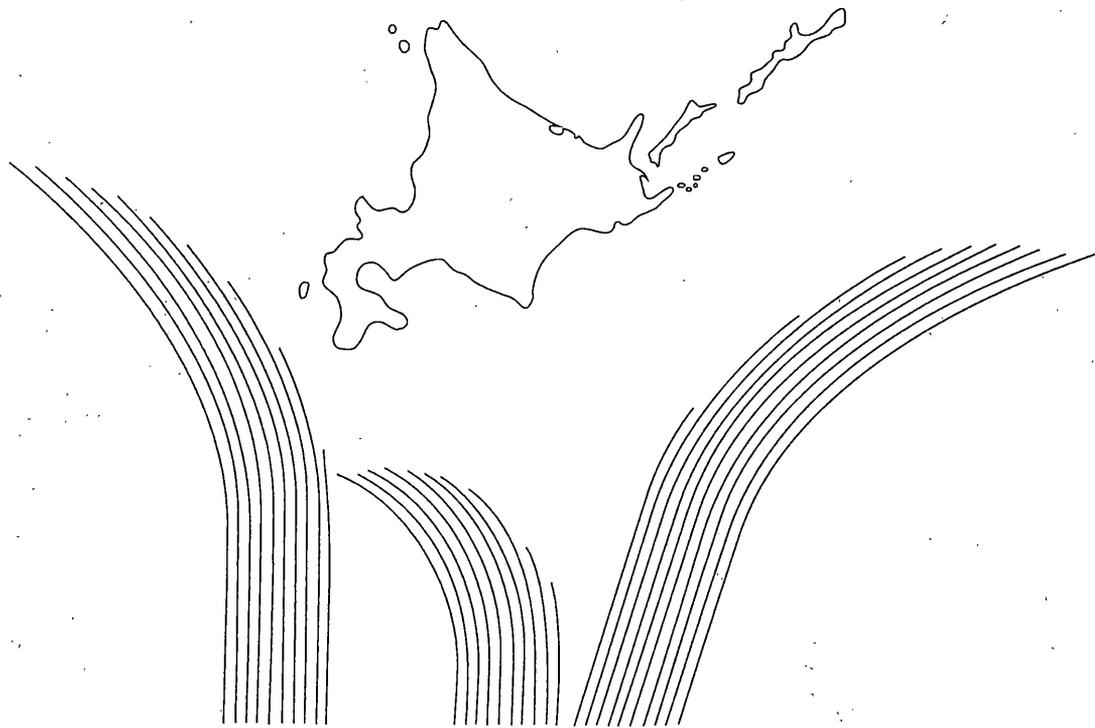


ISSN 0910-8343

CODEN: HSKEEX

北海道 草地研究会報

JOURNAL OF HOKKAIDO SOCIETY OF GRASSLAND SCIENCE



No. 36 2002

北海道草地研究会

目 次

北海道草地研究会賞受賞論文

三木 直倫:

「天北地方鈹質土草地の有機物並びに窒素動態とそれに基づく窒素施肥管理」	1
---	---

北海道畜産学会・北海道草地研究会・北海道家畜管理研究会 共催 公開シンポジウム 「21世紀の北海道畜産・草地の展望」

田村 千秋:

「はばたく北海道畜産、その現状と未来」	7
---------------------------	---

南橋 昭:

「畜産の先端技術がひらく新たな展望」	12
--------------------------	----

松中 照夫:

「北海道の草地の歴史と持続的発展へのシナリオ」	16
-------------------------------	----

島崎 敬一:

「これからの牛乳・乳製品と私達の健康」	20
---------------------------	----

講演に対するコメント	24
------------------	----

総合討論	26
------------	----

研究報文

小阪 進一・高田 聖人・斎藤 明史:

雑草を指標とした牧草地の状態診断

チモシー、アカクローバ混播草地における年次の経過と植生との関係	35
---------------------------------------	----

佐藤 尚親・竹田 芳彦:

ペレニアルライグラスの種子乾熟によるエンドファイトの殺菌	39
------------------------------------	----

講演要旨 (平成13年度発表会)

成瀬 往代・熊井 実鈴・松中 照夫 (酪農大)

メタン発酵処理による乳牛ふん尿の性状変化—その年間モニタリング—	43
--	----

熊井 実鈴・成瀬 往代・松中 照夫 (酪農大)

草地表面に施与されたバイオガスプラント消化液および乳牛スラリーからのアンモニア揮散の比較	44
--	----

松村 哲夫・池田 哲也・糸川信弘 (北農研)

アルファルファ単播草地へのスラリー散布の影響	45
------------------------------	----

酒井 治・宝示戸雅之・三木 直倫・三枝 俊哉 (根釧農試、*現 畜草研、**現 十勝農試)

チモシー放牧草地の施肥法

2. 多回刈り条件におけるカリ施肥が収量・草種構成に及ぼす影響	46
---------------------------------------	----

高階 史章・木村 園子・田島 亮介・平田 聡之・中辻 浩喜・中嶋 博 (北大)

牛糞近傍における土壤中の硝酸態窒素の動態と草種構成の関係	47
------------------------------------	----

松崎 龍・小林 圭子・近藤 誠司・塙 友之・秦 寛・大久保正彦 (北大)

傾斜放牧地での育成牛の採食および排泄に伴う窒素動態	48
---------------------------------	----

張 継敏・秋本 正博・本江 昭夫 (帯畜大)

オーチャードグラスのチッソ施用量の違いがヒツジの採食行動に及ぼす影響	49
--	----

花田 正明・河合 正人・坪井香保里・泉 公良・岡本 明治 (帯畜大)

昼夜放牧させた泌乳牛の飼料利用性に対する圧ペントウモロコシならびにビートパルプの給与効果	50
--	----

須藤 知生・三寄 健司・中辻 浩喜・近藤 誠司・大久保正彦 (北大)	
放牧酪農家における搾乳牛の放牧草採食量	51
田中 聡・中辻 浩喜・近藤 誠司・大久保正彦 (北大)	
搾乳牛の定置放牧地における草地構造の季節変化	52
八木 隆徳・三枝 俊哉・鈴木 悟・高橋 俊 (北農研、*現 根釧農試)	
持続型放牧草地としてのケンタッキーブルーグラス草地の再評価	
4. 連続放牧と定置放牧の違いが牧草及び家畜生産性に及ぼす影響	53
中辻 浩喜・松信 圭介・西道由紀子・近藤 誠司・大久保正彦 (北大)	
輪換放牧下における放牧開始時草高の違いがマメ科率、牧草再生量および利用草量に及ぼす影響	54
増子 孝義・清水 千尋・山田 和典・戸叶 吉昭* (東京農大、*南根室地区農改)	
チモシーの可溶性糖類 (WSC) 含量の変動とその要因	55
増子 孝義・神田 ふみ・五十嵐弘昭* (東京農大、*パイオニア ハイブレッド ジャパン)	
高水分劣質牧草サイレージとトモロコシサイレージの併用給与がヒツジにおける	
採食量および栄養価に及ぼす影響	56
増子 孝義・内田 由美・岩淵 慶*・佐藤 智宏**	
(東京農大生産、*ホクレン畜産実験研修牧場、**パイオニア ハイブレッド ジャパン)	
すす紋病罹病トモロコシから調製されたサイレージの採食量、消化率および栄養価	57
大塚 智史・相馬 幸作・山下 一夫 (南根室地区農改)	
ロータリハローによる簡易更新	58
池田 哲也・糸川 信弘・松村 哲夫 (北農研)	
Annual medics によるアルファルファ草地造成時の雑草抑制	59
高橋 俊・八木 隆徳・鈴木 悟・小川 恭男・三枝 俊哉*・手島 茂樹**	
(北農研、*根釧農試、**畜産草地研究所)	
アルファルファ単播草地の栽培技術の確立に関する研究	
4. アルファルファ単播草地の早刈条件下における永続性	60
小阪 進一・横田 浩・小川 正和 (酪農大)	
雑草を指標とした牧草地の状態診断—アルファルファ単播草地における年次の経過と植生との関係— ...	61
佐々木章晴 (中標津農業高校)	
マイペース型酪農の草地実態調査 (第一報)	62
我有 満・Nikolai Kozlov*・磯部 祥子・廣井 清貞 (北農研、*全ロシア ウィリアムス飼料作研究所)	
牧草の高緯度採種地としてのロシアの可能性	63
田辺 安一・中嶋 博* (ダンと町村記念事業協会、*北大)	
北海道の牧草導入経過の再考	64
高井 智之・眞田 康治・山田 敏彦 (北農研)	
マイクロプロットを利用した放牧用生産力検定法の検討	
1. 耕種条件が2年目、3年目の乾物生産性に及ぼす影響	65
山田 敏彦・眞田 康治・高井 智之 (北農研)	
オーチャードグラス新品種「ハルジマン」の育成経過とその特性	66
佐藤 公一・吉澤 晃・藤井 弘毅・玉置 宏之・鳥越 昌隆*・山川 政明**・牧野 司**	
(北見農試、*十勝農試、**根釧農試)	
放牧向チモシー育成系統における多刈条件下での諸形質の系統間差異	67
岩淵 慶・我有 満*・大塚 博志** (ホクレン畜産実験研修牧場、*北農研、**ホクレン)	
ガレガ (<i>Galega orientalis</i> Lam.) の生育特性	68
我有 満・岩淵 慶*・磯部 祥子・廣井 清貞 (北農研、*ホクレン畜産実験研修牧場)	
ガレガの生育ステージの進行に伴う飼料成分割合の変化	69

