

ISSN 0910-8343
CODEN: HSKEEX

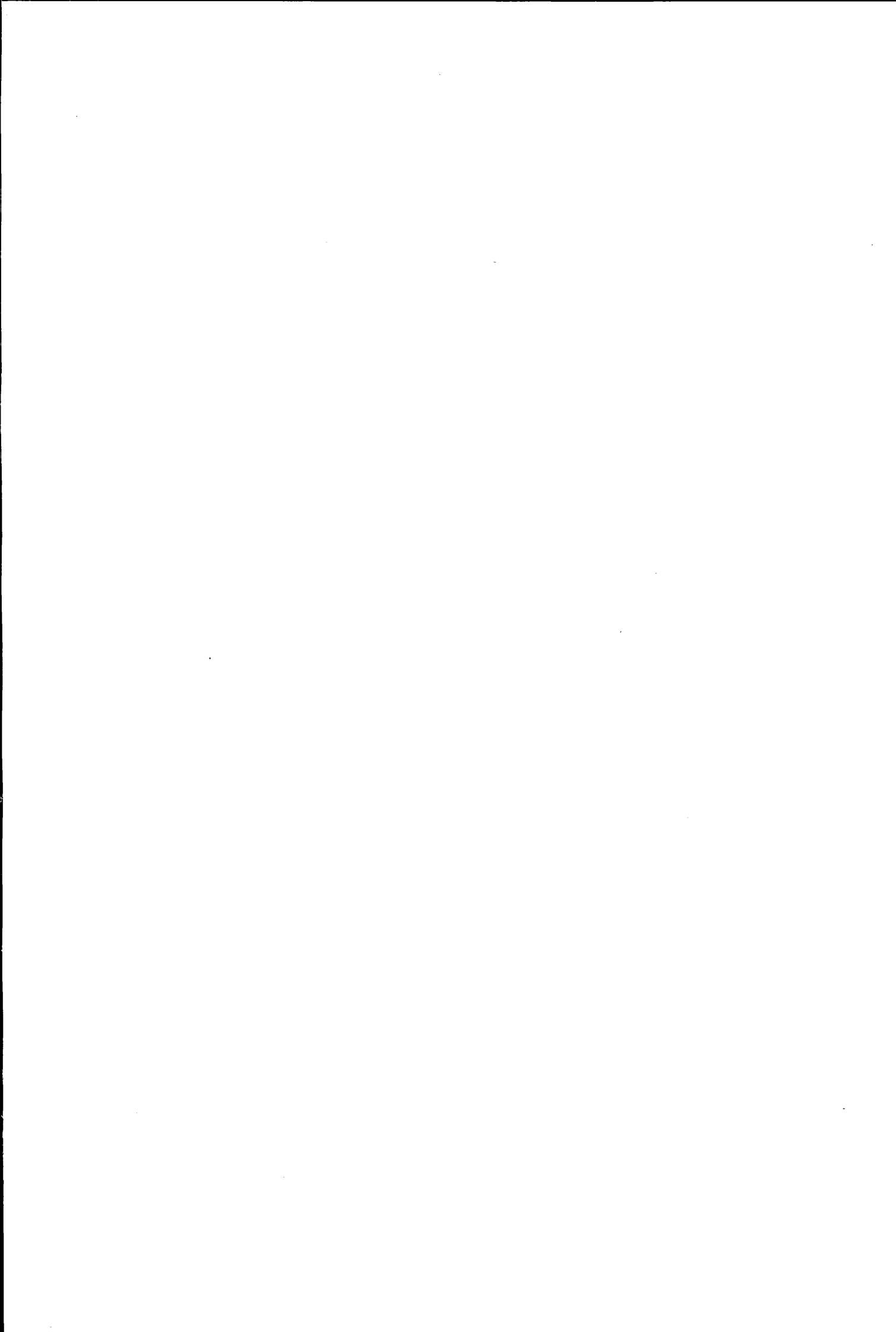
北海道 草地研究会報

JOURNAL OF HOKKAIDO SOCIETY OF GRASSLAND SCIENCE



No. 35 2001

北海道草地研究会





目 次

北海道草地研究会受賞論文

木曾 誠二：

「牧草の早刈り管理法に関する研究」	1
-------------------------	---

北海道草地研究会ミニ・シンポジウム「北海道における自給飼料のあり方を考える」

山口 秀和：

「わが国における自給飼料をめぐる情勢」	6
---------------------------	---

竹田 芳彦：

「北海道の採草地における牧草生産の現状と課題」	9
-------------------------------	---

研究報文

佐藤 尚・濃沼 圭一・榎 宏征：

1999年の札幌でみられたトウモロコシの不稔発生程度の品種・系統間差異	14
---	----

西道由紀子・中辻 浩喜・近藤 誠司・大久保正彦：

泌乳牛を輪換放牧したペレニアルライグラス優占草地における分けつ密度の4年間の推移	22
--	----

高橋 誠・中辻 浩喜・近藤 誠司・大久保正彦：

乳牛放牧地における食糞性コガネムシ類の個体数と排泄糞の成分および面積の関連	28
---	----

近藤 誠司・新宮 裕子・稲葉 弘之・西道由紀子・鈴木 友之・大久保正彦：

クマイザサ (<i>Sasa senanensis</i>) 優占林地に放牧した北海道和種馬の行動と植生の変化	34
---	----

講演要旨 (平成12年度研究発表会)

大根田英敏・船越 久史・杉本 聡史・株田 悠介・佐々木章晴 (中標津農業高校)

カラマツ防風林が草地に及ぼす影響1

ーカラマツの落葉が草地土壌に及ぼす影響ー	39
----------------------------	----

酒井 治・宝示戸雅之・三木 直倫 (根釧農試、*現草地試)

チモシー放牧草地の施肥法

1. 施肥時期・回数が収量および季節変動に及ぼす影響	40
----------------------------------	----

橋本 淳一・石渡 輝夫 (開発土木研究所)

酪農家3戸からなる地域における窒素フローの概要	41
-------------------------------	----

野口 和久・小川 恭男・梅村 和弘・義平 大樹 (酪農大、*北農試)

黒毛和種繁殖牛によるリードカナリーグラス待期草地の放牧利用	42
-------------------------------------	----

三枝 俊哉・高橋 俊 (北農試)

持続型放牧草地としてのケンタッキーブルーグラス草地の再評価

3. 定置放牧条件における放牧圧の差がホルスタイン去勢牛の増体におよぼす影響	43
--	----

新宮 裕子・松崎 龍・近藤 誠司・秦 寛・大久保正彦 (北大農)

ミヤコザサ主体の林間放牧地における肉用牛の食草行動	44
---------------------------------	----

松崎 龍・滝田 奈々・松坂智恵美・新宮 裕子・秦 寛・大久保正彦 (北大農)

傾斜放牧地における植生と育成牛の採食行動との関係	45
--------------------------------	----

岩渕 慶・太田 二郎・桑原 誠・中司 啓二 (ホクレン、*北農試)

ライ麦の敷料利用に関する検討	46
----------------------	----

糸川 信弘・池田 哲也・新良 力也 (北農試)

摩砕したアルファルファの圃場乾燥特性	47
--------------------------	----

鳥越 昌隆・出口健三郎・吉澤 晃・佐藤 公一・玉置 宏之 (北見農試、*道立畜試)	
チモシーの1番草における飼料成分の変化と系統間差異	48
河合 正人・木村麻友子・佐藤 容代・高橋 潤一・松岡 栄 (帯畜大)	
番草の異なるアルファルファサイレーズを給与した めん羊の窒素およびエネルギー出納に対するユッカ抽出物投与の影響	49
木村麻友子・河合 正人・高橋 潤一・松岡 栄 (帯畜大)	
アルファルファサイレーズを給与しためん羊の窒素 およびエネルギー出納に対するユッカ抽出物投与量の影響	50
伊藤 知佳・潮田 素子・花田 正明・河合 正人・岡本 明治 (帯畜大)	
併給飼料の炭水化物源の違いが時間制限放牧した 泌乳牛の牧草採食量と反芻胃内通過速度に及ぼす影響	51
潮田 素子・伊藤 知佳・河合 正人・花田 正明・松岡 栄 (帯畜大)	
併給飼料の炭水化物源の違いが時間制限放牧した泌乳牛の飼料利用性と乳生産に及ぼす影響	52
艾比布拉伊馬木・花田 正明・岡本 明治 (帯畜大)	
去勢牛の反芻胃内微生物合成量と小腸への窒素移行量に及ぼす草丈と割当草量の影響	53
眞田 康治・高井 智之・中山 貞夫・山田 敏彦 (北農試、*飼料作物種子協会)	
大型プロットハーベスタによる放牧用適草種・品種選定試験	54
岩淵 慶・我有 満・大塚 博志 (ホクレン、*北農試)	
新マメ科牧草「ガレガ (<i>Galega orientalis Lam.</i>)」の特性紹介	55
池田 哲也・新良 力也・糸川 信弘 (北農試)	
十勝中部において夏季間の播種期の違いが翌年のアルファルファ収量に及ぼす影響	56
古川 研治・高橋 敏・梶 孝幸・眞鍋 就人・西部 潤 (十勝農協連)	
十勝管内におけるアルファルファの追播による草地生産性改善の試み	57
平田 聡之・森下 浩・由田 宏一・中嶋 博 (北大農)	
アカクロバ単播草地における個体消失のパターンと採草量の変動	58
磯部 祥子・我有 満・内山 和宏 (北農試)	
植物単位概念からみたアカクロバのクラウン構成と開花習性	59
小松 輝行・菊地 貴範・吉成 弥生 (東京農大)	
積雪レベルによって異なるマメ科牧草のTNC (貯蔵炭水化物) 推移パターンとその役割	60
金川 順二・松中 照夫 (酪農大)	
寒地型イネ科牧草の乾物生産における温度反応の草種間差異	61
吉澤 晃・鳥越 昌隆・佐藤 公一・玉置 宏之 (北見農試)	
チモシーの種子登熟と発芽習性	62
玉置 宏之・吉澤 晃・鳥越 昌隆・佐藤 公一 (北見農試)	
チモシー親栄養系とその後代系統の調査結果から考察された効率的な耐倒伏性育種法	63
藤井 弘毅・山川 政明・澤田 嘉昭・牧野 司 (根釧農試、*道立畜試)	
チモシー (<i>Phleum pratense L.</i>) およびメドウフェスク (<i>Festuca pratensis Huds.</i>) の多刈り条件下における茎葉収量の差異と関連形質	64
高宮 泰宏 (植物遺伝資源センター)	
異なる温度条件下でのトウモロコシ自殖系統の低温発芽性検定	65
佐藤 尚親・中村 克己・竹田 芳彦 (天北農試)	
ペレニアルライグラス保存栄養系における多葉性と諸形質との関係	66
差波 武志・堀川 洋 (帯畜大)	
DNAフィンガープリントによるアルファルファ根粒菌 (<i>Sinorhizobium meliloti</i>) の識別	67
IVASHUTA, Sergey・内山 和宏・我有 満・島本 義也 (北大農、*北農試)	
Molecular analysis of cold tolerance in alfalfa (<i>Medicago sativa L.</i>)	68

野村 一暢・山田 敏彦*・島本 義也(北大農、*北農試)	
ペレニアルライグラスの耐凍性に関するQTL解析	69
久野 裕・日暮 崇・島本 義也(北大農)	
ペレニアルライグラスにおけるEGFP発現におよぼす浸透圧の影響	70
米山 昌・島本 義也(北大農)	
ペレニアルライグラス低温馴化過程で誘導される遺伝子の単離とその発現解析	71
講演要旨(平成11年度研究発表会)	
酒井 治・宝示戸雅之*(根釧農試、*現草地試)	
根釧地域の傾斜草地における土壌養分および牧草収量分布	72
池田 哲也・新良 力也・糸川 信弘(北農試)	
長期湛水したアルファルファの越冬後の生育	73
池田 哲也・糸川 信弘・新良 力也(北農試)	
数種Annual Medics(1年生の <i>Medicago</i> 属牧草)の生育比較	74
事務局だより	75
役員名簿	88
会員名簿	89



牧草の早刈り管理法に関する研究

木曾 誠 二

Management Methods for Early Harvesting of Timothy (*Phleum pratense* L.) Dominant Meadows. Seiji KISO

土地資源を有効に利用し飼料自給率の向上を目指す北海道の土地利用型酪農では、濃厚飼料に多くを依存せず、良質な自給飼料を主体としてできるだけ多量の生乳を生産することが基本である。それにもかかわらず、北海道の採草地は、平均的にみると収量・草種構成・栄養価などに依然として数多くの問題点がある。その中でも、TDN（可消化養分総量）含有率の向上は、自給率や採食性を高める面からも緊急に解決すべき課題である。特に近代酪農における高泌乳牛のニーズへ応えるには、TDN65%以上の高栄養牧草の給与が重要だと言われている。

このような高栄養の牧草を採草地から得る一つの方法は、従来の刈取り適期とされている出穂期よりも、早く刈取ることである。しかし、早刈りに関する試験例が少ないため、早刈りが収量や草種構成などへ及ぼす影響、および適切な1番草の刈取り時期や2番草以降の刈取り管理など、早刈り体系についての基本的な情報が極めて不足している。

本研究では、北海道で最も栽培面積の広いチモシー（TY）を基幹とする採草地を対象に、早刈りに起因する収量や草種構成の変化を明らかにし、良好な草種構成を維持しつつ、TDN65%以上の高栄養牧草を安定生産するための早刈り管理法を提案する。

今回の名誉ある北海道草地研究会賞の受賞にあたり、根釧農試土壌肥料科において本研究とともに実施しご指導・ご助言を頂きました能代昌雄科長（現中央農試農業環境部長）、近藤 熙科長（現草地研究センター主任研究官）、寶示戸雅之研究職員（現草地研究センター室長）、三枝俊哉研究職員（現根釧農試科長）をはじめとする多くの方々に、心より感謝いたします。また、受賞の推薦と決定を頂きました諸先輩、草地研究会員の皆様にも厚く

御礼申し上げます。

1. 早刈りしたTY草地の乾物収量、草種構成およびTDN含量

1) TY単播草地

早刈りしたTY単播草地（TYの穂孕期一出穂始期刈取

表1. 刈取り処理^{a)}.

刈取り処理の名称	処理番号	1番草	2番草	3番草	
早刈り	穂孕期	1	6.11	7.22(41) ^{b)}	10.3
	系 列	2	"	8.10(60)	"
		3	"	"	-
	出穂始期	4	6.20	8.2 (43)	10.3
	系 列	5	"	8.20(61)	"
		6	"	"	-
出穂期刈り	出穂期	7	7.2	9.1(62)	-

^{a)} 刈取り日で3か年平均（月、日）。

^{b)} 早刈り、出穂期刈りに併記した生育期は、チモシーの1番草についてである。出穂期刈りは、北海道根釧地方のチモシー採草地を年2回出穂期刈りする場合で、対照として設けた。

^{c)} 括弧内は1番草刈り後の生育日数。

表2. 早刈りしたチモシー単播草地の可消化養分総量（TDN, 乾物中%）^{a)} とその収量（kg/10a）。

処理番号 ^{b)}	1番草		2番草		3番草		年間合計	
	含有率	収量	含有率	収量	含有率	収量	含有率	収量
1	68.54	165	69.02	141	66.36	179	67.92	485(81) ^{c)}
2	68.29	172	63.29	297	66.40	95	65.26	564(94)
3	68.40	227	62.49	309			65.14	536(90)
4	67.20	256	67.89	72	68.56	152	67.77	480(80)
5	66.53	255	62.22	153	67.30	83	65.21	491(82)
6	66.76	279	62.94	185			65.12	464(78)
7	62.42	371	62.94	226			62.59	597(100)
LSD(5%) ^{c)}	1.53	29	2.89	51	4.39	44	1.76	77

^{a)} 1988年のチモシーについての測定値。

^{b)} 表1と同じ。

^{c)} 有意水準5%での最小有意差。

^{d)} 処理7のTDN収量を100としたときの割合。

り、表1に示した刈取りを3か年継続)では、一般にTDN含有率は対照である出穂期刈り比べて高まる(表2)。しかし、同草地の年間の乾物収量とTDN収量は出穂期刈りより低下する。

これを1番草で見ると、1番草を穂孕期-出穂始期に刈取る草地からは、TDN67-69%と出穂期刈りの62%を上回る高栄養の牧草が生産される。ただし、この時期に刈取られる1番草のTYは1茎重の小さいことに起因して低収である。この理由は、早刈り草地では乾物生産増加速度が高い時期に刈取られるため、1茎重がまだ十分な値に達していなかったことによると理解される。その結果、早刈り草地のTDN含有率は高まるが、その上昇は乾物収量の低下を補うほど大きいものではないので、TDN収量の低下を生じることとなる。これらの低収傾向は刈取り時期が早いほど顕著である。

一方、各種の早刈り草地の中でも、1番草を穂孕期~出穂始期に刈取り、その後の2番草の生育期間を40日前後と短くして年3回刈取る草地(処理1、4)は、1・2・3番草ともTDN含有率が66~69%と高い値を示す。

草種構成をみると、両草地ともTY割合は試験開始後3年目から減少し、播種していないシロクローバ(WC)や地下茎型イネ科草割合が高まる。TYの全茎数が早刈りと出穂期刈り草地で大差がないにもかかわらず、早刈り草地では特に地下茎型イネ科草割合が大きくなる傾向にある。したがって、単播草地で早刈りを実施するにあたっては、地下茎型イネ科草割合の少ない草地を選択し、また刈取り後の草種構成の推移にも十分留意することが必要となる。

2) TYとマメ科草混播草地

TYとWCを混播した草地を早刈りすると(処理の概要は表1と同じ)、WCが優勢しTY茎数が減少する傾向(図1、表3)を示すとともに、単播草地と同じく年間収量も出穂期刈りの800kg/10aより低下することが多い(図2)。この収量低下は、混播草地の収量に大きな影響を及ぼすTY収量が少なかったことによる。またTY収量の低下する要因の一つは、優勢したWCの遮光に起因してTYの茎数や1茎重が減少するためであることが指摘される。このような低下は、刈取りストレスが強いと顕著に認められる。

これに対して、TDN収量は、乾物収量と異なり出穂期刈りと同等かそれを上回る。これは、早刈りした草地のTDN含有率が66-69%と高く、乾物収量の低下を含有率の上昇で補うことができるためである。ただし、この増加には、早刈りによるTYのTDN含有率の増加に加えて、もともと高TDN含有率であるWCそのものの増収

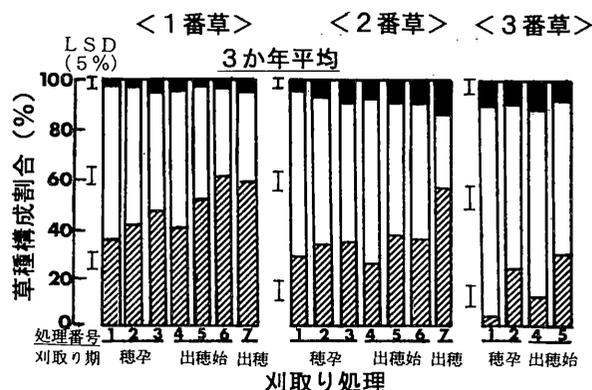


図1. 刈取り処理の異なるチモシー・シロクローバ混播草地における草種別構成割合の推移。

処理番号と刈取り期は表1と同じ。シンボルは▨がチモシー、□がシロクローバ、■が地下茎型イネ科草を含めた雑草類。LSDは有意水準5%での最小有意差で、上から雑草類、シロクローバ、チモシーの各構成割合についてである。

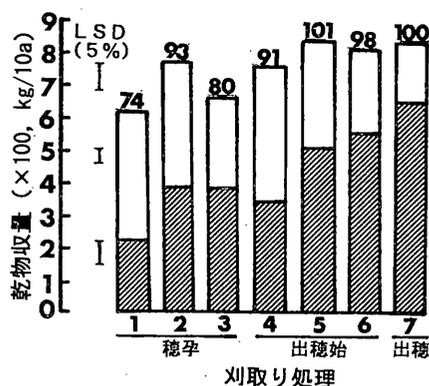


図2. 刈取り処理の異なるチモシー・シロクローバ混播草地における草種別の年平均乾物収量。

年平均乾物収量は1987-1989の3か年平均。処理番号と刈取り期は表1と同じ。図中の数字は処理7の合計収量を100としたときの各処理の合計収量割合。シンボルは▨がチモシー、▨がシロクローバ。またLSDは有意水準5%での最小有意差で、上から合計、シロクローバ、チモシーの各収量についてである。

表3. 刈取りの処理の異なるチモシー・シロクローバ混播草地におけるチモシー全茎数の推移^{a)}

処理番号 ^{b)}	1番草			2番草		
	1987	1988	1989	1987	1988	1989
1	778	212	208	224	80	180
2	778	380	348	448	96	420
3	824	580	408	400	360	250
4	622	448	316	460	132	428
5	622	528	656	488	80	500
6	584	648	912	540	604	696
7	504	629	932	500	600	516
LSD (5%) ^{c)}	127	172	233	160	175	165

^{a)} 単位はm²当りの本数。

^{b)} 表1と同じ。

^{c)} 有意水準5%での最小有意差。

による分も含まれている。さらに、早刈りした混播草地の粗蛋白 (CP) と中性デタージェント繊維 (NDF) は、出穂期刈りと比べて高泌乳牛用飼料の最適含有率 (それぞれ18-19%、28-35%) に近い。

一方、早刈り草地でのWC割合は、2番草の生育期間が約60日と長い草地で増加が緩和される傾向にはあるものの、適正なマメ科草割合である30-50%の範囲を越えることが多い (図1)。このような早刈りによるWC割合の著しい増加は、草種構成の悪化とみなすことができる。

しかし、早刈りした草地を翌年から出穂期刈りに戻すと、WC割合や収量は対照である出穂期刈りを継続した場合 (処理7) と同程度に回復する (図3)。この理由

草種構成およびTDN含量の傾向は、早刈りしたTY・アカローバ・WCの3草種混播草地でも同様に認められる。

2. 早刈りした混播草地における草種構成の悪化要因

早刈りした混播草地でWC割合が高まるとともにTY茎数の減少する、いわゆる草種構成の悪化する要因は、再生量の推移や群落内での葉面積と相対照度の垂直分布からみると、以下のように考えられる。

再生初期 (1番草刈り後15日前後) におけるTYの草高と再生量は、早刈り草地では出穂期刈りに比べて草高がかなり低く、再生量も70%以下と少ない (図4)。

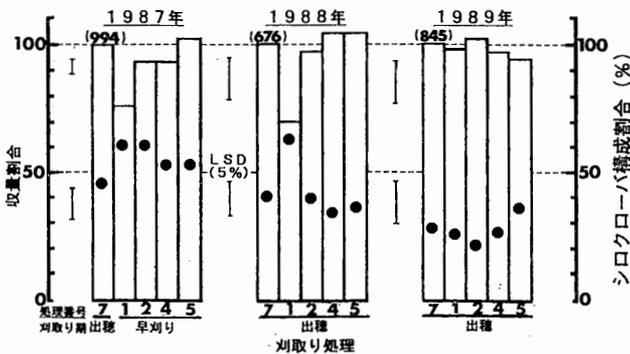


図3. 早刈りしたチモシー・シロクローバ混播草地 (1987年) を出穂期刈りに戻した (1988年と1989年) とときの乾物収量とシロクローバ構成割合の変化。

1987年の処理番号と刈取り期は表1と同じだが、1988-1989年はすべて出穂期刈りを実施。乾物収量は年間合計で、処理7の収量を100としたときの各処理の収量割合、またシロクローバの構成割合は1番草である。対照である処理7の括弧内は乾物収量の実数 (kg/10a)。シンボルは□が収量割合、●がシロクローバ構成割合。LSDは有意水準5%での最小有意差で、上から収量割合、シロクローバ構成割合についてである。

の一つは、早刈りに起因する茎数低下などのTYに対するマイナスの影響が連年の早刈りによって大きく及ぶ以前に、出穂期刈りへ戻したため回復したものと推察される。ただし、TY茎数の低下が大きいほど、回復に要する期間は長くなると考えられる。例えば、刈取りのストレスが強く、戻し処理の開始前にすでに茎数が明らかに低下している草地 (処理1) の回復に要する期間は2年で、他の草地より長い。

これらのことから、早刈りした混播草地でWCが優占しTY茎数が減少するなどの問題は、2番草の生育期間を55~60日に設定することと、早刈りを2年以上継続させないで翌年は出穂期刈りへ戻すことでほぼ回避されると考えられる。

以上のTY・WCの2草種混播草地における乾物収量、

<早刈り> <出穂期刈り>

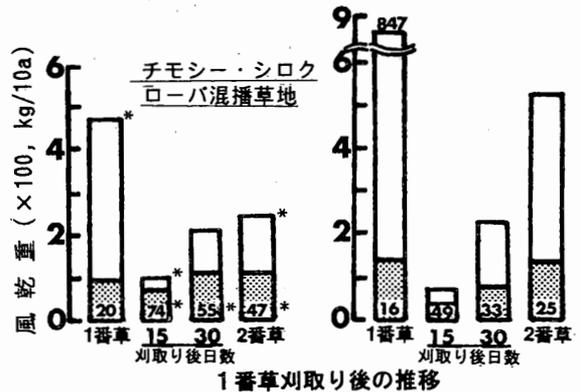


図4. チモシーとシロクローバの再生量の推移。

早刈りは1番草がチモシーの穂孕期刈り取りで2番草の再生期間が42日間、出穂期刈りは同じく出穂期刈り取りで再生期間が62日間。シンボルは□がチモシー、■がシロクローバ、図中の点枠内の数字はシロクローバ構成割合 (風乾, %)。*は同一番草あるいは同一刈取り後日数の早刈りと出穂期刈りとで有意差 (P<0.05) のあることを示し、上が合計風乾重、下がシロクローバ構成割合。

なお、刈取り後15日目の牧草の草高は、早刈りではチモシーが8cm、シロクローバが14cm、出穂期刈りでは両草種とも15cm。

早刈りでTYの初期再生が抑制されるのは、生育段階の若いときに刈取られるTYは貯蔵養分の蓄積が不十分で、幼分げつや幼芽の伸長あるいは休眠分げつ芽の萌芽力が抑えられるために生じる現象であると推察される。

また、このときのTY茎数も出穂期刈りより少ないが、両草種の草高と光環境との関係から判断すると、この違いには草種間の光競合が関わっている可能性がある。すなわち、出穂期刈りと異なり、早刈り草地のWCの草高は14cmで、TYの8cmを大きく上回る。そのため、WCの葉群が分布する上層の相対照度は約60%で、TYの葉群が分布する下層よりも2倍以上高い。したがって、再生初期における早刈り草地のTYは、WCに遮光される割合が出穂期刈りより高く、光競合で不利な状態になる

と言える。遮光によりイネ科草の茎数は減少することが多いことから、再生初期の早刈り草地のTY茎数が少ない理由の一つとして、弱勢なTYがWCに遮光されることが指摘される。

前述したように刈取り後のTYは初期再生が抑制されるのに対して、WCの再生は生育段階の若いときに刈取ると旺盛になる傾向が認められる。このことは、早刈り草地のWCは出穂期刈りより速やかに再生を開始するので、刈取り後のWCは再生量や生産構造の上でもTYに対して有利な立場に立ち、弱勢なTYは再生初期の段階から一層抑制されることを示唆している。しかも、この時期のWCの再生（6月中～下旬）は、出穂期刈りのとき（7月上～中旬）に比べて日照時間が長い等の有利な条件にあるため一層促進される。

したがって、この再生初期に生じる両草種の優劣関係が、2番草刈取り時まで維持される結果、早刈り草地ではWCが優占すると思われる。換言すれば、早刈り草地のように生育段階の若いときに利用される場合、初期再生力がマイナス側に働くTYと、プラス側に働くWCとの優劣関係が、その後の再生量や草種構成にも著しく影響を及ぼすと理解される。

以上から、早刈りした混播草地においてWCが優占しTY茎数が減少する重要な要因として、1番草刈取り後の再生初期の生育において、TYでは抑制されるのに対してWCでは促進されること、およびTYがWCに遮光されることが考えられる。

3. マメ科草回復手段としての早刈り

早刈りした混播草地の特徴であるWCの優占は、土壌や気象条件の異なる現地の農家圃場でも実証される。草種構成からみた早刈り草地のこのようなマイナスの特徴は、逆にマメ科草割合の低い草地のマメ科草を回復させる手段として有効な側面であるとも考えられる。すなわち、WC割合が10%以下のTY優占草地へ対して早刈りを2年継続すると、1番草のWC割合は13~60%へと高まる。このようなマメ科草の回復効果は、窒素の減肥と組み合わせると促進し、また土壌の種類にかかわらず同様に認められる。このことは、早刈りが高栄養牧草の生産とマメ科草割合の改善・維持とを合わせ持つ技術であることを示している。

4. TY基幹草地の早刈り管理法

TY基幹草地において、早刈り予定草地の草種構成（植生）を確認するとともに施肥標準を順守して、以下の刈取り管理を行えば高泌乳牛向けの高栄養牧草（TD N65%以上）の安定生産が可能である。図5には実際の

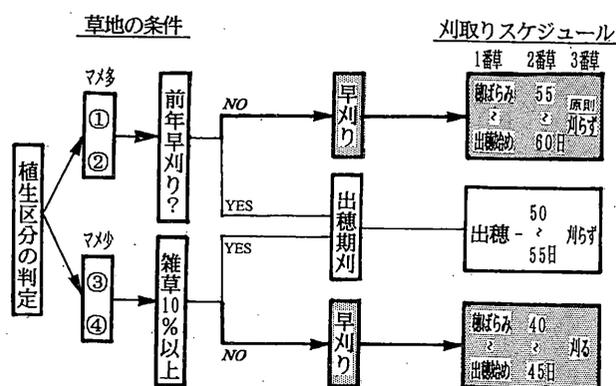


図5. チモシー草地の早刈り管理法

①～④は植生区分で、施肥管理とともに北海道施肥標準に準じる。

手順をフローチャートとして示してある。なお、本研究の一連の試験は、TY早生品種「ノサップ」、WC大葉型品種「カリフォルニアラジノ」およびアカクローバ早生品種「サッポロ」を用いて、根釦地方で行ったものである。

1)TY単播草地では、1番草を穂孕期～出穂始期に刈取り、その後の2番草の生育期間を40～45日程度とし、さらに収量を確保するため3番草を10月初旬に刈取る。ただし、地下茎型イネ科草を含めた雑草の侵入には注意する。

2)TYとマメ科草の混播草地では、1番草をTYの穂孕期～出穂始期に刈取り、2番草の生育期間を55～60日程度とし草種構成へのマイナスの影響をできるだけ少なくする。3番草の刈取りは、TYへのストレスが強くWC割合の増加を助長する可能性があるため、原則として実施しないのが適当である。なお、草種構成を良好に維持するため、早刈りした草地は翌年には出穂期刈りへ戻すことが重要である。

参考文献

- 1)木曾誠二・能代昌雄 (1994) チモシー (*Phleum pratense* L.) 採草地の早刈り管理法1. 早刈りが単播草地の乾物収量、可消化養分総量および雑草侵入に及ぼす影響、日草誌 39、429-436.
- 2)木曾誠二・能代昌雄 (1997) チモシー (*Phleum pratense* L.) 採草地の早刈り管理法2. 早刈りがチモシー・シロクローバ (*Trifolium repens* L.) 混播草地の草種構成、乾物収量および可消化養分総量に及ぼす影響、Grassland Science 43、258-265.
- 3)木曾誠二・能代昌雄 (1999) チモシー (*Phleum pratense* L.) 採草地の早刈り管理法3. 早刈りした

- チモシー・シロクローバ (*Trifolium repens L.*) 混播草地の2番草再生期間における葉面積と相対照度の垂直分布、*Grassland Science* 45、170-175.
- 4) 三枝俊哉・木曾誠二・能代昌雄 (1993) チモシー基幹草地の早刈りによる植生変化とその対策、北農 60、54-56.
- 5) 北海道立根釧農業試験場土壌肥料科 (1992) チモシー基幹草地の早刈りによる植生変化とその対策、平成3年度北海道農業試験会議 (成績会議) 資料、pp.1-34.

北海道草地研究会ミニ・シンポジウム「北海道における自給飼料のあり方を考える」

わが国における自給飼料をめぐる情勢

山口 秀 和

Introduction of new policy for the self-supplying feed production
Hidekazu YAMAGUCHI

平成12年4月に「飼料増産推進計画」を農林水産省は公表した。これまで「酪農及び肉用牛生産の近代化を図るための基本方針」の中で部分的に述べられてきた物を独立させたわけで、飼料増産が国として重要課題となってきたことを反映している。この報告の目的は自給飼料をめぐる国の動きを紹介することであり、自給飼料生産の動向と自給飼料生産をめぐる政策の動き、自給飼料生産の課題の3点についてふれたい。

(1) 自給飼料生産の動向

旧農業基本法制定後の昭和40年と60年、平成9年の3時点を取りあげて飼料需給動向を見ると、昭和40年から60年までの間に家畜飼養頭数（体重を基に乳牛に換算）は倍になり、飼料の需要量もほぼ倍になっている（表1）。

表1. 飼料総合需給表（TDNベース）

		昭和40年	昭和60年	平成9年
家畜飼養頭数	万単位*	550	1,150	1,085
需要量	万t	1,336	2,760	2,650
飼料自給率	%	55	28	25
国内粗飼料	万t	452	528	452
国内濃厚飼料	万t	277	231	215

* 乳牛1頭を1単位として、体重で換算

表2. 草食家畜の飼料需給（TDNベース）

		昭和50年	昭和60年	平成9年
国内粗飼料	万t	479	528	452
輸入粗飼料	万t	-	43	124
粗飼料給与割合				
国内産+輸入	%	57	48	46
国内産	%	57	41	36
草食家畜の需要量	万t	842	1,190	1,251

このため、粗飼料生産は17%増加したものの、飼料自給率は55%から28%へと大きく低下した。昭和60年以降で飼料自給率はさらに3ポイント低下した。これは家畜飼養頭数がこの間に5%程度減少したが、それ以上に粗飼料生産が減少したことによる。

粗飼料の需給を表2に示した。昭和60年以降、粗飼料生産が14%減少する一方、乾草やヘイキューブなどの粗飼料の輸入が約3倍に増えている。これらの粗飼料を利用している草食家畜において、飼料総需要に占める粗飼料の給与割合が減少し、その内の自給粗飼料の割合も減っている。国内産粗飼料利用の減少の中身は、飼料作物生産の低下による部分が1/3、稲わらやその他の粗飼料利用がほぼ半減しており、これによる部分が2/3を占める（表3）。飼料作物生産の低下は6%程度であるが、その原因は作付け面積の減少である。単収は昭和60年以降向上していない（表4）。

表3. 国内産粗飼料の内訳（TDNベース）

		昭和50年	昭和60年	平成9年
飼料作物	万t	321	419	394
稲わら	万t	-	78	41
その他	万t	159	31	17
合計	万t	479	528	452

表4. 飼料作物の作付け面積と単収

		昭和40	昭和50	昭和60	平成9
作付け面積	万ha	51	84	102	97
単収					
全国	t/ha	29	38	41	41
牧草(北海道)	t/ha	23	32	34	34
とうもろこし(北海道)	t/ha	39	49	53	53

北海道農業試験場（062-8555 札幌市豊平区羊ヶ丘1番地）

Hokkaido National Agricultural Experiment Station, Sapporo 062-8555 Japan

(2) 自給飼料生産をめぐる政策の動き

平成10年12月に「農政改革大綱」が策定されて以来以下のよう、農業、酪農、飼料生産に関わる国の政策が次々と示された。

- 平成10年12月 「農政改革大綱」
- 平成11年3月 「新たな酪農・乳業対策大綱」
- 平成11年7月 「食料・農業・農村基本法」
- 平成12年3月 「食料・農業・農村基本計画」
- 平成12年4月 「酪農及び肉用牛生産の近代化を図るための基本方針」
- 平成12年4月 「家畜改良増殖目標」
- 平成12年4月 「飼料増産推進計画」

「農政改革大綱」では以下のような基本的考え方を示している。すなわち、食料・農業・農村は食料生産や多面的機能の発揮により国民の安全で豊かな暮らしを守り、国家社会を安定させる基盤として、21世紀においてはより重要。しかし、食料需給の逼迫の可能性・担い手の減少・農地の減少など、国民生活の安全・安心が確保できなくなる危機的状況にある。こうした中で、農業・農村の持続的な発展を通じて、国民の安全で豊かな暮らしを確保していくことは、緊急かつ重要な国民的課題となっている。

「食料・農業・農村基本法」では、食料の安定供給の確保・多面的機能の発揮・農業の持続的な発展・農村の振興の4つの理念を掲げ、国内農業生産を基本とした食料の安定供給の確保に向け、食料自給率の目標を策定することとし、「食料・農業・農村基本計画」において自給率の目標を設定した。

表5. 食料自給率の目標と飼料自給率の向上計画

	平成9 現状	平成22 目標	参考
食料自給率	%	41	45 +4ポイント
飼料自給率	%	25	35 +10ポイント
飼料作物の			
作付面積	万ha	97	110 +13%
単収(生)	t/ha	41.0	44.2 +9%
TDN生産量	万t	394	508 +29%

自給率の目標(表5)は、関係者が取り組むべき食料消費や農業生産の課題を明らかにし、計画期間内にこれらの課題が解決された場合に実現可能な水準を目標として設定されている。具体的には、熱量ベースの食料自給率の目標は平成22年には4ポイントアップさせて45%、この中で責任の大きいと言われている飼料については以下の通りである。

作付け面積の13%増と単収の9%増、TDN生産量の29%増を図り、最終的に飼料自給率を10ポイント向上させる目標となっている。面積増と単収増のみではTDN生産量の向上目標を説明できないので、TDN%の向上も見込んだ計画になっていると推測される。(1)で紹介したように最近の趨勢は、自給率と単収は大きな変化はないが、作付け面積は減少しており、目標は減少・停滞の傾向を終了させてさらに向上させるというものであり、かなり高い目標と考えられる。

「食料・農業・農村基本計画」では望ましい食料消費の姿を示しており、飲用乳は現状維持であるが、乳製品は消費の増加を見込み、生乳の生産目標としては15%増を掲げている。頭数は減を見込み、泌乳量の向上でカバーして、生産目標を追求する計画となっている。泌乳量は20%の増が目標である。1頭当たり泌乳量は昭和60年以降を平均すると年率2.5%程度の割合で上昇しており、これは輸入濃厚飼料給与の増加と結びついている。飼料の自給率をあげるには濃厚飼料の割合を減らさなくてはならず、そのもとで泌乳量のアップを図るには、良質粗飼料の生産がこれまで以上に重要となる。

「酪農及び肉用牛生産の近代化を図るための基本方針」では、酪農、肉用牛生産は土地利用型農業の基軸であり、土・草・家畜という生産要素のバランスのとれた経営の確立が必要とし、穀物飼料への過度の依存、労働過重、環境問題等の問題点を指摘した。又、乳牛改良についても「飼料自給率の向上、ゆとりある酪農経営の確立に資するため、繁殖性、生涯生産性、放牧適性や粗飼料利用性の向上を推進する。」と書いている。乳生産と自給飼料のギャップが問題となっていたが、それを埋めていくという姿勢が示されたものと思う。

