

ミトコンドリアDNAからみた*Lolium*属植物の類縁関係

富永陽子・島本義也

Classification of genus *Lolium* in mitochondria DAN
TOMINAGA, Y. and Y. SHIMAMOTO

緒 言

RFLP (制限酵素断片長多型) は、DNAの制限酵素分解物を電気泳動により分画することによって、植物の細胞質ゲノムの構造変異を検出するので、細胞質ゲノムの多様性、類似性の分析に有効であり、作物の進化および栽培種成立過程の解析に役立つと考えられる。本研究は、ペレニアルライグラスやイタリアンライグラスなどを含む、*Lolium*属植物のミトコンドリアDNAのRFLP像を解析し、異なる種間における相互の関係を明らかにすることを目的として行った。

材料および方法

供試材料としては、他殖性であるペレニアルライグラス (*L. perenne*、「S23」および「S24」の2品種)、イタリアンライグラス (*L. multiflorum*) および *L. rigidum*、自殖性である *L. temulentum* および *L. remotum* を用いた。*L. perenne* の2品種より各40個体、その他の種より各10個体の生葉からCTAB法により抽出した全DNAを、3種の制限酵素 (*Bam*HI, *Eco*RI および *Hind*Ⅲ) で完全分解した後、0.8%のアガロースゲルを支持体とする電気泳動で分画し、ECL遺伝子検出システムの手順に従ってサザンハイブリダイゼーションに供した。プローブは、多型がすでに確認されている *cox* I、*cox*Ⅲ、*nad* 1 および *nad* 9 の4種を供した。

結果および考察

制限酵素とプローブの組み合わせで制限酵素断片長に多型が観測されたRFLP像をもとに、供試した材料のミトコンドリアゲノム型を決定し、表に示した。*Bam*HI/*cox*Ⅲ および *Bam*HI/*nad* 9 の組み合わせでは8種類の多型が観測され、特に *L. perenne* における品種内の変異が認められた。*Hind*Ⅲ/*cox*Ⅲ の組み合わせでは5種類の多型が認められたが、3.8kbpのバンドは *L. perenne* 以外のすべての種に共通して存在しており、また、*L. perenne* でも数個体に存在していた。*Eco*RI/*cox*Ⅲ の3.0kbpのバンドでも *Hind*Ⅲ/*cox*Ⅲ と同様の傾向がみられた。ミトコンドリアゲノム型は、「S23」は8種類、「S24」は5種類に分類され、そのうち各々の品種において低頻度な型であるS23-ⅢとS24-Ⅱは完全に一致していた。この2品種の細胞質は非常に大きな変異性を持ち、現在栽培されている品種の育成過程にも影響を及ぼしている可能性が考えられる。一年生種で種内多型が認められたのは *L. remotum* のみであり、他の種は単型的であった。*L. rigidum* は、*Lolium* 属の他殖性種の共通の祖先種に最も近いと考えられているが、ゲノム型は単型であり、細胞質の変異という観点からは祖先種であるとはいいがたい。*L. multiflorum* では、全ての草種に共通する

バンドがいくつか観察され、供試個体数が少なくなったにも関わらず、種内多型も3種類存在した。

分類されたミトコンドリアゲノム型により、それぞれの型の間の類似性を評価し、群平均法によりクラスター分析を行った結果を図に示した。主に *L. perenne* とその他の種の、2群のクラスターに区分された。*L. perenne* および *L. multiflorum* は種内多型の存在にも関わらず各々クラスターを形成しており、他の種による移入は認められなかった。自殖性の2種は遺伝的距離が比較的近く、他殖性種とは別個のクラスターを形成した。一年生で他殖性である *L. rigidum* は、形質的には自殖性種と他殖性種の中間であるにも関わらず、双方から最も離れた位置に分類された。また、*L. perenne* と *L. multiflorum* は交雑親和性が高く、非常に近い種であるが、*L. multiflorum* はむしろ自殖性の種と遺伝的に近縁であり、自殖性の種と *L. perenne* の中間である事が示された。他殖性種のミトコンドリアゲノム型は自殖性種とは類似性が少ないことから、他殖性種の細胞質は種として早い時期に確立し、そのoriginから分布の拡大や栽培化の過程において多型が分化しているものと考えられ、他の種からの細胞質ゲノムの移入が起こっている可能性は低いと考えられる。このことから、細胞質ゲノムによる異なる種間の分類が有効な方法であることが示唆された。

表1. *Lolium* 属の種間及び種内で観察されたRFLP像によるミトコンドリアゲノム型

ゲノム型	<i>cox</i> I			<i>cox</i> Ⅲ			<i>nad</i> 1	<i>nad</i> 9
	<i>Bam</i> HI	<i>Eco</i> RI	<i>Hind</i> Ⅲ	<i>Bam</i> HI	<i>Eco</i> RI	<i>Hind</i> Ⅲ	<i>Bam</i> HI	<i>Bam</i> HI
<i>L. perenne</i> S23 I	13.0	3.4	4.4	12.0,10.0	12.0,3.0	3.8,2.7	2.9	10.0
<i>L. perenne</i> S23 II	13.0	3.4	4.4	12.0,10.0	12.0,3.0	2.7	2.9,1.4	10.0
<i>L. perenne</i> S23 III	13.0	3.4	4.4	10.0,9.0	12.0	2.7	2.9	10.0,9.0
<i>L. perenne</i> S23 IV	13.0	3.4	4.4	10.0,9.0,4.2	12.0,5.6	2.7	2.9	10.0,9.0
<i>L. perenne</i> S23 V	13.0	3.4	4.4	9.0,4.2	12.0,5.6	2.7	2.9	9.0
<i>L. perenne</i> S23 VI	12.0	3.4	4.4	12.0,10.0	12.0,3.0	3.8,2.7	2.9,1.4	10.0
<i>L. perenne</i> S23 VII	12.0	3.4	4.4	10.0,9.0,4.2	12.0	2.7	2.9	10.0,9.0
<i>L. perenne</i> S23 VIII	12.0	3.4	4.4	9.0,4.2	12.0	2.7	2.9	9.0
<i>L. perenne</i> S24 I	13.0	3.4	4.4	12.0,10.0	12.0,3.0	3.8,2.7	2.9	9.0
<i>L. perenne</i> S24 II	13.0	3.4	4.4	10.0,9.0	12.0	2.7	2.9	10.0,9.0
<i>L. perenne</i> S24 III	13.0	3.4	4.4	10.0,9.0	12.0	2.7	2.9	9.0
<i>L. perenne</i> S24 IV	13.0	3.4	3.8	10.0	12.0	2.7	2.9	9.0
<i>L. perenne</i> S24 V	13.0	3.4	3.8	9.0	12.0	2.7	2.9	9.0
<i>L. multiflorum</i> I	13.0,12.0	7.0	7.2,6.8,3.5	13.0,12.0	3.0	3.8	2.0	3.6
<i>L. multiflorum</i> II	13.0,12.0	6.6,4.6	7.2,6.8,3.5	13.0,12.0	4.5,3.0	12.0,3.8	2.0	2.7
<i>L. multiflorum</i> III	13.0,12.0	6.0,5.4	7.2,6.8,3.5	13.0,12.0	3.0	9.2,3.8	2.0	2.7
<i>L. rigidum</i>	13.0,2.0	2.1,1.2	6.8,3.0	13.0	3.0	3.8	2.0	3.2
<i>L. temulentum</i>	13.0,2.8	2.7,2.4	7.2,5.2,3.5	13.0	3.0	3.8	2.0	3.2,2.0
<i>L. remotum</i> I	13.0,2.8	2.7,2.4	9.0,7.2,6.8,5.2,3.5	13.0	3.0	3.8	2.9,2.0	2.0
<i>L. remotum</i> II	13.0	2.7	9.0,7.2,6.8,5.2,3.5	13.0	3.0	3.8	2.0	2.0

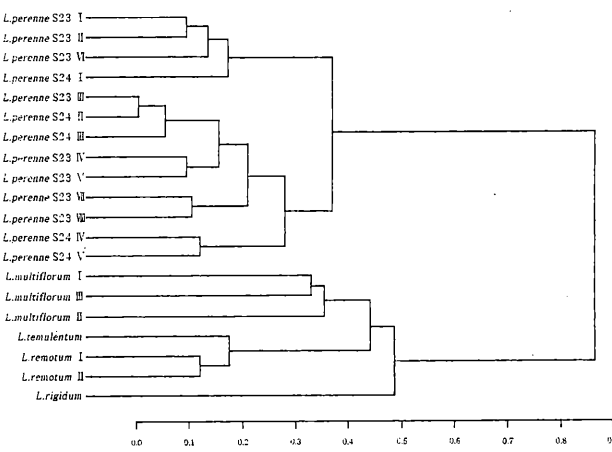


図1. ミトコンドリアゲノム型による*Lolium*属植物の系統樹

種子乾熱処理がペレニアルライグラス種子からのカルス誘導に及ぼす影響

佐藤公一*・高溝 正**・藤森雅博**

Effect of Heat treatment of seed on Callus formation in Perennial Ryegrass

Kouichi SATO, Tadashi TAKAMIZO, Masahiro FUJIMORI

緒 言

ペレニアルライグラスの種子からカルスを誘導する場合、材料となる種子は予め滅菌しておく必要があるが、通常行われる滅菌処理ではうまく滅菌できない種子もある。このような種子は培養中に殺菌等の繁殖を引き起こし、培養が失敗する原因となる。

本試験では上記の問題を持つ種子に対して、種子乾熱処理による滅菌が可能かどうかを調べるため、種子乾熱(処理温度と、カルス形成および雑菌等の発生(以下、コンタミと表記)程度との関係について検討した。

材料および方法

試験1は天北農試育成系統「天系86101」、試験2と試験3は「フレンド」、「Caliente」および天北農試育成系統「天系88101」、「天系89101」を用いた。試験1と試験2は通常の滅菌処理として、種子を50%硫酸の中で60分間攪拌し、その後2.5%次亜塩素酸ナトリウム水溶液に浸漬するという方法を用いた。この滅菌処理のみを行ったものを対照とし、試験1では種子乾熱処理温度を70℃、80℃、90℃の3処理、試験2では90℃、100℃、110℃、120℃の4処理を設けた。種子乾熱処理は、予め所定の温度に加熱した乾燥器内で行い、処理時間はすべて30分とした。その後は対照と同じ滅菌処理を行い、カルス誘導培地に置床した。試験3では種子乾熱処理だけでの滅菌が可能かどうかを調べるため、処理温度を110℃と120℃とし、通常の滅菌処理を行わずに培地に置床した。

カルス誘導培地は、MS基本培地に2、4-Dを5mg/ℓ、6-BAPを0.2g/ℓ、カゼイン加水分解物を0.1mg/ℓ、シヨ糖を30g/ℓ、寒天を9g/ℓ加え、pHを5.8としたものを用いた。各処理を行った種子は培地に置床後、26℃暗黒条件下で培養し、試験1では培養開始7日後、試験2では14日後に、発芽または発根、カルスの形成、コンタミの発生が確認された種子の数を調査した。

結果および考察

試験1の結果を表1、試験2の結果を表2に示した。試験1では発芽発根率ならびにカルス形成率と処理温度との関係は明

らかではなかったが、コンタミの発生率は処理温度の上昇に伴って低下しており、種子乾熱処理の滅菌作用が認められた。

試験2では各処理ともコンタミがほとんど発生しなかったため、発芽発根率とカルス形成率のみ調査を行った。発芽発根率は90℃以上で大きく低下する品種もあったが、その他は110℃まで72%～88%の範囲にあり、120℃で32%～68%に低下した。カルス形成率は品種系統によって傾向が異なり、処理温度の上昇に伴って低下する品種も認められたが、その他の品種系統は対照の6～12%に対し、120℃では32～46%と高い値を示し、処理温度の上昇に伴って高くなる傾向が認められた。

試験3では各処理とも著しいコンタミが発生したため、置床7日後に試験を中止した。この結果より、種子乾熱処理だけでの滅菌は不可能で、通常の滅菌処理も行っておく必要があると考えられた。

以上より、通常の滅菌処理だけで滅菌できない種子は、種子乾熱処理の併用による滅菌が可能と考えられた。また、本試験で検討した70℃～120℃、30分間という条件の下では、種子乾熱処理による種子の死滅の危険はほとんどないと考えられた。しかし本試験ではその後のカルスの生育等については未調査である。種子乾熱処理を滅菌の手段として用いるには、今後このような処理が種子に与える影響について詳しく検討する必要がある。

表1. 置床7日後の発芽発根率、カルス形成率、コンタミ発生率(試験1)

種子乾熱処理温度	発芽発根率	カルス形成率	コンタミ発生率
処理なし(対照)	88	6	28
70℃	80	10	18
80℃	89	6	10
90℃	78	11	1

注) 数値は供試した種子100粒中に対する割合(%)

表2. 置床14日後の発芽発根率とカルス形成率(試験2)

品種系統名	種子乾熱処理温度	発芽発根率	カルス形成率
フレンド	処理なし(対照)	62	12
	90℃	22	4
	100℃	14	4
	110℃	6	6
	120℃	0	2
Caliente	処理なし(対照)	84	12
	90℃	76	18
	100℃	78	20
	110℃	86	28
	120℃	32	32
天系88101	処理なし(対照)	88	8
	90℃	82	6
	100℃	72	6
	110℃	78	4
	120℃	68	46
天系89101	処理なし(対照)	94	6
	90℃	88	4
	100℃	74	28
	110℃	74	20
	120℃	48	36

注) 数値は供試した種子50粒中に対する割合(%)

*北海道立天北農業試験場(098-57 浜頓別町緑ヶ丘)

*Hokkaido Prefectural Tenpoku Agricultural Experiment Station, Hamatonbetsu, Hokkaido, 098-57 Japan

**草地試験場(329-27 栃木県西那須野町千本松768)

**National Grassland Research Institute, 768 Senbonmatsu, Nishinasuno, Tochigi, 329-27 Japan

チモシー高再分化系統の選抜

三浦聖児・大井弘幸・堀川 洋

Selection for Timothy Lines with
Higher Regenerating ability

Seizi MIURA, Yoh HORIKAWA and Hiroyuki OHI

緒 言

今日、多くの飼料作物についてカルスなどを用いた組織培養からの植物体再生が報告されている。培養細胞からの効率的な植物体再生は、遺伝子組換えなどによる育種材料を得る上で重要な意味を持つと考えられる。

本実験では、高い再分化能を持つチモシー系統の育成を目指し、成熟種子からカルスを誘導し植物体を作出、さらに再分化植物体間の交配によって得た後代種子の再分化率について検討した。

材料及び方法

(植物材料)

6品種(ホクレン改良、センボク、ノサップ、ノースランド、クンプウ、ホクセン)の種子を使用した。

(培養方法)

材料種子を70%エタノールで30秒間、5%次亜塩素酸で15分間殺菌し、滅菌水で洗浄した。その後、種子をカルス誘導培地(MS培地; 5 mg/ℓ 2, 4-D、30 mg/ℓ サッカロース、9 g/ℓ 寒天、pH 5.8)に置床し、25℃・暗所で培養しカルスを得た。培養開始から2ヶ月後にカルスを再分化培地(MS培地; 30 mg/ℓ サッカロース、9 g/ℓ 寒天、pH 5.8)に移植し、25℃・連続照明下で培養しシュートを得た。3週間～3ヶ月後に得られたシュートを培養ビン(1/2濃度のホルモン無添加のMS培地)に移植し、25℃・連続照明下で育成した。生育した幼植物はポットに移し温室で育成させた。

(再分化系統の選抜)

再分化個体間で自由交配させて後代種子を得た。母系ごとの種子について上記の方法によりカルス誘導と植物体再分化を行い再分化率を調査した。

結果及び考察

(カルス誘導)

成熟種子からのカルス形成は、培養開始後3～7日に確認された。全ての系統において形態の異なる2種類(コンパクト; 硬いカルスで再分化しやすい、フライアブル; 液状のカルスで再分化しにくい)のカルスが現れた。

(元品種における再分化率)

全ての試供した品種で再分化培地に移植後、1～3ヶ月で緑色のシュートや緑色の部位が現れた。再分化率には品種間差が認められた。ノースランドとノサップは、2ヶ月後にもわずかながら再生が見られたが、他の品種では培養1ヶ月以内に大部分の植物体再生が完了している。

(後代における再分化率)

後代1代目では、再分化培地での培養後2ヶ月で、系統HK

-065、HK-067、SP-061、NP-065が非常に高い再分化率を示した。全ての後代系統での再分化率は元品種より高かった。後代1代目における再分化率で最も高かった系統は、ノサップ由来のNP-65で再分化率は39.1%であった。

さらに後代の後代2代目では、再分化培地での培養後2ヶ月で、系統HK-711、HK-762、HK-771、HK-772が非常に高い再分化率を示した。再分化率の最も高い系統はホクレン改良由来のHK-762Fで再分化率は64.8%であった。全ての系統で元品種より再分化率は上昇し、後代2代目より再分化率の高かった系統は18系統のうち、13系統であった。

再分化率の世代ごとの平均は、元品種で4.12%、後代1代目で16.29%、後代2代目で34.52%であり、明らかな選抜効果が認められた。

一般にイネ科牧草における組織培養は困難であるとされている。しかしながら、本実験において、再分化率は世代を経るごとに上昇し、最大で64.8%という非常に高い再分化率を有する系統を得た。