義平 大樹・三橋 麻由 (酪農大)	
生育初期地下茎発達の草種間差異	70
磯部 祥子・I. Klimenko*・N. Razgoulaeve*・S. Ivashua・我有 満・N. Kozlov*	
(北農研、*ロシア ウィリアムス飼料作研究所)	
簡易検定法を用いた赤クロウバ菌核病抵抗性に関する QTL 解析	71
山崎 修一・平田 聡之・由田 宏一・中嶋 博 (北大)	
異なる競合条件がエンドファイト感染ペレニアルライグラスの生育に及ぼす影響	72
講演要旨 (平成12年度発表会)	
我有 満・岩渕 慶*・内山 和宏・磯部 祥子 (北農研、*ホクレン畜産実験研修牧場)	
混播草におけるガレガ (<i>Galega orientalis</i> Lam.)の特性	73
事務局だより	74
役員名簿	85
会員名簿	86



天北地方鈹質土草地の有機物並びに窒素動態とそれに基づく窒素施肥管理

三木直倫

Effective Application Methods of Nitrogen Fertilizer to Cutting Sward Based on Evaluation of Soil Nitrogen Release in Heavy Clayey Soil in Tenpoku District

Naomichi MIKI

昭和50年代の天北地方の草地面積は外延的規模拡大で増大してきたが、その生産性は生草収量で2.8~3.3t/10aと停滞したままであった。この停滞の理由は造成または更新草地の年次経過に伴う牧草収量の低下が大きく関与しており、単位草地当たりの収量低下と草地面積の拡大は農作業機の利用効率の低下と生産コストの増大をもたらしていた。この問題を解決するためには、造成または更新草地の牧草生産力を高めるとともに、造成後の年次経過に伴う生産力の低下をいかに回避し、かつ草地の利用年限を延長することが不可欠であった。そこで、草地の経年化過程での有機物並びに土壌窒素供給の変化と牧草収量の関係を気象変動などの要因と関連づけて検討し、土壌から放出される窒素評価に基づく効率的な窒素施肥管理法を提案した。本試験は天北農試土壌肥料科で1977~'92年の長きにわたって実施したものであり、この間多くの方々のご指導、ご助言、ご協力を頂きました。皆様に心より感謝いたします。また、本研究会賞受賞の推薦、決定を頂きました諸先輩、草地研究会員の皆様に厚くお礼申し上げます。

1. 採草地牧草収量の経年変化と土壌の窒素収支

草地の年間合計収量は更新造成2年目が必ず高いものの、植生及び土壌の理化学性が良好に維持された条件で窒素施肥量が施肥標準量 (N180kg/ha⁻¹条件) では3年目以降草地の収量はほぼ一定であった。しかし、窒素施肥量が少ない条件 (N120kg/ha⁻¹施用条件) では、造成3年目草地に比し造成6、7年目以降の草地で1番草収量が、また年間合計収量でも造成10年目程度から低下する (図1)。造成6、7年目以降草地の年間合計収量の低下は施肥窒素利用率の低下に起因し、土壌からの窒素吸収量は必ずしも減少しなかった (表1)。しかし、1

番草時では施肥窒素利用率と土壌からの窒素吸収量が劣るため低収となり、2、3番草時では施肥窒素利用率が劣るものの、土壌からの窒素吸収量が多いため収量は必ずしも低くはない¹⁾。施肥窒素利用率が経過年数の多い草地で低い理由は、蓄積有機物による施肥窒素の有機化量が多いことと、低温時ではその再無機化が遅れるためであった。さらに、土壌からの窒素吸収量は毎年草地表面に還元される牧草遺体とその蓄積有機物の分解が温度に律速され、地温の高い2、3番草時に旺盛になるためであった²⁾。

一方、0~15cm土層の全窒素量 (表中F) は造成後一端減少するものの、表層に蓄積する粗大有機物が保有する全窒素量が増加するため造成後7、8年目 (180kgN

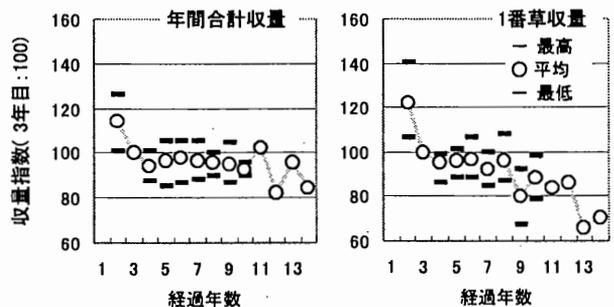


図1. 草地の経年化に伴う収量変化 (肥料窒素120kgNha⁻¹・年)

表1. 年間合計の収量と窒素吸収構成 (肥料120kgNha⁻¹・年条件)

	草地の経過年数				
	2	3	4	5	9年目
収量 (t/ha)	8.22 ^a	6.62 ^b	6.08 ^c	6.99 ^b	5.75 ^c
N吸収量 (kg/ha)	147	123	122	141	118
肥料N* (kg/ha)	59 ^a	54 ^b	50 ^c	49 ^c	44 ^d
土壌N (kg/ha)	88	69	72	92	74
肥料N利用率 (%)	49.2	45.0	41.7	40.8	37.0
土壌N/N吸収量 (%)	59.9	56.1	59.0	65.2	62.7

*硫酸アンモニウム由来。a, b, c, d: 異文字間に5%水準で有意差あり。

ha⁻¹施用条件)ないし10年目程度(120kgNha⁻¹施用条件)で造成時の水準に回復した。また、表層に蓄積した粗大有機物(2mm以上画分)と0~15cm土層の全窒素量の差(表中G)及び牧草による土壌からの窒素持ち出し量(表中D)から概算した行方不明量は20~40kgNha⁻¹、窒素施肥量の3~13%、平均6%程度であり(表2)、草地での牧草-土壌全体の窒素収支はほぼバランスしていた(表2)。

一方、0~5cm土層の易分解性土壌窒素量は造成後の経過年次の増加に伴い増加し、5~15cm土層のそれは造成後漸減するが、0~15cm土層全体のそれは造成1、2年目が高いものの、3年目以降はほぼ一定であった(図2)。この土壌窒素供給の主要土層が表層に偏ることが草地の生産性を規制する要因として大きく関与する。

表2. 経年草地の肥料・土壌窒素収支(kgNha⁻¹)

	草地の経過年数					12年目
	2	4	6	8	10	
A. 肥料N施肥総量	120	360	600	840	1,080	1,320
B. 牧草N吸収総量	135	369	600	821	1,043	1,259
株・根N保持量*	6	12	16	19	21	23
合計(C)	141	381	616	840	1,064	1,282
B/A×100**	113	103	100	98	97	95
D. 土壌N持出し量(C/A)	21	21	16	0	-16	-38
E. 粗大有機物N*	29	48	60	68	75	80
F. 0~15cm土壌N増減量*	-66	-57	-115	-103	-44	-83
G. 土壌N増減量(E+F)	-37	-9	-55	-35	31	-3
行方不明(G-D)	-16	12	-39	-35	15	-41

*造成当年との差から算出した。*見かけ上の肥料窒素利用率(%)

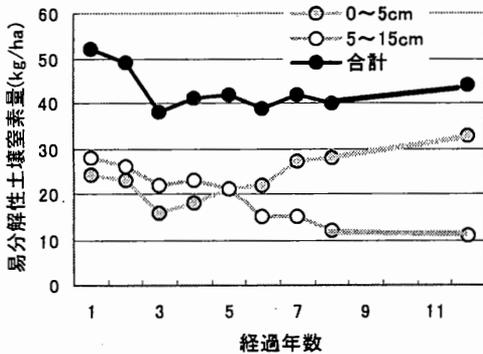


図2. 草地の経年化に伴う易分解性土壌窒素量の土層間変化(コアサンプルの生土培養による)

2. 草地の収量規制要因とその改善

草地表層の酸性化は施肥窒素利用率の低下と土壌からの窒素吸収量の減少によって牧草収量の低下を引き起こす。草地表層の土壌窒素放出能を規制しない土壌pH(水)は5.5付近以上であり、草地の有機物循環を適正に維持し、収量低下を避けるためには表層土壌のpH環境を5.5以上に維持する必要があると結論づけた(図3)。表層土壌のpHが5.5以下に低下した草地には炭カルの秋施用を実施することが肝要である。

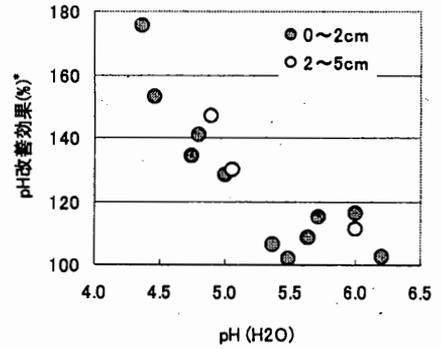


図3. 表層土壌の窒素無機化能に及ぼすpH改善効果(*飽和Ca(OH)₂法/0.01M CaCl₂法×100)