(3) 自給飼料生産の課題

次に自給飼料の増産をどのように進めていくかという点についてふれたい。農林水産省は平成11年3月「新たな酪農・乳業対策大綱」を策定した。その中で、「飼料増産推進計画」の策定、「飼料増産戦略会議」の設置と増産運動の展開、そして増産の具体策として4項目(後述)を掲げた。

「飼料増産推進計画」は平成12年4月に農林水産省より公表された。「食料・農業・農村基本計画」の作付面積目標を具体化し、地域毎に目標を示した。又、生産利用類型毎に生産性の指標を示し、それに向けた努力により、目標の達成を目指すとしている。例えば、北海道東部は、永年草地型の大型機械体系に区分され、生産性指標として10a当たり労働時間が1.5時間、単収39t/haなどが示されている。又、放牧については、日本型放牧指

表6. 国の示した、北海道に関わる目標

		平成9年度	平成22年度	
飼料自給率	%	54	70	
飼料作物の作付面積	万ha	62	65~72	
単収 (生草)	t/ha			
牧草		34	39	+15%
とうもろこし		52	58	+12%
TDN生産費	円/kg	46	31	-23%
労働時間	hrs/10a	1.8	1.5	-17%
生乳生産	万t	356	470~520	+32%
乳牛飼養頭数	万頭	88	91~100	+2%
搾乳量	kg/頭	7,300	8,800	+20%
更新産次	産	2.8	4.5	
生乳生産費	円/kg	63	52	-18%

標を示した。集約放牧、低投入持続型放牧など6つの放牧利用方式を設けている。日本型放牧という言葉は耳慣れないが、わが国の多様な気象や土地条件に適応した放牧方法という意味で、搾乳牛の集約放牧から棚田での肉用繁殖牛の放牧まで色々なものを含んでいる。

「全国飼料増産戦略会議」は昨年6月に第1回が開催された。12年度については作付面積1万ha増等を目標とし、団体毎に役割分担をして活動するとしている。

尚、飼料増産の具体策としてあげられている4項目は以下の通りである。

- ① 自給飼料基盤の強化
 - 草地の整備・活用、土地利用の団地化・集積の促進、耕作放棄地等の活用など
 - ② 良質かつ低コストな自給飼料生産の推進
 - 優良草種の導入、新品種の開発と普及、単収の向上、草地の適期更新、栽培管理技術の高位平準化など
 - ③ 飼料生産の組織化、外部化の推進
 - 機械の共同利用、コントラクターの育成・活用など
 - ④ 日本型放牧の推進
 - 公共牧場、里山・林野の活用、在来型草種の利用など
- これら4項目に添って、機械、施設の導入や放牧地の造成への補助、単収向上技術等の実証への補助など様々

な事業が進められている。

以上、国全体の目標について紹介してきたが、地域毎の目標も提示されており、北海道について表6に整理した。これを基にし北海道では「北海道酪農・畜産計画」を策定中と聞いている。生乳生産の数値目標を見ると北海道の比重がますます増加する傾向にあり、北海道の役割はますます大きくなっている。又、飼料自給率の目標についてはかなり高い目標となっている。

(4) おわりに

「食料・農業・農村基本法」では技術の開発及び普及という1条を設けている。「食料・農業・農村基本計画」では、技術開発の目標を明確化し、戦略を定めるとしている。その付表の中で研究・技術開発の展望がまとめられており、「放牧牛の行動習性を利用した省施設・省力型放牧管理技術を開発」、「消化性・永続性の高い新型牧草品種(ライグラス類とフェスク類の属間雑種等)を育成」、「ホールクroppサイレージ用稲についてTDN収量がとうもろこし並の品種(1.3t/10a)を育成」があげられている。さらに、農林水産技術会議では、畜産や作物育種など9つの研究戦略の策定を進めている。また、国の研究機関は2001年4月から独立行政法人として出発するが、5年間の計画を示す中期計画では上記の目標や戦略の実現が求められており、今後の研究展開にはこれまで以上に施策の展開への寄与がもたられよう。

一方、開発された飼料増産技術は経営に採用され実践されて初めて効果がでる。採草地の単収向上について考えても、刈取り回数・施肥量・草地更新・マメ科率の維持などを適正にすればかなり収量はあげることができる。つまり、こうした技術を酪農経営に選択されるように、低コストで省力的に安定的に実施できる技術に仕上げ、経営的にもメリットがあることを示していく必要がある。

[尚、本報告で用いた統計数値の多くは、「飼料作物関係資料(平成12年3月)」(畜産局自給飼料課)によって]

北海道草地研究会ミニ・シンポジウム「北海道における自給飼料のあり方を考える」

北海道の採草地における牧草生産の現状と課題

竹田 芳彦

Productivities of Timothy Dormant Meadows in Hokkaido
Yoshihiko TAKEDA

1. はじめに

飼料作物の作付け面積、単位面積当たり収量が横ばい傾向にある中、北海道酪農は配合飼料価格の低下や飼養規模の拡大、個体乳量の増加などによる濃厚飼料給与量の増加に伴って自給飼料給与率が年々低下している(昭和60年：63.1%→平成10年：54.0%、農林水産省)。このようなことから、北海道農政部酪農畜産課は道内の主要な飼料作物である牧草の収量・栄養価の実態調査を行い、収量・栄養価を高めることによって自給飼料給与率の向上を促進するため農業改良普及センター、道立農畜試と一体となった「牧草の栄養価及び収量向上による飼料自給率向上促進事業(略称Gプロ)」(平成9～13年)を実施している。

今回のシンポジウムに当たり、本事業で得られた成果の中から北海道の主要な酪農地帯におけるチモシー主体採草地の量的・質的生産性の現状と課題について紹介し、自給飼料のあり方に係る話題提供とする。

2. 調査方法

1) 収量および栄養価の現状

北海道を5ブロック(道央・道南、道北、網走、十勝、根釧)に分割した。ブロック内の28農業改良普及センター

表1 3ヶ年の調査ほ場延べ点数および主体草種別内訳(ほ場数)

ブロック	調査点数	主体草種別内訳			
		チモシー	オチドグラス	アルファルファ	その他
道央道南	69	53	16	0	0
道北	156	125	12	19	0
網走	178	170	5	0	3
十勝	141	136	2	0	3
根釧	175	175	0	0	0
合計	719	659	35	19	6

管内における地域を代表し、経過年数5年程度の農家の混播採草地を調査対象とした。平成9～11年の3か年で延べ719点、チモシー主体採草地としては659点の実態調査を行った(表1)。調査項目は草地植生、刈取り時の生育ステージ、収量、栄養価(NDF、TDN等)、刈取り時期、施肥管理等である。

2) 採草地からのTDN自給可能割合の試算

(1) 試算のための基礎数字

前記の実態調査の中で得られた以下のデータを基礎数字とした(調査5ブロックそれぞれの平均値)。

- ・刈取り管理成績：牧草の生育ステージ、農家刈取り日
- ・乾物収量：農家刈取り時、出穂始刈り体系(1番草：出穂始期、2番草：1番刈り後 50日目)
- ・牧草栄養価：NDF含量、TDN含量

(2) TDN自給可能割合の試算方法

牧草からのTDN自給可能割合は乳牛に牧草を最大限摂取させ、その上で不足するエネルギーを濃厚飼料から補うという考え方を前提に、

$$\text{TDN自給可能割合}(\%) = (\text{牧草からのTDN摂取可能量}) / (\text{TDN要求量}) \times 100$$

により試算した。なお、TDN自給可能割合は、あくまでも乳牛に牧草を最大限摂取させるという特定の飼養条件において達成可能なTDN自給率である。また、草地の単位面積当たり収量は考慮されているが、実際の草地面積は考慮されていない。

そこで現状の飼養規模、単位面積当たり収量を前提にして、前記のTDN自給可能割合を達成するために必要とされる採草地面積を試算し、現状の酪農家一戸当たり畑総面積(飼料畑面積)との比を求めて草地面積の過不足を示す草地需給割合(%)を算出した。現状の一戸当たり平均乳牛飼養頭数および平均飼料畑面積は平成11年度北海道農業基本調査概況調査データより求めた。なお、こ

北海道立天北農業試験場(098-5736 北海道枝幸郡浜頓別町緑ヶ丘)

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

表2 チモシー主体草地の1番草収量調査日、農家刈取り日および出穂始

ブロック	平成9年度					平成10年度					平成11年度				
	a	b	c		b-c	a	b	c		b-c	a	b	c		b-c
	収量 調査	農家 刈取り	b-a 差	出穂 始		収量 調査	農家 刈取り	b-a 差	出穂 始		収量 調査	農家 刈取り	b-a 差	出穂 始	
道央道南	6/15	6/19	4	6/14	5	6/9	6/17	8	6/7	10	6/14	6/19	5	6/12	7
道北	6/20	7/5	15	6/21	14	6/14	6/28	14	6/12	16	6/17	6/25	8	6/16	9
網走	6/17	6/26	9	6/17	9	6/14	6/23	9	6/10	13	6/16	6/23	7	6/12	11
十勝	6/16	6/21	5	6/18	3	6/9	6/19	10	6/10	9	6/14	6/20	6	6/12	8
根釧	6/23	7/2	9	6/23	9	6/18	6/30	12	6/17	13	6/21	6/29	8	6/17	12
全道平均	6/18	6/27	8	6/19	8	6/13	6/23	11	6/11	12	6/17	6/23	7	6/14	9

表3 チモシー主体草地の推定乾物収量 (kg/10a)

ブロック	1番草			2番草			年間合計		
	調査 ¹⁾	出穂始 ²⁾	農家 ³⁾	調査 ¹⁾	50日後 ⁴⁾	農家 ³⁾	調査 ¹⁾	出穂始 ⁵⁾	農家 ³⁾
道央道南	543	531	594	287	261	354	832	792	948
道北	479	489	585	264	254	336	743	743	921
網走	531	515	614	313	301	376	843	816	990
十勝	481	487	535	295	303	382	776	790	917
根釧	422	411	516	293	277	354	715	688	871
全道平均	492	486	569	291	279	360	783	765	930

¹⁾ 収量調査時 ²⁾ 出穂始期の推定値 ³⁾ 農家刈取り実態 ⁴⁾ 1番草刈取り後、50日目の推定値
⁵⁾ 1番草を出穂始、2番草をその50日後に刈取りした場合の合計値

表4 チモシー主体草地の推定TDN含量 (%)

ブロック	1番草				2番草			
	調査 ¹⁾	出穂始 ²⁾	農家 ³⁾	差	調査 ¹⁾	50日後 ⁴⁾	農家 ³⁾	差
道央道南	62.1	63.0	58.3	4.7	58.6	59.4	56.5	2.9
道北	63.9	63.3	57.7	5.6	60.1	59.5	55.3	4.2
網走	63.7	64.7	58.9	5.8	59.3	59.7	57.8	1.9
十勝	66.7	66.4	62.5	3.9	58.8	58.9	56.6	2.1
根釧	64.1	65.1	58.5	6.6	58.5	59.4	55.3	4.1
全道平均	64.1	64.5	59.2	5.3	59.1	59.4	56.3	3.1

^{1)~4)} は表3参照。

表5 チモシー主体草地の推定TDN収量 (kg/10a)

ブロック	1番草		2番草		年間合計	
	出穂始 ¹⁾	農家 ²⁾	50日後 ³⁾	農家 ²⁾	出穂始 ⁴⁾	農家 ²⁾
道央道南	333	343	152	199	485	542
道北	307	330	153	180	459	510
網走	331	357	180	217	511	574
十勝	321	332	179	215	499	547
根釧	267	299	164	194	432	495
全道平均	312	332	165	200	477	532

^{1)~4)} は表3参照。

こでは飼料畑を全て採草地とみなしている。

3. 調査結果

1) 収量および栄養価の現状

1番草の農家刈取り日は概ね6月下旬であり、ほぼ出穂の遅速に対応したブロック間差異が認められた(表2)。農家収穫日と出穂始期の差は大きく、全道平均では8~12日の遅れとなっており、ブロック別では1戸当たり草地面積が大きな道北と根釧がより遅れる傾向にあった(表2)。2番草の刈取り時期は概ね8月下旬~9月上旬であり、道央・道南および十勝が早い傾向にある。2番草の生育期間は概ね60~70日程度であったが、70日を超える場合も30%あった。

農家刈取り時の年間乾物収量は871~990kg/10a、全道平均で930kg/10aであった(表3)。栄養価を重視した出穂始刈り体系(1番草を出穂始、2番草をその後50

日目に刈取る)では全道平均で765kg/10aとなり、農家刈取り実態の82%であった。出穂始刈り体系における各ブロックの乾物収量は688~816kg/10aであり、網走が最も多く、道北と根釧が少ない傾向にあった。

農家刈取り時のTDN含量は全道平均で1番草59.2%、2番草56.3%、ブロックでは1番草で十勝が高い傾向があった(表4)。出穂始刈り体系ではTDN含量は全道平均で1番草64.5%、2番草59.4%であり、刈取り時期を早めることによって1、2番草でそれぞれ5.3、3.1ポイント高まった。

農家刈取り実態に基づく年間TDN収量は495~574kg/10a、全道平均で532kg/10aであった(表5)。出穂始刈り体系では432~511kg/10a、全道平均で477kg/10aであり、農家刈取り実態に基づくTDN収量の90%であった。ブロック間では網走が最も多く、根釧と道北が少ない傾向にあった。

表6 NDF含量から推定した乳牛による乾物摂取量の相対比較 (DMIIから、%)

ブロック	農家刈取実態		出穂始 1番草
	1番草	2番草	
道央道南	-15	-2	-5
道北	-14	+6	+5
網走	-12	+2	+3
十勝	-7	+2	+1
根釧	-20	-1	-5
全道	-14	+2	(100)

1) 乾物摂取量指数(DMII)は1番草出穂始の全道平均値を100とする指数とし、ブロック間を相対的に比較。+は自由採食量が多く、-が少ないことを示す。めん羊による自由採食量推定式 $DMI(g/MBS)=157.2-1.52NDF$ により各番草のDMIを求めた後に変換した。

2) TDN自給可能割合の試算結果

牧草の乾物摂取量指数 (DMII) から1番草出穂始刈り体系の全道平均の乾物摂取量とブロック別の乾物摂取量を比較した。その結果、1番草の乾物摂取量は農家刈取り時の全道平均が出穂始刈りより14ポイント少ないことが推定され、ブロック間でも差異が認められた(表6)。

TDN自給可能割合は出穂始刈り体系では1番草全道平均で62% (58~63%)が見込まれた。農家刈取り実態に基づく試算では全道年間平均で51%となり、また、地域間でばらつきが大きく、根釧で最も低く47%、十勝で最も高く56%であった(表7)。

前述のようにTDN自給可能割合は、草地の単位面積当たり収量は考慮されているが、実際の草地面積は考慮されていない。そこで、現状の飼養規模、単位面積当たり収量を基礎に、前記のTDN自給可能割合を達成するために必要とされる採草地面積を試算し、現状の酪農家一戸当たり畑総面積(飼料畑面積)との比を求めて草地面積の過不足を示す草地需給割合(%)を算出した。

その結果、草地需給割合は農家刈取り実態の収量・栄養価に基づく場合、道北、網走、根釧の3地域で100%

表7 出穂始刈り体系および農家刈取り実態における単位面積当たり収量を基礎に試算した標準乳牛へのTDN自給可能割合(%)¹⁾

ブロック	出穂始刈り体系			農家刈取実態		
	1番草	2番草	年間 ³⁾	1番草	2番草	年間 ³⁾
道央道南	57	61	58	48	54	50
道北	63	63	63	48	56	50
網走	64	62	63	50	56	52
十勝	64	61	63	56	56	56
根釧	59	61	60	45	53	47
全道 ²⁾	62	61	62	49	55	51

¹⁾ TDN自給可能割合:標準乳牛のTDN要求量に対して牧草から供給されるTDNの割合;(各番草のDMII×標準乳牛による基準牧草の日平均摂取可能量12.4kg×TDN含量(%)/100)/(標準乳牛の日平均TDN要求量12.95kg)×100で算出。

²⁾ 全道平均値は各地域の酪農家戸数で加重平均して算出(道央・道南576戸、道北1155戸、網走1532戸、十勝2006戸、根釧3052戸;平成11年度北海道農業基本調査概況調査データより)。³⁾ 年間の値は各番草におけるha当たり飼養可能頭数で加重平均して算出(ha当たり飼養可能頭数=乾物収量/摂取可能量)

を越え、特に道北と根釧で大きかった(各144%、129%) (表8)。道央・道南および十勝では草地需給割合は100%を下回り、現状においても草地が不足気味であることが認められた。出穂始刈り体系では草地需給割合が100%を超えるのは道北のみで、最も低いところは道央・道南の65%であった。

3) 栄養価及び収量向上に向けて

以上のように刈取り時期を現状より早めて出穂始とした場合、全道平均でTDN含量は1番草で5.3ポイント、乾物摂取量が16ポイント高まると推定されたが、年間収量は乾物で18ポイント、TDN収量で10ポイントそれぞれ低下すると試算された。したがって、草地資源に恵まれた地域、すなわち草地需給割合の高い地域ではまず適期刈りを推進することが栄養価の向上とTDN自給可能割合の向上のために重要と考えられる。しかし、十勝、網走のような草地需給割合の低い地域では栄養価の向上

表8 酪農家一戸当たり平均飼料畑面積と草地需給割合の試算(現状と必要面積の比較)

ブロック	現状の平均 ¹⁾	平均必要採草地面積(ha) ²⁾		草地需給割合(①/②×100、%) ³⁾	
	飼料畑面積(ha)	出穂始刈り	農家刈取り	出穂始刈り	農家刈取り
道央道南	22.3	34.4	26.5	65	85
道北	53.6	52.8	38.5	102	144
網走	33.7	44.2	31.3	76	108
十勝	36.9	53.9	44.1	68	85
根釧	54.8	62.5	43.2	88	129
全道平均 ⁴⁾	44.2	53.8	39.4	82	113

¹⁾ 現状の平均飼料畑面積:平成11年度北海道農業基本調査概況調査データによる酪農経営を行う農家の総畑面積を飼料畑面積とみなした。²⁾ 必要採草地面積:現状の飼養規模においてTDN自給可能割合を達成するために必要とされる採草地面積。収穫・調製段階でのロス16%を見込んだ数値(一戸当たり成牛頭数/ha当たり飼養可能頭数/84×100)。³⁾ 草地需給割合:現状の平均畑総面積と平均必要採草地面積の比。TDN自給可能割合を達成するための草地の過不足について示している。

⁴⁾ 全道平均値は各地域の酪農家戸数で加重平均して算出(道央・道南576戸、道北1155戸、網走1532戸、十勝2006戸、根釧3052戸;平成11年度北海道農業基本調査概況調査データより)

(適期刈り)に伴って予想される草量不足をカバーするため、単収の向上が不可欠である。そこでここでは今回のチモシー主体草地の肥培管理に係る調査から、技術的にみた収量向上の課題を検討する。

(1) チモシー品種の早晚性及びマメ科率

チモシー品種の早晚性はどのブロックも早生品種が主体で、全体の78%を占めていた(表9)。また、マメ科率は各ブロックとも全般に低く、草地間でのばらつきも大きかった(表10)。

(2) 施肥管理

化学肥料による早春の追肥はほぼ全草地で実施されて

表9 チモシー主体草地の早晚性品種比率

ブロック	調査場の早晚性品種比率(%)				合計
	極早生	早生	中生	晩生	
道央道南	17	83	0	0	100
道北	19	62	11	8	100
網走	15	74	6	5	100
十勝	8	86	3	2	100
根釧	12	83	2	3	100
全道	14	78	4	4	100

表10 チモシー主体草地のマメ科率(%)

ブロック	1番草	2番草
道央道南	8±9	11±14
道北	11±11	13±16
網走	7±9	10±13
十勝	11±10	13±14
根釧	7±8	8±9
全道平均	9	11

1) 平均値±標準偏差を示す。

表11 チモシー主体草地の化学肥料、有機質肥料の施用ほ場率(%)

ブロック	化学肥料		有機質肥料 ¹⁾
	早春	1番刈後	
道央道南	94	36	33
道北	93	46	37
網走	97	95	28
十勝	99	94	46
根釧	96	76	65
全道	96	69	42

¹⁾ 堆肥、スラリー、尿

表12 チモシー主体草地のマメ科率と窒素施肥量(kg/10a)

ブロック	植生タイプ(マメ科率%)			
	30以上	15~30	5~15	5未満
道央道南	-	-	11.0	-
道北	6.9	5.8	6.3	7.3
網走	6.0	9.7	10.9	12.6
十勝	11.2	9.2	9.9	10.8
根釧	8.3	7.8	9.9	10.3
平均	8.1	8.1	9.6	10.3

¹⁾ 化学肥料+有機質肥料による合計施肥量。

いたが、1番刈り後の追肥には地域間差が認められ、道央・道南と道北は半数以下の実施率で低かった(表11)。ブロック別の年間施肥量は10a当たりN:5~9kg、P2O5:7~12kg、K2O:7~11kgであり、網走と十勝ブロックが多い傾向にあった。また、堆肥、スラリー、尿等の有機質肥料の施用率は3か年平均で道央・道南33%、道北37%、網走28%、十勝46%、根釧65%であった(表11)。

マメ科率と窒素施肥量との関係を見ると網走が施肥標準にやや近いが、全体としてはマメ科率に対応した施肥とはなっていない(表12)。

(3) 土壌の化学性

土壌養分の過不足を土壌pHについてみるとブロック間差異が大きい、全道平均では40%以上が基準値以下であった。りん酸、苦土含量については過剰傾向にあり、加里は適正域のは場が20%以下であった(表13)。これに対して、施肥管理は全般に画一的な傾向があった。

チモシー主体草地の植生、土壌診断及び施肥実態からみて施肥管理には改善の余地が大きいことが分かった(表14)。

表13 チモシー主体草地の土壌養分の過不足実態(過不足別ほ場比率%)

		道央	道南	道北	網走	十勝	根釧	平均
		高	適正	低	高	適正	低	高
pH	高	4.2	4.0	4.8	1.8	0.0	3.0	
	適正	8.3	64.0	51.6	53.6	91.2	53.7	
	低	87.5	32.0	43.6	44.6	8.8	43.3	
りん酸	高	70.8	57.0	87.1	67.9	59.6	68.5	
	適正	29.2	38.0	12.9	26.8	33.3	28.0	
	低	0.0	5.0	0.0	5.3	7.1	3.5	
加里	高	33.3	43.0	53.2	42.9	21.1	38.7	
	適正	12.5	19.0	11.3	19.6	21.1	16.7	
	低	54.2	38.0	35.5	37.5	57.8	44.6	
苦土	高	62.5	77.0	74.2	48.2	68.4	66.0	
	適正	20.8	21.0	8.1	33.9	21.1	21.0	
	低	16.7	2.0	17.7	17.9	10.5	13.0	
石灰	高	4.2	4.0	8.1	5.4	14.0	7.1	
	適正	50.0	72.0	58.1	48.2	52.6	56.2	
	低	45.8	24.0	33.8	46.4	33.4	36.7	

1) 適正は維持管理草地(0-5cm層)の土壌診断基準値内、底は同じく基準値以下、高は同じく基準値以上。2) りん酸は有効態、塩基は交換性。

表14 チモシー主体草地植生・土壌診断に基づいた施肥管理状況

ブロック	植生	土壌診断		
	窒素施肥	りん酸	加里	苦土
道央道南	△	△	△	△
道北	△	△	△	△
網走	△	△	△	△
十勝	△	△	△	△
根釧	△	△	△	△

1) ○: ほぼ適正、△: 減または増肥が必要。

4. まとめ

以上のようにチモシー主体草地では品種の選定、肥培管理等の改善を図ることによって技術的には増収が可能と考えられる。しかし、出穂始刈りとした場合に早刈りによる減収分を補うため全道平均乾物ベースで20%以上の増収が必要である。特に草地需給割合が低い道央・道

南、網走、十勝において早刈りによる減収分を牧草の栽培技術のみでカバーできるかについては懸念がある。幸いそのような地域は気象条件に恵まれているので牧草栽培の改善に加えて、エネルギー含量が高く、収量に勝るサイレージ用とうもろこしの利用の推進を図ることが重要と考えられる。

1999年の札幌でみられたトウモロコシの 不稔発生程度の品種・系統間差異

佐藤 尚・濃沼 圭一・榎 宏征

Variability of barrenness degree of maize at Sapporo in 1999.
Hisashi SATO, Keiichi KOINUMA, Hiroyuki ENOKI

Summary

Barrenness of maize is extremely serious problem because it causes not only yield loss but quality loss of silage. The barrenness occurred in some areas of Hokkaido in 1999. In this study, contribution of genotypes and effects of climatic conditions were investigated in relation to barrenness.

Silk delays (number of days from tassel flowering date to silking date) in 1999 were larger than those in 1998, and hybrids with high percentage of barren plants showed a large silk delay. However, the percentages of barren plants varied from zero to 40% among the hybrids whose silk delay were zero days. The hybrids whose tassel flowering date were from July 29 to August 2, showed higher percentages of barren plant than those of the others, and the percentage of barren plant varied from 98% to 25%. In this period, the minimum temperature of each day was above 20 °C, that is higher than usual years, and the solar radiation was extremely less than average years. We considered the reasons of barrenness as follows. The high temperature enhanced the growth and the necessary carbohydrate but the insufficient of solar radiation caused the decrease of carbohydrate necessary to ear developing.

The hybrids with parental inbred lines of low percentages of barren plants showed low percentage of barren plants. These parental inbred lines seemed to be the promising materials for breeding hybrids with stable ear yield.

キーワード：不稔、系統間差異、トウモロコシ、日照、
温度

Key words : barren, genotype, maize, solar radiation,
temperature

緒 言

トウモロコシは高エネルギー粗飼料として北海道においても広く栽培されている。北海道で栽培されている品種においては全乾物重中の40~50%を子実が占めている。それが高エネルギー粗飼料の要因であることからトウモロコシにおける不稔の多発は飼料価値の大幅な低下をもたらす、重要な問題となっている。

1999年は全道的に高温に経過し、ほとんどの地域で黄熟期に収穫することができた。しかし、その一方で道央、道南では7月下旬を中心に日照不足、多雨条件にあり、一部地域で不稔が多発した。北海道農試のトウモロコシ育種圃場においても不稔の発生がみられ、その程度には品種・系統間差異が認められた。トウモロコシの不稔の発生の原因には花粉の稔性低下^{3), 7), 8)}、や雄穂の開花と絹糸の抽出のずれ¹⁰⁾などによる受粉および受精障害⁶⁾や受精後の登熟障害^{1), 2), 6), 9)}などが報告されているが、今回の不稔の原因を明らかにしておくことは、今後のトウモロコシ研究を進めるうえで重要である。

そこで本報告では、1999年の北海道農試での不稔発生程度の品種・系統間差異ならびに気象条件との関係について検討し、不稔発生の要因について考察した。

材料および方法

試験は1999年に北海道農試(札幌)のトウモロコシ育種圃場で行った。早生F₁品種・系統群にはほとんど不

北海道農業試験場(062-8555 札幌市豊平区羊ヶ丘1)

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

「平成11年度北海道草地研究会で一部発表」

稔の発生がみられなかったことから、中晩生のF₁品種・系統と自殖系統について、以下の試験のデータを解析に用いた。また一部試験については不稔が発生しなかった1998年のデータとの比較を行った。それぞれの耕種概要は下記の通りである。

試験 a) 生産力検定本試験

供試品種・系統は中生の中から晩生の中に属する導入品種23および育成途中の実験F₁系統7の計30で、1998年にはそのうちの18品種・系統、1999年には全品種・系統を供試した。栽植密度は6,838本/10a、播種は、1998年は5月15日、1999年は5月14日に行った。試験は1区面積10.0㎡、3反復乱塊法で実施した。

試験 b) 組合せ能力検定試験

供試系統・品種は中生の早から晩生の中に属する実験F₁系統56および導入品種5の計61である。栽植密度は6,838本/10a、播種は1999年5月14日に行った。試験は1区面積5.0㎡、2反復乱塊法で実施した。

試験 c) 自殖系統採種性検定試験

供試系統は早生から晩生に属する自殖系統50で、1998年、1999年とも全系統を供試した。栽植密度は6,061本/10a、播種は1998年は5月11日、1999年は5月13日に行った。試験は1998年は1区面積2.1㎡～12.6㎡で反復なし、1999年は1区面積4.2単位で2反復乱塊法により実施した。

なお、施肥量はいずれも10アール当たり堆肥3,000kg、N：P₂：O₅：K₂O：MgO=15：22：10：4kgであり、その他の栽培管理は北海道農試の一般栽培基準に従った。

調査はトウモロコシ系統適応性検定試験実施要領により雄穂開花期、絹糸抽出期、有効雌穂割合について行った。有効雌穂割合は全個体について子実の着粒が各系統の標準的な雌穂長の3分の1以上の雌穂の数を調査し、個体数に対する割合で示した。その値が小さいほど不稔が多いことを示す。

気象データは北海道農試気象資源評価研究室の観測データを用いた。

結 果

気象の概況

1999年7月中旬から8月中旬までの日ごとの気象経過を図1に、1999年と平年の半旬ごとの値を表1に示した。1999年は7月中旬以降高温傾向であった(表1、図1)。特に7月23日以降は日最低気温が20℃前後で推移し(図1)、これは平年の日平均気温に相当した(表1)。日照時間は7月23日から8月2日までの期間中7月27日を除いて少ない期間が続き、特に7月29日から8月2日までの5日間は日照時間が0であった(図1)。降水量は、

7月28日から8月2日まで連続して降雨があり、特に8月2日および8月6日に短時間の間にそれぞれ44mmおよび37.5mmの多量の降雨があった(図1)。しかし7月の第6半旬と8月の第2半旬以外は平年並か少なかった(表1)。

不稔の発生程度

試験aおよび試験bにおける雄穂開花期、絹糸抽出期、有効雌穂割合および雄穂開花期と絹糸抽出期の差(絹糸抽出迄日数-雄穂開花迄日数;以後開花の差と表記)をそれぞれ表2、表3に、開花の差と有効雌穂割合の関係

表1. 北海道農試(札幌)の1999年および平年の7月中旬から8月上旬の気象表¹⁾

時 期	日最高 気温 (°C)	日平均 気温 (°C)	日最低 気温 (°C)	日 照 時 間 (h)	降水量 (mm)
7月第4半旬(1999)	26.4	21.4	17.7	23.2	14.0
(平年)	23.0	18.6	15.3	21.9	14.4
第5半旬(1999)	28.6	23.5	19.3	25.2	5.0
(平年)	23.6	19.2	16.0	16.7	11.4
第6半旬(1999)	28.4	24.3	20.7	12.9	22.0
(平年)	24.8	20.3	16.5	33.1	8.1
8月第1半旬(1999)	29.5	24.6	20.4	31.9	52.5
(平年)	25.4	20.9	17.2	26.4	40.7
第2半旬(1999)	31.4	25.9	21.2	42.1	37.5
(平年)	25.9	21.4	17.8	23.9	12.3

1) 北海道農試気象資源評価研究室観測データによる。

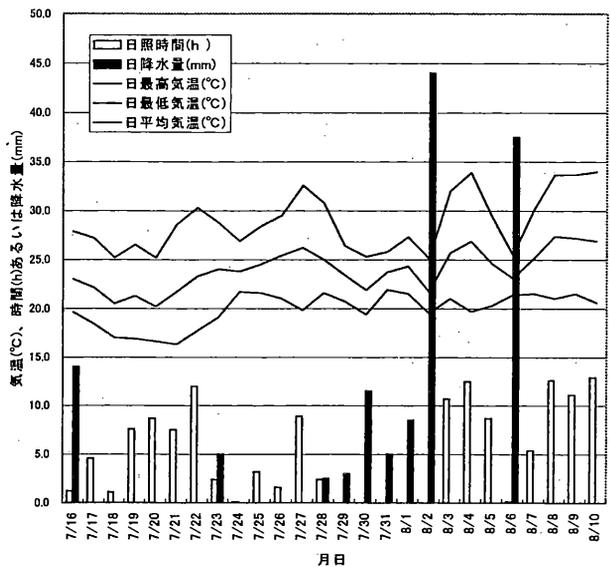


図1. 北海道農試の7月下旬から8月上旬の気象(1999)¹⁾

1) 北海道農試気象資源評価研究室の観測データによる。

表2. 試験aにおけるF₁品種・系統の開花期と有効雌穂割合

品種・系統名	雄穂	絹糸	有効雌穂割合 (%)	開花期の差 (日) ¹⁾	品種・系統名	雄穂	絹糸	有効雌穂割合 (%)	開花期の差 (日) ¹⁾
	開花期 (月日)	抽出期 (月日)				開花期 (月日)	抽出期 (月日)		
2411FQ	7. 26	7. 27	100.0	1	36A43	8. 1	8. 2	96.5	1
クラリカ	7. 27	7. 27	99.0	0	DK474	8. 1	8. 3	77.2	2
TC98085	7. 27	7. 28	98.0	1	P3732	8. 1	8. 5	50.6	4
北交54号	7. 27	7. 29	90.6	2	P3699	8. 1	8. 5	64.9	4
3790	7. 28	7. 28	98.0	0	TC98131	8. 2	8. 4	88.6	2
北交55号	7. 28	7. 30	100.0	2	SH8551	8. 2	8. 5	88.5	3
マカレナ	7. 29	7. 29	95.9	0	ナタリア	8. 3	8. 4	98.5	1
DK405	7. 29	7. 29	100.0	0	X1045T	8. 3	8. 5	95.0	2
DK401	7. 30	7. 31	96.5	1	DK540	8. 3	8. 5	86.9	2
3845	7. 30	7. 31	99.5	1	XE7165	8. 4	8. 4	99.5	0
DK483	7. 30	8. 1	70.6	2	3540	8. 4	8. 6	92.5	2
JSC224	7. 30	8. 2	64.3	3	DK566	8. 5	8. 5	99.5	0
EXP744B	7. 31	7. 31	98.5	0	3352	8. 6	8. 7	96.0	1
SH7551	7. 31	8. 1	46.6	1	長交C913号	8. 6	8. 9	94.5	3
北交56号	7. 31	8. 5	68.5	5					
DK512	8. 1	8. 1	94.4	0	平均	7. 31	8. 2	88.3	1.5
					LSD(5%) ²⁾	1	2	7.6	1

1) 開花の差=絹糸抽出迄日数-雄穂開花迄日数

2) 5%水準での最少有意差

表3. 試験bにおけるF₁品種・系統の開花期と有効雌穂割合

系統名	組合せ		雄穂開花期 (月日)	絹糸抽出期 (月日)	有効雌穂割合 (%)	開花期の差 (日) ¹⁾	系統名	組合せ		雄穂開花期 (月日)	絹糸抽出期 (月日)	有効雌穂割合 (%)	開花期の差 (日) ¹⁾
	♀	♂						♀	♂				
TC99123	H○71	T○85	7. 26	7. 26	97.1	0	TC99144	H○58	T○113	7. 29	7. 30	100.0	1
TC99115	H○52	T○115	7. 27	7. 26	91.2	0	TC99109	H○46	T○133	7. 29	7. 31	80.4	2
TC99124	H○71	T○90	7. 27	7. 27	100.0	0	TC99112	H○47	T○117	7. 29	7. 31	100.0	2
TC99137	H○73	H○58	7. 27	7. 27	80.3	0	TC99128	H○37	H○71	7. 29	7. 31	92.4	2
TC99147	TI9805	H○74	7. 27	7. 27	80.5	0	TC99141	H○49	H○58	7. 29	7. 31	94.1	2
TC99107	H○60	TI9806	7. 27	7. 28	98.5	1	TC99140	TI9808	H○58	7. 29	8. 1	97.0	3
TC99122	H○70	TI9807	7. 27	7. 28	100.0	1	JSC358	H○52	GY187	7. 30	7. 30	100.0	0
TC99143	H○58	T○106	7. 27	7. 28	84.8	1	JSC361	H○52	GY96	7. 30	7. 30	87.7	0
DK300			7. 27	7. 28	99.3	1	TC99132	H○49	Mi29	7. 30	7. 31	97.0	1
TC99106	H○60	TI9805	7. 27	7. 29	100.0	2	TC99139	H○63	H○58	7. 30	7. 31	86.8	1
TC99117	H○52	H○67	7. 28	7. 29	100.0	1	TC99142	H○58	H○75	7. 30	7. 31	89.6	1
TC99138	H○63	H○74	7. 28	7. 28	58.4	0	3845			7. 30	8. 1	99.2	2
JSC367	H○40	GY7352	7. 28	7. 28	98.4	0	TC99129	H○37	H○74	7. 30	8. 8	26.5	9
TC99108	H○46	T○113	7. 28	7. 29	95.6	1	TC99130	TI9802	Mi29	7. 31	7. 31	100.0	0
TC99120	H○70	T○113	7. 28	7. 29	98.5	1	TC99135	Mi29	T○113	7. 31	7. 31	98.5	0
TC99121	H○70	H○49	7. 28	7. 29	100.0	1	TC99145	H○71	H○66	7. 31	8. 2	89.9	1
TC99125	H○71	H○49	7. 28	7. 29	91.0	1	JSC362	H○70	F812	7. 31	8. 2	92.5	2
3790			7. 28	7. 29	97.1	1	JSC365	H○74	F812	7. 31	8. 7	25.5	7
TC99105	H○60	TI9808	7. 29	7. 29	95.5	0	JSC363	H○70	GY192	8. 1	8. 2	97.0	1
TC99111	H○47	T○113	7. 29	7. 29	100.0	0	DK474			8. 1	8. 3	70.8	1
TC99113	H○47	T○133	7. 29	7. 29	98.1	0	TC99131	H○37	Mi29	8. 1	8. 3	89.0	2
TC99118	H○52	H○76	7. 29	7. 29	98.5	0	JSC366	H○74	GY192	8. 1	8. 4	49.8	2
TC99127	H○37	H○70	7. 29	7. 29	95.5	0	TC99119	H○40	TI9810	8. 1	8. 4	76.8	3
TC99133	H○63	Mi29	7. 29	7. 29	100.0	0	JSC355	H○47	F812	8. 2	8. 3	87.3	1
TC99134	H○64	Mi29	7. 29	7. 29	98.3	0	JSC360	H○52	GY5622	8. 2	8. 4	89.5	2
TC99136	Mi29	TI9807	7. 29	7. 29	98.5	0	TC99146	Na30	H○74	8. 2	8. 8	37.9	6
JSC357	H○52	F1950	7. 29	7. 29	100.0	0	JSC359	H○52	GY2342	8. 3	8. 3	67.6	0
JSC364	H○70	GY7352	7. 29	7. 29	100.0	0	JSC356	H○47	GY192	8. 3	8. 4	95.6	1
TC99110	H○46	H○67	7. 29	7. 30	96.8	1	3540			8. 4	8. 5	94.1	1
TC99114	H○47	H○67	7. 29	7. 30	97.0	1							
TC99116	H○52	T○133	7. 29	7. 30	90.0	1	平均			7. 29	7. 31	89.5	1.2
TC99126	TI9802	H○70	7. 29	7. 30	97.0	1	LSD(5%) ²⁾			1	2	18.2	2

