

北 草 研 報

J. Hokkaido Grassl. Sci.

ISSN 0910-8343  
CODEN : HSKKEEX

# 北 海 道 草 地 研 究 会 報

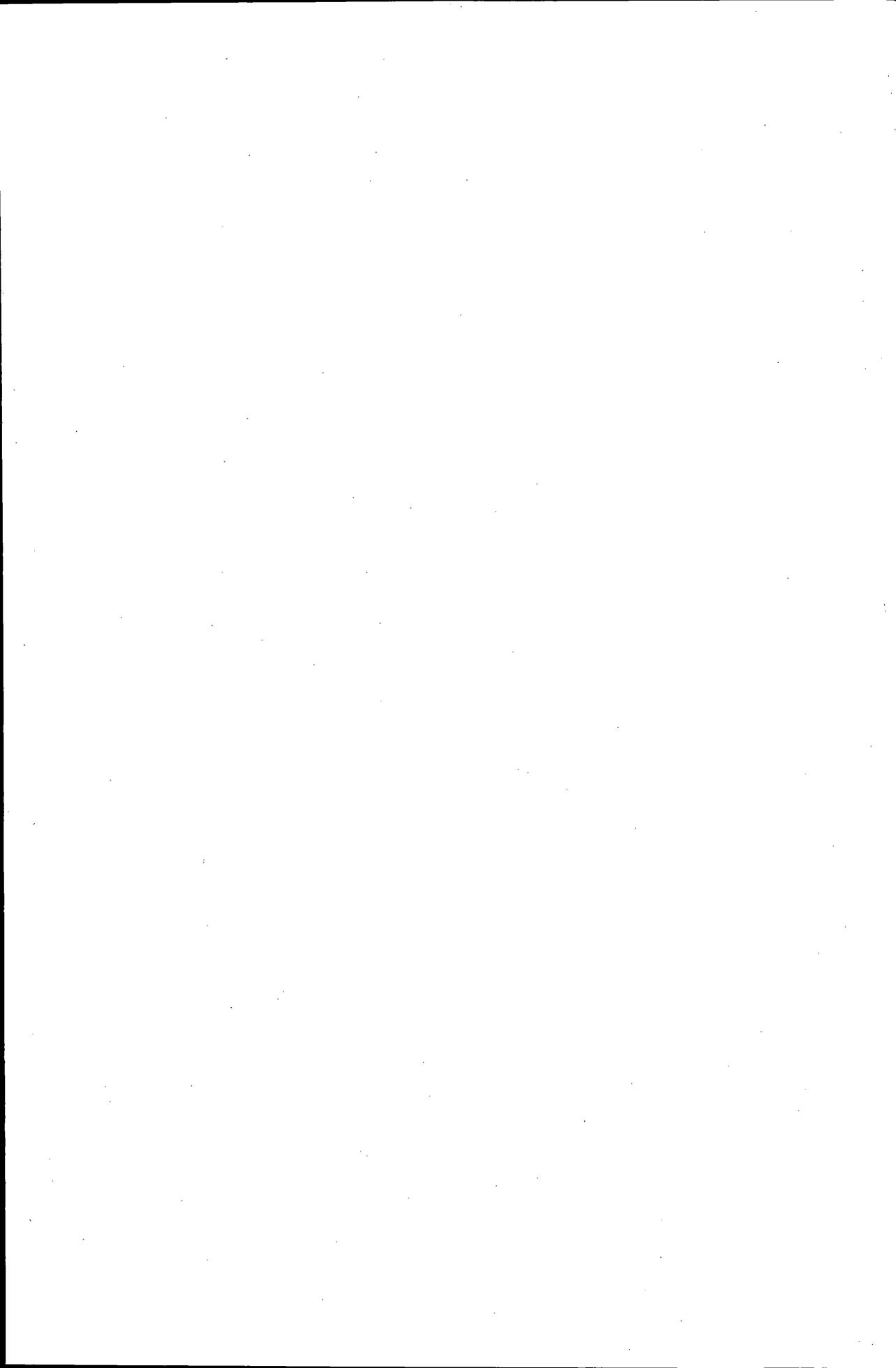
Hokkaido Sochi Kenkyukaiho  
(Journal of Hokkaido Society of Grassland Science)

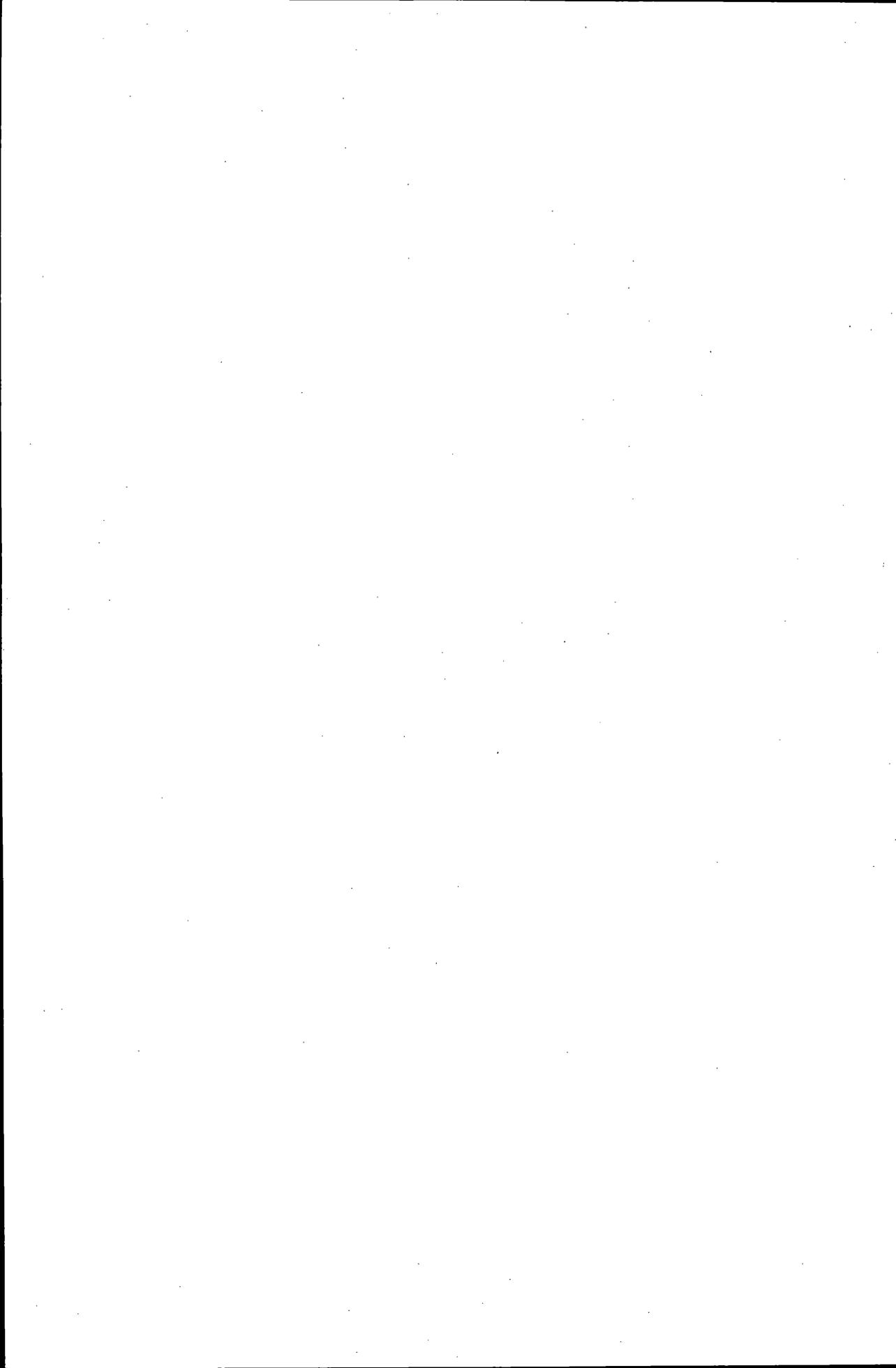
No. 27

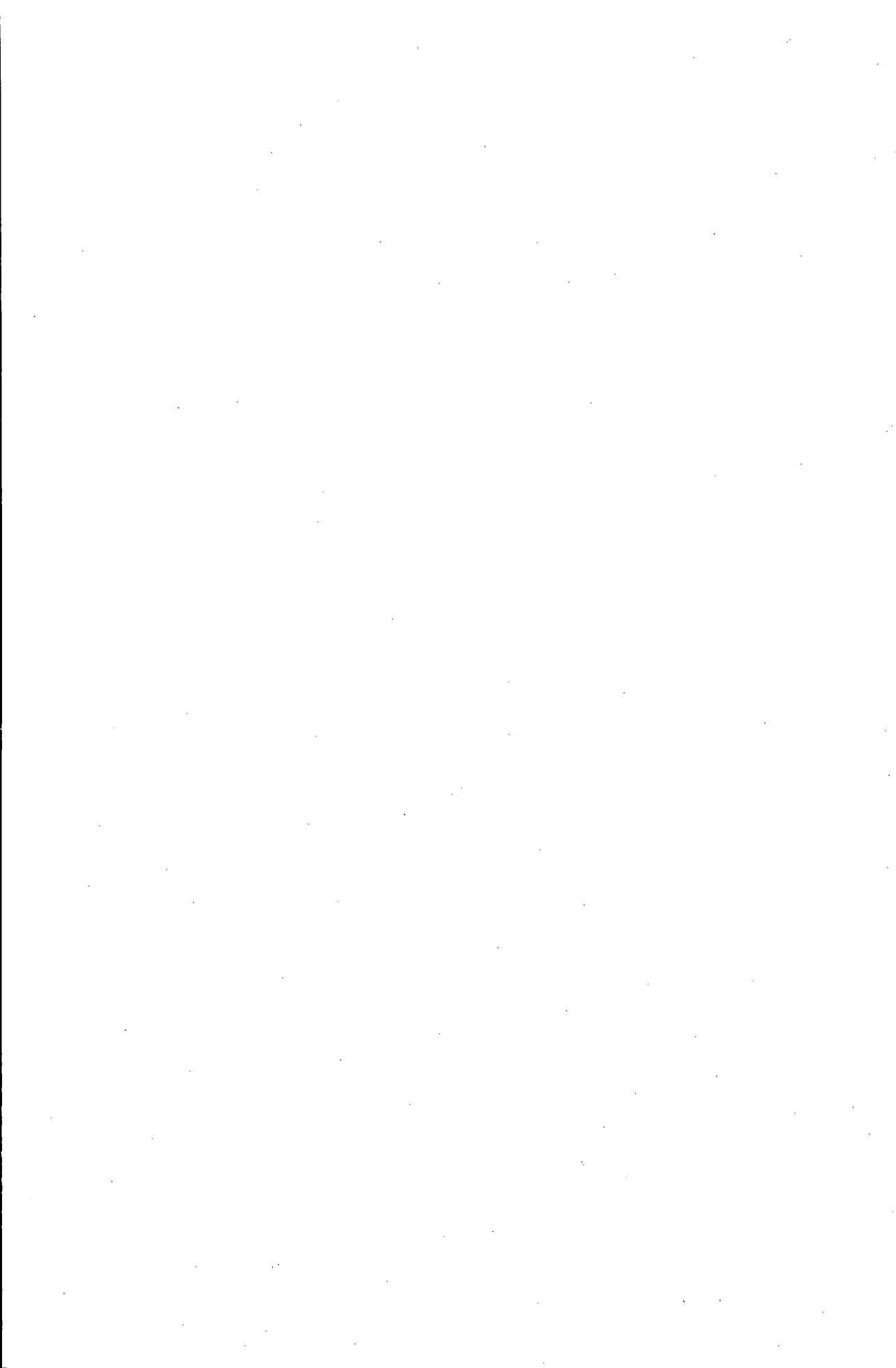
1993

北 海 道 草 地 研 究 会

Hokkaido Society of Grassland Science







網走市西網走地区酪農の変化(1978-1992) - 農場、耕地、乳牛、乳量について	井澤 敏郎 .....	78~81
クリエーション・カプセル	篠原 功 .....	82~83
メドウフェスク品種のチモシー「クンプウ」との混播適性	出口健三郎・澤田 嘉昭 .....	84~86
飼料用大麦と牧草の同伴栽培 2.チモシー、アカクローバ混播草地での検討	佐藤 公一・蒔田 秀夫・吉澤 晃 .....	87~90
K BとP Rの混播の可否の検討 - 軽種馬用放牧草地に関する研究-	早川 嘉彦 .....	91~93
混播草地におけるチモシーおよびマメ科草種の動態		
4.単播条件下におけるアカクローバ品種の生育特性	中島 和彦・竹田 芳彦・堤 光昭 .....	94~96
混播草地におけるチモシーおよびマメ科草種の動態		
5. 混播条件下における草種割合とアカクローバ品種の生育特性	中島 和彦・竹田 芳彦・堤 光昭 .....	97~98
チモシーおよびオーチャードグラス放牧草地における		
利用草丈が初年目の草種構成に及ぼす影響	三枝 俊哉・堤 光昭・能代 昌雄・藤田眞美子・遠谷 良樹 .....	99~101
放牧利用草地におけるケンタッキーブルーグラス優占化の1 考察		
-ケンタッキーブルーグラスの乾物分配様式に及ぼす刈取頻度の影響-	高橋 俊・加納 春平・手島 茂樹・名田 陽一 .....	102~104
ホルスタイン去勢牛の育成における放牧草地の利用	成田 大展・岡本 明治・左 久・池滝 孝・湯藤 健次 .....	105~108
除草剤散布と播種を同時に行った場合の播種放草の生育	手島 茂樹・加納 春平・高橋 俊・鈴木 悟 .....	109~112
牛尿侵入土壌に生育する牧草のNaCl 耐性の変化	前田 良之・武長 宏 .....	113~116
草地雑草としてのコウリントンポポの生育実態	加納 春平・手島 茂樹・高橋 俊 .....	117~120
サイレージ用とうもろこしの強害雑草「イチビ」の防除	横山 幸則・高木 正季 .....	121~123
地下凍結地帯におけるアルファルファの作型に関する考察		
第7報 アルファルファ堆肥表層施用時における石灰施用量の検討	井芹 靖彦・草刈 泰弘 .....	124~127
地下凍結地帯におけるアルファルファの作型に関する考察		
第8報 アルファルファの生育期別収穫時における生産特性	井芹 靖彦・草刈 泰弘 .....	128~132

# 目 次

## 北海道草地研究会受賞論文

道東地域におけるマメ科牧草の永年維持に関する研究	竹田 芳彦	1 ~ 8
アルファルファ栽培技術改善とその普及・指導	井芹 靖彦	9 ~ 16

## シンポジウム「放牧と乳生産」

根釧地域における放牧の利用実態	前川 奨	17 ~ 26
放牧地における合理的草種・品種の組み合わせ	石田 亨	27 ~ 32
放牧を効率的に利用した乳生産	花田 正明	33 ~ 40

## 一 般 論 文

ロシアカフカス地方への牧草遺伝資源の探索	山口 秀和・門間 栄秀	41 ~ 43
チモシーの品種系統間交雑における変異		
1. 交雑第1代における変異と形質間の相互関係		
下小路英男・古谷 政道・吉沢 晃・藤井 弘毅		44 ~ 47
模擬放牧条件下におけるチモシーの個体間変異		
藤井 弘毅・古谷 政道・下小路英男・吉沢 晃		48 ~ 51
圃場検定法によるオーチャードグラスの耐冬性育種母材の評価		
嶋田 徹・金子 幸司・小池 正徳		52 ~ 53
牧草花粉の無機構成要素と生草の無機物含量との関係		
中島 博・杉山 修一		54 ~ 55
<i>Agrobacterium tumefaciens</i> によるアルファルファの形質転換		
-NPT II と GUS 遺伝子の発現-	大井 弘幸・堀川 洋	56 ~ 60
<i>Agrobacterium rhizogenes</i> による Ri プラスミドのアルファルファへの導入		
伊井田 実・堀川 洋		61 ~ 62
<i>Verticillium albo-atrum</i> 菌体細胞壁成分に対して		
高いペルオキシダーゼ活性を示すアルファルファ細胞系統の誘導と選抜		
勝又 享祥・小池 正徳・嶋田 徹		63 ~ 66
<i>Verticillium albo-atrum</i> がアルファルファ培養細胞の PAL 活性に及ぼす影響		
南部 耕平・小池 正徳・嶋田 徹		67 ~ 69
ペレニアルライグラス品種におけるエンドファイト感染の実態		
佐藤 尚親・田川 雅一・北守 勉		70 ~ 73
桂皮アルデヒドが <i>Rhizoctonia solani</i> (AG 2-2 III B) の生育とシバ・ブラウ		
ンパッチの発病に及ぼす影響	萩原 伸哉・小池 正徳・丸山 純孝	74 ~ 77

小麦稈のアンモニア処理における各種アンモニア処理材の処理反応

山崎 昭夫・村井 勝・萬田 富治・鶴川 洋樹 …………… 133~137

セルラーゼ、乳酸菌およびクエン酸添加が放牧サイレージの発酵品質と消化率

に及ぼす影響 板垣 亨哉・岡本 明治・三浦 俊治・山下 征夫 …………… 138~141

牧草サイレージ・乾草の結合蛋白質に及ぼす要因の解析と実態調査

野中 和久・篠田 満・名久井 忠・須田 孝雄・青谷 宏昭 …………… 142~145

十勝地域におけるビタミン剤・バッファー等の利用実態

野中 和久・篠田 満・名久井 忠・須田 孝雄・青谷 宏昭 …………… 146~148

飼料の成分含量とめん羊の消化率

西埜 進・森田 茂・小林 謙二 …………… 149~152

ナトリウム (Na) とカリウム (K) の土壌水質化学

篠原 功 …………… 153~155

美々川の水中イオウ (S) 濃度

米田 豊・市野 義成・嘉藤 慎譲・斉藤 圭子・篠原 功 …………… 156~161

アルファルファのホウ素 (B) 栄養管理の検討

原田 勇・宮下 浩司 …………… 162~166

アルファルファとオーチャードグラスのカルシウム吸収特性

原田 勇・落合 英司 …………… 167~173

北海道のトップハードにおける飼料給与と粗飼料品質

安宅 一夫・大久保 実 …………… 174~176

根室 (計根別) 管内における糞尿処理・利用実態 (UNKOプロ第1報)

能代 昌雄・松本 武彦・小出 佳正・吉川 直 …………… 177~179

堆肥場周辺土壌の化学性 (UNKOプロ第2報)

松本 武彦・能代 昌雄 …………… 180~182

# CONTENTS

The annual meeting of Hokkaido Grassland Science Society, Prize Winners Lecture	
Takeda Y.: Study on management and breeding of forage legumes in eastern Hokkaido	1 ~ 8
Iseri Y.: Improvement of techniques for alfalfa cultivation and its extension	9 ~16
Symposium "Grazing and Milk production"	
Maekawa S.: Actual Condition of grazing of dairy cattle in konsen district	17~26
Ishida T.: Reasonable combination in grass species and cultivars on grazing pasture	27~32
Hanada H.: Milk production of grazing cows	33~40
Originals	
Yamaguchi H., Monma E.: Exploration of forage crops in Caucasia of Russia	41~43
Shimokouji H., Furuya M., Yoshizawa A., Fujii H.: Variation in progeny of top cross in <i>Pheleum pratense</i> L. 1. Variation in characters and relation between head emergence and other characters in first filial generation	44~47
Fujii H., Furuya M., Shimokouji H., Yoshizawa A.: Individual variation in timothy under frequent cutting system and white clover mixed culture	48~51
Shimada T., Kaneko K., Koike M.: Field evaluation of breeding materials for winter hardiness in orchardgrass	52~53
Nakajima H., Shgiyama S.: Studies on relationship of mineral content between pollen and forages	54~55
Ohi H., Horikawa Y.: Transformation of alfalfa using <i>Agrobacterium tumefaciens</i> - Expression of NTP II and GUS genes -	56~60
Iida M., Horikawa Y.: Transformation of Ri-plasmid into alfalfa ( <i>Medicago sativa</i> L.) by <i>Agrobacterium rhizogenes</i>	61~62
Katsumata Y., Koike M., Shimada T.: Induction and selection of high peroxidase cell lines of alfalfa in response to <i>Verticillium albo-atrum</i> cell wall components	63~66

- Nanbu K., Koike M., Shimada T.: Responses of phenylalanine ammonia-lyase in suspension-cultured cells to *Verticillium albo-atrum* 67~69
- Sato N., Tagawa M., Kitamori T.: Detection of endophytic fungi in perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) seeds with several varieties 70~73
- Hagiwara S., Koike M., Maruyama J.: Effect of cinnamic aldehyde on the growth of *Rhizoctonia solani* (AG2-2 III B) and development of brown patch disease on bentgrass 74~77
- Izawa T.: Survey on the change of dairy farming in the Nishiabashiri region of Abashiri city (1978-1992) 78~81
- Shinohara I.: Creation capsule 82~83
- Deguchi K., Sawada Y.: Effect of meadow fescue varieties on botanical composition in timothy-meadow fescue mixture 84~86
- Sato K., Makita H., Yoshizawa A.: Companion cultivation of barley and forage crops 2. Investigation on mixed pasture of timothy and red clover 87~90
- Hayakawa Y.: The possibility of KB and PR mixed pasture for clover 91~93
- Nakajima K., Takeda Y., Tsutsumi M.: Dynamics of timothy (*Pheleum pratense* L.) and legume in mixed pasture 4. Characteristics of red clover (*Trifolium pratense* L.) varieties in pure stands 94~96
- Nakajima K., Takeda Y., Tsutsumi M.: Dynamics of timothy (*Pheleum pratense* L.) and legume in mixed pasture 5. Relation between botanical composition of mixed stands and characteristics of red clover (*Trifolium pratense* L.) varieties 97~98
- Saigusa T., Tsutsumi M., Noshoro M., Fujita M., Tooya Y.: The effect of sward height on botanical composition of timothy (*Pheleum pratense* L.) and orchardgrass (*Dactylis glomerata* L.) dominant pastures 99~101
- Takahashi S., Kano S., Tejima T., Nada Y.: Effects of cutting frequency of assimilated dry matter of Kentucky bluegrass (*Poa pratensis* L.) 102~104
- Narita H., Okamoto M., Hidari H., Iketaki T., Yuto K.: Utilization of pastures on rearing of Horstein steers 105~108
- Tejima S., Kano S., Takahashi S., Suzuki S.: Effects of glyphosate application at seeding time on growth of sown grasses 109~112
- Maeda Y., Takenaka H.: NaCl tolerance of herbage grown on soil perfused with urines 113~116
- Kano S., Tejima S., Takahashi S.: Vegetational characteristics of *Hieracium aurantiacum* as an alien pasture weed 117~120

Yokoyama Y., Takagi M. : Chemical control of velvetleaf in corn fields	121~123
Iseri Y., Kusakari Y. : Studies on cropping type of alfalfa in soil frozing area 7.	124~127
Iseri Y., Kusakari Y. : Studies on cropping type of alfalfa in soil frozing area 8.	128~132
Yamazaki A., Murai M., Manda T., Uekawa H. : Effects of various methods for ammonia treatment on chemical composition and digestibility of wheat straw	133~137
Itagaku m., Okamoto M., Miura T., Yamashita M. : Effect of addition of cellulase and lactic acid bacteria and /or citric acid on frementation quality and on digestion of grass silage by sheep	138~141
Nonaka K., Shinoda M., Nakui T., Suda T., Aotani H. : analysis and research on the actual condition of factors on bound - proteins of silage and hay	142~145
Nonaka K., Shinoda M., Nakui T., Suda T., Aotani H. : Research on utilization of vitamin and buffers in Tokachi region	146~148
Nishino S., Morita S., Kobayashi K. : Shinohara i. : relationship between chemical composition and digestibility of diets by sheep	149~152
Shinohara I. : Soil - water geochemical quality of sodium and potassium	153~155
Yoneda Y., Ichino Y., Kato M., Saito K., Shinohara I. : The sulfur concentration in the water of the Bibi river	156~161
Harada I., Miyashita K. : Control of Boron nutrient for alfalfa	162~166
Harada I., Ochiai E. : The absorption characteristic of calcium by alfalfa and orchardgrass	167~173
Ataku K., Okubo M. : Feeding and forage quality in Hokkaido top herds	174~176
Noshiro M., Matsumoto T., Koide Y., Yoshikawa T. : The actual condition tretment and utilization of dairy waste in nemuro (Kenebetsu) region	177~179
Matumoto T., Noshiro M. : Chemical properties of the soils around barnyard mamure site	180~182

北海道草地研究会受賞論文

## 道東地域におけるマメ科牧草の 永年維持に関する研究

竹 田 芳 彦 (北海道立根釧農業試験場)

Study on Management and Breeding of Forage Legumes in Eastern Hokkaido

Yoshihiko TAKEDA (Hokkaido Prefectural Konsen Agricultural Experiment Station.)

### はじめに

近年、乳牛の資質改良が進み個体乳量は大幅に増加している。しかし、自給飼料の品質が不十分なため泌乳能力に対応できず、エネルギー不足や濃厚飼料多給になる例も多い。土地利用型の本道酪農が国際競争力をつけるためには良質自給飼料の確保が最も重要である。

本研究では、良質自給飼料の基本となるマメ科牧草の永年維持をはかるため、短年生のアカクローバについては追播を主体とした簡易更新技術を検討した。また、アルファルファについては定着・維持の難しい寒冷寡照地帯における品種の適応性を解析し、今後の育種方向を示そうとした。

今回、北海道草地研究会賞の受賞にあたり、根釧農試、新得畜試において本研究を共に進めてきた方々、試験実施にあたりご指導いただいた北海道農試、道立農畜試の関係者の皆様、大学の諸先生方、種子の入手についてご配慮いただいた関係団体の方々に感謝申し上げます。アルファルファに関する試験の一部は北海道農試飼料資源部マメ科牧草育種研究室と共同で実施しているものであり、同部の部長佐藤信之助氏、同研究室長山口秀和氏に感謝申し上げます。また、受賞の推薦と決定をいただいた諸先輩、草地研究会会員の皆様にお礼申し上げます。

### 1. アカクローバに関する研究

— 簡易更新によるアカクローバ・チモシー草地の作出 —

本試験は新得畜産試験場において実施したものである。

草地の更新方法は完全更新（耕起更新）と簡易更新に分類されている。簡易更新には種々の方法があり、必ずしも明確な定義はない。

ここではプラウによる反転耕起を伴わない草地の更新を簡易更新とした。

表 1. 草地の更新方法と作業の分類

作業名	方法	簡 易 更 新		
	目的	全植生の置換	全植生の置換	植生の部分的改善 (追播)
前植生処理	耕起反転 枯殺型薬剤	枯殺型薬剤	表層の撒拌 抑制型薬剤	
土壌処理 (播種床造成)	耕起反転 土改剤施用 (全層混和)	表層の撒拌 土改剤施用 (表層混和)	表層の撒拌 土改剤施用 (表層混和)	
施 肥	表層施肥	表層施肥	表層施肥	
播 種	散播, 条播	散播, 条播	散播, 条播	

表 1 に示したように、草地の更新作業は完全更新でも簡易更新でも便宜上①前植生処理、②土壌処理（播種床造成）、③施肥、播種に分けることができるが、更新方法によってその作業内容は異なる。

(1) チモシー優占草地へのアカクローバ追播技術 (関連する報告: 2, 3, 4, 5, 7, 8, 13, 14, 15, 16, 18)

追播は密度が低下した牧草や新たに導入したい牧草の種子を草地に播種し、既存牧草の生育を制御しながらその定着を図ろうとするもので、簡易更新の一種である。試験の実施にあたっては2つの前提条件を設けた。第1は対象草地である。チモシーが優占しているが、地下茎型イネ科草の侵入が少ない草地を対象とした。これは、追播のための前植生処理および土壌処理によって地下茎型イネ科草の優占化が懸念されるためである。第2は追播時期を対象草地の1番草刈り取り後としたことである。これは播種した牧草の越冬性確保、当年の草量確保、既存草のスプリングラッシュの回避などから判断したものである。追播までの期間は、準備段階とも言える。追播では、播種した牧草と既存の牧草との競争を緩和することが重要である。このためには既存の牧草の生育を一時的に抑制する必要がある。これが追播の場合の前植生処理である。

前植生処理法としては草地表面を攪拌する物理的方法と抑制型薬剤として接触型除草剤などを低濃度で散布する化学的方法がある。試験の結果、チモシーを対象とした場合、化学的方法は効果が不安定だったので草地表面を攪拌する物理的方法を採用することとした。この場合、草地表面の攪拌は播種床造成のための土壌処理ともなり、草地の一部を攪拌する部分処理と全面を攪拌する全面処理の方法がある。

本試験では草地表面の部分処理用として耕耘幅数cmの作溝型および耕耘幅約10cmの帯状耕耘型の簡易更新専用機、全面処理用としてロータリーハローまたはデスクハローを供試した。

これらの作業機を使用した場合、チモシーに対する生育抑制効果は、(全面処理)帯状耕耘型部分処理)作溝型部分処理の順に強かった。特

に、全面処理では強度の攪拌によって再生を期待するチモシーが衰退し、アカクローバが優占する場合があります。碎土率をできるだけ小さく、均一に作業することが重要であった。

これらの攪拌法を更新時の土壌処理としてみた場合、いずれも追播したアカクローバの出芽率は高く、アカクローバにとって良好な播種床が簡易に造成できた。

次に重要なことはアカクローバの発芽後その定着をいかに促進するかである。試験では播種年の掃除刈りと播種翌春のN施肥について検討した。

掃除刈りの効果は草地の攪拌方法、すなわちチモシーの抑制程度で異なり、全面処理(デスクハロー:D区、ロータリーハロー:R区)に比べて作溝型部分処理(駆動ホイール型施肥播種機:PTS区)の掃除刈りの効果が極めて大きかった(図1)。帯状耕耘型部分処理でも掃除刈

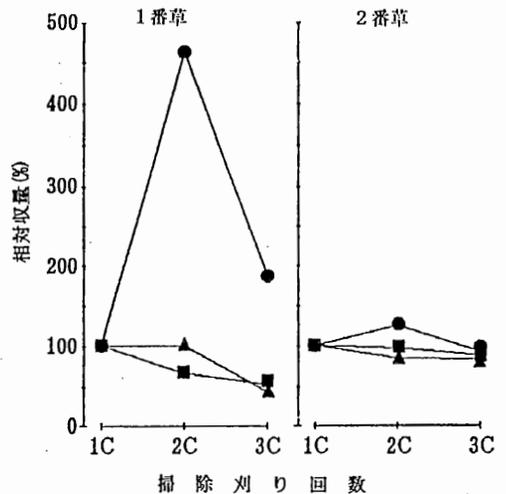


図1. 草地表面の攪拌法および追播年の秋の掃除刈り回数が追播2年目のアカクローバ収量に及ぼす影響  
 攪拌処理 ■:デスクハロー全面処理、▲:ロータリーハロー全面処理、●:駆動ホイール型施肥播種機、作溝型部分処理  
 掃除刈り回数 1C:1回、2C:2回、3C:3回

りの効果を認めたが、実用上は無視できる程度であり、播種年の掃除刈りは全面処理同様1回で十分であった。

掃除刈り同様、播種翌春のN施肥の影響は攪拌方法で若干異なったが、いずれの場合もN施肥によってアカクローバの定着は抑制された(図2)。

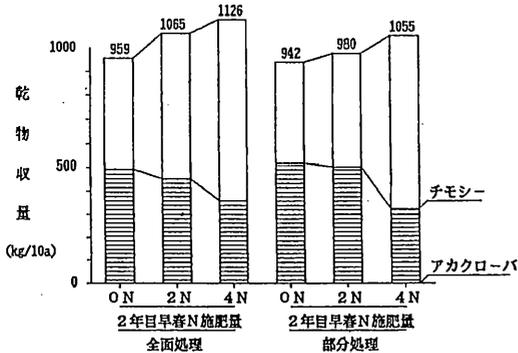


図2. 攪拌処理および2年目早春のN施肥がアカクローバ追播草地の2年目収量に及ぼす影響  
全面処理はロータリハローを用いた草地表層の弱い攪拌処理、部分処理は簡易更新専用機を用いた幅約10cmの带状耕耘  
図中の数字は合計収量を示す。

アカクローバ追播時の表層攪拌法と定着関連要因の関係は表2のように要約される。すなわち、適度の攪拌、掃除刈り、2年目早春のN施肥

表2. アカクローバ追播時の表層攪拌法(前植生処理、播種床造成)と定着関連要因の関係

草地表層の攪拌方法(処理範囲)	更新時		定着時		RC混生率の増加速度
	RCの発芽	TYの抑制	掃除刈りの効果	N減肥の効果	
全面的	良好	強	小	小	早(缺點)
部分的 带状 作溝	良好	中	中	中	特早
	良好	弱	大	大	遅

RC: アカクローバ, TY: チモシー

肥に留意することによって、追播2年目から乾物で約1t/10a、アカクローバ率40~50%が実現できた(図2)。

以上のことから、追播技術は単に播種を意味する「おいまき」としてだけ捉えるのではなく、

準備段階と播種から定着にいたる一連の作業体系として考える必要がある。

(2) 地下茎型イネ科草優占草地の簡易更新(関連する報告: 1, 6)

地下茎型イネ科草が優占した草地の植生を短期間に改善しようとして更新する場合、その効果は前植生処理の方法によって左右されることが多い。とくに簡易更新ではプラウによって既存草を反転埋没させないため、茎葉吸収移行型除草剤の散布が前植生処理として有効であった。土壌の理化学性が比較的良好であることを前提とすれば適切な前植生処理によってシバムギ優占草地の簡易更新も可能であった。

## 2. アルファルファに関する研究

— 寒冷寡照地帯における品種の適応性と育種母材の選抜 —

本試験は北海道農業試験場飼料資源部マメ科牧草育種研究室の協力の基、根釧農業試験場で実施中のものである。

アルファルファは栄養価、嗜好性、永続性に優れたマメ科牧草であるが、寒冷寡照・土壤凍結地帯における定着・維持は難しい。

土壤凍結地帯におけるアルファルファの定着阻害要因として冬枯れが知られている。すなわち小松等(1988)は十勝管内の詳細な実態調査からアルファルファの冬枯れ要因として寒害(凍上害、凍害、アイスシート害)および雪害(雪腐病)があることを明らかにし、主要な冬枯れ発生要因に基づく十勝管内の地帯区分を行なった。

一般にアルファルファの冬枯れは草型、秋季休眠性、耐寒性等によって分類される生育型(表3)と密接な関係がある。現在、北海道の優良品種はその収量性、永続性からⅢ型が選択され

表3. 生育型に基づくアルファルファ品種の群別

群別	群別のための主要形質				品種例
	初期生育	草型	秋季休眠性	耐寒性	
I型	良	直立	弱	弱	African, Moapa
II型	↓	↓	↑	↑	Florida, Caliverdie
III型	↓	↓	↑	↑	デュビ-、ヨーロッパ
IV型	↓	↓	↑	↑	ナガノセット、チロキー
V型	不良	開張	強	強	カリム、ラダック、ランブラー

(愛知県農試, 1971より作成)

ている。しかし、堀川等(1987)は十勝におけるアルファルファの凍害地帯ではIII型より耐寒性の強いIV型品種の方が多収であったとし、北海道においてもIV型品種が有利な地帯があることを示した。

(1) 寒冷寡照地帯における品種の反応(関連する報告: 9, 10, 17)

根釧地域は土壤凍結地帯であると同時に、夏期間は寒冷寡照に経過し、他ではみられない特異な気象条件下に位置している。アルファルファの定着阻害要因を探るため、試験ではまず品種の適応反応について解析した。

アメリカ、カナダ、フランスを主体に海外から導入された110品種に標準品種として北農試育成の「キタワカバ」を加え、2回の品種比較試験(試験1、試験2)を行なった。生育型が不

表4. 冬枯れと初年目主要形質の相関(試験1)

	初年目主要形質			
	2年目早春	定着時草勢 <sup>1)</sup>	生育量	株重
冬枯れの程度 <sup>2)</sup>		-0.58***	-0.74***	-0.59***
株の浮上程度 <sup>2)</sup>		-0.59***	-0.72***	-0.61***
				0.92***

1) 良1~不良9      2) 罹病程度微1~甚9

明な品種が多いが、導入先からみて、III~V型に属していると考えられる。

試験1では初年目の冬に著しい冬枯れが発生

した。冬枯れの主因は凍上害であった。表4からも明らかのように、まだ十分定着していないアルファルファ個体が、根釧の越冬環境に耐えるためには、まず凍上に耐えられるだけの根系を発達させることが重要であり、そのためにはそばかす病に強く、初年目の

草勢が良好なことが必要であった。

アルファルファが定着した2年目以降において、品種の収量性と最も密接で終始安定した関係にあった形質は、冬枯れ程度とそばかす病罹病程度であった。すなわち、冬枯れ程度と2~

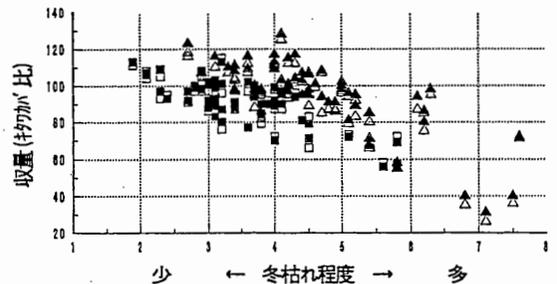


図3. 冬枯れ程度と1番草および年間乾物収量の関係

試験1 □: 1番草  $r = -0.74$ 、■: 年間  $r = -0.78$   
 試験2 △: 1番草  $r = -0.77$ 、▲: 年間  $r = -0.78$

4年目収量との間には1番草のみならず年間収量についても高い負の相関が認められ、冬枯れの少ない品種ほど多収であった(図3)。また、そばかす病罹病程度と収量との

間には冬枯れ以上に高い負の相関が認められ、そばかす病が少ない品種ほど多収であった(図

4)。

一般に耐寒性と密接な関係があるといわれる秋季休眠性(秋の草勢)と収量との関係を見ると、一部例外はあるが、土壌凍結地帯での試験にもかかわらず休眠性の弱い品種ほど多収であった(図5)。

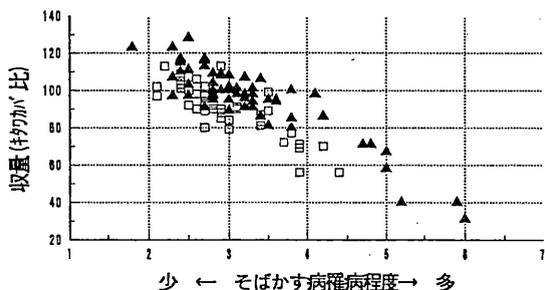


図4. そばかす病罹病程度と2~4年目合計乾物収量  
□: 試験1  $r = -0.80$ 、▲: 試験2  $r = -0.90$ 、□、▲こみ  $r = -0.82$

表5. 冬枯れ程度と秋の草勢、草型およびそばかす病罹病程度の相関

試験名	年次	秋の草勢 (不良1~良9)	草型 (直1~開張9)	罹病程度 (無1~甚9)
試験1	3年目	-0.75***	0.62***	0.77***
	4年目	-0.64***	0.54***	0.73***
試験2	2年目	-0.61***	0.31**	0.69***
	3年目	-0.54***	0.14	0.75***

冬枯れ程度: 無1~甚9

冬枯れと他の形質の関係をみると冬枯れに強い品種は立ち型で、秋季休眠性が弱く、そばかす病が少なかった(表5)。また、そばかす病と秋季休眠性との関係ではそばかす病に強い品種は秋季休眠性が弱い傾向にあった(表6)。

一般に秋季休眠性が強い品種ほど耐寒性が強い。当地域の冬枯れには耐寒性が関与しているが、本試験では冬枯れは秋季休眠性の強い品種

ほど多かった。このような現象を引き起こした要因の1つとして寒冷寡照条件で多発するそばかす病の影響が考えられる。すなわち、秋季休眠性の強い品種ほどそばかす病に弱い傾向があるが、そばかす病は越冬態勢が確立される秋季

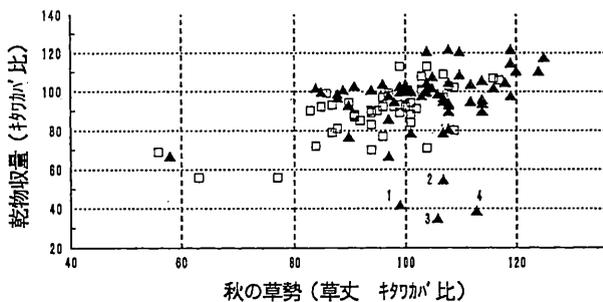


図5. 秋の草勢と2~4年目合計乾物収量の関係  
□: 試験1 ( $r = 0.68$ ) ▲: 試験2 ( $r = 0.19$ 、1~4除く  $r = 0.48$ ) □、▲込み(1~4除く  $r = 0.65$ )

表6. そばかす病罹病程度と秋の草勢および草型の相関

試験名	秋の草勢 (不良1~良9)	草型 (直1~開張9)
試験1	-0.89***	0.59***
試験2	-0.44***	0.03

に多発し、罹病性品種は著しく落葉する。このため、これらの品種は耐寒性などの越冬態勢が十分確立できず、冬枯れが多かったものと考えられる。

以上のように、そばかす病と冬枯れ抵抗性が当地帯向けアルファルファの重要形質であった。特にそばかす病の発生は収量性のみならず冬枯れの発生を助長すると考えられることから、既

存品種以上にそばかす病に強く、かつ耐寒性に優れた品種の育成が必要と考えられた。

(2) 後代検定試験 (関連する報告: 11, 12)  
北海道農試が育成選抜した14個体群後代(244

く、選抜の効果が認められた(表7)。しかし、標準品種「キタワカバ」との差は有意ではなく、小さかった。このような結果となった要因の一

表7. 後代検定における主要成績の選抜系統群間差異  
(a~j<sup>1)</sup>で示す、a:最良)と群内変異(\*<sup>2)</sup>で示す)

母株に関する 選抜形質名  (系統群)	供試 系統 数	冬枯れ程度		そばかす病		生草収量		キタワカバ*と比べて 対比 LSD5%水準で (%) 上回る系統数				
		№1-№9		№1-№9		5年目				2~5年目		
		群間	群内	群間	群内	群間	群内			群間	群内	
春草勢良	5	g		de		cd	ef	*	bc	*	101	1
春草勢良・葉大	24	abc	***	cde	***	abcd	***		ab	***	106	3
草丈高	4	ab		ab		ab	*		a		107	0
開花晩	2	abcd		de		abcde			ab		105	0
耐病性I	12	defg		ef	*	defg			cd		99	0
ほふく型	16	fg	***	def	***	efgh	***		abc		103	1
冬枯れ抵抗性	27	a	***	cde	*	abc	***		a	***	108	4
耐倒伏性	21	bcdef		abc	***	hi			e		90	0
炭疽病・フィトフトラ根腐病抵抗性	3	efg	*	g		j	*		f	***	83	0
耐病性II	14	fg		bcd	***	fgh	***		de	***	95	0
萌芽良	8	cdef	***	fg	***	ij	*		f	***	81	0
いぼ斑点病・そばかす病抵抗性	24	efg		ab	***	a	***		ab	***	106	4
そばかす病抵抗性	34	cdef		a	***	bcdef	***		abc	***	103	2
いぼ斑点病抵抗性	50	bcdef		def	***	defgh	***		bcd	***	100	3
品種・系統群	12	abcde		de		ghi	*		de	*	95	0

1) 異文字間に群間でLSD5%水準の有意差あり。2) \*\*\*, \*\*, \*は、群内においてそれぞれ0.1%、1%、5%水準で有意差があることを示す。

系統、表7)を根釧農試に播種し、後代検定を行ない、当地帯向け品種に重要な形質の選抜効果について検討した。

冬枯れについてみると、冬枯れ抵抗性で選抜された個体の後代は他の後代より冬枯れが少な

つに選抜環境が土壤凍結地帯ではなく、多雪地帯であったことが考えられる。したがって、土壤凍結地帯における選抜を試みる必要があろう。

そばかす病では、そばかす病によって選抜された個体の後代は他の後代、既存の品種よりそ

ばかす病が少なく、選抜の効果が大きかった(表7)。

収量性は、冬枯れ抵抗性で選抜された個体の後代が最も優れており、そばかす病で選抜された個体の後代の収量が「キタワカバ」を上回っていた(表7)。このことは収量を低下させることなく、両形質の改良が可能であることを示唆していると考えられる。しかし、そばかす病などの葉枯れ性病害による選抜個体群後代は秋季休眠性が弱い傾向があった。

以上のことから根釦向けアルファルファを育成するにあたってはまず、そばかす病抵抗性の改良が必要である。その上で定着期における凍上害を回避するために播種年の生育、特に根系の発達を促進し、同時に耐寒性などの冬枯れ抵抗性を付与していく必要がある。しかし、今回の試験で明らかなようにそばかす病に強い品種・系統は秋季休眠性が弱く、土壤凍結地帯では寒害による冬枯れの懸念が残る。今後このような関係がみられない品種・系統・個体の探索、選抜、さらには交配等によるこれら形質の組合せをはかっていく必要がある。このことよって現行以上に永続性・収量性に優れた根釦向き品種の育成が可能になると考えられる。

#### 主な発表論文・報告

(北海道草地研究会報)

- 1) 竹田芳彦・蒔田秀夫：シバムキ優占草地における除草剤散布および播種床造成法と更新後の植生、18号(1984)
- 2) 竹田芳彦・蒔田秀夫：チモシー草地へのアカクローバ追播 第1報 除草剤を用いたチモシーの生育抑制、19号(1985)
- 3) 竹田芳彦・寒河江洋一郎：チモシー草地へのアカクローバ追播 第2報 チモシー1番草刈

取後のアカクローバの追播時期と定着、20号(1986)

- 4) 竹田芳彦・寒河江洋一郎：チモシー草地へのアカクローバ追播 第3報 1番草刈取後の再生期間とパラコートによるチモシーの生育抑制、20号(1986)
- 5) 竹田芳彦・寒河江洋一郎：チモシー草地へのアカクローバ追播 第5報 物理的処理によるチモシー抑制の試み、21号(1987)
- 6) 竹田芳彦・寒河江洋一郎：シバムキ優占草地の簡易更新後5年間における植生推移、21号(1987)
- 7) 竹田芳彦・山崎 昶・寒河江洋一郎：チモシー草地へのアカクローバ追播 第6報 物理的処理によるチモシーの抑制とアカクローバの定着、22号(1988)
- 8) 竹田芳彦・山崎 昶・寒河江洋一郎：チモシー草地へのアカクローバ追播 第7報 アカクローバ追播の作業手順と追播草地4年間の生産性、23号(1989)
- 9) 竹田芳彦・中島和彦・越智弘明：根釦地域におけるアルファルファ品種の初年目越冬性と2,3の形質の関係、24号(1990)
- 10) 竹田芳彦・中島和彦：そばかす病がアルファルファの耐凍性、越冬性および翌春収量に及ぼす影響、25号(1991)
- 11) 竹田芳彦・中島和彦・越智弘明・我有 満・内山和宏：寒冷寡照地帯におけるアルファルファの育種母材の選抜 I. 後代検定における多収系統の選抜形質、26号(1992)
- 12) 竹田芳彦・中島和彦・越智弘明・我有 満・内山和宏：寒冷寡照地帯におけるアルファルファの育種母材の選抜 II. 多収系統の生育型、特に秋季休眠性、26号(1992)

〈日本草地学会誌〉

- 13) チモシー草地へのアカクローバ追播 第4報  
不耕起ドリル播き後の掃除刈りがアカクローバ  
の定着に及ぼす影響、31(別) (1986)
- 14) チモシー (Phleum pratense L.) 優占草地  
へのアカクローバ (Trifolium pratense L.)  
追播 I. パラコートによるチモシーの再生  
抑制と簡易な播種床処理法、35(3) (1989)
- 15) チモシー (Phleum pratense L.) 優占草地  
へのアカクローバ (Trifolium pratense L.)  
追播 II. 草地表層の攪拌、掃除刈りおよび窒  
素施肥管理の違いがチモシーの再生抑制に及ぼ  
す影響、36(4) (1991)
- 16) チモシー (Phleum pratense L.) 優占草地  
へのアカクローバ (Trifolium pratense L.)  
追播 III. 带状耕耘ならびに全面攪拌処理によ  
る追播技術、36(4) (1991)
- 17) 竹田芳彦・中島和彦・堤 光昭：寒冷寡照地  
帯におけるアルファルファの育種母材の選抜  
III. 品種の収量性と秋季休眠性および2,3の形  
質の関係、38(別) (1992)  
〈北海道立新得畜産試験場研究報告〉
- 18) 竹田芳彦・蒔田秀夫・田辺安一：レッドトッ  
プが侵入したチモシー主体草地の植生改善に及  
ぼすパラコートと播種床造成法の影響、13(1983)

北海道草地研究会受賞論文

## アルファルファ栽培技術改善と その普及・指導

〈地下凍結地帯におけるアルファルファ栽培の  
作型からみた多収穫技術体系の可能性〉

井 芹 靖 彦 (宗谷北部地区農業改良普及所)

Improvement of techniques for alfalfa cultivation and its extension

Yasuhiro Iseri (Souyahokubu Ag. Extension Office—Toyotomi)

はじめに

十勝北部地区における飼料作物の大部分は乳牛の飼料として栽培されている。

飼料作物のうち牧草の品質や収量はここ10年間の傾向をみても望ましい方向にあるとは言いがたい。

一方、飼料作物を基礎飼料としている乳牛の個体乳量は近年著しい伸びを示しており乳検協会における平成3年全道平均乳量 7,563 kgを記録している。

このような乳量の伸びは濃厚飼料やアルファルファ牧草及びヘイ・キューブなどの輸入飼料に頼る所が大きい。

このことは地域酪農における粗飼料生産利用技術のたち遅れを示すものであり、酪農経営のコスト低減を図る上で大きな隘路となっている。

このような背景から高泌乳牛の粗飼料として採食性の高いアルファルファ（以下AL）栽培に対する期待は大きい。

十勝地方におけるAL栽培の阻害要因<sup>(1)</sup>として少雪年の凍上害、凍傷害、多雪年における小粒菌病による雪腐病、融雪時による湿害などが指摘されている。

これらの阻害要因を軽減できるとすれば十勝地方の典型的な地下凍結地帯においても従来より安定したかたちでALが定着できるものと考えられる。

昭和60年よりALの作型（栽培法）に関する試験圃を設置し、展示圃として活用しながら現在に至っている。

その間、得られた成績を基に担当地区に対しては昭和63年よりAL栽培技術体系として提案して来た。

### 1. 地下凍結地域におけるアルファルファ栽培の作型

地域凍結地域に対応する作型とは「新播年からALの根系を分根化させ大型株とする栽培体系」であり、「凍害の回避を考えた栽培体系」でもある。

その特徴は①堆肥の表層、多量施用、②適正播種量（散播時1kg/10a）、③覆土処理、④早春播種、⑤雑草処理、⑥新播年から分根、大株化を図る。⑦適正施肥に集約できる。

このような新播年から分根、大株化を図るには播種段階における措置すなわち、造成技術が

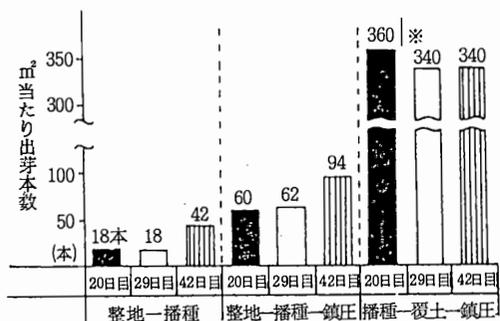
決め手になる。

2. 地下凍結地帯におけるアルファルファ栽培技術体系

1) アルファルファの出芽定着要因

a. 播種方式と出芽定着率

牧草種子の出芽定着率は気象条件、播種方式によって左右される。十勝管内の気象条件は、春季干ばつぎみに、夏季高温になるため、年により季節により出芽定着率は変動する。さらに、



○ 60.5.25 播種・播種量 1.5 kg / 10 a  
北海道草地研究会報21: 76-79  
※トビロムナホソコメツキの幼虫の食害により減少

図1. アルファルファの播種方式と出芽状況

2) 播種時期と生産要因

a. 播種時期と収量との関係

a) 播種時期と新播年収量：十勝管内陸別町における事例では4月16日から8月16日までの間に9の播種期（毎月1日及び16日）を設定して播種した場合における10a当り収量は4月16日播き4.6t、8月1日播き0.6tとなり、播種期が遅れるに従い直線的に低下する関係が見られた。

(表2)

尚、8月16日播きでは収穫することができなかった。

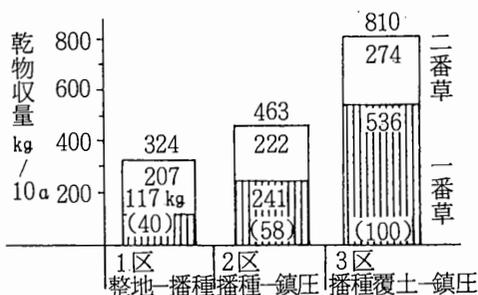
b) 播種時期と2年目収量：新播年における播種時期が2年目の収量に及ぼす影響は夏播きで播種期が遅れるほど低収になった。尚5月16

播種方式によっても出芽定着率は大きく変動する。播種-鎮圧方式から播種-覆土-鎮圧方式に変更することにより出芽率は飛躍的に高まり、

(図1) しかも出芽が揃うため新播年の収量性も高水準(図2)となった(早魃年における例)

b. 栽培様式と出芽定着率

散播条件における出芽定着率は40%余りであるのに対し、条播条件では60%余と20%も差が見られた(表1)



○ 60.5.25 播種・播種量 1.5 kg / 10 a  
北海道草地研究会報21: 76-79

図2. AL播種方式と初年目草の乾物収量 (kg/10a当)

表1. AL播種様式、初年目生育状況(1989)

区分	項目		出芽状況			
			1m²当り出芽本数		推定出芽率(%)	
	A	L	A	L	A	L
1区 散播	株	株	184	—	40.8	—
2区 20cm条播	—	—	286	—	63.5	—
3区 30cm条播	—	—	266	—	59.0	—
4区 AL+WC混	—	—	187	68	41.5	24.3
5区 AL+TY混	—	—	187	415	41.5	27.7

※AL種子粒数1kg45万粒として算出した場合の出芽率

日播きの低収要因は初年目の最終番草までの刈り取り間隔が短く、しかも刈り取り危険帯 (9 / 20) に刈り取ったためと考えられる。(表3)

目安にした場合における播種日より収穫までの日数は4月16日播きでは94日に対し7月16日播きは55日と高温期に向うに従い所要日数が短くなった。(図3)

b. 播種期と播種当年における開花との関係

ii 播種後積算温度：播種後より開花始までの積算温度は  $1,136 \pm 46^{\circ}\text{C}$  であり播種期による違いは僅かであった(図4)。

a) 播種期と播種当年の一番草収穫までの日数及び積算温度

i 一番草収穫までの日数：開花始期を収穫の

表2. 播種時期別アルファルファ収量 (kg / 10 a) 1985 陸別 - 品種, サイテーション)

項目 区名	1 番 刈 kg		2 番 刈 kg		合 計		同 比 較	
	生草重	乾物重	生草重	乾物重	生草重	乾物重	生草重	乾物重
1区 4/16播	A 2,445	B 364	2,107	411	A 4,552	A 775	100	100
2区 5/1	A 2,007	B 317	1,951	424	B 3,958	A 741	87	96
3区 5/16	A 2,026	B 304	1,701	350	B 3,727	B 654	82	84
4区 6/1	A 2,574	A 447	1,107	245	B 3,681	A 692	81	89
5区 6/16	B 1,649	B 346	1,008	200	C 2,657	C 546	58	70
6区 7/1	B 1,917	B 319	775	144	C 2,692	C 463	59	60
7区 7/16	B 1,772	C 288	-	-	D 1,772	D 288	39	37
8区 8/1	C 617	D 129	-	-	E 617	E 129	14	17

注) A、B、C、D、E 異文間に5%水準で有意な差 (LSD) がある。

表3. 播種時期別2年目アルファルファ収量 (kg / 10 a) (1986 陸別 - 品種, サイテーション)

項目 区名	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 4/16播	3,519.0	17.6	619.4	2,510	15.1	386.7	433.5	31.6	137.0	<sup>a</sup> 6,462.5	1,143.1
2区 5/1	3,479.5	16.7	580.8	2,444	14.8	361.5	469.5	31.8	149.3	<sup>a</sup> 6,393.0	1,091.6
3区 5/16	2,324.5	17.4	405.1	1,830	14.2	259.5	512.0	27.7	142.2	<sup>a</sup> 4,666.5	806.8
4区 6/1	3,707.0	17.6	650.6	2,728	15.9	436.0	654.2	30.2	197.9	<sup>a</sup> 7,089.2	1,284.5
5区 6/16	2,719.0	18.1	494.8	1,829	14.4	263.3	581.9	29.4	171.1	<sup>a</sup> 5,129.9	929.2
6区 7/1	2,850.0	18.2	517.7	1,391	15.9	221.9	415.3	27.6	114.9	<sup>a</sup> 4,656.3	854.5
7区 7/16	2,371.5	17.1	405.4	1,541	13.4	206.6	467.9	27.5	128.8	<sup>a</sup> 4,380.4	740.8
8区 8/1	2,072.6	17.9	372.1	1,412.4	14.4	203.1	259.9	27.5	71.6	<sup>b</sup> 3,744.9	646.8
9区 8/16	336.0	20.7	69.5	587.4	20.7	121.6	-	-	-	<sup>c</sup> 923.4	191.2

注) a、b、c 異文間に5%水準で有意な差 (LSD) がある。

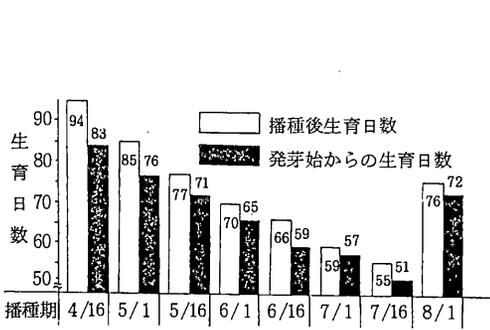


図3. 播種より開花始までの日数 (1985)

3) アルファルファの作型と生産性

a. 播種密度と新播年における収量

播種量を10 a 当り 0.4 kgを単位に 0.4 ~ 2.0 kgの5処理とした場合における収量は図5の通りであり、新播年収量に対し播種量の影響はみられなかった。

a) 播種量と新播年一番草収量における収量構成要素との関係

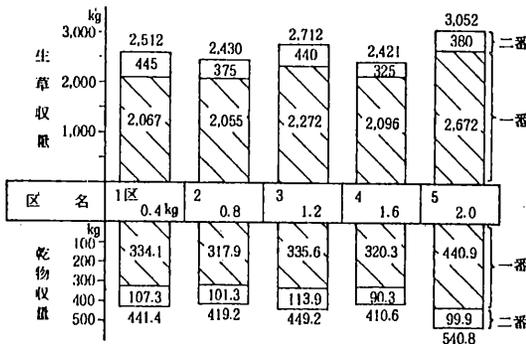


図5. AL 播種密度別新播年収量 (kg/10a) (1987)

そのため播種量 0.4 ~ 2.0 kg / 10 a の範囲では播種量が低い場面においても播種量(出芽数)に対応し、主茎、一株茎数が増加するため収量に影響を及ぼさなかったと考えられる。

b. 堆肥施用とアルファルファの生産性

a) 堆肥表層施用水準と生産性 (新播1987、少雪年の事例)

堆肥表層施用水準を 0, 5, 10, 15 t / 10 a の4処

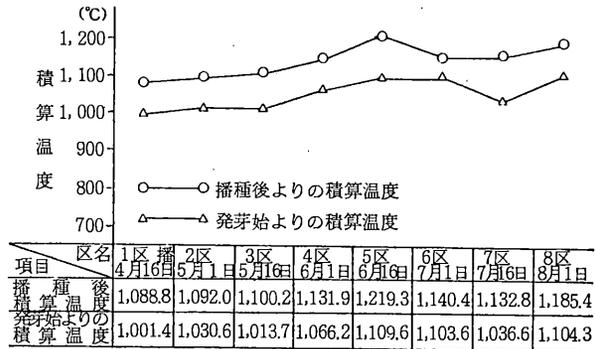


図4. 播種より開花始までの積算温度 (1985)

出芽数は播種量に対応した関係がみられ各処理区の推定出芽定着率は62~71%と高い水準であった。収量構成要素である主茎の太さ(茎径)や一株茎数は播種量に対応する関係が認められた。(表4)

表4. AL 播種量別新播年1番草収量構成要素との関係 (1987)

区名	出芽本数 (㎡当り)	主茎径 (mm)		1株茎数(本)	
		平均値 ± SD	平均値 ± SD	平均値 ± SD	平均値 ± SD
1区 0.4kg	112	4.04 ± 0.50	3.4 ± 1.26		
2区 0.8kg	244	3.36 ± 0.79	2.7 ± 1.16		
3区 1.2kg	384	3.19 ± 0.47	1.7 ± 0.67		
4区 1.6kg	490	3.09 ± 0.70	1.7 ± 0.67		
5区 2.0kg	568	2.17 ± 0.41	1.0 ± 0.0		

理とした場合における年次別収量は表5の通りで、新播年から堆肥施用量と生産量との間に大きな差が認められた。

本試験は越冬初年目に積雪量が少なく、しかも寒さも厳しく凍害を激しく受けたため試験期間、全区とも影響を受け低収量となった。しかし、どの年次においても堆肥施用量に対応した生産性がみられた。特に越冬条件が積雪年であ

った4年目収量は10 t、15 t区で乾物収量1 t以上を記録した。(表5)

このような観点から新播年に少雪寒冷年のおそれのある十勝地方の場合、堆肥施用量は5 tでは不安があり、10 t以上が望ましいことになる。また、堆肥なしではAL栽培は困難であると考えられる。

尚、堆肥表層施用15 t区においても出芽に対する影響は特に認められなかった。

b. 堆肥施用位置とアルファルファの生産性

通常堆肥は耕起前に施用されるため、堆肥の施用位置は耕起深により左右される。

現況の耕起深は25~30cmと比較的深いため堆肥位置はそれに伴い決定される。

十勝地方の断根位置<sup>(2)</sup>から考え堆肥施用位置上部で断根されると養分吸収を担う繊維根が欠落することになる。

このような理由から地下凍結地帯でのAL栽培における堆肥施用位置は重要になる。

堆肥施用量10 t / 10 aを表層、15、25cmに施用した場合の年次別生産量は図6の通りであり、堆肥表層区では3年目にピーク収量を示すのに対し、15cm区、25cm施用区においても3年目にピーク収量を示すが4年目収量の低下は僅かであり表層施用とは異なる傾向がみられた。新播年における越冬条件が少雪寒冷年以外であれば堆肥の施用位置は重要となり、地下凍結地帯における安定高収量の可能を示唆する事例と考え

表5. AL堆肥表層施用水準と4カ年間の収量(1990)

区分	堆肥施用水準	年次	新播	2年目	3年目	4年目
			S 62年 (5/30播種)	S 63年 少雪寒冷年	H 元年 少雪暖冬年	H 2年 積雪年
生草収量	堆肥 0 t	0 t	1,450 kg	1,243 kg	1,260 kg	— kg
	" 5 t	5 t	2,375	3,133	2,900	4,175
	" 10 t	10 t	2,530	3,865	2,900	5,792
	" 15 t	15 t	2,780	4,891	3,841	6,099
乾物収量	堆肥 0 t	0 t	275.0	257.5	291.8	—
	" 5 t	5 t	437.1	612.8	615.0	577.2
	" 10 t	10 t	463.6	736.2	760.0	1,183.6
	" 15 t	15 t	533.2	907.8	817.2	1,157.4

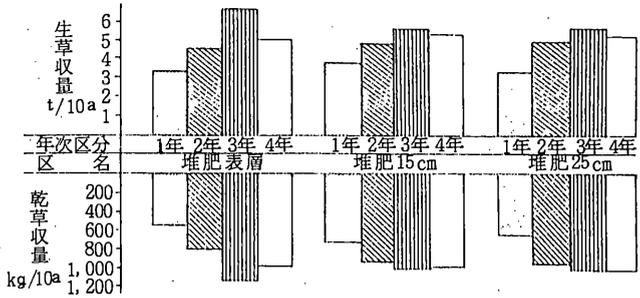


図6. AL堆肥施用位置年次別収量推移(1991)

られる。

また、堆肥施用位置により年次別収量パターンが異なることから施用位置は堆肥の利用効率を示しているものと考えられる。

c. アルファルファ栽培様式と生産性(積雪年の事例)

散播条件におけるAL単播、マメ科(WC)混播、イネ科(TY)混播、条播条件における20cm、30cm条播の5処理とした場合における年次別収量成績は図7の通りである。

散播、条播、混播条件において、新播年以外常にイネ科混播(TY)が高い生産性を示した。

また、AL散播及び条播、マメ科混播では2年目をピークとする収量性を示したのに対し、

イネ科混播では3年目に高い収量性を示した。さらにどの試験区においてもピーク年、生草収量は6.7 t ~ 7.2 t / 10 a を記録した。

AL単播では散播条件より条播条件で高い収量性を示した。

地下凍結地帯においても新播年、積雪条件で越冬できる場合には高収量が期待できる。

d. アルファルファ帯状播き栽培と生産性

条播条件では出芽率が向上するため散播時と同量の播種量では、播き幅が狭いと播幅内が過密植となり根系は直根、小型株となり越冬性が低下する。

そのため条播栽培は播種量を減少させる事が可能になるばかりでなく畦幅、播き幅を調節する事により大型化する収穫機械による踏圧からの回避が可能になるなどAL栽培要件を直接、間接的に改善出来るものと考えられる。

AL帯状播き(畦幅60cm播き幅25cm)における播種密度と収量性は図8の通りである。

新播年においては播種量 200g / 10 a で低収になったが他処理区では差は認められなかった。2年目においても処理間差は認められないことから帯状播き栽培における播種量は 400 ~ 600

表 6. AL 播種密度と根系

(新播年 1 m<sup>2</sup>当り、1987)

区名	項目	株数	生根重 <sub>g</sub>	1株生根重 <sub>g</sub>
1区	0.4 kg	73	534	7.3
2区	0.8 kg	161	713	4.4
3区	1.2 kg	201	612	3.0
4区	1.6 kg	219	618	2.8
5区	2.0 kg	318	826	2.6

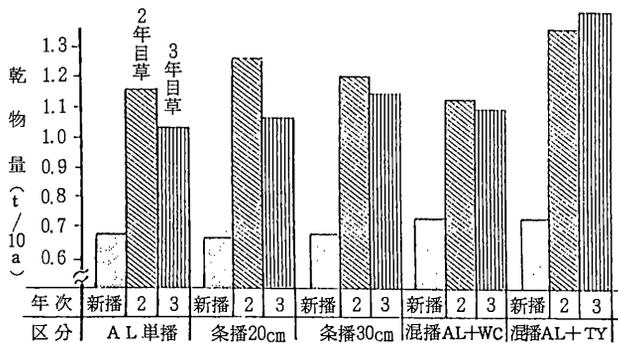


図 7. AL 栽培様式年次別乾物収量成績 (1991)

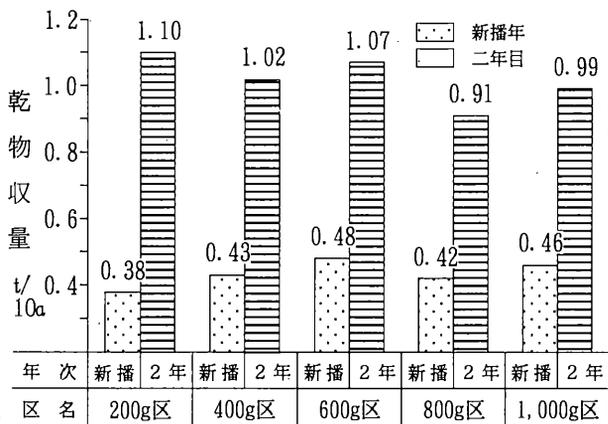


図 8. AL 帯状播き栽培播種密度年次別収量 (1991)

g で充分と考えられる。

4) アルファルファの栽培条件(作型)と根系  
ALの根系は一般に直根で地中深く分布することが知られている。

一方、地下凍結地帯における根系<sup>(3)</sup>は少雪地帯で分枝根タイプが、多雪地帯で直根タイプが多くなることが知られている。

このことから地下凍結地帯におけるALの根系は新播年より分枝根タイプ、しかも大型株が望ましいことになる。

ALの根系は栽培条件、播種密度、堆肥の施用量や施用条件で変化する。

ALの栽培条件(作型)と根系の関係特に根型についてその実態をみると次の通りである。尚、根型は分枝根数4本以上を分根タイプ、3

本以内を直根タイプとして分類<sup>(4)</sup>した。

a. アルファルファ播種密度と根系

a) アルファルファ播種密度別 $\mu$ 当たり根系(新播年) : 播種密度と根系との間には密接な関係があり、播種密度が増加するに従い一株重は直線的に低下した。(表6)

b) アルファルファ播種密度と根型との関係(新播年) : 根型は播種量と対応し播種密度が高くなるほど直根率は高くなり逆に播種密度が低くなるに従い分根率は高くなった。

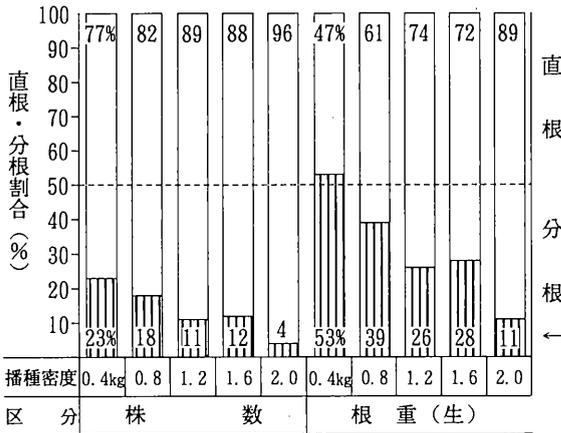


図9. AL播種密度と根形の関係(新播年 1987)

また、株数より株重でその傾向が強く現れる事から分根株は直根株より大型株になるものと考えられる。(図9)

b. 堆肥表層施用とアルファルファ根系

a) 堆肥表層施用とアルファルファ根系 : 堆肥

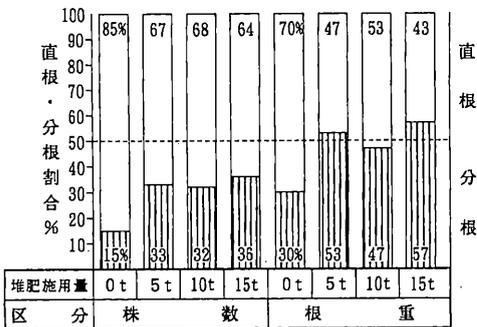


図10. AL堆肥表層施用水準と根形との関係(新播年 1987)

施用により分根化は進み、施用区では施用量と関係なく分根株数は30%以上になった。(図10)

堆肥の表層施用により新播年における根系の分根化は一定水準まで促進される。

そのため新播年から分根化を図り大株化を可能にする技術として堆肥表層施用は重要と考えられる。

5) アルファルファ栽培と適正施肥(特に加里施用)

ALは加里の含有量は3.5%前後と高いためAL生産量が高いとそれに伴い収奪量も多くなる。堆肥の表層大量施用(10t/10a)条件にお

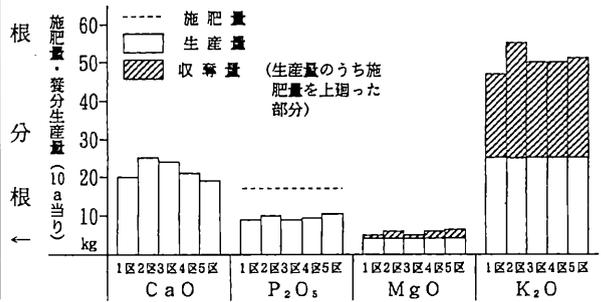


図11. AL栽培様式2年目(1990年)養分収支(kg/10a)(1990十勝北部農改未発表)

ける乾物生産量1.2t/10aを上廻るような生産条件における例では50kg/10aを越す場面も見られる。(図11)

このような例では25kg/10a程度の施肥水準では50%程度より補給されないため土壤中加里が減少する事になる。

この関係を堆肥表層施用、用量試験でみると、新播年秋から3年目秋の土壌分析結果のうち土壌深0~10cmの加里含有量の減少は著しく堆肥施用5t又は10t施用区においても20mg/100g中乾土を割るまでに低下していた。(図12)

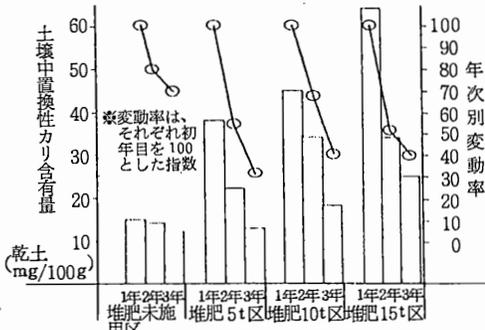


図12. A L 堆肥表層施用・用量、年次別土壌0~10cm置換性加里的状況(1991. 十勝北部農改未発表)

A L 単播草地の場合、加里収奪量の多い事を想定した肥培管理が重要であることを示すもので、高い収量を期待する場合には一層重要と考えられる。

6) 十勝北部、音更町におけるアルファルファ普及実態

冬期少雪で地下凍結する音更では不安定作物であり、作付面積は増加せず篤農家により作付が継続されているのが実態である。

最近の事例でも凍害の激しくみられた昭和63年の新播面積は前年に比べ著しく低下したが平成元年以後40ha台を推移するまでになっている。(表7)

表7. 音更町におけるアルファルファ栽培面積の推移(十勝北部農改)

年次	新播戸数	新播面積ha	播種様式別面積		栽培面積(ha)		
			単播	混播	戸数	面積	1戸当り
S62年	13	30.9	-	30.9	19	75.3	4.0
S63年	13	19.0	1.5	17.0	22	91.5	4.2
H元年	20	45.3	2.0	38.8	29	124.3	4.3
H2年	23	49.2	11.2	38.0	37	160.1	4.3
H3年	21	48.5	14.7	33.8	46	166.8	3.6

その結果、音更町におけるA L栽培面積は徐々に増加しており、平成3年167haとなった。しかし草地面積に占める割合は8%弱であり栄養価の側面からみると50%程度は導入されてもよいと考えられる。

しかし、冬期土壌凍結する音更町の場合、A L栽培にあたっては「凍害の回避を考えたアルファルファの作型」を導入することが基本になる。

このような作型においても少雪年における凍

害を100%回避することは不可能なため、これらに対する対策は今後共検討しなければならない。

謝 意

このたび私のささやかな取り組みに対して受賞の推せんのお力を賜りました天北農業試験場大崎亥佐雄場長、片山正孝総括専門技術員、湯藤建治、高木正季各主任専門技術員、石井英治宗谷北部地区農業改良普及所長の各氏に厚くお礼申し上げます。

さらに受賞の栄誉を与え下さいました草地研究会諸先生に対し感謝申し上げます。

本業務のきっかけをあたえて下さいました陸別町酪農家佐藤春雄、栄治両氏、業務の遂行に努力下さいました陸別町農林課(当時)下山清美、溝渕勝利、津田浩之の各氏、陸別農協の黒沼尚幸氏、並びに十勝東北部地区農業改良普及所時代の同僚、播磨敬三、中田悦男、吉見今朝春、遠藤良恵の各氏に謝意を表します。

十勝北部地区農業改良普及所時代では音更町農業試験研究センターを中心に飼料作物部会員として活動できました。その間、音更町農協、西野栄吉、宝達健二、富永康博、奥 昭、音更町共済組合、岡田晴雄、菅原義昭、木野農協、伊藤拓美、伊藤 均、音更町乳検組合、南部徳光、音更町、斉藤 篤、中高 昇、木ノ内智泰、加藤義徳、仲野昭男、加藤 洋の各氏に協力を賜りました。

同僚の草刈泰弘氏とは常に行動を伴にし、業務の遂行に助力をいただきました。

さらに、土壌飼料診断室の中田峯子氏には分析結果の取りまとめに協力いただきました。また、所の事務生でありました工藤利津子氏には試験成績の整理や清書など特段の協力を賜わり感謝申し上げます。

このような業務の出来る環境を与えて下さいました、元木利一元所長、渡邊繁前所長(現日高西部所長)寺島正次長(現西紋東部所長)佐藤正三次長、土壌飼料診断室担当、中村俊夫主任、並びに音更町、音更町農協、木野農協の皆様衷心より謝意を表します。

引用文献

- 1) 小松輝行(1988)アルファルファの冬枯れ問題と対策 北草研報22 24-25
- 2) ~ 4) 十勝農協連(1984)十勝地方におけるアルファルファ草地の現況(II) 10-14

シンポジウム「放牧と乳生産」

## 根釧地域における放牧利用の実態

前 川 奨 (道立根釧農試)

Actual Condition of Grazing of Dairy Cattle in Konsen District  
Susumu Maekawa.

Hokkaido Prefectural Konsen Agricultural Experiment Station.

