかでない (松中, 1987)。このように、秋施肥効果に対する評価は一定でない。

そこで、本研究は、前年秋と早春の N 施肥配分の相違が、数種イネ科牧草の 1 番草収量に与える影響を改めて検討した。そして、秋施肥効果の草種間差異を明確にしようとした。

材料および方法

試験は北海道農業試験場内の造成後 2 年目の草地で実施した。供試草種はオーチャードグラス (OG)、チモシー (TY)、メドウフェスク (MF)、トールフェスク (TF)、ペレニアルライグラス (PR)、スムーズブロムグラス (SB) の計 6 草種である。

処理区の N 施肥配分は〔秋施肥 - 春施肥  $g N m^{-2}$ 〕 =〔0 - 8〕、〔2 - 6〕、〔4 - 4〕、〔8 - 0〕とし、いずれの処理区も秋春合計  $8 g N m^{-2}$  となるように設計した。1 区面積は  $2 \times 3 = 6 m^{-2}$  で、1 区 4 畦の条播とした。試験は 2 反復乱塊法で実施した。

結果および考察

1 番草収穫時の乾物収量、茎数および 1 茎重を表 1 に示した。いずれの草種も秋全量施与区である〔8 - 0〕区の 1 番草収量は、他の処理区より低収となる傾向を示した。春全量施与の〔0 - 8〕区に比較し、秋春分施による増収傾向があると考えられた草種は OG、MF、PR、SB だった。一方、TY と TF はその傾向が認められなかった。ただし、収

量に統計的な有意差 ( $P < 0.05$ ) が認められた草種は OG と PR だけだった。

OG と SB は秋分施 N 量の増加に伴い、高収量を示す傾向が認められた。しかし、両草種の増収要因は異なっていた。すなわち OG では無穂茎乾物重が増大した。収量構成要素からみた OG、SB の増収要因はそれぞれ、無穂茎収量の増加、有穂茎茎数の増加だった。

MF と PR の場合も秋春分施による増収傾向が認められた。しかし、その傾向は、頭打ちになる様子がみられた。両草種とも秋春分施による増収は、有穂茎乾物重の増加によるものだった。これらの両草種とも有穂茎一茎重ではなく、有穂茎茎数の増加と対応していた。

TY と TF は春に重点的に施肥することで、分施区よりも多収となる傾向が認められた。TY は春施肥 N の増加に伴い有穂茎乾物重が増加傾向を示した。これは有穂茎茎数に対応したものではなく、有穂茎一茎重に対応したものだった。一方、TF は他の草種と異なり、収量の大部分が無穂茎の乾物重が占めていた。〔0 - 8〕区の収量がわずかに多収となった要因は、春施肥によって無穂茎茎数が増加したためだった。その他の処理区の収量に大きな差異は認められなかった。

以上の結果から、同じイネ科牧草であっても、草種によって秋春分施による増加傾向を示すものと示さないものが存在することが明らかとなった。収量構成要素からみた窒素施与に対する増収反応にも草種間差異があった。また、秋春分施による増収傾向が頭打ちになった草種 (MF、PR) が存在することから、N 溶脱の危険性や肥料の浪費などを考慮すれば、秋の N 多施とは避けるべきであると考えられた。

表 1. 1 番草収穫時の乾物収量、茎数および一茎重

草種	N 施与量 ( $g m^{-2}$ )		乾物収量 ( $g m^{-2}$ )			茎数 (本 $m^{-2}$ )		一茎重 ( $g 本^{-1}$ )	
	前年秋	早春	有穂茎	無穂茎	合計	有穂茎	無穂茎	有穂茎	無穂茎
OG	0	8	418	128	546	533	975	0.79	0.13
	2	6	420	149	569	440	900	0.95	0.17
	4	4	409	203	612	430	1370	0.96	0.15
	8	0	304	149	453	370	940	0.82	0.16
TY	0	8	824	102	926	573	375	1.44	0.27
	2	6	827	100	927	790	540	1.05	0.19
	4	4	708	130	838	800	600	0.89	0.22
	8	0	745	87	832	770	320	0.97	0.27
MF	0	8	316	146	462	740	1540	0.43	0.10
	2	6	315	126	441	1080	1290	0.39	0.10
	4	4	383	133	516	1000	1260	0.38	0.11
	8	0	364	108	472	960	930	0.38	0.12
TF	0	8	156	519	675	160	2220	0.97	0.23
	2	6	208	400	608	240	2190	0.87	0.18
	4	4	211	391	602	270	1710	0.77	0.23
	8	0	233	382	615	290	2080	0.80	0.18
PR	0	8	424	199	623	820	2660	0.52	0.08
	2	6	502	192	694	1080	2050	0.46	0.09
	4	4	550	139	689	1050	1180	0.53	0.12
	8	0	352	139	491	870	1200	0.41	0.12
SB	0	8	119	199	318	110	840	1.04	0.24
	2	6	176	185	361	160	670	1.11	0.28
	4	4	235	191	426	230	920	1.04	0.21
	8	0	136	171	307	190	780	0.72	0.22