1) 開花の差=絹糸抽出迄日数-雄穂開花迄日数

2) 5%水準での最少有意差

を図2に示した。開花の差は0～9日、有効雌穂割合は100%から25%の変異がみられた(表2、表3、図2)。開花の差が大きいものほど有効雌穂割合は低くなる傾向にあり、開花の差と有効雌穂割合には試験a、試験bとも1%水準で有意に負の相互関係が認められた(図2)。しかし開花の差が0日の品種・系統内でも有効雌穂割合

は60%から100%まで変異がみられた(表2、表3、図2)。自殖系統(試験c)の雄穂開花期、絹糸抽出期、有効雌穂割合および開花の差を表4に、開花の差と有効雌穂割合の関係を図3に示した。開花の差は-1日～8日の変異がみられ、有効雌穂割合は100%～0%と大きな変異がみられた(表4、図3)。開花の差が2日以降の系統から全体に有効雌穂割合が低くなる傾向にあり、

表4. 試験cにおける自殖系統の開花期と有効雌穂割合

系統名	雄穂開花期(月日)	絹糸抽出期(月日)	有効雌穂割合(%)	開花の差(日) ¹⁾	系統名	雄穂開花期(月日)	絹糸抽出期(月日)	有効雌穂割合(%)	開花の差(日) ¹⁾
T I 9801	7. 23	7. 24	100.0	1	H 037	8. 1	8. 6	36.4	5
CM37	7. 24	7. 24	96.2	0	H 040	8. 1	8. 6	41.4	5
T 077	7. 24	7. 25	96.0	1	H 079	8. 2	8. 2	86.6	0
H 073	7. 24	7. 27	98.0	3	H 071	8. 2	8. 4	79.2	2
T 090	7. 25	7. 26	96.2	1	H 080	8. 2	8. 4	92.3	2
H 062	7. 25	7. 28	87.7	3	H 070	8. 2	8. 6	93.9	4
H 081	7. 26	7. 26	98.0	0	H 072	8. 2	8. 6	48.7	4
H 082	7. 26	7. 26	98.0	0	H 077	8. 2	8. 6	56.3	4
T I 9804	7. 26	7. 26	98.1	0	H 052	8. 3	8. 4	82.6	1
H 059	7. 26	7. 27	96.0	1	H 046	8. 3	8. 7	92.9	4
T I 9807	7. 27	7. 28	98.0	1	H 047	8. 3	8. 7	84.1	4
H 084	7. 27	7. 28	83.1	1	Oh43H t	8. 4	8. 6	81.8	2
H 064	7. 27	7. 29	92.1	2	H 069	8. 4	8. 9	0.0	5
H 083	7. 28	7. 27	100.0	-1	T I 9810	8. 4	8. 9	63.1	5
W79A	7. 28	7. 29	96.0	1	H 074	8. 5	8. 10	57.0	5
H 049	7. 28	7. 30	67.7	2	Na 7	8. 5	8. 11	46.6	6
H 068	7. 28	7. 31	97.8	3	A679	8. 6	8. 5	96.2	-1
CM91	7. 29	7. 31	93.7	2	Na 21	8. 6	8. 8	43.3	2
H 075	7. 29	7. 31	79.2	2	H 057	8. 7	8. 9	85.0	2
T I 9802	7. 29	8. 2	74.0	4	H84	8. 7	8. 14	66.5	7
H 076	7. 30	8. 1	79.5	2	Mo17H t	8. 9	8. 13	72.5	4
H 054	7. 30	8. 2	60.8	3	Mi 29	8. 10	8. 10	95.5	0
H 078	7. 30	8. 3	87.2	4	H 058	8. 10	8. 15	68.2	5
H 067	7. 31	8. 1	79.1	1	B73	8. 11	8. 12	97.8	1
T I 9808	7. 31	8. 2	100.0	2					
	7. 31	8. 8	39.6	8					
					平均	7. 31	8. 3	79.2	2.5
					LSD (5%) ²⁾	2	2	20.3	2

- 1) 開花の差 = 絹糸抽出迄日数 - 雄穂開花迄日数
- 2) 5%水準での最少有意差

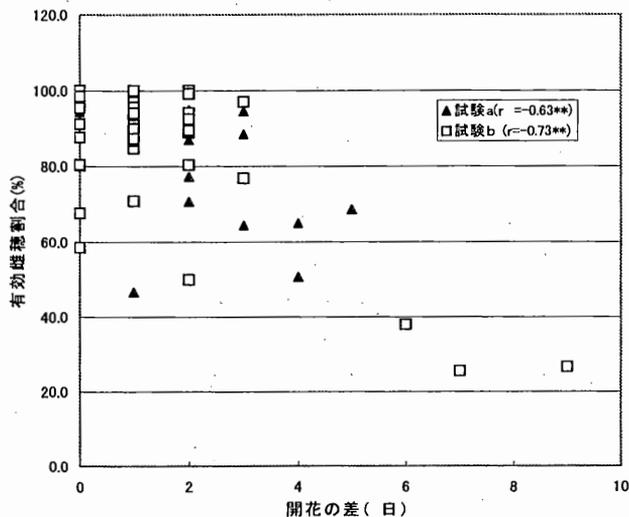


図2. F1品種・系統における開花の差と有効雌穂割合の関係

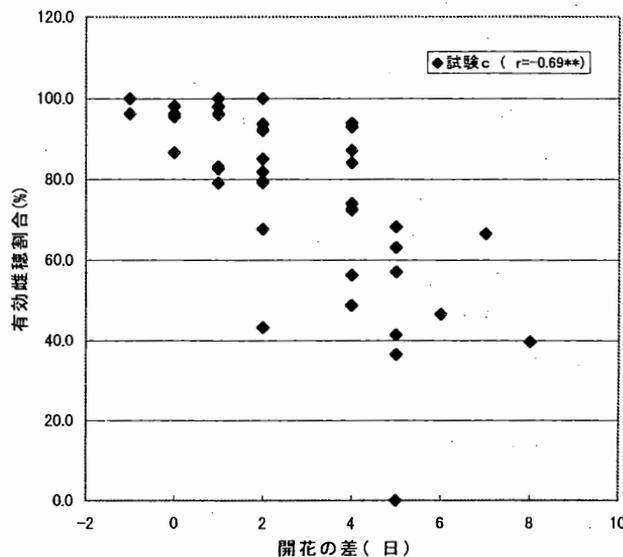


図3. 自殖系統における開花の差と有効雌穂割合の関係

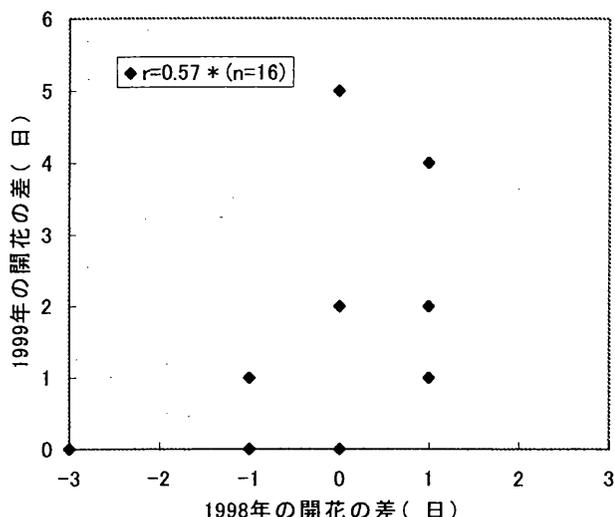


図4. F1品種・系統での開花の差の1998年と1999年の関係

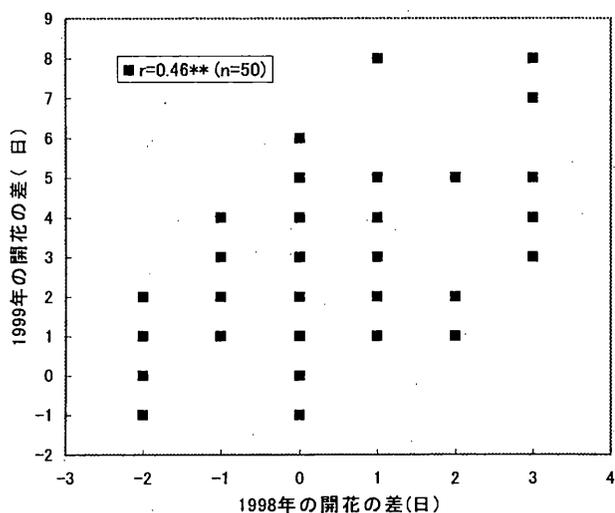


図5. 自殖系統における開花の差の1998年と1999年の関係

開花の差と有効雌穂割合には1%水準で有意に負の相関関係が認められた(図3)。

1999年と1998年の両年にわたって供試した品種・系統の開花の差の年次間関係を、F1品種・系統については図4に、自殖系統については図5に示した。開花の差の年次間関係はF1品種・系統では5%水準(図4)で、自殖系統では1%水準(図5)で、それぞれ有意に正の相互関係がみられた。1999年は1998年に比べて開花の差が大きくなる傾向がみられ、開花の差の大きくなる程度には系統間差異が認められた(図4、図5)。

不稔と気象の関係

F1品種・系統および自殖系統における雄穂開花期と有効雌穂割合との関係をそれぞれ図6、図7および図8に示した。試験aでは雄穂開花期が7月30日から8月1日であった品種・系統に有効雌穂率が低いものがみら

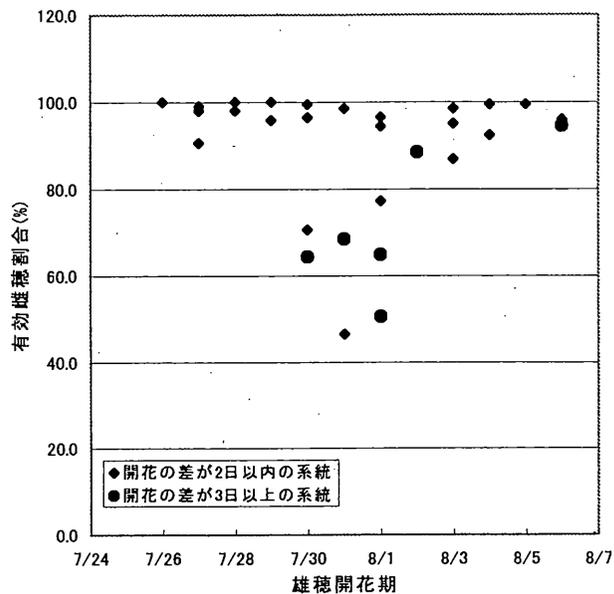


図6. 試験aにおける雄穂開花期と有効雌穂割合の関係

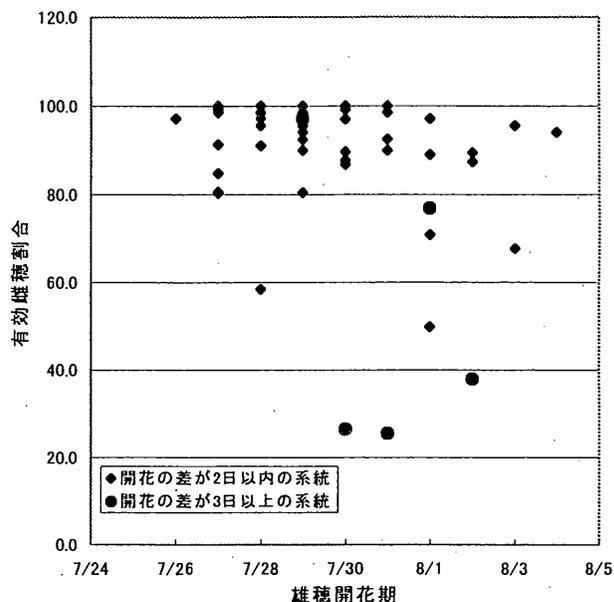


図7. 試験bにおける雄穂開花期と有効雌穂割合の関係

れ(図6)、試験bでは雄穂開花期が7月28日から8月3日の品種・系統に有効雌穂率が低いものがみられた(図7)。また試験a、試験bとも雄穂開花期が8月4日以降の品種・系統には有効雌穂率が低いものはみられなかった(図6、図7)。自殖系統(試験c)では雄穂開花期が7月28日以降の系統にも有効雌穂割合の低いものがみられた(図8)。試験a、試験bおよび試験cとも開花の差が2日以内の品種・系統でも有効雌穂割合の低いものがみられた(図6、図7、図8)。以上のように雄穂開花期が7月28日から8月3日の系統に不稔が多発する傾向がみられたが、この期間の気象は高温であり、日照がほとんどなく、また短時間に多量の降雨が8月2日にあった(図1)。

不稔発生程度における自殖系統とF₁の関係

自殖系統の有効雌穂割合（試験c）とその系統を用いた複数のF₁系統の有効雌穂割合（試験b）の平均との関係を表5および図9に示した。それぞれの自殖系統を用いたF₁組合せの雄穂開花期の平均は7月27日から7月31日までであり、ほぼ不稔の多発した時期と同一であった（表5）。自殖系統で有効雌穂割合が高かったものは開花の差が大きく（表5）、それを用いたF₁の組合せでも有効雌穂割合が高く（表5、図9）、かつ開花の差

が小さい傾向がみられた（表5）。しかし、自殖系統で開花の差が大きく有効雌穂割合の低いものは、それを用いたF₁では必ずしも開花の差が大きく、かつ有効雌穂割合が低いとは限らなかった（表5、図9）。

考 察

本研究では開花の差に大きな品種・系統間差異がみられ、その差の大きなものに不稔が多発する傾向がみられた（図2、図3、表2、表3、表4）。これは受精のタイミングのずれにより不稔が発生したことを示しており、

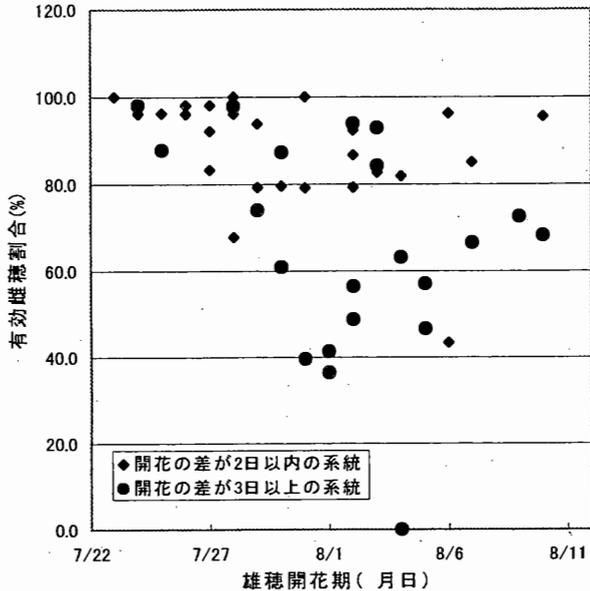


図8. 試験cにおける雄穂開花期と有効雌穂割合の関係

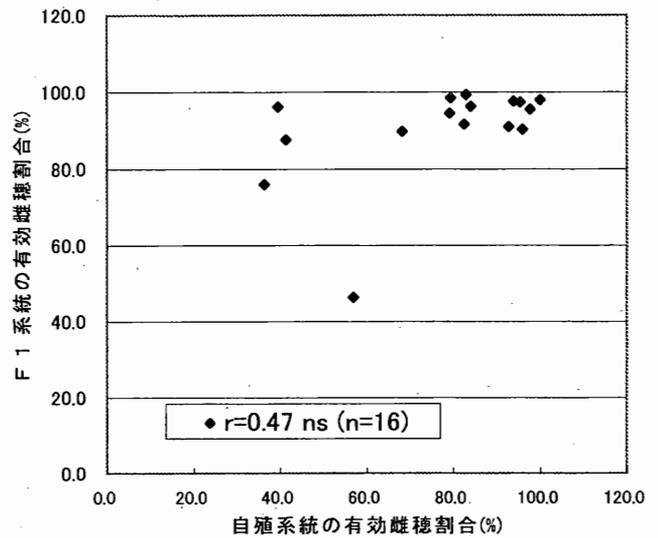


図9. 有効雌穂割合における自殖系統とそれを用いたF₁の平均値の関係

表5. 自殖系統とそれを用いたF₁組合せの開花期と有効雌穂割合

系統名	自殖系統				F ₁ 組合せの平均				
	雄穂 開花期 (月日)	絹糸 抽出期 (月日)	有効雌 穂割合 (%)	開 花 の 差 (日) ¹⁾	組合せ数	雄穂 開花期 (月日)	絹糸 抽出期 (月日)	有効雌 穂割合 (%)	開 花 の 差 (日) ¹⁾
T I 9807	7. 27	7. 28	83.1	1	2	7. 28	7. 29	99.3	0.5
H○83	7. 28	7. 29	96.0	1	2	7. 27	7. 28	90.3	1.0
H○49	7. 28	7. 31	97.8	3	4	7. 29	7. 30	95.5	1.3
T I 9802	7. 30	8. 1	79.5	2	2	7. 30	7. 31	98.5	0.5
H○67	7. 31	8. 2	100.0	2	3	7. 29	7. 29	97.9	1.0
T I 9808	7. 31	8. 8	39.6	8	2	7. 29	7. 31	96.3	1.5
H○37	8. 1	8. 6	36.4	5	4	7. 30	8. 2	75.9	3.3
H○40	8. 1	8. 6	41.4	5	2	7. 30	8. 1	87.6	1.5
H○71	8. 2	8. 5	79.2	2	5	7. 28	7. 29	94.4	0.8
H○70	8. 2	8. 6	93.9	4	8	7. 29	7. 30	97.6	0.9
H○52	8. 3	8. 4	82.6	1	9	7. 30	7. 30	91.6	0.4
H○46	8. 3	8. 7	92.9	4	3	7. 29	7. 30	90.9	1.3
H○47	8. 3	8. 7	84.1	4	6	7. 31	7. 31	96.3	0.8
H○74	8. 5	8. 10	57.0	5	6	7. 30	8. 3	46.4	4.0
M i 29	8. 10	8. 10	95.5	0	7	7. 30	7. 31	97.3	0.4
H○58	8. 10	8. 15	68.2	5	9	7. 29	7. 30	89.8	1.2

1) 開花の差=絹糸抽出迄日数-雄穂開花迄日数

2) 各F₁の開花の差の平均であるため小数点1桁まで表示した。

同様の報告^{6), 10)}がされている。しかし、開花の差が小さい品種・系統にも不稔がみられ(図2、図3)、1999年の不稔の多発には開花の差以外の要因も関与していることが推察される。

花粉の発芽率および花粉管伸長度はいずれも35℃以上の高温で抑制され、その発現程度には遺伝的変異があることが報告^{3), 5), 6)}されている。1999年の不稔の多発では、不稔が多発した品種・系統の雄穂開花期(花粉の飛散時期)前後の最高気温は27~28℃程度であり(図1)、また花粉が分化・発達するそれ以前の時期にも35℃を越えるような著しい高温にはなっていない(図1)。また、夏季に最高気温が北海道以上に高くなるアメリカのコーンベルト地帯で育成されたアメリカ産品種にも不稔が多発していることから、高温による花粉の稔性の低下が不稔の要因とは考えられない。

日照不足が雌性器官に与える影響については、正常花粉を周りに配置して花粉の障害による影響を取り除いて、絹糸抽出期20日から抽出後の40日間をそれぞれ10日ごとに6時間にわけて各時期に遮蔽処理を行った場合、絹糸抽出前10日では稈中ブリックスが低下して無雌穂個体が増加し、絹糸抽出後10日および20日では雌穂の發育不全による不稔が増加したという報告⁶⁾がある。この報告のように、花粉稔性の低下ではなく、日照不足による絹糸の發育不良を含む雌性器官の機能不全が生じて不稔が発生することが明らかになっている。しかし開花期前後の日照不足というのは本道の場合、太平洋側沿岸部ではしばしばおこる気象条件であるにもかかわらず、日照不足が原因と思われる著しい不稔の報告は数少ない。道内で不稔が多発し、かつ品種・系統間差が認められた事例として、1988年の道立十勝農試⁵⁾および道立北見農試⁴⁾の試験成績がある。1988年の十勝農試では多い系統では40%の不稔が発生しており、早生品種ほど不稔の発生が多い傾向にあった⁵⁾。気象状況は、7月中下旬が低温と中旬の日照不足で、また8月中下旬が日照不足であった⁵⁾。北見農試でも不稔が多発しており、多い系統では70%近く発生していた⁴⁾。気象状況は、日照不足は絹糸抽出以後特にはみられず、7月中旬下旬が低温で特に日最低気温が中旬で11.0度、下旬で9.9度と平年よりそれぞれ3.5度および6度低かった⁴⁾。この2つの事例は絹糸抽出前の低温と、十勝農試ではさらに日照不足も関与していると考えられるが、1999年の北農試の不稔は高温であり、機作理由が異なると考えられる。

降雨の影響について、7月28日から8月2日まで連続して降雨があり(図1)、湿度が高い状態にあったもの

と思われ、そのため開花が制限され花粉の飛散量が不十分であったことが考えられるが、開花期が8月3日以降で開花の差が2日以内の系統でも不稔が多発している自殖系統がみられた。また8月2日および8月6日には短時間に多量の降雨があり(図1)、それによって葯が落ちてしまい、花粉の飛散量が不十分であったということも考えられるが、8月3日以降の雄穂開花期のF₁品種にはほとんど不稔がみられなかった。また九州地域で栽培されるトウモロコシはそのほとんどが梅雨時期の高湿度条件で短時間に多量の降雨がある時期に開花期を迎えるにもかかわらず、このような著しい不稔の報告は見当たらない。以上のことから、雨および高湿度による花粉の飛散量が不十分なことによる受粉失敗が不稔の主たる要因とは考えられなかった。

1999年の札幌の気象の特徴である高温、特に最低気温が非常に高かったということと日照不足を考慮して、不稔の発生原因について次のように推察した。すなわち7月23日から8月2日までは高温で生長速度が促進されたのにも関わらず、日照不足のため光合成が十分に行われず、一時的に同化産物が不足し、そのことが絹糸抽出の遅延や絹糸の受精機能の低下をもたらしたと考えられる。しかし3日以降天候が回復し、十分な日射量が得られたので、生育が旺盛であるF₁では正常に回復して、不稔は発生しなかったのに対し、自殖系統はその後も影響が残ったものと考えられる。

育種的観点からみると、受粉の失敗を避けるうえで、開花の差が小さい品種・系統を選抜することは有益なことである。不稔の多発した品種・系統は気象条件の影響から特定の熟期に集中したものと考えられるが、その熟期に属する品種・系統間にも不稔の発生程度に差異がみられた(図6、図7、図8)ことは、高温・低日照下での不稔発生に対する耐性に遺伝的変異があることを示唆している。開花の差が小さく、不稔発生程度の低い自殖系統を用いたF₁系統は同様に開花の差が小さく、かつ不稔発生程度が低かった(図9、表5)ことから、安定多収F₁品種育成のためには、高温低日照下でも不稔発生の低い自殖系統を用いる必要があると考えられる。

引用文献

- 1) EARLY, E. B., MILLER, R. J., REICHERT, G. L., HAGEMAN, R. H. and SEIF, R. D. 1966. Effects of shade on maize production under field conditions. *Crop Sci.* 6, 1-6.
- 2) EARLY, E. B., MCLLRATH, W. O., SEIF, R. D. and HAGEMAN, R. H. 1967. Effects of shade applied at different stages of plant development on corn

- production. *Crop Sci.* 7, 151-156.
- 3) HERRERO, M. P. and JOHNSON, R. R. 1980. High temperature stress and pollen viability of maize. *Crop Sci.* 20, 796-800.
- 4) 北海道立北見農業試験場牧草科. 1989. 飼料作物の育種に関する試験成績書.
- 5) 北海道立十勝農業試験場とうもろこし科. 1989. 昭和63年(1988)度とうもろこし育種試験成績書.
- 6) 岩田文男. 1973. トウモロコシの栽培理論とその実証に関する作物学的研究. 東北農試研報 46, 63-129.
- 7) LYAKH, V. A. 1991. Effects of high temperatures high on mature pollen grains in wild and cultivated maize accessions. *Euphytica.* 55, 203-207.
- 8) SCHOPER, J. B., LAMBERT, R. J. and VASILAS, B. L. 1986. Maize pollen viability and ear receptivity under water and high temperature stress. *Crop Sci.* 26, 1029-1033.
- 9) SHAW, R. H. and LOOMIS, W. E. 1971. Black layer development in corn. *Agron. J.* 63, 30-305.
- 10) WOOLEY, D. G., BRRANCCO, N. P. and RUSSELL, W. A. 1962. Performance of four corn inbreds in single-cross hybrids as influenced by plant density

and spacing patterns. *Crop Sci.* 2, 441-444.

摘 要

1999年に北海道農試トウモロコシ育種圃場で発生した雌穂の不稔について、その品種・系統間差異ならびに気象条件との関係について検討した。不稔については、F₁品種・系統、自殖系統ともに系統間差異が認められた。不稔と雄穂開花期と絹糸抽出期のずれの大きさとの間には負の相互関係が有意に認められ、ずれの大きなものに不稔が著しかった。しかし、開花のずれの小さい品種・系統の中にも不稔の多発するものがみられた。不稔の発生は雄穂開花期が7月28日から8月2日に属する品種・系統に多くみられた。この期間は気温が高く、特に最低気温が平年より高く、かつ日照時間が極端に少なく、連続して降雨があった。このため、高温で生育が促進されたのにも関わらず、日照不足により同化産物の不足して絹糸の機能が低下したことが不稔が多発した主要因と考えられる。不稔の多発した熟期群の品種・系統にも不稔の少ないものがあること、および不稔の少ない自殖系統を用いたF₁系統も不稔の発生が少ないことから、高温、低日照下での不稔発生に対する耐性には遺伝的変異があり、安定多収F₁品種育成のためには、不稔の少ない自殖系統を用いる必要があると考えられる。

泌乳牛を輪換放牧したペレニアルライグラス 優占草地における分けつ密度の4年間の推移

西道由紀子・中辻 浩喜・近藤 誠司・大久保正彦

Change of tiller density on perennial ryegrass
dominant pasture under rotational grazing for
lactating dairy cows over four years.

Yukiko NISHIMICHI, Hiroki NAKATSUJI, Seiji KONDO and Masahiko OKUBO

Summary

Change of tiller density on perennial ryegrass dominant pasture under rotational grazing system was studied from 1997 to 2000. Experimental pastures were two of 0.94ha and were grazed rotationally by 6 or 7 lactating dairy cows for 5hours everyday from May to October at each year. In each year, the one of 2 pasture was treated its grass-height to be higher than other.

Means of pre-grazing grass height over each grazing season were from 10 to 30cm through this 4years. Means of tiller density over a grazing season were from 4,989 to 5,689/m², and there was no significant difference among years and pastures. Tiller density in May were from 4,777 to 7,558/m², and those at 1999 were lower than others ($P<0.01$) and those at 2000 were higher than others ($P<0.01$).

キーワード: 草高、枯死部、分けつ密度、ペレニアルライグラス、輪換放牧

Key words: Dead material, Sward height, *Lolium perenne* L., Rotational grazing systems, Tiller density

緒 言

放牧地は長期に渡り利用するものであり、夏枯れや冬枯れといった季節的な牧草生産力の低下や、経年的な草地の衰退が問題となる。特にイネ科牧草主体の草地では、分けつ密度の維持が重要である^{12), 13)}。イネ科牧草は生長とともに草量および枯死部量が増加し、遮光により新

しい分けつの出現が妨げられる¹⁾。また、寒地型イネ科牧草は春季に生殖分けつを発生するが、節間伸長して分けつ芽を上昇させるため、放牧により採食、除去され易くなるとともに、出穂茎による頂芽優勢で栄養分けつ出現を抑制する^{1, 10)}。さらに、温度および土壌水分は分けつの生存に影響しており、寒地型牧草の分けつは、高温で乾燥する夏季には枯死が多くなる^{3, 5, 6)}。

このようなことから、分けつ密度は季節により変化し、その程度は放牧管理方式により多様である¹⁾。多回刈り利用および輪換放牧下での分けつ密度は、春と秋に高く、夏に低下する傾向を示すが、連続放牧下での分けつ密度は季節変化が小さい¹⁾。また、一般に長草利用すると分けつ密度は低下するが、残存草量が多い放牧利用でも、分けつの枯死が促進される¹⁰⁾。

これら草高および枯死部量が分けつ密度に及ぼす影響は一時的であるだけでなく、著者ら⁸⁾は春季に草高が高いと夏以降の枯死部量が増加し、秋の分けつ密度を低下させるなど、その後の季節の分けつに影響することを報告した。さらに、この知見から秋の放牧終了時の残存草は越冬後に枯死部となって堆積し、翌春の分けつ出現を低下させることが予想される。従って、一放牧季節を通じての放牧管理方式とそれによって変化した草地構造は、年次を超えて分けつ密度に影響することが考えられる。

そこで本報では、放牧管理方式によって異なる草高で推移している2つのペレニアルライグラス優占草地を対象に、草高、草量、枯死部量および分けつ密度の4年間の推移について検討した。

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, 060-8589 Japan.

「平成12年度 研究発表会において発表」

表 1. 放牧地の利用状況

供試草地	1997		1998		1999		2000	
	L区	H区	L区	H区	L区	H区	L区	H区
放牧開始日	5/12	5/19	5/6	5/12	5/13	5/13	5/3	5/23
放牧終了日	10/21	10/31	10/8	10/15	10/8	10/8	10/19	10/19
延べ放牧日数(日)	163	166	156	157	149	149	170	150
延べ放牧頭数(頭)	1,121 ¹⁾	1,142 ¹⁾	936	942	894	894	1,020	884 ²⁾
利用回数(回)	11	7	10	9	11	9	10	10
放牧間隔(日)	15	24	16	17	14	17	17	15

1) : 同時に行った消化試験のため放牧しなかった頭数を除く。
 2) : 足故障のため放牧しなかった頭数を除く。

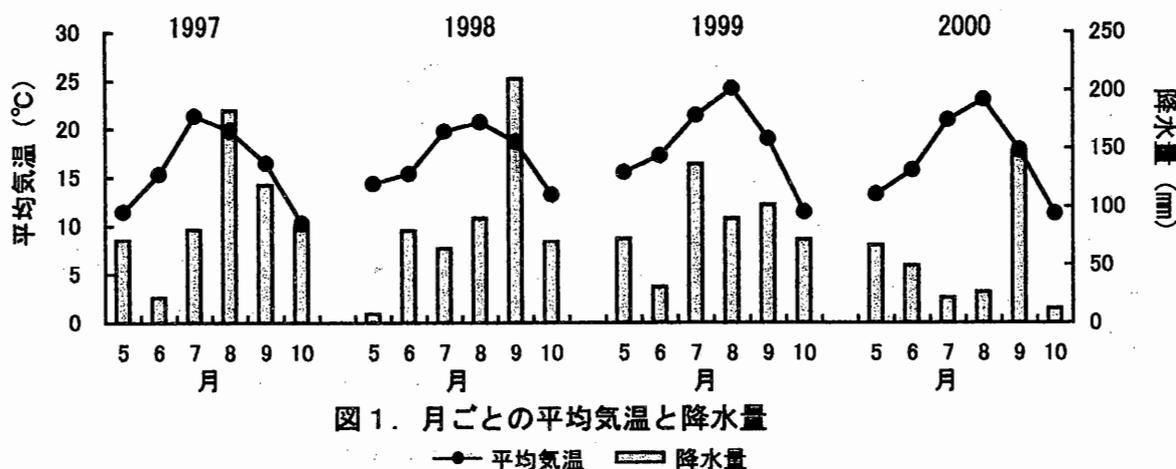


図 1. 月ごとの平均気温と降水量

●—平均気温 □—降水量

材料および方法

供試草地は北海道大学農学部附属農場(札幌市)内にあるペレニアルライグラス (*Lolium perenne* L.) 優占シロクロバ (*Trifolium repens* L.) 混生草地1.87haとした。本草地は1992年に造成し、1993年以降放牧試験に供した。本報では、1997~2000年までに行った、放牧管理方式と牧草生産量および泌乳牛の利用草量に関する放牧試験^{7, 8, 9, 10)}での草地調査の結果を解析に用いた。当該試験では各年とも各放牧時の草高を2水準に設定しており、本報では4年とも高草高の草地をH区、低草高の草地をL区とした^{7, 8, 9, 10)}。

各年とも供試草地にはN、P₂O₅、K₂O、MgOを北海道施肥基準¹⁶⁾に基づいてそれぞれ60~80、120、100、50kg/ha/年を4月下旬、6月下旬、8月下旬の3回に分けて施用した。ただしMgOは4月下旬(1997・1998年)または8月下旬(1999・2000年)の1回施用とした。供試草地はL区とH区とに2等分し、各区にホルスタイン種泌乳牛を7頭(1997)もしくは6頭(1998~2000)を、5月から10月まで1日5時間、1日単位の輪換放牧した^{7, 8, 9, 10)}。供試牛には日本飼養標準¹⁷⁾から算出したTDN要求量を満たすように、放牧草のほかに市販の濃厚飼料、トウモロコシサイレージまたはアルファルファ

サイレージ、および乾草を畜舎で補給した。水およびミネラル塩は畜舎にて自由摂取させた。

放牧前後の草高および草量は原則として、放牧期間中3日ごとにコドラート法により測定した。コドラートは50cm四方で、牧草の刈取高さは5cmとし、試験ごとに適宜ランダムに設置した^{7, 8, 9, 10)}。また、放牧期間中、月に1回、放牧前の草量測定用の牧草サンプルから枯死部量を測定した。牧草サンプルは通風乾燥機で70℃、48時間乾燥させ、乾物含量を測定した。分けつ密度は放牧期間中に月1回、L区およびH区それぞれ20ヶ所で25cm×25cmのコドラート内を測定した。

放牧期間を通じての平均値の差は、各月の平均値とそれらの分散から一元配置の分散分析を行った。また、各年次の両区の5月の分けつ密度の差については、各月の測定値の平均値と分散について、TUKEYの方法に従って多重検定した。

結 果

表1に4年間の放牧地の利用状況を示した。放牧開始は5月3~23日、放牧終了は10月8~31日であった。延べ放牧日数は149~170日で、2000年でL区がH区より20日あまり長かったほかは、両区間に大きな差はなかった。

表2. 放牧期間中のイネ科草高、草量、枯死部量および分けつ密度

供試草地	1997		1998		1999		2000		有意差	
	L区	H区	L区	H区	L区	H区	L区	H区	草地間	年次間
イネ科草高 (cm)										
放牧前	20.4	30.1	24.1	29.1	13.7	18.5	17.1	21.4	*	**
放牧後	9.2	13.8	12.2	13.8	7.6	8.0	8.1	13.5	**	**
草量 (kgDM/m ²)										
放牧前	0.14	0.28	0.21	0.28	0.06	0.10	0.10	0.18	*	**
放牧後	0.06	0.13	0.10	0.15	0.02	0.02	0.04	0.12	**	*
枯死部量 (gDM/m ²)	19.4	64.7	61.0	83.0	3.8	6.5	11.2	48.4	**	***
分けつ密度 (本/m ²)	5,087	4,989	5,385	5,002	5,689	5,130	5,224	5,055	ns	ns

ns : not significant, * : P<0.05, ** : P<0.01, *** : P<0.001

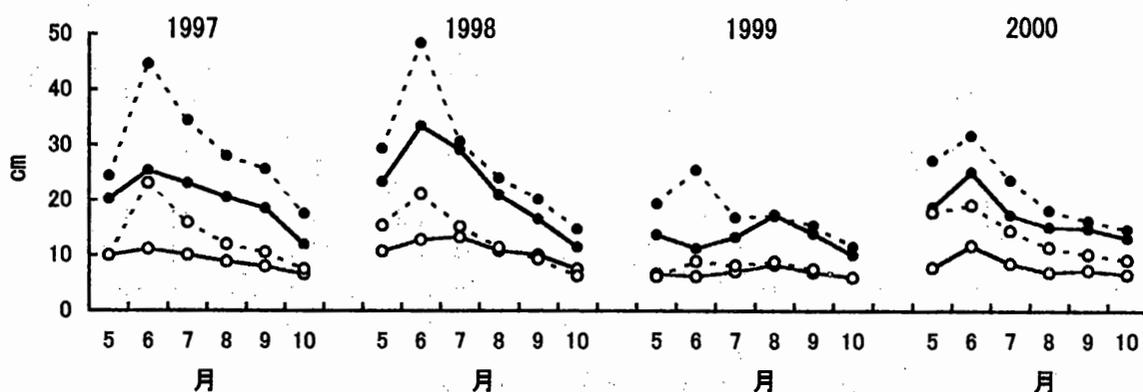


図2. 放牧前後のイネ科草高の季節推移

—●— L-前 —○— L-後 ---●--- H-前 ---○--- H-後

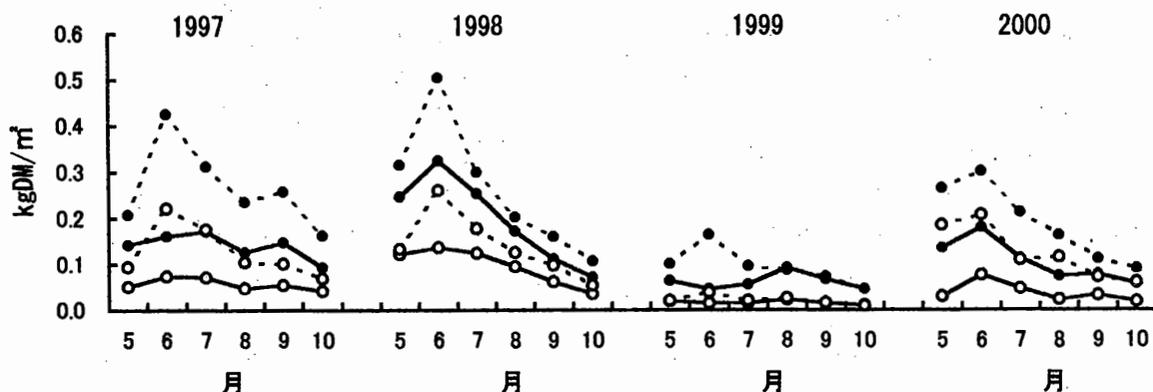


図3. 放牧前後の草量の季節推移

—●— L-前 —○— L-後 ---●--- H-前 ---○--- H-後

放牧地利用回数は7から11回で、放牧間隔は1997年のH区が24日で、他年次よりも約10日長い傾向にあった。

図1に1997~2000年の5~10月の月平均気温と降水量を示した。平均気温は1999年および2000年の、特に夏季において高い傾向にあった。また、2000年の7、8月の降水量が低い傾向にあった。

表2に草高、草量、枯死部量および分けつ密度の放牧期間を通じての平均値を示した。4年間を通じて草高、

草量および枯死部量は、草地間および年次間で有意な差があった (P<0.05およびP<0.001)。放牧前後の草高および草量は各年次ともH区がL区より高く、年次間では1999年が他年次より低かった。枯死部量は各年次ともH区がL区より多く、1999年は両区とも他年次より顕著に少なかった。一方、分けつ密度は4年間とも両区5,000本/m²程度で、草地間および年次間に差はなかった。

草高および草量の推移を図2および図3に示した。19

99年のL区を除いて、放牧前の草高および草量は春季に高く、その後低下する季節推移を示した。1997年H区、1998年のL区とH区および2000年H区では6月の放牧前草高が30cmを超えた。放牧後の草高および草量は、L区では放牧期間を通じて大きな変動はなかったが、H区では1999年を除いて、春季に高い傾向にあった。1999年は両区とも放牧後草量が非常に低かった。