### 1. はじめに

貿易の自由化をはじめ乳価の据置、生産コスト増大など厳しい酪農情勢の中で、経営の向上と安定化から、乳牛飼養頭数を拡大し、農業従事者1人当たりの飼養負担頭数は著しく増大してきた。こうしたなかで、ロールベアラの普及をはじめ通年サイレージ飼養体系が確立してきたことなどにより、省力化と低コスト化を図るために、草地型酪農の代表的な根釧地域においても牧草生産量のうち放牧による利用率は、昭和55年の42%から平成3年には17%に減少してきた。しかし、一方では昭和60年頃から移動電気牧柵が普及してきたことと、放牧地の整備が進み単収が増加してきたことなどから、乳牛飼養労働時間の約4割を占める飼料の調製・給与と厩肥搬出の省力化が見込まれること、および放牧によるストレス解消や発情が発見しやすいなどから、これまでの粗放なイメージの放牧とは効果が大きく変わるものとして注目され、放牧のしかたによっては、省力化をはじめ低コスト化、個体管理において、舎飼い方式に優る飼養方式になるものに関心が高まってきた。

ただし、放牧の場合には天候によって採食量が変わることや、乳成分の低下が心配されること、放牧時における採食量の把握が難しく計画的な飼料の生産・給与が難しいこと、さらには

放牧に関する試験はとくに昭和23年以降数多くみられるが、その大半は部分技術の試験にとどまり利用しにくいなど多くの問題点があることから、根釧農試では、平成3年より各専門分野からなる放牧プロジェクトチームにより「放牧を効率的に利用した低コスト牛乳生産技術実証試験」をテーマに、地域にあった集約放牧技術のマニュアル策定に取り組んでいる。

マニュアル策定には、既往の研究成果および素材試験、地域の放牧利用実態調査をもとに、技術組立実証試験を行うとともに、それぞれフィールドバックを重ねて試験を実施している。

ここでは、プロジェクトの一貫として平成3年に実施した、根釧地域における放牧利用の実態調査結果を中心に報告する。

表1. 調査農家戸数

	搾乳頭数	放牧有り	放牧無し	計
標津	~39	8	2	10
	40~49	19	4	23
	50~	13	5	18
	計	40	11	51
標茶	~39	13	3	16
	40~49	14	4	18
	50~	1	3	4
	計	28	10	38

なお、放牧の実態調査は、北根室および釧路北部地区農業改良普及所の協力を得て、表1の

とおり根室管内標津町の酪農家51戸と釧路管内標茶町の酪農家38戸の計89戸、そのうち放牧利用のメリット・デメリットを検討するために、放牧をしていない経営21戸を選定してアンケート調査を実施した。

## 2. 対象地域における営農の特徴

### 1) 立地条件

標津町および標茶町（以下両町とする）は、北海道の東部に位置し、標津町はオホーツク海に緩慢な傾向をもって展開する原野で、内陸は酪農が、沿海地帯は漁業を基幹産業としている。一方、標茶町は小河川に細分化された波状丘陵地帯で南部ほど起伏が大きく、トラクタ利用が困難なほ場も他の地域に比して多い。

なお、両地区とも積雪量は少なく、土壤凍結が30~70cmに達して農耕期間を5~9月と短くしている。また、春から初夏にかけては霧の発生が多く、夏は冷涼多湿であることから冷災害を受けることが多く、昭和30年代の後半以降は、それまでの不安定な畑作経営から草地を中心とした酪農経営に転換してきた。

### 2) 農家戸数と経営形態

農家戸数は全道的傾向にみられるように、両町においても直線的に減少してきた。しかし、この10年間についてみると、両町の離農率は全道平均に比して低く推移している。

以下、平成2年度の統計を中心にみると、専業農家戸数の割合は全道の4割弱に対して両町とも8割近くを占めている。

耕地規模が30ha以上の農家戸数割合は、全道の9%に対して、標津町80%、標茶町75%であり、調査対象地域は草地を主体とした酪農地域だけに耕地規模は大きい。

乳牛飼養農家戸数の割合は、全道の15%に対

して、両町は約9割を占めている。

### 3) 農業従事者数

1農家当たり農業従事者数は、全道の1.8人に対して両町は2.5人で昭和55年以降ほぼ一定して推移している。

### 4) 耕地規模

1農家当たり耕地規模は全道の13haに対して標津町51ha、標茶町47haであり、農業従事者1人当たりの負担面積は、全道の7haに対して、標津町20ha、標茶町19haと3倍近い耕地を担っている。

### 5) 乳牛飼養頭数

1農家当り乳牛飼養頭数は、全道の60頭に対して、標津町80頭、標茶町70頭であるが、農業従事者1人当たりの負担頭数でみると両町は全道平均を若干下回っている。

### 6) トラクタの所有形態と利用

トラクタの1農家当り所有台数は、昭和55年と10年後の平成2年についてみると、全道の0.8から1.3台に対して、標津町は1.5から3.1台、標茶町が1.0から2.1台に耕地規模の拡大とともに増加してきた。

馬力別の導入台数をみると、全道では昭和55年以降70HP未満および70HP以上ともに増加してきたのに対して、両町では70HP未満が減少して70HP以上が著しく増加している。

### 7) 牛乳生産量と農家経済

経産牛1頭当たりの牛乳生産量は、全道的に昭和55年に対して平成2年には個体改良、飼養法の改善などにより2割強増加してきた。ただし、平成2年についてみると、全道の5,800kgに対して草地を主体とした両町は4~9%低かった。

### 8) 農業所得

1農家当りの農業所得は、飼養頭数の拡大と頭当り牛乳生産量の増加により、全道平均の470

万円に対して、両町は約 930 万円と倍近い生産額をあげている。農業従事者 1 人当りの農業所得は、全道の 260 万円に対して、両町は約 360 万円と 4 割近く多い。

3. 放牧利用の実態と問題点

1) 調査対象農家の経営概況

1 農家当たりの農業従事者数は 2 ~ 3 人であり、約 2.5 人と調査対象地域の平均にほぼ一致している。放牧の有無と農業従事者数との間には、標津において放牧している経営ほど農業従

事者数が多い傾向にみられたが、標茶ではほとんど差異はなかった。また、搾乳牛飼養頭数規模が大きくても農業従事者数はほぼ一定であり、そのため農業従事者数 1 人当り搾乳牛飼養頭数は表 2 のとおり平均では、経産牛 40 頭未満の 14 頭に対して、50 頭以上の飼養規模では 28 頭と倍以上の頭数を飼養している。

搾乳牛舎の構造は表 3 のとおり、87% がスタンション牛舎で、13% がフリーストール牛舎である。フリーストール飼養経営は、搾乳牛頭数が 45 頭以上の経営に多くみられた。

表 2. 農業従事者数と 1 人当り搾乳頭数

地域	項目 頭数	農業従事者数		1人当搾乳頭数	
		放牧有	放牧無	放牧有	放牧無
標津	~39	2.9	2.0	11.9	18.5
	40~49	3.1	2.0	14.1	20.0
	50~	3.2	2.5	18.7	30.7
	計	3.1	2.2	15.0	21.8
標茶	~39	2.5	2.7	12.4	11.1
	40~49	2.5	2.5	17.8	17.9
	50~	2.0	2.3	40.0	23.0
	計	2.5	2.5	15.7	17.6

注) 1. 頭数は搾乳牛頭数規模階層 (以下同様)  
2. 放牧有は放牧してる経営、無はしてない経営

(1) 土地利用と搾乳牛 1 頭当り所要面積

1 農家当たりの草地面積は、放牧している経営についてみると、標準 60ha、標茶 48ha であり、放牧地のうちトラクタ収穫作業が可能な面積の割合は表 4 のとおり、平坦地の多い標津が 94% であるのに対して、傾斜地の多い標茶では 66% と低い。

草地の利用割合は全体でみると表 5 のとおり、採草地 73%、放牧地 27% であり、採草・放牧兼用地が 11% を占めている。

経産牛飼養頭数規模と土地利用の関係では標

表 3. 搾乳牛舎の構造別農家戸数と割合

地域	項目 頭数	スタンション		フリーストール		計
		農家数	割合	農家数	割合	
標津	~39	6	100.0			6
	40~49	16	84.3	3	15.7	19
	50~	9	69.3	4	30.8	13
	計	31	81.6	7	18.4	38
標茶	~39	16	100.0			16
	40~49	16	88.9	2	11.1	18
	50~	3	75.0	1	25.0	4
	計	35	92.1	3	17.9	38
全体	~39	22	100.0			22
	40~49	32	86.5	5	13.5	37
	50~	12	70.6	5	29.4	17
	計	66	86.9	10	13.1	76

注) 未回答農家除く

表 4. 放牧地のうちトラクタ利用可能面積 (単位: ha)

地域	項目 頭数	放牧地 (A)	トラクタ利用 可能放牧地(B)	割合
標津	~39	15.1	13.4	88.8
	40~49	18.3	18.2	99.5
	50~	15.5	13.9	89.7
	計	16.8	15.8	94.1
標茶	~39	9.5	8.2	86.4
	40~49	13.7	6.5	47.5
	50~	25.0	25.0	100.0
	計	12.1	8.0	66.2

注) 調査農家 1 戸当りについて

表 5. 放牧している経営の乳牛1頭当り草地面積

(単位: ha、頭)

地域	項目 頭数	採草地		放牧地		兼用地		草地計		A / 搾乳頭数
		面積	割合	面積	割合	面積	割合	面積(A)	割合	
標津	~39	40.3	72.7	15.1	27.3	3.4	6.1	55.4	106.1	1.6
	40~49	36.6	66.7	18.3	33.3	6.3	11.5	54.9	100.0	1.3
	50~	54.2	77.8	15.5	22.2	10.1	14.5	69.7	100.0	1.2
	計	43.1	72.0	16.8	28.0	7.0	11.7	59.9	100.0	1.3
標茶	~39	31.8	77.0	9.5	23.0	4.9	11.9	41.3	100.0	1.4
	40~49	38.5	73.8	13.7	26.2	5.3	10.2	52.2	100.0	1.2
	~50	55.0	68.8	25.0	31.3	5.0	6.3	80.0	100.0	1.0
	計	36.0	74.8	12.1	25.2	5.1	10.6	48.1	100.0	1.2

茶において飼養頭数規模が大きいほど放牧地が増加して、採草地の割合が減少しているが、標津ではその関係がみられなかった。

搾乳牛頭数と草地面積との相関関係は $r=6.00$ と高いが、農業従事者1人当りの搾乳牛頭数と放牧地の利用割合には関係はみられなかった。

しかし、搾乳牛の1頭当り草地面積では、放牧をしていない経営が表6のとおり1.0~1.2 haであるのに対して、放牧している経営では1.2~1.3 haと約2割多く、また、多頭数飼養農家ほど頭当り草地面積が小さく、土地集約的に飼養している。

2) 飼料貯蔵方法

飼料の貯蔵状況は表7のとおり、全体では1農家当たりタワーサイロ、スタックサイロ、バンカーサイロをほぼ各1基所有しているが、地域的にみると標津では傾斜地を利用したスタックサイロの所有が多くみられた。

成牛換算1頭当りのロールベールサイレージ調整個数は、全体では3.5個であるが、放牧をしていない経営の調整個数は2.3個であり、放牧している経営ほど多く利用する傾向がみられた。

同様に、ロールベールの乾草調整個数についてみると、全体では4.5個であるのに対して、

表 6. 放牧地を有しない経営の乳牛1頭当り草地面積

(単位: ha)

		採草地(A)	A / 搾乳頭数
標津	~39	47.5	1.3
	40~49	54.5	1.3
	50~	55.6	1.0
	計	53.7	1.1
標茶	~39	37.5	1.3
	40~49	42.2	0.9
	50~	58.3	1.1
	計	45.6	1.0

放牧をしていない経営の調整個数は3.3個であり、乾草も放牧している経営ほど多く利用していることがしられた。その要因としては、放牧している経営のサイロの容量が小さいことや利用率が低いことなどに起因しているものと考えられる。

採草地の管理と単収についてみると表8のとおり、刈取回数および施肥回数は、放牧利用の有無および地域、飼養頭数規模に関係なく概ね2回であった。

尿および堆肥の散布面積割合は、放牧をしている経営より放牧をしていない経営に多くみられた。

表 7. 飼料貯蔵施設所有状況とロールベール調整数

地域	項目 頭数	タワーサイロ		スタックサイロ		バンカーサイロ		ロールベールサイレージ		ロールベール乾草	
		基数	内放牧無	基数	内放牧無	基数	内放牧無	個数 / 成換	内放牧無	個数 / 成換	内放牧無
標津	~39	0.9		0.8		0.4	0.5	4.3	6.3	4.1	4.9
	40~49	1.5		0.7	0.5	0.8	0.5	2.9	1.1	4.6	1.7
	50~	0.8	0.8	0.7	1.0	0.8	1.2	3.4	1.1	4.2	3.7
	計	1.2	0.4	0.7	0.6	0.7	0.8	3.4	1.8	4.5	3.2
標茶	~39	0.5	2.0	1.2	0.7	0.8	0.7	3.4	2.1	6.1	5.6
	40~49	0.9	1.0	1.4	1.0	0.6	0.3	3.8	5.5	3.5	3.8
	50~		1.3		2.3	3.0	1.7	3.7	1.7	3.4	2.1
	計	0.7	1.4	1.3	1.3	0.8	0.9	3.6	3.0	4.4	3.4
全体	~39	0.6	1.2	1.0	0.4	0.6	0.6	3.7	3.9	5.1	5.2
	40~49	1.3	0.4	1.0	0.7	0.8	0.4	3.3	3.0	4.2	2.6
	50~	0.8	1.0	0.6	1.5	0.9	1.4	3.4	1.4	4.1	3.1
	計	1.0	0.9	0.9	1.0	0.8	0.7	3.5	2.3	4.5	3.3

注) 1. 設置基数は延べ基数とした。  
 2. 成換は成牛換算頭数の略であり、24カ月以上を1.0、12~24カ月を0.5、12カ月未満を0.3とした。

採草地の更新は、放牧している経営の7.3年に対して、放牧していない経営は6.3年と1年早い。

総じて、放牧していない経営の採草地は、放牧している経営に対して集約的な管理が行なわれ、単収をみると4.6 t / 10aと放牧している経営に比較して約1 t多かった。

2) アンケート調査結果

(1) 放牧の必要性

酪農経営に放牧が必要か否かについては表9のとおり、放牧している経営では7割が必要、1割が不必要と考え、とくに、傾斜地の多い標茶は標津より放牧の必要性を強く捉えているのに対して、放牧していない経営では、必要性を感じている経営は2割と少なく、不必要が6割を占めていた。なお、放牧利用の有無にかかわらず、いずれも約2割は分からないであった。

表 8. 放牧の有無別採草地の管理

地域	項目 放牧	施肥	更新	刈取	単収	尿散布	堆肥散布
		回数	年数	回数		面積割合	面積割合
標津	ある	2.1	7.6	2.1	3.7	25.0	31.7
	ない	2.1	6.2	2.2	4.3	40.0	30.7
標茶	ある	2.1	7.0	2.1	3.5	32.7	40.6
	ない	2.1	6.4	2.2	4.9	36.1	67.0
全体	ある	2.1	7.3	2.1	3.6	28.9	36.2
	ない	2.1	6.2	2.2	4.6	38.1	48.9

表 9. 酪農経営における放牧の必要性

地域	項目 頭数	放牧あり			放牧なし		
		必要	不必要	不明	必要	不必要	不明
標津	~39	66.7		33.3			
	40~49	57.9	15.8	26.3		66.7	33.3
	50~	76.9	15.3	7.7			
	計	65.3	12.2	22.0		66.7	33.3
標茶	~39	76.9	7.7	15.4		50.0	50.0
	40~49	76.9	7.7	15.4	66.7	33.3	
	50~	100.0				100.0	
	計	77.8	7.4	14.8	28.6	57.1	14.3
全体	~39	72.7	4.5	22.7		50.0	50.0
	40~49	65.6	12.5	21.9	33.3	50.0	16.7
	50~	78.6	14.3	7.1		100.0	
	計	70.6	10.3	19.1	20.0	60.0	20.0

(2) 放牧利用の理由  
 放牧を利用している理由で多かったのは表10のとおり、省力化であり、ついでストレス解消、

乳量向上、低コスト化の順であった。なお、搾乳牛飼養頭数の多い経営ほど低コスト化と乳量向上に期待している傾向がみられた。

表10. 放牧をしている理由割合

地域	項目頭数	草地に 余裕ある	省力化	牛のスト レス解消	乳量向上	低コスト化	繁殖が 良くなる	土地条件
標津	~39	25.0	100.0	50.0	50.0	25.0	12.5	
	40~49	31.6	63.2	68.4	47.4	36.8	36.8	10.5
	50~	23.0	84.6	46.2	30.7	53.8	15.4	7.7
	計	27.5	77.5	57.5	42.5	40.0	25.0	7.5
標茶	~39	23.1	61.5	46.1	53.8	38.5	15.4	7.7
	40~49	14.3	71.4	50.0	64.3	42.9	14.3	14.3
	50~				100.0	100.0		100.0
	計	17.8	64.3	46.4	60.7	42.9	14.3	14.3
全体	~39	23.8	76.2	47.6	52.4	33.3	27.3	4.8
	40~49	24.2	66.7	60.6	54.5	39.4	14.3	12.1
	50~	21.4	78.6	42.8	35.7	57.1	14.3	14.3
	計	23.5	72.1	52.9	50.0	41.2	20.6	10.3

注) 1. 3つまでの複数回答を可とした。

(3) 放牧地の維持管理  
 放牧地の維持管理を施肥、掃除刈、堆肥および尿の散布回数についてみると表11のとおり、標津が標茶に比して多く、草地の更新も1年早

い。また、1牧区当りの平均面積も表12のとおり標茶の2.7haに対して、標津は1.7haと小さく、標津は標茶より放牧地を集約的に管理しているものと考えられた。

表11. 放牧専用地の維持管理

地域	項目頭数	施肥回数	堆肥散布 回数	尿散布回数	掃除刈り 回数	更新年次	10a当たり 施肥量
標津	~39	2.6	0.4	0.9	1.9	5.8	54
	40~49	2.6	0.9	1.0	2.3	6.0	57
	50~	2.3	0.8	1.1	1.6	5.9	46
	計	2.5	0.8	1.0	2.0	5.9	51
標茶	~39	2.4	0.5	0.6	0.7	6.1	58
	40~49	2.2	0.4	0.5	0.9	7.0	47
	50~	2.0	0.8			7.5	
	計	2.3	0.4	0.5	0.8	6.7	53
全体	~39	2.5	0.5	0.8	1.3	6.0	56
	40~49	2.4	0.7	0.8	1.6	6.5	52
	50~	2.2	0.8	1.1	1.6	6.7	46
	計	2.4	0.6	0.8	1.4	6.3	52

注) 回答農家戸数の平均

表12. 放牧地の利用方法

地域	項目 頭数	放牧 区数	搾乳牛		日 放 時 間	1 放 牧 区 面 積 ha	乾乳牛		
			期 日	日数			昼 間		昼 夜 期 間
							期 日	日数	
標津	~39	9.0	5/24~10/15	157	9.4	1.6			5/15~3/11
	40~49	10.5	5/20~10/27	163	6.1	1.7	5/23~10/27	161	5/23~10/29
	50~	10.2	5/19~10/18	159	4.7	1.5	5/20~10/20	161	5/29~10/28
	計	10.1	5/21~10/20	159	6.7	1.7	5/22~10/24	162	5/22~10/31
標茶	~39	4.3	5/27~10/24	156	6.5	2.2	5/22~10/23	161	5/25~10/15
	40~49	4.6	5/23~10/21	155	4.9	3.0	5/30~10/15	149	5/30~10/25
	50~	3.0	5/21~10/25	159	8.0	8.3			
	計	4.4	5/24~10/23	154	5.2	2.7	5/26~10/19	157	5/28~10/20
全体	~39	6.7	5/26~10/20	153	8.0	1.7			
	40~49	7.6	5/22~10/24	157	5.5	2.1	5/27~10/21	155	
	50~	6.6	5/20~10/22	157	6.4	2.5	5/20~10/20	161	
	計	7.0	5/23~10/22	154	6.0	2.1	5/24~10/22	159	

(4) 放牧方法

放牧方法は、搾乳牛が昼間の時間放牧、育成牛の大半は昼夜放牧であり、乾乳牛は一部の昼間放牧を除いて育成牛との昼夜放牧が多い(表11)。

放牧期間は、平均でみると搾乳牛、乾乳牛とも5月23日~10月22日であるが、標茶に比して標津は開始、終牧とも3日早くなっている。

搾乳牛の1日当たり放牧時間は4~10時間であるが、平均でみると6.7時間、標茶5.2時間であり、放牧地を集約的に管理している標津の利用時間は長くなっている。

(5) 粗飼料給与

放牧期における粗飼料給与は表13のとおり、放牧していない経営は、放牧している経営に比して、春、夏、秋とも放牧草を除く各粗飼料の利用農家割合が高いのに対して、放牧している経営は、1番草の放牧サイレージを放牧の全期間とおしてはば6割の農家が利用している。また、2番草の牧草サイレージおよび乾草の利用

農家割合は、放牧中期の夏に減少している。一方、放牧していない経営は、濃厚飼料に近い胚小麦やアルファルファを全期間一定の農家が利用しているが、その他の飼料は春から秋にかけて利用農家の割合は低下している。

(6) 放牧草の過不足状況

放牧草の過不足状況をみると表14のとおり、丁度よい45.6%、余った32.4%、不足した23.5%であった。また、飼養頭数との関係では、飼養頭数の少ない経営ほど不足している傾向がみられた。

(7) 今後5年後の放牧利用計画

今後の放牧利用は全体でみると表15のとおり、現状維持が約60%、縮小および全面廃止を考えている経営が36%と多いのに対して、拡大を考えている経営は5%弱と少ない。しかし、地域的にみると、傾斜地の多い標茶は標津より拡大および現状維持の割合が高く、縮小を志向している経営の割合は少く、全面廃止はみられなかった。なお、縮小および廃止の理田としては表

16のとおり、乳量のバラツキが最も多く、ついで乳成分の低下、草地に余裕がない、手間がかかる、有利性が分からないの順であった。

表13. 搾乳牛の放牧期における飼料別農家戸数割合

地域	項目 季節	放 牧 中					放 牧 し て な い						
		牧草サイレージ		乾 草	苧 蓆	小 麦 アルファルファ ペレット	ビート パルプ	牧草サイレージ		乾 草	苧 蓆	小 麦 アルファルファ ペレット	ビート パルプ
		1 番草	2 番草					1 番草	2 番草				
標 津	春	69.2	36.3	76.0		50.0	87.9	100.0	100.0	100.0		100.0	33.3
	夏	57.9	13.2	71.1		36.8	68.4	100.0	100.0	100.0		100.0	66.7
	秋	57.9	44.7	81.6		39.5	86.8	100.0	100.0	100.0		100.0	33.3
標 茶	春	60.0	24.0	61.7		66.7	80.0	87.5	91.7	100.0		80.0	60.0
	夏	73.1	32.0	84.6		64.0	80.0	80.0	25.0	100.0		75.0	75.0
	秋	57.7	53.8	88.5		73.1	73.1	20.0	20.0	80.0		80.0	60.0
全 体	春	93.8	93.5	100.0		87.5		100.0	0.0	100.0			
	夏	64.1	24.5	76.6		47.6	73.0	87.5	57.1	100.0		85.7	71.4
	秋	57.8	48.4	84.4		53.1	81.3	50.0	50.0	87.5		87.5	50.0

注) 1. 飼料の全てについての未回答農家

表14. 放牧草の年間をとおしての過不足割合

		丁度よい	余った	不足した
標津	~39	37.5	50.0	25.0
	40~49	47.4	26.3	26.3
	50~	53.8	30.8	15.4
	計	47.5	32.5	22.5
標茶	~39	30.8	38.5	30.8
	40~49	50.0	28.6	21.4
	50~	100.0		
	計	42.9	32.1	25.0
全体	~39	33.3	42.9	28.6
	40~49	48.5	27.3	24.2
	50~	57.1	28.6	14.3
	計	45.6	32.4	23.5

表15. 今後（5年後）の放牧地利用割合について

		拡大	現状維持	縮小	全面廃止
標津	~39		62.5	25.0	12.5
	40~49	5.0	52.6	26.3	15.8
	50~		68.4	31.6	15.8
	計	2.5	47.5	32.5	17.5
標茶	~39	15.4	61.5	23.1	
	40~49		92.3	7.7	
	50~		100.0		
	計	7.4	77.8	14.8	
全体	~39	9.5	61.9	23.8	4.8
	40~49	3.1	68.8	18.8	9.4
	50~		35.7	42.9	21.4
	計	4.5	59.7	25.4	10.4

表16. 放牧地を縮小または廃止する理由割合

(単位：%)

地域	項目 頭数	草地に 余裕ない	乳量に むらがある	乳成分 低下	管理が 雑	手間が かかる	放牧の 有利性不明	その他
標 津	~39	18.2	27.3	18.2		9.1	18.2	9.1
	40~49	20.0	24.0	20.0	4.0	8.0	12.0	12.0
	50~	10.3	24.1	17.2	10.3	13.8	6.9	17.2
	計	15.4	24.6	18.5	6.2	10.8	10.8	13.8
標 茶	~39	8.3	33.3	16.7		25.0	8.3	8.3
	40~49	35.7	14.3	28.6	7.1	7.1	7.1	
	50~	33.3	33.3			16.7	16.7	
	計	25.0	25.0	18.8	3.1	15.6	9.4	3.1
全 体	~39	13.0	30.4	17.4		17.4	13.0	8.7
	40~49	25.6	20.5	23.1	5.1	7.7	10.3	7.7
	50~	14.3	25.7	14.3	8.6	14.3	8.6	14.3
	計	18.4	24.5	18.4	5.1	12.2	10.2	10.2

(8) 放牧と乳成分の関係

放牧によって、乳脂率が低下すると考えている農家は、表17のとおり放牧をしている経営、していない経営とも約8割を占め、高くなると考えている経営は皆無であった。

また、乳蛋白については、約半数の農家が低

下すると考えており、3~4割の経営は分からないであった。とくに、細菌数、体細胞数については、放牧によってどう変化するか分からないが大半であり、これらのことが放牧利用に対する不安感を高め、縮小ないし廃止を指向する要因の一つになっているものと考えられた。

表17. 放牧と乳成分関係 (割合)

—放牧あり—

地域	項目 頭数	乳 脂 率			乳 蛋 白 質			体細胞数・細菌数		
		増 加	低 下	不 明	増 加	低 下	不 明	増 加	低 下	不 明
標 津	~39		87.5	12.5		37.5	62.5	37.5		62.5
	40~49		94.4	5.6	29.4	35.3	35.3	25.0		75.0
	50~		84.6	15.4	9.1	72.7	18.2	22.2	22.2	44.4
	計		89.7	10.3	6.0	17.0	13.0	27.5	10.0	62.5
標 茶	~39		61.5	38.5		41.7	58.3	7.7	15.4	76.9
	40~49		92.3	7.7		50.0	50.0		11.5	88.5
	50~		100.0			100.0				100.0
	計		77.8	22.2		47.6	52.4	3.7	13.0	83.3
全 体	~39		71.4	28.6		40.0	60.0	14.7	11.8	73.5
	40~49		93.5	6.5	20.0	40.0	40.0	9.5	7.1	83.3
	50~		85.7	14.3	8.3	75.0	16.7	22.2	22.2	55.6
	計		84.8	15.2	10.5	47.4	42.1	13.8	11.7	74.4

—放牧なし—

地域	項目 頭数	乳 脂 率			乳 蛋 白 質			体細胞数・細菌数		
		増 加	低 下	不 明	増 加	低 下	不 明	増 加	低 下	不 明
標 津	~39									
	40~49		100.0			100.0			25.0	75.0
	50~		100.0			100.0				100.0
	計		100.0			100.0			20.0	80.0
標 茶	~39			100.0	100.0					100.0
	40~49		66.7	33.3		33.3	66.6			100.0
	50~									
	計		50.0	50.0	25.0	25.0	50.0			100.0
全 体	~39			100.0	100.0					100.0
	40~49		80.0	20.0		60.0	40.0		10.0	90.0
	50~		100.0							100.0
	計		77.8	22.2	16.7	50.0	33.3		7.7	92.3

(9) 隔障物の利用

隔障物については表18のとおり、大きく有針鉄線と電線による牧柵があり、電気牧柵には固定型と移動型があるが、利用のしかたは、それぞれ単独で利用している経営が8割を占め、な

かでも従来から利用されてきた有針鉄線が4割強を占めていた。

移動電気牧柵は、15.7%の経営に入っているが、表19のとおり昭和60年以降の導入が多いことから利用のしかたを十分に理解していないこ

となどもあって、固定しての利用が大半を占め、その機能が生かされていない。

表18. 放牧専用地上における牧柵の種類別利用割合

地域	項目 頭数	単一利用			複数利用			
		有針 鉄線	固定電 気柵	移動電 気柵	有針 +固電	有針 +移電	固 定 +移電	針+固 +移
標津	~39	12.5	75.0		12.5			
	40~49	40.0	20.0	6.7	6.7	6.7	13.3	6.7
	50~	33.3	25.0	16.7	16.7	8.3		
	計	31.4	34.3	8.6	11.4	5.7	5.7	2.9
標茶	~39	66.7		22.2	11.1			
	40~49	50.0	7.1	21.4	14.3	7.1		
	50~	100.0						
	計	58.3	4.2	20.8	12.5	4.2		
全体	~39	41.2	35.3	11.8	11.8			
	40~49	44.8	13.8	13.8	10.3	6.9	6.9	3.4
	50~	38.5	23.1	15.4	15.4	7.7		
	計	42.4	22.0	13.6	11.9	5.1	3.4	1.7

表19. 電気柵を導入した年次 (標津)

	~59	60	61	62	63	64~	計
~39							
40~49					1	1	2
50~	3	1	2	2	1	3	12
合計	3	1	2	2	2	4	14

4. 要 約

草地型酪農の代表的な根釧地域においても、放牧の利用が減少傾向にある。しかし、低コスト化と省力化が期待されるなかで、近年移動電気柵が普及し、これまでの放牧とは大きく異なるものとして関心が高まっている。そこで、根釧地域の代表的な標津町と標茶町を対象に計89戸の酪農家について放牧の調査を実施した。

主な調査結果としては、①放牧を利用する理由で最も多かったのは省力化であり、ついでストレス解消、乳量向上、低コスト化、草地に余裕があるの順であった。②今後(5年後)の放牧利用については、標津、標茶とも減少傾向がみられた。③放牧地を減少ないし廃止する理由

としては、乳量のムラ、乳成分の低下、草地に余裕がない、手間がかかる、放牧の有利性が分

からないの順であった。とくに、放牧と乳成分の関係については分からないとする回答が多かった。④移動電気柵は、普及して日が浅いこともあるが、固定しての利用が多く、その機能が発揮されていない。なお、放牧の効果や施設利用のしかたが究明されていないことなどが、放牧に対する不安感を高め、縮小および廃止の方向に結びつけているものと考えられた。

以上のことから、放牧が有効に利用されるためには、①低コストな放牧草地の造成と維持管理のしかた、②放牧と併給飼料の利用による乳量、乳成分

および繁殖への影響、③放牧施設の配置と牛群管理のあり方などの検討が急がれている。そして、これらの個々の技術については、経営的視点を含め相互に連携した総合的な試験のもとに進められて、はじめて経営にとり入れられる体系としての放牧方式がつけられるものと考えられる。

したがって、有効な放牧方式は同一地域にあっても、経営条件によって異なり、類型別の放牧方式の策定が望まれる。

なお、このことからして、十勝・網走のコーンをとり入れた畑地型酪農地域はもとより、根釧と類似した草地型酪農の天北地域においても、総合的な視点から検討され、地域および経営条件にあった放牧方式を策定することが必要と考えられた。

シンポジウム「放牧と乳生産」

## 放牧地における合理的草種・品種の組合せ

石 田 亨 (北海道立天北農業試験場)

Reasonable Combination in Grass Species and Cultivars on Grazing Pasture.

Susumu Ishida (Hokkaido Prefectural Tenpoku Agricultural experiment Station.)

### 1. はじめに

約60万haの草地面積を有する北海道においては、国土資源の高度利用や環境保全からも、土地利用型畜産を農業の基幹とすべきである。

近年、牛乳生産の増加に草地面積の拡大が追いつかず、乳牛一頭当たり面積が減少している。この傾向は草地型酪農地帯の宗谷、根室でも例外でない。その結果、草地の利用形態は採草型(サイレージ、乾草)が増加し、放牧型は過去10年間で半減した。

一方、自給粗飼料の生産費は、TDN 1 kg 当たり放牧草19円、サイレージ61円、乾草64円と低コスト化には放牧利用が不可欠である。しかし草地の拡大は、遠隔地が多く、牛舎周辺の放牧草地は僅かである。この為放牧主体の飼養が成立せず、時間制限放牧など放牧依存度が低下し、一層放牧離れに拍車がかかる結果となった。

今回は、放牧草地の家畜生産性を明らかにし、生産性を向上させる為に、放牧草地に求められる形質について、草種・品種の組合せや放牧利用法の面から検討を行った。

### 2. 放牧草地に必要な形質

北海道の放牧用草種は、イネ科草のOG、T Y、M F 等が主要草種で、栽培地域が限定され

たPRは道北地域で増加し、TF、KB、RT等は道東地域の一部で利用されている。マメ科草はLCが主要草種である。これら草種を用いた放牧草地の家畜生産性を向上させる為には、まず各草種の飼料特性に合った利用法(放牧、施肥等)を明らかにし、さらに他草種・品種との混播組合せを考慮する必要がある。

以下に放牧草地に必要な形質のうち、主要なものについて示す。

#### 1) 草地の永続性

高い生産性が長年月にわたり維持されることが重要で、草種・品種、草種の組合せや放牧利用法の適否により、永続性に違いが出て来る。

数草種のイネ科草とマメ科草の混播利用が多く見られるが、競合性の強い草種や季節生産性

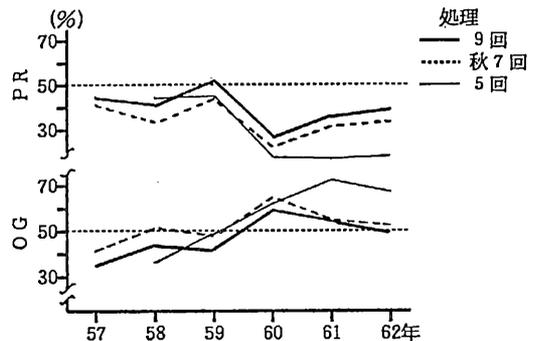


図1. 放牧利用法の違いによるPR・OG混播草地の植生推移

(石田ら 1988)

を異にする場合、植生が特定草種に片寄ることが良く知られている。

道北地域でのPR、OG混播利用でPR維持には、集約放牧(年9回)や秋重点利用が必要であり<sup>3)</sup>、能代らは<sup>10)</sup>、道東地域でのKBの優先化を防ぐ為、OG型草地は年6回、TY型草地で年4回の利用とN施肥量で8kg/10aが良いと報告している。

再生力の劣るTYの放牧利用では、能代らは<sup>9)</sup>、TY品種の早晚に係わらず、ほふく型マメ

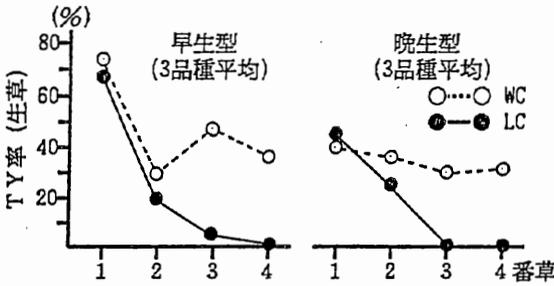


図2. 相手マメ科草とTY率の推移(1/2増肥区、1977年)(能代ら1979)

科草(WC)との混播性を重視したTY品種の選定が必要と報告している。

小関は<sup>7)</sup>、道東地域へのPRの導入を図り、土壌の深層処理(30cm)、年5回の利用で造成後4年目までMFと同様に、さらに4草種混播草地の集約放牧でPRが維持されたことから、導入の可能性を示唆した。越冬性の改善について、住吉らは<sup>17)</sup>、秋季の放牧利用間隔が、下小路らは<sup>12)</sup>、越冬分けつの充実とN含有率の両者のバランスが、それぞれ重要であったと報告している。

著者は、集約利用(年10回)による放牧専用草地の経年化に伴うPR収量の低下に対し、兼用、交互利用の有効性を示唆している。

寒河江らは<sup>16)</sup>、TF『ホクリョウ』、LC『カリフォルニアラジノ』混播草地の牧養力推移か

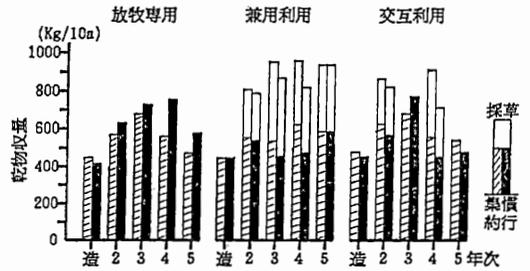


図3. 草地の利用形態別収量の年次推移(1992 天北農試)

ら見て、重放牧の危険性を指摘している。

大同らは<sup>1)</sup>、MFの早生品種『トモサカエ』を育成し、早生群『ファースト』や晩生群『Tammisto』に比較しても十分な放牧適性を有

表1. WC(フィア)との混播条件下での乾物収量(1984~1986 北農試)

品 種	乾物収量 (Kg/a)			マメ科率
	MF	WC	合計	
トモサカエ	154.5 a	131.8 b	286.3	46.0 b
ファースト	143.0 a	155.8 b	298.8	52.1 a
Tammisto	126.8 b	162.8 a	289.8	56.2 a

注) 3年間合計乾物収量(大同ら1989)

し、WC『フィア』に対する競争力が強く、OG『オカミドリ』やTY『クンプウ』との混播に適すると報告している。

川崎・田辺は<sup>5)</sup>、イネ科5草種とWC『ミルカパイピア』の混播適性を検討し、マメ科率が維持できるのはTY『ハイデミー』、MF『レトデンフェルト』の2草種で4年、TF『ホクリョウ』は3年、OG『キタミドリ』、KB『トロイ』ではいずれもマメ科率が低かったと報告した。著者らはPR『フレンド』、WC『ソーニャ』の混播利用において、造成5年目でもマメ科率10%程度の維持は可能であると考えた。

このように放牧草地の持続性は、混播利用では草種・品種の組合せが重要であるが、単播利用では放牧利用法に配慮することで、延長が可能と考えられた。

2) 草地の季節生産性

季節生産性は、草種間の差が明瞭に現れるものである。比較的平準化している草種は、PR、MF、TF等で、OG、TYは春季の生育が旺盛な分、夏季以降に停滞する。

佐藤・平島は<sup>13)</sup>、OG、MF、KB、LCの4草種混播草地で刈取間隔(10、20、30日)の比較から、短草利用ほど年間再生草量は低下

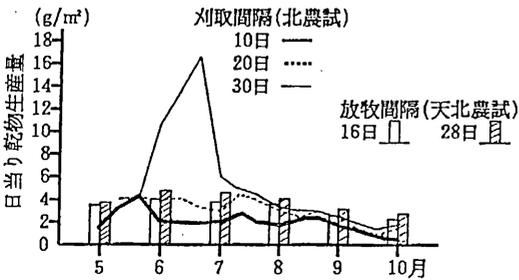


図4. 利用間隔別の季節生産性(日当り乾物生産量)(佐藤、平島 1985、天北農試 1989~92)

北農試(OG、MF、KB、LC混播) 天北農試(PR、WC混播) N施肥量(kg/10a) 6.3~6.0 kg

したが、季節生産性が平準化されたと報告し、著者らはPR『フレンド』、OG『オカミドリ』にWC『ソーニャ』をそれぞれ混播した草地の集約利用(年10回)時の月別生育量は、PRがより平準化していたことを認めた。

川崎・蒔田は<sup>4)</sup>、TF『ホクリヨウ』とOG

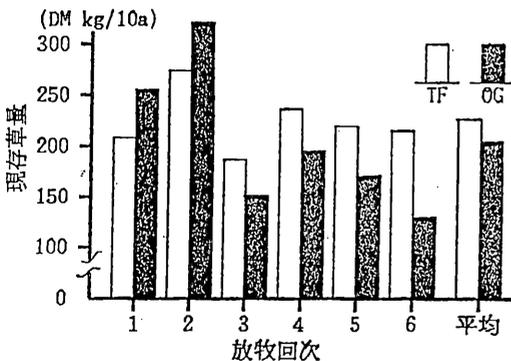


図5. 現存草量の推移(1980、81年平均)(川崎、蒔田 1982)

『キタミドリ』を比較し、春・夏・秋でTFは40、40、30%と平準化し、OGは50、25、25%と季節間差が大きかったことを、澤田・佐藤は<sup>19)</sup>、TF、MF、RTが比較的平準化されたのに対し、OGは春季、KBは秋季にそれぞれ収量割合が高かったことを報告している。

宮下らは<sup>8)</sup>、出穂期の異なる草種・品種の草地を別々に配置し利用した結果、乾物生育、草丈伸長速度ともいずれも6月が最大となり、TY、PRでの利用率低下を認め、放牧専用利用

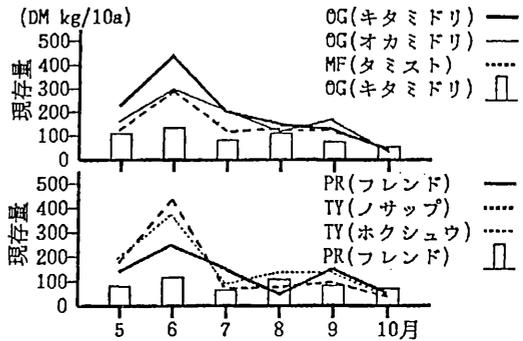


図6. 草種・品種の異なるイネ科牧草の月別現存量(宮下ら 1988) (□のOG、PRは年7回利用における生育量、天北農試データ、1982、84、87年平均)

だけでは利用率向上や生産性の平準化は難しいとし、佐藤・平島は<sup>13)</sup>、放牧専用、兼用の組合せにより、OGなど平準化されていない草種の放牧利用に有効であったと報告している。

このように季節生産性の平準化には、特定草種(PR、TF、MF)を利用する方が有効である。しかし、兼用利用により春季のスプリングフラッシュを緩和させることで、その他の草種でも、ある程度の平準化は可能である。この場合、兼用割合(面積、収量比)は草種・品種や地域により異なり、道北地域のPRでは30%の面積、道央地域のOGでは牧草収量の70%程度の採草利用が必要と考えられる。

3) 草種の飼料特性に合った放牧管理

季節生産性の平準化していないOGを極端な短草利用すると、牧草収量が大幅に減少し、夏季以降の草量不足から家畜生産性の低下を招く場合がある。

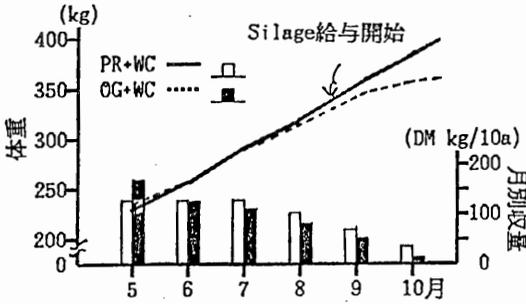


図7. 草種の違いによる放草収量と家畜増体の推移 (天北農試 1992)

このことは、草種により放牧利用法に違いがあることを示すもので、PRは短草利用向け、OGは極端な短草利用を避け、兼用利用(採草)によりスプリングフラッシュを緩和させる利用法が有効と考えられる。

4) 家畜の利用性が高い草地

放牧草のし好性が良く、利用率が高いことは、単位面積当たりの家畜生産性を向上させる為に重要なことである。

小倉らは<sup>11)</sup>、放牧用草種のし好性を比較し、OGよりPRが良かったとし、澤田・佐藤は<sup>19)</sup>、OGに対しKBは年次により差があり、OG ≥

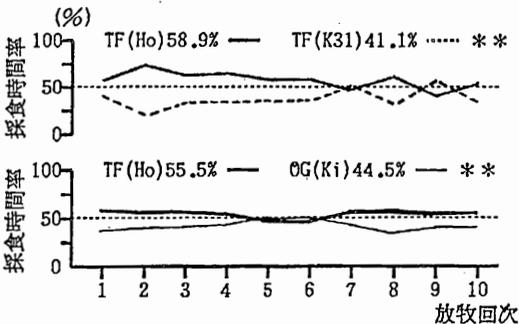


図8. 採食時間割合からみた採食性比較(放牧開始後0~60分) (寒河江ら 1987)

RT、OG > TF、MF ≥ OGであったと報告した。しかし、川崎・竹田<sup>6)</sup>、寒河江らは<sup>15)</sup>、TFの『ホクリヨウ』、『ケンタッキー31』とOG『キタミドリ』の比較から、TFの品種間では常に『ホクリヨウ』が優れ、草丈が短い場合を除いてOGとはほぼ同等の採食性を示したと報告している。

放牧草地の家畜生産性を家畜の増体や乳生産で比較した事例は多くない。日増体量や草地の

表2. 草種別の家畜生産性(牧養力)の比較

草種(品種)	RT	KB	TF(Ho)	PR(Fr)	OG(O)
	(市販)	(To)	L.C(Ca)	WC(So)	WC(So)
試験場所	新得		天北		
利用年次	3年目	3~4年目	1~3年目	1~4年目	1年目
家畜(品種)	A	A	H	D, H, A	D
家畜生産性					
増体(kg/ha)	379~501	461~662	528~739	522~738	687
CD(500kg/ha)	444~605	386~697	371~622	374~595	505
放牧強度(頭/ha)	4.4~5.8	3.7~6.6	3.9~6.3	3.3~5.3	4.4
期待値					
増体(kg/ha)	—	519	613	636	—
CD(500kg/ha)	400	500	534	504	—
放牧強度(頭/ha)	3.6	4.8	5.0	4.4	—

注1) 期待値は、目標DG及び草地植生等の推移を考慮して推定した。  
2) 放牧強度は、体重350kgに換算した。

(天北農試 1992)

植生推移から、草種ごとの牧養力を推定すると、TF、PR、KBは500CD(500kg換算)程度であり、家畜増体量はTF、PRがKBより優れていた。

乳生産について田中らは<sup>20)</sup>、OG主体混播草地におけるストリップ放牧(一日2回、各2.5

表3. 放牧草地からの乳生産(kg/ha)

草地	方式	4%FCM量	TDN充足率	備考
PR+WC	昼夜	8124	100(推定値)	天北農試
PR+WC	昼夜	6167	116(101~127)	浜頓別 農家
OG主体	6hr制限	5247	123(117~134)	根釧農試
OG主体	3hr制限	5910	106(104~107)	(1992)
OG主体	5hr制限	4990	—	田中ら

根釧農試データは、適正放牧密度に換算して推定

時間)の結果、ha当たりのFCM生産量は4,990kgであったとし、花田らは<sup>2)</sup>、OG主体草地での時間制限放牧により3時間区で5,910kg、6時間区は5,247kgが可能であると報告している。PR+WC混播草地において、昼夜放牧を実施

し、4%FCM生産量が6,167kgに達した農家事例がある。著者らは育成牛の増体成績から推定して、同様に8,124kg/haが可能と考えた。しかし、放牧期のTDN充足率は、101~134%と過剰な傾向を示すことから、PR+WC草地の乳生産量は7,000kg/ha程度と推察できる。

このように家畜の嗜好性は、 $PR > MF \geq OG = TF$ の順となるが、家畜生産性から見るとTFはPRと同程度であり、利用拡大が望まれる。MFについても、単播利用による家畜生産性の解明が急がれる。

5) 草種の飼料特性と家畜の要求

放牧飼養される家畜の養分要求量は、最も高い泌乳牛から繁殖牛まで様々である。この為、利用家畜の要求量に合せた草種・品種を使い分ける必要がある。

主要草種の月別(季節別)栄養価(TDN)、可消化乾物(IVDMD)の変化をみると、P

表4. イネ科牧草の月別(季節別)TDN、IVDMDの推移

草種・品種	月 季節	5		6		7		8		9		10		備考
		春		夏		秋		冬		春				
OG (Ki)		73	44	66	62	65	68	宮下ら(1988)						
OG (O)		72	60	65	62	68	70	年6回利用						
MF (Ta)		75	67	70	70	71	69							
PR (Fr)		68	59	60	71	62	68							
TY (No)		72	67	66	74	69	69							
TY (Ho)		74	62	74	69	71	72							
OG (Ki)		(79)		(71)		(72)		川崎・蒔田(1982)						
TF (Ho)		(82)		(76)		(77)		年6回利用						
OG (Ki)		(77)		(71)		(69)		天北農試(1985~1987)						
PR (Fr)		(84)		(76)		(79)		年7回利用						

注) ( ) はIVDMD(%)の値 (天北農試 1992)

R、TFはOGより常にIVDMDが高く、MFもOGよりTDNの月別推移が常に高いことから、泌乳牛の放牧利用に適していると考えられる。

3. ま と め

放牧利用が年々減少する理由として、放牧草地の確保が難しく、放牧依存度が低下したこと、放牧草地の家畜生産性の低さとバラツキが挙げ

られる。

今回のテーマである草種・品種の組合せは、家畜生産性を向上させることに、その目的がある。

放牧草地の持続性には、混播組合せが重要であるが、草種の飼料特性を考慮した利用法も必要である。季節生産性の平準化には、特定草種の利用が効果的であるが、兼用利用によりある程度の改善が見込める。さらに利用家畜の要求に合った草種・品種を用いることは、放牧草の利用率を向上させ、家畜生産性の向上につながる。

このように放牧草地は、利用目的別に草種を選定することが、最も重要である。従来の多草種混播利用より、特定草種とマメ科草との単純な混播利用が、草地管理の面からも効率的であり、混播適性の優れたコモン型WCを積極的に利用すべきと考えられる。さらにMF、TFなども、泌乳牛への利用拡大を図る必要がある。

引用文献

- 1) 大同久明・寺田康道・宝示戸貞雄・荒木 博・杉田紳一・伊藤公一・雑賀 優・阿部二朗 (1989) 北農試研報 152, 19 - 31.
- 2) 根釧農試 (1992) 平成3年度北海道農業試験成績会議資料 1 - 27.
- 3) 石田 亨・住吉正次・中村克巳・川崎 勉・小倉紀美 (1989) 北草研報23, 22-26.
- 4) 川崎 勉・蒔田秀夫 (1982) 日草誌(別号) 28, 343 - 344.
- 5) 川崎 勉・田辺安一 (1982) 新得畜試研報 12, 27-33.
- 6) 川崎 勉・竹田芳彦 (1984) 北草研報18, 174 - 177.
- 7) 小関純一 (1984) 北草研報 18, 65 - 68.

- 8) 宮下昭光・池田哲也・手島道明 (1988) 北草研報 22, 215 - 218.
- 9) 能代昌雄・小関純一・平島利昭 (1979) 北草研報 13, 67 - 69.
- 10) 能代昌雄・宝示戸雅之・早川嘉彦 (1989) 北草研報 23, 27 - 29.
- 11) 天北農試 (1985) 昭和59年度北海道農業試験成績会議資料 1 - 18.
- 12) 下小路英男・吉沢 晃・大槌勝彦 (1984) 北草研報 18, 68 - 71.
- 13) 佐藤康夫・平島利昭 (1985) 北草研報 19, 157 - 160.
- 14) 佐藤康夫・平島利昭 (1985) 北草研報 19, 160 - 164.
- 15) 寒河江洋一郎・中辻浩喜・川崎 勉 (1987) 北草研報 21, 191 - 194.
- 16) 寒河江洋一郎・中辻浩喜・川崎 勉 (1987) 北草研報 21, 195 - 197.
- 17) 天北農試 (1988) 昭和62年度北海道農業試験成績会議資料 1 - 40.
- 18) 澤田嘉昭・佐藤尚親 (1989) 北草研報 23, 98 - 100.
- 19) 澤田嘉昭・佐藤尚親 (1990) 北草研報 24, 104 - 106.
- 20) 田中 進・中辻浩喜・近藤誠司・関根純二郎・大久保正彦・朝日田康司 (1986) 日草誌 (別号) 32, 310 - 313.

シンポジウム「放牧と乳生産」

## 放牧を効率的に利用した乳生産

花 田 正 明 (北海道立根釧農業試験場、\*現・帯広畜産大学)

Milk Production of Grazing Cows

Masayuki Hanada

(Hokkaido Prefectural Kosen Agricultural Experiment Station,

\* Present address, Obihiro Univ.)

### 1. はじめに

乳製品の輸入自由化や乳価の低迷などにより、牛乳生産費の低迷の必要性が高まりつつある。牛乳生産費の規定要因を重回帰分析により検討した報告<sup>13)</sup>によると、牛乳生産費の最大の規定要因は個体乳量よりも耕地1 ha当たりの自給飼料生産費であり、牛乳生産費の低下対策の1つとして草地の放牧利用率を高めることが重要とされている。しかし、根釧地域における泌乳牛の放牧飼養は、「乳生産の不安定」、「草地面積に余裕がない」などの理由により年々減少傾向にある<sup>15)</sup>。

泌乳牛は生産レベルが高く、かつ、毎日、生産物として多量のエネルギーを体外に放出するため、短期的な養分摂取量の不足でも、生産の低下や疾病を招きやすい。乳牛の泌乳能力が年々向上する中、放牧飼養においても乳生産を安定的に維持するために、個体の泌乳能力に見合った適切な栄養管理技術が求められている。しかし、放牧地からの養分摂取量を把握することは難しく、また、放牧地からの養分摂取量は様々な要因によって変動するため<sup>16)</sup>、放牧期における泌乳牛の栄養管理を適切に維持することは困難とされている。

一方、経産牛1頭当たりの草地面積の減少に

より、草地からの乳生産量の向上が求められている。他の農業生産と同様に、本来、牛乳生産は土地を基盤とした物質循環の中において太陽エネルギーを固定することである。牛乳は土地から生産されるべきであるとする、単位土地面積当たりの乳生産量が大切な尺度となり、草地の生産性からみた泌乳牛の放牧飼養技術の評価が必要であろう。

このように他の飼養形態と同様に、放牧飼養においても個体の泌乳能力に応じた栄養管理技術が求められている。同時に、草地の生産性の観点からの放牧飼養に対する評価も求められている。本稿ではこれら泌乳牛の放牧飼養をとりまく課題について、根釧農業試験場の成績をもとに論ずる。

### 2. 放牧利用における牧草の栄養的特徴

牧草の生育ステージの進行に伴い、葉部割合に比べ茎部割合が多くなり、同時に構造化炭水化合物含量は増加するため、牧草のエネルギー価は低下する<sup>5, 29)</sup>。放牧による牧草利用は、採草に比べ短草状態で牧草を利用するため、牧草のTDN含量は高く、繊維質含量は少ない。このように放牧利用は栄養価の高い牧草を乳牛に供給できるものの、牧草の栄養価は、季節や草地

の草種構成によっても変動する。

生育期間における気温の上昇により、牧草の乾物消化率は低下するため<sup>17)</sup>、気温が上昇する春季から夏季にかけて放牧草のTDN含量は低下する(表1)。TDN含量に比べCP含量の

表1. 放牧草、牧草サイレージならびに濃厚飼料の化学成分およびTDN含量

	放牧草								サイレージ	濃厚飼料
	I <sup>1)</sup>		II		III		IV			
	0.04-6.25 昼夜	6.26-7.18 昼夜	7.17-8.06 昼夜	8.07-8.27 昼夜	サイレージ	サイレージ	サイレージ	サイレージ		
乾物中 %										
OM	82.9	83.5	90.2	91.3	89.0	89.8	89.3	89.3	91.1	95.3
CP	15.4	14.5	20.7	17.0	21.3	19.0	18.8	18.0	14.9	19.2
NDF	53.2	52.9	52.1	53.8	51.5	52.0	50.7	51.0	61.4	10.0
ADF	30.3	29.0	29.7	30.9	31.6	31.4	30.6	30.7	42.0	5.0
TDN	76.3	75.6	75.0	75.0	86.1	85.6	85.5	83.7	86.7	91.4

<sup>1)</sup> 試験期

(花田ら, 1993b)

季節変動は比較的小さく、このため放牧草のTDN含量とCP含量との比は、春季から夏季にかけて小さくなる。すなわち、放牧草のTDN含量とCP含量との比は泌乳牛のTDN要求量とCP要求量<sup>18)</sup>との比より小さく(表2)、その差が大きくなる夏季ではエネルギー摂取量と蛋白質摂取量の不均衡が生じることが予想される。

表2. 放牧草のTDN含量 / CP含量比と泌乳牛のTDN要求量 / CP要求量比の比較

放牧草のTDN含量 / CP含量比	測定時期	6月	7月	8月	9月
	比		5.0	3.6	3.1
泌乳牛のTDN要求量 / CP要求量比 (日本飼養標準, 1987)	乳量 (kg/日)	20	30	40	50
	比		5.6	5.3	5.1

牧草の成熟に伴い乾物消化率は低下するが、その低下割合はイネ科牧草よりもマメ科牧草の方が少ない<sup>24)</sup>。また、マメ科牧草にはカルシウムやマグネシウムが多く含まれ、ミネラル源としてイネ科牧草より優れている。さらに、イネ科牧草に比べマメ科牧草ではCP含量が高く、反芻胃通過速度が大きいため、反芻胃内における蛋白質分解量は少なく、十二指腸への窒素の移行量はイネ科牧草よりも多いといわれている<sup>28)</sup>。

このようにマメ科牧草は、泌乳牛、特に乳量レベルの高い牛にとって好ましい飼料であり<sup>24)</sup>、さらに、放牧草の栄養価の向上や季節変動の緩和の面からも放牧地におけるマメ科牧草の存在は重要である。しかし、放牧地における過度のマメ科牧草の存在は、鼓張症を誘発する。藤田<sup>4)</sup>は、採食量の向上や鼓張症の低下の点から、放牧地におけるラジノクローバー割合は50~60%が良いと述べているが、放牧地の植生の維持管理を考慮するとまだ議論の余地があるであろう。

### 3. 放牧飼養における養分摂取と乳生産

#### (1) 放牧飼養における乾物摂取量と養分摂取の特徴

放牧地における牧草の乾物摂取量は様々な要因によって支配されている。Meijs<sup>16)</sup>の総説では放牧草の摂取量に影響を及ぼす要因を、Animal Origin、Sward Origin、Management Originの3つに区分している(表3)。動物側

表3. 放牧草からの乾物摂取量に及ぼす影響

Animal origin	年齢	体重	乳期	乳量	妊娠
Sward origin	牧草の消化率・化学組成		草種	草量	
	牧草の生育ステージ				
Management origin	放牧方法(放牧強度など)			糞・尿による汚染	
	併給飼料	季節	天候	施肥量(窒素)	

の要因は、主に家畜のエネルギー要求量を反映しており、エネルギー要求量の増加により放牧草の摂取量は向上する。このように動物側の要因が代謝機序 (metabolic control) により放牧草の摂取量を調節しているのに対して、草側の要因は主に物理的機序 (physical control) により乾物摂取量を調節しており、消化管内における飼料の通過速度や消化速度の大きい飼料ほど多く摂取される。このため放牧草の乾物消

化率やTDN含量の低下により乾物摂取量は低下し、春季に比べ放牧草のTDN含量の低下する夏季において乾物摂取量は減少する(表4)。

表4. 昼夜放牧と時間制限放牧における飼料摂取量の比較

処理	I <sup>1)</sup>		II		III		IV		全期間	
	6.04-6.25		6.26-7.10		7.11-8.08		8.07-8.27			
乾物摂取量, kg/日										
放牧草	昼夜	20.2 <sup>a</sup>	18.1 <sup>a</sup>	13.2 <sup>a</sup>	13.2 <sup>a</sup>	16.2	昼夜	20.2 <sup>a</sup>	13.2 <sup>a</sup>	16.2
	制限	5.4 <sup>**</sup>	4.8	4.9	4.8	5.0	制限	5.4 <sup>**</sup>	4.8	5.0
牧草サイレージ	昼夜	0.0	0.0 <sup>a</sup>	0.0	0.0	0.0	昼夜	0.0	0.0	0.0
	制限	10.6 <sup>**</sup>	11.9 <sup>**</sup>	11.7 <sup>**</sup>	9.6	10.9 <sup>**</sup>	制限	10.6 <sup>**</sup>	11.9 <sup>**</sup>	10.9 <sup>**</sup>
濃厚飼料	昼夜	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	昼夜	6.8	6.8	6.8
	制限	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	制限	6.8	6.8	6.8
全飼料	昼夜	27.0 <sup>a</sup>	24.9 <sup>a</sup>	20.0 <sup>a</sup>	20.0 <sup>a</sup>	23.0	昼夜	27.0 <sup>a</sup>	20.0 <sup>a</sup>	23.0
	制限	22.8	23.5	23.4 <sup>a</sup>	21.2	22.7	制限	22.8	23.4 <sup>a</sup>	22.7
TDN摂取量, kg/日	昼夜	21.6 <sup>a</sup>	20.0 <sup>a</sup>	13.0 <sup>a</sup>	13.0 <sup>a</sup>	16.9	昼夜	21.6 <sup>a</sup>	13.0 <sup>a</sup>	16.9
	制限	17.3 <sup>**</sup>	17.8 <sup>b</sup>	17.1 <sup>b</sup>	15.7 <sup>b</sup>	17.0	制限	17.3 <sup>**</sup>	15.7 <sup>b</sup>	17.0
CP摂取量, kg/日	昼夜	4.4 <sup>ab</sup>	5.1 <sup>a</sup>	4.1 <sup>ac</sup>	3.8 <sup>c</sup>	4.3	昼夜	4.4 <sup>ab</sup>	3.8 <sup>c</sup>	4.3
	制限	3.7 <sup>b</sup>	3.9	4.0	3.6	3.6 <sup>**</sup>	制限	3.7 <sup>b</sup>	3.6	3.6 <sup>**</sup>
ADF摂取量, kg/日	昼夜	6.5 <sup>a</sup>	5.7 <sup>a</sup>	4.5 <sup>b</sup>	4.4 <sup>b</sup>	5.3	昼夜	6.5 <sup>a</sup>	4.4 <sup>b</sup>	5.3
	制限	6.3 <sup>ab</sup>	6.8 <sup>b</sup>	6.8 <sup>b</sup>	5.8 <sup>b</sup>	6.4	制限	6.3 <sup>ab</sup>	5.8 <sup>b</sup>	6.4
摂取飼料中のADF含量, %	昼夜	24.1 <sup>a</sup>	22.9 <sup>a</sup>	22.5 <sup>bc</sup>	22.0 <sup>c</sup>	23.0	昼夜	24.1 <sup>a</sup>	22.0 <sup>c</sup>	23.0
	制限	27.0	28.9	29.0	27.4	28.2	制限	27.0	27.4	28.2
TDN摂取量/CP摂取量, kg/kg	昼夜	4.9 <sup>a</sup>	3.9 <sup>b</sup>	3.2 <sup>c</sup>	3.4 <sup>b</sup>	3.9	昼夜	4.9 <sup>a</sup>	3.4 <sup>b</sup>	3.9
	制限	4.7 <sup>a</sup>	4.6 <sup>b</sup>	4.3 <sup>b</sup>	4.4 <sup>a</sup>	4.5	制限	4.7 <sup>a</sup>	4.4 <sup>a</sup>	4.5

<sup>1)</sup> 試験期 (花田ら, 1993b)  
<sup>a</sup>, <sup>b</sup>, <sup>c</sup>: 異符号間に有意差あり (P<0.01)  
<sup>\*</sup>: P<0.05, <sup>\*\*</sup>: P<0.01

放牧草の乾物摂取量は天候の影響も受ける。Phillips and Leaver<sup>22)</sup>は降雨時における乾物摂取量の低下を示し、Butris and Phillips<sup>1)</sup>は牧草の水分含量の増加により乾物摂取量が低下することを示している。このように放牧草の乾物摂取量は、様々な要因によって変動するため、放牧期において乾物摂取量を安定的に維持するためには放牧草以外の飼料の給与が必要となる<sup>21)</sup>。

放牧期における乾物摂取量の変動は養分摂取量にも影響を及ぼす。表4に示したように放牧への依存割合を高めた昼夜放牧の場合、春季から夏季にかけてみられる放牧草のTDN含量の低下により、放牧地からのTDN摂取量は減少する<sup>7)</sup>。これに対して、季節の進行に伴うCP摂取量の減少割合は小さいため、TDN摂取量とCP摂取量との比は小さくなる。しかし、時間制限放牧のように放牧への依存割合が低い場

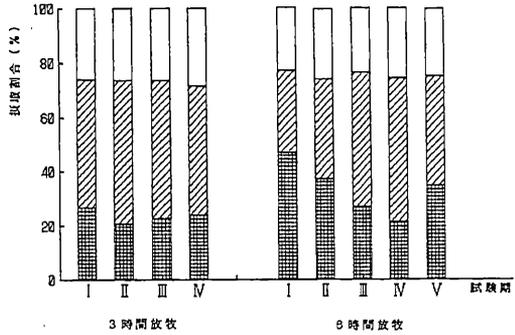


図1. 総乾物摂取量に占める放牧草(■)、牧草サイレージ(▨)および濃厚飼料(□)摂取量の割合

合、放牧草からの乾物摂取量の変動は、放牧草以外の粗飼料を給与することにより補完でき(図1); 放牧期間を通じて養分摂取量を安定的に維持することができる<sup>6)</sup>。

これらのことから粗飼料源を放牧に依存した飼養形態における養分摂取の特徴として、放牧草のTDN含量の低下する夏季では、エネルギー不足やそれに伴う蛋白質の過剰摂取に陥りやすいことが挙げられる。さらに、牧草サイレージや乾草に比べ放牧草の繊維質含量が少ないことから、昼夜放牧のように放牧への依存割合を高めた場合、乾物摂取量に対するADF摂取量の割合が低くなりやすいことも養分摂取の特徴として挙げられる。

(2) 放牧飼養における乳生産

放牧期における乳生産を安定的に維持するためには、養分摂取量の変動を抑制することが重要であるといわれている<sup>21)</sup>。前述のように時間制限放牧における養分摂取量の変動は小さく、その結果乳生産も安定的に推移することが示されている(表5)。時間制限放牧飼養において分娩後日数と乳量との関係から305日乳量を推定した報告<sup>6)</sup>では、3ないし6時間制限放牧において濃厚飼料1,600kg(乾物)と牧草サイレージを給与することにより、乳脂肪率ならびに

表 5. 時間制限放牧における乳生産および 1 乳期乳生産量の推定

	3時間制限放牧	6時間制限放牧
試験期間	6.04~8.27	5.21~9.10
乳生産 <sup>1)</sup>		
乳量, kg/日	26.8±1.0	26.1±3.6
F C M量 <sup>2)</sup> , kg/日	27.1±1.0	25.6±3.3
乳脂肪率, %	4.07±0.07	3.80±0.18
乳蛋白質率, %	3.08±0.08	3.22±0.08
乳糖率, %	4.57±0.05	4.54±0.05
1乳期推定 F C M量 <sup>2), 3)</sup> , kg	8082	8276

<sup>1)</sup> 試験期間の平均値±標準偏差 (花田ら, 1993a)  
<sup>2)</sup> F C M: 4%脂肪補正乳量  
<sup>3)</sup> 分娩後305日間の推定積算乳量

乳蛋白質率を低下させることなく 1 乳期 8,000 kg の乳生産が可能であることを示した (表 5)。すなわち、時間制限放牧を取り入れた飼養形態においても、泌乳能力 8,000 kg の牛群の乳生産を安定的に維持できると思われる。

一方、昼夜放牧のように粗飼料をすべて放牧に依存した場合、放牧期間における養分摂取量の不安定が乳生産に反映し、乳脂肪率の低下や乳生産に対する飼料蛋白質の利用性も低下する

表 6. 昼夜放牧と時間制限放牧における乳量・乳成分量および乳成分率の比較

	処理	全期間				
		I <sup>1)</sup> 6.04-8.25	II 6.26-7.18	III 7.17-8.06	IV 8.07-8.27	
乳量, kg/日	昼夜	34.5	33.1	31.1	29.4	32.0
	制限	33.3	33.0	31.6	28.6	31.9
F C M <sup>2)</sup> , kg/日	昼夜	30.5	31.0	28.9	27.2	30.0
	制限	33.1	33.2	32.7	28.6	31.0
乳成分量, kg/日	脂肪	1.11 1.32*	1.18 1.33**	1.09 1.34**	1.03 1.12*	1.11 1.28
	蛋白質	1.04* 0.98	0.94** 0.95	0.90** 0.92	0.85* 0.91	0.93 0.95
乳糖	昼夜	1.57	1.52	1.42	1.30	1.45
	制限	1.54	1.54	1.46	1.36	1.47
S N F	昼夜	2.96	2.78	2.63	2.45	2.70
	制限	2.85	2.83	2.70	2.56	2.74
乳成分率, %	脂肪	3.23 3.95	3.57 4.04	3.52 4.23	3.50 3.78	3.46 4.00**
	蛋白質	3.02 2.95	2.84 2.92	2.90 2.92	2.90 3.08	2.91 2.97
乳糖	昼夜	4.54	4.58	4.56	4.42	4.52
	制限	4.62	4.67	4.63	4.58	4.62
S N F	昼夜	8.57	8.41	8.46	8.32	8.44
	制限	8.57	8.59	8.55	8.65	8.59

<sup>1)</sup> 試験期 (花田ら, 1993b)  
<sup>2)</sup> F C M: 4%脂肪補正乳量  
\*, \*\*: 異符号間に有意差あり (P<0.05)  
\*: P<0.05, \*\*: P<0.01

(表 6)。標津町および標茶町を対象にした放牧に関するアンケート調査の結果<sup>15)</sup>からも同様なことが伺え、対象農家の約 8 割が放牧をすることにより乳脂肪率が低下し、約半数の農家が乳蛋白質率も低下すると回答している。

牧草サイレージを併給した時間制限放牧と粗飼料を放牧のみに依存した昼夜放牧との比較において<sup>7)</sup>、昼夜放牧区における摂取飼料中の A D F 含量は 23% であり、時間制限放牧区よりも 5% ほど低かった (表 4)。Sutton<sup>26)</sup> は飼料中の A D F 含量が 20~25% 以下になると、A D F 含量の低下に伴い乳脂肪率は減少すると述べている。さらに、Thomas<sup>27)</sup> は放牧地からの乾物摂取量の増加に伴い乳脂肪率は減少する傾向にあり、このことは構造化炭水化物含量の少ない飼料からのエネルギー摂取量が増加するためと述べている。これらのことから昼夜放牧区における乳脂肪率の低下は、繊維質含量の不足によるものと思われる。

北海道における地域間の代謝プロファイルテストの結果<sup>9)</sup>によると、放牧主体の飼養形態を実施している別海では血中の尿素態窒素と遊離脂肪酸濃度の値が高く、舎飼期に比べ放牧期ではエネルギーの摂取不足ならびに蛋白質の過剰摂取になりやすいことを示している。花田らの報告<sup>7)</sup>によると、粗飼料源を放牧のみに依存した昼夜放牧では、血中の尿素態窒素濃度と T D N 摂取量 / C P 摂取量の比との間に有意な負の相関が認められ、時間制限放牧に比べ昼夜放牧では、乳生産に対する飼料蛋白質の利用性の低いことが示されている。このことから放牧期において、不足するエネルギーを補い T D N 摂取量 / C P 摂取量の比を改善することにより、乳生産に対する飼料蛋白質の利用性は向上するものと思われる。放牧期にエネルギー源としてと

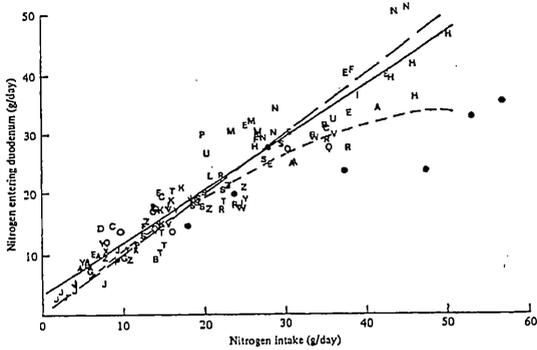


図2. 窒素摂取量と十二指腸へ流入する窒素量との関係 (Ulyatt and Egan, 1979)

— — — :  $y=x$   
 — — — — : Regression fitted for dried diets.  
 - - - - - : Regression fitted for fresh diets.

うもろこしサイレージを給与することにより、SNF率が向上することはこれまでに示されている<sup>8)</sup>。一方、Rogersら<sup>23)</sup>は、生草給与の乳牛にホルムアルデヒド処理したカゼインを給与することにより、乳蛋白質質量が向上したと報告している。生草給与時における窒素摂取量と十二指腸への非アンモニア態窒素の移行量の関係を図2に示した。この図から、生草からの窒素摂取量の増加に伴い反芻胃からの窒素損失量が増加することが伺える。Thomson<sup>28)</sup>は放牧などにより生草を給与した場合、小腸へ到達する蛋白質量は摂取量よりも少なく、小腸への蛋白質の供給不足が乳生産の制限要因となりやすいと述べている。

これらのことから放牧主体飼養では窒素摂取量は多いものの、反芻胃からの窒素損失が多く、小腸への窒素供給量は不足しやすいと考えられる。乳蛋白質生産の向上を図るためには、エネルギー飼料の給与により反芻胃内における菌体窒素合成量の増加やバイパス蛋白質の給与により小腸への窒素供給量を増加させる必要がある。

このように放牧期において乳生産を安定的に

維持するためには、放牧地からの乾物摂取量の變動に対応し、不足となる養分の補給が必要となる。しかし、放牧草以外の飼料の質や量により、放牧草の摂取量は変動し、また、同じ飼料を給与しても放牧条件によって乳生産の反応は異なる<sup>21, 28)</sup>。Thomson<sup>28)</sup>は穀類主体のエネルギー飼料の給与により、反芻胃内における繊維質消化は抑制され、放牧草からの乾物摂取量は低下すると述べている。不足する養分を単に給与するだけでは、放牧草からの乾物摂取量を低下させ、期待する乳生産が得られないかもしれない。放牧草からの乾物摂取量に及ぼす影響を考慮した飼料の給与方法の検討が必要であろう。

#### 4. 草地からの乳生産

##### (1) 単位土地面積当たりの乳生産

経産牛1頭当たりの草地面積の減少もさることながら、牛乳は土地から生産されるという考え方に立つと、単位土地面積当たりの乳生産量からみた技術評価が重要となる。ニュージーランドならびにイギリスにおける放牧飼養による単位土地面積当たりの牛乳生産量は、7t~11t/haである(表7)。単位土地面積当たりの牛

表7. 4カ国の酪農家における年間牛乳生産量の比較

	ニュージーランド*	イギリス*	北アイルランド*	アイルランド*
放牧強度, 頭/ha	2.3	2.37	2.35	2.0
牛乳生産量, t				
1頭当たり	3190	4430	4910	5150
1ha当たり	7340	10538	11530	10250
濃厚飼料給与量, t/頭	0.0	0.43	1.1	1.7
牧草からのN摂取割合, % (全体に対する割合)	100	78	76	63
草地への窒素施用量, kg/ha	19	170	0	250

(Holmes, 1987)

乳生産量は、気象条件等により単純に比較はできないものの、北海道の値は2 t ~ 8 t / haと低い<sup>19)</sup>。大久保<sup>20)</sup>は草地の二次生産において、植物と動物の相互作用の部分に対する研究と技術の不足が、二次生産におけるエネルギーの利用効率の低下要因となっていると述べている。

Hannah 研究所において牛群の年間乳生産量に影響を及ぼす要因を検討したCastleら<sup>2)</sup>の報告によると、牛群の年間乳生産量の85%は放牧庄と牛群の泌乳能力によって説明できるとしている。

放牧庄を高めることにより、単位面積当たりの乳生産量は増加するものの、個体の乳量は低下することが多くの報告によって示されている<sup>11, 14)</sup>。Leaver<sup>14)</sup>は放牧地の牧草生産力だけではなく、乳量レベル、エネルギー要求量に合わせた放牧庄の設定が必要であると述べている。

## (2) 環境調和型酪農における放牧飼養

アメリカにおけるLISA (Low Input Sustainable Agriculture) 運動に代表されるように、石油など化石エネルギーを多量に投入し生産を高めてきた農業に対して見直しの気運が高まる中、放牧利用による乳生産技術に対する評価も変わるものと考えられる。一般に、施肥標準どりに管理された草地からの乾物生産量は、放牧利用よりも採草利用の方が多い。しかし、窒素施肥量が低い場合、糞尿による草地への窒素還元できる放牧利用の方が乾物生産量は多いという報告もある<sup>3)</sup>。異なる酪農方式におけるエネルギー必要量を検討した報告<sup>12)</sup>によると、肥料や飼料などの窒素生産に要するエネルギーが酪農生産におけるエネルギー必要量の支配的要因であると述べている。乳牛ならびに放牧地への窒素供給を考えるとマメ科牧草へのさらなる

期待は大きいと思われる。

一方、志賀・藤田<sup>25)</sup>は、イギリス等のEC諸国にみられるような畜産に由来する環境汚染問題は、広い土地を持つ北海道のような所でも常に発生する可能性を持っているとみなければならないと述べている。このような状況の中、改めて「牛乳は土地から生産される」という考え方に立ち、放牧を含めた乳牛の飼養技術について見直す必要がある。

## 謝 辞

本稿を取りまとめるに当たり、北海道立根釧農業試験場酪農第一科、遠谷良樹科長、同研究職員、峰崎康裕、西村和行、藤田眞美子の各氏には有益な助言を頂いた。また、北海道立根釧農業試験場、清水良彦場長には校閲して頂いた。記して謝意を表する。

## 4. 参考文献

- 1) Butris G. Y. and C. J. C. Phillips (1987), The effect of herbage surface water and provision of supplementary forage on intake and feeding behaviour of cattle. *Grass and Forage Sci.*, 42: 259 - 264.
- 2) Castle M. E., E. MacDaid and J. N. Watson (1972), Some factors affecting milk production from grassland at the Hannah Institute, 1951-70. *J. Br. Grassland Soc.*, 27: 87-92
- 3) Frame, J. (1981), in *Sward Measurement Handbook* (eds. J. M. Hodgson R. D. Baker, A. Davies, A. S. Laidlaw and J. D. Leaver), British Grassland Society, 39-69.

- 4) 藤田 保 (1986)、草地酪農における放牧利用技術に関する一連の研究、北海道草地研究会報、20 : 1-8
- 5) Gill, M., D. E. Beever and D. F. Osbourn (1989), in Grass 2nd edition (ed. W. Holmes), The British Grassland Society by Blackwell Scientific Publications, 89-129.
- 6) 花田正明・扇勉・西村和行・峰崎康裕・遠谷良樹・杉本亘之 (1993 a)、時間制限放牧における泌乳牛の乳生産、北農、60 : 42-46.
- 7) 花田正明・扇勉・西村和行・峰崎康裕・遠谷良樹・杉本亘之 (1993 b)、昼夜放牧と時間制限放牧における乳牛の乳生産の比較、北農、60 : 161-166.
- 8) 北海道立根釧農業試験場 (1988)、放牧草の摂取量の季節変動および補助飼料の給与効果、昭和62年度北海道農業試験会議 (成績会議) 資料
- 9) 北海道立滝川畜産試験場 (1986)、北海道における乳牛の代謝プロファイルテストに関する試験、昭和60年度北海道農業試験会議 (成績会議) 資料
- 10) Holmes C. W. (1987), Milk production from managed grasslands. in Ecosystem of the world 17B. Managed grasslands (et. R. S. Snaydon), Elsevier, 101-112.
- 11) Holmes C. W. and G. F. Willson (1987), in Milk production from pasture Revised edition, eds. Holmes C. W. and G. F. Willson). Butterworths Agricultural Book, 33-46.
- 12) Holtman J. B., L. J. Conner, R. E. Lucas and F.J. Wolak (1980)、食糧生産とエネルギー (ed. W. Lockeretz, 高橋保夫監訳)、農林統計協会、93-104.
- 13) 本庄康二 (1989)、草地型酪農経営における生産費規定要因と低コスト化対策、昭和63年度農業経営研究成績書、北海道立根釧農業試験場、1-33.
- 14) Leaver J. D. (1985), Milk production from grazed temperate grassland. J. Dairy Res., 52:313-344.
- 15) 前川 奨 (1992)、放牧を効率的に利用した低コスト牛乳生産技術の実証—技術の体系化と経営経済的評価—、平成3年農業経営研究成績書、北海道立根釧農業試験場、109-128.
- 16) Meijs, J. A. C. (1980), Herbage intake by grazing dairy cows. Center for agricultural publishing and documentation.
- 17) Minson D. J. (1981), in Grazing animals (ed. F. W. H. Morley), Elsevier Scientific Publishing Company, 143-157.
- 18) 農林水産省農林水産技術会議事務局論 (1987)、日本飼養標準 乳牛 (1987年版)、中央畜産会
- 19) 大久保正彦 (1991)、世界における土地利用と家畜生産の比較、北海道家畜管理研究会報 27 : 1-16.
- 20) 大久保忠旦 (1990)、草地における植物生産と家畜生産の相互作用、草地学、文永堂、106-141.
- 21) Phillips, C. J. C. (1988), The use of conserved forage as a supplement for grazing dairy cows. Grass and Forage Sci., 43:215-230.
- 22) Phillips, C. J. C. and J. D. Leaver (1985), Supplementary feeding of forage to grazing dairy cows. 1. Offering hay to dairy cows at high and low st-

- ocking rates. Grass and Forage Sci., 40 : 183-192.
- 23) Rogers, G. L., R. H. D. Porter, T. Clarke and J. A. Stewart (1980), Effect of protected casein supplementation on pasture intake, Milk yield and composition of cows in early lactation. Aust. J. Agric. Res., 31:1147-1152.
- 24) 佐藤 博 (1986)、家畜の栄養生理からみたマメ科牧草への期待、北海道草地研究会報、20 : 42-48.
- 25) 志賀一一・藤田秀保 (1992)、環境汚染に取り組むEC酪農、酪農総合研究所
- 26) Sutton, J. D. (1984), Feeding and milk production. in Milk compositional quality and its importance in future markets, British society of animal production, 69-76.
- 27) Thomas, C. (1984), Milk compositional quality and the role of forages. in Milk compositional quality and its importance in future markets, British society of animal production, 69-76.
- 28) Thomson, D. J. (1982), The nitrogen supplied by and the supplementation of fresh or grazed forage. in Forage protein in ruminant animal production. (eds. D. J. Thomson, D. E. Beever and R. G. Gunn.), British society of animal production, 53-66.
- 29) Ulyatt, M. J. (1981), in Grazing animals (ed. F. W. H. Morley), Elsevier Scientific Publishing Company, 125-141.
- Ulyatt M. J. and A. R. Egan (1979), Quantitative digestion of fresh herbage by sheep. J. agric. Sci. Camb., 92;605-616.