一方、蓄積有機物の分解は7~8月の積算降水量の多少に強く依存し、牧草生育期間の降水量が少ない年次では、前年の窒素蓄積量より増加し、逆に降水量が多い条件では前年の蓄積量より明らかに減少する。この傾向は造成後の経過年数の多い草地で顕著であった(図4)。一方、2、3番草の収量は、降水量の年次変動による蓄積窒素量の増減に良く反応していた。すなわち、7~8月の降水量が150mm程度(2.5mm/日程度)では造成後の経過年数が7、8年目以上の草地が3、4年目草地の90~95%とやや劣るものの、250mm程度(4mm/日前後)では蓄積した有機物の分解が促進されるため、7、8年目以上の草地が3、4年目草地に対し110~120%の収量指数を示す。さらに秋期に放出された土壌窒素が「秋施肥」的效果を発揮し、翌1番草収量にまでも影響する(図5)。これらの結果から、造成後の経過年数の多い草地に対する具体的な施肥対応を以下に示した。

- ①造成後の経過年数の多い草地は1番草収量が低下するので、早春窒素施肥量の増肥(20kgNha⁻¹)または秋施肥等の管理が重要である。また、堆肥の表面施用も有効である。
- ②牧草生育期間の降水量が不足した翌年の1番草収量は低収となるので、秋施肥の実施または早春窒素施肥量の増肥(20~40kgNha⁻¹)が必要である。

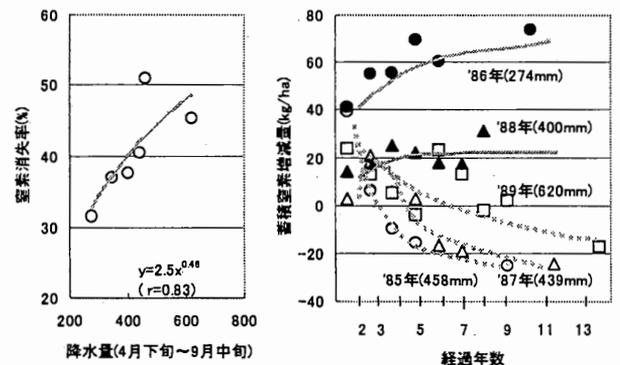


図4. 降水量の年次変動に伴う蓄積有機物含有窒素の消失率、窒素蓄積量*の変化(*同一草地における前年蓄積量との差)

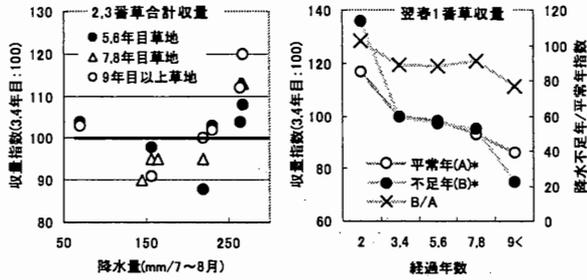


図5. 夏期降水量の変動に伴う経年草地の収量反応 (* 牧草生育期間の降水量～便宜的に平常年：400mm以上、不足年：400mm以下に区分)

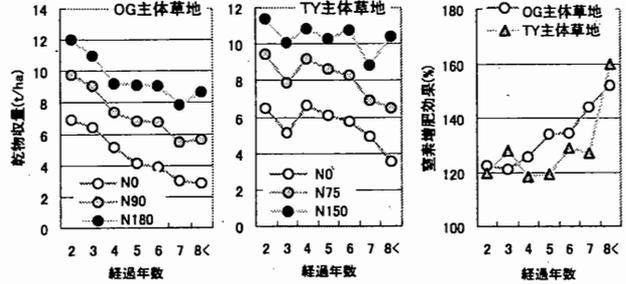


図6. 一般農家草地の造成後の経過年数と収量の関係 (1987～'89年)

3. 土壌からの窒素吸収量を評価した窒素施肥管理

一般農家草地の牧草収量は造成後の経過年数の増大とともに低下するが、この傾向は窒素施肥量の少ない条件でより顕著であり、窒素施肥量が施肥標準量条件では、オーチャードグラス主体草地で造成4年目以降の、また、チモシー草地で造成3年目以降草地の収量低下が明らかに小さかった。このため、窒素施肥量の増肥効果(OG主体草地でN180/N90またはTY主体草地でN150/N75)は造成後の経過年数の増加に伴って顕著に高まった(図6)。これら一般農家草地の造成後の経過年数と収量傾向の関係は、土壌からの窒素吸収量が造成4、5年目まで急速に減少することを物語っており、土壌からの窒素供給量を適正に評価することの重要性が認識される。

した有機物の急速な分解による窒素放出、②基肥または維持管理段階の表面に施用された堆きゅう肥からの窒素放出、③混播マメ科牧草からの移譲窒素、④草地表層に蓄積する有機物の分解に由来する窒素放出、に大別される。これら供給源別に供給量を規制する要因、変化様式、類型区分とそれぞれのパラメータを求めた(表3)。すなわち、①および②からの窒素放出は更新または施用後の年次経過に伴って急速に減少し、また、①は更新対象草地の利用形態と利用年数に、②は土壌によって、③はマメ科牧草混生率によって、それぞれ供給される窒素量が異なる。

表3で示した窒素供給源別のパラメータを当てはめた予測値と堆肥施用草地の窒素吸収量を比較し、モデルの検証を行った。その結果、窒素吸収量の経年的な変化と予測値のそれとの関係はほぼ一致していた。しかし、降

土壌から供給される窒素は、①更新草地の表層に蓄積

表3. 供給源別の土壌からの窒素供給量の規制要因とその年次変化に関するパラメータ

供給源区分	規制要因	変化様式	類型区分	パラメータ		
				1年目	2年目	3年目
1. 草地更新時 土壌窒素由来 (kg/ha)	利用形態> 前植生> 立地土壌	経年変化	①放牧地-地下茎型草種優占 -褐色森林土型	Ns=70 ~100kg	90~ 110kg	70~ 90kg
			②放牧地-地下茎型草種優占 -疑似グライ土、低地土型	Ns=60 ~70kg	90~ 160kg	70~ 140kg
			③採草地-叢生型草種優占-褐色 森林土、疑似グライ土、低地土型	Ns=30 ~50kg	40~ 70kg	30~ 70kg
2. 施用堆肥由来 (kg/現物t)	施用法式> 立地土壌、 地域	経年変化	1. 施用法式 ①基肥施用 ②表面連年施用 ③表面単年施用	褐色森林土 ①Ns=8(1-0.99e ^{-0.06t}) ②Ns=8(1-0.88e ^{-0.05t}) ③Ns=8(1-0.91e ^{-0.05t})		
			2. 立地土壌(有効水分容量別) ①大: Y=0.82e ^{-0.42t} ②中: Y=0.89e ^{-0.34t} t:時間(年) ③小: Y=0.91e ^{-0.18t} 埋設試験条件	疑似グライ土 ①Ns=8(1-0.97e ^{-0.03t}) ②Ns=8(1-0.91e ^{-0.03t}) ③Ns=8(1-0.93e ^{-0.03t})		
3. 混播マメ科草 移譲窒素 (kg/ha)	混播マメ科 草種>マメ 科草混生率	年次変化	ラジノクロバ混播条件	造成2年目: Ns=1.3lnX-3.0 造成3年目: Ns=2.1lnX-3.5 X=前年マメ科草混生率(%)		
4. 草地系内 有機物由来 (kg/ha)	土壌pH≥ 降水量 (前年・当年) ≥収量	経年変化 年次変化	窒素残存率: Y=0.86e ^{-0.07t} ...① t:経過年数-1, t≥2	降水量平常年(500mm以上) Ns=A(1-0.86e ^{-0.07t})		
			窒素消失率律速因子: F(Nd)=2.5Pre ^{0.46} ...② Pr:降水量(mm/4・下~9・中)	降水量不足年(400mm以下) Ns=0.8A(1-0.86e ^{-0.07t}) 但し、0.8は②式より算出、 A:還元有機物由来窒素(kgNha ⁻¹)		

水量の年次変動に伴う実測値と予測値にはかなり大きな違いが認められた。そこで、草地系内で循環する有機物窒素の消失率と降水量の関係式から律速係数を用いて予測値の補正值を求め、窒素吸収量の実測値と比較した(図7)。降水量の多寡による有機物分解律速係数を用いた補正值と実測値は堆肥基肥及び表面分施肥条件で得られた窒素吸収量の実測値の年次変動を良く表現していた。

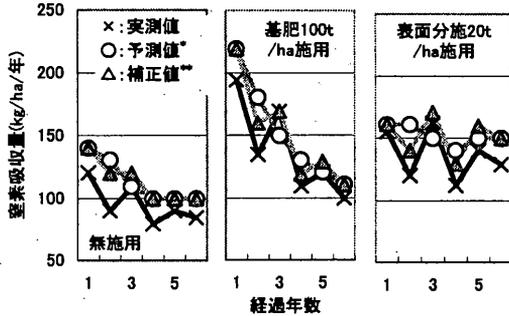


図7. 堆肥施用草地における給源別窒素の積算値(予測値)と吸収量(実測値)の関係(褐色森林土)
 * 予測値:「更新時の土壌+堆肥+肥料(100kgN/ha/年)合計値」
 * 補正值:「更新時の土壌×0.8+堆肥+肥料(100kg/ha/年)合計値。但し0.8は降水不足年の有機物窒素消失抑制係数」