本実験で得られた高再分化系統は外来遺伝子の導入など植物工学的実験材料として有用だろう。

表1. チモシー元品種と後代における再分化率

品種	後代 1	後代 2	供試カ ルス数	再 分 化 数			計	再分化 率(%)
				1ヶ月	2ヶ月	3ヶ月		
ホクレン改良	-	-	129	7	0	1	8	6.2
	HK-061F	-	90	6	2	-	8	8.9
		HK-711F	95	49	1		50	52.6
		-712F	79	27	0		27	31.6
	-065F	-	140	40	0	-	40	28.6
		-751F	28	9	0		9	32.1
		-752F	99	37	0		37	36.4
	-066F	-	140	11	3	-	14	10.0
		-761F	127	46	1		47	37.0
		-762F	125	81	0		81	64.8
	-067F	-	120	26	0	-	26	21.7
		-771F	210	90	4		94	44.8
		-772F	96	44	0		44	44.8
センボク	-	-	110	2	0	1	3	2.7
	SP-061F	-	120	37	0	-	37	30.8
		SP-711F	130	8	3		11	8.5
		-712F	121	31	3		37	30.6
	SP-062F	-	111	11	0	-	11	9.9
		-721F	109	17	1		18	16.5
クンプウ	-	-	124	1	0	0	1	0.8
	KP-061F	-	100	4	0	-	4	4.0
		KP-711F	88	35	0		35	39.8
ノサップ	-	-	138	4	2	1	7	5.1
	NP-062F	-	90	6	0	-	6	6.7
		NP-721F	139	52	0		52	37.4
	NP-063F	-	60	9	0	-	9	15.0
		-731F	94	30	0		30	31.9
	NP-065F	-	110	43	0	-	43	39.1
		-751F	102	33	0		33	32.4
		-752F	120	40	2		42	35.0
		-753F	116	19	0		19	14.7
	NP-066F	-	40	4	1	-	5	12.5
		-761F	95	29	0		29	30.5
ノースランド	-	-	110	4	5	1	10	9.1
	NL-066F	-	12	1	0	-	1	8.3
ホクセン	-	-	118	1	0	0	1	0.8
世代平均再分化率：元品種：41.2%、後代1：16.29%、後代2：34.52%								

帯広畜産大学 飼料作物科学講座

(〒080 北海道帯広市)

Laboratory of Forage Crop Sci., Obihiro University of
Agr. & Vet. Medicine, Obihiro, Hokkaido 080

培養細胞と花粉への磁性体を用いた遺伝子導入

吉積 毅*・堀川 洋*・角田英男**

Gene transfer to Timothy Suspension Celles
and Maize Pollen using Magnetite Particles
Takesi YOSIZUMI*, Yoh HORIKAWA*
and Hideo KAKUTA**

緒 言

パーティクルガン法に用いられている一般の微粒子は、金やタングステンであるが、本実験に用いた磁性体(マグネタイト)は酸化鉄の一種であり、磁力に非常に強く反応する。本実験では、プラスミドと磁性体のハイブリッドをパーティクルガンを用いてチモシー懸濁細胞とトウモロコシ花粉に導入し、導入細胞を磁石により選抜することによって、形質転換効率を上昇させる目的で行った。

材料および方法

〈植物材料〉チモシー懸濁細胞(センボク)とトウモロコシ成熟花粉(リピア)を用いた。

〈装置および遺伝子導入〉圧縮室素式パーティクルガンを使用した。微粒子は金(平均粒径1μm)と磁性体を使用した。このうち、磁性体はチモシー懸濁細胞には平均粒径0.4μmのものを、トウモロコシ成熟花粉には細粒(平均粒径0.1μm)と粗粒(平均粒径0.6μm)を用いた。プラスミドはpBI221(GUS遺伝子)を用いた。遺伝子導入は5反復処理した。

〈選抜〉遺伝子導入処理後、チモシー懸濁細胞では2%ペクチナーゼで細胞を単離させたのち、トウモロコシ花粉では直接選抜を行った。選抜方法は、液体培地の入った試験管の途中に磁石を取り付け、供試細胞が沈殿する間に磁石に付着したものを磁性体導入細胞として回収した。

〈GUS〉Jeffersonらの方法とそれを修正した小杉らの方法に基づき、GUS発現細胞を組織化学的に観察した。

結 果

表1に、チモシー懸濁細胞におけるGUS発現率を示す。金を用いた時のGUS発現率は0.026%であった。これに対して磁性体導入細胞を磁石により選抜した結果、GUS発現率は0.13%に上昇し、金の5倍の形質転換効率を得られた。

表2にトウモロコシ花粉に磁性体を導入した結果を示す。加速圧力は25kg/cm²と30kg/cm²に設定して行った。磁性体、金微粒子ともに30kg/cm²の加速圧力で高いGUS発現率が見られた。また磁性体の粗粒の方が細粒より高い発現が得られた。磁石による選抜がない場合には、磁性体では最大で0.085%、金微粒子では0.51%であり、金微粒子が高い遺伝子導入能力を有していた。しかし、磁性体導入花粉を磁石により選抜した結果、約100倍の濃縮が行われ、磁性体粗粒・30kg/cm²においてGUS発現率は2.1%まで大きく上昇した。

考 察

磁性体を用いた遺伝子導入処理後に磁力選抜を行うことによって、形質転換効率を大きく上昇させることができた。しかし、本実験で用いた磁性体は金微粒子と比較して分散性が低いため、凝集塊が細胞を破壊するという問題があった。カルスなど多細胞からなる組織では純粋な磁性体導入細胞だけを選抜するために1度細胞を単離する必要があるが、花粉は初めから単離しているため磁性体を利用するのに有利な材料であると考えられる。また、選抜前と選抜後のGUS発現花粉数を比較すると、回収率は1/5に減少しているため、選抜方法の改善や選抜装置の開発が必要である。回収率を上げることで、磁性体による形質転換効率を更に上昇できると考えられる。

表2. 磁性体を導入したトウモロコシ花粉でのGUS発現率

	GUS発現花粉数	発現率*	選抜花粉数	選抜GUS発現花粉	選抜発現率**
25kg/cm ²					
磁性体・細	100±15	0.025%	3.6×10 ³	19.2±3.2	0.53%
磁性体・粗	134±18	0.034%	4.6×10 ³	26.8±2.7	0.58%
金	1670±151	0.42%			
30kg/cm ²					
磁性体・細	256±13	0.064%	3.1×10 ³	51.2±2.5	1.6%
磁性体・粗	338±23	0.085%	3.3×10 ³	67.6±4.6	2.1%
金	2048±22	0.51%			

1ショットあたり4.0×10⁴個の花粉を処理
* (GUS発現花粉数/4.0×10⁴) ×100 (%)
** (選抜GUS発現花粉数/選抜花粉数) ×100 (%)

表1. 磁性体を用いたチモシー懸濁細胞でのGUS発現率

微粒子	磁性体	金
供試細胞数	3.0×10 ⁶	3.0×10 ⁶
選抜細胞数	5.0×10 ⁵	—
GUS発現細胞数	630±16	778±59
発現率	0.13%	0.026%

*帯広畜産大学 飼料作物講座

(〒080 北海道帯広市)

**植物物質センター

(〒061-13 北海道恵庭恵み野)

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

**JRDC Plant Ecochemicals Center, Eniwa Reserch
Business Park, Eniwa, Hokkido 061-13

表現型循環選抜によるアルファルファ
そばかす病抵抗性の改良効果

竹田芳彦*・内山和宏*・中島彦*
山口秀和**・澤田嘉昭*

Effects of phenotypic recurrent selection for
resistance or susceptibility to Lepto-leafspot
in alfalfa

Yoshihiko TAKEDA, Kazuhiro UCHIYAMA,
Kazuhiro NAKASHIMA, Hidekazu YAMAGUCHI,
and Yoshiaki SAWADA

緒 言

そばかす病は根釧地域におけるアルファルファ個体の定着と維持にも関わる重要病害である。筆者等は前報（北草地会報、1995年29号；96）において「キタワカバ」を用いた1回の集団選抜の結果、その選抜の効果を認め、抵抗性が遺伝的形質であることを確認した。また、選抜個体群後代（C1世代）に無選抜集団（C0世代）に近い個体変異が存在していたことから本報ではさらに2サイクル目の選抜を行い、選抜効率を示す実現遺伝率を推定した。さらに、後代における抵抗性程度を米国におけるそばかす病抵抗性の標準品種「MSA-PL-L」と比較した。

材料および方法

1993年、「キタワカバ」の無選抜集団（C0）からそばかす病罹病程度に基づき上下2方向に個体を選抜した。群内の相互交配によって後代、すなわち、C1世代に相当するR-C1（抵抗性方向への選抜個体群後代）およびS-C1（罹病性方向への選抜個体群後代）を得た。さらに、1994年の秋季にR-C1から最も罹病程度の低い20個体、S-C1から罹病程度の最も高い20個体を選抜し、群内の相互交配によりC2世代のR-C2、S-C2種子を採種した。1995年にはC0個体群、C1個体群、C2個体群および「MSA-PL-L」を対照に秋の再生草について、自然発病によるそばかす病罹病程度（1僅少～9甚大）を同時に観察した。

結果および考察

C0世代および後代のそばかす病罹病程度別個体の相対度数分布を検討した。罹病性方向の選抜では分布のピークが世代の経過とともに高い方向へ変化しており、C0世代とC2世代の平均罹病程度の差は2.5であった。逆に、抵抗性方向への選抜

では分布のピークが低い方向へ変化しており、C0世代とC2世代の平均罹病程度の差は2.9に達した（図1）。また、標準偏差は世代を経るに伴って小さくなる傾向があった。FALCONE R (1960) の方法に準じ、そばかす病罹病程度に対する累積選抜差と選抜反応の関係から実現遺伝率を推定した（図2）。その結果、実現遺伝率は罹病性方向への選抜では0.77、抵抗性方向への選抜では0.89であり、大きかった。

次に、抵抗性方向への選抜各世代の平均罹病程度と「MSA-PL-L」のそれを比較したところ、C0、C1世代の平均罹病程度は有意に大きかったが、C2世代は有意に小さかった。

そばかす病抵抗性に対する極めて高い選抜効果が示された理由として、そばかす病が安定して発生するため評価の精度が高いこと、また、供試材料の「キタワカバ」が比較的高い頻度で抵抗性遺伝子を有していた可能性のあることが考えられた。

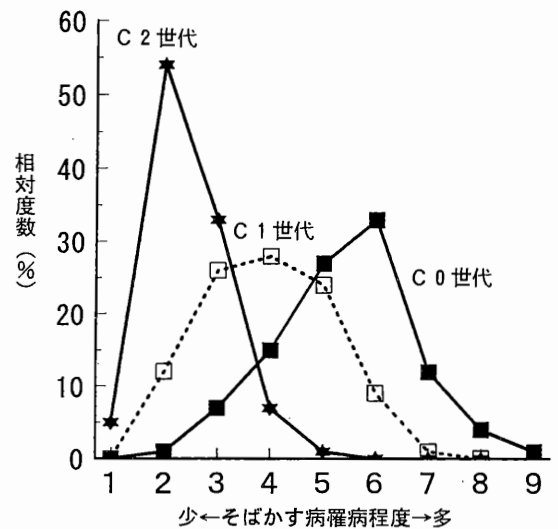


図1. 抵抗性方向への選抜に伴う罹病程度別個体度数の変化

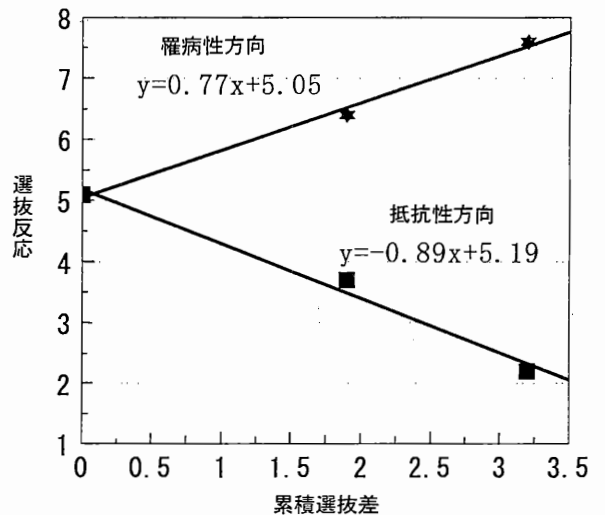


図2. 累積選抜差と選抜反応の関係

*根釧農業試験場 (086-11 中標津町桜ヶ丘1)

**北海道農業試験場 (062 札幌市豊平区羊ヶ丘1)

*Hokkaido Pref. Konsen Agric. Exp. stn., Nakashib etus, 086-11 Japan.

**Hokkaido National Agric. Exp. Stn., Hitsujigaoka, Sapporo, 062 Japan.

雪腐黒色小粒菌核病の圃場検定法について

鳥越昌隆*・下小路英男*・吉澤 晃*
玉置宏之*・藤井弘毅**

Field tests of glasses to Typhula ishikariensis
Masataka TORIKOSHI*, Hideo SHIMOKOUJI*
Akira YOSHIZAWA*, Hiroyuki TAMAKI* and
Hiroki FUJII*

緒 言

雪腐大粒菌核病は道東地域の土壤凍結地帯で基幹イネ科牧草に大きな被害を与えている。しかし、網走沿岸の北部や土壤凍結の浅い多雪などでは雪腐黒色小粒菌核病の被害も大きい。チモシーはオーチャードグラス、スミズブロムグラスおよびペレニアルライグラスに比べ、雪腐黒色小粒菌核病に強いといわれているが、品種間の耐病性については検定された事例が少ない。本報は、品種系統の検定および選抜の資とするために圃場でのチモシーの雪腐黒色小粒菌核病耐病性を検討した。

材料および方法

供試品種は主要イネ科牧草3草種で、播種は冬播行った。試験年次は1992年から1994年の3か年行い播種翌年の春に冬損を指数で調査した。冬損指数は区全体に葉部にも枯死が認められないものを0とし、僅かに枯死が認められるものを1、区全体の地上部が枯死しているものを5として0～5までの6段階で評点した。雪腐大粒菌核病を防除するため、全区にチオファネートメチルを散布した。

試験は分割区法、2反復で行い、主区は雪腐黒色小粒菌核病の有無、細区は播種期、細々区は品種である。主区の雪腐黒色小粒菌核病の有無は雪腐黒色小粒菌核病菌核 (T. ishikariensis生物型B) を根雪前に接種した接種区、雪腐黒色小粒菌核病を防除するためトルクロホスメチルを散布した無接種区を設けた。細区の播種期は8月上旬播種の早播区、8月下旬播種の晩播区の2水準を設けた。細々区の品種はチモシー7品種、オーチャードグラス2品種およびスミズブロムグラス2品種の合計11品種である。菌の接種量は、1992年播種は1畦 (1m) 当たり4.0g、1993年および1994年播種は2.5gとした。

結果及び考察

表1には各年次における冬損指数の草種平均を示した。接種区は菌量および年次にかかわらず無接種区より高い値を示し

た。このことから、菌核を接種することにより、圃場で雪腐黒色小粒菌核病を発生させ、無接種区に比べ高い冬損を発生させることが確かめられた。また、菌量を4.0g/畦とした1992年播種は、2.5g/畦とした他の2か年に比べ、冬損指数がいずれの草種でも高かった。1992年度の冬季間は、他の2か年に比べて、根雪期間および土壤凍結深からみても雪腐黒色小粒菌核病が発生しやすい条件ではないことから、菌量の多少が雪腐黒色小粒菌核病の発生に影響を与えていることが示唆される。オーチャードグラスおよびスミズブロムグラスでは、菌量が2.5g/畦の場合でも冬損指数が極めて高く、品種間の検定には菌量が多すぎると考えられた。チモシーでは、4.0g/畦の菌量は冬損が多発したのに対し、2.5g/畦では冬損がやや少ないことから、両者の中間の菌量が適当と推察される。

表2にはチモシーにおける冬損指数が示した。チモシー品種間の冬損指数に有意な差がみとめられなかったが、「クンプウ」は各年次とも冬損指数がやや高い傾向がみられ、「ノサップ」「ホクセン」がやや低い傾向がみられた。播種期と冬損指数の関係は年次によって傾向が異なり、明らかな関係は認められなかった。しかし、晩播区は早播区に対し、品種間の冬損指数の差が大きく、生育量が少なく植物体が小さいほど品種間差が大きくなる傾向がみられ、8月下旬以降の播種が品種間の検定に望ましいと考えられた。

表1. 各年次における冬損指数の各草種の平均値

播種年	TY		OG		SBG	
	接種	無接種	接種	無接種	接種	無接種
1992	1.0	4.2	1.0	4.4	1.4	4.5
1993	0.2	1.5	0.8	2.8	0.7	3.6
1994	0.2	1.8	1.0	4.0	1.0	4.7

注) TY:チモシー、OG:オーチャードグラス、
SBG:スミズブロムグラス

表2. 各接種区における品種の冬損程度

品種名	播種年	1992		1993		1994	
		早播	晩播	早播	晩播	早播	晩播
1 クンプウ		4.0	5.0	1.5	2.5	1.5	2.0
2 センボク		3.5	4.5	1.0	2.0	2.0	2.0
3 ノサップ		3.5	4.5	1.0	1.0	2.0	1.5
4 ホクシュウ		3.5	4.5	1.5	1.5	2.0	1.0
5 ホクオウ		4.0	5.0	1.0	1.5	2.0	2.0
6 ホクセン		3.5	4.5	1.0	1.5	2.0	1.0
7 キリタツ		3.5	5.0	1.0	2.0	2.0	2.0
最大値		4.0	5.0	1.5	2.5	2.0	2.0
最小値		3.5	4.5	1.0	1.0	1.5	1.0

*北海道立北見農業試験場

(099-14 常呂郡訓子府町弥生)

**北陸農業試験場

(943-01 新潟県上越市稲田1丁目2番1号)

*Hokkaido Pref. Agric. Exp. stn., Kunneppu 099-14, Japan.

