

カラマツ防風林が草地に及ぼす影響 1
 -カラマツの落葉が草地土壌に及ぼす影響-

大根田英敏・船越 久史・杉本 聡史・
 株田 悠介・佐々木章晴

Effect of wind-break forest of Larch
 (*Larix kaempferi* Carr.) on sward 1

-Effect of litter of Larch on soil of sward-

Hidetoshi ONETA, Hisashi FUNAKOAH, I,
 Satoshi KABUTA and Akiharu SASAKI

緒 言

中標津町計根別、別海町西春別周辺には、幅180m、1区画が2km四方の耕地防風林が造成され、今日までよく残されている。耕地防風林の主要樹種はカラマツである。防風林が周辺の草地に与える影響を様々な側面から検討した例は、少ないと思われる。

この報告では、カラマツリターが草地土壌に及ぼす影響について、以下の2つの仮説を立てて検討した。

(仮説1) カラマツリターによって、周辺草地土壌の土壌有機物含量は増加し、土壌物理性・化学性は変化する。

(仮説2) カラマツリターは強酸性であることから、周辺土壌は酸性化する。

材料および方法

2000年9月下旬に、別海町西春別の酪農家の放牧地で調査を行った。この放牧地は、北側に耕地防風林が東西に植栽されている。放牧地の構成草種は、OG、TY、LCである。防風林の樹種はカラマツであり、林床はクマイザサで覆われている。林縁より放牧地の中心に向かってラインを設置し、林床、林縁より1m、5m、10m、20mの5つの地点で、表層のリター及び地表から地下5cmの土壌を、100mlの採土円筒で採取した。表層のリターは、カラマツリターとそれ以外の部分に分け、乾物重、水抽出pH(1:2.5)を測定した。採取した土壌は、風乾後、仮比重、灼熱損量を測定した。また、1N-KCL pHをガラス電極pHメータで測定した。そして、全窒素含量及びアンモニア体窒素含量をセミマイクロゲルダール法で測定し、有機体窒素含量を算出した。

結 果

表1. カラマツ防風林からの距離とカラマツリター乾物重(%)、土壌pH、土壌仮比重(%)の関係

	リター重	土壌pH	土壌仮比重
林内	2,062.7	3.3	58.6
1 m	248.1	5.0	93.0
5 m	131.8	5.1	94.0
10m	170.6	5.0	97.6
20m	19.4	4.6	94.0

カラマツリターは、林内2,062.7gに対し、林縁から1mでは248.1gと急激に減少し、20mでは、19.4gとほとんど見られなかった(表1)。

リターのpHは、カラマツリターpH4.3と、ササリターpH5.6、牧草リターpH6.4に比べて低いことが示された。

土壌pHは、林内pH3.3に対し、放牧地では、pH4.6から5.1と、一定の傾向は見られなかった(表1)。土壌仮比重は、防風林内、58.6に対し、放牧地は93.0から97.6と、一定の傾向は見られなかった(表1)。

土壌灼熱損量は、防風林内25.8に対し、放牧地は13.1から12.3と、一定の傾向は見られなかった(表2)。土壌有機体窒素含量は、防風林内635.3に対し、放牧地は133.0から123.3と、一定の傾向は見られなかった(表2)。

表2. カラマツ防風林からの距離と土壌灼熱損量(%)DM/100g土壌)、土壌有機体窒素含量(mgDM/100g土壌)の関係

	土壌灼熱損量	土壌有機体窒素含量
林内	25.8	635.3
1 m	13.1	132.7
5 m	12.4	123.3
10m	12.9	133.0
20m	12.3	129.5

考 察

仮説1の検証として、防風林周辺へのカラマツ落葉の飛散は少ないことから、周辺草地の土壌仮比重、土壌灼熱損量、土壌有機体窒素含量への影響は少ないということが考えられた。また、仮説2の検証として、周辺へのカラマツ落葉の飛散は少ないため、土壌pHに与える影響は、少ないのではないかと考えられた。

これらのことから、カラマツ防風林が、周辺草地土壌に与える影響は、小さいことが示唆された。

今後の課題として、調査地点の拡大、草地植生や草地利用への影響の調査、土壌生物の調査、野生生物、特に鳥類の生息状況の把握があげられる。

謝 辞

この場をお借りし、調査にご協力をいただき、また、ご指導をいただきました、西春別斉藤牧場、中標津森林管理センター、阿寒町鳥獣保護員、梅本正照氏に感謝申し上げます。

参考文献

- 八鍬利助「農業物理学」養賢堂(1964)
- 鳥居 崧「土壌検定と肥料試験」博友社(1962)
- 藤巻裕蔵「北海道十勝地方の鳥類 4 農耕地の鳥類」山階鳥研報 16. 159-167, 1984
- 山本純郎「シマフクロウ」北海道新聞社(1999)

チモシー放牧草地の施肥法

1. 施肥時期・回数が収量および季節変動におよぼす影響

酒井 治^{*)}・宝示戸雅之^{**)}・三木 直倫^{*)}

Method of fertilizer application for Timothy (*Phleum pratense* L.) grazing pasture

1. Effect of time and number of times of fertilizer application on yield and its seasonal change
Osamu SAKAI^{*)}, Masayuki HOJITO^{**)} and Naomichi MIKI^{*)}

緒 言

放牧草地における現行の施肥標準は、早春・6月下旬・8月下旬の年3回均等分施肥であり、採草地の1、2番草の刈取時期と放牧地の2、3回目の施肥時期が重なるため両方の作業を適期に行うことは困難である。そこで、チモシー基幹放牧草地における施肥回数と時期を検討した。

材料及び方法

1998年から「ホクシュウ」・「ソーニャ」混播草地にN-P-K-Mg : 80-35-100-18kg ha^{-1} および「ホクシュウ」単播草地に150-35-100-18kg ha^{-1} を年3回均等分施肥(①5月上旬・6月下旬・8月下旬、施肥標準)、年2回均等分施肥(②5月上旬・7月上旬、③6月下旬・8月下旬、④7月下旬・10月下旬)および年1回全量施肥(⑤5月上旬、⑥7月下旬)の処理を設けた。なお、昼夜放牧における搾乳牛の糞尿排泄を想定してK83kg ha^{-1} を全処理区に対して5月上旬・6月下旬・8月下旬に均等分施肥した。

試験は、草丈が①で30cmになった時に全ての処理を10cmの高さまで刈り取る模擬放牧条件で実施した。

結果及び考察

1) 利用初年目の混播草地の乾物収量は⑤(5,044kg ha^{-1})>②(4,345)>①(4,303)>③(3,337)>④(3,259)>⑥(3,164)、単播草地の乾物収量は⑤(3,526)>②(3,181)>①(3,008)>③(2,576)>⑥(1,839)>④(1,485)であり、混播草地、単播草地共に②が①と同等、⑤が最も多く、早春に施肥を行わなかった③、④および⑥の3処理が低かった。

乾物収量の季節変動は、混播草地よりも単播草地が大きい傾向がみられ、特に早春に施肥を行わなかった処理や年1回施肥処理において大きく、施肥標準に比べて著しく低収な時期があった。

以上のことから、利用初年目(造成翌年)の混播草地では年間乾物収量が施肥標準と同等以上で、かつ、施肥標準に比べて低収な時期がない処理は5月上旬・7月下旬均等分施肥および5月上旬全量施肥であった。単播草地では年間乾物収量が施肥標準と同等以上の処理は5月上旬・7月下旬均等分施肥および5月上旬全量施肥であったが、5月上旬全量施肥の乾物収量の季節変動は大きかった。

2) 利用2、3年目の混播草地の乾物収量は⑤(6,560kg ha^{-1})>②(6,027)>①(5,852)>④(5,725)>③(5,390)>⑥(5,216)、単播草地の乾物収量は⑤(4,395)

>②(4,399)>①(4,267)>③(3,998)>④(3,976)>⑥(3,720)であり、混播草地では②および④が①と同等、⑤が最も高く、単播草地では②が①と同等、⑤が最も高かった(表1)。

乾物収集の季節変動は、混播草地よりも単播草地が大きく、単播草地では施肥回数の少ない処理は季節変動が明らかに大きくなった(図1)。

以上のことから、利用2、3年目の年間乾物収量が施肥標準と同等以上で、かつ、施肥標準に比べて低収な時期がない処理は、混播草地では5月上旬・7月下旬および7月下旬・10月下旬の均等分施肥および5月上旬全量施肥であった。単播草地では年間乾物収量が標準施肥と同等以上の処理は5月上旬・7月下旬均等分施肥および5月上旬全量施肥であったが、5月上旬全量施肥は乾物収量の季節変動が大きかった。

3) 利用初年目と利用2、3年目の結果を合わせると、混播草地では5月上旬・7月下旬均等分施肥および5月上旬全量施肥、単播草地では5月上旬・7月下旬均等分施肥が施肥標準とほぼ同等の乾物収量と季節変動が得られる施用法であると考えられた。

表1. 利用2、3年目の乾物収量・草種構成・養分含有率

草地	施肥時期	刈取回数	草丈 cm	乾物 収量 kg ha^{-1}	マメ科 割合 %	養分含有率		
						N %	P %	K %
ホクシュウ・ソーニャ 混播草地	施肥標準	8	34	5,852	40	3.8	0.4	2.9
	5上7下	8	35	6,028	41	3.9	0.5	2.8
	6下8下	8	34	5,384	40	3.8	0.5	2.9
	7下10下	8	34	5,735	44	3.8	0.4	2.8
	5上	8	33	6,554	43	3.8	0.5	2.8
	7下	8	34	5,208	41	3.9	0.5	3.0
ホクシュウ 単播草地	施肥標準	8	29	4,272		2.5	0.4	2.6
	5上7下	8	31	4,389		2.5	0.4	2.5
	6下8下	8	29	3,979		2.5	0.4	2.6
	7下10下	8	29	3,979		2.5	0.4	2.5
	5上	8	29	4,389		2.7	0.4	2.6
	7下	8	30	3,745		2.6	0.4	2.5

注) 乾物収量は草丈10cm以上の部分の年間の合計値
注) マメ科割合は草丈10cm以上の部分の乾物割合

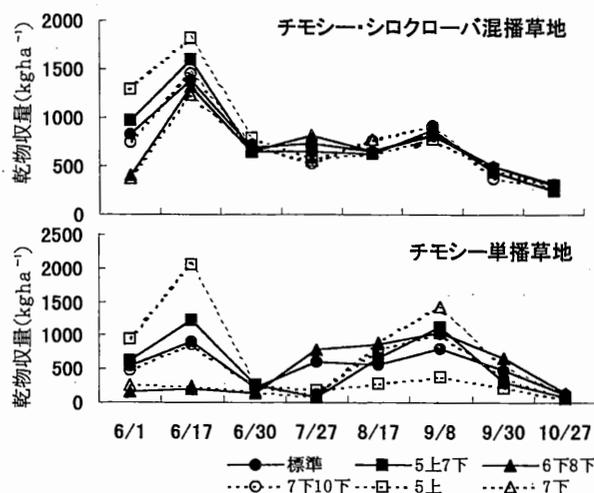


図1. 利用2、3年目の乾物収量の季節変動

* 北海道立根拠農業試験場 (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

** 農林水産省草地試験場 (329-2793 栃木県那須郡西那須野町千本松768)

National Grassland Research Institute, Nishinasuno, Tochigi, 329-2793 Japan

酪農家3戸からなる地域における窒素フローの概要

橋本 淳一・石渡 輝夫

Estimation of nitrogen flow in the area of three dairy farms
Junichi HASHIMOTO and Teruo ISHIWATA

緒言

北海道では乳牛の飼養頭数の増加と酪農家戸数の減少により、戸当たり経営面積、飼養頭数が大きくなり、ふん尿処理に係る作業量も増大している。また、近年、畜産環境に関連する法案も施行され、家畜ふん尿の有効利用の必要性は益々大きくなっている。家畜ふん尿の適切な処理利用は、化学肥料などとして外部から持ち込まれる窒素などの量を低減し、酪農地帯の円滑な資源循環に資するものである。本報告では、3戸の酪農家からなる地域において、現地実測値及び既存文献による値から窒素に関わる収支・循環の検討を行った。

材料及び方法

調査対象地域は、北海道留萌支庁管内のふん尿処理・利用を一体的に実施している3戸の酪農家からなる。1993年における全体の営農概況は、牧草地面積113ha(うちスラリー施用は55ha)、飼養頭数258頭(搾乳牛:120、乾乳牛:8、未經産牛:55、育成牛:43、当該年廃用牛:32)である。

地域への窒素のインプットとして、購入肥料、購入飼料及び降雨に含まれる窒素量と、マメ科牧草による窒素固定量を算定した。アウトプットとして、生乳、廃牛及び河川水中の窒素量を算定した。また、地域内の窒素循環量として、牧草、乳牛ふん尿、散布スラリー中の窒素量を算定した。牧草及び散布スラリー中の全窒素の定量はケルダール法によった。

結果及び考察

1) 窒素のインプット

各農家が購入した肥料及び飼料の種類毎にその量・と窒素含有率・を乗じ、購入肥料には4,993kg-N、購入飼料には8,796kg-Nの値を得た。降雨に含まれる窒素量は、近隣観測所のアメダスデータによる降雨量・に、降雨中の平均的な無機態窒素濃度 $0.5\text{mg}/1^{\text{D}}$ を乗じ、441kg-Nとなった。マメ科牧草による窒素固定量は、乾物収量に占めるマメ科牧草割合を用いた混播草地における年間窒素固定量推定式、 $Y = -0.045X^2 + 5.5X$ (Y: 窒素固定量 (kg-N/ha/年)、X: 乾物マメ科牧草割合 (%))²⁾により、6,826kg-Nとなった。(・は実測値を示す。以下同じ。)

2) 窒素のアウトプット

生乳として搬出された窒素量は、生乳中の窒素含有率(4.5kg/t³⁾)に生乳生産量・を乗じ、3,366kg-Nを得た。当該年の廃牛による窒素搬出量は、600kg/頭に廃牛頭数・を乗じ、さらに牛体の組成(たんぱく質含有率(15%)、たんぱく質中の窒素含有率(16%))を乗じて461kg-Nを得た。河川流出窒素量として、地域を流下する小河川の流量・と、水質調査における無機態窒素(NH₄-NとNO₃-N)濃度・により175kg-Nを得た。なお、河川水中の有機態窒素量は測定データが無いため考慮しなかった。

3) 地域内での窒素の循環量

牧草中の窒素量は、各圃場の牧草収穫量・に乾物率・(18%)・粗たんぱく率・(10~16%)・粗たんぱく中の窒素含有率(16%)を乗じ17,088kg-Nを得た。ただし、給餌ロスは計上していない。散布スラリー中の窒素

量は、各農家のスラリーの窒素含有率・(0.25%)に、散布面積・と単位面積当たり散布量・を乗じ、8,238kg-Nと算定した。スラリー散布時と散布後のアンモニア損失率と化学肥料からの脱窒率は、文献4よりそれぞれ39%と5%とし、固液分離堆肥からのアンモニア揮散等による窒素損失率は文献5と6により30%とした。ふん尿中の窒素量は、家畜排泄物推定のための原単位⁷⁾に頭数・を乗じ19,209kg-Nを得た。放牧牛のふん尿からの窒素量は、放牧日数160日(夏期)、放牧率40%とし、3,663kg-Nと推定した。

4) 地域における窒素収支と課題

上記により算出した窒素収支を図1に示した。113haの草地と258頭の乳牛からなる酪農地域には、購入肥料と購入飼料から13.8tの窒素が人為的に搬入された。また、降雨から0.4t、マメ科牧草による窒素固定で6.8tも自然に系内に入った。自給牧草から17.1tの窒素、購入飼料から8.8tの窒素が乳牛に給与された。そして、748tの牛乳に含まれ、搬出されるのは3.4tの窒素に過ぎず、19.2tの窒素がふん尿として排泄された。ふん尿からのアンモニア揮散等による窒素損失は5.8tで、大気を主体とした環境に排出されていた。これは系内に入る21.0tの窒素の約3割にも達する。

なお、図1の収支では牧草収穫量の喫食による割合および排泄ふん尿の散布される割合を100%としているが、これらの数値も検討する必要がある。スラリーは均等に散布されたと仮定しているが、均等に散布されない場合には窒素の損失量はさらに多くなる。また、曝気中の窒素損失、牧草地からの窒素溶脱量は計上していない。図1の数値は概算であるが、窒素収支の観点から、ふん尿処理・利用の課題が上述のように明らかになった。

参考文献

- 1) 田淵俊雄・高村義親: 集水域からの窒素・リンの流出, 東大出版会.(1985)
- 2) 道立根釧農試: 酪農経営における窒素フロー, 北海道農業試験成績会議資料(1999)
- 3) 三木直倫: 草地型酪農における物質循環と問題点, 北草研報, 24, p. 18-28 (1990)
- 4) 志賀一一・藤田秀保: 環境汚染に取り組むEC酪農, 酪総研, p. 61 (1992)
- 5) 松本武彦: 北海道の草地酪農地帯における家畜ふん尿の利用と問題点, 北海道土壌肥料研究通信, 北海道土壌肥料懇話会, p. 39-58 (1998)
- 6) 開発土木研究所土壌保全研究室: 未発表
- 7) 築城幹典・原田靖生: 環境保全と新しい畜産, 農水技情協会, p. 15-29 (1997)

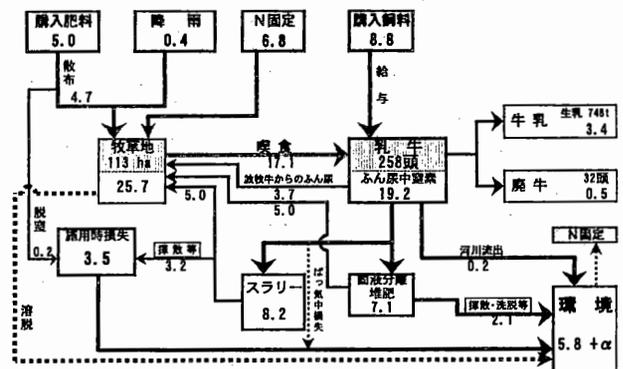


図1. 酪農家3戸における窒素のフロー 単位: t-N/年 (波線は未計上)

開発土木研究所 (062-0931 札幌市豊平区平岸1条)

Civil Engineering Research Institute, Hokkaido Development Bureau, Sapporo 062-0931 Japan

黒毛和種繁殖牛によるリードカナリーグラス待
期草地の放牧利用

野口 和久*・小川 恭男**・梅村 和弘**・義平 大樹*

Grazing use of Reed canary grass deferred pasture
for Japanese black cows

Kazuhisa NOGUCHI, Yoshio OGAWA,
Kazuhiro UMEMURA and Taiki YOSHIHIRA

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。これは、放牧地での栄養管理が難しいためであり、春季における放牧草の栄養価が高いこと、季節全般にわたり牧草を飽食することが原因であると考えられる。

過肥防止対策システムとして、現在、春分娩した授乳中の繁殖牛は春季の高栄養牧草を食べさせ、離乳後、栄養要求量が低くなると、リードカナリーグラス（以下、RE）待期草地に移牧し、栄養摂取量を質的抑制によって過肥を防ぐ方法が考案されている。

しかし、夏期まで立毛貯蔵した時（待期区）のREの放牧利用特性について調査した例は、北海道においてみられない。そこで、黒毛和種繁殖牛によるRE待期草地の放牧利用に関する基礎的知見を得るために、2週間に1回輪換放牧した区（放牧区）と待期区のREの動態を比較調査し、牧養力について検討した。

材料および方法

1995年に造成した利用5年目のRE主体草地0.4haに、5月から2週間に1回輪換放牧させる区（放牧区）0.1haと、春から8月まで休牧した後8月31日から繁殖牛2頭により10月5日まで放牧利用した区（待期区）0.3haを設置した。両区におけるREの地上部重、根重、地下茎重、および生産構造を5月18日と8月21日に調査し、比較した。また、待期区における放牧期間のREの利用率、および体重、ボディコンディションスコア（以下、BCS）の推移を調査した。

結果および考察

表1に地下茎重と根重の推移を示した。地下茎重、根重はともに両処理区とも春に比べて秋に減少した。その減少程度は待期区が放牧区に比べて小さかった。特に根重は、放牧区において春の12%まで激減したが、待期区の減少は43%でとどまった。REは多回利用すると、出現頻度が低下していくことが知られているが、夏からの待期利用により地下部の衰退をある程度防ぐことができ

ると考えられた。

また、生産構造図の結果から、待期区のREは倒伏がなく、空中分げつの発生が盛んであり、他の草との光競合に有利で、新たな草種の侵入が難しい事が推察された。

表2に待期区の放牧実績を示した。可食乾物草量は放牧前に1㎡当たり1,029gであったが、放牧後に659gに減少した。このことから、放牧期間の被食量は1㎡当たり433g、利用率は約40%と推定された。利用率が低い原因の一つは、離乳直後の繁殖牛を入牧させたため、子牛を探し、REが踏み倒された面積が多かったことが考えられた。

また、放牧期間の供試牛の体重は、ほぼ維持もしくはやや減少した。また、BCSは6から5の間を推移し、繁殖牛として適性範囲内を維持した。延べ放牧頭数は体重500kg換算で219頭・日ha⁻¹で、被食量は4,330kgha⁻¹、採食量は体重100kg当たり約1.2kgと推定された。

以上より、REは立毛貯蔵に優れる生育特性を持ち、待期草地としての利用性に富んでいると考えられた。また、RE待期草地の牧養力は約200Cowdayと推定され、繁殖牛の体重がおおむね維持されたことから、妊確牛用の秋季備蓄草地として適合すると考えられた。

表1. 地下茎重および根重の推移

処理区	地下茎重(gm ⁻²)		根重(gm ⁻²)	
	5.18	10.5	5.18	10.5
放牧区	278(100)	233(84)	244(100)	30(12)
待期区	239(100)	225(94)	218(100)	94(43)

() は、5.18を100とした時の百分比

表2. 待期区の放牧実績

可食草量(gDMm ⁻²)	放牧前	1092
	放牧後	659
REの利用率(%)		39.7
供試牛の体重(kg)*	放牧前	470
	放牧後	465
BCS**	放牧前	6
	放牧後	5
延べ放牧頭数(頭日ha ⁻¹)* ** *		219
被食量(kgha ⁻¹)		4330
採食量(kgday ⁻¹ 100kgBW ⁻¹)		1.2

* 供試牛2頭の平均
** ボディコンディションスコア
*** 体重500kg換算で算出

* 酪農学園大学 (069-8501 江別市文京台緑町582⁻¹)