次に、一般農家草地で得られた窒素吸収量と供給源別窒素供給量の積算値(予測値)の関係を検討した。イネ科主体草地の窒素供給源は草地更新時の土壌由来、基肥として施用された堆肥及び肥料で、草地の管理来歴は農家の聴き取り情報を基にした。なお、造成4年目における更新時の土壌からの供給量は表3の類型区分③のパラメータの経年変化から推定して、一律20kgNha⁻¹を加算した。その結果、オーチャードグラスの窒素吸収量(実測値)は予測値とほぼ1:1の関係を示し(図8)、予測方法がほぼ妥当であることを示した。

同様に、イネ・マメ混播草地におけるイネ科牧草の窒素吸収量及びマメ科牧草の混生率(実測値)と供給源別窒素の積算値(予測値:「更新時土壌+堆肥+肥料+マ

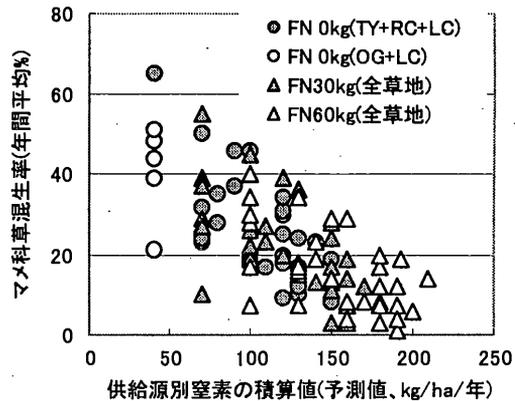
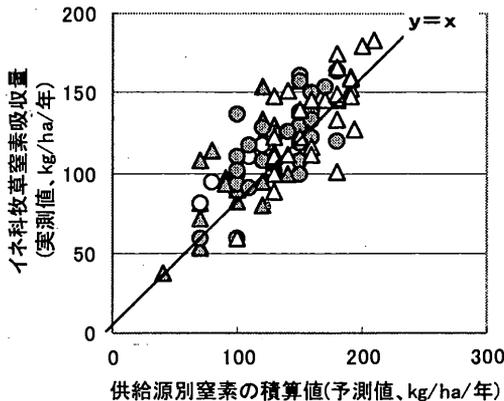


図9. 混播草地における供給源別窒素の積算値*(予測値)とイネ科草の窒素吸収量、マメ科草の混生率の関係(*「更新時の土壌+堆肥+肥料+マメ科草の移譲量」合計値、ただし、マメ科草の移譲量は造成2年目:20kgNha⁻¹年、3年目以降:40kgNha⁻¹年の固定値を用いた)

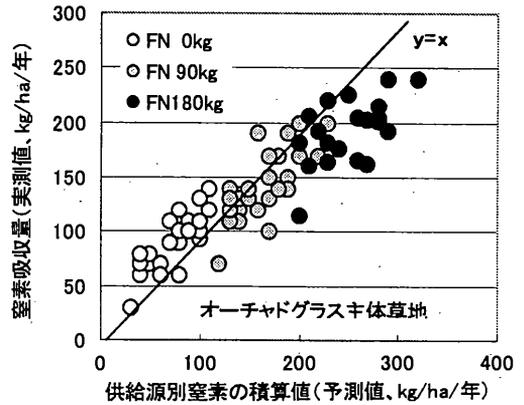


図8. イネ科主体草地における供給源別窒素の積算値*(予測値)と窒素吸収量(実測値)の関係(*「更新時の土壌+堆肥+肥料」合計値)

メ科草の移譲窒素」合計値)の関係を図9に示した。イネ科牧草の窒素吸収量は予測値とほぼ1:1の関係にあったが、イネ科牧草主体草地での事例(図8)よりはバラツキが大きかった。これは、マメ科牧草の窒素移譲量の規制要因がマメ科草混生率であることを無視し、造成2年目で20kgNha⁻¹年、3年目以降で40kgNha⁻¹年の固定値を用いたためであろう。それよりも重要なことは、予測値が増大するほど実測されたマメ科草の混生率が低下し、天北地方鈹質土草地における混播マメ科草(ここでは主にラジノクローバを対象とした)の混生率を適正(概ね20%)に維持するためには混播相手であるイネ科牧草の生育量を制限する必要がある、そのためのイネ科牧草の窒素吸収量を100~120kgNha⁻¹程度とすることが重要であった。

4. まとめ

以上の一連の試験から、造成2~5年目のイネ科牧草主体草地およびイネ科・マメ科牧草混播草地に対する効果的窒素施肥管理を以下のように提案した(表4)。

なお、6, 7年目以降のイネ科牧草主体草地に対する

表 4. 草地の供給源別土壌窒素吸収量¹⁾の積算による肥料窒素必要量の算出 (造成 2 ~ 5 年目草地)

草地の種類	目標収量 (DM tha ⁻¹ ・年)	吸収窒素量 ²⁾ (kgNha ⁻¹ ・年)	肥料窒素必要量 ³⁾ (kgNha ⁻¹ ・年)
イネ科牧草 主体草地	7 9	120 (100) 180 (150)	FN = 120(100) - (NS ₁ + NS ₂ + (NS ₃)) FN = 200(170) - (NS ₁ + NS ₂ + (NS ₃))
イネ科・マメ科 牧草混播草地	6 ~8	100 ~200	FN ₁ = 100 - ((NS ₁ + NS ₂ + (NS ₃) + NS ₄) FN ₂ = 100 - ((NS ₁ + NS ₂ + (NS ₃) + NS ₄)

- 1) NS₁: 更新時土壌窒素、NS₂: 基肥施用由来窒素、NS₃: 維持管理段階での表面施用堆肥由来窒素、NS₄: 混播マメ科牧草 (ラジノクローバ) 移譲窒素
 2) イネ科牧草主体の吸収窒素量はオーチャードグラス主体を、また () はチモシー主体草地を示す。イネ科・マメ科牧草混播草地の窒素吸収量はマメ科牧草混生率30%前後を維持するためのイネ科牧草吸収窒素量を示す。
 3) イネ科牧草主体草地は2)に同じ。イネ科・マメ科牧草混播草地はFN₁: 造成 2 年目、FN₂: 造成 3 年目を示す。

施肥対応は、牧草生育期間の降水量が不足した条件 (概ね400mm以下) で、秋施肥の実施または翌早春の窒素施肥量を20~40kgNha⁻¹程度増肥する。

参考文献

1) 三木直倫 (1993): 寒冷地における草地土壌の有機物

並びに窒素の経年的動態とそれに基づく窒素施肥管理法に関する研究. 北海道立農業試験場報告. 79, 1-98.

2) Naomichi MIKI (1996): Soil and Fertilizer Nitrogen Dynamics and Grass Yield Changes of meadows in Cool-Temperate Japan. JARQ. 29, 117-124.

北海道畜産学会・北海道草地研究会・北海道家畜管理研究会 共催
公開シンポジウム 「21世紀の北海道畜産・草地の展望」

日時：2001年9月3日(月) 13:00~17:30
場所：北海道大学学術交流会館 大講堂

共催シンポジウム実行委員長：大久保 正彦(北海道大学)

座長：左 久 (帯広畜産大学)
鮫島 邦彦 (酪農学園大学)

講演

1. はばたく北海道畜産、その現状と未来
北海道立畜産試験場 場長 田村 千秋
2. 畜産の先端技術がひらく新たな展望
北海道立畜産試験場 受精卵移植科長 南橋 昭
3. 北海道の草地の歴史と持続的発展へのシナリオ
酪農学園大学 酪農学部 教授 松中 照夫
4. これからの牛乳・乳製品と私達の健康
北海道大学大学院 農学研究科 教授 島崎 敬一

講演に対するコメント
総合討論

シンポジウム「21世紀の北海道畜産・草地の展望」にあたって

北海道は、この100年を通じてわが国有数の農業・畜産地帯へと発展し、新たな世紀においても、日本の食料生産基地としての役割を期待されている。広々とした草地、ゆったりと草をはむ牛、それは北海道をあらわす一つのイメージでもある。

こうした発展のかけには、多くの先人達の、まさに血のにじむような努力があったことを忘れてはならない。未開の大地を切り開き、厳しい寒さと闘い、豊かな耕地・草地をつくりあげ、それを基盤とした畜産の生産システム、加工流通システムを確立したのである。生産者、技術者、行政関係者、研究者などが力をあわせ、畜産王国北海道を実現させたのである。20世紀はそのような世紀であった。

しかし、21世紀をむかえた今、北海道の農業・畜産についても、手放しでは喜べない事態が生じている。食料自給率の低下、農家戸数の減少、環境問題の深刻化などが、北海道の農

業・畜産にも様々な影響を及ぼしてきている。

21世紀に北海道は本当に日本の食料基地たり得るのだろうか。生産者をはじめ、農業・畜産にたずさわる人々に輝かしい未来があるのだろうか。本シンポジウムは、新しい世紀のスタートにあたって、北海道の畜産・草地のたどってきた100年を振り返りつつ、新たな100年を展望しようと企画されたものである。北海道畜産学会、北海道草地研究会、北海道家畜管理研究会による初めての共催シンポジウムであり、幅広い各分野の専門家からの話題提供をもとに、生産者、消費者もふくめた実り多い論議が展開されることを期待している。

