北 草 研 報
J. Hokkaido Grassl. Sci.

ISSN 0910-8343

北海道草地研究会報

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

No. 25

1991

北海道草地研究会

Hokkaido Society of Grassland Science

目　　次

受賞論文

十勝地方におけるアルファルファの冬季被害実態の解明とそれに基づく
管理指針の策定に関する調査研究
小松　輝行・丸山　純孝・土屋富士夫・堀川　洋・佐藤　文俊 …… 1
根釧地方の草地に対する土壌診断と植生に基づく効率的施肥の普及・指導
能勢　公 …… 6

シンポジウム　『高泌乳時代の土ー草ー家畜の問題点』

1. 酪農経営と周辺水域の環境保全　大村　邦男 …… 16
2. 乳牛の泌乳能力向上と生産病　扇　勉 …… 22
3. 北海道における乳牛の代謝プロファイルテスト
ー飼養管理、健康及び生産性の実態ー　木田　克弥 …… 27
4. 討　論 …… 32

一般論文

牧草類の生育にともなう蛋白質分画の推移
野中　和久・篠田　満・名久井　忠 …… 45
めん羊の採食量を推定する酸不溶性灰分を用いた既往推定式の適合性
西埜　進・森田　茂 …… 51
稲わらの飼料価値向上に関する研究
ジェジーアコルダ・岡本　明治・吉田　則人 …… 55
牧草サイレージ単一給与による乳生産
岡本　明治・越田　雄三・田澤多佳子・吉田　則人・池滝　孝 …… 58
サイレージ用とうもろこし（晩生種）の栽植密度が収量と消化率に及ぼす影響
吉田　悟・上出　純・前田　善夫 …… 60
既往の報告にみられる自由採食量、乾物排泄量、可消化乾物摂取量および乾物消化率の関係
石栗　敏機 …… 63
組立式コンクリートパネルバンカーサイロの考案と利用について
髙木　正季・佐呂間開発工業株式会社 …… 66
寒地におけるイタリアンライグラスの2.3年利用
原田　文明・鶴見　義郎 …… 70
寒冷寡照地帯におけるサイレージ用とうもろこしのマルチ栽培
1. 初期生育時のマルチ効果　鳥越　昌隆・堤　光昭・中島　和彦 …… 74
エゾノギシギシ（*Rumex obtusifolius* L.）の防除に関する基礎的研究
1. 種子の熟度・土壌水分がエゾノギシギシ種子の発芽におよぼす影響
安井　芳彦・村山　三郎・小阪　進一 …… 77
クマイザサ優占植生における刈り取りとその後の植生変化
大沢　啓志・丸山　純孝・新田　英二 …… 82

放牧強度の違いがケンタッキーブルーグラス草地の植生および牧養力に及ぼす効果
佐藤　尚親・澤田　嘉昭・出口健三郎 …… 84
放牧強度の違いがレッドトップ草地の植生および牧養力に及ぼす効果
佐藤　尚親・澤田　嘉昭・出口健三郎 …… 87
過熟社会における酪農場と草地開発の視点（その３）
―酪農場の未来学、多様化する価値感と現代社会の構造―　篠原　功 …… 91
トウモロコシの葉部形質の育種学的研究
Ⅲ．成熟期における形質間相互関連　三浦　秀穂・中嶋　博 …… 93
ザイモグラムからみた２倍体ペレニアルライグラスの多様性
山下　雅幸・島本　義也 …… 97
メドウフェスク黒さび病菌の病原性について
但見　明俊 …… 100
チモシー斑点病抵抗性品種育成に関する研究
5．育成系統の斑点病抵抗性および２、３の特性
筒井佐喜雄・古谷　政道・中村　克己・川村　公一 …… 103
圃場検定法によるオーチャードグラス耐冬性の品種間および品種内変異の評価
嶋田　徹 …… 108
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
―薬剤防除による解析の試み―　竹田　芳彦・中島　和彦 …… 111
アカクローバ育成系統の地域適応性と生育特性
山口　秀和・澤井　晃・内山　和宏・我有　満 …… 115
ジグザグクローバ（*Trifolium medium* L.）の採種性について
内山　和宏・山口　秀和・澤井　晃・我有　満 …… 119
セインフォイン（*Onobrychis viciifolia* Scop.）の実生からのカルス誘導と植物体再生に及ぼす植物成長調節物質の影響
中嶋　博・楊　苗萌 …… 123
Medicago sativa と *M. minima* の電気的細胞融合の諸条件について
藤本　ゆり・日詰　圭・小池　正徳・嶋田　徹 …… 126
Medicago sativa と *M. disciformis* の電気的細胞融合の諸条件について
柳田　大介・小池　正徳・嶋田　徹 …… 129
Verticillium albo-atrum（アルファルファ系）の培養濾液中の萎凋画分
小池　正徳・南部　耕平・嶋田　徹 …… 134
アルファルファ・オーチャードグラス混播草地の収量に及ぼす種内競争の影響
我有　満・澤井　晃・植田　精一 …… 137
混播草地におけるチモシーおよびマメ科草種の動態
1．初年目の動態からみた組合せ上の問題点
中島　和彦・竹田　芳彦・堤　光昭 …… 140
混播草地の草種割合におけるチモシー品種系統間差異
下小路英男・古谷　政道・中住　晴彦・藤井　弘毅 …… 143

シードペレットによるイネ科牧草の追播
加納　春平・高橋　　俊・手島　茂樹 …… 147
除草剤の帯状散布によるペレニアルライグラスの追播
高橋　　俊・加納　春平・手島　茂樹・鈴木　　悟 …… 150
泥玉によるアルファルファの追播
早川　嘉彦・菅原　保英 …… 153
牧草類におけるペレット種子の実用化に関する研究
8.　緩効性窒素肥料の添加がペレット種子の出芽・初期生育におよぼす影響
久米　浩之・村山　三郎・小阪　進一 …… 156
公共草地の維持管理に関する研究
第３報　表層土の処理と追播による増収効果
福永　和男・丸山　純孝・本江　昭夫・木幡　　稔 …… 162
現場における草地新技術の普及方法（ソフト事業を利用した赤クローバーの追播技術の普及）
並川　幹広・阿部　達男・伊藤　　稔
久司　広志・湯藤　健治・澤田　嘉昭 …… 167
チモシー優占草地に対するアカクローバの追播効果
－浦幌町における追播３ケ年の事例から－　森脇　芳男・木下　　寛・湯藤　健治
澤田　嘉昭・吉田　裕明・田村　優聡 …… 170
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４報　堆肥表層施用条件下におけるアルファルファの栽培様式が生産特性に及ぼす影響
井芹　靖彦・草刈　泰弘・他音更町飼料作物部会員８名 …… 173
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５報　帯状栽培（条播広幅播）における播種密度の違いが新播草の生産特性に及ぼす影響
井芹　靖彦・草刈　泰弘・他音更町飼料作物部会員９名 …… 181
転作田の飼料畑化過程（その６）
原田　　勇・登坂　英樹 …… 186
河川湖沼流域の土壌母材と水質および水生植物（その１）
篠原　　功・原田　由美・上野　靖子
中島夕子・どすいかグループ …… 194
滝上３酪農場における土壌のpH、ECおよびCa、P、Mg、K、Na含量の頻度分布（予報）
篠原　　功・小田桐　健・水野　宣弥・栗栖　　博
殿岡　薫子・どすいかグループ …… 195
積雪寒冷地における低コスト堆肥化
小松　輝行・井内　浩幸・阿部　英則 …… 196

事務局だより

Ⅰ　庶務報告 …… 199
Ⅱ　会計報告 …… 202
Ⅲ　監査報告 …… 203
Ⅳ　平成3年度予算 …… 204
Ⅴ　会員の入退会 …… 206
Ⅵ　北海道草地研究会会則 …… 207
Ⅶ　北海道草地研究会報執筆要領 …… 208
Ⅷ　北海道草地研究会表彰規定 …… 208
　　役員名簿 …… 209
　　北海道草地研究会会員名簿 …… 210

北海道草地研究会報 25：1－5（1991）

北海道草地研究会賞受賞論文

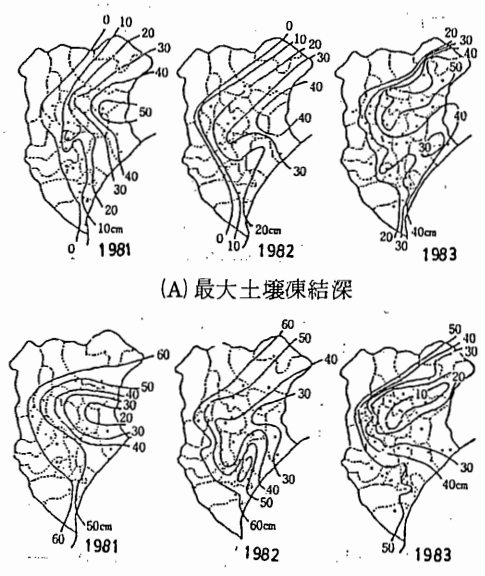
十勝地方におけるアルファルファの冬季被害実態の解明とそれに基づく管理指針の策定に関する調査研究

調査研究グループ代表
小　松　輝　行（東京農業大学生物産業学部、元新得畜試）
共同研究者
丸山　純孝・土谷富士夫・堀川　　洋（帯広畜産大学）
佐藤　文俊（十勝農業協同組合連合会）

道東は土壌凍結地帯に大区分されてきた。同じ土壌凍結地帯に属しながら　アルファルファ栽培に関して網走地方は全国一の作付に対し，十勝地方では，ともに夏の条件は良いにもかゝわらず，低迷が続いている。この差異の原因は，これまで冬枯れとくに凍上に伴う断根・浮上害の発生しやすい黒ボク土が十勝地方で多く分布しているところから，事実上凍上害問題に還元され，その回避策としてイネ科牧草との混播が広く普及されてきた。しかし，これによっても十勝での冬枯れ問題は依然未解決のまゝ，アルファルファの普及は山麓部の多雪地帯にとどまってきた。凍上害は最も目につき易いドラスチックな現象だけに，その他の冬枯れ原因は，ほとんど認識されないまゝ事実上見逃されてきたといえよう。

そこで我々は，十勝地方におけるアルファルファ栽培の真の問題点とその解決方向を探るため，1981～1988年までの間，プロジェクトチーム（新得畜試，帯広畜大，十勝農協連）を結成し，管内全ての農業改良普及所，農協，アルファルファ栽培農家の協力のもとに，越冬問題を基軸に管内全域を対象に数次にわたる実態調査と実証試験を実施してきた。

その結果，①管内のアルファルファ草地は，積雪1m以上に達し土壌凍結のほとんどないところから積雪が極めて少なく凍結が最大1m近くまで達する所まで満遍なく存在し，そのうえ積雪・凍結分布の年次変動が大きいこと（図1），②管内に発生するアルファルファの冬枯れの種類とその程度は，積雪深・土壌凍結深分布の僅かな違いに対応して，凍上害の外に凍害，雪腐病，アイスレート害の発生が確認された（図2），③さらに，十勝の冬枯れ問題の主因は，凍上害よりも凍害と雪腐病にあることが判明したので，これらに基づき十勝を凍害地帯，雪腐病地帯，中間地帯の3つに地帯区分化した（図3，4，5），④そして，冬枯れ原因別・地帯別の対策を総合的に検討し，十勝のアルファルファの管理指



(A) 最大土壌凍結深

(B)最大凍結時の積雪深さ

図1　1981～83年の十勝における凍結深(A)と積雪深(B)の分布状況

針を策定した（図６）。

以下，その概要を紹介する。その内容と文献の詳細は下記の報告に掲載してあるので参考にされたい。

記

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　22，21－38

2）T. Komatsu, J. Maruyama, Y. Horikawa and F. Tsuchiya (1989) :Winter injury and survival of alfalfa in soil freezing region of Hokkaido. Proc. 1st Inter. Symp. on Agri. Tech. for Cold Regions, Obihiro, 151－162.

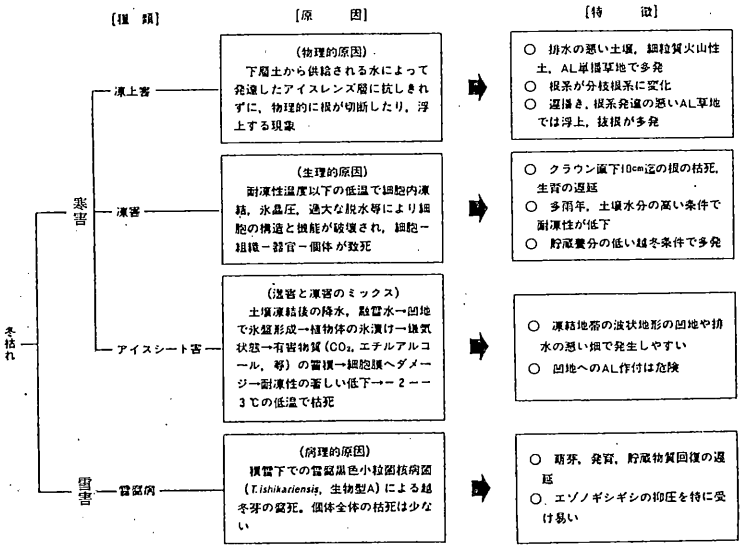


図２　アルファルファの冬枯れの分類

本調査研究はアルファルファの十勝への普及・定着化の熱い期待をこめて，十勝の総力を挙げて実施したものである。今回の北海道草地研究会賞受賞にあたり，本研究の実施に際し，その契機を与えられた菊地晃二，及川博の両氏，貴重な助言を下さった山口宏専技と井芹靖彦氏，病害を同定して下さった北農試の松本直幸・佐藤倫造の両氏，実態調査に全面的協力をいただいた十勝管内全ての農業改良普及所と全町村の農協関係者各位，実証試験遂行に協力いただいた新得畜試草飼作料研究員諸氏並びに松田隆須氏に深く感謝いたします。

そして，本研究を受賞候補に推せん下さった和泉康史滝川畜試場長と関係各位，会員諸氏に厚くお礼申しあげます。

1. 各種冬枯れの発生条件と地帯区分化

アルファルファの凍害は地際から約10cmの範囲の根域に集中し，－５℃～－10℃の低地温で発生する。この範囲の地温となる日数が約１ヶ月あると半数以上の株が枯死する。致死しなくとも翌春の生育が著しく遅延する潜在的な軽度凍害が発生する。積雪が20cm以上あれば凍害発生はほとんどないが，20cm未満の積雪下では地温も－５℃以下に低下することが多く，凍結深も50cm以上に達する。積雪20cm未満，凍結深50cm以上の十勝内陸部

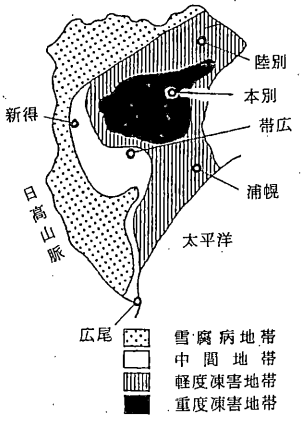


図３　アルファルファの冬枯れ種類別の十勝の地帯区分

が株の致死する重度凍害地帯に入る。この凍害こそが十勝のアルファルファ栽培の不安定性を特徴づける最大の要因であり，10年に３～４回と道内最高の発生頻度が見込まれる。

一方，積雪深 40 cm以上で凍結深 30 cm未満の日高山脈沿いの町村では雪腐黒色小粒菌核病害（Typhula ishikariensis，生物型Ａ）が発生し，株の致死までには至らないが，一番草を構成するはずの越冬芽を腐死させるため翌春の萌芽や貯蔵物質の回復が著しく遅れる。雪腐病地帯の特徴はこの遅延性にある。

しかし，凍害地帯と雪腐病地帯の狭間にはどちらの被害もほとんど発生せず，アルファルファの越冬性，生育とも最も安定した中間地帯が存在する。この地帯の越冬条件は，アルファルファにとっての言わば至適積雪深・凍結深で，ともに３０～４０cm深の範囲で認められる。この範囲の積雪深であれば，凍害発生を抑えるとともに，土壌凍結自体（適度の低温）が雪腐病の発生の軽減効果をもつからであろう。

また，網走管内が土壌凍結地帯にありながら，アルファルファの栽培普及が最も進んだ一番の理由は，凍害発生頻度が多雪地帯並に少ない積雪・凍結深分布の地帯に属しているからである。

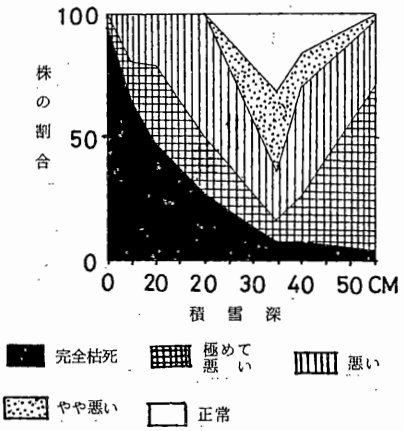


図４　積雪深と越冬後の株の構成割合

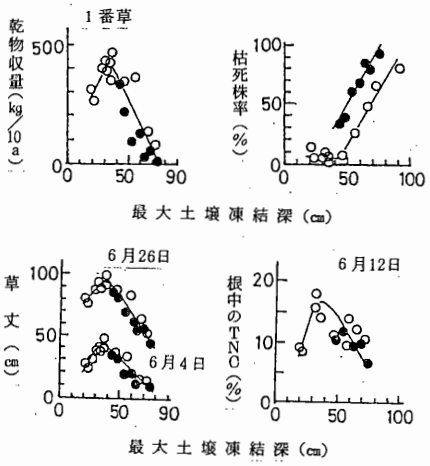


図５　最大土壌凍結深とアルファルファの１番草収量，越冬性，草丈および根の貯蔵炭水化物との関係（○：積雪深処理系列，●：無雪期間処理系列）

以上の実態調査に基づき設定された十勝の地帯区分と各種冬枯れの発生条件は，新得畜試場内の一枚のアルファルファ草地に作成した「十勝積雪モデル」で，想定される積雪・凍結深で一連の凍害・中間・雪腐病地帯を再現できたことから，適切であると判断された（図４，５）。

2. 十勝における凍上害の位置付け

十勝ではアルファルファの凍上害軽減策としてほとんどの農家でイネ科との混播を採用している。生育期間中も降水量の多い雪腐病地帯では，イネ科牧草がアルファルファとの競合に負けずに残る。しかし，凍害の発生し易い内陸部ほど，夏の日照時間や気温も高い傾向にあり，混播してもイネ牧草は競合に負けてほとんど残らない。このため，少雪地帯ほどイネ科牧草による凍上害軽減効果は小さくなる。事実，積雪分布に対応して，断根のほとんど生じない多雪の雪腐病地帯から大半の根が切断される凍害地帯まで様々な度合で分布している。断根位置も十勝全体の平均で約13cm深で，凍結の深く入る地帯ほど深い位置で

切断される傾向にある。これは，少雪地帯ほどより深い位置に発達したアイスレンズ層が形成されることと対応している。

しかし，管内一斉に実施した一番草収量の実態調査結果は，多雪で凍結深50㎝未満の年であれば，断根率の高い内陸部の収量の方が多雪地帯よりも高いが，少雪年には凍結深50㎝以上の地帯の収量が激減することを示した。このことは，意外にも，断根が土壌凍結地帯の冬枯れや不安定化の主因ではないことを意味している。この激減は凍害に起因していた。このことは，「十勝積雪モデル」からも裏付けられた（図4，5）。

断根による変化の最大の特徴は，アルファルファの根系分布を著しく変える点にある。多雪地帯では直根型が主体であるのに対し，凍害地帯では，作土層中心の分枝根型分布に変化する。分枝根の発達したアルファルファでは浮上・抜根被害が極めて少ない。今後，根系分布の違いを考慮した地帯別肥培管理法が検討されてよい。

凍上害は越冬初年目に多発しやすいので，水はけの良い畑を選び，早播きして分枝根のよく発達した根系をつくりあげることが極めて重要である。

3. 栽培面からの冬枯れ対策

1）凍害地帯：①圃場の選定は極めて重要。地温の低下しやすい砂壌土やアイスシート害の発生しやすい凹地等への造成は避け，アルファルファの凍害発生の指標となるエゾノギシギシの凍害枯死の少ない畑を選ぶ，②過湿は耐凍性を低める主因となるので，排水の良い畑を選び6月上旬までに播種する，③少ない降雪のチャンスに20㎝以上の積雪を確保するため，最終刈取は9月上旬迄に行い，スタンドによる雪留効果を高める，④積雪深・凍結深の年次変動は大きく，アルファルファ自体がこれらの条件に鋭敏に反応するので，圃場には土壌凍結深度計を設置しておき，その読みから潜在的凍害の有無や程度を予測し，1番刈の時期や年間刈取計画を決める（図6），⑤混播には極早生チモシー品種の組合せ，イネ科の衰退を抑え凍害に伴う土壌の過湿化を軽減させる。

2）雪腐病地帯：①越冬後の萌芽が著しく遅れるので，雪腐病被害をうけない

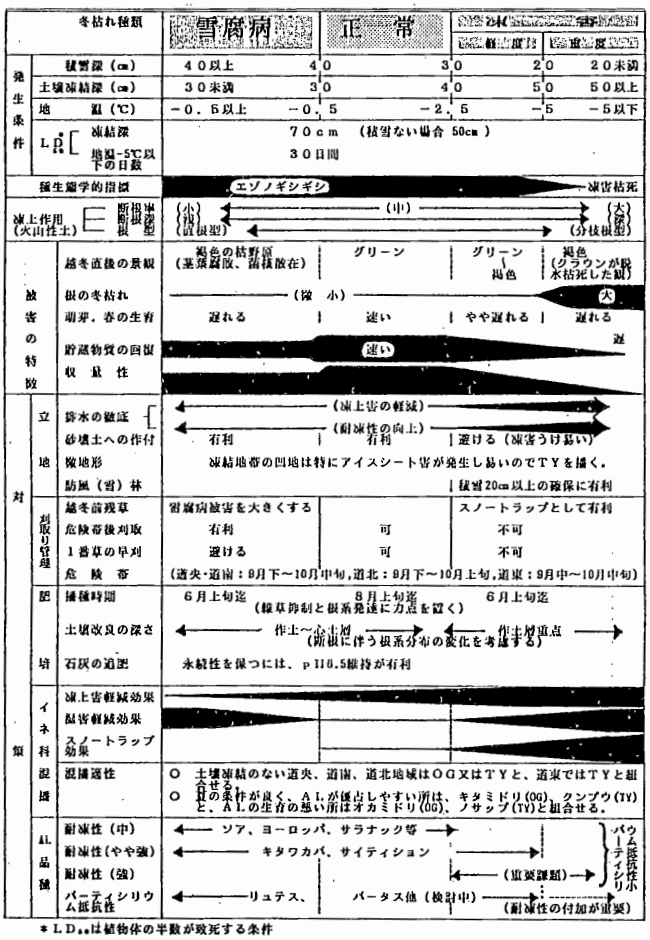


図6　アルファルファの各種冬枯れの発生条件，被害の特徴および対策一覧

エゾノギシギシ駆除の徹底と早刈りの回避，②最終刈取りは，凍害地帯とは反対に，刈取り危険帯後に行い，雪腐病菌のエサとなる残草を少なくする。このことにより，被害軽減をはかる。③混播により病害被害に伴う土壌の過湿軽減をはかる。

3）中間地帯：①中間地帯といえども，凍害の発生する年もあるので，土壌凍結深度計の読みに基ずく刈取り計画をつくる，②条件が良ければ，早刈や4回刈りも可能である。

4. 品種問題と今後の課題

雪腐病地帯と中間地帯では現在主流の耐凍性中程度のⅢ型品種群が有利であるが，凍害地帯ではより耐凍性の高いⅣ～Ⅴ型品種群が経年化とともに有利になることが判明した（図7）。

今後，凍害地帯に耐凍性の高い品種を導入する場合に最も考慮すべき点は生育期間中の降水量や土壌水分の問題である。多雨年や湿潤土壌（特に黒ボク土）では耐凍性が高まりにくい。同程度に深く凍結する地帯であっても，乾燥傾向の強い所と湿潤傾向の強い所とでは，そこに適応する品種に違いがあっても不思議はない。実際，湿潤な新得の地形的に積雪のほとんどない試験畑では湿潤亜寒帯に属する道産品種「キタワカバ」が，一方乾燥型の深凍結地帯の本別では雨の少ないカナダ育成の「アルゴンキン」が最も優れていた。このように耐凍性品種の改良・導入には土壌水分条件のウエイトが大きい。このことを前提にしてバーティシリウム萎凋病等の特性を付加していく育種が重要となろう。いずれにせよ，地域にあったよりきめこまかい品種の育成と栽培技術の確立が望まれる。

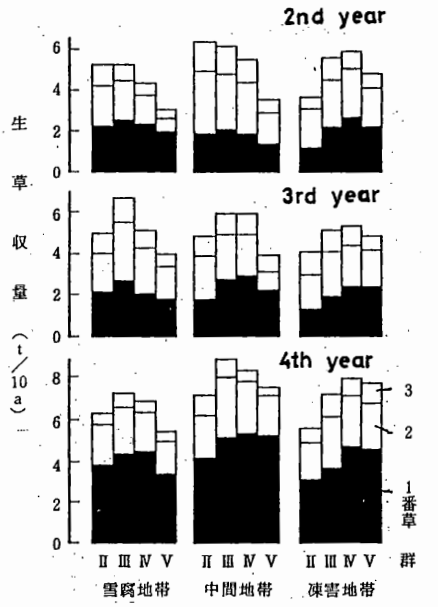


図7　アルファルファの生草収量の群間および地帯間の年次別比較（生育型Ⅱ→Ⅴになるにつれて耐凍性が高まる）

J. Hokkaido Grassl. Sci. 25: 6－15 (1991)

北海道草地研究会賞受賞論文

根釧地方の草地に対する土壌診断と植生に基づく効率的施肥の普及・指導

能勢　公（根室支庁，南根室地区農業改良普及所）

根釧地方の草地に対する施肥は，昭和40年代には施肥量も少なく，単肥や低度化成肥料（草地２号や草地８号など）が用いられていました。

昭和40年代後半からは高度化成肥料が普及し，昭和50年代には施肥量も徐々に増え，年間２回施肥が一般的となりました。

さらに，昭和50年代後半になるとそれまでの化成肥料から，徐々にＢＢ肥料に切り変わり，荷姿も20kg袋から500～300kg詰のフレコンバックが主流となり，ここ20数年の間にも様々な変化をとげて来ました。

しかし，これまでの多くの農家の草地に対する施肥銘柄選択のやり方は，

(1) 施用時期 ― 早春にはりん酸含量の高い「山型」肥料（高度またはBB122とか055など）を使い，一番刈後にはりん酸含量の低い「谷型」肥料（高度またはBB456とか565など）を使う。

(2) 利用形態 ― 採草地には比較的カリ含量の高い肥料（１２２や４５６）を使い，放牧地にはカリ含量の低い肥料（０５５や５６５）を使う。

などの条件による使い分けが精々で，中には要素量には関係なく，一袋当たりの価格による選択といったことも行なわれ，一農家の肥料の種類は１～２銘柄といったことも珍しくはありませんでした。

一方，各地区の農業改良普及所には，昭和40年代の後半に相次いで土壌診断室が設置され，土壌診断による施肥改善が関係者の間では様々な機会に言われて来ました。

しかし，造成（更新）時の土壌改良資材としてのりん酸や石灰の施用量については，草地造成・整備事業がらみで，土壌診断に基づく施用量の基準が示されていたのに対し，維持管理草地に対する土壌中の成分に基づく施肥基準や施肥対応は不明確で，草地の維持段階での土壌診断と施肥設計とは十分結びついていませんでした。

そのため草地の土壌診断は，更新（造成）地の土改材算出のための診断が中心で，維持草地での土壌診断はあまり行なわれていませんでした。

そこで，土壌診断に基づく施肥基準を作り，それによって施肥指導を行なうことが，早急に求められていた訳でありました。

今回，北海道草地研究会の数多くの先輩や貢献者がおられる中で，研究会行事にも余り参加していない小生が，栄誉ある北海道草地研究会賞を授与されることになり，誠に光栄であると同時に恐縮しております。しかし，この受賞は，決して私個人に対してのものではなく，この仕事を一緒に進めて来た根室，釧路両支庁管内の関係普及員および片山主任専技をはじめとする根釧専技室など関係者一同に与えられたものと考えています。

また，このことに関して研究開発および指導頂きました，菊地晃二現中央農試環境資源部長，根釧農試

土壌肥料科の能代昌雄科長，木曽誠二，三枝俊哉研究職員や松中照夫現北見農試研究職員をはじめとする，根釧農試土壌肥料科，草地科の皆様に，さらに，推薦していただきました国井輝男根釧農試場長，三谷宣允中央専技室総括専技，片山正孝根釧専技室主任専技，稗田兼明南根室地区農業改良普及所長ら，多くの関係者の皆様に感謝申し上げる次第です。

釧路支庁管内農業改良普及員飼料作物部会での「土壌診断に基づく施肥基準」の作成とそれに基づく指導

昭和58年度釧路支庁管内農業改良普及員飼料作物部会では，草地に対する「土壌診断に基づく施肥基準」を作ることを課題として設定し，丁度，これらに関係する試験を実施中の根釧農試土壌肥料科や根釧専技室の指導も得ながら，いろいろな点から検討を重ね，昭和59年に，土壌診断に基づく草地の施肥基準表（資料１，２）を作成しました。

この基準表の主な特徴は次の通りでした。

(1) 採草地は混播採草地とチモシー主体採草地に分け，放牧地も混播放牧地とチモシー主体放牧地に分け，各々，ちっ素施肥量を変えた。

(2) 主な火山性土（未熟，黒色，厚層黒色）毎に土壌分析値に基づく，りん酸やカリの施肥量を決めた。

(3) 目標収量別に基準を作った。

(4) 自給肥料（堆きゅう肥，尿，スラリー）の施用時期と施用量に基づき，施肥成分量の減肥を行なった。

(5) ちっ素，りん酸，カリ毎に，年間の施肥配分割合を決めた。

資料１　　施肥基準表作成の考え方

(1) 釧路管内の火山性土は大別して，未熟火山性土，黒色火山性土，厚層黒色火山性土に分けられている（図－１）。

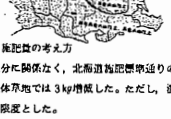
そして，それらは概略表－１のような特徴となっている。

そこで，りん酸についてはりん酸吸収係数，カリについてはC. E. C.により三区分した。

しかし，数値については表－１を基準に，作土の分析実態等も考慮して，基準表の通り多少変更した。

土壌診断は，４～５年毎に実施することを基本にし，診断値による施肥量は，毎年同じ量を施肥することを基本とする。

図－１　釧根管内における火山性土の分布



表－１　各火山性土の特徴

項目 / 土壌区分	りん酸吸収係数	C. E. C.
未熟火山性土	500～1,000	5.0～10.0
黒色〃	1,000～2,000	10.1～20.0
厚層黒色〃	2,000以上	20.1以上

(2) ちっ素施肥量の考え方

土壌区分に関係なく，北海道施肥標準並りの量とし，目標収量500kgに対し，混播草地では2kg，チモシー主体草地では3kg増減した。ただし，混播採草地及び混播放牧地では，マメ科草維持のため8kg/10aを限度とした。

(3) りん酸施肥量の考え方

◎土壌診断基準では，火山性土の場合有効態りん酸はブレイ２－P_2O_5 20㎎/100g以上となっているが，未熟火山性土の場合30～40㎎/100g，黒色火山性土20～30㎎/100g，厚層黒色火山性土10～20㎎/100gを基準とし，目標収量＝混播採草地4,500kg/10a，チモシー主体採草地，混播及びチモシー主体放牧地4,000kg/10a＝の場合の北海道施肥標準（昭和58年５月）量を基本にし，混播草地は10kg/10a，チモシー主体草地は8kg/10aとした。

そして，土壌診断値によって上下に2kg/10aずつの増減とした。

◎目標収量500kg/10aに対し，基準量の20%を増減し四捨五入し/kg単位とした。

(4) カリ施肥量の考え方

◎土壌診断基準では，火山性土の場合置換性－K_2O 18～30㎎/100gとなっているが，未熟火山性土の場合10～20㎎/100g，黒色火山性土20～30㎎/100g，厚層黒色火山性土30～40㎎/100gを基準とし，目標収量＝混播採草地4,500kg/10a，チモシー主体採草地，混播及びチモシー主体放牧地4,000kg/10a＝の場合の北海道施肥標準（昭和58年５月）量を基本にし，混播採草地は22kg/10a，チモシー主体採草地は20kg/10a，混播及びチモシー主体放牧地は12kg/10aとした。

そして，土壌診断値によって上下に2kg/10aずつの増減とした。

◎目標収量500kg/10aに対し，基準量から各々3kg/10aを増減した値とした。

(5) 施肥配分について

◎採草地：２回施肥の場合，窒素，加里は春６割，一番刈後４割，りん酸は春８割，一番刈後２割とし，３回施肥の場合は窒素，加里は春５割，一番刈後３割，二番刈後２割，りん酸は春６割，一番刈後２割，二番刈後２割とすることを基本とする。

◎放牧地：３回施肥を原則とし窒素，加里は春４割，６月下旬～７月上旬３割，８月上旬～８月中旬３割，りん酸は春６割，６月下旬～７月上旬２割，８月上旬～８月中旬２割を基本とする。

２回施肥の場合は窒素，りん酸，加里とも８月中旬～下旬５割，６月上旬～中旬（１回放牧後）５割を基本とする。

(6) 堆きゅう肥，尿による減肥について

堆きゅう肥，尿などの施用による減肥量は，表－２を基本とするが，

◎堆きゅう肥：散布した時の草に窒素，りん酸は５割，その次の草に５割，加里は10割とも散布した時の草にまわる。

◎　尿　：散布した時の草に窒素，加里とも全量がまわる。

◎スラリー：散布した時の草に窒素，りん酸は７割，加里は10割，その次の草に窒素，りん酸は３割がまわる。……として計算する。

表－２　現物/t/10a当たりの減肥可能量（kg/10a）

	窒素	りん酸	加里
堆きゅう肥	1.5	1.0	3.0
尿	5.0	0	11.0
豚物スラリー	2.0	0.5	4.0

(7) 造成及び更新時の施肥，土改資材量について

◎窒　素：北海道施肥標準のとおり4.0kg/10aとする。

◎りん酸：事業で用いている次の計算式により算出する。

（計算式）　Y＝15＋0.005×A＋B　　ただし，Y＝P_2O_5 施用量（kg/10a）
（最低造成は25，更新は20）

A＝りん酸吸収係数

B＝ブレイ２－P_2O_5含量 5.0以下は5.0
5.1～10.0は2.5
10.1以上は0

◎加　里：土壌診断による置換性K_2O（㎎/100g）が，未熟火山性土で10，黒色火山性土で20，厚層黒色火山性土で30以上の場合は5kg/10aとし，各々未満の場合は8kg/10aとする。

◎石　灰：緩衝曲線法（炭カル添加通気法，炭カル添加法）または，アレニウスの表より算出した量とする。

◎苦　土：土壌中の置換性MgOを25㎎/100gまで高めるに要する資材を施用する。

資料2　土壌診断に基づく草地の施肥基準表

（釧路支庁管内農業改良普及員，飼料作物部会・昭和59年）

表－1）採草地

成分	土壌診断値（0～5cm）	目標収量	4,000 kg/10a			4,500 kg/10a			5,000 kg/10a		
		土壌区分	未熟	黒色	厚層黒色	未熟	黒色	厚層黒色	未熟	黒色	厚層黒色
			火山性土	火山性土	火山性土	火山性土	火山性土	火山性土	火山性土	火山性土	火山性土
窒素	－		6	6	6	8	8	8	8	8	8
	（りん吸）		～1200	1201～2000	2001～	～1200	1201～2000	2001～	～1200	1201～2000	2001～
り	～10.0		(注)	11	10	(注)	14	12	(注)	17	14
ん	10.1～20.0		11	10	8	14	12	10	17	14	12
酸	20.1～30.0		10	8	6	12	10	8	14	12	10
(P_2O_5)	30.1～40.0		8	6	5	10	8	6	12	10	7
	40.1～		6	5	3	8	6	4	10	7	5
	(C.E.C.)		～12	13～24	25～	～12	13～24	25～	～12	13～24	25～
加	～10.0		21	23	25	24	26	28	27	29	31
	10.1～20.0		19	21	23	22	24	26	25	27	29
里	20.1～30.0		17	19	21	20	22	24	23	25	27
(K_2O)	30.1～40.0		15	17	19	18	20	22	21	23	25
	40.1～		13	15	17	16	18	20	19	21	23

表－2）チモシー主体採草地

成分	土壌診断値（0～5cm）	目標収量	3,500 kg/10a			4,000 kg/10a			4,500 kg/10a		
		土壌区分	未熟	黒色	厚層黒色	未熟	黒色	厚層黒色	未熟	黒色	厚層黒色
			火山性土	火山性土	火山性土	火山性土	火山性土	火山性土	火山性土	火山性土	火山性土
窒素	－		13	13	13	16	16	16	19	19	19
	（りん吸）		～1200	1201～2000	2001～	～1200	1201～2000	2001～	～1200	1201～2000	2001～
り	～10.0		(注)	10	8	(注)	12	10	(注)	14	12
ん	10.1～20.0		10	8	6	12	10	8	14	12	10
酸	20.1～30.0		8	6	5	10	8	6	12	10	7
(P_2O_5)	30.1～40.0		6	5	3	8	6	4	10	7	5
	40.1～		5	3	2	6	4	2	7	5	3
	(C.E.C.)		～12	13～24	25～	～12	13～24	25～	～12	13～24	25～
加	～10.0		19	21	23	22	24	26	25	27	29
	10.1～20.0		17	19	21	20	22	24	23	25	27
里	20.1～30.0		15	17	19	18	20	22	21	23	25
(K_2O)	30.1～40.0		13	15	17	16	18	20	19	21	23
	40.1～		11	13	15	14	16	18	17	19	21

表－3）混播放牧地

成分	土壌診断値（0～5cm）	目標収量	3,500 kg/10a			4,000 kg/10a			4,500 kg/10a		
		土壌区分	未熟	黒色	厚層黒色	未熟	黒色	厚層黒色	未熟	黒色	厚層黒色
			火山性土	火山性土	火山性土	火山性土	火山性土	火山性土	火山性土	火山性土	火山性土
窒素	－		6	6	6	8	8	8	8	8	8
	（りん吸）		～1200	1201～2000	2001～	～1200	1201～2000	2001～	～1200	1201～2000	2001～
り	～10.0		(注)	11	10	(注)	14	12	(注)	17	14
ん	10.1～20.0		11	10	8	14	12	10	17	14	12
酸	20.1～30.0		10	8	6	12	10	8	14	12	10
(P_2O_5)	30.1～40.0		8	6	5	10	8	6	12	10	7
	40.1～		6	5	3	8	6	4	10	7	5
	(C.E.C.)		～12	13～24	25～	～12	13～24	25～	～12	13～24	25～
加	～10.0		11	13	15	14	16	18	17	19	21
	10.1～20.0		9	11	13	12	14	16	15	17	19
里	20.1～30.0		7	9	11	10	12	14	13	15	17
(K_2O)	30.1～40.0		5	7	9	8	10	12	11	13	15
	40.1～		3	5	7	6	8	10	9	11	13

表－4）チモシー主体放牧地　（施肥後2週間は放牧を避ける……NO_3－N）

成分	土壌診断値（0～5cm）	目標収量	3,500 kg/10a			4,000 kg/10a			4,500 kg/10a		
		土壌区分	未熟	黒色	厚層黒色	未熟	黒色	厚層黒色	未熟	黒色	厚層黒色
			火山性土	火山性土	火山性土	火山性土	火山性土	火山性土	火山性土	火山性土	火山性土
窒素	－		12	12	12	15	15	15	18	18	18
	（りん吸）		～1200	1201～2000	2001～	～1200	1201～2000	2001～	～1200	1201～2000	2001～
り	～10.0		(注)	10	8	(注)	12	10	(注)	14	12
ん	10.1～20.0		10	8	6	12	10	8	14	12	10
酸	20.1～30.0		8	6	5	10	8	6	12	10	7
(P_2O_5)	30.1～40.0		6	5	3	8	6	4	10	7	5
	40.1～		5	3	2	6	4	2	7	5	3
	(C.E.C.)		～12	13～24	25～	～12	13～24	25～	～12	13～24	25～
加	～10.0		11	13	15	14	16	18	17	19	21
	10.1～20.0		9	11	13	12	14	16	15	17	19
里	20.1～30.0		7	9	11	10	12	14	13	15	17
(K_2O)	30.1～40.0		5	7	9	8	10	12	11	13	15
	40.1～		3	5	7	6	8	10	9	11	13

(注)　未熟火山性土（りん吸1200以下）でりん酸10.0mg/100g以下の場合は，土改材として5.1～10.0の時はP_2O_5 20kg/10a，5.0以下の時はP_2O_5 30kg/10a施用し，施肥量は8kgとする。
C.E.C.が不明の場合は，りん吸によって区分する。
土壌診断値が50.1mg/100g以上の場合には，10mg単位に基準表作成の考え方に基ずいて補正する。

この基準表をもとに，私の勤務していた釧路北部地区農業改良普及所では，コンピューターの施肥設計プログラムを作成し，施肥指導すべく，標茶町の虹別，弥栄地区の農家の各ほ場毎の土壌診断を実施し施肥設計を行ないました。

南根室地区農業改良普及所での「草地に対する土壌診断と植生に基づく効率的施肥」の普及・指導

昭和60年4月に南根室地区農業改良普及所に転勤となり，引き続き農家ほ場での試験展示ほを実施しながら検討を行ないました。

しかし，これらの基準はあくまで試験場から成績が出されるまでの，暫定的なものとして作成したものでした。

その後，昭和61年には「草地の土壌カリ供給力に応じた施肥改善法」，昭和62年には「チモシーを基幹とする採草地の効率的窒素施肥法」，昭和63年には「火山灰草地のりん酸肥沃度に応じた施肥法」が，根釧農試から相次いで指導参考事項として普及に移されました。

それらを機に，試験展示ほも設置して経済性等も確認しながら，南根室地区農業改良普及所内の飼料作物・土壌肥料担当者グループで検討し，施肥設計プログラムを作成し，コンピューターを利用した施肥設計を行ない農家の施肥相談に当たっています。

このプログラムはその後，平成元年5月に改訂された「北海道施肥標準」や，「土壌診断に基づく施肥対応」の考え方も取り入れて改良を加え，順次改訂を行なって来ました。

現在使用している施肥基準表の考え方は次の通りです。

土壌診断に基づく草地の施肥基準表について

(1) 目標収量，草地タイプについて

採草地（以下，兼用地は採草地に準ずる。）については，タイプ1草地の場合4,500kg/10aのみとし，タイプ2～4草地については4,500kgと4,000kg/10aの二段階とした。

これは，現状から考えて，タイプ1の場合，低い目標収量を考える必要はなく，タイプ2～4草地の場合には，現状では4,000kg/10a程度以下の草地が多く，実態に合った収量段階と4,500kg/10aの二段階とした。

放牧地については，北海道施肥標準（平成元年5月改訂）では，植生区分は1，2の2つとなっているが採草地と同じく1～4とし，採草地と同様の考え方のもと，タイプ1については4,000kg，タイプ2～4草地については3,500と4,000kg/10aの二段階とした。

なお，実際に施肥設計を行う中で，目標収量についてこれ以上のものが必要になった時は，改めて作成する。

(2) 窒素施肥量の考え方

北海道施肥標準（平成元年5月改訂）に基づいた施肥量を基本としたが，未熟火山性土では，収量性が低いため，タイプ1・2では1kg/10a，タイプ3・4では2kg/10aを増量した。

なお，採草地の目標収量4,000kg/10a，放牧地の目標収量3,500kg/10aの場合，タイプ2では2kg，タイプ3・4では3kg減じた。

(3) 燐酸施肥量の考え方

北海道施肥標準（平成元年5月改訂）及び土壌診断に基づく施肥対応（平成元年5月）に基づいた量とし，採草地の4,000kg/10a目標収量及び放牧地の3,500kg/10a目標収量の場合は，各々20%減とした。

(4) カリ施肥量の考え方

北海道施肥標準（平成元年5月改訂）及び土壌診断に基づく施肥対応（平成元年5月）に基づいた量とし，採草地の4,000kg/10a目標収量及び放牧地の3,500kg/10a目標収量の場合は，各々3kg/10a減とした。

(5) マグネシウム施肥量の考え方

化成又はBB肥料使用の場合は，マグネシウム施用量については考慮しない（4～5%のMg含むため）が，単肥使用の場合は基準量を4kg/10aとし，土壌診断に基づく施肥対応（平成元年5月）に準じて施用する。ただし，31mg/100g以上を2kgとした場合，全ての草地で現状ではサルポマグの使用が必要となり，経済的に高くなるため51mg/100g以上は0kgとした。

(6) 施肥配分について

北海道施肥標準（平成元年5月改訂）の留意事項に基づいて行う。

（採草地）

窒素・燐酸・カリは2回施肥（2回刈）の場合，春2/3，1番刈後1/3の割合とし，3回施肥（3回刈）の場合，春3/6，1番刈後2/6，2番刈後1/6を基本とする。

（収穫時期の幅が大きい現況から考えて，刈取時期による施肥配分は実情により考慮する。）

（放牧地）

3回施肥を原則とし，窒素・燐酸・カリは，春1/3，2回目1/3，3回目1/3を基本とする。2回施肥の場合は，一度の窒素施用量が多くなると放牧草中の硝酸態窒素の危険性があるので，1回の施肥量は増やさず，3回施肥の場合の一回分とし，減収となってもやむを得ない。

(7) 堆きゅう肥，スラリー，尿による減肥について

堆きゅう肥，スラリー，尿の施用による減肥量は，表1を基本とする。（単用，連用にかかわらず）。

土壌診断に基づく施肥対応（平成元年5月）では，更新（造成）時の堆きゅう肥による減肥や，維持段階の堆きゅう肥の窒素の2年目肥効も減肥対象となっているが，施肥法の問題や聞き取りの困難性等のこともあり，更新（造成）時の施用分や維持段階の堆肥の2年目の窒素肥効については，除くこととした。なお，散布時期によっては，減肥時期や減肥量を考慮する。

表1　自給肥料の現物1t/10a当りの減肥可能量　(kg/10a)

施肥回数		2回施肥			3回施肥		
自給肥料	減肥時期	窒素	燐酸	カリ	窒素	燐酸	カリ
堆肥	散布直後	0.7	0.7	2.0	0.5	0.5	1.5
	その次	0.3	0.3	1.0	0.3	0.3	1.0
	その次の次				0.2	0.2	0.5
原尿	散布直後	3.3	0	7.3	2.5	0	5.5
	その次	1.7	0	3.7	1.7	0	3.7
	その次の次				0.8	0	1.8
スラリー	散布直後	1.3	0.3	2.7	1.0	0.3	2.0
	その次	0.7	0.2	1.3	0.7	0.2	1.4
	その次の次				0.3	0.1	0.6

表2 施肥基準必要量（kg/10a）

利用形態			採草及び兼用						放牧					
成分	草地タイプ	目標収量	4,000kg/10a			4,500kg/10a			3,500kg/10a			4,000kg/10a		
	土壌診断値	土壌区分	未熟	黒色	厚層黒色	未熟	黒色	厚層黒色	未熟	黒色	厚層黒色	未熟	黒色	厚層黒色
窒素	1タイプ		－	－	－	5	4	4	－	－	－	9	8	8
	2タイプ		5	4	4	7	6	6	7	6	6	9	8	8
	3タイプ		9	7	7	12	10	10	14	12	12	17	15	15
	4タイプ		15	13	13	18	16	16	14	12	12	17	15	15
*燐酸（3年）	（燐酸吸収係数）		～1200	1201～2000	2001～	～1200	1201～2000	2001～	～1200	1201～2000	2001～	～1200	1201～2000	2001～
	0～9		12(10)	12(10)	12(10)	15(12)	15(12)	15(12)	10	10	10	12	12	12
	10～19		12(10)	12(10)	8(6)	15(12)	15(12)	10(8)	10	10	6	12	12	8
	20～30		12(10)	8(6)	8(6)	15(12)	10(8)	10(8)	10	6	6	12	8	8
	31～50		8(6)	8(6)	4(3)	10(8)	10(8)	5(4)	6	6	3	8	8	4
	51～60		8(6)	4(3)	4(3)	10(8)	5(4)	5(4)	6	3	3	8	4	4
	61～		4(3)	4(3)	4(3)	5(4)	5(4)	5(4)	3	3	3	4	4	4
カリウム（1年）	秋＼春（CEC）		5～10	10～20	20～30	5～10	10～20	20～30	5～10	10～20	20～30	5～10	10～20	20～30
	0～19	0～14	25	25	25	28	28	28	15	15	15	18	18	18
	20～29	15～19	19	25	25	22	28	28	9	15	15	12	18	18
	30～39	20～24	19	19	25	22	22	28	9	9	15	12	12	18
	40～50	25～30	8	19	19	11	22	22	3	9	9	6	12	12
	51～60	31～35	8	8	19	11	11	22	3	3	9	6	6	12
	61～130	36～70	8	8	8	11	11	11	3	3	3	6	6	6
	131～170	71～90	0	8	8	0	11	11	0	3	3	0	6	6
	171～190	91～100	0	0	8	0	0	11	0	0	3	0	0	6
	191～	101～	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

＊燐酸の（ ）内は，タイプ3，4の場合

「炭カル」施用量（kg/10a）

PH ＼ 土壌	未熟	黒色	厚層黒色
6.2～6.0	30	35	50
5.9～5.8	45	50	70
5.7以下	60	70	100

「数量化Ⅰ」による表層2.5cm分

「Mg」施用量

分析値	10a当り
19mg以下	6kg
20mg～30mg	4kg
31mg～50mg	2kg
51mg以上	0kg

こうした施肥設計をもとに，土壌分析を行ない，施肥設計を希望する農家には表３の草地管理カードを記入してもらい，それに基づいて，①ほ場毎の最適肥料銘柄（ＢＢ又は化成）を選ぶ方法，②ほ場毎の適合銘柄の優先リスト（１～７銘柄）に基づいて，銘柄数をある程度集約する方法，③単肥配合　の三つの方法により，希望する設計で実施しています。（資料３参照）

表３　草地管理カード

地区　　氏名			（　年　月採土）
ほ　場　№			
利用形態		採草 兼用 放牧	採草 兼用 放牧
更新（造成）年		年	年
面　積		ha	ha
施肥設計希望		有　無	有　無
設計希望年		年	年
目標収量（ｔ）		3.5　4.0　4.5	3.5　4.0　4.5
マメ科の程度と植生タイプ		多 中 少 無 野 1 2 3 4 5	多 中 少 無 野 1 2 3 4 5
自給肥料の散布 設計年 前間	堆肥	月　ｔ	月　ｔ
	尿	月　ｔ	月　ｔ
	スラリー	月　ｔ	月　ｔ
自給肥料の散布 設計年	堆肥	月　ｔ	月　ｔ
	尿	月　ｔ	月　ｔ
	スラリー	月　ｔ	月　ｔ
採草地の利用回数		1，2，3＋放	1，2，3＋放
予定している肥料の種類		最適（リスト）単肥	最適（リスト）単肥

資料３　コンピューターによる施肥設計例

表１）　圃　場　一　覧　表　　農家名：＿＿＿＿＿＿

圃場	面積 ha	利用形態	利用回数	根生	土壌診断結果 PH	リン酸	リン吸	カリ	苦土	時期	目標収量 kg/10a	自給肥料 種類	量ｔ	時期
1	4.0	採草	2	3	5.6	9.5	1,300	6.1	7.8	春	4,000	無		
2	4.0	採草	2	3	5.7	20.4	1,105	9.2	17.2	春	4,000	無		
3	5.0	放牧	3	3	6.6	29.7	1,029	32.5	38.6	春	4,000	堆肥	2.0	前年秋

表３）　施　肥　設　計　表　（集約版）

圃場	面積	1　回　目	2　回　目	3　回　目
1	4.0	BB022 ＝ 2,400kg	BB022 ＝ 1,200kg	
2	4.0	採草３号 ＝ 2,670kg	採草３号 ＝ 1,330kg	
3	5.0	BB470 ＝ 1,640kg	BB470 ＝ 1,140kg	BB470 ＝ 1,140kg

銘柄別合計

銘柄	単価（20kg）	必要量	金額
BB022	1,105円	3,600kg	198,900円
BB470	1,095円	3,920kg	214,620円
採草３号	1,135円	4,000kg	227,000円
		総計	640,520円

炭カル必要量　　5,200kg　　62,400円

表２）　施　肥　設　計　表　　農家名

圃場	項目	1　回　目	2　回　目	3　回　目	年間計
本１ 面積 4.0ha	肥料銘柄	BB022	BB022		
	必要量kg	2,400kg	1,200kg		
	（10a当り）	60kg	30kg		
	金額　円	132,600円	66,300円		198,900円
炭カル 2,800kg	（10a当り）	3,315円	1,658円		4,973円
	10a当り N-P-K-Mg	施肥量	9.0－10.8－19.8－4.5		
		必要量	9.0－11.0－25.0－4.0		
本２ 面積 4.0ha	肥料銘柄	採草３号	採草３号		
	必要量kg	2,670kg	1,330kg		
	（10a当り）	67kg	33kg		
	金額　円	151,523円	75,478円		227,000円
炭カル 2,400kg	（10a当り）	3,802円	1,873円		5,675円
	10a当り N-P-K-Mg	施肥量	11.0－12.0－24.0－5.0		
		必要量	11.0－11.0－25.0－4.0		
本３ 面積 5.0ha	肥料銘柄	BB470	BB470	BB470	
	必要量kg	1,640kg	1,140kg	1,140kg	
	（10a当り）	33kg	23kg	23kg	
	金額　円	89,790円	62,415円	62,415円	214,620円
	（10a当り）	1,807円	1,259円	1,259円	4,292円
	10a当り N-P-K-Mg	施肥量	11.1－13.4－7.9－0.0		
		必要量	11.0－12.0－3.6－2.0		

表4） 施 肥 設 計 表 （単肥） 農家名

圃場			硫安	尿素	燐安	過石	ダブリン	塩加	サルポマグ
No. 1	1番	必要量 kg		280	640			800	880
4.0 ha		（10a当り）		7	16			20	22
石灰	2番	必要量 kg		120	320			560	
2.8 t		（10a当り）		3	8			14	
No. 2	1番	必要量 kg		400	640			800	880
4.0 ha		（10a当り）		10	16			20	22
石灰	2番	必要量 kg		200	320			560	
2.4 t		（10a当り）		5	8			14	
No. 3	1番	必要量 kg		300	500				
5.0 ha		（10a当り）		6	10				
	2番	必要量 kg		200	400				200
		（10a当り）		4	8				4
	3番	必要量 kg		200	400				650
		（10a当り）		4	8				13
総計		必要量	0	1,700	3,220	0	0	2,720	2,610
		金額（千円）	0	70	161	0	0	97	91

肥料費合計 418,382円

炭カル必要量 5,200kg 62,400円

植生タイプに基づく新銘柄肥料の普及

こうした草地の施肥に対する新らしい考え方を普及して行くため，昭和63年に根室管内施肥防除対策協議会では，植生タイプ別肥料の設計を検討しました。

根釧農試，根釧専技室，南・北両根室地区農業改良普及所等の担当者で何度も協議を重ね，採草1号，採草2号……など，植生と土壌養分状態に基づいたタイプ別施肥の考え方にそった新銘柄の製造を要請しました。

その結果，63肥料年度から流通され，平成元年肥料年度（平成元年7月～平成2年6月）の根室管内主力肥料工場の流通実績では，新銘柄肥料が61%に達しています。

資料4　植生と土壌養分状態に基づいたタイプ別施肥設計例（Kg／ha）

利用別	採草地　目標収量 45トン/ha						放牧地　目標収量 40トン/ha		
植生タイプ	基本型		P減肥型（りん酸に富む草地）		堆きゅう肥スラリー併用型		早春	2回目	3回目
	早春	刈取後	早春	刈取後	早春	刈取後			
タイプ1	採草1号 500kg	採草1号 250kg	採草P1号 500kg	採草P1号 250kg	採草特1号 400kg	採草特1号 200kg	放牧2号 300kg	放牧2号 200kg	放牧2号 200kg
タイプ2	採草2号 500kg	採草2号 250kg	採草P2号 500kg	採草P2号 250kg	採草1号（採草特2号） 400kg	採草1号（採草特2号） 200kg			
タイプ3	採草3号 600kg	採草3号 300kg	採草P3号 500kg	採草P3号 250kg	採草3号（採草特3号） 400kg	採草3号（採草特3号） 200kg			
タイプ4	採草4号 600kg	採草4号 300kg	採草P4号 500kg	採草P4号 250kg	採草4号（採草特4号） 400kg	採草4号（採草特4号） 200kg			

根室管内施肥防除合理化推進協議会

【施肥設計の基本的な考え方】

- 基本型は各養分含量が土壌診断基準値の範囲内にある草地を対象とする。
- 施肥時期は1番草に対しては萌芽期に、2番草に対しては1番草刈取後10日程度経過した独立再生長始とする。また年間の施肥配分は早春：刈取後＝2：1とする。

資料5　植生タイプ別肥料銘柄成分表　（%）

銘柄	保証成分				銘柄	保証成分			
	N	P	K	Mg		N	P	K	Mg
採草1号（採草特2号）	5	14	30	5	採草P1号	5	7	30	5
採草2号	8	14	30	4	採草P2号	8	7	30	5
採草3号（採草特3号）	11	12	24	5	採草P3号	13	7	29	4
採草4号（採草特4号）	17	10	22	4	採草P4号	19	5	23	3
採草特1号	2	13	27	5	放牧2号	12	15	17	5

今後の課題

草地に対する施肥は，水田等の施肥技術に比較すれば，まだまだ大残把で不十分な施肥管理しか実施されていません。

科学的な根拠に基づいた合理的な施肥技術が，ようやく始まったといっても過言ではないでしょう。

土壌診断に基づく施肥設計を希望する農家も，まだまだ1～2割の農家にすぎないのが実態です。

しかし，これらのことを通じて，合理的な施肥を実施すると同時に，土壌診断や自給肥料の活用および自らの草地の状態を把握するといったことに関心が向けられて来ており，今後の草地管理を考えて行く上で一つの基礎を作って行けるのではないかと思います。

草地の管理については，施肥問題に限っても，放牧地の施肥技術をはじめ，土壌中の窒素診断，微量要素の問題，利用時期に対する施肥対応，自給肥料の肥料的評価等々，まだまだ解明不十分の問題が山積しています。

一つ一つの問題解明による技術の向上と，より一層考える農民が増えて行くために，今後我々は一層努力してゆかなければならないと考えます。

J. Hokkaido Grassl. Sci. 25：16－21（1991）

シンポジウム『高泌乳時代の土－草－家畜の問題点』

酪農経営と周辺水域の環境保全

大　村　邦　男（天北農業試験場）

1. はじめに

近年，湖沼や内海等の閉鎖系水域で問題になっている富栄養化は，周辺地域からの窒素，リンを中心とした栄養塩類の流入によって加速されているものといわれている。富栄養化を招く栄養塩類の代表的な発生源の一つとして農業排水が挙げられるが，農業系内から発生する栄養塩類は施肥や家畜糞尿に基づくものと考えられる。なかでも，畜産農家で大量に発生する糞尿は高濃度の肥料成分（栄養塩類）を含むことから，その処理法如何によっては水域に対して重大な影響を及ぼすことが懸念される。

道内の多くの酪農家では糞尿の有効利用に努めており，糞尿から発生する栄養塩類の流出は最小限に抑えられている。しかし，経営規模拡大に伴う購入飼・肥料への依存が高まりつつある中で，排泄物処理が円滑に進められなくなる傾向にあり，将来的には農地に対する大量施用の可能性も秘めている。

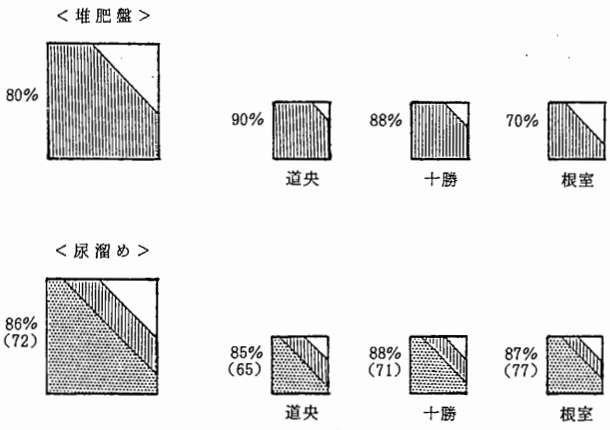
こうした背景を踏まえて，酪農家の排泄物処理の実態及び営農活動が周辺水系の水質に及ぼす影響を解析し，水質を保全のための具体的な指針について検討した。

2. 調査結果及び考察

(1) 排泄物処理上の問題点

道内酪農家の排泄物処理は，一部の大規模経営を除いて大部分が糞と尿を分離して処理する固液分離方式をとっている。

糞尿施設の保有率は堆肥盤80%，尿溜め86%で，堆肥場から発生する濾汁溜めや尿溜めは不充分で，尿溜めでは保有している農家の72%で容量不足等の不備が認められた（図－1）。



図－1　排泄物処理施設の保有割合（n＝74）
尿溜め（　）内の数値は，保有中不備な施設の割合を示した。

これら排泄物の利用は，糞が畑や草地更新時に，尿は草地を中心に行われている。しかし，畑地の少ない草地型酪農地帯では糞の利用が，一方，草地の少ない畑作混同型酪農地帯では尿の利用が不充分になりがちである。その結果，利用されずに放置されている糞尿が高濃度の栄養塩類の発生源となっている例が散見される。

糞尿が水質環境に及ぼす影響は，その化学性からみて，糞では懸濁物質（SS），化学的酸素要求量

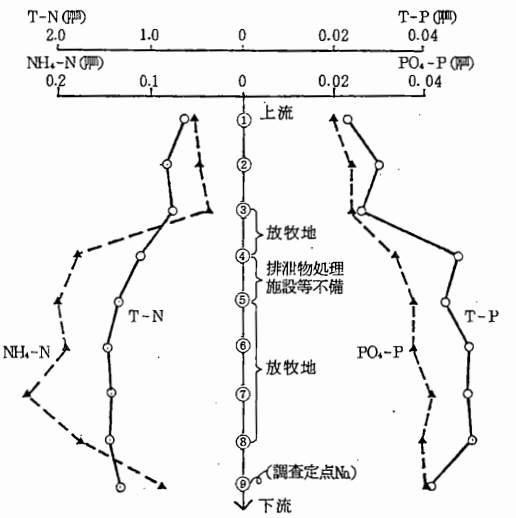
（ＣＯＤ），リンが，また，尿では窒素が中心になるものと考えられた。

なお，道内の酪農家から発生する糞尿の量は年間1,170万ｔ見込まれ（１９８５年統計を基に計算），道内の化学肥料の入荷量に対する割合は，窒素，カリが約６割，リンは約３割に相当し，肥料成分として大きな位置を占めている。

(2) 排泄物処理施設等の不備による水質汚濁

排泄物処理施設等が不備なために河川の水質汚濁が発生した地点を対象に水質調査を行った（図－２）。

その結果，流域が草地や林地で占められる河川上流では水質変化がほとんどみられないのに対して，酪農家が点在する中流では河川水の窒素，リンの濃度上昇が認められた。この傾向は，糞尿施設が不備なうえに河川に隣接している地点や放牧地で強く表われており，水質汚濁が酪農関連排水に因るものであることを示した。

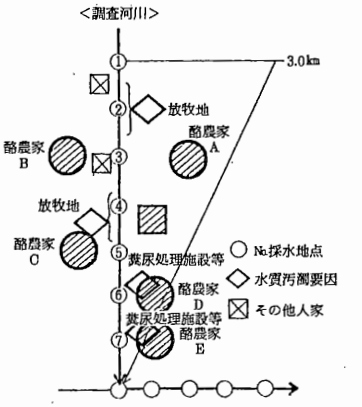


図－２　水質汚濁発生地点における河川の水質変化

(3) 標準的な酪農地帯における河川水質の変化

道央の畑作・酪農混同地帯 202.2 ha（牧草地42％，畑地30％，林地・原野24％，家畜飼養頭数は成牛換算で200頭）をモデルに，営農活動が周辺を流れる河川の水質に及ぼす影響を検討した(図－３)。

調査地域を流れる河川の流程変化は，放牧地や酪農施設が河川に近接する場所で大きく，当該施設等による影響が示唆された。調査



図－３　モデル地域における水質汚濁要因の模式図

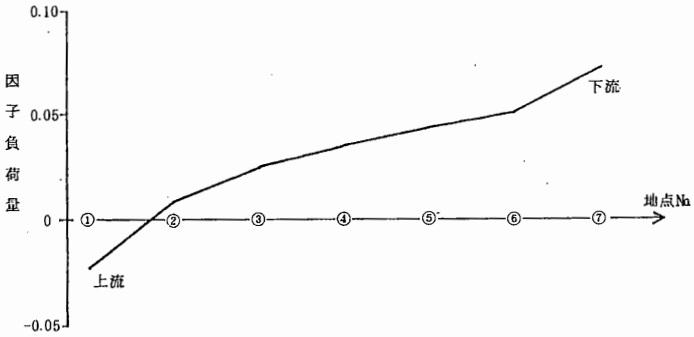
表－１　因子負荷量

項目	第１因子	第２因子	第３因子	第４因子
水温	−0.0526	−0.0490	0.9324	0.0097
DO	−0.0893	−0.3205	−0.8471	−0.0483
SS	0.9716	−0.0548	−0.0800	0.0221
COD	0.9327	−0.1756	0.1451	0.1084
EC	−0.0331	0.9411	−0.0268	0.0653
T−N	0.8795	0.1185	−0.1106	0.2766
NH_4 −N	0.2250	−0.0303	−0.2515	0.8375
T−P	0.8836	0.0109	0.0716	0.4081
PO_4 −P	0.3060	0.0766	0.2538	0.8452
Cℓ	0.2112	0.7764	−0.0745	0.1143
ALK	−0.2367	0.8331	0.2600	−0.1478
K	0.3168	0.6097	0.2913	0.5224
Mg	−0.1262	0.9051	0.1046	0.0381
＊固有値	4.577	3.757	1.713	1.144
＊寄与率 (％)	35.2％	28.9％	13.2％	8.8％
＊累積寄与率 (％)	35.2％	64.1％	77.3％	86.1％

＊主成分分析による値。

河川の水質変化を量的に把握するために主成分分析による統計解析を行ったところ（表－１），水質変化の64％は懸濁態成分，各種塩類濃度で表され，次いで季節変化13％，人為的な汚濁が予想された第４主成分が約９％を占めた。

第４因子は，降雨時期に放牧地や酪農施設，パドック付近で高い因子負荷量を示し，因子を構成する成分内容（NH_4－N，PO_4－P，K）からみて酪農関連排水による水質変化を表しているものと考えられた。（図－４，図－５）。

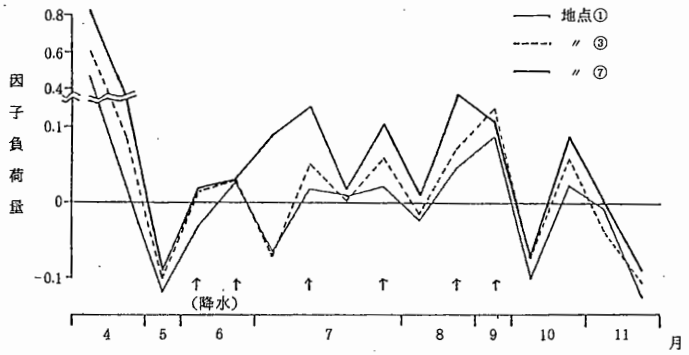


図－４　第４因子の流程変化

(4)　栄養塩類の流出過程と濃度変化

河川の水収支は融雪期及び降雨時にピークを示し，それに伴って汚濁成分の流出量が変動する。

融雪期を中心に大量に発生する表面流出水は成分濃度が高く，当汚濁水が河川に大量に流れ込んだ場合には水質に大きな影響をもたらすことが予想された。また，流去水の成分濃度は流下に伴って低減するが，その減少割合は，平坦地＞傾斜地（斜度小＞斜度大），草地＞＞裸地の傾向を示し，特に，草地における浄化機能が優れていることを表した。（表－２，図－６）。



図－５　第４因子の地点別年間推移

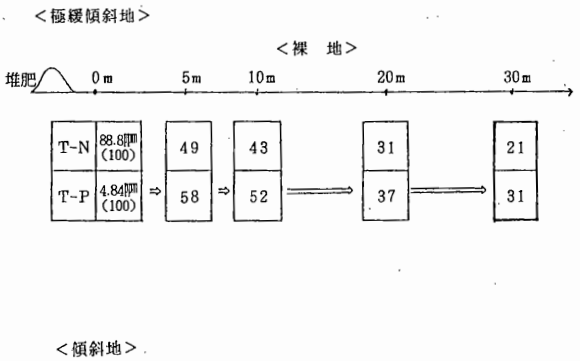
一方，浸透流出による成分の移動は窒素で大きいのに対して，リンでは極く僅かに過ぎなかった。調査地点における流出水中の窒素濃度の平均値は，畑地４～７ppm，草地１～２ppmで，ほぼ各作物の施肥量に対応していた（図－７）。

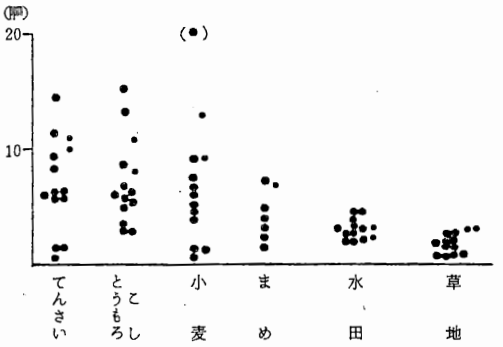
また，糞尿を大量に施用した場合の肥料成分の移動を調べるために場内でライシメータ試験を行った（図－８）。

その結果，裸地条件では糞10t/10a 施用

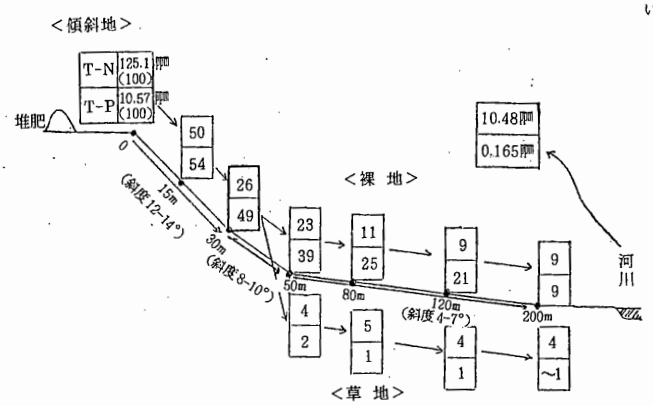
表－２　融雪期の表面流去水等の成分濃度
（1984～1985年の融雪期調査）　（ppm）

項目＼成分	COD	T－N	T－P
堆きゅう肥	(T－C)6.03％	3,730	1,160
れき汁 （堆きゅう肥に対する比率）	1,540 （2.6％）	597 （16.0％）	64 （5.5％）
畑地流去水	39.5	4.72	1.28
草地流去水	11.5	2.61	0.45
河川水	13.5	1.93	0.22
雪		1.09	0.07

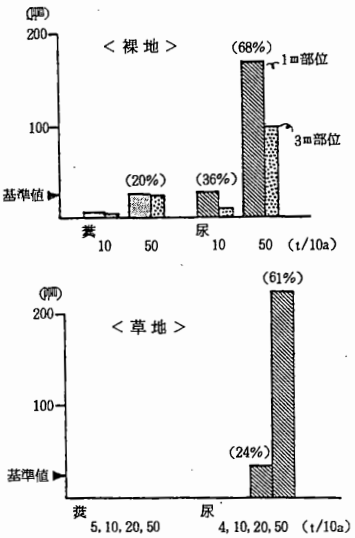




図－7　浸透流出水の窒素濃度
（1988年4月～11月）



図－6　融雪期の表面流出水の濃度変化
（堆肥置場のたまり水を100とした指数で表した）



図－8　ライシメータ浸出水中の窒素濃度の平均値〈黒色火山性土〉
（図中の%は霞ケ浦の富栄養化防止条例で畜産農家に対して決められている基準値25ppmを越えるものの割合を示した）

時の流出水中の窒素濃度は低かったが，糞50t/10a，尿10t，50t/10aでは高濃度の窒素が流出し，霞ケ浦の富栄養化防止条例で畜産農家に対して決められている基準値25ppmを越えたものが20%以上を占めた。

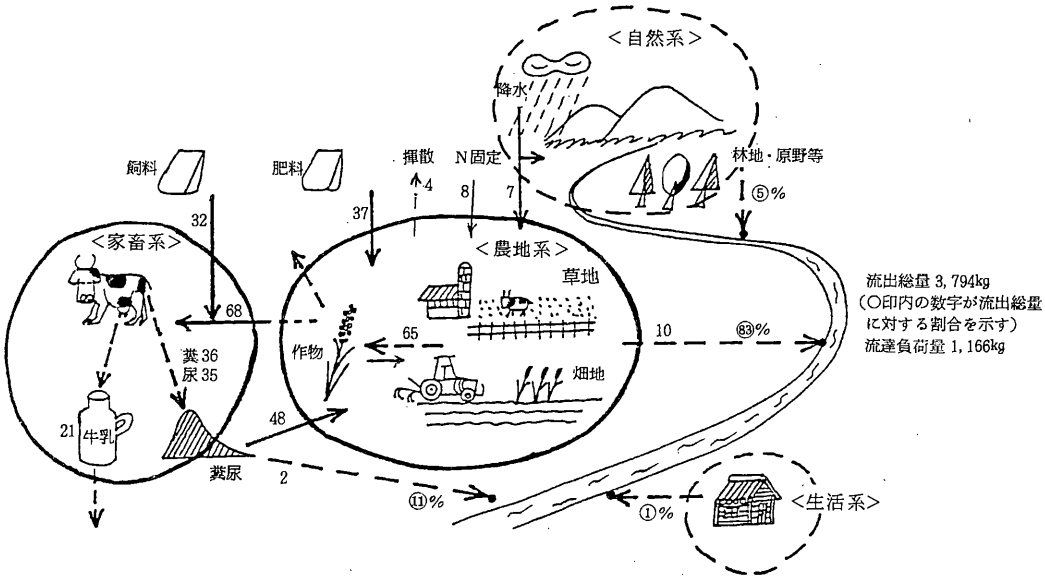
一方，草地では糞50t/10a，尿10t/10aまでは糞尿施用による窒素の流出は僅かであったが，尿20t/10a以上では裸地条件で糞尿を多量施用した場合と同様の傾向を示した。すなわち，水質環境からみた許容量は，裸地条件で糞10t，草地では糞50t，尿10tと考えられた。

なお，以上の結果は糞施用は土壌との混和を前提にしており，糞尿とも連用を考慮したものではない。また，施用に当たっては，土壌条件及び地下水位についても十分配慮する必要がある。

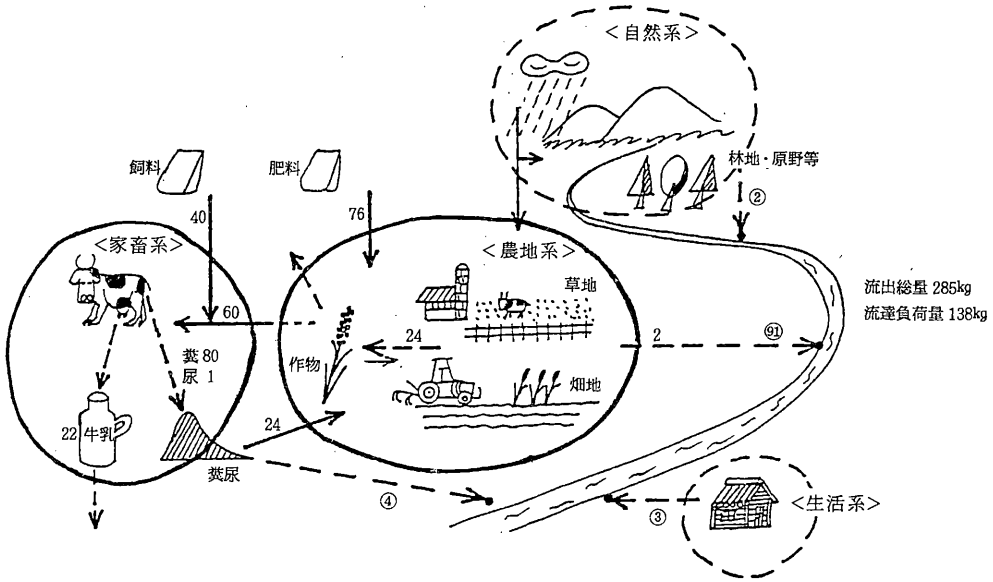
(5)　モデル地域における窒素，リンの循環

モデル地域2022.2haの自然系，農地系，家畜系，生活系における負荷量の収支と，各系内から流出する負荷量，河川への流達量について検討した（図－9，図－10）。

モデル地域から流出する窒素量は3.794kgで，その内訳は耕地83%（草地27%，畑地56%），生活関連排水1%，その他5%で，酪農関連施設等からの排出量は全体の11%を占めた。また，リンの流出は大部



図－9　モデル地域における窒素の循環（kg/年，調査地域 202.2 ha）
図中の数字は各系の総収入に対する割合(%)



図－10　モデル地域におけるリンの循環（kg/年，調査地域 202.2 ha）

分が表面流出によるもので，流出総量は285kgであった。その内訳は耕地91%（草地30%，畑地61%），生活関連排水3%，その他2%で，酪農関連施設等からの流出量は全体の4%を占めた。

一方，モデル地域内を流れる河川への流達量は，窒素1,166kg，リン138kgで，両成分とも流出総量の半分以下であった。特に，窒素の流達負荷量は降水に伴う自然負荷量（2,375kg）よりも少なく，農地の窒素浄化能が大きいことを示唆した。

これら成分の収支から，酪農地帯の流出負荷量を減らすためには，家畜糞尿の有効利用を図ることによって，系外からの飼・肥料の収入をできるだけ抑えることが要点になるものと考えられた。

3. 水質汚濁を抑制するための対策指針

① 酪農地帯周辺の水域における水質を保全するためには，排泄物処理施設の整備と農業系内での糞尿の有効利用に努めることが基本である。

② 表面流去水による水質汚濁を抑制するためには，汚濁発生源である糞尿処理施設等を河川から一定程度離す必要がある。

さらに，当流去水による直接的な水質汚濁を防ぐためには，水域周辺に緩衝帯を設けることが重要と考えられた。

③ 浸透流出水による水質汚濁を防止するためには，高濃度の肥料成分が流出することのないよう過剰な施用は避けるべきである。

水質保全からみた糞尿の許容限界量は，畑地では糞10t/10a，草地では糞50t/10a，尿10t/10aと考えられた。なお，畑地に対する尿の施用は避けることが望ましい。

おわりに

大型機械の導入と化学肥料および各種農薬の使用は，生産量の増大と労力の軽減をもたらし，作物生産の向上に貢献してきた。その一方で，自然の循環系を軽視した投資消耗型の経営は農業系内だけではなく系外にも様々な波紋を引き起こしている。すなわち，生産効率を偏重した経営規模の拡大や高能力牛中心の酪農経営は，化学肥料や海外からの購入飼料への依存割合を高め，その歪みが排泄物処理に表われているものと考えられる。しかも，その影響は農業系外にまで波及しつつあり，営農活動が周辺の環境（水質）に及ぼす影響が改めて問題にされている。

生産効率中心の典型である米国型農業では，土壌の理化学性の悪化に伴う表土の流出や肥料成分の流出による地下水汚染が問題になっており，今，土地利用型農業が見直されつつある。本道の酪農経営も技術水準が一定に達した以上，経営の在り方を海外にばかり求めるのではなく，狭い国でも成り立つような土地利用型農業のモデルを自らの手で造り上げる必要があるものと考える。

各種廃棄物の処理が大きな問題として取り上げられている今日，食料生産のためと言えども家畜排泄物の放置は社会的に容認されないものと思われる。

また，一度水域の環境が悪化した場合には，周辺の生態系が変貌することになり，元の姿に戻すためには多大な時間と経費が必要となる。周辺環境との調和を保ちながら生産性を向上させるための省資源型の経営について見直すことも大切であり，それが達成されることによって真の土地利用型農業の経営が成り立つものと考える。

参考資料

- 昭和62年度北海道農業試験会議（成績会議）資料
  酪農排水が周辺水系の水質に及ぼす影響　道立中央農試環境資源部
- 昭和63年度北海道農業試験会議（成績会議）資料
  環境保全（水質）からみた牛糞尿の施用限界量の設定　道立中央農試環境資源部

J. Hokkaido Grassl. Sci. 25：22－26（1991）

シンポジウム『高泌乳時代の土－草－家畜の問題点』

乳牛の泌乳能力の向上と生産病

扇　　勉（根釧農業試験場）

はじめに

近年，乳牛の泌乳能力の著しい向上に伴い，乳生産と栄養供給のアンバランスから生産病が多発し，死廃事故は増加の一途をたどっている。図1はここ11年間の北海道における乳牛の死廃事故と経産牛1頭当り乳量の推移を示している。死廃事故では消化器病が最も多く，中でも第4胃変位は昭和53年の264頭から63年には1,332頭に急増し，消化器病による死廃事故の増加の大部分を占める。ついで，乳房炎は体細胞規制に伴い，慢性乳房炎牛や高令牛の淘汰が62年より急増し，運動器病である脱臼および起立不能症も増加の傾向にある。このように，泌乳量の増大と死廃事故の増加は平行してみられ，乳牛の泌乳能力の向上に見合った飼養管理がなされず死廃・病傷事故につながっているものと考えられる。