**Hokuriku Natl Agric. Exp. Stn., Inada, Joetu, 943-01, Japan.

チモシーの幼穂分化と播種期

吉澤 晃・下小路英男・鳥越昌隆・玉置宏之

Effects of Seeding Time on Panicle
Differentiation in Timothy (*Phleum pratense* L.)

Akira YOSHIZAWA, Hideo SHIMOKOUJI,
Masataka TORIKOSHI and Hiroyuki TAMAKI

緒 言

チモシーは長日植物で、幼穂分化に低温、短日を必要としないため、春播きの場合、播種年も出穂する。しかし、要求日長時間が長い晩生品種や、播種期が遅い場合は、生育期間中の日長時間が足りないため、播種年の出穂は見られない。品種や播種期による生育の違いは、おもに日長反応の違いによるが、播種年の幼穂の分化過程に関する知見はない。本報告は、播種時期が幼穂分化程度に及ぼす影響を検討した。

材料及び方法

1. 試験 1 (圃場)

播種期は、1995年5月下旬から1か月毎の4時期とした。供試材料は、早生品種「ノサップ」と中生品種「キリタツ」の2品種を用いた。試験区の配置は、乱塊法、4反復で、播種方法は、畦幅30cmの条播で、播種量を1g/m²とした。刈取りは、1回目が全区播種後60日目に行った。

2. 試験 2 (温室)

播種期は、1995年8月29日、供試品種は「ノサップ」を用いた。1/5,000ワグネルポットに、播種量1g/m²の条播で、2反復とした。温室は自然日長で、日平均室温19℃である。播種後60日目に幼穂を調査した。

3. 調査方法

幼穂の分化程度は、1区10cmの畦を掘り取り、主茎の生長点を実体顕微鏡で観察して調査した。幼穂分化程度の分類は、小麦の1～10期の10段階の分類を基準にし、以下の3期にまとめた割合で示した。すなわち、①栄養生長期(幼穂始原体分化から苞分化前期までの1～4期)、②生殖生長始(苞分化後期から小穂分化期の5～8期)、③生殖生長期(穎花分化期の9、10期及び出穂始以降)の3期とした。播種時期の影響は、10段階に分類した平均値で示した。

結果及び考察

播種後60日目の個体展開葉数と幼穂分化程度を、図1に示した。展開葉数は、播種時期で差がみられ、両品種とも、5月播種が最も多く、6月以降の播種では差がなかった。展開葉数は、生育ステージを表すことから、6月以降の播種は、生育ステージが進まなかった。

幼穂分化程度の播種時期間差異は、品種で傾向を異にした。播種時期が早いほど分化は進むが、「ノサップ」では6月播種まで、「キリタツ」は5月播種のみ、5期以上に幼穂が分化した。このことから、生殖生長が可能な播種時期は、早生が6月まで、中生が5月までであった。また、生育ステージと幼穂分化程度の間には、密接な関係がなかった。

8月播種は、幼穂の分化が他の時期より極めて遅れていた。これは日長時間の短さと、気温の低さが影響していると考えられた。そこで、温室と圃場で生育した個体の、幼穂分化程度を比較した(試験2)。その結果、播種後60日目の生殖生長始の構成割合は、温室が8%、圃場が7%であった。温度条件が良好な温室と、圃場の間には明らかな差はなく、幼穂分化に及ぼす気温の影響は、小さかった。このことから、幼穂分化には、日長時間がおもに影響することが解った。

越冬前の幼穂分化程度を図2に示した。品種間では差がほとんどなく、播種時期では、8月播種が生殖生長始の分けつが極めて少なかった。播種から越冬までの生育期間が異なるにも関わらず、8月播種を除いて、生殖生長始の茎数が同じであった。今後、播種期による幼穂分化の違いが、2年目の生育に及ぼす影響を検討する。

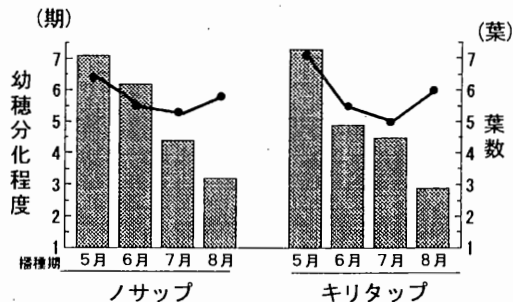


図1. 播種後60日目の幼穂分化程度と個体葉数の播種期間差異

注) 幼穂分化程度、葉数

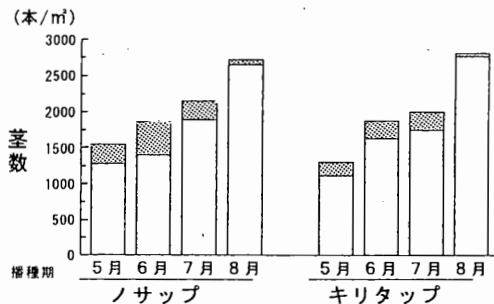


図2. 越冬前の幼穂分化程度の播種期間差異

注) 栄養生長期 生殖生長始

草地更新時の混播設計の実態と考え方

湯藤健治

Combinations and seeding-rates of forage grasses
and legumes at grassland-renovations in Hokkaido

Kenji YUTOU

緒 言

北海道では、草地造成や更新で毎年35,000haのは種が実施されている。一方、地域普及センターは、農業者や農協等の依頼で混播設計や更新法について日常的に技術対応を行っている。今回、全道普及センターの協力を得て、地域で指導されている混播設計を収集しこれを基に混播設計の実態を整理し、今後の混播設計設置にあたっての考え方を示した。

材料及び方法

平成6年8月、全道60普及センターに「混播設計に関する情報提供」を依頼し、普及資料化して指導している40普及センターから回答を得た。以下、全道を道南・道央地帯、道北地帯（上川、宗谷、留萌）、道東地帯（十勝、網走、根釧）に3地帯区分して、それぞれ利用目的別混播設計の設置状況、主体草種・優良品種の採用状況、は種量の実態を取りまとめた。

結果及び考察

(1) 利用目的別混播設計の設置状況

全道の混播設計の内訳は、採草型74%、放牧型20%、兼用型6%と採草型の設置数が各地帯で多く、特に上川、網走、十勝で多かった。放牧型は、十勝を除く道東と道北地帯で設置数が多く飼養形態を反映していた。兼用型は道東で多いものの、同様に放牧飼養の多い道北地帯では設置例がなかった。

(2) 主体草種の採用状況

採草型：TY主体が49%を占め、栽培実態や草種の評価を反映し全道的に採用されていた。AL主体は22%で、安定して栽培できる道央、道北、網走で設置数が多かった。ALに混播する草種は、道南・道央地帯ではOG、道北地帯、網走ではOGまたはTY、十勝、根釧ではTYとなっており地域的な特徴がみられた。OG主体は21%あり、道央、根釧でやや少ないが早刈または3回刈用としてほぼ全域で設置されていた。このほか、いね科草種を2草種以上混播するいわゆる多草種混播は8%と少なかった。

放牧型・兼用型：採草型に比べより明確な地帯区分がなされていた。すなわち、牧草の越冬条件の良好な道北地帯では、OG主体、PR主体およびこれらの混播が主流であり一方、土壌凍結が深く冬枯れが心配される道東地帯ではTY、MF、OGの組み合わせによる多草種混播が多く、主体草種を絞り込めてい

ない実態にあった。

道央・道南地帯はこれらの両タイプが混在しているほか、軽種馬用としてKB混播の設置が特徴的である。なお、KB混播は、道東地帯の立地条件の不良な傾斜地や公共草地用としても設計が示されていた。

(3) 優良品種の採用状況

普及センターが示す混播設計は、当然のことながら全て北海道奨励品種・準奨励品種の中から採用されていた。しかし、一部にその後廃止となった品種が採用されたままになっている資料も見られた。以下に主な草種について品種の採用状況を示した。

いね科牧草：TY(9品種)で採用上位の品種は、ノサップ、ホクセン、ホクシュウ、クンプウ、ホクオウであり、この5品種で89%を占め全地帯で採用されていた。OG(10品種)は、オカミドリが全地帯で採用が多く、キタミドリ、ヘイキング、フロンティアは道南・道央地帯、道北地帯、網走で、ケイは根釧で採用が多かった。

まめ科牧草：AL(9品種)では、5444が全道全域で最も採用が多く、マヤ、バートスは道北と道東地帯で、ユーバーは道央で、アローは留萌、網走、十勝で採用されていた。RC(9品種)は、サッポロ、ハミドリが全道全域で採用され、この2品種で73%を占めた。WC(7品種)は、コモン型ではソーニヤが最上位で全地帯で採用され、フィアがこれに次いだ。マキバシロは根釧でのみ採用されていた。ラジノ型ではカルフォルニアが最も多かった。

(4) 10a当たりは種量

草地造成及び更新時の種量は、従来、採草地2.5~3.0kg、放牧地3.0kg程度が推奨されてきた。今回収集したは種設計で最も多いは種量帯は次のとおり。

(採草地)

OG主体およびAL主体草地	2.6~3.0kg
TY主体草地	2.1~2.5kg

(放牧地)

OG主体およびPR主体草地	2.1~2.5kg
OG+MFおよびTY+MF草地	2.6~3.0kg
KB混播草地	6.0~8.0kg

なお、グラスシーダーを使う場合、は種量を20~40%減じた設計を併記している普及センターもあった。

(5) 今後の混播設計の考え方

- ① 普及センターは、種子の流通情報に留意しながら混播設計を1~2年に一度は見直し指導資料として整備する。
- ② 混播設計は、地域性、利用目的や時期、草種間の競合等に配慮して草種・品種の組み立てを行う。
- ③ 新しい優良品種を積極的に活用する。
- ④ は種量の設定に当たっては、最近の指導参考事項（北海道農政部）を参照し、丁寧な整地、覆土、鎮圧とセットで指導する。

最後に、資料提供を頂いた各地区普及センターに深く感謝する。

北海道立根釧農業試験場 専技室 (086-11 標津郡中標津町桜ヶ丘1番地)

Konsen Agric. Exp. Stn., Nakasibetu, Hokkaido 086-11 Japan

イネ科牧草 4 草種の耐凍性

中山貞夫・阿部二郎・吉田みどり

Freezing Tolerance of Four Temperate Grasses
Sadao NAKAYAMA, Jiro ABE and Midori YOSHIDA

緒 言

寒地型主要イネ科牧草 4 草種ペレニアルライグラス、オーチャードグラス、メドウフェスク、チモシーの winter stress に対する反応を明らかにして、越冬性向上技術の基礎的知見を得る目的で試験を行った。根釧農試、天北農試と共同で材料、播種法、検定法を統一して試験を行い、各地帯でどれほどの越冬性を必要とするか、各地帯で越冬性の遺伝的能力をどれだけ発揮できるかを明らかにする。ここでは、北海道農試における結果を報告する。

材料及び方法

1. 耐凍性検定

表 1 に示したペレニアルラグラス (PR) 2 品種、オーチャードグラス (OG) 3 品種、メドウフェスク (MF) 2 品種、チモシー (TY) 1 品種の計 8 品種を供試した。1993 年、94 年の両年とも 8 月下旬にペーパーポットに播種し、温室内 (20-30℃) で育苗後、9 月中旬に戸外に搬出し、9 月下旬にペーパーポットごと圃場へ定植した。根雪前 (1993. 12. 1 及び 94. 12. 5) にサンプリングした。品種・系統ごとに 5 温度水準を設定し、各温度水準に 10 クラウン (3 cm) を供試した。材料は -2℃ で 10 時間予冷後、1℃/1 時間の割合で温度を下げ規定の温度で取り出した。温室で 2 週間再生させ、生存率 (LT₅₀、半数個体致死温度) を調査した。

2. 曝寒試験

圃場試験と同時期にシードリングケース (プラスチック製 5×15×10cm) に、1 ケース当たり 10 個体、1 品種当たり 15 ケース播種した。1993 年、94 年両年とも 9 月 14 日に屋外に出し、冬季は除雪して寒気にさらして、曝寒処理した。品種・系統の耐凍性に応じて 12 月末より 1~2 週間間隔 (5 処理) で温室に移し、生存率 (LD₅₀、半数個体致死日) を調査した。

3. 糖 含 量

根雪前 (12 月 5 日) と積雪下 80 日 (2 月 28 日) に 1 品種当たり 3 個体をサンプリングし、糖含量 (単二糖、多糖) を測定した。

結果及び考察

1. 耐凍性検定

越冬前の耐凍性 (LT₅₀) は図 1 に示したとおり、草種間では PR ≤ OG < MF < TY の順であった。PR と OG 間にあまり差がみられなかったが、他の試験から OG は根雪後も耐凍性を増大させており、OG は PR より高い耐凍性を示すとみられる。そして、年次間の相関も極めて高く、LT₅₀ 法は再現性の高い

耐凍性検定法と考えらえる。

2. 曝寒試験

半数個体致死日 (LD₅₀) は、PR は 94 年、95 年の両年とも 1 月 10 日~11 日で、OG は両年で違いがみられ、94 年は 1 月 17 日~24 日、95 年は 1 月 24 日~29 日であった。トモサカエは 94 年は越冬したが、95 年は越冬できず、2 月 22 日に致死した。タミストとセンボクは両年とも越冬した。半数個体致死日の積算寒度 (氷点下最低気温の和) の値は秋の気象条件などが関係し年により異なった。

3. 糖 含 量

越冬前には TY は単二糖が多く、多糖の蓄積が少なかった。PR は両者とも高い含量を示した。OG は越冬中の消費量が多かった。しかし、同一草種内でも傾向は異なることがあり、サンプリング方法の検討など今後必要である。

以上、越冬前の草種・品種の LT₅₀、曝寒処理による LD₅₀ が明らかになった。

表 1. 曝寒処理による半数個体致死日と積算寒度

No.	品 種 名	致 死 日		積算寒度	
		94	95	93/94	94/95
1.	天系8901 (PR)	1.10	1.10	-312	-368
2.	リベール (PR)	1.11	1.11	-319	-400
3.	ワセミドリ (OG)	1.17	1.24	-404	-542
4.	オカミドリ (OG)	1.24	1.27	-483	-575
5.	ケイ (OG)	1.18	1.29	-404	-601
6.	トモサカエ (MF)	越冬	2.22	越冬	-844
7.	タミスト (MF)	越冬	越冬	越冬	越冬
8.	センボク (TF)	越冬	越冬	越冬	越冬

表 2. 糖含量 (mg/g F. W.)

No.	品 種 名	1994.12.5		1995.2.28	
		単二糖	多糖	単二糖	多糖
1.	天系8901 (PR)	36.4	94.5	29.8	46.0
2.	リベール (PR)	32.9	91.8	32.8	71.0
3.	ワセミドリ (OG)	28.5	93.7	14.6	64.3
4.	オカミドリ (OG)	25.1	91.1	20.0	76.2
5.	ケイ (OG)	27.8	75.4	17.4	53.2
6.	トモサカエ (MF)	29.1	83.2	26.0	87.9
7.	タミスト (MF)	33.7	91.5	20.4	59.6
8.	センボク (TF)	36.4	68.5	25.3	47.1

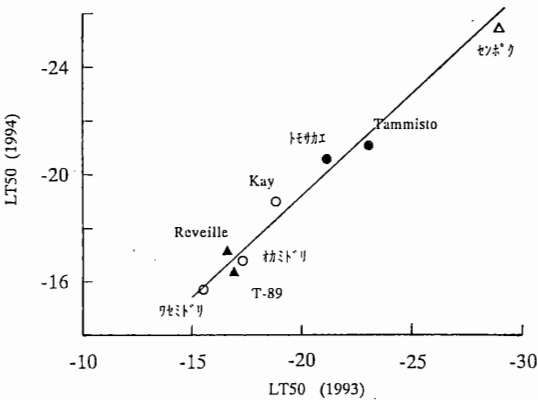


図 1. 越冬前の耐凍度の年次相関

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

シードリングケースを用いた曝寒処理による イネ科牧草の耐凍性評価

中島和彦*・中山貞夫**・阿部二郎**・
中村克己***・竹田芳彦*・堤光昭****

Estimation of Freezing Tolerance for Grass Using of Seedling-case

Kazuhiko NAKASHIMA*, Sadao NAKAYAMA**, Jiro ABE**,
Katsumi NAKAMURA***, Yoshihiko TAKEDA*,
and Mitsuaki TSUTSUMI****

緒言

越冬性は耐寒性、耐病性（雪腐黒色小粒菌核病、雪腐大粒菌核病など）および耐雪性に分類され、このうち耐寒性は凍害、凍上害、アイスシートによる窒息などによる抵抗性であると考えられる。これまで総合的な越冬性の評価や、それぞれの要因別の評価が数多く行われてきたが、耐凍性については主に冠部凍結法によって草種・品種間の評価がなされてきた。本試験ではシードリングケースを用いて、気温の日変化が伴う自然条件下においてイネ科牧草を寒気に曝し、その枯死時期から草種・品種間の耐凍性の評価を試みた。

材料及び方法

試験は中標津町（根釧農試）、札幌市（農水省北農試）および浜頓別町（天北農試）において、1993年および1994年の両年に実施した。供試草種・品種はPR3品種（1994年は2品種）、OG4品種（1994年は3品種）、MF2品種およびTY1品種の合計10品種系統（1994年は8品種系統）で、シードリングケース（150×60×100mm）に園芸用培土を詰めて播種した。播種は両年ともに8月20日に行い、温室内で発芽後、間引きを行い1ポット10個体として、10月上旬より網室内にて育苗した。10月中旬に地上部を刈り取った。12月下旬よりおよそ2週間間隔でシードリングケースを約15℃に保った温室内に移動して再生させた。2週間後にその生存個体率を調査し、その生存率からプロビット法によりLD₅₀（50%枯死日）を求めた。