図4に枯死部量の推移を示した。草高および草量は6月に最大になる傾向にあったが、枯死部量は草高および草量が低下する7月以降に多くなる傾向にあった。ただし、1999年は両区とも放牧期間を通じて枯死部量は低く推移した。

図5に分げつ密度の推移を示した。1997年のL区に分げつ密度は春と秋に高く、夏に低い推移を示した。一方、同年のH区、1998年および2000年の両区においては、秋に分げつ密度は低下した。また、1999年においては、両区とも春および秋より夏に分げつ密度が高い傾向にあった。また、5月の分けつ密度だけを見ると、1997および1998年が6,300および6,162本/m²、1999年が5,036本/m²、

2000年が7,167本/m²と、1999年がほかより有意に低く ($P < 0.01$)、2000年では有意に高かった ($P < 0.01$)。

考 察

本試験における放牧期間を通じての分けつ密度の平均値は4年間とも両区5,000本/m²程度で、模擬放牧下でペレニアルライグラスの茎数密度が3,000~7,000本/m²であったとする報告の範囲内¹⁰⁾にあった。一方、本試験では放牧期間を通じての分けつ密度の平均値には草高や年次の影響は認められなかった。しかし、分けつ密度の季節推移は草高の水準および年次により異なり、放牧開始直後の5月には年次間で有意差が認められた ($P < 0.01$)。

既報⁸⁾では、高草高の草地で秋の分けつ密度が低下した原因が、春季の高草高が夏以降の枯死部量を増加させたことにあることを示唆した。すなわち、1997年H区、1998年L区、H区および2000年H区において、秋の分けつ密度が低下した原因は、春季の草高が高く、夏以降の枯死部量が増加したためと考えられた。これに対して、1997年L区では、1放牧季節を通じて放牧前草高が20cm

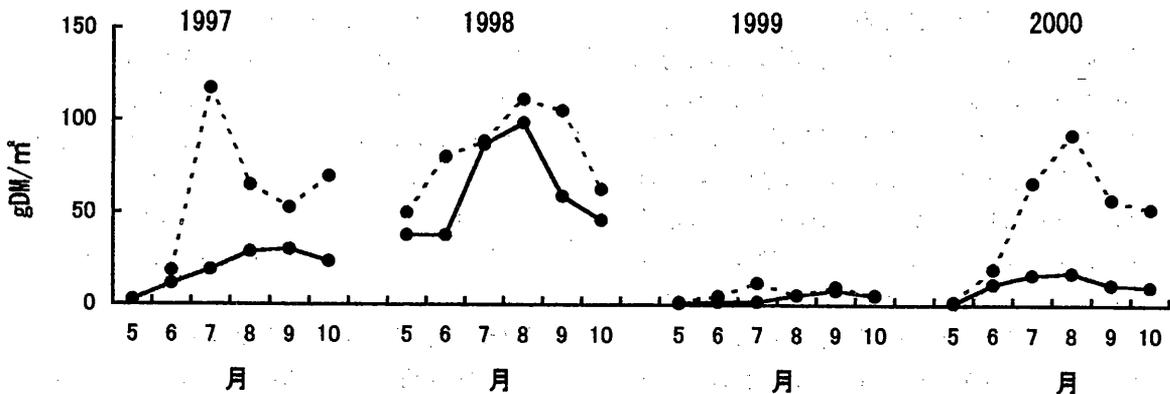


図4. 枯死物量の季節推移

—●— L区 - - ● - - H区

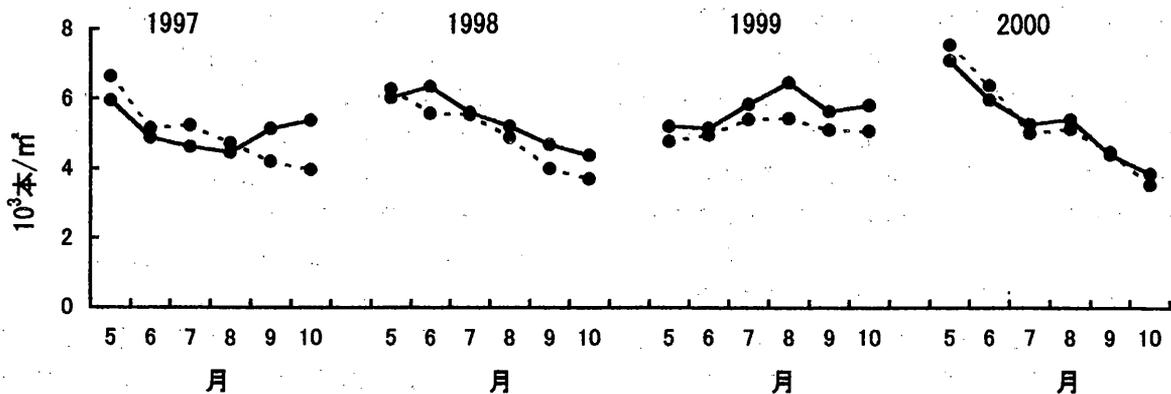


図5. イネ科牧草の分けつ密度の季節推移

—●— L区 - - ● - - H区

前後ではほぼ一定に推移したため、輪換放牧下の寒地型イネ科牧草に一般的な春と秋に高く夏に低いという分けつ密度の季節推移¹⁾を示したと考えられた。

2000年L区は、草高および枯死部量が1997年L区と同程度に低かったにもかかわらず、秋に分けつ密度が低下した。これは7、8月の降水量不足が主な要因であったと推察された。

一方、1999年の分けつ密度は特異的で、両区とも春と秋より夏の分けつ密度が高い傾向を示した。1999年は、両区とも春季の草高が低く、春から初夏にかけての栄養分けつの出現が促進されたものと考えられた。しかし、8月以降の降水量不足により、秋の分けつ密度がやや低下したと思われる。それでも、1999年の放牧終了時には両区とも放牧開始直後の5月の分けつ密度より1,000本/m²近く増加した。

本報の各年次における分けつ密度の季節推移は、春季の草高が高いと秋の分けつ密度が低下するとした既報²⁾を支持し、加えて、春季の草高が低いと夏の分けつ密度を高められるとしたFISHERら(1995)の報告²⁾を裏付ける結果となった。さらに、本試験の結果は、長草利用によって分けつ密度は低下し翌春の分けつ密度にも影響するが、翌年の短草利用により1つの放牧季節内で分けつ密度は回復するとしたHODGSON⁴⁾の知見を支持した。

各年次間とも5月の分けつ密度は前年10月よりもやや高くなっているが、1999年から2000年への増加の程度は他の年次間よりも顕著に大きかった。1999年は放牧季節を通じて枯死部が顕著に少なく、翌春の分けつ発生は妨げられることなく、分けつ密度は大きく増加したと考えられた。このことから、春季の分けつ密度には前年次の分けつ密度の増減に加えて、枯死部の堆積の影響も大きいと考えられた。

枯死部の堆積のほかに、分けつの越冬および翌春の発芽には秋季の牧草体中の貯蔵養分量も重要で、これには秋季の放牧管理方式が影響する¹⁰⁾。1997年H区のように、晩夏から秋季の放牧間隔が25日とほかの年次および草地より10日近く長い場合は秋季の養分貯蔵量が多く、枯死部の堆積の影響を打ち消した可能性があると考えられた。

本試験の結果から、春季の草高および草量が高いと、枯死部の蓄積から秋季の分けつ密度が低下し、その結果翌春の分けつ密度に影響すること、および翌春の分けつ密度には前年秋の枯死部の堆積も関与することが示された。また、前年の分けつ密度の低下は、春季の短草利用により回復が可能であった。これらは、放牧間隔が15日程度の輪換放牧下での結果で、翌春の分けつ密度には放牧間隔も関与していることがうかがわれた。

引用文献

- 1) DAVIES, A. (1988) The regrowth of grass swards. *In The Grass Crop.* (Eds. S. M. JONES and A. LAZENBY) Chapman and Hall. London. pp. 85-127.
- 2) FISHER, G. E. J., ROBERTS, D. J. and DOWDESWELL A. M. (1995) The manipulation of grass swards for summer-calving dairy cows. *Grass and Forage Science.* 50, 424-438.
- 3) GARWOOD, E. A. (1969) Seasonal tiller populations of grass and grass / clover swards with and without irrigation. *Journal of British Grassland Society* 24, 333-344.
- 4) HODGSON, J. (1990) Sward control and grazing management. *In Grazing Management,* Longman Scientific & Technical. New York. pp. 163-179.
- 5) HUNT, L. A. and R. W. BROUGHAM (1967) Some changes in the structure of a perennial ryegrass sward frequently but leniently defoliated during the summer. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 10, 397-404.
- 6) 伊東陸奥・中村民夫 (1974) 着生部位別にみたオーチャードグラス分けつの生育の季節変化. 特に母茎葉鞘内における分けつ芽の伸長について. *日草誌* 20, 83-91.
- 7) 西道由紀子・八代田真人・谷川珠子・中辻浩喜・近藤誠司・大久保正彦 (2001) 春季の放牧開始時のイネ科草高が牧草生産量および泌乳牛の利用草量に及ぼす影響. *日草誌* (印刷中).
- 8) 西道由紀子・八代田真人・佐々木千鶴・谷川珠子・THANT ZIN・中辻浩喜・近藤誠司・大久保正彦 (2000 a) 泌乳牛集約放牧下における放牧前の草高がイネ科牧草の分けつ密度および葉鞘長と日牧草再生量に及ぼす影響. *北海道草地研究会報* 34, 40-44.
- 9) 西道由紀子・高橋 誠・谷川珠子・八代田真人・中辻浩喜・近藤誠司・大久保正彦 (2000 b) 輪換放牧下における春季の放牧間隔が草高、葉鞘長、枯死部量および日牧草再生量と泌乳牛の利用草量に及ぼす影響. *日草誌* 46 (別), 322-323.
- 10) 西道由紀子・高橋 誠・中辻浩喜・近藤誠司・大久保正彦 (2001) 泌乳牛時間制限放牧下における放牧開始時のイネ科草高と放牧開始直後の放牧間隔の組合せが牧草生産量と利用草量に及ぼす影響. *日草誌* 47 (別), 172-173.
- 11) ROBSON, M. J., G. J. A. RYLE and J. WOLEDGE (1988) The grass plant - its form and function.

- In the Grass Crop.* (Eds. S. M. JONES and A. LAZENBY) Chapman and Hall. London. pp. 25-83.
- 12) SHEATH, G. W., R. J. M. HAY and K. H. GILES (1987) Managing pastures for grazing animals. *In* Livestock Feeding on Pasture (Ed. A. M. NICOLE) Occasional Publication No. 10, New Zealand Society of Animal Production. Palmerston North. pp. 65-74.
- 13) SMETHAN, M. L. (1990) Pasture Management. *In* Pastures. (Ed. R. H. M. LANGER) Oxford University press. Melbourne. pp. 197-240.
- 14) 菅野 勉・福山正隆・佐藤節郎 (1994) 多回刈り条件下における数種寒地型イネ科牧草の生産構造および地下部器官重. 草地試験場研究報告 49, 1-15.
- 15) VALENTINE, J. F. (1990) Grazing effects on plants and soil. *In* Grazing Management. Academic Press. San Diego. pp. 20-54.
- 16) 北海道農政部 (1989) 北海道施肥標準. p. 37-45.
- 17) 農林水産省農林水産技術会議事務局編 (1994) 日本飼養標準・乳牛 (1994年版). 中央畜産会. 東京.

摘 要

輪換放牧下のペレニアルライグラス優占草地の分けつ密度の変化について、1997～2000年にかけて検討した。供試草地は各放牧時の草高を高低2水準（それぞれH区、L区とする）とした0.94haのペレニアルライグラス優占草地で、それぞれに6あるいは7頭の泌乳牛を5月から10月まで1日5時間、輪換放牧した。

1放牧季節を通じての放牧前草高の平均値は10～30cmで、両区とも1998年では他の年より高く、1999年では低かった。1998年の放牧後草量および枯死部量は両区とも他の年より多く、一方、1999年では両区とも低かった。

1放牧季節を通じての分けつ密度の平均値は4年間とも4,989～5,689本/m²で年次間および処理区間に有意な差はなかった。5月の分けつ密度は4,777～7,558本/m²で、両区とも1999年では他の年より低く、2000年では高かった ($P < 0.01$)。

乳牛放牧地における食糞性コガネムシ類と 排泄糞の成分および面積の関連

高橋 誠・中辻浩喜・近藤誠司・大久保正彦

The relationships of dung beetles to the chemical composition and pat-areas of dung deposited on the pasture grazed by lactating cows.

Makoto TAKAHASHI, Hiroki NAKATSUJI, Seiji KONDO and Masahiko OKUBO

Synopsis

To determine the relationships of dung beetle activities to the chemical composition and the pat-area of dung deposited, a following experiment was carried out in grazing pasture at Experimental Farm of Hokkaido University. On June 19 and August 1 in 2000, forty four dung-pats of cattle were deposited on the pasture. In the both months, the halves of the dung-pats were covered with nets to prevent the dung beetles from coming into the dung(non beetle-plot), and the others were placed without nets(beetle-plot). Three dung-pats in the both plots were used to determine the number of dung beetles and chemical composition on 1,2,4,7,10 and 14 days after placing the dung-pats on the pasture in the both months. The areas of four dung-pats in each treatment were measured from 15 days after placing them on the pasture to the end of the grazing season at rotational intervals.

The number of dung beetles in August was larger than that in June. In both months, small species of dung beetles occupied over 95% of the number of individuals in the dung-pats. At 14 days after placing the dung, the amounts of dry matter and organic matter disappeared from the dung-pats in beetle-plots were more than that of non beetle-plots, and were higher in August than in June.

Dung-pat areas in dung beetle plots were smaller than that in non dung-beetle plots at the end of

grazing season, although dung-pat areas in dung beetle plots increased at first time.

キーワード : 食糞性コガネムシ類、糞塊、糞成分、糞面積、放牧地

Key words : Chemical composition of dung, Dung beetles, Dung pats, Pasture, Pat-area of dung.

緒 言

家畜による放牧地への排泄糞は放牧地への重要な肥料成分の供給源であり、また、糞尿処理のコストを軽減させるものとして有益である。その一方で家畜の排泄糞はハエ類の発生源、系外への流出による水質汚染の原因となることが知られている¹⁾。また家畜が排泄糞周囲の牧草を食べ残すことにより生じる不食過繁地^{3), 4)}は、草地の利用草量および利用率低下の原因ともなる。以上のことから、放牧地における家畜排泄糞は糞内の肥料成分を草地に還元しつつ、速やかに消失することが望ましいと考えられる。

放牧地における家畜排泄糞の消失には気象条件のほかに昆虫類、ミミズ、土壌微生物などの分解者と呼ばれる生物群が関与している。中でも食糞性コガネムシ類(以下、フン虫類)は排泄糞分解の初期段階における糞の乾物重量減少に大きな影響を及ぼし⁵⁾、その後排泄糞の分解過程に及ぼす影響も大きいと考えられている。また、ハエ類の発生を抑制する効果も期待できる⁷⁾。しかし、我が国におけるフン虫類の研究は比較的少なく、また、

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, Kita9, Nishi9, Kita-ku, Sapporo, 060-8589. Japan.

「平成12年度 発表会において発表」

それらの多くは発消長の記載にとどまっております、フン虫類が放牧地生態系内で果たす役割に関する報告はほとんどない。

そこで本試験では乳牛放牧地に糞を設置することにより、フン虫類の有無が排泄糞の化学成分および面積に及ぼす影響を明らかにすることを目的とした。

材料および方法

本試験では北海道大学農学部附属農場内の約2haの乳牛放牧地において行った。放牧地はペレニアルライグラス優占シロクロバ混播草地であった。2000年5月3日から10月20日において、この放牧地では1haあたり6頭のホルスタイン種泌乳牛を用い、1日5時間、輪換日数を10から20日とする1日単位のスリップ放牧を行っており、放牧期間を通しての放牧地利用回数は10回であった⁶⁾。

試験は2000年6月19日および8月1日に開始し、それぞれ6月設置糞、8月設置糞とした。両月ともに供試放牧地において放牧されている泌乳牛の新鮮糞を50kgずつ採取し、よく攪拌した後に1kgずつに分け、3kgは設置時の化学成分の分析に、36kgは糞設置後14日目までのフン虫類の採集数の推移および糞の化学成分変化の測定に、8kgは放牧地における糞塊面積の推移の測定にそれぞれ供した。

放牧地に縁が地表面と同じ高さになるように埋設した直径25cmの洗面器に1/3ほど砂を入れ、半紙を敷き、その上に糞塊1kgを載せたものを36個設置した。そのうち

半分の18個にはフン虫類が訪れないように目の細かい網を被せ無フン虫区とし、残りをフン虫区とした。なお、両区の糞には雨が入らないようにビニールの覆いを被せた。設置後1、2、4、7、10および14日目に両区3個ずつ回収し、半紙を境として糞と砂を分離した。糞および砂の重量を測定した後、それぞれ一定量の水を加え、水中で糞および砂を細かく砕き、浮いてきたフン虫類を採集した。採集したフン虫類は種類および個体数を記録した。また、糞および砂はフン虫類を除去した後にミキサーで攪拌し、代表サンプルを採集し、それぞれ乾物、有機物および窒素(N)含量を測定した。

糞塊の面積を測定するために6月19日および8月1日に8個ずつ、糞塊1kgを直径20cmの円形になるように放牧地内に設置し、4個の糞塊にはフン虫類が訪れないように目の細かいザルを被せ、無フン虫区とし、残りの4個の糞塊には目の大きな金網を被せ、フン虫区とした。糞設置後15日目にそれぞれザルと金網を除去し、その後1輪換ごとに放牧終了(10月20日)まで糞塊の面積を測定した。

結果および考察

放牧期間中の平均気温および降水量を図1に示した。平均気温はほぼ平年(1997-99年平均)と同様に推移したが、夏期の降水量は平年と比較して非常に少なく推移した。また、6月設置糞、8月設置糞ともに、設置後10日目まで降雨はなく、設置後14日目までの平均気温はそれぞれ平年並みであった。

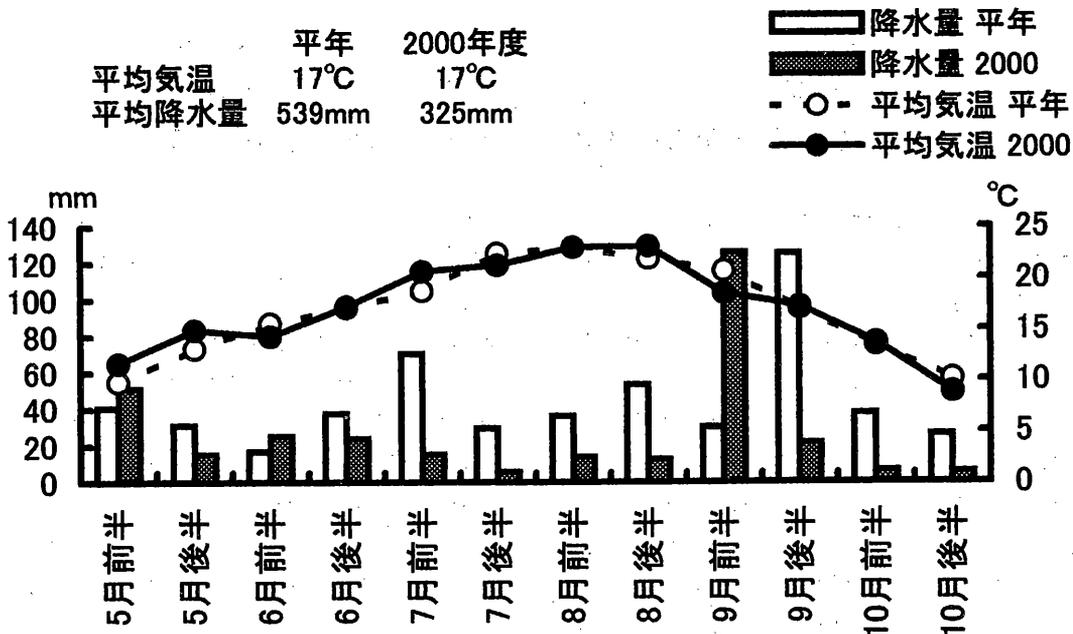


図1 放牧期間中の平均気温および降水量

表1 採集された食糞性コガネムシ類

		6月設置糞	8月設置糞
小型種	スジマグソコガネ (<i>Aphodius rugosostriatus</i>)	○	○
	エゾマグソコガネ (<i>Aphodius uniformis</i>)	○	
	ツマベニマグソコガネ (<i>Aphodius haemorrhoidalis</i>)	○	○
	ウスイロマグソコガネ (<i>Aphodius sublimbatus</i>)	○	○
	マグソコガネ (<i>Aphodius rectus</i>)	○	
中型種	マエカドコエンマコガネ (<i>Caccobius jessoensis</i>)	○	○
	クロマルエンマコガネ (<i>Onthophagus ater</i>)	○	○

表2 糞設置後の時間経過に伴う食糞性コガネムシ類採集数の推移 (頭/1糞塊)

		糞 設 置 後 日 数					
		1	2	4	7	10	14
6月設置糞	小型種	42	30	30	25	12	0
	中型種	2	1	0	0	1	0
8月設置糞	小型種	2045	1161	320	18	2	4
	中型種	22	12	2	0	0	0

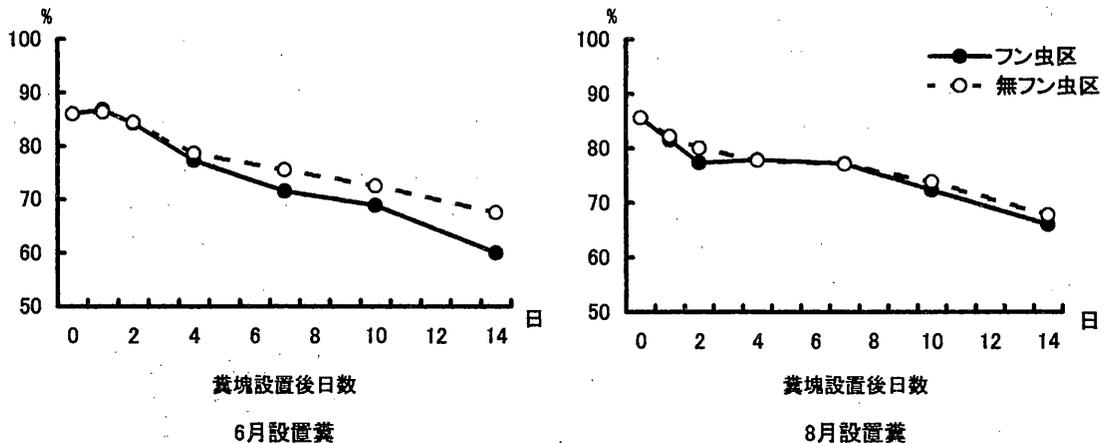


図2 糞設置後の時間経過に伴う糞塊の水分含量の推移

採集されたフン虫類の種類を表1に示した。6月設置糞においてはエゾマグソコガネ (*Aphodius uniformis*) を最優占種とする3属7種、8月設置糞においてはスジマグソコガネ (*Aphodius rugosostriatus*) を最優占種とする3属5種がそれぞれ採集された。

表2に糞設置後の時間経過に伴うフン虫類の採集数の推移を小型種、中型種ごとに集計して示した。両設置糞とともに糞の埋め込みを行わない小型種が全採集数の95%以上を占めていた。採集数は糞設置後1日目において6月設置糞で小型種42頭、中型種2頭であったのに対し、8月設置糞では小型種2045頭、中型種22頭と大きく異なっていた。両設置糞ともにフン虫類の採集数は糞設置後1日目において最も多く、小型種、中型種ともに経

時的に減少する傾向を示し、糞設置後14日目にはほとんど採集されなかった。しかし、6月設置糞においては糞設置後10日目まで採集数が徐々に減少したのに対し、8月設置糞では糞設置後4日目までに採集数が急激に減少しており、減少の様相は大きく異なっていた。このことは糞設置直後のフン虫類採集数が多かった8月設置糞においては単位体積あたりの個体数密度の著しい増加により、種内および種間競争が生じた結果、採集数が急激に減少したものと考えられた。また、両設置糞ともに糞の埋め込みを行う中型種がわずかながら採集されたが、トラップ内において排泄糞の埋め込み活動は観察されなかった。フン虫類の糞埋め込み活動は土質に影響を受けるといわれており²⁾、本試験ではトラップに砂を用いた

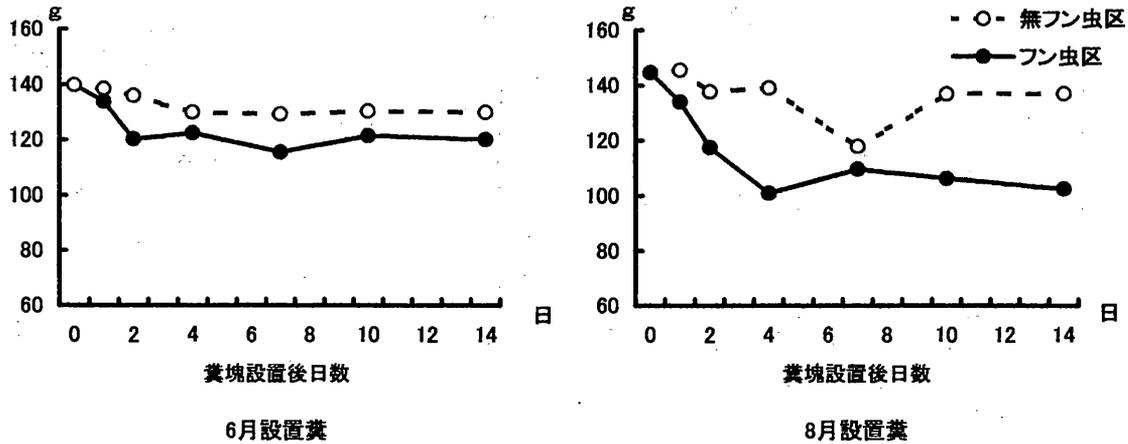


図3 糞設置後の時間経過に伴う糞塊の乾物重量の推移

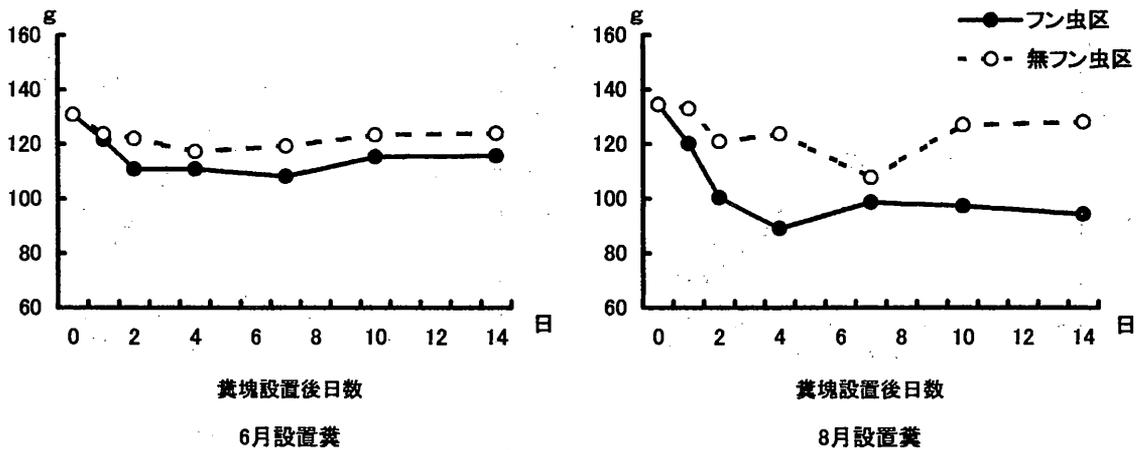


図4 糞設置後の時間経過に伴う糞塊の有機物重量の推移

ことが糞埋め込み活動の妨げとなったと考えられた。結果として糞直下の砂は設置後の日数経過に関わらず、成分の変化が見られなかったため、以下、糞の成分についてのみ検討した。

図2に糞設置後14日目までの糞の水分含量の推移を示した。6月設置糞のフン虫区では無フン虫区よりも水分含量が低く推移する傾向を示した。このことは小型種を主体としたフン虫類が糞を拡散させたことにより、糞の表面積が増加し、水分の蒸発量が増加したためだと考えられた。8月設置糞では両区ともに糞設置後2日目までの水分含量の減少が著しく、その後は緩やかに減少する推移を示した。このことは糞表面の水分が短時間で蒸発し、糞表面が固化化したためと考えられ、そのため気温の高かった8月設置糞ではフン虫類の活動の有無に関わらず、その後の糞内部の水分の蒸発が妨げられたものと考えられた。しかし、糞設置後2日目までの水分含量の減少速度はフン虫区において無フン虫区よりもわずかに速い傾向が見られ、6月設置糞と同様に小型種を主体と

するフン虫類は糞の水分含量の減少に影響を及ぼしていることが明らかとなった。

糞設置後14日目までの糞の乾物重量の推移を図3に糞中有機物重量の推移を図4に示した。乾物重量、有機物重量ともに同様の推移を示していたことから、小型種を主体としたフン虫類による有機物重量の減少は糞内の有機物を分解することにより生じるものではなく、フン虫類が有機物を体内に保持したまま移動することなどによって生じたと推察された。乾物重量、有機物重量は6月設置糞、8月設置糞ともに無フン虫区と比較してフン虫区で低く推移する傾向を示した。6月設置糞では糞設置後2日目までの減少量が多く、8月設置糞においては糞設置後4日目までの減少量が多かった。また、両設置糞ともにそれ以降の乾物重量および有機物重量はほとんど減少しなかった。糞設置後14日目における乾物重量および有機物重量は設置時と比較して、6月設置糞では約14%、8月設置糞では約30%減少しており、フン虫類の採集数が多かった8月設置糞において減少割合は大きかった。

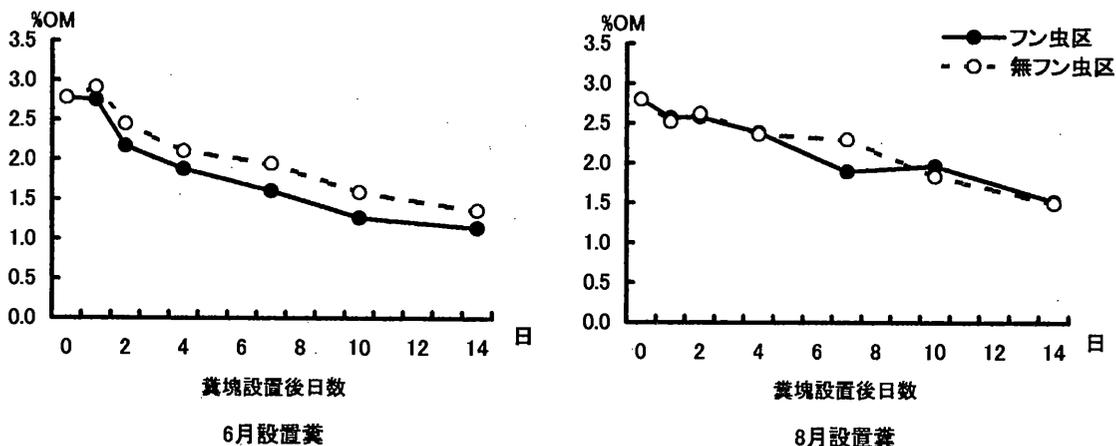


図5 糞設置後の時間経過に伴う糞塊のN含量の推移

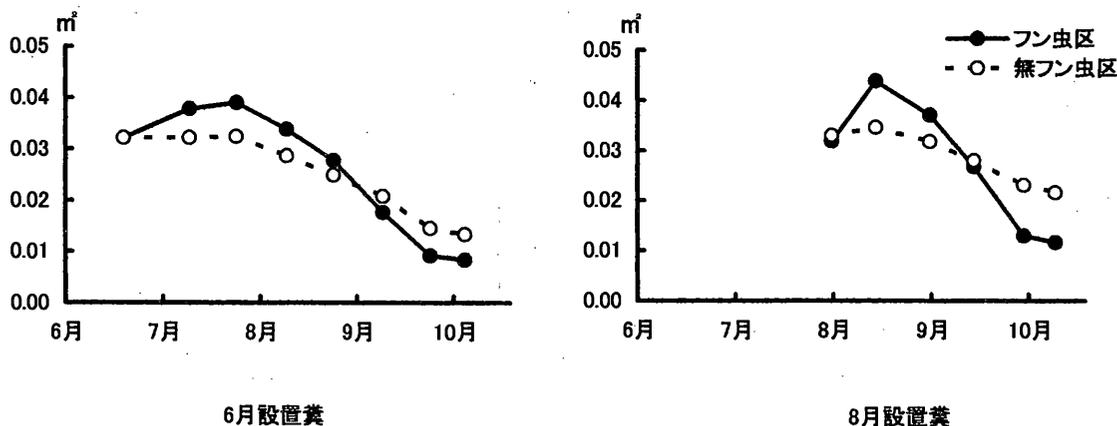


図6 糞塊の面積の推移

一方、6月設置糞、8月設置糞ともにフン虫活動がない場合、糞設置後14日目における乾物重量および有機物重量の減少割合は約5%にとどまった。各処理において得られた数値のばらつきが大きかったため、差は有意とはならなかったが、フン虫類の活動は糞の乾物重量および有機物重量を減少させた。

これらのことから放牧地における排泄糞の乾物重量および有機物重量はフン虫類の活動によって減少し、これらの減少は主に糞排泄直後に生じることが明らかとなった。また、活動するフン虫類の個体数が多い場合には、糞の乾物重量および有機物重量の減少量はさらに大きくなることが示された。放牧地においては糞重量が重くなるに従い、糞に起因する不食過繁地の存続期間が長くなることが報告されており⁷⁾、フン虫類の活動が短時間で糞重量を減少させることにより、不食過繁地の存続期間を縮小させる可能性が示唆された。

糞設置後14日目までの糞中N含量の推移を図5に示し

た。6月設置糞、8月設置糞ともにN含量は経時的に減少する推移を示した。本試験ではフン虫類による糞の埋め込み活動は観察されず、糞直下の砂中からはNが検出されなかった。このことから糞中N含量の減少は主として揮散によるものだと考えられた。6月設置糞においては無フン虫区と比較してフン虫区でN含量は低く推移する傾向を示したが、フン虫類の採集数が多かった8月設置糞に関してはこのような傾向は見られなかった。これらのことは水分含量の減少と同様に6月設置糞ではフン虫活動による糞塊の表面積増加がN揮散量を増加させたのに対し、8月設置糞ではフン虫類の活動による糞塊の表面積増加の影響よりも、気温が高かった事に起因する糞表面の短時間での固形化が、その後のN揮散量の減少に及ぼした影響が大きいためと推察された。

糞面積の推移を図6に示した。6月設置糞、8月設置糞ともに無フン虫区においては経時的に糞塊の面積が減少していた。すなわち、フン虫類の活動がない場合、排

泄された季節に関わらず、放牧地に排泄された糞の面積は主として風化作用によって経時的に減少するものと考えられた。一方、フン虫区においては6月設置糞、8月設置糞ともに糞塊の面積は一度増加した後に減少する推移を示した。しかし、面積の増加割合、その後の面積の減少割合ともに6月設置糞と比較して8月設置糞で大きい傾向を示した。両設置糞のフン虫区において面積が一度増加したことは、フン虫類の活動によって糞が拡散されたためと考えられた。8月設置糞において糞塊の面積の増加割合が大きかったことは、糞設置後1日目に採集されたフン虫類の個体数が6月設置糞のおよそ50倍であったことが影響していると考えられた。表1で示したようにフン虫類の活動は糞設置後14日目においてほとんど観察されなかったことから、フン虫類が糞塊の面積に対して直接影響を及ぼしたのは、本試験の放牧状況下では糞設置後1輪換目までであったと考えられた。そのため、その後の糞塊面積の減少は主に風化作用によるものと推察されたが、フン虫活動によって面積が増加した糞塊は風化作用の影響を大きく受け、面積の減少が促進されたと考えられた。

以上のことから、北海道大学附属農場の乳牛放牧地においては排泄糞の埋め込みを行わない小型種のフン虫類が全採集数の95%を占めるものの、これらの活動は糞の乾物および有機物量を減少させることが明らかとなった。本試験では、特にフン虫類の活動数の多い夏期における糞の乾物および有機物重量の減少割合が約30%に達し、フン虫類が糞の乾物および有機物重量に及ぼす影響は非常に大きいものと考えられた。また、小型種を主体とするフン虫類の活動によって糞塊は拡散され、面積は一度増加するが、その後風化作用の影響を受けやすくなった糞塊は放牧終了時にはフン虫活動がない場合と比較して、その面積が小さくなることが示された。

引用文献

- 1) 早川博文 (1977) 放牧家畜の糞公害とフン虫利用によるその対策. 家畜の研究 31,596-602.
- 2) 早川博文・山下伸夫 (1989) フン虫 *Onthophagus gazella* の大量飼育法に関する研究. 2. 土壌に代わる飼育培地. 北日本病虫研報 40,176-177.
- 3) MAC DIARMID, B. N. and B. R. WATKIN (1972) The cattle dung patch. 3. Distribution and rate of decay of dung patches and their influence on grazing behaviour. *J. Br. Grassld. Sci.* 27,48-54.
- 4) MARSH, R. and C. CAMPLING (1970) Fouling of pasture by dung. *Herb. Abs.* 40,123-130.
- 5) 中村好男 (1975) 草地における牛糞の分解消失に対するフン虫の影響. 草地試研報 7,48-51.
- 6) 西道由紀子・高橋 誠・中辻浩喜・近藤誠司・大久保正彦 (2001) 泌乳牛時間制限放牧下における放牧開始時のイネ科草高と放牧開始直後の放牧間隔の組合せが牧草生産量と利用草量に及ぼす影響. 日草誌 47 (別), 172-173.
- 7) 瀧川幸司・柳 麻子・山下伸夫・早川博文・中西良孝・萬田正治・渡邊昭三・片平清美・柳田宏一 (1996) 放牧地における牛糞塊重量と不食過繁地存続期間との関係. 日草誌 42,247-250.
- 8) 山下伸夫・長谷川勉・安田壮平 (1987) 海外導入ふん虫 *Onthophagus gazella* の牛糞埋め込み行動を利用したノイエバエ *Musca hervei* の発生抑制. 北日本病虫研報 38,177-179.

摘 要

食糞性コガネムシ類の有無が放牧地排泄糞の成分および面積に及ぼす影響を調査するために、北海道大学農学部附属農場の乳牛放牧地において試験を行った。

2000年6月および8月に放牧地内に44個の糞塊を設置し、22個には目の細かい網を被せ無フン虫区、残りをフン虫区とし、設置後1、2、4、7、10および14日目に両区それぞれ3個ずつ回収し、フン虫の種類および個体数、糞の化学成分を調査した。回収しなかった残りの8糞塊は1輪換に1回、放牧終了(10月20日)まで糞面積を測定した。

両月ともに全採集数の95%以上を糞の埋め込みを行わない小型種が占めていた。糞設置後1日目のフン虫類の採集数は6月では小型種42頭、中型種2頭であったのに対し、8月では小型種2045頭、中型種22頭と大きく異なっていた。

糞設置後14日目の糞の乾物重量および有機物重量の減少割合は、フン虫の活動がない場合には約5%にとどまったのに対し、フン虫活動がある場合には6月で14%、8月で30%減少した。

糞面積はフン虫活動がない場合には経時的に減少したのに対し、フン虫活動がある場合には面積が増加した後減少する推移を示した。また、面積の増加割合、その後の減少割合ともにフン虫類の採集数が多かった8月で高い傾向を示した。

クマイザサ (*Sasa senanensis*) 優占林地に放牧した 北海道和種馬の行動と植生の変化

近藤誠司・新宮裕子・稲葉弘之・西道由紀子・鈴木友之・大久保正彦

Behavior of Hokkaido native horses on Kumaizasa (*Sasa senanensis*)
dominant woodland-pasture and change of vegetation

Seiji KONDO, Yuko SHINGU, Hiroyuki INABA, Yukiko NISHIMICHI, Tomoyuki SUZUKI
and Masahiko OKUBO.