## ロシアカフカス地方への牧草遺伝資源の探索

山口 秀 和 (北農試)・門 馬 栄 秀 (草地試)

Exploration of forage crop in Caucasia of Russia

Hidekazu YAMAGUCHI<sup>1)</sup> and Eihide MONMA<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Hokkaido Nat. Agr. Exp. Stn., Sapporo, 062 Japan

<sup>2)</sup>Nat. Grassl. Res. Inst., Tochigi, 329-27 Japan

### 1. はじめに — 今回の探索の特徴 —

1992年8月24日から9月22日まで30日間、牧草遺伝資源の探索・収集のためロシア共和国カフカス地方を訪問した。探索地域の概要、収集サンプルの紹介をして参考に供したい。

これまで農林水産省のプロジェクトとして、寒地型牧草に限ってもいくつかの探索隊が組織されてきた。1976年、1977年にはイラン・トルコで *Dactylis* 属を中心に収集をしている。この地域は、バビロフのいう栽培植物の8つの起源地の一つである地中海地域の東部地方に当たる。緯度的には北緯35~42度にあり、北海道よりやや南となる。1986年には、同じく地中海地域の西部地方に当たるモロッコ、スペイン、ポルトガルで *Dactylis*、*Festuca* を探索している。この地域の緯度は北緯30度~43度であり、北海道の南部を含むがやはり南側である。1990年にはフィンランド、スウェーデンにアカクローバの探索に、また1991年には *Dactylis*、*Phleum* の収集をサハリンで行なっている。緯度的には前者が北緯58度~65度、後者が北緯46度~50度と北海道よりかなり高緯度となっている。

今回の探索地であるカフカス地方はバビロフのいう栽培植物の起源地の一つであると同時に、緯度として43~45度であり、北海道と重なっている。緯度により開花特性が異なるので、同緯

度地域からのサンプルは育種材料として利用しやすいものと考えられる。

### 2. 探索の経路と探索地の概観

探索の経路を図1に示した。探索経路は、マイコープ→ボルゴグラード→アストラハン→スタブロボル→カラチェスク→マイコープ近郊→黒海沿岸→クバーン→マイコープであった。このうちマイコープ、ボルゴグラード、アストラハン、クバーンには植物生産研究所(通称VIR、遺伝資源に関する研究所で、各地に試験地を持つ)の試験地があり、マイコープ試験地が探索の基地として、他の試験地も情報の収集、ガソリンや食糧の確保に協力を頂いた。

探索地の位置は、カスピ海と黒海の間で、カフカス山脈の北側に当たる。緯度としては北緯43度から48度の範囲にあり、おもに収集できたのは43度から45度の範囲であった。標高はカフカス山脈の1,700mからボルガデルタの-70mの幅があった。主な収集地は500m~1,000mであり、カフカス山脈につながる山麓、丘陵地であった。THE TIMES ATLAS OF THE WORLDによれば、雨量は200mm以下~1,000mm以上であり、主な収集地の雨量は500~1,000mmであった。カフカス山脈の雨量が最も多く1,000mm以上で、ここから北に遠ざかるにつれ

て雨量は少なくなる。アストラハンのあるカスピ海の北側では特に少なく 200 mm 以下となる。1月の平均気温は、山脈地域で -10 ~ -20°C、山麓・丘陵地域で -5°C、平地で -10°C である。以上から、主な収集地については北海道と似通った気象条件と考えることができよう。

3. 探索結果の概要

収集地は道路端や、放牧や採草に利用されている野草地である。収集サンプルは大半が野生のものと考えられ、栽培地からのエスケープは数点であった。

収集点数は、238 点で、そのうちマメ科が 129 点、イネ科が 103 点、その他が 6 点であった。マメ科では *Trifolium* が 50 点と最も多く、ついで *Medicago* の 24 点、*Galega* の 15 点であった。わが国で栽培されている *M. sativa* はほとんど収集できず、アルファルファを主に集めたいという当初の探索目的は達成できなかった。イネ科では、*Dactylis*、*Phleum*、*Bromus*、*Lolium* が主なものであった。

収集サンプルの一つの特徴は様々な標高から収集されているということである。*Trifolium pratense* と *Dactylis* について、標高別に収集点数を示すと表 1 のようになる。標高により特性にどんな違いがあるのか、また高標高からのものは耐寒性が高いのかどうかなど、今後の研究課題である。

表 1. 標高別の収集点数

種・属名	標 高 (m)			
	~ 300	~ 600	~ 900	~
<i>Trifolium pratense</i>	4	5	4	3
<i>Dactylis</i>	5	4	6	4

また、新マメ科牧草として研究が進んでいる *Galega* 属の収集も一つの特徴である。*Galega* 属の北海道地域での適応性の検討は興味ある課題である。

4. 経路と収集結果

マイコープ→ボルゴグラード→アストラハン：乾燥した平原、半砂漠が広がっており、カフカス山脈よりの地域では小麦・トモロコシ・ヒマワリなどの畑が広がっている。アストラハン近くでは半砂漠がひろがり、植生はわずかで塩類集積も進んでいた。この経路で 46 点を収集した。主なものは *Bromus*、*Melilotus* などであった。

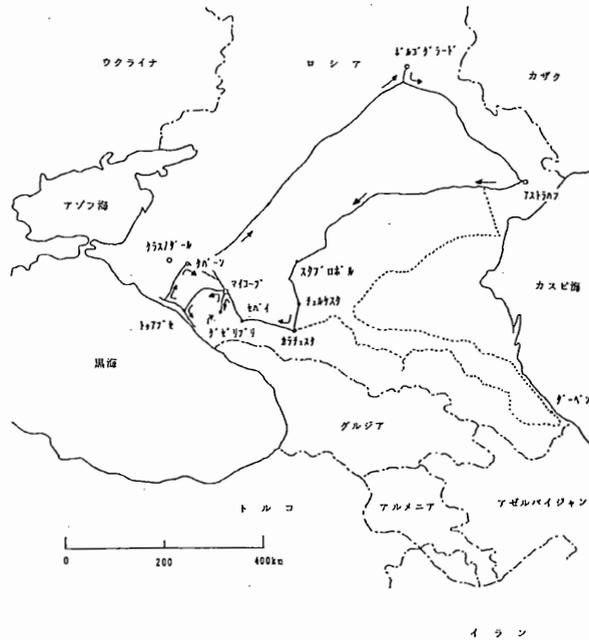


図 1. 探索経路を実線で示した (点線は日本側の希望した経路)

スタプロボル→カラチェスク→セバイ→マイコープ：カフカス山脈につながる丘陵地であり、比較的降水量もある地域。ここで *Trifolium*、*Dactylis*、*Phleum* など79点を収集した。一カ所で異なる種を8点、9点と収集できる地点も多かった。

マイコープ近郊→グゼリブリ→黒海へ向かう山麓：カフカス山脈の山麓に当たる地域であり、34点を収集した。

山脈を越えた黒海の海岸：9月に海水浴ができるほど暖かい地域である。ここで一年生の *Medicago*、*Trifolium* など42点を収集した。一年生 *Medicago* はすでに枯死しており、地面から莢を拾い集めた。一年生の材料を集めるには8月が適期と思われた。

その他、クバーンへの行程で14点とマイコープ近郊の高標高地で23点を集めた。

収集サンプルは、わが国で栽培されているものと同属のものが多いが、それらが栽培種であるかどうかは今後の研究が必要である。

## 5. おわりに

探索できた地域がカフカス地方のごく一部であったことは今回の探索の問題点であろう。カフカス地域の北側のうち中央からカスピ海までの地域とカフカス山脈の南側の探索は今後の課題として残っている。

また今回の探索で印象に残った点としては、過放牧による遺伝資源消失の危険が大きいということである。ボルガ川の河川敷で *Medicago* を収集したときも、家畜による採食のため着花茎はわずかで採種量も少量であった。とげのある植物に囲まれた植物だけが採食を免れることができ、種子をつけることができるという収集地点も多かった。自生地環境自身の保存も遺伝資源研究の重要な課題となっていると考えられた。

なお、収集した種子はいずれも少量のため、一次特性の評価と種子増殖を行った後つくばジーンバンクに保存し利用に供される予定である。

## チモシーの品種系統間交雑における変異

### 1. 交雑第1代における変異と形質間の相互関係

下小路英男、古谷政道、吉沢 晃、藤井弘毅 (道立北見農試)

Variation in progeny of top cross in *Phleum pratense* L.

1. Variation in characters and relation between head emergence and other characters in first filial generation

Hideo SHIMOKOUGI, Masamichi FURUYA, Akira YOSHIKAWA and Hiroki FUJII  
(Hokkaido Prefec. Kitami Agri. Exp. Sta. Kunnepp cho, Hokkaido, 099 14 Japan)

#### 緒 言

チモシーの品種は極早生から晩生まであり、品種改良は熟期別に行われている。その中で、早生および中生の育種母材は、北海道在来種と海外からの導入品種系統のなかに多くみられ、重要形質における変異も大きい。一方、極早生のもは両者のなかに少なく、晩生のもは北海道在来種のなかにほとんどみられず、いずれも重要形質における変異が小さい。そのため、両熟期では、越冬性および斑点病抵抗性に優れた育種母材が少なく、これらの形質の向上が早生および中生に比べて進んでいない。また、極早生では茎数密度が多いもの、晩生では直立型で採草利用に適したものが少ない。

本研究では、変異の拡大をねらいとして、異なる熟期の品種系統を交雑し、その第1代後代における主要形質の変異と形質間の相互関係、特に、出穂始とその他の形質との関係について検討した。

#### ●材料および方法

##### 1. 交雑試験

交雑組合せは、極早生品種「Clair」と中生品種「Climax」、早生品種「Senpoku」と晩

生品種「Heidemij」の二つである。1988年9月上旬にそれぞれの品種の1個体を6栄養系に株分けし、1/5,000ワグネルポットに移植した。10月28日に隔離温室に入れて、以下の条件で生育させた。温度は18~22℃、日長時間は極早生と早生が17時間、中生と晩生が19時間である。ただし、出穂期から採種までの日長はいずれも17時間である。施肥は、移植時と12月上旬に、ポット当たりN-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O=10-18-12g施用した。「Clair」と「Climax」は1988年12月20~21日に出穂始、1989年1月16~20日に開花始となった。「Senpoku」と「Heidemij」は1988年12月16~21日に出穂始、1989年1月16~21日に開花始となった。1989年3月下旬に種子親ごとに後代種子を採種した。自殖種子の採種は行わなかった。

##### 2. 圃場試験

1989年4月上旬に種子親ごとに育苗箱に播種し、5月12日に圃場に移植した。供試個体および栄養系数は、1つの交雑組合せの後代が40個体(各種子親から20個体)、両親が10栄養系で、それぞれ4反復で合計160個体と40栄養系である。移植は60cm×90cmの個体植である。移植2年目

以降の刈取りは7月上旬と9月中旬の2回刈り、施肥量は $N-P_2O_5-K_2O=1.3-0.7-1.3$  kg/a/年である。調査は移植2、3年目に行い、調査形質および方法は表1に示した。

表1. 調査形質および方法

形質	調査基準	調査年次
1. 出穂始	6月の日	2、3年目平均
2. 茎数密度	1:多~5:少	"
3. 草型	1:直~5:匍匐	"
4. 上位第1葉長	cm (最長葉)	3年目の値
5. 上位第1葉幅	mm ( " )	"
6. 止葉長	cm ( " )	"
7. 止葉幅	mm ( " )	"
8. 穂長	cm ( " )	"
9. 1番草草丈	cm ( " )	2、3年目平均
10. 越冬性	1:良~5:不良	"
11. 早春草勢	1:良~5:不良	"
12. 1番草草勢	1:良~5:不良	"

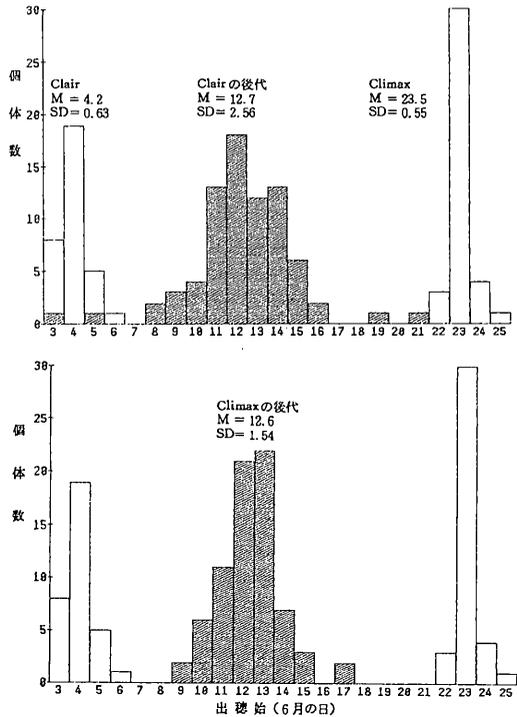
注) いずれの形質も越冬後から1番草において調査した。

●結果および考察

1. 主要形質における変異

両親と後代の出穂始における変異を図1、2に示した。いずれの交雑組合せにおいても、後代の値は両親の変異内で、平均値はほぼ中間親の値を示していた。後代の標準偏差の値は、「Clair」と「Climax」との組合せでは「Clair」を種子親とする後代が、「Senpoku」と「Heidemij」との組合せでは「Heidemij」を種子親とする後代がやや大きな値を示しており、種子親の変異が大きいものほど後代の変異がやや大きい傾向にあった。この要因については明らかでなく、今後の検討が必要である。出穂始以外の形質では、後代の標準偏差の値はいずれも種子親による差が小さかった。各形質における中間親の値と両親の標準偏差の値および後代の平均値と標準偏差の値を表2に示した。両親の値が有意に異なる形質においても、後代の平均値が中間親の値と異なるか後代の標準偏差の値が両親のそれより大きな値を示す形質が認められ、いずれも形態的特性を示す形質であった。その形質は、交雑組合せによって異なっていたが、

いずれも両親の栄養系の遺伝分散から求められる遺伝率が低い形質であった。



注) m = 平均値、SD = 標準偏差の値。後代の値は種子親ごとに表示した。図2も同様である。

図1. 出穂始における両親と後代の変異 (Clair - Climax)

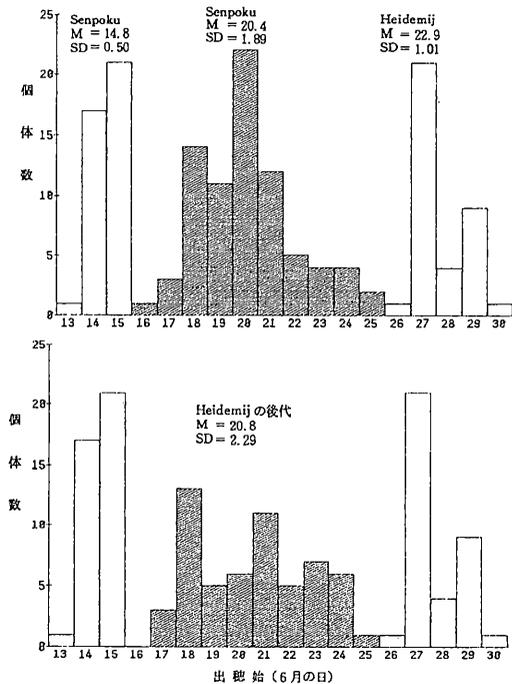


図2. 出穂始における両親と後代の変異 (Senpoku - Heidemij)

表 2. 各形質における中間親および後代の平均値と標準偏差

形 質	Clair - Climax		Senpoku - Heidemij	
	中間親 (Vg %) 後 代	中間親 (Vg %) 後 代	中間親 (Vg %) 後 代	中間親 (Vg %) 後 代
1. 出穂 始	13.819.69 (99.8)	12.612.12	21.416.66 (99.3)	20.612.07
2. 茎数密度	3.310.60 (73.9)	2.910.53 ○	1.910.60 (82.5)	1.810.44
3. 草 型	2.310.82 (86.6)	1.910.63	3.510.69 (81.6)	3.410.62
4. 第 1 葉長	25.713.43 (-)	24.713.89○	28.013.81 (48.2)	25.114.41○
5. 第 1 葉幅	10.610.75 (33.0)	10.711.07○	10.410.92 (74.2)	10.110.93
6. 止 葉長	13.212.00 (-)	13.512.58○	15.112.93 (24.1)	13.512.66 ○
7. 止 葉幅	9.910.71 (-)	10.110.98○	9.411.39 (82.9)	9.011.18
8. 穂 長	11.411.25 (35.1)	11.611.66○	15.713.64 (88.0)	15.412.19
9. 1 番草丈	115.018.52 (92.5)	115.815.46	103.015.65 (85.3)	104.315.39
10. 越 冬 性	2.811.44 (94.7)	2.210.47	2.310.68 (88.6)	2.210.56
11. 早春草勢	2.811.18 (93.9)	2.410.68	2.310.47 (-)	2.310.70○
12. 1 番草勢	2.611.42 (95.4)	2.610.75	2.710.83 (86.7)	3.110.61

注) \*は後代の標準偏差が両親より大きく、○は平均値が後代と両親に有意差がない形質。(Vg%)は両親の栄養系の遺伝型分散からえられる遺伝率、(-)は両親間の平均値に有意差がないことを示す。

2. 出穂始と他の形質との関係

交雑後代において形質間の組み替えがみられるかどうか検討するため、出穂始とその他の形質との相関係数を両親と後代について表3に示した。両親間の平均値に有意差がありかつ遺伝率が高い形質では、両親においてはいずれの組合せでも出穂始との間に高い値が得られたが、後代においては低い値であった。このことは、出穂始とその他の形質間に組み替えがあることを示唆するものであろう。その中で、草型および草丈は、両親と後代において同じ符号でかつ後代で比較的高い値を示しており、出穂始との遺伝相関がほかの形質より高いと推察される。

表 3. 出穂始と各形質間の相関係数

形 質	Clair - Climax		Senpoku - Heidemij	
	両親	後代	両親	後代
2. 茎数密度	.766	-.224	-.845	-.091
3. 草 型	.867	.285	.810	.124
4. 第 1 葉長	-.129	.192	.560	-.174
5. 第 1 葉幅	.457	-.040	-.782	.012
6. 止 葉長	-.109	.101	.302	-.054
7. 止 葉幅	-.061	.098	-.681	-.039
8. 穂 長	.473	-.038	.866	-.280
9. 1 番草丈	-.928	-.232	-.854	-.120
10. 越 冬 性	.951	.065	-.875	.082
11. 早春草勢	.943	-.060	-.149	.137
12. 1 番草勢	.956	.057	.873	.114

出穂始と全形質との関係を明らかにするため、出穂始以外の形質をもちい主成分分析を行い、出穂始と主成分スコアとの関係を検討した。

主成分分析の結果は表4に示した。各主成分のうち寄与率が高かった第1および第2主成分についてみると、第1主成分は値が大きくなるにしたがい茎数型から茎重型になることを表しており、第2主成分は値が大きくなるにしたがい越冬後から1番草までの生育が不良となることを表していた。第1、2主成分と出穂始との関係を図3、4に示した。第1および第2主成分とも、両親の値の差が大きい組合せでは後代の値は両親の変異内にあった。図に示した各主成分と出穂始との相関係数をみると、前述の出穂始と各形質の関係と同様に、後代の値は両親間の値より明らかに小さく、茎数型か茎重型かの形態的特性および生育の良否においても両親の変異内で出穂始との組み替えがあることを示唆するものであろう。

表 4. 主成分分析における固有ベクトルと累積寄与率

形 質	主 成 分			
	Z 1	Z 2	Z 3	Z 4
2. 茎数密度 (1:茎~5:葉)	.413	.252	.115	.306
3. 草 型 (1:茎~5:穂)	-.448	.151	.085	-.097
4. 第 1 葉長 (cm)	-.178	-.128	.482	.494
5. 第 1 葉幅 (mm)	.246	.095	.351	-.566
6. 止 葉長 (cm)	-.129	-.184	.609	.200
7. 止 葉幅 (mm)	.305	-.062	.479	-.345
8. 穂 長 (cm)	-.445	-.052	.143	-.152
9. 1 番草丈 (cm)	.401	-.287	-.058	.256
10. 越 冬 性 (1:茎~5:穂)	.115	.518	.079	-.045
11. 早春草勢 (1:茎~5:穂)	.072	.547	.099	-.287
12. 1 番草勢 (1:茎~5:穂)	-.224	.458	.048	-.008

累積寄与率 (%)  
 31.0 52.8 66.6 75.4  
 茎重型 生育の 葉の 葉の形  
 茎数型 良否 大きさ 生育型

注) 主成分分析は、両親の各栄養系と後代の個体の相関行列を用いて行った。

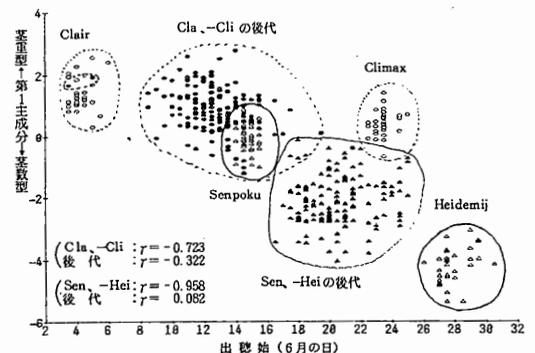


図 3. 出穂始と第 1 主成分スコアとの関係

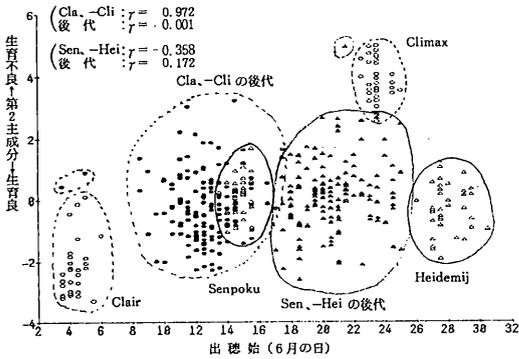


図4. 出穂始と第2主成分スコアの関係

以上のことから、熟期の異なる品種系統間においても17時間から19時間の日長条件を与えることによって交雑が可能であり、交雑によって異なる熟期から有用な遺伝子を導入することが可能であると考えられる。交雑後代を育種母材として利用する場合は、目標とする熟期の親に近い出穂始の個体が多く必要である。本研究に

おける交雑後代では、両親の出穂始に近い個体割合は極僅かであり、目標とする熟期の個体を多数得ることは困難であることを示している。しかし、このことは、もちいた材料の出穂始が2週間以上と大きな差があったことによるものと考えられ、両親間の出穂始の差をより狭くすることによって改善されることが考えられる。一方、品種系統間交雑では生育における雑種強勢の発現が期待されるが、本研究の結果では、越冬性、草勢および草丈のいずれにおいても交雑後代は両親の変異内にあり、雑種強勢の発現は認められなかった。今後、雑種強勢を利用するためには、生育における組合せ能力のより高いもの、あるいは選抜を繰り返し遺伝的により均一な近交系統を利用することなどの検討が必要であるが、後者の場合は時間と労力が多くかかり困難な面がある。

## 模擬放牧条件下におけるチモシーの個体間変異

藤井弘毅・古谷政道・下小路英男・吉沢 晃 (北見農試)

Individual variation in timothy under frequent cutting system and white clover mixed culture.

Hiroki FUJII・Masamichi FURUYA・Hideo SHIMOKOUJI・Akira YOSHIZAWA

(Hokkaido prefec. Kitami Agr. Exp. Sta. Kunneppu-cho, Hokkaido, 099-14 Japan)

### 緒 言

土壤凍結地帯では、越冬性に優れたチモシー<sup>2) 4)</sup>が広く利用されており、採草だけでなく放牧にも利用されている。しかし、競合力及び再生力に劣り、季節生産性が不良であるなどの欠点を有することが指摘されている。現在、放牧用として最も適しているとされる兼用品種「ホクシュウ」は、「ハイデミー」の欠点がかかり改良された<sup>3) 8)</sup>が、シロクローバ混播下では、極早生品種「クンプウ」、早生品種「センポク」に比較して、経年的にチモシーの構成割合が低下したとの報告もある<sup>3)</sup>。チモシーの放牧用品種はこれらの欠点を改良することが必要である。

本研究では放牧用品種育成を目標とした個体選抜のために模擬的な放牧条件下、シロクローバとの混播と多回刈の条件下におけるチモシーの生育の良否の個体間変異について検討した。

### ●材料及び方法

極早生、早生、中生、晩生の合計38品種・系統を1990年6月7日にプラントベットに播種し、同年7月4日、計3,193個体を0.9 m × 0.6 mの間隔で移植し、間にシロクローバ「ソーニヤ」を0.3 kg / a 散播した。移植翌年から2カ年間、年7回の刈取を高さ10 cmで行なった。刈取日は1991年5月17日、6月4日、6月24日、7月23

日、8月26日、9月24日、10月30日、1992年5月18日、6月3日、6月23日、7月20日、8月14日、9月14日、10月14日であった。施肥量は1991年は $N - P_2O_5 - K_2O = 1.6 - 0.45 - 1.6$  kg / a、1992年は $N - P_2O_5 - K_2O = 1.3 - 0.45 - 1.3$  kg / aであった。調査形質は草勢、茎数、節間伸長茎の多少、草丈、越冬性であり、基準は草勢が1:極不良~9:極良、茎数が1:極少~9:極多、節間伸長茎の多少が1:無~9:極多、草丈はcm単位、越冬性は雪腐病による葉枯程度で1:無~9:多である。1991年に3回の刈取後、枯死個体が発生し、7回刈取終了時に計636個体が枯死した。1992年には計23個体が枯死した。調査個体は処理2年目最終番草まで生存していた2,510個体である。

### ●結果および考察

#### 1. 各年次における生育の良否の個体間変異

生育の良否の各番草における個体間変異を総合的に検討するため各番草の草勢の相関行列を用いて主成分分析を行なった(表1)。両年とも第2主成分までで全変動の70%以上が説明された。その結果から処理1年目(1991年)の第1主成分は、各番草とも生育が優れる個体か不良な個体を表し、第2主成分は春の生育が良く、夏から秋の生育がやや不良である個体か春の生

育は不良だが夏から秋の生育が良好な個体であるかを表す主成分であった。処理2年目(1992年)においても第1、第2主成分は処理1年目と同じことを表していた。

表1. 草勢による主成分分析結果

番 草	処理1年目		処理2年目	
	第1主成分 係 数	第2主成分 係 数	第1主成分 係 数	第2主成分 係 数
1	0.219	0.657	0.348	0.635
2	0.270	0.636	0.390	0.520
3	0.268	0.057	0.341	-0.013
4	0.431	-0.043	0.368	-0.383
5	0.468	-0.224	0.402	-0.336
6	0.467	-0.224	0.412	-0.211
7	0.430	-0.241	0.379	-0.150
固 有 値	3.64	1.45	4.38	0.88
寄 与 率	51.9	20.7	62.6	12.6
累積寄与率	51.9	72.6	62.6	75.1

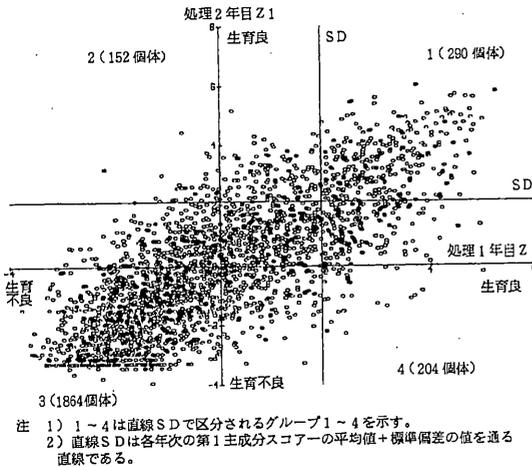
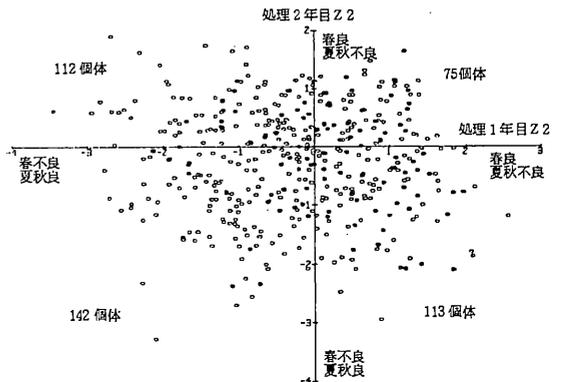


図1. 第1主成分スコアの散布図

処理1年目と2年目の関係を見るため処理1、2年目第1主成分スコアの関係を示した(図1)。この図の第1象限の個体は両年も生育良、第3象限の個体は両年も生育が劣った個体であり、また、第2象限の個体は1年目の生育は不良であったが2年目に良くなった個体、第4象限の個体は1年目は良かったが2年目に不良となった個体であると考えられた。

経年的に生育の良好な個体を選抜することを目的に各年次の第1主成分スコアの平均値+標準偏差の値を基準とし、図1をその直線で4

区分した。この直線で区分される各象限に含まれる個体をそれぞれグループ1、2、3、4とした。グループ1は両年も生育良、グループ3は両年も生育不良、グループ2は処理1年目より2年目で生育が良好であり、グループ4は1年目はグループ2より良好であったが2年目に不良となった個体群である。グループ1、2に属する個体のみの各年次の第2主成分スコアの関係を図2に示した。第1象限は両年も春の生育が優れる個体、第2象限は1年目は春に不良で夏から秋に良好であったのに2年目は春に良好になる個体、第3象限は両年も春より夏から秋の生育の方が良好であった個体、第4象限は1年目は春の生育の方が夏から秋より良かったが2年目は春よりも夏から秋の生育が優れた個体であった。各象限の個体数から、



注 1) 図1のグループ1,2の個体について示した。  
2) 個体数は各象限の個体数を示す。

図2. 生育が良好であった個体の第2主成分スコアによる散布図

両年も夏から秋の生育が良好な個体の方が多かった。このことから両年の第1主成分スコア一、すなわち各番草の生育が良好な個体を選抜してもそれが生育の季節的な偏りの少ない個体であるとは限らず、季節生産性についても検討することが必要であることが示唆された。

2. 生育良否と各形質との関係

各年次の第1主成分スコアと各形質との関係を見るため相関係数を求めた(表2)。茎数については各年、各番草とも高い正の相関係数が見られた。草丈については1年目の夏から秋にかけて、および2年目1番草において正の相関が得られたが2年目の2番草以後はいずれも低い相関であった。節間伸長茎の多少については、初年目および2年目とも値は低いが、2年目は各番草とも負の相関を示していた。

表2. 第1主成分スコアと各形質の相関係数 (n = 2510)

番草	処理1年目			処理2年目		
	節間伸長	茎数	草丈	節間伸長	茎数	草丈
1		0.442		0.770	0.390	
2	-0.157	0.504		-0.251	0.816	-0.030
3	-0.106	0.552		-0.241	0.765	-0.005
4	-0.063	0.766	0.351	-0.295	0.811	-0.142
5	0.038	0.813	0.433	-0.339	0.813	0.102
6	-0.019	0.867	0.395	-0.283	0.815	0.062
7	-0.091	0.771		-0.235	0.792	0.051

表3. 各グループの茎数の平均値

番草	1				2				3				4			
	<290>				<152>				<1864>				<204>			
処理1年目																
1	7.88	6.46	6.16	7.59												
2	6.72	5.22	4.47	5.98												
3	6.18	4.41	3.89	5.87												
4	7.31	4.84	3.40	6.51												
5	7.96	4.88	3.05	7.40												
6	8.14	5.95	3.58	7.73												
7	8.00	6.43	3.53	7.33												
処理2年目																
1	7.12	6.43	3.46	5.72												
2	7.06	6.03	3.38	5.53												
3	6.08	4.73	2.44	4.22												
4	6.52	5.45	2.53	4.24												
5	5.77	4.88	2.03	3.33												
6	5.71	5.28	2.61	3.90												
7	6.21	5.75	3.17	4.74												

注) 1) 各グループは図1で区分されたグループである。  
2) <>内は個体数

年次間の生育良否の個体間変異と茎数との関係を見るため、図1の各グループの各番草の茎数の平均値を見ると(表3)、グループ1は両年とも値は高く、グループ3は低かった。グループ2と4を比較すると1年目と2年目で値が逆転しており、生育の年次間差と茎数の年次間

の変化は一致していた。

この茎数の多少の逆転は1年目7番草と2年目1番草の間に見られ、越冬性が大きな要因と考えられる。そこで各グループにおける処理2年目(1992年)の越冬性評点の頻度分布(表4)を見ると、グループ2は越冬性良好な個体の頻度が高く、グループ4は越冬性が不良な個体の頻度が高かった。グループ1についても越冬性不良な個体がやや多く見られたが評点1の個体の頻度はグループ4より高かった。従ってグループ4の個体の処理2年目における生育の悪化要因として越冬性が大きく影響しており、多回刈においても越冬性は重視すべきであると言える。

表4. 各グループの処理2年目春の越冬性の頻度(%)分布

個体数	越冬性評点										平均	歪度
	1	2	3	4	5	6	7	8	9			
1	290	51.0	18.3	12.1	4.5	3.8	3.8	4.5	1.4	0.7	2.32	1.59
2	152	69.7	17.1	7.2	2.0	0.7	0.7	2.6	0	0	1.59	2.92
3	1864	68.6	14.2	6.5	3.3	1.8	1.4	1.5	0.4	0.3	1.63	2.62
4	204	36.3	25.5	11.8	6.9	5.4	4.9	7.4	1.5	0.5	2.74	1.16

注) 各グループは図1で区分されたグループである。

3. 生育の品種・系統内変異

各品種・系統内における、生育の良好な個体あるいは不良な個体の割合を見るため、図1における各グループに属する個体の頻度を表5に示した。各熟期群に生育の良好な個体が見られたが、晩生の品種・系統に比較的多かった。

表5. 各グループにおける各品種・系統の個体頻度(%)

品種・系統名	熟期	供試個体数	1	2	3	4
Clair	極早生	74	0	1	99	0
北系90309	"	78	1	1	96	1
クンプウ	"	72	4	15	81	0
Tiller	"	46	0	0	98	2
009	"	55	0	0	96	4
Adda	早生	88	38	11	48	3
北王	"	73	3	3	89	5
ホクレン改良種	"	75	13	8	67	12
Jacoba	"	61	0	0	92	8
北系79305	"	75	15	4	71	11
北見系87-3	"	64	9	2	73	16
Motterwitzer	"	76	16	1	64	18
ノサップ	"	77	4	3	84	9
Polka	"	55	11	5	64	20
Richmond	"	65	3	3	91	3

センボク	〃	79	20	10	58	11
Tromba	〃	73	7	1	77	15
Vetrovsky	〃	32	6	0	88	6
Lirocco	〃	49	0	6	94	0
Khabarovskaya	中 生	67	6	10	79	4
Climax	〃	67	0	4	96	0
ホクセン	〃	67	3	6	90	1
北見13号	〃	60	2	2	95	2
北見14号	〃	64	3	0	95	2
北見15号	〃	59	2	2	93	3
北見16号	〃	64	14	8	73	5
北見17号	〃	66	6	5	80	9
北見18号	〃	71	6	15	68	11
Saga	〃	82	22	17	55	6
Tiiti	〃	67	16	21	58	4
Vik-晩生	〃	49	4	0	90	6
Barnidi	晩 生	78	10	6	64	19
Mirage	〃	70	9	7	79	6
ホクシュウ	〃	86	48	8	26	19
北見 5号	〃	86	57	6	12	26
北見19号	〃	72	13	11	74	3
Melora	〃	36	11	3	69	17
ノースランド	〃	32	9	9	69	13

注) 各グループは図1で区分されたグループである。

#### 4. 総合考察

本研究の模擬放牧条件では生育の良否は分げつ力に左右されており、草丈が年合計収量の主要な構成要素である少回刈<sup>1)</sup>とは異なった。節間伸長茎の多少については処理2年目に各番草とも負の相関が得られ、節間伸長茎の少ない個体ほど茎数が多く生育が良好であることを示していたが、相関係数の絶対値は小さく、節間伸長がやや多い個体のなかにも茎数の多い個体があることが示された。節間伸長茎の多少は採種性に関連し、重要な形質である。多回刈条件で選抜対象となる生育が良好な個体は、節間伸長茎が少なく、採種性が劣る可能性が示唆され、この点についての検討が必要である。

各個体の熟期については未検討であり、熟期と多回刈における生育の良否との関連については今後の検討が必要である。

草種・品種・系統間での放牧適性の検定については、論議がなされており<sup>6)</sup>刈取、模擬放牧によっても季節生産性、採食性に関連の深い形態的特性、家畜に対する栄養価などの項目については一応の検定ができるとされている<sup>5)</sup>。その例としてはラジノクローバあるいはシロクロ

一バを混播し、頻繁刈り<sup>9)</sup>、多回刈り<sup>3)</sup>などによって、草種、品種間における差異が見られることが報告されている。しかし、オーチャードグラスで同一品種を用いて放牧と刈取りの比較を行い、刈取りより放牧でその密度がより減少した例もあり、家畜の蹄傷、食いちぎりの有無に対する反応の結果であろうと結論されている<sup>7)</sup>。従って刈取処理のみによる放牧適性が実際の放牧における適応性とどの程度一致しているかはさらに検討を要するであろう。

#### 引用文献

- 1) 真木芳助・島田 徹 (1966) 北農33 (2)、34-37
- 2) 能代昌雄・平島利昭 (1978) 日草誌(4)、289-297
- 3) 能代昌雄・小関純一・平島利昭 (1981) 道立農試集報46、22-29
- 4) 尾崎政春 (1979) 道立農試集報42、55-65
- 5) 鈴木 茂 (1973) 遺伝 27、49-57
- 6) 田辺安一 (1984) 北草研報 18、30-43
- 7) 田中弘敬・宝示戸貞夫・岩崎 穂 (1973) 草地試研報 3、33-41
- 8) 植田精一・増谷哲雄・古谷政道・樋口誠一郎・筒井佐喜雄 (1977) 道立農試集報 38、47-61
- 9) 脇本 隆 (1980) 道立農試報告 31、53-61

# 圃場検定法によるオーチャードグラスの耐冬性育種母材の評価

嶋田 徹・金子 幸司<sup>1</sup>・小池 正徳 (帯広畜産大・三井東圧化学<sup>1</sup>)

Field evaluation of breeding materials for winter hardiness in orchardgrass.

Tohru SHIMADA, Kohji KANEKO and Masanori KOIKE

(Obihiro Univ Agric & Vet.Met, Mitsui Toatsu Chemical, Inc.)

耐寒性の圃場検定法は、適切なストレスを用意する検定年が少なく、確実性が劣る欠点があるが、多くの材料を扱えるというすて難い利点がある。そこで圃場検定法の改良を試みつつ、オーチャードグラスについて耐冬性育種母材の検討を、6種類の圃場試験を通して行った。

(試験1) 国内外から、収集した35品種系統の耐冬性程度をみた。雪腐病発生 of 常習地 (更別) に検定圃場を設定、3時期 (8月10日、31日、9月21日) の播種期を設けた。1区1㎡ (2.0 x 0.5 m)、5反復の条播とし、翌春に生存程度を評点法 (0-6) で調査、比生存率を求めて耐冬度 (%) とした。早播区で耐冬度の低い品種間の差が、中播区では高い品種間の差が良く検出された。晩播区は被害が大きすぎ、差が明確でなかった。品種系統間差のLSD (5%) は16%であった。北欧の品種群が最も高い耐冬度を示し、ついでカナダ、北海道の品種系統群の順に高かった。

(試験2) 試験1で上位の耐冬性を示した12品種系統、新たに北欧、カナダから求めた6品種系統について更別圃場で耐冬性程度をみた。試験方法は試験1と同様であったが、播種期は早播区と中播区のみとした。播種当年の冬は初雪が11月下旬と早く、そのため冬枯れがほとんど発生しなかった。

そこで試験圃はそのまま管理し、2年目植生について検定を行った。2年目には、危険期刈り取

りを行うとともに、12月下旬まで除雪を行って凍害発生を促し、雪腐病発生を促進した。その結果、適度の冬枯れが発生し、反復数の多いこともあって、LSD (5%) は10%となった。9品種系統が有望な育種母材として選定された。(表-1)。

表-1 第2次導入品種の耐冬度

No	品種系統	育成地	耐冬度 (%)
1	Hattjellidal	Norway	79
2	Leikund	Sweden	67
3	Kay	Canada	67
4	OB-1	Hokkaido	53
5	ホクト	Hokkaido	49
6	Later	U S A	49
7	Apelsvoll	Norway	45
8	OB-3	Hokkaido	43
9	Tammisto	Finland	43
10	Haka	Finland	42
11	Chinook	Canada	32
12	オカミドリ	Hokkaido	30
13	Rideau	Canada	28
14	キタミドリ	Hokkaido	25
15	Ina	Canada	24
16	Dactas	Sweden	21
17	Potomac	U S A	16
18	Loko	Sweden	10
19	Phyllox (Cont.)	Denmark	5
LSD(P=0.05)			10

(試験3) 有望品種個体群からエリート個体を選ぶためには、品種間比較より精度の高い検定法が必要とされる。そこで個体から栄養系を養成し、その耐冬性を検定した。耐雪性と耐寒性の両者を検定するため、積雪の多い更別と積雪の少ない帯広の2場所にそれぞれ試験圃を設定した。6品種

系統のそれぞれから15個体をランダムに選び、栄養系を養成した。これを個体植え (0.6 × 0.6 m)、反復当り各栄養系1ラメットで、3-4反復した。危険期刈り取りを行うとともに、耐雪性検定では初冬期除雪を、耐寒性検定では厳寒期除雪を行った。造成後2年目と3年目の春に調査を行った。栄養系間差のLSD (5%)は20-25%、反復率は約80%で、栄養系間の耐雪性程度はよく評価できた。

(試験4) 試験3で上位の耐雪性を示した15栄養系間でポリクロスを行い、後代の耐雪性程度を5対照品種と比較した。積雪の少ない音更に試験圃を設け、厳寒期除雪を行った。育苗箱で養成した幼植物を8月初旬に個体植 (0.6 × 0.3 m) した。品種系統当り1畦1区、20個体、4反復とした。LSD (5%)は13%であった。9後代系統が耐雪性上位の対照品種より高い耐雪性を示した (表-2)。

表-2 エリート栄養系の多交配後代の耐雪度

No	品種系統名	来歴	耐雪度(%)
1	EL5	更別・OB-1	74
2	EL6	更別・OB-9	65
3	EL14	帯広・Rediau 4	63
4	EL10	帯広・Kay 9	62
5	EL13	帯広・Tammisto 11	59
6	EL7	更別・Tamminso 3	58
7	EL4	更別・Kay 14	56
8	EL12	帯広・Potomac 2	53
9	EL15	帯広・Rediau 10	53
10	EL1	更別・Haka 7	51
11	EL3	更別・Kay 11	45
12	EL9	帯広・Kay 6	45
13	EL2	更別・Haka 9	42
14	EL8	更別・Tammisto 5	37
15	EL11	帯広・Kay 14	32
16	Hattjeidal	Control	43
17	Kay	do	52
18	Hokuto	do	52
19	Kitamidori	do	40
20	Phyllox	do	36
LSD(P=0.05)			13

(試験5) 耐雪性育種における旧ソ連産育種母材

の有用性は、多くの作物でよく知られている。そこで生物資源研より旧ソ連産の25系統の種子の分譲を受け、その耐雪性程度を対照品種と比較した。音更に試験圃を設け、厳寒期除雪を行った。試験方法は試験4と同じであったが、3反復であった。LSD (5%)は15%であった。耐雪性上位の対照品種、Kay、Leikund、ホクトと同じ程度の耐雪性を示した系統は1系統、P1307667のみであった。

(試験6) ダクチリス属は1属1種であるが、多くの亜種の存在が知られている。近縁種に優れた耐雪性遺伝子源があれば、栽培種への導入は比較的簡単であると予想される。そこで生物資源研から近縁種21系統の種子の分譲を受け、その耐雪性を対照品種と比較した。試験方法は試験5と同様に行った。LSD (5%)は12%であった。耐雪性上位の対照品種と同じ程度の耐雪性を示した系統は1系統、P1253572のみであった。

以上一連の試験結果から次のように結論された。

- (1) 播種期、刈り取り期などを操作して植物の感受性を高め、また初冬期除雪や厳寒期除雪などにより越冬環境を人為的に操作すれば、耐雪性の圃場検定法は極めて効率的で有効であった。反復数を5以上とすれば、冠部凍結法と同じ程度 (品種系統間差のLSD (5%)が10-15%)、あるいはそれ以上の品種系統間差異の検出力が期待できた。
- (2) 北欧、カナダ、旧ソ連、北海道の一部の品種系統、特に北欧の品種が耐雪性育種の育種母材として有望であった。これらの品種系統を母材とし、循環母系選抜法で有望系統を選抜し、最終的には栄養系選抜する育種法が、圃場検定法の有効性を最大限に生かす耐雪性育種法であると考えられた。

## 牧草花粉の無機構成要素と生草の無機物含量との関係

中嶋 博・杉山 修一 (北海道大学農学部)

Studies on relationship of mineral content between pollen and forages

Hiroshi Nakashima and Syuichi Sugiyama

Fac. of Agric., Hokkaido Univ.

Sapporo 060

### 緒 言

近年X線微小分析法を生物試料への適用が試みられている。本研究では牧草飼料作物の花粉の無機要素の有無ならびに相対的含量を調査した。この分析法で得られた値と日本標準試料成分表(以下成分表)に示されている飼料の無機成分の関係について考察した。

### 材料及び方法

マメ科4牧草(アルファルファ AL、アカクローバ RC、スイートクローバ SC、シロクローバ WC)、イネ科6牧草・飼料作物(メドウフェスク MF、オーチャードグラス OG、ペレニアルライグラス PR、チモシー TI、トウモロコシ C、エンバク A)およびテンサイ(B)とバレイショ(P)の計12種を供試した。これらの花粉を採取し、シリカゲルで乾燥後、炭素製の試料台に乗せ、炭素を蒸着後、それぞれ10個の花粉の表面の無機元素を測定した。

測定機器、条件は以下の通りである。

### 使用機器

日立走査型電子顕微鏡 S-800

堀場エネルギー分散型X線分析装置

EMAX-2000

### 検出条件

加速電圧: 15KV

X線取出し角度: 0°

試料とBe入射窓との距離: 20mm

測定時間: 400sec

吸収電流:  $2-4 \times 10^{-10}$  A

測定された花粉表面の無機元素と成分表に示されている値との相関関係を求めた。

### 結果及び考察

X線微小分析によって検出された元素はナトリウム(Na)、マグネシウム(Mg)、リン(P)、イオウ(S)、塩素(Cl)、カリウム(K)、カルシウム(Ca)である。このうち成分表に記載されている共通の元素はMg、P、KおよびCaの4元素である。この測定法ではNaはほとんど検出できないので除いた。各種植物の花粉の測定値と成分表からの値を表1に示した。各元素をマメ科植物とイネ科植物で比較すると、Mgは花粉の測定値ではイネ科が大であるが、成分表ではマメ科が大である。PではMgとは逆の関係で花粉はマメ科が、成分表ではイネ科が大であった。しかし、Kは測定値、成分表ともイネ科が大で、Caでは逆にマメ科が大であった。元素ごとの相関関係はMgとPは相関関係は認められ

ず、KとCaは正の相関関係が得られ、とくにCaは有意であった。KとCaの相関関係を図1に示した。

これまでの種々の肥料条件下で栽培されたトウモロコシ花粉の研究で、肥料によって花粉の無機成分含量には大きな差異はなく、環境条件に対して安定であることを示唆している。

本研究からMgとPでは測定値と成分表は関係はなく、KとCaでは正の相関関係が得られ、とくに、Caについては有意であった。このことから、CaについてはX線微小部法により花粉を測定することにより、ある程度飼料中のCa含量の測定が可能である。

本研究は北海道大学農学部電子顕微鏡センターで行われ、同センター伊藤利章技官に種々のご支援を得た。ここに深謝致します。

表1 花粉のX線分析値 (cpm) と成分表 (content) からの値と相関係数

	Mg		P		K		Ca	
	cpm content							
AL	30	0.20	1183	0.22	1069	3.90	329	1.23
RC	29	0.37	1087	0.27	789	1.45	281	1.65
SC	29	0.28	1454	0.31	640	1.78	203	1.80
MF	44	0.35	1404	0.37	828	2.28	285	1.45
OG	29	0.13	1454	0.34	640	2.52	203	0.58
PR	48	0.40	867	0.62	1705	3.38	89	0.53
TI	58	0.17	739	0.33	1076	2.41	141	0.59
C	37	0.28	688	0.21	600	2.22	131	0.38
A	57	0.25	736	0.28	1232	4.80	80	0.55
B	64	0.40	1241	0.25	1143	3.35	107	1.20
P	52	0.12	1379	0.23	860	2.09	138	0.05
r		-0.073		-0.082		0.469		0.836*

1) 牧草、飼料作物の略記 本文中  
\*) 5%水準で有意

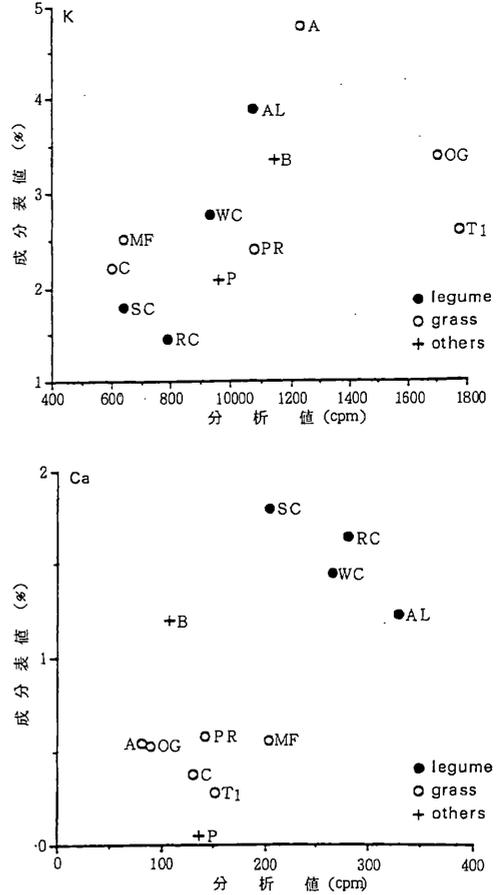


図1 KとCaの花粉分析値と成分表の値の散布図

引用文献

- 1) 中嶋 博・伊藤 利章 (1991) 異なる肥料水準で栽培されたトウモロコシ花粉の稔性と無機元素、育種・作物北海道談話会会報 32, 110 - 111.
- 2) 農水省農林水産技術会議事務局編 (1987) 日本標準飼料成分表

# Agrobacterium tumefaciens によるアルファルファの形質転換 —— NPT II と GUS 遺伝子の発現 ——

大井 弘幸・堀川 洋 (帯広畜産大学)

Transformation of alfalfa using *Agrobacterium tumefaciens*

— Expression of NPT II and GUS genes —

Hiroyuki Ohi, Yoh Horikawa

(Obihiro Univ. Agri & Vet. Med.)

## 緒 言

今日、多くの形質転換植物が作りだされているが、双子葉植物に最もよく利用されている遺伝子操作技術は *Agrobacterium tumefaciens* を使う方法である。本実験では、*A. tumefaciens* の持つプラスミドをベクターとして、アルファルファへの NPT II (カナマイシン耐性) 遺伝子と GUS ( $\beta$ -グルクロニターゼ) 遺伝子の導入効率を調査した<sup>1, 2, 3)</sup>。

## 材料及び方法

### (供試材料)

アルファルファ：グリム、サラナック、バークス、モアパ

*Agrobacterium tumefaciens* 系統：

LBA4404

プラスミド：pBI101 NPT II (カナマイシン耐性) 遺伝子、GUS ( $\beta$ -グルクロニターゼ) 遺伝子を有する (Fig.1. )。

### (供試部位の作成)

5%アンチホルミン溶液で15分間殺菌した種子を無菌水で3回洗浄した。濾紙に無菌水を吸わせてから、ハイポネ培地 (1g/1 ハイポネック

ス、20g/1 サッカロース、8g/1 寒天、pH 5.8) に無菌播種した。約2週間後、子葉と胚軸を切り取り *A. tumefaciens* を感染させる材料とした。

### (*A. tumefaciens* の培養と感染)

pBI101 をプラスミドとして持つ *A. tumefaciens* LBA4404 を 100  $\mu$ g/ml リファピシン、300  $\mu$ g/ml ストレプトマイシン、25  $\mu$ g/ml カナマイシンを含む LB 液体培地 (10g/1 バクトトリプトン、5g/1 イーストエキストラクト、5g/1 塩化ナトリウム、1N-水酸化ナトリウム 0.2ml/1、1.2% バクトアガー、pH 7.2) 25ml で、一晚28°Cの振とう培養をした。作成した植物材料の子葉 (各品種180-230個体) と胚軸 (160-310個体) を *A. tumefaciens* 培養液に浸し、10分後に取り出し濾紙で余分な培養液を取り除いて、培地に置床した。この時、*A. tumefaciens* の感染を行わないものをコントロールとした。

### (選抜濃度の決定)

カナマイシンによる選抜濃度は、バークスのカ

ルス50mgを、25、50、75、100、125、150 mg/lのそれぞれのカナマイシンを含有するSH培地(2mg/l 2, 4-D、0.2mg/l Kinetin)に置床し、1ヶ月後のカルスの生重と生育程度から決定した。

#### (培養とカナマイシンによる形質転換体の選抜)

培地はSH培地を基本培地とし、培養法は2段階法を用いた。*A. tumefaciens*の感染後、SH培地(2mg/l 2, 4-D、0.2mg/l Kinetin)に置床し、共存培養した。3日後に100 $\mu$ g/mlバンコマイシン、250mg/lカルベニシリンを含むSH培地(2mg/l 2, 4-D、0.2mg/l Kinetin)に置床し、増殖した*A. tumefaciens*の除菌を行った。2週間培養後、100mg/lカナマイシンを含むSH培地(5mg/l 2, 4-D、2mg/l Kinetin)を不定胚誘導培地として継代し、さらにカナマイシン耐性の選抜を行い、2次選抜とした。その後、100mg/lカナマイシンと50mM硫酸アンモニウム、22.4mMプロリンを含むホルモン・フリーのSH培地を再分化培地<sup>4)</sup>として継代し、それ以降1ヶ月毎に培地を継代してシュートの形成を試みた。また、コントロールはカイナマイシンを含まない培地で同様に培養した。

#### (蛍光法による形質転換体の確認)

2次選抜後、再分化培地で2カ月間培養したカナマイシン耐性個体の組織を用いた。組織(50-100mg)をエッペンドルフチューブ(1.5ml)にいれ、100 $\mu$ lの抽出緩衝液(50mMリン酸緩衝液 pH 7.0、10mM EDTA、0.1% TritonX-100、10mM 2-メルカプトエタノール)を加えた。十分にホモジナイズ

し、12,000ppmで5分間遠心し、上清(80 $\mu$ l)を他のエッペンドルフチューブに移した。これに抽出緩衝液を170 $\mu$ l加え、さらに基質溶液(4-methyl-umbelliferyl- $\beta$ -D-glucuronide)を加えて、37 $^{\circ}$ Cで1時間インキュベートして紫外光による蛍光反応の有無で形質転換体か否かを判断した<sup>5)</sup>。

#### 結 果

形質転換したカルスをカナマイシンで選抜するために、0-100mg/lの各濃度のカナマイシン含有培地にバータスのカルスを置床した1ヶ月後の結果をFig. 2に示す。カナマイシン濃度が75mg/l以上になるとカルスの生重が著しく小さくなった。しかし、抗生物質による選抜ではエスケープが生じると予想されるため<sup>6)</sup>、本実験では100mg/lを形質転換体の選抜濃度とした。

Fig. 3にカナマイシンによる1次選抜と2次選抜の結果を示した。2次選抜の結果により、子葉ではグリム(46.4%)、サラナック(42.8%)、胚軸ではモアパ(38.6%)が高い形質転換効率を示した。

GUS遺伝子を利用した蛍光法によって、形質転換体の組織は紫外光の照射により蛍光反応を示したが、非形質転換体及びコントロールの組織は反応を示さなかった。Fig. 4にその選抜結果を示した。子葉ではサラナック(17.0%)、グリム(15.5%)、胚軸ではバータス(10.6%)が高い結果を示した。また、バータスを除いては胚軸よりも子葉の方が高い傾向にあった。

以上の結果より、カナマイシンによる選抜では4品種全体の平均で17.2%のエスケープが生じていることが明らかとなった。

最終的な形質転換効率は、子葉ではグリムで15.5%、サラナックで17.0%、バータスで5.0

%、モアパで9.5%、また胚軸ではグリムで7.8%、サラナックで6.7%、バータスで10.6%、モアパで5.7%であった (Table 1)。

考 察

本実験の結果では、品種と供試部位の組み合わせによって、*A. tumefaciens* による形質転換効率が異なった。カナマイシンの選抜濃度はバータスの結果を基に決定したため、バータスに比べてグリムとサラナックでエスケープ率が高い結果となった。これは、品種によってカナマイシンに対する耐性が違うことが原因とも考えられることから、品種毎に選抜濃度を設定する必要があると思われる。また、抗生物質で選抜する過程で非形質転換細胞であっても抗生物質に対する耐性を示すものがしばしば見られることが<sup>6)</sup>、エスケープが生じた原因と考えられる。

本実験の形質転換効率は他の報告と比較して高くはなかった。Mireille Chabaud, et al.<sup>7)</sup> が *M. varia* で報告した形質転換効率に関する4つのパラメーターによると、葉はキズをつけやすく感染部位を増やすことが出来るので胚軸よりも適していること、*A. tumefaciens* の系統は植物の遺伝子型との相互関係が適しているものを選ぶこと、共存培養の期間は3日間よりも4日間の方が適していること、しかし、長すぎると植物組織に悪影響を及ぼすこともあるので、植物組織への影響を考慮に入れて設定すること、カナマイシンの濃度は50, 100 mg/l でも選抜結果に影響しないことを示している。したがって、各品種の遺伝子型に適した処理を施すことによって、形質転換効率を高める事が出来るものと考えられるので、今後更に検討していきたい。

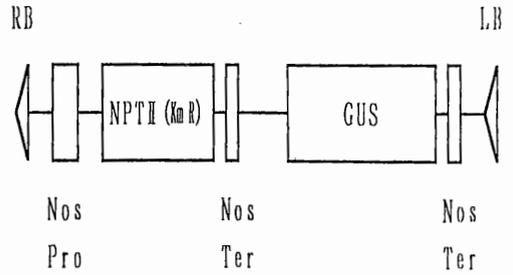


Fig. 1. T-DNA region of pBI101 showing the left (LB) and right (RB) border regions, neomycin phosphotransferase II (NPT II) gene, and  $\beta$ -glucuronidase (GUS) gene.

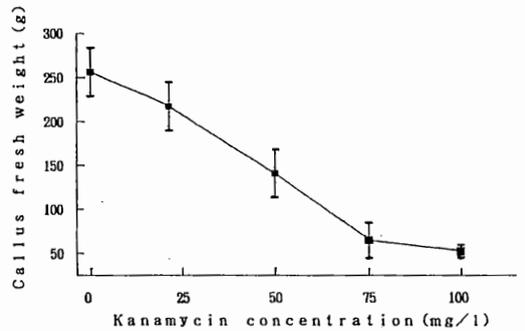
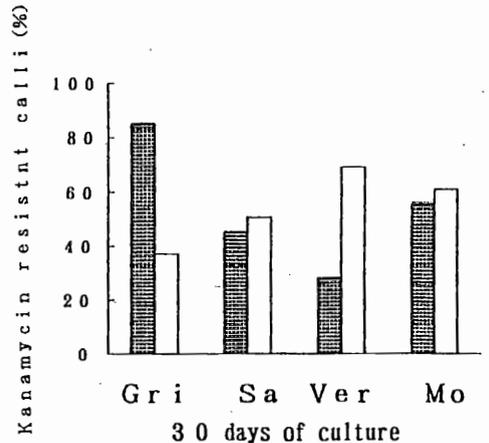


Fig. 2. The effects of kanamycin concentration to growth of callus.



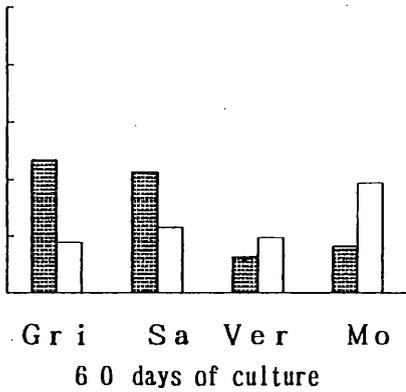


Fig.3. Percentage of calli showing kanamycin resistant of cotyledon (□) and hypocotyl (▨) after 30 (right) and 60 (left) days of culture on medium containing 100 mg/l kanamycin.

(Gri : Grimm, Sa : Saranac, Ver : Vertus, Mo : Moapa)

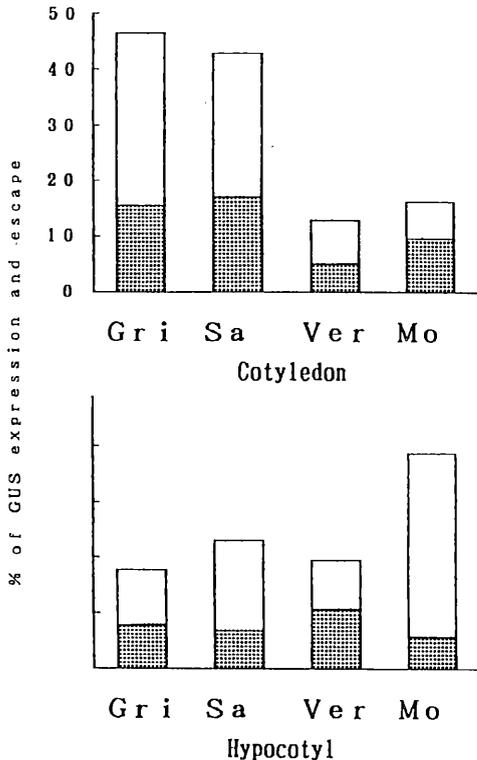


Fig. 4. Percentage (□) of calli showing GUS expression and escape (▨) of coty-

ledon and hypocotyl after 90 days of culture on medium containing 100 mg/l kanamycin.

(Gri : Grimm, Sa : Saranac, Ver : Vertus, Mo : Moapa)

Table 1. Tested cultivar and transformation frequency.

Cultivar	Number of explants tested	Resistant calli to kanamycin (%)		Calli showing GUS expression (%)
		30 days <sup>1)</sup>	60 days <sup>2)</sup>	
Grimm	C <sup>1)</sup> : 2 2 0	1 8 7 (85.0)	1 0 2 (46.4)	3 4 (15.5)
	H <sup>2)</sup> : 2 0 5	7 6 (37.1)	3 6 (17.6)	1 6 (7.8)
Saranac	C : 2 2 9	1 0 3 (45.0)	9 8 (42.8)	3 9 (17.0)
	H : 3 1 3	1 5 8 (50.5)	7 2 (23.0)	2 1 (6.7)
Vertus	C : 1 8 1	5 1 (28.2)	2 3 (12.7)	9 (5.0)
	H : 2 0 7	1 4 3 (69.1)	4 0 (19.3)	2 2 (10.6)
Moapa	C : 1 9 9	1 1 0 (55.3)	3 2 (16.1)	1 9 (9.5)
	H : 1 5 8	9 6 (60.8)	6 1 (38.6)	9 (5.7)

1) C : cotyledon, H : hypocotyl.

2) Days after treatment.

Summary

Kanamycin resistant calli of alfalfa were obtained by infection with *Agrobacterium tumefaciens* to cotyledon and hypocotyl tissue. Explants were inoculated with *A. tumefaciens* containing NPT II and GUS genes produced kanamycin resistant calli on medium containing Kanamycin. Transformation and stable integration of trans-genes were confirmed by GUS assay.

In the results, kanamycin resistant calli were induced from 27% of all explants on selective medium, although 64% of them were escape. After all, GUS expression were 10% of all explants tested.

引用文献

- 1) M. R. Thomas, R. J. Rose, and K. E. Nolan (1992)  
Plant Cell Reports 11 : 113 - 117.
- 2) Elias A. Shahin, Albert Spielmann, Kitisri Sukhapinda, Robert B. Simpson, and Mayer Yashar<sup>2</sup> (1986)  
CROP Sci, 26 : 1235-1239, NOVEMBER - DECEMBER 1235-1239.
- 3) Maria Deak, Gyorge B. Kiss, Csaba Koncz, and Denes Dudits (1986)  
Plant Cell Reports 5 (3) : 97- 100.
- 4) Koike M., Y. Yoshida, Y. Kagaya and T. Shimada (1991)  
Plant Tissue Culture Letters 8 (3) : 152 - 157.
- 5) 内宮 博文 (1990) 植物遺伝子操作マニュアル—トランスジェニック植物の作り方、講談社
- 6) 小西 裕和、鎌田 博 (1991) 植物の化学調節 26 : 92-96
- 7) Mireille Chabaud, Joan E. Passiatore, Frank Cannon, and Vicky Buchanan - Wollaston (1988)  
Plant Cell Reports 7 : 512 - 516.

## *Agrobacterium rhizogenes* による Ri プラスミドのアルファルファへの導入

伊井田 実・堀川 洋 (帯広畜産大学)

Introduction of Ri-plasmid into alfalfa (*Medicago sativa* L.) by *Agrobacterium rhizogenes*  
Minoru Iida, Yoh Horikawa (Obihiro Univ. of Agric. & Vet. Med.)

### 緒 言

土壌細菌である *A. rhizogenes* が双子葉植物に感染すると *A. rhizogenes* が持つ Ri プラスミドの作用により形質転換を起こし、生長量が大きく、分岐が盛んな根が発生することが一般に知られている<sup>1)</sup>。このような根を毛状根と呼び、この根から再生体を誘導すると通常のものとは異なった形質を有する植物体ができる。本実験ではアルファルファを用いて *A. rhizogenes* による形質転換について調査した。

### 材料及び方法

*A. rhizogenes* は千葉県農業試験場生物工学研・深見正信氏より分譲を受けた A5 型ミキモピントタイプ<sup>2)</sup> の野性株を用いた。アルファルファは、キタワカバ、BEAVER、GRIMM を供試した。アルファルファを無菌播種し、各品種について約 300 個体ずつの胚軸部分を *A. rhizogenes* に感染処理した。感染させた胚軸を MS 培地上で暗黒下、25℃ で 3 日間共存培養し、その後 *A. rhizogenes* を除菌するために抗生物質を含む MS 培地に移し、この培地で一週間毎に 4 回移植した。菌感染約 2~3 週間後に胚軸から発生した根の形態的差異が明らかになるまで 8 週間培養し、根の形態に基づいて次の 3 段階に評価した；

I 直根のみか、側根は僅かしかない

II 側根がある程度存在する

III 側根が多く存在し、その間隔が狭い(毛状根)

典型的な毛状根の形態を示す根について *A. rhizogenes* 由来の T-DNA が導入されているかどうかを確認するために、高圧 3 紙電気泳動を行い、パウリ反応によりミキモピンの検出を行った。次に、毛状根から再生体を作成するために毛状根からカルスを誘導し、その再分化を試みた。

### 結果及び考察

*A. rhizogenes* の感染によって毛状根を形成した形質転換率 (Fig.1. の III) は、キタワカバで 2.2%、BEAVER で 1.9% とほぼ同じ割合を示したが、GRIMM では毛状根の発生は全く認められなかった。これらの形質転換率の品種間差異は、感染処理時の胚軸部位の大きさに関連するものと考えられる。特に GRIMM で毛状根が得られなかったことは、種子が小さいために幼植物体の成育が劣っていたために、殺菌時及び菌感染時のストレスにより植物体の活性が失われてしまったことが大きな原因と思われる。そのため、十分に生育した植物体の生長点付近に直接接種法で感染させたなら、感染効率も高くなるものと考えられる。

本実験によって得られた毛状根については、コントロールに比べて、根の生長量が大きく、側根の分岐が旺盛で、根の径もやや太い特徴がみられた。また毛状根は、培地から空中に根が飛び出しているものが多く見られたことから根の屈性が減少しているものと思われた (Fig. 2)。本実験で得られた毛状根を高圧ろ紙電気泳動によって分析した結果 (Fig. 3)、毛状根レーンのスポットとミキモピンを産出する小豆変移体<sup>3)</sup>のレーンのスポットが同じ位置に存在した。このことから、本実験で得られた毛状根は、*A. rhizogenes*によって形質転換を起こした植物体特有の形質であるオパインを産出していることが確認された。

毛状根からの再生個体の作出については、現時点ではカルスから再分化誘導を行っている最中である。今後、再生体を作成し、Riプラスミド導入による形態的差異やその遺伝について更に実験を進める予定である。

引用文献

1) L. Spano, D. Mariotti M. Pezzotti, F. Damiani and S. Arcioni (1987) Theor. Appl. Genet. 73 : 523 - 530  
 2) 大門 弘幸・深見 正信・三位 正洋 (1990) 植物組織培養 7 : 31-34  
 3) 佐藤 毅・玉掛 秀人・鈴木慶次郎・松川 勲 (1991) 育種・作物学会北海道談話会会報 32

Summary

Hairy roots of alfalfa were obtained by the infection with *Agrobacterium rhizogenes* strain A5. The rate of transformation showing hairy root was 2.2 % for Kitawakaba, 1.9 % for Beaver, however it was not appeared for Grimm. Transformed roots had a distinct

phenotype compared with untransformed controls. Their growth was vigorous and quick, and their morphological characteristic was abundant lateral roots and short internodes. Genetic transformation was confirmed by the presence of mikimopine from Ri-T-DNA.

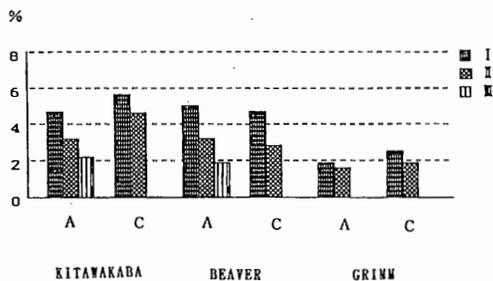


Fig.1. Variety comparison of morphological root characteristic.

- I Only tap root, or little lateral root.
- II A little lateral root.
- III Abundant lateral roots and short internodes (Hairy root).

(A ; *A. rhizogenes* infected, C ; Control)

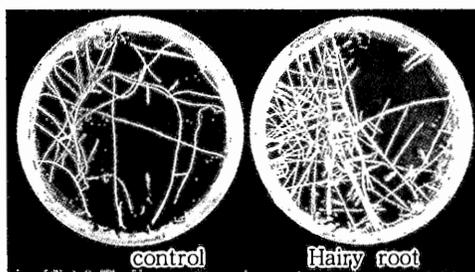


Fig.2. Comparison between hairy root and control.

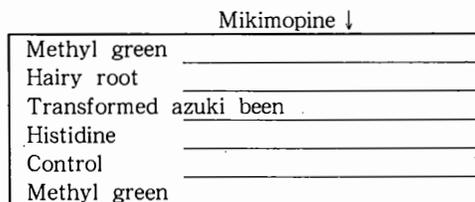


Fig.3. The electrophoretic banding pattern of mikimopine from hairy root.

## *Verticillium albo-atrum* 菌体細胞壁成分に 対して高いペルオキシダーゼ活性を示す アルファルファ細胞系統の誘導と選抜

勝又 亨祥・小池 正徳・嶋田 徹 (帯広畜大)

Induction and selection of High Peroxydase cell lines of Alfalfa in response to *Verticillium albo-atrum* cell wall components

Yukiyoshi Katsumata, Masanori Koike and Tohru Shimada

(Obihiro Univ. Agric & Vet.Med.)

### 緒 言

ペルオキシダーゼ (PO) は、病害抵抗性反応でのスベリン化、リグニン化に深く関与する酵素として知られている<sup>1-5)</sup>。最近、Jones<sup>6)</sup>は、このような植物の動的抵抗性反応 (過敏感細胞死、フェニルアラニンアンモニリアーゼ (PAL) 活性、ファイトアレキシンの蓄積など) を選抜マーカーとして利用した新しい細胞選抜法の可能性を論じた。また、Koike と Shimada<sup>7)</sup> は、*Verticillium albo-atrum* 細胞壁成分を *Verticillium* 萎ちょう病の抵抗性程度の異なる遺伝子型の細胞系に処理した場合、抵抗性の細胞系において特異的に PO と PAL 活性が増加したと報告し、これらの酵素活性が細胞選抜のマーカー形質として利用できることを示唆した。

そこで、今回はアルファルファ・パーティシリウム萎ちょう病菌 (*Verticillium albo-atrum*) の細胞壁成分 (V a a CWC) 処理後、高い PO 活性を示すアルファルファ培養細胞系統を、選抜することを目的とした。

### 材料及び方法

#### 1. 供試植物

アルファルファ (*Medicago sativa* L.) のパーティシリウム萎ちょう病感受性個体 V 6 (品種バータス) を用いた。

#### 2. 組織培養

培養細胞は、V 6 の未展開葉を切除し、15分間、5%次亜塩素ナトリウムで表面殺菌し、殺菌水で3回洗浄後、SH寒天培地 (2, 4-D 2 mg/ml カイネチン 2 mg/ml, NAA 2 mg/ml、寒天 0.8%) 上に置床し、暗所25±1℃で誘導した。

誘導したカルスをSH液体培地に移植し、懸濁細胞を作出した。以後、14日ごとに新鮮SH液体培地に移植し、継代培養した。

#### 3. 突然変異処理

3~5回継代培養した増殖のよい懸濁細胞に突然変異誘発剤N-メチル-N'-ニトロソグアニシン (MNNG) を10 μg/ml, 20 μg/mlの濃度で、30分間30℃ 60 rpmで処理し、その後、新鮮SH液体培地で3回洗浄後、SH寒天培地にプレーティングし、暗所25±1℃で培養した。対照区として、殺菌水で同様の処理を施し

た。

#### 4. 細胞系統の維持

突然変異処理後、出現した1細胞コロニーを1培養細胞系統とし、4週間ごとに継代培養を繰り返し、各細胞系統を増殖させた。

#### 5. V a a C W C の抽出と V a a C W C 処理

V a a C W C の抽出は、*V. albo-atrum* 菌体から Biatti らの方法<sup>8)</sup>を修正し行った<sup>9)</sup>。

V a a C W C 処理は、7日間SH寒天培地上に置床した約300mgの培養細胞に、V a a C W C (グルコース当量 100 μg/ml)を30 μl処理し、20℃暗所で維持した。対照として、同量の殺菌水を処理した。

#### 6. P O 活性測定と選抜評価

V a a C W C 処理48時間後の培養細胞系統を、50mM Tris-HCl緩衝液(pH=8.8)でモジネートし、その後、遠心分離(12,000 rpm、3分間)を行い、上澄み液を粗酵素液とした。

粗酵素液100 μlを酵素活性測定試薬3ml(50mM Tris-HCl, 5mM p-オメトキシフェノール、5mM H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>)中に加え、470nm1分間の吸光度の変化を分光光度計で測定した。

粗酵素液中のタンパク質含量は、Lowryらの方法により測定した<sup>10)</sup>。

P O 活性値は(1分間の吸光度の変化/タンパクmg)で示し、P O 比活性は(V a a C W C 処理後のP O 活性値/水処理後のP O 活性値)で示した。

また、各培養細胞系統のP O 活性測定は、3反復の平均で求め、選抜はレプリカ法を用いた。

#### 結果及び考察

突然変異処理後、260培養細胞系統を作出し

た。このうち、M N N G 無処理系統は、ランダムに120細胞系統を選びだし、M N N G 処理系統は生存した140細胞系統を作出した。この260細胞系統のうち、増殖のよい65細胞系統(M N N G 無処理29系統、処理36系統)を予備選抜し、P O 活性測定に用いた。

図1に65細胞系統の水処理48時間後のP O 活性値と、V a a C W C 処理48時間後のP O 活性値の頻度分布を示した。水処理後のP O 活性値の最大値は21.0であり、V a a C W C 処理後の最大値は45.3であった。また、65細胞系統の水処理後のP O 平均活性値3.97、V a a C W C 処理後では6.10であった。(Δ470/mgタンパク/min)

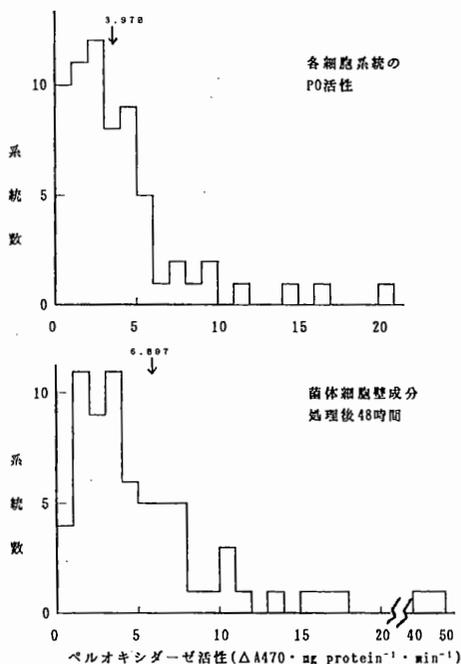


図1. 65細胞系統ペルオキシダーゼ活性頻度分布図

図2に65細胞系統のP O 比活性値の頻度分布を示した。比活性値の最小値は0.46、最大値は10.49を示し、幅広い変異が確認された。平均比活性値は1.73で、親株V 6比活性値0.79に比べ2.2倍高い平均比活性値を示した。

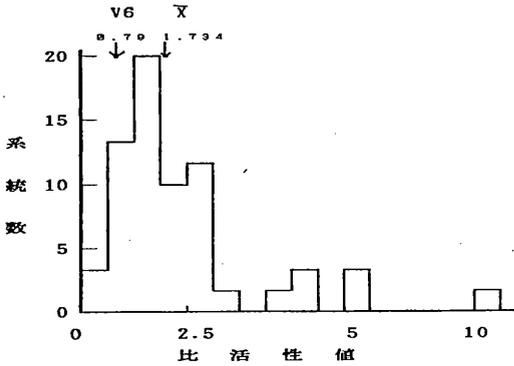


図2. PO比活性頻度分布

これらの65細胞系統から、まず2.5以上のPO比活性値を示す16細胞系統を選抜した。次にこれらの細胞系統から、更にV a a CWC処理後安定して高いPO活性を示す4細胞系統(20-7-36-V6, 20-7-46-V6, 10-35-V6, 10-37-V6)を選抜した(表1)。この4細胞系統の比活性値は、親株V6の2.7倍~4.6倍の値を示した。

表1. 4細胞系統の平均比活性値

細胞系統	比活性値
20-7-36-V6	2.64
20-7-46-V6	2.32
10-35-V6	3.64
10-37-V6	2.10
V6(親株)	0.79

突然変異誘発剤MNNGの効果は、全体の細胞数(65系統)は少ないが、得られた4細胞系統は全てMNNG処理系統であることから、有効に作用したものと考えられる。

すでに我々はV a a CWC処理後、高いPAL活性を示す培養細胞系統を選抜し、*in vitro*で病原菌に対して抵抗性反応を示すことを明らかにした<sup>11)</sup>。今後、今回得られた高いPO活性を示す4培養細胞系統の、菌生孢子処理後の過敏感細胞死などの種々の病害抵抗性反応をさらに検討し、もし、この4細胞系統が抵抗性反応を示すの

であれば、V a a CWC処理後のPO活性を選抜マーカーとした、パーティシリウム萎ちょう病抵抗性細胞の選抜に有効な手段の一つとなりうるだろう。また今回は、可溶性PO活性のみしか測定を行わなかったが、動的抵抗性反応において、可溶性POだけでなく、イオン結合性POや膜結合性PO活性の増加も認められるため<sup>1-5, 12-16)</sup>、これら結合性POについての解析も検討して行きたい。

Summary

To obtain alfalfa cell lines with high peroxidase (PO) activity in response to heat - release cell wall components (elicitor) of an alfalfa pathogen (*Verticillium albo-atrum*), the selection using a replica plating method was carried out on 65 cell lines derived from suspension cultures treated with N - methyl - N' - nitrosoguanidine (MNNG) of the susceptible genotype of cv. Vertus. Four stable high PO cell lines in response to elicitor were isolated through screening procedures.

