

北海道における「草地生産性向上対策事業」
による高位生産草地への転換と生産性向上に
関わる要因の解析

川端習太郎*・本田 武**・梨木 守***
島中哲哉****・三枝俊哉*****

Results of the improvement to highly productive grassland and its component analyses in the National Project on the Improvement of Grassland Production in Hokkaido

Syutaro KAWABATA, Takeshi HONDA, Mamoru NASHIKI
Tetsuya HATANAKA and Toshiya SAIGUSA

緒言

社団法人日本草地畜産種子協会においては、飼料自給率の向上を図るため、生産性の低い草地を、優良品種の導入、土壌分析に基づいた草地管理などによって、より高位生産草地に転換することを目的として、平成2年度から農畜産業振興事業団の助成を受け「草地生産性向上対策事業」を全国的に展開している。北海道においては、北海道知事が社団法人北海道草地協会を指定団体に指定し、本事業の推進に当たっている。

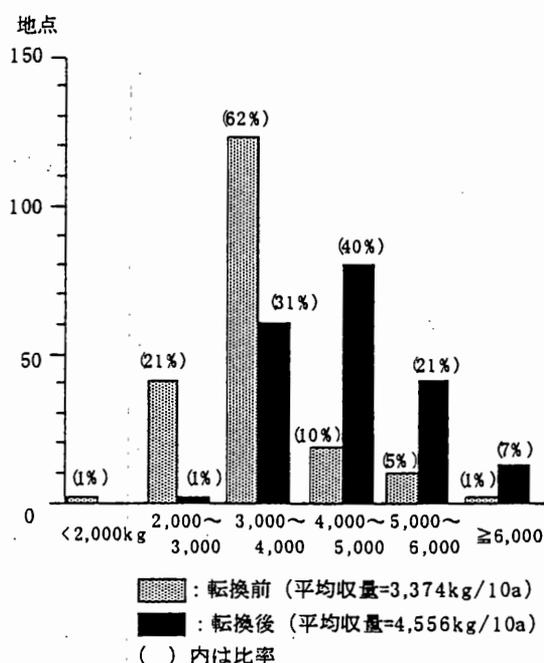
結果および考察

北海道において、平成2年度から13年度末までに実施された本事業の対象草地面積と延べ受益農家数の合計は、それぞれ、17,718ヘクタール及び5,034戸となっており、北海道の総草地面積の3%強が、この事業によって更新されたことになる。対象草地を地域別にみると、後志支庁管内を除く北海道全域に拡がっており、とくに十勝(約40%)、宗谷(約25%)が多く、ついで釧路・根室(約11%)、網走(約9%)等であった。このうち、比較的精度の高いデータが得られた197戸(地点)の調査・分析データから、転換前後の値(197地点の平均値)を比較すると、(1)生草収量(年間合計)については、転換前は3,374 kg/10aであったのに対して、転換後は4,556 kg/10a となり、約35%増

収した、(2)土壌分析値をみると、pH についてはやや高くなり、塩基飽和度についても値が高くなった、(3)飼料分析値については、粗蛋白が12%を越える値となり、TDN%も高くなるなどの傾向を示した。

転換効果は、転換前収量の低い草地ほど高い傾向があり、転換後は裸地、雑草ともに十分に抑制されていた。また、転換効果が高い草地ほど、年間3回刈りを実施している傾向が見られた。転換後の施肥量を北海道施肥標準と比較すると、比較的適正な施肥管理に近い草地は全体の25%程度にとどまっており、今後より適正な施肥を行い高位生産をあげるよう各農家への啓蒙活動が必要と考えられた。

なお、転換事例の具体例として、石狩、渡島、宗谷、網走、十勝各管内から各1牧場を選び、その概要を説明するとともに高位生産が得られた要因を解析した。



転換前後の収量別の転換対象地点数の分布

*日本草地畜産種子協会 (104-0031 東京都中央区京橋 1-19-8)

Japan Grassland Farming & Forage Seed Association, Kyobashi 1-19-8, Tokyo 104-0031, Japan

**北海道草地協会 (060-0042 札幌市中央区大通西 7-2)

Hokkaido Grassland Farming Association, Odori-West 7-2, Sapporo, Hokkaido 060-0042, Japan

***東北農業研究センター (020-0198 盛岡市下厨川字赤平 4)

Tohoku Agricultural Research Center, Shimokuriyagawa, Morioka, Iwate 020-0198, Japan

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

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

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

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

草地に施与したバイオガスプラント消化液の 施与時期の違いによる肥効解析

栗城 一貴・松中 照夫

Evaluation of digested cattle slurry applied at different
application times onto timothy sward as a nitrogen source

Kazutaka KURIKI and Teruo MATSUNAKA

緒言

家畜のふん尿処理法としてバイオガスプラントが期待されている。これはふん尿をメタン発酵処理することによって、メタンガスを得ることができ、同時にふん尿を比較的悪臭の少ない有機質肥料に変化させる。メタン発酵処理後のふん尿(消化液)は原料と比較し、全炭素含有率、乾物率は低下するものの、全窒素、リン、カリウムなどは変化しない。よって、肥料的効果が期待できる半面、農地に適切に還元しなければ、環境汚染を引き起こす。したがって、消化液の施与法を検討する必要がある。そこで、草地に消化液を表面施与した場合での消化液の施与時期別肥料的効果を明らかにしようとした。

材料および方法

本試験は酪農学園大学内、年2回刈りのチモシー草地にておこなった。前年秋の9月中旬、10月上旬、10月下旬、11月中旬、そして当年春の4月下旬、5月中旬、および一番草刈取り後の6月下旬、計7時期に酪農学園大学バイオガスプラントから採取した消化液を 6kg m^{-2} 表面施与した。これらをそれぞれ9中区、10上区、10下区、11中区、4下区、5中区、6下区とする。その他に対照区として化学肥料を北海道施肥標準に準拠して施与した区、および無施与区を設け、9処理3反復でおこなった。

アンモニア(NH_3)揮散量を資材施与直後から、120時間測定した。全ての処理区で資材施与直前、資材施与後20日目、一番草・二番草刈取り時に土壤中の窒素(無機態窒素および易分解性窒素)を土壌深度50cmまで測定した。また秋に施与した処理区では、越冬前・後にも同様の調査をおこない、牧草の窒素含有量も調査した。全ての処理区で一番草と二番草について、乾物収量、窒素含有量を調査し、年間収量から、施与した資材由来アンモニア態窒素($\text{NH}_4\text{-N}$)の施与効率(Ne)を算出し、肥料的効果とした。

結果および考察

施与した資材由来 $\text{NH}_4\text{-N}$ の NH_3 揮散による損失率は、消化液を秋に施与した処理区で25%前後、春に施与した処理区で30%前後となり、春に施与した処理区の NH_3 揮散損失率の方がやや高かった。ただし、消化液を一番草刈

取り後に施与した6下区の NH_3 揮散損失率は16%となり、最も低かった。これは刈取り後で牧草の再生がまだ十分でないときに施与したため、空気に触れる消化液の面積が少なかったことと、この時期の気温が平年より低かったことが原因と考えられた。なお、対照区では NH_3 揮散による損失は認められなかった。

資材施与後20日目の各土層の無機態窒素は全ての処理区において、無施与区と大きな差がなかった。このときの各土層の易分解性窒素は4下区と対照区を除く全ての処理区の表層部分において、無施与区より増加していた。このことは施与した資材由来 $\text{NH}_4\text{-N}$ のうち、牧草に吸収されなかったものの多くが施与後20日以内に有機化され、土壌に保持されていることを示している。また、4下区と対照区で無機態窒素、易分解性窒素ともに無施与区より増加しなかったのは、これらの処理区の施与時期が、牧草の生育の旺盛な時期にあたることから、早期に牧草が窒素を吸収したためであると考えられた。

前年秋に施与した処理区の越冬前の牧草窒素含有量は9中区で無施与区より明らかに多く、他の処理区でも牧草が濃緑を示し、秋のうちから窒素の吸収が認められた。越冬後は秋に施与した全ての処理区で無施与区より多く、施与時期が早いほど窒素含有量が多かった。また、これらの処理区では越冬期間中の地下への窒素溶脱は認められず、本試験の施与量では牧草が吸収するか、あるいは施与窒素が有機化することにより、地下への溶脱を防いでいたことが考えられた。

各処理区の Ne は、9中区、10上区、10下区、対照区で他の処理区より高い値となった。これらの消化液を施与した処理区では NH_3 揮散による損失が、春に施与した処理区より低く、秋のうちから牧草が消化液由来窒素を吸収し、それが春まで持続することで、早い時期から牧草の生育が活発になり、特に一番草の生産を有利に高めたと考えられた。これらの処理区に次いで4下区の Ne が高く、施与資材由来 $\text{NH}_4\text{-N}$ から NH_3 揮散による損失を差し引いた値の Ne では4下区と対照区は同等の値になった。よって、 NH_3 揮散を抑えることができれば、対照区と同等の肥料的効果が得られると考えられた。11中区、5中区、6下区は低い値となった。11中区と6下区は窒素吸収利用率、5中区では吸収窒素の乾物生産効率が低く、これが Ne を低下させた要因となった。11中区は他の秋に施与した処理区と比較し、窒素の損失が多いわけではないにもかかわらず、生産性が低いことから、この時期の消化液には肥料的効果を期待できないと考えられた。5中区は消化液由来窒素を吸収したが、乾物生産にはつながらなかった。また、 NH_3 揮散による損失がやや多いので、肥料的効果が小さくなったと考えられた。6下区は二番草収量を優位に高め、 NH_3 揮散も抑えられたが、一番草刈取り後に施与したため、年間収量の大部分を占める一番草収量が無施与区と同じであることから、肥料的効果は小さくなったのであろう。

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

チモシー草地に対するバイオガスプラント消化液の

施用事例

第1報. 乾物収量および安全性

森本 陽子・安井 さくら・義平 大樹・松中 照夫・
岡本 全弘 (酪農大)

Application of digested cattle slurry in a biogas plant on timothy sward.

I. Dry matter yield and some mineral composition in relation to the risk of grass tetany.

Youko MORIMOTO・Sakura YASUI・Taiki YOSHIHIRA・
Teruo MATSUNAKA・Masahiro OKAMOTO

緒 言

畜産経営の多頭化に伴い、草地面積の少ないわが国においては、ますます、有り余る糞尿の処理が深刻化している。その解決法のひとつとして、近年、バイオガスプラントが急激に脚光を浴びるようになった。しかし、北海道において、バイオガスプラントが導入されて、まだ数年しか経っておらず、バイオガスプラント消化液を散布した畑における飼料作物の収量や、そのサイレージの特性は、不明な部分が多い。そこで、造成3年目のチモシー草地に消化液の量と時期を変えて散布し、化学肥料を散布した場合と、乾物収量、N、P、Kの施用効率および、グラスステタニーの見地からみた安全性に差異があるかどうかを検討した。

材料および方法

造成3年目のマメ科率5%以下のチモシー草地に、消化液をアンモニア態窒素量として、2001年10月31日に12、27g m⁻²施用した区(秋標、秋倍)と、2002年4月17日に14、33g m⁻²施用した区(春標、春倍)、および2002年4月15日と6月24日に北海道施肥標準に準じ、窒素を硫酸で施用した区(化学)を設置した(表1)。1番草を6月18日、2番草を8月23日に刈り取り、乾物収量、N、P、K、Mg、Caの含有率を測定した。

結果および考察

年間の乾物収量は、化学≧春倍>春標≒秋倍≒秋標であった。NH₄-Nを基準としたN施肥効率は、標準量区と比較すると、化学区と秋標区、春標区の間には大差がなかった(表2)。施肥N吸収利用率は、化学区が秋標区、春標区に対してやや高かった。倍量区でみると、春倍区が秋倍区よりやや高かった。P施肥効率は化学区と春標

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

区との間に大差がなかった。春施用区が秋施用区よりも高い傾向にあった。施肥P吸収利用率は化学区が消化液区よりも高かった。倍量区では春施用区が秋施用区よりも高かった。K施肥効率は、すべての消化液区が化学区の半分以下の値であった。

K/(Ca+Mg)当量比は、1番原料草のすべての消化液区と、2番草の春倍区において、グラスステタニーの基準である2.2を上回った。しかし、サイレージにするとすべての区で2.2を下回った(表3)。

以上より、NおよびP施肥効率は、施肥標準なみの施用量なら、消化液を10月下旬に散布しても4月上旬に散布しても化学肥料と大差がないと考えられる。K施肥効率は、Kの施与量が多いことが関係し、化学肥料が消化液よりも高いと考えられる。

グラスステタニーの見地より安全性をみると、消化液を多量に散布した草地では、放牧利用よりサイレージ利用の方が安全であると考えられる。

表1. 試験区の施肥概要

処理区	散布日	N _H -N (%)	P (%)	K (%)	散布量 (g/m ²)	施与量		
						N _H -N (g/m ²)	P (g/m ²)	K (g/m ²)
化学	2002/4/15	21(硫酸)	206(過)	50(過)	—	107	40	120
	2002/6/24	"	"	"	—	53	20	60
	合計				—	160	60	180
秋標	2001/10/31	0.14	0.05	0.31	8490	11.9	5.1	263
秋倍	2001/10/31	0.14	0.05	0.31	19193	26.9	11.5	595
春標	2002/4/17	0.18	0.05	0.38	7917	14.3	4.8	301
春倍	2002/4/17	0.18	0.05	0.38	18329	33.0	11.0	697

表2. 施肥効率、吸収利用率、吸収量の増収効率

施肥成分	処理区	施肥効率 (g g ⁻¹)	施肥成分吸収成分の利用率 増収効率 (g g ⁻¹)	
			利用率 (g g ⁻¹)	増収効率 (g g ⁻¹)
N	化学	36 (100)	0.90	40
	秋標	32 (89)	0.78	42
	秋倍	14 (39)	0.41	35
	春標	28 (78)	0.66	42
	春倍	17 (47)	0.52	32
P	化学	96 (100)	0.38	252
	秋標	76 (79)	0.23	331
	秋倍	34 (35)	0.09	368
	春標	84 (87)	0.23	368
	春倍	50 (53)	0.15	335
K	化学	32 (100)	0.45	71
	秋標	15 (46)	0.19	77
	秋倍	7 (20)	0.20	32
	春標	13 (41)	0.40	33
	春倍	8 (25)	0.33	24

()は化学肥料区(慣行区)を100とした時の百分比

表3. K/Ca+Mg当量比

	原料草		サイレージ	
	1番草	2番草	1番草	2番草
無N	2.29	1.53		
化学	2.05	1.59	1.11	1.19
秋標	0.33	1.25	1.02	1.04
秋倍	4.05	1.44	1.27	1.03
春標	2.99	1.65	1.33	1.85
春倍	3.30	3.31	1.43	1.82

チモシー草地に対するバイオガスプラント消化液の
施用事例
第2報サイレージの消化性

安井 さくら・森本 陽子・義平 大樹・安宅 一夫・
岡本 全弘・松中 照夫

Application of digested cattle slurry in a biogas plant
on timothy sward

II. Fermentative quality and digestibility of the grass silage
from applied sward

Sakura YASUI・Youko MORIMOTO・Taiki YOSHIHIRA・
Kazuo ATAKU・Masahiro OKAMOTO・Teruo MATSUNAKA

緒 言

近年、バイオガスプラントによる嫌気発酵処理が注目されている背景には、現代の畜産において生産効率を高めるため、多頭数の家畜を集約的に飼養する方式を発展させてきた結果、家畜糞尿による環境汚染問題が顕在化し、環境負荷の少ない糞尿処理法が求められるようになってきたことがある。しかし、バイオガスプラント消化液を施用したときの影響は不明な点が多くある。そこで、本研究では、チモシー草地にバイオガスプラント消化液を施用量、施用時期をかえて散布したときのサイレージの化学組成、サイレージの発酵品質およびめん羊が採食したときの消化性を化学肥料と比較し、バイオガスプラント消化液が化学肥料と同様に使用できるかを検討した。

材料および方法

造成3年目のチモシー草地にアンモニア態窒素量として、秋に 12 g m⁻²、27 g m⁻² 施用した区（秋標区、秋倍区）、春に 14 g m⁻²、33 g m⁻² 施用した区（春標区、春倍区）対照区として化学肥料を北海道施用標準に準じ施用した区（化肥区）を設けた。出穂期の1番草収穫後、細切した原料草を500Lの簡易サイロに詰め込み密閉したものを供試飼料とした。開封後、本学試験家畜センターにて飼育されている去勢雄めん羊5頭をラテン方格法の試験配置で供試し、全糞採取法による消化試験を実施した。調査項目はサイレージの化学組成、発酵品質、消化率とした。

結果および考察

表1にサイレージの化学組成を示した。水分含有率は春施用区で最も高く、次いで化肥区、秋施用区となった。乾物中の有機物含有率は春施用区でやや低いが、同程度

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

となった。粗蛋白質含有率 (CP) は秋施用区より春施用区が高く、春施用区の中でも春倍区が高くなり、化肥区と同程度となった。これは窒素施用量の違いだと考えられ、化肥区は揮散がなく、吸収利用率が高いからだと考えられる。粗脂肪含有率では化肥区がやや高く、NDF、ADF含有率では化肥区と消化液区の間にはほとんど差はなかった。

サイレージのpHは秋標区で6.01と最も高く、次いで秋倍区 (5.98) 春倍区 (5.92) 春標区 (5.87) 化肥区 (5.82) となり、全体に高い結果となった。有機酸組成では、乾物中の酢酸含有率が秋倍区で最も高く、秋標区で低くなった。また乳酸はどの区にも検出されなかった。これはpHが高くなり乳酸発酵が進まなかったためと考えられる。さらに秋標区では酪酸が検出されたためフリーク評点は低くなった。

消化試験を行った結果、有機物消化率では秋倍区が最も高く、最も低い春標区との間に有意な差があったものの、化肥区との間に差はなかった (表2)。NDF、ADF、粗脂肪消化率においても春標区でやや低めではあるが、化肥区との間に差はなかった。CP消化率は他の消化率と比較するとやや低くなり、他の消化率では見られなかった試験期間に有意な差があった。しかし、消化液区と化肥区との間に差はなかった。また可消化養分総量 (TDN) においても春標区でやや低いものの、有意な差はなかった。

サイレージは、あまり良好な発酵品質ではなかったが、春標区以外の区と化肥区では差異がみられなかった。また、めん羊の嗜好性は良く、サイレージのCP含有率、約10%、TDN含有率、約60%と概ね期待通りの栄養品質となった。以上より、バイオガスプラント消化液を施用量、施用時期をかえて施用したときにも、北海道施用標準に準じた化学肥料を施用したときと同程度のサイレージの化学組成、サイレージの消化性を得られると考えられる。

表1 サイレージの化学組成

処理区	水分 (%)	DM (%)				
		有機物	粗蛋白	粗脂肪	NDF	ADF
化肥	71.6	92.3	10.3	3.7	69.5	44.4
秋標	68.6	92.6	8.2	3.2	71.0	44.8
秋倍	69.3	92.1	9.8	3.3	68.6	43.6
春標	73.5	91.8	9.6	3.4	70.1	44.1
春倍	73.4	91.6	10.4	3.5	70.8	45.5

表2 サイレージの消化率 (%)

	乾物	有機物	NDF	ADF	粗脂肪	粗蛋白
化肥	61.5	61.6 ab	62.7	60.6	64.7	53.9
秋標	60.8	61.0 ab	63.2	61.0	58.1	48.0
秋倍	64.8	64.7 a	66.4	64.3	61.9	54.5
春標	58.1	58.1 b	60.3	57.5	58.0	52.0
春倍	63.1	63.0 ab	66.1	63.9	60.3	57.4

a, bは5%水準で有意差があることを示す。

牛ふん尿堆積物から流出する排汁の肥料成分特性

田村忠・渡部敢・湊啓子・吉田悟・阿部英則

Fertilizer Characteristic of Effluent from Cow Manure Pile
Tadashi TAMURA, Kan WATANOBE, Keiko MINATO,
Satoru YOSHIDA and Hidenori ABE

緒言

乳牛舎から搬出されたふん尿・敷料混合物は、圃場施用までの間、堆肥舎に堆積して貯留されるが、このとき堆積物の水分が高いと排汁が発生する。発生した排汁は全量回収して、液肥として適切に利用することが望まれるが、排汁の肥料特性についての情報は少ない。そこで畜試で実施したふん尿堆積試験における排汁発生量、肥料成分含量について報告するとともに、肥料成分含量の簡易推定方法について検討する。

材料および方法

道立畜試で実施した乳牛糞尿の堆積試験7回において、堆積物から発生する排汁を全量回収した。7回のうち4回は屋内試験であり、3回は屋外の堆肥舎における試験である。7回の試験の概要を表1に示した。

表1 堆積試験の概要

	屋内試験(4回)	屋外実規模試験(3回)
堆積量	1t 前後	30t 前後
初期水分	84~87%	78~82%
敷料種類	麦稈	麦稈オガコ
試験期間	70~180日	98~150日
切返し	15~60日間隔	約30日間隔

各試験において堆積物から発生した排汁を全量回収し、発生量測定とサンプル採取をおこなった。排汁サンプルの成分測定項目は、全固形分(TS)、全窒素(TN)、リン(P₂O₅)、カリウム(K₂O)およびアンモニア態窒素(AN)とした。排汁1容に対し脱塩水1容を加えてpH、電気伝導度(EC)を測定した。

結果および考察

①排汁の発生量

各試験に共通した排汁発生パターンとして、おおむね堆積開始直後および切返し時にピークがあることから、切返しにより排汁流出が促進されることがわかった。

各試験期間中の総排汁発生量は堆積物1tあたり最小49kg~最大295kgと、試験により大きな差があった。図1に排汁発生量と堆積物初期水分との関係を示した。7回の試験において、堆積規模や堆積物性状などの条件は

齊一でないものの、図1から排汁発生量が水分含量に大きく依存していることが伺われる。また、ふん尿が堆積可能な形状を保つ上限水分は麦稈を敷料とした場合85~87%程度であることを考慮すると、牛ふん尿堆積物からの排汁発生量は最大300kg/t程度であると推察された。

②排汁中肥料成分含量

排汁の成分含量を表2に示した。7回の試験間で各成分値に差違が認められた。平均値はTS含量が2.5%、肥料成分であるTN、P₂O₅、K₂O含量がそれぞれ1.5、0.5、4.3kg/tであり、肥料成分のバランスとしてはK₂OがTN、P₂O₅に比べ顕著に高いという特徴がみられた。

表2 排汁中の成分含量(7回の試験の平均・最大・最小値)

	TS(%)	TN(kg/t)	AN(%TN)	P ₂ O ₅ (kg/t)	K ₂ O(kg/t)
平均値	2.5	1.5	42	0.48	4.3
最大値	2.9	2.1	58	1.02	5.1
最小値	1.9	0.9	21	0.03	3.3

このような成分的特徴をもった排汁を、イネ科主体草地に施用する場合、施用上限量はK₂O施用量によって制限される。チモシー主体草地におけるK₂O施用標準量を180kg/haと設定し、排汁中K₂Oの利用効率を90%と仮定すると、排汁の施用上限量は平均47t/haとなる。

排汁中各成分の経時的変動については、屋内試験ではTN、P₂O₅が減少、K₂Oが増加傾向にあり、屋外実規模試験では全成分が減少傾向にあった。TN / K₂O比率は全試験で低下傾向にあった。

③排汁中肥料成分含量の簡易推定

EC値による肥料成分簡易推定の可能性を検討するために、TN、AN、K₂O含量(kg/t)の一つを目的変数、EC値を説明変数とする回帰分析を行った(下記の式)。なお、回帰分析に用いた排汁サンプル数は7回の試験から時期別の4サンプル、計28サンプルとした。

$$TN = 0.0018 \times EC + 0.0202 \quad (R^2 = 0.570^*)$$

$$AN = 0.0009 \times EC^2 - 0.0028 \times EC + 0.0108 \quad (R^2 = 0.738^*)$$

$$K_2O = 0.0384 \times EC + 0.0909 \quad (R^2 = 0.595^*)$$

** : 1%水準で有意

上記すべての回帰式は1%水準で有意であり、EC測定によって肥料成分を推定できる可能性が示唆された。

以上より、排汁を肥料利用する際の特性は次のようにまとめられる。①排汁発生量は主に堆積物の初期水分に依存し、最大300kg/t程度である。②肥料としての排汁はN、P₂O₅に比べK₂Oが特に多いという特徴を持つ。③排汁中肥料成分含量はふん尿の堆積条件や堆積後日数により変動するため圃場施用の際には成分含量の把握が必要である。EC値等で簡易推定できる可能性が示唆された。

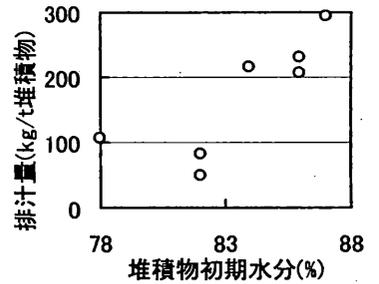


図1 排汁発生量と堆積物初期水分との関係

北海道立畜産試験場(081-0038 上川郡新得町西5線39)
Hokkaido Animal Research Center, Shintoku, Hokkaido
081-0038, Japan

草地に施与したバイオガスプラント消化液由来窒素の環境への負荷量

菊地 岳飛・石村 博之・松中 照夫

Environmental nitrogen load derived from digested cattle slurry applied onto grassland

Takeshi KIKUCHI, Hiroyuki ISHIMURA and Teruo MATSUNAKA

緒言

バイオガスプラントは原料となる乳牛液状きゅう肥のメタン発酵処理により、エネルギーを生産するだけでなく、排出物を有機質肥料として利用するため有望視されている。しかし、メタン発酵処理後の乳牛液状きゅう肥(消化液)は原料と窒素(N)の量が変わらない。したがって、消化液の多量施与は、作物に利用されない余剰分を発生させ、周辺水域の硝酸態窒素($\text{NO}_3\text{-N}$)による水質汚染を引き起こす可能性がある。また、農耕地から排出される大気汚染物質として、酸性雨の原因となるアンモニア、温室効果ガスのひとつである亜酸化窒素があり、消化液の過剰施与によるNの流出は、様々な形態で環境へ負荷を与えている。そこで、本試験は草地に施与された消化液由来窒素の環境への負荷量を明らかにすることを目的とした。

材料および方法

本試験はチモシー栽植下のライシメータ(面積 9m^2 、深さ 1.7m)で2年間実施した。消化液の施与時期は秋施与(2000、2001年10月下旬)、春施与(2001年5月上旬、2002年4月下旬)とし、施与量は2001年度に標準量、多量(アンモニア態窒素($\text{NH}_4\text{-N}$)として 16 、 32g m^{-2})、2002年度においては、それぞれ半量(8 、 $16\text{g NH}_4\text{-N m}^{-2}$)とした。処理区は、秋標準量区、秋多量区、春標準量区、春多量区、対照区(化学肥料: $16\text{g NH}_4\text{-N m}^{-2}$)、無施与区の6区設けた。なお、ライシメータに土壤を新規に充填したため、ライシメータの土壤透水性は非常に良好であった。

調査項目は、アンモニア揮散量($\text{NH}_3\text{-N}$ 揮散量)、水溶性全窒素溶脱量、牧草の刈取部N含有量、亜酸化窒素放出量($\text{N}_2\text{O-N}$ 放出量)とした。

結果および考察

2001年度の春施与区は、消化液施与12時間後に降雨があったため、揮散が停止した。計測終了時における $\text{NH}_3\text{-N}$ 揮散積算量は、いずれの年次においても、消化液の施与量が多くなるほど増加した。しかし、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 揮散積算量は、施与時期に大きな違いはなかった。