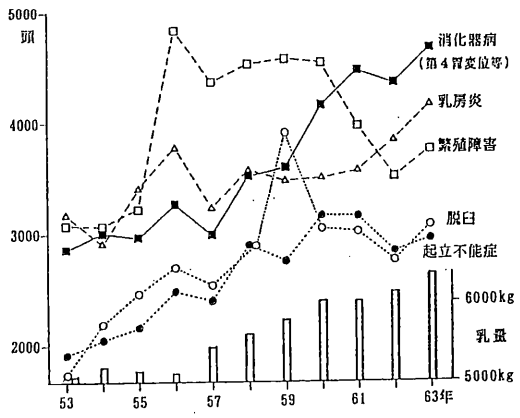


図1　北海道における乳牛(雌)の死廃事故頭数と経産牛乳量／頭の推移

乳牛の生産病の発現と栄養供給の過不足との関連は図2に示したように，分娩前の栄養の過不足から肥満牛症候群あるいは脂肪肝になりやすく，このような状態の牛は分娩後に第4胃変位，ケトージス，起立不能症および繁殖障害などの生産病にかかりやすくなるといわれる。また，分娩前後の繊維不足は第4胃変位を引き起こすばかりではなく，乳脂率低下の要因となる。さらに分娩後の栄養不足はケトージス，脂肪肝を助長するとともに，乳蛋白率および乳量も低下させる。このように生産病の発現は，栄養の「インプット」と乳生産の「アウトプット」の不均衡に起因しており，この不均衡は各種栄養素やホルモンの代謝および有毒物質の解毒など多面的な物質代謝を司る肝臓等に負担をかけ，「スループット」の障害となって表れる。

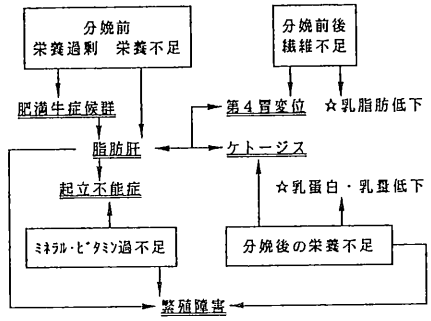


図2　乳牛の生産病発現と栄養供給との関連

本稿では根釧地域の粗飼料基盤である牧草サイレージおよび放牧主体の飼養試験を中心に養分充足と生産病および乳生産との関係を述べる。

1. 分娩前後のエネルギー水準と脂肪肝

野外での調査研究では分娩前の肥満と脂肪肝および生産病との関連を指摘した報告は多いが，それらの多くは合併症を伴なっており，エネルギー供給量の過不足と脂肪肝との関連をみた試験成績は少ない。本試験は分娩前後のエネルギー水準をコントロールして脂肪沈着の推移を観察している。試験区分は，表1に示したように分娩前後のエネルギー水準を日本飼養標準を基に可消化養分総量（TDN）充足率で4区分とし，HL区130，80%，HS区130，100%，LL区80，80%，LS区80，100%とした。可消化粗蛋白質（DCP）充足率はいずれも110%以上とした。分娩後の飼料給与量は乳量に応じて1週ごとに調節し，設定したTDN充足率となるようにした。その結果，分娩前の体重は分娩前130%にした区では平均73kg増え，やや肥満となったが，分娩前80%にした区では，増減はほとんどみられず，分娩前の状態としてはやや痩せていた。分娩後は分娩直後から9週後にかけ，HL区では95kg，LL区では62kg減少したが，HS区，LS区では分娩後の大きな体重の減少はみられなかった。

表1　分娩前後のエネルギー水準（TDN充足率）による試験区分

	区　分	頭数	分娩前2～8週	分娩後1～16週
試験1	HL区	5	130%	80%
	HS区	5	130%	100%
試験2	LL区	4	80%	80%
	LS区	4	80%	100%

注1）分娩前2週～分娩日は濃厚飼料3kgと牧草サイレージを自由採食させた。
注2）HL区で2頭、HS区で1頭の初産牛を含む。

表2　分娩前後のエネルギー水準と肝臓の脂肪沈着および血液検査成績

試験区分	分娩後週	補正乳量 kg	脂肪沈着 %	BSP試験 停滞 %	BSP試験 半減 分	遊離脂肪酸 μEq/L	血糖 mg/dl	ケトン体 μmol/L	γ-GTP U/L	総コレステロール mg/dl
HL区	2週	27.7	18	10.5	5.8	1228	50.7	1840	23	88
	4週	25.8	16	・	・	521	50.6	1878	28	104
HS区	2週	34.6	1	2.9	4.5	438	60.6	695	17	104
	4週	31.9	0	・	・	291	61.0	758	17	123
LL区	2週	32.4	12	12.3	8.7	1035	55.5	940	17	133
	4週	30.3	11	・	・	699	56.2	1523	18	160
LS区	2週	33.8	10	4.1	5.4	566	59.4	656	21	107
	4週	34.8	0	・	・	295	64.9	536	22	154

表2に分娩後2および4週の肝臓の脂肪沈着割合，4%補正乳量および血液検査成績を示した。脂肪沈着割合はHL区では分娩後2週の平均で18%と高く，特に4%補正乳量が36.7kgと乳量の高い牛では1ケ月間にわたり40%以上が続いた。しかし，HS区では分娩後2，4週ともほとんど脂肪沈着がみられなかった。一方，LL区の2，4週後およびLS区の2週後にも平均10%以上の脂肪沈着がみられ，LL区の2頭，LS区の1頭では20%を越えた。肝機能の指標となる異物排泄能検査の1つであるブルムサルファレン（BSP）試験を分娩後2週に実施した結果，30分後の停滞率がHL，LL区では10%以上となり，肝機能の低下がうかがえ，脂肪沈着の程度とBSP試験の結果はほぼ一致した。さらに，HL，LL区では遊離脂肪酸とケトン体が著しく上昇し，体脂肪の過剰動員とケトージスに近い状態がうかがえた。

脂肪肝の発現要因は2つのタイプに分けて考えられる。第1のタイプは，肝臓への遊離脂肪酸の過剰動員によるものである。牛はエネルギー不足の際，体脂肪を分解し遊離脂肪酸として各臓器のエネルギー補給に充てるが，高泌乳牛の泌乳前期にみられるように，大量の遊離脂肪酸が絶え間なく肝臓に入ってくると，肝臓で処理しきれなくなり中性脂肪として肝臓に溜り脂肪肝となる。第2のタイプはリポ蛋白質の代謝障害によるものである。肝臓に貯溜した中性脂肪は，リン脂質，コレステロールおよびアポ蛋白質と結合して超低密度リポ蛋白質となって血液中に運びだされる。しかし，このリポ蛋白質の合成や分泌が阻害されると肝臓に脂肪が沈着する。本試験でみられた脂肪肝の発現要因は，泌乳初期の遊離脂肪酸の過剰動員によるところが大きく，遊離脂肪酸の動員力は泌乳能力が高く，乾乳期肥満の牛ほど大きいので，脂肪肝も重篤になったものと考えられた。

乳蛋白率の推移は図3に示したように，ＨＳ，ＬＳ区では分娩後3～16週まで3％前後で推移したのに対し，ＨＬ区では9週後，ＬＬ区では6週後にともに2.7％に低下した。これは，乳蛋白質合成の原料となるアミノ酸が，エネルギー不足により肝臓でグルコースに変換される割合が高くなり，乳腺へのアミノ酸の供給量が不足したことによるものと考えられた。従って，ＨＬ区で分娩後8週までＨＳ区との間に乳蛋白率に差がみられなかったのは体脂肪動員によりエネルギーがかなり補給されたため，アミノ酸からグルコースへの変換割合が少なくなったものと推察された。

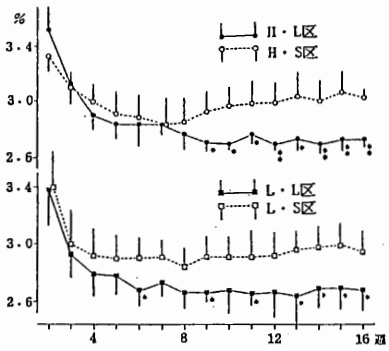


図3　分娩前後のエネルギー水準の違いと乳蛋白率の推移

このように，泌乳前期のエネルギーの不足は過剰な体脂肪の動員を招き，肝臓に負担をかけ，脂肪肝に陥り生産病の引金となるばかりではなく，乳量，乳蛋白率を低下させる。高泌乳牛ではピーク時の乳量を高くすることが大切であるので泌乳前期に養分含量の高い粗飼料を給与するとともに，粗飼料の質に応じた濃厚飼料を乳牛の泌乳能力に見合う量だけ充分給与することが，生産病の予防上もっとも大切なことである。

2. 放牧主体飼養における高泌乳牛の問題点

乳牛の泌乳能力の向上とともに，のどかな放牧風景はここ根釧地域から失われつつある。放牧を主体とした飼養は，放牧草の生産量および養分含量の季節変動，牧区間の牧養力および草種構成のバラツキから採食量および養分摂取量の把握ができないので，高泌乳牛の飼料設計がむずかしいうえ，夏季の乳成分の低下も避けられないといわれる。また，放牧草の利用率は採草利用に比べて低いため，乳牛飼養頭数の増加とともに粗飼料が不足する農家では，通年サイレージ給与体系に変わりつつある。さらに根釧地域では天北地域で利用されつつあるペレニアルライグラスのような集約的放牧利用に耐える草種がないため，優良放牧草地の維持年限が短いのが現状である。しかし，根釧農業試験場で実施した飼料生産費調査（1986年）では，牧草サイレージはＴＤＮ1kg当り75円，乾草は68円，放牧草は20円という試算もあり，放牧主体飼養は今後，季節分娩の利用や頭数増加にともなう粗飼料生産に要する労働時間あるいは乳価の推移等によっては，低コスト化を図る上での選択肢の1つになりうると考えられる。

そこで，根釧農業試験場では放牧主体による高泌乳牛の飼養の可能性を求めて試験を取り進めている。本試験は表3に示したように，昼夜放牧区（昼夜区）では放牧草以外に併給粗飼料は給与せず，3時間制限放牧区（制限区）では3時間放牧（5：00～8：00am）後牧草サイレージを自由採食させた。濃厚飼料は両区とも現物で8kgとし，1日3回に分け給与した。放牧草地はオーチャードグラス主体の混播草地で，放牧方式は両区とも1日ごとの輪換放牧を行った。放牧期間は6月9日～8月26日の11週間とした。供試牛は分娩後1ケ月を経過した泌乳前期のホルスタイン牛を8頭用い，前産次の泌乳成績で各区の乳成分の平均値がなるべ

表3　放牧試験における試験区分および供試牛

区	飼養法			供試牛			
	放牧方式	併給粗飼料	濃厚飼料	頭数	前産次乳成分(%) 脂肪	蛋白	SNF
昼夜	昼夜	なし	8kg	4	3.86	3.05	8.74
制限	3時間	牧草サイレージ	8kg	4	3.94	3.07	8.79

く揃うように4頭ずつ振り分けた。なお，放牧草の採食量の推定は酸化クロム法を用い，酸化クロムは毎日12時間間隔で投与し，採糞を4期に分け1期5日連続で行った。

飼料摂取量，養分充足率，体重および泌乳成績は表4に示した。放牧草の乾物摂取量は昼夜区ではⅠ～Ⅱ期の6月中旬～7月中旬に18～20kg摂取したが，Ⅲ～Ⅳ期の7月下旬～8月下旬には13kgに低下し季節による変動が大きかった。しかし，制限区では各期とも放牧草を5kg前後，放牧サイレージを10～12kg摂取し，全乾物摂取量は23kg前後と季節による変動が少なかった。ＣＰ充足率は全期間の平均で昼夜，制限区各々157，130％と昼夜区が高く推移した。ＴＤＮ充足率は昼夜区ではⅠ，Ⅱ期では148，133％と高く，Ⅲ，Ⅳ期では逆に91，96％とエネルギーの不足がみられた。さらに，この充足率の計算には放牧による維持エネルギーの増加分は加算していないので，昼夜区では7月下旬以降かなりのエネルギー不足の状態にあったことがうかがえる。これは春季の放牧草のＴＤＮ含量が76％であったのに対し，夏季には66％に低下し，放牧草からのＴＤＮ摂取量がおよそ35％低下したためである。それに比べ，制限区では各期ともＴＤＮ充足率が110％前後と季節的変動が少なかった。全飼料摂取量に占める粗繊維摂取量は全期間で昼夜，制限区各々18.9，21.8％と昼夜区では低い傾向にあった。このように，昼夜放牧した牛は春には高蛋白質・高エネルギー，夏には高蛋白質・低エネルギーで飼養されたのに比べ，3時間制限放牧した牛では春，夏ともほぼ適栄養で安定した飼養がなされた。体重の推移では昼夜，制限区とも大きな変動がみられなかった。実乳量は全期間の平均で両区とも32kgと差がみられなかったが，4％補正乳量は昼夜，制限区各々30.0，31.9kgと制限区が高かった（Ｐ＜0.05）。乳脂率は昼夜区ではⅠ期の6月中旬に3.18％と著しく低下し，全期間の平均でも3.58％と低く推移した。それに比べ，制限区では4％前後で季節変動はみられなかった。乳蛋白率は全期間の平均値で昼夜，制限区各々2.92，2.95％と差はみられなかったが，Ⅳ期では制限区が高くなる傾向がみられたのに比べ，昼夜区では低下の傾向がみられ，8月中旬には2.84％まで低下した。SNF率および乳糖率は昼夜区のⅣ期では各々8.34，4.47％と低下した。これら昼夜放牧での乳成分の低下は昼夜放牧で夏季のエネルギー不足と全期間を通して繊維がやや不足したことによるものと考えられた。

表4　昼夜放牧および3時間制限放牧における飼料摂取量，体重および泌乳成績

期間（月日）		Ⅰ期 6.13-6.27		Ⅱ期 6.28-7.18		Ⅲ期 7.19-8.8		Ⅳ期 8.9-8.26		全期間	
		平均	SD	平均	SD	平均	SD	平均	SD	平均	SD
乾物摂取量（kg/日）											
放牧草	昼夜	20.2	2.2	18.1	1.2	13.2	.3	13.2	.6	16.2	.3
	制限	5.4	1.5	4.8	.9	4.9	1.2	4.8	1.3	5.0	1.3
牧草サイレージ	制限	10.6	1.5	11.9	.5	11.7	1.0	9.6	1.2	10.9	1.5
乳牛用配合	昼夜	6.8	0	6.8	0	6.8	0	6.8	0	6.8	0
	制限	6.8	0	6.8	0	6.8	0	6.8	0	6.8	0
養分充足率（％）											
ＣＰ	昼夜	158	33	174	16	150	8	148	8	157	22
	制限	122	9	129	5	134	11	136	14	130	12
ＴＤＮ	昼夜	148	28	133	11	91	4	96	4	111	34
	制限	111	8	114	4	111	8	112	9	112	8
体重（kg）	昼夜	599	44	608	43	618	34	623	31	612	38
	制限	641	28	658	24	659	28	650	35	652	29
実乳量（kg）	昼夜	35.3	5.9	33.2	3.4	31.7	2.6	29.3	2.8	32.1	4.1
	制限	33.3	3.5	33.3	3.2	32.4	4.5	30.1	5.6	32.2	4.4
乳脂肪（％）	昼夜	3.18	.32	3.65	.32	3.72	.37	3.57	.35	3.58	.38
	制限	3.84	.58	4.02	.44	3.97	.49	4.11	.53	4.00	.50
乳蛋白質（％）	昼夜	3.00	.19	2.91	.17	2.94	.10	2.87	.10	2.92	.13
	制限	2.94	.24	2.93	.30	2.94	.33	2.98	.38	2.95	.32

このように，今回の放牧試験では3カ月間の平均乳量が32kgあり，体重の減少がほとんどみられなかったことから，放牧主体飼養でも305日乳量で8～9,000kgレベルの泌乳量は期待できるものと推察された。しかし，昼夜放牧区では粗飼料は放牧草のみという極端な飼養形態をとったこともあり，乳成分の低下がみられたので，今後，春季には繊維，夏季にはエネルギーを補給するための併給粗飼料および濃厚飼料の種類と給与量を放牧時期別に検討する必要がある。

これまで牧草サイレージおよび放牧を主体とした飼養において，養分充足と生産病および乳生産との関連について述べてきたが，乳牛の育種改良方向が高泌乳化に向かっている現状では，乳牛は微妙な栄養の収支バランスの上に乳生産を強いられるので，生産病発症の可能性はますます高くなっていくものと思われる。しかし，高泌乳牛すなわち疾病多発という傾向は個々の農家でみると，必ずしも当てはまらず，平均乳量10,000kgの牛群でも生産病が少なく安定的に飼養されている農家も少なくない。むしろ，牛群の泌乳能力の向上に見合う飼料給与体系が適切でないため，生産病の多発に至る農家が多い。したがって，生産病の予防には，泌乳前期に牛群の泌乳能力に応じて，経済的に有利でかつ栄養価の高い粗飼料をもとに，それに適した濃厚飼料を組合せ，最大乾物摂取量をできる限り高めることが大切である。

北海道草地研究会報 25：27－31（1991）

シンポジウム『高泌乳時代の土－草－家畜の問題点』

北海道における乳牛の代謝プロファイルテスト

～飼養管理、健康および生産性の実態～

木　田　克　弥（北海道ＮＯＳＡＩ　家畜臨床講習所）

はじめに

北海道NOSAIでは，昭和６２年度より家畜診療巡回車を導入し，全道各地で，乳牛群を対象に飼料給与診断，ボディコンディションスコアおよび多くの項目の血液検査からなる検診，即ち代謝プロファイルテスト実施している。

現在までに約600牛群，血液検査だけで15,000頭余の検診を実施し，この間，牛乳の生産調整から増産という大きな変革の流れを「乳牛の栄養，血液成分値（健康状態），乳生産」という視点から観察することが出来た。

今回，本シンポジウムにおいて，発表する機会を与えられたので，代謝プロファイルテストからみた北海道酪農，乳牛の健康状態の現状について紹介する。

1. エネルギー代謝に関わる項目

1）ボディコンディションスコア

ボディコンディションスコア（ＢＣＳ）の乳期別推移をみると，分娩後，泌乳初期の間はかなり急速に痩せていくが，泌乳最盛期以降（分娩後１０週以降）は次第に増加している（図１）。

また，ＡＣＭ乳量により層別した牛群能力別では，高泌乳牛群の牛は，低泌乳牛群に比べ肥っていることが明らかである（図２）。

一方，個体毎に乳量，乳期別のＢＣＳをみると（図３），高泌乳牛はそうでない牛に比べ必ずしも肥っていない。肥っているのはむしろ泌乳中，後期のあまり産乳量の多くない牛であった。このことは，現在の高生産が濃厚飼料（即ち穀類）の多給により達成されていること，さらに泌乳中，後期で，乳量低下を抑えようと必要以上に濃厚飼料を給与されていたり，また，盗食などによって，もたらされていることによる変化ではないかと思われる。

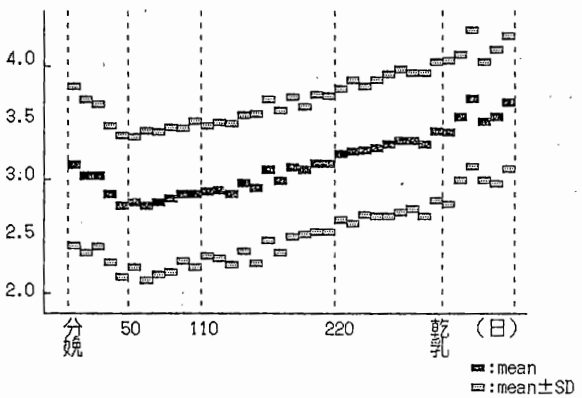


図１．ボディコンディションスコアの分娩後日数別推移

次に，牛群の生産性に多大の影響をおよぼす繁殖障害と分娩前後の病気，即ち周産期病の発生の多い牛

群の特徴をまとめると（図４），繁殖障害（特に分娩後無発情）牛群では，全般に痩せていることが多く，泌乳中期のスコアが最低になっていることが多い。このような牛群では，乳蛋白率もかなり低くなっており，血液検査でも栄養不足に起因した変化が多く認められる。また，泌乳末期，乾乳期にも十分な栄養蓄積が認められない。

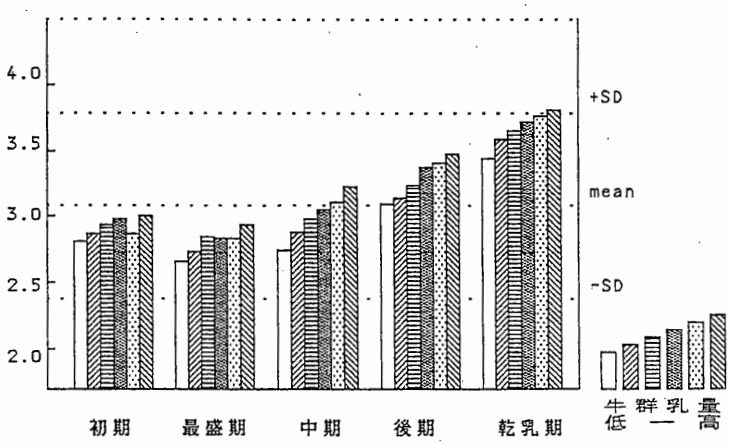


図２　乳量階層別，乳期別ボディコンディションスコア

一方，分娩後間もない時期にケトン症，第四胃変位など脂肪肝を伴う代謝障害の発生の多い牛群では，泌乳末期に既に過肥に陥り，分娩後は，採食量の低下によって急速に削痩していることが特徴である。血液検査では泌乳初期に，まさにケトン症に類似した病的な変化が認められる。このような牛の乳検成績をみると分娩後の第１回目の検定では，乳量，乳成分とも比較的良好であるが，牛が急速に痩せていく結果，第２回目の検定ではかなり低下していることがしばしば観察される。ちなみに，このＢＣＳの低下は，極端な場合には，乾乳期間中に既に観察されていることもあり，乾物摂取量の低下から第一胃容積の縮小も併せて認められた。このような牛では，特に分娩後第四胃変位の発生が多くなっている。

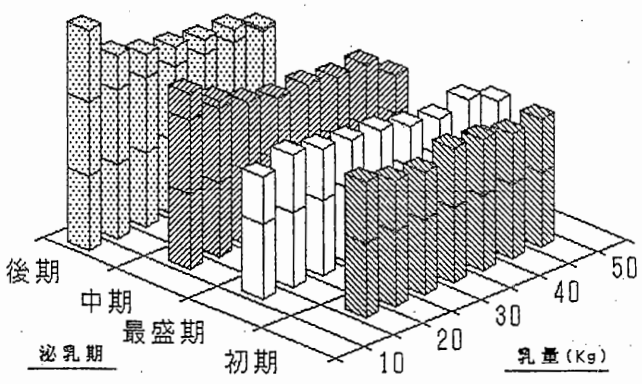


図３．乳期別，乳量別ボディコンディションスコア

ボディコンディションスコアについて診断の要点を表１に示す。

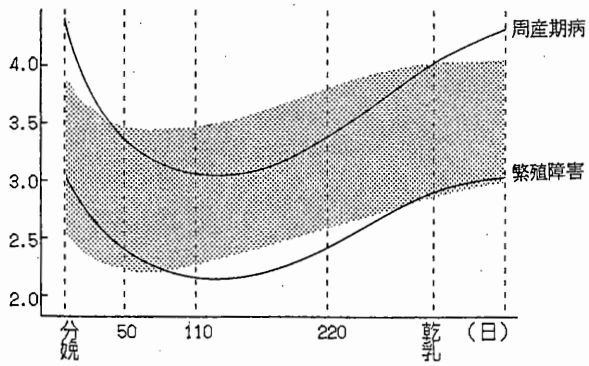


図４．繁殖障害および周産期病多発牛群のボディコンディションスコア

表１．ボディコンディションスコアの診断の要点

①泌乳最盛期であっても 2.5 以上であること
②泌乳最盛期＜中期＜後期のように推移していること
③泌乳末期には４程度に到達していること
④乾乳期間中，低下が起きていないこと

2）血　糖

血糖は，重度のエネルギー不足によって低下するといわれており，反対に，高い場合はエネルギー過剰，あるいは栄養と関係なくストレスに対する反応である場合がある。分娩後日数別の推移をみると（図５），泌乳初期は低下しており，乳牛は分娩後かなり強烈なエネルギー不足に陥っていることが伺われる。

牛群能力別では（図６），泌乳中期以降は高泌乳牛群で高い傾向，即ち高泌乳牛群では十分なエネルギー給与がなされていることがわかる。ところが，個体別にみると（図７）高泌乳牛の血糖値は高くなく，泌乳初期は，乳量が多い牛でむしろ低下していた。さらに，泌乳中期，後期ではむしろ低泌乳牛で血糖値が高かった。このことは，現在の北海道酪農には，高泌乳牛（時）のエネルギー不足と低泌乳牛（時）のエネルギー過剰というふたつの問題が混在していると考えられる。

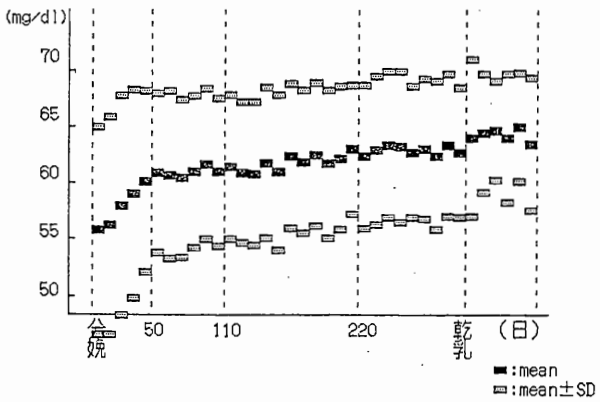


図５．血糖値の分娩後日数別推移

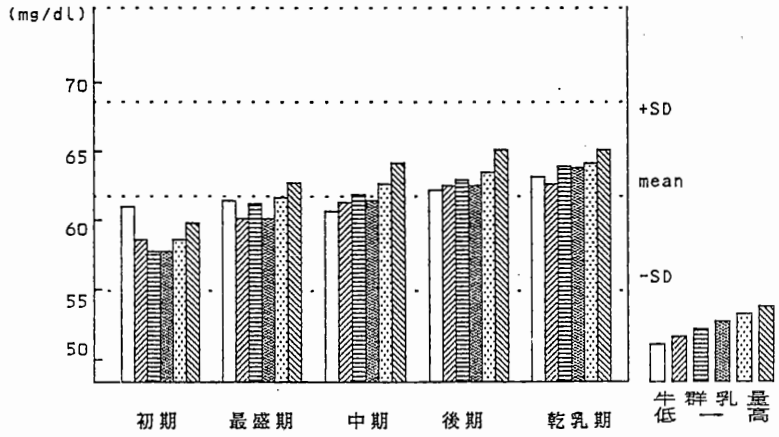


図６．乳量階層別，乳期別血糖値

3）遊離脂肪酸

遊離脂肪酸は，摂取エネルギーの不足により体脂肪が動員されて増加する。

分娩後日数別の推移をみると（図８），泌乳初期，最盛期の間は猛烈に脂肪動員が起きていることがわかる。泌乳末期までに体脂肪として蓄えたエネルギーを，分娩後の採食が低下している時期に効率よく利用することによって高生産をしている，乳牛が乳牛たる所以であると思われる。

ところが，乾乳に入ると，遊離脂肪

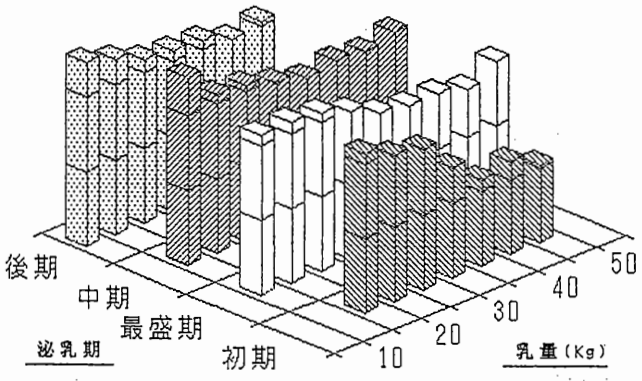


図７．乳期別，乳量別血糖値

酸が際だって増加している。この原因として乾乳期間中のエネルギー不足が考えられる。乾乳期間中も牧草，特に乾草だけでなく，若干の穀類を給与している牛群ではこういうことはなく，乾乳牛の遊離脂肪酸の増高は，どちらかといえば乾乳中，粗食にしている牛群でよく観察されている。

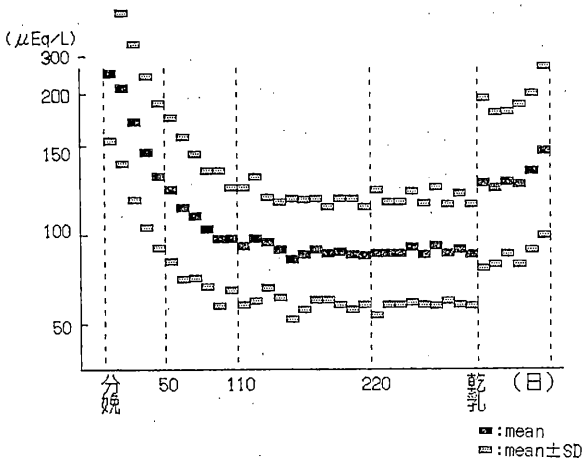


図 8. 遊離脂肪酸値の分娩後日数別推移

2. 蛋白代謝に関する項目

1）ヘマトクリット（血球容積）

ヘマトクリット値は，種々の疾病，長期間に及ぶ蛋白不足により低下（貧血）し，また，飲水不足などにより増加（血液濃縮）する。

牛群能力別では（図９），泌乳初期を除き，高泌乳牛群ほど高い傾向がある。これは，高泌乳牛群ではアルファルファなど良質な粗飼料が充分に給与されていることによるものと推察される。しかしながら，個体乳量との関係をみると（図１０），泌乳初期，最盛期の高泌乳時でも特に産乳量との関係は認められず，むしろ泌乳中期において低泌乳牛で若干高い傾向が認められている。これは，血糖，ボディコンディションと同様の変化であり，穀類過剰摂取によるルーメンアシドーシスに伴う変化とも考えられる。高血糖，血液濃縮は，濃厚飼料を多給されている肥育牛と同様の変化であり，この問題が全道各地に共通して起きているようである。

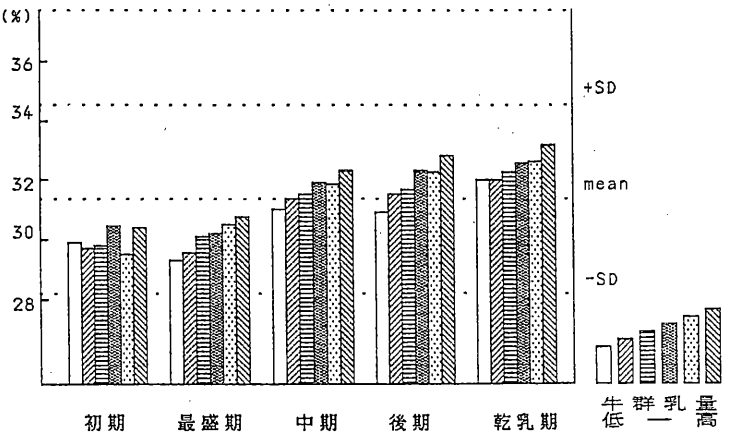


図 9. 乳量階層別，乳期別ヘマトクリット値

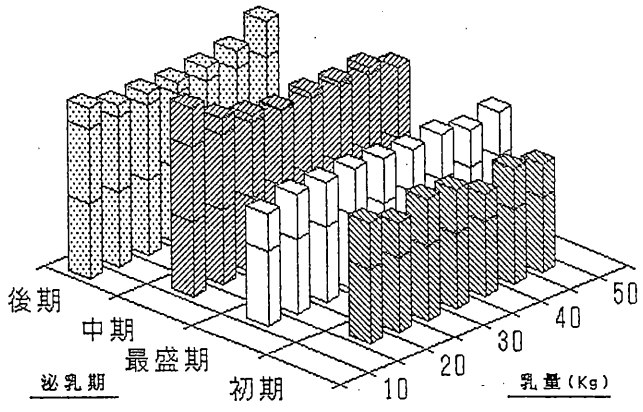


図１０. 乳期別，乳量別ヘマトクリット値

2）尿素窒素

尿素窒素は，第一胃で微生物に利用されなかったアンモニアが第一胃壁か

ら直接吸収され，肝臓において合成されたものである。従って，尿素窒素の高値は，飼料の蛋白過剰，あるいは微生物に対するエネルギー源の不足を意味し，低値は，蛋白不足，エネルギー過剰を意味する。

乳期毎の動きをみると（図11），泌乳期は概ね飼料摂取に比例した変化ということが出来るが，乾乳を境に，極端な低下が認められ，先ほどの遊離脂肪酸の変化と同様，乾乳期の飼料給与に問題があるように思われる。

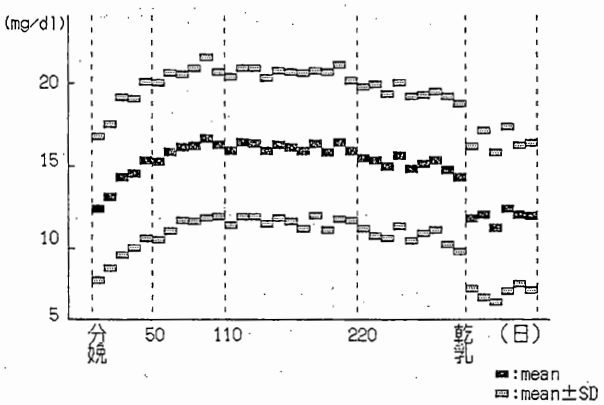


図11. 血液尿素窒素値の分娩後日数別推移

牛群能力別にみても（図12），泌乳期における高泌乳牛群ほど高い傾向と対象的に，乾乳期では，牛群能力別の差が全く認められない。即ち，乾乳期の管理は，高泌乳を達成している牛群においても平均的には，まだまだ粗末な管理であるということを意味しており，これも全道的な問題点として注目される。

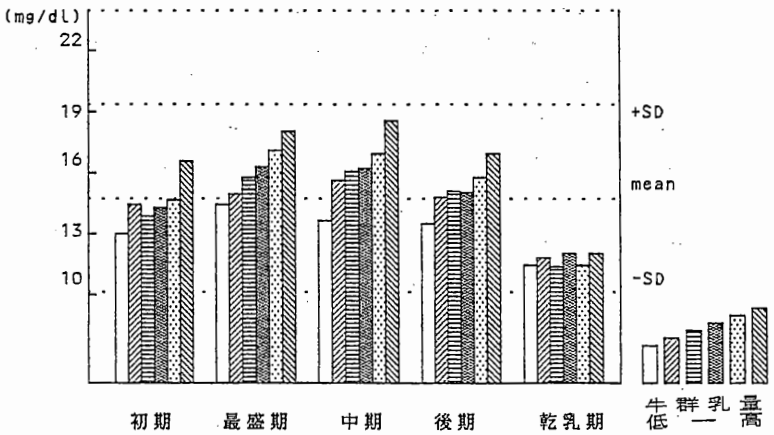


図12 乳量階層別，乳期別血液尿素窒素値

乾乳期間中に，尿素窒素が低くなるような管理では第一胃微生物にとっても窒素源が不足していることが考えられ，このような牛で，第一胃容積の縮小が観察されることも多い。

ま と め

高泌乳を達成しながら，事故が少ない牛群では，ここに紹介したような問題点は殆ど認められず，一方，なんらかの問題を抱えている牛群では，結局，酪農の基本技術と言われるものに，欠陥がある場合が多い。乳量が増えれば，事故が増えるということは本来ありえず，牛を「健康に飼う」ということが，「安定した高生産を達成する」ことに他ならないことを確信する。そして，これを実現するための，必要条件として，粗飼料，特に牧草の栄養的品質の向上が最重要課題であると考える。

J. Hokkaido Grassl. Sci. 25: 32－44 (1991)

シンポジウム『高泌乳時代の土－草－家畜の問題点』

討　　論

座長　三谷宣充（中央農試）・小倉紀美（新得畜試）

大村氏の講演に対する質疑応答

越野（北農試）：非常に貴重な発表だったと思いますので、今度は、こちらの方の配慮が非常に重要なことになるんだろうと思っております。スライドの中で、面積あたりどれくらいの糞尿が施用できるかという数値が出てきたと思うんですが、これは結局これから牛を飼うときに、面積あたり何頭飼えるかと逆に言えるものになるんだと思うんです。ただ、あのときに述べられた頭数というのは、一年施用したときにはこうなったと、連用は全く違うと言って逃げられちゃったんですけど、そこで逃げられたら困るんで、やっぱり草地は毎年連用していくという前提で考えなくてはいけない思うんです。そこでそういう時に、非常に頭数が変わってくるものなのかどうか、そこでどういうことを考えていけば、連用していていった場合に牛が飼える数というのが決められるものか、何かお考えがあったら教えてください。

大村：ちょっとその辺については検討不足なんですけども、確かに先ほど示したのはあくまでも単年度の結果なんです。それで、あれだけの量をやった場合には、化学肥料は当然考えておりません。化学肥料にプラスということではありません。糞尿だけをやった場合の話なんですけども。ざっと計算してみますと、やはり少なくても二、三年は置かないとだめだと思います。ある程度牧草に吸収・利用させた後に、また次にあれだけやれば循環量としては順調なんですけども、あれを毎年やったんではたまったもんじゃありません。先ほど示しました量の３倍くらいは見込んで計算していかなければならないですけども、いま越野さんから言われましたとおり、環境保全的にみた許容頭数っていいますか、逆に環境保全的にみた場合には、これだけの狭い面積では、後の糞尿処理を考えればここまでしか飼えませんよというくらいの話があってもいいんじゃないかと思います。これは農家にとっては非常に残酷な話ですけども、そういうことはもっと上の段階で考える必要があるんじゃないかと思います。実際、日本なんかでは雨には恵まれていますし、飲料水には不自由していませんので、地下水汚染なんてというのは問題になっていないですけども、やはりこれで雨が少なくなって、どうしても地下水に頼らなければならなくなった場合には、かなり深刻な問題になると思うんです。やはりそういう面からもある程度環境保全的にみてここまでが許容頭数ですよという話は、もっともっと上の権威のある人が話された方が良いと思うんですが。

篠原（酪農大）：前々からこういうことが起きるんではないかと思っていまして、先日の日本学術会議の「畜産と地球環境」いうシンポジウムがございましたが、そのとき北海道でも同じことが起きるなと思ったことで、ちょっと参考までに申し上げておきたいと思います。アメリカ中西部では、わたしが20年くらい前に行ったときにすでに、硝酸が井戸水から出てくる、これが非

常に大きな問題になっておりました。それが現在、千葉県とか茨城県において、いわゆる関東ローム層の台地の上での畜産が行われておりますが、そこで非常に大変な問題になってきています。フィードロット型の集中家畜飼養が行われておりまして、糞尿処理に困って、素掘りの尿溜め、糞溜めを作りますと、地下水の透水性が良いものですから、ここから10mくらい離れたところの井戸水からは硝酸ではなくてアンモニアが40～60 ppmくらい出てきて、さらにそこから25mくらい離れたところでは今度は硝酸が40～50ppm くらい出てきます。さらに 100m離れたところからは5～15ppmくらいの硝酸が出てくるというようなことが報告されています。いまや日本の都市周辺だけではなくて、ここに報告いただいたようなことが北海道の酪農にとっても、また、さらに大型化に向かわなければならない環境の中では、重要な問題ではないかというふうに感じてお伺いしました。ちょっと一言忘れましたが、いわゆる水質基準で言われております硝酸の濃度は、飲料水の場合10 ppmということがＷＨＯ等の基準です。それに対して非常に高い濃度になってきているなということで、これが北海道の場合も、夏に特に問題になってくるんではないかというふうに思います。

座長（三谷）：私、芽室に勤務していて、あの付近ずいぶんスラリーストア方式が普及して、そうしますとどうしても牛の数がどんどん増えてくるものですから、春先になるとスラリーが溢れてくるんです。雪上あるいは雪が少ないものですから凍結している土の面に、草地にスラリーが溢れるんです。土壌水分が飽和状態であり、かつ凍結のために地下浸透を許しません。そういう状況のときに溢れるということは畜舎環境に対してものすごい汚染につながるわけで、そういった場面でも散布ということになると、まったく考え方を変えなくてはいけないと思うんです。とても10トンまでは大丈夫だとか、50トンまではと言ってはいけないと思うんですがどうでしょうか。

大村：そうですね、雪の上から撒くとか、凍結している上から撒くということとなりますと裸地条件ほとんど同じになってしまうと思うんです。

扇氏の講演に対する質疑応答

岡本（帯畜大）：最後にマメ科牧草があまり多いと、繊維の不足等で問題があるんではないかと提言されましたけれども、粗飼料が大切だと日頃考えている人間にとってはひっかかる問題であります。私ども粗飼料を中心にいろいろな意味の試験をやっておりますけども、マメ科が入っているのと入っていないのとでは、非常に採食量が違うというのを実感しております。今おっしゃったのは放牧のことでおっしゃったと思うんですけども、サイレージ調整しましてもマメ科が入っているかいないかということ、そして、その割合が高いかどうかということは採食量、生産性に反映するように思っております。従いまして、そういうようなことを放牧ということでおっしゃったと思うんですけども、ご意見をお願いいたします。

扇　：最近、僕がやっていて感じたのは、高泌乳牛をやっていると濃厚飼料が多いわけです。今までの試験というのは低泌乳での放牧主体でどれくらい搾れるかとかそういう試験が多いと思うんです。それでは当然マメ科の多い方がよい結果が出ると思うんですけれども、本当の放牧の場合に、それをかなり主体的に使おうとした場合、繊維の不足というのが問題になってくるんで

ないかということで、最近僕らも放牧をどういうふうに考えたらいいのかというので、いろいろなメニューを用意して考えているんです。現実にはマメ科が夏以降非常にはびこって、乳成分が下がるということが多いので、高泌乳牛にとっての粗飼料を考えた場合、ただ良いだけではなくて、繊維源としてどういうのが一番良いのかということをもう少し考えていく必要があるんではないかなというのを最近感じています。

木田氏の講演に対する質疑応答

井芹（十勝北部地区農業改良普及所）：第四胃変位の発生というか手術量を調べてみましたら、分娩後1日目にすでに手術されたとか、30日以上経過してから手術されたとか、80日とか、そういう事例がいくつかあります。そういうことは先ほどから木田さんが言われております代謝プロファイルテストからみた場合、どんなことが考えられるのか、その辺おわかりになれば教えていただきたいと思います。

木田：実は第四胃変位というのは、先ほど非常に簡単にこういう第一胃容積が縮小しているようなときには、発生率が非常に高くなるということを簡単に申し上げましたが、実はこの発生の理屈はものすごく複雑なんです。ちょっと長くなってしまいますが、こういう病気の治療法といいましょうか、原因究明していくときによくやる方法としては再現試験をします。実際に病気を作ってみるということを研究者はするわけですが、第四胃変位の発症試験に関しては、世界的にみましてもたった一つだけの成功例しかありません。それくらい単純そうで難しい病気だということなんです。それで井芹さんがおっしゃられたように、分娩直後の第四胃変位というのは、やはり乾乳中から分娩後の避けうることのできない採食量の低下といいましょうか、そういうことが大きくかかわってきているんだと思います。ただし、80日、90日あるいはそれを過ぎてしまったような第四胃変位というのは、なかなか説明がつきません。たぶん育成牛の第四胃変位もあるんですけれども、それと同じように原因としては何が起きているのかわかりません。結局、第四胃というのは解剖学的にみましても、非常に動きやすい臓器、消化管なんですけれども、そんなことで極端な言い方をすれば牛が転倒したことでポロンと動くとか、そういうことも可能性としてはあるわけです。ですから分娩から大きく日にちがたって、分娩とあまり関係ない第四胃変位については発生頻度も極めて少ないと思うんですけれども、原因についてはあまりわかりません。ただし、泌乳初期の、特に分娩後1カ月以内くらいに発生してくるものについては、原因はたくさんありますからはっきりしたことは言えませんが、きちんとやっていけばある程度は予防できるということは、言えそうだというふうに感じています。

座長（小倉）：事故が少なくて高泌乳牛の特徴というか、逆の場合との違いで餌の確保ということで話をされたんですけども、餌の確保だけなのか、それともその餌のやり方ですね、かなり乳期的にいろいろな問題をご指摘なされたんですけれども、餌まで確保できればだいたいうまくいっているのか、それとも給与法というかその辺にも問題があるのかですね、その辺はどんなものでしょうか。

木田：結論的には両方うまくいっていると思うんですが、泌乳初期最盛期のどうしても餌の食い込みが落ちるその時期であっても、高泌乳牛群では狙っただけ確実に食ってもらえるだけの餌の品

質が確保されています。農家さんにはまず話すことがないんですが、極端な場合には、1日に配合飼料を12kgぐらいやって9,500 kgぐらい搾っているケースがあったんです。ここでは給与回数が朝晩2回であると、1回に6キロずつの濃厚飼料をやっているということなんです。ところが粗飼料において、牧草サイレージと、あと若干の乾草とトウモロコシサイレージを使われていたと思うんですが、それの品質がかなり良いものですから、配合飼料だけドーンとやっても牛がガツガツと食べないんです。すぐわきにサイレージがあって、濃厚飼料があったら両方適当に牛の方が選びながら食べてくれるんです。それは極めて希なケースだと思うんですが、分離給与している中でもそういうことが可能になっています。ですから給与方法自体は、牧草の品質さえ確保されていれば、あまり深刻にならなくてもいいのではないかと感じています。ただ北海道の平均値をみた場合には、その栄養的品質の確保がまだまだ不十分なものですから、結局は分離給与の場合、できるだけ小出しにして回数を増やしなさいという指導はしております。良い粗飼料さえ確保できていれば、それほど気にしなくても牛の方でちゃんと食ってくれるんではないかと思います。もちろん完全混合飼料といいましょうか、混ぜ餌が良さそうだ、一番良いというふうには、血液の方からみてもそういうことは感じております。ですから給与方法自体は、当面はあまり気にしなくてもよいんではないかと思います。

座長（三谷）：乾乳期の管理が良くないということなんですが、強制乾乳をするためにどうしても餌のレベルを落とさなければなりません。餌を落とさないと乾乳できないわけですから、乾乳しないことは牛にとって良くありません。そうすると農家はいったいどうすればいいのですか。

木田：血液にとんでもない異常が出てくるというのは、栄養不足というストレスがたぶん2週間以上続いてしまうと問題が出てきます。例えば貧血であったり、低血糖であったり、極端な場合には低アルブミンだというような、かなり頑固な変化が出てくるわけです。この変化が出てくるためには、相当の日数がかかりますよということなんですね。ですから強制乾乳といいましょうか、急速乾乳でやっても通常はだいたい10日以内で、長くても2週間以内で、乾乳準備期を含めてそれくらいで完了できてます、それがまた急速乾乳ですから、乾乳さえしてしまえば、あとは問題ないということです。その間はもちろん思いきって餌の、場合によっては絶食もして、もちろん餌の質は落としていきますけれども。重要なことは10日以上かけないんだと、その間にスポンとあげてしまうということが大切なんです。むしろ漸減法といいましょうか、乾乳予定日の2週間、3週間前から餌の量を減らしていって乳量をとにかく少なくするというやり方をしていくと、かえって後遺症を残してしまうんですね。先ほど言った貧血とか、そちらの方がおっかないんで、むしろ健康管理という面からも急速乾乳をすべきであると感じております。

総合討論

座長（三谷）：大村さんから提起のありました話題について、さらに論議をしたいと思います。どなたかご意見なり、ご質問あればお願いいたします。

越野（北農試）：今日は、水質の関係の汚染という問題にしぼられてお話いただいたわけですけれども、今、公害問題全体なんですが、水質とか、いわゆる大気汚染というのはかなり過ぎてしま

った問題というような感じで、先ほど篠原先生からお話のあった、地球環境との絡みでの問題がクローズアップされているわけです。その中で畜産関係で特に問題となのは糞尿関係からのメタンの発生です。それから家畜がゲップするとメタンが出るという問題があって、二酸化炭素ばかりでなく、メタンも地球の温暖化に非常に関係するということから、非常に問題になっているところなんです。政府の方でも地球環境関係閣僚会議で、温暖化に対する行動計画というものをこのあいだ作ったわけです。その中で具体的に畜産に関しては、家畜糞尿の処理を好気的発酵をやってメタンを出ないようにする処理を考えろ、それから家畜については、胃の方から出るメタンの発生量が本当に問題になるほど出ているのかどうかということをちゃんとはっきりしろ、というふうに具体的に書かれているわけです。そういうことになりますと、北海道の畜産というのも非常に大きな問題になってくることだと思いますので、水質ばかりでなく、そちらの方も含めて、今後環境の問題というのを考えていかなければならないんじゃないかというふうに考えているわけです。そういうことで、この問題さらに大きく発展していくことがあるんだということをコメントしたいと思います。

座長（三谷）：非常に難しい問題なんですが、どうもありがとうございました。

大村：先ほど話の中で言い忘れたことがかなりあるんですけれども、その一つに、私が初めて水質問題に取り組むにあたって、別に保健所じゃないんで摘発するのが目的ではなかったわけです。農家に行っても毛嫌いされるし、普及所に行っても相手にされなくて、最初、いろいろと調査するにあたってずいぶん悩みました。最近ではそうでもないですけれども、非常に環境問題というのは、始める当初は非常に風当りが強かったですね。ですから、やはりこういう問題を農業試験場として考えてやる場合には、「だめですよ。」と言った後に、「じゃ、どうすればいいのか。」という対策の指針まで必ず含めてやらなければ農家の人が困ると思います。先ほど糞尿処理施設の保有割合でいろいろお話したんですけれども、その中で大きく分けて北海道の中でも畑作と酪農家が混在しているような地帯というのは、わりあい糞の利用というのは積極的なんです。というのはまず糞を大量に入れる場所があるわけです。ところが、草地型酪農地帯になりますと、入れる場所というのは限られるわけです。更新時にしか大量に入れられないわけです。そういうことで、なかなか積極的には利用できないという背景があるわけです。逆に、尿のことを考えますと、草地を広く持っているところでは、やろうと思えばできるんです。ですから施設を整えて、なるべく薄く広くというふうにやろうと思えばできるんです。草地面積をあまり持たない酪農家、道央だとか道東でもぐっと規模の小さいようなところになりますと、畑が主で草を作るのは副であり、そしてサイレージなんかトウモロコシサイレージが主であって、草は繊維を取らせるために作って与えているような酪農家では、今度は逆に尿の処理場というのがないんです。そういうところは、いくら施設をきちっとしてあげたとしても、今度処分するというか、処分という言葉が良くないですけれども、そういう処分する場所がないというあたりがかなり問題になるということを、いろいろ現場を歩いて感じたんです。やっぱり最後、どうすればいいかという辺りまでやるには、なかなかいろいろな問題が絡んできたりします。最近、畑作酪農地帯で糞尿利用が積極的だと言ったんですけれども、今度逆に品質問題なんか出てきています。ビートだとか、イモだとかの畑に対してはもう堆肥はいらないとい

う話もでていますので、ちょっとその辺になりますと処分するにも難しいなということがあるわけです。

菊池（中央農試）：越野部長からちょっと話のあった温室効果ガスの話ですけれども、平成３年度から農林水産省農産課として、全国的に水田のメタン、それから畑作、酪農、園芸を含めての亜酸化窒素の問題を何年化計画で全国的に調査しようということになっております。そのようなことで、何年かしますとそういうふうなデータもかなり蓄積されて、そのようなものがどういうふうに環境に影響をしているかというようなことがわかってくるだろうと考えております。

座長（三谷）：どうもありがとうございました。

能代（根釧農試）：高泌乳牛にはエネルギーの高い粗飼料が必要であるというのは、木田さんとか扇さんがお話されたと思いますが、草地の維持・管理屋としてはですね、草地から高エネルギーの粗飼料を生産することが求められているわけです。大村さんのお話にありましたように酪農では多量の糞尿が出てきます。この取り扱いが悪いと環境汚染にもつながってくるということなんです。我々はできるだけその副産されてきたものを牧草地全面にまた返してやって、放置しておくと汚染されるようなものをうまく使って、良質の高エネルギーの粗飼料をいかに得ていくかというのが大事なことになってくると思うんです。先ほども話に出たんですけど、大村さんの示した草地に対する施用限界量について、皆さんに誤解されないようにもう一度お話してもらいたいと思います。大村さんの資料の中に実はちゃんと書いてあるんですけど、あの数字は水質保全という観点からみた施用限界であって、決して良好な草地管理、特にこの課題にあります高泌乳にあったような良質な粗飼料を得るための限界施肥量ではないということなんです。北海道の施肥標準をみたらわかりますけども、大村さんのあげた限界量の１／５とか１／10が施肥標準量なんです。これだけ草地に撒けますよというふうに取られると非常に恐ろしい表だと僕は思います。その表では、糞で50トン、尿で10トン草地に撒くことができることになっています。いいとこをしゃべってしまってからまた説明しろというのもなんですが、許容限界量はこうですよというのは、非常に誤解されやすいので、大村さんの口から違うんだということでもう一度言って下さい。

大村：もうだいたい言い尽くしたんじゃないですか。

能勢（南根室地区農業改良普及所）：関連してですが、今の意見は作物側からみた場合ですけれども、水質問題から言いたいと思います。さっき大村さんが普及所のどうのこうのと言われましたけれども、別海では、風連川だとか、漁業者との問題も絡めて非常に水質について問題になっています。そういう問題が非常に発展していくということで、非常にデリケートになっているという事情があると思うんです。ただ、今、能代さんが言われたように、50トンなり10トンというのは、これは全体的にみた場合の話であって、それじゃ例えば水質だけからみた場合、草地の近くにある畑にもこれだけ撒いていいのかということになります。そんなこと考えるとですね、これはかえって誤解されてしまって、堆肥であれば50トン撒いても水質には何ら影響しないんだというようなことで、ちょっとまずいんじゃないかという気がするんです。実際の施用場面で考えた場合、その水系と離れたところであらば、そういう問題はないんでしょうけれども、水系の近いところでは、それじゃどの程度ならいいのか、その辺のこともちょっと詳しく

教えていただきたいと思うんです。

大村：私が、基準値というのは、あくまでもライシメータ試験でやった値で、黒色火山性土と疑似グライ土を使っていまして、土壌条件も限られます。あれがもし粗粒質火山灰だとかガラガラのやつだったら全然話も違ってくると思うんです。ただ一応、代表的な土壌として、黒色火山性土と疑似グライ土を使った場合には、地表下1メートルから出てくる水の濃度としては、あの程度の量であれば、それほど極端な高い濃度は示しません。あの量を示したのはですね、それだけやりなさいという意味ではありません。これから規模の大きくなるところは、大きくなると思うんですが、糞尿を撒くというよりも処理しなきゃならない部分が出てくると思うんです。そうした場合に、必ずどこまでなら大丈夫なんだという話が出てくるんです。ですから全部の草地にもこうしなさいとかいう話ではなくて、極端に言えば一部の草地を処分場として使うような場面もあるいは出てくるんじゃないかと思います。そうなった場合、どこまでなら大丈夫なんだという話が出てきたときに、毎年やったら全然話は別ですが、単年度の結果ですけれども一応の指標としてこの程度のあれだったら大丈夫だということです。

能勢：すいません、質問の内容がちょっと理解されていなかったのかと思うんですけども。例えば、リン酸なんかは表面流去水によって、かなり河川に入るということですよね。そうすると、水系に近い畑に例えば50トンもね、50トンはちょっと極端にしても、10トンも20トンも撒いてもリン酸が川の中に入っていって、水質的に問題を起こさないのかどうかということなんです。

大村：そうですね、土壌を攪はんしたような条件だったら、表面を流れた場合でも糞の成分が直接川に入るというようなことは、あんまりないと思うんです。ですからさっき、流出過程で話したように河川から一定距離を離せば、そして河川のあいだに干渉地帯があればかなり抑えられると思うんです。風連川に関しては、あまり詳しく話をしなかったんですけれども、だいたい日本の水系で問題になるといいますか、制限因子になるのは窒素よりもリンの場合が多いんです。リンがだいたい制限因子になっていろんな藻類の生育なんかが抑制されたり、なんなりするんです。一番気を付けなければならないのは、窒素というよりもリンの方の問題が大きいんです。やっぱりリンというのは、家畜糞尿を考えた場合に、尿よりも糞の方がはるかに多いですから糞のそういう堆積場なんかを川から離すとか、川のそばに干渉台を設けるということでも、かなりの部分を抑えられると思うんですけれども。

及川　寛：いま、ご説明の中でもありましたし、せっかく水質保全のための対策指針がありましたし、今の二番目のところに今の一定程度離すとか、あるいはまた干渉台を設けることが重要だということなんですが、今日のお話の中から、平地であれば50メートル、傾斜地であれば 100メートルというふうに理解してよろしいのか。それが一つの質問です。それともう一つは、干渉台というのは草地というふうに理解してよろしいのか。これが林地であればどうなのか。ちょっとその辺をもう少しご説明いただきたいと思います。

大村：さっき示しました50メートルとか 100メートルという値は、あくまでも堆肥場を基点とした場合に、その濃度の一割にまで低下させる距離なんです。ですから濃度をもっと低くしようと思ったら、まだ離さなければならないということです。しかもあれは裸地条件での話です。ですが、草地の場合には20メートルぐらいも流下すればだいたい一割以下になります。ということ

で、50メートルぐらいあればもっともっと低くなります。それは実際にはそういう調査をやっていませんので、また数式なんかでも推定にしかならないんですけれども。それから、それが草地でよいかということになりますけれども、草地になりますと施肥も入ってきてしまいます。話の中では、私、原野ということで言ったと思うんですけれども、草地というよりも自然のままで残していくようなも形のものでなければ、干渉台になってこないと思うんです。そして、林地ではどのくらいかというのは、実際にやってませんのでわかりません。ただいろいろな文献なんか調べますと、畑よりも草地、草地よりも林地で、よりそういう水質汚濁に対する浄化能が大きいんだということは言えます。林地が一番理想的だと思います。そして実際に別海町なんかでは、確か川から50メートル以内はあまり開発しないようにというような、だいぶ前ですけれどもそんなような漁業関係との協定みたいなのができていると思います。特に虹別川流域あたりでは、40年、50年代ぐらいに入ってからでしたか、そういう暗黙の協定があるんです。ですから、その辺はわりとうまくやっていると思うんですけれども、時々近くにある施設からいろいろと問題を起こすということで、走り回らなければならなくなります。それから、先ほど普及所のことあまり良く言わなかったんですけども、非常に別海の普及所には協力いただきまして、一番協力的でした。逆に言うと、いろいろトラブル起こしているもんですから、それだけ向こうでは切実なんです。

座長（三谷）：いまちょっと大村さんが言いました、処分場として使うんであれば、これくらいという発言が出たんですけど、農地というのは概してそういう使い方をすべき所ではないと、私は理解しております。これはあくまでも環境基準から出てきた数値だというふうに、そういうように受けとめたいと思います。

松代（十勝農協連）：水質を防ぐためには、一年では50トンというニュアンスの書き方になっているんですけれども、水質以外に一年で50トンも入れた場合、農地の古い、新しいで違うと思いますけども、牧草の中の硝酸態窒素がどれくらいになるんでしょうか。

大村：この試験の中で用いたのは、生（なま）なんです。ですから硝酸態だけの話でしたら、100トンまで入れても大丈夫です。そして糞の場合には急速に効くということはありません。実際にポットでやった結果では100トンまで入れても硝酸濃度はそんなに高まりませんでした。ただ生育ステージの早い時、出穂期に刈り取った場合、もちろん濃度が高いんですけれども。

松代（十勝農協連）：以前に畑作部で小梁川さんがちょっと硝酸の含量を出したんですけども、50トンも入れば高かったような気がしたんですけども。

大村：私のこの話は、あくまでも環境保全的にみたという前提がつくんですけども、牧草をまともに飼料として使う場合には、尿の制限回路としてなんですけども、こんな量を入れたらとてもじゃないけどもオーバーしてしまいます。

小松（東京農大生物産業学部）：さっきの冒頭に言われた網走湖の汚染の話なんです。確かに言われてるとおり、道内では一番汚い湖の一つに入っているんですけど、あれはやっぱり上流の方が牧草地よりもむしろ畑地が多くて、裸地化というか、裸地になるようなケースが多いからそうなのか、その辺のことちょっとお聞かせしていただきたいと思います。

大村：その辺についてはですね、開発局でかなり大がかりな川や湖の調査をやっています。その中で

一定の結論が出されていると思うんですが、ただ例に出したのが悪かったのかもしれないですけども、水質問題では道内ではあまり本州みたいに大きな問題になるような所がなかったんです。それでたまたま網走湖とか、十勝川の河口という例を出したんです。網走湖の場合は、むしろ非常に水深が浅いですから、自然にそういう富栄養化状態になるというのが多いと私は思うんです。畑があろうが、草地があろうが、そういうのがあろうがなかろうが、あそこは水深が浅くて周囲からの水が、あまり山でなくて平地をずっと流れて来ているというので、いろいろな面で富栄養化になりやすいというか、そういう条件にある所だと思うんです。

座長（三谷）：それではまだ大事な問題が残っておりますので、後の方の話題に移っていきたいと思います。

座長（小倉）：先ほどですね、マメ科牧草に対する見解の違いが若干出て、議論になりかかったんですけど、時間の都合であとに延ばすということを言ったんです。これは飼養形態によっては評価も変わったり、利用状況も変わるということで、結局、北海道の飼養形態も根釧、天北 における草地酪農と、それから十勝、網走、道央のようにトウモロコシを利用するとか、そのほか多数を使う飼養形態とか、いろんな飼養形態があるんで、それに応じて高泌乳牛に対する飼料給与というのも変わってくるかと思います。それで、その辺についてどういった問題があるか、どういった点に注意して、今後の高泌乳牛飼養に向けていっていいか、もう少し議論を深めていきたいと思います。それで、どなたかご意見なり、ご提言ございましたらお願いいたします。‥‥ございませんか。木田さんにお伺いしたいんですけども、実際調査の中で地域別といいますか、飼料形態別で、草地酪農地帯でもサイレージ給与期もありましょうし、放牧の時期もあると思います。それからトウモロコシサイレージをやっているような地域とかあります。そういった飼養形態で、特にお気づきになって、こういった点に留意しなければならないんでないか、そういったようなことがございましたらお願いいたします。

木田：地域別といいましょうか、飼養形態別にみていったときに、特徴的なことをまず申し上げますと、道東からオホーツク海北部、あと天北地帯ですね、いわゆる草地酪農といわれる、トウモロコシのあまり無い地帯では、端的にカロリー不足と言っていいような状況がほぼ共通して認められます。まさしく無脂固形分といいましょうか、乳蛋白質が低いといったようなことです。こういうところで、例えばトウモロコシサイレージであるとか、ビートパルプ、あるいは地域によってはでんぷん粕のような高炭水化物飼料をもってくると、案外改善されているというようなことがあります。一方、トウモロコシ地帯になりますと、これもケースバイケースということになるんですが、一応注意しなければいけないのは、農家の認識としてまだまだトウモロコシというのは完全な粗飼料なんだというような認識があったりします。極端なケースでは、本に示されている数値を用いながらですけれども、おおざっぱに電卓を使って、でんぷん含量を試算してみますと30%以上にもなっているというような、安易にトウモロコシを使っていったときには、そういうケースも有り得ます。結局、配合飼料の中身、でんぷん含量に上は4割以上から、下は20%以下までかなり幅がありますので、そこら辺についてやはり高泌乳牛ということになってくると、いままであまり情報として入って来ておりませんでしたけれども、今後はそういうこともやはり意識していかなくてはいけないのかなということを感じています。

座長（小倉）：扇さん、関連して何かございますか。

扇　：一昨日、普及員の方から電話が入って、一見単純な質問だったんですけども、「高泌乳牛にとってどういう粗飼料がいいんですか」と聞かれたんで、パッと答えると簡単なように思えたんですけども、たぶんその人の意図するところは、最近、根釧の中でも早刈り運動をやっていることにあったと思うんです。どうも獣医さんの言い方をすると、「早刈りをやったために第四胃変位が増えたんだ」と言うような人もいるんです。それで、実際そういう場面もけっこう出て来るんじゃないかなという気もしています。例えば早刈りにしたために繊維がわりと少なくなります。そういうようものは、濃厚飼料多給体系のときは少なくとも問題なかったんだけども、濃厚飼料をかなりやるようになってくると、そういう微妙なバランスのところでダメになることもあります。というのは、僕らも試験をやってまして、早刈りの牧草サイレージを使っているんですけども、注意してやりますとそうでもないんですけども、ことし初産牛に使うと、初産というのはサイレージの食い込みが少ないわけですけども、そういうやつに濃厚飼料をある程度ダーっと機械的にやってしまうと、第四胃変位がバタバタと出たんです。だから、だんだん危なくなって来ているというのは事実じゃないかと思います。それと、また質ということで言えば、ロールパックサイレージもかなり流行っていますけども、本当にこれも高泌乳牛にとって良いんだろうかと思っています。高泌乳牛になってくると、長い繊維というのは本当に採食量の制限因子になったりすることもあります。それから、もう一つまた質で言えば、牧草サイレージの中でも例えば水分含量ですね、例えば水分含量が高水分から低水分までできるわけですけども、いま特に蛋白の問題では、報告のところでちょっと言い忘れたんですけども、バイパス蛋白の問題が非常にクローズアップされていて、単に蛋白が高いから繁殖が悪いというふうに一方で言えなくなってきていて、バイパスの問題がいろいろ大きくなっているわけです。‥‥（テープ中断）‥‥先ほどマメ科のことでは言いすぎたところがあるんですけども、例えば実際には高泌乳農家では、ルーサンペレットをやっているという問題は常識になっていますし、そういうところのマメ科の位置づけとか、餌からみたときのいろいろな問題というのは、高泌乳牛で濃厚飼料をたくさん使うという条件では、トータルの餌として、どういうふうに位置づけるかということが問題として大きくなってくるんじゃないかというふうに思います。

岡本：先ほどマメ科牧草の話をしたんですけども、ちょっと確認といいましょうか、獣医の先生方両方、粗飼料が大事だということでは意見の一致をみているということで非常に安心しています。しかし、今、扇さんがおっしゃたように、高泌乳牛を飼うということが配合飼料があってから飼うのか、良質の粗飼料を作ってからそれに配合飼料を合わせるのか、どうも私は獣医の現場の先生方をみてると、高泌乳牛だ高泌乳牛だ、栄養不足だ栄養不足だ、それにはどうしたらいいのか、配合飼料をやりなさいと、そこから粗飼料を考えてみるというようなところがあります。確かに手に入りやすさとかいろいろな面でそうなるんでしょうけども、どうもそのあたりがひっかかるんです。まず良質の粗飼料があってからそれから配合飼料というものを考える、配合飼料と言いますか農業残泊物を含めて考えていいんじゃないか、そういうなことがどうも獣医の先生方、現場の病気で追われている先生方というか、実際的な対応をしなければならないのでわかりますけれども、どうもそのあたりがちょっとひっかかる点があるんです。木田さ

ん、扇さん両方に伺いたいと思います。

木田：今、岡本さんがおっしゃられたとおりだと思います。それで、安易に濃厚飼料あるいはそのエネルギー補給だということで、綿実だとかのたぐいを使うというか、そこまでどんどんやっているのは、たぶんごくごく一部の獣医師であって、だいたい獣医師一般的には、こういう餌の問題っていうのは、ときどき口にはしながらもなかなか十分に勉強できていないというのが、私を含めてそういう実態だと思うんです。それで、粗飼料、良質粗飼料があってそれから高泌乳なのか、とりあえず濃厚飼料をじゃんじゃん食わせていけということか、これはもう完全に良質粗飼料の確保が大事だと思います。この確保という意味は、僕自身は必ず自給しなければいけないかということまでは考えていません。経営の中でどう考えるか、購入でもってくるか、自給でもってくるか、自給の中にも、もしも品質的に安定したものができるならば、乾草でもいいですし、サイレージであっても良かろうと、ただ大事なことは栄養的な中身です。これをどこまで向上させうるかということが一番重要ではなかろうかと考えます。それで、先ほどの発表の最後でまとめ的にちょっとお話しましたが、牛を健康に飼うという前提がなければ、必ずその結果として病気という形でしっぺ返しがきているんです。ですから濃厚飼料を多給していけば、今の乳牛であれば、たぶん10,000kgであれば一発搾ろうと思えば、それ自体はそれほど苦労なくいけるんでないかという気もしています。とこらが毎年連産しながら、それを維持していくというところでは、やはり、まさしく良質な栄養的に優れた粗飼料がなければ、まず不可能ではなかろうかということを感じています。ちなみに先ほどいくつかその例を申し上げましたが、高泌乳牛かつ事故が少ない、高い生産をあげている牛群という中の餌をみますと、うん、この牛舎はこの牧草、この餌があるから10,000kg搾れるんだなというような、かなり品質的に優れた餌、これが年間をとおしてどんな時期でも与えることが可能になっている、という状況がほぼ共通してあります。例えばその体系は、今年なんかでしたら、5月の末に調整したすばらしい乾草をお持ちの牛舎も、中にはございます。一般的には、牧草サイレージが多いです。あるいは、アルファルファのサイレージなんかも、最近はかなりは良いものを作るようになってきているんでないかと感じています。いずれにしても、とにかく大事な時期にねらっただけ確実に採食してもらえる、そういう中身をもった牧草の確保ということが避けて通れないんじゃないか、それがなければ安定した高生産は不可能ではないかと感じています。

扇　：僕も同じ意見で、まずは良質な粗飼料ありきです。高泌乳農家の良いところは、牧草の良い草を作ることに詳しいし、熱心だし、そういう所を持っているということですね。逆にそういうのがなくて、それを補うのに濃厚飼料で搾っている農家は、破綻をきたすというのが現実ではないかと思いますので、良い粗飼料は必須条件だと思います。最大摂取量から考えますと、例えば泌乳期に悪い、栄養価の低い乾草を夜中にやって、ある程度その乾草を夜中に食べますと、消化率が悪いものを食べるとお腹にとどまる時間が長いわけですから、それが逆に制限になってしまうというか、そういうのが胃にあると食い込めないわけです。高泌乳牛は本当に食い込む量が、非常に多いわけです。そういう食い込むような奴は、良い粗飼料でなければ食い込ますことができないと思います。

座長（小倉）：だいたい意見の一致というか、認識が一致したかと思うんですけども。

いざわ：平取町で営農しているいざわと申しますが、今、扇さんが最後のところで、「良質な粗飼料まずありき」ということで結論されているんですけども、私ども営農していますと、現実は良質な粗飼料を毎年きちんと確保できいるということにはなっていないわけなんです。そうすると、現実に濃厚飼料といいますか、購入飼料等で補充するような良い方法があるのかもしれないんですけども、技術的、システム的に難しいという中のジレンマがあるわけなんです。その中で、グラスサイレージ、乾草、デントコーンサイレージなんかで質の悪いようなものしか持っていなかったとき、回数を日２回で 9,500kgを搾っているというような例を先ほど木田さんが出しておられましたけども、２回を３回、３回を４回、５回を６回、ときには雑誌等によりますと、７回ぐらいに飼料を分けてやっている方がおられますけども、粗飼料の質が悪かったときに、また、私どもは経営ということを考えないといけませんので、いろいろ投入したときに経営は改善されるというやり方がありますけども、現実にお金を考えたときに、持っているもので勝負をするにはどうすればいいか。そういうときに一つ、回数を日に２回やっているのを３回に増やすとか、それを極端にいえば７回に増やすというのは、質の悪い飼料を牛が消化するという面で、また今は遺伝的な改良も進んでいますので、今お二人がおっしゃったように10,000kgを搾ることは能力的に可能だといいますが、回数を増やすことの効果というのはどういうものでしょうか。

扇　：確かに本州なんかで餌の中身を見ますと、濃厚飼料が18kgとか、非常にたくさん濃厚飼料をやっています。そこでさっきおっしゃられたのは、ＴＭＲだと思うんです。質の悪い粗飼料で回数を増やすということも含めて、例えば、ごはんの上におかずをかけるとたくさん食べてくれるんじゃないか、それはたぶん食べたものに対するエネルギーを補充するというか、そういうことを考えるとルーメン内でよく消化率が高まるとか、そういうことはあるんでないかと思います。ただ現実的には７回というものは物理的に可能なので、根釧の中でもこの前調査しましたら、意外と１回に濃厚飼料を６kgという形のところが多いわけです。そういうところはさっき木田さんも言われたように問題がおきやすいと思います。悪い粗飼料の場合についての補い方として、回数を増やすというのは一つの正しい方法だし、もう一つ勧めればＴＭＲへもっていった方がいいんでないかと思います。例えば２番草を食い込まないという場合には、ＴＭＲまでもっていったときに、ある程度採食量が上がっていくとかそういうことがあるかと思います。それと悪い粗飼料になってしまったときに、高泌乳農家だと考えるんですよね。ビートパルプはこのくらいの農家だと、春先よい草がなくなったときビートパルプを６kgもやってしまうんですよね。そういうふうにやってでも牛をにガタをこさせないことを考えるんです。だから濃厚飼料をやれというわけじゃないんですけども、そこまでいろいろ気をつかってやらないと、高泌乳牛を安定的に飼うことはできないというふうに思います。

木田：あと、良いものを採ろうと努力したんだけれども採れなかったということは、日常的にどこでもあると思うんですけれども、やはりその対応としては、おっしゃられたように、回数で牛にとにかく食ってもらわないと話にならないということはあると思います。そういう中で今、扇さんがおっしゃられたように回数を分けること、それとあと混ぜて食わせること、これも非常に良い手段だとは思います。ただし、やはりどうしても良いものがなければ、何度も言います

が、泌乳初期最盛期、日乳量が45kgを越えたような状況になってきますと、絶対良い粗飼料が入ってこなければ、その年はもうあきらめなければいけない、というぐらいの覚悟は必要かなと思います。ただし、混ぜ餌というＴＭＲですね、これはかなり驚異的なことなんです。血液をみてますと、完全混合飼料で24時間不断給餌で食わせることが可能になってくると、かなり繊維率が落ちていっても、案外アシドーシスとかそういう病的な異常が現れてこないんです。これはかなり慎重にやらなければいけないし、それを勧めることは毛頭ありませんけれども。だから混ぜて食わせることはかなり強みがあるかなという気がします。反対に、ついでですから申し上げますと、混ぜ餌の場合、変に繊維率を分離給与のときの感覚のように、計算上ずいぶん高めに設定していくと、かえって繊維率が多すぎて、乾物摂取量が落ちてしまっての障害が出てくるということもあります。

座長（小倉）：非常に論議が深まってきてこれからという感がしないわけではないんですけども、時間的に制約されていますので、一応これで討論は終わりたいと思います。最後に今日の感想といいますか、締めという形で感想なり、御提言をお願いします。御指名ですので、石栗さんよろしくお願いします。

石栗（中央農試）：何で私のとこへおはちが回ってきたか困っているんですけども、私自身もちょっと餌の研究をこれまでやってきました。やはり最終的に餌の質の問題が非常に大事であるということが、お二人の方からかなり強烈に示されました。餌の質の問題を、今後もう少しいろいろな分野の人たちがこれからさらに詰めないといけないと思います。これからの酪農を発展させるベースとなる大事なところの問題を、このままにしておいてはまずいなと思いました。もう一歩よく考えて、土、草、家畜、全面にわたってその辺を洗い直して、農家に確実に答えが出るような、試験場、あるいは大学の研究者としてのその辺の知識を整理して対処しなければ絶対にだめだなというのを、実は私今日非常に強く感じたしだいです。

座長（小倉）：どうもありがとうございました。それでは、これで終わりたいと思います。

（文責　内山和宏）

北海道草地研究会報 25：45－50（1991）

牧草類の生育にともなう蛋白質分画の推移

野中和久・篠田　満・名久井忠（北農試）

Changes in Protein Contents of
Some Grasses during Growth.