引用文献

- 1) Michael H. Walter (1992) In "Genes Involved in Plant Defence" pp 326 - 346
- 2) Vidhyasekaran. P, (1988) In "Physiology of Disease Resistance in Plants, vol 1" pp 121 - 135; Boca Raton CRC
- 3) Vidhyasekaran. P, (1988) In "Physiology of Disease Resistance in Plants, vol 2" pp 5 - 16; Boca Raton CRC

- 4) Street. P. F. S, J. Robb, B. E. Ellis (1986) *Protoplasma*, 132 ; 1 - 11
- 5) Mohan. R, P. E. Kolattukudy (1990) *Plant Physiol*, 92 ; 276 - 280
- 6) Jones, P. W. (1990) In "Plant Cell Line Selection" (ed. by Dix P. J) p. 113 - 149, VHC, Weinheim.
- 7) Koike. M and T. Shimada, (1992) *Plant Tissue Culture Lett*, 9 (2) ; 81-85
- 8) Buiatti. M, A. Scala, P. Bettini, R. Morpurogo, P. Bogani, G. Pellegrini, F. Gimelli and R. Venturo (1985) *Theor. Appl. Genet.* 70, 42-47
- 9) Koike. M, K. Nanbu, T. Shimada, (1992) *J. Japan. Grassl. Sci*, 37 (4) ; 412 - 419
- 10) Lowry. O. H, N. J. Rosebrough, A. L. Farr, R. J. Randall, (1951) *J. Biol. Chem.*, 193 ; 265 - 275
- 11) Koike. M, Y. Katsumata, Y. Amemiya and T. Shimada (Submitted)
- 12) Reimers. P. J, A. Guo and J. E. Leach (1992) *Plant Physiol*, 99 ; 1044-1050
- 13) Moerschbacher. B. M, U. M. Noll, B. E. Flott and H. J. Reisener (1988) *Physiol Mol Plant Pathol*, 33 ; 33-46
- 14) Storti. E, C. Latil, P. Bogani, M. G. Pellegrini (1992) *Theor. Appl. Genet.* 84 ; 123 - 128
- 15) Gross. G. G, (1980), *The Biochemistry of Lignification. Adv Bot Res* 8 ; 25-63
- 16) Hammerschmidt. R, E. M. Nuckles and J. Kuc (1982) *Physiol Pathol*, 20 ; 73 - 82

## *Verticillium albo-atrum* が アルファルファ培養細胞のPAL活性に及ぼす影響

南部 耕平・小池 正徳・嶋田 徹 (帯広畜大)

Responses of phenylalanine ammonia-lyase in suspension-cultured alfalfa cells to

*Verticillium albo-atrum*

Kouhei Nanbu, Masanori Koike and Tohru Simada

(Obihiro Univ. Agric & Vet. Med)

### 緒 言

植物が病原菌の感染を受けるとリグニン化、抗菌性物質 (ファイトアレキシン) 生成などさまざまな防御反応を誘導する。これらの防御反応を誘発する物質は、一般にエリシターと呼ばれ、病原菌の接触時に誘導される菌体細胞壁成分などが考えられている<sup>1) 2)</sup>。この抗菌生物質生成には、フェニルアラニンを出発物質とするフェニルプロパノイド生合成経路の多くの酵素が関与している。著者らは、アルファルファ培養細胞と *Verticillium albo-atrum* の相互関係の一連の実験において抵抗性品種由来カルスに *V. albo-atrum* 菌細胞壁成分を処理した時、フェニルプロパノイド生合成経路のフェニルアラニンアンモニアリアーゼ (PAL) が短期間のうちに特異的に誘導されることを確認し、それに伴い抗菌性物質が蓄積することをすでに報告した<sup>3) 4)</sup>。

今回は、品種キタワカバ、バータスそれぞれの抵抗性、感受性個体から誘導した懸濁培養細胞系統に *Verticillium albo-atrum* の分生孢子、菌体細胞壁成分を処理し、それぞれの細胞系統におけるPAL活性の変動を比較した。

### 材料及び方法

#### 〔植 物〕

アルファルファは、品種キタワカバ、バータスそれぞれの抵抗性、感受性個体を用い、未展開葉を殺菌後、SH寒天培地 (2,4-D 2 mg/l, Kinetin 0.2 mg/l) 上に置床、25°C、暗所でカルスを誘導した。

#### 〔懸濁培養細胞の作出〕

カルス誘導した系統の *V. albo-atrum* に対する抵抗性の有無を確認するため菌体コロニーマツト接種試験<sup>5)</sup>を行い、その後、それぞれのカルス系統をSH液体培地に移植し、懸濁培養細胞を作出した。

#### 〔病 原 菌〕

*Verticillium albo-atrum* アルファルファ分離株 (北海道農業試験場・佐藤倫造氏より分譲) を Czapek-Dox 液体培地で1週間培養し、その胞子を懸濁培養に  $5 \times 10^4$  個/ml の濃度になるように接種した。

#### 〔菌体細胞壁成分抽出〕

菌体細胞壁成分は、Buiattiらの方法<sup>6)</sup>を修正して抽出した。すなわち、菌体をホモジナイスし、その菌体懸濁液を超音波処理後、遠心分離し、その残差を洗浄後、15分間高圧滅菌して抽出

した<sup>3)</sup>。懸濁培養細胞への処理濃度は、グルコース等量 $10\mu\text{g}/\text{ml}$ とした。

〔PAL活性測定〕

L-フェニルアラニンを基質として細胞抽出液1時間当りの桂皮酸生量を測定した<sup>4)</sup>。

結果及び考察

カルス誘導したキタワカバ、バークスそれぞれの抵抗性、感受性細胞系統における菌の生育度合をFig.1に示した。キタワカバ、バークスの抵抗性細胞系統において菌糸の生育抑制が認められた。また、これらの抵抗性系統では、菌接種2日目からか敏感反応と思われる褐変が認められた。PAL活性の測定には、これらの細胞系統を懸濁培養し、供試した。

キタワカバ、バークスの両系統に *V. albo-atrum* の分生胞子を接種したときのPAL活性の変動をFig.2に示した。キタワカバにおいて抵抗性系統K45-2で分生胞子接種12時間後、K19-1で24時間後までにPAL活性の増加が認められ、その後徐々に減少した。それに対し、感受性系統では、接種12時間後までに増加したが、抵抗性系統に比べ顕著に低い値を示した。また、バークスにおいては、胞子接種以前にPAL活性に有意差が認められたが、抵抗性系統において接種12時間後活性の増加が認められ48時間まで続いた。しかし、感受性系統では、ほとんど活性の増加が認められなかった。

*V. albo-atrum* の菌体細胞壁成分を処理したときのPAL活性の変動をFig.3に示した。キタワカバにおいて、抵抗性系統で処理12時間後までに活性の増加が認められた。しかし、感受性系統では、ほとんど活性の増加が認められなかった。

また、バークスにおいても抵抗性系統でPALの増加が48時間まで認められたが、感受性系統で

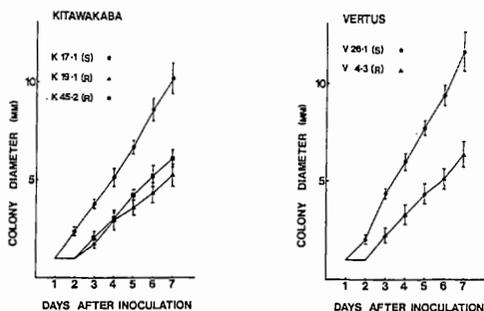


Fig.1. Mycelial development of *Verticillium albo-atrum* on alfalfa callus.

(S) : susceptible cell line, (R) : resistant cell line, Vertical bars indicate standard errors.

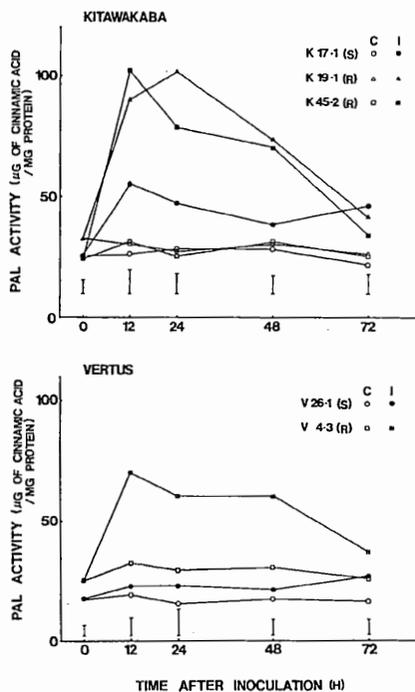


Fig.2. Phenylalanine ammonia lyase activity in alfalfa callus after inoculation with *V. albo-atrum* spore.

(S) : susceptible cell line, (R) : resistant cell line, C : control (water treatment), I : *V. a.* spore inoculation. Vertical bars indicate L. S. D. (0.05).

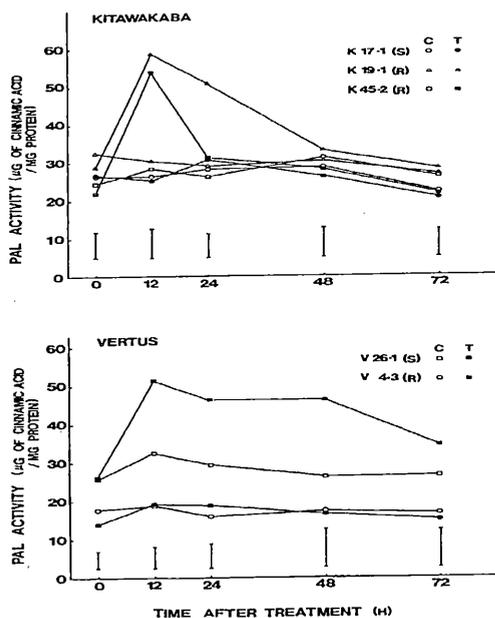


Fig.3. Pheylalanine ammonia lyase activity in alfalfa callus after tretment with *V. albo-atrum* cell wall components.

(S) : susceptible cell line, (R) : resistant cell kine, C : control T : elicitor treatment. Vertical bars indicate L. S. D. (0.05)

は、ほとんど認められなかった。

Latunde - Dataらの報告<sup>6)</sup>では、抵抗性と感受性の細胞系統でPAL活性の量的な差がほとんど認められず抵抗性細胞系統ではPALが感受性系統よりもきわめて速く増加しており、PAL活性の増加の速さが抵抗性の原因とされている。本実験の結果とやや異なっているが、PAL活性の増加の速さが抵抗性反応に強く関与していることは明白である。Onuorah<sup>7)</sup>は組織レベルにおいて、Koikeら<sup>8)</sup>は細胞レベルにおいて、*V. albo-atrum*の培養濾液を処理することによってアルファルファのファイトアレキシンであるメディカルピンが蓄積されることを報告した。今回用いた物質が細胞に作用しているか否かは明らかではない。現在、実際の感染場面に作用していると思われる孢子発芽液、培養濾液などを用いて検討中である。

### Summary

Responses of phenylalanine ammonia - lyase (PAL) of the phenylpropanoid pathway was examined in resistant and susceptible suspension - cultured cell lines of alfalfa following challenge with the fungus *Verticillium albo-atrum* spore and to the fungal cell wall components. PAL activities in resistant cell lines increased specifically after treatment with *V. albo-atrum* spore and the fungal cell wall component.

### 引用文献

- 1) Kombrink. E, K. Hahlbrock (1986) Plant Physiol 81 :216-221
- 2) Hahlbrock. K, C. J. Lamb, C. Purwin, J. Ebel, E. Fautz and E. Schafer (1981) Prant Physiol 67 :768 - 773
- 3) Koike. M, K. Nanbu, T. Shimada (1992) J. Japan. Grassl. Sci 37 (4) :412 - 419
- 4) Koike. M, T. Shimada (1992) Prant Tissue Culture Letters 9 (2) : 81-85
- 5) Buiatti. M, A. Scala, P. Bettini, G. Nasvari, R. Morpurgo, P. Bogani, G. Pellegrini, F. Gimell, R. Ventura (1985) Theor. Appl. Genet. 70 :42-47
- 6) Latunde - Data. A. O, R. A. Dixon and J. A. Lucas (1987) Physiological and Molecular Plant Pathology 31 :15-23
- 7) Onuorah. O. M. O. (1987) Acta Biologica Hungarica 38 (2) : 247 - 256
- 8) Koike. M, J. Saitoh, T. Shimada (1992) Res. Bull. Obihiro Univ. Natural Science 18 :35-39

## ペレニアルライグラス品種におけるエンドファイト感染の実態

佐藤 尚親・田川 雅一・北守 勉 (滝川畜試)

Detection of Endophytic Fungi in Perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) seeds with Several varieties.

Narichika SATO, Masaichi TAGAWA, Tsutomu KITAMORI

(Takikawa Anim. Husb. Exp. Stn., 735 Higasi - Takikawa, Takikawa - shi, Hokkaido, 073 JAPAN)

### 緒 言

エンドファイトは植物体内で一生のほとんどを過ごす糸状菌や細菌の総称で内生菌と訳されている。そのうち糸状菌の *Acremonium* 属や *Epichloe* 属の一部はエンドファイトとしてイネ科牧草や芝生に感染して家畜に対する有害物質を生産したり、植物の病虫害抵抗性や環境ストレスに対する耐性<sup>2)</sup>を付与することが知られている。<sup>6)</sup>

エンドファイトの感染について道内ではチモシーがまの穂の報告<sup>10)</sup>を除いては少なく、海外から導入される牧草や芝草についてもあまり把握されておらず、その実態を把握する必要があると考えられる。

そこで今回は道内の幾つかの種苗会社および緑化会社に聞き取り調査を行い、エンドファイトの感染に関する意識や、検査の有無についての実態を調査した。

また、近年ペレニアルライグラスは牧草用や芝生用として様々な品種が国内で育成されたり海外から導入されているので幾つかの品種の種子について光学的に検査した。

### 材料及び方法

#### 1. 道内の種苗会社及び緑化会社のエンドファイトに関する調査

#### 道内の種苗会社5社、緑化会社5社について

(1) エンドファイトについて存在を知っているか。(2) 牧草、芝生の品種を導入する際にエンドファイトの感染を意識しているか。(3) エンドファイトの感染の有無について検査しているか。の3点について聞き取り調査を行った。

#### 2. ペレニアルライグラス品種におけるエンドファイト感染の検査

D. C. Sahaら<sup>9)</sup>によるローズベンガル染色法を用い、光学顕微鏡によって検査を行った。すなわち、標準染色液(5%エチルアルコール水溶液に0.5%ローズベンガル(関東化学 CO. 特級))を溶かしたもの(W/V))に2.5%水酸化ナトリウム(W/V)を溶かしアルカリ染色液とし、種子を24時間程度アルカリ溶液に浸した。種子が十分に柔らかくなったら、静かに蒸留水で洗い、水容染色液(蒸留水に0.25%のローズベンガル(W/V)を溶かしたもの)に6時間以上浸した。染色した種子はスライドガラスの上に置き、カバーガラスで圧して潰し、標本とした。標本は光源にグリーンインターフェイスフィルターを併用し鏡見した(400×)。

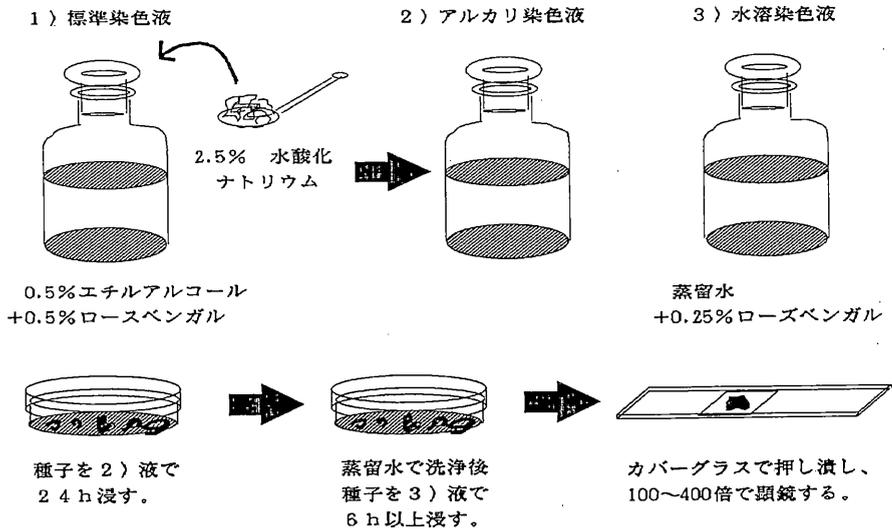


図1 染色方法

(図1) また検査に供試した種子のうちエンドファイトの菌糸体が認められた種子の割合を感染率とした。

しかしながらエンドファイトの感染を検査しているところはなかった。

2. ペレニアルライグラス品種におけるエンドファイト感染の検査

結果

1. 道内の種苗会社及び緑化会社のエンドファイト感染に関する聞き取り調査

表1 エンドファイトの感染に関する聞き取り調査結果

項目	種苗会社		緑化会社	
	yes	no	yes	no
エンドファイトの感染について存在を知っている	5	0	5	0
品種を導入時にエンドファイトの感染を意識して導入している	3	2	3	2
エンドファイトの感染について検定している	0	5	0	5

表1にアンケートの結果を示した。種苗会社および緑化会社10社のうち、全ての会社でエンドファイトの存在については知っており、牧草または芝生を導入する際に半数の会社はエンドファイトの感染した品種について意識していることがわか

表2 ペレニアルライグラスにおける農業用、農業および芝生兼用品種のエンドファイト感染率

品種名	用途	倍数性	感染率(%)
Friend	AGRICULT.	4n	0
Ovation	AGRI.+TURF	2n	6
Barvestra	AGRI.+TURF	4n	0
Fantoom	AGRI.+TURF	4n	10
Petra	AGRI.+TURF	4n	6
Reveille	AGRI.+TURF	4n	22
Palmer	AGRI.+TURF UNCLASSIFIED		30

表2にペレニアルライグラス品種における農業用と農業および芝生兼用品種(1990年版OECD種子リストによる)のエンドファイトの感染率を示した。農業用品種としての「Friend」では種子内にエンドファイトの菌糸体は認められなかった。農業および芝生兼用品種

では感染率は6~30%と低かったものの、6品種中5品種で菌糸体が認められた。

表3 ペレニアルライグラスにおける芝生用品種のエンドファイト感染率

品 種 名	用途	倍数性	感染率(%)
Boston	TURF	2n	6
Gator	TURF	2n	0
Kelvin	TURF	2n	78
Lisabelle	TURF	2n	40
Lisuna	TURF	2n	50
Livonne	TURF	2n	28
Opinion	TURF	2n	48
Prester	TURF	2n	34
Ranger	TURF	2n	24
Rival	TURF	2n	52
Sakini	TURF	2n	36
Tara	TURF	2n	0
Tront	TURF	2n	50
Troubadour	TURF	2n	72
-----			
Allster	TURF	UNCLASSIFIED	84
Citation II	TURF	UNCLASSIFIED	68
Manhattan II	TURF	UNCLASSIFIED	26
Regal	TURF	UNCLASSIFIED	66

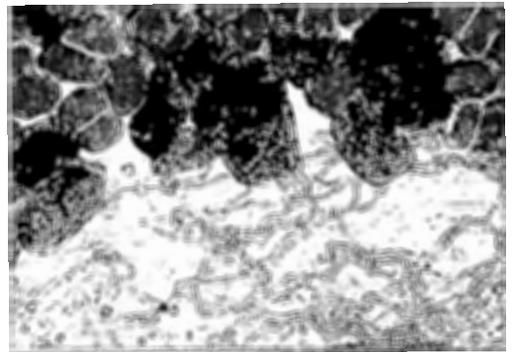
表3にペレニアルライグラス品種における芝生用品種のエンドファイトの感染率を示した。芝生用品種の種子では18品種中16品種で菌糸体が認められ、感染率は6~84%で、高い感染率の品種も認められた。

表4 ペレニアルライグラスにおけるその他の品種のエンドファイト感染率

品 種 名	用途	倍数性	感染率(%)
Tove	UNCLASSIFIED	4n	0
Derby	UNCLASSIFIED	UNCLASSIFIED	22
Jazz	UNCLASSIFIED	UNCLASSIFIED	80
-----			
Charger	UNKNOWN	UNKNOWN	58
Competitor	UNKNOWN	UNKNOWN	64
Daniro	UNKNOWN	UNKNOWN	64
Derbysupreme	UNKNOWN	UNKNOWN	40
Dimension	UNKNOWN	UNKNOWN	78
Lindsay	UNKNOWN	UNKNOWN	38
Lisieux	UNKNOWN	UNKNOWN	0
Pennant	UNKNOWN	UNKNOWN	72
Stallion	UNKNOWN	UNKNOWN	62
Sunrye	UNKNOWN	UNKNOWN	50
ZPR-PTR	UNKNOWN	UNKNOWN	46

表4にその他の品種(1990年版O E C D種子リストにおいてUNCLASSIFIEDと表示されている品種、および種子リストに登録されていない品種)のエンドファイトの感染率を示した。用途の区分が明確にされていない品種においては14品種中12品種で菌糸体が認めれ、感染率は22~80%の範囲にあり、高い感染率の品種も認められた。

図2 ペレニアルライグラス種子の糊粉層中に認められるエンドファイトの光学顕微鏡写真(400×)



考 察

種苗会社および緑化会社に対する聞き取り調査からエンドファイトに対する意識はしているものの感染の有無については検討していないことが分かった。

エンドファイトを内生するペレニアルライグラスは家畜に対する有害物質を生産し、ryegrass staggersの発生と関係が深いと報告されている。<sup>4)</sup>ペレニアルライグラスに内生するエンドファイトでは*Acremonium lolii*が重要で感染したペレニアルライグラスから神経毒活性が高いlolitremが単離されており<sup>5)</sup>、また他草種では*Acremonium coenophialum*に感染したトールフェスクとfescuetoxicosisの発生が関係が深いと報告されている<sup>3)</sup>。更に、チモシーがまの穂病の発生は*Epichloe typhina*の感染が原因であることが分かっている。<sup>10)</sup>

## 桂皮アルデヒドが *Rhizoctonia solani* (AG2-2 III B) の生育とシバ・ブラウンパッチの発病に及ぼす影響

萩原 伸哉・小池 正徳・丸山 純孝 (帯広畜産大学)

Effect of cinnamic aldehyde on the growth of *Rhizoctonia solani* (AG2-2 III B) and development of brown patch disease on bentgrass

Shinya Hagiwara, Masanori Koike and Junkou Maruyama

(Obihiro Univ. of Agric. & Vet. Med., Obihiro, 080 Japan)

### 緒 言

シバ・ブラウンパッチは病原菌・*Rhizoctonia solani* [AG-2-2 (III B)] によって引き起こされる芝草の病気で、5月下旬から9月上旬にかけて全国各地の寒地型芝草に発生し、特に酸性土壌の芝生に多発することが知られている。そのため、ゴルフ場ではブラウンパッチの防除に様々な殺菌剤を使用している。それらの農薬には、魚毒性がBまたはCにランクされるものが多く、発ガン性や催奇性を持つものも含まれている。このような農薬は直接的にゴルフ場管理に従事している人達の健康のみならず、生態系に対して問題を抱えている。そこで本実験では、有毒な化学農薬の代わりに、植物や菌類自体が生産している静菌物質を*R. solani*に対して処理することにより、発病を抑制することを試みた。本実験で静菌剤として使用したのは、肉桂の主成分である桂皮アルデヒド(食品添加物)、商標アピオンCA、以下CA)である。既往の報告においてCAを芝草に使用した例はない。しかし、リゾクトニア菌に対する施用効果には以下の例があり、メロン苗立枯病に対してはCAの施用濃度2,000 ppm、ハウレンソウ苗立枯病に対しては同1,000 ppmの濃度で発病の抑制が認められてい

る。

本報では芝草、クリーンピング・ベントグラス(*Agrostis palustris* Huds)・品種ペンクロスに対するCAの施用効果を検討するため、CA含有培地における*R. solani*の生育抑制効果並びにCA処理によるシバ・ブラウンパッチの発病抑制効果について実験を行った。

本試験を行うに当り、*R. solani*を分譲下さった北農試の松本直幸氏、供試剤の提供を許されたアピオン化学研究所の五月女清氏、また資料を提供下さった大塚利一朗氏、木曾皓氏に対し厚くお礼申し上げる。

### 材料および方法

#### ・供 試 剤

本実験で用いた静菌剤はアピオンCAと呼称され<sup>3</sup>、その主成分はケイ皮アルデヒド(Cinnamic aldehyde、分子式C<sub>9</sub>H<sub>8</sub>O、分子量 132.16) 20%含有の無色～淡黄色の液剤でシナモンの香を有する。本剤は昭和32年に食品添加物に指定され、清涼飲料水10 ppm、アイスクリーム8 ppm、チューイングガム5,000 ppm、調味料20 ppm、肉類60 ppm等に使用

一方でエンドファイトは植物に病虫害抵抗性や環境ストレスに対する耐性<sup>2)</sup>を付与する等有用な面もある。

今回行った光学的な検査法ではエンドファイトの種の同定まではできない。今後、上記のような家畜および牧草の疾病の発生を防ぎ、植物に対する有用面を利用するために、他草種、品種についてもエンドファイト感染の有無について把握し、ELISA法<sup>1, 8)</sup>等を用いて、エンドファイトを検出し、更に家畜に有害な物質の定量や抗菌活性等についても検討する必要があると考える。

また、今回検査したペレニアルライグラス品種におけるエンドファイト感染の有無や感染率は普遍的なものではなく<sup>6, 7)</sup>種子を導入する際のロットの違いや、貯蔵環境によって異なるものと考えられ、導入後に種子のエンドファイト感染率を定期的に検定する必要があると考えられる。

#### 引用文献

- 1) 秋山ら (1992). 日植病報 58 (1) 157.
- 2) Arachevaleta, M., *et. al* (1989). Agron. J. 81 : 83-90
- 3) Bacon, C. W., *et. al* (1977). Appl. Environ. Microbiol. 34 : 576-581.
- 4) Flecher, L. R. *et. al* (1984). N. Z. Vet. J. 32 : 139 - 140
- 5) Gallagher, R. T., *et. al* (1984). J. Chem. Commun. 9 : 614 - 616.
- 6) 古賀 博則 (1992). 農業技術 47 (1) : 23-28.
- 7) 真木 芳助 (1992). 「芝生の造成と管理」全国農村教育協会 : 64
- 8) Musgrave, D. R. (1984). N. Z. J. Agric. Res. 27 : 283 - 288.
- 9) Saha, D.C., *et. al* (1988). Phytopathology 78 : 237-239
- 10) 島貴ら (1983). 北海道農試研報 138 : 87-97.

され人体には、安全な物質であることが知られている。また本剤は、数種の土壤伝染性病原菌に対して強い発育阻止効果が認められている。

・供試菌株

用いた病原菌は *Rhizoctonia solani* Kühn [AG 2-2 (III B)] (北農試・松本直幸氏分譲) である。

・培地上での抗菌試験

(1) P S A 平板培地試験

CA 剤を、50℃に保った P S A 培地にそれぞれ 25, 50, 100, 150, 200, 300 ppm になるように添加し、よく振とうした後にシャーレ分注した。固化した上記の培地の中央に、予め P S A 培地で 6 日間培養したリゾクトニア菌のコロニーマット (直径 5 mm) を置床、暗所 25℃ 培養し 24 時間ごとに菌叢の直径を測定した。各濃度シャーレ 5 枚、4 反復行った。

(2) P S 液体培地試験

CA を P S 液体培地にそれぞれ 25, 50, 100, 150, 200, 300 ppm になるように添加し、予め P S A 培地で培養した菌を直径 5 mm のコルクボーラで抜き、上記の培地中に移植し、暗所 25℃ で培養し、5 日ごと 30 日目まで菌体をとりだして乾燥重量を測定した。

・接種試験

クリーピング・ベントグラス (*Agrostis palustris* Huds) ・品種バンクロス のソッドを直径 10 cm にカットし、あらかじめ殺菌土の入った直径 15 cm のポットに移植後、フスマ培養<sup>2</sup>して作成した汚染土を 10 g ずつ接種し、同時に CA 剤を 200 ppm, 400 ppm, 800 ppm, 1600 ppm の濃度で 60 cc ずつソッド上に注い

だ。その後 CA を 9 日ごとに処理し、発病度を評価した (表 1)。発病土は、各濃度 5 ポットを試して 3 反復し、その平均値で示した。

指数	評価基準
0	芝上に病斑がない
1	芝上の病斑面積が全体に対して 1% ~ 25%
2	26% ~ 50%
3	51% ~ 75%
4	76% ~ 99%
5	シバがすべて枯死

表 1. 芝草の病斑面積の評価法

結 果

1. P S A 培地上における CA の菌抑制効果

1~2 日目では 25 ppm 以上の濃度の処理区に、3 日目では 100 ppm 以上の濃度の処理区における菌の生育が対照区に比べ有意に抑制され、4 日目では 200 ppm 以上の濃度処理区における菌の生育が有意に抑制された。5 日後には、菌叢は処理濃度が高くなるにつれてうすくなる傾向が認められたが、菌叢直径には差がなく、いずれの処理区もシャーレのふちまで菌糸の生育が認められた (図 1)。

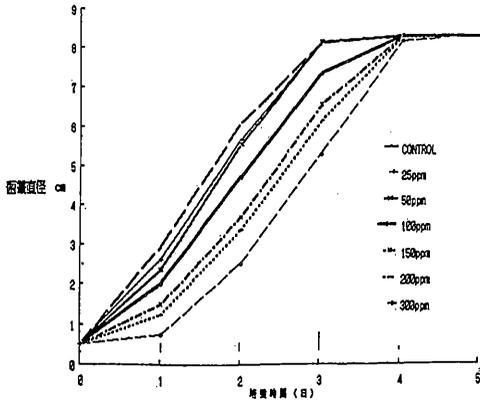


図1 CA含有PSA培地上における *Rhizoctonia solani* の生育

\*下部線は、L.S.D (P=0.05) を示す

2. PS液体培地におけるCAの菌抑制効果

培養5日目では50ppm、100ppmにおいて、10日目では25ppm以上の濃度において、さらに15日目では50ppm以上の濃度において対照区の菌重に対し、各濃度処理区の菌重は有意に低く、菌糸の生育の抑制が認められた。20日目以後に有意差は認められなかった(図2)。

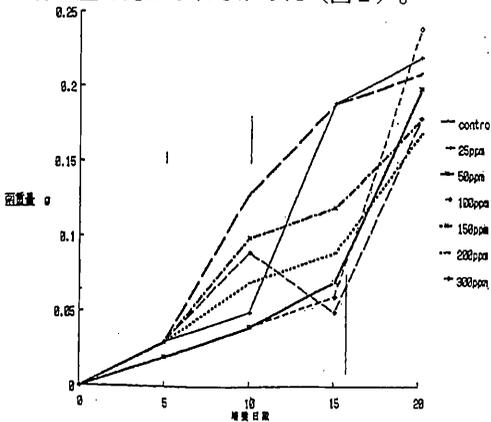


図2 CA含有PS培地上における *Rhizoctonia solani* の生育

\*下部線は、L.S.D (P=0.05) を示す

3. シバにおけるCAの

ブラウンパッチ発病阻止

効果

接種後13日目までは対照区に比べ各濃度におい

て発病阻止効果が見られるが、有意差はなかった。接種後14~15日目において対照区に比べ800ppmと1600ppm処理区において発病程度が有意に抑制された(図3)。

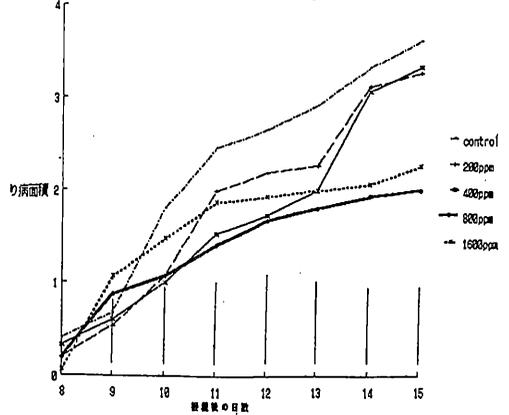


図3 芝草(ポット栽培)における

CAの発育阻止効果

\*下部線は、L.S.D (P=0.05) を示す

考 察

CA含有培地上での菌糸生育の結果から、CAの濃度が高くなるにつれて菌の生育が培養の初期において抑制されていることが明らかになった。しかし、5日目にはCA処理区いずれの濃度においても、対照区と差が認められなかった。そのため抑制効果を一層はっきりさせるために、PS液体培地を使い、菌の乾燥重量を測定した。

PS液体培地の実験結果から、25ppmでは10日目まで、50ppm以上の濃度では15日目まで菌体の生長を抑制する効果が培地中で持続することが明らかになった。しかし20日以降、抑制効果が認められないのは以下の原因が考えられる。CAは酸化しやすく、紫外線分解性が高く、気中、土中での酸化が容易であることが知られている<sup>4</sup>。そのため、培地中でCAの変質が起きたために、抑制効果がおちたと考えられる。今後、PS液体培地における、CAの効果持続日数の検討が必要で

ある。

芝草における発病抑制試験の結果から、CAはブラウン・パッチを発病初期において抑制しうることが明らかになった。*Rhizoctonia* 属の病原菌は、植物組織を侵害するに当たって菌量が多いことと、植物体の活性が低下していることの2条件がそろわなければならない。ブラウンパッチの発生は高温多湿時におこる。*R. solani* が高温で活性が増加することと、ベントグラスが寒地型芝草であるために高温に弱く、梅雨の後期から盛夏にかけて生育活性が低下するという2つの条件がそろうためである。病気の発生を抑えるためには、菌の活力が高まり植物体の活性が低下した時に、発病できない菌量まで菌数を減らすことが必要である。本実験では、発病期に菌接種とCA処理を同時に行ったが、発病期以前の低温期に菌接種とCA処理を行えば、菌の活力が低いために静菌効果が上がり菌数が減少すると考えられる。このことより発病期において菌の増加割合が低くなり、高い発病抑制効果があらわれるかもしれない。

また、植物の病害抵抗性に関与しているフェニルプロパノイドの生合成経路に、CAに類似した物質が合成されており、そのためCAによる菌の抑制だけでなく、植物側においても菌に対する抵抗性が誘導されていることも推察される。

以上のように本剤については、さらに試験方法などを検討すれば、より有効な使用条件が明らか

になるものと考ええる。

#### 要 約

*Rhizoctonia solani*の生育およびシバ・ブラウンパッチ(発病菌 *R. solani*)に対する桂皮アルデヒド(食品添加物、以下CA)の効果を検討する試験を行い、以下の知見を得た。

- (1) *in vitro*における菌体の初期生育はCAによって抑制される。
- (2) ベントグラスを用いた接種試験によると、CA(800 ppm, 1600 ppm)はシバ・ブラウンパッチの発病初期において抑制効果をもつ。

#### 引用文献

- 1) A. K. chakravorty & K. J. Scotto : Resistance to Fungal Diseases (1992), Plant Molecular Biology, 19 : 109 - 122
- 2) 小林 堅志 (1973) : ベントグラスに対するリゾクトニアの人工接種方法と薬剤の効力試験, 芝草研究, 第2巻第2号43~46
- 3) 大塚利一郎・木曾 皓・野村 良邦 (1983) : アビオンCA剤の糸状菌類に対する効果, 九州病害虫研究会報 第29巻, 2~7
- 4) 高倉 志能 (1986) : 農薬を減らすアビオン農法, 農文協, 220 ~ 225

# 網走市西網走地区酪農の変化 (1978-1992年)

## — 農場, 耕地, 乳牛, 乳量について —

井澤 敏郎 (吉田農場, 北海道平取町)

Survey on the change of dairy farming in the Nishiabashiri region of Abashiri city  
(1978-1992)

Dairy farm, cultivated acrege, dairy cattle, milk producton  
(Yoshida Farm, Birlatoricho, Toshiro IZAWA Hokkaido 055-03 Japan)

### 緒 言

1978年と1988年に筆者は、北海道網走市西網走地区において酪農調査を行った。<sup>1)・2)・3)</sup> 本年1992年当地区で3度目の調査を行い、この15年間の変化を知ることができたので、以下その概況を記述する。

### 調査地の概況

調査地は能取湖岸に沿って酪農場が点在している。1978年初回調査時の酪農場は、45の個別農場と2つの農業生産法人の合せて47農場であった。1988年の2回目の調査時には、29の個別農場と2つの法人農場の合せて31農場となり、11年間で16農場減少していた。

### 結果および考察

#### 1. 農場について

今回の調査では個別農場で10戸、34.5パーセント減少していた。個別経営の1農場が有限会社になったので、法人農場は3農場となり、個別、法人を合せて21農場となった。この15年間で55.3パーセント減少し、半分以下となった。その変化を見たのが表1である。

	1978年	1988年	1992年	増 減
個別農場	45	29	18	-27
法人農場	2	2	3	1
合 計	47	31	21	-26
1978年比%	100.0	66.0	44.7	-55.3

表1. 酪農場数の変化

1978年の出荷乳量の分布と、その後の酪農中止率を見たのが表2である。100トン以下であっ

出荷乳量 分 布	酪 農 経 営 戸 数			酪 農 中 止 率	
	1978年	1988年	1992年	中止戸数	中止率%
50kg以下	7	1	0	7	100.0
51-100kg	14	7	3	11	78.6
101-150kg	8	7	6	2	25.0
151-200kg	7	7	5	2	28.6
201kg以上	11	9	7	4	36.4
合 計	47	31	21	26	55.3

表2. 1978年の出荷乳量分布と酪農中止率

た農場の中止率が大変高いことが分かるが、それ以上の区分については大きな差はない。

今回の調査での10農場の酪農中止理由は、老齢、後継者なし、事故、病気などと、特に理由は片寄っていない。前回1988年の調査で、中止した16戸のうち、人手不足と後継者のいないことが半数になっていたのとは異なる点である。

これらのことから、1988年の調査では1979年からの牛乳の生産調整により、規模の小さな農場は経営が難しくなったことが根底にあったが、今回の調査では1989年から生産調整は大幅に緩和されているので、生産調整が経営中止の理由とは、直接にはなっていない。個々の農場の理由により酪農を中止したものと考えられる。

なお、前回調査の後より、フリーストール・ミルクングパーラー方式の牛舎の建設が始まり、1992年末までに6農場となっている。

## 2. 耕地と飼料作物について

この15年間の耕地面積の変化は表3に示され

作目 ha	1978年	1988年	1992年	増減	増減%
デントコーン	7.5	5.6	8.5	1.0	13.3
牧草	22.1	20.0	22.2	0.1	0.5
畑作	3.0	7.9	9.6	6.6	220.0
合計	32.6	33.5	40.3	7.7	23.9

表3. 耕地面積の変化 (21農場平均)

る。現在経営を続けている21農場全体で163ha増加しており、戸別面積は32.6haから40.4haへと7.7ha増加している。しかし、この中には法人に加入した2戸分が含まれているから、土地規模はそれほど増加していない。

作付はデントコーンは戸別平均で7.5haから8.5haへと1.0ha、13.3パーセント増加しているが、牧草は22.1haから22.2haへとほとんど変化していない。あとで述べる、1戸平均の出荷乳量が173パーセントも増加しているのに対して、飼料

作物の面積はわずかしか増えていない。

畑作は大きく増えているが、これは2つの法人によって大きく占められているので、牛乳の生産調整下で一時増加した畑作は現在は減少している。

デントコーンについて考察すると、面積の増加が少ないのは、収量調査で草量全体の反収はほとんど変化していないが、黄熟期の実取りの方向に進んできており、草量全体のエネルギー、栄養価としては向上していることが考えられる。

牧草について考察すると、面積はほとんど変わっていないが、15年前ごくわずかしか利用されていなかったグラスサイレージが、今回の調査で80パーセントで利用されている。これが牧草全体の利用率を高めていると考えられる。

機械利用組合による自走式フォーレージハーベスタの利用や、それに伴い大型のバンカーサイロが建設され、トラクターによる踏圧、乳酸菌の添加、早期密封などにより、良質のグラスサイレージが調整されている。また、5農場においてはデントコーンの作付を中止して牧草地とし、全量グラスサイレージに調整し、通年給与している。

牧草の草種はアルファルファが本格的に栽培され出しており、3分の2の農場で作付されているが、このことも、牧草の栄養収量を上げていると考えられる。

飼料の給与方法については、TMRによるミキシング給与が、フリーストールの6農場以外にも4農場で行われており、増加傾向にある。

## 3. 乳牛について

この15年間の乳牛飼養頭数の変化は表4に示される。経産牛頭数は21農場の平均で、1978年の33.6頭から1992年の54.8頭へと21.1頭、62.8パー

セント増加している。育成牛は21.0頭から46.2頭へと25.2頭、120.0パーセント増加している。全頭数では54.7頭から101.0頭へと46.3頭、84.6パーセント増加し、100頭の大台を超えている。

	1978年	1988年	1992年	増 減	増 減%
経産牛	33.6	34.2	54.8	21.1	62.8
育成牛	21.0	28.7	46.2	25.2	120.0
合 計	54.7	62.9	101.0	46.3	84.6

表4. 乳牛飼養頭数の変化 (21農場平均)

1988年調査では、経産牛は微増、育成牛は若干増加であったので、それ以後急速に増加している。1978年調査の時点では、酪農団地等の規模拡大が一段落した状況にあったことに加えて、1979年から始った牛乳の生産調整で頭数増が押えられていた。しかし、1989年からは生産調整が大幅に緩和されると同時に、フリーストール方式によって、当地区として第二次の規模拡大が始った。以後1992年までに6農場にフリーストールが建設され、飼養頭数の大幅な増加を生んでいる。

#### 4. 乳量について

この15年間の乳量の変化は表5に示される。1戸当りの年間個体乳量は1977年が5,245 kg、1987年7,463 kg、1991年が8,696 kgと3,451 kg、65.8パーセント増加している。

1戸当りの出荷乳量は1977年が149トン、1987年が229トン、1991年が408トンと259トン、173.8パーセントの大幅な増加となっている。この大幅な増加は個体乳量の伸びも大きいですが、それ以上にフリーストール化とした農場の頭数増によっている。なお、当地区の最大出荷農場は1992年で1,400トンに達している。

	1977年	1987年	1991年	増 減	増 減%
個体乳量 kg	5,245	7,463	8,696	3,451	65.8
出荷乳量 t	149	229	408	259	173.8

表5. 個体乳量・出荷乳量の変化 (21農場平均)

乳価は1977年がkg当り約88円であったが、以後生産調整の下で下落し、1987年は約82円、1992年は約76円と下り続けている。

これらのことから、1978年から1988年の間は生産調整下ではあったが、16戸の酪農中止農場の分を地域枠の中で振り向けて残った農場が増産し、1989年の生産調整の大幅な緩和後は、フリーストール牛舎建設による生産増が、10戸の中止農場の分を埋めてもなお大幅な増加となっていると考えられる。

#### 概 要

1978年、1988年、1992年と3度にわたり、網走市西網走地区で酪農調査を行った。

その結果この15年間で

- (1) 農場数は47農場から21農場へと26農場、55.3パーセント減少し半数以下になった。
- (2) 耕地は現在経営している21農場平均の面積は7.7 ha増加しているが、牧草は変化なく、デントコーンは1.0 ha増加し、畑作は6.6 ha増加している。グラスサイレージ利用の増加とアルファルファの作付が増加している。
- (3) 乳牛使用頭数は平均で54.7頭から101頭へと46.3頭増加している。
- (4) 乳量は年間個体乳量で8,696 kg、年間出荷乳量で408トンになっている。

文 献

- 1) 井澤 敏郎・篠原 功・原田 勇  
(1979)、乳牛起立不能症の原因解明のための調査研究、畜産の研究、vol. 33-11, 12。
- 2) 井澤 敏郎・篠原 功・原田 勇、  
(1980)、乳牛起立不能症の原因解明のための調査研究、北海道草地研究会報、vol. 14。
- 3) 井澤 敏郎、(1989)、網走市西網走地区酪農の変化(1978-1988年)、北海道草地研究会報、vol. 23。

## クリエーション・カプセル

篠原 功 (酪農学園大学)

Creation Capsule

Isao SHINOHARA

時々刻々と変化する気象的社会的経済的技術的環境に酪農場はどう対応すべきか、を念頭におき、私たちは「酪農場の土-草-牛系における無機要素の循環」と「過熟社会における酪農場と草地開発の視点」についての研究を進めている。今回は営農現場と研究を繋ぐ「クリエーション・カプセル」の開発構想について紹介する。

かつて道内の営農現場で乳牛がミネラルの過不足とそのインバランスによる疾病の多発に陥り、その原因の一つに、土壌からの無機要素(窒素とミネラル)供給に過不足があったが、これらは土壌を含めた栄養改善によって疾病は多発しなくなった。ところが数年後、先に過剰であったミネラルは不足し、不足していたミネラルは過剰となって新タイプの疾病を引き起こした。さらには、それまで乳牛の健康に異常を認めていなかった別の酪農場で後の事例と同じころ、先の見聞情報に基づき栄養改善を積極的に実施したことが遠因とみられる疾病が多発したことである。また最近の府県の事例では家族経営のなかでの乳牛多頭省力飼育と労働力高齢化や、後継者に嫁がなく年老いた父母が病院通いをするなかで乳牛疾病が多発した。

これらのなかにもその遠因が人間社会の在り方と深く係っているものがあると考えられた。

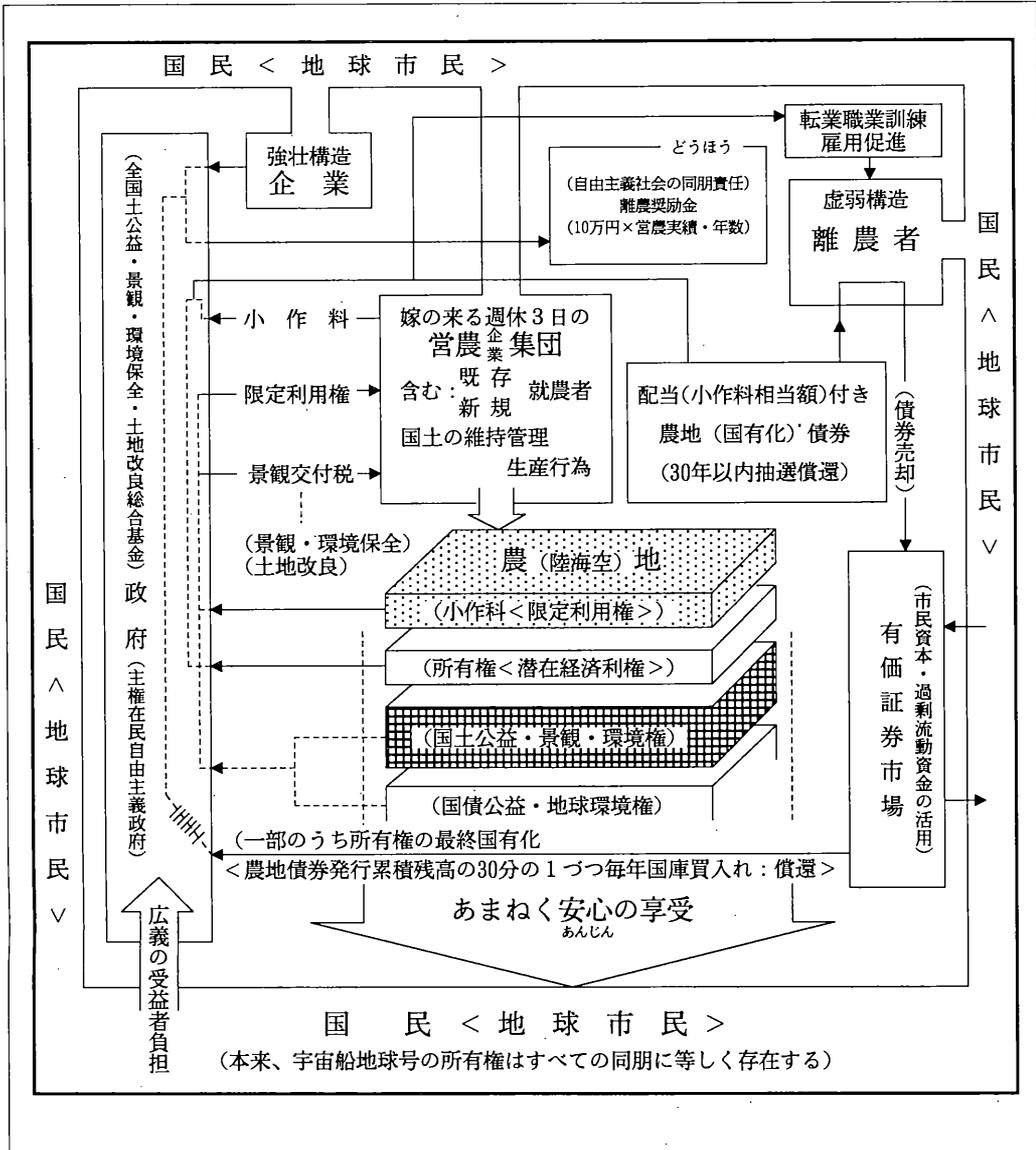
そこで右図は、これらの事例をカギとして「二十一世紀型酪農場と勤労者のための営農社会環境の整備目標」を描いたものである。図中の「嫁の

来る営農企業集団」という言葉は家族経営方の酪農場から企業経営型の酪農場への移行形態としての意味を持たせているもので、システム完成後の経営は株式会社酪農場をめざしている。そしてその規模は「現役勤労者10~20人、農地500ヘクタール、搾乳牛250頭、育成牛・肉牛羊など500~1,000頭を飼育し、生産物の一部を同一企業内で加工し、流通パッケージ等も含めた付加価値生産を行う」というものである。

しかし、なお何か足りない。その一つの仕掛けがクリエーション・カプセル(心を育てる創造の小箱・企業内ミニ大学)であろう。人がこの世で人として生きるのは自己の発見であり、それは真実・実際のなかの真理と出会ったときの感動とその己であると言う。その具体的仕掛け、例えば土壌水質化学では現場を預かる人々が簡便確実なpH・ECテスターなどを携帯活用して大自然と語り合う科学的観察から始まる。それが、すなわち少しで良いから手づくりの情報解析用データとセミナーを同時に合わせ持つことが情報過多・外注データ時代への確かな対応の第一歩であると考えられる。

二十一世紀型酪農場と勤労者のための営農社会環境の整備目標

(第二次 篠原試案<概要>)



(1992改訂、篠原)

— 図中特定用語の解説 —

同朋(どうほう)……生き生きとし生けるものすべて父母兄弟姉妹なりといえる仲間を同朋という。

安心(あんしん)……”人間の宇宙”で相互に与え合う無限の安全・安心(あんしん)、ひとり個人の働きでは獲得することのできない無限の安全・安心(あんしん)の真実を安心(あんしん)という。

## メドウフェスク品種のチモシー「クンプウ」 との混播適性

出口 健三郎・澤田 嘉昭 (新得畜試)

Effect of meadow fescue varieties on botanical composition in timothy-meadow fescue mixture.

Kenzaburo DEGUCHI Yoshiaki SAWADA

(Shintoku Anim. Husb. Exp. Stn., Shintoku, Hokkaido, 080 Japan)

### 緒 言

メドウフェスクは栄養価が高く、夏以降の収量割合が高いため他のイネ科草種の欠点を補完することができ、混播草地における随伴草種として栽培するのに適している。一方、チモシーは出穂期が遅く再生が遅いため他のイネ科草種との競合に弱く、チモシー主体草地に他のイネ科草種を混播することは好ましくないとされている。

従来のメドウフェスク品種は出穂期の巾が狭かったが、最近、出穂期の異なる外国品種が導入されてきた。また、チモシー品種も再生力の旺盛な極早生タイプが開発され、両草種の混播について品種毎の組合せを検討する必要が出てきた。本試験ではチモシー品種の中で最も競合力の強いと思われる極早生品種「クンプウ」を用い、メドウフェスクをチモシー主体草地に混播利用することの可能性について検討した。

### 試験方法

メドウフェスクは「トモサカエ」、「BARPRESTO」、「SWIFT」、「タミスト」、「LOKEN」の5品種を供試し、チモシー「クンプウ」との2草種混播草地を造成した。播種量はチモシー主体草地を目標とし、10a当たりメドウフェスクは0.67kg、チモシーは1.33kgとした。播種

は平成3年5月28日に散播で行った。試験配置は乱塊法4反復とし、一区面積は6m<sup>2</sup>とした。施肥は北海道施肥標準に準拠し、10a当たり、1年目は窒素10kg、りん酸23kg、加里15kg、2年目は窒素17kg、りん酸10kg、加里22kgを施用した。刈取は採草利用を前提とし、1年目は8月11日と10月15日の2回、2年目は6月15日と7月29日および10月11日の3回行った。各番草の収穫時により分けを行い、収量および草種割合を調べた。雑草の侵入は少かったので収量および草種割合は雑草を除いた値で示した。

### 結 果

#### 1. 供試品種の出穂期

表1に供試品種の2年目草地における出穂期を示した。

表1. 供試品種および2年目草地における出穂期

草 種	品 種	出 穂 期
メドウフェスク	BARPRESTO	6月4日
	SWIFT	6月8日
	トモサカエ	6月11日
	タミスト	6月12日
	LOKEN	6月12日
チモシー	クンプウ	6月9日

メドウフェスク品種の出穂期は最も早い「BAPRESTO」の6月4日から最も遅い「タミスト」および「LOKEN」の6月12日まで9日間の巾があった。チモシーの出穂期は6月9日で「SWIFT」より1日遅く、「トモサカエ」より2日早かった。

## 2. 草種別乾物収量の推移

2か年にわたる各品種区の草種別乾物収量を図1に示した。

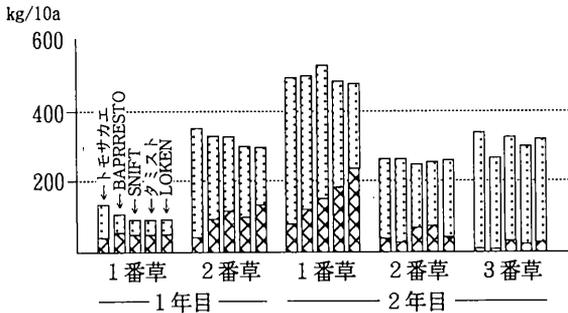


図1. 草種別乾物収量

1年目の1番草の総収量は10a当たり102~128kgであった。この時点ではチモシーの収量は「トモサカエ」区を除き、メドウフェスクの収量と同等かそれ以上で、目標どおりチモシー主体草地进行することができた。

2番草ではメドウフェスクの生育が旺盛でチモシーの生育はメドウフェスクに抑制された。

2年目の1番草では総収量には品種区間に差は認められなかったが、メドウフェスクの収量が多い区ほどチモシーの収量は少なかった。

2年目の2番草ではチモシーは減少し、総収量は10a当たり250kg程度であったがチモシーの収量は10a当たり80kg以下となった。2年目3番草ではチモシーがさらに減少し、総収量は10a当たり300kg程度であったがチモシーの収量は最も多

ではチモシーがさらに減少し、総収量は10a当たり300kg程度であったがチモシーの収量は最も多い区でも10a当たり33kgであった。

## 3. チモシーの草種割合の推移

各番草の総収量に占めるチモシー草種割合の推移を図2に示した。

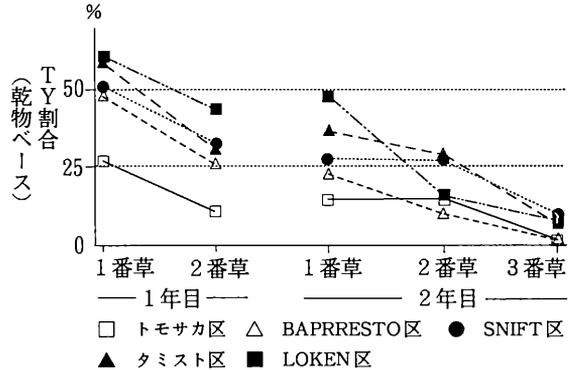


図2. チモシーの草種割合の推移

チモシー割合は低下し、2年目の3番草ではいずれの区においても10%以下となった。

「トモサカエ」区では1年目の1番草からチモシーの割合は低く推移した。

出穂期の遅い「LOKEN」区および「タミスト」区のチモシー割合は2年目1番草で高かったが、2年目2番草ないし3番草では他の品種区と同程度に低下した。

## 4. メドウフェスク品種の出穂期とチモシーの草種割合の関係

図3に2年目のメドウフェスク品種の出穂期と各番草におけるチモシーの草種割合の関係を示した。

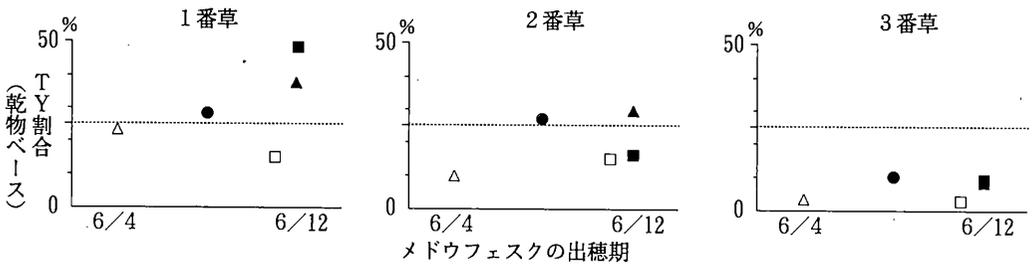


図3 メドウフェスク品種の出穂期とチモシーの草種割合の関係

□ トモサカ区 △ BAPRESTO区 ● SNIFT区 ▲ タミスト区 ■ LOKEN区

2年目1番草では「トモサカ区」を除き、メドウフェスクの出穂期が遅い区ほどチモシー割合が高い傾向が認められた。しかし、2年目2番草以降はメドウフェスク品種の出穂期の早晩とチモシー割合との関係は明確ではなかった。

5. 各番草刈取時の草丈

図4.に刈取時草丈を示した。メドウフェスクの草丈はいずれの品種も同程度であった。

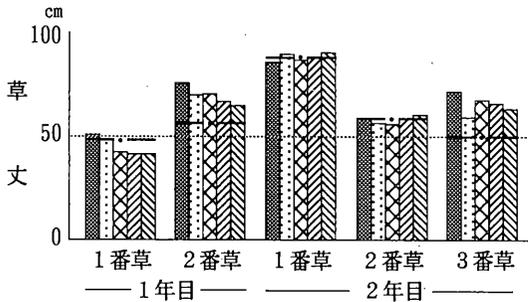


図4 メドウフェスク及びチモシーの刈取時草丈

1) ■ トモサカ □ BAPRESTO  
 □ SNIFT □ タミスト  
 □ LOKEN の草丈  
 2) - - - はチモシーの草丈

1年目1番草と2年目1、2番草ではメドウフェスクとチモシーはほぼ同じ草丈であったが、最終番草は両年ともチモシーの草丈がメドウフェスクの草丈より低かった。

考 察

チモシー・メドウフェスク混播草地におけるチモシーの草種割合はメドウフェスク品種にかかわらず、2年目秋には10%以下に低下した。この程度までチモシーが減少すると3年目以降チモシーが主体性を回復することは不可能と思われた。チモシー「クンプウ」との混播に適するメドウフェスク品種は今回供試した品種の中にはなかった。

2年目1番草では、メドウフェスクの生育の旺盛な「トモサカ区」を除き、出穂期の遅いメドウフェスク品種区ほどチモシーの草種割合が高い傾向が認められ、両草種の競合関係には両者の相対的な早晩性が関与すると考えられた。しかし、再生草ではチモシーの草種割合に及ぼすメドウフェスク1番草の出穂期の効果はほとんど認められず、メドウフェスク品種区間の差にはメドウフェスクの再生力、茎数密度、葉巾など早晩性以外の生理的、形態的特性が関与したものと思われた。

飼料用大麦と牧草の同伴栽培

2. チモシー、アカクローバ混播草地での検討

佐藤 公一 (天北農試) ・ 蒔田 秀夫 (滝川農試)  
吉澤 晃 (北見農試)

Companion cultivation of berley and forage crops 2.

Investigation on mixed pasture of timothy and red clover

Kouichi Sato, Hideo Makita, Akira Yoshizawa.

緒言

草地更新を行った場合、一般に初年目は牧草の収量が低く、なおかつ雑草割合が高いという問題がある。これらの問題を解決する手段のひとつとして、麦類の同伴栽培が考えられる。つまり草地造成時に麦類を同伴栽培し、麦類の収量と競争力によって、雑草割合の低い粗飼料を初年目から十分量確保する。1) 2)

本試験では、チモシー、アカクローバ混播草地における大麦同伴栽培法を確立することを目的とし、大麦播種量、初年目1番草刈取時期、窒素施用法について検討した。

材料および方法

本試験は1986年～1991年に、天北農試試験圃場にて行った。供試材料は、チモシー「ノサップ」(TY)、アカクローバ「サッポロ」、「ハミドリ」(RC)、飼料用大麦「おおみのり」(大

表1. 試験項目および試験処理

試験番号	試験項目	試験処理
試験-1	大麦播種量	0 (無同伴区)、3.5、7kg/10a (同伴区)
試験-2	大麦播種量	0 (無同伴区)、8.8、12.15kg/10a (同伴区)
試験-3	初年目1番草刈取時期	大麦刈取期(7.28)、乳熟期(8.5)、熟熟期(8.22)
試験-4	窒素施用法	施肥-追肥(kg/10a): 4-0、4-2、4-4、6-0、6-2 (4-0のみ無同伴区も設置)

注1) 試験区の配置は乱増法3反復、1区面積は6㎡である。  
注2) 試験-2のRCは「ハミドリ」、その他は「サッポロ」である。

麦)である。各試験の試験処理を表1、耕種概要を表2に示した。

表2. 耕種概要

試験番号	試験-1	試験-2	試験-3	試験-4
試験年次	1986、1989	1986～1988	1988、1990	1990、1991
播種日	5-16	5-19	5-18	5-14
初年目刈取日	8.18 10.7	8.18 (1回刈)	※ 10.18	8.10 10.19
2年目刈取日	7.1 9.18	6下 9上	6.28 8.18	7.3 9.17
大麦播種量	※	※	5kg/10a	0kg/10a、5kg/10a
施肥量(N-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -K <sub>2</sub> O)				
初年目1番草	4-20-6	4-20-6	4-20-6	※-20-6
2番草	-	-	2-0-2	※-0-2
2年目1番草	7-9.6-7	4-6-8	6-4-10	6-4-10
2番草	5-0-5	2-6-8	3-2-5	3-2-5

注1) ※印の項目は表1に示した。  
注2) 初年目1番草の刈取は、大麦刈熟期に行った(試験-3を除く)。

試験結果および考察

1) 大麦播種量(試験-1、試験-2)

試験-1では、大麦播種量3、5、7kg/10aについて検討した(図1～3)。

〈初年目〉同伴区の全収量の無同伴比(無同伴区を100とした時の指数)は、1番草で143～221%、年間合計で118～166%であり、大麦同伴による増収効果が明らかであった。牧草の収量は大麦播種量の増加に伴って減少しており、TYの無同伴比は1番草が22～44%、2番草が51～74%、RCの無同伴比は1番草58～63%、2番草が80～106%であった。このことにより、大麦の存在による牧草、特にTYの生育の抑制が認められた(図1)。

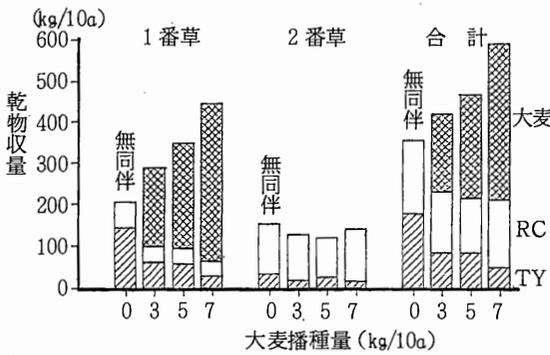


図1. 大麦播種量と初年目乾物収量

1番草の雑草生重は牧草の収量と同様、大麦播種量の増加に伴って減少した。生草重中の雑草割合は、無同伴区の52%に対して同伴区では46~29%程度まで減少し、大麦同伴による雑草抑制が認められた。(図2)。

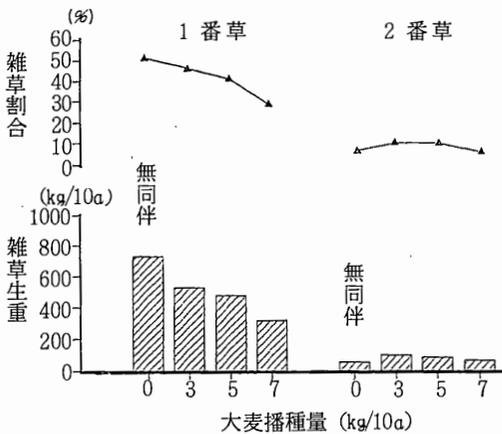


図2. 大麦播種量と初年目雑草生重、生草重中雑草割合

〈2年目〉2年目は2回の刈取を行ったが、各番草とも収量には大麦播種量に対する一定の傾向は見られず、両草種合計収量の無同伴比は年間合計で88~98%であった。このことから、大麦同伴によって抑制された牧草の生育は、ほぼ回復したと考えられた(図3)。

試験-2では、大麦播種量6、9、12、15kg/10aについて検討した(図4)。

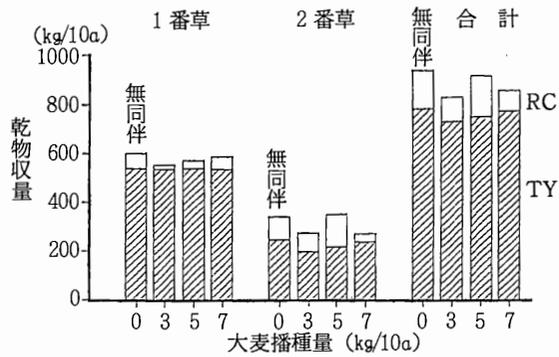


図3. 大麦播種量と2年目乾物収量

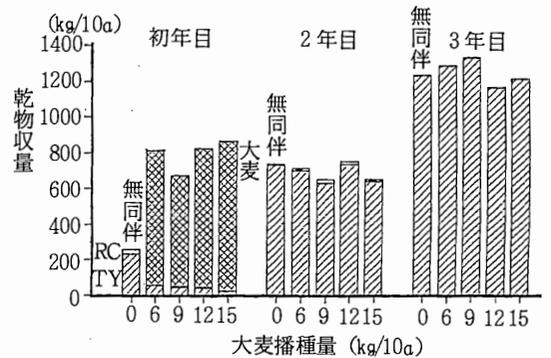


図4. 大麦播種量と初年目~3年目の年間合計乾物収量

〈初年目〉同伴区の全収量の無同伴比は260~337%を示したが、大麦播種量との関係は明らかでなかった。牧草の収量は大麦播種量の増加に伴って減少し、両草種合計収量の無同伴比は9~20%であった。

〈2年目、3年目〉両年とも2回の刈取を行ったが、処理間の収量には大きな差は認められなかった。

以上より、大麦播種量を多く(9kg/10a以上)しても収量は増加せず、本試験では明らかではなかったものの、牧草の生育に対する抑制が懸念される。一方、大麦播種量が少ない(3kg/10a)と大麦同伴による初年目の増収、雑草抑制効果が小さくなると考えられる。以上より、大麦播

種量は5~7kg/10aが適量であると考えられた。

2) 初年目1番草刈取時期(試験-3)

初年目1番草刈取時期に関する試験結果を図5~6に示した。

〈初年目〉本試験ではムギキモグリバエの影響のために大麦の生育がやや不良であった。そのため、刈取時期の違いによる大麦収量の差は小さかった。1番草の全収量は刈取時期が遅くなるほど増加したが、これは主に牧草の収量の傾向が大きく影響しているためであった。2番草の収量では、TYは刈取時期が遅いほど増加したが、アカグローバは逆に減少した(図5)。

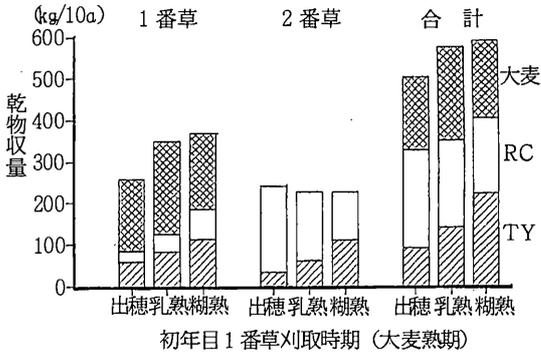


図5. 初年目1番草刈取時期と初年目乾物収量

〈2年目〉2年目は2回の刈取を行ったが、いずれも出穂期刈は他の刈取時期よりもTYの収

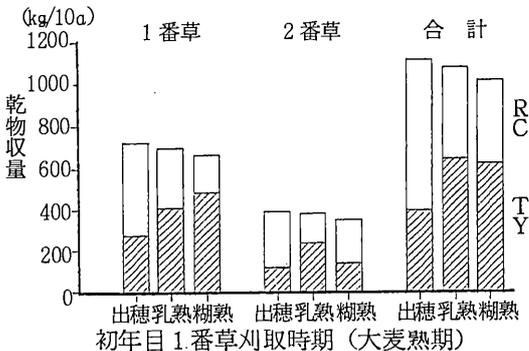


図6. 初年目1番草刈取時期と2年目乾物収量

量が少なかった(図6)。

以上より、出穂期刈ではその後のTYの生育が不良となった。これは、TYの生育がまだ不十分な時期に刈ったために、その後のRCとの競合に不利になったと推察された。したがって、初年目1番草の刈取時期は大麦の乳熟期~糊熟期頃と考えられた。

3) 窒素施用法(試験-4)

窒素施用法に関する試験結果を図7~8に示した。

〈初年目〉同伴区における1番草全収量の無同伴比は524~625%を示し、大麦同伴による増収効果が認められた。基肥窒素の増肥と1番草収量との関係について見ると、大麦、TY収量は基肥窒素の増肥によって増加したが、RCは減少した。

2番草収量に対する追肥窒素の影響について見ると、TY収量は追肥窒素の施用によって増加したが、追肥窒素量2kg/10aと4kg/10aとの差は小さかった。RC収量には追肥窒素の影響は認められず、基肥窒素の増肥によって減少する傾向が認められた(図7)。

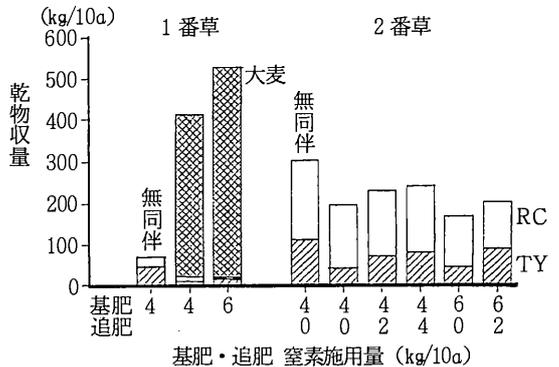


図7. 窒素施用法と初年目乾物収量

〈2年目〉2年目は2回の刈取を行ったが、いずれの処理とも大きな差はなかった。2年目合

計収量の無同伴比は99~108%の範囲にあった  
(図8)。

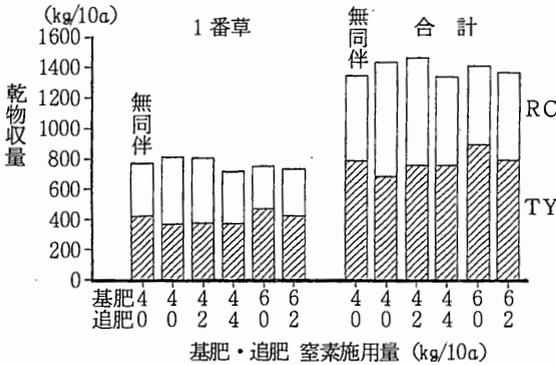


図8. 窒素施用法と2年目乾物収量

以上より、TYの生育の回復には基肥窒素の増肥より追肥窒素の施用の方が効果が大いこと、基肥窒素の増肥はRCの生育に対する抑制を大きくする恐れがあることから、基肥窒素量は4kg/10aとし、1番草刈取後に追肥窒素2kg/10aを施用するのが適当と考えられた。

以上より、チモシー、アカクローバ混播草地において大麦同伴栽培を行うことは可能と考えられ、初年目の栽培方法として以下の知見を見た。

大麦播種量：5~7kg/10a

初年目1番草刈取時期：大麦の乳熟期~糊熟期

窒素施用法：基肥4kg/10aとし、1番草刈取後に追肥2kg/10a施用

参考文献

- 1) 佐藤公一・蒔田秀夫・吉澤 晃 (1992) 北草研報26、157-160
- 2) 佐竹芳世・竹田芳彦・山崎 昶 (1988) 北草研報22、101-104
- 3) 北海道立新得畜産試験場 (1990) 平成元年度試験成績会議資料「飼料用大麦の同伴栽培と利用に関する試験」、6-7

# KBとPRの混播の可否の検討

## — 軽種馬用放牧草地に関する研究 —

早川 嘉彦 (北海道農業試験場草地部)

The possibility of KB and PR mixed pasture for horses

YOSHIHIKO HAYAKAWA

Hokkaido National Agricultural Experiment Station.

### 〈緒言〉

短草を好み、激しい運動をする軽種馬の放牧草地としては、高い生産性よりも根張りの良い短草型高密度草地在が要求される。このような草地にはケンタッキーブルーグラス(KB)単播草地がある。しかし、KBは造成時の発芽や初期生育が悪く、造成初年目の生産性も劣る場合が多い。このような欠点を補うため造成時にペレニアルライグラス(PR)を混播する事例がある。このような場合、PRによりKBが抑圧されることが考えられる。そこで、この造成時のPRの混播が造成2年目のKBの草勢、密度等に及ぼす影響をKB単播草地とPRを混播した草地(PR混播草地)とで比較調査し、このような混播草地でKBの生育・定着を促進する方策を検討した。

### 〈方法〉

試験は北海道農業試験場(札幌市)の圃場で行った。KB(品種:トロイ、播種量:10.0kg/10a、播種期:平成3年8月)にPRの混播の2処理(品種:フレンド、播種量:0.0、2.0kg/10a)を設定。更に造成2年目の利用頻度(不食地を想定、長草区:1カ月1回刈取り)、少(常時利用部を想定、短草区:1カ月2回刈

取り)の2処理(平成4年7月より処理開始)を設け、これらが造成2年目のKB、PRの密度、地下部の生育等に及ぼす影響を検討した。肥料は毎回  $N-P_2O_5-K_2O=2.0-5.0-2.4kg/10a$  を、6月、7月、8月、9月に施した。1区面積:50m<sup>2</sup>、反復数:3で試験を行った。

### 〈結果及び考察〉

草種構成割合をみると、KB単播区では雑草が10%前後存在したが、KBが優先した。一方、PR混播区では雑草は少なかったもののPRが優先し、KBは抑圧され、わずかに5%前後を占めるにすぎなかった(表1)。

表1. 草種構成割合の推移(乾物重割合%)

月日		6/3	7/6	8/4	9/7	10/5
KB短草区	KB	100	85	90	90	96
	雑草	0	15	10	10	4
KB長草区	KB	100	85	92	88	89
	雑草	0	15	8	12	11
(KB+PR)短草区	KB	4	1	2	2	4
	PR	96	99	97	98	93
(KB+PR)長草区	KB	4	1	1	1	4
	PR	96	99	96	84	94
	雑草	0	0	0	10	1

PRは春の生産性が低く、秋の生育が良いと言われているが、本試験の結果によると、草量

の季節生産性はPR混播区で5月の生産量が、KB単播区より多く、秋の生産性では処理間に大きな違いはみられなかった(表2)。

表2. 季節生産性の比較 (乾物重 g/m<sup>2</sup>)

月日	6/3	7/6	7/20	8/4	8/19	9/7	9/22	10/5	総計
KB短草区	31	32	21	35	46	42	29	14	310
KB長草区	31	92		93		138		55	409
(KB+PR)短草区	197	150	32	39	41	28	27	11	524
(KB+PR)長草区	197	150		74		85		50	555

分けつ数はKB単播区では夏から秋にかけて顕著に増加したが、PR混播区のKBの茎数は夏場一時減少し、その後増加した(表3)。

表3. 分けつ数の推移 (×1000/m<sup>2</sup>)

月日		6/3	8/4	10/5
KB短草区	KB	9.9	12.9	15.7
KB長草区	KB	9.9	11.6	15.4
(KB+PR)短草区	KB	6.1	2.8	5.7
	PR	3.1	4.3	4.6
(KB+PR)長草区	KB	6.1	2.7	4.9
	PR	3.1	3.4	3.7

基底被度による秋(10月5日)の裸地の発生状況を見ると、KB単播区では裸地は6%であったのに対し、PR混播区では30%存在した(図1)。

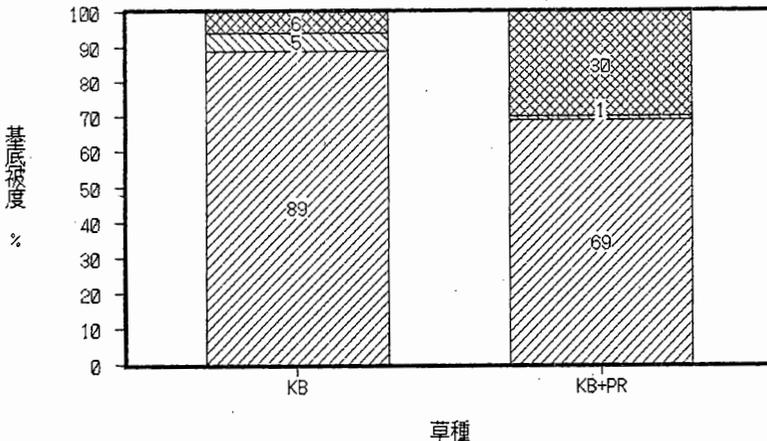


図1. 裸地の発生状況 (1992.10.5) [斜線] KB, PR [点線] 雑草 [格子] 裸地

地下部の生育状況を見ると、KB単播区のKB及びPR混播区のPRの根重又は地下茎重は夏から秋にかけて顕著に増加した。一方、PR混播区ではKBの地下部重は単播区よりもはるかに少なく、特に地下茎の生育はほとんど認められなかったが、長草利用により地下部の生育が促進された(表4)。

表4. 地下部重の推移 (g/m<sup>2</sup>)

月日			8/4	10/5
KB短草区	KB	地下部計	151	360
		地下茎	55	126
KB長草区	KB	地下部計	156	400
		地下茎	70	118
(KB+PR)短草区	KB	地下部計	35	81
		地下茎	2	1
(KB+PR)長草区	PR	地下部計	89	380
	KB	地下部計	32	179
		地下茎	3	5
	PR	地下部計	126	234

根の層別別の分布割合は、KB単播区とPR混播区とも大部分の根は0~5 cm層に分布したが、PR混播区では10 cm以下の土層の根の量がKB単播区よりやや多い傾向が認められた。又、KB単播区では地下茎が2割強0~5 cm層に存在した(図2)。

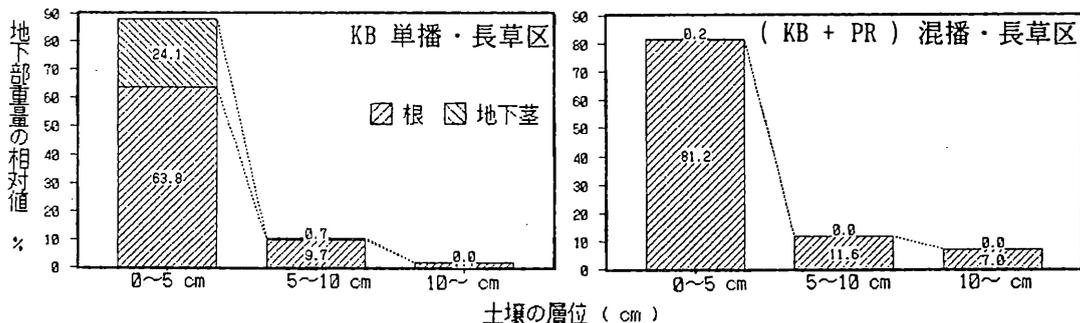


図2. 根・地下茎の土層別分布(10月5日)

以上の結果、KB単播区では雑草の侵入がやや多いものの、裸地が少なく、夏から秋にかけて茎数、地下茎数が顕著に増加する。総生産量はやや劣るものの、季節生産性の変動はPR混播草地に比べると少ない。根の張り具合はPR混播草地に比べるとやや浅い傾向がある。一方、PR混播草地では、雑草の侵入は少ないものの、PRの株間にかんがりの裸地がみられる。更に、PRによりKBの生育、特に地上部の生育が大きく抑圧される。しかし、KBは短草利用を繰り返すことにより、刈り残される地際部にかんがりの葉部が残存するようになり、PRの抑圧による地下部の生育の減少度合は地上部ほどではない。この傾向は、長草区でより顕著であった。

これらのことから、KBの草種構成割合或は密度を増加させるためには、夏から秋にかけて増加

するKBの茎数及び地下茎の生育を促進する工夫が必要であろう。その一つとして施肥法があり、又、利用間隔の調節が考えられる。これらは今後の検討課題である。

KB単播での造成の成功率は各々の地域の土壌及び気象の特性により大きく異なると考えられるが、KBを単播で造成可能なところでは、本試験でも認められたように、KB単播草地自体には特に大きな問題は無く、KB単播でいくべきであろう。一方、KB単播による定着が困難な場合は、PR混播も考慮すべきであるが、その場合は上述のような点に留意すべきであろう。しかし、冬枯れ等によりPRの永続性に疑問がある地域は除外すべきと考えられる。

## 混播草地におけるチモシーおよびマメ科草種の動態

### 4. 単播条件下におけるアカクロバ品種の生育特性

中島和彦・竹田芳彦・堤 光昭 (根釧農試)

Dynamics of Timothy (*Phleum pratense* L.) and Legume in Mixed Pasture.

4. Characteristics of Red Clover (*Trifolium pratense* L.) Varieties in Pure Stands.

Nakashima, K., Y. Takeda and M. Tsutsumi.

(Konsen Prefectural Agric. Exp. Stn.)