結果および考察

中標津におけるシードリングケースの地表温は網室内の気温が-22℃まで低下した日に、ほぼ同様の温度降下を示しながら-19℃まで低下し、またそれぞれの日較差もほぼ同様の推移を示した。一方、圃場の除雪処理による曝寒処理の地表温は最低気温が

-15℃に止まり、また、日較差は網室内気温およびシードリングケースより小さかった（図1）。越冬期間中、寡雪に経過する場合において、厳しい低温条件とともに気温の日変化による融凍の繰り返しは植物体に多大なストレスを与えていることが推察される。シードリングケースを用いた耐凍性の評価は圃場における曝寒処理より厳しい低温での条件設定が可能なら、日較差の大きな自然に近い条件で試験が遂行できることから、今後耐凍性の評価として利用される価値が高いと考えられる。

草種間の耐凍性は中標津、札幌および浜頓別ともにTY>MF>OG≥PRの順に優れ、TYは各地ともに致死するまでに至らなかった。また、場所間では中標津、札幌および浜頓別の順であり、およそ10日間づつ遅れてLD₅₀（50%枯死日）に達した。各地のLD₅₀に達するまでの積算寒度量（最低気温0℃以下の積算値）を求めたところ、中標津と札幌ではほぼ同様の値であったが、浜頓別では他の2場所とは傾向を異にした（表1）。

以上のように、シードリングケースを用いることで耐凍性の評価がより厳しい条件の中で実施することが可能であることが示された。また、ケースの移動が容易なことから各草種によって曝寒程度を調節することが可能となるため、従来の圃場試験より安定的に草種・品種間差異の判定ができるものと考えられる。

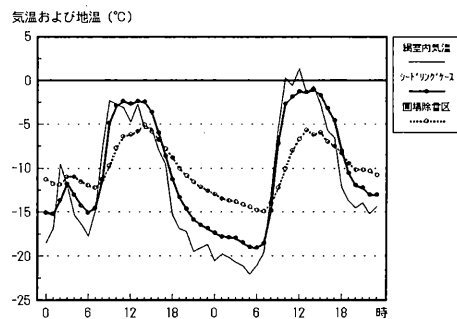


図1. 網室内気温および地表温の日変化
観測場所：中標津町（根釧農試） 観測月日：1994年2月6～7日

表1. LD₅₀に達するまでの積算寒度量（℃）

	1993年～1994年処理			1994年～1995年処理		
	中標津	札幌	浜頓別	中標津	札幌	浜頓別
天系88101	-287	-319	-634			
天系89101	-294	-312	-558	-349	-368	-446
リベール	-287	-319	-620	-448	-400	-446
ワセミドリ	-437	-404	-573	-444	-542	-642
オカミドリ	-437	-483	-718	-477	-575	-635
ケイ	-468	-404	-600	-523	-601	-696
LUDE	-294	-288	-371			
トモサカエ	-772	—	—	-674	-844	-748
タミスト	-735	—	—	-725	—	-776
センホク	—	—	—	—	—	—

LD₅₀：50%枯死日

* 根釧農業試験場（086-11 標津郡中標津町桜ヶ丘1）
** 北海道農業試験場（062 札幌市豊平区羊ヶ丘1）
*** 天北農業試験場（098-57 枝幸郡浜頓別町緑が丘）
**** 新得畜産試験場（081 上川郡新得町字新得西4線）
* Konsen Agric. Exp. Stn., Nakashibetsu 086-11
** Hokkaido National Agric. Exp. Stn., Sapporo 062
*** Tenpoku Agric. Exp. Stn., Hamatonbetsu 098-57
**** Shintoku Anim. Husb. Exp. Stn., Shintoku 081

とうもろこし単交雑F₁の収量と耐倒伏性評価

佐藤 尚・三浦康男

Evaluation of new hybrid corn yield and
root lodging resistance

Hisashi SATO, Yasuo MIURA

緒 言

とうもろこしの主たる育種目標として、多収でかつ耐倒伏性に優れた品種があげられる。しかし両形質を備えた品種の育成はまだ不十分な状況である。今回新たに育成された系統について収量性とともに入為的に引倒力を測定して耐倒伏性を評価し、外国導入品種と比較を行い、多収・耐倒伏性品種育成の資料とした。

材料および方法

供試材料は北海道農試で育成された単交雑F₁系統が15、比較品種としてアメリカ導入品種が8、北海道農試育成品種が2で行った。このうち比較品種の10品種はいずれもデント×デント、育成された15の単交雑F₁はすべてデント×フリントである。また北海道農試育成の2比較品種は複交雑である。播種期は平成7年5月11日、栽植密度は75cm×19.5cmで6,838本/10a、施肥量はN:P₂O₅:K₂O:MgOが16:18:10:4(kg/10a)であり、その他は北農試の標準耕種概要によった。引倒力は地際から1mの高さで稈長を40℃くらいまで引倒し、その際の最大荷重を引倒力とした。

結果および考察

供試した系統の絹糸抽出期は8月4日から8月18日までの範囲であり、引致力は1.2kgから2.9kgまでの範囲であり、生総重は4,800から8,000(kg/10a)までの範囲であった。絹糸抽出期と引倒力の相関係数は $r = 0.772^{**}$ で、熟期が遅くなるほど引倒力が大きくなる傾向がみられた。しかし同一熟期の中でも系統間差異は見られた。生重と引倒力との相関係数は $r = 0.867^{**}$ で、大きい品種は引倒力も大きくなる傾向にあるが、同程度の生重の系統間でも系統間差異は見られた。

引倒力と長、着雌穂高及び生総重から $\sqrt{(\text{生重} \times \text{稈長}) \times \text{着雌穂高} / \text{引倒力}}$ を耐倒伏性評価値として算出して、本年の倒伏率との関係をみてみたが相関は見られなかった。これは本年は倒伏の発生が3区目のしかも南向きのプロットの一部のみに発生しただけで、全体としては発生が少なかったためと思われる。

耐倒伏性評価とTDN収量の関係を図1に示した。TDN収量と耐倒伏性評価値に相関関係は見られず、多収で、耐倒伏性の品種の育成は十分可能であると思われた。キタユタカは低収で、耐倒伏性も弱い部類に位置づけられた。また3747、3845は耐倒伏性評価値から3732よりやや耐倒伏性が弱く位置づけられ、3540、3790は耐倒伏性が強く位置づけられ、これは従来の耐倒伏性の序列とはほぼ同様の結果となった。比較品種の中では3352が特に多収で、耐倒伏性強と位置づけられた。北農試育成系統ではTC94095が3352より絹糸抽出期が7日早くて、3352並で耐倒伏性評価値も3352並と優れた特性を示し注目された。(表1)

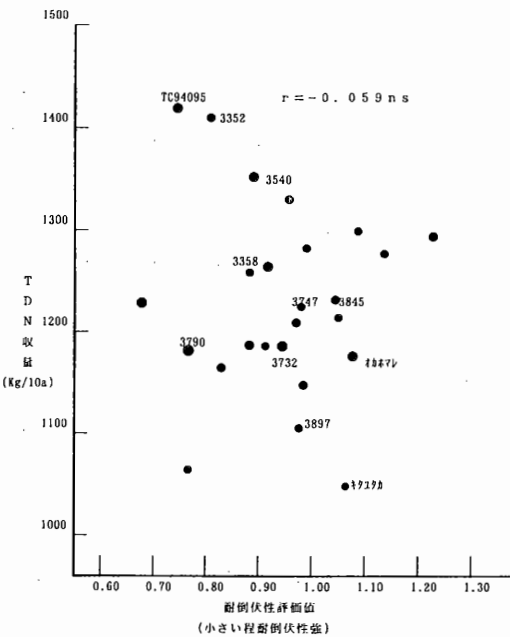


図1. 耐倒伏性評価値とTDN収量の関係

表1. 有望F₁および比較品種の主要特性

系統名	絹糸抽出期	TDN収量	生総量	稈長	着雌穂高	倒伏	引倒力	耐倒伏性 ¹⁾ 評価値
	(月日)	(kg/10a)	(kg/10a)	(cm)	(cm)	(%)	(kg)	
TC94095	8.9	1,418	6,943	258	110	0.0	2.41	0.744
3845	8.10	1,229	5,786	255	112	2.0	1.59	1.044
3732	8.10	1,187	6,209	242	119	0.0	1.87	0.944
3747	8.11	1,223	5,969	241	110	0.0	1.64	0.988
オカホマレ	8.13	1,174	6,566	249	121	0.7	1.75	1.085
3540	8.15	1,350	7,532	252	132	0.0	2.46	0.898
3352	8.16	1,408	7,916	251	132	0.0	2.81	0.815
3358	8.18	1,256	7,490	253	134	0.0	2.59	0.884

1) $\sqrt{(\text{生重} \times \text{稈長}) \times \text{着雌穂高} / \text{引倒力}}$

オーチャードグラスにおける成分育種のための
近赤外分析の利用

高井智之・中山貞夫

Utilization of Near Infrared Reflectance
Spectroscopy (NIRS) for Chemical Breeding of
Orchardgrass

Tomoyiki TAKAI and Sadao NAKAYAMA

緒 論

乳牛の改良および飼養法の改善によって高泌乳牛飼養となり高品質粗飼料が求められ、牧草の品質改善がますます重要となっている。オーチャードグラスでは、以前から多くの研究者によって品質の選抜が試みられ、実際に高消化性栄養系が選抜されている。

近年、近赤外分析による飼料の成分評価が普及している。この手法は、化学分析に比べ迅速で、成分育種で威力を発揮するとされている。

そこで、本報は、夏季に収穫し品質が劣る2番草のCP、ADF、NDFについて検量線を作成し、その精度を検証し、実際に、播種当年の夏季の材料で個体評価を試みる。

材料及び方法

試験1 検量線作成に用いた試料は、76品種（外国品種62及び国内流通品種14）の2番草（8月28日）と引きちぎり試験に用いた17品種からの27点（9月6日）、計103点（CPは76点）を用いて、近赤外分光光度計（NIRS ニコレ社 model 6500）でADF、NDF、CPについて検量線を作成した。

作成した検量線は、9品種・系統の年3回刈で各番草から得た28点（1品種のみ1番草を標準および晩刈）で検量線の精度を検証した。

試験2 ヘイキングⅡ、Mobite、J312、Jesper、Saborto、Sumasを1995年4月にペーパーポットに播種し、5月に各品種74個体を個体植した。施肥は、ロータリー耕前に全面に熔燐（10kg/a）、苦土炭カル（10kg/a）、N=0.4、P₂O₅=0.55、K₂O=0.4（kg/a）を散布した。8月16日、21日、29日に各品種20個体づつ、9月4日に14個体づつサンプリングした。サンプルは、70℃で48時間乾燥後、秤量し、10g以上のみをウイレー型カッティング粉碎機で1mmメッシュを通して粉碎した。それらは、上記の検量線を用いて成分値を推定した。

結果および考察

試験1 検量線作成に用いた材料のレンジは、ADFで29.7～38.8%、NDFで50.9～65.6%、CPで6.7～10.7%であった。9品種・系統の1～3番草の材料におけるADF、NDFおよびCPの実測値とNIRS推定値との相関係数は、0.966***、0.974***、0.989***と極めて高かった。各番草の多くの試料は、ほぼ直線上に分布していた。表1に各番草別と全体のSDP（推定誤差の標準偏差）を示す。全体のSDPでは、CPが低く、ADF、NDFの順に高く、精度はCPが高かった。推定誤差（実測値とNIRS推定値との差）が正規分布に従うと仮定すると、推定誤差の95%信頼限界はSDP×1.96となり、ADFが±2.6%、NDFが±3.8%、CPが±0.9%である。個体間の成分値の差異が、95%信頼区間以上ならば5%有意と推定できる。番草別のSDPでは、ADFの2番草は他の番草より低く、2番草のみから作成した効果が表れたが、NDFでは他の番草と等しく、CPでは、2番草が高く、逆に精度が低かった。2番草のCPのレンジは、0.97～15.8%で検量線作成に用いた材料と異なることが要因として考えられる。

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

表1. ADF、NDF、CP検量線のSDP

	1番草	2番草	3番草	全体
ADF	1.13	0.41	0.64	1.38
NDF	0.94	1.19	0.95	1.87
CP	0.16	0.47	0.14	0.44

注）SDPは、バイアス（推定誤差の平均値）を含まない誤差の標準偏差

$$SDP = \sqrt{\frac{\sum (x - y)^2 - \{\sum (x - y)\}^2 / n}{n - 1}}$$

試験2 各成分及び個体乾物重について品種及びサンプル日による二元配置分散分析の結果を表2に示す。すべての値で品種及びサンプル日で0.1%有意差が認められ、乾物重とCPで交互作用が1%有意で認められた。交互作用が認められなかったADF、NDFでは、ヘイキングⅡの平均値は、すべてのサンプル日で他の系統よりADFが3%、NDFが5%前後低く、Tukey検定で5%有意で低かった。ヘイキングⅡ以外の品種間では、品種平均値でADFが1%、NDFが2%と差異が小さかった。すべての系統でサンプル日が遅くなるとADFで3～4%、NDFで3～4%、乾物重で10～20g高くなり、CPで2%前後低くなる傾向がみられた。

表3にサンプル日ごとの全個体の統計量を示す。各成分のレンジの幅はいずれのサンプル日も同じくらいで、平均でADFが10.3%、NDFが15.6%、CPが8.3%であった。推定誤差の95%信頼区間に比べADF、NDFのレンジの幅は2倍、CPが4.5倍あり、NIRSによって両端の値を区別することは可能と考えられる。しかし、SDPに対する標準偏差比では、CPを除くと1.5倍程度で、平均値付近の個体は区別できず、検量線の精度を高める必要がある（但し、ADFの2番草のみSDP比では4倍）。

全個体の個体乾物重と化学成分との関係では、ADF、NDFが正の相関（0.45***、0.37***）、CPが負の相関（-0.32***）で、生産力が高い個体は、ADF、NDFが高く、CPが低い傾向であった。

以上より、近赤外分析には誤差が含まれるが、個体間変異が大きい場合、両端の個体は選抜できると考えられる。

表2. 分散分析の結果

要 因	自由度	平均平方和			
		ADF	NDF	CP	個体植物重
品 種 (A)	5	99***	327***	25***	2151***
サンプル日 (B)	3	253***	236***	71***	5841***
A × B	15	3	5	5**	691**
誤 差	387	3	5	2	285

注） **、 ***は、それぞれ、1%、0.1%水準で有意

表3. 各成分のサンプル日ごとの統計量

サンプル日	ADF	NDF	CP
8月16日	27.6±1.94	52.6±2.83	15.9±1.59
	21.6～31.6	44.2～57.6	12.1～22.5
8月21日	29.3±2.19	55.3±2.84	15.2±1.37
	23.0～33.9	47.1～62.2	12.4～18.7
8月29日	30.7±2.19	55.9±3.42	14.1±1.54
	24.5～34.9	43.6～62.8	10.1～17.3
9月4日	31.1±2.03	54.9±3.21	14.3±1.61
	25.2～35.1	45.4～60.2	9.9～19.0

上段は、平均値（%）±標準偏差。下段は、レンジ（%）

北海道へのガレガの導入可能性

山口秀和・竹田彦彦*・佐藤公一**・内山和宏
名久井忠・池田哲也(北農試、*根釧農試、**天北農)

Cultivation Possibility of *Galega orientalis* in
Hokkaido Island

Hidekazu YAMAGUCHI, Yoshihiko TAKEDA,
Kouichi SATO, Kazuhiro UCHIYAMA,
Tadashi NAKUI and Tetsuya IKEDA

緒 言

アルファルファとアカクロウバにつぐ第3の採草用マメ科牧草として*Galega orientalis* (ガレガと呼称) の可能性を明らかにするため特性の調査を進めている。本報告では道内3カ所での試作の結果と成分分析、採種の結果を報告する。

材料および方法

根釧農試と天北農試で1993年から3年間アルファルファを比較として収量試験を行った。北農試では1994年から試作を行った。また1994年の1番草のサンプルを5回採って成分の分析を行った。1995年に無放飼の条件で採種を行い、アルファルファ(品種キタワカバ)と比較した。

結 果

萌芽の良否、春の草勢からみて天北農試での越冬性(表1)はアルファルファと大差はなかった。根釧農試では冬枯「甚」との評点であったが、3年目で見るとその後の生育は問題はなかった。

収量性(表2)は、アルファルファと比較して1年目が約50%、2年目が70%から90%、3年目が115%から140%であった。

表1. 越冬性

品種名	根 釧 農 試				天 北 農 試				
	2年目		3年目		2年目		3年目		
	冬枯れ	草 勢	冬枯れ	草 勢	萌芽良否	草 勢	萌芽良否	草 勢	萌芽期
ガ レ ガ	9.0	3.0	9.0	7.3	7.0	5.0	9.0	8.0	4/30
5 4 4 4	3.5	7.0	3.5	7.5	6.0	7.0	5.0	5.0	5/ 8
キタワカバ	4.3	6.8	5.0	6.5	((6.0	6.3	8.0	6.0	5/ 6))
調 査 日	4/29	5/25	4/22	5/15	5/20	6/3	5/8	5/12	

冬枯れ 1-9 甚 草勢・萌芽良否 1-9 良 (()) 内は参考

表2. 収量性 (kg/a)

試験場所	草種	1年目	2年目	3年目
天北農試	ガ レ ガ	—	78.0 (72)	104.8 (115)
	5 4 4 4	—	108.7 (100)	91.1 (100)
根釧農試	ガ レ ガ	6.7 (47)	87.2 (93)	127.3 (140)
	5 4 4 4	17.0 (120)	95.4 (101)	99.6 (110)
	キタワカバ	14.2 (100)	94.2 (100)	90.9 (100)
北農試	ガ レ ガ	38 (48)	526 (89)	—
	5 4 4 4	85 (108)	555 (93)	—
	キタワカバ	79 (100)	594 (100)	—

天北農試と根釧農試は1993年播種の乾物重、北農試は94年播種で生草重

収量的にアルファルファと同程度と考えられるが、初期年次の生育が劣った。

生育期の病害は観察されなかった。

以上の点から見て、北海道の環境条件下でカレガは栽培可能性をもっていると判断した。

アルファルファの1.0kg/aに対しカレガの採種量は5.8kg/aと、約6倍であった。1995年は雨が多く採種には不適な年であったが、良好な採種であった。ガレガ種子の千粒重は約6gと、アルファルファの3倍であり、粒数的に見ても2倍採れたと考えられる。

成分的にはアルファルファと類似しているが、ADFの1日当り増加程度が小さく、ヘミセルロースが多いという特徴があった。

考 察

北海道での栽培が可能かどうかという点で大きい問題は越冬性と考えられる。越冬性は積雪下の病害と低温による障害の2つに分けられて考えられる。前者については、主に多雪地帯の問題であり天北農試の越冬状況から判断される。本試験の結果ではアルファルファに比べ大きな問題はなかった。しかし新導入作物の場合、年次の経過とともに病気が多くなる可能性があるので注意が必要であろう。低温障害を小雪の根釧農試の結果で見ると冬枯れ「甚」という結果となっている。しかし、これは地上部の枯死程度による評価であり、地中にある冠部がどの程度障害を受けているかは問題である。ガレガのLT50はアルファルファ(品種「キタワカバ」)に比べ2度程度高い(山口ら、1994)ので、冠部の低温障害がどの程度のものかは今後の問題点と考える。

以上のように今後さらに調査を続ける必要はあるが、現在のところ北海道でのガレガ栽培の可能性はあると結論される。

北海道農業試験場 (062 札幌市豊平区羊ヶ丘1番地)

*根釧農業試験場 (086-11 中標津町桜ヶ丘1)

**天北農業試験場 (098-57 枝幸郡浜頓別町)

Hokkaido Nat. Agr. Exp. stn., Hitsujigaoka, Sapporo 062 Japan.