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

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

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

持続型放牧草地としての
ケンタッキーブルーグラス草地の再評価
3. 定置放牧条件における放牧圧の差が
ホルスタイン去勢牛の増体におよぼす影響

三枝 俊哉^{*1}・高橋 俊^{*1}

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

3. Effect of stocking rate on weight gain of
Holstein steers under set grazing system
Toshiya SAIGUSA and Shun TAKAHASHI

緒 言

本研究では、離農や高齢化によって労働力の不足となった草地においても持続的な家畜生産を可能とするため、離農跡地を取り込んだ粗放的規模拡大を支持する草地管理法のひとつとして、単位面積当たりの生産性は最大でなくとも、省力的かつ安定的な家畜生産を維持する放牧草地、すなわち、持続型放牧草地の作出について検討を進めている。前報までに、その基幹草種として、これまで評価の低かったケンタッキーブルーグラス (KB) について、省力的な放牧形態である定置放牧に対する有効性を指摘した。しかし、定置放牧条件で過放牧になると、増体に大きな影響のおよぶ場合が認められた。そこで、本報告では放牧牛の増体を低下させない現存量の水準を明らかにすることを目的に、放牧圧の異なる定置放牧を行って、現存量と増体の関係について検討した。

材料および方法

KB「トロイ」・シロクロバ (WC、「ソーニヤ」) 混播草地 (1996年造成) に2牧区の定置放牧区 (1牧区 62.5 a) を設け、ホルスタイン去勢牛 (6ヶ月齢、体重約200kg) を供試し、放牧頭数を次のように調節した。両区の放牧頭数は5月8日の試験開始時に1区6頭とし、その後、現存量に応じて、強放牧区では供試牛の増体が停滞した後に、対照区ではその前に減じた。すなわち、強放牧区では7月24日に3頭とし、10月23日に終牧した。また、対照区では6月8日に3頭、9月26日に2頭とし、強放牧区と同時に終牧した。このように、強放牧区では対照区よりも放牧頭数を多くすることにより、現存量の低下による増体の停滞を一時的に生じさせた。現存量と放牧牛の体重を調査し、両者の関係について検討した。

結果および考察

強放牧区における現存量 (乾物) は、両区の放牧頭数に差が生じた後、常に対照区を下回った。それに伴い、強放牧区における放牧牛1頭当たりの体重も最初に対照区の放牧頭数を減じた6月8日以降、対照区よりも低い水準で推移した (図1)。その結果、強放牧区における放牧期間中の日増体量は0.85kg/頭/日となり、対照区の1.04kg/頭/日を下回った。しかし、強放牧区では延べ放牧頭数が多かったため、ヘクタール当たりの増体重は999kg/haとなり、対照区の949kg/haを上回った。

前報までのデータも含め、2週間ごとに測定された体重変化とその期間中の現存量から、本供試草地における定置放牧条件で、増体が安定的に確保される現存量の水準について検討した。体重100kg当たりの現存量と日増体量との間に正の相互関係が認められたが、両者の関係は季節によって異なった。5~6月における日増体量は現存量に強く依存し、体重100kg当たりの現存量を50kg以上確保することが過放牧を防止するための目安と考えられた (図2)。夏以降には日増体量のばらつきが大きくなり、現存量以外の要因が示唆された。秋の日増体量は現存量が同程度の場合、他の季節のそれよりも高い傾向を示した。

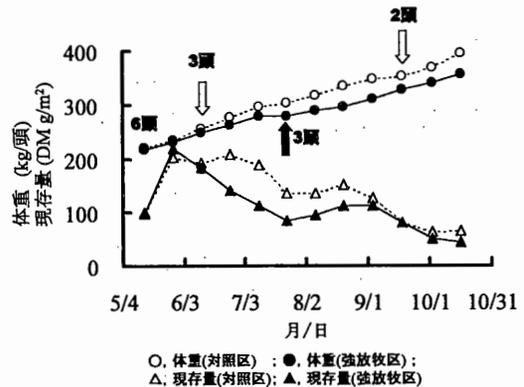


図1. 現存量と体重の推移

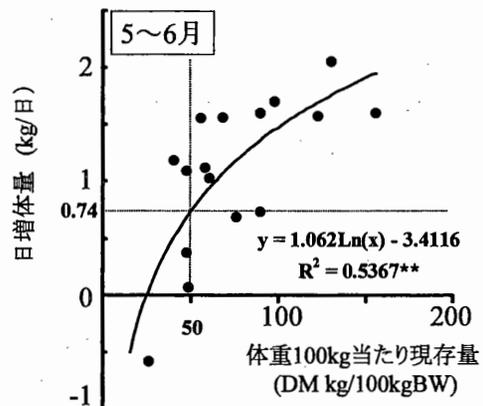


図2. 5~6月における体重100kg当たりの現存量と日増体量の関係

*1 北海道農業試験場 (062-8555 札幌市豊平区羊ヶ丘1番地)

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

ミヤコザサ主体の林間放牧地における肉用牛の食草行動

新宮 裕子・松崎 龍・近藤 誠司・
秦 寛・大久保正彦

Grazing behavior of cattle in *Sasa nipponica*
dominant woodland-pasture
Yuko SHINGU, Ryo MATSUZAKI, Seiji KONDO,
Hiroshi HATA and Masahiko OKUBO

緒 言

北海道では、ミヤコザサ (*Sasa nipponica*) を利用した北海道和種馬の林間放牧を行っている。ミヤコザサは質および量的な観点から見ても家畜の飼料として価値が高いことが報告されている (Kawai et al., J. Equine Sci., 1995, 121-125) が、ミヤコザサは家畜の採食により次第に衰退するため森林の維持管理に家畜を利用する場合、放牧家畜の食草行動を考慮する必要があるだろう。

演者らはこうした観点からミヤコザサを飼料とした林間放牧地での北海道和種馬の食草行動について一連の研究を行っている。前報 (北畜第54回大会) では、林間放牧地における北海道和種馬の1日の採食時間は833分、採食量は体重の2%であり、試験期間中はほぼ体重を維持していたことを報告した。一方、ミヤコザサを利用した林間放牧地は肉用牛の飼育にも利用されているが、行動学的な観点からの研究は少なく馬との比較、検討は行われてこなかった。

そこで本試験では肉用牛をミヤコザサ主体の林間放牧地に放牧し、肉用牛の食草行動について、北海道和種馬と比較し、検討を行った。

材料および方法

試験は日高管内静内町に位置する本学附属牧場内の林間放牧地2.0haで行った。供試放牧地は比較的平坦であり、林床植物としてミヤコザサが優占し、ミズナラ (*Quercus crispula*)、イタヤカエデ (*Acer mono*) など落葉広葉樹が主な構成樹種であった。供試牛は、本学附属牧場内で牧草放牧を主体として飼育されているヘレフォード種繁殖成雌牛5頭であり、供試放牧地内に10月上旬の6日間終日放牧を行った。

観察は放牧2から6日目まで行い、供試牛の行動を日中の11時間、15分単位で記録し、採食、反芻および休息時間を算出した。放牧6日目に供試牛のうち1頭を観察牛とし、行動観察と同時に移動経路を地図上に記録し、移動距離を算出した。また、観察牛の15分毎の位置を地図上に記録し、それらの点の最外周を結んだ面積を活動域面積とした。

同時に朝、昼および夕方採食時の1時間、5分おきに5分間ずつ観察牛のバイト数および採食植物種を記録した。試験開始時および終了時の草量から刈り取り前後差法により採食量を推定し、体重変化は試験開始時および終了時に測定した体重から算出した。

結果および考察

放牧2日目の供試牛5頭の平均採食時間は11時間のうち264分であり、3日目は297分、4日目は357分、5日目は399分と放牧日数の経過と共に次第に長くなる傾向にあった。

放牧6日目の平均採食、反芻および休息時間はそれぞれ453、81および120分であり、採食時間は全観察時間の68%を占めた。牛の1日の採食時間は約600分と言われており、採食は夜間よりも日中が長いことが報告されている。本試験においても1日の採食時間はおよそ600分程度であると考えられた。

1時間毎に採食した頭数の割合を図1に示した。採食は早朝および昼から夕方にかけて集中し、採食と反芻および休息行動が明確に分かれる行動型を示した。林間放牧地における北海道和種馬の行動型は採食および休息が

明確に分かれておらず、牛の行動型は馬のそれと大きく異なった。朝、昼および夕方採食時における平均バイト数は14回/分であり、牧草放牧地と比較すると非常に少なかった。

11時間の観察中における移動距離は1.8km、活動域面積は0.63haであり、放牧地全体の約31.6%を占めた。前報 (北畜第54回大会) では、北海道和種馬は24時間で10.5haの林間放牧地の内、約20%を利用したことを報告しており、観察牛の活動域面積割合は馬のものよりも広がった。しかし、それぞれの供試放牧地面積が異なることから、一概に比較できない。

表1に朝、昼および夕方採食時における採食植物種毎の30分間のバイト数を示した。3回の観察を含めた90分間で採食割合が多かったのは当年生のミヤコザサであり、広葉樹の樹葉採食も見られた。一般に採食が最も盛んに行われるとされる朝および夕方採食は、当年生のミヤコザサが主であったが、昼の採食は野草および樹葉の採食が増加する傾向にあった。

試験期間中の乾物自由採食量は推定で1日1頭あたり13.7kgであり、体重の1.9%に相当した。植物種毎の採食量は当年生のミヤコザサが最も多く全体の約7割を占めた。

一方、試験期間中の体重変化は1日あたり0.44±0.91kgであった。前報 (北畜第54回大会) では、林間放牧地における北海道和種馬の採食量は体重の2%に相当し、体重はほぼ維持したことを報告しており、林間放牧地における牛および馬の体重あたりの採食量はほぼ同程度であると考えられる。

以上の結果から、林床植物としてミヤコザサ主体の林間放牧地において肉用繁殖牛の採食時間は北海道和種馬よりも短く、行動型は北海道和種馬と比較して採食および休息が明確に分かれることが示唆された。また、林間放牧地における肉用繁殖牛の採食量は体重の1.9%に相当し、主にミヤコザサを採食していたが、野草および樹葉の採食も見られた。

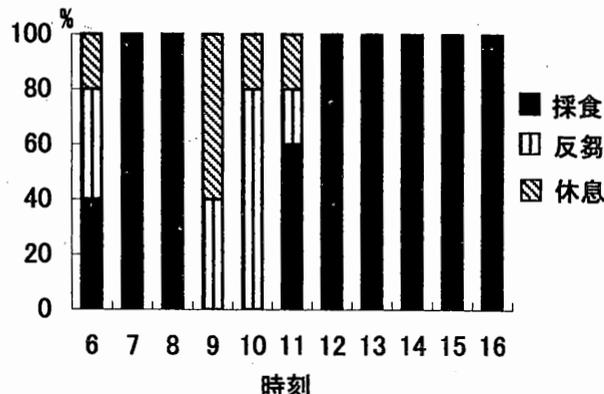


図1. 肉用牛の採食行動割合 (%) (各時間における頭数割合)

表1. 採食植物毎のバイト数および試験期間中の採食量

	ミヤコザサ			野草	樹葉	合計
	当年生	越年生				
バイト数						
朝 回/30分	369(88.7)	7(1.7)	40(9.6)	0(0)		
昼 回/30分	110(28.3)	0(0)	200(47.8)	108(25.8)		
夕方 回/30分	345(81.0)	0(0)	77(18.1)	4(0.9)		
合計 回/90分	824(65.4)	7(0.6)	317(25.2)	112(8.9)		
採食量 kgDM/日	9.9	0.9	2.9	-	13.7	
%BW	1.4	0.1	0.4	-	1.9	

() 内は、全体に占める割合を示した。

傾斜放牧地における植生と育成牛の採食行動の関係

松崎 龍・滝田 奈々・松坂智恵美・新宮 裕子・
秦 寛・大久保正彦

Relationship between sward characteristics and grazing behavior in sloped pasture
Ryo MATSUZAKI, Nana TAKITA, Chiemi MATSUZAKA, Yuuko SINGU, Hiroshi HATA and Masahiko OKUBO

緒 言

傾斜地では高低差により土壌や養分の移動がおこるため、草高、草量などの植生、またこれを利用する家畜の採食にも影響があることが考えられる。そこで本報告では北海道静内町にある北大附属牧場内の傾斜放牧地において、草地の植生および育成牛の採食行動を放牧期間を通じて調査した。

材料及び方法

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20haで、ヘレフォード種およびホルスタイン種育成牛群30頭を2000年5月から10月中旬まで放牧した。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。放牧は終日放牧で、4つの牧区を用い輪換放牧を行った。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、沢地を除く部分の標高130mを高位、115m～130mを中位、それ以外を低位をし解析した。

植生調査は各輪換の放牧前に冠部被度、草高および草量を測定し、また放牧後にも草量を測定した。また放牧前および放牧後草量から日再生量および利用率を算出した。行動観察は月1回、04:00～20:00の16時間行い、10分ごとに全頭位置と行動形を記録した。これにより得られた採食利用時間から採食利用割合を算出した。

結果及び考察

イネ科牧草の冠部被度は各ブロックで大きな差は見られなかった。マメ科牧草の冠部被度は高位に対して低位が高く、逆に野草は高位に対して低位が低い結果であった。裸地は高位で高い傾向が見られた。イネ科草高の平均値は標高が下がるに従って高くなる傾向にあった(表1)。季節推移を見ると、6月でその差は最も大きく、低位では約50cmに達し、また7月、8月でも高位と低位で比較的大きな差が見られた(図1)。低位のマメ科草高は高位より4cm程度高かった(表1)。放牧前草量の平均値は標高が下がるに従って高くなる傾向にあり、高位と低位では0.5 t DM/ha程度の差があった。CP含量はいずれも23%程度で、NDF含量はいずれも40～43%程度で大きな差はなかった。

採食利用割合は、草高および草量の差が大きかった6月、7月および8月で高位が高く、低位が低い傾向が見られた(図2)。また草地の利用率に関しても、高位が

高く、低位が低い傾向が見られた。

以上で、草高、草量が高い6月、7月および8月で、採食利用に違いがあったことから、植生の違いが採食利用に影響したことが考えられた。そこでこの植生の違いを生む要因を検討するため、草地の生産力の指標として日再生量を算出した(図3)。一般にイネ科牧草は春と秋に分げつ発生が盛んに行われるが、放牧圧が低かったと考えられる低位の日再生量は、典型的なイネ科牧草の季節推移が現れていると考えられた。一方高位、中位では家畜による採食の影響が大きく、低位に比べて平準化された推移を示した。

夏季に家畜の採食が高位に集中したことに関しては、暑熱の影響やそれに伴う休息場所の移動も関与しているものと考えられるが、低位で草高が高くなり、家畜にとって好ましくない草地になったことも一つの要因として考えられた。また日再生量の結果から、5月から6月にかけて低位では草地の生産力が高く、これが低位で草高が高くなった大きな要因と考えられた。

表1. 期間中の草高および草量の平均値

		高位	中位	低位
草高	イネ科	17.9	21.3	26.1
	マメ科	10.2	11.9	14.4
放牧前草量		0.68	0.88	1.11

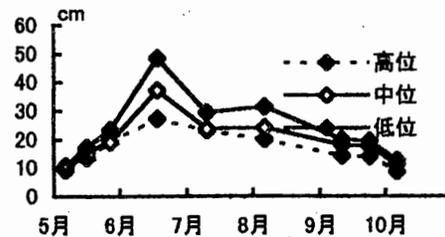


図1. イネ科草高の季節推移

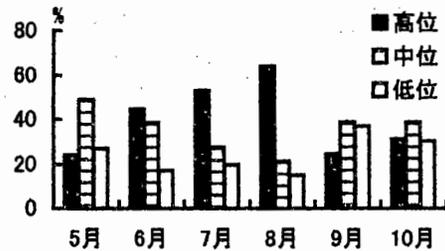


図2. 各ブロックの面積を補正した採食利用割合の平均値と季節推移

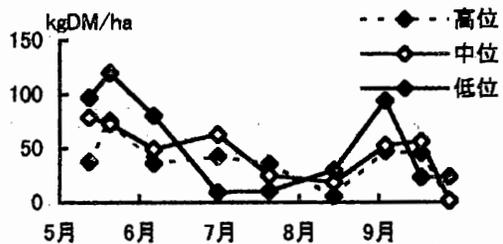


図3. 日再生量の季節推移

ライ麦の敷料用資材としての検討

岩淵 慶*・太田 二郎*・桑原 誠***
中司 啓二***

Investigation of as the material for bedding
of Rye (*Secale cereale* L.)

Kei IWABUCHI*, Jiro OHTA*, Makoto KUWABARA**
and Keiji NAKATSUKA***

緒 言

近年、新たな敷料資材の模索が酪農専業地帯を中心に
なされており、ライ麦やライ小麦が一部で注目されてい
る。ライ麦の敷料用資材としての可否については、ワラ
の生産量が小麦に比べて非常に高いことが明らかとなっ
ているものの、家畜毒性を示す赤かび病発生についても
合わせて重要な問題として指摘され、敷料用資材として
の利用は困難であるとされている。しかしながら、小麦
稈を含めた敷料の十分な確保が難しい地域では、ワラの
多いライ麦やライ小麦に期待する声が多い。

そこで、当牧場では、赤かび病を回避することを前提
とした栽培方法(出穂～開花期刈り)をとった上で、ライ
麦およびライ小麦稈を利用する場合にどのような利点や
欠点があるのか、どのような工夫が必要なのかを生産者と
しての立場で確認した。

材料および方法

(1) 供試品種

ライ麦: MOTTO、AMILO、春一番、サムサシラズ
ライ小麦: PRESTO

(2) 耕種概要

1999年 8月26日 前作物の牧草(アルファルファ収穫)
9月3日 前植生処理
9月16日 耕起、土改剤・基肥散布、播種、除
草剤散布
11月10日 雪腐病防除剤散布
2000年 5月10日 追肥
6月29日 収穫
7月6日 ロール巻取り

収穫前までの栽培方法は、小麦に準じている。

結果および考察

(1) 農業特性

ワラの生産性は、生草収量で4 t/10 a以上となり、
PRESTOは7 t/10 aに達していた。乾物収量は、乾物
率が低いため1~1.5 t/10 aであったが(図1)、350kg
のロールベールに換算すると3~4個にもなった(表1)。
この量は、秋播小麦稈の乾物収量が約400kg/10 aとす
ると、その2.5~3.9倍に相当した。

この他、各農業特性は当然の如く草品種間差異が認め
られたが、ワラの収量性は何れも非常に富み魅力的であ
ると考えられた。

(2) 栽培・収穫作業性

収穫は、通常の牧草収穫に準じ、手持ちのモア、テッ
ターおよびロールベラーを用いて十分行うことが出来
たが、次の点を整理しておくことが必要であると考えら
れる。

① 収穫時期

赤かび病を回避するため出穂～開花期(北見市周辺で
6月下旬~7月上旬)とする。牧草収穫との作業重複を
避けるため柔軟なスケジュール調整が必要である。

② 収穫機械の調節

ロールベラーの収草口の部品を外し、ワラを引き込
みやすくする。また、過度の引き込みを防ぐため、レー
キによる収草時に牧草収穫の場合の半分程度のガサに調

節しておく。

③ 乾燥調製

ワラの量が多いため、乾燥調製期間を長くする必要が
ある。このとき、アメダスの気象データから作成した地
域別の晴天確立等をうまく活用して、降雨の多い時期を
予め把握しておくことも重要である。

(3) 牛舎での実用性の評価

ワラのクッション性や吸水性は小麦稈に比べて劣らず、
むしろ良いとの現場での評価があった。ただし、稈長が
小麦稈より長いと、①使い勝手の部分であまり良いと
は言えず、②バークリーナーへの排出量も多くなると
いった声もあった。この点については、カッティングロー
ルベラーを用いて切断長を調節すれば問題は生じない
が、それほど多くの生産者が持っているとは考えられず、
何らかの工夫が必要であろう。

(4) 懸案事項

次の様なことが今後、検討整理すべき点であると考え
られた。

①適草品種の選定、②防除、③収穫時期、④機械、⑤
普及対象地域の選定、⑥生産体系の明確化、⑦使い勝手
の改善

敷料用草品種の適・不適の判断は、本試験では供試数
が少ないこともあり明確には出来ないが、少なくとも耐
倒伏性の劣る品種は、収穫ロスと収草作業能を極端に低
下させるため不適である。敷料用資材とはいいつつ、基
本的な重要特性として認識すべきである。この他、生産
体系と関連付けた上で、総合的な特性を把握整理し草
品種選定を行うことも重要であろう。

また、ライ麦やライ小麦は、小麦の仲間であるため基
本的に雪腐病や雑草を含めて幾度か防除をしなくてはな
らない。そのため、作業的な負担が増えることに加え、
畑作専業および混合地帯のように防除機械を揃えていな
い酪農専業地帯では相応の初期投資をも考慮しなければ
ならない。この点は、導入の可否を大きく左右する部分
であると考えられる。

以上のことと合わせて、普及対象地域の整理を行いつ
つ、子実の利用の有無、自給或いは共同といった生産体
系を明確化し、方向性を見出す必要があると考えられた。

表1. ロールベール数量

350kg換算		
品 種	草 種	ロールベール数 (個/10a)
MOTTO	ライ麦	2.8
AMILO	〃	4.5
春一番	〃	3.3
サムサシラズ	〃	3.5
PRESTO	ライ小麦	4.4

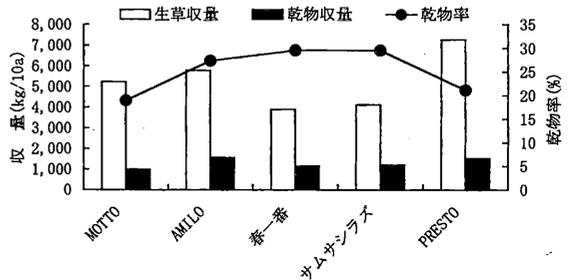


図1. 生草・乾物収量および乾物率

*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

**ホクレン北見支所 (090-8650 北見市とん田東町617番地)

Hokuren Kitami Local Branch, 617, Tonden higashi-machi, Kitami, 090-8650 Japan

***北海道農業試験場畑作研究センター (099-6132 紋別市小向)

Hokkaido National Agricultural Experimental Station, Komikai, Monbetsu, 099-6132 Japan

摩砕したアルファルファの圃場乾燥特性

糸川 信弘・池田 哲也・新良 力也

Field drying characteristics of macerated
Alfalfa by forage mat maker

Nobuhiro ITOKAWA, Tetsuya IKEDA
and Rikiya NIRA

緒 言

北海道農業試験場で開発した、牧草を強く圧砕（摩砕）してマット状にするフォレージマットメーカーは、簡易な構造で所要動力が少なく、テグダによる転草作業を省略できるので、脱葉などの収穫損失の増加を抑制しながら省力的に低水分サイレージを調製する有効な手段として、その実用化が期待されている。牧草を摩砕するプレスローラに空気入りタイヤを用いた1号機を試作し、アルファルファを対象としてその乾燥促進効果および実用性を実規模で検討した。

1～2時間経過してからロールベアラで梱包した。

本研究では、気象、作物条件等の異なる圃場乾燥過程を比較するため、ペンマンの蒸発散位を牧草の乾燥速度を規制する総合的な気象要因とみなし、(1)式を用いて1時間毎にペンマンの蒸発散位 E_h を算出し、その積算値 E を独立変数として刈取り後の牧草水分の変化を(2)式の指数関数で近似させ、含水量の減少割合を示す係数 K （乾燥係数と称す）を乾燥速度を表す指標として用いた。

$$E_h = \frac{\Delta(R_n/L) + \gamma \cdot e_{sa}(1 - RH/100) \cdot 0.26(1 + 0.54W_v)/24}{\Delta + \gamma} \quad (1)$$

E_h : 時間毎の蒸発散位(mm/h)

Δ : 飽和水蒸気圧～温度曲線の勾配(mb/°C)

γ : 乾湿計定数(0.66 mb/°C) R_n : 純放射量(MJ/m²)

L : 蒸発潜熱 (MJ/kg) e_{sa} : 飽和水蒸気圧(mb)

RH : 相対湿度(%) W_v : 風速(m/s)

$$M = M_0 \exp(-K \cdot E) \quad (2)$$

M : 含水量(%d.b.) M_0 : 初期含水量(%d.b.)

