

北 草 研 報

ISSN 0910-8343

J. Hokkaido Grassl. Sci.

北 海 道 草 地 研 究 会 報

Hokkaido Sochi Kenkyukaiho
(Journal of Hokkaido Society of Grassland Science)

No. 21

1987

北 海 道 草 地 研 究 会

Hokkaido Society of Grassland Science



目 次

受賞論文

天北地域におけるアルファルファ草地の造成, 維持管理, ならびに利用に関する一連の研究 天北農試におけるアルファルファ研究グループ(代表 大植 勝彦)	1
タワーサイロバッグの利用によるサイレージ調製法	12

シンポジウム 『北海道における草地生産の可能性と問題点』

1. 物質生産特性からみた草地の生産性	19
2. 生産コストからみた草地の生産性と規制要因	30
3. 牧養力からみた草地の生産性と問題点	38
4. 育種的にみた生産性向上の可能性	50
討 論	59

一般論文

根釧地方における初年目アルファルファの秋の生育について	63
断根がアルファルファの生育に及ぼす影響 -処理当年-	
山川 政明・寒河江洋一郎・堤 光昭・竹田 芳彦	67
寒冷地におけるアルファルファ栽培の実態	
第2報 播種時期の違いが2年目の生産並びに根系に及ぼす影響について	70
井芹 靖彦・播磨 敬三・中田 悦男・吉見今朝春・遠藤 良恵	70
寒冷地におけるアルファルファ栽培の実態	
第3報 播種方式が生産特性に及ぼす影響について	76
井芹 靖彦・播磨 敬三・中田 悦男・吉見今朝春・遠藤 良恵	76
シバムギ優占草地の簡易更新後5年間における植生推移	80
竹田 芳彦・寒河江洋一郎	80
チモシー草地へのアカクローバの追播	
第5報 物理的処理によるチモシー抑制の試み	83
竹田 芳彦・寒河江洋一郎	83
追播種子の発芽, 定着に関する研究	
第3報 オーチャードグラス草地およびトールフェスク草地より採取した土壌	87
が寒地型牧草の生育に及ぼす影響	87
高橋 俊・手島 道明	87
TAKAHASHI, S. and M. TESHIMA: Studies on several factors affecting	87
germination and establishment on reseeding 3. Allelopathic effects of	87
the soils from orchardgrass (<i>Dactylis glomerata</i> L.) pasture and tall	87
fescue (<i>Festuca elatior</i> L.) pasture on the growth of several temperate	87
grasses	87
ドリル状追播法による草地更新の施肥法	
第2報 リン酸の溝内施用時の施用量が追播牧草の定着および翌年の収量	87
に及ぼす影響	87
近藤 秀雄・井上 隆弘	87
KONDO, H. and T. INOUE: Methods of fertilizer application for renovation of	87

pasture by over-seeding with a drill seeder 2. The amount of phosphatic fertilizer applied by drilling for the establishment and yields of over-seeded grasses	92
日高地方における軽種馬用草地の実態(静内町の採草地の例より) 石田 義光・菅原 敏治・河合 勝・松沢 光弘	97
混播草地における草種の競合に関する研究 第12報刈取り高さの相違が生育、収量および草種構成におよぼす影響 -利用5年間の推移- 小阪 進一・村山 三郎	
KOSAKA, S. and S. MURAYAMA: Studies on the competition of grasses in mixed pasture 12. Effects of cutting height on the growth, yield and botanical composition of mixed pasture - The changes during five years-	105
オーチャードグラスとシロクローバー混播草地における牧草および 雑草個体の空間分布 湯本 節三	111
放牧によるワラビの防除 高橋 俊・手島 道明	
TAKAHASHI, S. and M. TESHIMA: Control of brackenfern (<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn var. <i>latiusculum</i> (Desv.) Und.) in pasture by grazing	115
エゾノギンギシの防除に関する生態学的研究 6. 年歯・温度がエゾノギンギシ種子の発芽に及ぼす影響 村山 三郎・田澤 聡・小阪 進一	
MURAYAMA, S., S. TAZAWA and S. KOSAKA: Ecological studies on the control of broadleaf dock (<i>Rumex obtusifolius</i> L.) 6. Effects of age of seeds and air temperature on the germination of broadleaf dock	119
エゾノギンギシの防除に関する生態学的研究 7. 磷酸施肥レベルがエゾノギンギシの生育および体内無機成分に およぼす影響 小林 聖・村山 三郎・小阪 進一	
KOBAYASHI, K., S. MURAYAMA and S. KOSAKA: Ecological studies on the control of broadleaf dock (<i>Rumex obtusifolius</i> L.) 7. Effect of phosphorus levels on the growth and chemical composition of broadleaf dock	124
サイレージ用トウモロコシの登熟における果粒水分の早晩性による差異 沢田 壮兵・坂口由美子・乾 泰司	131
天北地域におけるサイレージ用トウモロコシの生育と気象に関する一考察 中村 克己・大槌 勝彦・吉沢 晃・筒井佐喜雄・下小路英男	134
サイレージ用トウモロコシにおける生育期間中の積算温度と乾物率の関係 石栗 敏機	138
サイレージ用トウモロコシの生育初期における耐冷性に関する研究 I 自殖系統の耐冷性検定法について 門馬 栄秀・三浦 康男	
MONMA, E. and Y. MIURA: Studies on the cold tolerance at early growth in corn I. Cold-test methods in corn inbreds	140
サイレージ用トウモロコシの複交雑, 単交雑および自殖系統の圃場出芽 三浦 秀穂・佐藤 一樹・源馬 琢磨	
MIURA, H., K. SATOH and T. GEMMA: Field emergence in hybrids and those	

parental inbred lines of silage corn	145
メドウフェスク導入品種における主要特性の品種間変異 大同 久明・寺田 康道・杉田 紳一・荒木 博・伊藤 公一	
DAIDO, H., Y. TERADA, S. SUGITA, H. ARAKI and K. ITO: Variability in some characteristics of meadow fescue varieties	148
アイソザイムからみた欧米と中国のアルファルファ品種の比較 田中 義則・ハースン・堀川 洋	
TANAKA, Y., HASEN and Y. HORIKAWA: Comparison of peroxidase isozyme variability in European and Chinese alfalfa varieties	152
<i>Lolium</i> 属植物の光合成活性 渡部 信義・三浦 秀穂	
WATANABE, N. and H. MIURA: Photosynthetic oxygen evolution in leaf discs of genus <i>Lolium</i>	156
チモシー品種センボクとホクシュウにおけるがまの穂病発生の比較 但見 明俊・島貫 忠幸	
TAJIMI, A. and T. SHIMANUKI: Occurrence of choke in two timothy varieties, Senpoku and Hokushu	159
寒地型牧草と暖地型牧草の生育におよぼす乾燥ストレスと高温ストレス の影響 尹 世炯・島本 義也・津田 周彌	163
最終刈取り時期がオーチャードグラスの越冬性および翌年の 収量に及ぼす影響 増山 勇・嶋田 徹	167
十勝地方におけるオーチャードグラス雪腐大粒菌核病の被害と発生環境 嶋田 徹・新発田修治・増山 勇・中川 浩明	170
十勝地方におけるアルファルファ品種の地域適応性 堀川 洋・丸山 純孝・中島 仁志・小松 輝行・須田 孝雄	174
エゾノギシギシ (<i>Rumex obtusifolius</i> L.) の寒冷適応分布の特徴について 小松 輝行・松田 隆須・丸山 純孝	176
粗飼料評価における採食量の影響 3. 反芻家畜による採食性・消化性 川村 治朗・岡崎 敏明・岡本 明治・吉田 則人	
KAWAMURA, J., T. OKAZAKI, M. OKAMOTO and N. YOSHIDA: Influence of level of intake on feeding value of forages 3. Intake and digestibility by ruminants	181
乾草と低水分牧草サイレージの乳牛とめん羊による消化率の比較 出岡謙太郎・原 悟志・伊東 季春・新名 正勝	
DEOKA, K., S. HARA, S. ITOH and M. NIINA: Comparative digestibility of hay and low moisture grass silage by cattle and sheep	185
泥炭草地産乾草と鈹質土草地産乾草の嗜好性及び採食量の比較 小倉 紀美・住吉 正次・中村 克己・湯本 節三	189
トールフェスク「ホクリョウ」の採食性 寒河江洋一郎・中辻 浩喜・川崎 勉	191
トールフェスク・シロクローバー混播草地の牧養力(利用3年目) 寒河江洋一郎・中辻 浩喜・川崎 勉	195

放牧草地の利用に関する研究	2. 放牧育成とドライロット育成の比較	
	池滝 孝・斎藤 博昭・黒沢はるみ・長谷川信美・	
	岡本 明治・佐藤 基佳・太田 三郎・吉田 則人	
IKETAKI, T., H. SAITO, H. KUROSAWA, N. HASEGAWA, M. OKAMOTO, M. SATO, S. OHTA and N. YOSHIDA: Studies on the utilization of pasture 2. Comparison of rearing systems between grazing and drylot feeding	198
ソーラシステムを利用したアルファルファ通風乾草の調製		
	上出 純・小倉 紀美・川上 孝雄・脊戸 皓・	
	榎本 博司・イセキ農機株式会社	203
数種チモシー品種の生育特性と窒素施肥反応	木曾 誠二	207
チモシー主体草地の窒素施肥法が収量とマメ科率に及ぼす影響		
	吉沢 晃・下小路英男・中村 克己・大槌 勝彦・筒井佐喜雄	211
秋から春にかけての窒素施肥量, 施肥配分とチモシーの1番草生育		
	松中 照夫	214
アルファルファ草地に対する石灰の施用効果	林 満	
HAYASHI, M.: Effect of liming on mixed pasture of alfalfa and orchardgrass	217
根釧管内における草地の土壌診断に関する研究		
第4報 主要火山性土におけるリン酸の土壌診断基準値	三枝 俊哉・松原 一實	225
地域および土壌改良資材を異にする牧草のセレン含量について		
	前田 善夫・永井 秀雄	228
転作田の飼料畑化過程について(その2)		
	原田 勇・篠原 功・大藤 政司	
HARADA, I., I. SHINOHARA and M. OHFUGI: Survey on processes of change from paddy soil to forage field soil (Part 2)	231
豚糞および鶏糞のメタン発酵	大原 益博・泉 和雄・松山 英俊	239

事務局だより

I 庶務報告	243
II 会計報告	245
III 監査報告	246
IV 会員の入退会	247
V 北海道草地研究会会則	248
VI 北海道草地研究会報執筆要領	249
VII 北海道草地研究会表彰規定	249
VIII 第11期役員名簿	250
北海道草地研究会会員名簿	251

天北地域におけるアルファルファ 草地の造成, 維持管理, ならびに利用に関する一連の研究

大槌 勝彦 (天北農試)

今回の受賞は天北農試における昭和50年代のアルファルファ研究と普及への貢献に対して頂きましたが、この荣誉ある受賞に際し、天北農試ならびに研究グループ一同心からよるこび、感激いたしておるところであります。グループを代表して、ご推薦と決定をしていただいた先輩や役員の方々に対してはもとより、昭和49年までにアルファルファ研究の基礎を築いた諸先輩の業績に対して、またアルファルファ研究の基礎を築いた諸先輩の業績に対して、また日ごろから天北農試のため何かとご支援をいただいている皆様方にも、心から感謝申しあげる次第であります。

アルファルファが本格的に研究されてから本年度で約30年、その栽培利用面積がやっとういおうか、とうとういおうか1万haを越えた。全道の牧草ならびに飼料作物栽培面積の約60万haのわずか1.7%ほどにすぎないが、昭和51年の2000haから約5倍に急増したことになる。天北地域においても、宗谷管内を例にとれば167haから約10倍に伸びており、西紋地域、北留萌、上川北部も顕著な伸びをしめている。このことはアルファルファの試験研究結果の栽培現場への浸透に加え、年々厳しさを増している酪農情勢下にあつて、酪農経営における良質粗飼料の自給率向上への意欲が強くなってきていることを示していると思われ、今後も大幅な栽培普及が期待されている。

表1 アルファルファ栽培面積の推移

年次 (昭和)	面積 (ha)	増加比	主な支庁別面積 (ha)				
			宗谷	網走	留萌	上川	十勝
34	143						
37	192		4.8	20.1	12.7	15.2	24.7
38	445		7.8	30.3	5.5	18.4	240.7
51	2,067	(100)	169 (100)	444	107	293	331
52							
53							
54	3,145	(165)	389 (230)	778	88	475	790
55			602 (356)				
56	5,227	(253)	958 (567)	1,381	177	567	750
57			1,179 (698)				
58			1,272 (753)				
59	7,061	(342)	1,349 (798)	1,877	304	1,351	700
60	9,498	(460)	1,460 (864)	2,782	450	1,536	984
61	10,744	(520)	1,701 (1007)	3,508	508	1,550	1,180

表2 天北地域のアルファルファ栽培面積

普及所	1981年	1986年	増加率
宗谷南部	280 ha	466 ha	166 (8)
中部	447	795	178
北部	231	353	153
宗谷合計	958	1,614	168
西紋東部	389	564	145
西部	220	477	217
西紋合計	609	1,041	171
北留萌	137	367	268
上川北部	59	161	273
地域合計	1,762	3,183	181

表3 主な草種の種子需給量 (t)

草種	昭和51年	52年	53年	54年	55年	56年	57年	58年	59年	60年	61年
AL	17	19	21	32	39	46	49	54	54	60	67
RC	316	365	391	363	306	315	248	299	273	278	284
WC	173	190	193	207	193	204	159	140	155	148	153
OG	406	382	314	309	285	302	251	247	210	221	252
TY	777	791	839	923	955	999	820	780	829	816	887
PRG	19	14	19	27	20	18	16	14	18	26	28

さて、新しい作物を導入定着させるには、試験研究、普及活動、現地農家がおたがいに創意工夫して、試験研究へのフィードバックを繰り返しながら、技術の改善を図っていく必要があり、長期間を要する場合が多いと思われる。アメリカのウィスコンシン州でのアルファルファ定着には100年を要し、北海道におけるてん菜も同様であった。したがって試験研究、特に農家現場へ直接技術移転する試験ではその継続性が最も重要と思われる。

そこで、天北農試におけるアルファルファ試験研究の歴史をたどりながら受賞グループの業績を紹介して、2, 3の項目について今後の問題点の洗い出しを試みてみようと思う。

天北農試におけるアルファルファの試験研究は、昭和27年の天塩での第一次品種選定試験が始まりである。栽培管理等の試験についても比較的早く、天塩では昭和35年、浜頓別では昭和37年から開始して、昭和48年ころまでに多くの課題に取り組んできた。これらの成果は、指導奨励ならびに参考事項に採用されるとともに日草誌や北農を通して、天北重粘土と泥炭の両土壌におけるアルファルファ導入栽培技術の第一世代を確立した。その主なものを紹介すると、及川、三谷らは播種様式を条播、交互条播、散播の3様式で品種「デュピュイ」に対する10種のイネ科草種について混播適性を検定して、播種様式では、収量やアルファルファ(AL)率に差はなく、採草型のマメ科率は30~50%が適正範囲であるとして、これを維持できるOGを混播適草種とした。またアルファルファとの競合力が弱い順にTY型(TY, SB, RCG)、中間型(TF, MF, PRG, MB)およびOG型の三つ¹⁾に分類している。南山らも西天北鉾質土壌ではTYよりOG²⁾が有利であって、混合条播よりも交互条播の方が良いとしている。いずれもイネ科主体草地を想定している。この時期は浜頓別では畜産科(後の草地科、草地飼料科)と土壌肥料科が中

心に播種時期、刈取り時期、刈取り回数、雑草対策、適土壌、P・K用量、乾草・サイレージ調製法、キューブの給与効果、放牧利用等種々の面から検討して多くの問題点を洗い出している。一方泥炭地では、南山、外石らは泥炭の分解の進んだところではアルファルファ収量がかなり望めるとし、品種選定やOGとの混播割合、主要な肥料要素についての用量試験、微量元素の効果、礫砂の用量など、多くの課題を取り上げて検討して、泥炭地でのアルファルファ栽培法を明らかにした。南山らはまた、雑草問題についてDNBP、DPAの除草効果を認めている。そしてこれらの成果のいくつかは、北農試研究資料6「アルファルファの品種と栽培・利用技術(1975)」に引用されている。この資料は180ページにおよび、それまでの道内アルファルファの研究成果はもとより、道外や外国の文献が豊富に引用されていて、以後のアルファルファ試験を進める上で非常に参考になった。一方、昭和40年代のアルファルファ栽培は多くの関係者の努力と期待に反して伸び悩んでいたようで、三谷の実態調査からもうかがうことができる。

天北農試におけるアルファルファ研究の第二世代の出発点は49年であるが、その背景には、ちょうど、第一次石油ショックによって、48年～49年の狂乱物価による濃厚飼料の暴騰やひっ迫があった。元場長森 哲郎氏が天北農試25周年記念誌に「天北農試時代の思い出」のなかで次のように述べている。……折から濃厚飼料の高騰ひっ迫を機に、自給飼料の品質向上を求めてアルファルファの導入が農政においても大きく取り上げられようとしているのに対し、天北地域こそ、その適地であることを証明するとともに、場の緊急重要課題として、品種、造成、栽培、病害、利用調製をも含めた一連の試験研究を各科で分担してもらったが、プロジェクト研究の取り組み方として一つの新しい試みであったと思う。同時に、これらの中間報告検討会をかねて管内農業改良普及員を再度にわたって場内に集め、こちらからも研究職員全員が出て、お互いの意見交換を活発に行ったことは、普及所と試験場の交流の上にも大きな役割を果たしたと思う……。このようなことで全場あげての取り組みになったが、三谷の実態調査やそれまでの試験結果の洗い直し等から、アルファルファ栽培の問題点として、造成年の雑草競合、根粒菌着生の不安定さ、永続性の不安定さ、調製利用技術の向上の重要性等をあげ、具体的改善目標を掲げた試験設計となった。昭和52年までの4か年の成果は「アルファルファに関する成績書」として3冊にまとめて、普及所等関係機関へ配布し、その成果の主要な部分については指導参考事項や北海道草地研究会の講演等に次々と発表していった(参考文献参照)。

プロジェクト試験期間の成果で特に注目されるのは、坂本・奥村らが最終刈取りと危険帯の関係から刈取り管理の重要性を示唆したことであろう。このことをふまえて、永続性に最も関与している刈取りスケジュールの確立について、昭和52年から試験を開始した。その成果はアルファルファ単播条件で、根部の経年的な密度変化と肥大関係、刈取り時期ごとのTNCの回復パターン等を明らかにし、これをもとに造成年、2年目、3年目以降の各々について、生育状態を考慮にいれた高品質と永続性をねらった具体的な刈取り管理法を確立したことである。この結果は、昭和55年度北海道試験成績会議で「天北地方におけるアルファルファのCutting - Schedule について」の課題で指導参考事項に採用されたが、同時に提出された中央農試、新得畜試、滝川畜試の刈取り時期試験結果も含めて、北海道におけるアルファルファの刈取り時期試験として総合して指導することとなった。これらの一連の流れにそった考察と天北以外の道内各地における刈取り管理の考えかたも含め、下小路が56年に当講演会シンポジウムで「北海道における適応品種ならびに刈取り管理と再生」の課題で再整理している。

表4 天北農試におけるアルファルファ研究年表

課 題 名	年 次 (昭 和)																						
	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	
導入法 主要牧草の刈取り時期			—																				
播種時期と導入法				—																			
耕起処理と堆肥				—																			
肥培条件				—					—	—													
混播法 相手イネ科牧草 混播様式	—			—																			
イネ科品種								—															
混播草地の集約的利用									—														
マメ科牧草の安定生産																							
ALの雑草対策・実態調査(耕起法とN施肥, 除草剤)																—							
造成管理法(土改剤施肥, 播種期と刈取り回数, 最終刈り時期)																—							
マメ科牧草の維持管理																							
AL単播草地の刈取り管理(経年別刈取り時期と刈取り間隔, 永続性)																							
混播草地の刈取り管理(OG, TYとのカッティングスケジュール, マメ科率の制御)																							—
アルファルファの多収栽培法(初期スタンド確立の播種法, 雑草と刈取り時期, てん菜跡地導入, 除草剤)																							—
マメ科病害虫の被害軽減(ウリハムシモドキ, 茎枯病およびそばかす病)																—	○						—
ノーキュライド種子の効果																							—
AL混播牧草導入による飼料構造改善(品種の組合せ, 造成年の維持, 砂丘地への導入, えん麦混播, 常温通風乾燥法)																							—
調製利用法																							
乾草調製貯蔵(四脚架乾燥, 常温通風乾燥)																							—
添加物による乾草調製法の改善																							—
サイレーヅ調製																							
AL混播牧草の調製																							—
ギ酸, プロピオン酸添加調製																							—
圧縮成形の調製利用(キューブ, ウェファー)																							—
AL草地の放牧利用																							—
泥炭草地へのアルファルファ導入																							
適否試験(草種, 品種)																							—
播種量栽植様式(単播, OG混播, 品種混合)																							—
利用時期																							—
施肥量(N, K, Mg, Ca)																							—
微量元素(ホウ砂, BMようりん, FTE)																							—
牧草の冠水抵抗性																							—

表5 天北農試におけるアルファルファ品種試験の一覧

項目	年次 (昭和)	場所	成果の概要
品種比較	29 - 30	(天)	S 33年「グリム」「デュピュイ」
	29 - 35	(塩)	S 37年「ライゾーマ」
	37 - 43	(天)	上記品種の優位性を再確認
	46 - 48	(〃)	S 46年「サラナック」「アルファ」
	49 - 52	(〃)	S 50年「ヨーロッパ」
	52 - 55	(〃)	S 60年「リュテス」
	56 - 58	(〃)	S 59年「サイテーション」
系統適応性検定試験	47 - 50	(天)	(S 48年「ナツワカバ」)
	55 - 58	(〃)	S 59年「キタワカバ」

混播での刈取り管理はまだ検討中だが、混播時の相手草種の品種によって相性が異なることを、道立各農畜試とともに明らかにしている。雑草対策としては、前作の違い、炭カルや燐酸の効果、雑草の種類による影響の差、播種様式、DNBP乳剤の効果等幾つか成果を認めたが、今後、総合的体系的つめが必要であろう。また調製利用法では、ウェファー原料としての評価、栄養価値の推移、常温通風乾草の調査等で成果を認め、さらにサイレージの安定調製技術ではギ酸とプロピオン酸の添加効果は早刈り高水分の原料草においても成果が認められた。

一方、普及面では、前述のようなプロジェクト研究員と普及員との議論を通じて、問題点の掘り起こしや個々の技術の現場への浸透とフィードバックに多大な効果を発揮して、研究推進上大きなささえとなった。昭和56年には、天北農試のそれまでの成果と他の研究機関の成果も含めて、アルファルファの栽培技術ポスターと、技術解説書および技術パンフレットを土屋専門技術員と関係各科が協力して作成し、これらを全道の各関係機関に配布したが、アルファルファ栽培普及上大きく貢献したと考えられる。土屋専門技術員は、西主席専門技術員のアルファルファ栽培の全道における実態調査にならない、天北地域の実態調査を実施して昭和57年にまとめ、残された問題点を明らかにしている。

天北農試における主な試験研究の結果を項目別に要約すると次のようである。

【天北農試におけるアルファルファ試験研究結果の要約】

播種時期 1: 5月中旬と7月中旬では5月中旬が良い(S39)。

2: 5月下旬, 6月下旬, 7月中旬, 8月中旬の4処理で刈取り時期と組み合わせで検討, 播種期が遅くなるほどTNCと根重の低下が大きい。また越冬前の多年生雑草が多くなり5月播種が望ましい。6月下旬と7月下旬播種では11月刈りか刈取らない方が翌春のために良い(S49~50)。

造成時の施肥 1: N効果は初期のみでPの効果が高い(S38~40)。

2: マメ科に対するKの効果はLC, RC>AC, AL>WCで, ALの反応は8kgでピーク(S38~40)。

3: 褐色森林土と疑似グライ土をワクで検定, pH7で再高収量。CaとPは相乗効果があり,

堆肥は3年目まで効果が持続した。水の問題を除けば疑似グライ土は必ずしもALの不適土壌ではない(S44~47)。

4 : Pの効果が高く、表層では20kg、混層では40kgが適量である。Nは雑草との関係から3kgが適量、堆肥3tの効果は根粒菌の着生をうながして生育を速める(S49~50)。

造成時の
雑草対策

1 : 天候の変動によるALの生育の良否によって異なるが、掃除刈り時期が早いとALの良好な年であっても翌春1番草の大幅な収量低下に結びついた。雑草の発生量は年により大きく異なり、低温多雨年での雑草コントロールをいかにするかが問題(S48~49)。

2 : 雑草は、畑地跡ではタデ、ナタネの広葉雑草が、草地跡ではツメクサ、イネ科雑草が優占する。タデが多いため1番草のALが12%と抑制されても2番草で回復した。草地跡ではツメクサが500本以上、イネ科が200本以上で1番草のALが著しく抑制され、2番草でも回復できない。雑草のNとKの吸収量が大きく、光競合だけでなく栄養競合も大きい(S48~49)。

3 : 秋耕が春耕よりAL収量の増加と雑草量減に効果があった。造成時におけるP増肥とBand Seedingがスタンド確立に有利で、雑草対策としての効果も大きい。PとKの施用量の増加によって越冬前の根部とクラウンの肥大が認められた。茎枯病は6月4半旬から、そばかす病は8月4半旬から増加して飼料価値を低下させた。

DNBPA乳剤の200-300g施用で広葉雑草防除に効果が認められた(S49~52)。

播種量

1 : 天塩では、標準を1.5kgとして2倍、3倍、5倍量で検討した。散播、密条播ともに3倍以上で雑草が1/2以下に減少した。散播の収量は3か年とも2倍区が多収を示した(S40~42)。

2 : 初期スタンド確保のため、播種量1kg、2kg、4kgを条播と散播で検討した。両者とも除草区、無除草区にかかわらず4kgの収量が高い傾向を示した(S48~49)。

3 : 播種様式とN、P用量での散播における2kgと3kg播種量の比較では、3kgがやや良い傾向であった(S48~49)。

刈取り高
さ

1 : 草丈25cm刈りは乾物収量で開花期の55~66%(S37~39)。

2 : 天塩において30cm、50cm刈りは翌春の株を減少させて、収量を40~60%前後に低下させる(S40~41)。

3 : 放牧利用すると、専用区は2年目5回目からAL優占が0となる(S44~46)。

刈取り時
期および
維持管理

1 : 年4回刈り(40日間隔)より3回刈り(47日間隔)の方が維持管理の面から良い(S44~46)。

2 : TY相手では2回刈り、OG相手では3回刈りが適当と考えられる。4回刈りはALの株を著しく減少させる。危険帯と刈取り間隔との関連からカッティングスケジュールの考え方を示した(S49~51)。

3 : 刈取り管理と維持法を正確に把握するため、AL単播の2年目、3年目草地で検討した。いずれの草地についても3番草の生育期間が永続性に最も影響が大きく、2年目では60日以上、3年目では50日以上が必要なこと、さらに造成年では最初の刈取りのためには70日以上生育期間が必要なことを明らかにした。造成後数年目までの株密度の減少と冠根

部の増大の過程を明らかにし、各番草の生育過程での根部のTNC含量の消長等、基礎的な研究も加えて、初年目、2年目、3年目以降のそれぞれの刈取り管理法を確立した(S52~55)。

- 混播相手
- 1.: OGとの組合せが30~40%のマメ科率を維持するので有利(天塩S35~37), (浜頓S39~42)。
 - 2.: イネ科品種との組合せは、OGがイネ科優位で好ましく、品種は在来種(S41~43)。
 - 3.: イネ科の2草種以上との組合せはALを抑圧する。PRGのような初期生育のおう盛な草種は混播しない方がよい(S44~46)。
 - 4.: 造成年の播種割合を検討した。TYの播種量を多くして早刈りした場合とOGの播種量を少なくして晩刈りした場合初年目はほぼ目的通りのAL率を得たが、2-3年と経過するにつれて、ALに対してTYが衰退して、OGが優占してきているので、2年目以降の混播草地での刈取り管理法を見いだすことが重要である(S55~57)。
 - 5.: アルファルファ混播草地における草種、品種の組合せを検討した。
TYとの組合せでは、競合に強いTYと弱いALが、OGとの組合せでは、競合に弱いOGと強いALが相性がよい。今の奨励普及品種での組合せでは、アルファルファの「ソア」に対して、TYは「ノサップ」、OGは「オカミドリ」が適品種である。

アルファルファの調製利用

サイレー ジ調製

1. アルファルファとイネ科草の各種組合せは糖含量が低く、慣行的なアカクロバとチモシーの混播より調製しにくい、OGやトールオートグラス(TOG)との混播がやや良い傾向にあった。アルファルファ混生比を0から100%まで20%きざみで検討した。混生割合の多少で発酵と熟成に及ぼす影響は少ないと考えられた。酸添加効果はわずかであるが認められ、添加量増での効果が期待された(S41~44年)。
2. ① OG主体でAL率30%の牧草とAL単播牧草を用いて、ギ酸とプロピオン酸の添加効果を検討した。
② ギ酸添加によりサイレージの化学品質が改善され良質なものが調製され、in vitro DDMも高まった。開封初期の品温上昇抑制効果はわずかながら認められたが、発カビ、腐敗防止効果には明確な傾向が認められなかった。また20tで5%添加の実用規模調製においても同様な傾向であったが、育成牛に対する給与効果は良好であった。
③ プロピオン酸添加により良好なサイレージが調製され、添加上限は1%ぐらいと推察され、in vitro DDMも高まった。さらに開封初期の品温上昇、発カビおよび腐敗防止効果も明らかに認められ、育成牛に対する給与効果も良好であった(S49~50年)。

乾草調製

1. 天北地方の一般牧草を乾燥する気象条件として、日中降水量がない条件で、最高気温18℃以上、日照時間6時間以上、9時の湿度が80%以下を必要とする。過去13年間の気象分析からみて、適合条件の発現頻度が少なく、良質乾草の確保が困難と思われた。このような条件で検討した四脚架乾燥法はアルファルファに適應することが認められた。架草量は水分50-60%で200kg程度で、9-20日で仕上がった(S41~44年)。
2. ヘイウェファーの利用実態と草種別等の成形や品質について調査した。調査製品の60%

以上が劣質で刈遅れが主因、早刈りの必要性およびマメ科の混成比を提案した。成形保持率はマメ科で80-95%でLC>AL>RC, イネ科は65%以下であった。採食量は24時間の摂取量で、OG 1番草>RC 2番草および2番草が高く、次いでAL 2番草>OG 2番草の順であった。ALの1・3番草のウェファーは摂取量が最も低かったが、成形の硬さ、切断長、粒度分布など成形を構成する物理性が影響していると考えられた(S49-51年)。

3. AL単播とOGとの混播の乾牧草を用いてプロピオン酸の損耗防止効果を検討した。カビ発生防止には、水分35-40%で6-8%, 30-35%で4-6%, 27-30%で2-4%の添加が適当であった。効果は発酵防止ばかりでなく、採食性の向上や増体効果にも有効で、健康にも異常はなかった(S50-52年)。
4. 常温通風乾燥施設の利用について調査研究した。施設へ積み込む時の梱包水分を30-50%にすると9日間、66時間程度の送風で良質の乾草を調製できた。50%前後の水分でも調製できるが、送風時間は17日間、158時間余りを要した。施設に太陽熱を利用すると乾燥の効率化に有効と思われた(S55-59年)。

昭和56年12月の北海道草地研究会の第7回講演会シンポジウム「アルファルファの栽培・利用上の問題点」において、前述の下小路研究員のほかに、片岡健治氏、原田 勇氏、板東 健氏がそれぞれ「根粒着生と生育」、「栄養生理と施肥」、「利用上の問題点とその改善」の課題で、問題点を専門の立場から整理している。それによると、ノーキュライド種子といえどもまだ完全でなく、堆肥施用が必須であること、刈取りスケジュールを混播条件あるいは気象条件の異なる地域ごとに確立すべきこと、異なる環境条件に対応した技術や冬枯れの原因究明が急務であり、依然として雑草問題が解決していないこと、調製利用法の試験事例が少なく、特に家畜に対する効果を体系的に結びつける必要があること等があった。冬枯れ要因については、小松らは十勝地方の実態調査から、積雪が大きく関与して、寡雪による凍雪のほか、多雪条件では、雪腐黒色小粒菌核病が無視できないこと、残草のマルチ効果がそれを軽減することを、冬の十勝モデルの設定試験から指摘している。また最近パーティシリウム萎凋病の広がりが懸念されているが、これら病害と刈取りおよび栽培管理との関係についてもより明確にする必要がある。また危険帯について、カナダのオンタリオ州では地域区分をしていて、北部で8月10日~9月20日、中部で8月20日~10月1日、南部で9月1日~10月10日として指導している。最も危険なミッドデイ前後20日を取り40日間である。日数は放牧利用もかなりあるという前提から設定したようだが、区分の危険帯に入る月日のずれは、秋の気温、霜と冬の気象環境の違いによるようである。北海道でも各地域の気象条件は大きく異なるが、危険帯については天北では認められるが中央では明らかでない等、これに対する考え方も一様ではない。地域ごとにもう少しつめておく必要がある。

私は、草地におけるアルファルファを畑作における「てん菜」のように位置付けすることを提案したい。すなわち、アルファルファを飼料作物栽培の学習作物として、適地の区分、土壌改良等による栽培可能地の拡大と基盤整備の充実、栽培維持管理や調製利用の一層の改善等、行政と試験研究が丸となって普及拡大を図るならば、技術屋であり経営者である農家のプロ意識が向上し、粗飼料の生産基盤から牧場経営まで大きな改善効果が期待される。アルファルファの良く生育する土をつくり、上手に維持管理して、高品質の粗飼料が調製利用できるようになった時、どのような飼料作物を導入しても十分に対応できるとの

考えかたである。

アルファルファ栽培の一層の拡大が予想され、また期待もされているが、そのためには試験研究の対応がますます重要になってこよう。特に、環境ストレスに強い耐病性品種の開発や選定、混播における刈取り管理法の確立、雑草対策や調製利用法等の抜本的な技術改善について、ハイテクやバイテクも取り入れた第三世代の技術革新を目指して急ぐ必要がある。

参考文献

1. 天北農試(1967) 天北地帯におけるアルファルファとイネ科牧草との混播に関する試験成績書。農業試験会議資料。
2. 天北農試(1967) 泥炭地におけるアルファルファの利用時期試験成績書。農業試験会議資料。
3. 天北農試(1973) アルファルファ草地の造成管理および利用上の問題点に関する調査成績書。農業試験会議資料。
4. 天北農試(1974) 泥炭地のアルファルファに対するホウ素の施用効果成績書。農業試験会議資料。
5. 天北農試(1975) アルファルファに関する試験成績書(S49年)。
6. 天北農試(1976) 同上 (S50年)。
7. 天北農試(1978) 同上 (S51.52年)。
8. 天北農試(1977) 試験研究業績集(25周年記念)。
9. 天北農試(1976) 草地科 試験成績書(品種,栽培関係)。
10. 北農試(1975) 北農試研究資料 No.6 アルファルファの品種と栽培,利用技術。
11. 山崎正弘・大崎玄佐雄・奥村純一・佐藤辰四郎・坂本宣崇(1976) 天北地方における alfalfa 草地の造成管理 第1報 stand 確立と耕鋤法の関係。北草研報9:38。
12. 坂本宣崇・山神正弘・奥村純一(1977) 同上 第2報 播種および刈取り時期と翌春収量。北草研報10:94。
13. 坂本宣崇・奥村純一(1978) 同上 第3報 Cutting schedules に関する一考察。北草研報11:65。
14. 奥村純一・坂本宣崇(1979) 同上 第4報 パートナーとしてのイネ科牧草。北草研報12:37。
15. 上出 純・古明地通孝(1975) 天北地方における造成初期のアルファルファ生育におよぼす雑草の種類・密度・量とアルファルファ生育。北草研報9:45。
16. 下小路英男・古明地通孝(1976) 同上 第2報 アルファルファの Band seeding と雑草競争について。北草研報10:97。
17. 下小路英男・吉沢 晃・山本貞一(1977) 同上 第3報 雑草の種類と初期生育の関係について。北草研報11:31。
18. 下小路英男(1979) マメ科牧草の維持管理 第1報 アルファルファの播種後年数と刈取り時期。北草研報13:52。
19. 下小路英男(1980) 同上 第2報 アルファルファのスタンド確立および越冬性におよぼす刈取りの影響。北草研報14:69。

20. 下小路英男・吉沢 晃・大槌勝彦(1983) アルファルファ混播草地における播種割合と造成年の管理. 北草研報 17 : 47.
21. 北守 勉・藤田 保・折目芳明(1976) サイレージ添加剤の利用法および効果に関する試験
試験 1. 蟻酸添加による牧草の効率的利用法の検討(予報)添加蟻酸によるサイレージ品質におよぼす影響. 北草研報 10 : 133.
22. 北守 勉・藤田 保・折目芳明(1976) 同上 試験 2. プロピオン酸添加による牧草の効率的利用法の検討(予報)添加プロピオン酸のサイレージ品質におよぼす影響. 北草研報 10 : 136.
23. 上出 純・藤田 保・折目芳明・千田 勉(1977) 乾草調製に関する試験 第1報 プロピオン酸添加が乾草の保存ならびに採食性に与える影響について. 北草研報 11 : 128.
24. 上出 純・折目芳明・千田 勉・藤田 保(1979) 同上 第2報 プロピオン酸添加水準と普及上の問題点. 北草研報 13 : 98.
25. 藤田 保(1977) 成型乾草の調製利用法 I. ヘイウェハー調製における原料供給草地の選択に関する2, 3の知見. 北草研報 11 : 131.
26. 藤田 保・千田 勉・上出 純(1977) 同上 II. 育成時における自然乾草・サイレージと併給されるヘイウェハーの品質差違と補助効果. 北草研報 11 : 134.
27. 下小路英男(1982) 刈取り管理と再生 — 北草研報第7回シンポジウム「アルファルファの栽培・利用上の問題点」 北草研報 16 : 13.
28. 東田修司(1986) 混播草地におけるマメ科牧草栽培の意義 — 北草研報第11回シンポジウム「北海道の草地農業におけるマメ科牧草の意義」 北草研報 20 : 30.
29. 小倉紀美(1986) マメ科牧草の飼料特性. 北草研報第11回シンポジウム「北海道の草地農業におけるマメ科牧草の意義」 北草研報 20 : 37.
30. 天北農試(1976) アルファルファに対するDNBP乳剤処理効果. 農業試験会議資料.
31. 天北農試(1977) 天北地方におけるアルファルファの造成管理に関する一考察. 農業試験会議資料.
32. 道立農畜試(1978) アルファルファ, ノーキュライド種子効果. 農業試験会議資料.
33. 天北, 根釧農試(1978) 圧縮成形乾草の調製利用技術(ヘイウエファの調製利用技術). 農業試験会議資料.
34. 道立農畜試(1981) 北海道におけるアルファルファの刈取管理 — 天北地域におけるアルファルファのCutting schedule について — アルファルファ単播草地のCutting schedule —. 農業試験会議資料.
35. 天北農試(1981) アルファルファを原料とした常温通風乾草に関する実態調査. 農業試験会議資料.
36. 道立農畜試(1986) アルファルファ混播草地における品種組合せ. 農業試験会議資料.
37. 天北農試(1985). 道北地域におけるアルファルファ混播牧草導入による飼料構造改善に関する試験成績(総合助成試験).
38. 北海道草地研究会(1985) 北海道草地研究会報 創立20周年記念 特別号
39. 道立農試(1978) 道立農業試験場における試験研究成果の概要 昭和43年~昭和52年(1968~

- 1977).
40. 宗谷支庁, 営対, 天北農試(1981) 天北地方におけるアルファルファの栽培と調製利用.
 41. 天北農試(1982) 天北地域におけるアルファルファ栽培と利用実態に関する調査報告.
 42. 天北農試(1982) 北海道立天北農業試験場の試験研究成果 33選.
 43. 天北農試(1984) 同上 試験研究成果 第II集.
 44. 小松輝行・久保政則・土谷富士夫・丸山純孝(1983) 雪腐小粒菌核病被害とその特徴について—十勝地方のアルファルファ栽培の第2次実態調査(III). 北草研報 17: 140.
 45. 土谷富士夫・丸山純孝・小松輝行・及川 博・佐藤文俊・久保政則(1983) 土壤凍結による断根と多雪による病害の分布状況 —十勝地方のアルファルファ栽培の第2次実態調査— . 北草研報 17: 144.
 46. 丸山純孝・丹伊田進・土谷富士夫・小松輝行・高橋 敏(1984) アルファルファの雪腐小粒菌核病対策. 北草研報 18: 157.
 47. 小松輝行・松田隆須・土谷富士夫・丸山純孝・佐藤文俊(1984) アルファルファの凍害と微地形との関係. 北草研報 18: 165.
 48. 小松輝行・土谷富士夫・丸山純孝・堀川 洋・佐藤文俊・高橋 敏(1984) 十勝地方におけるアルファルファの凍害分布とその特徴. 北草研報 18: 165.
 49. 土谷富士夫・丸山純孝・小松輝行・及川 博(1984) 十勝地方におけるアルファルファ草地の土壤凍結分布と気象的特徴. 北草研報 18: 169.
 50. 小松輝行・土谷富士夫・須田孝雄(1985) 「冬の十勝モデル」作成によるアルファルファの各種冬枯れ現象と発生条件の実証 1. 積雪深, 土壤凍結深さおよび地温の推移. 北草研報 19: 81.
 51. 大森昭治・土谷富士夫・丸山純孝(1985) 同上 2. 越冬条件と各種冬枯れの関係. 北草研報 19: 86.
 52. FULKERSON, R. S.(1981) Stop alfalfa winterkill. Factsheet, Ontario.

北海道草地研究会賞受賞論文

タワーサイロバッグの利用によるサイレージ調製法

高木 正季（北海道網走支庁・
東紋東部地区農業改良普及所）

草地の生産は、家畜の生産物に置換されることによって最終的に評価される。それゆえ、草地の利用方式とは密接な関係にある。採草地の栄養生産量は牧草収穫期とその天候条件に影響されやすく、したがって、乾草調製における品質と栄養生産コストの変動は大きい。これに対して牧草サイレージを取り入れた複合的な利用がなされると、乾草の生産に限定されない牧草栽培が可能となる。また、近年のアルファルファ栽培面積の急増の背景には、ロールベアラとサイレージ用被覆資材の普及が貢献しているものと考えられる。これは利用技術の生産現場における適応が栽培の拡大に深いかかわりをもっていることを意味しよう。

乳牛飼養におけるトウモロコシサイレージと牧草サイレージを基礎飼料とした併給方式は、合理的な飼料給与を確立するうえで重要であろう。しかし、通年サイレージ給与をすすめる中でトウモロコシサイレージの一部にも二次発酵などがみられ、牧草サイレージの利用についても発酵品質の不安定さが常にある。タワーサイロバッグは、このような生産現場における改善策の一助として、塔型サイロの気密性向上を目標として取り組んできたものである。

本主題の取り組みに当たっては、北見農業試験場および専技室をはじめ、各方面から多大な御指導をいただいた。このたび、本研究會賞を賜ったことは身にあまる光榮であり、関係各位に対し心から感謝申し上げる次第である。

1. 主題の背景

佐呂間町の畜産は、農業粗生産額の7割を占め、地域農業の基幹をなしている。しかし、同地域は農地拡大の制約が強いことから、酪農家1戸平均でみた生産規模は北海道平均を下まわっている。これらの対策として、昭和39年以来今日まで880 haの公共牧野を造成し、2千頭を越える乳牛の育成に供されている。牧野は19地区に分散して、立地条件には恵まれていないが入牧可能頭数を上まわる預託希望の調整を図りながら、町内1万1千頭の乳牛飼養に大きく貢献している。

一方、乳牛1頭当たり基礎飼料生産面積は、過去10年間に約20%縮小されて現在35aとなっているので、今後、さらに単位面積当たりの生産性向上が要求されている。このような背景から、基礎飼料の調製時における養分損失を低減する方策として、古くよりサイロの密封など農家の経験に基づく様々な工夫がなされてきた。タワーサイロバッグは、かかる環境下における改善策の一つとして考案されたものである。

2. タワーサイロバッグサイレージの調製

1) 経緯

タワーサイロバッグサイレージ法とは、塔型サイロの内側にポリエチレンフィルム製の袋(Bag)を装着して、サイレージを気密的に調製・貯蔵する方法をいう。これは塔型サイロを樽にみたて、内側に取り

付けるバッグとの機能分担によって、経済的に気密効果を高めようとしたものである。

昭和58年は不順な天候にみまわれ、飼料調製に多大な困難が伴った。この対策として、サイレージ用被覆資材の利用をすすめて、ロールおよびコンパクトベール用サイロ袋の普及率は前年の2%から一挙に49%に上昇し、使用数量でも34倍となった(佐呂間)。

この間において、試作検討をすすめてきたタワーサイロバッグは、未完成ながらも急きょ実用化に踏み切った。以来、塔型サイロ、バンカーサイロまたは簡易サイロ施設に用いられ、フォーレージプロア、ヘイエレベータなどの埋草作業機に適應するような工夫がなされてきた。

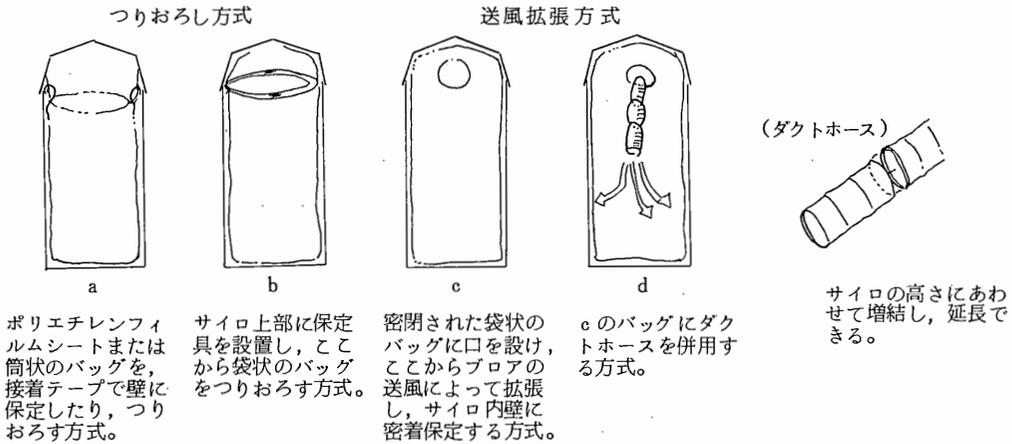


図1 タワーサイロバッグの装着方式

2) 使用方法

バッグの装着方法は、埋草作業機やサイロ形式などの条件によって二つの方式がある(図1)。

① つりおろし方式

ヘイエレベータ、フォーレージプロア、ダンプトラックからの直接詰め込みなど幅広い埋草作業に対応できる。しかし、送風拡張方式に比べ原料沈下に伴うバッグのずれ落ちが大きいので、このことを想定した取付けと、サイロ内作業員が随時バッグのたるみを引き上げることが必要である。

② 送風拡張方式

フォーレージプロアの送風圧によってバッグ全体を拡張し、サイロ内壁に密着保定するものである。この方式は、バッグのずれ落ちが小さく装着も省力化できる。使用方法(図2)は、サイロのサイズによってオーダーメイドのバッグを準備し、ダクトホースとセットで使用することが望ましい。

また、あらかじめサイロ上部に滑車を設置しておくこととバッグのつり上げに便利である。

バッグにダクトホースを挿入する部分はホース断面の2倍程度とし、切開部の周辺をテープで補強する。バッグとダクトホースの取付けができたならフォーレージプロアから徐々に送風し、バッグの形状を整えて準備完了となる。バッグ内外への出入りは必要な個所をナイフで裂き、そのあとを広幅のテープで補修する。また、最初からその部位に切れ目をつけておく方法も行われている。

通常、サイロ内には1~2名の作業員が入る。ダクトホースの利用によって、かつてのようにかっぱを着る必要もなく快適な作業を行うことができる。

現場では、以上二つの方式以外にも作業条件に適応させた様々な改良方式がとられつつある。このよう
なことから、固定サイロ施設において、サイレージ原料全体を包みこみ、そのバッグ効果を期待する各種
の方式をまとめて「バッグサイロ」と称している。

3) 使用上の注意

- ① 追い詰めをする場合は、フォーレージブローにより十分な換気を行い安全を確認する。
- ② 図2に示す送風拡張方式の場合、フォーレージブロー吹き込み口と排気口は兼用するが、ブロー
能力に応じて吹き込み口の大きさを加減する(小さすぎるとサイロ屋根を破損する恐れがある)。
- ③ バッグ破損部はていねいに補修し、特に最上部の通気遮断につとめる。
- ④ 外部から随時サイロ内の作業安全を確認する。
- ⑤ アンローダを使用するサイロには現在のところ用いられない。

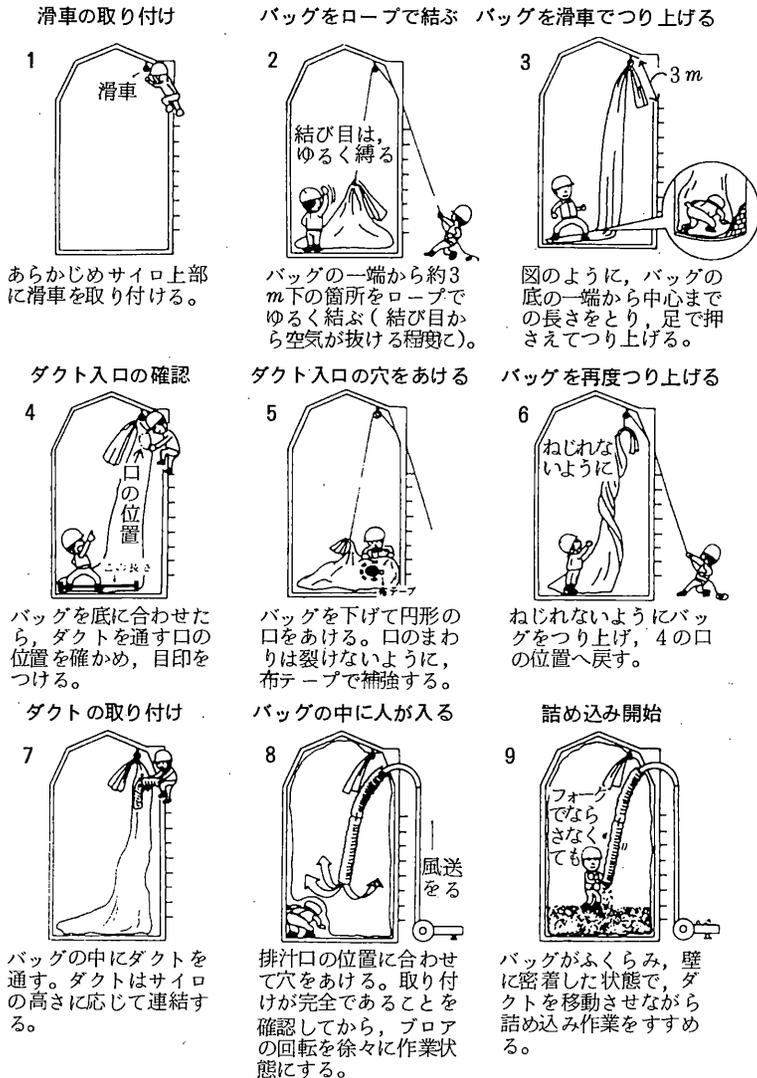


図2 送風拡張方式によるタワーサイロバッグの使用法

3. タワーサイロバッグの利用効果

1) サイロの気密性向上

各種のサイロにおいて、装着バッグに破損のない限り気密的機能を向上することができる。

2) サイロ内壁の環境改善

通常、サイレーズ取り出し後のサイロ内壁は汚染されている。しかもこれを清掃する場合は困難が伴う。バッグはサイロ内壁と原料を遮断することになるので、サイロ内壁を保護するとともに、凍結によるサイレーズの付着を防止でき、通常のもルタル壁に対比して原料の沈下度合も増進される傾向が認められる(事例では、高さ9 mのサイロで、バッグ使用有無による詰め込み1か月後の原料沈下差は約80cmであった)。

3) サイレーズロスの軽減と品質改善

サイロの型式、原料草および詰め込み日を同一としてバッグ使用有無の効果を比較した結果(表1)、塔型角サイロにおけるアルファルファサイレーズでは、対象区の変質割合が20%であったのに対し、バッグ使用区では5%以下に軽減された。

また、塔型丸サイロにおけるトウモロコシホールクロープでは、バッグ使用によってスポイレーズをゼロに抑えられた(表2)。

今回は調査試験を同一条件下とするため、調査例数が少なく、アルファルファ原料草は雑草混入率の高い初回刈り草であったために、バッグ使用でも完全な変質防止を果たし得なかった。しかし、現地における他の事例では、効果はかなり期待し得るものであり、とりわけ夏場のサイレーズ利用において顕著となる。

なお、本調査でいう変質割合とは、サンプリング部位を平面的にとらえ、官能的に判別した腐敗、二次発酵などにより侵された部分割合をいう。

一方、発酵品質についてもバッグ使用によって若干の改善がみられる(表3)。

4) 経済性

サイレーズも当たり生産費を1万円とした場合、

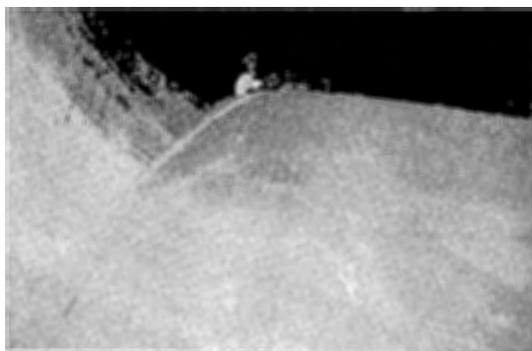


写真1 バッグ内にプロアで送風すると風船のようにひろがってサイロ内壁に密着する。



写真2 ダクトを移動させればよいのでフォークやカップは必要ない。

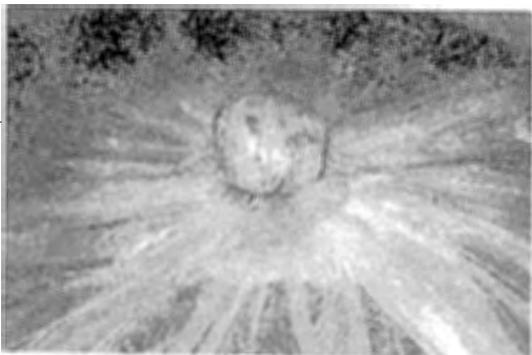


写真3 詰め込み終了後はこのように口をとじる。



写真4 バッグに破損がなければ最上部であっても口はない。

100 tサイロでは約3%ロスに相当する資材費で、バッグの装着が可能である。通常、塔型サイロでは5%程度のロスが見込まれるので、スポイレーズを抑制し、さらに有機酸組成の向上を考慮すると経済的に有利といえよう(表4)。

表1 供試試料の処理内容

サンプル	バッグ使用有無	サイロ型式	原料草	播種期	収穫期	サンプル採取日	サンプリング部位	備考
1	有	塔型(角)	アルファルファ	59. 5.19	59. 8. 5	59.12. 4	中	アルファルファ 50% 雑草 50%
2	無	"	"	"	"	59. 9.28	中	(1と同一原料)
3	有	塔型(丸)	サイレーズ用 トウモロコシ	59. 5.25	59. 9.25	59.12. 4	上	糊熟~黄熟
4	無	"	"	"	"	59.12. 4	上	(3と同一原料)

注) 角型サイロ 2.7×2.7×高さ5.0 m 丸型サイロ内径4.5×高さ9.0 m

(1984. 普及所調べ)

4. 利用者の評価と普及状況

2回以上の使用経験をもつ利用者を対象としたアンケート調査結果(図3)によると、トウモロコシ、牧草サイレーズともに、ほぼ全利用者がバッグ使用によるサイレーズ品質の向上を認めるものとなった。

同じく二次発酵や腐敗による廃棄部の割合については、両サイレーズともに約7割の利用者が高い評価を示し、残る3割は廃棄部の割合が少なくなったとしている。

表2 サンプリング部位における変質発生割合

サンプル	ロス(観察)
1	5%
2	20
3	0
4	20

(1984. 普及所調べ)

表3 酸組成

(原物中%)

サンプル	水分	pH	総酸	乳酸	酢酸	プロピオン酸	酪酸	VFA 総酸	NH ₃ -N
1	70.1	4.7	2.4	0.9	1.4	0.09	0.01	62.5	0.045
2	61.2	5.1	2.5	0.4	1.8	0.33		80.4	0.062
3	69.4	3.6	1.5	1.1	0.4	0.02		27.6	0.020
4	68.5	4.2	1.7	0.8	0.7	0.12	0.06	52.4	0.014

(1985. 3 帯広畜産大学)

表4 タワーサイロバッグの価格例 (昭和60年11月)

	サイロの大きさ (内径) × (高さ)	標準価格	サイレーズ 1 t 当たり経費例
小型	$m \quad m$ (3.0~3.9) × (5.6~9.0)	21,800 円	内径 3.6 m × 高さ 7.2 m = 約 50 t 1 t 当たり 約 440 円
中型	(4.0~4.7) × (6.7~9.0)	30,900	内径 4.5 m × 高さ 9.0 m = 約 110 t 1 t 当たり 約 280 円
大型	(4.8~5.7) × (7.6~10.0)	34,500	内径 5.4 m × 高さ 9.0 m = 約 150 t 1 t 当たり 約 230 円

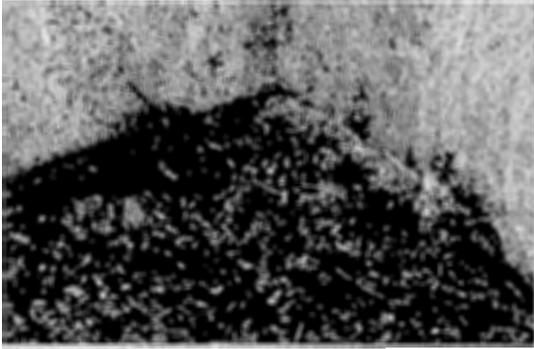


写真5 一バッグを用いない場合
カビや腐敗で隅の部分から3割ぐらい劣化している（角型サイロのアルファルファサイレージ）。

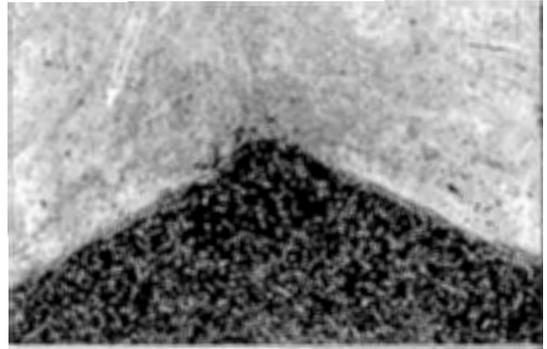


写真6 一バッグを用いた場合
写真5と同一条件でつくられたがいたみがない。

「少なくなった」の回答の中には、より完全を望む意見も含まれるものと推察されるが、この点についてはバッグ取扱いの熟練によっても改善されよう。

また、価格、材質、装着法の簡易化についても一層の改善を期待する声が寄せられている。事実、未利用者は装着の煩雑さを懸念する向きもあるが、熟練者では30分で装着が可能であるとしている。

タワーサイロバッグは農家の工夫を基礎とするものであり、熱心な酪農家の協力によって現在の形をととのえ普及されている（表5）。

5. 今後に寄せる期待

① 装着法の改良と多様化

現在のところ、バッグ装着法の主流は送風拡張方式であるが、サイロ内に取付け後、送風によらずとも壁面に密着が維持され、詰め込み作業の支障とならない何らかの方法が開発されると、バッグの適応範囲はさらに拡大されるであろう。

② 牧草サイレージの利用拡大

バッグの効果として特筆すべきことは、酪農家が不安感をもつ牧草サイレージの品質向上と品質保持が容易になるという点である。生産現場に適応した利用技術が更に進展して、畑地型の酪農地帯でも高品質牧草サイレージが利用されて、それが草地生産性の向上に結びつくことを期待している。

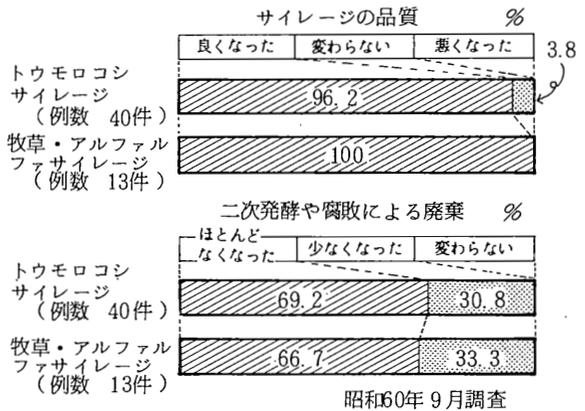


図3 タワーサイロバッグの効果について利用者の評価

表5 タワーサイロバッグの普及状況 (利用サイロ基数)

	年次	年次			
		昭. 58	59	60	61
佐 呂 間 町		17	30	53	162
(参考)	北海道全体	125	260	835	1,192
	全 国	125	340	1,078	1,330

注) 参考はメーカー発表

③ 低コストサイロ利用にむけて

少し飛躍するが、サイロの機能を器と気密性に分けて考えると、器に求められるのは形と強度であり、気密機能は別に考えたほうが経済的かつ合理的な場合がある。このような意味から一般的な塔型サイロはもとより、遊休サイロの再利用、簡易サイロ施設あるいは無水アンモニア利用サイロの気密的機能を分担するという点でバッグの役割が期待できるものと考えている。

謝 辞

このたび北海道草地研究会賞の受賞にあたり、御推薦を賜った北見農試場長・後木利三氏、同専技室総括専門技術員・藤田昭三氏、またこれまで懇切なる御指導を賜った道南農試専技室総括専門技術員・杉目直行氏、北見農試専技室専門技術員・佐藤正三氏、帯広畜産大学草地利用学研究室、ほか現地普及活動に対し特段の御高配を賜った北海道草地研究会の各位、更には網走支庁、各普及所の諸先輩並びに同僚各位に対し心より謝意を表するものである。

シンポジウム「北海道における草地生産の可能性と問題点」

物質生産特性からみた草地の生産性

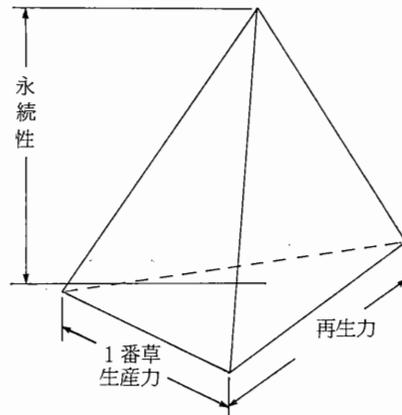
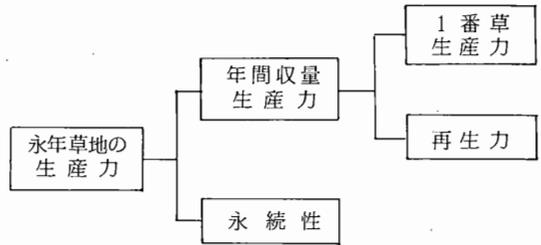
楠谷 彰人 (北見農業試験場)

収量生産に関し、草地は次のような他作物にはない特徴を持っている。

- 1) 一度播種されると、採草地で5～6年、放牧地では10年以上も多年利用される。
- 2) 年間収量は、何回かの刈取りや放牧を経たうえで評価される。
- 3) いくつかの草種が混播されることが多い。

従って、1)に関しては年間収量ばかりでなく、その長年月にわたる持続性、すなわち永続性が問題となり、2)に関しては収量の年次内分布に関係する季節生産性および再生力が問題となろう。また、3)に関しては混播される草種の組合せとその組合せ比率による収量変動の把握が重要な課題となる。

第1図は、草地生産力の構成を模式的に示したものであるが、まず永年草地における生産力は年間収量生産力と永続性に分割して考えることができる。また、年間収量生産力は1番草の生産力と再生力に分けられる。すなわち、1番草生産力を三角形の底辺に例えると、草地では生育時期が進むにつれて収量は減少するのが普通であるため、再生力は三角形の尖度とみることができる。また、永年草地の収量は播種2年目ごろを最高としてその後は漸減するのが一般的であるため、永続性は年間収量が減退していく程度、すなわち三角錐の尖度とみなせよう。このように、草地の生産力は1番草生産力、再生力、永続性の三要素によって決定される三角錐の体積に例えられる。従って、育種的に生産力の向上 — すなわち三角錐の体積増加をはかるためには、まず当年の刈取り時期別収量、次いで各年次ごとの年間合計収量、さらに永続性によって規制される長年月にわたる総合計収量と段階を追っての評価がなされるべきである。



第1図、草地生産力の構成

またその場合、生産力の構成因子である1番草生産力、再生力、永続性の相互関係について次のような検討が必要となろう。

- 1) 1番草生産力、再生力、永続性の品種間差がどのような機構に基づいて生ずるのか。
- 2) それぞれは遺伝的に独立とみなせるか否か。

3) 収量生産に対するそれぞれの相対的重要性に差があるのだろうか。

以下は、草地（主として採草地を想定した）の生産力を1番草生産力、再生力、永続性に分け、その品種間差につき物質生産的観点から検討を加え、草地生産性向上の可能性を探ろうとしたものである。なお混播の問題については触れなかった。

I. 1番草生産力

利用2年目のオーチャードグラス散播草地における1番草生産力について検討する。供試品種は第1表に示した10品種である。

第1表 乾物重の推移

	乾物重 (g/m^2)					草型指数
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	
1. Pennlate	154.8	427.1	751.8	982.5	1199.3	124
2. Latar	136.0	388.3	700.6	897.4	1076.6	96
3. Hokkai-1	103.6	308.1	634.5	835.3	984.9	84
4. Potomac	132.6	331.6	655.6	849.4	1025.8	83
5. Chinook	65.0	215.5	558.7	685.1	796.4	71
6. Kitamidori	102.9	285.7	630.6	854.2	1037.9	63
7. Daprime	99.1	303.2	584.9	772.7	922.9	63
8. S 143	66.6	173.4	427.6	599.1	714.3	50
9. Apanui	63.2	242.6	464.0	603.6	738.6	48
10. Frode	81.2	246.6	500.5	674.5	829.0	37
平均	100.5	292.2	590.9	775.4	932.6	72
S. D.	32.4	77.4	104.0	130.3	159.5	24.5
C. V.	32.2	26.5	17.6	16.8	17.1	34.0

注) T₁: 出穂4週間前, T₂: 出穂2週間前, T₃: 出穂期, T₄: 出穂1週間後, T₅: 出穂2週間後(以下同じ)
草型指数: 1茎重 mg/m^2 当たり茎数($\times 10^{-3}$)

1. 乾物生産量の品種間差異

第1表は、出穂4週間前(T₁)から出穂2週間後(T₅)までの乾物重の推移を示したものである。出穂期(T₃)における乾物重を1番草収量とすると、最高は「Pennlate」の752 g/m^2 、最低は「S143」の428 g/m^2 で、10品種の平均は591 g/m^2 、品種間変異係数は17.6%であった。

2. 草型指数による品種分類

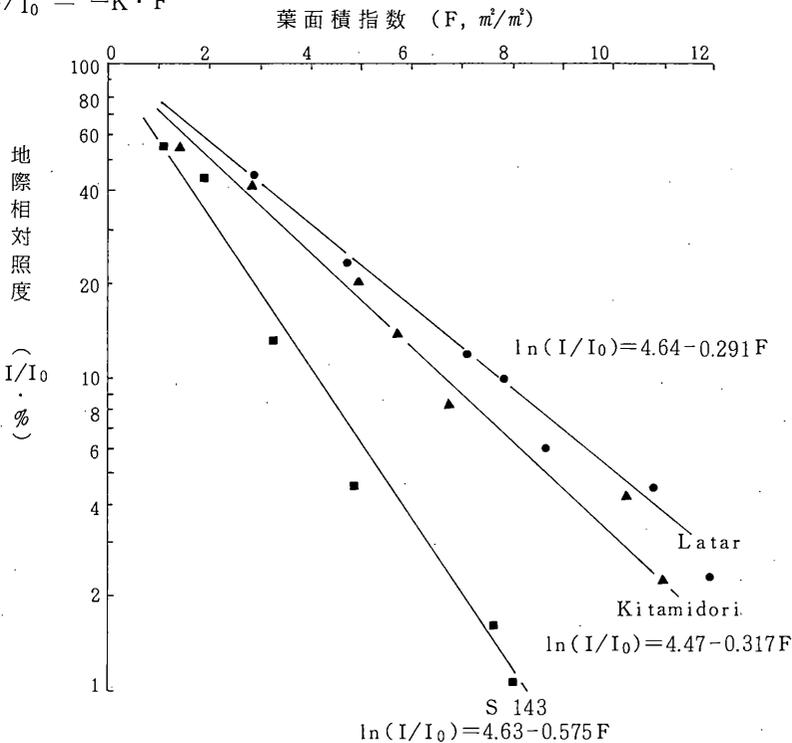
草型は安定した遺伝形質であり、受光態勢に関連する重要形質と考えられている。岡部⁵⁾は、イタリアンライグラスにおいて、1茎重と茎数との比を草型指数として品種分類と収量解析に応用した。ここでも、出穂2週間後の1茎重(mg)/ m^2 当たり茎数を草型指数として第1表に示した10品種に適用した。草型指数は連続的であったが 80×10^{-3} 以上を茎重型、 50×10^{-3} 以下を茎数型、その間を中間型とすると、第1表の1~4が茎重型に、5~7が中間型に、8~10が茎数型にそれぞれ分類された。茎重型には「Pennlate」、 「Latar」等アメリカ合衆国で育成された採草利用型品種が含まれ、茎数型には「S143」

「Frode」等西北ヨーロッパで育成された草丈の低い放牧利用型品種が含まれていた。採草、放牧兼用型として育成された「キタミドリ」は中間型に属した。

3. 光通減係数

群落を通して地表まで達する光の量は、生育が進むにつれて少なくなる。すなわち、群落地際の照度は生育とともに通減するが、これには群落の発達に伴う葉面積の増加が大きく影響している。第2図は、「Latar」、「キタミドリ」、「S143」の1週間ごとの地際相対照度（ I/I_0 ）と葉面積（ F , 葉面積指数で示した）との関係をみたものである。図に明らかなように、 I/I_0 の対数値と F は有意な負の相関を示し、両者の間には次式で表される直線関係が成立した。

$$\ln I/I_0 = -K \cdot F$$



第2図 葉面積と地際相対照度との関係

同様の関係は他の品種においても認められたが、直線の傾き K には著しい品種間差がみられた。すなわち、生育時期ごとの葉面積の草型による差は小さかったが、地際相対照度は茎数型品種で低く、 K は茎数型品種ほど大きくなる傾向にあった。このように、 K は地表に到達する光の量と葉面積との関係の経時的変化パターンを表し、品種の受光態勢を反映した要因と考えられる。品種別の K は光通減係数として第2表に示した。

4. 日射エネルギー利用率の品種間差異⁴⁾

作物の収量は収穫部位に蓄積された日射エネルギーの乾物換算値とみなすことができる。従って、日射エネルギーをいかに効率的に物質生産に結びつけるかが作物の生産性を考えるうえで重要な問題となる。

牧草の日射エネルギー利用率について、Cooper¹⁾は養水分の供給が制限されない場合、日射エネ

ギー利用効率が牧草生産の最終制限要因になると述べ、日射エネルギー利用効率を決定する要因の把握につとめた。日本における牧草類の日射エネルギー利用効率に関する研究は、大久保ら⁶⁾によって確立された。大久保ら⁶⁾は、群落の生理生態学的立場から日射エネルギー利用効率を論じ、この点から草地の合理的管理法と生産力向上について考察した。

日射エネルギー利用効率 (E_u) は、内容的には日射エネルギーを群落内部へ吸収する割合 (遮蔽率, E_i) と吸収された日射エネルギーを乾物に転換する効率 (日射エネルギー転換効率, E_c) に分割される。遮蔽率 (E_i) は、日射エネルギーを受けとめる場としての葉面積の大きさと群落の受光態勢の規制を受ける。一方、日射エネルギー転換効率 (E_c) は、葉面積の違いによる受光量の差は消去されているため、主に各葉身の光合成能力によって左右される。

第2表 日射エネルギー利用効率、遮蔽率および
日射エネルギー転換効率の品種間差異

	K'	T_0-T_1			T_1-T_2			T_2-T_5			T_0-T_5		
		$E_u(\%)$	$E_i(\%)$	$E_c(\%)$									
(1) Pennlate	0.31	0.77	34.4	2.23	1.78	77.6	2.29	2.47	94.6	2.62	1.82	72.6	2.50
(2) Latar	0.29	0.67	27.3	2.45	1.65	70.6	2.33	2.21	92.4	2.39	1.63	67.9	2.40
(3) Hokkai-1	0.39	0.61	24.5	2.50	1.43	69.6	2.06	2.28	94.3	2.42	1.70	72.3	2.36
(4) Potomac	0.32	0.85	32.7	2.60	1.39	70.1	1.98	2.34	92.1	2.54	1.78	72.6	2.45
(5) Chinook	0.61	0.29	21.7	1.36	1.05	65.1	1.62	1.72	93.5	1.84	1.37	70.0	1.95
(6) Kitamidori	0.32	0.61	25.7	2.36	1.28	61.0	2.10	2.54	91.0	2.79	1.80	67.7	2.66
(7) Dapprime	0.46	0.37	27.1	1.37	1.25	74.6	1.67	2.13	95.7	2.23	1.30	65.7	1.96
(8) S 143	0.57	0.25	19.2	1.29	0.65	49.3	1.33	1.86	97.5	1.91	1.00	57.8	1.73
(9) Apanui	0.41	0.23	16.5	1.42	1.10	67.0	1.64	1.71	96.1	1.78	1.03	60.2	1.71
(10) Frode	0.44	0.38	27.0	1.41	1.08	70.7	1.53	1.87	93.2	2.01	1.25	68.2	1.84
平均	0.41	0.50	25.6	1.90	1.27	67.6	1.86	2.11	94.0	2.25	1.47	67.5	2.16

注) K' : 光減係数, E_u : 日射エネルギー利用効率, E_i : 遮蔽率, E_c : 日射エネルギー転換効率

第2表は、生育時期別の E_u , E_i , E_c を示したものである。時期区分は E_i によっておこなった。すなわち、萌芽期 (4月20日, T_0) から10品種平均 E_i が47%になる出穂4週間前 (T_1) までを生育初期, T_1 から E_i が85%になる出穂2週間前 (T_2) までを生育中期, T_2 から出穂期 (T_3 , E_i 93%) をはさんで E_i が97%になる出穂2週間後 (T_5) までを生育後期とした。その結果、生育初期 (T_0-T_1) の平均 E_i は26%, 生育中期 (T_1-T_2) は68%, 生育後期 (T_2-T_5) は94%となった。

E_u は生育が進むほど高くなったが、全生育期間 (T_0-T_5) を通じての最高は「Pennlate」の1.82% 最低は「S 143」の1.00%であり、10品種の平均は1.47%であった。これは、大久保ら⁶⁾がオーチャードグラス1年目草地の1番草で得た1.17%より若干高い値であったが、出穂期 (T_3) までに限ってみると T_0-T_3 の10品種平均 E_u は1.19%となり、大久保ら⁶⁾の報告とほとんど一致した。 E_u の品種間変異係数は生育初期42.6%, 生育中期24.3%, 生育後期13.7%であり、生育が進むほど品種間差は縮小したが、いずれの時期においても茎数型品種の E_u が低い傾向にあった。

Ei は全生育期間を通じ、ほとんどの品種が 60 - 70% の範囲にあり、生育期間中に投下された日射エネルギーの約 2/3 が群落内部へ吸収された。

Ec は、生育後期にやや高くなったが、概して生育時期による変動は小さかった。全生育期間を通じての Ec は「キタミドリ」の 2.66% が最も高く、「Apanui」の 1.71% が最低であった。Ec の品種間変異係数は生育初期 28.3%、中期 17.5%、後期 14.9% で、Eu 同様生育が進むほど品種間差は小さくなった。草型別には、茎数型品種は茎重型品種より 0.8%、中間型品種より 0.3% 程度低い値を示した。

5. 日射エネルギー利用効率に関与する要因⁴⁾

以上のように、日射エネルギー利用効率 (Eu) には顕著な品種間差が存在するが、これらの差がどのような品種特性に関係しているのかを知ることは多収性品種育成の際の選抜基準を定めるうえからも極めて重要である。Cooper¹⁾ は、牧草類の Eu の草種間差、品種間差を決定するのは個葉の光合成能力と群落の構造特性であるとし、大久保ら⁶⁾ は、牧草類の最大 Eu は吸光係数によって支配される最適葉面積指数の大小によって決定されると報告している。

Eu は遮蔽率 (Ei) と日射エネルギー転換効率 (Ec) の積で表されるが、Ei はさらに葉面積 (F) と遮蔽率/葉面積比 (Ei/F) に分けて考えることができる。すなわち

$$Eu = Ei \times Ec$$

$$= F \times Ei / F \times Ec$$

Eu に関する葉面積の役割は、前述のように日射エネルギーを受けとめる場の大きさとして理解され、Ei/F は同葉面積での遮蔽程度を表し、受光態勢に関わる要因と考えられる。なお、受光態勢には他に群落構造や草型、吸光係数や光通減係数 (K') が関与する。Ec は、葉面あたりの光合成能力に近似するが、光合成能力には葉の厚さ、葉身窒素含有率、葉乾重/葉面積比 (Specific Leaf Weight, SLW) 等が関係することが知られている。従って、Eu の品種間差は葉面積、受光態勢、光合成能力の 3 要因の差による総合結果として把握される。

以上の観点から、受光態勢を表す指標として K'、光合成能力を示す指標として SLW を取りあげ、これに葉面積 (F) を加えた 3 要因を説明変数、Eu を目的変数とする重回帰分析をおこなった。結果は第 3 表

第 3 表 Eu に関する重回帰分析

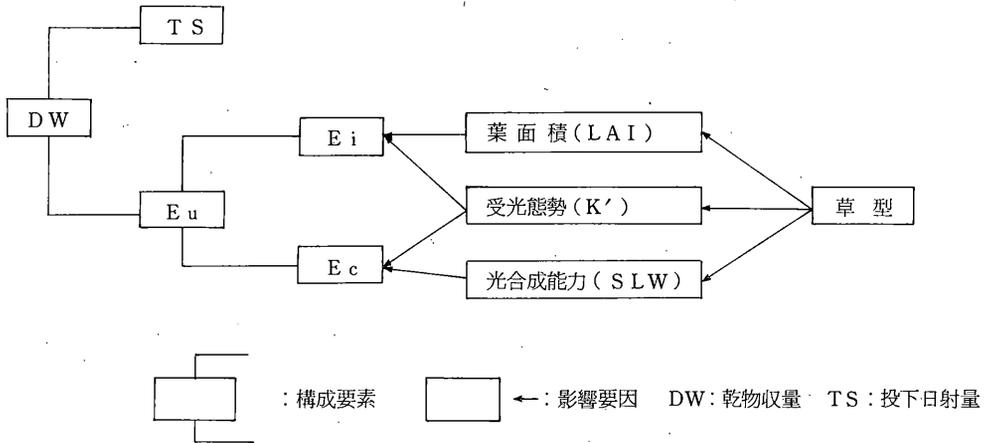
	重 回 帰 式	R	R ²	SPRC (%)		
				X ₁	X ₂	X ₃
T ₀ - T ₁	Y = 0.6546 X ₁ + 0.2551 X ₂ - 0.3959 X ₃ - 0.8231	0.959	0.920	60.0	28.5	11.5
T ₁ - T ₂	Y = 0.3939 X ₁ + 0.5708 X ₂ - 0.5173 X ₃ - 1.7791	0.966	0.933	61.6	28.9	9.5
T ₂ - T ₅	Y = 0.0968 X ₁ + 1.5792 X ₂ - 0.7521 X ₃ - 2.7590	0.927	0.859	36.7	42.5	20.8

注) Y: Eu, X₁: LAI, X₂: SLW, X₃: K', R: 重相関係数, R²: 決定係数, SPCC: 標準偏帰係数比

に示したとおりであるが、いずれの時期においても R = 0.9 以上の高い重相関係数が得られ、Eu の品種間差の 86% ~ 93% が F, SLW, K' の 3 要因によって説明されることが分かった。しかし、各要因の Eu に対する貢献割合は生育時期によって異なった。すなわち、Eu に対する相対的貢献程度を標準偏帰係数の比較から推定した結果、生育中期までは F, SLW, K' の貢献はほぼ 60 : 30 : 10 であり、Eu の品

種間差の約6割までが葉面積の差に帰せられた。一方、生育後期における貢献割合は37 : 42 : 21となり葉面積よりも光合成能力の影響が強くなることが示された。K'の影響も生育後期に高くなったが、これは光合成能力の効果が大きくなる時期には、光エネルギーの各葉身への分配を規制する要因としての受光態勢の重要性が増すことを示すものであろう。

このように、Euの品種間差の大部分が生育初、中期の葉面積の大きさと生育後期の光合成能力および受光態勢の差により説明されることが明らかとなった。茎数型品種のEuは茎重型、中間型品種よりも低く推移したが、茎数型品種の葉面積は、生育後期には他の草型と遜色なくなるものの、生育初期の展開量は小さくEiも低い傾向にあった。さらに、茎数型品種はEcが低く光合成能力も低いと推察されたが、茎数型品種は草丈の低い下繁草であり、葉は薄く(SLWが小さい)陰葉化していた。葉を薄く展開するのは弱光をよく捕えようとする下繁草の被陰に対する生態的適応と考えられるが、一般に陰葉の光飽和点は低く飽和光合成能力も低い。従って、茎数型品種の光合成能力が低いのはその生態的特性からみでの必然ともいえるが、この欠点を補ってEuを高めるためには受光態勢の改善が最も効果的と思われる。



第3図 乾物生産過程

以上のように、草型は葉面積、受光態勢、光合成能力を通じてEi、Ecに影響し、さらにEuを経過して収量を規制する。その経路をまとめると第3図のようになるが、草型はさらに形態形質にも関係する。すなわち、茎重型品種は一般に草丈が高く1茎重が重く、葉は立型で上位葉が短く厚いという傾向がみられた。従って、これらの形質は草型からみた1番草生産力向上のための着目すべき形質といえよう。

II. 再生力

牧草類の再生に関しては、これまで多数の報告がなされているが、その品種間差を扱った例は少ない。杉山ら⁷⁾は、トールフェスクを50 cm × 25 cmで栽植しその再生力の遺伝子型間差を検討した。第4表は、再生力を個体あたりの葉面積で表し、これを目的変数とし個体あたりの分けつ数と刈取り後の葉の伸長速度を説明変数とする重回帰分析の結果を示したものである。再生量の遺伝子型間差の60 - 80%がこれら2形質により説明されたが、その相対的貢献割合は再生の時期により異なった。すなわち、

第4表 再生量に関する重回帰分析(杉山ら⁷⁾)

刈取り後日数	重回帰式	決定係数
10	$Y = 0.8750 X_1 + 0.1125 X_2$	0.766
20	$Y = 0.6712 X_1 + 0.4601 X_2$	0.627
30	$Y = 0.6003 X_1 + 0.5463 X_2$	0.692

注) Y: 個体当たり葉面積, X₁: 個体当たり分けつ数, X₂: 葉身伸長速度
偏回帰係数は標準化したもの

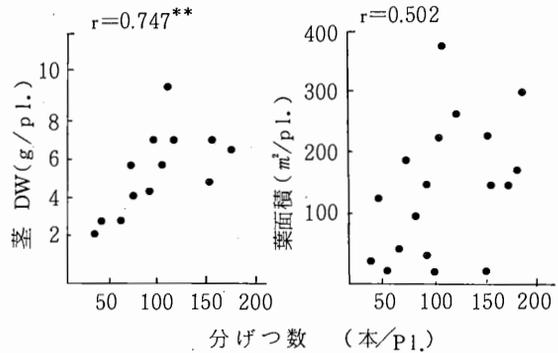
再生初期には分けつ数の寄与が大きく, 葉の伸長速度の寄与は再生後期に高くなった。

分けつ数は, 第4図に示したように, 刈取り後の残存葉量および茎基部乾物重と正の相関関係にあった。すなわち, 分けつ数の多い遺伝子型は刈取り後に残る葉の量が多く, また可溶性炭水化物の主要な貯蔵場所である茎基部の割合が高い。このため, 刈取り直後から再生に多くの同化産物を利用することができ, 再生初期の生育が有利になると推察された。

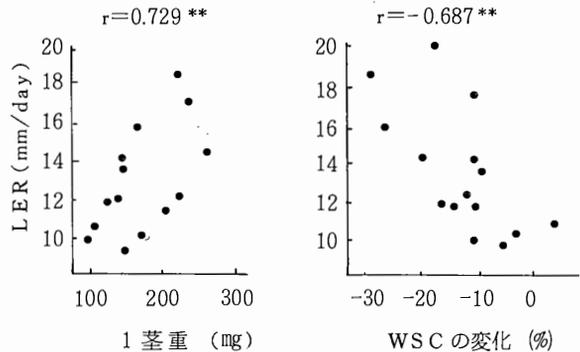
一方, 葉の伸長速度は第5図にみられるように, 刈取り前の平均1茎重および刈取り後10日間の貯蔵炭水化物の増減量と密接な関係を示した。すなわち, 1茎重の重い遺伝子型は, 刈取り後貯蔵炭水化物を速やかに葉の伸長に利用するため, 生育が進むほど高い再生力を示すようになった。

岡部⁵⁾は, イタリアンライグラスの多数の品種, 系統を条播して再生力の差を比較した。その中で, 杉山ら⁷⁾と同じく, 刈取り後の生育過程を刈取り直後の再生過程と再生茎の伸長過程の2過程に分けて考察し, 両過程に関与する品種特性は異なると指摘した。すなわち, 刈取り直後の再生過程には貯蔵物質や残存光合成器官の多少が影響し, 再生茎の伸長過程には茎葉の生長の良否や光合成能力が関係すると述べている。

以上のように, 草種を問わず分けつの多い型は, 刈取り後の残存葉量や貯蔵炭水化物の量が多いために, 再生初期の生育は有利となるが, 次第に茎葉の伸長速度で勝る1茎重の重い型の生育が旺盛になることが明らかにされた。しかし, これらの試験は個体植えあるいは条播でおこなわれたものであり, 同様の結果



第4図 茎基部乾物重, 葉面積と分けつ数との関係(杉山ら⁷⁾)

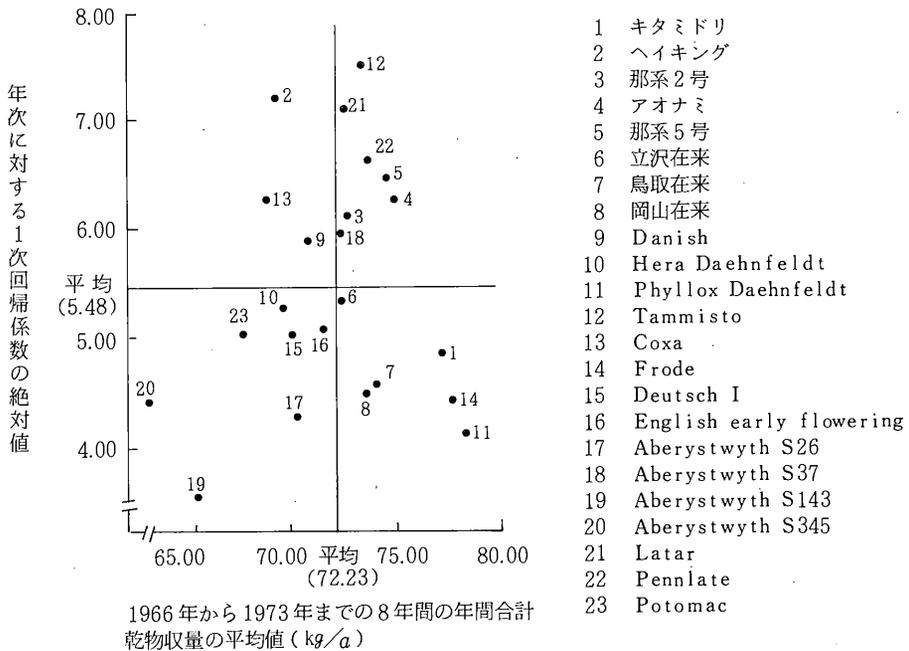


第5図 刈取り後10日間の葉身伸長速度(LER)と刈取り前平均1茎重および可溶性炭水化物(WSC)の変化との関係(杉山ら⁷⁾)

が群落としてみた場合にもあてはまるかどうかは今後の課題であろう。すなわち、個体植え→条播→散播とすすむに従い、各分けつは再生のごく初期から激しい個体間競争にさらされることになる。このため、群落生態的要因の比重は散播草地で一層高くなると予想され、今後再生力に関してこの方面からの検討が必要になると思われる。

III. 永続性

草地の永続性とは、収量の長年月にわたる持続性としてとらえることができるが、オーチャードグラス品種の永続性に関しては川端ら³⁾が詳細な研究をおこなっている。すなわち、オーチャードグラスの23品種系統を用い、採草利用を想定した2回刈り区と放牧利用を想定した4回刈り区を設け、播種2年目から8年間にわたり乾物収量の持続性が検討された。その中で、永続性を評価する指標として収量の年次経過に伴う減少程度、すなわち収量の年次に対する1次回帰係数が有効なことが明らかにされた。この1次回帰係数は、2回刈り区では-7.4から-3.4 (kg/a)、4回刈り区では-7.2から-4.7 (kg/a)という顕著な品種間差を示し、永続性についても遺伝的変異が存在することが認められた。さらに、真に永続性にすぐれているということは、収量の年次に対する回帰が小さいばかりでなく収量そのものが高い必要があるとの考えから、8年間の平均収量と年次に対する収量の回帰係数の二元分布により永続性に関する品種分類が試みられた。



第6図 オーチャードグラス23品種を年間2回刈りで8年間収量調査したときの1次回帰係数の絶対値と年間平均乾物収量との関係。図中1-23の数字は右記の品種・系統を示す。(川端・後藤³⁾)

第6図は、2回刈り区の場合を示したものであるが、8年間平均収量と回帰係数との相関は $r = 0.15$ であり、収量と回帰係数はほぼ独立であると考えられた。回帰係数が大きく、年次経過に伴う収量低下の

激しい品種として「Tammisto」, 「ヘイキング」, 「Latar」等が挙げられ, 「S 26」, 「S 143」, 「Frode」等は回帰係数が小さく収量の年次変化の少ない品種と考えられた。第6図の第4象限に分布する品種は, 年間平均収量が高くその年次経過に伴う減少も少ないため, 永年草地用採草型品種として最もすぐれていることを意味するが「キタミドリ」, 「Phyllox」, 「Frode」等がこれに属した。

同様に4回刈り区についてみた場合, 「Pennlate」, 「Coxa」, 「S 37」, 「Latar」等の回帰係数が大きく, 「S 26」, 「S 143」, 「キタミドリ」等の回帰係数が小さかった。回帰係数が小さく収量も高い永年草地用放牧型品種としては「キタミドリ」, 「立沢在来」, 「鳥取在来」, 「Phyllox」等が適していると考えられた。

以上のように, 永続性は明らかな遺伝的特性であるとみられたが, その品種間差が生ずる機構についての解析的研究はまだ十分なされていない。すなわち, 永続性には年次経過に伴う生理機能の低下, 植生構造の変化, 集団の遺伝的構造の変動等が関係していると考えられるが, 永続性の簡易検定法の確立にも関連して, その品種間差をもたらす要因についての詳細な検討が望まれる³⁾。ただ, 永続性を評価する指標である収量の年次に対する回帰係数の大きかった「Pennlate」, 「Latar」等は1番草生産力の項で述べた茎重型に属す品種であり; 回帰係数の小さい「S 143」, 「Frode」等は茎数型に属している。そこで両試験に共通して供試されている6品種につき, 草型指数と回帰係数との相関関係を調べた。その結果2回刈り区では $r = 0.85^*$ の有意な正の相関が認められ, 4回刈り区でも $r = 0.70$ と有意ではないが比較的高い正の相関係数が得られた。従って, この結果のみから速断することは危険であるが, 茎重型品種ほど収量の年次経過に伴う減退が大きい傾向がみられ, 永続性にも草型等の物質生産にかかわる要因が関係する可能性が示された。また, 長年月にわたる収量維持を考える場合, とくに北海道等では低温年の減収回避, すなわち耐冷性のような気象条件に対する反応性の品種間差も無視できないであろう。さらに, 越冬性あるいは偶発する病害や干ばつに対する抵抗性等の影響も大きいものと思われる。

IV. 1番草生産力, 再生力, 永続性の相互関係

これまでみてきたように, 草地生産の基礎をなす1番草生産力, 再生力, 永続性のいずれにおいても顕著な遺伝的変異が認められたが, それぞれの相互作用についてはまだ十分検討されていないように思われる。すなわち, 群落(散播)状態における品種の1番草生産力, 再生力, 永続性を総合的に考察し, その独立的向上の可能性を論じた報告はみあたらない。

後藤²⁾は, 多数のオーチャードグラスの品種, 系統について季節生産性を比較し, vigourに基づく品種分類をおこなったが, その中で春の草勢および1番草収量が再生力, 2番草収量, 秋の草勢等と負の相関関係にあることが明らかにされた。すなわち, vigourに関与する形質間には何らかの関連が存在し, それに基づく品種分類のパターンは連鎖または遺伝相関に由来すると推察された。具体的には, 「Pennlate」, 「Latar」, 「Tammisto」等は春の草勢が著しく高く1番草収量も多いが, 再生が極度に悪い品種であり, 「S 26」, 「S 143」, 「S 345」等は春の草勢および1番草収量は低いが再生力, 秋の草勢の高い群に分類された。これらの結果は個体植えで得られたものであるが, 1番草の生産力に関しては散播草地での結果ともよく一致し, 1番草生産力と再生力は相反する特性である可能性が高い。しかし, 後藤²⁾の報告によれば, 「Avon」, 「Gullåker」, 「Masshardy」のように高い春の草勢と再生力が結びついた品種もあり, このような品種の生理生態的特性を検討することにより, 高い1番

草生産力と再生力を兼ね備えた品種の育成は可能と思われる。

また、後藤²⁾の報告と川端ら³⁾の報告を比較すると、「S26」, 「S143」等の再生力の高い品種は収量の年次変化が小さい傾向にあり、「Pennlate」, 「Latar」等の春の草勢が盛んで再生力の低い品種は収量の年次経過に伴う減退が大きい傾向がみられた。すなわち再生の良さと永続性の高さは一致する面が多く、再生力と永続性は同じような品種特性に支配される可能性が示された。

草地生産力に対する1番草生産力、再生力、永続性の相対的重要性は、その利用形態によって異なると思われる。採草利用の場合には、Spring flushを最大限に利用し、出穂期までの収量増加、すなわち1番草生産力の向上が最も重要な育種目標となろう。一方、放牧草地の場合は、生育の早い時期から利用されるため、出穂期ごろの多収よりも高い春の草勢と再生力が重要な育種目標となる。また、永続性は放牧草地において、より重要な意味を持つと思われる。

第5表 永続性に関する重回帰分析(川端・後藤³⁾, 1979より算出)

重回帰式	R	R ²	X ₁ : X ₂
Y ₁ = 0.534 X ₁ - 1.487 X ₂ + 33.66	0.871 ***	0.759	70 : 30
Y ₂ = 0.554 X ₁ - 3.046 X ₂ + 17.38	0.819 ***	0.671	52 : 48

Y₁ = 2回刈り区の8年間平均収量 Y₂ = 4回刈り区の8年間平均収量
X₁ = 播種2年目(1966)の収量 X₂ = 年間収量の年次に対する1次回帰係数の絶対値(b値)
R = 重相関係数 R² = 決定係数 X₁ : X₂ = X₁ と X₂ の標準偏回帰係数比

第5表は、前述の川端ら³⁾の試験結果を基に8年間平均収量を目的変数、8年間のうち最高収量を示した播種2年目の年間収量と収量の年次に対する回帰係数を説明変数とする重回帰分析をおこない、その結果を示したものである。2回刈り区、4回刈り区ともにR=0.8以上の重相関係数が得られ、8年間の平均収量 — これは草地の生産力そのものを表すと考えられる — の品種間差の70%前後がこれら2要因により説明された。また標準偏回帰係数から推定した2年目収量と回帰係数の8年間平均収量に対する貢献割合は、2回刈り区、すなわち採草区では70 : 30で2年目収量の寄与率が高かったのに対し4回刈り区、すなわち放牧区では52 : 48であり両要因が同程度生産性に関係すると推察された。このように、採草用草地の生産力は播種2~3年目ころの年間収量に支配される面が強く、その生産性向上のためには播種後早い時期の収量に着目して比較的短期利用を考えるのが効果的なことが示唆された。一方、放牧用草地では年間収量を高めるのと同程度その維持に努めることが必要と考えられた。

以上のように、1番草生産力、再生力、永続性の意義は、草地の利用形態によって変化する。従って、高生産性品種の育成にあたっては、利用目的に応じた選抜方法がとられるのが当然である。しかし、いずれにしても草地という超高密度条件下での生産性を扱うことに変わりはなく、この点物質生産に関する群落生態学的諸特性の持つ意味は極めて大きい。今後、こうした立場からの選抜指標の設定が重要な課題をなすものと思われる。

引用文献

1) Cooper, J. P. (1966) The significance of genetic variation in light interception and conversion for forage-plant breeding. Proc. X Int. Grassl.

Congr. Helsinki 715 - 720.

- 2) 後藤寛治 (1969) 個体植えによるオーチャードグラス品種の評価. 北農試彙報 94:79-92.
- 3) 川端習太郎・後藤寛治 (1979) オーチャードグラスにおける永続性の品種間変異. 草地試研報 14:50-59.
- 4) 楠谷彰人・杉山修一・後藤寛治 (1983) オーチャードグラスの生産性に関する研究. IV. 日射エネルギー利用効率の品種間差異と乾物生産. 日草誌 29:22-27.
- 5) 岡部 俊 (1975) イタリアンライグラスの育種に関する基礎的研究 — とくに耐雪多収性選抜に対する作物学的研究. 北陸農試報 17:129-284.
- 6) 大久保忠旦・大泉久一・星野正生・松本フミエ (1969) 草地生態系のエネルギー効率 第1報 数種牧草群落の乾物生産効率と光利用効率. 日草誌 15:138-149.
- 7) Sugiyama, S., M. Yoneyama, N. Takahashi and K. Gotoh (1986) Variation of regrowth after cutting in genotypes of tall fescue (*Festuca arundinacea* Schreb.) J. Japan. Grassl. Sci. 32:44-50.