酪農学園大学 (069 江別市文京台緑町582)  
Rakuno Gakuen University, Ebetsu, Hokkaido  
069, Japan

牧草地における雑草の防除に関する基礎的研究

4. 温度条件が数種雑草の発芽に及ぼす影響

松本憲光・村山三郎・小阪進一

Fundamental studies on weed control in sown grassland. 4. Effect of temperature condition on germination of several weeds

Norimitsu MATSUMOTO, Saburo MURAYAMA, Sin-ichi KOSAKA

緒言

牧草地における雑草の発生は俗草生産の減少、牧草の永続性の基盤となる個体密度の低下、さらに草地の裸地化をとめない、牧草地の衰退の大きな要因となっており、雑草防除は草地の管理によって極めて重要である。

そこで、本報では牧草地における雑草防除、とくに生体的防除に関する基礎的資料を得るために、造成段階で問題になる1年生雑草のイヌビエ (*Echinochlla crus-galli* (L.) Beauv. var. *crus-galli*) およびアオビユ (*Amaranthius retroflexus* L.)、また維持段階で問題になる多年生雑草のセイヨウタンポポ (*Taraxacum officinale* Weber) およびコナカグサ (*Agrostis alba* L.) の4種類を用いて、温度条件がこれら雑草の発芽に及ぼす影響を及ぼすかについて検討した。

材料および方法

試験地は北海道永別し酪農学園大学構内で実施し、供試容器は直径11.5cm、深さ2.5cmのシャーレを用いた。供試種子は、イヌビエ、アオビユおよびセイヨウタンポポでは、表1の年月日に、いずれも本学構内で採種した種子を用いた (Table 1)。

Table 1. Collected date of sample seeds

	collected date	collected place
<i>E. crus-galli</i> var. <i>crus-galli</i>	September. 2, 1994	The experimintal farm of Rakuno Gakuen University
<i>A. retroflexus</i>	November 28, 1994	The experimintal farm of Rakuno Gakuen University
<i>T. officinale</i>	June. 1, 1994	The experimintal farm of Rakuno Gakuen University

Note : *A. alba* was tested by using commercial seed

またコナカグサでは市販種子を用いた。種子は試験開始時まで、約5℃の低温下で貯蔵した。さらに試験開始時には休眠覚醒処理として、イヌビエ、セイヨウタンポポおよびコナカグサでは1% KNO<sub>3</sub> 溶液に一昼夜、アオビユでは70%濃硫酸に2分間浸し、水洗いした後、常温で陰干した。温度処理区は10℃、15℃、20℃、25℃、30℃および35℃の6処理区を設けた。供試機器はNK式人工気象器を用い、光条件は常時6,300Lux照射した。播種床には濾紙を敷き、所定量の純水を注ぎ、各種子100粒ずつ点播した。反復は3反復で行った。

実験期間は、イヌビエ、アオビユおよびセイヨウタンポポでは、10℃、15℃および20℃で1995年5月4日から5月24日まで、25℃、30℃および35℃で5月28日から6月17日まで行った。コナカグサでは10℃、15℃および20℃で1996年7月6日から7月