K : 乾燥係数 E : 積算蒸発散位(mm)

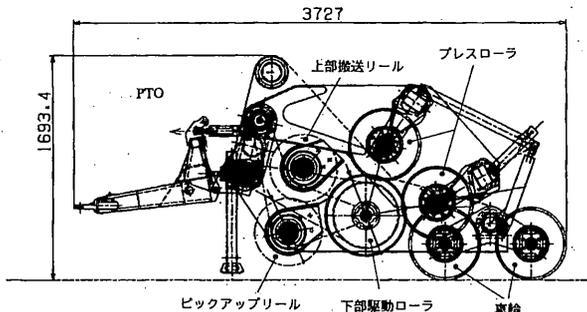


図1 フォレージマットメーカーの実用化1号機

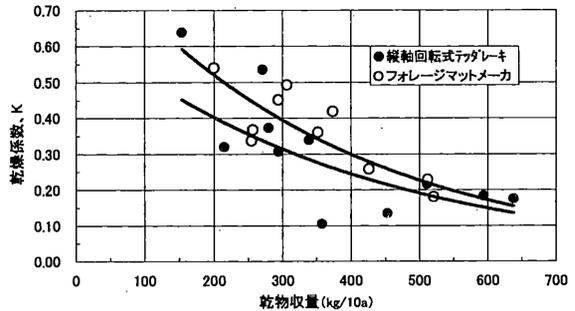


図2 フォレージマットメーカーで摩砕したアルファルファの乾燥係数。(ヒサワカバ、実用化1号機)

材料と方法

1. 供試作物および機械

アルファルファ「ヒサワカバ」の単播草地を河西郡芽室町の畑作研究センター内に造成し、試作したフォレージマットメーカー（図1、以下マットメーカー）および兼用型テグダを用いて実規模で圃場乾燥試験を行った。なお、マットメーカーは、刈取った牧草をピックアップ装置で拾い上げ、直径620mmの駆動するボトムローラとその回転方向に対して左右10°の偏角を有する1列4個の空気入りタイヤ（22×10.00-10、12PR）1対のプレスローラで圧縮して摩砕する構造である。

2. 予乾方法および乾燥速度の調査法

予乾作業方法は、作業幅2.5mのクリンパ型モーアコンディショナで刈取った幅1.0～1.2mの刈倒し列をマットメーカーでマット状（幅1.1m～1.3m、厚さ5～10cm）に摩砕し、刈株上に置いて地干しする。その後、圃場予乾の終盤に、収穫作業の効率化とマット下層の乾燥促進を兼ねてマット列2本を2軸式ロータリレーキで集草し、

結果および考察

マットメーカーおよび慣行の兼用型テグダレーキを用いた1～3番草までの無降雨条件下におけるアルファルファの乾物収量（坪刈り）と乾燥係数の関係を図2に示した。乾燥係数は収量の増加とともに指数的に減少し、一行程で処理するマットメーカーはバラツキが比較的小さく、収量との相関は高い。マットメーカーの乾燥係数は収量の低い範囲では慣行法より若干大きく、乾燥速度が大きい傾向にあるが、500kg/10aを越えると同程度の乾燥係数となった。これは、試作機では、乾きにくい茎を縦に裂きながら茎と葉を圧着させる摩砕力が弱いこと、マットが厚くなると刈り株上のマットが重みで沈下してマット下層の湿潤な空気の拡散が妨げられること等が原因と考えられる。専用テグダの転草に匹敵する乾燥促進効果を得るためには、さらに摩砕性能を改善する必要がある。

チモシーの1番草における飼料成分の
変化と系統間差異

鳥越 昌隆・出口健三郎・吉澤 晃・
佐藤 公一・玉置 宏之

Change and difference of feed composition
among strains at the first crop of timothy
(*Phleum pratense* L.)

Masataka TORIKOSHI, Kenzaburo DEGUCHI,
Akira YOSHIZAWA, Kouichi SATO
and Hiroyuki TAMAKI

緒 言

牧草の飼料成分による選抜は、近赤外分析法の精度の向上や手法の簡素化によって種々の草種で利用され、成果が上げられている。チモシーにおいても酵素分析法によって、乾物消化率等の選抜が行われてきた。そこで、本報では多交配後代系統について近赤外分析法によって求められた飼料成分の変化と系統間差異を検討した。

材料および方法

供試材料はチモシー晩生の後代9系統と「ホクシュウ」を用いた。圃場は畦間0.6m、畦長2.5mの条播で、試験区は乱塊法4反復で行った。初年目から3年目までは年2回刈りを行い、播種後4年目の2000年の1番草の飼料成分を調査した。サンプリングは畦端0.5mを除外し、1区あたり2.0㎡を4回行った。

サンプリングの時期は6月16日、6月23日、6月30日、7月10日であった。供試系統の出穂始は6月22～25日で「ホクシュウ」の出穂始は6月23日であった。飼料成分の分析は近赤外分析計(ニレコ製NIRSモデル6500)を用い、使用波長域1,000～2,500nm、PLS法による検量線で、CPとADFの推定を行った。

結果及び考察

飼料成分と農業形質の関係をみるため、CP含量およびADF含量と前年度まで行った農業形質の相関係数を求めた。CP含量と斑点病罹病程度の間に比較的高い相関($r = -0.62$)が見られたが、他の形質については相関が低かった。

1番草では生育ステージが進むに従ってADF含量は増加し、CP含量は減少することが知られているが、今回の結果でもいずれの品種系統においても同様な傾向が見られた。このため出穂始が同日の5系統および「ホク

シュウ」のADF含量とCP含量の出穂始前後の推移を図に示した。ADF含量は「ホクシュウ」を含めた6品種系統間に有意な差は見られなかったが、いずれのサンプリング時期においても「ホクシュウ」に比べ低い傾向にある系統が見られた。

CP含量についても6品種系統間に有意な差は見られなかったが、いずれのサンプリング時期においても「ホクシュウ」は他の5系統に比べて低かった。

出穂始が「ホクシュウ」と異なる系統の飼料成分を比較するため、各サンプリング時期の1日当たりの変化量を算出し、出穂始の差によって補正した値を各成分の推定値とした。CP含量およびADF含量の推定値の出穂始以降の推移をそれぞれ表に示した。推定ADF含量は生育が進むに従って品種系統間差が小さくなった。また、1系統は他の品種系統に比べ常に高い傾向にあった。推定CP含量は生育による品種間差はほぼ一定であった。また、「ホクシュウ」については常に後代系統に比べ低い傾向にあった。これらのことから異なるステージのサンプルにおいても、出穂始と成分の推移を求めることにより飼料成分の比較が可能であると考えられた。

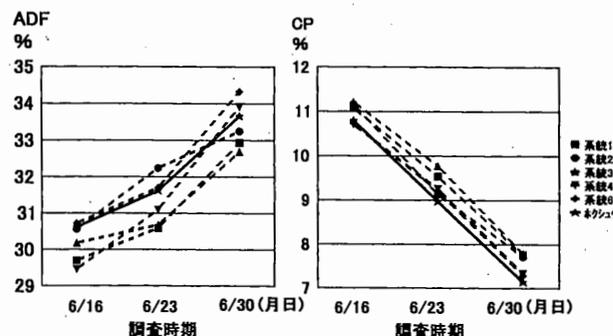


図1. 出穂始前後のADFおよびCPの推移

表1. 各飼料成分の出穂始以降の推定値

出穂始からの日数	ADF (%)			CP (%)		
	7日目	14日目	24日目	7日目	14日目	24日目
ホクシュウ	31.55	33.51	36.06	8.84	7.01	6.16
9系統平均	31.41	33.58	36.48	9.31	7.61	6.48
9系統最大値	33.06	35.10	37.45	9.74	7.84	6.91
9系統最小値	30.52	32.63	35.97	9.07	7.24	6.22

* 北海道立北見農業試験場農業試験場 (099-1496 常呂郡訓子府町字弥生52)

Hokkaido Pref. Kitami Agric. Exp. Stn., Kunneppu-cho, Hokkaido, 099-1496 Japan

** 北海道立畜産試験場 (081-0038 上川郡新得町西4線40)

Hokkaido Pref. Anim. Husb. Exp. Stn., Shintoku-cho, Hokkaido, 081-0038 Japan

番草の異なるアルファルファサイレージを給与した
めん羊の窒素およびエネルギー出納に対する
ユッカ抽出物投与の影響

河合 正人・木村麻友子・佐藤 容代・
高橋 潤一・松岡 栄

Effect of *Yucca schidigera* extracts on nitrogen
and energy balance of sheep fed alfalfa silage
of different cutting number

Masahito KAWAI, Mayuko KIMURA,
Takayo SATO, Junichi TAKAHASHI
and Sakae MATSUOKA

緒 言

ユッカ (*Yucca schidigera*) はアメリカ南部から中米にかけての半砂漠地帯に自生する植物であり、その抽出物の主成分であるサルサポニンには界面活性作用があることが知られている。ユッカ抽出物はアンモニアを吸着し、濃度が低下するにしたがって再び吸着したアンモニアを徐々に遊離させる働きがあるとされており、反芻家畜に投与することで反芻胃内アンモニア濃度を低下させて窒素利用効率を向上させる効果が期待されている。本報告では、粗飼料の中でも特にタンパク質含量の高いアルファルファについて、刈り取り番草が異なるサイレージを給与しためん羊の窒素およびエネルギーの利用性に対するユッカ抽出物投与の影響を比較した。

材料および方法

去勢めん羊4頭を供試し、アルファルファサイレージ1番草、2番草および3番草を用いて、まずユッカ抽出物無投与(コントロール区)の試験を行った。サイレージ給与量は乾物で1日あたり体重の2%量とし、朝夕2回に分けて同量ずつ給与した。試験期間は各試験とも14日間とし、予備期7日間、全糞全尿採取期5日間の後、1日間の呼吸試験を行った。試験最終日の飼料給与0、2、3、6および9時間後に反芻胃内内容液を経口で採取した。

各番草ともにこれら一連の試験が終了した後、ユッカ抽出物粉末(DK SARSAPONIN 35: Desert King International)を飼料乾物給与量の60ppm量、朝夕2回経口で投与し、コントロール区と同様の試験を行った(ユッカ添加区)。

結果および考察

1) 供試飼料のCP含量はどれも20%前後で差はなかったが、分解性タンパク質(DIP)含量は1番草に比べて2番草および3番草が低い傾向にあった。非構造性炭水化物(NSC)含量もDIP含量と同様の傾向であり、DIP含量/NSC含量は0.76~0.78と各番草で同程度であった。NDFおよびADF含量は1番草よりも2番草の方が高く、3番草はその間の値であった。
2) 1番草および2番草の発酵品質は、比較的良質のものであった。3番草の発酵品質は一般的なものであったが、アンモニア態窒素(NH₃-N)濃度が全窒素中17.1%と1番草(8.2%)および2番草(8.3%)より高かった。

3) 1番草および3番草の消化率は、コントロール区とユッカ添加区との間に有意な差はなかった。一方、2番草のNDFおよびADF消化率は、ユッカ添加によりコントロール区より高くなった(P<0.05)。

4) 2番草給与時の反芻胃内NH₃-N濃度は1番草よりも低く推移したが、サイレージ中NH₃-N濃度が高

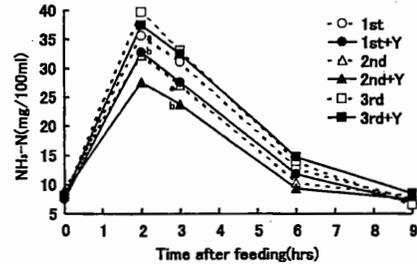


Figure 1. Change of concentration of NH₃-N in rumen

かった3番草では1番草より高く推移した(図1)。どの番草においてもユッカ添加区の反芻胃内NH₃-N濃度は、特に飼料給与後2~3時間目付近においてコントロール区より低い傾向があった。低下の度合は2番草、

Table 1. Nitrogen balance in sheep while feeding alfalfa silage

	1st		2nd		3rd	
	Cont.	+Y	Cont.	+Y	Cont.	+Y
	%					
N intake	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Fecal N	23.1	20.6	33.7	31.8	29.9	29.9
Urinary N	72.3	71.0	64.1	67.1	68.7	66.9
Digestible N	76.9	79.4	66.3	68.2	70.1	70.1
Retained N	4.6	8.4	2.2	1.2	1.4	3.1

1番草、3番草と反芻胃内NH₃-N濃度が高くなるにしたがい、小さくなる傾向があった。

5) 窒素出納(表1)について、どの番草においても接種窒素量に対する各窒素量の割合はコントロール区とユッカ添加区との間に有意な差はなかったが、1番草と3番草では窒素蓄積率が若干高まる傾向にあった。

6) エネルギー出納について、1番草では摂取エネルギー量に対するメタン生成量の割合がユッカ抽出物投与により減少した(P<0.05)。2番草ではユッカ抽出物投与により糞中へのエネルギー損失割合が小さくなった(P<0.05)、どの番草においてもエネルギー蓄積率の明らかな改善はみられなかった。

7) 以上より、どの番草においてもユッカ抽出物投与により反芻胃内NH₃-N濃度は低下したが、その度合はNH₃-N濃度により異なった。また、窒素やエネルギー蓄積率に対する明らかな影響はみられなかったが、これらの利用性や繊維消化率に対するユッカ抽出物投与の影響は番草間で異なった。これにはサイレージの化学成分や発酵品質なども影響していると考えられ、特にDIP含量やNSC含量との関係からさらに検討する必要がある。

アルファルファサイレージを給与しためん羊の窒素およびエネルギー出納に対するユッカ抽出物投与量の影響

木村麻友子・河合 正人・高橋 潤一・松岡 栄

Effect of dosing amount of *Yucca schidigera* extracts on nitrogen and energy balance of sheep fed alfalfa silage

Mayuko KIMURA, Masahito KAWAI, Junichi TAKAHASHI and Sakae MATSUOKA

緒 言

前演者の報告から、アルファルファサイレージを給与しためん羊の繊維消化率に対するユッカ (*Yucca schidigera*) 抽出物 (Y E) 投与の影響は刈り取りの番草により異なり、2 番草給与時にのみ高くなった。一方番草に関係なく、Y E は反芻胃内容液中の NH₃-N 濃度を低下させる効果を示した。どの番草においても Y E 投与による窒素利用性の明らかな改善は見られなかったが、投与量を増やすことで、窒素利用性が向上する可能性が考えられる。そこで本報告では、異なる量の Y E をめん羊に投与し、投与量の違いが反芻家畜によるアルファルファサイレージの利用性に及ぼす影響を検討した。

材料と方法

供試飼料は、前演者が用いた 3 番刈アルファルファサイレージ (A S) と同様のものであった。去勢めん羊 4 頭を供試し、1 日あたり乾物で体重の 2% 量の A S を、朝夕 2 回に分けて同量ずつ給与した。Y E 投与量は乾物給与量の 0、60、120、240ppm の 4 処理とし、4 × 4 のラテン方格法により試験を行った。試験期間および測定項目は前演者と同様であった。

結果と考察

1) C P 消化率は 70% 前後で、処理区間に差はなかった。一方、繊維成分の消化率は Y E 投与量の増加にともない高まる傾向にあり、これを反映してエネルギー消化率も同様の傾向を示した。
2) 反芻胃内容液中の NH₃-N 濃度は、全処理区で飼料給与 2 時間後にピークを示し、その後緩やかに減少した (図 1)。ピーク時の濃度は Y E を投与した区で低い傾向にあったが、飼料給与 6 時間後以降では、0 ppm 区より高い傾向を示した。特に 6 時間後において、240ppm 区が他処理区に対し高い傾向を示した。このこ

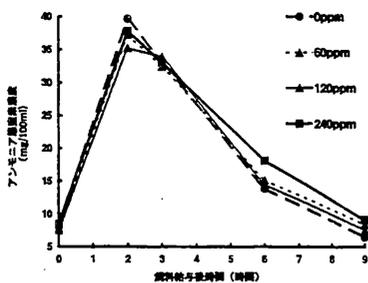


図 1. 反芻胃内容液中アンモニア態窒素濃度の経時的変化

とから Y E の投与量の増加は、飼料給与直後の反芻胃内 NH₃-N 濃度の低下割合を大きくするのではなく、NH₃濃度の低下にともない吸着させていた NH₃ を遊離するという Y E の働きを、より長く継続させる効果が期待できると考えられた。

3) 窒素摂取量に対する各窒素量の割合において、処理区間で有意な差は見られなかった (表 1)。しかし、Y E 等により、NH₃ が反芻胃壁から吸収される量が減

表 1. サイレージを給与しためん羊の窒素出納

	Y0	Y60	Y120	Y240
	%			
摂取N	100.0	100.0	100.0	100.0
糞中N	29.9	29.9	31.6	30.4
尿中N	68.6	66.9	64.5	65.8
消化N	70.1	70.1	68.4	69.6
蓄積N	1.5	3.2	3.9	3.8

少し、尿中への窒素損失率が減少する傾向にあった。その結果、窒素蓄積率は Y E を投与した区で 0 ppm 区より高い傾向にあったが、投与量間では差がみられなかった。

4) 反芻胃内容液中の V F A 濃度は、0、60 および 120 ppm 区で飼料給与 2、3 時間後にピークを示し、その後緩やかに減少した。これに対し 240ppm 区では、飼料給与 6 時間後の時点でも比較的高い V F A 濃度を維持する傾向にあった。これは、投与量の最も多かった 240ppm 区では、飼料給与 6 時間後も反芻胃内に多くの NH₃ が存在しており (図 1)、微生物がこれを利用して菌体タンパク質合成を行い、繊維の消化活動が活発に行われたことを反映していると考えられる。

5) エネルギー摂取量に対する各エネルギー量の割合は、どの値も処理区間で有意な差は見られなかった。しかし、糞中へのエネルギー損失率は、繊維の消化率を反映し、Y E 投与量の増加にともない減少傾向にあった。一方、熱発生量は Y E 投与量の増加にともない増加傾向にあったため、蓄積率は処理区間で差がなく、エネルギーの利用性に対する Y E 投与の明らかな影響は見られなかった。

6) 以上より、反芻胃内容液中の NH₃-N 濃度は、Y E 投与により減少傾向を示し、それを反映して窒素蓄積率が高くなる傾向にあった。最も投与量の多い 240ppm 区では、他の処理区に比べて NH₃ が長時間反芻胃内に存在し、これを微生物が利用して、繊維の消化率が向上する可能性が示唆された。しかし 240ppm 区においても、めん羊によるアルファルファサイレージの利用性の明らかな改善は見られず、これには微生物態タンパク質合成に必要な易発酵性炭水化物含量が低いというアルファルファの特性が関係していると考えられる。よって、Y E の効果的な利用については、アルファルファのみの給与ではなく、他の飼料との併給といった面から、今後検討していく必要があるだろう。

併給飼料の炭水化物源の違いが時間制限放牧した
泌乳牛の牧草摂取量と通過速度に及ぼす影響

伊藤 知佳・潮田 素子・花田 正明・
河合 正人・岡本 明治

Effect of carbohydrate source in supplement
on digesta passage rate in rumen and herbage
intake of milking cows under time-restricted grazing
Tomoka ITO, Motoko USHIODA,
Masaaki HANADA, Masahito KAWAI
and Meiji OKAMOTO

緒 言

放牧飼養時における牧草の摂取量は多くの要因によつて影響を受けるため、放牧飼養されている乳牛の養分摂取量は変動しやすい。放牧期間における養分摂取量の変動を抑制し安定した乳生産を維持するためには併給飼料の給与が必要となる。しかし、併給飼料の給与は放牧草地からの牧草摂取量に影響を及ぼすことが知られている。これまで併給飼料中の繊維質含量の増加は牧草摂取量を減少させることが報告されている一方、繊維質飼料よりもデンプン質飼料の給与したほうが牧草摂取量は少なかったとの報告もある。そこで本研究では、併給飼料の炭水化物源の違いが時間制限放牧されている泌乳牛の飼料摂取量におよぼす影響について検討した。

材料および方法

帯広畜産大学附属農場の混播草地にホルスタイン種泌乳牛（初産）12頭を2000年6月8日から7月2日までの25日間放牧させた。放牧方法は滞牧日数を1日とする輪換放牧で、放牧時間は朝の搾乳後の06:30から15:30までの9時間とした。また、割当草量が16kg DM/頭/日以上になるように各牧区の面積を調整した。供試牛は4頭ずつ3群に分け、それぞれNSC含量の異なる併給飼料を15:30から05:30までの間、牛舎内で個別に給与した。併給飼料はコーンサイレージ+濃厚飼料（CS区）、コーンサイレージ+グラスサイレージ+濃厚飼料（CG区）、グラスサイレージ+濃厚飼料（GS区）の3種類を用いた。併給飼料の給与量は27kgのFCMを生産するために必要なTDN量の65%とした。乾物排糞量を推定するため、8日目以降、酸化クロムを毎日経口投与するとともに、反芻胃内における固相と液相の通過速度を測定するため、20日目にYb標識飼料とPEGを経口投与した。20日目から5日間、併給飼料の摂取量および乳量を測定

するとともに、糞を経時的に採取した。また、牧草および併給飼料の乾物消化率をin vitro法により求め、消化率と排糞量から乾物摂取量を推定した。

結果および考察

供試草地の草高は26cm、草量は304g DM/m²であり、割当草量は24.2kg DM/頭/日であった。併給飼料のNSC含量はCS区で最も多く51%であり、NDFおよびCP含量はCS区で少なかった（表1）。放牧草地か

表1. 牧草および併給飼料の化学成分

	牧草	併給飼料		
		CS区	CG区	GS区
		乾物中, %		
有機物	90.1	93.1	89.9	86.5
NDF	48.9	27.0	28.9	30.7
NSC	17.2	51.1	44.6	37.7
CP	23.8	13.8	14.2	15.1