#### 緒 言

アカクロバ (以下、RCと略) の混播適性は品種によって異なるが<sup>1)</sup>、RCはイネ科牧草との混播で利用されることから新品种の導入に当たっては混播適性の評価が不可欠である。しかし、導入の対象となり得る全ての品種について混播条件での評価は物理的に困難である。したがって、品種の評価は通常、単播条件で実施され、その成績から混播適性について推察している。しかし、混播適性の指標となる調査形質は必ずしも明確ではない。そこで、本報においてはまず、単播条件下におけるRC品種の生育特性の検討を行い、次報でその生育特性と混播適性との関係について検討する。

#### 材料および方法

RCの2倍体6品種 (内、北海道優良品種4)、4倍体5品種 (内、北海道優良品種1) の合計11品種を用いた。平成2年5月に1区6m<sup>2</sup>で条播し、乱塊法4反復で配置した。刈取りは初年目1回、2年目および3年目に各2回行い、収量、生育期間中の草丈、草高、草型、葉幅、葉長、開花始および開花程度などを調査した。

#### 結果および考察

乾物収量の品種間差は、2番草は2年目、3年目ともに大きかったが、初年目および2、3年目1番草で小さかった (表1)。2年目にお

表1. 乾物収量の品種間差異

年次	初年目	2年目		3年目		3ヶ年合計
		1番草	2番草	1番草	2番草	
F値	<1	1.2	20.4	14.0	17.8	4.7
有意性	NS	NS	***	*	***	***
LSD (5%)			3.7	8.4	7.2	5.2
CV (%)	11.4	7.0	6.9	9.7	3.7	19.8

ける草丈および開花特性は有意な品種間差が認められ、特に早春及び2番草の草丈の品種間差が大きかった (表2)。このうち、早春の草丈

表2. 草丈及び開花特性の品種間差異 (2年目)

形質	草 丈			開 花 始		開 花 程 度		
	早春	1番草	2番草	越冬前	1番草	2番草	1番草	2番草
F値	27.8	8.5	38.5	13.4	8.8	24.2	5.1	33.7
有意性	***	***	***	***	***	***	***	***
LSD (5%)	1	4	4	2	1	1	0.8	1.0
CV (%)	3.2	2.7	3.4	5.3	3.0	3.2	6.5	12.7

は越冬性の差異、2番草の草丈は再生力の差異であった。

RC品種の草丈、草高、小葉面積 (葉長と葉幅から推定)、草型および開花特性 (開花始および開花程度) を変数として主成分分析を行った。なお、計算に用いた値は原則として2年目および3年目の平均を用いたが、2~3年目の

越冬期間中に一部の品種が著しい冬枯れを受け、これらの品種の生育の様相が2年目に比べて著しく異なったので、3年目1番草の成績を除いた。

第1・第2主成分の固有値はそれぞれ7.99、2.07となり、第1主成分の寄与率は61.5%、第2主成分までの累積寄与率が77.4%であった(表3)。

表3. 形態的形質及び開花特性による主成分分析の結果

形質 番草	固有ベクトル	
	第1主成分(Z1)	第2主成分(Z2)
小葉面積 1番草	0.222	0.500
2番草	0.201	0.447
草丈 1番草	0.273	0.351
2番草	0.340	-0.088
越冬前	0.340	0.102
草高 2番草	0.339	-0.087
草高/草丈 2番草	0.302	-0.037
開花始 1番草	-0.246	0.047
2番草	-0.333	0.054
開花程度 1番草	0.148	0.012
2番草	0.329	-0.213
草型 1番草	-0.284	0.374
越冬前	-0.125	0.458
固有値	7.991	2.071
寄与率	61.5	16.1
累積寄与率	61.5	77.4

2番草以降の草丈、草高、草高/草丈比、2番草の開花程度および2番草の開花始を総合的に示す成分であった。つまり、正に大きなスコアをとる品種ほど2番草以降の草勢が旺盛で、2番草の開花が早いことを示していた。第2主成分は、小葉面積と草型を総合的に示していた。つまり、正に大きなスコアをとる品種ほど小葉の面積が大きくほふく型であった。

第1主成分と第2主成分スコアによる11品種

の散布図を図1に示した。2番草以降の草勢が同程度である場合、4倍体品種は2倍体品種に

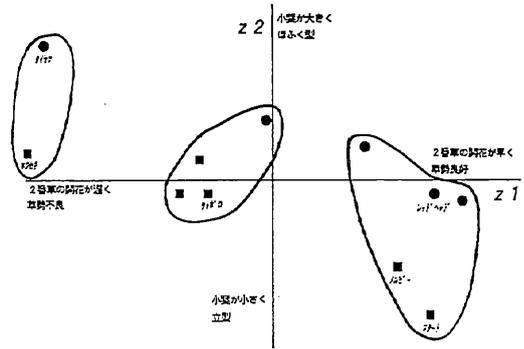


図1 第1・2主成分スコアによる11品種の散布図  
●: 4倍体品種 ■: 2倍体品種  
北海道優良品種と「レッドヘッド」のみ品種名を記入

に比べて小葉が大きくほふく傾向にあった。従来、4倍体品種は2倍体品種に比べて形態的に大型葉であり、アカクローバ品種の分類の尺度を倍数性の差異から行ってきた。しかし、第1主成分についてみると倍数性による品種間差は判然とせず、2倍体品種にあっても「スタート」や「メルビー」のように2番草の草勢が4倍体品種並か上回る品種もあり、逆に「タイセツ」のように4倍体品種であっても2番草の草勢が2倍体品種並か下回る品種も認められた。

第1主成分のスコアの大きさ、すなわち2番草の生育特性から供試品種は「タイセツ」および「ホクセキ」型、「サッポロ」型、「レッドヘッド」および「スタート」型の3タイプに分けられ、「タイセツ」・「ホクセキ」型は2番草の生育が緩慢で開花が遅く、逆に、「レッドヘッド」・「スタート」型は2番草の生育が旺盛で開花が早く、「サッポロ」型はその中間型であった。

山口ら<sup>2)</sup>は2品種8系統の生育特性を解析し、品種を特徴づける形質として、2番草の生

育（開花、草勢、収量）にも着目する必要があると述べている。本試験では山口らの報告<sup>2)</sup>と2品種を除き異なる品種を供試したが、RCの品種間の差異は2番草でより明瞭に表れ、3つのタイプに分類できた。このような2番草における品種間差異が混播適性にどのように反映するのかは次報で検討する。

#### 引用文献

- 1) 中島和彦・竹田芳彦・堤光昭(1992) 北海道草地研究会報26 : 176-179
- 2) 山口秀和・澤井晃・内山和宏・我有満(1991) 北海道草地研究会報25 : 115-118

## 混播草地におけるチモシーおよびマメ科草種の動態

### 5. 混播条件下における草種割合とアカクロバ品種の生育特性

中島和彦・竹田芳彦・堤 光昭 (根釧農試)

Dynamics of Timothy (*Phleum pratense* L.) and Legume in Mixed Pasture.  
5. Relation Between Botanical Composition of Mixed Stands and Characteristics of Red Clover (*Trifolium pratense* L.) Varieties in Pure Stands.

Nakashima, K., Y. Takeda and M. Tsutsumi.  
(Konsen Prefectural Agric Exp Stn)

#### 緒 言

前報<sup>1)</sup>において単播条件下におけるアカクロバ (以下、RCと略) 品種の生育特性を解析し品種間差は2番草の生育において明瞭であることを報告した。ここでは、単播条件下の2番草の生育特性が混播条件下のRC割合および収量にどのように反映されるかを検討した。

#### 材料および方法

前報<sup>1)</sup>と同じ2倍体品種6品種、4倍体品種5品種の合計11品種を用いた。RC品種の草勢にあわせて2回刈り区と3回刈り区を設けて、それぞれ異なるチモシー品種と混播した。すなわち旺盛な草勢が予想された4倍体品種5品種と2倍体品種「スタート」はチモシー極早生品種「クンプウ」と混播し、年3回刈りとした。相対的に草勢が劣ると予想された2倍体品種5品種と両刈り区に共通の品種として「タイセツ」を加えた6品種はチモシー早生品種「ノサップ」と混播し、年2回刈りとした。播種は平成2年5月で1区6m<sup>2</sup>、4反復の乱塊法で配置した。乾物収量およびRC割合などを調査した。

#### 結果および考察

表1に前報<sup>1)</sup>の単播条件 (以下、単播と略) のRC乾物収量と本試験の混播条件 (以下、混播と略) におけるRC割合との相関係数を示した。混播RC割合と単播の初年目および2、3年目の1番草収量の相関は低く、関係は判然と

表1. 単播条件下におけるRC乾物収量と混播条件下における2年目RC割合との相関係数

単 播	混		播		
	2回刈り区 (n=6)		3回刈り区 (n=6)		
年次	1番草	2番草	1番草	2番草	3番草
初年目	0.59	0.31	0.44	0.18	0.49
2年目	1番草 0.75	0.83*	0.32	-0.17	0.13
	2番草 0.96**	0.99***	0.62	0.71	0.85*
3年目	1番草 -0.11	-0.09	-0.61	-0.58	-0.45
	2番草 0.92**	0.92**	0.74	0.71	0.82*

\*, \*\*, \*\*\*: それぞれ5%, 1%, 0.1%水準で有意

しなかった。単播の2、3年目の2番草収量は2回刈り区で混播RC割合と高い相関 ( $r=0.92 \sim 0.99$ ) を示した。3回刈り区の相関は全般に2回刈り区に比べて低かったものの、2番草との相関は高かった。

次に、前報<sup>1)</sup>で主成分分析に用いた形態的形質および開花特性と混播RC割合との関係を表2に示した。第1主成分は2番草の草勢 (草丈および草高) および2番草の開花特性 (開花始

表2. 単播条件における主要形質と混播条件における2年目RC割合との相関係数

形質	番草	混播		播		
		2回刈り区 (n=6)		3回刈り区 (n=6)		
		1番草	2番草	1番草	2番草	3番草
小葉面積	1番草	0.49	0.42	-0.09	-0.32	-0.02
	2番草	0.57	0.65	0.14	-0.33	0.05
草丈	1番草	0.76	0.73	0.61	0.16	0.48
	2番草	0.95**	0.94**	0.75	0.85*	0.85*
	越冬前	0.97**	0.99***	0.78	0.54	0.72
草高	1番草	0.89*	0.88*	0.78	0.83*	0.88*
	2番草	0.74	0.72	0.81	0.73	0.92**
草高/草丈	1番草	-0.10	-0.10	-0.83*	-0.68	-0.70
	2番草	-0.84*	-0.83*	-0.68	-0.78	-0.72
開花程度	1番草	0.07	-0.08	0.64	0.13	0.24
	2番草	0.80	-0.83*	0.83*	0.90*	0.86*
草型	1番草	-0.71	-0.72	-0.75	-0.88*	-0.85*
	越冬前	-0.62	-0.70	-0.77	-0.77	-0.74

\*, \*\*, \*\*\*: それぞれ5%, 1%, 0.1%水準で有意

および開花程度)を総合的に表していたが、これらの形質と混播RC割合との相関は2回刈区および3回刈区ともに高かった ( $r = 0.68 \sim 0.99$ )。

単播条件における2番草の開花程度と混播RC収量および混播RC割合との相関図を図1、2に示した。既述の通り、単播の2番草開花程度が高い品種程、混播RC収量が多収で混播RC割合が高かった。前報<sup>1)</sup>において2番草の生

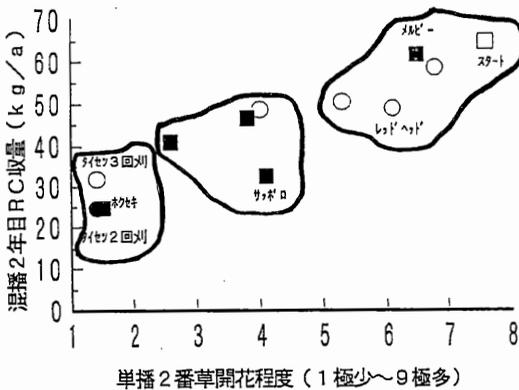


図1 2番草開花程度と2年目RC収量

2回刈区 (●: 4倍体品種 ■: 2倍体品種)  
3回刈区 (○: 4倍体品種 □: 2倍体品種)

育から3型に分類した品種は散布図上で互いに隣接していた。すなわち、単播で2番草の開花程度が低かった「タイセツ」・「ホクセキ」型品種は混播のRC収量が少なく、混播のRC割合も低かった。これに対して、単播で2番草の開花程度が高かった「レッドヘッド」・「スタート」型品種は混播のRC収量が多く、混播のRC割合も高かった。「サッポロ」型品種はそれぞれ中間に位置しており、3型の品種群はそれぞれほぼ同様の混播適性を有していた。未知

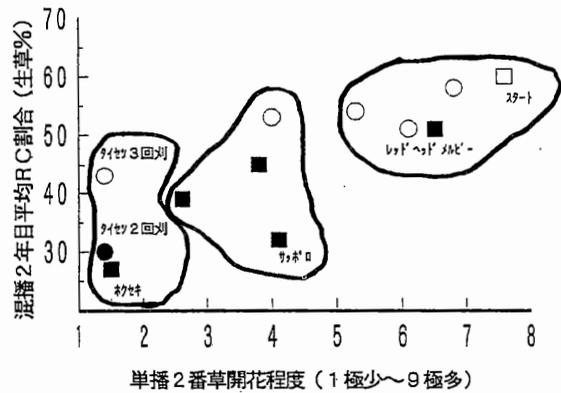


図2 2番草開花程度と混播2年目平均RC割合

2回刈区 (●: 4倍体品種 ■: 2倍体品種)  
3回刈区 (○: 4倍体品種 □: 2倍体品種)

のRC品種が全て3型のいずれかに分類できるのか、各型に属する品種が各種の栽培条件で同様の混播適性を示すかについては、今後更に検討を要する。いずれにしても、単播条件における生育から混播適性を把握するには、これまで以上に2番草の生育に着目する必要があると考えられた。

引用文献

1) 中島和彦・竹田芳彦・堤光昭 (1993) 北海道草地研究会報 27 : 94-96

## チモシーおよびオーチャードグラス放牧草地における利用草丈が初年目の草種構成におよぼす影響

三枝俊哉・堤光昭・能代昌雄・藤田眞美子・  
遠谷良樹\*(根釧農試、\*現、新得畜試)

The effect of sward height on botanical compositions of timothy (*Phleum pratense* L.) and orchardgrass (*Dactylis glomerata* L.) dominant pastures.

Toshiya Saigusa, Mitsuaki Tsutsumi, Masao Noshiro, Mamiko Fujita,  
Yoshiki Tooya.

(Konsen Agric. Exp. Stn)

### 1. はじめに

放牧利用に適したオーチャードグラス (OG) やメドウフェスク (MF) などの牧草は、冬季寡雪寒冷な地方では、しばしば冬枯れの被害を受ける。このため、越冬性に勝る品種や冬枯れ防止技術の開発が行われてきたが、未だ克服するには至っていない。また、越冬性に勝るチモシー (TY) は短草利用に弱く、放牧利用には困難な面があるとされている。このような地方における放牧利用には、再生力に勝る OG 草地と越冬性に勝る TY 草地を適切に輪換させる方法が有効と思われる。

本試験では、OG および TY を基幹とする放牧草地において、草種構成を良好に維持するための品種の選定および利用頻度を実際の放牧条件で検討した。

### 2. 試験方法

OG ではオカミドリおよびケイ、TY ではクンプウ、ノサップ、キリタツプおよびホクシュウのそれぞれを基幹とするマメ科草混播草地を1991年に造成した。各草地の中に随伴イネ科草を混播した区としない区を設けた。随伴イネ科

草は、オカミドリ区にはケイを、その他の区には MF (トモサカエ) を用いた。マメ科草はシロクローバ (WC) とし、OG にはマキバシロをまた、TY にはソーニヤを用いた。

試験処理として、利用頻度の多い場合と少ない場合を想定し、基幹草種の草丈20cmで放牧する区と40cmで放牧する区を設けた。

掃除刈りは6月下旬と8月下旬の2回行った。施肥は北海道施肥標準に基づき、年間10a 当り N 8 kg、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 8 kg、K<sub>2</sub>O 12 kg を早春および各掃除刈後の3回に均等分施した。

放牧には7頭の育成牛を供試し、1群で放牧した。放牧期間は1992年5月26日から10月13日までの140日間とし、OG 草地は冬枯れ防止のため9月19日で終牧した。滞牧日数は1日1頭当りの現存草量が同じになるように調節した。放牧時間は9時から16時までの7時間とし、それ以外の時間は乾草または牧草サイレージを自由摂取させた。また、濃厚飼料1日1頭当り2kgを朝・夕2回に分けて給与した。

放牧前には基幹草種の草丈、草種構成および現存草量(乾物)を、また、放牧後には喫食草高および不食過繁地面積を調査した。前後差法

によって乾物摂取量を推定し、草種構成の推移を検討した。草種構成および不食過繁地面積は冠部被度で、また、現存草量は不食過繁地を除く坪刈りによって求めた。

### 3. 結果

#### 1) 放牧の概況

本試験では概ね試験条件通りに利用草丈を調節できた。その結果、放牧回数は基幹イネ科草の熟期が早いほど多くなった。一方、10a当り現存草量は裸地割合の多かったオカミドリ、ケイおよびクンプウ区で少なかった。毎回の10a当り現存草量に応じて滞牧日数を調節したので、1日1頭当りの現存草量はOG 20cm区およびクンプウ40cm区を除いていずれの区でも概ね4から5kg程度であった。前後差法で推定した利用率は、いずれの草丈でも、現存草量の少ないOG区で高かった。TY20cm区ではホクシュウの利用率が高かった(表1)。供試牛の放牧期間中における平均日増体量は $0.925 \pm 0.068$ kgであった。

表1. 放牧の概況

試験区名	放牧回数	利用草丈 cm	現存草量 kg/10a	1日1頭当り		利用率 %
				現存草量 kg	摂取量 kg	
オカミドリ20	9	27	72	3.44	2.29	67
ケイ20	9	28	82	3.66	2.34	63
クンプウ20	9	28	105	4.57	2.49	56
ノギフ20	8	29	124	4.17	2.27	55
キリタフ20	8	28	120	4.86	2.64	57
ホクシュウ20	7	27	114	4.49	2.74	62
オカミドリ40	6	44	133	5.20	3.61	68
ケイ40	6	40	141	4.02	2.76	69
クンプウ40	6	37	148	3.77	2.37	61
ノギフ40	6	44	211	4.81	2.79	58
キリタフ40	5	42	201	5.05	3.01	62
ホクシュウ40	5	43	210	4.80	2.86	59

放牧回数以外は各回次の平均値  
現存草量および摂取量は乾物

#### 2) 草種構成の経時的推移

##### (1) OG草地

① オカミドリ20cm区では早春の裸地割合が多かった。裸地割合はOG、WC、およびハコベ、スズメノカタビラ等の雑草混生割合の増大によって、8月に5%程度にまで減少したが、9月以降、OG混生割合の減少により再び増大した。40cm区における裸地割合は、WCの増大に伴って経時的に減少した。いずれの利用草丈においても、随伴イネ科草の有無による草種構成の差は判然としなかった(図1)。

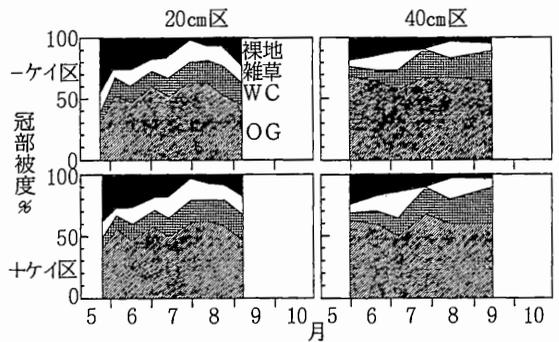


図1. オカミドリを基幹とする放牧草地の利用草丈が草種構成におよぼす影響

② ケイ区でも冬枯れによる裸地割合は多く、その推移はオカミドリ区と同様であった。随伴イネ科草としてメドウフェスクを混播すると基幹イネ科草は減少したが、イネ科草全体の混生

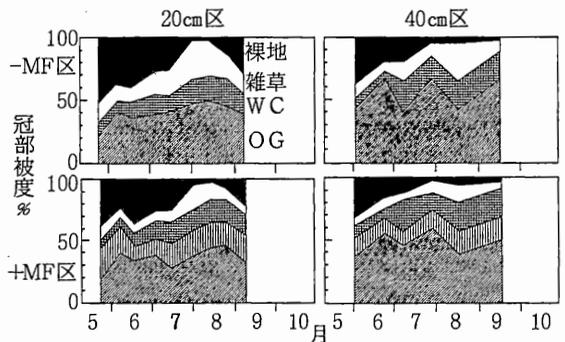


図2. ケイを基幹とする放牧草地の利用草丈が草種構成におよぼす影響

割合は高まった (図2)。この傾向は以下のTY草地にも共通していた。

(2) TY草地

① クンプウ区のTY混生割合は、いずれの利用草丈でも、随伴イネ科草の有無にかかわらず、早春から直線的に減少した。しかし、40cm区のTY、MF合計の混生割合は、MFの増大により、全期間を通じて70%前後に維持された (図3)。

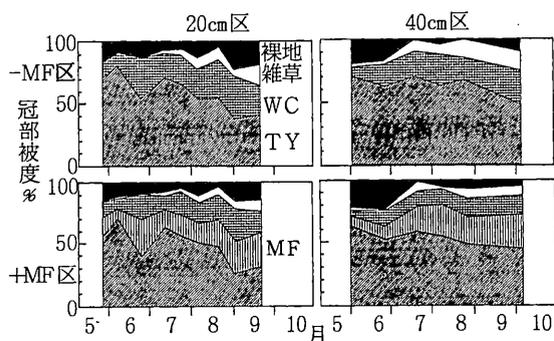


図3. クンプウを基幹とする放牧草地の利用草丈が草種構成におよぼす影響

② ノサップおよびキリタツプ区の草種構成の推移はクンプウ区と同様であった。

③、ホクシュウ20cm区のTY混生割合は-MF区では全期間を通じて60%以上に維持された。

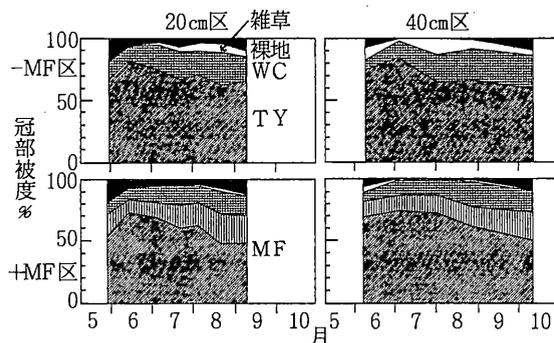


図4. ホクシュウを基幹とする放牧草地の利用草丈が草種構成におよぼす影響

+MF区ではTY、MF合計の混生割合が70%以上に維持された。TYはMFにやや抑制されたが、経時的な減少傾向はほとんど認められなかった。40cm区ではTY混生割合、TY、MF合計の混生割合ともに経時的にやや減少する傾向にあった (図4)。

4. 考 察

OG20cm区では冬枯れの影響で早春の裸地割合が多かった。しかし、秋のOG混生割合は早春よりも高い傾向が認められたので、今後の回復が期待される。一方、40cm区では冬枯れからの回復が顕著であった。冬枯れなどによって早春の裸地割合が多くなった草地の草勢回復には40cm区のような少ない利用頻度での放牧が有効であると考えられた。

TY草地でTYが全期間を通じて60から70%の混生割合を維持したのは晩生のホクシュウ20cm区のみであり、他区のTYはすべて経時的に減少した。TYは有穂茎が切られると、新分けつの再生に時間を要する。熟期の早い品種では全茎数に占める有穂茎の割合が多くなりやすい。また、分けつが少ない特性もあるので、短草利用によって裸地が生じやすく、雑草やWCが優占しやすい。これに対し、晩生品種では有穂茎がきわめて少ないので、ほとんどの茎が採食後直ちに栄養生長を再開できる。さらに、分けつが多い特性もあるので裸地が生じにくい。このため、草種構成は早生タイプよりも良好に維持されたものと考えられる。ホクシュウ40cm区でTY混生割合が減少したのも、草丈を40cmまで伸長させたために有穂茎が出現する割合が増えたことが原因と思われる。

今後、各草地の草種構成の経年変化を観察し、草種構成を良好に維持するための適正な利用草丈について検討する。

# 放牧利用草地におけるケンタッキーブルーグラス 優占化の1考察

— ケンタッキーブルーグラスの乾物分配様式に及ぼす刈取頻度の影響 —

高橋 俊・加納春平・手島茂樹・名田陽一\*(北農試、\*草地試)

Effects of cutting frequency on allocation of assimilated dry matter of  
Kentucky bluegrass (*Poa pratensis* L.)

Shun Takahasi, Shunpei Kano, Shigeki Tejima and Yoichi Nada.  
(Hokkaido National Agricultural Experiment Station, Sapporo, 062 Japan)

## 緒 言

一般に北海道の草地においては放牧利用によって経年的にケンタッキーブルーグラスが優占することが知られている<sup>1,3)</sup>。この原因を、ケンタッキーブルーグラスとオーチャードグラスにおける物質生産の観点から考察すると、2草種間に群落構造上の差異があり、これが放牧条件下における競争力の差となってあらわれるためと考えられる<sup>2)</sup>。

しかしながら、物質生産の観点からでは放牧草地においてみられるケンタッキーブルーグラスの茎数密度の増加や地下茎による面的な拡大のような形態的な現象に対してアプローチすることは困難である。このような現象に対しては同化産物の分配という観点から解析を行う必要がある。特に、放牧家畜による頻繁な採食がケンタッキーブルーグラスの茎葉、地下茎、根に対する同化産物の分配様式をどのように変化させるかを明らかにすることが重要である。本報では、その基礎的知見を得るために、ケンタッキーブルーグラスの乾物分配様式に及ぼす刈取頻度の影響を検討した。

## 材料および方法

北海道農業試験場内の放牧草地から、1988年5月2日にケンタッキーブルーグラス(コモン)の小群落を100mlの採土用円筒を用いて採取し、1/5000aのポットに移植した。施肥量(g/ポット)は、N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O=2.6:4.0:3.2とし、移植時に全層施用した。処理は①3回刈区と②8回刈区を設け、表1に示すスケジュールで刈取りを行った。

表1. 各処理区の刈取りスケジュール

処理	刈 取 月 日 (月/日)								
3回刈区	6/15				8/1				9/16
8回刈区	5/30	6/15	6/30	7/15	8/1	8/16	9/1	9/16	

刈取高は地際より3cmとし、反復数は5とした。調査は、各刈取時に草丈及び刈取重量を、また5月2日(移植時)、6月15日、8月1日、9月16日には部位別乾物重(茎葉、地下茎、根、枯死部)、茎数、地下茎長を測定した。なお、試験期間中、ポットは屋外に配置し、適宜給水を行った。

結 果

1) 刈取時の草丈 (表2)

各刈取時の草丈は、3回刈区で15.5~20.7cm、8回刈区で6.7~16.8cmで推移した。

表2. 刈取時の草丈

処理	刈 取 月 日 (月/日)							
	5/30	6/15	6/30	7/15	8/1	8/16	9/1	9/16
	草 丈 (cm)							
3回刈区	-	15.5	-	-	20.7	-	-	18.0
8回刈区	8.1	12.8	14.0	16.8	10.6	8.7	8.1	6.7

2) 部位別積算乾物重 (図1)

各部位とも積算乾物重は3回刈区が8回刈区より大きかった。最終的な全積算乾物重は、3回刈区が48.3g/ポット、8回刈区が25.7g/ポットであった。

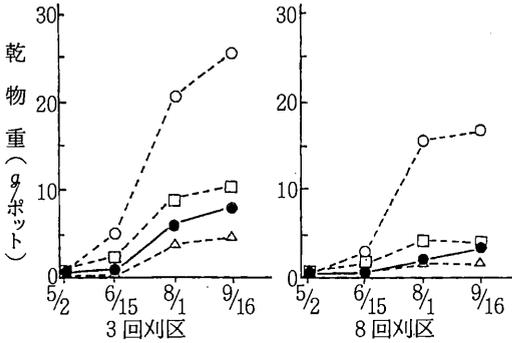


図1. 各区における部位別積算乾物重の推移 (○:茎葉, ●:地下茎, □:根, △:枯死部)

3) 部位別乾物分配率 (表3)

乾物分配率は、ある期間の全乾物増加量に対する特定の部位の乾物増加量の比率(%)として定義される。春(5月2日~6月15日)においては、各部位への乾物分配率とも処理間にほとんど差がみられなかった。夏(6月15日~8月1日)においては、栄養繁殖に関連する茎葉及

表3. 部位別乾物分配率の変化

部 位	期 間 (月/日)				理 理	
	5/2 ~ 6/15	6/15 ~ 8/1	8/1 ~ 9/16	3回刈	8回刈	
	3回刈	8回刈	3回刈	8回刈	3回刈	8回刈
	乾 物 分 配 率 (%)					
茎 葉	72	72	51	71	53	52
地下茎	6	3	17	8	21	57
根	22	22	21	14	15	-9
枯死部	0	3	11	7	11	0

注) 乾物分配率(%) = (部位別の乾物増加量/全乾物増加量) × 100

び地下茎への乾物分配率を合計すると、3回刈区(68%)よりも8回刈区(79%)が大きかった。秋(8月1日から9月16日)においても茎葉及び地下茎への乾物分配率の合計は3回刈区(74%)よりも8回刈区(109%)が大きかった。夏、秋とも根ならびに枯死部への乾物分配率は8回刈区が小さかった。秋における8回刈区では根への乾物分配率が-9%となり、根から茎葉または地下茎へ同化産物が再移動したことが示唆された。

4) 地下茎長/地下茎重 比 (表4)

表4. 地下茎長/地下茎重 比 の変化

処理	調 査 月 日 (月/日)			
	5/2	6/15	8/1	9/16
	地下茎長/地下茎重 比 (cm/g)			
3回刈区	281	459 a <sup>1)</sup>	218 a	195 a
8回刈区	281	442 a	307 b	269 b

注1) 同文字間に5%水準(1sd法)で有意差無し。

地下茎長/地下茎重 比は地下茎の乾物重1gが何cmの地下茎を形成しているかを示す指標となる。6月15日では処理間に有意差が認められなかったが、8月1日及び9月16日では8回刈区が有意に大きく、3回刈区の約1.4倍の値を示した。

5) 茎数/積算茎葉重 比 (表5)

茎数/積算茎葉重 比は積算茎葉重1gが何本の

表5. 茎数/積算茎葉重 比 の変化

処理	調 査 月 日 (月/日)			
	5/ 2	6/15	8/ 1	9/16
	茎数/積算茎葉重 比 (本/g)			
3回刈区	95	35 a <sup>1)</sup>	17 a	17 a
8回刈区	95	47 b	23 b	22 b

注1)同文字間に5%水準(lsd法)で有意差無し.

茎数に相当するかを示す指標となる。6月15日以後いずれの調査においても8回刈区が有意に大きく、3回刈区の約1.3～1.4倍の値を示した。

考 察

ケンタッキーブルーグラスにおいて刈取頻度を高めると、栄養繁殖に関連する器官(茎葉・地下茎)に対してより多くの同化産物を供給する方向に、分配率が変化することが明らかになった。また、地下茎長/地下茎重 比が大きくなったことは、地下茎に分配された同化産物によって、より長く・細い地下茎が作られる方向に

形態形成が変化したことを示唆している。同様に、茎数/積算茎葉重 比が大きくなったことは茎葉に分配された同化産物によって、より多数で・小さい茎葉が作られる方向に形態形成が変化したことを示唆している。ケンタッキーブルーグラスは同化産物の分配においてこのような可塑性"plasticity"を有しており、このことが放牧草地における茎数密度の増加や地下茎による面的な拡大を促進しているものと考えられる。

引用文献

- 1) 高橋 俊・佐藤康夫・名田陽一(1989) 日草誌35(別), 207-208.
- 2) 高橋 俊・小山信明・佐藤康夫・名田陽一(1989) 日草誌35(別), 209-210.
- 3) 北海道立天北農業試験場(1983) 天北地方におけるオーチャードグラス主体草地の肥培管理と植生変遷. 昭和57年度北海道農業試験会議資料.

## ホルスタイン去勢牛の育成における放牧草地の利用

成田大展・岡本明治・左 久・池滝 孝 (帯広畜産大学)  
湯藤健次 (十勝農試)

Utilization of pasture on rearing of Horstein steers.

\*Hironobu Narita, \*Meiji Okamoto, \*Hisashi Hidari, \*Takashi Iketaki  
and \*\*Kenji Yuto.

\*(Obihiro Univ. Agric & Vet. Med.)

\*\* (Tokachi Agric. Stn.)

### 緒 言

育成牛の飼養には、経済的かつ省力的管理が要求される。この様な観点から放牧育成という方法はこれらの条件を十分に満たすものと考えられる。そこで本試験に於いては、放牧草地の牧草生産量及び家畜の採食量を向上させ、効率的な放牧育成の方法を確立することを目的とした。

とメドフェスク (トモサカエ) 草地 60a を使用し、各牧区を 10a ごとに区切り昼夜輪換放牧した。体重測定は試験期間中 14 日間隔で測定した。放牧地の植生は移牧直後にプロテクトケージ法により草高、被度、草量、草体部位構成割合を調査した。さらに放牧草の水分、粗蛋白質 (以下 CP とする)、酸性デタージェント繊維 (以下 ADF とする) を分析し、回帰式により TDN を算出した。

### 材料及び方法

供試牛はホルスタイン去勢牛 8 頭 (放牧開始時月齢 7 ヶ月、平均体重 276 kg) を用いた。試験期間は 3 期に分けられ、第 1 期は放牧馴致期間として 5 月 6 日から 5 月 14 日までの 9 日間乾草及び補助飼料を給与、第 2 期として放牧試験期間の 5 月 15 日から 10 月 16 日まで 154 日間は放牧草及び補助飼料給与、第 3 期として舎飼馴致期間の 10 月 17 日から 11 月 2 日までの 17 日間、放牧草と乾草及び補助飼料を給与した。補助飼料は市販の配合飼料 (TDN 約 74.1%) を使用し、全試験期間を通して 1 日 1 頭当たり 1 kg を自動給餌機にて給与した。供試草地は造成後 5 年目オーチャードグラス及びメドフェスク (以下 OG・MF とする) 混播草地約 1.2 ha 及び造成 1 年目草地のオーチャードグラス (ホクト) 草地 40 a

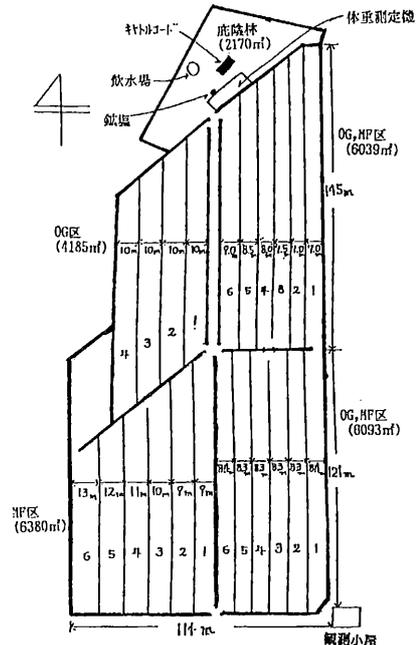


図 1. ホルスタイン去勢牛の育成における放牧草地の利用

結果及び考察

1) 供試草地の植生

年間牧草生産量はOG、MF混播草地において4,622 kg / 10 aであり、十勝の放牧草地の平均的な収量であった。OG草地及びMF草地は造成後1年目のために約3,600 kg / 10 a前後であったが、現在、乾物ともにMF草地の方が高い収量を示した。放牧前のOGの草高は平均33.6 cmとなり、放牧後は16.6 cmであった。一方MF草地は放牧前が38.1 cmで放牧後は24.0 cmとOGに比べてMFの生育が良かったと考えられる。

表1. 放牧地の年間牧草生産量、草高及びマメ科率

	年間牧草生産量 (kg/10a)		草高 (cm)		マメ科率 (%)	
	現物	乾物	放牧前	放牧後	放牧前	放牧後
OG区	3518.8	505.3	33.8	16.8	1.2	2.5
MF区	3721.0	540.8	38.1	24.0	1.2	0.8
OG, MF区	4881.8	740.8	35.0	14.8	21.2	20.1
平均	3887.1	585.8	35.8	18.4	7.9	8.1

2) 家畜の採食量

放牧期間中の平均採食量は乾物で8kg/日/頭前後であった。しかし放牧開始直後の採食量は低い値を示し、供試家畜がまだ放牧に慣れていないことが原因と考えられた。OG、MF混播草地の3回目の輪換時が若干低い採食量となっているが、これは不食過繁地の増加が原因と考えられたため、移牧後この牧区は掃除刈りをおこなった。OG草地、MF草地を比較すると全体的にMF草地の採食量が多い傾向にあり、特に10月の終牧直前においてはMF草地はOG草地

表2 各区における輪換毎の牧草採食量

(kg/日/頭)

放牧期間	OG区		MF区		OG, MF区	
	現物	乾物	現物	乾物	現物	乾物
5/15~8/7	-	-	-	-	20.3	2.9
~7/1	-	-	-	-	47.0	8.3
~7/18	-	-	-	-	37.7	6.7
~8/8	59.7	8.1	72.5	9.1	-	-
~8/30	-	-	-	-	57.8	9.1
~9/23	71.0	9.8	48.8	7.4	-	-
~10/9	-	-	-	-	84.2	9.5
~10/18	32.5	5.9	61.5	10.3	-	-
平均	54.4	7.9	60.9	9.1	45.4	7.3

のほぼ2倍の採食量を示した。

3) 牧草利用率

全放牧地の牧草利用率は約65%となり、採食量と同様に、放牧開始直後及び終牧直前に低い値となった。OG、MF混播草地は年間平均利用率が72.6%であった。OG草地は平均66.8%、MF草地は平均65.4%となりほとんど差がなかった。

表3 各区における輪換毎の牧草利用率(%)

放牧期間	OG区		MF区		OG, MF区	
	現物	乾物	現物	乾物	現物	乾物
5/15~8/7	-	-	-	-	51.0	47.8
~7/1	-	-	-	-	71.4	70.9
~7/18	-	-	-	-	81.0	54.1
~8/8	70.7	71.5	80.8	79.3	-	-
~8/30	-	-	-	-	79.3	78.8
~9/23	89.4	71.2	59.5	57.0	-	-
~10/9	-	-	-	-	78.5	78.5
~10/18	48.8	44.8	50.7	45.5	-	-
平均	68.8	68.2	65.4	61.0	72.8	65.8

4) 牧草の成分

全体的な傾向としてDM、ADF含量は放牧前より放牧後の方が高く、CP及びTDN含量は低くなった。OGとMFを比較すると、CP含量はMFの方が高く、ADFはOGの方が高い値を示した。その結果TDN含量はMFの方が高くなった。

表4 放牧前、放牧後の牧草成分(%)

牧区	D M		C P		DM中% A D F		T D N	
	放牧前	放牧後	放牧前	放牧後	放牧前	放牧後	放牧前	放牧後
OG区	15.2	15.2	10.1	14.5	32.1	33.7	65.3	63.7
MF区	14.8	18.0	18.5	18.8	29.7	31.1	66.9	67.9
OG, MF区	18.0	17.3	20.0	18.9	29.8	31.1	69.4	67.8
平均	15.3	18.2	18.6	17.2	30.5	32.0	67.5	68.5

5) 放牧前後の草体部位の構成割合

刈り取ってきたサンプルをイネ科草葉部、茎部、マメ科草、枯草に分類した。イネ科草葉部割合は放牧前に比べ放牧後は10%以上減少した。一方イネ科草茎部及び枯草の割合は、放牧後の草体で増加した。これらの結果から家畜がイネ科草葉部を好んで採食し、茎部及び枯草は避け

る傾向にあると予想された。また、マメ科草割合は放牧前後で差はみられなかった。

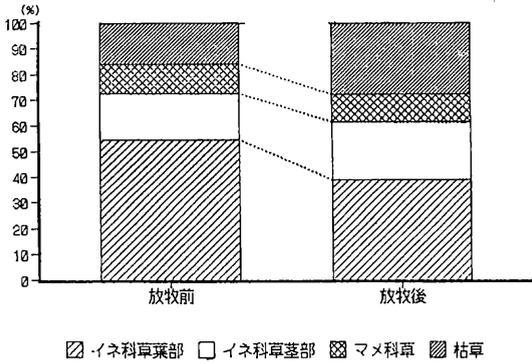


図2. 放牧前後の草体部位の構成割合

6) 放牧前後の被度

放牧前後のイネ科草、マメ科草、裸地の被度を調査した。採食された割合が高いイネ科草の被度は放牧前後であまり変化がなく、むしろマメ科草の被度において放牧後に減少する割合が高かった。イネ科草とマメ科草の地面に対する葉の展開の仕方の差が原因であると考えられる。裸地は放牧後は放牧前の約2倍に増加した。

7) 実験牛の体重及び日増体重

放牧馴致期間及び放牧開始直後にかなりの体重の減少がみられ、もとの体重に回復するのに約2ヶ月間を要した。これは放牧草地の草量が原因ではなく、環境の変化が影響したと考えられた。その後はおおそ日増体重（以下DGとする）が1.5kgの増加で推移した。しかし、10月13日に草量不足のためにDGが0.3kgに低下したので乾草を補足給与した結果、11月2日にはDGが0.7kgまで回復した。7月10日及び8月21日に低い増体率を示したのは天候不順により雨天が続いたことが影響したと考えられた。

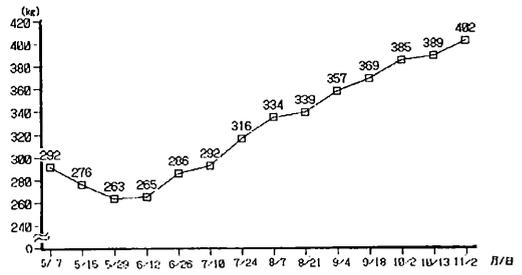


図3. 実験牛の体重の推移

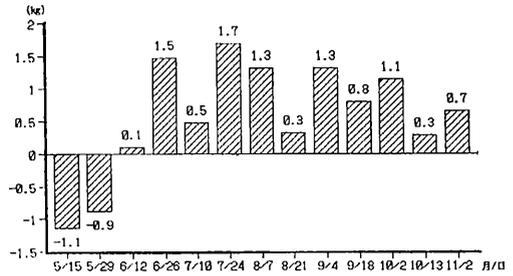


図4. 体重測定毎の日増体重(DG)の変化

8) 放牧育成成績

放牧期間を通して供試家畜の生育をみると放牧開始時体重が275.8kg、終牧時体重は388.5kgとなり試験期間中に平均112.8kgの増体がみられ、この間の平均日増体重は0.75kgであった。飼料摂取量は乾物で8.45kg/日/頭であり、そのうち牧草から由来するのは89%の7.56kg/日/頭であった。TDN摂取量は5.89kg/日/頭であり、そのうち牧草から由来するのは87%の5.15kg/日/頭であった。飼料要求率

表5. 放牧育成成績（7ヶ月～12ヶ月齢）

項目	単位	平均値 ± 標準偏差
開始時体重	(kg)	275.8 ± 29.9
終了時体重	(kg)	388.5 ± 22.6
増体重	(kg)	112.8 ± 17.9
ha当り増体重	(kg)	410.2 ± 21.3
日増体重	(kg)	0.75 ± 0.12
飼料摂取量(牧草のみ)	(kgDM/日/頭)	7.58
(全体)	(kgDM/日/頭)	8.45
TDN摂取量(牧草のみ)	(kg/日/頭)	5.15
(全体)	(kg/日/頭)	5.89
飼料要求率	(DM/頭/増体)	11.28
TDN要求率	(/頭/増体)	7.85

は11.28(8.45/0.75)であり、TDN要求率は7.85(5.8/0.75)となった。

#### まとめ

以上の結果により、MF草地は牧草生産量、採食量、TDN含量がOG草地に比べて高い傾向を示した。造成初年度なので継年的な調査結果を待たなければならないが、OG草地に比べMF草地の方が放牧利用に適していると予想される。また、放牧馴致期間及び放牧開始直後の体重の減少が著しく、この期間の体重減少を抑制することが可能であれば、放牧により優れた増体成績が期待できると考えられる。したがって放牧育成を行うには放牧初期のストレスからの解放、適切な草地管理および草種の選択による採食草量の増加などが今後解決すべき問題であろうと考えられる。

#### 参考文献

- 1) C.S.MAYNE,R.D.NEWBERRY,S.C.F. WOODCOCK and R.J.WILKINS (1987) Effect of grazing severity on grass utilization and milk production of rotationally grazed dairy cows. *Grass and Forage Science* 42:59-72.
- 2) JOHN HODGSON 1990 :GRAZING MANAGEMENT. Science into Practice. Longman Scientific and Technical:38-54.
- 3) 佐藤尚親・澤田嘉昭・出口健三郎 (1991) : 放牧強度の違いがレッドトップ草地の植生及び牧養力に及ぼす効果。北海道草地研究会報 25: 87-90。
- 4) 高木 孝・中田 剛・日高 智・左 久・池滝 孝・岡本明治・岡田光男 (1991) : 粗飼料の高度利用による牛肉生産技術に関する研究 第4報 放牧時における補助飼料給与が育成牛の成長に及ぼす影響。中札内村畜産研究所所報 第7号: 31-46。

## 除草剤散布と播種を同時に行った場合の 播種牧草の生育

手島茂樹・加納春平・高橋 俊・鈴木 悟

(北海道農業試験場)

Effects of glyphosate application at seeding time on growth of sown grasses.

Shigeki Tejima, Shunpei Kano, Shun Takahashi and Satoru Suzuki.

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

### 緒 言

ケンタッキーブルーグラスなどの地下茎型イネ科牧草や雑草の優占化した草地は、生産性が低下する。このような草地に、優良なイネ科牧草を追播によって導入することは、省力的な植生改善技術として有効である。著者ら<sup>2)</sup>は、追播時において問題となる追播牧草と既存牧草との競争を軽減させる方法として、除草剤を帯状に散布すると同時に、その中央に作溝して溝の中に播種する追播法の開発を行っている。この場合、除草剤を散布すると同時に播種することで、播種牧草に薬害が生じないかという点が重要な問題点となる。そこで、草地に除草剤を散布すると同時に播種を行った場合の播種牧草への影響について、検討を行った。

### 材料および方法

試験は、圃場での試験と、より詳しい観察を行うため、ポットでの試験を行った。

#### 試験 1.

除草剤の散布時期が播種牧草の定着と生育に及ぼす影響について検討するため、次の3処理を設けた。

① 14日前散布区：播種の14日前に除草剤を散

布する区

② 5日前散布区：播種の5日前に除草剤を散布する区

③ 当日散布区：播種と同時に除草剤を散布する区

除草剤にはグリホサートを用い、10a当たり800ml(有効成分41.0%)を、全面散布した。播種日は1990年8月29日、播種牧草はペレニアライグラス(PR)ピートラと、オーチャードグラス(OG)キタミドリを用いた。

播種法としては、溝の幅は約1cm、深さは約3cm、溝と溝の間隔は20cmに作溝し、溝の中に播種した。播種量は、10a当たりPRが3kg、OGが2kgとした。施肥量は、10a当たり窒素2.6kg、リン酸4kg、カリ3.2kgとして、播種時に溝の中に施用した。また、各試験区とも3反復とした。

#### 試験 2.

試験1と同様に、散布時期が播種牧草の定着と生育に及ぼす影響を、再度検討した。また、当日散布の播種量を2倍にする処理を設けて、薬害発生時の補償措置としての有効性について

も検討した。

- ① 10日前散布区：播種の10日前に除草剤を散布する区
- ② 当日散布区：播種と同時に除草剤を散布する区
- ③ 当日・2倍播種区：②と同様、播種と同時に除草剤を散布し、播種量を2倍とした区

播種牧草は、PRはフレンドを、OGはキタミドリを用い、1991年8月26日に播種した。播種量は、10日前散布区および当日散布区は試験1と同様とし、当日・2倍播種区は、2倍の量とした。播種法、除草剤の量、施肥量も、試験1と同様とし、それぞれ3反復とした。

試験3

試験3は、より詳しい観察を行うため、ポット試験を行った。屋外および散布した除草剤が雨による影響を受けない網室内において、次の2つの処理を設けた。

- ① 無散布区
- ② 散布区：グリホサート (800ml/10a) を散布

反復数は、屋外の場合は4、網室内の場合は3とした。

試験方法としては、1991年8月2日に圃場より掘り取ったOGを、1株ずつポット(1/5000 a)の中心に移植した。9月25日に草丈を約25 cmに刈り払った後、PRのフレンドを、OGの周りに二重の同心円上に8粒ずつ計16粒播種し、軽く覆土した。散布区には、播種後ただちにグリホサートを散布した。

網室内のポットには、OGに水がかからないように、ポットの底から給水した。屋外に置いたポットには、播種後2日めと3日めに、あわ

せて30mmほどの降雨があり、その後は10日目まで降雨はなかった。

結 果

試験1

播種2か月後の茎数調査では、PRとOGの1㎡当たりの茎数密度は、ともに5日前散布区が多く、ついで14日前散布区、当日散布区の順になった。PRでは処理間では有意な差は認められなかったが、OGでは5日前散布区と当日散布区の間で5%水準で有意差が認められた(表1)。

翌年春の1㎡当たりの茎数密度は、昨年秋の調査と比較して、PRの5日前散布区より14日前散布区が多くなった他は、昨年秋と同様に変わらなかった(表1)。また、同じ時期に調査した草丈も、処理による差は認められなかった(表2)。

表1. 追播牧草の茎数密度 (試験1)

処 理	茎 数 (本/㎡)			
	1990.10.31調査		1991.5.29調査	
	ペレニアルライグラス	オーチャードグラス	ペレニアルライグラス	オーチャードグラス
14日前散布区	463a	184ab	2,450a	444a
5日前散布区	589a	218 b	2,086a	543a
当日散布区	292a	91a	1,154a	366a

注) 同文字間に有意差 (5%) なし

表2. 追播牧草の草丈 (試験1)

1991.6.11 調査

処 理	草 丈 (cm)	
	ペレニアルライグラス	オーチャードグラス
14日前散布区	63.4	56.7
5日前散布区	71.4	56.1
当日散布区	61.2	52.4

注) いずれの処理間にも有意差 (5%) なし

播種した翌年の6月11日に刈取った時のPRとOGの、10a当たりの乾物重を表3に示した。PRは、多い方から14日前散布区、5日前散布区、当日散布区となったが、OGでは、当日散布区、5日前散布区、14日前散布区の順となり、PRの結果とは逆になった。しかし、PR、OGとも、有意な差は認められなかった。

表3. 追播牧草の乾物重 (試験1)

1991. 6. 11 調査

処 理	乾 物 重 (kg/10a)	
	ペレニアルライグラス	オーチャードグラス
14日前散布区	318.6	179.4
5日前散布区	308.7	189.7
当日散布区	282.4	256.6

注) いずれの処理間にも有意差 (5%) なし

試験2

播種2か月後の1㎡当たりの茎数密度は、PR、OGともに10日前散布区に対する当日散布区の有意な減少は、認められなかった。当日・2倍播種区では、PRは有意に増加した。OGでは有意な差は認められなかったが、当日散布区と比較して、定着数は増加していた(表4)。また、同時に調査したPRとOGの草丈は、どの試験区も差は認められず、翌年6月の調査でも同じ傾向であった(表5)。翌年の6月に調

表4. 追播牧草の茎数密度 (試験2)

処 理	茎 数 (本/㎡)			
	1991. 10. 28 調査		1992. 6. 2 調査	
	ペレニアルライグラス	オーチャードグラス	ペレニアルライグラス	オーチャードグラス
10日前散布区	957 <sup>a</sup>	360 <sup>a</sup>	2,787 <sup>a</sup>	673 <sup>a</sup>
当日散布区	808 <sup>a</sup>	291 <sup>a</sup>	2,100 <sup>a</sup>	717 <sup>a</sup>
当日・2倍播種区	1,282 <sup>b</sup>	628 <sup>a</sup>	2,527 <sup>a</sup>	811 <sup>a</sup>

注) 同文字間に有意差 (5%) なし

査した1㎡当たりの茎数密度は、いずれの区も、有意な差は認められなかった(表4)。

表5 追播牧草の草丈 (試験2)

処 理	草 丈 (cm)			
	1991. 10. 29 調査		1992. 6. 3 調査	
	ペレニアルライグラス	オーチャードグラス	ペレニアルライグラス	オーチャードグラス
10日前散布区	19.6	13.5	59.4	63.2
当日散布区	19.3	14.8	58.7	67.5
当日・2倍播種区	18.2	13.2	59.8	63.6

注) いずれの処理間にも有意差 (5%) なし

PRとOGの播種翌年に刈取った10a当たりの乾物重の合計を、表6に示した。乾物重では、PRは、多い方から10日前散布区、当日・2倍播種区、当日散布区となり、OGでは、10日前散布区、当日散布区、当日・2倍播種区の順となった。しかし、PR、OGとも有意な差は認められなかった。

表6 追播牧草の乾物収量 (試験2)

処 理	乾 物 重 (kg/10a)	
	ペレニアルライグラス	オーチャードグラス
10日前散布区	653.9	609.5
当日散布区	504.7	563.4
当日・2倍播種区	545.1	551.1

(6月3日、8月3日、10月1日の年3回刈合計収量)

いずれの処理間にも有意差 (5%) なし

試験3

除草剤を散布したOGは、播種(散布)後10日ですほとんど褐色となり、その後1週間ほどで完全に枯死した。

播種後11日目と18日目における出芽数を、表7に示した。網室内の無散布区だけが低い値を示したが、その他の処理では、差はほとんど見られなかった。草丈についても、グリホサート

散布による減少は見られなかった(表8)。

なお、同心円上に二重に播種したPRの内側と外側での違いも調べたが、播種位置による差は見られなかった。また、除草剤で枯れたOGの葉に、発芽してきたPRがふれた場合も、PRに特別な変化は見られなかった。

表7. ポットに播種したペレニアルライグラスの出芽数(播種した16粒の内の出芽数)

処 理	網 室 内		屋 外	
	10/6 <sup>1)</sup>	10/18	10/6	10/18
散 布 区	7.7a <sup>2)</sup>	12.3a	10.8a	14.0a
無 散 布 区	1.3 b	6.7 b	10.3a	13.5a

注1) 調査月日

注2) 同文字間に有意差(5%)なし

表8. ポットに播種したペレニアルライグラスの草丈

処 理	網 室 内		屋 外	
	10/18 <sup>1)</sup>	11/4	10/18	11/4
散 布 区	5.5a <sup>2)</sup>	5.4a	6.2a	6.2a
無 散 布 区	4.8a	5.0a	5.5 b	5.7a

注1) 調査月日

注2) 同文字間に有意差(5%)なし

考 察

Faulkner<sup>1)</sup> による、グリホサートの散布とPRの播種を同時に行った試験によれば、除草剤を散布しない場合に比較し、土壌の表面に播種した場合には実生の生存率は約40%減少し、20mmの深さに播種した場合には約10%減少した。

本試験でも、試験1では当日散布区で茎数の減少がみられた。しかし試験2の当日散布区では、減少は小さく有意な差はなかった。これらの結果から、当日散布では、播種牧草の発芽定着が減少する場合があるが、溝の中に播種する場合にはこの程度は小さく、PRやOGを溝の

中に播種する場合は、播種と同時にグリホサートを散布しても、問題は少ないと考えられる。

引用文献

- 1) Faulkner J.S.(1980) The effects of paraquat and glyphosate residues in sprayed herbage on the development of seedlings of a normal and a paraquat-tolerant variety of *Lolium perenne*. Grass Forage Sci.35:311-317
- 2) 高橋 俊・加納春平・手島茂樹・鈴木 悟 (1992) 除草剤の帯状散布装置と溝型播種機の組合せによるペレニアルライグラスの追播一葉量および散布幅が定着に及ぼす影響— 日草誌 38 (別), 235-236

## 牛尿侵入土壤に生育する 牧草の NaCl 耐性の変化

前田良之・武長 宏 (東京農業大学)

NaCl Tolerance of Herbage Grown on Soil Perfused with Urine.

(Yoshiyuki Maeda and Hiroshi Takenaga.

Tokyo University of Agriculture, Setagaya-ku, Tokyo, 156, Japan.)

### 緒 言

家畜糞尿は粗飼料生産圃場へ積極的に還元利用されており、その散布方式はスラリーまたは固液分離方式がとられている。後者の場合、雨水や洗い水などが尿そうに流入することで尿そうの容量が不足し、尿は完熟しないまま頻りに草地へ散布される事例がみられる。前報<sup>6)</sup>では尿散布と植生変化との関連を植物の耐塩性の面から検討し、尿そうから溢れ出た尿に長年にわたり曝された場所ではリードカナリーグラス (RCG) のみが生育し、しかも、残存した RCG は尿の侵入のない土壤に生育しているものに比較して NaCl 耐性は高いことが示された。今回、尿侵入土壤における RCG の残存と牧草の耐塩性との関連を明らかにするため、RCG を含めた 5 種類の牧草を供試して NaCl 耐性を比較検討した。また、尿侵入土壤および対照土壤に生育する RCG を供試し、生育する土壤の違いによって生じた耐塩性の違いを草体中のカチオン含量の変化から検討した。

### 材料および方法

東京農業大学付属農場内の尿貯留そう付近の草地において、尿そうから頻りに尿の侵入がある区を試験区、侵入のない区を対照区として設

定した。9月上旬、3番刈りの時期にそれぞれの区より土壤および RCG を 3 点ずつ採取した。設定した試験区は尿の侵入が開始して約 5 年が経過していたが、施肥および刈取条件は対照区と同様に行なわれてきたものである。土壤は表層より 10 cm の深さまで採取し、風乾後 1 mm の篩を通して分析用試料とした。一方、採取した植物体は通風乾燥して、乾物重を測定後、粉碎し次の各項目について測定を行なった。pH はガラス電極法、Ca、Mg は原子吸光法、Na、K は炎光法で測定した。T-N は NC-Analyzer、NO<sub>3</sub>-N は硝酸イオン電極法、NH<sub>4</sub>-N は微量拡散法にて測定した。耐塩性試験は木村 B 液<sup>8)</sup> を基本培養液とした水耕栽培にて行なった。すなわち、10 日間基本培養液にて栽培後、NaCl を培養液中の濃度が 0、100 および 200 m M となるように添加し、添加後 2、4、7、9、11 および 14 日目に採取し、乾物重ならびにカチオン含量を比較した。耐塩性の強弱は 0 m M (無添加) 条件下で栽培した草体地上部乾物重を 100 とした値 (相対生長量) で評価した。供試牧草は対照区および試験区にて採取した RCG、ならびに草種間の耐塩性比較試験にはイタリアンライグラス (IRG)、ペレニアルライグラス (PRG)、オーチャードグラス (OG)、ホワイ

トクローバー (WC) および RCG を選定した。

Table 1. Some properties of soils.

Soil	pH(H <sub>2</sub> O)	EC (μS/cm)	Ex. cation				T-N	NO <sub>3</sub> -N	NH <sub>4</sub> -N
			K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	CaO	MgO			
			—(me/100g dry soil)—				—(mg/100g dry soil)—		
Control	6.25	110.0	1.71	0.44	7.17	2.03	813	21.29	0.43
Urine area A)	6.74	870.3	5.63	1.41	17.78	3.81	789	88.64	0.90

A) Soil exposed by urine.

結 果

対照区および試験区の土壌の分析結果を第1表に示した。pH値は対照区で6.3、試験区で6.7であった。交換性塩基含量は試験区で高かった。すなわち、対照区におけるK、Na、CaおよびMg含量は 1.71, 0.44, 7.17 および 2.03 me/100g であったのに比べ、試験区ではそれぞれ5.63, 1.41, 17.76および3.81 me/100g と対照区にくらべていずれも高い値を示した。T-N含量は試験区で789mg、対照区で913mgであったが、NO<sub>3</sub>-NおよびNH<sub>4</sub>-N含量は試験区で高く、対照区の21.29 および 0.43 mgにくらべて88.64 および 0.90 mgとそれぞれ4.2倍および2.1倍の値を示した。

Table 2. Chemical constituent of reed canarygrass.

Soil	Na	K	Mg	Ca	NO <sub>3</sub>	T-N
	—( % of dry matter )—					
Control	0.01	2.01	0.26	0.35	0.37	2.30
Urine area A)	0.22	2.51	0.13	0.14	0.98	2.53

A) Soil exposed by urine.

対照区および試験区に生育したRCGのT-N、NO<sub>3</sub>-Nおよびカチオン含量を第2表に示した。試験区に生育したRCGのNa、K、NO<sub>3</sub>-NおよびT-N含量は高く、対照区の0.01、

2.01、0.37 および 2.30% に比較して 0.22、2.51、0.98 および 2.53% と高い値を示した。一方、試験区のMg および Ca 含量は対照区の半分以下であった。

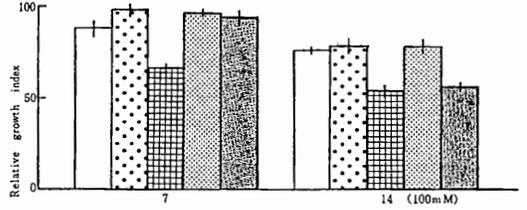


Fig 1. Effects of NaCl addition on dry weight of plants. Vertical bars indicate standard error. (□) : reed canarygrass, (\*) : Italian ryegrass, (■) : perennial ryegrass, (⊗) : orchardgrass, (⊞) : white clover.

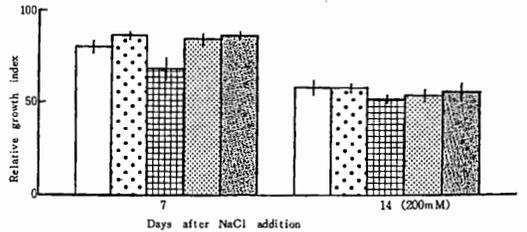


Fig 2. Effects of NaCl addition on dry weight of plants. Vertical bars indicate standard error. (□) : reed canarygrass, (\*) : Italian ryegrass, (■) : perennial ryegrass, (⊗) : orchardgrass, (⊞) : white clover.

5種類 of 牧草の耐塩性試験を行った結果を第1図および第2図に示した。100 mMのNaCl濃度の場合、塩添加後7日目でも最も生長量の少なかったものはPRGで、NaCl無添加の条件下で栽培した牧草乾物重の65%であった。逆に塩添加の影響をほとんど受けていない草種はIRG、OGおよびWCであり、これらはいずれも95%以上の生長量を示していた。一方、RCGは88%とこれら3草種にくらべて低い値であった。添加後14日目では生長量は低下し、RCG、IRGおよびOGで75~80%、PRGおよびWCでは50%に低下した。200 mM濃度の場合、生長量はさらに低下し、7日目ではRCG、IRG、OGおよびWCは80~85%程度であった。また、PRGは67%を示し、この値は100 mM

添加区の7日目と同程度であった。14日目ではすべての草種の生長量は55~60%に低下した。これらの結果から、牧草間に耐塩性の差が認められ、特にPRGの耐塩性は弱いことが示された。

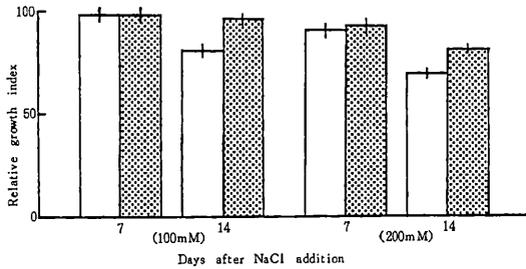


Fig 3. Effects of NaCl addition on dry weight of reed canarygrass. Vertical bars indicate standard error. (□): Grass on control soil. (⊗): Grass on urine soil.

対照区および試験区から採取したRCGを供試し、NaClを0、100および200mMとなるように添加した培養液で耐塩性試験を行なった結果を第3図に示した。100mM濃度では試験区のRCGの生長量は無添加で栽培した場合と差は認められなかったが、対照区のそれは添加後14日目で80%に低下した。

200mMの場合、100mMにくらべて生長量は低下した。しかし、14日目では対照区のRCGは68%に低下したにもかかわらず、試験区では80%と高い値であり、試験区のRCGは耐塩性が強いことを示していた。

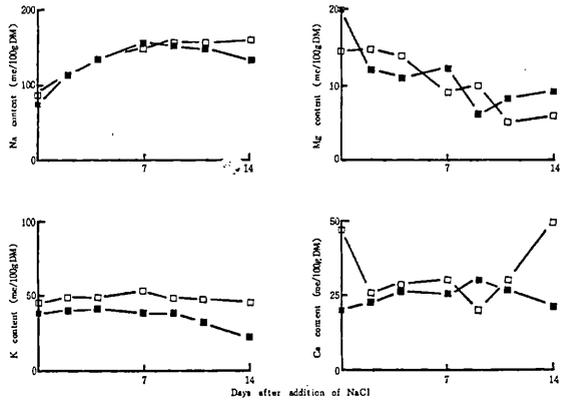


Fig 5. Changes in Na, K, Ca and Mg contents in the plant roots grown in culture solution of 200mM NaCl. (■-■): Urine. (□-□): Control.

対照区および試験区から採取したRCGを供試し、NaClを200mMとなるように添加した培養液で耐塩性試験を行ない、それぞれの地上部および根部のカチオン含量の変化を第4図および第5図に示した。対照区および試験区の地上部では、経時的にNaの増加とK、MgおよびCaの低下がみられ、含量の推移は類似した。しかし、これらの含量は14日間を通して試験区のRCGで高かった。一方、根部の場合、対照区のNa含量は14日目まで増加したが、試験区は7日目にピークに達した後、低下した。対照区のK含量は14日間ほとんど変化がみられなかったが、試験区では7日目以後低下する傾向がみられた。Mg含量は両区ともに経時的に低下した。Ca含量は、対照区では低下後、9日目以降急激に増加する傾向を示したが、試験区では9日目まで増加した後、低下した。

考 察

本研究で試験区に設定した場所は対照区にくらべてNa、K、Ca、Mg、NH<sub>4</sub>-N およびNO<sub>3</sub>-N含量は高く、また試験区に残存したRCGは対照区にくらべて植物体中のNa、K およびNO<sub>3</sub>-N含量が高くCaおよびMg含量は

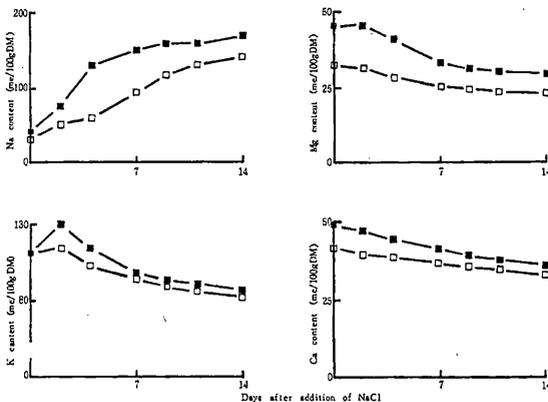


Fig 4. Changes in Na, K, Ca and Mg contents in the plant tops grown in culture solution of 200mM NaCl. (■-■): Urine. (□-□): Control.

低かった。糞尿散布土壌では土壌中のKおよびNO<sub>3</sub>-N含量が増加することが認められ<sup>2)</sup>、土壌中のK濃度が高い場合、植物体によるMgおよびCaの吸収は拮抗的に低下することも知られており<sup>4)</sup>、本試験の結果も糞尿散布によって生じる土壌および植物体の変化を示していた。前報<sup>6)</sup>では試験区に生育したRCGのMg含量は対照区にくらべて高い値を示し、土壌中のNO<sub>3</sub>-N含量が試験区で高かったこととの関連性を示唆したが、今回はこの現象がみられなかった。この矛盾は調査期間の違いに伴う草の生育段階、環境温度などが異なったことも関連するものと思われたが、原因は明らかにできなかった。RCGのNO<sub>3</sub>-N含量は土壌の含量を反映して試験区で高かったが、危険値とされている0.22% (乾物当り) をいずれの区においても大きく上まわり、特に対照区において0.37%を示したことはRCGの利用について検討の余地を与えるものと思われた。

耐塩性試験の結果から特にRCGの耐塩性が強いことは示されず、植生変化を耐塩性の強弱の観点からみることは適当ではないことが示唆された。一方、前報<sup>6)</sup>と同様、試験区のRCGの耐塩性は対照区にくらべて強かった。耐塩性の強弱に関わる特性として、葉中Na濃度/根中Na濃度比、KやCaの吸収阻害の差などが挙げられている<sup>1, 3)</sup>。山内ら<sup>7)</sup>はイネの耐塩性を品種間で比較し、地上部Na含量と地上部生長量との間に負の相関関係を認め、逆に、大沢<sup>1)</sup>はそ菜において、葉中のNa含量が高い作物は耐塩性が強い傾向にあるとしている。このように、植物体内のNa含量と耐塩性との関連は明らかではない。本試験は同草種間の比較であるが、耐塩性の強かった試験区RCGの地上部Na、K、MgおよびCa含量はNaCl添加栽培

期間中、対照区にくらべて高かった。また、逆に地下部では対照区にくらべて試験区のRCGのカチオン含量は低い傾向を示した。このことは対照区に比べて試験区のRCGでは、吸収された塩類はより多く根部から地上部へ移行していることを示唆し、耐塩性機構をあらわしているものと思われた。従って、これらのカチオン含量の差が生長量に影響を及ぼし、耐塩性の強弱があらわれたものと推察された。

なお、本研究費の一部は東京農業大学一般プロジェクト研究費によった。

#### 引用文献

- 1) 大沢孝也 (1965) 大阪府大紀要農学・生物学 **16**, 15-57。
- 2) 越智茂登一 (1984) 草地試験場研究報告 **28**, 22-38。
- 3) 下瀬 昇 (1968) 土肥誌 **39**, 548-557。
- 4) 高橋英一、谷田沢道彦、大平幸次、原田登五郎、山田芳雄、田中 明 (1969) 作物栄養学、朝倉書店、東京、 p. 174。
- 5) 畠中哲哉、倉島健次、木村 武 (1983) 草地試験場研究報告 **25**, 48-59。
- 6) 前田良之、武長 宏 (1993) 日草誌 **39**, 116-119。
- 7) 山内益夫、前田吉広、長井武雄 (1987) 土肥誌 **58**, 591-594。
- 8) 農学大辞典 (1989) p. 762。

## 草地雑草としてのコウリンタンポポの生育実態

加納春平・手島茂樹・高橋 俊 (北海道農業試験場)

Vegetational Characteristics of *Hieracium aurantiacum* L. as an Alien Pasture Weed.

Shunpei Kano, Shigeki Tejima and Shun Takahashi.

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

### 緒 言

北海道には全国の草地の81%に当たる53万haの草地があるが、牧草地の内外には多くの外来雑草が見られる。これらの外来雑草の多くは牧草種子とともにわが国に持ち込まれたもので、エゾノギンギシのように全国的に草地の強害雑草となっているものもある。近年、わが国には飼料をはじめ多くの農産物が諸外国から輸入されるようになり、これに伴って新たな雑草が持ち込まれ、中には草地・飼料作物に大きな被害を与え問題となっているものもある<sup>4)</sup>。

これらの外来雑草がどのようにして分布を広げ、北海道の草地に定着していくかを明らかにすることは、雑草の生態的防除の面から重要な問題であると同時に、逆の立場からすれば、諸外国から新たな草種、品種を導入し北海道に定着させる場合の指標ともなりうる。

コウリンタンポポ (*Hieracium aurantiacum* L.) は1950年代になって、北海道に帰化したとされているキク科の多年草<sup>3)</sup> であるが、北海道においてその分布を拡大しつつある雑草であり、また、花が朱赤色をして目だつことから、北海道内における分布や適応を研究する対象として適していると考えられる。コウリンタンポポは一見ボタンに似ているが、花が朱赤色をし

ていること、花茎の先端に10個程度の頭状花がまとまって着くこと、ほふく茎によっても盛んに繁殖する点が異なる。

北海道におけるコウリンタンポポの分布については、1974年の鈴木による調査<sup>5)</sup> によれば、道北において広く分布し、内陸には徐々に南下する形をとり、海岸線は日本海側とオホーツク海側はほぼ全域にわたっているとされている。札幌市内においてもコウリンタンポポの分布が報告されており<sup>1, 2)</sup>、北海道農業試験場内においても当場の鈴木 悟が、1992年にワラビの優占する放牧草地内でコウリンタンポポを発見しており、コウリンタンポポの分布は確実に広がっていると見られる。

今回手始めに、コウリンタンポポが広く分布している天北地域においてその生育実態を調査したので報告する。

### 調査方法

1992年7月13日から16日にかけて天北地域の道路の路肩及び牧草地の周辺部を中心にコウリンタンポポの有無を調査した。この時期は天北地域におけるコウリンタンポポの開花から結実の時期にあっており、コウリンタンポポを発見しやすい時期であった。牧場内のコウリンタン

ポポの生育実態については、宗谷岬肉牛牧場（以下宗谷岬牧場）と豊富町大規模草地育成牧場（以下豊富町牧場）においてくわしい調査を行った。宗谷岬牧場は最近開設された牧場（1984～90）であり、豊富町牧場は1966～71年にかけて開設された比較的古い牧場で、かつ以前に鈴木ら<sup>5)</sup>が調査を行った牧場であることからこの二つの牧場を対象とした。牧場内の調査は50cm×50cmのコドラートを使用し、被度、草丈、現存量を調査した。

結 果

1. コウリントンポポの生育地

コウリントンポポは、まず土壤条件の悪い植被の少ない所に侵入する<sup>5)</sup>が、草地周辺部に限らず、路傍にも多く見られた。特に、音威子府から中頓別にかけての国道275号線天北峠付近では最近道路の整備が行われ、路肩の張り芝の中にオーチャードグラスやアカクロバに混じってコウリントンポポが多く見られた。また、道路のノリ面や排水路の周辺部など、工事に伴い一度裸地化したと思われるところにコウリントンポポが侵入していた。さらに、ドライブインの駐車場周辺部等の荒れ地にもブタナや牧草に混じってコウリントンポポが見られた。

草地の周辺部では至るところにコウリントンポポが見られたが、草地の内部までコウリントンポポが侵入している例はまれであり、あっても草地の一部分に限られ、草地の全面にわたって侵入している例は見られなかった。

なお、浜頓別のベニヤ原生花園においても、園内の通路に数個体のコウリントンポポが生育していた。

2. 牧場内におけるコウリントンポポの生育実態  
宗谷岬牧場では、牧場内道路の路肩及びノリ

面の至るところにコウリントンポポが生育していた。草地内では放牧草地の電気牧柵下にはコウリントンポポが多く見られたが、草地の内部にはほとんど見られなかった。草地内部にコウリントンポポが見られたのはごくわずかで、それも草地造成時の工食用道路であったと思われる

表1. コウリントンポポ生育地の代表的植生

	宗谷岬牧場		豊富町牧場牧草地内	
	道路路肩	牧柵下	雑草優占地	牧草優占地
コウリントンポポ	1	1	1'	
ブタナ	1	1'	3	
ヒメスイバ	+	+	+	
セイヨウタンポポ	+	+	+	1'
オランダミミナグサ	+			
ヘラオオバコ	+			
オオバコ		+		
フキ	+			
オヤマフスマ		1		
キシムシロ	+			
ヨモギ		1'		
キク科の1種	+	1'		
マイルズソウ		1'		
クマイザサ	1'	1		
エゾイチゴ	+			
アキノキリンソウ	+	+		
オトギリソウ	+			
コウゾリナ		1		
タチツボスミレ		+		
ハルガヤ	1		1'	
シロクロバ	1		1'	1
アカクロバ	1'			
レッドトップ	+		+	1'
ケンタッキーブルーグラス	1'		1	+
チモシー	1'	+	1'	1
オーチャードグラス		1'	1	2
トールフェスク			+	+
ベレニアルライグラス		1		1
現存量 (生草kg/m <sup>2</sup> )	--	--	1,028	2,312

Penfoundの被度階級 (+:1%以下, 1':1~5%, 1:5~25%, 2:25~50%, 3:50~75%, 4:75~100%) による。

表2. 牧柵からの距離による草種構成の変化

草 種	路肩	牧柵下	牧草地内	
			1 m	5 m
ブタナ	2	1	1'	
コウリントンポポ	1'	1	+	
セイヨウタンポポ	+		1'	1
ヒメスイバ	+			
ヘラオオバコ	1'			
ハルガヤ	1'	1		+
シロクロバ	1	1	2	1
レッドトップ	+	+	1	1
ケンタッキーブルーグラス			+	+
オーチャードグラス	+	+	+	1
ベレニアルライグラス			2	1
チモシー	+		1'	1

表1と同じ被度階級による。

る砂利混じりの部分とか、最近工事を行ったと見られる排水路の周辺部という特殊な場所に限られていた。路肩及び電気牧柵下の代表的植生を表1に示すが、コウリタンポポの他、ブタナ、クマイザサ、ハルガヤ、コウゾリナ等の雑草が優占している。

豊富町牧場では、宗谷岬牧場同様牧場内道路のノリ面や路肩、それに牧柵下にコウリタンポポが多く見られた。路肩から草地内部に向かって植生がどのように変化するかを表2に示したが、牧柵から1 mも草地内部に入ればコウリタンポポはほとんど見られなくなる。表2からは、ブタナとハルガヤがコウリタンポポと同様の変化を示す草種であることがわかる。

豊富町牧場では、牧場内に小さな沢が入り込んでいるが、この周辺部は牛道の崩落などにより裸地化しているところがある。このような場所にはコウリタンポポの優占した植生が見られたが、全体的にはコウリタンポポの生育しているところには同時にブタナも多く生育しており、ブタナのほうが優占度が高いように見受けられた。

宗谷岬牧場と異なり、豊富町牧場では一部の草地内部にまでコウリタンポポが侵入していた。しかし、これは草地内に均一に分布するのではなく、草地内に直径数メートルのパッチ状に雑草の優占する部分があり、その中にコウリタンポポが散見された。雑草優占地の植生を牧草優占地の植生と比較して表1右欄に示すがブタナが優占しておりコウリタンポポの優占度は牧草より低い。

豊富町牧場でコウリタンポポとブタナが同時に出現したコドラートについて、地上部現存量とコウリタンポポ、ブタナの被度の関係を見ると、図1のようになった。コウリタンポ

ポは現存量が少ない所では比較的高い被度を示すものの、現存量の多い所ではわずかな被度しか示さない。これに対し、ブタナは現存量のいかにかわかわらず、比較的高い被度を示した。このことは、コウリタンポポは裸地に近いところでは優占するものの、植生の密なところでは優占化しがたいことを示している。このことは言い換えれば、地力の低いところでは優占するものの、地力の高い所では同じ雑草でもブタナに負けるということである。

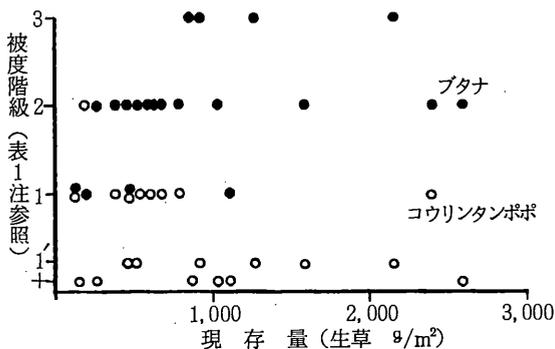


図1. 地上部現存量に対するコウリタンポポとブタナの被度の関係

考 察

宗谷岬牧場は、チシマザサの繁る丘陵地を草地に造成したものであり、原植生としてはコウリタンポポは存在しなかったと思われる。しかし、草地造成が始まった1980年代にはすでに天北地域一帯にコウリタンポポは分布しており、種子あるいは路肩やノリ面の張り芝として他から持ち込まれたものが牧場内で繁殖したものと考えられる。コウリタンポポは種子とほふく茎によって繁殖し、その繁殖力はおう盛であることがわかる。コウリタンポポが生育している地域では、草地造成や道路工事などにより裸地に近い状態が作り出されると、初期の侵入植物としてコウリタンポポが定着すると思

われる。宗谷岬牧場の牧草地内で排水工事を行った所にコウリタンポポが入っていた例や、豊富町牧場の沢の周辺部の崩壊地にコウリタンポポが多くみられたことは、このことを裏付けている。

しかしながら、両牧場とも草地の内部にまでコウリタンポポは侵入している例は少なく、コウリタンポポがエゾノギシギシのように草地内の至るところに侵入するものではない。事実、図1に示したように、現存量の多いところでは、コウリタンポポの被度は小さく、ブタナや他の牧草に圧倒されている。豊富町牧場で見られたような、草地内にパッチ状に侵入したものは、何らかの要因で草地が一時的に裸地化し、その時にコウリタンポポやブタナが侵入したものと思われる。このように雑草化した部分については、牧草が残っているかぎり、通常の施肥管理で牧草化を図ることができるものと思われる。

以上のように、通常の草地管理のもとではコウリタンポポは草地の強害雑草とはなりえないと考えられるが、その分布範囲は今後も広がっていくものと思われる。

#### 引用文献

- 1) 原 松次 (1992) 札幌の植物、北海道大学図書刊行会、札幌。
- 2) 森田弘彦 (1981) 北海道における帰化雑草の特徴と防除上の問題点、第5回日本雑草学会シンポジウム講演要旨。1-31。
- 3) 長田武正 (1972) 日本帰化植物図鑑、北隆館、東京。
- 4) 清水矩宏・三井安磨・板橋正六・菅間道博 (1992) 飼料畑で増加してきた外来雑草の実態と応急対策、関東草地飼料作物研究会誌 16, 19-29。
- 5) 鈴木慎二郎・楢山忠士 (1977) 草地雑草としてのコウリタンポポについて 北海道農業試験場研究報告 117, 45-55。

## サイレージ用とうもろこしの強害雑草 「イチビ」の防除

横山幸則（旭川地区農業改良普及所）・高木正季（天北農試 専技室）

Chemical control of velvetleaf in corn fields

Yukinori Yokoyama, Masaki Takagi\*

(Asahikawa Ag. Extension Office, \* Tenpoku Agric. Exp. Stn.)