15日まで、25℃、30℃および35℃で8月27日から9月5日まで行った。

結果および考察

発芽率において、イヌビエおよびアオビユでは温度が低くなるにともない、低下し、発芽速度も緩慢になった。とくにイヌビエでは10℃区で発芽は見られなかった。セイヨウタンポポでは35℃区でやや低い傾向にあったが、その他の処理区で、80%以上の値を示した。コナカグサでは、温度および低温条件でやや低い値を示し発芽速度も緩慢になる傾向があったが、大差はなく、温度に対する一定の傾向は認められなかった (図1) (Fig 1)。

発芽勢において、イヌビエおよびアオビユでは、温度が高くなるにともない優った。セイヨウタンポポは35℃区で劣る傾向があったが、その他の処理区で、90%前後と高い値を示した。しかも、大差はなかった。コナカグサでは、10℃、15℃および35℃区で劣り、25℃および30℃区で優った。

発芽開始日において、イヌビエおよびコナカグサでは、温度が高くなるにともない、早くなった。セイヨウタンポポでは10℃区でやや発芽開始が遅れる傾向にあったが、大差はなかった。一方、アオビユでは、温度に対する一定の傾向は認められなかった。

平均発芽日数において、イヌビエおよびアオビユでは、温度が高くなるにともない短くなる、もしくは短くなる傾向にあった。セイヨウタンポポでは10℃区および35℃区で長くなる傾向にあったがその他の処理区で大差はなかった。コナカグサでは、10℃区で長く、25℃区および30℃区で短くなりました。

以上のことから、発芽適温域をみると、イヌビエおよびアオビユでは、幅狭く、逆に、セイヨウタンポポおよびコナカグサでは、幅広いものと考えられる。このことを雑草防除の立場から見ると、イヌビエおよびアオビユでは温度条件が低温になることにより、発生が迎えられると考えられるが、セイヨウタンポポ、コナカグサでは高温、低温いずれの温度条件においても発芽には影響せず、したがって、防除は極めて困難であると推察される。このことは、とくにセイヨウタンポポで顕著であると思われる。

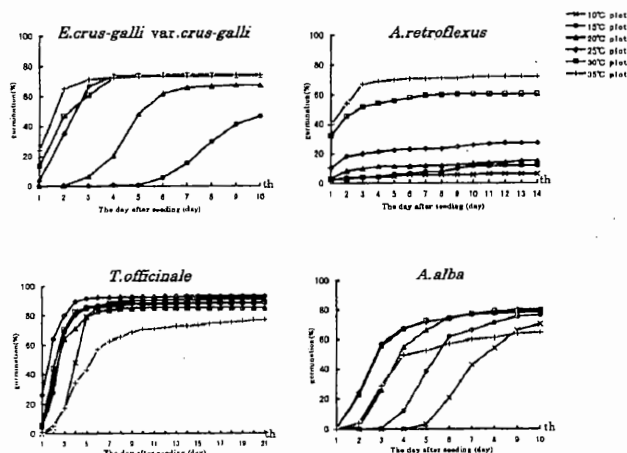


Fig.1. Changes in the cumulative percentages of seed germination of weeds under the different temperature conditions.

酪農学園大学 (069 江別市文京台)

Rakuno Gakuen University, Ebetsu, Hokkaido 069,

Japan

生草と乾草を給与した去勢牛における窒素の  
消化管部位別消化

斉藤利佳子\*・折橋秀夫\*・花田正明\*・岡本明治\*  
艾比布拉伊馬木\*\*

On Site and Extent of Nitrogen Digestion  
in Steers Consuming Fresh Grass and Hay.

Rikako SAITOU\*, Hideo ORIHASHI\*  
Masayuki HANADA\*, Meiji OKAMOTO\*  
Aibibula IMAM\*\*

緒 言

生草に含まれる窒素は、乾草に比べルーメン内での分解度が高く、微生物に利用されなかったアンモニア態窒素のルーメン壁における吸収割合が高いと言われている。そのため、反芻家畜において、生草と乾草では窒素の利用性が異なると考えられる。しかし、生草に含まれる窒素の消化に関する下部消化管での報告は少ない。そこで本試験では、去勢牛を用いて各消化管における窒素の消化の違いを、生草と乾草について比較した。