らの牧草摂取量はCG、GS区に比べNSC含量の高い併給飼料を給与したCS区で最も多く、全飼料からの乾物摂取量はCS、CG、GS区でそれぞれ234、181、197g/MBS/日となった（表2）。乾物摂取量に占めるNSC摂取量の割合は29~34%の範囲であり、CS区で

表2. 飼料摂取量、乳量および反芻胃内通過速度

		CS区	CG区	GS区
			g/MBS/日	
飼料摂取量	乾物	109.2 ^a	68.8 ^b	86.4 ^b
	牧草	124.5	111.7	110.8
	併給飼料	233.7 ^a	180.5 ^b	197.2 ^b
	合計	86.9 ^a	65.2 ^b	75.5 ^{ab}
NDF		82.5 ^a	62.1 ^b	57.2 ^b
NSC		43.1 ^a	32.3 ^b	37.3 ^{ab}
CP		kg/日		
乳量		27.1	23.8	25.6
反芻胃内通過速度	固相	%/時		
		4.96	4.07	4.20
	液相	12.50	14.09	15.56

a, b: P<0.05

最も大きかった。一方、乾物摂取量に占めるNDF摂取量の割合は36から38%、CP摂取量の割合は18~19%の範囲であり、いずれもCG区で最も小さかった。固相の反芻胃内通過速度は、CS、CG、GS区でそれぞれ4.96%/時、4.07%/時、4.20%/時となり、固相の反芻胃内通過速度と乾物摂取量との間には正の相関がみられた（r=0.706、P<0.05）。これらのことから摂取飼料中のNDF含量が37%前後であれば、併給飼料のNSC含量を高めることにより時間制限放牧されている泌乳牛の飼料摂取量は増加することが示唆された。

帯広畜産大学 (080-8555 帯広市稲田町)

Obihiro University of Agriculture & Veterinary Medicine, Inada, Obihiro, Hokkaido 080-8555 Japan

併給飼料の炭水化物源の違いが時間制限放牧した
泌乳牛の飼料利用性と乳生産に及ぼす影響

潮田 素子・伊藤 知佳・河合 正人・
花田 正明・松岡 栄

Effect of difference of supplemental carbohydrate
source on feed utilization and performance of
time-restricted grazing dairy cows

Motoko USHIODA, Tomoka ITO, Masahito KAWAI,
Masaaki HANADA and Sakae MATSUOKA

緒 言

放牧飼養時においては、牧草のタンパク質が非常に分解されやすいことから、窒素の利用性が低いことが問題となる。反芻胃内微生物にエネルギーと炭素骨格を供給する炭水化物を、放牧飼養している泌乳牛に併給することで、菌体タンパク質の合成効率を向上し、窒素の利用効率が改善される可能性が考えられる。また炭水化物には構造的なものと同様の傾向がみられ、NSC含量の高い飼料を併給し、DIP摂取量とNSC摂取量との比を小さくすることで、アンモニア態窒素濃度およびBUN濃度が低くなり、反芻胃内における窒素の利用効率の改善につながると考えられる。

材料および方法

ホルスタイン種初産牛12頭を供試し、1日9時間の時間制限放牧を行った。試験期間および飼養方法は前演者と同様とし、併給飼料としてCS、CG、GSの3種類を用いた。19日間の予備期の後5日間、全消化管内消化率、乳量および乳成分を測定した。その後1日間、血液および反芻胃内容液を4回採取し、反芻胃内容液中アンモニア態窒素およびVFA濃度、血清中尿素態窒素(BUN)および遊離脂肪酸(NEFA)濃度を測定した。

結果および考察

1) 前演者の報告のように乾物摂取量はCS区で他の処理区より多かった ($P < 0.05$)。CP、DIP、NDF、NSC摂取量についても、CS区が他の処理区より多い傾向がみられた。CS区におけるNDF摂取量とNSC摂取量の比およびDIP摂取量とNSC摂取量の比は、CG区と差がなかったが、GS区より小さかった ($P < 0.05$)。

2) CP消化率はCS区で他の処理区より高く ($P < 0.05$)、NDF消化率はCS区およびCG区でGS区より低かった ($P < 0.05$)。DE摂取量はCS区で3.5 g/MBS/日とCG区およびGS区の2.6、2.9 g/MBS/日より高かった ($P < 0.05$)。

3) 反芻胃内容液中のA/P比は、CS区で他の処理区より低かった ($P < 0.05$)。これは、CS区でNDF摂取量が多かったにもかかわらずその消化率が低かったことを反映していると考えられる。

反芻胃内容液中アンモニア態窒素濃度は、CS区で8.4mg/dlとGS区の10.3mg/dlより低く ($P < 0.05$)、BUN濃度においてもCS区はGS区より低い傾向がみられた。NEFA濃度はGS区でCS区より高かった

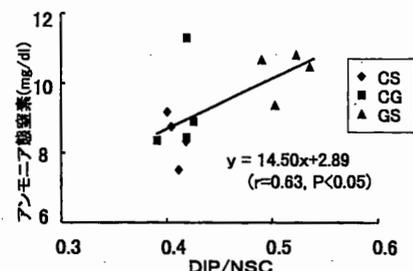


図1. DIP摂取量/NSC施主量とアンモニア態窒素濃度の関係

($P < 0.05$)。

4) DIP摂取量とNSC摂取量の比と反芻胃内アンモニア態窒素濃度の関係を図1に示した。コーンサイレージを併給することで、DIPとNSCの比は小さくなり、反芻胃内のアンモニア態窒素濃度が低くなった。BUN濃度においても同様の傾向がみられ、NSC含量の高い飼料を併給し、DIP摂取量とNSC摂取量との比を小さくすることで、アンモニア態窒素濃度およびBUN濃度が低くなり、反芻胃内における窒素の利用効率の改善につながると考えられる。

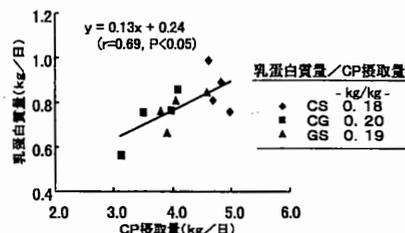


図2. CP摂取量と乳タンパク質の関係

5) 乳量はCS区で多い傾向がみられたが、乳成分は処理区間で差はみられなかった。CP摂取量と乳タンパク質生産量の関係を図2の左側に示し、CP摂取量あたりの乳タンパク質生産量を右側の表に示した。乳タンパク質生産量はCS区で多い傾向がみられたが、CP摂取量あたりの乳タンパク質生産量でみる乳生産効率は処理区間で差はなかった。乳量およびFCM生産量、乳脂肪生産量についてもCS区で多い傾向がみられたが、DE摂取量あたりの乳生産量は処理区間で差はなかった。MUN濃度はCS区で低い傾向がみられ、反芻胃内の窒素の利用効率が改善されたことを反映していると考えられる。

6) 時間制限放牧した泌乳牛にコーンサイレージ主体の飼料を併給したCS区において、反芻胃内アンモニア態窒素濃度が有意に低くなり、BUNおよびMUN濃度も低くなる傾向がみられた。このことから、時間制限放牧下の泌乳牛にNSC含量の高い飼料を併給することで、反芻胃内における窒素の利用効率が改善されると考えられる。しかし、乳生産効率の面では併給した炭水化物源による差はみられなかった。

一方、NSC含量の高い飼料を併給することで乾物摂取量の増加がみられた。それにともないCP摂取量およびDE摂取量が増加した結果、乳タンパク質生産量および乳量、FCM生産量、乳脂肪生産量が増加する傾向がみられた。

去勢牛の反芻胃内微生物合成量と小腸への窒素移行量に及ぼす草丈と割当草量の影響

艾比布拉伊馬木・花田 正明・岡本 明治

Effect of sward length and herbage allowance on microbial synthesis in rumen and nitrogen flows to duodenum of grazing steers
Aibibura YIMAMU, Masaaki HANADA and Meiji OKAMOTO

緒 言

前報(北草研誌34巻)では、十二指腸への窒素(N)移行量および小腸でのN消化量に及ぼす草種と放牧時期の影響を調べた結果、去勢牛のN摂取量は各草種とも放牧時期に差がみられたが、N摂取量の増加にともない反芻胃内アンモニア濃度が高くなり、反芻胃からのN損失も多くなる傾向がみられ、N摂取量が多くなっても十二指腸へのNAN移行量は必ずしも増加しないことを報告した。また、これまでの一連の研究からN摂取量や反芻胃内におけるNの分解性は、牧草の草丈や割当草量などによって変動することが示され、牧草の草丈や草量などの草地状態も反芻胃内微生物合成量や十二指腸へのN移行量に影響していると考えられる。そこで本研究は、オーチャードグラス(OG)草地において放牧草の草丈および割当草量を変えることによって、去勢牛の反芻胃内微生物合成量および十二指腸へのNAN移行量におよぼす影響を調べた。

材料および方法

供試家畜は、反芻胃および十二指腸にカニューレを装着したホルスタイン種去勢牛(平均体重283kg)4頭を用いた。供試草地として帯広畜産大学附属農場のOG主体を用いた。体重1kg当たりの乾物の割当草量を50g(L)と100g(H)の2段階に設定するとともに、牧草の草丈を35cm(1)と25cm(s)の2段階設定し、両処理を組み合わせL1区、Ls区、H1区、Hs区の4区を設けて試験を実施した。各区とも試験期間は22日間とし、L1区は5月24日~6月15日、Ls区は6月16日~7月8日、H1区は7月9日~7月30日、Hs区は7月31日~8月21日にかけて実施した。滞牧日数は試験期間を通して1日とした。1日目から13日目までは予備期間、14~22日目までは試料採取期間とした。14~18日目には牧草および糞の試料を、19~20日目には十二指腸内容物を、21~22日目には反芻胃内容物を採取した。牧草の試料は手摘み方法により放牧前の草地から採取し、糞は直腸から採取した。十二指腸への内容物流入量および排糞量の推定マーカーとして酸化クロムを用い、試験期間中反芻胃カニューレを通じて1日8gを等量ずつ2回に分けて投与した。十二指腸への微生物体N流入量を十二指腸内容物中のプリン含量を測定して求めた。水およびミネラルブロックは自由採取とし、それ以外の補給飼料は給与しなかった。

結果および考察

各処理における牧草の成分含量をTable 1に示した。割当草量は設定より少なくなったが、L1、Ls区はH1、Hs区の約半分であった。草丈はL1、H1区の方がLs、Hs区よりも9~10cmほど長かった。牧草のN含量は割当草量が低い処理区で高い値を示した。L1区では、牧草中のNDFやADIN含量が他の処理区と比べ低く、NFC含量が高い値を示した。

去勢牛の代謝体重当たりのN摂取量は、L1区、Ls区、H1区、Hs区でそれぞれ3.6、4.3、3.4、3.7g/日

となり(Table 2)、他の区と比べLs区で高い値を示した(P<0.05)。十二指腸へのNAN移行量は、L1、H1区と比べ草丈の短いLs、Hs区で少なくなった(P<0.01)。これは、Ls、Hs区の牧草中Nの反芻胃内での分解率が高かったため、反芻胃からのN消失が多かったためと考えられた。反芻胃内における微生物体Nの合成効率は草丈の違いによる影響を受け、草丈の長いL1、H1区において高くなる傾向がみられた(P<0.01)。

本試験の結果、短い草丈でN摂取量は多くなったが、反芻胃内におけるNの分解性が高かったため、反芻胃からのN消失量が多く、十二指腸へのN移行量は草丈を長く設定した区に比べ少なくなった。また、反芻胃での微生物体Nの合成効率は草丈を長くした区で多くなり、下部消化管におけるNの吸収量は草丈を長くした区の方が多くなった。

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

Item	Treatment				Significance	
	L1	Ls	H1	Hs	Allow.	Length
Herbage mass, gDM/m ²	99.0 ^{ab}	77.5 ^a	123 ^c	101 ^b	*	**
Herbage allowance, gDM/kgBW/d	40.9 ^a	38.5 ^a	88.6 ^c	84.1 ^c	*	NS
Sward length, cm	36.3 ^c	25.2 ^a	37.6 ^c	28.6 ^b	**	**
Chemical composition	% of DM					
Organic matter	89.4 ^b	89.3 ^b	88.0 ^a	87.9 ^a	**	NS
Nitrogen	3.9 ^b	3.9 ^b	3.2 ^a	3.4 ^a	**	NS
NDF	48.6 ^a	53.8 ^b	55.9 ^c	52.3 ^b	**	NS
NFC	11.7 ^a	6.9 ^a	7.2 ^a	10.2 ^b	NS	NS
ADIN ¹⁾ , % of total N	3.8 ^a	4.5 ^{ab}	5.1 ^c	4.8 ^{bc}	**	NS
JVDMD, %	68.2 ^c	68.0 ^c	62.3 ^b	59.8 ^a	**	NS

¹⁾ ADIN=Acid detergent insoluble nitrogen

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

^{a,b,c} : Row means that do not have a common superscript differ (P<0.5)

Table 2. Nitrogen Intake, Non-Ammonia Nitrogen and Microbial Nitrogen Flows to the Duodenum in Steers

Item	Treatment				Significance	
	L1	Ls	H1	Hs	Allow.	Length
OM intake, g/MBS/d	83.0 ^a	97.6 ^b	95.0 ^b	94.5 ^b	NS	NS
N intake, g/MBS/d	3.6 ^a	4.3 ^b	3.4 ^a	3.7 ^a	NS	*
Duodenum N flows, g/MBS/d						
Total N	3.6 ^b	2.8 ^a	3.7 ^b	3.2 ^a	NS	**
NAN	3.5 ^b	2.7 ^a	3.6 ^b	3.1 ^a	NS	**
Microbial N	1.1 ^b	0.8 ^a	0.9 ^{ab}	0.8 ^a	NS	NS
UDN ¹⁾	2.4 ^{bc}	1.9 ^a	2.7 ^c	2.2 ^{ab}	*	**
NAN flows, % of N intake	97.7 ^a	63.1 ^a	105.2 ^c	83.9 ^b	**	**
Microbial N, % of NAN flow	30.4 ^b	29.4 ^{ab}	25.3 ^a	27.1 ^{ab}	*	NS
N absorbed in rumen, g/MBS/d	0.03 ^a	1.5 ^a	-0.3 ^a	0.5 ^b	**	**
, % of N intake	1.2 ^a	35.3 ^a	-7.4 ^a	13.4 ^b	**	**
Post-ruminal N disappearance						
, g/MBS/d	2.6 ^b	1.8 ^a	2.6 ^b	2.0 ^a	NS	**
, % of duodenal N flow	72.0 ^b	63.3 ^a	68.8 ^{ab}	61.0 ^a	NS	**
Efficiency of MN Synthesis						
g/kg OMTD ²⁾	25.6 ^b	14.7 ^a	18.9 ^a	16.5 ^a	NS	**
g/g RDN ³⁾	0.9 ^b	0.3 ^a	1.3 ^c	0.6 ^{ab}	**	**

¹⁾ UDN : Ruminally undegraded nitrogen=Nan-Microbial N

²⁾ OMTD : Organic matter truly digested in the rumen

³⁾ RDN : Ruminally degraded nitrogen

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

^{a,b,c} : Row means that do not have a common superscript differ (P<0.5)

帯広畜産大学 草地学講座 (080-8555 北海道帯広市)

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

大型プロットハーベスタによる放牧用適草種・
品種選定試験

眞田 康治・高井 智之・中山 貞夫・山田 敏彦

Variety test for the grazing using
large-size plot harvester

Yasuharu SANADA, Tomoyuki TAKAI,
Sadao NAKAYAMA* and Toshihiko YAMADA

緒 言

放牧に適した草種・品種を選定するためには、家畜を使った放牧試験を行うことが望ましいが、放牧試験では供試できる点数に限りがある。そこで放牧用品種選定試験としては一般的に小面積での多回刈試験が行われているが、これは手作業が多いために収量調査に時間を要する。そこで、刈取りと集草、生草重の測定が同時に行える大型プロットハーベスタHEGE212を導入して、従来より広い面積で多くの草種・品種を供試した放牧用適草種・品種選定試験を行った。

試験方法

メドウフェスク (MF) のハルサカエ、トモサカエ、北海13号、ペレニアルライグラス (PR) のフレンド、北海1号、北海2号、オーチャードグラス (OG) のオカミドリ、チモシー (TY) のホクシュウ、合計4草種8品種・系統を供試した。1996年8月20日に播種量300g/aで単播した。試験区は、1区25.5㎡、2反復乱塊法とした。刈取り頻度は、通常の放牧を想定した約1か月間隔の多回刈と、集約放牧を想定した2~3週間隔の超多回刈の2処理とした。刈取り方法は、刈幅1.5mのレスプロタイプの刈取り機を装備した大型プロットハーベスタHEGE212により刈高約10cmで刈り取った。試験年は、1997~1999年の3か年とした。

結果及び考察

刈取り時の草丈は、品種系統と年次の平均で多回刈が28.3~40.0cm、超多回刈が25.3~35.3cmであった。

多回刈では、OGのオカミドリが3か年を通して多収で3か年合計収量は269.9kg/aで最も多収で、次いでMFのハルサカエとTYのホクシュウが多収であった(表1)。その他の品種系統は、3か年合計収量の差異は小さかった。超多回刈では、オカミドリとPRのフレンドが3か年合計収量ではそれぞれ274.1、278.3kg/aで多収となり、その他は収量の差異は小さかった(表2)。季節生産性を5月と6月、7月と8月、9月と10月の合計収量で見ると、年次平均でフレンドがそれぞれ39、33、28%で、オカミドリはそれぞれ51、32、17%であった。オカミドリは秋の生産性が低いため、季節生産性が標準化されているフレンドが集約的な放牧に適していることが示された。

オカミドリとフレンドは、両処理区ともに試験年を通して雑草の発生は少なく、良好な植生が維持された(図1、2)。TYのホクシュウは、多回刈で収量が高かったが雑草が非常に多く、両処理区ともに利用1年目から雑草が多発した(図1、2)。MFでは、ハルサカエが多回刈では3か年合計で多収となり、超多回刈では収量は品種系統間で大差がないものの雑草の発生が少なかった(表1、2、図2)。トモサカエは、両処理区ともに雑草が多発した。

また、大型プロットハーベスタでは1時間当たり約10aの収量調査が可能で、従来より広い面積の収量調査が効率的にできる利点があった。

本試験の結果から、収量性と季節生産性及び植生を考慮して、通常の放牧用としてはOGのオカミドリが、集約的な放牧用としてはPRのフレンドが適品種と判断された。

表1. 多回刈区の合計乾物収量

草種・品種	乾物収量(kg/a)			
	1997	1998	1999	合計
MF北海12号	95.8	94.0	59.1	248.9
MF北海13号	75.1	87.0	59.9	222.0
MFTモサカエ	72.4	87.2	56.6	216.1
PR北海1号	90.9	85.1	57.1	233.1
PR北海2号	91.1	82.3	55.3	228.7
PRフレンド	95.9	89.6	49.4	234.9
OGオカミドリ	98.5	104.6	66.8	269.9
TYホクシュウ	81.6	101.8	68.5	251.9
LSD(0.05)	11.7	12.5	ns	28.7

表2. 超多回刈の合計乾物収量

草種・品種	乾物収量(kg/a)			
	1997	1998	1999	合計
MF北海12号	91.2	89.9	60.9	242.0
MF北海13号	85.0	94.7	60.6	240.2
MFTモサカエ	77.6	100.4	62.2	240.1
PR北海1号	92.4	100.2	58.1	250.7
PR北海2号	95.8	99.6	59.1	254.5
PRフレンド	108.0	107.8	58.4	274.1
OGオカミドリ	100.4	115.6	62.3	278.3
TYホクシュウ	70.0	104.6	58.1	232.7
LSD(0.05)	12.4	ns	ns	27.6

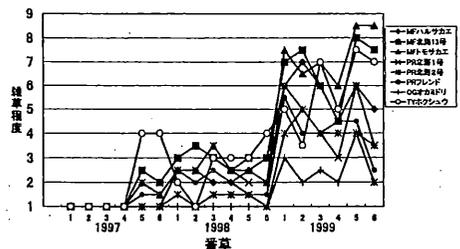


図1. 多回刈区の雑草程度(1:無~9:極多、重量比の評点)

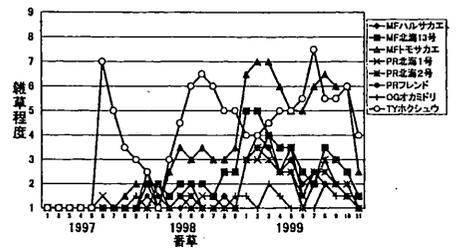


図2. 超多回刈区の雑草程度(1:無~9:極多、重量比の評点)

北海道農業試験場 (062-8555 札幌市豊平区羊ヶ丘1番地)

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

* 日本草地畜産種子協会西那須野支所 (329-2742 栃木群那須郡西那須野町東赤田388-5)

Japan Forage Seed Association Nishinasuno Branch, Higashiakada, Nishinasuno, Tochigi, 329-2742 Japan

新マメ科牧草「ガレガ (*Galega orientalis* Lam.)」の
特性紹介

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

北海道における第4のマメ科牧草として *Galega orientalis* Lam. (以下、ガレガ) の導入を図るため、種々の特性および栽培試験を実施している。

本報では、ガレガの基本的な農業特性の調査結果について報告する。

材料および方法

1999年より本会畜産実験研修牧場(訓子府町)において、アルファルファ(品種:マキワカバ)とアカクロバ(品種:ホクセキ)を比較にガレガ(品種:Gale)特性調査試験を実施した。

ガレガの分類上の位置、その他については以下の通り。

(1) 作物の分類

Family (科)	Legminosae (マメ科)
Subfamili (亜科)	Fabaceae (マメ亜科)
Tribe (族)	Galegeae (コマツナギ族)
Genus (属)	<i>Galega</i>
Species (種)	<i>Galega orientalis</i> Lam. 2n=16
英名	Goat's rue, Eastern goat's rue
和名	ナンバンクサフジ

(2) 自生地 コーカサス山脈の標高約2,000mの高地

(3) 育種研究 1930年代に遺伝資源収集

1970年代より育種研究開始

(4) 繁殖方法 種子(自殖性作物)、Rhizome、ミツバチ、マルハナバチ (Honey Plant)

結果および考察

発芽、初期生育および播種年の生育は、アルファルファおよびアカクロバよりやや緩慢である。しかし、ガレガは播種年には根部の発達が両草種に比べて良好であり、一概に地上部の生育から播種年の生育が劣ると判断はできないと推察される(写真1)。

2年目以降は、1番草では生育は非常に良好で、草丈も130cm程度とアルファルファおよびアカクロバよりも高かった(写真2)。しかし、2番草での再生草勢は両草種に比べて緩慢であり、このことは、ガレガが優れた混播適性(チモシーと混播時)を保持していることを示していると推察された。

耐倒伏性は、両草種に比べて非常に強く、病害抵抗性についても葉枯れ性病害は確認されていない。越冬に関わる雪腐病についても全く認められていないが、これには越冬前に地上部を全て枯らすというガレガの越冬態勢が大きく関与していると考えられた。地中の冠部について今後評価する必要がある。

収量性については、播種当年は少ないものの2年目からは高くなり、アカクロバとの比較では多収を示した。アルファルファとの比較ではやや低いものの、1番草では近似していた。また、2番草においてアルファルファに比較して少なくなることが特徴で、このことは、アルファルファよりも混播適性が優れることを示唆していると考えられた(図1)。参考として、予備的に5カ年栽培していたガレガの収量をみると、2年目以降の年次間変動はアルファルファに比べて小さく、年次を追う毎に増収傾向となることから永続性も優れることを示していた(図2)。

開花特性について、1年目は全く開花しないが、2年目は、1番草ではアルファルファおよびアカクロバに比べて非常に早く、2番草では遅かった。

以上のように、ガレガはこれまでにない大変興味深い特性を備えたマメ科草種と考えられる。現在、多くの栽培・調製・飼養試験を実施しているところであり、更なるデータの評価が必要ではあるが、大変有望な草種と判断される。

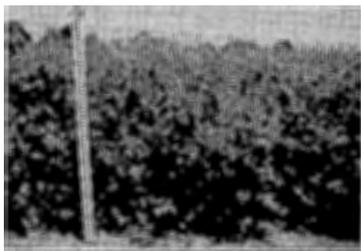


写真1. ガレガ1番草の生育状況(2年目)



写真2. 根部の状況(1年目)左から、アカクロバ、アルファルファ、ガレガ

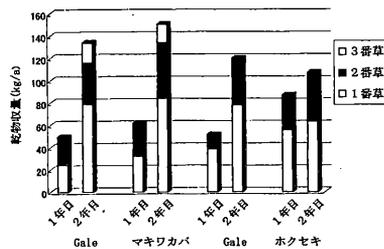


図1. 年次別乾物収量-1)

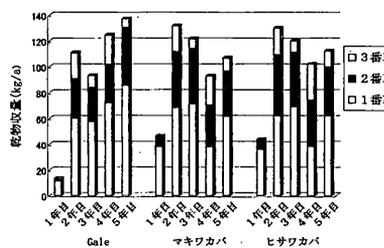


図2. 年次別乾物収量-2)

* 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

** 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

夏季の播種日の違いが翌年の
アルファルファ収量に及ぼす影響

池田 哲也・新良 力也・糸川 信弘

The growth of alfalfa (*Medicago sativa* L.)
which seeded different date in summer.