NONAKA Kazuhisa, Mituru SHINODA
and Tadashi NAKUI
(Hokkaido Natl. Agric. Exp. Stn., Memuro, 082 Japan)

緒　言

飼料中の蛋白質を評価する場合，ＮＲＣ飼養標準[4]やフランスの飼養標準[1]では，反芻家畜のルーメン内分解性を考慮した蛋白質の評価法を採用している。

飼料中の粗蛋白質（ＣＰ）は（図１），ルーメン内で分解され，微生物体蛋白質，またはそれらのエネルギー源として利用されるルーメン分解性粗蛋白質（ＤＩＰ），と，ルーメンで分解されずに後部消化管へ移行する非分解性粗蛋白質（ＵＩＰ）に大別できる。さらにＵＩＰは，小腸で吸収され体内で利用される蛋白質と，消化されずに糞中に排泄される不消化粗蛋白質（ＩＩＰ）とに分類できる[3]。

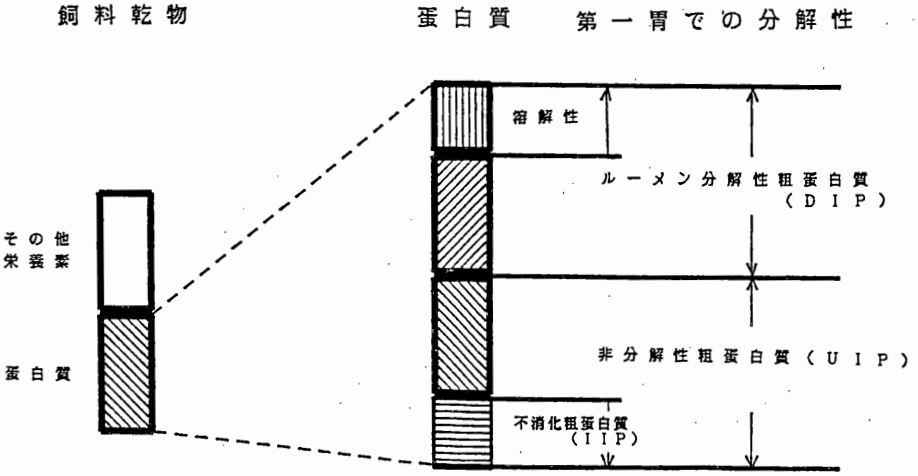


図１　飼料中の蛋白質分画（James Nocek, 1988）

例えば，ヒートダメージを受けた乾草ではＩＩＰが増加するため，家畜の利用できる蛋白質が減少する。

ところで，我が国では飼料中蛋白質を評価する場合，従来のＣＰ含有率を指標とする評価法が現在でも主流となっているので，前述した様なルーメン内分解性に基づいた蛋白質評価法の確立に関する要望が高くなってきている。そこで，本研究は，新たな蛋白質評価基準を作成する際の基礎資料を得るという位置づけで，イネ科２草種とマメ科１草種を対象に，刈取り回次別の蛋白質分画の経時的変化を追跡調査した。

材料及び方法

試験に用いた牧草は，十勝地域で栽培しているオーチャードグラス（２年目，品種フロンティア），チモシー（３年目，品種ホクオウ）及びアルファルファ（４年目，品種ソア）の３草種である。それらを，１番草は５月15日から７月17日まで，２番草は１番草を出穂期に刈り取った再生草地で７月５日から９月５日まで，そして３番草は１，２番草を出穂期に刈り取った再生草地で８月24日から10月17日までの間それぞれ約10日間隔で採取し原料草の分析を行った。また，採取した牧草の１部をそのままバッグサイロで半年以上密封貯蔵し，高水分サイレージの分析も行った。サンプルは70℃で一昼夜通風乾草した後，0.5㎜の粉砕機で粉砂し，分析に供した。

ＣＰは，原料草では風乾物を，サイレージでは原物をそれぞれ常法で分析した。純蛋白質（ＴＰ）はトリクロル酢酸法で，ＤＩＰは in situ 法で，またＩＩＰはＡＤ溶液不溶粗蛋白質として定量した[2, 3]。また各分画は乾物中含有率で示した。

結果及び考察

オーチャードグラスのＣＰとＴＰ含有率の経時変化を図２に示した。原料草のＴＰはＣＰの８割程度の

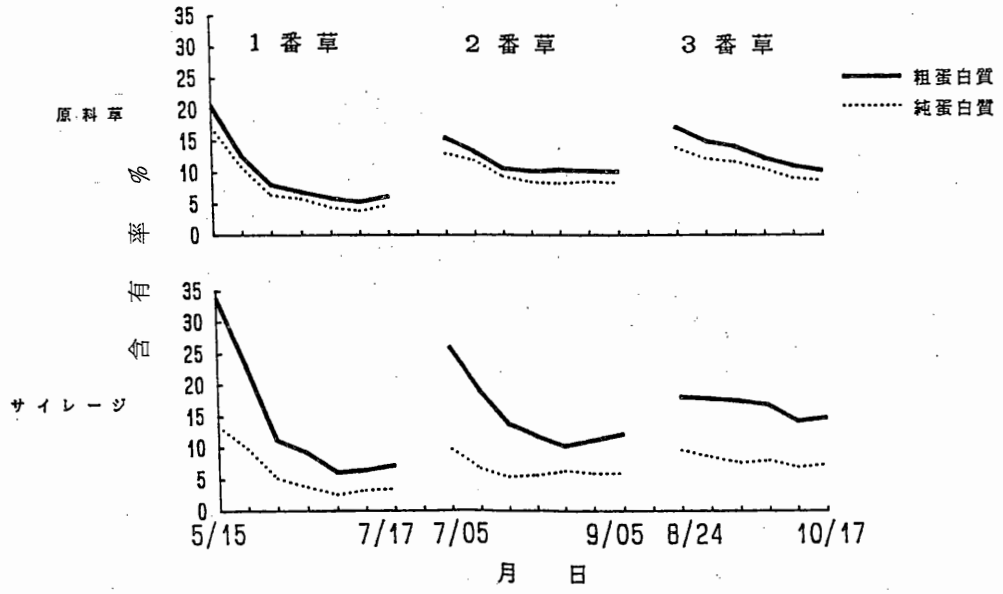


図２．オーチャードグラスの粗蛋白質，純蛋白質の経時変化

値で推移しているが，高水分サイレージに調製するとＣＰ中に占めるＴＰの割合が顕著に低下した。特に早刈りを行うと低下する傾向が顕著であった。また１，２番草の両蛋白質は生育が進むにつれ減少するが，その度合は出穂始めの時期を境に変化し，出穂の前は急激であったものが，出穂以降は低い値で緩慢に推移した。

チモシーではオーチャードグラスとほぼ同様の傾向がみられた。

図３にアルファルファのＣＰとＴＰの経時変化を示した。アルファルファはイネ科草種に比べ，ＣＰ含

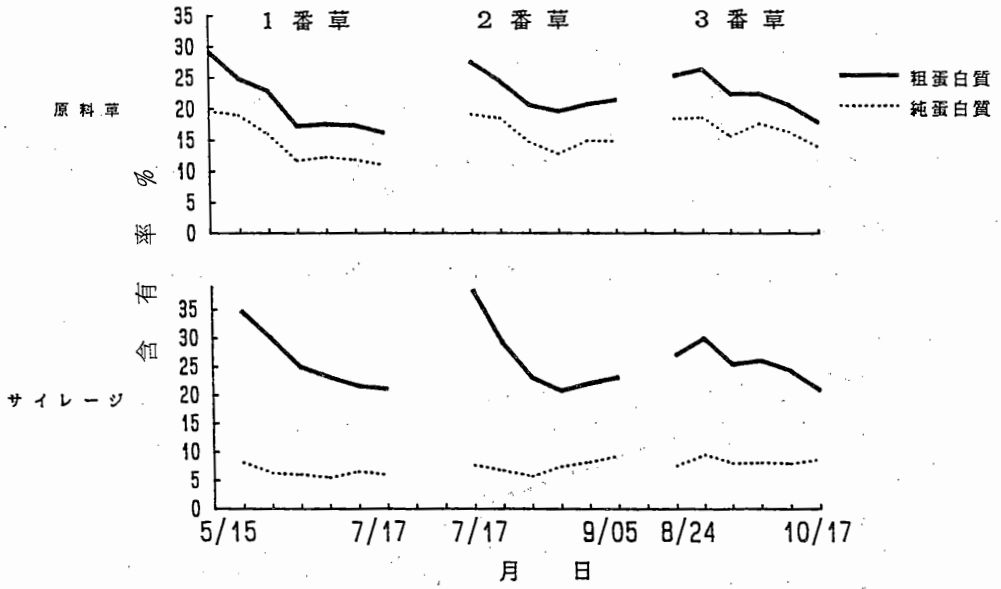


図3. アルファルファの粗蛋白質，純蛋白質の経時変化

量が10%程度高く推移しているが，ＣＰに占めるＴＰの割合は低く，原料草で約70%，サイレージで約30%程度であった。また，原料草では，１，３番草は生育が進むにつれ漸減するが，２番草では８月下旬頃から横ばいとなる傾向にあった。

図４に，各草種のＣＰ中に占めるＩＩＰの割合を原料草とサイレージについて示した。サイレージを高水分に調製した場合は，全草種，各番草とも原料草とサイレージの間に有意差はなかった。また，各草種とも１，２番草は生育の進行に伴い増加し，特にイネ科牧草はマメ科草に比べＣＰ中の不消化割合が高い

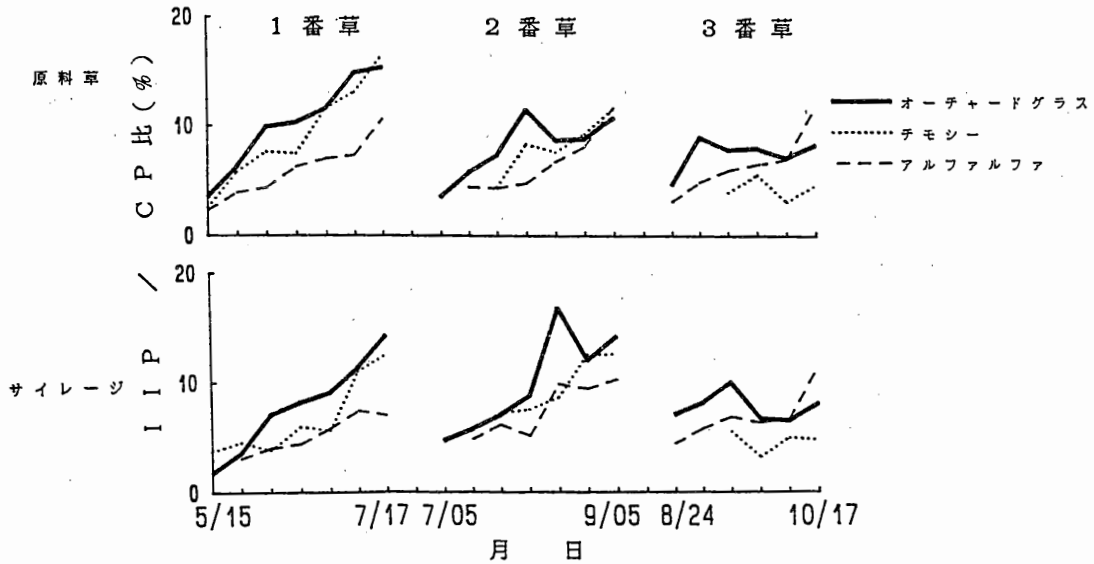


図4 各草種のＩＩＰ／ＣＰ比の経時変化

傾向にあった。3番草はアルファルファのみが漸増するため，10月に入るとオーチャードグラスをも抜きんでる高い比率となった。チモシーは1，2番草とは異なり，最も低い値で推移している。

図5に高水分サイレージのＣＰ中に占めるＤＩＰの割合を，1番草について示した。

ＤＩＰはアルファルファがイネ科2草種より高く，98から92%の間で推移した。イネ科草は出穂期までは90%以上の値で推移しているが，それ以降は減少し，6月下旬にはオーチャードグラスで67%，チモシーで78%にまで低下した。

次に，原料草について，各番草毎にＣＰ含有率と生育日数の相関関係を検討した（図6）。

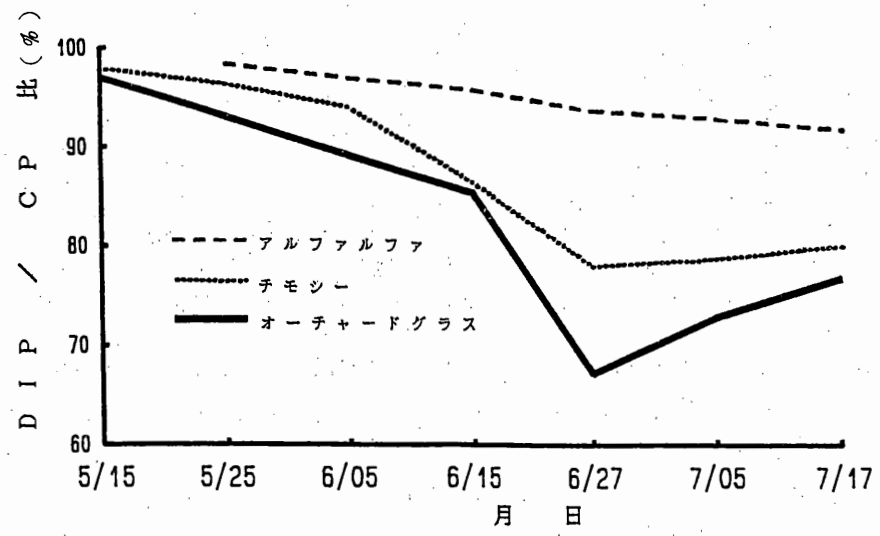


図5　1番草サイレージ（高水分）のＤＩＰ／ＣＰ比の経時変化

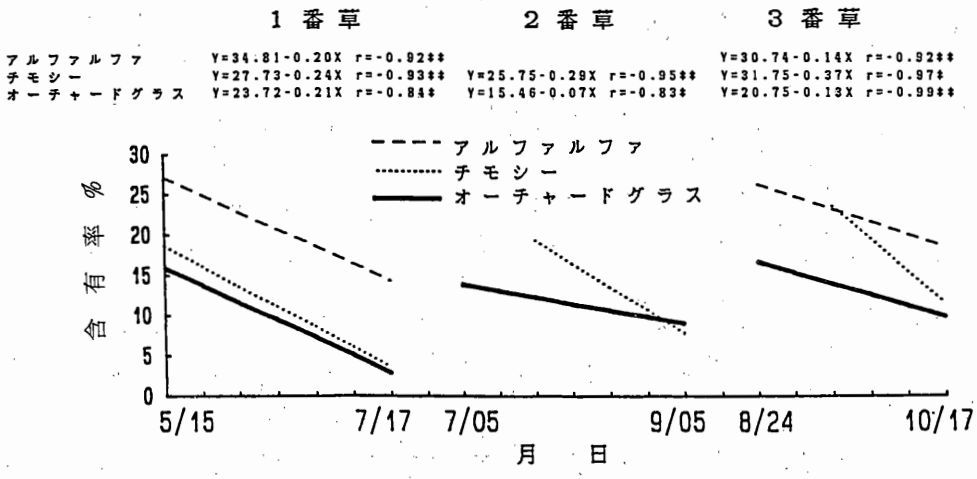


図6　原料草中粗蛋白質含有率と生育日数の関係
（Y：ＣＰ含有率，X生育日数。生育日数は，1番草では，日平均気温が初めて5℃になった日が0日目，2・3番草は，1・2番草をそれぞれ出穂期刈りした日が0日目。）

1番草では，全草種で，生育日数が進むにつれＣＰ含有率の低下がみられたことから，ＣＰ含量と生育日数の間にｒ＝－0.86より高い有意な相関が認められた。2番草ではイネ科草でのみ有意な相関が得られた。アルファルファでは，ＣＰ含量が8月下旬以降に横ばいになったため低い相関となった。3番草は1番草と同様に全草種で高い相関が得られた。得られた回帰式からＣＰ含量を推定すると，1番草の各草種は1日当り0.20から0.24％の範囲で減少することが確認された。また，オーチャードグラスは他の2草種よりも比較的低位でゆっくりと減少する傾向にあった。2番草でもオーチャードグラスは1番草同様，低位でゆっくりと減少した。チモシーは早い時期には高く推移していたが，生育日数が長くなるに連れてオーチャードグラスのレベルまで低下するという特徴を示した。3番草はチモシーの減少が最も急であった。

原料草中のＣＰに占めるＩＩＰの割合と，生育日数との関係を図7に示した。1番草は全草種とも生育に従って直線的に増加し，ｒ＝0.97以上の高い相関が得られた。2番草は1番草に比べ若干相関が下がる

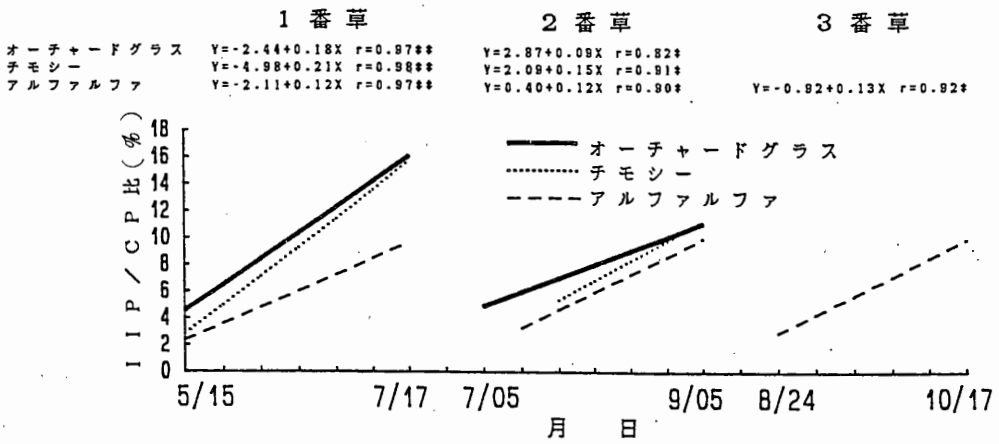


図7　原料草中ＩＩＰ／ＣＰ比と生育日数との関係

（Ｙ：ＩＩＰ／ＣＰ比，Ｘ：生育日数。生育日数は，1番草では，日平均気温が初めて5℃になった日が0日目，2・3番草は，1・2番草をそれぞれ出穂期刈りした日が0日目）

ものの，やはり全草種で有意な相関が認められた。3番草のＩＩＰはアルファルファのみが生育につれて増加するため有意な相関はアルファルファでしか確認されなかった。続いてこれらの回帰式からＩＩＰのＣＰに占める割合を推定すると，1番草ではオーチャードグラスが1日当り0.18％，チモシーが0.21％とアルファルファの0.12％より高い増加率を示した。2番草になるとイネ科の増加率は低下し，アルファルファとほぼ同様のレベルに達した。アルファルファは各番草とも0.12から0.13％の範囲でゆるやかに増加する傾向にあった。

以上のことから，牧草中蛋白質の利用効率を考えた場合，イネ科牧草では出穂期を過ぎるとＣＰ含量が低下し，ＩＩＰ含量が増加するため出穂前の利用が重要であることが示唆された。また，イネ科牧草に比べＩＩＰ含量の少ないマメ科牧草の維持が重要であるということも考察されたが，マメ科牧草はＤＩＰ含量がイネ科牧草に比べ高いことから，単独給与をしすぎない配慮が必要と考えられる。

本試験ではマメ科牧草をアルファルファ1草種に限定したことや，サイレージの水分水準が高水分だけ

であったことから，今後は他草種での検討や，異なる水分水準での検討が必要と考えている。

引 用 文 献

1) Institut National de la Recherche Agronomique(1989) Ruminant Nutrition. John Libbey Eurotext. Paris－London－Rome.
2) 森本 宏(1971) 動物栄養試験法 第1版. 養賢堂. 東京.
3) National Reseach Council(1985) Ruminant Nitrogen Usage. National Academy Press. Washington.
4) National Reseach Council(1988) Nutrient Requirements of Dairy Cattle. National Academy Press. Washington.

北海道草地研究会報 25：51－54（1991）

めん羊の採食量を推定する酸不溶性灰分を用いた既往推定式の適合性

西埜　進・森田　茂（酪農大）

緒　　言

反すう家畜における放牧時の自由採食量は、ケージ法、体重差法およびクロモーゲン法などで推定されてきたが、実測量と推定量の差が大きいとか、個体採食量の推定が困難、あるいは分析操作が面倒である、との問題が指摘されている。

一方、酸不溶性灰分（ＡＩＡ）は分析操作が極めて簡単で、消化率推定の指示物質には十分用いられるとした報告[3,4]がみられる。しかし、反すう家畜の自由採食量を推定する指示物質に用いた報告は極めて少ない。

そこで、本報ではめん羊の自由採食量を飼料中ＡＩＡで推定することを目的に、試験２で自由採食量を推定する重回帰式を作成し、試験３および試験４で重回帰式の適合性を検討した。

材料および方法

供試動物は、試験２がコリデール種去勢羊４頭（延16頭）、試験３および試験４でサフォーク種去勢羊４頭（延32頭）を用いて、合計延48頭に下記の飼料を自由採食させた。

給与飼料は、試験２および試験３がアルファルファ単用（ペレット状）と配合飼料（ペレット状）併用の２種類（飼料１、２）、試験４ではサイレージの一部をビートパルプで置換した４種類（飼料3,4,5,6）で、いずれも混合給与を行なった。

試験期間中は、去勢羊を代謝檻に入れて各飼料の飼い慣しを７日間行なってから、本期５日間の全糞を採取秤量した。同時に排糞の部分試料を毎日８時から12時の間に糞袋より採取した。

表 1．給与飼料

試験	飼料	給与比率 アルファルファ	サイレージ	ビートパルプ	配合飼料
		%[a]			
2	1	100[b]	—	—	—
	2	50	—	—	50[c]
3	1	100	—	—	—
	2	50	—	—	50
4	3	—	90[d]	10	—
	4	—	80	20	—
	5	—	70	30	—
	6	—	60	40	—

a 風乾物　b ペレット　c ペレット　d トウモロコシ

飼料は毎日朝夕の２回飽食量（残飼量が給与量の５～10%生ずる量）を給与し、残飼を毎朝９時に採取秤量した。

本期間の排糞は通風乾燥機で乾燥して、風乾糞の一部を化学分析に供した。飼料中および糞中のＡＩＡ含量は前報[1,2]に準じて測定した。

試験２の重回帰式は、従属変量に実測量、独立変量に飼料中ＡＩＡ含量（乾物中%、X_1）、排糞量（乾物g、X_2）、糞中ＡＩＡ含量（部分試料の乾物中%、X_3）および糞中ＡＩＡ含量／飼料中ＡＩＡ含量（X_4）を用いて作成した。試験３および試験４の重回帰推定量（fecal－index）は、試験２の

重回帰式に試験３と試験４の各変量を代入して算出した。常法推定量（ratio－index）は、試験３および試験４の排糞量×糞中ＡＩＡ含量／飼料中ＡＩＡ含量の式から求めた。

結果および考察

各飼料の飼料中ＡＩＡ含量、糞中ＡＩＡ含量および乾物消化率を表２に示した。飼料中ＡＩＡ含量は、試験２および試験３で配合飼料併用（飼料２）、試験４ではビートパルプ併用量が多くなると高く、（飼料4,5,6,）、糞中ＡＩＡ含量もそれに平行して高くなった。この場合、試験２および試験４における飼料中ＡＩＡ含量（乾物中％）と糞中ＡＩＡ含量（乾物中％）の間に有意な正の相関が認められた（試験２：＋0.95、試験４：＋0.97）。しかし、試験３では飼料１と飼料２の飼料中ＡＩＡ含量に差がほとんどないため、両者の間には相関が得られなかった。

表 2. 飼料中 AIA 含量と糞中 AIA 含量

試験	飼料	乾物摂取量	飼料中 AIA	排糞量	糞中AIA	乾物消化率
		g	乾物中％	g	乾物中％	％
2	1	2,611	0.62	1,202	1.44[a]	54.2[b]
	2	2,193	0.83	790	2.33	64.2
3	1	3,297	0.96	1,556	2.20	53.1
	2	2,836	0.97	1,069	2.67	62.4
4	3	1,507	2.21	530	6.58	64.9
	4	1,963	2.83	611	9.00	68.8
	5	2,179	3.39	649	10.18	70.2
	6	2,122	4.34	665	13.07	68.7

a 部分試料　b 全糞採取法

表 3. 重回帰分析

試験	従属変量	独立変量	寄与率	偏回帰	有意性	標準偏回帰
2	実測量	X1	0.98	1,482.5	0.01	0.40
		X2		1.8	0.01	1.25
		X1	0.98	2,000.5	0.01	0.54
		X2		1.7	0.01	1.20
		X3		－153.2	NS	－0.18
		X2	0.93	1.8	0.01	1.25
		X4		450.6	0.05	0.33

試験２における重回帰分析を表３に示した。従属変量の実測量に対する寄与率は、飼料中ＡＩＡ含量および排糞量が約98％、飼料中ＡＩＡ含量、排糞量および糞中ＡＩＡ含量が98％、排糞量および糞中ＡＩＡ含量／飼料中ＡＩＡ含量が約93％であった。この場合、飼料中 AIA 含量、排糞量および糞中ＡＩＡ含量／飼料中ＡＩＡ含量によって推定採食量は有意に増加するが、糞中ＡＩＡ含量には有意な効果が認められなかった。さらに、各独立変量が他の変量に関係なく変化したときに、排糞量が他の変量よりも推定採食量の方に大きな変化をもたらすことが示された（標準回帰係数）。

試験３および試験４の実測量と各推定採食量の比較を表４に示した。実測量と常法推定量の差に特

表 4. 実測量と推定量

試験	飼料	実測量a	推定量 常法 b	推定量 重回帰 e	差 b－a	差 e－a
		乾物 g			％	
3	1	3,297	3,525	3,266	7	－1
	2	2,836	2,951	2,626	4	－7
	平均	3,066	3,238	2,946	6	－4
4	3	1,507	1,569	1,761	4	17
	4	1,963	1,923	1,998	－2	2
	5	2,179	1,943	1,983	－11	－9
	6	2,122	1,988	2,014	－6	－5
	平均	1,942	1,858	1,936	－4	0

重回帰推定式：1.77 X2 ＋450.6 X4 － 518.2

定傾向はなかった（試験３：約６％、試験４：約－４％）が、実測量と重回帰推定量の差は比較的少なかった（試験３：約－４％、試験４：０％）。さらに、実測量と常法推定量および重回帰推定量の間に有意な正の相関が認められた（実測量と常法推定量：＋0.95、＋0.95、実測量と重回帰推定量：＋0.96、＋0.92）。しかし、実測量（実測値）と推定量（理論値）の一致性は、両者間の相関が有意でなければ否定されるが、逆に有意な相関があっても両者の一致性とは必ずしも関係がない。実測量と推定量の値が一定の比になる関係にあれば相関は有意になるからである。したがって、両者の一致性の指標に相関係数を用いるのが適切でない。

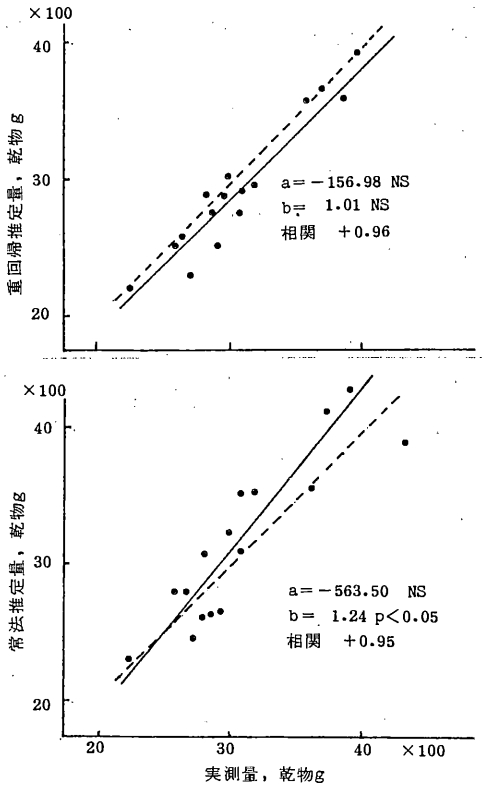


図１．試験３における実測量と推定量の一致性

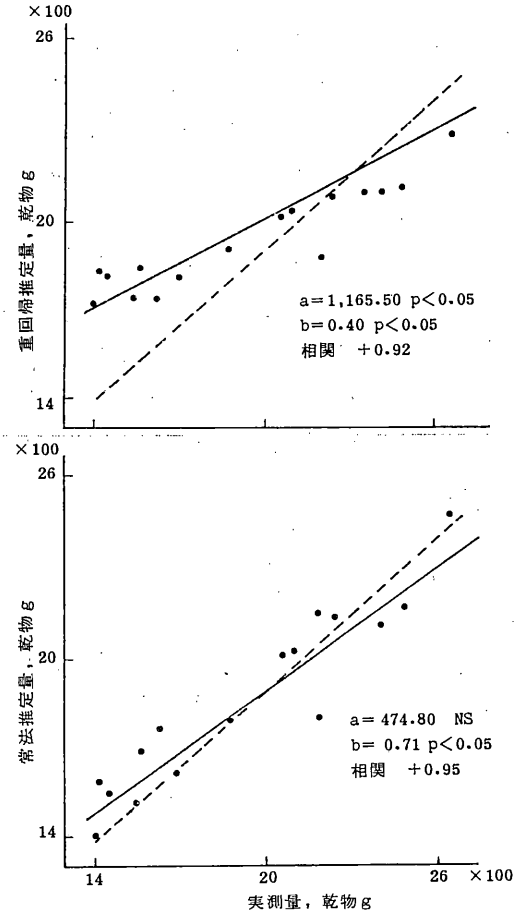


図２．試験４における実測量と推定量の一致性

そこで、実測量と推定量を構成する二つの値が相互に等しいときには、回帰が直線で回帰係数(b)は１、切片(a)が０となるはずで、この性質を利用して、図１および図２で両者の一致性検定を行なった。試験３における実測量と重回帰推定量の回帰係数は有意でなかったが、実測量と常法推定量には有意差が認められた。また、試験４では実測量と常法推定量ならびに重回帰推定量の回帰係数にも有意差が認められた。

以上のことから、めん羊の自由採食量推定は、同じ飼料条件であれば排糞量と糞中ＡＩＡ含量／飼料中ＡＩＡ含量の既往推定式で推定できる可能性が示唆された。しかし、放牧時の自由採食量推定に際しては、排糞量の測定、飼料条件別の推定式、さらに採食草の試料採取など今後検討すべき幾つかの問題点がある。

摘　　要

反すう家畜の自由採食量を飼料中の酸不溶性灰分（ＡＩＡ）で推定するため、試験２で採食量を推定する重回帰式を作成、試験３および試験４で重回帰式の適合性を検討した。重回帰式の独立変量は、排糞量と糞中ＡＩＡ含量／飼料中ＡＩＡ含量で、その寄与率が約93％であった。重回帰式の適合性は、試験３の同じ飼料では実測量と推定量は一致したが、試験４の異なる飼料では一致しなかった。以上のことから、自由採食量の推定に既往推定式は利用できるが、適用範囲に限定のあることが示唆された。

文　　献

1）西埜　進・近藤誠司・荻野　健、1979．反すう家畜の消化率推定指示物質としての酸不溶性灰分の検討．酪農大紀要、８：23－30．

2）西埜　進・岩崎元彦・東　洋生・近藤誠司、1985．反すう家畜の採食量推定指示物質としての酸不溶性灰分の検討．北草研報、３：197－201．

3）Shrivastava, V.S. and S.K.Talapatra, 1962. Pasture studies in uttar pradesh II. Use of some natural indicators to determine the plane of nutrition of a grazing animal. Indian J. Dairy Sci., 15：154－160.

4）Thonney, M.L., D.J. Duhaime, P.W.Moe and J.T.Reid, 1979. Acid insoluble ash and permanganate lignin as indicators to determine digestibility of cattle rations. J.Anim. Sci., 49：112－1116.

北海道草地研究会報 25：55－57（1991）

稲わらの飼料価値向上に関する研究

ジェジーアコルダ・岡本明治・吉田則人（帯広畜産大学）

A Study on the Nutritive Value of Processed Rice Straw

J. Acorda, M. Okamoto, N. Yoshida
(Obihiro Univ. of Agric. & Vet. Med., Obihiro, Hokkaido 080 JAPAN)

緒　　言

稲はアジアで最もよく栽培されている作物で，それに伴い副産物としての稲わらも多量に産出されている。しかし，現在では日本とインドを除いて，稲わらは飼料としてあまり利用されていない。なぜなら，稲わらは栄養的に可消化エネルギーが低く，粗蛋白質も低いためである。しかし，もし稲わらを処理調製して，その飼料価値を高めることが出来れば，反芻家畜に対して，貴重な代替飼料になると思われる。

材料と方法

この研究は二つの実験から成り立っており，これらは添加物，調製時間と分析の方法に差がある。稲わらを細切し，これに添加物として，実験１では，水酸化ナトリウム２％（So），大豆粕５％と尿素５％（Su），産卵鶏の糞３０％（Ma）及び糖密１０％，実験２では尿素５％（Ur），ブロイラーの糞２０％（Bm）及び糖密１０，２０，３０％（Mo１０，Mo２０，Mo３０）の処理をした。それぞれの添加物は水に溶かして稲わらに混ぜ，実験１の場合には，その混合物をポリエチレンバッグに入れて，１９８９年１２月より４５日並びに90日間貯蔵した。

実験２の場合には，その混合物をラボラトリサイロに入れて，１９９０年６月より１５日間，３０日間及び45日間貯蔵した。各種添加物で処理調製した稲わらサイレージの外観性状，一般成分，発酵品質及び消化性（ＤＯＭＤ％[1]，*in situ* ＤＭＤ[3]）を測定した。

結果と考察

実験１においては添加物として使用した産卵鶏の糞の灰分含量が高いこと[2]がサイレージの品質に影響した。調製サイレージの表面にはカビの発生が見られたが，大豆と尿素及びこれに糖密を添加したサイレージには認められなかった。ｐＨについては，鶏糞を添加していない稲わらサイレージは処理後45日目まで低下したが，添加サイレージのｐＨはほとんど変化がなかった。アンモニア態窒素については，鶏糞を添加したサイレージにおいて処理後90日目まで増加したが，添加していないものはほとんど変化がなかった。なお，乳酸は鶏糞添加サイレージには認められなかった。これは鶏糞添加サイレージ中の易発酵性炭水化物が低いこと[4]や，易炭水化物含量に比べて粗蛋白質の割合が高いこと[6]，さらに，高い灰分含量による緩衝作用のため[5]と考えられる。サイレージの発酵品質をフリーグ評点で評価すると，糖密，水酸

化ナトリウムと糖密及び尿素と糖密を添加した稲わらサイレージは他の混合物を添加したサイレージに比べて良好な発酵品質であった（図１）。種々の混合物を添加したサイレージの消化性は無添加の対照サイレージに比べて高かった（図２）。

実験２に供試したブロイラーの糞の灰分含量は実験１で供試した産卵鶏の糞より低い値であった。全ての稲わらサイレージにカビは認められなかった。乳酸含量とpH値から全ての稲わらサイレージに発酵が認められ，pH値は処理後15日目まで低下したが，その後45日目においてもほとんど変化がなかった。乳酸については，尿素と糖密を添加した稲わらサイレージが最も高く，アンモニア態窒素については，尿素及び尿素と糖密を添加したサイレージは処理後15日目まで増加したが，他の稲わらサイレージにはほとんど変化が認められなかった。フリーグ評点による発酵品質については，無添加サイレージの対照区を除いて，添加サイレージ全てが良好な発酵品質を示した（図３）。消化性についてはブロイラーの糞と糖密，および尿素と糖密を添加したサイレージが最も高い値を示した（図４）。また，大腸菌群については，ブロイラーの糞，およびブロイラーの糞と糖密を添加した稲わらサイレージにはほとんど認められず無添加サイレージに多く認められた。これは，ブロイラーの糞を添加したサイレージのpH値が無添加サイレージのpH値より低かったためでないかと考えられる[6]。さらに，実験２のサイレージを羊に給与したが無添加とブロイラーの糞添加サイレージ以外の全ての

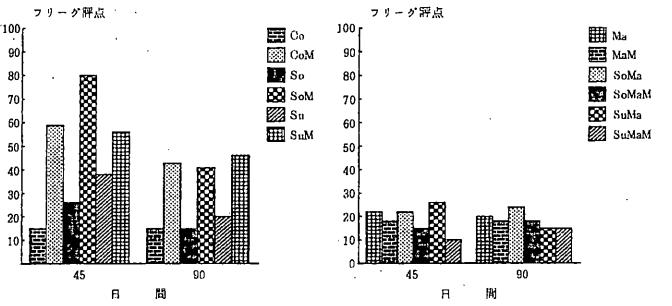


図1.　稲わらサイレージのフリーグ評点（実験１）

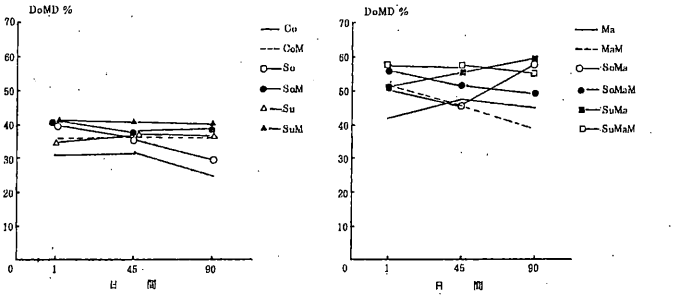


図2.　稲わらサイレージの可消化有機物（実験１）

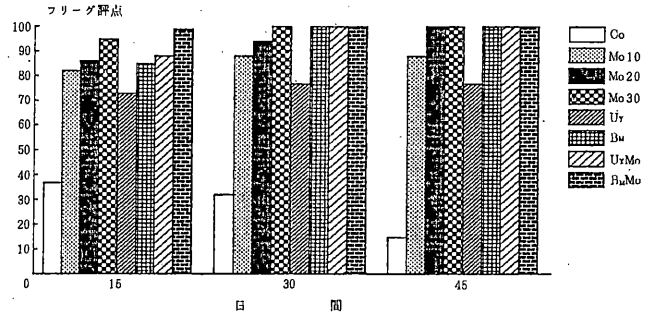


図3.　稲わらサイレージのフリーグ評点（実験２）

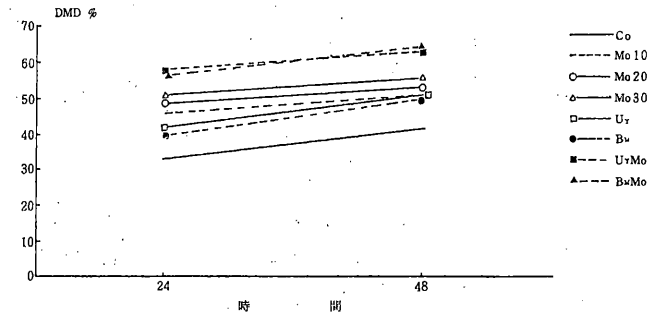


図4.　稲わらサイレージの *in situ* 乾物消化率（実験２）

サイレージの嗜好性は良好であった。

摘　　要

以上の結果を要約すると，稲わらに色々な添加物を混合して，サイレージ調製することにより飼料価値が向上することが分かった。特に，ブロイラーの糞と糖密，および尿素と糖密を添加した稲わらサイレージはよく発酵し，稲わらの消化性も増加させることが出来た。このことは濃厚飼料が高く，あるいは入手困難な国々において，十分利用されていない稲わらと，容易に手に入れることのできる添加物を使って良質なサイレージを作ることが可能であり，反　家畜に対して立派な代替飼料にすることが出来ると思われる。

引 用 文 献

1) Dowman, M. G. and F. C. Collins. (1977)：The prediction of digestibility of silages using cellulase. J. Sci. Fd. Agric., 28：1071-1074.

2) Krishna Reddy, G. V. and M. Raj Reddy. (1989)：Nutritive value of rice straw(*Oryza sativa*) ensiled with animal excreta and rumen digesta. Anim Feed Sci. Technol., 24：69-81.

3) Van Keuren, R.W. and W. W. Heinemann. (1962)：Study of a nylon bag technique for *in vivo* estimation of forage digestibility. J. An. Sci., 21：340-345.

4) Van Soest, P. J. (1982)：Nutritional ecology of the ruminant. O & B Books, 139-151.

5) Wilkins, R. J. (1988)：The preservation of forages. In：Orskov, E. R. (Editor) World Animal Science：Feed Science. Elsevier Science Publishers, Amsterdan. 231-251.

6) Woolford, M. K. (1984)：The silage fermentation. Marcell Decker, Inc., New York, 133-320.

J. Hokkaido Grassl. Sci. 25：58－59（1991）

牧草サイレージ単一給与による乳生産

岡本明治，越田雄三，田沢多佳子，吉田則人
（帯広畜産大学草地利用学研究室）
池滝　孝（帯広畜産大学附属農場）

緒　論

牧草が本来保持している飼料価値を再確認するために早刈り牧草を同一原材料としてロールベールサイレージと，慣行スタックサイレージに調製し，それぞれを単一給与した場合の乳牛の採食量，乳生産量および乳質について検討した。

材料と方法

チモシー，オーチャードグラス主体混播草地9ha（1986年造成）を穂孕から出穂始め期に刈取り（5月28日）予乾後スタックサイロとロールベールにサイレージ調製した。

これらのサイレージを単一無制限に平均実績乳量7,000kgの乳牛4頭，2群に給与し，1期21日間3期の2重反転法により泌乳試験を実施した。供試サイレージの組成，採食量，乳量，乳成分を比較検討した。

結果と考察

表1に供試サイレージの組成を示した。両サイレージの水分含量はおおよそ58%程度で等しいが，pHはスタックサイレージが4.9に対し，ロールベールサイレージは5.3と有意に高く，細切の有無による発酵パターンの違いが影響しているものと考えられた。

また，マメ科牧草の混入程度が少なかったために粗蛋白質含量は両者とも13～14%と低い値であった。

供試サイレージのADF含量は5月28日の早刈りにしては若干高い値であった。これはチモシーに比較して生育の早いオーチャードグラスがすでに出穂期に達していたことが影響したものと考えられた。

Martensの回帰式より求めた乾物kgあたりの推定NE_Lは1.32～1.35Mcalであった。

これらのサイレージを乳牛に給与した結果1頭あたり原物で約45kg，乾物で約19kgを採

表1. 供試サイレージの組成

	pH	水分	粗蛋白質	ADF	推定NE_L[2]
		%	——% DM——		Mcal/kg,DM
ロールベール サイレージ	5.3 ±0.29	57.7 ±4.76	14.7 ±2.55	33.1 ±2.80	1.35
慣行スタック サイレージ	4.9 ±0.16	58.4 ±4.02	13.3 ±1.27	34.1 ±1.03	1.32
	**	ns	ns	ns	

平均値±標準偏差、 **：1%水準で有意差あり、 ns：有意差なし
2：Martens (1983)

表2. 供試家畜のサイレージ採食量

	サイレージ採食量 原物量	サイレージ採食量 乾物量	体重あたり乾物採食量	代謝体重あたり乾物採食量
	kg/日、頭		%	$g/kg^{0.75}$
ロールベール サイレージ給与区	44.9 ±8.3	18.8 ±3.4	3.05 ±0.37	151.73 ±17.72
慣行スタック サイレージ給与区	45.9 ±5.8	19.2 ±2.3	3.12 ±0.29	155.04 ±13.04
	ns	ns	ns	ns

平均値±標準偏差、 ns：有意差なし

食し，代謝体重あたりでは152～155gとなった（表２）。有意な差は認められなかったが慣行スタックサイレージがロールベールサイレージと比べて乾物採食量は若干多かった。

１日１頭あたり４％ＦＣＭはスタックサイレージ給与群がロールベールサイレージ給与群よりも有意に多かった（表３）。

乳組成の中で脂肪含量は牧草単一給与が影響し，いずれも４％以上であったが乳蛋白質含量は2.8～2.9％と低い値であった。この原因としてはエネルギー不足が考えられる。たとえばＮＲＣ養分要求量と比較すると，その充足率はおおよそ９０～９３％程度であった（表４）。摂取乾物量はほぼ要求量を満たしていることから給与サイレージの栄養価が制限要因となっている。ＦＣＭと摂取ＴＤＮから求めた生産粗効率は３６～３８％で，一般的な飼養条件における効率と比較すると４～５％高い値であった。

表3. 乳量と乳組成

	乳量	4%FCM乳量	脂肪	無脂固形物	蛋白質	乳糖
	kg/日、頭		%			
ロールベール サイレージ 給与区	21.2 ±3.72	21.7 ±3.13	4.17 ±0.45	8.48 ±0.02	2.89 ±0.21	4.50 ±0.18
慣行スタック サイレージ 給与区	22.5 ±2.54	22.8 ±2.02	4.15 ±0.35	8.46 ±0.12	2.82 ±0.29	4.55 ±0.17
	ns	*	ns	ns	ns	*

平均値±標準偏差、＊5%水準で有意差あり、ns：有意差なし

表4. ＮＲＣ要求量に対する栄養充足率

	DM	NE_L	TDN	C. Pro	生産粗効率
	%				
ロールベール サイレージ給与区	105.6	92.6	94.0	109.3	36.1
慣行スタック サイレージ給与区	105.5	89.9	91.0	97.8	37.9

両サイレージ給与区に割りあてた牛群の，体重，産次，乳量，分娩後経過日数は可能なかぎり近い範囲となるように配慮したが，実際の採食量，乳量にはかなりの変動がみられ，産次の進んだ乳牛ほど，粗飼料を多量に採食でき乳量も多い傾向があった。しかし，同じ産次でも個体間に差が認められることから，育成期の飼育方式や各個体の遺伝的資質等が粗飼料採食能力，ひいては産乳量に少なからぬ影響を及ぼしているものと予想された。

摘　要

１）牧草サイレージを単一給与した場合１日１頭あたりの乾物採食量はおおよそ１５～２３kgの範囲にあり平均19kgであった。その時の乳生産量はおおよそ１７～２７kgの範囲で平均22kgであった。

２）ロールベールと慣行スタックサイレージ給与間の乾物採食量には有意な差は認められなかったが，スタックサイレージ区が若干多く採食した。

３）４％ＦＣＭはスタックサイレージ給与区がロールベールサイレージ給与区よりも有意に高かった。

４）栄養充足率はNE_Lでおおよそ９０～９３％，蛋白質ではほぼ１００％であった。生産粗効率は約３７～３８％であった。

引用文献

1）Brody, S（1964）：Bioenergetics and Growth. Hafner, New York

2）Mertens, D. R.（1983）：Cornell Nutrition Conference. p60-68

3）N R C（1989）Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 6th Rev. Edi. USA.

J. Hokkaido Grassl. Sci. 25: 60－62 (1991)

サイレージ用とうもろこし（晩生種）の栽植密度が収量と消化率に及ぼす影響

吉田　悟・上出　純・前田善夫（中央農試）

緒　言

サイレージ用とうもろこしの栽培において，栽植密度は収量などに大きく影響することから重要な要素といえる。一方，サイレージ用とうもろこしは家畜の飼料として利用することからその栄養価を適正に評価することも重要なことと考えられる。

そこでサイレージ用とうもろこしの栽培と栄養価の関係を明らかにするために，道央において栽培可能な晩生種を用いて栽培密度の違いが収量と消化率に及ぼす影響を検討したので報告する。

材料および方法

とうもろこしの栽植密度を高，中，低区の3段階とし，それぞれの栽植本数を 15,686，7,843，3,921 本／10aとし比較した。これは高区が中区の2倍，低区は中区の半分の栽植密度となる。用いた品種は昨年北海道の優良品種になった「3540」である。播種は5月2日で，畦幅75cm，株間は高，中，低区それぞれ8.5，17，34cmとした。施肥量は各区とも同じでN，P_2O_5，K_2Oそれぞれ17，15，13kg/10aとした。サイレージの調製は9月15日に刈り取り，幅90cm×180cm，高さ90cmのコンパネ主体の木製コンテナを試作し，これに詰め込んだ。消化試験は明2才の雄羊を用い，予備期5日，本期5日で実施した。

結果および考察

生育成績は表1に示すとうりである。発芽，初期生育，抽糸期および収穫期熟度は処理間差はなかった。しかし，雌穂の乾物率は高，中，低区それぞれ50，54，57％で，処理の差があり，密度を低くすると登熟が早まる傾向を示した。乾雌穂重割合は高区が低く，中区と低区は同程度であった。稈長は中区が最も高かった。不稔個体割合は高区に5％の発生が見られたが，大きな値ではなかった。倒伏は各区ともなく，処理による差はみられなかった。

表1　とうもろこしの生育成績

処　理	発芽日（月日）	抽糸期（月日）	収穫日（月日）	収穫期熟度	雌穂の乾物率（％）	稈長（cm）	着雌穂高（cm）	不稔個体割合（％）
高　区	5.17	8.01	9.14	黄熟初	50	261	139	5
中　区	5.17	8.01	9.14	黄熟初	54	280	141	0
低　区	5.18	8.01	9.14	黄熟初	57	265	124	0

とうもろこしの個体重を表2に示した。茎葉重，雌穂重とも栽植密度が低い区ほど個体重は大きく，生草収量の総重では高，中，低区それぞれ約600，1,000，1,500gであった。乾物収量でも処理間差が大きかった。これを割合で示したのが表3である。生草収量では，中区は高区の1.7倍，低区は2.6倍であった。乾物収量はその差がさらに大きくなっていた。乾雌穂重では高：中：低区が1：2：3の割合とな

った。

とうもろこしの10a当り収量を表4に示した。生草収量は高区が約9t，中区7.5t，低区が6tと高区がかなり収量が多かった。乾物収量は高，中，低区それぞれ2.4t，2.1t，1.7tであった。これらを割合で示したのが表5である。生草収量の総重では中区は高区の8割，低区は6割程度であった。乾物収量では，中区が高区の9割程度までに達したが，低区は7割程度にとどまっていた。中区の乾雌穂重については高区と同程度の値を示した。

とうもろこしサイレージの飼料成分を表6に示した。サイレージの貯蔵期間は3週間であったが，品質は各区とも良好で，pHは3.7～3.85であった。粗蛋白は高区が他の区よりやや高かった。粗繊維，ADFは低区がやや低かった。NDFは高区がやや高く，低区がやや低かった。これらの結果は雌穂割合の差によるものと思われる。

とうもろこしサイレージの消化率を表7に示した。乾物消化率は低区がやや高く，高区，低区との差は少なかった。高区と中区の差はなかった。粗蛋白質消化率は高区がやや高か

表2　個体重

処理	生草収量（kg/10a）			乾物収量（kg/10a）			乾雌穂重割合 (%)
	茎葉重	雌穂重	総重	茎葉重	雌穂重	総重	
高区	445	135	580	89	68	157	43
中区	721	243	964	139	131	270	48
低区	1,116	369	1,485	230	210	440	48

表3　個体重の比率

処理	生草収量			乾物収量		
	茎葉重	雌穂重	総重	茎葉重	雌穂重	総重
高区	100	100	100	100	100	100
中区	162	180	166	156	193	172
低区	251	273	256	258	309	280

表4　10a当り収量

	生草収量（kg/10a）			乾物収量（kg/10a）		
	茎葉重	雌穂重	総重	茎葉重	雌穂重	総重
高区	6,947	2,114	9,061	1,382	1,056	2,438
中区	5,634	1,899	7,533	1,087	1,024	2,111
低区	4,362	1,442	5,804	899	822	1,721

表5　10a当り収量の割合

	生草収量			乾物収量		
	茎葉重	雌穂重	総重	茎葉重	雌穂重	総重
高区	100	100	100	100	100	100
中区	81	90	83	79	97	87
低区	63	68	64	65	78	71

表6　とうもろこしサイレージの飼料成分

処理	水分	乾物中 %						
		粗蛋白	粗脂肪	NFE	粗繊維	粗粗分	ADF	NDF
高区	73.1	8.5	2.8	55.7	25.7	7.2	34.0	61.4
中区	72.0	7.8	2.6	55.8	25.9	7.9	33.7	56.3
低区	70.4	7.2	3.3	60.6	22.9	6.0	30.6	49.1

表7　とうもろこしサイレージの消化率 (%)

処理	乾物	粗蛋白	粗脂肪	NFE	粗繊維	ADF	NDF
高区	65.4	61.3	79.3	71.4	57.0	49.8	60.1
中区	65.3	53.0	79.9	71.4	58.3	52.3	56.6
低区	67.7	52.2	75.1	76.0	58.0	52.1	56.8

った。その他の成分消化率は処理間の差はみられなかった。

以上の成績から栄養価および栄養収量を算出したものを表８に示した。乾物中のＤＣＰは高区が高かった。ＴＤＮは低区がやや高かったが，高区との差は少なかった。割合で見ると中区，低区の乾物中ＤＣＰは高区の８割程度であった。乾物中ＴＤＮは低区が高区の106％であった。

10ａ当りのＤＣＰ，ＴＤＮ生産量は密度が高い区ほど多くなった。割合でみるとＤＣＰでは中区，低区は高区に対しそれぞれ７割，５割と大きな差となっていた。ＴＤＮでは中区，低区は高区に対しそれぞれ86％，75％にとどまっていた。

表８　とうもろこしの栄養価および栄養収量比較

処　理	乾物中％		同左割合		10ａ当り生産量		同左割合	
	ＤＣＰ	ＴＤＮ	ＤＣＰ	ＴＤＮ	ＤＣＰ	ＴＤＮ	ＤＣＰ	ＴＤＮ
高　区	5.2	64.6	100	100	127	1,575	100	100
中　区	4.1	63.8	79	99	87	1,347	69	86
低　区	3.8	68.6	73	106	65	1,181	51	75

めん羊の乾物および栄養摂取量を表９に示した。乾物摂取量は高区と低区の差がなく，中区が他の区より１割程高かった。ＴＤＮ摂取量は高区が他の区より低かったが，その差は小さかった。

表９　めん羊の乾物および栄養摂取量

処　理	摂取量（ｇ／頭／日）			同左割合（％）		
	乾　物	ＤＣＰ	ＴＤＮ	乾　物	ＤＣＰ	ＴＤＮ
高　区	1,114	58	720	100	100	100
中　区	1,229	50	784	110	87	109
低　区	1,107	42	759	99	73	106

以上のように栽植密度を低くすると個体の生産量は顕著に増加し，品種の持っている能力を十分に発揮させることが出来る。

しかし，単位面積当りの生産量は個体の生産量とは反対に，密度を高めることにより多くなり，面積当り収量に及ぼす栽植密度の影響は晩生種においても大きいことが示された。

これらをサイレージにした場合の消化率は，密度を高くしてもそれほど低下せず，栄養収量に及ぼす影響は少なかった。栽植密度がとうもろこしの品質に及ぼす影響は家畜の採食量やサイレージ品質からみて大きく影響するものではないと思われた。

サイレージ用とうもろこしの栽植密度は品種の特性，とくに耐倒伏性，地域性（気象条件），飼料価値等を考慮し決めなければならないが，本試験の収量，消化率，採食量成績などから考えると晩生種においても栽植密度を高くしたほうが有利であると思われた。しかし，密植する場合は倒伏が多くなることが考えられるので，耐倒伏性の強い品種の選定が条件となろう。

引　用　文　献

(1) 石栗　敏機（1983）：北草研会報17号，1－4
(2) 中世古公男（1985）：北草研会報19号，10－19
(3) 長谷川寿保（1985）：北草研会報19号，20－26
(4) 鳶野　　保（1985）：北草研会報19号，27－39

北海道草地研究会報 25：63－65（1991）

既往の報告に見られる自由採食量、乾物排泄量、可消化乾物摂取量および乾物消化率の関係

石栗敏機（中央農試）

緒　　言

著者はさきに牧草のめん羊による自由採食量と乾物排泄量，可消化乾物摂取量および乾物消化率との相互の関係を報告した（日草誌 36，176－183）。しかし，このような関係を調べた報告は見あたらない。そこで，自由採食量と乾物消化率が報告されている成績から乾物排泄量と可消化乾物摂取量を算出し，それらの相互の関係を検討した。

材料と方法

以下の 6つの報告を用いた。

(1) Minson, D.J., C.E.Harris, W.F.Raymond and R.Milford (1964) The digestibility and voluntary intake of S22 and H.1 ryegrass, S170 tall fescue, S48 timothy, S215 meadow fescue and Germinal cocksfoot. J.Brit.Grassl.Soc., 19, 298－305.

(2) Troelsen, J.E. and J.B.Campbell (1969) The effect of maturity and leafness on the intake and digestibility of alfalfa and grasses fed to sheep. J. agric. Sci., Camb. 73, 145－154.

(3) Reid, R.L., G.A.Jung and C.M.Kinsey (1967) Nutritive value of nitrogen fertilized orchardgrass pasture at different period of the year. Agronomy J. 59, 519－525.

(4) Laredo, M.A. and D.J.Minson (1973) The voluntary intake, digestibility and retention time by sheep of leaf and stem fractions of five grasses. Aust.J. agric. Res., 24, 875－888.

(5) Reid, R.L., Karen, Powell, J.A.Balasko and C.C.McCormick (1978) Performance of lambs on perennial ryegrass, smooth brome grass, orchardgrass and tallfescue pasture. 1. Live weight change, digestibility and intake of herbage. J. Animal Sci., 46, 1493－1502.

(6) Naga, M.A., K. el-Shazhy, H.I.Deif, M.A. Abaza and R.H. el-Faham (1975) Relationship between nitrogen balance, digested nitrogen and dry matter digestibility in ruminants. J. Animal Sci., 40, 366－373.

体重と 1日 1頭当りの乾物採食量が記されている報告では，メタボリックボデイサイズ（$kg^{0.75}$）当りに換算した量を用いた。また，乾物消化率から乾物排泄量と可消化乾物摂取量を計算した。独立変数はすべて自由採食量（X_{DMI}）とし，乾物排泄量（Y_{DMF}），可消化乾物摂取量（Y_{DDMI}）および乾物

消化率（Y_{DMD}）との関係を調べた。

結　　果

報告(1)から(6)の自由採食量，乾物排泄量，可消化乾物摂取量および乾物消化率の平均値と範囲を表１に自由採食量とそれらの相互の関係を表２に，また，(1)から(4)のそれらの関係を図１～４に示した。

自由採食量と乾物排泄量の間には$Y_{DMF} = a + bX_{DMI}$，自由採食量と可消化乾物摂取量の間には$Y_{DDMI} = -a + (1-b)X_{DMI}$，自由採食量と乾物消化率の間には$Y_{DMD} = b' - a'/X_{DMI}$の関係にあった。また，$a \fallingdotseq a'$，$b \fallingdotseq b'$であった。

表１．各飼料の自由採食量，乾物排泄量，可消化乾物摂取量および乾物消化率の平均値と範囲

	n	自由採食量 平均値	自由採食量 範囲	乾物排泄量 平均値	乾物排泄量 範囲	可消化乾物摂取量 平均値	可消化乾物摂取量 範囲	乾物消化率 平均値	乾物消化率 範囲
Minsonらの報告(1)，イネ科牧草									
1番草	41	65.6	93.8-39.4	19.2	26.1-12.9	46.4	75.0-22.6	70	83-56
再生草	22	76.0	91.8-62.4	22.6	26.4-17.1	53.4	71.1-42.4	70	81-65
Troelsenらの報告(2)									
イネ科牧草	24	54.8	84.5-30.1	22.7	27.8-17.9	33.8	60.7-12.2	58	74-42
マメ科牧草	12	65.6	85.6-41.8	25.9	33.0-22.1	39.7	63.5-18.9	59	74-46
Reidらの報告(3)									
OG	16	96.0	138.0-43.8	29.0	34.9-22.3	67.0	104.2-21.5	67	76-49
Laredoらの報告(4),暖地型牧草									
葉部	15	57.8	73.9-44.1	27.0	32.3-22.0	30.8	47.1-19.9	53	64-45
茎部	15	39.6	56.6-23.4	17.2	22.4-10.7	22.4	34.2-12.7	56	62-48
Reidらの報告(5)									
イネ科牧草	16	47.6	64.2-32.4	14.6	22.7-10.9	33.0	50.1-21.5	69	81-61
Nagaの報告(6),rationの結果									
組合わせ	29	49.9	78.8-33.3	18.7	30.6- 8.5	31.3	56.8-14.7	62	75-39

注　量の単位は報告(1)は$kg^{0.73}$，他は$kg^{0.75}$，消化率は%

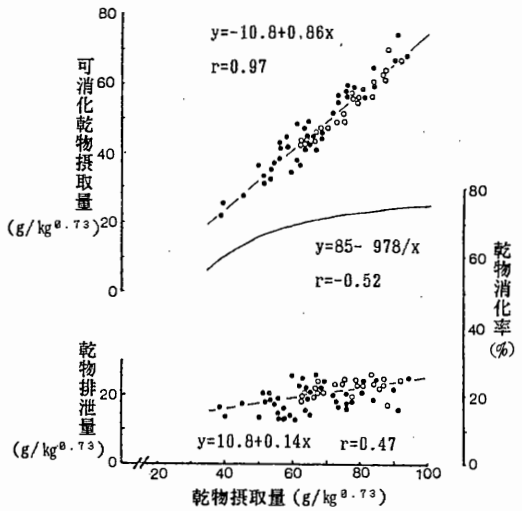


図１　乾物摂取量と乾物排泄量，可消化乾物摂取量および乾物消化率の関係（Minsonらの報告）

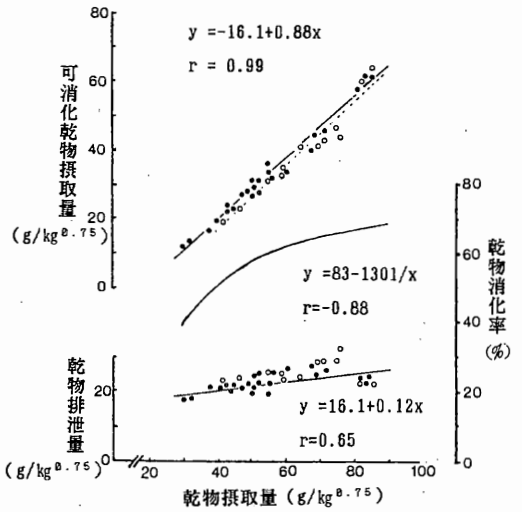


図２　乾物摂取量と乾物排泄量，可消化乾物摂取量および乾物消化率の関係（Troelsenらの報告）

表２．自由採食量(X)と乾物排泄量(Y)，可消化乾物摂取量(Y)および乾物消化率(Y)との関係

	n	乾物排泄量(Y) y=a+bx r	a	b	可消化乾物摂取量(Y) y=a+bx r	a	b	乾物消化率(Y) y=b−a/x r	b	a
Minsonらの報告(1)										
1番草	41	0.37*	12.1	0.11	0.96**	-12.1	0.89	-0.56**	0.88	-11.22
再生草	22	0.36	15.4	0.09	0.97**	-15.4	0.91	-0.63**	0.89	-13.91
全　体	66	0.47**	10.8	0.14	0.97**	-10.8	0.86	-0.52**	0.85	-9.78
Troelsenらの報告(2)										
イネ科牧草	24	0.65**	16.1	0.12	0.99**	-16.1	0.88	-0.88**	0.83	-13.01
マメ科牧草	12	0.32	20.7	0.08	0.97**	-20.7	0.92	-0.87**	0.87	-18.39
Reidらの報告(3)										
OG	16	0.73**	18.5	0.11	0.99**	-18.5	0.89	-0.93**	0.89	-18.94
Laredoらの報告(4)										
葉部	15	0.61*	16.7	0.18	0.96**	-16.7	0.82	-0.75**	0.79	-14.70
茎部	15	0.89**	5.2	0.30	0.98**	-5.2	0.70	-0.59*	0.67	-4.41
Reidらの報告(5)										
イネ科牧草	16	0.40	8.3	0.13	0.95**	-8.3	0.87	-0.46	0.82	-6.10
Nagaの報告(6),rationの結果										
組合わせ	29	0.64**	5.2	0.27	0.93**	-5.2	0.73	-0.26	0.72	-4.67

注　量の単位は報告(1)は$kg^{0.73}$，他は$kg^{0.75}$，消化率は%/100

* p<0.05, ** p<0.01

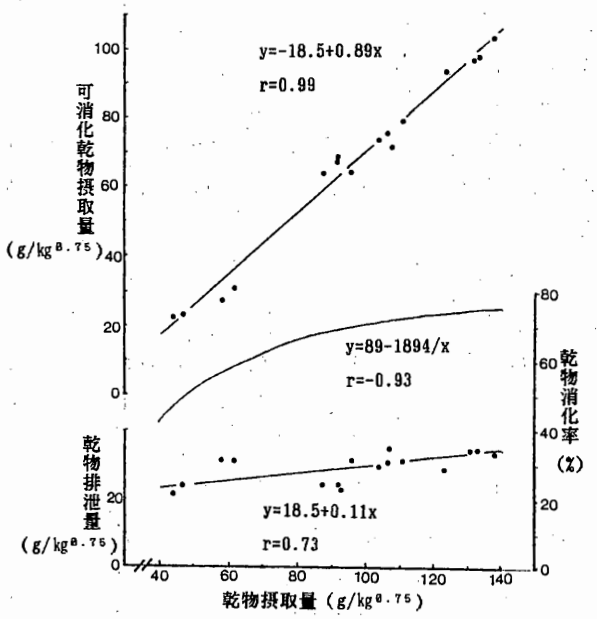


図３　乾物摂取量と乾物排泄量，可消化乾物摂取量および乾物消化率の関係（Reidらの報告）

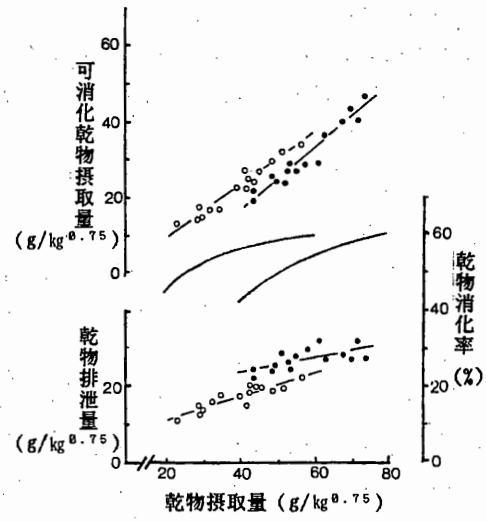


図４　乾物摂取量と乾物排泄量，可消化乾物摂取量および乾物消化率の関係（Laredoらの報告）

J. Hokkaido Grassl. Sci. **25**: 66－69 (1991)

組立式コンクリートパネルバンカーサイロの考案と利用について

髙木正季（宗谷南部地区農業改良普及所）
佐呂間開発工業株式会社

緒　　言

多頭化に伴って，低コストで省力的なサイロ施設が求められるようになり，とりわけバンカーサイロに対する関心は高まりつつある。そこで，現地組立方式によるバンカーサイロを考案し，その実用化にむけて検討した。

材料と方法

このバンカーサイロの原案は，コンクリートと土砂の合作というべきものである。それは，サイロ側壁をブロック化して工場で量産し，その壁を土砂で支える。これらによって，一般のコンクリートバンカーサイロに比べ，耐圧性，工事期間及び建設コスト面ですぐれたものになると考えた。

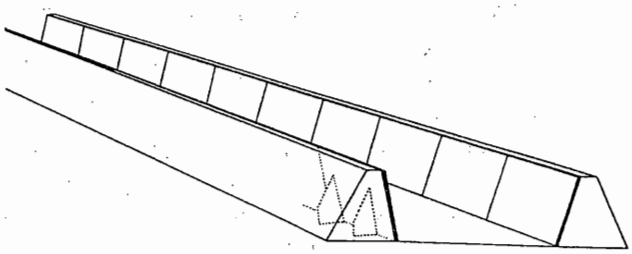


図1　組立式コンクリートパネルバンカーサイロの完成予想図（髙木原図 1986）

そこで，昭和62年より組立式コンクリートパネルバンカーサイロ（以下，組立式バンカーサイロ）の実用化にむけて検討を始めた。以来，現在までの4か年間に，佐呂間町と歌登町内に実験サイロを設置して，コンクリートパネルの製作と改良，建設方法，建設費用及びサイレージ発酵品質などについて検討をすすめてきた。

結　　果

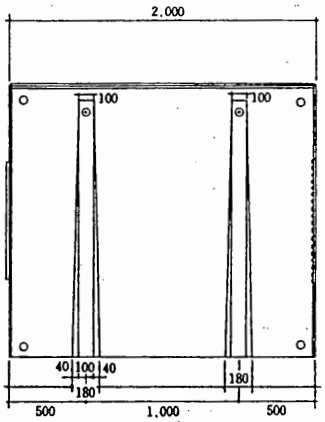
図2にコンクリートパネルの構造を示した。パネルは幅 2 *m*，高さ 1.763 *m* で，二本の脚と一体構造とした。この脚はパネルの強度を保持し，自立させることを目的としている。初期のものは幅 1 *m* 高さ 2 *m* であったが，強度を高め製造コストを引き下げるために大型化した。

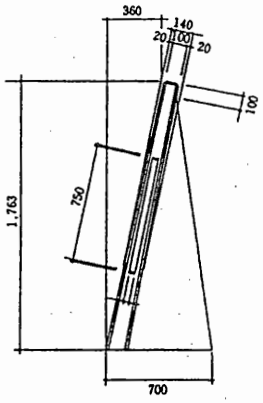
コンクリートパネル設置場所の造成法は次により検討した。

① 地面を整地して直に設置する。

② 全面コンクリート床をつくり設置する。

③ 帯状コンクリート床をつくり設置する（図3）。





幅……2,000mm
垂直高……1,763mm
斜高……1,800mm
鉄筋……10.7kg
重量……1,500kg

（実用新案特許出願中：佐呂間開発工業
出願番号：2-72396号）

図２　コンクリートパネルの構造

その結果，いずれの造成法であっても，パネル１枚当たり５分から10分で組立ることができた。パネルは背面をボルトで連結して固定し，盛土工事（図４）と床コンクリートを打設して完成する。

表１にサイロ容積と資材の必要量について示した。バンカーサイロの建設費用は，サイロの間口が広いほど割安になり，自家労賃や諸経費の見積によっても大きく異なる。そこで表２に，一般的と思われる事例を報告する。このサイロ容積は226 m^3で，m^3当たり建設費用は5,650円になった。

これは各種サイロの容積当たり建設費用（表３）の中で格段に安い。

一方，サイレージの調製作業面では，短時間に大量の原料草を詰めこむことができ，婦人労働に頼ることが多かった原料草のならし作業や踏圧作業も機械でなされるようになり，大幅に省力化できた。

また，塔型サイロに比べ踏圧と被覆資材を用いた密封が容易なので，良質サイレージが調製されている。表４は組立式バンカーサイロと塔型サイロを用いて，同一条件の原料草を詰め込み，発酵品質を比較したも

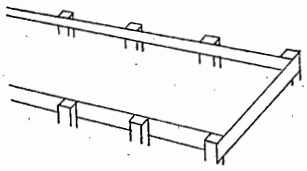


図３　帯状コンクリート床の型枠工事例（1989）

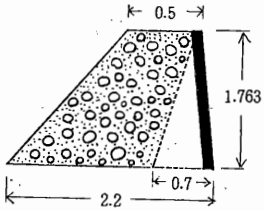


図４　盛土工事例（1987）

表１　サイロ容積と資材の必要量（m^3）

間口	奥行き m					
m	2	10	20	30	40	50
2	6.8 (0.4)	34 (2)	68 (4)	102 (6)	136 (8)	170 (10)
3	10.2 (0.6)	51 (3)	102 (6)	153 (9)	204 (12)	255 (15)
4	13.6 (0.8)	68 (4)	136 (8)	204 (12)	272 (16)	340 (20)
5	17.0 (1.0)	85 (5)	170 (10)	255 (15)	340 (20)	425 (25)
6	20.4 (1.2)	102 (6)	204 (12)	306 (18)	408 (24)	510 (30)
7	23.8 (1.4)	119 (7)	238 (14)	357 (21)	476 (28)	595 (35)
8	27.2 (1.6)	136 (8)	272 (16)	408 (24)	544 (32)	680 (40)
9	30.6 (1.8)	153 (9)	306 (18)	459 (27)	612 (36)	765 (45)
10	34.0 (2.0)	170 (10)	340 (20)	510 (30)	680 (40)	850 (50)

資材の必要量
コンクリートパネル…サイロの奥行きmを枚に読みかえた数量
床コンクリート…10cm厚の場合の必要量を( )内に示す
盛土用土砂…間口３mのサイロ容積に相当する土砂量以上

表2　組立式バンカーサイロの建設費用

費用		金額(円)	内訳	
資材代	コンクリートパネル	672,000	28,000円/枚×24枚	運賃別
	山砂利	130,000	1,000円/m^3×130m^3	基礎，盛土用
	生コンクリート	288,000	16,000円/m^3×18m^3	厚さ15cm
	小計	1,090,000		
諸経費	床地ならし	27,900	150m^2	
	生コン打込手間	36,000	18m^2	
	盛土整形	58,000	105m^2	
	パネル組立設置	36,000	1,500円/枚×12×2列	
	その他	30,000		
	小計	187,900		
合計		1,277,900	m^3当たり建設費用＝5,650円	

(注)　上間口5.7m，下間口5.0m，高さ1.763m，奥行き24m，サイロ容積226m^3の佐呂間町における建設事例（1989）

表3　各種サイロの建設費用

形式	容積当たり建設費用（円/m^3）	内訳 容積(m^3)	内訳 建設費用(円)
ブロック円塔	21,300	211（5.46×9.0）	4,500,000
コンクリートセグメント	32,100	237（5.5×10.0）	7,600,000
FRP	45,500	220（5.4×9.6）	10,000,000
スチール	39,200	245（5.53×15.2）	9,600,000
組立式バンカーサイロ	5,650	226（上間口5.7，下間口5.0 高さ1.763，奥行き24）	1,277,900

（佐呂間町における事例1987）

表4　とうもろこしサイレージの発酵品質，組立式バンカーサイロと塔型サイロの比較

区分	水分(%)	pH	総酸	乳酸	酢酸	酪酸	VBN/TN (%)
			原物中(%)				
組立式バンカーサイロ							
C－1	73.3	3.81	2.55	1.83	0.42		6.4
			(100)	(81.3)	(18.7)		
C－2	73.4	3.81	2.00	1.61	0.39		5.7
			(100)	(80.5)	(19.5)		
C－3	73.2	4.03	1.47	1.29	0.18		4.7
			(100)	(87.8)	(12.2)		
C－4	74.1	4.59	0.55	0.45	0.10		4.9
			(100)	(81.8)	(18.2)		
塔型サイロ							
T－1	75.6	3.81	1.97	1.61	0.36		7.3
			(100)	(81.7)	(18.3)		
T－2	75.0	3.76	1.58	1.21	0.37		3.9
			(100)	(76.6)	(23.4)		

(注)　( )内は総酸中の各酸の比率（1988）

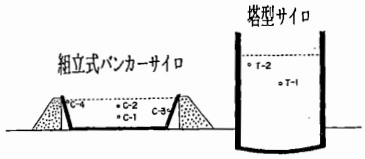


図5　サンプリング部位（1987）

のである。サイロ容積は組立式バンカーサイロが191㎥，塔型サイロが87㎥で，10月6日から10日にかけて調製したとうもろこしサイレージを，翌年1月19日に図5に示す部位からサンプリングして分析した。この結果，組立式バンカーサイロのサイロ壁に接する部位では，中心部に比べpHと総酸はやや劣ったものの，酸組成に問題はなく，全体として塔型サイロの発酵品質に比べ遜色はなかった。

考　　察

組立式バンカーサイロは，工場で生産したサイロ壁材を盛土で支え，堅固な低コストサイロの建設を目的とする。工事は短期間で済み，増設や移設も可能となる。壁面の傾斜はサイロ壁がうける内圧を緩和し，機械による踏圧作業にも適している。二方向に出入口をとり，片側にサイレージを残したまま，もう一方から原料草を詰め込むといったサイクル利用を行えば，利用コストは更に低減できる。そして，水平移動タイプの省力的な畜舎施設に適応したサイロとして，利用場面が拡大されることを期待する。

なお，この組立式バンカーサイロの建設と利用上の留意事項を，次に付記する。

① サイロの床面を周囲の地盤よりやや高くして，雨水の浸入を防ぐ。
② コンクリートパネルを支える盛土を十分に行って，サイロの内圧や踏圧作業の安全にそなえる。
③ 冬期間，サイロ上部に日光を遮らないことが凍結を軽減する。
④ サイレージ原料を被覆シートで密封するほか，サイロ上部に排水にそなえたシートをかける。
⑤ サイロの両側に出入口を設けることが望ましい。
⑥ サイロの建設場所は，農場施設の全体計画の中でよく検討されること。

謝　　辞

実験サイロの建設に率先して協力いただいた，佐呂間町の高井勝彦農場及び歌登町の小椋義則農場をはじめ，ご支援をいただいた両町の酪農家と関係機関並びに東紋東部地区農業改良普及所，宗谷南部地区農業改良普及所の諸兄に対し，心よりお礼申し上げます。

また，本報告と発表にあたりご指導をいただいた片山主任専門技術員，湯藤主任専門技術員，川田主任専門技術員，脊戸主任専門技術員並びに根釧農業試験場の峰崎研究職員に対し深謝申し上げます。

J. Hokkaido Grassl. Sci. 25：70－73（1991）

寒地におけるイタリアンライグラスの２、３年利用

原田文明・鶴見義朗（北海道農試）

緒　　言

イタリアンライグラスは初期生育、草質、耐湿性、低温伸長性などに優れるが、耐寒・耐雪性が劣るため、道内においては越冬が困難とされ、春播きによる１年利用とされている。そのため道内における越年利用の報告はほとんどない。

本草は耐暑性が劣るため、夏季高温となる地帯では越夏できないが、夏季冷涼な寒冷地では越夏が容易である。従って、ある程度越冬でき、翌春以降も栽培が可能であれば、転換畑あるいは他作物との輪作体系の中で良質粗飼料の低コスト生産のために利用できると考えられる。

そこで、イタリアンライグラスおよび本草とほぼ同様な特性をもつハイブリッドライグラスについて播種３年目までの乾物生産などを調査し、寒地における本草の短年利用の可能性について検討した結果を報告する。

材料および方法

１）供試材料：イタリアンライグラス（Lolium multiflorum Lam.）（以下ＩＲと略称する）からBillion（以下ＩＲ１）、Billiken（以下ＩＲ２）の２品種、ハイブリッドライグラス（L. multiflorum Lam.×L. perenne L.）のTetrelite（以下ＨＲ）、ペレニアルライグラス（L. perenne L.）のPetra（以下ＰＲ）（以上北海道準奨励品種）およびフェストロリウム（L. perenne L.×Festuca pratensis Huds.）のKemal（以下ＦＬ）各１品種を供試した。

２）試験配置：試験区は１区面積を８m^2（２m×４m）とし、３反復の分割試験区法により、主区に施肥量（少肥、中肥、多肥）、副区に草種・品種を配置した。

３）播　　種：1987年５月８日に各草種・品種共250 g／ａを散播した。

４）施　　肥：施肥量は中肥区を標準として、1987はN：P_2O_5：K_2O＝1.8：2.4：1.8（kg／a／年）、1988、89両年はN：P_2O_5：K_2O＝1.8：1.9：1.8（kg／a／年）とし、施肥は早春および１番草、２番草各刈取り後にN水準で８：５：５の割合で分施した。少肥区は中肥区の半量、多肥区は中肥区の２倍量を施用した。

５）刈取り時期：ＩＲについては開花初期～開花期、他の草種については開花初期～開花期あるいは多肥区が刈取り適期（草丈70～90 cm）に達した時期に全施肥量区一斉に刈取った。

６）調査項目：乾物収量、初期生育、基部被度、冬枯れ程度など。

結果および考察

１）播種当年：草種別刈取り時期を表１、諸形質を表２～３、乾物収量を図１～３に示した。播種当年におけるＩＲは初期生育に優れ、播種61日目の７月８日には開花初期に至り、１番草を刈取った。他方、永年生のＰＲおよびＦＬは初期生育が緩慢で、１番草の刈取り適期に達したのは播種73日目の７月20日で

あった。播種当年の刈取りはＩＲで４回刈り、他の草種は３回刈りとなった。播種当年の年間乾物収量は各施肥量区共ＩＲ≒ＨＲ＞ＰＲ≒ＦＬとなった。これはＩＲが旺盛な初期生育を示したこと、および夏～秋期にかけてＨＲの収量が高かった結果である。施肥反応は各草種とも良好で、中肥／少肥および多肥／中肥の平均値はそれぞれ1.62、1.47であった。

この年の７月初旬～中旬に全道的にアワヨトウが大発生し、ＩＲで多数の幼虫が観察された。また、病気は主として夏期に斑点病（Drechslera siccans Shoem.）、秋期に冠さび病（Puccinia coronata Corda）が発生した。冠さび病ではＩＲ、ＨＲ、とくに少肥区および中肥区のＩＲ１で罹病程度が高く、収量と草質に影響した。

２）播種２年目：ＩＲ、ＨＲは初年目の冬期間に雪腐黒色小粒菌核病（Typhula ishikariensis S. Imai）を主とする雪腐病に侵され、甚大な被害を受けた。また、全草種において、施肥量が増大するに従って菌核の密度が増加した。株の枯死率についてもＩＲ、ＨＲで極めて高く77～90％に達したが、ＰＲ、ＦＬは30～33％にとどまった。その結果、早春の基部被度はＩＲ、ＨＲで５～12％、ＰＲ、ＦＬで22～45％となった。

ＩＲ、ＨＲは年５回刈り、ＰＲ、ＦＬは年４回刈りとなった。ＩＲ、ＨＲは冬枯れ程度が高かったため、１番草の収量がＰＲ、ＦＬより低収となった。２番草以降は、草種間で乾物収量の大きな差は認められなかった。その結果、１番草において高い生産性を示した草種が年収量

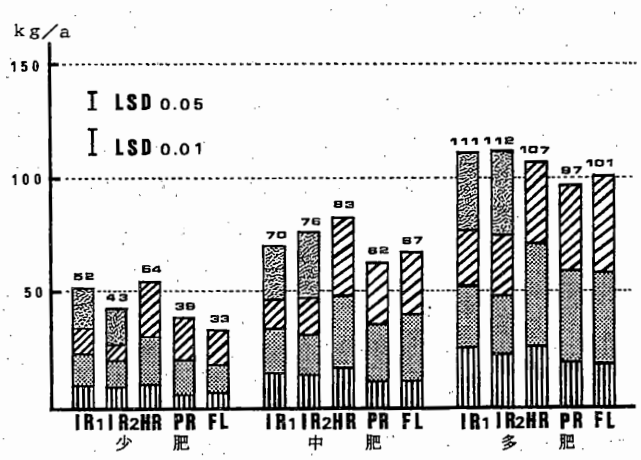


図１　播種当年のライグラス類の乾物収量

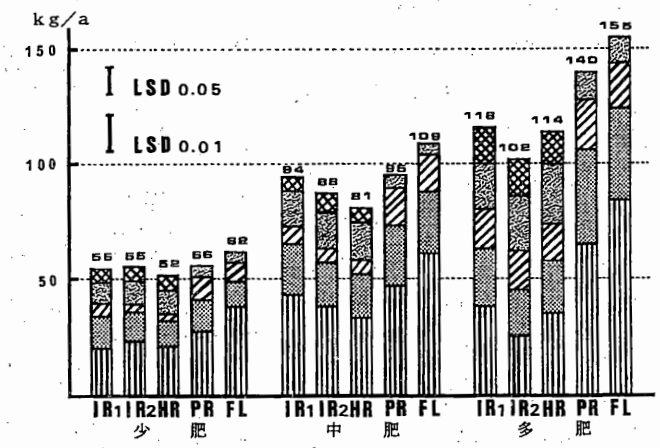


図２　播種２年目のライグラス類の乾物収量

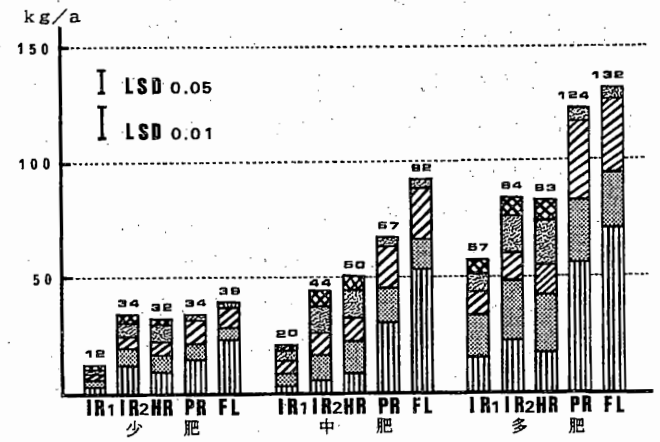


図３　播種３年目のライグラス類の乾物収量

でも高い値を示し、ＦＬ＞ＰＲ＞ＩＲ、ＨＲとなった。

ＩＲ、ＨＲの収量低下の最大の原因は冬枯れによる密度低下であるが、枯死率が79～90％に達したにもかかわらずその後の生育は旺盛で、年収量も播種当年と同等の値を示しており、実用的栽培の可能性が示唆された。播種2年目までＩＲあるいはＨＲが利用できれば、播種2年目の1番草が播種当年より1か月程度早くなると共に、播種のための種子代、耕起などの経費が節約できる利点がある。

表1　草種別刈取り年月日

1987	7.8	7.20	7.27	8.31	10.15
ＩＲ	①		②	③	④
ＨＲ		①		②	③
ＰＲ		①		②	③
ＦＬ		①		②	③
1988	**6.13**	**7.8**	**7.25**	**8.3**	**9.6**	**10.17**
ＩＲ	①	②		③	④	⑤
ＨＲ	①	②		③	④	⑤
ＰＲ	①		②		③	④
ＦＬ	①		②		③	④
1989	**6.20**	**7.18**	**8.10**	**9.13**	**10.18**
ＩＲ	①	②	③	④	⑤
ＨＲ	①	②	③	④	⑤
ＰＲ	①	②		③	④
ＦＬ	①	②		③	④

注．○内：刈取り回次

3）播種3年目：ＩＲおよびＨＲでは冬枯れによる被害が甚大で、早春の基部被度が2～8％まで低下した。表3に示したとおり、永年生の草種と比較してＩＲは越冬時の基部被度の低下が著しく、耐寒性ならびに雪腐病抵抗性の品種改良が必要である。