シンポジウム「北海道における草地生産の可能性と問題点」

生産コストからみた草地の生産性と規制要因

松中 照夫 (根釧農試)

草地酪農においては、良質の自給飼料を乳牛に十分給与して個体乳量を上げるほうが、経営外から購入する濃厚飼料の多給に依存するより、収益性の高い安定した経営ができる¹⁾。草地面積の拡大が困難となってきた現在では、単位面積当たりの牧草収量を高めることが、良質自給飼料確保のために不可欠である。しかも、牧草生産費を可能な限り低くするほうが、経営的に有利であるため、草地の肥培管理面では、施肥量の増加によるより、牧草に対する施肥効率を高める必要がある。

そこで、草地の収量規制要因を明らかにし、それに基づき、主として施肥管理の面から低コストで牧草収量を高める対策について考えてみることにする。

1. 収量規制要因としての草種構成

1) 高収草地と低収草地の比較

根室地方 758 か所の採草地の収量、草種構成および土壌の化学性などについての実態調査結果によると²⁾、高収草地の階層では、基幹イネ科牧草であるチモシーの冠部被度が明らかに高い(図1)。低収草地の階層ではチモシー被度が低く、草種構成の悪化程度を示す植生不良率(ケンタッキーブルーグラス、レッドトップおよび広葉雑草の冠部被度と裸地割合の合計値)²⁾が高かった。マメ科牧草の被度は極低収層でやや低下したが、全般的には大きな差異が認められなかった。

収量階層別の土壌の化学性には、図1のような著しい差異がなかった。また聴取によって調査した施肥量についても、各階層間に大きな違いがなかった。したがって、高収草地と低収草地で大きく異なったのは、草地の草種構成であることが明らかにされた。

2) 草種構成の相違と施肥反応

ケンタッキーブルーグラスやレッドトップはチモシーに比較すると、増肥に対する増収効果が明りょうでない³⁾。それゆえ、これらの草種割合の多少は、施肥量が同じでも収量に差異をもたらすと考えられる。そこで先の実態調査結果から、草地の草種構成をケンタッキーブルーグラス、レッドトップおよび広葉雑草の冠部被度と裸地割合を合計した植生不良率²⁾で区分し、

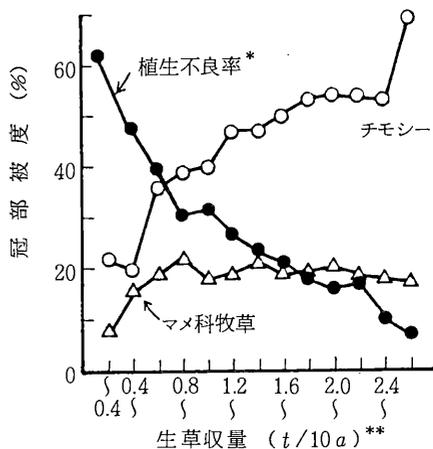


図1 収量で階層区分した各区分の草種構成(松中ら, 1984)

*ケンタッキーブルーグラス, レッドトップ, 広葉雑草の冠部被度と裸地割合の合計値

** 6月下旬の生草収量で, 根釧地方の1番草刈り取り適期より10日程度早い時期の実測値

各区分ごとに施肥量と収量の関係を検討した(図2)。その結果、植生不良率が10%未満と良好な草種構成を示す草地では、施肥量の増加による増収効果が明らかであった。しかし、植生不良率が30%以上と草種構成の悪化した草地では、施肥量を増加しても収量の増加が認められなかった。さらに同じ施肥量であっても他の区分より常に低収であった。したがって、ケンタッキーブルーグラス、レッドトップや雑草などの侵入により草種構成が悪化した草地では、増肥によって収量を増加させることが困難である。このことは、草地の草種構成を良好に保つことが、収量を高く維持するための必須条件であることを示唆している。

3) 経年化する草地の収量および草種構成の変化

草地の収量は、一般に経年化するに伴い低下する傾向がある。根釧地方でも実態調査結果によれば⁴⁾、経年化するに伴う収量の低下傾向が明らかに認められ、しかも、その傾向は土地帯によって大きく異なった(図3)。

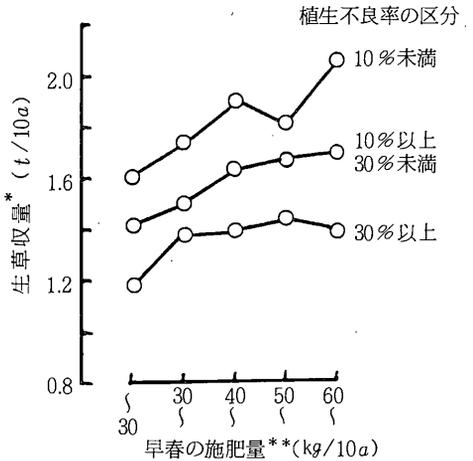


図2 草種構成の良否が草地の施肥反応に及ぼす影響(松中ら, 1984)

* 図1と同じ。

** 化成肥料現物施用量である。用いられた化成肥料の保証成分はほぼ類似しており平均含有率は、N-P₂O₅-K₂O-MgO = 11-21-19-5%であった。

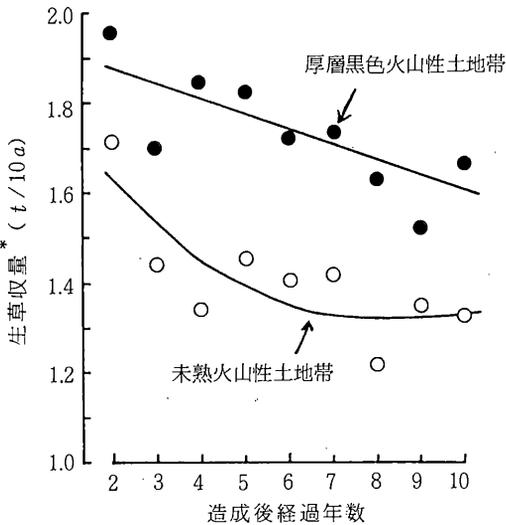


図3 収量の経年変化(松中ら, 1983)

* 図1と同じ。

主要草種の冠部被度の経年変化を図4に示した。アカクローバやラジノクローバ・シロクローバの被度の経年変化は、土壤間差が明りょうでなかった。しかし基幹草種であるチモシーの被度は土壤間差が明らかであった。すなわち、未熟火山性土地帯のチモシー被度が、厚層黒色火山性土地帯のそれを上回る年次はなく、厚層黒色火山性土地帯に比較するとチモシー被度の経年的な低下傾向が明らかであった。ケンタッキーブルーグラスとレッドトップの合計被度は、チモシーとは逆に、どの年次でも未熟火山性土地帯のほうが高かった。さらに、この土地帯におけるケンタッキーブルーグラス・レッドトップの割合は、見か

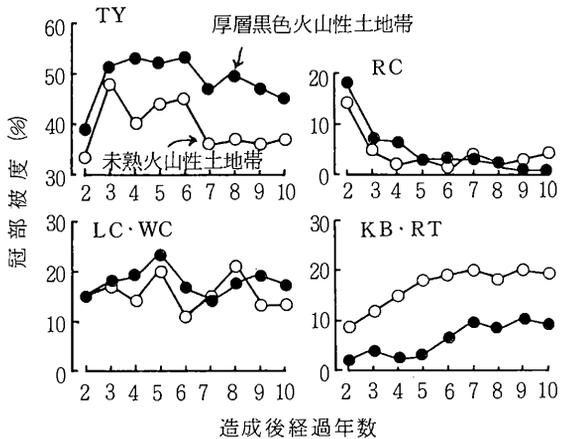


図4 草種別冠部被度の経年変化(松中ら, 1983)

TY:チモシー, RC:アカクローバ, LC:ラジノクローバ
WC:シロクローバ, KB:ケンタッキーブルーグラス
RT:レッドトップ

け上チモシーやアカローバ被度の低下と交替するかのごとく、5年目まで直線的に上昇した。厚層黒色火山性土地帯のケンタッキーブルーグラス・レッドトップ被度は比較的強く推移した。

これらの結果から、経年化に伴う草地の収量低下は、基幹イネ科牧草であるチモシーの減少、マメ科牧草ではアカローバの減少、さらに生産性の低いケンタッキーブルーグラス・レッドトップの増加に象徴される草種構成の悪化と対応していることが理解できる。また、経年的な収量低下の土壌間差は、上述した草種構成の悪化する速度が土壌によって異なり、これを反映したものと思われた。

以上のように、①高収草地と低収草地での草種構成の差異(図1)、②草種構成の悪化した草地における施肥反応の鈍化(図2)、さらに③草地の経年化に伴う収量の低下と草種構成の悪化との対応(図3、4)などの結果から総合的に考えると、草種構成が草地の収量規制要因としてとくに重要であると指摘できる。

もともと草種構成は、草地の利用方法や利用回数⁵⁾によって大きく影響される。土壌の養分環境⁶⁾、理化学性⁴⁾、および施肥管理条件⁷⁾なども、草種構成の変遷に強く影響する。また、草種間の競争力の差異⁸⁾によっても草種構成は変化する。道東地方のように冬期の気象条件が厳しく、牧草に冬枯れ⁹⁾が発生する地域では、草種構成に及ぼす気象条件の影響も無視できない。

したがって、草地の草種構成は、上述したいくつかの要因を反映した総合的な結果と考えられるため、それぞれの要因単独より草地の収量を大きく規制するのであろう。

2. 低コスト増収対策

草地の牧草生産費は、その多くが農機具費に占められているが、肥料費はそれに次いで大きな割合を占め、牧草生産費の20数%に達する(図5)。そこで、以下では施肥量の節減、あるいは施肥量が同じでもその増収効果を高めることによって牧草生産費を低下させ、しかも、草種構成を良好に保って高収を維持する対策について考えてみたい。

1) マメ科牧草の維持

混播草地における草種構成の悪化は、マメ科牧草の衰退、あるいは消滅に起因することが多い。マメ科牧草が維持された草地では、マメ科牧草からイネ科牧草へ窒素の移譲があるため¹⁰⁾少肥で高収が期待できる²⁾とともに、生産された牧草の栄養価も高い。マメ科牧草の維持は、草種構成の安定および低コストで良質な牧草生産という両面から重要である。

マメ科牧草は、遮光に弱く、生育適温がイネ科牧草より高い¹⁰⁾。春の低温・長日条件は、イネ科牧草の節間伸長を促進してマメ科牧草を遮光し、その生育を抑制する。したがって、採草利用は、もともとマメ科牧草に不利な条件にある。それゆえ、利用管理面でのマメ科牧草の維持対策は、イネ科牧草に遮光される前の採草または放牧利用が考えられる。

施肥管理の面では、リン酸とカリの施肥がとくに重要である。大村ら⁷⁾が根釧地方のオーチャードグラスを基幹とする混播草地で15年間にわたって実施した三要素試験の結果によれば、リン酸とカリの施肥

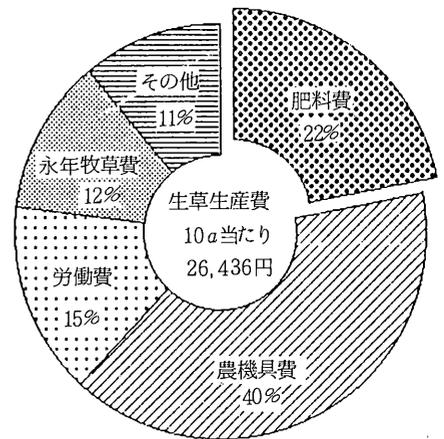


図5 牧草生産費の内訳 (農林水産統計, 1984)

を欠除すると、マメ科牧草の割合が著しく低下し、リン酸欠除ではレッドトップが、またカリ欠除ではケンタッキーブルーグラスがそれぞれ主体草種となる(図6)。また、土壌の酸性化は、マメ科牧草を衰退させてヒメスイバなどの広葉雑草の侵入を容易にする。それゆえマメ科牧草維持のための施肥の基本は、リン酸を十分に施肥し、さらに、土壌の酸性化を防止するために石灰や苦土を補給した上で、少窒素・多カリの施肥とすることである。

草地造成(更新)当初には、マメ科牧草が十分維持されている。この時点から、上述した利用および施肥の基本にしたがって草地を管理すれば、マメ科牧草の衰退に起因する草種構成の悪化が防止できると思われる。

2) 草種構成に対応した施肥法

現実の混播草地の草種構成は、必ずしもマメ科牧草が十分に維持されたものばかりとはいえない。木曾ら¹⁾は、草種構成を基準にしてチモシー・アカクローバ・シロクローバ(ラジノクローバを含む)混播草地を表1に

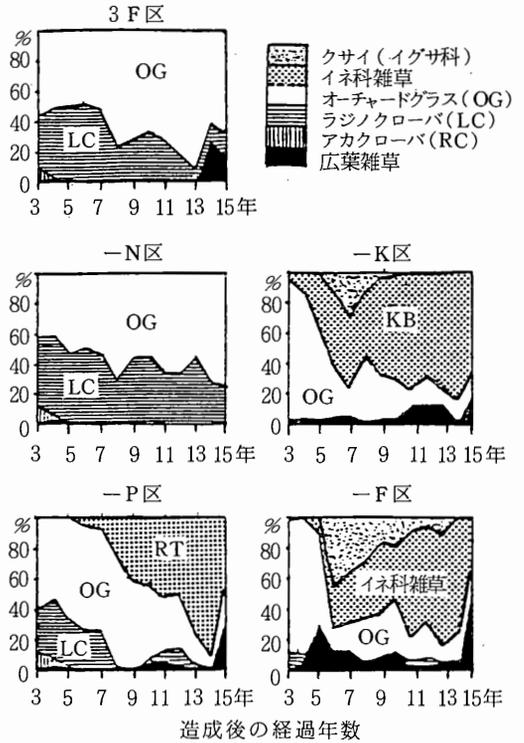


図6 草種構成の変化(重量比%, 1番草)(大村ら, 1985)

表1 チモシーを基幹とする混播採草地の類型区分(木曾ら, 1985)

区分	草種構成における特徴	N施肥適量*1 (kg/10a・年)
タイプ①	チモシー・アカクローバ・シロクローバ*2の生育がおう盛な草地	4 ~ 6
タイプ②	チモシー・シロクローバ(30%程度)	6 ~ 8
タイプ③	チモシー・シロクローバ(10%程度)	10 ~ 14
タイプ④	チモシー単一となった草地	14 ~ 16
タイプ⑤	地下茎型牧草*3や雑草の侵入が著しい草地	*4

*1: 目標年間生草収量=4.5 t/10a, *2: ラジノクローバを含む, *3: ケンタッキーブルーグラスやレッドトップなど, *4: N施肥量を増加させても生草収量で4.5 t/10aを上回ることが少なく更新する必要のある草地。

示した5タイプに類型区分した。そしてこの5タイプの草地について、根釧地方の主要な火山性土ごとに窒素の用量試験を数多く実施したところ、草地の各タイプによって窒素施肥量の増加に伴う増収効果が大きく異なったという(図7)。この結果に基づき、目標収量を生草で4.5 t/10aとした場合の窒素施肥適量を表1のように提案している。マメ科牧草の割合が少なく、チモシーが大部分を占めるタイプ③や④に比較し、マメ科牧草が十分に維持されたタイプ①では、窒素施肥量が1/2以下でも同じ収量が得られる。低コストで高収を得るのに、マメ科牧草の重要性が理解できる。

このように草種構成のタイプによって窒素施肥適量の異なることが明らかになったが、農家慣行の施肥

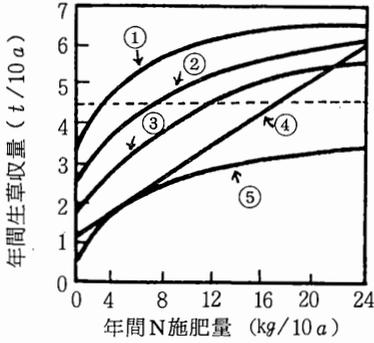


図7 草種構成で類型区分した各種草地の窒素施肥反応(木曾ら, 1985)

* 図中の①～⑤は, 表1の草地タイプを示す。

表2 年間慣行施肥量 (kg/10a) (松中ら, 1983)

成分	造成後経過年数									
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
N	8	7	7	8	8	7	8	8	6	
P ₂ O ₅	10	9	7	10	9	9	10	9	8	
K ₂ O	13	11	12	13	13	12	12	11	11	

量は, 草地造成後の経過年数によって草種構成が大きく変化しているにもかかわらず, ほとんど差異がなかった(表2)。このことから, 草地の施肥管理が極めて画一的であることがわかる。この慣行リン酸およびカリ施肥量は, マメ科牧草の維持に相当とされる施肥標準量¹²⁾(リン酸=10kg/10a, カリ=20~22kg/10a)より少ないこと, さらに窒素施肥量は, 表1からみてタイプ②以外の草地の草種構成に対応していないなどの問題点がある。リン酸やとくにカリの施肥量をさらに増加させることのほかに, 例えばタイプ①の草地では窒素施肥量が多いので, この余剰分をタイプ③や④の草地にふり向け, このタイプの草地で不足する窒素施肥量を補うというような草種構成に対応したきめ細かい施肥管理を実施すべきであろう。

3) 土壌診断に基づく施肥設計

土壌の肥沃度の差異は, 土壌から牧草へ供給される養分量に影響する。土壌診断によって, 土壌肥沃度を的確に把握し, それに基づいた施肥設計を立てる必要がある。

三浦ら¹³⁾が行った実態調査結果では, 放牧草地の土壌養分含量は採草地より高い値を示した。これは, 放牧家畜のふん尿還元による影響と理解できる。ところが, この両草地に対する施肥量はほとんど差異がない(表3)。土壌診断の結果が生かされていない例である。土壌診断に基づき施肥量を決めること

表3 草地の利用形態別施肥実態 (kg/10a) (三浦ら, 1981)

利用形態	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO
採草地	7.4 ± 2.60	8.0 ± 3.99	11.2 ± 4.71	1.5 ± 1.51
放牧地	7.9 ± 2.91	8.5 ± 4.50	11.6 ± 4.34	1.6 ± 1.61

(平均値 ± 標準偏差)

は, 施肥の低コスト化の基本である。

4) 自給肥料の有効利用

酪農経営では, 必然的に自給肥料(きゅう肥, 尿, 液状きゅう肥)が生産される。これらは貴重な養分源である。自給肥料現物1t当たりの減肥可能量の目安は, 表4のように設定されている¹²⁾。これらの

有効利用は、化学肥料の節減に寄与する。

ただし、自給肥料の施用時期や施用される草地の土壤の理化学的性質によってその肥効は大きく異なる¹⁴⁾。養分保持力が劣り、透水性が良好な土壤に対して、牧草の養分吸収が衰える晩秋以降に多量の自給肥料が施用されると、自給肥料の肥料成分の一部が越冬期間中に流亡し、その肥効を低下させることがあるためである¹⁴⁾。

自給肥料を有効に利用して施肥量の節減を図るには、土壤の理化学的性質を考慮し、最も有効な時期に施用すべきである。

5) 施肥時期、施肥配分の適正化

同じ施肥量であっても、施肥時期によって牧草収量は明らかに異なる。図8は、チモシーの1番草収量に対する早春の窒素施肥時期の影響を示したものである¹⁵⁾。

チモシーの1番草収量は、有穂茎(出穂茎+穂ばらみ茎)の茎数が多いほど増加する¹⁵⁾。萌芽期の窒素施肥は、この有穂茎数を増加させる効果を有するため、1番草の高収をもたらす。また1番草刈取り後の施肥時期も、チモシーの2番草収量に影響する。チモシーの2番草収量は、1茎重が大きいほど高収となる¹⁶⁾。この1茎重は、1番草刈取り後10日間程度経過した時期の窒素施肥によって増大するため、この時期の窒素施肥は2番草収量を増加させる(図9)。

表4 自給肥料現物1t当たりの減肥可能量 (kg, 北海道, 1983)

種類	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
堆肥	1.5	1.0	3.0
液状きゅう肥	2.0	0.5	4.0
原尿	5.0	-	11.0

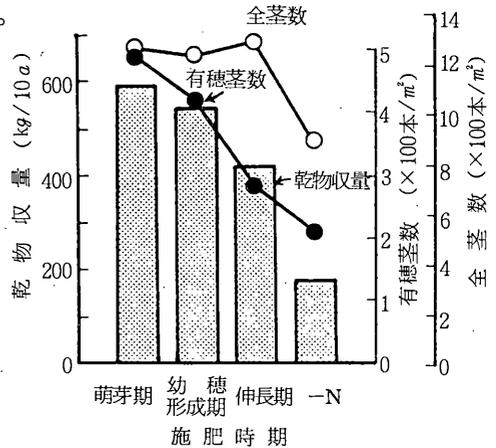


図8 早春の窒素施肥時期がチモシーの1番草収量に及ぼす影響 (松中ら, 1985) 品種: センボク

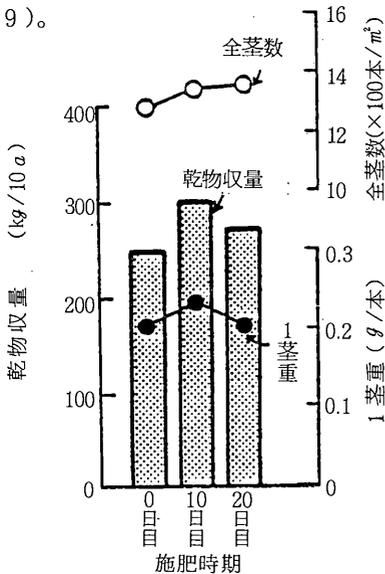


図9 1番草刈取り後の窒素施肥時期がチモシーの2番草収量に及ぼす影響 (松中ら, 1987) 品種: センボク

年間の施肥配分も、年間収量に差異をもたらす。オーチャードグラスに対する前年秋の窒素施肥は、1番草の有穂茎数を著しく増加させるため、前年秋と早春に窒素を分施することが1番草収量の増加につながる¹⁷⁾。ところが、チモシーに対する前年秋の窒素施肥は、1番草の有穂茎数を早春に全量施肥した場合より増加させることがない¹⁸⁾。それゆえ、1番草に対する窒素施肥量が同じなら、チモシーに対する前年秋の窒素施肥は、必ずしも必要でない。また、チモシーの2番草に対する窒素施肥量の増加は、1番草ほどの増収効果を示さない¹⁹⁾。

したがって、チモシーの年間収量を最も高めた窒素施肥配分は、早春：1番草刈取り後＝2：1であった（図10）。

これらのチモシーに対する窒素施肥時期、施肥配分に関する結果は、チモシーとマメ科牧草との混播草地においても全く同様であった。チモシー収量を効率よく増加させる施肥時期、施肥配分が混播草地においても適用できる¹⁹⁾。これは、チモシー収量が混播草地の収量（チモシー収量とマメ科牧草収量の合計）の大部分を占めるためである。

以上の結果は、チモシーを基幹とする採草地での例であるが、他草種の草地においても収量を増加させるために最も効率的な施肥時期や施肥配分があると考えられる。施肥量を変えずに施肥時期、施肥配分を適切にするだけで収量が増加することから、草地の収量を低コストで高収に維持するために、施肥時期および施肥配分の重要性が指摘できる。

3. ま と め

牧草生産費に占める肥料費の割合は20数%で、これは農機具費に次いで大きい。収量を維持あるいは増加させつつ、施肥量の節減および施肥による増収効果の向上に努めれば、牧草生産費を低く抑えることができる。

草地の収量は草種構成の良否によって大きく影響される。とくに混播草地における草種構成は、おもにマメ科牧草が維持されることで良好に保たれる。しかも、マメ科牧草が維持された混播草地では、少ない施肥量で良質牧草が生産される。低コストで良質牧草を生産するために、マメ科牧草を維持することの重要性が改めて示唆される。

マメ科牧草を維持するには、草地造成（更新）後の当初から土壌の酸性化を防止し、十分なリン酸を施肥した上で、少窒素・多カリの施肥管理とする必要がある。現行の慣行施肥量は、造成（更新）当初のマメ科牧草が十分に存在する草地に対して、多窒素・少カリである。これは、マメ科牧草の衰退を助長すると考えられ、早急に改めるべきである。

このほか、現実の様々な草種構成の草地に対して、①草種構成に対応した施肥管理の徹底、②土壌診断に基づく施肥、③自給肥料の有効利用による施肥量の節減、④施肥時期および施肥配分の適正化といった対策が実施されると、低コストで収量の増加が期待できる。

文 献

- 1) 船本末雄（1983） これからの酪農成功の秘訣・北海道酪農協会 119 - 170.
- 2) 松中照夫・小関純一・松代平治・赤城仰哉（1984） 日草誌 30 : 59 - 64.
- 3) 早川康夫・橋本久夫・奥村純一（1967） 道立農試集報 15 : 101 - 112.
- 4) 松中照夫・小関純一・松代平治・赤城仰哉（1983） 日草誌 29 : 212 - 218.
- 5) 山神正弘（1978） 北海道土壌肥料研究通信・第25回シンポジウム特集号 13 - 27.

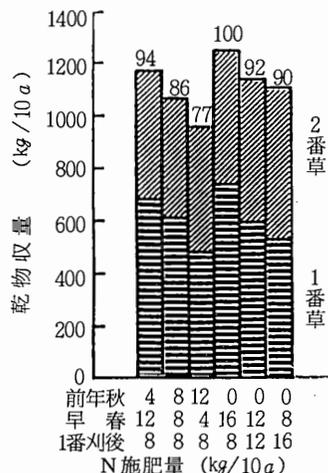


図10 窒素の施肥配分がチモシーの年間収量に及ぼす影響
（根釧農試，1987）

品種：ノサップ。図中の数字は、前年秋：早春：1番草刈取り後＝0：2：1で配分した区を100とした指数を示す。

- 6) 大村邦男・赤城仰哉(1985) 道立農試集報 53:33-42.
- 7) 大村邦男・赤城仰哉(1985) 道立農試集報 52:65-78.
- 8) 脇本 隆(1980) 道立農試報告 31:1-80.
- 9) 能代昌雄・平島利昭(1979) 日草誌 24:277-284.
- 10) 平島利昭(1978) 道立農試報告 27:1-97.
- 11) 木曾誠二・菊地晃二(1985) 北草研報 19:94-98.
- 12) 北海道農務部(1983) 北海道施肥標準 31-33.
- 13) 三浦俊一・村川栄太郎(1981) 畜産の研究 35:1499-1501.
- 14) 根釧農試(1985) 根釧地方の混播草地における乳牛液状きゅう肥の効率的施用法. 北海道農業試験会議資料 1-31.
- 15) 松中照夫・小関純一(1985) 土肥誌 56:367-372.
- 16) 松中照夫・小関純一(1987) 土肥誌 58:62-69.
- 17) 坂本宣崇・奥村純一(1978) 道立農試集報 40:40-50.
- 18) 松中照夫(1987) 土肥誌投稿中.
- 19) 根釧農試(1987) チモシーを基幹とする採草地の効率的窒素施肥法. 北海道農業試験会議資料 1-43.

シンポジウム「北海道の草地生産の可能性と問題点」

牧養力からみた草地の生産性と問題点

中 川 忠 昭 (標茶町育成牧場)

1. はじめに

“牧養力からみた草地の生産性と問題点”すなわち、家畜を放牧方式で飼養管理する場合の草地の生産性がどうあるべきかは、畜種および飼養条件や生産目的によって異なる。そこで、草地の放牧利用方式の一類型を形成する公共牧野について、実態を紹介しながらそこでの草地生産性を中心に考えてみたい。

2. 家畜の飼養管理技術に占める放牧の位置

草地の利用方式には放牧と採草があり、将来、放牧の占める比率は総体的に減少するものと思われる。その理由は、①放牧牛における牧草エネルギーの利用過程で、放牧採食のための熱量損失がさげられないこと。②牧草調製用機械の作業性能や調製技術が、飛躍的に向上していること、などがあげられる。

したがって、放牧の有益性をより増加させるためには、生産および飼養目的に合致した放牧法をとり、それに応じた放牧地の維持管理法を実施することが重要である。

一般に、搾乳牛や肥育牛を対象とした集約草場が、多収や高栄養等の高位生産を目標とするのに対して、育成牛の専用放牧地では、平準化や永続性等の安定生産に重点がおかれている。

現在、多くの公共牧場は、後者の方式で管理運営されているが、標準化した技術体系は確立せず、経営管理のまずさも加わって、地域の畜産振興に有効な役割を果たせないでいるのが実情である。

3. 道内公共育成牧場の現状

道内の主要な公共育成牧場41か所(道南-4, 道央-5, 道北-7, 道東-25)について、昭和60年度運営実績の集計数値を表1に示した。

牧草地面積は1牧場当たり平均508ha, 利用区分では放牧地が圧倒的に多い。

これらに夏期放牧で延べ160,080頭・日, 冬期舎飼いで延べ37,429頭・日の預託牛が収容されている。すなわち、換算すると牧草地1haに育成牛が1頭余り飼われていることになり、土地の集約度は低位にある。

利用料金は1日1頭当たり平均で、放牧期196円, 舎飼い期511円となり、その算出方法は費用原価を基礎に、政策上の配慮を加味して決定されている。経営収支については、牧場の会計処理方式が、管理主体によって異なるため、正確な比較はできないが、概して、最終的な経営収支は均衡している。しかし、内容を検討してみると職員費を含めた直接費が、事業内収入を上回っており、牧場建設費用(減価償却費)等は事業外からの収入で補填されているのが現状である。

経費および草地管理指標のうち、収入中の預託料の割合が59%と低水準にあるのは、牧場開設当初に計画した収容頭数に、預託頭数が達せず、本来業務以外から収入源を得ている結果である。放牧地の牧養力は、場所間で変異が大きいが、平均するとha当たり延べ353頭となった。また、放牧地のha当たり肥料費は、平均29円であった。

表1 昭和60年度 道内公共育成牧場の運営実績

項 目		1 牧場当たり平均値	全体に占める割合	備 考		
土地利用区分	採 草 地	70 ha	14 %	715 ~ 0 ha		
	兼 用 地	40	8	291 ~ 0		
	放 牧 地	398	78	1,067 ~ 40		
	計	508	100			
受託延頭数	夏 期 放 牧	160,080 頭・日	81 %	500,437 ~ 6,624 頭・日		
	冬 期 舎 飼	37,429	19	215,673 ~ 0		
	計	197,509	100			
利用料金	夏 期 放 牧	196 円/日・頭	-	300 ~ 60 円/日・頭		
	冬 期 舎 飼	511	-	600 ~ 425		
経 営	入 部	夏 期 預 託 料	33,997 円	40 %	} 町外からの預託も含む	
		冬 期 預 託 料	17,650	21		
		捕 獲 料 等	1,334	2	人工授精, 運搬手数料など	
		家 畜 売 払 収 入	13,111	15	買取方法および所有畜の売払	
		物 品 売 払 収 入	4,143	5	乾草など売払	
		小 計 (A)	70,235 円	82 %		
	支 部	補 助 金 繰 入 金	15,469 円	18	地全協補助および他会計繰入金	
		合 計 (B)	85,704 円	100 %		
		支 部	肥 料 費	15,557 円	18 %	購入飼料
			飼 料 費	6,964	8	
そ の 他 物 件 費	23,077		27	需用費, 委託料など		
人 夫 賃 金	10,330		12	臨時職員賃金		
小 計 (X)	55,928 円		65 %			
支 部	職 員 費	19,552	23	正職員給料, 手当, 共済費		
	中 計 (Y)	75,480 円	88 %			
	償 還 金, 利 子	10,197	12	負担金, 公債費の一部, 利子など		
合 計 (Z)	85,677 円	100 %				
経営収支比率	$(A-X)/A \times 100$	20.4 %	-			
	$(A-Y)/A \times 100$	△ 7.5	-			
	$(A-Z)/B \times 100$	0	-			
経営および草地管理指標	収入中の預託料の割合	59 %	-	95 ~ 0 %		
	1日1頭当たりの人件費	167 円	-	470 ~ 32 円		
	牧草地 ha 当たり延頭数	361 頭・日	-	654 ~ 30 頭・日		
	放牧地 ha 当たり延頭数	353 頭・日	-	695 ~ 35 頭・日		
	牧草地 ha 当たり肥料費	31 円	-	50 ~ 2 円		
	放牧地 ha 当たり肥料費	29 円	-	50 ~ 2 円		

次に野本が全国の公共牧場を対象に、施肥水準および牧草生産量と育成牛の増体重を調査した結果¹⁾、北海道地域の放牧地では、窒素6.1 kg/10a、リン酸7.5 kg/10a、カリウム7.6 kg/10aが施肥され、ha当たり30 tの牧草が生産された。これらは全国平均値をやや下回ったが、平均増体重では、乳用牛で642 g/日、肉用牛で623 g/日と、全国平均値を上回る成績が得られた(表2)。

表2 公共牧場における施肥水準・牧草生産量と育成牛の増体重・牧養力

地域	回答数	放牧地の施肥量 kg/10a			牧草生産量 t/ha		平均増体重 g/日		カウデー(C・D)	
		窒素	リン酸	カリウム	兼用地	放牧地	乳用牛	肉用牛	乳用牛	肉用牛
全国	339	9.7	7.9	8.4	32	29	557	558	308	488
北海道	83	6.1	7.5	7.6	24	30	642	623	247	588

(野本達郎：1985)

4. 完全放牧を前提とした、専用放牧地の牧草生産性と問題点

(1) 収量目標

一般に草地の生産量は、自然環境に適した草種・品種の導入と適正な維持管理によって、普遍的に到達しうる生産量を目標とし、その際に、北海道では冷害年のことも考慮する必要がある。

草地の牧草収量に影響する要因に関して、多くの研究が実施されている。

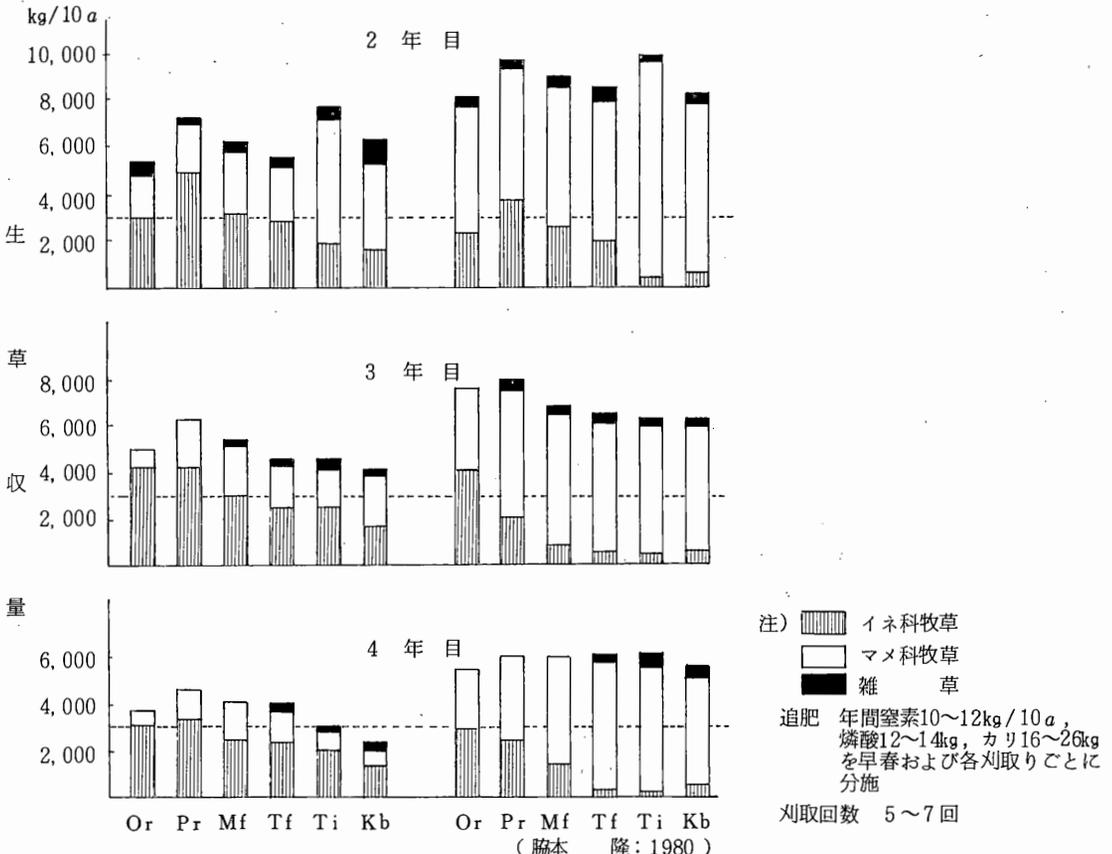


図1 イネ科およびマメ科牧草の単純混播草地の草種別収量

まず、収量に及ぼす牧草種・品種および組合せについて、イネ科およびマメ科牧草の単純混播草地における草種別収量の推移を調査した結果を図1に示した²⁾。年間収量は各草地とも、経年化に伴い減収し、Kb-Wc草地は4年目で3t/10aを下回った。構成草種間の相互関係は、コモン型シロクローバとの混播で、イネ科草種が優勢となり、ラジノ型シロクローバとの混播で、オーチャードを除いてイネ科草種が抑圧された。

また、能代らは根釧地方の混播放牧草地におけるチモシー品種の収量と競合力を比較した結果³⁾、シロクローバと極早生あるいは早生種で直立型のチモシー品種(センポク、クンプウ)との組合せが、チモシーの構成割合を高く維持でき、収量も多かった。

これらの結果は、放牧地に用いられる牧草の草種・品種の組合せによって、草種構成比率が変わり、それが年間収量に影響し、さらにその発現は地域によって異なることを示唆している。

次に牧草地の維持管理上、最も重要な施肥について、根釧地方の採草用草地における長期間の3要素試験を行った結果⁴⁾、経年的牧草収量は、3要素区で造成当初は安定した高い生産性を示したが、年次の経過に伴い、マメ科牧草の減少がみられ、5年目以降減収傾向が認められた。無窒素区では3要素区並の収量を示し、植生も安定していたが、無磷酸区、無カリ区では植生の悪化に伴う減収が明らかであった(表3)。

表3 施肥管理の違いと経年的牧草収量

(kg/10a)

年次 (年)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	2~15年	2~15年	LCの SDR ³⁾ %
	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	平均値	の回帰式	
3 F	294	762	936	985	763	888	812	688	652	832	615	737	597	490	580	738	Y=968-27X	19
- N	166	835	890	901	810	857	838	563	604	880	701	798	667	818	773	781	Y=863-10X	54
- P	156	662	761	685	445	494	385	316	211	249	147	201	77	25	56	337	Y=811-56X	3
- K	148	246	259	244	149	81	30	75	51	77	26	39	14	49	66	101	Y=243-17X	0
- F	265	462	258	188	70	45	29	45	31	48	18	40	13	18	28	92	Y=282-22X	5

(大村 邦男ら: 1985)

注) 草種はTi, Or, Rc, Lc

年間追肥量10a当たりN9kg, P₂O₅15kg, K₂O24kg, 3回均等施肥

刈取り 1年目1回, 2年目2回, 3年目以降3回

また、関連の試験において、低収化した経年草地に石灰を追肥すると、マメ科牧草の草勢が回復し、苦土を追肥するとイネ科牧草の増収が認められた。

肥料の施用時期に関して、施肥回数が少ない条件下で、各種牧草に対する施肥時期の違いが、年間収量に及ぼす影響を検討した結果⁵⁾、1回施肥区では、年次や草種によって若干異なるが、Ti, Kb, Lcでは5月施肥区、OrやMfでは6月又は7月施肥区が高収となり、8月施肥区は全般に低収であった(表4)。

同様の試験を実際の放牧草地で実施した結果⁶⁾、夏至以降の施用によって、草地の現存量は、低窒素施肥水準で顕著な差はないが、高窒素施肥水準で減少し、施肥効率が低下した。しかし、放牧家畜の利用性は、夏至以降の施用によって、採食率が掃除刈りなしで上昇した(表5)。

表4 各種牧草に対する施肥時期別年間収量

項目	施肥時期	Ti	Or	Mf	Kb	Lc
2~3年目	5月	429	390	361	427	420
平均年間	6月	354	437	379	292	346
乾物収量 (kg/10a)	7月	275	338	286	363	324
	8月	291	323	256	280	399
	5~8月	404	373	298	423	449
	7~10月	378	437	347	497	451
	同上	5月	106	105	121	101
収量割合 (%)	6月	88	117	127	69	77
	7月	68	91	96	86	72
	8月	72	87	86	66	89
	5~8月	100	100	100	100	100
	7~10月	94	117	116	117	100

注) 10a 当たり年間施肥量はイネ科にN, P₂O₅, K₂Oを各10kg, マメ科にはNを5kg, P₂O₅, K₂Oを各10kg施用

(平島 利昭: 1978)

表5 施肥量, 施肥時期と放牧草地の年間収量・採食率

区分	5月1日追肥区		6月1日追肥区		7月1日追肥区		8月1日追肥区	
	現存量	採食率	現存量	採食率	現存量	採食率	現存量	採食率
N 8 kg/10a	t/10a	%	t/10a	%	t/10a	%	t/10a	%
N 8 kg/10a	7,070	49	6,645	52	5,075	68	4,815	74
N 4 kg/10a	4,520	59	4,440	66	4,380	73	4,235	73

注) 供試草地 Or, Rt, Wc 混播

(早川 康夫ら: 1971)

磷酸とカリは各8kgを全区に早春施肥

放牧は育成牛, 10回利用

次に、藤田は草地酪農における放牧利用技術確立に関する一連の研究の中で、草地の利用方法と牧草生産性の関連を検討し⁷⁾、イネ科牧草のPrとOrの利用回数を、4, 5, 7回と増すにしたがって、年間収量は減少するが、その減少割合は乾物収量で大きく、DDM収量で小さかった(表6)。

また、輪換放牧の回帰を草丈15cmで行う短草利用は、草丈30cmの長草利用に比し、乾物収量はいずれの施肥水準でも減少したが、窒素10kg施肥のDDM収量には差がなかった(表7)。

表6 イネ科牧草の利用回数と収量

利用回数	ベレニアルライグラス		オーチャードグラス	
	乾物収量	DDM収量	乾物収量	DDM収量
	kg/10a	kg/10a	kg/10a	kg/10a
7	990	690	860	580
5	1,120	770	1,010	720
4	1,150	770	1,180	740

(藤田 保: 1986)

表7 短草, 長草利用と草地生産性

利用法	N 20 kg		N 10 kg	
	乾物収量	DDM収量	乾物収量	DDM収量
	kg/10 a	kg/10 a	kg/10 a	kg/10 a
短草利用	638	424	560	353
長草利用	720	475	591	349

(藤田 保: 1986)

一方、平島は草地の経年化に伴う収量と草生の一般的変化について考察し⁸⁾、経年草地の収量低下現象は、第1段階として、播種後3~4年目に混播草地のマメ科牧草が激減ないしは消失すること、第2段階に、イネ科優占草地で、窒素施肥あるいはクローバによる固定窒素の供給不足によって、イネ科牧草が衰退すること、第3段階に、造成後7~8年目以降、低収牧草や雑草が侵入し、施肥効果が極端に悪くなるのが原因であるとしている。

以上のような要因によって牧草収量は増減するが、草地の生産量と家畜収容頭数との関係では、草地面積が大きく、利用頭数が少ないと、草地の利用効率が低下するばかりでなく、牧区内にバラツキが生じ、雑草などが侵入して草生の悪化をきたす。

現状の公共草地の利用実態では、放牧地のha当たり牧養力、すなわち収容頭数が平均353頭となっており、これから逆算して生草必要量を推定すると、ha当たり25tとなる。したがって公共草地向け専用放牧地の年間収量の目安は25t以上、安全率や利用頭数増加を見込んでも、多くて40tの生産量が確保できれば十分であると考えられる。

現在の牧草生産技術では、この水準の収量を達成するのは、さほど難しいことではないが、何十年、少なくとも20年程度にわたって永続的に維持することが必要である。そのためには播種した牧草の草生密度を高めながら、マメ科牧草のシロクローバを20~50%の割合で維持することが重要であり、当面の課題であると考えられる。

(2) 季節生産性の平準化

一般に寒地型牧草を主体とした草地の季節生産性は、6月~7月をピークにした単頂型の変化を示し、その変化の様相は、草種・品種および施肥法や利用法などによって異なる。

図2には、先に引用した成績⁵⁾を刈取りごとの収量分布割合で示した。1回施肥区のイネ科草種の場合で、5月又は6月施肥区は年間収量の5~8割が1~2番草によって占められ、7月又は8月施肥区では年間収量は低くなるが後半の3~4番草が多くなった。しかし、Lcでは各施肥区とも、刈取りごとの収量分布割合に片寄りが少なく、また、2回施肥区のイネ科草種は、1回施肥区よりも収量分布割合が平均化された。

イネ科草種にシロクローバを混播した放牧地での季節生産性を比較した結果⁹⁾、各草種のうちでOr草地は季節間収量変動が大きかった(表8)。

さらに放牧利用開始と施肥時期を変えた輪換放牧草地での季節生産性について¹⁰⁾、夏至以後の短日に向かう時期の施肥は、スプリングフラッシュを回避して秋の牧草生育を助け、また、早春時期からの放牧利用は、草丈を低く保ち、出穂防止に役立つと結論している(表9)。

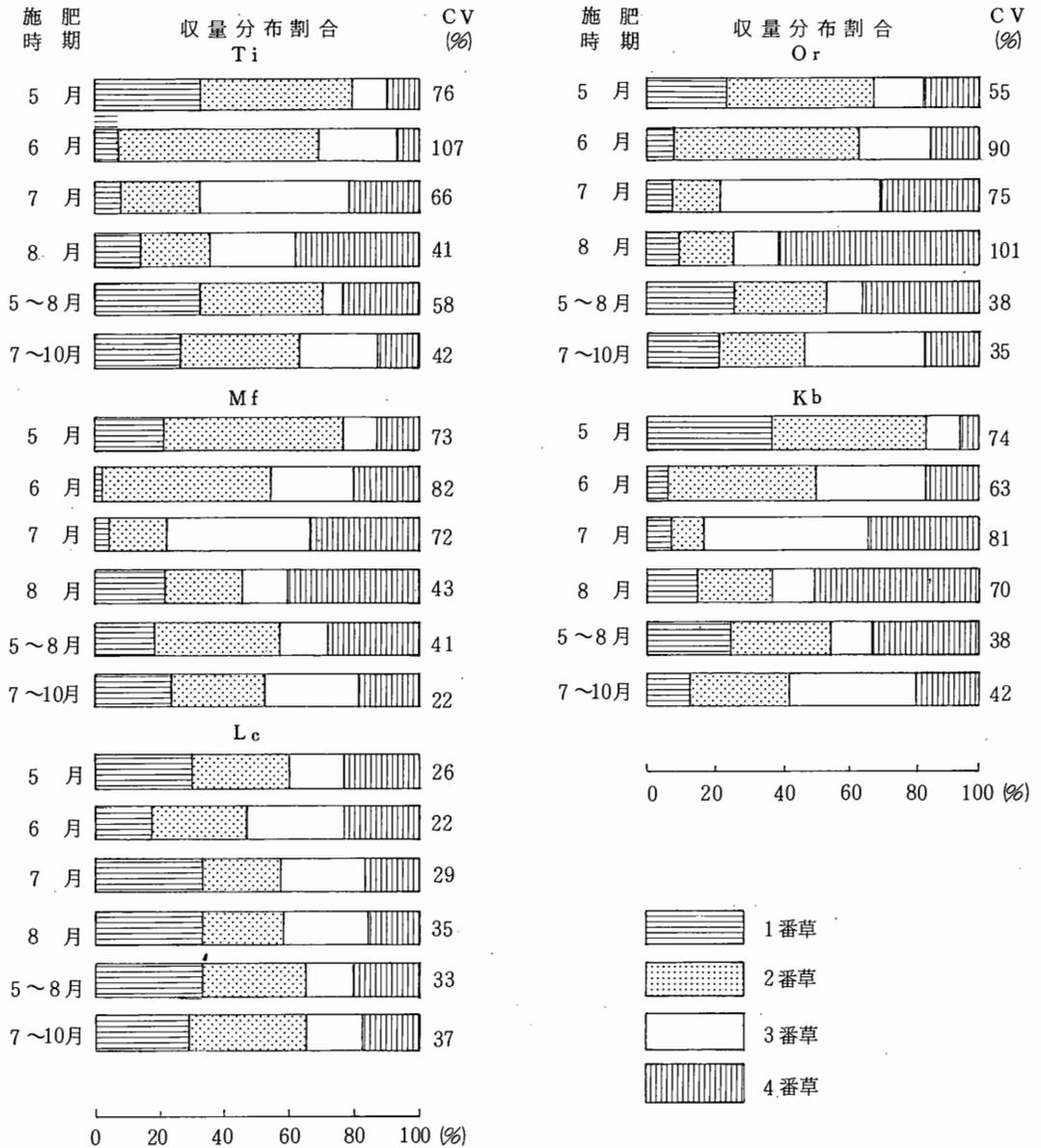


図2 各種牧草に対する時期別施肥効果
年間収量に対する刈取りごと収量分布割合(2~3年目平均)
(平島 利昭: 1978)

表8 放牧地の草種の違いと季節生産性

(DM kg/10a/日)

季節区分	Or	Ti	Tf	Mf	Kb	LSD
	 Wc	 Wc	 Wc	 Wc	 Wc	
春	8.3	6.3	8.5	6.8	6.6	NS
夏	7.2	6.2	8.2	7.0	6.6	NS
秋	4.0	5.1	6.2	5.4	5.4	1.5
平均	6.5	6.0	7.8	6.6	6.4	
L S D	3.2	NS	1.4	NS	NS	
秋/春比	0.48	0.81	0.73	0.77	0.82	

(川崎 勉ら:1982)

注) 年間施用量 N 8 kg, K₂O 16 kg (早春, 2 回次後, 4 回次後に 3 : 3 : 5 で分施) P₂O₅ 10 kg (早春全量施用)
1974 ~ 1977 の 4 か年間, 年間利用回数 5 ~ 7 回

表9 放牧利用開始と施肥時期を変えた輪換放牧草地での栄養生産量と増体効果

放牧利用開始時期	施肥時期	栄養生産量				利用率		増体日量
		D M		TDN		TDN		
		前半	後半	前半	後半	前半	後半	
		kg/10a	kg/10a	kg/10a	kg/10a	%	%	kg/頭
早春放牧	早春施肥	803	483	486	325	67	65	0.68
早春放牧	夏至後施肥	502	567	373	396	62	66	0.78
慣行放牧	早春施肥	1,072	501	731	305	56	51	0.77

(早川 康夫ら:1972)

注) オーチャード主体, チモシー, ラジノクローバ草地

早春放牧 (4月28日) 慣行放牧 (5月15日) } 施肥量 N 6 kg / 10 a
早春施肥 (4月25日) 夏至後施肥 (7月10日) }

次に育成牧場における放牧牛の季節別牧草必要量は, 育成牛の生体重が増加するので, 経時的に漸増する。すなわち, 放牧開始時と放牧終了時の栄養必要量は, エネルギー量で約15%増となる。

一方, 放牧期間中の入牧頭数の増減は, 妊娠牛の入牧を認めている牧場で, 分娩退牧により収容頭数を調整することが可能であるが, その他の牧場では, 終牧まで一定の入牧頭数を継続して収容する必要がある。

さらに道内の公共育成牧場で, 周年預託を行っている牧場が, 全体の約15%しかなく, 周年牧場での採草・兼用地面積も少ないことから,刈取りを組合せた利用方式を採用するのは, 現実の問題として難しい。

したがって, 放牧草地の季節生産性の変動に対して, スプリングフラッシュの抑制と秋期の草生向上をさらに改善して, 平準化をはかることが重要である。

(3) 草 質

放牧草の草質は, 嗜好性と栄養価値によって評価される。一般に寒地型牧草は, 特別の場合を除いて放

牧牛が好んで採食するので、草質の良否は牧草中に含まれる栄養組成の含有率やバランスによって決定される。

まず、放牧地の草種の違いと草質の季節変化を調査した結果⁹⁾、C P含量は草種間・季節間に有意な差が認められなかった。しかし、I V D M Dについてみると、K bが最も低く、平均67%で、他の草種に比べて有意に低かった(表10)。

表10 放牧地の草種の違いとCP, IVDMDの季節変化

季節区分	O r	T i	T f	M f	K b	L S D
	W _c					
C P (%)						
春	19 ± 5.8	19 ± 2.5	20 ± 1.4	18 ± 2.4	18 ± 3.8	NS
夏	18 ± 2.3	20 ± 1.5	21 ± 2.3	19 ± 1.9	19 ± 2.2	NS
秋	16 ± 1.3	19 ± 4.0	19 ± 0.9	22 ± 0.4	22 ± 0.2	NS
平均	18 ± 3.7	19 ± 2.4	20 ± 1.9	21 ± 2.3	19 ± 2.9	NS
L S D	NS	NS	NS	NS	NS	
I V D M D (%)						
春	76 ± 4.4	78 ± 3.1	77 ± 2.5	78 ± 3.2	71 ± 5.3	3.4
夏	68 ± 2.5	71 ± 2.7	72 ± 2.3	74 ± 3.2	64 ± 5.6	7.7
秋	70 ± 1.6	75 ± 1.1	73 ± 1.2	78 ± 3.2	67 ± 3.1	6.1
平均	71 ± 4.7	74 ± 4.0	74 ± 3.4	76 ± 3.7	67 ± 5.7	3.0
L S D	4.7	4.8	3.0	NS	NS	

(川崎 勉ら:1982)

牧草の生育と草質の関係について、イネ科牧草の生育日数が化学組成・消化率・栄養価に及ぼす影響は¹¹⁾、季節によって異なる。すなわち、春の1番草では可消化C Wが可消化C Cより高く、生育が進むにつれて不消化C Wが直線的に高くなって、栄養価は低下する。夏の前半の再生草は、C W含有率の変化が少なく、潜在的栄養価が低い。夏の後半は、可消化C Wが生育日数と山なりの変化を示し、可消化C Cも低い。秋は可消化C Cが年間で最も高かった(図3)。

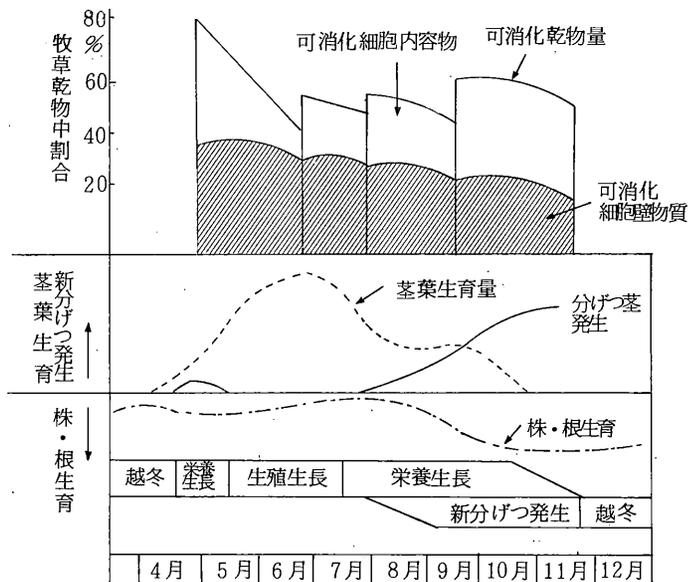


図3 牧草の器官別生育の季節的推移と可消化量の推移 (北海道立滝川畜産試験場 1985)

OrとPrの年間利用回数と消化性を検討した結果⁷⁾では、高栄養を期待する場合は7回利用が良く、4回利用はDMDが低かった。草種間では、すべての利用次でPrの消化性が高くなった(表11)。

表11 Or, Prの年間利用回数と乾物消化率(%)

草種	利用回数	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	6回目	7回目	年平均
Or	7	72	65	68	65	65	67	67	67
	5	70	65	62	66	67			66
	4	66	59	64	66				64
Pr	7	75	70	67	69	67	74	72	71
	5	73	67	67	69	71			69
	4	70	65	67	72				69

(藤田 保:1986)

さらに放牧草の無機成分について検討した結果¹²⁾、放牧草のマメ科割合が増加すると、無機成分含量が高くなり、特に石炭、苦土が顕著に上昇した。これら測定値のうち、NRC標準に満たない成分はナトリウム含量のみであるが、苦土については家畜の利用率との関係で不足もありうるとしている(表12)。

表12 放牧草の無機成分、粗蛋白質および粗繊維

		粗蛋白質	粗繊維	Ca	P	Mg	K	Na	試料点数
まめ科割合 0~1割	平均値	21.7	21.0	0.51	0.41	0.17	2.76	0.02	40
	最低値	13.2	17.4	0.35	0.24	0.12	1.71	0.01	
	最高値	29.4	29.3	0.80	0.55	0.24	3.97	0.04	
1~2	平均値	23.7	19.7	0.57	0.44	0.19	3.18	0.03	32
	最低値	16.9	14.0	0.39	0.36	0.14	2.40	0.01	
	最高値	28.9	27.0	0.78	0.50	0.27	3.96	0.16	
2~3	平均値	23.8	19.2	0.67	0.42	0.19	3.03	0.03	25
	最低値	14.8	15.7	0.50	0.32	0.14	1.68	0.01	
	最高値	28.8	25.9	0.97	0.51	0.23	4.03	0.06	
3~4	平均値	25.5	18.4	0.85	0.45	0.22	3.28	0.05	16
	最低値	21.8	15.3	0.73	0.38	0.19	2.19	0.02	
	最高値	29.0	21.0	1.08	0.55	0.26	4.27	0.14	
4~5	平均値	27.1	19.2	0.92	0.48	0.25	3.37	0.04	7
	最低値	24.3	16.5	0.76	0.43	0.22	2.47	0.02	
	最高値	30.2	21.9	1.12	0.55	0.28	4.06	0.06	

注) 乾物中(%)

(小倉 紀美ら:1977)

次に草質と放牧牛の栄養要求との関係¹³⁾について表13に示した。放牧牛の養分要求量は畜種、飼養目的、発育段階によって異なる。例えば乳用牛の雌の育成では、乾物中のDCPが5.1%以上、TDNが59%以上、栄養比で1:9の飼料が満たされれば、標準的な成長を期待できる。肉用牛の雌の繁殖では、DCP4.0%以上、TDN51%以上で、栄養要求が育成牛よりも低い。

また、草のTDN含有率と生産エネルギーの関係¹⁴⁾では、TDN含量を高めると増体エネルギー含量は、より大きな割合で増加する。すなわち、草のTDN含有率を60%から70%に向上させることにより、増体

エネルギーは 0.66 Mcal から 0.97 Mcal と約50%も改善されることになる(図4)。

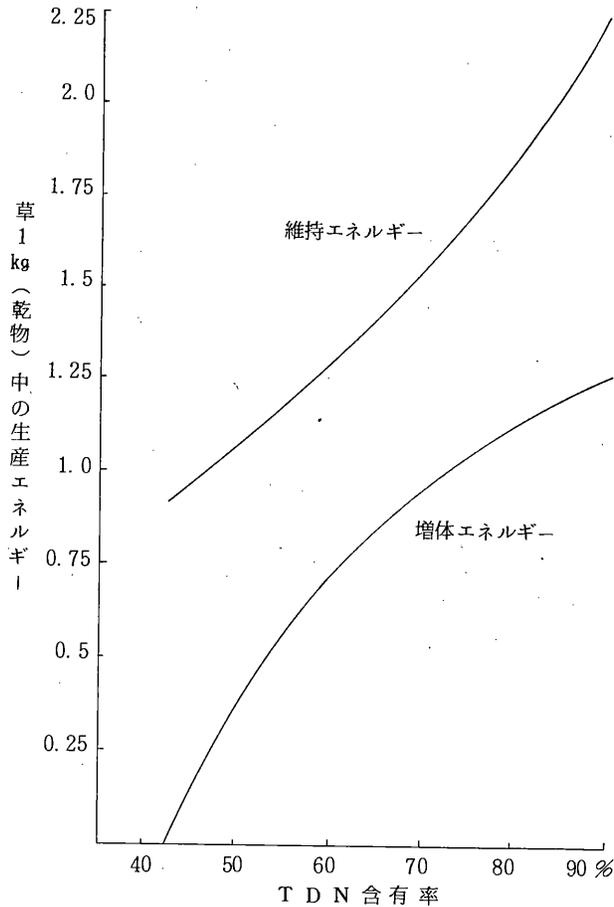


図4 草のTDN含有率と生産エネルギーの関係

したがって放牧草の質の改善とは、第1にTDN含量(又はDMD, DE)を向上させることであり、これにより採草量も増加するので、相乗的な効果が期待できる。第2に利用家畜に合わせた牧草の蛋白質含量やミネラル含量の確保と、バランスの向上である。一般に寒地型牧草では、蛋白質の不足はないが、草地の経年化や維持管理の不適によって、ミネラル含量が低下したり、バランスがくずれのおそれがある。これらに対しても、マメ科牧草の混生比率を適正に保つことが重要である。

以上、完全放牧を前提とした専用放牧地の牧草生産性について述べてきたが、今後の問題点として、①優良牧草種・品種の改良。たとえば短日・低温下で良好な生育を示す牧草、栄養価の変動が少ない牧草、高エネルギーでミネラルバランスが良好である牧草など。②放牧利用しながら新しい草種・品種を導入する簡易更新法。③低収牧草優占草地での多収の可能性。④水分供給が少ない傾斜乾燥地の草生維持法。⑤生産性の均平化や施肥回数の簡略化に有効な緩効性肥料の開発。これらの技術発展が望まれる。

表13. 放牧牛の栄養要求別類型

型	畜種性目的	CP	DCP	TDN	栄養比
		%	%	%	
I	肉用牛♀育成	7.3	6.7	57	1 : 9
	乳用牛♀育成	8.3	5.1	59	
II	肉用牛♂育成	12.1	9.0	65	1 : 7
	乳用牛♂育成	11.1	8.0	65	
III	肉用牛♀繁殖	7.6	4.0	51	1 :
IV	肉用子牛哺育	22.6	20.1	90	1 : 3 . 5
V	搾乳牛乳量 30 kg	13.0			1 : 7 . 3

(安藤 文桜 作表 : 1985)

5. ま と め

従来から草地の生産性は、高収を最優先の目標として考えられてきたが、公共育成牧場などの大規模な専用放牧地では、省力管理のもとで、一定の育成牛を放牧期間中、連続して放牧する必要がある。そこで早春放牧や短草利用でスプリングフラッシュを抑圧したり、夏以降に肥料を施すことより、牧草の季節生産性を平準化させて、放牧牛の必要量に草地生産を合わせる放牧方法が開発された。この技術は年間収量や施肥効率の低下をきたすけれども、草質が向上し育成牛の採食量が安定するので放牧期間中の家畜生産は、順調な経過を示す。さらに専用放牧地は立地条件や経済的理由から、一般にいわれる7~10年目での草地更新が望めないのが、安定的な生産性を永年にわたって維持することが重要である。このためには草生密度の確保とマメ科牧草、特にシロクロバの構成比率を適正に維持することが要点となろう。

参 考 文 献

- 1) 野本達郎(1985) 牧草と園芸 33(9) : 6-11.
- 2) 脇本 隆(1980) 道農試報告 31 : 57-61.
- 3) 能代昌雄ら(1981) 道農試集報 46 : 22-29.
- 4) 大村邦男ら(1985) 道農試集報 52 : 65-76.
- 5) 平島利昭(1978) 道農試報告 27 : 68-73.
- 6) 早川康夫ら(1971) 北農試彙報 99 : 110-116.
- 7) 藤田 保(1986) 北草研報 20 : 1-8.
- 8) 平島利昭(1985) グラース 29(3) : 4-9.
- 9) 川崎 勉ら(1982) 新得畜試研報 12 : 27-33.
- 10) 早川康夫ら(1972) 北農試彙報 100 : 91-96.
- 11) 北海道立滝川畜産試験場(1985) 昭和59年度北海道農業試験会議資料「道央地域における主要牧草の生育季節・番草別の栄養価と自由採食量」.
- 12) 小倉紀美ら(1977) 道農試集報 36 : 69-76.
- 13) 安藤文桜(1985) 自給飼料 3 : 19-26.
- 14) 落合一彦(1986) 牧草と園芸 34(10) : 15-18.

シンポジウム「北海道における草地生産の可能性と問題点」

育種的にみた生産性向上の可能性

植田 精一（北農試）

I はじめに

亜寒帯南限に位置するといわれる北海道で栽培される牧草は、種々の環境要因の影響を厳しくうけている。永年生牧草においては、夏季（生育期間）から冬季にわたり環境の圧力をうける。一般的には両者を問題とすべきだが、ここでは、主として生育期間における立地環境からみた草地の潜在的生産力について、乾物生産生態の面から考えてみたい。そして、同時にこれが育種研究への連動と、今後の育種的な対応での生産性向上の可能性を探ってみたい。

II 立地環境からみた北海道草地の生産性

1. 太陽放射からみた日本と外国との比較

作物生産は、本質的には太陽放射に支配されている。世界的にみると、わが国の太陽放射は 80 ~ 120 kcal/cm²/year の範囲にあり、欧州やカナダ内陸なみである。東京を例にとると 100 kcal/cm²/year で、西南暖地はこれ以上、東北・北海道ではこれより低い。北海道ではヨーロッパ程度とみられるが、冬の条件は一層かこくである（図1参照）。

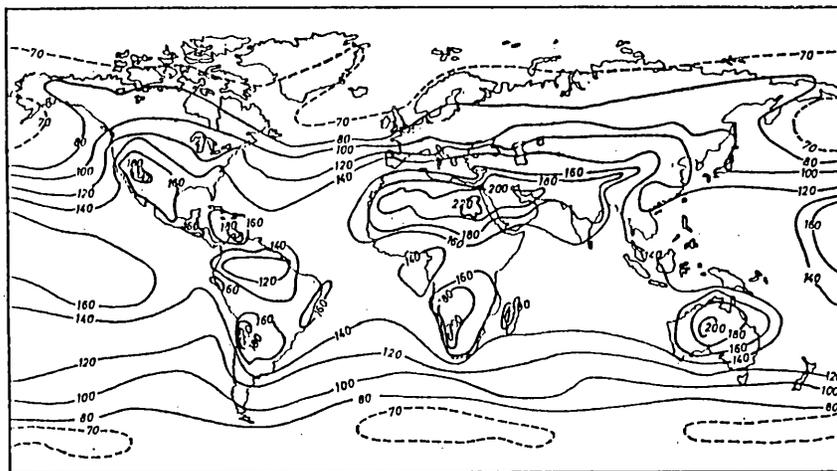


図1 地表面上における年間総太陽放射 (kcal/cm²/year)

2. 乾物生産性の比較

太陽エネルギーの変換率を3%と仮定したときの乾物収量は、東京で 31 t/ha/year となり、ヨーロッパよりやや高く、N. Z. や U. S. A. よりは低い。実際には年間通じてエネルギー変換率3%は無理である。世界各地で報告された max CGR は英国における *L. perenne* 13 ~ 16 g/m²/day, *D. glomerata* で約

19 g/m²/day だが、オオムギやビートでははるかに高い値となっている。このmax CGRを得たときのエネルギー変換率は、4%以上を示す。これも一つの潜在的生産力の考え方であるが、年間を通じての考えかたの方がより実際的である。

3. 試験研究データにみられる通年の生産力とエネルギー変換率

多肥栽培下における乾物生産量の例としては、英国での*L. perenne*で、16.7~25.2 t/ha/year, オランダでの*L. perenne*で22.2 t/ha/year, N. Z. での*L. perenne*で26.6 t/ha/year, *D. glomerata*で22.0 t/ha/year などがある。これらのエネルギー変換率は、2.0~3.0%である。しかし暖地型牧草の乾物生産量は、はるかに高く、例えばU. S. A.南部における*Cynodon dactylon*では22~30 t/ha/yearを示すが、エネルギー変換率は低い。このような点から、北海道の草地について以下に比較検討してみる。

4. 北海道における寒地型牧草の生産性

牧草の乾物生産は人為、自然環境に支配されるが、後者では土壌、生物要因以外に気象要因によって支配される面が大きい。北海道の気象条件による地域区分は種々試みられているが、一般には有効積算温度による場合が多い。これに日射量を加味して作物の生育反応とのからみで地域分類を行うと、さらに地域的な差が明確になる。積算温度で一樣な地域であっても、更に細分化される。このような複雑な地域性のある北海道内で、地域的な牧草の乾物生産を知ることは技術研究の面、行政面からも重要であるが、実測を行うことは技術上無理である。このため乾物生産研究の応用が考えられる。植物(牧草)の群落光合成量(乾物生産量)を推定する手法として有名な門司・佐伯(1953)の群落光合成式があり、これの牧草群落への適用は有効であることが知られているが、若干の問題点もある。このため窪田ら(1972)は、群落のCO₂収支から牧草の乾物生産量を推定する乾物生産式を数学的手法により創出し、モデル化した。このモデルは各地の気温・日射量がわかればその地点の乾物生産量の推定が可能で次式で示される。

$$W = \frac{\alpha}{r} (1 - e^{-rt}) + \frac{\alpha}{r-a} (e^{-rt} - e^{-at}) + W_0 e^{-rt}$$

Wは刈取り後の任意の日(t)の乾物重量, W₀は刈取り時(再生開始時 t=0)の乾物重量, α, aは群落光合成量に関する係数, rは植物体の呼吸速度を示す係数である。

この式を利用するためには、類似の地点における各草種の光合成量, 呼吸量の実測値が必要である。現在は残念ながらオーチャードグラスでしか実測値がない。

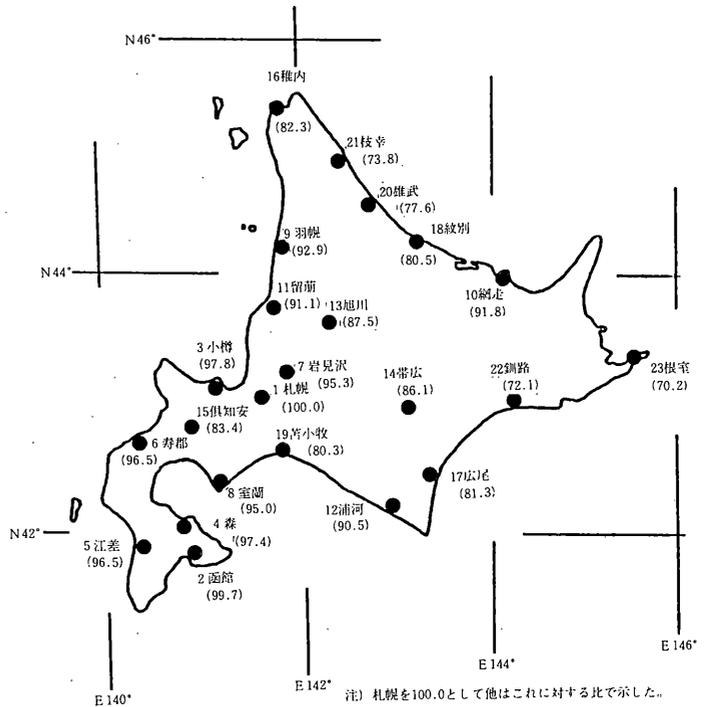
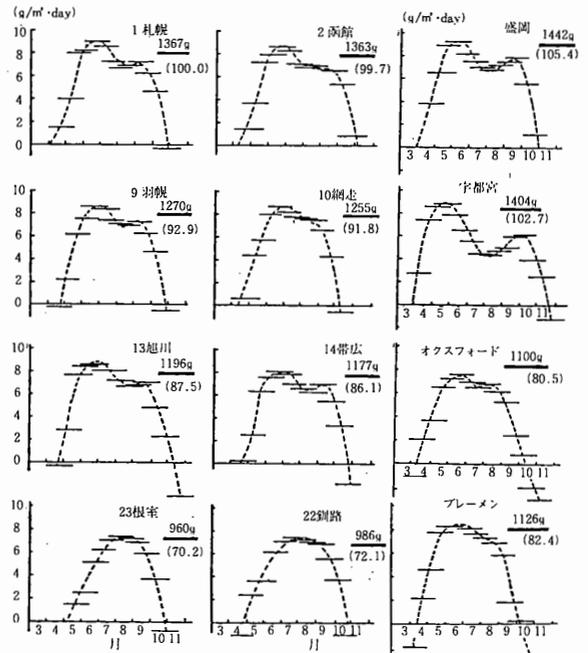


図2 北海道各地のオーチャードグラスの年間の乾物生産力の推定値

北海道内の代表的な 23 地点をとって、乾物生産式から推定した各地点のオーチャードグラスの年間の乾物生産力の推定値は、札幌を 100 とした場合に 100~70 に分散し、根室の $960 \text{ g/m}^2 \cdot \text{生育期間}$ (6℃以上) から札幌の 1367 g/m^2 にまでばらつく(図2参照)。これによると地域別の生産力分級が可能であり、同時に CGR の季節変化のパターンも特徴的に示される(表1, 2, 図3参照)。全生育期間を通しての平均CGRは、5.97 (札幌)~4.79 (苫小牧)の程度である。また気温と日射の季節的な組合せは、気温・日射ともに高い時期が生産に有効に働くが、地域により生育適温帯と高日射量の時期がずれている。このような地域、例えば苫小



注) 一は年間の乾物生産量の推定値 $\text{g/m}^2 \cdot \text{year}$ 。()は札幌の推定値を 100.0とした場合の指数。一は刈取間隔45日間の平均CGRを示す。

図3 北海道各地におけるオーチャードグラスのCGRの季節変化

表1 北海道各地におけるオーチャードグラスの年間の乾物生産力

ランク		地 点
A	100 ~ 96	札幌, 函館, 小樽, 森, 江差, 寿都, 岩見沢
B	95 ~ 90	室蘭, 羽幌, 網走, 留萌, 浦河
C	89 ~ 85	旭川, 帯広
D	84 ~ 80	倶知安, 稚内, 広尾, 紋別, 苫小牧
E	79 ~ 75	雄武
F	74 ~ 70	枝幸, 釧路, 根室

注) 札幌における年間の乾物生産量を 100.0 として、他はこれに対する比で示した。

表2 北海道における代表的な地点(7地点)における気象条件とオーチャードグラスの乾物生産

地 点	生産期間 (気温 6℃以上の期間)							年 間		
	日 数	平均 気温	平均 日射量	積算 気温	積算 日射量	乾物 生産量	平均 CGR	エネルギー 利用効率	平均 気温	平均 日射量
札 幌	229	14.0	373.3	3206	85485	1367	5.97	$\times 10^{-6}$	7.8	300.0
函 館	229	13.9	370.0	3183	84730	1363	5.95		8.2	305.9
枝 幸	199	12.8	335.6	2547	66784	1010	5.08		5.5	258.9
根 室	199	11.8	330.5	2348	65769	960	4.82		5.7	292.0
網 走	214	12.5	374.8	2676	80207	1255	5.86		5.9	295.6
倶知安	229	12.4	344.8	2839	78959	1140	4.98		6.2	269.1
苫小牧	229	12.5	341.9	2862	78295	1097	4.79		6.9	293.2

注) 気温:℃, 日射量: $\text{cal/cm}^2 \cdot \text{day}$, 乾物生産量; D. M. g/m^2

* エネルギー利用効率とは、日射量 $1 \text{ cal/cm}^2 \cdot \text{day}$ 当たりの乾物生産量 D. M. $\text{g/m}^2 \cdot \text{day}$ を示す。

表3 道内4地点の気温, 日射量の月別変化

月		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Ann
札幌	気温	-5.1	-4.4	-0.6	6.1	11.8	[15.7]	20.2	21.7	16.9	10.4	3.7	-2.3	7.8
	日射	124	187	305	403	[461]	[457]	426	390	333	250	153	107	300
網走	気温	-6.6	-7.1	-2.9	3.9	9.3	[12.6]	[19.2]	19.0	15.7	9.9	3.0	-3.0	5.9
	日射	130	201	319	390	[431]	[432]	413	370	336	248	157	114	295
苫小牧	気温	-5.1	-4.5	-1.0	4.4	9.2	13.0	[17.7]	20.4	16.6	10.4	3.9	-1.9	6.9
	日射	165	227	332	393	[428]	374	351	335	327	263	180	138	293
根室	気温	-4.8	-5.6	-2.2	3.0	7.1	10.0	14.3	[17.1]	15.4	10.6	4.6	-1.2	5.7
	日射	162	231	342	389	[421]	385	350	327	316	256	181	140	292

オーチャードグラスの年生産力指数, 札幌(100); 網走(92); 苫小牧(80); 根室(70)

日射; cal/cm² day, ; 高日射量あるいは生育適温

牧や根室は潜在的生産力が低い(表3参照)。

また世界の各地における年生産量とエネルギー利用効率をながめた場合、北海道は、ほぼ平均的地点かそれ以下となっていて、前出のmax CGRよりかなり低い。(図4参照)。この推定値は潜在的生産力としては実際に近いが、道内全体としてはまだこのレベルに達していない。ここに栽培研究の挑戦する余地がある。温度・光条件が定量値であるとすれば、今後この壁を破るためには、作物自体の遺伝的改良にその手段を求めなければならない。

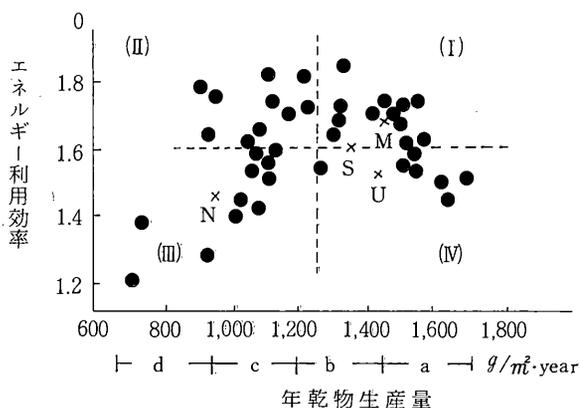


図4 世界各地の年生産量とエネルギー利用効率

(M: 盛岡, N: 根室, S: 札幌, U: 宇都宮窪田, 1978)

III 牧草生産力の育種的対応による向上の可能性

一般に牧草の生産力は、群落光合成速度を高めることにより生産力が增大する。群落光合成速度は、大きくわけて三つの要因からなる。すなわち個葉光合成速度, LAI, 受光態勢で構成される。牧草育種において多収性品種を育成するためには、群落光合成速度を高める方向への選抜が必要であるが、これに関する主要因である個葉の光合成速度を選抜する便法が考えられている。

1. 個葉の光合成速度とSLA, 葉身N含量の関係

個葉の光合成速度はCO₂分析により測定するが、多数個体の選抜には、時間、労力的に無理がある。このためSLAを指標として判定が可能となっている。窪田・植田(1977)はチモシーについて、個葉の光合成速度とSLAの間に全期間を通じて有意な負の相関があることを報告したが、この関係は出穂期に最も強くなり(r = 0.76**), かつ品種間差も認められた。例えば個葉の光合成速度が高くSLAの低い品種としてはClimax, 個葉の光合成速度が低く, SLAの高い品種としてはS51などがある。江柄・植田(1985)はトールフェスクにおいてもやや相関係数は下がるが同様な関係性をみとめ、また両草種とも

単位葉面積当たりN含有量とPmaxの相関係数も高いことを報告した。

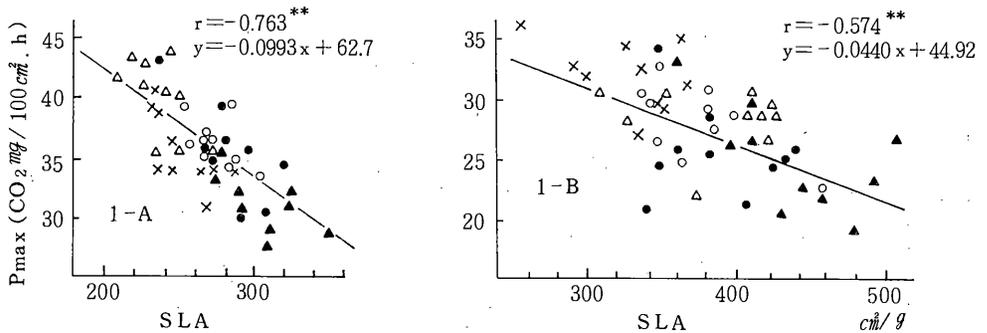


図5 チモシーにおいて6月(1-A)および10月(1-B)に観測された
光合成速度(Pmax)と比葉面積(SLA)の関係

●, Clair; ○, Senpoku; ×, Climax; △, Heidemij; ▲, S51

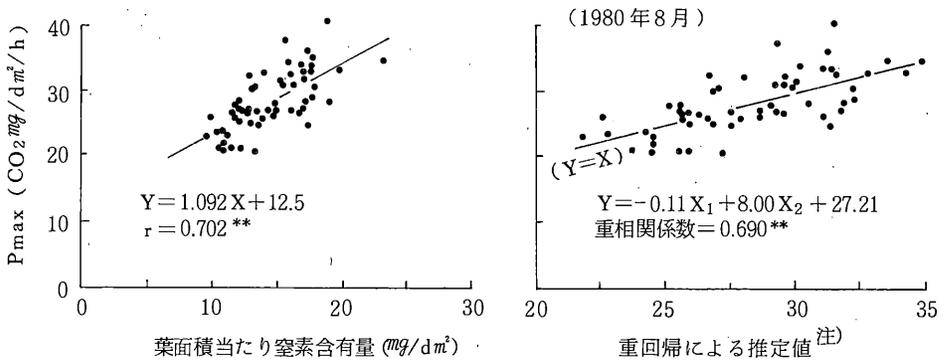


図6 トールフェスクの葉面積当たり窒素含有量とPmaxとの関係
及び推定値と実測値との関係

注) SLA(X₁)および葉身窒素含有率(X₂)によるPmaxの推定値

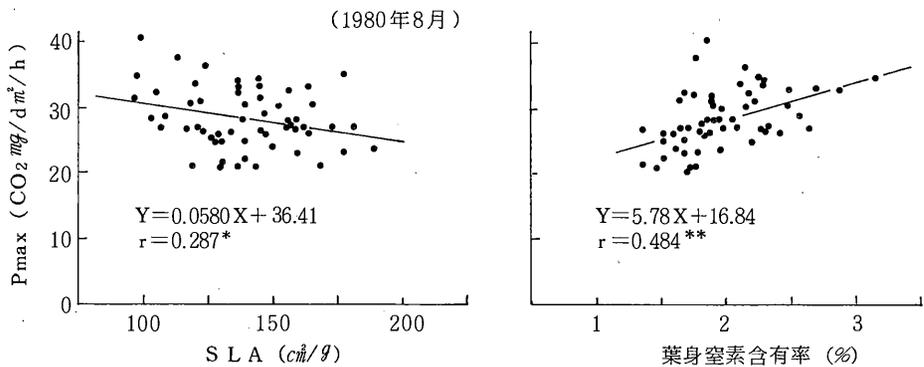


図7 トールフェスクのSLA, 葉身窒素含有率とPmaxとの関係

(江柄, 植田: 牧草生産力に関する種・品種生態)

以上の点から個葉の光合成速度の優れた遺伝子型を選抜する簡便法として、SLA, 単位葉面積当たりN含有量が利用し得るものと考えられる(図5, 6, 7参照)。

2. 草型と乾物収量及び光合成速度

イネやムギ類等においては、すでに“草型育種”と呼ばれているように、群落の受光態勢の関連に注目して吸光係数Kの小さい草型を選抜することが行われている。牧草は水稻やムギなどのように個体単位(株を含む)から構成される群落でないため、草型改良はより重要であるにもかかわらず、選抜はより困難である。チモンシについて江柄(表4, 5未発表)は、草型と草高などと乾物生産力の関係を検討した。その結果、必ずしも明確な関係はみとめられなかったが、群落当たり総光合成速度(Pg)は各草型とも湾曲葉を人為的に直立化したモデル群落(格子)の方が明らかに高く、葉面積当たりPgも同様の傾向を示している。以上の点

表4 チモンシ個体群の草型・草高と乾物収量 (江柄, 未発表)

調査時期	タイプ(栄養系No)	C区(対照)		L区(格子)	
		草高	収量	草高	収量
1984. 7月	中間型(148)	132	1133	152	1087
"	立性型(148)	103	938	127	938
"	湾曲型(149)	102	937	124	1055
1984. 10月	立性型(113)	34	279	38	254
"	湾曲型(149)	36	248	44	310

注) 草高cm, 乾物収量g/m²

表5 チモンシの草型を異にする個体群の光合成速度(江柄ら, 未発表)

調査時期	草型・処理	群落当たり ※			葉面積当たり			LAI	吸光係数 K
		Pa	Rd	Pg	Pa	Rd	Pg		
1984. 7月	中間型・対照 (113)	64.3	13.0	77.3	10.2	2.0	12.2	6.42	0.31
"	" 格子	98.6	15.0	113.5	15.9	2.4	18.3	6.32	0.35
"	立性型・対照 (148)	35.2	10.5	45.6	8.4	2.6	11.0	4.16	0.48
"	" 格子	89.1	14.0	103.0	19.5	3.1	22.6	4.62	0.44
"	湾曲型・対照 (149)	57.6	13.3	70.9	10.8	2.6	13.3	5.73	0.34
"	" 格子	94.0	14.2	108.2	12.6	1.9	14.6	7.64	0.28

※ 光合成速度 CO₂ mg/dm²/h, Pg: 総光合成, Pa: みかけの光合成, Rd: 暗呼吸

からイネ科牧草では草高が高く、着葉角度が直立に近い草型のタイプが乾物生産性が高いことが推論できる。牧草のように育種過程では個体選抜され、実際の栽培では高密度に、かつ他種との混植散播される作物にあっては、その改良は困難を極める。しかしこの江柄らの実験は、今後の育種において乾物生産要因の選抜を組み入れることが極めて有効であることを示唆して、この点は高く評価すべきであろう。

3. オーチャードグラス野生種の光合成速度

D. glomerata ssp.のSLAとPmaxの関係をみると、2x野生種のPmaxが栽培種4xよりも高い傾向がある。SLAとPmaxの相関係数は0.75くらいであり、上記と同様な関係がある。栽培種成立の過程でこのように高いPmaxが失われたことは、おそらく適応と4x化の問題とみられるが、今後はこのような遺伝子型を栽培種へ導入し有効利用を進める育種が必要である(表6参照)。

表6 *Dactylis glomerata* および *D. glomerata* ssp. の光合成速度 (江柄, 未発表)

species	SLA (cm ² /g)	葉身 N (%)	葉面積当 たり N	葉面積当たり速度 ※		
				Pa	Rd	Pmax
<i>Dactylis glomerata</i> ssp. <i>juncinella</i>	198	5.22	26.37	38.2	15.5	53.7
<i>Dactylis glomerata</i> ssp. <i>judaica</i>	226	4.60	20.38	27.4	13.5	40.9
<i>Dactylis glomerata</i> ssp. <i>ibizensis</i>	201	4.64	22.97	24.3	11.5	35.9
<i>Dactylis glomerata</i> ssp. <i>lusitanica</i>	282	4.82	17.13	22.0	11.8	33.9
<i>Dactylis glomerata</i> 栽培種	217	3.78	17.43	15.6	9.9	25.5
<i>Dactylis glomerata</i> ssp. <i>aschersoniana</i>	267	3.96	14.78	11.8	7.9	19.7

※ CO₂mg/dm²/h, Pa : みかけの光合成, Rd : 暗呼吸, Pmax : 最大可能総光合成

4. 牧草育種におけるハイブリッド品種の利用

昭和39年, 牧草育種組織の再編強化以降, 国立研究機関においては13草種59品種の育成が行われ, 草地生産性向上にはたした貢献は極めて大きい。この中では生産性が常に第一目標とされているが, 最近の育成品種にあつては, 各種の障害抵抗性や広域適応性を旨としたものも公表され始めている。しかし, これまで行われてきた従来の育種法, 例えば, 集団選抜法, 母系選抜法, 合成品種法等にあつては, 10年10%アップのサイクル程度が限界とみられる。今後この壁を破る試みとしては, バイテク育種技術の適用, 広く遺伝資源を求めての種属間交雑やハイブリッド育種の実用化等が必要であろう。他殖性作物において発展したハイブリッド育種は, 最近では自殖性の水稻やコムギ等への応用が始まり話題となっている。しかし, トウモロコシでは現在の品種はすべてハイブリッド品種であり, 1950年代の後半より, 複交配, 3系交配等が用いられ, その後1960年初めよりT型細胞質雄性不稔(CMS)を用いた単交配品種へと発展した。1979年におけるU.S.A.のトウモロコシ品種は, 100%がハイブリッド品種で占められ, そのうち単交配が88.4%, 3系交配10.4%, 複交配1.2%となり, この発展の過程と生産性向上の相関が高いことは周知である。1972年 W. R. Childers と D. K. Barns は Evolution of hybrid alfalfa (1972) の中で1954-1965における主要作物の生産性向上の指数を示している。これによると,

表7 主要作物における多収性の変化 (W.R.Childers & D.K.Barns)

作物	単位	1954	1965	増加率(%)
Corn grain	Bushel	37.1	73.1	97
Sorghum grain	Bushel	19.0	50.1	164
Barley	Bushel	28.5	43.5	53
Soybeans	Bushel	20.1	24.4	21
Corn silage	Ton	7.5	10.6	41
Alfalfa, alfalfa mix	Ton	2.10	2.48	18
Clover, timothy mix	Ton	1.43	1.53	7

ハイブリッド品種の進んでいるソルガム(実取り), トウモロコシ(実取り)の増加率は極めて高く, それぞれ164%, 97%を示し, 他の作物を圧倒している(表7参照)。

牧草育種においては, この分野の研究は立ち遅れがめだち, とくに実用品種育成をめざした研究は世界

的に少ない。しかし、バイオ育種による画期的な新生物品種の創出には50年単位の時間が必要であり、一方、従来の育種法で10年10%アップサイクルとすれば、やはり牧草においても当面CMS等を利用したハイブリッド品種の育成に期待する以外にない。

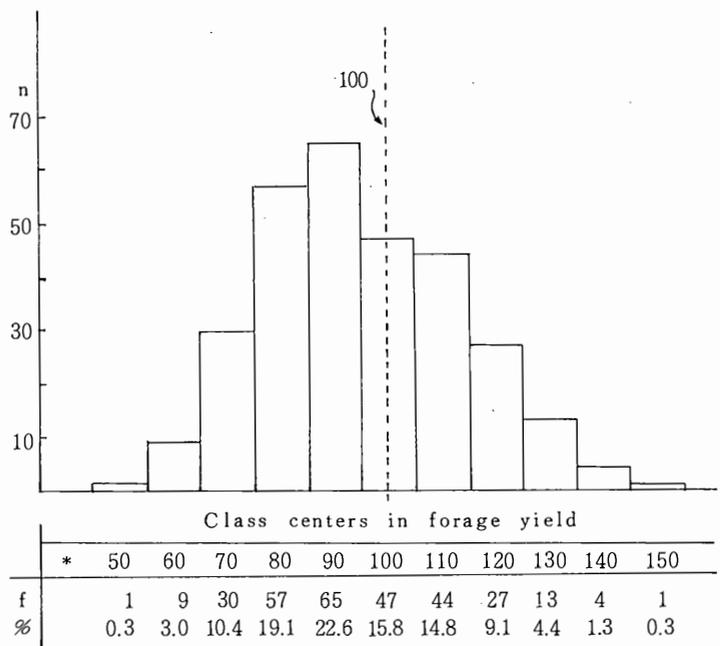
このような状況の中で、細胞質雄性不稔の探索、それらの系統の改良、利用によるハイブリッド育種への挑戦も試みられている。北海道農試では、ここ数年来、アルファルファの細胞質雄性不稔系統の導入、育成を行ってきた。これまで維持系統13、花粉親系統6を育成し実用品種育成への足がかりが得られている。この過程において、単交配によるヘテロシス効果を検討した。供試された26の優良栄養系による2面交配後代288系統の収量分布は、ほぼ正規型となり、標準品種対比の収量比でみると120をこえるものが45系統(15%)出現し、そのうち5系統の収量比は140~150%であった。この結果はアルファルファにおいて、組合せ能力について注意深く選抜をすれば、超多収性品種育成の可能性を含んでいることを示唆している(図8参照)。

表8 オーチャードグラス単交配にみられるヘテロシス効果(佐藤・川端, 1982)

交雑組合せ	個体重	中間親比(%)		高収親比(%)	
		\bar{X}	範囲	\bar{X}	範囲
PF1 ~ 8 × PM1	1341	117	106 ~ 133	109	104 ~ 124
PF1 ~ 8 × PM2	1468	129	119 ~ 132	118	95 ~ 130
PF1 ~ 8の \bar{X}	1092				
PF1 ~ 8の \bar{X}	1098				
F1の \bar{X}	1317				

またオーチャードグラスについては、草地試験場において、細胞質雄性不稔系統を育成し、これを用いて単交配によるヘテロシス効果を確認している。この試験では種子親系統8、花粉親2を組合わせて検討した。その結果は、中間親比(個体重)で106~133の多収を示し、高収親比でも95(1系統のみ)~130を示している。このような点からみると、オーチャードグラスにおいてもハイブリッド育種による超多収品種育成の可能性が極めて高いといえよう(表8参照)。

アルファルファ、オーチャードグラス両草種においては、その後実用品種育成への努力が続けられているが、残されている問題点も多い。すなわち、一つは遺伝子型が均一化



* 後代の収量は対照品種ソアを100とした比率で示した
 図8 アルファルファ26優良栄養系の2面交配後代における収量の頻度分布

することによる環境適応性の低下が懸念されること、細胞質雄性不稔を維持するため維持系統を交配して行く過程でおきる自殖劣勢の克服、採種栽培体系の開発、新しい細胞質雄性不稔遺伝子の探索等がある。ここでは今後解決すべき問題点の指摘にとどめるが、現在解決のための試みが次々に行われていることを付記する。

IV おわりに

これまで述べて来た状況からみると、牧草類において超多収品種育成への突破口として、当面は細胞質雄性不稔を利用したハイブリッド品種育成と実用化が有効な手段となる。このためには、乾物生産研究の知見や病害抵抗性研究など育種支持部門を含めた支援が解決のかぎとなるものと考えられる。育種研究者の透徹した洞察力と科学的経験、総合的な判断力をもった頭脳に期待するところ大である。

引用文献

- 1) Childers, W. R. and D. K. Barns (1972) Evolution of hybrid alfalfa. *Agric. Sci. Rev.* 10 (3) : 11 - 18.
- 2) Cooper, J. P. (1970) Potential production and energy conversion in temperate and tropical grasses. *Herb. Abst.* 40 : 1 - 15.
- 3) 江柄勝雄・植田精一 (1985) 牧草生産力に関する種・品種生態 第1報 トールフェスクにおける個葉光合成能の品種・系統間差異. *北海道農試場報* 143 : 115 - 122.
- 4) 窪田文武・梶 和一 (1974) 北海道におけるオーチャードグラス草地の乾物生産力の推定. *北海道農試場報* 109 : 115 - 130.
- 5) 窪田文武・植田精一 (1981) 飼料用トウモロコシの栽培環境と生産性 I. トウモロコシの気象生産力の地域間差. *日草誌* 27 : 168 - 173.
- 6) 窪田文武・植田精一 (1977) チモシー個葉の光合成速度と SLA (比葉面積) との関係. *日草誌* 23 : 101 - 107.
- 7) 佐藤信之助・川端習太郎 (1982) 雄性不稔の利用によるオーチャードグラスのヘテロシス育種. *農林水産技術会議編研究成果* 138 : 158 - 165.
- 8) 植田精一 (1981) 気象要因と芝草 (牧草類) の生育. *北海道芝草研究会報* 5 : 25 - 34.
- 9) Wareing, P. E. and J. P. Cooper (1971) Potential crop production. Heinemann Educational Books. UK.

シンポジウム「北海道における草地生産の可能性と問題点」

討 論

座長 安達 篤 (北農試)・源馬 琢磨 (帯広畜大)

松中氏の講演に対し質疑応答

西 (道畜産会) : 根釧地方でのスラリーや堆肥を散布する適期は?

松中 : 堆肥やスラリーは10月下旬まで。春は早期が良い。堆肥の早期散布は草地を傷めるので5月中旬までで良い。

西 : 5月中旬までに凍結は抜けますか。

松中 : ほぼ抜けます。

西 : 堆肥の早期散布の適期は、5月の上旬から中旬ということですか。

松中 : 中旬だけである。下旬では収量が下がります。化学肥料施肥は、1番草では比較的早い時期が良い。1番草刈取り後は、ほぼ10日後が良い。チモシー単播草地で3割程度の増収である。

中野 (十勝南部普及所) : スラリーの曝気の意義について?

松中 : いまの成績は曝気したものではない。曝気したスラリーと曝気なしのスラリーの肥効を比較しないと結論はだせない。そのような実験装置は高価であるが、今後努力したい。

中川氏の講演に対し質疑応答

成 (北大大学院生) : 「採食率」について?

中川 : 放牧前の現存量に対する採食量の割合です。

成 : 表の生産量が低下しているのは採食率の低下ですか。この場合、生産量の低下は採食率の低下になるのでは?

中川 : 生産された牧草が多く採食されているわけです。つまり牛の場合、1頭当たり必要量が同じです。で、生産量が少なければ採食率も高まるわけです。

小倉 (天北農試) : 確認したいが、公共草地で永続性が20年、収量が20~40 t/ha, マメ科率が20~50%と理解できるが……。

中川 : そのとおりです。

総合討論

源馬 : 活発なご討論をお願いいたします。

湯本 (滝川畜試) : 茎数型・茎重型といった品種特有の草型は、環境条件に対して安定した特性ですか。

楠谷 : 施肥試験を行ってみると、処理した次の年度の結果でも、草型指数は肥料の影響が少なく、茎数増加割合と茎重増加割合はほぼ同調している。他の条件については検討していません。

原田 (酪農大) : 刈取り10日後追肥したら良いのはなぜですか。また、マメ科を残せば非常に良く、Nがいらなくて永続性の良い草がとれるといわれたが、その場合アルファルファは?