### 緒 言

近年、とうもろこしの強害雑草として、「イチビ」が全国的な問題になってきている。

イチビはアオイ科の一年生帰化植物で、草丈は2 mほどに達し、成熟するとおびただしい種子を落とす。発芽はサイレージ用とうもろこしより遅くしかも不揃いのため、土壌処理による除草効果は低い。また、雑草処理においても慣行の除草剤使用法では除草することが難しい。

道内では、図1に示すようにまだ発生情報は少ないが、旭川市においては5～6年前（昭和61年頃）に同市西神楽の農家で確認され、圃場に数本発生していたものが最近では圃場全面に広がっている。この農家への侵入経路としては、7～8年前に同市内の油脂工場よりもらいうけた輸入大豆の屑を堆肥場に堆積したものに発生し、その堆肥を圃場に散布したことによるものと推測される。

イチビはサイレージ用とうもろこしの生育を阻害するばかりでなく、特有の臭いがあるためサイレージの嗜好性が低下するなど、発生農家では重要な課題となっている。

そこで、岩手畜試が提起する除草法と、イチビ用として開発中の試供剤を用い、除草効果について比較検討した。



図1 イチビ発生情報地点

### 材料および方法

試験地は、旭川市西神楽のイチビが多発するサイレージ用とうもろこし圃場内に設置した。この圃場は、農家の土地条件もあり20年近く連作しており、5 ha全面にイチビが発生している。

図2に試験圃場の除草体系に示した。サイレージ用とうもろこしを5月21日に播種し、ノビエなどのイネ科雑草が多発するため5月30日にラッソー乳剤で土壌処理を行った。

その後、イチビが3～6葉期に達し、大方生え揃ったとみられる6月29日（サイレージ用とうもろこしは、播種後39日目で8葉期・草丈50

cm) に、表 1 に示す試験処理区を設置し除草処理を行った。また、農家は6月27日に試験区を除く全面に試験処理区5の除草処理を実施した。

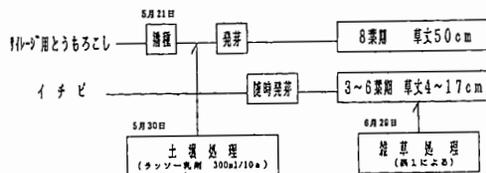


図 2 試験圃場の除草体系

表 1 試験処理区分

処理区	薬 劑 名	10a当たり薬劑使用量
1	ゲザプリム50	150g
2	バサグラン液剤	100ml
3	バサグラン液剤 + ゲザプリム50	100ml + 150g
4	バサグラン液剤 + ゲザプリム50	150ml + 200g
5	バサグラン液剤 + ゲザノンプロアル	100ml + 300g
6	NC 319 (誘殺剤)	25g
7	NC 319 (誘殺剤)	50g
8	無 処 理	-

(各区4m<sup>2</sup>)

結 果

表 2 にイチビに対する除草処理効果を示した。除草剤散布時のイチビの発生株数は、各区にはばらつきがあり1m<sup>2</sup>当たり少ない区で164株・多い区で324株の発生であった。

処理後2週間目(7月13日)の調査結果では処理区4のバサグラン液剤(150cc)とゲザプリム50(200g)との混用区が100%の枯死株率を示し、処理区3・5・6・7においても85~95%の枯死株率であった。これらの区では、枯死に至らなかった株もすべて黄変し、健全な株はなかった。しかし、処理区1・2の単剤処理では生存株率が高かった。また、この時点で再発芽が各区に2~3株見られた。サイレーズ用とうもろこしの収穫調査時(9月11日)では、処理区4・5・7には生存株が無く、再発芽株も少なかった。処理区3・6もかなりの除草効果が見られたが完全ではなかった。一方、処理区1・2は、生存株及び再発芽株がともに多く、処理後2週間目の調査結果と同様に除草効果は低

表 2 イチビに対する除草剤処理効果

処理区	処理期	イ チ ビ (m <sup>2</sup> 当たり)						サイレーズ用とうもろこし (10a当たり)				
		6月29日 (処理時)		7月13日 (処理後2週)		9月11日 (収穫調査)		9月11日 (収穫調査)				
		発生株数	生存	黄変	枯死	生存	再発芽	枯死	稈長	生総重	生雌穂重	熟度
		株	%	%	%	株	株	%	cm	kg	kg	
1	6月29日	212	92	0	8	84	80	60	194	4,200	1,520	黄初
2	各 区 イチビ 3~6 葉 期	208	60	0	40	110	74	47	192	4,700	1,200	黄中
3		324	0	15	85	36	48	89	187	4,900	1,520	黄中
4		220	0	0	100	0	4	100	186	4,300	1,440	黄中
5		176	0	5	95	0	4	100	187	4,000	1,280	黄中
6		192	0	10	90	4	20	98	183	3,300	1,040	黄初
7		164	0	5	95	0	4	100	181	4,300	1,200	黄初
8		-	-	-	-	124	60	-	184	2,900	800	乳中

かった。また、農家が試験区以外の圃場全面に処理区5と同様の除草剤散布を行った結果は、一部散布ムラがあった場所を除き十分な除草効果が得られた。

サイレージ用とうもろこしの収量調査結果は、無処理区がかなり収量減となり登熟も遅れていた。また、処理区間にも収量差がみられるが、これは圃場条件の差異によるものと推測される。

## 考 察

本試験で供試した除草剤は、処理区6・7の試供剤を除き北海道除草剤使用基準の除草剤であるが、いずれも単剤処理では効果が低く、バサグラン液剤との混用処理により高い除草効果が認められた。混用処理の薬量としては、バサグラン液剤 100 ~ 150 ml に対し、ゲザプリム 50 (ゲザプリムフロアブルも含む) 200g、またはゲザノンフロアブル 300gの混用処理で除草効果が高かった。これは岩手畜試が提起するバサグラン液剤との混用処理効果を裏づけるものである。また、試供剤NC319も高い除草効果があり、処理区7の薬量50gで 上記混用区と同等の効果が確認された。

基本的な対策としては、サイレージ用とうもろこしの長期連作を避け、イチビの侵入初期の段階で除草を徹底することが重要と思われる。

旭川では、このイチビの他につる性のカガイモやコヒルガオがサイレージ用とうもろこし畑に侵入し、生育を抑制したり出穂を阻害し、倒伏や折損の被害をもたらしている。そこでイチビと同じ試験処理を試みたが、カガイモに対しては一時生育を抑制する程度で、再発芽も多く有効な処理法は得られなかった。コヒルガオに対しては、処理区4のバサグラン液剤(150 cc) とゲザプリム50 (200g)との混用処理が、サイレージ用とうもろこしへの巻き付きも少なくある程度の効果が認められた。

道内におけるイチビ発生地への調査にあたり、各地方専技室及び各地区農業改良普及所に協力いただいたことに対し深謝する。

## 参考文献

- 1) 三井安麿(1990) 外来雑草のイチビとチョウセンアサガオの防除法 牧草と園芸38(9):15-18
- 2) 佐原重行(1992) トウモロコシ強害雑草・イチビの生態と防除 牧草と園芸 40(3):9-12
- 3) 佐藤明子(1992) 東北地域における雑草「イチビ」の防除方法 牧草と園芸 40(4):16-19
- 4) 清水 矩宏(1992) 飼料畑で増加してきた外来雑草と応急対策 酪農ジャーナル 1992-11

## 地下凍結地帯におけるアルファルファの作型 に関する考察

### 第7報 アルファルファ堆肥表層施用時における石灰施用量の検討

井芹靖彦 (宗谷北部地区農改)  
草刈泰弘 (十勝北部地区農改)

Studies on cropping type of alfalfa in soil freezing area 7.

Yasuhiko Iseri (Souyahokubu Ag. Extension Office - Toyotomi)

Yasuhiro Kusakari (Tokatihokubu Ag. Extension Office - Otohuke)

#### 緒 言

アルファルファ (以下AL) はイネ科草に比較しカルシウム (以下Ca) 含有量は高く、石灰植物として位置づけられている。

一方、地下凍結地帯におけるAL栽培は堆肥の表層大量施用により生産性は助長される。

このような条件下における炭カル施用量について検討した。

#### d 収穫期

新播年 1番 8/9 2番 10/11

2年目 1番 6/20 2番 7/30 3番 9/13

#### e 施肥量 (10a 当り kg)

新播年

造成時			1番刈後	2番刈後
BM熔燐	第1燐安	硫加	624	624
52	18	16	30	20

#### 材料及び方法

- 1) 設置場所：音更町農業試験研究センター
- 2) 土 性：黒色火山性土
- 3) 区 制：1区6m<sup>2</sup> 反復なし
- 4) 供試品種：マヤ
- 5) 播 種 量：1kg/10a
- 6) 堆肥施用量：10t/10a
- 7) 供試堆肥の成分 (乾物中%)

乾物率	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	MgO	CaO	K <sub>2</sub> O
34.3	2.06	1.81	1.11	6.21	2.04

8) 燐酸資材：BM熔燐 100kg/10a

9) 耕種概況：a 播種様式、散播、b 播種方式、  
整地-覆土-鎮圧、c 播種期、6月4日

#### 要 素 量 (10a 当り kg)

N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	MgO
5.0	26	20	8.7

#### 2年目

早 春 S550	1番刈後 624	2番刈後 624	3番刈後 624
50kg	30	20	20

#### 要 素 量 (kg)

N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	MgO
6.7	15.9	26.8	5.3

結 果

1) 乾物収量成績

- a. 新播年収量：石灰施用量による収量差は認められなかった。区間による若干の差は2番草における黒葉枯病による落葉、倒伏によるものと考えられる(図1)。
- b. 2年目収量：新播年同様処理間において収量差は認められなかった(図1)。

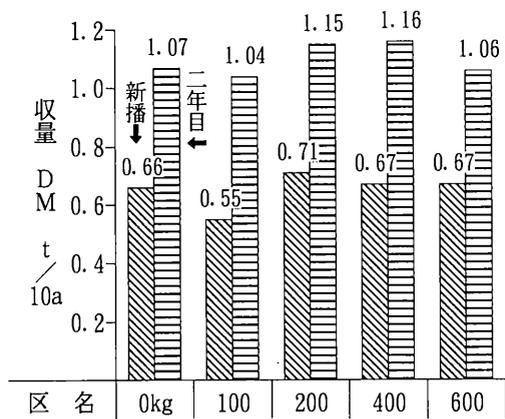


図1. AL石灰施用水準別年次別収量 1991

2) 石灰施用水準とAL番草別ミネラル成分値

- a. 新播年：1番草では石灰施用水準が高まるにつれ、窒素(N)、石灰(Ca)は上昇する傾向がみられた。リン(P)では低施用区に対し高施用区でやや高くなる傾向がみられた。マグネシウム(Mg)は明瞭な関係はみられなかった。(図2)
- 2番草では各成分ともバラツキ、一定傾向はみられなかった(図2)。
- b. 2年目：窒素(N)：1番草における処理による差はみられなかった。2番草では高施用区でやや低く、3番草ではバラツキがみられた。(図3)

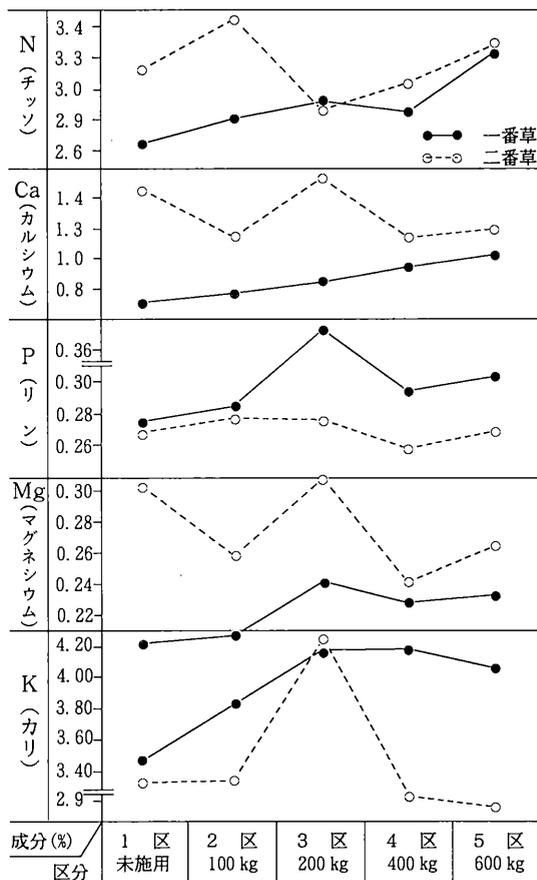


図2. AL石灰施用水準とミネラル成分との関係 (新播年1990)

石灰(Ca)：含有量は1～2番草では石灰施用水準が高まるにつれ、上昇する傾向がみられた。3番草は明瞭でなかった。

リン(P)：1番草では処理による差は明瞭でなかった。2番草、3番草では200kg 施用区をピークとする関係がみられた。

マグネシウム(Mg)：1番草ではバラツキ不明であるが、2番3番草では石灰施用水準が高まるとMg含有量は低下する傾向がみられた。

加里(K)：各番草とも石灰施用水準が高まるにつれ、K含有量は低下する傾向がみられた。

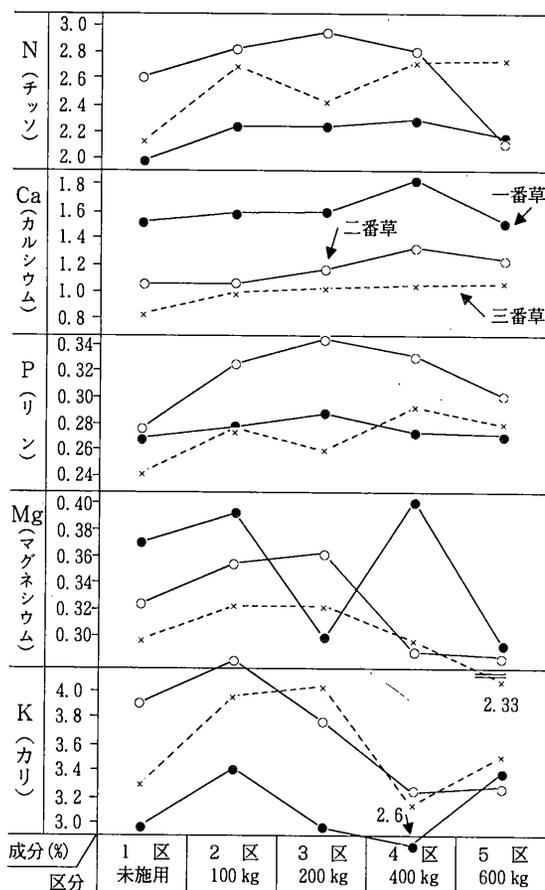


図3. AL石灰活用水準とミネラル成分との関係  
(2年目草 1991 十勝北部土壤飼料診断室)

3) 石灰施用水準と土壤中養分との関係

a. 新播年における関係 (表1)

表1. AL石灰用量、新播年、炭カル、堆肥施用後  
土壤養分経時変化 (1990)

分析項目	項目 サンプル採取月日 区名	施用(原土) 前	石灰・堆肥施用後日数					
			33日	65	94	129	179	
			5/2	6/4	7/6	8/4	9/8	10/28
P	1区 炭カル 0kg		5.5	5.7	5.5	5.8	6.0	5.8
	2区 炭カル 100kg		5.7	5.8	5.8	6.0	6.0	6.0
	3区 炭カル 200kg		5.5	5.9	5.9	6.1	6.1	6.2
	4区 炭カル 400kg		5.5	5.9	5.7	6.3	6.2	6.2
	5区 炭カル 600kg		5.5	6.2	6.0	6.3	6.3	6.2
リン酸 (ブレイNo.2)	1区 炭カル 0kg		30.0	51.4	51.0	73.4	72.4	66.2
	2区 炭カル 100kg		29.4	55.2	55.4	48.8	68.6	60.2
	3区 炭カル 200kg		39.4	77.8	57.0	73.2	105.4	69.2
	4区 炭カル 400kg		36.4	57.4	73.4	91.4	83.2	67.4
	5区 炭カル 600kg		48.0	108.6	96.6	106.8	132.4	91.0
CEC (陽基置換容量)	1区 炭カル 0kg		37	—	—	—	—	44
	2区 炭カル 100kg		39	—	—	—	—	44
	3区 炭カル 200kg		40	—	—	—	—	45
	4区 炭カル 400kg		41	—	—	—	—	42
	5区 炭カル 600kg		37	—	—	—	—	41
CaO (石灰)	1区 炭カル 0kg		423	521	444	513	517	550
	2区 炭カル 100kg		481	612	595	583	585	679
	3区 炭カル 200kg		472	695	623	710	755	701
	4区 炭カル 400kg		487	542	732	814	768	873
	5区 炭カル 600kg		384	899	670	735	812	743
MgO (苦土)	1区 炭カル 0kg		29	58	46	48	59	71
	2区 炭カル 100kg		46	73	74	64	75	96
	3区 炭カル 200kg		38	84	68	82	88	97
	4区 炭カル 400kg		38	54	67	84	81	92
	5区 炭カル 600kg		41	94	67	75	81	84
K <sub>2</sub> O (カリ)	1区 炭カル 0kg		24	81	65	54	51	41
	2区 炭カル 100kg		49	93	92	61	61	50
	3区 炭カル 200kg		39	103	93	67	54	54
	4区 炭カル 400kg		42	73	89	60	40	44
	5区 炭カル 600kg		61	128	104	78	64	45

(十勝北部土壤飼料診断室)

表 2. AL 石灰用量  
2年草番草別収穫後土壤養分 (1991)

分析項目	項目		土 壤 採 取 時 期			
	区名	採取日	早春	1 番刈後	2 番刈後	3 番刈後
			4/18	6/24	8/1	9/28
P ・ H	1区	石灰 0kg	5.8	5.7	5.7	6.0
	2区	石灰 100kg	6.0	5.8	5.8	6.0
	3区	石灰 200kg	6.1	5.9	5.8	6.1
	4区	石灰 400kg	6.2	6.0	5.9	6.3
	5区	石灰 600kg	6.3	6.1	6.1	6.3
リン酸 (ブレイ No.2)	1区	石灰 0kg	61	69	60	83
	2区	石灰 100kg	71	80	70	73
	3区	石灰 200kg	76	95	89	90
	4区	石灰 400kg	70	67	68	71
	5区	石灰 600kg	142	126	134	113
CEC (塩基置換容量)	1区	石灰 0kg	40	—	—	37
	2区	石灰 100kg	42	—	—	42
	3区	石灰 200kg	43	—	—	41
	4区	石灰 400kg	43	—	—	38
	5区	石灰 600kg	41	—	—	36
CaO (石灰) mg /100g	1区	石灰 0kg	505	507	463	505
	2区	石灰 100kg	679	647	631	653
	3区	石灰 200kg	719	690	690	708
	4区	石灰 400kg	842	809	836	784
	5区	石灰 600kg	777	843	859	921
MgO (苦土) mg /100g	1区	石灰 0kg	59	61	57	57
	2区	石灰 100kg	75	77	71	81
	3区	石灰 200kg	88	71	79	81
	4区	石灰 400kg	72	70	75	76
	5区	石灰 600kg	58	72	79	80
K <sub>2</sub> O (カリ) mg /100g	1区	石灰 0kg	47	24	30	22
	2区	石灰 100kg	60	35	42	38
	3区	石灰 200kg	55	28	41	30
	4区	石灰 400kg	47	25	40	27
	5区	石灰 600kg	57	34	39	35

(十勝北部土壤飼料診断室)

a) 石灰施用量後30日程度でPH及び石灰(Ca)養分値の上昇がみられ、石灰施用による効果が認められた。

尚、堆肥施用量が10t/10aと多量であったため他養分も全体に増加した。さらに堆肥中の石灰(CaO)含有量が6.2% (DM中)と高かったため未施用区の石灰も高まった。

b. 2年目における関係(表2)

a) 石灰施用水準とPHとの関係: はどの土壤採取時期にも見られるが、早春及び秋季に比較し夏季で若干低下する傾向がみられた。

b) 石灰施用水準と土壤中石灰: との関係は採取時期により若干のバラツキが見られるものの石灰施用量に対応した関係が見られた。

c) 石灰施用水準と加里との関係: 特に関係は見られなかったが、特徴的な事は早春に比較し一番刈り後の土壤中含有量が著しく低下する傾向が見られた。

### 考 察

堆肥を大量に施用する条件下における石灰施用水準とAL生産性との関係は、2カ年間の結果では不明瞭であった。特に堆肥中のCa含有量が高いことなどの要件も重なり石灰施用の効果があらわれずらかったと考えられる。

しかし、植物体中Caは上昇傾向が見られる事などから土壤中PHを6.0以上に保つための石灰施用水準は200kg/10a以上と考えられた。

## 地下凍結地帯におけるアルファルファの作型に関する考察

### 第8報 アルファルファの生育期別収穫時における生産特性

井芹靖彦 (宗谷北部地区農改)

草刈泰弘 (十勝北部地区農改)

Studies on cropping type of alfalfa in soil freezing area 8.

Yasuhiko Iseri (Souyahokubu Ag. Extension Office - Toyotomi)

Yasuhiro Kusakari (Tokatihokubu Ag Extension Office - Otohuke)

#### 緒言

アルファルファ (以下AL) の生育期、即ち着蕾期、開花始、開花期、開花揃別に収穫した場合における番草別生育状況、栄養価、生産量等の生産特性について調査し地下凍結地帯における収穫期について検討した。

#### 材料および方法

- 1) 実施年：平成3年 (1991)
- 2) 試験地：音更町農業試験研究センター
- 3) 供試圃場の条件：造成時堆肥表層 10t/10a  
施用した4年目草地、品種 ヨーロッパ
- 4) 施肥料 (10 a 当り kg)

早春	1番刈後	2番刈後	3番刈後	越冬前	要素量 (kg)			
					有機窒素	N	P205	K20
S550	S624	S624	S624	100	6.7	15.9	26.8	5.3
50	30	20	20	100				

※ 4回刈区はS624、20kg (1.2 - 2.4 - 4.8 - 0.8) 増加する。

#### 結果

##### 1) 生育状況

a. 草丈：生育期に対応した草丈が見られ、1番草では、その差が大きく着蕾期75.2cmに対し開花揃では135.8cmであった。2番草3番草にお

いても差は見られるものの、その差は1番草に比較して僅かであった (表1)

4番草は刈取危険帯に入ったため、生育期にかかわらず刈り取り危険帯後に収穫した。

b. 生育期別収穫時の状況：は表1に示した。  
c. 生育期別生育日数及び積算温度並びに再生芽の状況

a) 生育日数：1番草は生育期に対応し生育期が1ランク上昇するに従い、10日程度要した。即ち着蕾期から開花揃までには約30日を要した。

2番草では、1番草と異なり生育期と生育日数とは対応する関係は見られなかった。

即ち、着蕾期の生育日数は33日であったが、開花始、開花期、開花揃の生育期ではそれぞれ40、41、44日と差は見られなかった。

さらに、3番草における生育日数は着蕾期と開花始が逆転するなどの関係がみられた。

4番草の場合は、日々気温が低下すること、刈取危険帯などの要因により想定生育期による収穫は出来なかった。(表2)

b) 積算温度及び有効積算温度

生育期別に積算温度でみると番草にかかわらず生育期が進むに従い積算温度は上昇する傾

表 1. AL 生育期別 草丈、生育期 (1991)

	草 丈 (cm)				生 育 期				収 穫 月 日			
	1 番	2 番	3 番	4 番	1 番	2 番	3 番	4 番	1 番	2 番	3 番	4 番
1 区 着蕾期	75.2	69.3	68.9	62.7	着蕾期	着蕾期	着蕾期	開花茎有	6/2	7/5	8/15	10/14
2 区 開花始	99.0	83.2	72.9	50.1	開花5%	開花10%	開花5%	伸長期	6/12	7/22	8/30	10/14
3 区 開花期	113.0	97.6	78.5	-	開花60%	開花50%	開花50%	-	6/22	8/2	9/28	-
4 区 開花揃	135.8	98.4	78.3	-	開花揃	開花80%	開花10%	-	7/1	8/14	10/14	-

※① 収穫期は刈取危険帯である10月上旬を、はずした。

※② 3 番刈 4 区は 10/14 収穫期においても開花揃には達しなかった。

4 番刈 2 区も同様。1 区の収穫は刈取危険帯をはずしたため、開花まで進んだ。

表 2. AL 生育期別 生育日数及積算温度 (1991)

区 分	生 育 日 数				生 育 期 積 算 温 度 (°C)				生 育 期 有 効 積 算 温 度 ※2			
	1 番	2 番	3 番	4 番	1 番	2 番	3 番	4 番	1 番	2 番	3 番	4 番
着 蕾 期	44	33	41	60	473	543	692	928	196	312	405	508
開 花 始	54	40	39	45	629	650	719	639	281	370	446	324
開 花 期	64	41	57	-	794	696	957	-	376	409	558	-
開 花 揃	73	44	61	-	951	738	948	-	470	430	521	-

※ 1. 1 番草の生育日数は 4 月 20 日萌芽期として算出した。

※ 2. 天北農試単年度試験研究成績 (H4.1) 日平均温度より 7 °C を差引いた温度の積算温度

向が見られた。

有効積算温度についても積算温度と同様な関係がみられた。(表 2)

c) 生育期別収穫期における再生芽の状況

生育期と収穫時における再生芽の関係は番草毎に見られた。

1 ~ 2 番草における再生芽は開花期、開花揃で認められるが着蕾期、開花始では確認出来なかった。(写真 1 ~ 2)

さらに 3 番草では一層顕著に見られ開花期、開花揃における再生芽の草丈はそれぞれ 5.6、7.3 cm であった。

1 番草における生育期別収穫後 10 日前後の再生後の草丈は著しく異なり (写真 3 ~ 4)、着蕾期、開花始までと開花期以降では顕著な差が見られた。(表 3)

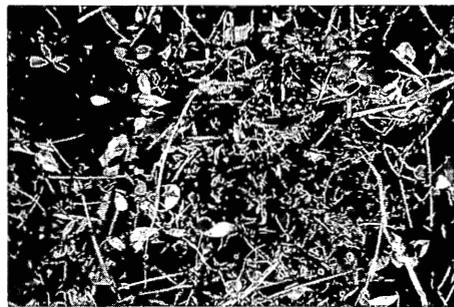


写真 1. 着蕾期 6/2 刈跡 (1991 — 井芹 原図)



写真 2. 開花揃期 (7/2) 刈跡に見られた再生芽の状況 (1991 — 原図井芹)

表 3. 生育期別収穫期における再生芽の状況 (1991)

区 分	1 番草 再生芽 の 状 況				再生芽の有無又は芽の草丈		
	再 生 芽 の 有 無	再生芽の生育状況		10 日 目 換 算 草 丈	2 番草	3 番草	4 番草
		刈取後生育日数	草 丈 cm				
着 蕾 期	無	10	9.8	9.8	無	無	6.2cm
開 花 始	無	10	10.8	10.8	無	無	無
開 花 期	有	9	17.1	19.0	有	5.6cm	—
開 花 揃	有	11	29.5	26.0	有	7.3	—



写真 3. 着蕾期刈取後10日目(6/12)の再生芽の状況 (1991 — 原図 井芹)



写真 4. 開花揃刈取後11日目(7/12)の再生芽の状況 (1991 — 原図 井芹)

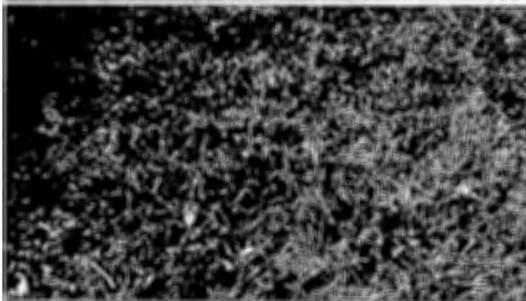


写真 5. AL着蕾期3番刈跡(刈取 8/15) 3日後の状況。雑草の侵入が著しい (1991.8.18)

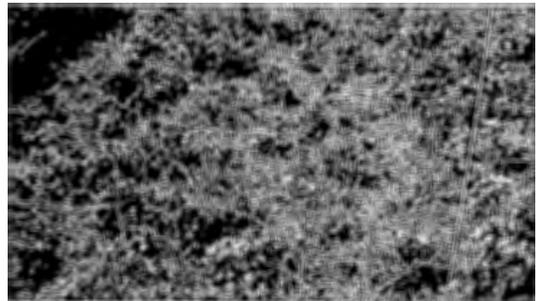


写真 6. AL開花揃2番刈跡(刈取 8/14) 4日後の状況。AL落葉がみられた。(1991.8.18)

生育期が開花期又は開花揃へ進むに従い、収穫後の再生芽の伸長も著しいため2番草における開花期、開花揃の生育日数は短くなるものと考えられる。

収穫後の再生スピードやALの一定草丈での繁茂期間の差などの要因により着蕾期、開花揃圃場は雑草の侵入も著しく圃場は荒れる感じがした。(写真5~6)

2) 生育期別栄養成分

a. TDN (可消化養分総量) : (TDNは酵素法により推定した) 1番草では着蕾期から開花揃に向って低下する傾向がみられた。

2番、3番草もその傾向がみられるものの、その差は僅かであった。

4番草では着蕾期の収穫は刈り取り危険帯を避けたため開花始に達していた。又、開花始では収穫期10/14においても伸長期であったため高い数値となった。

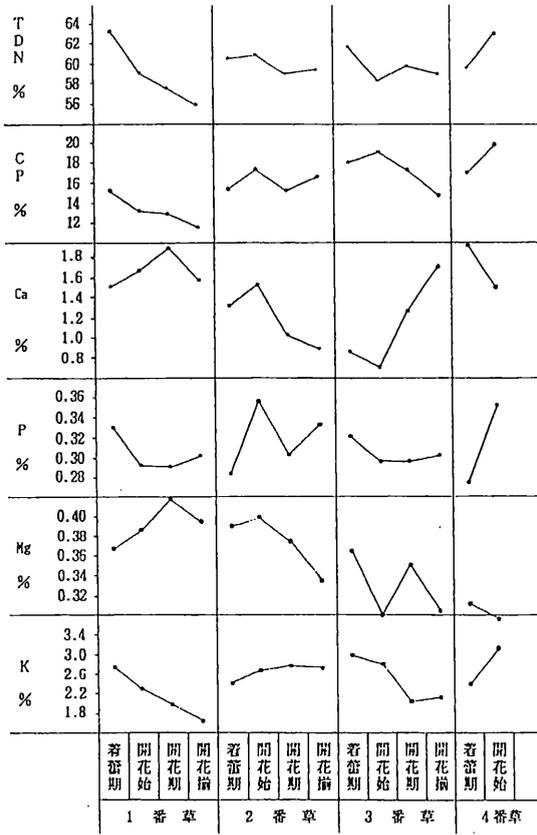


図1. AL 生育期別栄養成分(乾物中%)の推移 (1991十勝北部土壤飼料診断室)

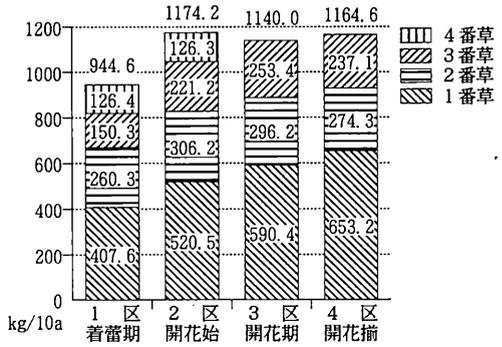


図2. AL 生育期別乾物収量 (1991)

1番草における着蕾期のTDNは63%であったほか、開花揃においても56%とそれ程低い数値とはならなかった。(図2)

他成分値の傾向は図1の通り。

3) 生育期別収量成績

a. 生育期別乾物収量 : 1番草においては、生育期が進むに従い増加した。特に着蕾期407 kgから開花揃では653kg/10aと60%余り上昇した。2番草では生育期と収量との関係は明瞭でなかった。着蕾期の3番草、4番草の収量及び開花始の4番草収量は著しく低く実用的な生産量ではなかった。(図3)

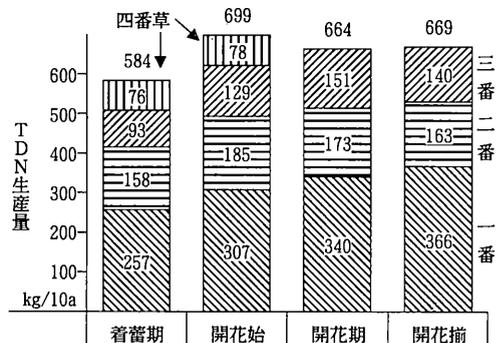


図3. AL 生育期別TDN生産量 (10a当りkg) (1991年)

b. 生産期別CP収量：では、開花始期の191 kgが多く、開花期、開花揃、着蕾期の順であった。(図4)

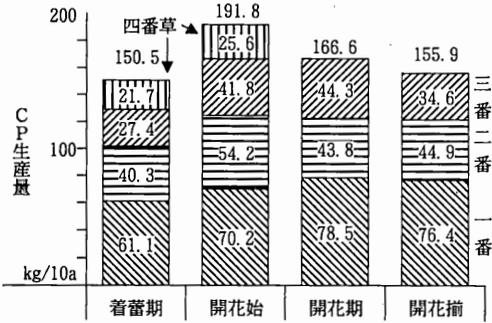


図4. AL 生育期別 CP 生産量 (kg / 10 a) (1991年)

c. 生育期別Ca収量：では開花期17.4kg、開花始、開花揃、着蕾期の順であった。(図5)

d. 生育期別K収量：では、開花始30kg、着蕾期、開花期、開花揃の順であった。(図6)

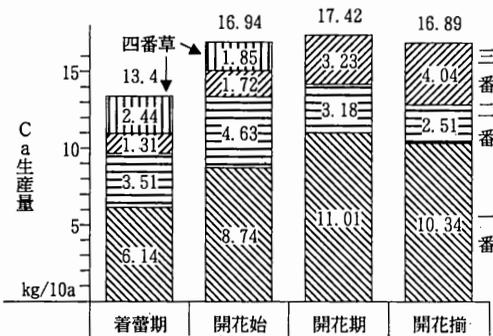


図5. AL 生育期別 Ca 生産量 (kg / 10 a) (1991年)

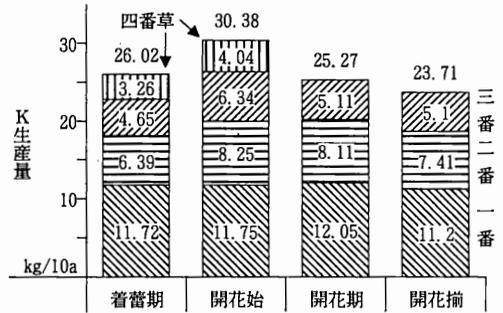


図6. AL 生育期別 K 生産量 (kg / 10 a) (1991年)

考 察

アルファルファの各番草とも同じ生育期で収穫した場合、乾物収量、栄養収量を最大にするための生育期は開花始と考えられるが、今回の調査では4回刈りとなり、さらに4回刈り取り時の収量は僅かであったこと、着蕾期、開花始の収穫を繰り返すと、圃場が荒れる傾向が強いため、ALの(生育回復が遅れ、雑草が繁茂すると考えられる)刈り取り回数は3回が適当と考えられる。

1番草では開花期、2番草では開花始から開花期、3番草では開花始から開花揃までのどの時期でもよいと考えられることから、通常年では刈り取り危険帯前に収穫することが望ましいと考えられる。

又、凍害年においては1番草の生育が遅れることから最終刈り取りは刈取危険帯後に収穫することになる。

いずれにしても倒伏すると目標生育期前に収穫しなければならないことになる。

そのため倒伏性の高い、開張型は不向きであり、品種の選定にあたっては立型の耐倒伏性の品種が望まれる。

## 小麦稈のアンモニア処理における 各種アンモニア処理剤の処理反応

山崎 昭夫・村井 勝・萬田 富治・鶴川 洋樹 (北海道農試)

Effects of various methods for ammonia treatment on  
chemical composition and digestibility of wheat straw

Akio YAMAZAKI, Masaru MURAI, Tomiharu MANDA and Hiroki UKAWA

(Hokkaido Natl, Agric, Exp, Sta., Sapporo. 062, Japan)

### 緒 言

低消化性のわら類を比較的容易に消化性の高い粗飼料に変える技術としてアンモニア処理法がある。わが国ではその処理剤としては液化アンモニアが主に用いられている。一方、液化アンモニアの代わりに比較的容易に入手が出来る、かつ取り扱い性が簡便なアンモニア発生物質として、尿素と重炭酸アンモニウムがある。そこで、これらを実規模で添加した場合のアンモニア処理効果について比較した。

### 2. 試験方法

8月上旬に刈り取った小麦わらを、ハーベスターで細切して4.7 m<sup>2</sup>のFRPサイロに、水分含量が大概30%となるように、加水しながら詰め込んだ。処理区は無処理サイレージ、アンモニアガス添加、尿素添加、重炭酸アンモニウム(重安)添加の4処理とし、それぞれ2本のサイロに調製した。

尿素は30%水溶液にして添加し、重安は粉末

状のまま添加した。なお、重安の場合は同時にその上から加水することによって重安の分解を促した。アンモニアガス添加は、サイロ中心部に塩ビパイプを入れて導管をサイロ外に出して密封後、この導管を通してボンベからアンモニアガスとしてサイロ内に添加処理した。いずれも材料乾物当りアンモニア3%相当量を添加した。なお、他の処理区もサイロ中心部にサイロガスの導入パイプと温度センサーをサイロ上部、中心、下部にそれぞれ3点埋め込み密封直後から測定を開始した。密封期間は同年8月～翌年4月の約9ヶ月間で、アンモニアガス、尿素、重安の各処理区は開封後、1日間天日乾燥し、遊離アンモニアを揮散させてから消化試験に供した。サイロ内温度測定は熱電対式自記温度計を用い、NH<sub>3</sub>濃度は北川式のアンモニア検知器で測定した。

なお、pHの測定は常法で、ADF、NDFはVan Soest<sup>1)2)</sup>の方法に準じ、OCC、Oa、Obについては阿部<sup>3)</sup>の方法で測定し

た。消化試験は、コリデル種の去勢成めん羊12頭を供試し、各処理区6頭の反転反復法で行った。各処理区とも飼料摂取量は体重の1.5%とし、飼料中のN含量はほぼ2%となるように尿素で補正して給与した。

消化率は予備期2週間、本期7日間の全糞採取法で測定した。

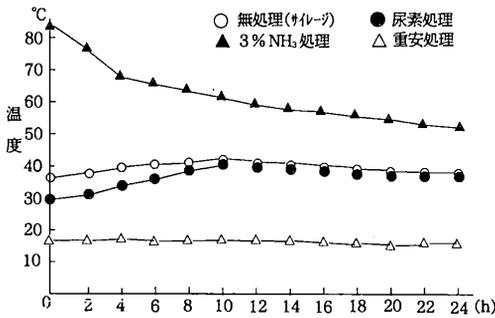


図1.サイロ詰め込み後における材料温度の経時的変化(24時間)

### 3. 試験結果および考察

密封直後のサイロ内温度変化は、大きく3つのパターンとなった(図1)。アンモニアガス処理区は注入直後に80℃以上に達し、12時間後でも60℃前後もあり、アンモニアと材料水分との反応による発熱量の大きいことが認められた。しかし、重安処理区では密封直後から17℃前後と低い温度で推移した。これは重安と水との化学反応からアンモニアが生ずる場合は吸熱反応であるため、周囲から熱を奪うためと考えられた。他方、対照区のサイレージ処理は密封直後から徐々に温度が上昇し、4時間後には41℃に達し、以後も上昇傾向で経過した。この傾向は尿素処理区でも同じで、密封直後から徐々に上昇し10時間後には対照区と同じような温度で経過した。

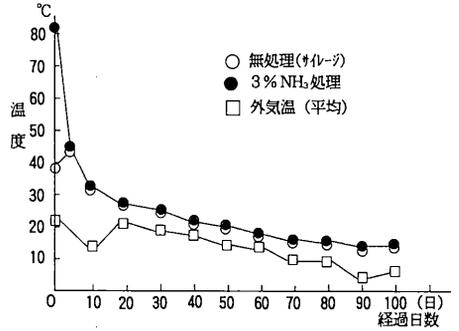


図2.サイロ詰め込み後における材料温度の経時的変化 ①

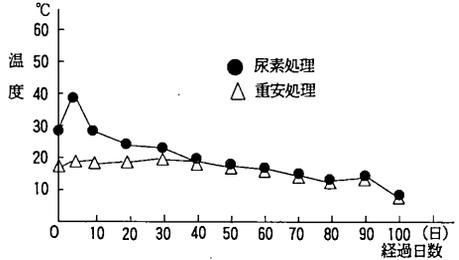


図3.サイロ詰め込み後における材料温度の経時的変化 ②

密封2日目以後の温度変化は図2、3に示した。アンモニアガス処理区は5日目までに40℃に急激に低下し、以後は無処理区とほぼ同じ変化で低下し、尿素処理区もほぼ同じパターンであった。しかし、重安処理区は30日後までほぼ20℃前後で推移し35日以後になって、他の処理区と同じ温度変化で経過した。このように、密封5日目以降では、アンモニアガスおよび尿素処理とも無処理のサイレージとほぼ同じ材料温度となるのに対し、重安処理では密封後30日以上過ぎても、低い材料温度で推移することが明らかになった。サイロ内のアンモニア濃度の経日的変化を図4、5に示した。

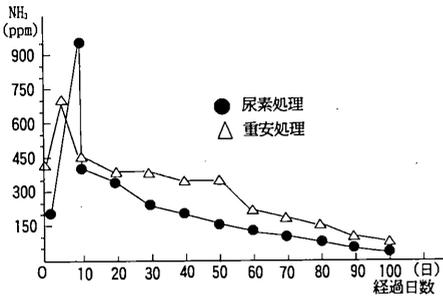


図4.サイロ中心部におけるアンモニア濃度の経時的変化 ①

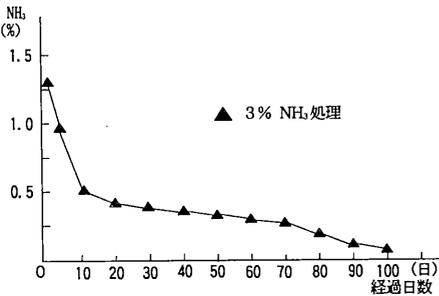


図5.サイロ中心部におけるアンモニア濃度の経時的変化 ②

アンモニアガス処理区では注入10日後までに3.0%から0.5%に急減したが、以後の低下割合は小さく注入60日後でも0.3~0.4%の濃度であった。尿素処理区、重安処理区では尿素処理区が5日目前後に最大に達して950ppm、重安処理区は3~4日目に最大値の700ppmとなり、以後低下して両処理区間の差はなく、処理後30日以後では若干、尿素処理区が高い傾向で推移した。尿素および重安処理のサイロ内アンモニア濃度はアンモニアガス処理区の1/10~1/20程度と予想された。表1に各種アンモニア処理剤による化学成分組成の変化をまとめた。粗蛋白質(CP)含量は無処理に比べて、各処理区ともに2~3倍に増加した。

成分で大きな変化があったのはOCC、Oa

表1. 小麦稈における各種アンモニア処理剤による化学成分組成の変化(乾物中%)

	CP	C-fiber	NFE	NDF	ADF	ADL	OCC	Oa	ob
無処理	3.4	38.1	47.7	73.7	47.1	7.9	15.9	7.6	67.7
NH <sub>3</sub> 処理	7.7	41.7	40.7	69.3	50.8	8.2	20.0	23.2	48.8
尿素処理	10.2	38.0	41.9	75.6	49.2	8.1	17.0	14.0	60.7
重安処理	6.6	39.1	44.2	73.7	49.2	8.0	18.5	12.6	60.3

無処理：サイレージ、各処理はいずれも、NH<sub>3</sub>で3%添加相当量、  
Oa：易分解繊維質分画、  
OCC：有機細胞内容物、Ob：難分解繊維質分画

の顕著な増加とObの著しい減少であった。特にアンモニアガス処理区で著しく、次いで尿素、重安処理の順となり、尿素と重安処理区間で差はなかった。表2.には開封後の各処理麦稈のpH値を示したが、無処理以外はいずれもpH 8.0~9.0とアルカリ性になっていた。一方、尿素処理区での末分解尿素量を測定したところ、開封時点でまだ約50%が未分解で残って

表2. 開封後における処理小麦稈のpH値の推移

	開封直後	3週間後	7週間後
無処理	5.00	5.00	5.00
NH <sub>3</sub> 処理*	8.97	8.26	8.35
尿素処理*	9.08	9.04	9.05
重安処理*	9.06	7.98	7.96

無処理：サイレージ、各処理はいずれもNH<sub>3</sub>で3%添加相当量  
\*開封後、1日間天日乾燥してから貯蔵した。  
なお、無処理麦稈は密封冷蔵した。

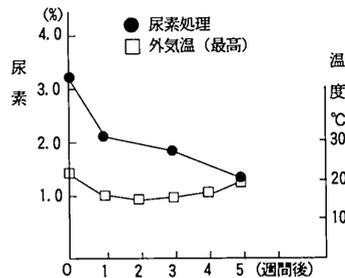


図6. 開封後における尿素処理の未分解尿素の推移

いたが、開封後は尿素の分解が進み、開封後25日目には残存尿素の1/3が分解され、5週間後には1/2がアンモニアに分解された(図6)。この

分解は外気温による影響は小さいと推測された。この結果は、表3の開封後の貯蔵麦稈堆積中のアンモニア濃度変化からも明らかで、尿素

表3. 開封後における処理小麦稈のNH<sub>3</sub>濃度変化

	開封直後→天日干し→貯蔵(乾燥直後)	貯蔵→貯蔵(3週間後)	貯蔵→貯蔵(7週間後)	貯蔵→貯蔵(9週間後)
NH <sub>3</sub> 処理	0.25% (0.2~0.3)	74ppm (50~100)	135ppm (120~150)	300ppm (150~440)
尿素処理	710ppm (580~830)	650ppm (400~900)	0.25% (0.2~0.25)	0.23% (0.1~0.31)
重安処理	0.15% (0.1~0.2)	400ppm (300~500)	60ppm (50~70)	75ppm (25~125)

各処理はいずれもNH<sub>3</sub>で3%添加相当量

処理麦稈では貯蔵期間が長くなるほどアンモニア濃度が高くなっており、残存尿素的の分解によるものと考えられた。このように、尿素処理の場合は、開封後もアンモニアの持続的な発生があり、カビ防止に有効であることも推察された。消化試験の結果を表4に示した。無処理と比較すると、各処理区とも粗脂肪と粗灰分を除いていずれの成分でも顕著に消化率の改善が認められた。

の2倍の53.58%と高い値となったが、これは前述したように、残存尿素的の存在によって見掛け上高い数値になったと考えられる。同様のことはDCP値でも認められた。TDN値で、無処理区42.2%と比較すると、3%アンモニアガス処理55.6%、1%のアンモニアガス処理区50.0%、尿素処理区48.7%、重安処理区46.9%であり、大概尿素と重安処理の栄養価は1%アンモニアガス処理区に相当すると考えられた。以上の結果から、北海道のように10月以降の外気温が大きく低下する地域でも、外気温がまだ高い8月に処理した場合は、尿素・重安を添加するだけの処理によっても、アンモニアガス処理の1/3前後の飼料価値改善が期待できると考えられた。

摘要

尿素処理、重安処理、アンモニア処理によって材料温度の変化は異なり、重安処理の材料品

表4. めん羊の消化試験による処理効果の比較

	成分消化率						DMD	TDN	DCP
	CP	C-Fat	NFE	ADF	NDF	C-Ash			
無処理(サイレージ)	- a	60.9	39.6 a	44.6 a	45.7 a	16.4	40.9 a	42.2 a	- a
尿素処理*	53.6 c	54.1	41.2 a	56.0 bc	58.5 c	25.2	50.0 bc	48.7 b	5.4 b
重安処理*	26.3 b	55.8	42.6 a	54.0 c	55.8 c	22.5	47.0 c	46.9 b	1.6 c
1%NH <sub>3</sub> 処理	34.8 b	62.0	42.2 ab	54.3 c	57.2 c	14.0	48.3 c	50.0 b	2.0 c
3%NH <sub>3</sub> 処理	25.8 b	64.0	49.3 b	61.5 b	64.8 b	15.5	55.1 c	55.6 c	2.0 c

\*各処理はいずれもNH<sub>3</sub>で3%添加相当量  
a, b, c, 異文字間で有意差有り (p<0.05)

n = 6

しかし、各成分消化率の改善ではアンモニアガス処理が最も大きく、尿素および重安処理の粗繊維、ADF、NDFの各繊維質成分の消化率の改善は小さく、アンモニアガス処理>尿素処理>重安処理となった。一方、尿素処理区のCP消化率はアンモニアガス処理、重安処理区

温は他の処理区より低い値で推移した。サイロ内アンモニア濃度は尿素および重安処理ともに処理後3~5日頃にピークに達し、700~1000ppmであった。小麦稈の飼料価値改善では、両処理区ともアンモニアガス処理の1/3前後であり、開封後のカビ防止という点では尿素処

理が他の処理法より勝れていた。

#### 参考文献

- 1) Van Soest, P. J. : Use of detergents in the analysis fibrous feeds, II. A rapid method for the determination of fiber and lignin. J. Assoc. Off. Anal. Chem., 46, 829-835. 1963.
- 2) Van Soest, P. J., and R. H. Wine : Use of detergents in the analysis of fibrous feeds, 4. Determination of plant cell wall constituents. J. Assoc. Off. Anal. Chem., 50, 50-55. 1967.
- 3) 阿部亮 : 炭水化物成分を中心とした飼料分析法とその飼料栄養価評価法への応用. 畜産試験場研究飼料No. 2. p16-30. 1988.

## セルラーゼ、乳酸菌及びクエン酸添加が 牧草サイレージの発酵品質と 消化率に及ぼす影響

板垣 亨哉、岡本 明治 (帯広畜産大学)

三浦 俊治、山下 征夫 (雪印種苗技研)

Effect of addition of cellulase and lactic acid bacteria and/or citric acid on fermentation quality and on digestion of grass silage by sheep

Michiya Itagaki and Meizi Okamoto (obihiro Univ.of Agric.)

Toshiharu Miura and Masao Yamashita

(Technical Reserch Institute of Snow Brand Seed Co.LTD.)

### 緒 言

サイレージへの添加剤は今世紀の初めから研究されていて、糖、蟻酸、尿素、乳酸菌製剤などの効果が発表されている。その中でも、近年、セルラーゼ添加の研究が多い。しかし、セルラーゼ添加による発酵品質の改善効果はみられるが、家畜の消化率を向上させるという報告はほとんど見あたらない。

一方、クエン酸は動物の栄養代謝において大切な働きをしているが、サイレージ添加剤としての研究はあまり見あたらない。

そこで本試験は、サイレージの発酵品質および家畜の消化率を向上させることを目的としてセルラーゼと乳酸菌にさらにクエン酸を添加してその効果を比較検討した。

### 材料及び方法

材料草は、帯広畜産大学付属農場の出穂期のオーチャードグラス主体混播牧草を1992年6月下旬に刈取った。セルラーゼ添加は高水分材料

に有効であるという報告<sup>1-3)</sup>より、本試験においても刈取り後ただちに細切し、添加剤を添加後、容積1.8 m<sup>3</sup>の実験用コンクリートヒューム管サイロに約40日間埋草した。各添加剤の添加処理は、無添加区(以下A区)、セルラーゼ+乳酸菌区(以下B区)、クエン酸+乳酸菌区(以下C区)、セルラーゼ+クエン酸+乳酸菌区(以下D区)とし、各添加割合は表1. に示した。

表1. 添加処理(原物%)

対 照 区: 無 添 加
セルラーゼ+乳酸菌区: セルラーゼ0.1%+乳酸菌0.1%
クエン酸+乳酸菌区: クエン酸0.025%+乳酸菌0.1%
セルラーゼ+クエン酸: セルラーゼ0.1%+クエン酸0.025% + 乳 酸 菌 区: +乳酸菌 0.1%

消化試験及び窒素出納試験は、平均体重41.2kgのサフォーク種去勢雄羊8頭を用い、消化試験用代謝ケージに入れて行った。10日間の飼育慣らし後、予備試験7日間、本試験5日間の12日間を1期とし、4×4ラテン方格法で実

施した。飼料給与量は、羊の体重当り乾物で約 1.5% に制限し、朝 8 時、夕方 6 時に半量ずつ 給与した。平均給与量は 3,275 g であった。水、鉱塩は自由摂取とした。

結果及び考察

供試サイレージの発酵品質を表 2. に示した。

表 2. 供試サイレージの発酵品質

	水分%	pH	原物%				%		
			乳酸	酢酸	酪酸	有機酸	VFA/総酸	NH <sub>3</sub> -N/T-N	—
無添加	81.6	4.00	1.61	0.34	tr.	tr.	20.7	5.7	
セルラーゼ+乳酸菌	81.0	3.97	1.81	0.44	tr.	tr.	20.1	5.4	
クエン酸+乳酸菌	81.3	3.97	1.96	0.40	tr.	tr.	22.0	5.9	
セルラーゼ+クエン酸+乳酸菌	81.0	3.96	2.12	0.35	tr.	tr.	19.1	5.7	
有意差検定	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	

NS : 有意差なし

全処理区ともに水分含量は約 81% と、高水分サイレージに仕上がった。乳酸含量は、A 区と比べて各処理区が若干高い傾向を示し、特に D 区は A 区と比べて 0.5% 高かった。これは、添加したセルラーゼが材料草中の構造化炭水化物を単小糖類に加水分解し、それを乳酸菌が利用した結果であろうと考えられる。総酸中に占める VFA の割合は、A 区と比べて C 区が高く、D 区に低い傾向がみられた。全処理区とも、pH は約 4.0 と低く、酪酸、プロピオン酸はほとんど検出されず、全窒素中の NH<sub>3</sub>-N の割合も約 6% と低く、良好な発酵品質であった。一般に、サイレージの水分含量が 75% 以上になると、酪酸発酵が進み、蛋白質の分解も多くなり、品質が低下する傾向にあるが、材料草中の糖含量が原物中 2% 以上あると、環境温度に関係なく、活発な乳酸発酵によって多量の乳酸が生成され、品質が改善されるといわれている<sup>4-5)</sup>。

本試験においても、材料草中の WSC 含量が原物中 2.1% あり、さらに、密封が完全に行われたために、高水分にもかかわらず良質のサイレージが調整されたと考えられる。その結果、各処理間には明確な差異は認められなかった。

供試サイレージの組成を表 3. に示した。

表 3. 供試サイレージの組成

	乾物 %	有機物		ADF	NDF	ヘミセルロース
		粗蛋白質	粗蛋白質			
無添加	18.4	91.5	16.0	40.5	51.0	10.5
セルラーゼ+乳酸菌	±0.25	±0.50	±0.44	±0.33	±0.37	±0.37
クエン酸+乳酸菌	18.5	91.3	16.0	39.4	50.1	10.6
セルラーゼ+クエン酸+乳酸菌	±0.21	±0.43	±0.27	±0.80	±1.66	±0.72
有意差検定	NS	NS	NS	NS	NS	NS

平均値 ± 標準偏差 NS : 有意差なし

有機物、粗蛋白質含量にほとんど差は認められなかった。ADF、NDF 含量は、対照の A 区と比較して、C 区はほぼ同様の値を示したが、B 区及び D 区では約 1% の減少がみられた。これは、添加したセルラーゼが、材料草中の細胞膜の主成分である繊維質のセルロースを分解したためであると考えられた。

供試サイレージの消化率及び TDN を表 4. に示した。

表 4. 供試サイレージの消化率及び TDN %

	乾物 %	粗蛋白質		ADF	NDF	ヘミセルロース	TDN %
		粗蛋白質	粗蛋白質				
無添加	64.7	66.8	68.7	65.8	63.9	56.6	66.2
セルラーゼ+乳酸菌	±2.45	±2.15	±2.73	±2.29	±2.33	±3.42	±1.79
クエン酸+乳酸菌	64.7	66.4	70.5	64.3	62.8	56.9	66.3
セルラーゼ+クエン酸+乳酸菌	±2.61	±2.51	±2.40	±2.99	±3.18	±4.32	±2.28
有意差検定	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

平均値 ± 標準偏差 NS : 有意差なし

対照のA区と比べてB区の消化率にほとんど差は認められなかったが、これは、発酵過程においてセルラーゼによる分解が進み、易消化性繊維の減少が原因と考えられる。また、C区は有機物及びヘミセルロースを除く他の組成において、消化率が低くなる傾向がみられた。一方、D区は、A区に比べて全ての組成において高くなる傾向がみられ、特に、有機物で3.7%、ヘミセルロースで5.4%高い値を示した。これにともないTDN含量は、A区とB区に差は認められなかったが、C区は全体的に低く、D区は高い傾向にあったが、統計的な差は認められなかった。

窒素出納を表5. に示した。

表5. 窒素出納

	摂取量 蓄積量		糞中 / 尿中		蓄積
	g/日		摂取	摂取 %	摂取
無 添 加	14.7 ±1.29	3.3 ±0.65	33.1 ±2.17	44.7 ±4.67	22.2 ±4.29
セルラーゼ+乳酸菌	14.3 ±1.29	3.6 ±0.87	32.6 ±2.93	42.5 ±5.87	24.9 ±6.17
クエン酸+乳酸菌	13.7 ±1.73	2.7 ±0.63	34.9 ±4.31	45.7 ±5.26	19.4 ±3.00
セルラーゼ+クエン酸+乳酸菌	14.0 ±1.90	3.3 ±1.81	31.0 ±3.80	46.1 ±8.93	22.9 ±11.88
有意差検定	NS	NS	NS	NS	NS

平均値±標準偏差 NS:有意差なし

摂取Nは各処理区ともほぼ等しい量であった。蓄積量は、対照のA区と比べてC区が低くなり、B区が高くなる傾向を示したが、統計的な差は認められなかった。また、摂取N量に対する糞中、尿中の割合はA区と比べてB、D区で低く、C区で高くなる傾向を示し、また、蓄積量の割合はB、D区で高く、C区で低くなる傾向を示したが、統計的な差は認められなかった。

摘 要

本試験は、サイレージへのセルラーゼ、乳酸

菌及びクエン酸の添加が、発酵品質および家畜の消化性にどの様な影響を及ぼすか検討し、以下の結果を得た。

1. 供試サイレージの発酵品質は、無添加、添加ともに良質で差はほとんど見られず、添加剤による効果はほとんど認められなかった。
2. 消化率は、クエン酸と乳酸菌添加で低く、セルラーゼとクエン酸及び乳酸菌の混合添加で高くなる傾向がみられたが、有意差は認められなかった。
3. 窒素出納は、クエン酸添加により蓄積率が低下し、セルラーゼ添加により向上する傾向がみられた。

引用文献

- 1) Henderson A. R. and McDonald P. (1977) The effect of cellulase preparations on the chemical changes during the ensilage of grass in laboratory silos. Journal of the Science of Food and Agriculture, 28, 486-490.
- 2) Jacobs J. L., Cook J. E. and McAllan A. B. (1991) Enzymes as silage additives 2. The effect of grass dry matter content on silage quality and performance in sheep. Grass and Forage Science, 46, 191-199.
- 3) van Vuuren A. M., Bergsma K. M., KrolKramer F. and van Beers J. A. C. (1989) Effects of addition of cell wall degrading enzymes on the chemical composition and the in

sacco degradation of grass silage.  
Grass and Forage Science, 44, 223-230.

4) 安宅一夫 (1986) サイレージバイブル (高野信雄・安宅一夫編). 酪農学園出版部. 北海道. pp. 45-51.

5) 名久井忠 (1986) サイレージバイブル (高野信雄・安宅一夫編). 酪農学園出版部. 北海道. pp. 53-64.

## 牧草サイレージ・乾草の結合蛋白質に及ぼす要因の解析と実態調査

野中 和久・篠田 満\*・名久井 忠・須田 孝雄\*\*・青谷 宏昭\*\*  
(北農試、\*東北農試、\*\*十勝農協連)

Analysis and research on the actual condition of factorson  
bound - proteins of silage and hay.

NONAKA Kazuhisa, Mituru SHINODA\*, Tadashi NAKUI, Takao SUDA\*\* and  
Hiroaki AOTANI\* (Hokkaido Natl. Agric. Exp. Stn., Memuro, 080 Japan)  
(\* Tohoku Natl. Agric. Exp. Stn., Morioka, 020 Japan)  
(\*\* Tokachi Fed. of Agric. Co - op., Obihiro, 080 Japan)

### 緒 言

十勝地域は、1 番草を収穫・調製する時期に天候が不順であるため、圃場において、刈取った牧草の予乾を充分に行うことができにくい地域とされている。それにもかかわらず、自給飼料の中で特に乾草を重要視する傾向が大きなことも事実であり、「せめてあと1日予乾できたら良い乾草になったのに、雨が降ってきたので、しかたなくロールベールサイレージに切り替えて調製した」という農家もいまだ多数存在している。また、逆に、サイレージを調製する場合に、予乾をし過ぎて水分を著しく低下させてしまった農家も少なくない。そのため、水分が30~40%台というサイレージの低水分化が多々みられ、ヒートダメージによる結合蛋白質割合の増加が懸念されている。そこで本試験では、現在調製されているロールベールサイレージ及び乾草の実態を把握し、今後のロールベール利用の方向を検討する目的で、特にヒートダメージの発生したサイレージ・乾草に重点をお

き、結合蛋白質に関する調査を行った。

### 材料及び方法

十勝地域の酪農家で、平成2年に調製された1 番刈サイレージ及び乾草（主にロールベール）サンプルを採取するとともに、それらサンプルの発熱の有無や刈取り月日等を聞き取り調査した。刈取り月日は調査後に、1990年5月8日を1日目とする日数換算を行い、計算に用いた。また、貯蔵中の発熱の有無は、農家が「異常な発熱」を認めたものを、「発熱したもの」として採用した。採取したサンプルは、70℃で一昼夜通風乾燥した後、0.5m/mのウィリー粉砕機で粉砕し分析に供した。

粗蛋白質（CP）は常法で、結合蛋白質（BP）は酸性デタージェント不溶性蛋白質としてそれぞれ定量した。

### 結果及び考察

#### 1. 採取サンプルの概略

採取したサンプルは6月下旬までに刈取ったものが全体の77%と多く、十勝全域の主要牧草であるチモシーの出穂初め～出穂期の時期に牧草の収穫を行う農家が多くみられた。しかしながら、刈遅れの7月中・下旬のサンプルも13%程度含まれており、これらの過半数は貯蔵中の発熱がみられた。

採取したサイレージ及び乾草サンプル合計100点を、貯蔵中の発熱の有無で分類すると、「発熱したもの(発熱区)」は25点、「正常なもの(正常区)」は75点であった。CP含量の平均値は発熱区では11.3%、正常区では9.7%であった。粗蛋白質中に占める結合蛋白質の割合(BP/CP比)は総じて発熱区が正常区より高く、平均値はそれぞれ11.5%、10.7%であった。また、正常区では全サンプルが20%未満のほぼ適正な範囲であったのに対し、発熱区では約1割のサンプルでBP/CP比が20%以上あり、最大値も32%と異常な高さを示したことから、貯蔵中に発熱した粗飼料はやはり結合蛋白質割合が高くなる傾向にあることが示唆された。採取したサンプル100点のCP含量と刈取り月日の間には、 $CP \text{ 含量} = 15.71 - 0.12 \times \text{刈取り月日}$ という関係が認められた。また、BP/CP比はCP含量とは逆に、生育が進むに連れ増加する傾向にあり、本サンプルでは $BP/CP \text{ 比} = 2.42 + 0.18 \times \text{刈取り月日}$ という正の相関を示した。

## 2. サイレージについて

今回採取したサイレージは46点あり、その内訳は、発熱区が15点、正常区が31点であった。発熱区と正常区の間には水分含量・CP含量・BP/CP比でほとんど差がみられず、それらの平均値は、それぞれ50%と54%、13%と

12%、9%と9%というほぼ同等の値であった。発熱区のBP/CP比の最大値も22%とヒートダメージを受けたサイレージにしては低めの値であった。また、発熱区は15点中11点(73.3%)がロールベール、4点(26.7%)が細切でり、正常区は31点中27点(87.1%)がロールベール、4点(12.9%)が細切であったが、これら貯蔵形態の違いがBP/CP比に及ぼす影響もみられなかった。サイレージや乾草は、水分含量が30~40%の範囲で発熱しやすいとされているか今回採集したサイレージのサンプルはそのほとんどが40%以上の水分であったため貯蔵中の発熱が起こりにくく、また発熱が仮に起こっても極端な温度上昇がみられなかったことから、BP/CP比の増加が抑えられたものと推察された。しかしながら、サイレージのBP/CP比と刈取り月日の間には $BP/CP \text{ 比} = 3.63 + 0.14 \times \text{刈取り月日}$ という正の相関がみられ、刈取り期間が1日遅れば粗蛋白質中の結合蛋白質が0.14%増加することが示唆された。これらのことから、サイレージを調製する場合には、十勝地域では、遅くとも主要牧草であるチモシーの穂ばらみ期～出穂始めを中心に収穫を行い、水分は50~60%の範囲で調製すれば牧草中蛋白質の損失は低く抑えることができるものと考えられた。

## 3. 乾草について

本調査で得られた乾草は54点あり、発熱区が10点(18.5%)、正常区が44点(81.5%)の割合であった。また、発熱区の9割がロールベール乾草であった。発熱区と正常区を比較すると(表1)、水分とBP/CP比が発熱区で高かったが、CP含量は両区に違いがみられなかった。

表 1. 乾草サンプルの水分、  
C P 含量および B P / C P

	水分含量 (%)	C P 含量 (%DM)	B P / C P 比
発熱区 (n=10)			
平均値	17.3	9.0	14.9
最大値	27.9	10.9	31.7
最小値	11.8	6.0	7.0
正常区 (n=44)			
平均値	12.4	8.4	11.7
最大値	18.2	14.7	19.1
最小値	8.6	5.8	3.3

水分は、両区間に平均約 5% の差がみられた。乾草はサイレージと異なり低い水分域で調製することから、平均値で 5% の違いは大きな差といえよう。水分 20~30% 台の乾草は正常区にはみられないが、発熱区は全体の 4 割も存在することから、水分の高さが発熱の一因となったものと考えられる。B P / C P 比は平均値で約 3% の差があり、また発熱区の最大値が 31.7% と高かったことから、乾草中の B P / C P 比の増加は貯蔵中の発熱と密接な関わりのあることが示唆された。図 1 に B P / C P 比と刈取り月日の関係を示した。乾草もサイレージと同様に、刈取り時期が遅くなればなるほど B P /

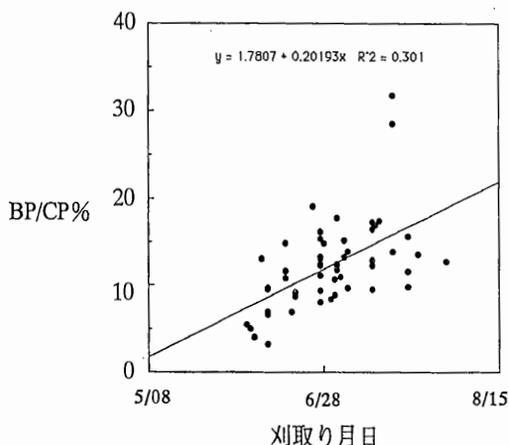


図 1. 乾燥 B P / C P 比と刈取り月日の関係 (n = 54)

C P 比が増加する傾向にあり、本サンプルで

は、 $B P / C P 比 = 1.78 + 0.20 \times \text{刈取り月日}$  という関係が得られた。これは刈取り日が 1 日延びることによって B P / C P 比が 0.2% 増加することを示しており、サイレージにおける、1 日当たり 0.14% の増加に比べ、家畜の利用可能な蛋白質の損失が大きなものといえる。

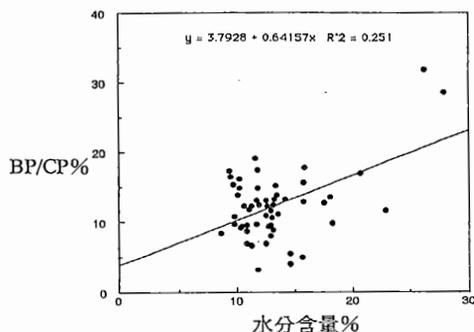


図 2. 乾草の B P / C P 比と水分の関係 (n = 54)

図 2 に B P / C P 比と乾草の水分含量の関係を示した。前述のごとく、乾草は低い水分域で調製するため、数% の水分の差が貯蔵中のカビの発生や、発熱深くに関わってくる。本調査では  $B P / C P 比 = 3.79 + 0.64 \times \text{水分含量}$  という関係が成り立っており、これは乾草の水分が 1% 増加するごとに C P の 0.64% が結合蛋白に変質することを意味している。

乾草は、天候の変化等で予乾を 1 日早く切り上げると、それだけ、危険水分域である 30~40% 台かそれに近い水分含量での梱包になってしまう。水分が 10% 下がらなかつただけで、乾草中 C P 全体の 1 割近くを無駄にしてしまう傾向にあることから、乾草の水分調整には細心の注意が必要になろうかと思われる。

1 番草の収穫時期に不順な天候となる十勝地域での乾草調製は、水分・刈取り時期という点からみるとまさに「運を天にまかせる」状況にあるといえる。さらに乾草はサイレージと比較

して、圃場での予乾時間が長く、(本調査では乾草が平均3.6日、サイレージが1.4日)、また、テッディングの回数も多くなるため葉部脱落が激しく、CP含量が低くなる(乾草平均約9%、サイレージ平均約12~13%)。

「良質な蛋白源」と位置づけて牧草を考えるならば、これらのリスクを背負ってまで乾草を調製するメリットはなく、むしろ十勝地域の気象にマッチした良質牧草サイレージ調製こそが重要であろう。

## 十勝地域におけるビタミン剤・バッファー等の利用実態

野中 和久・篠田 満\*・名久井 忠・須田 孝雄\*\*・青谷 宏昭\*\*  
(北農試、\*東北農試、\*\*十勝農協連)

Research on utilization of vitamin and buffers in Tokachi region.  
NONAKA Kazuhisa, Mituru SHINODA, Tadashi NAKUI, Takao SUDA\*\* and  
Hiroaki AOTANI\*\* (Hokkaido Natl. Agric. Exp. Stn., Memuro, 080 Japan)  
(\*Tohoku Natl. Agric. Exp. Stn., Morioka, 020 Japan)  
(\*\*Tokachi Fed. of Agric. Co-op., Obihiro, 080 Japan)

### 緒 言

近年、十勝では乳牛の多頭化が進み、平成3年度には飼養頭数20万頭を突破した。また、年間乳量9,000kgを超える高泌乳牛群飼養農家が13%に達し、中でも、1万kg牛群農家が36戸と北海道全体の約4割を占めるに至った。

このような多頭化、高泌乳化にともない、濃厚飼料の多給や家畜のストレス等が種々の繁殖障害や代謝障害を引き起こし、乳房炎や胎盤停滞、発情異常、神経症といった疾病の発症が増加傾向にある。そのため、これらを栄養面から改善し、牛の健康を維持していくため各種ビタミン剤・バッファー等の必要性が再認識されている。そこで、十勝の高泌乳牛飼養農家が使用しているビタミン剤・バッファー等について、購入量や使用形態の調査を行った。

### 材料及び方法

十勝管内の酪農家121戸に調査用紙を配布し、記入された物を回収した。調査対象は、経

産牛1頭当たりの年間乳量が乳検成績で約7,000kgを上回る農家であり、調査用紙は1989年2月1日に配布、3月15日に回収した。

### 結果及び考察

#### 1. 調査農家の経営概況

飼養総頭数は最大265頭、最小39頭で平均は80頭と十勝平均をかなり上回っており、その約半数に当たる41頭が経産牛であった。牛群平均乳量と1戸当たりの年間出荷乳量の平均は8,404kg、304tで、この年十勝平均をそれぞれ約2,000kg、100tも上回っていた。また、牛群平均乳量は8,000kg台が最も多く、次いで7,000kg台、9,000kg以上の順であった。年間出荷乳量は200~300t台が多く、500t以上の農家も3件あった(十勝全体では33件)。

#### 2. 購入の実態

調査農家のほとんど(121戸中97戸)がビタミン剤・バッファー等を購入しており、その平

均購入金額は、約20万円であった。中でも40万円以上購入している農家が全体の13%みられた。牛群平均乳量規模別の購入金額(図1)は、乳量が9,000kg台の農家までは20万円前後

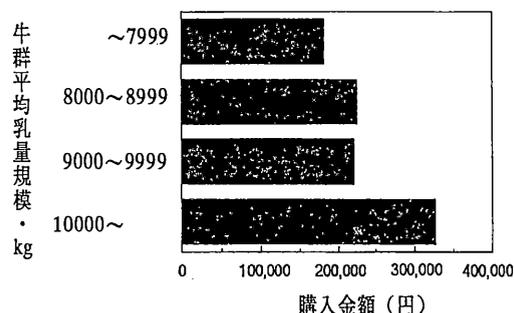


図1. 牛群平均乳量規模別購入金額

であったものが、10,000kg台を超えると30万円以上に急増した。高泌乳牛、特に10,000kgを超える乳牛は高エネルギー飼料の多給等で繁殖障害や泌乳器の疾病の起こる可能性が高い傾向にあることから、ビタミン剤・バッファー等の投与が増えるものと考えられる。購入しているビタミン剤、バッファー等の種類は、そのほとんどがビタミン剤であり、特にAD<sub>3</sub>E剤が全体の約7割と圧倒的に多く占めていた。

### 3. ビタミン剤・バッファー等の使用状況

使用時期は乾乳期から最高泌乳期に近づく時期を中心とするAグループ(全体の72%)、通年給与しているBグループ(24%)、そして乳房炎の様な疾病発症時に投与するCグループ(3%)の3群に大別できた。ビタミンAは、特に乾乳期の牛及び高エネルギー飼料を給与している高泌乳牛で、肝臓での貯蔵量が少ないために欠乏症状を起こしやすいという報告がある。また、ビタミンEの欠乏は胎盤、停滞の原因の一つと考えられていることや、乾乳期のビタミンEの連続投与で分娩後の乳房炎が減少し

たという報告があることからビタミンEと分娩時の疾病には関係があるといわれている。そのため、Aグループの時期、飼料で賄いきれないビタミンは、ビタミン剤の形で補うことも必要であろうと思われる。Bグループは給与時期が長く、給与量もほぼ一定であった。牛の要求量は分娩前後をピークに段階的に減少するため、泌乳後期においては過剰に給与していることが考えられる。

そのため、この時期のビタミン剤・バッファー等の給与の必要性はCグループに関しては、体細胞数増加対策としてビタミンAの大量投与(2,000万単位)が有効である等の報告がある一方、過剰投与による中毒症状発症の危険性も指摘されていることから、他の薬剤との併用も合わせた今後の検討が必要であろうと考えられる。現時点では、疾病対策としてのビタミン剤・バッファー等の使用は、治療を目的とするよりも、予防に重点を置く方がより効果的であるものと考えられる。

### 4. ビタミン剤・バッファー等の使用した結果

ビタミン剤やバッファー等の使用で改善効果を感じている農家93%と多く、そのためか、86%の農家で「使用する」と答えており、「やめる」農家は1戸だけであった。改善効果の中では、疾病治療効果(75%)や泌乳に関する効果(11%)が多かったが、それは反面、飼料中のビタミン等が不足気味という事実を裏付けていることにも受け取れる。

そのため、ビタミン剤・バッファー等の大量給与を考える前に、自給飼料の品質を更に向上させることが必要であろう。

前述の様に、サイレージ通年給与の普及にともない、舎飼いため、飼料中のビタミン含量の

みで牛の要求量を満たすことが難しい条件下では、疾病予防や繁殖性の向上、乳質の改善にビタミン剤やバッファー等の必要となる場面が多くなることはいなめない。そのため、利用に際しては、市販されている各種の製剤を正しく把握・吟味し目的に沿った物を選択するとともに、タイムリーな使い方をしていくことが必要と思われる。しかしながら、濃厚飼料多給による疾病が多発している現在、最も大切なことは、これら市販の製剤に依存する前に、良質な高栄養自給粗飼料を大量に調製し、いかに食べ込ませるかにあるといえるのではないだろうか。

## 飼料の成分含量とめん羊の消化率

西埜 進・森田 茂・小林 謙二 (酪農大)

Relationship between chemical composition and digestibility of diets by sheep

Susumu NISHINO, Sigeru MORITA and Kenji KOBAYASHI

(Rakuno Gakuen Univ. Ebetsu, 069 Japan)

### 緒 言

前報<sup>2)</sup>で、低品質乾草(イネ科)と高品質乾草(アルファルファ)を組合せると、高品質乾草の割合増加で低品質乾草の酸性デタージェント繊維消化率が約9%高くなった(試験1)。しかし、飼料の成分含量の範囲が狭く、用量-反応曲線(成分含量-消化率)を明らかにできなかった。従来の報告では、粗蛋白質消化率はその含量とともに曲線的な増加をしている<sup>1)・3)</sup>が、繊維成分の消化率と成分含量の関係が必ずしも明確ではない。

したがって、本報では基礎飼料にイネ科乾草、共存飼料にトウモロコシ(試験2)および大豆粕(試験4)を用いて、共存飼料による成分含量と粗蛋白質、中性デタージェント繊維および酸性デタージェント繊維の消化率、ならびに成分可消化量との関係を回帰分析で検討を行った。

### 材料および方法

供試動物は去勢めん羊(サフォーク雑種)4頭で、下記の飼料を延28頭に制限給与(自由採食量の約80%)した。

試験飼料は、基礎飼料に低品質のイネ科乾草(長さ約2cm)、共存飼料にはトウモロコシ(試験2)および大豆粕(試験4)を用いた。飼料給与は、試験2の飼料区1がイネ科乾草単一給与に対し(単用時)、飼料区2はイネ科乾草とトウモロコシ(二種混合)の給与割合が80:20、飼料区3が60:40、飼料区4が40:60の混合給与であった。試験4では、飼料区5がイネ科乾草と大豆粕の給与割合を80:20、飼料区6が60:40、飼料区7を40:60(併用時)の混合給与とした(表1)。

消化試験は、去勢めん羊を代謝檻に入れて、飼料の飼い慣らし後に各飼料区の試験期間を10日間(予備期7日間、本期3日間)として、連続7回行った。この場合、本期3日間の全糞を採取秤量した。消化率は、乾物、粗蛋白質、中

性デタージェント繊維および酸性デタージェント繊維について測定した。

表 1. 飼料の給与日量

飼料区	給与日量	給与割合			
		イネ科乾草	トウモロコシ	大豆粕	
	原物 g	%			
試験 2	1	1600	100	0	-
	2	1600	80	20	-
	3	1600	60	40	-
	4	1600	40	60	-
	5	1600	80	-	20
試験 4	6	1600	60	-	40
	7	1600	40	-	60

単用時：飼料区 1 併用時：飼料区 2, 3, 4, 5, 6, 7  
トウモロコシ：二種混合

その他は大体常法に従って実施した。

結果および考察

各飼料区における成分含量を表 2 に示した。試験 2 と試験 4 における併用時の粗蛋白質含量

表 2. 飼料の成分含量

飼料	乾物 %	粗蛋白質 %	乾物中 %			デンプン
			NDF	ADF	デンプン	
試験 2	1	86.8	6.7	73.9	46.4	微
	2	86.8	7.3	61.5	37.8	4.7
	3	86.7	7.8	50.2	30.0	9.0
	4	86.7	8.4	38.7	22.0	13.4
	5	86.9	15.4	61.6	38.6	0.1
試験 4	6	86.9	23.9	49.5	31.0	0.2
	7	87.0	32.5	37.4	23.4	0.3

およびデンプン含量は、共存飼料（試験 2：トウモロコシ、試験 4：大豆粕）の増加で高くなるが、中性デタージェント繊維含量および酸性デタージェント繊維含量は低くなった。また、試験 4 の粗蛋白質含量は試験 2 のそれより非常に高く、さらにデンプン含量が極めて低かった。

各飼料区の実測消化率を表 3 に示した。試験 2 における併用時の消化率は、飼料区 2 の乾物が約 16%、粗蛋白質が約 25% ほど単用時より高

表 3. 乾物摂取量および実測消化率

飼料区	乾物摂取量		実測消化率				
	日量	体重比	乾物	粗蛋白質	NDF	ADF	
	kg	%	%				
試験 2	1	1.24	2.3	49.4	41.5	51.2	42.8
	2	1.31	2.3	57.2	51.7	48.1	41.5
	3	1.37	2.3	65.8	54.4	51.9	48.8
	4	1.39	2.4	69.4	60.3	48.6	42.2
試験 4	5	1.37	2.5	59.9	76.9	53.9	47.5
	6	1.39	2.5	68.3	84.3	56.6	53.4
	7	1.39	2.6	74.0	87.8	57.2	54.0

く、飼料区 3 および飼料区 4 も同様に高かった。しかし、中性デタージェント繊維消化率および酸性デタージェント繊維消化率には特定の傾向がなかった。一方、飼料区 5 における粗蛋白質、中性デタージェント繊維および酸性デタージェント繊維の消化率は、85、5、11% ほど単用時より高く、飼料区 6 および飼料区 7 も同じように高くなった。この場合、乾物中の粗蛋白質含量 (X c p) が高くなれば (粗蛋白質含量約 6.7~32.5%)、その実測消化率は曲線的に増加し、粗蛋白質消化率が  $14.72 + 5.39X - 0.10X^2$  (重相関 0.97) で精度の高い推定が可能であった (図 1)。

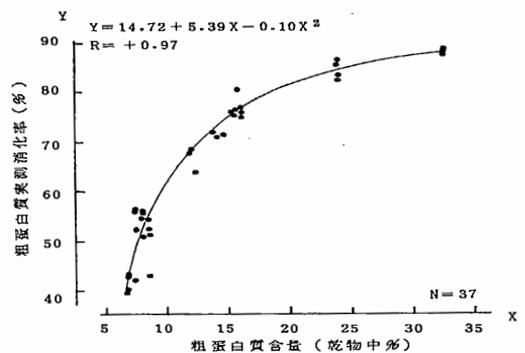


図 1. 粗蛋白質量と粗蛋白質消化率の関係

しかし、中性デタージェント繊維含量ならびに酸性デタージェント繊維含量とその実測消化率の間に密接で明らかな傾向がみられなかった。そこで、上記の成分摂取量 (X) と成分可消化

量 (Y) の因果関係について検討した (図 2. 3. 4)。

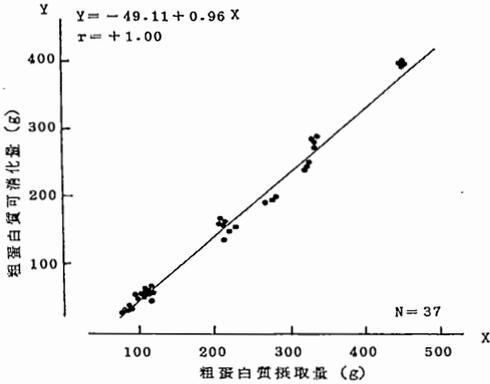


図 2. 粗蛋白質摂取量と粗蛋白質可消化量の関係

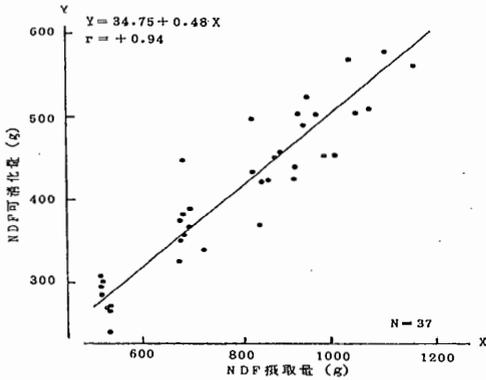


図 3. NDF 摂取量と NDF 可消化量の関係

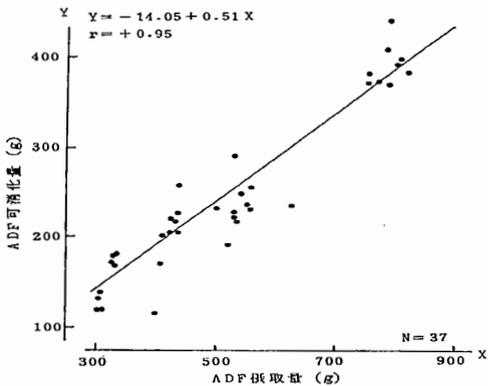


図 4. NDF 摂取量と ADF 可消化量の関係

粗蛋白質可消化量は、粗蛋白質摂取量に伴って直線的に増加し、 $-49.11 + 0.96 X_{CP}$  (相関 1.