年間刈取り回数は2年目と同様ＩＲ、ＨＲが5回刈り、ＰＲ、ＦＬが4回刈りとなった。番草別の収量パターンはＰＲ、ＦＬでほぼ前年と同じ傾向を示したのに対し、ＩＲ、ＨＲでは冬枯れの影響で1番草の乾物収量が著しく低下し、年間乾物収量においてもＰＲ、ＦＬより低収であった。また、1番草収量および年合計収量においてＩＲ1はＩＲ2、ＨＲよりも低収となった。病気についてはＩＲ1の冠さび病が問題となった。また、ＩＲ、ＨＲにおいては株密度の低下に伴って雑草の侵入が著しく、播種3年目における実用的栽培は困難であると考えられた。

表2　ライグラス類草種の諸形質（1987）

処理	草種（品種）	草勢[1] 6.26	草丈[2] 6.26	出穂始（月日）	出穂茎[3] 8.27	害虫[4] 7.6	罹病程度[5] 8.27	罹病程度[5] 10.12
少肥区	ＩＲ（Billion）	3.0	40	6.25	43	1.3	2.2	3.3
	ＩＲ（Billiken）	3.0	43	6.24	60	1.0	3.0	2.2
	ＨＲ（Tetrelite）	2.0	25	7.2	1	1.0	2.8	2.2
	ＰＲ（Petra）	1.0	14	－	0	1.0	3.2	2.0
	ＦＬ（Kemal）	1.0	18	－	0	1.0	3.5	2.3
	平均	2.0	28	－	－	1.1	2.9	2.4
中肥区	ＩＲ（Billion）	3.7	43	6.25	50	2.7	2.3	3.0
	ＩＲ（Billiken）	3.7	48	6.24	90	2.0	2.0	1.7
	ＨＲ（Tetrelite）	3.0	35	7.1	1	1.0	2.0	1.5
	ＰＲ（Petra）	1.7	19	－	0	1.0	3.5	1.5
	ＦＬ（Kemal）	1.3	18	－	0	1.0	3.0	1.5
	平均	2.7	33	－	－	1.5	2.6	1.8
多肥区	ＩＲ（Billion）	5.0	51	6.25	80	3.7	1.7	1.3
	ＩＲ（Billiken）	5.0	59	6.24	113	4.7	1.8	1.3
	ＨＲ（Tetrelite）	3.7	43	7.1	0	2.3	2.0	1.0
	ＰＲ（Petra）	2.0	18	－	0	1.0	3.0	1.0
	ＦＬ（Kemal）	2.0	21	－	0	1.0	2.2	1.0
	平均	3.5	38	－	－	2.5	2.1	1.1

注．1）1：不良～5：良　2）cm　3）本／㎡　4）1：無～5：甚（アワヨトウ）
5）1：微～5：甚（8.27：主に斑点病，10.12：主に冠さび病）

播種3年目でＩＲ2がＩＲ1より多収を示したことから、ＩＲの永続性の品種間差異が認められた。近年、雪腐病に強い品種など多くの品種が育成されているため、これらの中から道内に適する品種を選定する必要がある。また、播種4年目においても越冬した株があったため、今後、越冬株を材料として越冬性の品種改良を行えば、道内における極長期利用品種の育成も可能であると推察される。ＩＲの安定的短年栽培を行うためには、秋の刈取り時期、施肥法など栽培管理に関する研究も必要である。

摘　　要

ＩＲ、ＨＲの播種３年目までの乾物収量などを調査し、寒地における本草の短年栽培の可能性を検討し、以下の結果を得た。

１）ＩＲ、ＨＲは初期生育に優れるため、播種当年の乾物収量はＰＲ、ＦＬよりも高かったが、冬枯れによる密度低下が著しく、２年目以降の収量はＰＲ、ＦＬに及ばなかった。しかし、ＩＲ、ＨＲの播種２年目の乾物収量は、越冬株の生育が良かったため播種当年と同程度となった。播種３年目はさらに株密度が低下し、収量も低下した。

２）道内においてＩＲの安定的短年利用をはかるためには、道内に適した品種の選定を行うと共に越冬株を材料とした越冬性に優れた品種育成が必要である。さらに短年利用のための栽培管理法についての研究も必要である。

表3　ライグラス類草種の諸形質（１９８８～９０）

処理	草種（品種）	雪腐病[1] 88.4.25	冬枯[2] 4.25	被度[3] 4.25	出穂程度[4] 7.8	出穂程度[4] 9.5	被度[3] 89.5.17	赤錆病程度[5] 6.19	赤錆病程度[5] 9.12	被度[3] 90.5.6
少肥区	ＩＲ（Billion）	7	83	7	4.0	3.3	2	1.0	3.0	3
	ＩＲ（Billiken）	7	82	8	3.3	1.0	5	1.3	1.0	12
	ＨＲ（Tetrelite）	6	77	10	2.7	1.0	4	1.7	1.0	13
	ＰＲ（Petra）	4	30	42	1.0	1.0	63	1.0	1.3	63
	ＦＬ（Kemal）	4	30	45	2.0	1.0	60	1.0	2.0	67
	平　均	6	60	22	2.6	1.5	27	1.2	1.7	32
中肥区	ＩＲ（Billion）	7	80	10	4.3	4.7	3	1.0	3.7	3
	ＩＲ（Billiken）	8	82	12	3.7	1.7	3	1.7	1.0	8
	ＨＲ（Tetrelite）	8	85	8	3.0	1.0	4	2.0	1.0	12
	ＰＲ（Petra）	5	33	30	0	1.0	58	1.0	1.3	57
	ＦＬ（Kemal）	6	32	35	2.7	1.0	58	1.0	2.3	63
	平　均	7	62	19	2.7	1.9	25	1.3	1.9	29
多肥区	ＩＲ（Billion）	9	88	5	4.0	5.0	6	1.3	3.0	8
	ＩＲ（Billiken）	8	90	5	4.0	2.3	8	1.7	1.0	10
	ＨＲ（Tetrelite）	8	88	7	3.3	1.7	6	1.7	1.0	13
	ＰＲ（Petra）	7	30	22	0	1.0	47	1.0	1.7	50
	ＦＬ（Kemal）	7	32	23	3.0	1.0	48	1.0	2.0	50
	平　均	8	66	12	2.9	2.2	23	1.3	1.7	26

注．１）１：微～９：甚（菌核の密度により判定）　２）枯死率（％）　３）基部被度（％）
４）０：無～５：２００本／㎡以上　５）１：微～５：甚（6.19：主に斑点病，9.12：主に冠さび病）

参考文献

１）藤本文弘・大角忠雄（１９８０）イタリアンライグラスの極長期利用に関する研究
2. 出穂性と越夏後の収量の関係．日草誌 26（別）、171－172．

２）藤本文弘・大角忠雄（１９８３）イタリアンライグラスの極長期利用に関する研究
3. 越夏後の刈取時期と品種．日草誌 29（別）、91－92．

３）木下東三（１９７８）イタリアンライグラスの品種と栽培・利用．農業技術 33、15－18．

４）北村實彬・斎藤　修（１９８８）1987年北海道におけるアワヨトウの異常発生
1. 飛来時期の推定．北日病虫研 39，18－19．

５）松本直幸（１９８９）雪腐小粒菌核病と土壌生態系．北農 56（11）、1－9．

６）農林水産省農林水産技術会議事務局編（１９８４）転換畑を主体とする高度畑作技術の確立に関する総合的開発研究．第１期成果の取りまとめ．pp.424－432．

J. Hokkaido Grassl. Sci. 25：74－76（1991）

寒冷寡照地帯におけるサイレージ用とうもろこしのマルチ栽培

1. 初期生育時のマルチ効果

鳥越昌隆・堤　光昭・中島和彦（根釧農試）

緒　　言

サイレージ用とうもろこしは高エネルギー，大量調製の容易さなど飼料として多くの利点があり，根釧地方においても栽培を望む酪農家は多い。しかし，当地方は寒冷寡照な気候のため不安定要素が多く，作付にふみきれない現状であり，安定栽培のための技術の確立が強く要望されている。このような背景から本報告では寒冷寡照地帯におけるとうもろこしの初期生育の確立を目的として，マルチ栽培について検討した。

とうもろこしにおけるマルチングの効果は認められているが，当地方での成績は少ない。そこでマルチ栽培が栽培上重要な鍵を握る初期生育時にどのような効果をもたらし，その後どのような影響を与えるかを慣行法と比較した。

材料および方法

供試品種は極早生の「エマ」を使い，栽植密度は畝間 69 cm，株間 20 cmで，10 a 当り 7,246 本とし，3 反復で行った。播種は 2 粒点播，出芽後 1 本立とした。耕起前10 a 当り厩肥 4,000 Kg，炭カル 200 Kg，を全面に散布し，耕起後N，P_2O_5，K_2Oをそれぞれ 12.3，20.3，11.4 Kgを作条に施肥した。マルチ処理は水崩壊性マルチを野菜用のマルチャーによって圃場に被覆した後，シート上に穴を開け，播種した。

試験結果および考察

地下 3 cmの地温は慣行区に比べマルチ区では 7 月中旬まで高く推移した。とくに出芽前後の温度差は顕著であり，マルチ区での 5 月下旬の地温は慣行区の 7 月上旬から中旬の温度が得られた。この平均地温の差は最高地温の差に起因する部分が強かった。（図 1 ）

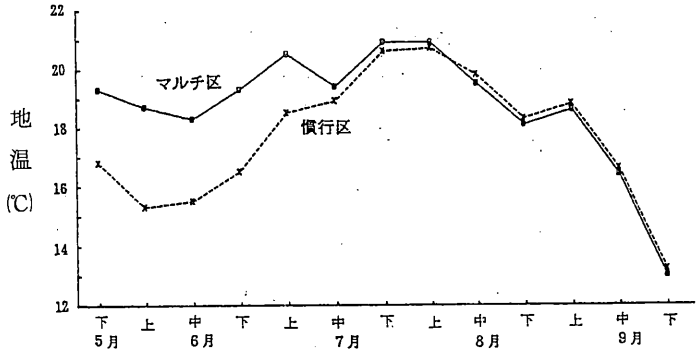


図 1　試験期間中の地温（地下 3 cm）の推移

図 2 に草丈の推移を示した。マルチ区の草丈は慣行区よりほぼ 1 週間先行していた。慣行区とマル

チ区の差は７月中旬に最も顕著にみられた。

図３に葉数の推移を示した。マルチ区は７月４日には10枚に達していたが，慣行区では6.5枚であった。この後，差はしだいに小さくなり，８月２日には差が1.4枚となった。

図４に地上部の乾物重の増加量を示した。乾物重は出芽直後の差より生育最盛期の６月下旬から７月の上旬にかけて顕著な差がみられた。６月27日から７月４日のマルチ区の増加量は慣行区の５倍，７月４日から７月12日では2.3倍であった。７月12日の乾物重はマルチ区が9.15ｇ／本であった。

マルチの地温上昇効果として７月中旬まで続き，それにともない，草丈，葉数とも１週間ほど先行し，乾物重も慣行区の３倍となった。

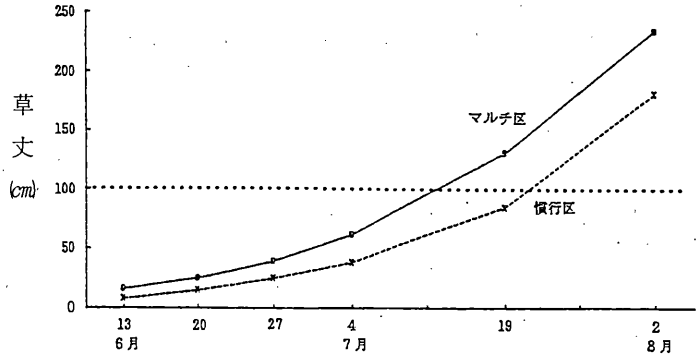


図２　草　丈

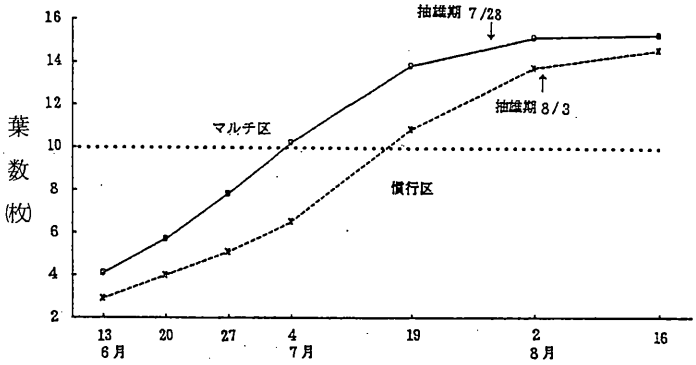


図３　葉　数

抽雄期，抽糸期はマルチ区は７月28日，８月１日であり，慣行区の８月３日，８月７日に比較してそれぞれ６日先行した。

このことはマルチ区の早い生育が栄養生長から生殖生長への早い転換を行ったためと思われる。しかし，本年は気象の良好な年であったため，不良な年次においても地温上昇効果とそれにともなう生育への影響を検討する必要がある。

出芽期は慣行区に比べ５日早まり，抽糸期は約１週間先行した。熟度は慣行区が黄熟中期に対し，マルチ区では黄熟中～後期であった。乾物率は総体で慣行区26.9％がマルチにより31.4％，雌穂は同50.4％が53.6％に増加した。（表１）

収穫時のマルチ区の乾物重は総体で10ａ当り196Kg多収であり，慣行区対比で117％，茎葉重では同109％，雌穂重では同123％となった。ＴＤＮ収量では153Kg（同118％）増収した。（表１）

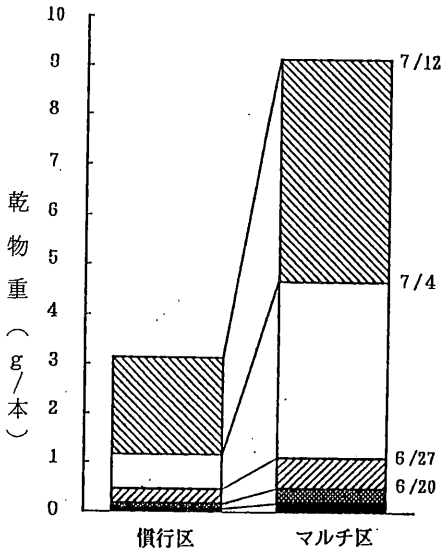


図４　地上部乾物重

以上から寒冷寡照地帯におけるサイレージ用とうもろこしの栽培には初期生育の確保が有効であることを再確認するとともに，マルチ栽培は安定多収に有効であることが示唆された。しかし，本年は播種直後から高温に経過したこともあり，マルチによる初期生育確保と収量におよぼす影響についてはさらに年次を積み重ねて試験を行う必要があると思われる。

表1．出芽・抽糸期および収穫時の収量

	出芽期	抽糸期	熟　度	乾物率 %		収穫時の乾物重　kg/10a			
				総体	雌穂	総　体	茎　葉	雌　穂	TDN収量
慣行区	6月 10日	8月 7日	黄熟 中期	26.9	50.4	1176	540	636	855
マルチ区	6月 5日	8月 1日	黄熟中 ～後期	31.4	53.6	1372	589	782	1008
比　較 (対慣行比)	－5	－6		4.5	3.2	196 (117)	49 (109)	146 (123)	153 (118)

北海道草地研究会報 25：77－81（1991）

エゾノギシギシ（*Rumex obtusifolius* L.）の防除に関する基礎的研究

1. 種子の熟度・土壌水分がエゾノギシギシ種子の発芽におよぼす影響

安井芳彦・村山三郎・小阪進一（酪農学園大学）

Fundamental Studies on the Control of Broadleaf Dock (*Rumex obtusifolues* L.)

1. Effects of grade of maturity seeds and soil moisture on the germination of broadleaf dock

Yoshihiko YASUI, Saburo MURAYAMA and Shin-ichi KOSAKA

(Rakuno Gakuen University. Ebetsu, 069 Japn)

緒　言

牧草地は年次の経過にともない，雑草が侵入，繁茂し荒廃の原因となっている。とくにエゾノギシギシ（*Rumex obtusifolius* L.）は，刈取り後の再生力が極めて強く，多量の種子を生産して旺盛な繁殖をすることから，草地の強害雑草とされている[4) 5)]。

そこで，本実験ではエゾノギシギシの防除に関する基礎資料を得るために，種子の熟度および土壌水分条件を異にした場合，種子の発芽にいかなる影響をおよぼすかについて検討したので，その概要を報告する。

材料および方法

実験場所は，北海道江別市文京台緑町の本学構内で行った。供試土壌は火山性土壌で，供試容器は，直径 15.0 cm，深さ 5.5 cm のシャーレを用いた。供試種子は，本学構内の牧草地で，1989 年 8 月 15 日に採種し，室内に保存した種子を用いた。供試種子の熟度は表 1 のような外観により，未成熟(1)，未成熟(2)，成熟および完熟の 4 処理区を設けた。また土壌水分処理（水分／乾土 g）は，10%，15%，20%および，25%，30%の 5 処理区を設けた。供試機器は，恒温機（NK式人工気象器）を用い，温度条件は 20℃で，光条件は常時 10,000 Lux を照射した。播種床はシャーレに所定の量の純水を注ぎ，その後火山性土壌を充塡した。播種は，試験直前に内花被片を除去したエゾノギシギシ種子 100 粒を播いた。なお水分の蒸発を防ぐため透明なビニール袋で被覆した。実験は 1990 年 4 月 16 日から 5 月 6 日まで，3 反復で実施した。調査方法は，24時間おきに発芽数を調べた。また発芽勢，発芽開始日，および平均発芽日数を算出した。

J. Hokkaido Grassl. Sci. 25 : 77－81 (1991)

表1　供試種子の外観

熟成度＼項目	葉の有無	茎の色	外花被片の色	果穂全体の色	種皮の色
未成熟（1）	あ　り	黄緑色	黄緑色	黄緑色	黄　色
未成熟（2）	あ　り	黄緑色	うす茶色	うす茶色	うす茶色
成　熟	少々あり	黄緑色	茶　色	茶　色	茶　色
完　熟	な　し	黄　色	褐　色	褐　色	茶褐色

結　果

1. 発芽率

エゾノギシギシにおける種子の熟度・土壌水分別の発芽率は，図1および表2のとおりである。すなわち，いずれの熟度においても，10%区で初期段階から，顕著に発芽率が低くなり，最終日までその傾向が認められた。10%区以外の土壌水分処理区においては，80～90%前後の高い発芽率を示した。完熟では，

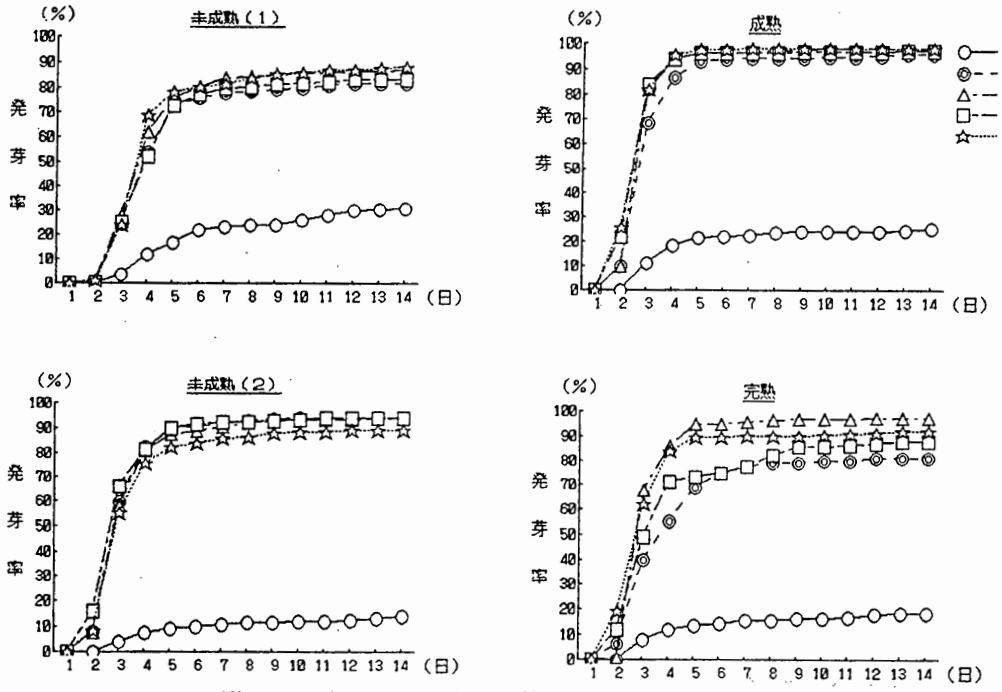


図1　エゾノギシギシ種子の熟度・土壌水分別の発芽率

土壌水分処理区間にばらつきがみられた。最高値は，成熟区，土壌水分30％区，98.33％であり，最低値は，未成熟(2)区，10％区，14.33％であった。また，30％区において，成熟区で優り，未成熟(1)区，および未成熟(2)区との間に，それぞれ5％水準の有意差が認められた。

表2　エゾノギシギシ種子の熟度・土壌水分別の発芽率

（％）

	土壌水分処理区				
供試種子	１０％	１５％	２０％	２５％	３０％
未成熟（１）	３１.００	８０.６７	８７.３３	８６.３０	８８.６７ b
未成熟（２）	１４.３３	９４.３３	９３.６７	９４.３３	８９.３３ b
成　熟	２５.３３	９６.００	９７.６７	９５.７４	９８.３３ a
完　熟	２５.５０	８１.３３	９６.３３	８８.３３	９２.００ ab
l.s.d (5%)	ＮＳ	ＮＳ	ＮＳ	ＮＳ	８.４７

注）a,bの異なるアルファベット間に有意差あり

2. 発芽開始日

エゾノギシギシにおける種子の熟度・土壌水分別の発芽開始日は，表3のとおりである。種子の熟度でみると，未成熟(1)区において，やや長い時間を要した。そのほかの区で一定の傾向はみられなかった。土壌水分別でみると，10％区で，やや長くなる傾向がみられた。その他の区では，2日の値を示し，一定の傾向はみられなかった。

表3　エゾノギシギシ種子の熟度・土壌水分別の発芽開始日

（日）

	土壌水分処理区				
供試種子	１０％	１５％	２０％	２５％	３０％
未成熟（１）	３.３３	２.６６	２.３３	２.３３	２.００
未成熟（２）	３.００	２.００	２.００	２.００	２.００
成　熟	３.００	２.００	２.００	２.００	２.００
完　熟	３.００	２.００	２.００	２.００	２.００

3. 発芽勢

エゾノギシギシにおける種子の熟度・土壌水分別の発芽勢は，発芽締切日を5日として，算出すると表4のとおりである。種子の熟度別でみると，未成熟(1)区および完熟区において，低くなる傾向がみられた

そのほかの区では大差がなく，一定の傾向はみられなかった。土壌水分別でみると，いずれの熟度においても，10%区で低い値を示した。最高値は，成熟区，土壌水分30%区の 97.67 %，最低値は，未成熟(1)区，土壌水分10%区の 9.33 %であった。20%区では，成熟区，完熟区で優り，未成熟(1)区との間5%水準で有意差が認められた。また，25%区および30%区では，成熟区で優り未成熟(1)区との間に有意差が認められた。

表4　エゾノギシギシ種子の熟度・土壌水分別の発芽勢

(%)

	土壌水分処理区				
供試種子	10%	15%	20%	25%	30%
未成熟（1）	17.00	76.00	76.00 b	73.00 b	78.67 b
未成熟（2）	9.33	89.33	87.67 ab	90.00 ab	82.67 ab
成　熟	21.67	93.33	96.67 a	95.74 a	97.67 a
完　熟	13.67	69.00	94.00 a	73.33 ab	89.67 ab
l.s.d (5%)	N S	N S	14.72	22.48	16.96

注）a,bの異なるアルファベット間に有意差あり

4. 平均発芽日数

エゾノギシギシにおける種子の熟度・土壌水分別の平均発芽日数は表5のとおりである。種子の熟度でみると，未成熟(1)区においてやや長くなる傾向にあったが，そのほかの区間では大差がなく，一定傾向はみられなかった。土壌水分別でみると，10%区では4～6日と長くなり，ほかの土壌水分処理区間には，一定の傾向はみられなかった。10%区においては，完熟区でやや長くなり他の熟度区との間に，20%区で

表5　エゾノギシギシ種子の熟度・土壌水分別の平均発芽日数

（日）

	土壌水分処理区				
供試種子	10%	15%	20%	25%	30%
未成熟（1）	6.18	3.30 b	4.28 a	4.47 a	4.38 a
未成熟（2）	6.52	3.54 b	3.61 b	3.40 b	3.67 ab
成　熟	4.64	3.39 b	3.15 c	2.98 b	2.95 c
完　熟	6.78	4.10 a	3.39 bc	4.07 a	3.34 b
l.s.d (5%)	N S	0.53	0.33	1.06	0.71

注）a,b,cの異なるアルファベット間に有意差あり

は，未成熟(1)区で長くなり，未成熟(2)区および成熟区との間，25%区は，未成熟(1)区および完熟区で長くなり，未成熟(2)区および成熟区との間に，それぞれ5%水準で有意差が認められた。また30%区では，未成熟(1)区やや長くなり，成熟区および完熟区との間に5%水準で有意差が認められた。

考　　察

清水[8]は，エゾノギシギシ種子の登熟期間は30～40日かかるが，温度が高ければすみやかになる。登熟過程での種子の発芽習性は変化するが，開花後約2週間で発芽能力を獲得し，その後2週間ぐらいで休眠性が発現する。また，刈取り後の再生株でも短期間のうちに種子の生産が行なわれる。このようにエゾノギシギシ種子生産機構は非常に多様であり，種子生産の抑制には，遅くとも抽台前での対策が必要であると報告している。また，本江[2),3)]は，エゾノギシギシは登熟初期において，刈取り高さにかかわらず，ある程度の種子を生産するが，発芽可能なものは低下したと述べている。

清水ら[7]は，エゾノギシギシ種子の休眠の確保には含水分が何らかの影響を与え，また温度も深く関与していると述べている。小西[1]，中山ら[6]は，種子の水分含有量は，植物体内のどの部位，組織よりも低く，そのことが原因により，種子内の代謝が抑制される。つまり休眠状態にあると述べている。村山ら[7]は，エゾノギシギシ種子の年齢の若い種子では出芽するのに長い時間がかかり，出芽率も低くなり，このことは，休眠によるものと考えられると報告している。

本実験では，熟度において，顕著な差が認められなかったが，完熟種子では，土壌水分処理区によるばらつきが認められた。このことは，休眠が関与しているものと思われる。

一方，山本ら[9]，村山ら[4]は，エゾノギシギシは耐湿性に強く水分ストレスには，鈍感であったと報告している。

本実験の土壌水分の範囲内では，土壌水分10%で発芽率および発芽勢が劣った。このことから，エゾノギシギシ種子は，土壌水分10%以下では発芽率，発芽勢が劣るものと考えられる。

引用文献

1）小西国義（1982）植物の生長と発育・養賢堂．pp．62－64．

2）Hongo,A（1988）Weed Res.,Japan **33**(1)，1－7．

3）Hongo,A（1988）Weed Res.,Japan **33**(1)，8－13．

4）村山三郎・小阪進一・大島敏明（1986）北草研 **20**，84－88．

5）村山三郎・村上総和・小阪進一（1987）未発表．

6）中山　包（1973）発芽生理学・内田老鶴圃新社．pp.3－14．

7）清水矩宏・田島公一（1974）日草誌 **20**(3)，38－143．

8）清水矩宏（1978）第6回　雑草防除夏季研究会テキスト．

9）山本奉由・大庭虎雄（1977）雑草研究 **22**(1)，33－38．

J. Hokkaido Grassl. Sci. 25：82－83 (1991)

クマイザサ優占植生における刈り取りとその後の植生変化

大沢啓志・丸山純孝・新田英二（帯広畜産大学）

1. はじめに

環境保全が重要視される今日，草地は飼料生産の場のみならず，環境緑地としての役割も大きい。それは，半自然草地についても同様である。本報告は，そのような視点からクマイザサ草原を自然観察などのレクレーション的利用に供する際の刈り取り利用について検討したものである。

一般に，成熟したクマイザサ草原の種組成は，クマイザサの密生による群落内の遮蔽と長い生命サイクルにより極めて単純なものであり，自然観察をするには必ずしも適当な状態ではない。そこで，刈り取られたクマイザサ優占植生について，その後の種組成の変化を実態調査的に検討した。

2. 調査地の環境条件及び調査方法

調査地は，北海道，狩勝峠の北側に位置するサホロ岳（1,059m）の東部斜面で，標高約400mである。同地区の気温は，年平均4.9℃，年降水量は1,144mmで，特に夏季降水量が多い太平洋型気候である。最大積雪深は130cmで，植生は斜広混交林帯に相当する。調査区はいずれもトドマツ植林地に求めた。刈り取り時期と陽当り程度によりA～F区の6つの調査区とし（表1），それぞれの調査区について1×1mコドラートを12プロット以上，計84プロットの出現植物とその被度，草丈を記録した。調査は群落が最大現存量に達する8月後半に行なった。

表1　調査区の条件及び調査結果

調査区		A	B	C	D	E	F
刈取時期		無処理	4年前	1年前	今年	1年前	今年
陽当り		良	良	良	良	中	中
箇所数		12	18	18	12	12	12
出現種数		21	35	36	26	33	34
群落高(cm)		160	135	137	64	69	42
植被率(%)		100	99.2	93.9	48.3	69.6	42.5
新たに出現した種	種数	－	16	19	9	16	14
	割合(%)	－	45.7	52.8	34.6	48.5	41.2

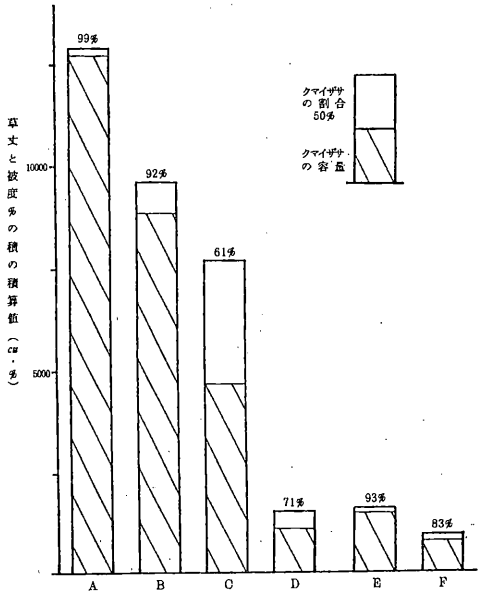


図1　各調査区の容量及びクマイザサの割合

3. 結果と考察

全出現種数は62種で，D区・F区は刈り取りから調査日まで2ヶ月程度であったため，植被率が約50%であった。また，E区は陽当りが少なくなくなったことにより，同時期に刈り取りの行なわれたC区にくらべ，群落高・植被率ともかなりおさえられている。

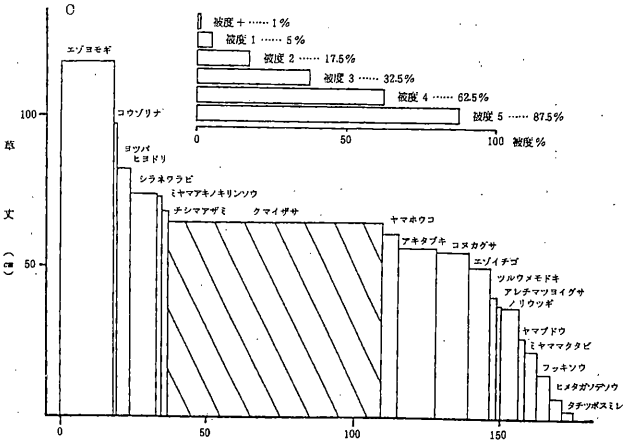
一方，クマイザサを刈り取ることによって新たに出現してきた種の種数と，その全種数に対する割合を

みると，多くの調査区で40％以上を示し，その内にはウツボグサ，ハクサンチドリ，クゲヌマラン，オトギリソウ，ホソバノツルリンドウなど，花が目立つ種も多くみられた。

図1に，それぞれの調査区の植物の絶対量としての容量と，その内のクマイザサの占める割合を示した。すなわち，空間的な優占度の指標として，出現種ごとの平均草丈に被度％を乗じ，その積の積算値を用いた。各調査区の容量は，刈り取り後，年次の経過とともに増えるが，その大部分がクマイザサによって占められている。しかし，C区においてはクマイザサは約60％であり，他の組成種も多くを占め，出現種数からみてもバラエティに豊んだステージと言える。E区・F区は，陽当りの影響により容量は小さいが，刈り取り後，新たに出現した種の割合は高く，キツネフネ，ベニバナイチヤクソウ，エンレイソウ，ツクバネソウなど，林床性の種もいくつかみられた。

図2は，群落の階層構造について示したものである。群落内での各種の草丈と被度％を示している。なお，各値は出現枠に限った平均値を用い，出現頻度20％以下の種は図示を省略した。

C区は，クマイザサの容量が少なく，そのために他の組成種が多くの空間を占め，また，クマイザサのよう上部にチシマアザミ，コウゾリナ，ミヤマアキノキリンソウと，花が目立つ植物がみられるなど，自然観察に望ましい状態といえる。



B区は，種数は多いが，クマイザサの草丈・被度％が増し，他の組成種の容量は抑制される傾向にある。クマイザサよりも上部に出現するのは2種で，C区と比してヨツバヒヨドリは，被度％が変わらずに草丈が伸び，，エゾヨモギは，草丈が変わらずに被度％が減っていることから，クマイザサよりうける影響が種によって異なることが推察できる。

A区では，クマイザサを除くほとんどの組成種がその容量を抑制されているなかで，フッキソウは，その陰樹性の生活形により容量を増す。成熟したクマイザサ草原においては組成種数は減るものの，その環境に適応する種もある好例と考えられる。以上の結果を総合して，この調査の範囲内では，群落の豊富な種組成を得るためにはC区のステージが一応の目標と考えられるが，今後さらに多様な条件やステージの植生についても検討することが望まれる。

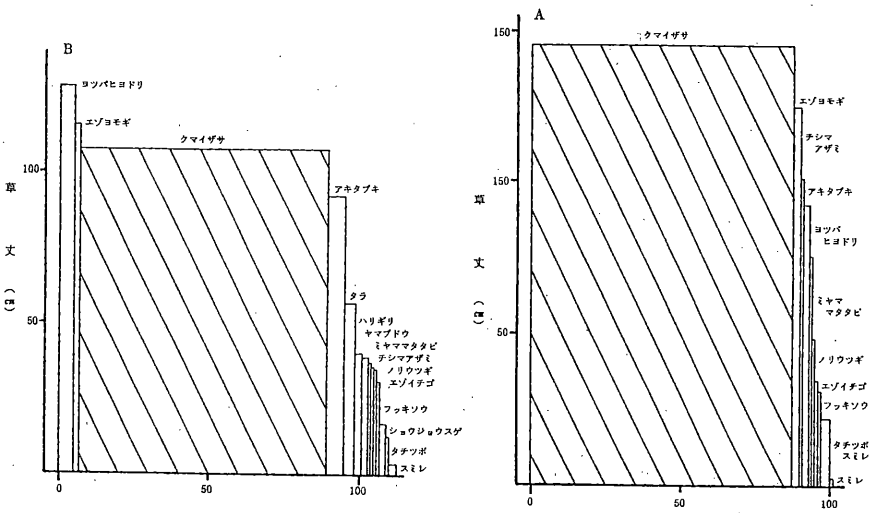


図2　群落の階層構造

J. Hokkaido Grassl. Sci. 25: 84－86 (1991)

放牧強度の違いがケンタッキーブルーグラス草地の植生および牧養力に及ぼす効果

佐藤尚親・澤田嘉昭・出口健三郎（新得畜試）

Stocking Capacity and Vegetation of Kentucky bluegrass (*Poa pratensis* L.) Pastuer under High or Low Stocking Intencity.

N. SATO, Y. SAWADA, K. DEGUCHI
(Shintoku Anim. Husb. Exp. Stn., Shintoku, Hokkaido, 081 Japan)

緒　言

肉用牛の生産コストを下げるためには，繁殖牛と育成牛のための放牧草地の拡大と維持管理コストの低下が重要なウエイトを占めると考えられる。そのためには立地条件の不良な未利用地，傾斜地や利用率の低い公共牧場など，乳牛ではあまり利用していない草資源を有効に利用することが必要である。

著者らは，ケンタッキーブルーグラスやレッドトップなどの地下茎型イネ科牧草を有効に利用する方法を検討しており，その中でケンタッキーブルーグラスは施肥反応が優れており，　中，少施肥量条件下で良く採食されることを明かにした。1） 2）

この試験ではケンタッキーブルーグラス放牧草地の生産性を解明するために，まず放牧強度の強弱がケンタッキーブルーグラス草地の植生と牧養力に与える効果を検討した。

試験方法

草地はケンタッキーブルーグラス（品種名「トロイ」）単播3年目草地2haで，処理として目標利用率50%および70%の放牧強度2水準を設けそれぞれ1haずつ割り付けた。（それぞれ，目標利用率50%区,），目標利用率70%区と称する。）

両処理区とも1haを牧区面積24 a の4牧区に分割した。

供試家畜はアバディーンアンガス去勢育成牛で放牧開始時の平均月齢は14カ月齢であった。

放牧は両処理区ごとの4牧区輪換放牧とし，両処理区にそれぞれtesterを3頭ずつ固定しシーズンを通して放牧した。testerの他に利用率を調節するためにgrazerとして8頭を用意し，転牧の都度必要頭数を計算してtesterに加えて放牧した。転牧は両処理区とも同一期日に行った。放牧日程を表1に示したが，5月15日から10月12日までの150日間，6輪換で計24牧区を放牧した。平均滞牧日数は6.3日であった。掃除刈はしなかった。

表1　輪換時期と輪換日数

輪換回次	1	2	3	4	5	6	計
第1牧区の入牧月日	5/15～	6/ 1～	6/25～	7/24～	8/20～	9/19 ～ 10/12	
輪換日数	17	24	29	27	30	23	150

施肥量はN，P_2O_5，K_2Oそれぞれ7.5，9，11（Kg／10a）とし，早春，夏および秋の3回に分けて均等に施用した。

放牧前後の現存草量は1㎡コドラート4カ所を刈取って求めた。利用草量および利用率は1㎡移動ケージを各牧区4個設置して求めた。第5輪換の放牧後にライン法により不食地を調査した。

家畜の体重は2週毎に，午後2時に測定した。増体重はtesterの値を用い，単位面積当りの家畜生産量はgrazerの値を加えて求めた。

結　果

図1に輪換平均の利用率を示した。処理として両区の目標値を50%と70%に設定したが，輪換回次間の差は小さかった。年平均値は目標利用率50%区で44%，目標利用率70%区で69%とほぼ目標値を達成することができた。（表3）

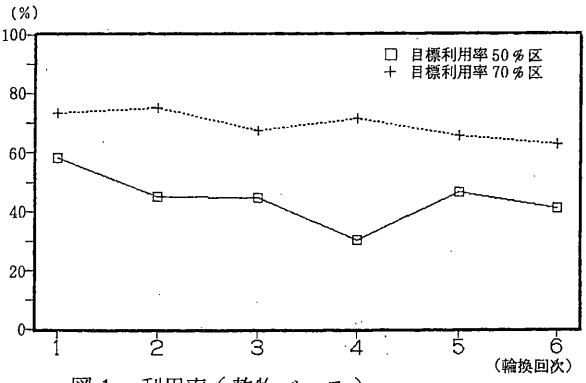


図1　利用率（乾物ベース）

図2に放牧前後の現存草量を輪換平均値で示した。目標利用率50%区では第2～5回次にかけて放牧前は240Kg／10a，放牧後は170Kg／10a程度の現存草量を残した形で放牧した。年平均の現存草量は放牧前は207Kg／10a，放牧後は149Kg／10aであった。（表3）

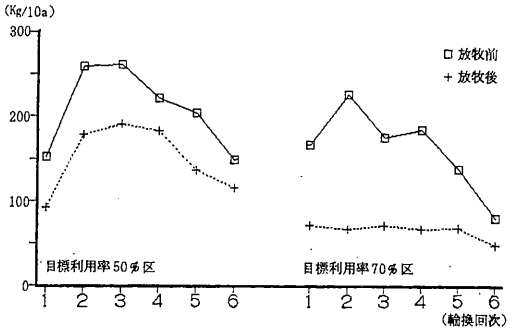


図2　放牧前後の現存量（乾物）

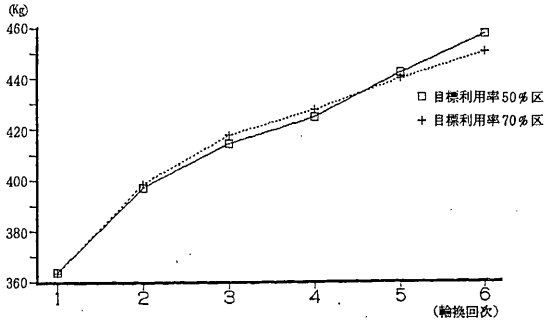


図3　体重の推移

目標利用率70%区では放牧前現存草量は出穂時期の第2輪換では比較的多かったが，その他の輪換は150Kg／10a程度で推移した。放牧後の現存草量は70Kg／10a程度になるまで放牧利用させた。年平均の現存草量は放牧前は162Kg／10a，放牧後は65Kg／10aであった。

表2に不食地の調査の結果を示した。100mのラインを横切る不食地の数は両処理区とも17個であった。目標利用率50%区および目標利用率70%区の不食地の割合はそれぞれ39%および27%であった。また不食地の平均の大きさは2.2mおよび1.6mであった。

図3に両処理区のtesterの体重推移を示した。両処理区ともほぼ同様な体重推移を示し，日増体量はともに0.75Kgであった。（表3）

表2　不食地

放牧処理	個数 (個/100m)	割合 (%)	大きさ 平均(m)	大きさの頻度分布(%) 1m～	2m～	4m～	6m～
目標利用率50%区	17	39	2.2	57	25	11	7
目標利用率70%区	17	27	1.6	66	30	4	0

第5輪換放牧後

放牧成績を表3に示した。各処理区の放牧前後の草丈は目標利用率50%区で40cmおよび19cm，目標利用率70%区で36cmおよび14cmであった。

年合計利用草量は目標利用率50%区で671 Kg／10a，目標利用率70%区で856 Kg／10aであった。

家畜生産性は，150日間の放牧で延放牧頭数は500 Kg換算で目標利用率50%区が386頭／ha，目標利用率70%区が697頭／haであった。また，ha当り増体量は目標利用率50%区が461 Kg，目標利用率70%区が662 Kgであった。

表3　放牧成績

放牧処理	利用率乾物年平均(%)	草丈(年平均, cm) 放牧前	放牧後	現在草量(乾物)(年平均, Kg/10a) 放牧前	放牧後	利用草量乾物, 年合計(Kg/10a)	放牧日数(日)	延放牧[1]頭数(頭/ha, 500Kg)	ha当増[1]体量(Kg)	日増体量(Kg/日)
目標利用率50%	44	40	19	207	149	671	150	386	461	0.75
目標利用率70%	69	36	14	162	65	856	150	697	662	0.75

1) grazerの値を含む

考　察

本試験は低コスト，省力管理を想定して実施しており日増体量はアバディーンアンガスの平均的な値である0.7Kg，放牧圧は改良草地（3.5頭／ha）の70%程度の2.5頭／ha（延放牧頭数では150日間の放牧として375頭／ha）を目標値とした。今回の結果は放牧強度の弱い目標利用率50%区の日増体量0.75Kg，延放牧頭数386頭／haは想定した値に近かった。一方，放牧強度の強い目標利用率70%区では日増体量0.75Kg，延放牧頭数697頭／haと高い値を示し，ケンタッキーブルーグラスは集約的管理において生産性に優れていることが示唆された。

またケンタッキーブルーグラスは輪換放牧においては放牧強度の強弱にかかわらず標準的な日増体量が期待できることが示唆された。

しかし本試験ではgrazerを草量に応じて導入し，余剰草をも十分に利用した結果であるため延放牧頭386頭，および697頭／haという値は放牧圧を考える際には少し割引いて考える必要がある。

また，放牧強度が弱い場合は不食地の大きさが大きくなり草地の採食利用される面積が減少することがわかった。

引用文献

1　澤田　嘉昭・佐藤　尚親（1989）　北草研報23，98－100

2　澤田　嘉昭・佐藤　尚親（1990）　北草研報24，104－105

北海道草地研究会報 25：87－90（1991）

放牧強度の違いがレッドトップ草地の植生および牧養力に及ぼす効果

佐藤尚親・澤田嘉昭・出口健三郎（新得畜試）

Stocking capacity and Vegetation of Redtop (*Agrostis alba* L.) Pastuer under High or Low Stocking Intencity.

N. SATO, Y. SAWADA, K. DEGUCHI
(Shintoku Anim. Husb. Exp. Stn., Shintoku, Hokkaido, 081 Japan)

緒　言

肉用牛の生産コストを下げるためには，繁殖牛と育成牛のための放牧草地の拡大と維持管理コストの低下が重要なウエイトを占めると考えられる。そのためには立地条件の不良な未利用地，傾斜地や利用率の低い公共牧場など，乳牛ではあまり利用していない草資源を有効に利用することが必要である。

著者らは，レッドトップやケンタッキーブルーグラスなどの地下茎型イネ科牧草を有効に利用する方法を検討しており，その中でレッドトップは施肥反応が緩慢で嗜好性がやや不良であることを明かにした。[1),2)]

この試験では条件によっては経年草地の優占種となるレッドトップを有効に利用する方法を明かにするため，まず放牧強度の強弱がレッドトップ草地の植生と牧養力に与える効果を検討した。

試験方法

草地はレッドトップ（市販種）単播３年目草地２haで，処理として目標利用率50％および70％の放牧強度２水準を設けそれぞれ１haずつ割り付けた。（それぞれ，目標利用率50％区，目標利用率70％区と称する。）

両処理区とも1haを牧区面積24ａの４牧区に分割した。

供試家畜はアバディーンアンガス去勢育成牛で放牧開始時の平均月齢は14カ月齢であった。

放牧は両処理区ごとの４牧区輪換放牧とし，両処理にそれぞれtesterを３頭ずつ固定しシーズンを通して放牧した。testerの他に利用率を調節するためにgrazerとして７頭を用意し，転牧毎に必要頭数を計算してtesterに加えて放牧した。転牧は両処理区とも同一期日に行った。

放牧日程を表１に示したが，５月15日から10月12日までの150日間，６輪換で，計24牧区を放牧した。平均滞牧日数は6.3日であった。掃除刈はしなかった。

表１　輪換時期と輪換日数

輪換回次	1	2	3	4	5	6	計
第1牧区の入牧月日	5/15～	6/ 1～	6/25～	7/24～	8/20～	9/19～10/12	
輪換日数	17	24	29	27	30	23	150

施肥量はN，P_2O_5，K_2Oそれぞれ7.5，9，11（Kg／10a）とし，早春，夏および秋の3回に分けて均等に施用した。

放牧前後の現存草量は1m^2コドラート4カ所を刈取って求めた。利用草量および利用率は1m^2移動ケージを各牧区4個設置して求めた。第5輪換の放牧後にライン法により不食地を調査した。

家畜の体重は2週毎に，午後2時に測定した。増体量はtesterの値を用い，単位面積当りの家畜生産量はgrazerの値を加えて求めた。

結　　果

図1に輪換平均の利用率を示した。目標利用率50%区ではいずれの輪換回次においても40～50%の利用率で推移し，年平均値は43%（表3）でほぼ目標の放牧強度を維持することができた。一方，目標利用率70%区では第1輪換では80%と高い利用率であったが第2輪換以降は50～60%で推移し，grazerを導入してもそれ以上利用率を高めることができなかった。

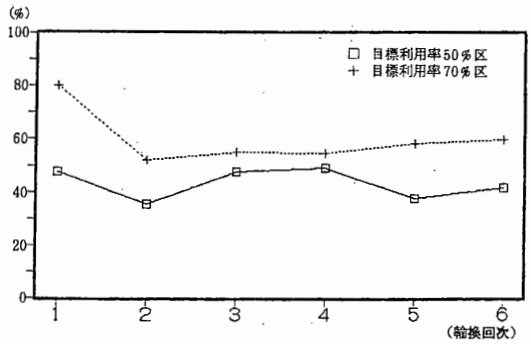


図1　利用率（乾物ベース）

図2に放牧前後の現存草量を輪換平均値で示した。目標利用率50%区では放牧前の現存草量は第4輪換までは回次を追うほど多くなり第4輪換では300 Kg／10aに達した。しかし，秋は再生が劣り，第5，6輪換では200 Kg／10a以下に低下した。年平均の現存草量は放牧前は208 Kg／10a，放牧後は153 Kg／10aであった（表3）。目標利用率70%区では放牧前の現存草量は150～200 Kg／10a程度で推移した。放牧後の現存草量は100 Kg／10a程度で推移し，それ以上採食させることができなかった。年平均の現存草量は放牧前は152 Kg／10a，放牧後は81Kg／10aであった。（表3）

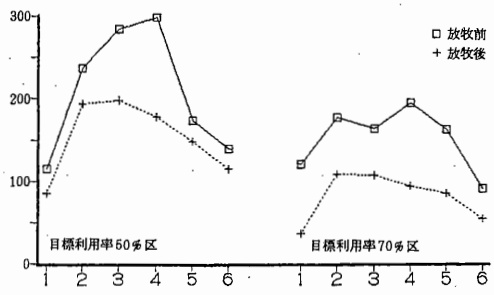


図2　放牧前後の現存量（乾物）

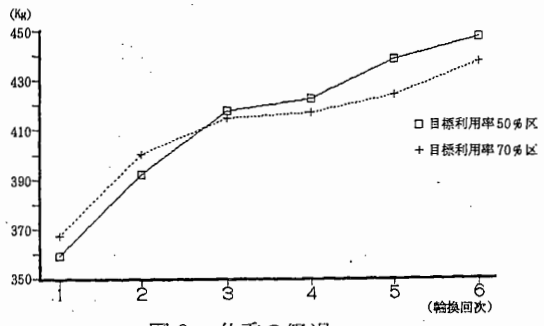


図3　体重の経過

表2に不食地の調査結果を示した。100mのラインを横切る不食地の数は両処理区とも16～17個と同程度であった。目標利用率50%区および70%区の不食地の割合はそれぞれ39%および28%で，不食地の大きさは同じく，2.3mおよび1.7mであった。不食地の数，割合および大きさはケンタッキーブルーグラ

ス草地の値[3]ときわめて良く一致した。

表2　不食地

放牧処理	個数（個/100m）	割合（%）	大きさ 平均(m)	大きさの頻度分布(%) 1m～	2m～	4m～	6m～
目標利用率50%区	17	39	2.3	49	38	11	2
目標利用率70%区	16	28	1.7	55	44	1	0

第5輪換放牧後

図3にtesterの体重推移を示した。第2輪換までは両処理区とも良好な増体を示したが夏以降の増体はやや停滞し，とくに目標利用率70%区の増体は少なかった。年平均の日増体量は目標利用率50%区は0.71Kg、目標利用率70%区は0.66Kgであった。（表3）

放牧成績を表3に示した。放牧前後の草丈は目標利用率50%区は36cmおよび18cm，目標利用率70%区は32cmおよび15cmであった。なお，草丈は不食地部分を除いて測定したものである。

年間の利用草量は両処理区とも同程度であった。ha当たりの延放牧頭数は目標利用率50%区および70%区それぞれ，444頭および605頭であった。

表3　放牧成績

放牧処理	利用率 乾物 年平均 (%)	草丈（年平均，cm） 放牧前	放牧後	現存草量(乾物)（年平均，Kg/10a） 放牧前	放牧後	利用草量 乾物，年合計 (Kg/10a)	放牧日数 (日)	延放牧頭数 (頭/ha，500Kg)	ha当り増体量 (Kg)	日増体量 (Kg/日)
目標利用率50%	43	36	18	208	153	718	150	444	379	0.71
目標利用率70%	60	32	15	152	81	680	150	605	501	0.66

1）grazerの値を含む

考　察

本試験は低コスト，省力管理を想定して実施しており日増体重はアバディーンアンガスの平均的な値である0.7Kg，放牧圧は改良草地（3.5頭/ha）の70%程度の2.5頭/ha（延放牧頭数では150日間放牧として375頭/ha）を目標値とした。

目標利用率50%区では日増体量0.71Kg，延放牧頭数444頭/haと，ほぼ目標値に近い結果が得られた。

レッドトップは夏以降茎が木質化し，家畜は木質化した茎を採食しなくなる。また，同化部位は地表から離れた葉身部に限られるため，再生も緩慢になると考えられる。

本試験における放牧強度処理の狙いは木質化した茎を残したまま葉身部のみを利用する放牧方法を標準とし，放牧強度を強めることにより，茎の木質化を少なくし，草の同化能力の向上と採食性の向上を狙った放牧方法の効果を検討したものである。弱い放牧強度の放牧においては改良草地の70%程度の牧養力とほぼ予想通りの値を得たが，強い放牧強度の放牧では放牧強度を上げても利用草量を増加させることとはならず，逆に家畜が採食できないまま牧区にとじこめたため日増体量の停滞をまねく結果となった。

レッドトップは春の生育は緩慢で，出穂時期は遅く，出穂後は急激に木質化し，秋の生育は緩慢という生育パターンをとる。したがって放牧利用させる上では季節生産性の改善と夏以降の木質化を軽減するこ

とがポイントとなる。

引用文献

1）澤田　嘉昭・佐藤　尚親（1989）　北草研報 23，98－100
2）澤田　嘉昭・佐藤　尚親（1990）　北草研報 24，104－106
3）佐藤　尚親・澤田　嘉昭・出口　健三郎（1990）　北草研報 25

北海道草地研究会報 25：91－92（1991）

過熟社会における酪農場と草地開発の視点（その３）
―酪農場の未来学、多様化する価値観と現代社会の構造―

篠原　功（酪農学園大学）

先の（その２）では人間生活の観点から21世紀型酪農場に働く人々のシビルミニマム・シビルバランスについて検討し「ランド・マネージメント・モデル」を提案した。

今回は、その「ランド・マネージメント・モデル」と「……と勤労者のための営農社会環境の整備目標」（その１の試案）を重ね、それを多様化する価値観と現代社会の構造から眺め、さらに水に浮かぶヨットの帆走原理・実技体験から宇宙船地球号における未来の酪農場と草地開発の視点についての一つの異次元思考を試みてみたい……。

以上の語りは、北草研講演発表会での「演出」で、一般にはこれを整理記述することになるのが常識というものであろう。しかし本稿ではいつも講演の後で「未来への手掛かり」が看えてくるのである。それは、「未来学は未来に有り、現実を超えることはできない」ということなのだろうか。

また現場を歩き考えた。その結果、標記のテーマ「過熟社会に……」は、著者にとって過大なテーマであったか、と気付いた。そのとき、その重圧に打ち萎がれてしまった。しかし、時が過ぎて「未来は極めて近い処から始まる」という意識に達した。

そこで1991年の今、都市の過密と地方の過疎、高等教育就学適齢期人口ピークのなかで大学受験浪人の続出と、過疎の酪農集落のなかには後10年で60歳未満の人はいなくなる所もめずらしくないという。今こそ、いや、何時の場合でも国民一人びとりの人生を大切にする施策が望まれる。ここで特に農山漁村の人々と都会人のために理解と調整を要する緊急課題を著者の直感により拾ってみると

１）医療機関から離れた地域に住む人々に対する生活保健環境を改善すること、とくに国立医療機関を地方へ移転させてその任に当てること。

２）教育機関から離れた地域に住む青少年に対する生活教育環境を改善すること、とりわけ酪農村に育ち牛の世話をしてきた青少年や、学習時間がとれず、また学習塾など教育環境に恵まれない勤労青少年にも高等（大学）教育を受ける機会を特別に設けること。

３）地方の自然や農林水産用地を都市の人々と農山漁村の人々の共有の景観・環境財産として保護改善すること。またその施策を通じて地方の所得向上を図ること。

などが挙げられる。

あるとき著者は、有識者から「あなたのは未来学ではなく、願望でしょう」という批判を受け、しかし、と、すねて、後に、批判こそ自由社会の証ではないか、と喜んだ。

文明は人間社会を運営する装置であり、文化はその装置を人間が用いて生産した精神的価値である。未来は、その社会を担う人々の持つ価値観によって造られるといわれている。未来は無限の可能性を持っており、一人びとりに願望と未来があり、それは時々刻々多様に変化している。したがって、過熟社会における酪農場と草地開発の視点も時々刻々と多様に変化する。

すなわち、文明（しかけ）と文化（よろこび）の吟味を伴いながら、例えば、ある酪農場の今日やらね

ばならないことの一つは、牛舎からほどよいところにシャワーを設け、跡継ぎ息子や娘夫婦のために社会資本の充実した市街地の公営住宅を借りて、両親の住む酪農場へ通勤するようにすることかもしれない。このような試行錯誤が若者に酪農場の素晴らしさを再発見させ、壮年者もまた新しい価値観を得るであろう。そして、そこに、その「時」と「場」にふさわしいミルキングパーラと週休二日の草地酪農場が形成されるであろう。

北海道草地研究会報 25：93－96（1991）

トウモロコシの葉部形質の育種学的研究
III. 成熟期における形質間相互関連

三浦秀穂（帯広畜産大）・中嶋　博（北海道大農学部）

Genetic and breeding studies on leaf characters in maize
III. Interrelationship among various characters at maturity

Hideho MIURA[1] · Hiroshi NAKASHIMA[2]
([1]Obihiro Univ. of Agric. & Vet. Med., Obihiro 080; [2]Fac. of Agric., Hokkaido Univ., Sapporo 060)

緒　　言

一般に葉身に光合成産物が多量に残っていると，その葉の光合成能力が低下することが知られている。[6] イネ科のC$_3$植物とC$_4$植物の葉脈数と葉肉細胞の配列には顕緒な差異がみられ，C$_4$植物の高い光合成能力が葉脈の分布と関連する可能性が指摘されている[1]。

著者らは，これまでトウモロコシの幼苗期と成熟期で葉身のサイズのみならず葉脈数や気孔密度の量的変異が遺伝的支配下にあること[2),5)]，さらに $^{14}CO_2$ を用いた実験で，幼苗の葉脈頻度と気孔密度が葉身からの光合成産物の転流効率に影響を及ぼすことを示唆した[4]。光合成の主たる場である葉身を工場とみなしたとき，個々の設備を効率よく運用し生産性を高めるには，設備間の相互関連を十分に把握しておく必要がある。すなわち，葉部形質の遺伝変異を利用してトウモロコシの光合成能力を育種的に向上させようとするとき，多数の形質間の関連性を同時に，かつ総合的に理解しておくことが重要であると考えられる。そこで本実験では，スイート種とデント・フリント種で育種母材となっている多数の自殖系統を供試し，成熟期の葉部形質を中心に形質間相互の関連性を主成分分析法で検討した。

材料と方法

Table 1に示すスイート種の37自殖系統とデント

Table 1. Sweet corn 37 inbred lines and dent-flint corn 29 inbred lines

Code	Line name		Code	Line name		Code	Line name	
Sweet corn			23	J9C 1-6	b	44	CH581-13	c
1	No.149	a	24	No.85	a	45	CM 37	c
2	W 5579	b	25	W 6786	b	46	CM 39	c
3	No.296	a	26	No.87	a	47	A74-4	c
4	No.98	a	27	WC 7	b	48	N 138	c
5	Ma.21547	b	28	W 6708	b	49	D 299	c
6	No.314	a	29	V 7111	b	50	RB 259	b
7	G61D	b	30	No.99	a	51	C 123	c
8	4703	b	31	No.95	a	52	W 462	c
9	No.225	a	32	No.313	a	53	CM 174	b
10	No.96	a	33	No.97	a	54	CM 109	c
11	No.298	a	34	No.206	a	55	W41A	b
12	No.306	a	35	No.462	a	56	W729D	c
13	V 676	b	36	No.388	a	57	Mo17^{ht}	c
14	No.1	a	37	No.400	a	58	A 661	c
15	No.212	a				59	W 452	c
16	W 6767	a	Dent,flint corn			60	A 34	c
17	V 679	b	38	A 639	c	61	Oh43^{ht}	c
18	V 729	b	39	A 116	c	62	W 79A	b
19	No.198	a	40	W 583	c	63	D 415	c
20	No.201	a	41	CH663-8	c	64	T 6	b
21	W 3722	b	42	SD-10	c	65	Co 108	c
22	No.320	a	43	A 357	c	66	W64A^{ht}	c

a : From Hokkai Seikan Co. Ltd.
b : From Tokachi Agricultural Experiment Station.
c : From Hokkaido National Agricultural Experiment Station.

・フリント種の29自殖系統を北海道大学農学部付属農場に２反復乱塊法で標準栽培した。絹糸抽出後に試験区当たり５個体を対象に着雌葉の一枚上の葉について葉長と葉幅を測定した後，リーフパンチを用いて葉片をサンプリングし，前報[2]に示した方法にしたがって葉脈頻度，葉身の表側と裏側の気孔密度および葉脈当たり気孔数を測定した。これら葉部形質に加え，19の形態形質と収量形質を調査した。

主な統計解析は北海道大学大型計算機センター，ライブラリープログラムＳＰＳＳを用いて行った。

結果と考察

得られた66系統，24形質のデータを分散分析した結果，系統間差異はほとんどの形質で有意であった。目的に沿った形質をある程度選択するため，遺伝相関の検討および予備の主成分分析によって形質群の分類を試み，第２主成分までの累積寄与率の低い形質を削除した後，葉部形質を含む代表的な10形質を選び出した。これら形質に対する主成分分析の結果，第２主成分までで全変動の57％を，第３主成分までで72％を説明でき，各形質の累積寄与率も全てが50％以上であったことから，全変動を要約できる少数の主成分を抽出できた。第１主成分は生育量を表す因子で，第２主成分は葉部形質に関する因子であった。しかし，第３主成分については明確な生物学的意味付けができなかった。

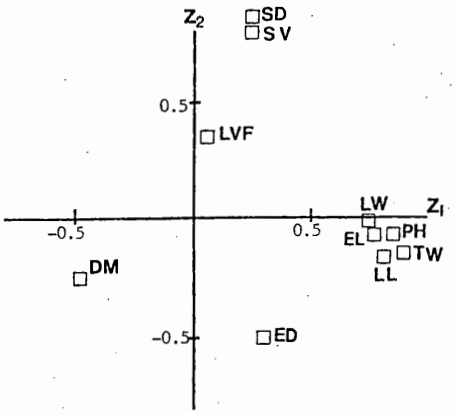


Fig. 1. Scatter diagram of 10 characters of 66 inbred lines in the first and second principal components.
LVF;Leaf vein frequency, SD;Stomatal density, SV;No. of stomata/vein, LL;Leaf length, LW; Leaf width, EL;Ear length, ED;Ear diameter, PH;Plant height, TW;Plant wieght, DM;Ratio of ear weight to plant weight.

Fig 1に第１，第２主成分を座標軸とした10形質の散布を示した。個体の大きさ（バイオマス）を示す地上部重，草丈，葉長，葉幅および子実収量に関連する雌穂長は互いに正の相関をもち，第４象限で群を形成した。原点を始点とするベクトルでとらえると，葉脈頻度は気孔密度と同一方向にあり，これら２形質はバイオマスに関する形質群と直交することから，両者は相対的に独立した形質群であることがわかった。Fig.2 に示した66自殖系統の散布図をみると，第１主成分ではデント・フリント種の方が大きなスコアをもった系統が多く，また系統間の変異も大きかった。第２主成分ではスイート種でより大きな変異がみられた。

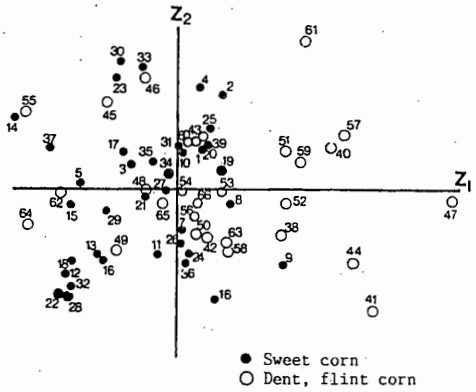


Fig. 2. Scatter diagram of 66 inbred lines in the first and second principal components. Line number as in Table 1.

分散分析の結果やFig.2 の系統散布で，スイート種とデント・フリント種の間に差異が認められたこと，および両種が育種母材として別々に用いられることを考慮して，各種内での形質間の関係を検討した。第３主成分までの説明量は両種とも約70％であったが，第２主成分までではスイート種で54％，デント・フリント種で60％と必ずしも高くなかった。しかし，葉部形質とバイオマスに関する形質に限ってみるとこれら二つの主成分に十分単純化できた。Fig.3 に示した

ように，スイート種では気孔密度と葉脈当たり気孔数がバイオマスや葉脈頻度とそれぞれ正の相関関係をもっていた。一方，デント・フリント種では葉脈頻度が気孔密度，葉脈当たり気孔数と負の相関をもっていた。また，この種ではバイオマスや子実収量に関連した形質のまとまりが解け，葉脈頻度や気孔密度と独立した関係にあった。したがって，デント・フリント種はスイート種に比べ葉部形質と他のバイオマスや収量形質との相互関連が小さいと言える。

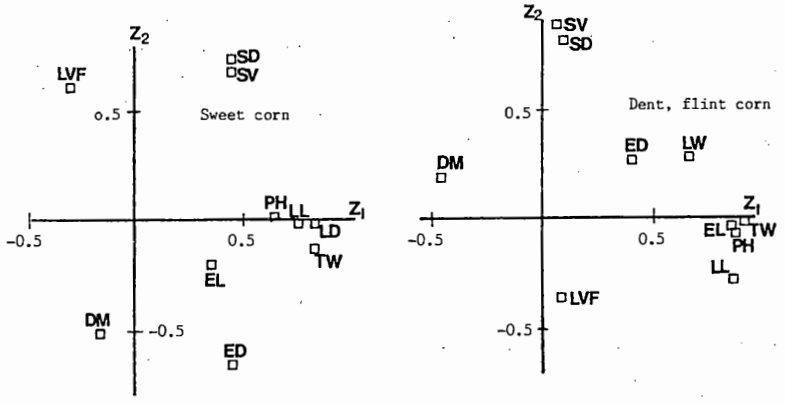


Fig. 3. Scatter diagram of 10 characters of sweet corn (left) and dent, flint corn (right).
Symbols of 10 characters as in Fig. 1.

トウモロコシの葉脈は平行脈であり，気孔は葉脈間に比較的規則性をもって分布する。そこで，さらに気孔の分布を葉脈方向（縦方向）と葉幅方向（横方向）の２次元で考え，葉幅，葉脈頻度，気孔密度および葉脈当たり気孔数の４形質について相関関係を調べた。Table2に示した偏相関係数から，スイート種では葉幅が狭いほど葉脈が密になるが，葉脈頻度の影響を無視すると葉幅の大小と気孔の分布とは独立であることがわかった。葉幅の影響を消去したとき，葉脈が密なほど気孔も密に分布するが，これは縦方向より横方向の気孔数の増加によっている。デント・フリント種では，葉幅は葉脈や気孔の分布に対しての関連が薄く，葉脈が密なほど縦方向の気孔の分布が疎になる傾向があった。前報[2]でも葉脈頻度と気孔密度の間にスイート種で正の相関が観察され，一方デント・フリント種では観察されなかったことから，両形質の関係が種間で遺伝的に分化していることが示唆される。

Table 2. Partial correlations between leaf characters in sweet corn and dent-flint corn inbred lines

	Leaf width (1)	Leaf vein frequency (2)	Stomata density (3)	Stomata/ vein (4)
		Seet corn		
(1)		-0.587**	0.233	0.076
(2)	-0.240		0.568**	-0.327
(3)	-0.087	-0.269		0.858**
(4)	0.264	-0.442**	0.718**	
		Dent-flint corn		

** = P<0.01

トウモロコシはC_4植物でありヘテロシス効果を利用する典型的な作物である。これまでホモ接合型の自殖系統に比べ，ヘテロ接合型の単交雑で単位葉面積当たりの光合成速度と純同化率が顕著に高いことが報告されている[3]。本実験では，自殖系統のみを用いて葉脈と気孔の量的変異について植物体のバイオマスや収量との相互関係を検討したが，スイート種では葉部形質とバイオマスの間に弱い正の関係が認められ，デント・フリント種では独立していた。したがって自殖系統に限って言えば，これら葉部形質の改良が直接的にバイオマスや収量の増大に結び付く可能性は低いことが予測される。しかし，トウモロコシ生産の主たる対象のヘテロ接合型でどのような形質間相互関連にあるかが最も興味深い点であり，交雑組み合せを考慮した上で詳細に検討する必要があろう。

引用文献

1. Crookston, R.K. and D.M.Moss 1974 Crop Sci. 14 : 123－125.
2. 三浦秀穂・中嶋 博・津田周彌 1983 北大農邦文紀 13 : 477－484.
3. Monma, E. and S. Tsunoda 1979 Japan. J. Breed. 29 : 159－165.
4. 中嶋 博・三浦秀穂・津田周彌 1983 育雑 33 (別冊 2) : 234－245.
5. 中嶋 博・曾 富生・津田周彌 1981 北大農場報告 22 : 12－19.
6. Neales, T. F. and L. D. Incol 1968 Bot. Rev. 34 : 107－125.

Summary

Interrelationships among leaf and biomass characters of inbred lines in maize were investigated using 37 sweet corn lines and 29 dent, flint corn lines. The principal component analysis showed that for leaf characters at maturity including leaf vein frequency and stomatal density, genetic differences were larger in the sweet corn inbred lines than the dent, flint corn (Fig. 2). In the sweet corn inbred lines, stomatal density correlated to plant biomass and leaf vein frequency but the latter two were negatively associatcd each other(Fig. 3). In the dent, flint corn inbred lines, thc leaf characters were independent of plant biomass.

北海道草地研究会報 25：97－99（1991）

ザイモグラムからみた2倍体ペレニアルライグラスの多様性

山下雅幸・島本義也（北海道大学）

緒　　言

近年、アイソザイムのバンドパターンにみられる多型性を、品種識別や品種間の類縁関係を調べる際の遺伝標識として利用した研究が多くの作物で報告されている。

ペレニアルライグラスにおいても、これまで5つの酵素の変異が解析され、7つの遺伝子座が同定されている[1,2]。

本研究では、世界各地より収集した2倍体ペレニアルライグラスを用いて、澱粉ゲル電気泳動法により得られたアイソザイムのバンドパターンから、アイソザイム遺伝子の頻度を求め、遺伝子頻度の地域間差異および採草型と放牧型の遺伝子頻度の差異について検討した。

材料及び方法

供試材料は、世界各地より収集した2倍体品種125品種である。各品種5個体について、澱粉ゲル電気泳動法により、フォスフォグルコースイソメラーゼ（*Pgi*）、グルタミン酸オキサロ酢酸転移酵素－3（Got_3）、酸性フォスファターゼ（*Acp*）、フォスフォグルコムターゼ（*Pgm*）およびアコニターゼ－1（Aco_1）に関する5遺伝子座の遺伝子型を調査した。播種後約1ケ月～2ケ月の実生より、メルカプトエタノールを含むトリス塩酸緩衝液を用いて粗酵素液を抽出した。ゲル用および電極用緩衝液には、水酸化リチウム緩衝液（*Pgi*、Got_3、Aco_1）およびヒスチジン緩衝液（*Pgm*、*Acp*）を用いた。染色方法は、Hayward and McAdam[1]とØstergaardら[2]を参照した。

各国における品種内および品種間の変異性を比較する目的で、平均遺伝子多様性を次式によって求めた。

$$\text{平均遺伝子多様性} = 1/n \times \sum_{j} \left(1 - \sum_{i} X_{ij}^{2}\right)$$

ただし、nは遺伝子座数、X_{ij}はj遺伝子座のi遺伝子の頻度である。品種内の平均遺伝子多様性は、各品種の平均遺伝子多様性の平均値であり、品種間の平均遺伝子多様性は、各国における全品種の平均遺伝子多様性から品種内の平均遺伝子多様性を引いた値である。

結果及び考察

1. アイソザイム遺伝子頻度の地域間差異

各国における*Pig*、Got_3およびAco_1遺伝子座の対立遺伝子頻度を図1に示した。*Pgi*遺伝子座（図1a）では、4つの対立遺伝子が観察された。全体では、a遺伝子が0.33、b遺伝子が0.52と高い頻度で観察され、c遺伝子は0.14、d遺伝子はわずかに0.01しか観察されなかった。大部分の国において、同様の遺伝子構成が認められ、*Pgi*遺伝子座の対立遺伝子頻度には、明確な地域的特異性は認められなかった。しかし、全体では非常に少ない頻度で観察されたd遺伝子が、オーストラリアおよびイタリアでのみ観察された。

Got_3遺伝子座（図1b）では、a、b、cおよびdの4つの対立遺伝子が観察されたが、すべての国

でｂ遺伝子が高頻度で認められ、*Got*₃遺伝子座の対立遺伝子頻度にも、地域間に明確な差異は認められなかった。しかし、全体で非常に少ない頻度で認められたａ遺伝子が、フィンランドで0.20、アメリカおよびニュージーランドにおいても比較的高い頻度で観察された。また、ｄ遺伝子は、フランス、ドイツおよびポーランドと連続した地域において、比較的高い頻度で観察された。

*Aco*₁遺伝子座（図1ｃ）では、ａおよびｂの２つの対立遺伝子が観察された。ルーマニアとオーストラリアにおいて、ｂ遺伝子が0.95～1.00と非常に高頻度で認められたほかは、ａ遺伝子とｂ遺伝子は同程度の頻度で観察された。

*Acp*遺伝子座では、４つの対立遺伝子が観察され、すべての国において、ａおよびｂ遺伝子が0.9以上の頻度で認められた。また、ｄ遺伝子は、アメリカ、オランダおよびオーストラリアでのみ認められた。

*Pgm*遺伝子座では、３つの対立遺伝子が観察された。ａ遺伝子は全体で0.62、ｂ遺伝子は0.37の頻度で認められ、ｃ遺伝子はデンマーク、オランダおよびアメリカでのみ認められた。

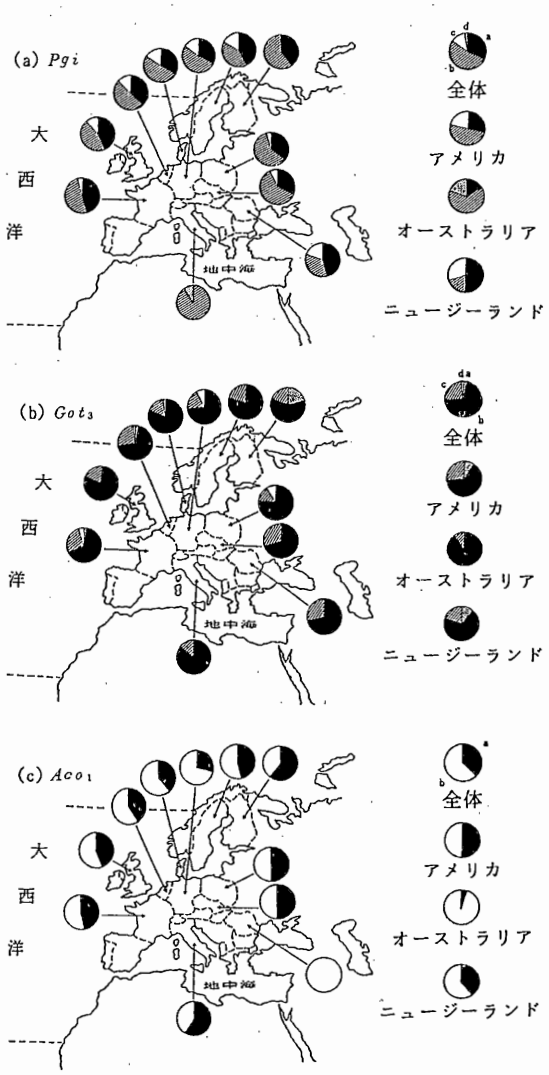


図1．各国におけるフォスフォグルコースイソメラーゼ(*Pgi*)、グルタミン酸オキサロ酢酸転移酵素－3(*Got*₃)およびアコニターゼ－1(*Aco*₁)遺伝子座の対立遺伝子頻度

2. 平均遺伝子多様性

品種間の平均遺伝子多様性は、アメリカ、オランダおよびデンマークで0.10以上の値を示したのに対して、オーストラリア、ポーランドおよびルーマニアでは0.01～0.02と低く、供試品種数が多い国ほど高い値を示した。一方、品種内の平均遺伝子多様性は、スウェーデン、チェコスロバキア、ポーランドおよびニュージーランドで0.39以上の高い値を示し、イギリス、イタリアおよびオーストラリアでは他の国より低い値を示した。また、すべての国において、品種内の平均遺伝子多様性は品種間の平均遺伝子多様性より高かった。これは、ペレニアルライグラスが他殖性作物であり、品種内の変異性が大きいことを示している（図２）。

3. 採草型と放牧型のアイソザイム遺伝子頻度の差異

ペレニアルライグラスは、形態および利用目的から、草丈が高く、茎数の少ない採草型と、草丈が低く、茎数の多い放牧型に分けることができる。これらは、育種過程において異なる方向に選抜が加えられてき

た結果、形態的に分化したものと考えられる。本研究では、草丈によって、供試品種を採草型、放牧型およびその中間型の３つの品種群に分類し、各品種群のアイソザイム遺伝子頻度を比較した。大部分の遺伝子座においては、３つの品種群の間に大きな遺伝子頻度の差異は認められなかった。しかし、Aco_1 遺伝子座において、草丈が高いほど、a遺伝子の頻度が低く、b遺伝子の頻度が高い傾向が認められた。（表１）。

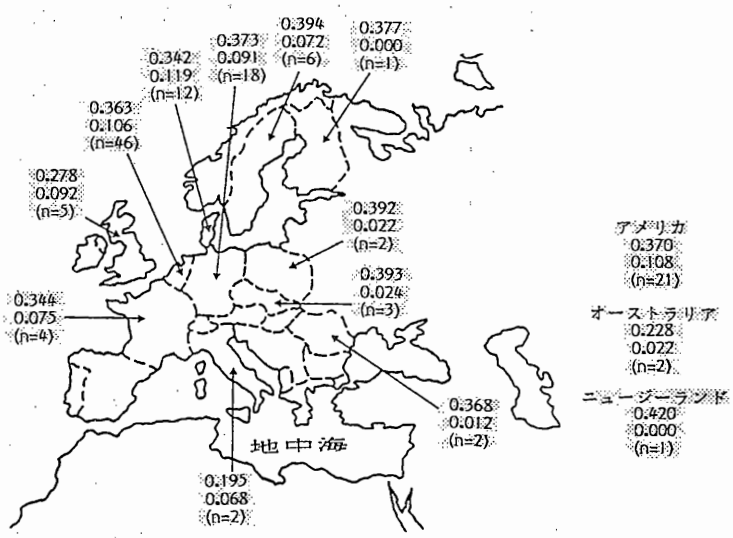


図２．各国における品種内および品種間の平均遺伝子多様性
平均遺伝子多様性＝$1/N \times \Sigma(1-\Sigma Xij^2)$
N：遺伝子座数
Xij：j遺伝子座のi遺伝子の頻度
上段の数字が品種内の平均遺伝子多様性、中段の数字が品種間の平均遺伝子多様性、下段(n)の数字は供試品種数

このように、各国におけるアイソザイム遺伝子の頻度には、明確な地域的特異性は見いだされなかったが、いくつかの遺伝子座において、低頻度で観察された遺伝子が、一部の地域に局在する傾向が認められた。また、Aco_1 遺伝子座において、異なる方向に育種されてきた採草型と放牧型の品種群の遺伝子頻度に、わずかではあるが差異が認められ、ペレニアルライグラスの遺伝解析において、アイソザイムのバンドパターンに見られる多型性を利用することの有効性が示唆された。

表1. 採草型、放牧型および中間型のアイソザイム遺伝子頻度

遺伝子座	対立遺伝子	草丈 ≧47cm（採草型）	≧36cm（中間型）	≧20cm（放牧型）
Aco_1	a	0.31	0.42	0.49
	b	0.69	0.58	0.51
Acp	a	0.65	0.53	0.54
	b	0.33	0.40	0.37
	c	0.02	0.06	0.07
	d	0.00	0.01	0.02
Got_3	a	0.01	0.03	0.06
	b	0.75	0.69	0.67
	c	0.22	0.27	0.24
	d	0.02	0.02	0.03
Pgi	a	0.36	0.33	0.32
	b	0.47	0.54	0.54
	c	0.16	0.13	0.13
	d	0.01	0.00	0.01
Pgm	a	0.60	0.63	0.58
	b	0.38	0.36	0.40
	c	0.02	0.01	0.02

引用文献

１）Hayward M.D. and N.J.McAdam（1977）Z．Pflanzenzuchtg. 79, 59－68

２）Østergaard H, G, Nielsen and H. Johansen（1985）Theor Appl Genet 69, 409－421

J. Hokkaido Grassl. Sci. **25**: 100－102 (1991)

メドウフェスク黒さび病菌の病原性について

但見　明俊（北農試）

Host Specialization in Stem Rust of *Festuca pratensis* Huds.