Summary

The behavior of Hokkaido native horses grazed on Kumaizasa (*Sasa senanensis*) dominant woodland-pasture and change of the vegetation through grazing were studied. Three horses (387.3kg of body weight) were grazed in a paddock of 50×50 m in woodland of Uryu Experimental Forest of Hokkaido University during 6 days. Twenty-four hours behavioral observations were done on days 2-3 and days 5-6. Kumaizasa vegetation was surveyed before grazing, just after grazing and one year after grazing.

Mean time budget of grazing in horses was 538.3 min, and resting was 880 min a day. Before grazing, the paddock was covered with Kumaizasa of which leaf weight was 259.1 gDM/m² and grass height was 100.9 cm. Just after grazing, Kumaizasa vegetation was classified into 4 categories, that is, Kumaizasa was mostly disappeared (Category 1), only stems were remained (Category 2), few leaves and stems were remained (Category 3) and area not grazed (Category 4). The mean leaf weight of Kumaizasa remained and proportion occupied in each category were trace and 12%, 6gDM/m² and 9% and 20gDM/m² and 4%, respectively. Area not grazed throughout 6 day-grazing was about 65%. DM intake of horse per day, that was estimated from the difference of amount of leaf weight and remained leaf weight, was about 2.5% of their body weight. After 1 year, vegetation of category 1 did not recover. In

categories 2 and 3, grass height of Kumaizasa recovered, while leaf weight did not attain as those in area not grazed.

キーワード : 林間放牧、クマイザサ、北海道和種馬、行動、植生

Key words : Woodland grazing, Kumaizasa, Hokkaido native horse, behavior, Vegetation change

緒言

本道の森林下草の70%を占めるササ類は、チシマザサ (*Sasa Kulirensis*)、クマイザサ (*Sasa senanensis*) およびミヤコザサ (*Sasa nipponica*) がその大半を占めており、その分布は積雪量および高度と関係している。ミヤコザサは本道南部および太平洋沿岸地域の冬季の積雪が比較的少ない地方に分布し、クマイザサは比較的積雪が多い地域、さらに積雪が多い高標高部にはチシマザサが分布する¹⁾。このうち、面積的にクマイザサの現存量が最も多いものと思われる。積雪が比較的少ない地域に優占するミヤコザサについては古くから肉牛や北海道和種馬の放牧に利用され、またその飼料価値についても科学的な評価がなされている^{1,10)}。さらにミヤコザサ優占林地に放牧した和種馬の放牧時の行動²⁾や、放牧が森林下草植生のミヤコザサの密度、現存草量、草高などに及ぼす影響^{4, 9, 10)}についても検討されている。

一方、クマイザサは飼料成分含量では基本的にミヤコザサと同じであり³⁾、また刈り取り給与時のウマに対する飼料価値¹⁰⁾もミヤコザサと大きな違いはない。しかし、

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, 060-8589 Japan

・平成12年度 研究発表会にて発表

豪雪地帯の森林の下草として優占するクマイザサについては、冬季放牧が難しいことなどもあり、林間放牧に利用することは多くはなかった。クマイザサはミヤコザサよりやや草高が高く、茎径も太く、密生する。あまり活用されないクマイザサは森林下草として繁茂し、結果的に森林での管理作業を妨げるばかりか木本幼樹の成長を阻害するなど、森林管理の上で大きな障害となっている。春から秋の放牧利用に限れば、本道のササ類の中でもっとも多量に存在するクマイザサの飼料としての利用価値は高く、さらに森林保全の上からもその貢献は大きい。しかし、クマイザサを利用した林間放牧に関する研究は少ない。

そこで、本研究ではクマイザサが優占する林地に、北海道和種馬3頭を放牧し、その放牧行動を観察した。さらに、放牧前、直後および1年後のクマイザサ植生について調査し、放牧がクマイザサ植生に与える影響について、現在までのミヤコザサ植生と放牧との関係に関する研究結果などと比較検討した。

材料および方法

北海道大学農学部附属雨竜演習林モシリ地区の、下草としてクマイザサが優占する針広混交林を供試地とした。この針広混交林は以前の台風で木本が倒壊したのちに再生した二次林であり、シラカバ (*Betula platyphylla*)、エゾマツ (*Picea iezoensis* Carr.)、トドマツ (*Abies sachalinensis* Master) などが散在し、林床部の日照は良好であった。この林地内の平坦部に、簡易電気牧柵により50×50mの牧区を設置した。なお、牧区内東側中央部に288㎡の裸地が存在した(図1)。これは供試牧区のおよそ10%程度を占めている。裸地が東側牧柵に接する部分に出入り口を設け、同様に裸地内牧柵沿いの入り口近辺に給水・給塩施設を設置した。

この供試牧区において10月下旬に、試験開始時平均体重が387.3kgの北海道和種系成雌馬3頭を6日間放牧し試験に供した。放牧期間中、2日目正午から3日目正午、および5日目正午から6日目正午に24時間連続行動観察を行った。行動観察では、開始後、10分間隔で各個体の行動形を行動図説14)に従い採食、立位休息、横臥位休息、移動および飲水に分け記録した。なお、観察した行動形について、それぞれの行動が10分持続したとみなし、行動時間を算出した。

草地調査は、放牧開始前、終了後および翌年9月に行った。放牧前の調査では、牧区を25×25mに4分割し、各区画ごとに2点、50×50cmのコドラートを設置し、クマイザサ草丈、葉部重量およびコドラート内の茎数を記録した。放牧終了後および翌年の草地調査は、クマイザサ

の被食程度により、供試地内を4つの類型(Category)に分け、地図上に記録してそれぞれの面積を求めたほか、各部分ごとにコドラート法による草地調査をおこなった。葉部は採取後、乾物含量を求めた。

結果および考察

放牧期間中、供試馬はほぼ一群となって行動した。また両行動観察時に一時的に降雨が見られたが、供試馬の行動には大きな影響を及ぼしたようには見受けられなかった。放牧終了時の供試馬の体重は開始時平均体重387.3kgに対して383.2kgと大きな変化はなく、ほぼ維持されたとみなされた。

表1に放牧する前のクマイザサの1㎡当たりの茎数、

Table 1 Tiller density, grass yield and height of *Sasa senanensis* before grazed

	Mean	SD
Tiller density (/㎡)	230	67.8
Total weight(gDM/㎡)	905	362.2
Leaf weight(gDM/㎡)	259.1	63.9
grass height(cm)	100.70	17.20

現存量、葉部重量および草丈を示した。1㎡あたりの茎数は230本と高く、10cmあたり2本程度が密集していたことを示している。また1㎡当たりの地上部重量は乾物で1kg弱であり、葉部重量は同じく乾物で260gであった。

河合ら⁹⁾は、経年的に北海道和種馬放牧に供している林間放牧地および放牧歴のない落葉広葉樹林内のミヤコザサの1㎡あたりの乾物現存量について、前者の地上部重量は100g以下、葉部重量は50g以下、後者はやや高いがそれでも約240gおよび100g程度の値を示している。この値に比較すると、本供試地のクマイザサ植生は地上部重量で約4倍、採食部位である葉部重量で2.5から5倍の高密度で群生していた結果となった。

表2に、それぞれの個体の行動時間を2回の24時間観

Table 2 Time budget of behavior in 2 sets of 24 hr observations

	Time budget of behavior (min)				
	Grazing	Standing	Lying	Moving	Drinking
Horse 1	645	730	65	5	5
Horse 2	525	910	5	10	0
Horse 3	445	1000	0	5	0
Mean	538.3	880.0	23.3	6.7	1.7

察の平均値で示した。採食時間は445 から645 分で平均は538.3分であり、立位休息は730から1000分で、平均は880分であった。なお横臥位休息は1頭のみが65分を記録したが、他の2頭では少なく供試馬3では1回も横臥しなかった。移動および飲水時間はごく短かった。

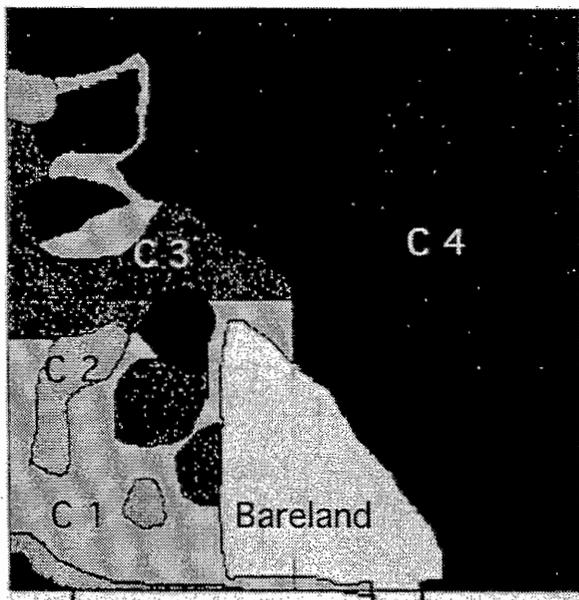
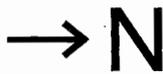
ミヤコザサ優占の林地内での林間放牧において北海道和種馬の1日の採食時間は、763分²⁾、938分⁸⁾および974分¹⁶⁾などの報告がある。逆にこれらの報告における北海道和種馬の休息時間は400から500分程度である。本研究における供試馬のクマイザサ採食時間はミヤコザサのそれより大幅に短く、また休息時間は逆に長い。河合³⁾はミヤコザサとクマイザサが混在する林地で北海道和種馬の放牧試験を行い、供試個体はまずミヤコザサを採食した後クマイザサを採食したが、クマイザサの採食時間はミヤコザサのそれより短かったことを報告している。既述のように、本供試地におけるクマイザサの1㎡あたりの葉部重量はミヤコザサに較べて顕著に多い。こうした豊富な単位面積当たりの飼料資源が、供試馬の移動を妨げた反面、単位時間当たりの摂取量を増加させ

た可能性がある。

図1に6日間の放牧後の牧区内クマイザサの被食状態を4つの類型(Category)に分けて示した。すなわち、完全に採食され茎部も踏みつけられて馬道状になった部分(Category 1)、葉部はほとんど採食されたが茎部の大部分が残った部分(Category 2)、茎部と葉部が多少残存した部分(Category 3)および全く採食されなかった部分(Category 4)とした。本試験の供試馬は放牧開始後、裸地周辺のクマイザサから採食し、結果的に図1で明らかなように、南東区画全域および南西区画の一部のみを採食した。ミヤコザサ優占林地での北海道和種馬は、開始直後からほぼ全牧区内を利用したが⁵⁾、本研究の和種馬は高密度に分布するクマイザサ植生に移動を制限されたものであろう。

各Categoryの部分ごとのクマイザサ茎数、葉部重量、草丈および茎1本当当たりの葉部重量を表3に示した。表3には、放牧を行った第1年次と翌年である第2年次の各部分の草地調査の結果をあわせて示した。

放牧開始前のクマイザサ植生は裸地部分を除いてほぼ均一な植生であり、平均葉部重量は259.1g DM/㎡、平均草丈100.9cmであった(表1)。6日間の和種馬放牧の結果、採食・踏みつけでクマイザサがほぼ消失したCategory 1が全体の面積の11.5%を占め、平均残存葉部重量が5.7g DM/㎡のCategory 2は牧区面積の8.9%を占めた。Category 3は葉部の残存が平均で19.6g DM/㎡で同じく3.6%を占めた。供試馬が進入せずまったく採食されなかったCategory 4は全牧区面積の64.5%を占めた。



- C1: Category 1- vegetation was disappeared by grazed and stepped
- C2: Category 2- Only stem of Kumaizasa was remained
- C3: Category 3- Few leaves and atems were remained
- C4: Category 4- Horses did not graze

Fig. 1 Distribution of categories for Kumaizasa vegetation after grazing

Table 3 vegetation changes of Kumaizasa by Horse Grazing

	Category			
	1	2	3	4
% of area to the paddock	11.5	8.9	3.6	64.5
The year 1				
Tiller density/㎡	0.0	34.0	28.0	230.0
Leaf weight(gDM/㎡)	-	5.7	19.6	259.1
Height(cm)	-	82.5	91.5	100.9
Leaf weight(gDM/tiller)	-	0.2	0.7	1.1
The year 2				
Tiller density/㎡	0.0*	208.0	144.0	160.0
Leaf weight(gDM/㎡)	-	103.6	91.8	282.8
Height(cm)	-	101.4	110.1	133.9
Leaf weight(gDM/tiller)	-	0.5	0.6	1.8

Category 1: Vegetation Kumaizasa was disappeared by grazed and stepped

Category 2: Only stem of Kumaizasa was remained

Category 3: Few leaves and stem were remained

Category 4: Horses did not graze

* Kumaizasa was not found but some weed occupied 40 to 60% of bareland

これらクマイザサの葉部残存量および各Categoryごとの面積割合から、供試馬が6日間で摂取したクマイザサ乾物量を推定すると、ほぼ体重の2.5%に相当した。河合⁹⁾は夏季のミヤコザサ優占林地における北海道和種馬の採食量を酸化クロムおよび酸不溶性灰分を使用したダブルインディケータ法で推定しており、夏季放牧で体重の2.5%程度、冬季放牧で同じく2.2%で体重はほぼ維持としている。またこの乾物摂取量はNRC¹⁰⁾の小格馬の維持要求量とほぼ等しい。本研究における放牧期間中の供試馬の体重は大きな変化はなくほぼ維持したと見なされ、こうした知見と一致した。本研究におけるクマイザサ資源は50×50mの牧区の4分の1程度の面積で北海道和種馬3頭の6日間の体重維持量を供給したが、同時に密生するクマイザサ植生は採食行動や移動を制限した結果となった。

表3の第2年次のクマイザサ植生では、第1年次に採食・踏みつけにより消失したCategory 1部分のクマイザサは第2年次も回復せず、馬道状の非クマイザサ植生部となった。また、この部分には第1年次に観察されなかったオオバコやスゲ類が見られ、植被率としてはこれらクマイザサ以外の植物が50~70%、裸地が30~50%を占めた。またCategory 2および3では、草丈および単位面積当たりの茎数はほぼ回復したが、葉部重量は100g DM/m²程度と放牧直後の値から回復はしたものの、未採食部分のCategory 4の値には至らなかった。茎1本当当たりの葉部重量も未採食部分の25%程度の値となり、ササ葉数もしくは重量が大きく減少したことを示唆している。

河合ら⁷⁾は夏季および冬季の林間放牧がミヤコザサの生育に及ぼす影響について、3年間の経年変化を検討している。この林間放牧では夏・冬ともに既述の報告⁹⁾と同様、供試馬である和種馬は牧区全体をほぼ均一に利用した。放牧第2年次のミヤコザサ植生において、葉部重量および密度はほとんど変化しなかったが、草丈は60%程度となった。なお3年次にはミヤコザサ葉部重量および密度は大きく減少した。

河合ら⁷⁾の研究の実験開始時のミヤコザサ現存量は本研究のクマイザサのその4分の1以下であったが、和種馬の放牧圧も50×50mに3頭で2日間と3分の1であった。結果的に、ミヤコザサ植生では牧区全体に放牧圧がかかり、1回の放牧で翌年のミヤコザサ草丈は変化した。密度や葉部重量に影響はなく、一方クマイザサ植生での放牧は牧区内での行動域が偏った結果、翌年のクマイザサ葉部重量が部分的に減少したほかクマイザサ自体が消失した部分も発生した。クマイザサは放牧圧に対してやや弱いことは柴田ら¹⁵⁾によって指摘されているが、

クマイザサ自体の密度の高さが放牧家畜の行動を制限した結果、局部的に単位時間および単位面積当たりに相対的に高い放牧圧がかかり、このことが馬道状のササ消失部分の形成や葉部重量の低下を誘起したものであろう。

以上から、高密度群生するクマイザサは放牧家畜の行動を制限し、放牧のクマイザサ植生に対する影響は局所的にはミヤコザサ植生に対するそれより強いことが示唆された。また、こうした放牧により馬道状のササ消失部分が発生し、管理者の林内移動をより容易にするほか、このササ消失部分を中心に他の植物種が進入し植生の多様化が進行する傾向にあることがうかがわれた。今後、飼料としてクマイザサ現存量を維持しつつ、密度や草高を制御し、管理用の作業道などを確保するような放牧技術を確立するには、さらに大規模で長期的な研究が必要である。

謝 辞

本研究は平成10、11年北海道大学教育改善推進費（総長経費）「北方森林生態系を活用した家畜生産と環境保全に関する研究」（代表大久保正彦北海道大学大学院農学研究科教授、現：北方生物圏フィールド科学研究センター教授）の一部として、北海道大学大学院農学研究科、北海道大学農学部附属牧場（現：北方生物圏フィールド科学研究センター）および北海道大学農学部附属雨竜演習林（現：北方生物圏フィールド科学研究センター）の共同研究で行われたものである。

摘 要

森林下草としてクマイザサ (*Sasa senanensis*) が優占する森林に放牧した北海道和種馬の行動と植生の変化について検討した。北海道大学農学部附属雨竜演習林内のクマイザサ優占林地に50×50mの牧区を設け北海道和種雌馬3頭を6日間放牧し、期間中24時間行動観察を2回行ったほか、放牧開始直前、放牧終了直後および1年後にコドラート法による草地調査を行った。

放牧開始前のクマイザサ葉部重量は259.1g DM/m²、草丈100.9cmであった。行動観察の結果、供試馬の1日の採食時間は538.3分で、休憩時間は880分であった。6日間の放牧により、牧区のおよそ25%が島状に採食された。すなわち、採食・踏みつけでササがほぼ消失した部分の面積は全体の12%、残存葉部重量6g DM/m²程度の部分が9%、20g DM/m²程度の部分が4%であり、約65%は全く進入・採食されなかった。これらの値から1日1頭当たりの乾物摂取量を推定すると、和種馬の体重の2.5%に相当した。1年後、ササがほぼ焼失した部分の植生は回復せず、オオバコやスゲ類などの植被率が

50~70%、裸地が30~50%を占めた。残存葉部重量6g DM/m²程度の部分および20g DM/m²程度だった部分のクマイザサ草丈は101.4~110.1cmに回復したが、葉部重量は91.8~103.6g DM/m²程度であった。

引用文献

- 1) KAWAI, M., K. JUNI, T. YASUE, K. OGAWA, H. HATA, S. KONDO, M. OKUBO and Y. ASAHIDA (1995) Intake, digestibility and nutritive value of *Sasa nipponica* in Hokkaido native horses. *Jpn. J. Equine Sci.* 6, 121-125.
- 2) 河合正人・近藤誠司・秦 寛・大久保正彦 (1997) 冬季林間放牧地における北海道和種成雌馬のミヤコザサ (*Sasa nipponica*) 採食量および採食時間・北海道畜産学会報 39, 21-24.
- 3) 河合正人 (1998) ミヤコザサを利用した北海道和種馬の林間放牧に関する研究. 北海道大学 博士論文.
- 4) 河合正人・秦 寛・近藤誠司・大久保正彦 (1998) 北海道和種馬林間放牧のためのミヤコザサ地上部重量および化学成分の季節変化. 北海道大学農業部演習林研究報告 55, 56-62.
- 5) 河合正人 (2000) 馬による粗飼料の利用性について—北海道和種馬の採食量および消化率—. 栄養生理研究会報告 44, 31-40.
- 7) 河合正人・稲葉弘之・近藤誠司・秦 寛・大久保正彦 (2000) 北海道和種馬の夏季および冬季林間放牧がミヤコザサの育成に及ぼす影響. 北海道草地研究会報 34, 23-27.
- 8) KONDO, S., T. YASUE, K. OGAWA, M. OKUBO and Y. ASAHIDA (1993) Behavior aspects of Hokkaido native horses kept outdoors all year round. *Proc. 7th WCAP* 3, 241-242.
- 9) 小川恭男・三田村 健・岡本恭二・手島道明 (1985) 秋冬放牧に伴うミヤコザサ草地の地上部および地下部の経年変化. 草地試研報告 32, 92-99.
- 10) 小川恭男・三田村 健・岡本恭二・手島道明 (1986) 秋冬放牧に伴うミヤコザサ草地植生の経年変化. 草地試研報 33, 85-89.
- 11) 大原久友 (1948) 北海道産笹類の家畜栄養学的研究. 北農試報告 42, 1-203.
- 12) 松井善喜 (1963) 北海道におけるササ地の育林的取扱いとササ資源の利用について. 林試北支年報 186-221.
- 13) NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC) (1989) Nutrient requirements of horses. 5 th rev. ed., National Academy Press, Washington, D. C.
- 14) 佐藤衆介・近藤誠司・田中智夫・楠瀬 良 (1995) 家畜行動図説. 朝倉書店 東京 1995.
- 15) 柴田弥生・毛利勝四郎・馬場強逸 (1980) 放牧の強さがクマイザサの育成に及ぼす影響. 日林北支講 29, 77-79.
- 16) YASUE, T., S. KONDO, M. OKUBO and Y. ASAHIDA (1993) The location of Hokkaido native horses grazed on hilly woodland in winter season. *Jpn. J. Equine Sci.* 4, 151-157.

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

大根田英敏・船越 久史・杉本 聡史・
 株田 悠介・佐々木章晴

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

-Effect of litter of Larch on soil of sward-

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

緒 言

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

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

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

(仮説2) カラマツリターは強酸性であることから、周辺土壌は酸性化する。

材料および方法

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

結 果

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

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

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

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

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

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

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

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

考 察

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

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

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

謝 辞

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

参考文献

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

チモシー放牧草地の施肥法

1. 施肥時期・回数が収量および季節変動におよぼす影響

酒井 治^{*)}・宝示戸雅之^{**)}・三木 直倫^{*)}

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

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

緒 言

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

材料及び方法

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

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

結果及び考察

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

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

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

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

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

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

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

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

表1. 利用2、3年目の乾物収量・草種構成・養分含有率

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

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

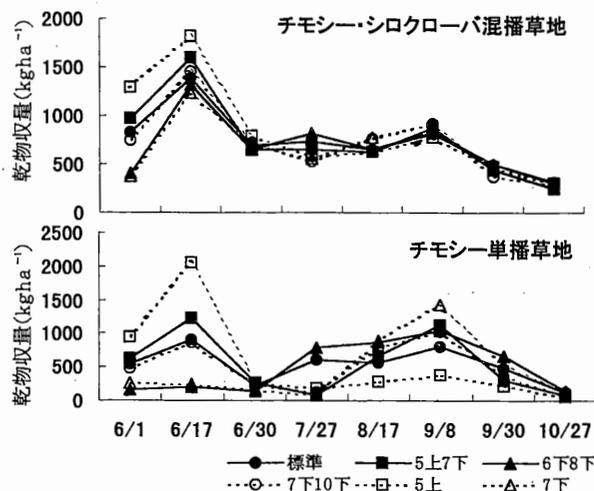


図1. 利用2、3年目の乾物収量の季節変動

・北海道立根拠農業試験場 (086-1153 北海道標津郡中標津町桜ヶ丘1-1)

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

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

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

酪農家3戸からなる地域における窒素フローの概要

橋本 淳一・石渡 輝夫

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

緒言

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

材料及び方法

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

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

結果及び考察

1) 窒素のインプット

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

2) 窒素のアウトプット

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

3) 地域内での窒素の循環量

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

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

4) 地域における窒素収支と課題

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

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

参考文献

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

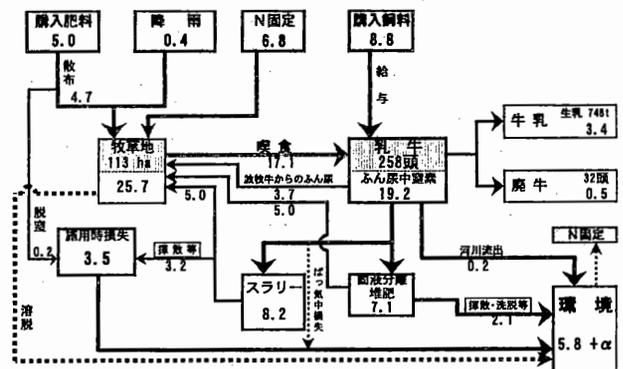


図1. 酪農家3戸における窒素のフロー 単位: t-N/年 (波線は未計上)

開発土木研究所 (062-0931 札幌市豊平区平岸1条)

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

黒毛和種繁殖牛によるリードカナリーグラス待
期草地の放牧利用

野口 和久*・小川 恭男**・梅村 和弘**・義平 大樹*

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

Kazuhisa NOGUCHI, Yoshio OGAWA,
Kazuhiro UMEMURA and Taiki YOSHIHIRA

緒言

放牧飼養を主体とした黒毛和種繁殖経営では、過肥による繁殖性の低下が問題となっている。これは、放牧地での栄養管理が難しいためであり、春季における放牧草の栄養価が高いこと、季節全般にわたり牧草を飽食することが原因であると考えられる。

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

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

材料および方法

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

結果および考察

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

ると考えられた。

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

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

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

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

表1. 地下茎重および根重の推移

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

() は、5.18を100とした時の百分比

表2. 待期区の放牧実績

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

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

* 酪農学園大学 (069-8501 江別市文京台緑町582⁻¹)

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

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

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

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

三枝 俊哉^{*1}・高橋 俊^{*1}

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

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

緒 言

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

材料および方法

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

結果および考察

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

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

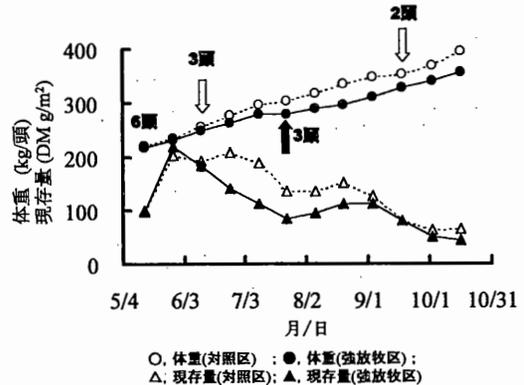


図1. 現存量と体重の推移

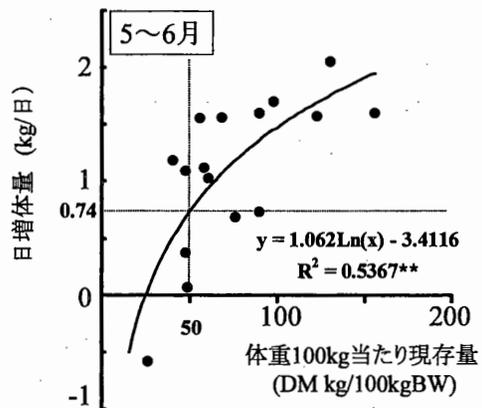


図2. 5~6月における体重100kg当たりの現存量と日増体量の関係

*1 北海道農業試験場 (062-8555 札幌市豊平区羊ヶ丘1番地)

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

ミヤコザサ主体の林間放牧地における肉用牛の食草行動

新宮 裕子・松崎 龍・近藤 誠司・
秦 寛・大久保正彦

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

緒 言

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

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

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

材料および方法

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

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

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

結果および考察

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

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

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

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

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

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

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

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

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

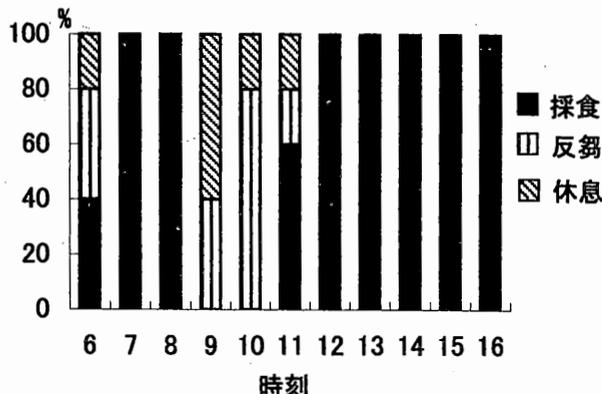


図1. 肉用牛の採食行動割合 (%) (各時間における頭数割合)

表1. 採食植物毎のバイト数および試験期間中の採食量

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

() 内は、全体に占める割合を示した。

傾斜放牧地における植生と育成牛の採食行動の関係

松崎 龍・滝田 奈々・松坂智恵美・新宮 裕子・
秦 寛・大久保正彦

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

緒 言

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

材料及び方法

供試放牧地は1965年に蹄耕法により造成された傾斜放牧地約20haで、ヘレフォード種およびホルスタイン種育成牛群30頭を2000年5月から10月中旬まで放牧した。供試放牧地は4～5haの4つの牧区から成り、そのうちの1つの牧区を調査の対象とした。放牧は終日放牧で、4つの牧区を用い輪換放牧を行った。調査牧区の総面積は4.65haで、標高は約100m～145mであった。結果については、沢地を除く部分の標高130mを高位、115m～130mを中位、それ以外を低位をし解析した。

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

結果及び考察

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

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

高く、低位が低い傾向が見られた。

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

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

表1. 期間中の草高および草量の平均値

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

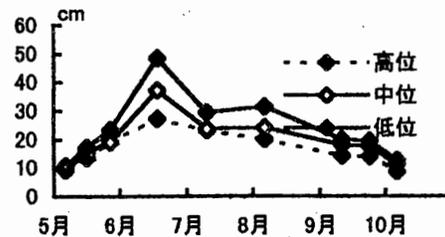


図1. イネ科草高の季節推移

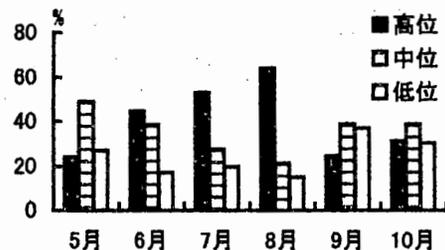


図2. 各ブロックの面積を補正した採食利用割合の平均値と季節推移

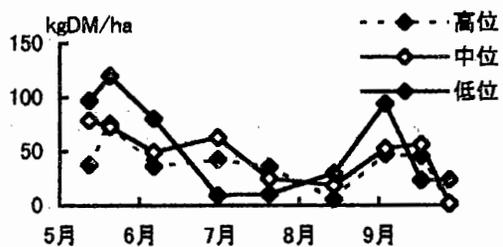


図3. 日再生量の季節推移

ライ麦の敷料用資材としての検討

岩淵 慶*・太田 二郎*・桑原 誠***
中司 啓二***

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

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

緒 言

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

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

材料および方法

(1) 供試品種

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

(2) 耕種概要

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

収穫前までの栽培方法は、小麦に準じている。

結果および考察

(1) 農業特性

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

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

(2) 栽培・収穫作業性

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

① 収穫時期

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

② 収穫機械の調節

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

節しておく。

③ 乾燥調製

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

(3) 牛舎での実用性の評価

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

(4) 懸案事項

次の様なことが今後、検討整理すべき点であると考え
られた。

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

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

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

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

表1. ロールベール数量

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

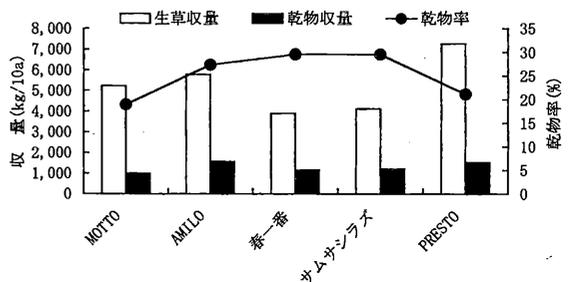


図1. 生草・乾物収量および乾物率

*ホクレン畜産実験研修牧場 (099-1421 常呂郡訓子府町字駒里184)

Hokuren Livestock Experimental and Training Farm, 184, Komasato, Kunneppu-cho, Tokoro-gun, 099-1421 Japan

**ホクレン北見支所 (090-8650 北見市とん田東町617番地)

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

***北海道農業試験場畑作研究センター (099-6132 紋別市小向)

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

摩砕したアルファルファの圃場乾燥特性

糸川 信弘・池田 哲也・新良 力也

Field drying characteristics of macerated
Alfalfa by forage mat maker

Nobuhiro ITOKAWA, Tetsuya IKEDA
and Rikiya NIRA

緒 言

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

1～2時間経過してからロールベアで梱包した。

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

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

E_h : 時間毎の蒸発散位(mm/h)

Δ : 飽和水蒸気圧～温度曲線の勾配(mb/°C)

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

L : 蒸発潜熱 (MJ/kg) e_{sa} : 飽和水蒸気圧(mb)

RH : 相対湿度(%) W_v : 風速(m/s)

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

M : 含水量(%d.b.) M_0 : 初期含水量(%d.b.)

K : 乾燥係数 E : 積算蒸発散位(mm)

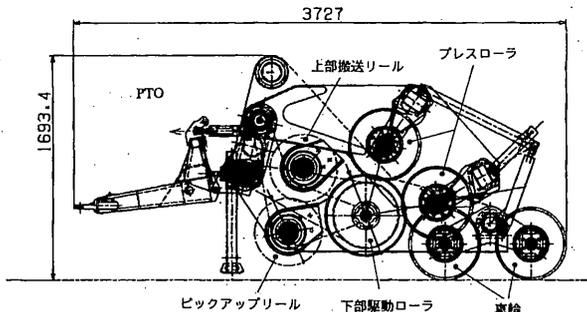


図1 フォレージマットメーカーの実用化1号機

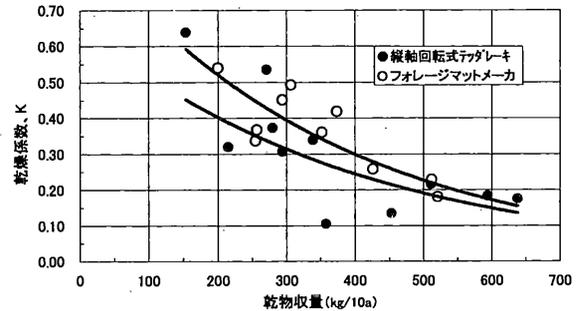


図2 フォレージマットメーカーで摩砕したアルファルファの乾燥係数。(ヒサワカバ、実用化1号機)

材料と方法

1. 供試作物および機械

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

2. 予乾方法および乾燥速度の調査法

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

結果および考察

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

農林水産省北海道農業試験場(082-0071河西郡芽室町新生)

Hokkaido National Agricultural Experiment Station, Sinsei, Memuro, Hokkaido 082-0071 Japan

チモシーの1番草における飼料成分の
変化と系統間差異

鳥越 昌隆・出口健三郎・吉澤 晃・
佐藤 公一・玉置 宏之

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

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

緒 言

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

材料および方法

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

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

結果及び考察

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

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

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

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

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

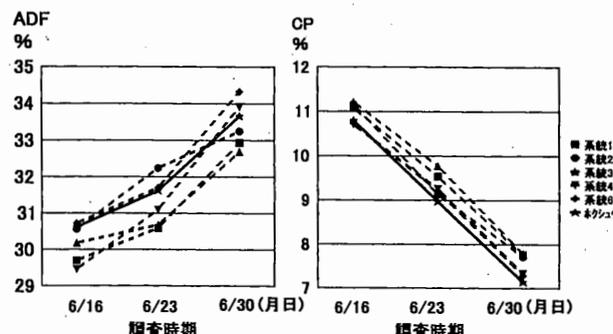


図1. 出穂始前後のADFおよびCPの推移

表1. 各飼料成分の出穂始以降の推定値

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

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

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

** 北海道立畜産試験場 (081-0038 上川郡新得町西4線40)

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

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

河合 正人・木村麻友子・佐藤 容代・
高橋 潤一・松岡 栄

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

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

緒 言

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

材料および方法

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

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

結果および考察

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

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

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

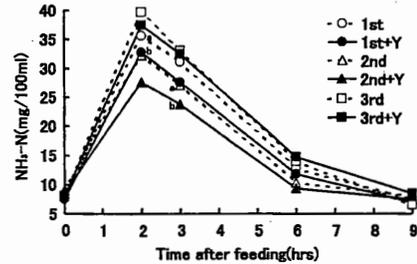


Figure 1. Change of concentration of NH₃-N in rumen

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

Table 1. Nitrogen balance in sheep while feeding alfalfa silage

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

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

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

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

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

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

木村麻友子・河合 正人・高橋 潤一・松岡 栄

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

Mayuko KIMURA, Masahito KAWAI, Junichi TAKAHASHI and Sakae MATSUOKA

緒 言

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

材料と方法

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

結果と考察

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

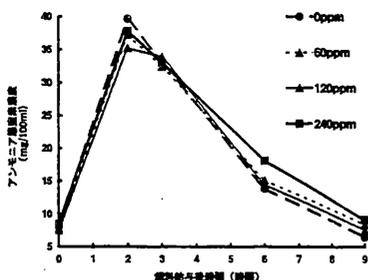


図1. 反芻胃内容液中アンモニア態窒素濃度の経時的変化

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

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

表1. サイレージを給与しためん羊の窒素出納

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

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

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

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

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

帯広畜産大学 (080-8555 帯広市稲田町)

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

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

伊藤 知佳・潮田 素子・花田 正明・
河合 正人・岡本 明治

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

緒 言

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

材料および方法

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

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

結果および考察

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

表1. 牧草および併給飼料の化学成分

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

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

表2. 飼料摂取量、乳量および反芻胃内通過速度

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

a, b: P<0.05

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

帯広畜産大学 (080-8555 帯広市稲田町)

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

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

潮田 素子・伊藤 知佳・河合 正人・
花田 正明・松岡 栄

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

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

緒 言

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

材料および方法

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

結果および考察

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

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

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

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

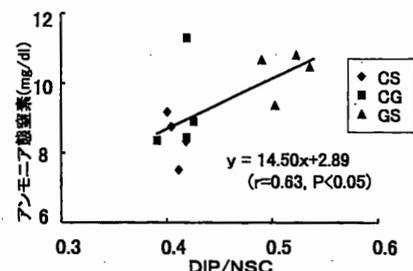


図1. DIP摂取量/NSC施主量とアンモニア態窒素濃度の関係

(P<0.05)。

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

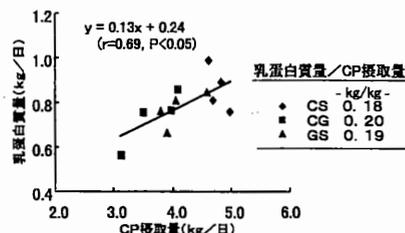


図2. CP摂取量と乳タンパク質の関係

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

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

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

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

艾比布拉伊馬木・花田 正明・岡本 明治

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

緒言

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

材料および方法

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

結果および考察

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

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

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

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

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

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

¹⁾ ADIN=Acid detergent insoluble nitrogen

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

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

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

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

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

²⁾ OMTD : Organic matter truly digested in the rumen

³⁾ RDN : Ruminally degraded nitrogen

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

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

帯広畜産大学 草地学講座 (080-8555 北海道帯広市)