松中：第一の質問について。施肥した肥料を牧草が吸収するか否かで効果が異なる。それは刈取り前からあった分けつとその後出現した分けつの構成で異なる。オーチャードグラスなどは前者の多いタイプで既存分けつの養分吸収がおう盛である。したがって刈取り後すぐやった方が良い。しかし、既存分けつの生長点の90%が切除されるチモシーのような後者のタイプでは、刈取り後10日間ほどが新分けつの出現時期に当たるので、養分吸収を始めるのはその後になる。チモシーの場合、1番草の後期までNを効かせると1番刈り直後でも良い。第二の質問について。私は根釧地域しか知らないが、他の地域では立派にできるのを見聞しているので、採草タイプに使うマメ科草としてアルファルファは非常に良いと考えている。しかし、根釧では良い品種ができない限り困難と思う。また、罹病しやすい気象条件でもあるので、レッドクローバやラジノクローバに期待したい。

林（北農試）：良い牧草を安くたくさんつくるには、マメ科率20~30%が必要で、混播が一番の近道だと思う。現在まだ到達できず、イネ科に対するN施肥を議論している。積極的にマメ科を残し維持していく議論が乏しい。それに向かい北海道の草地研究が進まないと草地生産性の可能性の問題に近づけないと思うが……。

松中：そのとおりです。しかし、従来の成績は同じ条件で比較したものが少ない。最近、研究が進み、やはり混播が良いという結論になった。つまり、ラセン状に上にのぼった所でもとに戻ってきた。これからは、混播草地、マメ科草の維持ということについて全力をあげて研究しなくてはならない。いまひとつ重要なことは、混播草地の草種の数だ。以前は多種混播が一般で、環境条件に適応した草がひとつ生き残れば良いと考えられた。これは施肥水準が低く、集約度の低い場合にそれなりの効果があった。しかし、施肥して、ある程度収量をあげるにはどうしても優占種にしばられてくる。以上をふまえて、多草種混播の意義、レッドクローバを最初から入れるべきか否か、思い切ってイネ科とマメ科各1草種の混播はどうか等についての研究が今年からスタートした。10年10%アップのペースで考えている。

中川：私が述べたのは、公共草地のような永年草地向けの草地に対しては、マメ科が大きな比重を占めるということだ。牧草一般でいえば多様な利用目的があるので、いかなる草地でもマメ科率20~50%とは考えていない。

安達：草地の放牧利用について、あるいは今後の草地についてのご意見を。

原田：欧州やニュージーランドではイネ科の短草を放牧利用する。米国では放牧でなく、アルファルファとコーン中心である。北海道での高位生産、高位利用についてはいかなる見解でしょう。

中川：全体的な放牧利用方式は減少するでしょう。しかし、公共草地を中心に従来の放牧の有益性を発揮できる利用方式は今後も続くと考えます。

安達：北海道とはいえ、土地の制約からすると、かなり集約的な管理が必要だし、一方生物の潜在的な能力を最大限に利用した生産の両方が必要と考えられる。また同じコストなら最も効率よく資材を使うという考え方、マメ科の利用のことなど、少し整理して技術研究を行ってゆく必要があると思うが……。

原田：デンマークでは、コーンができない所ではオムギのサイレージを牛にやっている。そしてN（たんばく）源として若草を食わせている。しかし、このような飼養が北海道のような年間搾乳量が7千~1万kgのような牛に果たしてどうなのか。イネ科とマメ科、若刈りと遅刈りなどの問題は北海

道自身が整理しなくてはならない。結論として、太陽エネルギーを最大に利用できる現時点における遺伝子というか作物というか、飼料とは何か、また、それを2次的に利用できる動物とは何かを徹底的におさえ、それに対してわれわれは、その材料をいかに提供するかあたりの議論が必要ではないのか……。

安達：中川、原田先生のお話を含めて全体へのご発言を。

三浦（帯広畜大）：広域適応性をもった品種を育種することも大切と思うが、道内の気象条件は地域間でかなりヘテロであり、より幅広い適地適作も考えるべきでないか。例えば、道東、道北のような気象条件の厳しい地域に対しては、生産性はそれほど良くなくても、安定生産可能な草種の開発に力点を置く考えはないのでしょうか。

植田：適地適作は原則です。われわれの牧草育種の体制は生態育種の概念が前提にあり、北見にはチモシーが、北農試にはその他の草種が配置されている。だが58万haの牧草地のうち1年間に播種される牧草種子の量は全草種で1,500～1,800 tで、草種・品種とも様々である。広域適応性の品種を求め、その普及度を高める努力が片方にあるので、小地域対応の品種を次々出していきやり方は現在のところ困難と思われる。より広範囲に適応する品種が前提となり、それらの能力をもった品種が地域的にどういう適応性をもつかを判断するという考えである。

能代（根釧農試）：当地方は日射量と温度とがアンバランスの環境であり、条件は劣悪で、トウモロコシは早生の早播きで対応し、根室では栽培できない。しかも草地は全国の $\frac{1}{4}$ 、道内草地の約半分をわれわれがカバーしている。北農試にせよ、北見にせよ根釧に適する品種をどうか作ってほしい。次に多和の大規模草地もわれわれの範囲内に入るが、現実的に施肥はヘリコプターで早春1回だけである。そういう所では高位生産は考えず、低位生産で安定的に年間草がはえていれば良いわけです。このような条件に合った草にも目を向けてほしい。

嶋田（帯広畜大）：シンポジウムのテーマを決める際、後藤先生（北大）より農林統計によると、20年の牧草研究にもかかわらず生産は伸びていない。もう少し生産性について取り組むべきだとの意見があった。土地生産性についてこれ以上上げる必要はないのか、中川さんの講演のように放牧地では3 tとれば問題ないといった立場もあるが……。

楠谷：牧草は一般作物と異なり、農家の収益目標に直接的でない点に違いがある。

松中：収量が上昇しないことにおしかりを受けるが、その際、第一に強調したいこととしてはかつて増産のころは収量が非常に低いレベルからあがっていった。また、当時は草地面積の増加期でもあったが、現在は経年草地が増えている。しかし、収量を維持しているのは技術的に必ずしも後退していることにはならない。第二に、草は各農家それぞれ収量目標以上にとる必要はない。したがって、統計上収量があがらないことについて必要以上に技術を問題にすることはない。もう少し中身の問題、つまりTDN生産量あるいは単位コスト当たりのTDN生産量などで統計を書きなおせば、収量はもう少しあがることになると思う。

中川：過去に比べて、生産技術があってはいくはない。公共育成牧場では収容頭数を満たす牛が集まらない。したがって、施肥も少なく生産もあがらない。牧草収量は、例えば20年程度でどうか、1年間のばらつきの平準化はどうか、そしてTDNなどにもっと視点を向けてもらおうと現場で草地管理する者には都合が良い。

植田：現地をみた限り、統計上生産があがらないのは乳量制限が介在しているためと感じた。制限がなく1頭当たり0.5haで飼う必要があるとすれば、今の生産力は統計の生産力の2倍近いポテンシャルをもっていると思う。決して道東を軽視してはいない。だが、根釧地域の草地更新率は3～4%程度である。つまり良い品種を作っても20年もたないと播けない。そのような次第で、潜在的生産力より農林統計にでてくる値が低い。農林統計のとり方にも問題があるように思っている。

安達，源馬：まだまだご意見等ありましたが、残念ながら予定時間を過ぎてしまいました。ありがとうございました。

根釧地方における初年目アルファルファの 秋の生育について

堤 光 昭 (新得畜試)

緒 言

アルファルファを定着させるためには、造成年の草地管理が特に大切である。その一つは、アルファルファの越冬態勢を良好にし、冬の厳しい環境の影響を最小限にすることである。その参考資料とするため、初年目アルファルファの9月以降の生育経過と、秋の刈取りと越冬前の根部・翌年1番草との関係を調査した。

材料および方法

供試品種として「ソア」を用い、根釧農試圃場に1981年6月27日に播種量 $1 \text{ kg}/10 \text{ a}$ の割合で条播(畦幅 40 cm , 畦長 3 m)し、乱塊法2反復として試験を行った。施肥量 ($\text{kg}/10 \text{ a}$) は堆きゅう肥 $2,000$, 炭カル 600 (内 200 は作条施用), ようりん 100 を造成時に, $\text{N} : 1.8$, $\text{P}_2\text{O}_5 : 7.2$, $\text{K}_2\text{O} : 6.0$ を播種時, 8月下旬と2年目春にそれぞれ施用した。

調査は, 9月8日から2週間ごとに11月4日まで5回と, 越冬前として11月24日に行った。部位の区分けは, 畦長 50 cm を地際から刈取ったものを地上部とし, 残された部分を根部とした。地上部は緑色のあるものだけとし, 根部は水洗の後, 80°C で48時間通風乾燥し, ウィレー式ミルで粉碎した。炭水化物は全糖(80%エタノールで抽出後アンスロン試薬で滴定)と澱粉(全糖抽出残渣を 9.2 N 過塩素酸で分解後, アンスロン試薬で滴定した値に 0.9 を乗じた)とに分けて分析した。両者を加えた値を全有効態炭水化物(TAC)とした。

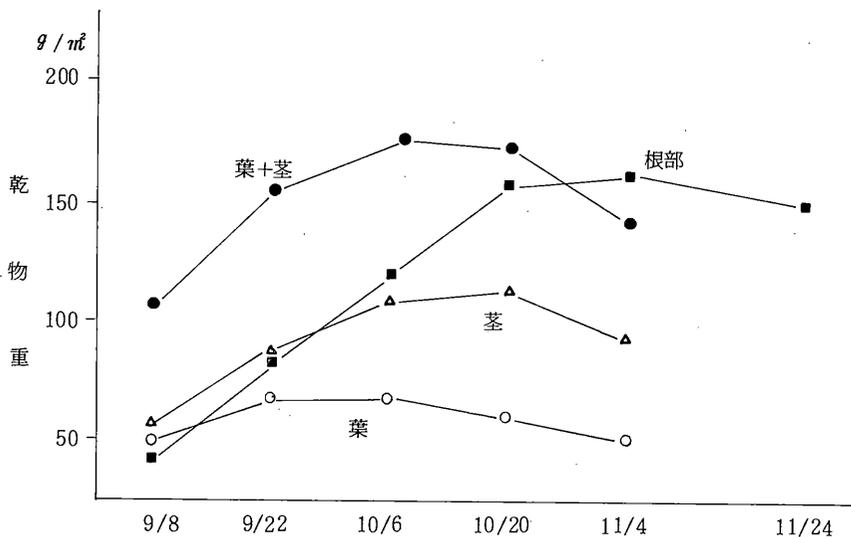


図1 葉・茎・根部乾物重の推移

初年目はやや低温で著しく多雨に経過したため、9月初めに若干開花が認められる程度であった。2年目は気温が6月下旬著しく低かったほかはほぼ平年並の天候であった。2年目1番草は無刈り区が開花期となった7月12日に刈取った。

結果および考察

9月以降のアルファルファの葉・茎・根部の乾物重の推移を図1に示した。葉部の増加は10月6日までで、その後、わずかずつ減少し、茎部の増加は葉部より2週間も遅い10月20日まで続いた。地上部全体としては10月6日を頂点とした曲線を描いた。根部は10月20日までほぼ直線的に増加し、その後、漸増から越冬前にはやや減少した。乾物増加速度 ($g/m^2/日$) は地上部が2.50 (9/8~10/6) に対し、根部は2.73 (9/8~10/20) となり、地上部より約10%多く、地上部が減少し始めてからなお2週間も同じ速度で増加した。

11月4日の時点でも新葉はかなり認められたが、地上部の乾物重は減少していた。このことは、寒さなどにより自然に枯死した葉・茎部の量が、新しく形成されたそれらの量を上回ったり、生成された養分の多くが根部へ回ったためと思われる。

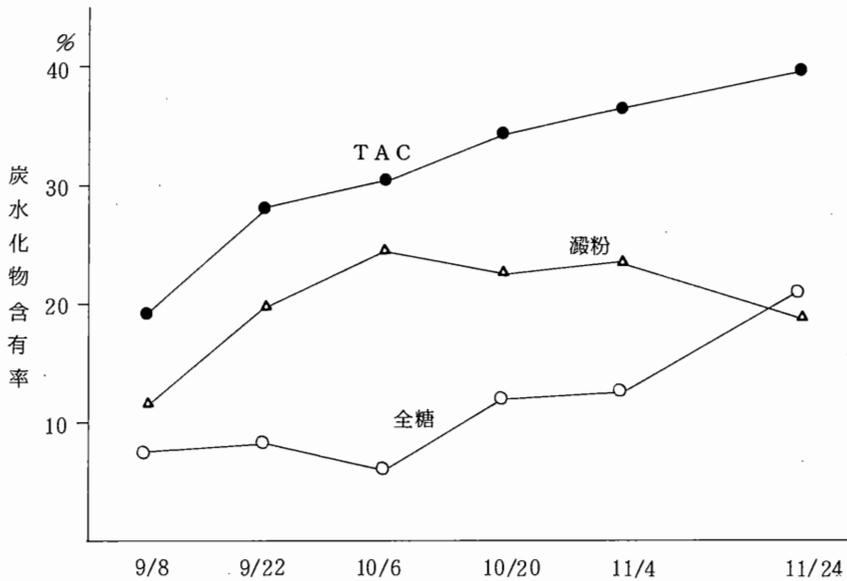


図2 根部炭水化物含有率の推移

図2に根部炭水化物含有率の推移を示した。澱粉は地上部が増加を続けていた10月6日まで上昇し、その後、わずかずつ減少していったが、全糖は逆に10月6日が最も低くなり、その後、越冬前まで上昇を続けた。全体 (TAC) としては越冬前まで増加を続けたが、葉部が増加をしていた9月8日から22日までの増加率が最も高かった。

アルファルファの根部の耐凍能力は、秋期の低温条件および短日条件に反応して増大¹⁾、根部の全糖含有率と耐凍能力とは強い正の相関がある²⁾ことが知られている。晩秋に向かって全糖含有率が増加した

ことは、アルファルファが根部の耐凍能力の強化を行っていったということであろう。9月以降の地上部乾物重と根部澱粉含有率が同じ推移を示している。このことは、地上部が枯死などで減少し始めると、生成される養分だけでは、呼吸や新葉の形成などに利用される養分と体内の全糖濃度を上昇させるための必要量の両方を満たすことができず、せっかく蓄積した根部の澱粉を再び全糖に転化していったためであろう。

越冬前の根部の重量と翌年の1番草収量を図3に、同炭水化物含有率を図4に示した。根部の重量は9月22日刈り区が最も少なく、無刈り区のわずか56%しかなく、9月8日刈り区は同68%、10月6日刈り区が同79%であった。秋に刈取りを行った(生育を調査した日)後、越冬前の調査までに根部重量が増加していたのは9月8日刈り区のみであり、9月22日刈り区、10月6日刈り区はほぼ同じで、その他は秋の刈取り時点より越冬前の方がやや減少していた。

側根は主根よりも刈取りの影響を強く受け³⁾、越冬前の刈取りは無刈取りより翌春の浮上株率を増加させたとの報告⁴⁾がある。秋の刈取りは越冬前の根部重量を減少させ、凍上による株の浮上を容易にする。また、刈取らずに残された地上部は積雪前の地温の低下を緩和し、降雪後は雪を早く捕え地温の低下を防ぐ。これらのことから、根部の増加が停止した後の刈取りでもひかえた方がよい。

9月8日刈り区を除く他の刈取り区とも、刈取り日と越冬前ではTAC含有率の増減はほとんどなかった。しかし、全糖と澱粉との含有率が逆になり、越冬前の全糖は刈取り日に関係なくほぼ一定の値となった。このことは、その品種が本来備えている耐凍能力を保持しようとした結果の現れであ

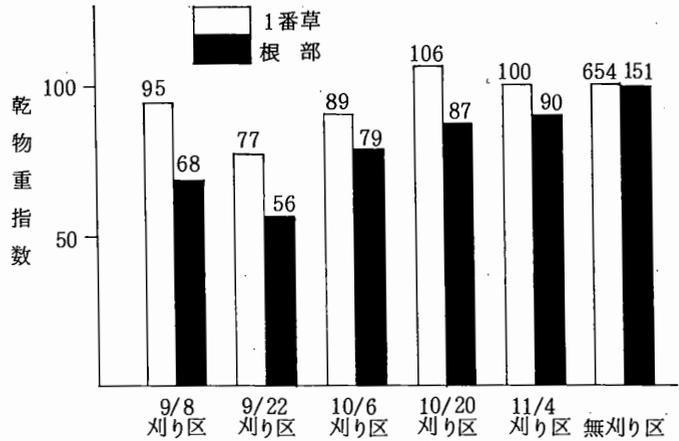


図3 越冬前の根部重量と翌年1番草収量
無刈り区は実数 (g/m^2)、他は無刈り区を100とした指数

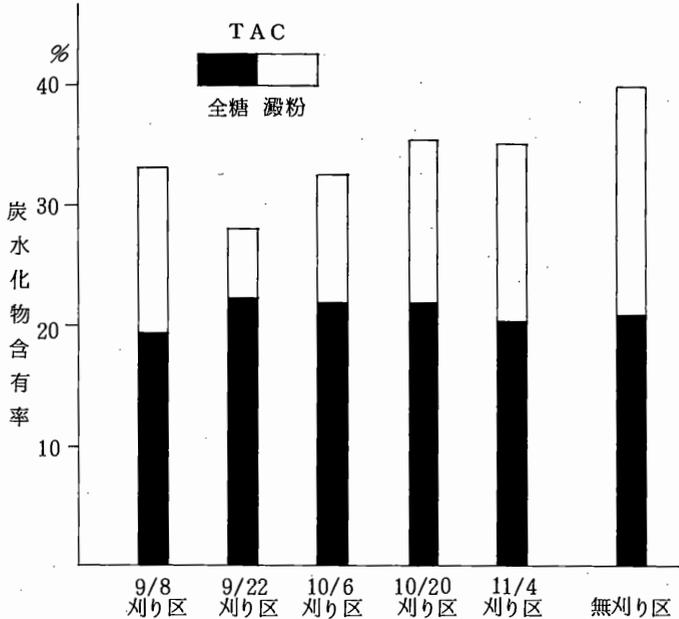


図4 根部炭水化物の越冬前(11/24)の含有率

ろう。澱粉は9月22日刈り区が最も少なく、無刈り区が最も多くなるというような根部重量と同じ傾向を示した。

9月8日の刈取りでもアルファルファの根部は、いままで蓄えていた養分を使って地上部を再生し、それから再び根部の増大を計るためには期間が短すぎ、無刈り区の根部重量、同澱粉含有率に遠くおよばなかった。根部の増加がほぼ停止してからの刈取りでも、刈取りを行うことが無刈取りよりも、地上部の再生を促す結果となり、根部重量、澱粉含有率を減少させたものと思われる。

秋の刈取りは耐凍能力の低下とはならなかったが、貯蔵養分を低下させた。このことが、翌春のアルファルファの生育に大きく影響し、越冬前の根部の重量・澱粉含有率の少ない区は1番草の草丈がやや低く、開花程度、乾物収量も劣っていた。表1に示すように、1番草乾物収量と越冬前の根部の重量、同澱粉含有率、同T A C含有率

表1 越冬前の根部の重量・炭水化物、
2年目1番草乾物収量の相関係数

	根 重	全 糖	澱 粉	T A C
1 番 草	0.817*	-0.380	0.841*	0.837*
根 重		-0.158	0.881*	0.946**
全 糖			-0.541	-0.380
澱 粉				0.970**

は高い正の相関が認められた。図3に示すように、1番草乾物収量は9月22日刈り区が最も少なく、無刈り区(654 kg/10a)の77%であった。次いで、10月6日刈り区が同89%、9月8日刈り区が同95%であった。

摘 要

初年目アルファルファの9月以降の生育と、秋の刈取りが越冬前の根部と翌春の生育に及ぼす影響について検討した。

根釧地方では、アルファルファは地上部が10月上旬まで、根部は10月下旬過ぎまで増加を続けた。しかし、9月以降に刈取りを行った場合は、再生に使われる養分を十分回復するまでにはいたらず、無刈取りよりも根部の重量と貯蔵養分が低下した。それゆえに、個体の十分生育していない初年目アルファルファの9月以降の刈取りは好ましいことではない。特に、9月下旬から10月上旬にかけての刈取りは、翌春の生育に大きく影響し、乾物収量を低下させるため、控えるべきである。

引用文献

- 1) HODGSON, H. J. (1964) Crop Sci. 4 : 302 - 305.
- 2) 新関 稔・喜多富美治(1974)北大農場報告 19 : 1 - 8.
- 3) 上野昌彦・土屋 茂(1968)日草試 14 : 266 - 270.
- 4) 山口 宏・赤城仰哉(1981)北農 48(3) : 1 - 14.

断根がアルファルファの生育に及ぼす影響

— 処 理 当 年 —

山川 政明・寒河江洋一郎・堤 光昭・
竹田 芳彦 (新得畜試)

アルファルファの根が霜柱状氷層の発達によって切断される断根は、土壤凍結の深い地帯で発生が多い¹⁾。アルファルファの根系は直根を中心に発達しているものが多いので、断根は生育に影響を及ぼすものと考えられるが、必ずしも減収に結びつかないとの報告もある²⁾。

著者らはこの点を解明するため、モデル実験を実施して処理当年の結果を検討したので報告する。

試験方法

供試品種には「ソア」を用いた。播種は、1985年7月19日、例年積雪が多くて断根発生の可能性が低い場所に実施した。播種様式は条播で、畦長3m、畦間1mとして12畦を造成した。

断根処理の模式図を図1に示した。断根処理は1986年4月30日、3mの畦のうち1.5mに行い、残り1.5mを無処理区とした。断根の発生位置は地下10~15cmの範囲が最も多いとされているので¹⁾、この位置で根を切断するように、先端に刃を付けた長さ約30cmのナイフを地中に挿入した。なお、この時のアルファルファの生育ステージは萌芽始であった。

刈取りは、1番草6月26日、2番草8月5日、3番草10月16日の3回行った。

根系調査は1986年11月7日、4畦を対象に行った。根系は畦長1m、地下40cmより採取し、図2に示した方法により分類した後、それぞれの株数と株重を測定した。

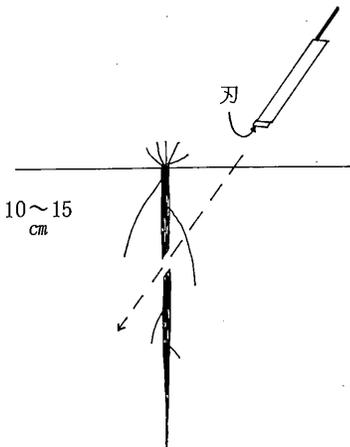


図1 断根処理の模式図

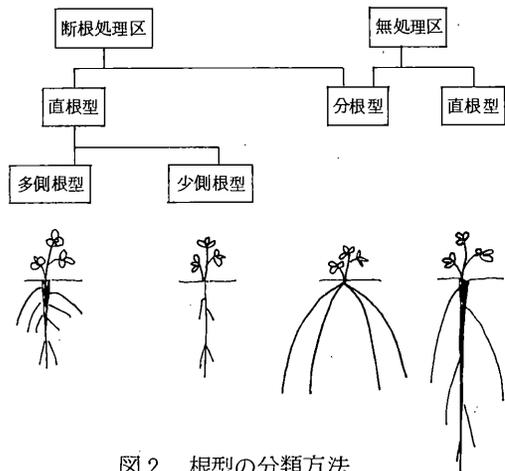


図2 根型の分類方法

結果及び考察

まず、断根が茎葉の生育に及ぼす影響を検討する。

調査した形質は、刈取り時草丈、刈取り時茎数及び乾物重で、それぞれ図3、4及び表1に示した。また、乾物重を刈取り時草丈で除した値を1茎重として図5に示した。

これらから明らかなように、断根処理区の各形質はいずれの番草でも無処理区に劣っており、その傾向は1番草に著しい。乾物重を例にとれば、その対無処理区比は1番草63%、2番草72%、3番草70%であった。すなわち、再生に必要な養分を貯蔵する根の一部が失われ、アルファルファの生育が制限された。

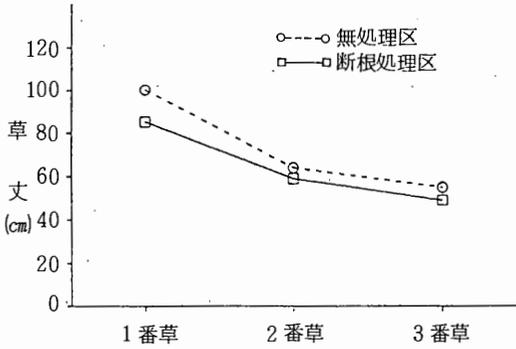


図3 刈取り時草丈の推移

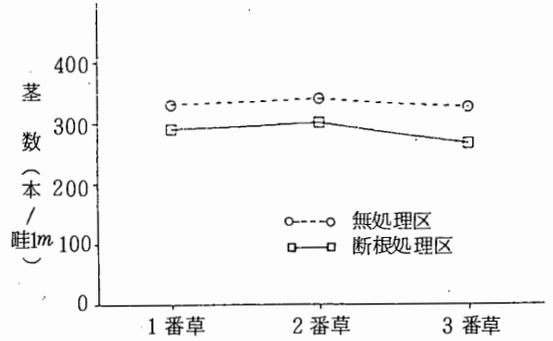


図4 刈取り時茎数の推移

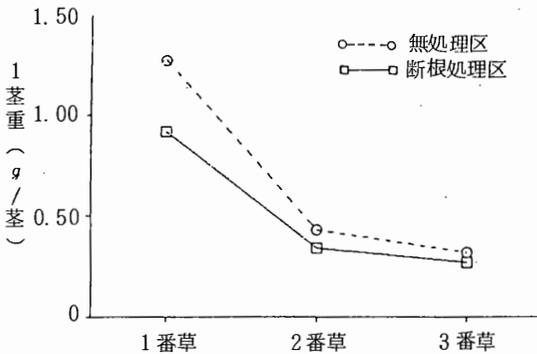


図5 1茎重の推移

表1 乾物重 (g/畦1m)

	1番草	2番草	3番草	年間合計
断根処理区	263	104	71	443
(対無処理区比)	(63)	(72)	(70)	(66)
無処理区	424	145	103	672

表2 晩秋の株数及び株重

根 型	断根処理区		無処理区	
	株 数 (比)	株 重	株 数 (比)	株 重
	本/畦1m	DMg/株	本/畦1m	DMg/株
直根型	55.8(79.6)	1.5	59.3(82.8)	3.5
多側根型	17.8	2.7		
少側根型	38.0	0.9		
分根型	14.3(20.4)	3.6	12.3(17.2)	5.4
平均	70.1	2.3	71.6	3.8

注) 1) 1986.11.7調査
2) 処理による断根率= 93.0%

2番草以降の生育をみると、刈取り時茎数を除いた両区の形質が接近しており、このことから断根処理区の生育が回復しつつある傾向がうかがえた。

次に、断根した根系の再構築について検討する。

根系調査の結果を表2に示した。なお、断根処理区の断根率は93%で、ここでの平均値は断根した直根型および分根型の株から求めた。

断根処理区における直根型のうち多側根型は、株数は少側根型の1/2であったが、株重では少側根型の3倍であった。多側根型の株重は無処理区直根型の3/4強であったこととあわせると、多側根型の株は直根が切れても側根の働きによってかなり肥大したものと考えられた。しかし、断根処理区直根型としてまとめるとその株重は無処理区直根型の3/4であった。

一方、分根型でも断根処理区の株重は無処理区の3/5で、ここでも断根の影響が認められた。

断根株の観察では、切断部の周囲から新たな発根が認められたが、細く未発達なものが多かった。

以上の結果から、モデル実験では、断根がアルファルファの生育に及ぼす影響は大きいことがわかった。農家圃場においても越冬条件によっては大面積で発生することがあるので、その被害は軽視できないと考えられた。

今後は、断根の発生を少なくする栽培法の開発、例えば残草によって雪を捕捉して土壤凍結を軽減させる技術、あるいは多側根型、分根型の株を多く含む品種の有効性等を検討する必要がある。

引用文献

- 1) 土谷富士夫(1986)十勝地方における火山灰土壌の凍結、凍上が農地に及ぼす影響に関する研究. 学位審査論文 115-137.
- 2) 土谷富士夫・丸山純孝・小松輝行(1982)土壤凍結とアルファルファの冬損. 北海道の農業気象 34: 42-44.

寒冷地におけるアルファルファ栽培の実態

第2報 播種時期の違いが2年目の生産並びに 根系に及ぼす影響について

井芹 靖彦・播磨 敬三・中田 悦男*・吉見今朝春・
遠藤 良恵（十勝東北部地区農業改良普及所陸別町
駐在所。*大雪地区農業改良普及所）

緒 言

夏期は短く冬期地下凍結する十勝管内陸別地方におけるアルファルファの播種時期は初年目の生産特性に大きく関与し、生産量を左右する。

今年は、初年目の播種時期が2年目の生産特性（植生、収量性、根系）に与える影響について調査した。

材料および方法

1) 区 制 陸別町分線 佐藤 春雄氏圃場

2) 供試品種

(1) 区 制 1区6㎡ 2反復 18区制

(2) 供試品種 サイテーション

(3) 処理方法（初年目播種日）

1区 4月16日, 2区 5月1日, 3区 5月16日, 4区 6月1日, 5区 6月16日,

6区 7月1日, 7区 7月16日, 8区 8月1日, 9区 8月16日

3) 施 肥 量 (kg/10a)

区 分	早 春	1番刈り後	2番刈り後	3番刈り後	要 素 量			
銘 柄	S 550	S 550	S 550	S 550	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO
施 用 量	40	20	20	20	5	15	20	5

※刈り取り後、速やかに施用した。

4) 収穫月日

1番刈り 61年6月26日

2番刈り 61年8月8日（ただし、9区は9月11日）

3番刈り 61年10月15日

結 果

1) 植 生

(1) 草丈：1番草では9区（8/16日播き）が極端に低いほか、大きな差は見られない。

2番草では播種時期により差が見られ、1～5区（3区を除く）は70cm台であるのに対し他は60cm台で

ある。

3番草でも遅播き区(6, 7, 8区)で草丈の低い傾向が見られた(表1)。

(2) アルファルファ率: 1番草では早播き区で高く, 遅播き区で低くなる傾向が見られた。

2番草, 3番草では変動が著しく, 明らかな傾向は見られなかった(表1)。

(3) 生育期: 1番草は, 9区を除いて着蕾期~着蕾揃であまり差は見られなかった。

2番草は開花始に達していたが, 3番草はそばかす病等が多発し枯れ上がりりが著しく, 開花期の判定は十分できなかった(表1)。

表1 AL草丈およびAL率等(2年目草)

区	草 丈 (cm)			1 番 刈 り		2 番 刈 り		3 番 刈 り	
	1 番	2 番	3 番	AL率%	生育期	AL率%	生育期	AL率%	生育期
1 区	89.7	74.0	57.3	92.6	着蕾期	99.2	開花始	68.5	-
2 区	91.3	74.4	52.9	92.5	〃	99.1	〃	75.9	-
3 区	85.7	67.9	52.4	91.7	〃	95.6	〃	92.5	-
4 区	93.4	72.4	53.7	93.1	着蕾揃	98.4	〃	94.1	-
5 区	87.6	75.7	53.2	84.0	〃	90.5	〃	85.6	-
6 区	90.7	67.3	48.2	67.5	〃	85.0	〃	72.4	-
7 区	80.3	65.7	46.9	71.8	〃	93.4	〃	87.1	-
8 区	83.2	62.5	47.5	77.3	〃	96.7	〃	71.6	-
9 区	46.2	62.3	-	54.8	着蕾前	61.7	開花期	-	-

3番草収穫時(10/15)における再生芽は, 5~6cm程度に伸び, 茎数は多数認められた。

なお, 9区は生育が著しく遅れていたため, 2回の収穫しかできなかった。

(4) 雑草率: 1番草では遅播き区で高く, しかも7月播き区(6, 7区)でヒメジョオン, 8月播き区(8, 9区)でナズナの比率が異常に高い傾向が見られた。

2番草での雑草は, 9区を除いて全体に少ないが, 雑草率10%前後を示す区はヒメジョオンにより, 9区はイネ科雑草であるケンタッキープルーグラスによるものである。

3番草は, アルファルファの収量が低いため, 雑草率は高いが, 絶対量は少ない(表2)。

表2 雑草率%の状況(2年目)

区	1 番 草						2 番 草						3 番 草					
	雑草率	雑草率の内訳					雑草率	雑草率の内訳					雑草率	雑草率の内訳				
		イネ科	マメ科	ナズナ	ヒオメジョオン	その他		イネ科	マメ科	ナズナ	ヒオメジョオン	その他		イネ科	マメ科	ナズナ	ヒオメジョオン	その他
1区	7.4	4.15	0.6	0.35	1.75	0.45	2.8	2.8					31.5	13.6	1.05		8.45	8.4
2区	7.5	4.5	-	0.35	2.65	-	0.9	0.9					24.1	18.8	1.6		0.35	3.35
3区	8.3	1.0	0.65	0.1	6.3	-	4.45	3.15			1.3		7.5	3.0			0.7	3.8
4区	6.4	2.1	-	-	4.8	-	1.6	-			1.6		5.9	2.85				3.05
5区	16.0	11.7	-	0.3	4.0	-	9.5	1.35			8.2		14.4	8.90	0.2		1.1	4.2
6区	32.5	2.65	-	-	28.7	1.15	15.0	1.75			9.9	3.3	27.6	13.0	2.1		3.6	8.9
7区	28.2	-	0.2	1.2	26.6	0.20	6.6	0.1			6.5		12.9	2.3	3.45		2.1	5.05
8区	22.7	-	0.9	17.8	1.5	2.5	3.3	-				3.3	28.4	4.5	2.25		16.8	4.8
9区	45.2	2.9	-	41.2	0.7	0.4	38.3	14.0	7.3			17.0	-	-	-		-	-

(5) アルファルファ株数 (㎡当たり) : 初年目および2年目の越冬前の株数を示すと、図1のとおりである。

初年目株数の少ない1, 2区を除いて、初年から2年目にかけて、株数は著しく減少する傾向が見られた。

減少率の高い区は、遅播き区である7, 8, 9区で、特に9区で著しい。また、初年目の最終刈取りまでの刈取り間隔の短い2区, 3区もアルファルファ株数の減少率の高い傾向が見られた。

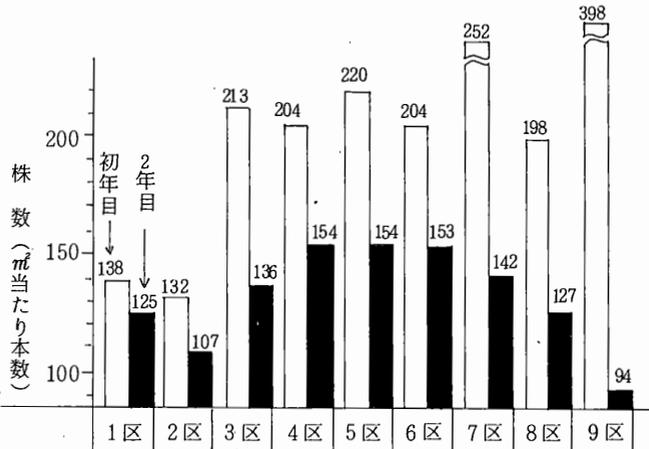


図1 年次別アルファルファの株数

2) 収 量

1~2番草では、遅播き区である7区以降に播種された区の収量は低くなる傾向が見られた。

合計収量(乾物)では、早播き区である1, 2, 4区で1t/10a以上であるのに対し、遅播き区では播種期が遅れるほど低収であった。

また、3区が低いのは初年目の最終番草までの刈取り間隔が短く、しかも刈取り危険帯近くに刈取ったためと考えられる(表3)。

表3 播種時期別2年目アルファルファ収量 (kg/10a)

区	1 番 草			2 番 草			3 番 草			合 計	
	生重量	DM%	乾物重	生重量	DM%	乾物重	生重量	DM%	乾物重	生重量	乾物重
1 区	3,519.0	17.6	619.4	2,510	15.1	386.7	433.5	31.6	137.0	6,462.5 ^{a,b}	1,143.1 ^{a,b}
2 区	3,479.5	16.7	580.8	2,444	14.8	361.5	469.5	31.8	149.3	6,393.0 ^{a,b}	1,091.6 ^{a,b}
3 区	2,324.5	17.4	405.1	1,830	14.2	259.5	512.0	27.7	142.2	4,666.5 ^{a,b}	806.8 ^b
4 区	3,707.0	17.6	650.6	2,728	15.9	436.0	654.2	30.2	197.9	7,089.2 ^a	1,284.5 ^a
5 区	2,719.0	18.1	494.8	1,829	14.4	263.3	581.9	29.4	171.1	5,129.9 ^{a,b}	929.2 ^{a,b}
6 区	2,850.0	18.2	517.7	1,391	15.9	221.9	415.3	27.6	114.9	4,656.3 ^{a,b}	854.5 ^b
7 区	2,371.5	17.1	405.4	1,541	13.4	206.6	467.9	27.5	128.8	4,380.4 ^{a,b}	740.8 ^b
8 区	2,072.6	17.9	372.1	1,412.4	14.4	203.1	259.9	27.5	71.6	3,744.9 ^b	646.8 ^b
9 区	336.0	20.7	69.5	587.4	20.7	121.6	-	-	-	923.4 ^c	191.2 ^c

注) a, b, c 異文間に5%水準で有意な差(LSD)がある。

3) 根系の状況

(1) 根重 (m^2 当たり根重): 越冬前の単位面積当たり (m^2) 生根重を見ると, 図2のとおりである。初年目に収穫できた1から8区までで見ると, 4区1,042 g, 8区259 gと差があり, 播種時期により生根重にも大きな差が見られる。特に収穫のできなかった8月16日播きの9区ではわずか23.8 gであった。

根の乾物率は, 刈取り間隔が短い場合, 生育日数が短い場合等に低い傾向が見られた。さらに, 根の乾物率は生根重にも影響しているものと考えられる。

2年目での生根重について見ると, 5区までは1 kg/ m^2 程度であるが, 6区以降は600~700 g/台となり, 差が見られ, 初年目根重の少ない区では2年目においても回復しない傾向が見られた。

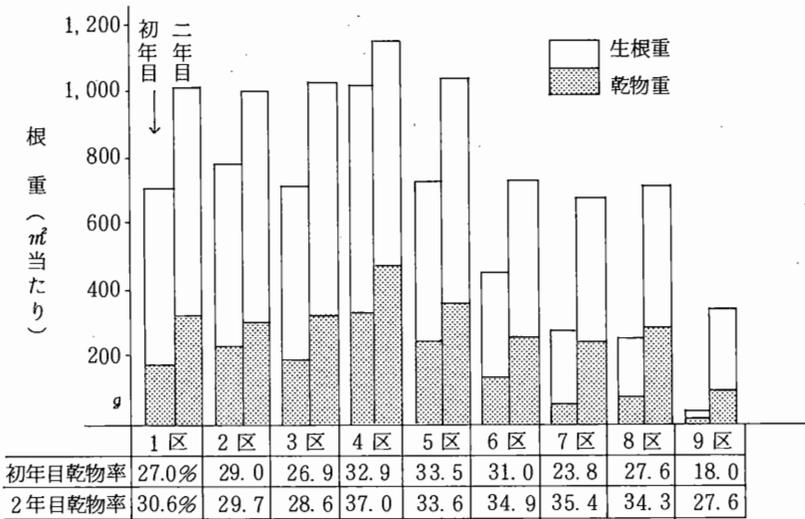


図2 播種時期別ALの1, 2年目根重 (m^2 当たり)

(2) 1株当たり生根重: 初年目1株生根重は, 播種時期により明らかな差が見られる。すなわち, 1, 2区は8 g/台, 3~6区は4~5 g/台, 7, 8区は1~2 g/台, 9区は0.1 g/に区分できる。

2年目においても1~4区は12~14 g/台, 5区9 g/台, 6~9区4~6 g/台と区分できる。1株生根重は, 初年目に小さな区ほど2年目の増加率は高いものの, 初年目の影響は遅播き区ほど残る傾向が見られた。(図3)。

	初年目 (S60年)		2年目 (S61年)		
1区 4/16	a	8.0 ± 6.7 g	a b	12.8 ± 14.4	1.58
2 5/1	a	8.9 ± 8.4	a	14.9 ± 6.1	1.67
3 5/16	a b	5.6 ± 3.5	a	14.5 ± 6.4	2.57
4 6/1	a b	5.9 ± 3.6	a	14.6 ± 9.4	2.44
5 6/16	a b	5.5 ± 4.3	a b	9.1 ± 5.0	1.64
6 7/1	b	4.4 ± 3.4	b	5.6 ± 2.7	1.27
7 7/16	c	1.2 ± 0.8	b	5.1 ± 2.5	4.0
8 8/1	b c	2.9 ± 1.8	b	6.4 ± 2.3	2.1
9 8/16	c	0.1 ± 0.0	b	4.1 ± 3.5	27.3
	2 4 6 8 10	根重 g	2 4 6 8 10 12 14	根重 g	増加率

※ a, b, c 異文間に5%水準で有意差あり。

図3 AL 1株当たり生根重の状況

(3) 1株根径(直径)：初年目の根径は、1区の8.1 mmから9区の1.7 mmまでは播種時期に比例して細くなる傾向が見られた。2年目では、1区11.3 mmから9区6.3 mmである。播種時期により差は見られるものの、その差は小さくなる。

初年目に対する2年目の根径増加率は、9区を除けば1.1~1.7倍程度であった(図4)。

初年目		2年目		増加率
区	日	根径(mm)	根径(mm)	
1区	4/16	a 8.1±2.8	a 11.3±6.0	1.38
2	5/1	b 7.7±2.9	ab 10.0±3.9	1.28
3	5/16	b 7.2±1.7	a 11.1±3.3	1.53
4	6/1	b 6.9±1.5	a 11.2±3.8	1.62
5	6/16	b 7.1±2.7	ab 9.1±2.4	1.26
6	7/1	b 6.8±2.3	b 7.9±1.3	1.15
7	7/16	c 4.3±1.2	b 7.6±1.3	1.76
8	8/1	c 4.8±1.2	b 8.0±1.6	1.66
9	8/16	d 1.7±0.3	b 6.3±1.6	3.55
		2 4 6 8 10 根径(mm)	2 4 6 8 10 12 根径(mm)	

※a, b, c異文間に5%水準で有意差あり

図4 AL1株当たり根径の状況

(4) 1株当たり茎数：初年目の茎数は、1区10.4本から9区3.1本であり、播種期により差が見られた。

2年目においても、4区27本から9区11本と、播種期により差が見られる。

どの区も初年目に対し2年目の茎数増加は高く、2年目における根の充実度は一段と高まる傾向が見られた(図5)。

初年目		2年目		増加率
区	日	茎数(本数)	茎数(本数)	
1区	4/16	a 10.4±6.6	a 23.4±20.0	2.2
2	5/1	ab 8.5±6.1	ab 19.8±12.1	2.3
3	5/16	b 7.1±4.6	ab 21.6±10.1	3.0
4	6/1	b 7.2±4.4	a 27.0±17.4	3.7
5	6/16	ab 8.7±5.0	b 14.5±6.4	1.7
6	7/1	b 6.8±3.1	b 12.3±6.2	1.8
7	7/16	bc 4.9±2.1	b 13.3±7.5	2.7
8	8/1	bc 4.7±1.4	b 12.6±5.1	2.6
9	8/16	c 3.1±1.1	b 11.1±7.2	3.6
		2 4 6 8 10 茎数(本数)	10 12 14 16 18 20 22 24 茎数(本数)	

※a, b, c異文間に5%水準で有意差あり

図5 AL1株当たり茎数の状況

考 察

1) アルファルファ収量と根系との関係

2年目収量と根系との関係を見ると、表4のとおりで、2年目収量と初年目生根重、乾根重との間に高い相関関係が見られる。

表4 AL収量(乾物)と根系との関係

区	2年目 収量(kg)	初年目越冬時根系(ml)			2年目越冬時根系(ml)			根重増加率 初年目:2年目		
		生根重	DM%	乾根重	生根重	DM%	乾根重	生根重	乾根重	
1区	4/16	1,143	705.8 ^g	27.0	190.8 ^g	1,029.0 ^g	30.6	314.9 ^g	1.46	1.65
2	5/1	1,091	788.3	29.0	229.1	981.2	29.7	291.4	1.24	1.27
3	5/16	806	712.2	26.9	192.1	1,088.2	28.6	311.2	1.53	1.62
4	6/1	1,284	1,042.4	32.9	343.4	1,254.1	37.0	464.0	1.20	1.35
5	6/16	929	719.1	33.5	241.0	1,052.3	33.6	353.6	1.46	1.46
6	7/1	854	452.2	31.0	140.4	731.3	34.9	255.2	1.62	1.82
7	7/16	737	276.0	23.8	65.7	665.2	35.4	235.5	2.41	3.58
8	8/1	646	259.4	27.6	71.7	797.8	34.3	273.6	3.08	3.82
9	8/16	191	23.8	18.0	4.3	346.5	27.6	95.6	14.56	22.20
収量との相関係数		0.9187	0.7894	0.8928	0.8851	0.4099	0.8863	-0.8361	-0.8314	

また、初年目に対する2年目の根重増加率ではマイナスの相関関係が見られる。

2年目収量と初年目および2年目の根系充実度の間には大きな関係がある。すなわち、2年目に根系の充実を図るような栽培条件下では、収量性は期待できないものと考えられる。

2) 播種時期と生産特性

(1) 初年目の播種時期は草丈、アルファルファ率、雑草率、株生存率などに関係し、播種時期が遅れるほど2年目においても強く影響される傾向が見られた。

(2) 初年目の播種時期は、2年目収量と関係し、播種時期が遅れるほど影響される。そのため刈取り間隔も重視しなければならないと考えられる。

初年目の播種時期は、2年目の生産特性と関係し、播種時期が遅れるほどその影響は強く残る傾向が見られた。

寒冷地におけるアルファルファ栽培の実態

第3報 播種方式が生産特性に及ぼす影響について

井芹 靖彦・播磨 敬三・中田 悦男*・
吉見今朝春・遠藤 良恵（十勝東北部地
区農業改良普及所陸別町駐在所,*大雪地
区農業改良普及所）

緒 言

近年、牧草の播種方式は、整地—播種—鎮圧の体系が一般化している。

一方、牧草種子の圃場定着率は気象条件、播種時期、播種方法によって左右される。

十勝管内陸別町の気象条件は、春季干ばつぎみに夏季高温となるため、年により季節により圃場定着率は変動する。

牧草栽培も作物として重要性を増しており、播種当年の収量は経済的に大きな意味を持っている。そのため気象条件（土壌水分、降水量、晴天日数）による要因をできるだけ排除し、安定した牧草栽培を確立するため牧草種子の圃場定着率向上は不可欠の条件といえる。

材料および方法

- 1) 設置場所 陸別町分線 佐藤春雄氏圃場
- 2) 区 制 1区 2.4m² 2反復(6区)
供試品種 サイテーション
播種量 1.5kg/10a
播種期 昭60.5.25
- 3) 処理方法 (1) 整地—播種
(2) 整地—播種—鎮圧
(3) 整地—播種—覆土—鎮圧
- 4) 施肥量 (kg/10a)

年次	造成播種時			1番 刈り後 S 550	2番 刈り後 S 550	3番 刈り後 S 550	要素量			
	熔 磷	S550	重過石				N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO
初年目	97	40/20	-	30	20	-	4.5	17.5	18.0	4.5
2年目	-	-	40	20	20	20	5	15	20	5.0

5) 刈取り時期

初年目	1 番刈り	昭 60. 8. 10
	2 番刈り	60. 10. 16
2 年目	1 番刈り	61. 6. 26
	2 番刈り	61. 8. 8
	3 番刈り	61. 10. 15

結 果

1) 出芽状況

表 1 出芽状況および推定出芽率

区	出芽状況		出芽の経時変化 株/m ²				推定 出芽率%	推定 出芽率比
	出芽始 月 日	出芽始ま での日数	6/14 20日目	6/23 29日目	7/6 42日目	比 %		
1 区 整地 - 播種	6/13	19 (3.8)	18	18	46	14	7	13
2 区 播種 - 鎮圧	6/10	16 (3.2)	60	62	94	28	14	26
3 区 播種 - 覆土 - 鎮圧	5/30	5 (1.0)	360	340 ²⁾	340	100	53	100

1) 播種量 45 万粒/kg × 1.5 から見た推定出芽率

2) トビイロムナボソコメツキの幼虫食害による減少

(1) 出芽始までに要した日数：処理間に大きな差が認められた。すなわち、3 区覆土区では播種後 5 日目の 5 月 30 日に芽出するのに対して、2 区鎮圧区では 16 日目に、1 区無鎮圧区では 19 日目に、覆土区に比較し 3.2 ~ 3.8 倍もの日数を要した。

(2) 出芽の経時的変化：3 区覆土区では 20 日以降出芽は認められなかったのに対し、1 区無鎮圧区、2 区鎮圧区では 42 日目まで増加しており、出芽は長期にわたってみられた。

(3) 出芽率（播種量からみた推定出芽率）：3 区覆土区は 53% であるのに対し、2 区鎮圧区では 14%、1 区無鎮圧区では 7% であった。

播種方式によって、種子の圃場定着率は大きく変動することを確認できた（60 年の 5 月、6 月の気象は干ばつきみに推移していた）。

2) 植 生

(1) 初年目の草丈：出芽の不ぞろい、出芽率などの影響を受け、1 番草では、1 区、2 区と 3 区との差がみられたが、2 番草では差はみられなかった（図 1）。

(2) 2 年目草の草丈、i) 草丈：2 年目草では、処理間差ほどの番草でも認められなかった（表 2）。

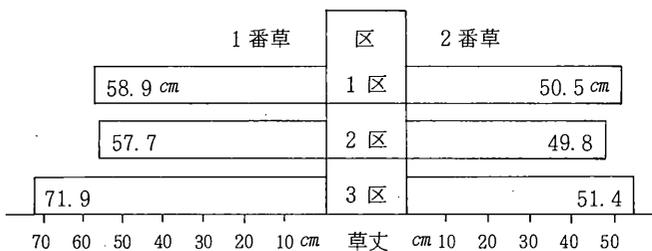


図 1 播種初年草の草丈

表2 2年目草の植生

区	植 生									
	草 丈 cm			1 番草		2 番草		3 番草		2年目 m ² 当た り株数
	1番	2番	3番	AL率	雑草率	AL率	雑草率	AL率	雑草率	
1区 整地 - 播種	92.1	83.7	58.7	60	40	100	0	91.0	9.0	43
2区 播種 - 鎮圧	92.0	82.1	58.8	100	0	94.2	5.8	89.3	10.7	59
3区 播種 - 覆土 - 鎮圧	97.6	81.5	61.7	94.7	5.3	84.4	15.6	99.0	1.0	114

ii) AL率・雑草率：3区はどの番草でも高いAL率を示している。裸地率の高い1区，2区では変動する傾向がみられた(表2)。

3) 収量成績

(1) 初年目収量：播種方式による収量差は大きく，特に1番草において著しい。2番草でやや回復するものの，合計収量では2区鎮圧区を100とする比較でみると，1区無鎮圧区70，3区覆土区175と大きな差がみられた(表3)。

表3 播種方式別アルファルファ初年目収量(kg/10a換算)

区	1 番 草			2 番 草			合 計		比数
	生重量	乾物率	乾重量	生重量	乾物率	乾重量	生重量	乾重量	
1区 整地 - 播種	665	17.6	117.0	899	23.0	206.8	1,564	^b 323.8	70
2区 整地 - 播種 - 鎮圧	1,376	17.5	240.8	900	24.7	222.3	2,276	^{ab} 463.1	100
3区 整地 - 播種 - 覆土 - 鎮圧	2,735	19.6	536.1	1,158	23.7	274.4	3,893	^a 810.5	175

^{ab} 異文間に5%水準で有意差あり

表4 播種方式別アルファルファ2年目収量(kg/10a換算)

区	1 番 草			2 番 草			3 番 草			合 計		比数
	生重量	DM%	乾重量	生重量	DM%	乾重量	生重量	DM%	乾重量	生重量	乾重量	
1区	1,804	16.6	299.5	1,554	15.1	234.7	475	28.4	134.9	^b 3,833	^b 669.2	70
2区	3,349	15.1	505.7	1,704	16.6	282.9	535	31.9	170.7	^{ab} 5,588	^{ab} 959.3	100
3区	4,613	17.6	811.9	2,053	17.1	351.1	593	29.2	173.2	^a 7,260	^a 1,336.2	139

^{ab} 異文間に5%水準で有意差あり

(2) 2年目収量：生産量の高い1番草での差が大きく，2，3番草の差は小さい。

合計収量では，2区鎮圧区を100とする比数でみると，1区無鎮圧区70，3区覆土区139と大きな差がみられ，2年目においても収量差は明らかにみられた。

1，2年合計乾物収量では，1区993.0，2区1,422.4，3区2,146.7 kg/10aであり，播種方式による生産量の差は大きいと考えられる。

考 察

播種方式は、出芽の斉一性に影響するばかりでなく、種子定着率に大きく関与しているものと考えられる。

圃場定着率の低下や出芽の不ぞろいは、初年目収量ばかりでなく2年目収量にも大きな影響を与えている。さらに、播種方式によって種子の圃場定着率が変動することは、播種量を決定する場合、重要な要素になるものと考えられる。

すなわち、現在の播種量は、鎮圧を主体とする播種方式によるものと考えられる。今後は覆土を取り入れた場合の播種量を検討しなければならない。

また、播種主体草の密度(定着率)低下は、雑草侵入の好条件となるため、実用場面での播種方式の選択は重要と考えられる。

なお、1～3報を通じ試験圃場を提供され、圃場管理に協力を頂いた陸別町酪農家、佐藤春雄、栄治の両氏に謝意を表します。

シバムギ優占草地の簡易更新後 5年間に於ける植生推移

竹田 芳彦・寒河江洋一郎（新得畜試）

簡易更新技術の評価のためには、更新時の植生改善効果はもとより、長期間にわたる植生推移、生産性についての追跡が必要と考えられる。筆者らは既報¹⁾の簡易更新試験において、シバムギ主体の植生をチモシーとアカクローバに短期間で置き換える場合、茎葉吸収移行型除草剤（グリホサート液剤）の散布が有効であることを示した。

本報は、既報¹⁾と同一の簡易更新草地を5年間継続調査した成績の概要である。

材料および方法

新得畜試場内のサイレージ用トウモロコシ跡シバムギ優占圃場を供試した。

処理は表1のとおりで、3年目の59年よりグリホサート散布区にN施肥処理区を設けた。刈取りは年2回で、N以外の施肥量は3年目以降、年間10a当たり10kg P₂O₅、18kg K₂Oとした。1、2年目の耕種概要は既報¹⁾のとおりである。

調査は、収量、草種割合、冠部被度（草高10～15cm時）等について行った。

表1 試験処理

播種床造成法	グリホサート散布	N施肥量 (kg/10a)
プラウ深耕 (P)	有 (G)	0, 6, 10
	無	10
ロータベータ浅耕 (R)	有 (G)	0, 6, 10
	無	10
不耕起 (NT)	有 (G)	0, 6, 10
	無	10

グリホサート散布量は800ml/10a、N施肥処理は3年目から実施。

結果および考察

図1には、Nを10kg施用した区のシバムギの被度の推移を示した。グリホサートを散布した場合、シ

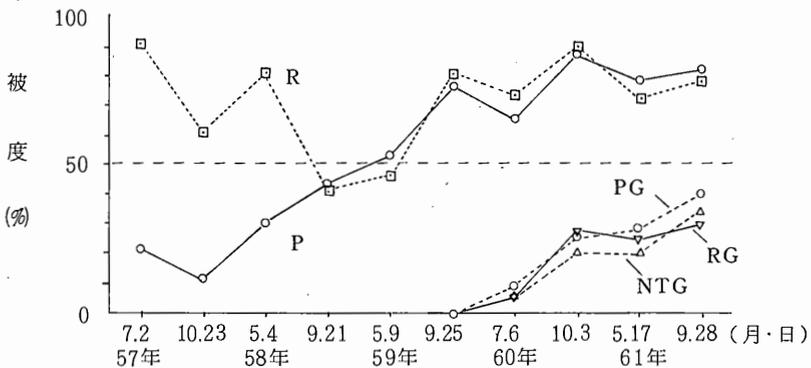


図1 N 10区における播種床造成法別のシバムギ冠部被度の推移

Pはプラウ耕, Rはロータベータ耕, NTは不耕起を示す。

Gはグリホサート散布を示す。

バムギの被度は明らかに低く、植生改善の効果が高かった。しかし、シバムギはグリホサートによっても皆無とはならず、刈取り時の生草重割合では3年目まで5%以下のレベルで残っていた。4年目の60年以降、シバムギの被度は徐々に大きくなり、5年目の61年の秋には30~40%に達した。この傾向は、播種床造成法にかかわらず同様であった。

図2には、グリホサートを散布し、Nを10kg施用した場合のチモシーの被度の推移を示した。初年目の

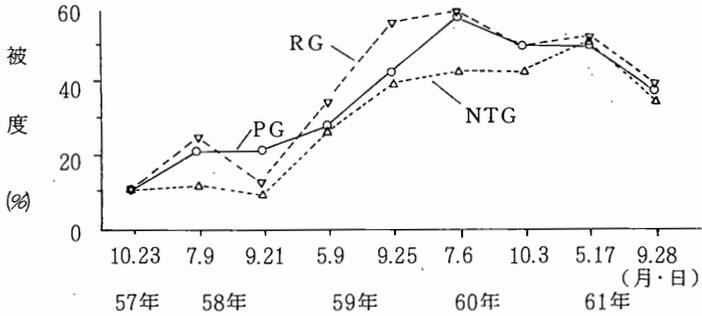


図2 N 10, グリホサート散布区における播種床造成法別のチモシー冠部被度の推移

57年には1年生の雑草、2年目の58年にはアカクローバの優占化のため低いが、3年目の59年以降は高く季節的変動はあるものの、おおむね安定していた。

図3には、グリホサートを散布し、Nを10kg施用した場合のアカクローバの被度の推移を示した。アカクローバの被度は、播種床造成法にかかわらず2年目の58年にピークに達し、その後減少して5年目の61年には15%以下となった。

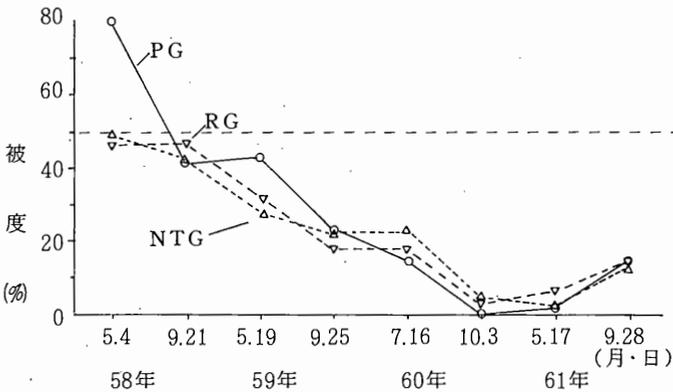


図3 N 10, グリホサート散布区における播種床造成法別のアカクローバ冠部被度の推移

図4には、5年目における草種別の冠部被度を示した。N増施に伴うチモシーの被度の変化は小さかった。しかし、アカクローバの被度はN増施に伴って明らかに小さくなっており、逆にシバムギが増大した。このような傾向はN処理開始当年の59年秋から播種床造成法にかかわらず現れた。

これらのことは、シバムギの増加が主としてアカクローバの欠株を埋めるかたちで進んだことを示すと

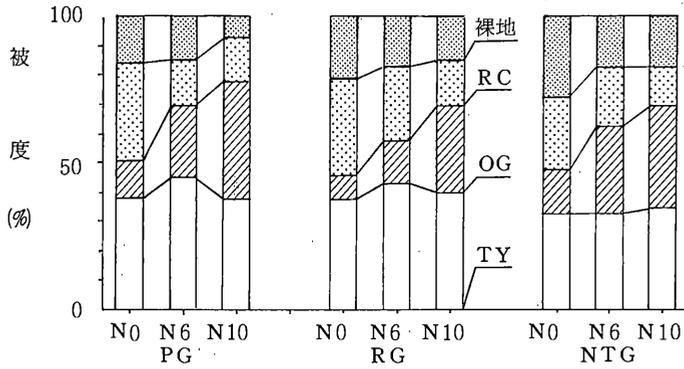


図4 グリホサート散布区における播種床造成法別の草種別冠部被度(5年目) 61年9月28日調査。

考えられる。したがって、茎葉吸収移行型除草剤を散布して植生改善を図った場合であっても、良好な植生を維持するためには、導入草種の草勢をできるだけ高く保つ必要がある。そのためには、適正な施肥管理はもとより、マメ科牧草として短年生のアカクローバを導入した場合には、その衰退にあわせて追播²⁾することも有効と考えられる。

図5には、Nを10kg施用した区の5年間の牧草収量の合計を示した。グリホサートを散布しない場合、

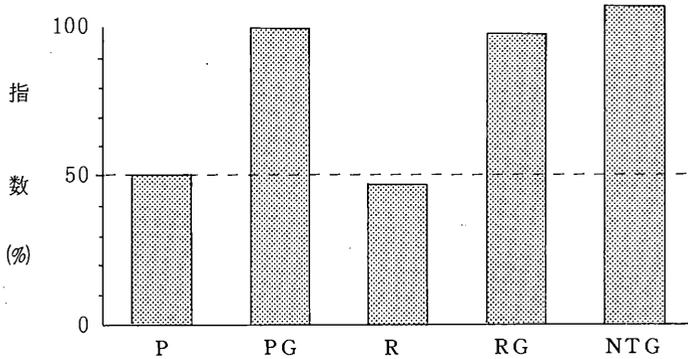


図5 N10区における更新後5年間の牧草生草収量(PGN10区に対する指数) チモシーとアカクローバの合計収量を示す。

牧草収量は散布区より終始低く推移し、5年間合計では約50%にすぎなかった。グリホサートを散布した場合、牧草収量は播種床造成法で大差なかった。シバムギを主とした雑草込みの乾物収量でもグリホサート無散布区は散布区より劣った。

したがって、本試験のような条件では、更新後の収量は、播種床造成法よりもシバムギの抑制程度に主として左右されると考えられる。

引用文献

- 1) 竹田芳彦・蒔田秀夫(1984) 北草研報 18: 1~4.
- 2) 竹田芳彦・寒河江洋一郎(1986) 日草誌 32(別号): 174~175.

チモシー草地へのアカクローバの追播

第5報 物理的処理によるチモシー抑制の試み

竹田 芳彦・寒河江洋一郎(新得畜試)

アカクローバ追播時におけるチモシーの生育抑制法は、除草剤等の薬剤を使ういわば化学的方法と、草地表層の攪はんや掃除刈り等による物理的方法に大別できる。

筆者らは、既報^{1, 2, 3)}において接触型除草剤の利用について検討したが、その抑制作用は種々の条件で変化するため、実用化に当たっては細心の注意が必要と考えられた。また、前報⁴⁾においては、接触型除草剤を用いず、不耕起ドリル播きしたアカクローバの定着に掃除刈りが有効であることを示した。

本報では、播種床造成に伴う草地表層の攪はん、追播後の掃除刈りおよび2年目早春のN施肥がチモシーの生育抑制とアカクローバの定着に及ぼす影響について検討した。

材料および方法

昭和55年播種の6年目チモシー(TY)主体草地を供試した。60年6月25日に1番草を、7月30日に2番草を刈取り、8月3日にアカクローバ(RC)「サッポロ」を1kg/10a追播した。

試験区設計は、細々区配置法2反復で、1区10m²とした。処理内容は表1のとおりである。播種床造成処理D区とR区の草地表層の攪はんは、通常の碎土なみに十分行った。

表1 試験処理

主 区	播種床造成 (表層攪はん)	R	ロータベータ(深さ10cm)
		D	ディスクハロー(深さ10cm)
		DD	無処理
細 区	掃 除 刈 り	1C	9月21日
		2C	8月28日, 9月21日
		3C	8月21日, 9月4日, 9月21日
細々区	2年目早春 のN施肥	0N	0kg/10a
		4N	4kg/10a

D区およびR区は人力による散播であり、DD区は駆動ホイル式追播機(ジョンディア社製 パワーティルシ-ダ)による畦幅1.5cm, 畦間20cmの不耕起ドリル播きである。追播時の施肥量は0-20-6-7.5kg/10a(N-P₂O₅-K₂O-MgO), 炭カル240kg/10aとした。2年目は0N区で4

-10-22-4kg, 4N区で8-10-22-4kgであり、早春のN以外は共通とした。収量, 草高約10cm時の冠部被度等を調査した。

結 果

ディスクハローは直装型を用いたが、草地に刺さりにくく、十分攪はんするためには試験区の関係上、片方向がけて10回程度繰り返す必要があった。ロータベータは1回で攪はんできた。

図1には、追播年晩秋における冠部被度を示した。播種床造成法では、D区およびR区でTYが低く、

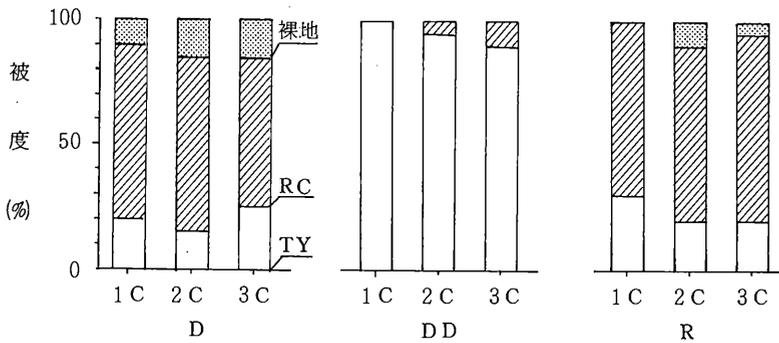


図1 播種床造成法および掃除刈りが追播年晩秋における草種別冠部被度に及ぼす影響

Dはディスクハロー処理, DDは不耕起ドリル播き, Rはロータベータ処理を示す。1Cは掃除刈り1回, 2Cは2回, 3Cは3回を示す。RCはアカクロバ, TYはチモシーを示す。60年10月26日調査。

RCが高くなっており, 攪はんが強過ぎたことをうかがわせた。DD区のRC被度は10%以下と低かった。

図2には, 追播年越冬時におけるRCの根中TNC含有率を示した。播種床造成法では, D区R区に比べてDD区が低かった。掃除刈り処理ではD区, R区で回数が少ないほどやや高く, DD区では2Cがやや高かった。

図3には, 1番草収量を示した。

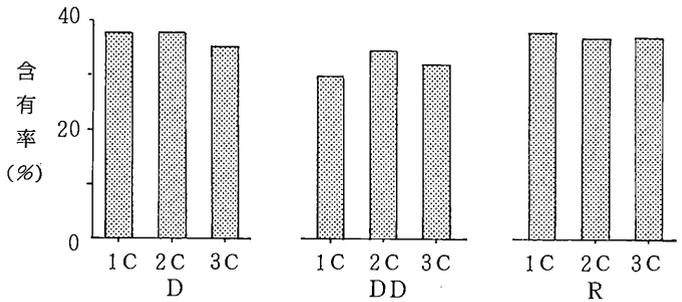


図2 播種床造成法および掃除刈りが追播年越冬時におけるアカクロバの根中TNC含有率に及ぼす影響

60年10月30日調査。

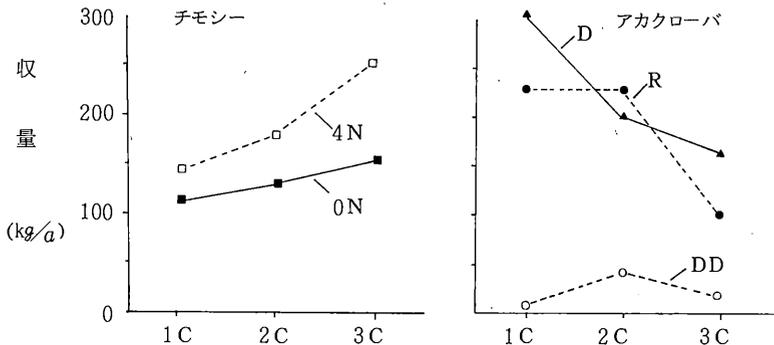


図3 播種床造成法, 掃除刈りおよび早春N施肥がチモシーおよびアカクロバの1番草生草収量に及ぼす影響

0N, 4Nはそれぞれ0, 4kg/10aを示す。61年7月7日調査。

TYでは0N区より4N区が多く、また、掃除刈り回数が多いほど多収であった。播種床造成法では、処理間で大差なく、有意差も得られなかった。RCでは、DD区が低収であった。掃除刈り処理ではD区、R区で回数が少ないほど多収であったのに対して、DD区では、2C区が多収であった。N処理間では差が小さく、その差は有意ではなかった。

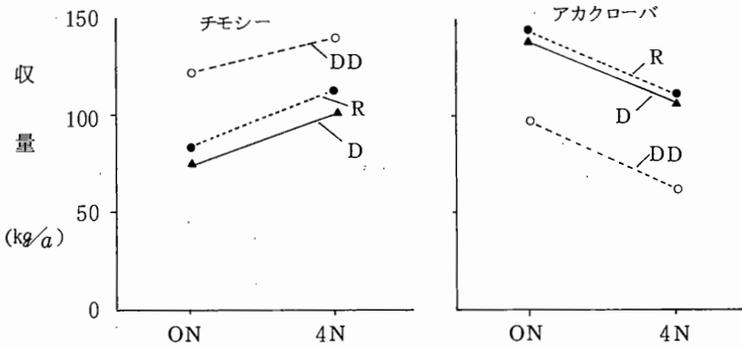


図4 播種床造成法および早春N施肥がチモシーおよびアカクロバの2番草生草収量に及ぼす影響
61年9月8日調査。

図4には、2番草収量を示した。TYでは、DD区よりD区、R区が少なかった。N処理間では0N区より4N区が多かった。RCの場合、播種床造成法とN処理でTYとは逆の傾向があった。また、掃除刈り処理ではTYおよびRCとも1番草同様の傾向があったが、その差は小さく有意ではなかった。

図5には、播種床造成法と早春N施肥がRCの冠部被度の推移に及ぼす影響を示した。D区とR区は終

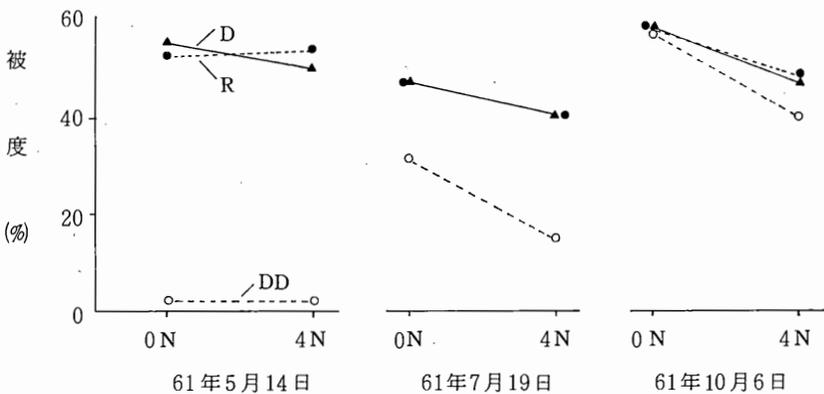


図5 播種床造成法および早春N施肥がアカクロバの冠部被度に及ぼす影響

始DD区より高かった。しかし、DD区の被度も徐々に高まり、秋にはD区とR区に近付いた。N施肥では、1番草刈取り以降0N区で被度の上昇が著しかった。

図6には、2年目の年間乾物収量を、有意差の得られた要因について示した。DD区に比べてD区、R

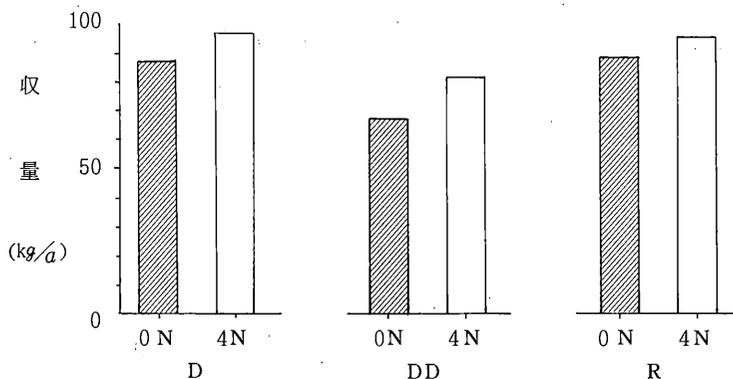


図6 播種床造成法別の2年目年間乾物収量(チモシーとアカクローバの合計)

区が多く、0N区より4N区が多収であった。

考 察

ディスクハローやロータリハロー等は、作業機として特殊なものではなく、農家が所有していることも多い。したがって、適度にTYを抑制できれば普及性も高いと考えられる。しかし、本試験では処理が強過ぎ、施行方法について更に検討が必要と考えられた。例えば、ロータリハロー等では、トラクタの走行速度を高め、ロータリの回転数を落とすなどすれば攪はんを弱めることも可能と思われる。

しかし、地下茎型イネ科雑草が侵入している場合には、攪はん処理がかえってそれらを優占させる可能性がある⁵⁾。このような場合には、攪はんを最少限に止める作溝方式の追播機が重量な役割を果たすと考えられる。本試験で供試した追播機も作溝方式であるが、溝幅が2cm程度しかなく、RCがTYの抑制を強く受けた。このため、RC率を上げるためには適度の掃除刈りやNの減肥が必要となり、2年目の収量低下は避けられないと考えられる。今後、2年目収量を落とさず、RC率を早期に、しかも適度に高める方策の検討が必要である。例えば、TYによる抑制を弱めるため、帯状耕耘によって播種溝の幅を広げてRCの生育領域を拡大することも一つの方法と考えられる。

引用文献

- 1) 竹田芳彦・蒔田秀夫(1985)北草研報 19:143-145.
- 2) 竹田芳彦・寒河江洋一郎(1986)北草研報 20:62-65.
- 3) 竹田芳彦・寒河江洋一郎(1986)北草研報 20:66-69.
- 4) 竹田芳彦・寒河江洋一郎(1986)日草誌 32(別号):174-175.
- 5) 竹田芳彦・蒔田秀夫・田辺安一(1983)新得畜試研究報告 13:11-18.

追播種子の発芽, 定着に関する研究

第3報 オーチャードグラス草地およびトールフェスク草地より採取した土壤が寒地型牧草の生育に及ぼす影響

高橋 俊・手島 道明(北農試)

Studies on several factors affecting germination and establishment on reseeded

3. Allelopathic effects of the soils from orchardgrass (*Dactylis glomerata* L.) pasture and tall fescue (*Festuca elatior* L.) pasture on the growth of several temperate grasses

S. TAKAHASHI and M. TESHIMA

(Hokkaido Natl. Agric. Exp. Stn., Sapporo, 004 Japan)

緒言

追播種子の発芽, 定着を図る上での問題点のひとつとして, 追播の対象となる草地がもつ他感作用による出芽抑制ならびに生育抑制の問題があげられる。

本報ではオーチャードグラス草地およびトールフェスク草地より採取した土壤ならびに対照として未栽培地より採取した土壤に4種類の寒地型イネ科牧草を播種し, 各草種の出芽, 生育に及ぼす草地土壤の影響を調査した。

材料および方法

1) 供試草種“品種” (略称)

① オーチャードグラス“キタミドリ” (OG)

② トールフェスク“ホクリョウ” (TF)

③ メドウフェスク“ファースト” (MF)

④ チモシー“センボク” (TY)

2) 供試土壤

① 対照土壤: 未栽培地より採取。

② OG土壤: オーチャードグラス“キタミドリ”とシロクローバとの混播草地(造成後10年)より採取。

③ TF土壤: トールフェスク“ホクリョウ”とシロクローバとの混播草地(造成後10年)より採取。

3) 播種・施肥

上記3種類の土壤を1/5000aのポットにつめ, 1983年5月27日に播種(15粒/ポット)した。6月23日に間引きを行い, 1ポット当たり5個体とした。施肥量は基肥としてN:P₂O₅:K₂Oを0.2:0.4:0.2g/ポット, 苦土炭カルを6g/ポット, 追肥として8月3日にN, P₂O₅, K₂Oを各0.1g/ポット施用した。1区5ポットとした。

4) 調査項目

出芽率, 草丈, 茎数の調査ならびに8月2日と9月14日に刈取り(地際より5cm)を行い, 乾物重を測定した。

結 果

1) 出芽率

播種後15日目における出芽率を表1に示した。OG土壤においては各草種とも対照土壤と比べて有意差は認められなかった。TF土壤においてはMFの出芽率が77%で対照土壤の96%に比べて有意に低かったが, 低下の程度はそれ程大きくはなかった。

2) 第1回刈取りまでの草丈, 茎数

土壤の違いが生育初期の草丈に及ぼす影響をみるため, 対照土壤の草丈に対するOG土壤とTF土壤の草丈の指数の推移を図1に, また第1回刈取時の草丈を表2に示した。

表1 播種後15日の出芽率

1983.6.11

	出芽率 (%)			
	OG	TF	MF	TY
対照土壤	81 a	97 a	96 b	93 a
OG土壤	87 a	97 a	89 ab	96 a
TF土壤	81 a	95 a	77 a	90 a

注) Arcsin 変換値の有意性検定により異文字間に有意差(5%水準)あり。

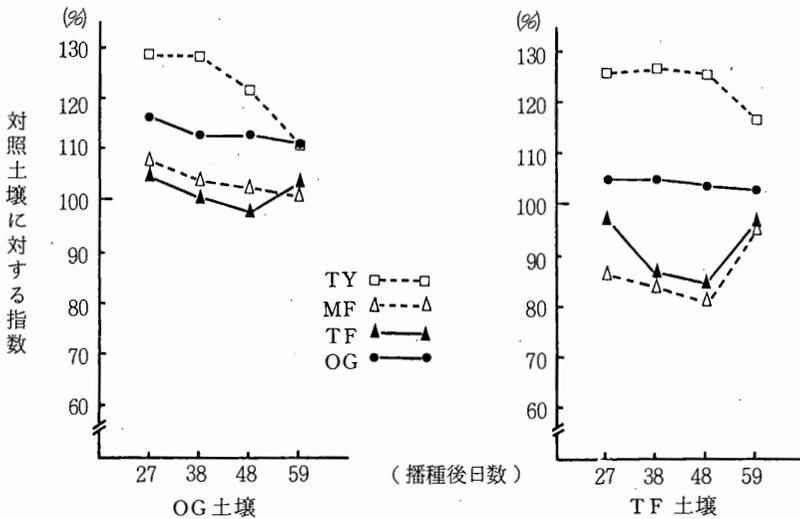


図1 初期生育における草丈に及ぼす影響

OG土壤では, TFとMFは, 対照土壤と大差なく推移したが, TYは初期は対照土壤よりもむしろ良好に生育した。TF土壤では *Festuca* 属のTFとMFが一時, 低い値を示したが, その後回復する傾向を示した。第1回刈取時の草丈では, OG土壤, TF土壤とも対照土壤よりも有意に小さい値を示す草種は認められなかった。

つきに茎数について草丈の場合と同様に, 指数の推

表2 第1回刈取時の草丈

1983.8.1 (播種後66日)

	草 丈 (cm)			
	OG	TF	MF	TY
対照土壤	34.1 a	28.7 a	26.5 a	41.3 a
OG土壤	37.3 b	30.7 a	25.6 a	45.4 b
TF土壤	34.4 a	30.2 a	26.2 a	48.0 c

注) 異文字間に有意差(5%水準)あり。

移を図2に、第1回刈取時の茎数を表3に示した。

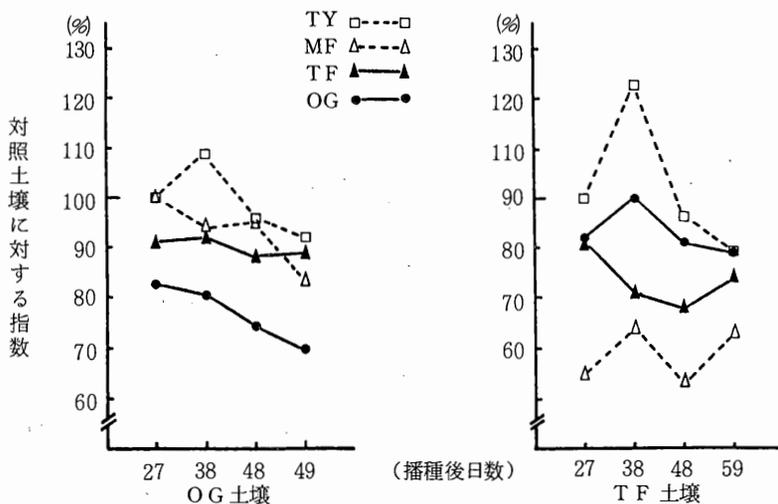


図2 初期生育における茎数に及ぼす影響

OG土壌においては、TYとTFは対照土壌とほぼ等しい値で推移したが、MF、OGは、生育が進むにつれて低い値となり、特にOGは一段と低い値で推移した。これに対しTF土壌においては、*Festuca* 属、特にMFが劣った。

第1回刈取時の茎数についてみると、OG土壌において対照土壌よりも有意に小さい値を示したのはOGとMFであった。特にOGの抑制程度が著しく、対照土壌の67%にすぎなかった。一方、TF土壌においてはMFだけが有意に小さい値を示した。

3) 第1回刈取時の乾物重

第1回目に刈取った乾物重を表4に示した。OG土壌において対照土壌よりも有意に低い値を示したのは、茎数の場合と同様にOGとMFであり、特にOGでの抑制程度(対照土壌の74%)が大きかった。これに対しTF土壌においてはOG、TF、MFが有意に劣った。TYはOG土壌、TF土壌いずれにおいても、対照土壌との間に有意差が認められなかった。

以上、第1回刈取調査時までにおいては、茎数や地上部乾物重にみられるように土壌の種類と草種の間に特異的な生育抑制の関係が認められた。

4) 第2回刈取時における草丈、茎数、乾物重

第2回刈取時の草丈、茎数、刈取部の乾物重を各々、表5、表6、表7に示した。OG土壌、TF土壌いずれにおいても対照土壌よりも有意に低い値を

表3 第1回刈取時の茎数

1983. 8. 1 (播種後66日)

	茎 数 (本/個体)			
	OG	TF	MF	TY
対照土壌	11.4 b	10.4 a	14.8 b	7.2 a
OG土壌	7.6 a	9.1 a	11.6 a	6.7 a
TF土壌	10.3 b	9.0 a	11.4 a	6.6 a

注) 異文字間に有意差(5%水準)あり。

表4 第1回刈取時の刈取部分の乾物重

1983. 8. 2 (播種後67日)

	乾 物 重 (g/個体)			
	OG	TF	MF	TY
対照土壌	0.76 c	0.75 b	0.63 b	1.05 a
OG土壌	0.56 a	0.68 ab	0.53 a	1.04 a
TF土壌	0.64 b	0.59 a	0.52 a	1.20 a

注) 異文字間に有意差(5%水準)あり。

表5 第2回刈取時の草丈

1983. 9. 14 (再生期間43日)

	草 丈 (cm)			
	OG	TF	MF	TY
対照土壤	31.3 a	32.8 a	25.0 a	26.7 a
OG土壤	34.0 b	34.4 a	25.3 a	27.2 a
TF土壤	32.0 a	32.3 a	24.8 a	26.6 a

注) 異文字間に有意差(5%水準)あり。

示す草種はなく、第1回刈取時に認められたような生育の抑制は認められなかった。

考 察

近年、牧草根の浸出物が牧草個体の生育に及ぼす影響¹⁾や牧草ならびに野草の水溶性抽出物が牧草種子の発芽に及ぼす影響²⁾などが検討され、牧草における他感作用が報告されている。

本報では実際の草地土壌を用い以上のような他感作用を含め、追播牧草の出芽、生育に異常が認められるか否かを検討した。

これまで述べたように、各土壌と草種間に特異的な生育抑制反応が認められた。OGはOG土壌で、*Festuca* 属はTF土壌で抑制程度が大きかったことから、同種(属)の影響がより大きいことが推察された。このような生育抑制が他感作用によるものであるかは本報では明らかにすることはできないが、これが関与している可能性は考えられる。

追播牧草の初期の生育抑制は、既存牧草との競合をより加速し、出芽後の定着率の低下を招く。従って、生育抑制の原因究明と対策技術を確立することが重要であるが、生育抑制の原因としては他感作用ばかりでなく、病虫害、土壌の理化学性など数多くの要因が考えられる。生育阻害要因の解明には今後の研究にまつところが大きい。

摘 要

1) 追播牧草の発芽、定着における阻害要因としての他感作用について検討するため、オーチャードグラス草地及びトールフェスク草地より採取した土壌ならびに対照として未栽培地の土壌に寒地型イネ科牧草4草種(オーチャードグラス、トールフェスク、メドウフェスク、チモシー)を栽培し、土壌の違いが生育に及ぼす影響を調査した。

2) 第1回刈取り(播種後66日)までの生育に、土壌の種類と草種間に特異的な関係が認められた。すなわちTYはいずれの土壌においても生育抑制は認められなかったが、OGはとくにOG土壌で、TF、MFはとくにTF土壌において茎数、乾物重などが劣った。

3) 刈取り後の再生長には土壌による差は認められなかった。

表6 第2回刈取時の茎数

1983. 9. 14 (再生期間43日)

	茎 数 (本/個体)			
	OG	TF	MF	TY
対照土壤	9.9 a	11.8 a	17.2 a	13.1 a
OG土壤	8.7 a	10.8 a	15.9 a	12.6 a
TF土壤	11.2 b	11.3 a	14.3 a	13.2 a

注) 異文字間に有意差(5%水準)あり。

表7 第2回刈取時の刈取部分の乾物重

1983. 9. 14 (再生期間43日)

	乾 物 重 (g/個体)			
	OG	TF	MF	TY
対照土壤	0.80 a	1.32 a	0.91 a	0.90 a
OG土壤	0.86 a	1.38 a	0.83 a	0.92 a
TF土壤	0.80 a	1.30 a	0.79 a	0.87 a

注) 異文字間に有意差(5%水準)あり。

引用文献

- 1) 高橋佳孝・大谷一郎・魚住 順・余田康郎・五十嵐良造(1986) 草地・飼料作におけるアレロパシー 1. 寒地型牧草における根浸出物の生長抑制作用の草種間関係について. 日草誌 32 別号: 74-75.
- 2) 高橋佳孝・余田康郎・魚住 順・五十嵐良造・北原徳久・小野 茂(1986) 草地・飼料作におけるアレロパシー 2. 不耕起草地構成草種の水溶性抽出物が牧草種子の発芽に及ぼす影響. 日草誌 32 別号: 76-77.

ドリル状追播法による草地更新の施肥法

第2報 りん酸の溝内施用時の施肥量が追播牧草の
定着および翌年の収量に及ぼす影響

近藤 秀雄・井上 隆弘(北農試)

Methods of fertilizer application for renovation of
pasture by over-seeding with a drill seeder2. The amount of phosphatic fertilizer applied by drilling for the
establishment and yields of over-seeded grasses

Hideo KONDO and Takahiro INOUE

(Hokkaido Natl. Agric. Exp. Stn., Sapporo, 004 Japan)

緒 言

筆者らは、前報¹⁾において既存植生を除草剤によって枯死させ、不耕起条件下で牧草を追播する、いわゆる簡易更新時における施肥法を検討する中で、りん酸肥料は表層に施用するよりも溝内に施用した方が追播牧草の初期生育を良好にすることを報告した。

本報においては、りん酸の溝内施用時の施肥量の違いがドリル状に追播した牧草の定着・その後の生育量および翌年の収量などに及ぼす影響を検討した。

試験方法

Table 1 Some properties of the surface soil of pasture land

Depth of Soil (cm)	pH (H ₂ O)	T-N (%)	av-P ₂ O ₅ * (mg/100g)	Abs. coeff. P ₂ O ₅ (mg/100g)	C. E. C (me/100g)	Ex. cation (me/100g)				B. S (%)
						Ca	Mg	K	Na	
0~5	4.8	0.42	4.5	1570	19.1	7.2	1.4	1.9	-	55
5~10	4.6	0.31	3.1	1600	16.3	4.9	0.4	0.8	-	37

* Bray No 2

供試草地：樽前一恵庭系火山性土を表層にもつ粗放利用16年目草地(オーチャードグラス優占)を用いた。その表層土の化学性は表1に示したように、窒素およびカリ含量は高いが、有効態りん酸含量は非常に低く、しかも低pHであった。

更新方法：グリホサート剤(1985年8月1日散布)で既存植生を枯殺し、枯草を除去した後、駆動ホイール式施肥播種機(パワーティルシーダ)で作溝し、下記の施肥処理を行った後、オーチャードグラス(OG:キタミドリ)およびアカクローバ(RC:サッポロ)を溝内に各1kg/10aずつ混播し、ケンブリッジローラで鎮圧(8月19日)した。

施肥処理：溝内りん酸施肥量として0, 5, 10, 15および20kg P₂O₅/10a(過石)の5段階を設けた。なお、りん酸肥料施用と同時に炭カル、硫安および硫加をそれぞれ200, 25および10kg/10a表面散布した。

Table 2 Plant height, plant vigor and stand number, 70 days after the over-seeding (1985. 10. 9)

P ₂ O ₅ applied (kg/10a)	Plant height (cm)		Plant vigor*	Stand number (Plants/m ²)	
	OG	RC		OG	RC
0	4.7	3.4	1.8	37	23
5	7.2	4.8	3.2	45	16
10	8.1	5.7	3.3	50	28
15	8.9	5.9	3.8	58	33
20	8.9	7.6	4.3	57	36

* : 1 : poor ~ 5 : good

翌年(1986年)には維持段階の肥料として早春に化成肥料(6-11-11)を100kg/10a, 1番刈り後(6月11日)および2番刈り後(7月28日)に化成肥料(17-0-17)を29.4kg/10aずつ追肥した。

結果および考察

1) 牧草の定着状況

定着時の草丈, 草勢および立毛数の調査結果を表2に掲げた。

草丈は, RCでは0kg区の3.4cmから20kg区の7.6cmまで溝内りん酸施用量が多くなるほど高くなっていった。また, OGにおいても15kg区と20kg区の草丈が8.9cmと同じであったが, おおむね溝内りん酸施用量の多い区ほど高い値を示し, とくに, 0kg区と5kg区との間の差が著しかった。

立毛数は, RCでは5kg区の, OGでは20kg区の値が前後の施用区に比べて低かったが, これも概して溝内りん酸施用量が多い区ほど多い値を示していた。

草勢は, 0kg区の1.8から20kg区の4.3まで溝内りん酸施用量が多い区ほど高かったが, ここでも草丈同様0kg区の値と5kg区の値との間には大きな差が認められた。

2) 追播牧草の越冬前の生育量とりん酸吸収量およびりん酸含有率

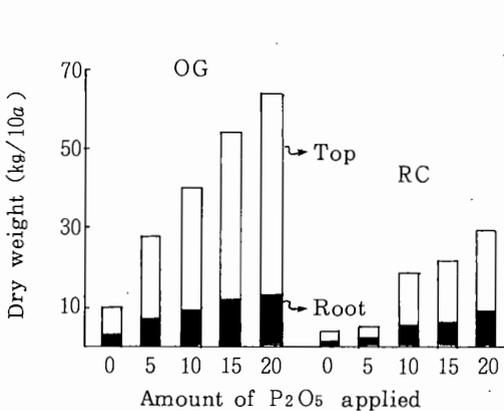


Fig 1. Growth of orchardgrass and red clover before overwintering as affected by application of phosphatic fertilizer.

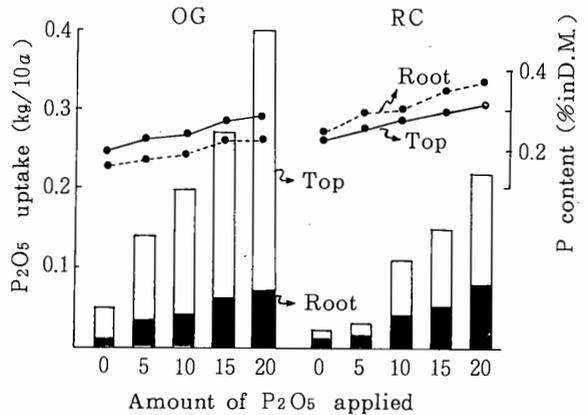


Fig 2. P₂O₅ uptake and P content of orchardgrass and red clover tops and roots before overwintering.

越冬前のOGおよびRCの生育量を図1に、それらのりん酸吸収量および含有率を図2に示した。

地上部と根部の合計量(乾物:kg/10a)についてみると、OGでは0, 5, 10, 15および20kg区でそれぞれ10.1, 27.7, 40.0, 53.9および63.9, RCではそれぞれ4.1, 5.1, 18.8, 21.7および29.8であった。すなわち、両草種とも越冬前までの生育量は溝内りん酸施用量を増すほど明らかに多くなっていた。なお、OGの5kg区以上の区およびRCの10kg区以上の区では、りん酸施用量を5kg/10a増すにつれ、おおむね1.2~1.4倍の生育量を示していたのに対しOGにおける0kg区と5kg区の間では2.7倍の、RCでも0kg区と10kg区との間で4.6倍の生育量の増加が見られ、りん酸無施用区の生育の悪さが目立った。

牧草体内のりん酸濃度についてみると、図2からわかるように、両草種の地上部および根部においては溝内りん酸施用量の多い区ほどP含有率が高まる傾向を認めた。なお、その傾向はRCにおいて顕著で、たとえば、RCの根部では0, 5, 10, 15および20kg区の順にそれぞれ0.23, 0.29, 0.30, 0.35および

Table 3 Fresh matter yields and botanical composition of first cuttings (1986. 6.9)

P ₂ O ₅ applied (kg/10a)	Fresh matter yield (kg/10a)				Botanical composition (%)		
	OG	RC	Weed	Total	OG	RC	Weed
0	356 a ¹⁾	49 a	302 a	707 d	50	7	43
5	866 a	29 a	155 a	1050 c	82	3	15
10	1193 ab	49 a	218 a	1460 bc	82	3	15
15	1364 a	31 a	232 a	1627 ab	84	2	14
20	1629 a	34 a	287 a	1950 a	84	2	14

Table 4 Fresh matter yields and botanical composition of second cuttings (1986. 7.28)

P ₂ O ₅ applied (kg/10a)	Fresh matter yield (kg/10a)				Botanical composition (%)		
	OG	RC	Weed	Total	OG	RC	Weed
0	644 b ¹⁾	45 a	611 a	1300 a	50	3	47
5	1028 a	14 a	318 b	1360 a	76	1	23
10	1114 a	12 a	296 b	1422 a	78	1	21
15	1137 a	9 a	239 b	1385 a	82	1	17
20	1161 a	3 a	169 b	1333 a	87	tr	13

Table 5 Fresh matter yields and botanical composition of third cuttings (1986. 9.24)

P ₂ O ₅ applied (kg/10a)	Fresh matter yield (kg/10a)				Botanical composition (%)		
	OG	RC	Weed	Total	OG	RC	Weed
0	1281 a ¹⁾	32 a	423 a	1703 a	73	2	25
5	1321 a	31 a	265 a	1617 a	82	2	16
10	1414 a	11 a	202 a	1627 a	87	1	12
15	1499 a	10 a	188 a	1697 a	88	1	11
20	1535 a	4 a	196 a	1735 a	88	tr	12

1) Numbers followed by the same letter indicate no significant difference.

0.39%となっていた。

りん酸吸収量も溝内りん酸施用量が多い区ほど多かったが、その増加の程度は生育量の増加以上に顕著であった。

3) 翌年の収量

翌年の1番草から3番草までの収量について、OG、RCおよび雑草に分けて調査した結果を表3～表5に掲げた。

最初にRC収量についてみると、表3～表5からわかるように1番草～3番草まですべての区において、50 kg/10a以下の収量しか得られず、しかも溝内りん酸施用量の多少の影響は認められなかった。また全収量に対する生草割合でも1番草の0kg区の7%を除くと、すべて3%以下と著しく低かった。

つぎに、1番草合計収量をみると、早春にりん酸を追肥したにもかかわらず、前年秋の更新時の溝内りん酸施用量に対応して0kg区の707 kg/10aから20kg区の1950 kg/10aまで、りん酸を5 kg/10a増やすごとにおおむね300～400 kg/10aずつ増え続けていた。なお、OGも5 kg区以上の区では、りん酸を5 kg/10a増やすごとにおおむね200～300 kg/10a、すなわち1.2～1.4倍の増収を示していたが、0kg区と5kg区との間では約2.4倍すなわち510 kg/10aの増収を示し、越冬前のOGの生育量の差をそのまま反映していた。この結果は、筆者のひとりが「牧草地に対する秋施肥の研究²⁾」の中で、OGにおいては越冬前の株部量と翌春の収量との間に正の有意な相関があることを認めていることから首肯されよう。したがって、簡易更新においても、追播牧草を越冬前までに十分良好に生育させるための肥培管理技術の確立が肝要であると考えられる。

つぎに、グリホサート系除草剤と駆動ホイール式施肥播種機を組み合わせた更新時に問題となる雑草の侵入について検討してみると、その量は0kg区で最も多く、りん酸施用区内では施用量が多くなるほど多くなる傾向がみられたが、その差は統計的には有意とは認められなかった。一方、全収量に対する雑草割合についてみると、りん酸施用区内ではおおむね15%と一定の割合を保っていたが、0kg区では43%とりん酸施用区に比して著しく高い値を示していた。

2番草時においては、雑草を含めた合計収量は1番草時とは異なり、各処理区とも約1300～1450 kg/10aの間にあり処理間差はなくなっていた。一方、OG収量をみると、りん酸施用区では20kg区が1161 kg/10aで最も多く、5kg区が1028 kg/10aで最も低かったが、その差は33 kg/10aにすぎず、溝内りん酸施用区内のOGの収量差は合計収量同様統計的に有意ではなかった。しかし、りん酸無施用(0kg)区のOG収量は644 kg/10aにとどまり、りん酸施用区の収量とは明らかな差が認められた。なお、雑草はヘラオオバコ、タンポポおよびブタナなどであったが、その量は0kg区が611 kg/10aと他のりん酸施用区に比して有意に多く、しかも全収量に対する割合でも1番草時同様高い値を示していた。

3番草になると、0kg区のOG収量は1281 kg/10aを示し、他のりん酸施用区の収量と匹敵するほどの値を得、OG収量および合計収量とも処理間差はなくなった。また、0kg区の雑草率も25%と、1、2番草時に比べて大きく減少していた。すなわち、更新時りん酸無施用区は3番草になってようやくOGの生育がよくなり、雑草の侵入も少なくなっていた。これは、この時点になって初めて早春のりん酸追肥効果が面然としてきたことを示唆するものである。

表2および図1からわかるように、RCは5kg区を除くと、OGの定着数の約60%の個体が定着し、約40%の生育量を示して越冬に入った。しかしながら、前述のように、1番草収穫時から3番草収穫時まで

RCの収量はすべての区で50 kg/10a以下、生草割合でもほとんど3%以下と極度に低下していた。早春融雪直後に圃場を観察したところほとんどのRCは根ぎわから褐変し枯死状態にあった。この枯死の主因については明らかではないが、試験圃場が緩斜面下部に立地していたため融雪時に3~4日冠水状態が続いた。南山ら³⁾は冠水抵抗性の弱い草種の中にRCとOGを挙げ、また、植田ら⁴⁾の試験ではOGよりRCの方が冠水抵抗性が弱いことを認めている。一方、排水良好な他の圃場において、ほぼ同時期に追播したRCは早春からよい生育を示していた。したがって、本試験におけるRCの枯死の主因は、融雪時の一時冠水によるものと推察される。

摘 要

ドリル状追播法による草地更新時のりん酸肥料の施用法を確立するため、10a当たり0, 5, 10, 15および20 kgの溝内りん酸施用区を設け、牧草の定着・越冬前の生育量および翌年の収量などに及ぼす影響を検討した。

その結果、本試験の立地条件下において、10a当たり5 kg以上溝内に施用した区は、追播牧草の定着が良好となり越冬前までの生育量も確保でき、その結果、翌年1番草収量のある程度上げることができた。さらに、更新時りん酸無施用区に比べて問題となる雑草の侵入も抑制することができた。

以上より、ドリル状追播法による草地更新時のりん酸の施用法は、追播時に少なくとも10a当たり5 kgは溝内に施用し、翌春からは維持段階としての標準量を施用すべきと考察された。

引用文献

- 1) 近藤秀雄・平島利昭・井上隆弘 (1986) 北草研報 19: 156 - 158.
- 2) 近藤秀雄 (1973) 北海道農試研報 106: 109 - 123.
- 3) 南山 豊・木戸賢治・永井秀雄 (1974) 北農 41(7): 9 - 18.
- 4) 植田精一・寺田康道・宮下淑郎 (1984) 農林水産技術会議事務局「転換畑を主体とする高度畑作技術の確立に関する総合的開発研究」427 - 428.

Summary

A field experiment was carried out to determine the appropriate amounts of phosphatic fertilizer to be applied at a time of pasture renovation with a drill seeder. The establishment of over-seeded grasses, the growth before overwintering and the yield of the following year were determined for the plots with different levels of P_2O_5 , i. e. 0, 50, 100, 150, 200 kg/ha, applied as a basal drill-dressing.

When compared with the plots without P_2O_5 application, plots received more than 50 kg P_2O_5 /ha showed (1) better establishment of over-seeded grasses, (2) higher amount of growth before overwintering, (3) higher yield of the following year and (4) less extent of weed infestation.

It has been found that at least 50 kg P_2O_5 /ha should be applied as a basal drill-dressing for this type of pasture renovation.