Akitoshi Tajimi

Hokkaido Natl. Agric. Exp. Stn., Sapporo, 062 Japan

緒　　言

メドウフェスク（*Festuca pratensis* Huds.）の黒さび病（*Puccinia graminis* Pers.）は本邦では成田により1959年浜頓別での発生が報告されたのが最初である。成田は本病はチモシー黒さび病菌（*Puccinia graminis* f. sp. *phlei-pratensis* Stakman et Piemeisel）によるものと考えた[2]。西原[3]も著書の中で成田の考えを支持している。しかし，成田の場合も，また西原の場合も，接種実験の結果を踏まえたものではなく，いわゆる状況証拠によるものである。

1989年，札幌市豊平区羊ケ丘の北農試圃場にメドウフェスクとチモシー（*Phleum pratense* L.）の両方に黒さび病の発生を認めた。そこで，両者の黒さび病菌を採集し，温室においてチモシーに対する接種実験を行って病原性を比較した結果，両菌は異なるものであった。

つぎに，メドウフェスク黒さび病菌を用いてメドウフェスクのほか，*F. pratensis* var. *apennina*（De Not.）Hackやトールフェスク（*F. arundinacea* Schreb.）などメドウフェスクに近縁と考えられる植物に対する接種実験を行って反応を比較した。これは前年の実験で *F. pratensis* var. *apennina* がトールフェスク冠さび病に容易に感染したのに対しメドウフェスクは感染し難かったことによる。すなわちこの植物はメドウフェスクよりはトールフェスクに近縁ではないかと考えた訳である[4]。そこで今回はメドウフェスクの病原菌を用いて接種実験を行ってみた。

結果と考察

1. チモシーに対する病原性

チモシーの黒さび病感受性株（栄養系TM60）を供試し，同一葉の一端にチモシー黒さび病菌を他端にメドウフェスク黒さび病菌を接種したところ，前者は大型の夏胞子堆を，後者は微小な点型の夏胞子堆を形成した。これにより両者が同一でないことが明らかとなった。

つぎに，チモシー品種センポクの各12個体にチモシー黒さび病菌とメドウフェスク黒さび病菌とを接種した（表1）。チモシー黒さび病菌は11個体に夏胞子堆を形成した。これらは感受性を示す大型の夏胞子堆を形成したものから抵抗性を示す小型の夏胞子堆を形成したものまでさまざまであった。一方，メドウフェスク黒さび病菌も5個体に夏胞子堆を形成したがいずれも抵抗性を示す小型の夏胞子堆であり，7個体には夏胞子堆が形成されなかった。これからメド

表1　チモシー品種センポクに対する接種実験

	供試個体数	夏胞子堆形成個体数	高度抵抗性個体数
チモシー黒さび病菌	12	11（S－R）	1
メドウフェスク黒さび病菌	12	5（Rのみ）	7

ウフェスク黒さび病菌はチモシーに対して弱い病原性を持つが圃場で黒さび病を起こすほどではないように考えられた。

2. *Festuca pratensis* var. *apennina* に対する病原性

メドウフェスク黒さび病菌を用いてメドウフェスク，*F. pratensis* var. *apennina*，トールフェスクおよびライグラス類（*Lolium*および*Festulolium*）に対する接種実験を行った。これらの植物は温室で育苗し，径約6㎝の素焼鉢に個体植えとした。結果を表2に示した。メドウフェスクのBarpresto，Ensign，First，PalterおよびTraderに90％以上の個体に夏胞子堆が形成された。Festinaの罹病個体率は59.1％とやや低いがこれは抵抗性品種でしかも4倍体のためと考えられる。チュニジアで育成されたGrombaliaは供試したメドウフェスク品種中最も低かった。この品種は，前報でも言及したように，OECDリストではメドウフェスクとして登録されているけれどもトールフェスクの形態的特徴を備えている。ペレニアルライグラスも2品種を供試してともに高い罹病個体率を示し，恐らくはメド

表2　成植物を用いたメドウフェスク黒さび病菌接種実験

	供試個体数	罹病個体率（％）
Festuca L.		
F. pratensis Huds.		
Barpresto	30	100.0
Ensign	30	100.0
First	30	96.7
Paltar	30	93.3
Trader	30	90.0
Festina	22	59.1
Grombalia	30	56.7
F. pratensis var. *apennina* (De Not.) Hack.	30	93.3
F. arundinacea Schreb.		
Mustang	12	41.7
Hokuryo	30	13.3
Yamanami	12	8.3
Nanryo	30	3.3
F. arundinacea var. *glaucescens* Boiss.	30	0
Festulolium sp.		
Kemal	30	100.0
Tandem	12	80.0
Lolium L.		
L. perenne L.		
Reveille	30	100.0
Manhattan	12	100.0
L.×hybridum Haussk n.		
Tetrelite	30	50.0

ウフェスクとペレニアルライグラスの雑種と思われる *Festulolium* の2品種もまた高い罹病個体率を示した。

トールフェスクは4品種を供試したが，いずれも罹病個体率は低かった。また，形成された夏胞子堆の周囲が広く紫褐色に着色した。*F. pratensis* var. *apennina* は93.3％というメドウフェスクなみの高い罹病個体率を示した。夏胞子堆の大きさでもかなり大型のものがあったが，夏胞子堆の周囲に広いクロローシス様の退緑色部が認められた。これはトールフェスクに似た反応と考えることもできる。

以上の結果から，メドウフェスク黒さび病菌を用いて *F. pratensis* var. *apennina* の分類上の帰属を考察することは困難であると考えられた。圃場ではトールフェスクにも，また *F. pratensis* var. *apennina* にも未だ黒さび病の発生を認めていない。最近，米国オレゴン州ではトールフェスク黒さび病の発生が著しいといわれる1）ので，メドウフェスク黒さび病菌とトールフェスク黒さび病菌とは病原性を異にすると思われる。今後はさび病菌にこだわらず，種々の病原菌を供試してこの問題を追求してみたい。

引用文献

1. Funk, C.R. & B.B. Clarke (1989) Turfgrass breeding-with special reference to turf-type perennial ryegrass, tall fescue and endophytes. Proc. 6th Intern. Turfgrass Res. Conf. (Tokyo) : 3－10.
2. 成田武四（1977）北海道における農作物病害　著者出版　277p.
3. 西原夏樹（1981）　農林水産研究文献解題　牧草病害編　農林統計　531p.
4. 但見明俊（1990）　冠さび病罹病性からみた *Festuca pratensis* var. *apennina* の分類上の帰属　北草研報　24 : 149－151.

Summary

The stem rust fungus (*Puccinia graminis* Pers.) isolated from meadow fescue (*Festuca pratensis* Huds.) was weakly pathogenic to timothy (*Phleum pratense* L.) and was pathogenically different from timothy rust fungus (*P. graminis* f. sp. *phlei-pratensis* Stakman et Piemeisel). *Festuca pratensis* var. *apennica* (De Not.) Hack showed an intermediate reaction to the stem rust between meadow fescue and tall fescue (*Festuca arundinacea* Schreb.)。

北海道草地研究会報 25：103－107（1991）

チモシー斑点病抵抗性品種育成に関する研究

5. 育成系統の斑点病抵抗性および2、3の特性

筒井佐喜雄（天北農試）・古谷政道（北見農試）
・中村克己（天北農試）・川村公一（元北見農試）

緒　　言

近年、牧草類の品種選定に当っては、多収性に加えて、耐病性や熟期等の特性に特色を示す品種も、注目されている。北海道の優良品種に選定された、アルファルファ「バーティシリウム萎ちょう病」抵抗性品種はその良い例である。このような中で、著者等は、チモシー斑点病抵抗性系統の育成を進め、前報までに、斑点病の年間の発生推移と被害解析、抵抗性の品種間差異や検定方法、抵抗性選抜効果の実証など育成に関する諸問題について報告した。本報では、同病害に対する抵抗性向上を目的として育成した系統（北見15号、同16号）の、斑点病抵抗性および2、3の利用特性について検討した。

試験方法

試験1　北見15号、同16号の育成に関する試験

本試験は、常呂郡訓子府町弥生、北見農試圃場で実施した。

北見15号、同16号は中生の熟期で、斑点病の抵抗性向上を育種目標とした。両系統共に7栄養系で合成した系統である。この構成栄養系決定のため、北見15号では、ガラス室内の人工接種による個体選抜試験圃場での個体選抜試験および栄養系比較試験を行った。北見16号では、前記試験のほかに、次の試験を行った。尚、圃場試験は、自然発病とした。

試験1－1　多交配後代検定試験

供試材料は、親栄養系57とその多交配後代系統57および標準品種外9。耕種概要は次のとおりで、多交配後代系統等66材料は1982年5月18～19日播種、播種量は150g／a、60cm条播とした。2、3年目施肥量は$N-P_2O_5-K_2O$－1.8－1.5－1.8Kg／a／年施用し、年2回刈りとした。親栄養系は60×60cmの個体植。試験区の配置は両者とも乱塊法、4反復。後代系統等は1区6m^2、親栄養系は1区1株とした。試験期間は1982年～1984年の3年間、斑点病発病程度、乾物収量等を調査した。

試験2　系統適応性検定試験

本試験は、枝幸郡浜頓別町緑ケ丘、天北農試圃場で実施した。

供試材料は北見15号、16号など10系統・品種。耕種概要は1988年5月17日、30cm条播で播種。播種量は120g／a。2、3年目施肥量は$N-P_2O_5-K_2O$－1.5－1.5－1.5Kg／a／年とした。刈取りは1番草を出穂期頃に行い、年2回刈りとした。試験区の配置は、乱塊法、4反復とし、1区面積は6m^2とした。試験期間は1988年～1990年の3年間、斑点病発病程度、出穂期、収量等調査した。発病調査は評点法（1：無又は微～5：甚）の外、試験区当り10茎を葉位毎に、病斑数等調査した。

結果及び考察

1. 北見15号、16号の育成経過

北見15号は、7栄養系の組合せにより合成した。構成栄養系は、1969年から1983年にかけて2サイクルの個体選抜および栄養系比較試験を行い選抜した（表1）。1984年、多交配により採種し系統を合成した。旧系統名は北系合85302である。構成栄養系の世代は母材品種より一世代進んだものであり、斑点病の発病程度が3年間8回の調査で中以下を示し、出穂期が6月30日前後の中生の材料を選抜した（表2）。

表1　北見15号構成栄養系の選抜経過と各選抜サイクルの供試材料数

サイクル名	年次	個体選抜試験	栄養系比較試験	選抜材料数
第1次	1969-1979	延108品種・系統		13 品種・系統
		25,389個体 →	1,289栄養系 →	18 栄養系
		(多交配)		
第2次	1980-1983	18多交系統＋14品種・系統		5 多交系統
		1,492個体 →	487栄養系 →	7 栄養系

表2　北見15号構成栄養系の来歴と特性

NO.	栄養系名	斑点病	出穂期	来歴（第2次サイクルの母材名）
1.	IX-129	1.3	6月27日	ホクレン改良種から選抜した個体の多交配後代系統
2.	130	2.1	26	同上
3.	167	1.5	28	Wisscons in T から選抜した個体の多交配後代系統
4.	206	1.4	30	北海道在来種(月寒系)から選抜した個体の多交配後代系統
5.	250	1.6	30	北系合0303から選抜した個体の多交配後代系統
6.	268	2.0	26	同上
7.	294	2.3	7. 1	北見4号から選抜した個体の多交配後代

注）斑点病は3年間8回調査の平均値（1：無又は微－5：甚）、出穂期は2年間2回調査の平均値を示した。

北見16号は、4品種・系統等に由来する7栄養系より合成した。1969年から1979年までに、個体選抜試験（延202品種・系統等、36,064個体）と、同試験から選抜した2,158個体について栄養系比較試験を行い、44栄養系を選抜した。1979年から1980年に、同材料と保存材料から選抜した13栄養系を加えて多交配により採種、1982年から1984年の3年間、後代検定試験（試験1－1）を実施し、構成栄養系を決定し、1986年多交配により採種し、系統を合成した。旧系統名は北系合86301である。構成栄養系は、後代検定試験において、標準品種ホクセン（北海道優良品種）とほぼ同一の出穂期を示し、斑点病の発病程度が低く、利用2、3年目の収量がやや高い材料を選抜した（図1）。なお、あわせて試験した57親栄養系と多交配後代系統の斑点病発病程度の相関係数は$r = 0.69^{**}$、回帰系数は$b = 0.92$を示した（表3）。

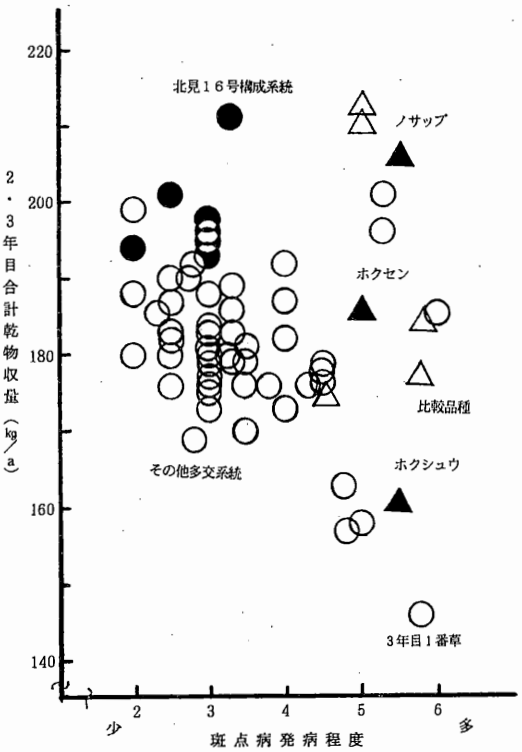


図1　多交配後代系統の斑点病と乾物収量の関係（試験1－1）

2. 育成系統の斑点病低抗性および2、3の特性

本調査は、北見農試育成のチモシー系統適応性検定試験（試験2）の一部として実施した。

1）出　穂　期

北見15号、16号の出穂期は7月2日（播種後2、3年目平均値）であった（表4）これは、早生品種ノサップの6月26日（同）より6日遅く、中生品種ホクセンの7月5日（同）より3日早かった。両系統は、チモシーの熟期では中生のやや早い群に属すると考えられる。このため以後の品種との比較は、ホクセンを標準とした。

2）斑点病発病程度

調査期間中、接種は行わなかったが、自然感染により斑点病は感受性の材料では多～甚の発病が認められることが多く、系統の検定に十分な発病が得られた（図2）。図2に北見16号とホクセンの年間の発病推移を示した。両品種・系統の発病程度の差異は、各番草共生育が進むにつれて拡大し、刈取り時では北見16号の発病程度は、ホクセンより1～2ランク程度低く、収量低下等の被害を軽減できる中程度以下であった。北見15号についても、ほぼ同様の傾向が認められた。

次に、葉位毎の病斑数を表5に示した。両系統の病斑数は、ホクセン、ノサップ、ホクシュウ等に比較すると、各葉位とも少なく、出葉が早く、感染の機会が十分あったと思われる、下位葉でその差が大きかった。この傾向は、図3に示したように、年次が変わっても同一であった。また、観察によるとホクセンの病斑は、比較的大型で周縁が黒紫色で鮮明なものが多く認められたが、両系統ではやや小型の病斑が多かった。

各葉毎に調査した発病指数の平均値と品種・系統内の変異を表6に示した。発病指数（1無又は微～5甚）の平均値は、ホクセンの4.6に対し北見16号は2.1、同15号は2.4と小さかった。また発病の少ない指数1～2の割合も85.0～62.5％を示し、他の品種より高かった。これは、任意にサンプリングした40茎の調査であるが、両系統に被害軽減に必要な抵抗性個体が60％以上含まれていることを

表3　親栄養系と多交配後代の斑点病発病指数の相関係数と親子回帰（試験1-1、3年目、1番草）

相関係数	回帰式	供試材料数
0.69 **	Y = 1.64 + 0.92 X	57

注）　** は1％水準で有意。

表4　育成系統の出穂期（試験2）

品種・系統名	出穂始	出穂期
1．北見15号	6月25日	7月　2日
2．北見16号	6．25	7．　2
3．ホクセン	6．26	7．　5
4．ノサップ	6．16	6．26
5．ホクシュウ	7．　1	（未）

注）　播種後2、3年目の平均値を示した。ホクシュウは1番草刈取り日までに出穂期に達しなかった。

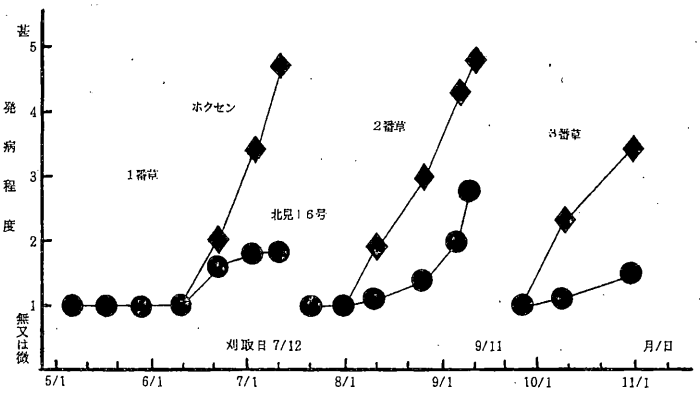


図2　北見16号及びホクセンの年間の発病推移（試験2、2年目）

表5　斑点病の葉位毎病斑数
（試験2、2年目、1番草、個／cm²）

品種・系統名	2葉目	3葉目	4葉目
1．北見15号	1.2	1.7	2.7
2．北見16号	1.2	1.4	2.2
3．ホクセン	2.1	4.5	6.6
4．ノサップ	2.3	2.7	4.3
5．ホクシュウ	2.2	3.4	4.6

注）　1区10茎の各葉位を調査。4反復の平均値。葉位は上から数え、完全に展開した最上位の葉を第1葉とした。

示唆している。

3. 乾物収量

両系統のホクセンに対する乾物収量比を表7に示した。利用2、3年目の合計収量は北見15号が106％、同16号は107％を示し有意な差は認められないがホクセンよりやや高く、ノサップ並の収量を示し、収量を損うことなく抵抗性の向上が計れた。

4. すじ葉枯病発病程度

調査期間中、他の病害では、すじ葉枯病を主体とする葉枯性病害が認められた。表7に示したように、発病程度は高いものではないが、すじ葉枯病は2番草で差が認められ、両系統はホクセンより高かった。

すじ葉枯病は、チモシーの重要病害のひとつである。北見15号、16号の育成経過の中では、斑点病抵抗性向上に重点を置き、すじ葉枯病に対しては、強い選抜を行わなかった。同病に対する選抜は、今後の問題であるが、図4にみられるように、品種・系統間の差は大きく、選抜効果が期待できる。また、斑点病とすじ葉枯病の両病害に発病程度が低い材料も認められるので、複合抵抗性を備えた材料の選抜も可能であろう。

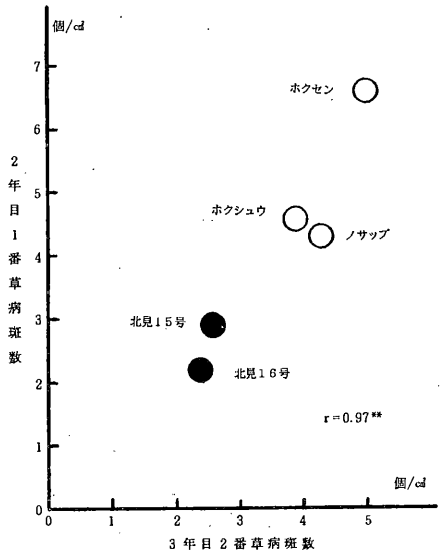


図3 斑点病発病の年次間の関係
（試験2 4葉目病斑数）

表6 品種・系統内の斑点病発病程度の変異（試験2、2年目、1番草）

品種・系統名	発病指数の頻度(%) 1	2	3	4	5	発病指数平均値
1．北見15号	7.5	55.0	32.5	2.5	2.5	2.4
2．北見16号	10.0	75.0	12.5	2.5	0.0	2.1
3．ホクセン	0.0	0.0	10.0	17.5	72.5	4.6
4．ノサップ	0.0	15.0	47.5	15.0	22.5	3.5
5．ホクシュウ	0.0	12.5	35.0	350.	17.5	3.6

注） 表5で調査した各茎の最大発病葉をその茎の発病指数とし、品種・系統40茎の頻度（%）を示した。指数は1（無又は微）～5（甚）を示す。

表7 乾物収量およびすじ葉枯病発病程度（試験2）

品種・系統名	年間合計乾物収量（ホクセン対比） 1年目	2年目	3年目	2･3合計	すじ葉枯病 2年目2番草
1．北見15号	104	108	104	106	2.3
2．北見16号	100	108	105	107	2.1
3．ホクセン	(39.2)	(113.7)	(112.8)	(226.5)	1.6
4．ノサップ	103	112	104	108	2.5
5．ホクシュウ	87	94	93	93	1.9
有意性	n.s.	**	n.s.	*	**
l.s.d.(5%)	—	9.3	—	8.5	0.4

注） 乾物収量の（ ）は実収量（kg／a）、すじ葉枯病は1（無又は微）～5（甚）を示す。有意性の**、*は1、5％水準で有意差有り、n.s.は両水準で無し。l.s.d.単位は%。

摘 要

チモシー斑点病に対する抵抗性向上を目的として育成した2系統（北見15号、16号）の斑点病抵抗性および出穂期、収量などの特性を調査した。

1）2系統は、北見農試において斑点病抵抗性について1～2サイクルの選抜を経た系統を母材に、合成品種法などで育成した。

2）育成系統の調査は、天北農試圃場で1988年～1990年の3年間行った。

3）利用適期における両系統の斑点病発病程度は標準品種ホクセンより1～2ランク低く、病斑数は2分の1程度で選抜の効

果が認められた。

4）出穂期は両系統とも7月2日（2、3年目平均）でホクセンより3日早いが、ノサップより6日遅い中生で、利用2、3年目の合計乾物収量はホクセン対比106～107％を示した。

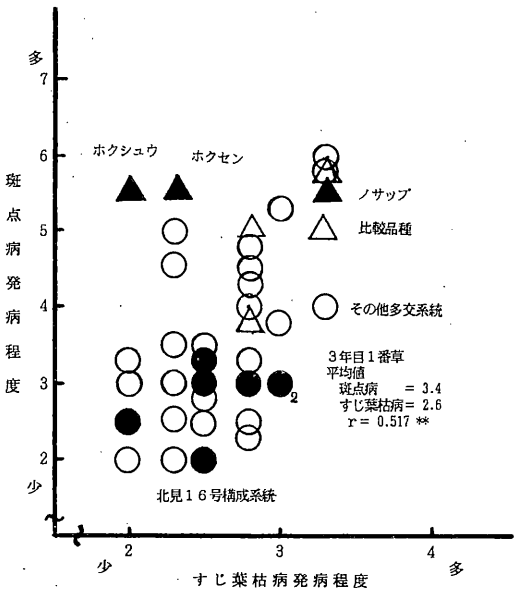


図4　多交配後代系統の斑点病とすじ葉枯病の関係（試験1－1）

参考文献

1）稲波　進・神戸三智雄・藤本文弘（1986）日草誌．32，218－224

2）大山一夫・吉岡昌二郎・永田　保・岡部俊・福岡寿夫・石黒　潔（1987）北陸農試報告．29，47－74

3）島貫忠幸（1987）北海道農試研報．148，1－56

4）　見明俊（1984）北海道草研会報．18，18－21

5）筒井佐喜雄・植田精一・古谷政道（1989）北海道草研会報．23，120－124

6）筒井佐喜雄・古谷政道・川村公一（1989）北海道草研会報．24、140－148

7）北海道農政部（1990）平成2年普及奨励ならびに指導参考事項．58－70

J. Hokkaido Grassl. Sci. 25: 108－110 (1991)

圃場検定法によるオーチャードグラス耐冬性の品種間および品種内変異の評価

嶋田　徹（帯広畜産大学）

緒　　言

多数の遺伝子型について正確に耐冬性を評価することはきわめて困難なことである。そこで多数個体を扱うことができる圃場検定法をとりあげ、①ラミートによる反復を設けること、②除雪を行って積極的に検定環境を整えることにより、品種内の遺伝子型間変異程度の耐冬性変異を評価できるか否か検討した。

材料及び方法

帯広畜産大学および更別村の2場所に圃場を設け、前者では主に耐凍性、後者では主に耐雪性が検定できるよう配慮して試験を行った。1986年7月、6品種各15個体（遺伝子型）についてラミートを養成、同8月、個体植え（60×60㎝）で圃場に定植した。圃場配置は、4反復（帯広）および3反復（更別）の乱塊法で、反復当り各品種とも15個体、個体当り1ラミートとした。なお、両場所で品種、遺伝子型は異なったものを用いた。

1986年～87年、1987～88年の冬、厳寒期（帯広）あるいは根雪始め（更別、ただし1987～88年のみ）に除雪をおこない、被害発生を促した。被害程度は、再生草における被害度（0～6のスコアー）、穂数、個体重で評価した。結果はいずれも類似であったので、ここでは被害度についての結果だけを報告する。遺伝子型間差異を正確に評価できたか否かは、遺伝率および最小有意差の大きさから推定した。遺伝率は分散成分から右のように求めた。

	自由度	分散の期待値
反　復	r-1	
遺伝子型間	n-1	$S^2 + r\,T^2$
誤　差	(r-1)(n-1)	S^2

ラミート単位の遺伝率＝$T^2/(T^2+S^2)$

遺伝子型単位の遺伝率＝$T^2/(T^2+S^2/r)$

結果及び考察

帯広圃場における被害度（枯死6に対する相対%）の品種平均値、遺伝率、年次間相関を表1に示す。上位3品種は耐凍性が中程度、下位3品種は強に属する品種群である。これらを込みにした集団についてみると、被害度は1987年および1988年でそれぞれ64および67%であり、除雪することにより適度な被害を発生させることができたことが認められる。したがって、遺伝率も全般に高く、ラミート単位で46および66%遺伝子型単位では78および89%となった、品種間の比較ではTammisto、Frodeの遺

表1. 帯広圃場における6品種の冬枯れ被害度に関する統計量

品　種	平均値(%)		遺伝率(%) ラミート		遺伝子型		年次相関
	1987	1988	1987	1988	1987	1988	
Frode	78	78	38	45	71	77	.636*
Kitamidori	74	80	32	50	66	80	.234
Potomac	72	83	37	70	70	90	.449
Kay	52	50	41	60	74	86	.114
Rideau	55	48	58	53	85	82	.376
Tammisto	45	55	25	30	58	64	.104
Pooled popl.	64	67	46	66	78	89	.474**

伝率が低いが、これは後述するように、誤差分散が大きいことによるものでなく、品種内の遺伝子型間分散が小さいことによる結果であった。また年次間相関については、込みにした集団では 0.474 と１％水準で有意であったが、品種内では全般に小さかった。圃場における低温ストレスは年次によって質的にも異なることが知られているが（Marshall et al. 1981）、その理由についてさらに検討が必要である。

各遺伝子型毎に求めた被害度の２か年平均値の頻度分布および５％水準におけるその最小有意差を表２に示す。最小有意差の大きさはどの品種でもほぼ20％と圃場検定としてはきわめて小さかった。このことは誤差分散がどの品種もほぼ同じ大きさであったこと、４反復の反復数でかなりの検定精度が期待できることを示している。最小有意差に比較して各品種の遺伝子型間差異はいずれも大きく、各品種が品種内にかなりの耐冬性変異を持っていることが認められる。また品種内変異の大きさはTammisto、Frode で小さく、品種によって含まれる変異の大きさが異なることも認められた。

表 2. 帯広圃場における被害度の遺伝子型平均値の頻度分布および５％レベルにおける最小有意差（Lsd）

品 種	被害度(%)の区分					Lsd(%)
	0-19	20-39	40-59	60-79	80-100	
Frode			1	5	9	23
Kitamidori			2	8	5	21
Potomac	1		2	6	6	22
Kay	4		7	4		22
Rideau	5		7	2	1	20
Tammisto	2		10	3		24
Pooled popl.	12		29	28	21	24

表 3. 更別圃場における６品種の冬枯れ被害度に関する統計量

品 種	平均値(%)		遺伝率(%) ラミート		遺伝子型		年次相関
	1987	1988	1987	1988	1987	1988	
Kitamidori	36	84	15	41	25	68	.335
Okamidori	22	86	28	27	54	52	.206
Tammisto	33	74	86	80	95	92	.701**
Obihiro 2	20	73	10	63	25	84	.226
Haka	14	72	18	54	40	78	.232
Kay	23	66	49	68	74	86	.193
Pooled popl.	25	75	44	64	70	84	.336**

更別圃場における被害度の品種平均値、遺伝率、年次間相関を表３に示す。更別圃場における被害は、1987年には全般に小さく、主として雪腐大粒菌核病によるものであったが、小粒菌核病によるものも一部に認められた。そこで1988年には除雪により根雪始めの時期を遅らせ、根雪前に凍害をおこさせることにより大粒菌核病の発生を促した。その結果、翌春にはいずれの個体にも大粒菌核病の菌核が認められる大きな被害が発生した。被害度の品種平均値は、耐凍性が中程度のキタミドリ、オカミドリで大きく、耐凍性が大きい他の４品種ではやや小さかった。込みにした集団について遺伝率をみると、ラミート単位で44％および64％、遺伝子型単位で70および84％と大きく、帯広圃場における推定値とほぼ同じ大きさであった。しかし個々についてみると、年次では1987年に、品種ではオカミドリとキタミドリで遺伝率が小さい傾向が認められる。これは誤差分散が大きかったためであった。年次間相関は、品種内の遺伝子型変異がきわめて大きかったTammistoを除いて、いずれも小さかった。

更別における被害度の２カ年間平均値の頻度分布および５％レベルにおけるその最小有意差を表４に示す。被害が小さかった1987年において誤差分散が大きかったこと、また反復数が３反復と帯広圃場に比べて少なかったことにより、最小有異差は21～37％と大きくなった。とくにKitamidori，Okamidoriにおいて大きかったが、これは1987年における誤差分散がこの２品種においてとくに大きかった

ためである。しかしそれにもかかわらず品種内の遺伝子型間差異は大きく、いずれの品種も有意であった。とくにTammistoにおいては、品種内変異が大きく注目された。

以上の結果から、本試験に用いた方法により、品種内の遺伝子型間差異が比較できる程度の高い精度で、多数個体の耐冬性を評価できることが認められる。本試験は、60 × 60 cmの個体植え、遺伝子型当り3～4反復（ラミート）でおこなったが、単年次だけの検定であれば30 × 30 cmの栽植密度で充分であり、さらに遺伝子型数を増やしたり、反復数を増やして検定精度を上げることなどが可能であると考えられる。ただし、検定環境を整えるといっても自然環境との関係で自ずから限度があり、本試験が成功した理由として、両試験年とも、帯広では－25℃以下の寒気に頻繁に見舞われたこと、更別にあっては12月初旬から4月下旬までの深い積雪に恵まれたことが、何よりも重要であった。被害度の平均値が50%前後になる程度のストレスが与えられることがもっとも望ましいと考えられる。このような厳しい冬に恵まれなかったために失敗した試験例が、他にあることを紹介することも、公平を期すためには必要であろう。耐冬性の遺伝育種的研究のためには、多数遺伝子型の耐冬性程度をかなりの精度で評価することが必須である。そのための手段として本方法はきわめて有望であると結論できる。

表4. 更別圃場における被害度の遺伝子型平均値の頻度分布および5%ラベルにおける最小有意差（Lsd）

品種	被害度(%)の区分(%)					Lsd(%)
	0-19	20-39	40-59	60-79	80-100	
Kitamidori		2	5	7	1	37
Okamidori		3	9	2	1	32
Tammisto	3	6	1	1	4	21
Obihiro 2	1	1	10	3		29
Haka		6	8	1		25
Kay		6	8		1	24
Pooled popl.	4	24	41	14	7	29

北海道草地研究会報 25：111－114（1991）

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

－薬剤散布による解析の試み－

竹田芳彦・中島和彦（根釧農試）

緒　　言

そばかす病は寒冷寡照地帯に位置する根釧地域において，アルファルファに最も多発しやすい葉枯性病害である。例年２番草の刈取り後から晩秋にかけて多発し，時には著しく落葉する。この期間は越冬のための準備期間であることから，本病は茎葉生産のみならず越冬性や翌春の収量にも影響を及ぼしていることが考えられる。多数の品種を供試した比較試験の結果[1]では，そばかす病罹病程度と越冬性および収量との間に高い負の相関が認められ，本病がアルファルファ品種の重要な定着阻害要因となっており，品種選定上の重要な指標になりうることが推察された。

本試験ではそばかす病の発生を薬剤散布によって抑制させ，無散布との比較によってこれらのことを確認しようとした。

材料および方法

標準耕種法により播種した播種当年のアルファルファに対し，表１のように処理としてそばかす病の罹病を抑えるためチオファネートメチル水和剤を散布する区（散布区）と散布しないで罹病を多くする区（無散布区）を設けた。品種は既報[1]の結果を参考に，根釧地域において越冬性に優れた３品種（越冬性強品種群）と劣る３品種（越冬性弱品種群）の計６品種を供試した（表２）。試験区の配置は分割区法３反復とした。

表１　試　験　方　法

試験処理	品種６ × 薬剤散布２ × 反復３
播種期	１９８８年７月８日
使用薬剤	チオファネートメチル水和剤(1000倍液)
散布期間	８月１５日～１０月１７日(７回)
刈取り	播種当年無刈取り

表２　供　試　品　種

根釧での越冬性	品種名	育成国
弱	Ｂｅａｖｅｒ	カナダ
	Ｒａｍｂｌｅｒ	カナダ
	Ｄｒｙｌａｎｄｅｒ	カナダ
強	ソ　ア	アメリカ
	サイテーション	アメリカ
	Ｐ５２４	カナダ

調査項目は，播種・処理年のそばかす病の罹病程度，越冬前の欠株率，越冬前の個体重および耐凍性，翌春に評価する越冬性および収量などであった。

そばかす病の罹病程度は無を１，甚を９として評価した。耐凍性の検定は温度制御可能な小型冷凍庫を用いた人工凍結法により行った。検定用の個体は，土壌凍結の始まった11月16日に掘り取った。10個体を１組としてビニール袋に入れ，－３℃で２週間ハードニングした後に凍結した。凍結温度は－10℃と－15℃の２水準で，１時間に２℃の割合で温度を下げ，それぞれの設定温度で16時間凍結した。２℃で１昼夜解凍させた後，ビニール袋に水を入れ，室内で約10日間再生さ

せ，個体別に萌芽の良否を評価して品種の耐凍度（弱０～強100）を算出した。越冬性は圃場において早春萌芽時の地上部および株の枯死程度により良を１，不良を５として評価した。収量調査は，生育の進展に伴い処理効果がマスクされるのを防ぐため通常の刈取り時期よりも早い６月中旬の開花前に行った。

なお，越冬性弱３品種，強３品種はともに同様の反応を示したので，結果は主としてそれぞれの品種群の平均値を用いて示した。

結　　果

そばかす病の罹病程度を品種別に示した（図１）。品種間では，罹病程度は越冬性強品種に比べて弱品種が高かった。薬剤散布の効果も認められ，散布区は罹病が抑制された。

播種年における定着の良否を判定するため，越冬前の欠株率および個体重を調査した。欠株率（図２）は越冬性弱品種群が強品種群よりも大きかった。薬剤処理の影響は品種群間で異なり，越冬性強品種群では薬剤処理間の欠株率の差は小さかったが，越冬性弱品種群では罹病程度の多い薬剤無散布区の欠株率が罹病程度の少ない散布区より明らかに大きかった。個体重は越冬性強品種群が弱品種群よりも大きかった。個体重に対する薬剤処理の影響を図３に示した。欠株率で認められたと同様に，越冬性強品種群

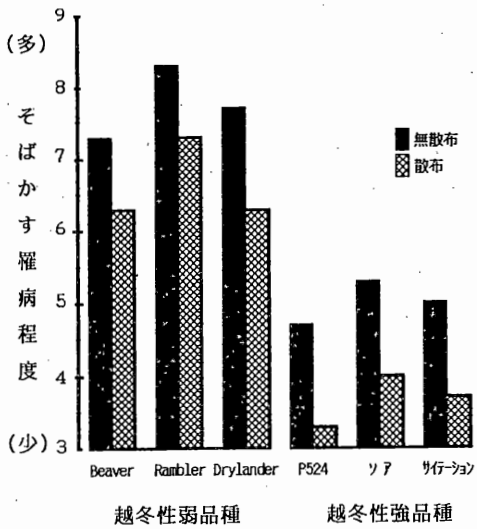


図１　薬剤散布の有無と品種別のそばかす病罹病程度の差異(9月30日調査)

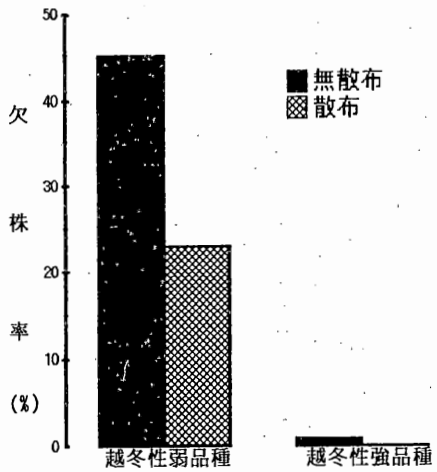


図２　薬剤散布の有無と品種群別の越冬前欠株率

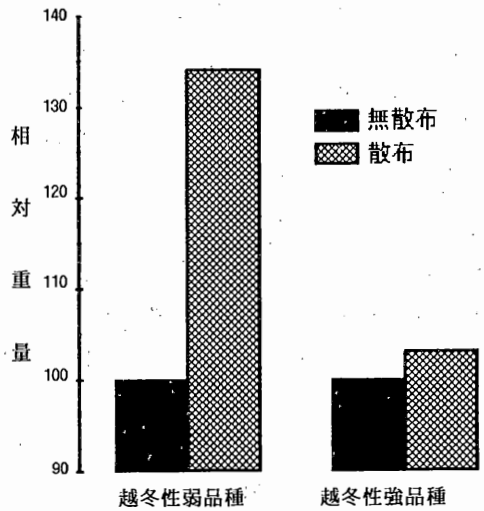


図３　薬剤散布の有無と品種群別の越冬前個体重

では薬剤処理間の個体重の差は小さかったが，越冬性弱品種群では罹病程度の少ない散布区の個体重は罹病程度の多い無散布区より明らかに勝った。

耐凍性（図４）には処理間に交互作用が認められた。すなわち，罹病程度が多い無散布区の場合，耐凍性は越冬性強品種群が弱品種群より勝ったが，罹病程度が少ない散布区の場合，品種群間差は逆転し，耐凍性は越冬性弱品種群が強品種群よりも勝った。

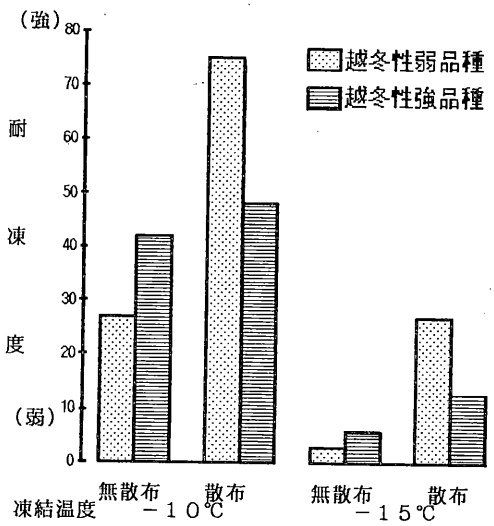


図４　薬剤散布の有無と品種群別の越冬前個体の耐凍性

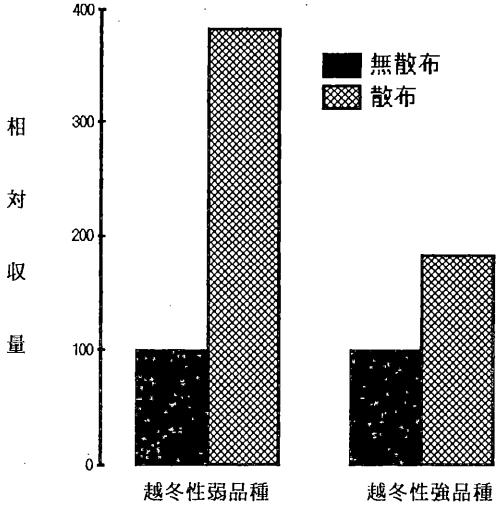


図５　薬剤散布の有無と品種群別の処理２年目の１番草生草収量

圃場における越冬性は越冬性強品種群が弱品種群よりも良好で，罹病程度の少ない散布区が罹病程度の多い無散布区より良好であった。処理２年目の１番草収量の処理間差も同様の傾向を示し，薬剤処理間の収量差は（図５），越冬性弱品種群で極めて大きく，越冬性強品種群では小さかった。

考　　察

本試験の結果から，そばかす病は播種年の個体の定着，越冬前における個体の発達および耐凍性，翌春の越冬性および収量に悪影響を及ぼすことが示された。これは葉の罹病，また，その進行による落葉のために秋期の光合成機能が低下し，結果として炭水化物の蓄積や低温馴化などが阻害されるためと推測されるが，今後，詳細な検討が必要である。また，既報[1]　の多数のアルファルファ品種を供試した試験で筆者らは，根釧地域におけるそばかす病罹病程度と越冬性および収量とは高い負の相関があることを示し，そばかす病罹病程度が寒冷寡照地帯向きアルファルファ系統・品種選定の重要な指標になることを示唆した。本試験の結果は，このことをも裏付けるものと考えられる。

耐凍性は土壌凍結地帯の重要形質である。近年，アルファルファの耐凍性の簡易評価法として人工凍結処理による幼苗検定が試みられている[2]。この場合，そばかす病の発生が少ない条件下で育苗した幼苗の検定は，系統・品種の持つ潜在的な耐凍性を評価するには十分であろう。しかし，病害が発生しやすい寒冷寡照地帯に適応する系統・品種の評価を行おうとする場合には，そばかす病多発条件下での耐凍性の評価が必要と考えられる。

そばかす病の防除用薬剤の選定にあたっては，北海道農業試験場飼料資源部耐病性育種研究室長但見明俊博士にご指導いただきました。記して謝意を表します。

引用文献

1) 竹田芳彦・中島和彦・越智弘明（1990） 北海道草地研究会報 24 ： 94－96.

2) 我有 満・植田精一・松浦正宏・澤井 晃（1985） 北海道草地研究会報 19 ： 56－59.

北海道草地研究会報 25：115－118（1991）

アカクローバ育成系統の地域適応性と生育特性

山口　秀和・澤井　　晃・内山　和宏・我有　　満（北海道農試）

アカクローバ系統の地域適応性と生育特性の関係を解析し，地域毎の適応型を明らかにしていく。ここで，適応型とはある地域に適応した品種が共通して備えている形質群を意味している。適応型が分かれば，地域毎に適応するよう目的意識的に育種を進めることができよう。

アカクローバ北海１号から北海８号とサッポロ，レッドヘッドを供試して行われた系統適応性検定試験の結果をもとに北海道内におけるアカクローバの適応型を検討した。

材料および方法

用いた材料は，北海１号から北海８号，サッポロ，レッドヘッドの10品種系統であり，北海８号とサッポロは２倍体で，他は４倍体である。系適試験の結果，北海６号はタイセツ，北海８号はホクセキと命名登録されたが，本報告では系統名で表す。

試験は道内５場所：北海道農試（北農試），新得畜試（新得），天北農試（天北），北見農試（北見），根釧農試（根釧）と，道外７場所で行われたが，本報告では道内の結果のみを用いた。試験は1986年から1989年まで４年間にわたって行われ，播種法は単播の条播で、根釧のみチモシーとの交互畦の混播であった。調査は，牧草・飼料作物系統適応性検定試験実施要領に基づいて実施された。

結　果

1）５場所・10系統の平均で，乾物収量の年次推移をみた。初年を100とすると，２年目は200，３年目が190，４年目が147となり，２年目に最大収量を示し，以後低下する。系統間差は３・４年目でおおきくなった。

2）試験場所間の似かよりをみるため，各系統の年間乾物収量の場所間の相関を計算した（表１）。北農試，天北，新得の間に0.53から0.82の正の相関，北見と根釧の間に0.84の正の相関があった。また，前3場所と北見の間には相関はなく，根釧との間には－0.36から－0.53の負の相関があった。アカクローバ系統の収量性からみて，５場所は北農試・天北・新得と北見・根釧の２つのグループに分けられた。本報告では前者を天北グループ，後者を根釧グループと呼ぶ。

表１　試験場所間での年間乾物収量の相関（３年目，1988年）

	北農試	天北	新得	北見
天北	0.82			
新得	0.53	0.77		
北見	0.07	－0.08	－0.07	
根釧	－0.38	－0.53	－0.36	0.84

3）各系統が各試験場所でどのような収量性をしめすか，系統を項目，場所を変数として主成分分析により検討した。異なる年次の値を同時に計算させるため，乾物収量のサッポロ比を用いた。

第１・第２主成分の固有値は2.5，1.5となり，第１・第２主成分の累積寄与率は80％となった。第１主成分は，天北グループと－0.65から－0.86，根釧グループと0.50，0.64の相関があり，２つのグループへの対比的要素を示している。第２主成分は天北グループと0.27から0.55，根釧グループと0.66，

0.80の相関があり，多収性とくに根釧グループでの多収性を示すと考えられた。

第1・第2主成分軸上で各系統の散布図を描いた（図1）。根釧グループで多収で天北グループで少収，かつ2年目から4年目と年次の進行につれてその傾向の顕緒となる（図で右方へ移動）北海1・2・3・7号，レッドヘッド，また天北グループで多収で年次とともに多収となる（図で上方に移動）北海4・5・6・8号の2つに各系統が分けられた。

本報告では，各系統の，地域への収量反応を収量反応型と呼ぶこととし，前者をレッドヘッド型，後者をタイセツ型とする。

次に，収量反応型と他の形質との関係を検討した。

4）開花始め・生育型（播種当年の開花程度）と収量反応型との関係を見た（図2）。開花始めは各場所の3年間の平均である。

生育型と収量反応型の間に一定の関係は見られなかった。開花始めとの間には，開花の早い系統はレッドヘッド型，遅い系統はタイセツ型という傾向があるが，北海5号は開花始めは早いがタイセツ型，また北海3号は開花始めは遅いがレッドヘッド型であった。

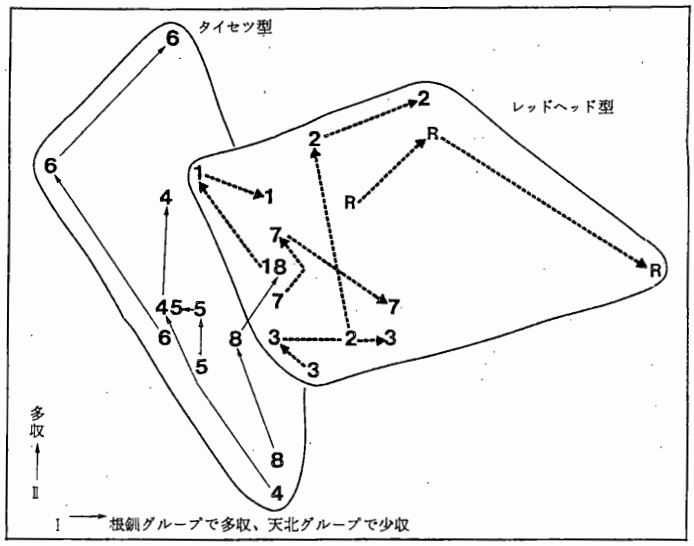


図1. 各系統の年間合計乾物収量（サッポロ比）に関する主成分分析
（図中，矢印は2年目から3年目，4年目への年次推移を示す。又Rはレッドヘッド，番号は系統番号を示す。以下の図も同様。）

収量反応に対する開花始めの違いの効果が大きいことが分ったので，開花始めと散布図上で，その他の形質と収量反応型との関係を見ていった。

5）2番草の再生を2つの型の間で比較した（図3）。再生は3年目の3場所の平均を用いた。レッドヘッド型は再生に優れる傾向にあった。

年間乾物収量に占める2番草収量の割合について図4に示した。2番草収量比は開花始めと高い相関関係が見られるが，レッドヘッドと北海2号はこの関係からはずれて，2番草収量比がとりわけ高く，北海3号を除けばレッドヘッド型で2番草割合が高かった。

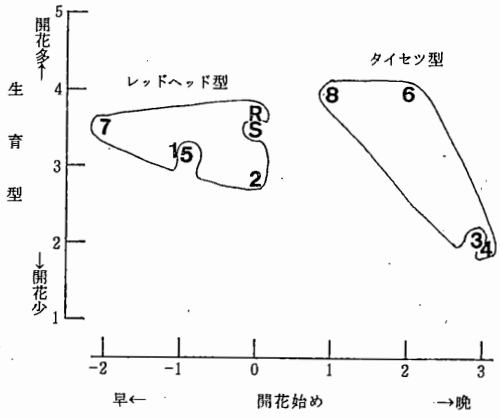


図2. 開花始め・生育型と収量反応型
（生育型：播種当年の開花程度
S：サッポロ，以下の図も同様。）

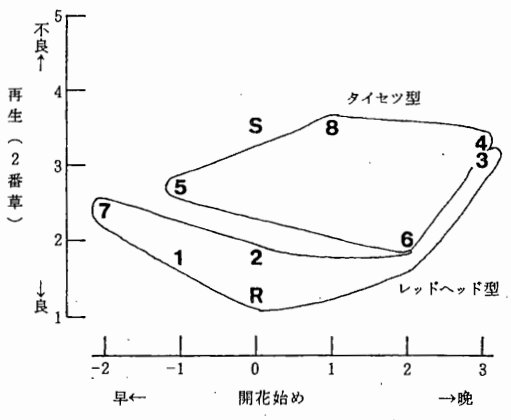


図3. 2番草の再生と収量反応型
＊3年目の3場所の平均

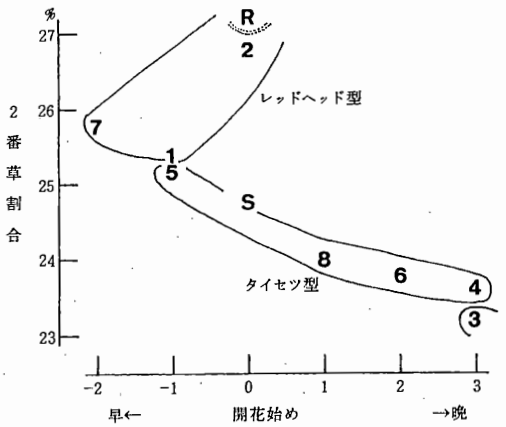


図4. 年間収量に占める2番草の割合
（2年目）と収量反応型

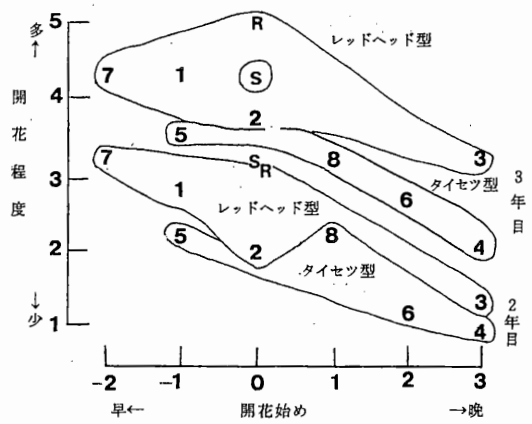


図5. 2番草の開花程度と収量反応型

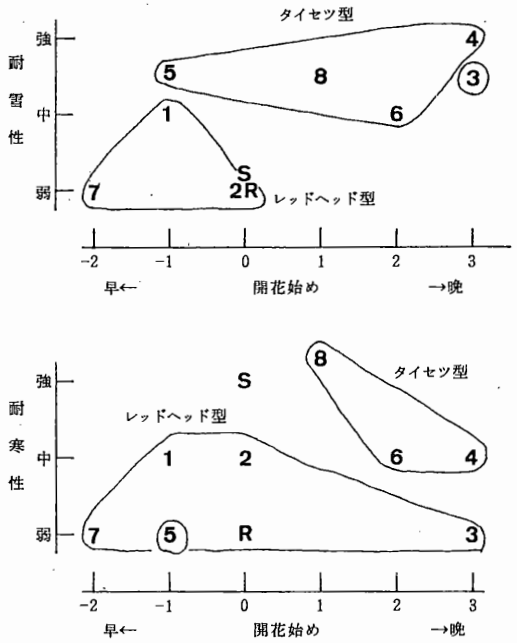


図6. 耐雪性・耐寒性と収量反応型

2，3年目の2番草の開花程度と収量反応型について図5に示した。2番草の花花程度は開花期と相関があり，開花の早い系統は2番草の花花程度も高い傾向にあった。この図の中でレッドヘッド型は上部に，タイセツ型は下側に位置した。この傾向は2年目より3年目でより明確であった。

耐雪性・耐寒性と収量反応型の関係を見た（図6）。耐雪性と花花始めにより系統の散布図を描くと，タイセツ型が耐雪性が強く，レッドヘッド型は耐雪性が弱かった。ただし，北海3号は例外で，レッドヘッド型ではあるが，タイセツ型に近く位置した。

同様に耐寒性と開花期により各系統の散布図を描いた。レッドヘッド型は，耐寒性が弱い傾向にあった。

考　察

アカクローバ系統は，道内5場所での収量反応からレッドヘッド型とタイセツ型に分けられた。この収量反応型と他の形質との関係からいえることは以下の様であった。①開花特性のうち，開花の早晩と2番草の開花程度との間で関係が見られた。播種当年の開花程度（生育型）との関係は見られなかった。生育型はアカクローバの基本形質の一つであるが，2年目以降の2番草の開花程度も品種特性の一つとして，これまで以上に着目していく必要があると考えられる。②2番草の生育に着目すると，レッドヘッド型で再生はよく，収量割合も高い傾向にあった。2番草の開花程度の結果とも考えあわせると，レッドヘッド型は2番草の生育が旺盛なものと考えられる。③耐寒性・耐雪性を見るとレッドヘッド型で劣る傾向にあった。

収量反応の2つの型が，それぞれ根釧グループ，天北グループでの適応型かどうかは検討を要する。天北グループでは，レッドヘッド型は4年目には収量低下するので適応型ではなく，タイセツ型は収量が向上していくので適応型と考えてよい。根釧グループにおいてはレッドヘッド型は初期年次から収量がよくこれが継続する。また，タイセツ型は初期には収量が低い傾向にあるが年次推移とともに収量があがるので，2つの型いずれも適応型と考えられる。根釧グループでの真の適応型がどちらの型かは，今後の検討課題である。

北海道草地研究会報 25：119－122（1991）

ジグザグクローバ（*Trifolium medium* L.）の採種性について

内山和宏・山口秀和・澤井　晃・我有　満（北農試）

Seed production ability of zigzag clover (*Trifolium medium* L.)

Kazuhiro UCHIYAMA, Hidekazu YAMGUCHI, Akira SAWAI and Mitsuru GAU
(Hokkaido Natl. Agric. Exp. Sta., Sapporo, 062 Japan)

緒　言

アカクローバ（*Trifolium pratense* L.）は、北海道で採草用マメ科牧草として最も多く利用されている。アカクローバは、実際草地で栽培すると3年目くらいから消失し、永続性が劣る。これがこの草種の最大の欠点である。

アカクローバの近縁種であるジグザグクローバ（*Trifolium medium* L.）は、アカクローバにない地下茎で繁殖する形質をもっており、永続性に優れる。この草種が永続性に優れるにもかかわらず、広範に利用されない理由の一つとしては、初期生育、再生力をはじめとする草勢に関する形質が劣ることがあげられる。そしてもう一つの理由は、採種性が著しく劣ることである。

そこでこの報告では、個体植条件下で調査した結果に基づいて、ジグザグクローバの採種性とそれに関連する形質の種内変異がどのくらいあるのかを報告する。また、ジグザグクローバの採種性ならびにそれに関連する形質をアカクローバと比較する。そして、採種性と草勢、草型などの他の形質との関係を述べる。それらを基にジグザグクローバの採種性の改良の可能性について考察する。

材料と方法

材料として、表1に示したジグザグクローバ9系統と、対照としてアカクローバの品種「サッポロ」を用いた。これらのジグザグクローバの系統のうち「C－20」[1]のみが、草勢、草型、採種性などについて選抜がくわえられている。

試験区は、75 cm×75 cmの個体植で、1区10個体、乱塊法4反復であった。1987年から1989年まで3年間にわたって特性を調査した。詳しい栽培法、調査項目等は、内山ら[3]による。

おもに草勢に着目し、ジグザグクローバの9系統の合計360個体から34個体を選抜し、3年目（1989

表1. ジグザグクローバ供試

	系統名	起源
1	P.I.241117	ニュージーランド
2	P.I.295352	アメリカ合衆国
3	P.I.325481	ソ連
4	P.I.325498	ソ連
5	P.I.325499	ソ連
6	P.I.418846	イタリア
7	P.I.418882	イタリア
8	P.I.418930	イタリア
9	C－20	カナダ
RC	サッポロ	日本

年）の９月初旬に隔離圃場に１m×１mの間隔で、１個体１株で移植した。１９９０年、採種を行い、個体ごとに採種量、頭花数、小花数、稔実率などを調査した。頭花あたりの小花数、稔実率については、１個体あたり３頭花を採取して調査し、平均値をもとめた。

結　　果

原種団の生存していた全個体から系統ごとに採取したジグザグクローバの採種量は、全系統の平均で19.1ｇであった（表２）。最も採種量が多い系統は、選抜が加えられた系統「Ｃ－２０」で、38.8ｇであり、ソ連の３系統がこれに続いて多かった。アメリカ合衆国とイタリアの３系統が少なかった。１個体あたりの採種量は、全個体の採種量と同様の傾向を示した。

表2.　ジグザグクローバの採種性関連形質

	採種量（ｇ）	採種量／個体（ｇ）	種子数/5頭花（個）	頭花数（1-9:多）	開花期（６月の日）
1	２０．２(34)[1)]	０．５９	４４．７	３．３	４５．４
2	１０．０(25)	０．４０	３８．０	２．５	４５．４
3	２２．７(31)	０．７３	５２．４	３．２	４６．４
4	２６．４(32)	０．８３	５６．３	３．０	４３．２
5	２６．３(34)	０．７７	４７．５	３．７	４３．１
6	５．９(26)	０．２３	２６．６	２．５	５０．４
7	１１．５(32)	０．３６	３３．２	２．８	４５．０
8	９．８(26)	０．３８	３２．４	３．１	４９．１
9	３８．８(29)	１．３４	５６．８	４．１	４０．４
平均	１９．１(30)	０．６３	４３．１	３．１	４５．４
lsd5%	—	—	１７．０	０．７	５．５
RC	—	—	２１１．３	８．１	２２．９

注1)括弧内は、採種個体数を表わす.

５頭花あたりの種子数（表２）は、１％水準で系統間に有意な差があり、選抜系統である「Ｃ－２０」とソ連の３系統が多く、イタリアの３系統が少なかった。アカクローバとの比較では、アカクローバ211.3個に対し、ジグザグクローバは、９系統の平均で43.1個であり、約１／５であった。

また、採種性に影響する形質である頭花数（表２）については、０から10頭花きざみで９段階で評価したとき（ただし５の評価は、40～60頭花であり、90頭花以上ある個体を９と評点した）、系統間に１％水準で有意な差があった。選抜系統「Ｃ－２０」とソ連の１系統の頭花数がやや多く、イタリアの２系統とアメリカ合衆国の系統がやや少なかった。ジグザグクローバは９系統の平均で3.1であり、アカクローバの8.1に対し、ほぼ1/4であった。

選抜個体における個体あたりの採種量（図１Ａ）は、0.06～5.85ｇのレンジで、平均1.19ｇであった。個体あたりの頭花数（図１Ｂ）は、17～443個のレンジで、平均147個であった。頭花あたりの小花数（図１Ｃ）は、35.0～82.0個のレンジで、平均59.1個であった。稔

表3.　ジグザグクローバ系統の採種量（２年目）と各形質の相関係数

年次	形　質	（調査方法）	相関係数
2	草型	（評点；1:立型－9:匍匐型）	－０．９４２
2	種子数／５頭花		０．９２４
2	頭花数	（評点；1:少－9:多）	０．８８０
2	１番草・草勢	（評点；1:不良－9:良）	０．８６５
2	開花期	（６月の日）	－０．８６０
3	萌芽の良否	（評点；1:不良－9:良）	０．８６０
2	秋の草勢	（評点；1:不良－9:良）	０．８４４
2	春の草勢	（評点；1:不良－9:良）	０．８３８

実率（図１Ｄ）は、12.1～59.4％のレンジで、平均37.1％であった。小花数、稔実率とも、個体間に１％水準で有意な差があった。

原集団の各系統について、採種量と他の形質の相関をみると（表３）、採種量は、５頭花あたりの種子数、頭花数の採種関連形質との相関が高いほか、草型、草勢、そして開花期との相関も高かった。相関係数はいずれも１％水準で有意であった。すなわち、草型が立ち型で、草勢がよく、早生の系統が採種性に優れる傾向がみられた。

おもに草勢で選抜された34個体において、個体ごとの採種量と他の形質との関係をみると、個体ごとの採種量は、頭花数との間に相関係数が0.739で、１％水準で有意な相関があった。また、草勢とも0.447で５％水準で有意な相関があった。

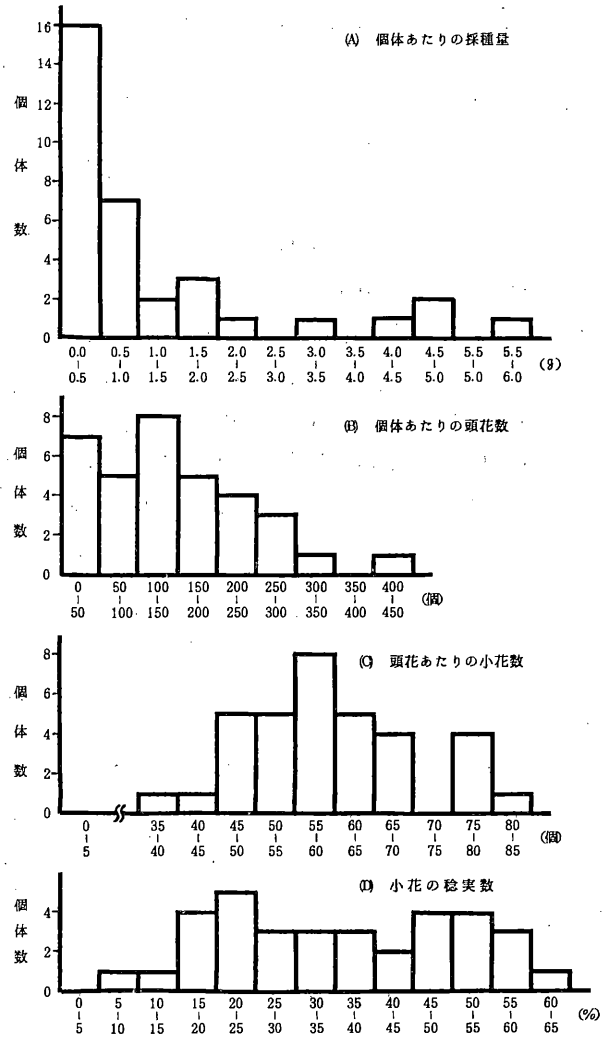


図１．ジグザグクローバ選抜個体における各形質の頻度分布

考　　察

ジグザグクローバの採種性については、個体ならびに系統ごとにかなりの変異があり、採種性に優れる系統もみられた。すなわち、カナダで選抜された系統「Ｃ－２０」[1]は、採種量ならびに、それに関連した頭花数などの形質に選抜効果がみられ、供試系統中、最も採種性に優れていた。この結果は、採種性ならびにそれに関連する形質に対する選抜が有効であることを示唆している。また、選抜が加えられていないソ連の３系統も、「Ｃ－２０」よりは劣るが相対的に優れていた。これらの４系統が、今後の採種性に関する育種素材として有望と考えられた。これらの４系統は、草勢に優れ、草型は立型で、早生という特徴があった。

また、草勢と頭花数の間には、系統ごとにも、選抜個体の個体ごとにも有意な相関があった。したがって、草勢を改良することで、頭花数を増やすことができ、これにより採種性を改良できると考えられる。Taylorら[2]も３回の循環選抜の結果により同様のことを示唆している。また、早生への選抜も採種性を改良することに役立つと考えられる。

アカクローバ（品種「サッポロ」）の採種量は、直接調査していないが、ジグザグクローバの全系統の平均値と比較すると、５頭花あたりの種子数で約５倍、頭花数で約４倍であり、約20倍くらいの採種量が

あると推定される。アカクローバとの採種性の差を縮めるには、相当の世代の選抜を重ねることが必要であると考えられる。また、より広い地域からの育種素材を収集し、より広い変異を探すことも重要と考えられる。

引用文献

1) Faust, N., and H. Gasser (1980) Registration of C－20 zigzag clover germplasm. Crop Sci. 20：417

2) Taylor, N. L., P. L. Cornelius and R.E. Sigafus (1984) Recurrent selection for forage yield and seed yield in zigzag clover. Can. J. Plant Sci. 64：119－130

3) 内山和宏、山口秀和、澤井　晃、我有　満(1990)アカクローバ近縁野生種導入系統の特性特にジグザグクローバについて.　北草研報24：135－139.

北海道草地研究会報 25：123－125（1991）

セインフォイン（*Onobrychis viciifolia* Scop.）の実生からのカルス誘導と植物体再生に及ぼす植物成長調節物質の影響

中嶋　博・楊　茁萌*（北大農）

Effects of plant growth regulators on callus induction and regeneration from callus in sainfoin (*Onobrychis viciifolia* Scop.) seedling

Hiroshi Nakashima and Zhuomeng Yang*
(Faculty of Agriculture, Hokkaido University, Sapporo, 060 Japan)

諸　言

セインフォイン（*Onobrychis viciifolia* Scop.）は乾燥地帯に生育するマメ科牧草である。アルファルファやクローバなどのマメ科牧草は反芻動物に鼓腸症を起こすが、本草種はそれがないこと、アルファルファタコゾウムシ抵抗性であること、および嗜好性も良好であることなどの特徴を有している。近年注目されてい生物工学的手法を応用して、これらの優良形質をアルファルファに導入しようとする試みがなされている。本草種についてのカルス誘導、植物体再生についての植物成長調節物質などの培地の影響についての報告は限られている。また葉肉プロトプラストからの幼植物の再生が報告されている。

本報告はセインフォインの実用的な育種に利用するために必須なより効率のよい個体再生の技術を開発すべく行った。本研究では外植体の部位の違い、遺伝子型の差異についても調査した。

材料及び方法

6品種・系統を供試した（表1）。種子を次亜塩素酸ナトリウム（有効塩素2.5％）に5分間浸漬し、滅菌水で洗浄後、2％ショ糖と0.8％寒天を含む培地に置床した。最初の5日間暗所に、その後5日間は明所で生育させた。これらの発芽実生を胚軸(H)、根(R)および子葉(C)の3つの部位に分け、それらを外植体として2～3㎜にして培養した。カルス誘導はMS培地を基本として、3％ショ糖、0.8％寒天、pH5.8、植物成長調節物質としてオーキシンの2,4－ジクロロフェノキシ酢酸（2,4－D）またはナフタレン酢酸（NAA）、サイトカイニンとしてベンジルアデニン（BA）を用いた。

Table 1. Materials used in this experiment

Cultivar or Line	Origin	Collection Region
Melrose (L1)	Canada	China
Sainfoin(L2)		Xinijang,China
L2111	Canada	Saskatchewan pool,Canada
Nova	Canada	
Melrose	Canada	
Matra	Hungary	

Table 2. Combination and concentration of plant growth regulators

		6-Benzyladenine(BA)			
		B_1	B_2	B_3	B_4
2,4-D or NAA		0 μM	1 μM	10 μM	25 μM
A_1	0 μM	A_1B_1	A_1B_2	A_1B_3	A_1B_4
A_2	1 μM	A_2B_1	A_2B_2	A_2B_3	A_2B_4
A_3	10 μM	A_3B_1	A_3B_2	A_3B_3	A_3B_4
A_4	25 μM	A_4B_1	A_4B_2	A_4B_3	A_4B_4

＊新疆ウィグル自治区・新疆八一農学院草原系、松前国際友好財団招聘研究員

これら2種をそれぞれ4濃度（0, 1, 10, 25 μM）の計16組み合わせの培地を用いた（表2）。9cmのシャーレに、10mlの培地を加えて実施した。カルス誘導は3種の外植体をそれぞれシャーレ当り10個、2反復で行った。培養条件は暗所、25℃である。カルス誘導後の個体再生は植物成長調節物質を含まないMS培地で明所（16時間）約5,000 lux、25℃で行った。

カルス誘導開始日、1週間後のカルス誘導率および1, 2, 4週間毎にカルスの増殖を調査した。カルスの増殖は0（カルスの増殖ほとんどなし）から4（よく増殖）のスコアを与え評価した。

4週間後に植物成長調節物質を添加しない培地に継代培養した。各プレート当り10～25カルスで2反復で行った。2～3週間後にさらに継代した。プレートによっては、茎葉、根および幼植物に分化しているものもあった。得られた結果を統計解析した。

結果および考察

表3には、それぞれの外植体の2.4-DとBA（AB）およびNAAとBA（NB）の組み合わせでの培地からのカルス誘導ならびにカルス増殖についての平均値が示されている。明らかに2,4－Dとの組み合わせの培地でカルスが早く誘導され、カルス増殖でも良好な結果を示した。さらに外植体として用いた胚軸と根の方が子葉に比較して、カルスの誘導さらびに増殖は良好であった。NAAを添加した培地では、外植体による顕著な差異は見出されなかった。オーキシンの反応性は外植体により異なり、また2,4－DとNAAとは異なる反応を示すことが明らかとなった。

Table 3. Comparison between two different plant growth regulators on callus induction and callus proliferation(mean data from L1 and L2)

	Callus induction		Callus proliferation*		
	Days	Rate(%)	1 wk	2 wk	4 wk
2,4-DxBA					
Hypocotyl	3.67	89.22	30.41	34.98	－
Root	3.45	87.19	27.45	33.11	－
Cotyledon	5.61	75.17	11.17	22.48	－
NAAxBA					
Hypocotyl	6.77	24.95	2.61	8.17	14.69
Root	6.14	30.78	3.42	9.22	14.00
Cotyledon	6.20	47.17	4.73	7.23	11.07

*:0(poor)-4(good)

表4にはそれぞれの植物成長調節物質の異なる濃度の組み合わせの培地で、外植体毎に最も良好なカルス誘導と増殖を示すものの6品種・系統を込みにした場合の平均値の比較を示した。カルス誘導開始日、一週間後のカルス形成率、カルス増殖はすべて、2,4－Dを含む組み合わせの培地で良好であった。しかし、カルスからの茎葉分化については、外植体として子葉を用いた場合を除きNAAを含む培地で誘導されたカルスの方が良好であった。発根率は2,4－Dで少なく、またNAAでは発根は認められなかった。これらのことから誘導されたカルスに何らかの差異があり、これと形態形成の関連を研究することは興味ある問題である。

Table 4. Comparison between best combination of two plant growth regulators in each explant

	Hypocotyl		Root		Cotyledon	
	A_2B_1	N_1B_3	A_2B_1	N_2B_3	A_4B_3	N_2B_3
Days of callus induction	3.2**	6.8	2.9**	5.7	5.8**	7.2
Rate of callus induction(%)	84.5**	11.7	96.1**	2.9	56.1**	19.4
Callus proliferation(1 wk)	26.6**	1.7	33.0**	5.0	8.9**	2.6
(2 wk)	34.9**	12.1	37.3**	11.2	26.5**	8.1
Callus regeneration						
Green spot (%)	37.5**	65.8	29.2**	56.7	54.2	40.0
Shoot (%)	3.3**	42.5	2.5**	35.0	0.8**	18.3
Root (%)	0.8	0	1.7	0	2.5	0

**:significant at 1% level

表5には2,4－DとBAの組み合わせの培地で系統2（L2）を用いた二週間後のカルス増殖を示した。いず

れの外植体においても、2,4－Dが添加されていないA1培地で増殖は少なかったが、かなり増殖しており内生オーキシンの存在が推定される。BAについても添加されていないB1培地で少ない傾向であったが、2,4－Dに較べカルス増殖とは関係がないことが明かとなった。カルス増殖はそれぞれ10 μM の添加培地で良好であった。

図1には2つの異なる組み合わせより誘導・増殖したカルスの継代後の個体再生、茎葉、根の再分化についての概要を示した。NAAを含む培地で誘導・増殖されたカルスは高率で茎葉を再分化するが、幼植物、根の分化は認められない。一方、2,4－Dを含む培地で誘導・増殖されたカルスは幼植物、茎葉および根を細分化している。子葉からのカルスの再分化は低率であった。本実験では2つの遺伝子型を用いたが、差異は言及できなかった。

セインフォインは茎葉分化はかなり容易であったが、発根率を改善することが今後の課題であり、現在研究を進めている。

Table 5. Callus proliferation in 2,4-DxBA combination from each explant of line 2 (2 weeks)

Hypocotyl

	B_1	B_2	B_3	B_4	$\bar{B}$
A_1	16 c*	23.5b	28 b	25.5b	23.3
A_2	40 a	39.5a	37.5a	39 a	39
A_3	39.5a	39.5a	40 a	38.5a	39.4
A_4	39.5a	37 a	38.5a	39 a	38.5
$\bar{A}$	33.8	34.9	36	35.5	35.0

Root

	B_1	B_2	B_3	B_4	$\bar{B}$
A_1	22 c	28.5b	26.5bc	23.5c	25.1
A_2	37.5a	39 a	29.5b	38.5a	36.1
A_3	30.5b	38 a	37.5a	38.5a	36.1
A_4	34.5ab	37 a	37.5a	31 b	35
$\bar{A}$	31.1	35.6	32.8	32.9	33.1

Cotyledon

	B_1	B_2	B_3	B_4	$\bar{B}$
A_1	10 f	12ef	15 ef	20de	14.3
A_2	15 ef	24cd	20.5d	17de	19.1
A_3	32 b	27c	33 b	17de	27.3
A_4	23.5cd	28bc	39.5a	32b	30.8
$\bar{A}$	20.1	22.8	27	21.5	22.9

*: different letter shows significant difference

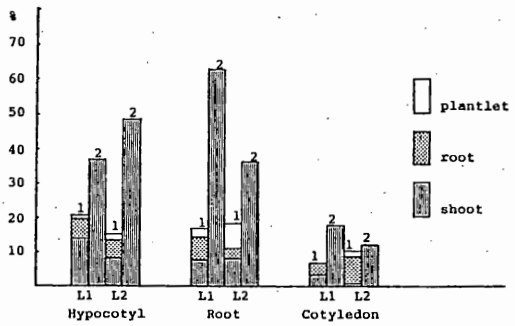


Fig. 1 Regeneration from callus induced from two combinations of plant growth regulators
L1:Melrose ,L2:Line 2
1:2,4-DxBA, 2:NAAxBA

摘　　要

セインフォインのカルス誘導とカルスからの効率のよい再分化についての研究を行い以下の結果を得た。

1）2,4－Dを含む培地でカルス誘導・増殖は良好であった。

2）2,4－Dを含む培地よりNAAを含む培地で誘導・増殖されたカルスの方が、茎葉分化は高率であったが、根の分化は認められなかった。

3）外植体として、胚軸、根は同様な傾向を示し有効であったが、子葉は悪かった。

J. Hokkaido Grassl. Sci. 25: 126－128 (1991)

Medicago sativa と *M. minima* の電気的細胞融合の諸条件について

藤本ゆり・日詰　圭・小池正徳・嶋田　徹（帯広畜産大学）

緒　　言

1979年千田ら[1]が微小電極法によりプロトプラストの融合に成功して以来、電気的細胞融合法は急速に発達している。現在電気融合において、その融合率を高めることと、融合産物の培養・再生が重視されており、さまざまな報告がなされている。しかし、アルファルファについてはWalton[2]やGilmour[3]など数例が報告されているに過ぎない。

そこで本実験ではアルファルファ栽培種（*Medicago sativa*）の子葉由来プロトプラストとアルファルファ野生種（*M. minima*）のカルス由来プロトプラストを用いて、融合率に及ぼすパルス電圧・プロトプラスト密度・Ca^{2+}濃度の影響について検討した。

材料及び方法

アルファルファ栽培種（*Medicago sativa*, cv. キタワカバ）の種子は、5％次亜塩素酸ナトリウム溶液で15分間表面殺菌した後、無菌水で数回洗浄し、0.1％ハイポネックス、2％サッカロースを含む寒天培地に20～30粒づつ無菌的に播種し、2週間後の緑色の子葉を実験に用いた。*M. minima* については、ガラス室にて2～3カ月生育させた苗の展開葉を切りとり、70％アルコールに数秒浸した後に5％次亜塩素酸ナトリウム溶液で15分間殺菌し、無菌水で数回洗浄した植物片を、2.0 mg／l　2,4－D、0.2 mg／l カイネチンを含むSH寒天培地上に置床し、25℃、暗所にてカルス化し、それを用いた。

プロトプラスト単離酵素の濃度は*M. sativa* ではセルラーゼオノズカRS 1％、ドリセラーゼ0.5％、ペクトリアーゼY_{23} 0.05％とし、*M. minima* ではそれぞれを1.5％、1.0％、0.05％とした。また浸透圧の調整のためマンニトールを13％の濃度で加え、pHは5.8とした。それぞれの酵素液に*M. sativa* の子葉と、*M. minima* のカルスを浸漬し、30℃で6時間振とう（55回／min）し、その後常法によりプロトプラストを洗浄、単離精製した。

電気融合装置は日本分光CET 200型を使用し、電極間距離0.5 mm、周波数500 kHz、パルス電圧幅0.05 msec、高周波電圧8V（ピーク間）に設定し[4)5)]、融合を行った。開放電極を倒立顕微鏡のステージ上におき、電極間にプロトプラスト懸濁液を注入し、高周波電圧を1分印加してパールチェーンを形成後DCパルスを印加して融合させた。倒立顕微鏡により全プロトプラスト数に対する融合したプロトプラスト数（総融合率）及びヘテロ融合したプロトプラスト数（ヘテロ融合率）を測定した。

DCパルス

パルス電圧は日比ら[4]がタバコ葉肉プロトプラストとニンジン根部プロトプラストで設定した条件を基に500～2,000 V／cmの範囲で100 V／cmごと、16段階とした。プロトプラスト密度は10×10^4個／mlとし、13％マンニットール液に懸濁して実験に供試した。

プロトプラスト密度

プロトプラスト密度は1、2.5、5、10、20×10^4個/mℓの5段階とし、13%マンニットール液に懸濁させ、DCパルスは先の実験で得られた値を基に1,300 V/cmとした。

Ca^{2+} 濃度

プロトプラスト懸濁液に$CaCl_2$を0、1、10、10^2、10^3、10^4 μM の6段階となるように添加し、他の実験と同様にプロトプラスト密度は10×10^4個/mℓ、DCパルスは1,300 V/cmとした。

結果及び考察

パルス電圧

最高融合率は1,300 V/cmで総融合率が20.6%、ヘテロ融合率が6.5%であったが、ヘテロ融合率については1,000～1,400 V/cm間でそれほど差は認められなかった。（図1） Gilmourら[3]は、*M. sativa* と *M. borealis*の電気的細胞融合において800V/cmで最高融合率を得たと報告しており、本実験の結果とは異なっている。これは彼らが用いたのは*M. borealis* の懸濁培養由来プロトプラストであり、品種ならびに材料の違いによるものと推測される。1,800 V/cm以上で総融合率の上昇がみられたのは、多重融合の増加によるものである。またパルス電圧が高くなるにつれて破裂するプロトプラストも増加した。

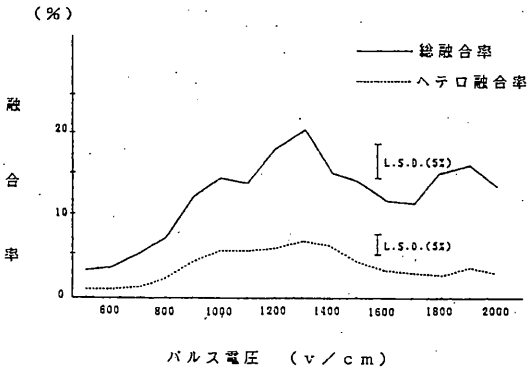


図1 *Medicago sativa* と *M. minima* の融合率に及ぼすパルス電圧の影響

プロトプラスト密度

総融合率はプロトプラスト密度が高くなるにつれて上昇した（図2）。これは、密度が高くなるとプロトプラスト間の距離が縮まり、お互いに接し易くなるためと推測される。一方、ヘテロ融合率が20×10^4個/mℓで減少したのは、パルス電圧の場合と同様に多重融合が増えたためである。

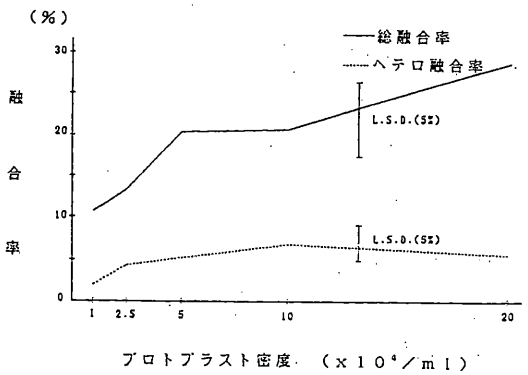


図2 *Medicago sativa* と *M. minina* の融合率に及ぼすプロトプラスト密度の影響

また、1×10^4個/mℓで融合率が著しく低下したが、これはパールチェーンがほとんど形成されなかったためである。

Ca^{2+}濃度

総融合率は10^2 μMで最も高い23.2%を示したが、ヘテロ融合率の最高値は 10^3 μMでの9.4% であった（図3）。一般に、Ca^{2+}の濃度が10^2 μM以上になるとパールチェーン形成が阻害される[4)6)7)]。本実験においても10^4 μMではほとんど融合が起こらなかった。しかし、10^3 μMでは長いパールチェーンは形成されなかったが、数個ずつのパールチェーンが形成されたので、多重融合が起こりにくく、むしろヘテロ融合率は上昇した。一方、Ca^{2+}を添加しない状態でも最高融合率に近い値を示しており、