材料および方法

供試家畜は、ルーメン、十二指腸前位部、回腸末端部位にカニューレを装着したホルスタイン種去勢牛（試験期平均重169.2kg）を用いた。供試飼料は、生草としてメドウフェスク（生草区）、乾草としてチモシー（乾草区）を用いた。試験期は1996年9月11日から10月22日までとし、予備期を14日間、本期を7日間に設定した。

結 果

給与飼料の化学成分を生草と乾草で比較すると、窒素含量はそれぞれ3.6、1.6%、有機物含量は86.9、95.4%、NDF含量は47.1、75.1%、ADF含量は24.8、47.7%であった。代謝体重当たりの窒素摂取量は、生草区、乾草区それぞれ2.90、1.07g/dであり、乾草区においては、日本飼養標準（肉用牛1995年版）に示されている要求量を満たしていなかった。代謝体重当たりの十二指腸への窒素移行量は、生草区、乾草区それぞれ3.01、1.57g/dであった。窒素摂取量に対する十二指腸へ移行した窒素量の割合は、生草区に比べ、乾草区において高かった。

窒素の部分消化率（窒素消失量/窒素摂取量×100）は、ルーメンで生草区、乾草区それぞれ-4.1、-45.9%、小腸で56.7%、86.3%であった。窒素の部位別消化率（窒素消失量/窒素移行量×100）は、小腸で乾草区、生草区それぞれ54.7、58.7%であった。（表1）

小腸での代謝体重当たりの窒素消失量は、生草区、乾草区それぞれ1.65、0.92g/dであった。代謝体重当たりの蓄積窒素量は、生草区、乾草区それぞれ1.08、0.36g/dであった。小腸消失窒素に対する蓄積窒素の割合は生草区、乾草区それぞれ66、39%であった。（表2）

飼料給与後のルーメン内アンモニア態窒素濃度の推移を比較すると、乾草区では時間を通して10mg/dlで推移しているのに対して、生草区では経過時間に従い濃度が高くなる傾向が見られた。

考 察

生草区において、飼料給与4時間後にルーメン内アンモニア態窒素濃度は37mg/dlとなった。この濃度が30mg/dlを超えると、過剰なアンモニア態窒素としてルーメン壁から吸収されると言われている。しかし、本試験においてルーメンでの推定窒素消失量は負の値であったため、本試験の生草区、乾草区においてルーメンでの窒素吸収は見かけ上行われていないと考えられた。

乾草区において窒素摂取量より十二指腸へ移行した窒素量が増加したのは、要求量に対する摂取量が低いため、ルーメン内でリサイクル窒素を使った菌体蛋白合成がより多く行われたと考えられた。これは、乾草区が生草区に比べ、小腸消失窒素に対する蓄積窒素の割合が低いことから推察された。

小腸での窒素消化率は生草区、乾草区において大きな違いはみられなかった。しかし、小腸消失窒素に対する蓄積窒素の割合は、生草区に比べ乾草区で低く、小腸で消失した窒素の利用性は、生草に比べ乾草で低いと推察された。

表1. 窒素の部分消化率、部位別消化率

	生草	乾草
部分消化率		
ルーメン	-4.1	-45.9
小 腸	56.7	86.3
大 腸	15.7	13.7
全消化管	68.7	52.9
部位別消化率		
小 腸	54.7	58.7
大 腸	32.8	23.8

部分消化率=窒素消失量/窒素摂取量×100  
部位別消化率=窒素消失量/窒素移行量×100

表2 小腸窒素消失量および蓄積窒素量

	生 草	乾 草
	(g/d/kg <sup>0.75</sup> )	
小腸窒素消失量	1.65	0.92
蓄 積 窒 素 量	1.08	0.36
	(%)	
蓄積/小腸消失	66	39

\*帯広畜産大学 草地学講座 (080 帯広市稲田町西2線)  
Laboratory of Grassland Utilization  
Obihiro Univ. of Agr. & Vet. Med.  
Obihiro Hokkaido 080

\*\*新疆農業大学  
Xinjiang Agricultural University, Urumpi Xinjiang,  
China 830052

トウモロコシサイレージの好気的変敗過程における飼料価値の変化

江本奈央・藤原 啓・花田正明・岡本明治

Relationship between Nutritive Value and Aflatoxin Content of Corn Silage at Different Stages of Aerobic Deterioration.