日高地方における軽種馬用草地の実態

(静内町の採草地の例より)

石田 義光・菅原 敏治・河合 勝・松沢 光弘

(日高中部地区農業改良普及所)

緒 言

日高地方の軽種馬生産(表1, 表2)は, 全国の75%を占めて, この地域の重要な産業となっている。今回, 静内町の軽種馬生産農家28戸について採草地の実態を調査したので報告する。

調査方法

対象農家は, 水稲との複合経営が多く, その経営規模は, 1戸平均繁殖牝馬7頭と草地面積9.5 haを所有する。調査は60年度, 1戸の中で新しい草地と古い草地の2例を選び, 施肥管理, 1番草収量, 収量調査地点3か所から採取したサンプル(6月18~19日出穂期)による土壌分析とホクレンに依頼した牧草分析によった。

結果および考察

造成後経過年数1~15年の52点の草地を, 6年以下と7年以上に分けて成績を示した。

草地の管理状況(表3)によると, 施肥は新しい草地の方がやや多い。ただ28戸中17戸が草地経過年数を考えず, 同一肥料銘柄, 同一量をやっており, 土壌診断による施肥はなかった。1番草収量も新しい草地がやや高かったが有意差はなかった。

過去3年の間に炭カル, ヨーリン, 堆肥の施用に対し, 6年以下では29例中, 17例, 8例, 11例だったが, この中には造成時施用の6例が入っている。7年以上では, 23例中, 6例, 4例, 9例と特に炭カルの施用例が少なくなっている。

更新年限については今回調べていないが, 農協等の種子の出回り量から推定すると, およそ15~20年と予想される。草地の利用は繁殖牝馬1頭当たり1.5 ha前後で, そのうち採草地は40 a前後で間に合うようである。

土壌分析(表4)の結果では, 新旧草地の比較で見ると, P_2O_5 (プレイNo.2法)とCaOに若干差があるが, 有意差はない。全体としてはpH, CaOが低い。

チモシー1番草の分析結果(表5)であるが, 新旧での差はない。ホクレンの全道平均値と比べると, CP(粗たんぱく質), Ca, Mgが低い。土壌, 気候, 永年化等によるものか, 他の調査データでも同様に低い傾向にあり, 特にMgは土壌中には十分あるのに, 牧草含有率は低い。

以下, 各分析項目についてみていくと,

図1, 土壌pHは, 一応チモシー草地としては5.8以上は必要と考えるが, 51点中31%しかそれに達していない。

図2, 草地経過年数と土壌pHに5%水準で負の相関が認められた。古い草地への炭カル施用が少ない

ことが原因であろう。

図3, 土壤中CaOは, 軽種馬用草地として300 mgはほしい。それに達している採草地は20%しかない。

図4, 牧草中CPは, 6.1%以上は必要と考えるが, 半数の採草地しかそれに達していない。

図5, 春施肥Nと牧草中CPの相関が1%水準で認められた。春施肥Nである程度CPの向上が期待できそうである。この春施肥Nの平均施用量は4.7 kgであった。

図6, 牧草中Caは, 軽種馬用として, 0.3%以上は必要と考えるが, 調査例中17%しかそれに達していない。

図7, 土壌pHと牧草中Caに5%水準で相関が認められた。pH向上がかぎである。

図8, 牧草中Mgは, 0.1%以上必要と考えるが, 調査例中42%しかそれに達していない。土壤中平均30 mgあるのに, 牧草中では低い。

図9, 牧草中Ca/P比は, 1~2の範囲がよいと聞かすが, 調査例中42%しか達していない。

図10, 牧草中のミネラルバランスK/Ca+Mgは, 2.2以下がわずか1点である。

図11, 草地経過年数と牧草中K/Ca+Mgに5%水準で相関が認められた。

摘 要

1) 軽種馬用草地は, チモシ-1 刈倒とかがたよっており, ミネラル対策上, これから軽種馬に適した草種を研究する必要がある。2) 草地の状態や土壌診断によった施肥管理が行われていない。3) 永年草地が多く, 造成後の炭カル等の補給が少ない。4) 従って, 土壌中のpHとCaOが低い。5) 牧草中のCP, Ca, Mgが低く, そのためCa/P比とK/Mg+Ca比も不適正な値となっている。6) 対策は, 基本技術の励行となるが, 永年草地の更新とそれに伴う酸度矯正, 造成後の炭カル等の補給により, ある程度改善の可能性があろう。

(今回の発表に際し, 帯広畜産大学の吉田則人教授並びに草地利用学研究室の皆さんに御助言, 御援助いただきましたことを記し感謝いたします。)

表1 軽種馬生産と利用 - 1

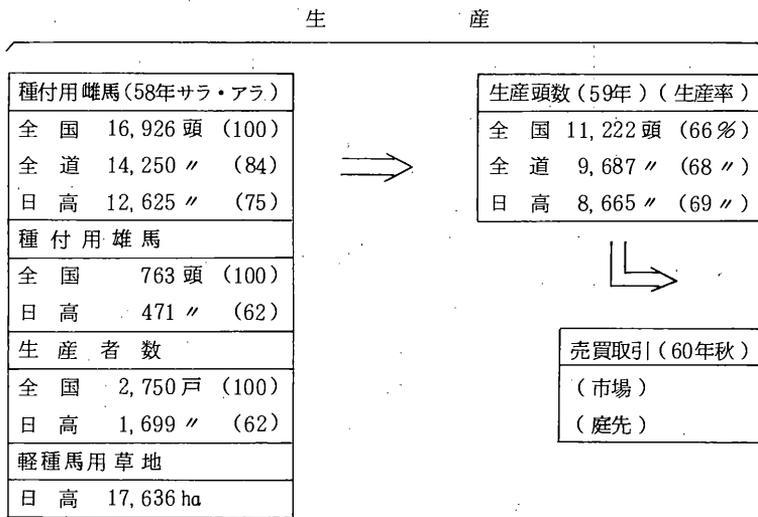


表2 軽種馬生産と利用 - 2

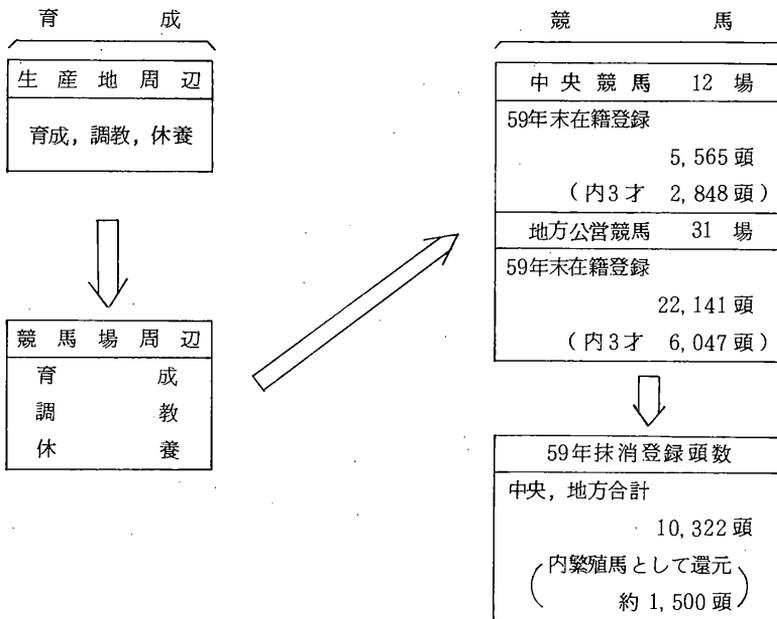


表3 草地管理状況

	造成後	年間施肥量 kg / 10 a				1 番草 収量kg	過去3年間の施用		
	年数	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO		炭カル	ヨーリン	堆肥
造成6年以下 n	29	29	29	29	20	29	17	8	11
“ \bar{x}	3.6	8.7	8.4	9.5	2.4	2,761			
“ SD	1.3	2.5	2.9	2.6	1.0	688			
造成7年以上 n	23	23	23	23	16	23	6	4	9
“ \bar{x}	9.8	8.2	7.1	8.7	2.1	2,686			
“ SD	2.5	2.6	3.3	2.5	1.0	617			
合計 \bar{x}	6.3	8.5	7.9	9.1	2.2	2,728	23	12	20
SD	3.6	2.5	3.1	2.5	1.0	616			

表4 土壌分析結果

造成後年数	pH (H ₂ O)	有機態 燐酸 mg/100g	置換性塩基 mg / 100 g			MgO / K ₂ O	CaO / MgO
			K ₂ O	MgO	CaO		
6年以下 (n=29) \bar{x}	5.6	42.4	13.9	31.9	237	5.9	7.5
SD	0.4	13.5	9.6	26.5	110	3.0	5.8
7年以上 (n=22) \bar{x}	5.3	50.1	15.1	29.2	180	6.1	5.6
SD	0.5	22.2	10.7	17.7	98	5.1	3.2
合計 \bar{x}	5.5	45.7	14.4	30.8	212	6.0	6.7
SD	0.4	18.0	10.0	22.9	108	4.0	4.9

表5 牧草分析結果(チモシー1番草)

(乾物中%)

造成後年数		CP	Ca	P	Mg	K	K/ Ca+Mg	Ca/P
6年以下	\bar{x}	6.3	0.26	0.27	0.10	2.86	3.56	1.00
	n=29 SD	0.9	0.07	0.03	0.02	0.21	0.93	0.26
7年以上	\bar{x}	6.2	0.25	0.27	0.10	2.93	3.82	0.92
	n=23 SD	0.9	0.03	0.02	0.02	0.23	0.98	0.28
合計	\bar{x}	6.3	0.26	0.27	0.10	2.89	3.68	0.96
	SD	0.9	0.08	0.03	0.02	0.22	0.85	0.27
全道平均*		9.5	0.32	0.26	0.14	-	-	-

* ホクレン分析センター60年チモシー1番草1,531点平均値

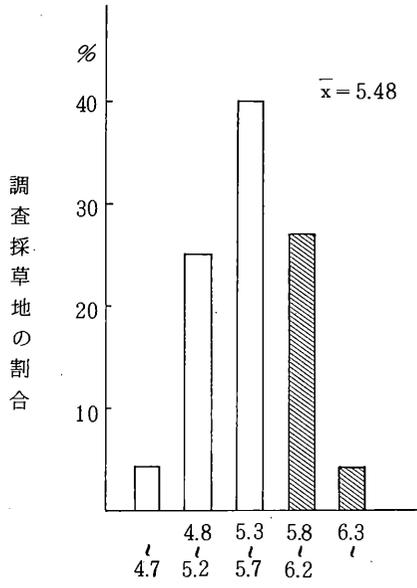


図1 土 壤 pH

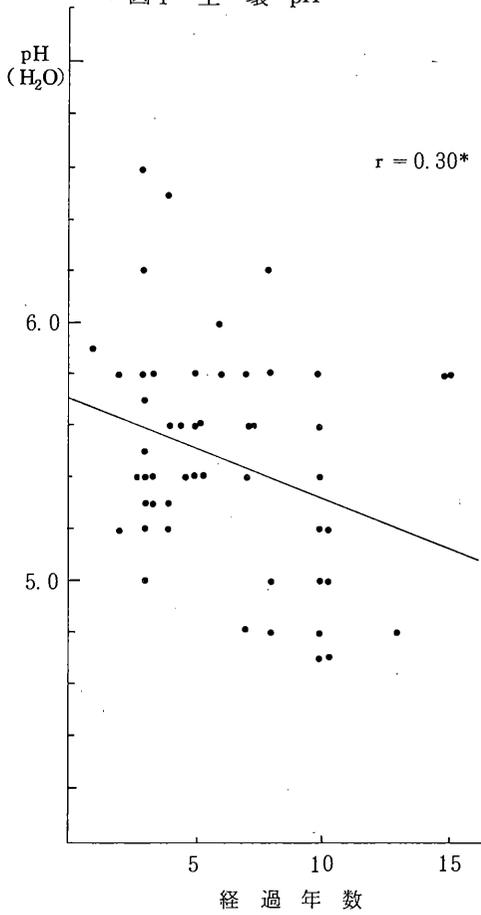


図2 草地経過年数と土壌pH

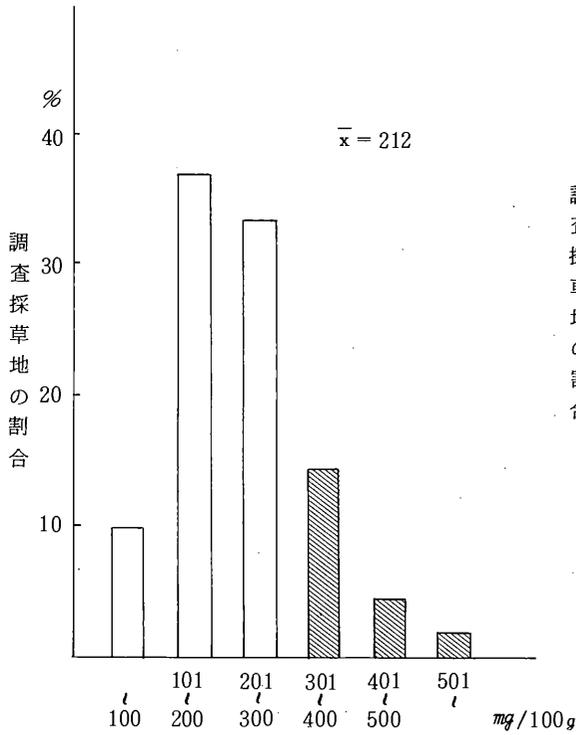


図3 土壌CaO含量

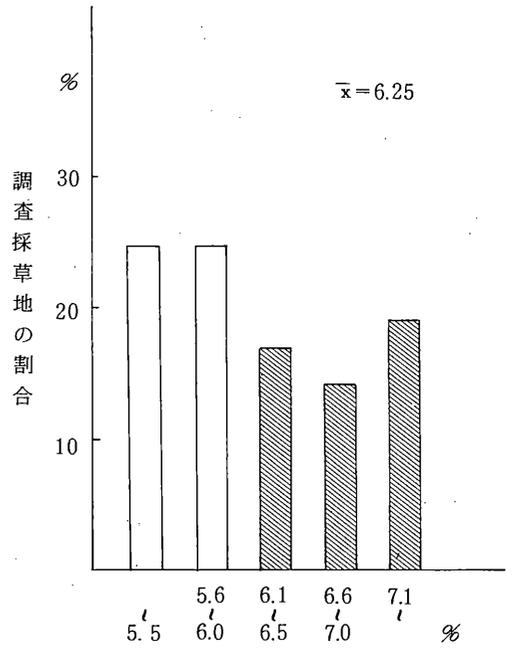


図4 草CP%

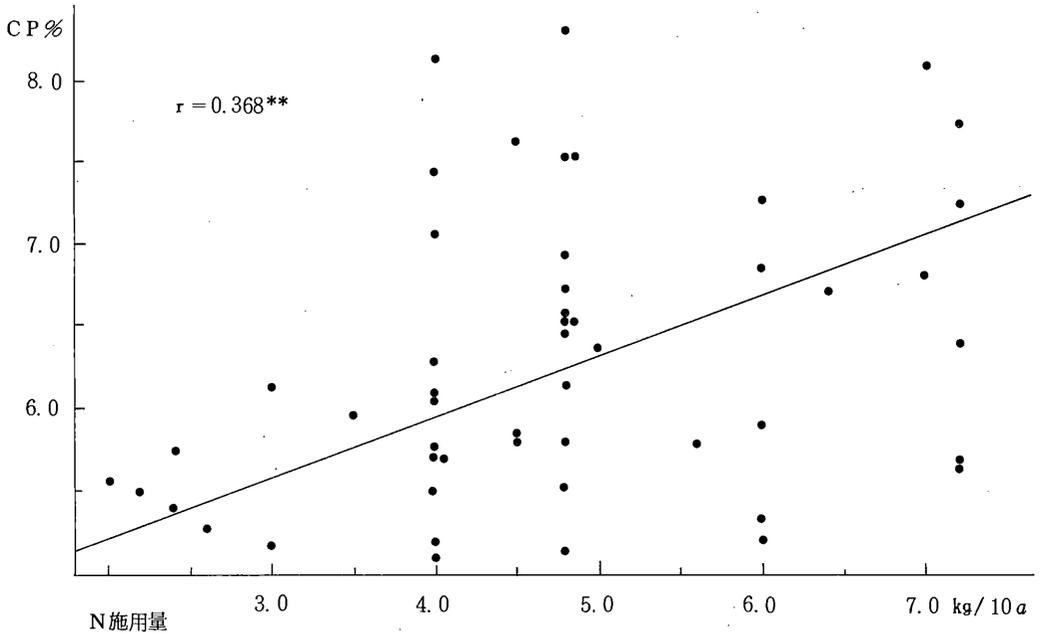


図5 春施肥Nと牧草CP含量

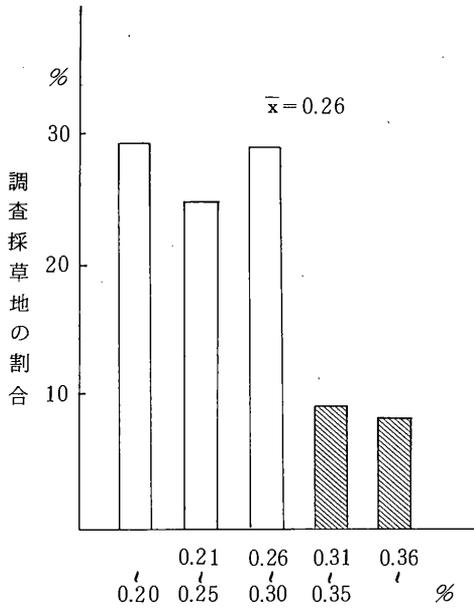


図6 草 Ca %

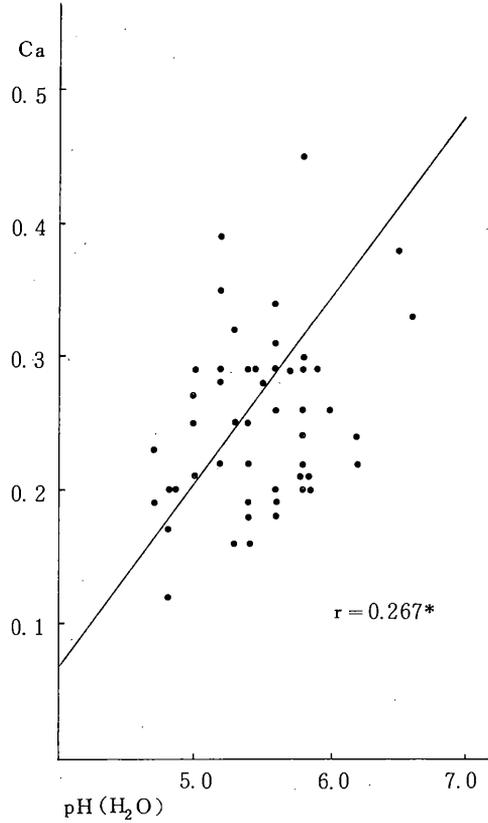


図7 草地土壌 pH と 牧草 Ca 含量

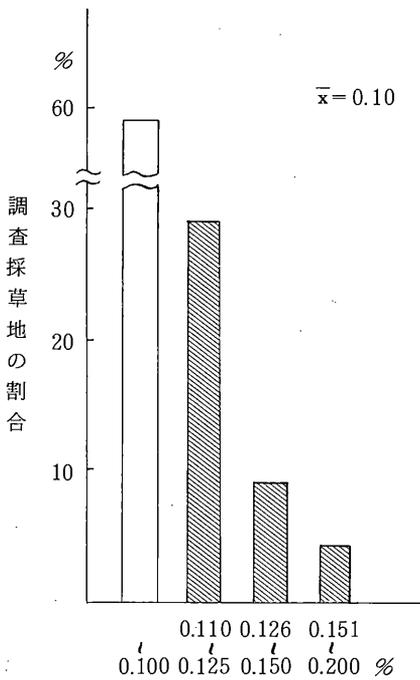


図8 草 Mg %

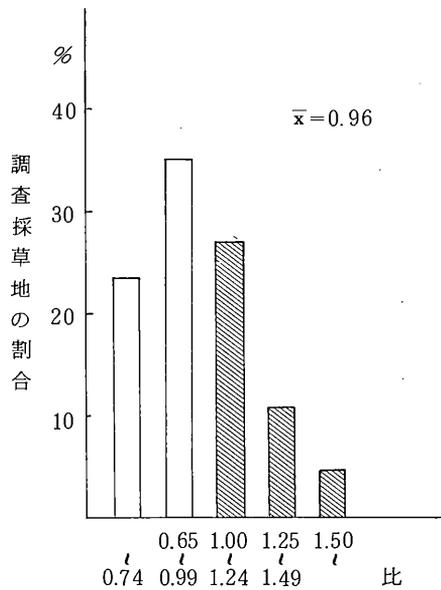


図9 草 Ca / P 比

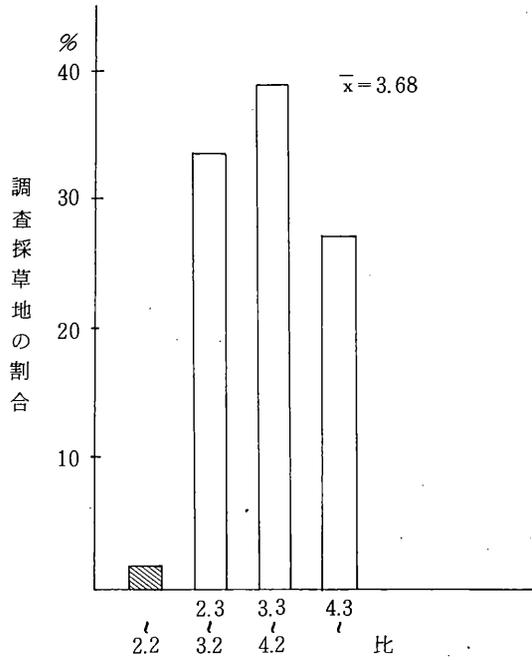


図10 草K/Ca+Mg比

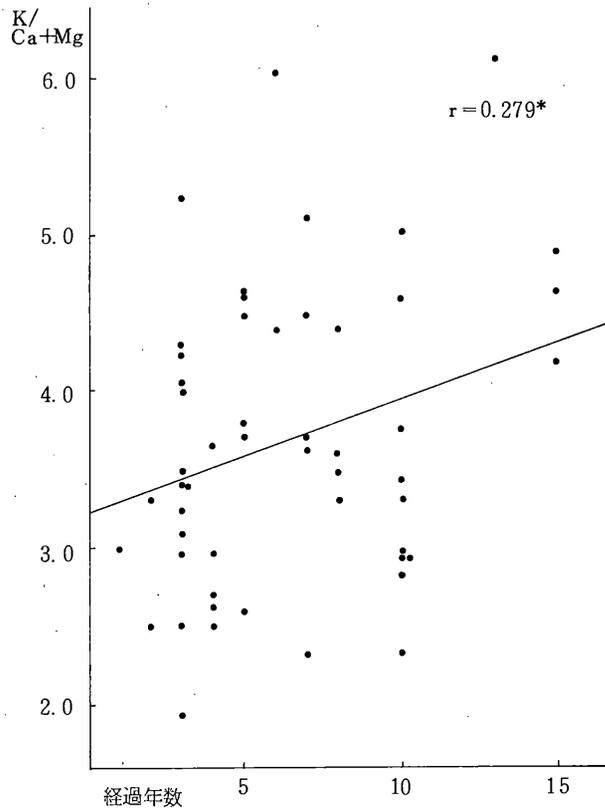


図11 草地経過年数と牧草K/Ca+Mg比

混播草地における草種の競合に関する研究

第12報 刈取り高さの相違が生育、収量および 草種構成におよぼす影響 — 利用5年間の推移 —

小阪 進一・村山 三郎(酪農学園大学)

Studies on the competition of grasses in mixed pasture

12. Effects of cutting height on the growth, yield and botanical composition of mixed pasture

— The changes during five years —

S. KOSAKA and S. MURAYAMA

(Rakuno Gakuen University, Ebetsu, Hokkaido 069 Japan)

緒 言

著者らは、オーチャードグラスとアルファルファおよびオーチャードグラスとラジノクローバの組合せの混播草地に対し、刈取り高さを変えて管理した場合、生育、収量および草種構成にいかなる影響をおよぼすかについて、1981年から継続調査を行った^{1, 3, 4, 5, 8)}。

そこで本報では、利用1年目から5年目('81年から'85年)までの5年間の両混播草地の推移について報告する。

材料および方法

1. 供試圃場

試験地は江別市文京台緑町582酪農学園大学実験圃場で、土性は洪積性重粘土壌である。供試草種および品種はオーチャードグラス品種キタミドリ(以下Orと略記)、アルファルファ品種デュピュイ(以下A1と略記)、ラジノクローバ品種カリフォルニアラジノ(以下Laと略記)で、オーチャードグラス+アルファルファ区(以下Or+A1区と略記)およびオーチャードグラス+ラジノクローバ区(以下Or+La区と略記)の2混播草地を設けた。試験区面積は1区6m²(2m×3m)で、播種量はm²あたりイネ科牧草およびマメ科牧草、各々1000粒合計2000粒を、1980年5月20日に散播した。基肥として、m²あたりN10g(硫安50g)、P₂O₅40g(過石100g、熔燐100g)、K₂O30g(硫化60g)、炭カル200gを施し、掃除刈り後に草地用化成2号(N:P₂O₅:K₂O=6:11:11)50gを追肥した。造成年の刈取りは全区一律に地際から約7cmの高さで、7月21日および9月11日の2回実施した。

2. 処理方法

前記1980年に造成したOr+A1区およびOr+La区に対し、1981年の利用1年目から1985年の利用5年目まで、1)低刈り区(刈取り高さが地際から2cmの区)、2)中刈り区(刈取り高さが地際から5cmの区)、3)高刈り区(刈取り高さが地際から10cmの区)の3処理区を設け、3連制乱塊法により実

施した。なお、追肥は毎年草地用化成2号を m^2 あたり、早春時に50g、1、2番刈り後に各々25g、年間合計100gを施した。

3. 調査項目

1) 草丈：1週間ごとに全区の各草種10個体を無作為に測定した。2) 風乾物収量：各刈取り時に、各区の $1m \times 1m$ を地際から、それぞれの刈取り高さ処理区の高さで刈取り、草種別に分けた後乾燥し、風乾物重量を求めた。3) 茎数密度：早春時に1ブロックのみ2か所ずつ $50cm \times 50cm$ のコドラートをを用い調査した。なお、Laは3小葉が展開した葉柄を数えた。

結 果

1. 草 丈

1番刈り時における草丈の推移は図1に示したとおりである。Or + Al 区のOrは各処理区とも利用3年目が最も高く約130cm前後の草丈を示し、その後約110cm前後の低い草丈になった。また、利用3年目以降、刈取り高さが高くなるに伴い高い草丈を示した。Alは利用2年目から、刈取り高さが高くなるに伴い草丈が高くなったが、利用5年目では中刈り区が最も高い草丈になった。

Or + La 区のOrは、ほぼOr + Al 区のOrと同様な推移を示し、各処理区とも利用3年目が最も高く、それ以降は年次を経るにしたがい低い草丈になった。Laは刈取り処理による一定した傾向はみられなかったが、利用4年目から各処理区とも草丈は低くなった。

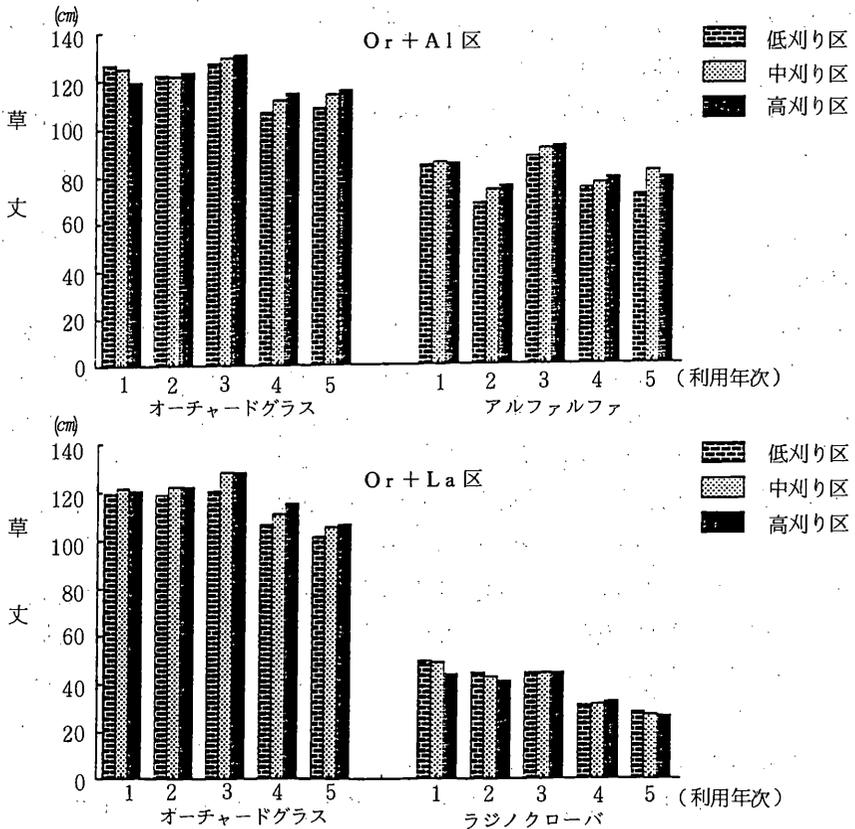


図1 1番刈り時における草丈の推移

2. 風乾物収量

風乾物収量の推移は、表1、2に示したとおりである。Or + A1区のOrは低刈り区が、利用1、2年目で最も多収となったが、利用3年目から減少し続け、利用5年目にはピーク時の58%の収量になった。中刈り区および高刈り区は、利用2年目で最も多く利用4年目に減少したが、利用5年目には若干増加した。Orの5年間の合計収量では低刈り区 ≥ 中刈り区 > 高刈り区の順になった。A1は各処理区とも、利用2年目および4年目に少ない収量であったが、年次を経るにしたがい増加する傾向を示した。A1の5年間の合計収量は低刈り区 ≥ 中刈り区 > 高刈り区の順になったが、処理区間差はわずかであった。区の収量はA1の収量が少なかった利用2年目および4年目を除き、年次を経るにしたがい低刈り区では若干減少の、また中刈り区および高刈り区では増加する傾向がみられた。区の5年間の合計収量は、低刈り区 ≥ 中刈り区 > 高刈り区の順になり5%水準で有意差が認められた。

Or + La区のOrでは、利用1年目は低刈り区 ≥ 中刈り区 > 高刈り区の順であったが、利用2年目から5年目にかけては中刈り区が若干高刈り区を上回り、Orの5年間の合計収量では、中刈り区 ≥ 低刈り区 > 高刈り区の順になり、5%水準で有意差が認められた。Laは、各年次において刈取り高さが高くなるに伴い少ない収量になったが、低刈り区および中刈り区は利用5年目から、高刈り区は利用4年目から顕著に減少した。Laの5年間の合計収量では低刈り区 > 中刈り区 > 高刈り区の順になり、1%水準で有意差が認められた。区の収量は5年間をとおして低刈り区および中刈り区で多く、高刈り区で少なかったが、各処理区とも年次を経るにしたがい減少する傾向を示した。区の5年間の合計収量は、低刈り区 > 中刈り区 > 高刈り区の順になり、5%水準で有意差が認められた。

表1 オーチャードグラス+アルファルファ区における風乾物収量の推移

(g/m²)

処理区	草種	利 用 年 次					合 計
		利用1年	利用2年	利用3年	利用4年	利用5年	
低刈り区	Or	833.1	833.7	725.2	514.8	484.6	3391.4
	A1	545.8	278.1	684.9	364.1	847.6	2720.5
	Or + A1	1378.9	1111.8	1410.1	878.9	1332.2	6111.9
中刈り区	Or	734.6	765.6	698.0	524.0	549.6	3271.8
	A1	506.6	265.1	721.0	384.8	801.5	2679.0
	Or + A1	1241.2	1030.7	1419.0	908.8	1351.1	5950.8
高刈り区	Or	586.9	680.9	619.6	435.5	541.8	2864.7
	A1	452.0	232.0	597.2	375.9	751.7	2408.8
	Or + A1	1038.9	912.9	1216.0	811.4	1293.5	5272.7
有 意 性	Or	NS	NS	NS	NS	NS	NS
	A1	NS	NS	NS	NS	NS	NS
	Or + A1	*	NS	**	NS	NS	*

注) 各利用年次の数値は1,2,3番草の合計である。

* : 5%水準で有意, ** : 1%水準で有意, NS : 有意差なし

表2 オーチャードグラス+ラジノクローバ区における風乾物収量の推移

(g/m²)

処理区	草種	利用年次					合計
		利用1年	利用2年	利用3年	利用4年	利用5年	
低刈り区	Or	990.7	822.8	902.1	576.3	774.0	4065.9
	La	247.2	248.5	266.2	128.4	61.9	952.2
	Or + La	1237.9	1071.3	1168.3	704.7	835.9	5018.1
中刈り区	Or	976.4	842.7	921.0	606.7	794.2	4141.0
	La	212.2	102.4	216.1	108.4	45.6	684.7
	Or + La	1188.6	945.1	1137.1	715.1	839.8	4825.7
高刈り区	Or	813.1	790.4	774.0	537.2	712.7	3627.4
	La	165.1	46.7	149.1	63.6	35.8	460.3
	Or + La	978.2	837.1	923.1	600.8	748.5	4087.7
有意性	Or	NS	NS	*	NS	NS	*
	La	NS	**	*	NS	NS	**
	Or + La	*	**	**	NS	NS	*

3. 草種構成

草種構成の推移は、図2に示したとおりである。なお各年次の割合は、年平均値で示した。Or + A1区は各年次において処理区間差は少なかったが、各処理区とも利用1, 2年目ではOr : A1 = 6 : 4 とほぼ適正な草種構成比であった。また利用3, 4年目ではOr : A1 = 5 : 5 となり、さらに利用5年目ではOr : A1 = 3 ~ 4 : 7 ~ 6 になり利用初期段階と逆の構成比になった。

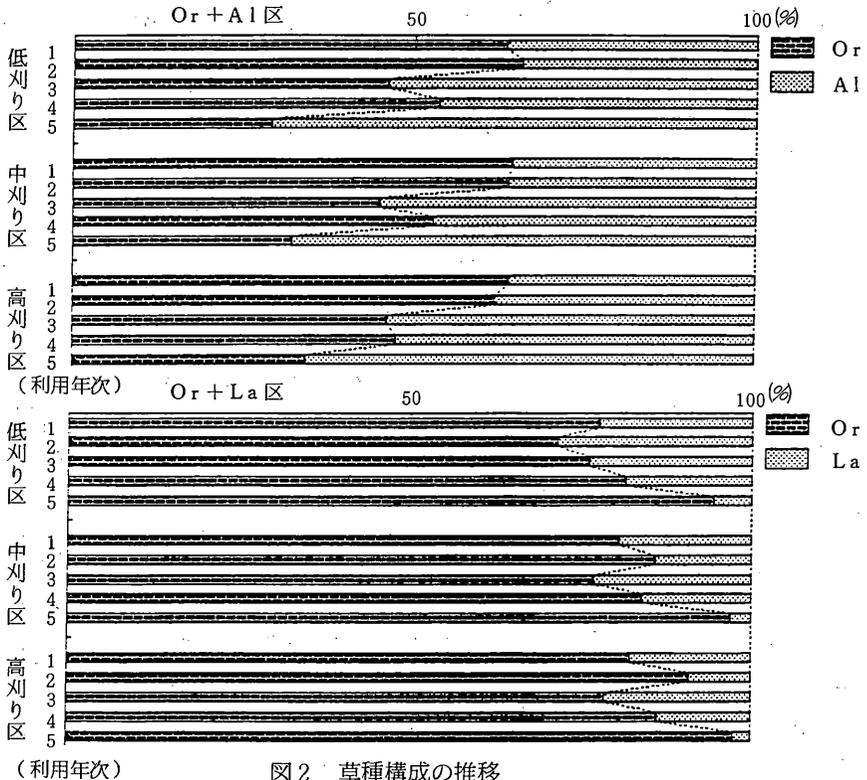


図2 草種構成の推移

Or+La区は、各年次において刈取り高さが高くなるに伴い低いマメ科率を示した。低刈り区では利用3年目までは23%~29%と比較的高いマメ科率を維持したが、中刈り区および高刈り区では利用1, 2年目から20%以下のマメ科率を示す傾向にあり、利用5年目になると各処理区とも刈取り高さに関係なく極めて低いマメ科率になり、Orが90%以上の割合で優占した。

4. 茎数

早春時における茎数の推移は、図3に示したとおりである。ただしLaは3小葉が展開した葉柄数で示した。Or+Al区のOrは、利用2年目までは刈取り高さが高くなるに伴い少なく、低刈り区で多かった。利用3年目以降は、低刈り区がほとんど増加せずほぼ平衡状態を保ったのに対し、中刈り区および高刈り区では、多くなる傾向を示した。Alは利用2年目に各処理区とも顕著に少なかったが、低刈り区および中刈り区では利用3年目からやや減少ぎみに推移し、高刈り区は利用2年目以降増加し続け利用5年目には最も多い茎数を示した。

Or+La区のOrの茎数は、利用3年目までは中刈り区で多く、低刈り区で少なかったが、その後低刈り区で増加したのに対し、中刈り区は減少し、利用5年目には逆に低刈り区で多く、中刈り区で最も少なくなった。また、高刈り区は両者の中間の茎数を示した。Laは5年間をとおして常に低刈り区で最も葉柄数が多かった。利用1年目の葉柄数では中刈り区および高刈り区に比べ、低刈り区で顕著に多かったが、利用2年目以降は低刈り区が急激に減少し、中刈り区および高刈り区との差はわずかとなった。

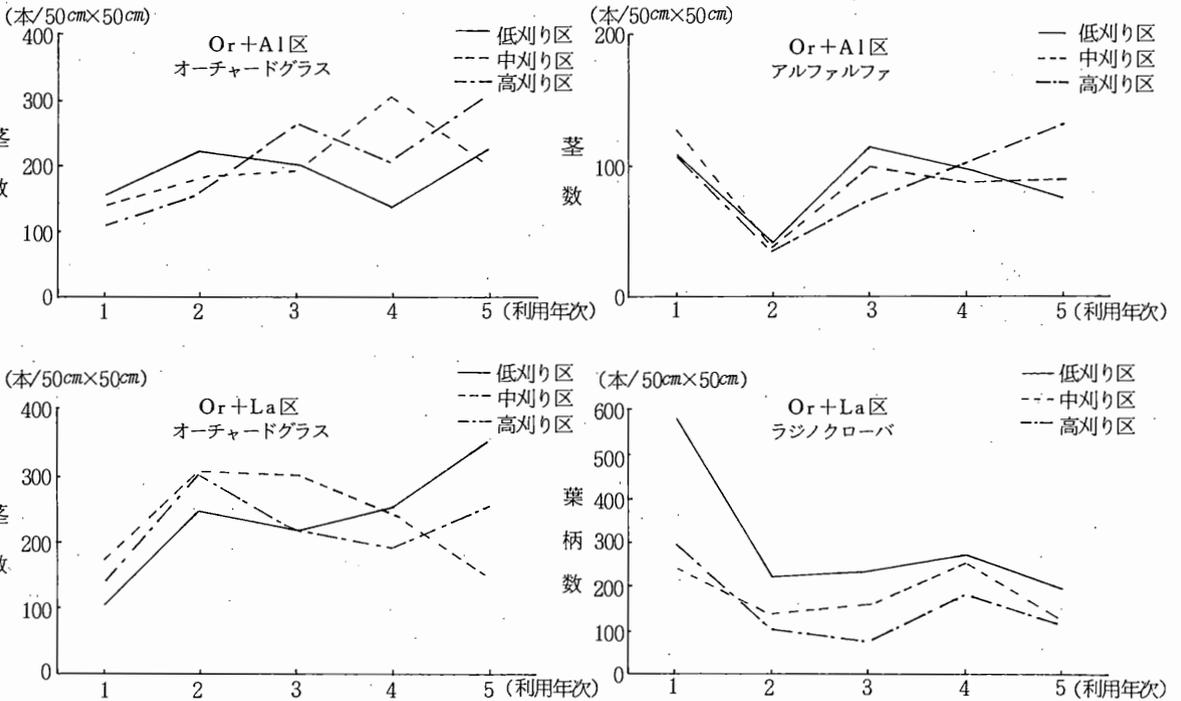


図3 茎数の推移

考 察

5年間の合計風乾物収量でみると、Or+AlおよびOr+Laの両混播草地ともに低刈り区および中刈り区で多く、高刈り区が少ない結果となった。しかしながら、その様相は、利用年次、両混播草地のマメ

科牧草の相違および個々の草種の刈取り高さに対する反応の違いなどによって異なった。

Or + A1 区の A1 の収量は 5 年間をとおして刈取り処理による影響は少なく、さらに年次を経るにしたがい各処理区とも増加する傾向にあった。A1 の再生は、主に冠根部および直根の貯蔵養分に依存し、しかも再生芽の多くは冠根部から発生することから^{2, 7)}、再生期間が十分であれば刈取り高さの影響は少ないものと考えられる。また、Or は利用 3 年目までは低刈りほど多収であったが、利用 4 年目からは各処理区とも顕著に減少し、さらに利用 5 年目になると若干ではあるが低刈り区で逆に少なくなった。酒井ら⁶⁾は、北海道など夏の冷涼地帯では、高刈りの有利性は薄れるであろうと推察しているように、本実験の Or でも 1 番刈り時の草丈では高刈りほど高くなったものの、その差は高刈り区の収量増とはならなかった。しかしながら、利用 5 年目で若干ながら高刈り区および中刈り区の収量が低刈り区のそれを上回ったことから、高刈りは A1 の優占化を緩和する効果があるものと思われる。Or + La 区は Or + A1 区に比べ、比較的早期に Or が優占し、しかもその傾向は高刈り区で顕著であった。これは、マメ科牧草の草型の相違が Or の生育に対して、すなわち A1 は 2 番草の生育において Or を抑圧し、La は 1 番草の生育において逆に Or に抑圧されたこと⁴⁾が主な要因と考えられる。

以上のように本実験の刈取り高さ条件では、Or + A1 草地は利用初期段階では Or が主体に生産性をあげ、しかも低刈りほど多収となったが、年次を経るにしたがい A1 主体となり Or の減収を補完するかたちになった。とくに中刈り区および高刈り区では Or の減収分だけ A1 が多収となり、処理区間差は接近することが認められた。また、Or + La 草地は、利用 3 年目までは、低刈りによる La の増収効果が認められ、低刈り区で多収となったが、利用 5 年目になると刈取り処理に関係なく Or が優占し生産性は低下した。

参考文献

- 1) 畑中一葉 (1986) 混播草地における草種の競合に関する研究 2. 刈取り高さの相違が生育, 収量および草種構成におよぼす影響 (利用 5 年目). 酪農学園大学卒論.
- 2) 片岡健司 (1975) アルファルファの品種と栽培利用技術 II アルファルファの栽培管理 59-89. 北農会. 札幌.
- 3) 小阪進一・村山三郎・阿部繁樹 (1983) 混播草地における草種の競合に関する研究 第 8 報 刈取り高さの相違が生育, 収量および草種構成におよぼす影響 (利用 1 年目). 北草研報 17: 42-46.
- 4) 小阪進一・村山三郎・小笠原貴志 (1984) 混播草地における草種の競合に関する研究 第 9 報 刈取り高さの相違が生育, 収量および草種構成におよぼす影響 (利用 2 年目). 北草研報 18: 52-58.
- 5) 小阪進一・村山三郎・西山光徳 (1986) 混播草地における草種の競合に関する研究 第 11 報 刈取り高さの相違が生育, 収量および草種構成におよぼす影響 (利用 3 年目). 北草研報 20: 192-196.
- 6) 酒井 博・川鍋祐夫・藤原勝美 (1969) オーチャードグラス草地の乾物生産と生産過程 2. 刈取り高さの影響. 日草誌 15: 206-213.
- 7) 佐藤 庚・西村 格・伊藤陸泰 (1967) 草地の密度維持に関する生態生理学的研究 第 4 報 土壌湿度と刈取りの高さがイネ科-マメ科混播草地の収量と草種比率に及ぼす影響. 日草誌 13: 122-127.
- 8) 寺山美千枝 (1985) 混播草地における草種の競合に関する研究 2. 刈取り高さの相違が生育, 収量および草種構成におよぼす影響 (利用 4 年目). 酪農学園大学卒論.

オーチャードグラスとシロクローバの混播草地 における牧草および雑草個体の空間分布

湯本 節三 (滝川畜試)

緒 言

草地における牧草群落の構造を明らかにすることは、群落の動態を把握するために必要である。群落の構造は様々な観点から評価されなければならないが、群落を構成する個体の空間分布によっても特徴づけられる。

一方、草地においてはイネ科牧草とマメ科牧草が混播されるのが常である。しかし、混播草地におけるイネ科牧草とマメ科牧草の個体の分布関係についての報告は少ない。

本試験では、オーチャードグラスとシロクローバの混播草地を用いて、播種当年秋の牧草個体群と雑草個体群に関して群内および群間での個体の分布関係について検討した。

材料および方法

試験方法および耕種概要

供試草地は4反復の乱塊法よりなり、各反復にはシロクローバのラジノ型2品種(L-1, L-2と略記)およびコモン型2品種(C-1, C-2と略記)の各品種とオーチャードグラス(品種オカミドリ)とを混播した4種類の草地が配してある。なお、各反復での各混播草地の大きさは $12\text{ m} \times 5\text{ m} = 60\text{ m}^2$ である。

播種日は1985年8月7日で、播種量はオーチャードグラスが $2\text{ kg}/10\text{ a}$ 、シロクローバが各品種とも $0.5\text{ kg}/10\text{ a}$ であった。

播種前、炭カルを $720\text{ kg}/10\text{ a}$ 、N、 P_2O_5 および K_2O を1, 20および $3\text{ kg}/10\text{ a}$ 、それぞれ施した。

空間分布の調査方法

播種当年の10月中旬、各混播草地で機会的(ランダム)に1か所を選定し、空間分布の調査を行った。調査は、初めに調査地点に $50\text{ cm} \times 50\text{ cm}$ の方形枠(縦、横 5 cm の間隔で針金により格子状に区切られている)を設置し、枠内のオーチャードグラス、シロクローバおよび雑草の3群の個体に各群が識別できるようカラーペイントで色分けした釘を刺し、次にそれを真上からインスタントカメラで撮影して行った。この写真に基づき個体の位置を方眼紙に落とし、個体の座標を決定した。なお、雑草については釘を刺して個体の位置を確認するつど取り除き、乾物重を測定した。

空間分布の解析法(群内)

各群での個体の分布様式はMorishita¹⁾の分布集中度指数 $I\delta$ を用いて解析した。 $I\delta$ は次式のように表される。

$$I\delta = q\delta = q \frac{\sum_{i=1}^q n_i(n_i - 1)}{N(N-1)}, \quad N = \sum_{i=1}^q n_i$$

ここで q は調査域内を分割して得られる区画数、 n_i は i 番目の区画での個体数、 N は調査域内の総個体

数である。

個体群の分布様式は、区画の大きさの増減にともなう I_{δ} 値の変化の様相より判断される。一般に、個体群が調査域内で機會的に分布しているとき、 I_{δ} 値は区画の大きさに関係なく 1 となる。また、個体群が集中分布をしているとき、区画の大きさが増大するにつれ I_{δ} 値は漸次小さくなって 1 に近づき、一様分布をしているとき、逆に、区画の大きさが増大するにともない I_{δ} も大きくなって 1 に近づく。

空間分布の解析法 (群間)

群間での個体の分布関係を Morishita²⁾ の分布相関指数 R_{δ} により解析した。 R_{δ} は次式のように表される。

$$R'_{\delta} = \frac{2 \left(q \sum_{i=1}^q nx_i ny_i - Nx Ny \right)}{q (\delta x + \delta y) Nx Ny}, \quad Nx = \sum_{i=1}^q nx_i, \quad Ny = \sum_{i=1}^q ny_i$$

$R'_{\delta} \geq 0$ のとき $R_{\delta} = R'_{\delta}$

$$R'_{\delta} < 0 \text{ のとき } R_{\delta} = \frac{q \sum_{i=1}^q nx_i ny_i}{Nx Ny} - 1$$

ここで q は調査域内を分割して得られる区画数、 nx_i および ny_i は i 番目の区画での群 x と y のそれぞれの個体数、 Nx および Ny は群 x と y の調査域内におけるそれぞれの総個体数、 δx および δy は群 x と y のそれぞれの δ 値である。

群間での個体の分布関係は、 R_{δ} 値の正負およびその大きさより判断される。 R_{δ} 値が正の場合、両群の個体が互いに近接した位置を占める相対的分布関係にあることを、負の場合には、互いに相対的に離れて位置する相反的分布関係にあることを意味する。また、 R_{δ} 値が 0 の場合は、両群の個体が互いに独立的な分布関係にあることを意味する。

上記の分布集中度指数 I_{δ} 値の計算は、滝川畜試大原益博氏提供のプログラムを用いて行った。ここに記して感謝の意を表す。

結果および考察

8月7日に播種後、8月31日ないし9月1日にオーチャードグラスおよびシロクローバがともに発芽期に達した。

空間分布調査時の草丈は、全区平均で、オーチャードグラスが 8.8 cm、シロクローバが 5.0 cm であり、雑草乾物重は 16.9 g (/0.25 m²) であった (表 1)。雑草としてはオオツメクサが主体で、他にノボロギク、イヌホオズキ、ナズナなどが見られた。

個体数はオーチャードグラスが最も多く、次いで雑草、シロクローバの順であり、シロクローバ

表 1 草丈、雑草乾物重および個体数の平均値と標準偏差

	平均値	標準偏差
草 丈 (cm)		
オーチャードグラス	8.8	2.65
シロクローバ	5.0	1.91
雑草乾物重 (g/0.25 m ²)	16.9	13.78
個体数 (/0.25 m ²)		
オーチャードグラス	181	53.3
シロクローバ	58	30.5
雑 草	79	64.5

の個体数はオーチャードグラスの $\frac{1}{3}$ ほどであった(表1)。しかし、個体数は区間でばらつきが大きかった。

オーチャードグラス、シロクローバおよび雑草の各個体群に関する区画面積： $I\delta$ 曲線を図1、2および3にそれぞれ示した。これらの図では、調査した16区の各々について曲線が示してある。

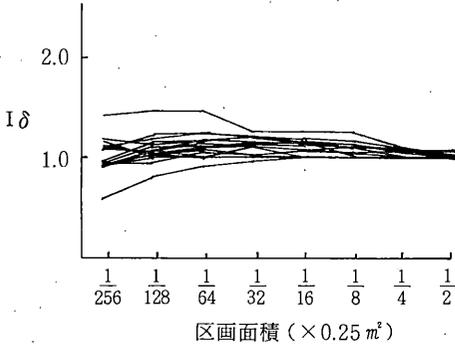


図1 オーチャードグラス個体群に関する区画面積- $I\delta$ 曲線

オーチャードグラスでは、2、3の場合を除き、 $I\delta$ 値は区画面積の大きさに関係なく1前後の値をとった。したがって、オーチャードグラス個体群の分布様式はほぼ機会分布であると言える。

シロクローバでは、ほとんどの場合、区画面積の増大にともない $I\delta$ 値が小さくなった。それゆえ、シロクローバ個体群の分布様式は、集中分布と判断される。そこで、 $I\delta(S)/I\delta(2S)$ 曲線¹⁾により集中斑の大きさを推定した。しかし、推定された大きさは区によって様々で、集中斑の大きさに一定の傾向は認められなかった。

雑草個体群では、調査した16区中、機会分布、集中分布および一様分布と判断される区がそれぞれ6、4、4あり、また、分布様式が判然としない区が2あった。このように、雑草では個体群が特定の分布様式に片寄ることはなかった。

オーチャードグラス、シロクローバおよび雑草の3群の個体に関する $R\delta$ 値を表2に示した。オ

ーチャードグラスと雑草およびシロクローバと雑草とは、ほとんどの場合、 $R\delta$ 値が負となり、牧草個体と雑草個体とは相反的分布関係にあることがうかがわれる。オーチャードグラスとシロクローバにつ

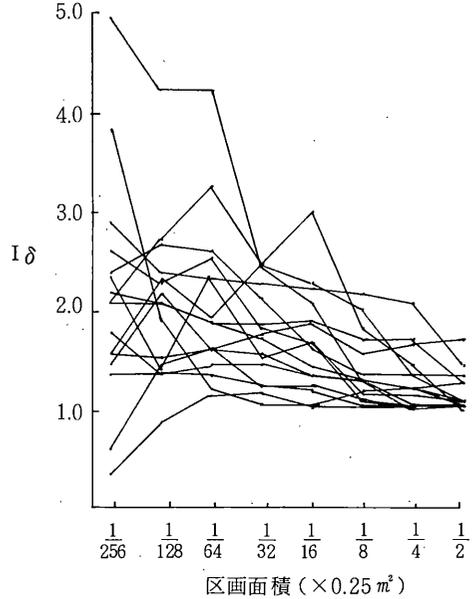


図2 シロクローバ個体群に関する区画面積- $I\delta$ 曲線

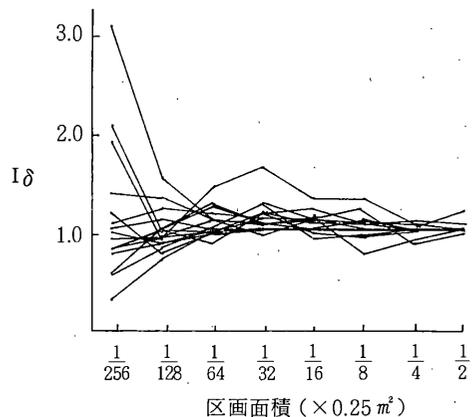


図3 雑草個体群に関する区画面積- $I\delta$ 曲線

表2 オーチャードグラス, シロクローバおよび雑草の3群の間のR δ 値

シロクローバ 混播品種	オーチャードグラス 対 雑 草				シロクローバ 対 雑 草				オーチャードグラス 対シロクローバ			
	反		復		反		復		反		復	
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
L-1	-0.33	0.00	-0.21	-0.18	-0.23	-0.20	-0.40	-0.16	-0.08	-0.21	-0.19	-0.16
L-2	-0.08	-0.47	-0.51	-0.20	0.27	0.02	-0.53	-0.30	-0.47	0.08	-0.54	0.14
C-1	-0.38	-0.31	-0.31	-0.26	-0.11	-0.04	-0.43	-0.13	0.13	-0.40	-0.05	-0.80
C-2	-0.28	-0.21	-0.34	-0.10	-0.41	-0.24	-0.07	-0.01	-0.43	0.04	0.05	-0.11

いても、R δ 値が負あるいは0に近い値をとることが多く、両群の個体は相反的もしくは独立的分布関係にあると言える。

上記の結果より、オーチャードグラスとシロクローバとは個体群の分布様式に違いのあることが示された。空間分布の調査時期が発芽後1か月半たらずで、牧草の定着時期であったことを考慮すれば、この要因として、種子の形状や重さの違いによる播種時の影響および水分条件の微地形的変化に対する発芽反応の相違などが考えられる。

摘 要

オーチャードグラスとシロクローバの混播草地を用いて、播種当年秋の牧草および雑草個体の分布関係を検討した。

オーチャードグラスはおよそ14 cm²あたり1個体の密度で機会的に分布し、シロクローバは、個体密度がオーチャードグラスの $\frac{1}{3}$ 位で、様々な大きさの集中斑を形成しながら分布した。また、雑草は個体密度がオーチャードグラスの半分位で、一定の分布様式を示さなかった。

これら3群の個体は群間で互いに排他的に空間を占有する傾向にあった。

引用文献

- 1) Morishita, M. (1959) Measuring of the dispersion of individuals and analysis of the distributional patterns. Mem. Fac. Sci. Kyushu Univ., Ser. E (Biol.) 2 : 215 - 235.
- 2) Morishita, M. (1959) Measuring of interspecific association and similarity between communities. Mem. Fac. Sci. Kyushu Univ., Ser. E (Biol.) 3 : 65 - 80.

放牧によるワラビの防除

高橋 俊・手島 道明(北農試)

Control of brackenfern (*Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn var. *latiusculum* (Desv.) Und.) in pasture by grazing

S. TAKAHASHI and M. TESHIMA

(Hokkaido Natl Agric., Exp. Stn., Sapporo, 004 Japan)

緒 言

ワラビは放牧草地における主要な永年性雑草のひとつである。本報では放牧によるワラビ防除の可能性を検討した。

材料および方法

1) 供試草地

北農試内のワラビ侵入の著しい放牧草地(1965年に不耕起造成)を利用した。主要な草種はオーチャドグラス, ケンタッキーブルーグラス, シロクローバである。

2) 処 理

施肥量ならびに放牧強度の違いによる影響をみるため, 各々2水準を設け, 表1に示す処理を行った。

表1 処理の内容

処 理 名	面積	年 間 施 肥 量	年平均放牧強度
①少肥-弱放牧区	8 a	N, P ₂ O ₅ , K ₂ O各7.5 kg/10 a (3回分施)	291 (頭・日/ha)
②少肥-強放牧区	4 a	"	513 "
③多肥-弱放牧区	6 a	N, P ₂ O ₅ , K ₂ O各15 kg/10 a (3回分施)	383 "
④多肥-強放牧区	3 a	"	667 "
⑤対 照 区	1.5 a	無 施 肥	禁 牧

放牧強度(頭・日/ha)は少肥-弱放牧が300, 少肥-強放牧が600, 多肥-弱放牧が400, 多肥-強放牧が800を目標としたが, 草量の不足等により, 実際の放牧強度は表2に示したとおりとなった。

表2 各処理区の年次別放牧強度

		1980年	1981年	1982年	1983年	平均
少肥	弱放牧	325	300	300	238	291
	強放牧	400	550	600	500	513
多肥	弱放牧	433	400	400	300	383
	強放牧	533	733	800	600	667

注) 単位は, 頭・日/ha

3) 調 査

① ワラビの萌芽数(本/a)および

地上部の損耗の調査

各処理区に, 9 m²の調査定点を10か所設置し, ワラビ地上部の損耗の程度を3段階(健全, 損傷, 枯

死)に分けて、各回の放牧後に各々の本数を調査した。

② ワラビの地上部の草丈、乾物重の調査

6月下旬から7月上旬にかけて、葉の完全展開直後の草丈、乾物重を測定した。

③ ワラビの地下茎の調査

処理終了年の翌春に各区3か所(1㎡・深さ20cm)を掘り取り、地下茎の乾物重と総茎長を測定した。

結 果

1) 放牧によるワラビ地上部の損耗

放牧牛の行動によって受けるワラビの損耗の大きさと放牧強度との関係を見るため、萌芽数に占める「損傷+枯死」数の割合(以下、損耗率という)を図1に示した。損耗率は少肥区、多肥区いずれにおいても強放牧で高かった。特にワラビの萌芽が盛んな時期の第1回、第2回放牧時において、放牧強度間に大きな差が認められた。

萌芽数に占める枯死数の割合(以下、枯死率という)を図2に示した。少肥区における第1回放牧時の場合を除くと、損耗率と同様に、両施肥区とも強放牧で高い値を示した。最終放牧回(第4回放牧)時における枯死率は、少肥区の弱放牧が65%、強放牧が81%、多肥区においては弱放牧が77%、強放牧が82%を示した。

2) ワラビの萌芽数の推移

4年間における萌芽数の推移を表3に示した。処理2年目までは、各処理区とも対照区よりもかなり高い値を示し

表3 各処理区の萌芽数

		1980年	1981年	1982年	1983年
少肥	弱放牧	2751	4281	3946	4031
	強放牧	2456	2979	2360	1961
多肥	弱放牧	2718	2671	1473	1340
	強放牧	3372	2529	886	582
対照区		1443	1311	1082	1099

注) 単位は、本/a

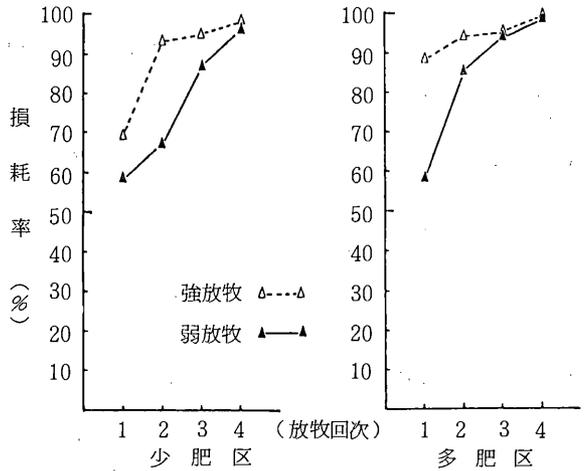


図1 放牧によるワラビの損耗率*の推移(1982年)

* 損耗率=(損傷数+枯死数)/萌芽数×100

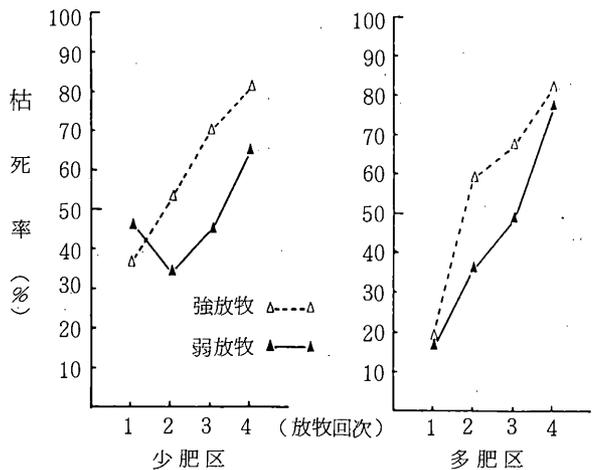


図2 放牧によるワラビの枯死率*の推移(1982年)

* 枯死率=枯死数/萌芽数×100

た。しかし、処理3年目からは処理の違いによって減少した区とそうでない区に分かれた。最も減少したのは、多肥一強放牧区であり、逆に最も増加したのは少肥一弱放牧区であった。

3) ワラビの地上部の草丈および乾物重

処理によって、萌芽したワラビの大きさがどのように変化するかをみるため、春に羽片が完全に展開した直後のワラビの草丈、乾物重を表4に示した。

表4 各処理区のワラビの草丈および乾物重

		草 丈 (cm)			乾 物 重 (g/本)		
		1981. 7/9	1982. 7/1	1983. 6/22	1981. 7/9	1982. 7/1	1983. 6/22
少 肥	弱放牧	69 (68)	72 (77)	61 (81)	8.2 (50)	13.2 (78)	8.8 (97)
	強放牧	61 (60)	61 (66)	48 (64)	7.9 (48)	8.9 (52)	4.7 (52)
多 肥	弱放牧	64 (63)	64 (69)	57 (76)	6.3 (38)	10.0 (59)	5.4 (59)
	強放牧	67 (66)	55 (59)	38 (51)	8.6 (52)	7.7 (45)	3.4 (37)
対 照 区		102 (100)	93 (100)	75 (100)	16.5 (100)	17.0 (100)	9.1 (100)

注) () は対照区の値に対する指数

各処理区とも、対照区に比べ、地上部の矮小化が認められた。最も矮小化が進行したのは多肥一強放牧区であり、処理4年目(1983年)においては草丈が対照区の51%、乾物重では37%であった。一方、少肥一弱放牧区では、いったん矮小化はしたものの、その後、草丈、乾物重とも回復の傾向を示し、しだいに対照区の値に近づいた。

4) ワラビの地下茎長および地下茎重

ワラビは地下茎に多量の養分を蓄積しているため、処理が地下茎に及ぼす影響をみるため、処理終了後の翌春における地下茎長ならびに地下茎重を表5に示した。

少肥一弱放牧区の地下茎長を除き、処理区の地下茎長、地下茎重とも減少した。最も減少したのは多肥一強放牧区であり、対照区に比較して、地下茎長で7%、地下茎重では4%にすぎなかった。

表5 処理終了後の地下茎長および地下茎重
1984. 6. 13

		地下茎長(m)	地下茎重(DM g)
少 肥	弱放牧	48.9 (104)	501 (83)
	強放牧	27.7 (59)	252 (42)
多 肥	弱放牧	13.0 (28)	91 (15)
	強放牧	3.1 (7)	23 (4)
対 照 区		46.8 (100)	605 (100)

注) 1. 各データは、1 m² × 20 cm (深さ) 中の値
注) 2. () は対照区の値に対する指数

考 察

施肥量ならびに放牧強度を増すことにより、放牧地に侵入したワラビを防除することが可能であった。しかし、施肥量も少なく、放牧強度も低い場合にはかえってワラビの侵入を増大させるので注意を要する。

施肥量を増すことは、草量の増加をとおして放牧強度を高めることになり、その結果ワラビ地上部の損耗を増大させることになる。また同時に、草勢を高めることによって生じる被圧効果や、牧草根系の発達により、地表部に形成される密なルートマットがワラビの抑制に作用しているようにも思われる。このことは表3に示した萌芽数において、多肥一弱放牧区は、少肥一強放牧区よりも、放牧強度が小さいにもかかわらず、萌芽数がしだいに小さい値を示したことや、さらに、表5に示した地下茎長および地下茎重に

においても、放牧強度では小さい多肥-弱放牧区の方が、少肥-強放牧区よりも、抑制効果が大きかったことから示唆される。ワラビを多量に採食した場合には汎骨髄癆を引き起こす。放牧牛はラジノクローバのような多汁高たんぱくの草を連続採食させた場合にはワラビを積極的に採食するが、通常の放牧条件下では積極的には採食しない²⁾。また、放牧地においては、ワラビの累積採食量が体重の約30%を越した場合に汎骨髄癆になる可能性があるといわれている¹⁾。

したがって、放牧によってワラビの防除を行う場合、汎骨髄癆を引き起こす可能性は少ないと思われるが、放牧牛としては幼牛を避け、比較的体重の大きな牛を用いることが必要であろう。また同一の牛が長期間ワラビ侵入の草地に滞牧しないような放牧を行うことが必要である。すなわち、一定の放牧強度(頭・日/ha)をかける場合でも、面積当たりの頭数を多くして、滞牧期間を短くするような放牧を行うことが望ましい。

摘 要

放牧草地に侵入したワラビを放牧によって防除する可能性を検討した。施肥量を2水準(多, 少), 放牧強度を2水準(強, 弱)とする4処理を設け, 4年間試験を行った。結果の概要は次に示すとおりである。

- (1) ワラビの地上部が放牧によって受ける損耗はいずれの施肥区においても、強放牧の方が大きかった。
 - (2) ワラビの萌芽数(本/a)は、処理2年目までは各処理区とも増加したが、3年目からは減少する区(多肥-強放牧区)とそうでない区に分かれた。
 - (3) ワラビの地上部は、処理によって矮小化し、その程度は多肥-強放牧区において著しかった。
 - (4) ワラビの地下茎は、処理によって減少し、その程度は、多肥-強放牧区で顕著であった。
- 以上より、長期間を要するが、施肥量と放牧強度を増すことによってワラビを防除することが可能であった。

引用文献

- 1) 早川康夫(1972) 草地における放牧牛のわらび採食 第1報 長草型野草地における行動. 北農試彙報 100: 78-90.
- 2) 早川康夫・宮下昭光(1973) 草地における放牧牛のわらび採食 第3報 わらび採食を起こしやすい草地条件. 北農試研報 104: 65-82.

エゾノギシギシの防除に関する生態学的研究

6. 年齒・温度がエゾノギシギシ種子の 発芽に及ぼす影響

村山 三郎・田澤 聡・小阪 進一 (酪農学園大学)

Ecological studies on the control of broadleaf dock (*Rumex obtusifolius* L.)

6. Effects of age of seeds and air temperature on the germination of broadleaf dock

S. MURAYAMA, S. TAZAWA and S. KOSAKA
(Rakuno Gakuen University, Ebetsu, 069 Japan)

緒 言

エゾノギシギシ (*Rumex obtusifolius* L.) は、わが国の牧草地に広く分布し、かつ、牧草地の強害草であることを認め⁵⁾ その防除法を確立するため、本雑草の生態を究明中である^{3, 4, 5, 6, 7, 8)}。

そこで、本報では年齒・温度がエゾノギシギシ種子の発芽に及ぼす影響を及ぼすかについて検討したので、その概要を報告する。

材料および方法

供試種子は江別市文京台緑町の本学付属農場において、表1の年月日に採種した完熟種子を用いた。年齒区は'80年産、'82年産、'83年産、'84年産および'85年産の5区を設けた。また、温度処理区は10℃、15℃、20℃、25℃、30℃および35℃の6処理区を設けた。実験はNK式人工気象器を用い、1986年5月20日から7月6日に行った。光条件は常時6,300 lx照射した。置床は直径11cmのシャーレに、エゾノギシギシ種子100粒をまき3反復した。なお、供試種子は内花被片を除去して用いた。調査は24時間ごとに20回にわたり発芽数を調べ、発芽率、発芽開始日、発芽勢および平均発芽日数を算出した。

表1 供試種子の採取年月日

1980年	9月27日
1982年	8月12日
1983年	9月1日
1984年	8月9日
1985年	8月30日

結 果

1. 発芽率

年齒・温度別におけるエゾノギシギシ種子の発芽率は、図1および表2のとおりである。温度処理別にみると、20℃区および25℃区では終始高い発芽率を示した。10℃区および15℃区では初期の発芽率が低かったが、その後高い発芽率を示した。一方、35℃区では初期の発芽率が10℃区、15℃区に比較

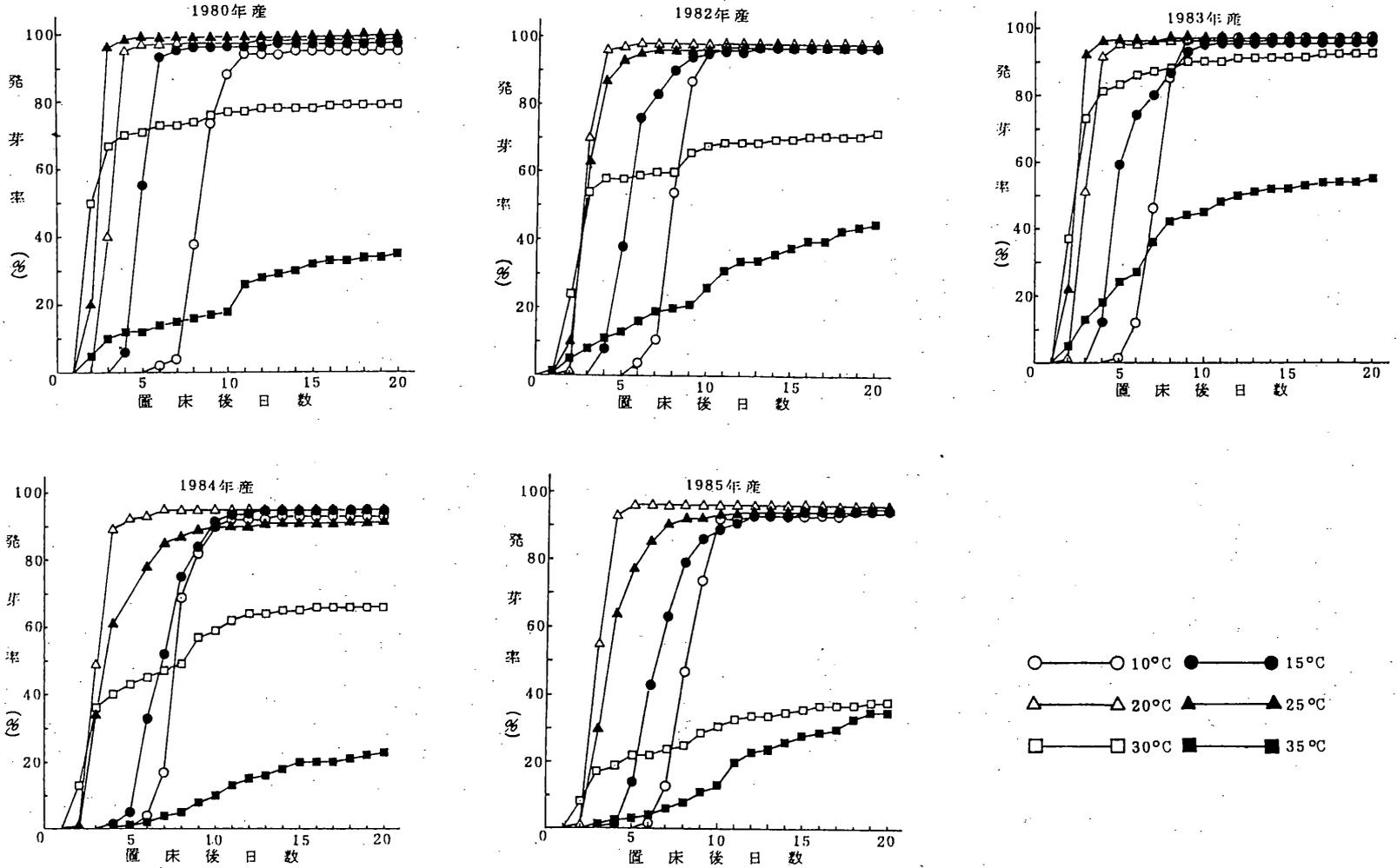


図1 年産・温度別におけるエゾノギシギシ種子の発芽率

してやや高い傾向にあったが、その後低い値を示した。30℃区でも初期の発芽率が10℃区、15℃区に比較して高い値を示したが、その後低い値を示した。年齒別にみると、'80年産および'82年産種子は35℃区では低い値を示したが、30℃区では約70%の発芽率を示した。'83年産種子は35℃区では低い値を示したが、30℃区では90%以上の発芽率を示した。'84年産種子は35℃では極めて低い値を示したが、30℃区では66.0%の値を示した。また、'85年産種子は35℃区および30℃区とも極めて低い値を示した。そのほかの温度処理では年齒別に大差が認められなかった。

このように、エゾノギシギシ種子の発芽率は20℃、25℃では高い値を示した。10℃、15℃では初期の発芽率が低かった。また、30℃、35℃では発芽率が低く、しかも、年齒別の種子で微妙に異なった。

表2 年齒・温度別におけるエゾノギシギシ種子の発芽率 (%)

年齒 \ 温度	10℃	15℃	20℃	25℃	30℃	35℃
1980年産	94.7	96.7	97.5	98.3	79.0	35.3
1982年産	97.3	96.7	98.3	96.7	71.7	44.5
1983年産	96.7	96.3	96.0	97.3	91.7	55.3
1984年産	92.7	95.3	95.0	91.7	66.0	22.7
1985年産	94.3	93.7	96.0	94.7	37.7	35.3

2. 発芽開始日

年齒・温度別におけるエゾノギシギシ種子の発芽開始日は、表3のとおりである。'80年産、'82年産および'83年産種子は温度が高くなるに伴い発芽開始日が早くなった。'84年産種子は同様の傾向にあったが、35℃区では発芽開始日が5日と遅かった。また、'85年産種子は25℃区および35℃区でやや遅かった。

このように、エゾノギシギシ種子の発芽開始日は温度が高くなるに伴い早くなるが、年齒が少ないとこの傾向が乱れた。

表3 年齒・温度別におけるエゾノギシギシ種子の発芽開始日 (日)

年齒 \ 温度	10℃	15℃	20℃	25℃	30℃	35℃
1980年産	6	4	3	2	2	2
1982年産	6	4	2	2	2	1
1983年産	5	4	2	2	2	2
1984年産	6	4	2	2	2	5
1985年産	6	4	2	3	2	3

3. 発芽勢

年齒・温度別におけるエゾノギシギシ種子の発芽勢を発芽勢締切日を5日間として算出すると、表4のとおりである。温度処理別にみると、各年産の種子とも、20℃区および25℃では90%以上の発芽勢を示し、ついで、30℃区、15℃区、35℃区の順であったが、10℃では最も低く、ほとんど0%であった。また、年齒別にみると、'80年産、'82年産および'83年産種子は、20℃区および25℃区で極めて高い値を示し、

ついで、30℃区、15℃区、35℃区の順であった。そのほか、'83年産種子のみが10℃区でわずかであるが発芽勢を認めた。'84年産および'85年産種子は20℃区および25℃区で極めて高い発芽勢を示し、ついで、30℃区、15℃区および35℃区であったが、特に、'84年産種子の35℃区および15℃区で、'85年産種子の35℃区で極めて低い値を示した。なお、10℃区では両年産の種子とも0%であった。

以上、エゾノギシギシ種子は20℃~25℃では極めて高い発芽勢を示した。一方、15℃区および35℃区では発芽勢が低かった。特に、年齒が少ない区で著しく低かった。なお、10℃区ではほとんど0%であった。

表4 年齒・温度別における
エゾノギシギシ種子の発芽勢 (%)

年齒 \ 温度	10℃	15℃	20℃	25℃	30℃	35℃
1980年産	0	54.6	96.5	98.3	70.7	12.3
1982年産	0	37.6	97.3	96.7	58.3	13.0
1983年産	0.3	59.0	95.3	97.3	82.7	24.3
1984年産	0	5.3	92.3	91.7	43.0	0.3
1985年産	0	14.0	96.3	94.7	21.7	2.7

4. 平均発芽日数

年齒・温度別におけるエゾノギシギシ種子の平均発芽日数は、表5のとおりである。温度処理別にみると各年産種子とも、おおむね、20℃区および25℃区で短く、ついで、30℃区、15℃区の順であった。一方、10℃区および35℃区では長かった。年齒別にみると、'80年産、'82年産および'83年産種子は20℃区、25℃区および30℃区で短く、10℃区および35℃区で長かったが、'83年産種子は比較的短かった。'84年産および'85年産種子でも類似した傾向にあったが、両年産種子とも35℃区で極めて長かった。

このように、エゾノギシギシ種子の平均発芽日数は20℃、25℃で短く、10℃区では長かった。特に、35℃では年齒が少ない区ほど極めて長かった。

表5 年齒・温度別における
エゾノギシギシ種子の平均発芽日数 (日)

年齒 \ 温度	10℃	15℃	20℃	25℃	30℃	35℃
1980年産	8.8	5.4	3.7	2.8	3.1	8.8
1982年産	8.5	6.1	3.3	3.4	4.1	9.3
1983年産	7.5	5.7	3.5	2.9	3.3	6.5
1984年産	8.2	7.5	3.6	4.2	4.7	11.0
1985年産	8.7	7.0	3.4	4.5	6.6	11.3

考 察

酒井⁹⁾は、エゾノギシギシ種子の発芽と温度との関係について、成熟後6か月経過した種子を使用して実験を行った結果、8℃では18日目に発芽をはじめ、2日間でほとんど完全に発芽し、13℃では7日目に発芽をはじめ、ほとんど毎日少数の発芽があり、20日目には99%に達した。発芽速度の速いのは22℃、

27°Cであり、17°C、30°Cではともにやや遅かった。35°Cでは発芽個体は200粒中わずかに1粒であった。このことから、エゾノギシギシ種子の発芽温度は最低8°C、最適25°C、最高35°Cと推定されると報告している。栗本ら²⁾はエゾノギシギシ種子の発芽適温は20~25°Cであるが、発芽温度の幅は広いものと考えられると報告している。清水¹⁰⁾はエゾノギシギシの発芽温度域は種子の休眠覚醒程度で異なり、休眠覚醒初期では低温域(18°C、23°C)でのみ発芽がみられるが、覚醒が進行するに伴って高温域(28°C、33°C)での発芽が増大し、かつ、高温ほど発芽が早くなることを認めている。また、本江¹⁾は土壌中に4年間埋没保存した種子は、5~15°C、10~20°C、15~25°Cの変温でそれぞれ79、77、87%の平均発芽率を示したと報告している。

本実験において、エゾノギシギシ種子の発芽率は20°C、25°Cでは高かった。一方、30°C、35°Cでは低く、しかも、年齒別の種子で微妙に異なった。発芽開始日は、温度が高くなるに伴い早くなったが、年齒が少ないとこの傾向が乱された。発芽勢は20°C、25°Cでは極めて高かったが、35°C、15°Cおよび30°Cで低かった。特に、年齒が少ない区で著しく低かった。また、平均発芽日数は20°C、25°Cでは短く、10°C、35°Cでは長かった。特に、35°Cでは年齒が少ない区で極めて長かったことが明らかとなった。

以上のことから、エゾノギシギシ種子の発芽温度は20~25°C程度が最適温度と考えられる。また、30~35°Cにおいて、年齒の少ない区で劣る傾向にあったが、このことは休眠によるものと推察される。

引用文献

- 1) 本江昭夫(1986) 草地雑草エゾノギシギシ(*Rumex obtusifolius* L.)に関する生態学的研究. 北海道大学学位審査論文 84~110.
- 2) 栗本省二・大竹茂登・滝広徳男(1974) 草地雑草エゾノギシギシの発生生態と防除に関する研究 第1報 種子の発芽特性について. 広島県立農試報告 33: 57~61.
- 3) 小林 聖・村山三郎・小阪進一(1986) エゾノギシギシの防除に関する生態学的研究 3. エゾノギシギシの生活史. 北草研報 20: 75~83.
- 4) 小林 聖・村山三郎・小阪進一(1986) エゾノギシギシの防除に関する生態学的研究 第5報 窒素施肥がエゾノギシギシの生育、重量および体内成分に及ぼす影響. 雑草研究 31(別号): 185~186.
- 5) 村山三郎・小阪進一・阿部繁樹・小屋松恭史・八百枝康(1982) 草地における雑草の生態的防除に関する研究 第11報 北海道における牧草地雑草の種類と分布. 北草研報 11: 47~53.
- 6) 村山三郎・小阪進一・祖父江忠史(1985) エゾノギシギシの防除に関する生態学的研究 1. 遮光処理がエゾノギシギシの生育、重量および体内成分に及ぼす影響. 北草研報 19: 146~151.
- 7) 村山三郎・小阪進一・佐藤公之(1985) エゾノギシギシの防除に関する生態学的研究 2. 温度処理がエゾノギシギシの生育、重量および体内成分に及ぼす影響. 北草研報 19: 152~156.
- 8) 村山三郎・小阪進一・大島敏明(1986) エゾノギシギシの防除に関する生態学的研究 4. 土壌水分がエゾノギシギシの生育、重量および体内成分に及ぼす影響. 北草研報 20: 84~88.
- 9) 酒井 博(1973) 牧草地雑草の生態と防除に関する研究. 東北大学学位審査論文 202~256.
- 10) 清水矩宏(1978) 牧草と雑草、特に発芽・初期生育について. 日本雑草学会 第6回 雑草防除夏季研究会テキスト 23~68.

エゾノギシギシの防除に関する生態学的研究

7. 磷酸施肥レベルがエゾノギシギシの生育 および体内無機成分におよぼす影響

小林 聖・村山 三郎・小阪 進一
(酪農学園大学)

Ecological studies on the control of broadleaf dock (*Rumex obtusifolius* L.)

7. Effect of phosphorus levels on the growth and chemical composition of broadleaf dock

K. KOBAYASHI, S. MURAYAMA and S. KOSAKA

(Rakuno Gakuen University, Ebetsu, Hokkaido 069 Japan)

緒 言

著者ら⁴⁾は、第5報において窒素施肥レベルがエゾノギシギシ (*Rumex obtusifolius* L.) に対して敏感に反応し、とくに秋に出芽・生長し越冬した個体の反応が顕著であることを明らかにした。

引き続き、本報では磷酸施肥処理が age を異にする本雑草の生育および体内無機成分にいかなる影響をおよぼすかについて検討したので、その概要を報告する。

材料および方法

本試験は北海道江別市文京台緑町の酪農学園大学構内で、洪積性重粘土壌を充填した 2000 分の 1 a ワグネルポットを用いて実施した。供試材料は、エゾノギシギシの春播き、秋播きおよび株植えで、春播き区では 1985 年 4 月 18 日に播種し、6 月 3 日に定植した。秋播き区では 1985 年 5 月 6 日に前年の秋に出芽した苗 (1 個体の平均生体重 2.6 g) を定植した。株植え区では 1985 年 5 月 6 日に数年の株 (1 個体の平均生体重 187.6 g) を定植した。処理区は過磷酸石灰を用いてポットあたり P_2O_5 : 0 g 区 (以下 P 0 g 区), P_2O_5 : 1 g 区 (P 1 g 区), P_2O_5 : 2 g 区 (P 2 g 区), P_2O_5 : 4 g 区 (P 4 g 区) および P_2O_5 : 8 g (P 8 g 区) の 5 処理区を設けた。 P_2O_5 以外の肥料は各区とも共通して、ポットあたり N: 2 g (硫安 10 g), K_2O : 2 g (硫加 4 g) および $CaCO_3$: 12 g (炭カル 12 g) を施した。栽植個体数は 1 ポットあたり 2 個体とし、試験を 3 反復で行った。

調査は、定植後 1 週間おきに草丈および葉数について行った。すなわち、春播き区では 6 月 11 日から 7 月 23 日まで 7 回、秋播き区では 5 月 7 日から 7 月 9 日まで 10 回、株植え区では 5 月 7 日から 7 月 2 日まで 9 回にわたり測定した。掘取り調査は、開花期 (春播き区は 7 月 26 日、秋播き区は 7 月 11 日、株植え区は 7 月 5 日) に行い、掘取り後、ただちに葉部、莖部および根部に分け生草重と乾物重を測定した。そのほか、部位別の全窒素含有率 (T-N%), 磷含有率 (P%), 加里含有率 (K%), カルシウム含有率 (Ca%) およびマグネシウム含有率 (Mg%) を定量した。なお、T-N は Kjeldahl 法、P はバナドモリブデン酸による吸光光度法、K は炎光光度法、Ca・Mg は原子吸光光度法により行った。

結 果

1. 草 丈

磷酸施肥レベル別の草丈の推移を表1に示した。春播き区では調査開始の6月11日から6月18日までには処理区間に有意差が認められなかったが、6月25日以降の草丈に有意差が認められ、とくにP0g区で極めて劣り、P1g区でもやや劣った。秋播き区では調査開始の5月7日から5月21日までは区間に有意差が認められなかったが、5月28日以降の草丈に有意差が認められ、とくにP0g区で極めて劣り、P4g区でも若干劣った。株植え区では調査開始の5月7日から5月28日までは区間に有意差が認められなかったが、6月4日以降の草丈に有意差が認められ、P0g区で劣った。

表1 磷酸施肥レベル別の草丈の推移

(cm)

処理	5				6				7			
	7	14	21	28	4	11	18	25	2	9	16	23
春播き区	P0g区					4.0	4.2	5.2	6.5	8.7	11.8	14.6
	P1g区					3.3	4.5	8.7	15.1	23.5	30.3	34.6
	P2g区					3.0	4.7	9.8	17.8	27.1	36.7	44.3
	P4g区					3.4	5.0	10.0	16.9	27.8	35.0	41.6
	P8g区					3.1	5.4	10.1	18.3	27.0	36.7	41.9
	LSD(5%)					NS	NS	1.6	2.6	2.8	3.0	4.3
秋播き区	P0g区	8.0	8.2	8.0	8.8	9.4	10.9	13.6	18.6	21.0	26.0	
	P1g区	8.0	8.0	7.8	11.0	15.6	21.7	31.0	37.6	41.7	64.0	
	P2g区	8.2	7.9	8.5	13.1	17.0	24.5	33.4	38.9	44.5	65.7	
	P4g区	8.1	7.9	7.7	10.8	15.2	21.4	28.4	37.7	40.6	57.5	
	P8g区	8.2	7.8	9.3	14.4	19.6	27.6	34.8	41.8	48.6	68.4	
	LSD(5%)	NS	NS	NS	1.7	2.5	3.5	3.3	4.4	4.2	6.9	
株植え区	P0g区	20.4	20.7	18.8	22.5	23.7	26.0	28.5	34.6	45.8		
	P1g区	20.4	20.8	18.5	23.0	29.9	35.0	36.9	44.9	63.4		
	P2g区	19.3	19.2	16.9	20.1	25.3	32.8	36.5	41.9	59.4		
	P4g区	21.1	19.9	17.8	22.7	27.8	33.5	37.5	46.6	59.4		
	P8g区	19.9	18.2	17.1	22.4	27.3	32.2	36.2	46.4	59.7		
	LSD(5%)	NS	NS	NS	NS	2.7	3.6	3.5	7.2	9.7		

2. 葉 数

磷酸施肥レベル別の葉数の推移を表2に示した。春播き区では調査開始の6月11日には処理区間に有意差が認められなかったが、6月18日以降の葉数に有意差が認められ、磷酸の施肥量が増すにともない葉数が増加し、とくにP0g区で極めて劣った。秋播き区では調査開始の5月7日から5月21日までは区間に有意差が認められなかったが、5月28日以降の葉数に有意差が認められ、とくにP0g区で極めて少なく、P8g区で増加した。株植え区では6月25日に区間に有意差が認められたほかはいずれも認められなかったが、P0g区で少なかった。

表2 磷酸施肥レベル別の葉数の推移

(枚)

処理	月日	5				6				7			
		7	14	21	28	4	11	18	25	2	9	16	23
春播き区	P 0 g 区					2.2	2.0	2.3		3.3	4.3	4.0	4.2
	P 1 g 区					2.0	2.5	4.2		7.7	12.3	24.7	62.7
	P 2 g 区					2.3	3.5	6.8		11.0	17.3	44.7	156.3
	P 4 g 区					2.5	3.2	4.7		9.8	18.0	37.3	160.0
	P 8 g 区					3.2	4.8	8.8		14.3	20.7	43.2	202.5
	LSD (5%)					NS	1.2	2.4		3.3	3.8	17.3	82.3
秋播き区	P 0 g 区	2.7	2.2	2.2	2.8	3.7	4.7	5.5	7.7	14.3	14.7		
	P 1 g 区	2.5	2.2	2.2	3.5	9.3	19.2	27.3	47.3	75.5	118.5		
	P 2 g 区	2.7	2.2	3.3	5.8	14.5	22.5	33.5	39.2	106.7	160.5		
	P 4 g 区	2.8	2.0	2.5	3.8	12.7	22.3	31.7	49.5	122.3	155.5		
	P 8 g 区	3.2	2.5	2.8	5.0	14.3	21.7	32.2	48.5	85.2	151.5		
	LSD (5%)	NS	NS	NS	1.7	3.6	5.3	5.7	9.9	52.3	193.4		
株植え区	P 0 g 区	29.0	19.2	17.5	22.0	29.2	32.2	37.3	46.3	136.7			
	P 1 g 区	31.0	18.5	18.0	23.0	33.5	39.8	50.8	95.3	237.2			
	P 2 g 区	23.5	16.0	17.5	25.5	34.2	43.3	56.3	59.2	206.8			
	P 4 g 区	25.5	14.5	14.8	20.5	30.8	44.2	58.3	118.3	267.8			
	P 8 g 区	23.0	13.7	17.7	24.5	31.8	38.7	55.3	82.2	271.7			
	LSD (5%)	NS	46.2	NS									

3. 生草重

磷酸施肥レベル別の生草重を図1に示した。春播き区では、葉重、茎重および合計重量において磷酸の施肥量が増すにともない増加したが、根重においてP0g区で減少したほかは大差はなかった。秋播き区では、葉重、茎重、根重および合計重量ともP0g区で顕著に減少したほかは大差はなかった。株植え区では、葉重および茎重においてP0g区で顕著に減少したほかは大差はなかった。合計重量においてP0g区で減少したほかはP1g区でやや増加したものの大差は認められなかった。

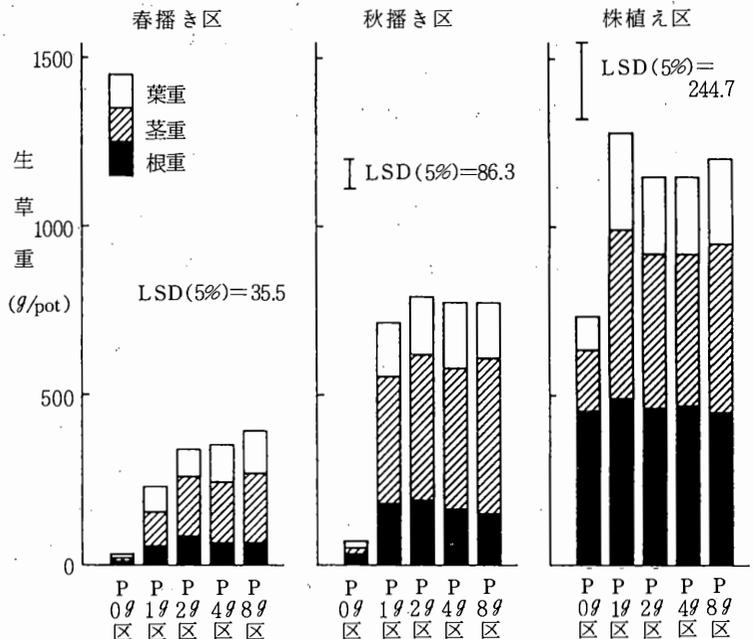


図1 磷酸施肥レベル別の生草重

注) LSD (5%) は合計重量について表示

4. 乾物重

磷酸施肥レベル別の乾物重を図2に示した。春播き区では、葉重、茎重、根重および合計重量とも、磷酸の施肥量が増すにともない増加した。秋播き区では、葉重、茎重、根重および合計重量とも、P0g区で顕著に減少したほかは、P1g区でやや減少したものの大差はなかった。株植え区では、葉重において、磷酸の施肥量が増すにともない増加し、茎重および合計重量においてもP1g区でやや増加しているものの、同様の傾向にあった。

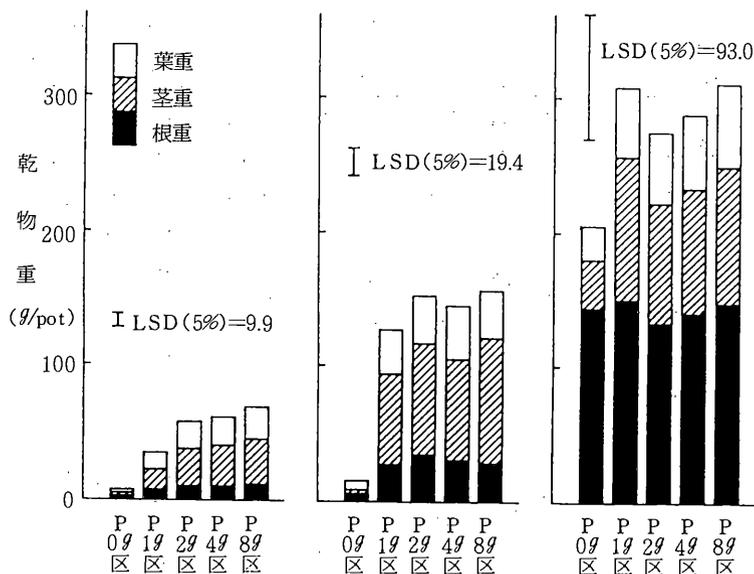


図2 磷酸施肥レベル別の乾物重

注) LSD(5%)は合計重量について表示

以上のように、根部を除いて春播き区、秋播き区および株植え区

とも、磷酸の施肥量が増すにともない増加する傾向が認められた。また、春播き区および秋播き区において、磷酸施用区に比べ、無磷酸区が極めて劣った。

5. 無機成分含有率

磷酸施肥レベル別の無機成分の含有率を表3に示した。T-N含有率は葉部において、春播き区、秋播き区および株植え区とも、磷酸の施肥量が増すにともない低い値を示した。茎部および根部においても春播き区で同様の傾向を示したが、秋播き区および株植え区ではP0g区で高い値を示したものの、ほかの処理区には一定の傾向は認め難かった。P含有率は葉部、茎部および根部において、春播き区、秋播き区および株植え区とも、磷酸の施肥量が増すにともない高い値を示した。K含有率は葉部において、春播き区で磷酸の施肥量が増すにともない低い値を示し、秋播き区も若干その傾向にあった。茎部において、春播き区、秋播き区および株植え区とも、P0g区で高い値を示したものの、ほかの処理区はほぼ同様の値であった。根部において、春播き区で磷酸の施肥量が増すにともない低い値を示す傾向があったものの、秋播き区および株植え区では大差はなかった。Ca含有率は葉部および茎部において、春播き区、秋播き区および株植え区とも、磷酸の施肥量が増すにともない高い値を示す傾向にあった。根部においても春播き区で同様の傾向がみられた。Mg含有率は茎部において、春播き区および秋播き区ではP0g区で高い値を示したが、株植え区ではほぼ同様の値を示した。

このように、無機成分の含有率は磷酸レベルによる区間に差異はややみられたものの、春播き区、秋播き区および株植え区の間には顕著な差は認め難かった。

表3 磷酸施肥レベル別の無機成分含有率

(%)

項目 処理	T - N			P			K			Ca			Mg			
	葉部	莖部	根部	葉部	莖部	根部	葉部	莖部	根部	葉部	莖部	根部	葉部	莖部	根部	
春播 き区	P0g区	4.49	3.08	2.35	0.20	0.20	0.12	2.44	3.62	1.23	0.91	1.28	0.47	0.55	0.43	0.42
	P1g区	4.12	2.56	1.89	0.23	0.25	0.13	2.24	2.35	1.05	1.72	1.34	0.92	0.58	0.33	0.35
	P2g区	3.88	2.35	1.50	0.28	0.31	0.16	1.86	2.02	0.96	2.24	1.57	1.01	0.65	0.33	0.29
	P4g区	3.80	2.10	1.39	0.32	0.33	0.18	1.86	2.03	0.93	2.45	1.76	1.08	0.60	0.31	0.27
	P8g区	3.25	1.86	1.25	0.31	0.38	0.21	1.62	2.13	0.92	2.94	1.69	1.16	0.58	0.32	0.26
秋播 き区	P0g区	3.96	3.09	2.32	0.14	0.16	0.07	1.73	2.63	0.89	0.80	1.07	0.43	0.48	0.36	0.30
	P1g区	2.51	1.01	0.95	0.18	0.13	0.11	1.62	1.47	1.08	2.13	1.03	0.72	0.51	0.18	0.29
	P2g区	2.22	1.13	0.65	0.23	0.22	0.15	1.41	1.48	0.83	2.31	1.16	0.89	0.54	0.20	0.24
	P4g区	2.21	1.04	0.72	0.26	0.28	0.21	1.53	1.62	0.85	2.40	1.29	0.75	0.50	0.19	0.22
	P8g区	2.17	1.09	0.66	0.29	0.30	0.25	1.40	1.41	0.88	2.47	1.18	0.87	0.55	0.21	0.25
株植 え区	P0g区	2.85	2.08	1.45	0.10	0.10	0.05	1.13	1.63	0.52	0.91	0.62	1.05	0.48	0.18	0.25
	P1g区	2.25	0.97	0.65	0.17	0.12	0.06	1.45	1.27	0.54	1.61	0.94	1.09	0.51	0.17	0.20
	P2g区	2.08	0.98	0.61	0.21	0.19	0.08	1.55	1.43	0.46	2.19	1.10	1.26	0.53	0.18	0.20
	P4g区	2.04	0.87	0.71	0.25	0.20	0.12	1.30	1.29	0.53	2.40	1.15	1.24	0.59	0.18	0.23
	P8g区	2.13	1.00	0.64	0.29	0.28	0.15	1.33	1.38	0.46	2.29	1.38	1.16	0.56	0.21	0.24

6. 無機成分含有量

磷酸施肥レベル別の無機成分の含有量を表4に示した。T-N含有量は葉部、莖部、根部および合計量において、春播き区および秋播き区で、P0g区で顕著に減少し、春播き区ではP1g区も減少する傾向にあったが、ほかの処理区はほぼ同様の値であった。一方、株植え区では葉部および莖部において、P0g区が若干減少したが、逆に根部および合計量において、P0gおよびP1g区で増加する傾向にあった。株植え区の莖部および合計量を除いて区間に有意差が認められた。P含有量は葉部、莖部、根部および合計量において、春播き区、秋播き区および株植え区とも、磷酸の施肥量が増すにともない増加し、区間に有意差が認められた。K含有量は葉部、莖部、根部および合計量において、春播き区で磷酸の施肥量が増すにともない増加した。秋播き区では莖部および合計量でその傾向にあり、株植え区の合計量を除いて有意差が認められた。Ca含有量は春播き区および秋播き区で、K含有量と同様の傾向を示し、株植え区の葉部、莖部および合計量も、磷酸の施肥量が増すにともない増加し、株植え区の根部を除いて有意差が認められた。Mg含有量は葉部、莖部、根部および合計量において、春播き区で磷酸の施肥量が増すにともない増加する傾向にあったのに対し、秋播き区および株植え区では、P0g区で減少したが、ほかの処理区はほぼ同様の値であり、株植え区の根部を除き有意差が認められた。

このように、無機成分の含有量は磷酸レベルによる区間に差異がややみられ、春播き区および秋播き区の根部に比べ、株植え区のそれは若干異なった傾向を示した。

表4 磷酸施肥レベル別の無機成分含有量

		(g/pot)																			
項目	処理	T-N				P				K				Ca				Mg			
		葉部	莖部	根部	合計	葉部	莖部	根部	合計	葉部	莖部	根部	合計	葉部	莖部	根部	合計	葉部	莖部	根部	合計
	P 0 g 区	0.06	0.01	0.02	0.09	0.01	0.01	0.01	0.01	0.03	0.02	0.01	0.06	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01
春	P 1 g 区	0.56	0.35	0.15	1.07	0.03	0.03	0.01	0.07	0.30	0.33	0.08	0.71	0.23	0.19	0.07	0.49	0.08	0.05	0.03	0.15
播	P 2 g 区	0.76	0.66	0.14	1.56	0.05	0.09	0.02	0.16	0.36	0.57	0.09	1.02	0.44	0.44	0.10	0.98	0.13	0.09	0.03	0.25
き	P 4 g 区	0.82	0.61	0.14	1.57	0.07	0.10	0.02	0.19	0.40	0.59	0.09	1.08	0.53	0.51	0.11	1.15	0.13	0.09	0.03	0.25
区	P 8 g 区	0.78	0.63	0.14	1.55	0.07	0.13	0.02	0.22	0.39	0.73	0.10	1.22	0.71	0.58	0.13	1.42	0.14	0.11	0.03	0.28
	LSD(5%)	0.08	0.18	0.03	0.23	0.01	0.03	0.01	0.03	0.05	0.17	0.02	0.19	0.06	0.13	0.02	0.16	0.01	0.03	0.01	0.04
	P 0 g 区	0.21	0.10	0.14	0.45	0.01	0.01	0.01	0.02	0.09	0.08	0.05	0.22	0.04	0.03	0.03	0.10	0.03	0.01	0.02	0.06
秋	P 1 g 区	0.81	0.68	0.26	1.75	0.06	0.09	0.03	0.18	0.52	0.99	0.29	1.80	0.69	0.69	0.19	1.57	0.16	0.12	0.08	0.36
播	P 2 g 区	0.80	0.91	0.23	1.94	0.08	0.18	0.05	0.31	0.51	1.20	0.29	1.99	0.83	0.94	0.31	2.08	0.20	0.16	0.08	0.44
き	P 4 g 区	0.87	0.77	0.23	1.87	0.10	0.21	0.07	0.38	0.60	1.20	0.27	2.07	0.94	0.95	0.24	2.13	0.20	0.14	0.07	0.41
区	P 8 g 区	0.75	1.01	0.19	1.95	0.10	0.28	0.07	0.45	0.49	1.31	0.25	2.05	0.86	1.10	0.25	2.21	0.19	0.19	0.07	0.45
	LSD(5%)	0.10	0.12	0.06	0.22	0.01	0.02	0.01	0.04	0.06	0.17	0.06	0.25	0.12	0.12	0.06	0.25	0.03	0.02	0.02	0.05
	P 0 g 区	0.72	0.74	2.09	3.55	0.03	0.03	0.07	0.13	0.29	0.58	2.19	3.06	0.23	0.22	1.52	1.97	0.12	0.06	0.36	0.55
株	P 1 g 区	0.17	1.03	1.20	3.40	0.09	0.13	0.11	0.33	0.76	1.34	1.00	3.10	0.84	0.99	2.02	3.85	0.27	0.18	0.37	0.82
植	P 2 g 区	1.10	0.88	0.81	2.79	0.11	0.17	0.11	0.39	0.82	1.28	0.61	2.71	1.16	0.98	1.67	3.81	0.28	0.16	0.27	0.71
え	P 4 g 区	1.13	0.81	0.99	2.93	0.14	0.19	0.17	0.50	0.72	1.21	0.74	2.67	1.33	1.07	1.73	4.13	0.33	0.17	0.32	0.82
区	P 8 g 区	1.28	1.03	0.94	3.25	0.17	0.29	0.22	0.68	0.80	1.42	0.68	2.90	1.38	1.42	1.71	4.51	0.34	0.22	0.35	0.91
	LSD(5%)	0.16	NS	0.78	NS	0.01	0.04	0.06	0.10	0.08	0.32	0.74	NS	0.12	0.24	NS	1.06	0.04	0.04	NS	0.22

考 察

本実験では、ageの異なるエゾノギシギシを用いて磷酸施肥レベルを変えた場合、その生育および体内無機成分に及ぼす影響をおよぼすかについて調査、検討したものであるが、ここで若干の考察を加えてみたい。

Hovelandら¹⁾は、数種の夏生・冬生雑草についての磷酸に対する反応は、反応しやすい草種と反応しにくい草種があり、また、とくに磷酸欠乏の顕著な草種は極端に生育が妨げられ、特有な赤紫色を帯びることを報告している。池永ら²⁾はアオビユの肥料三要素試験において磷酸欠乏では生育が著しく悪かったことを報告している。猪谷ら³⁾はセイタカアワダチソウにおいて磷酸の肥料効果が大きいとし、村山⁵⁾はエゾノギシギシの磷酸に対する反応は顕著なものがあり、磷酸施肥の効果が大きいことを認めている。

本実験において、地上部では春播き区、秋播き区および株植え区とも無磷酸区で著しく劣った。とくに春播き区と秋播き区では抽苔すらしなかった。これに対し地下部では春播き区および秋播き区とも無磷酸区で生育が著しく悪かったのに対し、株植え区では磷酸施用区と大差なかった。このことは種子からの植物体(春播き)および幼苗からの植物体(秋播き)は磷酸欠乏の影響を受けやすいのに対し、株植えの植物体(株植え)は根系に蓄えられている養分のため、影響を受けにくいものと思われる。

以上のことから、エゾノギシギシは磷酸施肥に対して敏感に反応し、しかもageによっても反応が異なった。すなわち、秋に出芽・生長して越冬した個体および春に出芽・生長した個体の反応が顕著であることが明らかとなった。このことは牧草地における本雑草の繁茂を抑制するためには、とくに造成時にお

る施肥管理にあたって十分な注意を払う必要があることを示唆している。

引用文献

- 1) Hoveland, C. S., G. A. Buchanan and M. C. Harris (1976) Response of Weeds to Soil Phosphorus and Potassium. Weed Sci. 20: 194 - 201.
- 2) 池永敏彦・松尾真弓・大橋 裕 (1975) アオビユの生理, 生態 2. 成長および chlorophyll 含量におよぼす肥料三要素の影響. 雑草研究 20 : 156 - 160.
- 3) 猪谷富雄・肱元茂善 (1977) セイタカアワダチソウの生態に関する研究 2. 生育と窒素, 磷酸および石灰施用量との関係. 雑草研究 22 (別号) : 164 - 165.
- 4) 小林 聖・村山三郎・小阪進一 (1986) エゾノギシギシの防除に関する生態学的研究 5. 窒素施肥レベルがエゾノギシギシの生育および体内無機成分におよぼす影響. 雑草研究 31 (別号) : 185 - 186.
- 5) 村山三郎 (1984) 牧草地雑草の生態的防除に関する研究. 京都大学学位論文 77 - 90.