Ca^{2+} を添加することの効果はないと結論される。しかし、Ca^{2+}を添加することにより、融合に必要なパルス電圧を減少させることができるという報告[8]もあるので、更にCa^{2+}濃度とパルス電圧、プロトプラスト密度の組み合わせによる検討が望まれる。

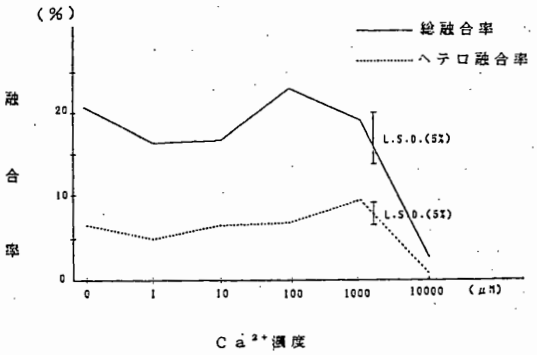


図3 *Medicago sativa*と*M.minima*の融合率に及ぼすCa^{2+}の影響

摘　要

*Medicago sativa*と*M.minima*を電気的細胞融合するにあたり、その融合率に及ぼすパルス電圧・プロトプラスト密度・Ca^{2+} 濃度の影響について検討した。それぞれの最適値はパルス電圧1,300 V/*cm*、プロトプラスト密度10×10^4個/*ml*、Ca^{2+}濃度10^3 μMであった。

引用文献

1）Senda M., J.Takeda, S.Abe, T.Nakamura (1979) Plant Cell Physiol. 20 : 1441-1443

2）P.D.Walton and D.C.W.Brown (1988) Plant Breeding 101 : 137-142

3）D.M.Gilmour, M.R.Davey, & E.C.Cocking (1989) Plant Cell Reports 8 : 29-32

4）日比忠明(1987)トキシコロジーフォーラム 10(4): 418-431

5）G.W.Bates, J.J.Gaynor, & N.S.Shekhawat (1983) Plant Physiol. 72 : 1110-1113

6）植物細胞工学編集部、十川好志(1989) 植物細胞工学 1(1): 63-70

7）三浦靖高、十川好志、山田康之(1988) 植物組織培養 5(2): 101-103

8）A.M.Christov & S.G.Vaklinova (1987) Plant Physiol. 83 : 500-504

北海道草地研究会報 25：129－133（1991）

Medicago sativa と *M. disciformis* の電気的細胞融合の諸条件について

柳田大介・小池正徳・嶋田　徹（帯広畜産大学）

緒　　言

近年、細胞の電気融合がポリエチレングリコール（ＰＥＧ）法に代わる手法として注目され、融合に関与する諸条件（電気パルス、イオン濃度など）について多くの報告がなされている。しかし、アルファルファについては、Gilmour[8]などの数例があるだけである。そこで本実験では、アルファルファ栽培種の *Medicago sativa* の子葉と、野生種の *M. disciformis* 系統のカルス由来のプロトプラストを用いてそれぞれ電気融合を行い、融合条件で問題となる(1)電気パルス、(2)Ca^{2+}濃度、(3)プロトプラス密度が、プロトプラストの融合率に及ぼす影響を検討した。

野生種の *M. disciformis* は、他品種と比較して耐虫性（アルファルファタコゾウムシ[11]）に優れており、したがって栽培種との間に雑種をつくることによって、この形質を栽培種に取り入れることが可能である。

材料及び方法

〔供試植物〕

アルファルファ栽培種 *M. sativa*（品種キタワカバ）、野生種 *M. disciformis*（アルバータ大学Ｐ．Ｄ．Waltonより分譲）の２系統（70, 1488）を用いた。

〔プロトプラストの単離〕

プロトプラスト単離酵素液の濃度は、高溝の方法（私信）を基本として設定した。すなわち、酵素濃度は、セルラーゼオノズカＲＳ（ヤクルト）1.0％、ドリセラーゼ（協和発酵）0.5％、ペクトリアーゼＹ23（盛進製薬）0.05％とし、また浸透圧調整のためマンニットを13％、ｐＨ5.8とした。

M. sativa は、0.1％ハイポネックスを含んだ寒天培地に無菌播種し、明所（2,000 lux）で栽培した２週間前後のものから胚軸及び子葉を切りとり、酵素液内で30℃、６時間、50回／minで振とうした。*M. disciformis* 70及び1488は、温室内で栽培された苗の末展開葉を、ＳＨ培地（2,4－Ｄ２mg／１、カイネチン0.2mg／１）上に置床、25℃、暗所でカルス誘導し１カ月後のカルスを使用した。プロトプラストは常法により精製した。

〔融合装置〕

電気融合装置は日本分光ＣＥＴ200型を使用し、日比[7]によるタバコプロトプラストでの報告を基本として高周波電圧印加200Ｖ／cm、周波数500 kHz、パルス電圧幅0.05 m sec を各実験において一定に設定し、それぞれの融合条件を求めた。

〔パルス電圧〕

パルス電圧は、400～2,000Ｖ/cm の範囲で処理し、100Ｖごと17段階とした。プロトプラストは、*M. sativa*、*M. disciformis* 共に 10×10^4 /mℓ 密度に調整し、13％マンニット溶液（ｐＨ5.8）

に等量ずつ混合させて懸濁した。

顕微鏡ステージ上にオープンチャンバ（開放型電極）を設置した後、電極のギャップ内に混合させたプロトプラスト（*M. sativa* と *M. disciformis* 70、*M. sativa* と *M. disciformis* 1488）を滴下した。高周波電圧を1分間印加させ、パールチェインを形成後、パルス電圧を印加させてプロトプラストを融合させた。総融合率、及び *M. sativa* と野生種間の融合（ヘテロカリオン）率について倒立顕微鏡200倍の5視野で測定した。ここで用いた総融合率では、ヘテロカリオンとホモカリオンを合わせたものとし、多重融合は含まないものとした。

〔Ca^{2+} 濃度〕

Ca^{2+} 濃度は $CaCl_2$ を、0、1、10、10^2、10^3、10^4、μm となるように加えた（6段階）。プロトプラスト密度は混合状態で 10×10^4 / $m\ell$ とし、パルス電圧は先のパルス電圧の条件設定から得られた結果を参考として、*M. sativa* と *M. disciformis* 70、*M. sativa* と *M. disciformis* 1488 ともに 1,000 V / cm とし、その後の処理も同じとした。

〔プロトプラスト密度〕

プロトプラスト密度は、1×10^4、2.5×10^4、5×10^4、10×10^4、20×10^4 / $m\ell$ の5段階とし、それぞれ13％マンニット溶液中に懸濁させたものを使用した。パルス電圧は先の Ca^{2+} 濃度の条件設定と同様、*M. sativa* と *M. disciformis* 70、*M. sativa* と *M. disciformis* 1488 ともに 1,000 V / cm とした。その後の処理は上記の条件設定と同じとした。

結　果

〔パルス電圧〕

＜*M. sativa* と *M. disciformis* 70＞

パルス電圧は、総融合率が1,000 V/$m\ell$、ヘテロカリオン形成率（ヘテロ融合率）が900 V / $m\ell$ でそれぞれ 18.65％、8.85％の最高融合率が得られた（図1）。

＜*M. sativa* と *M. disciformis* 1488＞

パルス電圧は、総融合率が1,100 V / $m\ell$ ヘテロ融合率が同じく 1,100 V / $m\ell$ でそれぞれ 16.81％、6.04％の最高融合率が得られた（図2）。

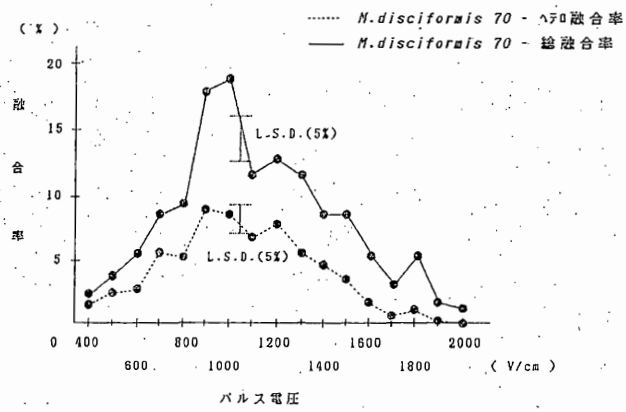


図1．パルス電圧が *M. sativa* と *M. disciformis* 70 の融合率に及ぼす影響

〔Ca^{2+} 濃度〕

＜*M. sativa* と *M. disciformis* 70＞

総融合率、ヘテロ融合率共に Ca^{2+} 濃度が0～10^2 μM 間で融合率の上昇がみられ、10^2 μM でそれぞれ最高融合率 28.58％、10.37％が得られた。Ca^{2+} 濃度が 10^3 μM、10^4 μM の濃度では、総、ヘテロ融合率は共に大きく減少した（図3）。

＜*M. sativa* と *M. disciformis* 1488＞

M. sativa と *M. disciformis* 70の時と同様に、Ca^{2+}濃度が0～10^2 μM間で融合率の上昇がみられ、最高融合率は総融合率が29.23％、ヘテロ融合率が12.63％となった。また、Ca^{2+}濃度が10 μM、10^4 μM濃度で、その融合率が大きく減少したのは、*M. sativa* と *M. disciformis* 70 の時と同じであった（図4）。

〔プロトプラスト密度〕

＜*M. sativa* と *M. disciformis* 70＞

密度は 20×10^4 /mℓ の時が総融合率、ヘテロ融合率共に最高となり、それぞれ31.62％、11.84％となった。また、プロトプラスト密度が 2.5×10^4 /mℓ、1×10^4 /mℓになると融合率は、大きく減少した（図5）。

＜*M. sativa* と *M. disciformis* 1488＞

総融合率が29.34％、ヘテロ融合率が9.21％でプロトプラスト密度が共に 20×10^4 /mℓ の時に最高融合率が得られた。*M. sativa* と *M. disciformis* 70の場合と同じく、プロトプラスト密度が 2.5×10^4 /mℓ、1×10^4 /mℓになると融合率は、大きく減少した（図6）。

考　察

Gilmourら[2]による報告では、*M. sativa* と *M. borealis* の最適電気融合条件は、プロトプラスト密度 20×10^4 /mℓ、高周波電圧印加40 V/cm、周波数500KHz印加時間1～4分で、パルス電圧は800 V/cm、0.2ms であるとされている。またタバコ、ニンジン間の電気的細胞融合にお

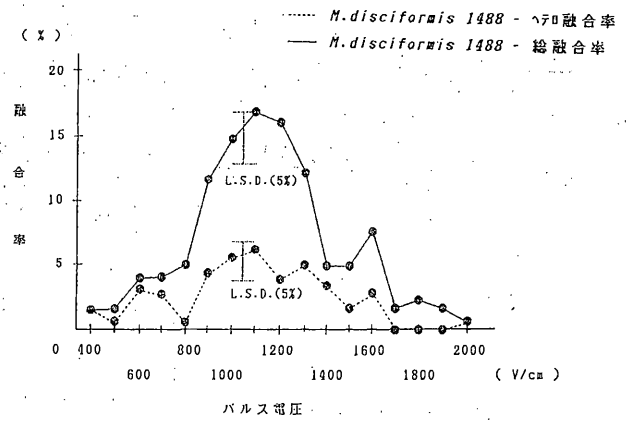


図2．パルス電圧が*M. sativa*と*M. disciformis*1488の融合率に及ぼす影響

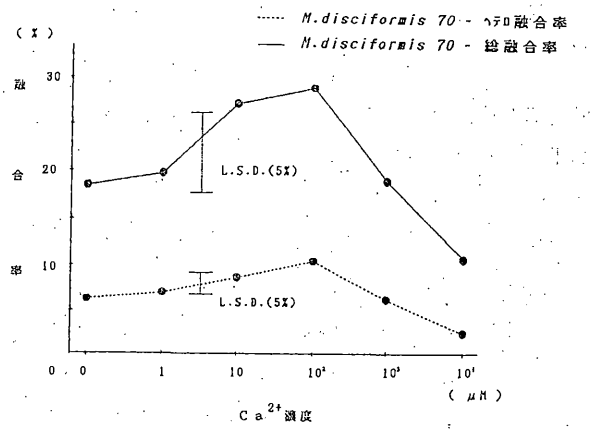


図3．Ca^{2+}濃度が*M. sativa*と*M. disciformis*70の融合率に及ぼす影響

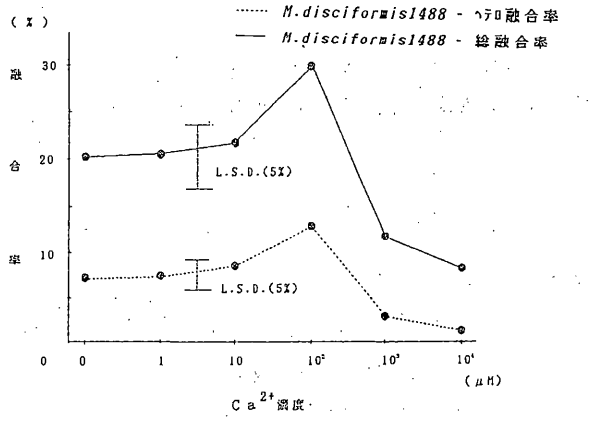


図4．Ca^{2+}濃度が*M. sativa*と*M. disciformis*1488の融合率に及ぼす影響

いて、その最適融合条件は、パルス電圧が650 V /cmの時であるという報告がなされている[7]。

プロトプラストの脂質二重層を破壊し、速やかに修復させるパルス電界強度は一般的に細胞直径に反比例し[3]、またパルス幅が長いほど減少する[4)5)]。本実験で得られた最適パルス電圧は、Gilmourら[2]のパルスの電界強度と比較して、高い傾向にある。おそらくこれは、アルファルファ品種間における差異、及び細かい設定条件の違いなど様々な要因が絡んでいるものと推測される。

一般に、プロトプラスト懸濁液に数mM程度のCa^{2+}を添加すると融合率の上昇がみられる。本実験では、*M. disciformis* の2系統（70, 1488）は共に最適Ca^{2+}濃度は10^2 μMであり、これ以上のCa^{2+}の添加はパールチェインの形成（細胞の泳動）が著しく阻害された。この結果は、イオン濃度の上昇は懸濁液ジュール熱による熱対流、及び細胞膜表面の分極能力の低下を引き起こすという考えを裏づけるものである[5)6)]。

最適プロトプラスト密度は70, 1488共にGilmourら[2]の報告の20×10^4 /mlと同じ結果が得られた。

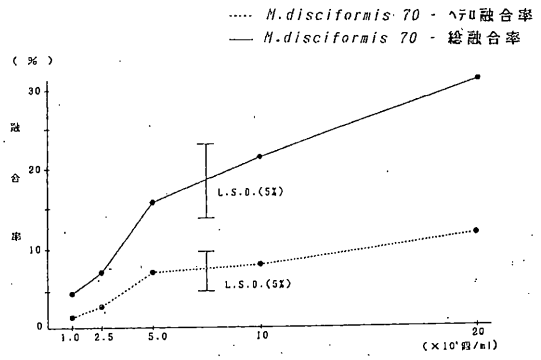


図5．プロトプラスト密度が*M.sativa*と*M.disciformis*70の融合率に及ぼす影響

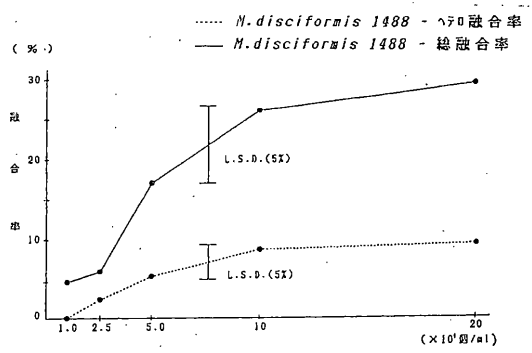


図6．プロトプラスト密度が*M.sativa*と*M.disciformis*1488の融合率に及ぼす影響

最適パルス電圧では、*M. minima* の1,300 V /cm[12]に対して*M. discifarmis* 70、1488共にこれとは差があり、これは品種間における差異であると推測される。また、同種の*M. disciformis* 2系統間でも、ヘテロカリオン形成率で、200 V /cm、総融合率で、100 V /cmの最適パルス電圧の差異が確認された。

さらに今回の実験結果をもとにして、現在アガロース・ビーズ法を用いて融合細胞を培養中であり、雑種カルスの育成、雑種植物間の再分化の操作を行う予定である。

摘　　要

M. sativa と、野生種の*M. disciformis* 70 と *M. disciformis* 1488間で電気融合を行い、融合率に及ぼすパルス電圧、Ca^{2+}濃度、プロトプラスト密度の影響について検討した。

融合率は、*M. sativa* と *M. disciformis* 70間の融合で総融合率が1,000 V /cm、ヘテロカリオン形成率が900 V /cmで最高となった。また、*M. sativa* と *M. disciformis* 1488 間では1,100 V /cmで総融合率、ヘテロカリオン形成率共に最高となった。*M. sativa* と *M. disciformis* 70、*M. sativa* と *M. disciformis* 1488の両方で、Ca^2 濃度では10^2 μM、プロトプラスト密度では

20×10^4 /mℓ が総融合率及びヘテロカリオン形成率が最高となった。

引用文献

1）Christov, A.M & Vaklinova, S.G.（1987） Plant Physiol 83, 500-504.

2）D.M.Gilmour, M.R.Davey, and E.C.Cocking,（1989） Plant Cell Reports 8：29-32.

3）Sale.A.J.H. & Hamilton.W.A.（1968） Biochim Biophys. Acta. 163, 37-43.

4）Dimitrov, D.S.：J.Menbr.（1984） Biol, 78, 53-60.

5）植物細胞工学編集部、十川好志（1989） 植物細胞工学 Vol. 1, №1.

6）三浦靖高、十川好志、山田康之（1989） 植物組織培養 5(2)、101-103.

7）日比忠明（1987） トキシコロジーフォーラム、10(4)：418-431.

8）D.M.Gilmour, M.R.Davey, and E.C.Cocking,（1987） Plant Science, 53：263-270.

9）Bates, G.W., J.J.Gaynor, N.S.Shekhavvat,（1983） Plant Physiol., 72：1110.

10）Peter Scheurich, Ulrich Zimmermann,（1981） Plant Physiol., 67：849-853.

11）D.M.Gilmour, T.J.Golds and M.R.Davey,（1989） Biotechnology in Agriculture and Forestry, Vol 8.

12）藤本ゆり、日詰 圭、小池正徳、嶋田 徹、（1991） 北海道草地研究会報№25.

J. Hokkaido Grassl. Sci. 25: 134－136 (1991)

Verticillium albo-atrum（アルファルファ系）培養濾液中の萎凋画分

小池正徳・南部耕平・嶋田　徹（帯広畜産大学）

Wilting fractions of *Verticillium albo-atrum* (Alfalfa strain) culture filtrate

Masanori KOIKE, Kouhei NANBU and Tohru SHIMADA
Obihiro Univ. of Agric. & Vet. Med.

緒　　言

細胞選抜によってアルファルファ・バーティシリウム萎ちょう病抵抗性個体を作出する試みは杉信ら[1,2]、Latunede-Dadaら[3]、Gusevaら[4]およびKoike & Shimada[5]によりなされている。杉信らとGusevaらは選抜因子として *Verticillium* 粗培養濾液を用いて、細胞選抜は効果的であると報告しているが、Koike & Shimadaは粗培養濾液、Latunede－Dadaらは低分子画分の毒素を用いて選抜し否定的な結果を報告している。したがって、本病害に対する細胞選抜の効果については、結論が得られていない。そこで、今回は特に細胞選抜に用いる選抜因子としての毒素を探索する目的で、培養濾液を低分子画分から順次透析し、各分画の植物体の萎凋程度を調査した。

材料及び方法

植　　物＝アルファルファ4品種（5444・Vertus：バーティシリウム萎ちょう病抵抗性、Thor・Europe：感受性）をそれぞれ20個体用いた（ガラス室栽培）。

病　原　菌＝*Verticillium albo-atrum* アルファルファ系（北海道農業試験場耐病性研究室・佐藤倫造氏より分譲）をCzapek－Dox 液体培地で3週間培養し、培養濾液を無菌濾過により得た。

透　　析＝スペクトラム社の透析チューブ（分画分子量 3,500、12－14,000、50,000）で、培養濾液を低分子画分から順次透析した。透析は内液の20倍量の滅菌蒸留水に対して5℃で24時間行った。また透析後の外液は減圧下30℃で濃縮し、内液と同量になるように調整した。透析後の各分画中の糖含量（グルコース当量）はアントロン法、蛋白質含量（アルブミン当量）はLowry 法で求めた。

切り枝検定＝培養濾液および各画分を蒸留水で20倍に希釈し、各個体の茎を希釈液に72時間水挿しして抵抗性を検定した。抵抗性の判定は北農試耐病性研究室の基準に準じ、0：萎凋なし～5：回復不能の6段階で行った。

結果及び考察

Fig.1にThor (S)とVertus (R) を用いて培養濾液の高分子画分（12－14,000以上）と低分子画分（12－14,000以下）を処理した時の萎凋程度を示した。低分子画分の萎凋程度はThor，Vertusともに低い値を示したが、高分子画分の萎凋程度はThorでは高い値を示し、Vertus では低い値を示した。

このことから品種特異的な萎凋活性を持つ物質は高分子画分中に存在することが示唆された。

さらに詳しく検討するため、培養濾液を3,500以下、3,500～12－14,000、12－14,000～50,000、および50,000以上の4つの画分に細分画し、4品種を用いて萎凋程度を調査した（Fig. 2）。抵抗性品種（Vertus, 5444）においては、培養濾液全画分を含めたすべての画分において萎凋程度は1.0以下であったのに対し、感受性品種(Thor, Europe)においては、3,500～12－14,000、12－14,000～50,000、および50,000以上の3つの画分において萎凋活性が認められ、なおかつそれぞれの萎凋活性は感受性品種において高い値であった。これらのことから3,500以上の3つの画分に存在する萎凋活性を持つ物質には品種特異的な作用があると思われる。しかし、培養濾液全画分を凌駕する画分は存在しなかった。

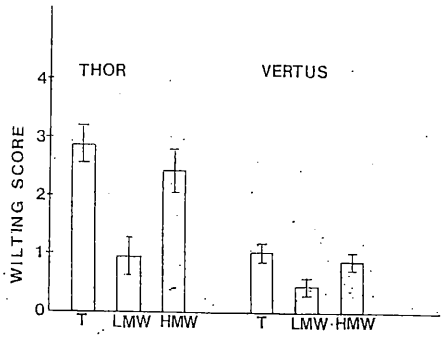


Fig.1 Wilting activities of Verticillium culture filtrate and fractions of different molecular weight (T : Total culture filtrate, LMW : low molecular weight fraction < 12-14,000, HMW : high molecular weight fraction)

次に、それぞれの画分に熱処理（100℃、10 min）を施し、熱耐性を調査した。その結果、品種特異的な反応を示した3,500以上の3つの画分の萎凋活性は減少した（Fig. 3）。それは3,500－12－14,000の画分において顕著であった（Table 1）。*Verticillium* 属菌の産出する毒素は低分子化合物[6,7,8]、高分子の多糖類あるいは糖蛋白質[9,10]の報告がある。しかし多犯性である本病原菌の特性によるのかもしれないが、いまだ宿主特異的毒素の同定には至っていない。Connel ら[8]は

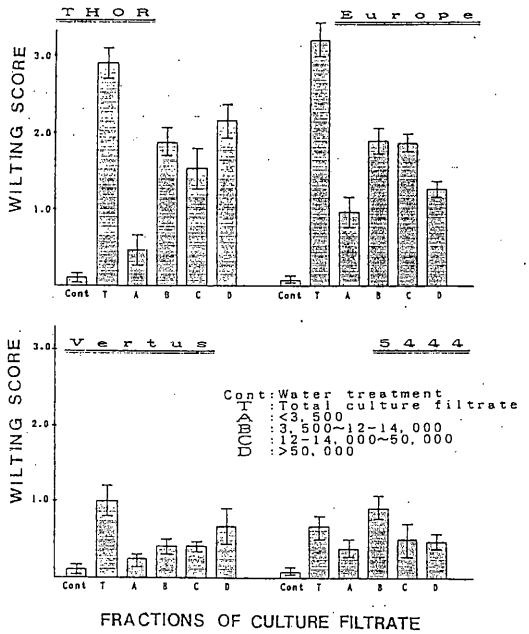


Fig.2 Wilting activities of Verticillium culture filtrate and fractions of different molecular weight

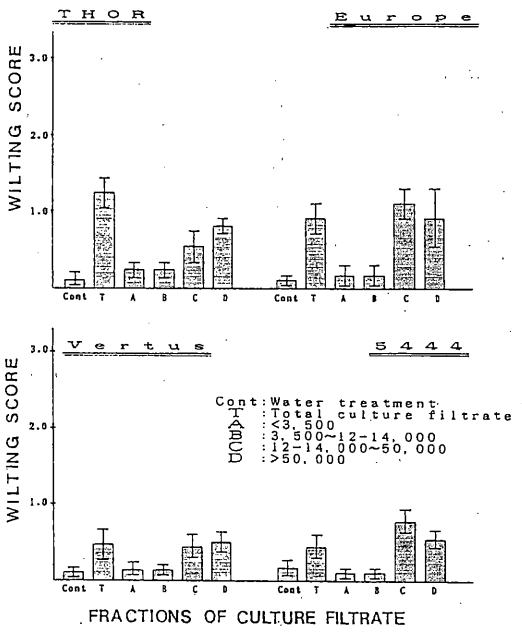


Fig.3 Wilting activities of Verticillium culture filtrate and fractions of different molecular weight (Heat treatment 100 ℃ 10 min)

Table 1 Wilting activity of Verticillium albo-atrum culture filtrate and fractions of different molecular weight

Fraction M. W.	Glucose equiv. (μg/mℓ)	Proteins (μg/mℓ)	Wilting(%)[a] activity	Wilt. act.[a] (heat)[b]
>50,000	87.7	175.6	1.14(59.1)	0.63(32.6)
12-14,000 ～50,000	45.1	72.2	1.04(53.9)	0.71(36.8)
3,500 ～12-14,000	95.1	106.7	1.29(66.8)	0.18(9.3)
<3,500	492.3	338.6	0.53(27.5)	0.69(35.8)
Total culture filtrate	778.7	448.3	1.93(100.0)	0.74(38.3)

a: percent of non-heat treatment Total culture filtrate.
b:100℃ 10 min

ホップー*Verticillium*の関係において、細胞レベルではあるけれども5,000以下の画分に品種抵抗性と一致した毒性があったと報告しており、今回の報告と異なった結果を得ている。今回の実験では植物体レベルでの毒性しか検討していないので、今後細胞レベルでの各画分の毒性について検討していきたい。

Summary

Verticillium albo -atrum culture filtrate was fractionated by dialysis 3, 500、12/14, 000、50, 000). Wilting activity of each fraction was assayed by using four alfalfa cultivars (resistant cvs 5444, Vertus / susceptible cvs Europe, Thor). High molecular weight fractions (3,500－12 / 14,000、12 / 14,000－50,000、＞50,000) had cultivar specific wilting activity and their activities were heat reliable.

引用文献

1) 杉信賢一・島貫忠幸・高濹　正・大杉　立(1988)日草誌　34 (別) : 63－64.
2) 杉信賢一・島貫忠幸・高濹　正・大杉　立(1989)日草誌　35 (別) : 283－284.
3) Latunede-Dada, A.O. (1988) Plant Science 58 : 111－119.
4) Guseva N.N., Belyavsky Yu.V. (1990) 5th International *Verticillium* Symposium : 71 (abstract).
5) Koike M., T. Shimada (submitted).
6) L.N. Ten, N. N. Stepanichenko, Kh. A. Aslanov (1990) 5th International. *Verticillium* Symposium : 58 (abstract).
7) 北農試牧草病害研究室(1988)アルファルファ・バーティシリウム萎ちょう病の発生生態と防除に関する試験成績書.
8) Connel S. A., T. Legg, J. B. Heale (1990) Plant Pathol. 39 : 92－91.
9) Nachimias A., Buchner V. Krikun J. (1982) Physiol. Plant Path. 20 : 213－221.
10) Nachimias A., Buchner V. Burnstein Y. (1985) Physiol. Plant Path. 26 : 43－55.

北海道草地研究会報 25：137－139（1991）

アルファルファ・オーチャードグラス混播草地の収量に及ぼす種内競争の影響

我有　満・澤井　晃（北海道農試）・植田精一（現ＪＩＣＡ）

緒　　言

マメ科牧草とイネ科牧草の混播栽培におけるマメ科割合は、品種の組合せ、栽培法および利用法等で調節が可能であるが、目標となる最適のマメ科割合が明確にされていない嫌いがある。本試験では、アルファルファ（ＡＬ）とオーチャードグラス（ＯＧ）の混播草地の生産力を最大にするという立場で、最適の株割合を検討した。前報では、密度一定で株割合の異なる混播草地モデルの調査から、ＡＬの株割合が80％付近で収量が最大となることを示した。今回は、この結果に対する混播草地モデル内の種内競争の影響を検討した。

材料および方法

材料は、ＡＬは「月系０３０３」（Ⅲ型）、ＯＧは「オカミドリ」（晩生）を用いた。ＡＬの株割合が９水準（4, 20, 33, 40, 50, 60, 67, 80, 96％）、密度一定（株間隔15cm）の混播草地モデル（図１）および密度５水準（株間隔 15, 20, 30, 40, 50cm）の単播草地モデル（図２）を作った。混播草地モデルは、１区４m^2単播草地モデルは１区４～1.2m^2とした。両モデルとも３反復で、昭和57年５月にペーパーポットに播種し、１カ月間育苗後圃場に定植した。施肥量は、Ｎ：P_2O_5：K_2Oを初年目に 6.0：12.5：11.0（Kg/ａ）、２年目は6.0：11.0：11.0（Kg/ａ）とした。本報告では２年目の乾物収量について検討した。

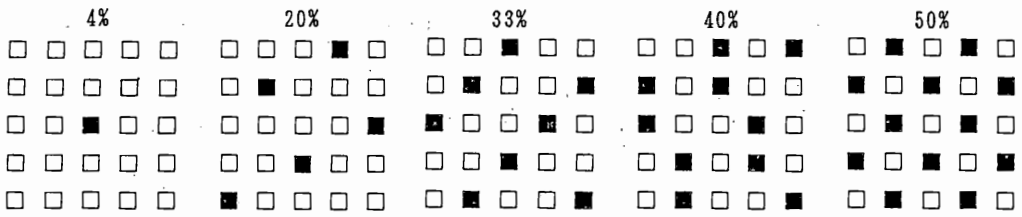


図１.　混播草地モデルの株配置

■ ｱﾙﾌｧﾙﾌｧ　□ ｵｰﾁｬｰﾄﾞｸﾞﾗｽ　　60％以上はこの図と対称で草種が逆の配置となる。

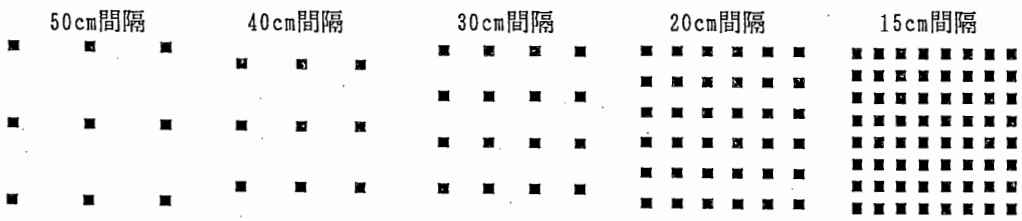


図２.　単播草地モデルの株配置

結果および考察

混播草地モデルの合計収量は、ＡＬの株割合の増加に伴い、上向きの二次曲線状に変化し、ＡＬの株割合が80％付近で最大となった（図３）。混播草地モデルの収量を草種別にみると、ＡＬの株割合が増加するに伴って、ＡＬの収量は直線的に増加するが、ＯＧはＡＬの株割合が80％まではほぼプラトーに推移した（図４）。これは、ＡＬは株割合の増加とともに収量が増加し、それに伴って、ＯＧは株割合が一定のレベルまで減少しても収量の低下がみられず、そのためにＯＧの収量が低下し始める株割合付近で混播草地モデルとしての収量が最大となることを示しており、図１の結果が説明される。さらにＯＧの株割合が増加してもＯＧの収量が増加しない範囲に注目すると、ＯＧの株割合が増加する程相手草種であるＡＬの株割合は減少して、その影響は小さくなるにもかかわらず、ＯＧの収量は増加していない。これは、ＯＧ内の種内競争が大きいために個体重が小さくなるためと予想される。

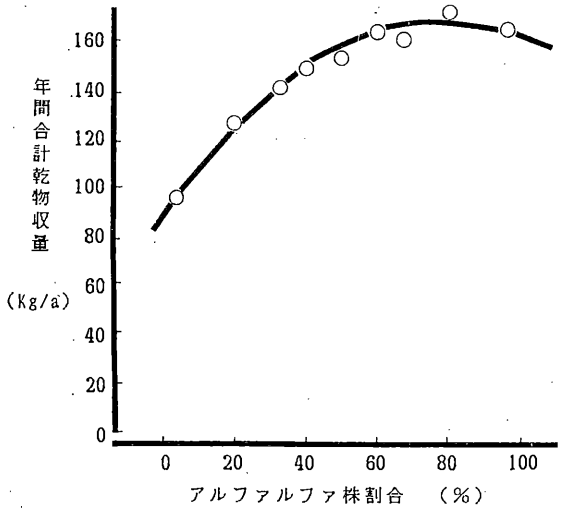


図3. 混播草地モデルにおけるアルファルファ株割合と合計乾物収量の関係

そこで、種間の相互作用のない条件で、両草種の密度反応を比較するため、単播草地モデルについて検討した。株密度と個体重の関係は、低密度ではＯＧの個体重が大きいが、株密度が上昇するに伴い、逆転して、高密度ではＡＬの個体重が大きくなる結果となった（図5）。ＯＧは、株密度の上昇とともに個体重が急激に減少することから、種内競争の影響がＡＬより大きいと考えられる。さらに単播草地モデルにおける株密度と収量の関係をみた。ＡＬは、株密度が上昇するに伴い収量が増加するが、ＯＧは、株密度が増加しても収量の増加はなかった（図６）。

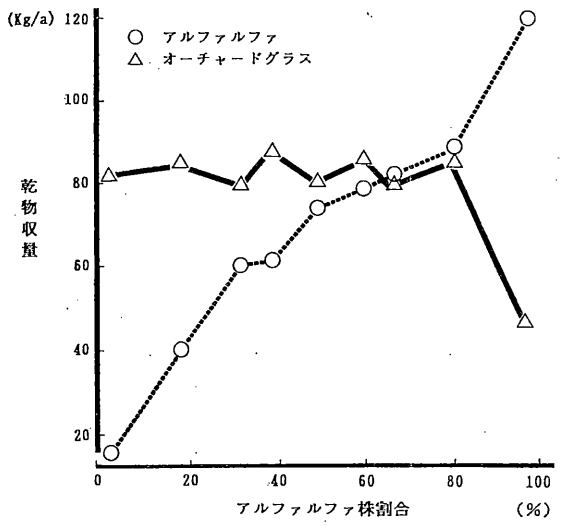


図4. 混播草地モデルにおけるアルファルファ株割合と草種別収量の関係

ＯＧは、低密度で個体を充実させ、収量を確保することができるが、高密度では種内競争の影響が大きく出て、個体重が小さくなり、収量が増加しない特性を持つと考えられる。一方、ＡＬは、今回の設定した株密度の範囲では、株密度が高い程収量が増加しており、種内競争の影響はＯＧより小さいと考えられた。図４の結果は、混播草地モデルの収量においても、両草種の密度反応の特性が反映されていることを表わしている。つまり、低密度で個体を充

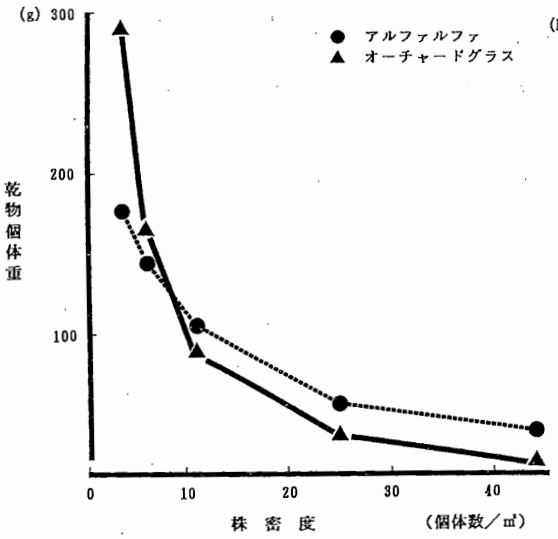


図5. 単播草地モデルにおける両草種の株密度と個体重の関係

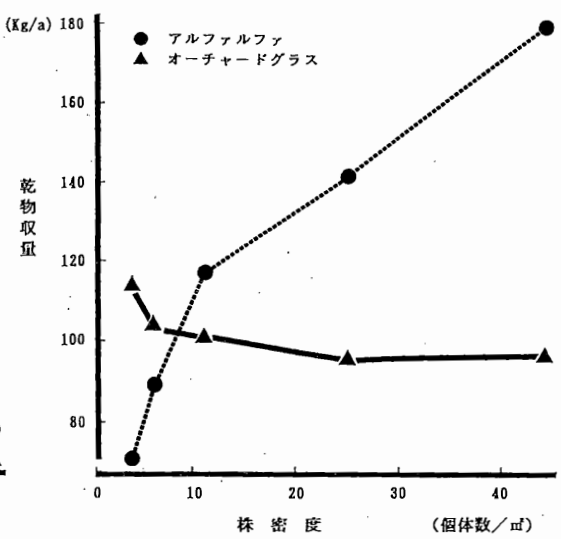


図6. 単播草地モデルにおける両草種の株密度と収量の関係

実させて収量を確保する点ではＯＧが有利であり、高密度で種内競争の影響が小さいために高い収量をあげられる点ではＡＬが有利と考えられる。このような両草種の種内競争に対する反応パターンの違いを考えると、ＡＬとＯＧの混播草地の生産力向上のためには、ＡＬの株割合を高く維持する必要があると考えられた。

J. Hokkaido Grassl. Sci. 25: 140－142 (1991)

混播草地におけるチモシーおよびマメ科草種の動態

1. 初年度の動態からみた組合せ上の問題点

中島和彦・竹田芳彦・堤　光昭（根釧農試）

緒　　言

近年，チモシー（以下，ＴＹと略す）は極早生から晩生までの品種が育成され，刈取適期幅の拡大による高栄養粗飼料生産への貢献が期待されている。

しかし，これらＴＹ品種は熟期が異なるばかりでなく，春期の生育速度，再生速度も異なることから，マメ科草種・品種との組合せ方法など栽培法は一律にはいかず，各品種毎に設定する必要があると考えられる。

本報告では，特に熟期，再生速度の遅い晩生品種「ホクシュウ」を取り上げ，混播条件における早生品種「ノサップ」との反応差異をアカクローバ（以下，ＲＣと略す）の播種量水準を変えて検討した。

材料および方法

試験は，根釧農試場内において主区にＴＹ品種，細区にＲＣ播種量を割りふった分割区法３反復で実施した。供試品種はＴＹが早生品種「ノサップ」および晩生品種「ホクシュウ」の2品種，ＲＣは「ホクセキ」，ラジノクローバ（以下，ＬＣと略す）は「カリフォルニアラジノ」を用いた。播種量はＲＣが0.7，0.4，0.2Kg／10aの３水準，ＴＹおよびＬＣは全区共通にそれぞれ1.8，0.3Kg／10aとした。播種は平成２年５月30日に行い，施肥は施肥標準に準拠した。刈取りは播種後約60日後の７月下旬から８月上旬にかけて行った。

結果および考察

各処理区のＲＣの出芽数，および１番草刈取り後の個体数を図1に示した。ＲＣ出芽数はＴＹの品種に関係なく，ＲＣ播種量が少ないほど少なかった。１番草刈取後のＲＣ個体数はＴＹ品種間で大きく異なった。「ノサップ」区の場合は，３処理とも約50個体／m^2であったが，「ホクシュウ」区の場合は個体数が減少したも

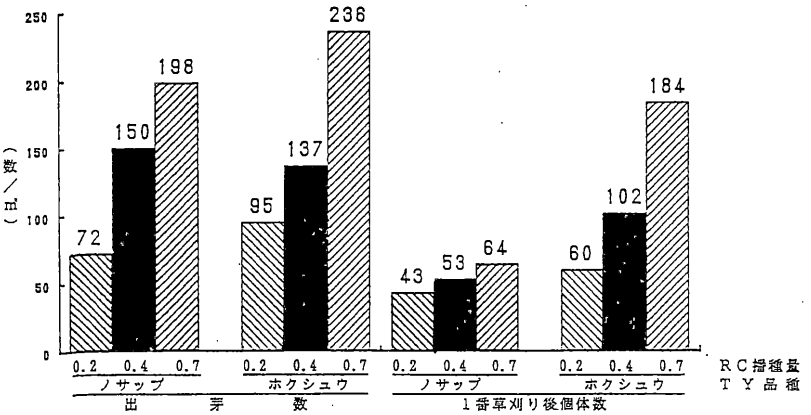


図１　「ノサップ」および「ホクシュウ」混播草地のアカクローバの出芽数，１番草刈取直後の個体数

のの，播種量水準の差がこの段階でも維持されていた。

1番草乾物収量および刈取り時の草種割合をそれぞれ図2，図3に示した。合計乾物収量は，「ノサップ」区が「ホクシュウ」区より明らかに多かった。また，「ノサップ」区および「ホクシュウ」区ともにRC収量およびRC割合はRC播種量が少いほど少くなった。TY収量は「ノサップ」区で0.2Kg区の収量が多かったものの，「ホクシュウ」区ではRC播種量の影響は認められなかった。TY割合，LC割合は「ノサップ」区ではRC播種量が少くなるにしたがって，高くなる傾向があったが，「ホクシュウ」区では処理間差は小さかった。雑草割合は「ノサップ」区では少なかったが，「ホクシュウ」区ではRC播種量が少なくなるに従い，高くなる傾向があった。

図4には晩秋の冠部被度を示した。TY被度はRC播種量の差に関係なく，「ホクシュウ」区が明らかに「ノサップ区」より低かった。

以上のように，初年目において「ホクシュウ」は生

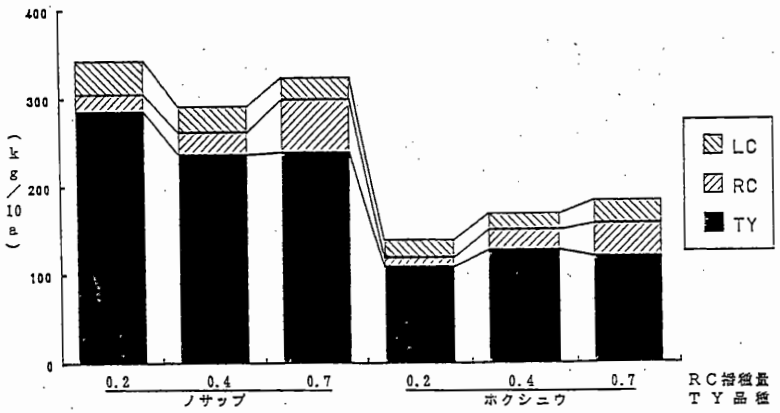


図2　「ノサップ」および「ホクシュウ」混播草地の1番草乾物収量

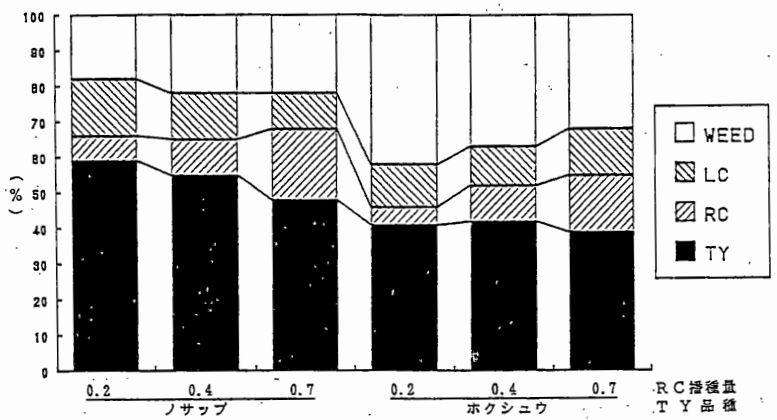


図3　「ノサップ」および「ホクシュウ」混播草地の1番草における草種割合

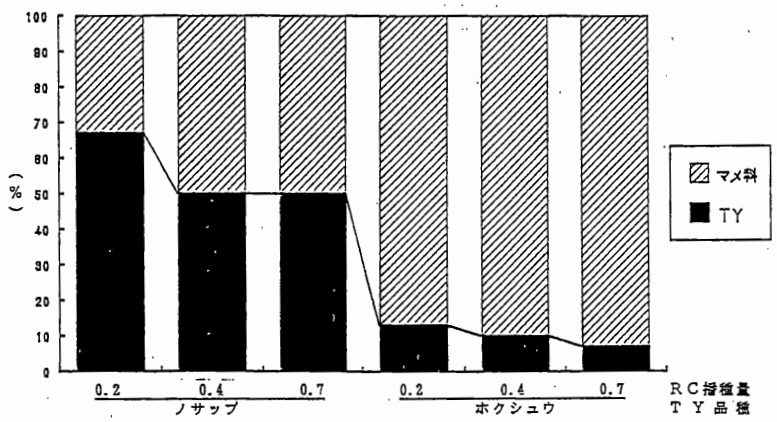


図4　「ノサップ」および「ホクシュウ」混播草地における晩秋の冠部被度

育量，競合力で「ノサップ」より劣った。これは，「ノサップ」に比べて熟期が遅く，節間伸長への移行が遅れるために，受光態勢が悪化するためと考えられる。更に刈取り後の再生速度が遅い事が越冬前のマメ科優占を助長したと推察される。

「ホクシュウ」区におけるマメ科の優占はＲＣ播種量を減らしても，同様に認められることから，ＲＣの適正播種量は0.2Kg/10a以下にある可能性が高く，今後の検討が必要と思われる。また，「ホクシュウ」区で晩秋被度のマメ科割合にＲＣ播種量水準の差が判然としなかったことは，ＲＣとともにＬＣの影響もあるのではないかと考えられた。

今後，2年目以降の推移について試験を継続し，ＴＹ品種に対応したＲＣ並びにＬＣの播種量等を検討していきたい。

北海道草地研究会報 25：143－146（1991）

混播草地の草種割合におけるチモシー品種系統間差異

下小路英男・古谷政道・中住晴彦・藤井弘毅（北見農試）

緒　　言

牧草は混播栽培が多いが、その中でもチモシーとアカクローバの組合せが最も多く利用されている。チモシーとアカクローバの混播草地で、主な問題点としてあげられるのは、チモシーがアカクローバに抑制されて衰退し、目的とする植生が維持できないことや、収量が低下することである。その解決方法として、施肥等の維持管理方法とともに、品種の競合力などを考慮した品種の組合せによって植生を維持することが考えられる。

本試験では、チモシーとアカクローバ混播草地において、競合力の一つの指標と考えられる草種割合におけるチモシーの品種系統間差異を検討するとともに、チモシーの単播草地と個体植による収量および特性調査から、その差異がどのような特性によるかについて検討した。

材料及び方法

試験は、いずれも1988年から1990年の3か年、北見農試圃場で行った。

1. 混播試験

供試材料は、チモシー10品種系統（表1：単播及び個体植試験も同じ）とアカクローバ「サッポロ」である。試験区は乱塊法4反復、1区6.0㎡である。播種時期は1989年5月27日（単播試験も同じ）、播種量はチモシー1.0kg／10a、アカクローバ0.3kg／10a、播種法は散播である。施肥量（N－P_2O_5－K_2O kg／10a／年）は、初年目が6－10.3－6、2・3年前が6－7.5－6で、造成時または早春と1番草刈取後に分肥した。刈取りは、初年目が7月29日と9月7日、2年目が7月3日と9月20日、3年目が6月21日と9月3日の2回刈りである。

2. 単播試験

試験区は乱塊法4反復、1区3.0㎡である。播種量は1.0kg／10a、播種法は30cmの条播である。施肥量（N－P_2O_5－K_2Okg／10a／年）は、初年目が9－10－9、2・3年目が13.5－15－13.5で、造成時または早春と1番草刈取後に分肥した。刈取りは、初年目が7月19日と9月17日、2年目が7月7日と9月14日、3年目が6月27日と9月4日の2回である。

3. 個体植による特性調査

播種時期は1989年3月28日、移植時期は1989年5月27日、栽植法は60cm×90cm、供試個体数はそれぞれ60個体である。施肥量（N－P_2O_5－K_2Okg／10a／年）は、初年目が7.9－4.1－7.9、2・3年目が15－16－15である。刈取りは、7月中旬と9月中旬の2回である。

結果及び考察

1. 混播における収量および草種割合

チモシーとアカクローバの合計乾物収量は表1に、草種割合は表2に示した。合計乾物収量では、品種系統間に有意差が認められたのは、3年目の1番草のみで、その他の年次及び番草では明らかな差異はみ

みられなかった。草種割合では、2年目の2番草以降に有意な差が認められた。草種割合における各番草間の相関係数（表3）をみると、2年目の1番草以降はいずれの番草間にも高い正の相関がみられ、品種系統間における草種割合の差異は、2年目の1番草以降ほぼ同じ傾向であった。

初年目の合計乾物収量の草種割合に対する2・3年目の合計乾物収量の草種割合の比率（表3）について検討した。この指数は、品種系統間の競合力の差異をあらわし、高い値ほど競合力に優れていることを示している。2年目の値は45～98、3年目の値は29～102であった。全体的に、3年目でやや高い値を示したのは、チモシーの収量は2年目と3年目の差がないが、アカクローバの収量が3年目でやや低下し、チモシー割合がやや高くなったためである。

表1．各番草の合計乾物収量 (kg/10a)

品種名	初年目			2年目			3年目		
	1番草	2番草	合計	1番草	2番草	合計	1番草	2番草	合計
北見13号	172	394	566	811	403	1214	689	398	1087
北見14号	188	350	539	760	338	1099	660	440	1100
北見15号	205	310	515	827	360	1186	629	303	932
北見16号	180	396	576	654	326	980	690	336	1026
北見17号	213	286	499	783	357	1139	679	428	1108
北見18号	191	368	559	668	367	1035	676	380	1056
北見19号	199	326	526	766	348	1115	660	339	1000
ホクセン	210	302	511	722	398	1121	545	434	979
ホクシュウ	192	371	562	751	367	1118	554	399	953
ノサップ	240	325	565	824	417	1240	657	479	1136
l.s.d.(5%)	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	78	n.s.	125
c.v.(%)	26.2	16.5	9.8	18.7	12.4	14.2	8.4	18.7	8.3

表2．各番草の草種割合（乾物収量のチモシー割合）

品種名	初年目			2年目			3年目		
	1番草	2番草	合計	1番草	2番草	合計	1番草	2番草	合計
北見13号	84%	62%	70%	57%	27%	47%(67)	68%	28%	54%(77)
北見14号	90	71	78	59	36	52 (67)	70	27	53 (68)
北見15号	89	60	70	60	38	53 (76)	74	29	59 (85)
北見16号	86	53	64	57	32	48 (75)	62	23	49 (78)
北見17号	86	72	77	59	36	52 (67)	75	24	56 (72)
北見18号	88	62	71	53	24	43 (61)	66	27	52 (74)
北見19号	82	60	68	50	19	41 (60)	59	29	49 (71)
ホクセン	84	65	74	49	6	33 (45)	33	7	22 (29)
ホクシュウ	83	69	74	50	18	39 (53)	52	24	41 (55)
ノサップ	86	69	76	75	74	75 (98)	85	68	78 (102)
l.s.d.(5%)	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	23.0	19.0	19.6	22.5	20.0
c.v.(%)	4.9	24.1	16.0	21.7	51.0	27.0	20.9	54.1	26.9

注）（ ）内の指数値は、初年目合計の草種割合に対する2、3年目合計の草種割合の百分比。

2. 草種割合の指数と生育及び形態的特性との関係

品種系統間の競合力の差異がどのような生育及び形態的特性と関係があるかを、競合力の差異をあらわすと考えられる草種割合の指数と単播及び個体植における特性との相関関係（表4）から検討した。

表3．草種割合における各番草間の相関関係

		1年目		2年目		3年目	
		1番草	2番草	1番草	2番草	1番草	2番草
1年目	1番草	—					
	2番草	0.108	—				
2年目	1番草	0.472	0.241	—			
	2番草	0.462	0.240	0.986**	—		
3年目	1番草	0.569	0.157	0.823**	0.860**	—	
	2番草	0.181	0.212	0.879**	0.917**	0.754*	—

** は1%水準で、* は5%水準で有意であることを示す。

指数値と高い相関が得られたものは、1番草の出穂始、草型及び葉の長さ、2番草の再生、草丈、収量、出穂茎及び伸長茎であった。1番草では、早生で、直立型で、葉が比較的短かく、2番草では、再生が良く、出穂及び伸長茎が多く、草丈が高く、多収な品種系統は、2・3年目でチモシー割合を高く維持していた。すなわち、このような特性をもつものはアカクローバとの競合力に優れていると考えられる。

品種系統の早晩性は調査しやすい特性でかつ遺伝力が高く、他の特性との関係を明らかにすることは品種を有効に利用するうえで重要である。そこで、出穂始と草種割合の指数との関係をさらに検討した。2年目の指数との関係は図1に、3年目の指数との関係は図2に示した。いずれもほぼ同じ回帰式が得られ

たが、３年目は、２年目より低い相関係数を示した。それは、「北見１８号」「北見１９号」が２年目よりやや高い指数値を、「ホクセン」が２年目より低い指数値を示したためであり、草種割合が競合力以外の永続性などにも影響されていることを示唆していた。

本試験は同時期の刈取り条件で検討したため、早生のものは、刈取時には生育が進み、競合に有利であると考えられる。したがって、競合力の品種系統間差異をより正確に評価するためには、同熟期の品種群で検討するのが適当と考えられる。しかし、図１、２の回帰式からの残差が、熟期を考慮した競合力をあらわすと考えられ、回帰直線より上のものは競合力に優れ、下のものは劣っていると考えられる。図１、２の２年間の傾向から、「ノサップ」「北見15号」「北見17号」「北見19号」「ホクシュウ」は、同熟期のなかでは比較的競合力に優れており、「北見16号」「北見１３、１４号」「ホクセン」は、競合力に劣っていると考えられる。

出穂始と関連性はないが、品種系統間の競合力に影響している形質について検討するため、出穂始とその他の形質との相関関係について検討した（表４）。草種割合の指数と高い相関がみられたが、出穂始と高い相関がないものは、草型と２番草の再生であった。これらは、早晩性と関連性はないが、競合力の品種系統間差異を左右する重要な形質と考えられる。再生は１番草刈取後２～３週間目に調査した形質であり、２番草の初期の再生が競合力を左右していた。草型では、直立型のものが匍匐型のものより競合力

表４．草種割合の指数値と生育及び形態的特性との相関関係

項　　目	２年目指数（対１年目比）	３年目指数（対１年目比）	出穂始
＜単播の形質＞			
出　穂　始（早～晩）	－0．７８２**	－0．５６６	
１番乾物重（少～多）	0．３２３	0．２５９	－0．６２８
２番乾物重（少～多）	0．８３６**	0．６７１*	－0．８８２**
越　冬　性（良～否）※	－0．２５２	－0．４２６	－0．０８４
早春再生（良～否）※	－0．４６３	－0．５１６	0．１８８
２番再生（良～否）※	－0．８８７**	－0．９０８**	0．４９９
晩秋再生（良～否）※	－0．４６１	－0．６４４*	－0．０８２
１番茎数（少～多）	－0．２７８	－0．１９２	0．４６２
２番茎数（少～多）	0．２６７	0．３８１	－0．０３７
＜個体植の形質＞			
草　　型（直～匍匐）※※	－0．７２８*	－0．８２２**	0．４６０
早春草丈（低～高）	－0．０３９	0．２１９	0．５００
春　草　丈（低～高）	0．６１８	0．５６１	－0．８１２**
１番草丈（低～高）	0．１６５	0．００６	－0．５９９
２番草丈（低～高）	0．８３１**	0．７０４*	－0．８６７**
第１葉長（短～長）	－0．８２８**	－0．６１２	0．８５４**
第１葉幅（狭～広）	－0．４７４	－0．４１５	0．２０８
茎　太　さ（細～太）※	－0．１８８	－0．１２１	－0．０１２
２番出穂茎（少～多）※※	0．８６４**	0．６６６*	－0．８５９**
２番伸長茎（少～多）※※	0．８３２**	0．７５１*	－0．７９５**

注）※は１～５の評点、※※は１～９の評点。その他の形質は実測値。
**は１％水準で、*は５％水準で有意であることを示す。
形質の値はいずれも２年目と３年目の平均値をもちいた。

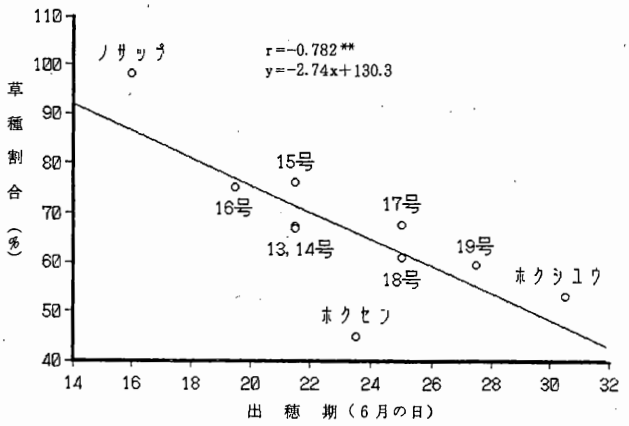


図１　出穂始と草種割合の指数値（２年目）との関係

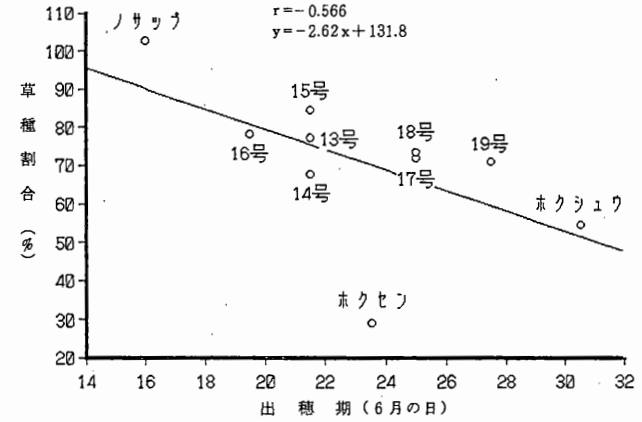


図２　出穂始と草種割合の指数値（３年目）との関係

に優れていることを示していた。再生が良く、直立型のものは、生育初期から上部への伸長性に優れているため、光競合などに有利となり、草種割合を高く維持するものと考えられる。一方、1番草でも同様の特性が競合力に影響していると考えられるが、表2に示すように、1番草では、2番草に比較しチモシー割合が高く、アカクローバとの競合関係で有利な条件にあると考えられ、そのため越冬性、早春の再生が品種系統間の競合力に影響しなかったと考えられる。

以上のことから、アカクローバとの混播条件で、草種割合におけるチモシーの品種系統間の差異は明らかに認められ、早生で、アカクローバが優先する2番草の再生が良好な直立型の品種系統は、草種割合を高く維持しており、草種間の競合力に優れていると考えられる。

北海道草地研究会報 25：147－149（1991）

シードペレットによるイネ科牧草の追播

加納春平・高橋　俊・手島茂樹（北海道農試）

緒　　言

気候条件からみて比較的安定した状態を保ちうる北海道の草地においても、経年化により、牧草収量の低下や草種構成の悪化がみられる。収量の低下に対しては、施肥改善による増収化の余地も残されているが、叢状型のイネ科牧草が消失したり、減少した草地については追播が必要となる。しかしながら、ケンタッキーブルーグラスが優先した草地については、裸地が少なくルートマットも厚いことから、牧草を追播し定着させるには問題点が多い。

近年、草地試験場を中心にシードペレットを用いて、牧草を追播する研究が進められてきたが、本研究では、ケンタッキーブルーグラスの優先した草地に、シードペレットを用いてイネ科牧草を導入するための可能性と問題点を明らかにした。

材料及び方法

試験草地としては、北海道農業試験場内の造成後９年を経た採草地を用いた。草種構成は、７月始め時点の被度でケンタッキーブルーグラスが80％を占め、その他オーチャードグラス、シロクローバ、アルファルファなどから成っていた。

１９８８年に行った予備試験で、ケンタッキーブルーグラスのようなほふく型のイネ科牧草が優占した草地に牧草を導入するには、既存植生の枯殺や部分耕のような処理が必要であることがわかったので、部分耕による追播試験を以下のように行うこととした。

１）播種時期：１９８９年７月10日、８月９日の二時期

２）部 分 耕：耕耘幅10cm、深さ15cm、間隔25cm

３）追播草種及び播種量：表１のとおり。

種子のみを播種した区（種子区）もペレットに含まれるものと同量の種子を播種した。なお、播種前に既存草は約８cmで刈取り、播種後、ペレットも種子も足で踏んで鎮圧した。

播種時の施肥は行わなかったが、ペレットには若干の肥料が含まれており、その量は10ａ当りに換算して窒素約３Kg、リン酸約３Kg、カリ約0.３Kgであった。このペレットは草地試験場で調製したもので、肥料、ベントナイト、ピートモスなどとともに種子をねり込んで直径１cm程度の粒状にしたものである。

表１　追播草種及び播種量

草　種（品種）	シードペレット播種量（Kg/10ａ）	左記に含まれる種子量（Kg/10ａ）
ペレニアルライグラス（ピートラ）	81.8	1.4
トールフェスク（ホクリヨウ）	146.4	1.4
オーチャードグラス（キタミドリ）	77.3	1.4

播種翌年の４月中旬にペレット区、種子区とも化成肥料で10ａ当り窒素５Kg、リン酸7.７Kg、カリ6.２Kgを施肥した。

結　　果

7月10日播種、8月9日播種とも播種後に適度の降雨があり、発芽は順調であった。しかし、8月9日播種では発芽直後の新葉が一部コオロギ等により食害を受けた。

播種した牧草の株数の推移を図1に示す。まず、7月10日播種についてみると、いづれの草種ともペレットより種子のみを播種した区のほうが株数が多かった。この差は播種当年で大きく、翌春には縮小した。草種別にみると、オーチャードグラスとトールフェスクでは、ペレットにした場合の株数の減少が大きかったが、ペレニアルライグラスでは両者の差は比較的小さかった。

8月9日播種では、播種1カ月後の株数が7月10日播種に比べてどの草種とも少なかった。8月9日播種の場合でも7月10日播種と同様にペレット区の株数が種子のみを播種した区より少なく、特にオーチャードグラスで極端に少なかった。

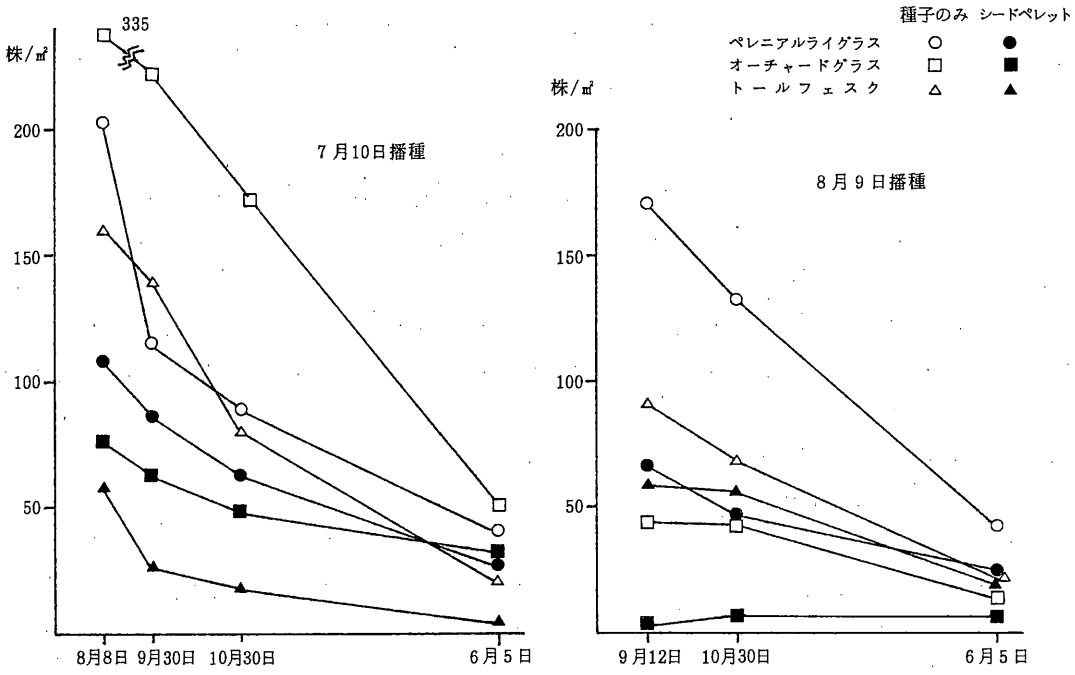


図1　　部分耕によって播種した牧草の株数の推移

播種した牧草の草丈と翌春の一番草の収量を表2に示す。7月10日播種、8月9日播種とも、種子のみを播種した区に比べ、ペレット区のほうが播種翌春の草丈が高かった。一番草の収量は7月10日播種のオーチャードグラス、ペレニアルライグラスで多く、次いで8月9日播種のペレニアルライグラスが多かった。7月10日播種のトールフェスクと8月9日播種のオーチャードグラス、トールフェスクの収量はいずれもわずかであった。

なお、いずれの草種とも、ペレット区と種子のみを播種した区の間の収量には、有意な差があるとは言えなかった。

考　　察

本研究では、オーチャードグラス、トールフェスク、ペレニアルライグラスの追播を行ったが、いずれの草種の場合でも、本研究で使用した造粒剤とともに種子をねり込む方式のペレットでは、種子のみを播種した場合に比べ、初期の発芽定着が劣ることが明らかとなった。この差はオーチャードグラスで顕著であったが、ペレニアルライグラスのような発芽勢の良いものでは問題はないように思われる。

ペレットにする利点としては、肥料を追播草の直近に施肥できる点があげられる。ペレットを播種した区では、種子のみの区に比べ草丈が高く、草丈にはペレットの持つ肥料の効果が現われたが、翌春の一番草収量では有意な差が認められなかった。種子のみを播種した区では、播種時に肥料をやっていないが、翌春の一番草はペレット区と大差がないことから、ペレットにして種子を播く利点はないと考えられる。

表2　部分耕により追播したイネ科牧草の草丈および収量

1．7月10日播種

調査日	草種 / 項目	オーチャードグラス ペレット	オーチャードグラス 種子	トールフェスク ペレット	トールフェスク 種子	ペレニアルライグラス ペレット	ペレニアルライグラス 種子
89 年 10月30日	草丈 cm	21.7	22.3	19.9	22.8	21.8	21.3
90 年 6月 5日	草丈 cm	91.3	81.1	70.6	55.3	75.1	70.0
	乾物重 kg/10a	208	310	16	66	266	174
	追播草種の割合%	36.6	54.5	2.8	11.6	46.7	30.5

2．8月9日播種

調査日	草種 / 項目	オーチャードグラス ペレット	オーチャードグラス 種子	トールフェスク ペレット	トールフェスク 種子	ペレニアルライグラス ペレット	ペレニアルライグラス 種子
89 年 10月30日	草丈 cm	18.4	13.3	16.5	13.1	26.8	18.7
90 年 6月 5日	草丈 cm	75.0	65.6	55.8	39.1	79.5	65.8
	乾物重 kg/10a	21.4	16.2	16.5	4.4	107.3	107.2
	追播草種の割合%	3.8	2.8	2.9	0.8	18.9	18.8

本試験では、部分耕により耕起された部分は28.6％に相当するので、追播草がこれ以上の割合であれば追播は成功したことになる。こうした点から表2を見ると、7月10日播種のオーチャードグラスとペレニアルライグラスが、ペレットにするしないにかかわらず合格となり、8月9日播種のペレニアルライグラスがそれに次ぐことになる。草種としてはペレニアルライグラスは安定的に追播定着が可能な草種と言える。

要　　約

部分耕により、ケンタッキーブルーグラスの優先した草地に、叢状型のイネ科牧草を導入する試験を行った。追播した牧草の発芽定着はペレットにすることにより低下し、ペレットに含まれる肥料の効果も収量の増大にまで結びつかず、ペレットにして牧草を播種する効果はないと判断された。

イネ科牧草の中では、ペレットにするしないにかかわらず、ペレニアルライグラスの追播による定着が良いことがわかった。

J. Hokkaido Grassl. Sci. 25: 150－152 (1991)

除草剤の帯状散布による ペレニアルライグラスの追播

高橋　俊・加納春平・手島茂樹・鈴木　悟（北海道農試）

緒　　言

北海道の放牧草地では経年化にともないケンタッキーブルーグラスなどの地下茎型イネ科牧草が優占し、生産性の低下をまねいて問題となっている。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し、植生の改善を行うことは、低コストな草地改良法として有効である。しかしながら、こうした草地では植生が密であり、また、ルートマットが発達しているので、追播された牧草は既存牧草との激しい競争にさらされることになり、良好な定着が期待できない。そこで、草地に除草剤を帯状に散布して枯死させた後、枯死部分に追播を行うならば、追播牧草と既存牧草との競争が軽減され、定着が改善されることが期待される。また、帯状の散布であるため既存植生にオーチャードグラスやシロクローバ等の優良草種が存在する場合には、これらの草種を有効に活用できることになる。

本試験では、追播牧草としてペレニアルライグラスを用い、除草剤の散布幅の違いが追播牧草の定着に及ぼす影響を検討した。

材料および方法

供試草地として、裸地が非常に少なく、ケンタッキーブルーグラスおよびシロクローバが優占している草地を用いた（表１）。なお、６月18日に１番草の刈取りを行った。

表1.　供試草地の植生　　1990. 7.10

裸地率 (%)	被度 (%) OG	KB	WC	草丈 (cm) OG	KB	WC
2	15	54	54	33	21	15

処理は以下の３処理を設けた（図１）。

① ０区：無散布

② ５区：５cm幅で散布し、無散布の間隔を15cmとる。

③ １０区：10cm幅で散布し、無散布の間隔を10cmとる。

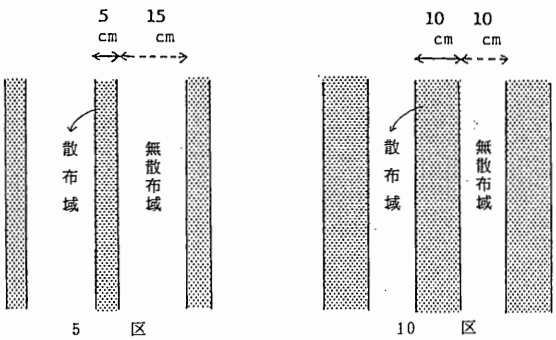


図１.　帯状散布処理の略図

除草剤はグリホサートを用い、散布月日は７月10日とした。

追播牧草としては、ペレニアルライグラス（品種名ピートラ）を用い、播種日は８月16日とした。

播種法としては、既存植生を刈取った後、枯死部分に作溝（溝幅：約１cm、深さ：約３cm、溝間隔：20cm）し、溝内に播種した。播種量は３（Kg／10ａ）とした。施肥は無し。

なお、掃除刈を９月23日に行った。

結果および考察

追播牧草の個体密度を図2に示した。出芽の状況を示すと思われる播種後7日目における0区の個体密度は約300（個体/m^2）であった。ペレニアルライグラスの播種量から換算すると1m^2当り約1,500粒の種子が播種されたことになるが、この時期の個体密度は播種密度の約20%に過ぎなかった。一方、5区及び10区の個体密度は約600（個体/m^2）で、0区の2倍であった。播種後の日数が経過するにつれて各処理区の個体密度とも減少したが、5区および10区の個体密度は0区の約2倍の値で推移した。5区と10区の間には有意な差が認められなかった。

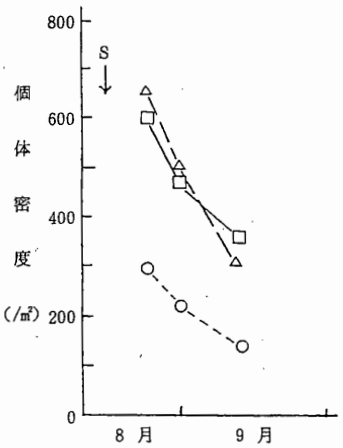


図2. ペレニアルライグラスの個体密度の推移
（○：0区、△：5区、□：10区、S：播種）

各処理が追播されたペレニアルライグラスの個体の生育に及ぼす影響を見るため、個体当りの茎数ならびに地上部個体重を図3と図4に各々示した。個体当りの茎数についてみると0区では播種後62日目でも分けつが認められなかった。5区及び10区では分けつが生じた。また、5区よりも10区の方が大きな値を示し、その差は播種後の日数が経過するにつれて拡大した。地上部個体重についても、0区が最も小さく、次いで5区、10区となり、散布幅が大きいほど地上部個体重も大きくなった。また、その差は播種後日数が経過すると拡大した。

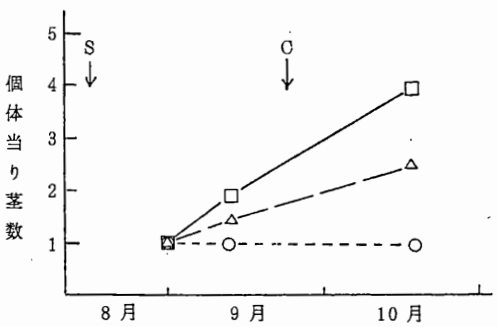


図3. ペレニアルライグラスの個体当り茎数の推移
（○：0区、△：5区、□：10区、S：播種、C：掃除刈）

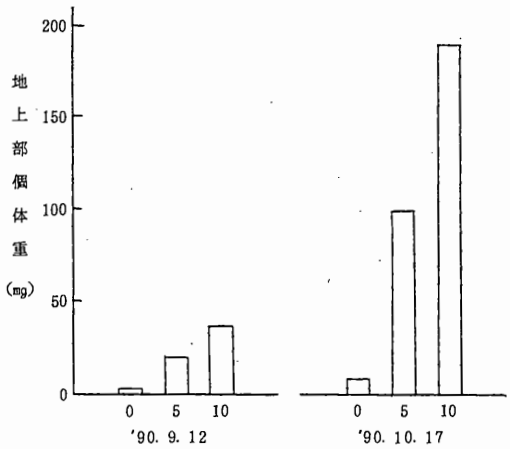


図4. ペレニアルライグラスの地上部体重

各処理によって植生の改善がどの程度行われたかを見るため、播種後36日目における刈取草の草種構成割合（乾物重ベース）を表2に示した。ペレニアルライグラスの草種構成割合は、0区で、わずか0.1%であったのに対し、5区では8.9%、10区では22.8%に達した。また、ケンタッキー

表2. 播種後36日における草種構成割合　1990. 9. 21

処理	草種構成割合 (%) PR	OG	KB	WC	他	全重量 (DWKg/10 a)
0	0.1	33.2	33.0	18.3	15.6	155.1
5	8.9	16.6	25.4	29.1	20.0	131.2
10	22.8	9.6	12.8	26.6	28.2	117.3

ブルーグラスの草種構成割合は、0区の33.0％に対し、5区では25.4％に減少し、10区では12.8％に減少した。

除草剤の無散布条件下において追播されたペレニアルライグラスは、個体密度および個体の生育が著しく抑制され、定着は困難であった。これは、既存牧草との養水分および光における競争が非常に激しいことを示している。一方、除草剤の帯状散布を行った場合には個体密度および個体の生育が改善され、ある程度良好な定着が可能であった。また、両散布区における散布幅の違いは、ペレニアルライグラスの個体密度には影響を及ぼさなかったが、個体の生育において10区の方に有利に作用した。このように、除草剤の帯状散布によって、既存牧草と追播牧草との競争は大幅に軽減されていると思われた。

なお、追播技術として確立するためには、さらに多くの検討が必要であるが、特に帯状散布するための作業機の開発と枯死部分の中央に効率良く作溝・播種を行う作業機の開発が必要である。

北海道草地研究会報 25：153－155（1991）

泥玉によるアルファルファの追播

早川嘉彦・菅原保英（北海道農業試験場）

緒　　言

酪農業において、高栄養粗飼料の低コスト生産はいつの時代でも極めて重要な問題である。一方、マメ科牧草は、タンパク質含量が高く、石灰をはじめとするミネラルも豊富に含み、且つ、根粒菌による窒素の固定が可能なため施肥量の節減にもつながり、高栄養粗飼料の低コスト生産にはかかせない存在である。しかし、草地は経年化に伴い短年性のアカクローバ等のマメ科牧草が衰退し、イネ科牧草優占草地に移行していくことが多い。この様な草地に簡易な方法でマメ科牧草を追播する方法として、簡易更新が行われている。

前年度までの結果によると、オーチャードグラス優占草地にアルファルファを追播する場合、7月頃アルファルファコーティング種子を作溝型播種機により不耕起で追播し、掃除刈りを併用することにより良好な定着結果が得られた。本報では、前年度と同様にして、イネ科優占草地にアルファルファコーティング種子を作溝型播種機により追播した結果を報告する。更に、その際、新たに問題点を提起し、それらを回避する一手法として、泥玉による追播を試みた結果につき報告する。

材料および方法

1. 作溝型播種機による不耕起追播試験

オーチャードグラス優占草地を平成2年6月25日に掃除刈り後、7月10日、アルファルファ（品種バータス）を作溝型播種機（パワーティルシーダ）により追播した。追播時の植生は、冠部被度でイネ科牧草（オーチャードグラス主体、チモシー少量混在）：2、マメ科牧草（アカクローバ主体、シロクローバ少量混在）：1、雑草：＋、裸地：1であった。草丈はオーチャードグラス：24.2㎝、アカクローバ：14.3㎝、現存量は生草重207 g /㎡であった。試験処理は種子の種類（根粒菌の接種方法の異なる市販接種種子とコーティング種子）につき2処理設け、1区 250㎡（畦間20㎝で条播、24畦、畦長50m）、2反復で試験をおこなった。播種量は市販接種種子：1.08 g（512粒）/㎡、コーティング種子：1.92 g（663 g）/㎡であった。施肥は播種時に播種溝内に化成肥料で$N：P_2O_5：K_2O＝1.1：2.2：2.2$ g /㎡施用した。播種後10日目（7月20日）および29日目（8月8日）に出芽数を調査した。播種後30日目（8月9日）掃除刈りをおこなった。

2. 泥玉による追播試験

オーチャードグラス主体草地を平成2年6月14日掃除刈り後、6月28日、草地の1m×1mの交点に一処理づつ追播した。追播時の植生は、裸地が基底被度で1（約25％）存在し、オーチャードグラスとラジノクローバが混在していた（マメ科率65％）。草丈はオーチャードグラス：24.4㎝、ラジノクローバ：15.3㎝、現在量は217 g /㎡あった。試験処理は、対照区（泥玉区と同量の土壌、バーミキュライトおよび肥料を15.8㎝四方：250㎠に散布）、泥玉区および固形肥料入り泥玉区の3処理設けた。試験は10反復でおこなった。播種はアルファルファ（品種バータス）コーティング種子を、草地に直接（対照区）

あるいは泥玉に、10粒ずつかためて播種した。播種後14日目（７月12日）、21日目（７月19日）および91日目（９月27日）に各反復毎に残存幼植物数を、91日目には残存植物の草丈を調査した。

泥玉：褐色火山性土 200 g（水50 g 含有）と二昼夜飽水させたバーミキュライト 200 g（バーミキュライト 112 g、水76 g 含有）とを混合した。この混合物は容積約 400 cc を占め、水分は合計 126 g 含有していた。これに、肥料を化成肥料と過石で$N:P_2O_5:K_2O=0.1:0.5:0.2$ g / ㎡相当量混合した。更に、固形肥料入り区には、固形肥料（$N:P_2O_5:K_2O=0.2:0.4:0.2$ g / 個）１個を加えた。これらを網目の直径約５㎜のプラスチック製網袋に詰め、直径 11.3 ㎝底面積：100 ㎠）の型枠に入れ、軽く整形した。

結果および考察

1. 作溝型播種機による不耕起追播試験

播種後10日目および29日目の出芽数は、市販接種種子区で 122（播種数の24％、以下同じ）および23（５％）株 / ㎡、コーティング種子区で 167（25％）および29（４％）株 / ㎡であった。出芽率には種子の種類による違いは認められなかった。播種後30日の掃除刈り以降も幼植物数は減少をつづけたため、試験は中止した。この原因として、まず第一に７月10日から８月８日までの降雨量が 39.0 ㎜と平年の約 42％にとどまり、干ばつぎみに経過したことがあげられる。更に、既存草による幼植物への遮蔽や、昆虫による食害等も認められた。