2001年9月
北海道畜産学会・北海道草地研究会・北海道家畜管理研究会共催シンポジウム 実行委員長
大久保 正彦

共催公開シンポジウム「21世紀の北海道畜産・草地の展望」

はばたく北海道畜産、その現状と未来

北海道立畜産試験場 場長 田村千秋

1. はじめに

この数十年で本道は国内最大の畜産地帯へと発展してきた。国民各層が本道畜産にかける期待も大きい。しかし、府県の畜産と同様、多くの課題や問題点があることも事実である。米や畑作物と同様、大型専業農家が中心を占める分、府県にはない悩みも抱えている。本稿では、本道の畜産全体を対象に、これまでの歴史を振り返り、現状と問題点を明らかにしつつ、今後の進むべき方向や新たな可能性を示してみたい。

2. 本道畜産の歴史

1) 発展の土台を創った先人達

本格的な開拓以来わずか百年余の本道が、いかにして急速に国内の畜産王国へと発展したのか。広大な未開の用地があり、新しい仕組みの農業を展開できるという利点はあったが、反面、積雪・寒冷というきびしい自然条件が立ちはだかったに違いない。幾多の情熱溢れる優れた先人の活躍、本州各県から移住し開拓と家畜の飼養・利用に取り組んだ多くの先輩達の血と汗の結晶を土台に、今日の本道畜産は築き上げられた。こうした歴史を踏まえてこれからの畜産の発展を考えなければならないが、紙面の関係もあるので主な経過の概要にのみ触れていくこととしたい。

本道に本格的な家畜導入が開始されたのは明治初期で、七飯官園、札幌牧場、新冠牧場、札幌牧牛場などが次々に開設され、家畜の飼養技術や種畜供給などが進められていった。この創世記に來日したエドウィン・ダン (1848-1931) は、酪農・畜産の技術伝達をはじめ牧草・飼料作物の栽培、洋式農機具の操作法など農業全般に渡る献身的な指導を行ったばかりでなく、のちに酪農・畜産の指導者となる町村金弥など優秀な先覚者を育て、これらの功勞により「本道酪農の父」と呼ばれている。このダンが心血を注いで完成した当時の日本最大の牧場、真駒内牧牛場の初代場長となって、酪農・畜産の技術指導や本道全体の開拓に力を尽くしたのが前述した町村金弥 (1859-1944) である。宇都宮仙太郎はこの町村金弥場長の下に酪農界に入門を果たした。宇都宮 (1866-1940) は、米国での酪農修行後、札幌で牧場を初め、のちに生産者や牛乳業者の組合の組織化をリードし、本道酪農界の大恩人と呼ばれている。外にも、宇都宮牧場と並びホルスタインの改良に大きく貢献した町村敬貴、乳製品の製造販売の先駆者、初代雪印乳業

社長の佐藤貢、酪農の地位向上に貢献し酪農学園を創設した黒沢西蔵、黒沢と共に酪農振興を押し進めた深沢吉平、本道の農協運動を推進した小林篤一、酪農協会の初代会長塩野谷平蔵など忘れてはならない先人や本道畜産の発展に多大な貢献をされた方々が多い。

2) 家畜飼養頭数も着実に増加

家畜飼養頭数をみると、早くも明治40年には馬の飼養頭数が11万頭を越え全国最大の馬産地に成長した。乳牛も着実に増加し、昭和元年には1万3千頭を越え全国1位となる。同時にホルスタインの導入が活発となり、昭和5年には飼養品種のうちホルスタイン種系が80%以上となる。現在では97%がホルスタインとなっている。また、飼養頭数は80万等に到達した。農耕用や軍馬需要で増加した馬は昭和29年がピークとなりその後のトラックやトラクター等の導入に押され飼養頭数は急速に減少の一途をたどる。羊毛用に飼育されていためん羊は昭和32年に約26万頭とピークを迎える。その後、羊毛の輸入量の増加や化学繊維の台頭により急激に減少してしまう。豚、採卵鶏は着実に増加を続けそれぞれ平成元年、平成10年にピークを迎える。肉用牛は昭和50年頃から徐々に飼養頭数が増加しはじめ、平成6年に40万頭を越え全国1位の飼養頭数となる。こうした畜産の発展は、拓殖計画 (第1期：明治42年～、第2期：昭和2年～)、北海道総合開発計画 (第1期：昭和27年～、第2期昭和38年～) などの政策によって推進された。

畜産関係の技術も飛躍的に発展してきた。繁殖技術について振り返ると昭和16年頃から本格的に実施され出した人工授精が徐々に普及していったが、昭和40年代に凍結精液が実用化されたことで急速に広まった。昭和60年には、受精卵移植技術が普及しはじめ、「バイテクの時代」が始まる。酪農の搾乳システムについては、昭和30年代にミルクカーが導入されその後パイプラインミルクカーの開発、50年代にはミルクングパーラーとバルククーラーが整備されてきた。牛の管理面では、昭和40年からフリーストール方式が導入され、50年代には子牛のカーフハッチが実用化された。

このような畜産の着実な発展を支えた教育・研究の分野の歴史をたどると、創世記の先人教育の中心となる札幌農学校が明治9年に開校され、同年、真駒内牧牛場が設置されている。昭和に入り、酪農学園の前身となる北海道酪農義

塾が8年に設立、北海道農事試験場畜産部が昭和11年、帯広畜産大学の前身、帯広高等獣医学校が16年に設立を迎えている。

3. 北海道畜産の現状と課題

1) 北海道畜産の特徴と位置

本道の畜産は広大な土地面積を生かし、府県に比べ大規模な経営を展開している。農家1戸当たりの乳用牛飼養頭数は87頭で都府県の2.3倍、肉用牛は119頭で5.6倍、耕地面積も約16haで13.3倍となっている。規模が大きいきばかりでなく経営形態も府県とは違いがある。本道の農業収入を主体とする農家の割合は84.2%であるのに対し都府県では31.8%であり、また、本道の専業農家の比率は46.4%と、都府県17.5%に比べて大きな違いがあるのが分かる(表1)。

表1. 都府県と比べた本道農業の特徴

区分	北海道 都府県 A/B		
耕地面積 (ha/戸)	15.9	1.2	13.3
乳用牛飼養頭数 (頭/戸)	87.1	37.9	2.3
肉用牛飼養頭数 (頭/戸)	119.5	21.3	5.6
農業収入を主体とする農家(%)	84.2	31.8	-
専業農家 (%)	46.4	17.5	-

平成12年度北海道農業の動向

また、本道農業の粗生産額の約43%を占める畜産は本道農業の柱となっているばかりでなく、国内でも大きなウエイトがある。乳用牛の生産額は3千億円を超え国内生産額の約40%を占めている。肉用牛も全国の10%以上、軽種馬は95%以上で、これらはいずれも都道府県順位は一位を独占している。豚、鶏もそれぞれ全国シェアで約5%、4%を占め上位生産地域となっている。農業全体の粗生産額も1兆円を超え全国の11%で第1位の地位となっており、まさしく北海道は、日本の食糧基地、畜産王国と呼ぶにふさわしい地域と言える(表2)。

表2. 本道畜産生産物の生産額と全国シェア

区分	本道の生産額(億円)	全国シェア(%)	県別順位
農業全体	10,574	11.2	1
畜産	4,578	17.9	1
乳用牛	3,043	39.7	1
肉用牛	498	10.8	1
軽種馬	425	95.2	1
豚	263	5.2	5
鶏	294	3.9	8

平成12年度北海道農業の動向、北海道農業統計表

2) 本道畜産の課題・問題点

○歯止めがかからない農家戸数の減少と担い手対策

畜産王国として発展してきた北海道、しかし決して問題点がない訳ではない。農業分野共通の問題点や畜産分野に特有の課題なども山積し

ている。WTO体制の下での自由化の荒波にもまれ、市場価格が下落傾向にあり、生産農家が打撃を受けているのは、他の農産物と同様である。加工原料乳も順次市場性の強い取引価格制度へ移行しつつある。乳製品や牛肉などはいずれもまだ国際的に比較すると主要国と比べ生産費がかなり高い。飼料の大半を輸入に依存し、生産財にも海外のものが使われ、土地や労賃が高いというきびしいハンデがあるが、今後も地道にコスト削減の取り組みを続け、高品質で安心感の高い畜産物の生産によって、輸入品との確実な差別化を図ることが基本的な課題といえる。

農家の戸数が減少し、農村人口も減り続けている。15歳以上の跡継ぎのいない農家は約70%に達している。生乳生産の面から考えると、これまでは、離農した農家の土地や乳牛を他の農家が規模拡大して引き受けた形となり、能力向上や技術のレベルアップもあり全体の牛乳生産は減少することはなかった。しかし、今後は、離農に見合う用地や飼養頭数の拡大は難しいとの見方があり、牛乳生産は次第に減少していく可能性もある。

同時に、農家が減り、農村がさらに過疎化していった場合、集落・村落の機能が低下し、生活環境などが悪化することによってますます後継者が育ちづらくなりかねない。このようなことから、農家の子どもを後継者へと育てることと併せて、多様な農業・畜産の担い手を確保することは、畜産王国北海道にとって大きな課題である。