サイレージ用トウモロコシの登熟における 果粒水分の早晩性による差異

沢田 壮兵・坂口由美子・
乾 泰司(帯広畜大)

トウモロコシ品種の早晩性は、生育期間の長短を意味しているが、実際には、播種から絹糸抽出までの栄養生長期間で代表されることが多い。トウモロコシの登熟期間は50~60日で、品種間に差があると考えられているものの詳しく検討した報告はみあたらない。また、サイレージ用トウモロコシは完熟をまたずに収穫されることもあって、サイレージの調製や栄養価の上で、適期に収穫することが重要であり、その予測法が考えられている。これらのことに関する基礎的な知見を得る目的で、登熟における果粒水分の推移と品種の早晩性による差異について検討した。

材料および方法

1985年と'86年に、早晩性を異にする6品種を用いて試験を行った。播種日は、両年とも5月10日であった。畦幅75cm、株間20cm(10a当たり6,667個体)の栽植密度で、帯広畜産大学作物試験圃場で栽培した。絹糸抽出日の異なる材料を得るために、ポリエチレンシートでマルチングした区と無処理の区を設けた。播種時にマルチングし、絹糸抽出期に除去した。絹糸を抽出した個体に当日毛糸で印をつけた。絹糸抽出後5日から10, 15, 20, 30, 40, 50および60日の8回、各試験区から5穂を採取して調査を行った。1穂の中央部の50粒を、75℃で48時間通風乾燥して、粒重および水分率を求めた。

結果と考察

表1に、絹糸抽出日と播種からの単純積算温度を示した。1986年の絹糸抽出は'85年とくらべて、マルチ区で6日、無処理区で4日遅かった。マルチ処理により両年とも9日絹糸抽出が早まった。

表2に、抽糸後日数による1粒重と果粒の水分率を示した。2年間2処理計4試験区の平均値である。抽糸後5日目の1粒重(乾物)は各品種とも6~7mg、水分率は90%前後で、品種間に差はなかった。粒重は15日以降急激に増加し、品種間に差が生じた。抽糸後60日目の1粒重は、早生(320mg)が最も大きく、中生(300mg)、晩生(260mg)の順であった。一方、水分率は粒重の増加とは反対に、15日目で減少しはじめ、品種間に差がみられた。早生品種が晩生品種よりも水の抜け方が速く、中生のホクユウは早生と、バッファローは晩生と同じ減少傾向を示した。これには、ホクユウの粒質がフリントで、バッファローの粒質がデントであることが関係していると考えられる。抽糸後60日には、早生の水分率が40%以下であったのに対し、晩生は50%近くであった。

表3に抽糸後の単純積算温度と水分率との関係を示した。ここでも、早生と晩生では果粒の水分率の推移が異なっていた。

表1 絹糸抽出日と播種日からの単純積算温度

品 種	年次	絹糸抽出日(月・日)		播種日から抽糸日までの単純積算温度(°C)		
		マルチ区	無処理区	マルチ区	無処理区	
早 生	ワセホマレ	'85	7. 26	8. 5	1, 051	1, 255
		'86	8. 2	8. 9	1, 101	1, 238
	ダイハイゲン	'85	7. 27	8. 6	1, 074	1, 272
		'86	8. 2	8. 8	1, 101	1, 219
中 生	ホクユウ	'85	8. 5	8. 12	1, 255	1, 417
		'86	8. 9	8. 18	1, 238	1, 420
	バッファロー	'85	8. 3	8. 11	1, 215	1, 393
		'86	8. 6	8. 15	1, 180	1, 360
晩 生	P 3715	'85	8. 7	8. 17	1, 319	1, 528
		'86	8. 14	8. 23	1, 341	1, 506
	J x 162	'85	8. 8	8. 17	1, 295	1, 528
		'86	8. 13	8. 17	1, 320	1, 506

表2 1粒重と果粒の水分率(2年間2処理区計4区の平均値, %)

抽糸後 日数	ワセホマレ	ダイハイゲン	ホクユウ	バッファロー	P 3715	J x 162
5	7	7	7	6	6	7
10	19	18	20	15	19	18
15	37	37	42	30	33	30
20	79	83	74	65	55	57
30	169	173	163	155	125	126
40	251	243	237	215	186	177
50	308	318	273	271	238	225
60	320	320	299	301	261	257
5	91	90	89	90	89	89
10	89	90	88	88	88	88
15	83	83	81	84	84	84
20	72	74	72	77	79	77
30	54	54	53	62	66	64
40	41	44	42	52	54	55
50	36	38	39	46	47	49
60	33	36	36	42	46	44

表3 抽糸後の単純積算温度による果粒の水分率(2年間2処理区計4区からの推定値, %)

抽糸後の 単純積算温度	果 粒 の 水 分 率 (%)					
	ワセホマレ	ダイハイゲン	ホクユウ	バッファロー	P 3715	J x 162
200 °C	89	90	89	89	88	88
400 °C	77	77	73	78	80	78
600 °C	56	56	52	62	63	61
800 °C	41	42	41	49	50	50
1000 °C	34	35	34	39	39	39
1200 °C	27	28	29	33	32	32

別に行なった試験より、粒質間にも水分率に差があることが認められたので(沢田・林, 1986), これらとの関係を検討した。図1のAは、1例として、同じ熟期のセミデント(ワセホマレ)とデント(CM 37×CMV 3, ワセホマレの花粉親の単交雑系統)には、果粒水分率が40%になる抽糸後の単純積算温度に、50℃の差があることを示している。ちなみに、ワセホマレでは果粒の水分率が40%の時、植物体の乾物率がおよそ30%である。図1Bは、ワセホマレと晩生の2品種(いずれもデント)には、40%となる抽糸後の単純積算温度に153℃の差があり、Aで得られた粒質間の差50℃を引くと、早生と晩生では、果粒の水分率が40%になるのにおよそ100℃の温度差があることを示している。

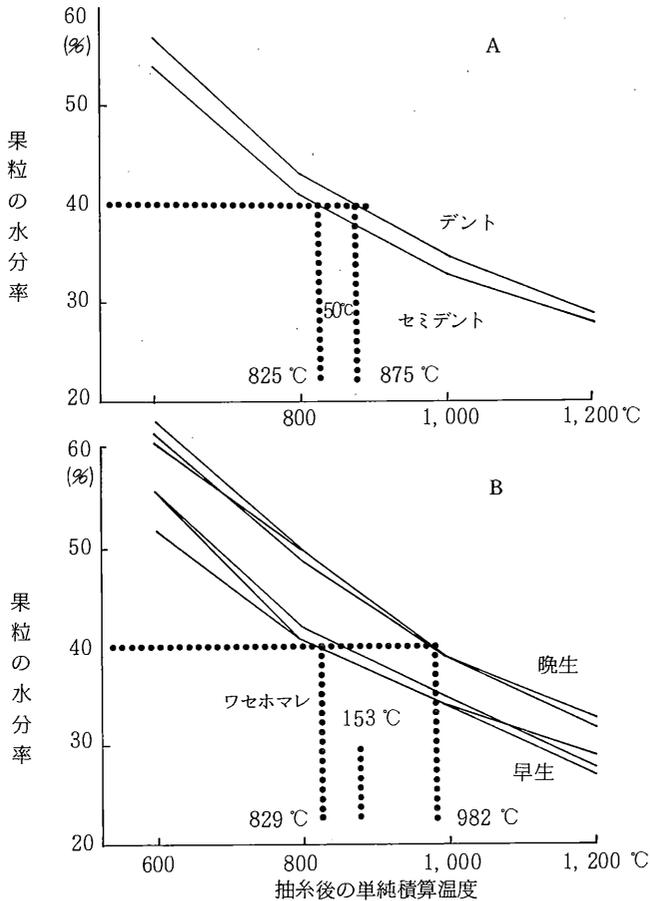


図1 果粒の水分率が40%となる抽糸後の単純積算温度

供試した早生品種の粒質はセミデントで粒重が大きく、晩生品種はデントで粒重が小さいという違いがあるので、本試験で得られた果粒水分率の差は、単に早晩性による差ばかりでなく、粒質や粒大あるいは粒列数に関与しているかもしれない。この点を明らかにするためには、デントの早生品種や、フリントの晩生品種を用いて試験を行う必要があるが、本試験の範囲内というならば、水分率を登熟の指標として用いた場合、品種の早晩性間には登熟速度に差があり、したがって、登熟日数にも差があると推察された。

引用文献

沢田壮兵・林真市(1986) トウモロコシの登熟における果粒水分の粒質間差異. 育種学雑誌 36 別2: 50~51.

天北地域におけるサイレージ用トウモロコシの 生育と気象に関する一考察

中村 克己・大槌 勝彦・吉沢 晃・筒井佐喜雄
(天北農試)・下小路英男(北見農試)

緒 言

サイレージ用トウモロコシの安定栽培を図るには、気象が生育に及ぼす影響を明らかにすることが極めて重要と思われる。しかし、天北地域のような冷涼地帯では栽培歴が浅いことから、今までほとんど検討されていなかった。そこで今回、当地域の中でも栽培適地帯である豊富町と、栽培不安定地帯である浜頓別町の品種比較試験における生育データを用い気象との関係を比較検討したので報告する。

材料および方法

浜頓別町における10か年(昭和52~61年)と、豊富町における7か年(昭和55~61年)の気象観測値および生育調査値を用いた。供試品種は当地域の奨励品種である「ワセホマレ」を用いた。栽植密度は浜頓別町7000本/10a、豊富町6667本/10aで、施肥量は北海道施肥基準に準拠した。

結果および考察

1) 気象の概況(表1) 各年次共通の生育期間に相当する6~9月の積算値を比較すると、平均気温は豊富町が約100℃高く、日照時間は浜頓別町がやや多く、降水量は両地区で差がなかった。この関係を月別に見ると、両地区で差が認められたのは、6~8月の気温、5、7月の日照時間、5月の降水量などで、トウモロコシの生育初期における気象差が大きい傾向にあった。また、年次変動を平均値に対する標準偏差を用いて比較すると、地区間では浜頓別町、月別では6、7月の気温の年次変動がやや大きい傾向にあった。

表1 生育期間の気象(昭和52年~61年の10か年平均)

項目 月	平均気温(℃)		日照時間(時間)		降水量(mm)	
	浜頓別	豊富	浜頓別	豊富	浜頓別	豊富
5月	8.6 ± 0.7	8.6 ± 0.3	206 ± 48	185 ± 37	90 ± 65	65 ± 27
6月	12.0 ± 2.4	12.9 ± 1.7	198 ± 40	188 ± 40	63 ± 31	62 ± 38
7月	16.4 ± 2.4	17.9 ± 2.2	195 ± 43	169 ± 34	67 ± 38	78 ± 34
8月	18.9 ± 1.8	19.8 ± 1.4	196 ± 47	187 ± 49	109 ± 85	97 ± 73
9月	14.8 ± 0.8	15.0 ± 0.9	211 ± 31	210 ± 21	120 ± 34	112 ± 42
10月	8.4 ± 1.2	8.5 ± 1.0	164 ± 19	157 ± 16	133 ± 47	143 ± 53
6~9月 積算	15.6 ± 1.4	16.4 ± 1.0	800 ± 134	754 ± 93	359 ± 116	349 ± 112

2) 生育の概況と収量・品質(表2) 発芽日数は両地区で差がなかった。発芽期から絹糸抽出期までに要した日数は、豊富町に比べ浜頓別町で12日多く、しかも年次変動が大であった。このことは両地区における6~7月の気温の違いを反映したものである。絹糸抽出期から収穫期までの日数は、絹糸抽出期まで長い期間を要した浜頓別町で少なかった。乾総重、総体の乾物率(以下、乾物率)、乾雌穂重割合は、いずれも豊富町で高く、年次変動も小さかった。

表2 生育の概況と収量・品質(浜頓別10か年、豊富7か年の平均)

生育概況	地区					
	浜頓別			豊富		
	\bar{X}	$\pm s$	CV(%)	\bar{X}	$\pm s$	CV(%)
播種~発芽までの日数	19	± 5	26.3	19	± 4	21.1
発芽~抽糸期までの日数	76	± 15	19.7	64	± 4	6.3
抽糸期~収穫までの日数	42	± 8	19.0	48	± 5	10.4
絹糸抽出期(月日)	8.20	± 13	63.0	8.13	± 5	40.0
乾総重(kg/10a)	893	± 317	35.5	1141	± 225	19.7
総体の乾物率(%)	22.8	± 6.6	28.9	25.1	± 4.9	19.5
乾雌穂重割合(%)	43.0	± 13.6	53.0	46.8	± 8.4	37.1

以下、気象と生育の関係について2、3の検討を行った。

3) 絹糸抽出期と気象の関係(図1) 浜頓別町における5月下旬~8月上旬の気象について、1回ずつずらした約30日間の移動平均を用い、どの時期の気象が絹糸抽出期に最も影響しているかを見た。その結果、気温は6月上旬~6月下旬および6月中旬~7月上旬、日照時間は5月下旬~6月中旬および6月上旬~6月下旬の期間との間に高い負の相関係数(気温: $r = -0.900^{**}$ 以上, 日照時間: $r = -0.800^{**}$ 以上)が得られた。これらの値は、絹糸抽出期までの生育期間にほぼ相当する6~7月の2か月間との間の相関係数より、やや高く、6月の気温、日照時間が絹糸抽出期に最も影響しているものと思われた。図には示さなかったが、豊富町でもほぼ同様な傾向にあった。

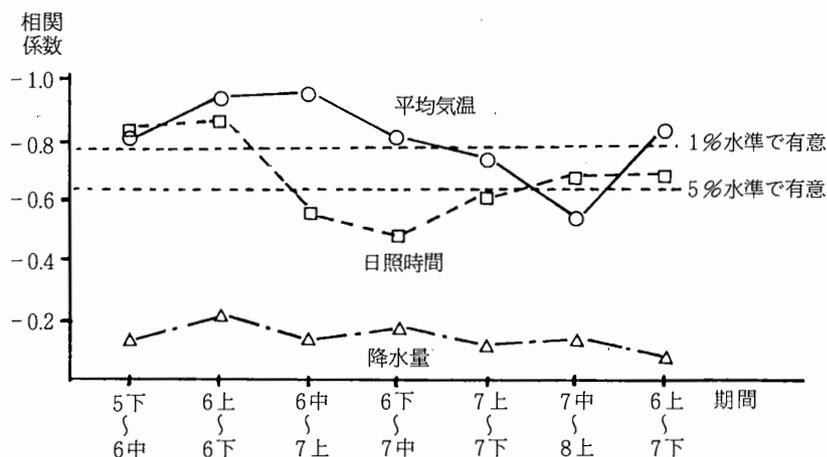


図1 生育前半の気象と絹糸抽出期の相関係数

図2に絹糸抽出期と相関の高かった6月の気温との関係を示した。浜頓町に比べ豊富町でやや相関係数は低かったが、天北地域という観点で両地区をこみにして見た場合、1%水準で有意な負の相関係数と $Y = -4.398X + 71.035$ (Y: 8月1日を基準日1とした絹糸抽出月日, X: 6月の日平均気温) の回帰式が得られ、6月の気温から収量、品質と密接に関係すると思われる絹糸抽出期の予測が可能と思われた。

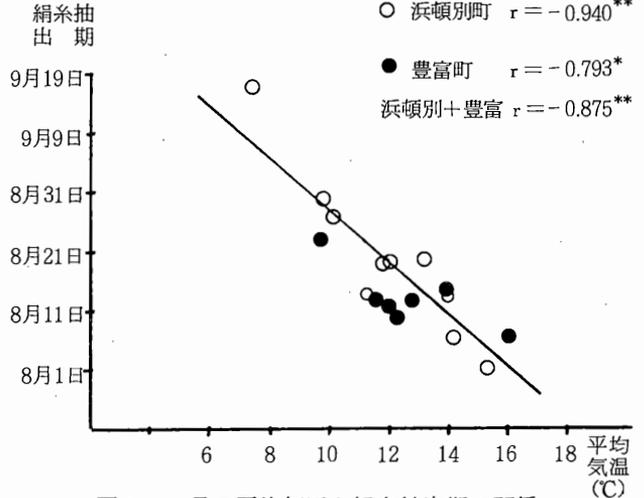


図2 6月の平均気温と絹糸抽出期の関係

4) 絹糸抽出期と収量・品質の関係(表3) 両地区でやや傾向を異にし、浜頓別町では、いずれの項目も1%水準で有意な負の相関係数を示したのに対し、豊富町では相関係数が低く、統計的に有意とならなかった。このことは豊富町の場合、絹糸抽出期以降の日数が比較的確保されていることが一因となっているものと推察された。なお、両地区をこみにして見ると、いずれの項目も1%水準で有意な相関係数が得られ、絹糸抽出期の早晩が収量・品質に影響しているものと思われた。とくに、この傾向は乾物率、乾雌穂重割合、収穫時熟度など品質と関係する項目で顕著であった。

表3 絹糸抽出期と収量・品質との相関係数

収量・品質 \ 地区	浜頓別 (n=10)	豊富 (n=7)	浜頓別+豊富 (n=17)
乾総重 (kg/10a)	-0.807 **	-0.491	-0.767 **
乾雌穂重 (kg/10a)	-0.844 **	-0.624	-0.776 **
乾雌穂率 (%)	-0.879 **	-0.719	-0.846 **
乾物率 (%)	-0.893 **	-0.706	-0.823 **
収穫期熟度	-0.943 **		

(注) ** 1%水準で有意

5) 収量・品質と気象の関係(表4) 生育期間全体(6~9月)の気象と収量の関係について見ると、両地区でやや傾向を異にし、浜頓別町では気温との相関が高かったのに対し、豊富町では日照時間との相関が高かった。気温について、最高気温と最低気温の比較で見ると、両地区とも最高気温との相関係数が高く、日中気温の上昇が収量に大きく影響しているものと思われた。この傾向は表には示さなかったが、乾物率、乾雌穂重割合との間でも同様であった。次に生育期間の気象を前半(6~7月)と後半(8~9月)に分け、どちらの気象が収量により影響しているかを見た。その結果、気温については、浜頓別町では前半との相関が高く、豊富町では逆に後半、とくに最高気温との相関係数が高かった。日照時間については、両地区とも前半との相関が高かった。

表4 収量と時期別の気象との相関係数

気象	地区	乾 総 重 (kg/10a)		
		浜 頓 別	豊 富	浜頓別+豊富
6~9月 (全体)	最高気温	0.789 **	0.663	0.800 **
	最低気温	0.712 **	0.411	0.649 **
	平均気温	0.787 **	0.419	0.722 **
	日照時間	0.670 **	0.750 *	0.544 **
6~7月 (後半)	最高気温	0.719 **	0.183	0.644 **
	最低気温	0.684 **	0.077	0.533 *
	平均気温	0.721 **	0.203	0.627 **
	日照時間	0.716 **	0.784 *	0.613 **
8~9月 (後半)	最高気温	0.672 **	0.955 **	0.751 **
	最低気温	0.294	0.678	0.474
	平均気温	0.623	0.678	0.617 **
	日照時間	0.554	0.682	0.419

(注) 浜頓別: n=10, 豊富: n=7, 浜頓別+豊富: n=17

* 5%水準で有意, ** 1%水準で有意

以上の結果より、栽培不安定地帯である浜頓別町では、生育前半、すなわち絹糸抽出期以前の気温、日照時間の確保が重要なのに対し、浜頓別町に比べ6~7月の気温が高い豊富町では、生育前半の日照時間と絹糸抽出期後の気温が収量および品質に強く影響しているものと思われた。

今回の結果は「ワセホマレ」についてのものであるが、栽培不安定地帯では、より早生で耐冷性のある品種、栽培適地帯では「ワセホマレ」に比べやや晩生の品種を導入することが考えられるので、今後、熟期の異なる品種を用いての検討が必要と思われた。

サイレージ用トウモロコシにおける生育 期間中の積算温度と乾物率の関係

石栗 敏機 (中央農試)

北海道におけるサイレージ用トウモロコシの栽培期間中の温度と生育や収穫時の乾物率との関係については十勝地方を中心に詳細な検討がなされ、日平均気温 0.1℃以上をそのまま積算する単純積算温度の有効性や生育および乾物率に対する一定性が報告されている^{1, 2)}。

今回は道内の農業試験場で実施された品種選定試験の結果を用い、生育期間中の単純積算温度と収穫時の乾物率との関係を調べた。

方 法

サイレージ用トウモロコシ外国導入品種選定試験における担当各農業試験場の場内試験の昭和55年から

表1 サイレージ用トウモロコシ外国導入品種選定試験 (昭和55~60年) の成績

品種	試験場	n	播種 月日	絹糸 抽出期	収 穫 月日	熟 度	単純積算温度 (1000℃)			乾 物 率 (%)		
							I 期 ¹⁾	II 期 ²⁾	全 期 ³⁾	茎 葉	雌 穂	ホ-ルクロップ
ワセホマレ	根 釧	5	5.23	8.19	10.9	黄・初	1.32	0.78	2.10	19	40	24
	天 北	5	16	16	1	糊・後	1.28	0.72	2.00	18	41	25
	十 勝	6	12	5	9.25	黄・中	1.30	0.93	2.23	19	48	27
	北 見	6	17	10	26	黄・中	1.41	0.84	2.35	20	46	26
	上 川	4	12	2	24	成	1.19	0.98	2.17	20	53	29
	平 均	26				黄・中	1.31	0.85	2.15	18	45	26
C535	根 釧	5	5.23	8.20	10.10	糊・後	1.35	0.76	2.11	19	37	24
	天 北	5	16	17	1	糊・後	1.30	0.70	2.00	18	36	23
	十 勝	6	12	8	9.25	黄・中	1.36	0.87	2.23	17	43	24
	北 見	6	17	14	25	糊・後	1.48	0.76	2.24	19	39	24
	中 央	6	11	2	19	黄・中	1.33	0.98	2.31	19	49	28
	平 均	28				黄・初	1.36	0.82	2.19	18	40	25
ホクユウ	十 勝	6	5.12	8.13	9.28	黄・初	1.46	0.80	2.26	20	43	24
	北 見	6	17	17	10.5	黄・初	1.55	0.81	2.35	21	40	26
	上 川	5	12	9	9.24	黄・後	1.36	0.81	2.18	21	48	27
	中 央	6	11	7	23	黄・後	1.45	0.91	2.37	22	53	31
	北 農	6	15	10	29	黄・後	1.39	0.89	2.28	24	52	29
	平 均	29				黄・中	1.45	0.84	2.29	21	47	27
バッファロー	十 勝	5	5.12	8.14	9.28	糊・中	1.48	0.77	2.24	20	38	24
	北 見	5	17	20	10.5	糊・中	1.59	0.75	2.35	22	36	26
	上 川	4	12	9	9.25	黄・中	1.35	0.82	2.17	20	46	26
	中 央	3	10	7	25	黄・中	1.42	0.98	2.40	21	54	31
	北 農	3	15	8	27	黄・中	1.35	0.95	2.30	24	51	32
	平 均	20				黄・初	1.45	0.83	2.29	20	43	28
P3715	十 勝	6	5.12	8.20	9.28	糊・初	1.60	0.66	2.26	18	30	21
	上 川	5	12	14	24	黄・初	1.45	0.73	2.18	19	34	23
	中 央	6	11	13	10.3	黄・中	1.59	0.90	2.49	19	44	26
	北 農	6	15	15	5	黄・中	1.50	0.86	2.36	21	45	28
	平 均	23				黄・初	1.54	0.79	2.32	19	39	24
	P3732	上 川	2	5.13	8.16	9.25	黄・中	1.42	0.71	2.13	21	36
中 央		4	10	11	10.1	黄・中	1.55	0.94	2.49	19	48	27
北 農		4	15	13	1	黄・中	1.44	0.88	2.33	22	46	30
平 均		10				黄・中	1.48	0.87	2.35	20	45	28

注. 1) I 期: 播種から絹糸抽出期までの0.1℃以上の単純積算温度 2) II 期: 絹糸抽出期から収穫までの同様の温度
3) 全期: 播種から収穫までの同様の温度 4) 北農: 北海道農業試験場

60年までの成績を用いた。早生：ワセホマレ，C 535，中生：ホクユウ，バッファロー，晩生：P 3715，P 3732の合計6品種で，収穫時の茎葉，雌穂およびホールクロップの乾物率，ならびに，播種から絹糸抽出期までと絹糸抽出期から収穫までの単純積算温度は試験場の観測値および「北海道の気象」の数値を使用した。

結 果

供試品種の試験場ごとの播種月日，絹糸抽出期，収穫月日，収穫時の雌穂の熟度，単純積算温度および収穫時の乾物率を表1に示した。なお，昭和58年の天北，根釧，昭和59年の上川農試の成績は除外した。

絹糸抽出期は早生で根釧が天北農試にくらべさらに3日遅く，上川や中央農試より17ないし18日遅れた。また，中・晩生品種では中央農試が最も早い傾向にあった。

収穫は，おおむね，黄熟期になされているが，黄熟後期に収穫されたものは少なく，136点中，ホールクロップの乾物率が30%を上回ったのは26点で，全体の約2割であった。

単純積算温度と収穫時のホールクロップの乾物率との相関を表2に示した。

表2 播種から絹糸抽出期まで，絹糸抽出期から収穫までおよび播種から収穫までの単純積算温度(各X:℃)と収穫時ホールクロップの乾物率(Y:%)と相関係数(r)と回帰式($Y = a + bx$)

	播種から絹糸期まで			絹糸期から収穫まで			播種から収穫まで		
	r	a	b	r	a	b	r	a	b
ワセホマレ	-0.48*	57.7	-0.024	0.89**	1.8	0.029	0.66**	-27.5	0.025
C 535	-0.43*	51.2	-0.019	0.82**	5.4	0.024	0.61**	-19.4	0.020
ホクユウ	-0.52**	56.6	-0.020	0.72**	6.9	0.024	0.33	-3.7	0.014
バッファロー	-0.62**	61.3	-0.023	0.81**	6.9	0.025	0.43	-17.0	0.019
P 3715	-0.40	50.9	-0.016	0.77**	8.3	0.021	0.54**	-9.3	0.015
P 3732	-0.33	44.0	-0.013	0.62*	10.8	0.019	0.22	15.9	0.005

注. * $P < 0.05$ ** $P < 0.01$

播種から絹糸抽出期までの積算温度は場所や年次でばらついているが，変動係数が10%以上のものはなく，およそ，早生1330℃，中生1450℃，晩生1510℃であった。この間の積算温度と乾物率との間には早生および中生品種ではいずれも有意な負の相関係数が得られた。

絹糸抽出期から収穫までの積算温度の変動係数は，中央農試を除いて各場所とも前記の積算温度の変動係数より2倍以上大きかった。得られた回帰式はP 3732を除いてすべて有意で，回帰係数は早生の品種が大きく，定数項は晩生の品種が高かった。これらの回帰式からホールクロップの乾物率が30%到達に必要な積算温度を推定すると，ワセホマレ：972℃，C 535：1025℃，ホクユウ：963℃，バッファロー：924℃，P 3715：1033℃，P 3732：1011℃，全体では980℃であった。

播種から収穫までの積算温度の変動係数は前記の二つより小さかった。平均，早生：2170℃，中生：2290℃，晩生：2340℃であった。ホールクロップの乾物率との回帰式はワセホマレ，C 535，P 3715で有意となり，乾物率30%に必要な温度は，それぞれ，2300℃，2470℃，2620℃であった。

引用文献

- 1) 戸澤英男・長谷川寿保(1983) 北海道立農試集報 50: 25-33.
- 2) 戸澤英男(1985) 北海道立農試報告 53: 1-129.

サイレージ用トウモロコシの生育初期における耐冷性に関する研究

I 自殖系統の耐冷性検定法について

門馬 栄秀・三浦 康男(北農試)

Studies on the cold tolerance at early growth in corn

I Cold-test methods in corn inbreds

E. MONMA and Y. MIURA

(Hokkaido Natl. Agric. Exp. Stn., Sapporo, 004 Japan)

緒 言

北海道におけるトウモロコシは発芽期から生育初期にかけて低温にさらされることが多く、そのため低温発芽性や低温生長性は重要な形質となっている。しかし、低温生長性に関しては検定法が確立されていないことから、本試験ではまず有効な自殖系統の検定法を決定する。

表1 供試系統

番号	系統名	早晩性	粒質
1.	D 94	晩	デント
2.	W 729 D	早	デント
3.	Oh 43 Ht	中	デント
4.	A 632 Ht	晩	デント
5.	N 204	早	フリント
6.	N 138	早	フリント
7.	W 85	早	フリント
8.	SD 15	晩	デント
9.	N 85	中	フリント
10.	N 150	早	フリント
11.	CH 581 - 13	早	デント
12.	Ho 8	中	デント
13.	Oh 545	晩	デント
14.	ND 167	早	デント

表2 低温による枯死程度の指数

指数	枯死程度
1	無枯死
2	葉身の先端が若干枯死
3	全葉の1/5程度枯死
4	全葉の1/3程度枯死
5	全葉の1/2程度枯死
6	全葉の2/3程度枯死
7	全葉の4/5程度枯死
8	全葉枯死
9	完全枯死

*本研究は農林水産省大型別枠研究費「グリーンエナジー計画」による(GEP 87-II-6-4)。

材料および方法

供試系統は表 1 に示す 14 自殖系統である。早晩性の内訳は早生が 7 系統, 中生が 3 系統, 晩生が 4 系統である。粒質の内訳はデントが 9 系統, 北米型フリントが 5 系統である。

材料は直径 9 cm × 高さ 6 cm のポットに 4 粒播種し, 20℃ の自然光の生育室で発芽, 生育させ, 2~3 葉期に間引いて 2 個体とした。各処理はほぼ 3.5 葉期に系統当たり 4 ポット 8 個体について実施した。処理

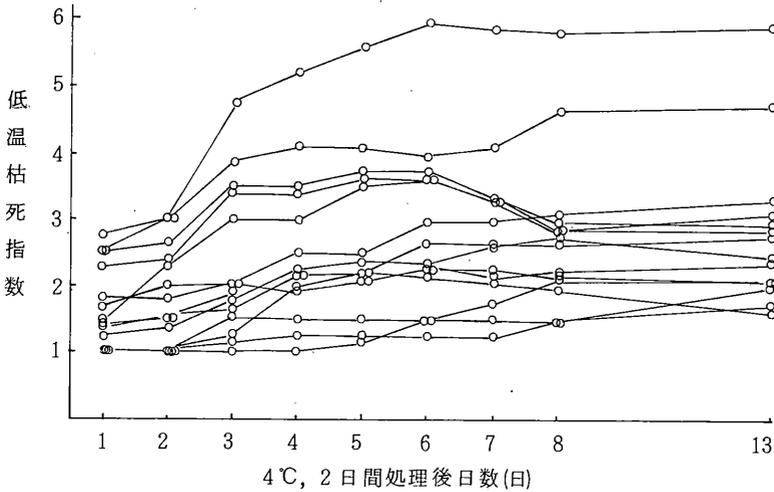


図 1 4°C, 2日間処理後の低温枯死指数の経時的変化

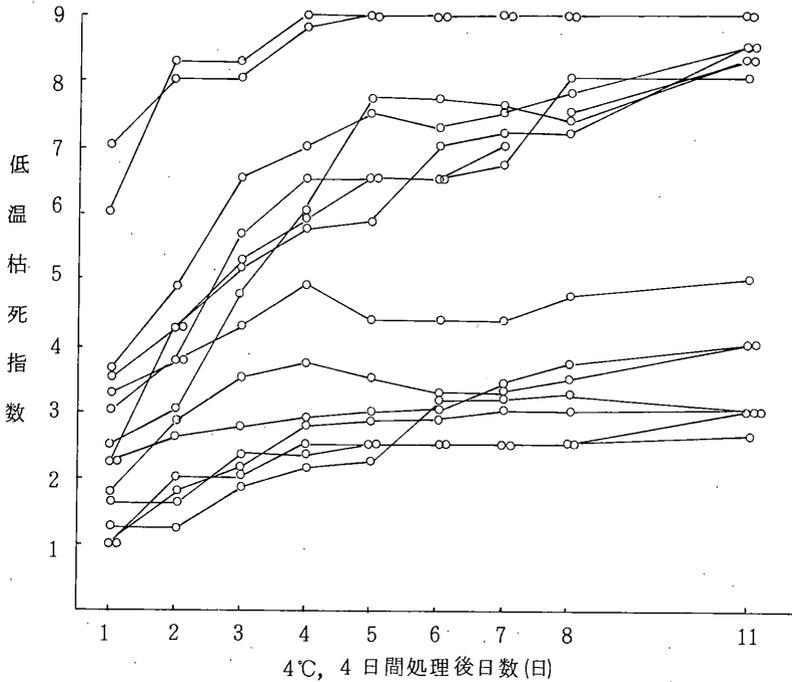


図 2 4°C, 4日間処理後の低温枯死指数の経時的変化

温度は4, 8, 12, 20°Cで処理期間は4°Cの場合2, 4, 6, 8日間, 8°Cの場合は2, 4, 6, 9日間, 12°Cの場合は11日間, 20°Cではとくに期間を設定しなかった。処理後は20°Cの生育室に移し, 耐冷性を評価した。耐冷性の評価は4, 8°Cについては表2に示した1の無枯死から9の完全枯死の9段階の指数で表した。12°Cについては処理中の草丈の伸長と処理後の20°C, 3日間の草丈の伸長で表した。

結果および考察

4°C, 2日間処理後の枯死指数の経時的变化を図1に示した。処理後1日目の枯死指数のレンジは1.0から2.8で平均1.6, 標準偏差0.60であった。その後, いずれの値も上昇したが, 最も枯死程度の大きかったHo8でも枯死指数は6どまりで, 全葉の%が枯死する程度であった。他の13系統はほぼ1.0~4.0に集中し, 系統間差異は比較的小さかった。

4°C, 4日間処理の場合, 処理後1日目のレンジは1.0~7.0, 平均2.9, 標準偏差1.7で, 2日間処理の場合よりいずれの値も大きかった。その後, 日数がたつにつれていずれの値も増大し, 最も耐冷性の弱い系統のHo8, ND167は処理後4日目にはほぼ完全枯死(指数9)したのに対し, 耐冷性の強いN138, SD15はまだ枯死指数が約2.5で, 葉先の若干枯死から全葉の2割枯死の中間にあった。また, 処理後4日目ごろより耐冷性の強い系統と弱い系統の差異が次第に明瞭となり, 強い系統としてN138, D94, Oh43Ht, SD15, CH581-13, Oh545があり, 弱い系統としてHo8, ND167, W729D, N204, A632Ht, N150, W85があった(図2)。

4°C, 6日間処理の場合, 1日目の枯死指数はレンジ1.0~8.5, 平均5.2, 標準偏差2.09で, いずれの値も4日間処理の場合よりかなり大きかったが, 完全枯死する系統は2, 3, 4, 5, 6日目でそれぞれ3, 4, 7, 7, 8系統と増大し, 完全枯死系統が供試系統の半数を越えて系統間差が縮小した。その中でN138, Oh545は枯死指数が6程度で, 全葉の%程度の枯死にとどまり, とくにN138は回復する兆しがみられた(図3)。4°C, 8日間処理の場合, ほとんどの系統が処理中にしおれ, 耐冷性の程度は評価できなかった。

8°C処理の場合, 2日間処理では, ほとんどの系統が無枯死か葉先が若干枯死する程度で系統間差異が非常に小さく耐冷性を評価するまでには至らなかった。4日間処理では, 1日目の枯死指数のレンジが1.0~2.5, 平均1.5, 標準偏差が0.51といずれの値も非常に小さく, しかもそれらは最終調査日の9日目になっても枯死指数の平均は1.8とほとんど増大することはなかった。6日間処理では, レンジ, 平均, 標準偏差などいずれも4日間処理の場合より若干大きくなったものの最終調査日の9日目でも最大枯死指数は4に達

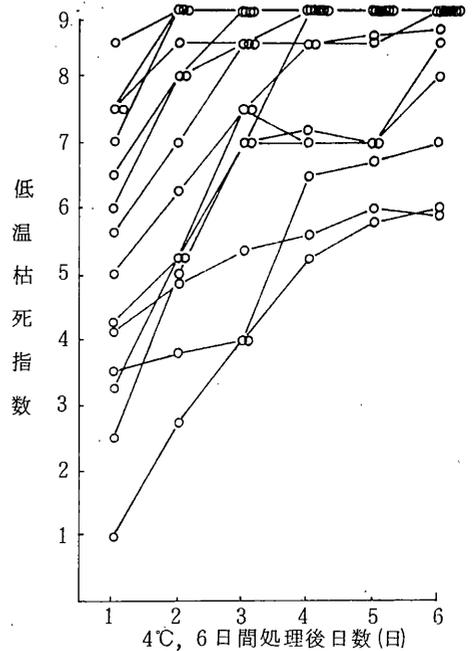


図3 4°C, 6日間処理後の低温枯死指数の経時的变化

せず、系統間差異が小さく、耐冷性の判定は困難であった。9日間処理は6日間処理とほぼ似たような傾向にあった(図4)。

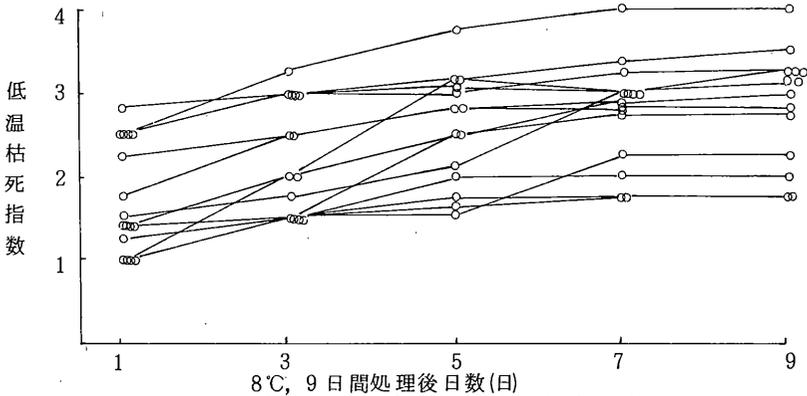


図4. 8°C, 9日間処理後の低温枯死指数の経時的変化

以上の結果より、自殖系統の生育初期の耐冷性の検定法としては4°C, 4日間処理が適当であると考えられる。

次に12°C処理についてであるが、処理期間中(11日間)の草丈の1日当たりの伸長とその後20°C, 3日間の草丈の1日当たりの伸長には有意な系統間差が認められた。しかし、両形質の間には有意な相関関係は認められず、N85のように低温条件下で比較的良く伸長するが、その後の20°Cでの生育は劣るような系統、逆にW729 Dのように低温条件下での伸長は劣るが、その後の20°Cでは比較的良く伸長する系統の存在が認められた(図5)。

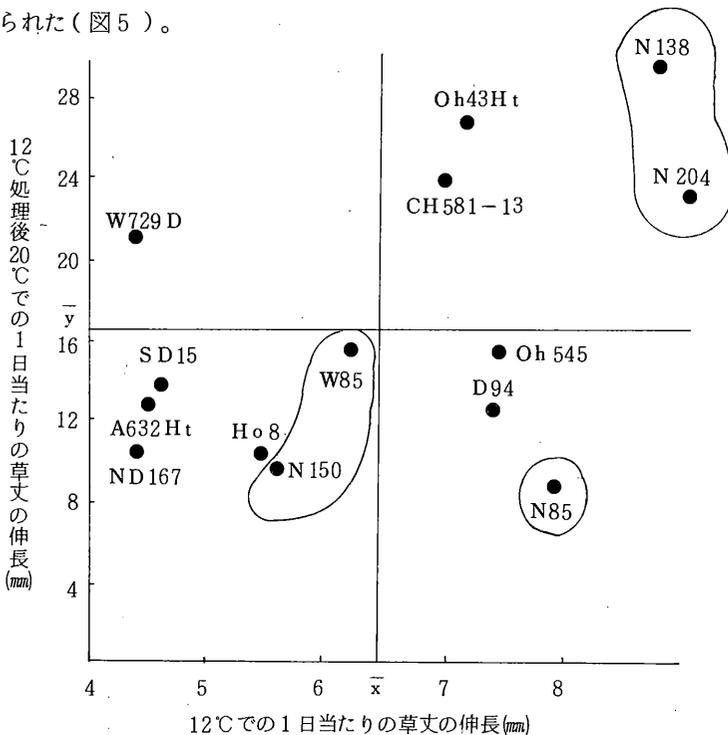


図5 12°C処理中と処理後20°Cでの伸長の散布図

このことは、耐冷性の機構として2通りあることを示唆していると推察される。どちらの機構が有利であるかはその時の環境によって異なると考えられる。すなわち比較的、低温が続く地帯や年次では「N85」型の機構が有利であろう。しかし、断続的に低温に見舞われるような地帯や年次では「W85」型の機構の方が良いであろうと考えられる。

それぞれの形質についてデント系統と北米型フリント系統を比較すると、デント系統の12°Cでの1日当たりの伸長はW 729 Dの4.5 mmからOh 545の7.5 mm, 平均5.8 mmに対し、線で囲まれた北米型フリント系統はN 150の5.5 mmからN 204の9.0 mm, 平均7.5 mmで、低温での草丈の伸長に関しては北米型フリント系統が勝っていた。しかし、12°C後の20°Cでの伸長は、デント系統の平均1.6 mmに対して北米型フリント系統は1.7 mmとほとんど同じで、低温後の20°Cでの生育には差は認められなかった。

サイレージ用トウモロコシの複交雑、 単交雑および自殖系統の圃場出芽

三浦 秀穂・佐藤 一樹・
源馬 琢磨(帯広畜大)

Field emergence in hybrids and those parental inbred lines of silage corn

Hideho MIURA, Kazuki SATOH and Takuma GEMMA
(Obihiro Univ. of Agric. and Vet. Med., Obihiro, 080 Japan)

緒 言

最近、アメリカを中心として、単交雑品種への移行が急激に進んでいる。これは、複交雑や三系交雑品種に比べて、単交雑品種が多収性、斉一性および育種手法や採種手順の単純化といった点で優れていることによる。わが国においても単交雑品種への移行が検討されだし、その際、収量形質のみならず出芽能力や早晚性、採種性に関して高い組み合わせ能力をもった自殖系統の育成が重要となってきた。

北海道のような寒冷地でのサイレージ用トウモロコシの生産にとって重要な点は、夏期の限られた温度資源をいかに効率よく利用して最大限の収量を獲得するかにある。寒冷地では、生育期間を延長するために、できるだけ早期に播種することが望ましいとされる。そのため、栽培品種は低温下で良好な出芽能力をもつことが要求されてきた。一般に5月初旬から中旬にかけて播かれた種子は、その後気温、地温とも10℃内外で推移するため、かなりの温度ストレスを被っていると推察される。本試験では、播種日を異にしたときの圃場環境の変化に対し品種・系統間差異がどのように現れるかを、北海道で育成された複交雑品種とそれらの親の単交雑、および自殖系統を用いて検討した。

材料および方法

試験は、1985と1986年に、帯広畜産大学作物試験圃場で行われた。供試材料は、年次によって一部異なるが、表2に示す20品種・系統である。播種日は、1985年が5月11, 18, 28日、1986年が5月9, 19, 29日で、順に播種日I, II, IIIとした。複交雑は反復あたり100粒、単交雑および自殖系統は50粒播種し、3反復で試験した。覆土は、カップを用いて厚さ4cmで均一となるようにした。おのおのの播種日から30日間、毎日の出芽数を調査した。播種後、地下4cmの地温をフィールドメモリ(早坂理工製)で測定した。なお供試した種子はすべて道立十勝農業試験場より分譲された。これらの種子は、実験室内20℃での発芽率が90%以上であることをまえて確認した。

出芽率と出芽速度に播種日間、および品種・系統間で著しい変異が認められたため、各系統の出芽能力を出芽率と出芽速度をこみにして考えた出芽指数によって評価した。

$$\text{出芽指数} = \sum (X_i / i) / \text{最終出芽率} \times 100$$

ただし、 X_i は i 日目の出芽数である。この指数は、値が大きいかほど供試した種子の多くが速やかに出芽し、出芽能力の高いことを表す。

結果および考察

図1に各播種日の日平均地温の積算値の推移を示した。積算地温は、播種日Ⅲにおいて年次間にほとんど差異がなかったが、播種日Ⅰ、Ⅱでは、1986年が4～5日遅れて推移した。

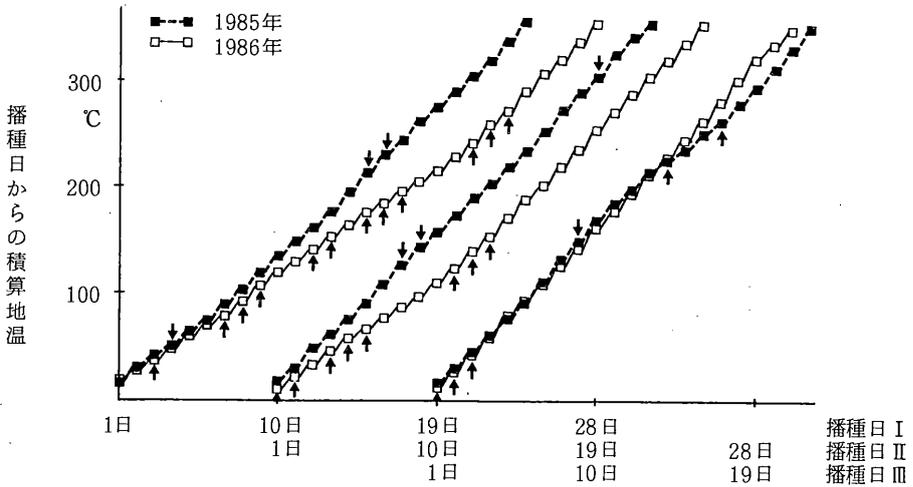


図1 1985, 1986年のそれぞれの播種日からの積算地温の推移
矢印は10 mm以下の降水があったことを示す。

出芽指数は、系統平均値でみたとき、1986年播種日Ⅰの4.89から同年播種日Ⅲの9.81まで変異した。表1に示すように、両年とも播種日Ⅱ、Ⅲで品種・系統間差異がより明らかとなり、自殖系統より単、複交雑が相対的に高い出芽能力を示した。同時に、これら播種日では自殖系統内の変異も大きく現れた。一方、単交雑と複交雑間の平均的差異、および単、複交雑内の変異は、どの播種日でも小さかった。

表1 各播種日における出芽指数の品種・系統間差異
(分散分析表のF値の有意性で示す)

要 因	播種日Ⅰ		播種日Ⅱ		播種日Ⅲ	
	1985	1986	1985	1986	1985	1986
品種・系統		**	***	***	**	***
自殖 vs. (単, 複交雑)		***	***	***		***
単交雑 vs. 複交雑		*				
自殖系統内				***	***	**
単, 複交雑内						**

*, **, *** ; それぞれ5%, 1%, 0.1%水準で有意。

出芽能力と環境ストレスの関係を検討するために、表2に、積算地温と降水量からみてストレスが最も強かったとみられる1986年播種日Ⅰと、逆に最も弱かったとみられる同年播種日Ⅲにおけるそれぞれの品種・系統の出芽指数を示した。分散成分から推定した遺伝率は、播種日Ⅰで35.0%、播種日Ⅲで68.4%であった。また、両播種日間には高い正の相関関係が存在し($r = 0.85^{**}$)、品種・系統と播種日の

間の相互作用が小さかった。同様の傾向は、1985年の播種日Ⅰと播種日Ⅱ、Ⅲとの間にも認められた。

本試験での出芽指数は、品種・系統のもつ遺伝的能力に加え、試験区内の微細な環境効果や採種環境の違いによる種子の品質によっても影響されることに注意しなければならないが、これらの試験結果は、低温下での出芽能力に対する系統選抜の場として、遺伝率の低いストレス環境より、遺伝率が高く、かつストレス環境で得られた結果について、再現性の高い非ストレス環境が適することを示唆していると考えられ、興味深い点である。

摘 要

サイレージ用トウモロコシの複交雑と親の単交雑および自殖系統を用い、播種日を異にしたときの圃場出芽能力を検討した。品種・系統間の差異は播種日によって異なり、低温湿潤なストレス環境では現れにくかった。単交雑と複交雑の出芽能力が平均して自殖系統より高い傾向にあったが、単交雑と複交雑の間の差異は小さかった。

表2 ストレス環境(1986年播種日Ⅰ)および非ストレス環境(1986年播種日Ⅲ)における品種・系統の出芽指数

品種・系統	播種日Ⅰ	播種日Ⅲ
ハイゲンワセ	4.76	10.09
ワセホマレ	5.01	10.99
ダイハイゲン	5.01	11.07
N 19 × CM7	5.41	10.59
W41 A × W79 A	5.35	10.74
N 19 × To 15	5.09	9.42
CM37 × CMV 3	5.05	10.19
To 9 × To 15	5.29	10.59
W79 A × RB 262	5.32	11.57
N 19	4.56	8.56
CM7	5.18	10.39
W41 A	4.48	8.66
W79 A	4.71	9.44
To 15	5.01	10.18
CM37	4.64	9.05
CMV 3	4.51	9.02
RB 262	4.62	9.02
To 9	4.37	8.43
N 21	4.77	8.78
N 85	4.61	9.41
LSD (5%水準)	0.57	0.99
遺伝率	35.0%	68.4%
相関係数	r = 0.85 **	

Summary

Field emergence of silage corn sown on different dates was investigated using three double crosses and their parental single crosses and inbred lines. The emergence ability involving emergence speed and rate was markedly affected by environmental conditions, and genetic variation in the ability was not clear in cool and humid conditions. The ability of double and single crosses was superior to that of inbred lines on the average, but there was little difference between double crosses and single crosses on most seeding dates.

メドウフェスク導入品種における主要特性の品種間変異

大同 久明・寺田 康道・杉田 紳一*・荒木 博

・伊藤 公一(北海道農試, *現 山梨酪試)

Variability in some characteristics of meadow fescue varieties

H. DAIDO, Y. TERADA, S. SUGITA, H. ARAKI and K. ITO

(Hokkaido Natl. Agric. Exp. Stn., Sapporo, 004 Japan)

緒 言

メドウフェスクは、耐寒性、し好性に優れ、他草種との混播適性が良いことから、チモシー、オーチャードグラスなどの基幹草種との混播という形で利用されることが多く、北海道内ではチモシー、オーチャードグラスにつぐイネ科牧草の重要草種とされている。北農試では本草種の育種を行っているが、わが国の牧草育種全体からみると、他の草種に比べ育種が立ち遅れている。川端ら(1973)、杉山ら(1979)は、本草種の持っている特性の変異幅が狭いことを指摘しているが、このことも育種を困難にしている原因の一端になっていると考えられる。

一方、諸外国においては、ヨーロッパを中心として育種が進められており、これまでに多くの品種が育成されてきた。育種において、これら外国品種を遺伝資源として広く収集し評価することは重要であるが、本草種については、前述の川端ら、杉山らの試験以後、遺伝資源の導入実績が少なかった。そこで、われわれは新たな遺伝資源の導入をはかり、OECD登録の56品種(1982年のリストによる)のうち、これまで未導入の25品種を含む34品種と、未登録の3品種3系統を導入することができた。本試験は、これらの品種・系統を中心に、本草種の持つ変異性を再評価し、有用遺伝資源を評価する目的で行った。

材料および方法

本試験では、新導入品種・系統を中心に既存品種を含めた42品種・系統を供試した。今回供試した中には、これまで全く導入されなかった東ヨーロッパの品種が6点、また4倍体品種も2点含んでいる。

表1 供試品種の育成国

育成国	品種数	育成国	品種数	育成国	品種数
Norway	1	Switzerland	1	Rumania	1
Sweden	3	Netherland	9	Yugoslavia	1
Finland	3	W. Germany	6	Tunisia	1
Denmark	4	Poland	2	Canada	2
United Kingdom	1	Czechoslovakia	1	United States	1
France	1	Hungary	1	Japan	2

このほかに育成国不明のもの1点を含む

試験は、札幌の北農試で行い、1983年5月播種、栽植間隔80cm×80cm、1区10個体3反復の個体植えとした。調査は播種後2年目と3年目を中心に、32項目について行った。調査方法は、草丈、穂長、葉長、葉幅、茎の太さについては実測で、その他は5ないし9段階の評点法によった。

なお、チュニジアの品種「Grombalia」については、越冬できず全個体枯死したので調査から除いた。

結果および考察

1) 早晩性

図1に出穂始日における品種・系統数の頻度分布を示した。6月8日から10日間の間に穂始となる品種が多く、既存品種の中で早生品種とされる「ファースト」と晩生品種とされる「Tammisto」、「Trader」の差が5～6日であった。このことは、メドウフェスクの変異の幅の狭さの一端を示している。しかし、今回の供試品種の中には、「ファースト」よりも早生の品種が数品種、また、晩生でもきわめて遅い品種がみられ、最も早いオランダの「Bar.

Fp 79-74 I」から最も遅いルーマニアの「Paltar」まで出穂始日の差は約14日に及んだ。高橋(1985)は、メドウフェスク、トールフェスク、オーチャードグラスについて、いくつかの試験における出穂始日の品種間の標準偏差を比較したところ、トールフェスクやオーチャードグラスが2.0以上になったのに対し、メドウフェスクではすべての試験で1.9以下で、これらの草種に比べ変異が小さいことを報告している。しかし、本試験では標準偏差は2.16となり、早晩性についてはこれまでいわれているよりも、かなり広い種内の変異性を持つようになったことが明らかになった。

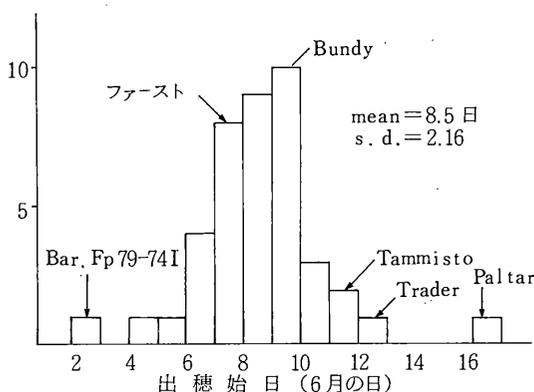


図1 出穂始日の品種間変異(84,85年の平均値)

2) 越冬性

図2に冬枯れ程度についての頻度分布を示した。ほとんどの品種は平均値近くに分布したが、今回の品種の中には、既存品種よりも著しく冬枯れ程度の少ない品種が認められ、スウェーデンの「Boris」とノルウェーの「Salten」の2品種は越冬性における遺伝資源として貴重なものであると判断された。

3) 耐病性

図3に、品種間差の比較的はっきりした1985年8月の網斑病の罹病程度についての頻度分布を示した。道内流通品種は強いグループに属しており、今回の供試品種はそれらに比べ弱いものが多いという結果になった。また、

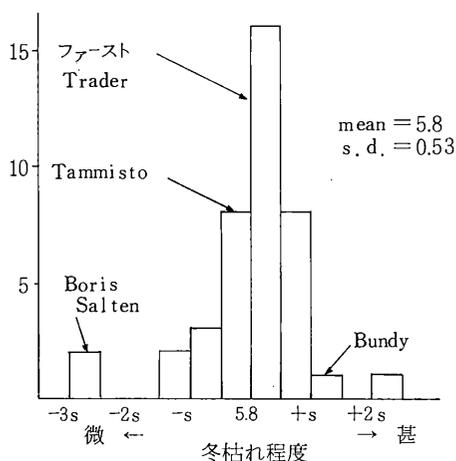


図2 冬枯れ程度の品種間変異(84,85,86年の平均値)

ここで罹病程度の少なかったものは、ポーランドの「Westa」とオランダの「Festina」で、いずれも4倍体の品種であった。

4) 生産性関連形質

各時期の草勢、草丈、形態的特性など生産性に関連すると思われる14形質間の相関行列にもとづいて主成分分析を行った。表2に因子負荷量、累積寄与率等を示したが、第3主成分までで全変動の74.2%，第4主成分までで85.5%が説明できることがわかった。因子負荷量は、第1主成分では穂長、葉長、各時期の草勢、草丈などで高くなり、第1主成分は草勢の良否ま

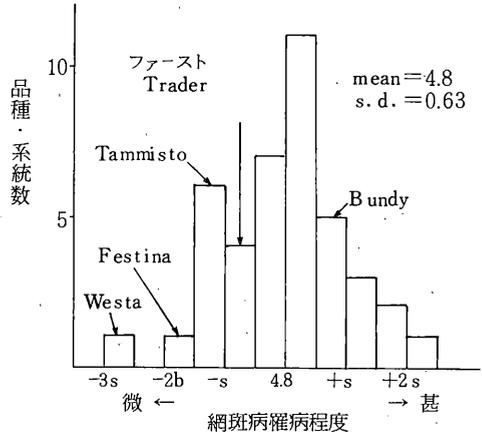


図3 網斑病罹病程度の品種間変異(85年8月)

表2 主成分分析における因子負荷量と固有値、累積寄与率

形 質 (調査基準)	主 成 分			
	Z ₁	Z ₂	Z ₃	Z ₄
1. 草 型 (立1-9)	.077	.262	.907	.139
2. 穂 数 (少1-9)	-.431	.589	-.274	-.539
3. 茎 数 (少1-9)	-.537	.671	.387	-.220
4. 茎の太さ(実 測)	-.437	-.750	-.093	-.218
5. 出穂始日(6月の日)	-.428	-.309	.668	.324
6. 穂 長(実 測)	-.717	-.291	.324	-.183
7. 葉 長(")	-.846	-.276	.243	-.072
8. 葉 幅(")	-.511	-.709	-.068	-.080
9. 春の草勢(良1-9)	.701	-.467	-.071	.404
10. 2番草草勢(良1-9)	.846	-.320	-.067	-.305
11. 秋の草勢(良1-9)	.580	-.468	.367	-.491
12. 1番草草丈(実 測)	-.624	-.214	-.260	-.434
13. 2番草草丈(")	-.883	-.132	-.099	.266
14. 3番草草丈(")	-.640	.078	-.491	.512
固 有 値	5.467	2.794	2.133	1.575
累積寄与率(%)	39.0	59.0	74.2	85.5

たは植物体の大きさを示すと考えられた。第2主成分では、穂数、茎数がプラスの値で高く、茎の太さ、葉幅がマイナスの値で高くなり、その品種が茎数型であるか茎重型であるかということを示すと考えられた。第3主成分は、早晚性を示すと考えられた。

図4には、第1主成分、第2主成分のスコアによる品種・系統の散布図を示した。横軸は第1主成分でマイナス側ほど草勢が良いということを示し、縦軸は第2主成分で、プラス側ほど茎数型、マイナス側ほど茎重型ということを示している。4倍体品種は著しい茎重型を示し、また、越冬性に優れる「Salten」と「Boris」は茎数型に属し草勢も優れるという結果となった。これらの品種は寒地向きメドウフェスク

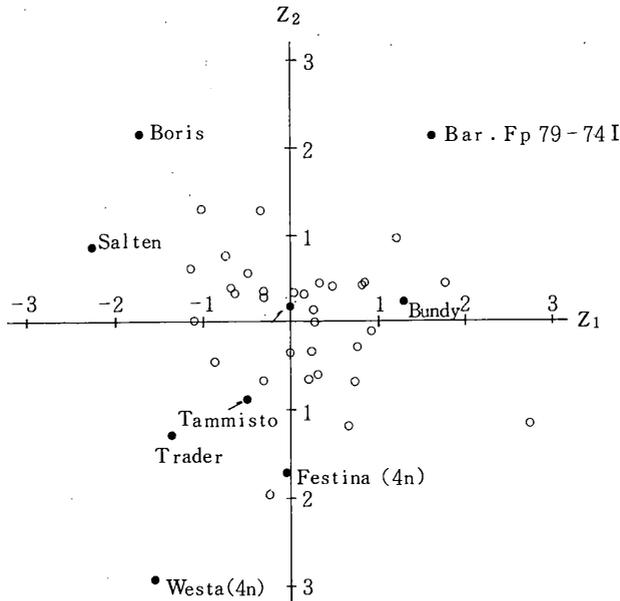


図4 第1, 第2主成分による品種・系統の散布図

の遺伝資源として有用な価値を持つと考えらる。

これらの結果から、メドウフェスクは、早晩性などの変異で見られるように、これまでの世界各国での育種努力によって、品種間の変異の幅が広がってきていることがわかった。また、2, 3の有望な育種材料を見出すことができ、今後も幅広い遺伝資源の収集と選抜が重要であると考えられた。

今回供試した4倍体品種は、耐病性に優れ、形態的特性ということからも特徴があることがわかった。ペレニアルライグラスなどのライグラス類では、すでに人為4倍体品種が多く育成され、重要な位置を占めるようになっている。メドウフェスクにおいても変異をさらに拡大していくという意味からも、4倍体品種の育成を検討していく必要があると考える。

引用文献

1. 川端習太郎・後藤寛治(1973) 北海道農試研究資料 2:1-52.
2. 杉山修一・高橋直秀・後藤寛治(1979) 北大農学部邦文紀要 11:372-379.
3. 高橋直秀(1985) 北大農学部農場研報 24:1-52.

アイソザイムからみた欧米と中国の アルファルファ品種の比較

田中 義則・ハースン・堀川 洋
(帯広畜産大学)

Comparison of peroxidase isozyme variability in European and Chinese alfalfa varieties

Yoshinori TANAKA, HASEN and Yho HORIKAWA
(Obihiro Univ. of Agric. and Vet. Med., Obihiro, 080 Japan)

緒 言

植物の遺伝・育種の分野において、アイソザイムにみられる酵素多型は種内分化や品種間の類縁関係を調べることに利用されている。アルファルファについては、形態形質や生育特性による研究は多いが、アイソザイム分析によるものは今のところ数例しか報告されていない^{1, 3)}。

本研究は、中国と欧米のアルファルファ品種についてポリアクリルアミドゲル電気泳動法によりパーオキシダーゼ・アイソザイム変異の比較を行った。

材料および方法

供試材料は、I群からV群⁴⁾までの欧米11品種と、北京農業大学より譲与された中国8品種である。中国品種は、新疆ウイグル自治区から、北海道より高緯度の東北区までの広い範囲にわたり分布していたものである。

分析には1品種あたり50個体の種子を、ろ紙を敷いたシャーレに播種し、2週間目の幼植物を用いた。試料の調製は個体ごとに行い、10 mM トリス塩酸緩衝液 (pH 6.8) を 60 μ l 加え乳鉢で磨砕後、その抽出液約 20 μ l を泳動ゲルに添加した。

電気泳動には 2 mm 厚のスラブ型ポリアクリルアミドゲル法を用いた⁵⁾。ゲル濃度およびゲル用緩衝液は、分離用が 7% ゲル、1.5 mM トリス塩酸緩衝液 (pH 8.8) で、濃縮用が 5% ゲル、0.5 mM トリス塩酸緩衝液 (pH 6.8) である。泳動槽用緩衝液は、トリス・グリシン系緩衝液 (Laemmli 法 pH 6.8) を用いた。泳動は、+4°C の恒温、20 mA の定電流条件で行った。パーオキシダーゼ・アイソザイムの染色は、オルト-ジアニシジンによる方法を用いた⁶⁾。

また、供試品種の播種当年における一般形質の調査は畜大の試験圃場で条播により行われた。

結果および考察

1. ザイモグラムおよび一般形質の比較

泳動・染色の結果、全品種で合計 14 本のパーオキシダーゼ・アイソザイムバンドを分離できた。それらを一から十の電極側に向かって、P 1 から P 14 とした。

分析の結果、ある品種に特異的に存在するバンドは見いだされなかったが、品種内の個体間にバンドの

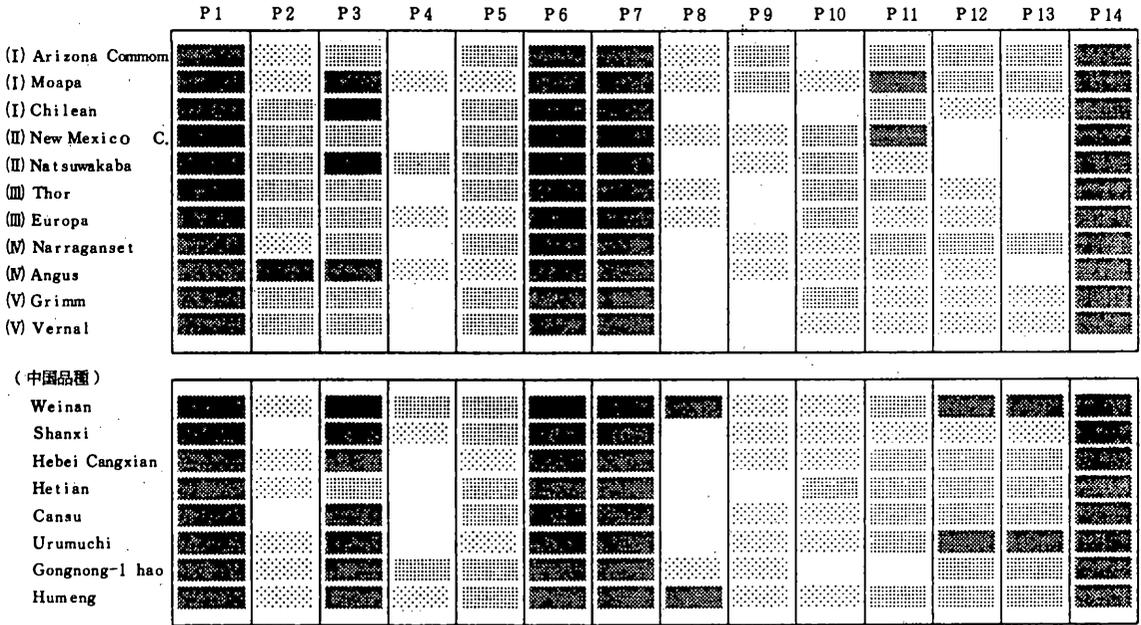


図1 アルファルファ品種におけるパーオキシダーゼ・アイソザイムバンドの出現頻度

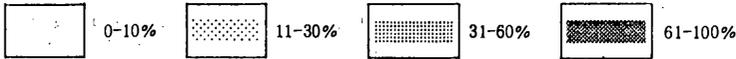


表1 欧米と中国品種におけるバンド出現頻度の平均値と変動係数(C. V.)

品 種	P 1	P 2	P 3	P 4	P 5	P 6	P 7	P 8	P 9	P 10	P 11	P 12	P 13	P 14
欧 米 平 均	44.8	21.5	32.4	5.3	17.3	40.9	45.6	5.6	8.6	13.8	19.0	11.6	10.4	50.0
11品種 C. V. (%)	10.4	32.2	20.6	106.6	26.4	12.4	5.4	80.4	92.1	51.8	51.9	38.5	52.7	0
中 国 平 均	45.8	9.3	35.3	6.8	17.0	40.1	48.1	9.6	9.8	10.1	17.9	24.0	24.0	50.0
8品種 C. V. (%)	3.6	31.5	13.1	98.2	33.9	9.5	4.6	106.1	36.7	50.8	36.6	35.1	35.1	0

有無により差がみられ、またバンドによっては出現頻度に品種間差がみられた。

各品種について14本のバンドの出現頻度を4段階に分け、図1に示した。また、欧米品種と中国品種におけるバンド出現頻度の平均値および変動係数(C. V.)を表1に示した。

P 1, 6, 7, 14のバンドは、全品種とも極めて高い頻度で出現したが、それらの品種間差は極めて小さかった。したがって、これらのバンドは供試品種に基本的に存在するものと考えられる。またP12, 13のバンドは、すべての品種で常に対をなして出現していることから、この2本のバンドは連鎖関係にあることが示唆される。P 3-5, 8-11バンドは、頻度が比較的低いながらも大きな品種間変異があったが、これらには欧米と中国品種を特徴づけるバンドは見られなかった。一方、P 2の出現頻度だけは他のバンドと異なり、中国品種の方が欧米品種に比べて明らかに低かった。

表2 欧米と中国品種における一般形質の平均値と変動係数(C.V.)

品 種	草 丈 (cm)	茎の太さ (mm)	さやの巻数 (回)	葉 長 (mm)	葉 幅 (mm)	地上部生重 (g/2m・条)	根部生重 (g/2m・条)
欧 米 平 均	57.8	3.8	4.2	22.3	7.2	2615	1029
11品種 C.V.(%)	5.3	6.4	11.8	5.8	9.2	20	29
中 国 平 均	51.5	3.8	4.1	20.0	6.0	2525	1055
8品種 C.V.(%)	11.6	6.8	12.1	8.6	10.2	19.3	36.7

昭和61年5月22日 条播, 10月1日調査。

以上の結果から, 特定のアイソザイムバンドを指標にしてアルファルファ品種を区分することは困難であった。

なお, 一般形質についての調査結果を表2に示した。欧米品種は中国品種に比べて草丈, 葉長, 葉幅地上部重の平均値が大きく, 欧米品種の生産力が高いことを示していた。しかし, 草丈, 葉長, 根部重の変動係数は中国品種の方が大きく, 一般形質については中国品種間の変異が大きい傾向にあった。

2. 主成分分析による比較

以上のように, アルファルファにおけるパーオキシダーゼのザイモグラムは, 品種により複雑な様相を示していた。そこで, 中国と欧米品種の関係を明らかにするため, 全品種共通に出現する3本のバンドと連鎖的な関係にあった一方のバンドを除き, 残り10本のバンドの出現頻度を変量とした主成分分析を行った。

表3 固有値と固有ベクトル

主成分 バンド	Z1	Z2	Z3
	固 有 ベクトル	固 有 ベクトル	固 有 ベクトル
P 2	0.29	0.23	0.61
P 3	0.37	0.18	0.36
P 4	0.36	0.20	-0.08
P 5	0.31	0.33	-0.22
P 6	0.36	0.29	-0.14
P 8	0.33	0.02	-0.57
P 9	0.30	-0.39	0.24
P 10	0.33	-0.26	-0.18
P 11	0.21	-0.51	0.44
P 12	0.24	-0.45	0.01
固 有 値	5.62	1.95	0.91
累積寄与率(%)	56.22	75.74	84.80

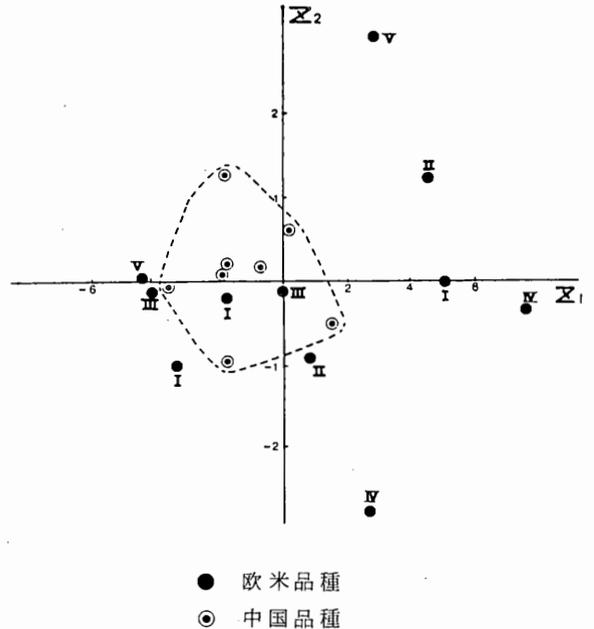


図2 主成分分析による品種スコアの分布図

第3主成分までの固有値，寄与率と各バンドの固有ベクトルを表3に示した。第1主成分の固有ベクトルは全バンドにほぼ同じ大きさであったが，第2主成分の固有ベクトルはP2-8までと9-12までを区分するものであった。第2主成分までで全情報量の75%を説明できたので，二つの主成分による供試品種のスコアの散布を図2に示した。

その結果，中国品種は欧米品種に比べてまとまった分布を示していた。一方，欧米品種の群間には一定の関係はみられなかった。

このように，パーオキシダーゼ・アイソザイム変異に限定してみると，一般形質における変異性とは異なった結果となった。つまり，遺伝子のより直接的な生産物であるアイソザイムの変異は，遺伝子の最終生産物である表現型の変異とは必ずしも一致しないことが示唆された。

今後は，パーオキシダーゼのほかアイソザイムの種類を変え，また供試材料を増やしてさらに検討を加えて行きたい。

引用文献

- 1) 照井義宣・鈴木 茂(1982) 育種 32(別1): 274-275.
- 2) Quiros, C. F. (1980) Crop Sci. 20: 262-264.
- 3) ————— (1983) Isozymes in plant genetics and breeding, Part. B. (Eds. Tanksley, S. D. and T. J. Orton). Elsevier Science Publishers B. V., Amsterdam 253-294.
- 4) 鈴木信治・稲波 進・桜井康雄(1969) 日草誌 15: 33-41.
- 5) 鈴木勝彦(1977) 遺伝 11: 43-50.
- 6) 山本多聞・桃谷好英(1971) 植化調 6: 187-189.

Summary

Peroxidase isozyme variability of alfalfa (*Medicago sativa* L.) varieties was studied using polyacrylamide-gel electrophoresis.

Fourteen isozyme bands of peroxidase were observed, and the Principal Component Analysis (PCA) was applied for the frequencies of the detected isozyme bands to characterize two groups of alfalfa varieties in Europe and China.

Alfalfa varieties of the European group were seemed to possess larger variability in peroxidase isozyme than those of the Chinese group.

*Lolium*属植物の光合成活性

渡部 信義 (岐阜大学農学部)・

三浦 秀穂 (帯広畜産大学)

Photosynthetic oxygen evolution in leaf discs of genus *Lolium*

Nobuyoshi WATANABE and Hideho MIURA*

(Fac. of Agric., Gifu Univ. 501-11, *Obihiro

Univ. of Agric. and Vet. Med., Obihiro, 080 Japan)

緒 言

*Lolium*属植物は8種の2倍体種からなり、1年生種と多年生種に分けられる。また受粉様式から自殖性の種と他殖性の種に分けられるが、形態的にみた場合には明瞭に分類できない (Bulinska - Radomska and Lester 1985)。

*Lolium*属には、飼料作物として重要なイタリアンライグラスとペレニアルライグラスが含まれる。他殖性の種間では交配が容易であることが知られており、将来の遺伝子供給源として考えた場合、これら2種に加え他の*Lolium*属植物の形質評価を行っておくことは重要である。本実験では、*Lolium*属植物6種9系統について葉身の光合成活性を測定した。

材料および方法

実験に供試した*Lolium*属植物系統をTable 1.に示した。栽培種として*L. perenne*を3系統、*L. multiflorum*を2系統供試し、自殖性の種として*L. temulentum*を供試した。そのほかに近縁種として*L. rigidum*, *L. sublatum*および*L. multiflorum* Lam. var. *westerwoldicum*を供試した。これらの種を岐阜大学農学部研究圃場に1985年秋期(10月)に播種し、翌年出穂期(5月)の止葉の葉身の中心部から、先端部へ向けてリーフパンチで直径3mmの円型葉片を1反復あたりランダムに100枚採種した。採取した葉片を蒸留水に20℃条件下で18時間浮かべ、光合成産物を消費させた後、実験に供試した。

Table 1 Plant materials used in the experiment

Code	Species	Crop name	Variety
W1-1	<i>Lolium temulentum</i>		4202
W1-3	<i>L. rigidum</i>		Ba, 9339, 78
W1-7	<i>L. sublatum</i> Vis	Wimmera ryegrass	800001
W1-4	<i>L. perenne</i>	Perennial ryegrass	702
W1-5	do.	do.	3602
W1-10	do.	do.	フレンド
W1-6	<i>L. multiflorum</i>	Italian ryegrass	5502
W1-9	do.	do.	ヤマアオバ
W1-8	<i>L. multiflorum</i> Lam. var. <i>westerwoldicum</i>	Westerwold ryegrass	Billion

まず 50 mM HEPES-NaOH 緩衝液 (pH 7.2) 中で真空脱気し、十分に緩衝液になじませた。次いで 3 ml の 50 mM HEPES-NaOH 緩衝液 (pH 7.2) とともに、酸素電極装置の反応槽に入れ、300W ハロゲンランプによって約 100 Klux の飽和光による照明を数分間与えた後、0.625 M NaHCO₃ を 100 μl 添加し、光合成を開始した。反応温度を 20℃ とした。

本実験における光合成はみかけの光合成速度で表示し、水中の飽和酸素量に円型葉片から発生する酸素量を上積みする方法で測定した。NaHCO₃ 添加後、1~2分から記録計に表れる数分間の上昇曲線の直線部分から光合成速度(酸素発生速度)を単位を μmol O₂ / dm² / hr として算出した。葉緑素量は光合成測定直後の葉片を 80% アセトンに浸漬し、48 時間冷暗所条件下におき、葉片から葉緑素が完全に抽出されたのを確認した後、その抽出液について分光光度計で定量した。単位を mg / dm² で示した。また光合成速度は単位葉緑素量当たり (μmol O₂ / mg Chl. / hr) にも換算した。1 系統あたり 3 反復実験を行い、対照系統として *L. sublatum* を供試した。

結果および考察

Fig. 1 に光合成に伴う酸素発生の様相を示した。NaHCO₃ 添加後、光合成が始まり、酸素発生量が急速に上昇することがわかる。この反応の直線部分は 5~10 分持続した。この反応が光合成による現象であることは、照明をやめ暗所条件下におくと呼吸に伴い酸素が消費されることから明らかである。

本実験の結果を Table 2 にまとめた。単位葉面積当たりの光合成活性は、対象系統の *L. sublatum* (W1-7) の場合 286.3 μmol O₂ / dm² / hr であった。1 年生の *L. temulentum* (W1-1) は 436.0 μmol O₂ / dm² / hr であった。*L. perenne* (W1-4, 5, 10) は平均で 355.2 μmol O₂ / dm² / hr、また *L. multiflorum* (W1-6, 9) は 301.5 μmol O₂ / dm² / hr であった。近縁種の *L. rigidum* (W1-3) は、354.9 μmol O₂ / dm² / hr であった。さらに、*L. multiflorum* Lam. *westerwoldicum* (W1-8) は 386.9 μmol O₂ / dm² / hr であった。これらの結果から、いずれの種においても、対象系統の W1-7 よりも高い光合成活性がみられ、300 μmol O₂ / dm² / hr をこえる値となっている。

単位葉緑素量当たりの酸素発生量は、W1-5 が最も高く、最低の W1-10 でも 119.4 μmol O₂ / mg Chl. / hr であった。

Lolium 属植物は飼料作物として重要な草種であり、ウィメラライグラス (*L. sublatum*) のような一部の種は、帰化植物として観察される。相互に交配可能な他殖性種のうち光合成活性の高いものは、栽培種のペレニアルライグラスやイタリアンライグラスの改良に利用されるべきであろう。

止葉の葉身の光合成活性に変異が存在し、種によって高い活性の系統が存在することが分かったこと

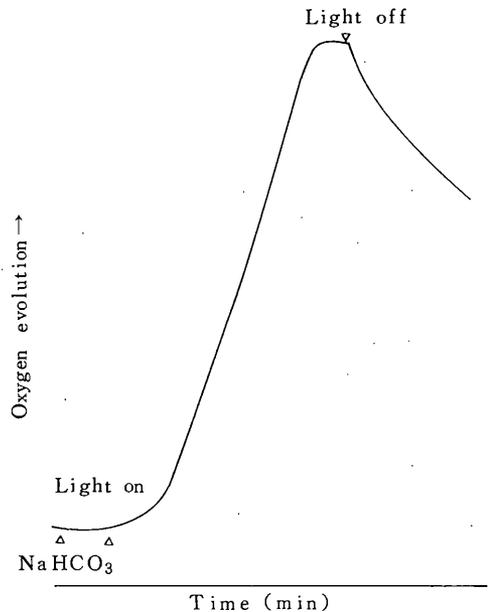


Fig. 1 Oxygen electrode tracing of oxygen concentration during photosynthesis.

Table 2 Photosynthetic oxygen evolution and chlorophyll content of leaf discs in genus *Lolium*

Code	Photosynthetic oxygen evolution		Chl. content mg Chl./dm ²	No. of replications
	$\mu\text{mol O}_2/\text{dm}^2/\text{hr}$	$\mu\text{mol O}_2/\text{mg Chl.}/\text{hr}$		
W1-7	286.3 ± 8.9	142.9 ± 2.4	1.98 ± 0.04	11
W1-1	436.0 ± 3.6	160.8 ± 1.8	2.71 ± 0.04	3
W1-3	354.9 ± 21.3	136.2 ± 4.9	2.60 ± 0.05	3
W1-4	440.7 ± 6.8	161.7 ± 5.8	2.74 ± 0.13	3
W1-5	353.9 ± 30.1	160.1 ± 11.4	2.21 ± 0.09	3
W1-10	270.9 ± 31.5	119.4 ± 10.5	2.26 ± 0.15	3
W1-6	297.6 ± 2.9	210.6 ± 5.6	1.42 ± 0.05	3
W1-9	305.3 ± 40.3	144.7 ± 9.5	2.09 ± 0.20	3
W1-8	386.9 ± 26.1	165.4 ± 6.2	2.31 ± 0.06	3

は、今後の育種利用のうえで興味深いことである。

摘 要

*Lolium*属数種の止葉の葉身光合成活性を酸素電極を用いて測定したところ、ペレニアルライグラスやイタリアンライグラス以上の活性を示す種のあることが分かった。

引用文献

Bulinska - Radomoska, Z. and R. N. Lester (1985) Relationships between five species of *Lolium* (*Poaceae*). Pl. Syst. Evol. 148: 169-175.

Summary

Photosynthetic oxygen evolution of flag leaf discs in various species in genus *Lolium* (Table 1) was measured by the oxygen electrode. Photosynthetic oxygen evolution varied among the species (Table 2), and there were some cases that strains in *L. temulentum* showed higher activity than cultivars in *L. multiflorum* and *L. perenne*. It is expected that genetic variation in this activity among wild species is useful for the breeding of *L. multiflorum* and *L. perenne*.

チモシー品種センポクとホクシュウに おけるがまの穂病発生の比較

但見 明俊・*島貫 忠幸(北農試,*現草地試)

Occurrence of choke in two timothy varieties, Senpoku and Hokushu

Akitoshi TAJIMI and Tadayuki SHIMANUKI*

(Hokkaido Natl. Agric. Exp. Stn., Sapporo, 004 Japan,

*Natl. Grassl. Res. Inst., Nishinasuno, Tochigi 329-27 Japan)

緒 言

チモシーがまの穂病(Choke)は子のう菌の一種、*Epichloë typhina* (Pers. ex Fr.) Tulasne, に起因するチモシーの奇病である。病原菌の菌糸は植物体内に潜在するが、幼穂の周辺で異常に増殖して幼穂を退化せしめる。白色の子座と化した止葉の葉鞘や葉身基部が出穂に先立つところ裸出してくる。保菌植物は必ずしも発病せず、本病については発病条件や感染方法など、植物病理学的にきわめて基本的な事柄が解明されていない。このような奇病は英国ではオーチャードグラスに発生が多いというが、わが国ではチモシーと野草のヤマカモジグサ(*Brachypodium sylvaticum* P. Beauv.) 以外には見かけない。また、新大陸では発生がきわめてまれであるといわれている。

わが国で1905年に出版された菌類目録に、アワガエリに*Epichloë typhina* が記載されており、これは恐らくチモシーがまの穂病菌のことだとみなされている²⁾。しかし、本病が一般に注目されたのは1960年代に入ってからで、わが国でもチモシーの育種事業(1964年)と、育成された品種の採種事業(1969年ころ)が開始されて以降のことである。最近ではホクオウやホクセンなど民間の育成品種も増え、これらの品種でも本病は採種栽培の阻害要因となっている。

本病の発生が品種や系統によって異なることは、すでに、荒木¹⁾や島貫・佐藤³⁾によって指摘されている。しかし、わが国の主要品種であるセンポクやホクシュウについて詳しく観察されたことはなかった。これら両品種はいずれも北海道立北見農業試験場で育成された。北見農業試験場においては育種家種子が、ついで農林水産省十勝種畜牧場において原原種と原種が生産される。原種の採種は播種翌年から4年間行われる。生産された原種は北米に送ってさらに増殖され、これが市販種子となる。著者らは種々の増殖過程のセンポクとホクシュウの種子を入手し、札幌市において栽培し、播種後5年間、がまの穂病の発生を比較したので報告する。

本稿を草するにあたり、供試種子を提供いただいた北見農業試験場と十勝種畜牧場の関係各位に対し厚く御礼申し上げます。

材料と方法

センポク(農林1号)は1969年に農林登録され、1971年にOECD登録された。集団選抜法により育

成された早生品種である。供試した種子はつぎの4種類である。

- A : 原種を北米へ送って増殖された市販種子。
 B : 十勝種畜牧場 1979 年産原種。採種 2 年目。
 C : 十勝種畜牧場 1981 年産原種。採種 5 年目。
 D : 北見農業試験場 1981 年産育種家種子。

ホクシュウ(農林3号)は1977年に農林登録され、1981年にOECD登録された。集団選抜法により育成された晩生品種である。供試した種子はつぎの4種類である。

- E : 十勝種畜牧場 1981 年産原種。採種 1 年目。
 F : 十勝種畜牧場 1981 年産原種。採種 2 年目。
 G : 十勝種畜牧場 1981 年産原種。採種 3 年目。
 N : 原種を北米へ送って増殖された市販種子。

これら供試種子は1982年播種し、各区から18個体ずつを1列として圃場に配列し、7反復とした。

結 果

1. がまの穂病発生個体率

播種当年と翌(1983)年には、両品種とも、がまの穂病の発生は全くみられなかった。1984年になって両品種とも、少数の個体でわずかな発生が認められたが、この年に限ってはセンボクよりホクシュウでの発生がむしろ目立った。1985年には両品種とも発生個体が急増し、センボクで61.2%、ホクシュウで39.0%に達し、センボクの発生個体率がホクシュウのそれを上まわった。1986年には発生個体率はさら

Table 1 Occurrence of choke in plants derived from four seed lots each of two timothy varieties.

Senpoku					
Seed lot*	A	B	C	D	Mean
No of plants	125	124	124	126	
1982	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
1983	0	0	0	0	0
1984	0	0.8	0	4.0	1.2
1985	66.7	62.1	57.5	58.4	61.2
1986	88.6	86.3	88.3	89.7	88.2

Hokushu					
Seed lot**	E	F	G	N	Mean
No of plants	125	124	126	123	
1982	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
1983	0	0	0	0	0
1984	4.0	3.2	1.6	2.4	2.8
1985	40.0	42.3	34.1	39.8	39.0
1986	56.8	58.9	54.3	56.1	56.6

* Senpoku A: Commercial seed, B: Foundation seed
 C: Registered seed, and D: Breeder's seed

** Hokushu E: Registered seed, F and G: Foundation seed
 N: Commercial seed

に高まり、センポクで88.2%、ホクシュウで56.6%となったが、センポクでの発生が多い傾向は変わらなかった。このように、本病の発生個体率はこれら両品種ではセンポクが高く、品種間の違いは明らかであった反面、同一品種内での区間の違いはきわめて小さかった (Table 1)。

2. 重症個体率

がまの穂病発病茎数が正常な出穂茎数を上まわった個体を重症個体とみなした。重症個体は播種後3年以降観察され、1985年にはセンポクで5.1%、ホクシュウで5.8%とほぼ等しい発生率を示した。しか

Table 2 Occurrence of severely affected plants by choke in four seed lots each of two varieties

Senpoku

Seed lot	A	B	C	D	Mean
Na of plants	125	124	124	126	
1985	8.1%	4.8%	4.2%	3.2%	5.1%
1986	25.2	28.2	14.2	19.8	21.9

Hokushu

Seed lot	E	F	G	N	Mean
Na of plants	125	124	126	123	
1985	4.0%	8.1%	4.0%	7.3%	5.8%
1986	6.4	8.1	4.8	8.9	7.2

し、1986年にはセンポクで21.9%と急増したのに対し、ホクシュウでは7.2%とほとんど増えなかった (Table 2)。全出穂茎ががまの穂病症状を呈した個体は1986年までは出現していない。

考 察

上述の結果から、がまの穂病の発生はセンポクにおいてホクシュウより多い傾向が認められた。本病の感染機作ははまだ明らかでないが、本報で、同一品種が種子ロットを異にしても等しいがまの穂病発生個体率を示したことから、トールフェスク内生菌の場合⁴⁾のように種子感染を想定し得る。しかし、未発生個体を抵抗性個体とみなせば、抵抗性個体率が品種によって一定の値をとるのも当然である。前仮説によれば、このような結果は育種場所において最終的に選ばれた個体の保菌株率に由来するものであり、薬剤処理等により改善し得る可能性が残る。後仮説によれば品種特有の遺伝的形質であって改善の余地はなく、新しい抵抗性品種の育成がのぞまれることになる。

摘 要

1982年に播種し個体植えとしたセンポクとホクシュウの、それぞれ4種子ロットからの約500個体ずつについて、札幌でがまの穂病の発生を比較した。両品種とも、1982年と1983年には全く発生がなく、1984年にはわずかに発生した。1985年にはセンポクで61.2%、ホクシュウで39.0%、また、1986年にはセンポクで88.2%、ホクシュウで56.6%と、これら2品種の比較ではセンポクで発生個体率が高かった。がまの穂病発病茎率が50%を越えた個体はセンポクで21.9%、ホクシュウで7.2%あるが、全出穂

茎が発病した個体は1986年までは認められなかった。

引用文献

- 1) 荒木隆男 (1978) チモシーがまの穂病とその発生. 日植病報 44 : 76.
- 2) 西原夏樹 (1981) 農林水産研究文献解題. 牧草病害編 373.
- 3) 島貫忠幸・佐藤 徹 (1983) チモシーがまの穂病の発病経過と罹病植物の内生菌糸保菌部位. 北海道農試研報 138 : 87 - 97.
- 4) SIEGEL, M. R. *et al.* (1984) A fungal endophyte in tall fescue: Incidence and dissemination. *Phytopathology* 74 : 932 - 937.

Summary

The occurrence of choke, *Epichloë typhina* (Pers. ex Fr.) Tulasne, was observed at Sapporo for five years after seeding in 1982. About 500 seedlings each of Senpoku and Hokushu, which were derived from respective four different seed lots, were planted individually in rows. In 1984, a few plants of both varieties were affected by choke at nearly the same rate. In 1985, 61.2% of Senpoku and 39.0% of Hokushu, and in 1986, 88.2% of Senpoku and 56.6% of Hokushu were affected by choke (Table 1). Severely diseased (over 50% heads) plants were 21.9% in Senpoku and 7.2% in Hokushu in 1986 (Table 2). No fully damaged plants could be seen during the research period.

寒地型牧草と暖地型牧草の生育におよぼす 乾燥ストレスと高温ストレスの影響

尹 世炯・島本 義也・津田 周彌（北大農）

緒 言

牧草は、もともと粗放な管理のもとで、栽培されるので、その生育過程で様々な阻害要因に遭遇する。阻害要因の中でも乾燥ストレスと高温ストレスによる牧草植物の乾物生産の低下は著しいものがある。韓国のように年間気温差が大きく、降水量が夏に集中し、それ以外の期間は乾燥状態になる地方では、特に乾燥ストレスが重要な問題である。それを解決する方法として高温と乾燥に対する耐性を持つ草種の選択と栽培管理方法の確立が必要であり（尾形ら，1985），そして、次に、乾燥ストレスにあっても減収の少ない品種を選び出すか、または、育成することが要求される。

本研究は、一般的な寒地型牧草および暖地型牧草を供試して、乾燥ストレスと高温ストレスのもとでの生育を草種別に観察し、乾燥ストレスと高温ストレスに対する反応の草種の特徴を検討した。

材料および方法

実験は北海道大学農学部で実施した。供試草種は表1に示した。1986年5月7日に、ポットエース（1,000 ccあたりにN 200 mg，P 500 mg，K 200 mgを含む）と通常の畑の土を1：1で混ぜた培養土を詰めたポット（内径20 cm，高さ17 cm）に播種し、十分な灌水のもとで、屋外で育苗した。同年6月13日に間引きし

表1 供試草種、品種および学名

草 種 名	品 種 名	略 名	学 名
寒地型牧草			
オーチャードグラス	フロンティア	OG	<i>Dactylis glomerata</i> L.
チモシー	ホクオウ	TI	<i>Phleum pratense</i> L.
ペレニアルライグラス	フレンド	PR	<i>Lolium perenne</i> L.
イタリアンライグラス	ミナミワセ	IR	<i>Lolium multiflorum</i> Lam.
メドウフェスク	ファスト	MF	<i>Festuca pratensis</i> L.
トールフェスク	ホクリョウ	TF	<i>Festuca arundinacea</i> Schreb.
暖地型牧草			
ローズグラス	カタンボラ	RG	<i>Chloris gayana</i> Kunth
ギニアグラス	ナツカゼ	GG	<i>Panicum maximum</i> Jacq.
グリーンパニック		GP	<i>Panicum maximum</i> Jacq. var. <i>trichoglume</i> Eyles
カラードギニアグラス		CG	<i>Panicum coloratum</i> L.
スーダングラス	ヘイスーダン	SG	<i>Sorghum sudanense</i> (Piper) Stapf.