Nao EMOTO, Akira FUJIWARA  
Masaaki HANADA, Meiji OKAMOTO

緒 言

サイレージの好気的変敗に関与する糸状菌の中にはマイコトキシンを産生する菌が生育している可能性がある。マイコトキシンの1種であるアフラトキシンは、毒性が強く人間や家畜に対して肝臓癌誘発物質であるため、栄養価や採食量のみならず、家畜の生産性や感染症への抵抗性も低下させる恐れがある。農林水産省による飼料の有害物質の指導基準では、飼料中のアフラトキシン含量は乳牛やブロイラー前期の鶏、ホ乳期の家畜に対しては10ppb、それ以外の家畜には20ppbと規制されている。そこで、好気的変敗過程におけるトウモロコシサイレージの養分の変化と、この過程で生成されるアフラトキシン含量との関係について検討した。

材料および方法

試験は1996年7月19日から8月2日までの15日間行った。供試飼料は1995年に帯広畜産大学附属農場で収穫され、スタックサイロで貯蔵されていたトウモロコシサイレージを、実験用小型サイロに詰め込み、屋外に放置させ、1日1回攪拌し変敗の進み具合が均一になるように調整した。測定項目は温度と重量、pH、分析項目は水分、NDF、ADF、リグニン、WSC、デンプン、VFA、およびアフラトキシンとし、アフラトキシンは競合ELISA法により定量した。

結果および考察

放置2日目と7日目にサイレージの温度にピークが2カ所観察された。1つめのピークでは7度上昇し、2つめは11°C上昇して40度に達した。1つめは酵母の増殖によるもの、2つめは糸状菌によるものと考えられる。放置期間中のサイレージの乾物損失率は放置3日目から4日目にかけて16%であり、10日目から11日目にかけても11%損失した。放置14日目まで乾物の損失は約60%となった(表1)。放置日数が進むにつれて増殖した微

生物のため、変敗したサイレージには温度の上昇と乾物含量の低下が観察される。また、乾物の損失の原因としては、微生物がサイレージの養分を酸化して水、CO<sub>2</sub>、熱に変えてしまうことと、アンモニアや酪酸、プロピオン酸などの揮発性物質への変換が考えられる。放置期間中のVFAとpHは、3日目から4日目にかけて酪酸が急激に減少し、pHは3.87から6.88まで上昇した。プロピオン酸は4日目以降に緩やかな増加がみられ、酢酸は試験期間中はほとんど変化がみられなかった。VFAの減少とともにpHの上昇が観察された(表1)。放置日数に伴うデンプンとWSC、繊維質の損失は乾物自体の損失を考慮すると放置3日目から4日目にかけてWSCでは25%、デンプンでは18%と大きな損失がみられ、WSCでは5日目、デンプンでは7日目に損失が50%に達した。繊維質は放置8日目から11日目にNDF、ADFがそれぞれ20%減少した。リグニンは放置14日目までの間に20%程度の減少がみられたが、これは乾物自体の減少のためと考えられる(表1)。好気的変敗に関わる微生物により、変敗の初期段階で利用されやすいWSCとデンプンが呼吸作用により減少すると、セルロースや細胞壁成分が加水分解されて代謝されるため、変敗の後期段階で繊維質の減少が見られるといわれている。

変敗したサイレージから検出されたアフラトキシンは4日目に11.23ppb、14日目には25.19ppbのアフラトキシンが検出された(図1)。

今回の試験では4日目から基準値を超えるアフラトキシンが検出されており、放置3日目から4日目にかけて大きな変化が見られたが、今後の課題としてはIn Vivoによる試験や、他のマイコトキシンの定量などを行う必要がある。