*Hokkaido Pref. Konsen Agr. Exp. Stn., Nakasibetsu 086-11 Japan

**Hokkaido Pref. Tenpoku Agr. Exp. Stn., Hamatonbetu 098-57 Japan

バンカーサイロの密度が開封後の発熱・
発酵品質に及ぼす影響

野中和久・名久井忠・能勢 公*

Effect of Density of Bunker Silo on Aerobic
Deterioration and Fermentative Quality of Silage.
Kazuhisa NONAKA, Tadashi NAKUI and Isao NOSE

緒 言

北海道において、大型バンカーサイロを用いたサイレージの
大量調整を行う農家が増加している。バンカーサイロでのサイ
レージ調整は、埋草後ショベルローダで鎮圧する体系が一般的
であるが、ローダでの作業時に壁面付近まで鎮圧し難いことや、
間口が広いと取り出し後に空気に触れる部分が多く、好気的
変敗が危惧されるといった問題がある。そこで、これら大型バ
ンカーサイロの問題点を抽出し、対策を講じる際の基礎資料を
得る目的で、バンカーサイロ開封後の部位毎の密度、温度及び
発酵品質に関する調査を行った。

材料及び方法

調査は十勝の音更町及び鹿追町の農家4戸（A、B、C及び
D農家とする）で行い、サイレージの密度、発熱温度及び発酵
品質について、サイロ開封後35～55日目、取り出し初めから4
～6 mの地点を調査した。サイレージサンプルの採取は、電気
ドリルの先端に鉄製の円筒を取り付けたドリル式サンプラー
（内径7 cm、長さ26 cm）を用い、サイロ取り出し面の上部4カ
所、中部3カ所、下部2カ所からそれぞれ抜き取った。サンプ
ルは重量を測定後、ビニール袋に密封し水分、発酵品質等の測
定まで凍結保存した。発熱温度は採取した穴の周辺に温度計を
差し込み測定した。なお、調査時の気温は20～24℃であった。

結果及び考察

各農場のサイレージ原料草はチモシー主体混播草が多く、B
及びD農家ではギ酸を使用していた。また、バンカーサイロの
規模は353～799㎡であった。

サイレージの発酵品質を表1に示した。水分は67～75%の範
囲にあった。A農場では酪酸が検出されず、良質サイレージだ
ったが、他農場では新鮮物中に0.7～1.1%生成された。VBN
含量もA農場以外は高く、pHが4.2以上に上昇した。有機酸の
構成割合は各農場とも乳酸が高い値を示したが、調整時にギ酸
を使用したB、D農場は他の農場と比較して乳酸割合が若干低
下した。

北海道農業試験場（062 札幌市豊平区羊ヶ丘1）

*十勝北部地区農業改良普及所（080-01 北海道河東郡音更
町大通り5）

Hokkaido National Agricultural Experiment Station,
Hitsujigaoka, Sapporo, 062 Japan

*Tokachi-hokubu Agric. Ext. C., Otofuke, Hokkaido,
080-01 Japan

表1. サイレージの発酵品質

	水 分 (%)	pH	VBN/TN (%)	酪 酸 (%)FM
A 農 場	72.2	3.9	3.4	0
B 農 場	68.3	4.4	13.7	0.7
C 農 場	74.8	4.2	11.1	0.8
D 農 場	67.4	4.6	13.8	1.1

酪酸含量は、変動係数が110～173%と大きな値を示し、含量
の高い部位は、各農場ともサイロ上部あるいは中部であった。
VBNは平均値が3～10%であったが、変動係数は11～35%と
大きく、中部が高含量であった。

サイレージの密度はA～C農場では位置間の差が小さく、変
動係数は8.5～9.2%の範囲であったが、D農場は変動係数が25
%と大きかった。位置的にはサイロ上部が低密度であり、特に
左右の壁面付近が極端に低い値であった。サイロ下部は相対的
に高密度であった。また、水分の低下に伴い密度の位置間変動
が大きくなる傾向にあった。

サイレージの発熱温度は4戸中3戸で最高温度が40℃を超
え、2戸で48～50℃と開封後の好気的変敗が危惧される部分が
あった。また、測定位置間の変動係数は7～35%と大きかった。

サイレージの密度と発熱温度の関係を図1に示した。発熱温
度は密度が低い位置ほど高い傾向を示し、両者には有意な負の
相関が認められた。

以上の結果、サイレージの密度は上部で低く壁付近は極端に
低いこと、密度が低い部位ほど開封後の発熱温度が高いことが
認められた。そのため、大型バンカーサイロでのサイレージ調
整は、壁面に近い部分の踏圧密度を向上させることが課題であ
ることが示唆された。

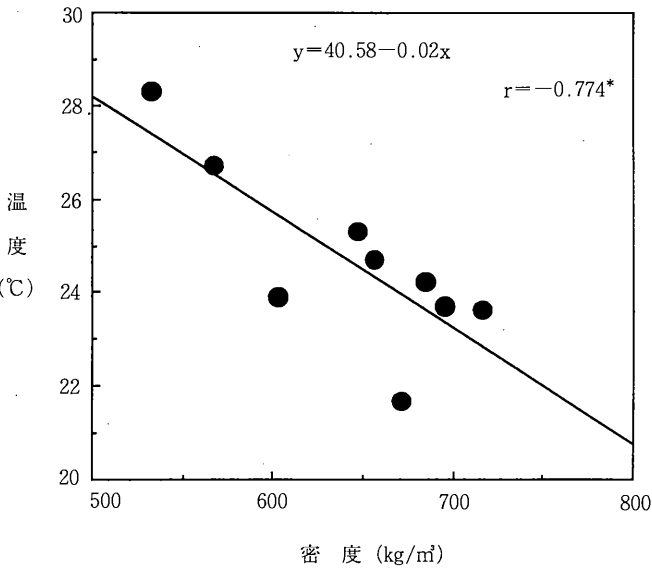


図1. サイレージの密度と温度の関係（B農場）

サイレージ容積重の実態とその推定法

高木正季

Estimation of Measuring Methods, Research on
the Actual Condition of Silage Density
Masasue TAKAGI

緒 言

サイレージの容積重、いわゆる「密度」はサイレージ調整における最も基礎的な要素の1つであり、現場では貯蔵量を把握するためにも不可欠である。しかし、その判断は勘に頼っているのが実状であり、数量的な把握はほとんどなされていない。そこで思いついた幾つかの簡易推定方法についてテストするとともに、密度を中心に天北地方におけるサイレージの実態について調査した。

材料及び方法

試みた簡易推定法は6種類（採寸法、注水法、ドリル法、杵取法、円筒法、貫入抵抗法）であり、この中から有望と思われた採寸法、注水法、ドリル法を選定し基準値と比較した。基準値はバースケール秤量値とした。

《基準値》：サイレージカッターで0.5～1 t程度に切り出したサイレージブロックをバースケールで秤量、1 m³当たり容積重を求めこれを密度の基準値とした。

《採寸法》：ヘーナイフで200 m³（22×30×30）程度の方形にサイレージを切り出し、その量重と、物差しで測定したサイレージ取り出し穴の容積から密度を算出。

《注水法》：サイレージを取り出した穴にポリ袋を装着、そこに注いだ水の量を以て容積を求め密度を算出。

《ドリル法》：ドリルに装着したサンプラー（内径70mm×長さ260mm）でサンプリング。サンプリング穴の深さとサンプル重量から密度を算出。

以上の調査は全て同一サイレージブロックを材料として実施し、採寸法と注水法は2回（点）、ドリル法は5回（点）の平均値を以て標準値と比較した。一方、サイレージ実態調査は貯蔵タイプ別、部位別に行った。

結 果

(1) バースケール秤量値と簡易推定法の関係

バースケール秤量値に対する推定値の相関係数は、注水法、採寸法、ドリル法の順に0.908、0.789、0.687で、注水法が5%水準で有意な相関を示した。同じくバースケール秤量値を100とした各推定法の指数は、前述の順に98、94、88、その標準偏差は同じく5.7、8.7、10.0であった。以上の結果から注水法が推定精度において優れていると判断した。また、他の方法についても何らかの工夫により精度を向上できるものと推察し

た。

(2) 天北地方のサイレージの実態

表1. 調製タイプ別サイレージ容積重、水分およびpH

調製タイプ	原物 (kg/m ³)	乾物 (kg/m ³)	水分 (%)	pH	n
タ ワ ー	672±132	182±40	72.5± 4.9	4.3±0.4	19
バン カ ー	647±165	192±51	69.9± 7.3	4.3±0.4	33
スタ ッ ク	600±150	159±43	73.4± 5.7	4.6±0.8	22
ロールラ ッ プ	365± 80	183±27	49.9±10.8		62
天北地域 1992～1995					

天北地方のサイレージの実態を平均値をもって比較すると、4つの調製タイプ間に次のような関係が見られた（表1）。《現物容積重》：タワー>バンカー>スタック>ロールラップ、《乾物容積重》：バンカー>ロールラップ>タワー>スタック、《水分》：ロールラップ<バンカー<タワー<スタック、《pH》：タワー＝バンカー<スタック、以上の結果、水平サイロの密度やpHは、従来のイメージとは異なりタワーサイロに比べ劣っていない。また「サイロ内の密度は下部に向かって高まる」傾向が全体的に確認できたが、個別、部位別データは必ずしも整然としていない実態を示した（図1）。

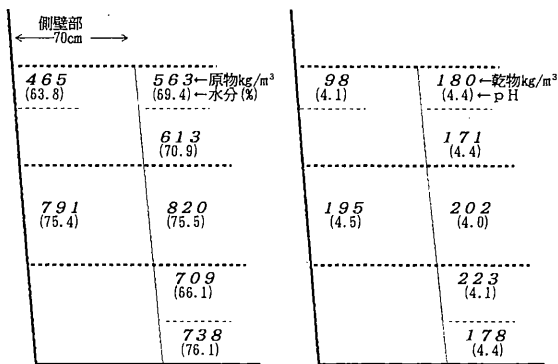


図1. バンカーサイロにおける部位別容積重、水分およびpH

考 察

サイレージの密度は、結果としてよりも調製作業時に必要な情報であり、そのために実用的な測定法の普及が望まれる。注水法は密度の把握が勘に頼らざるを得ない現状において、大方の農場にあると思われる用具で実施できる推定法の一つとして利用価値があると考ええる。

この調査は平成4年より4ヵ年にわたり、宗谷、留萌、管内農業改良普及センターの協力を得て実施した。ここに協力いただいた関係各位に対し深謝する。

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

近赤外分析によるチモシー1番草 サイレージの化学成分の推定

石栗敏機

Prediction of composition in first cut timothy
silage by near infrared reflectance spectroscopy

Toshiki ISHIGURI

緒 言

近赤外線反射率測定法による粗飼料分析事業（いわゆるフォーレージテスト）は北海道では15年前から府県にさがけて農業団体、種苗会社などが開始し今日に至っている。しかし、道内の国公立の試験場では近赤外分析による粗飼料分析の検討の仕事はこの間手が付けられなかったと言っている状況にある。

今回、フジヤ矢野科学株式会社ならびに株式会社ニレコのご厚意でNIRシステムズ社製の粗飼料分析用の51A、N300およびNSASのソフト等の供試をいただき、近赤外分析が可能となった。そこで、粗飼料分析へのどっかかり的な仕事として近赤外分析の基本的な操作修得と検量線の作成の実施例について報告する。

材料および方法

測定材料として雪印種苗中央研究農場から提供していただいた道内で調製されたチモシー1番草サイレージ50点を用いた。

試料の粉碎はワイヤーの粉碎器で1mmに粉碎後、0.5mmスクリーンのサイクロテックでさらに粉碎した。

これらの風乾試料について常法により水分、粗蛋白質、ADFの分析を行い、水分以外の成分は乾物中パーセントで表示した値を用いた。

結果および考察

風乾後試料調製したサイレージの成分含有率は範囲（%）、平均値（%）、変動係数（%）の順にそれぞれ、水分：7.3～13.6、10.3、13.4、粗蛋白質：5.8～16.7、10.4、23.2、ADF：31.2～43.1、37.3、7.2であった。

30点のサイレージを用い検量線の作成を行った。水分の測定には第三波長まで2,300、1,660、2,190nm、粗蛋白質の測定には第二波長まで2,160、2,030nm、ADFの測定には第二波長まで1,610、1,750nmの波長を組み合わせた。二次微分処理をして求めた検量線は前記の波長の順に水分＝ $7.0 - 930.1K_1 - 3,241.3K_2 - 2,302.7K_3$ 、粗蛋白質＝ $19.8 + 2,920.5K_1 + 1,368.4K_2$ 、ADF＝ $27.8 - 17,027.5K_1 - 399.2K_2$ とした。

推定に用いた重回帰式の推定精度は水分、粗蛋白質、ADFの順に重相関係数は0.80、0.99、0.89、SECは0.60、0.39、1.07であった。

この検量線を作成する作業を日を改めて同じ試料を用いて実施したが、コンピューターが自動的に選択する波長で第一波長

はおおむね一致していたが、以降の波長は若干異なる場合が多かった。

検量線作成のための標準試料30点は粗蛋白質含有率で最大値から最小値までの間にできるだけ均一に分布するように配慮して選んだ。一番草では生育ステージが進むにつれて粗蛋白質含有率は低下し、ADF含有率は上昇する関係にあることから、ADFの含有率を用いた標準試料の選定は行わなかった。しかし、ADF推定のための検量線の作成には別個にADFの含有率別に選抜して標準試料を準備したほうが精度があがるのかもしれないが、この検討は行わなかった。

残りの20点のサイレージを用いて作成した検量線の推定精度を調べた。実測値と推定値の間には水分、粗蛋白質、ADFの順に単相関係数は0.82、0.93、0.82、SEPは0.63、0.81、1.63であった。

粗蛋白質は精度良く測定が可能ながことが分かったが、水分、ADFでは若干推定精度が低下した。

NSAS V. 3.14でプリントアウトされた例として図1にスペクトルの表示を示した。破線は草刈りの、実線は遅刈りのサイレージの例である。図2に作成した粗蛋白質の検量線で推定したNIR計算値と手分析した値との分布を示した。

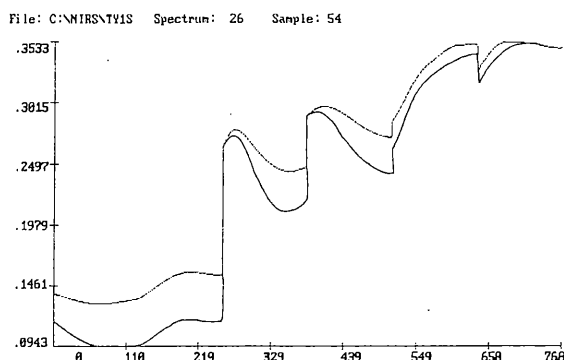


図1. スペクトルの表示例：破線は早刈り、実線は遅刈りサイレージの例

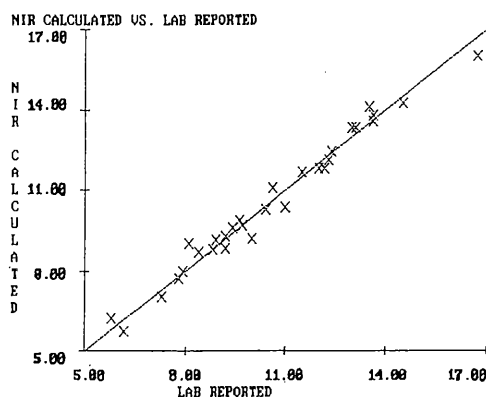


図2. 粗蛋白質のNIR推定値と手分析値との分布図の例

北海道立新得畜産試験場 (081 上川郡新得町)