地下浸透水量は、融雪時または、多量降雨時に、増加

し、それに伴い $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 溶脱量も増加する傾向があった。2001年度の地下浸透水中の $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度は、施与消化液の $\text{NH}_4\text{-N}$ 量が2002年度の倍量であったことから、秋標準量区、秋多量区、春多量区で、施与後に高くなる傾向があった。2001年度における春多量区の $\text{NO}_3\text{-N}$ 溶脱量は、春施与から2番草刈り取りまで、わずかであったものの、翌年の融雪時に増加した。したがって、2002年度の春多量区は、2001年度の残存Nの影響を強く受け、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 溶脱量が多くなった。地下水へ溶脱するN形態は、約90%が $\text{NO}_3\text{-N}$ であった。2年間の累積水溶性全窒素溶脱量は、施与量が同程度であれば、秋施与区が春施与区より多かった。

2001年度における $\text{N}_2\text{O-N}$ フラックスは、全ての処理区において7月下旬に最も高くなった。2002年度の $\text{N}_2\text{O-N}$ フラックスの最高値は、6月上旬に秋標準量区、春標準量区で、また、7月中旬に秋多量区、春多量区、対照区でそれぞれ認められた。2001年度の $\text{N}_2\text{O-N}$ 積算放出量は、秋施与区が春施与区より多く、このことが2年間の累積 $\text{N}_2\text{O-N}$ 放出量に大きく関与した。

2001年度の牧草の刈取り部N含有量は、施与量が同じであれば春施与区が秋施与区より多く、2002年度においても同様な傾向が認められた。

流入N(消化液中の $\text{NH}_4\text{-N}$ と降下物中の $\text{NH}_4\text{-N}$ 、 $\text{NO}_3\text{-N}$)に対する各種N形態の流出割合を2年間の累積値から算出した。 $\text{NH}_3\text{-N}$ 揮散量としての流出割合は、全処理区で同程度であり、23~27%の範囲内だった。水溶性全窒素溶脱量としての流出割合は、秋多量区(17%)>春多量区(13%)>秋標準量区(9%)>春標準量区(2%)となった。 $\text{N}_2\text{O-N}$ 放出量としての流出割合は、全処理区で同程度であり、0.2~0.3%の範囲内であった。この値は、日本の畑地の推定値より低かった。牧草のN含有量としての流出割合は、春施与区(42~48%)>秋施与区(22~23%)となった。

以上の結果から、次のことが指摘できる。1)消化液施与後の $\text{NH}_3\text{-N}$ 揮散は、施与時期にかかわらず避けられない。しかし、2)消化液を秋に多量施与すると、融雪時に地下水へNが溶脱し、翌年の牧草のN吸収量が春施与より減少する。また、年間の施与消化液由来Nの量は、秋標準量区、秋多量区、春標準区、春多量区でそれぞれ、 25.3 、 50.7 、 23.3 、 $46.6\text{g m}^{-2}\text{年}^{-1}$ であるのに対して、本試験条件下における年間の環境への各種N形態の流出量は、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 揮散量でそれぞれ、 3.1 、 6.6 、 3.2 、 $5.7\text{g m}^{-2}\text{年}^{-1}$ 。水溶性全窒素溶脱量でそれぞれ、 1.1 、 4.2 、 0.2 、 $3.1\text{g m}^{-2}\text{年}^{-1}$ であり、 $\text{N}_2\text{O-N}$ 放出量は、それぞれ、 0.0 、 0.1 、 0.0 、 $0.0\text{g m}^{-2}\text{年}^{-1}$ であった。最終的に $\text{NH}_3\text{-N}$ 揮散量、水溶性全窒素溶脱量、 $\text{N}_2\text{O-N}$ 放出量を合計した環境への全N負荷量は、秋標準量区、秋多量区、春標準区、春多量区でそれぞれ、 4.2 、 10.9 、 3.4 、 $8.8\text{g m}^{-2}\text{年}^{-1}$ となった。

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

アンモニア揮散量に差異をおよぼす乳牛ふん尿施与前後の各種要因解析

石村 博之・松中 照夫

Significant effects of surface applied calcium carbonate and irrigation on ammonia emission from cattle slurry applied onto grass
Hiroyuki ISHIMURA and Teruo MATSUNAKA

緒言

草地へ乳牛ふん尿を施与すると、アンモニア (NH_3) が揮散する。大気へ揮散した NH_3 は、悪臭物質であると同時に、雨水とともに降下し土壌酸性化の原因物質となる。また、アンモニア揮散 (NH_3 -N 揮散) は窒素 (N) が損失することで、乳牛ふん尿の肥料的価値を低下させる。一方、乳牛液状きゅう肥からの NH_3 -N 揮散に影響をおよぼす因子として、乳牛液状きゅう肥の土壌との混和、土壌水分量、気温、乳牛液状きゅう肥自体の pH および乾物重などがあげられる。しかし、草地に施与された乳牛ふん尿からの NH_3 -N 揮散を削減するためには、その他の因子をさらに検討する必要がある。そこで本試験は、 NH_3 -N 揮散量に差異をおよぼす乳牛ふん尿施与前後の各種要因を解析するために、次の2つの試験を実施した。

材料および方法

本試験は、酪農学園大学実験圃場内のガラス室にて行った。オーチャードグラス (品種: オカミドリ) を栽植した 0.02m^2 のワグネルポットを用意し、各種資材の施与後に NH_3 -N 揮散を測定した。

【試験1】乳牛ふん尿施与前の炭酸カルシウム (CaCO_3) 散布に伴う NH_3 -N 揮散の量的変化を検討した。処理区は、各種資材の施与3日前に CaCO_3 (100g m^{-2}) を散布した+Ca区、 CaCO_3 を散布しなかった対照区を設けた。施与資材は、消化液 (メタン発酵処理後の乳牛液状きゅう肥) および各種化学肥料を供試した。施与量は、消化液を 6kg m^{-2} 、各種化学肥料を消化液のアンモニア態窒素 (NH_4 -N) としての施与量 (8.4g m^{-2}) に相当する量とした。

【試験2】乳牛ふん尿施与後に異なる量および時間で散水した際の NH_3 -N 揮散量を比較した。処理条件は、散水量を18、36mmとし、散水時間を4、12、48hとした。また、散水をしない対照区を設けた。散水は乳牛ふん尿施与直後およびホウ酸溶液回収時に行った。乳牛ふん尿の施与量は乳牛液状きゅう肥を 6kg m^{-2} とした。

結果および考察

【試験1】各種資材の無施与および無処理のポットにお

ける表層土壌の pH は、 CaCO_3 散布前で5.8、 CaCO_3 散布後で6.7となり、 CaCO_3 散布により0.9高まった。

消化液施与直後から8時間後までの NH_3 -N 揮散速度は、対照区に比較し+Ca区で常に高く推移した。

消化液の施与120時間後 (計測終了時) における NH_3 -N 揮散率 (施与消化液の NH_4 -N 量に対する NH_3 -N 揮散量の割合) は、対照区で26%、+Ca区で32%となった。 NH_3 -N 揮散率は CaCO_3 散布により表層土壌の pH が上昇したため、対照区に比較し+Ca区で高くなった。

各種化学肥料施与後の計測終了時における NH_3 -N 揮散積算量は、硫酸アンモニウムを施与した+Ca区で僅かに増加したものの、塩化アンモニウム、硝酸アンモニウム、尿素、高度化成肥料である122および124 (苦土尿素入り複合磷安) においては、対照区と+Ca区に大きな差が認められなかった。尿素施与後の NH_3 -N 揮散量は、 CaCO_3 散布の有無にかかわらず両者で同等に増加した。尿素を除く各種化学肥料施与後の NH_3 -N 揮散積算量は、消化液のそれと比較すればわずかであった。

【試験2】散水量18mm区における NH_3 -N 揮散速度は、いずれの散水時間においても、乳牛液状きゅう肥の施与2時間後まで、対照区より高くなり、施与12時間後には対照区より低下した。一方、散水量36mm区における NH_3 -N 揮散速度は、48h区で乳牛液状きゅう肥の施与2時間後まで、対照区より高くなり、施与12時間後には対照区より低下した。また、36mm区における乳牛液状きゅう肥の施与2時間後から施与12時間後までの NH_3 -N 揮散速度は、散水時間が短いほど、急速に低下した。

36mm-4h区、36mm-12h区を除く散水処理区において、乳牛ふん尿施与2時間後までの NH_3 -N 揮散速度が、対照区より高かったのは、一回の散水量が少ない場合、牧草の葉面に付着した乳牛液状きゅう肥が洗い落とされ、対照区より空気に触れる面積が増加したためと考えられた。

計測終了時における NH_3 -N 揮散積算量は、散水時間にかかわらず散水量が多いほど、また、散水量にかかわらず散水時間が短いほど少なくなった。これは、乳牛液状きゅう肥中の NH_4 -N が土壌中へ速やかに浸透したためと考えられた。

乳牛ふん尿施与前の CaCO_3 散布は、 NH_3 -N 揮散を増加させるため避けるべきである。一方、乳牛ふん尿施与後の降雨により、 NH_3 -N 揮散が減少することが示唆された。しかし、これは土壌中へ流入する乳牛ふん尿中の NH_4 -N を増加させ、その結果、地下水環境への硝酸態窒素の溶脱や、大気環境への亜酸化窒素の放出を助長することになる。したがって、草地における環境負荷量を低減するためには、 NH_3 -N 揮散としての一面的な削減ではなく、総合的な削減対策が必要と考えられる。

以上の結果から、草地に施与された乳牛ふん尿からの NH_3 -N 揮散は、施与前の表層土壌の pH が高いと増加し、施与後の降雨量が多く、降雨強度が強いと減少すると考えられた。

土壤からの亜酸化窒素放出過程に対する施与窒素の形態 および土壤水分環境の影響程度

塚本 ひろ子・石村 博之・松中 照夫

Evaluation of the effect of applied nitrogen forms and soil
moisture regime on nitrous oxide emission from the soil.

Hiroko TSUKAMOTO, Hiroyuki ISIMURA and Teruo
MATSUNAKA

緒言

亜酸化窒素(N_2O)は CO_2 と同様な温室効果ガスであり、オゾン層破壊の原因物質として注目されているガスである。大気中には、現在312ppbvの濃度で存在しており、年率約0.25%の割合で増加している。 N_2O の起源には、微生物由来の海洋、自然・窒素施肥土壤、家畜排泄物と微生物に由来しない鉱工業、バイオマス燃焼、自動車の排気ガスなどがある。近年、大気中の N_2O 濃度上昇の一要因として施肥窒素(N)由来による農耕地からの放出が挙げられており、今後も増大するとみられている。農耕地を含めた土壤環境から放出される N_2O は全放出量の半分以上を占めており重要視されている。

そこで、本研究では、施与N形態および量、土壤水分状態の違いが N_2O 放出に与える影響を裸地土壤で検討する事を目的とした。

材料および方法

本大学内の灰色台地土の表層土を用いて学内に設置した雨よけビニールハウスにおいて、175Lの大型容器による試験をおこなった。

試験①：硝化過程からの N_2O 放出を測定するため、硫酸アンモニウムをアンモニア態窒素(NH_4-N)として $0 \cdot 16 \cdot 32g m^{-2}$ (A0区、A16区、A32区)土壤に混合し、土壤水分をpF2.5に調節した。

試験②：脱窒過程からの N_2O 放出を測定するため、硝酸カリウムを硝酸態窒素(NO_3-N)として $16 \cdot 32g m^{-2}$ (N16区、N32区)土壤に混合し、土壤水分をpF1.5に調節した。また土壤水分をpF2.5に調節し、 NO_3-N を $16g m^{-2}$ 土壤に混合した区(対照区)も設けた。両試験とも3処理2反復で行った。

測定期間は試験①が7月11日から8月8日までの4週間、試験②は8月13日から9月17日までの5週間で毎日測定した。 N_2O 測定は、10時30分と16時30分の1日2回、クローズドチャンバーによりガス採取を行い、ガスクロマトグラフィーで分析した。土壤水分は毎日蒸発量分を補い、設定した水分含量を保っていた。また、

週1回、土壤中の無機態N、易分解性Nを調べた。なお供試した土壤のpHは6.60であった。

結果および考察

試験①： N_2O 放出は測定開始から認められた。A16区、A32区は共に3日後、 N_2O フラックスの最大値を示し、その後徐々に低下した。土壤中のNは、A16区は8日目に、A32区は15日目には、 NH_4-N が NO_3-N に変化しており、硝酸化成が完了していた。その付近で N_2O 放出が低くなっており、それまでに放出された N_2O は硝化過程により放出されたと考えられた。 NH_4-N が NO_3-N に変化してからの N_2O 放出は脱窒によるものもあると考えられた。また地温の比較的高い日に N_2O 放出がみられ、地温の上昇に伴って微生物活動が活発になったと思われる。

N_2O 積算放出量は、A32区のほうがA16区よりも多かった。各処理区の N_2O 放出量から無施与区の放出量を差し引き施与Nで除した N_2O 放出量割合は、A32区が0.22%、A16区は0.21%となり、ほぼ同等であった。 N_2O 放出量割合は、施与 NH_4-N が全て硝化されるなら、施与N量にかかわらずほぼ一定とみなされた。

試験②： N_2O フラックスはN16区とN32区において放出があった。測定開始後からフラックスが上昇し、A32区では、7日目に $528 \mu g N m^{-2}$ の最も高い値を示した。その後徐々に低下しており、26日目には放出が認められなくなった。A16区では6日目に N_2O 放出の最大値を示し、その後低下していき9日目には N_2O の放出は認められなかった。土壤中の NO_3-N は試験期間中、存在していたが N_2O 放出は途中で止まっていた。この理由については、この試験は大型容器で行っているため、容器の下部は上部より水分含量が多くなっており、溶解性の高い N_2O が下部の土壤水分に溶けたのではないかも考えられた。また、この試験に用いた土壤の炭素含有率がやや低かったため脱窒進行が抑制された可能性も考えられる。

N_2O 積算放出量は、施与Nが同じであるN16区と対照区では、pF1.5の高水分条件時に多く、対照区での放出は認められなかった。pF1.5の同水分条件であるN16区とN32区での N_2O 積算放出量は、N32区がN16区より多くなった。試験①と同様に求めた施与窒素に対する N_2O 放出量割合は、N32区で0.38%、N16区は0.13%であった。施与N量を倍量にすると、 N_2O 放出量割合が2.7倍になり、施与N量の増加に伴い高くなるものと思われた。施与Nの多い処理区が積算放出量、 N_2O 放出量割合ともに高かった。

2つの試験結果から、次のことが結論づけられる。すなわち、1) N_2O 放出量は施与N量に対応して増加する。2) N_2O 放出量割合は、硝化過程においては施与量にかかわらず一定であり、脱窒過程においては施与量の増加に伴い高くなる。3) NO_3-N の存在下では、高水分条件時に N_2O 放出が促進される。

シロクローバのリビングマルチによるアルファルファ
単播草地の雑草侵入抑制

1. アルファルファ単播草地における雑草実生の
時期別発生

高橋 俊・八木隆徳・鈴木 悟

Weed Control by Living Mulch of White clover (*Trifolium repens* L.) to Weed Seedlings in Alfalfa (*Medicago sativa* L.) Sward

1. Densities and Plant Heights of Weed Seedlings in Alfalfa (*Medicago sativa* L.) Sward

Shun TAKAHASHI, Takanori YAGI and Satoru SUZUKI

緒言

アルファルファは嗜好性が高いこと、消化管通過速度が速いことから高泌乳牛用粗飼料としての評価が高い。このような飼料特性を有効に利用するためには単播草地の利用が適している。しかし、単播草地では経年化によるアルファルファ個体密度の低下にともない雑草が侵入してくることが問題となる。そこで、被覆能力の高いシロクローバをリビングマルチとして活用することによって雑草の侵入を抑制することを試みる。本報ではアルファルファ単播草地に発生する雑草実生の個体密度と草高を調査し、リビングマルチの標的となる雑草の種類とマルチ効果を期待するために必要な群落高について検討した。

材料および方法

造成3年目のアルファルファ単播草地を供試し、高タンパク粗飼料生産を目指した年4回刈(6月上旬、7月中旬、8月下旬、10月下旬)の早刈管理を行った。この草地内に調査定点(1 m²)を4ヶ所設置し、各番草の生育中期に於いて雑草実生の発生密度と草高を調査した。

結果および考察

1) 出現した主な雑草は、1年草ではイヌビエ、エノコログサ、シロザ等であり、越年草(出現時期等によっては1年草になる場合もある)ではスズメノカタビラ、ハコベ、ナズナ等、また、多年草ではエゾノギシギシ、セイヨウタンポポであった。スズメノカタビラとセイヨウタンポポは特に発生密度が高かった。スズメノカタビラ

北海道農業研究センター (062-8555 札幌市豊平区羊ヶ丘1番地) National Agricultural Research Center for Hokkaido Region, Hitsujigaoka, Toyohira-ku, Sapporo, Hokkaido, 062-8555, Japan

は前年からの越冬個体が開花・結実後に相当する2番草生育時に発生し、その後、3番草生育時、4番草生育時でも個体密度が高かった。セイヨウタンポポも既存個体の開花・結実後に相当する2番草生育時に発生ピークがあった(表1)。

2) 調査時の葉部の草高はほとんどの雑草実生が20cm以下であった。雑草として影響が大きくなると心配される越年草雑草と多年草雑草についてみると、実生葉部の草高は10cm以下であり、このことからリビングマルチの群落高として10cm程度が必要になると考えられた(表2)。

表1. アルファルファ単播草地(造成3年目)における実生雑草の個体密度

生育型	草種	個体密度 (/m ²)			
		第1回 (5/21)	第2回 (7/5)	第3回 (8/16)	第4回 (9/30)
1年草	イヌビエ	(42)*	17	43	15
	イヌビユ	0	0	0	1
	エノコログサ	(42)*	11	25	19
	シロザ	63	11	25	11
	スベリヒユ	0	0	3	2
	ツユクサ	7	2	2	1
越年(1年)草	オニノゲシ	0	0	1	1
	スズメノカタビラ	0	325	384	205
	ハコベ	0	0	45	0
	クヌギノフクリ	0	1	0	0
	ナズナ	36	23	0	32
	ヒメオドリコソウ	0	0	14	47
多年草	ヒメジョオン	0	1	2	3
	エゾノギシギシ	0	3	5	3
	セイヨウタンポポ	2	298	74	54

注) 個体密度の*は幼植物のため識別が困難であり、両種の合計数を表示。

表2. アルファルファ単播草地(造成3年目)における実生雑草の草高

生育型	草種	草高 (cm)			
		第1回 (5/21)	第2回 (7/5)	第3回 (8/16)	第4回 (9/30)
1年草	イヌビエ	3	11	9(13)	9
	イヌビユ	-	-	1	4
	エノコログサ	3	7	17	11(16)
	シロザ	3	5	14	7
	スベリヒユ	-	-	2	2
	ツユクサ	3	6	7	8
越年(1年)草	オニノゲシ	-	-	-	5
	スズメノカタビラ	-	3	4	5
	ハコベ	-	-	1	-
	クヌギノフクリ	-	14	-	-
	ナズナ	1	4(13)	-	2
	ヒメオドリコソウ	-	-	1	1
多年草	ヒメジョオン	-	4	10	9
	エゾノギシギシ	-	5	7	10
	セイヨウタンポポ	2	2	5	5

注) 草高の表示は「葉部の草高(穂部または花部の草高)」を表す。

シロクローバのリビングマルチによるアルファルファ

単播草地の雑草侵入抑制

2. 生育型の異なるシロクローバ品種の

秋期における雑草実生への生育抑制

高橋 俊・八木隆徳・鈴木 悟

Weed Control by Living Mulch of White clover (*Trifolium repens* L.) to Weed Seedlings in Alfalfa

(*Medicago sativa* L.) Sward

2. Effect of Living Mulch by 3 Varieties of White clover (*Trifolium repens* L.) on Weed Seedlings in Autumn

Shun TAKAHASHI, Takanori YAGI and Satoru SUZUKI

緒言

アルファルファは嗜好性が高いこと、消化管通過速度が速いことから高泌乳牛用粗飼料としての評価が高い。このような飼料特性を有効に利用するためには単播草地の利用が適している。しかし、単播草地では経年化によるアルファルファ個体密度の低下にともない雑草が侵入してくることが問題となる。そこで、被覆能力の高いシロクローバをリビングマルチとして活用することによって雑草の侵入を抑制することを試みる。本報では生育型の異なるシロクローバ3品種の秋における草冠形成過程と雑草に対する出芽・生育の抑制効果を検討した。

材料および方法

シロクローバ供試品種はカリフォルニアラジノ（大葉型）、ソーニャ（中葉型）、タホラ（小葉型）とした。春に播種（播種量 0.5kg/10a）を行い、群落の形成を待つて9月より調査を開始した。群落を刈高 5cm で刈払った後、供試雑草としてセイヨウタンポポ(300 粒)、エゾノギシギシ(300 粒)、スズメノカタビラ(300 粒)、ナズナ(600 粒)の4種を群落内（プロットサイズ 25cm × 25cm）に播種し、その後のシロクローバ群落の葉面積、群落高の推移と雑草の出芽数、サイズの調査を行った。

結果および考察

1) シロクローバ3品種の群落高（図1左）は品種間で有意に異なり、小葉型のタホラで8cm、中葉型のソーニャで12cm、大葉型のカリフォルニアラジノで20cmに達した。タホラ、ソーニャでは刈取後10日でほぼ最大群落高に至り、カリフォルニアラジノでも刈取後10日で15cmに達した。葉面積指数（図1右）は3品種とも刈取後10日で1に達し、その後約2～2.5まで増加した。品種間で多少の差がみられたが有意ではなかった。2) シロクローバのリビングマルチが雑草の出芽、生育に及ぼす影響を表1に示した。リビングマルチ処理区では無処理区（裸地に播種）に比べ、雑草4種とも出芽数が有意に少なかった。また、雑草実生の個体サイズはセイヨウタンポポを除いてリビングマルチ処理によって有意に減少し、リビングマルチによる雑草への生育抑制効果が認められた。このような雑草の出芽及び生育に対する抑制効果においてシロクローバ3品種間には有意差が認められなかった。

アルファルファ単播草地におけるリビングマルチとしてシロクローバの利用を考えた場合、雑草の抑制に効果があり、且つ、収穫物への混入は小さい方が望ましい。したがって、シロクローバの群落高は雑草抑制に有効な範囲内で低い方が望ましい。今後、夏期における抑制効果も検討し、リビングマルチに適した品種を選定する必要がある。

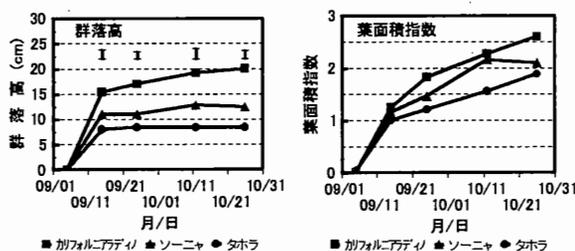


図1. 刈取後の再生における群落高と葉面積指数の推移
注) タテ線は1s.d.(p<0.05)を表す。

表1. シロクローバのリビングマルチが雑草4種の出芽、生育に及ぼす影響 (雑草播種後50日)

シロクローバ 品 種	出芽個体数(/プロット)				出芽個体のサイズ			
	エゾノギシギシ	セイヨウタンポポ	ナズナ	スズメノカタビラ	エゾノギシギシ	セイヨウタンポポ	ナズナ	スズメノカタビラ
カリフォルニアラジノ	5 a	9 a	43 a	71 a	1.4 a	1.8 a	3.8 a	1.0 a
ソーニャ	5 a	14 a	55 a	58 a	1.5 a	1.7 a	3.8 a	1.4 a
タホラ	5 a	9 a	34 a	49 a	2.1 a	1.8 a	3.0 a	1.0 a
無処理	43 b	42 b	117 b	128 b	4.4 b	2.9 a	14.3 b	4.9 b

注1) 異なる文字に5%水準で有意差あり。出芽個体のサイズはスズメノカタビラでは茎数、他の雑草では葉数で示した。

注2) 無処理は裸地(植生無し)に播種した。

北海道農業研究センター (062-8555 札幌市豊平区羊ヶ丘1番地)

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

ガレガの4年目の収量からみた地域適応性

我有 満¹⁾・岩渕 慶²⁾・廣井清貞¹⁾・磯部祥子¹⁾・藤井
弘毅³⁾・牧野 司⁴⁾・井内浩幸⁵⁾・中村克己⁶⁾・田川雅一⁶⁾
(北農研¹⁾・ホクレン²⁾・北見農試³⁾・根釧農試⁴⁾・
天北農試⁵⁾・道立畜試⁶⁾)

Local adaptability of Galega based on the yield of 4th year
Mitsuru GAU¹⁾, Kei IWABUCHI²⁾, Kiyosada HIROII¹⁾, Sachiko
ISOBE¹⁾, Hiroki FUJII³⁾, Tsukasa MAKINO⁴⁾, Hiroyuki IUCHI⁵⁾,
Katsumi NAKAMURA⁶⁾, Masaichi TAGAWA⁶⁾

緒言

地下茎型マメ科牧草ガレガ (*Galega orientalis* Lam.) の北海道における普及が始まった。ガレガは地下茎を有し、越冬性および永続性に極めて優れる新しいタイプのマメ科牧草である。その潜在能力を發揮させ、十分に活用するためには、今後、ガレガの生育特性および栽培特性等に関する情報の蓄積が必要である。本報告では、品種「Gale」について実施した品種比較試験等の結果をもとに、ガレガの北海道における地域適応性を検討した。試験は上記担当者の他、多くの関係者の協力のもとで実施された。記して深謝する。

材料および方法

供試品種は、ガレガ「Gale」と標準としてアルファルファ「マキワカバ」を用いた。品種比較試験の実施場所は、北見農試、根釧農試、天北農試、道立畜試および北農研で、ホクレン畜産実験研修牧場においても同様の試験を実施した。品種比較試験の試験期間は1999年から2001年までの3年間であるが、天北農試を除き4年目1番草まで調査を継続した。栽培法は基本的にアルファルファの栽培法を採用し、試験方法、耕種概要および調査方法は「北海道における牧草・飼料作物優良品種選定試験実施の手引き」に準じた。

結果および考察

3ヶ年合計収量において、ガレガの収量がアルファルファと遜色なかった試験地は、ホクレン畜産実験研修牧場、北見農試および天北農試であった。北農研ではガレガの実収量が高く、これらの試験地は現状でも適応性が高いと考えられた。一方、根釧農試、道立畜試および滝川試験地ではアルファルファより低収となり、適応性は低いと考えられた(図1)。適応性が低いと考えられた試験地においては、最終刈りが早い傾向がみられた(表1)ため、3年目の最終刈りを遅くしたところ、9月7日に最終刈りをした根釧農試を除く多くの試験地で翌年の1番草収量が高くなった(図2)。

以上より、ガレガに合った刈り方を検討すること

で、ガレガの適応能力が更に發揮されるものと考えられた。

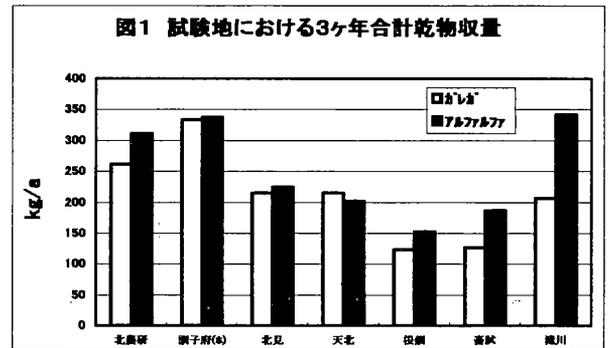
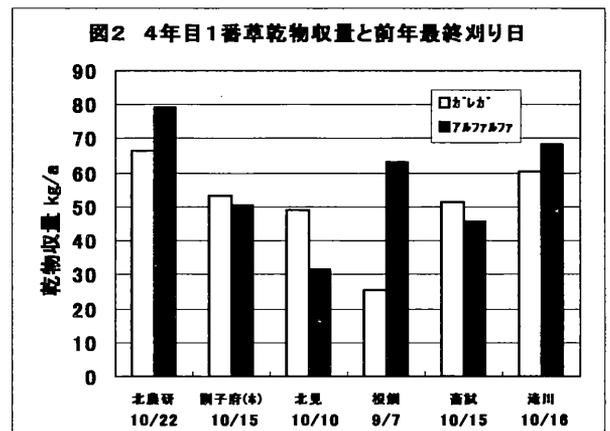


表1 試験地における最終刈取日と翌年1番草標準比

試験地	99 最終刈	00 収量比	00 最終刈	01 収量比
北農研	10/26	125	10/19	80
訓子府	10/14	93	10/15	117
北見	9/28	98	10/2	135
天北	10/12	127	9/11	97
根釧	11/1	39	9/13	58
畜試	10/25	72	9/18	59
滝川	10/12	87	9/22	51



- 1)北海道農業研究センター(062-8555 札幌市豊平区羊ヶ丘 1) National Agricultural Research Center for Hokkaido Region (Hitsujigaoka1, Sapporo, 062-8555 Japan)
- 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 (Komasato 184, Kunneppu, 099-1421 Japan)
- 3)道立北見農業試験場(099-1496 常呂郡訓子府町字弥生 52) Hokkaido Pref. Kitami Agric. Exp. Stn. (Yayoi52, Kunneppu, 099-1496 Japan)
- 4)道立根釧農業試験場(086-1153 標津郡中標津町桜ヶ丘 1-1) Hokkaido Pref. Konsen Agric. Exp. Stn. (Sakuragaoka1-1, Nakasibetu, 086-1153 Japan)
- 5)道立天北農業試験場(098-5736 枝幸郡浜頓別町緑ヶ丘) Hokkaido Pref. Tnpoku Agric. Exp. Stn. (Midorigaoka, Hamatonbetsu, 098-5736 Japan)
- 6)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, 081-0038 Japan)

ガレガ (*Galega orientalis* Lam.) の品質と葉部割合

岩淵 慶*・我有 満**・尾形正貴*・大塚博志***

Chemical Composition and Leaf Percentage of
Galega (*Galega orientalis* Lam.)