Tetsuya IKEDA, Rikiya NIRA and Nobuhiro ITOKAWA

緒 言

十勝などの土壤凍結地帯におけるアルファルファの播種期は、越冬前までに根を十分に発育させる目的から7月末までが適当とされ、主に春造成が行われている。しかし、早春の播種は、雑草との激しい競争にさらされ、造成失敗のリスクが高いといえる。また、1番草を収穫した後草地更新をしたいというニーズは高く、できるだけ遅く播種したいという考えは少なくない。

一方、土壤凍結地帯向けの新品種が登場したことや、コート種子が登場して根粒菌の着生が安定し、初期生育が改善されるなど、播種期幅を広げられる可能性が高まった。

そこで、8月中に播種日を変えてアルファルファを播種し、夏季間の播種期限界について検討した。

材料及び方法

ヒサワカバ、マキワカバ、5444の3品種それぞれの単播草地を、1999年8月5、18、30日の3回に分けて北農試験作研究センター(芽室町)内に造成した。試験区は、各播種日とも1品種2m×2m、3反復とした。3品種ともコート種子を用い、2g/m²を散播した。播種年は、手取り除草を行ったが、刈取りは行わなかった。越冬前の11月上旬と越冬後の5月上旬に、1試験区あたり1ヶ所ずつ30cm×30cmの枠を設置し、この枠内を掘り取り、越冬前後の地下部の状態を調査した。収量調査は、2000年6月20日、8月11日、10月12日の3回行った。また、1番草生育中に葉緑素計を用いてSPAD値を測定した。

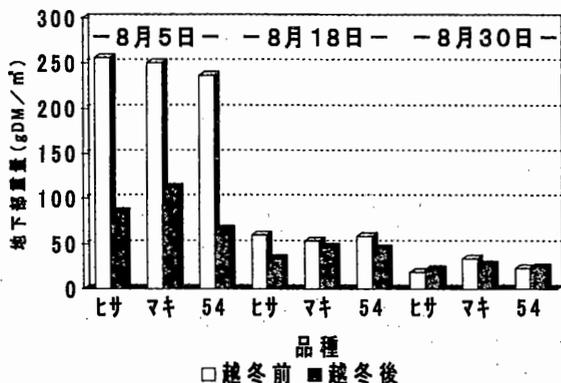


図1 各品種における越冬前後の地下部重

結果及び考察

各品種とも越冬前の地下部重は、既往の報告より高く、初期生育が良好であり、コート種子の効果が確認できた(図1)。いずれの播種日とも越冬中に地下部重が減少し

たが、8月5日播種で越冬中の地下部重の減少が大きかった。このため越冬後の地下部重は、越冬前に比べ播種日の違いによる差が小さかった。

8月5日播種における年間乾物収量は、品種間で差がほとんど無かったが、18日、30日播種では、5444が他の2品種に比べ低くなった(図2)。また、5444の乾物収量が播種日が下がるに従って2~3割ずつ低下したのに対し、ヒサワカバとマキワカバは、30日播種の収量が、それ以前の播種日に比べ約3割低下したが、5日播種と18日播種は同程度であった。

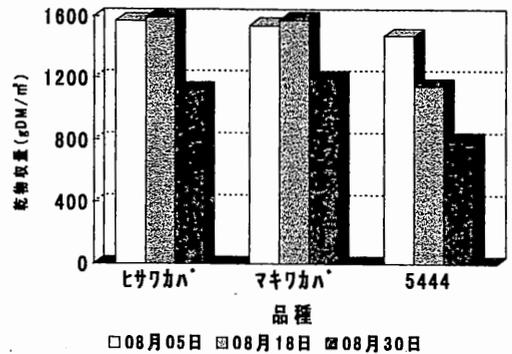


図2 各品種の年間乾物収量

3品種とも1番草収量の差が最も年間収量に影響するため、1番草の生育について検討した。1番草のSPAD値は、播種期が下がるに従って低下した(図3)。特に5444は、低下割合が大きかった。SPAD値は植物体の窒素含有率と相関が高いこと、本試験では窒素追肥を行っていないことなどから、SPAD値が根粒活性を間接的に表しているとみると、5444では、播種期が遅れるに従って1番草生育時の根粒菌の活性が低下し、乾物収量低下の原因の一つとなったと思われる。

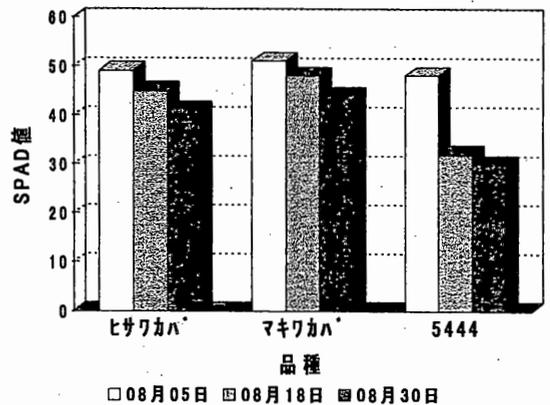


図3 1番草生育時の葉色の違い

これらの結果、新品種ヒサワカバ、マキワカバは、既存品種の5444に比べ、播種期の遅れが翌年の収量へ及ぼす影響は少ないものと思われ、播種期幅が広げられる可能性が高まった。

北海道農業試験場 (082-0071河西郡芽室町新生)

Hokkaido National Agricultural Experiment Station, Shinsei, Memuro, 082-0071 Japan.

十勝管内におけるアルファルファの追播による
草地生産性改善の試み

古川 研治・高橋 敏・梶 孝幸・
眞鍋 就人・西部 潤

Effect of over-seeding of alfalfa on forage yield
and feed composition of timothy
(*Phleum pratense* L.) dominant meadow
in Tokachi district

Kenji FURUKAWA, Satoshi TAKAHASHI,
Takayuki KAJI, Narumi MANABE and Jun NISHIBU

緒 言

採草地の生産性を改善する方法として、マメ科牧草の追播があり、これまで赤クローバ追播による草地生産性改善の可能性が示唆されている。また、アルファルファについては、道東の気象条件に対応できる新品種や発芽率・初期生育を改善するコーティング加工の普及により、従来よりもアルファルファを安定的に栽培できる環境が整いつつある。そこで、マメ科牧草が衰退したチモシー主体採草地の生産性を改善することを目的に、アルファルファの追播の可能性について検討した。

材料および方法

十勝管内上士幌町、大樹町内酪農家のチモシー主体採草地において追播試験を実施した。追播作業は上士幌町では1998年4月26日(圃場A)および99年2番草刈取後の7月23日(圃場B)に、大樹町では98年の8月14日(圃場C)および19日(圃場D)に実施した。追播方法は、①土壌分析結果に基づいた石灰質資材の施用(100~130kg/10a)、②ディスクハローによる表層攪拌、③アルファルファ種子(マキワカバまたはヒサワカバ)1kg/10aを肥料と混和してブロードキャスターにより播種、④ケンブリッジローラーによる鎮圧の工程とした。圃場面積は3~6haで、各圃場を追播区(1ha)と無処理区に分け、収量性、栄養成分を比較した。また、追播区においては、1㎡当たりのアルファルファの個体数を測定し、定着性を調査した。

結果および考察

1) 追播後のアルファルファ個体数の推移を図1に示した。春に追播した圃場Aでは、追播年の秋におけるアルファルファ個体数は25.8個体/㎡であり、追播3年目の秋まで大きな減少はなかった。一方、2番草刈取後に追播した圃場B、C、Dでは、追播年の秋におけるアルファルファ個体数は、それぞれ42.8、72.8、47.8個体/㎡であったが、翌春には3圃場ともに20個体前後に減少し、その後は同程度の個体数で推移した。

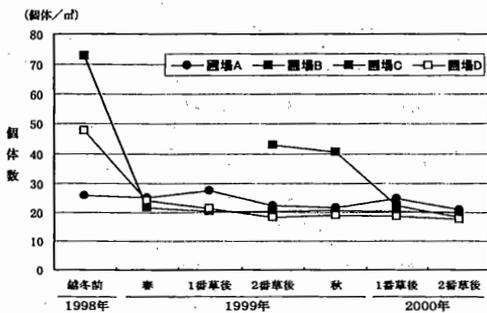


図1. アルファルファ個体数の推移

2) 1番草、2番草の飼料成分について、追播後2年間の全圃場の平均値を各処理区ごとに表1に示した。TDN含量は、両区とも60%前後で追播による明確な改善は認められなかった。しかし、CP含量は追播時期に関わらず、追播2年目から追播区の方が高く、平均値では1番草、2番草でそれぞれ14.8、15.4%で無処理区に比べて高い値を示した(P<0.01)。また、Ca含量は、CP含量と同様で1番草、2番草ともに追播区の方が高い値を示した(P<0.01)。一方、OCW含量は、1、2番草ともに追播区の方が低く、特に1番草において、追播区では60.9%で無処理区に比べて低い値を示した(P<0.05)。

表1. 全圃場の各飼料成分の平均値(1999~2000年)

成分	番草	無処理区		追播区		有意差
		平均	SD	平均	SD	
TDN	1番草	62.3	1.8	62.3	1.6	NS
	2番草	61.4	1.1	60.0	1.1	*
CP	1番草	12.0	1.3	14.8	1.7	**
	2番草	13.4	0.8	15.4	1.3	**
OCW	1番草	64.8	2.3	60.9	2.9	*
	2番草	63.1	2.3	61.7	3.0	NS
Ca	1番草	0.22	0.05	0.43	0.11	**
	2番草	0.33	0.06	0.52	0.12	**

** : P<0.01, * : P<0.05

3) 追播後2年間における追播区の収量性(年間合計)を無処理区の乾物、TDN、CP収量に対する収量比として図2に示した。乾物収量、TDN収量においては追播区の方が高い傾向にあるが明確な改善は認められなかった。しかし、飼料中のCP含量は追播区の方が高かったことから、追播区のCP収量は追播2年目で7~40%、3年目で33~41%高い値を示し、アルファルファ追播による明確な改善が確認された。

以上のことから、春および2番草刈取後のアルファルファ追播により、マメ科牧草が衰退した採草地に約20個体/㎡のアルファルファが定着し、草地生産性改善の可能性が示唆された。

今回の結果では追播時期に関わらず、草地生産性は改善されたが、春追播では既存のチモシーとの競合などによる個体数の低下や1番草の収穫作業・収量性に悪影響を及ぼす可能性もあり、さらなる検討が必要と考えられる。一方、2番草刈取後では、追播の翌春には個体数が大きく減少しており、定着性を高めるために8月中旬までに追播を実施する必要があると考えられる。また、アルファルファを確実に定着させるためには、表層攪拌処理による土壌露出の程度を検討するとともに近年、普及しつつある追播機による草地生産性の改善の可能性を今後検討する必要があると考えられる。

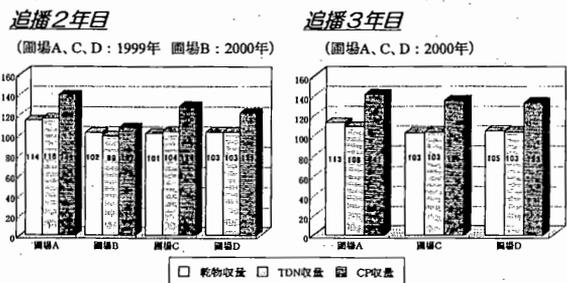


図2. 追播区の収量性(年間合計)
(無処理区の収量に対する比)

アカクローバ単播草地における個体消失の
パターンと採草量の変動

平田 聡之・森下 浩・由田 宏一・中嶋 博

Pattern of individual disappearance and dynamics
of yield of red clover in red clover pure stand

Toshiyuki HIRATA, Hiroshi MORISHITA,
Koichi YOSHIDA and Hiroshi NAKASHIMA

緒 言

アカクローバは短年生のマメ科牧草に分類され、その永続性の改善が大きな育種目標となっている。そのためには、アカクローバ個体群の個体数の減少過程および個々の生存個体の再生能力の変化にともなう採草量の変動について理解する必要がある。本報では、刈取期の異なるアカクローバ単播草地を用いて、アカクローバ個体の個体消失過程と採草量の変動の関係について検討した。

材料および方法

材料は、1997年8月に北大附属農場において2.0 g/m²で播種したアカクローバ品種「ホクセキ」の単播草地を用いた。刈取期の異なる2調査区(標準刈区と遅刈区)に、それぞれ2つの調査サイト(1×1 m)を設置し、試験に供した。刈取りは、1998年より年2回、刈取高5 cmで行い、標準刈区では刈取1年目に6月下旬と9月上旬、次年度以降、6月上旬と7月下旬、遅刈区では刈取1年目に7月上旬と10月上旬、次年度以降、6月下旬と8月中旬にそれぞれ行った。調査は、それぞれの調査区ごとにアカクローバの個体数、採草の乾物重を調査した。他の雑草類は、乾物重のみ調査した。

結果および考察

観察された全個体数および調査開始時に認められた個体の個体数の変動を図1に示した。全個体数は、調査開始時では、調査サイトあたり標準刈区で226個体、遅刈区で268個体観察されたが、2000年の6月ではそれぞれ、28個体および35個体に減少した。また、標準刈区では、ほぼ一定の割合で個体数が減少していったのに対し、遅刈区では、1998年刈取2回目から1999年刈取1回目の個体数の変動は小さく、1999年刈取1回目から2回目の個体数の減少割合が高かった。これは、遅刈区で1999年の刈取1回目に加入個体が多く観察され、それらの次回刈取時までの死亡割合が高かったことが原因と考えられた。調査開始時に認められた個体については、標準刈区で1998年刈取1回目から刈取2回目の間で死亡割合がやや高い傾向が認められたが、それ以降はほぼ一定の死亡割合で推移していたのに対し、遅刈区では、調査開始時から1999年刈取2回目で死亡割合が高い傾向が認められた(図1B)。

各調査時における加入個体を除く個体の全採草部乾物重を図2に、個体あたりの乾物重を図3にそれぞれ示した。各採草時の全乾物重における調査開始時からの加入個体の乾物重の割合は、遅刈区の2000年刈取1回目で、約20%の値を示したが、その他の採草時は3%以下であっ

た。加入個体を除く個体の全乾物重は、標準刈区、遅刈区ともに、播種後1年目にあたる1998年刈取1回目で最も高い値を示した。標準刈区では、1998年刈取1回目を除き、各年次の草番間の差異はほとんど認められなかったが、遅刈区では1999年刈取時の乾物重が、標準刈区よりも低い値を示し、その他の刈取時で標準刈区とほぼ同程度の値を示した。遅刈区で1999年に乾物重が低下した原因としては、1997年の遅刈区の刈取が特に遅かったことが考えられた。1個体あたりの乾物重では、両調査区とも生育日数が進むにつれ増加する傾向が認められた。個体あたりの乾物重の増加は、刈取残存部の増加および個体数の減少による抑圧効果の減少によるものと考えられる。

アカクローバの採草量は、3年日以降減少していくことが一般的である。本調査では、生育3年目(2000年)の刈取1回目の加入個体を除く個体数は、生育2年目の刈取1回目の個体数に比べ40%程度に減少したが、3年目における収量の明確な低下は認められなかった。このことから、アカクローバの永続性の改善には、アカクローバ個体の生存年数を拡大するのみならず、個体あたりの再生能力の維持も考慮する必要があるものと思われる。

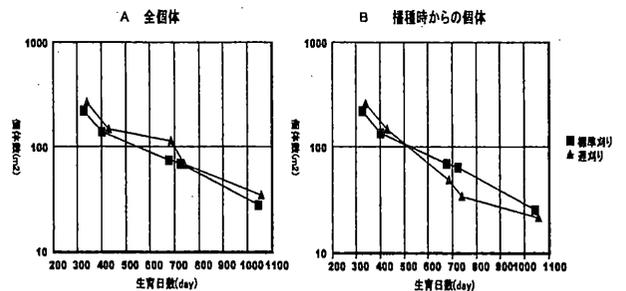


図1. 各刈取り区における全個体と既存個体の個体数の推移

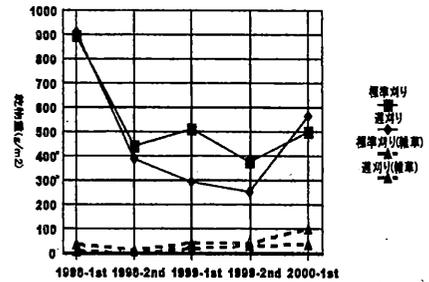


図2. 各刈取り区における既存個体の乾物重の推移

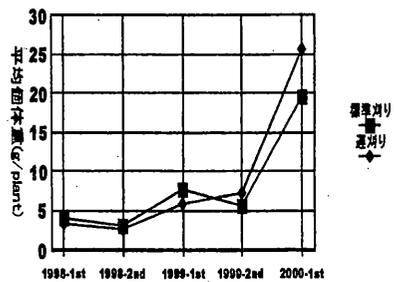


図3. 各刈取り区における既存個体の平均個体乾物重の推移

植物単位からみたアカクローバのクラウン構成
と開花習性

磯部 祥子・我有 満・内山 和宏

The Influence of flowering habit on the phytomeres
of crown of red clover

Sachiko ISOBE, Mitsuru GAU
and Kazuhiro UCHIYAMA

緒 言

アカクローバの育種において永続性の改良は最も重要な育種目標である。永続性は様々な要因が複雑に関与して決定するが、その一つに再生芽の動態があげられる。本課題は永続性阻害要因解明のための基礎データの蓄積を図るため、早晩性の異なる品種を用いてクラウン構成の経時的変化を調査した。

材料及び方法

供試材料は極早生の「Renova」2個体(R1、R2)、早生の「ホクセキ」2個体(H1、H2)、晩生の「Altaswede」1個体(A1)である。圃場に個体植(80cm×80cm)した個体について、初年目は各品種ともに10個体ずつ調査を行い、2年目以降は生育の中庸な1~2個体を選んで調査を継続した。調査項目として各節の

出葉日、開花日及び刈り取り日を記録し、植物単位概念を用いて個体のクラウン構成の経時的変化を調査した。

結果及び考察

刈り取り時の総節数の推移をみると極早生は番草・年次間の変異が小さく、年次が経るに従って緩やかに減少した。一方、晩生は番草間の変異が大きく、2、3年目共に1番草が最も多くその後の番草で減少した。早生の個体は晩成型もしくは極早生と晩生の間中型となった(図1)。

開花茎・非開花茎の刈り取り時の総節数を比較すると、極早生の品種ほど開花茎の占める割合が高かった。また、極早生品種は開花茎と非開花茎の比が最終番草以外変わらなかったのに対し、晩生になるほど春から秋にかけて開花茎の占める割合が低下した。これは、極早生品種は栄養生長と生殖生長が混在しているのに対し、晩生になるほど両者が分離する傾向にあることを示している。

クラウンの次位別構成の推移をみると年次が経るに従って腋芽は主茎下部の高次位分枝と主茎上部の低次位分枝に2極化し、主茎中部の空洞化が進んだ。この傾向は全ての個体で共通だったが、極早生品種ほどクラウンの2極化、空洞化が進み、クラウンの構成が粗になった(図2)。

クラウンの維持にとって栄養生長が安定期、生殖生長が危険期とすると栄養生長と生殖生長が混在する極早生はリスク分散型であり、クラウンの活性は徐々に低下する。特に主茎中部の空洞化が顕著であり、主茎中部の充実を図ることが極早生の永続性の改良に重要と考えられた。一方、栄養生長と生殖生長が分離する晩生はリスク一極集中型と考えられ、充実したクラウンが生殖生長期後、一気に衰弱する。生殖生長期後の腋芽の活性を維持し、主茎低位節における高次位分枝への更新能力を高めることが晩生の永続性の改良に重要と考えられた。