ポット当たり10個体とし、同日より次の処理を始めた。処理条件は温室内を高温区、屋外を低温区とし、また、それぞれに乾燥区と湿潤区を設けた。乾燥区は年間降水量を500mm、湿潤区は年間降水量を2000mmになるように、それぞれを日割りにして、2日に1回散水した。実験期間中の平均気温は図1のとおりである。高温区の気温は低温区より6~7℃高い状態が維持された。土壌水分は、テンシオメーターの測

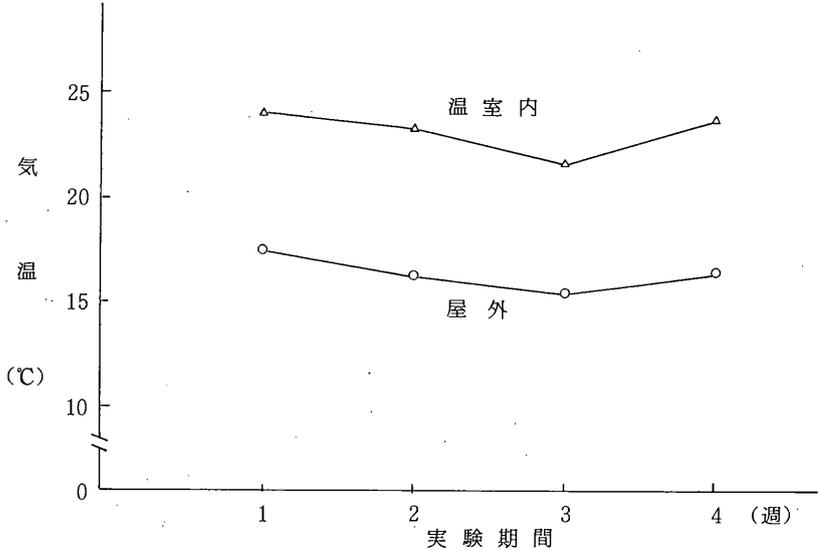


図1 実験期間中の気温の変化

定によると、散水後12~48時間の間のpF値の変化は湿潤区で1.6~2.6、乾燥区は2.6以上であった。同年7月10日に掘り取り、80℃で24時間乾燥して、乾物重を測定した。

結 果

乾物重は、寒地型牧草(図2)、暖地型牧草(図3)ともに低温湿潤区で草種間差が大きかった。また、温度および土壌水分に対する反応の草種間差は暖地型牧草が寒地型牧草より少ない傾向を示した。寒地型牧草において全草種が低温湿潤区で乾物重が最大で、高温乾燥区で最小であった。草種別にはIRがどの処理区でも他の寒地型牧草より乾物重が多く、また、温度と土壌水分条件による影響が大きいものに対し、TFは乾物重が少なく、温度と土壌水分の影響も少なかった。一方、暖地型牧草は全草種が高温条件で土壌水分による差が顕著に

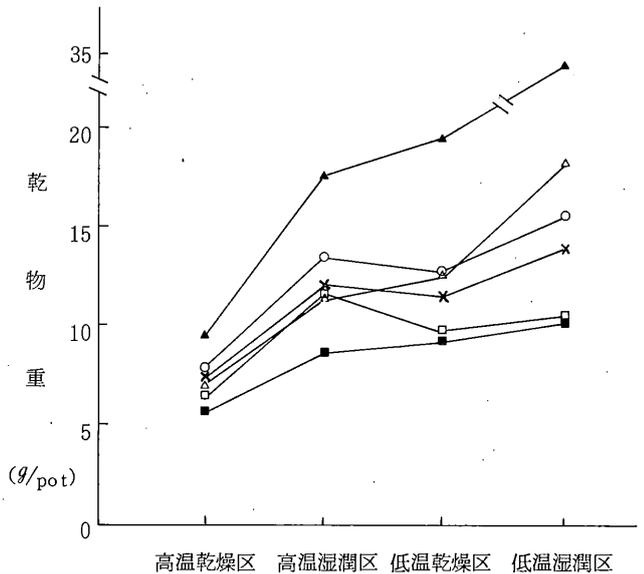


図2 寒地型牧草の処理別乾物重

○ OG × PR □ MF △ TI ▲ IR ■ TF

現れた。SGが低温湿潤区で最大の乾物重を示した以外は、すべての草種が高温湿潤区で最大の収量が得られた。温度処理に対する反応は、RGが小さく、乾燥に対する反応はGGが比較的高いことを除いて、他の暖地型草種の温度と土壤水分に対する反応は同様な傾向を示した。

乾燥ストレスに対する耐性を検討するため、湿潤区に対する乾燥区の割合(乾湿値)を求め、表2に示した。寒地型牧草と暖地型牧草ともに低温条件より高温条件で乾湿値は低い値を示し、高温条件で乾燥ストレスの影響が大きかった。暖地型牧草は、寒地型牧草より低い乾湿値を示し、乾燥ストレスの影響を受けやすいが、高温乾燥区の収量は寒地型牧草より多かった。寒地型草種の間では、TFとMFが乾燥ストレスの影響が小さく、IRが大きかった。暖地型牧草ではGGとSGが乾燥ストレスの影響が大きい傾向であったが、草種間差は寒地型牧草より小さかった。

高温ストレスに対する耐性を検討するため、屋外区に対する温室区の割合(高低値)を求め、表3に示した。寒地型牧草は湿潤条件と乾燥条件ともにMFとTFが温度の影響が小さく、IRが温度の影響が大きかった。湿潤条件での暖地型草種の高低値はSGを除いて1.0以上であり、21~24℃の気温では、ストレスとならず、むしろ、生育に適した条件であった。しかし、乾燥条件では、GPを除いて、高低値は1.0以下であり、高温条件はストレス環境であった。GPは、高温が生育に適した条件であり、SGは高温がストレス環境であった。湿潤条件で、寒地型草種のMFが高低値が1.0以上になり、高温がストレスとならず、暖地型草種のSGが高低値が1.0以下にな

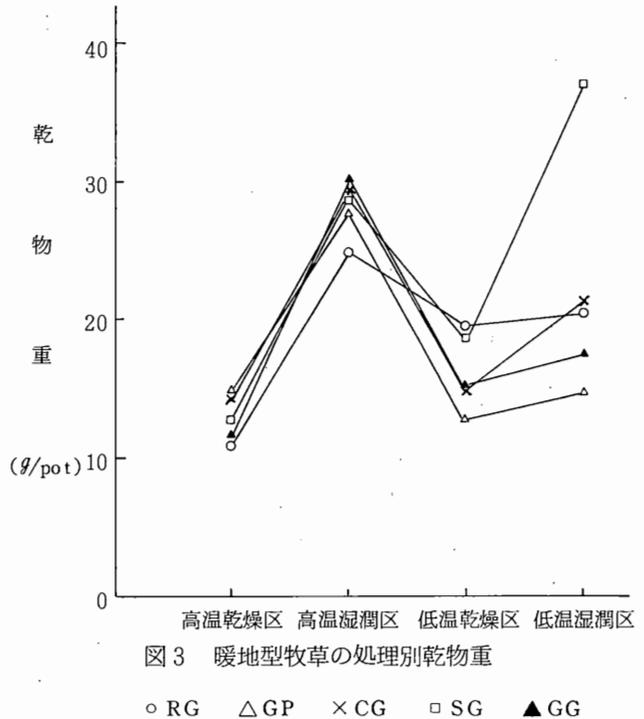


図3 暖地型牧草の処理別乾物重

表2 各草種における湿潤区に対する乾燥区の割合

草種	高温条件	低温条件	平均
寒地型牧草			
O G	0.57	0.82	0.70
T I	0.63	0.71	0.67
P R	0.64	0.82	0.73
I R	0.55	0.57	0.56
M F	0.62	0.94	0.78
T F	0.71	0.93	0.82
平均	0.62	0.80	0.71
暖地型牧草			
R G	0.43	0.35	0.39
G G	0.38	0.85	0.62
G P	0.50	0.86	0.68
C G	0.48	0.69	0.59
S G	0.44	0.52	0.48
平均	0.45	0.66	0.55
全草種の平均	0.54	0.73	0.63

高温条件: 高温乾燥区 / 高温湿潤区

低温条件: 低温乾燥区 / 低温湿潤区

り、逆に、高温がストレスになり、他の草種と異なる反応を示した。

考 察

安定的に飼料を供給することが牧草栽培に求められる重要な課題の一つである。したがって、種々のストレスに遭遇しても、乾物生産の変動が少ないことが望まれる。そのような視点からすると、寒地型牧草のTFとMFが広範囲の温度、土壌水分条件に相対的に安定した飼料生産ができると思われる。しかし、両草種とも、他の草種と比較して、乾物の絶対生産量が低く、その点が問題である。

暖地型牧草は寒地型牧草より乾燥ストレスの影響を受けやすいことがわかったが、乾燥ストレスの効果が最大に表れる高温乾燥区においても、なお、暖地型牧草は寒地型牧草より乾物生産量が多いことから、夏枯れ期に補う草種として暖地型草種の利用が考えられる。それには、低温でも十分な乾物生産をあげたSGが有望である。しかし、SGは収量は多いが、飼料価値は劣ると思われるので、その点を考慮する必要がある。

本研究は、草種レベルで検討したため、選ばれた品種によって、その傾向が変わる可能性もあるので、今後、多くの品種を供試して、品種レベルで、さらに詳細に検討する必要があると思われる。

要 約

寒地型牧草と暖地型牧草を供試して、乾燥ストレスと高温ストレスに対する反応を検討した。牧草の生育におよぼす土壌水分と温度の影響は互いに関係が深く、高温条件は乾燥ストレスの効果を、乾燥条件は高温ストレス効果を助長する。また、暖地型牧草は、寒地型牧草より乾燥ストレスの影響が顕著であるが寒地型牧草の夏枯れ現象を補うものとして、暖地型牧草の利用が考えられた。

引用文献

1) 尾形昭逸・実岡寛文・松本勝士(1985) 暖地型飼料作物の水ストレス耐性機構の解析(1). 日草誌 31 : 34 - 42.

表3 各草種における低温区に対する高温区の割合

草 種		湿润条件	乾燥条件	平均
寒地型牧草				
O	G	0.87	0.61	0.74
T	I	0.64	0.57	0.61
P	R	0.83	0.65	0.74
I	R	0.50	0.49	0.50
M	F	1.10	0.72	0.91
T	F	0.86	0.66	0.76
平	均	0.80	0.62	0.71
暖地型牧草				
R	G	1.24	0.54	0.89
G	G	1.71	0.77	1.24
G	P	1.93	1.13	1.53
C	G	1.40	0.97	1.19
S	G	0.80	0.68	0.74
平	均	1.42	0.82	0.12
全草種の平均		1.08	0.71	0.90

湿润条件: 高温湿润区 / 低温湿润区

乾燥条件: 高温乾燥区 / 低温乾燥区

最終刈取り時期がオーチャードグラスの越冬性 および翌年の収量に及ぼす影響

増山 勇・嶋田 徹 (帯広畜産大学)

緒 言

十勝地方で栽培されるオーチャードグラスで秋の最終刈取り時期に危険期が存在するか否かについて検討した。このことについてはすでに帰山¹⁾、平島²⁾、坂本・奥村³⁾、川端⁴⁾などの報告があり、危険期の存在が認められている。しかし、その危険期は試験地により、いくぶん異なっている。すなわち、帰山(畑作部)は9月中・下旬、平島(根釧農試)は9月中旬から10月上旬、坂本・奥村(天北農試)は9月下旬から10月下旬、川端(北農試)は9月下旬から10月上旬が危険期であったと報告している。また、川端は品種によっても危険期はいくぶん異なることを述べている。

ただ、これらの試験は、共通して刈取り時期の影響を主として翌春の1番草収量でみているので、刈取りの影響が、たんに秋の分けつ生産に影響した結果なのか、あるいは、秋の分けつ生産だけでなく越冬性を通して影響したのか、解析できない面がある。そこで、本試験では越冬性についても解析できるようにした。

材料および方法

オーチャードグラス品種キタミドリを用いて1985年5月22日に播種、造成した1年目の草地を供試した。畦長8.5 m、畦間0.5 mの条播とし、8月2日に掃除刈りをした。最終刈取り時期として9月3日から11月2日まで10日間隔に7回の刈取り時期を設けた。また、厳寒期に試験区の半分を除雪し、除雪区とし、除雪区と積雪区の2通りの越冬環境を用意した。1区4.25 m²、3反復であった。TNC含有率分析のためのサンプリングは、越冬前の11月20日と越冬後の4月10日に行った。TNC含有率分析には、分けつの基部約7 cmを90℃で1時間、ついで70℃で48時間乾燥し、微粉碎したものを200 mg用いた。α-アミラーゼを用いて抽出した液を除蛋白し、加水分解後中和、Somogy-Nelson法で測定して、グルコース当量で示し、TNC含有率とした。圃場における分けつ生存率は観察による5段階スコア(無=4、枯死=0)により評価し、完全枯死に対する生存積算比で表した。

結果および考察

越冬前の草丈は、刈取り時期の遅れにとともに42.4 cmから11.2 cmまでだいに低くなった。また、越冬前の分けつの基部約7 cmの乾物率は、10月中旬刈取りが最も低いV字曲線となった。

越冬前に冠部凍結法で測定した分けつ生存率は、10月中旬刈取りが最も低い値となるV字曲線となった(図1)。越冬後の圃場における除雪区での分けつ生存率も同様であった。このことから除雪区における越冬性には越冬前の耐凍性が重要であったことがうかがわれた。越冬後の積雪区の分けつ生存率は全般に高く、刈取り時期の影響は認められなかった。また、積雪区では雪腐病の発生が認められたが、分けつを枯死させるほどではなかった。越冬前のTNC含有率は10月中旬刈取りが最も低くなるV字曲線となっ

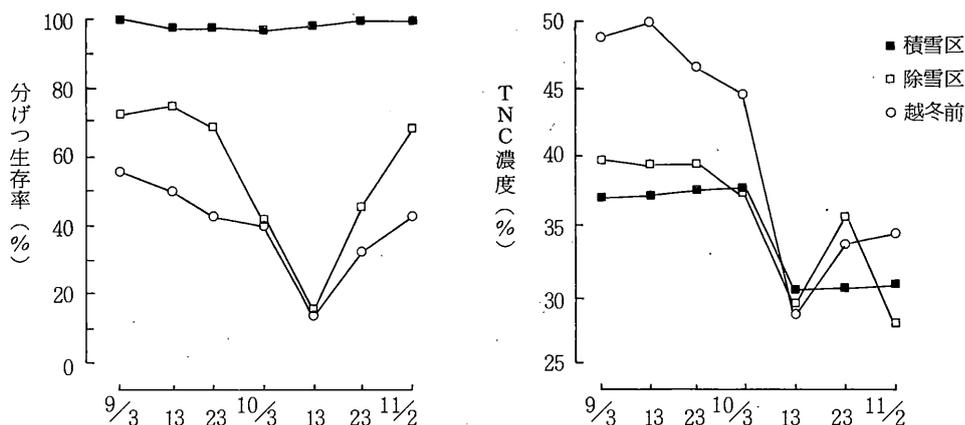


図1 分げつ生存率およびTNC濃度と最終刈取り時期との関係

た。これと越冬後のTNC含有率との間には、除雪区で0.833*, 積雪区で0.906**の有意な相関係数がえられた。

翌年の再生草における1番草の出穂期は、積雪区にくらべ除雪区での遅れが認められたが、両区とも刈取り時期の影響は顕著ではなかった。また、1番草の草丈は、積雪区が除雪区よりも明らかに高くなっていった。除雪区では10月中旬刈取りが最も低くなったが、積雪区では刈取り時期の影響は顕著ではなかった。

翌春の1番草収量では、積雪区が除雪区より多収であった。また除雪区では10月中旬刈取りが最も減収したのに対し、積雪区では9月下旬刈取りが最も減収した(図2)。2番草収量では、積雪区と除雪区との収量の差はなくなったが、除雪区では刈取り時期の影響がまだ認められ10月中旬刈取りが最低となった。

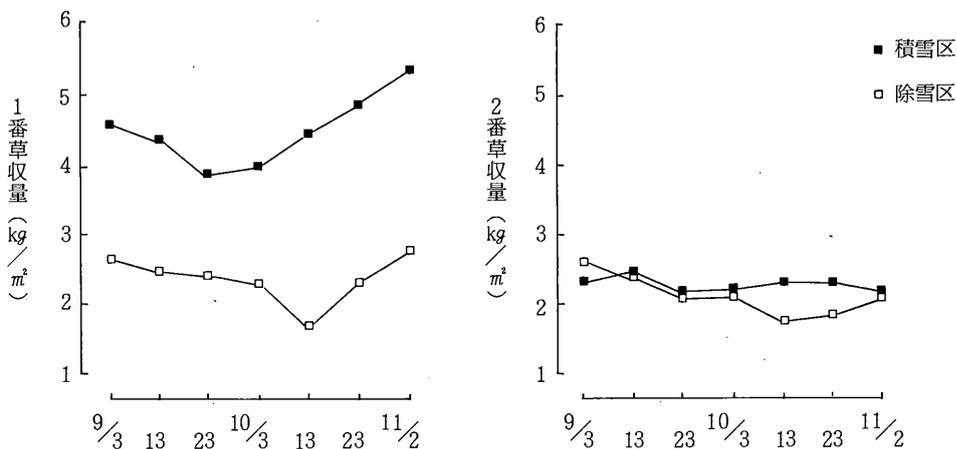


図2 1. 2番草収量と最終刈取り時期との関係

ここで、積雪区と除雪区との危険期が異なっていたことは重要である。すなわち、積雪区では危険期は9月下旬であるのに、除雪区では10月中旬であった。積雪区での危険期が9月下旬となった理由は、こ

の時期の刈取りが秋の分けつ生産をもっとも抑制した結果と考えられる。このことは出穂茎数と最終刈取り時期との関係から推察される(図3)。積雪区では、9月上旬から10月上旬までの間に刈取りがなされると、秋の分けつ生産が阻害され、翌年の出穂茎数は著しく減少した。これに対し、10月中旬以降の刈取りでは、分けつ生産への影響は小さくなるので、翌年の出穂茎数は著しく多くなった。一方、除雪区では多くの分けつが冬枯れで枯死するので、刈取り時期の分けつ生産に対する影響はかくされたものと考えられる。

したがって、冬枯れの少ない積雪区のような越冬条件下では、分けつ生産を通しての刈取り時期の影響が現れ、9月下旬が危険期となり、冬枯れの多い除雪区のような条件下では、秋のTNCの蓄積量や耐凍性におよぼす刈取り時期の影響から、10月中旬が危険期になるものと考えられる。そして、年次による冬枯れの発生程度に応じて、この時期内で危険期が変動する可能性があると思われる。

以上のことから、本地方におけるオーチャードグラスの秋の刈取り危険期は9月下旬から10月中旬であると推察される。既往の報告では、試験地により危険期がいくぶん異なっていたが、それは試験地により冬枯れ程度がそれぞれ異なった結果であると考えられる。しかし、本結果は1年だけの結果であり、また刈取り時期が遅くなるほど生産される分けつが少なくなるという報告⁵⁾もあるので、さらに試験を継続して上記の結果を検討したい。

要 約

本地方におけるオーチャードグラスの秋の刈取り危険期は9月下旬から10月中旬であることがわかった。すなわち、冬枯れの発生が少ないような越冬条件下では9月下旬が危険期となり、冬枯れの発生が多いような条件下では10月中旬が危険期になるものと考えられる。

引用文献

- 1) 帰山幸夫・八幡林芳・名久井 忠(1969) オーチャードグラスの最終刈取り時期に関する試験成績書。北農試験作部家畜導入研究室 1-9.
- 2) 平島利昭(1978) 道立農試報告 27: 1-93.
- 3) 坂本宣崇・奥村純一(1973) 道立農試集報 28: 22-32.
- 4) 川端習太郎(1972) 北草研報 6: 17-21.
- 5) 近藤秀雄(1975) 北農 42(1): 10-18.

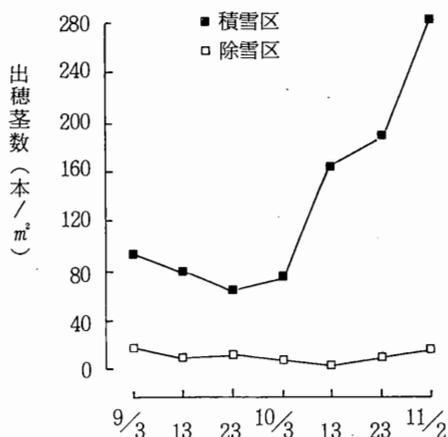


図3 出穂茎数と最終刈取り時期との関係

十勝地方におけるオーチャードグラス 雪腐大粒菌核病の被害と発生環境

嶋田 徹・新発田修治・増山 勇・
中川 浩昭(帯広畜大)

緒 言

十勝地方においてオーチャードグラスの栽培を制限している最大の要因は、凍害および雪腐大粒菌核病による冬枯れである。とりわけ1975年に発生した雪腐大粒菌核病の被害は衝撃的で、以来本地方におけるオーチャードグラスの栽培面積は急激に減少した。しかし、オーチャードグラス栽培の存続は重要であり、そのためにも越冬性の優れた品種の育成、栽培法の改善が強く求められている。著者らは、そのための一連の研究を行ってきたが、ここでは本地方における雪腐大粒菌核病の被害発生の実態および被害程度に關与する冬期の環境要因について検討した。

調査方法

1984年から1986年の3か年間、萌芽期に十勝地方をくまなく巡り、オーチャードグラス主体草地の冬枯れ程度を調査した。気象データとしてアメダスの観測値を利用する関係から、調査草地は当地方に17か所あるアメダス観測値の周囲から選ぶよう留意した。調査草地数は1984年、1985年および1986年でそれぞれ77、99および87か所であった。被害程度は観察により0～4の5段階法で評価し、完全枯死に対する被害積算比を百分率で表し被害度とした。また、同時に菌核の存在を確かめ、病株率を求めた。このようにして各草地あたり40株以上を調査した。

結果および考察

各地域とも、被害度は1984年および1985年の萌芽期に大きく、1986年には小さかった。地域間で、被害度は、日高山脈沿いおよび大雪山系山麓で大きく、中央部の少雪地帯で小さかった。とくに1984年における日高山脈沿いの地域では被害は大きく、これらの草地ではほとんどの株で主要な越冬分げつが完全に

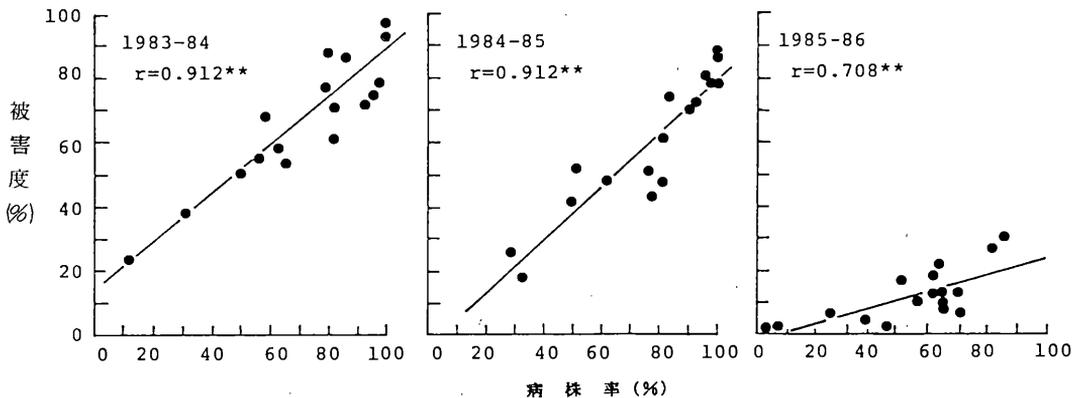


図1 被害度と病株率との関係

枯死した。また、ほとんどの枯死分けつに雪腐大粒菌核病の菌核が数箇みつけられた。被害度と菌核の認められた病株率の間には、3か年とも1%水準で有意な大きい相関係数が得られ、被害が主として雪腐大粒菌核病によって発生したことが推察された(図1)。ただ1984年および1985年に比較して1986年では、病株率の割に被害度が小さかった。これは、1986年では本病のまんえんが茎葉部にとどまり、分けつ基部にまで達せず、分けつの枯死が発生しなかったためであった。

3か年における冬期の積雪状況は図2のようであった。もっとも多雪な上札内ともっとも少雪な本別の積雪の推移を示した。他の地域はこれら両所の中間であった。1983-84年および1984-85年の冬では、10cm以上の積雪の起日が多く地域で1月上・中旬と遅かったのに対し、1985-86年の冬では12月上旬と

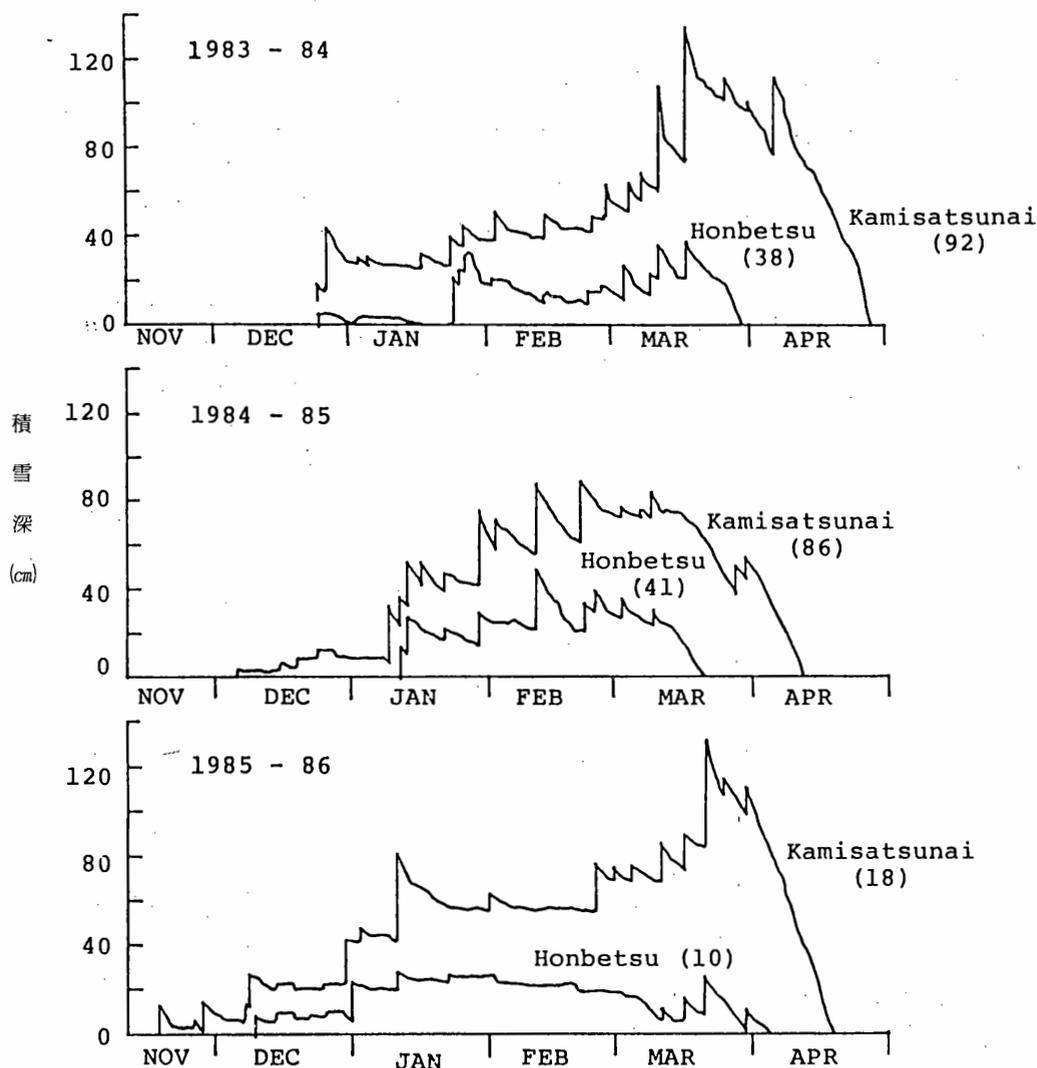


図2 本別(最少積雪地)と上札内(最多積雪地)における積雪深の推移
()中の数字は被害度を示す。

早かった。一般に積雪が遅く、土壤凍結が深く、消雪期が遅い年に雪腐大粒菌核病の被害が大きいいとわ
れているが、本結果でもこのことは確かめられた。

被害の発生が著しかった 1983 - 84年および 1984 - 85年では、被害度と積雪日数との間に 1%水準で
有意な大きい相関係数が認められた(図3)。種々の積雪量を示すパラメータのうち、被害度との間にもつ

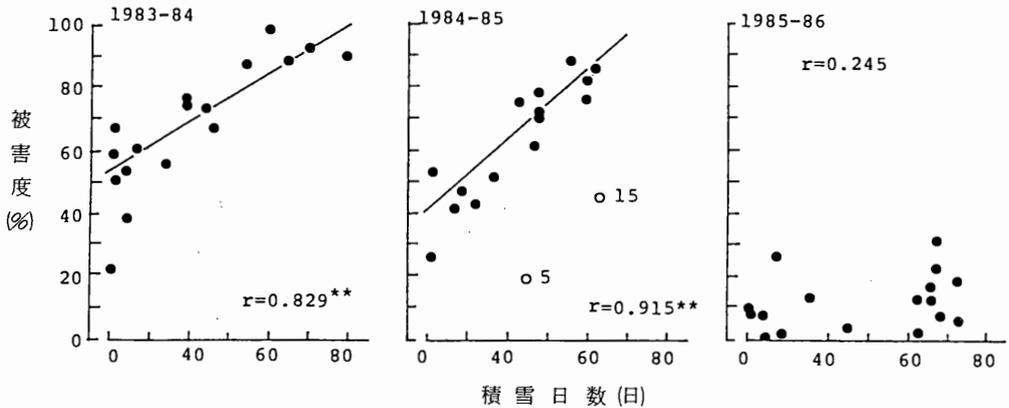


図3 30cm以上の積雪日数と被害度との関係

とも大きい相関係数が得られたのは、両年次とも積雪20cmまたは30cm以上の日数であった。地表温度が0
℃近くなる積雪40cm以上が本病のまんえんに有利とされているが(尾崎, 1979), 本地方では冬期間を通
じて積雪が40cm以上とならない地域が多く、40cm以上の積雪日数では相関係数はむしろ小さかった。1985
-86年では、前年以上の積雪期間があったのに被害度が小さく、両者間に相関関係は認められなかった。

雪腐大粒菌核病が著しくまんえんし被害が発生するためには、植物が根雪前に凍害をうけ感受性を高め
ていることが必須条件であるといわれている(尾崎, 1979; 能代, 1980; 松本, 1982)。1985-86年
の冬は根雪が早く、植物が低温に十分にさらされなかったため、この年次ではオーチャードグラスの感受
性の発達が低く、そのため根雪期間が長くても被害の発生が小さかったものと考えられる。このことを考
察するため3か年について根雪前の低温、積雪期間および被害度との関係を検討した(表1)。両要因を
考慮して、被害度との間に求めた重相関係数は 1983 - 84年および 1984 - 85年でもともに 1%水準で有意で

表1 積雪前の低温程度と積雪期間の2要因を考慮した被害度の推定

年次	単相関係数		標準偏回帰係数		重相関係数
	低温 ¹⁾	積雪期間 ²⁾	低温	積雪期間	
1983 - 84	-.316	-.827**	-.173	.919	840**
1984 - 85	-.140	-.915**	-.085	.936	919**
1985 - 86	-.125	-.245	-.398	.474	407
全期間	-.215	-.176	-.382	.293	380

注) 1) 積雪が10cmに達する以前で、日最低気温が-10℃以下であった日数

2) 30cm以上の積雪日数

あったが、これらは、それぞれの年次で積雪期間と被害度との間に求めた単相関係数に比較していずれも大きくなかった。また、被害度の変異に及ぼす両要因の効果を標準偏回帰係数で比較すると、いずれの年次とも低温の重みは小さく、本結果では根雪前の低温が重要な要因となっていないことが示された。このような結果が得られた理由は、本報告の範囲では明らかではない。本病の被害発生に及ぼす根雪前の低温の意義について、さらに凍結を積極的にひきおこす処理などを含む詳細な観察を行う必要のあることが認められた。

十勝地方におけるアルファルファ 品種の地域適応性

堀川 洋・丸山 純孝・中島 仁志
 (帯畜大)・小松 輝行(滝川畜試)・
 須田 孝雄(十勝農協連)

緒 言

十勝地方におけるアルファルファの栽培面積は、一時期停滞していたが、ここ1, 2年で再び増加しつつある。しかしながら、現在でもまだ農家は不安をもちながら栽培しているのが実情である。栽培上の問題点のうちでも、冬期気象条件に強く支配される越冬性や永続性と関連した地域と品種の相互関係がかなり大きな割合を占めているものと考えられる。そこで、本報告では十勝地方におけるアルファルファ品種(群)の地域適応性について検討した。

材料および方法

供試品種は第1表に示した11品種である。この中には、鈴木ら¹⁾により群別されている品種以外のものも含まれているので、それらについては春～秋の生育特性および耐凍性²⁾により区分した。

試験地は、十勝管内の多雪地域(帯広市拓成)、中間地域(帯畜大)および少雪地域(本別)の3か所である。試験区は各場所に1983年7月中旬に造成し、畦幅50cmの条播で、1区が長さ2mの4畦よりなり、乱塊法の4反復で試験を行った。調査は2年目より行い、毎年6月下旬、8月上旬、10月中旬の3回刈りとし、収量調査は各試験区の畦長50cmについて行った。ここでは、2～4年次の結果を報告する。

第1表 供試品種

II 群	III 群	IV 群	V 群
ナツワカバ	ソア	サイテーション	グリム
	デュピュイ	アンガス	ドライランダー
	ヨーロッパ	アルゴンキン	
	サラナック	ハインリッヒ	

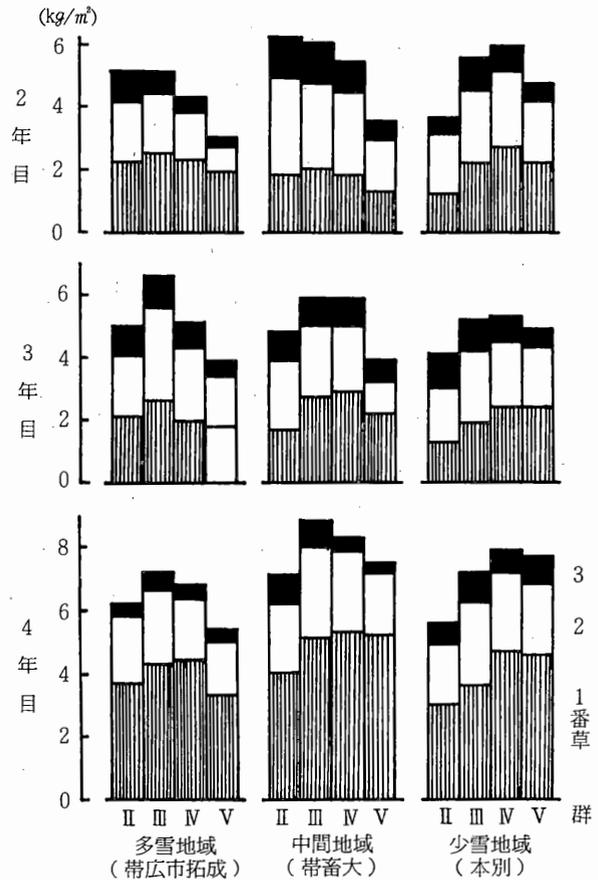
結果および考察

第1図には、群別平均の生草収量について、地域と生育年次の関係を示した。まず、地域間の比較では、いずれの群および生育年次についても、ほぼ中間地域が多雪および少雪地域より多収であった。これは、小松ら³⁾および須田ら⁴⁾がすでに明らかにしているように、中間地域ではほとんど雪腐病も凍害も発生しないために、この地域は十勝管内のなかではアルファルファの栽培にとって最も適していることを示している。つぎに地域別に群間について比較すると、地域により群間で収量反応が異なっていることが認められた。すなわち、多雪および中間地域では従来の市販品種が属するIII群が最高収量を示したが、少雪地域ではIV群が高収であった。また生育年次の経過に伴う群間の比較では、いずれの地域においてもIV, V群が

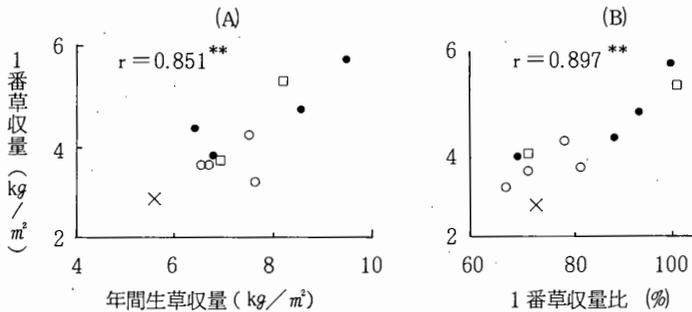
相対的に高収となっていく傾向がみられた。

これらのことから、少雪地域ではIV群品種の適応性が高いと考えられるので、そのことについて考察を加えた。第2図には、少雪地域における4年目の各供試品種の1番草収量と年間収量との関係、および越冬環境の影響を示す指標として1番草の収量比（中間地域に対する少雪地域の比）との関係を示した。第2図-(A)より、少雪地域の年間収量は1番草収量の多少によって強く規制されており、IV群の中には従来の市販品種より高収なものがみられた。また第2図-(B)より、越冬環境の影響が小さい品種は少雪地域での1番草収量が高い傾向が認められた。

以上の結果から、十勝地方の多雪および中間地域では従来の市販品種が適していると考えられるが、少雪地域では耐寒性の強い品種の選択が重要と思われる。



第1図 群別平均生草収量の地域および生育年次の比較



第2図 少雪地域の1番草生草収量と年間生草収量、および1番草収量比(少雪地域/中間地域)との関係 (4年目)

×: II群, ○: III群, ●: IV群, □: V群品種。

引用文献

- 1) 鈴木信治ら(1969) アルファルファの生育特性による品種群別. 日草誌 15: 33-41.
- 2) 堀川 洋ら(1985) アルファルファ品種の耐凍性. 日草誌 31(別): 70-71.
- 3) 小松輝行ら(1984) 十勝におけるアルファルファの凍害分布とその特徴. 北草研報 18: 165-168.
- 4) 須田孝雄ら(1984) 十勝地方のアルファルファの収量性と栄養成分. 北草研報 18: 153-156.

エゾノギシギシ (*Rumex obtusifolius* L.) の寒冷適応分布の特徴について

小松 輝行 (滝川畜試) ・松田 隆須 (新
得畜試) ・丸山 純孝 (帯広畜大)

緒 言

エゾノギシギシは最もやっかいな多年生の強害雑草の一つとして広く知られている。しかし、耐凍性はさほど高くはなく(根で -5°C 程度¹⁾)、凍害に弱い点は意外と知られていない。エゾノギシギシはアルファルファの根に凍害が発生する場面で、同調的に死滅するケースの多いことを既報で報告してきた²⁾。

アルファルファに凍害の発生しやすい地帯では、農家自身が凍害をできるだけ回避するために、事前に凍害発生の可能性の少ない畑(又は草地)を選定しなければならない。その適否の判断の手助けに適切な指標植物があると大変便利であろう。

そこで、本報では、凍害発生地帯におけるアルファルファ造成草地選定のための指標植物にエゾノギシギシを位置づける基礎資料を得るために、エゾノギシギシの寒冷適応性を①冬と微地形・立地条件との関係、②植生遷移との関係、③十勝管内のアルファルファ凍害発生分布地図³⁾とエゾノギシギシの分布との関係等から特徴づけようと試みたものである。

試験方法

1. 試験構成

1) 微地形的起伏が、土壤水分と積雪深差を生じさせる草地でのエゾノギシギシの分布調査(新得畜試内採草地)

2) 緩傾斜地であるが、平坦で土壤水分差の小さい草地で、冬期間に排根線沿いのイタドリ等によって積雪分布に著しい違いの生ずる草地でのエゾノギシギシの分布調査(新得畜試内採草地)

3) 耐寒性を異にする5草種の混播で造成した経年草地における各優占草種斜面ごとのエゾノギシギシの分布調査(上士幌大規模草地、OG・Ti・Kb・RC・WCの混播)

4) 十勝地方の冬の地帯区分に対応したエゾノギシギシの分布調査(雪腐病地帯:日高山麓部の新得・清水・芽室の一部、中間地帯:屈足・清水・鹿追の美蔓台地、凍害地帯:鹿追東部・士幌・音更・上士幌)

2. 調査草地

各調査対象は、経年草地で、エゾノギシギシの薬剤処理前歴のない草地である。

3. 調査方法

1), 2), 4) の調査は、コドラート法で、3) の調査は、帯状コドラート法で実施した。

結果と考察

1. 起伏草地でのエゾノギシギシの分布状況

当草地は起伏が大きいいため、凹地では滞水しやすく、冬期間には雪が吹きだまることにより土壤凍結はあまり進行しない。一方、凸地部分では滞水のないかわりに、冬は吹きさらしで積雪もほとんどなく、約 60 cm の深さまで凍結する。そして地温もかなりの期間 -5 ~ -10℃ まで低下する (図 1)。

翌春に、この凹凸微地形草地のエゾノギシギシの分布状況を調査した結果 (図 2)、エゾノギシギシは低地中心に多く分布し、生育もおう盛であったが、高みへ向かうにつれ急減し、生育も劣る傾向が認められた。

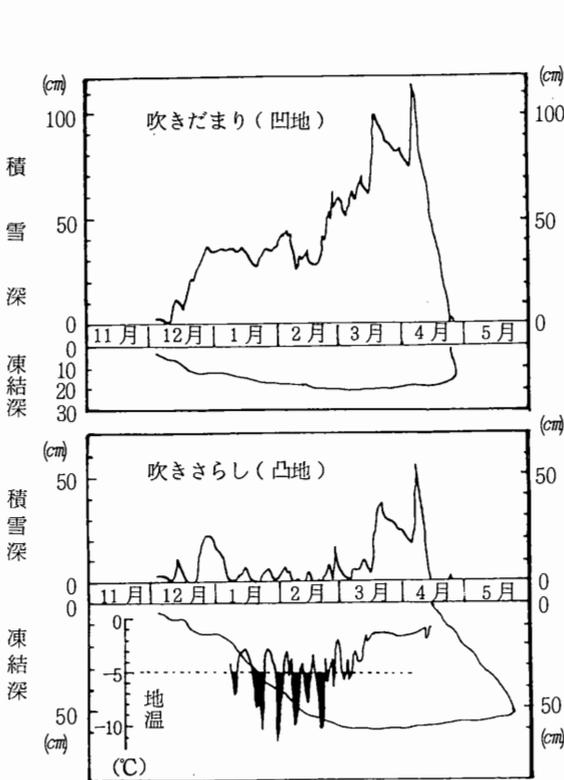


図 1 微地形 (凹凸) と積雪深, 土壤凍結深, 地温 (5 cm 深) の関係

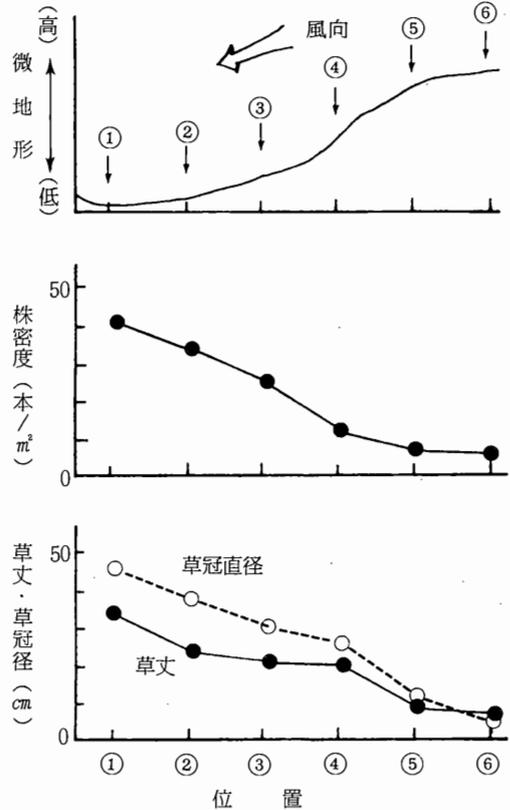


図 2 微地形とエゾノギシギシの分布 (新得畜試場内, '83. 5. 16)

低み部分でエゾノギシギシが高密度でおう盛な生育を保持できる理由は、夏期間の土壤水分が十分確保されることと、冬期間には深い積雪によって株が凍害から守られているためと考えられる。高み部分では水分不足と凍害によって、密度・生育とも悪くなると考えられる。

2. 冬期間, 排根線上のイタドリ等の雪留め効果によって積雪分布に著しい違いの生ずる平坦草地でのエゾノギシギシの分布

排根線上に林立する草丈 2 ~ 3 m のイタドリ茎の雪留め効果は極めて大きく、排根線から 50 cm 以上の範囲にわたって雪をせきとめる (写真 1, 図 3)。本草地は緩傾斜にあるが起伏が小さいため、夏の土壤水分差よりも冬期間の積雪深の差異が草地内のエゾノギシギシの密度差を決定づけていると思われる。



写真1 排根線のイタドリによる雪留め状況(平たん草地)

すなわち、エゾノギシギシはイタドリ等によりせきとめられた積雪に保護された範囲に多く分布するが、その効果が波及しない50m以上のところからは凍害等の原因で急減するものと考えられる。

3. 耐寒性を異にする5種混播で造成した経年草地における各優占草種斜面ごとのエゾノギシギシの分布

エゾノギシギシは耐寒性の低いOGの優占する斜面に最も多く分布していたが、OGが消失して、より耐寒性の高いTiの優占する斜面では急減し、さらにTiも消えて耐寒性の最も強いKbの優占する斜面にはエゾノギシギシが全く認められなかった(図4)。

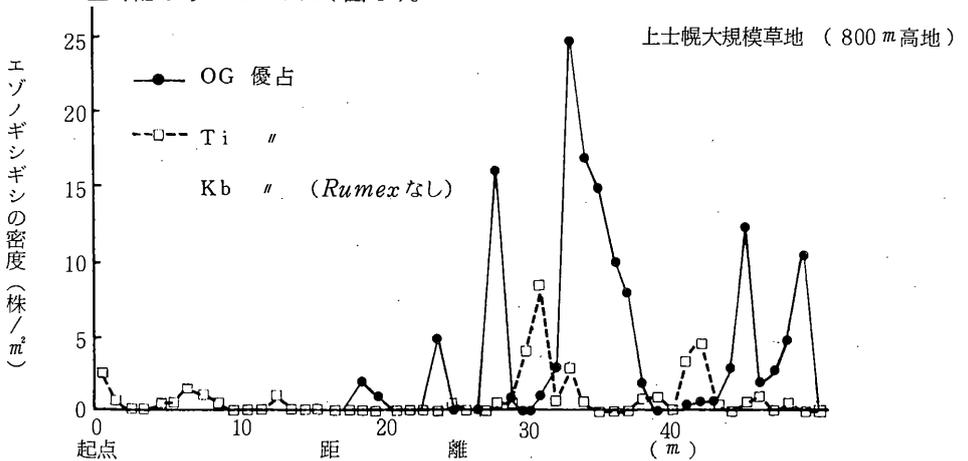


図4 5種混播で造成した上士幌大規模草地における、その後の優占別草種下でのエゾノギシギシ(*Rumex obtusifolius* L.)の分布状況 ※ OG. Ti. Kb. RC. WC

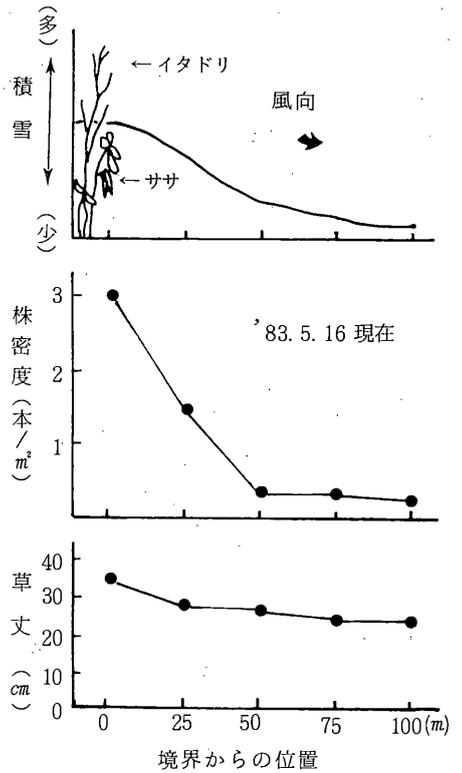


図3 平たん草地におけるイタドリ・ササの雪留め効果とエゾノギシギシの分布

上記のように斜面によって優占草種とエゾノギシギシの分布が著しく異なってくるのは、風向と斜面の向きによって冬期間の積雪分布に著しい違いが生じ、積年の堆積した雪の断熱効果の差によってもたらされたものと考えられる。

4. 十勝地方の冬の地帯区分に対応したエゾノギシギシの分布

十勝管内の積雪分布は、日高山脈沿いの町村に最も多く、山脈から離れるにつれて急減し、土壤凍結も深まり、アルファルファの凍害も発生しやすくなる⁴⁾。図5の町村の配置は、最上段に最も積雪の多い新得を置き、下段に向かうほど積雪の少なくなるようにおむね示してある。

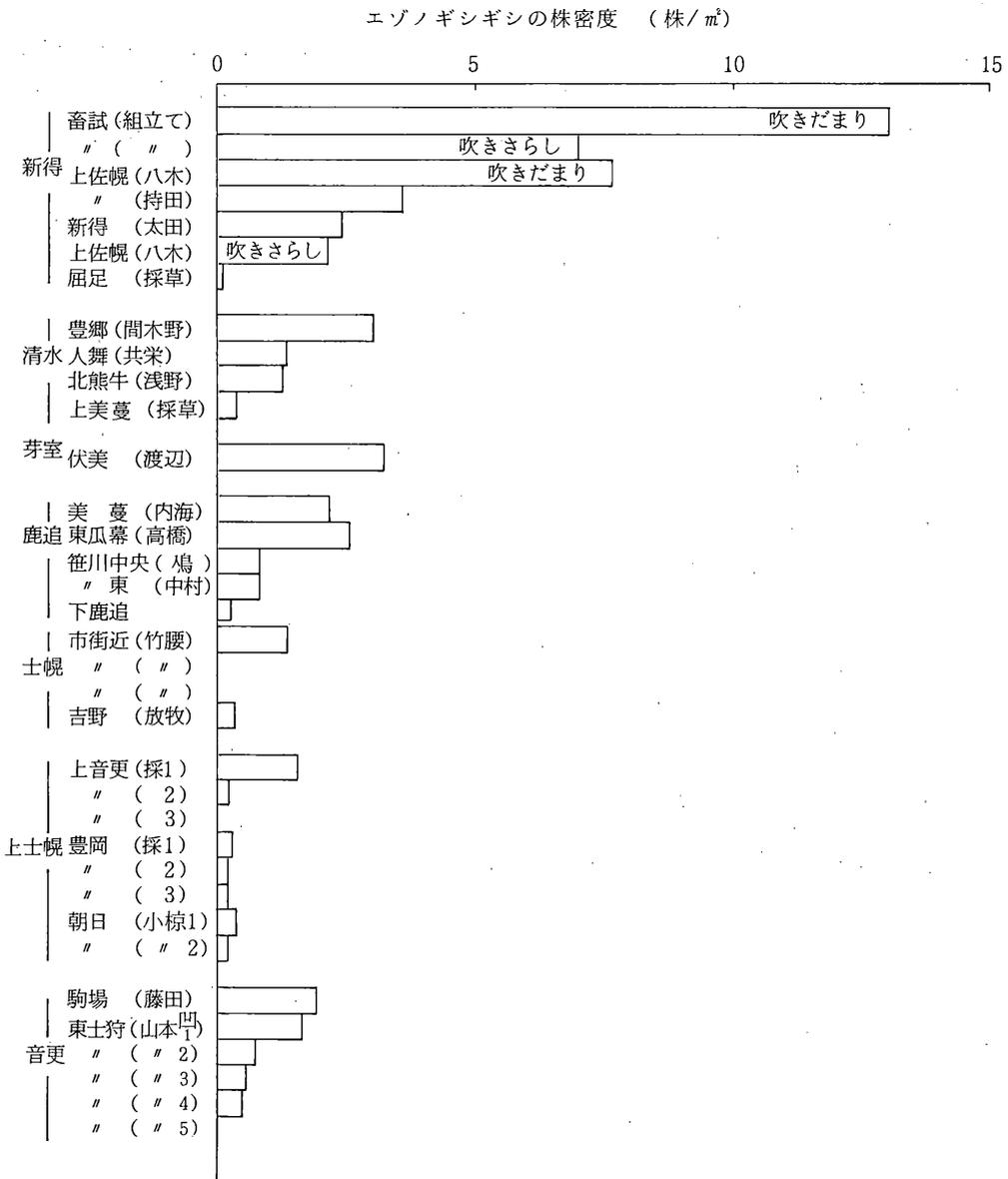


図5 十勝地方のエゾノギシギシの分布

エゾノギシギシの分布は、日高山麓の新得畜試場内で最も多く、ことに吹きだまり地形で顕著である。そして日高山脈から遠くなるにつれて、エゾノギシギシの分布は急減し、アルファルファの凍害発生地帯の鹿追東部、士幌・音更・上士幌町では探しだすのが困難なほど少なくなる。農家への聞きとり調査でも上士幌・士幌・本別等ではギシギシが草地の主要雑草に位置づけられていないケースが多かった。

5. アルファルファ造成地選定のためのエゾノギシギシの指標植物としての活用

凍害の発生しやすい地帯でもアルファルファを何とか経営内に導入したいとの気運が高まってきている。品種対応の不十分な現在、そのような地帯を栽培不適地帯として一しゅうするのは簡単である。しかし、凍害発生地帯であっても、当然発生しにくい畑も存在する。そのような畑を農家自身で選定する目安が必要となる。

本別町でみた1例を示す。アルファルファ初挑戦ということで、最も水はけがよく、地力に富んだ1等地に作付けた最初の冬に凍害によって甚大な被害をうけてしまった。その土壌は砂質が強く、地温も下がりやすく、凍結も約90cmに達した。そして、その畑にはほとんどエゾノギシギシは認められないのに、同じ経営内の隣接する高台の草地(火山性土壌)には、肥大したエゾノギシギシが多数認められた。このような場合、エゾノギシギシを目安にして、高台の草地を選定していれば、アルファルファの凍害は回避できた可能性が強い。似たようなことは、防風林の有無やその配置、地形等の関係で様々な程度で成立しよう。

排水の悪い畑は、選定外という大前提をおき、①エゾノギシギシが認められること、②少雪年でもエゾノギシギシの凍害枯死が少ないことを目安にすれば、凍害発生地帯ではより安全なアルファルファ作付草地の選定が農家自身によって可能になるろう。

引用文献

- 1) 能代昌雄・酒井 昭(1974) 野草の耐凍性. 日本生態学雑誌 24: 175 - 179.
- 2) 小松輝行・松田隆須・土谷富士夫・丸山純孝・佐藤文俊(1984) アルファルファの凍害と微地形との関係. 北草研会報 18: 161 - 164.
- 3) Komatsu, T., J. Maruyama, Y. Horikawa and F. Tsuchiya (1986) Winter injury of alfalfa (*Medicago sativa* L.) in soil freezing area of Japan. Proc. of XV IGC 336 - 368.
- 4) 小松輝行・土谷富士夫・丸山純孝・堀川 洋・佐藤文俊・高橋 敏(1984) 十勝地方におけるアルファルファの凍害分布とその特徴. 北草研会報 18: 165 - 168.

粗飼料評価における採食量の影響

3. 反芻家畜における採食性・消化性

川村 治朗・岡崎 敏明・岡本 明治・

吉田 則人(帯広畜産大学)

Influence of level of intake on feeding value of forages 3. Intake and digestibility by ruminants

J. KAWAMURA, T. OKAZAKI, M. OKAMOTO and N. YOSHIDA

(Obihiro Univ. of Agric. and Vet. Med., Obihiro, 080 Japan)

緒 言

最近、高泌乳牛の飼養において、栄養生理ならびに経済面から粗飼料への関心が高まっている。特に穀類の過剰給与による乳牛の健康が問題視され、それゆえ粗飼料に対して従来の維持的役割のみならず生産性の伴った良質な粗飼料の確保・自由給餌が指導されている。このような状況下において、粗飼料への評価を再検討する必要があると考えられる。換言すれば、現在の評価は維持エネルギー水準中心で行われており、これが自由給餌時に適合するかどうか疑問である。また、自由給餌時における残飼も粗飼料を評価する上で検討しなければならない要因と考えられる。著者らは、前報^{1, 2)}において羊における乾草・サイレーズの採食性・消化性を検討した。本報では、羊および牛に乾草を供試し、給与量の増加に伴う採食性・消化性を調査した。

材料および方法

供試飼料は、前報と同様の乾草を用い、約10cmに細切後供試した。供試家畜は、サフォーク種去勢羊6頭(体重60-74kg)ならびにホルスタイン種未経産牛6頭(体重456-625kg, 月齢21-26か月)を使用した。飼料給与量は羊の場合乾物で体重当たり1.5, 2.5, 3.5%, 牛は1.0, 1.5, 1.8%と3水準設定し、3×3のラテン方格法で消化試験を実施した。

結果および考察

表1に、供試乾草の化学成分を示した。中刈り区と遅刈り区を比較すると、遅刈り区の粗蛋白質含量が約4%低い。NDF含量は72%とほとんど差がみられないが、ADF・リグニン含量ではそれぞれ約3%遅刈り区が高く、リグニン化が示されている。

図1に、羊および牛の給与量・採食量を示した。給与量の増加に伴い中刈り区および遅刈り区の採食量は漸増し、刈り取り時期に関係なく代謝体重当たり羊においては約64g, 牛においては約74gで一定となる傾向

表1 乾草の化学成分(%、%DM)

	中刈り	遅刈り
Moisture	13.4	10.8
Crude protein	11.2	6.8
NDF	72.6	72.1
ADF	39.4	42.5
Lignin	3.5	6.1

が認められた。これは供試乾草のNDF含量が両区に差がなく、そのため採食量に明確な差がみられなかったものと考えられる。また、家畜間の差が代謝体重当たり10gあり、このことについて Ternouthら³⁾は羊・牛の違いを解消するためには、代謝体重が0.75乗よりも0.9乗の方が現実的であると提案している。本試験においてもこの方法で算出すると羊：33.9g、牛：29.0gとなり近似した値を示すが、まだ検討の余地が多分にあると考えられた。

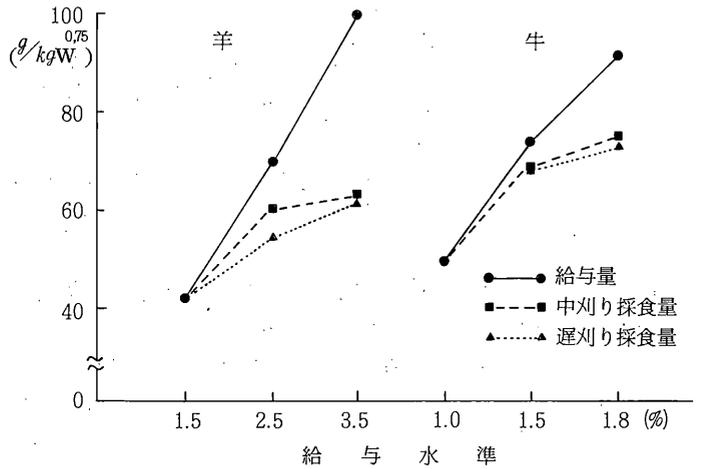


図1 給与量・採食量

表2-1, 2-2に羊および牛の採食部位・残食部位成分を示した。羊では採食部位の粗蛋白質含量が給与量の増加にしたがい中刈り区で11.2から13.3%, 遅刈り区で6.8から8.6%と増加し, 遅刈り区では有意差

表2-1 採食および残食部位成分 (羊) (%DM)

	給 与 水 準					
	中 刈 り			遅 刈 り		
	1.5%	2.5%	3.5%	1.5%	2.5%	3.5%
採食部位						
Crude protein	11.2	11.9	13.3	6.8 ^a	7.8	8.6 ^b
NDF	72.6	71.9	70.9	72.1	71.8	71.7
ADF	39.4	38.5	36.9	42.5	41.7	41.2
残食部位						
Crude protein		5.8	7.4		3.3	4.0
NDF		78.4	75.6		73.3	72.8
ADF		47.1	44.1		45.4	44.6

a, b : 有意差 (p < .05).

表2-2 採食および残食部位成分 (牛) (%DM)

	給 与 水 準					
	中 刈 り			遅 刈 り		
	1.0%	1.5%	1.8%	1.0%	1.5%	1.8%
採食部位						
Crude protein	11.2	11.3	11.3	6.8	6.9	7.2
NDF	72.6	73.6	74.5	72.1	72.2	72.4
ADF	39.4	39.0	39.4	42.5	42.5	42.5
残食部位						
Crude protein		10.7	10.4		4.2	4.8
DF		73.2	74.2		70.2	71.0
ADF		40.3	40.5		42.8	43.3

が認められた。NDF・ADF含量は、逆に給与量が増加するにしたがい低下した。一方、残食部位成分は給与成分と比較して粗蛋白質含量が明らかに低く、NDF・ADF含量が高くなっている。このように、羊では高蛋白質・低繊維質の部位を選択的に採食していることが認められた。しかし、牛においては給与量の違いによる採食・残食部位の大きな変化はみられなかった。

表3-1, 3-2に、採食性(選択採食)を検討する一評価法として利用率を示した。この利用率は給与成分量に対する採食成分量の割合であるが、乾物および各成分について表示することにより利用されて

表3-1 利用率(羊) (%)

	給 与 水 準					
	中 刈 り			遅 刈 り		
	1.5%	2.5%	3.5%	1.5%	2.5%	3.5%
Dry matter	100	87.9	65.8	100	78.0	61.6
Crude protein	100	92.8	77.3	100	89.2	77.5
NDF	100	87.0	64.4	100	77.7	61.3
ADF	100	85.9	61.8	100	76.7	59.8

注: 利用率 = (給与成分量 - 残食成分量) / 給与成分量 × 100

表3-2 利用率(牛) (%)

	給 与 水 準					
	中 刈 り			遅 刈 り		
	1.0%	1.5%	1.8%	1.0%	1.5%	1.8%
Dry matter	100	96.2	80.1	100	95.0	82.4
Crude protein	100	96.3	81.5	100	96.7	86.8
NDF	100	96.2	80.2	100	95.1	81.8
ADF	100	96.1	79.7	100	95.0	81.2

いる成分および量を同時に比較できる。これによると、羊は利用率が100-60%の間、牛は100-80%の間を変化した。各成分間の比較をすると、羊の1.5%給与区、牛の1.0%給与区は残飼が出なかったのですべて100%になった。羊の2.5%および3.5%給与区は乾物利用率と比較して粗蛋白質利用率が、中刈り区で5-12%、遅刈り区で10-16%高くなっており、逆にADF利用率は、乾物利用率よりも中刈り区で3-4%、遅刈り区で1-2%低くなった。これは給与量の増加に応じて蛋白質を多くADFを少なく利用していることを意味している。一方、牛は表2-2で示したように採食性に変化がないので乾物利用率と各成分利用率の間に差はみられない。

表4に、消化率とTDNを示した。制限給餌は、羊が1.5%給与区、牛が1.0%給与区とし、自由給餌は、残飼が10%以上の区とした。まず家畜間を比較すると中刈り区の制限給餌においてNDF消化率が羊よりも牛の方が有意に高かった。その他中刈り区の自由給餌、遅刈り区の制限・自由給餌の家畜間には差がみられなかった。次に、採食量の区分による消化率とTDNについてみると、羊の場合中刈り区、遅刈り区とも差はみられず採食量の増加に対して消化率に変化がみられない。牛では中刈り区において制限給餌と自由給餌の間で乾物・NDF・ADF消化率およびTDNに有意差が認められ、採食量の増加によって消

表4 消化率およびTDN

(%)

	中刈り				遅刈り			
	制限		自由		制限		自由	
	羊	牛	羊	牛	羊	牛	羊	牛
Dry matter	72.5	74.0 ^a	71.9	69.8 ^b	59.9	58.6	60.4	57.6
Crude protein	66.6	68.7	68.9	65.1	50.8	52.2	54.9	53.7
NDF	77.7 ^a	81.1 ^{b1}	76.7	76.1 ^m	61.2	61.3	61.9	60.1
ADF	75.4	77.3 ¹	73.1	72.3 ^m	57.7	57.1	58.1	55.9
TDN	70.8	72.2 ^a	70.7	68.2 ^b	59.1	58.2	59.7	57.1

a, b : 有意差 (p < .05). 1, m : (p < .01)

化率が低下した。遅刈り区では若干の低下がみられたが有意ではなかった。一般に、採食量の増加によって消化率は低下するといわれているが、羊が採食量に関係なく消化率が一定であった一因として、いわゆる選択採食が関与していると考えられる。

本実験結果から、羊は給与量の増加に伴って選択採食をしつつ採食量を増し、良質部位を採食することで消化率を一定に保持し、一方、牛は採食性に変化がなく採食量の増加によって消化率を低下させたと考えられた。しかし、採食量を左右する要因は多く、飼料側の要因だけでも嗜好性、物理性、成分含量などがあり、これに動物側の要因もからみあって採食量と消化率の関係をより複雑なものにしていると考えられる。また、羊と牛の消化率が中刈り区の制限給餌以外有意な差が認められなかったが、採食性および採食量の違いが明らかであり、このことも含めた上で慎重に粗飼料を評価する必要がある。

摘 要

粗飼料の評価における採食量の影響について検討するために、同一圃場から刈り取り時期を異にしたチモシー単播草を材料として乾草を調製し、給与量を変えた場合の羊および牛の採食量と消化率を測定した。

1. 供試乾草のNDF含量が刈り取り時期に関係なく同含量であったため、採食量は羊および牛でそれぞれ一定になった。
2. 乾草の給与量を増加するにしたがい、羊は高蛋白質・低繊維質部位を選択採食したが、牛は採食性に変化がなかった。
3. 羊と牛の消化率を比較すると、大きな差異は認められなかった。
4. 採食量の増加にしたがい、牛は消化率を低下させる傾向が認められたが、羊はほぼ一定であった。

引用文献

- 1) 成 慶一・岡本明治・吉田則人 (1985) 北草研報 19 : 188 - 191.
- 2) 岡本明治・鈴木 孝・岡崎敏明・川村治朗・吉田則人 (1986) 北草研報 20 : 99 - 102.
- 3) Ternouth, J. H., D. P. Poppi, D. J. Minson (1979) The voluntary food intake, ruminal, retention time and digestibility to tropical grasses fed to cattle and sheep. Proc. Nutr. Soc. Aust. 4 : 152.

乾草と低水分牧草サイレージの乳牛と めん羊による消化率の比較

出岡謙太郎・原 悟志・伊東 季春・
新名 正勝*(新得畜試・現道南農試*)

Comparative digestibility of hay and low moisture grass silage by cattle and sheep

K. DEOKA, S. HARA, S. ITOH and M. NIINA*

(Hokkaido Prefec. Shintoku Animal Husbandry Exp. Stn., Shintoku,
Hokkaido 081 Japan, *Present address: Hokkaido Prefec. Dounan
Agric. Exp. Stn., Oono, Hokkaido 041-12 Japan)

緒 言

牛用飼料の可消化養分含量は、牛とめん羊の消化性を同じと仮定して、めん羊による消化試験の値を用いることが多い。しかし、牛とめん羊の消化率を比較した文献の結果はかならずしも一致したものではない¹⁾。牛用飼料の消化率としてめん羊の値を代用することは、一時的な経過措置として認められているもので、牛とめん羊の消化率を区別したほうがより正確であると考えられている²⁾。

ここでは、同一原料草から調製した乾草と低水分牧草サイレージ(以下サイレージと略す)を材料として、乳牛とめん羊による消化率、可消化養分含量の比較を行い、あわせて乾草とサイレージについても比較を行った。

材料と方法

供試圃場は、北海道立新得畜産試験場のチモシーを主体とする草地である。チモシーの品種はホクレン改良種で、同一圃場の出穂期1番草を供試した。乾草調製は、昭和60年7月2日の16時にモアーコンディショナで刈取り、翌日反転作業を行い、4日の15時にヘイバールで梱包し畜舎に収納した。サイレージ調製は、7月3日の4時にモアーコンディショナで刈取り、同日の13時にフォレージハーベスタで収穫して塔型サイロに詰め込んだ。

供試家畜は、ホルスタイン乾涸牛4頭(平均体重777kg)とサフォーク去勢雄めん羊4頭(平均体重59kg)である。試験場所は同一畜舎内である。乳牛には糞尿分離装置を設置した繋留式ストールを、めん羊には消化試験用ケージを、それぞれ用いた。

消化試験は、乾草とサイレージそれぞれについて、予備期間8日、本試験期間6日の全糞採取法により行った。飼料給与量は、メタボリックボディサイズ(kg^{0.75})当たり乾物で50gを目途とし、1日2回、9時と16時に等量に分けて給与した。水と固形塩は自由摂取させた。

飼料および糞の飼料成分の分析は、A. O. A. C. 法³⁾によった。乳牛とめん羊それぞれの消化試験の測定値を、畜種を結合因子とした二元配置法の一元結合型⁴⁾として分散分析した。

結果と考察

表1 乾草とサイレーズの飼料成分

	水分	粗蛋白質	粗脂肪	NFE	粗繊維	粗灰分
	%		乾物中%			
乾草	14.6	7.7	2.1	51.1	33.9	5.2
サイレーズ	49.0	9.1	3.5	46.9	34.7	5.8

乾草とサイレーズの飼料成分を表1に示す。調製作業中は晴天に恵まれ、乾草は良質のものを調製できた。反面、サイレーズ調製では予乾サイレーズを想定したが、水分含量49%の低水分サイレーズとなってしまう。サイレーズのpHは4.39であった。乾草とサイレーズの飼料成分を比較すると、粗脂肪含量はサイレーズが高かった。これは、サイレーズ発酵により生成された有機酸がエーテル抽出物として定量されるため、粗脂肪含量が見かけ上多くなることによると考えられている⁵⁾。

乾草とサイレーズの乾物摂取量を、表2に示す。体重当たり%では、乳牛は0.9および1.0%、めん羊は1.9および2.0%であった。

乾草とサイレーズの消化率と可消化養分含量を表3に示す。

消化率についてみると、乾物、粗蛋白質およびNFEは、畜種間では乳牛が、

また、飼料間では乾草が、それぞれ有意に高い値を示した。粗脂肪は、畜種間に有意差は認められなかったが、飼料間ではサイレーズが有意に高い値を示した。名久井ら⁵⁾も、オーチャードグラスの乾草とサイレーズについて、めん羊による粗脂肪の消化率はサイレーズが有意に高いことを報告している。粗繊維の消化率は、畜種間に有意差が検出され、交互作用効果においても有意であった。

Aertsら⁶⁾は、有機物消化率65%以下の粗飼料では、乳牛がめん羊よりも消化率が高く、消化率の低い粗飼料ほどこの差が大きくなる傾向を認め、これは、乳牛のほうが、飼料の第一胃内滞留時間が長く、また、第一胃内の微生物活動の効率が高いことによるものであろうと考察している。

可消化養分含量についてみると、DCP含量は、畜種間では乳牛による値が、また、飼料間ではサイレーズが有意に高かった。TDN含量は、畜種間では乳牛による値が有意に高かったが、飼料間に有意差は認められなかった。飼料間でTDN含量に差が認められなかったのは、粗蛋白質とNFEの消化率は乾草が高いが、粗脂肪の含量と消化率はサイレーズが高いことによると考えられる。

本結果から、乾草と低水分牧草サイレーズについて、めん羊で得られた可消化養分含量は乳牛に対しては過少評価となる傾向が示唆されたが、飼料の摂取量や組合せなど種々の条件で更に検討が必要である。また、本試験で用いた乾草とサイレーズは、好天の条件で調製したものであり、不順な天候で調製された場合の比較も必要である。

表2 乾草とサイレーズ乾物摂取量

		乾草	サイレーズ
kg ^{0.75} 当たりg	乳牛	50	53
	めん羊	52	54
体重当たり%	乳牛	0.9	1.0
	めん羊	1.9	2.0

表3 乾草とサイレージの消化率および可消化養分含量

	畜種	飼料			有意性		
		乾草	サイレージ	平均	畜種	飼料	畜種×飼料
消化率(%)							
乾物	乳牛	69.2	67.8	68.5	*	*	NS
	めん羊	65.3	63.4	64.3			
	平均	67.2	65.6				
粗蛋白質	乳牛	57.5	55.1	56.3	*	*	NS
	めん羊	51.4	49.9	50.7			
	平均	54.4	52.5				
粗脂肪	乳牛	54.2	66.0	60.1	NS	**	NS
	めん羊	53.7	62.4	58.1			
	平均	54.0	64.2				
N F E	乳牛	69.8	66.1	67.9	*	**	NS
	めん羊	65.9	62.8	64.4			
	平均	67.8	64.5				
粗繊維	乳牛	76.4	78.1	77.2	*	NS	*
	めん羊	72.3	70.9	71.6			
	平均	74.4	74.5				
可消化養分含量(乾物中%)							
D C P	乳牛	4.4	5.0	4.7	*	**	NS
	めん羊	4.0	4.6	4.3			
	平均	4.2	4.8				
T D N	乳牛	68.6	68.3	68.4	*	NS	NS
	めん羊	64.7	63.5	64.1			
	平均	66.6	65.9				

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

摘 要

同一のチモシー主体草地(1番草, 出穂期)から乾草と低水分サイレージを調製し, それぞれホルスタイン乾涸牛4頭とサフォーク去勢雄めん羊4頭に給与し, 全糞採取法による消化試験を行い, 消化率と可消化養分含量を比較した。

乳牛とめん羊の比較では, 乾物, 粗蛋白質およびNFEの消化率で乳牛が高く, DCPおよびTDN含量も乳牛による値が高かった。乾草とサイレージの比較では, 乾物, 粗蛋白質, NFEの消化率は乾草が高かったが, 粗脂肪の消化率はサイレージが高く, TDN含量に差は認められなかった。

引用文献

- 1) Schneider, B. H. and W. P. Flatt (1975) The evaluation of feeds through digestibility experiments. The University of Georgia Press, Athens. 220 - 226.
- 2) 中村亮八郎 (1977) 新飼料学 上巻, チクサン出版社. 東京. 96 - 112.
- 3) Association of Official Agricultural Chemists (1960) Official method of analysis. 9th ed. Washington, D. C. 283 - 296.
- 4) 鳥居敏雄・高橋暁正・土肥一郎 (1963) 医学・生物学のための推計学. 東京大学出版会, 東京. 234 - 266.
- 5) 名久井忠・岩崎 薫・八幡林芳・阿部 亮 (1975) 粗飼料の品質査定に関する研究 第2報 刈取期日及び刈取回次を異にして調製したオーチャードグラスの乾草とサイレージの栄養価について. 北海道農試研報, 110 : 35 - 44.
- 6) Aerts, J. V., J. L. De Boever, B. G. Cottyn, D. L. De Brabander and F. X. Buisse (1984/85) Comparative digestibility of feedstuffs by sheep and cows. Anim. Feed Sci., Technol. 12 : 47 - 56.

泥炭草地産乾草と鈹質土草地産乾草の嗜好性及び採食量の比較

小倉 紀美・住吉 正次・中村 克己(天北農試)・湯本 節三(滝川畜試)

緒 言

一般に泥炭草地産牧草の嗜好性及採食量は不良であるといわれ、その原因についてもいろいろ憶測されている。しかし、実際に泥炭土壌と他の土壌で育った牧草の嗜好性及採食量の比較を草種や刈取り時期などの条件を整えては行われていない。

今回の成績は、泥炭土壌及び鈹質土壌で育ったチモシーを同一時期に乾草調製し、両者の嗜好性に差があるか否かをまず明らかにしようとしたものである。次いで、嗜好性に差がある場合、それが採食量の多少にも反映するかどうかをあわせて検討を行った。

材料および方法

天北農試内の泥炭草地(中位泥炭土)および鈹質土草地(酸性褐色森林土)を用いた。両草地とも昭和58年に更新したチモシー(ホクオウ)単播草地である。施肥管理は北海道施肥標準に従った。

乾草調製の概要は表1に示すとおりである。

嗜好性及び採食量の調査にはホルスタイン種の去勢雄牛(体重330~630kg)8頭を用いた。嗜好性試験は林ら¹⁾の方法に準じ、2点択一法と採食速度法により実施した。採食量試験は1期10日間の2×2ラテン方格法で実施した。飼料給与は、濃厚飼料1.5kgを午前10時に与え、試験乾草を午前と午後には飽食量与えた。又、試験期の後半3日間は採食速度もあわせて調査した。

表1 調製概要

	泥炭草地産乾草	鈹質土草地産乾草
草 種	チモシー(ホクオウ)	
生 育 段 階	穂 揃 期	
チモシー割合	96%	99%
草 丈	99cm	95cm
刈取り月日	1984.7.5	
収 納 月 日	1984.7.8	
降 雨 日 数	0	

結果および考察

供試乾草は、調製時期に好天に恵まれ十分乾燥して収納できたので、発カビなどによる品質の低下は全くみられなかった。泥炭草地では地盤が軟弱のため、刈取りや反転時に泥炭などの夾雑物の混入が多かった。

表2に供試乾草の飼料成分を示した。両者の比較では、粗蛋白質は泥炭草地産が高かった。これは、泥炭土壌では一般に窒素含量が高いためと思われる。粗灰分や粗脂肪も泥炭草地産が高い傾向にあった。供試乾草は給与時に、梱包切断機で7cm前後に切断したが、その際、泥炭草地産乾草は土ぼこりが著しかったので、これが粗灰分含量に影響を及ぼしたものと思われる。主要無機成分については表2にも示すよう

表2 飼料成分(%)

	泥-乾草	鈹-乾草
水分	14.2	14.8
蛋白質	11.1	9.0
脂肪	2.1	1.8
繊維	37.9	37.9
NFE	41.1	44.6
灰分	7.8	6.7
Ca	0.29	0.29
P	0.20	0.23
Mg	0.11	0.08
K	1.70	1.61
NDF	66.8	68.5

に特に差はみられなかった。

表3には嗜好性試験の結果を示した。

選択順位(食いつき順)は、8頭中5頭が鈹質土草産乾草を、1頭が泥炭草産乾草を先に選んだ。又、1時間の自由採食量でも泥炭草産の方が劣る結果となった。今回の成績からは、材料草の持つ本質的な差か、調製段階に起こる条件の違いによるのかは不明であるが、可能性として、土の混入の多少が品質低下をまねき、嗜好性の低下に結びつくことが考えられる。なお、嗜好性の差異が材料草に由来するのか否かについては、引き続き生草を用いて検討中である。

表4に採食量試験の結果を示した。

10日間飽食させた場合には、両者の採食量に差がなかった。又、嗜好性の良否の判断の一つにもなる採食速度においても両者に差は認められなかった。

草種と刈取り時期が同一であり、採食量を支配するといわれるNDF含量にもほとんど差がないところから、ほぼ妥当な結果と思われる。

2回の試験結果を要約すると表5のようになる。

食いつきの良否が必ずしも採食量の多少と一致しないことを示している。一般に、食いつきの良否と採食量の多少とを結びつけて理解されている向きが多いが、香りや味などにより支配される嗜好性は採食量を支配するものではない²⁾とする説が有力である。今回の結果はこの説を支持するものであるが、嗜好性と採食量の関係については、更に多くの検討を要する。

今回の結果はこの説を支持するものであるが、嗜好性と採食量の関係については、更に多くの検討を要する。

参考文献

- 1) 林 兼六・伊沢 健・太田 実(1965) 日草誌11: 168 - 173.
- 2) 岡本昌三(1980) 畜産の研究34: 1301 - 1306.

表3 嗜好性 (試験1)

	乾草	供 試 牛								平均
		1	2	3	4	5	6	7	8	
選 択 泥	◎					○	○			
順 位 鈹		◎	◎	◎	○	○	◎	◎		
採食量 泥	1.0	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2
(kg/hr) 鈹	0.4	1.0	0.7	0.2	0.1	0.3	0.9	0.8	0.5*	

(注) 先に食いついた方に○印, ◎は2反復とも同一乾草に食いついたことを示す。

* 5%水準で有意差あり

表4 採食量及び採食速度 (試験2)

	泥-乾草	鈹-乾草
乾草採食量(kg/日)	7.4 ± 0.9	7.3 ± 1.1
濃飼採食量(kg/日)	1.4	1.4
乾草採食速度(kg/hr)	1.6 ± 0.4	1.4 ± 0.4

(注) 乾物採食量

表5 まとめ

	乾草給与条件	
	選択採食	非選択採食
選 択 順 位	泥 < 鈹	——
採 食 速 度	泥 < 鈹	泥 ≒ 鈹
採 食 量	——	泥 ≒ 鈹

トールフェスク「ホクリョウ」の採食性

寒河江洋一郎・中辻 浩喜・

川崎 勉(新得畜試)

緒 言

著者らは、1983年度より、肉牛およびめん羊放牧におけるトールフェスク「ホクリョウ」の採食性について検討しており、すでに、「ホクリョウ」の採食性は、トールフェスク「ケンタッキー31」より優れ、オーチャードグラス「キタミドリ」に劣らないことを報告した¹⁾。今回は、めん羊放牧における「ホクリョウ」の採食性について、採食行動および放牧前後の草丈の面から比較検討し、さらに、4年間の試験成績について若干のまとめを行った。

試験方法

供試草地として、トールフェスク「ホクリョウ」(以下、H_o)とトールフェスク「ケンタッキー31」(以下、K31)の両単播区を2区ずつ、計4区を並列的に配置した放牧地2牧区を用いた。また、H_oとオーチャードグラス「キタミドリ」(以下、K_i)についても、同様な配置の放牧地を用いた。1区面積は28m²(=4m×7m)とし、両端の除外区を含め、1牧区面積は1.4aであった。めん羊放牧を行う前に、牧区の内周を約2m幅で刈り取った。

供試家畜は、H_oとK31およびH_oとK_iの放牧地とも、サフォーク種去勢めん羊5頭ずつで、1986年5月21日から9月26日までの間、2牧区輪換で、計10回放牧した。めん羊は、放牧前6~18時間絶食とした。1回当たりの放牧時間は草量に応じて6~8時間とし、各放牧終了後、毎回掃除剤を行った。

採食性は、採食行動と草丈利用率の二つの評価法を用い、検討した。採食行動は、放牧開始後60分間、1分間隔で、各区を採食している頭数を記録することによって、総採食時間に占める各処理の採食時間割合を求めた。草丈利用率は、放牧前後の草丈を測定し、

草丈利用率(%) = (放牧前草丈 - 放牧後草丈) / (放牧前草丈) × 100
なる式で求めた。

結果と考察

1) H_oとK31の採食性比較

図1に、放牧開始後0~30分の採食時間割合を示した。H_oの採食時間割合は、10回の放牧のうち9回、K31を上回り、平均61.4%とK31にくらべ有意に高くなった(P<0.01)。

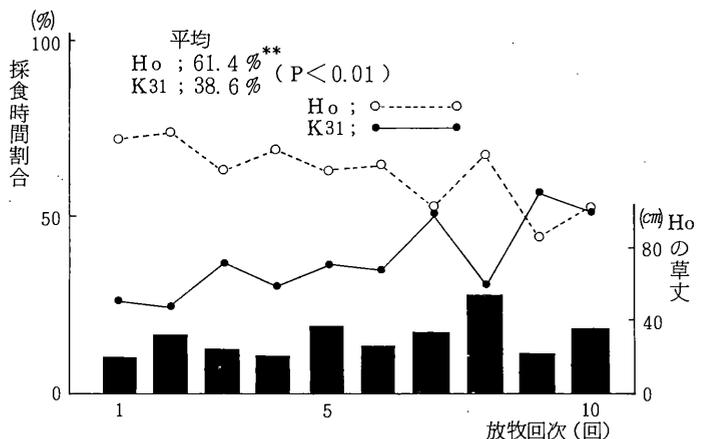


図1 採食時間割合からみた採食性比較
(放牧開始後 0~30分)

図2に、放牧開始後30～60分の採食時間割合を示した。Hoの採食時間割合の平均は53.8%とK31にくらべ高かったが、その差は0～30分(図1)にくらべ小さくなっており、放牧時間の経過に伴い、両品種の採食時間割合の差が小さくなる傾向がみられた。

図3に、放牧開始後60分間を通じての採食時間割合を示した。Hoの採食時間割合は、10回の放牧のうち8回、K31を上回り、平均58.9%とK31にくらべ有意に高くなった ($P < 0.01$)。

図4に、草丈利用率を示した。Hoの草丈利用率は、10回の放牧のうち7回、K31を上回った。

以上のことから、採食時間割合および草丈利用率のどちらの評価法を使っても、HoがK31にくらべ採食性が高いと考えられた。しかし、放牧回次が進むにつれて、両品種間の採食時間割合の差が小さくなる傾向がみられ(図1, 2, 3)、これは、放牧回次が進むにつれてHoの草勢が悪化していったことと関係があると思われ、この点については、今後検討する必要がある。

2) HoとKiの採食性比較

図5に、放牧開始後0～30分の採食時間割合を示した。Hoの採食時間割合は、10回の放牧のうち7回、Kiを上回り、平均

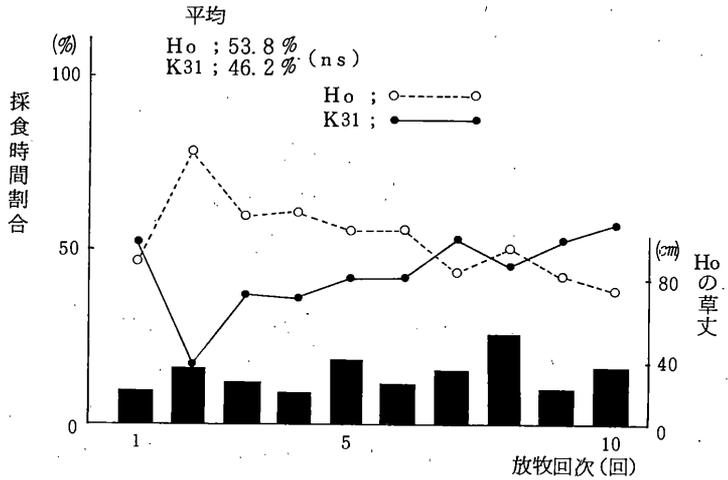


図2 採食時間割合からみた採食性比較 (放牧開始後 30～60分)

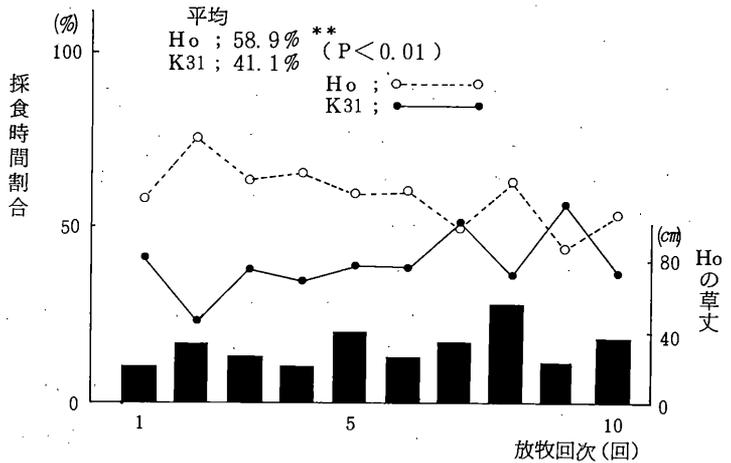


図3 採食時間割合からみた採食性比較 (放牧開始後 0～60分)

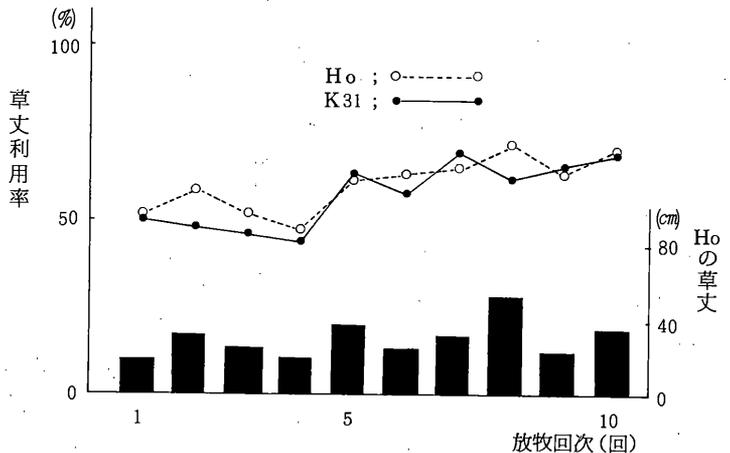


図4 草丈利用率からみた採食性比較

54.8%とKiにくらべ高くなった。しかし、放牧回次による変動が大きく、統計的には有意ではなかった。

図6に、放牧開始後30～60分の採食時間割合を示した。

Hoの採食時間割合は、10回の放牧のうち7回、Kiを上回り、平均57.6%とKiにくらべ有意に高く ($P < 0.05$)、かつ、0～30分(図5 ; 54.8%)にくらべ高くなっており、放牧時間の経過に伴い、Hoの採食時間が高まる傾向がみられた。

図7に、放牧開始後60分間を通じての採食時間割合を示した。Hoの採食時間割合は、10回の放牧のうち8回、Kiを上回り、平均55.5%とKiにくらべ有意に高くなった ($P < 0.01$)。

図8に、草丈利用率を示した。Kiの草丈利用率は、10回の放牧のうち8回、Hoを上回った。

以上のことから、採食時間割合からみた採食性は、Hoの方が高いが、草丈利用率からみた採食性では、Kiの方が高いというように、評価法の違いにより相反する結果となった。

3) まとめ(4年間の成績)

表1に、4年間の成績概要を示した。供試家畜は、1983年が肉牛であったが、1984年以降はめん羊であった。採食性の評価法は、年次により異なるが、観察評点法による採食利用率、採食行動および草丈利用率の三つ

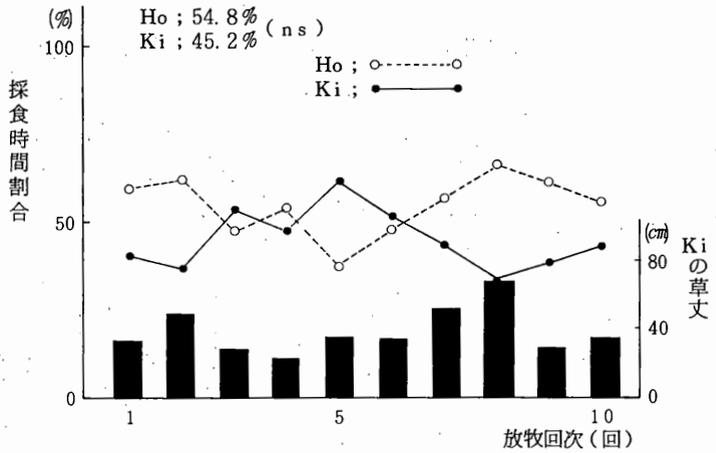


図5 採食時間割合からみた採食性比較 (放牧開始後 0～30分)

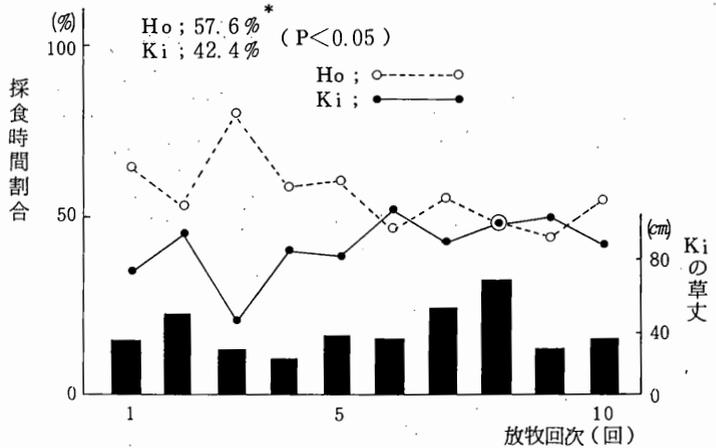


図6 採食時間割合からみた採食性比較 (放牧開始後 30～60分)

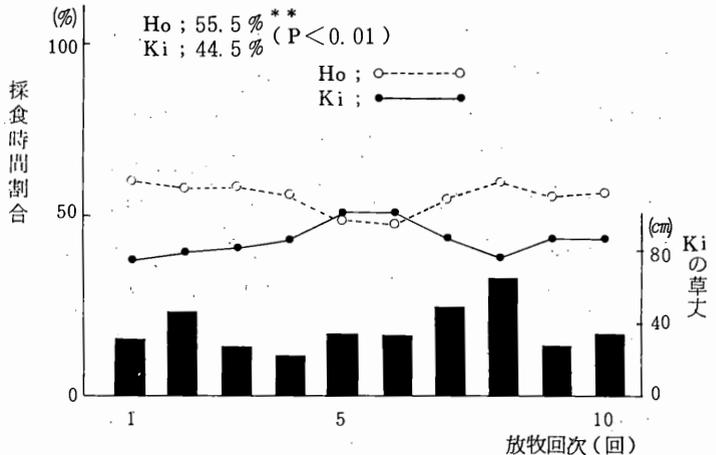


図7 採食時間割合からみた採食性比較 (放牧開始後 0～60分)

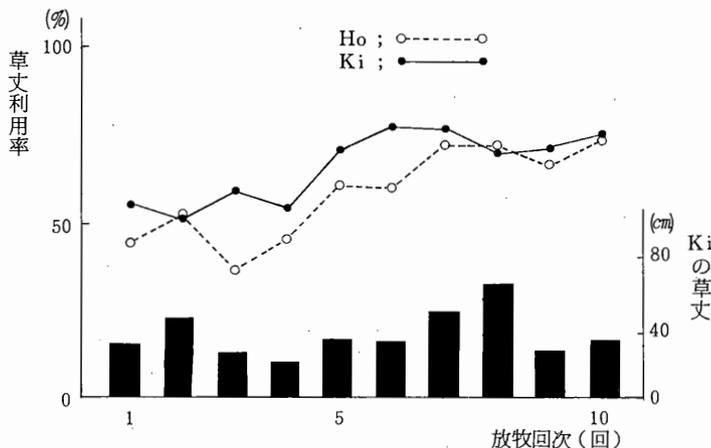


図8 草丈利用率からみた採食性比較

表1 4年間の成績概要(まとめ)

	1983年	1984年	1985年	1986年
供試家畜	ヘレフォード種 去勢牛	サフォーク種 去勢めん羊	サフォーク種 去勢めん羊	サフォーク種 去勢めん羊
評価法	・観察評点法による 採食利用率 ・採食行動	・観察評点法による 採食利用率	・観察評点法による 採食利用率	・草丈利用率 ・採食行動
結果 放牧前 イネ科草丈	34 ~ 60 cm	45 ~ 55 cm	19 ~ 38 cm	20 ~ 66 cm
採食性	Ho > K31 (Ho ≐ Ki)	Ho > K31 (Ho ≐ Ki)	Ho > K31 (Ho < Ki)	Ho > K31 (Ho ≐ Ki)

であった。結果としては、1984年は、全般的に草丈が長く、逆に1985年は短いというような、年次による草丈の長短はあるが、草丈の長短および畜種の違い(牛かめん羊か)に関係なく、どの年次においても、Hoの採食性はK31にくらべ優れていた。Kiとの比較では、草丈が短い時には、Kiの採食性の方が優れているが(1985年)、草丈が長い時には、Kiとほぼ同等であった(1983, 84, 86年)。

以上のことから、Hoの採食性は、K31より優れ、Kiに劣らないことが再度認められた。

今後は、Hoの採食性の放牧時間の経過に伴う変化、季節変動、およびHoとKiの比較の場合、評価法の違いにより結果が異なったことから、異草種間の採食性を比較する場合の評価法について検討する必要がある。

引用文献

1) 寒河江洋一郎・川崎 勉(1985) めん羊放牧におけるトールフェスク「ホクリョウ」の採食性。日畜学会第77回大会講演要旨：28

トールフェスク・シロクローバ混播草地の牧養力 (利用3年目)

寒河江洋一郎・中辻 浩喜・川崎 勉 (新得畜試)

肉用牛放牧地に関する一連の試験で、著者らはトールフェスク「ホクリョウ」が採食性と家畜生産性でオーチャードグラス「キタミドリ」より優れ¹⁾、シロクローバ「カリフォルニアラジノ」との混播によって採食性がさらに向上する²⁾、という結果を得ている。そこで、1984年からトールフェスク・シロクローバ混播草地の牧養力を検討しており^{3, 4)}、今回は利用3年目の成績について報告する。

試験方法

処理：1頭当たり増体量とha当たり増体量との関係を把握する形で牧養力を明らかにするために、ha当たり放牧頭数で4頭区(4.11頭)、5頭区(5.15頭)および6頭区(6.09頭)を設けて比較した。ha当たり放牧頭数は面積で調整した。

供試草地：1983年に10a当たりトールフェスク「ホクリョウ」3.0kg、シロクローバ「カリフォルニアラジノ」0.5kgを播種して造成した。4頭区97.3a、5頭区77.6a、6頭区65.7aとし、それぞれ3牧区に区分した。処理区と牧区の配置は、前年のとおりである⁴⁾。10a当たり年間施肥量は、N：9kg、P₂O₅：10kg、K₂O：22kgとした。NとK₂Oは2回(早春と夏)に分け、P₂O₅は早春に全量を施用した。

供試牛と管理：12頭、平均294kgのヘレフォード雄去勢牛(12~15か月齢、舎飼期の日増体量0.6kg)を、各処理区に4頭ずつ配置した。試験開始前5日間は、供試草地に隣接する予備草地でならし放牧を行い、5月19日に試験を開始した。放牧経過の詳細は図1のとおりである。放牧方法は、4頭区と6頭区については放牧専用を前提とする3牧区輪換放牧であり、原則として両処理区同時に移牧し、5頭区については前年の経過を参考にして牧区3の1番草を採草(乾草調製)する形で輪換放牧した。滞牧日数(輪換速度)は、3処理区の全体の草生を考慮しながら随時決定した。4頭区と5頭区は6回次の牧区2まで計161日間放牧し、6頭区は6回次の牧区1まで計150日間放牧した。

	牧区1	牧区2	牧区3	牧区1	牧区2	牧区3	
4頭区	5/19 5	5/24 8	6/1 8	6/9 18	6/27 17	7/14 14	70日
5頭区	5/19 5	5/24 11	(6/16) 採	6/4 16	6/20 24	7/14 7	63日
6頭区	5/19 5	5/24 8	6/1 8	6/9 18	6/27 17	7/14 14	70日
	7/28 21	8/18 14	9/1 10	9/11 13	9/24 11	10/5 5	74日 (144)
	7/21 23	8/13 12	8/25 15	9/9 15	9/24 11	10/5 5	81日 (144)
	7/28 21	8/18 14	9/1 10	9/11 13	9/24 7	10/1 4	69日 (139)
	10/10 7	10/17 4	10/21 2	10/23 2	10/25 2		17日 (161)
	10/10 7	10/17 4	10/21 2	10/23 2	10/25 2		17日 (161)
	10/5 5	10/10 3	10/13 1	10/14 2			11日 (150)

図1 放牧経過(上段：移牧月日 下段：放牧日数)

調査項目：草生調査は放牧前後に7回ずつ

草丈・クローバ割合・現存草量などについて行った。体重は、ほぼ1か月間隔で午後3時に測定した。

結果および考察

1. 草 生

放牧前後のトールフェスクの草丈を図2に示した。4頭区の平均値は放牧前で64 cm、放牧後で26 cm、5頭区ではそれぞれ50 cmと19 cm、6頭区ではそれぞれ44 cmと16 cmであった。4頭区の場合、牧区によっては出穂揃の状態でも放牧したので、放牧前の最高は100 cmを超えた。6頭区の場合、牧区によっては過放牧の状態でも放牧を継続したので、放牧後の最低は12 cmとなった。

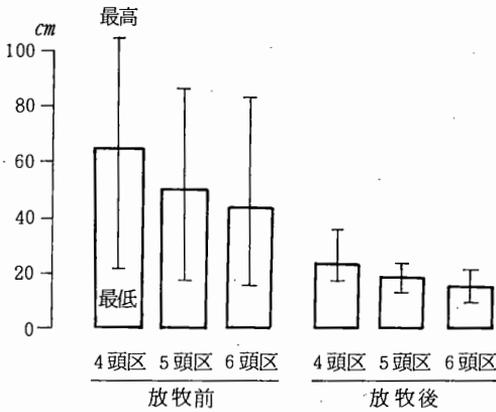


図2 トールフェスクの草丈(7回の調査)

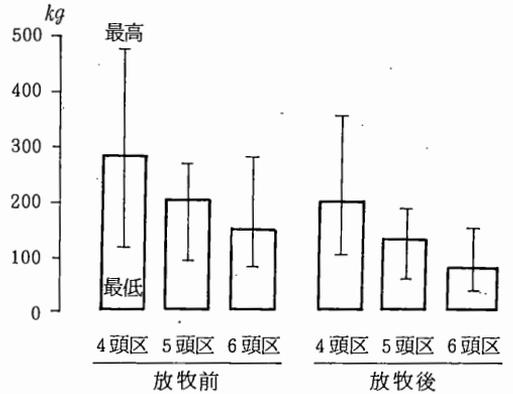


図3 10a当たり現存乾物量(7回の調査)

次に、放牧前後の10a当たり現存乾物量を図3に示した。4頭区の平均値は放牧前で282 kg、放牧後で205 kg、5頭区ではそれぞれ205 kgと130 kg、6頭区ではそれぞれ153 kgと80 kgであった。4頭区では約500 kgの牧区にも放牧した。一方、6頭区では約40 kgになるまで放牧した牧区もあった。これらを1頭当たりの現存乾物量に換算

すると処理区間の差はさらに大きくなり、放牧前の平均値で4頭区を100として5頭区61、6頭区39、放牧後の平均値で4頭区を100として5頭区55、6頭区27であった。

なお、前年に衰退したシロクローバは、3処理区とも春で5%以下であり、夏以降にはほとんど消失した。

2. 家畜生産性

累積増体量の推移を図4に示した。4頭区は、2回次の

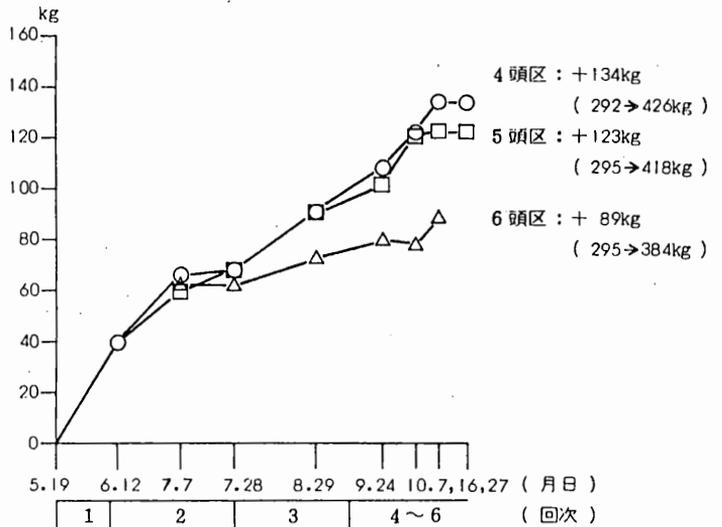


図4 累積増体量の推移

後半と終了直前を除き、順調に増体して平均 426 kg で終了した。5 頭区は、終了前 20 日間の増体が全く停滞して平均 418 kg で終了した。6 頭区は、2 回次の後半から低増体が続いて平均 384 kg で終了した。

表 1 延頭数および 1 頭当たり・ha 当たり増体量

	放牧日数 (日)	延頭数 (頭/ha)	日増体量 (kg)	増体量 (kg)		備 考	
				1 頭当たり	ha 当たり		
1986 年	4 頭区 (4.1)	161	662	0.83	134	551	
	5 頭区 (5.2)	161	829	0.76	123	633	乾草 1010 kg 調製
	6 頭区 (6.1)	150	914	0.59	89	542	
1985 年	4 頭区 (4.1)	161	662	0.86	139	571	乾草 933 kg 調製
	5 頭区 (5.2)	161	829	0.70	113	582	乾草 784 kg 調製
	6 頭区 (6.1)	154	938	0.67	103	627	
1984 年	4 頭区 (4.1)	136	552	0.96	130	528	
	5 頭区 (5.2)	136	700	0.89	121	623	
	6 頭区 (6.2)	122	752	0.88	107	659	
	7 頭区 (6.8)	122	834	0.89	108	739	

表 1 に延頭数および 1 頭当たり・ha 当たり増体量を、初年目・2 年目の成績^{3, 4)}と併記して示した。3 処理区とも放牧日数とそれに伴う延頭数は前年並であった。5 頭区の増体量は、重度のピンクアイ（伝染性角結膜炎）が 4 頭のうち 2 頭で発生した前年より高く、ha 当たりで最高の 600 kg 台となった。6 頭区の増体量は前年を大きく下回り、低い日増体量を延頭数の多さで補うことができず、ha 当たりでも初めて 3 処理区の中で最低となった。5 頭区の場合、実際には春から夏にかけて ha 当たり約 7 頭に相当する放牧を行いながら 1010 kg の乾草を調製しており、さらに高い成績を乾草給与による飼育日数の延長などから想定できる。

3 年間を通して ha 当たり増体量を見ると、4 頭区で大体 550 kg 前後、5 頭区で大体 600 kg 前後であったのに対して、6 頭区では初年目の 659 kg から 3 年目の 542 kg まで順次低下した。これは、ha 当たり放牧頭数の多い 6 頭区が、3 処理区の中で最初に草地の質的・量的な変化の影響を受けたことを意味しよう。なお、目標とする ha 当たり延頭数で 1000 頭、ha 当たり増体量で 800 kg には一度も到達できなかったが、それでも 1980・81 年の単播草地での成績¹⁾を全般に大きく上回っている。今後は、牧草牛の効率的生産を集約的な放牧管理の面から検討したい。

引用文献

- 1) 川崎 勉・蒔田秀夫 (1982) 肉牛放牧におけるトールフェスク及びオーチャードグラス草地の家畜生産性. 日草誌 28 (別号): 343-344.
- 2) 川崎 勉・竹田芳彦 (1984) トールフェスクの放牧利用性 — トールフェスク およびオーチャードグラスの採食性 — . 北草研報 18: 174-177.
- 3) 寒河江洋一郎・川崎 勉 (1985) トールフェスク・シロクローバ混播草地の牧養力 (利用初年目). 北草研報 19: 176-179.
- 4) 寒河江洋一郎・川崎 勉 (1986) トールフェスク・シロクローバ混播草地の牧養力 (利用 2 年目). 北草研報 20: 96-98.