Kei Iwabuchi*・Mitsuru Gau**・Masataka Ogata*
and Hiroshi Ohtsuka***

緒言

ガレガは、開花時期がアルファルファと比較して1週間程度早い。しかしながら、生育ステージの進行に伴う品質の低下はアルファルファよりも小さく、刈取適期幅がそれより長く設定できる可能性のあることが報告されている。本報告では、ガレガ1番草における葉部割合を調査し、アルファルファを対照として品質との関連を検討した。そして、収量データを加えて既往の報告で用いた方法(北草研報 22, 68-73)により経済性の評価をした。

材料および方法

播種後4年目の単播草地を6月20日に収穫した1番草を材料に用いた。供試品種は、ガレガ「こまさと 184」で、比較をアルファルファ「マキワカバ」とした。収穫時の両草種の生育ステージは、ガレガが開花期、アルファルファが開花始期であった。茎葉部の調査は、両草種とも刈高を地際から10cmとして10茎刈取り(15反復)、葉部と茎部に分けて60℃で48時間通風乾燥した後、各々の乾物重を計量した。飼料成分分析は、ホクレンくみあい飼料北見工場においてCP、ADF、NDF等について実施した。経済性の評価は、牛体重600kg、乳脂肪3.7%、NELおよびCPの維持要求量を各々0.97Mcal、406g、乳価76円、圧片コーン代35.3円と条件設定し、既往の方法で評価した。なお、ガレガおよびアルファルファの1番草乾物収量は、各々551.8kg/10a、502.6kg/10aであった。

結果および考察

(1) 飼料成分と葉部割合

CP含有率はガレガがアルファルファより2.8%有意に

高く、ADF および NDF 含有率も各々2.5%、8%ガレガが有意に高かった。茎あたり葉部および茎部の乾物重は、両部位ともガレガがアルファルファよりも有意に多く、茎10本あたり葉部で13.9g、茎部で14.5gの差異があった。なお、1個体あたりの茎数はアルファルファの方が多く、面積あたりではこれほどの差異はない。このときの葉部割合を求めると、ガレガが42.7%、アルファルファが35.1%とガレガが7.6%有意に高かった(表1)。CP含有率と葉部割合との関係は、CP含有率は葉部割合が高いほど高くなる傾向にあった。ガレガはアルファルファよりもそれらが高い位置にプロットされ、ガレガの高いCP割合は、高い葉部割合に関連していた(図1)。一方、ガレガのADFおよびNDF含有率については、茎部割合との関係以外に、生育ステージ進行に伴うリグニン化度やそのスピードが大きく関連していると考えられる。

(2) 経済性の評価

ガレガは、高いCP含有率を示す一方でADFおよびNDF含有率も高い。このような草種が飼料として利用する場合に経済性に与える影響をシミュレーションした。その結果、ガレガは、栄養補正後の単位面積あたり推定産乳量がアルファルファよりも445kg/10a高く、乳代で33.8千円高くなった。そして、エネルギーと粗蛋白質のバランスをとるために給与した圧片コーン代金を減じて算出した差引き利益は、ガレガが27.1千円高くなった(表2)。従って、ガレガは高品質飼料としてアルファルファと同等かそれ以上の価値ある草種であることが示唆された。

表1. ガレガの飼料成分および茎葉構成比率 (DM%)

草種	CP	ADF	NDF	葉部	茎部
ガレガ	18.52a	41.31a	59.56a	42.7a	57.3b
アルファルファ	15.69b	38.78b	51.61b	35.1b	64.9a

異なる英小文字間に1%水準で有意差あり。

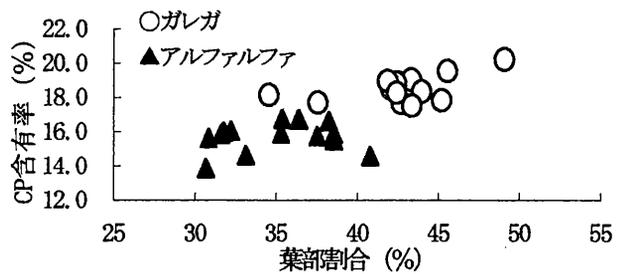


図1. ガレガのCP含有率と葉部割合との関係

表2. ガレガの経済性の評価

草種	補正後 産乳量 (kg/10a)	栄養補正 圧片コーン (kg/10a)	乳代 ¹⁾ (千円)	圧片 ²⁾ コーン代 (千円)	差引 利益 (千円)
ガレガ	1,432	397	108.8	14.0	94.8
アルファルファ	987	207	75.0	7.3	67.7

1) 生乳1kgあたり76円と設定。
2) 乾物1kgあたり35.3円と設定。

*ホクレン畜産技術研究所 (099-1421 常呂郡訓子府町字駒里 184) Hokuren Technical Research Institute of Livestock and Grassland Sci., 184, Komasato, Kunneppu-cho, Tokoro-gun, 099-1421, Japan
**北海道農業研究センター(062-0045 札幌市豊平区羊ヶ丘1) National Agricultural Research Center for Hokkaido Region, Sapporo, 062-8555, 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, W1, N4, Sapporo, 060-8651, Japan

アカクローバ極早生品種の自然下種による
草地の簡易更新の可能性

磯部祥子*・我有 満*・廣井清貞*
(北海道農業研究センター)

Simple renovation of mixed sown sward with timothy by
natural reseeding of the extremely early variety
Sachiko ISOBE, Mitsuru GAU and Kiyosada HIROI

緒言

アカクローバは永続性に劣るため草地から消失することが問題になっており、これを克服するためにこれまで育種による個体の永続性の改良や追播による簡易更新の研究が進められてきた。本試験では混播イネ科牧草に北海道で最も広く栽培されているチモシー早生品種を想定し、アカクローバ極早生品種を用いた自然下種による草地の簡易更新の可能性を検討する。チモシーは2番草以降の再生程度が緩慢な草種であるが、2番草生育期にチモシーより早く開花・結実し、種子を落下することにより草地における個体の簡易更新を図ることができないか検討する。

2

材料および方法

供試品種はアカクローバ2品種：「Renova」(極早生・スイス育成)、「ホクセキ」(早生品種・北農研育成)、混播イネ牧草はチモシー早生品種「ノサップ」を用いた。播種量はアカクローバ 30g/a、チモシー200g/aである。試験区は1区 6m²(2m×3m)で4反復(乱塊法)とした。2001年5月16日に圃場へ散播により播種を行い、初年目は1回刈り、2年目は3回刈りをおこなった。1次個体(初年目播種株由来の個体)はアクリル系絵の具でマーキングをし、2次個体(初年目播種株由来以外の個体)との区別を行い、個体数の調査を行った。収量調査は2年目のみを行った。

結果および考察

初年目は Renova 区、ホクセキ区ともにアカクローバの開花は認められなかった。2年目の アカクローバの開花始日は1番草で Renova 区が Hokuseki 区より6日早く、2番草で12日早かった(表1)。3番草は Renova 区

で開花が認められたが Hokuseki 区は開花しなかった。乾物収量およびマメ科率は1番草で Hokuseki 区が Renova 区に比べて高く、2、3番草では両区に有意差はなかった。

1次個体数は常に Hokuseki 区が Renova 区より多く、2年目10月の個体数は Renova 区で1925個体/a、Hokuseki 区で3327個体/aだった(図1)。初年目9月からの2年目10月までの約1年間における個体数の減少率は Renova 区で27%、Hokuseki 区で40%であり、Renova 区が Hokuseki 区に比べて低かった。Renova 区の2番草の開花始日はチモシー出穂日に比べて約一ヶ月早く、種子の登熟が認められた。3番草の刈り取り後における2次個体数は Renova 区で808個体/a、Hokuseki 区では0だった(表2)。生育期別にみると、第2本葉および第3本葉を展開している個体数が多く、平均で全体の74%を占めていた。

生育量が不十分な2次個体の一部は越冬中に枯死することが予想されるものの、3年目に休眠種子が発芽することも予想されることから、極早生品種をもちいた草地の簡易更新は可能であることが示唆された。

表1. 2年目の生育調査結果

	アカクローバ開花始日			マメ科率(%)		
	1番草	2番草	3番草	1番草	2番草	3番草
	6月の日	7月の日	9月の日	6/10	8/7	9/24
Renova 区	4	4	12.8	49.5	84.2	70.4
Hokuseki 区	10	16	-	59.8	83.2	74.9
標準偏差	0	0.22	-	3.4	3.2	4.6
P 値				0.10*	0.84ns	0.32ns

表2. Renova 区の最終本葉別2次個体数(個体数/a)

	第1本葉	第2本葉	第3本葉	第4本葉	第5本葉	第6本葉
本葉数(平均)	104.2	304.2	295.8	75.0	16.7	12.5
(%)	12.9	37.6	36.6	9.3	2.1	1.5
分散	55.1	199.2	216.2	70.1	13.6	8.3

調査は2002年10月に行った。

Hokuseki 区は2次個体が認められなかった。

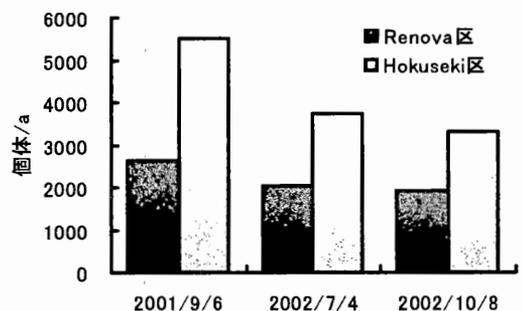


図1. アカクローバ1次個体数の推移

* 北海道農業研究センター(062-8555 札幌市豊平区羊ヶ丘1番地) National Agricultural Research Center for Hokkaido Region (Hitsujigaoka 1, Toyohira, Sapporo, 062-8555, Japan)

微小スケールにおけるアカクローバ個体群の持続性の解析

平田 聡之・由田 宏一・中嶋 博

Analysis of the persistency of red clover populations by micro-scale sampling

Toshiyuki HIRATA, Koichi YOSHIDA, and Hiroshi NAKASHIMA

緒言

移動することができない植物は、環境と個体群密度に応じた競争的影響にたいし、高度に可塑的な反応を示す特徴をもっている。個体の空間分布が一様でない草地では、実際の密度効果は、個々の近傍の状態、即ち局所個体群密度に強く依存している。本報では、アカクローバ個体群の局所個体群密度と生存率および再生量との関係について、特にアカクローバ個体群の崩壊が生じる播種後2-4年目の採草地において検討した。

材料および方法

調査地は、1997年8月に北海道上川郡比布町にアカクローバ、チモシー、オーチャードグラスを播種・造成したアカクローバ・イネ科牧草の混播草地である。調査プロット(3m×1.5m)内に、10cm×10cm、100セルに分割した1m×1mの固定調査区を2つ設置し、刈取毎にアカクローバ個体の配置を記録した。刈取は、1998年は7月と9月に、1999年から2001年は6月と8月の年2回、刈取高5cmで行なった。各刈取は、アカクローバでは個体毎、イネ科草本および他の草地雑草ではセル毎に行なった。採草は、2-3日風乾した後、冷蔵保存し、アカクローバについて節間が伸長し、開花茎をもつ茎伸長個体と節間が伸長していない茎未伸長個体に分別し、乾物重の調査を行った。

結果および考察

播種後2-4年目にあたる1999年から2001年の刈取時におけるアカクローバの採草量を図1に、茎伸長個体と茎未伸長個体の個体数の推移を表に示した。アカクローバの採草量は、両調査区とも播種後3年目の刈取1回目で最大値を示した後、急速に減少した。アカクローバの個体数は、播種後2年目の調査1回目では各調査区約190個体であったが、播種後4年目の調査2回目には約35個体まで減少した。しかしながら、年次間において個体数の減少割合に明確な差異は認め

られなかった。茎伸長個体と茎未伸長個体の個体数では、収量の急速な減少が認められた播種後3年目の刈取2回目において、茎伸長個体の減少と茎未伸長個体の著しい増加が認められた。これらの結果から、アカクローバの収量の持続性の欠如は、個体数の減少よりも、茎伸長個体が茎未伸長個体に移行し、再生能力が減少することが主因であると考えられた。

1セルあたりの個体数と茎伸長個体・茎未伸長個体の割合を図2に示した。調査開始時の播種後2年目刈取1回目では、1セルあたり個体数が6個体以上のセルで統計的に有意に茎伸長個体の割合が減少したが、他のセル間では差異が認められなかった。しかしながら、調査終了時の播種後4年目刈取2回目では、セル内の個体数が2個体以上のセルで茎伸長個体の割合が増加した。これらの結果から、アカクローバの持続性の改善には、茎伸長個体の存続が重要であり、その存続に局所個体群密度の要因を考慮する必要性があることが示唆された。

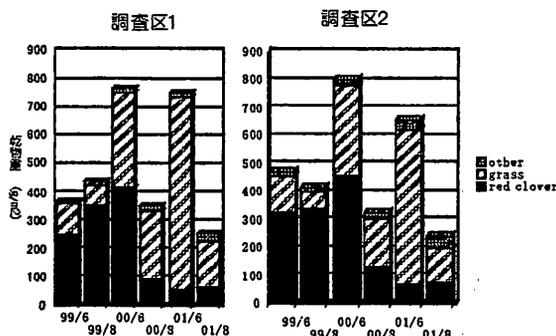


図1 各調査区におけるアカクローバ・イネ科牧草および草地雑草の採草量の推移

表 各調査区における個体数の推移 (括弧は、前回の刈取時からの個体数の変動割合(%)を示す)

	1999年		2000年		2001年	
	6月	8月	6月	8月	6月	8月
調査区1						
全個体	188(-)	142(75.5)	103(72.5)	73(70.9)	43(58.9)	35(81.4)
茎伸長個体	140(-)	97(69.3)	92(98.9)	40(43.5)	19(47.5)	18(94.7)
茎未伸長個体	44(-)	50(114)	11(22)	33(300)	24(72.7)	17(70.8)
調査区2						
全個体数	194(-)	145(74.7)	114(78.0)	78(66.7)	42(55.3)	33(78.0)
茎伸長個体	124(-)	92(74.2)	99(108)	40(40.4)	29(72.5)	21(72.4)
茎未伸長個体	70(-)	83(90.0)	15(23.8)	36(240)	13(38.1)	12(92.3)

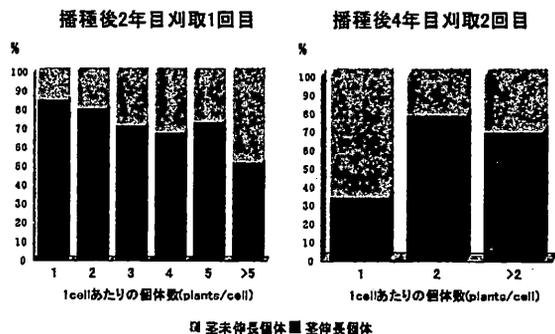


図2 1cellあたりの個体数と茎伸長個体・茎未伸長個体の割合

北海道大学北方生物圏フィールド科学センター(060-0811 札幌市北区北11条西10丁目)
Field Science Center for Northern Biosphere, Hokkaido University, Sapporo 060-0811, Japan

チモシーにおける種子収量および関連形質の
年次変動と狭義の遺伝率

玉置 宏之・吉澤 晃・藤井 弘毅・佐藤公一*

Year-to-year Variation and Heritability in the Narrow
Sense of the Seed Yield and Its Related Characters in
Timothy (*Phleum pratense* L.)

Hiroyuki TAMAKI・Akira YOSHIZAWA・

Hiroki FUJII and Koichi SATO

緒言

前報(玉置ら(1998). 北草研報32:32-36)で報告した単年度の試験結果では、チモシー種子収量と密接に関連している構成要素は1穂種子重、さらには穂1cmあたり種子数であり、穂の数、穂の長さ、千粒重の種子収量への影響は少なかった。本研究では採種性の年次変動や狭義の遺伝率を検討するための試験を行った。

材料および方法

以下の3試験を行い、それぞれ採種性および他の形質を調査した。本研究においては採種性の指標を、種子収量、1穂種子重および穂1cmあたり種子重の3形質とした(種子収量との関係が薄い千粒重の測定を省略するため、本研究では穂1cmあたり種子数に替えて穂1cmあたり種子重を採用した)。

- ①12反復で個体植された早生42栄養系から2000年に採種した試験。
- ②試験①で用いた42栄養系中11栄養系を再度別圃場に3反復で個体植し、2002年に採種した試験。
- ③試験①で採種された、試験②の11栄養系の後代および「ノサップ」(標準品種)を、試験②と同圃場に3反復で条播し、2002年に採種した試験。

結果および考察

試験①～③における、種子収量と各構成要素との間の相関係数を表1に示した。各試験とも1穂種子重・穂1cmあたり種子重と種子収量との密接な関係が認められた。

試験①と②とから観察された種子収量、1穂種子重、穂1cmあたり種子重の年次(2000年と2002年)相互間の寄与率は、それぞれ37%、44%、26%で、どの形質でも一方の年次の結果では他方のその半分以下しか説明できなかつた。このことから採種性の年次変動はやや大きい、すなわち採種性は環境に対しやや不

安定な形質であるとの結論に達した。両年の採種性が一致しなかつた主因は、両年の出穂始～採種期の気温差(2000年は2002年に比べこの期間の平均気温が3.7℃高かつた)にあると推測された。このことから、特に採種性について厳しい選抜を行う際には、それを複数の環境条件下で検定する必要があると考察された。

試験②と③とから親子回帰により推定された1穂種子重、穂1cmあたり種子重の狭義の遺伝率は、それぞれ57%、64%であつた(表2)ことから、採種性の狭義の遺伝率は高いとの結論に達した。種子収量の狭義の遺伝率は前2形質に比べやや低かつたが、これは後代系統の穂の数の広義の遺伝率が低かつた(24%)ことが原因と考えられた。また試験③で観察された「ノサップ」の採種性は供試系統の平均と同程度で、効率的な選抜により標準品種を超える採種性を備えた優良系統を育成できる余地が大きいと考えられた。

以上のことからチモシーの採種性は、それが複数の環境条件下で検定されていれば、1回の個体選抜でも相当な改良が期待できると考察された。

表1 各試験における種子収量と構成要素の関係(相関係数)

試験名	①	②	③
栄養系(品種系統)数	41 ¹⁾	11	12
穂の数	.341*	.260	-.186
1穂種子重	.654**	.871**	.709**
穂の長さ	.365*	.413	.017
穂1cmあたり種子重	.673**	.664*	.716**

注)穂の長さ、穂1cmあたり種子重を含め、全て種子収量に対する相関係数。*、**はそれぞれ5%、1%水準での有意性を示す。

1)42栄養系を供試したが11栄養系からは採種を行わなかつた。

表2 試験②、③の結果(2002年)

形質	穂1cmあたり種子重(mg)	1穂種子重(mg)	種子収量 ¹⁾
試験②の平均	23.4	326	32.1
標準偏差	6.47	97.4	9.73
広義の遺伝率(%)	70.3	71.7	87.8
試験③の平均 ²⁾	18.1	234	78.7
標準偏差 ²⁾	3.18	43.1	9.62
広義の遺伝率(%) ²⁾	39.1	48.8	21.9
「ノサップ」	17.6	217	78.3
狭義の遺伝率(%) ³⁾	63.7	56.6	43.6

注)1)試験②、③の単位はそれぞれg/株、kg/10a。

2)計算の際には「ノサップ」の値を除外した。

3)親子回帰からの推定値。

*北海道立北見農業試験場(099-1406 常呂郡訓子府町弥生52) Hokkaido Pref. Kitami Agri. Exp. Stn., Kunneppu, Hokkaido 099-1406 Japan

チモシー栄養系の採種性の簡易検定法

玉置 宏之・吉澤 晃・藤井 弘毅・佐藤公一*

Easy Methods of Examining Clones' Seed Productivity in Timothy (*Phleum pratense* L.)

Hiroyuki TAMAKI・Akira YOSHIKAWA・

Hiroki FUJII and Koichi SATO

緒言

チモシーの種子収量についてはこれまでの試験結果から、(1)1穂種子重、さらに穂1cmあたり種子数(または穂1cmあたり種子重)が密接に関連しており、穂の長さや数などの外観形質ではその良否を判断できないこと、(2)環境に対しやや不安定であるが、その狭義の遺伝率は高いことがわかった。この様な特徴を持つ種子収量について、育種に役立つ簡易検定法を考えた結果、実際に栄養系の少数の穂から採種を行い、その1穂種子重または穂1cmあたり種子重を測定する方法が適当と判断し、以下の試験を行った。

材料および方法

早生11栄養系について、以下の2材料を用意した。
 ①育苗用トレーに移植された分けつ:2001年晩秋に圃場から掘り上げた分けつ(4本/栄養系)を、72セルの育苗用トレー(幅27.8cm×長さ54.2cm×高さ6.9cm)に、1セルあたり分けつを2本ずつ、3セルに1セルの密度で移植し、翌年2月末まで低温短日条件に置いた後、3月から採種時まで温室内で高温長日条件に置いた。
 ②引き抜いた後水栽培された節間伸長茎:早生栄養系が節間伸長期に達した2002年5月下旬に、圃場にあった各栄養系の株から節間伸長茎(8本/栄養系)を引き抜き、2本ずつの組に分けた後、温室内で採種時まで水栽培した。
 採種後、これらの1穂種子重および穂1cmあたり種子重を調査し(調査した穂は、材料①では1セル、同②では1組の中で最長のもの1本とした)、それらを2000年および2002年の圃場での採種試験における同形質と比較した。

結果および考察

(相関係数の右肩の*、**はそれぞれ5%、1%水準での有意性を示す。n=11。)

材料①の結果を圃場試験の2か年平均値と比較した場合(表1)、両者間の相関は1穂種子重では低かつ

たが(これは圃場試験とこの試験との間で穂の長さの相関が低かったためと思われる)、穂1cmあたり種子重では高かった。これを年次別に見ると、材料①の結果は、特に出穂後高温となった2000年の圃場試験の結果と高い相関($r=0.789^{**}$)があった(出穂後低温となった2002年の結果との相関は $r=0.664^*$ とやや低かった)。2か年中1か年のみであったが、穂1cmあたり種子重が実際の圃場での試験結果とよく一致したことから、①は採種性の簡易検定の材料として有効であるとの結論に達した。

材料②の結果を圃場試験の2か年平均値と比較した場合(表2)、両者間の相関は特に1穂種子重で高かった。これを年次別に見ると、材料②の結果は、2000年、2002年のいずれの圃場試験の結果とも高い相関(それぞれ $r=0.864^{**}$ 、 $r=0.790^{**}$)があった。このことから、材料②も採種性の簡易検定の材料として有効であるとの結論に達した。

これらの簡易検定法を実際の圃場での採種試験と組み合わせることにより、チモシーの採種性の改良をより早期に行える可能性があると考えられた。

表1 圃場での採種試験(2か年の平均値。A)と育苗用トレーに移植された分けつ(B)との間の採種性の比較

形質	穂の長さ(mm)	1穂種子重(mg)	穂1cmあたり種子重(mg)
(A)の平均値	163	480	29.5
(B)の平均値	38	102	26.4
(A)と(B)の間の相関係数 ²⁾	.446	.402	.829 ^{**}

注)1)2000年と2002年の平均。2)**は1%水準での有意性を示す(n=11)。

表2 圃場での採種試験(2か年の平均値。A)と引き抜いた後水栽培された節間伸長茎(C)との間の採種性の比較

形質	1穂種子重(mg)	穂1cmあたり種子重(mg)
(A)の平均値	480	29.5
(C)の平均値	331	28.4
(A)と(C)の間の相関係数 ²⁾	.910 ^{**}	.809 ^{**}

注)1)2000年と2002年の平均。2)**は1%水準での有意性を示す(n=11)。

*北海道立北見農業試験場(099-1406 常呂郡訓子府町弥生52) Hokkaido Pref. Kitami Agri. Exp. Stn., Kunneppu, Hokkaido 099-1406 Japan

トウモロコシ早生自殖系統の主要特性評価値に
みられた場所間変動

濃沼圭一・三木一嘉・榎宏征・松永浩*
千藤茂行**・入谷正樹***・高宮泰宏*

Modification of agronomical traits of early maize inbred lines
between two locations

Keiichi KOINUMA・Kazuyoshi MIKI・Hiroyuki ENOKI・
Hiroshi MATSUNAGA*・Shigeyuki SENDO**・
Masaki IRITANI***・Yasuhiro TAKAMIYA*

緒 言

サイレージ用トウモロコシの育種では、育成地である北農研の気象条件が普及対象地域である道東地域のそれと大きく異なる。そこで、早生育種材料の評価・選抜を的確に行うことを目的に、普及対象地域に位置する十勝農試においてF₁ 親自殖系統および新規F₁ 組合せの現地選抜試験を行っている。本研究では、育成地と現地のそれぞれの試験で重点的に評価すべき特性を明確にして早生育種母材の効率的な選抜につなげるため、自殖系統を対象に、主要特性評価値の系統間差異についての場所間変動の様相を明らかにしようとした。

材料および方法

1999年から2001年の3か年、10自殖系統を北農研と十勝農試の2場所で栽培した。北農研では607本/a、1区13個体、無反復で、十勝農試では667本/a、1区21個体、2反復で、施肥その他の栽培法は各場所の慣行法により、いずれも5月上・中旬播種で栽培した。調査形質および調査方法は表1に示すとおりである。各形質についての場所間変異の程度を3か年平均値(形質によっては2か年平均または単年度の値)についての場所間の相関係数により、場所内での変動の程度を各場所の3か年平均値(同上)と年次別値との相関係数により評価した。

北海道農業研究センター (062-8555 札幌市豊平区羊ヶ丘 1) National Agricultural Research Center for Hokkaido Region, 1 Hitsujigaoka, Toyohira-ku, Sapporo, Hokkaido, 062-8555 Japan

*北海道立十勝農業試験場 (082-0071 河西郡芽室町) Hokkaido Tokachi Agric. Exp. Stn., Memuro, Hokkaido, 082-0071 Japan