次に、これらの問題を回避する一つの試みとして、泥玉による追播を試みた結果を次に報告する。

2. 泥玉による追播試験

干ばつ等の気象変動を回避する手段として、従来より比較的降雨の多い時期を選択して追播する方法がとられているが、それでも被害を被る場合が多い。本報告では、追播種子の発芽・定着に必要な水分を確保する手段として、播種時に種子とともに持ち込む、あるいは播種後の降雨を効率的に貯蔵するために、水分を大量に含み、且つ、ポーラスなバーミキュライト入り泥玉を使用する方法を試みた。また、この泥玉

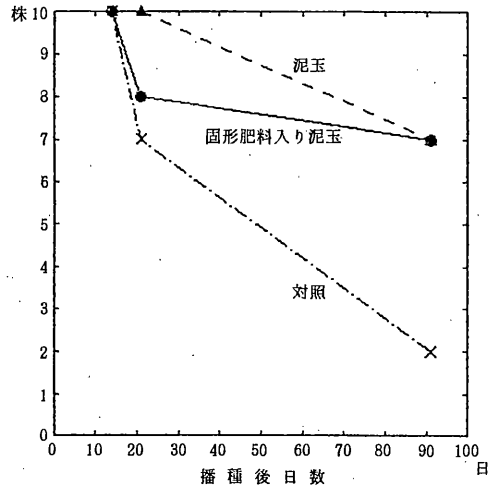


図１．播種法の違いがアルファルファの株数に及ぼす影響

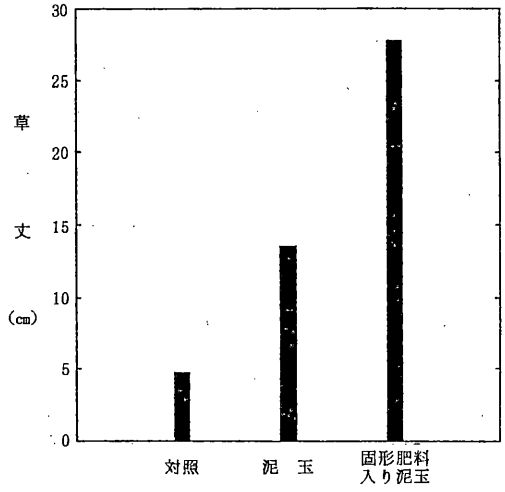


図２．播種法の違いがアルファルファの生育に及ぼす影響

の直径は約11cmあるため、追播幼植物の生育のための空間を一定期間確保できると考えられる。更に生育中期以降の養分を確保するため遅効性の固形肥料の添加も検討した。

対照区に比較して、泥玉区（含む固形肥料区）では、91日後の残存株数（1固体でも残存している株数）が8割程度存在した（図1）。更に、これに固形肥料を添加し、養分の供給を持続させた固形肥料入り泥玉区では、アルファルファ幼植物の生育が泥玉区より優っていた（図2）。

以上の結果、アルファルファの不耕起追播の一方法として、「固形肥料入り泥玉（直径約11cm）による追播法」は有望と考えられ、その実用化の方法が次の検討課題となろう。

摘　　要

既存草地への不耕起追播を成功させるための要因に、①種子の発芽に必要な水分量の確保、②既存植生との競合を回避するための空間の確保、③幼植物の初期生育を促進するための要因（光、水分、養分等）の確保等がある。アルファルファの不耕起追播の一方法として、泥玉により①と②を確保し、固形肥料により③を確保する、「固形肥料入り泥玉（直径約11cm）による追播法」を検討し、良好な結果をえた。

J. Hokkaido Grassl. Sci. **25**: 156－161 (1991)

牧草類におけるペレット種子の実用化に関する研究

8. 緩効性窒素肥料の添加がペレット種子の出芽・初期生育におよぼす影響

久米浩之・村山三郎・小阪進一（酪農学園大学）

Studies on pratical Use of Pelleted Seeds of Grasses

8. Effects of added slow release nitrogen fertilizer to pelleted seed on the emergence and seedling growth of perennial ryegrass

Hiroyuki KUME, Saburo MURAYAMA and Shin-ichi KOSAKA

(Rakuno Gakuen University, Ebetu, Hokkaido, 069 Japan)

緒　言

筆者らは、不耕起法による草地造成、簡易更新による草地更新あるいは環境不良地の緑化などの改善された立毛（Stand）の確立法として、牧草類のペレット種子の実用化について究明中である[4)〜9)]。

すでに矢野[1)]はイタリアンライグラス種子ペレットの作成について広田[2)、3)]は草地造成における表面播種の改善について報告している。

引き続き、本報では牧草類の表面播種の改善の一方法としての種子のペレット化において、2、3の緩効性窒素肥料の添加がペレット種子の出芽および初期生育にいかなる影響をおよぼすか比較検討したのでその概要を報告する。

材料および方法

本実験は、江別市文京台緑町の酪農学園大学構内のビニールハウス（4.5 m×10m）で実施した。試験期間は、1989年9月12日から10月21日までの39日間にわたり実施した。供試牧草は、ペレニアルライグラス（品種：フレンド）を用い、緩効性窒素肥料は、ミクレア、IBDU、CDUを用いた。処理区は、緩効性窒素肥料の種類・添加量別に対照区（無添加）、少量区（10g）、中量区（20g）、多量区（40g）を設けた。造粒法は、重粘土700g、ピートモス250gおよび炭カル50gの計1Kgの造粒剤に対し、牧草種子15g、アラビアゴム15g、スノー・グローエース1g、過石20g、硫加20gおよび緩効性窒素肥料の各量を混入し、純水で適度の硬さに練り、造粒機（ペレッター）で直径6mmに成型し、40℃の通風乾燥機で72時間乾燥してペレット種子を作成した。栽培は、1区22cm×100cmの0.22m^2とし、ペレット種子60粒を点播して3反復行った。播種床の土壌は、洪積性重粘土壌で、栽培期間中の灌水は、出芽および初期生育に適切な量を散布した。

調査は、播種後20日間にわたり出芽率を調べ、播種後20日目と39日目に1ペレット種子中で最も生育の良好な個体の草丈を測定した。そして播種後39日目に各区別ごとに堀取りを行い、地上部と地下部に分け

て生草重を計り、その後70℃の通風乾燥機で24時間乾燥したのち、乾物重を計量した。

結　　果

1. ビニールハウス内の気温

試験期間中におけるビニールハウス内の気温の推移は表1のとおりである。全期間中の最高の日平均気温は25.30℃、最低の日平均気温は8.95℃であり、日平均気温は17.13℃であった。10月に入ってやや低温の日があったが、おおむねペレニアルライグラスの生育に適した気温で推移した。

表1．試験期間中のビニールハウス内温度

（℃）

月・日	最高	最低	平均	備考
9／13	26.00	14.25	20.13	
14	25.25	11.00	18.13	
15	27.50	16.00	21.75	
16	22.50	11.50	17.00	
17	21.25	8.00	14.63	
18	24.25	11.50	17.88	
19	21.00	10.00	15.50	
20	33.00	14.00	23.50	
21	29.25	18.00	23.63	最高平均気温
22	33.75	11.25	22.50	
23	34.50	10.75	22.63	
24	22.50	6.50	14.50	
25	20.50	10.00	15.25	
26	25.25	15.50	20.38	
27	35.00	7.25	21.13	
28	26.00	10.75	18.38	
29	25.00	11.50	18.25	
30	25.00	6.00	15.50	
10／1	19.50	9.00	14.25	
2	17.75	9.00	13.38	
3	18.75	3.00	10.88	
4	27.50	6.50	17.00	
5	24.50	11.50	18.00	
6	28.00	12.50	20.25	
7	26.00	7.00	16.50	
8	25.00	3.00	14.00	
9	29.50	5.00	17.25	
10	29.00	2.00	15.50	
11	25.00	8.00	16.50	
12	26.50	7.00	16.75	
13	26.00	11.00	18.50	
14	26.50	7.00	16.75	
15	25.25	6.00	15.63	
16	26.50	11.50	19.00	
17	13.75	6.00	9.88	最低平均気温
18	22.00	1.00	11.50	
19	21.50	1.50	11.50	

2. 出　芽　率

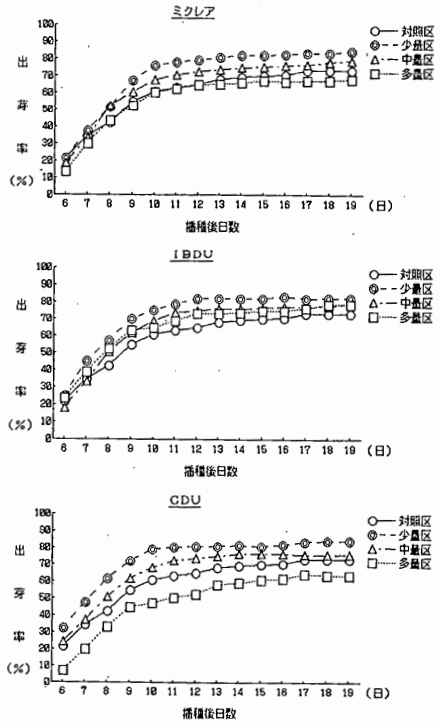


図1．緩効性窒素肥料の種類・添加量別の出芽率

播種後20日間における出芽率の推移は、図1に示した。ミクレアおよびＣＤＵでは、少量区、中量区、多量区、対象区の順で高い値を示した。

3. 草丈の頻度分布

草丈の頻度分布を図2および図3に示した。播種後20日目では、ミクレアおよびＩＢＤＵでは、6.0～7.9㎝をピークに、おおむね正規分布を示した。ＣＤＵでは、各区間にばらつきが見られた。また少量では6.0～7.9㎝、中量区では4.0～5.9㎝をピークにおおむね正規分布を示したが、多量区で著しくばらついた。播種後39日目では、ミクレアおよびＩＢＤＵでは、ややばらつきがみられたが、ＣＤＵでは

中量区および多量区で著しくばらついた。

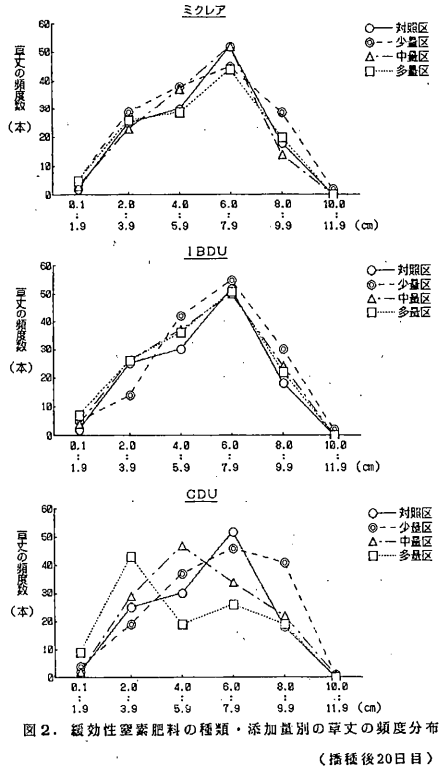


図2．緩効性窒素肥料の種類・添加量別の草丈の頻度分布

（播種後20日目）

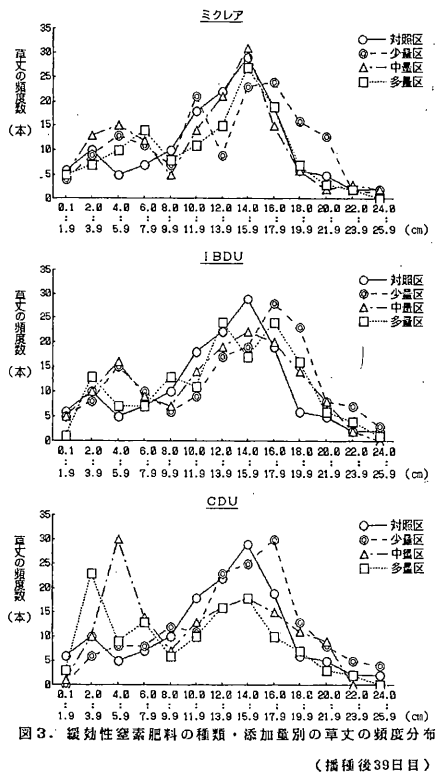


図3．緩効性窒素肥料の種類・添加量別の草丈の頻度分布

（播種後39日目）

4. 出芽および初期生育

表2．緩効性窒素肥料の種類・添加量別の出芽および初期生育

（播種後39日目）

処理区＼項目	出芽総個体数（本）	出芽ペレット数（個）	ペレットの出芽率（%）	1ペレットあたりの個体数（本）	1個体あたりの生草重（mg）	1個体あたりの乾物重（mg）
対照区	81.00 b	47.33	78.89	1.72 b	912.76	93.83
ミクレア少量区	102.00 a	51.00	85.00	2.00 ab	850.00	86.93
中量区	104.00 a	48.00	80.00	2.18 a	683.44	73.89
多量区	73.33 b	43.00	71.66	1.69 b	910.00	93.18
1.s.d.(5%)	18.845	NS	NS	0.290	NS	NS
対照区	81.00 b	47.33	78.89	1.72	912.76	93.83
IBDU少量区	115.00 a	52.33	87.22	2.19	930.43	94.78
中量区	89.00 ab	48.66	81.11	1.83	879.78	91.01
多量区	91.33 ab	48.33	80.55	1.91	863.50	94.53
1.s.d.(5%)	31.036	NS	NS	NS	NS	NS
対照区	81.00 b	47.33 a	78.89 a	1.72 b	912.76	93.83
CDU 少量区	127.67 a	51.00 a	85.00 a	2.49 a	830.55	89.03
中量区	94.67 b	48.00 a	80.00 a	1.96 b	770.42	78.52
多量区	57.33 c	40.66 b	67.78 b	1.39 c	759.30	80.23
1.s.d.(5%)	19.073	6.567	10.941	0.322	NS	NS

注）a,b,cの異なるアルファベット間に5%水準で有意差あり

播種後29日目における出芽および初期生育の状況を表２に示した。緩効性窒素肥料の添加量別にみると、ミクレアでは、出芽総個体数において、中量区で優り、多量区との間に５％水準で有意差が認められた。また１ペレット当りの個体数でも中量区で優り、対象区および多量区との間に５％水準で有意差が認められた。出芽ペレット数およびペレットの出芽率において、少量区で優ったが、有意差は認められなかった。１個体当りの生草重および乾物重において、多量区で優ったが、有意差は認められなかった。ＩＢＤＵでは、すべての項目で少量区が優ったが、有意差は認められなかった。ＣＤＵでは、出芽総個体数では少量区で優り、対照区および多量区との間に５％水準で有意差が認められた。１ペレット当りの個体数では少量区で優り、多量区で劣る傾向にあり、少量区と対照区、少量区と中量区、少量区と多量区および中量区と多量区との間にそれぞれ５％水準で有意差が認められた。そのほかの項目でも少量区で優ったが、有意差は認められなかった。

5. 生草重および乾物重

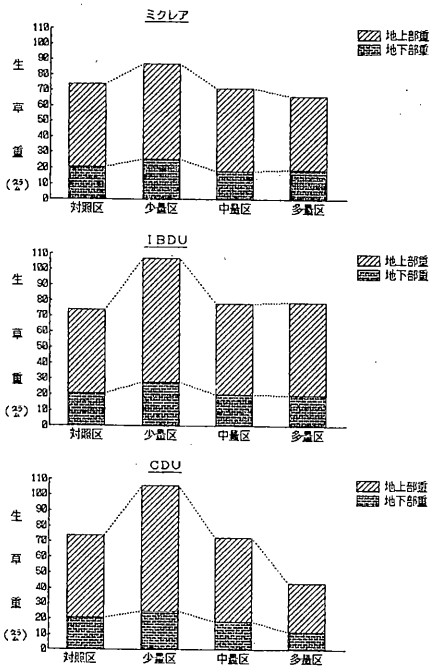


図４．緩効性窒素肥料の種類・添加量別の生草重

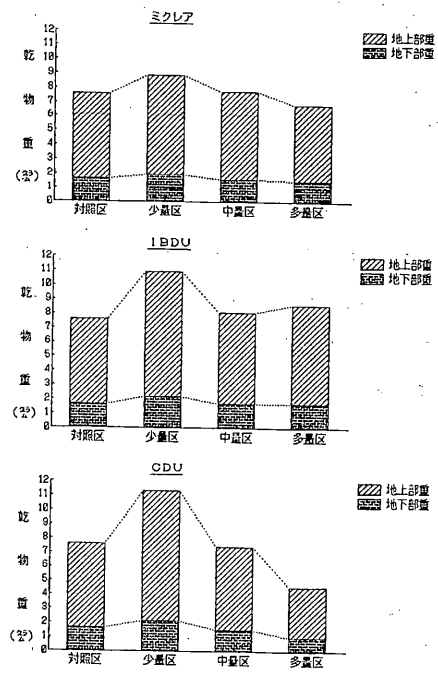


図５．緩効性窒素肥料の種類・添加量別の乾物重

堀取り時における生草量および乾物重を図４、５および表３に示した。緩効性窒素肥料の種類別にみると、ＩＢＤＵでは、ミクレア、ＣＤＵに比較して優る傾向にあった。添加量別にみると、生草重、乾物重ではミクレア、ＩＢＤＵおよびＣＤＵのいずれにおいても少量区で優る傾向にあった。またＣＤＵの乾物重の地上部と合計重においてのみ少量区と多量区との間に、それぞれ５％水準で有意差が認められた。

表3．緩効性窒素肥料の種類・添加量別の生草重，乾物重およびT：R比

項目 / 処理区	生草重 (g) 地上部重	生草重 (g) 地下部重	生草重 (g) 合計	T：R比	乾物重 (g) 地上部重	乾物重 (g) 地下部重	乾物重 (g) 合計	T：R比
ミクレア 対照区	53.23	20.70	73.93	2.61	5.93	1.67	7.60	3.74
ミクレア 少量区	60.97	25.73	86.70	2.72	6.93	1.93	8.87	3.76
ミクレア 中量区	53.43	18.10	71.53	2.98	6.13	1.60	7.73	3.81
ミクレア 多量区	47.63	19.10	66.73	2.58	5.30	1.53	6.83	3.54
1.s.d.(5%)	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
IBDU 対照区	53.23	20.70	73.93	2.61	5.93	1.67	7.60	3.74
IBDU 少量区	78.90	28.10	107.00	2.93	8.70	2.20	10.90	4.08
IBDU 中量区	58.07	20.23	78.30	2.83	6.40	1.70	8.10	3.73
IBDU 多量区	59.33	19.53	78.87	3.00	6.93	1.70	8.63	4.06
1.s.d.(5%)	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
CDU 対照区	53.23	20.70	73.93	2.61	5.93 ab	1.67	7.60 ab	3.74
CDU 少量区	81.17	24.87	106.03	3.35	9.23 a	2.13	11.37 a	4.55
CDU 中量区	54.47	18.47	72.93	2.81	5.90 ab	1.53	7.43 ab	3.83
CDU 多量区	31.70	11.83	43.53	2.65	3.60 b	1.00	4.60 b	3.54
1.s.d.(5%)	NS	NS	NS	NS	5.03	NS	6.13	NS

注）a,bの異なるアルファベット間に5％水準で有意差あり，NS：有意差なし

6. T：R比

緩効性窒素肥料の種類・添加量別のT：R比を図6および表3に示した。T：R比はミクレア、IBDUではほとんど差が認められなかったが、CDUで少量区でやや高く、多量区でやや低くなる傾向にあった。

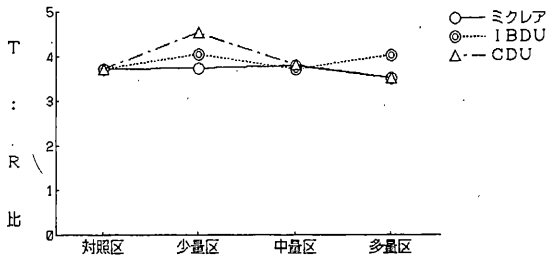


図6．緩効性窒素肥料の種類・添加量別のT：R比

考　察

本実験は、ミクレア、IBDU、およびCDUのペレット種子への各種緩効性窒素肥料の添加が、ペレニアルライグラスの出芽および初期生育におよぼす影響について比較検討したものであるが、ここで若干のの考察を加えてみたい。

まず、今回使用した緩効性窒素肥料は、すべて尿素とアルデヒド類の縮合物である。ミクレアは、尿素とフォルムアルデヒドが直鎖状に縮合したもので、同じpHでも土壌中での分解の方が、水溶液中の加水分解よりも早い。これは、土壌コロイドの酸触媒的作用や微生物に由来する酵素作用の関与によるものと思われる。IBDUは、尿素とイソブチルアルデヒドが直鎖状に縮合したもので、溶解したIBDUは、かなり速やかに加水分解されるが、その速度は、IBDUの粒子の大きさによって異なり、今回使用したような粉状のIBDUでは、尿素とほとんど変わらない無機加速度を示する思われる。CDUは、尿素とアセトアルデヒドの縮合物であるが、前述した2つの緩効性窒素肥料の直鎖構造とは違いピリミジン環を

を有する。このため無機化される過程もかなり異なっている。ＣＤＵの無機化過程は、ＣＤＵ分解菌により直接アンモニアまで分解されるものと加水分解されてピリミジン環の側鎖の尿素を分離してＯＭＨＰを生成するものとに分けられるが、前者の場合は、ＣＤＵは２つの光学異性体からなるため、単離したＣＤＵ分解菌は光学異性体の一方しか分解できず、50％は、もう一方の光学異性体に対応した微生物群に分解され、この性質が緩効性の発現に関与していると考えられている。後者の場合は、ＯＭＨＰ分解菌によるものよりかなり速く分解される。一般に土壌 pH が高い場合は微生物分解で、低い場合は加水分解であると考えられている[10]。

これらのことを考慮にいれて結果を考察すると今回使用した緩効性窒素肥料の分解速度はＣＤＵ、ミクレア、ＩＢＤＵの順で高いものと推測される。とくにＣＤＵでは、その分解速度の高さから多量区において肥焼けが顕著に起こったものと思われる。これでは緩効性窒素肥料の本来の意味がないので、その対策として分解速度をより遅くすることが考えられる。福山[1]は、オーチャードグラスのペレット種子に微量の殺菌剤を混入した結果、ＣＤＵの分解速度を抑えることができ、高濃度でも高い出芽率を維持できることを報告している。本実験では、いずれの緩効性窒素肥料においても少量区で生育が良かったが、肥料の無機化速度を抑える処理を施すことで、混入量を多くすることができると思われ、肥料の有効期間をさらに延長できると考えられる。

参考文献

1） 福山正隆（1990）：農業および園芸、**65**(1) 195 ～ 200

2） 広田秀憲（1972）：日草誌、**18**(4) 299 ～ 309

3） 広田秀憲（1972）：日草誌、**18**(4) 310 ～ 319

4） 村山三郎・宮地洋介・小阪進一（1988）：畜産の研究、**42**(4) 500 ～ 502

5） 村山三郎・野々田耕一郎・小野　茂・小阪進一（1989）：畜産の研究、**43**(10) 1184 ～ 1186

6） 小野　茂・村山三郎・小阪進一（1989）：北草研報、**23** ： 41 ～ 48

7） 小野　茂・村山三郎・小阪進一（1989）：日草誌、**35**（別）231 ～ 232

8） 小野　茂・村山三郎・小阪進一（1990）：北草研報、**24** ： 65 ～ 71

9） 村山三郎・錦織正智・小野　茂・小阪進一（1990）：北草研報、**24** ： 72 ～ 77

10） 植物栄養土壌肥料大辞典（1980）養賢堂、pp 1110 ～ 1122

11） 矢野　明（1973）：日草誌、**19**(3) 269 ～ 275

J. Hokkaido Grassl. Sci. 25 : 162－166 (1991)

公共草地の維持管理に関する研究

第3報　表層土の処理と追播による増収効果

福永和男・丸山純孝・本江昭夫（帯広畜産大）
木幡　稔（上士幌町営育成牧場）

緒　　言

上士幌町営大規模育成牧場は，国営大規模草地改良事業として1966年に着工し，1972年に完了したので，古い草地は造成してから既に25年を経過しており，草地の生産力はかなり衰退しているのが現状である。

著者等は1979年から牧場で所有している機種を利用して，所謂低コストの簡易更新による，生産性の回復について検討してきたが[1]，本報では表層土の攪拌回数並びに追播量の多少が　更新後の植生と生産性に及ぼす影響を検討した。

材料および方法

試験Ⅰは表層土の攪拌回数が追播牧草の生産性と植生に及ぼす影響と，Ⅱは追播量が生産性と植生に及ぼす影響の2つに分けて実施した。試験圃場は1968年に造成した採草地を使用し，その試験方法は表1に示すとおりである。なお試験圃場の造成は1989年5月15日である。

表Ⅰ．試験方法

	試験Ⅰ	試験Ⅱ
簡易更新区	①ロータ－ベ－タ－区＊ ②デスクハロ－区＊	同左
対照区	①完全更新区 ②無処理区	同左
攪拌回数	1回～4 回掛け(4処理区)	2 回掛け
供試草種	オーチャ－ドグラス（キタミドリ）	同左
追播量	簡易更新区 1.5kg/10a 完全更新区 3.0kg/10a	0.5～3.0kg/10a（6処理区） 同左
施肥量	両試験とも土改材として炭カル100kg/10a，ヨウリン50kg/10aとした 追肥量は年間 N:P_2O_5:K_2O:MgO として10:8:10:4kg/10a とした	
調査月日	両試験とも1989年は 1番草 7月 6日，2 番草 9月19日 1990年は 1番草 6月18日，2 番草 9月10日	

＊ 試験Ⅰは追播区と無追播区を設けた

結果および方法

1. 更新年1番草における追播ＯＧの草丈・生草量・茎数

更新年の気象状況は，平年に比較して5～6月にかけて低温であり，またやや旱魃ぎみであったためＯＧの発芽は遅く，初期生育にも影響が見られた。

播種床の状態は完全更新区が良好であったが，1番草の草丈の推移（表2）を見ると，追播ＯＧではロータ－ベ－タ－区の生育が最も良好であった。これは完全更新区に比較して，ロータ－ベ－タ－区では風害や寒害等から既存植生によって保護された結果であると推察される。また，試験地の造成時期がやや遅かったため，既存植生の草丈は10cm程度に伸

表2 更新年(1989) 1番草の草丈(cm)

		6/8	6/15	6/22	6/30	7/6
追播OG	ロータ－ベ－タ－区	3.6	9.8	14.1	23.7	36.2
	デスクハロ－区	3.4	8.5	12.4	18.5	24.8
	完全更新区	2.1	5.9	8.7	14.1	19.6
既存OG	ロータ－ベ－タ－区	28.0	45.6	63.3	80.6	94.7
	デスクハロ－区	34.2	50.7	67.1	85.5	101.2
	対照区	43.0	57.7	75.4	89.2	102.7

長しており，デスクハロー区の追播ＯＧの生育に庇陰等の影響が見られた。

既存のＯＧの生育は，表層土の攪拌により当初は影響されたが，生育が進につれてその差は小さくなり，１番草の刈取り時では，対照区に比してデスクハロー区では殆ど差は見られなかった。これは表土の攪拌による土壌の物理性の改善効果によるものと思われる。

表３は両試験区における追播ＯＧの１番草の生産量と茎数を示した表である。試験Ⅰの攪拌回数では，ロータ－ベータ－による攪拌深度が10～15cmと深いため，攪拌回数が増すにつれて，既存植生は土壌中に混入して再生が遅れるため，追播ＯＧの数量は増加したが，デスクハローによる攪拌深度は５～10cmで，表土に傷をつける程度なため，播種床は不良であり，さらに既存植生による庇陰も影響し，攪拌回数による差は若干見られるが，ロータ－ベータ－区に比較して，デスクハロー区の数量は極めて少なかった。

試験Ⅱの追播量においては，機種間による数量の傾向は試験Ⅰと同様である。なお，両機種とも追播量の増加により，増収の傾向は見られるものの，2.0 Kg／10ａ以上の区では顕著な差は見られなかった。また，完全更新区は播種床の不良なデスクハロー区より良好であったが，ロータ－ベータ－区に比較すると，茎数は多いが草量は1.5Kg区と同程度であった。

表3 更新年における追播OGの生草量(g/㎡)・茎数(本/㎡)

攪拌回数		1回	2回	3回	4回
ロータ－ベータ－区	生草量	170	209	269	253
		(13.6)	(16.5)	(25.8)	(40.8)
	茎数	377	454	598	575
デスクハロー区	生草量	5	12	13	16
		(0.4)	(0.9)	(1.0)	(1.3)
	茎数	17	37	42	52

追播量		0.5kg	1.0kg	1.5kg	2.0kg	2.5kg	3.0kg
ロータ－ベータ－区	生草量	78	167	209	338	388	386
		(8.0)	(18.5)	(16.5)	(27.7)	(31.5)	(29.0)
	茎数	166	379	454	751	902	877
デスクハロー区	生草量	5	18	12	24	26	23
		(0.4)	(1.6)	(0.9)	(1.9)	(2.1)	(1.8)
	茎数	16	58	37	80	84	74
完全更新区	生草量						209
	茎数						1,161

（　）内は１番草総収量に対する指数

２．生草収量

図１と２は試験Ⅰ及びⅡにおける２年間の生草収量を示した図で，色枠が１番草で白枠が２番草である。なお，追＝追播，無＝無追播，完＝完全更新を意味する。

(1) 試験Ⅰ．攪拌回数

① ロータ－ベータ－区

更新初年目の１番草では，表層土の攪拌回数が多くなるにつれて攪拌深度も高まり，前植生の根茎も

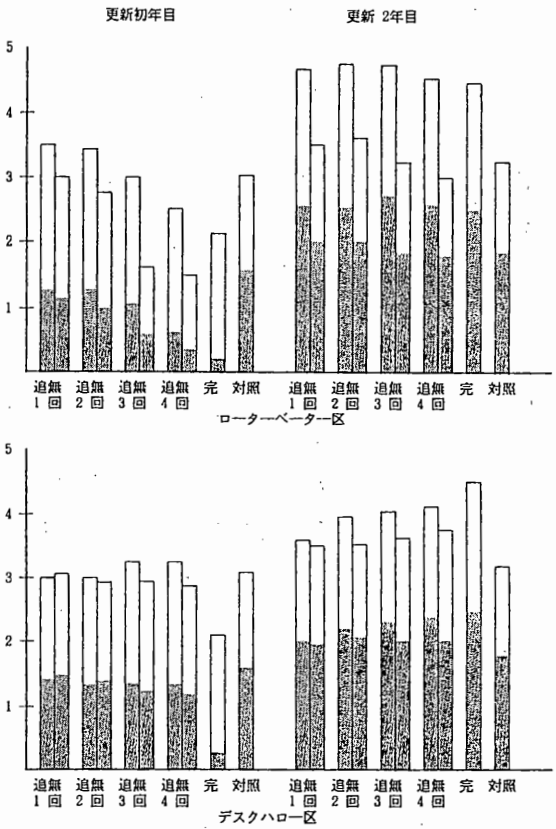


図 1. 表層攪拌回数・年間生草量(t/10a)

細分化されて土壌中に深く混和されるので，追播牧草の播種床としては良好となり，追播ＯＧの草量は高まる（表３）が，既存植生の再生に影響が大きく，攪拌回数が多くなるにつれて低収であった。なお，各処理区とも対照区に比して低収であったが，特に完全更新区は無追播区よりも低くく，対照区の13.0％程度の収量であった。

２番草の追播区でも，攪拌回数が多くなるにつれて減収の傾向は見られるが，１番草とは異なり，対照区に比較して各区とも高収で平均31％の増収であった。また，無追播区においても１～２回攪拌区では，対照区より高収であり，土壌の物理性の改善効果を示唆している。なお，年間の総収量では１～２回攪拌区が，対照区より 10～11％の増収であった。

更新２年目の追播区は，既存植生の旺盛な再生と追播の効果が加算されて，各処理間に顕著な収量差は見られず，１・２番草とも対照区に対して高収であり，平均46％の増収であった。また，無追播区においても，１～２回攪拌区は対照区に比して 14～16％の増収であった。

② デスクハロー区

デスクハローによる表層攪拌は，ローターベーターのように前植生を表土中に混和することがなく，表土に浅く傷をつけるか，一部分反転する程度なため，播種床としては不十分であり，図１に見られるように，更新初年目１番草での追播効果は，３～４回攪拌区で若干見られる程度で，各処理間に収量差は殆ど見られなかった。

２番草においても同様の傾向を示しているが，特に１～２回攪拌区においては，追播効果よりも攪拌効果の方が大きかった。なお，年間の総収量は３～４回攪拌区の追播区が，対照区に比して若干高収であった。また，各処理区とも完全更新区より高収であった。

２年目は，１・２番草の各処理区における追播・無追播区とも，対照区に比して高収であり，さらに攪拌回数が多くなるにつれて収量は高まっているが，追播効果よりも，むしろ攪拌効果のほうが顕著に見られた。

２年間の結果は，ローターベーター区では表層１～２回攪拌＋追播区が高収量を示し，デスクハロー区では表層３～４回攪拌＋追播区が良好であった。なお，無追播区においても同様の傾向を示している。

(2) 試験Ⅱ．追播量

① ローターベーター区

播種床が良好なため更新初年目の生産性は，追播量に伴って顕著に増収することを想定したが，１番草の草量は 1.5 Kg / 10a 以上の区で顕著な差は見られなかった。この要因として既存植生の再生が影響したものと推察される。なお，１番草は対照区に比して 44～17％の低収であった。

２番草は，各処理区とも対照区に比して高収であったが，追播量に伴う収量差は顕著には見られなかった。なお，年間の総収量で対照区より高収な区は，追播量 1.5 Kg / 10a 以上の区であり，増収率は７～12％であった。

更新２年目は１・２番草とも対照区に比して高収であったが，追播量の増加による収量差は顕著には見られなかった。なお，年間の総収量は対照区に比して各処理区とも高く，増収率は 39～50％であった。

② デスクハロー区

既存植生の土壌中への混入がないため，既存植生の再生には良好であったが，追播牧草の播種床として

は不十分であり，更新初年目１番草では追播量に伴う収量差は殆ど見られなかった。また，対照区に比して各処理区とも低収（32～21％）であった。

２番草においても追播量に伴う増収効果は見られなかったが，各処理区とも対象区に比して高収（９～26％）であり，追播効果よりも攪拌効果のほうが顕著に見られた。なお，総収量は各処理区に大差はなく対照区と同程度であった。

更新２年目は１・２番草とも対照区に比して高収であり，総収量で16～21％の増収を示していたが，追播量に伴う生産性は初年目同様に顕著には見られなかった。なお，デスクハロー区はロータ ーベータ ー区と異なり完全更新区より低収であった。この大きな要因としては，①追播時期が遅かったこと，②播種床が不完全であったこと，③土壌の物理性の改善効果がロータ ーベータに比して少なかったこと等が影響したと推察される。

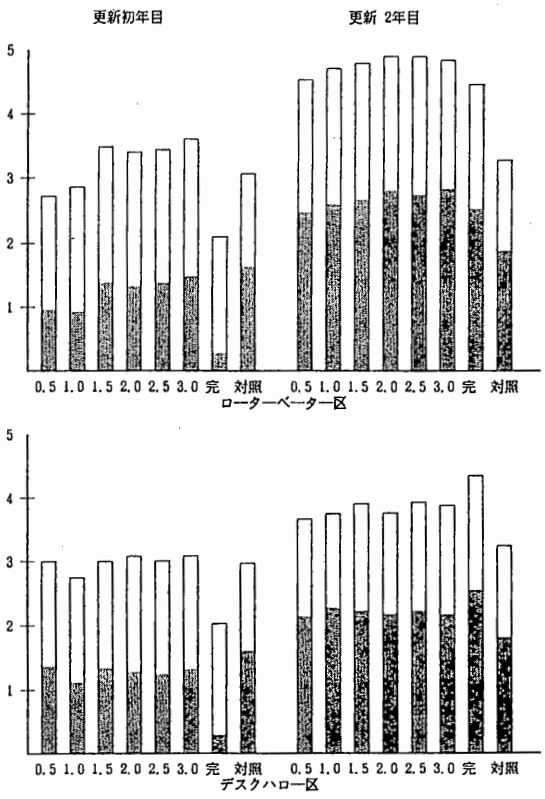


図 2. 追播量・年間生草量（t/10a）

3. 草種別草量

図３は試験Ⅰにおける年間の総収量を草種別に示した図である。

(1) 試験Ⅰ．攪拌回数

① ロータ ーベータ ー区

更新初年目の追播区は，播種床が良好なため各処理区とも追播効果が大きく，ＯＧが大半を占めている。なお，１番草における追播ＯＧの割合は表３に示したとおり，攪拌回数の増加により高まっていたが，既存の草種は攪拌回数の増加により，相対的に低下の傾向が見られた。なお，既存草種の平均草種別割合は，ＯＧ－30.0％，Ｔｉ－37.4％，ＫＢＧ－4.7％，ＷＣ－3.7％であったのに対して，対照区の割合はそれぞれ28.8％，50.2％，15.0％，6.0％であった。また，２番草においても同様の傾向を示し，処理区の平均草種別割合はＯＧ－85.3％，Ｔｉ－11.5％，ＫＢＧ－2.7％，ＷＣ－0.5％であり，その結果が図３の草種別草量である。

特に，対照区に比較して追播区及び無追播区ともＫＢＧとＷＣの割合が低かったことが特徴的であった。また，更新２年目においても初年目と同様の傾向を示した。

② デスクハロー区

更新初年目の追播区は，攪拌回数の増加により増収の傾向が見られるとともに，ＯＧの全体に占める割合も若干増加の傾向は見られるが，表３に示したようにＯＧの追播効果はきわめて少ない。また，無追播区において対照区に比してＯＧの草量が高いのは，攪拌により既存のＯＧの再生力が増した結果と推察される。なお，前植生が土壌中に混入されることが少ないので，ＫＢＧやＷＣの量が低下する傾向は見られ

なかった。また，更新2年目においても同様の傾向を示している。

試験Ⅱの追播量の植生状態も，試験Ⅰと殆ど同様の傾向であったので考察は省略した。

摘　　要

1. 本試験地でのロータベーターによる表土の攪拌回数は，植生状態や土壌条件にもよるが1～2回が好ましく，追播量は1.5～2.0Kg／10a程度が適当量と思われる。なお，デスクハローによる攪拌は3～4回と多いほど良好であったが，追播時期も悪く，さらに播種床の状態も不十分なため，期待したほどの結果が得られず，今後さらに攪拌の方法，深度，時期等を含めた研究の継続が必要である。

2. ロータベーターやデスクハローによる表層攪拌と追播による草地更新は，更新の経費の面や土壌改良資材及び施肥の効果的な利用，また傾斜地でのエロージョン防止，さらに既存植生の再利用による更新当年の飼料不足を軽減させる利点等を考え併せると，本試験地のように面積が大きいだけでなく，表土が浅く，傾斜地の多い公共草地の更新には利用可能な一方法と考えられる。

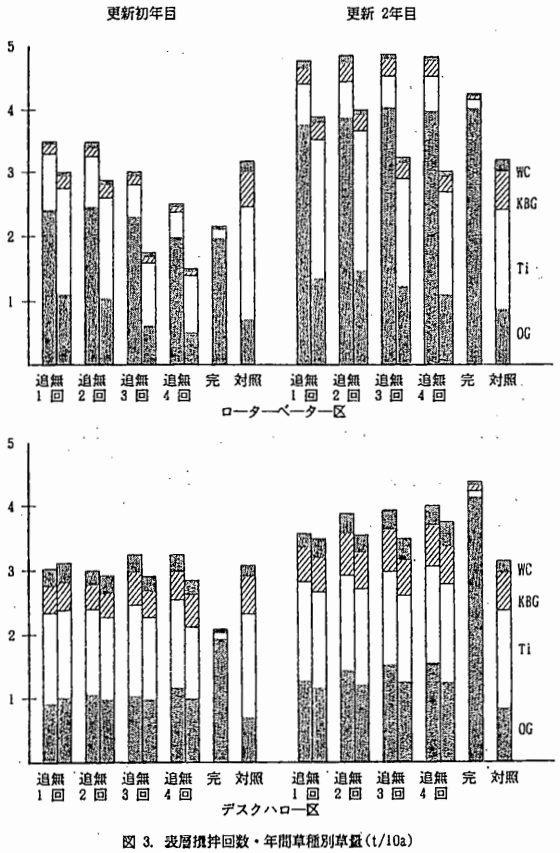


図 3. 表層攪拌回数・年間草種別草量(t/10a)

引用文献

1) 福永和男・丸山純孝・本江昭夫・木幡　稔（1989）日草誌（別35）：189 － 190

北海道草地研究会報 25：167－169（1991）

現場における草地新技術の普及方法

（ソフト事業を利用した赤クローバーの追播技術の普及）

並川幹広・阿部達男（十勝東北部農業改良普及所）伊藤　稔・
久司広志（本別町）湯藤健治（十勝農試）沢田嘉昭（新得畜試）

緒　　言

毎年多くの草地新技術試験成績が発表されている。しかし現場において，どのように普及されているかという報告は少ない。

そこで私達が取り組んでいる，飼料利用低コスト技術浸透促進事業と結びつけた新技術の普及活動を行なっている表1、この中から平成1年度に実施した牧草（赤クローバー）追播技術の普及について紹介する表2。試験は実証試験のものである。

表1　年次別普及活動経過

項　目	課　　題　　名
S63年	牧草の効率的施肥技術の普及
H1年	牧草の追播技術の普及
H2年	ロールベールサイレージ調製技術の普及
H3年	サイレージ用とうもろこし品種適応図作成予定

○印は普及奨励ならびに指導参考になった年

表2　牧草（赤クローバー）の追播技術の普及活動

年　月	内　　容
S63　12	普及課題の選定
H1　4	実証展示農家の選定
〃　6～10	実証圃の設置
	ビデオ，スライドによる記録
〃　11～12	検討会
	研修資料作成
	ビデオ，スライド，冊子，編集
H2　1～2	研修会開催

材料および方法

実証試験圃は本別町明美地区造成8年目，チモシー主体草地1haである。

1番草収穫後，7月3日にロータリーハローにて表層処理を行ない，耕深4cm区，9cm区，無処理区を設置した。

施肥は造成時，窒素0Kg／10a，りん酸20Kg／10a，カリ8Kg／10aをブロードキャスターで行なった。播種は赤クローバー（サッポロ）1Kg／10aを手動式播種機で散播した。

播種後，ケンブリッジローラーで鎮圧した。

調査内容は出芽個体数調査，収量調査，定着個体数調査である。参考として2年目，収量調査した。

結果および考察

1. 個体数調査結果

個体数調査結果は表3のとおりである。

播種後25日目，7月28日の出芽個体数は4㎝区 327個／㎡，9㎝区，225個／㎡であった。9㎝区の中にはまだ出芽していない種子も見られた。10月16日の定着個体数は4㎝区21個／㎡，9㎝区33個／㎡と9㎝区が良かった。

表3　個体数調査結果

場所	処理区分	7月28日調査		10月16日調査	
		個体数	草丈	個体数	草丈
明美	ロータリー4㎝処理 赤クローバ追播	327.0	7.7㎝	21.8	11.5㎝
	ロータリー9㎝処理 赤クローバ追播	225.6	8.0㎝	33.0	15.5㎝

※個体数 1㎡当り

2. 収量調査結果

(1) 初年目，草文，生収量，植生割合

初年目の草丈・生収量・植生割合は表4のとおりである。

表4　初年目草丈，生収量，植性割合

処理区分	草丈	10a当たり収量	植性割合
ロータリー4㎝処理 赤クローバ追播	TY 97.9㎝ RC 36.4㎝	2,308㎏	TY 63.8% RC 7.6% その他 28.4%
ロータリー9㎝処理 赤クローバ追播	TY 94.1㎝ RC 44.9㎝	2,060㎏	TY 51.2% RC 18.0% その他 30.9%
無処理	TY 92.2㎝	2,104㎏	TY 81.2% RC 9.3% その他 9.6%

草丈は，チモシー9㎝以上，赤クローバーは40㎝程度に伸長した。いずれの区も生収量2,000㎏／10a以上確保された。特に4㎝区は無処理区の110%の収量となった。

植生割合は赤クローバーが4㎝区で7%，9㎝区で18%になった。

(2) 初年目，栄養収量

初年目の栄養収量は表5のとおりである。

赤クローバーを追播することにより，特にCP収量が高くなり，無処理区に対し，4㎝区は150%，9㎝区は104%になった。

表5　初年目栄養収量

処理区分	DM処理	TDN収量	CP収量
ロータリー4㎝処理 赤クローバ追播	397.0	230.3	53.2
ロータリー9㎝処理 赤クローバ追播	292.0	163.8	35.4
無処理	353.5	202.6	33.9

※単位は10a当たり㎏

(3) 2年目収量（1，2番草）

表6　追播2年目収量調査（㎏／10a）

区分	生草収量			乾物および栄養収量		
	1番草	2番草	合計	乾物収量	TDN収量	CP収量
1区 ロータリハロー耕深4㎝ アカクローバ追播区	4,400	2,220	6,620 (131)	872 (107)	525 (108)	107 (127)
2区 ロータリハロー耕深9㎝ アカクローバ追播区	5,640	1,760	7,400 (146)	1,050 (129)	626 (129)	124 (147)
3区 無処理区	3,150	1,920	5,070 (100)	812 (100)	485 (100)	84 (100)

（　）は無処理区を100として比較%

2年目収量は表6のとおりである。

生収量は無処理区に対し，4㎝区は131％，9㎝区は146％になった。栄養収量特にCP収量は無処理区に対し4㎝区は127％，9㎝区147％になった。9㎝区のほうが4㎝区よりも生収量，栄養収量ともに良かった。

以上の結果，赤クローバーの追播技術は現地適応性の高い技術であることが確認された。

普及活動のまとめ

1. 地域課題解決に結びつく新技術の選択
2. 地域適応性の確認，成果の普及，新技術導入時の注意点を明らかにする。実証試験圃の設置
3. 実証試験成績をビデオ・スライド・冊子にまとめ普及資料を作成する。
4. 普及資料を作った研修会の開催

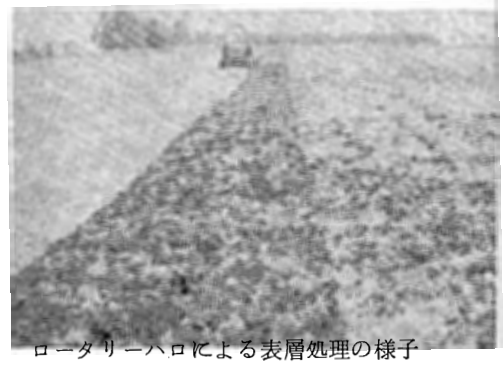
以上の普及活動を行なっている。

普　及　活　動　の　様　子

実証試験圃概要

農業者関係機関との成績検討会

普及資料・ビデオ・冊子の編集



ロータリーハロによる表層処理の様子

J. Hokkaido Grassl. Sci. 25: 170－172 (1991)

チモシー優占草地に対するアカクローバの追播効果

～浦幌町における追播3ケ年の事例から～

森脇芳男・木下　寛（十勝東部地区農業改良普及所）
湯藤健治（十勝農試）・沢田嘉昭（新得畜試）
吉田裕明・田村優聡（浦幌町役場農水産課）

緒　　言

マメ科牧草が消失したイネ科優占草地に対し、1番牧草収穫後に、ロータリハロー、デスクハローの2工法で表層を攪拌したうえで、アカクローバを1Kg／10a追播し表層攪拌法の違いによるアカクローバの定着性、永続性の比較と、その課題を検討した。

施行初年目の結果については本会報№23（1989）に発表しており、良好な定着を示した。本報では施行3年間の経過について報告する。

材料及び方法

試験展示には、表層攪拌方法として、ロータリハローとデスクハローの2区を設置し、1区を14アールとした。対象草地は丘陵地で更新後10年目の単一草地を使用した。土壌は褐色火山性土である。

追播方法はトラクター76Psを使い、ロータリーハローは3速500回転でトラクターを走行させながら行い、チモシーが2～3割見える程度まで混和した。デスクハローは1回の攪拌作業では充分な攪拌ができなかったため3～4回掛けを行なった。処理後は両区とも鎮圧をかけ、肥料、アカクローバ種子を散布後、再度鎮圧をかけて仕上げた。また攪拌・追播を行なわない対象区を設け処理区との比較を行った。3年間の草地管理の推移および施肥量は表－1に示す。

表－1　草地管理の推移および施肥量

年月日	管理内容	施肥量（Kg／10a）			
		区分	N	P	K
63. 4.25	炭カル散布（150Kg／10a）				
5. 4	早春追肥	全区	3.0	6.0	5.4
6.25	1番草収穫	追播区	0	17.5	7.5
7. 6	赤クローバ追播、施肥	対播区	6.0	2.4	6.0
9. 6	刈り取り				
元 4.20	早春追肥	追播区	2.0	6.0	8.0
4.30	堆肥散布（2t／10a）	対播区	4.0	8.0	8.0
6.25	1番草収穫、追肥	全区	2.6	1.2	2.6
8. 4	2番草収穫				
10.20	3番草収穫				
11.10	堆肥散布（2t／10a）				
2. 4.25	早春追肥	全区	3.0	6.0	5.4
6.10	1番草収穫、追肥	全区	2.6	1.2	2.6
8. 5	2番草収穫				
10.末	3番草収穫				

結　　果

1. 植生の推移

追播当年はロータリー処理区、デスク処理区ともアカクローバの定着は良好であり越冬前の株数調査でも、両処理区とも1㎡当り100株以上確保され越冬した。2年目においては越冬状態が良くⅠ番草の段階からアカクローバが優占して2、3番草においても同様であった。しかし3年目においては越冬段階での冬枯れと思われる枯死株が多数発生し、早春の株数調査では越冬前の半数以下に減少した。そのため1番草では両処理区とも30%前後までアカクローバが減少し、2番草、3番草ではさらにその割合は低下した。

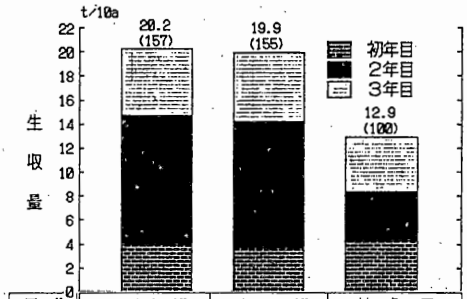
3年間の収量調査結果を要約して示す。

2. 生収量（図1）

初　年　目＝追播区の1番草も含めた年間収量は対象区に比べロータリー区92%、デスク区86%であった。

2　年　目＝アカクローバの生育が旺盛であった。年間合計収量では対象区に比べ、ロータリー区で265%、デスク区で260%と多収であった。

3　年　目＝冬枯れなどによりアカクローバが衰退したため、年間合計収量では対象区に比べロータリー区で123%、デスク区で128%の収量にとどまった。

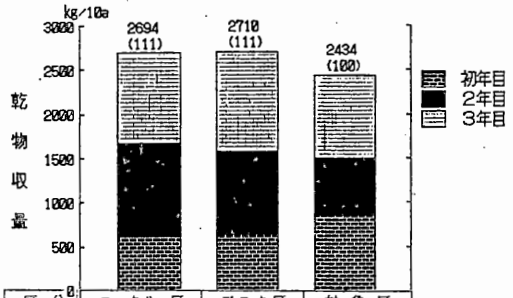


区　分	ロータリー区	デスク区	対　象　区
初年目	3,972kg/10a	3,712kg/10a	4,328kg/10a
2年目	10,714 〃	10,521 〃	4,046 〃
3年目	5,537 〃	5,712 〃	4,508 〃

図1　3年間合計生収量

3. 乾物収量および栄養収量（図2.3.4）

乾物収量＝3年間合計収量では、対象区と比べてロータリー区、デスク区共に111%の収量であった。特に初年目の収量が対象区と比べ、ロータリー区で70%デスク区で75%と低収だった事が目立った。

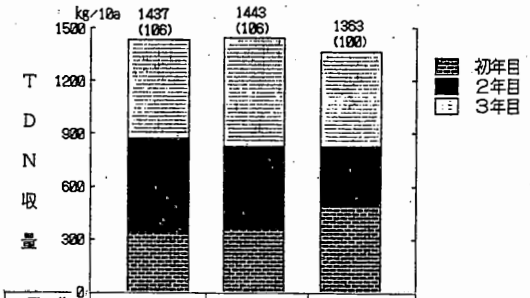


区　分	ロータリー区	デスク区	対　象　区
初年目	607kg/10a	648kg/10a	862kg/10a
2年目	1,056 〃	936 〃	638 〃
3年目	1,031 〃	1,126 〃	934 〃

図2　3年間合計乾物収量

TDN収量＝3年間合計収量では、対象区と比べロータリー区、デスク区共に106%と、乾物収量以上に対象区との差が少なかった。

粗タンパク＝3年間合計収量では、対象区と比べ、ロータリー区で143%、デスク区で148%となりアカクローバ混播効果が高かった。



区　分	ロータリー区	デスク区	対　象　区
初年目	340kg/10a	362kg/10a	490kg/10a
2年目	536 〃	468 〃	338 〃
3年目	561 〃	613 〃	535 〃

図3　3年間合計TDN収量

4. マメ科率（図5）

初　年　目＝追播後の収穫時調査（9月6日）ではアカクローバがロータリー区で43%デスク区で47%を占め、良好な定着を示した。

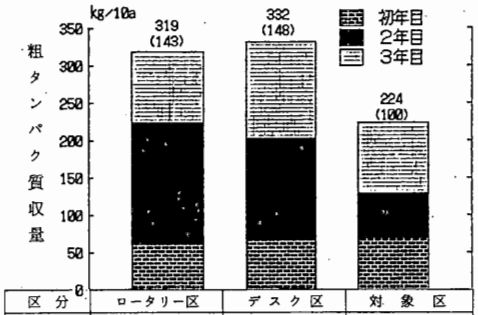
2　年　目＝1番草～3番を通じ両処理区ともアカクローバが生収量で70%以上を占め、マメ科優占草地となった。特に3番草においてはロータリー区で88%

デスク区で78％と高かった。

3　年　目＝冬枯れの影響が大きく、1番草ではロータリー区で30％、デスク区で32％と前年秋に比べ急激に低下した。その後両処理区ともその割合が低下し、3番草では両処理区とも2％まで低下した。

5.　3年間の結果要約

初年目、2年目と順調に推移したが、3年目越冬時の冬枯れにより、実質的には3年間で追播効果はなくなったと言える。しかしその3ケ年の合計値で比較すると、生収量、乾物収量、栄養収量とも対象区を上廻り、特にアカクローバの混播にともない、粗タンパク質を始めカルシウム、リン等の微量要素が大幅に向上するなど、粗飼料品質の向上が顕著であった。



区　分	ロータリー区	デスク区	対象区
初年目	62 kg/10a	67 kg/10a	70 kg/10a
2年目	162 〃	136 〃	59 〃
3年目	95 〃	129 〃	95 〃

図4　3年間合計粗タンパク質収量

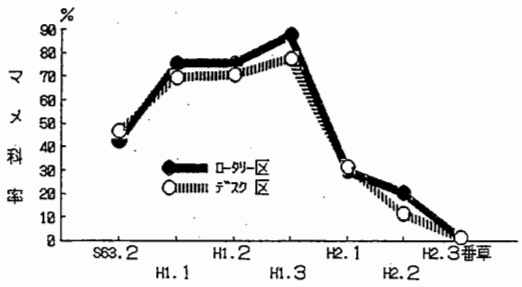


図5　マメ科率の推移

考　　察

1.　表層攪拌方法はロータリハロー、デスクハローともに可能である。しかしロータリハローの場合、表層に見えるイネ科草の割合が2～3割以下にならないよう攪拌の程度に注意する必要がある。

2.　アカクローバの播種量は1Kg／10a程度で充分と考える。

3.　本試験ではアカクローバの冬枯れなどが原因して3年目の秋には、ほぼアカクローバが消滅した。しかし3番草利用の有無、施肥管理などの改善によってさらに1年程度の混播草地としての利用が可能かどうかの検討が必要であろう。

4.　高泌乳時代を向え、ますます高品質粗飼料の重要性が増している今日、対象草地を選定した上で本技術を活用する事は、低コスト生産という面からも有効と考えられ、また普及性が高いと判断する。

北海道草地研究会報 25：173－180（1991）

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4報　堆肥表層施用条件下におけるアルファルファの栽培様式が生産特性に及ぼす影響

井芹靖彦・草刈泰弘（十勝北部地区農業改良普及所）、宝達建二・富永康博（音更町農協）、南部徳光（音更町乳検組合）、菅原義昭・岡田晴雄（音更町農業共済）、伊藤拓美（木野農協）、斉藤　篤・木ノ内智泰（音更町）

緒　　言

地下凍結地帯におけるアルファルファ（ＡＬ）の定着要因として新播年から根系の分根化、大株化する作型が重要になる。

根系に関与す要因として、新播年における播種時期[1)]、播種量[2)]、堆肥の施用位置[3)]などが知られています。

このような知見を基に堆肥表層施用条件下における栽培様式の違いが播種定着率や生産特性、根系に及ぼす影響について調査したので報告する。

材料及び方法

1. 設置場所　音更町住吉、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6㎡、2反復
4. 処理方法

区　　分	草種品種		10a播種量（区当り）	
	主体草	同伴草	主体草	同伴草
1区　散　　播	AL、キタワカバ	－	1Kg（6g）	－
2区　条播20㎝	〃	－	1Kg（6g）	－
3区　条播30㎝	〃	－	1Kg（6g）	－
4区　マメ科混播	〃	WC、フィア	1Kg（6g）	0.2Kg（1.2g）
5区　イネ科混播	〃	TY、クンプウ	1Kg（6g）	0.5Kg（3.0g）

5. 土壌改良　①炭カル施用量300Kg/10a、②熔燐施用量100Kg/10a、③堆肥施用量10t/10a
④施用堆肥の乾物中成分(%)

現物中DM%	N	P_2O_5	MgO	CaO	K_2O
26.2	3.45	2.09	1.74	8.08	1.51

S63年十勝北部地区農業改良普及所分析

6. 施肥料（Kg／10a）

	造成時		早春	1番刈後	2番刈後	3番刈後	要素量 Kg)			
	ダブリン	S550	S550	S550	S550	624	N	P	K	Mg
初年	48.6	20	－	30	20	20	3.5	27.5	14.0	3.5
2年	－	－	40	PK22 27.3	30	20	4.7	16.2	24.8	5.1

7. 耕種概要

1）播種方式　2・3区以外は播種－覆土－鎮圧

2）播種月日　1989月4月25日

3）収穫月日　新播年（1989）　1番草 7/25　2番草 9/14

2年草（1990）　2番草 6/15　2番草 7/30

3番草 9/11

結　果

1. 生育状況

1）新播年における生育状況

前年に播種床を造成したため早春（4／25）に播種することができた。

a．出芽状況：散播条件であるし、4・5区におけるAL出芽率は40%余であるのに対し、条播条件の2・3区では60%前後と20%程度の差がみられた。

同伴草の出芽率はTY、WC共も20%台であった。（表1）

b．草　丈：AL草丈は1、2番草ともTY混播区で低いほかほぼ同水準であった。（表1）

c．収穫時生育期：1番草は7月20日頃より倒伏したため7月25日に収穫したが生育期は開花期に達していた。

2番草は8月15日頃より開花する個体がみられるほど順調な生育であり、8月30日には開花5%に達したが8月29日頃より倒伏し、腐敗が著しくみられたため9月14日に収穫した。

d．収穫時植生：マメ科混播区では1番草のAL率73%、2番草89%とそれぞれ番草が進むに従いAL率は上昇した。

e．倒伏状況：単播、混播、番草に関係なく完全に倒伏した。（表1）

2）　2年目草における収穫時生育状況

a．草　丈：処理及び番草間による明瞭な差はみられなかった。

b．植　生：混播条件における植生はマメ科混播（WC）では収穫量として認められなかった。

イネ科（TY）では1番草でAL率が低く2、3番草でAL率が高くなる傾向がみられた。（表2）

c．生育期：1番草でALは着蕾揃、TYは（クンプウ）出穂揃、2番草でALは開花期、TYは出穂期、3番草でALは開花始、TYは出穂揃（出穂茎は少い）であった。（表2）

d．倒伏状況：番草が進むに従い倒伏率は高くなった。また、イネ科混播では単播に比較して軽度であった。（表2）

表1　AL播種様式、初年目生育状況

区分＼項目	出芽状況				草丈 (cm)				植生				倒伏状況（AL・TY）	
	1m²当出芽本数		推定出芽率(%)		1番草		2番草		1番草		2番草			
	AL	同番草	AL	同伴草	AL	同伴草	AL	同伴草	AL	同伴草	AL	同伴草	1番草	2番草
	株	株	%	%										
1区 散播	184	－	40.8	－	91.1	－	57.8	－	100	－	100	－	100	100
2区 20 cm 条播	286	－	63.5	－	95.0	－	57.2	－	100	－	100	－	100	100
3区 30 cm 条播	266	－	59.0	－	90.1	－	60.1	－	100	－	100	－	100	100
4区 AL+WC混	187	68	41.5	24.3	90.0	32.4	58.6	21.1	92.8	7.2	100	Tr	100	100
5区 AL+TY混	187	415	41.5	27.7	86.5	111.8	51.2	59.1	59.8	40.2	89	11	100	100

表2　AL栽培様式2年目生育状況（H2年）

区名＼項目	草丈 (cm)						植			
	1番草		2番草		3番草		1番草		2番草	
	AL	同伴草	AL	同伴草	AL	同伴草	AL	同伴草	AL	同伴草
1区 散播	93.5	－	80.5	－	75.7	－	100	－	100	－
2区 条播 20 cm	107.0	－	78.9	－	82.1	－	100	－	100	－
3区 条播 30 cm	99.8	－	84.7	－	68.6	－	100	－	100	－
4区 混播 AL+WC	101.1	－	85.1	－	72.4	－	100	Tr	100	Tr
5区 混播 AL+TY	111.1	93.1	87.4	100.1	71.7	83.4	55.5	44.5	85.5	14.5

生		収穫時生育状況						倒伏状況 %		
3番草		1番草		2番草		3番草				
AL	同伴草	AL	同伴草	AL	同伴草	AL	同伴草	1番草	2番草	3番草
100	－	着蕾揃	－	開花期	－	開花始	－	90	100	90
100	－	〃	－	〃	－	〃	－	90	100	90
100	－	〃	－	〃	－	〃	－	90	100	90
100	Tr	〃	－	〃	－	〃	－	90	100	80
83.5	16.5	〃	出穂揃	〃	出穂期	〃	出穂揃	70	80	70

2. 収量成績

1）新播草

a. 1番草：AL収量は1～4区のマメ科混播区までのAL収量には差はみられなかった、5区TY混播ではTY率が40%を占めたためLA収量は低収となった。

1番草収量が2t台（10t当り）と期待収量より低収となった要因は収穫前早期に倒伏し、収穫予定の8月上旬まで生育させることができなかったためと考えられる。

b. 合計収量：2番草においても処理間に差はみられず、合計収量では生草で3,400Kg/10a前後、乾物では単播に比較し混播でやや高いものの有意差は認められなかった。（表3）

表3　AL播種様式、初年目収量成績（Kg/10a）

区分＼項目	1番草（7月25日）								2番草（9月14日）					
	アルファルファ			同伴草			1番草計		アルファルファ			同伴草		
	生収量	DM%	乾収量	生収量	DM%	乾収量	生収量	乾収量	生収量	DM%	乾収量	生収量	DM%	乾収量
1区 散播	2,492	18.2	454.2	－	－	－	2,492	454.2	990	－	226.2	－	－	－
2区 20cm条播	2,520	18.6	468.9	－	－	－	2,520	468.9	875	－	206.0	－	－	－
3区 30cm条播	2,547	17.9	454.9	－	－	－	2,547	454.9	875	－	220.1	－	－	－
4区 AL+WC	2,337	21.0	492.2	179	－	15.4	2,516	507.6	987	－	222.6	－	－	－
5区 AL+TY	1,350	20.0	270.6	982	23.4	230.0	2,334	500.6	890	23.2	206.3	110	23.4	25.7

区分＼項目	2番草		合計						指数			
	2番草計		アルファルファ		同伴草		合計		アルファルファ		合計	
	生収量	乾収量	生収量	乾収量	生収量	乾収量	生収量	乾収量	生収量	乾収量	生収量	乾収量
1区	990	226.2	3,482	680.4	－	－	3,482	680.4	100	100	100	100
2区	875	206.0	3,395	674.9	－	－	3,395	674.9	98	99	98	99
3区	875	220.1	3,422	675.0	－	－	3,422	675.0	98	99	98	99
4区	987	222.6	3,324	714.8	179	15.4	3,503	730.2	95	105	101	107
5区	1,000	232.0	2,242	476.9	1,092	255.7	3,334	732.6	64	70	96	108

2）2年目草

1番草：AL収量ではイネ科混播区を除いて生草で3,500Kg/10a前後の収量であり、合計生草収量では差はないものの乾物収量では、イネ科混播で高く、条播区、単播区の順でありマメ科混播区では乾物収量が著しく低かったため低収となった。

b．合計収量：処理区の生草収量は6,700～7,200Kg/10aと高収量となったため、乾物収量も1,140～1,350Kg/10aであった。

処理間ではイネ科混播区で高いほか条播である2区、3区次いで、散播、マメ科混播の順であった。尚処理間には有意差は認められなかった。（表4）

表4　AL栽培様式2年目収量成績（H2年）（Kg/10a）

区分＼項目	1番草（6月15日）								2番草（7月30日）							
	アルファルファ			同伴草			1番草計		アルファルファ			同伴草			2番草計	
	生収量	DM%	乾収量	生収量	DM%	乾収量	生収量	乾収量	生収量	DM%	乾収量	生収量	DM%	乾収量	生収量	乾収量
1区 散播	3,455	17.6	611.1	－	－	－	3,455	611.1	1,645	19.5	322.4	－	－	－	1,645	322.4
2区 条播20cm	3,750	17.2	646.6	－	－	－	3,750	646.6	1,905	20.4	388.9	－	－	－	1,905	388.9
3区 条播30cm	3,400	19.0	647.8	－	－	－	3,400	647.8	1,885	17.5	329.8	－	－	－	1,885	329.8
4区 AL+WC	3,440	14.1	487.8	－	－	－	3,440	487.3	1,990	20.6	410.0	－	－	－	1,990	410.0
5区 AL+TY	1,888	17.5	330.9	1,547	22.8	352.5	3,435	683.4	1,795	19.7	355.0	348	20.1	70.1	2,125	425.1

区分＼項目	3番草（9月11日）								合計					
	アルファルファ			同伴草			3番草計		アルファルファ		同伴草		総計	
	生収量	DM%	乾収量	生収量	DM%	乾収量	生収量	乾収量	生収量	乾収量	生収量	乾収量	生収量	乾収量
1区	1,590	14.3	228.3	－	－	－	1,590	228.3	6,690	1,161.8	－	－	6,690	1,161.8
2区	1,560	14.9	233.2	－	－	－	1,560	233.2	7,215	1,268.8	－	－	7,215	1,268.7
3区	1,580	14.7	233.1	－	－	－	1,580	233.1	6,865	1,210.7	－	－	6,865	1,207
4区	1,635	14.6	240.3	－	－	－	1,635	240.3	7,065	1,138.1	－	－	7,065	1,138.1
5区	1,353	15.0	204.2	267	16.0	42.8	1,620	247.0	5,038	890.1	2,162	465.4	7,200	1,355.5

3. 根　系

収穫後越冬前に根系を新播年1.5m^2（0.5×1.5m×2）2年草0.9m^2（0.3×1.5m×2）を堀取り調査した。

1）m^2当り根系状況

a．新播草：株数では172～235株と処理間に差がみられた。そのため1株重では株数が多い区で軽くなる傾向がみられた。

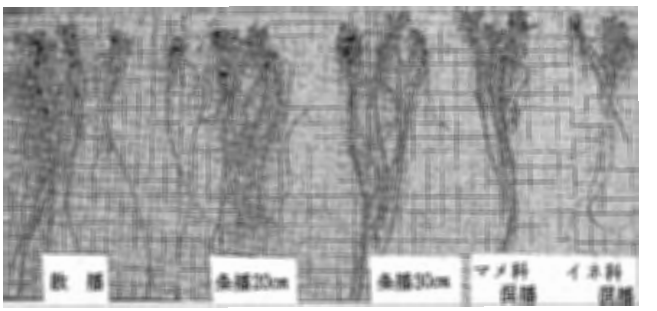
散播区では他処理区に比べ根重量が多く1株重は4.5gと高い値であった。

b．2年草：株数は新播年と異る傾向がみられ、根重では新播年と同様、散播で高く他処理区と差がみられる。（表5）

特徴的な事はイネ科混播区の根系は根重及び1株重において著しく少なく、他処理区に比較し貧弱な根系であった。（表5及び写真1）

表5　AL栽培様式m^2当り根系

区分＼	初年草（1989年）（1.5m^2）						2年目（1990年）（0.9m^2）					
	初年草根系				1株当り		2年草根系				1株	1株
区分	株数	生根重	DM%	乾根重	生根重	乾根重	株数	生根重	DM%	乾根重	生根重	乾根重
1区 散播	173	787	37.2	292.7	4.5	1.73	118	1,792	27.8	498	15.2	4.22
2区 条播20cm	235	699	34.5	241.1	3.0	1.02	133	1,451	28.7	416	10.9	3.13
3区 条播30cm	191	647	31.9	206.3	3.4	1.08	138	1,479	28.6	422	10.7	3.06
4区 混播 AL+WC	172	615	35.0	215.3	3.6	1.25	132	1,506	26.2	394	11.4	2.98
5区 混播 AL+TY	203	667	33.1	220.8	3.3	1.08	104	983	27.9	274	9.4	2.63



AL栽培様式別2年目根系　1990. 10. 15（原図・井芹）

2）根重別根系の状況

a．新播草

a）根重別株数：根重を5g毎に区分した階層分布状況では散播に比較し条播、混播条件で5g以下の割合が高くなるほか、株数の最も多くみられた20cm条播区（2区）ではその傾向が強かった。（表6）

b）根重別株重：株数と同様の傾向であった。（表6）

表6　AL播種様式根重別の状況（1.5m^2当り）

項目 / 区名	根重別株数分布割合(%)						根重別生根重分布割合(%)					
	株数	~5g	6~10	11~15	16~20	21以上	生根重	~5g	6~10	11~15	16~20	21以上
1区 散播	259	74.2	20.0	4.2	1.2	0.4	1,180	47.4	34.6	12.0	4.2	1.8
2区 20cm条播	352	89.2	9.7	1.1	－	－	1,048	70.5	24.9	4.6	－	－
3区 30cm条播	287	84.7	12.2	2.8	0.3	－	971	59.3	28.6	10.3	1.8	－
4区 AL+WC	258	84.1	12.0	2.3	1.6	－	922	57.1	26.8	8.3	7.8	－
5区 AL+TY	305	85.9	12.1	1.0	1.0	－	1,001	61.2	28.7	3.6	5.5	－

b．2年草

a）根重別株数：どの処理区とも全域に分布するが散播（1区）と他区との間には差がみられた。特にイネ科混播（5区）では株数が少ないにもかかわらず5g以下の割合が高い割合でみられた。

また、26g以上の株数も一定割合でみられ散播（1区）、30cm条播（3区）で他処理より高い割合でみられた。（表7）

b）根重別株重：株重では株数と異り全区とも26g以上の割合が多く、特に散播（1区）で高く46%を示している。尚、20cm条播（2区）が26g以上では最も低いが21g以上でみるとイネ科混播が低く、相対的に栽植密度の高いイネ科混種（5区）では大株が少ないことを示している

表7　AL播種様式2年目根重別株数、株重分布（生根）（0.9m^2調査）

	根重別株数分布(%)							根重別株重分布(%)						
	調査株数	~5g	6~10	11~15	16~20	21~25	26g以上	調査株重	~5g	6~10	11~15	16~20	21~25	26g以上
1区 散播	株 106	25.5	25.5	17.9	8.5	6.6	16.0	g 1,613.5	% 6.1	13.6	14.9	9.7	9.6	46.1
2区 条播 20cm	120	34.1	34.1	10.0	7.5	6.7	7.5	1,306.1	12.1	25.2	12.9	12.5	14.2	23.1
3区 条播 30cm	124	46.0	22.6	11.3	5.6	32	11.3	1,331.6	14.6	17.2	13.8	9.7	7.1	37.2
4区 混播 AL+WC	119	36.1	30.3	11.8	9.2	50	7.6	1,355.6	12.4	21.1	13.9	15.0	9.9	27.7
5区 混播 AL+TY	94	42.6	33.0	11.7	4.2	11	7.4	882.9	14.9	28.7	16.6	7.7	2.8	29.3

3）根形の状況

a．新播草

a）根形別株数割合：堆肥表層施用条件における分根率[4]は33%前後であるが堆肥表層施用条件下にお

ける栽培様式の差が分根率に及ぼす影響は明瞭でなかったが散播（１区）、条播30cm播（３区）、マメ科混播（４区）の低株数区で高く、条播20cm播き（２区）、イネ科混播（５区）で低い傾向がみられた。（図１）

b）根形別株重割合：株重では株数に比較し分根率は著しく高くなることから分根株は直根株に比較し大株になることを証明している。

また、処理区による差は株数と同様の傾向であった。（図１）

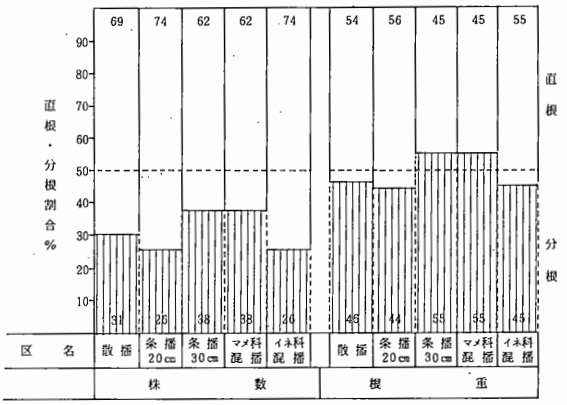


図１　ＡＬ栽培様式　新播草根形（１９８９）

b．２年草

a）根形別株数割合：処理間における分根割合は38～52％であり新播年に比較して著しく上昇しているが処理間の傾向は新播年と同様であった。（図２）

b）根形別株重割合：処理区別分根率は46～70％と新播年に比べ上昇すると共に分根率の傾向は株数と同様であった。（図２）

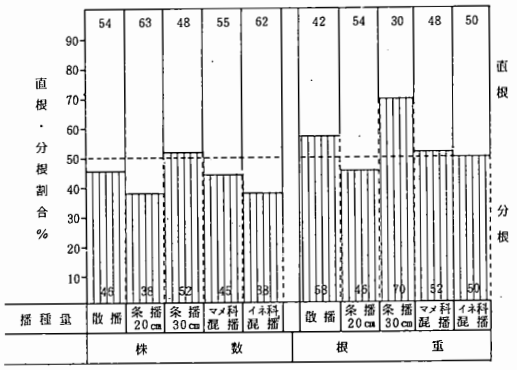


図２　ＡＬ栽培様式　２年目根形（１９９０）

考　　察

1. 出芽特性

散播条件より条播条件で出芽は著しく向上した。

2. 収量特性

単　播：収量性は散播条件より条播条件で安定化する。（若干、増収する）

混　播：単播よりイネ科（ＴＹ）混播条件で増収した。（２年草）

3. 根系の特性

１）出芽率の高くなる条播条件や栽植密度の高くなるイネ科（ＴＹ）混播条件に比べ散播条件下の単播で株は大株化する。

２）２年草ＡＬ株数、株重はＡＬ単播、マメ科混播に比較しイネ科混播条件で低くなる。

３）根形は栽培様式の違いによる根系の密度と根形の間には一定の関係は認められなかったが株数の高い処理区またはイネ科混播区で分根率が低くなることから分根化は根の密度と関係するものと考えられる。

さらに分根率は新播草より２年草で著しく高くなることが特徴的であった。

引用文献

1）井芹靖彦・播磨敬三・中田悦男・吉見今朝治・遠藤良恵（１９８７）ＡＬの播種期の違いが２年目の生産性並に根系に及ぼす影響について、北草研報21，70－75.

2) 井芹靖彦・草刈泰弘他（1989）アルファルファに対する栽植密度が初年目の生産特性に対する影響 北草研報. 23, 86－90.

3) 井芹靖彦・草刈泰弘他9名（1990）堆肥施用位置とアルファルファの生産特性. 北草研報. 24, 82－89.

4) 井芹靖彦・草刈泰弘他9名（1989）アルファルファに対する堆肥表層施用の特性. 北草研報 23, 91－97.