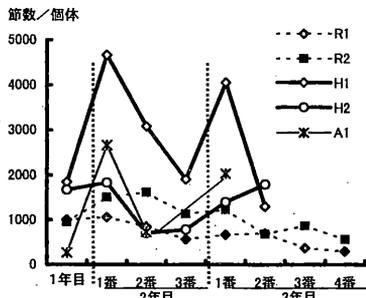


図1. 刈り取り時の総節数の推移

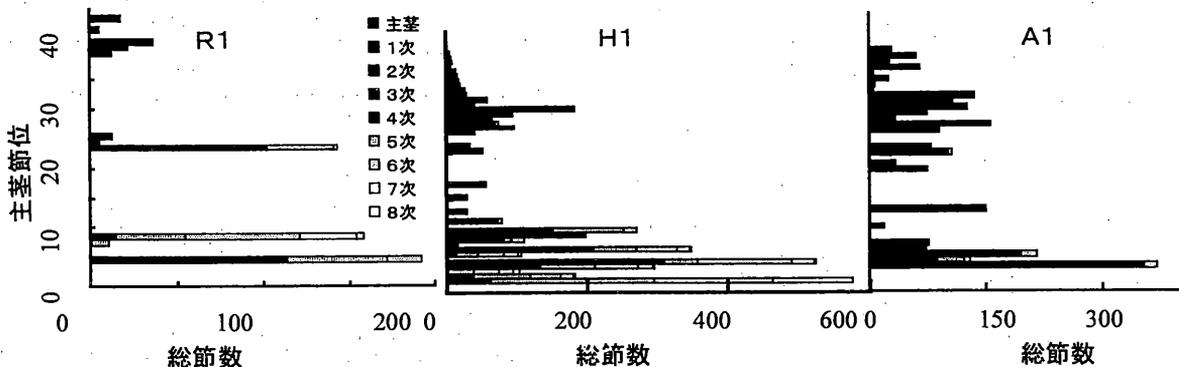


図2. 3年目1番草の分枝次位別総節数

北海道農業試験場 (062-8555 札幌市豊平区羊ヶ丘1番地)

Hokkaido National Agricultural Experiment Station, Hitsujigaoka 1, Toyohira-ku, Sapporo, 062-8555 Japan

積雪レベルによって異なるマメ科牧草のTNC
(貯蔵炭水化物) 推移パターンとその役割

小松 輝行・菊地 貴範・吉成 弥生

Differential patterns of seasonal fluctuation of TNC
as related to snow cover depth gradient in
overwintering forage legumes

Teruyuki KOMATSU, Takanori KIKUCHI
and Yayoi YOSINARI

緒 言

一般に越冬前の貯蔵部位に蓄積されたTNCは、越冬と翌春の再生エネルギー源として極めて重要である。フラクタンを主なTNCとするイネ科牧草は、多雪という安定した「暖かな」雪温下でTNCがほぼ一定の速度で減少し続け、根雪期間中に約70%も消費されるのに、低温の少雪下でのTNCの消耗は僅か34%で、春の再生に45%が消費されることを前報で明らかにした。本報では、主要なTNCが澱粉であるマメ科牧草でもやはり、TNCがイネ科と同様な積雪反応と役割を果たしているのか否かを明らかにするため、北海道の少・中・多雪地帯を想定した「積雪モデル」で検討した。

材料および方法

「積雪モデル1」は、旧滝川畜試のアルファルファ5年目経年草地を供試し、1985~86年4月末まで積雪レベルを0~120cmの間に5段階設定した。サンプリングは越冬直前から1番草迄で、クラウン3cmを含む根際から10cmまでの根部をTNC分析に供した。「積雪モデル2」には、1996年8月、東京農大圃場に造成した播種当年のWC(カリフォルニアラジノ)、RC(ハヤキタ)、AsC(コモン)のマメ科条播草地を供試した。雪腐病防除後11月末~3月末迄の間、少雪区(0~10cm)、中雪区(30~40cm)、多雪区(60~80cm)の「積雪モデル」を維持した。サンプリングは11月~翌年7月迄で、クラウン3cmを含む根部3cmをTNC分析(Smith & Grotelueschen法)に供した。

結果および考察

1) 「積雪モデル1」は、経年化により菌核病菌(*Sclerotinia trifoliorum*)罹病株がほとんど淘汰されているAL草地である。ALでは、イネ科で認められたTNCの積雪深反応と全く反対の傾向を呈した。すなわち、多雪区では、根雪期間中TNCが急速に減少せず、越冬中の消費は僅か14~25%で、春の再生に40~48%利用された。一方少雪区では、越冬期間中の消費が大きく、31~51%も占め、春の再生利用は19~27%にすぎなかった(図1)。

2) 「積雪モデル2」では、越冬中に少雪区より中・多雪区でのTNC消費が大きかったという点で、イネ科に類似したパターンを示した(代表してWCで示す。図2)。これは、播種当年ということもあり、菌核病菌感受性株がまだ淘汰されていないため、中・多雪区での菌核病の多発被害によりTNCが著しく消費されたためである。菌核病発病開始時期が特定できるので、「モデル1」のALに準じたTNC推移パターンをとると仮定して、菌核

病無被害の場合の中・多雪区のTNC推移パターンを補正し、TNC利用率を試算した(表1)。その結果、やはり越冬期間中のTNC利用率は多雪ほど低く(17~33%)、少雪で高い(47~51%)。春の再生利用率は逆に多雪ほど高く(45~56%)、少雪で低い(19~21%)傾向にあった。

3) 以上のことから、TNCの主体をフラクタンとするイネ科牧草とその主体を澱粉とするマメ科牧草とでは、積雪深レベルの違いに対して正反対にレスポンスする可能性の高いことが示唆された。

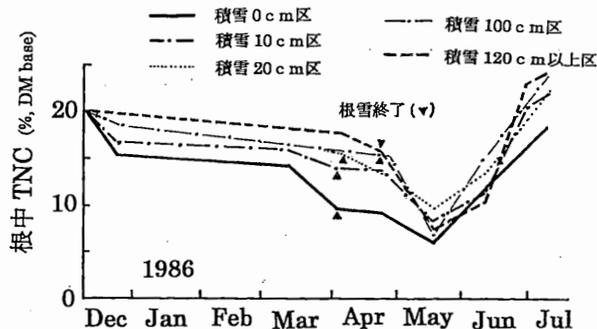


図1 「積雪モデル1」における5年経年草地アルファルファの根中TNCの推移(滝川、1985~86)

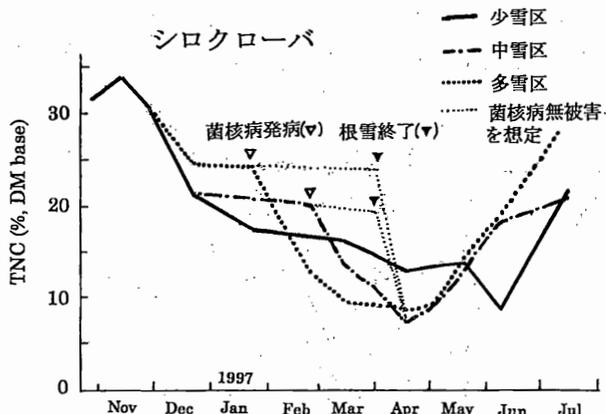


図2 「積雪モデル2」における播種当年WC根中TNCの推移(網走、1996~97、菌核病被害有無との関係)

表1 異なる積雪レベルでのマメ科牧草(播種当年)におけるTNCの役割-菌核病被害有無との関係(積雪モデル2)

草種	積雪レベル	越冬開始時のTNCmax (%)	TNC利用割合(%)				菌核病被害によるロス分		
			越冬中の消費	春の再生	未利用	未利用			
AsC	少雪	34.6	47	19	34	47	19	34	0
	中雪		70	9	21	36	43	21	34
	多雪		61	17	22	33	45	22	28
WC	少雪	34.1	51	22	27	51	22	27	0
	中雪		66	12	22	43	35	22	23
	多雪		71	3	26	29	45	26	42
RC	少雪	31.0	49	19	32	49	19	32	0
	中雪		59	14	27	26	47	27	33
	多雪		58	15	27	17	56	27	40

注) 越冬: TNCmax-消費日/融凍開始時TNC
春の再生: 消費日/融凍開始時TNC-依存生長期末TNC
菌核病被害によるロス分: 被害有りの越冬TNC利用割合-被害無し時の越冬TNC利用割合

寒地型イネ科牧草の乾物生産における 温度反応の草種間差異

金川 順二・松中 照夫

Difference among temperate grass species
in response of dry matter production to temperature
Junji KANAGAWA and Teruo MATSUNAKA

緒 言

牧草の乾物生産は年間の環境条件の推移につれて変化する。したがって、牧草の乾物生産を検討するためには、環境条件に対する牧草の生育反応を明らかにする必要がある。通常、牧草の乾物生産に影響を与える要因としては、降雨量、日射量、日照時間、土壌の性質そして温度などがある。その中から筆者らは、寒地型イネ科牧草の温度に対する反応について着目した。本試験の目的は、温度を変化させた時の主要寒地型イネ科牧草の乾物生産における反応特性の草種間差異を明らかにし、その草種間差異に光合成能と葉面積の温度反応がどのように関係しているのかを明確にすることである。ここでは、年間収量の大部分を占める 1 番草についての結果を報告する。

材料および方法

本試験は、本学内の人工気象室において 1/5,000 a ワグネルポットを用いて実施した。供試草種はオーチャードグラス (OG)、メドウフェスク (MF)、チモシー (TY) の 3 草種とした。温度処理は 10°C区 (15°C/5°C)、15°C区 (20°C/10°C)、20°C区 (25°C/15°C) の 3 水準とした。調査時期は、いずれの草種も節間伸長始期と出穂期の 2 回とした。施肥量は、各草種共通に $N-P_2O_5-K_2O = 1.0-1.0-1.0 \text{ g pot}^{-1}$ とした。光合成能の測定には開放型光合成蒸散測定システム LI-6400 (LI-COR 社製) を用いた。測定時の機器の設定条件は光源光量を $1,563 \mu \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ (約 80,000 lux)、 CO_2 流量を $400 \mu \text{ mol s}^{-1}$ とした。また、測定時の温度は処理温度と同一とした。

結果および考察

節間伸長始期までの生育日数は、各草種ともに温度が変化しても約 30 日だった。次に、節間伸長始期から出穂期までの生育日数は、OG と MF の場合、10°C区 > 15°C区 = 20°C区であった。これに対し、TY の節間伸長始期から出穂期までの生育日数は、温度が上昇するに伴い短くなった。また、各草種の乾物重の温度反応は、上述した各草種の生育日数における温度反応とほぼ同様の傾向を示した。これらのことから、乾物重の温度反応には、草種間差異が認められた。しかし、生育日数の温度反応も乾物重の温度反応と同様の傾向であったことから、乾物重の温度反応の草種間差異には、生育日数の温度反応が影響を及ぼしていると考えられる。そこで、乾物重の

温度反応に生育日数以外の要因が関係しているのかについて乾物を生産する能力である乾物重増加速度から検討した。

調査開始時から節間伸長始期までにおける各草種の乾物重増加速度は、温度が変化してもほぼ同一であった。また、節間伸長始期から出穂期までの全草種における乾物重増加速度は、15°C区 > 10°C区 = 20°C区となった。このことから、乾物重の温度反応における草種間差異は、生育日数の温度反応が反映し生じたと考えられた。

次に、草種間差異が認められなかった乾物重増加速度の温度反応に、光合成能の温度反応と葉面積の温度反応がどのように関係しているのかについて検討した。

節間伸長始期から出穂期にかけての各草種の光合成能には、明らかな草種間差異が認められた。すなわち、OG の節間伸長始期における光合成能は、10°C区を除いて出穂期のそれを上回っていた。それに対し、MF の出穂期における光合成能は、全処理区において節間伸長始期のそれを上回り、またその差も温度上昇に伴い増大した。一方、TY の節間伸長始期における光合成能は、いずれの処理区においても出穂期のそれを若干上回った。

葉面積の温度反応は、乾物重の温度反応と同様に生育日数の影響を受けていると考えられるので、葉面積拡大速度の温度反応から検討した。調査開始時から節間伸長始期までの葉面積拡大速度は、いずれの草種とも温度上昇に伴い若干増大した。また、節間伸長始期から出穂期までの全草種の葉面積拡大速度は、乾物重増加速度の温度反応と同様に 15°C区 > 10°C区 = 20°C区であった。

次に、既往の研究から葉面積の拡大と密接な関係がある N 吸収の温度反応について考える。N 含有量の温度反応は、葉面積、乾物重の温度反応と同様に生育日数の影響を受けていると考えられたので N 含有量増加速度から検討した。各草種の N 含有量増加速度は、いずれの調査時期においても葉面積拡大速度の温度反応と同一の傾向を示した。

したがって、乾物生産能力である乾物重増加速度の温度反応は、葉面積の温度反応に起因し生じていると考えられた。また、葉面積の温度反応は、N 吸収の温度反応によってもたらされていると思われた。一方、光合成能の温度反応は、草種間差異が認められたものの、乾物重増加速度の温度反応に影響を及ぼすほどではないと考えられた。

以上の結果から、以下のように結論付けられる。主要寒地型イネ科牧草の 1 番草における乾物生産の温度反応には草種間差異が認められる。この温度反応の草種間差異は、温度変化による生育速度の草種間差異が生育日数に反映したためである。また、乾物を生産する能力の温度反応には草種間差異が認められない。これは N 吸収の温度反応が葉面積の温度反応に反映してそれによって生じていると考えられる。

チモシーの種子登熟と発芽習性

吉澤 晃・鳥越 昌隆・佐藤 公一・玉置 宏之

Germination habit and seed ripening
in timothy (*Phleum pratense* L.)

Akira YOSHIZAWA, Masataka TORIKOSHI,
Kouichi SATO and Hiroyuki TAMAKI

緒 言

チモシーの採種時期は、寒地型イネ科牧草の中で比較的遅く、8月上旬から9月上旬頃になる。採種された種子は、翌年、個体の養成や後代の評価に供試される。

一方、チモシーは耐寒性が強く、秋播きでの利用が可能で、播種限界が8月中旬頃である。

そこで、採種当年に播種し、次世代を養成できれば育種年限の短縮が可能である。これまで、出穂期の早い極早生や早生品種では、天候が良好な年に秋播きが可能な場合があったものの、平年の気象条件では播種限界に間に合わなかった。一方、中生や晩生品種では例年採種時期が遅く、秋播きはできなかった。採種後の乾燥、脱穀、精選の時間も考慮すると、できるだけ早く採種ができれば、採種当年の播種の機会が増え、育種年限の短縮につながり、育種の効率化に役立つ。本報告は、チモシー種子の登熟に伴う発芽習性を調査し、採種当年播種の可能性を検討した。

材料と方法

材料は北見農試育成系統「北見17号」の構成親の一栄養系を用いた。調査は北見農試試験圃場で、移植3年目の2000年に行った。一穂毎に開花が始まった日を調査して、7月11日が開花始の穂を材料とした。この頃は晩生品種「ホクシュウ」の開花始であった。開花後10日目から5日間隔で6回採取し、6回目は従来の採種時期で対照区である。1回当たり5穂を採取し、風乾後脱穀した。

発芽試験は、シャーレに濾紙を敷き、シャーレ当たり50粒置床し、水を加え、22°C、16時間照明、16°C、8時間暗黒の交替条件とし、4反復で10日間行った。

結果及び考察

調査年の気象条件は、高温多照に経過し、開花、登熟が平年より早かった。開花後10日目の穂からは、種子が得られず、15日目から採種できた。一穂当たりの採種量は15日目から35日目まで、直線的に増加した。千粒重は15日目が最も少なく、30日目まで増加した。登熟期間が短い25日以前の種子は、胚乳の発達が十分でないため軽く、小花のうち受精が早かった胚が、登熟の早い段階で採種できたと考えられる。

採種時期が異なる種子の発芽推移を比較したところ、置床後5日目の発芽勢は、15日目の種子が最も低く、次いで25日目が低く、他は有意差がなかった。置床後10日目の発芽率は、採種時期が早いほど低く、15日目の種子が最も低かった。20日目と25日目、30日目と35日目は、それぞれ有意差はなかった。

採種時期が異なる種子で発芽率に差が認められたことから、採種量と発芽率から、一穂当たりの精選粒数を求めた。精選粒数は採種時期が早いほど少なく、15日目が一穂当たり24粒得られた。20日目と25日目が約170粒得

られ、対照の約40%であった。

発芽試験を行ったシャーレ内での生育で、初期生育の良否を検討するために、置床後18日目の草丈、個体重を比較した。草丈及び個体重とも採種時期で有意差は認められなかったものの、15日目では、両者ともやや低い値で、初期生育が劣っていた。

以上のように、従来の採種時期より15日から20日早い時期でも、種子が得られたが、発芽率や採種量で採種適期との差が認められた。そこで、登熟途中で得られた種子の育種の利用方法を考察した。従来より20日早く採種した、開花後15日目の種子は、発芽率が低いものの、一穂当たり20粒程度得られ、約200個体程度必要な個体評価に使用できる量が、10穂程度で確保できる。従来より15日早く採種する、開花後20日目の種子は、発芽率がやや低いものの、従来の時期の40%程度の採種量が確保でき、初期生育が採種適期並であることから、多量の種子が必要な後代の評価に利用できる。チモシーの育種材料の世代促進のために、採種時期を早められる事が明らかとなり、採種適期が遅い材料でも採種当年の秋播きが可能と考えられる。今回の材料は採種適期が遅い晩生の育種材料であったが、更に早い熟期の材料では、播種時期を早めて、早期に播種することにより、十分なスタンド確立ができ、翌年の1番草から収量の評価が可能と考えられる。

また、採種を早められる日数は、登熟が気象条件の影響を受けるため、年次により異なると考えられ、今後の検討が必要である。

表1. 採種時期が採種量、初期生育に及ぼす影響

採種時期 (月日)	開花後 日数	千粒重 (mg)	採種量 (mg)	精選 粒数	左比 (%)	初期生育	
						草丈 (cm)	個体重 (DM mg)
7. 26	15	168	6.0	24	5	16.1	0.35
7. 31	20	359	72.2	168	38	23.5	0.57
8. 5	25	406	91.5	180	41	24.5	0.72
8. 10	30	526	157.8	276	63	23.9	0.67
8. 15	35	535	242.9	440	100	26.2	0.75

注) 採種量と精選粒数は一穂当たり。

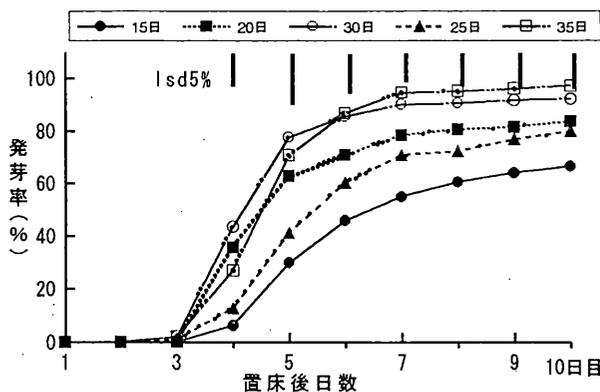


図1. 採種時期が異なる種子の発芽率推移

北海道立北見農業試験場 (099-1496 常呂郡訓子府町)

Hokkaido Kitami Agricultural Experiment Station, Kunneppu, Hokkaido, 099-1496 Japan

チモシー親栄養系とその後代系統の調査結果から
考察された効率的な耐倒伏性育種法

玉置 宏之・吉澤 晃・鳥越 昌隆・佐藤 公一

An effective way of improving lodging resistance
in timothy (*Phleum pratense* L.) conjectured
from test results of parental clones
and their progenies

Hiroyuki TAMAKI, Akira YOSHIZAWA,
Masataka TORIKOSHI and Kouichi SATO

緒 言

チモシーの1番草における耐倒伏性の改良は重要な育種目標だが、過去の試験結果を見るとその親子相関は必ずしも高くない。この親子相関を高く維持し耐倒伏性育種を効率化する方法を探るため、親栄養系とその後代系統を用いた一連の試験を行った。

材料と方法

①親栄養系の調査(1): 1995年に早生18栄養系の出穂始と倒伏程度(1:無または微~9:甚の評点法で以下同様。6月20日調査)を調査した。この(親)栄養系とその(多交配)後代系統(後述)を今後A群と呼ぶ。

②親栄養系の調査(2): 1996年に上記①とは別の早生25栄養系の出穂始と出穂茎の反発力¹⁾(6月17日調査)を調査した。この(親)栄養系とその(多交配)後代系統(後述)を今後B群と呼ぶ。

③後代系統の調査: 1999年にA・B両群の後代系統を含めた早生56品種系統の出穂始と倒伏程度を調査した。倒伏程度は試験圃場に新たな倒伏が発生した6月8日(穂孕み期)、14日(出穂始期)、24日(出穂期後半)の計3回調査した。

④耐倒伏性調査時の親子間の生育ステージ差の推定: 親栄養系の耐倒伏性(倒伏程度または出穂茎の反発力)調査時の生育ステージと、後代系統の倒伏程度調査時の生育ステージとの差を以下の方法で推定した。即ち親及び後代の耐倒伏性調査日が、それぞれその年における当該

群の平均出穂始のX日後及びY日後だった場合、親子間の生育ステージ差を(X-Y)の絶対値(単位:日)とした。

結 果

①後代検定試験における倒伏程度調査結果相互間の寄与率: 材料と方法③の試験における3回の倒伏程度調査結果の相互間の寄与率(一方の結果で他方の結果を何%説明できるかを示す指標)は、2.3~23.1%といずれの場合も低かった。

②耐倒伏性調査時の親子間の生育ステージ差とその親子相関: 両者の関係を表1に示した。A・B両群とも耐倒伏性調査時の親子間の生育ステージ差が最も小さい時に耐倒伏性の親子相関が最も高く、差が大きくなるに従い親子相関が低くなる傾向が見られた。

考 察

結果①は耐倒伏性の傾向が生育ステージごとに異なることを示している。このことから、異なる生育ステージにおけるチモシーの耐倒伏性は互いに異なる要因に支配されている。言い替えれば、各生育ステージの耐倒伏性は互いに別個の形質として考えられるべきであると考察された。また結果②は、生育ステージが同じであれば耐倒伏性の親子相関が高いことを示している。このことから、各生育ステージにおいて耐倒伏性を支配している個々の要因の狭義の遺伝率は高いと考察された。

今回、耐倒伏性が生育ステージごとに別個の形質として考えられるべきであることがわかったので、耐倒伏性育種の効率化のためには、今後この調査を生育ステージごとに複数回行うことが重要と考えられる。各生育ステージにおける耐倒伏性の狭義の遺伝率が高いことを考え併せれば、この様に調査・選抜された親栄養系の後代は、どの生育ステージでも安定的に優れた耐倒伏性を示すものと考えられる。

参考文献

1) 玉置ら(1999): 北草研報 vol. 33, p. 35.