Shintoku Anim. Husb. Exp. Stn., Shintoku-cho Hokkaido 081

倒伏および採種時期がペレニアルライグラスの
種子生産に及ぼす影響

佐藤尚親・大原益博・佐藤公一

Effect of Lodging and Seed Harvesting Stage
on Seed Production of Perennial Ryegrass,
Narichika SATO, Masuhiro OHARA, Kouichi SATO

緒 言

ペレニアルライグラスは出穂始以降の倒伏が著しく、また種子が脱粒しやすいため採種量のロスおよび発芽率の低下が懸念される。そこで、倒伏の有無、開花後の採種時期および品種系統の3要因が採種量および発芽率に及ぼす影響について検討した。

材料および方法

供試草地は平成6年6月6日に畦幅0.6mの冬播、播種量100g/aで播種した2年目草地を用いた。処理は主区として倒伏を防止した区(畦間にアングルを立て、アルミのポールとナイロン紐で棚伏した。以下、倒伏防止区とする)および無処理区(以下、無防止区とする)を設け、副区として採種時期が開花後3週間目の区(以下、3週間目区とする)および開花後4週間目の区(以下、4週間目区とする)を設けた。更に細区として「天北1号」、「天北2号」、「天北3号」、「リベール」、「フレンド」および「フレンド」を播種量200g/aで播種した区(以下、「フレンド2倍」区とする)の6処理を設け、各処理3反復の試験区を設定した。施肥量は早春にN、P₂O₅およびK₂Oをそれぞれ0.5、0.38および0.5kg/a施用した。播種方法は中生および晩生の群に分けて穂を刈取った(表1)。4週間目は3週間目刈取りから1日おきに穂を振り、脱粒を防いだ。振り集めた種子は後で脱穀種子と合わせた。刈取った穂を温室内で約1月乾燥後、脱穀精選を行った。

結果および考察

各処理における採種量、発芽率、千粒重および出穂茎数を表2に示した。

採種量は倒伏防止区が倒伏区より多く、開花後3週間目が4週間目より多かった。品種・系統間では「天北1号」、「天北2号」および「フレンド」の晩生品種・系統の採種量が「天北3号」および「リベール」の中生品種・系統の採種量より少なかった。このことは品種・系統間における出穂茎数についても同様の傾向を示し、晩生品種・系統が採種性が劣ることを示唆するものである。一方、品種・系統の採種量については採種時期と交互作用があり、種子の登熟速度についての検討が必要と考えられる。

発芽勢および発芽率は倒伏防止区は無防止区より発芽率が高

く、播種時期については差が認められなかった。品種・系統間では「天北2号」の発芽勢および発芽率がやや高かった。しかしながら、いずれの品種・系統も発芽率は90%以上を確保することができ、差は小さかった。

千粒重は倒伏防止区が無防止区より重く、脱粒の影響が大きいことが推察される。採種時期については4週間目の千粒重が3週間目の千粒重より重かった。品種・系統間では中生品種・系統が重く、晩生品種・系統が軽い傾向が認められた。このことについても品種・系統の熟期と種子の登熟速度の関係について検討が必要と考えられる。

結果を要約すると以下の通りとなる。

- 1. 播種量のロスを防ぐために倒伏の防止が必要である。
- 2. 播種時期は開花後3週目の播種量が多かったが、品種・系統間と交互作用があり、品種・系統の熟期と種子の登熟速度の関係について検討が必要と考えられる。
- 3. 晩生品種は採種性が劣る傾向がある。

表1. 供試品種・系統の出穂、開花および播種月日

品種・系統名	出穂始 6月の日	開花期 7月の日	3週間目 播種月日	4週間目 播種月日
「天北1号」	17	11	7/31	8/7
「天北2号」	13	9	7/31	8/7
「天北3号」	6	4	7/24	7/31
「リベール」	7	4	7/24	7/31
「フレンド」	16	11	7/31	8/7
「フレンド2倍」	16	11	7/31	8/7

注) 網掛けは中生品種・系統。

表2. 倒伏、採種時期および品種・系統が採種量、発芽率、千粒重および出穂茎数に及ぼす影響

処理名	播種量 (g/㎡)	発芽勢 (5日目%)	発芽率 (7日目%)	千粒重 (g)	出穂茎数 (本/㎡)
倒伏防止区	111	65	94	3.32	1,273
無防止区	87	48	91	3.23	1,230
有意性	**	**	**	**	ns
3週間目区	107	57	92	3.19	1,245
4週間目区	92	55	93	3.36	1,258
有意性	**	ns	ns	**	ns
「天北1号」	77	54	92	2.98	1,208
「天北2号」	87	63	95	3.11	1,235
「天北3号」	112	50	92	3.53	1,504
「リベール」	117	52	92	3.58	1,418
「フレンド」	105	58	92	3.23	1,100
「フレンド2倍」	97	59	93	3.22	1,044
有意性	**	**	**	**	**
LSD (5%)	8.1	6.6	1.8	0.091	110.0
交互作用					
倒伏×採種時期	ns	ns	ns	ns	ns
倒伏×品種・系統	ns	ns	ns	ns	ns
品種・系統×採種時期	**	ns	ns	ns	ns
倒伏×採種時期×品種	ns	ns	ns	ns	ns

注) 網掛けは中生品種・系統。

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

チモシーを基幹とする採草地の草種構成に 対する窒素減肥効果

松本武彦*・木曾誠二**・能代昌雄***

The effect of nitrogen fertilizer reduction on
botanical composition of Timothy
(*Phleum pratense* L.) dominant meadow
T. MATSUMOTO*, S. KISO**, and M. NOSHIRO***

緒 言

道内で広く栽培されている、チモシーを基幹とした混播草地では、マメ科牧草を良好に維持することが重要であり、「北海道施肥標準」では、混播草地をマメ科牧草混生割合により30%以上の植生区分1から、5%未満の植生区分4まで4つに類型区分し、それに対応した窒素施肥量が設定されている。

根室管内における肥料銘柄の出荷割合をみると、管内では植生区分3（マメ科牧草混生割合15～5%）に対する施肥を行っている割合が高いことがうかがわれたが、その窒素施肥量は目標収量の確保が目的であり、低下したマメ科牧草の回復を目的とはしていない。そこで、マメ科牧草の回復と良好な草種構成を長期間維持するための窒素施肥量について検討を行った。

材料および方法

供試草地は、チモシー「センボク」、アカクロバ「レッドヘッド」、シロクロバ「カリフォルニアラジノ」を混播し造成後7～9年を経過した採草地（植生区分3）で、①根室管内の平均的な施肥量として、年間に $N-P_2O_5-K_2O-MgO$ を9.1-9.5-13.1-2.9kg/10a施用する慣行区、②北海道施肥標準に準拠し、前年1番草の草種構成に基づいて窒素施肥量を決定する改善区、③マメ科牧草の回復のため窒素を減肥し、毎年の窒素施肥量を4kg/10aとした窒素減肥区の3つの処理を設けた。なお、改善、窒素減肥区における窒素以外の成分については $P_2O_5-K_2O-MgO=10.0-22.0-4.0$ kg/10aを基準に土壌診断に応じて施肥量を増減し、調査は1987～93年の7ヶ年にわたって行った。

結果および考察

1. 年間乾物収量指数の推移

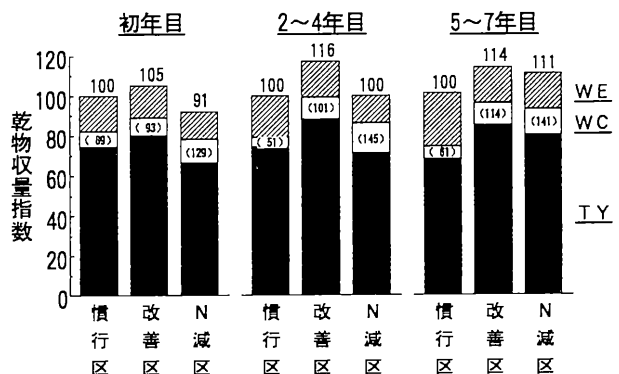
年間乾物収量の推移を慣行区の収量を100とした指数で、処理開始当年、2～4年、5～7年の平均に分けて図1に示した。処理開始初年目の窒素減肥区では91と慣行区を約10%、改善区を14%下回った。草種別にみるとチモシーの乾物収量は慣行区に対し11%、改善区には18%と大幅な減収が認められた。これは、減肥した窒素を補うのに十分な窒素が窒素固定により確保されなかったことが要因であろう。しかし、窒素減肥区におけるマメ科牧草の乾物収量は、他区に比べて40%程度増加しており、その回復が明らかに認められた。次に、処理後2～4年の平均をみると、窒素減肥区の収量は、改善区には及ばないものの、慣行区とは同等になり、処理後5～7年の平均では、改善

区との差がかなり少なくなった。また、処理開始初年目には他区を大きく下回っていたチモシー収量もマメ科牧草の回復が進むにつれ徐々に増加する傾向がみられた。

2. 草種構成の推移

処理開始後の草種構成の推移を図2に示した。チモシーの混生割合については処理間の差が不明瞭であるが、マメ科牧草混生割合は1、2番草とも窒素減肥区>改善区>慣行区の順に高い傾向が認められた。また、マメ科草の混生割合は慣行区では経年的に低下し、改善区では10%前後ではほぼ安定したのに対し、窒素減肥区では処理後3～4年で20%前後まで回復した。一方、地下茎型イネ科草の割合をみると慣行区では年数の経過に伴い地下茎型イネ科草の混生割合が高まるのに対し、改善区と窒素減肥区ではマメ科草混生割合が比較的高く維持され、地下茎型イネ科草の侵入が抑制されていることがうかがわれた。

以上のことから、マメ科牧草混生割合が5～15%に低下した混播草地において、施肥当年の収量を高めるためには草種構成に応じた窒素施肥が効果的であったが、長期的な視点から見るとマメ科牧草の生育を若干抑制する傾向が認められた。一方、窒素減肥区は改善区に比べると乾物収量で若干の減少が認められたが、マメ科牧草混生割合は15～30%に回復し、その後も改善区と比べて明らかに高く推移し、地下茎型イネ科草の侵入を抑制する効果も認められ、良好な草種構成を長期間維持する手段として有効であった。



図中（ ）内はマメ科牧草収量kg/10a

図1. 年間乾物収量指数の推移

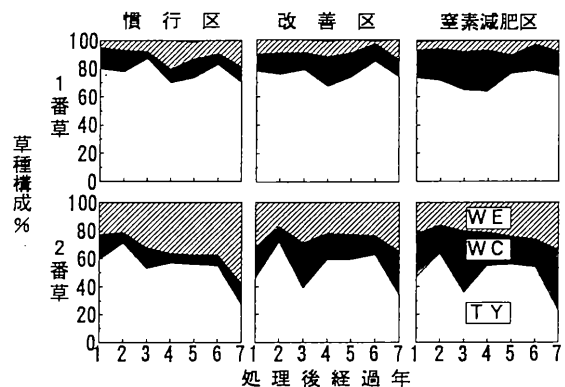


図2. 草種構成の推移

*北海道立根釧農業試験場 (086-11 標津郡中標津町)

**北海道立天北農業試験場 (098-57 枝幸郡浜頓別町)

***北海道立北見農業試験場 (099-14 常呂郡訓子府町)

*Konsen Agric. Exp. Stn. Nakashibetsu, 086-11

**Tenpoku Agric. Exp. Stn. Hamatonbetsu, 098-57

***Kitami Agric. Exp. Stn. Kunneppu, 099-14

日高地区の軽種馬用草地土壌調査事業の取り組みと
その中における銅、亜鉛について

石田義光・梶 孝幸*

Grassland Soil Survey Works and Copper and Zinc
Concentrations in Soils and Grasses of Horse
Breeding Farms in Hidaka District, Hokkaido
Yoshimitsu ISHIDA, Takayuki KAJI*

財団法人軽種馬育成調教センター（略BTC）では軽種馬用
草地土壌調査事業を平成4年から行っており、日高地区におけ
る取り組みを紹介する。

1. 目的と本事業の取り組み

この事業の目的は、生産牧場が給与している牧草の一般成分、
ミネラル及び微量要素の含有量や、それを生産している土壌の
養分を分析し、「強い馬づくり」のための飼料給与、草地の肥
培管理に役立ててもらうことである。

事業の主体は、軽種馬育成調教センターである。分析は、十
勝農協連に依頼している。

日高管内では、各町に町、農協、普及センターで組織する分
析推進協議会を設立し、事業の推進を行っている。普及センタ
ーは、データに基づき肥料設計をし、肥培管理の指導を行って
いる。

分析にかかる費用は、BTCが負担し、生産牧場は無料で分
析をうけることができる。

次に分析項目を紹介する。

牧草は、一般分析10項目のほか、無機成分はセレン、コバル
トを含む12月項目、その他の成分として、アミノ酸がリジン、
メチオニン、ビタミン類がAとE、サイレージ発酵品質である。

土壌は、定性分析3項目、定量分析は、熱水抽出窒素を含め
9項目、微量要素は、全含量7項目、可溶性含量は、Mn、Cu、
Zn、Niの4項目である。

2. 事業における分析結果の考察及び活用

軽種馬の飼養管理に注意を要するデータが出たので紹介す
る。

94年、704点の牧草分析の結果、銅、亜鉛、セレンが、NRC
の飼養標準、成馬の維持栄養量を満たす含有率に満たないもの
が多いことである。

銅の維持の要求量を満たす含有率は、10ppmだが、ほとん
ど満たしていない。(図1)

亜鉛の維持の要求量を満たす含有率は、40ppmだがほとん
ど満たしていない。(図2)

いずれもサプリメントでの補給が必要と考えられる。

土壌についても、94年、541点の分析結果から、可溶性の銅、
亜鉛、マンガンがやや低い傾向にあった。

分析点数は、平成5年が牧草354点、土壌446点の計800点、
平成6年が牧草729点、土壌541点の計1,270点となった。

分析結果は、牧草分析結果報告書、土壌診断票、施肥設計票
により生産牧場に送付され、生産者を交えた成績検討会も行っ
ている。

また日高管内改良普及員畜産部会では、この事業のデータを
基に、軽種馬用草地の施肥基準を専技、試験場と検討し、新た
に設定しなおし、それにもとづいた肥料をホクレンの銘柄に加
えた。

3. 今後の課題

(1) 土、草、馬の関連をみるため日高管内12牧場で、定点分
析を平成6年から行っており、堆肥、濃厚飼料も分析対象
としている。

将来配合飼料や添加剤、栄養剤、馬の血液も分析し、馬
の生産の名段階における栄養素の流れをつかまむことによ
り、草地改善、及び飼料給与改善に役立てたい。

(2) 軽種馬飼養には、基準となるデータがないので本事業の
分析値をデータベース化し、基準値作りを期待している。

(3) 分析値によりソイルマップ、ミネラルマップを作成し、
地域指導に役立てたい。

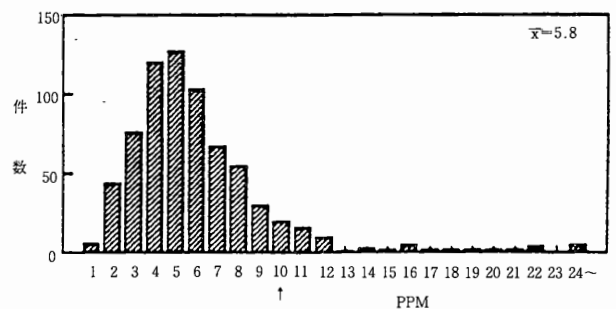


図1. 牧草中の銅含量

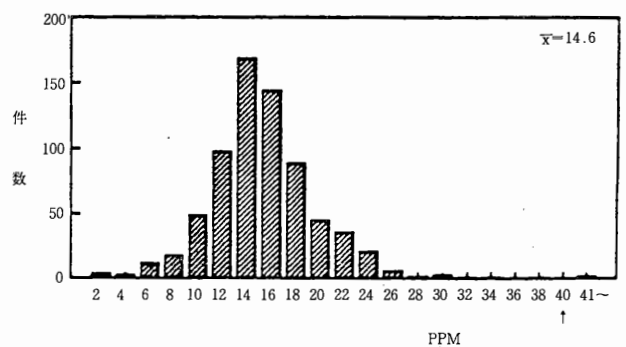


図2. 牧草中の亜鉛含量

注) ↑ NRC成馬の維持栄養量を満たす含有率

東胆地区農業改良普及センター (054 鶴川町)

*十勝農協連 (080 帯広市)

Higashiiburi Agr. Experiment C., Mukawa 054

*Tokachi Federation of Agr. Coop., Obihiro 080

中国・黒龍江省及び新疆ウイグル自治区における 草地利用形態と土壌の科学的性質との関係

上原有恒*・花田正明*・岡本明治*・池滝 孝*
中島和彦**・王淑華***・李建龍****・大久保正彦*****

Relation of grassland utilization pattern and soil
chemistry in Heilongjiang and Xinjiang, China,
Aritsune UEHARA*, Masaaki HANADA*,
Meiji OKAMOTO*, Takashi IKETAKI*,
Kazuhiko NAKASHIMA**, WANG SHu Hua***,
Li, Jian Long****, Masahiko OKUBO*****

緒 言

中国・黒龍江省及び新疆ウイグル自治区における牧畜は、主に自然の草地を利用する事の特徴としている。しかし、近年では草地のアルカリ化や砂漠化が問題となっている。日本と比較し降水量が少なく、施肥など人工的な管理を行わないこのような地域では、pHや塩類及び水分含量などの土壌の性質が植物の生育の制限要因となっており、適切な草地の利用形態は土壌の性質によって異なると考えられる。