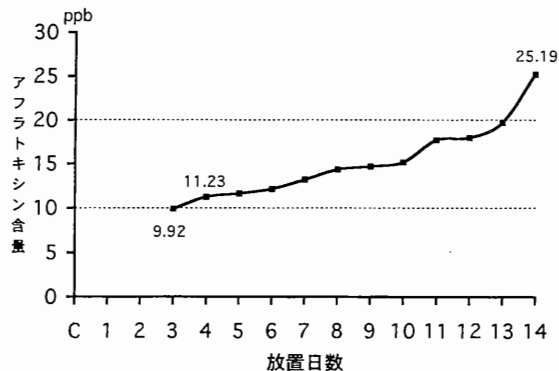


図1. 放置日数に伴うアフラトキシン含量の変化

表1 放置日数ごとのサイレージの組成と乾物損失率

放置日数	C	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Chemical composition (% on dry matter basis)															
乾物	34.9	33.6	32.6	30.1	25.1	23.6	22.6	21.9	21.8	21.9	21.9	17.6	17.1	16.9	16.4
ADF	26.3	26.5	26.7	26.3	28.4	28.4	32.5	33.2	35.6	36.3	35.8	36.2	38.6	37.2	37.0
NDF	46.1	47.2	45.2	45.6	49.7	50.6	52.4	53.1	56.2	56.9	56.1	56.4	59.8	58.4	56.6
ADL	4.6	4.5	4.6	4.8	5.0	6.1	6.1	6.2	7.0	7.2	7.2	7.9	7.7	8.4	8.9
WSC	8.4	8.2	8.1	7.6	6.4	6.3	5.6	5.3	5.0	4.8	4.8	4.5	4.3	4.0	4.0
デンプン	21.4	21.1	20.9	20.8	20.3	19.8	18.6	17.5	16.4	15.3	13.5	10.3	9.9	9.1	7.9
Chemical quality															
pH	3.84	3.85	3.81	3.87	6.88	6.53	6.34	6.18	6.53	6.88	6.98	7.21	6.92	6.89	7.78
VFA (% on dry matter basis)															
乳酸	4.9	4.9	4.7	4.7	0.3	0.0	0.1	0.5	0.7	0.8	0.7	0.4	0.60	0.76	0.00
酢酸	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.0	0.1	0.1	0.2	0.2	0.1	0.1	0.13	0.28	0.06
プロピオン酸	0.6	0.6	0.6	0.6	0.1	0.4	0.4	0.6	0.8	0.8	0.9	0.7	1.01	1.10	0.52
酪酸	0.3	0.2	0.2	0.3	0.2	0.3	0.2	0.3	0.4	0.3	0.4	0.0	0.26	0.46	0.23
乾物損失率	0.0	3.0	6.0	12.6	28.6	34.1	37.5	39.7	39.7	43.8	45.1	56.1	57.4	57.9	58.9

帯広畜産大学 草地学講座 (080 帯広市稲田町)  
Obihiro Univ. of Agr. & Vet. Med.  
Obihiro Hokkaido 080



蒸煮処理した小麦稈のめん羊における  
全消化管内充満度および滞留時間

阿部英則\*・山川政明\*・遠藤 展\*\*

Total tract fill and reticulo-rumen retention time of steam pressed wheat straw in wether  
Hidenori ABE\*, Masaaki YAMAKAWA\*,  
Hiromu ENDOH\*\*

緒 言

小麦稈を蒸煮処理すると、自由摂取量、消化率が改善され、自由摂取量の増加はアンモニア処理のそれを上回っている。なぜ自由摂取量が増加するかを明らかにするため、めん羊における全消化管内充満度と反芻胃内滞留時間について検討した。

材料および方法

小麦稈は12kg・5分および10分間蒸煮した。無処理小麦稈を含めた3点の材料にそれぞれ4頭のめん羊を用いて消化試験を行い、自由摂取量、消化率を求めた。いずれの場合も体重kg当たり4gの大豆粕を併給し、その消化率から小麦稈のみの消化率を算出した。

全消化管内充満度については、本期の始めに染色した小麦稈を一定量給与し、その染色片の12時間毎の累積排泄率および消化試験から得られた自由摂取量、乾物消化率を用い、Baumgardtの計算方法から小麦稈のそれを算出した。