**北海道立植物遺伝資源センター (073-0013 滝川市南滝の川) Hokkaido Pref. Plant Genetic Resources Center, Minamitakinokawa, Takikawa, Hokkaido, 073-0013 Japan

***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

結果および考察

場所間の相関係数は、絹糸抽出期、草型、稈長および着雌穂高では $r = 0.81^{**} \sim 0.99^{**}$ と高かった。これらは場所間変動の小さい形質であり、育成地においても現地と同様の評価が可能であると考えられた。一方、発芽期、初期生育および根系強度の3形質では場所間の相関係数は有意ではなかった。これらの3形質では、それぞれの場所における3か年平均値と年次別値との相関は有意な場合が多く、場所間変動が年次間変動以上に大きいことが示された。また、発芽期と初期生育では、年次間変動が北農研より十勝農試で小さかった。このほか、登熟期の緑度および分けつ数の2形質では、場所間変動はみられるものの、その程度は小さいことが示された(表2)。一方、系統間変異の大きさは、発芽期では北農研より十勝農試で大きく、分けつ数では北農研で大きかった。以上の結果から、現地選抜試験での評価は発芽期、初期生育および根系強度の3形質に重点を置く必要があると結論された。

表1. 調査形質および調査方法

形 質	調 査 方 法
1 発芽期	播種種子の50%が出芽した日
2 初期生育	極不良を1、極良を9とする観察評点
3 絹糸抽出期	全個体の50%の個体の絹糸が抽出した日
4 草型	極不良を1、極良を9とする観察評点
5 登熟期の緑度	淡緑を1、濃緑を9とする観察評点
6 稈長	地際から雄穂穂首までの長さ
7 着雌穂高	地際から最上位雌穂着生節までの長さ
8 分けつ数	全個体についての個体あたりの着生数
9 根系強度	畦中央の数個体の地際近くの稈を手で握ったときの反発力を、極弱を1、極強を9として評点

表2. 10自殖系統における年次平均値の場所間相関および各場所における年次平均値と年次別値との相関

形 質	年次平均値の場所間相関	年次平均値と年次別値との相関 ¹⁾					
		北農研			十勝農試		
		1999	2000	2001	1999	2000	2001
発芽期	0.51	0.86**	0.42	0.47	0.70*	0.73*	0.88**
初期生育	0.56	0.68*	0.69*	0.78**	0.91**	0.09	0.81**
絹糸抽出期	0.96**	0.93**	0.96**	0.98**	0.98**	0.97**	0.96**
草型	0.81**	0.86**	0.97**	0.98**	0.50	0.93**	0.89**
登熟期の緑度	0.76*	0.94**	0.96**	0.96**	—	0.94**	0.84**
稈長	0.99**	0.95**	0.85**	0.96**	—	0.99**	0.99**
着雌穂高	0.98**	0.96**	0.71*	0.95**	—	0.99**	0.99**
分けつ数	0.69*	0.99**	0.93**	0.90**	—	※	—
根系強度	0.20	—	—	※	0.61	0.74*	0.78**

1) 調査しなかった場所・年次を“—”、単年度しか調査しなかった形質では調査年次を“※”で示す

サイレージ用トウモロコシ新品種「おおぞら」の育成とその特性

濃沼圭一・三木一嘉・榎宏征

Development of new silage maize cultivar "Ohzora" and its characteristics

Keiichi KOINUMA・Kazuyoshi MIKI・Hiroyuki ENOKI

緒言

サイレージ用とうもろこしは、わが国の自給飼料生産の基幹作物であり、北海道では約 3.6 万 ha で栽培されている。北農研では北海道内の各栽培地帯に適する熟期別の優良品種の育種を進めている。その中で、今回、「中生の中」に属し、北部を除く道央地域と道南地域を適地とする耐倒伏性・多収品種「おおぞら」を育成した。本品種は同熟期の普及品種に比べて耐倒伏性が強く、多収で、初期生育にも優れることが認められ、2002 年に「とうもろこし農林交 56 号」として登録されるとともに、北海道の奨励品種に採用された。そこで、本品種の育成経過と特性を報告し、あわせて今後の育種の方角について検討する。

材料および方法

育成経過：平成 7 年に北海道農試（現、北海道農研）において、デント種自殖系統「Ho57」を種子親とし、フリント種自殖系統「Ho49」を花粉親として育成された単交雑一代雑種である。平成 8 年に組合せ能力検定試験、平成 9 年に生産力検定予備試験を行って選抜された。

適応性および特性検定：平成 10 年から生産力検定試験、系統適応性検定試験および奨励品種決定試験により適応性を検定するとともに、病害抵抗性の特性検定試験、育成地での栽植密度試験、採種試験等によりその特性を明らかにした。

結果および考察

「おおぞら」の主な特性は表 1 および図 1 に示すとおりで、①絹糸抽出期は中生の中の普及品種「3790」より 1 日遅いが、収穫時の乾物率は「3790」と同程度である。②乾物総重は平均で「3790」より 6% 高い。③耐倒伏性は「強～極強」で「3790」より強い。④初期生育は「良」で「3790」より優れ「3845」並である。⑤すす紋病抵抗性は「中」で「3790」より弱い、「キタユタカ」よりやや強い。ごま葉枯病抵抗性は「中」で「3790」より弱く「3845」並で「キタユタカ」より強い。⑥雌雄畦比 3 : 1 での採

北海道農業研究センター (062-8555 札幌市豊平区羊ヶ丘 1) National Agricultural Research Center for Hokkaido Region, 1 Hitsujigaoka, Toyohira-ku, Sapporo, Hokkaido, 062-8555 Japan

種量は 38kg/a 程度である。採種栽培では花粉親を 3~4 週間晩播することにより両親の開花期が合致する。

本品種の最大の特長は耐倒伏性の強さと多収性を兼ね備えている点にある。これは、耐倒伏性のフリント種自殖系統が育成された結果、デント種×フリント種の育種法式による多収性と耐倒伏性の両立が可能となったことを示すものと言える。また、F₁ の選抜過程での耐倒伏性の人為検定法の適用も有効であったと考えられる。一方、本病のすす紋病抵抗性とごま葉枯病抵抗性はいずれも「中」で、必ずしも十分な水準ではない。種子親である「Ho57」の両病抵抗性が「弱」であることが影響しており、今後は、育種母材の抵抗性を一定水準以上に向上させることが求められる。また、登熟後期の緑度保持力の向上も今後の重要な課題である。他方、採種効率を高めるためには採種栽培時に両親の同時播種が可能な組合せが望ましい。そのような組合せでは、雑種強勢が必ずしも十分に発揮されない場合があることから、親自殖系統の組合せ能力の向上を図る必要がある。

これらの問題点を克服しつつ、デント種・フリント種による F₁ 育種の進展を図ることにより、熟期別優良品種の効率的な育成につながるものと考えられる。

表 1 「おおぞら」の特性概要¹⁾

形質	おおぞら	3790	3845	キタユタカ
絹糸抽出期(月日)	8.4	8.3	8.4	—
発芽期(月日) ²⁾	5.31	6.1	5.31	—
初期生育(1~9) ³⁾	7.6	6.7	7.4	—
稈長(cm)	277	233	266	—
着穂時高(cm)	124	115	115	—
収穫時熟度	黄熟中~後期	黄熟中期	黄熟中期	—
乾物総重(kg/a) ⁴⁾	181.8(106)	172.2(100)	176.4(102)	—
全乾物率(%)	31.0	30.6	30.2	—
乾物総重割合(%)	51.3	53.6	53.8	—
推定 TDN 含量(%) ⁵⁾	71.0	72.0	71.3	—
黒穂病個体率(%) ⁶⁾	1.0	0.9	3.8	—
すす紋病罹病程度(1~9) ⁷⁾	4.9	3.4	3.5	5.4
ごま葉枯病罹病程度(1~9) ⁷⁾	4.4	3.7	4.3	5.2

1) 道央および道南地域における 1997~2001 年の試験場 7 場所、延べ 20 試験の平均ただし、すす紋病およびごま葉枯病罹病程度は 1998~2001 年の育成地における採種検定試験の平均

2) 延べ 19 試験の平均

3) 1: 極不良~9: 極良の評点

4) () 内は対「3790」比(%)

5) 部位別の ADF 含量から推定

6) 品種・系統間差異が認められた試験の平均

7) 1: 無~9: 基の評点

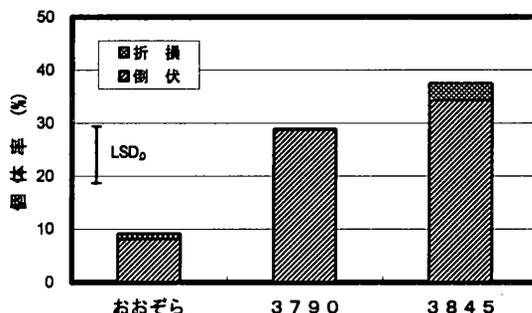


図 1 「おおぞら」の耐倒伏性

注：1998~2001 年の 7 場所、延べ 15 試験での倒伏個体率の平均
LSD₀₅ は倒伏と折損の合計値についての 5% 水準での最小有意差

戻交配によるとうもろこし多葉性系統の葉数分布と
その他の特性

伊澤 健*・千藤 茂行**・長谷川 久記*
長谷川 寿保*・

Number of leaves and some charactors in the lines backcrossed
with leafy materials in maiz.

Ken IZAWA・Shigeyuki SENDOU・Hisaki HASEGAWA,
Toshiyasu HASEGAWA

緒言

近年、米国とカナダにおいて多葉性遺伝子を利用した
トウモロコシの育種が進行し、多くの多葉性自殖系統の
作成とともに、品種が育成・栽培されている。

当協会では、平成9年に米国から多葉性遺伝子を保有
する集団を導入し、これを利用して系統育成を進めてき
た。今回、これら育成の過程で得られた二、三の知見を
報告する。

材料および方法

平成9年、多葉性(リーフィ)4集団(Wf9 L.Syn,B73
Wt L.Syn,A619 L.Syn,A619L.C2 Syn)から早熟、耐倒伏性
の個体を選び、欧州系自殖系統 RAA 4 5 を交配し、F1
4 組合せを作成した。翌年 F1 集団からの選抜個体に
RAA 4 5 を戻交配し、B1F1 を作成した。

平成11年に、B1F1 の4集団からそれぞれ個体を選
抜・自殖し、B1F2 を作成した。平成12年にはそれらの
後代(5系統)から同様の選抜を行い B1F3 を、また平
成13年にはそれらの後代、23系統・各110個体を
養成し、B1F4 を作成した。本年は56系統・各40個体
を養成し、世代を進めた。

結果および考察

導入した原集団は明らかに、雌穂上位の葉数が7~30
枚と多かったが、熟期が遅く絹糸抽出期に比べ雄穂抽出
期の遅い個体が多く見られ、倒伏の発生する集団も認め
られた。

B1F1 集団以降の葉数調査の結果、多葉個体と非多葉
個体の分離は、B1F1 集団では1:1(図.1)、B1F2 系
統では3:1(図.2)と完全優性に近い値を示した。B1

*日本草地畜産種子協会北海道支所(069-0822 江別市東
野幌406)

Japan Grassland Farming Forage Seed Association Hokkaido
Branch,Higashi-Nopporo,Ebetsu,Hokkaido 069-0822,Japan

**北海道立植物遺伝資源センター(073-0013 滝川市南
滝の川363)

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

F3 系統では、各系統とも少葉から多葉に分布し、一方
に固定した系統は認められなかった。B1F4 系統も同様に、
各系統間で分布中に差が認められたが、多葉性で固定し
たと思われる系統がいくつか現われた。

一般に育成の過程で分離した多葉個体は非多葉個体に
比べて大型で熟期が遅い傾向が認められた。このため比
較的熟期の早い多葉個体を選抜し世代を進めた。その結
果 B1F4 ではかなり短稈で早熟となり、草姿もアプラ
イトで正常型に近づいた。今後はさらに選抜、固定を試み
るとともに、組合せ能力の検討を行うよう取組み中であ
る。

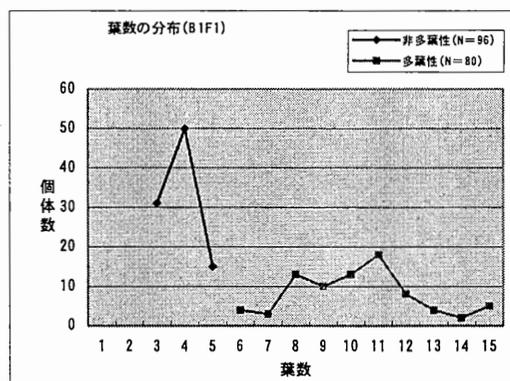


図.1 葉数の頻度分布 (B1F1)

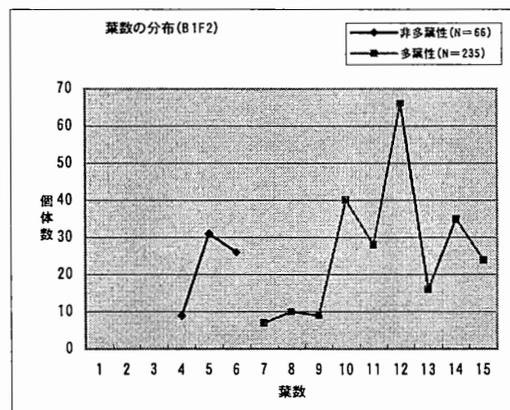


図.2 葉数の頻度分布 (B1F2)

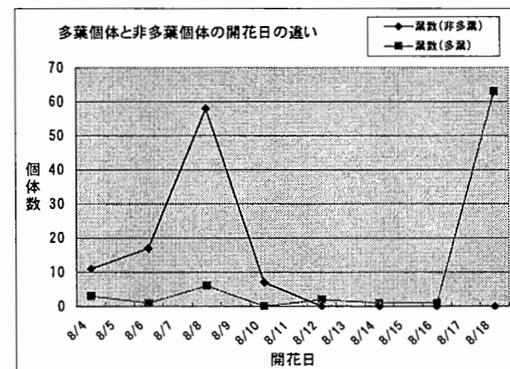


図.3 多葉性個体と非多葉性個体の開花日 (B1F1)

サイレージ用トウモロコシ品種・系統における茎葉消化性の差異と収量関連形質との関係

三木 一嘉*・濃沼 圭一*・榎 宏征*

The relationship between stover digestibility and yield associated traits in forage maize hybrids

Kazuyoshi MIKI・Keiichi KOINUMA・Hiroyuki ENOKI

緒 言

サイレージ用トウモロコシの茎葉消化性には大きな品種・系統間差異のあることが知られている。しかし、暖地および温暖地向け育種母材では茎葉消化性と乾雌穂重割合との間に負の相関関係が見られるなど、高茎葉消化性の選抜に際しては留意すべき点のあることが報告されている。本研究では、寒地向けF₁品種・系統を対象に茎葉消化性の品種・系統間差異と、その収量関連形質との関係について検討した。

材料および方法

- 1) 試験年次、場所：2001年、北農研圃場（札幌市）
- 2) 供試系統：早中生群34品種・系統、中晩生群16品種・系統
- 3) 試験設計：1区4畦10m²、早中生群75×16cm（833本/a）、中晩生群75×19.5cm（684本/a）、3反復乱塊法
- 4) 播種：5月15日、2粒点播、発芽後1本立て
- 5) 収量性調査：各系統の黄熟期に茎葉、雌穂および子実の乾物収量を調査（1区18個体刈り）
- 6) 茎葉消化性の調査：収量調査時に1区3個体を80℃で72時間通風乾燥、0.5mmメッシュのカッティングミルで粉碎、酵素法により各消化性成分の含量を測定

結果及び考察

早中生群、中晩生群のいずれでも茎葉中の高消化性分画の合計であるOCC+Oa含量および繊維の消化性の指標となるOa/OCW、絹糸抽出期ならびに部位別の乾物収量には有意な品種・系統間差異が認められた。茎葉中のOCC+Oa

含量は早中生群では平均25.3%で中晩生群の平均28.7%より低かったが、変異幅は10.7%で中晩生群の6.6%より大きかった。OCC含量の変異幅は早中生群が8.8%、中晩生群が11.4%で、いずれの群でもOa含量の変異幅の1.7倍および3.5倍と大きかった。Oa/OCWは中晩生群では平均が9.3%、変異幅が6.5%でいずれも早中生群の平均8.9%、変異幅4.3%よりやや大きかった（表1）。

OCC+Oa含量と乾雌穂重割合との間には負の相関が認められ、早中生群と中晩生群をこみにすると $r=-0.64^{**}$ と有意であったが、早中生群での相関は有意ではなかった（図1）。以上の結果、寒地向け品種・系統においても茎葉消化性の選抜では乾雌穂重割合を低下させぬように留意する必要があることが示された。また、早中生群では乾雌穂重割合が同程度の系統間でのOCC+Oa含量の変異が大きく、高消化性の選抜効果は大きいと考えられたが、この点に関しては今後栽培適地での確認が必要であると考えられた。

表1 トウモロコシF₁の茎葉消化性関連形質の熟期群別の変異

	OCW DM%	OCC DM%	Ob DM%	Oa DM%	OCC+Oa DM%	Oa/OCW %
早中生群						
最高	75.5	26.4	69.3	8.2	32.5	11.4
最低	65.3	15.0	59.2	5.0	21.8	7.1
平均	72.0	18.9	65.6	6.4	25.3	8.9
変異幅	10.2	11.4	10.1	3.2	10.7	4.3
中晩生群						
最高	74.5	26.9	66.4	9.4	31.9	12.7
最低	64.6	18.1	59.6	4.4	25.3	6.2
平均	69.6	22.2	63.2	6.5	28.7	9.3
変異幅	9.9	8.8	6.8	5.1	6.6	6.5

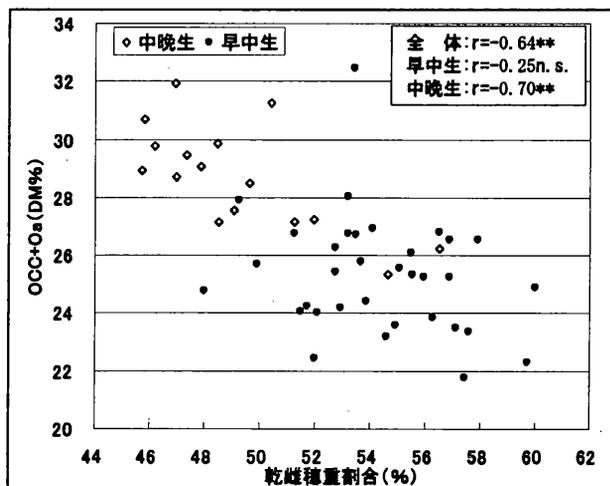


図1 トウモロコシF₁の乾雌穂重割合とOCC+Oa含量との関係

*北海道農業研究センター（062-8555 札幌市豊平区羊ヶ丘1）National Agricultural Research Center for Hokkaido Region, Sapporo, Hokkaido 062-8555, Japan)

サイレージ用とうもろこしの不耕起栽培

1 栽培の省力化に関する検討

伊与田 まや*・金田 光弘*・糸川 信弘**・平野 英昭***・高木 正季****

Nontillage seeding for silage corn

1 Examination on the labor-saving of cultivation

Maya IYODA*・Mitsuhiro KANETA*・Nobuhiro ITOKAWA**・Hideaki HIRANO***・Masasue TAKAGI****

緒言

帯広市八広地域は搾乳牛1頭当たりのサイレージ用とうもろこしの作付面積が約15aで、十勝管内20市町村中6番目となっており、畑作との複合経営が50%を占めている。そのため現状の経営規模を維持しながら、現在より春秋の労働が軽減できる栽培技術が生産者から求められている。そこでほ場作業時間削減を目指し、酪農家6戸とサイレージ用とうもろこしの省力栽培を検討した。

材料および方法

実証ほ場を帯広市八広地域の湿性火山性土のサイレージ用とうもろこしほ場6筆で設置した。

- ① 各生産者の同一ほ場内に「不耕起・簡易耕・慣行(4戸)」「不耕起・慣行(2戸)」の処理区を設置した。
- ② 処理区毎の総面積は、不耕起8.5ha、簡易耕2.1ha、慣行13.0haである。
- ③ ほ場の前作物は、てんさい・豆類各1戸、その他はサイレージ用とうもろこしである。
- ④ 不耕起区および簡易耕区は、チゼルプラウで前処理を行った。
- ⑤ 耕起・砕土・整地の作業機は、生産者所有のものを使用した。
- ⑥ は種は、不耕起専用は種機と総合は種機により5月10日、11日に実施した。

結果および考察

(1) 労働時間について

各実証ほ場と処理区における耕起からは種終了までの

作業時間は、図1に示した。

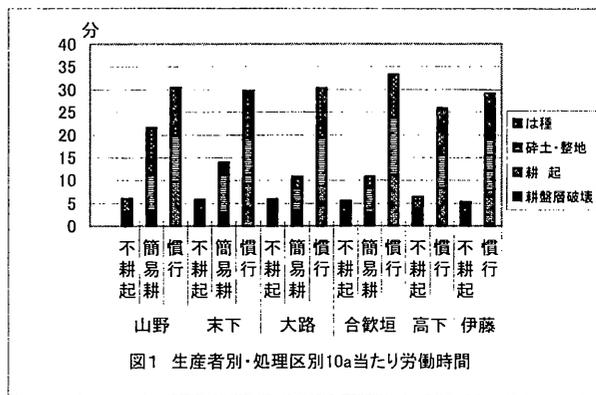


図1 生産者別・処理区別10a当たり労働時間

は種直前までの10a当たり労働時間は、慣行区対比で不耕起13~19%、簡易耕35~36%、は種終了までの10a当たり労働時間は同対比で不耕起20%、簡易耕(ロータリーハロー+総合は種機)71%、簡易耕(パワーハロー+不耕起専用は種機)33%であった。

(2) 発芽状況について

は種から発芽までの平均日数は、不耕起14.7日、簡易耕13.3日で、慣行11.8日より不耕起と簡易耕が遅れた。

(3) 雑草発生状況について

前作物が「サイレージ用とうもろこし」と「てんさい」のほ場で雑草発生状況を6月上旬および下旬に観察した。その結果、サイレージ用とうもろこしが前作物だったほ場の慣行区、簡易耕区ともヒエとアカザが発生していた。不耕起区はヒエの発生は認められたが、発生量は慣行および簡易耕区よりも少なかった。

てんさい跡のほ場では広葉雑草の発生はなく、全ての処理区でヒエが発生していた。しかし発生量は慣行>簡易耕>不耕起の順であった。

(4) 収量について

6ほ場の平均値は図2のとおりで、乾物収量、TDN収量ともに不耕起>簡易耕>慣行の順であった。

以上の結果から、サイレージ用とうもろこしの不耕起栽培は、慣行法に対し大幅な省力化が可能である。さらに雑草発生量など有利な点もあり、収量面でも遜色ない結果となった。

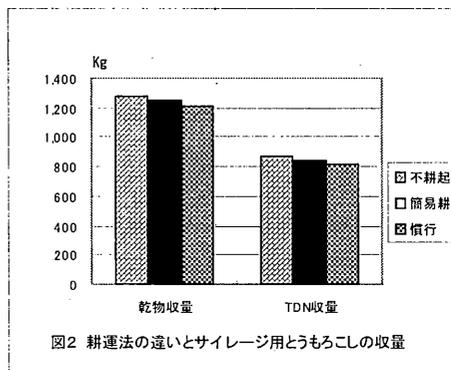


図2 耕連法の違いとサイレージ用とうもろこしの収量

*十勝中部地区農業改良普及センター (089-1321 河西郡中札内村東1条北7丁目10-2) Tokachi Chubu Agri. Ext. C., Nakasatunai, Hokkaido 089-1321, Japan

**北海道農業研究センター (082-0071 河西郡芽室町新生) Hokkaido Agri. Research C., Memuro, Hokkaido 082-0071, Japan

***帯広川西農協 (089-1198 帯広市川西町西2線61) Agri. Cooperative Society, Kawanishi, Obihiro 089-1198

****北海道農政部 (060-8588 札幌市中央区北3条西6丁目) Hokkaido Government, Sapporo, Hokkaido, 060-8588, Japan

サイレージ用とうもろこしの不耕起栽培

2 省力栽培による生育特性の検討

金田 光弘*・谷本 憲治**・糸川 信弘***・辻 博之***・高木 正季****

Nontillage seeding for silage corn

2 Examination of the growth habits by labor-saving cultivation

Mitsuhiro KANETA*・Kenji TANIMOTO**・Nobuhiro ITOKAWA***・Hiroyuki TUJI***・Masasue TAKAGI****

緒言

現在、多くの酪農家は労働力が十分確保できていない中で、耕地面積と乳牛飼養頭数の増加により所得の安定・向上とともに自給飼料の増産を模索している。その一方で、労働力不足から購入飼料依存型の酪農経営を余儀なくされている。そこで自給飼料増産に向けた技術として、サイレージ用とうもろこしの省力化栽培(不耕起・簡易耕)に帯広市八広地域の酪農家と共に取り組み、その生育特性を調査した。その過程で、一ほ場が10月2日の台風21号に遭遇したが、処理区は慣行区に比べて倒伏(ころび型)が比較的少なかったので合わせて調査した。

材料と方法

実証ほの概要

ほ場は帯広市広野地域内の湿性火山性土で実施した。面積は3.7ha、不耕起区2.8ha、簡易耕区0.6ha、慣行区0.3haで設置した。

慣行を除き深さ35cmでチゼルプラウによる前処理を行った。不耕起区、簡易耕は5月10日に不耕起専用真空は種機によりは種した。慣行は4月下旬に耕起、5月9日に碎土整地、翌10日に総合は種機では種した。

10a当たりの施肥量は、不耕起・簡易耕で窒素13.2kg、リン酸18kg、加里10kg、慣行は窒素13kg、リン酸18kg、加里10kgである。

なお台風21号は2日午前6時19分に最大瞬間風速32.3m、同5時半から10分以内の平均風速16.3m、降り始めから2日10時までの降水量は97.0mmであった(帯広測候所調べ)。

結果及び考察

(1) 出芽について

とうもろこしの出芽期までの日数は、不耕起16日、簡易耕14日で、

慣行11日より数日遅れた。これは、チゼルプラウで処理した溝とは種溝が重なり、は種深度が4~5cmと深くなったためと推察される。

(2) 生育について

出芽期の違いによって、その後生育にも差が認められた。は種後50日目の生育は草丈で不耕起46.5cm、簡易耕50.4cm、慣行51.2cm、葉数は不耕起8.5枚、簡易耕8.9枚、慣行9.0枚であった。

(3) 雑草について

雑草の発生状況について6月17日に調査した。方法は不耕起、簡易耕、慣行が見渡せる場所から肉眼で観察すると共に写真に記録した。観察結果では慣行にシロザ、ハコベ、ヒエがほ場全体に発生していた。一方、不耕起ではツユクサ、ハコベが散見する程度の発生であった。

(4) 倒伏と収穫について

10月2日、強風によって多くのとうもろこしが倒伏し、慣行区では主稈が70度以上傾き、完全に地際から倒れて根が露出したものがあった。処理区の傾斜角は簡易耕区及び不耕起区で44度前後であっても根は露出せず、収穫作業に支障はなかった。

不耕起土壌では耕起土壌より表面の土壌硬度が高い(1)。さらには、チゼルプラウで耕盤層を破碎し、根が深く張ったためと推察される。

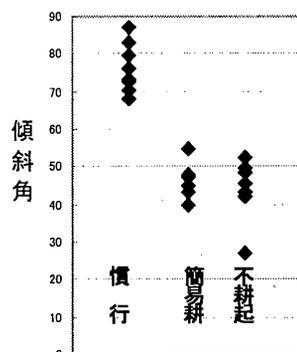


図1 処理別の倒伏角度

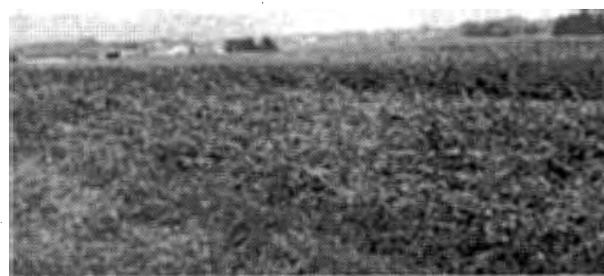


写真1 台風により倒伏した状況(10月2日)