そこで、土壌の性質がどのように草地の利用形態に影響を与えているかを明らかにするため、草地の利用形態と土壌の化学的性質との関係を調べた。

材料および方法

調査は中国・黒龍江省及び新疆ウイグル自治区において1995年7月19日から8月19日まで行った。黒龍江省では採草地と放牧地で、新疆ウイグル自治区では春草地、夏草地、秋草地、冬草地に於いて、層別に土壌サンプルを採取した。

分析項目及び分析方法は次の通りである。土壌pH (H₂O)、塩基成分含量(Ca+Mg+K)、塩基飽和度、土壌有機物含量 (強熱減量法)、リン酸吸収係数 (ブレイ第2法)、塩基置換容量 (CEC)。

結果および考察

黒龍江省では放牧地の土壌pHは採草地に比べ高かったが、土壌層位間では大きな差は見られなかった(表1)。これに対し、新疆ウイグル自治区では草地区分による土壌pHの顕著な差は見られなかった。また、土壌層位置においても顕著な差は見られなかった(表1)。

黒龍江省では草地区分による塩基飽和度には違いが見られなかったが、塩基成分含量に違いが見られ、採草地は放牧地に比べ倍近い値を示した(表2)。これに対し、新疆ウイグル自治区では塩基飽和度は春草地において最も高かった。しかし塩基成分含量は草地区分による大きな違いは見られなかった(表2)。

有機物含量は、黒龍江省では採草地8.4%、放牧地4.1%であり、放牧地は採草地に比べ倍近い値を示した(表2)。新疆ウイ

グル自治区においては草地区分による違いは見られなかった(表2)。

リン酸吸収係数は、黒龍江省では採草地は放牧地に比べ4倍以上の値を示した(表2)。新疆ウイグル自治区においては春草地で最も低く、冬草地で最も高かった(表2)。

黒龍江省では、草地の利用形態の違いによって土壌の化学的性質に差が見られた。リン酸吸収係数やCECの値を見ると草地区分によって土壌の性質に違いがあることがわかる。pHが高く、塩基飽和度の高い土地を放牧地として利用しており、土壌の性質によって草地の利用形態が変わっている。しかし今後の放牧の管理方法によっては、現在見られる土壌のアルカリ化など、さらに草地の生産性が悪化することも考えられる。

新疆ウイグル自治区では、草地区分の違いによって土壌の性質に違いはあまり見られなかった。草地の区分は土壌の性質よりむしろ、雪解けの時期や地形など、他の要因の影響を受けていると考えられる。しかし、春草地のCEC、塩基飽和度を見ると、土壌の塩基保持力以上に塩基成分が存在し、今後の環境条件の変化によっては、草地の生産性が悪化すると推察される。

表1. 各草地区分における層位別の土壌pH

調査地点	草地区分	土壌層位 (採土深)		
		表層 (5 cm)	中層 (20 cm)	下層 (40 cm)
黒 龍 江 省	採草地	7.4	7.2	—
	放牧地	9.2	8.9	—
新疆ウイグル自治区	春草地	8.0	8.2	—
	夏草地	8.4	8.7	8.7
	秋草地	8.4	8.4	8.8
	冬草地	8.3	8.8	9.8
北海道 (十勝)	放牧地	5.2	—	—

上原有恒ら (帯広畜産大学)

表2. 各草地区分における土壌の化学的性質

調査地点	草地 区分	塩基成分 含量 Ca+Mg+K (g/100)	塩基飽 和 度 (%)	有機物 含 量 (%)	リン酸 吸 収 係 数 (mg/100g)	CEC (me/100 g)
黒龍江省	採草地	800	123	8.4	1,142	30.5
	放牧地	415	197	4.1	270	12.0
新疆ウイグル 自治区	春草地	1,019	344	8.2	885	14.8
	夏草地	1,164	229	11.0	934	25.2
	秋草地	1,278	194	10.2	973	33.1
	冬草地	823	120	9.0	1,005	34.7
北海道(十勝)	放牧地	203	34	14.5	1,385	30.2

上原有恒ら (帯広畜産大学)

*帯広畜産大学 草地学講座 (080 帯広市稲田町西2線)

**北海道立根釧農業試験場 (080-11 標津郡中標津町桜ヶ丘1)

***黒龍江省畜牧研究所 (中国・齊齊哈爾・富拉爾基)

****新疆農業大学 (中国・新疆烏魯木齊市南昌路42号)

*****北海道大学 (060 札幌市北区)

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

**Hokkaido Pref. Konsen Agric. Exp. Stn.

***Prov. Research institute of Animal Science Heilongjiang

****Xinjiang Agricultural Univ.

*****Hokkaido Univ.

放牧草地の植生変化に及ぼす放牧圧と施肥の影響（予報）

手島茂樹・池田哲也・小川恭男・高橋 俊*

Effects of stocking rate and fertilizer application on changes in the vegetational composition of pasture

Shigeki TEJIMA, Tetsuya IKEDA, Yasuo OGAWA and Shun TAKAHASHI*

緒 言

日本における草地植生は二次植生であり、土壌や生物要因によりさまざまに変化する。例えば沼田は、日本中の放牧と採草に利用されている野草地の植生タイプを優占種で分類し、道南地域を除く北海道では、採草ではササ型、放牧ではケンタッキーブルーグラス型になるとしている。しかし、シバ型やススキ型などと分類しても、実際には、各タイプの中間的なものもいろいろ存在する。また、このようなさまざまな草地植生は、播種、施肥及び放牧など人為作用の有無、あるいは程度の差などにより変化していく。

そこで著者らは、放牧草地の植生変化に及ぼす放牧圧と施肥の影響を解明することを目的として、本研究を今年（1995年）から開始した。

材料及び方法

試験地は、北海道農業試験場内の放牧草地で、試験地の面積は約2haとした。この草地は、1967年に簡易耕起造成された放牧草地で、造成時には、オーチャードグラス、ケンタッキーブルーグラス、トールフェスク及びシロクロローバなどが播種され、それ以降放牧利用されてきたが、部分的な更新も含めて草地の来歴は様ではなく、現在は多様な草地植生となっている。

処理区は、窒素施用量を3水準、放牧圧を3水準設け、相互に組み合わせて設定した。しかし、このうち、N0kg区は200CDと400CDの2水準、N8kg区は400CDと600CDの2水準とし、N4kg区だけが200CDと400CDと600CDの3水準としたため、処理区は合わせて7処理区であった（表1）。

放牧方法は、黒毛和種繁殖牛3頭を1群として2群用意し、各処理区ごとに設定した7牧区を、3牧区と4牧区に分けてそれぞれ輪換放牧した。放牧開始は5月中旬とし、終牧は10月中旬とした。

今年度の植生調査法は、試験開始前に各処理区ごとに1m×1mの定置枠を30地点ずつ設け、7処理区合計で210点について、草種ごとの草丈と被度を調査した。

結果及び考察

図1は、定置枠210点中における主要な牧草4草種、すなわちオーチャードグラス、ケンタッキーブルーグラス、トールフェスク及びシロクロローバの被度の頻度分布を示した図である。

オーチャードグラス、ケンタッキーブルーグラス及びシロクロローバの被度の分布は、ほぼ同じような形になり、被度が21～30%の所がピークとなり、そこからゆるやかに減少した。これに対して、トールフェスクは他の牧草に比べて被度が小さく、1～10%の所がピークとなり、それ以上の被度では急激に減少した。しかし、それでも被度が80%の枠も2、3あった。

一方、タンポポはすべての定点で出現し、どこも被度が1%以上あり、播種草種以外で最も多い草種であった。また、その他に目立った草種はハルガヤであり、頻度が少ないながらも、被度が80%に達する枠も存在した。

今年度から開始した本研究は、今後も各定点ごとに同様の調査を継続し、枠ごとの優占種の交代、ならびに放牧草地で生ずる植生変化の速度を定量化するとともに、種々の条件下における草種間の相互関係についても、解析を深める予定である。

表1. 処理区の概要

		窒素施用量 (kg/10a/年)		
放 牧 圧		0	4	8
	200CD区	○	○	×
	400CD区	○	○	○
	600CD区	×	○	○

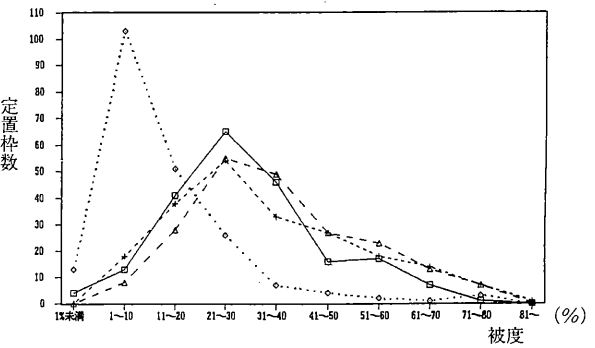


図1. 試験草地における播種牧草の被度の頻度分布

農林水産省 北海道農業試験場 (062 札幌市豊平区羊ヶ丘)

*農林水産省 草地試験場 (329-27 栃木県那須郡西那須野町)

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

*National Grassland Research Institute Nishinasuno, Tochigi, 329-27

混播放牧草地における草高および冠部被度を用いた
草種別草量推定の可能性

中辻浩喜・野中最子・近藤誠司・大久保正彦

Possibility of estimating the individual herbage
mass of grass and legume using sward height and
crown coverage in mixed pasture

Hiroki NAKATSUJI, Itoko NONAKA, Seiji KONDO,
and Masahiko OKUBO

緒 言

混播放牧草地において、イネ科、マメ科草別の草量、特に、
栄養的な観点から、マメ科草量を正確に把握することは非常に
重要である。しかし、これまで草種別草量推定に関する報告は
ない。混播放牧草地におけるマメ科草の割合を示す指標として、
従来から冠部被度が用いられてきている。この指標は、草地の
維持管理状態や栄養状態の目安として利用されているが、マメ
科草量自体との関係は必ずしも明らかになっていない。

そこで本報告では、混播放牧草地におけるイネ科、マメ科草
の草高および冠部被度とそれぞれの草量との関係を明らかにし、
草種別草量推定の可能性について検討した。

材料及び方法

1994年5～10月に実施した、既報（日草50回大会、1995）の
泌乳牛による時間制限放牧下の試験において、草高および冠部
被度とともにイネ科、マメ科草別の草量測定を行った68回の草
地調査データを解析した。

供試草地は、1992年度春に播種し、1993年度から放牧試験に
用いた。造成当初はオーチャードグラス主体マメ科草混播草地
であったが、放牧条件の関係から、本報告における造成3年目
の1994年度では、ペレニアルライグラス主体シロクロバー混
播草地の様相であった。

解析に用いたイネ科、マメ科草の草高、冠部被度およびイネ
科、マメ科草各々の草量の平均値とデータの範囲を表1に示し
た。放牧地としては、比較的短草利用（草高：イネ科 19.5cm、
マメ科 12.9cm）であり、マメ科草の割合が高かった（マメ科
被度：53.2%）。

結果及び考察

イネ科草量は、草高および冠部被度×草高と有意な正の相関
関係（ $P < 0.01$ ）が認められたが、冠部被度との関係は有意で
はなかった。マメ科草量は、草高、冠部被度および冠部被度×
草高とも有意な正の相関関係（ $P < 0.01$ ）が認められた。

草量を従属変数Y、冠部被度および草高を独立変数 X_1 およ
び X_2 として回帰分析を行い、それら回帰式とその寄与率を表
2に示した。イネ科草量と草高との関係は、1次回帰にくらべ
2次回帰でやや寄与率が上昇し、その値は60%となった。また、
冠部被度および草高の両者を用いて重回帰分析を行ったとこ

ろ、その寄与率は、草高のみの場合と同様の値の60%となった。
従って、イネ科草では、草高のみ、もしくは草高と冠部被度の
両者を用いることにより、60%程度の寄与率での草量推定が行
えることが示された。

マメ科草量と冠部被度のみ、または草高のみとの関係は、1
次回帰に対して2次回帰および対数回帰でも寄与率は上昇せ
ず、その値は、冠部被度で27～33%、草高で40～46%と低い値
であった。しかし、冠部被度および草高の両者を用いた式、す
なわち、冠部被度と草高の積を用いた式および冠部被度、草高
との重回帰式では、その寄与率は、54～55%まで上昇させる
ことができた。従って、マメ科草では、冠部被度および草高の両
者を用いることにより、55%程度の寄与率での草量推定が行
えることが示された。

今後、さらに草量推定の寄与率を向上させるためには、冠部
被度と草高との関連をイネ科、マメ科それぞれについて、およ
びイネ科、マメ科間相互について明らかにし、それらの関係を
考慮した解析を行う必要がある。

表1. 冠部被度、草高および草量（n=68）

		平均	SD	最小～最大
冠部被度 (%)	イネ科	44.2	15.6	10.0～ 85.0
	マメ科	53.2	16.8	15.0～ 90.0
草 高 (cm)	イネ科	19.5	8.6	8.2～ 51.3
	マメ科	12.9	4.6	5.0～ 25.6
草 量 (gDM/m ²)	イネ科	93.9	43.1	21.0～224.3
	マメ科	38.6	29.8	9.0～154.0
	全 体	132.5	64.8	39.1～322.7

表2. 冠部被度（%、 X_1 ）、草高（cm、 X_2 ）および冠部被度
×草高（%・cm、 $X_1 \cdot X_2$ ）と草量（gDM/m²、Y）
との関係

(イネ科)	
・草高 vs. 草量	$Y = 20.41 + 3.77X_2$ ($R^2 = 0.57$)
	$Y = -17.97 + 7.14X_2 - 0.06X_2^2$ ($R^2 = 0.60$)
	$Y = -155.35 + 86.18(1/n X_2)$ ($R^2 = 0.58$)
・(冠部被度×草高) vs. 草量	$Y = 38.27 + 0.07X_1X_2$ ($R^2 = 0.42$)
・冠部被度、草高 vs. 草量	$Y = -5.24 + 0.51X_1 + 3.94X_2$ ($R^2 = 0.60$)
(マメ科)	
・冠部被度 vs. 草量	$Y = -14.17 + 0.99X_1$ ($R^2 = 0.31$)
	$Y = 16.92 - 0.33X_1 + 0.01X_1^2$ ($R^2 = 0.33$)
	$Y = -129.15 + 42.83(1/n X_1)$ ($R^2 = 0.27$)
・草高 vs. 草量	$Y = -17.25 + 4.33X_2$ ($R^2 = 0.45$)
	$Y = 0.19 + 1.58X_2 + 0.10X_2^2$ ($R^2 = 0.46$)
	$Y = -87.36 + 50.57(1/n X_2)$ ($R^2 = 0.40$)
・(冠部被度×草高) vs. 草量	$Y = 0.95 + 0.55X_1X_2$ ($R^2 = 0.55$)
・冠部被度、草高 vs. 草量	$Y = -36.23 + 0.58X_1 + 3.41X_2$ ($R^2 = 0.54$)

北海道大学農学部 (060 札幌市北区)

Faculty of Agriculture, Hokkaido University, Kita - ku,
Sapporo 060

放牧草地の利用方法の違いが牧草の茎数密度に及ぼす影響

佐々木章晴・佐野純子・折橋秀夫
花田正明・岡本明治

Effect of difference of grazing system on plant
population in pasture.