○大型経営の増加に伴う問題点も

すでに述べたように酪農を中心として本道畜産は着実に発展し欧米の先進地に近い水準まで進んできたといえる。酪農は、改良の進んだ高泌乳牛を飼育し、搾乳牛50頭前後のスタンションタイプ方式の農家が主体だが、家族経営で60頭から100頭近い搾乳牛を管理するフリーストール方式の農家も増えてきた。中には、法人形態で数百頭を抱えるメガファームと呼ばれる大牧場も出現してきた。乳牛の飼養規模が比較的小さい農家では、牛の個体管理や近隣の畑作農家などとの連携、地場産粗飼料の利用などきめの細かい経営が可能だが、反面労働の長時間化や施設等の更新に伴うコスト増をカバーしきれない等の問題を抱えているケースもある。フリーストールの大規模経営では多額の資本投資による負債増のリスクやフリーストールへの移行時に牛のケガ・疾病が増え供用年数が低下するなどの問題点も指摘されている。また、大規模化するに伴い、農地との結びつきがうすれ、環境問題の深刻化や牧草生産の停滞につながる事例もみられる。

肉用牛の中心は乳雄の育成・肥育であるが、近年輸入肉の増加や不況による影響で枝肉価格は低い水準となっている。肉質の評価も低下しており、乳牛の改良方向との関連も指摘されている。専用種の黒毛和種飼養頭数は増加してきたが最近では頭打ちの状況。本道の黒毛和種の歴史は浅く、肥育用子牛(素牛)、枝肉とも市場の評価は低かったが、平成に入ってから改良促進や肥育技術の改善等の取り組みを背景に、道産の肥育素牛、枝肉とも着実に評価が上向いてきており、北海道ブランドの確立をめざして、さらに改良促進、育成・肥育技術の向上などの両面からの改善が必要である。

昨年、本道畜産は大嵐に見舞われた。口蹄疫の発生と雪印問題である。北海道における口蹄疫の発生は、防疫管理の大切さを再認識させられたと同時に、感染源とも言われた粗飼料(イナワラ)を輸入に頼り切っている問題点を示したといえる。また、牛乳を初め、生産段階から流通を通して衛生管理を再チェックし、「道産畜産物は安全」という信頼を得る取り組みを進める必要がある。環境負荷の低減、糞用処理は当面の最重要課題である。「家畜排泄物法」により16年11月までに糞尿の野積みを止め、れき汁が地下へ浸透しない施設を整えることとなっている。このため、低コストの施設の早急な検討や堆肥やスラリーなどの有効利用技術の確立が求められている(表3)。

表3. 酪農・畜産をめぐる現状と課題

- ◎求められる飼料自給率の向上 ◎国際化の進展と価格政策
- ◎担い手の育成、確保対策 ◎見直し
- ◎家畜改良の推進の実現 ◎求められる自給飼料の増産
- ◎北海道畜産の位置、役割の重要性
- ◎環境に配慮した畜産の推進 ◎経営体質の強化
- ◎家畜衛生と畜産物の安全性の確保

2001 道酪農・畜産計画

4. 本道畜産の発展に向けて

1) 施策面からめざす方向

今後の北海道畜産の方向について、道は「酪肉近計画」「飼料増産計画」「家畜改良増殖計画」をもとに、「北海道酪農・畜産計画」を示した。それによると、本道は今後とも我が国最大の酪農・畜産地帯として安定的に畜産物を供給することが期待されている。このため、乳牛総飼養頭数は約7万頭増やして94万頭とし、牛乳生産量も約80万トン増の計画となっている。肉用牛は総頭数で約19万頭増、うち専用種を14万頭増やす計画。

これを土台に第1に「国際化に対応し得る生産体制の構築」、第2に「多様で効率的な経営体の育成」をめざす方向の柱としている。酪農では、1戸当たり飼養頭数はさらに大規模化し、高能

力の牛群構成になると想定される。肉用牛は計画通り進めば、肉専用種の頭数も鹿児島県に続く日本第2の主産地となり、丈夫で飼いやすい肥育素牛とおいしく、安心・安全で手頃価格の道産ビーフの提供が期待されよう。めざす方向の柱の第3は「自給飼料に立脚した酪農畜産の推進」、第4は「環境保全型酪農畜産の推進」、第5は「ゆとりある酪農畜産経営の展開」である。自給飼料の利用増大は、国の自給率向上を背景に道段階でも目標が設定されている。自給飼料の増産に向けては、飼料基盤の強化、生産性や品質の向上、放牧推進や公共牧場の活用、飼料生産の組織化・コントラ利用などが方策として必要となる。

また、市場価格の動向や消費者サイドのコンセンサスが前提となるが、酪農・畜産の経営安定施策として「直接所得保障」の検討も進められるであろう。

表4. 乳牛・肉用牛の生産・飼養頭数の目標

種類	区分	現在(平10年)	目標(平22年)
乳牛	総頭数(頭)	878,200	943,300
	経産牛(頭)	493,500	551,400
	搾乳量(kg/頭)	7,390	8,800
	牛乳総生産量(万t)	364	483
肉用牛	総頭数(頭)	413,800	626,000
	専用種繁殖雌牛(頭)	56,800	127,000
	専用種肥育牛(頭)	43,100	98,000

北海道酪農・肉用牛生産近代化計画

2) 進化する北海道酪農

乳牛の泌乳能力はさらに改良が進められ、10年後の経産牛1頭当たりの乳量は8,800kgが目標である。ET技術を活用した改良システム(MOET)やDNA診断などの成果を土台に目標実現をめざす。飼料の利用性や繁殖性・肢蹄の強健性さらに乳房炎に対する抵抗性などの選抜・淘汰がすすむことも期待されている。また、放牧に向きチーズづくりに適した能力などが評価できると、農家の経営に合ったタイプの乳牛あるいは品種を選ぶことも可能となろう。

今後も続く想定される規模拡大。大型のフリーストール方式はさらに普及し、数百頭規模のメガファームも各地に出現するであろう。そこでは大群管理に適した構造のフリーストールに衛生管理が行き届いた巨大ミルクパーラー、個体が自動的に識別され、乳量・乳質はもちろん採食・繁殖行動もチェックされるシステム。乳検・共済データがオンラインされていて随時必要な飼料の給与量のほか繁殖・疾病予防の管理プログラムが示される。牛の消化生理、泌乳生理にもとづく研究も進みルーメンコントロールを中心とする栄養管理も緻密化し、搾乳ロボットや自動哺乳装置はさらに普及が進む。しかし今後の酪農がすべて大規模な法人経営タイプとなるのではなく、経産牛100頭規模の家

族経営も一つの柱。低コストで自給粗飼料を高度に利用し循環型のシステムをめざす。また、新規参入者に希望も多い放牧中心でゆとりあるタイプの経営も増加が期待されている。大規模経営を含め、これからの経営を支えるためのあたらしい分業システムの構築が重要なポイントである。例えば搾乳・飼料給与、繁殖・一般管理は従来通り酪農家が行うが、子牛の保育・育成、飼料生産・TMR供給、糞尿処理などを専門の組織に外注化する。組織の形は、会社、J A、公共牧場、共同作業体、農家個人など多様な形態がとられるだろう。これは、時間的なゆとりの創出のほか、効率的な経営や進化した技術を取り入れる上でも必要である。放牧の推進は用地の確保など施策面からの支援が必要だが、牛の行動習性にもとづく誘導技術の確立や適性草種の導入、補助飼料給与方式などさらに技術開発の面からのサポートも必要。放牧飼養に搾乳ロボットを利用できるか否かの研究成果も待たれる。

○飛躍・定着するか道産ビーフ

道産ビーフ定着をめざして飛躍が期待される肉用牛の黒毛和種については、まず遺伝的な改良による能力のワンランクアップがカギとなる。クローンなど先端技術を用いた効率的な検定手法の導入やフィールド重視の成績評価法を取り入れ「深晴波」を上回る優良種雄牛を作出することにより、道産子牛の市場評価は雌牛も含めて一段と高くなるであろう。種雄牛、繁殖雌牛とも肉量・肉質のバランス、さらに子牛の発育性、哺乳能力、粗飼料利用性など北海道ならではの牛づくりの進展にも注目される。道産ビーフは、公共牧場の有効利用を含めイナワラや麦桿など自給粗飼料を充分活用した生産方式を基調にしたい。各飼料資源の消化生理面からの研究蓄積による新たな飼料評価の情報を盛り込んだ育成・肥育マニュアルの確立が求められる。

養豚は、大型化が進み農家数は減少していくが、高能力のハイブリッド豚やSPF (清浄) 豚が中心となり、安定した高品質の道産ポークが提供されていく。効率的な防疫管理のほか優良種豚の確保やSPF生産方式の確立が重要なポイント。養鶏でも品質な卵・鶏肉 (プロイラー) の供給が求められているが、一部差別化した地鶏肉などの需要もある。草を利用できるオーストリッチは皮、肉、羽毛などの新規需要開拓が期待されている。

クローン家畜やDNAマーカーの利用などは応用段階に入り、畜産分野に新たな可能性を与える。サイトカインや生理活性物質を利用した人と家畜にやさしい疾病の予防・治療技術も進むであろう。食肉検査データや血液検査などによるモニタリングが進み牛の健康管理システム

も整備される。放牧や粗飼料利用への関心の高まりを背景にリモートセンシング技術の活用によって草地・飼料作物の栽培管理やコーンクラッシャーなど高性能機械を用いた収穫・調整法が進むと考えられる。