(5) 乾物収量

簡易耕で1,408kg/10a、慣行で1,352kg/10a、不耕起で1,322kg/10aの順であった。

以上の結果から、サイレージ用とうもろこしの不耕起栽培は慣行法と比較して、若干の出芽遅れなどが見られたものの、生育全般に遜色なく、耐倒性では勝る傾向が見られた。

引用文献

1)伊藤 井上、三枝 不耕起栽培でのデントコーンの倒伏と収量(日草誌46)

*十勝中部地区農業改良普及センター(089-1321 河西郡中札内村東1条北7丁目10-2) Tokachi Chubu Agri. Ext. C., Nakasatunai, Hokkaido 089-1321, Japan **帯広川西農協(089-1198 帯広市川西町西2線61) Agri. Cooperative Society, Kawanishi, Obihiro 089-1198 ***北海道農業研究センター(082-0071 河西郡芽室町新生) Hokkaido Agri. Research., Memuro, Hokkaido 082-0071, Japan ****北海道農政部(060-8588 札幌市中央区北3条西6丁目) Hokkaido Government, Sapporo, Hokkaido, 060-8588, Japan

サイレージ用トウモロコシに対する牛ふん尿の施用時期・種類が窒素利用率に及ぼす影響

渡部 敢・吉田 悟・湊 啓子・田村 忠・阿部英則

Effects of season and variety of cattle wastes application to feed corn on nitrogen utilization rate

Kan WATANOBE・Satoru YOSHIDA・Keiko MINATO・Tadashi TAMURA・Hidenori ABE

緒言

畜産からの水質汚濁源としてふん尿の不適切な管理や不適切な利用が考えられる。「家畜排せつ物管理法」により不適切な管理は改善される。今後、環境保全型の畜産を目指すためにはふん尿からの肥料成分供給量を評価して有効利用することが重要である。そこで、牛ふん尿を飼料用トウモロコシに施用した場合の施用時期・種類・品質が窒素利用率に与える影響を調査した。

材料および方法

牛ふん尿堆肥またはスラリーの品質・施用時期を変えた7処理区および化学肥料施用区、無施用区の計9処理区を設けた。試験区(4.9m×5m)は3反復の乱塊法により配置した。ふん尿の施肥量は一律40t/haとし、施用後すみやかに土壌と混和した。化学肥料施用区は施肥標準量を施用した。リン酸のみ各処理に共通して施肥標準量を施用した。トウモロコシの播種は5月中～下旬に、収穫は9月下旬におこなった。調査項目はふん尿性状、土壌養分含量、トウモロコシの収量と各養分吸収量とした。試験は2000, 2001年に実施した。なお、2000年試験では1反復を除外して2反復により回折した。

結果および考察

表1に窒素施肥量、吸収量、利用率を示した。同一の堆肥1を施用した堆肥1秋、堆肥1春区では各年次とも春施用で窒素利用率が高い傾向であった。同様に同一スラリ1を用いたスラリ1秋、スラリ1初冬、スラリ1春区でも施用時期が播種時期に近づくほど窒素利用率が高い傾向であった。また、スラリ系列では前年の施用と当年春施用ではその窒素利用率が大きく異なっていた。

施用時期が同一で施用した堆肥が違ふ、堆肥1春、堆肥2春区においても窒素利用率に差が観察された。スラリ1春、スラリ2春区は2000年試験ではそれぞれ0.31, 0.57と利用率が大きく異なった。2000年試験に用いたふん尿は通常のスラリ、固液分離液であり、全窒素に占めるアンモニア態窒素の割合はそれぞれ27, 64%と大きく異なった。この違いが窒素利用率に影響したものと考えられる。2001年試験ではスラリ1に通常のスラリをスラリ2にメタン消化液を用いたが全窒素に占めるアンモニア態窒素の割合はそれぞれ46, 43%とほぼ同レベルであり、その結果、窒素利用率は両区とも0.17と同等の値であった。

図1に2000年試験の播種直前の土壌中無機態窒素を示した。スラリを春施用した区では土壌中に多量の無機態窒素が含まれているが、秋および初冬に施用した区では無機態窒素のほとんどが失われており、多量の窒素の溶脱が示唆された。2001年試験についても同様の傾向であった。このことから、飼料用トウモロコシに対するスラリ施用は春施用が望ましいと考えられる。

表1 窒素施肥量、吸収量および利用率

	投入量 kg/ha	吸収量 kg/ha	窒素利用率 ¹⁾
堆肥1秋	156	30	-0.08
堆肥1春	182	38	-0.02
2 スラリ1秋	180	49	0.04
0 スラリ1初冬	180	58	0.09
0 スラリ1春	160	91	0.31
0 堆肥2春	127	55	0.10
年 スラリ2春	156	131	0.57
無施肥		42	
化肥標準	140	152	0.78
堆肥1秋	202	48	0.04
堆肥1春	280	61	0.08
2 スラリ1秋	116	41	0.01
0 スラリ1初冬	114	46	0.06
0 スラリ1春	124	61	0.17
1 堆肥2春	280	57	0.06
年 スラリ2春	140	64	0.17
無施肥		40	
化肥標準	140	104	0.46

1) : (各区の吸収量-無施肥区の吸収量) ÷ 各区投入量

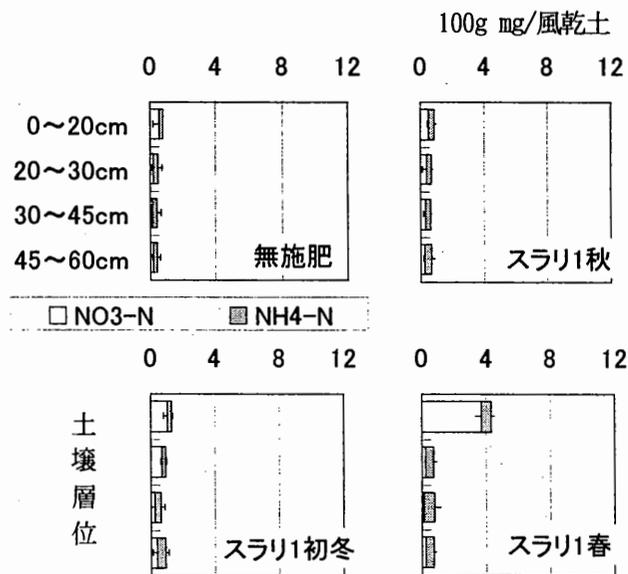


図1 播種直前の土壌中無機態窒素 (2000年試験)

雪腐黒色小粒菌核病がアルファルファの生育及び収量に与える影響

—単播栽培アルファルファの罹病1年目の生育及び年間収量—
松村 哲夫・池田 哲也・糸川 信弘

Effect of snow mold caused by *Typhula ishikariensis* S.Imai on growth and yield of alfalfa.

—Growth and total yield of alfalfa sward in growing season after first occurrence of snow mold—

Tetsuo MATSUMURA · Tetsuya IKEDA · Nobuhiro ITOKAWA

結 言

雪腐黒色小粒菌核病 (*Typhula ishikariensis* S.Imai) は多積雪地帯でのアルファルファ栽培で多く発生する病害である。*Sclerotinia trifoliorum* Eriks. による菌核病と異なり個体を直接枯死させることが少ないため軽視されがちであり、被害については融雪後の萌芽遅延と1番草の減収が知られているものの、年間の収量への影響等は明らかになっていない。近年の多雪傾向により、本病の北海道での発生は道東～オホーツク海地域にかけても増加する傾向にある。他方、高品質粗飼料生産のためのアルファルファ単播栽培では、混播に比べて単位面積あたりのアルファルファの株密度が高く、本病発生の増加が懸念される。雪腐黒色小粒菌核病による被害程度を把握するため、本病の罹病が翌生育年の生育と収量に与える影響について試験を行った。

材料および方法

北海道農業研究センター畑作研究部(河西郡芽室町)内試験圃場で1999年6月に造成し、2000-2001年の越冬時に本病が初めて発生し罹病部と非罹病部をモザイク状に生じたアルファルファ2品種(「マキワカバ」「ヒサワカバ」)の単播草地において、翌2001年の生育及び収量等を調査した。融雪時に罹病の激しい地点と非罹病の地点を各品種8地点選び、1㎡の固定調査区を設置した。各調査区について年間3回の刈り取りを行い、草丈、面積あたりの茎数、刈り取り時の開花程度、収穫草の乾物率及び収量を調査した。また、2001年の12月上旬に株を掘り上げ、面積あたりの個体数と地下20cmまでの根部を含む個体の乾物重、根首部の直径を調査した。

結果および考察

罹病地点では、1番草刈り時まで草丈が低い状態で推移した(図1、ヒサワカバも同傾向)。これは萌芽遅れによる生育遅延と考えられ、1番草刈り時の開花程度と乾物率が低く(表1)生育ステージの早い段階での刈取りと

なった。2番草及び3番草でも罹病地点の草丈がやや低かったが(図1)、生育ステージの差はなく(表1)、1番草の早刈りによる影響で草丈の伸長が抑えられたものと考えられた。罹病地点では、各番草とも茎数が減少し、特に「ヒサワカバ」で非罹病区に対する減少程度が大きかった(表2)。乾物収量は1番草だけでなく2、3番草でも減少し、年間合計収量の損失は30~40%であった。減収程度は「ヒサワカバ」で大きく、特に「マキワカバ」に比較して2、3番草での減収程度が大きかった(表2)。越冬前の個体調査の結果、面積あたりの株乾物重(地下20cmまでの根部含)が罹病により減少した(表3)。個体の充実が妨げられ、さらに翌年の生育が抑制されるとともに永続性にも大きく影響する可能性がある。

雪腐黒色小粒菌核病は、萌芽の遅れと1番草の生育遅延・減収に加え、2番草及び3番草の減収も引き起こしていることが明らかになった。単位面積あたりの茎数が減少し、越冬前の個体の充実程度が低く、翌年以降の生育と永続性にも影響する可能性が高いと考えられる。品種では、積雪地帯で多収性を示す「マキワカバ」が土壌凍結地帯向けの「ヒサワカバ」に比較して茎数と収量の減少程度が小さく、本病に対する反応の違いが両品種の地域適応性に影響しているものと考えられた。

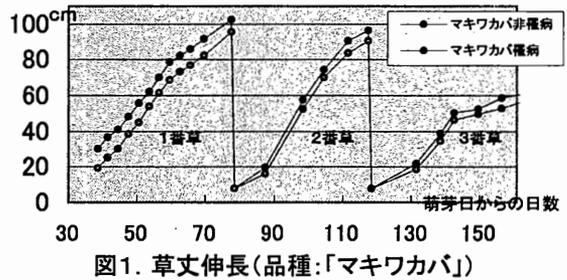


図1. 草丈伸長(品種:「マキワカバ」)

表1. 生育ステージへの影響

	開花程度評点*			乾物率(%)		
	1番草	2番草	3番草	1番草	2番草	3番草
マキワカバ非罹病	4.6 ^a	7	1	25.5 ^a	20.7 ^a	22.4 ^a
マキワカバ罹病	1.8 ^b	7	1	23.9 ^b	21.5 ^a	21.5 ^a
ヒサワカバ非罹病	4.6 ^a	7	1	25.5 ^a	22.3 ^a	22.3 ^a
ヒサワカバ罹病	1.0 ^b	7	1	24.8 ^b	22.6 ^a	22.6 ^a

*開花程度評点 1:開花無し~7開花盛期(~9:開花終期)
異なる英符号間で有意差あり(P<0.05)

表2. 茎数と乾物収量

	茎 数 /㎡			乾 物 収 量 g/㎡		
	1番草	2番草	3番草	1番草	2番草	3番草
マキワカバ非罹病	439 ^a	401 ^a	439 ^a	796 ^a	341 ^a	198 ^{ab}
マキワカバ罹病	368 ^{ab} (84)	299 ^b (75)	374 ^{ab} (85)	514 ^b (65)	252 ^b (74)	160 ^{bc} (81)
ヒサワカバ非罹病	427 ^a	358 ^a	481 ^a	796 ^a	377 ^a	233 ^a
ヒサワカバ罹病	322 ^b (75)	289 ^b (75)	289 ^b (63)	478 ^b (60)	232 ^b (62)	133 ^b (57)
合計				843 ^b (60)		

異なる英符号間で有意差あり(P<0.05)、()内の数値は非罹病区を100とした比率

表3. 越冬前の個体調査結果

	株数/㎡	株重 g/㎡	根首径mm
マキワカバ非罹病	100.0 ^a	507.5 ^a	8.9 ^a
マキワカバ罹病	125.0 ^a	400.8 ^b	7.5 ^a
ヒサワカバ非罹病	125.0 ^a	510.8 ^a	8.1 ^a
ヒサワカバ罹病	108.3 ^a	378.3 ^b	7.9 ^a

異なる英符号間で有意差あり(P<0.05)

北海道農業研究センター(082-0071 河西郡芽室町新生)
National Agricultural Research Centre for Hokkaido
Region, Shinsei, Memuro, 082-0071 Japan

**衰退途中のアルファルファ単播草地の個体数と
収量の関係**

池田哲也・松村哲夫・糸川信弘 (北農研)

Relationship of dry matter yields and stubble density in alfalfa ageing meadow.

IKEDA Tetsuya, Tetsuo Matsumura and Nobuhiro Itokawa

緒言

アルファルファ (*Medicago sativa* L., 以下AL) 単播草地は、利用年次が進むに従って個体数が減少する。造成後数年は、個体が成長していくので、個体数の減少は収量減にはつながらない。しかし、経年化が進むと、個体の成長だけでは個体数減少を補えず、裸地や雑草割合が増加する。このような草地を本報告では衰退傾向にある草地とした。このように衰退傾向にあるAL単播草地は、更新が必要となってくる。本報告では、個体数が更新時期を判断する情報の一つとして、利用可能か明らかにするため、個体数と乾物収量の関係について検討する。

材料及び方法

1998年5月に北農研畑作研究部(芽室町)内に造成した利用5年目のAL単播草地(面積:28a、品種:ヒツカガ)内に、1m×1mの固定枠を16ヶ所、2002年4月下旬に設置し、調査区とした。調査区内の乾物収量および重量構成割合を各番草の刈取り前に調査した。また、調査区内の個体数を設置時および各番草刈取り後1週間以内に観察調査した。さらに、最終刈取り後の10月下旬に調査区内を深さ約30cmで掘取り、個体数および地下部重量を調査した。

供試圃場は、造成年を除き年3回(6月中旬、8月上旬、9月中旬か10月下旬)大型機械により収穫した。造成時の基肥および追肥は、北海道施肥標準に準じた。

結果及び考察

各調査区のAL個体数は、毎回の調査で若干変動したため、本報告では、掘取り個体数を用いることとした。その結果、各区内のAL個体数は、11~38本であった。

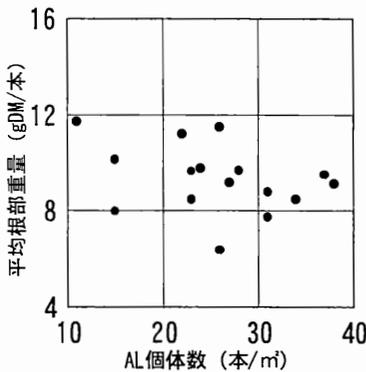


図1 調査区内におけるALの平均根部重量

調査区内のAL個体数と平均根部重量の間には、一定の傾向は見られず、どの調査区の個体もほぼ同程度の大きさであった(図1)。一般に、個体間競争の結果、個体数が減少し、個体は大きくなるといわれているが、本試験では、このような傾向は見られなかった。その原因の一つとして大型機械による収穫作業の影響が考えられる。

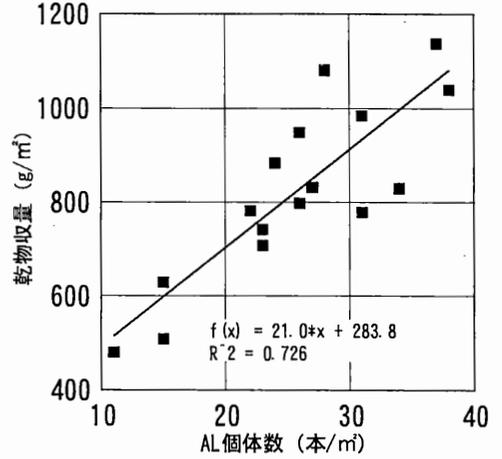


図2 AL個体数と乾物収量の関係

ALの年間合計収量と個体数の間には正の相関が見られ、各番草とも同様の傾向であった。すなわちAL個体数が多くなるに従って乾物収量は高まった(図2)。このように衰退傾向にあるAL単播草地では、個体数を調査することにより、乾物収量が推定でき、草地更新時の判断材料の一つとして利用できると思われる。例えば、AL単播草地に期待するAL乾物収量を800kgDM/10a以上とした場合の必要AL個体数は、25本/m²以上となる。

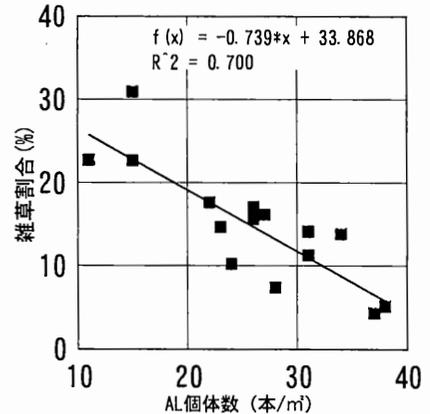


図3 AL個体数と雑草割合の関係

一方、AL個体数と雑草割合の関係は、AL収量と反対に負の相関が見られ、AL個体数が少なくなるに従って雑草割合が高まった(図3)。個体数が減少することは、裸地が増加し、雑草の侵入場所増えることであり、ALの個体数から雑草の侵入程度が把握できる可能性があると思われる。

以上の結果、個体数が減少し、衰退傾向にあるAL単播草地のAL個体数は、その草地の収穫可能な乾物収量の推定や、雑草の侵入程度の判定に活用でき、草地更新や他作物への転換時期を決める際の判断材料として利用できると思われる。しかし、今回行った観察による調査では、AL個体数が各番草の刈取り後の調査毎に変動するため、個体数の調査法ならびに調査時期についてさらに検討が必要である。

北海道農業研究センター (082-0071 河西郡芽室町新生)
National Agricultural Research Center for Hokkaido Region.
Shinsei, Memuro, 082-0071, Japan.

チモシーの簡易耕・追播による
アルファルファ主体草地の生産性改善効果

古川研治*・須田孝雄*・西部 潤*
松村哲夫**・池田哲也**・糸川信弘**

Improving Productivity of Alfalfa mixed sward by
over-seeding of Timothy with reduced tillage

Kenji FURUKAWA・Takao SUDA・Jun NISHIBU
Tetsuo MATSUMURA・Tetsuya IKEDA・Nobuhiro ITOKAWA

緒 言

チモシー・アルファルファ混播草地では、アルファルファの倒伏、早魃などの影響により、チモシーが衰退した結果、植生の悪化や生産性の低下などの問題が経年化に伴って発生する。このような草地の改善対策として、チモシー追播の有効性を検討し、追播方法として、ディスク処理後に播種する方法と北海道農業研究センターで開発された部分耕バンドシーダによる方法を比較した。

材料および方法

十勝管内帯広川西、幕別町内の酪農家におけるチモシーが衰退したアルファルファ主体草地3圃場を対象に追播試験を実施した。追播時期は、圃場A(帯広川西)では2001年8月18~19日に、圃場B、C(幕別町)ではそれぞれ9月14日、26日であった。圃場A、Bについては、部分耕バンドシーダを利用した処理区(バンドシーダ区)とディスクハローで播種床を造成し、グラスシーダで播種した処理区(ディスク区)を設置した。なお、圃場Cはバンドシーダ区のみであった。また、両区とも播種後にはケンブリッジローラーで鎮圧を実施した。チモシーの品種はノサップで、播種量は1.4~2.2kg/10aであった。なお、調査として、各処理区の収量調査、飼料成分分析を実施し、各工程の作業時間を測定した。

結果および考察

1) 1ha当たりの作業時間を比較すると、ディスク区では表層攪拌、播種、鎮圧に要した時間を合計して、2.4時間であったのに対して、バンドシーダ区では表層処理、播種が一工程で実施できることから、2.0時間であり、ディスク処理に比べて短時間で追播作業を実施することができた。

*十勝農業協同組合連合会 (080-0013 帯広市西3条南7丁目14) Tokachi Federation of Agricultural Cooperatives. Obihiro, Hokkaido 080-0013 Japan
**北海道農業研究センター (082-0071 河西郡芽室町新生) National Agricultural Research Center for Hokkaido Region. Shinsei, Memuro, 082-0071 Japan

2) 追播翌年(2002年)の1番草の生草収量は、圃場Aでは両処理区ともに3t/10a前後、圃場Bでは2.5~2.7t/10aで差はなく、2、3番草においても同様に差はなかった。また、圃場Cでは、2.3t/10aで他の圃場に比べて低かったが、この圃場は砂質土で、石が多く、チモシーの定着が良くなかったためと考えられた。なお、乾物収量においても、生草収量と同様に差はなかった。

3) TDN含量は、1番草では61~64%DM、2番草では53~56%DM、3番草では61~63%DMであり、圃場A、Bにおける両処理区に差はなかった。また、CP、せんい、ミネラル含量についても両処理区に差はなく、追播方法によって、収量、飼料成分に明確な差はなかった。

4) チモシー追播による草地生産性の改善効果を検討するために、圃場B、Cの追播前と追播後の収量性を比較した(図1)。追播前年(2001年)における1番草の乾物、TDN、CP収量を100%とすると、追播により乾物収量は両圃場とも50~60%の増収が確認された。また、チモシー追播によって、圃場BにおけるCP含量はやや低下し、増加割合は低い傾向にあったが、TDN、CP収量は前年より改善された。

5) 以上の結果から、チモシーが衰退したアルファルファ主体草地の生産性改善対策として、チモシーの追播は有効であると考えられた。また、追播方法として、部分耕バンドシーダとディスク処理による違いは認められなかったが、部分耕バンドシーダは追播作業時間の短縮という利点が挙げられた。但し、播種後の草地の凹凸による鎮圧作業の必要性、石が多い草地における作業については今後の検討が必要と考えられた。

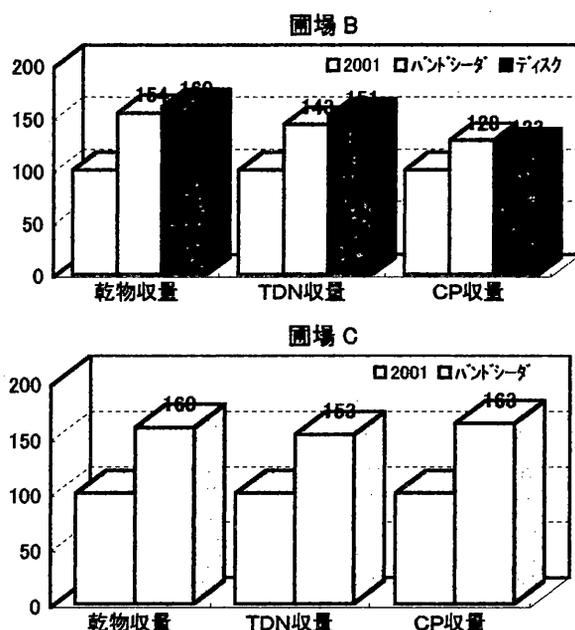


図1 追播前後における収量性の比較(1番草)
(2001年の収量性を100とする)

カラマツ防風林が草地に及ぼす影響
2. カラマツリターが、TY、WCの発芽に及ぼす影響

佐々木章晴

緒言

根釧地方の耕地防風林として広く植栽されている樹種はカラマツである。このカラマツが草地に及ぼす影響を検討した報告は少ない。前報(大根田ら,2001)では草地土壌への影響を検討し、リターが土壌へ及ぼす影響は小さいこと、及び、リターは防風林から離れることによって急激に減少することが示唆された。そこで今回は、リターが牧草の発芽に及ぼす影響(リターのアレロパシー効果)を検討し、以下の仮説の検証を試みた。

(仮説1) 防風林から離れることにより、つまり、カラマツリターが減少することにより、TY、WCへのアレロパシー効果は減少する。

(仮説2) カラマツリターは、カシワ、シラカバよりもアレロパシー効果が強い。

集約放牧の導入によって放牧草地の利用目的が広がり、推奨される管理技術も多様化してきた。多様な放牧草地のそれぞれに適切な施肥を行うためには、放牧条件の何が変化した時に、施肥管理をいかに対応させるかを明らかにしておく必要がある。本試験では、放牧条件の異なる11例の放牧事例を検討し、多様な放牧草地における施肥対応指針の策定に向けて、基本的な考え方を整理した。

実験方法

サンドイッチ法を採用し(藤井,2000)、供試種子はTY、WCとした。各シャーレ(直径9cm)のカラマツリター添加量は、前報の調査結果に従い、1.6g/シャーレ(防風林から1mに相当。以下1m)、1.0g/シャーレ(防風林から5~10mに相当。以下5~10m)、0.1g/シャーレ(防風林から20mに相当。以下20m)とした。発芽勢、発芽率、草丈、根長(WCのみ)を測定した。

また、カラマツ以外の樹種としてシラカバ、カシワのリターでも比較を行い、カラマツ、シラカバ、カシワのリターをそれぞれ0.32g/シャーレ添加した。

各シャーレには、TY又はWCを20粒播種し、20℃の恒温器に保管した。また、各処理区は3反復行った。

結果及び考察

TYの発芽率、及び草丈の結果を表1に示した。仮説1では発芽率、草丈共に対照区に比べ、各処理区に有意差は見られなかった。仮説2では、発芽率においては対照区に対して各処理区で有意差は見られなかった。しかし、草丈では対照区に比べ、シラカバでやや低い傾向が見られた。

これらのことから、TYはカラマツのリター量(防風林からの距離)によって、発芽率、草丈に差は見られないことが示された。また、シラカバリターによって、草丈がやや抑制されることも示された。

北海道中標津農業高等学校, 中標津町 088-2682

Hokkaido Nakasibetu Agricultural High School, Nakasibetu 088-2682

表1 TYの発芽率(%),草丈(cm)の結果

	仮説1	仮説2
(発芽率)		
対照区	96.7a	96.7a
1m	91.7a	98.3a
5~10m	91.7a	96.7a
20m	93.3a	95.0a
(草丈)		
対照区	4.7a	4.7a
カラマツ	4.8a	4.8a
シラカバ	4.7a	4.2b
カシワ	4.5a	4.4a

※仮説1、2それぞれで異符号間で有意差あり(5%)

WCの発芽率、及び草丈の結果を表2に示した。仮説1では、発芽率、草丈共に、防風林に近づくにつれて(カラマツリターの増加によって)抑制される傾向が見られた。仮説2では、対照区に比べカラマツ、シラカバ、カシワともに、発芽率、草丈は抑制される傾向が見られたが、各樹種間で差は見られなかった。

これらのことから、仮説1のまとめとして、TYは防風林へ近づくことによって(カラマツリターが増加することによって)アレロパシー効果を強く受けることはないが、WCは防風林に近づくに従い、アレロパシー効果を強く受けるものと推定された。

仮説2のまとめとして、TYはカラマツ、シラカバ、カシワのアレロパシー効果をほとんど受けないが、WCはカラマツ、シラカバ、カシワのアレロパシー効果を受けやすいことが示された。