放牧草地の利用に関する研究

2. 放牧育成とドライロット育成の比較

池 滝 孝・齊藤 博昭・黒沢はるみ
長谷川信美・岡本 明治・佐藤 基佳
太田 三郎・吉田 則人(帯広畜産大学)

Studies on the utilization of pasture

2, Comparison of rearing systems between grazing and drylot feeding
T. IKETAKI, H. SAITO, H. KUROSAWA, N. HASEGAWA, M. OKAMOTO, M. SATO,
S. OTA and N. YOSHIDA
(Obihiro Univ. of Agric. and Vet. Med., Obihiro, 080 Japan)

緒 言

家畜の放牧は省力管理および経済性からみて重要な草利用法であるとの認識が、時代とともに幾分変化してきている。北海道における牧草利用形態の動向¹⁾をみても、近年サイレージの利用割合が増加し、放牧利用は減少しているし、また、米国の一部の州では既に搾乳牛の放牧はほとんどみられず、育成牛においても放牧せずにドライロットでの飼養へ移行しているとの報告もある。このように放牧飼養が減少する背景として、土地の集約的利用、経営の多頭化、機械化作業の進展、飼料分析の普及などがある。しかし、一方では、放牧の有利性を主張する意見も多く、Millerら²⁾は、放牧育成牛の発育は幾分遅延するものの、育成経費の面でその飼料費はドライロット飼養の約50%であり、労賃、施設費等を考慮してもおおむね35%程軽減されると述べている。

そこで本試験は、放牧草地の効率的利用という観点から、乳用育成牛による昼夜放牧の育成効果をドライロット育成方式と比較するため、同一時期に試験を設定し、飼養管理方法の相違が養分摂取量、発育および行動に及ぼす影響を検討した。

試験方法

- 1) 供試牛：試験開始時月齢が8～15か月のホルスタイン種育成雌牛20頭で、月齢、体重を考慮して放牧群(以下G群と略)10頭、ドライロット群(以下D群と略)10頭に分け供試した。
- 2) 試験期間：昭和61年5月21日から10月18日までの150日間とした。
- 3) 飼養管理方法：G群は試験開始前に1週間馴致放牧した後、昼夜放牧を行った。供試草地は、造成後6年目のオーチャードグラス主体混播草地で、1牧区面積14aの9牧区を用意し輪換放牧した。1牧区当たりの滞牧日数は、採食量調査の際の牧草再生の影響を避けるため2～4日間とし、かつ牧草利用率がおおむね60%となるように移牧日を調整した。なお、夏から秋にかけて3回延べ37日間は、草量不足のため予備牧区で放牧した。D群はアスファルトの運動場をもつ敷料堆積式ルースハウジング施設に収容し、1日2回朝9時、夕5時にオーチャードグラス主体の乾草を十分量給与した。試験期間中、G群

は生草のみ、D群は乾草のみで補助飼料は給与せず、飲料水、鈹塩は自由摂取とした。

4) 採食量と飼料成分: G群の採食量は、各牧区ごと放牧前後に0.5 m²を5か所刈取ることによって草量を調査し、その差から採食量を推定した。D群の採食量は、1日の乾草給与量と翌朝給飼前の残飼量を測定することによって算出した。生草は移牧ごとに、乾草は月1回サンプリングし、乾物、粗蛋白質、ADFを分析した。TDNはCoppockら³⁾の方式により計算した。

5) 体重測定: 試験開始時から15日間隔で、1日の一定時刻(G群10時、D群11時)に牛衡器を用いて行った。

6) 行動観察: 春・夏・秋に2回ずつ計6回、雨・風を避け比較的安定した気象環境のもとで24時間連続の肉眼観察を行った。観察項目は横臥、佇立、採食、反芻、休息の諸行動で個体ごとに5分間隔で野帳に分類・記載し、夜間は必要に応じて懐中電灯を使用した。

結果と考察

1) 飼料成分の変化: 試験期間を春(5月22日~7月5日)、夏(7月6日~9月3日)、秋(9月4日~10月18日)に区分し、飼料成分の変化を時期別にみたのが図1である。乾物割合を試験期間内の平均でみると、生草20.3%、乾草84.5%である。

時期別では秋季に双方とも幾分増加する傾向はあるものの季節による大きな差は認められなかった。乾物中の粗蛋白質割合は、生草21.3%、乾草11.5%となり、いずれの時期も、生草が10%程高かった。一方、ADF割合は乾草の方が平均で7%程高く、季節別では、秋季にその差は約10%と最も大きくなっている。また、ADFから推定したTDN割合は、生草69.4%、乾草64.7%であり、飼料の養分割合からみた場合、供試した乾草に比べ生草の方が優れていたものと判断される。鈴木ら⁴⁾は、輪換放牧の試験において、牧草の栄養価は季節の影響をうけ、とくにTDNは夏に低下したと報告しているが、本試験ではそのような傾向はみられなかった。

2) 養分摂取量: 1日1頭当たり・体重100kg当たりの養分摂取量の時期別推移を図2に示した。D群の乾物摂取量は、各時期とも約2.4kgと試験期間内を通じてほぼ一定な推移を示しているのに対し、G群は春季2.0kgから秋季2.4kgまで漸増する傾向が認められた。図に示されているとおり、秋季にはG・D群の差はほとんどないが、春季には群間に約0.4kgという差を生じている。このような相違を生じた原因としては、採食飼料の水分含量の違い、すなわち、D群に比べG群においては、高水分飼

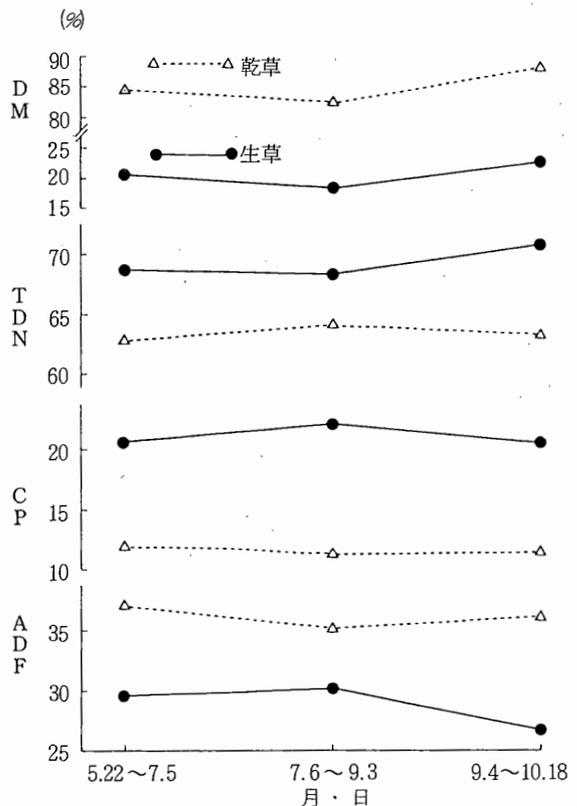


図1 飼料成分の時期別推移(乾物中%)

料である生草を放牧開始後1か月間位は、十分に食い込めなかったということも要因の一つとしてあげられる。さらにG群においては、春先のおう盛な牧草生長量も慎重に考慮する必要があるだろう。ちなみに、放牧牛による排糞・排尿や蹄圧による植生の悪化などがほとんどないとして、1日当たりの牧草生長量を30kg/10aと仮定した場合本試験の牧区面積および生草の水分割合から乾物摂取量を推定すると、1日1頭当たり約2.3kg/体重100kgとなる。夏・秋についても、牧草生長量は徐々に低下するとはいえ、同様な傾向が生じる可能性があり、このように思考するとG群の乾物摂取量はD群にかなり近づくことになる。このことは、滞牧日数が3日前後といえども、とくに春季における牧草生長量は無視しがたい問題であり、本試験で用いた放牧前後の刈

取り法に比較して、プロテクトケージや指示物質などによる採食量推定方式がより望ましいことを示唆しているとも考えられる。D群のTDN, ADF, CP摂取量は各時期ともほぼ一定であり、期間内平均で見るとそれぞれ1.51, 0.85, 0.27kgを摂取している。一方、G群の各養分摂取量をみるとADFは時期による変化はないものの、CP, TDNについては試験の進行にともなってやや増加する傾向がみられた。この増加傾向は生草成分に時期的な変動がほとんどないことから、主に乾物摂取量の増加により生じたものと判断される。また前述したように、両群の乾物摂取量が近似しているとしても、試験期通算で養分摂取量を比較すると、TDNはG群でやや多く、ADFはD群で多くなっている。とくに、CP摂取量はいずれの時期もG群の方が多く、D群の2倍近く摂取する結果となった。

3) 発育成績：試験開始時から終了時までの両群の体重の推移を図3に示した。図にみられるように、試験開始後1か月目までの発育様相にやや相違はあるものの、全般的に両群とも順調な推移を示し、終了時にはG・D群いずれも407kgとなっている。試験開始時体重がG群277kg, D群280kgであることから、両群とも150日間におおむね130kgの増体を示したことになり、既往の放牧試験^{4, 5)}と比較しても、かなり良好な発育をしたと判断される。また、日増体量は時期によりや

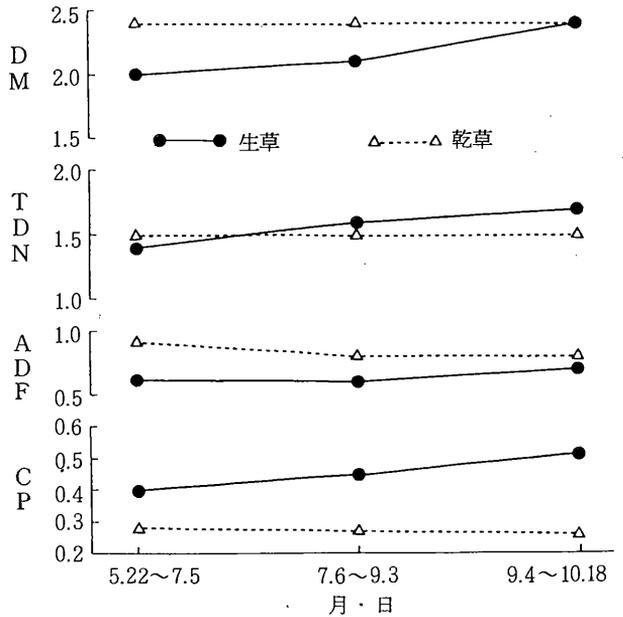


図2 体重100kg当たりの養分摂取量の時期別推移 (kg/体重100kg/日/頭)

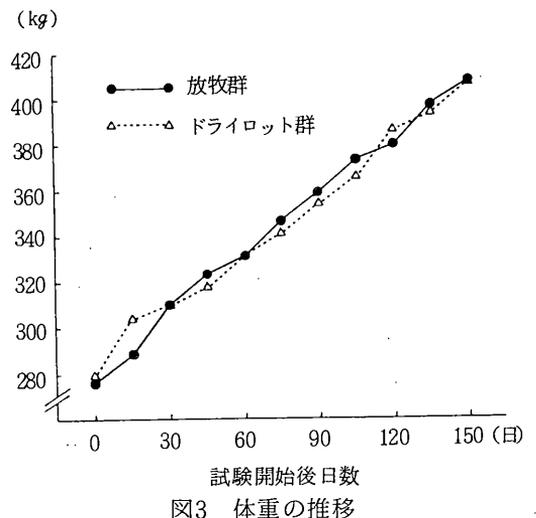


図3 体重の推移

や変動するものの試験期間内通算でみるとG群0.87 kg, D群0.85 kgと群間に有意な差は認められておらず、本試験においては生草・乾草という飼料の違いや、放牧・ドライロットという管理方法の相違が、増体成績には直接的な影響を及ぼしてはいないという結果になった。

4) 行動：群別および季節別に、供試牛の1日の行動を表1に示した。G群の採食時間はいずれの季節も8時間以上であり、かつD群に比べ約1時間程有意に長く採食している ($P < 0.01$)。放牧牛の採食時間は、草量や草質、季節の影響をうけ、秋には春に比べて4~7%程長くなるとの報告⁴⁾もあるが、本試験では観察を移牧翌日に行っており、その時点では十分な草量があったためか、草生が季節的にやや相違していても、そのような傾向は認められなかった。また、D群に比べG群の採食時間が長くなった理由は明らかでないが、採食飼料の水分含量や物理的形狀の違いなどが関与しているだろうし、行動的にみ

表1 供試牛の1日の行動 (単位:時間)

区 分	採食時間	反芻時間		休息時間		
		横臥	佇立	横臥	佇立	
春	G群	8.5	7.2	0.8	4.5	3.0
	D群	7.6	7.6	0.7	5.1	3.0
夏	G群	8.2	6.7	1.8	3.9	3.4
	D群	7.2	6.8	1.3	5.5	3.2
秋	G群	8.2	7.6	0.8	5.0	2.4
	D群	7.0	6.9	1.6	4.9	3.6
平均	G群	8.3	7.2	1.1	4.5	2.9
	D群	7.3	7.1	1.2	5.1	3.3

注) G群:放牧群, D群:ドライロット群

た場合、G群は採食する際に、歩行しながら牧草を1回ごと引きちぎるというD群にはない採食動作を必要とする点も見逃せない。1日の反芻時間はG・D群とも平均8.3時間であり、季節間にも差はなかった。反芻時間を横臥・佇立に分けてみた場合、両群とも春季に比べ、夏季における佇立反芻の時間が長くなっており、暑さの影響による季節的な特徴と思われた。休息時間は、どの時期もD群の方が1時間前後長く両群とも横臥して休息する割合が多かった。また、1日の横臥時間を季節別にみると、D群は12時間前後と差は小さいが、G群の方は、気温の高い夏に10.6時間、日長時間が短くなる秋には12.6時間とその差は大きなものとなっている。このことから、放牧牛の横臥時間は季節の影響をかなりうけるものと思われた。

以上の結果を総合してみると、採食飼料である生草および乾草の間はかなり成分の差があり、また、群間の養分摂取量、採食、横臥行動にも相違が認められているが、本試験では放牧群、ドライロット群の増体成績に直接的には反映していない。しかし粗飼料のTDN 1 kg当たりの生産費¹⁾をみると、生草は44円乾草は63円となっていることから、経済性、省力面で厳密な比較はできないとしても、放牧育成の有利性はうかがえる。また、放牧飼養は育成牛の成長の質すなわち筋肉組織や肝機能および内臓諸器官の発達に及ぼす影響も考えられるため、今後、生理諸元についても検討する必要があるものと思われた。さらに、今回用いた供試牛の冬季間の発育および将来の泌乳成績についても、継続して調査してゆく予定である。

摘 要

放牧草地の有効利用という観点から、昼夜放牧による育成効果を評価するため、飼料摂取量、発育および行動に関してドライロット育成方式と比較検討した。8~15か月齢のホルスタイン種育成牛20頭を放牧群(G群)およびドライロット群(D群)に等分し、G群は生草のみ、D群は乾草のみとして5~10

月まで5か月間飼養管理した。飼料の乾物中成分割合は、乾草に比べ生草の方がCP, TDNとも高く、ADFは低かった。体重100 kg当たりの乾物摂取量をみると、G群は試験の進行にともなって幾分増加する傾向を示したが、D群はほぼ一定に推移した。試験期間内通算でみると、両群のTDN摂取量に大きな差はないものの、ADF摂取量はD群の方がやや多かった。とくに、G群のCP摂取量はD群の2倍近い値を示した。両群とも発育は順調で、平均日増体量はG・D群それぞれ0.87, 0.85 kgとなった。行動面では1日の反芻時間に差はなく、採食時間および横臥時間に有意な差が認められた。

参考文献

- 1) 北海道農務部酪農草地課 (1986) 北海道における粗飼料生産の現状と課題.
- 2) Miller, W. J. and H. E. Amos (1986) Feeding dairy heifers in the current economic climate. Feedstuffs. Feb. 10 : 28 - 30.
- 3) Coppock, C. E., C. G. Woelfel and R. L. Belyea (1981) Forage and feed testing programs - Problems and opportunities. J. Dairy Sci. 64 : 1625 - 1633.
- 4) 鈴木慎二郎・高野信雄・山下良弘 (1972) 輪換放牧における育成牛の行動と体重変化. 日草誌 18 : 103 - 113.
- 5) 岸 洋・石井邦彦 (1978) 放牧における子牛の発育に及ぼす輪換速度の影響. 日草誌 24 : 57 - 63.

ソーラシステムを利用したアルファルファ通風乾草の調製

上出 純(中央農試)・小倉 紀美(天北農試)・
 川上 孝雄・背戸 皓・榎本 博司(西紋東部地区
 農業改良普及所)・イセキ農機株式会社

目 的

アルファルファの乾草を良質に仕上げるために、北紋地域の農家で昭和55年から常温通風施設が導入されはじめた。今回は昭和57年に常温通風施設の効率を高めるために、ソーラシステムを利用した乾燥施設に改良したものについて、その性能を常温通風乾燥と比較した。

方 法

昭和55年、56年と2戸(I農家、M農家)の農家で常温通風乾燥の性能について調査したが、そのうちの1戸(I農家)が、昭和57年にソーラシステム方式に改良した。改良点として、図1に示したように、屋根をソーラ型に改良し、さらに乾草と天井の間に太陽熱を蓄熱できる空間を設け、そこで暖められた空気をファンに送って、外気とミックスさせ、乾草中に送りこむようにした。そのほかの施設概要は表1に示したように、I農家、M農家ともに共通していた。

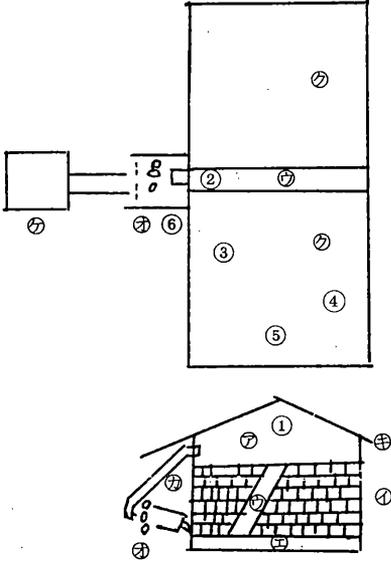


図1 ソーラシステムの概略図

- 図面中①～⑥は温度センサーの位置を示した。
 ①蓄熱層 ②送風胴の入口(ミックス送風温度)
 ③～⑤乾草内部 ⑥外気温
 ⑦蓄熱層 ④積み込んだ乾草 ⑤送風胴
 ⑥乾草下のスノコ ⑦送風ファン ⑧送風用ダクト
 ⑨蓄熱層と乾草の間の黒色シート
 ⑩乾草堆積床 ⑪ファン回転のための動力トラクタ

表1 施設概要(I農家、M農家共通)

ファン	プロペラ型(直径1.2m)
スノコの分配装置	中央風路型
送風量	1,000 m ³ /min
堆積床面積	51.8 m ² (2室)計 103.7 m ²
堆積可能梱包数	1,800 個1室7段
	900 梱包堆積可能

調査項目として、乾燥に要した送風時間、梱包時の水分、仕上がり時の水分、送風1時間あたりの蒸発水分量等について調査した。調査方法として、梱包時の水分は梱包直前には場で10か所以上のサンプルを採取し、仕上がり時の水分は梱包を5個以上こわしてサンプルを採取し測定した。送風1時間あたりの蒸発水分量は、送風施設に積みこんでから仕上がりまでに蒸発した水分量を送風時間で除して算出した。送風中の温度の測定は図1に数字で示した場所(①蓄熱層 ②送風胴の入口③④⑤乾草内部⑥外気)に自記式温度センサーをセットして観測した。乾草の仕上がりの判断は、乾草内部に差し込んで温度変化を調査していた記録計の温度が、送風しなくても上昇せずに安定し、かつ、上から2段目の乾草のかわき具合で判断した。

結 果

ソーラシステムにおける送風期間中の蓄熱層温度、外気温、送風温度の日内温度変化を図2、図3に示した。図2には58年7月5日から7月7日までの測定結果について、図3には57年8月17日から8月19日までの測定結果について、連続して測定していた中から、その一部をグラフで示した。この中で7月5日が晴天、7月7日が曇天、8月17日から19日までは晴天であったが、1番草、2番草ともに晴天日と曇天日で蓄熱層が暖まる温度に差がみられた。しかし日内温度の推移の傾向は、午前6時ころから外気と

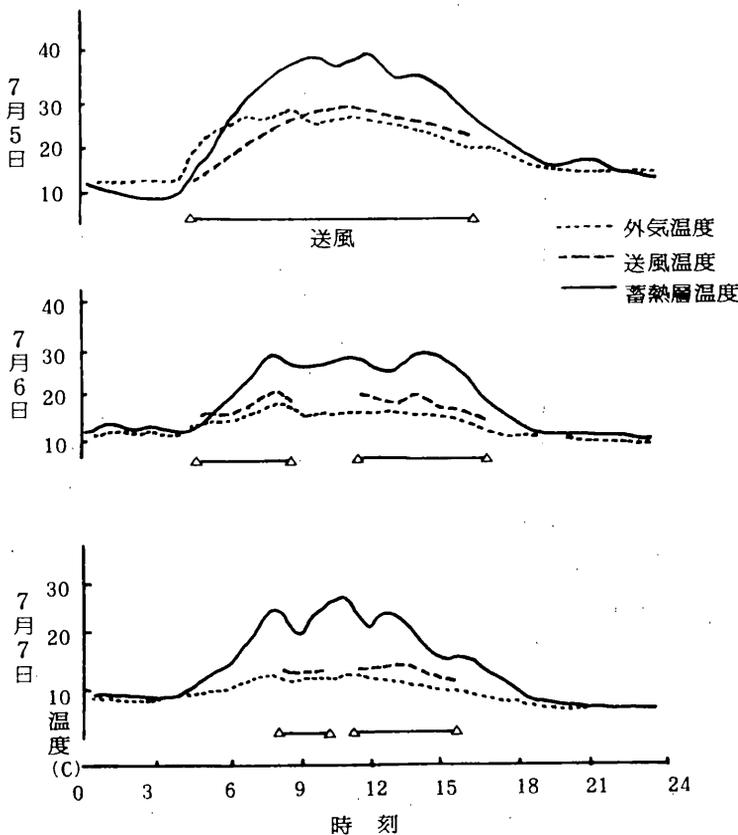


図2 外気温度、蓄熱層温度、送風温度の日内変化(1番草)

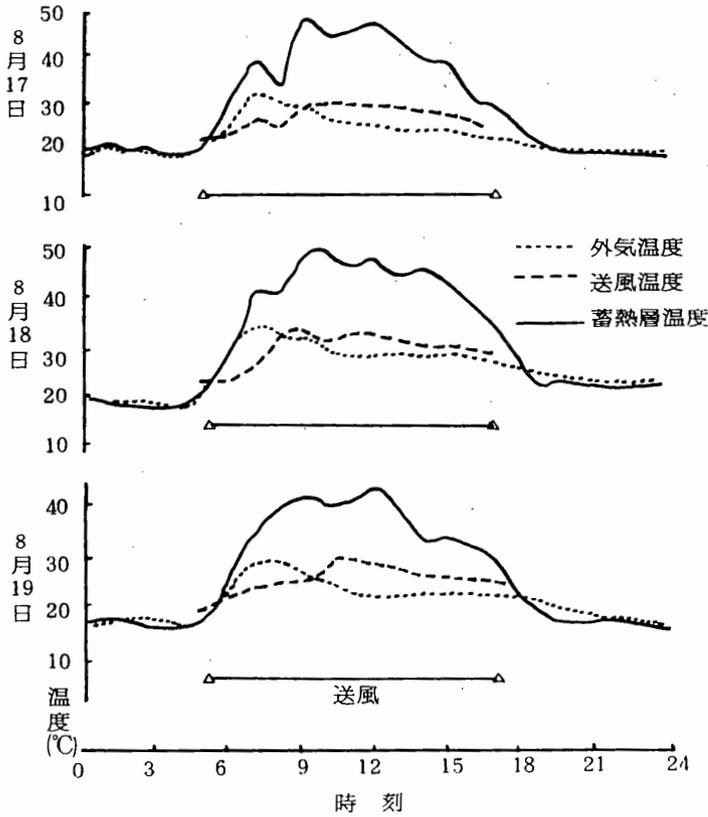


図3 外気温度，蓄熱層温度，送風温度の日内変化（2番草）

ともに蓄熱層も高まる傾向をみせ，日中に最も高くなり，夜間はソーラの役目がなくなった。送風温度は蓄熱層が暖まる9時ころから外気より高くなり，日中は外気より2～3℃高く推移していた。この間にできるだけ送風するようにしたために，結果的には常温より2～3℃高い温度で送風していたことを示した。

表2にソーラシステムの性能として57年，58年の調査成績を示した。梱包水分は57年が45%前後，58年が30%前後で行った。梱包密度や仕上がり乾草量は表2に示したような条件であったが，1時間あたりの蒸発水分量は，1番草で109kgと100kg，2番草で43kgと61kgとなった。

表2 ソーラシステムの性能（I農家）

番草	年次	梱包水分 (%)	仕上がり水分 (%)	梱包密度 (kg/m ²)	風量比 (m ² /s-t)	仕上がり乾草量 (t)	送風時間 (h)	蒸発水分量 (kg/h)	送風期間
1	57	45.0	18.1	103	0.74	14.5	73.9	108.8	6.18～29
	58	31.8	16.4	111	0.60	21.7	59.5	100.1	7.4～12
2	57	43.7	18.2	119	0.65	17.1	204.2	42.7	8.8～20
	58	26.3	15.4	64	1.68	8.4	26.0	60.7	8.29～9.5

表3にソーラシステムと常温通風の乾燥効率の比較を示した。比較1では、仕上がり水分、仕上がり乾草量、梱包密度をあわせて比較した。梱包密度は梱包時の水分が10%異なったために、梱包の大きさやしめ具合などをかえるなどの方法によりあわせた。風量比はソーラの方が少なくなり、乾草1kgあたりにすれば、常温の方の風のあたる割合が高くなる条件で行った。両者の送風時間で比較すると、ソーラが74時間、常温で81時間となり、7時間短縮され、軽油の消費量でみると30ℓ節約されていた。比較2では、梱包時の水分と梱包密度をあわせて比較した。仕上がり乾草重でソーラが多い条件で行ったが、送風時間はソーラが60時間、常温が81時間と21時間短縮されていた。比較3では、梱包時の水分をあわせて比較したところ、送風時間はソーラが26時間、常温が47時間で21時間短縮されていた。

表3 ソーラシステムと常温通風乾燥の比較

比 較	番 草	方 式	梱 包 水 分 (%)	仕 上 が り 水 分 (%)	梱 包 密 度 (kg/m ³)	風 量 比 (m ³ /s-t)	仕 上 が り 乾 草 量 (t)	送 風 時 間 (h)	送 風 期 間
1	1	ソーラ	45.0	18.1	103	0.74	14.5	73.9	57.6.18~29
		常 温	35.5	18.3	105	0.85	14.8	81.0	58.7.4~13
2	1	ソーラ	31.8	16.4	111	0.60	21.7	59.5	58.7.4~12
		常 温	35.5	18.3	105	0.85	14.8	81.0	58.7.4~13
3	2	ソーラ	26.3	15.4	64	1.68	8.4	26.0	58.8.29~9.5
		常 温	25.5	17.3	90	1.49	9.4	46.8	58.8.25~9.5

(注) ソーラはI農家, 常温はM農家

数種チモシー品種の生育特性と窒素施肥反応

木 曾 誠 二 (根釧農試)

緒 言

根釧地方における採草地のイネ科牧草はチモシーが基幹となっている。しかし、現在栽培されている品種は早生型が大部分であるため、牧草の刈取適期は6月下旬から7月上旬に集中している。一方、牧草の刈取り、収穫調製は天候、共同作業等の関係で長期におよび、そのため品質の低下した刈遅れの牧草も多くみられる。このことは、良質粗飼料を安定的に確保するには、早生型のチモシーだけの利用では対応できないことを示している。以上のような背景から、近年、熟期の異なるチモシー品種を活用し、草地の刈取適期幅を拡大する必要性が指摘されている。

本報では、早晚性を異にするチモシー3品種の生育経過および窒素施肥反応を比較検討し、これら品種の肥培管理上の基礎資料を得ようとした。

材料および方法

試験1(生育特性)：供試したチモシーは極早生品種クンプウ、早生品種ノサップ、晩性品種ホクシュウである。昭和57年に、畦幅50cmの条播草地を造成し、試験は昭和59年に実施した。播種量は10a当たり200万粒とした。

年間の刈取回数は、クンプウでは3回、ノサップ、ホクシュウでは2回とした。各番草の刈取日および生育日数を表1に示した。1番草の刈取りは各品種とも出穂前期に実施した。2番草、3番草の刈取りは、1番草、2番草刈取り後、それぞれ約50日後に行った。

表1 チモシー各品種の刈取適期および生育日数

	1 番 草		2 番 草		3 番 草		年 間 生 育 数
	刈 取 適 期	生 育 日 数	刈 取 適 期	生 育 日 数	刈 取 適 期	生 育 日 数	
クンプウ	6.21	51	8.7	47	10.1	55	153
ノサップ	6.28	58	8.14	47	—	—	105
ホクシュウ	7.12	72	9.6	56	—	—	128

刈取適期：月，日
生育期間：日

年間の施肥量は、10a当たりNを20kg、P₂O₅を16kg、K₂Oを20kg、MgOを4kgとした。年間の施肥配分比は、クンプウでは早春：1番草後：2番草後＝2：1：1、ノサップ、ホクシュウでは、早春：1番草後＝2：1とした。

萌芽始期以降(5月1日)、7～10日ごとに生育量、莖数、葉面積、各種成分含有率を調査した。

試験2(窒素施肥反応)：窒素用量試験を行った。10a当たりの窒素施用量は0～27kgの間で、5段階設定した。その他の条件は試験1に準じた。

結果および考察

各品種での1番草収穫までの茎葉重の推移を図1に示した。茎葉重はいずれの品種も節間伸長期にあたる6月中旬ころから急激に増大した。クンプウではこの期間が短く7日程度であり、その後ただちに1番草の刈取適期である出穂前期を迎えた。また、ホクシュウの茎葉重は1番草収穫時まで増加し続けた。

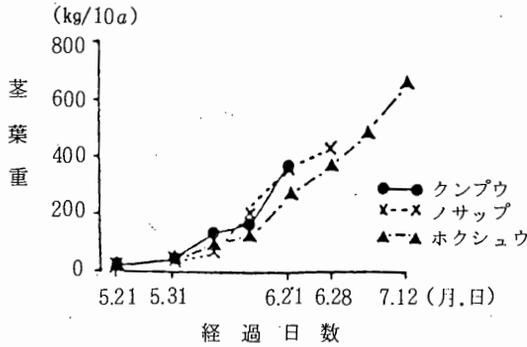


図1 チモシー3品種の茎葉重の推移(1番草)

草丈は生育日数の経過とともに高くなり、1番草収穫時での草丈はホクシュウ>ノサップ>クンプウの順で高かった。しかし、表2にも示したように、6月中旬までの草丈、草高はホクシュウがクンプウ、ノサップより常に低く推移していた。6月中旬までの草丈あるいは草高が低いというホクシュウの特性は、

表2 チモシー各品種の生育初期から中期における草丈・草高の推移

項目	品種	5月31日	6月7日	6月14日	6月21日
草丈 (cm)	クンプウ	28.3	44.2	57.2	82.9
	ノサップ	25.3	40.3	53.9	78.4
	ホクシュウ	24.3	37.4	51.0	64.8
草高 (cm)	クンプウ	9.0	28.6	41.4	76.6
	ノサップ	8.0	24.2	36.8	62.8
	ホクシュウ	13.7	24.1	30.1	43.8

マメ科牧草とくにアカクロバと混播された場合留意すべき点である。すなわち、この時期はアカクロバの草丈が著しく伸長するので、ホクシュウとアカクロバとの間で光競合が問題になるものと推察される。

全茎数は、各番草ともホクシュウ>ノサップ>クンプウの順で多かった(表3)。とくにホクシュウは全茎数の多いのが特徴的であった。また、全茎数の中で有穂茎数の占める割合は、1番草ではクンプウ、

表3 チモシー3品種の全茎数(本/m²)

品種	1番草	2番草	3番草
クンプウ	620 (56)	669 (18)	624 (5)
ノサップ	753 (48)	695 (6)	-
ホクシュウ	1,262 (26)	1,686 (-)	-

()内は有穂茎数の全茎数に占める割合(%)

ノサップで5割から6割であった。しかし、ホクシュウでは2割程度で著しく低かった。2番草, 3番草では、いずれの品種でも、1番草と比べると有穂茎数は極めて少なかった。なお、表としては示さなかったが、葉面積指数(LAI)も、ホクシュウがクンプウ, ノサップより明らかに大きかった。

次に、図2には年間乾物収量を番草別に示した。年間乾物収量は、1番草が多収であったホクシュウが最も高かった。次いでクンプウであったが、これは3番草収量が上積みされたためと思われる。各品種の収量差は、生育日数の違いとともにCGRの相違も関与しているものと考えられる。そこで、各番草ごとの平均CGRを表4に示した。その結果、ホクシュウが多収であった理由の一つとして、生育日数が長く、しかも平均CGRも大きかったことが指摘される。また、クンプウは平均CGRでは小さいが、生育日数が長いノサップよりは多収であったものと考えられる。

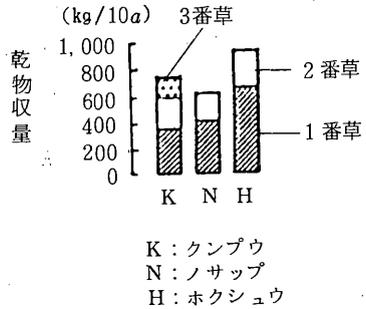


図2 チモシー3品種の番草別乾物収量

乾物収量と有穂茎重の関係をみると(図3), クンプウ, ノサップでは1番草収量に対する有穂茎重の占める割合が8割と大きかった。しかし、ホクシュウではそれが4割程度であった。すなわち、1番草に

表4 チモシー各品種の平均乾物生産速度

(g/m²/日)

	1番草	2番草	3番草	年間
クンプウ	7.1	4.7	3.1	4.9
ノサップ	7.4	4.2	-	6.0
ホクシュウ	9.2	4.9	-	7.3

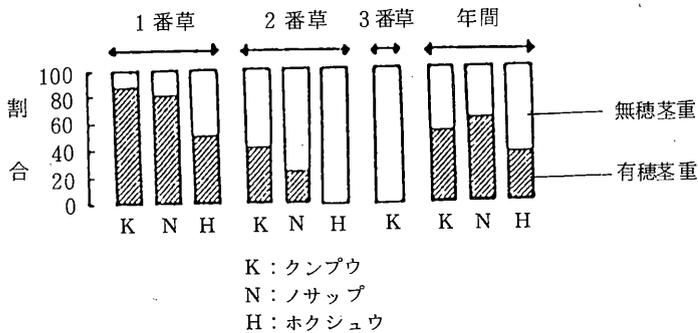


図3 乾物収量に対する有穂茎重の占める割合

対してクンプウ、ノサップでは有穂茎が、ホクシュウではむしろ無穂茎の方が重要であったものと理解される。なお、2番草、3番草収量では、有穂茎が少ないため3品種とも無穂茎の占める割合が大きかった。

茎葉部のTDN・CP含有率の推移を図4に示した。両成分とも生育日数の経過とともに低下していた。これを品種間で比較すると、常にクンプウが低く、また、ホクシュウは高く推移していた。これは同一期日でも品種により生育ステージが多少異なっていたためと思われる。しかし、1番草収穫時では、ホクシュウの両成分含有率はクンプウ、ノサップと同程度かやや低い値であった。

なお、N、P₂O₅、K₂O含有率の推移は、TDN・CPと同様な傾向であった。いずれにしても、1番草の刈取りを出穂前期ころに行う限り、各成分含有率は品種間で大きな相違はないものと考えられる。

図5、6には、窒素施肥量を増加させたときの各品種の収量および窒素含有率の変化を示した。3品種とも窒素施肥量の増加に伴い増収し、その傾向は類似していた。しかし、最高収量を得るに必要な窒素量

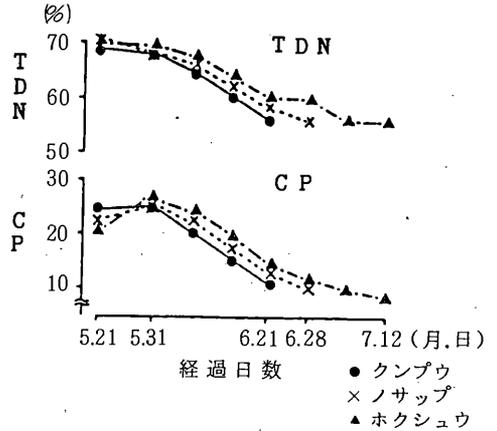


図4 茎葉部のTDN, CP含有率の推移(1番草)

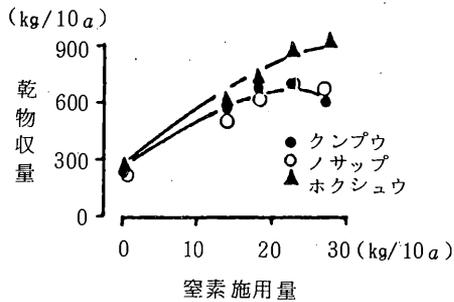


図5 チモシー各品種の窒素施肥反応 (年間収量)

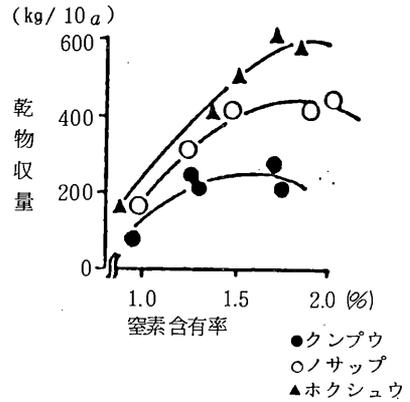


図6 チモシー各品種の乾物重と窒素含有率の関係 (1番草)

は、クンプウ、ノサップでは約20kgであったが、ホクシュウでは約28kgと多かった。また、牧草体の窒素含有率と乾物収量の関係を見ると、増収は伴わないが窒素含有率は上昇する。いわゆるぜいたく吸収域の窒素含有率はクンプウ、ノサップで1.5%前後、ホクシュウでは1.8%前後であった。このように窒素施肥による収量、窒素含有率への影響は品種によって異なっており、とくにホクシュウが他の品種より特異的であった。

摘 要

早晚性を異にするチモシー3品種(クンプウ、ノサップ、ホクシュウ)の生育経過および窒素施肥反応を検討した。その結果、晩生品種ホクシュウは極早生品種クンプウ、早生品種ノサップに比較して初期生育、収量およびその構成要素、窒素反応性等が大きく異なっていた。これらの品種特性を施肥管理上、十分考慮すべきであると思われた。

チモシー主体草地の窒素施肥法が収量とマメ科率に及ぼす影響

吉沢 晃・下小路英男*・中村 克己・大槌 勝彦・筒井佐喜雄(天北農試・*北見農試)

緒 言

チモシー主体の採草地では、混播マメ科牧草としてアカクロバが多く用いられる。しかし、アカクロバは造成後短年で減少することが多い。混播マメ科牧草の維持は、草地の生産性向上や栄養改善にとって重要である。本報では、早春と1番刈り後の窒素施肥配分が、収量とマメ科率に及ぼす影響を検討した。

材料および方法

試験は、天北農試圃場で行われた。試験区の配置は、混播マメ科草種を主区、窒素施肥法を細区とする分割区法とし、3反復で実施した。試験区の造成は、昭和58年5月で、チモシー品種「センボク」(播種量 $1\text{ kg}/10\text{ a}$) に混播マメ科草種として、アカクロバ(品種「ハミドリ」、RC区と略記)とラジノクロバ(品種「カリフォルニアラジノ」、LC区)を用い、それぞれの混播草地とした。マメ科の播種量はRC区、LC区それぞれ $500, 300\text{ g}/10\text{ a}$ で、比較としてチモシー単播区(TY区)を設けた。窒素施肥配分は、道北地方の窒素施肥標準量の年間 $6\text{ kg}/10\text{ a}$ を、早春と1番刈り後に配分することとし、 $3-3\text{ kg}/10\text{ a}$ (N3区)、 $4-2$ (N4区)、 $6-0$ (N6区)の3処理とし、対照として無窒素の $0-0$ (N0区)を設けた。施肥処理は造成2年目から4年目まで行った。造成年の基肥は $3-20-5$ ($\text{N}-\text{P}_2\text{O}_5-\text{K}_2\text{O}\text{ kg}/10\text{ a}$)、刈取りは8月31日の1回、2年目以降は窒素処理のほか、全区共通に $5-5$ ($\text{P}_2\text{O}_5-\text{K}_2\text{O}\text{ kg}/10\text{ a}$) を早春と1番刈り後に施用した。刈取りは、6月下旬と8月下旬の2回刈りで行った。

結 果

1. 収量と窒素施肥配分の関係
早春と1番刈り後の窒素施肥量がチモシー、マメ科それぞれの乾物収量に及ぼす影響を、図1(1番草)、図2(2番草)に示した。1番草では各年次RC区、LC区とも早春窒素施肥量の増加に伴いチモシー収量が増加し、マメ科収量が減少した。2番草では、RC区は1番刈り後の窒素施肥量に応じて、各年次ともN3区のチモシー

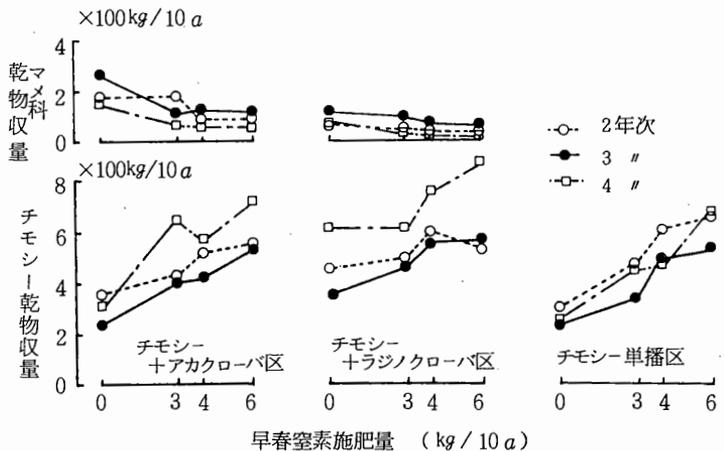


図1 1番草の乾物収量と窒素施肥量の関係

収量が最も多く、逆にマメ科収量が少なかった。LC区のチモシー収量は年次で傾向が異なり、2年次がRC区と同様でN3区が多く、3、4年次はN4区が多かった。LC区のマメ科収量は、施肥処理で差が少なかった。

次に、年間収量の大部分を占める1番草のチモシー収量に対するマメ科混播による増収効果を、TY区を100とする指数で表し、図3に示した。RC区は2年次で増収効果が認められず、3、4年次では早春窒素施肥量が少ないほど高かった。しかし、N0区の増収効果は、N3区より低かった。LC区は各年次とも早春窒素施肥量が少ないほど、高い増収効果が認められた。RC区、LC区とも4年次が最も高い値を示した。

2. マメ科率と窒素施肥配分の関係

各年次のマメ科率を、図4に示した。一般に、家畜栄養の面から、少なくとも30%のマメ科率が望ましいとされている。1番草で30%のマメ科率を維持したのは、各年次ともRC区のみであった。LC区は、少雨でチモシー収量の少なかった3年次がやや高く10~25%であったが、いずれも30%以下であった。

2番草ではRC区が2、3年次でいずれも30%以上であったが、4年次はN0区だけであった。LC区は3年次が30%以上で、他の年次は低い値であった。

3. アカローバの株数の推移

2年次から4年次までのアカローバの株数の推移を、図5に示した。施肥処理間では各年次とも、株数に有意差が認められなかった。株数は年次の経過とともに漸減し、2年次の平均37株/m²から4年次の8株/m²となった。とくに、4年次の早春から1番刈り時の間で枯死が多かった。施肥処理間で株

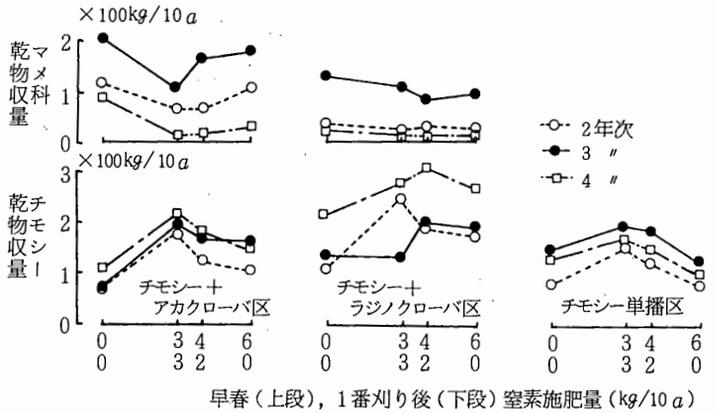


図2 2番草の乾物収量と窒素施肥量の関係

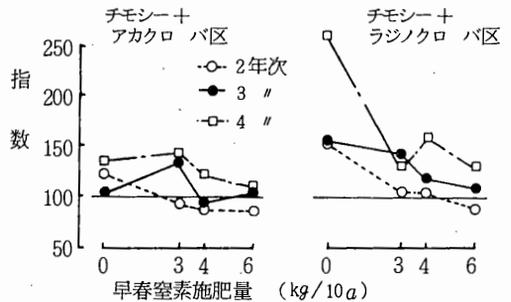


図3 1番草のチモシー乾物収量に対するマメ科混播による増収効果
注) 単播区チモシー収量を100とする混播区チモシー収量の指数

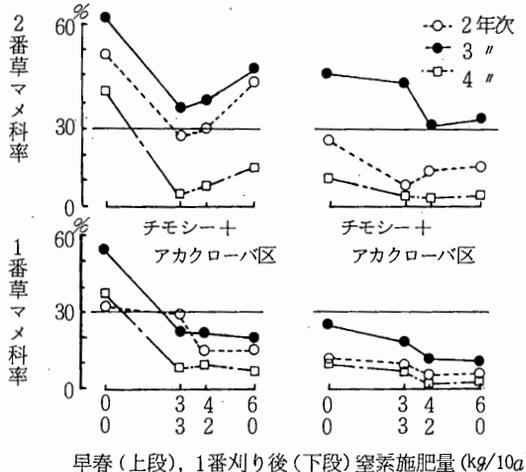


図4 マメ科率と窒素施肥量の関係
注) マメ科率は総乾物収量に占めるマメ科収量の割合

数の差異に有意差が認められなかったものの、4年次のN0区の株数は、窒素施肥区より多い傾向がみられた。この4年次の窒素施肥区の平均の株数とN0区の差を、窒素施肥による枯死と考えれば、試験期間中の枯死数のおよそ30%であった。

考 察

各番草に対する窒素施肥量は、主体のチモシー収量への影響が大きく、それとの相互作用でマメ科収量が変動する。そのためチモシーの生育がおう盛になるとマメ科は抑制され、マメ科率も少なくなった。

マメ科率は、チモシー、マメ科両者の収量に影響されるため、N0区のようにチモシー収量が少なければ、ラジノクローバより収量の多かったアカクローバでマメ科率30%以上を維持できた。しかし、年間6kg/10aの窒素施肥量を、本試験のように早春と1番刈り後に配分しても、適正なマメ科率の維持はできなかった。窒素施肥によってチモシーの生育がおう盛になり、マメ科が抑制され、マメ科の衰退枯死が起こることも一因と思われる。

マメ科牧草の維持については、ラジノクローバは衰退しても残存個体による増殖で回復の可能性が考えられるものの、アカクローバは株数が減少すると回復の見込みがなく、衰退を抑制するには株の維持が重要である。当地域のアカクローバの枯死に窒素施肥が及ぼす影響は少なかったことから、今後、アカクローバでは枯死要因の解明と、栽培法による回避の検討が必要と思われる。

また、チモシー収量に対するマメ科牧草混播による増収効果は、マメ科収量が最も少なかった4年次でも認められ、アカクローバ、ラジノクローバ両者とも収量向上に対する混播の意義は大きいと考えられる。このことから、マメ科混播による増収効果では、マメ科の収量や、割合以外の表示法も必要であろう。

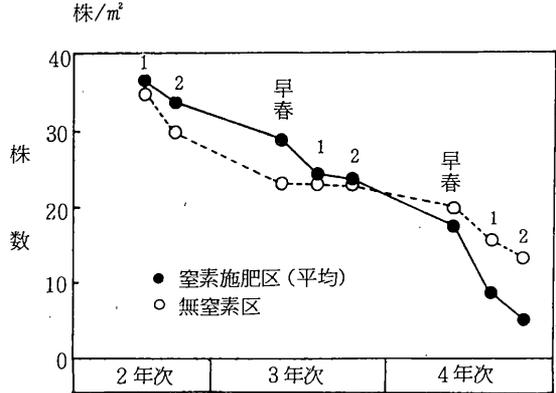


図5 アカクローバ株数の推移

(注) 図中1は1番刈り時、2は2番刈り時、早春は4月下旬で、調査時期を示す。

秋から春にかけての窒素施肥量、 施肥配分とチモシーの1番草生育

松 中 照 夫 (根釧農試)

緒 言

採草利用のチモシー草地の1番草収量は、有穂莖数を多数確保して1莖重を増大させることで増加する。オーチャードグラスでは、前年秋のN施肥によって1番草の有穂莖数が著しく増加するため、前年秋と早春にNを分施することで、1番草収量が高収となるとされている。

そこで、前年秋と早春のN施肥量、施肥配分がチモシーの1番草収量に及ぼす影響を明らかにしようとした。

材料および方法

供試草地：1983年に造成し、1984年の2番草(8月25日刈取り)まで均一栽培したチモシー(品種：センボク)単播草地。

N施肥処理：1984年9月13日に、10a当たりNとして0, 2, 4kg施用する秋の施肥処理を設けた。越冬後の1985年5月10日には、前年秋のN施肥量と早春のN施肥量の合計が、4, 8, 12kg/10aとなるように施肥した。無窒素(-N)区も併置した。

乾物重、莖数の調査方法：越冬前(1984年10月24日)と越冬後(1985年5月7日)には、30cm×30cmの枠内のチモシーを供試草地から掘り取り、全莖数を計測したのち、根ぎわから約5cmまでの部分とそれより上の部分に分画した。以下では、前者の画分を茎基部、後者の画分を茎葉部と呼び、両画分を含める場合には地上部と呼ぶ。早春施肥後は、チモシーの幼穂形成がほぼ終了する6月3日(以下では、幼穂形成終期と呼ぶ)と穂前期となった6月29日に30cm×30cmの枠内の莖数を計測した後、地上約5cmで刈取り、茎葉部を収穫した。以上の調査は、いずれも3反復で実施した。

結 果

1) 越冬前後のチモシーの乾物重、全莖数および地上部N含有量と土壤中の無機態N含量

Nが施肥された区の越冬前の茎葉部乾物重は、-N区より明らかに増加した(表1)。しかし、N施肥

表1 越冬前後の画分別乾物重、全莖数、地上部N含有量および土壤の無機態N含量

調査時期	秋の N施肥量 (kg/10a)	乾物重(kg/10a)			全 莖 数 (本/m ²)	地上部* N含有量 (kg/10a)	無機態N**含量(mg/100g)		
		茎 葉 部	茎 基 部	地上部*			0~5cm***	5~10cm	10~15cm
越冬前 (1984年 10月24日)	0	48	67	115	1,680	1.9	0.6	0.5	0.8
	2	92	76	168	1,990	3.0	0.5	0.5	0.7
	4	87	72	159	1,890	3.2	0.5	0.5	0.8
越冬後 (1985年 5月7日)	0	8	30	38	1,220	1.4	0.7	0.6	0.6
	2	12	36	48	1,640	1.8	0.7	0.6	0.8
	4	20	46	66	1,750	2.4	0.6	0.6	0.7

*茎葉部と茎基部の合計量, **NH₄-NとNO₃-Nの合計量, ***土壌層位。

量の差異は明りょうでない。茎基部乾物重、全茎数、さらに地上部N含有量についても同様であった。越冬後の早春施肥前における各画分の乾物重、全茎数および地上部N含有量は、どの処理区も越冬前より著しく減少した(表1)。しかし越冬前と異なり、前年秋のN施肥量が多い区ほど各画分の乾物重、全茎数および地上部N含有量が増加した。

土壌中の無機態N ($\text{NH}_4\text{-N} + \text{NO}_3\text{-N}$) 含量は、越冬前後とも - N区とNが施肥された各区との間に差異が認められなかった(表1)。

2) 早春施肥後の茎葉部乾物重と1番草刈取り時の有穂茎数

幼穂形成終期における茎葉部乾物重は、前年秋と早春のN施肥量の合計量(以下では合計N施肥量と略)が4 kg/10aの場合には、早春のN施肥量が多いほど増加した(図1)。合計N施肥量が8 kg/10aでは、

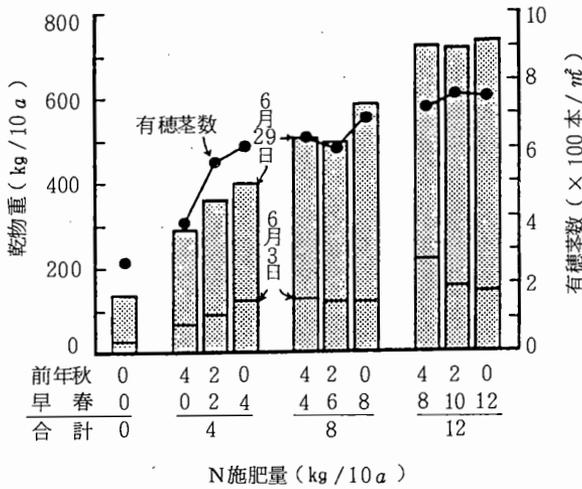


図1 幼穂形成終期(6月3日)と1番草刈取り時(6月29日)における茎葉部乾物重および有穂茎数

茎葉部乾物重の処理間差はなかった。合計N施肥量が12kg/10aになると、前年秋のN施肥量が多いほど茎葉部乾物重が増加した。すなわち、合計N施肥量が8 kg/10aまでの場合には、前年秋と早春にNを分施した区の茎葉部乾物重が、早春に全量施肥した区(前年秋のN施肥量が0 kg/10aの区)の茎葉部乾物重より明らかに増加することはなかった。

1番草刈取り時の茎葉部乾物重、すなわち1番草収量は、合計N施肥量が多いほど増加し、合計N施肥量が同じなら、早春に全量施肥するほうが前年秋と早春にNを分施するより増加した(図1)。この傾向は合計N施肥量が8 kg/10aまでの場合に明らかであった。有穂茎数も上述した1番草収量と全く同様の傾向を示した(図1)。

3) 早春施肥後の茎葉部N含有量

1番草収量に大きな影響を及ぼす有穂茎数は、幼穂形成終期までの茎葉部N含有量が多いほど増加することをすでに報告した。その幼穂形成終期における茎葉部N含有量は、合計N施肥量が多いほど増加し、合計N施肥量が8 kg/10aまでは、前年秋と早春にNを分施するより早春に全量施肥するほうが増加した(表2)。合計N施肥量が12kg/10aの場合でも、前年秋4 kg/10a早春8 kg/10a区の茎葉部N含有量

が、早春に全量施肥した区よりわずかに上回ったにすぎない。したがって、この時点の茎葉部N含有量を増加させて有穂茎数を多数確保するためには、早春に全量施肥することが効果的であると思われた。

1 番草刈取り時の茎葉部N含有量は、合計N施肥量が多いほど増加し、合計N施肥量が同じ場合には、早春のN施肥量に対応して増加する傾向が認められた(表2)。

以上の結果から、1 番草に対する合計N施肥量が多いほど、1 番草刈取り時の有穂茎数が増加するため1 番草収量が高収となり、また合計N施肥量が同じなら、前年秋と早春に分施するより早春に全量施肥するほうが、1 番草収量をより増加させることが明らかとなった。

表2 早春施肥後の茎葉部N含有量 (kg/10a)

N 施肥量 (kg/10a)			幼穂形成* 終 期	1 番草** 刈取り時
前年秋	早春	合計		
0	0	0	0.8	1.7
4	0	4	1.4	3.3
2	2	4	1.9	4.4
0	4	4	3.1	4.7
4	4	8	2.9	7.0
2	6	8	3.4	5.9
0	8	8	3.7	7.6
4	8	12	6.3	12.1
2	10	12	5.8	15.5
0	12	12	6.0	15.0

* 1985年6月3日, **1985年6月29日

考 察

本試験では、これまで指摘されているオーチャードグラスでの結果とは異なり、前年秋と早春にNを分施するより早春に全量施肥するほうが、1 番草の有穂茎数が増加し、収量も増加した。したがって、チモシーの1 番草に対する前年秋のN施肥は、必ずしも必要でないと思われた。この理由は、以下のように考えられる。

本試験結果によれば、前年秋のN施肥量にかかわらず、チモシーの地上部の一部は越冬期間中に枯れ上がり、植物体から脱落するため、越冬後の全茎数および地上部N含有量は、越冬前より明らかに減少した。これは、越冬期間中に枯死・脱落するチモシーの地上部に含有された秋施肥由来のNが、見かけ上、損失したことを意味する。ただし、この見かけ上損失したNは、草地表層に還元されることになるため、チモシーがその1 番草生育期間に、土壌を通して再吸収することが考えられる。しかし、前年秋と早春にNを分施した区の1 番草刈取り時における茎葉部N含有量は、早春に全量施肥した区より少なかった。したがって越冬期間中に、チモシー地上部の枯死・脱落に伴い、その地上部から損失したNが短期間でチモシーに再吸収されるとは考えがたい。さらに、越冬後の土壌中に残存した無機態N量は少なかった。前年の秋施肥後にチモシーが吸収した残余のNの多くは、越冬期間中に流亡したと思われる。

このようなことから、1 番草においてチモシーが利用可能な前年の秋施肥由来N量は、越冬期間中に減少すると考えられる。このため、前年秋に施肥されたNは1 番草生育の早い時期に枯渇し、その後のチモシーの生育やN吸収は、早春のN施肥量に強く影響されたのであろう。

合計N施肥量が8 kg/10a 以下で、前年秋と早春にNを分施した場合、幼穂形成終期における茎葉部乾物重、さらに1 番草収量や有穂茎数が、早春全量施肥区を上回ることがなかったのは、越冬期間中に減少した前年の秋施肥由来N量を早春のN施肥量で補いきれなかったためと思われる。

これまでの報告によれば、前年秋のN施肥が1 番草生育に及ぼす影響は、生育初期ほど強く現れるという。チモシーのように1 番草刈取り適期までの生育期間の長い草種では、もともと前年の秋施肥効果が1 番草刈取り時にまで及ばないとも考えられる。

したがって、チモシーの1 番草収量は施肥Nを前年秋と早春に分施するより、むしろ早春の萌芽期に全量施肥するほうがより増加すると指摘できる。

アルファルファ草地に対する石灰の施用効果

林 満 (北海道農試)

Effect of liming on mixed pasture of alfalfa and orchardgrass

Mitsuru HAYASHI

(Hokkaido Natl. Agric. Exp. Stn., Sapporo, 004 Japan)

緒 言

アルファルファ栽培で、堆肥、石灰、リン酸は施肥の3大要素である。このうち堆肥、リン酸については、アルファルファのみならずどんな作物に対してもその重要性は強調されている。石灰については、アルファルファが酸性をきらう作物であることから、他の作物に比べてその必要性は大きい。しかし、石灰は一般的に施用の多少が生育を速効的に支配するものではなく、施用の効果を作物生育との関連で説明することがむずかしく、これまでの成果も少ない。

このため、アルファルファの混播草地に対し、長期にわたる施用試験や、石灰とアルファルファ生育との関連試験から、石灰の施用効果について明らかにした。

材料および方法

試験は石灰施用量の異なる長期の圃場試験を主とし、その圃場試験の土壤を用いた pot およびコンクリート枠試験、さらに根箱を用いた根系生育試験等(各種試験)から構成されている。

圃場試験処理

供試土壌; 洪積火山性土, pH(H₂O) 5.7, 置換性Ca 4.9 me/100g, 塩基飽和度 34%

供試草種; オーチャードグラス(フロード) 1.0 kg/10a
アルファルファ(サラナック) 0.5 kg/10a } 混播

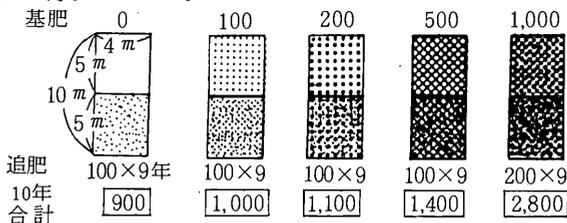
施肥; 造成基肥 厩肥 2 t / 10a

要素(kg/10a) N=5.4, P₂O₅=22.0(うち、ようりん60kg), K₂O=9.9

以上は共通肥料として表層10cmに混合, 追肥は年N=10, P₂O₅=16.5, K₂O=15.0を年3等分, 草地化成で施与

石灰処理; 炭カル使用(kg/10a)

基肥処理として4m×10m=40m²に基肥処理を行い, 2年目からその区を2等分し, 一方に追肥を行う区とした。



炭カル追肥は早春1回

1区面積: 20m²(4m×5m), 乱塊法 3反復
試験年次; 昭和47年(5月播種)~56年 10年間

結 果

表1 年次別乾物収量 (kg/10a)

処理	年次 施用量 kg/10a	造成年 1年目	生 産 年								10年間計	
			2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目		10年目
基肥区	0	614	808	1275	948	860	994	910	844	1014	810	9077
	100	636	1036	1308	1126	1067	1173	1093	1062	1141	1038	10680
	200	635	1131	1322	1149	1083	1137	1134	1103	1121	936	10751
	500	646	1097	1286	1169	1109	1267	1100	1102	1167	1076	11019
	1000	584	1116	1327	1244	1214	1248	1258	1207	1233	1131	11562
基肥 + 追肥区	0 + 100	614	923	1339	1043	1017	1124	1054	1087	1161	1163	10525
	100 + 100	637	1048	1288	1123	1072	1237	1102	1247	1118	1137	11009
	200 + 100	635	1084	1242	1071	1164	1276	1196	1211	1204	1126	11209
	500 + 100	656	1258	1275	1208	1191	1269	1214	1227	1169	1164	11631
	1000 + 200	584	1060	1289	1063	1067	1195	1092	1235	1175	1048	10808

10年間イネ科, マメ科合計の年次別乾物収量を表1に示した。生草収量では, 播種2年目以降5~6 t/10aの水準である。全体として, 播種年を除き, 2年目以降9年間各処理ともほぼ一定の値で推移した。処理間で基肥系列は, 0区は施用区に比べて10~20%の低収で推移し, 施用区間では, 施用量が多くなるに伴ってわずかず増加する傾向にあった。追肥系列は, 基肥量の多い区ほどやや多く推移するが, 基肥1,000 kgに追肥200 kgを施用した区は, これとは逆に基肥量のみ区よりやや少なく推移した。追肥系列の中で, とくに, 基肥0区に100 kgを追肥することによって, 収量は向上し, 石灰の肥効を明らかに示している。

表2 10年間の植生推移

(基肥)

(基肥+追肥)

処理	期	前期		後期	
		2~5年	6~9年	2~5年	6~9年
0	AL	100	78	100	112
	OG	100	107	100	95
100	AL		80		109
	OG		116		99
200	AL		78		100
	OG		117		117
500	AL		84		93
	OG		121		111
1000	AL	100	92	100	110
	OG	100	112	100	99

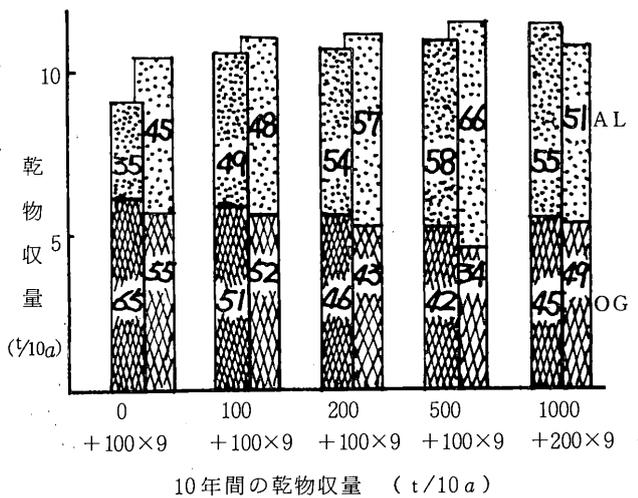


図1 10年間の石灰処理と収量

AL植生比は、図1、表2に示したが、10年間合計乾物収量の中で、基肥系列、追肥系列ともに、500 kgまではAL比が増加し、1,000 kgや1,000 kg+200 kgの多用区ではやや低下する。とくに基肥1,000 kgに200 kgを追肥し続けると、全収量とともにALの収量も低下する。このAL植生比を播種後2~5年の4か年を前期、6~9年の4か年を後期として、前期を100として比較すると(表2)、基肥系列ではいずれの区でも後期でAL植生比は低下するが、施用量の多い区ほど低下割合は小さい。追肥系列では、500+100(2,800)区を除いていずれも後期に至って増加し、とくに基肥0区に追肥した区では、年次の経過とともにAL植生比が増加し、追肥がAL生育に大きい効果を示すことが知られた。

10年処理後の土壌分析の結果のうち、土層別のpHと置換性石灰を図2に示した。

pHは、500区では5 cm以上の下層でも高くなり、追肥区では表層ではもちろんのこと10 cmや20 cmの深い層でも上昇が認められる。置換性石灰もpHとはほぼ同じ傾向にある。とくに表面への追肥の場合には、表層での著しい増加とともに、10 cm、20 cmの深い層でも増加が認められ、明らかに下層への移動が認められる。

この土壌中への石灰の移動を確かめるため、別に、植生を除いて、不耕起と耕起状態で各種の石灰を土壌表面に施与して、土層別にpHと置換性石灰を測定した。そのうちから炭カル区の1年後の土層別pHと置換性石灰を図3に示した。不耕起区では1年後に5 cm

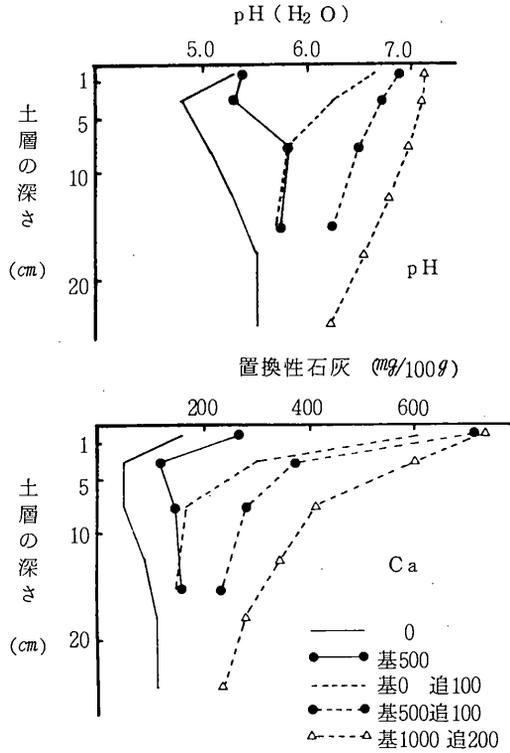


図2 処理10年後土層別pHと置換性Ca

処理 永年草地の植生を薬剤で枯殺除去

A=不耕起 B=耕起(ロータベータ10cm)

秋施用(9月)→翌年秋(10月)測定

土層別pH(H₂O)

土層cm	A 不耕起			B 耕起
	0	100kg	200kg	100kg
0~1	5.79	6.66	7.02	6.60
1~3	5.70	6.01	6.40	6.12
3~5	5.70	<u>5.85</u>	<u>5.94</u>	6.00
5~7	5.74	5.92	5.71	<u>5.95</u>
7~9	5.81	5.82	5.83	5.88
9~14	5.91	5.82	5.97	5.98

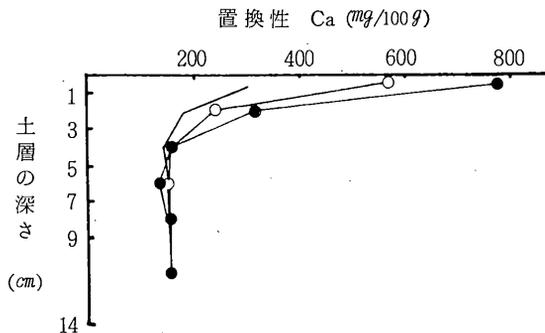


図3 表層炭カル施与1年後のpHと置換性Ca

層まで、耕起区ではそれより深い7 cmまでpHの上昇と置換性石灰の増加が認められる。したがって、本供試土壌では表面施与の炭カルは1年で5 cm前後土中に移動することが確認された。

10年処理後の土層別土壌の化学性的変化がアルファルファとオーチャードグラス生育に対して、どのような影響を与えるかを知るため、処理圃場から土層別に土壌を採取し、処理区3反復を混合してpot試験を行った。その結果を図4に示した。

アルファルファは、表層土では基肥に500, 1,000 kgの多量を施用し、さらに追肥を続けた区で生育量多く、5~10 cm, 10~20 cm層の土壌でも施用量の多い区ほど生育量多く、図2の高いpHと、置換性石灰の多さに対応した生育を示した。オーチャードグラスはアルファルファに比べて石灰施用量に対する生育反応は小さく、表層の高pH土では0区と差がない。しかし、10~20 cm下層土ではC区、D区(pH 6.5, 石灰300~400 mg/100 g)で生育量は多く、適量の石灰施用の必要性を示している。

以上の結果は、アルファルファはpHが6.5~7.0と高く、土壌中置換性石灰も400 mg以上必要であることを示すが、それでは、これに見合う量を施用すれば生育が確保できるのかとの疑問がある。そこで、基肥系列4処理から5年経過土壌を採取、この土壌を分析して、各処理

Total石灰量に等しい石灰を0区土壌に炭カルで施用し、処理経過土と新規施用土での生育反応を比較した。これを図5に示した。この結果から、アルファルファ、オーチャードグラスともに、土壌中の石灰含量が同じであっても施用経過土の方が生育が良好であった。とくにアルファルファでこの傾向が顕著に示されている。このことは、土壌中の石灰は、土壌の化学性をいろいろな面から改善し、微生物相や物理性をもアルファルファ生育に有効な方向に導くことを意味し、石灰施用は経年化によって土壌の総合的な地力増強に役立つことを物語っている。

つぎに、石灰施用によってアルファルファ根系がどのような発達を示すかを根箱実験¹⁾で確かめた。

今回用いた根箱は、表面積250 cm² (10 cm×25 cm)、深さ50 cm両面ガラス張りのもを用い、根箱を縦に2分し、右側半分の土壌に所定量の炭カルを混合して、これを石灰施用層とし、左側半分は石灰施用しない石灰無施用層として、種子を中央境界に播種した。これをガラス室で80日間生育させた後、ガラス面を撮影し、施用層と無施用層を縦に切り取り、各土層内の根量を測定した。なお、参考としてオーチャードグラスは根箱全土壌に所定の炭カル量を混合した区を設けた。いずれも2反復で行った。この結

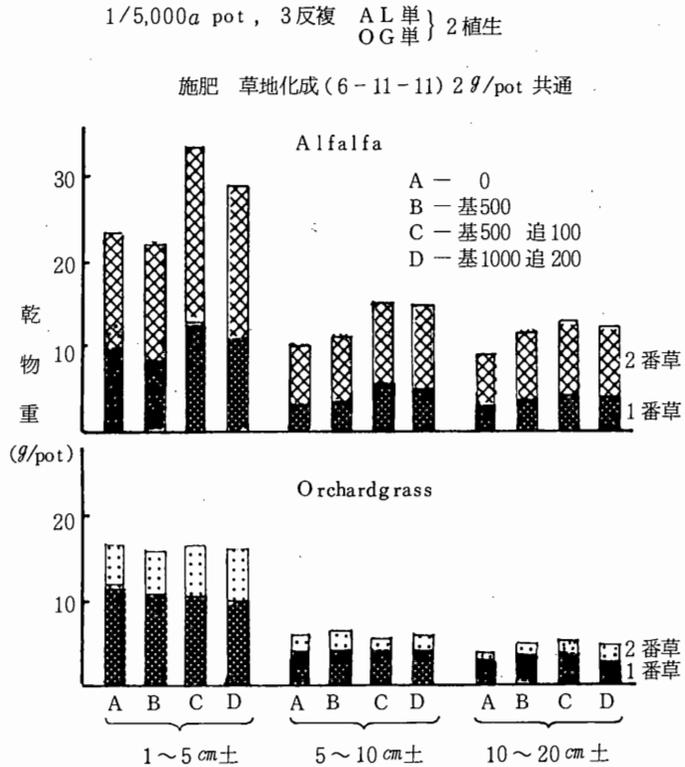


図4 10年処理経過跡地土の地力

基肥5年経過土のTotal Caと同量になる炭カルを
0区土に混合し、生育比較
圃場処理区3反復から0~10cm土を採土、混合、
1m²コンクリート枠0~20cmに充填 3反復

基肥	0	200	500	1000
T-Ca(%)	1.72	1.96	1.99	2.20
新規施与量(kg/10a)	340	380	680	

基肥処理土の化学性 (処理5年経過後) (0~10cm)

項目 処理	pH (H ₂ O)	置換性塩基 (me/100g)				CEC	塩基飽和度
		K	Na	Ca	Mg		
0	5.84	0.37	0.18	4.70	0.20	16.0	34.1
200	6.06	0.29	0.22	6.92	0.26	15.4	50.0
500	6.57	0.27	0.23	10.32	0.24	15.4	72.0
1000	7.14	0.31	0.27	17.92	0.30	16.8	112.1

果を図6に示した。アルファルファでは、
主根の生育は石灰量の多い区ほど多い傾向
がみられ、石灰施与層では2.0t/10a相当
量まで施与層の根量が多くなる傾向にあり、
側根でも2.0t/10a以上では施与層よりも
無施与層で増加し、施与層を避ける傾向が
認められた。オーチャードグラスでは0.5
t/10a相当量の根量が最も多く、それより
多くなるにつれて減少してゆく。これらの
結果から、アルファルファとオーチャード
グラスの石灰に対する根の生育反応は異なり、
アルファルファは2.0t/10aの相当
多量に施用した土壤中でも好んで根を発達
させるが、オーチャードグラスではアルフ

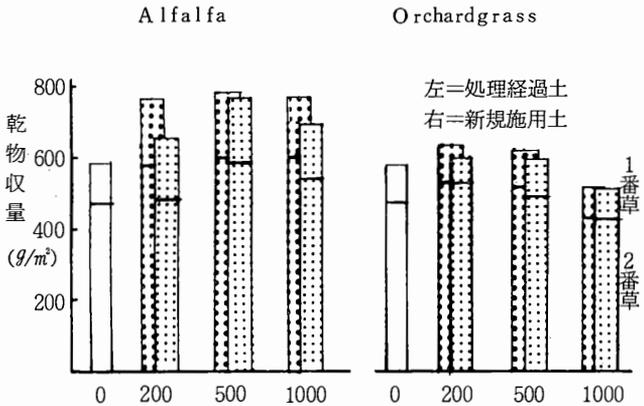
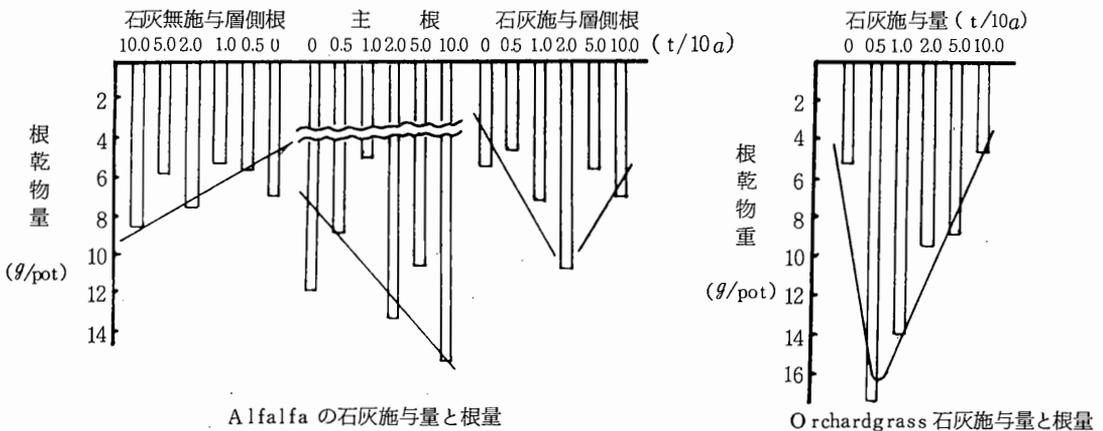


図5 炭カル施与経過土と新規施与土の生育比較



Alfalfa の石灰施与量と根量

Orchardgrass 石灰施与量と根量

図6 根箱試験による石灰施用量と根量

アルファより少ない0.5 t/10a で根系を最も良く発達させている。

10年間の圃場試験の結果から、石灰の施与量に対し、牧草の吸収石灰量、20 cm土層中の置換性石灰量を算出し、石灰の収支を表3に示した。基肥 200 kg/10a を炭カルで施与し、10年間アルファルファとオー

表3 施与石灰の収支

基肥施与量 (kg/10a)	112 (200)	280 (500)		
牧草吸収量 (kg/10a)	40.3	53.6		
土壌中の 置換性 Ca (kg/10a)	0 ~ 1 1 ~ 5 5 ~ 10 10 ~ 20	1.7 5.2 43.0 45.5	6.5 32.2 46.7 57.0	
検出量計 (kg/10a)	135.7	196.0		
施与量に対する割合	121 %	70 %		
基肥 追肥 施与量 (kg/10a)	504 (0+900)	616 (200+900)	784 (500+900)	1,568 (1,000+1,800)
牧草吸収量 (kg/10a)	22.9	54.2	68.2	61.2
土層中の 置換性 Ca (kg/10a)	0 ~ 1 1 ~ 5 5 ~ 10 10 ~ 20	43.7 124.2 55.2 28.0	51.2 129.7 75.5 64.5	55.0 159.7 108.0 117.0
検出量計 (kg/10a)	274.0	375.1	507.9	769.1
施与量に対する割合	54 %	61 %	65 %	49 %

注) 単位はCaとしてkg/10a
無石灰区(0区)の値を差し引いた値

チャードグラスを栽培すると、施与量の30%以上を吸収し、5~20 cm土層で土壌中の置換性石灰がわずかに増加するにすぎない。これに対し、基肥に十分な石灰を施用し、さらに追肥を行った区では、牧草の吸収量も多く、さらに土壌中の石灰量を増加させる。追肥系列では20 cm土層内に施用量の50~60%の有効態石灰(吸収石灰+置換性石灰)が検出され、石灰の豊富な土壌を作出したことになる。

考 察

本試験の土壌は洪積火山性土で、pHは5.7で弱酸性、置換性石灰100 mg/100 gで少なく、pH6.5に矯正するためには炭カルで200 kg/10aを必要とする土壌である。アルファルファ栽培のための土壌pHは6.5にすることを勧めているが、本試験からは造成時1,000 kgまでは全収量は増加し、この中に占めるアルファルファ収量も低下しない。造成秋の0~10 cm土層のpHは1,000 kg施用区で7.8を超え²⁾、5年後でも図2に示すように7.1を示している。pH6.5にする矯正量200 kgでは、造成年秋で6.8を示すものの、5年後で6.0と低下してゆく。したがって矯正量だけの施用量では、目標とするpHは長く維持すること

はできないので、アルファルファ栽培では石灰の追肥によって常時適正な pH を保つことが必要となり、これによって全収量とアルファルファ植生を長く維持することができるものと考えられる。

石灰追肥の場合、一般的には、石灰は土壤中で移動性の小さい要素といわれているが、本土壌では年に 3~5 cm の移動が認められ、追肥系列で 10 cm、20 cm と深い層で pH の上昇、置換性石灰の増加が認められていることは、炭カルを追肥してもかなりの土層改良が可能であることを示している。草地は永年維持され、この間化学肥料の施与によって表層は酸性化される。この対策として宝示戸ら^{3, 4)}は一般草地では施肥料中のアニオン量に相当する石灰を追肥することを勧めているが、とくにアルファルファ草地を長年維持するためには、施肥中のアニオン量以上の量は施用しておくことが必要であると考えられる。

摘 要

アルファルファ混播草地の永続確収を目的として、石灰の施用量、追肥石灰の効果について、10年間にわたって圃場試験、圃場の処理土壌を用いた pot やコンクリート枠試験、さらに石灰と根系生育との関係をみるための根箱試験等から検討した。その結果、

(1) 造成時の基肥炭カル量は施用量 1,000 kg/10a まで、施用量が多い区ほど全収量多く、アルファルファ混生率が高かった。

基肥とともに毎年追肥を行うと、基肥量 500 kg に 100 kg の追肥を行った区までは基肥量のみ区より増収し、アルファルファ混生率も高かった。基肥 1,000 kg に毎年 200 kg の炭カルを追肥した区は、表層がオーバーライムになり、10年間の収量はやや低下した。

(2) アルファルファの植生率を 2~5年と 6~9年の前・後期でみると、基肥のみの各施用量区は後期で減少するが、追肥を行った区では、後期の方が高い混生率を示し、アルファルファの維持には炭カルの追肥が有効であった。

(3) 処理 10年後の土層内 pH は表面追肥によっても 20 cm の深さまで上昇し、置換性石灰も同様に増加し、炭カル追肥の土層改良を認めた。

(4) 表面施与の石灰は、洪積火山性土で 1年に 3~5 cm 下層に移動することが補足試験で確かめられた。

(5) 10年後の試験処理土を土層別に採取し、pot 試験を行った結果、pH の高い、置換性石灰の多い土壤ほどアルファルファの生育は良好であった。

(6) 処理 5年後の土壤中全石灰量に相当する石灰量を無施用区土壤に混合して、処理経過土と新規施用土で生育比較したところ、同じ全石灰量でも処理経過の長い土壤の方がアルファルファ、オーチャードグラスともに生育は良好であった。このことは、土壤中に混合した石灰は、時間の経過に伴って石灰量以外の土壤化学性、微生物性の向上に寄与していることを示唆している。

(7) 石灰施与量と根系生育との関係では、オーチャードグラスは、500 kg/10a で根は最も良く生育し、アルファルファでは 2,000 kg/10a で最高の生育を示し、草種で異なる反応を示した。

(8) 10年後の石灰の収支を算出したところ、有効性石灰は、追肥区で著しい増加が認められた。

文 献

- 1) 石塚喜明・田中 明・林 満(1963)土肥誌 34(2).
- 2) 昭和47年度試験研究成績書(1973.3)北海道農試草開一部草地3研.
- 3) 宝示戸雅之・佐藤辰四郎・高尾欽弥(1983)草地土壤の酸性化に伴うアルミニウム溶出と牧草生育.
道立農試集報. 第50号.
- 4) 道立天北農試土肥科成績(昭和59年1月)草地の経年化に伴う土壤酸性化と石灰施用.

根釧管内における草地の土壌診断に関する研究

第4報 主要火山性土におけるリン酸の 土壌診断基準値

三枝 俊哉・松原 一實(根釧農試)

緒言

前報までに、根釧管内に分布する主要火山性土に対応した土壌診断基準値の必要性が明らかとなり、このうち加里についてはすでにその設定が行われた。

そこで本報では、土壌の種類に対応したリン酸の土壌診断基準値およびそれに基づくリン酸施用量を検討した。

材料および方法

当管内の主要火山性土である未熟火山性土、黒色火山性土および厚層黒色火山性土が分布する地帯において各々2~3か所の代表地点を設置した(図1)。

供試草地はチモシーとマメ科の混播採草地である。マメ科率が同程度で、有効態リン酸含量の異なる圃場においてリン酸の用量試験を行った。リン酸の施用量は P_2O_5 として0~16kg/10a, 3~5段階もうけ、施肥配分は早春全量施用とした。共通施肥は、北海道施肥標準に従い窒素(N), 加里(K_2O), 苦土(MgO)の順に各々8, 18~22, 4kg/10a, また施肥配分は窒素と加里を早春および1番草刈取り後に均等施肥、苦土を早春全量施用した。調査項目は生草収量および施肥前(前年秋を含む)における土壌中の有効態リン酸含量(Bray No.2, 1:20, 20°C)である。

結果および考察

1) 土壌中の有効態リン酸含量と生草収量との関係

前述のリン酸施用量を0kg/10a(無施用), 4~5kg/10a(減肥), 8~10kg/10a(標準施用), 12~16kg/10a(増肥)に4区分し、有効態リン酸含量と年間生草収量との関係を黒色火山性土について検討した。

その結果、土壌中の有効態リン酸含量の増加に伴って、生草収量の増大が認められたが、その程度は各施用量によって異なった。すなわち、無施用の場合には有効態リン酸含量の増加に伴って生草収量は急激に増大した。しかし、有効態リン酸含量が40mg/100gを越えると上昇程度は緩やかとなった。4~5kg/10a施用した場合は生草収量の頭打ちが認められるようになり、8~10kg/10a施用した場合には、生草収量は有効態リン酸含量がより低い値で頭打ちとなった。さらに、12~16kg/10aまで施用量を増加すると、生草収量は有効態リン酸含量に関係なく、5t/10a前後であった(図2)。

2) リン酸の土壌診断基準値とそれに基づくリン酸施用量

図2と同様の曲線を各火山性土について求め、それらを火山性土ごとにまとめて図3に示した。

リン酸肥沃度に対応したリン酸施用量とは、ある有効態リン酸含量において最も高収を得た場合のリン酸施用量であると考えた。また、標準施肥で最も高収を得た場合の土壌中の有効態リン酸含量を土壌診断基準値として、火山性土ごとにこれを設定した。

その結果、土壌診断基準値は未熟火山性土で $30\sim 60\text{mg}/100\text{g}$ 、黒色火山性土で $20\sim 50\text{mg}/100\text{g}$ と設定された。厚層黒色火山性土では $30\text{mg}/100\text{g}$ 以下が妥当と判断されたが、基準値の下限は明らかでなかった。

これらの基準値よりも有効態リン酸含量が高い場合には $4\sim 5\text{kg}/10\text{a}$ 、低い場合には $12\sim 16\text{kg}/10\text{a}$ の施用量が適当と判断された。

今後、収量および牧草体リン酸含有率の両面から厚層黒色火山性土における基準値の下限を明らかにする必要がある。

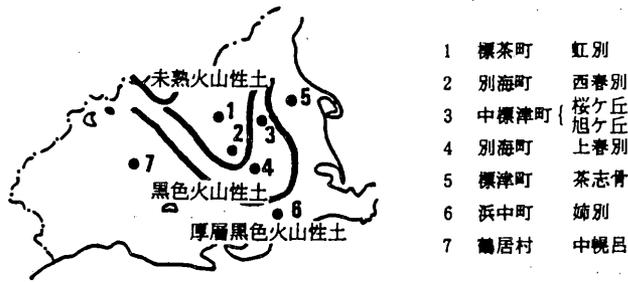


図1 根鉤管内におけるリン酸用量試験実施地点

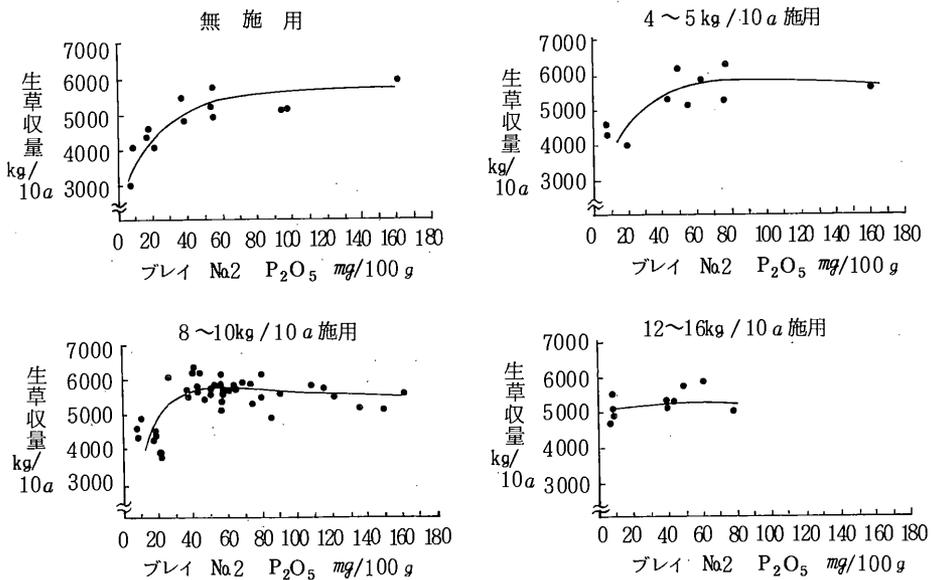


図2 有効態リン酸含量と生草収量(黒色火山性土)

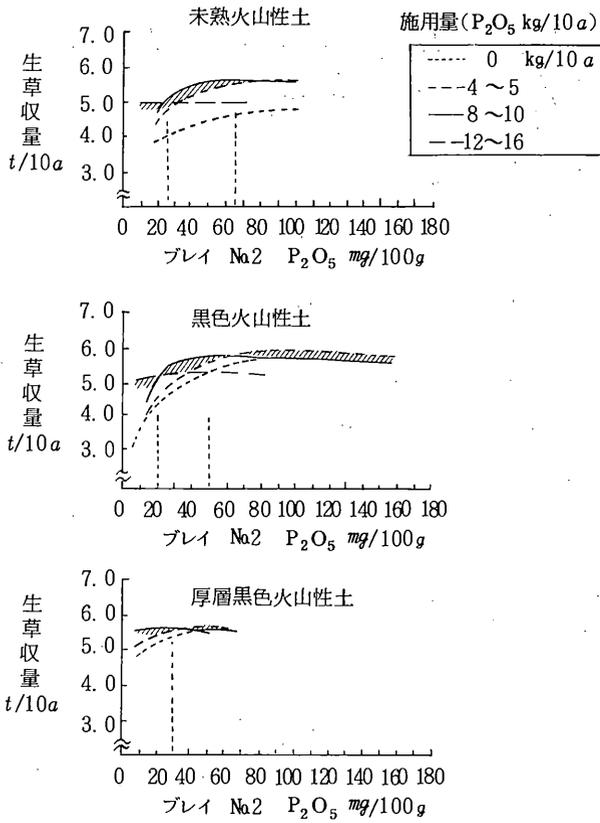


図3 主要火山性土におけるリン酸の土壤診断基準値およびそれに基づくリン酸施用量

地域および土壤改良資材を異にする 牧草のセレン含量について

前田 善夫(中央農試)・永井 秀雄(天北農試)

近年、十勝¹⁰⁾、上川⁶⁾日高などで肉牛や軽種馬に白筋症の発生が報告されている。白筋症発生の原因の一つに飼料とくに粗飼中のセレン含量の不足があげられている。

道内での牧草中のセレン含量について検討した例^{1,5)}は少なく、その検討は緒についた段階である。

ここでは、道内3地域より採取した牧草および土壤中のセレン含量および土壤改良資材を異にして造成した牧草中のセレン含量を調べた。

試験方法

供試材料

試料を採取した地域は、滝川、新得および天塩で、各々滝川畜試、新得畜試および天北農試天塩支場に設置されている作況報告用の圃場である。採取した圃場は造成後2年目および4年目(新得畜試は3年目)のオーチャードグラス(品種キタミドリ)とシロクロバ(品種カリフォルニアラジノ)の混播草地である。滝川および天塩については7月20日、新得については7月31日に、生育日数が各々30、30および31日の3番草を採取した。採取した2年目牧草の草丈は、オーチャードグラスで滝川77cm、新得61cm、天塩57cm、シロクロバは、各々42cm、40cm、30cmであった。マメ科率は各々13%、7%、50%であった。年間の施肥量は、N-P₂O₅-K₂Oで滝川および新得は10-9-18kg/10a、天塩は6-10-12kg/10aであった。

土壤は、2年目の圃場より表層から5cmまでの深さで5か所から採取混合し、風乾後牧草根などを取り除き試料とした。

一方、土壤改良資材を異にして造成した草地は、滝川畜試内の圃場に、豚糞堆肥(豚糞および敷料を堆積し堆肥化したもの)、鶏糞堆肥(鶏糞および糞がらを堆積し堆肥化したもの)およびようりん・石灰を施用して造成したアルファルファ(品種ソア)草地である。施肥量は豚糞および鶏糞堆肥で10a当たり10tを、ようりん、石灰は各々100、400kgを作土層20cmにロータリハローで混合、施用した。なお対照区として無施用区を設けた。分析に供した試料は造成2年目、生育日数51日の2番草で、8月12日に採取した。採取時の草丈は豚糞堆肥区76cm、鶏糞堆肥区77cm、ようりん・石灰区72cm、無施用区67cmであった。

分析方法

セレンの定量は、浅川ら³⁾の方法に準拠してけい光光度法により行った。

結 果

滝川、新得および天塩より採取したオーチャードグラスおよびシロクロバのセレン含量を表1に示し

た。オーチャードグラスのセレン含量は2, 4年目平均で、滝川0.024 ppm, 天塩0.026 ppm, 新得0.012 ppmと新得が低く、滝川および天塩の50%程度の含量であった。同様にシロクローバも滝川0.024 ppm, 天塩0.024 ppm, 新得0.015 ppm (3年目はシロクローバが消失していたため試料を採取できなかった)とオーチャードグラ

スと同様に新得が低く、滝川, 天塩の60%程度の含量であった。各地域の2年目と4年目を比較すると、オーチャードグラスおよびシロクローバとも違いはみられなかった。オーチャードグラスとシロクローバとの間にも差はみられなかった。

3地域より採取した土壤中の全セレン含量および牧草中のセレン含量の平均値を表2に示した。土壤中の全セレン含量は滝川, 新得が各々0.671 ppm, 0.638 ppmと同程度の値であったが、天塩は0.105 ppmと滝川, 新得の1/6の含量であった。しかし、牧草中のセレン含量は新得がもっとも低く、土壤中のセレン含量と一致しなかった。

土壌改良資材を異にして造成したアルファルファのセレン含量を表3に示した。鶏糞堆肥を施用した区が0.022 ppmともっとも高く、次いでようりん・石灰を施用した区が0.017 ppmであった。豚糞堆肥および無施用区が各々0.014 ppmともっとも低かった。

表1 地域別牧草のセレン含量(乾物中ppm)

	オーチャードグラス		シロクローバ	
	2年目	4年目	2年目	4年目
滝川	0.026	0.022	0.024	0.024
新得	0.014	0.011	0.015	—
天塩	0.025	0.028	0.025	0.023

表2 地域別土壌および牧草のセレン含量(ppm)

	土壌中全セレン含量	牧草中セレン含量	土壌
滝川	0.671	0.024	疑似グライ土
新得	0.638	0.013	湿性黒色火山性土
天塩	0.105	0.025	灰色低地土

(牧草のセレン含量は表1の平均値)

表3 改良資材を異にするアルファルファのセレン含量(ppm)

無施用	ようりん・石灰	豚糞堆肥	鶏糞堆肥
0.014	0.017	0.014	0.022

考 察

飼料中のセレン含量の低下は、家畜特に子牛, 子羊, 子馬など生まれて間もない幼動物の白筋症の発生の一因とされている。NRC飼養標準⁷⁾では望ましい飼料中の含量を0.1 ppmとし、0.05 ppm以下では白筋症の発生の危険があるとしている。ここで調べた牧草中のセレン含量はすべて0.05 ppm以下と、危険値を下回っていた。地域別では新得がもっとも低かった。昭和60年に、新得畜試に繋養されている肉牛から生まれた子牛に白筋症の発生¹⁰⁾が見られており、牧草中のセレン含量が低かったことと一致していた。中川ら⁶⁾は上川管内占冠村での黒毛和種の白筋症の発生を報告している。濃厚飼料のセレン含量は比較的高い^{6, 8)}が、肉牛ではセレン含量の低い牧草、とうもろこしなど粗飼料を主体として飼養されていることから発生を見たと考えられる。しかし、滝川, 天塩でも十分な含量とはいえず、浅川¹⁾も道内の牧草中のセレン含量は0.05 ppm以下であることを報告しており、家畜飼養上注意を要すると思われる。

一方、3地域の土壌中の全セレン含量は天塩がもっとも低く、牧草中のセレン含量とは一致しなかった。浅川

ら²⁾は個々の牧草中のセレン含量と土壤中の全セレン含量との相関はほとんど認められなかったが、各草地における牧草全体の平均セレン濃度との間にはある程度の相関が認められ、セレンに富む土壤の牧草は概してセレンを多く含むとしている。土壤中のセレンはさまざまな化学形態で存在し、その形態によって植物による吸収、移行が異なり、また、土壤の理化学性によっても植物による吸収が異なると考えられる⁹⁾ことから、可給態セレンの動態についての検討が必要と思われた。

造成時の土壤改良資材の違いによってアルファルファのセレン含量が異なった。Carter ら⁴⁾はリン酸の施用により施用されたセレンおよび土壤中のセレンの有効態化がすすみ、アルファルファのセレン含量が高くなったと報告している。鶏糞堆肥を施用した区のセレン含量がもっとも高かったことは、鶏糞は豚糞の3倍以上のリン酸を含んでおり、また、ようりん、石灰を施用した区でも豚糞堆肥を施用した区および無施用の区よりセレン含量が高かったことと考えあわせると、牧草中のセレン含量にリン酸の施用が影響していると考えられる。このことは、作物の生産にリン酸資材の補給が必要とされている湿性黒色火山性土の新得(調査した3地域のなかでリン酸吸収係数をもっとも高い)で牧草中のセレン含量が低かったこととも一致している。

引用文献

- 1) 浅川征男・串崎光男・石塚潤爾(1977) 土肥誌 48 : 287 ~ 292.
- 2) ———— . ———— . ———— (1977) 土肥誌 48 : 293 ~ 296.
- 3) ———— . ———— . ———— (1977) 土肥誌 48 : 337 ~ 338.
- 4) Carter, D. L., C. W. Robbins and M. J. Brown (1972) Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 36 : 624 - 628.
- 5) 原田 勇(1982) 北海道科学研究費による一般研究報告. 北海道開発調整部 : 63 ~ 64.
- 6) 中川 浩ら(1983) 家畜保健衛生総合研修会 第31回家畜保健衛生業績発表集録 : 117 ~ 125.
- 7) N. R. C. (1978) Nutrient requirements of dairy cattle, 5th ed. Natl. Acad. Sci., Washington, D. C.
- 8) 小倉幸子・牛見忠蔵(1981) 家畜衛試研究報告. 82 : 41 ~ 45.
- 9) 渋谷政夫・小山雄生・渡辺久男(1978) 重金属測定法—土壤汚染元素と定量法の解説. 博友社. 東京. 260 ~ 283.
- 10) 北海道立新得畜産試験場(1986) 昭和60年度北海道立新得畜産試験場年報.