畜産環境では、2004年からの「糞尿処理法」による堆肥盤等の整備以後、施肥マニュアルに基づいて、草地・畑への糞尿・堆肥の施用が着実に増加する。中期的視点での環境負荷を抑制する北海道スタンダードの検討や、メタンガス発生抑制、窒素・リンの排泄低減や糞尿のエネルギー化などの技術開発の進展にも注目したい。

道産畜産物に関して「安全・安心・高品質」の中味としてこれまでは未着手であったクリーン畜産物の格付け・評価が進むであろう。道内、全国の消費者の「安全・高品質」への期待に応える実際の取り組みと生産物の内容が問われる段階に入ったと考えなければならない。加工原料乳としては、生クリームなどの液状乳製品やチーズ向けなどの増加が予測されるため、それらに適した乳質改善が望まれる。また、低温殺菌乳や手作りチーズ・アイスなどの生産も拡大し、生産者の顔の見える生産物の販売など流通ルートも多様化するであろう。機能性物質の探索についても、牛乳・牛肉を中心に研究成果が出て、差別化可能な畜産物の生産も開始されると思われる。卵、牛乳のアレルゲンの評価などの研究成果にも注目したい。

農村存立の意義や役割などは、多面的機能やアメニティの評価手法などの検討を含めて再評価されるべきではないか。農村を対象とした「地域振興・活性化」「多様な担い手の就農」「都市住民・消費者との交流」「グリーンツーリズムの振興」などの施策が実施に移され、農家戸数の減少にも歯止めがかかってほしいものである (表5)。

表5. 北海道酪農・畜産の基本計画

めざす方向	北海道酪農・畜産への期待
◇多様で効率的な経営体の育成	◆今後とも国内最大の酪農・畜産地帯として生産を担う
◇自給飼料に立脚した酪農・畜産の推進	◆食糧自給率向上へ寄与
◇環境保全型酪農・畜産の推進	◆クリーンで良質な北海道ブランドの畜産物生産・供給
◇国際化に対抗しうる生産体制の構築	
◇ゆとりある酪農・畜産経営の展開	

2001 道酪農・畜産計画

5. おわりに

21世紀の初頭、長引く不況の中で本道の酪農畜産も様々な課題に直面している。しかし、生産者が自らの創意工夫の中から経営改善にチャレンジし、大学や研究機関も技術開発や更なる飛躍につながる研究に取り組んでいる。また、

行政や関係団体も、新時代に対応する施策の立案やサポートを展開している。そして幸いにも全国の消費者が本道畜産物に期待を感じてくれる。ここで本道の生産者、研究者、行政・団体、実需者が連携し、消費者とのチャンネルを絶やさずに困難な課題に敢然と立ち向かい、

未来への希望を語り合い、その実現に向けて新たな一歩を踏み出していくことが必要である。先人達が多大な労苦の末に築き上げたこの北海道畜産を、さらに大きく豊かに発展させていくことが我々の責務であろう。

共催公開シンポジウム「21世紀の北海道畜産・草地の展望」

畜産の先端技術がひらく新たな展望

北海道立畜産試験場 南橋 昭

はじめに

1997年の英国のDr. Wilmutらの体細胞クローン羊「Dolly」誕生の報告は、世界に衝撃を与えた。一旦分化した細胞は全能性を失うという常識が覆されたのである。その後、マウスにおいても体細胞クローンの作出が可能となり、体細胞核移植を利用したトランスジェニック動物の作出など関連の研究が大きく進展した。また、ヒトゲノムプロジェクトによりヒトの全塩基配列がほぼ解明され、家畜においても全塩基配列が明らかになる日も近いと思われる。われわれの分野でもDNAマーカー育種、牛胚の性判別、感染症や遺伝病の遺伝子診断など、DNAや遺伝子を用いた研究が行われ、一部実用化も始まっている。先端技術と言われる技術はこの他にもIT関連技術など非常に幅広い。しかし、これらを網羅することは到底無理である。そこで、ここでは、このうちのごく一部、牛の胚移植関連の研究に限定して、当試験場の成績を交えて技術ごとにその概要を紹介し、話題提供とする。

1. 胚移植と体外受精

1) 胚移植

胚移植は、1972年以来急速に発展し、日本においても牛の改良増殖の手段として定着している。農林水産省の統計によると、体内受精胚の移植頭数や産子数は年々増加しており、1998年度の移植頭数が49,000頭、産子数が15,000頭である。受胎率は、ここ10年間変化がなく、新鮮胚で50%、凍結胚で45%である。また、現在ではアメリカ、カナダだけでなく、日本においてもホルスタイン種雄牛の70%以上は胚移植により生産されたものとなっている。

2) 体外受精

体外受精は、事故や疾病により、自身で出産ができず、また、過剰排卵処理による胚採取もできない場合の遺伝資源を残す最後の手段としての利用が考えられる。また、肉牛では、食肉処理場でと殺された黒毛和種の再生産が考えられ、実際に家畜改良事業団が黒毛和種の体外受精胚を供給しており、良好な成績が得られている。

さらに、近年、超音波診断装置を用いて、生体の卵巣から直接卵子を採取する経膈採卵法(OPU)が開発され、これと体外受精を組み合わせることにより、胚が得られるようになった。OPU-体外受精により1週間に1回1-5個程度の胚が得られる。うまくいけば、過剰排卵処理による胚

採取より多くの胚が得られる。また、妊娠中の牛にも適応できることから、過剰排卵処理による胚採取と組合せることも可能である。

3) 種雄牛生産と牛群の遺伝的改良

オランダの1999年における酪農家戸数は39000戸、経産牛頭数は160万頭で、日本と大きな差はないが、15年ほどで、精液および胚の輸入国から輸出国に変貌した。オランダでは、CR Deltaという酪農家の組合組織が、乳牛改良事業のすべてを行なっている。CR Deltaでは、世代間隔の短縮を最重点課題としている。過剰排卵処理による胚採取とOPU-体外受精により、候補種雄牛と種雄牛生産用ドナー候補牛から胚を作成し、それらから生産した産子を検定するとともに選抜して候補牛にも用いている。この乳牛改良プログラムにより、1998年と1999年にアメリカTPIの1位となる種雄牛を作出している。

一方、乳用牛評価報告2001-1の評価結果によれば、日本の検定牛の遺伝的能力は1981年から順調に伸びており、それに伴って乳量も順調に伸びている。これらは、育種理論と共に、それらの育種理論を実現するための繁殖技術、すなわち人工授精や胚移植による成果と考えられる。また、1996年生まれの子牛の父牛では、国内種雄牛と海外種雄牛の遺伝的能力の差がほとんどなくなっている。このことは、世界で通用するホルスタイン種雄牛が日本にも存在することを意味している。日本も、乳牛改良プログラムを採用し胚移植やOPU-体外受精を駆使することにより、精液や胚の輸出国になることは、夢ではない。

2. 胚の性判別と精子の雌雄分別

1) PCR法による胚の性判別

胚の性判別の目的は、言うまでもなく、必要な性の産子を得ることである。現在、胚の性判別には、通常PCR(Polymerase Chain Reaction)法を用いる。マイクロマニピュレーションにより胚の一部の細胞(10個程度)を採取し、PCR装置にかけ、電気泳動を行う。雄であれば、その細胞の中にある雄に特異的な塩基配列がPCR法により増幅され、電気泳動によりバンドとなって検出される。性判別のために一部の細胞を採取した胚の受胎率は、体外受精胚と同様に新鮮胚では体内受精胚と遜色ないが、凍結胚では30%以下であり、これも細胞採取によるダメージの回復あるいは凍結方法の改善が必要である。

2) LAMP法による胚の性別判別

当試験場では、今年度より LAMP 法を用いた性別判別キットの開発に取り組んでいる。LAMP 法は、栄研化学が開発した新しい遺伝子増幅技術で、短時間に温度変化なしに大量に目的の塩基配列を増幅させる方法である。遺伝子診断では PCR 法に置き換わる国産の次世代技術として期待されている。LAMP 法は、(1)4 つのプライマーで、6 つの領域を規定しているため、特異性が高い、(2)温度の上げ下げなどの操作は要らないため、増幅に特殊な装置を必要とせず、操作が簡単、(3)塩基配列や条件の最適化で反応時間を 10-30 分間に短縮可能、(4)使用する酵素が 1 種類で、独自技術でライセンスが不要なため、安価にすることが可能、(5)増幅効率もよく、300bp 以下であれば、1 時間で 10 μ g の増幅産物ができるため、増幅した塩基配列の検出が電気泳動なしに目視で可能等の特徴がある。牛胚の性別判別では、細胞の採取は PCR 法による胚の性別判別と同様であるが、PCR 法による雄に特異的な塩基配列の増幅が LAMP 法に置き換わることにより、その後の電気泳動が不要となり、迅速に安価に判定が可能となる。おそらく、細胞の採取から、判定まで 1 時間程度で終了するようになると思われる。