00) で正確に推定ができる。また、中性デタージェント繊維が  $34.75 + 0.48 + N_{DF}$  (相関 0.94)、酸性デタージェント繊維のそれは  $-14.05 + 0.52 X_{ADF}$  (相関 0.95) であった。したがって、併用時における成分可消化量の補正

表 4. 補正式

		(併用時)		
		回帰定数	回帰係数	相関関係
試験 2	乾物	-1353.9	1.64	0.82
	粗蛋白質	-2.2	0.54	0.70
	NDF	5.7	0.49	0.92
	ADF	6.6	0.43	0.85
試験 4	乾物	-4872.7	4.20	0.62
	粗蛋白質	-36.1	0.95	1.00
	NDF	50.3	0.48	0.92
	ADF	61.5	0.37	0.81

目的変数：成分可消化量、説明変数：成分摂取量

式 (表 4) を用いて、各飼料区の補正消化率を算出した (表 5)。

表 5. 成分摂取割合および補正消化率

飼料区	摂取割合				補正消化率			
	乾物	粗蛋白質	NDF	ADF	乾物	粗蛋白質	NDF	ADF
	%				%			
試験 2	2	21	28	5	361.0	51.8	49.7	44.3
	3	40	49	1	865.4	52.0	49.8	44.6
	4	60	68	224	1666.2	52.1	50.1	45.2
試験 4	5	20	65	4	463.7	77.4	54.3	48.3
	6	40	83	11	1068.9	83.6	55.6	41.0
	7	60	92	21	2169.5	86.5	58.0	55.6

摂取割合：試験 2 トウモロコシ、試験 4 大豆粕

試験 2 における補正消化率は、粗蛋白質、中性デタージェント繊維および酸性デタージェント繊維がほとんど変化しないが、試験 4 の粗蛋白質、中性デタージェント繊維および酸性デタージェント繊維の補正消化率が粗蛋白質含量の増加および繊維成分含量の減少に伴って高くなった。

以上のことから、低品質乾草に対するトウモロコシ (試験 2) あるいは大豆粕 (試験 4) の

摂取割合（乾物）約20～40%が、乾草の有効利用から望ましいと考えられた。

## 要 約

本報は基礎飼料にイネ科乾草、共存飼料にトウモロコシ（試験2）および大豆粕（試験4）を用いて、飼料の成分含量と消化率の関係を検討した。粗蛋白質の消化率は粗蛋白質含量の増加で曲線的に高くなるが、中性デタージェント繊維と酸性デタージェント繊維の消化率は含量と関係がなかった。しかし、上記の成分摂取量と成分可消化量には直接的な関係が認められた。併用時の補正消化率は、試験2の粗蛋白質、中性デタージェント繊維および酸性デタージェント繊維で変化はなかったが、試験4ではいずれも高くなった。

# ナトリウム (Na) とカリウム (K) の土壌水質化学\*

篠原 功 (酪農学園大学)

Soil - Water geochemical quality of sodium and Potassium

Isao SHINOHARA

〔はじめに、生物は何処からどうしてやって来たか〕

生物は今から35億年ほど前に海で誕生し、23億年ほど前には、それまでの大気中および海水中の多量に存在した二酸化炭素を藻類の旺盛な光合成作用で有機物と酸素に変え、4億年ほど前には植物の上陸進化があり、つづいて動物の上陸進化があったと考えられないだろうか。ではなぜ、生物は上陸できたか。それは、光合成による化学エネルギーの獲得と大気中酸素濃度の増大とそして土壌からの栄養無機元素の供給も一つの大きな要因であろうが、そこには土壌の性格とイオン性格がおおいに関与していると考えられる。そこで、ここでは生物の細胞中に、植物と動物いずれも $K^{+2}$ が $Na^{+}$ より多く含まれ、しかし、動物の細胞外液には $K^{+}$ よりも $Na^{+}$ が多く含まれている(表1参照)ことを出発点として現在の環境、とくに土壌と水質の関連のなかに、それについて考える糸口を探してみたい。

表1. 体液、海水、植物のNaおよびK濃度比較

	血漿	組織間液	細胞内液	海水	植物(乾物)
	mg L <sup>-1</sup>				mg kg <sup>-1</sup>
Na	3266(3105~3381)	3174	230~851	10500	222~5550
K	195(136~214)	195	4290~6045	380	16600~49800

〔土壌の交換態および水溶態の $Na^{+}$ と $K^{+}$ の含量比〕

北海道の多くの土壌サンプルを分析してきた著者の経験から、現在の表層土壌に含まれる $Na^{+}$ と $K^{+}$ のうち交換態(1規定の酢酸アンモニウム溶液・pH7.0抽出)の $Na^{+}$ と $K^{+}$ の比は一部の例外を除き $Na^{+} < K^{+}$ である。しかし、これが水溶態(脱塩水抽出)のその比は $Na^{+} > K^{+}$ である。(図1参照)

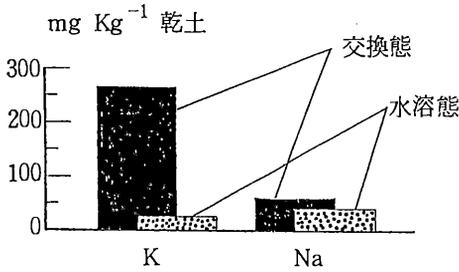


図1. 北海道滝上町酪農家飼料畑・草地土壤のKとNaの形態別含量(平均値)

〔河川湖沼水および海水のNa<sup>+</sup>とK<sup>+</sup>の含量比〕

北海道の河川湖沼源流域の水Na<sup>+</sup>とK<sup>+</sup>の比は、サンプル216点の分析結果からみて極一部の特殊水を除きやはりNa<sup>+</sup>>K<sup>+</sup>であり、海水のそれもNa<sup>+</sup>>K<sup>+</sup>である。それは動物が海から来たとの考えと符合する。(表1および図2参照)

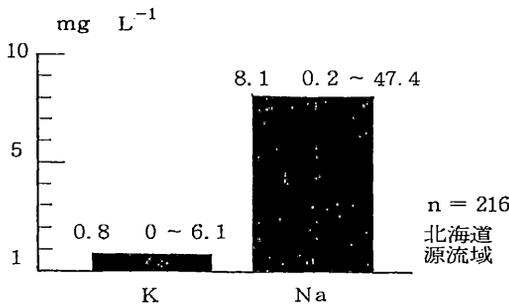


図2. 河川湖沼源流域の水のKとNaの含量

〔小さな経験・試堀跡の水溜り〕

約10年ほど前のペドロジストの集まりで、洪積性重粘土台地における疑似グライ土壤の観察セミナーに備えて北海道の野幌原始林を試掘した。その後、断面観察が随時できるようにとの配慮から簡単な柵と見出しを付けて放置していた。それからしばらくの間、著者らは酪農を取り巻く環境問題との関連から「環境の質の指標」として河川湖沼の水質に注目するようにな

っていた。そして、さきの試堀から数年を経た秋、試堀の断面土壤とその溜まり水を採取分析した。その結果、試堀時には表層の土壤中交換態のNa<sup>+</sup>とK<sup>+</sup>の比はNa<sup>+</sup><K<sup>+</sup>であったが、それが深層へ下がるに伴って逆転Na<sup>+</sup>>K<sup>+</sup>となっていた。それが数年後には、表層では大きな変かを認めないものの、深層の溜まり水と接する土壤でNa<sup>+</sup><K<sup>+</sup>へ逆転していた(図3参照)。そして、この要因は、土壤が陽イオン交換体であること、試堀周辺の樹木によって土壤からポンプアップされたK<sup>+</sup>は落葉として表層土壤に長年に亘って供給されていたこと、後にはそれが試堀の水溜りへ供給されたことで、Na<sup>+</sup>とK<sup>+</sup>はイオン化傾向(電気化学列)にしたがって交換されたものと考察された。

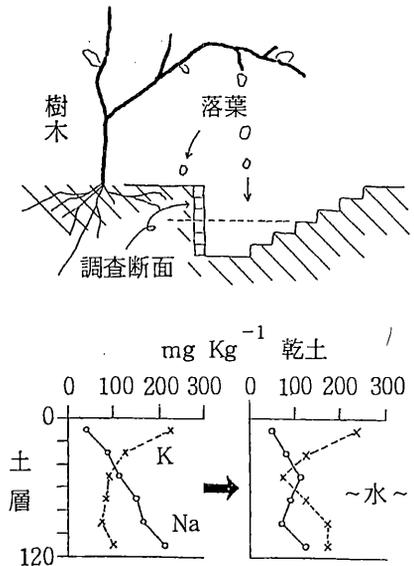


図3. 試堀跡の水溜り、土壤と水のKおよびNa含量

〔思い出の溜池灌漑農業〕

1950年代における四国地方瀬戸内海沿岸丘陵地帯(三豊)の溜池灌漑水田農業は、著者の少年時代の思い出の中に今も鮮明に存在している。それは、丘陵の最上部はマツとクヌギの林

で、その下に畑が拓かれ、さらにその下に溜池と水田が並んで拓かれ、降水で流れるもの、林の、畑の、水田の水も含めたすべてこの溜池に入る配置になっていた。そして、冬から初夏にかけて溜た水を6月には桶で汲み上げて水田へ入れ田植をし、9月水田落水後は溜池の水も放流して鯉鮒鰻などを捕り、11月頃までに池を干す。このとき捕った魚は寒露煮か、焼いて三杯酢で瓶(カメ)に漬け、10月にはこれらと甘薯と米麦飯と梅干と野菜のタクアンの弁当で稲を収穫し、11月には麦を蒔き、12月には干し上がったドロ(底泥)を牛に引かせた荷車で田畑へ還元客土した。肥料は主に林野の下草と稲藁、糖類、残菜などを与えて飼育した役牛の厩肥と人の糞尿、ときに魚粉、油粕、草木灰などと少々の購入化学肥料を施与している。ここで注目すべきは溜池底泥の還元客土と生産資材のほとんどを循環型で自給していることである(図4参照)。しかし、この頃は人の寄生虫病が多かったこと、また水田に化学肥料と農薬が多用され始めた時期でもある。

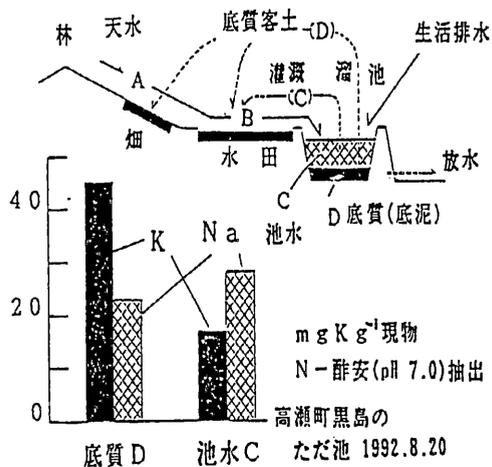


図4. 溜池灌漑水田農業の物質循環と底質池水のKとNaの含量

[アルファルファ酪農業の窒素の循環]

乳牛と土壤が飼料植物を介して同一経営内で強く結び付いた適正規模の酪農場では一般に環境汚染は起こりにくい。しかし、近年のように経営管理効率の観点から乳牛の集中多頭飼育が進むと環境に対する糞尿の圧力が増大し、それが土壤の植物生産を含む浄化能力を越えたとき水質の汚染が起こる。そのなかでとくに問題なのは地表水の富栄養化と硝酸態窒素による地下水などの飲料水の汚染である。そこで現在は、これが汚染を回避するため、スラーリー・システムを称する糞尿の貯溜暴気による窒素の消化システム(液肥生産)の設置が進められており、悪臭問題も同時に解決する方向にある。ここで注目すべきは、この液肥が低窒素濃度であるためアルファルファ(マメ科牧草)の栽培肥料に適していることから、この利用が進めば消化損失した窒素をマメ科牧草に共生した根粒菌によって空中から窒素栄養を獲得して良質の飼料タンパクを生産することができる点である。しかしここで、適正な土壤管理を怠ると土壤と植物に対するNa<sup>+</sup>とK<sup>+</sup>の蓄積が問題になるかもしれない。

[イオン・レベルから見た

地球環境と生物の進化]

営農現場からの発想であるが、生物の生活は常に進化と退化を伴っているととらえるとき環境中の、とくにイオン化物質が生物活動に多大な影響を与える。そこで、生物環境を取り扱うときは、土壤と水質の関連を生物作用やその進化と関連させながらイオン・レベルで、あるいは化学のレベルで調査・実験ならびに議論する。そうすればそこから土壤の生物生産と水質保全の併せ持つ生態系の在るべき姿を学ぶことの重要性が認識されるであろう。

## 美々川の水中イオウ (S) 濃度

米田 豊・市野 義成・嘉藤 慎譲・斎藤 圭子・篠原 功  
(酪農学園大学 \*北海道文理科短期大学)

The sulfur concentration in the water of the Bibi river.

Yutaka YONEDA・Yoshinari ITINO・Mitsuyoshi KATO・

Keiko SAITO・Isao SHINOHARA

近年、河川湖沼の、とくに人里地域での汚染の要因として工場廃水の外に、生活廃水・農地等からの汚水による汚染が問題化してきており、その解決が強く求められている。これまで公害問題としてその発生源に対する対策についての社会運動や研究は比較的多い。しかし自然環境が本来持っている浄化の構造を明らかにしながらその解決に向かう研究は少ない。そこで本研究では、この自然環境が本来持っている浄化の構造を明らかにすることの重要性を考えて、都市に近くかつ自然を多く残す美々川水系を取りあげることにした。

美々川は千歳空港の東に位置する千歳湖に源を発して、ほぼ国道36号線と並んで南に流下し、ウトナイ湖・勇払原野を経て、太平洋に注いでいる全長約20kmの河川である。

美々川の周辺は、火山性荒流土壌で構成され、水質は周囲の影響を受け易くなっている。上流部にはゴミ処理場、中流域にはヨシやイワノガリヤス等で構成された低層湿原が広がり、

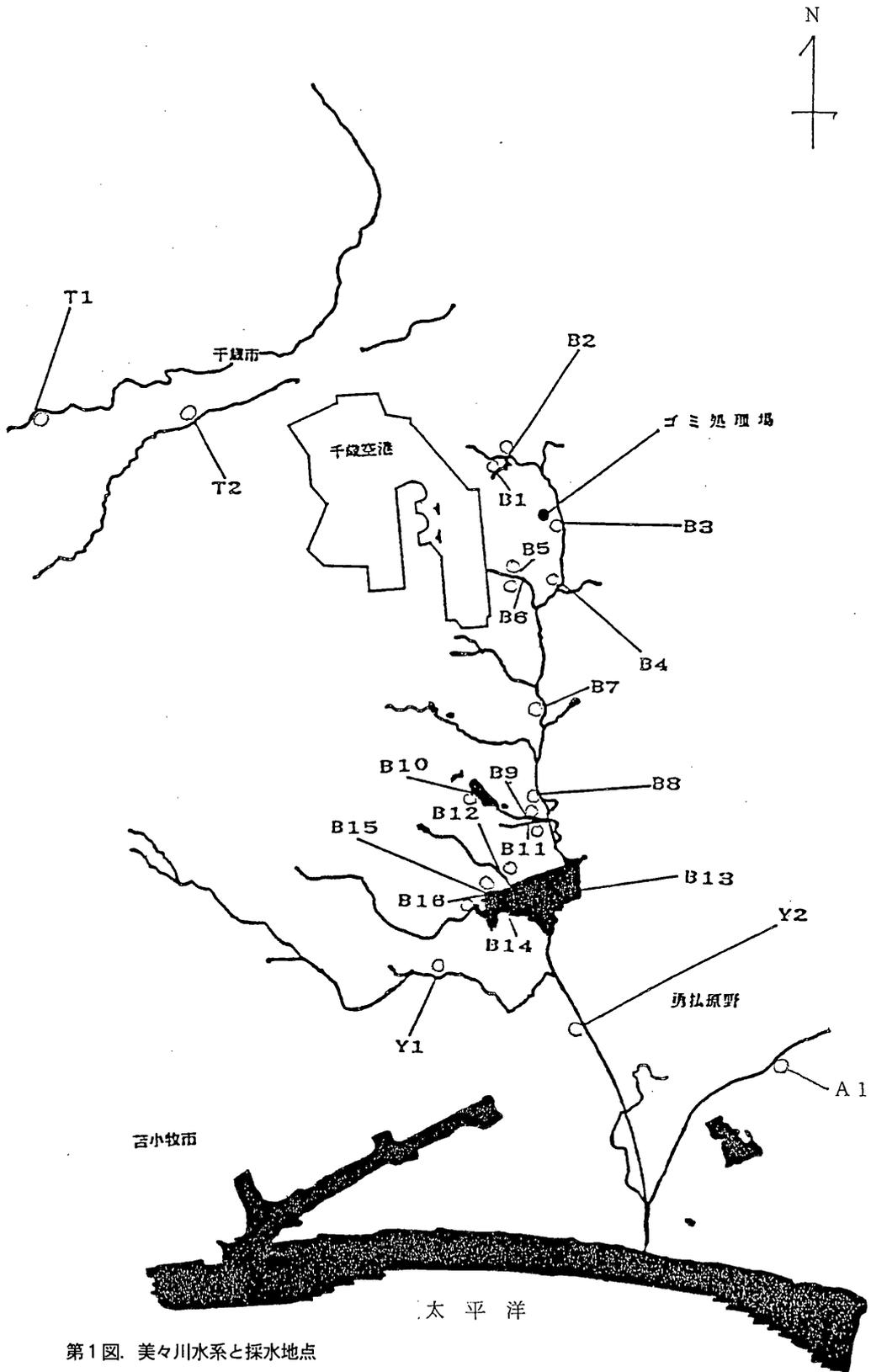
注目すべき環境の特質が備わっている。

以上の事由から本研究では、美々川水系のEC及びイオウ(S)カリウム(K)ナトリウム(Na)の3元素の河川湖沼水中濃度を測定するとともに、周辺の植物群落等の関連をも含め、土壌水質化学からみた自然環境構造の予報的検討を試みた。とくに今回はイオウ(S)濃度を中心に検討したので以下その概要を記述する。

### 1) 試水の採取法とその化学分析法

試水の採取は美々川水系より18、千歳川水系より2の計20地点(第1図参照)から、91年8月、92年4月、6月、8月、10月の計5回採取した。なお、採水はロープを結んだバケツを、現地で一度試水により洗浄した後に、再び汲み上げたもの、ウトナイ湖の湖心では採取ポイントまでカヌーで移動し、乾燥したポリエチレン瓶を一度試水で洗浄した後に採取した。

また試水の化学分析は、ECは電気伝導度計



第1図. 美々川水系と採水地点

法、pHはガラス電極法、イオウ(S)は高周波プラズマ発光分析(ICP)法、カリウム(K)およびナトリウム(Na)は蛍光分析法でそれぞれ分析した。

## 2) 水質分析結果から

### a) ECおよびpH

美々川水系全試水のEC値は第1表に示したごとくで、最低67~210  $\mu$ S 最高の範囲にあり、その平均値は118~124  $\mu$ Sであった。これから変動傾向をながめてみると、ECは91年8月の御前水美沢および92年8月のウトナイ湖を除くと、各採取地点においての日時(季節)変化は少なく、ほぼ一定であった。また採取地点間の変動では、源流部である千歳湖付近での低い値に対し、ゴミ処理場付近通過後の急激な増加と、その後の植物群落通過に伴う低下がみられた。しかし、ECの低下したこれらの採取地点は、付近の湧水や地下水などの集合した支流の合流する地点でもあることを考えると、支流によって河川水が薄められた可能性もあり、必ずしも植物群落によるイオン吸収によって水質が変化・浄化されたとは断定できなかった。

また、これがpHでは最低6.10~7.30の範囲にあり、その平均値は6.65~7.30で、いずれも弱酸性から中性付近であった。しかし、これらの値を全体を通じてながめると、試水のpHは採水地点で相違が見られ、季節では夏季に高く、春秋には低下していることが認められる。

### b) イオウ(S)

美々川水系全試水のイオウ(S)濃度は第1表および第2図に示したごとくで、最

低0.20~2.54 $\text{mg L}^{-1}$ 最高の範囲にあり、その平均値は1.05~1.75 $\text{mg L}^{-1}$ であった。

これから変動傾向をながめてみると、イオウの濃度変化では、ほとんどの採取地点で、4月に高い濃度を示している。このような結果となった要因は二つ考えられる。

まず、4月頃ではまだ植物の活動が活発でなく、必須元素であるイオウがあまり吸収されない。そして6月、8月、10月には、植物が吸収活動を行った結果としてイオウ濃度が低下しているのではないかと、ということである。この件に関しては、92年12月と、93年2月のサンプルを測定したうえで検討したい。

次に考えられるのは、雪の中のイオウは、氷が溶けだすのよりも速く水中に流出しているのではないかと、ということである。水を凍らせると、中に含まれている塩類は、まだ凍っていない水の部分に濃縮されることが知られているが、これがイオウにも当てはまるならば、雪解けよりも速く流水中に放出される、とも考えられる。

### c) カリウム(K)

美々川水系全試水のカリウム(K)濃度は、第1表に示したごとくで、最低0.34~2.52 $\text{mg L}^{-1}$ 最高の範囲にあり、その平均値は、0.97~1.20 $\text{mg L}^{-1}$ であった。これから変動傾向をながめてみると、カリウムもイオウと同じく、植物にとっての必須元素であるが、先に挙げたイオウとは異なり、それほど大きな変化は見られなかった。このような結果となった要因は二つ考えられる。

まず、4月時におけるイオウの高濃度が、植物の吸収作用の低下によるものでは

ない、4月は植物の旺盛な成育季ではないが、ということである。植物の吸収作用によるものであるならば、カリウムにもイオウ同様の変化が現れるはずである。

次に、カリウムは土壌中の含有量が湖水のそれより多いので、わざわざ吸収する必要がないのではないか、ということである。

しかし、これらについては、いずれも土壌及び植物を分析して再検討する必要がある。

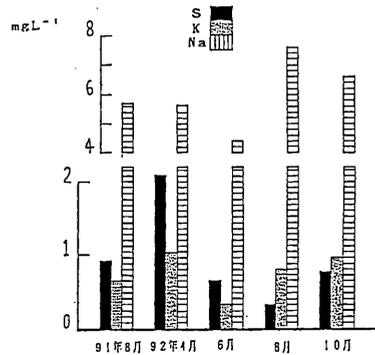
d) ナトリウム (Na)

美々川水系全試水のナトリウム (Na) 濃度は、第1表に示したごとくで、最低3.03~12.65mg L<sup>-1</sup> 最高の範囲にあり、その平均値は4.86~5.49mg L<sup>-1</sup>であった。これから変動傾向をながめてみると、ナトリウムの変動は、源流部で低く、ゴミ処理場付近で高くなり、流化するに連れて低下している。が、しかし、本流部に注目してみると、イオウやカリウムと比較して、あまり変動はみられなかった。また、ウトナイ湖のB13~B16地点では、採取日(季節)を問わず比較的高い濃度での推移がみられた。

e) ウトナイ湖の湖心における S、K、Na 濃度の経時(季節)変動

以上の結果から、美々川水系の一時的な貯水地となっているウトナイ湖での、S、K、Na濃度の経時(季節)変動を相互に比較すると第3図のようになった。この比較図から、水性植物の成育活動の活発な時期(6月、8月)に、必須元素であるイオウ濃度の著しい低下がみられる。しかし、同様に必須であるはずのカリウム濃度に、

あまり変化がない。このことは、春



第3図. ウトナイ湖の湖心における S、K、Na濃度の経時(季節)変動

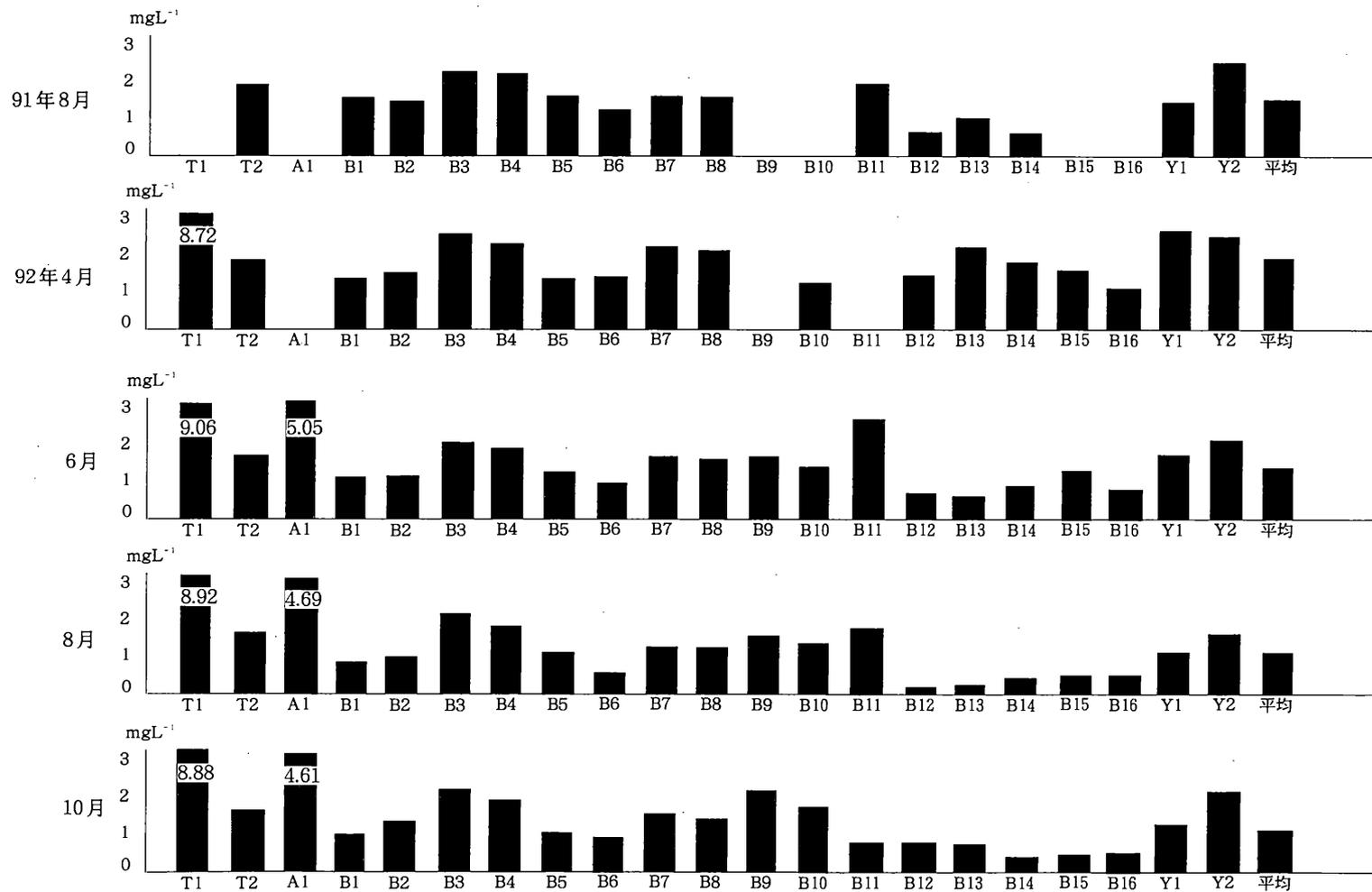
(4月)のイオウ(S)濃度の高まりは融雪水などからのイオウ(S)供給によるものかもしれない。また、イオウが硫酸イオン(H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>)になっているとすれば、マイナスイオンなので環境中の粘土や有機物(腐植)に吸着されずに、水中へ放出されて収支が明瞭なのかもしれない。それに対してカリウム(K)やナトリウム(Na)のプラスイオンは、相対的に供給量が多いか、または粘土や腐植によって吸着され、流量がコントロールされていると考えることもできる。

3) まとめ

以上の数少ない水質分析結果から、断定はできなかったが、水性植物群落など河川環境が水質の変化、とくにイオウ(S)の変化に微妙な影響を及ぼしていることを垣間見ることができた。また大気汚染など寒冷地での雪からの影響も示唆された。

今後は美々川水域の土壌、降水量、湿地の面積当たりの流量、水性植物群落の植生、付近の陸生植物群落および産業活動などの調査も平行して行い、それらの結果から、土壌水質化学からみた自然の環境構造を捉えてみたい。

第2図 イオウ (S) の濃度変化



第1表 美々川水系における河川湖沼質

(○…美々川 △…支流 ●▲…湧水 群…湿原・水生植物群落)

河川湖沼採水地点	EC μS					pH					S mg/L					K mg/L					Na mg/L				
	91'8	92'4	92'6	92'8	92'10	91'8	92'4	92'6	92'8	92'10	91'8	92'4	92'6	92'8	92'10	91'8	92'4	92'6	92'8	92'10	91'8	92'4	92'6	92'8	92'10
千歳川水系 (火山性粗粒土壌)																									
T 1 千歳川 ●		205	224	226	209	7.11	7.28	6.95	7.44		8.72	9.06	8.92	8.88		0.90	1.26	0.92	0.76		9.06	9.69	9.69	9.32	
T 2 ママチ川 ●▲	81	84	86	91	86	7.03	6.85	6.84	7.03	7.30	1.81	1.77	1.58	1.53	1.49	0.62	0.49	0.59	0.59	0.76	4.14	5.74	4.07	4.00	3.89
安平川水系																									
A 1 安平川		181	173	193		6.63	6.77	7.23			5.05	4.69	4.61			1.76	1.34	1.68			6.36	5.99	7.40		
美々川水系 (火山性粗粒土壌)																									
B 1 千歳湖 上 ○	113	114	126	119	122	6.89	6.54	6.90	6.82	7.23	1.51	1.30	1.01	0.83	0.90	1.23	1.23	1.30	1.26	1.26	5.55	4.59	4.96	4.44	4.63
B 2 千歳湖 下 ○ 群	116	121	133	128	143	7.06	6.67	6.90	6.85	7.06	1.36	1.45	1.13	1.01	1.29	1.23	1.23	1.26	1.26	1.51	5.66	4.44	4.81	4.81	4.63
B 3 美々橋 ○	153	167	181	177	184	6.66	6.61	6.92	6.76	6.86	2.06	2.48	2.04	2.01	2.00	1.72	1.85	1.76	1.68	1.76	7.18	6.48	6.48	6.66	6.36
B 4 松美々橋 ○	162	191	179	178	199	7.04	6.59	6.94	6.77	6.91	2.14	2.15	1.79	1.71	1.77	1.72	2.26	1.76	1.89	2.52	7.40	7.77	7.03	7	7.10
B 5 御前水 △●	87	92	104	97	94	6.61	6.74	6.75	6.87	6.95	1.48	1.37	1.22	1.09	1.03	1.03	0.90	1.26	0.84	0.71	4.44	4.00	4.44	4.37	4.00
B 6 御前水美沢 △	147	85	92	90	91	6.73	6.61	6.47	6.95	6.99	1.20	1.37	0.91	0.64	0.78	0.74	0.82	0.59	0.76	0.67	4.37	4.00	4.26	3.63	3.77
B 7 美沢橋 ○ 群	125	148	133	128	148	7.00	6.60	6.66	6.81	7.14	1.46	2.12	1.56	1.21	1.40	1.15	1.48	1.26	1.51	1.76	6.12	6.22	5.18	5.00	6.36
B 8 植苗橋 ○	116	139	120	113	129	6.98	6.60	6.60	6.76	7.18	1.48	2.03	1.54	1.19	1.25	1.03	1.23	1.18	1.26	1.72	5.73	5.85	4.81	4.81	5.18
B 9 丹治沼 △			89	84	67		6.56	6.50	7.27			1.57	1.48	1.99			0.92	1.34	0.76			3.77	3.77	3.03	
B 10 丹治沼川 △		90	113	95	92		6.46	6.35	6.45	6.89		1.21	1.27	1.28	1.68		1.03	1.34	1.34	1.34		3.49	4.37	4.00	3.48
B 11 植苗左小支流 △	109		126	104	102	6.07		6.10	6.41	6.49	1.81		2.54	1.67	0.82	1.15		0.92	1.34	0.71	4.66		4.26	4.14	3.29
B 12 オタルマップ川 △▲群	95	69	84	101	101	6.40	6.18	6.43	6.84	6.79	0.49	1.37	0.57	0.20	0.67	0.41	0.49	0.42	0.76	0.71	4.40	3.77	3.77	4.00	4.14
B 13 ウトナイ湖 右 ○ 群	116	117	92	146	123	7.02	6.90	6.75	6.86	7.16	0.88	2.12	0.63	0.34	0.73	0.62	1.03	0.34	0.76	0.92	5.85	5.62	4.37	7.62	6.59
B 14 ウトナイ湖 左 ○ 群	106	106	107	210	89	7.22	6.89	6.99	6.99	7.21	0.55	1.69	0.79	0.52	0.38	0.49	0.62	0.34	1.30	0.76	4.81	5.74	5.85	12.6	4.14
B 15 ウトナイ湖 湖岸 ○		151	106	105	100		6.64	6.57	6.64	6.93		1.52	1.21	0.53	0.39		0.49	0.50	0.92	0.42		9.62	5.00	5.00	4.00
B 16 ウトナイ湖 湧出 △●		130	142	136	129		6.93	6.27	7.11	7.30		1.02	0.66	0.48	0.47		0.82	0.92	0.92	0.92		6.59	7.10	7.03	7.10
Y 1 苦小牧川 △	94	95	101	108	99	7.00	6.60	6.61	6.88	6.90	1.31	2.49	1.62	1.07	1.24	0.41	0.49	0.42	0.42	0.63	4.66	4.14	4.37	4.44	4.44
Y 2 勇払川 △	113	126	123	121	129	7.26	6.76	6.96	6.87	6.89	1.91	2.33	2.00	1.61	2.04	0.62	0.82	0.59	0.84	1.30	5.66	5.55	5.74	5.00	5.18
美々川水系平均	118	121	120	124	119	6.85	6.65	6.79	7.00	6.65	1.40	1.75	1.34	1.05	1.12	0.97	1.20	0.94	1.06	1.13	5.46	5.49	5.03	5.47	4.86

# アルファルファのホウ素 (B) 栄養管理の検討

原田 勇・宮下 浩司 (酪農学園大学)

Control of and Boron nutriment for Alfalfa

Isamu Harada, Koji Miyashita

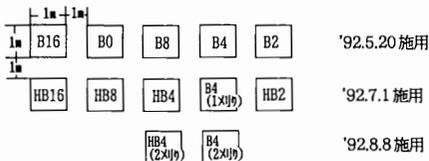
(Rakuno-Gakuen University)

## 緒 論

アルファルファのホウ素 (B) 栄養管理を明らかにするため1989年5月3日に播種したアルファルファ (*Medicago sativa* L.) 品種バータス草地のホウ素施用量および施用時期について調査、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

### 圃場設計



### 施用形態

B 0 : 硼砂 0kg/10a 施用 HB 8 : 8  
 B 2 : 2 HB 16 : 16  
 B 4 : 4 HB 4 (2刈り) :  
 B 8 : 8 ハイボロン4kg/10a 2刈後施用  
 B 16 : 16  
 B 4 (1刈り) : 硼砂 4kg/10a 1刈後施用  
 B 4 (2刈り) : 4 2刈後施用  
 HB 2 : ハイボロン2kg/10a施用  
 HB 4 : 4

図1.圃場設計と施用形態

酪農学園大学内野幌洪積性重粘土壌4年目アルファルファ草地に図1のような試験区を設定した。ホウ素は、ホウ砂 (Borax, Na<sub>2</sub>B<sub>4</sub>O<sub>7</sub>・10H<sub>2</sub>O, Bは11.3%) 0、2、4、8、そして16kg/10aを1992年5月20日に、1番草刈り取り後7月1日に4kg/10aを、2番草刈り取り後8月8日に4kg/10aを、ハイボロン15号 (Bは15%、Mgは15%) 2、4、8、および16kg/10aを8月8日にそれぞれ施用した。試験期間は、1992年4月から10月までである。植物および土壌は、5月から10月までの毎月2回 (15日と30日) 採取、アルファルファ地上部は70℃で48時間通風乾燥し直ちに粉碎したものを分析に供した。土壌においてもアルファルファと同時に表層10cmの深さで採取、風乾し2mmメッシュの篩にかけたものを分析に供した。分析方法は、植物、土壌共にクルクミン比色法 (以下クルクミン法) とICP発光分光分析法 (Inductively Coupled Plasma (以下ICP法)) にて測定した。ICP法とは、試

料に電氣的・熱的エネルギーを与えることにより発光させ、放射された光を分光器により元素特有のスペクトル線に分け、そのスペクトル線の有無と強度を測定することにより、試料に含まれる元素の定量分析を行うものである。

クルクミン法による植物の分析は、0.5 N-HCl抽出、土壌は熱水抽出により得られたろ液にクルクミン-蓚酸液を加え処理したものをそれぞれ、分光光度計540nmにより分析した<sup>1)</sup> ICP法による植物の分析法は、0.5 N-HCl抽出、熱水抽出、および水抽出で得られたろ液を、そして土壌の分析法は0.1 N-HCl抽出、熱水抽出、および水抽出で得られたろ液をICPにて分析した。

試験結果

1) クルクミン法とICP法との関係

クルクミン法とICPとの関係は点数が少ないが表1. 2のようであった。植物体中B含有率は両者の間に0.5 N-HCl抽出でr = 0.998、土壌中B含有量は0.1 N-HCl抽出でr = 0.988という高い相関を示した。従って以下の実験ではICP法によった。

表1. 植物体中B含有率におけるクルクミン法とICP法との比較

方法	抽出法	B含有率 (ppm)	相関係数
クルクミン	0.5N-HCl	7.75 8.63 9.7513.0014.00	r=0.998
	0.5N-HCl	7.86 8.63 9.5412.9713.18	
ICP法	Hot Water	8.88 8.88 9.5410.8713.85	r=0.851
	Cold Water	7.55 8.8310.7511.7114.27	r=0.920

ICP(Inductively Coupled Plasma)

2) B (ホウ砂) 施用量の相違によるアルファルファ体中B含有率の変化

施用量の相違による植物体中B含有率は、表3のようであった。

表2. 土壌中B含有量におけるクルクミン法とICP法との比較

方法	抽出法	B含有量 (ppm)	相関係数
クルクミン	Hot Water	0.17 0.22 0.22 0.25 1.19	r=0.998
	0.1N-HCl	0.16 0.16 0.19 0.37 1.16	
ICP法	Hot Water	0.27 0.36 0.36 0.42 0.43	r=0.887
	Cold Water	0.03 0.10 0.48 0.48 0.97	r=0.860

ICP(Inductively Coupled Plasma)

表3. ホウ素 (ホウ砂) 施用量の相違による植物体中B含有率

1992. 5. 20施用

施用量 (kg/10a)	B含有率 (ppm)		
	1番草	2番草	3番草
0	9.21	10.14	9.39
2	14.23	11.07	10.88
4	15.53	12.18	11.62
8	15.16	13.11	13.11
16	23.15	16.46	15.34

すなわち0kg区の9.21ppmから16kg区の23.15ppmへとB施用量の増加に伴い植物体中、B含有率も増加していた。また2、4、8、および16kg区の各処理区では、1番草から3番草にかけて減少する傾向が見られた。0kg区の2番草B含有率が少し増加していたが、統計的に有意な差は見られなかった。

3) ホウ素 (ホウ砂) 施用量の相違における土壌中ホウ素含有率の変化

表4. ホウ素 (ホウ砂) 施用量の相違による土壌中B含有率

1992. 5. 20施用

施用量 (kg/10a)	B含有率 (ppm)		
	1番草跡地土壌	2番草跡地土壌	3番草跡地
0	0.34	0.24	0.19
2	0.48	0.47	0.56
4	0.56	0.46	0.46
8	0.59	0.56	0.38
16	1.84	1.17	0.98

B施用量の相違による土壌中B含有率は、表4のようであった。すなわち0g区の0.34ppmから16kg区の1.84ppmへとB施用量

の増加に伴い土壤中B含有率も増加していた。また、0、4、8、および16kg区で1番草跡地土壤から3番草跡地土壤にかけて減少する傾向が見られた。2kg区の3番草跡地土壤B含有量が少し増加していたが、統計的に有意な差は見られなかった。

4) 植物体中Bと土壤中Bとの関係

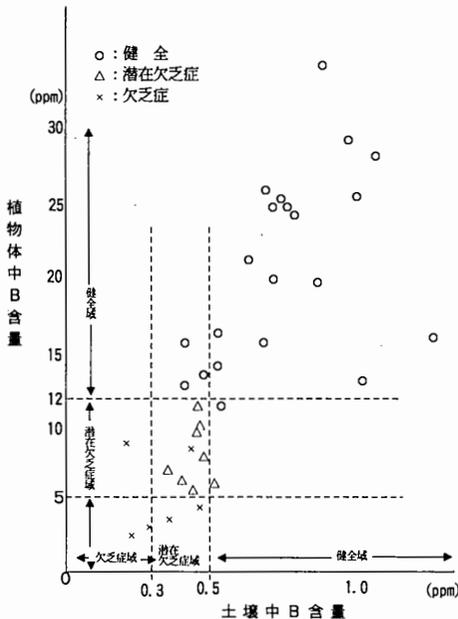


図2. 土壤中Bと植物体中Bとの関係

植物体と土壤中のホウ素含量の関係をみると、すでに渡辺兵衛らにより図2のような関係があることが明らかになっている<sup>3)</sup>。すなわち、土壤0~0.3ppm、植物0~5ppmで欠乏症を示し、土壤0.3~0.5ppm、植物5~12ppmでは潜在欠乏症域で、外観上は黄色化や紫赤色を示さないが、生長がおくれるようになる。そして土壤0.5ppm、植物12ppmを越えるところから、アルファルファは健全な生育を示すようになる。これらの関係は本実験においてもほぼ同様に推移するものと思われた。

5) B (ホウ砂) 施用時期の相違による植物体中のホウ素含有率の変化

B 施用時期の相違による植物体中B含有率は図3のようであった。

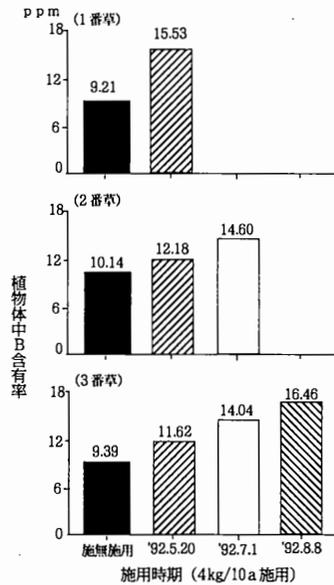


図3. 施用時期の検討

すなわち無施用区では1番草、2番草、3番草とも12ppm以下の潜在欠乏症域であった。5月以降に施用した4kg区全てが12ppm以上の健全域で健全に生育しているものと思われた。

6) (ホウ素) (B) 施用時期の相違による土壤中のホウ素含有率の変化

施用時期の相違による土壤中B含有率は図4のようであった。無施用区では、全ての刈り取り跡地土壤で欠乏症域から潜在欠乏症域であった。また5月以降に施用した4kg区では、多少、潜在欠乏症域に入っていたものもあったが、健全域にあり良好に生育しているものと思われた。

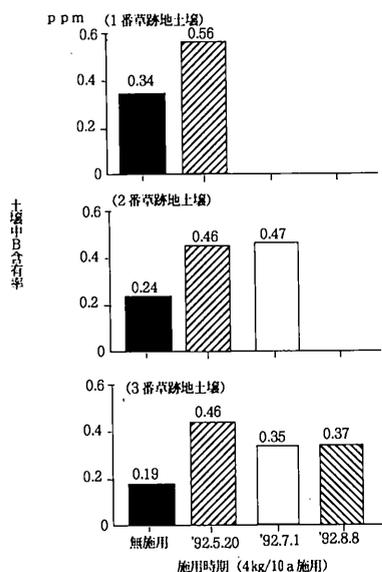


図4. 施用時期の検討

### 考 察

以上、アルファルファのホウ素施用量別や施用時期別における、植物体中Bや土壌中B含量を見てきたが、無施用区と施用区とでは明瞭な差異が見られた。ホウ素欠乏症発生の要因の多くは、土壌中でホウ素が土壌粒子に吸着されて不可給態になるためと考えられるが、Bortan<sup>1)</sup>は土壌中でのホウ素の吸着にはpHならびにCaの影響があるとしている。すなわちpHが中性からアルカリ側に変化する溶解性が低下し、吸収量も低下することが知られている<sup>2)</sup>。また一般に、湿潤気候下より乾燥気候下のほうが欠乏発症しやすい、という報告もある<sup>5)</sup>。本試験期間は、天候が不順でやや降水量が多く、乾燥よりは過湿の傾向にあった。このことは、ホウ素欠乏にはならず、正常な生育を示す結果として考えられた。しかし、試験結果を見比べると、ホウ素の欠乏症には様々な要因が関係しているものと考えられるが、一番の要因はやはり、土壌中のホウ素の絶対量が少ないと、欠乏

症が生じるのではないかと考えられた。

### 要 約

アルファルファのホウ素(B)栄養管理を検討するため、酪農学園大学内野幌洪積性重粘土壌、4年目アルファルファ草地を用いて、ホウ素施用量および施用時期について検討した。

純水、熱水、0.1N-HClおよび0.5N-HClでの抽出-Bについてクルクミン法とICP法とで比較した。その結果、0.5N-HCl抽出の植物は $r = 0.998$ 、土壌は $r = 0.988$ と高い相関が得られた。B施用量の相違による植物体中B含有率は0kg/10a区の9.21ppmから16kg/10a区の23.15ppmへと増加し、1番草>2番草>3番草という傾向が見られた。また、土壌中B含有量も植物同様に0kg区から16kg区へと増加し、1番草跡地土壌>2番草跡地土壌>3番草跡地土壌という傾向が見られた。B施用時期別による植物体中B含有率は0kg区で潜在欠乏症域であったのに対し、5月以降に4kgを施用したどの処理区においても全て、健全域であった。土壌中B含有量も植物同様の傾向が見られた。

以上のことから、洪積性重粘土壌においてホウ素肥料源であるホウ砂、あるいはハイボロン2~4kg/10a、春1回の施用でアルファルファが欠乏症とはならず、正常な生育が可能であると思われる。

### 謝 辞

本調査研究のため微量要素肥料の提供下さった日本フェロー株式会社大垣昭一氏に感謝します。また圃場の提供並びにその管理に全面的な協力を戴いた酪農学園大学北海道文理科大学実験農場の角建雄技師並びに尾崎邦嗣技師に謝意を表します。

最後に I C P 分析の指導を戴いた篠原功酪農  
学園大学助授に謝意を表します。

参考文献

- 1) Bucharest Romania (1964) 8th  
Intern, Congress of soil science IV, p39
- 2) 原田 勇 : (1984) 土を調べる、シリー  
ズ技術・土、近代酪農、酪農学園短期大学  
酪農学校、5
- 3) 原田 勇・篠原 功・渡辺兵衛 :  
(1969) 重粘土壌における Alfalfa の 珪素欠  
乏症について、土肥誌要旨集
- 4) 北海道立中央農業試験場、北海道農政部  
農業改良課 : 土壌および作物栄養の診断基  
準 (1992) P 90, P 117
- 5) 高橋 英一 : (1984) 作物栄養の基礎知  
識 P 210 - 216

## アルファルファとオーチャードグラスのカルシウム吸収特性

原田 勇・落合 英司 (酪農学園大学)

The absorption characteristic of calcium by Alfalfa and Orchardgrass

Isamu Harada and Eiji Ochiai

(Rakuno - Gakuen University)

### 結 論

カルシウムは動植物の体内でリン酸を移転させる、生体内の触媒、キナーゼ酵素に作用して、その活性を発現させるのは一つの例であるが、各種の酵素反応に作用して、その働きを完成させる。しかしこのキナーゼ酵素にみられるような、活性をたかめるカルシウムの力は、Caイオンとして単純に作用するわけではない。Caイオンを要求するキナーゼ酵素の大半はカルモデュリンと呼ばれる四原子のCaを結合した金ぞく蛋白質で、その分子量は1万7,000であるといわれている。

原生動物から、動物・植物界に広く存在するこのカルデモデュリンは、カルシウム作用の仲介因子として近年注目を浴びるようになった金ぞく蛋白質である<sup>3)</sup>。

このような重要な働きをするカルシウムは、植物体内では一般にCaイオンの他、炭酸・リン酸・硫酸カルシウム、ペクチン酸・フィチン酸カルシウム、蔞酸・酒石酸カルシウムなどにな

って存在する<sup>4)</sup>。

最近カルシウムチャンネル機構が次第に明らかになり、生体内におけるカルシウムの役割は一層重要になりつつある<sup>5)</sup>。

しかしながら、牧草のカルシウム吸収特性については、家畜のミネラル栄養の立場から研究調査されたものは決して多いとはいえない<sup>2, 6, 7)</sup>。

そこで、本研究では、土壌の種類と施肥処理の相違によるアルファルファ (Medicago sativa L.) とオーチャードグラス (Dactylis glomerata L.) のカルシウム吸収特性について検討した。以下にその概要を記述する。

### 材料及び方法

- 1) 供試土壌及び供試植物、供試土壌は野幌  
洪積性重粘土壌、植苗粗粒火山性土壌、美  
唄高位泥炭土壌、および篠津沖積土壌であ  
る。この4種の供試土壌に施肥処理として  
堆厩肥+完全化学肥料区も (Manure and

Complete Fertilizer : MCF区)、完全化学肥料区 (Complete Fertilizer : CF区)、硫酸系完全化学肥料区 (SO<sub>4</sub>系区)、塩素系完全化学肥料区 (Cl系区)、無窒素区 (-N区)、無カリ区 (-K区) および無肥料区 (Non Fertilizer : NF区) の8処理区を設け (2連) 処理面積は 3.0 × 3.3 m、畦間30cm11条の単条播とした。その配置はランダムとした。

供試植物はアルファルファ (Medicago sativa L. 品種名 : デュービー 2kg/10a) とオーチャードグラス (Dactylis glomerata L. 品種名 : フィロックス 2kg/10a) を用い、5ヶ年間栽培した。施肥量については、Table 1のように窒素は750~1000、リン酸は730~1280、カリにおいては750~2400、石灰は1200~6000、そして苦土640kg/haとした。微量要素肥料のFETは40kg/ha、堆厩肥は15t/haである。

は100~120cmまで、2年目以降は表層10cmの深さで採取、風乾したものを2mmメッシュの篩にかけたものを分析に供した。

3) 分析方法

窒素 (N) は土壤、植物共に、硫酸分解した後、セミマイクロケルダール法により測定した。土壤の有効態リン酸 (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) についてはBray's No.2法により抽出しFisk Subbarow法に従って比色法により測定した。カリ (K<sub>2</sub>O) とナトリウム (Na<sub>2</sub>O) の分析法については1規定酢酸アンモニウム (pH 7.0) を用いて得た抽出液を、炎光度法により測定した。カルシウム (CaO) とマグネシウム (MgO) の分析法は、さきのカリ、ナトリウムの抽出液をEDTAを用いたキレート滴定法により各々分析した。

植物の分析は以下のようである。乾燥試料をマッフル炉で灰化し、水 : 塩酸 (1 : 1) で硅酸分離後の濾液を、リン酸、カ

Table 1. Amounts of fertilizer used

Nitrogen (N)	Phosphate (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	Potassium (K <sub>2</sub> O)	Calcium (CaO)	Magnesium (MgO)	Trace elements	Manure
Urea Ammonium sulfate Ammonium chloride	Super-phosphate Ammonium phosphate	Potassium sulfate Potassium chloride	Calcium carbonate	Magnesium carbonate Magnesium sulfate Magnesium chloride	F.T.E.	Cattle feces
750-1000kg/ha	730-1280kg/ha	750-2400kg/ha	1200-6000kg/ha	640kg/ha	40kg/ha	150t/h

2) 試料の採取方法

植物については、播種当年においては2番草まで、2年目以降は3番草までをアルファルファの開花始期を目安に、地上5cmのところ刈り取り、酵素活性を止めるため90℃で1時間処理した後、70℃で48時間通風乾燥し、直ちに粉碎したものを分析に供した。土壤においては、供試土壤

り、ナトリウム、カルシウムおよびマグネシウムの分析に供した。また土壤・植物共に、銅、マンガン及び亜鉛の微量元素については、0.1N-HCl抽出により原子吸光法によって分析した。

また硝酸態窒素 (NO<sub>3</sub>-N) およびフッ素 (F) については、イオンメーター法を用いて分析した。

結果および考察

カリが少ないが、pHは良好である。また

1) 供試土壌の特性

リン酸が第1層を除いて少なく、カルシウ

Table 2. Chemical characteristics of soil used. (Diluvial soil)

Horizon	pH		EC μS/cm	T-N %	Available P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> mg/100g soil	Exchangeable Bases				Trace elements ppm			Fluorine F ppm
	H <sub>2</sub> O	KCl				K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	CaO	MgO	Zn	Mn	Cu	
1st(0-20cm)	5.95	4.98	88	0.35	0.7	5.5	5.5	192.0	17.2	3.0	22.2	0.7	6.8
2nd(20-40cm)	5.65	4.40	68	0.22	0.7	2.5	9.5	106.5	2.0	1.4	7.1	0.4	6.0
3rd(40-60cm)	5.43	3.95	53	0.07	0.7	6.5	13.8	150.0	30.5	5.2	6.7	1.2	5.0
4th(60-80cm)	5.78	4.08	59	0.05	0.7	3.5	17.5	184.5	58.9	6.2	16.0	1.7	4.7
5th(80-100cm)	6.44	4.40	55	0.04	1.5	5.0	22.5	205.5	77.1	6.8	18.9	1.9	4.0

Table 3. Chemical characteristics of soil used. (Volcanic soil)

Horizon	pH		EC μS/cm	T-N %	Available P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> mg/100g soil	Exchangeable Bases				Trace elements ppm			Fluorine F ppm
	H <sub>2</sub> O	KCl				K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	CaO	MgO	Zn	Mn	Cu	
1st( 0- 43cm)	6.26	5.46	74	0.12	18.6	4.0	3.0	60.9	6.0	2.9	23.9	4.0	3.9
2nd( 43- 80cm)	6.47	6.03	56	0.03	2.4	2.6	2.0	15.4	3.5	0.9	5.3	5.1	2.5
3rd( 80-100cm)	6.19	5.40	128	0.25	0.1	13.3	6.5	175.3	9.5	4.3	8.9	2.6	1.6
4th(100-120cm)	6.23	5.70	74	0.03	0.7	2.4	2.0	17.5	1.0	0.9	6.6	1.7	1.2

Table 4. Chemical characteristics of soil used. (Peat soil)

Horizon	pH		EC μS/cm	T-N %	Available P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> mg/100g soil	Exchangeable Bases				Trace elements ppm			Fluorine F ppm
	H <sub>2</sub> O	KCl				K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	CaO	MgO	Zn	Mn	Cu	
1st(0-20cm)	3.85	2.9	393	1.90	2.0	13.7	23.3	51.1	8.0	8.4	9.4	0.5	-
2nd(20-40cm)	4.47	3.5	369	2.07	0.5	9.0	22.0	179.2	18.0	8.4	18.4	0.3	-
3rd(40-60cm)	4.47	3.8	418	1.62	0.7	7.9	19.0	180.6	51.0	7.5	25.0	0.4	-
4th(60-80cm)	4.60	3.7	409	1.70	0.3	11.4	18.3	135.3	81.0	8.8	25.0	0.8	-
5th(80-100cm)	4.60	3.7	489	1.70	0.4	19.2	32.5	173.6	87.0	8.4	25.0	0.9	-

供試験土壌の特性は、Table 2～5のとおりである。洪積性重粘土壌では、リン酸 (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)、カリ (K<sub>2</sub>O) が少なくまたカルシウム (CaO)、マグネシウム (MgO)、カリ、微量元素では第2層で極めて低くなっている。銅 (Cu) については第2層を除き下層へ行くほど増加の傾向が見られる。

ムも第3層を除けば極めて低くなっている。銅については第3～4層で低くなっており、この土壌では土層による含有率のばらつきが非常に大きい。

粗粒火山性土壌ではマグネシウムおよび

Table 5. Chemical characteristics of soil used. (Alluvial soil)

Horizon	pH		EC μS/cm	T-N %	Available P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> mg/100g soil	Exchangeable Bases				Trace elements ppm			Fluorine ppm
	H <sub>2</sub> O	KCl				K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	CaO	MgO	Zn	Mn	Cu	
	mg/100g soil						ppm						
1st( 0- 30cm)	6.38	5.09	57	0.23	7.3	9.9	6.4	296.6	60.1	5.8	25.4	4.0	10.9
2nd( 30- 50cm)	6.82	5.09	45	0.14	2.9	6.4	7.7	311.4	94.8	5.3	21.5	4.5	4.4
3rd( 50- 75cm)	6.44	4.91	52	0.08	4.7	4.8	7.9	196.8	106.2	3.8	19.8	4.8	2.7
4th( 75-100cm)	6.53	4.88	47	0.13	2.2	6.4	8.0	216.2	170.3	4.4	21.9	5.7	3.5
5th(100-120cm)	6.58	4.84	56	0.11	2.4	6.2	9.5	196.6	183.9	3.9	18.6	5.8	3.5

泥炭土壌ではpH、リン酸が他の土壌に比べ特に低く、pHは通常肥沃土とされる土壌の約半分、全窒素およびECが極めて高くなっている。またマグネシウム含量は下層へ行くほど増加の傾向が見られる。銅については全層にわたり含量は低く、第1層を除けば下層へ行くほど増加の傾向が見られる。

沖積土壌では、pH、全窒素、カルシウムおよびナトリウムが良好であった。またカリ、リン酸がやや低く、マグネシウムが多い傾向が見られる。銅についてはこの4種の土壌中最も含量が高く下層へ行くほど増加の傾向が見られた。

2) 乾物収量

乾物収量の概要は、Table 6に示すようであった。処理区別にみた場合MCF区が最も高くアルファルファで平均37.8、オーチャードグラスで46.9 t/ha/5年であった。また最低はNF区でアルファルファにおいて平均16.3、オーチャードグラスが12.5 t/ha/5年で、MCF区を100とした場合アルファルファが43と1/2以下に、オーチャードグラスが27と1/4となり、大きな差異が認められた。

土壌種類別にみた場合沖積土壌が最も高く、アルファルファ38.3、オーチャードグラスで46.6 t/ha/5年であった。また最低は、泥炭土壌で20.1、26.6/ha/5年であった。

Table 6. Dry matter yield of forages.

(t/ha/5 years)

Treatment of fertilizer	Diluvial soil		Voleanic soil		Peat soil		Alluvial soil		Average		Rate by treatment of	
	A l	O r	A l	O r	A l	O r	A l	O r	A l	O r	A l	O r
Manure and complete fertilizer	39.1	54.5	34.1	40.4	34.5	45.0	43.3	47.3	37.8	46.9	100	100
Complete fertilizer	40.9	51.8	29.1	36.8	29.1	39.4	40.6	43.7	35.6	42.9	94	92
Sulfur	35.6	52.1	32.4	37.8	28.5	34.4	36.9	43.5	34.7	44.2	92	94
Chlirine	37.7	50.5	30.9	33.3	29.0	35.7	24.5	37.2	32.5	39.2	79	84
Non nitrogen	37.8	35.1	30.8	14.5	27.1	25.3	35.2	17.9	32.7	23.2	87	50
Non phosphate	36.2	49.5	27.6	33.0	4.8	9.5	30.3	20.5	25.1	28.1	66	60
Non potassium	37.9	44.6	27.0	21.8	7.7	14.2	26.1	22.1	24.3	25.7	64	55
Non fertilizer	38.3	34.7	13.4	18.8	0	0	13.7	13.2	16.3	12.5	43	27
Average	38.3	46.6	28.5	29.6	20.1	26.6	31.3	30.7	39.9	33.8	79	70
Rate by soil	100	100	74	63	52	57	81	65	78	72		

A l : sefalpa or : Orchardgrass

沖積土壌を100とした場合でみると、アルファルファが52.5、オーチャードグラスが57.1と半分程度となっていた。

3) 土壌種類別による植物体中のカルシウム (Ca) 含有率

Table 7. Calcium concentration forages grown on different soils. (%) n=112

	Diluvial soil	Volcanic soil	Peat soil	Alluvial soil
Alfalfa	2.00 ±0.63	1.89 ±0.40	1.66 ±0.37	21.1 ±1.08
Orchaedgrass	0.48 ±0.18	0.48 ±0.20	0.44 ±0.13	0.57 ±0.48

洪積性土壌、粗粒火山性土壌、泥炭土壌および沖積土壌に生育したアルファルファのカルシウム含有率はTable 7のようであった。すなわち平均2.00、1.89、1.66、並びに2.12%でこれらの土壌では差異は見られなかった。オーチャードグラスは0.48、0.48、0.44および0.57%でアルファルファ同様差異は見られなかった。

4) 施肥処理区別による植物体中のカルシウム (Ca) 含有率

Table 8. Calcium concentration in plants grown with different fertilization (%)

	Manure and complete fertilizer n=53	Complete fertilizer n=53	Sulfur n=53	Chlorine n=53	Non nitrogen n=53	Non phosphate n=53	Non phosphate n=53	Non fertilizer n=42	Average S. D.
Alfalfa	1.80 ±0.72	1.83 ±0.74	1.84 ±0.77	1.87 ±0.63	1.84 ±0.70	1.81 ±0.43	2.28 ±0.62	1.51 ±1.04	1.85 ±0.20
Orchaedgrass	0.51 ±0.35	0.49 ±0.27	0.51 ±0.37	0.46 ±0.28	0.46 ±0.17	0.45 ±0.23	0.56 ±0.25	0.35 ±0.26	0.47 ±0.06

施肥処理の相違によるアルファルファおよびオーチャードグラスのCa含有率はTable 8のようであった。アルファルファのCa含有率の平均は1.85±0.20%でNF区が1%レベルで有意に低く1.51%である。オーチャードグラスの平均は0.47±

0.06%でアルファルファ同様-P区及びNF区で低かった。

両植物でNF区の含有率が低かったCaの供給すなわち施用がなされていないため、植物の吸収により低下したものと考えられた。

5) 刈り取り時期による植物体中カルシウム (Ca) 含有率

Table 9. Calcium concentration in different cutting forages.(ppm)

	1st cutting plants n=155	2nd cutting plants n=155	3rd cutting plants n=124
Alfalfa	2.05±0.92	1.74±0.52	1.95±0.45
Orchaedgrass	0.46±0.40	0.50±0.20	0.51±0.14

アルファルファとオーチャードグラスの刈り取り時期別Ca含有率はTable 9のようであった。アルファルファの植物体中Ca含有率は1番草で2.05±0.92、2番草で1.74±0.32、3番草で1.95±0.45でオーチャードグラスでは0.46±0.40、0.50±0.20そして0.51±0.14%であった。これらの結果から両牧草共、刈り取り時期による差

異は見い出せなかった。

6) 植物体中のカルシウム (Ca) 含有率の草種間差

5年間の各土壌に生育したすべての植物体のCa含有率の平均はTable 10のようであった。すなわちアルファルファで

Table 10. Interspecific different calcium absorption by plants.(%)

	Alfalfa n=434	Orchardgrass n=433
Average	1.91±0.69	0.49±0.28

1.91±0.69%でオーチャードグラスでは0.49±0.28%であり明らかにアルファルファのCa含有率が高く、オーチャードグラスのおよそ4倍であった。

Table 11. Contents of Exchangeable Ca (CaO) on Different Fertilizers and

Plots	Diluvial	Volcanic	Alluvial	Peat Soil
Manure and Complete	157±19 (75)	68±9 (43)	256±13 (92)	123±59 (11)
Barnyard Fertilizer	230±66 (112)	175±18 (110)	277±23 (100)	1009±210 (87)
Complerte Fertilizer	209±35 (100)	159±14 (100)	278±14 (100)	1159±143 (100)
So. Fertilizer	167±48 (80)	143±49 (90)	242±30 (87)	945±317 (82)
Cl Fertilizer	136±53 (65)	167±36 (105)	244±40 (88)	1031±276 (89)

\*Cao mg/100g dry soll. "( ) number is ratio as 100 for fertilizers value.

7) 跡地土壤カルシウム (Ca) 含量

4種類の跡地土壤の置換性Ca含量はTable 11のようであった。沖積土壤で有意に高くNF区でも256mgであり、MCF区では277mgであった。また洪積性土壤では157mgと230mgであった。しかしながら火山性土壤や泥炭土壤では低く、無肥区で68mg、123mgと低かったが、MCF区は175mg、1009mgとなっていた。またこれらの値を比率で見ると、洪積性土壤ではCF区100に対し

積性土壤や泥炭土壤にも認められたが、火山性土壤では認められなかった。

施肥法の相違による跡地土壤の置換性

CaOはTable 12のようにMCF・-P>CF・-K・-N>SO<sub>4</sub>>C1>NF区の関係でその全平均は391.2±382.6mg/100g乾土であった。

考 察

以上のことを総合的に考察するに、両牧草の生育は土壤のカルシウム含量に対応して、増減するかどうかは不明である。しかしながらカルシウムの施肥がなされないNF区においてはカルシウムの含有率の低下が認められる。また一定量のカルシウム施肥を行えば、その低下は認められない。これらのことから、一定量のカルシウムの補給ということは、マメ科草ばかりでなく、イネ科草においても必要であると考えられる。また刈り取り毎によるカルシウムの変化は両牧草において、殆ど認められないことから、カルシウムの施用時期を考えて補給するというよりは、土壤の中に一定量以上のカルシウムが含有している状態を作ることが大切であると考えられる。しかしこのカルシウムの含有率について、マメ科草のアルファルファとイネ科草のオーチャードグラスを比較すると両牧草に明瞭な含有率の差異が生まれてくる。このことは牧草本来のカルシウム要求量の差異であると

Table 12. Calcium content in soil by fertilizer treatment. (%)

Non-fertilizer =40	Manure complete =40	Complete fertilizer =40	Non-nitrogen =40	Non-phosphate =40	Non-potassium =40	Sulfur =40	Chlorine =40	Average S. D.
147.1	461.1	447.1	442.3	470.2	450.1	405.1	368.0	391.2±382.6

てMCF区は112、SO<sub>4</sub>系区とC1系区はそれぞれ80、65と低下してしていた。この傾向は沖

考えられるが、アルファルファが家畜の飼料として極めて有用な植物であることと無縁ではな

いと考えられる。

またこれらの両牧草を施肥法を変えて、5ヶ年間試作した跡地土壌を採取して分析してみると、NF区はカルシウムは明らかに低下しており、またMCF区はカルシウムの量が増大している。このことは土壌に供給されたカルシウムの量がMCF区において、他の区に加えた量よりプラス堆肥成分が増加していることに原因があると考えられるが、泥炭土壌ではこの傾向が見られない。この原因は今のところ不明であるが、総合的な良質な有機質の補給によって生育量が増大したためと考えている。ちなみに、泥炭土壌のCF区とMCF区の生育量の差は94 : 106とMCF区が収量増加となっている。

## 要 約

アルファルファとオーチャードグラスのカルシウム(Ca)吸収特性を明らかにするため、野幌洪積性重粘土壌、植苗火山性土壌、美唄泥炭土壌および篠津沖積土壌に、堆肥完全化学肥料区、完全化学肥料区、硫酸系完全化学肥料区、塩素系完全化学肥料区、無窒素系区、無燐肥区、無カリ区および無肥区の8施肥処理を行い、5ヶ年間栽培試験した。その得られた結果は以下のものであった。

- 1) 供試土壌のCaO含量は沖積397 > 重粘192 > 火山61 > 泥炭51mg / 100 乾土であった。
- 2) 土壌の相違による牧草中CaO含有率はA1で泥炭2.12 > 重粘2.00 > 火山1.89 > 沖積1.66%、0gでそれぞれ0.57 > 0.48 = 0.48 > 0.44%であった。
- 3) 両牧草の種間差はA1で1.91 ± 0.69、0gで0.49 ± 0.128%であり、刈取別、年次別、施肥処理別では無肥料区を除き差異がな

かった。

4) 施肥法の相違による跡地土壌の置換性CaOは堆+完化・-P > 完化・-K・-N > SO<sub>4</sub> > C1 > NF区の関係で、その全平均は391.2 ± 382.6mg / 100 g乾土であった。

## 謝 辞

本研究の分析結果は1980-1985年までの酪農学園大学土壌植物栄養学研究室の卒業論文学生の協力によるところが絶大であり、心より感謝申し上げます。また同大学の篠原功氏のご協力・ご支援によるところも多い。記して衷心より感謝申し上げます。

## 文 献

- 1) 原田 勇・近代酪農 第84号 健康の源、土のカルシウム (1984)
- 2) 原田 勇・良質牛乳生産のための土壌と牧草の栄養管理 (1991)  
'90年代の日本酪農 P 7-25
- 3) Kakichi, S and R. Yamazaki, Proc. Japan Acad, 46, 387 (1970)
- 4) 熊沢喜久雄、植物栄養学大要 p 149 - 150 (1990)
- 5) 御子柴田克彦・三品昌実・井村祐夫・イオンチャンネルとレセプター、実験医学増刊、Vol. 10 No.6 (1992) 羊土社
- 6) Smith, Dale : Effects of potassium topdressing a low fertility silt loam soil on alfalfa herbage yields and composition and on soil KValues. Agron. J 67. 60-64 (1975)
- 7) 高橋達児・本邦草地の無機栄養および牧草の無機品質に関する諸問題11. 亜鉛 ; 日本草地学会誌 (1) 78-82 (1978)

# 北海道のトップハードにおける飼料給与と粗飼料品質

安宅 一夫・大久保 実 (酪農学園大学)

Feeding and forage quality in Hokkaido top herds

Kaguo ATAKU and Minoru OKUBO (Rakuno Gakuen University)

## 緒 言

北海道における乳牛1頭当たりの乳量の増加は著しく、平成3年度の北海道乳牛検定成績によると、年間1頭当たり平均乳量は、7,563kgで世界のトップクラスになっている。また、平均乳量が10,000kg以上の牧場は実に95戸に達している。

高泌乳を実現するためには、飼料の給与法と良質粗飼料の確保が重要な課題と考えられている。そこで、北海道のトップクラスの牧場、いわゆるトップハードではどのような飼料そして粗飼料をどのように給与しているかを調査した。

## 調査方法

平成2年度における北海道乳牛検定成績の上位7牧場と高泌乳で乳成分含量の高い1牧場について、乳量、乳成分率、飼料の種類と給与量、養分含量を調査した。

## 結 果

調査牧場の平成2年度における乳牛検定成績を表1に示した。

表1. 北海道のトップハードの乳量と乳成分率

	A	B	C	D	E	F	G	H
実頭数	77.0	48.9	59.7	25.0	45.8	37.4	23.5	32.2
年間乳量 (kg)	12,136	11,949	11,657	11,609	11,601	11,294	11,292	10,507
乳脂率 (%)	3.83	4.09	3.91	3.14	3.63	3.50	3.46	4.24
無脂固形 分率	8.66	8.81	8.69	8.85	8.70	8.55	8.62	8.85
乳たんぱ く質率	3.13	3.24	3.13	3.26	3.14	2.97	3.07	3.30
体重 (kg)	658	610	695	643	665	637	616	609

(平成2年度北海道乳検データから)

乳量はトップのA牧場で12,136kgであり、乳脂率はDとG牧場で、それぞれ3.14%と3.46%と低かったが、A、B、C、H牧場で高かった。

泌乳前期における粗飼料の給与量は表2に示した。

表2. 北海道のトップハードにおける泌乳前期の飼料給与量(乾物kg)

	A	B	C	D	E	F	G	H	利用率
イネ科乾草	3.5	1.7	-	4.2	1.0	5.0	2.5	0.8	7/8
アルファルファ乾草	2.5	-	-	1.8	0.6	1.4	3.7	0.4	6/8
ハイキューブ	-	-	-	-	-	-	2.7	-	1/8
グラスサイレージ	5.8	4.2	16.1	-	5.5	-	-	10.1	5/8
コーンサイレージ	-	2.7	-	-	3.6	4.8	3.9	-	4/8
粗飼料合計	11.8	8.6	16.1	6.0	10.8	11.1	12.8	11.3	
ビートパルプ	2.6	2.6	0.9	2.2	3.5	1.3	3.5	2.6	8/8
アルファルファペレット	-	1.8	-	-	1.4	1.4	-	-	3/8
アルファルファミール	-	-	0.9	-	-	-	-	-	1/8
ビール粕	0.9	-	0.4	-	-	-	-	-	2/8
大麦	3.1	4.4	-	0.8	1.1	-	-	3.8	5/8
トウモロコシ	2.2	-	-	1.3	-	-	2.1	-	3/8
フスマ	-	-	-	-	-	-	-	0.9	1/8
綿実	2.4	1.8	-	0.1	0.8	2.0	1.4	1.1	7/8
大豆粕	-	2.6	-	-	-	-	-	-	1/8
加熱大豆	1.8	-	-	-	0.6	1.8	1.3	0.5	5/8
配合飼料	7.0	4.4	7.9	13.3	8.8	10.0	5.2	6.1	8/8
サリメント	-	-	0.4	-	-	0.1	-	-	2/8
糖蜜	-	-	-	-	0.1	-	-	0.2	2/8
濃厚飼料合計	15.2	17.6	10.6	17.7	16.3	16.6	13.5	15.1	平均
リソカル	0.1	0.45	0.07	0.04	0.05	0.34	0.2	-	
乾物摂取量	27.1	26.7	26.8	23.8	27.1	28.0	26.5	26.4	26.6
粗濃比(%)	43.5	32.3	60.2	25.4	39.7	39.6	48.4	42.9	41.7

調査した8牧場中7牧場がイネ科乾草を給与し、6牧場がアルファルファ乾草を給与している。また、グラスサイレージは、5牧場、コーンサイレージは4牧場で給与しているが、安定的に通年サイレージを利用しているのは、A、B、C、Hの4牧場しかない。そして、グラスサイレージを通年給与したり、粗飼料のすべて、あるいはほとんどグラスサイレージに依存している牧場の乳成分率は高いことが注目される。

一般に、高泌乳牛には良質粗飼料が必要であるとされている。しかし、意外にも調査牧場の粗飼料の栄養価は高くなかった。自給の乾草はチモシーとオーチャードグラスが主体で、乾物中CPは8.2~12.4%、TDNは51.8~56.7%で刈取り時期は出穂前後のものであった。ま

た、グラスサイレージの栄養価も乾草と同程度かわずかにすぐれる程度であった。しかし、サイレージの品質は、いずれも水分調整や添加物の利用によって良質のものが給与されていた。

濃厚飼料では、市販の配合飼料とビートパルプを全ての牧場が使用しており、大麦、綿実、加熱大豆が半数以上の牧場で使用されていた。

乾物摂取量は23.8~28.0kgで、体重に対して4%以上に達している。粗飼料割合は、D牧場で25.4%と最も低かったが、C牧場では60.2%と最も高かった。

給与飼料全体の養分含量は表3に示した。

表3. 北海道のトップハードにおける泌乳前期の飼料中養分含量

	A	B	C	D	E	F	G	H	平均
TDN	69.9	72.4	65.8	76.9	71.8	73.9	72.7	73.3	72.1
CP	17.3	18.5	17.3	18.1	17.4	17.1	16.5	16.7	17.4
SIP	28	27	36	17	29	26	20	40	27.9
UIP	36	33	31	39	35	40	39	34	35.9
NDF	38	38	45	30	42	38	37	38	38.3
ADF	28	23	27	18	25	23	25	22	23.9
脂肪	5.5	3.6	5.1	3.5	4.0	5.6	4.6	3.6	4.4
NFC	30	32	23	41	28	30	34	35	31.6

乾物中%、SIPとUIPはCP中%

調査牧場の養分含量は、TDN65.8~76.8%、CP16.5~18.5%、SIP17~40%、UIP31~40%、NDF30~45%であった。この中で乳脂率の高い牧場では、NDFが38%以上と繊維が十分にあり、SIPが27~40%と推奨値の範囲にあった。一方、乳脂率の低かったD牧場はNFC含量が41%と最も高く、このため乳蛋白質率は3.26と高かった。

### 考 察

本研究は、北海道のトップハードにおいてどのような飼料をどのように給飼しているかを調査したものである。

トップハードの共通点は、すぐれた牛群を有

し、それにバランスのとれた飼料を要求量に見合うだけ十分に給与していることである。また、ほとんどの牧場が粗飼料と濃厚飼料の分離給与でありながら、必ずしも多回給与でなく、しかも2回搾乳でアメリカのトップハードと同じかそれ以上の成績をあげていることは驚異的である。そして、粗飼料の品質は特に良いものではなかった。したがって、北海道のトップハードの潜在能力は非常に高く、粗飼料品質の改善によって、乳量、乳成分率はさらに向上する可能性を秘めている。

# 根室（計根別）管内における糞尿処理・利用実態 （UNKOプロ第1報）

能代 昌雄・松本 武彦（根釧農試）、小出 佳正（北根室普及所）  
吉川 直（計根別農協）

The actual condition treatment and utilization of dairy waste in Nemuro (Kenebetsu) region.