Akiharu SASAKI, Junko SANO, Hideo ORIHASI,
Masaaki HANADA, Meiji OKAMOTO

緒 言

草地の生産量を増加させる方法として、2つの考え方がある。ひとつは、牧草の茎数密度を増加させることであり、もうひとつは、草丈を伸張させ葉身数を増加させることである。

放牧草地では採草地よりも草丈は低く、放牧地の生産量を増加させるためには、牧草の茎数密度を増加させることが有効であると考えられる。

一般に放牧利用は、採草利用よりも草地の牧草の茎数密度は高いといわれている。その理由として、放牧利用では採草利用よりも草地の地表部に光が良く届くためと考えられている。そこで、草地の利用方法の違いによる草地地表面の相対照度への影響、および牧草の密度への影響について検討した。

材料及び方法

試験期間は1995年5月15日から10月27日までとし、ホルスタイン雌育成牛10頭を1日1牧区として輪換放牧した。1牧区面積は10aとした。供試草地はOG、WC混播草地（以下OG草地）及びMF、WC混播草地（以下MF草地）とした。OG草地、MF草地ともに、利用形態および輪換間隔の違いにより、短期輪換放牧区（GS区）長期輪換放牧区（GL区）、短期輪換兼用区（CGS区）、長期輪換兼用区（以下CGL区）、（以下C区）の処理区を設定した。またC区では、6月中旬、8月下旬と10月中旬に、採草利用した。

輪換毎に、乾物草量および地表部相対照度を計測し、イネ科草については、葉部と茎部に分けて乾物重量を測定した。また、試験開始前、7月、9月、試験終了後の4回、イネ科草の茎数及びマメ科草の葉柄数を計測した。

結果及び考察

放牧及び採草利用前の乾物草量は、OG、MF草地ともGS区、GL区、CGS区、CGL区、C区の順で増加する傾向にあった（表1）。

イネ科草の葉部割合は、OG草地では、GS区、GL区の順に増加し、GL区、CGS区、CGL区の順に低下する傾向がみられ、MF草地では、GS区、GL区、CGS区の順に増加し、CGS区、CGL区の順に低下する傾向がみられた（表1）。

地表部相対照度は、OG、MF草地ともGS区、GL区、CGS区、CGL区、C区の順で減少する傾向にあった（表2）。

OG草地におけるイネ科草の茎数は、GS区、GL区の順に増加し、GL区、CGS区、CGL区、C区の順で減少する傾向にあった。

MF草地におけるイネ科草の茎数は、GS区、GL区、CGS区、CGL区の順に増加し、CGL区、C区の順に減少する傾向にあった（表2）。

この様にイネ科草の茎数は、放牧利用回数の増加に従い増加する傾向がみられた。この理由として、放牧利用回数の増加にともない、草地の地表部に到達する光が多くなり（表2）、その結果イネ科草の分けつが促進されたことによるものと推定された。

しかし、放牧利用回数が最も多かったGS区では、他の牧区に比べ相対照度が最も高かったにもかかわらず、イネ科草の茎数は、OG草地、MF草地とも最大値を示さなかった（表2）。

これは、放牧利用回数の増加にともない、イネ科草の葉部割合は減少し（表1）、その結果、貯蔵糖分を低下させて牧草体の活力を低下させ、分けつの新たな伸張が抑制されたものによるものと考えられた。

マメ科草の葉柄数は、OG草地、MF草地ともGS区、GL区、CGS区、CGL区、C区の順で減少する傾向にあり、マメ科草の茎数は、OG草地、MF草地ともに放牧利用回数の最も多かったGS区で最大値を示した（表2）。

これは、放牧利用回数が増加するに従い地表部の相対照度が増加した結果、地表部差し込む光の量が増加し、葉柄の発達を促進したこと（表2）、イネ科草に比べてマメ科草は草丈が低く、葉柄が家畜に採食されにくいことなどが考えられる。

以上をまとめると、イネ科草の茎数、マメ科草の葉柄数ともに放牧利用回数の増加に従い、地表部に光が良く到達するために増加するが、放牧利用回数を増加させすぎると、イネ科草の葉部割合が低下し、イネ科草の茎数は減少すると考えられた。

表1. 放牧利用回数の合計値、利用前乾物草量¹⁾およびイネ科草葉部割合²⁾の平均値

	GS ³⁾	GL ³⁾	CGS ³⁾	CGL ³⁾	C ³⁾
放牧利用回数	14	8	8	5	0
オーチャードグラス草地					
利用前乾物草量 (kgDM/10a) ¹⁾	83.2	105.3	107.6	190.7	330.3
イネ科草葉部割合 (%) ²⁾	77.8	81.4	78.3	73.7	—
メドウフェスク草地					
利用前乾物草量 (kgDM/10a) ¹⁾	54.6	120.2	133.4	265.8	306.6
イネ科草葉部割合 (%) ²⁾	76.3	81.3	82.5	66.7	—

注1) 放牧利用前又は採草利用前の試験期間中の乾物草量の平均値

2) イネ科草の乾物草量に対するイネ科草の葉部乾物量の割合

3) GS: 短期輪換放牧区、GL: 長期輪換放牧区、CGS: 短期輪換兼用区、CGL: 長期輪換兼用区、C: 採草利用区

表2. 地表部相対照度、イネ科草茎数およびマメ科草葉柄数の平均値

	GS ¹⁾	GL ¹⁾	CGS ¹⁾	CGL ¹⁾	C ¹⁾
オーチャードグラス草地					
地表部相対照度 (%)	59.1	50.8	50.7	44.8	33.7
イネ科草茎数 (本/㎡)	1,936.8	1,994.7	1,723.2	1,670.9	1,300.2
マメ科草葉柄数 (本/㎡)	1,657.7	1,095.7	1,179.7	1,027.8	32.0
メドウフェスク草地					
地表部相対照度 (%)	68.0	51.6	45.3	34.0	30.7
イネ科草茎数 (本/㎡)	1,992.4	2,338.5	2,462.0	2,724.7	1,889.0
マメ科草葉柄数 (本/㎡)	1,423.0	901.6	1,103.6	830.0	600.7

注1) GS: 短期輪換放牧区、GL: 長期輪換放牧区、CGS: 短期輪換兼用区、CGL: 長期輪換兼用区、C: 採草利用区

放牧前の草丈が放牧後の草丈および被採食草丈に及ぼす影響

佐野純子・折橋秀夫・佐々木章晴・花田正明・岡本明治

Effect of grass length before grazing on grass length after grazing and grazed length of grass
Junko SANO, Hideo ORIHASHI, Akiharu SASAKI,
Masaaki HANADA and Meiji OKAMOTO

緒 言

放牧後の草丈は放牧家畜による採食量や草地の採食利用率さらには放牧後の牧草の再生と密接に関連しており、放牧後草丈を適切な高さに維持することは、放牧利用における草地の1次生産および2次生産にとって重要であると考えられる。しかし、北海道における主要な放牧用イネ科草種であるメドウフェスク(MF)やオーチャードグラス(OG)について放牧後の草丈に関する情報は少ない。そこで、本試験では、MFおよびOG草地において放牧後の草丈および被採食草丈に影響をおよぼす要因について検討した。

材料および方法

1995年5月22日から10月27日までの159日間、MF主体草地およびOG主体草地に、ホルスタイン種雌育成牛を輪換放牧した。MF、OG草地において1枚区当たり100個体のイネ科牧草に印をつけ、放牧前後の草丈および葉鞘長を測定した。被採食草丈は、放牧前後の草丈の差から求めた。

結果および考察

放牧前の草丈はMF草地で22.1cm、OG草地では24.0cm、葉鞘長はどちらの草種も約6cmで、草丈に対する葉鞘長の割合はMFでは27.1%、OGでは26.1%であった(表1)。また、草量および割当草量も草量による違いはほとんどなく、草量は約115kgDM/10a、割当草量は約37gDM/kgBWであった。

表1. MFおよびOG草地における牧草前の草丈、葉鞘長、草量、割当草量と放牧後の草丈、被採食草丈

	MF		OG	
	平均(最小~最大)		平均(最小~最大)	
放牧前				
草丈, cm	22.1 (7.2~40.8)		24.0 (8.5~45.3)	
葉鞘長, cm	5.8 (2.8~12.4)		6.1 (2.3~12.6)	
葉鞘長/草丈, %	27.1 (18.1~45.9)		26.6 (20.8~50.6)	
草量, kgDM/10a	114.1 (20.0~353.0)		117.7 (50.0~333.0)	
割当草量, gDM/kgBW	36.7 (7.4~100.3)		38.3 (16.2~94.6)	
放牧後の草丈, cm	8.8 (3.3~21.4)		7.6 (3.3~16.0)	
被採食草丈, cm	13.3 (3.5~22.6)		16.4 (5.0~32.3)	

放牧後の草丈はMFでは8.8cm、OGでは7.6cmであり、被採食草丈はMFでは13.3cm、OGでは16.4cmであった(表1)。試験開始直後ではMF、OGともに葉鞘部まで採食されたが、その後の輪換では葉鞘部はほとんど採食されなかった(図1)。

放牧後の草丈および被採食草丈と、放牧前の草丈、葉鞘長および割当草量などとの単相関係数を求めた結果、放牧後の草丈は、どちらの草種とも放牧前の草丈、葉鞘長および割当草量との間に正の相関がみられ、草丈に対する葉鞘長の割合との間には負の相関関係がみられた。また、被採食草丈も、放牧前の草

丈、葉鞘長および割当草量との間に正の相関がみられた。

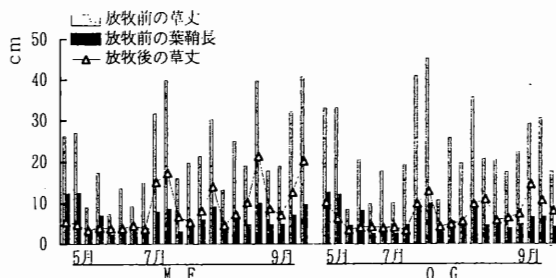


図1. MFおよびOG草地における放牧前の草丈、葉鞘長と放牧後の草丈の推移

目的変数を放牧後の草丈または被採食草丈とし、説明変数として放牧前の草丈、草丈に対する葉鞘長の割合および割当草量を選び重回帰分析を行った(表2)。その結果、目的変数を放牧後の草丈とした場合、どちらの草種も放牧前の草丈の標準偏回帰係数が最も大きい値を示した。また、目的変数を被採食草丈とした場合も同様となった。このことから本試験の条件下では、放牧後の草丈および被採食草丈に対し放牧前の草丈が最も大きな影響を与えていたと考えられた。

放牧前の草丈と放牧後の草丈の間には、MFでは2次の、OGでは1次の回帰式が得られた。

表2. 重回帰分析による標準偏回帰係数の比較

目的変数	草種	標準偏回帰係数			R ²
		草丈 ¹⁾	葉鞘長/草丈 ¹⁾	割当草量 ¹⁾	
放牧後の草丈	MF	1.196	-0.508	0.100	0.876**
	OG	0.649	-0.362	0.501	0.698**
被採食草丈	MF	1.037	-0.272	0.115	0.860**
	OG	1.175	-0.089	0.257	0.931**

** : P < 0.01

¹⁾ 草丈、葉鞘長/草丈、割当草量はいずれも放牧前の値

MF : $Y = 0.0146X^2 - 0.2207X + 4.8972$ $R^2 = 0.851$

OG : $Y = 0.2742X + 1.0207$ $R^2 = 0.570$

以上の式から、OGでは草丈が長くなるにつれ放牧後の草丈は直線的に増加するが、MFでは放牧前の草丈が長くなるにしたがい放牧前の草丈の増加に対する放牧後の草丈の増加量は次第に大きくなることが示された。このため放牧前の草丈と被採食草丈との関係は、OGでは放牧前の草丈の増加に伴い、被採食草丈は直線的に増加したのに対し、MFでは放牧前の草丈が長くなるにしたがい放牧前の草丈の増加に伴う被採食草丈の増加量は次第に減少した。

これらのことからMF、OGともに、育成牛による牧草の採食部位は主に葉身に限られ、放牧後の草丈および被採食草丈に強く影響を及ぼす要因として放牧前の草丈があげられた。しかし、MFとOGとでは放牧後の草丈や被採食草丈に対する放牧前の草丈の影響の程度は異なり、放牧前の草丈が長いとOGよりMFの方が放牧後の草丈は長くなり、被採食草丈は短いことが示され、MFよりOGの方が葉身が切断されやすいと考えられた。

帯広畜産大学 (080 帯広市稲田町)

Obihiro University Agriculture and Veterinary Medicine
(Inada - cho Obihiro 080 Japan)

粗飼料の理化学的性質がめん羊の採食行動
および自由採食量におよぼす影響

小堆信治*・折橋秀夫*・高田淳子*・花田正明*
岡本明治*・出口健三郎**

Effects of Physicochemical Characteristics of Forages
on Feeding Behavior and Voluntary Intake in Sheep
Shinji KOAKUTSU*, Hideo ORIHASHI*,
Junko TAKADA*, Masaaki HANADA*,
Meiji OKAMOTO*, Kenzaburo DEGUCHI**

緒 言

粗飼料の自由採食量は飼料の化学的性質と物理的性質の観点から検討する必要がある。従来、自由採食量の評価は主に飼料の化学的性質や栄養価によってなされていた。一方、飼料の物理的性質は、それをいかなる基準により具体的に表現するかが難しく、近年この観点から研究が強く望まれている。飼料の物理的性質の指標には、飼料の切断長（長さ）やかさ（密度）などが考えられる。飼料の長さおよび化学組織と反芻時間、咀嚼時間および採食量との関係はいくつかの報告で検討されているが、飼料の理化学的性質と採食行動および採食量との関係は明らかにされていない。

したがって、本試験では9種類の粗飼料をめん羊に給与し、飼料の理化学的性質と採食パターンおよび自由採食量との関係について検討した。

材料および方法

供試飼料は、刈取り時期の異なるチモシー1番草乾草2種（6/22刈取り：TYE、7/12刈取り：TYL）、そばがら（BWS）、オーチャードグラス再生草乾草（OG）、麦稈（WS）、6%および3%アンモニア処理麦稈（6%AWS、3%AWS）、アカクロバ（RC）、アルファルファ（AL）の9種類とした。家畜はコリデール種およびサフォーク種去勢羊を供試した。試験期間は1期19日間とし、最初の14日間を予備期、残りの5日間を本期とした。各飼料は牧草切断機を用いて長さ1～5cm程度に切断し、乾物給与量の15～20%の残食ができる量を1日2回（9：00、17：00）に分けて等量ずつ給与した。本期では毎日給与飼料および残食を採取し、乾物摂取量を測定した。水およびミネラルブロックは自由採取とした。飼料の理化学的性質としてCP、NDF、ADF含量ならびに切断長、密度を測定した。密度は空気比較比重計を用いて測定した。本期のうちの1日、9：00～17：00まで採食行動を目視またはポリグラフを用いて測定し採食時間を計測し、各採食期毎に飼料摂取量を測定した。そして、飼料給与後の採食時間（x：分）と累積採食量（y：g/代謝体重（MBS））との関係を直線式 $y = ax + b$ にあてはめ、この直線の傾き（a）を採食速度（gDM/MBS/分）とした。さらに、飼料の給与後、最初の採食期の飼料摂取量を給与直後の採食量（gDM/MBS）とした。

結果および考察

供試飼料のCP含量は6.8～17.3%、NDF含量は47.9%～75.8%、ADF含量は3.0～15.3%であり、切断長は1.45cm～4.43cm、密度は0.91gDM/cm³～1.11gDM/cm³であった。また、代謝体重あたりの乾物摂取量は36.4g/d～78.5g/dの範囲であった。採食速度は、WSの0.09gDM/MBS/分からALの0.25gDM/MBS/分の範囲であり、平均値は0.15gDM/MBS/

分であった。給与直後の採食量は、BWSおよびOGの7.6gDM/MBSからTYEの20.5gDM/MBSの範囲であり、平均値は13.3gDM/MBSであった。また、乾物摂取量と採食速度との間には、正の相関（ $r = 0.590$ 、 $P < 0.01$ ）が得られたが、乾物摂取量と給与直後の採食量との間の相関係数は小さかった（ $r = 0.237$ 、 $P > 0.05$ ）。

採食速度が全飼料区の平均値より高くなった区をH区、低くなった区をL区、また、給与直後の採食量が平均値より高くなった区をh区、低くなった区をl区とし、この組み合わせから供試飼料を4区（Hh区、Hl区、Lh区、Ll区）に分類した（表1）。Hh区はAL、Hl区はOG、3%AWS、6%AWS、RC、Lh区はTYE、TYL、Ll区は、WS、BWSであった。Hh区、Hl区、Lh区、Ll区の乾物摂取量はそれぞれ78.5、58.5、52.8、34.5g/MBS/dであった。

H区とL区、h区とl区の乾物摂取量をそれぞれ比較すると、L区に比べH区の方が乾物摂取量が高い値を示した（ $P < 0.05$ ）が、h区とl区の間には有意な差はみられなかった（ $P > 0.05$ 、表1）。これらのことから給与直後の採食量に比べ、採食速度の方がより強く乾物摂取量に影響していたと考えられた。

H区とL区について飼料の理化学的性質を比較すると（表1）、CP含量はL区に比べH区の方が高く（ $P < 0.05$ ）、NDF含量はL区に比べH区の方が低い値を示した（ $P < 0.05$ ）。また、密度はL区に比べH区で高い値を示した（ $P < 0.05$ ）。これらのことからH区とL区において乾物摂取量に差がみられたのは、CP、NDF含量や密度によって採食速度が変化したためと考えられた。

表1. 各飼料区における乾物摂取量、採食速度、給与直後の採食量および理化学的性質

飼 料	飼 料 区			
	Hh区	Hl区	Lh区	Ll区
	AL	OG	TYE	WS
		6%AWS	TYL	BWS
		3%AWS		
		RC		
乾物摂取量、g/MBS/d	78.5	58.5	52.8	34.5
採食速度、gDM/MBS/分	0.25	0.18	0.12	0.01
給与直後の採食量、gDM/MBS	16.6	10.3	19.1	9.8
理化学的性質				
CP、%	17.3	13.3	7.2	11.6
NDF、%	49.7	34.7	73.4	73.4
ADF、%	8.6	7.2	11.9	5.3
切断長、cm	3.05	2.44	2.60	2.47
密度、gDM/cm ³	1.02	1.06	0.91	0.97

そこで、これらの要因が乾物摂取量に影響をおよぼす程度を検討するため重回帰分析を行った（表2）。密度とCP含量を説明変数とした場合、H区、L区ともに標準偏回帰係数は密度よりもCP含量で大きく、CP含量がより強く乾物摂取量に影響していたと判断された。一方、密度とNDF含量を説明変数とした場合、H区ではNDF含量の方が、L区では密度の方が、より強く乾物摂取量に影響していたと判断された。

これらのことから、粗飼料の自由採食量と採食速度との間には正の相関がみられ、特に採食速度の遅いL区のようにCP含量が低くNDF含量が高い飼料では、化学成分だけでなく密度の増加にともない採食速度が高まり、自由採食量は増加すると考えられた。

表2. 乾物摂取量を目的変数とした重回帰分析による標準偏回帰係数の比較

飼料区	説明変数		標準偏回帰係数		R ²
	X ₁	X ₂	X ₁	X ₂	
H区	密度	CP含量	-0.249	0.592	0.602*
L区	密度	CP含量	0.172	0.765	0.846**
H区	密度	NDF含量	-0.268	-0.732	0.737**
L区	密度	NDF含量	1.040	-0.773	0.698*

**： $P < 0.01$ 、*： $P < 0.05$

*帯広畜産大学 草地学講座（080 帯広市稲田町西2戦）

**新得畜産試験場（081 上川郡新得町）

*Laboratory of Grassland Science, Obihiro Univ. of Agr. & Vet. Med., Inada-cho Nishi-2-Sen Obihiro Hokkaido, 080

**Shintoku Amin, Husb. Exp. Stn, Shintoku Hokkaido, 081