表1. 耐倒伏性1) 調査時の親子間の生育ステージ差とその時の親子相関との関係

群名	供試された親子数	親栄養系の耐倒伏性の調査日① ²⁾	後代系統の倒伏程度の調査日② ²⁾	親子間の生育ステージ差 ³⁾	耐倒伏性の親子相関 ⁴⁾
A	18	1995. 6. 20(+5.1)	1999. 6. 8(-7.4)	12.5	0.199
"	"	"	1999. 6. 14(-1.4)	6.5	0.392
"	"	"	1999. 6. 24(+8.6)	3.5	0.614**
B	25	1996. 6. 17(-0.6)	1999. 6. 8(-6.8)	6.2	0.122
"	"	"	1999. 6. 14(-0.8)	0.2	0.509**
"	"	"	1999. 6. 24(+9.2)	9.8	0.145

注) 1) B群親栄養系のみ出穂茎の反発力。他は倒伏程度(1:無または微~9:甚)。
2) カッコ内の数値は当該年における当該群の平均出穂始からの日数。
3) ①及び②のカッコ内の数値の差の絶対値(単位:日)。
4) ①及び②の調査結果間の相関関係。**は1%水準で有意であることを示す。

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

チモシー (*Phleum pratense* L.) およびメドウフェスク (*Festuca pratensis* Huds.) の多回刈り条件下における 茎葉収量の差異と関連形質

藤井 弘毅・山川 政明・澤田 嘉昭・牧野 司

Foliage productivity of timothy (*Phleum pratense* L.) and meadow fescue (*Festuca pratensis* Huds.) by frequent defoliation and related characters
Hiroki FUJII, Masaaki YAMAKAWA, Yoshiaki SAWADA* and Tsukasa MAKINO

緒 言

ペレニアルライグラス (*Lolium perenne* L.) の利用が困難な土壌凍結地帯の放牧地において、チモシーとメドウフェスクは重要な草種として利用が期待されている。放牧地における牧草および家畜の生産性を高めるためには、草種の特性を背景とした合理的な利用管理法や、欠点を改良した品種の育成が有効と考えられる。そこで、シロクロバ混播・多回刈り条件下でチモシーおよびメドウフェスクの生育特性を比較し、その草種間差異と関連する形態的および生理的形質について検討した。

材料および方法

チモシー「ホクシュウ」およびメドウフェスク「トモサカエ」を主体とするシロクロバ(中葉型品種ラモーナ)混播草地とそれらの単播草地を造成し、年5~6回の多回刈りを草丈(30~40cm)を目処に行い、イネ科牧草の収量を播種翌年から3年間調査した。単播区では形態的および生理的形質の調査を並行して実施した。播種量はチモシーが150g/a、メドウフェスクが200g/a、シロクロバが30g/aであった。混播区は散播、乱塊法3反復、単播区は畦間30cmの条播、乱塊法4反復とした。単播では調査期間中、除草をした。

結果および考察

年間合計収量は、2年目および4年目の混播区イネ科牧草の収量において草種間に有意差が認められ、チモシー区がメドウフェスク区よりも低収であった。一方、単播区の収量や混播区のマメ科牧草の収量には有意差は認められなかった。さらに、単播区に対する混播区イネ科の収量の比率は、年次にかかわらずチモシー区の方がメドウフェスク区より低い値を示した。これらのことから、チモシー区におけるイネ科牧草の年間合計収量はシロクロバの混播によって、メドウフェスク区より減収しやすかった(表1)。

そこで次に、季節生産性の差異を検討するため、混播区のイネ科牧草の収量生長速度(CGR)を単播区と月別に比較したところ、チモシー区のイネ科牧草CGRは単播区に対して3年目の7月(本研究では4番草)以降大きく低下し、低下程度はメドウフェスク区よりも大きく、4年目も同様の季節推移がみられた。

このようなシロクロバ混播による生育反応の草種間差異と単播区で調査した草種の形態的、生理的形質との関連性を検討した。単播区における節間伸長分けつ率は、チモシーでは3番草、メドウフェスクでは2番草が高かった。また、3番草刈り後も再生し、4番草の再生に貢献できる分けつは、栄養生長分けつであるが、単播区におけるその数はチモシーでは3番草で1,000本/m²前後に減少したのに対し、メドウフェスクでは2,000本/m²程度が維持された(図1)。さらに、栄養生長分けつの平均1分けつ重は、3番草ではチモシーよりメドウフェスクの方が大きかった(図1)。

以上の結果から、シロクロバ混播・多回刈り条件下でみられた草種と生育反応の差異は、主として分けつの再生態勢の差異との関連性が高いことが推察された。すなわち、4番草の再生に影響を及ぼしたと考えられる3番草の刈り取り時の節間伸長分けつ率はチモシーではメドウフェスクより高い値を示し、しかもチモシーでは刈り取り後再生可能な栄養生長分けつ数が少なく、その1分けつ重も小さかったため、刈り取り後の再生力が劣り、シロクロバに対する競争力が劣ったことが考えられた。

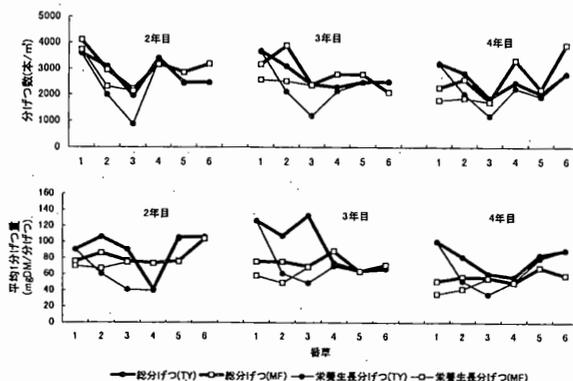


図1. 分けつ数および平均1分けつ重の推移
TY:チモシー, MF:メドウフェスク

表1. 混播区および単播区における年間合計乾物収量 (kg/a)

草種	単播区			混播区 (イネ科)		
	2年目	3年目	4年目	2年目	3年目	4年目
チモシー区	74.5	56.6	55.3	40.8	28.6	23.5
メドウフェスク区	84.4	49.9	50.2	62.6	33.0	43.6
有意性(5%)	n. s.	n. s.	n. s.	*	n. s.	*

草種	混播区 (マメ科)			イネ科収量比率 混播区/単播区		
	2年目	3年目	4年目	2年目	3年目	4年目
チモシー区	24.9	39.7	30.4	0.55	0.51	0.42
メドウフェスク区	25.9	36.8	22.6	0.74	0.66	0.87
有意性(5%)	n. s.	n. s.	n. s.			

注: *は5%水準で有意

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

* 北海道立畜産試験場 (081-0038 上川郡新得町)

Hokkaido Animal Husbandry Exp. Stn., Shintoku, Hokkaido, 081-0038 Japan

異なる温度条件下でのトウモロコシ自殖系統の
低温発芽性検定

高宮 泰宏

Estimation of germinability at different
low temperatures in maize inbred lines

Yasuhiro TAKAMIYA

緒 言

寒地でのトウモロコシ栽培において、高品質・安定・多収を得る栽培技術のひとつとして、早期播種がある。これは限られた生育期間中に、①早期に健全な生育確保し、生育を促進し、②生育期間の拡大を図り、十分な登熟期間を確保することによる。これを可能にするためには、適正な肥培管理とともに、品種の低温発芽性と低温生長性の向上が重要である。本報告では、トウモロコシ遺伝資源の低温発芽性の評価を目的に、十勝農試で育成または導入したフリント種及びデント種の自殖系統を用いて、従来法とより厳しい方法で低温発芽性を調査した。

材料及び方法

- 1) 供試材料：トウモロコシ自殖系統160。
- 2) 試験方法：発芽試験は、種子をチュウラムーベノミル剤で粉衣し、脱イオン水で十分湿らせたペーパータオルにはさみ、それを巻き上げ、ポリビーカーに立て行った。保湿のためにポリ袋をかけ、低温恒温器に入れ、20℃（常温）と10℃及び6℃（低温）で処理した。各処理、各系統50粒2反復で行った。
- 3) 調査方法：根と芽の両方が1mm以上伸長したものを発芽とし、常温では2～3日毎、低温では3～4日毎に発芽数を調査した。
- 4) 検定・評価方法：以下の式で示される①比較低温発芽勢（櫛引ら、1976）及び②平均発芽日数による。
 比較低温発芽勢（%）＝低温条件下の発芽勢／常温条件下の発芽歩合×100……①
 平均発芽日数（日）＝Σ（各調査日の発芽数×置床から各調査日までの日数）／発芽総数……②

結果及び考察

- 1) 10℃条件下での検定結果
 供試系統の常温での発芽率は66～100%の範囲で、平均で95.2%であった。これらのうち、発芽能力の低下が考えられた系統（常温での発芽率が88%以下）及び低温下で腐敗等による誤差が多かった系統を除いた139系統の結果を用いた。これらの常温での発芽率は97.2±2.8%であった。
 10℃、13日目と比較低温発芽勢と百粒重の間に5%水準で有意な相関関係が見られたほかは、両評価形質と採種年次及び百粒重の間には密接な関係は見られなかった。10℃では比較低温発芽勢（9日目）及び平均発芽日数（平均値±標準偏差 [範囲]）は、それぞれ42.2±31.2 [0～102] %及び11.7±2.17 [6.7～20.0] 日で、大きな系統間差異が見られた（図1）。北方フリント種に良好

な系統が多く見られ、原産地別では、北海道及びカナダの系統が良好で、十勝農試育成の北方フリント種及びカナダ・モード農試育成系統に特に優れた系統が見られた。比較低温発芽勢（9日目）が80%以上で、平均発芽日数が9.5日以下の19系統が特に優れると考えられた。また、20日目の比較低温発芽勢が70%以下の9系統は劣ると考えられた。

2) 6℃条件下での検定結果

10℃での低温発芽性が比較的優れると考えられた71系統を用いて、6℃条件で調査した。これらの系統の10℃、13日目での比較低温発芽勢は全て80%以上（94.7±5.27%）であったが、6℃27日目での比較低温発芽勢は41.8±29.9 [0～98] %と系統間差異が大きく（図2）、①10℃では比較的優れているが、6℃ではほとんど発芽しない系統、②6℃でも優れる系統、③その中間に分けることができた。6℃27日目での比較低温発芽勢が70%を超える18系統は低温発芽性が優れると考えられ、平均発芽日数を加味すると、フリント種では、CM80、CM7、To78及びN21が、デント種では、A385、CM64が特に優れていた。

以上のことから、①発芽に関して、活性可能な限界温度に系統間差異があり、②限界温度が同じでも活性の持続力が系統により異なることが推察され、より低温発芽性に優れた系統の選抜には、従来より厳しい温度条件下での評価が有効であることが示唆された。

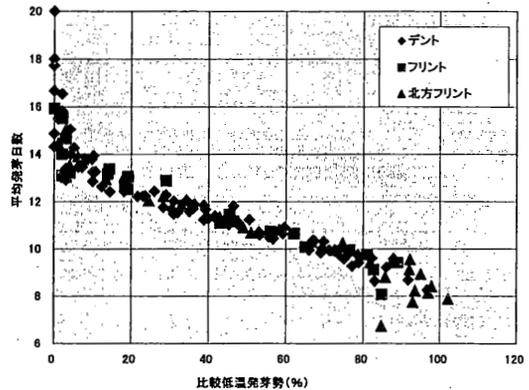


図1. 比較低温発芽勢（10℃、9日）と平均発芽日数の関係

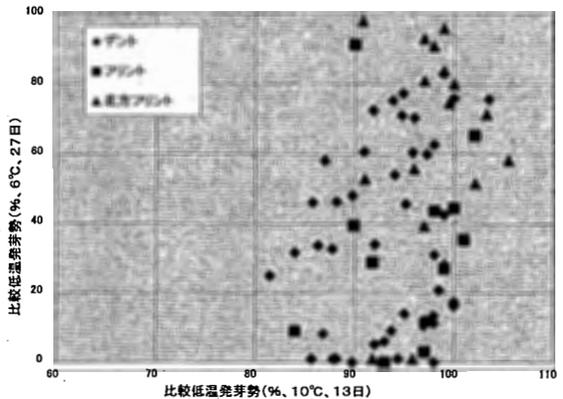


図2. 10℃と6℃での比較低温発芽勢の関係

ペレニアルライグラス保存栄養系における
多葉性と諸形質との関係

佐藤 尚親・中村 克己・竹田 芳彦

Relation between leafiness and some
agronomical characters in preserved clonal line
of perennial ryegrass

Narichika SATO, Katsumi NAKAMURA
and Yoshihiko TAKEDA

緒 言

高栄養な品種育成のための選抜指標として多葉性は重要な形質と考えられている。本報告では選抜のための基礎資料を得るために、多葉性と諸形質との相互関係を検討した。

材料及び方法

材料には天北農試において、主に越冬性で選抜された223保存栄養系および「ファントム」、「フレンド」の市販2品種を供試した。試験は1998年から2000年にかけて、天北農業試験場内で行った。試験区は1区1.8㎡(畦幅60cm、畦長3m、株間10cm、反復無し)30個体で、年間3回の一斉刈り(全栄養系が出穂期に達した日、8月下旬および10月中旬)を行った。

調査形質、調査年月日および観察評点の方法を表1に示した。多葉性のスコアは中生の「ファントム」が5.2で、晩生の「フレンド」が6.1であった。

2ヶ年調査した形質は、いずれも年次間で高い相関が認められたので2ヶ年の値を平均して用いた。

結果及び考察

各調査形質のスコアの範囲および調査形質間の相関係数を表2に示した。各調査形質の最小および最大値から、いずれの調査形質においても幅広いスコア範囲からの選抜が可能であることが示唆された。調査形質間の相関係数のうち、多葉性は早晩性との相関係数が最も高く、次いで3番草草勢、1番草草型の順に相関係数が高かった。

しかしながら、多葉性以外の7調査形質間で、相互に高い相関関係がある形質が認められたので、多葉性以外の調査形質をグループ化して、多葉性との関係を明らかにすることとした。すなわち、多葉性以外の調査形質について相関行列を用いた主成分分析を行い、主成分スコアと多葉性との関係を検討した。多葉性を除いた主成分分析の結果は表3に示した。各主成分のうち固有値および寄与率が高かった第1～第3主成分の内容は以下のようなものであった。

第1主成分を構成する調査形質の因子負荷量は出穂始日が0.808と正の高い係数で、全栄養系一斉調査した倒伏は-0.827と負の高い係数であった。また、1番草草型の因子負荷量は0.764と正の高い係数であった。以上から第1主成分は早晩性と草型を示す指標と考えられ、晩生ではふく型になるほどスコアが高くなるものと考えられる。第2主成分を構成する調査形質の因子負荷量は早春草勢、1番草草勢および3番草草勢で正の高い係数であったことから、草勢の良否を示す指標と考えられ、生育期間を通じて草勢の良い栄養系ほどスコアが高くなるものと考えられる。第3主成分を構成する調査形質の因子負荷量は2番草における網斑病罹病程度が正の高い係数であった。

多葉性と各主成分との関係を検討するために、各主成分スコアを計算し、多葉性のスコアとの相関関係を調べた。その結果、第1および第2主成分スコアには多葉性スコアと正の相関が認められたが($r = 0.461^{**}$ および 0.401^{**})、第3主成分とは相関が認められなかった($r =$

0.114)。そこで、第1および第2主成分スコアについて系統の分布を多葉性のスコア別に示した(図1)。多葉性と第1および第2主成分との相関関係から、第1象限(晩生、ほふく型、草勢良好)に多葉性スコアの高い栄養系が多かったが、第2象限(早生、直立型、草勢良好)にも多葉性スコアの高い栄養系が認められた。

以上から、多葉性を除いた主成分分析を利用することで、越冬性で選抜された栄養系から、多葉性に優れ、かつ早晩性・草型・草勢等の形質にも検討を加えた材料を選抜をすることが可能と考えられる。

表1. 調査形質・調査年月日および観察評点の方法

調査形質	(観察評点表示)	調査年月日
早春草勢	(1;不良~9;極良)	1998年 5月15日, 2000年5月15日
出穂始日	(6月の日)	1998年 6月, 2000年6月
倒伏1割	(1;無微~9;甚)	1998年 6月17日, 2000年6月29日
草勢1割	(1;不良~9;極良)	1998年 6月24日, 1999年6月28日
草勢3割	(1;不良~9;極良)	1998年10月30日, 2000年9月25日
網斑病1割	(1;無微~9;甚)	2000年 8月25日
草型1割	(1;直立~9;ほふく)	1999年 6月28日
多葉性1割	(1;少葉~9;多葉)	2000年 6月29日

表2. 形質間の相関係数

調査形質	倒伏1割	早春草勢	出穂始日	倒伏2割	草勢1割	草勢2割	草勢3割	網斑病1割	草型1割	多葉性1割
倒伏1割	2.5- 8.0	1								
早春草勢	0.5-23.0	0.012	1							
出穂始日	1.0- 8.5	0.340**	-0.660**	1						
倒伏2割	3.5- 9.0	0.538**	-0.253**	0.256**	1					
草勢1割	3.5- 7.5	0.405**	0.273**	-0.082	0.284**	1				
草勢2割	1.0- 5.0	0.045	0.093	-0.068	0.127	0.072	1			
草勢3割	2.0- 6.0	-0.138*	0.552**	-0.457**	-0.247**	0.372**	0.067	1		
網斑病1割	2.0- 7.0	0.146*	0.597**	-0.417**	-0.015	0.435**	-0.024	0.349**	1	

表3. 多葉性を除いた主成分分析における因子負荷量と固有値および累積寄与率

調査形質	主成分		
	λ1	λ2	λ3
早春草勢	-0.416	0.749	0.138
出穂始日	0.808	0.312	-0.029
倒伏1割	-0.827	-0.008	-0.087
草勢1割	-0.542	0.611	0.107
草勢2割	0.179	0.815	-0.208
網斑2割	0.075	0.260	0.946
草型1割	0.764	0.288	-0.106
固有値	2.425	1.844	0.988
累積寄与率(%)	34.6	61.0	75.1
	早晩性	草勢	網斑
	草型	良否	病

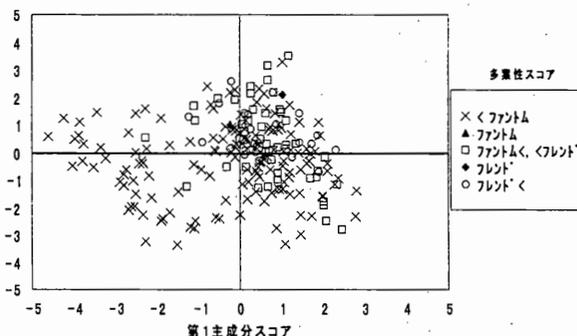


図1. 越冬性選抜栄養系における第1および第2主成分スコアに関する多葉性スコア別散布図

北海道立天北農業試験場 (098-5736 枝幸郡浜頓別町)

Tenpoku Agricultural Experiment Station, Hamatonbetsu, Hokkaido, 098-5736 Japan

DNAフィンガープリントによるアルファルファ
根粒菌 (*Sinorhizobium meliloti*) の識別

差波 武志・堀川 洋

Identification of alfalfa root nodule
bacteria (*Sinorhizobium meliloti*)

by DNA fingerprinting

Takeshi SASHINAMI, Yoh HORIKAWA

緒 言

根粒菌はマメ科植物に窒素固定を行うことから、接種によって作物の増収が期待されてきた。しかし根粒着生率は土着根粒菌によって圧倒される場合がしばしば見られる。本試験では、土着菌存在下においてアルファルファ種子に接種菌を接種(紛衣・コート)し、接種効果の比較とrep-PCRによるフィンガープリントによる根粒菌株の識別と多型解析を行った。

材料および方法

処理区として裸種子区(無処理区)、紛衣種子区、コート種子区を設け、2ヶ月間アルファルファをポット栽培し、その後草丈、草重、根重、根粒数で接種効果を比較した。種子には品種ヒサワカバを、土壌にはアルファルファ土着根粒菌が存在するアルファルファ圃場土を供試した。

採取した根粒から根粒菌の抽出、培養後、DNA抽出用kit(ISOPLANT2)でDNAを抽出した。rep-PCRによるフィンガープリントには合計55菌株を用いた。プライマーにはERIC2、ERIC1Rを使用した。バンドパターンの有無を1,0でコンピュータに入力し、EXCEL多変量解析ver3.0の群平均法で系統樹を作成した。

結果および考察

処理区間における接種効果の比較の結果、コート種子区で最も効果が高く次いで紛衣種子区の傾向が見られた。

根重においてコート種子区は他処理区との間に1%水準で有意な差があり、根重におけるコート種子区の接種効果の高さが観察された。電気泳動の結果、接種源の接種菌(J)とコート種子から滅菌土壌内で接種菌のみで作られた根粒由来の菌株(JC)とではバンドパターンに変化が見られた(図1)。そのため同一菌株であっても根粒着生過程における環境条件による遺伝的変化が考えられた。接種源のバンドパターンと同一のパターンを持つ菌株は確認されなかったが800bp付近に紛衣、コート種子区の菌株に共通バンドが見られた。系統樹解析の結果、接種源は他の菌株と離れていた。裸種子区の菌株の多様性は大きく、それと比較して紛衣、コート種子区の菌株は類似性が高かった(図2)。今後の課題として検出能力の高いAFLP、SSCPを導入した接種菌の識別、菌株間の水平伝達や時間経過や環境条件(pH、温度、塩濃度)の変化が遺伝的変異に与える影響の調査を行うことが挙げられる。

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13

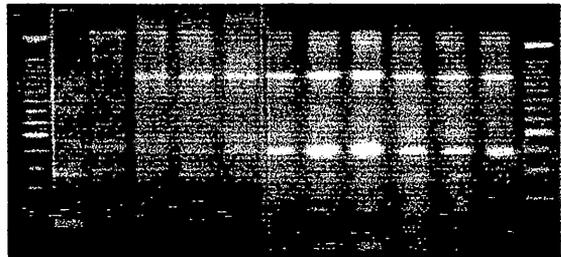


図1 フィンガープリントパターン (ERIC2, ERIC1R)

(lane1,13: マーカー、2: J、3: JC、4~6: 裸種子区、7~9: 紛衣種子区、10~12: コート種子区)

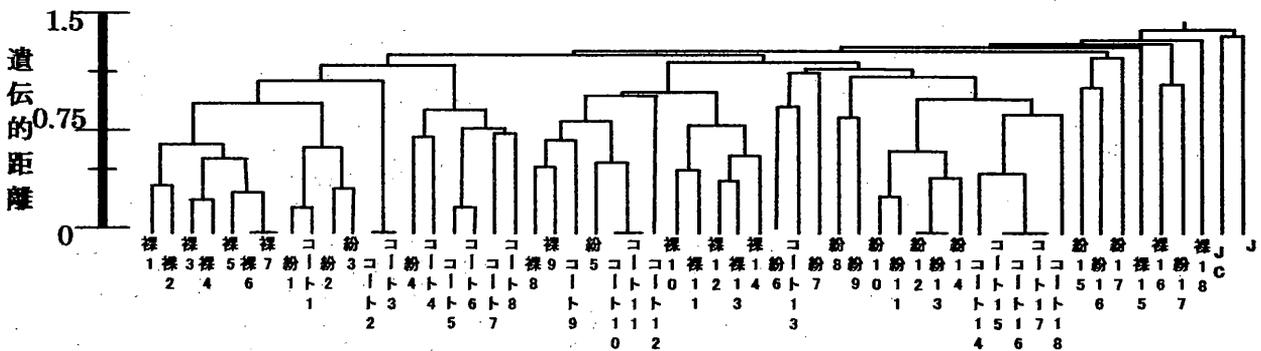


図2 クラスタ分析による系統樹

Molecular analysis of cold tolerance in alfalfa
(*Medicago sativa* L.)