表2 WCの発芽率(%),草丈+根長(cm)の結果

	仮説1	仮説2
(発芽率)		
対照区	81.7a	81.7a
1m	15.0b	40.0b
5~10m	23.3c	51.7b
20m	61.7a	38.3b
(草丈等)		
対照区	2.1a	2.1a
1m	0.2b	0.7b
5~10m	0.5b	1.0b
20m	1.3c	0.8b

※仮説1、2それぞれで異符号間で有意差あり(5%)

まとめ

以上のことから、TYに対してWCは、カラマツ、シラカバ、カシワのアレロパシー効果を受けやすいことが示された。また、WCはカラマツリターの増加によって生育が強く抑制される可能性が示された。そして、カラマツリターは、シラカバ、カシワに比べて、アレロパシー効果が強いわけではないことが示された。

今後の課題として、防風林からの距離とマメ科率の関係の調査、他の作目と樹木のアレロパシー効果の検討があげられる。

参考文献

- ・藤井義晴「アレロパシー=多感物質の作用と利用」農文協(2000)
- ・大根田英敏 ほか「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-」北海道草地研究会報 35(2001)pp39

ウシとウマの選択採食におよぼす切歯の役割

本江昭夫・張繼敏・秋本正博

The role of incisors in selective grazing by cattle and horses

Akio HONGO・Jimin ZHANG・Masahiro AKIMOTO

緒 論

草食有蹄類は2つのグループに大別される。ウシなどの反芻偶蹄類とウマなどの奇蹄類である。これら2つのグループは基本的に蹄の形態と発酵槽の位置が違っている (Janis 1976)。もう1つの重要な相違点は、切歯の状態であり、反芻偶蹄類では上顎の切歯が退化し、歯板となっている。単純に、植物体の破断という観点からすると、ウマの方が効率が良いであろう。しかし、古生物学の記録では、ウマなどの奇蹄類の種数が減少し、ウシなどの反芻偶蹄類の種数が増加している。この研究の目的は、上顎の切歯がない反芻偶蹄類の採食方法が、どのような点で優れているのかを明らかにすることである。

材料と方法

3頭のホルスタイン牛(体重 614-752 kg)と3頭のサラブレッドを使用した。実験に使用した装置は、アルミの平板と鉄製アングルにより 340 x 480 mm のワクから構成されている。底の部分に、6 x 12 cm 間隔で、15個のロードセル(容量 30kg)を取り付けた。動物が牧草を採食する時の植物にかかる荷重を測定した。これらの荷重はアンプで増幅し、記録した。

実験には、3種類の牧草、つまり、ペレニアルライグラスの葉身(PRG)、トールフェスクの葉身(TF)、リードカナリーグラスの出穂茎(RCG)を用いた。採食実験には、PRG/RCGとTF/RCGの組み合わせを使用した。2種類の組み合わせで、1つのポイントに2種を混在させる処理区と、1つのポイント1つの種のみを取りつける処理区をもうけた。

結果および考察

PRG/TF 混在区では、ウマの DM 採食速度はウシのほぼ2倍であった。同様の傾向は、バイト深さの合計、採食した葉数、1バイトの大きさ(1バイトあたりのDM重)、1分あたりのバイト荷重の合計、1バイトあたりの荷重においても認められた。1バイト荷重の最大値(1バイトあたりの合計荷重ではない)を平均すると、ウシで 88 ± 5.5 N、ウマで 141 ± 11.0 Nであった。これらの値は、kgに変換して体重あたりの相対値として比較すると、ウシでは $1.6 \pm 0.10\%$ 、ウマでは $2.2 \pm 0.16\%$ に相当した。

*帯広畜産大学(080-8555 帯広市稲田町)

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

相対バイト深とは、1つのポイントにおいて採食可能なバイト深さに対する実際に採食したバイト深の相対値である。Fig. 5は、15ポイントすべてで2草種を混在させた時の結果である。PRG/TF区では、ウシもウマも2草種を同時に採食し、高い正の相関を認めた。一方、PRG/RCGでは、ウマは葉身と出穂茎を同時に採食した割合は33%であったが、ウシでは5%にすぎなかった。

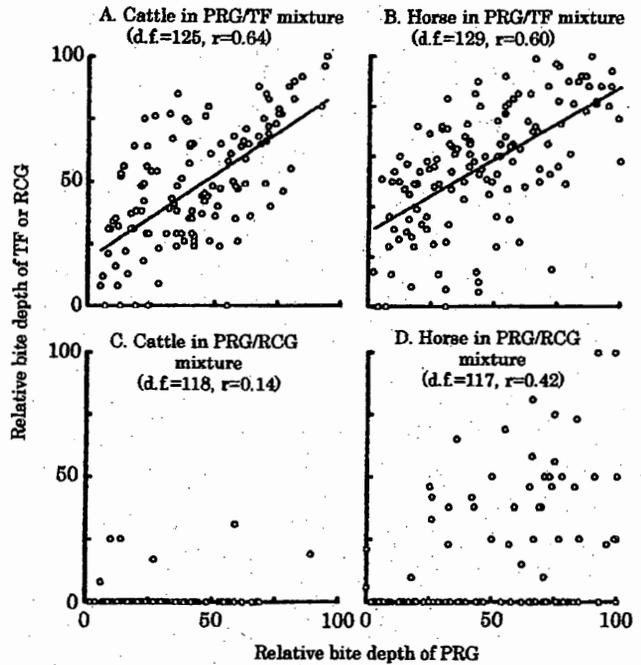


Fig. 5 Relationship between relative bite depths of PRG leaves and a counterpart (TF leaves or RCG culms) in the T1 treatment. The abbreviation is the same as Fig. 3.

相対バイト深の結果から明らかなように、柔らかい PRG 葉身と堅い RCG 出穂茎を1つのポイントに混在させた時、ウシは PRG 葉身だけを選択して採食した。採食にあたり、ウシは、まず舌を回して牧草を口に引き入れるが、この時、かなりの出穂茎は反り返って、口には入らない。しかし、ある程度出穂茎は口に入ってしまうが、ウシが引きちぎる瞬間、大半の出穂茎を採食しないで残すことができた。このように、ウシにおける上顎切歯の退化は、柔らかい葉身と堅い出穂茎が混在しているところでは、柔らかい葉身だけを選択的に採食する上で、非常に優れた方法といえる。このようなウシの採食方法は、人が髪を櫛で漉き取ることに似ていることから、“漉き取り戦略 Comb-out strategy” と命名することを提案したい。

有蹄類は、browsing から grazing へ進化したと言われている。大半の原始的有蹄類は browser であり、樹木や草木の葉を採食していた。このような進化の過程で、高品質の飼料を安定的に獲得することができるようになって、反芻胃が発達したのではないかと考えられる。

2才齢の羊の切歯の生えかわりが採食行動に及ぼす影響

本江昭夫*・張継敏・秋本正博

Characteristic pattern of sheep grazing during incisors replacement

Akio HONGO・Jimin ZHANG・Masahiro AKIMOTO

緒言

羊の上顎の切歯は退化し、歯板となっている。羊は上顎の歯板と下顎の切歯によって草をはさみ、引き、ちぎるように採食している。このように羊の牧草採食時において切歯は重要な役割をはたしている。一般に、2歳齢の羊では切歯2本が生えかわる。この切歯が抜けている間の採食行動を、永久歯が生え揃った後の採食行動と比較し、牧草採食時の切歯の働きを明らかにすることを本実験の目的とした。

材料と方法

3頭のサフォーク種の去勢雄の羊(平均体重40.6kg)を使用した。実験に用いた採食ボードは、アルミ板と鉄製アングルにより280 x 430 mmのワクから構成されている。底の部分に、9.5cm間隔で3方向ロードセルを5個取り付け付けた。羊が牧草を採食する際の牧草にかかる荷重を検出し、これらの荷重を増幅し、記録した。

実験には、圃場内で生育させた無施肥のオーチャードグラスの葉身を用いた。一個のボルトに巻きつける葉数は、20枚、16枚、12枚、8枚、4枚とし、これら5ボルトを1回の実験に用いた。各羊の切歯が抜け落ちたことを確認し、すぐに実験を行った。羊1頭につき8反復を行った。

結果及び考察

平均バイト数(Fig. 1)について、切歯が抜けているときの方が、20L、16L、12Lの高密度区において有意に高かった。切歯が生え揃った時に比べ、切歯が抜けている間、バイト数すべての密度区で高かった。同

様の傾向は乾物1gの採食に使用した合計荷重においても認められた。

1バイトあたりの乾物重について、全密度区において、切歯が抜けている時の方が乾物重は有意に低かった。特に、高密度区で乾物重が低く、うまく採食できなかったことを示していると思われる。同様の傾向は1バイトあたりに採食した葉長、採食葉数の割合においても認められた。

1バイトあたりの合計荷重について、切歯の状態は有意な影響をおよぼさなかった。切歯が抜けている間は、高密度区での荷重が大きかった。

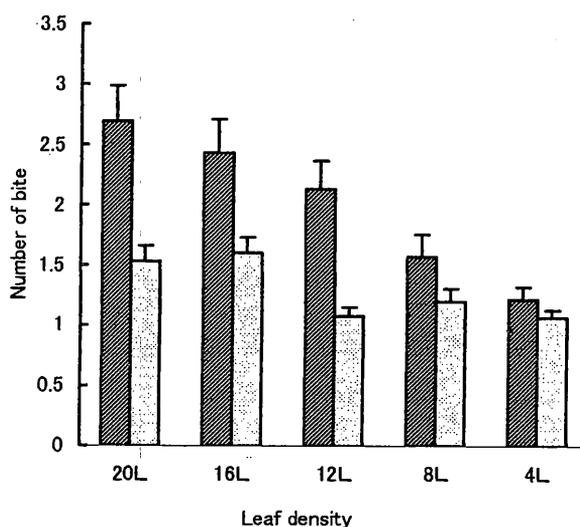


Fig. 1 Effect of state on incisor on number of bite

■ 2-center-incisor erupted □ 2-center-incisor fully grown

1枚の葉の採食に要した荷重について、高密度区において切歯が抜けているときの方が有意に大きな力を使用していた。被断試験機で測定した葉身1枚の引張り強度、剪断強度と比較すると、羊は明らかに小さい力で採食していた。羊は採食の際に、引張りの力に加えて、切歯を有効利用しているものと推察される。

以上のように、切歯が抜けている間は、口に入れた牧草が滑るので、採食の際に大きな荷重を使っていた。この結果は切歯が抜け落ちた老齢の羊において採食能力が低下していることと類似している。切歯が抜けている間の羊を飼育する際には、強度が低くやわらかい牧草を与えるのがよいであろう。

*帯広畜産大学(080-8555 帯広市稲田町西2-13)
Obihiro University of Agriculture and Veterinary
Medicine, Inada, Obihiro, Hokkaido 080-8555 Japan.

ササ類優占の林間放牧地におけるササ葉部量変化とウマおよびウシの採食位置の分布

新宮裕子・近藤誠司・秦 寛・大久保正彦

The relationship between the distribution of grazing position of horses or cattle and the change of herbage mass for leaves of bamboo grass on woodland pasture

Yuko SHINGU・Seiji KONDO・Hiroshi HATA・Masahiko OKUBO

緒言

北海道ではササ類を利用し北海道和種馬および肉用牛の林間放牧が行われてきた。放牧によりササ類の形態は矮小化するが、同時に各ササ毎にばらつきが大きくなることも報告されており、放牧地内における家畜の利用は均一でないことが予想される。不適切な放牧による局所的なササ類の衰退を避けるには家畜の採食行動を明らかにする必要がある。

ISAE 第36回大会では、ウマの採食時間および活動域面積はウシよりも長く、大きいことを報告し、林間放牧地における採食行動は異なることを示した。さらに、ウマおよびウシの採食行動の放牧日数経過に伴う変化の様相は異なることが予想される。そこで本試験では、林床植物としてササ類優占の林間放牧地において放牧日数の経過に伴うミヤコザサ葉部量の減少とウマまたはウシの採食位置の分布について検討を行った。

材料および方法

実験は本学北方生物圏フィールド科学センター静内研究牧場内の林間放牧地で10月に行った。同牧場内で飼育されている北海道和種成雌馬10頭、同品種の哺乳仔馬2頭またはヘレフォード種繁殖成雌牛5頭を供試家畜とし、ウマまたはウシを別々の林間放牧地に約2週間終日放牧した。放牧地面積はウマ13.3ha(0.77頭/ha)、ウシ4.8ha(1.04頭/ha)であり、両放牧地ともにミズナラなどの落葉広葉樹林が主な構成樹種で、林床植物としてミヤコザサ(*Sasa nipponica*)が優占した。供試家畜のうち各種3頭を観察家畜とし放牧3,8日目にfocal animal sampling法により観察家畜の行動形を採食、休息などに分けて秒単位で24時間連続記録した。行動形の記録と同時に観察家畜の移動経路および10分おきの位置を地図上に記録した。草地調査は放牧前、5,10日目および放牧後に行い1×1mのコドラートを用いて草高、葉部の付いた稈本数およびミヤコザサ

葉部重量を測定した。

結果および考察

放牧前のササ葉部量はウマおよびウシの放牧地ともに約0.4tDM/haでありほぼ同程度であった。両放牧地ともに葉部量変化は同様な推移を示し、放牧後は放牧前の約半分に減少した(図1)。

ウマの採食時間は放牧3,8日目ともに約700分であり、ウシよりも長かった(P<0.01)(表1)。ウマおよびウシともに放牧3日目よりも8日目の休息時間は短い傾向にあり、逆にウマの移動時間およびウシの採食および反芻時間は放牧8日目で長い傾向にあった(表1)。

ウマの移動距離はウシよりも4-5km長かった(P<0.01)(表1)。ウマの放牧地全体に対する採食活動域面積割合は放牧3および8日目ともにほぼ同程度であったが、ウシの採食活動域面積割合は放牧3日目よりも8日目で約2倍高かった(P<0.01)(表1)。放牧地をブロックに分け、採食位置の記録から各ブロックの採食利用回数を集計しI₀指数を求めた。ウマの放牧地全体に対する採食位置のI₀指数は3.6および3.2と変化が小さかったが、ウシは3.7から2.6へと放牧8日目で有意に低下し(P<0.05)、採食位置は集中分布からランダムな分布の方向へ拡散する傾向を示した。放牧日数の経過に伴う草量の減少に対しウマの採食範囲および採食位置の分布には変化が小さかった。一方でウシは採食範囲を広げたが、採食位置の分布は拡散する傾向にあった。

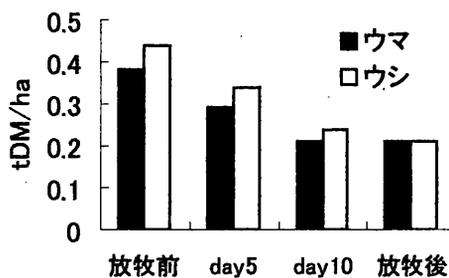


表1 採食時間、移動距離および採食活動域面積

	ウマ		ウシ		種間
	day3	day8	day3	day8	
採食時間	分 694.2	700.6	462.8	506.0	**
反芻時間	分		447.5	475.2	
休息時間	分 616.3	517.7	482.6	400.3	**
移動時間	分 45.9 ^b	63.6 ^a	5.1	13.0	**
移動距離	km 5.1 ^B	6.5 ^A	1.3	1.4	**
採食活動域面積					
	% 18.6	15.4	9.7 ^B	18.6 ^A	*
I ₀ 指数	3.6	3.2	3.7 ^a	2.6 ^b	ns

**、AB P<0.01 *、ab P<0.05 ns有意差なし

北海道大学大学院農学研究科(060-8589 札幌市北区北9条西9丁目) Graduate School of Agriculture Hokkaido University, Sapporo, Hokkaido 060-8589, Japan

地域植生における林間放牧地の特徴
—植物社会学的検討とその意義—

持田 誠*・富士田裕子*・秦 寛**

Characteristic of the grazing forest, in the regional vegetation
—Plant sociological study and the significance—

Makoto MOCHIDA・Hiroko FUJITA・Hiroshi HATA

緒 言

林間放牧は自然地形と野草を利用した粗放的な飼養形態である事から比較的自然環境に及ぼす影響の少ない放牧様式だと言われている。従来、林間放牧における植生の変化は主要食草であるササ類の減少とそれに伴う随伴植物の量的変化を放牧前後に比較する事で検討した事例が中心である。しかし、林間放牧が自然植生に及ぼす影響を検討する為には、放牧地として用いられている樹林の地域植生上の位置付けを検討する事で、元来成立するはずの群落と現在見られる群落との相違を明らかにする必要がある。そこで永年北海道和種馬の林間放牧を受けてきた北大静内研究牧場の落葉広葉樹林を調査し、日高地方に成立する広葉樹林植生との組成的な相違や特徴を検討した。

調査方法

調査は構成種の組成により群落を分類・体系化する植物社会学的手法に基づいた。林間放牧地全域を踏査して典型的と思われる群落毎に調査スタンドを設け、各群落の最高樹高を一辺とする方形区を設定して、出現種の優占度と群度を記録した。得られた結果から表操作法に基づいて組成表を作成し、群落を区分した。区分された群落を北海道からこれまでに報告されている植物社会学上の各植生単位と照合し、種組成を比較して群集に同定した。対応する群集との相違を検討した。

結果および考察

林間放牧地はミズナラ林とヤチダモ林の2群落に大きく分けられ、それぞれサワシバーミズナラ群集とヤチダモ・ハシドイ群集に同定された。林間放牧地の大半の面積はサワシバーミズナラ群集が占めており、湿性立地にヤチダモ・ハシドイ群集が分布していた。

*北海道大学北方生物圏フィールド科学センター植物園 (060-0003 札幌市中央区北3条西8丁目) Botanic Garden, Field Science Center for Northern Biosphere, Hokkaido University, Chuo-ku, Sapporo 060-0003, Japan

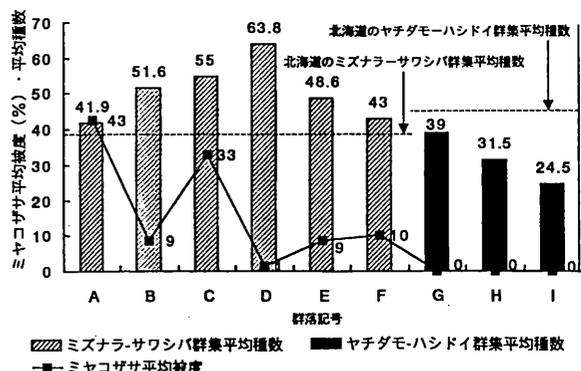
**北海道大学北方生物圏フィールド科学センター静内研究牧場(056-0141 静内郡静内町御園111番地)Sizunai Livestock Farm, Field Science Center for Northern Biosphere, Hokkaido University, Misono, Sizunai 056-0141, Japan

各群集はそれぞれ数パターンに下位区分されたが、放牧圧が高い立地の群落間で共通した種群が認められた。サワシバーミズナラ群集は北海道に広く分布する落葉広葉樹林で、過去に静内研究牧場に近しい静内町農屋地区からも報告されている。林床にはミヤコザサが優占する。これらの地域植生の組成と林間放牧地内の組成を比較したところ、出現種数が北海道平均を大幅に上回る群落も認められた。種数の多い群落ほどササの優占度が低かった。一方、ヤチダモ・ハシドイ群集は和種馬の食草となるササ類が元々生育しない群落だが、構成種数はいずれも北海道平均を下回った。

これらの事から、放牧の有無に関わらず元来ササが優占しないヤチダモ・ハシドイ群集では、和種馬がササ以外の採食可能な野草に依存する選択的採食の効果が強く働き、種組成を貧弱にしている可能性が推察された。逆にササが重点的な採食によって減少したサワシバーミズナラ群集では、空いたササのニッチに多様な種が侵入する事で種数が著しく上昇しているものと推察された。

草地においてはササなどの競合種の排除による一時的な種数増加とその後の減少というパターンが報告されているが、林間放牧地における種数変動のパターンは不明な点が多い。今後は放牧前群落の種類による遷移系列を明らかにする事で、雑草による草地診断と同様の考え方により、林間放牧地の荒廃度などの状態診断を可能にすると思われる。

林間放牧地の植生について、従来「ササ型林床」「非ササ型林床」という区分がなされているケースが見られるが、それらの林床植生がどのような性質の群落かを把握していない場合が多い。今回、現在ササが見られない群落も、従来はササが優占していた群落である場合と元々ササが優占しない群落がある事がわかった。また、林間放牧は異なる群集に対して異なる種数変動などに異なる影響を及ぼす事も明らかとなった。こうした地域植生との比較による植物社会学的検討は、林間放牧と植物群落の関係を検討する上での基礎情報を得る為に必要であると考えられ、特に放牧が自然環境に及ぼす影響を検討するには必要である。



静内研究牧場において区分された9タイプの群落型 (A-I) の平均種数とミヤコザサの平均被度および各群落型が帰属する2つの群集 (ミズナラ・サワシバ群集・ヤチダモ・ハシドイ群集) の北海道における平均種数

乳用牛の定置放牧および輪換放牧
における草地構造の不均一性

田中 聡*・須藤 知生**・中辻 浩喜**・近藤 誠司*

Heterogeneity of sward structure on set grazing
and rotational grazing of dairy cattle
Satoshi Tanaka, Tomoki Sudo
Hiroki Nakatsuji and Seiji Kondo

緒言

演者らは日草第57回大会で、実験的に設定した定置放牧区と輪換放牧区において年間牧草生産量は定置放牧区が低かったが、年間利用草量および年間利用効率に大きな差はなかったことを報じた。放牧草地の不均一性は、放牧家畜が排泄した糞や放牧家畜の採食などによって生じるが、定置放牧を行うことにより草地の不均一性が増大することが推測される。本研究では、既報の両試験区における1放牧期を通しての草地の不均一性について比較検討した。

材料および方法

供試草地および調査方法は既報のとおりである。112m×22mの草地(S区)に毎日、8m×22mの草地(R区)に14日間隔で、1回1時間ホルスタイン種育成牛10頭(平均体重466kg)を放牧した。放牧強度はこれまでの一連の試験で行った6頭/haで1日5時間の時間制限放牧に相当するよう設定し、両区の放牧強度は等しくした。各区とも6月上旬に掃除刈りを行い、草高、草量をそろえ、放牧は6月25日から10月22日まで行った。

各区の草量、草高をライトランセクト法により1週間間隔で測定した。すなわちS区に10本合計200点、R区に2本合計40点の20mのランセクトを設置し、草量および草高を測定した。草量は草量計を用いてCMRを測定し、別途作成した回帰式から算出した。

草地の不均一性はShiyomi et al.(1983)の不均一性指数を用いて算出した。不均一性指数(p)は $(n-1)\mu / (S-n\mu^2)$ で表され、 μ が草量の平均、Sが草量の自乗和である。p=1のとき分布はランダム分布であり、値が大きいくほど分布がより均一、小さいほど不均一である。

*北海道大学大学院農学研究科 (060-8589 札幌市北区) Graduate School of Agriculture, Hokkaido University, Sapporo 060-8589 Japan**北海道大学北方生物圏 FSC (060-0811 札幌市内) Field Science Center For Northern Biosphere, Hokkaido University, Sapporo 060-0811 Japan

結果および考察

両区の1放牧期を通しての乾物重量割合、分けつ密度の平均は大きな差はみられなかった(表1)。両区の開始前草量はS区とR区で大きな差は見られなかった。年間再生量は再生期間が設けられたR区が高くなり、結果として牧草生産量もR区が高くなった。しかし、利用草量および利用効率は両区で大きな差は見られなかった。

不均一性指数(p)の1放牧期を通しての平均は、S区が0.14、R区の放牧前が0.24、R区の放牧後が0.15であった(図1)。両区を比較すると、S区がR区より不均一性が高い傾向が見られた。また、R区の放牧前より放牧後が不均一性が高い傾向を示した。これは採食を受けた部分は再生量が多いため、R区で設けられた再生期間により放牧前までに回復したものと考えられる。R区の放牧前の不均一性は大きく変動したが、S区およびR区放牧後の不均一性は比較的一定に推移した。

本試験においては定置放牧区が輪換放牧区より草地の不均一性が高い傾向を示したが、開始時期や放牧圧等によって傾向が変わる可能性が考えられる。今後定置放牧において放牧管理が不均一性に及ぼす影響について検討する必要がある。

表1. 各区の乾物重量割合、分けつ密度、および生産量

	S区	R区
乾物重量割合(%)		
イネ科草		
葉部	52.0	47.4
茎部	17.8	20.1
マメ科草	3.6	0.5
雑草	12.5	12.8
枯死物	13.9	19.0
分けつ密度(本/m ²)	4197	3759
開始前成長量(tDM/ha)	4.34	4.29
開始後再生量(tDM/ha)	1.59	2.23
牧草生産量(tDM/ha)	5.93	6.52
利用草量(tDM/ha)	4.73	4.91
利用効率(%)	79.8	75.3

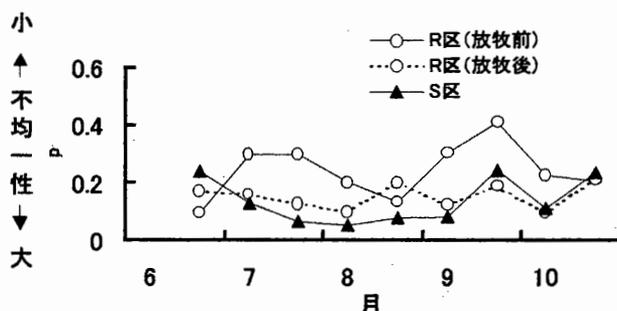


図1 草量の不均一性の変化

放牧利用酪農家における放牧管理と草地構造
および放牧草採食量との関係

須藤 知生*・高橋 誠*・三寄 健司**・
中辻 浩喜**・近藤 誠司*

Relationship among grazing management, sward structure
and pasture intake of lactating cows in dairy farms
Tomoki SUDO, Makoto TAKAHASHI, Takeshi MISAKI,
Hiroki NAKATSUJI and Seiji KONDO

緒言

放牧草採食量は併給飼料摂取量だけではなく、放牧地の草地構造さらに放牧管理の違いによっても増減する。また放牧草採食量が増減することで、その後の草地構造が変化していく様相が異なり、このことよって放牧管理が変化する。

そこで本研究では実際の放牧利用酪農家において調査を行い、1放牧期間をとおしての放牧管理と草地構造および放牧草採食量との関係を検討した。

材料および方法

北海道東部の浜中町で、放牧利用酪農家4戸を対象とした調査を放牧期間2002年6~10月の各月1回、合計5回行った。放牧管理については各酪農家に放牧開始から放牧終了まで放牧頭数、放牧時間および利用牧区の記録を依頼し、それらをもとに草地構造の季節推移に大きな影響を与えると考えられる輪換日数および放牧圧を算出した。

放牧草採食量は、調査日の利用牧区全体を電子式草量計で計測し、別途に作成した牧草重量と草量計から得られた測定値(CMR)の回帰式にあてはめ、放牧前後の草量を算出した。草地構造は各農家で調査牧区を定め、その牧区で10点、50cm×50cmコドラートを用いて草高、草量および分げつ密度を測定した。

結果および考察

調査農家をA~Dで示した。放牧方式はC農家のみストリップ放牧で、他の3農家は輪換放牧であり、乳量は20.2~28.6kg/day/cowであった(表1)。輪換日数はA、B、D農家が10日前後で、C農家のみ20~30日と長かった(図1)。現存草量あたりの放牧頭数で表した放牧圧はA、C、D農家については6~8月までほぼ同程度に推移したが、9月においてB、C農家で高くなった(図2)。なおB農家の7月の値は放牧*北海道大学大学院農学研究科(060-8589 札幌市北区) Graduate School of Agriculture, Hokkaido University, Sapporo 060-8589 Japan**北海道大学北方生物圏 FSC (060-0811 札幌市北区) Field Science Center for Northern Biosphere, Hokkaido University, Sapporo 060-0811 Japan