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

大型プロットハーベスタによる放牧用適草種・
品種選定試験

眞田 康治・高井 智之・中山 貞夫・山田 敏彦

Variety test for the grazing using
large-size plot harvester

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

緒 言

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

試験方法

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

結果及び考察

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

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

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

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

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

表1. 多回刈区の合計乾物収量

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

表2. 超多回刈の合計乾物収量

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

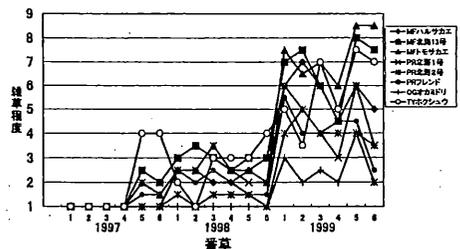


図1. 多回刈区の雑草程度 (1: 無~9: 極多、重量比の評点)

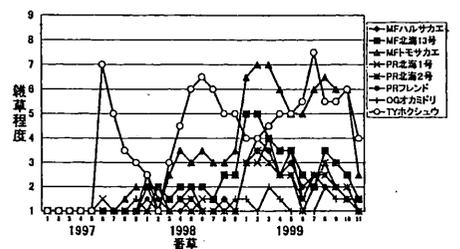


図2. 超多回刈区の雑草程度 (1: 無~9: 極多、重量比の評点)

北海道農業試験場 (062-8555 札幌市豊平区羊ヶ丘1番地)

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

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

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

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

岩淵 慶*・我有 満**・大塚 博志***

Introduction of characteristics of new legume
Galega (*Galega orientalis* Lam.)
Kei IWABUCHI*, Mitsuru GAU**
and Hiroshi OHTSUKA***

緒 言

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

本報では、ガレガの基本的な農業特性の調査結果について報告する。

材料および方法

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

ガレガの分類上の位置、その他については以下の通り。

(1) 作物の分類

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

(2) 自生地 コーカサス山脈の標高約2,000mの高地

(3) 育種研究 1930年代に遺伝資源収集
1970年代より育種研究開始

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

結果および考察

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

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

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

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

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

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

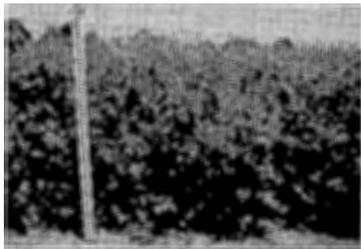


写真1. ガレガ1番草の生育状況(2年目)



写真2. 根部の状況(1年目)左から、アカクロバ、アルファルファ、ガレガ

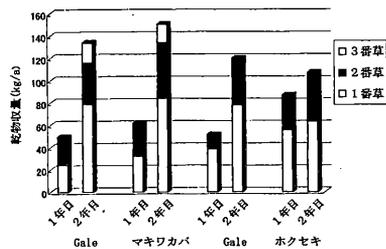


図1. 年次別乾物収量-1)

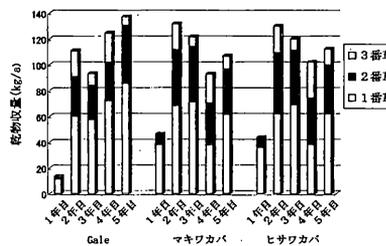


図2. 年次別乾物収量-2)

* ホクレン畜産実験研修牧場 (099-1421 常呂郡訓子府町字駒里184)

Hokuren Livestock Experimental and Training Farm, 184, Komasato, KUnneppu-cho, Tokoro-gun, 099-1421 Japan

** 北海道農業試験場 (062-0045 札幌市豊平区羊ヶ丘1)

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

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

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

夏季の播種日の違いが翌年の
アルファルファ収量に及ぼす影響

池田 哲也・新良 力也・糸川 信弘

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

Tetsuya IKEDA, Rikiya NIRA and Nobuhiro ITOKAWA

緒 言

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

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

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

材料及び方法

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

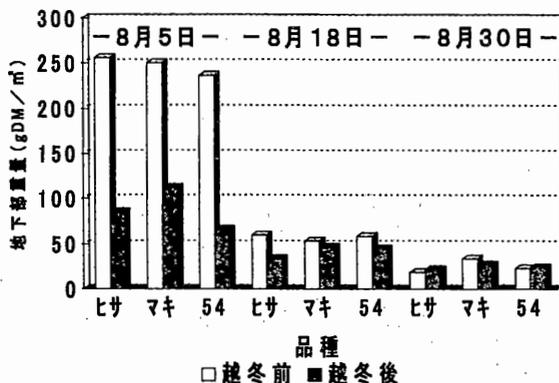


図1 各品種における越冬前後の地下部重

結果及び考察

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

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

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

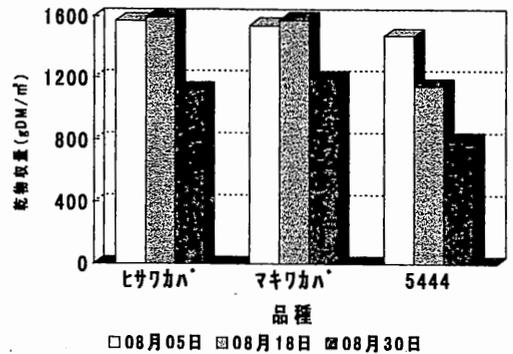


図2 各品種の年間乾物収量

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

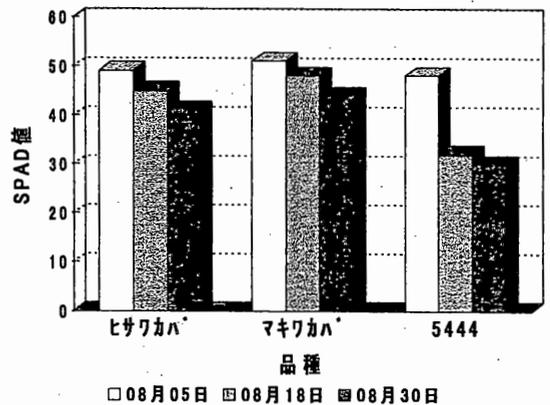


図3 1番草生育時の葉色の違い

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

北海道農業試験場 (082-0071河西郡芽室町新生)

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

十勝管内におけるアルファルファの追播による
草地生産性改善の試み

古川 研治・高橋 敏・梶 孝幸・
眞鍋 就人・西部 潤

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

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

緒 言

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

材料および方法

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

結果および考察

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

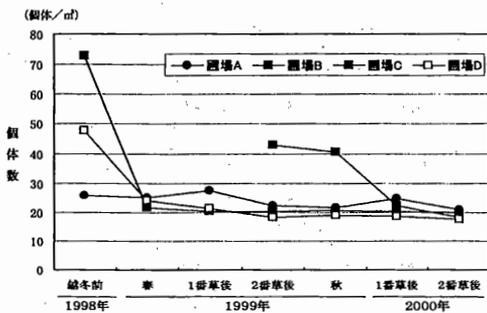


図1. アルファルファ個体数の推移

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

表1. 全圃場の各飼料成分の平均値(1999~2000年)

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

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

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

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

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

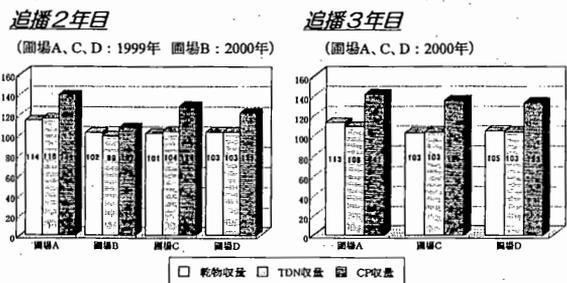


図2. 追播区の収量性(年間合計)
(無処理区の収量に対する比)

アカクローバ単播草地における個体消失の
パターンと採草量の変動

平田 聡之・森下 浩・由田 宏一・中嶋 博

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

Toshiyuki HIRATA, Hiroshi MORISHITA,
Koichi YOSHIDA and Hiroshi NAKASHIMA

緒 言

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

材料および方法

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

結果および考察

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

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

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

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

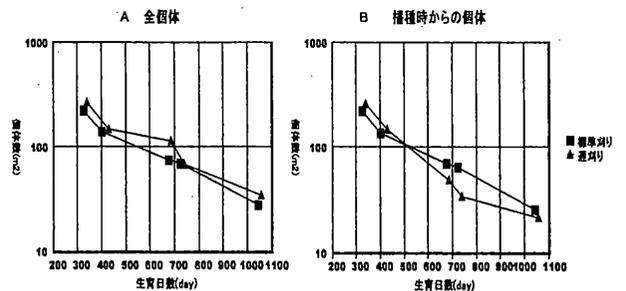


図1. 各刈取り区における全個体と既存個体の個体数の推移

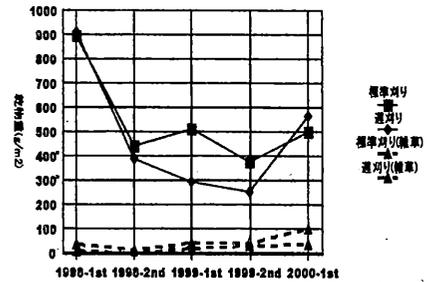


図2. 各刈取り区における既存個体の乾物重の推移

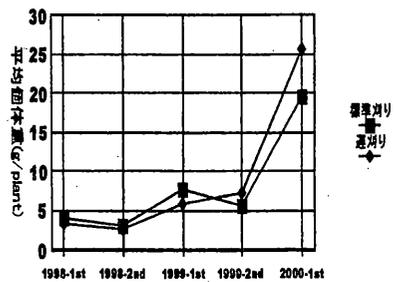


図3. 各刈取り区における既存個体の平均個体乾物重の推移

植物単位概念からみたアカクローバのクラウン構成
と開花習性

磯部 祥子・我有 満・内山 和宏

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

Sachiko ISOBE, Mitsuru GAU
and Kazuhiro UCHIYAMA

緒 言

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

材料及び方法

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

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

結果及び考察

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

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

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

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

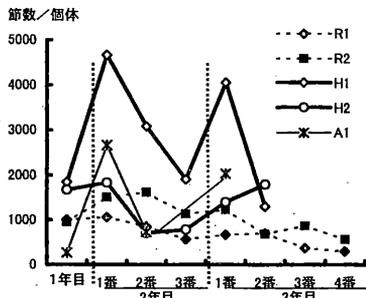


図1. 刈り取り時の総節数の推移

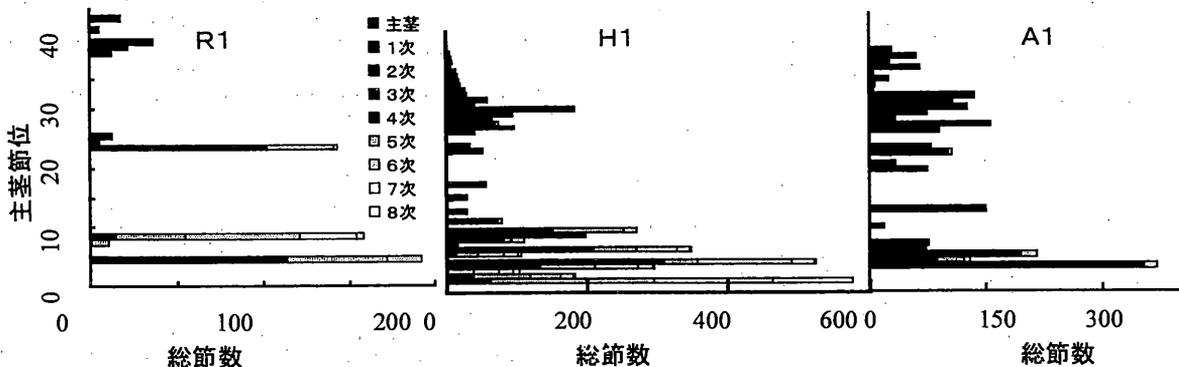


図2. 3年目1番草の分枝次位別総節数

北海道農業試験場 (062-8555 札幌市豊平区羊ヶ丘1番地)

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

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

小松 輝行・菊地 貴範・吉成 弥生

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

Teruyuki KOMATSU, Takanori KIKUCHI
and Yayoi YOSINARI

緒 言

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

材料および方法

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

結果および考察

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

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

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

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

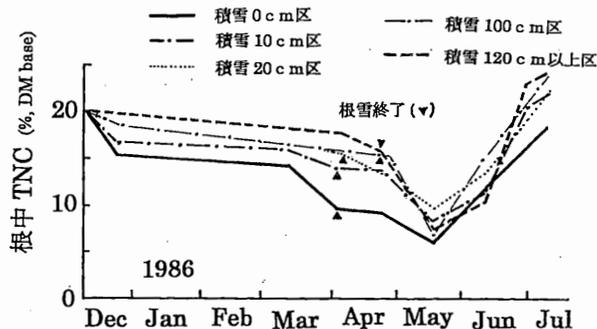


図1 「積雪モデル1」における5年経年草地アルファルファの根中TNCの推移(滝川、1985~86)

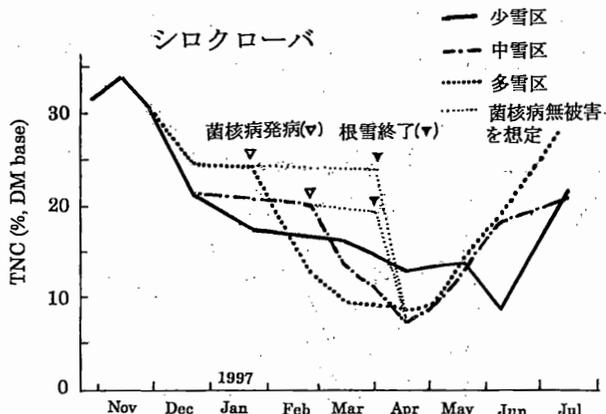


図2 「積雪モデル2」における播種当年WC根中TNCの推移(網走、1996~97、菌核病被害有無との関係)

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

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

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

寒地型イネ科牧草の乾物生産における 温度反応の草種間差異

金川 順二・松中 照夫

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

緒 言

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

材料および方法

本試験は、本学内の人工気象室において1/5,000 a ワグネルポットを用いて実施した。供試草種はオーチャードグラス (OG)、メドウフェスク (MF)、チモシー (TY) の3草種とした。温度処理は10℃区 (15℃/5℃)、15℃区 (20℃/10℃)、20℃区 (25℃/15℃) の3水準とした。調査時期は、いずれの草種も節間伸長始期と出穂期の2回とした。施肥量は、各草種共通にN-P₂O₅-K₂O=1.0-1.0-1.0 g pot⁻¹とした。光合成能の測定には開放型光合成蒸散測定システムLI-6400 (LI-COR社製)を用いた。測定時の機器の設定条件は光源光量を1,563 μmol m⁻² s⁻¹ (約80,000 lux)、CO₂流量を400 μmol s⁻¹とした。また、測定時の温度は処理温度と同一とした。

結果および考察

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

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

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

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

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

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

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

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

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

チモシーの種子登熟と発芽習性

吉澤 晃・鳥越 昌隆・佐藤 公一・玉置 宏之

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

Akira YOSHIZAWA, Masataka TORIKOSHI,
Kouichi SATO and Hiroyuki TAMAKI

緒 言

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

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

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

材料と方法

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

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

結果及び考察

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

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

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

られ、対照の約40%であった。

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

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

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

表1. 採種時期が採種量、初期生育に及ぼす影響

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

注) 採種量と精選粒数は一穂当たり。

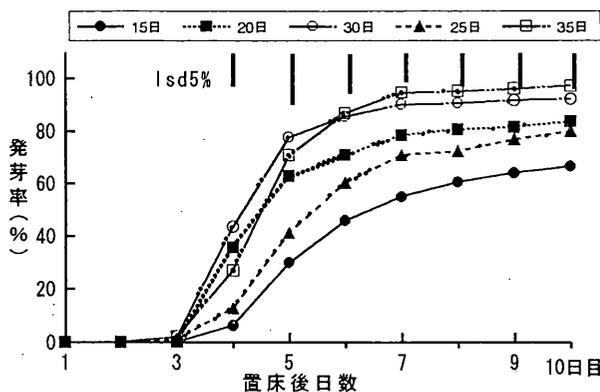


図1. 採種時期が異なる種子の発芽率推移

北海道立北見農業試験場 (099-1496 常呂郡訓子府町)

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

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

玉置 宏之・吉澤 晃・鳥越 昌隆・佐藤 公一

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

Hiroyuki TAMAKI, Akira YOSHIZAWA,
Masataka TORIKOSHI and Kouichi SATO

緒 言

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

材料と方法

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

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

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

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

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

結 果

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

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

考 察

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

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

参考文献

1) 玉置ら(1999)：北草研報 vol. 33, p. 35.

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

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

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

北海道立北見農業試験場(099-1496 常呂郡訓子府町)

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

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

藤井 弘毅・山川 政明・澤田 嘉昭・牧野 司

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

緒 言

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

材料および方法

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

結果および考察

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

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

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

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

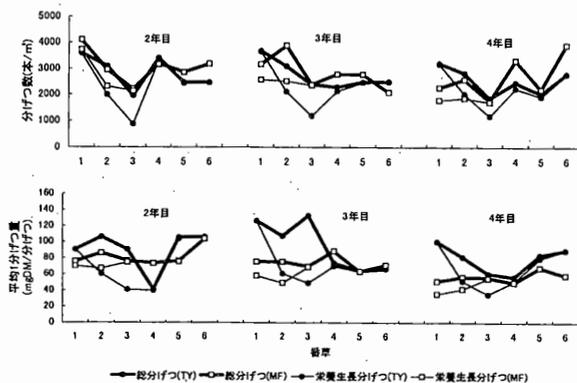


図1. 分けつ数および平均1分けつ重の推移
TY:チモシー, MF:メドウフェスク

表1. 混播区および単播区における年間合計乾物収量 (kg/a)

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

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

注: *は5%水準で有意

北海道立根釧農業試験場 (086-1153 標津郡中標津町)

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

* 北海道立畜産試験場 (081-0038 上川郡新得町)

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

異なる温度条件下でのトウモロコシ自殖系統の
低温発芽性検定

高宮 泰宏

Estimation of germinability at different
low temperatures in maize inbred lines

Yasuhiro TAKAMIYA

緒 言

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

材料及び方法

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

結果及び考察

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

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

2) 6℃条件下での検定結果

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

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

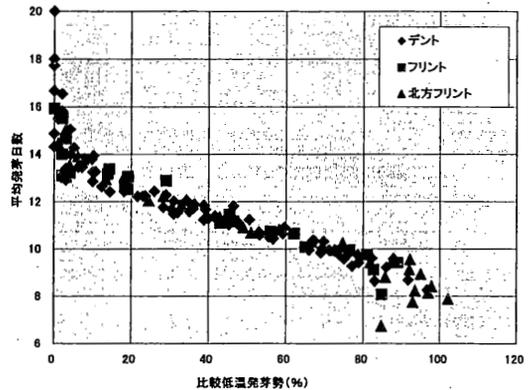


図1. 比較低温発芽勢（10℃、9日）と平均発芽日数の関係

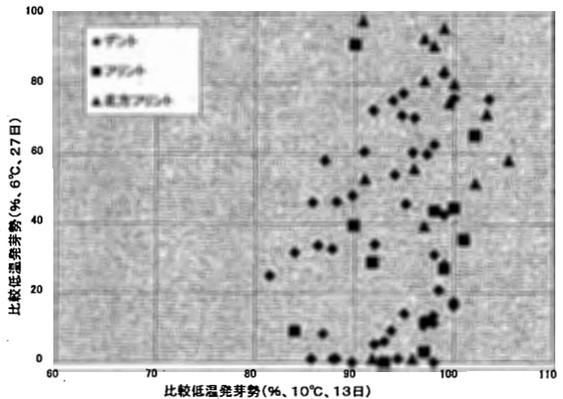


図2. 10℃と6℃での比較低温発芽勢の関係

ペレニアルライグラス保存栄養系における
多葉性と諸形質との関係

佐藤 尚親・中村 克己・竹田 芳彦

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

Narichika SATO, Katsumi NAKAMURA
and Yoshihiko TAKEDA

緒 言

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

材料及び方法

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

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

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

結果及び考察

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

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

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

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

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

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

表1. 調査形質・調査年月日および観察評点の方法

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

表2. 形質間の相関係数

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

表3. 多葉性を除いた主成分分析における因子負荷量と固有値および累積寄与率

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

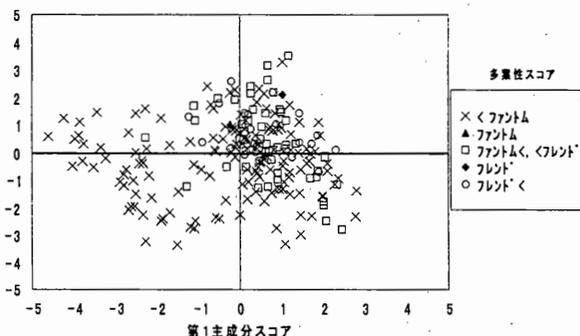


図1. 越冬性選抜栄養系における第1および第2主成分スコアに関する多葉性スコア別散布図

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

差波 武志・堀川 洋

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

by DNA fingerprinting

Takeshi SASHINAMI, Yoh HORIKAWA

緒 言

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

材料および方法

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

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

結果および考察

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

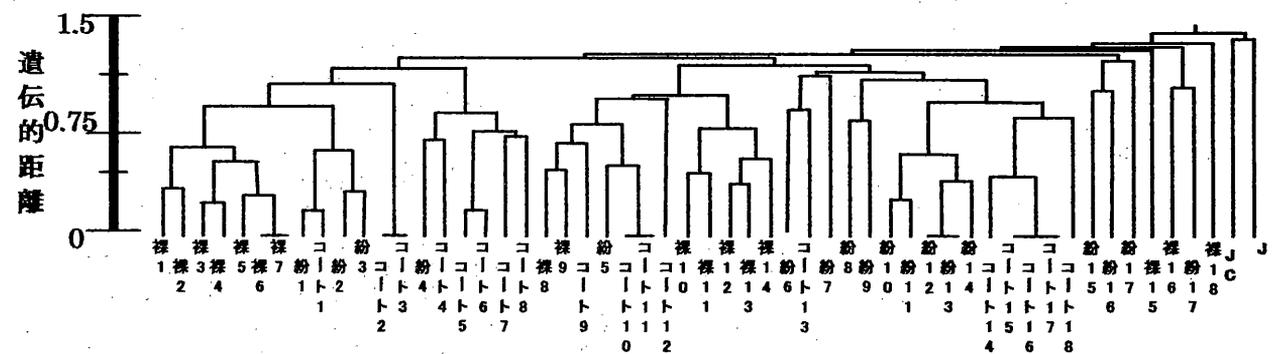


図2 クラスタ分析による系統樹

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

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

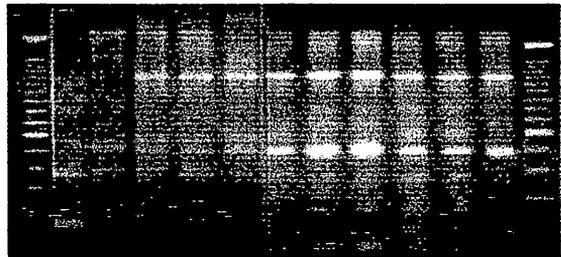


図1 フィンガープリントパターン (ERIC2, ERIC1R)

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

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

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

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

Introduction

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

Materials and Methods

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

Results and Discussion

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

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

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

Reference

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

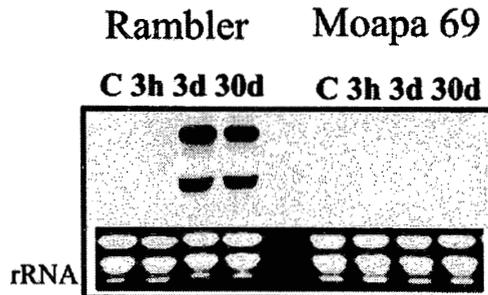


Fig. 1. Northern blot probed with cDNA for isolated gene. C-control, 3h, 3d and 30d-cold acclimation for 3 hours, 3 and 30 days.

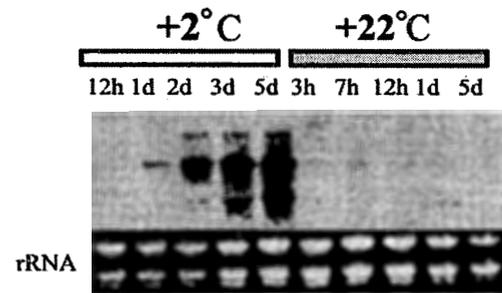


Fig. 2. Expression of isolated genes during cold acclimation. Hardening and dehardening conditions indicated above gel.

* 北海道大学農学部 (080-8589 札幌市北区北9西9)

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

** 北海道農業試験場 (062-8555 札幌市豊平区羊ヶ丘1)

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

ペレニアルライグラスの耐凍性に関する QTL 解析

野村 一暢*・山田 敏彦**・島本 義也*

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

Takanobu NOMURA, Toshihiko YAMADA and Yoshiya SHIMAMOTO

緒 言

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

材料および方法

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

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

結果および考察

連鎖地図作成集団の耐凍性を評価した結果、電気伝導

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

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

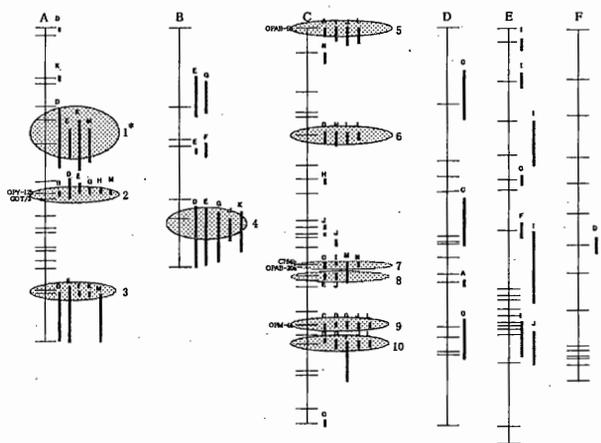


図 1. 耐凍性および形態形質に関する QTL 解析
* : クラスター番号を示す
A : 葉身の耐凍性 B : 冠部の耐凍性 C : 越冬性 D : 草丈 E : 穂長 F : 小穂数 G : 2 番草重量 H : 出穂期 I : 草型 J : 止葉長 K : 止葉幅 L : 茎数 M : 茎の太さ N : 出穂程度

表 1. 耐凍性に関与して QTL の集積した領域および検出された形質

連鎖群	クラスター	形質	LOD 値	連鎖群	クラスター	形質	LOD 値
A	2	OPV-12b, GOT/a	凍結耐性	C	7	C764b, OPAB-20a	凍結耐性
		草丈	3.9			草丈	1.85
		穂長	2.2			茎の太さ	1.69
		2 番草重量	1.65			出穂程度	2.33
		出穂期	2.04			草丈	1.92
C	5	OPAB-5b	凍結耐性	9	OPM-4a	凍結耐性	1.82
		出穂期	3.61			2 番草重量	3.09
		草型	2.6			止葉長	2.34
		茎数	1.77			茎数	1.82

耐凍性を示す形質を円で示した

* 北海道大学大学院農学研究科 (060-8589 札幌市北区)

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

** 北海道農業試験場 (062-8555 札幌市豊平区羊ヶ丘 1 番地)

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

ペレニアルライグラスにおける
EGFP発現におよぼす浸透圧の影響

久野 裕・日暮 崇・島本 義也

Effect of osmotic pressure on EGFP expression
in perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.)

Hiroshi HISANO, Takashi HIGURASHI
and Yoshiya SHIMAMOTO

緒 言

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

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

材料および方法

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

結果および考察

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

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

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

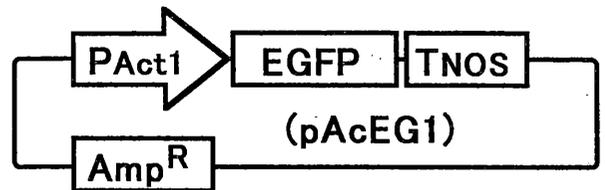


図1. 撃ち込みに用いたEGFPを組み込んだプラスミド
PACT1 : イネアクチンプロモーター
EGFP : enhanced green fluorescent protein
TNOS : ノバリン合成酵素ターミネーター
AmpR : アンピシリン耐性遺伝子

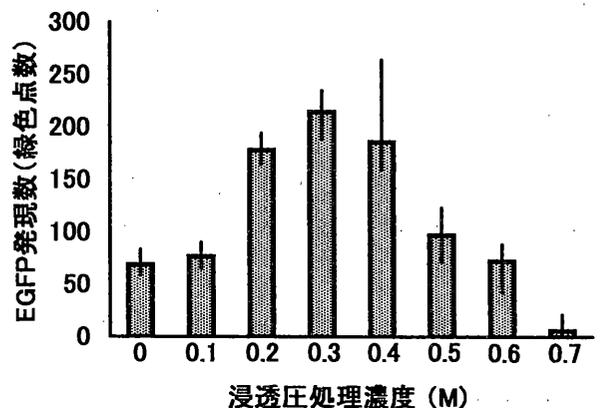


図2. 浸透圧がEGFP一過性発現におよぼす影響
EGFP発現の様子は蛍光顕微鏡で観察し、観察された緑色点をEGFP発現数とした。浸透圧処理濃度は、培地に加えたソルビトールおよびマンニトールの濃度を示す。0.8から1.0MでのEGFP発現は観察されなかった。