北海道草地研究会報 25：181－185（1991）

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5報　帯状栽培（条播広幅播）における播種密度の違いが新播草の生産特性に及ぼす影響

井芹靖彦・草刈泰弘（十勝北部地区農業改良普及所）、宝達建二・富永康博・奥　昭（音更町農協）、南部徳光（音更町乳検組合）、菅原義昭・岡田晴雄（音更町農業共済）、伊藤拓美（木野農協）、斉藤　篤・木ノ内智泰（音更町）

諸　言

栽培様式である散播、条播などの条件により播種定着率は変化し、条播条件で定着率は著しく向上することが確認されている。

地下凍結地帯におけるＡＬ定着要因の１つに栽植密度がある。すなわち、新播時播種密度が高いと根系は発達せず直根となり浮上しやすく次年度の植生低下の重要な要因となる。

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密植条件となり、散播時における播種量を増加させた時と同じ条件になる。

条播栽培は種子定着率の向上ばかりでなく、畦幅、播き幅を調節することにより、大型化する収穫機械による路圧からの回避など、ＡＬ栽培要件を直接、間接的に改善できるものと考えられる。

今回、畦幅60cm、播幅25cmの栽培（条播広幅播きという）条件下における播種密度が生産特性に及ぼす影響について調査した。

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7.2㎡（0.6ｍ×４ｍ×３畦）２反復
4. 供試品種：ＡＬ、マヤ
5. 処理方法：播種量（10a当り）200g，400g，600g、800g、1,000g
6. 土壌改良：①炭カル 300kg/10a　②ＢＭ熔燐100kg/10a　③堆肥施用量（表層）10t/10a

④施用堆肥の乾物中成分(%)

現物中ＤＭ%	N	P_2O_5	MgO	CaO	K_2O
34.3	2.06	1.81	1.11	6.21	2.04

Ｈ２年十勝北部地区農業改良普及所分析

7. 施 肥 料（kg/10a）

造　成　時			1番刈後	2番刈後	要　素　量　(Kg)			
BM熔燐	1燐安	硫加	624	624	N	P_2O_5	K_2O	MgO
52Kg	18	16	30	20	5	26	20	8.7

8. 耕種概要

1）播種月日：１９９０年（Ｈ２）６月４日

2）収穫月日：1番草　8月9日　2番草　10月11日

結　　果

1. 生育状況

播種床は堆肥を表層に10t/10a施用する方法で当年になり造成したため不均一であった。そのため発芽状況はバラツク傾向がみられた。

1）出芽状況

播種後5日目に各区とも出芽始となったが、出芽率は48～64％と変動がみられた。変動の要因は播種床によるものと考えられる。（表1）

2）草　　丈

1番草では200g播種量区で短くなる傾向がみられたほか差はなかった。2番草では処理による差はみられなかった。（表1）

3）収穫時生育状況

a　生育期：1番草では全処理区とも開花期に達していた、2番草では全処理とも開花茎は僅かであり0～4茎程度であった。

尚、1,2番草共収穫時には再生芽が多数認められた。（表1）

b　倒伏状況：1番草では全処理区とも屈折する程度であった。2番では800g区、1,000g区の播種播種密度の高い処理区で若干多くなる傾向がみられた。

表1　　ＡＬ帯状栽培播種密度初年目生育状況

項目 / 区名	出芽状況				草丈		※2収穫時生育期		倒伏状況	
	播種月日	出芽始月日	1㎡当り出芽本数	同推定出芽率※1	(8/9) 1番草	(10/11) 2番草	(8/9) 1番草	(10/11) 2番草	収穫時 1番草	収穫時 2番草
1区　200g	6/4	6/9	58本	64.4%	67.1	62.0	開花期	開花茎4	10%	10%
2区　400g	〃	〃	86	47.8	73.9	60.1	〃	〃 3本	10	10
3区　600g	〃	〃	156	58.8	76.3	52.4	〃	〃 0	10	10
4区　800g	〃	〃	177	49.2	72.4	55.2	〃	〃 0	10	30
5区　1,000g	〃	〃	216	48.0	76.1	58.1	〃	〃 1	10	30

※1　推定出芽率は種子粒数45万/kgより算出　　※2　2番草(10/11)は区全体の開花茎数

4）一番草収穫時における茎数、茎径の状況

a．茎数：低播種量区（200g/10a）から高播種量区（1,000g/10a）に向かうに従い茎数は低下する傾向がみられた。（表2）

b．1株重：茎数と同様の傾向がみらた（表2）（写真1）。

c．茎　径：低播種量区である200g/10a区で4.4㎜、高播種量区である1,000g/10a区では2.8㎜と播種量が増加するに従い直線的に主茎の茎径は低下する傾向がみられた。（表2）（写真2）

表２　ＡＬ帯状栽培播種密度別、茎数、茎径の状況（新播１番草）

項目 / 区名	１株茎数(本)	１株重量(生・g)	１茎重(g)	茎径 mm 平均値±S.D	備考
１区　２００g	29.0	37.4	12.9	4.14± 0.77	１９９０．８．１０調査
２区　４００g	22.5	22.4	9.9	3.39 ± 0.67	１区　10株×２
３区　６００g	18.0	18.6	10.3	3.38 ± 0.37	茎径は主茎
４区　８００g	16.5	13.2	8.0	3.06 ± 0.64	20本の計測値
５区　1,０００g	13.5	7.3	5.4	2.84 ± 0.49	

2.　収量成績

１）１番草収量

ａ．生草収量：200g区 1,416Kgから600g区 2,241Kg範囲の収量であった。

播種密度を増加させると生草収量が増加するという直線的な関係はみられなかった。

しかし、200g区と他処理区及び400g区と600g区との間に５％水準で有意差が認められた。

ｂ．乾物収量：200g区 251Kgから600g区 388Kgの範囲の収量であった。200g区と600g区、800g区、1,000g区の間に５％水準で有意差が認められた。（表３）

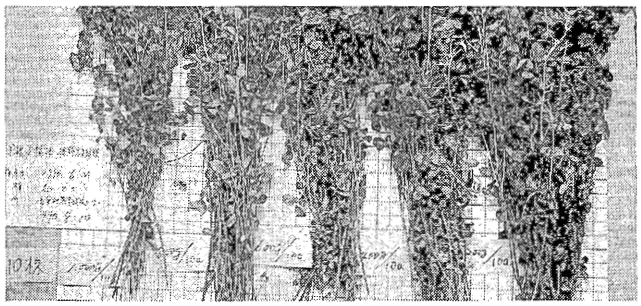
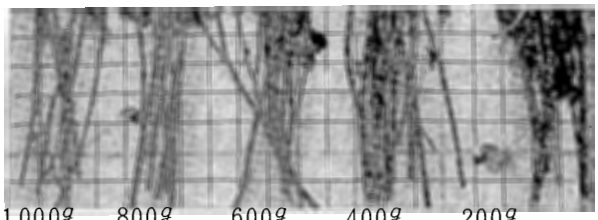


写真１　播種密度別10株当り茎葉の状況（原図・井芹）



1,000g/10a区　800g/10a区　600g/10a区　400g/10a区　200g/10a区

写真２　播種密度別主茎の状況（1990.8.10原図・井芹）

２）２番草収量

生草収量、乾物収量とも200g区が高い収量となったが処理区間の差は僅かであった。

黒葉枯病等による落葉が著しくみられるなど処理の差より他要因が大きいと考えられる。

３）合計収量

合計収量は１番草収量と同様の傾向がみられるが生草収量、乾物収量共に処理間差は認められなかった。

表３　ＡＬ帯状栽培播種密度初年目収量成績（10ａ換算）　平成２年

項目 / 区分	１番草（８／９）			２番草（10／11）			合計	
	生収量(Kg)	ＤＭ(%)	乾収量(Kg)	生収量	ＤＭ(%)	乾収量	生収量	乾収量
１区　２００g	a 1,416	17.7	a 251.7	566	22.3	126.5	1,982	378.2
２区　４００g	b 1,837	17.6	a.b 323.9	480	22.5	108.3	2,317	432.2
３区　６００g	c 2,241	17.3	b 388.9	430	22.6	97.3	2,671	486.2
４区　８００g	b.c 1,878	17.6	b 331.7	372	22.8	85.1	2,250	416.8
５区　1,０００g	b.c 2,127	17.3	b 367.9	449	21.9	98.3	2,576	466.2

※　ａ．ｂ．ｃ異文間に５％水準で有意差有り（ＬＳＤ）

3. 帯状栽培と根系の関係

根系調査は1.08㎡（0.3m×1.8m×2）堀取り調査した。

調査地点における栽植密度は播種量と対応せず1区、2区との間、及び3区、4区、5区との間には株数の差は認められなかった。

1）㎡当り根系

調査地点の栽植密度は播種量と対応しなかったが株数に差がみられる1区、2区及び3区、4区、5区の間には根重、1株重で差がみられた。株数が少ない低播種量である1区、2区は株重も少なくなるが、1株重では大きくなり株数が少なくなると大株化することを示している。（表4）

表4　AL帯状栽培播種密度㎡当り新播草根系

区分＼項目	株数	生根重	D M(%)	乾根重	1株当り	
					生根重	乾根重
1区　200g	55	369.2	31.8	117.4	6.7	2.13
2区　400g	54	410.7	37.4	153.6	7.6	2.84
3区　600g	127	641.4	31.2	200.1	5.1	1.57
4区　800g	131	596.5	29.7	177.2	4.6	1.35
5区　1,000g	127	604.4	32.1	194.0	4.8	1.53

2）根重別根系

1区、2区の低播種量と3区、4区、5区の高播種量区との間には差がみられ、株数分布のうち5g以下の割合では差がみられることから株数と株重との間には密接な関係があることを示唆している。（表5）

表5　AL帯状栽培播種密度根重別根系（1.08㎡）

区分＼項目	根重別株数割合						根重別生根重割合					
	株数(本)	~5g	6~10g	11~15g	16~20g	21g以上	株重g	~5g	6~10g	11~15g	16~20g	21g以上
1区　200g	59	52.5	33.9	8.5	3.4	1.7	398.8	28.4	40.5	16.3	9.1	5.7
2区　400g	58	58.6	20.7	5.2	12.1	3.4	443.6	26.7	21.2	9.3	29.0	13.8
3区　600g	137	71.5	20.4	4.4	2.9	0.8	692.7	43.9	32.1	10.8	10.1	3.1
4区　800g	141	73.8	21.3	2.8	1.4	0.7	644.3	43.9	35.2	9.5	8.1	3.3
5区　1,000g	137	72.3	19.7	6.6	0.7	0.7	652.8	42.6	32.1	17.9	2.7	4.7

3）根　形

根系を根の形状別に直根、分根に区分した場合、株数では低播種量区（1・2区）で57～59%が分根タイプであるのに対し高播種量区（3・4・5区）では38～42%であった。（図1）

株重では分根タイプの割合は株数より高く低播種量区（1・2区）では73%～77%高播種量区（3・4・5区）で54～60%ありχ^2検定による差の検定でも有意差がみられた。（図1・図2）

帯状栽培条件下における栽植密度の違いによりALの根型は変動するものと考えられる。

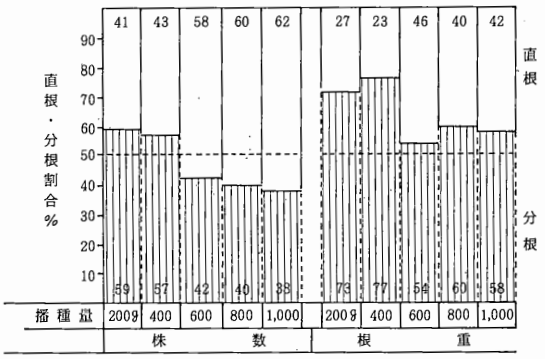


図１　ＡＬ帯状播種密度と根形の関係（新播Ｈ２）

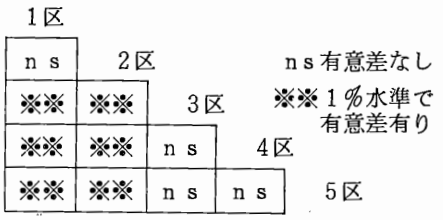


図２　分根重割合の差の検定（新播草）

考　　察

帯状栽培（条播広幅播）における栽植密度の違いによる新播草の生産性は次の通り。

1. 新播１番草収穫時における栽植密度の差により１株茎数、主茎の茎径は変化し低播種量では１株茎数は多くしかも茎径は太くなる、高播種量になるに従い茎数、茎径も直線的に低下するため栽植密度と収量は直接結びつかなかった。
2. 年間収量では処理間に有意差は認められなかったことから帯状栽培における播種量の適正値は600g／10a前後であると推定される。
3. 根系調査地点の処理間差は明瞭でなかったが、120株／m^2程度の場合においては分根率40％程度あり地下凍結地帯におけるＡＬの作型として帯状栽培の実用性は高いものと考えられる。

J. Hokkaido Grassl. Sci. 25: 186－193 (1991)

転作田の飼料畑化過程（その６）

原田　勇・登坂英樹（酪農学園大学）

Survey on the process of change from paddy soil to forage field soil (part 6)

Harada, I. and H. Tosaka
(Rakuno gakuen University, Nopporo, Ebetsu, Hokkaido, Japan)

緒　　言

転作田の飼料畑化過程を明らかにするため1984年5月4日播種した[1] アルファルファ（*Medicago sativa* L.）品種デュピュイとスムースブロムグラス（*Bromus inermis* Leyss）品種北見1号の草地の５ケ年間の生育ならびにその化学的組成について調査研究したので以下にその概要を記述する。

材料および方法

供試した水田土壌は，1983年まで25年以上水田として使用された恵庭市黄金町の火山性土壌に造成された草地の５ケ年間の生育量とその化学的組成について，播種法・施肥法，刈取別，年次別および草種別について検討したものである。すなわち播種法は，アルファルファ単播区，スムースブロムグラス単播区，アルファルファ・スムースブロムグラス交互播区である。また施肥法はいずれの区も窒素無施用でありその他の施肥量は表１のようであったが，主な相違は図１のように造成時に堆厩肥を施用したか施用しなかったかの相違である。また刈取りは，１年目は２回刈であるが，２～５年目はいずれも３回刈の相違を検討した。そして草種間差は当然ながらアルファルファ（以下A1）とスムースブロムグラス（以下Ｓｂ）の種間差を検討した。

表１　　５ケ年間の施肥量

草地造成のための施肥

肥料の種類	施肥量
堆　肥	30,000 kg ha^{-}
熔　燐	1,500 kg ha^{-}
炭カル	340 kg ha^{-}

草地維持のための施肥

肥料の種類	１年目	２年目	３年目	４年目	５年目	合　計
堆厩肥	30 t	——	——	——	——	30 t
熔　燐	1,500*	——	1,500	1,000	1,450	3,950
硫　加	——	400	900	900	300	2,500
FTE（微量要素肥料）	——	——	4	4	4	12
過　石	——	500				500

* kg ha^{-}

施肥法はいずれも刈取後に行ったがその量や時期は土壌分析の結果と対応して行った。刈取時期は出来るだけA1の第１花期に合わせてＳｂと共に刈取り収穫した。直ちに生草重を圃場で秤量し，その後実験室に持ち帰り70℃で48時間通風乾燥して乾物重を求めた。

これらの牧草の化学的組成は，それぞれの乾物を窒素はケルダール法により，燐酸はモリブデン酸比色法，カリとソーダは炎光法，カルシウムとマグネシウムはＥＤＴＡ法によった。また微量要素のマンガン（以下Ｍｎ）銅（以下Ｃｕ）及び亜鉛（以下Ｚｎ）は原子吸光法によってそれぞれ測定した。

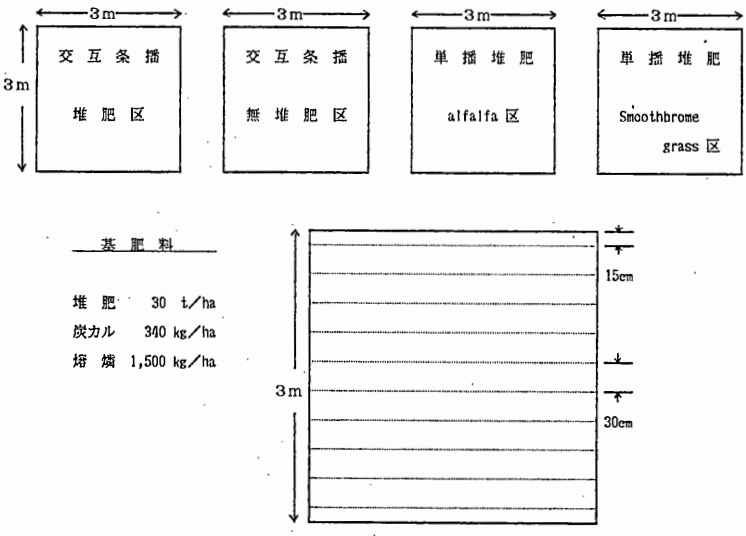


図１　圃場の設定と造成時の施肥量

試験結果

生草重，乾物重及び乾物率

５ケ年間についての播種・施肥法，刈取別，年次別及び草種別による収量は，以下の表２のようであった。

表２　５ケ年間にわたるアルファルファ並びにスムースブロムグラスの収量

処理区	草種	１年目			２年目			３年目			４年目			５年目			乾物量総合計	比率
		生草重 kg/ha	乾物重 kg/ha	乾物率 %	生草重 kg/ha	乾物重 kg/ha	乾物率 %	生草重 kg/ha	乾物重 kg/ha	乾物率 %	生草重 kg/ha	乾物重 kg/ha	乾物率 %	生草重 kg/ha	乾物重 kg/ha	乾物率 %		
単播堆肥区 アルファルファ	１番草	5,650	1,131	19.7	21,250	4,318	20.3	34,250	6,563	19.16	16,160	3,167	19.6	10,500	1,734	16.5	16,913	
	２番草	11,111	2,179	19.6	21,000	5,040	24.0	22,500	4,548	20.21	14,140	2,077	14.7	9,000	2,592	28.8	16,436	
	３番草	—	—	—	17,250	2,803	16.3	14,750	2,224	15.08	6,560	1,311	20.0	4,555	948	20.8	7,286	
	合計	16,761	3,310		59,500	12,161	20.4	71,500	13,335	18.65	36,860	6,555	17.8	24,055	5,274	21.9	40,635	100
単播堆肥区 スムースブロムグラス	１番草	3,040	645	21.2	7,400	1,906	25.8	12,000	2,179	18.13	3,130	761	22.3	480	92	19.1	5,583	
	２番草	4,560	891	19.6	3,100	620	20.0	2,250	599	26.62	0	0		0	0	—	2,113	
	３番草	—	—	—	3,100	620	20.0	3,500	646	18.46	0	0		0	0	—	1,286	
	合計	7,600	1,540		13,600	3,146	23.1	17,750	3,424	19.29	3,130	761	22.3	480	92	19.1	8,983	22
交互条播堆肥区 アルファルファ	１番草	2,609	509	19.5	16,115	3,650	22.7	32,000	6,248	19.53	20,080	3,903	19.4	12,250	2,096	17.1	16,406	
	２番草	6,305	1,229	19.5	15,909	3,500	22.0	15,500	3,149	20.32	15,810	2,243	14.2	8,675	2,403	27.7	12,524	
	３番草	—	—	—	12,376	2,750	22.2	16,500	2,154	13.06	4,770	1,002	21.0	5,100	1,019	20.0	6,925	
	小計	8,914	1,738		44,400	9,900	22.3	64,000	11,551	18.05	40,660	7,148	17.6	26,500	5,518	20.8	35,855	
交互条播堆肥区 スムースブロムグラス	１番草	1,740	339	19.5	3,885	880	22.0	5,250	725	13.81	0	0		0	0	—	1,944	
	２番草	1,413	274	19.4	2,296	505	21.9	2,515	395	15.70	0	0		0	0	—	1,174	
	３番草	—	—	—	2,970	660	17.3	1,100	113	10.27	0	0		0	0	—	773	
	小計	3,153	613		9,151	2,045	20.6	8,865	1,233	13.91	0	0		0	0	—	3,891	
	合計	12,067	2,351		53,551	11,945		72,865	12,784		40,660	7,148			5,518		39,746	98
交互条播無堆肥区 アルファルファ	１番草	1,522	297	19.5	15,000	3,300	22.0	26,500	5,394	20.36	20,580	4,156	20.2	12,600	2,255	17.7	15,402	
	２番草	4,783	933	19.5	13,500	2,957	21.9	14,000	2,887	20.62	14,060	2,098	14.9	11,400	3,067	26.9	11,942	
	３番草	—	—	—	13,000	2,249	17.3	10,250	1,737	16.95	5,720	1,221	21.0	4,625	966	20.9	6,173	
	小計	6,305	1,230		41,500	8,506		50,750	10,018	19.74	40,360	7,475	18.5	28,625	6,288	22.0	33,517	
交互条播無堆肥区 スムースブロムグラス	１番草	1,739	313	18.0	7,100	1,633	23.0	6,650	1,095	16.47	0	0		0	0	—	3,041	
	２番草	1,957	358	18.3	2,900	580	20.0	2,500	410	16.40	0	0		0	0	—	1,348	
	３番草	—	—	—	2,881	498	17.3	1,200	127	10.58	0	0		0	0	—	625	
	小計	3,696	671		12,881	2,711		10,350	1,632	15.77	0	0		0	0	—	5,014	
	合計	10,001	1,901		54,381	11,217		61,100	11,650		40,360	7,475			6,288		38,531	95

１）播種・施肥法による乾物重の相違（表３）

播種・施肥法による乾物重の変化の，単播堆肥Ａｌ区，単播堆肥Ｓｂ区，交互条播堆肥区および交互条

播無堆肥区の収量は以下のようであった。すなわち，単播堆肥A1区は1～5年間の合計は，40,635 Kgであり，同Sb区では8,963 Kgであった。また交互堆肥区では39,746 Kgであり，交互無堆肥区は38,531 Kgで，これらの比率は単播堆肥A1区を100とすると100：22：98：95で，単播堆肥Sb区が22%にとどまり，他の交互堆肥区や交互無堆肥区では98，95と単播堆肥A1区にせまっていた。またこれらの区はいずれも無窒素施用であった。

表3　播種，施肥法の相違と乾物量

(kg/ha)

	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	合計	比率
単播堆肥区 アルファルファ	3,310	12,161	13,335	6,555	5,274	40,635	100
単播堆肥区 スムースブロムグラス	1,540	3,146	3,424	761	92	8,963	22
交互堆肥区	2,351	11,945	12,784	7,148	5,518	39,746	98
交互無堆肥区	1,901	11,217	11,650	7,475	6,288	38,531	95

2）刈取別の乾物量の相違

5ケ年間の刈取別乾物量を比較すると（表2），単播堆肥A1区は1番草2番草で差異はほとんどなく3番草はこれらの1/2程度である。これに対してSb区では，1番草の1/2位が2番草，そして3番草はさらに少なくなっている。これは，1年目には3番草がないが，それらを考慮してもこの傾向は変らないようである。

交互条播堆肥区もこの傾向は類似しているが，この区のA1は1番草の75%が2番草であり，その40%位が3番草であった。またこの比率はSbでもほぼ同様であった。

さらに交互条播無堆肥区のA1，Sbについてもほぼ類似の傾向にあったが，若干刈取次が進むにつれて低下が大きかった。

3）乾物量の年次別変化

これらの数字は単播A1では初年は3,310 Kg/haであったが，2年3年目はそれぞれ12,161，13,335 Kg/haと上昇し，4年目5年目は6,555 Kg，5,274 Kgと低下していった。これはA1の品種がデュピュイということにも関係していると思われた[2)]。

単播Sb区では初年は1,540 Kg/haで少なく，2年目3年目は3,146，3,424 Kg/haとやや増大したものの無N施肥ということも関係して収量は上がらなかった。そして4年目はさらに低下して761 Kg，5年目は92Kgとほとんど消滅した。交互条播堆肥区のA1は初年目1,738 Kgから2，3年目は9,900 Kg，11,551 Kgと増大し，4年目は7,148 Kgとやや低下し，5年目は5,518 Kgとさらに低下した。これに対して，この区のSbの初年目は613 Kg，2年目は2,045，3年目は1,233といずれも少なく，そして4，5年目は皆無であった。交互条播無堆肥区のA1，Sbも上記の交互条播堆肥区と類似していた。

4）乾物量の草種別変化

乾物量の草種別変化は，いずれの区においてもA1において高く，A1とSbの単播区の比較では100対22であり，A1において高収量であった。また，交互条播堆肥区ではA1 100に対してSbは10%程度であった。そして交互条播無堆肥区のA1とSbの比は100：15であり，その傾向は変わらなかった。

アルファルファ並びにスムースブロムグラスの化学的組成

1）播種・施肥法の相違による牧草の化学的組成

これらの数値は表4のようである。すなわち，窒素はA1ではいずれも3.00％を上回りSbでは2.5％である。しかしSbの単播区ではさらに低く1.52％にとどまっている。燐酸は，A1では0.41～0.44％でSbでは0.32～0.35％とやや低い。しかし播種法・施肥法の違いによる差異は認めがたい。加里は一般にはイネ科草でアルファルファより高いのが普通であるが[3]，この試験結果では変動が大きく，その差異は認めがたい。カルシウムは当然A1に多く，1.16～1.22％，Sbは0.39～0.45％で，播種法・施肥法の差は認め難い。マグネシウムはA1で0.53～0.59％，Sbで0.32～0.35％で，ややSbで低い。

表4　アルファルファとスムースブロムグラスの播種法，施肥法の相違による化学的組成の変化

	N	P_2O_5	K_2O	CaO	MgO
単播堆肥区 アルファルファ	3.00±0.56	0.41±0.20	2.79±0.47	1.22±0.25	0.57±0.35
単播堆肥区 スムースブロムグラス	1.52±0.58	0.35±0.16	2.74±0.60	0.43±0.15	0.32±0.17
交互条播堆肥区 アルファルファ	3.05±0.48	0.44±0.23	2.87±0.76	1.16±0.25	0.53±0.28
交互条播無堆肥区 アルファルファ	3.03±0.40	0.41±0.20	2.81±0.71	1.18±0.25	0.59±0.20
交互条播堆肥区 スムースブロムグラス	2.51±0.99	0.32±0.09	3.47±0.86	0.45±0.10	0.35±0.18
交互条播無堆肥区 スムースブロムグラス	2.44±1.02	0.35±0.09	3.33±0.93	0.39±0.11	0.35±0.18

2）刈取別化学的組成の変化

刈取別灰分は，A1では変化が認められないが，Sbでは1刈から2刈へそして3刈と刈取回数が進むに伴い増大している（表5）。

表5　アルファルファ，スムースブロムグラスの刈取別化学組成

		灰分	SiO_2	P_2O_5	K_2O	CaO	MgO	Na_2O	T-N	NO_3-N
アルファルファ	1刈	9.31±0.79	0.80±0.29	0.44±0.22	2.82±0.78	1.23±0.25	0.58±0.29	0.06±0.03	2.78±0.28	0.004±0.003
	2刈	8.86±0.92	0.77±0.32	0.46±0.21	2.63±0.58	1.25±0.28	0.51±0.29	0.05±0.02	3.02±0.58	0.015±0.005
	3刈	9.08±1.14	0.69±0.32	0.49±0.21	3.08±0.69	1.04±0.13	0.59±0.36	0.05±0.03	3.39±0.48	0.015±0.005
スムースブロムグラス	1刈	8.82±0.89	2.58±0.26	0.44±0.20	3.17±0.69	0.34±0.06	0.29±0.11	0.04±0.04	1.11±0.11	0.003±0.004
	2刈	11.20±1.06	3.39±0.81	0.48±0.22	3.16±0.44	0.48±0.15	0.33±0.18	0.02±0.01	2.46±0.52	——
	3刈	13.28±1.05	3.79±0.63	0.35±0.09	3.73±1.12	0.53±0.09	0.48±0.22	0.01±0.01	3.16±0.58	——

SiO_2は，A1では0.69～0.80％で刈取別変化は認められず，Sbでは2.58～3.79で灰分同様若干1刈取から3刈取にむかって増大している。P_2O_5は，A1では1刈から3刈に向かって増大の傾向にあり，その含量は0.44～0.49％である。Sbは一定の傾向は見当たらない。K_2O_5は，A1では2.63～3.08％で刈取りによる差異は認められないが，Sbでは1，2刈が3.17，3.16と類似しているが3刈では3.73とやや増大している。これは施肥の影響と考えられる。CaOは，A1で1.04～1.25で変化が少なく，Sbでは1刈0.34，2刈0.48，3刈0.53とやや刈取が進むにつれて増大の傾向にある。

MgOはA1で0.51～0.59％で変化がないが，Sbでは1刈0.29，2刈0.33，そして3刈で0.48％とやや刈取りが進むと増大の傾向がある。Na_2OはA1で0.05～0.06で少なくまた刈取りによる変化もない。Sbは0.04，0.02，0.01と少しずつ低下する。T－Nは，A1 1番草2.78％，2番草3.02％そして3番草は3.39％と少しずつ増大している。一方，Sbは1番草は1.11％で2番草は2.46，3番草は3.16％と増大しているが，これはSbの生育期の違いによるものと考えられる。NO_3－Nについては，A1は1番草で0.004％，2，3番草は0.015％でいずれも少ない。Sbも0.003％と少なくなっている。

3）牧草の年次別化学的組成

これらの値は表6のようである。すなわちA1窒素含有率は4年目が最大で3.71％であるが，Sbは初年次に高く，2年次から5年次に向かって2.25％～1.30％へと減少している。燐酸は初年目と5年目が高いが2，3年目は少なくなっている。これはSbと同様であって，おそらくこれは施肥の影響を大きく

表6　アルファルファおよびスムースブロムグラスの年次別化学的組成

（乾物当り％）

		灰分	SiO_2	P_2O_5	K_2O	CaO	MgO	Na_2O	T-N
アルファルファ	1年目	9.53	1.18	0.65	3.12	1.38	0.43	0.07	—
	2年目	8.40	0.70	0.22	2.00	1.22	0.31	0.11	2.82
	3年目	9.57	0.78	0.26	2.91	0.98	1.10	0.02	2.86
	4年目	9.50	0.62	0.46	3.68	1.06	0.49	0.01	3.71
	5年目	8.50	0.68	0.75	2.53	1.36	0.40	0.01	2.87
	平均	9.10±0.53	0.79±0.20	0.47±0.20	2.85±0.56	1.20±0.16	0.55±0.28	0.044±0.039	3.07±0.37
スムースブロムグラス	1年目	10.45	3.36	0.70	3.54	0.53	0.25	0.04	—
	2年目	10.80	3.10	0.26	2.60	0.45	0.21	0.03	2.25
	3年目	11.15	3.21	0.37	3.40	0.35	0.57	0.01	2.22
	4年目	9.50	2.27	0.38	3.01	0.36	0.35	0.01	1.08
	5年目	8.30	2.49	0.65	2.35	0.33	0.15	0.02	1.30
	平均	10.04±1.03	2.89±0.43	0.47±0.17	2.98±0.45	0.44±0.08	0.31±0.15	0.022±0.0116	1.71±0.53

受けているものと思われる。加里は，初年目は両牧草で多く2年目と5年目に少なくなっている。これも施肥量の影響によるものと思われる。カルシウムはマメ科において1％を上回り，イネ科のSbでは0.5％以下であることはこれまでの数値と変わらない。マグネシウムはA1において0.31～1.10％まで変化している。またSbでは0.15～0.57％までの変化にとどまっている。これは，A1は苦土の施用によってその含有率を高める能力をもっているがSbはこの能力が欠如しているものとして注目に値する数値である。それらの平均はA1で0.55±0.28％，Sbでは0.31±0.15％である。

4）草種別化学組成の変化

5ケ年間にわたる両牧草の化学組成を比較すると，表7のように灰分，P_2O_5，K_2O，NO_3－Nにはほとんど差異は認め難いが，SiO_2はA1において少なく0.79％，Sbでは2.19％と高い値を示した。またCaOはA1で1.20％，Sbで0.4％と，Sbの3倍のCaO含有率を示した。またMgOについては，僅かであったがA1で0.55％とSbの0.31％より高い含有率を示していた。

表7　アルファルファとスムースブロムグラスの化学組成の変化

	灰分	SiO_2	P_2O_5	K_2O	CaO	MgO	Na_2O	T-N	NO_3-N
アルファルファ	9.09±0.53	0.79±0.20	0.47±0.21	2.84±0.56	1.20±0.16	0.55±0.28	0.064±0.031	3.13±0.41	0.01±0.001
スムースブロムグラス	10.08±0.96	2.19±1.26	0.47±0.17	2.98±0.45	0.40±0.08	0.31±0.15	0.027±0.014	1.71±0.53	0.01±0.001

微量要素の含有率

5ケ年間にわたるAlとSbの微量要素すなわちCu，MnおよびZnの含有率は，表8のようであった。すなわち播種・施肥法の相違によるAlやSbのCu，Mn，Znについての差異は認め難かった。番草別では，両牧草共1番草から2番草，3番草と刈取回数が進むにつれてCu，Mn，Zn共にそれらの含有率が増大する傾向にあった。具体的には，両牧草の1番草のCu含有率は5 ppm，2，3番草は9～10 ppmであり，MnはAlの1番草で48，2番草52，3番草で70 ppmであり，Sbでは73，136，179 ppmと増大していた。ZnはAlでは47，49，59 ppm，Sbでは44，52，57 ppmであった。

年次別Cu，Mn，Zn含有率の変化は一定の傾向が認め難かった。

草種別では，Cuは変化なく，MnはAlで57 ppmに対してSbでは125 ppmと2倍の含有率を示した。またZnでは52，47 ppmと差異は認め難かった。

表8　微量要素（Cu，Mn，Zn）の含有率の変化

(ppm)

			単播堆肥区	交互堆肥区	交互無堆肥区
播種施肥別	Cu	アルファルファ	8.07±2.01	8.20±2.48	8.09±2.19
		スムースブロムグラス	6.95±2.63	9.15±3.39	9.07 ±3.31
	Mn	アルファルファ	55.5 ±15.6	59.3±19.3	54.2 ±17.1
		スムースブロムグラス	123.3 ±82.5	116.8±53.9	119.7 ±51.9
	Zn	アルファルファ	55.0 ±17.2	48.4±14.9	51.7 ±20.5
		スムースブロムグラス	46.3 ±14.3	55.5±15.9	51.0 ±15.5

			1番草	2番草	3番草
番草別	Cu	アルファルファ	6.28±2.76	8.91±1.05	9.13±0.95
		スムースブロムグラス	5.08±2.64	9.85±1.00	10.82±1.61
	Mn	アルファルファ	48.0 ±14.5	52.2 ±7.8	69.2 ±20.1
		スムースブロムグラス	72.8 ±21.5	136.3 ±40.5	178.8 ±75.3
	Zn	アルファルファ	46.9 ±13.5	49.3 ±17.8	59.0 ±19.7
		スムースブロムグラス	44.3 ±16.7	51.8 ±13.8	57.3 ±12.6

			1年目	2年目	3年目	4年目	5年目
年次別	Cu	アルファルファ	——	9.30±0.36	6.8±3.04	8.3±2.67	8.24±0.59
		スムースブロムグラス	——	9.64±1.71	7.3±3.99	4.0	7.85
	Mn	アルファルファ	——	73.0 ±23.4	47.2±10.9	55.7±8.55	49.8±17.6
		スムースブロムグラス	——	166.0 ±73.6	90.3±30.0	114.0	55.3
	Zn	アルファルファ	——	39.4 ±6.1	72.2±13.3	56.7±18.3	38.5±2.3
		スムースブロムグラス	——	38.7 ±7.4	61.1±11.7	76.0	34.8

		アルファルファ	スムースブロムグラス
草種別	Cu	8.11±2.55	8.23±3.26
	Mn	56.7 ±17.6	124.5 ±67.6
	Zn	51.7 ±18.2	47.0 ±14.4

乾物重と化学組成による5ケ年間の両牧草の考察

水田からAlとSb飼料畑に転換した耕地に5ケ年間無窒素施肥で，それぞれ単播と両草種の30cm交互播の堆肥施用と堆肥無施用で栽培してみて，Alが十分生育できる条件下では無窒素施肥でもAlの空中

窒素固定窒素でほぼまかない得るということは，われわれの先の研究においてすでに明らかにしているところであるが[4]，その事実を基礎に行った本実験の結果は，堆肥の施用の有無や播種方式の相違（AlとSbの交互播種）をも克服して，Alが30cm交互播種や単播で耕作されるなら十分その目的を達成することが可能であることを暗示していた。

しかし，無窒素Sb単播区の乾物収量は僅かにAlの単播堆肥区の22%程度で，窒素施肥効果がこの種イネ科草の収量を大きく支配していることが今さらのように示された。

さて，これらの植物の化学的組成は，窒素組成は当然Alにおいて高くSbにおいて低い事実はあったが，これらの両植物を交互に播種するとAlの窒素含有率は変わらないがSbの含有率は1%すなわちAlの含有率比で30%位増大することが認められ，これは明らかにAlからSbへと窒素が移譲していると考えられた。

P_2O_5，K_2OはAlにおいてもSbにおいてもこれらの播種施肥法の差で違いは認められなかったが，これまで認められているようにP_2O_5，CaO，MgOはA_1で高くSbではAlに比較して少ない傾向にあった。

年次別による化学組成の変化は，施肥の影響もあってか一定の傾向は認め難かった。しかしSbのT－Nだけは年次の増加と共に低下する傾向にあった。

刈取別ではSbの灰分，SiO_2，CaO，MgO，T－Nにおいては1番草から2，3番草に向かって増大していた。これが何故であるかは窒素以外はよくわからない。

草種別では，SiO_2だけがSbで高く，CaO，MgO，T－NがAlで高くなっていた。これは土壌での他の栄養環境が同一であると考えられるので，おそらく両植物の種間差によるものと考えられる。

また，微量要素の含有率の変化については，播種・施肥法の相違によるCu，Mn，Znの含有率の変化は両植物について一定の傾向は認められない。番草別では一般的にみてこれらのCu，Mn，Znは1番草から2，3番草に向かって増大する傾向にある。この理由は牧草の生育に伴う植物根の活性と共に土壌微生物の働きも考慮しなければならないと思われるが，それを今は確認していない。年次別変化は一定の傾向がない。そして草種別ではCu，Znについては変化が認められないが，MnはAlで56.7 ppm，Sbで125 ppmと，Alで低くSbで高くなっている。

要　約

北海道恵庭市黄金町の火山性水田土壌に飼料畑試験圃場として造成し5ケ年間栽培されたアルファルファ（Al）とスムースブロムグラス（Sb）を，播種・施肥法，年次別，刈取回数および草種別に検討した結果，つぎのような結果が得られた。これらの検討方法は，これまで各年次について取りまとめた結果を5ケ年間にわたり一括検討したものである。

1）5ケ年間にわたり施用した肥料の種類と量は，堆厩肥30 t / ha初年目のみ，熔燐39.5 t / ha，硫加2.5 t / ha，微量要素（F. T. E.）12Kg / ha，過石500 Kg / ha / 5年であった。

2）これらの播種・施肥処理区のAl及びSbの乾物収量は，単播堆肥Alでは40,635 Kg/ha/ 5年であり，単播堆肥Sb区は8,963 Kg / ha / 5年であった。また交互条播堆厩肥区では39,746 Kg / ha/ 5年，そして交互条播無堆肥区では38,531 Kg / ha / 5年であった。これらの比較は上から100，22.1，97.5お

よび 94.7 であった。

刈取別では，単播堆肥 Al 区では 1 番草と 2 番草の差はほとんどなく，3 番草がこれらの 1/2 程度であった。Sb は 1 番草の 1/2 が 2 番草，3 番草はさらに少なくなっていた。

乾物量の草種別変化は，播種・単播堆肥 Al が同 Sb より常に高く，その比は 100 ： 22 であった。交互条播区では Al ：Sb 比が 100：15 であった。この傾向は堆肥の有無と無関係であった。

年次別では，初年目に 3,310 Kg，2，3 年目はそれぞれ 12,161，13,335 Kg / ha と上昇し 4 年目 5 年目は 6,555 Kg，5,274 Kg と低下していった。しかしこれは品種がデュピュイということにも関係していると思われた。Sb は単播堆肥区で初年目 1,540 Kg /ha であり 2，3 年目は 3,146，3,424 Kg とやや増大したが，無 N 施肥ということも関係して収量は増大しなかった。4 年目はさらに低下し，5 年目は 92Kg /ha となった。交互条播堆肥区の Al は初年目 1,738 Kg / ha，2，3 年目 9,900，11,151 Kg / ha と増大し，4 年目は 7,148，5 年目は 5,518 と低下していった。一方，Sb は初年目に 613 Kg，2 年目 2,045，3 年目 1,233 と少なく，そして 4，5 年目はほとんど皆無となった。

3 ）両牧草の化学組成は，播種・施肥法によっては Al は 3.00 % 内外と変化しないのに対し，Sb は単播区で 1.5 % と低かった。また Sb の交互条播区では 1 % 位高い含有率を示した。他の P_2O_5，K_2O，CaO，MgO の含有率については明瞭な差異は認め難かった。年次別による変化は，施肥による変動と思われるものはあったが年次による変化は認め難かった。しかし Sb の N 含有率は初年目から 5 年目にむかって低下していた。刈取期による化学組成の変化は，Sb の灰分，SiO_2，CaO，MgO，T－N は 1 番番草から 2，3 番草にむかって増大した。草種別では Sb は SiO_2 だけが高く，CaO，MgO，T－N が Al で高かった。

4 ）微量要素については，播種・施肥法の相違では Cu，Mn，Zn の含有率について両牧草に一定の傾向は認められない。番草別では 1 番草から 2，3 番草にむかって増大する傾向にあった。年次別では一定の傾向は認められなかった。草種別では Cu，Zn については両植物で変化が認められないが，Mn は Al で 56.7 ppm，Sb では 125 ppm と高く，その比は 1 ： 2 であった。

文　献

1 ）原田　勇・篠原　功・大藤政司（1986）：転作田の飼料畑化過程について（その 1），北海道草地研究会報第 20 号.

2 ）原田　勇（1980）：アルファルファ栽培の理論と応用，酪農学園出版部 P159.

3 ）Harada, I., I. Sinohara and K. Aoki (1985) : Comparisons of nutritious specificity for mineral absorption of species between the alfalfa and the orchardgrass grown on same soils. Rroc. of XV, IGC.

4 ）原田　勇（1982）：土地に「種類」の差，飼料に「種間差」がある，酪農，500 号.

5 ）Smith Dale (1971) : Levels and Sources of Potassium for Alfalfa as Influenced by Temperature, Agron. J. 63 : 497 － 500.

J. Hokkaido Grassl. Sci. 25: 194 (1991)

河川湖沼流域の土壌母材と水質およびび水性植物（その１）

篠原　功・原田由美・上野靖子・中島夕子＊
どすいかグループ＊
（＊北海道文理科短期大学・酪農学園大学）

環境保全の観点から、我々は、自然環境の質の指標を河川湖沼の水質に求め、まずそれが水質とその流域の土壌母材との関連について検討することにした。

そこで現在、北海道内の河川湖沼の、おもに源流域から約数百点の試水を集め化学分析を進めている。今回は、分析の終了した試水216点の水質データと水生植物踏査結果を用いてごく簡単に予察した。

道内の河川湖沼湧水216点の水質分析結果は表１のようであった。

表１　河川湖沼湧水２１６点の水質分析結果

測定項目	最低～最高	平均
RpH	2.7 ～ 7.9	7.1
EC μS	26.0 ～ 490.0	95.1
SiO_2 ppm	2.0 ～ 80.0	36.3
K ppm	0.0 ～ 6.1	0.8
Na ppm	0.2 ～ 47.4	8.1
Ca ppm	0.8 ～ 110.0	9.0
Mg ppm	0.3 ～ 13.0	3.5

これが水のＳｉＯ濃度は流域土壌地帯間で相違し概ね火山＞沖積＞洪積＞泥炭の順であった。また道内に自生する水性植物は文献調査から５分類計14種を数え、樽前山系の沢で多くのバイカモ（水中植物）を観察し、室内実験により水中植物による水中への高い溶存酸素供給能を観察した。

なお、詳細は上記の予察データを含め、全サンプルの分析終了の段階でまとめて報告する。

北海道草地研究会報 25：195（1991）

滝上3酪農場における土壌のpH、EC、およびCa、P、Mg、K、Na含量の頻度分布（予報）

篠原　功・小田桐健・水野宣弥・栗栖　博＊
殿岡薫子＊・どすいかグループ＊
（＊北海道文理科短期大学・酪農学園大学）

乳牛の糞尿スラーリ環元肥培かんがいシステム確立に関する研究の一環として滝上町内の3戸の酪農場の施肥後・初夏の耕地草地の表層土壌（0～10cm）の277点およびその下層土壌276点を採取して化学分析を行なった。

結果、表層土壌の要素等の分析値・頻度分布＜目標＜％は表1に示した。そのなかで、低pH土壌の多いのは夏季土壌の特徴とも言えるが、それにしても全般に低pH土壌の多いことがうかがえる。EC（電気伝導度）は全体に低いが一部極めて高いところがある。交換性石灰（CaO）含量とトルオーグ燐酸（P_2O_5）含量は一般的な頻度分布を示しているが、交換性苦土（MgO）含量と交換性加里（K_2O）含量は低いものが多かった。このほか、上層土壌のpHと交換性石灰（CaO）含量の間に正の強い関連が認められた。

表1　滝上土壌の化学分析結果

要素等（改良目標）最低～最高		＜	目　標	＜
n＝277		%	%	%
pH	（6.0～6.5/H_2O） 4.63～7.25	72	19	9
pH	（5.5～6.0/KCl） 3.73～6.65	90	6	4
EC	（0.2～0.5 mS） 0.02～0.92	77	15	8
CaO	（200～300 mg） 12～837	31	34	34
P_2O_5	（10～20 mg） 1～113	10	29	61
MgO	（25～35 mg） 6～80	56	31	13
K_2O	（20～40 mg） 1～124	46	19	25
Na_2O	（4～10 mg） 0～110	88	10	2

これらのことから、今後の土壌管理に当たっては各圃場土壌の要素等のレベルに合わせたスラーリ環元が望まれる。

なお、詳細は次報で下層土壌のデータと合わせて報告する。

J. Hokkaido Grassl. Sci. 25: 196－198 (1991)

積雪寒冷地における低コスト堆肥化

＊小松輝行・井内浩幸・阿部英則（滝川畜試・＊現東京農大）

緒　　言

家畜糞は家畜の代謝により生成した不用老廃物であり，それ故，悪臭の強い取扱いの困難な物質となっている。また，近年堆肥利用による土作りが重要視され，家畜糞による有機質の循環利用が望まれている。

このように家畜糞は農業にとって有用な資源であるが，そのままでは施用に適さないため，取扱いやすく安全なものにすることが必要である。堆肥化はそのための有効な手段であり，広く実施されている。

しかし，北海道においては冬期間の寒冷環境により，冬期間の堆肥化すなわち腐熟は進まない。そこで冬期間における腐熟の継続を検討するとともに，省副資材すなわち低コストな堆肥化について検討した。

材料および方法

家畜糞としては豚糞を用い，副資材として稲わら，もみがら，おがくずを用いた。豚糞と副資材の混合は均一になるようトラクタ装着のロータベータにより行った。混合物の混合割合は水分含量約60％を目安とし，各々の混合割合は，稲わら15％，もみがら30％，おがくず33％であった。豚糞と副資材の混合物約400 Kgを1 m^3の底部，側面からも自然通気されるフレーム型発酵槽内に堆積して，腐熟させた。一旦，上昇した品温の低下時に切返しを兼ねて豚糞を添加した。豚糞の添加量は添加後の水分含量が約60％となることを目安とした。

腐熟期間は稲わらは昭和62年12月21日から昭和63年7月29日までである。もみがらは昭和62年12月21日から昭和63年7月28日までである。おがくずは昭和63年1月25日から7月28日までである。いなわら，もみがらは最後に発熱が終了した時点から各々約140日，約150日後熟させた。おがくずは発熱期間が長かったので，とくに後熟期間は設けなかった。この間，経時的に品温，C／N比を調べ，後熟前，後の試料については有機物の分解率を測定し，また，発芽試験を行った。

結果および考察

腐熟期間における品温，C／N比の変化を稲わらについては図1，もみがらについては図2，おがくず

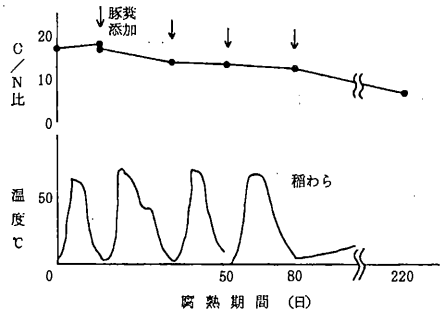


図1　腐熟期間における品温，C／N比の変化（稲わら）

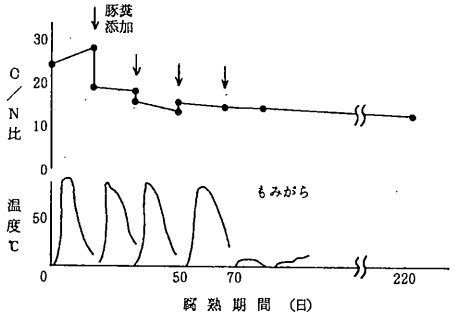


図2　腐熟期間における品温，C／N比の変化（もみがら）

については図３に示した。

それによると，何れの副資材でも豚糞添加により発熱をくり返した。稲わらの場合は，発熱期間は約80日であった。４回目の発熱終了時ではかなりべとつくようになり，これ以上の添加は無理と判断し添加は打ち切った。もみがらの場合は，５回目の発熱を試みたが温度の上昇は見られず，稲わらと同様に計４回の発熱が可能であった。発熱期間は約70日であり，稲わらと比べて約10日間短かった。おがくずの場合は，品温が上昇するまで約20日間を要したが，その後の発熱期間は長く，２回目の発熱終了時には７月下旬に達していたため，それ以上の豚糞添加は行わなかった。

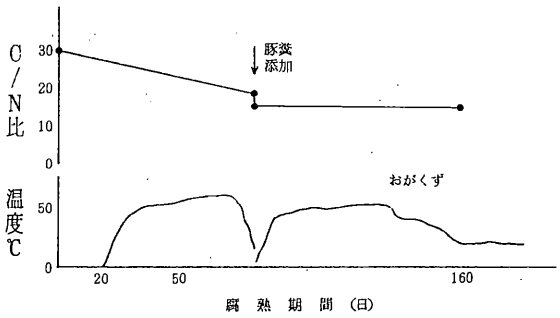


図３　腐熟期間における品温，
C／N比の変化（おがくず）

以上のように，何れの副資材でも豚糞の逐次添加により発熱を継続し，冬期間をのりきることは可能であると考えられ，とくにおがくずの場合は開始時を除き１回の豚糞添加で目的を達することができるといえる。作物残渣と家畜糞の混合堆肥ではＣ／Ｎ比が20以下の場合，無機窒素の有機化すなわち作物の窒素飢餓は起こらないとされている。本試験ではＣ／Ｎ比は腐熟につれ低下し，発熱終了時ではほぼ問題はないと思われた。

表１に後熟前・後における有機物分解率およびコマツナの発芽率と根長を示した。

稲わら・もみがらを用いた場合は，コマツナの根長は開始始，後熟前とも短かかったが，後熟を経ることでほぼ対照と同じになった。同様に有機物分解率も後熟によって大きく高まり，後熟の必要性が示された。

表１　後熟前・後における有機物分解率およびコマツナの発芽率と根長

	有機物分解率(%)		発芽率（%）			根長　（%）		
	後熟前	後熟後	開始時	後熟前	後熟後	開始時	後熟前	後熟後
稲わら	48	60	90	97	93	77	50	106
もみがら	36	52	97	97	100	27	48	97
おがくず	52	－	100	100	－	22	111	－

注）　根長は対照(水)を100とする％表示
もみがらの後熟前は４回目の発熱終了時

おがくずを用いた場合，後熟前の有機物分解率が52％であり，稲わらやもみがらを用いた場合のそれより高かった。また，コマツナの根にも阻害が認められないことから，このまま施用してもとくに問題はないと思われる。しかし，作物に対する影響はおがくずの樹種により異なることが知られており，入手するおがくずの樹種の変動を考慮して，おがくずを用いる場合も後熟期間を設けることが望ましいと考えられる。

表２　副資材当たりの豚糞処理倍数

	Ⅰ	Ⅱ	発熱回数
稲わら	16	5.5	4
もみがら	9	3.4	4
おがくず	4	2.5	2

注）Ⅰは副資材、豚糞とも現物重の算出値
Ⅱは副資材、豚糞とも乾物重の算出値

豚糞を逐次添加することにより，副資材の節減ができることを表２に示した。

稲わらでは，バッチ式で副資材当り約５倍量の豚糞が処理できるが，連続添加により，約16倍量の豚糞が処理できる。同様にもみがらでは約２倍量に対し約９倍量，おがくずでは約２倍量に対し約４倍量の豚糞が処理できた。

J. Hokkaido Grassl. Sci. **25**: 196－198 (1991)

摘　　要

冬期間において腐熟を促進するために副資材に稲わら・もみがら・おがくずを用いた場合の豚糞の逐次添加による発熱の継続を試みた。

豚糞を逐次添加することにより，稲わらでは約80日，もみがらでは約70日，おがくずでは約160日間発熱が継続した。したがって，寒冷期（12～2月）でも腐熟の継続は可能である。しかし，何れの副資材についても後熟期間を設けることが必要である。

また，連続添加により副資材の節減が可能であり，低コストな堆肥化に結びつくと思われる。

事　務　局　便　り

I　庶　務　報　告

1. 平成２年度　研究会賞選考委員会の開催

日　　時：平成２年６月16日（土）　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：島本義也、山田　実、清水良彦、金川直人、平島利昭の各氏

候補者と課題：

１）小松輝行（東京農大）、丸山純孝、土屋富士夫、堀川　洋（帯広畜産大）、佐藤文俊（十勝農業協同組合連合会）の各氏

「十勝地方におけるアルファルファの冬季被害実態の解明とそれに基づく管理指針の策定に関する調査研究」

２）能勢　公氏（根室支庁南根室地区農業改良普及所）

「根釧地方の草地に対する土壌診断と植生に基づく効率的施肥の普及・指導」

以上の２課題を選考した。

2. 第１回　評議員会の開催

日　　時：平成２年６月16日（土）　12：00～14：00

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１名、副会長３名、顧問３名、評議員21名、監事１名、幹事７名、合計36名

座長：及川　寛氏

議　　事：以下について検討し、承認された。

１）人事異動に伴う評議員の取扱について

退　任：阿部　登氏、後木俊三氏、中川　渡氏、斉藤　亘氏、田湯伊三男氏

着　任：宮本　豊氏、国井輝男氏、大崎亥佐雄氏、菊池晃二氏

２）平成２年度北海道草地研究会賞決定〔上記１の１）および２）の各氏〕

３）平成２年度北海道草地研究会の開催要領等の決定

４）シンポジウム課題の決定

高泌乳時代の土－草－家畜の問題点

3. 第２回　評議員会の開催

日　　事：平成２年12月３日（月）　12：00～13：00

場　　所：北海道農業試験場（札幌市豊平区羊ケ丘一番地）

出　席　者：会長１名、副会長２名、顧問３名、評議員21名、監事１名、幹事７名、合計35名

座長：清水良彦氏

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2年度一般経過報告（庶務、会計、編集）

2）平成2年度会計監査報告

3）平成3年度事業計画（案）

(1) 平成3年度北海道草地研究会研究発表大会、シンポジウムの開催

(2) 平成3年度北海道草地研究会賞受賞者の選考

(3) 北海道草地研究会報第25号の刊行

4）平成3年度予算（案）

5）役員の取扱（案）

第1回評議員会以降の人事異動に伴う役員の取扱

着　任：副会長に佐藤信之助氏

評議員に越野正義氏

4. 平成2年度　研究発表大会の開催

期　　日：平成2年12月3日（月）～4日（火）

場　　所：北海道農業試験場

1）研究発表：12月4日（火）　8：45～12：30

42課題の発表　約200名参加

2）シンポジウム：12月3日（月）　13：30～16：30

主　　題：高泌乳時代の土－草－家畜の問題点

座長　三谷宣充氏（道立中央農試）

小倉紀美氏（道立新得畜試）

演　　題：

(1) 「酪農経営と周辺水域の環境保全」

大村　邦男氏　（北海道立天北農業試験場）

(2) 「乳牛におけるエネルギー代謝と生産病」

扇　　勉氏（（北海道立根釧農業試験場）

(3) 「北海道における乳牛の代謝プロファイルテスト」

－飼養管理、健康及び生産性の実態－

木田　克弥氏　（北海道農業共済組合連合会家畜臨床講習所）

3）第11回　北海道草地研究会賞授与および受賞講演：12月4日（火）　13：00～15：00

(1) 小松　輝行（東京農大）、丸山純孝、土屋富士夫、堀川洋（帯広畜産大）、佐藤文俊（十勝農業協同組合連合会）の各氏

「十勝地方におけるアルファルファの冬季被害実態の解明とそれに基づく管理指針の策定に関する調査研究」

(2) 能勢　　公氏　（根室支庁南根室地区農業改良普及所）

「根釧地方の草地に対する土壌診断と植生に基づく効率的施肥の普及・指導」

5. 平成２年度　総会の開催

期　　日：平成２年12月３日（月）　１３：００～１３：３０

場　　所：北海道農業試験場

議　　長：清水良彦氏（道立中央農試）

議　　事：下記の提出課題について検討し、承認された。

１）平成２年度一般経過報告

(1)　庶務報告

平成２年度　研究会賞選考委員会の開催

第１回　評議員会の開催

第２回　評議員会の開催

(2)　会計報告

別記の通り（Ⅱ　会計報告参照）

(3)　編集報告

研究会報24号の刊行：平成２年６月１日

内　訳：	受賞論文	２編	１７頁
	シンポジウム	６編	４２頁
	一般論文	２６編	１０７頁
	現地検討会報告		４頁
	事務局便り		８頁
	名　簿		２２頁
		総頁数	２００頁

２）平成２年度会計監査報告

別記の通り（Ⅲ　監査報告参照）

３）平成３年度事業計画

(1)　平成３年度北海道草地研究会研究発表大会、シンポジウムの開催

(2)　平成３年度北海道草地研究会賞受賞者の選考

(3)　北海道草地研究会報第25号の刊行

４）平成３年度予算

別記の通り（Ⅳ　平成３年度予算参照）

５）役員の改選

別記の通り（役員名簿参照）

Ⅱ 会 計 報 告

平成２年度一般会計収支決算報告（平成２年１月１日～12月31日）

項　　目	収入の部	支出の部
前年度繰越	490, 775	
正会員費	1, 034, 000	
賛助会員費	390, 000	
雑収入	534, 656	
印刷費		1, 176, 100
連絡通信費		203, 839
消耗品費		133, 891
賃金		85, 300
原稿料		30, 000
会議費		89, 150
旅費		37, 500
雑費		0
予備費		0
合計	2, 449, 431	1, 755, 780

＜残　高＞

収支	2, 449, 431
－支出	1, 755, 780
	693, 651

＜内　訳＞

現金	3, 385
郵便振替口座	223, 000
銀行口座	58, 384
郵便貯金口座	408, 882
	693, 651

平成２年度特別会計収支決算報告（平成２年１月１日～12月31日）

項　　目	収入の部	支出の部
前年度繰越	1,330,623	
利　　子	40,697	
会賞表彰費		42,200
原　稿　料		40,000
合　　計	1,371,320	82,200

＜残　高＞

収　　入	1,371,320
－支　　出	82,200
	1,289,120

＜内　訳＞

定期郵便貯金	1,200,000
普通郵便貯金	89,120
	1,289,120

Ⅲ　監　査　報　告

１２月末日現在の会計関係の諸帳簿、証拠書類等について監査を実施しましたが、その執行は適正、正確でありましたのでここに報告します。

平成３年１月３１日

監査　石栗敏機

安宅一夫

Ⅳ　平成3年度　予　　算

平成3年1月1日～12月31日

一　般　会　計

1. 収　入　の　部

項　　目	予　算　額	2年度見込決算額	備　　考　（万円）
前年度繰越	325,775	490,775	
正会員費	900,000	800,000	3年度80、他年度10
賛助会員等	350,000	350,000	35口
雑　収　入	500,000	500,000	別刷等35、参加費15
合　　計	2,075,775	2,140,775	

2. 支　出　の　部

項　　目	予　算　額	2年度見込決算額	備　　考　（万円）
印　刷　費	1,500,000	1,200,000	会報140、要旨等10
連絡通信費	200,000	200,000	会報10、　案内等10
消耗品費	50,000	120,000	事務用品
賃　金	100,000	70,000	大会、発送
原　稿　料	40,000	40,000	シンポジウム　4名
会　議　費	100,000	100,000	評議員会、事務局会議等
旅　費	40,000	65,000	
雑　費	20,000	20,000	コピー代等
予　備　費	25,775	0	
合　　計	2,075,775	1,815,000	

特 別 会 計

1. 収 入 の 部

項　　目	予　算　額	2年度見込決算額	備　　考
前年度繰越	1,292,120	1,292,120	
利　　子	70,000	40,697	利率7.20％（定期）
合　　計	1,362,120	1,332,817	

2. 支 出 の 部

項　　目	予　算　額	2年度見込決算額	備　　考
会賞表彰費	30,000	39,200	盾、賞状、筒、2名
原　稿　料	40,000	40,000	
合　　計	70,000	79,200	

V　会員の入退会

*新入会員

◉正　会　員

村田　和浩　㈱ホテルアルファ
根釧農試総務課　根釧農業試験場
前川　雅彦　北大農学部附属農場
丸田　健二　根釧北部地区農業改良普及所
早司　朗子　根釧北部地区農業改良普及所
久保木　篤　雪印種苗㈱
佐渡谷裕朗　日本甜菜製糖㈱
佐藤　忠　日本甜菜製糖㈱
土田　功　雄武町大規模草地育成牧場
増地　賢治　ホクレン種苗課
伊藤　寿志　ホクレン種苗課
佐藤　倫造　北海道農業試験場
松本　直幸　北海道農業試験場
中西　雅昭　帯広畜産大学
藤井　弘毅　北見農業試験場
小宮山誠一　天北農業試験場
大崎亥佐雄　天北農業試験場
曽山　茂夫　日高東部地区農業加良普及所
鳥越　昌隆　根釧農業試験場
今井　明夫　新潟県畜産試験場
宮本　豊　北海道庁
久米　浩之　酪農学園大学
川田　武　天北農業試験場
小田桐　健　酪農学園大学
中島　夕子　北海道文理科短期大学
応用生物地球環境システム研究所
日本酪農研究所
文理科酪農ヨットクラブ
どすいかグループ
丸山　健次　㈶北海道農業開発公社
越野　正義　北海道農業試験場
佐藤信之助　北海道農業試験場
所　和暢　新得畜産試験場
出口健三郎　新得畜産試験場
時田　光明　北大農学部
臼沢　茂明　上川北部農業改良普及所
小沢　幸司　東紋東部地区農業改良普及所
富永　康博
猪俣　朝香　宗谷南部地区農業改良普及所
大沢　孝一　佐呂間開発工業㈱
柳田　大介　帯広畜産大学
日詰　圭　帯広畜産大学
篠崎　和典　㈱アレフ

*退　会　者

納田　曠裕・松本　達夫・寺田　康道・渡部　信義・坂野　博・藤井　義昭・稲場　範昭・川村　公一
真木　芳助・中川　渡・佐藤　芳孝・橋本　明彦・鈴木　省三・佐々木清一・高橋　保之・山田　英夫
鈴木　茂・松浦　正宏・和田　順行・仲野　博之・小野地一樹・中川　洋一・楠谷　彰人・柴田　弥生
小野寺靖彦・土井　太・佐藤拓次郎・北倉　公彦・請川　利久・谷山　七郎・新発田　修治

◉自然退会者（３年分会費未納）

畦地　啓輔・斎藤　悟郎・斎藤　斎・宍戸　弘明・島　尚義・杉田　厳・千田　貞夫・播磨　敬三
横山　潔・吉原　典夫・吉中　信治

*転居先不明者

岡　一義　羽賀　安春　百木　薫

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
幹　　事	若干名

第７条　会長は会務を総括し本会を代表する。副会長は会長を補佐し，会長事故あるときはその代理をする。評議員は重要な会務を審議する。

監事は会計を監査し，結果を総会に報告する。

幹事は会長の命を受け，会務を処理する。

第８条　会長，副会長，評議員および監事は総会において会員中よりこれを選ぶ。幹事は会長が会員中より委嘱する。

第９条　役職員の任期は原則として２カ年とする。

第10条　本会に顧問を置くことができる。顧問は北海道在住の学識経験者より総会で推挙する。

第11条　総会は毎年１回開く。ただし必要な場合には評議員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。

Ⅶ　北海道草地研究会報執筆要領

1. 研究報文は，本会会員（ただし，共同執筆者に会員以外のものも含みうる）が，北海道草地研究会において発表したものとする。
2. 研究報文は，一編あたり刷り上り3ページ（表題・図表こみで4,000字）以内とする。やむを得ず3ページを超えた場合には，0.5ページを単位として超過分の実費を徴収する。なお，原稿用紙はA4版400字詰を使用する。
3. 校正は，原則として初校だけを著者が行う。
4. 原稿は，図表を含め2部提出する。一部はコピーとする。
5. 原稿の体裁は次のようにする。
   1）原稿の初めに表題，著者名，所属機関名を書く。本文は，原則として緒言，材料および方法，結果，考察，摘要，引用文献の順とし，摘要および引用文献は省略してもよい。なお，表題，引用文献の記載は日本草地学会誌にならう。
   2）本文および図表は，和文・横書き・口語体とし，常用漢字および新かなづかいとする。ただし慣用的外国語はその限りでない。
   3）字体の指定は，イタリック＝，ゴジック〜，スモールキャピタル＝を赤の下線で示す。
   4）図および表は別紙に書き，原稿中に図表を入れる場所を明記する（例・図1→，表1→）。
   5）図は，1枚ずつA4版の白紙またはグラフ用紙を使用し，用紙の余白には朱書で縮尺程度と著者名を必ず入れる。
   6）図は黒インクで描き，そのまま製版できるようにする。図中に入れる文字や数字は鉛筆書きとする。

Ⅷ　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。

北海道草地研究会第１３期（平成２年１月～平成３年１２月）

役　員　名　簿

会　長	平島利昭（コープケミカル）	
副会長	源馬琢磨（帯畜大）	佐藤信之助（北農試）
	平山秀介（中央農試）	
顧　問	及川　寛	喜多富美治（北大名誉教授）
	後藤寛治（東京農大）	吉田則人（帯畜大）
	原田　勇（酪農大）	田辺安一（雪印種苗）
評議員	小竹森訓央（北大農）	福永和男（帯畜大）
	島本義也（北大農）	嶋田　徹（帯畜大）
	中島　博（北大農）	美濃羊輔（帯畜大）
	楢崎　昇（酪農大）	三上仁志（北農試）
	村山三郎（酪農大）	越野正義（北農試）
	篠原　功（酪農大）	三田村強（北農試）
	和泉康史（滝川畜試）	岸　昊司（新得畜試）
	菊地晃二（中央農試）	清水良彦（中央農試）
	大崎亥佐雄（天北農試）	國井輝男（根釧農試）
	片山正孝（根釧農試）	宮本　豊（道農地整備課）
	古谷政道（北見農試）	森脇芳男（十勝東部農改）
	益子　央（道酪農畜産課）	奥村純一（全農札幌支所）
	小林勇雄（西紋西部農改）	三谷宣允（北海道畜産会）
	倉持允昭（道農業開発公社）	金川直人（北海道草地協会）
	田村源治（北海道開発局）	兼子達夫（雪印種苗）
	西部慎三（ホクレン）	赤城望也（日本飼料作物種子協会）
	赤澤　傳（専修大北海道短大）	
監　事	石栗敏機（中央農試）	安宅一夫（酪農試）
事務局	（事務局長）	三浦康男（北農試）
	（庶　務）	早川嘉彦（北農試）
		村井　勝（北農試）
	（会　計）	近藤秀雄（北農試）
		高橋　俊（北農試）
	（編　集）	松本直幸（北農試）
		内山和宏（北農試）

北海道草地研究会会員名簿

（1991年3月2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	061-11	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	098-62	宗谷郡猿払村鬼志別	宗谷中部地区農業改良普及所 猿払村駐在所
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南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	
阿部繁樹	071-15	上川郡東神楽町字千代ケ岡	
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	

阿部達男	089-33	中川郡本別町北5丁目本別町農協内	十勝東北部地区農業改良普及所本別町駐在所
阿部英則	073	滝川市東滝川735番地	北海道立滝川畜産試験場
阿部登	060	札幌市中央区北5条西13丁目1-60-905 ライオンズマンション	
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
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
五十嵐惣一	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㈱豊富営業所
池田勲	095	士別市東9条6丁目	士別地区農業改良普及所
池滝孝	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	札幌市豊平区羊ケ丘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	
石井厳	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	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
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
石田亨	098-57	枝幸郡浜頓別町緑ケ丘	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
居島正樹	080	帯広市西3条南7丁目	十勝農業協同組合連合会
和泉康史	073	北海道滝川市東滝川735	北海道立滝川畜産試験場
井芹靖彦	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
磯江清	061-14	恵庭市北柏木町1丁目314	北海フォードトラクター㈱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
伊藤巌	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	305	筑波市観音台3−1−1	農水省農研センター土壌肥料部
井上直人	399-07	長野県塩尻市片丘10931-1	長野県畜産試験場
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
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	044	虻田郡倶知安町旭57−1	中後志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鱗	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	㈱キタバランドスケープ プラニング
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	
岩間秀矩	389-02	長野県北佐久郡御代田町塩野375-1	農水省草地試験場山地支場

<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	426	藤枝市南駿河台5−12−9	
上原昭雄	069-14	夕張郡長沼町幌内1066	雪印種苗㈱　中央研究農場
上堀孝之	080	帯広市稲田町西2線	帯広畜産大学草地学科
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	北海道大我農学部畜産学科
請川博基	088-03	白糠郡白糠町東1条北4丁目	釧路西部地区農業改良普及所

臼沢茂明		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	札幌市豊平区羊ケ丘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	086-11	北海道標津郡中標津町桜ケ丘1－1	北海道立根釧農業試験場
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
＜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条南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
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	086-02	野付郡別海町別海新栄町4	南根室地区農業改良普及所
大崎亥佐雄	098-57	北海道枝幸郡浜頓別町緑ケ丘	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	049-43	瀬棚郡今金町字今金178-2	桧山北部地区農業改良普及所今金町駐在所
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	069-13	夕張郡長沼町東6線北15号	北海道立中央農業試験場
大原洋一	080	帯広市稲田町西2線11	帯広畜産大学草地学科
大村邦男	098-57	枝幸郡浜頓別町緑ケ丘	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附属
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	098-33	天塩郡天塩町川口1465	北留萌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	081	上川郡新得町新得西4線	北海道立新得畜産試験場
小関忠雄	073	滝川市東滝川735	北海道立滝川畜産試験場
小田桐健	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	080	北海道帯広市大空町4－11－16	
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	004	札幌市豊平区羊ケ丘1番地	農水省北海道農業試験場
帰山幸夫	004	札幌市豊平区羊ケ丘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㈱　八雲営業所
片岡健治	861-11	熊本県菊地郡西合志町須屋2421	農水省九州農業試験場企画連絡室
片山正孝	086-11	標津郡中標津町桜ケ丘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	雨竜郡幌加内町字平和 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 札通ビル内	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㈱
金田光弘	094	紋別市幸町6丁目	西紋東部地区農業改良普及所
兼田裕光	069-13	夕張郡長沼町東6線北15号	北海道立中央農業試験場
加納春平	004	札幌市豊平区羊ケ丘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
亀田孝	088-13	厚岸郡浜中町字茶内市街	
川崎勉	098-57	枝幸郡浜頓別町緑ケ丘	北海道立天北農業試験場
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ケ丘	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
㈱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
菊池富治	044	虻田郡倶知安町北4条東6丁目	中後志地区農業改良普及所
岸昊司	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
木曽誠二	086-11	標津郡中標津町桜ケ丘1－1	北海道立根釧農業試験場
喜多富美治	001	札幌市北区北14条西3丁目	
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
吉良賢二	099-14	常呂郡訓子府町弥生 52	北海道立北見農業改良普及所
＜く＞			
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㈱中央研究農場
熊谷秀行	069-13	北海道夕張郡長沼町東６線北15号	北海道立中央農業試験場
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
＜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	099-64	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	札幌市豊平区羊ケ丘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㈱
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	355	埼玉県東松山市大谷 3068-63	緑営建設㈱緑営芝生研究所
小林隆一	080	帯広市大通南17条－14	㈱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ケ丘	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ケ丘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	札幌市豊平区羊ケ丘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	北大農学部付属農場

＜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	081	上川郡新得町西4線40	北海道立新得畜産試験場肉牛科
斎藤　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	
三枝　俊哉	086-11	標津郡中標津町桜ケ丘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	073	滝川市東滝川735	北海道立滝川畜産試験場
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
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		札幌市中央区南16条西1丁目2－1	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	札幌市豊平区羊ケ丘1	農水省北海道農業試験場 飼料資源部
佐藤　信之助	062	札幌市豊平区羊ケ丘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㈱総合研究所
佐藤　倫造	004	札幌市豊平区羊ケ丘1番地	北海道農業試験場飼料資源部
佐藤　公一	098-57	枝幸郡浜頓別町字緑ケ丘	北海道立天北農業試験場
佐藤　静	089-24	広尾郡広尾町字紋別18線48	広尾町農業協同組合
佐藤　正三	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	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 草地飼料作物科
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野375-1	農水省草地試験場山地支場
佐渡谷裕朗	080	帯広市伊稲町南8線西16	日本甜菜製糖㈱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	札幌市豊平区羊ケ丘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
嶋田饒	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	069-13	北海道夕張郡長沼町東6線北15号	北海道立中央農業試験場
清水隆三	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 水稲育種科
杉田紳一	408	山梨県北巨摩郡長坂町坂上条621	山梨県立酪農試験場

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	098-57	枝幸郡浜頓別町緑ヶ丘	北海道立天北農業試験場
＜せ＞			
関 口 久 雄	098-57	枝幸郡浜頓別町緑ヶ丘	北海道立天北農業試験場
赤 城 仰 哉	060	札幌市中央区北 2 条西 4 丁目	三菱化成工業㈱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＞			
曽 根 章 夫	001	札幌市北区北10条西 4 丁目	北海道畜産会
曽 山 茂 夫		北海道浦河郡浦河町栄町東通56号	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	札幌市豊平区羊ケ丘 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	098-52	枝幸郡歌登町東町 歌登町農協内	宗谷南部地区農業改良普及所 歌登町駐在所
高 島 俊 幾	098-58	枝幸郡枝幸町第 2 栄町	宗谷南部地区農業改良普及所
高 瀬 正 美	070	旭川市神居町台場 249 － 404	
高 野 信 雄	329-27	栃木県西那須野町西三島 7 － 334	
高 橋 邦 男	043-14	奥尻郡奥尻町字奥尻	桧山南部地区農業改良普及所 奥尻町駐在所
高 橋 俊	004	札幌市豊平区羊ケ丘 1 番地	農水省北海道農業試験場草地部
高 橋 純 一	060	札幌市中央区北 4 条西16丁目	タキイ種苗㈱札幌店
高 橋 利 和	080-24	帯広市西24条北 1 丁目	十勝農業協同組合連合会 農産化学研究所

高橋直秀	001	札幌市北区北24条西13丁目１－23	
高橋雅信	086-11	標津郡中標津町桜ケ丘１－１	北海道立根釧農業試験場
高畑英彦	080	帯広市稲田町西２線11	帯広畜産大学農業工学科 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㈱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	標津郡中標津町桜ケ丘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㈱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	004	札幌市豊平区羊ケ丘１番地	農水省北海道農業試験場
立花正	069-14	夕張郡長沼町幌内 1066	雪印種苗㈱中央研究農場
伊達藤紀夫	643	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㈱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	062	札幌市豊平区美園２条１丁目	雪印種苗㈱
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	086-11	標津郡中標津町桜ケ丘１丁目１	北海道立根釧農業試験場 酪農施設科
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	雄武町大規模草地育成牧場
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	098-57	枝幸郡浜頓別町緑ケ丘	北海道立天北農業試験場
堤　光昭	086-11	北海道標津郡中標津町桜ケ丘１－１	北海道立根釧農業試験場
鶴見義朗	004	札幌市豊平区羊ケ丘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	327-29	栃木県那須郡西那須野町千本松 768	農水省草地試験場放牧利用部
手島茂樹	004	札幌市豊平区羊ケ丘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作部
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	夕期郡長沼町東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
鳶野　保	305	茨城県稲敷郡茎崎町池の台２	農水省畜産試験場
富田英作	088-24	北海道川上郡標茶町虹別	富田牧場
富田信夫	054	勇払郡鵡川町文京町１丁目６番地	東胆振地区農業改良普及所
富永康博	080-01	北海道河東郡音更町雄飛が丘南区９－13	
鳥越昌隆	086-11	北海道標津郡中標津町桜ケ丘１－１	北海道立根釧農業試験場作物科
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	098-57	枝幸郡浜頓別町緑ケ丘	北海道立天北農業試験場
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

中川悦生	098-55	枝幸郡中頓別町字中頓別182 中頓別町公民館内	宗谷中部地区農業改良普及所
中川忠昭	088-31	川上郡標茶町字上多和120-1	標茶町営多和育成牧場
長沢滋	089-21	広尾郡大樹町下大樹186番地4	十勝南部地区農業改良普及所
中嶋博	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
中島和彦	086-11	標津郡中標津町桜ケ丘1丁目1	北海道立根釧農業試験場
中島夕子	069	江別市文京台緑町582	北海道文理科科短期大学
中住晴彦	099-14	常呂郡訓子府町弥生52	北海道立北見農業試験場
中世古公男	060	札幌市北区北9条西9丁目	北海道大学農学部農学科
中田悦男	071-02	上川郡美瑛町中町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	北海道大学農学部附属農場
中辻敏朗	098-57	枝幸郡浜頓別町緑ケ丘	北海道立天北農業試験場
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	枝幸郡浜頓別町緑ケ丘	北海道立天北農業試験場
中村嘉秀	080	北海道帯広市東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	札幌市豊平区羊ケ丘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	041-12	亀田郡大野町本町680	北海道立道南農業試験場
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 家畜管理学研究室
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

西山雅明	079-24	空知郡南富良野町幾寅	富良野広域串内草地組合
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	標津郡中標津町桜ケ丘 1 丁目 1	北海道立根釧農業試験場
能勢公	086-02	野付郡別海町別海新栄町 4	南根室地区農業改良普及所
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	札幌市豊平区羊が丘 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	札幌市豊平区羊ケ丘 1 番地	農水省北海道農業試験場
坂東健	081	上川郡新得町字新得西 4 線40番地	北海道立新得畜産試験場

＜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 丁目ハイツ吉住6号室	
平島利昭	060	札幌市中央区北 3 条西 4 丁目 日本生命ビル 6 階	コープケミカル株式会社
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	069-13	北海道夕張郡長沼町東6線北15号	北海道立中央農業試験場
広瀬勇	088-13	厚岸郡浜中町茶内市街	釧路東部地区農業改良普及所
飛渡正夫	060	札幌市北区北11条西9丁目	北海道大学農学部付属農場
＜ふ＞			
深瀬公悦	084	釧路市鳥取南5丁目1番17号	雪印種苗㈱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㈱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	十勝東北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	芽部郡森町清澄町3	芽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㈱帯広営業所
古谷政道	099-14	常呂郡訓子府町弥生52	北海道立北見農業試験場
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㈱中央研究農場
宝示戸雅之	086-11	標津郡中標津町桜ケ丘1丁目1	北海道立根釧農業試験場
細田尚次	281	千葉市長沼原町631	雪印種苗㈱千葉研究農場
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	東京農大富士畜産農場
蒔田秀夫	098-57	枝幸郡浜頓別緑ケ丘農試公宅	北海道立天北農業試験場
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	札幌市豊平区羊ケ丘 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	神奈川県茅ケ崎市美住町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	048-16	虻田郡真狩村字光39番地	南羊蹄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	枝幸郡浜頓別町緑ケ丘	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㈱園芸センター
松本直幸	004	札幌市豊平区羊ケ丘 1 番地	北海道農業試験場飼料資源部
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
松本博紀	080-05	河東郡音更町	農水省十勝種畜牧場
松本光男	089-37	北海道足寄郡足寄町北 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
丸田健二	088-23	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	080	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	099-04	紋別郡遠軽町大通北 1 丁目	東紋西部地区農業改良普及所
三浦秀穂	080	帯広市稲田町西 2 線11	帯広畜産大学草地学科
三浦康男	004	札幌市豊平区羊ケ丘 1 番地	農水省北海道農業試験場
三木直倫	098-57	枝幸郡浜頓別町緑ケ丘	北海道立天北農業試験場

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
三谷宣允	061-32	石狩郡石狩町花川北3条2丁目141	
三田村強	004	札幌市豊平区羊ケ丘1番地	農水省北海道農業試験場
峰崎康裕	086-11	標津郡中標津町桜ケ丘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	札幌市豊平区羊ケ丘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	農水省十勝種畜牧場
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	082	河西郡芽室町新生	北海道立十勝農業試験場
＜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	
柳田大介	080	帯広市稲田町東 1-5 植原マンション8号	
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	069-13	夕張郡長沼町東 6 線北15号	北海道立中央農業試験場
山川政明	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	098-33	天塩郡天塩町川口 1465	北留萌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	札幌市豊平区羊ケ丘 1 番地	農水省北海道農業試験場
山崎昶	073	滝川市東滝川市 735 番地	北海道立滝川畜産試験場
山崎昭夫	004	札幌市豊平区羊ケ丘 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㈱千葉研究農場
山下雅幸	060	札幌市北区北 9 条西 9 丁目	北海道大学農学部農学科
山下良弘	943-01	新潟県上越市稲田 1 丁目 2 － 1	農水省北陸農業試験場
山田実	305	茨城県つくば市南中妻 367-13	
山本紳朗	329-27	栃木県西那須野町千本松	農水省草地試験場
山本毅	082	河西郡芽室町新生	北海道立十勝農業試験場
＜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
湯本節三	082	河西郡芽室町新生	北海道立十勝農業試験場
＜よ＞			
横井正治	092	北海道網走郡美幌町稲美 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㈱中央研究農場
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
吉田信威	193	東京都八王子市甘里町 36-1	農林水産省農林水産研修所
吉田則人	080	帯広市稲田町西２線 11	帯広畜産大学草地学科
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
米内山昭和	090	北見市北光 235	北海学園北見大学
米沢和男	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

<り>

龍前直紀	069-14	夕張郡長沼町幌内 1066	雪印種苗㈱中央研究農場

<わ>

若島大三	064	札幌市中央区北３条西16丁目１第地９	㈱地域計画センター
渡辺治郎	004	札幌市豊平区羊ケ丘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

＊賛助会員

アイシーアイジャパン㈱ 農薬部	100	東京都千代田区丸ノ内1－1－1　パレスビル内
井関農機㈱ 北海道支店	068	岩見沢市5条東12丁目5
小野田化学工業㈱	060	札幌市中央区北4条西2丁目　宮田ビル
北原電牧㈱	065	札幌市東区北19条東4丁目
久保田鉄工㈱ 札幌支店	060	札幌市中央区北3条西3丁目　富士ビル
コープ・ケミカル㈱ 札幌営業所	060	札幌市中央区北3条西4丁目　日生ビル
株式会社コハタ	078-02	旭川市永山2条3丁目
札幌ゴルフクラブ	061-12	札幌郡広島町輪厚
三共ゾーキ㈱開発部	103	東京都中央区日本橋本町4丁目1番1号
全国農業協同組合連合会 札幌支所 肥料課	060	札幌市中央区南1条西10丁目　全農ビル内
太陽園農材㈱ 札幌営業所	004	札幌市白石区厚別旭町432－267
タキイ種苗㈱ 札幌店	060	札幌市中央区北4条西16丁目
㈱丹波屋	060	札幌市中央区北6条東2丁目　札幌総合卸センター内
十勝農業協同組合連合会	080	帯広市西3条南7丁目　農協連ビル内
トモエ化学工業㈱	100	東京都千代田区丸の内1丁目　新丸ビル4階
㈱内藤ビニール工業所		札幌市北区北8条西1丁目
日本合同肥料㈱ 札幌支店	060	札幌市中央区北2条西4丁目　北海道ビル内
日本農薬㈱ 北海道出張所	060	札幌市中央区北3条西4丁目　第一生命ビル内
日本フェロー㈱	060	札幌市中央区北4条西4丁目　ニュー札幌ビル内
日之出化学工業㈱ 札幌営業所	060	札幌市中央区南1条西2丁目　長銀ビル内
㈱日の丸産業社	004	札幌市白石区大谷地227－106
北電興業㈱	060	札幌市中央区北1条東3丁目1
ホクレン農協連合会種苗課	060	札幌市中央区北4条西1丁目
（財）北海道開発協会農業調査部	060	札幌市中央区北2条西19丁目　札幌開発総合庁舎内
北海道草地協会	060	札幌市中央区北5条西6丁目2　札通ビル8階
北海道チクレン農協連合会	001	札幌市北区北5条西6丁目　札幌センタービル13階
（財）北海道農業開発公社	060	札幌市中央区北5条西6丁目1－23　農地関発センター内
北興化学興業㈱ 札幌支店	060	札幌市中央区北1西3　大和銀行ビル
保土谷化学工業㈱ 札幌出張所	060	札幌市中央区北1条西5丁目　北1条ビル内
三井東圧肥料㈱ 札幌支店	060	札幌市中央区北2条西4丁目　三井ビル内
三菱化成工業㈱ 札幌営業所	060	札幌市中央区北2条西4丁目　北海道ビル内
雪印種苗㈱	062	札幌市豊平区美園2条1丁目10
雪印乳業㈱ 北海道支社	065	札幌市東区苗穂町6丁目36
よつば乳業㈱	080-01	河東郡音更町下音更東2線1
道東トモエ商事㈱	086-11	標津郡中標津町南7条3丁目

北海道草地研究会報
第25号
1991年6月1日発行（会員配布）

発行者　北海道草地研究会
会長 平島利昭

研究会事務局
〒062 札幌市豊平区羊ケ丘1番地
北海道農業試験場
電話（011）851-9141 内線317又は237
郵便振替口座番号：小樽1-9880

印刷所　札幌市中央区北3条東6丁目
㈲ 興亜堂
電話 231-0380

062 札幌市豊平区羊ヶ丘1番地 北海道農業試験場

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