Sergey IVASHUTA*, Kazuhiro UCHIYAMA**,
Mitsuru GAU** and Yoshiya SHIMAMOTO*

アルファルファにおける低温耐性の分子生物学的解析
Ivashuta, Sergey*・内山 和宏**・
我有 満**・島本 義也*

Introduction

Non-acclimated plants of different alfalfa varieties vary slightly in their freezing tolerance, however when exposed to low non-freezing temperatures only genetically competent genotypes develop significant freezing tolerance. There is a growing body of evidence that maximal freezing tolerance depends on expression of subsets of specific genes that cause a number of changes in metabolism of acclimated plants. Moreover, as suggested differential expression of various isoforms encoded by members of multigene families might represent significant part of molecular basis of plant cold acclimation (Hughes and Dunn, 1996). Characterization the genes that specifically induced by low temperature only in freezing tolerant genotypes may provide potential new strategies to improve freezing tolerance of alfalfa.

Materials and Methods

Plants of cold tolerant cv. Rambler and cold sensitive cv. Moapa 69 were used in this study. cDNA libraries were constructed using cDNA library construction kit (Startagene). We utilized a new approach for identification of differentially expressed genes that based on differential hybridization of 3'-end of transcripts of modified probes (unpublished). cDNA clones that showed differential expression during cold acclimation were sequenced and expression were corroborated by Northern blot analysis and RT-PCR.

Results and Discussion

By using differential hybridization of the 3'-end of transcripts of modified probes to the arrayed cDNA clones, we isolated and characterized a novel mRNA that expressed only in freezing tolerant genotypes, cv. Rambler (Fig. 1). Northern blot showed that cDNA probe of correspondent mRNA hybridized with at least two transcripts (Fig. 1). Expression profiles of genes correlated with pattern of cold acclimation and developing the freezing tolerance in alfalfa plants (Fig. 2). The genes did not express in response to other stresses and signals like heat shock, NaCl, high light, darkness, UV, ABA and drought. Preliminary results of sequencing of several "positive" cDNA clones from Rambler as well as PCR-generated genomic

fragments from Rambler and Moapa 69 suggested that there is a family of related genes in both cold tolerant and cold sensitive genotypes, however expression of genes was induced by low temperatures only in cold tolerant genotypes of cv. Rambler. We did not reveal any traces of mRNA of the correspondent genes in Moapa 69 plants (cold sensitive) by RT-PCR and Northern blot analysis. Comparison of sequences of genomic clones showed that difference between Rambler and Moapa 69 genes was explained by several insertions that located in nontranslated exons of genes of Rambler genotypes.

Sequence similarity search against databases revealed no significant similarity at nucleotide and amino acids levels of sequenced clones to the database entries. Unusual features of sequenced cDNA clones were very long 5'- and 3'-UTR (untranslated regions). In addition short repetitive sequence similar to IS (insertion sequence) from Mycoplasma were found in 5'- and 3'-UTR of cDNA clones. Detailed analysis of expression of the genes during cold acclimation as well as determination of genetic element(s) responsible for dramatic difference in expression between cold tolerant and cold sensitive cultivars are in progress.

Reference

Hughes, M. A., Dunn, M. A. 1996. The molecular biology of plant acclimation to low temperature. *Journal of Experimental Botany* 47, 291-305.

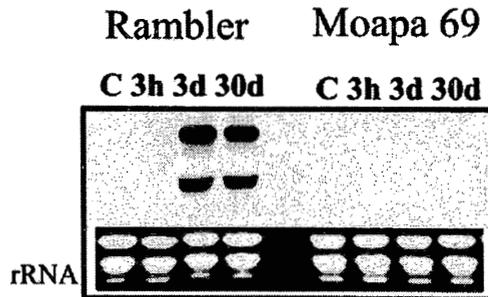


Fig. 1. Northern blot probed with cDNA for isolated gene. C-control, 3h, 3d and 30d-cold acclimation for 3 hours, 3 and 30 days.

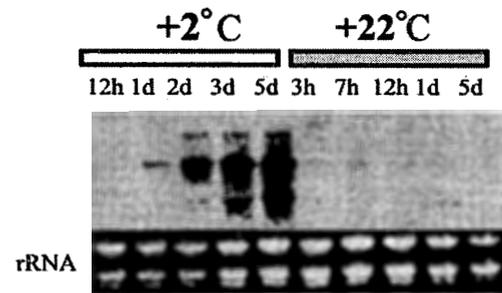


Fig. 2. Expression of isolated genes during cold acclimation. Hardening and dehardening conditions indicated above gel.

* 北海道大学農学部 (080-8589 札幌市北区北9西9)

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

** 北海道農業試験場 (062-8555 札幌市豊平区羊ヶ丘1)

Hokkaido National Agricultural Experiment Station, Hitsujigaoka 1, Toyohira-ku, Sapporo 062-8555 Japan

ペレニアルライグラスの耐凍性に関する QTL 解析

野村 一暢*・山田 敏彦**・島本 義也*

QTL analysis of freezing tolerance in perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.)

Takanobu NOMURA, Toshihiko YAMADA and Yoshiya SHIMAMOTO

緒 言

量的形質に関与する未知の遺伝子座の検出には、密接に連鎖したマーカーに依存するため、高密度な連鎖地図が不可欠である。本研究は、連鎖地図作成集団を用いて連鎖地図を構築し、耐凍性および形態形質の QTL を検出し、両者の関係を明らかにする事を目的とした。

材料および方法

英国草地環境研究所 (IGER) において育成された連鎖地図作成集団 (P150/112) を用い、屋外で低温ハードニングを施したのちに電気伝導度、冠部の凍結耐性および越冬後の生存率を指標として耐凍性を評価した。電気伝導度法は材料の葉身 (地上部 10~15cm) を -6℃、8 時間で凍結処理したのちに電気伝導度を測定し、また同サンプルを -80℃ で凍結させることによって細胞を完全に枯死させた後に電気伝導度の測定を行い、細胞の電解質の溶出度を算出して葉身の耐凍性の指標とした。冠部凍結法は、材料の冠部 (地上部 3cm、地下茎 1cm) を -10℃、8 時間で凍結処理したのちに解凍してパーミキュライトを敷いたバットに移植し、1ヶ月後に発根の再生によって生存率を評価して冠部の耐凍性の指標とした。越冬後の生存率は、圃場において越冬させた個体の生存率を目視によって 10 段階に評価し、越冬性の指標とした。電気伝導度は同材料につき 3 回測定して平均を算出し、冠部凍結法は 2 回、越冬後の生存率は 3 回の評価を行った。

JOINMAP 2.0 を用いて、前報において報告した RAPD および RFLP による多型解析の結果をもとに連鎖地図を構築した。グルーピングの際の LOD 値は 3.6 と設定し、組換え価を算出した。連鎖地図と耐凍性評価の結果に形態形質を測定した結果を加え、耐凍性については LOD 値 1.0、形態形質については LOD 値 1.5 と設定してそれぞれの QTL を検出し、MAPQTL を用いて QTL を検出した。

結果および考察

連鎖地図作成集団の耐凍性を評価した結果、電気伝導

度による溶出指数については 80.6~100%、冠部凍結法による凍結処理後の生存率については 0~100%、越冬後の生存率については 0~3.5 (10 段階評価に基づく) の間で耐凍性の分布がみられ、連鎖地図作成集団が耐凍性に関して遺伝的多様性を有していることが示された。

RAPD 法により連鎖地図作成集団の多型を評価し、イネ、オオムギ、オートムギおよびコムギの RFLP マーカーとともに連鎖解析を行い、7 個の連鎖群に 130 個のマーカーが座乗する、平均マーカー間距離 5 cM (センチモルガン)、全体で 455.5cM の連鎖地図が得られた。構築した連鎖地図と耐凍性および形態形質評価の結果を用いて QTL 解析を行った結果、耐凍性の QTL 10 個を含む、計 73 個の QTL が検出された。QTL はクラスターを形成しており、3 個の連鎖群において 10 個のクラスターに分類された。10 個のクラスターのうち 4 個は耐凍性の QTL を含んでおり、形態形質との相関解析の結果と検出された耐凍性 QTL の LOD 値とから、耐凍性が主働遺伝子の作用によるものではなく微小な効果を有する多数の QTL に支配されることが示された。

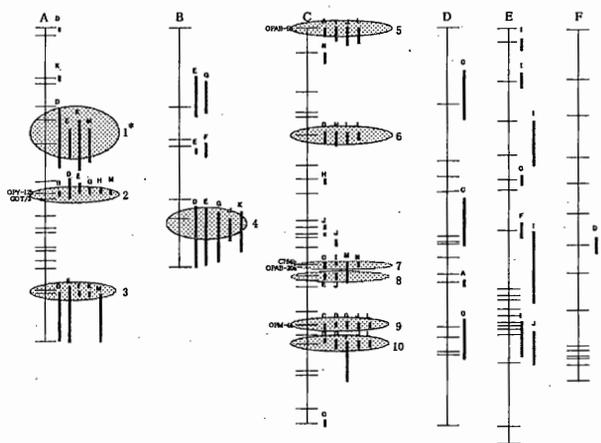


図 1. 耐凍性および形態形質に関する QTL 解析
*: クラスター番号を示す
A: 葉身の耐凍性 B: 冠部の耐凍性 C: 越冬性 D: 草丈 E: 穂長 F: 小穂数 G: 2 番草重量 H: 出穂期 I: 草型 J: 止葉長 K: 止葉幅 L: 茎数 M: 茎の太さ N: 出穂程度

表 1. 耐凍性に関与して QTL の集積した領域および検出された形質

連鎖群	クラスター	形質	LOD 値	連鎖群	クラスター	形質	LOD 値
A	2	OPV-12b, GOT/a	凍結耐性	C	7	C764b, OPAB-20a	凍結耐性
			草丈				草丈
			穂長				茎の太さ
			2 番草重量				出穂程度
			出穂期				出穂程度
C	5	OPAB-5b	凍結耐性	9	OPM-4a	凍結耐性	
			出穂期				草丈
			草型				2 番草重量
			茎数				止葉長

耐凍性を示す形質を円で示した

* 北海道大学大学院農学研究科 (060-8589 札幌市北区)

Faculty of Agriculture, Hokkaido University, Sapporo, 060-8589 Japan

** 北海道農業試験場 (062-8555 札幌市豊平区羊ヶ丘 1 番地)

Hokkaido National Agricultural Experiment Station, Hitsujigaoka 1, Toyohira-ku, Sapporo, 062-8555 Japan

ペレニアルライグラスにおける
EGFP発現におよぼす浸透圧の影響
久野 裕・日暮 崇・島本 義也

Effect of osmotic pressure on EGFP expression
in perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.)
Hiroshi HISANO, Takashi HIGURASHI
and Yoshiya SHIMAMOTO

緒 言

植物の形質転換体の選抜は、主に抗生物質耐性や除草剤耐性遺伝子をマーカーとして行われている。しかし、形質転換体の作出効率が低いイネ科牧草では、抗生物質や除草剤で選抜を行うことによる生長阻害や生育遅延が顕著であり、さらに作出効率が低下することが予想される。近年、抗生物質や除草剤耐性遺伝子ではなく、生体内での観察が可能であるEGFP (Enhanced Green Fluorescent Protein) 遺伝子が選抜マーカーとして、形質転換体の選抜過程で使用されてきている (Kaeppler H. F. *et al.*, 2000)。

パーティクルガン法による遺伝子撃ち込みの前後処理として、培養細胞に浸透圧処理を行うことにより、遺伝子導入効率が高くなることが報告されている (Baum K. *et al.*, 1997)。本研究では、ペレニアルライグラスの形質転換体選抜においてEGFP遺伝子を用い、導入前後の浸透圧処理がEGFP一過性発現におよぼす影響について検討し、形質転換効率の向上を目指した。

材料および方法

供試材料としてペレニアルライグラス2倍体品種「Pleasure」の完熟種子由来の懸濁培養細胞を用いた。遺伝子導入にはヘリウムガス噴射式のパーティクルガンを使用し、プラスミドは、図1に示す「pAcEG1」を用いた。パーティクルガンの打ち込み条件は、ヘリウムガス圧を3 kg f/cm²、ボンバードメントディスタンスを10cm、チャンバー内圧を70cmHgに設定し、「pAcEG1」を金粒子に巻きつけ弾丸とした。打ち込みを行う前後の浸透圧処理は、0から1Mのソルビトールおよびマンニトールを含む培地 (以下、浸透圧培地) で行った。浸透圧培地で30分間前処理を行い、打ち込み後も24時間浸透圧処理を行った。打ち込みから24時間後、蛍光顕微鏡でEGFP一過性発現を観察し、観察された緑色点1つを1ポイントとした。

結果および考察

浸透圧処理 (ソルビトールおよびマンニトール) 濃度とEGFP一過性発現の関係を図2に示した。観察された緑色点をEGFP発現の指標とした。浸透圧濃度が高くなるにしたがって、EGFP発現数が多くなり、濃度が0.3Mのとき最大となった。さらに濃度を高くすると発現は減少し、0.8M以上ではEGFP発現が観察できなかった。高濃度の処理でEGFP発現数が減少したのは、浸透圧の減少で培養細胞が死亡したことが原因であると考えられる。

処理濃度0.3Mにおける、緑色点数は平均215ポイントであり、処理濃度0M (無処理) の平均69ポイントの約3倍であった。処理濃度0.2Mおよび0.4Mにおいても、緑色点数平均が178、186となり、無処理の2倍以上であった。

以上から、パーティクルガンによるプラスミド打ち込みの前後に浸透圧処理を行うことは、ペレニアルライグラスにおける遺伝子導入効率を高める効果的な手段であり、その最適浸透圧処理濃度は、0.3M前後であることが示唆された。

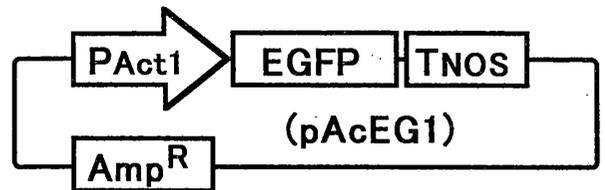


図1. 撃ち込みに用いたEGFPを組み込んだプラスミド
PACT1 : イネアクチンプロモーター
EGFP : enhanced green fluorescent protein
TNOS : ノバリン合成酵素ターミネーター
AmpR : アンピシリン耐性遺伝子

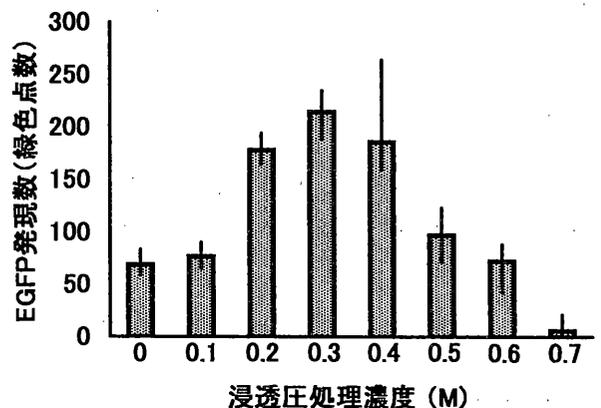


図2. 浸透圧がEGFP一過性発現におよぼす影響
EGFP発現の様子は蛍光顕微鏡で観察し、観察された緑色点をEGFP発現数とした。浸透圧濃度は、培地に加えたソルビトールおよびマンニトールの濃度を示す。0.8から1.0MでのEGFP発現は観察されなかった。

ペレニアルライグラス低温馴化過程で誘導される
遺伝子の単離とその発現解析

米山 昌・島本 義也

Cloning and characterization of the gene
induced during cold acclimation in perennial ryegrass
Sakae YONEYAMA and Yoshiya SHIMAMOTO

緒 言

ペレニアルライグラスでは、低温馴化の過程を行うことにより耐凍性を獲得する。耐凍性獲得の機構の遺伝子レベルでの解明を目的として、低温馴化を行ったペレニアルライグラス冠部組織から cDNA ライブラリーを構築した。

コムギにおいて低温馴化処理により発現量が顕著に増加する cDNA クローンをプローブとしてライブラリーのスクリーニングを行い、得られたクローンを用いてノーザン解析を行い、この遺伝子の耐凍性獲得における役割を考察した。

材料および方法

実験には、ペレニアルライグラス 2 倍体品種「Aberystwyth S23」を使用した。培養土に種子を播種し、16 時間日長 (昼 22°C/夜 18°C) で 4 週間育成した後、8 時間日長 (昼 6°C/夜 2°C) で 2 週間の低温馴化を行った植物体冠部組織を採取し、試料とした。試料から抽出した mRNA を逆転写し、STRATAGENE 社の λ ZAP Express ベクターに組み込み、cDNA ライブラリーを作成した。

ノーザン解析に供試した、低温馴化処理 1 日、3 日、7 日、14 日の試料は、4 週間ガラス室で育成した後、低温室に移動し、低温馴化を行う過程で採取した。脱馴化処理は 2 週間の低温馴化終了後 2 週間ガラス室で育成した植物体から採取し、全 RNA を抽出した。2 時間および 6 時間の低温処理、0.1mM の植物ホルモン ABA 処理、2 時間の乾燥処理の試料は、4 週間水耕栽培した植物体から採取し、全 RNA を抽出して解析に使用した。

結果および考察

構築された cDNA ライブラリーは、力価試験の結果 6×10^6 pfu であった。コムギの *wca212* クローンをプローブとしてこのライブラリーをスクリーニングした結果、665bp の全長 cDNA クローンが単離された (図 1)。塩基配列に基づいて B L A S T 検索を行った結果、*pca212* は *wca212* と同様、グリシンリッチ RNA 結合タンパク質遺伝子であると推測された。

ノーザンプロット解析により、この遺伝子 *pca212* の発現量を調査したところ、低温馴化処理 1 日目から発現量の増加が認められ、低温馴化 14 日目まで発現量の増加が認められた。また脱馴化処理を行うことにより発現量は無処理と同レベルまで低下した (図 2-a)。また、低温処理 2 時間および 6 時間においても発現量の増加が認められた。*pca212* は、ペレニアルライグラスが低温に遭遇すると、比較的速やかに発現しはじめ、低温下では発現が増加する傾向があった。*pca212* は ABA 処理または、乾燥処理による発現量の変化はほとんど認められず、低温によって特異的に発現を誘導されると考えられた (図 2-b)。

低温馴化処理中に *pca212* 転写産物の明らかな蓄積が認められ、脱馴化処理によって無処理レベルにまで低下したことから、*pca212* は低温馴化と深い関連があるものと考えられた。

```

10      20      30      40      50      60
TAGAGGTGGG CTGGCTTCTC CTCCTCCCTCA CTAGTCCTCG TTCCTCCGTTT CCGTTEGTCT
70      80      90      100     110     120
AGTAGGGTTT AGCGGCAAGA ATGGCGGAAG AGTACCCTTG CTTCTGTCGGC GGCCTCGCCT
130     140     150     160     170     180
GGGCCACCAA CGACCACTCC CTCGCGAGG CTTCTCCCA GTTCGGCGAG ATCAACCGACT
190     200     210     220     230     240
GCAAGATCAT CAACGACAGG GAGACGGGCC GTTCCCGCGG CTTCCGGCTTC GTCACCTTCT
250     260     270     280     290     300
CGAGCTCCGA GTCGATGAAG AACGCCATCG AGGGGATGAA CGGCCAGGAC CTGGACGGCC
310     320     330     340     350     360
GCAACATCAC CGTCAACGAG GCGCAGTCCC GCTCCGGCGG CGGCCGGCGG GGCTACTECC
370     380     390     400     410     420
GCGCGGCGGG CGGCCGGTGC TCTGCCGGCA ACTGGAGGAA CTGAATGGTG GGGCCACAGAG
430     440     450     460     470     480
TGCCACGTTA TCCTAGCTAT CCTACCCTTT TGTGTTACTT TGTTATCGCC CGCCCCCTAG
490     500     510     520     530     540
AGTATCCCTAG GTCTCACTCC ATCCGTTAGG GTTTGAGAGC ATTATGGCTA CCATTAGGTT
550     560     570     580     590     600
TTTGTGTAC CATCGTGTTC CCGTGTCACT GTTCTGTTC CATCATCGCC GAGAAATTGA
610     620     630     640     650     660
AATGAGAAAA TGAGTGGGCC TGGTCTCTGT CGCAAAAAAA AAAAAAAA AA.....
    
```

図 1. cDNA ライブラリーのスクリーニングによって得られた cDNA クローン *pca212* の全塩基配列
▶印が予想翻訳開始点、◀印が終止コドンを示す。

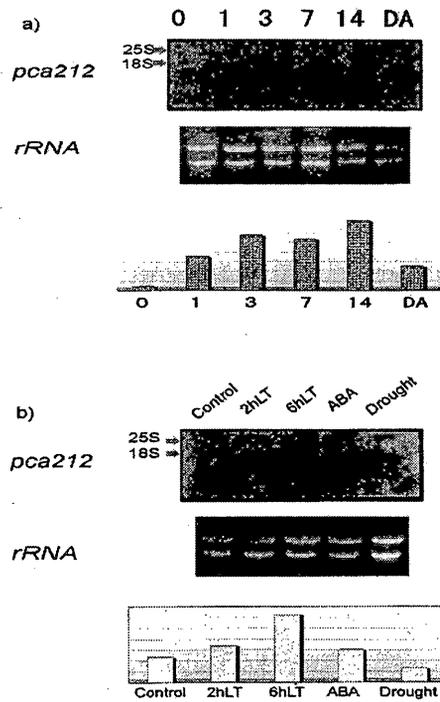


図 2. ノーザンプロットによる *pca212* の発現量
a) 低温馴化冠部組織における *pca212* の発現量の変化、0 は無処理、1、3、7、14 は低温馴化処理日数、DA は脱馴化処理を示す。棒グラフは rRNA バンドの濃さと *pca212* シグナルの比の値。
b) 2 時間および 6 時間の低温処理、0.1mM アブシジン酸 (ABA) 処理、2 時間の乾燥処理による *pca212* の発現量。control は無処理、2 h LT、6 h LT は 2 時間および 6 時間の低温処理、ABA は 0.1mM アブシジン酸処理、Drought は 2 時間の乾燥処理を表す。

・北海道大学大学院農学研究科 (060-8589 札幌市北区)

Faculty of Agriculture, Hokkaido University, Sapporo, 060-8589 Japan

・北海道農業試験場 (062-8555 札幌市豊平区羊ヶ丘 1 番地)

Hokkaido National Agricultural Experiment Station, Hitsujigaoka1, Toyohira-ku, Sapporo, 062-8555 Japan