ペレニアルライグラス低温馴化過程で誘導される
遺伝子の単離とその発現解析

米山 昌・島本 義也

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

緒 言

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

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

材料および方法

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

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

```

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

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

結果および考察

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

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

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

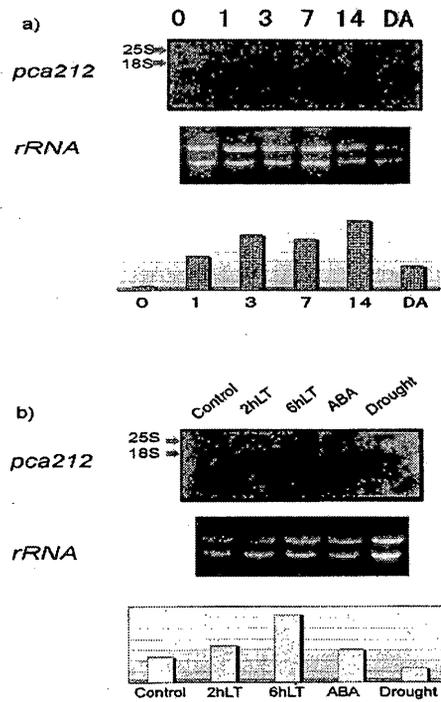


図 2. ノーザンプロットによる *pca212* の発現量
a) 低温馴化冠部組織における *pca212* の発現量の変化、0 は無処理、1、3、7、14 は低温馴化処理日数、DA は脱馴化処理を示す。棒グラフは rRNA バンドの濃さと *pca212* シグナルの比の値。
b) 2 時間および 6 時間の低温処理、0.1mM アブシジン酸 (ABA) 処理、2 時間の乾燥処理による *pca212* の発現量。control は無処理、2 h LT、6 h LT は 2 時間および 6 時間の低温処理、ABA は 0.1mM アブシジン酸処理、Drought は 2 時間の乾燥処理を表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

・ 北海道大学大学院農学研究科 (060-8589 札幌市北区)

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

** 北海道農業試験場 (062-8555 札幌市豊平区羊ヶ丘 1 番地)

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

根釧地域の傾斜草地における
土壌養分および牧草収量分布

酒井 治*・宝示戸雅之**

A level of soil nutrients and grass yield
in sloping pasture in Konsen District
Osamu SAKAI* and Masayuki HOJITO**

緒 言

平坦な草地では、物質の移動は大気への蒸発・揮散、下方への浸透・溶脱を測定すれば十分である。しかし、実際の圃場には傾斜が存在し、降雨や融雪水が圃場の表面を流れ、土砂や施肥成分などが移動して土壌養分の偏りを生じる。

今回は、地表面に沿った養分移動の解析を行うため、傾斜草地の土壌養分含量、牧草成分含有率および牧草収量分布の実態を調査した。

材料及び方法

表面流去水が集まる1つの集水域を1筆として、中標津町、別海町の草地75筆において、草地を10mまたは20mメッシュに設定して測定を行い、格子点の0~5cmの土壌養分含量を測定した。さらに、4筆については5~15cmおよび15~30cmの土壌養分含量、一番草または二番草の牧草収量および牧草成分含有率を精査した。

また、圃場の利用者にアンケートを行って造成・更新年、造成方法肥培管理、草地の利用形態等の管理来歴について養分分布との関連を調査した。

結果及び考察

1) 調査圃場の概要は面積0.1~4.6ha、傾斜0.9°~10.5°、片側斜面長10m~130mであった。傾斜草地の0~5cm土層における有効態リン、交換性カルシウム、マグネシウム、カリウムおよび硝酸態窒素などの土壌養分含量は、草地の底部で多い傾向がみられた。斜面上・底部間の土壌養分水準は、草地の底部で土壌診断基準値より大きく、斜面上部では逆に小さいほど差が大きい場合もみられた(図1)。したがって、土壌診断を行う場合、サンプリング点数が少なすぎたり、偏った位置からとると草地の実態を示さず、誤った施肥対応をする危険性があると考えられた。

上記の5要素のうち3要素以上が斜面上・中部に比べ底部で高い傾向を示した圃場割合は48%であり、逆に17%の圃場では低い値を示した(表1)。

2) 傾斜や斜面長と土壌養分分布との相関はみられなかった。また、管理来歴と土壌養分分布の関係については、経過年数、造成更新時の起伏修正の有無、自給肥料の施用の有無などいずれの項目とも土壌養分分布と明確な傾向はみられなかった。

3) 0~5cm土層の土壌養分が草地の底部で多かった4筆中3筆の圃場は、5~15cmおよび15~30cm土層の有効態リン、交換性カリウムおよび交換性マグネシウム含量も、草地の底部で多い傾向がみられた。また、牧草の乾物収量、リン吸収量、カリウム吸収量およびマグネシウム吸収量も草地の底部で多い傾向がみられたが、各成分の含有率まで影響を及ぼすものではなかった。カルシウムおよび窒素については、土壌養分含量、牧草成分含有率および吸収量のいずれも判然としなかった。

4) 3)の圃場のうち1筆を更新すると仮定した場合に15~30センチの土壌化学性および比重から計算される土壌改良資材量を計算すると、CaCO₃必要量は0.6~3.0t/ha(平均2.0t/ha)、P₂O₅必要量は230~280kg/ha(平均275kg/ha)であり、位置により大きく異なった。このことから、土壌診断の場合と同様に、サンプリング位置・点数について注意する必要があると考えられた。

以上のように傾斜草地では、傾斜、斜面長、管理来歴に関わらず、土壌養分が草地の底部に多い傾向があり、牧草収量、養分吸収量もその影響を受けていた。また、土壌診断や造成・更新時の土壌改良資材を算出する場合は、土壌のサンプリング点数、位置に注意する必要があると考えられた。

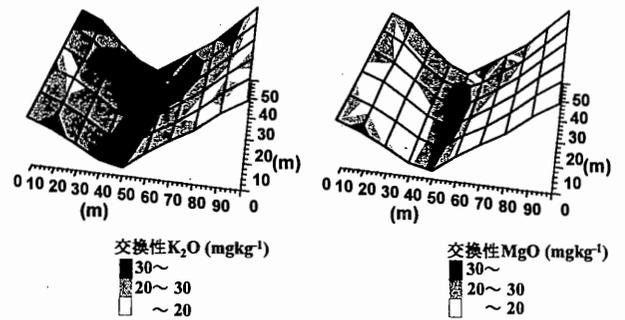


図1. 草地の底部で土壌養分(0~5cm)の多い圃場
黒は土壌診断基準値以上、灰色は基準値以内、白は基準値以下
底部を斜面の一番低い部分から斜面長の1/3以下で、傾斜1°以下の部分とした。

表1. 傾斜草地における土壌養分水準の分布(圃場割合%)

分布の特徴	有効態		交換性塩基			3項目以上の養分が同じ傾向を示した圃場
	P	Ca	Mg	K	硝酸態窒素	
底部で養分が多い草地	56.0	50.7	56.0	42.7	43.7	48.0
底部で養分が少ない草地	13.3	17.3	22.7	20.0	22.7	17.3
地形との関係が認められない草地	30.7	32.0	21.3	37.3	34.7	12.0
項目により異なる傾向を示した草地						22.7
調査圃場: 75筆						

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

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

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

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

長期湛水したアルファルファの越冬後の生育

池田哲也・新良力也・糸川信弘

Growth in spring of alfalfa (*Medicago sativa* L.) which were submerged over a month before winter
Tetsuya IKEDA, Rikiya NIRA and Nobuhiro ITOKAWA

緒言

我々は、1998年9月の大雨により圃場内で発生した湧水によって、越冬前約1ヶ月間湛水状態にあったアルファルファ草地の、越冬前の状況について、湛水期間が長くなるに従って地下部重量は低下するが、枯死個体は少なかったことを報告した(北草研報33, p44)。今回、この草地の越冬後の生育状況について報告する。

材料及び方法

調査は、北海道農業試験場畑作研究センター(芽室町)内に1998年造成したA(50a)、B(42a)、C(28a)の3つのAL単播草地で行った。これらの草地は、9月23日に、各草地で湛水が確認され、11月5日頃まで湛水状態が続いた。

前報において、3草地内に直線状に設けた調査地点(A-1~4、B-1~4、C-1~4)の近くに新たな調査点を設け、越冬後の地下部の状態と1番草収量を調査した。越冬後の地下部の調査は、1999年5月10日に、各調査地点に30cm×30cmの枠を置き、その中の全AL個体を採取し、個体数、地上部重、地下部重、根基部の太さを調査した。1番草の調査は、それぞれの刈取り時に行った。今回、紙面の関係から、圃場の高低差が最も大きく、生育差が明瞭であったB草地の結果について報告し、他調査地点の結果については割愛する。

結果及び考察

滞水面の高低差とそれを維持した期間から推定した各調査地点の地下水位は、B-3が最も高く、B-2、B-4、B-1の順に高かったと思われる。以下、これに沿って論じる。

越冬前は、各地点の個体数の差は少なく、地下水位の高低との間に傾向は見られなかった(図1)。越冬後は、

地下水位が最も高いB-3で、個体数が最も減少し、地下水位が高くなるに従って個体数が減少する傾向にあった。個体あたりの地下部重は、越冬前から地下水位が高くなるに従って低下する傾向にあり、越冬後も同様であった(図2)。これらのことから、地下水位の高い場所ほど、地下部の生育を阻害され、越冬個体数を減少させたと思われる。

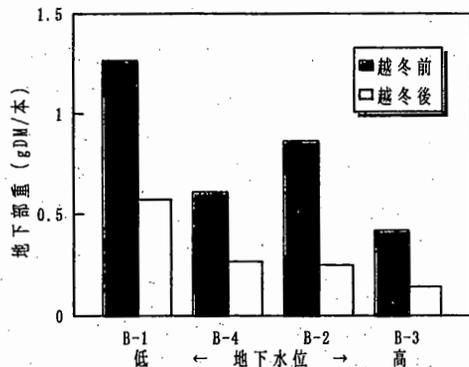


図2. 越冬前後の個体あたりの地下部重

越冬後の1番草収量は、地下水位が高くなるに従って低下した(図3)。B-2、B-4ともに、越冬後の1個体当たりの地下部重が、B-1の約50%であった。B-2は、1番草収量もB-1に比べ55%減少したのに対し、B-4は16%と、減少割合は小さかった。これは、B-4では個体数の減少が少なく、1個体当たりの重量が低下しても、個体数が多かったため、減少割合を低く抑えることができたと思われる。

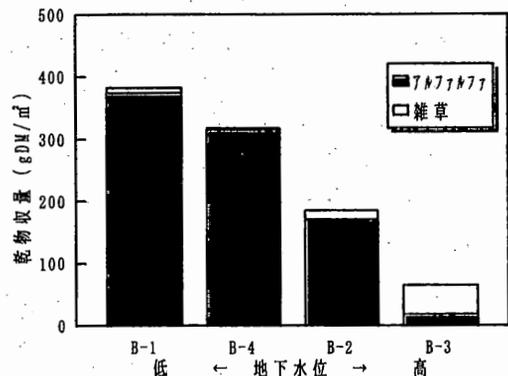


図3. 越冬後の1番草収量

地下水位が高くなるに従って雑草割合は高まった。しかし、最も雑草割合が高かったB-3においても雑草量は46g DM/m²と少なく、裸地が多かった。これは、長期湛水が、圃場内に埋蔵されていた雑草種子の発芽にも影響したものである。

これらの結果、今回湛水害を受けたAL草地は、越冬中の個体数の減少が、越冬後の収量および植生に最も影響を及ぼしていたと思われる。

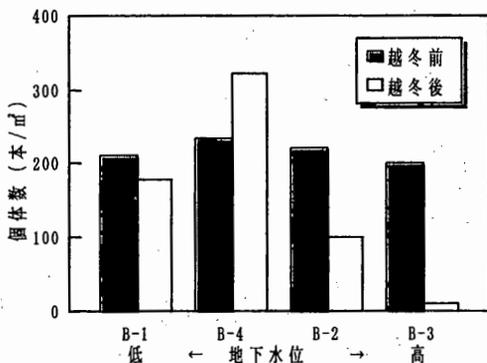


図1. 越冬前後の個体数

北海道農業試験場 (082-0071 河西郡芽室町新生)

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

数種Annual Medics (1年生のMedicago属牧草)の生育比較

池田哲也・糸川信弘・新良力也 (北農試)

The growth of several annual medics in spring.

Tetsuya IKEDA, Nobuhiro ITOKAWA and Rikiya NIRA

緒言

Annual medics (AM) は、1年生のMedicago属の通称で、オーストラリアでは、緑肥として古くから使われている。近年、アメリカにおいて休耕地の地力維持や土壌保全など、持続型農業の観点からAMの利用が検討されている。北海道においても、十勝などの畑作地帯では、規模拡大が進む一方で休耕地も増えてつつあり、AMは、このような畑の地力維持と土壌保全のための有望な作物の一つと思われる。そこで、オーストラリアで市販されている6種類のAMについて生育特性を調査した。

材料及び方法

1999年5月12日に、北農試畑作研究センター(芽室町)内の圃場に、6種類のAMとアルファルファ(AL)、を条播した(畝幅2m、畝間0.5m、1区画7条、1種類当たり3区画)。播種したAMは、Snail medic (Sn, 品種Sava, Essex, Silver)、Sphere medic (Sp, 品種Orion)、Barell medic (Ba, 品種Mogal)、Stland medic (St, 品種Herald)で、ALの品種はヒサワカバであった(表1)。いずれも裸種子を用い、播種時に根粒菌を接種した。草丈は、6月上旬から8月上旬まで1週間間隔で、各区内の両端2条中の10個体を調査した。乾物収量は、6月下旬から8月上旬にかけ、各区内の両端を除く5条を、1週間々隔で1条ずつ刈取り、調査した。

表1. 供試したマメ科牧草の100粒重と播種量

草種名	品種名	100粒重 (g)	播種量 (g/m ²)
Snail medic	Sava	1.490	4.0
Snail medic	Essex	1.704	4.0
Snail medic	Silver	1.617	4.0
Sphere medic	Orion	0.569	2.0
Barrel medic	Mogul	0.415	1.0
Strand medic	Herald	0.193	1.0
Alfalfa	ヒサワカバ	0.222	1.0

結果及び考察

いずれのAMも、播種後10日前後で出芽した(図1)。Snは、他の草種に比べ種子が大きいので、出芽葉の上に乗った土が落ちて双葉が展開するまで若干日数を要し

た。また、他の草種と同様の覆土では、降雨により覆土した土が流れて種子が露出することがあり、若干深めに覆土する必要があると思われる。

AMは、いずれも播種後50日程度で開花が始まり(図1)、55~65日頃に開花盛期となって、最終調査時まで開花が続いた。また、播種後80日頃から結実が始まった。ALの開花は、播種後80日頃からであったことから、今回用いたAMはすべて、ALに比べて熟期が早いといえる。

AMの中で草丈の伸長が最も速かったSpは、ALと同程度で推移した。種子が大きいSnは、生育初期の草丈はALと同程度であったが、最終調査時の草丈はALに比べ低かった。いずれのAMもほふく型で、草丈が30~40cmで倒伏し、その後もそのまま生育を続けた。

SpとBaの乾物収量は常にALより高く、最終刈り取り

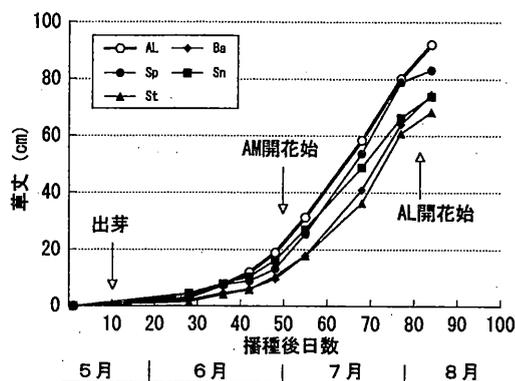


図1. AMとALの草丈の推移(1999年5月12日播種)

調査時の収量は、Spが759gDM/m²、Baが641gDM/m²であった(図2)。これら2草種は、ALの造成初年日の目標年間乾物収量である400gDM/m²以上の収量が期待できるとと思われる。しかし、耐倒伏性が低いことから、飼料として利用する場合、機械収穫特性について検討する必要がある。

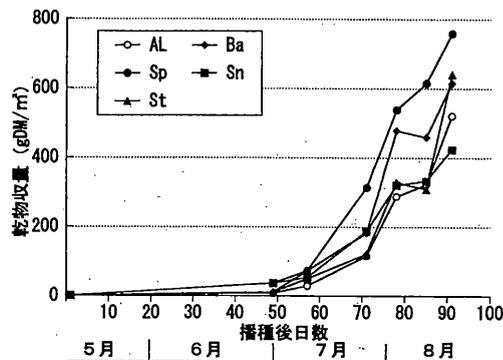


図2. AMとALの乾物収量の推移

北海道農業試験場(082-0071 河西郡芽室町新生)

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

事務局だより

I 庶務報告

1. 平成12年度 北海道草地研究会賞受賞候補者選考委員会

日 時：平成12年6月29日(休) 11:15~12:15

場 所：ホクレンビル1階会議室(札幌)

選考委員：岡本 明治(委員長)・中嶋 博・小川 恭男・小阪 進一

下記の1名を平成12年度北海道草地研究会賞受賞候補者として決定した。

候補者：木曾 誠二(北海道立天北農業試験場)

業績：「牧草の早刈り管理法に関する研究」

2. 第1回評議員会

日 時：平成12年6月29日(休) 13:00~15:00

場 所：ホクレンビル1階会議室(札幌)

出席者：会長、副会長、評議員、監事を含む19名と幹事3名、計22名が出席

議 事：下記の議題について討議され、了承された。

1) 評議員の変更

旧	新
所 和暢(天北農試)	今 友親(天北農試)
佐藤 泉(道農政部酪畜課)	八巻 裕逸(道農政部酪畜課)
新名 正勝(道農政部改良課)	高木 正季(道農政部改良課)
江幡 春雄(道草地協会)	和田 良司(道草地協会)
田村 千秋(新得畜試)	所属変更(道立畜試)
大原 益博(滝川畜試)	所属変更(道立畜試)
森 清一(中央農試)	退 任

2) 平成12年度北海道草地研究会賞受賞者の選考

木曾誠二氏(北海道立天北農業試験場)の「牧草の早刈り管理法に関する研究」を平成12年度北海道草地研究会賞受賞者として決定した。

3) 平成12年度北海道草地研究会発表会の開催について

平成12年度研究発表会を平成12年12月9、10日に北海道大学学術交流会館で開催することを決定した。

4) 講演会もしくはミニシンポジウムの開催について

平成12年度研究発表会にあわせて講演会もしくはミニシンポジウムを開催することを決定した。7月に開催される日本草地学会大会(帯畜大)でシンポジウムが行われることから、今年度は講演会もしくはミニシンポジウムの形で行うこととした。なお、内容、話題提供者の人選等については事務局でさらに検討することとなった。

5) 会計報告

平成11年度会計決算報告、平成11年度会計監査報告、平成12年度会計中間報告がなされ、いずれも承認された。

また、あわせて会費滞納と入退会の状況が報告された。正会員数408名(入会5名、退会8名)。会費3年分滞納会員9名、2年分滞納8名、計17名については会報の発送を行わず、会費3年分滞納会員には12月31日までに会費納入がなければ除名とする旨を、2年分滞納会員については13年度には除名対象となる旨を通知するとの報告があった。

6) 研究会報(第34号)の編集状況について

北海道草地研究会報第34号(2000)には、研究報文5編、受賞論文1編、シンポジウム4編、講演要旨31編

(平成10年度発表会分の2編を含む)が掲載され、7月上旬に発行予定であるとの報告があった。また、現在、投稿論文数は1編であり、審査中である旨報告された。

報告・連絡事項：

1) 第55回 日本草地学会大会の準備状況について

岡本明治 副会長より、平成12年7月21日～25日、帯広畜産大学で開催される第55回日本草地学会大会の準備状況について報告があった。

3. 第2回評議員会

日 時：平成12年12月9日(土) 12:00～13:15

場 所：北海道大学学術交流会館第2会議室

出席者：会長、副会長、評議員、監事を含む22名と幹事4名、計26名が出席

議 事：下記の議題について討議され、了承された。

1) 平成12年度一般経過報告

(1) 庶務報告

平成12年度北海道草地研究会賞受賞候補者選考委員会の開催

平成12年度評議員会の開催

第1回(平成12年6月29日、札幌市、ホクレンビル1階会議室、22名出席)

第2回(平成12年12月9日、北海道大学学術交流会館第2会議室、26名出席)

平成12年度北海道草地研究会発表会の開催

ミニシンポジウムの開催

会員の動向

平成12年度(12月1日現在)：正会員 392名、名誉会員 13名、

学生会員 25名、賛助会員 28社(28口)

(2) 編集報告

研究会報：第34号の編集結果について、以下の通り報告された。

発行日 平成12年7月10日

受賞論文	1編	6頁
シンポジウム	4編	16頁
研究報文	5編	28頁
講演要旨	31編(平成10年度発表会分の2編を含む)	30頁
事務局だより・名簿		27頁
合計		107頁

投稿論文：現在、投稿論文数は1編あり、審査中である旨報告された。

2) 平成12年度会計中間報告

3) 平成12年度会計監査報告(中間)

4) 平成13年度事業計画

研究会報第35号の発行(平成13年6月発行予定)

研究会賞受賞者の選考

研究発表会の開催

シンポジウムの開催

会長より、北海道畜産学会、北海道家畜管理研究会および北海道草地研究会共催の公開シンポジウムの開催を非公式に検討中である旨報告があった。なお、開催日時は北海道畜産学会大会(平成13年9月上旬)にあわせること、テーマは「21世紀の北海道畜産・草地の展望(仮題)」等を考えていることなどの説明があった。種々論議の結果、北海道草地研究会として共催公開シンポジウムの開催を了承した。なお、詳

細については、北海道畜産学会および北海道家畜管理研究会が公式に開催を了承した時点で検討を開始することとなった。

5) 平成13年度予算

6) 長期会費未納者の処置

会計幹事より、平成12年12月7日現在で3年間分の会費を滞納している会員が4名おり、平成12年12月31日までに会費が納入されない場合には除名扱いとなる旨報告された。

7) その他

事務局体制の変更

庶務幹事 近藤 誠司 → 中辻 浩喜

会計幹事 上田宏一郎 → 平田 聡之

編集幹事 中辻 浩喜 → 近藤 誠司

「講演要旨」の提出について

編集幹事より、「北海道草地研究会報執筆要領 5. 原稿の再提出並びに登載」では、「講演要旨原稿は、研究発表会の日から2か月以内に提出する。・・・」となっているが、必ずしも期日が守られず、スムーズな会報発行に支障をきたしている原因の1つとなっており、提出期限厳守について各評議員を通じて周知徹底されるよう要請があった。また、事務局としても、発表会当日、発表者に対して提出期日を明記したプリント等を配布するなど、広報活動に努力することが表明された。

4. 平成12年度北海道草地研究会発表会

日 時：平成12年12月9～10日（土～日）

場 所：北海道大学学術交流会館

一般講演 39題

受賞講演 木曾 誠二（北海道立天北農業試験場）

「牧草の早刈り管理法に関する研究」

5. ミニ・シンポジウムの開催

日 時：平成12年12月10日(日) 10:00～12:00

場 所：北海道大学学術交流会館

テ ー マ：「北海道における自給飼料のあり方を考える」

座 長：酪農学園大学 松中照夫 氏

話題提供者：1. わが国における自給飼料をめぐる情勢

山口 秀和 氏（農林水産省北海道農業試験場）

2. 北海道の採草地における牧草生産の現状と課題

竹田 芳彦 氏（北海道立天北農業試験場）

6. 平成12年度総会

日 時：平成12年12月9日(土) 15:45～16:30

場 所：北海道大学学術交流会館第1会議室

議 事：下記の議題について討議され、了承された。

1) 平成12年度一般経過報告

(1) 庶務報告

平成12年度北海道草地研究会賞受賞候補者選考委員会の開催

平成12年度評議員会の開催

第1回（平成12年6月29日、札幌市、ホクレンビル1階会議室、22名出席）

第2回（平成12年12月9日、北海道大学学術交流会館第2会議室、26名出席）

平成12年度北海道草地研究会発表会の開催

ミニシンポジウムの開催

会員の動向

平成12年度（12月1日現在）：正会員 392名、名誉会員 13名、

学生会員 25名、賛助会員 28社(28口)

(2) 編集報告

研究会報：第34号の編集結果について、以下の通り報告された。

発行日 平成12年7月10日

受賞論文 1編 6頁

シンポジウム 4編 16頁

研究報文 5編 28頁

講演要旨 31編（平成10年度発表会分の2編を含む） 30頁

事務局だより・名簿 27頁

合計 107頁

投稿論文：現在、投稿論文数は1編あり、審査中である旨報告された。

2) 平成12年度会計中間報告

3) 平成12年度会計監査報告（中間）

4) 平成13年度事業計画

研究会報第35号の発行（平成13年6月発行予定）

研究会賞受賞者の選考

研究発表会の開催

シンポジウムの開催

会長より、北海道畜産学会、北海道家畜管理研究会および北海道草地研究会共催の公開シンポジウムの開催を非公式に検討中である旨報告があった。なお、開催日時は北海道畜産学会大会（平成13年9月上旬）にあわせること、テーマは「21世紀の北海道畜産・草地の展望（仮題）」等を考えていることなどの説明ののち、北海道草地研究会として共催公開シンポジウムの開催を了承した。なお、詳細については、北海道畜産学会および北海道家畜管理研究会が公式に開催を了承した時点で検討を開始することとなった。

5) 平成13年度予算

6) 長期会費未納者の処置

会計幹事より、平成12年12月7日現在で3年間分の会費を滞納している会員が4名おり、平成12年12月31日までに会費が納入されない場合には除名扱いとなる旨報告された。

7) その他

事務局体制の変更

庶務幹事 近藤 誠司 → 中辻 浩喜

会計幹事 上田宏一郎 → 平田 聡之

編集幹事 中辻 浩喜 → 近藤 誠司

「講演要旨」の提出について

編集幹事より、「北海道草地研究会報執筆要領 5. 原稿の再提出並びに登載」では、「講演要旨原稿は、研究発表会の日から2か月以内に提出する。・・・」となっているが、必ずしも期日が守られず、スムーズな会報発行に支障をきたしている原因の1つとなっており、提出期限を厳守されるよう要請があった。また、事務局としても、発表会当日、発表者に対して提出期日を明記したプリント等を配布するなど、広報活動に努力することが表明された。

II 平成12年度会計決算報告

(平成12年1月1日～12月31日)

一 一般会計

#平成12年度総会で承認された中間決算額(平成12年11月28日迄)

1. 収入 * 「差し引き」 = 「決算額」 - 「予算額」

項 目	予 算 額	決 算 額	中間決算額*	差し引き*	備 考
前年度繰越金	808,000	1,102,646	1,102,646	294,646	
正 会 員 費	1,037,500	1,101,510	885,000	64,010	過年度73名分・本年度346名・次年度13名
学 生 会 員 費	10,000	29,000	13,000	19,000	29名分
賛 助 会 員 費	300,000	290,000	250,000	-10,000	29口分
雑 収 入	44,500	178,934	178,934	134,434	利子, 会報超過ページ・別刷り代
合 計	2,200,000	2,702,090	2,429,580	502,090	

2. 支出 ** 「差し引き」 = 「予算額」 - 「決算額」

項 目	予 算 額	決 算 額	中間決算額	差し引き**	備 考
印 刷 費	1,050,000	840,000	840,000	210,000	会報34号印刷代
連 絡 通 信 費	120,000	206,675	198,745	-86,675	会報発送代・葉書代・封筒印刷費
消 耗 品 費	15,000	23,940	0	-8,940	コピー用紙, 事務用品代
賃 金	20,000	20,000	0	0	会報発送アルバイト
原 稿 料	30,000	20,000	0	10,000	ミニシンポジウム(2編)
会 議 費	100,000	53,030	27,030	46,970	評議員会 会議費
旅 費	50,000	0	0	50,000	
雑 費	5,000	1,112	1,112	3,888	振替用紙印刷サービス
予 備 費	810,000	0	0	810,000	
合 計	2,200,000	1,164,757	1,066,887	1,035,243	

3. 収支決算

収 入 2,702,090

支 出 1,164,757

残 高 1,537,333

残高内訳：現 金 71,673円

郵便振替口座 181,010円

郵便貯金口座 575,603円

銀 行 口 座 709,047円

特別会計

1. 収入

* 「差し引き」 = 「決算額」 - 「予算額」

項目	予算額	決算額	中間決算額	差し引き*	備考
前年度繰越金	1,598,844	1,598,844	1,598,844	0	
利子	3,100	1,566	1,566	-1,534	定期：1,500；普通：66
合計	1,601,944	1,600,410	1,600,410	-1,534	

2. 支出

** 「差し引き」 = 「予算額」 - 「決算額」

項目	予算額	決算額	中間決算額	差し引き**	備考
会費表彰費	30,000	14,826	0	15,174	
原稿料	40,000	20,000	0	20,000	
合計	70,000	34,826	0	35,174	

3. 収支決算

収入	1,600,410
支出	34,826
残高	1,565,584

残高内訳：定期貯金 1,501,500円
普通預金 64,084円

III 平成12年度研究発表会決算報告

(平成12年12月9～10日開催)

1. 収入

項目	決算額	備考
会費	264,000	2000円×132名
懇親会費	294,000	3500円×84名
弁当	11,400	600円×19名
合計	569,400	

2. 支出

** 「差し引き」 = 「予算額」 - 「決算額」

項目	決算額	備考
会場借上げ	44,100	
講演要旨	100,000	
懇親会	297,500	3,500円×85名
学生バイト	80,000	事前(10,000円×2名)、当日(5,000円×2日間×6名)
飲み物等	12,631	控室用
領収書	945	大会会計用
写真代	945	
弁当	11,172	588円×19名
文具	5,502	
ゴミ袋	409	
プリンター用紙、インク代	16,196	
合計	569,400	

収入-支出 0

IV 会計監査報告

平成12年12月31日現在の会計帳簿類・領収書・預貯金通帳等について監査を実施しましたところ、その執行は適正・正確でしたのでここに報告いたします。

平成13年6月1日

北海道草地研究会 監事

帯広畜産大学 花 田 正 明

酪農学園大学 義 平 大 樹

V 平成13年度予算

(平成13年1月1日～12月31日)

一般会計

1. 収入 * 「差し引き」 = 「決算額」 - 「予算額」

項 目	平13年度予算額	平12年度予算額	平12年度見込み決算額	備 考
前年度繰越金	1,430,000	808,000	1,102,646	平成12年度見込み残高
正会員費	960,000	1,037,500	1,010,000	384名(392名、既納8名)
学生会員費	10,000	10,000	22,000	10名分
賛助会員費	290,000	300,000	300,000	29口分
雑収入	50,000	44,500	178,934	利子、超過ページ・別刷り代
合 計	2,740,000	2,200,000	2,613,580	

2. 支出 ** 「差し引き」 = 「予算額」 - 「決算額」

項 目	平13年度予算額	平12年度予算額	平12年度見込み決算額	備 考
印刷費	950,000	1,050,000	840,000	会報35号印刷代
連絡通信費	130,000	120,000	200,000	会報発送代・封筒・葉書代など
消耗品費	20,000	15,000	15,000	コピー用紙など
賃金	25,000	20,000	20,000	研究発表会アルバイト代補助
原稿料	30,000	30,000	30,000	シンポジウム原稿料
会議費	100,000	100,000	70,000	評議員会 会議費
旅費	50,000	50,000	0	
雑費	5,000	5,000	3,000	振替用紙印刷サービスなど
予備費	1,430,000	810,000	1,435,580	
合 計	2,740,000	2,200,000	2,613,580	

特別会計

1. 収入 * 「差し引き」 = 「決算額」 - 「予算額」

項 目	平13年度予算額	平12年度予算額	平12年度見込み決算額	備 考
前年度繰越金	1,565,410	1,598,844	1,598,844	平成12年度見込み残高
利子	1,550	3,100	1,566	定期：1500；普通：50
合 計	1,566,960	1,601,944	1,600,410	

2. 支出 ** 「差し引き」 = 「予算額」 - 「決算額」

項 目	平13年度予算額	平12年度予算額	平12年度見込み決算額	備 考
会賞表彰費	30,000	30,000	15,000	楯・表彰状 2名分
原稿料	40,000	40,000	20,000	原稿料 2名分
合 計	70,000	70,000	35,000	

VI 会員の入退会（正会員）

（平成13年6月11日現在）

入会者

正会員（16名）

八巻 裕逸（北海道農政部酪農畜産課）	和田 良司（北海道草地協会）
坂下 精一（北海道開発局農業水産部）	林 哲哉（ホクレン単味飼料種子課）
（株）日本飼料作物種子協会	今 友親（北海道立植物遺伝資源センター）
山田 敏彦（北海道農業研究センター）	牧野 司（北海道立根釧農業試験場）
田中 桂一（北海道大学）	小林 泰男（北海道大学）
艾尼瓦尔・艾山（酪農学園大学）	濃沼 圭一（北海道農業研究センター）
榎 宏征（北海道農業研究センター）	会田 秀樹（東京都畜産試験場三宅島分場）
古川 修（雪印種苗(株)北海道研究農場）	有野 陽子（長野県畜産試験場）

退会者

正会員（24名）

佐藤 倫造、益村 哲、藤本 義範、佐藤 泉、増田 年矢、梶 孝幸、佐藤辰四郎、佐藤 俊彰、
今田 昌宏、長尾 安浩、河田 隆、野中 最子、高尾 鉄弥、杉本 昌仁、居島 正樹、須田 孝雄、
佐野 純子、深瀬 公悦、宮田 久、水越 正起、楢崎 昇、鈴木 清史、江幡 春雄、大坂 都夫

Ⅶ 北海道草地研究会会則

第1条 本会は北海道草地研究会と称する。

第2条 本会は草地に関する学術の進歩を図り、あわせて北海道における農業の発展に資することを目的とする。

第3条 本会員は正会員、学生会員、賛助会員、名誉会員をもって構成する。

1. 正会員は第2条の目的に賛同する者をいう。

2. 学生会員は第2条の目的に賛同する大学生、大学院生および研究生とする。学生会員は単年度ごとに会員継続の意向を事務局に伝えなければならない。

3. 賛助会員は第2条の目的に賛同する会社、団体とする。

4. 名誉会員は本会に功績のあった者とし、評議員の推薦により、総会において決定し終身とする。

第4条 本会の事務局は総会で定める機関に置く。

第5条 本会は下記の事業を行う。

1. 講演会 2. 研究発表会 3. その他必要な事項

第6条 本会には下記の役職員を置く。

会 長 1名

副 会 長 3名

評 議 員 若干名

監 事 2名

編集委員 若干名

幹 事 若干名

第7条 会長は会務を総括し本会を代表する。副会長は会長を補佐し、会長に事故があるときはその代理をする。評議員は重要な会務を審議する。監事は会計を監査し、結果を総会に報告する。編集委員は研究報文を審査・校閲する。幹事は会長の命を受け、会務を処理する。

第8条 会長、副会長、評議員および監事は総会において会員中よりこれを選ぶ。

編集委員および幹事は会長が会員中よりこれを委嘱する。

第9条 役職員の任期は原則として2カ年とする。

第10条 本会に顧問を置くことができる。顧問は北海道在住の学識経験者より総会で推挙する。

第11条 総会は毎年1回開く。ただし必要な場合には評議員の議を経て臨時にこれを開くことができる。

第12条 総会では会務を報告し、重要事項について議決する。

第13条 正会員および顧問の会費は年額2,500円とする。学生会員の会費は年額1,000円とする。賛助会員の賛助会費は年額10,000円以上とする。名誉会員からは会費は徴収しない。

第14条 本会の事業年度は1月1日より12月31日までとする。

附 則

平成11年1月1日一部改正。

Ⅷ 北海道草地研究会報執筆要領

(平成5年6月18日改訂)

1. 原稿の種類と書式

1) 原稿の種類

原稿の種類は、本会会員（ただし、共同執筆者には会員以外のものを含みうる）から投稿された講演要旨及び研究報文等とする。

講演要旨は、北海道草地研究会において発表されたものとする。

研究報文は、北海道草地研究会における発表の有無を問わない。研究報文は、編集委員の審査・校閲を受ける。

2) 原稿の書式

原稿は、和文または英文とする。ワードプロセッサによる原稿は、A4版で1行25字（英文原稿は半角50字）、1ページ25行で横書で左上から打つ（この原稿4枚で刷り上がり2段組み1ページとなる）。

手書きの和文原稿は、市販のB5版またはA4版横書き400字詰め原稿用紙に、ペン字または鉛筆で（鉛筆の場合は明瞭に、アルファベットはタイプ打ちしたものを貼る）横書きとする。英文タイプ原稿は、A4版の用紙に上下左右約3cmの余白を残し、ダブルスペースで打つ。

2. 原稿の構成

1) 講演要旨

和文原稿の場合、原稿の初めに、表題、著者名を書く。続いて英文で表題、著者名を書く。本文は、原則として、緒言、材料及び方法、結果、考察（または結果及び考察）とする。

英文原稿の場合、表題、著者名に続いて、和文表題、著者名を書き、Introduction, Materials and Methods, Results, Discussion（または Results and Discussion）とする。

脚注に、所属機関名、所在地、郵便番号などを和文と英文で書く。著者が複数の場合、著者名のところと所属機関名に*、**、……を入れ、区別する。

2) 研究報文

和文原稿の場合、原稿の初めに、表題、著者名を書き、続いて、英文で、表題、著者名を書く。

本文は、原則として、英文のサマリー（200語以内）、緒言、材料及び方法、結果、考察、引用文献、摘要の順とする。英文のサマリー並びに引用文献は省略できない。緒言の前に、和文（五十音順）と英文（アルファベット順）のキーワードをそれぞれ8語以内で書く。

1ページ目、脚注に所属機関名、所在地、郵便番号を和文と英文で書く。著者が複数の場合、著者名のところと所属機関名に*、**、……を入れ、区別する。

投稿された論文の要約が本研究会で、すでに発表されている場合は、脚注に「平成 年度 研究発表会において発表」と記載する。

英文原稿の場合、表題、著者名に続いて、和文表題、著者名を書き、Summary, Introduction, Materials and Methods, Results, Discussion, References, 和文摘要（500字以内）の順とする。

原稿の終わりに、和文原稿、英文原稿ともヘディングの略題を記載する。和文は、20字、英文は8語以内とする。

3. 字体、図表等

1) 字体

字体の指定は、イタリック、ゴシック、スモールキャピタル、を赤の下線でそれぞれ示す。

2) 図および表は、別紙に書き、原稿の右余白に図表を入れる場所を指定する（例：←図1、←表1）。

図は、一枚ずつA4版の白紙またはグラフ用紙に書き、用紙の余白には縮尺程度と著者名を必ず書き入れる。

図は黒インキで書き、そのまま製版できるようにする。図中に入れる文字や数字は、図のコピーに鉛筆で書き入れる。

4. 校正並びに審査・校閲

1) 校 正

校正は、研究報文のみとし、原則として初校だけを著者が行う。校正に際しては、原稿の改変を行ってはならない。

講演要旨は、著者校正を行わないので、原稿作成に際し十分注意すること。

2) 審査・校閲

研究報文の原稿については、2人以上の編集委員の審査・校閲を受けるが、最終的な採否は編集委員会が決定する。編集委員は、原稿について加除訂正を求めることができる。修正を求められた著者が、特別な事由もなく原稿返送の日から1か月以内に再提出しない場合は、投稿を取り下げたものとして処理する。

5. 原稿の再提出並びに登載

講演要旨原稿は、研究発表会の日から2か月以内に提出する。原稿は、正編1部、副編1部の合計2部を提出する。

研究報文原稿は、いつ提出してもよい。研究報文原稿は、正編1部、副編2部の合計3部を提出する。

原稿の提出先は、編集幹事とする。

講演要旨はすべて会報に登載する。研究報文については、審査を経て、最終原稿が提出され次第、なるべく早い年度の会報に登載する。

6. 印刷ページ数と超過分等の取り扱い

講演要旨は、1編当たり、刷り上がり1ページ（2段組み、図表込み、和文2,550字相当）、図表は二つ以内とし、超過は認めない。

研究報文は、1編当たり、刷り上がり4ページ（2段組み、図表込み、和文9,000字相当）以内とする。3ページを超えた場合は、1ページを単位として超過分の実費を徴収する。

不鮮明な図表でトレースし直した場合、そのトレース代は、実費を著者負担とする。その他、一般の原稿に比べ極端に印刷費が高額となる場合、差額の実費を著者負担とする。

7. その他の執筆要領の詳細

上記以外の執筆要領の詳細については、日本草地学会誌にならう。

附 則

平成9年12月2日一部改正。

IX 北海道草地研究会報 編集委員会規定

(編集委員会の構成)

本委員会は、委員長1名と委員10名以内をもって構成する。委員長と委員は会長がこれを委嘱する。

(編集委員会の職務)

本委員会は、研究報文の審査・校閲を行う。

附 則

この規定は平成5年6月18日から施行する。

X 北海道草地研究会表彰規定

第1条 本会は北海道の草地ならびに飼料作物に関する試験研究およびその普及に顕著な実績をあげたものに対し、総会において「北海道草地研究会賞」を贈り、これを表彰する。

第2条 会員は、受賞に値すると思われるものを推薦することができる。

第3条 会長は、受賞者選考のためそのつど選考委員若干名を委嘱する。

第4条 受賞者は選考委員会の報告に基づき、評議員会において決定する。

第5条 本規定の変更は、総会の決議による。

附 則

この規定は昭和54年12月3日から施行する。

申し合わせ事項

1. 受賞候補者を推薦しようとするものは、毎年3月末日までに候補者の職、氏名、対象となる業績の題目等を、2,000字以内に記述し、さらに推薦者氏名を記入して会長に提出する。
2. 受賞者はその内容を研究発表会において講演し、研究会報に発表する。

北海道草地研究会 第18期 (任期：平成12年1月1日から平成13年12月31日)

役 員 名 簿

平成13年6月11日現在

会 長 大久保正彦 (北 大)

副 会 長 松中 照夫 (酪農大) 山口 秀和 (北農研)
田村 千秋 (道立畜試) 岡本 明治 (帯畜大)

評 議 員 島本 義也 (北 大) 中嶋 博 (北 大) 秦 寛 (北 大)
小阪 進一 (酪農大) 岡本 全弘 (酪農大) 本江 昭夫 (帯畜大)
堀川 洋 (帯畜大) 竹下 潔 (北農研) 小川 恭男 (北農研)
前田 善夫 (根釧農試) 杉本 巨之 (天北農試) 大原 益博 (道立畜試)
吉澤 晃 (北見農試) 八巻 裕逸 (道酪農畜産課) 高木 正季 (道農業改良課)
湯藤 健治 (根釧農試) 脊戸 皓 (北見地区農改) 森脇 芳男 (十勝東部地区農改)