転作田の飼料畑化過程について (その2)

原田 勇・篠原 功・大藤 政司

(酪農学園大学)

Survey on the processes of change from paddy soil to forage field soil (Part 2)

I. HARADA, I. SHINOHARA and M. OHFUGI

(Rakuno Gakuen University, Ebetsu, Hokkaido 069 Japan)

緒 言

転作田の飼料畑化過程を明らかにするため1984年5月4日に播種された¹⁾ アルファルファ (*Medicago sativa* L. 品種デュピュイ) とスームスブロムグラス (*Bromus inermis* Leys. 品種北見1号) 草地の2年目について調査研究したので、以下にその概要を記述する。

材料および方法

供試した水田土壌は、1983年まで25年間以上水田として使用してきた千歳市黄金町の火山性土壌で、1984年草地として造成された後2年目の土壌である。

この草地土壌の1985年1, 2番草収穫跡地の特性は表1のようである。すなわち、pHの平均はアルフ

表1 1, 2番草収穫跡地土壌の特性

草種	刈取り	処 理 法	pH (H ₂ O)	T-N (%)	P ₂ O ₅ mg/100g	K ₂ O* mg/100g	CaO* mg/100g	MgO* mg/100g	Na ₂ O* mg/100g
アル ファ ル ファ	一 番 草	単 播 堆 肥 区	5.84	0.27	10.07	24.09	174.9	34.16	4.22
		交互条播堆肥区	5.77	0.25	8.14	25.68	155.9	43.01	4.92
		交互条播無堆肥区	5.79	0.26	6.86	21.55	157.3	39.98	4.84
	二 番 草	単 播 堆 肥 区	5.77	0.27	6.52	20.40	163.3	48.07	4.70
		交互条播堆肥区	5.67	0.27	5.34	13.26	145.9	37.95	4.54
		交互条播無堆肥区	5.65	0.26	4.78	13.63	147.7	36.18	4.66
平 均			5.75 ±0.07	0.26 ±0.007	6.95 ±1.76	19.77 ±4.78	157.5 ±9.7	39.89 ±4.60	4.65 ±0.23
ス ム ス ブ ロ ム グ ラ ス	一 番 草	単 播 堆 肥 区	5.78	0.27	7.07	29.83	166.8	75.39	4.92
		交互条播堆肥区	5.71	0.27	6.02	20.15	151.3	42.98	4.51
		交互条播無堆肥区	5.71	0.26	8.49	19.60	159.7	42.00	5.34
	二 番 草	単 播 堆 肥 区	5.60	0.26	5.75	19.07	143.5	40.74	5.56
		交互条播堆肥区	5.73	0.25	7.69	14.03	162.2	43.01	5.17
		交互条播無堆肥区	5.61	0.26	5.30	18.54	143.9	38.96	3.77
平 均			5.69 ±0.07	0.26 ±0.007	6.73 ±1.13	20.20 ±4.75	154.6 ±8.9	47.18 ±12.69	4.87 ±0.59

注) * 置換性

アルファの跡地(表層10cm)で5.75(H₂O)であり、スムースブロムグラスの跡地では5.69(H₂O)で両牧草種間や播種法・施肥法処理間では差異がなく、最低は5.61で最高は5.84の範囲に入っており、いずれもやや酸性であった。全窒素は平均0.26%で、0.25~0.27%の範囲に入っていた。有効態リン酸はアルファの跡地では6.95mg/100g風乾土であり、スムースブロムグラス跡地では6.73mg/100g風乾土でいずれも少ないものであったが、堆肥施用区は無堆肥区に比較してわずかに多い傾向を示していた。置換性のカリはアルファの跡地では19.77mg/100g風乾土であり、スムースブロムグラス跡地では20.20mgで両牧草跡地で差異はないが、アルファの2番草跡地の交互条播堆肥区および無堆肥区では10mg程度他の処理区より少ない傾向を示していた。置換性のカルシウムは両牧草跡地で157.5, 154.6mg/100g風乾土と変化がなかったが、アルファ2番草跡地の交互条播区とスムースブロムグラスの2番草跡地の交互条播無堆肥区と単播堆肥区の跡地でやや少ない傾向を示した。またマグネシウムは39.89mgと47.18mgで、スムースブロムグラス1番草単播堆肥区跡地が75.39mg/100g風乾土ととくに多い傾向を示していた。

圃場の設定は前年に造成した試験圃をそのまま用いたのである。すなわち交互条播堆肥区、交互条播無堆肥区、単播堆肥アルファ区、および単播堆肥スムースブロムグラス区の4処理である。処理区の大きさは3m×3mで条間は30cmである。

本年の施肥量は過リン酸石灰500kg/ha、硫酸カリ400kg/ha(P₂O₅100, CaO100, K₂O200kg/haに相当)を1985年6月7日、1番草刈取り後に追肥した。

刈取りは、1番刈り6月7日、2番刈り7月27日、そして3番刈りは8月30日に実施した。

結 果

草丈の推移; 1, 2および3番草の草丈の推移は表2のようであった。すなわち1番草の単播堆肥区のアルファでは5月13日に30cmから刈取り期の6月8日では68cmとなっていた。同様にスムースブロムグラスでは24cmから46cmと低かった。これらの傾向は交互条播堆肥区や交互条播無堆肥区ではアル

表2(1) 草丈の推移, 1985, 1番草 (cm)

	5/13	5/21	5/27	6/3	6/8
単播堆肥区 アルファ	30	38	53	61	68
単播堆肥区 スムースブロムグラス	24	32	36	46	46
交互条播堆肥区 アルファ	34	39	52	58	64
交互条播堆肥区 スムースブロムグラス	27	41	57	64	68
交互条播無堆肥区 アルファ	32	39	51	60	69
交互条播無堆肥区 スムースブロムグラス	28	43	※	74	74

※: 出穂開始

表2 (2) 草丈の推移, 1985. 2, 3番草 (cm)

	2 番 草 7月27日	3 番 草 8月31日
単播堆肥区		
アルファルファ	80.7 ± 6.01	78.4 ± 6.93
単播堆肥区		
スムースブロムグラス	41.4 ± 4.95	37.6 ± 6.81
交互条播堆肥区		
アルファルファ	84.3 ± 8.08	79.9 ± 8.90
交互条播堆肥区		
スムースブロムグラス	75.4 ± 5.51	52.4 ± 9.28
交互条播無堆肥区		
アルファルファ	84.7 ± 6.80	81.7 ± 7.60
交互条播無堆肥区		
スムースブロムグラス	77.4 ± 6.34	56.4 ± 5.87

ファルファ単播堆肥区と同様であったが、スムースブロムグラスでは、5月13日の27cmあるいは28cmから6月8日の68cmあるいは74cmとそれぞれ単播堆肥区のそれに比較して増大していた。また2, 3番草についても、1番草と同様の傾向を示していた。しかし記述は刈取り時の草丈のみである。

生草重および乾物重；生草重および乾物重は表3，図1に示すようであった。すなわち生草重は単播堆肥区のアルファルファでは、1, 2番草で21t，3番草で17tで合計59.5t/haであった。これらの乾物量の合計は12t/haであった。単播堆肥区のスムースブロムグラスは1番草7.4t，2番草3.1tそし

表3 生草重および乾物重

処 理 区	刈取り	生草重 kg/ha	乾物重 kg/ha	乾物率 %
単播堆肥区 アルファルファ	1番草	21250	4318	20.32
	2番草	21000	5040	24.00
	3番草	17250	2803	16.25
	合 計	59500	12161	20.44
単播堆肥区 スムースブロムグラス	1番草	7400	1906	25.75
	2番草	3100	620	20.00
	3番草	3100	620	20.00
	合 計	13600	3146	23.13
交互条播堆肥区	1番草	20000	4530	22.65
	2番草	18200	4005	22.00
	3番草	15344	3410	22.22
	合 計	53544	11945	22.31
交互条播無堆肥区	1番草	22100	4869	22.03
	2番草	16400	3591	21.90
	3番草	15881	2740	17.25
	合 計	54381	11200	20.60

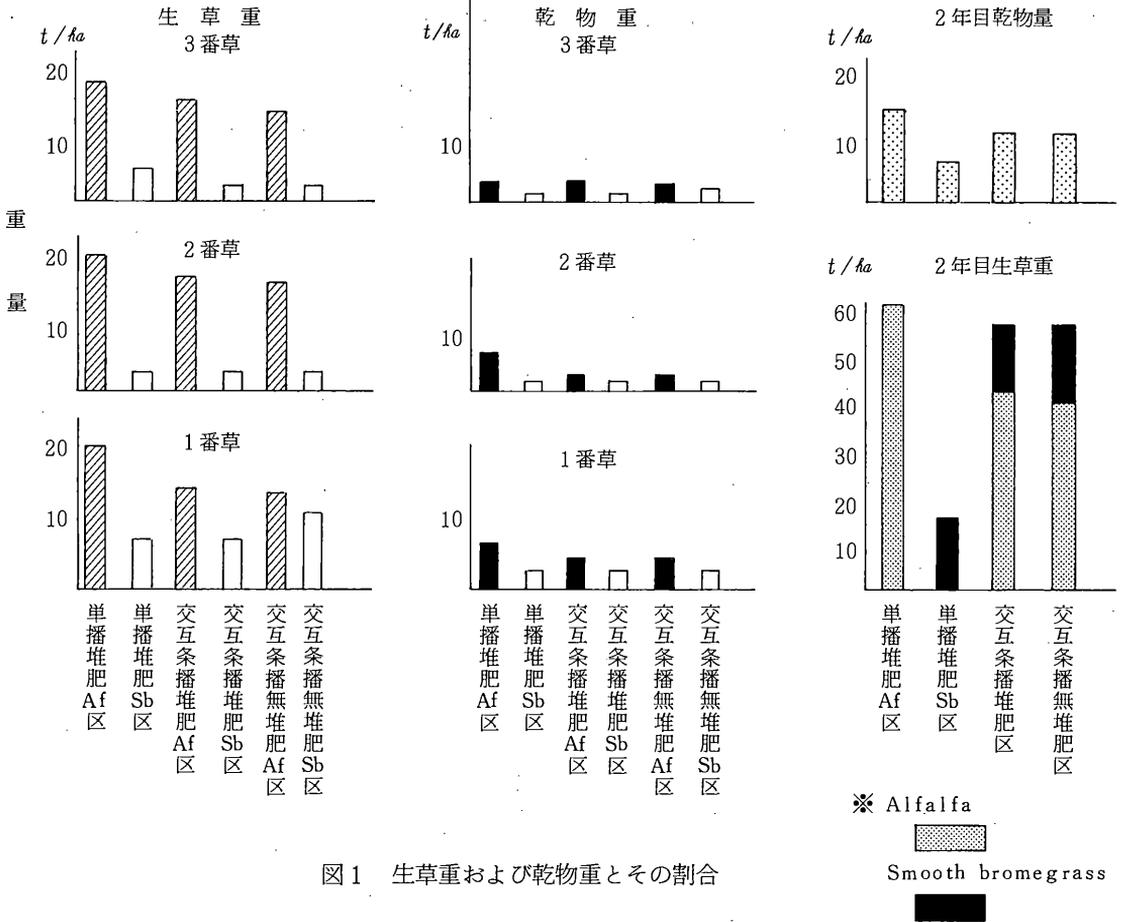


図1 生草重および乾物重とその割合

て3番草は3.1 tで合計13.6 t/haであり、その乾物重は3.2 t/haであった。交互条播堆肥区では1, 2 および3番草の合計で生草重は53.5 t/ha, 乾物重は12.0 t/ha, 交互条播無堆肥区は生草重は54.4 t/ha, そして乾物重は11.2 t/haであった。

これらの牧草の生草重に対する乾物重の割合はおよそ20~23%であった。そしてアルファルファの2番草がやや高かった。

牧草のミネラル組成; 以上のような生育を示した牧草のミネラル組成は表4(1)のように、アルファルファの灰分は平均8.4%で、スムースブロムグラスでは10.8%であった。そして播種・施肥処理間ではアルファルファにおいては差異を認め得なかったが、スムースブロムグラスでは処理間では差異は認め難かった。しかし1, 2番草より3番草において多くなる傾向が認められた。そしてこの多くなった原因がケイ酸含有率の増加に起因しているように、その含有率が3番草において増加していた。リン酸含有率はいずれの牧草も低く、平均で0.22%から0.26%であった。カリはアルファルファで2.0, スムースブロムグラスで2.6%で、両牧草とも、処理間では差異がなく、ただアルファルファの1番草では若干少ない傾向を示していた。カルシウムは、アルファルファの平均で1.22%, スムースブロムグラスでは0.45%であり、処理間で差異は認め難かった。マグネシウムはアルファルファが0.31%, スムースブロムグラスは0.21%であった。ナトリウムはアルファルファで0.11%, スムースブロムグラスで0.03%であり、処理

表4(1) 牧草のミネラル組成(乾物当たり%) . 1985

草種	刈取り	処理区	灰分	SiO ₂	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	Na ₂ O	T-N
アルファルファ	一番草	単播堆肥区	7.9	0.7	0.20	1.6	1.19	0.32	0.06	2.72
		交条堆肥区	8.8	0.7	0.19	1.6	1.35	0.36	0.13	2.47
		交条無堆区	8.8	1.0	0.19	1.8	1.42	0.33	0.08	2.54
	二番草	単播堆肥区	8.4	0.6	0.24	2.2	1.36	0.35	0.44	2.57
		交条堆肥区	8.4	0.7	0.22	2.3	1.23	0.25	0.05	2.53
		交条無堆区	7.9	0.9	0.20	2.1	1.29	0.27	0.05	2.64
	三番草	単播堆肥区	8.6	0.6	0.25	2.3	1.07	0.24	0.08	3.16
		交条堆肥区	8.6	0.4	0.25	2.2	1.06	0.37	0.06	3.51
		交条無堆区	7.8	0.4	0.23	2.0	1.05	0.29	0.05	3.23
平均			8.4±0.37	0.7±0.2	0.22±0.02	2.0±0.26	1.22±0.13	0.31±0.05	0.11±0.12	2.82±0.36
スミスブロムグラス	一番草	単播堆肥区	8.9	2.5	0.22	1.9	0.34	0.22	0.02	1.06
		交条堆肥区	9.7	2.8	0.21	2.1	0.37	0.18	0.14	1.17
		交条無堆区	9.2	2.7	0.22	2.3	0.28	0.20	0.02	1.08
	二番草	単播堆肥区	9.9	2.5	0.24	2.5	0.39	0.18	0.01	1.73
		交条堆肥区	9.8	2.7	0.24	3.4	0.49	0.15	0.02	2.72
		交条無堆区	10.2	2.4	0.40	3.0	0.44	0.12	0.01	2.34
	三番草	単播堆肥区	12.5	3.3	0.25	2.6	0.72	0.25	0.01	2.81
		交条堆肥区	13.4	4.5	0.27	3.4	0.51	0.29	0.02	3.76
		交条無堆区	13.5	4.5	0.26	2.6	0.49	0.26	0.02	3.56
平均			10.8±1.72	3.1±0.8	0.26±0.05	2.6±0.50	0.45±0.12	0.21±0.05	0.03±0.04	2.25±0.99

表4(2) 牧草のミネラル組成(乾物当たりppm) . 1985

間の変動も大きかった。全窒素含有率はアルファルファで2.82%, スミスブロムグラスで2.25%で0.5%の差異が認められた。

牧草の微量元素含有率; 牧草の微量元素中銅, マンガンおよび亜鉛は表4(2)のようであった。すなわち, 銅はアルファルファ平均で9.30ppmであり, スミスブロムグラスでは9.64ppmであった。またマンガンは前者で73ppm, 後者では166ppmとなり, アルファルファの2倍以上の含有率をスミスブロムグラスが示しており, これは一般のマメ科牧草とイネ科牧草の傾向に類似していた^{2, 3)}。また亜鉛はそれぞれ39.4ppm, 38.7ppmであり, 牧草種間の差異は認め難かった。そして, 1, 2, 3番草を通してみると処理間というよりは2, 3番草の刈取り期により, 銅含有率がスミスブロムグラスで増大する傾向を示していた。これらの微量元素はいずれも乾物当たりのppm

草種	刈取り	処理区	Cu	Mn	Zn
			ppm		
アルファルファ	一番草	単播堆肥区	9.0	42	35
		交条堆肥区	9.5	81	33
		交条無堆区	8.5	51	36
	二番草	単播堆肥区	9.3	57	43
		交条堆肥区	9.0	64	34
		交条無堆区	9.5	53	36
	三番草	単播堆肥区	9.5	90	53
		交条堆肥区	9.8	110	44
		交条無堆区	9.3	105	41
平均			9.30±0.36	73±23.4	39.4±6.1
スミスブロムグラス	一番草	単播堆肥区	7.0	85	29
		交条堆肥区	7.8	88	34
		交条無堆区	7.8	80	27
	二番草	単播堆肥区	9.8	156	35
		交条堆肥区	10.5	189	39
		交条無堆区	11.0	177	43
	三番草	単播堆肥区	9.3	329	45
		交条堆肥区	12.3	189	48
		交条無堆区	11.3	197	48
平均			9.64±1.71	166±73.6	38.7±7.4

である。

1 番草および 3 番草収穫跡地土壌の特性；牧草栽培跡地土壌の特性は表 5 のようであった。すなわち pH

表 5 (1) 1 番草収穫跡地土壌および 3 番草収穫跡地土壌の特性

刈取り	処 理 区	pH		EC μ·mho	T-N %	P ₂ O ₅	K ₂ O mg/100g 乾土	CaO	MgO	Na ₂ O
		H ₂ O	KCl							
1 番草 跡地 土壌	単 播 堆 肥 アルファルファ区	5.95	4.85	73.5	0.22	10.9	9.4	184	46.0	2.2
	単播堆肥スムース プロムグラス区	6.00	4.90	62.5	0.23	9.3	12.9	185	47.5	2.0
	交 互 条 播 堆 肥 区	6.00	4.85	89.3	0.19	11.7	11.9	170	48.5	2.2
	交 互 条 播 無 堆 肥 区	5.85	4.70	79.3	0.27	7.1	12.1	172	40.5	2.1
平 均		5.95	4.83	76.2	0.23	9.8	11.6	178	45.6	2.1
3 番草 跡地 土壌	単 播 堆 肥 アルファルファ区	5.60	4.65	76.0	0.28	6.9	9.7	160	37.5	2.2
	単播堆肥スムース プロムグラス区	5.65	4.60	74.8	0.31	6.3	9.4	152	33.0	2.3
	交 互 条 播 堆 肥 区	5.65	4.70	63.3	0.28	6.9	7.8	144	38.0	2.2
	交 互 条 播 無 堆 肥 区	5.60	4.60	77.8	0.28	11.3	10.9	143	36.0	1.9
平 均		5.63	4.64	73.0	0.29	7.9	9.5	150	36.1	2.2

表 5 (2) 1 番草収穫跡地土壌および 3 番草収穫跡地土壌の特性

刈取り	処 理 区	Cu	Mn	Zn
		ppm		
1 番草 跡地 土壌	単 播 堆 肥 アルファルファ区	5.8	141	4.5
	単播堆肥スムース プロムグラス区	6.1	98	5.5
	交 互 条 播 堆 肥 区	6.0	105	4.2
	交 互 条 播 無 堆 肥 区	6.6	84	3.6
平 均		6.1	107	4.5
3 番草 跡地 土壌	単 播 堆 肥 アルファルファ区	6.7	67	3.9
	単播堆肥スムース プロムグラス区	6.6	65	4.3
	交 互 条 播 堆 肥 区	6.5	60	3.9
	交 互 条 播 無 堆 肥 区	6.7	66	3.3
平 均		6.6	65	3.9

は、H₂O で 1 番草の跡地が 5.95，3 番草跡地土壌で 5.63 であった。KCl では 4.83 と 4.64 でいずれも 1 番草より 3 番草跡地の方が若干低下していた。土壌溶液の電気伝導度 (EC) は 1 番草跡地で 76.2 μ·mho，3 番草跡地では 73.0 μ·mho であった。全窒素含量は前者で 0.23%，後者で 0.29% であった。有効態リン酸と置換性カリはいずれも少なく 10 mg/100 g 風乾土内外であった。またカルシウムは 1 番草跡地から 3 番草跡地に向かって低下しており，その平均は前者で 178 mg/100 g 風乾土が後者では 150 mg/100 g 風乾土となっていた。マグネシウムは 1 番草跡地で 45.6 mg，3 番草跡地で 36.1 mg/100 g 風乾土で 1 番草跡地から 3 番草跡地に向かって低下していたが，その含量は十分量であった。

土壌の微量元素では、銅、マンガンおよび亜鉛についてみると、銅は6 ppm内外、マンガンは1番草跡地で84~141 ppm、3番草跡地で60~67 ppmと刈取り時により低下が見られた。亜鉛については、いずれも4 ppm内外で処理別牧草種別では差異は認めがたかったが、1番草と3番草跡地では後者において若干低下する傾向にあった。

考 察

長年水田として利用していた土壌であっても、一定の土壌条件を具備させれば、直ちにアルファルファやスムーズブロムグラスを生育させるに足る土地として利用可能であることが判明した。しかし、土壌の植物に必要な養分は確実に低下しており、この補給をおこなえば、牧草の生育に決定的な影響を与えることが考えられた。とくにカリ、カルシウム、リン酸およびマグネシウムの吸収量は2年目の後半になると明らかに低下の傾向を示すようになっている。しかし窒素については2か年間全く施用していないにもかかわらず、例えば単播堆肥区のスムーズブロムグラスがとくに全窒素含量が低下したという傾向にはならず、またアルファルファ区がとくに高くなるという傾向も見いだされなかった。しかしこの両区の牧草収量を比較するとアルファルファは12.2 t/haの乾物収量に対して、スムーズブロムグラスは3.2 t/haと大きく低下していた。

またこれらの牧草のミネラル含有率の変化をみると、アルファルファではカルシウムやマグネシウムが多く、カリやマンガンが少なくなっている傾向は一般的な傾向であったが、これらの牧草種間差を反映して土壌中の有効養分も次第に低下する傾向にあったが、それ程大きな低下となって現れないのは、過リン酸石灰や硫酸カリの施肥によるものと考えられた。しかしマンガンの低下はスムーズブロムグラスの3番草跡地に認められ、これはpHの低下とも関連して、マンガン吸収を増大せしめたものとも考えられたが⁴⁾、これらの変化は今後一層注意深く検討を続けてゆく必要がある。

摘 要

転作田の飼料畑化過程を明らかにするため、アルファルファとスムーズブロムグラスを供試して、その2年目草地について検討した。この土壌は、1983年まで25年以上水田として利用されていた千歳市黄金町の火山性土壌であり、単播堆肥アルファルファ区、同スムーズブロムグラス区、さらにこれらの両牧草の交互条播堆肥区および同無堆肥区の4処理の2年目草地の調査結果である。

刈取り期は1番草は6月8日、2番草7月27日、そして3番草は8月30日であった。施肥は6月7日の1番草刈取り直後に過石500 kg、硫加400 kg/haの割合で表面施用した。

その結果、2年目の乾物収量は単播堆肥区アルファルファで12.2 t、同スムーズブロムグラスで3.2 t/haであった。この両牧草による交互条播堆肥区および同無堆肥区の乾物収量は前者で12.0 t、後者で11.2 t/haで両処理間で差異はなかった。これらの牧草のミネラル含有率の処理間差は認められなかったが、牧草種間差や刈取り間差が認められた。すなわち牧草種間差としてはアルファルファでCa, Mg, T-Nが多くスムーズブロムグラスでSiO₂, K, Mnが多かった。また1番草および3番草跡地土壌の分析結果は、処理間では明らかな差異は認めがたかったが、全体としてpHの低下、有効P、置換性K, Ca, およびMgの低下が認められた。しかし過石や硫加の施用効果も大きいものであった。また微量元素のMnの低下も認められた。

以上のことから、供試水田土壌の転作飼料畑化が、その2年目においても順調に進行するものと認められたが、今後もこれらの経過を検討してゆきたい。

文 献

- 1) 原田 勇・篠原 功・大藤政司(1986) 転作田の飼料畑化過程について. 北草研報 20:144-149.
- 2) Harada, I., I. Shinohara and K. Aoki(1985) Comparisons of nutritious specificity for mineral absorption of species between the alfalfa and the orchardgrass grown on same soils. Proc. of XV IGC.
- 3) 原田 勇・平島利昭・菅原和夫・能代昌雄・村山三郎・篠原 功(1986) 飼料の栄養特性と土壤・乳牛. 酪農学園近代酪農部 29.
- 4) Tisdale, S. L. and W. L. Nelson(1975) Soil fertility and fertilizers, 3rd ed. Macmillan. New York 327.

豚ふんおよび鶏ふんのメタン発酵

大原 益博(滝川畜試)・

泉 和雄・松山 英俊(北開試)

豚ふんおよび鶏ふんを用いて二つの簡単なメタン発酵の実験を行った。実験1はメタンガス生成量とその温度依存性について、実験2は数種土壌によるメタンガス生成量について検討した。

材料および方法

実験1

300ml三角フラスコに豚ふんおよび鶏ふんと種汚泥を入れ、水分含量が94%になるように水を加え、気相を N_2/CO_2 (80/20%) 混合ガスで置換して回分発酵を行った。検討した温度は中温発酵より低い15℃, 25℃および35℃の3水準である。種汚泥は釧路の水産加工工場の廃水処理施設の余剰汚泥を用いたメタン発酵の消化汚泥で20℃で培養していたものである。豚ふん、鶏ふんは滝川畜試で採取した。発酵期間は7月1日から9月8日までの69日間で、終了間際のガス生成量はわずかであった。その間の、ガス生成量とガス組成を経日的に測定した。ガス組成はガスクロマトグラフィーで測定した。各ふん中の揮発酸(VFA)の測定についてC1, C2はイオンクロマトグラフィー, C3~C6はガスクロマトグラフィーで測定した。水分、総固形物(TS)含量、揮発性固形物(VS)含量の測定は常法により行った。豚ふんはP, 鶏ふんはCと略し、P-15は豚ふんを15℃でメタン発酵したことを表す。

実験2

300ml三角フラスコに豚ふんあるいは鶏ふんを10g, 水を50ml, 種土壌を葉さじ2杯とり、気相を N_2/CO_2 (80/20%) 混合ガスで置換して、15℃, 25℃の2水準で回分発酵を行った。種土壌は8月14日に滝川畜試およびその付近のA養鶏場で採取したもので、採取地を表1に示した。豚ふん堆肥場の土壌(P1~P3)には豚ふん、鶏ふん堆肥場の土壌(C1~C4)には鶏ふんを基質とした。めん羊ふん堆肥場の土壌には豚ふん(SP), 鶏ふん(SC)両方を用いた。豚ふんは滝川畜試, 鶏ふんはA養鶏場より採取した。発酵期間は8月15日から9月24日までの40日間である。その間のガス生成量, 組成を経日的に測定した。ガス組成は実験1と同じ方法で測定した。

表1 土壌採取地

No.	略号	採取地
1	S	滝川畜試めん羊ふん堆肥場
2	P1	滝川畜試豚ふん堆肥場
3	P2	"
4	P3	"
5	C1	東滝川A養鶏場鶏ふん堆肥場
6	C2	"
7	C3	"
8	C4	"

結果および考察

実験1

供試したふんの性状を表2に示した。TS含量は鶏ふんが多かったが、メタン発酵の基質となるVS含量は豚ふん、鶏ふんとも23%で変わらなかった。有機物が嫌氣的分解を受けてメタンガスになるには、図

表2 実験1で用いたふんの性状

組成	豚ふん	鶏ふん
水分(%)	70.9	67.6
総固形物(%)	29.1	32.4
揮発性固形物(%)	23.3	23.5
揮発酸 (mg/g)		
ギ酸	0.0295	0.0444
酢酸	4.6694	2.9929
プロピオン酸	2.9879	0.6209
イソ酪酸	0.2574	0.0513
n-酪酸	1.2772	0.4121
イソ吉草酸	0.4008	0.1052
n-吉草酸	0.6705	0.0456
カプロン酸	0.1427	0.0000
合計	10.4354	4.2924

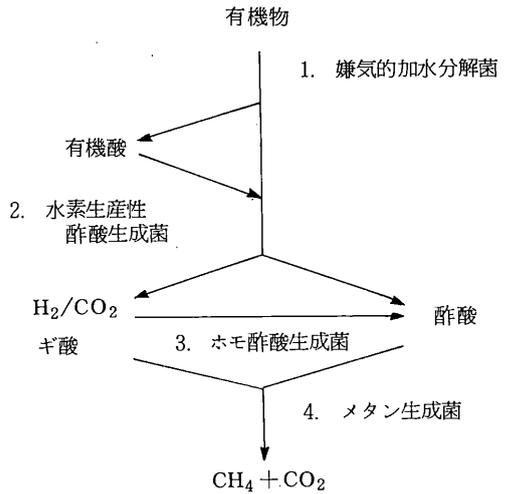


図1 メタン発酵に関与する嫌気性菌¹⁾

1に示したように生理的性質の異なる細菌グループの作用を受ける¹⁾。まず、複雑な有機物が加水分解菌により構成単位の有機物(単糖類, アミノ酸, 脂肪酸等)に分解される。次にこれらは酸生成菌によりVFA等²⁾に分解され、最終的にメタン生成菌によってこれらの中間産物はメタンガスに変換される。一般にメタンガスの70%は酢酸より生成されるといわれている¹⁾。また、プロピオン酸以上のVFAも酢酸に分解された後メタンガスへと変換される²⁾。このことからふん中のVFAを検討してみると、豚ふんのVFAの量は鶏ふんの倍あり、その組成も酢酸, プロピオン酸が多く、メタン発酵しやすい基質と思われた。

メタンガス生成量を図2に示した。C-15は発酵に失敗したので省いた。発酵の初期をみても、P-25, P-35のメタン生成が良かった。これについては、前述したようにVFAの量, 組成からみて豚ふんが鶏ふんより発酵しやすいためと考えた。初期発酵の遅れた鶏ふんの生成量も20日過ぎると多くなり、最終的には豚ふんの190mlの1.4倍にあたる260ml生成した。

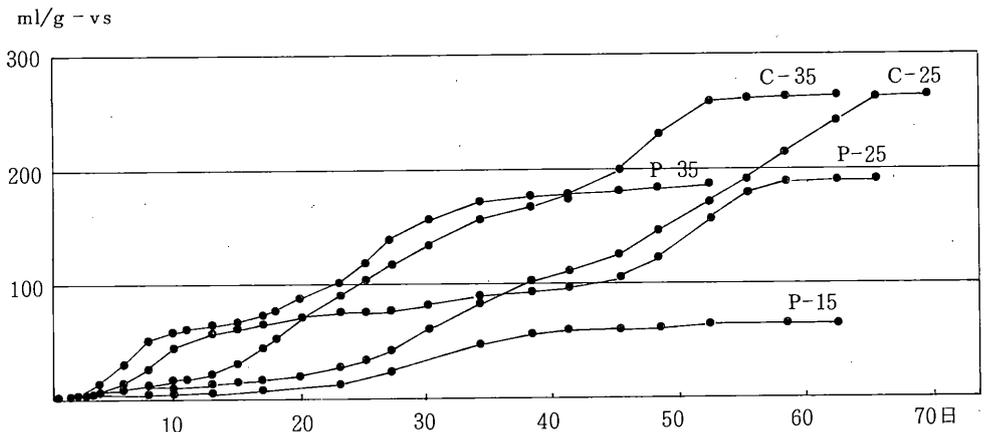


図2 メタンガス生成量(実験1)

温度の比較では15℃の生成量は25℃、35℃に比較して極端に少なかった。25℃、35℃の生成量は豚ふん、鶏ふんそれぞれにおいて同じであった。しかし、25℃の生成量が35℃と同じになるには両ふんとも一週間ほど余計にかかった。今回使用した種汚泥の至適温度は、35℃以上の検討を行っていないが、20℃で培養されていたことを考慮して25℃から35℃付近と思われた。また、25℃から15℃の範囲は、この種汚泥の活性が低下する温度帯と思われた。

実験結果を整理して表3に示した。メタンガス生成量については前述したので省略する。メタンガス濃度は15℃で低かったが25℃、35℃では64%以上で、特にC-25は74%と高かった。VSの分解率は、メタンガス生成量の多かった鶏ふんが高かった。豚ふんの分解率は低く、まだメタンガスが生成しそうに

表3 実験1の結果

	豚 ぶ ん			鶏 ふ ん	
	15℃	25℃	35℃	25℃	35℃
メタンガス生成量(ml/g-vs)	65.3	190.8	185.8	265.5	264.6
メタンガス濃度(%)	51.3	64.0	64.9	73.8	63.6
二酸化炭素生成量(ml/g-vs)	46.9	107.5	116.6	151.9	173.8
総固形物分解率(%)	13.4	21.5	24.3	40.6	45.8
揮発性固形物分解率(%)	13.4	21.4	26.0	38.8	45.3

思えた。温度では15℃の分解が少なかった。メタンガス生成量の同じであった25℃と35℃では、分解率も同程度でないかと想定されたが、温度によって分解率に違いがありメタンガス生成量とVS分解率が符合しなかった。一方、二酸化炭素の生成量はVS分解率の高い35℃が多く、活発な微生物活動がうかがえた。このことから、35℃の発酵では活発な微生物の活動により有機物を多く分解したが、それがメタンガス生成に結びつかず、メタンガス生成以外の微生物反応に有機物が消費されたのではないかと想像された。

実験2

各土壌のメタンガス生成量を図3に示した。25℃の発酵ではすべての土壌からメタンガスの生成が認められたが、15℃では4土壌から認められなかった。25℃での生成量は15℃よりはるかに多かった。これについては、土壌を採取した時期が盛夏だったため高温に適した細菌が多く生息していたからであろうと考えた。

P1, P2およびP3の採取場所は数メートルしか離れていない

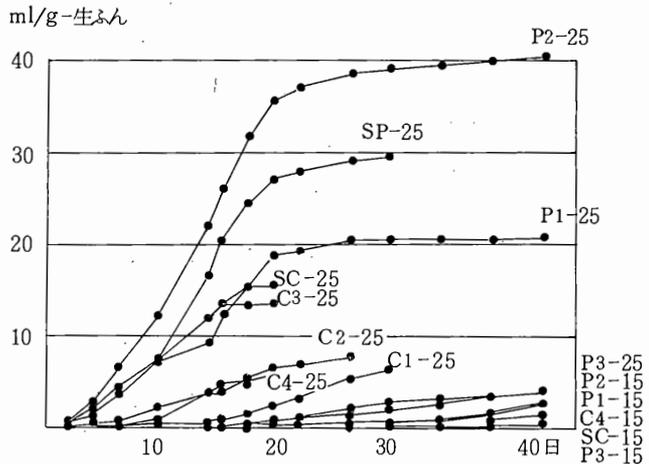


図3 メタンガス生成量(実験2)

のに、25℃での生成量は大きく異なっていた。このことは、よりメタンガスを生成する土壌の存在の可能性を示唆するもので興味ある結果であった。

引用文献

- 1) Zeikus, J. G. (1980) Anaerobic digestion (Stafford, D. A. *et al.* eds.). Applied Science Publishers Ltd. London. 61-89.
- 2) 花木啓祐・松尾友矩・長瀬道彦(1981) 嫌気性消化における脂肪酸の代謝. 下水道協会誌 18: 30-39.

事務局だより

I 庶務報告

1. 昭和61年度 研究会賞選考委員会の開催

日時と場所：昭和61年6月6日（金）11：00～，雪印パーラー（札幌）

選考委員：喜多富美治（選考委員長），安達 篤，小崎正勝，西 勲，原田 勇，吉田則人の各氏。

候補者と課題：(1)天北農業試験場におけるアルファルファ研究グループ（代表 大植勝彦氏）：『天北地域におけるアルファルファ草地の造成，維持管理，ならびに利用に関する一連の研究』

(2)高木正季氏：『タワーサイロバッグの利用によるサイレージ調製法』

以上2課題を審査・選考した。

2. 第1回 評議員会の開催

日時と場所：昭和61年6月6日（金）12：30～，雪印パーラー（札幌）

出席者：会長，副会長，評議員を含む19名と幹事4名出席。

議 事：以下について検討・承認した。

(1) 昭和61年度 研究会賞の決定（上記1. (1), (2)の課題）

(2) 昭和61年度 研究発表会の開催要領等の決定

(3) シンポジウム課題の検討（下記の通り決定）

主 題：北海道における草地生産の可能性と問題点

3. 第2回 評議員会の開催

日時と場所：昭和61年12月5日（金）12：00～，帯広畜産大学

出席者：会長，副会長，評議員を含む21名と幹事4名出席。

座長：原田 勇氏（酪農大）

議 事：下記の総会提出課題について検討・承認した。

(1) 昭和61年度 一般経過報告（庶務・会計・編集）

(2) 昭和61年度 会計監査報告

(3) 昭和61年度 研究会賞選考経過報告

(4) 昭和62年度 事業計画（案）

昭和62年度 研究発表大会，シンポジウムの開催

昭和62年度 研究会賞の選考

研究会報 第21号の刊行予定

(5) 昭和62年度 予算（案）

(6) 役職員の一部改選（案）

4. 昭和61年度 北海道草地研究会大会の開催

日 時：昭和61年12月5日（金）～12月6日（土）

場 所：帯広畜産大学 3 講義室

○研究発表：43課題の発表，約220名の参加者。

○第12回シンポジウム

主 題：北海道における草地生産の可能性と問題点

座 長：安達 篤氏（北農試）・源馬琢磨氏（帯畜大）

演題と話題提供者：

- | | |
|--------------------------|----------------|
| (1) 物質生産特性からみた草地の生産性 | 楠谷彰人氏（北見農試） |
| (2) 生産コストからみた草地の生産性と規制要因 | 松中照夫氏（根釧農試） |
| (3) 牧養力からみた草地の生産性と問題点 | 中川忠昭氏（標茶町育成牧場） |
| (4) 育種的にみた生産性向上の可能性 | 植田精一氏（北農試） |

参加者が200名をこえ，活発な討論が行れた。

○研究会賞（第8回）の授与式と受賞講演

天北農業試験場におけるアルファルファ研究グループ

（代表 大槌勝彦）：

『天北地域におけるアルファルファ草地の造成，維持管理，ならびに利用に関する一連の研究』

高木正季：『タワーサイロバッグの利用によるサイレージ調製法

5. 昭和61年度 北海道草地研究会総会の開催

日 時：昭和61年12月5日（金）17：00～17：50

場 所：帯広畜産大学 20番講義室

議 長：原田 勇氏（酪農大） 下記について審議・可決した。

議案 1. 昭和61年度一般経過報告

〈庶務報告〉

昭和61年度 研究会賞選考委員会の開催（上記1の通り）

昭和61年度 第1回評議員会の開催（上記2の通り）

昭和61年度 第2回評議員会の開催（上記3の通り）

〈会計報告〉 別記Ⅱの通り

〈編集報告〉 研究会報第20号の編集経過報告

議案 2. 昭和61年度会計監査報告

議案 3. 昭和62年度事業計画（案）

昭和62年度 研究発表大会，シンポジウムの開催

昭和62年度 北海道草地研究会賞受賞者の選考

研究会報第21号の刊行 会報名・号の英訳，英文タイトルについて

議案 4. 昭和62年度 予算（案）

議案 5. 役職員の一部改選（案）別記の通り

Ⅱ 会 計 報 告

昭和61年度 会計収支決算報告（昭和61年1月1日～12月31日）

1. 一般会計

〈収入の部〉

項 目	予 算 額	決 算 額	備 考
前年度繰越金	482,771	482,771	20周年記念事業余剰金
正 会 員 費	700,000	849,000	
賛 助 会 員 費	360,000	350,000	
雑 収 入	500,000	483,006	大会参加費，別刷代，利子
合 計	2,042,771	2,164,777	

〈支出の部〉

項 目	予 算 額	決 算 額	備 考
印 刷 費	1,300,000	984,026	会報，要旨集
連絡通信費	160,000	251,330	名簿整理用ソフト
消耗品費	80,000	55,297	封筒
賃 金	120,000	72,000	会報発送，大会準備
原 稿 料	40,000	40,000	シンポジウム
会 議 費	100,000	100,840	評議員会
旅 費	70,000	56,000	
雑 費	7,279	18,948	コピー代
特別事業へ	165,492	165,492	20周年記念事業余剰金
合 計	2,042,771	1,743,933	

〈収支決算〉

収 入	2,164,777
支 出	1,743,933
残 高	420,844

〈残高内訳〉

現 金	6,437
銀行口座	172,327
郵便貯金口座	201,680
郵便振替口座	40,400
合 計	420,844

2. 特別会計

〈収入の部〉

項 目	予 算 額	決 算 額	備 考
前年度繰越金	1,222,213	1,222,213	
利 子	61,100	62,383	
雑 収 入	165,492	165,492	20周年記念事業余剰金
合 計	1,448,805	1,450,088	

〈支出の部〉

項 目	予 算 額	決 算 額	備 考
研究会賞表彰費	20,000	24,308	盾, 賞状, 額縁
原 稿 料	40,000	40,000	受賞講演原稿
合 計	60,000	64,308	

〈収支決算〉

収 入 1,450,088
支 出 64,308
残 高 1,385,780

〈残高内訳〉

定期郵便貯金 1,200,000
郵便貯金口座 185,780
現 金 0

Ⅲ 監 査 報 告

12月末日現在の会計関係の諸帳簿、証拠書類等について監査を実施しましたが、その執行は適正、正確でありましたのでここに報告します。

昭和62年1月16日

監事 長谷川 寿 保
佐 藤 文 俊

IV 会員の入退会

* 新入会員

西塚 直久	東紋東部地区農業改良普及所	播磨 敬三	十勝東北部地区農業改良普及所 陸別町駐在所
川村 公一	北海道立北見農業試験場	吉見今朝治	十勝東北部地区農業改良普及所 陸別町駐在所
農業技術 情報センター 岡 一義	長野県農業総合試験場 南根室地区農業改良普及所	三田村 強	農水省北海道農業試験場
熊谷 秀行	北海道立天北農業試験場	磯田 昭弘	千葉大学園芸学部
石川 正志	北海道畜産会	岩淵 晴郎	北海道立根釧農業試験場
鎌田 哲郎	北海道畜産会	倉持 允昭	(財)北海道開発公社
高島 俊幾	北海道畜産会	津田 浩之	陸別町役場農林課
原島 徳一	農水省草地試験場	中辻 浩喜	北海道立新得畜産試験場
村上 豊	東紋西部地区農業改良普及所	有沢 道朗	釧路西部地区農業改良普及所
吉中 信治	農水省北海道農業試験場	熊谷 宏	クマガイ技研
鈴木 孝	北海道立中頓別農業高校	児玉 浩	児玉ヘルス商事(株)
中央農試 図書室 伊達藤紀夫	北海道立中央農業試験場 和歌山遺伝統計学研究所	古田 茂二	児玉ヘルス商事(株) 帯広営業所
海野芳太郎	北海道文理科短期大学	鈴木 省三	帯広畜産大学
渡部 信義	岐阜大学農学部	内山 和宏	農水省北海道農業試験場
菊岡 俊彦	日本モンサント(株)	成 慶一	北海道大学農学部畜産学科
阿部 純	農水省 農業研究センター 育種工学研究室	橋立賢二郎	北海道立十勝農業試験場
		原田 文明	農水省北海道農業試験場

* 退会者

針生 程吉・生方 雅男・宮下 道男・大根田 襄・小野 昌二・高山 康次・松本 俊一
 鶴沼 緑野・北村 方男・西川 治夫・桜井 允(逝去)・小林 亮英・難波 直樹・
 東 洋生

* 自然退会者(会費 3年分未納者)

大淵 隆史・岡田竜太郎・西村 茂吉

V 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 本会は正会員、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. 賛助会員は第2条の目的に賛同する会社、団体とする。
3. 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なう。

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
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、会長事故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。

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。幹事は会長が会員中より委嘱する。

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会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 正会員の会費は年額1,500円とする。賛助会員の賛助会費は年額10,000円以上とする。名誉会員および顧問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。

VI 北海道草地研究会報執筆要領

1. 研究報文は、本会会員（ただし、共同執筆者に会員以外のもも含みうる）が、北海道草地研究会において発表したものとする。
2. 研究報文は、一編あたり刷り上り3ページ（表題・図表こみで4,000字）以内とする。やむを得ず3ページを超えた場合には、0.5ページを単位として超過分の実費を徴収する。なお、原稿用紙はA4版400字詰を使用する。
3. 校正は、原則として初校だけを著者が行う。
4. 原稿は、図表を含め2部提出する。一部はコピーとする。
5. 原稿の体裁は次のようにする。
 - 1) 原稿の初めに表題、著者名、所属機関名を書く。本文は、原則として緒言、材料および方法、結果、考察、摘要、引用文献の順とし、摘要および引用文献は省略してもよい。
 - 2) 本文および図表は、和文・横書き・口語体とし、常用漢字および新かなづかいとする。ただし慣用的外国語はその限りでない。
 - 3) 字体の指定は、イタリックー、ゴシック～、スモールキャピタル＝を赤の下線で示す。
 - 4) 図および表は別紙に書き、原稿中に図表を入れる場所を明記する（例・図1→、表1→）。
 - 5) 図は、1枚ずつA4版の白紙またはグラフ用紙を使用し、用紙の余白には朱書で縮尺程度と著者名を必ず入れる。
 - 6) 図は黒インクで描き、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鉛筆書きとする。

VII 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業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、かつ研究会報に発表する。

役員名簿

会 長	吉田 則人 (帯畜大)	
副会長	安達 篤 (北農試)	喜多富美治 (北大)
	田辺 安一 (新得畜試)	
評議員	後藤 寛治 (北大)	源馬 琢磨 (帯畜大)
	小竹森訓央 (北大)	福永 和男 (帯畜大)
	原田 勇 (酪農大)	川端習太郎 (北農試)
	村山 三郎 (酪農大)	穴戸 弘明 (北農試)
	今岡 久人 (酪農大)	平山 秀介 (中央農試)
	高橋 直秀 (酪農大)	阿部 登 (滝川畜試)
	佐藤拓次郎 (専修短大)	斎藤 亘 (天北農試)
	兼子 達男 (雪印種苗)	南 松雄 (十勝農試)
	及川 寛 (雪印種苗)	岩淵 晴郎 (根釧農試)
	小崎 正勝 (北海道畜産会)	古谷 政道 (北見農試)
	西 勲 (北海道畜産会)	赤城 望哉 (作物種子協会)
	奥村 純一 (全農札幌支所)	上島 輝之 (開発局)
	佐々木久仁雄 (ホクレン)	倉持 允昭 (開発公社)
監事	長谷川寿保 (十勝農試)	佐藤 文俊 (十勝農協連)
事務局	(庶務) 嶋田 徹 (帯畜大)	本江 昭夫 (帯畜大)
	(会計) 三浦 秀穂 (帯畜大)	
	(編集) 岡本 明治 (帯畜大)	(源馬琢磨)

** 名誉会員 **

(1987年 1月20日現在)

石塚 喜明	063	札幌市西区琴似3条4丁目
大原 久友	064	札幌市中央区北1条西26丁目
高野 定郎	005	札幌市南区澄川5条5丁目11-16
新田 一彦	063	札幌市西区山ノ手6条4丁目4-26
広瀬 可恒	060	札幌市中央区北3条西13丁目 チューリス北3条702号
星野 達三	060	札幌市中央区北6条西12丁目11
三浦 梧楼	062	札幌市豊平区美園2条1丁目 雪印種苗(株)
三股 正年	061-11	札幌郡広島町西ノ里565-166
村上 肇	004	札幌市豊平区月寒東5条16丁目

** 正会員 **

<あ>

相田 隆男	069-13	夕張郡長沼町東6線北15号	北海道立中央農業試験場
青木 一男	086-02	野付郡別海町別海新栄町4	南根室地区農業改良普及所
青木 宏	060	札幌市北区北1-1条西9丁目	北海道大学農学部附属農場
赤沢 伝	079-01	美瑛市字美瑛1610-1	専修大学北海道短期大学
浅野 昭三	004	札幌市豊平区羊ヶ丘1番地	農水省北海道農業試験場
朝日 敏光	068-04	夕張市本町4丁目	夕張市役所 産業経済部
朝日田康司	060	札幌市北区北9条西9丁目	北海道大学農学部畜産学科
浅水 満	089-03	上川郡清水町字羽帯南10-90	
畦地 啓輔	889-62	鹿児島県栗野町木場6347	
安宅 一夫	069	江別市文京台緑町582-1	酪農学園大学
安達 篤	004	札幌市豊平区羊ヶ丘1番地	農水省北海道農業試験場
安達 稔	086-02	野付郡別海町別海新栄町4	南根室地区農業改良普及所
阿部 勝夫	080-14	河東郡上士幌町上士幌東2線 上士幌町農協内	十勝北部地区農業改良普及所 上士幌町駐在所
阿部 繁樹	071-15	上川郡東神楽町字千代ヶ岡	大雪カントリークラブ
阿部 純	305	茨城県谷田部町観音台3-1-1	農水省農業研究センター 育種工学研究室
阿部 督	096	名寄市西4条南2丁目 上川支庁合同庁舎内	名寄地区農業改良普及所
阿部 達男	089-33	中川郡本別町北5丁目 本別町農協内	十勝東北部地区農業改良 普及所 本別町駐在所
阿部 登	073	滝川市東滝川735	北海道立滝川畜産試験場

阿部 英則	073	滝川市東滝川735	北海道立滝川畜産試験場
阿部 幹夫	389-02	長野県北佐久郡御代田町塩野	農水省草地試験場山地支場
安部 道夫	062	札幌市豊平区美園2-1	雪印種苗(株)
雨野 和夫	089-01	上川郡清水町北2条8丁目7	
荒 智	329-27	栃木県西那須野町千本松	農水省草地試験場
荒川 祐一	078-14	上川郡愛別町本町 愛別町役場内	上川中央地区農業改良普及所 愛別町駐在所
荒木 博	004	札幌市豊平区羊ヶ丘1番地	農水省北海道農業試験場
有沢 道朗	088-03	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所
安藤 道雄	089-36	中川郡本別町西仙美里25	北海道立農業大学校
<い>			
五十嵐惣一	093	網走市北7条西3丁目 網走総合庁舎	斜網中部地区農業改良普及所
五十嵐俊賢	098-41	天塩郡豊富町豊川	雪印種苗(株)豊富営業所
池谷 文夫	885	宮崎県都城市花繰町21-2	宮崎県総合農試 都城支場
池田 勲	098-33	天塩郡天塩町字川口1465	北留萌地区農業改良普及所
池田 哲也	004	札幌市豊平区羊ヶ丘1番地	農水省北海道農業試験場
池滝 孝	080	帯広市稲田町西2線11	帯広畜産大学付属農場
井沢 敏郎	078-02	旭川市永山3条23	旭川大学 地域研究所
石井 巖	048-01	寿都郡黒松内町字黒松内309	南後志地区農業改良普及所
石井 格	089-37	足寄郡足寄町白糸146	足寄町営大規模草地育成牧場
石川 正志	001	札幌市北区北10条西4丁目	北海道畜産会
石栗 敏機	069-13	夕張郡長沼町東6線北15号	北海道立中央農業試験場
石田 亨	098-57	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	056	静内郡静内町こうせい町2丁目	日高中部地区農業改良普及所
石橋 三郎	049-31	山越郡八雲町住初町148	
居島 正樹	080	帯広市西3条南7丁目	十勝農業協同組合連合会
和泉 康史	073	滝川市東滝川735	北海道立滝川畜産試験場
井芹 靖彦	089-43	足寄郡陸別町東1条 陸別町役場内	十勝東北部地区農業改良普及所 陸別町駐在所
磯江 清	061-02	石狩郡当別町対雁通り10	北海フォードトラクター(株) 当別営業所
磯田 昭弘	271	千葉県松戸市松戸648	千葉大学園芸学部
磯野 宇市	041-11	亀田郡七飯町本町575	七飯町役場 産業課

市川 信吾	099-32	網走郡東藻琴村138	東藻琴村農業協同組合
伊藤 巖	989-67	宮城県玉造郡鳴子町川渡	東北大学農学部付属 草地研究施設
伊藤 国広	061	札幌市豊平区西岡3条3丁目2	
伊藤 憲治	098-57	枝幸郡浜頓別町緑ヶ丘	北海道立天北農業試験場
伊藤 公一	004	札幌市豊平区羊ヶ丘1番地	農水省北海道農業試験場
伊藤 富男	060	札幌市中央区北3条西7丁目	酪農総合研究所
伊東 季春	081	上川郡新得町字新得西4線40	北海道立新得畜産試験場
伊東 智博	049-45	瀬棚郡北檜山町字北檜山235	檜山北部地区農業改良普及所
稲場 範昭	090	北見市青葉町15-9	北見地区農業改良普及所
井上 隆弘	004	札幌市豊平区羊ヶ丘1番地	農水省北海道農業試験場
井上 直人	399-64	長野県塩尻市大字宗賀床尾	長野県立中信農業試験場
井上 康昭	329-27	栃木県西那須野町千本松	農水省草地試験場
井原 澄男	089-36	中川郡本別町西仙美里25	北海道立農業大学校
今井 禎男	090	北見市青葉町15-9	北見地区農業改良普及所
今岡 久人	069	江別市文京台緑町582-1	酪農学園大学
今田 昌宏	060	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
井村 毅	765	香川県善通寺市生野町2575	農水省四国農業試験場 土地利用部
入沢 充穂	060	札幌市中央区北4条西1丁目	北海道肉用牛協会
岩崎 昭	099-36	斜里郡小清水町字小清水604	
岩淵 晴郎	086-11	標津郡中標津町桜ヶ丘1-1	北海道立根釧農業試験場
岩間 秀矩	305	茨城県谷田部町観音台3-1-1	農水省農業環境技術研究所 環境資源部
<う>			
宇井 正保	061-01	札幌市豊平区月寒東2条14丁目	北海道農業専門学校
上島 輝之	060	札幌市中央区北3条西4丁目	北海道開発局 農業調査課
上田 和雄	063	札幌市西区西野2条7丁目5	
植田 精一	004	札幌市豊平区羊ヶ丘1番地	農水省北海道農業試験場
上原 昭雄	069-14	夕張郡長沼町幌内1066	雪印種苗(株)中央研究農場
上村 寛	093-05	常呂郡佐呂間町字永代 佐呂間町農協内	東紋東部地区農業改良普及所 佐呂間町駐在所
請川 利久	086-11	標津郡中標津町東5条北3丁目 中標津合同庁舎内	北根室地区農業改良普及所
請川 博基	088-03	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所
内田 直人	055-01	沙流郡平取町本町105-6	日高西部地区農業改良普及所

内村 忠道	612	(自)京都市伏見区桃山町泰長老 桃山東合同宿舍 8 4 1	近畿農政局生産流通部
内山 和宏	004	札幌市豊平区羊ヶ丘1番地	農水省北海道農業試験場
内山 誠一	098-22	中川郡美深町敷島119	上川北部地区農業改良普及所
梅坪 利光	088-23	川上郡標茶町川上町	釧路北部地区農業改良普及所
裏 悦次	081	上川郡新得町字新得西4線40	北海道立新得畜産試験場
漆原 利男	063	札幌市西区八軒7条5丁目 1-21-406	
海野芳太郎	069	江別市文京台緑町582	北海道文理科短期大学
<え>			
江柄 勝雄	004	札幌市豊平区羊ヶ丘1番地	農水省北海道農業試験場
榎本 博司	081	上川郡新得町本通南4丁目	十勝西部地区農業改良普及所 新得町駐在所
遠藤 一明	085	釧路市幣舞町4-11	釧路開発建設部
<お>			
及川 寛	062	札幌市豊平区美園2条1丁目10	雪印種苗株式会社
及川 博	080	帯広市西3条南7丁目	十勝農業協同組合連合会
大石 亘	305	茨城県谷田部町観音台3-1-1	農水省農業研究センター
大久保正彦	060	札幌市北区北9条西9丁目	北海道大学農学部
大久保義幸	098-33	天塩郡天塩町字川口1465	北留萌地区農業改良普及所
大塚 博志	060	札幌市中央区北4条西1丁目	ホクレン 種苗課
大槌 勝彦	098-57	枝幸郡浜頓別町緑ヶ丘	北海道立天北農業試験場
大西 公夫	001	札幌市北区新琴似9条2丁目 3-13-311	
大西 芳広	088-23	上川郡標茶町川上町	釧路北部地区農業改良普及所
大橋 忠	078-25	雨竜郡北竜町 北竜町役場内	雨竜西部地区農業改良普及所 北竜町駐在所
大原 益博	073	滝川市東滝川735	北海道立滝川畜産試験場
大原 洋一	080	帯広市稲田町西2線11	帯広畜産大学草地学科
大村 邦男	069-13	夕張郡長沼町東6線北15号	北海道立中央農業試験場
大村 純一	080	帯広市大空町11丁目2番地 公営住宅 竹301	
大森昭一朗	720	福山市西深津町6-12-1	農水省中国農業試験場
大森 昭治	081	上川郡新得町字新得西4線40	北海道立新得畜産試験場
岡 一義	086-02	野付郡別海町別海新栄町4	南根室地区農業改良普及所
岡田 晟	063	札幌市西区西野6条2丁目6-12	

岡田 智巳	047	小樽市潮見台1-15-5	小樽開発建設部 農業開発課
岡田 博	088-11	厚岸郡厚岸町宮園町18	厚岸町役場 農林課
岡橋 和夫	059-16	勇払郡厚真町字桜丘269	
岡部 俊	434	静岡県浜北市沼58-1 メゾン浜北	
岡本 明治	080	帯広市稲田町西2線11	帯広畜産大学草地学科
奥村 純一	060	札幌市中央区南1条西10丁目	全農札幌支所
小倉 紀美	098-57	枝幸郡浜頓別町緑ヶ丘	北海道立天北農業試験場
小澤 栄一	070	旭川市8条12丁目	旭川開発建設部 農業開発第1課
小関 忠雄	073	滝川市東滝川735	北海道立滝川畜産試験場
小野 昭平	085	釧路市住吉1丁目6番13号 モシリヤハイツ	
小野瀬 勇	086-02	野付郡別海町別海新栄町4	南根室地区農業改良普及所
小野瀬幸次	080	帯広市東3条南3丁目 十勝合同庁舎内	十勝中部地区農業改良普及所
小野地一樹	001	札幌市北区北10条西4丁目	北海道畜産会
小野寺靖彦	098-41	天塩郡豊富町西1条8丁目	宗谷北部地区農業改良普及所
臣 康雄	069-13	夕張郡長沼町東4線北17号	夕キイ種苗(株)長沼試験農場
尾本 武	048-01	寿都郡黒松内町字黒松内309	南後志地区農業改良普及所
<か>			
我有 満	004	札幌市豊平区羊ヶ丘1番地	農水省北海道農業試験場
影浦 隆一	069-14	夕張郡長沼町幌内1066	雪印種苗(株)中央研究農場
柏木 甲	061-01	札幌市豊平区北野3条2丁目7-3	
春日 朗	069-15	夕張郡栗山町中里	空知南東部地区農業改良 普及所
片岡 健治	082	河西郡芽室町新生	農水省北海道農業試験場 畑作部
片山 正孝	086-11	標津郡中標津町桜ヶ丘1-1	北海道立根釧農業試験場
加藤 俊三	068	岩見沢市並木町22	空知中央部地区農業改良 普及所
加藤 義雄	074-04	雨竜郡幌加内町 幌加内農協内	空知北部地区農業改良普及所 幌加内町駐在所
金川 直人	001	札幌市北区北10条西4丁目	北海道畜産会
金川 博光	060	札幌市中央区北3条西4丁目	北海道開発局 官房開発調査課
金子 幸司	004	札幌市豊平区羊ヶ丘1番地	農水省北海道農業試験場
兼子 達夫	069-14	夕張郡長沼町幌内1066	雪印種苗(株)中央研究農場
金田 光弘	094	紋別市幸町6丁目	西紋東部地区農業改良普及所
兼田 裕光	069-13	夕張郡長沼町東6線北15号	北海道立中央農業試験場

鎌田 哲郎	001	札幌市北区北10条西4丁目	北海道畜産会
釜谷 重孝	098-55	枝幸郡中頓別町中頓別182	宗谷中部地区農業改良普及所
上館 伸幸	049-45	瀬棚郡北檜山町字北檜山235	檜山北部地区農業改良普及所
上出 純	069-13	夕張郡長沼町東6線北15号	北海道立中央農業試験場
上谷 隆志	099-04	紋別郡遠軽町大通北1丁目	東紋西部地区農業改良普及所
上山 英一	060	札幌市北区北9条西9丁目	北海道大学農学部
亀田 孝	092-02	網走郡津別町緑町11-1	
川崎 正	085	釧路市浦見2丁目2-54	釧路支庁農務課畜産係
川崎 勉	081	上川郡新得町字新得西4線40	北海道立新得畜産試験場
川瀬 貴晴	520-32	滋賀県甲賀郡甲西町針	タキイ グリーンピア
河田 隆	089-36	中川郡本別町西仙美里25	北海道立農業大学校
川端習太郎	004	札幌市豊平区羊ヶ丘1番地	農水省北海道農業試験場
川村 治朗	080	帯広市稲田町西2線11	帯広畜産大学草地学科
川村 公一	099-14	常呂郡訓子府町弥生52	北海道立北見農業試験場
<き>			
菊地 晃二	099-14	常呂郡訓子府町弥生52	北海道立北見農業試験場
菊池 富治	048-16	虻田郡真狩村字光39	南羊蹄地区農業改良普及所
岸 晃司	081	上川郡新得町字新得西4線40	北海道立新得畜産試験場
木曾 誠二	086-11	標津郡中標津町桜ヶ丘1-1	北海道立根釧農業試験場
喜多富美治	060	札幌市北区北11条西9丁目	北海道大学農学部付属農場
北田 薫	080-12	河東郡士幌町士幌西2線 士幌町農協内	十勝北部地区農業改良普及所 士幌町駐在所
菊岡 俊彦	105	東京都港区虎ノ門5-13-1 虎ノ門40 森ビル	日本モンサント(株)
北守 勉	073	滝川市東滝川735	北海道立滝川畜産試験場
北山 浄子	069-13	夕張郡長沼町769-11	空知南西部地区農業改良 普及所
木戸 賢治	001	札幌市北区新川4条6丁目1-18	
木下 俊郎	060	札幌市北区北9条西9丁目	北海道大学農学部農学科
木村 峰行	078-17	上川郡上川町南町 上川町役場内	上川中央地区農業改良普及所 上川町駐在所
帰山 幸夫	694-01	島根県大田市川台町吉永60	農水省中国農業試験場畜産部
吉良 賢二	099-14	常呂郡訓子府町弥生52	北海道立北見農業試験場

<<>

日下 勝義	098-58	枝幸郡枝幸町第二栄町	宗谷南部地区農業改良普及所
草刈 泰弘	080-01	河東郡音更町大通り5丁目	十勝北部地区農業改良普及所
楠谷 彰人	099-14	常呂郡訓子府町弥生52	北海道立北見農業試験場
国井 輝男	095	士別市東山町99	北海道立上川農業試験場 畑作科
熊谷 秀行	098-57	枝幸郡浜頓別町緑ヶ丘	北海道立天北農業試験場
熊谷 宏	080	帯広市東3条南26丁目3-2	クマガイ技研
熊瀬 登	080	帯広市稲田町西2線11	帯広畜産大学別科
倉持 允昭	060	札幌市中央区北5条西6丁目	(財)北海道開発公社
<け>			
源馬 琢磨	080	帯広市稲田町西2線11	帯広畜産大学草地学科
<こ>			
小池 信明	049-35	山越郡長万部町長万部434-34	
小石 裕之	043-01	爾志郡乙部町緑町	乙部町役場 農林課
郷司 明夫	090	北見市青葉町15-9	北見地区農業改良普及所
小阪 進一	069	江別市文京台緑町582-1	酪農学園大学
小崎 正勝	001	札幌市北区北10条西4丁目	北海道畜産会
小関 純一	320	宇都宮市鶴田町657-2	
小曾川才松	052-03	有珠郡大滝村字昭園135	大滝村開拓農協
小竹森訓央	060	札幌市北区北9条西9丁目	北海道大学農学部
児玉 浩	061-22	札幌市南区藤野2条9丁目186	児玉ヘルス商事(株)
後藤 寛治	060	札幌市北区北9条西9丁目	北海道大学農学部農学科
後藤 計二	060	札幌市中央区北4条西4丁目	日本フェロー(株)
後藤 房雄	098-33	天塩郡天塩町字川口1465	北留萌地区農業改良普及所
小西 庄吉	060	札幌市中央区北3条西7丁目	石狩支庁農務課畜産係
小林 勇雄	089-21	広尾郡大樹町双葉町4	十勝南部地区農業改良普及所
小林 聖	069	江別市文京台緑町582-1	酪農学園大学
小松 輝行	073	滝川市東滝川735	北海道立滝川畜産試験場
小山 佳行	089-37	足寄郡足寄町北1条4丁目	足寄町役場 産業課
近藤 知彦	082	河西郡芽室町新生	北海道立十勝農業試験場
近藤 正治	090	北見市青葉町15-9	北見地区農業改良普及所
近藤 秀雄	004	札幌市豊平区羊ヶ丘1番地	農水省北海道農業試験場

近藤 熙	389-02	長野県北佐久郡御代田町塩野	農水省草地試験場山地支場
<さ>			
雑賀 優	020	盛岡市上田3-18-8	岩手大学農学部
三枝 俊哉	086-11	標津郡中標津町桜ヶ丘1-1	北海道立根釧農業試験場
斎藤 英治	098-33	天塩郡天塩町字川口1465	北留萌地区農業改良普及所
斎藤 悟郎	080	帯広市東3条南3丁目 十勝合同庁舎内	十勝中部地区農業改良普及所
斎藤 斎	080-12	河東郡士幌町字士幌西2線 士幌町農協内	十勝北部地区農業改良普及所 士幌町駐在所
斎藤 利治	079	旭川市宮下通14丁目右1号	ホクレン旭川支所
斎藤 利朗	073	滝川市東滝川735	北海道立滝川畜産試験場
斎藤 亘	098-57	枝幸郡浜頓別町緑ヶ丘	北海道立天北農業試験場
酒井 辰生	086-02	野付郡別海町別海新栄町4	南根室地区農業改良普及所
酒井 康之	099-64	紋別郡湧別町栄町 湧別町役場内	東紋東部地区農業改良普及所
寒河江洋一郎	081	上川郡新得町字新得西4線40	北海道立新得畜産試験場
坂野 博	084	釧路市鶴丘5番地 市営牧野内	釧路肉用振興調査室
坂部 真	098-03	上川郡剣淵町栄町	
坂本 宣崇	078-02	旭川市永山6条18丁目	北海道立上川農業試験場
匂坂 昭吾	073	滝川市東滝川735	北海道立滝川畜産試験場
佐久間敏雄	060	札幌市北区北9条西9丁目	北海道大学農学部農芸化学科
佐々木 修	061-11	札幌郡広島町若葉町3丁目10-4	
佐々木久仁雄	060	札幌市中央区北4条西1丁目	ホクレン
佐々木清一	064	札幌市中央区南13条西6丁目	
佐竹 芳世	069-13	夕張郡長沼町東6線北15号	北海道立中央農業試験場
佐藤 清	097	稚内市こまどり2丁目2-3	宗谷北部地区農業改良普及所
佐藤 健次	329-27	栃木県西那須野町千本松	農水省草地試験場
佐藤 静	089-24	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	099-14	常呂郡訓子府町弥生52	北海道立北見農業試験場
佐藤拓次郎	064	(自)札幌市中央区 南16条西9丁目	専修大学北海道短期大学
佐藤辰四郎	099-14	常呂郡訓子府町弥生52	北海道立北見農業試験場
佐藤 久泰	069-03	岩見沢市上幌向町	北海道立中央農業試験場 稲作部
佐藤 文俊	080	帯広市西3条南7丁目	十勝農業協同組合連合会

佐藤 実	086-02	野付郡別海町別海新栄町 4	南根室地区農業改良普及所
佐藤 康夫	004	札幌市豊平区羊ヶ丘 1 番地	農水省北海道農業試験場
佐藤 芳孝	057	浦河町堺町西 1 丁目3-17	日高東部地区農業改良普及所
佐野 信一	073	滝川市東滝川 7 3 5	北海道立滝川畜産試験場
沢井 晃	004	札幌市豊平区羊ヶ丘 1 番地	農水省北海道農業試験場
沢口 則昭	077	留萌市末広町 2 丁目 留萌農協会館	ホクレン留萌支所
沢田 壮兵	080	帯広市稲田町西 2 線11	帯広畜産大学草地学科
沢田 嘉昭	086-11	標津郡中標津町桜ヶ丘1-1	北海道立根釧農業試験場
澤田 均	420	静岡市大谷 8 3 6	静岡大学農学部農学科
沢村 浩	861-11	熊本県菊池郡西合志町須屋	農水省九州農業試験場
<し>			
穴戸 弘明	004	札幌市豊平区羊ヶ丘 1 番地	農水省北海道農業試験場
篠原 功	069	江別市文京台緑町582-1	酪農学園大学
柴田 勇	061-24	札幌市西区新田4条14丁目8-8	
柴田 弥生	004	札幌市豊平区羊ヶ丘 1 番地	農水省林業試験場 北海道支場
新発田修治	080	帯広市稲田町西 2 線11	帯広畜産大学草地学科
島 尚義	064	札幌市中央区南16条西1丁目	北海道開発局 職員研修室
島本 義也	060	札幌市北区北9条西9丁目	北海道大学農学部農学科
嶋田 英作	229	相模原市淵野辺1-17-71	麻布大学獣医学部
嶋田 徹	080	帯広市稲田町西 2 線11	帯広畜産大学草地学科
嶋田 鏡	299-52	千葉県勝浦市新宮物見塚841	国際武道大学体育学部
清水 秀三	069-13	夕張郡長沼町東 6 線北15号	北海道立中央農業試験場
清水 良彦	081	上川郡新得町字新得西 4 線40	北海道立新得畜産試験場
清水 隆三	062	札幌市豊平区美園 3 条 5 丁目	(株)オールインワン 北海道支店
下小路英男	099-14	常呂郡訓子府町弥生 5 2	北海道立北見農業試験場
白石 良太	080-24	帯広市西25条南2丁目19-2 マツガネニュータウン21号	
<す>			
菅原 健行	096	名寄市西 4 条南 2 丁目	名寄地区農業改良普及所
杉田 巖	060	札幌市中央区北5条西6丁目1	(財)北海道農業開発公社
杉田 紳一	408	山梨県北巨摩郡長坂町坂上条	山梨県立酪農試験場
杉信 賢一	329-27	栃木県西那須野町千本松	農水省草地試験場

杉本 亘之	086-11	標津郡中標津町桜ヶ丘1-1	北海道立根釧農業試験場
杉山 修一	060	札幌市北区北11条西9丁目	北海道大学農学部付属農場
鈴木 茂	305	茨城県谷田部町観音台2-1-2	農水省農業生物資源研究所
鈴木 孝	098-55	枝幸郡中頓別町字上駒	中頓別農業高校
鈴木 信治	329-27	栃木県西那須野町千本松	農水省草地試験場
鈴木 省三	080	帯広市稲田町西2線11	帯広畜産大学
鈴木 等	049-35	山越郡長万部町長万部 長万部町農協内	渡島北部地区農業改良普及所 長万部町駐在所
須田 孝雄	080	帯広市西3条南7丁目	十勝農業協同組合連合会
須田 政美	061-21	札幌市南区真駒内柏丘9丁目2	
須藤 純一	001	札幌市北区北10条西4丁目	北海道畜産会
住吉 正次	098-57	枝幸郡浜頓別町緑ヶ丘	北海道立天北農業試験場
<せ>			
関口 久雄	069-03	岩見沢市上幌向町	北海道立中央農業試験場 稲作部
関谷 長昭	098-57	枝幸郡浜頓別町緑ヶ丘	北海道立天北農業試験場
赤城 仰哉	060	札幌市中央区北2条西4丁目	三菱化成工業(株)札幌営業所
赤城 望也	062	札幌市白石区東札幌1条6丁目	日本飼料作物種子協会 北海道支所
脊戸 皓	094	紋別市幸町6丁目 紋別総合庁舎内	西紋東部地区農業改良普及所
千藤 茂行	082	河西郡芽室町新生	北海道立十勝農業試験場
<そ>			
宗 好秀	001	札幌市北区北2条東13丁目	上山試験工業株式会社
曾根 章夫	081	上川郡新得町字新得西4線40	北海道立新得畜産試験場
成 慶一	060	札幌市北区北9条西9丁目	北海道大学農学部畜産学科
<た>			
大同 久明	004	札幌市豊平区羊ヶ丘1番地	農水省北海道農業試験場
高尾 欽弥	069-13	夕張郡長沼町東6線北15号	北海道立中央農業試験場
高木 正季	093-02	常呂郡佐呂間町字永代 佐呂間町農協内	東紋東部地区農業改良普及所 佐呂間町駐在所
高島 俊幾	001	札幌市北区北10条西4丁目	北海道畜産会
高瀬 正美	098-16	紋別郡興部町泉町	西紋西部地区農業改良普及所
高野 信雄	329-27	栃木県西那須野町千本松	農水省草地試験場
高橋 邦雄	081-02	河東郡鹿追町新町4丁目 鹿追町農協内	十勝西部地区農業改良普及所 鹿追町駐在所
高橋 繁男	861-11	熊本県菊池郡西合志町須屋	農水省九州農業試験場

高橋 俊	004	札幌市豊平区羊ヶ丘1番地	農水省北海道農業試験場
高橋 純一	060	札幌市中央区北4条西16丁目	タキイ種苗(株)札幌店
高橋 哲也	069-14	夕張郡長沼町幌内1066	雪印種苗(株)中央研究農場
高橋 利和	080-24	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 直秀	001	(自)札幌市北区北24条西13丁目	酪農学園大学
高橋 雅信	086-11	標津郡中標津町桜ヶ丘1-1	北海道立根釧農業試験場
高橋 保之	060	札幌市中央区大通り西15丁目	(財)農業近代化コンサルタント
高畑 滋	004	札幌市豊平区羊ヶ丘1番地	農水省林業試験場 北海道支場
高畑 英彦	080	帯広市稲田町西2線11	帯広畜産大学農業工学科
高松 俊博	064	札幌市西区山の手5条2丁目3 丸和マンション8号	
高宮 泰宏	082	河西郡芽室町新生	北海道立十勝農業試験場
高村 一敏	098-52	枝幸郡歌登町東町 歌登町農協内	宗谷南部地区農業改良普及所 歌登町駐在所
高山 光男	069-14	夕張郡長沼町幌内1066	雪印種苗(株)中央研究農場
滝沢 寛禎	073	滝川市東滝川735	北海道立滝川畜産試験場
竹田 芳彦	081	上川郡新得町字新得西4線40	北海道立新得畜産試験場
武田 和義	710	倉敷市中央2丁目20-1	岡山大学農業生物研究所
但見 明俊	004	札幌市豊平区羊ヶ丘1番地	農水省北海道農業試験場
丹代 建男	001	札幌市北区北10条西4丁目	北海道畜産会
田川 雅一	069-13	夕張郡長沼町東6線北15号	北海道立中央農業試験場
伊達藤紀夫	643	和歌山県湯浅町字田703	和歌山遺伝統計学研究所
田中 繁男	061-02	石狩郡当別町材木沢	石狩北部地区農業改良普及所
田中勝三郎	080	帯広市稲田町南9線西13	日本甜菜製糖(株)総合研究所
田中 敬	083	中川郡池田町西2条4丁目	十勝東部地区農業改良普及所
田中 英彦	078-02	旭川市永山6条18丁目	北海道立上川農業試験場
田中 義則	080	帯広市稲田町西2線11	帯広畜産大学草地学科
田辺 安一	081	上川郡新得町字新得西4線40	北海道立新得畜産試験場
田村 幸三	098-52	枝幸郡歌登町東町 歌登町農協内	宗谷南部地区農業改良普及所 歌登町駐在所
谷口 俊	060	札幌市中央区北4条西1丁目	ホクレン種苗課
谷口 隆一	065	札幌市東区伏古12条3丁目4-8	
谷山 七郎	041-12	亀田郡大野町本町	渡島中部地区農業改良普及所
玉木 哲夫	082	河西郡芽室町新生	北海道立十勝農業試験場

丹野 久	078-02	旭川市永山6条1.8丁目	北海道立上川農業試験場
<ち>			
千田 貞夫	041	函館市昭和4丁目42-40	函館地区農業改良普及所
千田 勉	069-03	岩見沢市幌向南3条1丁目219	
千葉 一美	086-11	標津郡中標津町桜ヶ丘1-1	北海道立根釧農業試験場
図書室	069-13	夕張郡長沼町東6線北15号	北海道立中央農業試験場
<つ>			
津田 浩之	089-13	足寄郡陸別町東1条	陸別町役場 農林課
土屋 馨	060	札幌市中央区北3条西6丁目	北海道庁農務部農業改良課
土谷富士夫	080	帯広市稲田町西2線11	帯広畜産大学農業工学科
筒井佐喜雄	098-57	枝幸郡浜頓別町緑ヶ丘	北海道立天北農業試験場
堤 光昭	081	上川郡新得町字新得西4線40	北海道立新得畜産試験場
坪松 戒三	036	弘前市文京町3	弘前大学農学部
<て>			
出岡謙太郎	081	上川郡新得町新得西4線40	北海道立新得畜産試験場
出村 忠章	082	河西郡芽室町東2条2丁目	十勝中部地区農業改良普及所 芽室町駐在所
手島 正浩	003	芽室町役場内 札幌市白石区本郷通1丁目	
手島 道明	004	南3-18 札幌市豊平区羊ヶ丘1番地	農水省北海道農業試験場
寺田 康道	004	札幌市豊平区羊ヶ丘1番地	農水省北海道農業試験場
<と>			
富樫 昭	098-32	天塩郡幌延町宮園町9	幌延町役場 施設課
富樫 幸雄	062	札幌市豊平区美園3条5丁目	(株)オールインワン 北海道支店
戸沢 英男	082	河西郡芽室町新生	農水省北海道農業試験場 畑作部
蔭野 保	004	札幌市豊平区羊ヶ丘1番地	農水省北海道農業試験場
土橋 慶吉	069	江別市文京台緑町582-1	北海道文理科短期大学
富田 信夫	054	勇払郡鶴川町文京町1-6	東胆振地区農業改良普及所
<な>			
中家 靖夫	049-31	山越郡八雲町富士見町130	渡島北部地区農業改良普及所
中内 靖幸	099-56	紋別郡滝上町字サクルー原野	滝上町農業協同組合
中川 悦生	099-44	斜里郡清里町羽衣町39	斜網東部地区農業改良普及所

中川 忠昭	088-31	川上郡標茶町上多和120-1	標茶町営多和育成牧場
中川 洋一	600-91	京都市下京区梅小路	タキイ種苗(株)緑化飼料部
中沢 功	305	茨城県谷田部町観音台3-1-1	農水省農業研究センター
中嶋 博	060	札幌市北区北11条西9丁目	北海道大学農学部附属農場
中住 晴彦	099-14	常呂郡訓子府町弥生52	北海道立北見農業試験場
中世古公男	060	札幌市北区北9条西9丁目	北海道大学農学部農学科
中田 悦男	071-02	上川郡美瑛町中町 農協内	大雪地区農業改良普及所
中辻 浩喜	081	上川郡新得町字新得西4線40	北海道立新得畜産試験場
中野長三郎	089-15	河西郡更別村新栄町	十勝南部地区農業改良普及所 更別村駐在所
中野 富雄	061-01	札幌市豊平区美園2条1丁目	雪印種苗株式会社
中村 克巳	098-57	枝幸郡浜頓別町緑ヶ丘	北海道立天北農業試験場
中村 嘉秀	089-36	中川郡本別町西仙美里25	北海道立農業大学校
中本 憲治	062	札幌市豊平区月寒東4条10丁目	(株)北海道開発コンサルタント
中谷 司	099-14	常呂郡訓子府町訓子府235	訓子府町農業協同組合
中山 浩二	060	札幌市中央区北3条西4丁目	北海道開発局 農業調査課
中山 修一	606	京都市左京区北白川道分町	京都大学理学部 植物学教室
長尾 鐵雄	098-17	紋別郡雄武町雄武700	雄武町役場大規模草地室
長沢 滋	089-24	広尾郡広尾町紋別18線48	十勝南部地区農業改良普及所 広尾町駐在所
長野 宏	089-37	足寄郡足寄町北1条4丁目	十勝東北部地区農業改良 普及所
情報センター	382	長野県須坂市小河原492	長野県農業総合試験場 情報普及部
仲野 博之	078-02	旭川市永山6条18丁目	北海道立上川農業試験場
永井 秀雄	098-57	枝幸郡浜頓別町緑ヶ丘	北海道立天北農業試験場
名久井 忠	020-01	盛岡市下厨川赤平4	農水省東北農業試験場
名田 陽一	004	札幌市豊平区羊ヶ丘1番地	農水省北海道農業試験場
那須野 章	004	札幌市豊平区羊ヶ丘1番地	農水省北海道農業試験場
檜崎 昇	069	江別市文京台緑町582-1	酪農学園大学
<に>			
西 勲	001	札幌市北区北10条西4丁目	北海道畜産会
西塚 直久	099-64	紋別郡湧別町栄町 湧別町役場内	東紋東部地区農業改良普及所
西部 潤	080	帯広市西3条南7丁目	十勝農業協同組合連合会
西埜 進	069	江別市文京台緑町582-1	酪農学園大学

西宗 昭	098-57	枝幸郡浜頓別町緑ヶ丘	北海道立天北農業試験場
西村 格	305	茨城県谷田部町観音台3-1-1	農水省農業環境技術研究所
西山 雅明	079-24	空知郡南富良野町幾寅	富良野広域串内草地組合
<の>			
野 英二	069	江別市文京台緑町582-1	酪農学園大学付属農場
野村 貞	061-02	石狩郡当別町字材木沢5	石狩北部地区農業改良普及所
野村 琥	063	札幌市西区発寒8条7丁目562	
野々村能広	098-41	天塩郡豊富町東2条8丁目	
納田 眩裕	083	中川郡池田町西2条4丁目1	十勝東部地区農業改良普及所
能代 昌雄	086-11	標津郡中標津町桜ヶ丘1-1	北海道立根釧農業試験場
能勢 公	086-02	野付郡別海町別海新栄町4	南根室地区農業改良普及所
<は>			
橋立賢二郎	082	河西郡芽室町新生	北海道立十勝農業試験場
橋爪 健	069-14	夕張郡長沼町観内1066	雪印種苗(株)中央研究農場
橋本 明彦	060	札幌市中央区南1条西19丁目 山晃ハイツ611号	日本モンサント(株)
長谷川信美	080	帯広市稲田町西2線11	帯広畜産大学草地学科
長谷川春夫	004	札幌市豊平区羊ヶ丘1番地	農水省北海道農業試験場
長谷川久記	070	旭川市宮下通り14丁目右1号	ホクレン旭川支所
長谷川寿保	082	河西郡芽室町新生	北海道立十勝農業試験場
林 真市	099-52	紋別市上渚滑町中渚滑	林牧場
林 満	004	札幌市豊平区羊ヶ丘1番地	農水省北海道農業試験場
早川 嘉彦	305	茨城県谷田部町観音台3-1-1	農水省農業環境技術研究所
原田 勇	069	江別市文京台緑町582-1	酪農学園大学
原田 文明	004	札幌市豊平区羊ヶ丘1番地	農水省北海道農業試験場
原楨 紀	329-27	栃木県西那須野町千本松	農水省草地試験場
原島 徳一	329-27	栃木県西那須野町千本松	農水省草地試験場
播磨 敬三	089-43	足寄郡陸別町東1条 陸別町役場内	十勝東北部地区農業改良普及所 陸別町駐在所
坂東 健	086-11	標津郡中標津町桜ヶ丘1-1	北海道立根釧農業試験場
<ひ>			
東田 修司	082	河西郡芽室町新生	北海道立十勝農業試験場

樋口誠一郎	329-27	栃木県西那須野町千本松	農水省草地試験場
樋口文彦	055-01	沙流郡平取町本町105-6	日高西部地区農業改良普及所
平賀即稔	061-01	札幌市豊平区月寒東2-18-7-67	
平沢一志	069-14	夕張郡長沼町幌内1066	雪印種苗(株)中央研究農場
平島利昭	329-27	栃木県西那須野町千本松	農水省草地試験場
平林清美	088-03	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所
平山秀介	069-13	夕張郡長沼町東6線北15号	北海道立中央農業試験場
広瀬勇	098-57	枝幸郡浜頓別町浜頓別154	宗谷中部地区農業改良普及所 浜頓別町駐在所
飛渡正夫	060	札幌市北区北11条西9丁目	北海道大学農学部附属農場
<ふ>			
深瀬公悦	086-03	野付郡別海町中西別	雪印種苗(株)別海工場
深瀬康仁	061-01	札幌市豊平区月寒東3-19-12	
福永和男	080	帯広市稲田町西2線11	帯広畜産大学草地学科
藤井育雄	086-11	標津郡中標津町東5条北3丁目 中標津町合同庁舎内	北根室地区農業改良普及所
藤井義昭	061-01	札幌市豊平区清田9条3丁目8	
藤沢昇	098-01	上川郡和寒町西町農協内	士別地区農業改良普及所
藤田昭三	099-14	常呂郡訓子府町弥生52	北海道立北見農業試験場
藤田保	086-11	標津郡中標津町豊岡	
藤本義範	092	網走郡美幌町稲美150-6	斜網西部地区農業改良普及所
舟生孝一郎	049-23	茅部郡森町清澄町3	茅部地区農業改良普及所
船水正蔵	039-31	青森県野辺地町中道6-22	
古田茂二	080	帯広市南町南8線西26-77	児玉ヘルス商事(株) 帯広営業所
古谷政道	099-14	常呂郡訓子府町弥生52	北海道立北見農業試験場
<ほ>			
宝示戸貞雄	861-11	熊本県菊池郡西合志町須屋	農水省九州農業試験場
宝示戸雅之	098-57	枝幸郡浜頓別町緑ヶ丘	北海道立天北農業試験場
細川定治	063	札幌市西区八軒1条東1丁目3	
細田尚次	281	千葉市長沼原町631	雪印種苗(株)千葉研究農場
細野信夫	081	上川郡新得町字新得西4線40	北海道立新得畜産試験場
堀川康彰	060	札幌市中央区北5条西6丁目	(財)北海道農業開発公社
堀川洋	080	帯広市稲田町西2線11	帯広畜産大学草地学科

本江 昭夫	080	帯広市稲田町西2線11	帯広畜産大学草地学科
図書室	061-01	札幌市豊平区月寒2条14丁目	北海道農業専門学校
<ま>			
前田 善夫	069-13	夕張郡長沼町東6線北15号	北海道立中央農業試験場
前田 良之	156	東京都世田谷区桜丘1-1-1	東京農大 家畜飼養学研究室
前橋 春之	053	苫小牧市啓北町2丁目7-23	
眞木 芳助	010-04	秋田県南秋田郡大潟村字南2-2	秋田県立農業短期大学
蒔田 秀夫	073	滝川市東滝川735	北海道立滝川畜産試験場
牧野 清一	098-58	枝幸郡枝幸町第二栄町	宗谷南部地区農業改良普及所
増谷 哲雄	004	札幌市豊平区羊ヶ丘1番地	農水省北海道農業試験場
増山 勇	080	帯広市稲田町西2線11	帯広畜産大学草地学科
松井 強三	086-02	野付郡別海町別海緑町69	根室家畜保健衛生所
松井 幸夫	069	江別市文京台緑町582-1	酪農学園大学
松浦 正宏	739-01	広島県東広島市八本松町原	広島県立農業試験場
松代 平治	921	石川県石川郡野々市町末松	石川県立農業短期大学
松田 修	048-16	虻田郡真狩村字光39	南羊蹄地区農業改良普及所
松田 俊幸	068	岩見沢市並木町22	空知中央地区農業改良普及所
松中 照夫	086-11	標津郡中標津町桜ヶ丘1-1	北海道立根釧農業試験場
松永 光弘	089-36	中川郡本別町西仙美里25	北海道立農業大学校
松原 一實	086-11	標津郡中標津町桜ヶ丘1-1	北海道立根釧農業試験場
松原 守	069-14	夕張郡長沼町幌内1066	雪印種苗(株)中央研究農場
松本 達夫	060	札幌市中央区北2条西19丁目	(財)北海道開発協会
松本 哲夫	098-16	紋別郡興部町泉町	西紋西部地区農業改良普及所
松本 光男	078-41	苫前郡羽幌町字寿2	中留萌地区農業改良普及所
松山 龍男	518-04	三重県名張市夏見2828	高北農機(株)
丸山 純孝	080	帯広市稲田町西2線11	帯広畜産大学草地学科
万年 邦幸	099-56	紋別郡滝上町サクル一原野	滝上町農業協同組合
<み>			
三浦 周	078-02	旭川市永山6条18丁目	北海道立上川農業試験場
三浦 俊一	099-04	紋別郡遠軽町大通北1丁目	東紋西部地区農業改良普及所

三浦 秀穂	080	帯広市稲田町西2線11	帯広畜産大学草地学科
三浦 康男	004	札幌市豊平区羊ヶ丘1番地	農水省北海道農業試験場
三上 昇	004	札幌市豊平区羊ヶ丘1番地	農水省北海道農業試験場
三木 直倫	098-57	枝幸郡浜頓別町緑ヶ丘	北海道立天北農業試験場
三品 賢二	061-13	恵庭市西島松120-13	石狩南部地区農業改良普及所
三田村 勉	004	札幌市豊平区羊ヶ丘1番地	農水省北海道農業試験場
三谷 宣允	069-13	夕張郡長沼町東6線北15号	北海道立中央農業試験場
三宅 俊秀	043	檜山郡江差町字水堀町98	檜山南部地区農業改良普及所
南 松雄	082	河西郡芽室町新生	北海道立十勝農業試験場
峰崎 康裕	086-11	標津郡中標津町桜ヶ丘1-1	北海道立根釧農業試験場
美濃 羊輔	080	帯広市稲田町西2線11	帯広畜産大学畜産環境学科
宮口 裕孝	065	札幌市東区苗穂町3丁目	サツラク農協
宮崎 元	073	滝川市東滝川735	北海道立滝川畜産試験場
宮沢 香春	004	札幌市豊平区羊ヶ丘1番地	農水省北海道農業試験場
宮下 昭光	004	札幌市豊平区羊ヶ丘1番地	農水省北海道農業試験場
宮下 淑郎	004	札幌市豊平区羊ヶ丘1番地	農水省北海道農業試験場
宮田 久	079-25	勇払郡占冠村字トマム	

<む>

向田 孝志	060	札幌市中央区北3条西6丁目	北海道庁 農務部
棟方 淳也	001	札幌市北区北7条西2丁目	北海道チクレン農協連
村井 信仁	069-13	夕張郡長沼町東6線北15号	北海道立中央農業試験場
村上 豊	099-04	紋別郡遠軽町大通北1丁目	東紋東部地区農業改良普及所
村川栄太郎	049-31	山越郡八雲町富士見町130	渡島北部地区農業改良普及所
村山 三郎	069	江別市文京台緑町582-1	酪農学園大学

<も>

桃野作次郎	061-22	(自)札幌市南区藤野 2-1-3-23	北海学園北見大学
森 哲郎	064	札幌市中央区南6条西16丁目	
森 行雄	004	札幌市豊平区月寒東2条18丁目	
森糸繁太郎	049-56	虻田郡虻田町入江190-201	
森田 敬司	385	長野県佐久市大字新子田1889	農水省長野種畜牧場
森脇 芳男	089-56	十勝郡浦幌町新町 農業会館	十勝東部畜農業改良普及所

諸岡 敏生	060	札幌市北区北9条西9丁目	浦幌町駐在所 北海道大学農学部畜産学科
諸橋 藤一	099-14	常呂郡訓子府町訓子府235	訓子府町農業協同組合
門馬 栄秀	004	札幌市豊平区羊ヶ丘1番地	農水省北海道農業試験場
<や>			
柳沢 淳二	444-21	(自)岡崎市鴨田町南魂場48	愛知県立農業大学校
屋祢下 亮	080	帯広市稲田町西2線11	帯広畜産大学草地学科
箭原 信男	004	札幌市豊平区羊ヶ丘1番地	農水省北海道農業試験場
山神 正弘	069-13	夕張郡長沼町東6線北15号	北海道立中央農業試験場
山川 政明	081	上川郡新得町字新得西4線40	北海道立新得畜産試験場
山木 貞一	060	札幌市中央区北3条西6丁目	北海道庁農務部農業改良課
山口 宏	041	函館市桔梗町177-35	
山崎 昭夫	004	札幌市豊平区羊ヶ丘1番地	農水省北海道農業試験場
山崎 勇	094	紋別市幸町6丁目	西紋東部地区農業改良普及所
山下 太郎	281	千葉市長沼原町361	雪印種苗(株)千葉研究農場
山下 良弘	943-01	新潟県上越市稲田1-2-1	農水省北陸農業試験場
山田 英夫	065	札幌市東区苗穂町6丁目1-1	雪印種苗(株)酪農部
山本 毅	082	河西郡芽室町新生	北海道立十勝農業試験場
山本 紳朗	329-27	栃木県西那須野町千本松	農水省草地試験場
楊 中乙	989-67	宮城県玉造郡鳴子町川渡	東北大学農学部附属 草地研究施設
<ゆ>			
湯藤 健治	098-57	枝幸郡浜頓別町緑ヶ丘	北海道立天北農業試験場
湯本 節三	073	滝川市東滝川735	北海道立滝川畜産試験場
尹 世炯	060	札幌市北区北9条西9丁目	北海道大学農学部農学科
<よ>			
横井 正治	048-16	虻田郡真狩村光39	南羊蹄地区農業改良普及所
横山 潔	080-01	河東郡音更町大通り5丁目	十勝北部地区農業改良普及所
吉澤 晃	098-57	枝幸郡浜頓別町緑ヶ丘	北海道立天北農業試験場
吉田 恵治	060	札幌市中央区北2条東3丁目 第二ノースキャピタルビル	(有)ライウ環境計画
吉田 悟	073	滝川市東滝川735	北海道立滝川畜産試験場
吉田 則人	080	帯広市稲田町西2線11	帯広畜産大学草地学科

吉田 信威	060	札幌市中央区北3条西4丁目	北海道開発局 農業調査課
吉中 信治	004	札幌市豊平区羊ヶ丘1番地	農水省北海道農業試験場
吉原 典夫	048-16	虻田郡真狩村字光39	南羊蹄地区農業改良普及所
山田 宏一	060	札幌市北区北9条西9丁目	北海道大学農学部農学科
吉見今朝治	089-43	足寄郡陸別町東1条 陸別町役場内	十勝東北部地区農業改良普及所 陸別町駐在所
米内山昭和	090	北見市北光235	北海学園北見大学
米沢 和男	099-04	紋別郡遠軽町大通り北1丁目	東紋西部地区農業改良普及所
<わ>			
若島 大三	064	札幌市中央区北1条西19丁目	(株)地域計画センター
脇本 隆	063	札幌市西区八軒10条東2丁目	(現在) 中華人民共和国
和田 順行	079	旭川市永山9条10丁目109-80	
渡辺 亀彦	101	東京都千代田区神田 神保町1-6-1	タキイ種苗(株)東京店
渡辺 治郎	099-61	紋別市小向	農水省北海道農業試験場 重粘地研究所
渡辺 英雄	078-22	雨竜郡沼田町北1条6丁目	雨竜西部地区農業改良普及所
渡辺 正雄	098-57	枝幸郡浜頓別町北3-2	畜産センター
渡部 信義	501-11	岐阜市柳戸1番1	岐阜大学農学部
渡会 信昭	089-24	広尾郡広尾町豊似	十勝南部地区農業改良普及所 広尾駐在所

賛助会員

アイ・シー・アイ・ジャパン(株) 農薬部	100	東京都千代田区丸ノ内 1-1-1 パレスビル
井関農機(株)北海道支店	068	岩見沢市5条東12丁目5
小野田化学工業(株)	060	札幌市中央区北4条西2丁目 宮田ビル
北原電牧(株)	065	札幌市東区北19条東4丁目
久保田鉄工(株) 札幌支店	060	札幌市中央区北3条西3丁目 富士ビル
コープ・ケミカル(株) 札幌営業所	060	札幌市中央区北3条西4丁目 日生ビル
(株)コハタ	078-02	旭川市永山2条3丁目
三共ゾーキ(株)企画部	103	東京都中央区日本橋本町4-15 加島ビル
札幌ゴルフクラブ	061-12	札幌市東区北17条東1丁目 札幌市東区北17条東1丁目
全国農業協同組合連合会 札幌支所	060	札幌市中央区南1条西10丁目 全農ビル
セントラル合同(株)	060	札幌市中央区北2条西4丁目 北海道ビル
太陽園農材(株) 札幌営業所	004	札幌市白石区厚別旭町432-267
タキイ種苗(株) 札幌店	060	札幌市中央区北4条西16丁目
(株)丹波屋	060	札幌市中央区北6条東2丁目 札幌総合卸センター
十勝農業協同組合連合会	080	帯広市西3条南7丁目 農協連ビル
トモエ化学工業(株)	060	札幌市中央区北2条西3丁目 越山ビル
(有)内藤ビニール工業所	047	小樽市緑町1丁目29-8
日本農薬(株) 北海道出張所	060	札幌市中央区北3条西4丁目 第一生命ビル
日本フェロー(株)	060	札幌市中央区北4条西4丁目 ニュー札幌ビル
日之出化学工業(株) 札幌営業所	060	札幌市中央区南1条西2丁目 長銀ビル
(株)日の丸産業社	004	札幌市白石区大谷地227-106
(財)北海道開発協会 農業調査部	060	札幌市中央区北2条西19丁目 札幌開発総合庁舎
北海道草地協会	060	札幌市中央区北5条西6丁目 農地開発センター内
北海道チクレン農協連合会	001	札幌市北区北7条西2丁目 北ビル
(財)北海道農業開発公社	060	札幌市中央区北5条西6丁目 農地開発センター内
北電興業(株)	060	札幌市中央区北1条東3丁目

ホクレン農協連合会 種苗課	060	札幌市中央区北4条西1丁目
北興化学工業(株) 札幌支店	060	札幌市中央区大通り西5丁目 大五ビル
保土谷化学工業(株) 札幌出張所	060	札幌市中央区北1条西5丁目 北1条ビル
三井東庄肥料(株) 札幌支店	060	札幌市中央区北2条西4丁目 三井ビル
三菱化成工業(株) 札幌営業所	060	札幌市中央区北2条西4丁目 北海道ビル
(株) ヤナセ 札幌支店	004	札幌市豊平区月寒東1条16-1-1
雪印種苗(株)	062	札幌市豊平区美園2条1丁目
雪印乳業(株) 北海道支社	065	札幌市東区苗穂町6丁目36
よつ葉乳業(株)	080-01	河東郡音更町下音更東2線1

北海道草地研究会報

第 21 号

昭和62年3月30日発行(会員頒布)

発行者 北海道草地研究会
会長 吉田 則人

研究会事務局

☎ 080 帯広市稲田町

帯広畜産大学草地学科

電話(0155)48-5111(内線289又は286)

郵便振替口座番号 小樽1-9880

北海道拓殖銀行 新さっぽろ支店

口座番号 0186-091024

印刷所 ソーゴ印刷株式会社

帯広市西16北1 電話34-1281

080 帯広市稲田町 帯広畜産大学 草地学内
c/o Obihiro Univ. of Agric. and Vet. Med.,
Obihiro, Hokkaido 080 Japan