反芻胃内滞留時間は、Balchの方法に基づき、染色片の累積排泄率の80%および5%を示す時間の差を滞留時間とした。

粉碎速度は遊星ボールミルを用いて測定し、かさ密度は2および10mmの径で粉碎した試料3300rpmで20分間遠心し、その容積および重量から算出した。

結果および考察

小麦稈の自由摂取量、消化率および反芻胃内滞留時間、全消化管内充満度を表1に示した。

表1. 小麦稈の自由摂取量、消化率および反芻胃内滞留時間、全消化管内充満度

	自由摂取量 (g/kg/日)	消化率 (%)		滞留時間 (hr)	充満度 (g/kg <sup>0.75</sup> )
		乾物	有機物		
無 処 理	15.3 <sup>a</sup>	44.7 <sup>a</sup>	46.6 <sup>a</sup>	36.5 <sup>a</sup>	60.2 <sup>a</sup>
12kg・5分蒸煮	16.2 <sup>a</sup>	52.1 <sup>b</sup>	55.0 <sup>b</sup>	33.6 <sup>ab</sup>	58.0 <sup>a</sup>
12kg・10分 "	22.1 <sup>b</sup>	50.4 <sup>ab</sup>	53.5 <sup>b</sup>	30.0 <sup>b</sup>	73.6 <sup>b</sup>

a、b間にp<0.05で有意差あり

\*北海道立滝川畜産試験場 (073 滝川市東滝川735)  
Hokkaido Pref. Takikawa Anim. Husb. Exp. Stn, Takikawa 073

\*\*北海道立林産試験場 (073-01 旭川市西神楽)  
Hokkaido Pref. Forest Research Institute,  
Asahikawa 071-01

自由摂取乾物量については、無処理と比べて、5分蒸煮ではとくに違いは認められないが、10分蒸煮では顕著に増した。消化率については、無処理と比べて、5分、10分蒸煮とも有機物消化率が高まった。

反芻胃内滞留時間は蒸煮時間が長くなると短くなる一方、全消化管内充満度については自由摂取量と対応するように、10分蒸煮では有意に増した。自由摂取量と全消化管内充満度が少ないから、自由摂取量が増加するという可能性も否定できない。

無処理および摂取量の増加がみられた10分蒸煮小麦稈の充満度の推移を図1に示した。この場合、各時間の総和が全消化管内充満度に相当する。

それによると、無処理と比べて、10分蒸煮では消化率が高く、滞留時間が短いため、充満度の減少はすみやかであった。しかし、摂取直後の充満度が無処理のそれを大きく上回っており、蒸煮による小麦稈の全消化管内充満度を上回った結果であるといえる。

粗飼料の自由摂取量が消化管内でのかさばり具合と密接な関連があるとされ、その目安としてかさ密度を、またこなれ易さの目安として粉碎速度を測定した(表2)。

蒸煮により、粉碎速度、かさ密度は顕著に高まった。

以上より、蒸煮することで小麦稈は粉碎(細粒化)され易くなり、消化管内に密に詰め込まれる。その一方で、反芻胃内滞留が短くなることが自由摂取量の増加につながるものと考えられた。

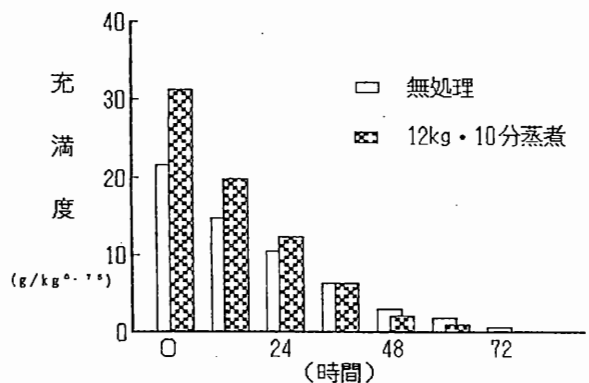


図1. 充満度の推移

表2. 小麦稈の粉碎速度、かさ密度

	粉碎速度 (g/秒×10 <sup>-3</sup> )	かさ密度 (g/ml)	
		10	2 mm
無 処 理	2.28	0.106	0.190
12kg・10分蒸煮	6.46	0.172	0.215

ホタテガイ副産物の羊による栄養価

蒔田秀夫・阿部英則

The nutritive value of scallop by-products  
in Suffolk wethers.