中止による欠損値である。

現存草量およびイネ科草高は調査農家全体では季節に伴い、徐々に低下する傾向があった。特にA農家が6、7月の草量および7月で草高が他の農家と比べて高かった(図3、4)。分げつ密度は約2000~5000(本/m²)で推移した。A、B農家で若干変化の様相が異なり、A農家では7月に1度低下し、B農家は8~9月で低下した(図5)。

放牧草採食量は7月でA、C農家よりもD農家8kgDM/cow程度高かった。9、10月でC農家のみ採食量が10kgDM/cow以上に維持された(表2)。

A農家では6月の草量の多さから7月に輪換日数を短くし、放牧圧を高めたが、スプリングフラッシュを抑制できず、5.4kgDM/cowと放牧草採食量は低下したと考えられた。

8~9月で輪換日数を長く維持し、放牧圧を高めたC農家は、輪換日数が長い放牧草の再生期間が確保され、草量不足が起こらず放牧草採食量が高く維持されたと推察された。

表1 調査農家の概要

	放牧方式	放牧頭数	放牧専用地	個体乳量
		cow	ha	kg/day/cow
A	輪換	72	14	28.6
B	輪換	54	14.9	20.2
C	ストリップ	60	18.9	24.6
D	輪換	41	23.1	27.7

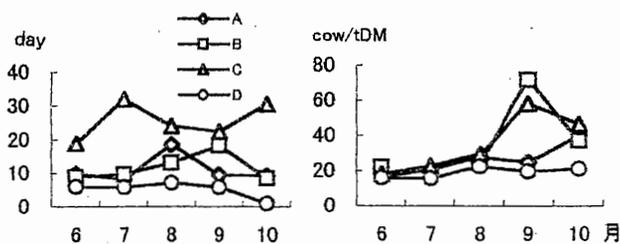


図1 輪換日数

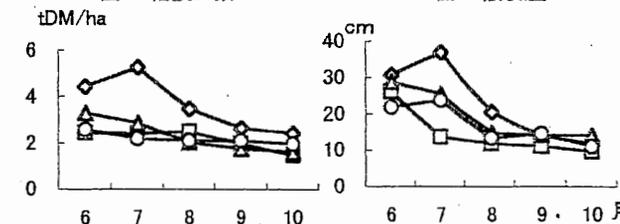


図2 放牧圧

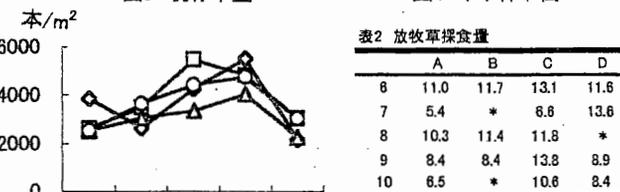


図3 現存草量

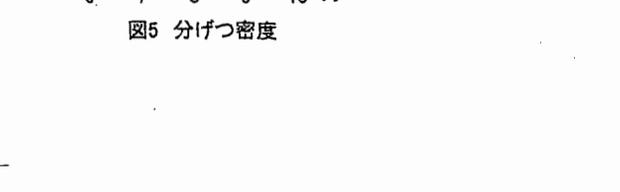


図4 イネ科草高

表2 放牧草採食量

	A	B	C	D
8	11.0	11.7	13.1	11.6
7	5.4	*	6.6	13.6
8	10.3	11.4	11.8	*
9	8.4	8.4	13.3	8.9
10	6.5	*	10.6	8.4

* 欠損値

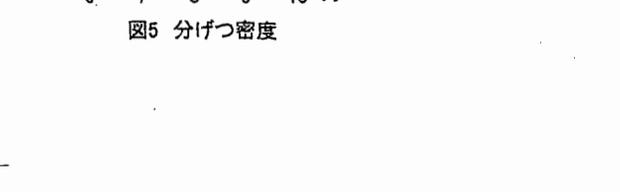


図5 分げつ密度

乾草あるいはグラスサイレージを給与したウマの採食行動、糞中飼料片粒度分布および消化管内容物滞留時間

宮地 慎*・上田宏一郎*・山田 文啓**・秦 寛**・大久保正彦**

Eating behavior and particle size distribution of feces and total tract mean retention time of digesta in horses fed timothy hay or silage
Makoto MIYAJI*, Koichiro UEDA*, Bunkei YAMADA**, Hiroshi HATA** and Masahiko OKUBO**

緒 言

近年、ウマにグラスサイレージを給与する農家が増えているが、ウマに対するサイレージの知見は極めて乏しい。粗飼料を利用するにあたり、繊維成分の利用は重要である。ウマにおける繊維消化に関わる要因は幾つかあるが、乾草とサイレージは飼料の調製過程が異なり、水分含量等、飼料の性状に違いがあるため、採食行動および消化管内容物平均滞留時間(MRT)を検討した。また採食行動は微生物による発酵に関連する消化管内の飼料片粒度分布に影響を与える。以上より本試験ではウマに乾草とサイレージをそれぞれ給与し、繊維消化に関わる採食行動、飼料片粒度分布および MRT について比較検討した。

材料および方法

サラブレッド系交雑種ウマ 4 頭を供試した。同一原料草である 1 番刈チモシーから調製した乾草とサイレージを供試飼料とした。飼料給与量を自由採食量の 75% とし 1 日 2 回(8, 20 時)に分けて、無細切の状態に給与した。試験期間は乾草給与期、サイレージ給与期それぞれ 10 日間(予備期 6 日、本試験 4 日)とした。消化率の測定は全糞採取法で行った。咀嚼回数および喫食回数は 8:00 から 8:10、8:30 から 8:40、9:00 から 9:10、9:30 から 9:40 の 10 分間を 4 回、カウンターを用い目測で計測した。本試験開始時の飼料給与と共に La 標識飼料および Co-EDTA を給与し、糞を経時的に採取する事で MRT を計測した。糞中飼料片粒度分布は本試験中の各ウマの生糞を採取し、それを湿式篩別し、計測した。

結果および考察

飼料成分において乾物含量にのみ差が見られた。採食量において乾草で 10.2、サイレージで 10.6kgDM/d であり差はなかった。各成分の消化率において乾草とサイレー

*北海道大学大学院農学研究科 (060-8589 札幌市北区) Graduate School of Agriculture, Hokkaido University, Sapporo 060-8589 Japan **北海道大学北方生物圏 FSC (060-0811 札幌市北区) Field Science Center for Northern Biosphere, Hokkaido University, Sapporo 060-0811 Japan

ージ間で CP 以外には差は見られなかった。

採食行動について表 1 に示した。サイレージの方が喫食に対する摂取量が多かった。これは乾草とサイレージの水分含量の違いや物理的な性状の違いによるものと考えられた。またサイレージの方が咀嚼速度が速く、喫食に対する咀嚼回数が多かった。これは喫食サイズの違いに起因するものと考えられた。

糞中飼料片粒度分布において、サイレージの方が大きい分画の割合が高く、小さい分画の割合が低かった。しかし、飼料片粒度分布に直接影響を与えると考えられる摂取量あたりの咀嚼回数に差は見られなかった(表 1)。これは飼料の物理的な性状の違いにより、咀嚼回数が同等であっても、飼料に対する咀嚼の意味合いが異なるのではないかと示唆された。また飼料片粒度分布に差が見られたことは、飼料の物理的な性状およびそれによる咀嚼のされ方の違いによって生じたと示唆された。

Table 1. Chewing and biting activity in horses fed timothy hay or silage

	Hay	Silage	Significance
Chewing rate (times/min)	69.5±2.82	73.6±3.04	*
Chewing times per DM intake	4.8±0.96	4.3±0.64	NS
Bite size (gDM/times)	2.4±1.04	4.2±0.85	**
Number of chewing per biting times	11.9±2.29	18.2±1.33	**

** P<0.01 * P<0.05 NS, not significant

MRT は採食量が同等であるにもかかわらず、液相・固相ともサイレージの方が短かった(表 2)。このような結果になったことは、内容物の性状に違いがあることを示唆し、飼料片粒度分布の違いによるものであることが考えられる。したがって、ウマは内容物の大きい分画の割合が高いときに、内容物の通過速度を速くするメカニズムを持っている可能性が示唆される。

Table 2. Total tract mean retention time (hr) of digesta in horses fed timothy hay or silage

	Hay	Silage	Significance
Liquid	25.9±3.01	21.9±2.57	**
Solid	31.3±2.47	28.5±1.01	†

** P<0.01 † P<0.1

以上より、飼料の水分含量等、性状の違いによって、ウマの採食行動に違いが見られ、飼料片粒度分布には顕著な差が見られた。MRT に差が見られ、これは飼料片粒度分布の違いによるものと考えられた。乾草に比べサイレージは飼料片粒度の大分画の割合が高く、MRT が短かった。これらは共に繊維消化率を低下させる要因となるが、繊維消化率には差がなかった。これは繊維消化率に影響を与えるほどの違いでなかったためかもしれない。しかし、主に繊維成分の消化が行われている盲結腸において、内容物の通過や発酵等の様相を把握する必要があると思われる。

**放牧飼養された去勢牛の十二指腸内容物の
アミノ酸組成と小腸へのアミノ酸供給**

藤井恭介・花田正明・艾比布拉伊馬木・岡本明治

Amino acid composition of duodenal digesta and flow to small intestine of grazing steers without supplement.

Kyousuke FUJII・Masaaki HANADA・

Aibibula YIMAMU・Meiji OKAMOTO

緒 言

併給飼料を給与せずに放牧飼養した場合、維持要求量の約4倍(泌乳量では25kg)のタンパク質を小腸に供給できることが示されている(Aibibula et al., 2002)。しかし、十二指腸へ供給された窒素(N)の利用性は、十二指腸へのN移行量に占めるアミノ酸の割合や組成が大きく影響すると考えられる。そこで、今回は、併給飼料を給与せず放牧飼養した反芻家畜のアミノ酸摂取量、十二指腸内容物のアミノ酸組成、ならびに小腸へのアミノ酸供給量を測定し、N移行量とアミノ酸移行量との関連、牧草と十二指腸内容物のアミノ酸組成の比較、生産物のアミノ酸組成との比較による放牧飼養時の制限アミノ酸などについて検討する。

材料と方法

反芻胃と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を、オーチャードグラス(OG)とメドウフェスク(MF)主体草地で飼養し、アミノ酸摂取量、十二指腸内容物のアミノ酸組成と小腸へのアミノ酸供給量を調べた。解析には、1999年と2000年に行われた延べ34頭のデータを用いた。放牧方法は、滞牧日数1日の昼夜輪換放牧とし、水・ミネラルブロック以外の補助飼料は給与しなかった。試験期間は、全ての試験において予備期14日間、試料採取期間9日間であった。試料採取期間中、初めの5日間に牧草を、7、8日目に十二指腸内容物を採取した。十二指腸への内容物移行量は酸化第二クロムをマーカーとして測定した。アミノ酸分析は、6N塩酸で加水分解後、HPLCにより分析した。

結果と考察

両草地間において、牧草の乾物中のアミノ酸含量

帯広畜産大学(080-8555 帯広市稲田町)
Obihiro University of Agriculture & Veterinary Medicine, Obihiro,
Hokkaido, 080-8555 Japan

・アミノ酸組成(ヒスチジン2.00%、メチオニン1.12%、リジン4.74%)に差は無かった。両草地からのアミノ酸態窒素(AA-N)摂取量は約200g、十二指腸への移行量は約100gで、移行量は摂取量の約40~60%であった。十二指腸への非アンモニア態窒素(NAN)移行量とAA-N移行量との間には正の直線的な相関関係が認められた。しかし、NANの増加に対するAA-Nの増加割合は0.5と低い値であった。両草地間における牧草のアミノ酸組成に対する十二指腸内容物のアミノ酸組成に大きな変化は見られなかったが、牧草と十二指腸内容物ではアルギニン(Arg)、フェニルアラニン(Phe)で少なく、メチオニン(Met)、リジン(Lys)で多くなった。生産物(乳、肉)のアミノ酸組成と十二指腸内容物のアミノ酸組成を比較した結果、乳との比較ではMet、肉との比較ではMet、ヒスチジン(His)、Arg、Lysが制限アミノ酸になりやすいと推定された。

表1. 牧草・十二指腸内容物および生産物のアミノ酸組成(mol%)

	牧草		十二指腸内容物		生産物 ¹⁾	
	OG	MF	OG	MF	乳	肉
His	2.08	1.94	2.10	2.16	2.44	3.54
Met	1.03	1.21	1.48	1.41	2.40	2.55
Lys	4.78	4.69	5.89	6.07	7.49	8.53
Arg	3.69	3.53	3.15	3.11	2.54	4.85
EAA	41.26	41.03	47.09	47.22	48.63	51.39

¹⁾生産物のアミノ酸組成は食品成分表より引用

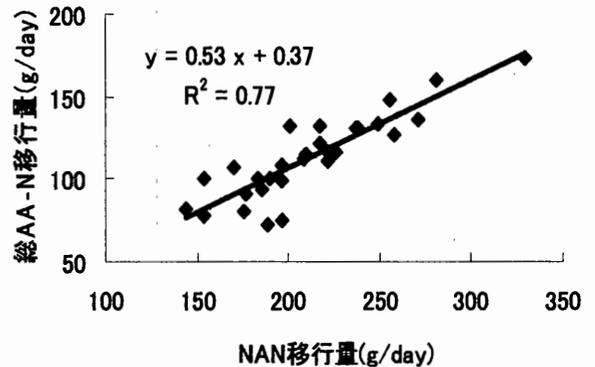


図1 十二指腸へのNAN移行量と総AA-N移行量

表2. 各草地における窒素、アミノ酸態窒素の摂取量および移行量(g/day)

	草地	
	OG	MF
摂取量(g/day)		
窒素	251.6	288.4
アミノ酸態窒素	195.2	216.1
十二指腸移行量(g/day)		
窒素	216.6	183.9
アミノ酸態窒素	118.1	93.4

放牧飼養された去勢牛へのビートパルプ給与が十二指腸内容物のアミノ酸組成と小腸へのアミノ酸供給に及ぼす影響

艾比布拉 伊馬木・花田 正明・藤井恭介・岡本 明治

Effect of beet-pulp supplementation on amino acid composition of duodenal digesta and flow to small intestine of grazing steers

Aibibula YIMAMU, Masaaki HANADA, Kyousuke FUJII and Meiji OKAMOTO

緒言

放牧のみ飼養された去勢牛の小腸に流入したアミノ酸態Nを検討した結果、十二指腸への非アンモニア態窒素 (NAN) 移行量の増加に伴いアミノ酸態N量は直線的増加したが、NANに対するアミノ酸態Nの割合はおおよそ半分しかなかった。また、十二指腸内容物と生産物とのアミノ酸組成を比較した結果、乳生産ではメチオニン、肉生産ではメチオニン、ヒスチジン、アルギニンおよびリジンは制限になりやすいアミノ酸であった。放牧飼養されている牛に対しエネルギー源飼料を給与することにより、反芻胃内微生物による窒素の利用性を改善し小腸へのNAN供給量の増加は期待されるが、家畜生産に対するNANの利用性を評価するためにはアミノ酸態Nの移行量と組成への影響について検討する必要がある。そこで本試験では、昼夜放牧させた去勢牛に対し併給飼料としてビートパルプを給与し、ビートパルプ給与量の違いが十二指腸へのNANおよびアミノ酸態N移行量ならびにアミノ酸組成に及ぼす影響について調べた。

材料及び方法

試験は、帯広畜産大学付属農場のオーチャードグラス主体混播草地で行われた。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530kg)3頭を供試した。牛に代謝体重(kg^{0.75})当たり0、15および30g/日のビートパルプ(BP0、BP15およびBP30)を給与し、3×3のラテン方格法により試験を実施した。滞牧日数を1日とする輪換放牧をとした。ビートパルプは水に十分浸漬して、8:30と17:00の二回に分けて等量ずつ給与した。水とミネラルブロックは自由採取とした。試験期は各期とも22日間として、1日目から13日目までは予備期、14～21日目までは試料採取期とした。14～18日目には牧草の試料を、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。十二指腸への内容物流入量の推定マーカーとして酸化クロムを用いた。

結果及び考察

OMとN摂取量および十二指腸へのNとアミノ酸態窒素移行量を表1に示した。草地からのOM摂取量はビートパルプの給与により減少した(P<0.01)が、全飼料からのOM摂取量は処理間に有意差は認められなかった。

ビートパルプの給与は全飼料からのN摂取量を減少させ、反芻胃内における分解性窒素(RDN)に対する分解性OMの摂取量が増えたため、反芻胃内微生物体Nの合成量が多くなり、十二指腸に流入したNANに対する微生物体Nの割合が増加したが、十二指腸へのNAN流入量は処理間に差はみられなかった。十二指腸に流入したアミノ酸態Nはビートパルプの給与により減少する傾向がみられ、十二指腸へのNAN移行量に対するアミノ酸態Nの割合は低下した。これらのことから、エネルギー源を補給して反芻胃内微生物合成量を高めることにより、反芻胃からのN損失は抑制されたものの十二指腸へ流入するN中に占めるアミノ酸態Nの割合は低下することが示唆された。

十二指腸内容物のアミノ酸組成は処理間に差はなく、ロイシンやバリンなど必須アミノ酸の割合が高く、メチオニンやヒスチジンの割合が低かった(表2)。

表1. OMおよび窒素(N)摂取量および十二指腸へのN移行量

	BP0	BP15	BP30	SEM
OM intake, kg/d				
Herbage	12.1 ^a	10.6 ^b	8.6 ^b	1.6
Total	12.1	12.1	11.6	0.8
Duodenal flow, kg/d	5.7	5.8	5.5	3.6
N intake, g/d	528.2 ^a	494.4 ^{ab}	439.1 ^b	64.1
Duodenal flow, g/d				
Total N	419.7	408.9	405.3	29.7
Non-ammonia N	414.1	404.0	401.6	29.2
Microbial N	170.3	174.9	187.6	18.0
% of NAN flow	41.1 ^a	43.1 ^{ab}	47.1 ^b	4.0
Amino acid N	234.8 ^a	226.9 ^a	198.6 ^b	28.7
% of NAN flow	56.0 ^a	55.9 ^{ab}	48.9 ^b	9.0

表2. 十二指腸内容物のアミノ酸組成 (mol%)

	BP0	BP15	BP30	SEM
Leucine	8.15	8.07	8.09	0.20
Valine	6.30	6.18	6.21	0.13
Lysine	6.22	5.96	5.97	0.19
Threonine	5.87	5.79	5.85	0.10
Isoleucine	5.07	4.97	4.96	0.12
Phenylalanine	3.88	3.97	4.02	0.15
Arginine	3.34	3.25	3.25	0.10
Histidine	2.14	2.06	2.06	0.08
Methionine	1.63	1.61	1.56	0.08
Essential AA/Total AA	0.43	0.42	0.42	0.01

帯広畜産大学 (080-8555 帯広市稲田町)

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

Effect of addition of inoculants in potato pulp silage on fermentation quality and digestibility in sheep.

C. Okine, A. Hanada, M. Imamura, A. Ikehata, K. and Okamoto M.

ポテトパルプサイレージの発酵品質並びに羊による消化率に及ぼす微生物添加剤の影響

オキネアブドラザック・花田正明・艾比布拉伊馬木・池端敬太・岡本明治

Introduction

Inoculants have been used extensively in silage making with the view of improving the quality of the ensiled material. *Lactobacillus rhamnosus* and *Rhizopus oryzae* are cultures that possess the qualities of lactic acid bacteria. Moreover, *Rhizopus oryzae* contains the enzyme pectinase and LDH (lactate dehydrogenase) that have the ability to produce lactic acid from starch and pectin.

Potato pulp is considered to be rich in pectin and starch and the use of *Rhizopus oryzae* as an inoculant could enhance lactic acid fermentation in potato pulp silage.

The objective of this study was to examine the effect of the inoculants on potato pulp silage fermentation quality, nutritive value and digestibility in sheep.

Materials and methods

Fresh potato pulp with moisture content of 82.8% was inoculated with *Lactobacillus rhamnosus* and *Rhizopus oryzae* in April 2002. Treatments consisted of potato pulp without additive (Control, PP), potato pulp inoculated with *Lactobacillus rhamnosus* (PL, 0.05% in FM), *Rhizopus oryzae* (PR, 0.10% in FM), and a mixture of PL and PR (LR) at the same rate of inclusion. These were kept in tightened polyethylene bags and stored at a temperature of 20±6°C. Running parallel to this ensiling was another one with the same treatments put in laboratory test bottles to investigate the change in pH of the silages during days in ensilage.

The silages in polythene bags were opened after 50 days simultaneously, divided into small polythene bags (4kg apiece) and frozen at -10°C until use in a 4x4 Latin square design digestion trial using wether sheep. The diet for the digestion trial was composed of silage (60%), hay (Italian rye grass 25%) and soybean meal (15%). Water and mineral lick were provided *ad libitum*.

Results and Discussion

There were no significant differences in the moisture content of the silages (Table 1). The pH fell sharply in all treatments in the first few days in ensilage (Fig.1). Although the final pH was low in all treatments, it tended to be lower in PR and LR. Lactic acid concentrations among silages did not differ significantly, but were higher in PR and LR (Table

1), confirming the potential of *Rhizopus oryzae* in lactic acid production. There was no significant difference in starch content among treatments, however there were variations in sugar content, with PR having the lowest concentration (Table 2), an indication that *Rhizopus* used more sugar during fermentation. DE and TDN values were higher in PR (Table 2). The TDN values in our experiment compare favorably with the expected TDN of potato pulp silage according to the Standard tables of feed composition in Japan (2001). The nutritive value of diets and silages tended to be high in PR.

Conclusion

The pH of silage decreased rapidly with or without the inoculants in the first few days of ensilage.

Rhizopus oryzae tended to enhance lactic acid production in the silage, but effect on fermentation and nutritive value were not well defined.

Table 1. Silage fermentation quality and chemical composition

	Silage			
	PP	PL	PR	LR
<i>Fermentation quality</i>				
Moisture %	84.2	83.9	84.1	84
p H	3.36 ^a	3.32 ^b	3.21 ^a	3.21 ^a
Lactic acid (% DM)	6.1	6.5	8.2	8.8
<i>Chemical composition(%DM)</i>				
Pectin	21.3	21.5	20.8	19.9
Starch	16.1	15.2	15.7	15.8
Sugar	1.6 ^{ab}	2.0 ^c	1.3 ^a	1.9 ^{bc}

Means in a row with different superscripts differ significantly (p <0.05)

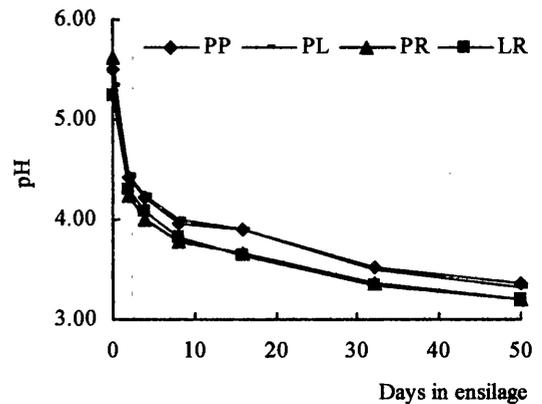


Fig.1. Change of pH during days in ensilage

Table 2. Digestibility and nutritive value

	Silage			
	PP	PL	PR	LR
<i>Digestibility(%)</i>				
DM	75.6	78.3	77.8	75.7
Energy	70.7 ^b	73.0 ^{ab}	74.3a ^a	71.0 ^b
<i>Nutritive value of diets</i>				
DE (MJ/KgDM)	13.0 ^a	13.2 ^{ab}	13.5 ^b	12.9 ^a
TDN (%)	70.3 ^a	71.7 ^{ab}	73.3 ^b	69.9 ^a
<i>Nutritive value of silage</i>				
Expected TDN (%)	72.1 ^a	74.4 ^{ab}	77.1 ^b	71.4 ^a

Means in a row with different superscripts differ significantly(p <0.05)

Lab. of Grassland Science, Obihiro University of Agriculture & Vet. Medicine, Obihiro, Hokkaido, 080-8555, Japan.