染井順一郎 (北海道開発局) 須藤 純一 (北海道酪農畜産会) 和田 良司 (北海道草地協会)
山下 太郎 (雪印種苗) 林 哲哉 (ホクレン)

監 事 義平 大樹 (酪農大) 花田 正明 (帯畜大)

幹 事 庶 務：中辻 浩喜 (北 大) 会 計：平田 聡之 (北 大)
編集・シンポジウム：近藤 誠司 (北 大)

編集委員 委 員 長 中嶋 博 (北 大)
委 員 小阪 進一 (酪農大) 山本 紳朗 (帯畜大) 花田 正明 (帯畜大)
増子 孝義 (東京農大) 小川 恭男 (北農研) 久米 新一 (北農研)
寒河江洋一郎 (道立畜試) 吉澤 晃 (北見農試) 木曾 誠二 (天北農試)

名誉会員 石塚 喜明 及川 寛 喜多富美治 田辺 安一 新田 一彦 原田 勇
平島 利昭 平山 秀介 広瀬 可恒 福永 和男 三浦 梧楼 三股 正年
村上 馨

北海道草地研究会会員名簿

平成13年6月11日現在

—— 名誉会員住所録 ——

石塚喜明	133-0052	東京都江戸川区東小岩1-3-16コスモ小岩スカイタウン308
及川寛	004-0812	札幌市清田区美しが丘2条5丁目4-10
喜多富美治	001-0014	札幌市北区北14条西3丁目
田辺安一	061-1124	北広島市稲穂町西8丁目1-17
新田一彦	295-0003	千葉県安房郡千倉町白子1862-10
原田勇	061-1134	北広島市広葉町3-6-3
平島利昭	063-0866	札幌市西区八軒6条東5丁目6-6
平山秀介	002-8005	札幌市北区太平5条1丁目2-20
広瀬可恒	060-0003	札幌市中央区北3条西13丁目チューリス北3条702号
福永和男	080-0856	帯広市南町南7線26-5
三浦梧楼	061-1146	北広島市高台町1丁目11-5
三股正年	061-1102	北広島市西ノ里565-166
村上馨	062-0055	札幌市豊平区月寒東5条16丁目

—— 正会員住所録 ——

〈あ〉

会田秀樹	198-0024	東京都青梅市新町6丁目7-1	東京都畜産試験場環境畜産部(三宅島分場)
青山勉	084-0917	釧路市大楽毛127番地	釧路中部地区農業改良普及センター
赤澤傳	079-0000	美唄市字美唄1610-1	専修大学北海道短期大学
秋本正博	080-8555	帯広市稲田町西2線11番地	帯広畜産大学
浅石斉	098-3302	天塩郡天塩町山手裏通11丁目	北留萌地区農業改良普及センター
朝日敏光	068-0403	夕張市本町4丁目	夕張市産業経済部農林課
浅水満	089-0356	上川郡清水町字羽帯南10-90	
安宅一夫	069-8501	江別市文京台緑町582番地1	酪農学園大学
安達稔	089-3713	足寄郡足寄町南3条西4丁目5-5足寄合同庁舎	十勝東北部地区農業改良普及センター
艾尼瓦尔・艾山	069-8501	江別市文京台緑町582番地1	酪農学園大学
阿部勝夫	057-0023	浦河郡浦河町栄丘通56号合同庁舎	日高東部地区農業改良普及センター
阿部督	061-0204	石狩郡当別町字材木沢17当別合同庁舎	石狩北部地区農業改良普及センター
阿部達男	090-0018	北見市青葉町6-7	北見地区農業改良普及センター
阿部英則	081-0038	上川郡新得町字新得西5線39番地	北海道立畜産試験場
安部道夫	860-0082	熊本市池田3丁目23-6	

荒 智	194-8610	東京都町田市玉川学園6-1-1	玉川大学農学部
有 沢 道 朗	088-2313	川上郡標茶町常磐8丁目5番地	釧路北部地区農業改良普及センター
有 野 陽 子	399-0711	長野県塩尻市大字片丘10931-1	長野県畜産試験場
有 好 潤 二	069-8533	江別市文京台緑町569番地	とわの森三愛高校
安 藤 道 雄	098-5807	枝幸郡枝幸町字栄町705合同庁舎	宗谷南部地区農業改良普及センター
〈い〉			
井 内 浩 幸	098-5736	枝幸郡浜頓別町緑ヶ丘	北海道立天北農業試験場
五十嵐 俊 賢	989-0225	宮城県白石市東町1丁目7番14号	雪印種苗(株)白石営業所
五十嵐 弘 昭	082-0004	河西郡芽室町東芽室北1線4-13	パイオニア・ハイブレッド・ジャパン(株)北海道支店
池 田 勲	046-0015	余市郡余市町朝日11-1	北後志地区農業改良普及センター
池 田 哲 也	082-0071	河西郡芽室町新生	農業技術研究機構北海道農業研究センター畑作研究部
池 滝 孝	080-8555	帯広市稲田町西2線11番地	帯広畜産大学附属農場
井 澤 敏 郎	055-0321	沙流郡平取町字貫気別261	
石 井 巖	041-1200	亀田郡大野町470番地3	渡島中部地区農業改良普及センター
石 井 格	089-3872	足寄郡芽登	アグラ共済牧場
石 垣 弘 毅	063-0803	札幌市西区二十四軒3条6丁目1-20 B204	北海道開発局
石 田 亨	098-5736	枝幸郡浜頓別町緑ヶ丘	北海道立天北農業試験場
石 田 義 光	054-0051	勇払郡鶴川町文京町1丁目6番地	東胆振地区農業改良普及センター
泉 陽 一	060-8588	札幌市中央区北3条西6丁目	北海道農政部農地整備課
井 芹 靖 彦	086-1045	標津郡中標津町東5条北3丁目	北根室地区農業改良普及センター
磯 部 祥 子	062-8555	札幌市豊平区羊ヶ丘1番地	農業技術研究機構北海道農業研究センター
伊 藤 憲 治	081-0038	上川郡新得町字新得西5線39番地	北海道立畜産試験場
伊 藤 公 一	943-0193	新潟県上越市稲田1-2-1	農業技術研究機構中央農業総合研究センター北陸研究センター
伊 藤 修 平	994-0101	山形県天童市大字山口747	
伊 藤 春 樹	001-0010	札幌市北10条西4丁目1番地北海道畜産会館内	北海道酪農畜産協会
伊 藤 めぐみ	081-0038	上川郡新得町字新得西5線39番地	北海道立畜産試験場
糸 川 信 弘	082-0071	河西郡芽室町新生	農業技術研究機構北海道農業研究センター畑作研究部
犬 飼 厚 史	089-3675	中川郡本別町西仙美里25-1	北海道立農業大学校
井 上 隆 弘	305-8686	つくば市大わし1-2	国際農林水産業研究センター
井 上 保	080-0333	音更町雄飛が丘南区14-3	音更NOSAI
井 上 康 昭	329-2793	栃木県那須郡西那須野町千本松768	農業技術研究機構畜産草地研究所草地研究センター
井 堀 克 彦	098-5551	枝幸郡中頓別町字中頓別983-11	宗谷南部地区農業改良普及センター
今 井 明 夫	955-0144	新潟県南蒲原郡下田村榎山229-11	新潟県畜産試験場
今 岡 久 人	069-8501	江別市文京台緑町582番地1	酪農学園大学
井 村 毅	329-2793	栃木県那須郡西那須野町千本松768	農業技術研究機構畜産草地研究所草地研究センター
入 山 義 久	069-1464	夕張郡長沼町幌内1066	雪印種苗(株)北海道研究農場
岩 下 有 宏	098-1612	紋別郡興部町新泉町	興部地区農業改良普及センター
岩 淵 慶	099-1421	常呂郡訓子府町字駒里184番地7	ホクレン農業協同組合連合会畜産実験研修牧場

<う>

宇井正保	062-0052	札幌市豊平区月寒東2条14丁目1-34	北海道農業専門学校
上田宏一郎	060-8589	札幌市北区北9条西9丁目	北海道大学大学院農学研究科
上原昭雄	261-0002	千葉市美浜区新港7番地1	雪印種苗(株)関東事業部
請川博基	069-0841	江別市大麻元町154-4	石狩中部地区農業改良普及センター
内田真人	069-0841	江別市大麻元町154-4	石狩中部地区農業改良普及センター
内山和宏	062-8555	札幌市豊平区羊ヶ丘1番地	農業技術研究機構北海道農業研究センター
裏悦次	060-8651	札幌市中央区北4条西1丁目	ホクレン農業協同組合連合会
漆原利男	063-0867	札幌市西区八軒7条東5丁目1-21-406号	
海野芳太郎	069-8501	江別市文京台緑町582番地1	酪農学園大学短期大学部

<え>

榎宏征	062-8555	札幌市豊平区羊ヶ丘1番地	農業技術研究機構北海道農業研究センター
遠藤	065-0043	札幌市東区苗穂町3丁目3番7号	サツラク農業協同組合
遠藤一明	040-8501	函館市大川町1-27	北海道開発局函館開発建設部

<お>

雄武町大規模 草地育成牧場	098-1821	紋別郡雄武町幌内	
大石亘	305-8666	つくば市観音台3丁目1-1	農業技術研究機構中央農業総合研究センター
大川恵子	069-1464	夕張郡長沼町幌内1066	雪印種苗(株)北海道研究農場
大久保正彦	060-8589	札幌市北区北9条西9丁目	北海道大学大学院農学研究科
大崎亥佐雄	069-0831	江別市野幌若葉町17-10	
大沢孝一	093-0504	常呂郡佐呂間町西富108	佐呂間開発工業(株)
大城敬二	089-3675	中川郡本別町西仙美里16番地39	北海道立農業大学校
太田浩太郎	055-0107	沙流郡平取町本町105-25	日高西部地区農業改良普及センター
太田成俊	098-4110	天塩郡豊富町大通り1丁目	宗谷北部地区農業改良普及センター
大塚省吾	098-5736	枝幸郡浜頓別町緑ヶ丘	北海道立天北農業試験場
大塚博志	060-8651	札幌市中央区北4条西1丁目	ホクレン農業協同組合連合会
大槌勝彦	069-1395	夕張郡長沼町東6線北15号	北海道立中央農業試験場
大畑任史	088-1365	厚岸郡浜中町茶内橋北東	釧路東部地区農業改良普及センター
大原益博	081-0038	上川郡新得町字新得西5線39番地	北海道立畜産試験場
大原洋一	080-0847	帯広市公園東町3丁目11番地2	
大宮正博	088-3331	川上郡弟子屈町美留和444	玉川大学弟子屈牧場
大村純一	080-0838	帯広市大空町1丁目14番地6	(有)大村クリーン農業研究所
大森昭一朗	264-0004	千葉市若葉区千城台西1-52-7	
岡一義	089-3675	中川郡本別町西仙美里25番地1	北海道立農業大学校
岡田博	088-1124	厚岸郡厚岸町太田大別	
岡本全弘	069-8501	江別市文京台緑町582番地1	酪農学園大学
岡本明治	080-8555	帯広市稲田町西2線11番地	帯広畜産大学
小川邦彦	098-2214	中川郡美深町敷島119	名寄地区農業改良普及センター

小川 恭 男	062-8555	札幌市豊平区羊ヶ丘1番地	農業技術研究機構北海道農業研究センター
荻原 國 威	156-8502	東京都世田谷区桜丘1-1-1	東京農業大学 畜産学科
小倉 紀 美	081-0038	上川郡新得町字新得西5線39番地	北海道立畜産試験場
小関 忠 雄	086-1153	標津郡中標津町桜ヶ丘1丁目1番地	北海道立根釧農業試験場
落合 一 彦	329-2793	栃木県那須郡西那須野町千本松768	農業技術研究機構畜産草地研究所草地研究センター
小野瀬 勇	088-2304	川上郡標茶町新栄町	
小原 宏 文	080-0314	河東郡音更町共栄台西11丁目1	(株)北開水工コンサルタント
尾本 武	060-0003	札幌市中央区北3条西6丁目	北海道農政部酪農畜産課

<か>

海田 佳 宏	083-0023	中川郡池田町字西3条4丁目	
我有 満	062-8555	札幌市豊平区羊ヶ丘1番地	農業技術研究機構北海道農業研究センター
影山 智	088-2684	標津郡中標津町養老牛377	影山牧場
笠原 久 雄	060-0003	札幌市中央区北3条西2-10-2札幌H S ビル11F	デュボン株式会社
片岡 健 治	321-8505	宇都宮市峰町350	宇都宮大学農学部
片山 正 孝	001-0010	札幌市北区北10条西4丁目北海道畜産会館内	北海道酪農畜産協会
加藤 義 雄	099-0404	紋別郡遠軽町大通北1丁目網走支庁遠軽総合庁舎	遠軽地区農業改良普及センター
金川 順 二	069-8501	江別市文京台緑町582	酪農学園大学
金川 直 人	065-0016	札幌市東区北16条東1丁目9-40第3ファミール札幌504号	
金澤 健 二	062-8555	札幌市豊平区羊ヶ丘1番地	農業技術研究機構北海道農業研究センター
兼子 達 夫	061-1373	恵庭市恵み野西1丁目20-12	
金子 朋 美	084-0917	釧路市大楽毛127番地	釧路中部地区農業改良普及センター
金田 光 弘	089-1321	河西郡中札内村東1条北7丁目10番地2	十勝中部地区農業改良普及センター
加納 春 平	329-2793	栃木県那須郡西那須野町千本松768	農業技術研究機構畜産草地研究所草地研究センター
釜谷 重 孝	098-4110	天塩郡豊富町大通り1丁目	宗谷北部地区農業改良普及センター
亀田 孝	090-0066	北見市花月町11-300 地共60AP 301号	
河合 正 人	080-8555	帯広市稲田町西2線11番地	帯広畜産大学
川崎 勉	081-0038	上川郡新得町字新得西5線39番地	北海道立畜産試験場
川田 純 充	060-0909	札幌市東区北9条東1丁目高橋ビル	スラリーシステム・エンジニアリング(株)
川端 習太郎	005-0013	札幌市南区真駒内緑町2丁目3-4	
(株)環境保全 サイエンス	060-0807	札幌市北区北7条西1丁目1番地5丸増ビルNo.18-7F	

<き>

菊田 治 典	069-8501	江別市文京台緑町582番地1	酪農学園大学短期大学部
菊地 晃 二	080-8555	帯広市稲田町西2線11番地	帯広畜産大学
菊地 実	086-1153	標津郡中標津町桜ヶ丘1丁目1番地	北海道立根釧農業試験場 専技室
木曾 誠 二	098-5736	枝幸郡浜頓別町緑ヶ丘	北海道立天北農業試験場
北 寛 彰	048-0101	寿都郡黒松内町字黒松内309	南後志地区農業改良普及センター
北村 亨	069-0832	江別市西野幌36-1	雪印種苗(株)技術研究所
北山 浄 子	088-0331	白糠郡白糠町東1条北4丁目	釧路西部地区農業改良普及センター

木下 寛	079-8610	旭川市永山6条19丁目上川合同庁舎	旭川地区農業改良普及センター
木村 峰行	079-8420	旭川市永山10条9丁目2-6	
九州沖縄農業 センター用度課	861-1102	熊本県菊池郡西合志町須屋2421	農業技術研究機構九州沖縄農業研究センター
〈く〉			
草刈 泰弘	088-0331	白糠郡白糠町東1条北4丁目	釧路西部地区農業改良普及センター
熊瀬 登	080-8555	帯広市稲田町西2線11番地	帯広畜産大学 別科
久米 新一	062-8555	札幌市豊平区羊ヶ丘1番地	農業技術研究機構北海道農業研究センター
黒沢 不二男	060-8588	札幌市中央区北3条西6丁目	北海道農政部農業改良課
〈こ〉			
小池 信明	049-5411	虻田郡豊浦町字東雲123-10	
小池 正徳	080-8555	帯広市稲田町西2線11番地	帯広畜産大学
濃沼 圭一	062-8555	札幌市豊平区羊ヶ丘1番地	農業技術研究機構北海道農業研究センター
郷 茂	089-5615	十勝郡浦幌町新町15番地1	浦幌町農業協同組合
古川 修	069-1464	夕張郡長沼町幌内1066	雪印種苗(株)北海道研究農場
小阪 進一	069-8501	江別市文京台緑町582番地1	酪農学園大学
小沢 幸司	056-0005	静内郡静内町こうせい町2-2-10	日高中部地区農業改良普及センター
小竹森 訓央	064-0823	札幌市中央区北3条西30丁目4-35	
後藤 隆	060-0001	札幌市中央区北1条西10丁目	北海道炭酸カルシウム工業組合
小林 泰男	060-0809	札幌市北区北9条西9丁目	北海道大学大学院農学研究科
小松 輝行	099-2493	網走市八坂196	東京農業大学生物産業学部
小宮山 誠一	069-1395	夕張郡長沼町東6線北15号	北海道立中央農業試験場
今 友親	073-0013	滝川市南滝の川262-2	北海道立植物遺伝資源センター
根釧農試総務課	086-1153	標津郡中標津町桜ヶ丘1-1	北海道立根釧農業試験場
近藤 誠司	060-0809	札幌市北区北9条西9丁目	北海道大学大学院農学研究科
〈さ〉			
雑賀 優	020-8550	岩手県盛岡市上田3-18-8	岩手大学農学部
三枝 俊哉	086-1153	標津郡中標津町桜ヶ丘1-1	北海道立根釧農業試験場
斉藤 英治	090-0018	北見市青葉町6-7	北見地区農業改良普及センター
斉藤 利治	080-8718	帯広市西3条南7丁目14	ホクレン帯広支所
斉藤 利朗	086-1153	標津郡中標津町桜ヶ丘1丁目1番地	北海道立根釧農業試験場
酒井 治	086-1153	標津郡中標津町桜ヶ丘1-1	北海道立根釧農業試験場
酒井 康之	080-1231	河東郡士幌町士幌西2線155-17	十勝北部地区農業改良普及センター
寒河江 洋一郎	081-0038	上川郡新得町字新得西5線39番地	北海道立畜産試験場
坂口 雅己	041-1201	亀田郡大野町本町842番地	
坂下 精一	060-0808	札幌市北区北8条西2丁目第一合同庁舎	北海道開発局農業水産部
坂本 宣崇	069-1395	夕張郡長沼町東6線北15号	北海道立中央農業試験場
佐々木 章晴	088-2682	標津郡中標津町計根別南3条西3丁目	北海道中標津農業高校
佐々木 修	061-1142	北広島市若葉町3丁目10-4	

佐々木 利 夫	099-4405	斜里郡清里町羽衣町39番地	清里地区農業改良普及センター
佐 竹 芳 世	098-5736	枝幸郡浜頓別町緑ヶ丘	北海道立天北農業試験場
佐 藤 勝 之	094-0005	紋別市幸町6丁目網走支庁紋別総合庁舎	紋別地区農業改良普及センター
佐 藤 健 次	305-0851	茨城県つくば市大わし1-2	国際農林水産業研究センター
佐 藤 公 一	099-1406	常呂郡訓子府町弥生52	北海道立北見農業試験場
佐 藤 静	089-2446	広尾郡広尾町字紋別18線48	広尾町農業協同組合
佐 藤 正 三	080-2472	帯広市西22条南3丁目12-9	
佐 藤 信之助	329-2742	栃木県那須郡西那須野東赤田388-5	日本飼料作物種子協会西那須野支所
佐 藤 忠	080-0831	帯広市稲田町南9線西13番地	日本甜菜製糖(株)総合研究所
佐 藤 尚 親	098-5736	枝幸郡浜頓別町緑ヶ丘	北海道立天北農業試験場
佐 藤 尚	062-8555	札幌市豊平区羊ヶ丘1番地	農業技術研究機構北海道農業研究センター
佐 藤 久 泰	069-0361	岩見沢市上幌向北1条2丁目1185-1	
佐 藤 文 俊	080-0853	帯広市南町東3条2丁目4	
佐 藤 雅 俊	080-8555	帯広市稲田町西2線11番地	帯広畜産大学
佐 藤 昌 芳	098-4110	天塩郡豊富町大通り1丁目	宗谷北部地区農業改良普及センター
佐渡谷 裕 朗	080-0831	帯広市稲田町南9線西13番地	日本甜菜製糖(株)飼料事業部
眞 田 康 治	062-8555	札幌市豊平区羊ヶ丘1番地	農業技術研究機構北海道農業研究センター
澤 井 晃	893-1601	鹿児島県肝属郡串良町細山田4938	鹿児島県農業試験場大隅支場
澤 口 則 昭	060-8651	札幌市中央区北4条西1-3	ホクレン飼料養鶏課
沢 田 壮 兵	080-8555	帯広市稲田町西2線11番地	帯広畜産大学
澤 田 均	422-8529	静岡市大谷836	静岡大学農学部
澤 田 嘉 昭	081-0038	上川郡新得町字新得西5線39番地	北海道立畜産試験場

〈し〉

志 賀 一 一	004-0862	札幌市清田区北野2条3丁目5-9	
実 験 圃 場	069-8501	江別市文京台緑町582番地1	酪農学園大学
篠 田 満	020-0123	盛岡市下厨川字赤平4	農業技術研究機構東北農業研究センター
篠 原 功	069-8501	江別市文京台緑町582番地1	酪農学園大学
嶋 田 英 作	229-0006	相模原市淵野辺1-17-71	麻布大学獣医学部草地学講座
嶋 田 徹	080-8555	帯広市稲田町西2線11番地	帯広畜産大学
嶋 田 饒	294-0226	千葉県館山市犬石141	
島 本 義 也	060-8589	札幌市北区北9条西9丁目	北海道大学大学院農学研究科
清 水 良 彦	089-0554	幕別町札内みずほ町 160-67	明治飼糧株式会社
下小路 英 男	099-1406	常呂郡訓子府町弥生52	北海道立北見農業試験場
城 毅	099-4405	斜里郡清里町羽衣町39番地	清里地区農業改良普及センター
GFCFC 地球市民学 院	069-0813	江別市野幌町59番地1ニールハイソ野幌1401号室	

〈す〉

杉 田 紳 一	329-2793	栃木県那須郡西那須野町千本松768	農業技術研究機構畜産草地研究所草地研究センター
杉 信 賢 一	062-8555	札幌市豊平区羊ヶ丘1番地	農業技術研究機構北海道農業研究センター

杉本 亘之	098-5736	枝幸郡浜頓別町緑ヶ丘	北海道立天北農業試験場
須藤 賢司	062-8555	札幌市豊平区羊ヶ丘1番地	農業技術研究機構北海道農業研究センター
須藤 純一	001-0010	札幌市北区北10条西4丁目北海道畜産会館内	(株)北海道酪農畜産協会
住吉 正次	081-0038	上川郡新得町字新得西5線39番地	北海道立畜産試験場
〈せ〉			
関口 久雄	060-0061	札幌市中央区南1条西2丁目 長銀ビル5F	電気化学工業札幌支店
脊戸 皓	090-0008	北見市大正320番地8	北見地区農業改良普及センター
千藤 茂行	073-0013	滝川市南滝の川262-2	北海道立植物遺伝資源センター
〈そ〉			
曾山 茂夫	077-0027	留萌市住之江町2丁目1番地	南留萌地区農業改良普及センター
〈た〉			
大同 久明	329-2793	栃木県那須郡西那須野町千本松768	農業技術研究機構畜産草地研究所草地研究センター
高井 智之	062-8555	札幌市豊平区羊ヶ丘1番地	農業技術研究機構北海道農業研究センター
高木 正季	060-8588	札幌市中央区北3条西6丁目	北海道農政部農業改良課
高崎 宏寿	194-8610	東京都町田市玉川学園6-1-1	玉川大学農学部
高島 俊幾	040-0081	函館市田家町20番1-301	
高野 信雄	329-2756	栃木県西那須野町西三島7-334	酪農肉牛塾
高野 正	086-0214	野付郡別海町別海緑町70番地1	北海道別海高校農業特別専攻科
高橋 市十郎	069-1395	夕張郡長沼町東6線北15号	北海道立中央農業試験場
高橋 俊	062-8555	札幌市豊平区羊ヶ丘1番地	農業技術研究機構北海道農業研究センター
高橋 俊一	099-1492	常呂郡訓子府町仲町25番地	訓子府町農業協同組合
高橋 利和	080-2464	帯広市西24条北1丁目	十勝農業協同組合連合会農産化学研究所
高橋 穰	069-1464	夕張郡長沼町幌内1066	雪印種苗(株)北海道研究農場
高宮 泰宏	073-0013	滝川市南滝の川262-2	北海道立植物遺伝資源センター
高村 一敏	095-0041	士別市東9条6丁目	士別地区農業改良普及センター
高山 英紀	060-8651	札幌市中央区北4条西1丁目	ホクレン農業協同組合連合会
高山 光男	061-1371	恵庭市恵み野東3丁目9-10	
田川 雅一	073-0026	滝川市東滝川735	北海道立畜産試験場
竹下 潔	062-8555	札幌市豊平区羊ヶ丘1番地	農業技術研究機構北海道農業研究センター
竹田 芳彦	098-5736	枝幸郡浜頓別町緑ヶ丘	北海道立天北農業試験場
田澤 聡	041-1214	亀田郡大野町東前74-4	渡島中部地区農業改良普及センター
但見 明俊	522-0041	滋賀県彦根市八坂町2500	滋賀県立大学環境科学部
田中 勝三郎	080-0831	帯広市稲田町南9線西19	日本甜菜製糖(株)飼料部
田中 桂一	060-0809	札幌市北区北9条西9丁目	北海道大学大学院農学研究科
谷口 俊	069-0822	江別市東野幌406	(株)日本飼料作物種子協会北海道支所
田 渕 修	098-2802	中川郡中川町字中川中川町農協内	上川北部地区農業改良普及センター中川町駐在所
玉置 宏之	099-1406	常呂郡訓子府町弥生52	北海道立北見農業試験場
田村 忠	081-0038	上川郡新得町字新得西5線39番地	北海道立畜産試験場

田村千秋	081-0038	上川郡新得町字新得西5線39番地	北海道立畜産試験場
〈ち〉			
千葉精一	080-0572	河東郡音更町駒場並木8	独立行政法人家畜改良センター十勝牧場
千葉豊	060-0808	札幌市北区北8条西2丁目第一合同庁舎	北海道開発局
茶畑篤史	080-0572	河東郡音更町駒場並木8	独立行政法人家畜改良センター十勝牧場
中央農試情報課	069-1395	夕張郡長沼町東6線北15号	北海道立中央農業試験場
〈つ〉			
塚本達	081-0038	上川郡新得町字新得西5線39番地	北海道立畜産試験場
土谷富士夫	080-8555	帯広市稲田町西2線11番地	帯広畜産大学
筒井佐喜雄	069-1395	夕張郡長沼町東6線15号	北海道中央農業試験場
堤光昭	081-0038	上川郡新得町字新得西5線39番地	北海道立畜産試験場
鶴見義朗	329-2793	栃木県那須郡西那須野町千本松768	農業技術研究機構畜産草地研究所草地研究センター
〈て〉			
出岡謙太郎	081-0038	上川郡新得町字新得西5線39番地	北海道立畜産試験場
出口健三郎	081-0038	上川郡新得町字新得西5線39番地	北海道立畜産試験場
手島茂樹	389-0201	長野県北佐久郡御代田町塩野375-1	農業技術研究機構畜産草地研究所山地畜産研究部
出村忠章	061-1356	恵庭市西島松120番地	石狩南部地区農業改良普及センター
〈と〉			
藤倉雄司	007-0849	札幌市東区北49条東13丁目4-22	
登坂英樹	066-0004	千歳市泉郷472-6	(株)GMSトサカ
富樫幸雄	098-4100	天塩郡豊富町上サロベツ3228番地	株式会社 北辰
時田光明		東京都港区元赤坂1-5-12	
所和暢			
戸沢英男	765-0053	善通寺市生野町2575	農業技術研究機構近畿中国四国農業研究センター 四国研究センター
鳥越昌隆	099-1406	常呂郡訓子府町弥生52	北海道立北見農業試験場
〈な〉			
中家靖夫	086-0204	野付郡別海町新栄町4番地	南根室地区農業改良普及センター
中川悦生	089-3675	中川郡本別町西仙美里25番地1	北海道立農業大学校
中川忠昭	088-23	川上郡標茶町	標茶町役場
長沢滋	056-0005	静内郡静内町こうせい町2丁目2番10号 日高支庁静内合同庁舎	日高中部地区農業改良普及センター
中島和彦	100-8975	東京都千代田区霞ヶ関1-2-2	環境省環境管理局水環境部土壌環境課
中嶋博	060-0811	札幌市北区北11条西10丁目	北海道大学北方生物圏フィールド科学センター 生物生産研究農場
中辻敏朗	305-8666	つくば市観音台3-1-1	農業技術研究機構中央農業総合研究センター
中辻浩喜	060-0811	札幌市北区北11条西10丁目	北海道大学北方生物圏フィールド科学センター 生物生産研究農場
中西雅昭	080-0011	帯広市西1条南14丁目4-2リブウエル大通807	
中野長三郎	098-5736	枝幸郡浜頓別町緑ヶ丘	北海道立天北農業試験場
中原准一	069-8501	江別市文京台緑町582番地1	酪農学園大学

中村克己	098-5736	枝幸郡浜頓別町緑ヶ丘	北海道立天北農業試験場
中村隆俊	093-0035	名寄市西5条北4SHINE21 202号	
中村文士郎	060-0061	札幌市中央区南1条西10-4-1	全国農業協同組合連合会 札幌支所
中山貞夫	392-2742	栃木県那須郡西那須野町東赤田388番5	(株)日本飼料作物種子協会西那須野支所
中山博敬	062-0931	札幌市豊平区平岸1条3丁目	北海道開発局 開発土木研究所
名久井忠	020-0123	盛岡市下厨川赤平4	農業技術研究機構東北農業研究センター
並川幹広	086-0214	野付郡別海町別海緑町38-5	南根室地区農業改良普及センター
〈に〉			
新名正勝	081-0038	上川郡新得町字新得西5線39番地	北海道立畜産試験場
二門世	098-5736	枝幸郡浜頓別町緑ヶ丘	北海道立天北農業試験場
西野一	097-0016	稚内市荻見5丁目16-5-302	
西部潤	080-0013	帯広市西3条南7丁目	十勝農業協同組合連合会
西部慎三	004-0846	札幌市清田区清田6条1丁目17-20	
西宗昭	082-0071	河西郡芽室町新生	農業技術研究機構北海道農業研究センター畑作研究部
西山雅明	079-2402	空知郡南富良野町幾寅	富良野広域串内草地組合
日本ESE環境ソフトウェア協会	069-8501	江別市文京台緑町582番地1	酪農学園大学
(株)日本飼料作物種子協会			
〈の〉			
野英二	069-8501	江別市文京台緑町582番地1	酪農学園大学附属農場
能代昌雄	069-1395	夕張郡長沼町東6線北15号	北海道立中央農業試験場
能勢公	098-1612	興部町字興部841番地の11	興部地区農業改良普及センター
野田遊	073-0026	滝川市東滝川735	滝川畜産試験場
野中和久	062-8555	札幌市豊平区羊ヶ丘1番地	農業技術研究機構北海道農業研究センター
〈は〉			
橋立賢二郎	001-0010	札幌市北区北10条西4丁目北海道畜産会館内	北海道酪農畜産協会
橋爪健	069-1464	夕張郡長沼町幌内1066	雪印種苗(株)北海道研究農場
橋本淳一	093-0089	網走市緑町5-1-207	北海道開発局網走開発建設部農業開発第2課
長谷川哲	080-0808	帯広市東8条南18丁目6-2	
長谷川寿保	069-0822	江別市東野幌406	(株)日本飼料作物種子協会北海道支所
長谷川信美	889-2192	宮崎市学園木花台西1-1	宮崎大学農学部
長谷川久記	069-1316	夕張郡長沼町東9線南2番	ホクレン農業総合研究所
秦寛	056-0141	静内郡静内町御園111	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
花田正明	080-8555	帯広市稲田町西2線11番地	帯広畜産大学
早川嘉彦	062-8555	札幌市豊平区羊ヶ丘1番地	農業技術研究機構北海道農業研究センター
林哲哉	060-8651	札幌市中央区北4条西1丁目	ホクレン単味飼料種子課
林満	004-0842	札幌市清田区清田2条1丁目10-20	
原悟志	086-1153	標津郡中標津町桜ヶ丘1-1	北海道立根釧農業試験場
原恵作	105-0001	東京都港区虎ノ門1-1-10	(株)軽種馬育成調教センター東京事務所

原 島 徳 一	329-2793	栃木県那須郡西那須野町千本松768	農業技術研究機構畜産草地研究所草地研究センター
原 田 文 明	062-8555	札幌市豊平区羊ヶ丘1番地	農業技術研究機構北海道農業研究センター
坂 東 健	082-0011	河西郡芽室町東1条南1丁目2	芽室町農業協同組合

〈ひ〉

久 守 勝 美	099-2231	常呂郡端野町緋牛内478	ホクレン肥料(株)
平 田 聡 之	060-0811	札幌市北区北11条西10丁目	北海道大学北方生物圏フィールド科学センター 生物生産研究農場
平 野 繁	156-8502	東京都世田谷区桜丘1-1-1	東京農業大学
平 林 清 美	099-4405	斜里郡清里町羽衣町39番地	清里地区農業改良普及センター
平 見 康 彦	060-0808	札幌市北区北8条西2丁目第一合同庁舎	北海道開発局農業水産部

〈ふ〉

深 瀬 康 仁	062-0053	札幌市豊平区月寒東3条19丁目21-20	
藤 井 育 雄	084-0915	釧路市大楽毛127番地	釧路中部地区農業改良普及センター
藤 井 弘 毅	086-1153	標津郡中標津町桜ヶ丘1-1	北海道立根釧農業試験場
藤 山 正 康	108-0073	東京都港区三田3-13-16日本橋第2ビル7階	日本モンサント株式会社
舟 生 孝一郎	057-0007	浦河郡浦河町東町ちのみ2丁目2-7	
船 水 正 蔵	036-8155	青森県弘前市中野4丁目13の5田中 剛方	
古 川 研 治	080-0013	帯広市西3条南7丁目	十勝農業協同組合連合会
古 谷 政 道	020-0123	盛岡市下厨川赤平4	農業技術研究機構東北農業研究センター
古 山 芳 廣	060-8651	札幌市中央区北4条西1丁目	ホクレン肥料農業部

〈ほ〉

宝示戸 貞 雄	061-1147	北広島市里見町5-1-5	
宝示戸 雅 之	329-2793	栃木県那須郡西那須野町千本松768	農業技術研究機構畜産草地研究所草地研究センター
保 倉 勝 己	408-0021	山梨県北巨摩郡長坂町長坂上条621	山梨県酪農試験場
干 場 信 司	069-8501	江別市文京台緑町582番地1	酪農学園大学
細 田 尚 次	889-1912	宮崎県北諸県郡三股町大字宮村字上鷹2548-3	雪印種苗(株)宮崎研究農場
北海道農業専門 学校図書館	062-0052	札幌市豊平区月寒東2条14丁目1番34号	北海道農業専門学校
堀 内 一 男	069-8501	江別市文京台緑町582番地1	酪農学園大学
堀 川 洋	080-8555	帯広市稲田町西2線11番地	帯広畜産大学
本 江 昭 夫	080-8555	帯広市稲田町西2線11番地	帯広畜産大学

〈ま〉

前 田 博 行	080-1216	河東郡士幌町高穂	
前 田 善 夫	086-1153	標津郡中標津町桜ヶ丘1丁目1番地	北海道立根釧農業試験場
前 田 良 之	156-8502	東京都世田谷区桜岡1-1-1	東京農業大学
蒔 田 秀 夫			
牧 野 司	086-1153	標津郡中標津町桜ヶ丘1-1	北海道立根釧農業試験場
増 子 孝 義	099-2493	網走市八坂196番地	東京農業大学生物産業学部
増 山 勇	251-0023	茅ヶ崎市美住町16-9	
松 岡 栄	080-8555	帯広市稲田町西2線11番地	帯広畜産大学

松代平治	062-0033	札幌市豊平区西岡3条13丁目16番10号	
松中照夫	069-8501	江別市文京台緑町582番地1	酪農学園大学
松原一實	078-0397	上川郡比布町南1線5号	北海道立上川農業試験場
松本武彦	086-1153	標津郡中標津町桜ヶ丘1丁目1番地	北海道立根釧農業試験場
丸山健次	061-2285	札幌市南区藤野5条6丁目456-19	
丸山純孝	080-8555	帯広市稲田町西2線11番地	帯広畜産大学
〈み〉			
三浦俊一	080-0803	帯広市東3条南3丁目1十勝合同庁舎	十勝中部地区農業改良普及センター
三浦俊治	069-0832	江別市西野幌36-1	雪印種苗(株)技術研究所
三浦孝雄	086-1045	標津郡中標津町東5条北3丁目	北根室地区農業改良普及センター
三浦秀穂	080-8555	帯広市稲田町西2線11番地	帯広畜産大学
三浦康男	020-0106	盛岡市東松園3丁目25-18	
三木直倫	082-0071	河西郡芽室町新生南9線2番地	北海道立十勝農業試験場
水野和彦	753-0214	山口市大内御堀1419	山口県農業試験場
水野勝志	099-6414	紋別郡湧別町字錦365-4	湧別地区農業改良普及センター
三谷宣允	061-3213	石狩市花川北3条2丁目141	
水上昭二			
湊啓子	081-0038	上川郡新得町字新得西5線39番地	北海道立畜産試験場
峰崎康裕	098-5736	枝幸郡浜頓別町緑ヶ丘	北海道立天北農業試験場
宮崎元	081-0038	上川郡新得町字新得西5線39番地	北海道立畜産試験場
宮下昭光	300-0424	茨城県稲敷郡美浦村大字受領2087-5	
〈む〉			
棟方惇也	060-0005	札幌市中央区北5条西6丁目札幌センタービル	北海道チクレン農協連合会
村上豊	098-5551	枝幸郡中頓別町字中頓別182中頓別町公民館内	宗谷中部地区農業改良普及センター
村山三郎	069-0851	江別市大麻園町17番地12	
〈も〉			
毛利明弘	060-0004	札幌市中央区北4条西19丁目シャトーム北4条906号	日本モンサント(株)
森清一	081-0038	上川郡新得町字新得西5線39番地	北海道立畜産試験場
森行雄	062-0052	札幌市豊平区月寒東2条18丁目15-30	
森田敬司	039-2567	青森県上北郡七戸町鶴児平1番地	独立行政法人家畜改良センター奥羽牧場
森田茂	069-8501	江別市文京台緑町582番地1	酪農学園大学
森脇芳男	083-0023	中川郡池田町西3条5丁目	十勝東部地区農業改良普及センター
諸岡敏生	001-0030	札幌市北区北30条西9丁目2-2-201	
門馬栄秀	329-2793	栃木県那須郡西那須野町千本松768	農業技術研究機構畜産草地研究所草地研究センター
〈や〉			
谷津英樹	069-1464	夕張郡長沼町幌内1066番地	雪印種苗(株)北海道研究農場
柳澤淳二	444-0872	岡崎市竜美新町39-1アリア32-403号	
山神正弘	082-0071	河西郡芽室町新生南9線2番地	北海道立十勝農業試験場

山上朝香	098-5207	枝幸郡歌登町東町歌登農協内	宗谷南部地区農業改良普及センター歌登町駐在所
山川政明	086-1153	標津郡中標津町桜ヶ丘1-1	北海道立根釧農業試験場
山木貞一	063-0032	札幌市西区西野2条6丁目3-15	
八巻裕逸	060-8588	札幌市中央区北3条西6丁目	北海道農政部酪農畜産課
山口秀和	062-8555	札幌市豊平区羊ヶ丘1番地	農業技術研究機構北海道農業研究センター
山崎昭夫	062-8555	札幌市豊平区羊ヶ丘1番地	農業技術研究機構北海道農業研究センター
山下太郎	069-1464	夕張郡長沼町幌内1066	雪印種苗(株)北海道研究農場
山下雅幸	422-8529	静岡市大谷836	静岡大学農学部
山田敏彦	062-8555	札幌市豊平区羊ヶ丘1番地	農業技術研究機構北海道農業研究センター
山本紳朗	080-8555	帯広市稲田町西2線11番地	帯広畜産大学
山本毅	069-1395	夕張郡長沼町東6線北15号	北海道立中央農業試験場
八代田千鶴	081-0038	上川郡新得町字新得西5線39番地	北海道立畜産試験場
〈ゆ〉			
湯藤健治	086-1153	標津郡中標津町桜ヶ丘1-1	北海道立根釧農業試験場
袖原友加津	081-0342	河東郡鹿追町瓜幕東1丁目21番地	藤田牧場
〈よ〉			
吉川恵哉	090-0018	北見市青葉町6-7	北見地区農業改良普及センター
吉澤晃	099-1406	常呂郡訓子府町弥生52	北海道立北見農業試験場
吉田悟	081-0038	上川郡新得町字新得西5線39番地	北海道立畜産試験場
吉田忠	088-1365	厚岸郡浜中町茶内橋北東	釧路東部地区農業改良普及センター
吉田肇	089-3675	中川郡本別町西仙美里25番地1	北海道立農業大学校
由田宏一	060-0811	札幌市北区北11条西10丁目	北海道大学北方生物圏フィールド科学センター 生物生産研究農場
義平大樹	069-8501	江別市文京台緑町582番地1	酪農学園大学
米田裕紀	073-0027	滝川市東滝川町4丁目18-27	
〈ら〉			
酪農学部資料室	069-8501	江別市文京台緑町582番地1	酪農学園大学
〈り〉			
龍前直紀	069-1464	夕張郡長沼町幌内1066	雪印種苗(株)北海道研究農場
〈わ〉			
我妻尚広	074-0411	雨竜郡幌加内町字幌加内	幌加内農業研究センター
脇坂裕二	098-3302	天塩郡天塩町山手裏通11丁目	北留萌地区農業改良普及センター
渡辺治郎	062-8555	札幌市豊平区羊ヶ丘1番地	農業技術研究機構北海道農業研究センター
和田良司	060-0042	札幌市中央区大通り西7丁目酒造会館	(株)北海道草地協会

賛助会員名簿

平成13年6月11日現在

ゼネカ株式会社	107-0052	東京都港区赤坂8-1-22赤坂王子ビル
井関農機(株)北海道支店	068-0005	岩見沢市5条東12丁目5
小野田化学工業(株)札幌支店	060-0003	札幌市中央区北3条西1丁目1-1ナショナルビル
北原電牧(株)	065-0019	札幌市東区北19条東4丁目
株式会社クボタ札幌支店	063-0061	札幌市西区西町北16丁目1-1
コープ・ケミカル(株)北海道事業部	060-0907	札幌市東区北7条東3丁目28-32恒和札幌ビル 5F
株式会社コハタ	079-8412	旭川市永山2条3丁目
札幌ゴルフクラブ	061-1264	北広島市輪厚
全国農業協同組合連合会札幌支所肥料農業課	060-0061	札幌市中央区南1条西10丁目4-1全農ビル内
サングリン太陽園(株)札幌営業所	003-0030	札幌市白石区流通センター6丁目1の18
タキイ種苗(株)札幌支店	060-0004	札幌市中央区北4条西16丁目1
丹波屋(株)	060-0000	札幌市中央区北6条東2丁目札幌総合卸センター内
十勝農業協同組合連合会	080-0013	帯広市西3条南7丁目農協連ビル内
トモエ化学工業(株)		東京都文京区湯島3丁目1-11南山堂ビル3F
日本農薬(株)札幌支店	060-0003	札幌市中央区北3条西2丁目札幌HSビル
日本フェロー(株)	060-0004	札幌市中央区北4条西4丁目ニュー札幌ビル内
日之出化学工業(株)札幌支店	060-0061	札幌市中央区南1条西2丁目長銀ビル内
日の丸産業社(株)	003-0000	札幌市白石区大谷地227-106
北電興業(株)	060-0031	札幌市中央区北1条東3丁目1
ホクレン農協連合会単味飼料種子課	060-0004	札幌市中央区北4条西1丁目
北海道開発協会(株)農業調査部	001-0011	札幌市北区北11条西2丁目10-4セントラル札幌北ビル
北海道草地協会	060-0042	札幌市中央区大通西7丁目2番地酒造会館4階
北海道チクレン農協連合会	001-0000	札幌市北区北5条西6丁目札幌センタービル13階
北海道農業開発公社(株)	060-0005	札幌市中央区北5条西6丁目1-23農地開発センター内
北興化学工業(株)札幌支店	060-0001	札幌市中央区北1西3大和銀行ビル
三菱化学(株)北海道支店炭素アグリグループ	060-0007	札幌市北区北7条西4丁目3-1新北海道ビル4階
雪印種苗(株)	062-0002	札幌市豊平区美園2条1丁目10
道東トモエ商事(株)	086-1153	標津郡中標津町桜ヶ丘3丁目10番地ホンダ酪農機ビル2F

北海道草地研究会報

第 35 号

2001年 7月10日発行 (会員配布)

発 行 者 北海道草地研究会
会 長 大久保 正 彦

研究会事務局
〒060-8589 札幌市北区北 9 条西 9 丁目
北海道大学大学院農学研究科・農学部
畜牧体系学講座内

TEL 011-706-2545

FAX 011-706-2550

郵便振替口座番号：02710-0-9880

印 刷 所 札幌市中央区南10条西9丁目
(有)クリーンホソクラ
電話 011-521-2355