Masao NOSHIRO, Takehiko MATSUMOTO (Konsen Agricultural Experiment Station), Yoshimasa KOIDE (North Nemuro Agricultural Extension Office), Tadashi YOSHIKAWA (Kenebetsu Agricultural Co-operative Association)

## 緒 言

酪農において糞尿は決して廃棄物ではなく、貴重なりサイクル資源である。これを上手に活用して経費の節減と地域の環境保全を旨とすることが重要である。1992年より根釧農試、北根室普及所、計根別農協が連携して、UNKOプロジェクトをスタートさせた。糞尿を有効利用し、（Utilization）、自然（Nature）、に優しい（Kindness）、組織（Organization）である。その活動の前段として、計根別管内における223戸の酪農家を対象に糞尿処理と利用の実態調査を行った。

## 調査方法

1989年に計根別管内223戸の酪農家を対象としてアンケート調査を実施した。1991年に同地区において堆積期間が0～2年以上と異なる堆厩肥20点をサンプリング（堆積物の中復、深さ30cm部位3～4ヶ所）し、肥料成分を分析した。

## 結果および考察

— 経営概要 — 計根別地区の酪農家一戸あたりの飼養頭数（平均）は経産牛45.3頭、育成牛33.3頭で、経産牛換算の合計では62頭である（図1）。

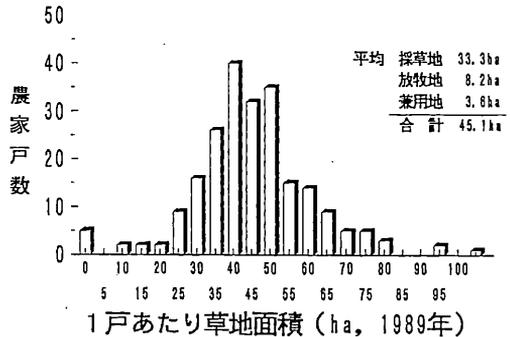


図1. 酪農家1戸あたりの草地面積の分布

1戸あたりの草地面積（平均）は45.1haで内訳は採草地33.3ha、放牧草地8.2ha、兼用草地3.6haであった（図2）。

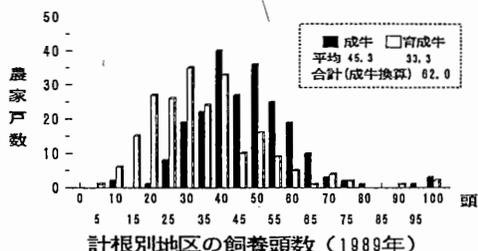


図2. 酪農家1戸あたりの乳牛飼養頭数の分布

堆肥化の副資材となる敷料には麦稈、乾草、おがくずが用いられていた(図3)。

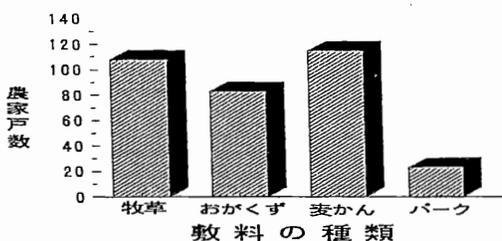


図3. 計根別地区における使用敷料の種類

麦稈が多く用いられているのは根釧地方の一般の状況ではない。計根別地区は網走管内に近く、麦稈が搬入されやすいためである。

— 堆肥肥の管理 — 堆肥肥の切り返し回数は草地への移動を含めて1.4回で(図4)、堆積期間は平均12.9ヶ月であった(図5)。

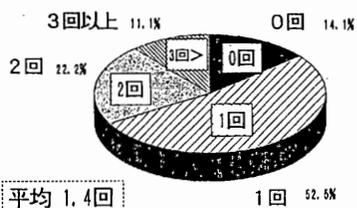


図4. 堆肥肥の切り返し(移動も含む)回数

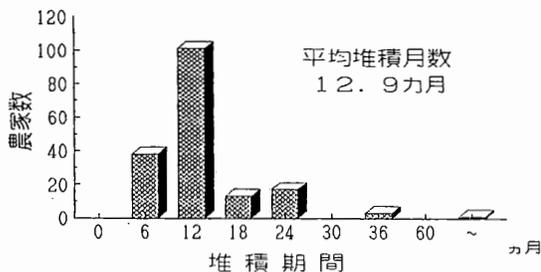


図5. 堆肥肥の利用までの堆積期間

野積み状態で1年間堆積され、未発酵のものが草地還元されている現状であった。

堆積期間中の成分変化をみると(表1)、水分は当初80%位のもものが1年後には70%、2年後には60%と低下していた。

表1. 堆積期間中の成分変化

堆積期間(月)	水分(%)	乾物中(%)		
		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
～ 6	82	2.54	1.41	2.54
6～12	75	2.02	1.31	1.43
12～24	71	1.52	1.25	0.94
24～	63	1.49	1.20	0.56

Nは当初2.5%から1年以降では1.5%と安定化した。P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>含量の低下はわずかであった。K<sub>2</sub>Oはもっとも変動が大きく、当初の2.5%から1年後には1.0%、2年後には0.5%とどんどん低下していた。長期間野ざらしで堆積していても養分を流出させるだけである。出来るだけ早く圃場に散布できるように早期に取扱性を改善して、堆積期間中の養分損失を少なくする必要がある。

自給肥料の利用 堆肥肥と尿の散布時

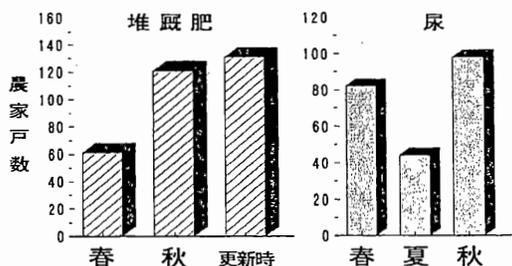
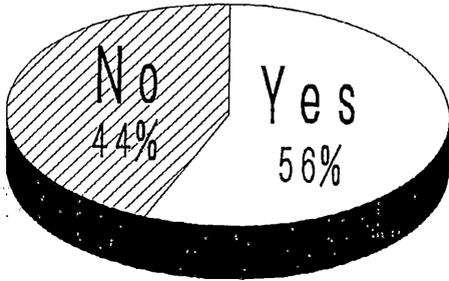


図6. 堆肥肥、尿の散布時期

堆肥肥は更新時に約2/5、秋に2/5、春に1/5が散布されており、良好である。しかし、尿は秋に最も多く散布されており、問題である。尿は化学肥料と同じように取扱うべきであり、春～夏すなわち早春と1番草刈取り後に

ウエイトを移すことが望ましい。次に自給肥料を散布しても化学肥料を減肥していない農家が44%もいる(図7)。



減肥の有無

図7. 自給肥料施用による化学肥料減肥の有無

糞尿中には多くの肥料成分が含まれているので肥料としてしっかり評価すべきである。

#### まとめ

以上の実態調査結果から今後の課題をまとめた。

1. 堆厩肥づくりが良好に行われていない。単なる野積みは養分の損失を招くだけである。効率的に初期物性の改善をして、早期に取扱い性を向上させる必要がある。
2. 自給肥料を活用した施肥システムを完成させる必要がある。
3. そのためには自給肥料連用における肥効発現特性を明らかにする。また地域の環境容量を設定し、自給肥料の有効利用と環境保全に配慮した持続的酪農を確立していく必要がある。

## 堆肥場周辺土壌の化学性 (UNKOプロ第2報)

松本 武彦・能代 昌雄 (道立根釧農業試験場)

Chemical properties of the soils around barnyard manure site

Takehiko MATSUMOTO, Masao NOSHIRO

(Konsen Agricultural Experiment Station)

### 緒 言

今日、北海道酪農では乳価の引き下げ、農産物輸入自由化といった状況の中、多頭飼育を行う事によって出荷乳量を増加させている。本来、酪農とは土～草～牛の循環の中から牛乳を生産する農業であり、肥料として有効な成分を多量に含んでいる家畜糞尿を草地に還元し有効に活用することが必要である。

しかし、乳量が年々増加していく一方で、牛舎から排出される糞尿の量も増加しており、糞尿を還元すべき草地面積にも限界がみられる。加えて牛糞特有の取扱い性の悪さから、現在の糞尿の扱いには処理・処分というイメージが強く、利用されずに蓄積されるとせっかくの養分が無駄になるだけではなく環境への負荷にもつながってくる恐れがある。

そこで、今年度北根室に発足したUNKOプロジェクトの調査報告第2報として、牛糞尿を無駄なく有効に活用するために、堆肥場周辺の土壌の化学性を調べ糞尿処理の問題点を探ることにした。

### 調査方法

#### 1. 糞尿処理施設の所有状況

平成元年に根室管内計根別地区で農家223戸を対象に行ったアンケート調査に基づき算出した。

#### 2. 堆肥場周辺土壌の化学性

牛舎から排出された糞が草地に還元されるまでの貯留場所となる1) 堆肥盤および2) 草地における堆積場の周辺土壌について調査を行った(図1)。

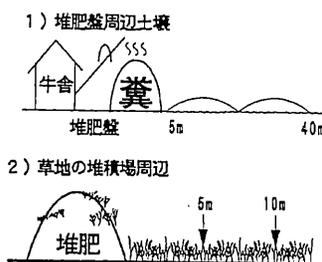


図1. 調査の方法

1) 牛舎から排出された糞が最初に貯留される場所である堆肥盤周辺については堆肥盤の端から5～40mの範囲内で傾斜、糞尿の流出程度を考慮して決定した2地点から土壌を採取した。調査対象とした酪農家50戸の糞尿処理方式はすべてパークリーナによる固液分離方式であった。2) 堆肥の二次的な貯留場所となる草地の堆積場周辺については堆肥から5、10mの2地点で土壌を採取した(傾斜がある場合は傾斜に沿って)。1)、2)とも土壌は0～5、5～10cmの二層に分けて採取し、窒素については熱水抽出法、リン酸については

Bray-No.2法、カリについては交換性カリを原子吸光法により求めた。

結果および考察

1. 調査地区における糞尿処理施設の保有状況

調査地区における尿溜の保有率は76%であり、1個という農家が50%と大半を占め、以下2個19%、3個以上7%であった。またコンクリート製の堆肥盤を保有している酪農家の割合は74%であり、糞尿処理施設の設備は数字の上では進んでいるように見受けられたが、尿溜については、牛舎を改築したことにより尿や洗い水などが流れて行かなくなり実際には尿溜として機能していない場合もあった。堆肥盤についても堆肥から流れ出るれき汁を溜めることを考慮した構造は見あらず、その規模、立地条件等についても改善の余地がみられた(図2)。

2. 堆肥場周辺土壌の化学性の調査

生糞が排出されるコンクリート堆肥盤周辺土壌の化学性は0~10cmでは窒素、リン酸、カリともに堆肥盤からの距離が遠のくとも

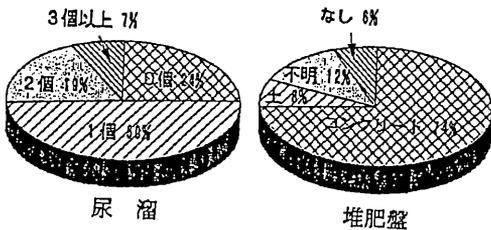


図2. 計根別地区における糞尿処理施設の保有状況

に土壌中の養分含量が低くなっていく傾向があり、堆肥盤から20mまでの範囲と20m以上とでは養分含量に大きな開きがみられた。また、カリは距離に比例して低くなっているのに対し、窒素、リン酸は20m以内の範囲に養分が集積し

ているような傾向が見られた(図3)。10~20cmの層においても0~10cm層とほぼ同様な傾向がみられたが、窒素、リン酸では0~10cm層よりもかなり養分含量が低いのに比べ、カリでは0~10cm層とそれほど変わりなかった(図4)。堆肥盤周辺では糞尿の搬出、移動等の際、作業機の車輪に糞が付着したりこぼれ落ちたりすることも予想され、特に窒素やリン酸ではそのような影響も考慮する必要がある。

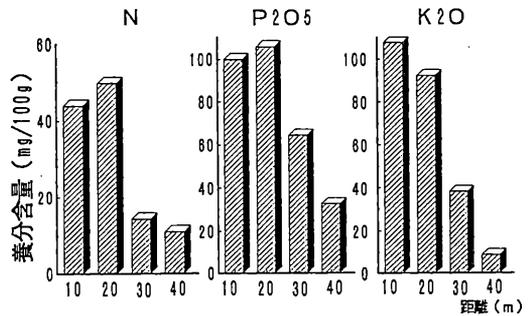


図3. 堆肥盤周辺土壌の化学性(0~10cm)

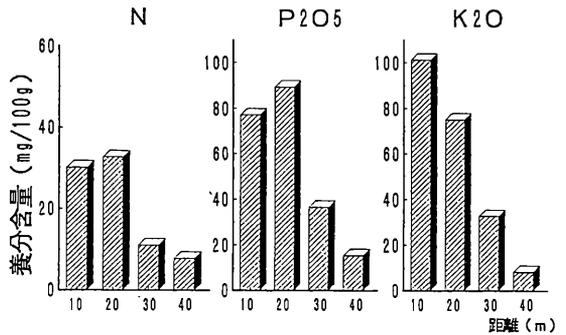


図4. 堆肥盤周辺土壌の化学性(10~20cm)

草地に移動した堆肥周辺土壌についても、堆肥からの距離が遠くなるにつれ窒素、リン酸、カリともに低くなる傾向がある。リン酸とカリについて土壌診断基準値(未熟火山性土)と比較してみるとリン酸、カリとも堆肥から5mの地点の0~10cm層では診断基準値の上限をオーバーし、10m離れた地点においても基準値の上限いっぱいにあった(図5)。この基準値は0

～5 cm層を対象とした値である事を考慮すると、10m地点においても通常の施肥管理をしている草地土壌の養分含量に比べて高いレベルにある事が推測される。10～20cm層の養分含量は、窒素、リン酸、カリ各要素とも0～10cm層に比べると3分の2から半分程度であり、同様に距離にもなって低下していた(図6)。

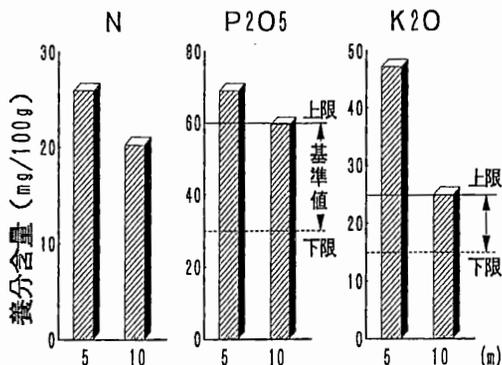


図5. 草地に移動した堆肥周辺土壌の化学性 (0～10cm)

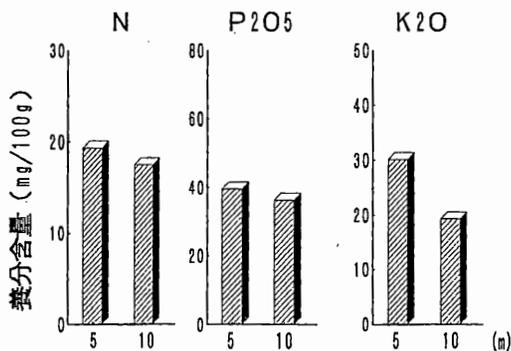


図6. 草地に移動した堆肥周辺土壌の化学性

今回は調査を行わなかったが、草地における堆積場周辺に生育している牧草の養分吸収量、対照となる草地の土壌養分含量の把握も行い、どの程度養分が流出しているのかを評価する必要がある。

以上の調査の結果から、糞尿処理施設はアンケート結果による数字の上では堆肥盤、尿溜などの整備がある程度進んでいるように思われるが実際には、飼養頭数の増加とそれともなう糞尿の増加に対応したのではなく、現在の糞尿処理体系から考えると養分を貯留しておく施設としての機能は不十分である。

養分を系内で循環させ周辺環境に負荷をかけないような経営を目指すには糞尿を全量回収できるような施設の整備についての検討が必要である。また、二次的な堆積場として一般的に使われている草地での堆積場周辺においても糞尿由来の養分が高まることが予想され、堆肥場の立地条件等について検討する必要がある。

# 事務局だより

## I 庶務報告

### 1. 平成4年度 研究会賞選考委員会の開催

日時：平成4年6月5日（金） 11:00~12:00

場所：雪印パーラー（札幌市中央区北3条西3丁目）

選考委員：中嶋 博、越野正義、清水良彦、三谷宣允、源馬琢磨の各氏  
候補者と課題：

1) 竹田芳彦氏（北海道立根釧農業試験場）

『道東地域におけるマメ科牧草の永年維持に関する研究』

2) 井芹靖彦氏（宗谷北部地区農業改良普及所）

『アルファルファ栽培技術改善とその普及・指導』

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：平成4年6月5日（金） 12:30~15:00

場所：雪印パーラー（札幌市中央区北3条西3丁目）

出席者：会長、副会長、評議員を含む22名と幹事4名出席。

議長：古谷政道氏

議事：以下について検討し、承認された。

1) 平成4年度 研究会賞の決定（上記1.の1）、2）の各氏）

2) 平成4年度 研究会の開催要領等の決定

3) シンポジウム課題の決定

『放牧と乳生産』

4) 会報の編集報告について

会報に掲載する報文を『原著論文』と『一般報文』にわけることに伴う会則と投稿規定の改正について討議された。

### 3. 第2回 評議員会の開催

日時：平成4年12月11日（金） 12:00~13:00

場所：帯広畜産大学（帯広市稲田町）

出席者：会長、副会長、評議員を含む26名と幹事4名出席。

議長：中嶋 博氏

議事：下記の総会提出課題について検討し、承認された。

1) 平成4年度 一般経過報告（庶務・会計・編集）

2) 平成4年度 会計監査報告

- 3) 平成5年度 事業計画(案)
  - (1) 平成5年度 研究発表大会、シンポジウムの開催
  - (2) 平成5年度 研究会賞者の選考
  - (3) 研究会報 第27号の刊行
- 4) 平成5年度 予算(案)
- 5) 役職員の一部改選(案)

#### 4. 平成4年度 研究発表大会の開催

日 時：平成4年12月11日(金)～12日(土)

場 所：帯広畜産大学(帯広市稲田町)

- 1) 研究発表：12月11日(金) 13:00～17:00

42課題の発表、約200名の参加者。

- 2) 第18回シンポジウム

主 題：『放牧と乳生産』

座長：岡本明治氏(帯 畜 大)

片山正孝氏(根釧農試)

演題と話題提供者：

- (1) 『根釧地域における放牧の利用実態』

前川 奨氏(北海道立根釧農業試験場)

- (2) 『放牧地における合理的草種・品種の組合わせ』

石田 亨氏(北海道立天北農業試験場)

- (3) 『放牧を効率的に利用した乳牛飼養』

花田正明氏(北海道立根釧農業試験場)

参加者が100名をこえ、活発な討論がおこなわれた。

- 3) 第13回北海道草地研究会賞授与及び受賞講演：12日(土) 12:45～14:30

- (1) 竹田芳彦氏(北海道立根釧農業試験場)

『道東地域におけるマメ科牧草の永年維持に関する研究』

- (2) 井芹靖彦氏(宗谷北部地区農業改良普及所)

『アルファルファ栽培技術改善とその普及・指導』

#### 5. 平成4年度 総会の開催

日 時：平成4年12月11日(金) 17:00～17:30

場 所：帯広畜産大学(帯広市稲田町)

議 長：中嶋 博氏(北大)

議 事：

- 1) 平成4年度 一般経過報告

- (1) 庶務報告

- ・研究会賞選考委員会の開催（上記1.の通り）
  - ・第1回評議員会の開催（上記2.の通り）
  - ・第2回評議員会の開催（上記3.の通り）
- (2) 会計報告 別記の通り
  - (3) 編集報告 研究会報第27号の編集経過報告
- 2) 平成4年度 会計監査報告 別記の通り
  - 3) 平成5年度 事業計画（案）
    - (1) 研究発表大会、シンポジウムの開催
    - (2) 研究会賞受賞者の選考
    - (3) 会報第28号の刊行
  - 4) 平成5年度予算（案）
  - 5) 会則および編集委員会規定の改正（案）別記の通り

Ⅱ 会 計 報 告  
平成4年度 会計決算報告

(1992年1月1日~12月31日)

一 般 会 計

1. 収入の部

項 目	予 算 額	決 算 額	差 引	備 考
前年度繰越金	379,730 *	538,397	158,667	
正 会 員 費	900,000	980,000	80,000	他年度を含む
賛 助 会 員 費	350,000	350,000	0	34社35口
雑 収 入	500,000	567,011	67,011	大会賛加費、別刷 超過頁、バックナンバー等
合 計	2,129,730	2,435,408	305,678	

※1991年11月20日の見込決算収支差額であるため決算額と一致しない。

2. 支出の部

項 目	予 算 額	決 算 額	差 引	備 考
印 刷 費	1,400,000	1,442,000	△ 42,000	会報26号、要旨他
連 絡 通 信 費	200,000	195,751	4,249	会報発送、案内他
消 耗 品 費	100,000	82,312	17,688	封筒、事務用品
賃 金	100,000	100,000	0	大会運営補助他
原 稿 料	40,000	30,000	10,000	シンポジウム3名
会 議 費	120,000	116,558	3,442	評議委員会等
旅 費	40,000	51,460	△ 11,460	評議委員会、監査
雑 費	20,000	11,880	8,120	
予 備 費	109,730	0	109,730	
合 計	2,129,730	2,029,961	99,769	

3. 収支決算

収 入	2,435,408
支 出	2,029,961
残 高	405,447

<残高内訳>

現 金	8,959
郵便振替口座	0
銀行口座	167,399
郵便貯金口座	229,089
	405,447

特別会計

1. 収入の部

項目	予算額	決算額	差引	備考
前年度繰越金	1,289,891	1,289,891	0	120万円定期貯金
利子	58,000	59,555	1,555	(定期利子 57,120) (普通利子 2,435)
合計	1,347,891	1,349,446	1,555	

2. 支出の部

項目	予算額	決算額	差引	備考
会賞表彰費	35,000	30,085	4,915	盾、賞状
原稿料	40,000	40,000	0	講演原稿料
合計	75,000	70,085	4,915	

3. 収支決算

収入	1,349,446	<残高内訳>	
支出	70,085	定期郵便貯金	1,200,000
残高	1,279,361	普通郵便貯金	79,361
			1,279,361

Ⅲ 監査報告

12月末日現在の会計の諸帳簿、領収書等について監査を実施いたしました。その執行は適正、正確でありましたのでここに報告いたします。

1993年1月14日

北海道草地研究会監事

小倉紀美  
片山正孝

## IV 平成5年度予算案

(1993年1月1日～12月31日)

### 一般会計

#### 1. 収入の部

項 目	予 算 額	4年度見込決算額	備 考
前年度繰越金	194,937	538,397	
正 会 員 費	1,000,000	950,000	4年度50、他年度5
賛 助 会 員 費	350,000	350,000	35口
雑 収 入	450,000	420,000	別刷等30、参加費15
合 計	1,994,937	2,258,397	

#### 2. 支出の部

項 目	予 算 額	4年度見込決算額	備 考
印 刷 費	1,400,000	1,442,000	会報130、講演要旨10
連 絡 通 信 費	200,000	200,000	会報、大会案内等発送
消 耗 品 費	50,000	100,000	事務用品他
賃 金	100,000	100,000	大会時運営補助他
原 稿 料	40,000	30,000	シンポジウム4名
会 議 費	100,000	120,000	評議委員会等
旅 費	55,000	51,460	会計監査
雑 費	15,000	20,000	コピー代
予 備 費	34,937	0	
合 計	1,994,937	2,063,460	

## 特別会計

### 1. 収入の部

項 目	予 算 額	4年度見込決算額	備 考
前年度繰越金	1,275,670	1,275,670	
利 子	48,000	59,555	利率3.82% (定期)
合 計	1,323,670	1,349,446	

### 2. 支出の部

項 目	予 算 額	4年度見込決算額	備 考
会 賞 表 彰 費	35,000	33,776	盾、賞状、筒
原 稿 料	40,000	40,000	2 名
合 計	75,000	73,776	

## V 会員の入退会

### 入 会 者

#### ◎ 正 会 員 (26名)

板垣 亨哉 (日本甜菜製糖kk)	市野 義成 (酪農学園大学)
伊藤 稔 (北農試)	井上 保 (帯広畜産大学)
海田 佳宏 (十勝東部地区農業改良普及所)	菊地 実 (宗谷北部地区農業改良普及所)
菊地 仁 (岩手県久慈農業改良普及所)	佐藤 勝之 (西紋別東部地区農業改良普及所)
斉藤 圭子 (酪農学園大学)	佐藤 京子 (酪農学園大学)
高橋市十郎 (天北農試)	高橋 知美 (酪農学園大学)
高橋 穰 (雪印種苗中央研究農場)	中島加容子 (酪農学園大学)
長尾 安弘 (宗谷北部地区農業改良普及所)	成田 大展 (東北大学草地研究施設)
西本 義典 (北海道畜産会)	松本 努 (北農試)
松本 武彦 (根釧農試)	水上 昭二 (空知北部地区農業改良普及所)
村山 廉生 (雪印種苗中央研究農場)	保倉 勝巳 (山梨県酪農試験場)
横山 幸則 (旭川地区農業改良普及所)	吉田 肇 (宗谷北部地区農業改良普及所)
米田 裕記 (中央農業試験場)	米田 豊 (酪農学園大学)

#### ◎ 退 会 者 (27名)

伊藤 巖	入沢 充穂	上村 寛	白沢 茂明	大村 邦男	小野 昭平	及川 博
上谷 孝志	菊地 富治	小山 佳行	佐藤 実	佐野 信一	鈴木 等	鈴木 孝
獅子 学	滝川 明宏	田中 英彦	鳶野 保	野村 琥	早司 朗子	広 瀬勇
日詰 圭	平地 崇	藤田 昭三	松原 守	村川栄太郎	山崎 勇	

#### ◎ 自然退会者 (3年分会費未納)

石川 正志 百木 薫 森糸繁太郎

#### ◎ 転移先不名者

清水 隆三

## VI 北海道草地研究会会則

第1条 本会は北海道草地研究会と称する。

第2条 本会は草地に関する学術の進歩を図り、あわせて北海道における農業の発展に資することを目的とする。

第3条 本会員は正会員、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
編 集 委 員	若干名
幹 事	若干名

第7条 会長は会務を総括し……

監事は会計を監査し、結果を総会に報告する。

編集委員は研究報文を審査・校閲する。

幹事は会長の命を受け、会務を処理する。

第8条 会長、副会長、評議員および監事は総会において会員中よりこれを選ぶ。

編集委員および幹事は会長が会員中よりこれを委嘱する。

第9条 役職員の任期は原則として2カ年とする。

第10条 本会に顧問を置くことができる。顧問は北海道在住の学識経験者より総会で推挙する。

第11条 総会は毎年1回開く。ただし必要な場合には評議員の議を経て臨時にこれを開くことができる。

第12条 総会では会務を報告し、重要事項について議決する。

第13条 正会員および顧問の会費は年額2,000円とする。賛助会員の賛助会費は年額10,000円以上とする。名誉会員からは会費は徴収しない。

第14条 本会の事業年度は1月1日より12月31日までとする。

附 則

平成5年6月18日一部改正。

## VII 北海道草地研究会報執筆要領

(平成5年6月18日改訂)

### 1. 原稿の種類と書式

#### 1) 原稿の種類

原稿の種類は、本会会員（ただし、共同執筆者には会員以外のものも含みうる）から投稿された講演要旨及び研究報文等とする。

講演要旨は、北海道草地研究会において発表されたものとする。

研究報文は、北海道草地研究会における発表の有無を問わない。研究報文は、編集委員の審査・校閲を受ける。

#### 2) 原稿の書式

原稿は、和文または英文とする。ワードプロセッサによる原稿は、A4版で1行25字（英文原稿は半角50字）、1ページ25行で横書で左上から打つ（この原稿4枚で刷り上がり2段組み1ページとなる）。

手書きの和文原稿は、市販のB5版またはA4版横書き400字詰め原稿用紙に、ペン字または鉛筆で（鉛筆の場合は明瞭に、アルファベットはタイプ打ちしたものを貼る）横書きとする。英文タイプ原稿は、A4版の用紙に上下左右約3cmの余白を残し、ダブルスペースで打つ。

### 2. 原稿の構成

#### 1) 講演要旨

和文原稿の場合、原稿の初めに、表題、著者名を書く。続いて英文で表題、著者名を書く。本文は、原則として、緒言、材料及び方法、結果、考察（または結果及び考察）とする。

英文原稿の場合、表題、著者名に続いて、和文表題、著者名を書き、Introduction、Materials and Methods、Results、Discussion（またはResults and discussion）とする。

脚注に、所属機関名、所在地、郵便番号などを和文と英文で書く。著者が複数の場合、著者名のところと所属機関名に\*、\*\*、……を入れ、区別する。

#### 2) 研究報文

和文原稿の場合、原稿の初めに、表題、著者名を書き、続いて、英文で、表題、著者名を書く。本文は、原則として、英文のサマリー（200語以内）、緒言、材料及び方法、結果、考察、引用文献、摘要の順とする。英文のサマリー並びに引用文献は省略できない。緒言の前に、和文（五十音順）と英文（アルファベット順）のキーワードを、それぞれ8語以内で書く。

1ページ目、脚注に所属機関名、所在地、郵便番号を和文と英文で書く。著者が複数の場合、著者名のところと所属機関名に\*、\*\*、……を入れ、区別する。

投稿された論文の大意が本研究会で、すでに発表されている場合は、脚注に「平成 年度 研究発表会において発表」と記載する。

英文原稿の場合、表題、著者名に続いて、和文表題、著者名を書き、Summary、Introduction、Materials and Methods、Results、Discussion、References、和文摘要（500字以内）の順とする。

原稿の終わりに、和文原稿、英文原稿ともヘッディングの略題を記載する。和文は、20字、英文

は8語以内とする。

### 3. 字体、図表等

#### 1) 字体

字体の指定は、イタリック、ゴシック、スモールキャピタル、を赤の下線でそれぞれ示す。

#### 2) 図および表は、別紙に書き、原稿の右余白に図表を入れる場所を指定する(例: ←図1、←表1)。

図は、1枚ずつA4版の白紙またはグラフ用紙に書き、用紙の余白には縮尺程度と著者名を必ず書き入れる。

図は黒インキで書き、そのまま製版できるようにする。図中に入れる文字や数字は、図のコピーに鉛筆で書き入れる。

### 4. 校正並びに審査・校閲

#### 1) 校正

校正は、研究報文のみとし、原則として初校だけを著者が行う。校正に際しては、原稿の改変を行ってはならない。

講演要旨は、著者校正を行わないので、原稿作成に際し十分注意すること。

#### 2) 審査・校閲

研究報文の原稿については、2人以上の編集委員の審査・校閲を受けるが、最終的な採否は編集委員会が決定する。編集委員は、原稿について加除訂正を求めることができる。修正を求められた著者が、特別な事由もなく原稿返送の日から1か月以内に再提出しない場合は、投稿を取り下げたものとして処理する。

### 5. 原稿の提出並びに登載

講演要旨原稿は、研究発表会の日から2か月以内に提出する。原稿は、正編1部、副編1部の合計2部を提出する。

研究報文原稿は、いつ提出してもよい。研究報文原稿は、正編1部、副編2部の合計3部を提出する。

原稿の提出先は、編集幹事とする。

講演要旨はすべて会報に登載する。研究報文については、審査を経て、最終原稿が提出され次第、なるべく早い年度の会報に登載する。

### 6. 印刷ページ数と超過分等の取り扱い。

講演要旨は、1編当たり、刷り上がり1ページ(2段組み、図表込み、和文2,500字相当)、図表は二つ以内とし、超過は認めない。

研究報文は、1編当たり、刷り上がり3ページ(2段組み、図表込み、和文7,500字相当)以内とする。3ページを超えた場合は、1ページを単位として超過分の実費を徴収する。

不鮮明な図表でトレースし直した場合、そのトレース代は、実費を著者負担とする。その他、一般の原稿に比べ極端に印刷費が高額となる場合、差額の実費を著者負担とする。

### 7. その他の執筆要領の詳細

上述以外の執筆要領の詳細については、日本草地学会誌にならう。

## VIII 北海道草地研究会報 編集委員会規定

### (編集委員会の構成)

本委員会は、委員長1名と委員10名以内をもって構成する。委員長と委員は会長がこれを委嘱する。

### (編集委員会の職務)

本委員会は、研究報文の審査・校閲を行う。

### 附 則

この規定は平成5年6月18日から施行する。

## IX 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	源 馬 琢 磨（帯畜大）	
副 会 長	佐 藤 信之助（北農試）	島 本 義 也（北大農）
	清 水 良 彦（根釧農試）	
顧 問	及 川 寛（北海道草地協会）	喜 多 富美治（北大名誉教授）
	後 藤 寛 治（東京農大）	原 田 勇（酪農大名誉教授）
	田 辺 安 一（ダン頭彰会）	平 島 利 昭（コープケミカル）
	平 山 秀 介（食品加工協議会）	吉 田 則 人（帯畜大名誉教授）
評 議 員	小竹森 訓 央（北大農）	嶋 田 徹（帯畜大）
	中 嶋 博（北大農）	美 濃 羊 輔（帯畜大）
	植 崎 昇（酪農大）	伊 藤 稔（北農試）
	村 山 三 郎（酪農大）	長谷川 寿 保（北農試）
	篠 原 功（酪農大）	落 合 一 彦（北農試）
	工 藤 卓 二（滝川畜試）	菊 地 晃 二（中央農試）
	岸 晃 司（新得畜試）	米 田 裕 紀（中央農試）
	大 崎 玄佐雄（天北農試）	三分一 敬（北見農試）
	大 沼 昭（道農地整備課）	森 脇 芳 男（十勝中部農改所）
	館 田 豊 隆（道酪農畜産課）	小 林 勇 雄（中留萌農改所）
	奥 村 純 一（全農札幌支所）	倉 持 允 昭（道農業開発公社）
	三 谷 宣 允（北海道畜産会）	小 松 勝 雄（北海道開発局）
	金 川 直 人（北海道草地協会）	西 部 慎 三（ホクレン）
	兼 子 達 男（雪印種苗）	赤 澤 博（専修短大）
監 事	小 倉 紀 美（根釧農試）	片 山 正 孝（根釧農試）
事 務 局	（事務局長） 福 永 和 男（帯畜大）	
	（庶 務） 本 江 昭 夫（帯畜大）	
	（会 計） 岡 本 明 治（帯畜大）	
	（編 集） 小 池 正 徳（帯畜大）	
編 集 委 員	嶋 田 徹（帯畜大）	佐 藤 信之助（北農試）
	長谷川 寿 保（北農試）	中 嶋 博（北大農）
	植 崎 昇（酪農大）	米 田 裕 紀（中央農試）
	菊 地 晃 二（中央農試）	

# 北海道草地研究会会員名簿

(1993年7月1日現在)

## \*\*名誉会員住所録\*\*

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	295	千葉県安房郡千倉町白子1862-10
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	061-11	札幌郡広島町高台町1丁目11-5
三股正年	060-11	札幌郡広島町西ノ里565-166
村上馨	004	札幌市豊平区月寒東5条16丁目

## \*\*正会員住所録\*\*

### <あ>

青山宏昭	080	帯広市西3条南7丁目14	十勝農協連
青山勉	098-33	天塩郡天塩町山手通り7丁目	北留萌地区農業改良普及所
赤澤傳	079-01	美唄市字美唄1610-1	専修大学北海道短期大学
秋場宏之	999-35	山形県西村山郡河北町谷地乙21	
朝日敏光	068-04	夕張市本町4丁目	夕張市役所農林部農林課
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 家畜飼養学教室
浅水満	089-03	上川郡清水町字羽帯西10-90	
安宅一夫	069	江別市文京台緑町582番地1	酪農学園大学
安達篤	280	千葉市宮崎1丁目19-9	
安達稔	098-62	宗谷郡猿払村字鬼志別	宗谷中部地区農業改良普及所 猿払村駐在所
安部道夫	053	苫小牧市美園町2-12-4	
阿部勝夫	086-11	標津郡中標津町東2条南4丁目	北根室地区農業改良普及所
阿部繁樹	071-15	上川郡東神楽町字千代ヶ岡	
阿部純	060	札幌市北区北9条西9丁目	北海道大学農学部
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	十勝道北部地区農業改良普及所本別町駐在所
阿部 英則	073	滝川市東滝川735番地	北海道立滝川畜産試験場
阿部 登	073-13	樺戸郡新十津川町字幌加169-1	
雨野 和夫	086-11	標津郡中標津町東5条北3丁目	北根室地区農業改良普及所
荒 智	194	東京都町田市玉川学園6-1-1	玉川大学農学部
荒木 博		札幌郡広島町字輪厚557-71	
有沢 道朗	090	北海道北見市青葉町6-7	北見地区農業改良普及所
有好 潤二	069	江別市文京台緑町582	とわの森三愛高校
安藤 道雄	089-15	北海道河西郡更別村字更別南2-19	十勝南部地区農業改良普及所更別村駐在所
<い>			
井内 浩幸	073	滝川市東滝川735	北海道立滝川畜産試験場
五十嵐 忽一	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
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
池田 勲	590-95	士別市東9条6丁目	士別地区農業改良普及所
池田 孝	080	帯広市稲田町西2線11	帯広畜産大学付属農場
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
井澤 敏郎	055-03	北海道沙流郡平取町字貫気別261	
石井 敏	041-12	北海道亀田郡大野町470番地3	渡島中部地区農業改良普及所
石井 格	089-41	足寄郡足寄町白糸146	足寄町営大規模草地育成牧場
石井 忠雄	079	旭川市永山6条18丁目302番地	北海道立上川農業試験場
石井 博之	089-24	広尾郡広尾町豊似	十勝南部地区農業改良普及所
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
石塚 喜明	063	札幌市西区琴似3条4丁目	
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2-2-10	日高中部地区農業改良普及所
井下 善之	089-56	十勝郡浦幌町新町15	浦幌町農業協同組合
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	001	札幌市北区北10条西4丁目 北海道畜産会館	北海道畜産会

井 芹 靖 彦	098 - 41	手塩郡豊富町大通り 1 丁目	宗谷北部地区農業改良普及所
磯 江 清	061 - 14	恵庭市北柏木町 1 丁目 314	北海フオードトラクター(株) 札幌支店
市 川 信 吾	099 - 32	網走郡東藻琴村75番地	東藻琴村農業協同組合
市 川 雄 樹	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
市 野 義 成	069	江別市文京台緑町 582	酪農学園大学
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 農産化学研究所
伊 藤 寿 志	060 - 91	札幌市中央区北 4 条西 1 丁目 3	ホクレン種苗課
伊 藤 国 広	062	札幌市豊平区西岡 3 条 3 丁目 2 - 5	
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	943 - 01	新潟県上越市稲田 1 - 2 - 1	農水省北陸農業試験場 越冬生理研究室
伊 藤 春 樹	100	札幌市北10条西 4 丁目 1 番産会館	北海道畜産会
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
井 上 隆 弘	312	牛久市柏田町 3608 - 395	農水省農研センター土壌 肥料部
井 上 直 人	060	京都市左京区北白川追分町	京都大学農学部
井 上 康 昭	329 - 27	栃木県那須郡西那須野町千本松 768	農水省草地試験場
井 上 保	080	帯広市稲田町	帯広畜産大学
猪 俣 朝 香	098 - 52	北海道枝幸郡歌登町東町 106	宗谷南部地区農業改良普及所
井 原 澄 男	079	旭川市永山 6 条 18 丁目 302	道立上川農業試験場専技室
今 井 禎 男	069	江別市大麻元町 154 - 4	石狩中部地区農業改良普及所
今 井 明 夫	955 - 02	新潟県南蒲原郡下田村大字棚麟	新潟県畜産試験場
今 岡 久 人	069	江別市文京台緑町 582 番地 1	酪農学園大学 農業経済学科
今 田 昌 宏	060	札幌市中央区北 4 条西 7 丁目 緑苑第 2 ビル 1112号	(株)キタバランドスケープ プランニング
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 地域基盤研究部
入 沢 充 穂	060	札幌市中央区北 4 条西 1 丁目 北農会館内	北海道肉用家畜協会
岩 崎 昭	099 - 36	斜里郡小清水町字小清水 604	
岩 淵 度	514	三重県津市上浜町1515	三重大学生物資源学部
岩 間 秀 矩	305	茨城県つくば市観音台 3 - 1 - 1	農業環境技術研究所
<う>			
宇 井 正 保	004	札幌市豊平区月寒東 2 条14丁目	北海道農業専門学校

上田和雄	063	札幌市西区西野2条7丁目5-21	
植田精一		栃木県那須郡西那須野町	飼料作物改良増殖 技術研究所
植田裕	069-13	夕張郡長沼町東9線南2番	ホクレン長沼研究農場
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
上堀孝之	080	帯広市東5条南11丁目19 平明寮	
上村寛	088-23	川上郡標茶町常盤町 道公宅	
上山英一	060	札幌市北区北9条西9丁目	北海道大学農学部畜産学科
請川博基	089-06	中川郡幕別町本町130 幕別町役場内	十勝中部地区農業改良普及所
白沢茂明		北海道中川郡美深町敷島119番地	
内田真人	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
梅坪利光	078-22	雨竜郡沼田町北1条6丁目1-13	雨竜西部地区農業改良普及所
裏悦次	098-57	枝幸郡浜頓別町緑ヶ丘	北海道立天北農業試験場
漆原利男	063	札幌市西区八軒7条東5丁目 1-21-406号	
海野芳太郎	069	江別市文京台緑町582番地1	酪農学園大学
海田佳宏	083	中川郡池田町字西3条9丁目5番地	
<え>			
江柄勝雄	943-01	新潟県上越市稲田1-2-1	北陸農試
榎本博司	081	上川郡新得町1条3丁目1番地	十勝西部地区農業改良普及所 新得町駐在所
江幡春雄	001	札幌市北区10条西4丁目1番地	北海道畜産会
遠藤一明	097	稚内市大黒4丁目11の16	稚内開発建設部
<お>			
及川寛	004	札幌市豊平区里塚375-309	
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
雄武町大規模 草地育成牧場	098-17	紋別郡雄武町幌内	雄武町大規模草地育成牧場
大石亘	305	茨城県つくば市観音台3丁目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	北海道大学農学部畜産学科
大久保義幸	098-41	手塩郡豊富町大通り1丁目	宗谷北部地区農業改良普及所
大崎亥佐雄	098-57	北海道枝幸郡浜頓別緑ヶ丘	北海道立天北農業試験場

大 沢 孝 一		北海道常呂郡佐呂間町西富 108	佐呂間開発工業㈱
大 城 敬 二	098 - 16	紋別郡興部町新泉町	西紋西部地区農業改良普及所
大 塚 博 志	069 - 13	夕張郡長沼町東 9 線南 2 番地	ホクレン長沼研究農場
大 槌 勝 彦	082	河西郡芽室町新生	北海道立十勝農業試験場
大 西 公 夫	062	札幌市豊平区平岡 9 条 3 丁目 15 - 5	
大 西 芳 広	089 - 56	十勝郡浦幌町新町 15 - 1 農業会館	十勝東部地区農業改良普及所
大 原 雅	060	札幌市北区北 9 条西 9 丁目	北海道大学農学部農学科 工芸作物
大 原 益 博	098 - 57	枝幸郡浜頓別町緑ヶ丘	北海道立天北農業試験場
大 原 洋 一	080	帯広市公園東町 3 丁目 11 - 2	
大 村 邦 男	098 - 57	枝幸郡浜頓別町緑ヶ丘	北海道立天北農業試験場
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	280	千葉市千城台西 1 - 52 - 7	農林漁業金融公庫
応用生物地球環境 システム研究所	069	江別市文京台緑町 582 酪農学園大学	日本土壌水質化学研究班 どすいか
岡 一 義	069	江別市大麻元町 154 - 4	
岡 崎 敏 明	060 - 91	札幌市中央区北 4 条西 1 丁目 3	ホクレン農業協同組合連合会 種苗課
岡 田 晟	063	札幌市西区西野 6 条 2 丁目 6 - 12	
岡 田 博	088 - 11	厚岸郡厚岸町宮園町 18	厚岸町役場
岡 橋 和 夫	059 - 16	勇払郡厚真町字桜丘 269	
岡 部 俊	434	静岡県浜北市横須賀 1414 コーポマホロバ A - 202	
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
小 川 邦 彦	098 - 22	中川郡美深町字西町 20	上川北部地区農業改良普及所
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	086 - 11	中標津郡中標津町桜ヶ丘 1 - 1	北海道立根釧畜産試験場
小 関 忠 雄	073	滝川市東滝川 735	北海道立滝川畜産試験場
小 田 桐 忠 雄	069	江別市文京台緑町 582	酪農学園大学土壌水質 化学研究班
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 茂	950	新潟県新潟市末広町 9 - 32	コープケミカル
小野瀬 勇	088 - 23	北海道川上郡標茶町新栄町	釧路北部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

尾本 武	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
<か>			
我有 満	399-07	長野県塩尻市大字片岡1093-1	長野県畜産試験場
帰山 幸夫	004	札幌市豊平区羊ヶ丘1番地	農水省北海道農業試験場
影浦 隆一	049-31	山越郡八雲町相生町100	雪印種苗(株) 八雲営業所
影山 智	377	標津郡中標津町養老牛	影山牧場
片岡 健治	861-11	熊本県菊池郡西合志町須屋2421	農水省九州農業試験場 企画連絡室
片山 正孝	086-11	標津郡中標津町桜ヶ丘1丁目1	北海道立根釧農業試験場 根釧専技室
加藤 俊三	052	伊達市末永町147番地	有珠地区農業改良普及所
加藤 義雄	074-04	雨竜郡幌加町字平和 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	060	札幌市中央区北5条西6丁目 札幌ビル内	北海道草地協会
金子 幸司	005	札幌市南区常盤1条2丁目9-8	
兼子 達夫	062	札幌市豊平区美園2条1丁目	雪印種苗(株)
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	074-12	深川市音江町字広里	農業近代化コンサルタント
加納 春平	004	札幌市豊平区羊ヶ丘1番地	農水省北海道農業試験場 草地部
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	089-01	北海道上川郡清水町字基線50-43	十勝西部地区農業改良普及所
上出 純	069-15	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9条西9丁目	北海道大学農学部
亀田 孝	088-13	厚岸郡浜中町字茶内市街	
川崎 勉	081	上川郡新得町新得西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	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
川田 武	098-57	北海道枝幸郡浜頓別町緑ヶ丘	北海道立天北農業試験場
川端 習太郎	861-11	熊本県菊池郡西合志町大字須屋2421	農水省九州農業試験場
川村 治朗	289-03	千葉県香取郡小見川町小見川884	香取農業改良普及所 小見川支所
(株)環境保全 サイエンス	003	札幌市白石区本通18丁目 北1番1号 栄輪ビル3F	

<き>

菊田治典	069	江別市文京台緑町 582 番地 1	酪農学園大学
菊地晃二	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
菊地仁	032	岩手県久慈市八日市町	久慈農業改良普及所
菊池富治	044	虻田郡俱知安町北 4 条東 6 丁目	中後志地区農業改良普及所
菊池実	098-62	宗谷郡猿払村字鬼志別猿払村農協内	宗谷中部地区農業改良普及所
岸晃司	081	北海道上川郡新得町西 4 線40	北海道立新得畜産試験場
木曾誠二	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
喜多富美治	001	札幌市北区北14条西 3 丁目	
北寛影	098-52	北海道枝幸郡歌登町東町	宗谷南部地区農業改良普及所
北田薫	084	北海道釧路市大楽毛 127 番地	釧路中部地区農業改良普及所
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	夕張郡長沼町本町区54	空知南西部地区農業改良普及所
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
木下寛	089-56	十勝郡浦幌町字新町	十勝東部地区農業改良普及所 浦幌町駐在所
木村峰行	071-02	上川郡美瑛町中町 2 丁目 美瑛町農協内	大雪地区農業改良普及所
帰山幸夫	062	札幌市豊平区羊ヶ丘 1	北海道農業試験場
吉良賢二	069-13	夕張郡長沼町東 6 線北15	北海道立中央農業試験場

<<>

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
久保木篤	069-14	北海道夕張郡長沼町字幌内1066	雪印種苗(株)中央研究農場
熊谷秀行	045-01	北海道岩内郡協和町宮丘 261	北海道原子力環境センター
熊瀬登	080	帯広市稲田町西 2 線11	帯広畜産大学別科
久米浩之	069	江別市文京台緑町 582	酪農学園大学飼料作物学 研究室
倉持允昭	060	札幌市中央区北 5 条西 6 丁目	財北海道農業開発公社
黒沢不二男	098-57	枝幸郡浜頓別町緑ヶ丘	北海道立天北農業試験場

<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	088-23	上川郡標茶川上町	釧路北部地区農業改良普及所
小池 正徳	080	帯広市稲田町西2線11	帯広畜産大学草地学科
郷司 明夫	048-22	岩内郡共和町南幌似	中後志地区農業改良普及所 共和町駐在所
小阪 進一	069	江別市文京台緑町582番地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
小沢 幸司	099-54	北海道紋別郡湧別町字錦365-4	東紋東部地区農業改良普及所
越野 正義	062	札幌市豊平区羊ヶ丘1番地	農水省北海道農業試験場 草地部
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	099-24	網走市字八坂196番地	東京農業大学生物産業学部
後藤 計二		札幌市西区山の手5条3丁目3-27	
後藤 隆	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
小西 庄吉	060	札幌市中央区北3条西6丁目	北海道農政部酪農畜産課
小林 勇雄	098-16	紋別郡興部町新泉町	西紋西部地区農業改良普及所
小林 聖	370	群馬県高崎市上豊岡町560-4	(株)群馬環境技研
小林 隆一	080	帯広市大通南17条-14	(株)うみの
小松 輝行	099-24	網走市八坂196	東京農業大学生物産業学部
小宮山 誠一	098-57	北海道枝幸郡浜頓別町緑ヶ丘	天北農業試験場
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
根釧農試総務課	086-11	北海道標津郡中標津町桜ヶ丘1-1	根釧農業試験場
近藤 正治	090	北見市青葉町6-7	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 草地部
近藤 誠司	056-01	北海道静内郡静内町御園111	北大農学部付属牧場

<さ>

雑賀 優	020	盛岡市上田3-18-8	岩手大学農学部
斉藤 英治	086-11	標津郡中標津町東5丁目北3	北根室地区農業改良普及所
斉藤 利治	071	旭川市東鷹栖6線12号	ホクレン畜産販売課
斉藤 利朗	073	滝川市東滝川735	北海道立滝川畜産試験場

齋藤 亘		札幌市豊平区平岸1条13丁目1-10 メゾン平岸ルミエール705	
齋藤 圭子	069	江別市文京台緑町582	酪農学園大学
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
酒井 康之	099-63	紋別郡湧別町字錦365-4 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	098-57	幸枝郡浜頓別町緑ヶ丘	北海道立天北畜産試験場
坂本 宣崇	069-03	岩見沢市上幌向町217	北海道立中央農業試験場 岩見沢専技室
坂本 努	062	札幌市豊平区羊ヶ丘1番地	北海道農業試験場
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	北海道開発局 局長官房職員研修室
佐々木 久仁雄	060	札幌市中央区北4条西1丁目	ホクレン種苗課
佐竹 芳世	081	上川郡新得町西4線40	北海道立新得畜産試験場
佐藤 健次	329-27	栃木県那須郡西那須野町千本松768	農水省草地試験場
佐藤 尚	004	札幌市豊平区羊ヶ丘1	農水省北海道農業試験場 飼料資源部
佐藤 信之助	062	札幌市豊平区羊ヶ丘1番地	農水省北海道農業試験場 飼料資源部
佐藤 忠	080	帯広市稲田町南9線西13番地	日本甜菜製糖(株)総合研究所
佐藤 倫造	069-14	夕張郡長沼町幌内1066	雪印種苗中央研究試験場
佐藤 勝之	094	紋別市幸町6丁目 紋別支庁紋別総合庁舎	西紋別東部地区農業改良 普及所
佐藤 公一	098-57	枝幸郡浜頓別町字緑ヶ丘	北海道立天北農業試験場
佐藤 京子	069	江別市文京台緑町582-1	酪農学園大学
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	080-24	帯広市西22条南3丁目12-9	
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 専技室
佐藤 尚親	073	滝川市東滝川735	北海道立滝川畜産試験場
佐藤 久泰	069-03	岩見沢市上野幌向町	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	098-33	天塩郡天塩町山手裏通り11丁目	北留萌地区農業改良普及所
佐藤 康夫	389-02	長野県北佐久郡御代田町大字塩 塩野375-1	農水省草地試験場山地支場
佐渡谷 裕朗	080	帯広市稲田町南8線西16	日本甜菜製糖(株)総合研究所
佐野 信一	065	札幌市東区北36条東4丁目2-12	

澤井晃	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		札幌市中央区北5条西1丁目	ホクレン畜産生産推進課
沢崎明弘	080-24	帯広市西24条北1丁目	十勝農協連農産化学研究所
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
澤田均	422	静岡市大谷836	静岡大学農学部農学科 作物学研究室
澤田嘉昭	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
<し>			
篠崎和典	003	札幌市白石区菊水6条3丁目1-26	㈱アレフ
篠原功	069	江別市文京台緑町582番地1	酪農学園大学
嶋田英作	229	相模原市淵野辺1-17-71	麻布大学獣医学部草地学講座
嶋田徹	080	帯広市稲田町西2線11	帯広畜産大学草地学科
嶋田鮎	299-52	千葉県勝浦市新宮物見塚841	国際武道大学体育学部
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 工芸作物学教室
清水秀三	060	札幌市中央区北3条西7丁目 酪農センター内	北海道乳牛検定協会
清水良彦	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
清水隆三	041	函館市亀田本町29-19	
下小路英男	099-14	常呂郡訓子府町弥生52	北海道立北見農業試験場
城毅	098-33	天塩郡天塩町川口1465	北留萌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
<す>			
菅原圭一	070	旭川市永山6条18丁目302	北海道立上川農業試験場 水稻育種科
杉田紳一	329-27	栃木県那須郡西那須野町千本松	草地試験場
杉信賢一	329-27	栃木県那須郡西那須野町千本松768	農水省草地試験場育種部
杉本亘之	073	滝川市東滝川735	北海道立滝川畜産試験場
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
鈴木孝	098-55	枝幸郡中頓別町字上駒	中頓別農業高校
鈴木等	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
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	073	滝川市東滝川735	北海道滝川畜産試験場
<せ>			
関口久雄	098-57	枝幸郡浜頓別町緑ヶ丘	北海道天北農業試験場
赤城仰哉	060	札幌市中央区北2条西4丁目	三菱化成工業㈱札幌営業所
赤城望也	003	札幌市白石区東札幌1条6丁目 3-6	日本飼料作物種子協会 北海道支所
脊戸皓	099-14	常呂郡訓子府町弥生52	北海道立北見農業試験場内 北見専技室
千藤茂行	073	滝川市南滝の川363-2	植物遺伝資源センター
<そ>			
曾根章夫	001	札幌市北区北10条西4丁目	北海道畜産会
曾山茂夫		北海道浦河郡浦河町栄町東通56番	日高東部地区農業改良普及所
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	060	札幌市中央区北4条西1丁目1 北農会館	ホクレン肥料株式会社
高木正季	098-57	枝幸郡浜頓別町緑ヶ丘	北海道天北農業試験場
高島俊幾	083	中川郡池田町西3条5丁目	十勝東部地区農業改良普及所
高瀬正美	070	旭川市神居町台場249-334	
高野信雄	329-27	栃木県西那須野町西三島7-334	酪農肉中塾
高橋市十郎	098-57	枝幸郡浜頓別町緑ヶ丘	北海道天北農業試験場
高橋邦男	054	勇払郡鶴川町文京町1丁目11	
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 草地部
高橋純一	064	札幌市中央区南16条南13丁目1-40	
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
高橋知美	069	江別市文京台緑町582	酪農学園大学
高橋直秀	001	札幌市北区北24条西13丁目1-23	
高橋俊一	099-14	常呂郡訓子府町仲町25	訓子府町農業協同組合
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
高橋穰	069-14	夕張郡長沼町字幌内1066	雪印種苗㈱
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 畜産機械学研究室

高松俊博	063	札幌市西区山の手6条6丁目5-3	
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	088-03	白糠郡白糠町西1条北2丁目	釧路西部地区農業改良普及所
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
田川雅一	073	滝川市東滝川735	滝川畜産試験場
竹田芳彦	086-11	標津郡中標津町桜ヶ丘1丁目1	北海道立根釧農業試験場
武中慎治	080	帯広市東2条南15丁目 ぜんりん第3ビル4F	日本曹達(株)帯広出張所
田沢聡	098-16	紋別郡興部町新泉	西紋西部地区農業改良普及所
但見明俊	329-27	栃木県那須郡西那須町千本松768	農水省草地試験場
立花正	069-14	夕張郡長沼町幌内1066	雪印種苗(株)中央研究農場
館田豊隆	060	札幌市中央区北3条西6丁目	道庁農政部
伊達藤紀夫	043	和歌山県有田郡湯浅町字田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21の2	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
田中英彦	078-02	旭川市永山6条18丁目302番地	北海道立上川農業試験場
田中義則	082	河西郡芽室町新生	北海道立十勝農業試験場
田辺安一	061-11	札幌郡広島町稲穂町西11丁目1-17	
谷口俊	060	札幌市中央区北4条西1丁目	ホクレン種苗課
玉木哲夫	069-13	夕張郡長沼町東6線北15	北海道立中央農業試験場
田村幸三	083	北海道中川郡池田町旭4丁目21-2	十勝東部地区農業改良普及所
<ち>			
千葉豊	093	北海道網走市新町2丁目6-1	北海道開発網走開発建設部 農業開発第2課
<つ>			
津田浩之	089-13	足寄郡陸別町東1条	陸別町役場農林課
土田功	098-17	北海道紋別郡雄武町赤広町	雄武町大視模草地育成牧場
土屋馨	001	札幌市北区北10条西4丁目	北海道畜産会
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	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
堤光昭	086-11	北海道中標津郡中標津町桜ヶ丘1-1	北海道立根釧農業試験場

鶴見 義朗	004	札幌市豊平区羊ヶ丘1番地	農水省北海道農業試験場 地域基盤研究部
<て>			
出岡 謙太郎	073	滝川市東滝川735	北海道立滝川畜産試験場
手島 道明	178	東京都練馬区東大泉6-52-15	
手島 茂樹	004	札幌市豊平区羊ヶ丘1番地	農水省北海道農業試験場
出村 忠章		北海道浦河郡浦河町栄丘東通56号 日高合同庁舎	日高東部地区農業改良普及所
出口 健三郎	081	上川郡新得町字新得西2線40番地	北海道立新得畜産試験場
<と>			
登坂 英樹	069	江別市文京台緑町582番地1	酪農学園大学
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	098-41	天塩郡豊富町字上サロベツ3228	株式会社 北辰
時田 光明		札幌市北区北9条西9丁目	北海道大学農学部 家畜飼養学講座
所 和暢	081	上川郡新得町字新得西2線40番地	北海道立新得畜産試験場
戸沢 英男	082	河西郡芽室町新生	農水省北海道農業試験場作物部
図書館	004	札幌市豊平区月寒2条14丁目1番34号	北海道農業専門学校
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
土橋 慶吉	069	江別市文京台緑町582番地1	酪農学園大学作物育種学研究室
富田 英作	088-24	北海道上川郡標茶町虹別	富田牧場
富田 信夫	054	勇払郡鶴川町文京町1丁目6番地	東胆振地区農業改良普及所
富永康博	080-01	河東郡音更町雄飛が丘 南区9-13	
鳥越 昌隆	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
どすいかグループ	069	江別市文京台緑町582	北海道文理科短期大学 土壌水質化学研究班
<な>			
永井 秀雄	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
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 康幸	099-56	紋別郡滝上町サクルー原野	滝上町農業協同組合
長尾 安弘	098-41	天塩郡豊富町西1条8 豊富町福祉センター	宗谷北部地区農業改良普及所
中川 悦生	089-36	中川郡本別町西仙美里25番地1	北海道立農業大学校
中川 忠昭	088-31	上川郡標茶町字上多和120-1	標茶町宮多和育成牧場

長 沢 滋	049-31	北海道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 嶋 博	060	札幌市北区11条西10丁目	北海道大学農学部付属農場
中 島 和 彦	086-11	標津郡中標津町桜ヶ丘1丁目1	北海道立根釧農業試験場
中 島 加容子	069	江別市文京台緑町582	酪農学園大学
中 島 夕 子	069	江別市文京台緑町582	北海道文理科短期大学
中 住 晴 彦	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
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2丁目 農協内	大雪地区農業改良普及所
中 辻 浩 喜	060	札幌市北区北11条西10丁目	北海道大学農学部付属農場
中 辻 敏 朗	098-57	枝幸郡浜頓別町緑ヶ丘	北海道天北農業試験場
中 西 雅 昭	080-24	帯広市西19条南5丁目15-16 コーポ時計台 A-6	
長 野 宏	089-37	足寄郡足寄町北1条4丁目 足寄町役場内	十勝東北部地区農業改良普及所
中 野 長三郎	089-15	河西郡更別村字更別	十勝南部地区農業改良普及所 更別村駐在所
中 原 准 一	069	江別市文京台緑町582 番地	酪農学園大学
中 村 克 己	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	080	帯広市東3条南3丁目1番地 十勝合同庁舎	十勝中部地区農業改良普及所
中 本 憲 治	004	札幌市豊平区月寒東5条18丁目18-10	
中 山 貞 夫	004	札幌市豊平区羊ヶ丘1	農水省北海道農業試験場
永 峰 樹	003	札幌市白石区菊水6条3丁目1-26	㈱ アレフ
名久井 忠	082	河西郡芽室町新生	農水省北海道農業試験場 草地部飼料調製研究室
楢 崎 昇	069	江別市文京台緑町582 番地1	酪農学園大学家畜栄養学 研究室
<に>			
新 名 正 勝	086-11	標津郡中標津町桜ヶ丘1丁目1番地	北海道立根釧農業試験場
西 塚 直 久	073	滝川市東町6丁目5-4	
西 埜 進	069	江別市文京台緑町582 番地1	酪農学園大学家畜栄養学 研究室
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 部 慎 三	004	札幌市豊平区清田6条1丁目17-20	
西 宗 昭	082	河西郡芽室町新生	北海道農業試験場畑作部
西 本 義 典	001	札幌市北区北10条西4丁目1	北海道畜産会

西山雅明	079-24	空知郡南富良野幾寅	富良野広域串内草地組合
日本モンサント 東京事務所	100	東京都千代田区丸の内3-1-1 国際ビル	日本モンサント㈱ アグロサイエンス事業部
日本酪農研究所	069	江別市文京台緑町582 学校法人酪農学園	
<の>			
野英二	069	江別市文京台緑町582番地1	酪農学園大学付属農場
能代昌雄	086-11	標津郡中標津町桜ヶ丘1丁目1	北海道立根釧農業試験場
能勢公	080-01	河東郡音更町大通5丁目	十勝北部地区農業改良普及所
野中和久	082	河西郡芽室町新生	農水省北海道農業試験場 草地部飼料調製研究室
野々村能広	098-41	天塩郡豊富町東2条8丁目	
野村琥	063	札幌市西区発寒8条7丁目9-2	
<は>			
橋立賢二郎	069	江別市野幌代々木町62-30	
橋爪健	069-14	夕張郡長沼町幌内1066	雪印種苗㈱中央研究農場
長谷川信美	980	仙台市若林区鶴代町1-68	東北オリオン㈱
長谷川久記	060	札幌市東区北6条東7丁目375	ホクレン農業総合研究所 育種研究室
早川嘉彦	004	札幌市豊平区羊ヶ丘1番地	農水省北海道農業試験場 草地部
林真市	099-52	紋別市上渚滑町中渚滑	林牧場
早司朗子	088-23	北海道川上郡標茶町開運町	釧路北部地区農業改良普及所
林満	305	茨城県つくば市大わし1-2	熱帯農業研究センター 研究第一部
原島徳一	329-27	栃木県西那須野町千本松768	農水省草地試験場放牧利用部
原田勇	069	江別市文京台緑町582番地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
坂東健	098-57	枝幸郡浜頓別町緑ヶ丘	北海道立天北農業試験場
<ひ>			
樋口誠一郎	020-01	盛岡市下厨川赤平4	農水省東北農業試験場
久守勝美	099-22	常呂郡端野町緋牛内478	ホクレン肥料㈱
日詰圭	080	帯広市西16条南6丁目 ハイッ吉住6号室	
平島利昭	063	札幌市西区八軒6条東5丁目6-6	
平林清美	089-17	広尾郡忠類村字忠類8	十勝南部地区農業改良普及所 忠類駐在所

平山秀介	002	札幌市北区大平5条1丁目2番地20号	
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	084	釧路市鳥取南5丁目1番17号	雪印種苗(株)釧路工場
深瀬康仁	061-01	札幌市豊平区月寒東3条19丁目 21-20	
福嶋雅明	069-13	夕張郡長沼町東4線北17番地	タキイ種苗(株)長沼試験場
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	089-37	足寄郡足寄町北1条4丁目 足寄町役場	十勝東部地区農業改良普及所
藤沢昇	098-01	上川郡和寒町西町220 農協内	士別地区農業改良普及所 和寒町駐在所
藤田昭三	060	札幌市中央区北3条西6丁目	道庁農政部農業改良課
藤本義範	076	富良野市新富3番1号	富良野地区農業改良普及所
藤井弘毅	099-14	北海道常呂郡訓子府町字弥生52	北見農業試験場
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	青森県上北郡野辺地町中道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	996	山形県新庄市十日町6000-1	農業生物資源研究所
文理科酪農 ヨットクラブ	069	江別市文京台緑町582	酪農学園大学土壌水質化学 研究班
<ほ>			
宝示戸貞雄	069-14	夕張郡長沼町字幌内1066	雪印種苗(株)中央研究農場
宝示戸雅之	004	札幌市豊平区羊ヶ丘1番地	北海道農業試験場
保倉勝己	408	山梨県北巨摩郡長坂町長坂上条621	山梨県酪農試験場
細田尚次	885	宮崎県都城市立野町3742-12	
堀内一男	069	江別市文京台緑町582番地1	酪農学園大学酪農学科
堀川泰彰	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
<ま>			
前川雅彦	060	札幌市北区北11条西10丁目	北大農学部附属農場
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	418-02	静岡県富士宮市麓156	東京農大農芸化学
箭原信男	020-01	岩手県岩手郡滝沢村字単子	北海道立滝川畜試試験場
蒔田秀夫	073	滝川市東滝川735	北海道立滝川畜試試験場
牧野清一	081-02	河東郡鹿追町新町4丁目51 農協内	十勝西部地区農業改良普及所
益子央	060	札幌市中央区北3条西6丁目	北海道庁農政部酪農畜産課
増子孝義	099-24	網走市八坂196番地	東京農業大学生物産業学部
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 畑作物生産部
増地賢治	060-91	札幌市中央区北4条西1丁目3	ホクレン種苗課
増山勇	253	神奈川県茅ヶ崎市美住町16-9	
松井幸夫	069	江別市文京台緑町582番地1	酪農学園大学農業微生物学 研究室
松代平治	064	札幌市中央区南17条西18丁目 2番10-206	
松田修	084	釧路市大楽毛127番地	釧路中部地区農業改良普及所
松田俊幸	061-13	恵庭市恵み野北2丁目2-21	
松中照夫	099-14	常呂郡訓子府町弥生	北海道立北見農業試験場
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	098-57	枝幸郡浜頓別町緑ヶ丘	北海道立天北農業試験場
松原守	004	札幌市厚別区上野幌1条5丁目1-6	雪印種苗(株)園芸センター
松久茂史	069	江別市文京台緑町582	北海道文理科短期大学
松本直幸	305	茨城県つくば市観音台3-1-1	農業環境技術研究所
松本哲夫	043	桧山郡江差町字水堀98番地	桧山南部地区農業改良普及所
松本武彦	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
松本博紀	274	千葉県船橋市葉台5-26-3-310	
松本光男	080-01	河東郡音更町柳町南区2-55	十勝東北部地区農業改良 普及所
丸田健二	880-23	北海道川上郡標茶町川上町	釧路北部地区農業改良普及所
丸山純孝	0080	帯広市稲田町西2線11	帯広畜産大学草地学科
丸山健次	061-22	札幌市南区藤野5条6丁目456-19	
<み>			
三浦周	079	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	080	帯広市東3条南3丁目	十勝中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
水野勝志	080-12	河東郡士幌町士幌西2線159 士幌町農協内	十勝北部地区農業改良普及所
三品賢二	093	網走市北7条西3丁目	斜網中部地区農業改良普及所
水越正起	080-05	北海道河東郡音更町	家畜改良センター十勝牧場
三谷宣允	061-32	石狩郡石狩町花川北3条2丁目141	北海道畜産会
水上昭二	074	深川市メム11号線川1線36	
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
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3番7号	サツラク農業協同組合
三宅俊秀	090	北見市青葉町6-7	北見地区農業改良普及所
宮崎元	073	滝川市東滝川735番地	北海道立滝川畜産試験所
宮澤香春	005	札幌市南区澄川1条3丁目6-11	
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
宮田久	079-22	勇払郡占冠村字中央	
宮本豊	060	札幌市中央区北3条西6丁目	北海道庁農政部農地整備課
<む>			
向田孝志	060	札幌市中央区北3条西6丁目	北海道庁
棟方惇也	060	札幌市中央区北5条西6丁目 札幌センタービル	北海道チクレン農協連合会
村井信仁	060	札幌市中央区北2条西2丁目19-1 札幌三博ビル	北海道農業機械工業会
村上豊	094	紋別市幸町6丁目	西紋東部地区農業改良普及所
村川栄太郎	084	釧路市大楽毛127番地	釧路中部地区農業改良普及所
村田和浩	060	札幌市中央区大通西7丁目 千代田生命札幌大通ビル2F	㈱ホテルアルファ
村山廉生	069-14	夕張郡長沼町幌内1066	雪印種苗㈱中央研究試験場
村山三郎	069	江別市文京台緑町582-1	酪農学園大学
<も>			
百木薫	093-05	常呂郡佐呂間町西富123	森永乳牛㈱佐呂間工場

森 哲 郎	064	札幌市中央区南6条西16丁目2-8	
森 糸 繁太郎	049-56	虻田郡虻田町入江190-201	
森 田 敬 司	080-01	河東郡音更町緑陽台仲区3-3	農水省十勝家畜センター
森 田 茂	069	江別市文京台緑町582番地1	酪農学園大学家畜管理学 研究室
森 行 雄	004	札幌市豊平区月寒東2条18丁目15-30	
森 脇 芳 男	089-56	十勝郡浦幌町字新町	十勝東部地区農業改良普及所 浦幌町駐在所
諸 岡 敏 生	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
諸 橋 藤 一	099-14	常呂郡訓子府町仲町25番地	訓子府町農業協同組合
門 馬 栄 秀	329-27	栃木県那須郡西那須野町千本松	農水省草地試験場
<や>			
安 井 芳 彦	069	江別市文京台緑町582	酪農学園大学飼料作物研究室
柳 澤 淳 二	444-21	岡崎市鴨田町南魂場48	豊橋農業改良普及所
柳 田 大 介	073	滝川市南滝川363番地の2	北海道立植物遺伝資源センター
屋称下 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		岩手県岩手郡滝沢村字巣子1163-49	
山 神 正 弘	082	河西郡芽室町新生南9線2	北海道立十勝農業試験場
山 川 政 明	073	滝川市東滝川735	北海道立滝川畜産試験場
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 岸 伸 雄	089-05	中川郡幕別町本町130 幕別町役場	十勝中部地区農業改良普及所
山 口 宏	041-11	亀田郡大野町本町680	道南農業試験場
山 口 秀 和	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 昶	073	滝川市東滝川735番地	北海道立滝川畜産試験場
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	057	浦河郡浦河町栄丘東通56	日高東部地区農業改良普及所
山 下 太 郎	281	千葉県長沼原町631	雪印種苗(株)千葉研究農場
山 下 雅 幸	422	静岡市大谷836	静岡大学農学部
山 下 良 弘	305	茨城県稲敷郡茎崎町池の台2	農水省畜産試験場
山 田 実	305	茨城県つくば市南中妻367-13	
山 本 紳 朗	080	帯広市稲田町西2線11	帯広畜産大学

山本 毅	069-13	夕張郡長沼町東6線北15	北海道立中央農業試験場
<ゆ>			
湯藤 健治	082	河西郡芽室町新生	北海道立十勝農業試験場
湧本 節三	082	河西郡芽室町新生	北海道立十勝農業試験場
<よ>			
横山 幸則	070	旭川市7条10丁目	旭川地区農業改良普及所
横井 正治	092	網走郡美幌町稲美150-6	斜網西部地区農業改良普及所
吉澤 晃	099-14	常呂郡訓子府町弥生52	北海道立北見農業試験場
吉田 恵治	060	札幌市北区北8条西6丁目2 松村ビル	株式会社 ライヴ環境計画
吉田 江治	069-14	夕張郡長沼町幌内1066	雪印種苗(株)中央研究農場
吉田 忠	082	河西郡芽室町東2条2丁目 芽室町役場内	十勝中部農業改良普及所
吉田 悟	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
吉田 肇	098-41	天塩郡豊富町西1条8 豊富町福祉センター	宗谷北部地区農業改良普及所
吉田 信威	193	東京都八王子市市甘里町36-1	農林水産省農林水産研修所
吉田 則人	080	帯広市公園東町4丁目7-7	
由田 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 食用作物学講座
義平 樹		江別市文京台緑町582-2-1	酪農学園附属農場
米内山 昭和	090	北見市北光235	北海学園北見大学
米沢 和男	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
米田 豊	069	江別市文京台緑町582	酪農学園大学
米田 裕記	069-13	夕張郡長沼町東6線北15	北海道立中央農業試験場
<り>			
龍前 直紀	069-14	夕張郡長沼町幌内1066	雪印種苗(株)中央研究農場
<わ>			
岩島 大三	064	札幌市中央区北3条西16丁目1番地9	(株)地域計画センター
渡辺 治郎	004	札幌市豊平区羊ヶ丘1番地	農水省北海道農業試験場
渡辺 英雄	098-55	枝幸郡中頓別町字中頓別182番地 中頓別町公民館内	宗谷中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



北海道草地研究会報

第 27 号

1993年10月1日発行（会員配布）

発行者 北海道草地研究会

会 長 源 馬 琢 磨

研究会事務局

〒080 帯広市稲田町

帯広畜産大学 草地学講座

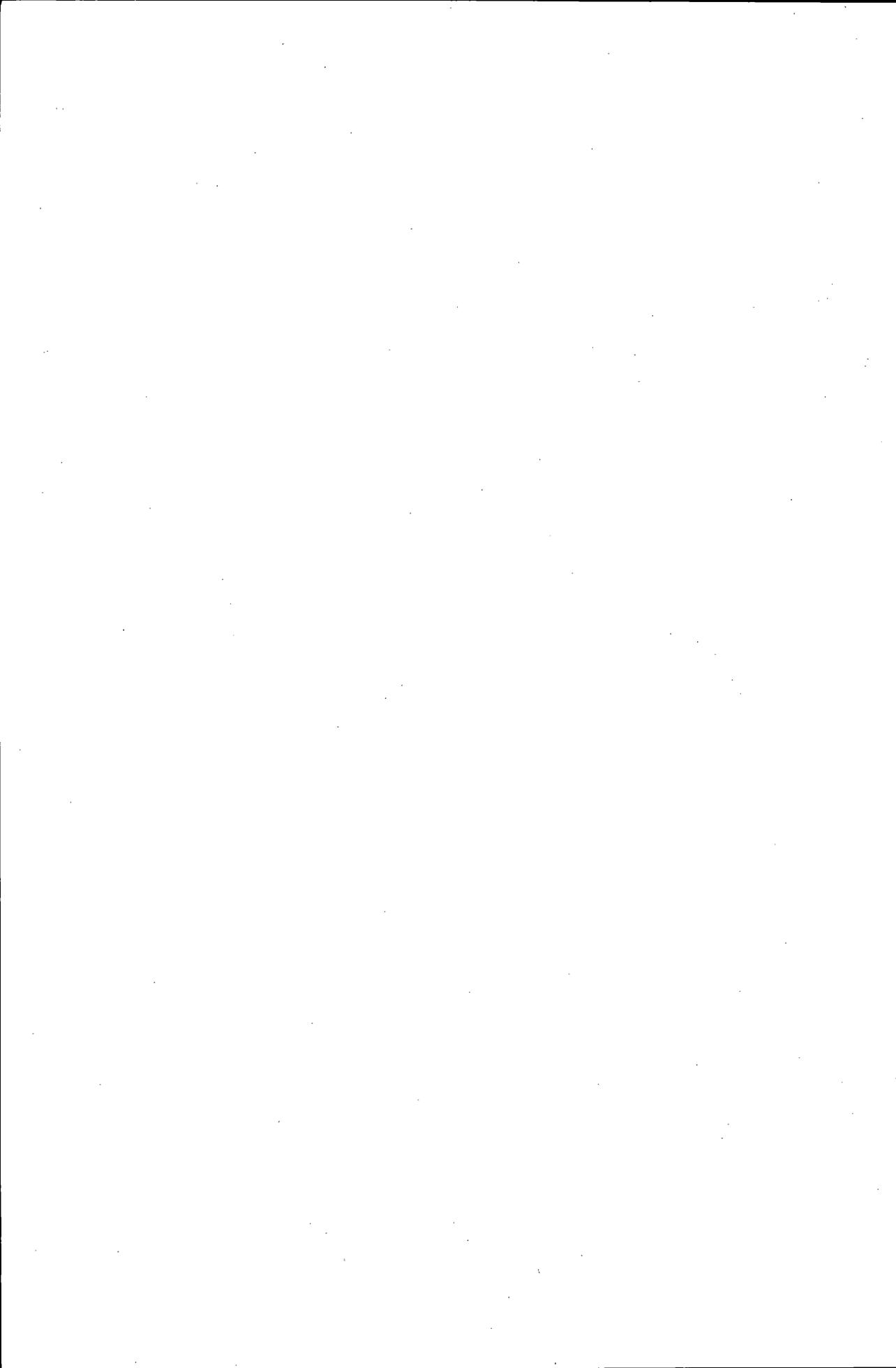
電話 0155-48-5111(内線286)

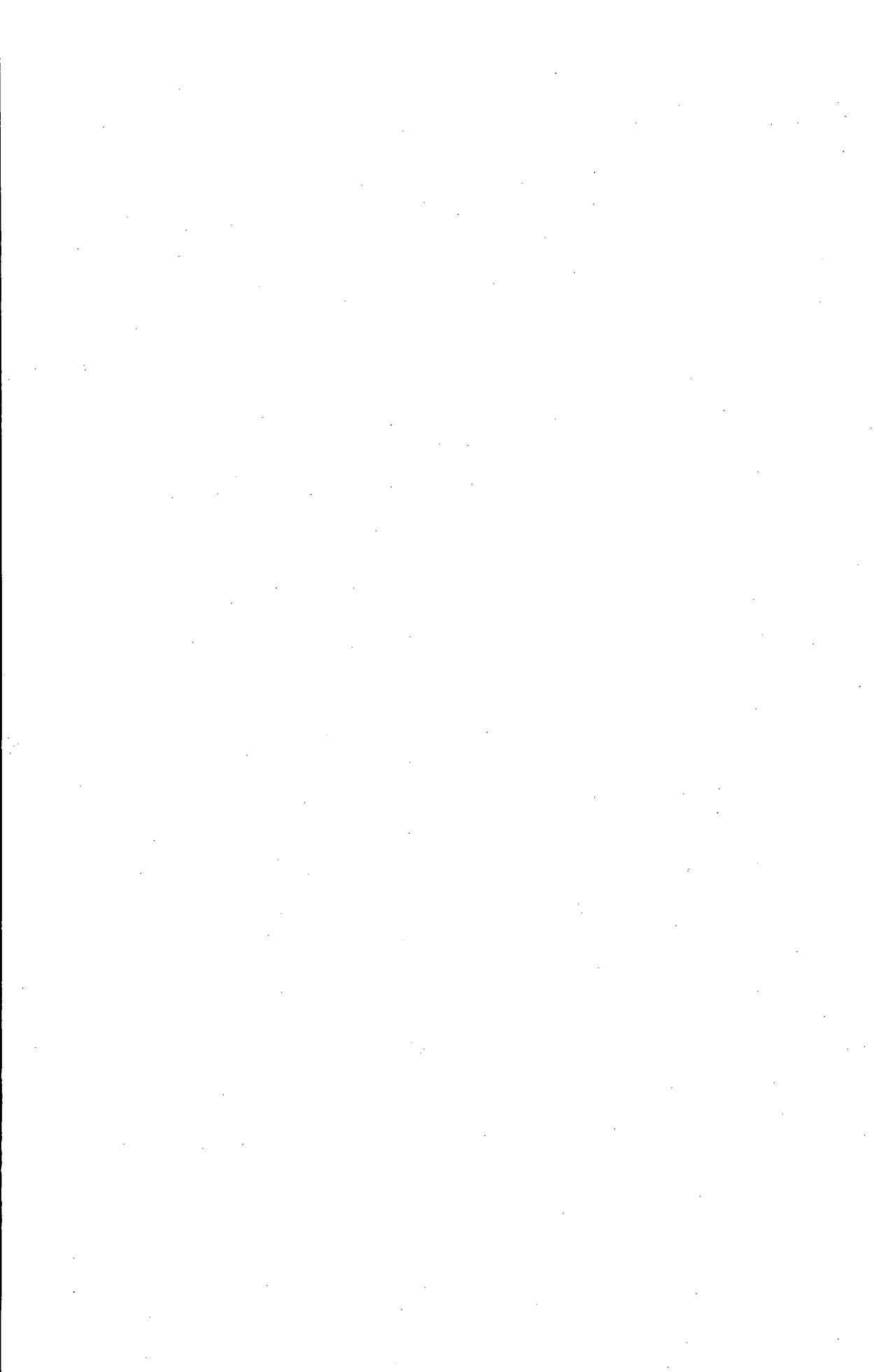
郵便振替口座番号：小樽1-9880

印刷所 帯広市西10条南9丁目7番地

東洋印刷株式会社

電話 0155-23-1321







080 帯広市稲田町 帯広畜産大学 草地学講座

Laboratory of Grassland Science  
Obihiro University of Agriculture & Veterinary  
Medicine, Inada-cho, Obihiro 080, Japan.