チモシー放牧草地の施肥法

3. 現存量と被食量からみた施肥の考え方

三枝俊哉*, 手島茂樹**, 高橋 俊, 小川恭男***
(北農研, *現根釧農試, **現畜草研, ***現農環研)

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

3. Fertility management on the basis of herbage mass
and herbage consumption

Toshiya SAIGUSA*, Shigeki TEJIMA**, Shun TAKAHASHI,
Yasuo OGAWA***

緒言

集約放牧の導入によって放牧草地の利用目的が広がり、推奨される管理技術も多様化してきた。多様な放牧草地のそれぞれに適切な施肥を行うためには、放牧条件の何が変化した時に、施肥管理をいかに対応させるかを明らかにしておく必要がある。本試験では、放牧条件の異なる11例の放牧事例を検討し、多様な放牧草地における施肥対応指針の策定に向けて、基本的な考え方を整理した。

材料及び方法

北海道農業研究センターの褐色火山性土において、チモシー「ホクシュウ」・シロクローバ「ソニー」混播草地、チモシー「ホクシュウ」単播草地およびケンタッキーブルーグラス「トイ」・シロクローバ「ソニー」混播草地(各0.625ha)を供試し、1998~2000年にホスタイン去勢牛(6ヶ月齢、200kg)を異なる放牧条件(放牧方法、放牧頭数、放牧期間)で放牧した。チモシー草地の放牧方法は、利用時の草丈28-34cmの1日輪換放牧、同15cmの4日輪換放牧および23cmの連続放牧、また、ケンタッキーブルーグラス草地では20-21cmの1日輪換放牧および13-17cmの連続放牧とした。放牧日数は95-175日、面積当たりの放牧頭数は、体重500kg換算の年間平均で、2-4頭/haの範囲にあった。

北海道農業研究センター(062-8555 札幌市豊平区羊ヶ丘1番地) National Agricultural Research Center for Hokkaido Region, Hitsujigaoka, Toyohira-ku, Sapporo, Hokkaido, 062-8555, Japan

* 北海道立根釧農業試験場(086-1153 標津郡中標津町桜ヶ丘1-1) Kosen Agricultural Experiment Station, Nakashibatsu, Hokkaido, 086-1153, Japan

** 畜産草地研究所(389-0201 長野県北佐久郡御代田町大字塩野375-1) National Institute of Livestock and Grassland Science, Miyota, Nagano, 389-0201, Japan

*** 農業環境技術研究所(305-8604 茨城県つくば市観音台3-1-3) National Institute for Agro-Environmental Sciences, Tsukuba, Ibaraki 305-8604, Japan

結果および考察

①草地の養分現存量と②年間の養分補給量を指標として、多様な放牧草地における施肥対応指針を策定する方法について検討した。①は、放牧草地の草量を確保するために必要な肥料養分量である。本試験では、この値の大小を地上部現存量に含まれる肥料養分量で評価できると考えた。一方、②は放牧草地に毎年施肥する肥料養分量である。放牧時、多くの肥料養分は糞尿排泄によって放牧草地に還元されるが、一部は家畜生産に伴って放牧草地から持ち出されるので、この差し引き量を肥料で補給する。被食された肥料養分のうち、一定の割合が放牧草地から持ち出されると仮定すると、年間の養分補給量の大小は年間の被食量の大小に対応すると考えられる。

地上部乾物重とそれに含まれる肥料養分量はともに利用時の草丈に強く影響された(図1)。すなわち、放牧草地の草量を確保するために必要な肥料養分量は、利用時の草丈が長い放牧方法では多く、短い時には少なく設定することが合理的と思われた。また、この量は、土壤診断と作物栄養診断によって牧区ごとにその過不足を評価・修正される必要があると考えられた。

一方、年間の被食量とそれに含まれる肥料養分量は、ともに放牧圧に強く影響された(図2)。このため、放牧草地への養分補給量は、放牧圧の高い草地では多く、低い草地では少なく設定することが合理的と思われた。また、その量は、利用草種と放牧圧が決まれば地域ごとに推定可能であり、現行の北海道施肥標準のような一覧表で示せると考えられた。

以上により、多様な放牧草地の施肥対応は、被食により収奪される肥料養分量を地域ごとに推定し、それを毎年の施肥によって補給する一方、草量を確保するために必要な肥料養分量の過不足を土壤診断等によって牧区ごとに推定し、上記施肥量を修正する戦略が実用的である。

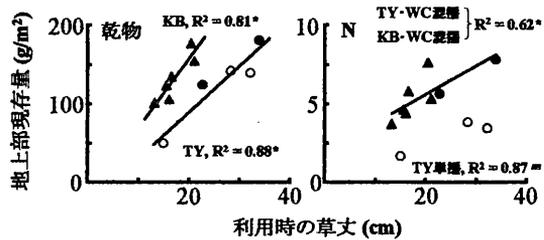


図1. 利用時の草丈と地上部現存量の関係

●, チモシー(TY)・シロクローバ(WC)混播; ○, TY単播; ▲, ケンタッキーブルーグラス(KB)・WC混播
* P<0.05

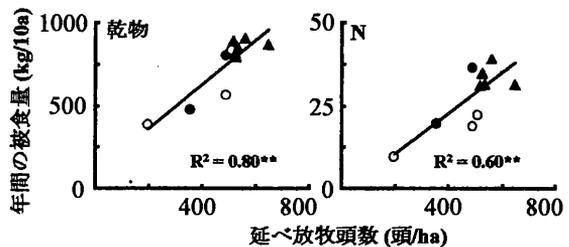


図2. 延べ放牧頭数と年間の被食量の関係

●, チモシー(TY)・シロクローバ(WC)混播; ○, TY単播; ▲, ケンタッキーブルーグラス・WC混播
** P<0.01

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

5. 定置放牧条件下における入牧時期と施肥量の違いが牧草及び家畜生産性におよぼす影響

八木隆徳*・三枝俊哉**・鈴木悟*・高橋俊*

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

5. Influence of timing of turning out to pasture and fertilizer rate upon grass and animal performance under set grazing

Takanori YAGI・Toshiya SAIGUSA・Satoru SUZUKI・Shun TAKAHASHI

緒言

離農や高齢化により増加している耕作放棄地の発生を防止するため、農地の保管理を目的とした土地利用方式を導入する需要が高まっている。これに対して大規模草地における省力的放牧利用が有効な手段であると考えられる。省力的な放牧に適した基幹草種としてケンタッキーブルーグラス (KB) に注目し、KB・シロクロバ (WC) 混播草地における定置放牧 (放牧期間中一定の頭数で放牧する) 条件下での草地管理法と生産性を明らかにすることを目的とした。本報告では牧草の季節生産性を平準化させるため、施肥量の低減及び早期入牧を試み、定置放牧条件下の牧草及び家畜生産性について検討した。

材料および方法

KB「トロイ」・WC「ソーニヤ」混播草地に1区62.5a及びホルスタイン去勢牛 (6カ月齢、平均体重259kg) を供試して定置放牧を行い、牧草及び家畜生産性を調査した。

対照区: 施肥量は72-96-132 (N-P₂O₅-K₂O) kg/ha (北海道施肥標準量に準じる) とし、4、6、8月に均等に分施した。入牧は4月30日とした。

処理区: 施肥量は24-32-44kg/ha (対照区の1/3) に減肥し、6月22日に全量施肥した。入牧はKBの萌芽時の4月19日とした。

結果および考察

日乾物重増加速度の5月上旬から6月下旬の平均値は対照区、処理区それぞれ約5.3、3.8g/m²/日となり、処理区による日乾物重増加速度の抑制効果が認められた。

現存量は対照区では6月中旬、処理区では7月上旬まで増加し、以降は徐々に減少した (図)。年間を通じ処理区は対照区を下回り、特に6月中旬頃までは、両者の草量に2倍程度の大きな差が認められた。これ以降は両者の差は徐々に減少し同様の減少傾向をたどった。

供試牛の平均体重は放牧直後にわずかに減少したが、以降は増加に転じて順調に発育し、退牧時には420kg程度となった。また、処理の影響はほとんど認められなかった。

放牧期間は対照区で184日、処理区で180日となった (表)。延べ放牧頭数は対照区で614、処理区では592頭/日/ha、ヘクタールあたり生産量は対照区で804、処理区では822kg/haであった。また、日増体量は対照区で0.91、処理区で0.95kg/頭・日となった。これらの処理間差はわずかであった。放牧草の現存量に最大2倍程度の開きがあったのに関わらず家畜生産性に明確な影響がみられなかったのは、対照区に比較して処理区では短草状態で利用した結果、放牧草の栄養価が高く維持されたためと推察される。

以上から、KB・WC混播草地における定置放牧においては減肥と早期入牧によりスプリングフラッシュの軽減が可能であり、この場合のヘクタールあたり家畜生産量は800kg/ha程度以上であることが示された。

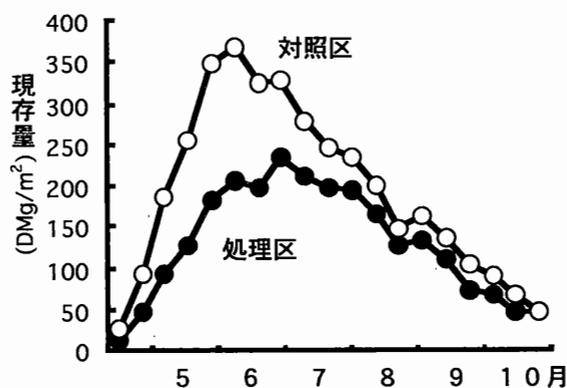


図. 現存量の推移

表. 家畜生産性

処理	放牧期間		延べ放牧頭数 (500kg換算)	増体		
	開始	終了		kg/ha	kg/頭・日	
対照区	4/30	10/30	184	614	804	0.91
処理区	4/19	10/15	180	592	822	0.95
			(98)	(96)	(102)	(104)

注) () 内の数字は対照区に対する相対値

*北海道農業研究センター (062-8555 札幌市豊平区羊ヶ丘1番地)

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

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

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

ペレニアルライグラスの放牧および採草・放牧兼用利用
における乾物収量の推移

井内 浩幸*・佐藤 公一**・中村 克己***

The comparison of dry matter yields on the condition of
two different uses in perennial ryegrass

Hiroyuki IUCHI, Kouichi SATO, Katsumi NAKAMURA

緒言

ペレニアルライグラスは放牧用の牧草として知られ、現在も利用のほとんどは放牧地に用いられている。北海道において、放牧を周年的に捉えると、春のスプリングフラッシュにより、放牧に利用するには草量的に過剰となってしまう。

このようにペレニアルライグラスの利用を考えた場合、草地の一部について、1番草を採草し、それ以降を放牧で利用する兼用利用の場面が多く想定される。

放牧用草種であるペレニアルライグラスに経年的に1番草採草の処理を加え、その生産性への影響を放牧専用利用と比較した。

材料および方法

本試験は道立天北農試験場内で行った。品種は「フレンド(晩生)」「ファントム(中生)」の2品種で、単播・散播で平成4年5月に造成した。試験期間は平成5年から平成9年までの5年間。試験区構成は分割区法3反復、主試験区に利用方式、副試験区に品種を配置した。

利用方式は刈り取りによる模擬放牧で年8回利用の放牧型と1番草を採草し、以降を放牧で5回利用する採草・放牧兼用型の2方式である。刈り取りスケジュールは表1に示したとおり。施肥量は表2に示すとおり。

表1 刈り取りスケジュール

利用方式	1番草	2番草	3番草	4番草	5番草	6番草	7番草	8番草
放牧	5/20	6/10	6/30	7/20	8/10	8/30	9/30	10/30
採草・放牧兼用	出穂始	7/20	8/10	8/30	9/30	10/30		

*北海道立天北農業試験場 (098-5738 枝幸郡浜頓別町)
Tenpoku Agricultural Experiment Station, Hamatonbetsu,
Hokkaido, 098-5738, Japan

*099-1496 北海道立北見農業試験場常呂郡訓子府町)
Kitami Agricultural Experiment Station, Kunneppu,
Hokkaido, 099-1496, Japan

***北海道立畜産試験場 (081-0038 上川郡新得町)
Hokkaido Animal Husbandry Experiment Station, Shintoku
Hokkaido, 081-0038, Japan

表2 施肥量 (kg/a)

		N-P ₂ O ₅ -K ₂ O		
放牧型	早春・1番草刈り取り後	0.25	0.34	0.25
	2～7番草刈り取り後	0.25	0.19	0.25
	計	2.00	1.82	2.00
兼用型	早春	0.70	0.96	0.70
	2～5番草刈り取り後	0.25	0.19	0.25
	計	1.70	1.72	1.70

結果および考察

両利用方式とも年間合計の乾物収量は2年目に最大値を示し、気象による変動はあるものの、3年次以降はほぼ同一のレベルを維持していた。また、年間合計乾物収量の推移は利用方式間で類似しており、決定係数0.83と高かった。

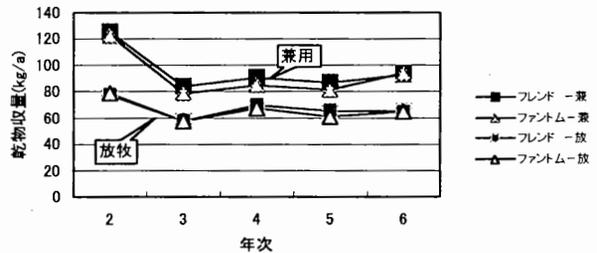


図1 年間合計乾物収量の推移

越冬性、萌芽期、越冬前被度に違いは無く、草地の状態は同一と考えられた。

分割区法による分散分析結果は、年次内では利用方式間に有意な差があり、品種間には無かった。利用方式内では品種に有意な差はなく、年次に有意な差があった。

次に、両利用方式で生育時期が同一期間の乾物収量比較を行った。

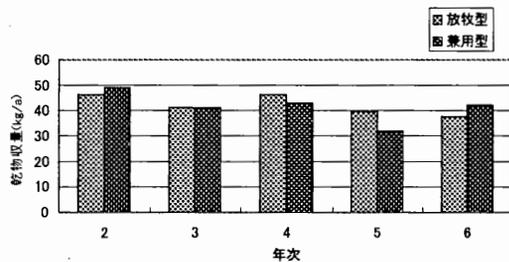


図2 同一生育時期の乾物収量 (品種 ファントム)

利用方式の違いによる乾物収量は年次の変動は有るものの明確な差は無かった。

ペレニアルライグラスのエンドファイト感染の免疫
化学的検査

中嶋 博*・アンア マエフスカ-サフカ**

Immunochemical check on endophyte infection in perennial
ryegrass

Hiroshi NAKASHIMA・Anna MAEWSKA-SAWKA

緒言

エンドファイトは植物体内で共生的に生活している菌類である。ここで取り上げるエンドファイトは *Neotyphodium* 属で寒地型イネ科牧草と共生し、数種の特異的なアルカロイドを産生する。共生することで、採食する家畜に毒性を示すと同時に、宿主植物の生育に有利な、耐虫性や耐乾性などを付与することが報告されている。

さらにこのエンドファイトは種子伝播することから、後代にもこれらの形質が付与され、家畜の飼料とならない芝生では広く用いられている。最近では、菌株に依っては、家畜に毒性を示さず、有用な物質のみを産生する菌株が見いだされ、実際の利用が進められている。寒冷湿潤気候に適応するエンドファイトの探索には、エンドファイト感染、非感染を簡易で大量に検定する方法が求められている。これまでは種子や葉鞘の表皮を染色し菌糸の有無を判定やエンドファイトが産生する物質を検出、ELISA 法で検出するなどがされていた。本研究では、新しく提案された、免疫化学的方法の適用し簡単に大量に検査する方法を検討した。

材料および方法

ペレニアルライグラス品種 Nui (約半数感染) より選抜したエンドファイト感染個体からの種子、および感染個体を殺菌剤処理して得た非感染個体からの種子を供試した。

*北海道大学北方生物圏フィールド科学センター (060-0811 札幌市北区北11条西10丁目) Field Science Center for Northern Biosphere, Hokkaido University, Sapporo 060-0811, Japan **植物育種・栽培研究所 (ビドゴシチ・ポーランド) Institute for Plant Breeding and Acclimatization Department in Bydgoszcz, 85-090 Poland

PhytoScreen Immunoblot kit cat.# ENDO 07971 (Agronostics,LTD CO. GA. USA)を用いて免疫化学的方法で種子の感染の有無を検査した。

すなわち、種子を滅菌し、ニトロセルロース膜上に置き、膜上で種子からタンパク質を抽出、固定し、目的とする抗原に特異的な抗体を用いて目的のタンパク質の有無を検査する。ここではアルカリホスファターゼで標識した二次抗体を用い、その酵素反応で染色する。エンドファイト感染している種子の置かれていた所は黒色に染色される。

結果および考察

図に実験結果を示した。上の2行は品種 Nui で半数が感染しているとされている種子で、中の2行はエンドファイトに感染していない個体から採種した種子 (E-) で、下の2行はエンドファイト感染を確認した個体から採種した種子 (E+) である。エンドファイトの感染している種子の置かれていた所は黒色に染色される。

本実験結果から E+種子としていた種子で陰性の反応を示すものや E-種子でもわずかに陽性を示すと思われる種子が認められた。また約半数が感染していると思われる品種 Nui では、陽性と陰性が混在していた。

以上の結果から1個体から5-10粒の種子を供試すれば、個体の感染、非感染の大まかな判定は可能である。さらにこの方法では種子は破壊しないので、種子をあとで染色法やあるいは個体を生育させて感染の有無を検査することも可能であり、利用価値が高い。

本研究は科学研究費基盤研究 (A) (1) 課題番号14206031 (代表者 雑賀 優) で行われた。



図 免疫化学的検査結果

メドウフェスク遺伝資源における
エンドファイト保有率

高井智*・Shelenga Tatyana**・
眞田康治*・山田敏彦*

Incidence of Endophyte-like fungi in former USSR, Europe and
Japan of Meadow Fescue

Tomoyuki TAKAI, Tatyana SHELENGA**,
Yasyharu SANADA* and Toshihiko YAMADA*

緒 言

エンドファイトは、植物に共生する微生物の総称で、近年、イネ科牧草とエンドファイトとの共生関係が注目されている。メドウフェスクのエンドファイトに関する研究は、ペレニアルライグラスに比べて遅れており、遺伝資源のエンドファイト保有率に関する研究も少ない。本研究では、新たにロシアのパビロフ研究所およびイギリスの草地環境研究所から導入したメドウフェスク遺伝資源と北農研で保存している導入品種および栄養系のエンドファイト保有状況について報告する。

材料および方法

ロシアのパビロフ研究所に保存している旧ソ連の品種および収集系統 210 点、イギリスの草地環境研究所で保存しているヨーロッパの収集系統 50 点と subsp. *apennina* 15 点、北農研で導入したヨーロッパの品種・系統 79 点および北農研で保存している 197 栄養系について栄養系は葉鞘でそれ以外は種子でエンドファイト保有率を調査した。

結 果

旧ソ連では、原種の品種および収集系統は 55 点中 41 点、約 3/4 の系統からエンドファイト菌糸を検出されたが、増殖種子からは 160 点中 3 点で極端に低く、種子貯蔵中のエンドファイトの枯死が示唆された。ヨーロッパの収集系統および育成品種・系統では、両者とも約 1/3 の系統から菌糸が検出された。subsp. *apennina* では、15 点中 12 点から検出され、高い検出率であった。旧ソ連では、各地からエンドファイト菌糸が検出され、

分布に片寄りは見られなかったが、ヨーロッパでは、北欧およびイタリアでエンドファイト保有率が比較的高かった。

日本で育成したすべての品種・系統から菌糸を検出し、特に、北農研で育成したハルサカエのエンドファイト保有率は高かった。当所で保存している栄養系では約 5 割の栄養系で検出され、特に、北海道で収集したすべての栄養系から菌糸が検出された。

考 察

ヨーロッパの中東欧でエンドファイト保有率が低く、離れた場所で保有率が高まる傾向がみられた。ペレニアルライグラスでは夏枯れが生じる地域でエンドファイト保有率が高いと報告されている。北海道でエンドファイト保有率が高い要因として、メドウフェスクの栽培限界地帯のためにエンドファイトを保有しているものが有利と考えられる。今後、北海道でエンドファイトの有益面について解明する必要がある。

表1 日本・ヨーロッパ・旧ソ連におけるエンドファイト保有状況

草種	地域	タイプ	調査対象	調査点数 (A)	保有 系統数(B)	B/A(%)
メドウフェスク						
日本		育成品種・系統	原種	8	8	100
日本		栄養系	葉鞘	197	104	53
ヨーロッパ		収集系統	原種	50	16	32
ヨーロッパ		育成品種・系統	原種	79	29	37
旧ソ連		品種・収集系統	原種	55	41	75
旧ソ連		品種・収集系統	増殖種子	160	4	3
subsp. <i>apennina</i>						
ヨーロッパ		収集系統	原種	15	12	80

表2 地域別のエンドファイトの保有状況

地域	調査点数 (A)	保有 系統数(B)	B/A(%)
ヨーロッパの品種・系統			
北欧	22	11	50
東中欧	39	14	36
西欧	18	4	22
ヨーロッパの収集系統			
北欧	6	3	50
東中欧	30	3	10
西欧	8	4	50
イタリア	6	6	100
旧ソ連			
ベラルーシ	1	1	100
バルト海沿岸	6	4	67
北極海沿岸	5	5	100
モスクワ	9	6	67
ウクライナ	6	4	67
コーカサス	5	3	60
ウラル	5	4	80
中央アジア	3	2	67
ノボシビルスク	10	9	90
イルクーツク	4	3	75
極東	1	0	0

*北海道農業研究センター (062-8555 札幌市豊平区羊ヶ丘 1) National Agricultural Research Center for Hokkaido Region, Hitsujigaoka, Toyohira-ku Sapporo, 062-8555, Japan

**パビロフ植物生産研究所 (サンクトペテルスブルグ市ロシア) N. I. Vavilov All-Russian Research Institute of Plant Industry, 42, Bolshaya Morskaya Str., 190000, St. Petersburg, Russia

根雪前播種したイタリアンライグラス
品種の特性

山田敏彦*・眞田康治*・高井智之*

Characteristics of Italian ryegrass varieties sowed
before continuous snow cover.

Toshihiko YAMADA・Yasuharu SANADA・
Tomoyuki TAKAI

緒言

イタリアンライグラスは良質で多収な草種として本州では秋播種で広く栽培利用されているが、北海道ではその栽培が限られている。イタリアンライグラスは耐寒性に劣ることから、北海道のような寒地では越冬が困難であり、また、春播種では十分な栽培期間を確保できないなどの問題がある。しかし、春コムギを用いた根雪前播種栽培技術は、最近、収量増加や春先の作業軽減化などのため注目されている。同様に、イタリアンライグラスにおいても根雪前播種により、その優れた特性を生かすことが可能であると考えられる。そこで、現在わが国で市販されている極早生～晩生のイタリアンライグラス品種を供試して根雪前播種を行い、その特性を調査して根雪前播種の可能性を検討した。

材料および方法

イタリアンライグラス極早生～晩生 13 品種とペレニアルライグラス 1 品種 (表 1) を供試して、北海道農研の圃場で 2001 年 10 月下旬から 11 月下旬にかけて約 10 日間隔 (10 月 29 日, 11 月 7 日, 11 月 20 日, 11 月 29 日) で播種した。播種量は 300g/a とし、1 区 1 畦 4m (畦幅 0.5m), 4 反復の試験区とした。翌春に初期生育の調査を行い、十分なスタンドの確保された 11 月 20 日播種区および 11 月 29 日播種区について年 6 回の刈取り調査を実施した。なお、その年度の根雪期間は 11 月 30 日から 3 月 27 日であった。

結果および考察

根雪前播種したライグラス類品種における播種期別の早春時の発芽良否と初期生育の

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

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

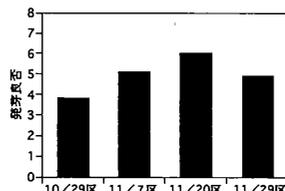


図1. 根雪前播種したライグラス類品種の発芽の良否
2002年4月6日調査 (1:不良~9:良)

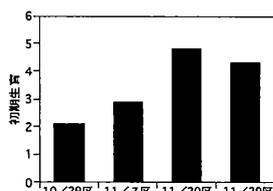


図2. 根雪前播種したライグラス類品種の初期生育
2002年4月26日調査 (1:不良~9:良)

平均値を図1と図2に示した。11月20日播種区がともに高かった。11月20日播種区と11月29日播種区で、年6回の刈取りを実施したが、晩生品種の収量性が高く、特に「アキアオバ」は供試品種の中では最も多収を示した。晩生から早生になるに従い低収となり、極早生～早生のほとんどの品種は夏の4番草以降消失した。この永続性は出穂程度と関係があり、晩生品種は出穂割合が極早生～早生品種に比べ少なく、年間を通じて収量性が安定していた。夏から秋まで通年にわたってイタリアンライグラスを利用しようとするためには、春化要求性のより高い晩生品種を利用することが必要であると考えられた。一方、11月20日播種区と11月29日播種区を比較したところ、20日播種区の各番草の出穂程度がやや高く、それに伴い出穂茎割合が高く、収量性は29日播種区に比べて全体にやや低収となった。これは、29日播種区では気温が上昇してから発芽して春化処理の不十分なものがあつたためと考えられた。

以上のことから、春化要求性の高いイタリアンライグラス晩生品種を用いて根雪前播種を毎初冬に追播種を繰り返すことにより、北海道のような寒地においても高い生産性の採草地や放牧草地を維持できる可能性が示唆された。

表1. 根雪前播種したライグラス類品種の乾物収量と出穂程度

品種名	早晚性	年合計収量(kg/a) ¹⁾		出穂程度番草平均 ²⁾	
		11/20区	11/29区	11/20区	11/29区
ハナミワセ	極早生	1.6	4.0	8.0	5.6
ミナミアオバ	極早生	3.9	8.4	8.1	6.1
ウズキアオバ	極早生	1.3	11.1	7.9	6.4
タテムシャ	早生	3.3	11.5	8.0	7.3
タチワセ	早生	1.8	10.9	7.4	5.6
ニオウダチ	早生	3.0	14.0	7.9	5.1
ワセユタカ	早生	7.0	16.4	7.3	5.5
ワセアオバ	早生	7.1	26.3	6.7	5.4
ナガハヒカリ	中生	26.9	37.0	5.1	5.0
マンモスB	中生	11.2	38.7	4.5	5.0
ピリオン	晩生	32.7	36.5	4.9	4.5
エース	晩生	32.7	45.4	2.8	2.8
アキアオバ	晩生	45.3	58.6	3.4	3.1
フレンド	晩生	37.3	26.4	1.1	1.0

1) 6回刈取りの合計, 2) 1:少~9:多

オーチャードグラスにおける日ロ栄養系多交配
後代の生育特性

眞田康治・高井智之・山田敏彦

Growth habits of progenies polycrossed between Japanese
and Russian clones in orchardgrass

Yasuharu SANADA, Tomoyuki TAKAI
and Toshihiko YAMADA

緒言

オーチャードグラスは、チモシーより越冬性が劣り過去に大規模な冬枯れを起こしたことから、特に道東地域に向けて越冬性の改良が主要な育種目標となっている。オーチャードグラスでは、ロシアなど旧ソ連地域原産の遺伝資源が耐凍性や雪腐病抵抗性に優れていることが知られており、ロシア遺伝資源は越冬性改良のための重要な育種素材と考えられる。越冬性に優れた極早生品種の育成を目的に、ロシア遺伝資源と北海道由来の品種・系統を基に基礎集団を養成して、越冬性に優れた栄養系を選抜した。収量性に優れた系統を合成するためには、栄養系の後代について生育特性を明らかにする必要がある。そこで、日ロ栄養系の多交配後代について越冬性や収量性などの特性を明らかにした。

材料および方法

1999年4月に日ロ品種から構成された基礎集団から越冬性に優れた栄養系を、日本の品種・系統から15点、ロシア品種から15点選抜した。隔離温室に移植して多交配し栄養系ごとに採種した30系統と標準および比較品種・系統8点を同年8月20日に圃場に播種した。試験区は、1区4×0.6m=2.4㎡の条播で3反復の乱塊法とした。播種量は、200g/aとした。刈取りは小型プロットハーベスタで行い、刈り高は約10cmとした。調査は、2000年と2001年の2か年実施した。

結果および考察

越冬性の2か年の平均値を表1に示した。日ロ栄養系の後代系統は、ともにワセミドリより優れた越冬性を示した。日ロ間では、越冬性には差異はなかった。早春の草勢は、日ロともにワセミドリよりも優れ、差異は越冬性よりも大きかった。日ロ間では、早春の草勢に差異はなかった。出穂始めは、ともにワセミドリよりも約2日早く極早生であった。2か年の乾物収量

を表2および3に示した。利用1年目では、日ロ栄養系の後代系統は1番草がワセミドリの収量を大きく上回った。前年の播種時期が8月下旬で、幼苗のまま越冬したために1番草収量の差異が大きくなったと考えられる。日本栄養系の後代系統は、2および3番草はワセミドリと同程度で、年間合計ではワセミドリ比111で多収となった。ロシア栄養系の後代系統では、2および3番草はワセミドリと日本栄養系後代系統より低収となった。日ロ間では、1番草は有意な差異はなかったが、2および3番草では有意差が認められ、3番草で差異が大きかった。利用2年目では、ロシア栄養系の後代系統は1番草収量をもっとも高かったが、2番草以降は低収であった。日本栄養系の後代系統は、1番草収量はワセミドリより高かったが、それ以降はワセミドリよりやや低い収量であった。日ロ間では、1番草収量はロシア後代が有意に高かったが、2-4番草は日本後代が高かった。ロシア栄養系の後代系統は、早春から出穂期までの生育が良好であるが、秋季は生育が劣ることが示された。一方、日本栄養系の後代は、早春の生育はロシア後代よりやや劣るものの秋季の生育はロシア後代より優れることが示された。ロシア品種は、秋季の休眠性が強いことが個体植試験で知られていたが、条播による後代検定試験でも同様の傾向があることが明らかとなった。これらの栄養系から新規に系統を合成するに当たっては、春季と秋季の生育特性を考慮して構成栄養系を選定する必要があると考えられた。

表1. オーチャードグラス日ロ栄養系後代の生育特性

	越冬性	早春草勢	出穂始め 5月の日
日本栄養系後代平均	6.9	7.2	24.7
ロシア栄養系後代平均	6.8	7.4	24.1
ワセミドリ	5.2	5.3	26.0
Kievskaya	4.3	3.3	23.5
LSD(0.05)	1.4	1.4	0.7
日ロ間の差	ns	ns	ns
調査日	2年平均	2年平均	2年平均

注)越冬性と早春草勢:1(不良)-9(良)。

表2. オーチャードグラス日ロ栄養系後代の収量性(利用1年目)

	1番草	2番草	3番草	合計
日本栄養系後代平均	151	103	100	111
ロシア栄養系後代平均	159	94	89	105
ワセミドリ	100	100	100	100
Kievskaya	36	66	79	65
系統間差	**	**	**	**
日ロ間の差	ns	*	*	ns
調査日(2000年)	6/2	8/2	10/12	

注)収量はワセミドリ比。

表3. オーチャードグラス日ロ栄養系後代の収量性(利用2年目)

	1番草	2番草	3番草	4番草	合計
日本栄養系後代平均	123	95	101	94	107
ロシア栄養系後代平均	132	85	95	86	105
ワセミドリ	100	100	100	100	100
Kievskaya	89	80	78	83	83
系統間差	**	**	**	**	**
日ロ間の差	*	**	*	*	ns
調査日(2001年)	5/28	7/10	8/21	9/25	

注)収量はワセミドリ比。**,*はそれぞれ1%,5%水準で有意nsは有意差なし。

北海道農業研究センター (062-8555 札幌市豊平区羊ヶ丘1) National Agricultural Research Center for Hokkaido Region, Toyohira, Sapporo, 062-8555, Japan