Hideo MAKITA and Hidenori ABE

緒 言

本道におけるホタテガイ生産は、平成7年で39万 t が増加し、生産額は635億円で価格の低迷を生産量で補っている観がする。従ってその加工残査も増大し、ウロすなわち中腸腺を含む軟体部は数万 t を越えているものと思われ、重金属特にカドミウムを高濃度に含有するウロの処理に苦慮している。

そこで重金属を除去した軟体部を蛋白質飼料資源として利用する観点から、共同研究を進めてきているところであり、すでに豚における栄養価について日本および北海道畜産学会で報告した。

今回は反芻家畜として羊におけるホタテガイ軟体部の栄養価を検討したので報告する。

材料および方法

ホタテガイ軟体部は噴火湾で5~6月産のものであった。その部位別割合は中腸腺26、生殖腺51、その他23%で、電解法によりカドミウムを除去後乾燥粉碎した(以下、単に軟体部という)。供試羊は体重42~60kgのサフォーク去勢羊4頭を用い、3頭については3×3のラテン方格に位置し、他の1頭を反復とした。予備期7日、本期7日の全糞取法によった。細切したオーチャードグラス主体の2番刈乾草を基礎飼料とし、軟体部200g/頭/日を乾草とともに給与した(軟体部区)。対照として同様に魚粉の単体消化率は、それぞれ込みの可消化量から乾草の可消化量を差し引いて算出した。

結果および考察

羊による軟体部および魚粉の摂取は乾草と分離して底にたまり易く、摂取させるようにつとめたが、若干残飼がでた個体もあった。しかし、軟体部および魚粉を併給しても乾草のみを給与したときと同程度かそれを越える乾物摂取量であった。

軟体部の乾物中粗蛋白質含有率は66.3%で、魚粉のその68.0%に近かった。粗脂肪含有率では、軟体部8.7%であり、魚粉の10.7%よりもやや低かった。しかし軟体部の灰分含有率が魚粉よりも低かったので、軟体部総エネルギー含量は魚粉よりも高かった。

軟体部の成分消化率は、有機物66%、粗蛋白質84%、

エネルギー66%および粗脂肪82%といずれも魚粉のそれよりも低い傾向であった。

軟体部の乾物中DCP(可消化粗蛋白質)は55%で、魚粉の64%より低く、魚粉のDCPの86%に相当した。乾物中TDN(可消化養分総量)含有率でも軟体部は73%であり、魚粉の88%より低く、魚粉のTDNの84%に相当した。軟体部の乾物中可消化エネルギーは3.98kcal/gで、魚粉の5.04kcal/gよりも21%低かった。

供試した今回の軟体部は、春漁獲し、生殖腺の割合が比較のおおいものであり、羊による採食性は悪くなかったが、その栄養価はCP60%魚粉に比べやや低かった。

ホタテガイの漁獲時期等により、軟体部の組成に大きな違いがあることが考えられるので、さらに例数を増やして検討する必要があると思われる。

表1. 供試飼料の乾物摂取量 (g/頭/日)

区 分	軟体部区	魚粉区	乾草区
基礎飼料	646	578	751
試験飼料	163	168	
計	809	746	751

表2. 供試飼料の成分、消化率および栄養価

区 分	軟体部区	魚粉区	2番乾草区	
水分 (%)	14.7	15.0	17.2	
乾物中含 有率	粗蛋白質 (%)	66.3	68.0	10.0
	粗脂肪 (%)	8.7	10.7	2.2
	N F E (%)	14.8	0	42.4
	粗繊維 (%)	0.2	0.2	36.0
	灰分 (%)	10.0	21.1	9.4
	GE (kcal/g)	6.01	5.29	4.27
	消 化 率	乾物 (%)	64	83
有機物 (%)		66	96	55
粗蛋白質 (%)		84	95	56
粗脂肪 (%)		82	97	25
N F E (%)		13	0	53
粗繊維 (%)		50	75	57
エネルギー (%)		66	95	53
栄 養 価	D C P (%)	55(86)	64(100)	6
	T D N (%)	73(84)	88(100)	50
	DE (kcal/g)	3.98(79)	5.04(100)	1.63

注) N F E : 可溶無窒素物、G E : 総エネルギー、  
D C P : 可消化粗蛋白質、T D N : 可消化養分総量、  
D E : 可消化エネルギー

北海道立滝川畜産試験場 (073 滝川市東滝川735)  
Takikawa Anim. Husb. Exp. Stn. of Hokkaido,  
Higashi-takikawa 735, Takikawa-Shi, 073 JAPAN