3) 胚の性別判別を利用した乳牛の後継雌牛生産

LAMP 法を用いることにより、短時間に安価に胚の性別判別が可能になる。さらに、性別判別胚に適した凍結方法が開発され、平均の受胎率が 40% を越えれば、本技術は普及する可能性が十分ある。ホルスタインの後継雌牛生産に性別判別胚を用いた場合、生まれてくる子牛はすべてホルスタインの雌牛であるので、必要な頭数だけ胚を移植すれば、残りの牛には黒毛の精液あるいは胚を移植できることになる。この場合、酪農家から肉資源としてのホルスタイン雄子牛が生産されなくなる可能性があり、酪農家だけでなく、肉牛農家の状況も大きく変ると考えられる。

4) 精子の雌雄分別

日本においては家畜改良事業団がフローサイトメーターによる X 精子と Y 精子の分別に取り組んでいる。これまで、いろいろな方法が試みられてきたが、有効な方法はなく、X 精子と Y 精子の相対的 DNA 含量の差に基づいて分別する方法が、現在のところ唯一再現性のある方法である。実際には、精子の DNA を蛍光色素(ヘキスト 33342) で染色し、フローサイトメーターに流して、レーザー光を照射する。X 精子と Y 精子では DNA 含量が違うため、蛍光強度が異なり、これを検出器で検出する。検出した蛍光強度に応じて、精子 1 つ 1 つを正あるいは負に荷電し、電極により精子を振り分けて分取する。レーザー

光を常に精子頭部の扁平な面に照射しなければ、蛍光強度の検出は不可能であるが、精子を常に一定の方向に流れるように制御することが非常に難しい。また、精子すべてを分別できるわけではなく、通常 10% が X 精子、10% が Y 精子、残りの 80% は分別不能となる。さらに、分別により精子がダメージを受け、分別する速度が遅いため、少数の精子が使用できるのみである。2000 年の報告によれば、分取精度は X 精子、Y 精子ともに 90% 以上であり、顕微授精および人工授精により産子を得ているが、分取速度が 40 万/時と非常に遅く、実用には耐えない。

一方、アメリカの XY 社が、分取精度が 90% で、分取速度が X 精子と Y 精子それぞれ 2,000/秒の精子専用のフローサイトメーターを開発したことが、1999 年に報告された。分取速度は家畜改良事業団のもの 18 倍である。このフローサイトメーターを家畜改良事業団が 2 台、ジェネティクス北海道が 1 台導入し、検討中である。現在のところ人工授精に十分な数のストローを生産するには、このフローサイトメーターを 10 台あるいは数十台並べて、24 時間フル稼働する必要がある、それでも精子濃度の低いストローを使わざるを得ないと思われる。しかし、今後さらに、ノズルおよびソフトウェアの改良が進むと考えられ、そうなれば、世界の畜産は大きく変ると思われる。

3. 核移植

1) 初期胚核移植

当試験場では、ドナー細胞として、32-64 細胞期の胚を用いている。これらの胚の割球をばらばらにし、それぞれをドナー細胞とする(理論的には一卵性の 32-64 子となる)。一方、レシピアント卵子は、体外受精と同様に体外で成熟させ、核を取り除いて用いる。レシピアント卵子の活性化処理およびドナー細胞とレシピアント卵子の細胞融合後、胚(クローン胚)を移植可能な段階まで体外で培養する。

クローン胚の受胎率は、新鮮胚移植においても体内受精胚や体外受精胚に比べかなり低く、当試験場においても受胎率は 30% 程度である。さらに、流産も 20% 程度、死産や生後直死等も 20% 程度発生するため、最終的なクローン牛の作出は 20% 程度になってしまう。したがって、現在の技術レベルでは、ドナー細胞として 32-64 細胞期の胚を用いた場合、10~20 個の胚盤胞が得られ、これらをすべて移植すると、2~4 頭のクローン牛が作成できる。当試験場では、昨年 5 月に誕生した 7 頭が最多である。日本国内では、2001 年 3 月 31 日現在で 578 頭が誕生し、そのうち 153 頭が食肉として出荷されている。

2) 初期胚核移植を利用した乳牛の後継雌牛の生産

初期胚核移植による乳牛の後継雌牛の生産は、胚の性判別よりさらに効率的である。1回の胚採取からの雌牛の生産を胚の性判別と比較してみる。1回の胚採取で6個の正常胚が回収されたとする。そのうち3個は雌胚であるので、それを受胎牛に移植すると受胎率50%で1.5頭の雌産子が得られる。核移植の場合は、性判別した3個の雌胚を用いて核移植を行う。上記の計算を当てはめれば、ドナー胚1個から3頭程度のクローン牛が得られる。したがって、3個のドナー胚からは9頭のクローン牛が得られることになる。受胎率が低いため、受胎牛は多数必要であるが、実に6倍の効率である。

3) 体細胞核移植

基本的な手技は、活性化処理および細胞融合を除き、初期胚核移植と同様である。体細胞核移植によるクローン胚の受胎率は、初期胚核移植と同様30%程度である。流産は30%程度、死産や生後直死等は40%程度発生するため、最終的なクローン牛の作出は10%程度になってしまう。受胎牛は多数必要であるが、初期胚核移植と異なり、ドナー細胞が無限に得られるため、得られるクローン牛の数も無限である。当試験場では、雌のホルスタインおよび雄の黒毛和種のクローン牛がそれぞれ1頭および2頭得られている。日本国内では、2001年3月31日現在で222頭が誕生している。

4) 黒毛和種種雄牛の産肉能力検定

当場では、胚移植を用いた全兄弟検定により黒毛和種種雄牛の造成を行なっている。優良雌牛6頭に優良種雄牛を交配して、過剰排卵処理による胚の採取を実施し、1組合せ当り22個、6組で合計132個の胚を採取する。それらの胚を受胎牛に移植し、1組合せ当り5頭、6組で合計30頭の全兄弟雄子牛を生産する。それぞれの組から発育等に優れた1頭ずつ合計6頭を選定し、直接検定を実施する。同時に残りの雄子牛4頭合計24頭を去勢して間接検定と同様の方法で肥育する。直接検定および去勢牛の発育と肉質の成績から6頭の直接検定牛の能力を判定し、2頭を選抜する。この2頭の間接検定を実施し、最終的な種雄牛としての評価を行う。当試験場では、この方法により、2000年度に脂肪交雑と皮下脂肪厚に優れた深晴波号を作出した。全兄弟牛を体細胞クローン牛あるいは初期胚クローン牛に置き換えて検定を実施することで、全兄弟検定で見られた発育や肉質の兄弟間のばらつきが小さくなり、検定精度が向上するものと思われる。後代検定が不要となれば検定期間も短縮される。

4. 遺伝子操作

1) 遺伝子修復

当試験場では、平成12年度から、種雄牛の遺伝病を克服するために遺伝子修復技術の開発に取り組んでいる。家畜にはヒトと同様に多くの遺伝病が存在している。例えば牛では、白血球粘着不全症(BLAD)、シトルリン血症、DUMPS、赤血球膜異常症、第XIII因子欠乏症、チェディアック・ヒガン症候群(CHS)、慢性間質性腎炎(クローディン16欠損症)などが知られており、これらのほとんどは原因遺伝子の1~数塩基にのみ変異あるいは欠失が見られるものである。これらの疾病は、DNA診断法により集団からのキャリアの排除が進められているが、完全に排除することは難しい。最近、遺伝子修復(gene repair)と呼ばれる技術が開発され、1~数塩基程度の塩基配列だけを入れ換えて、正常な状態に修復できることが報告されている。遺伝子修復には正常な塩基配列を持ったキメラプラスト(chimeroplast)と呼ばれる人工的に合成されたオリゴヌクレオチドを標的細胞に導入する。導入されたキメラプラストが特定の標的ヌクレオチドと結合し、あとは細胞が本来持つ遺伝子修復機構により修復される。遺伝子修復では、ベクター(レトロウイルスなど)などを使用しないため、遺伝子の相同組換えは起こらない。また、キメラプラスト自体もゲノム中に一切の痕跡を残さず、修復された配列以外は元のままである。この技術と体細胞核移植技術を用いることにより、優秀な牛の変異(不良)遺伝子のみが修復でき、遺伝病の排除が可能となる。

2) 遺伝子組換え(トランスジェニック)

遺伝子組換え動物を得る方法には、目的の遺伝子を直接前核期胚の前核に注入するマイクロインジェクション法やウイルスベクターの感染能力を使用した方法などがあるが、いずれも家畜では遺伝子組換え個体の得られる確率は低い。近年、体細胞核移植が可能になったことにより、体細胞に目的の遺伝子を導入し、遺伝子が導入された体細胞を用いて核移植を行うことにより、遺伝子組換え動物の作出が容易になった。問題は、体細胞は細胞分裂の回数が限定されていることから、遺伝子の導入された細胞だけを分別する方法、それらを増殖させる方法(培養)が難しいことである。また、体細胞核移植特有の問題ではないが、遺伝子の挿入される部位と量の制御は非常に困難である。

遺伝子組換えの目的は、畜産物の質と量、飼料効率、抗病性など経済形質に関する遺伝子を導入し、優良家畜を生産すること、成長ホルモン、インターフェロン、ラクトフェリン、プラスミノゲンアクチベーター、アンチトロンビンなどの有用生理活性物質や医薬品を生産させ

ること、疾患モデル動物の作出、移植用臓器の生産などである。1998年にアメリカのジェンザイムトランスジェニック社が遺伝子組換えヤギで生産したヒト・アンチトロンビンⅢのフェーズⅢ臨床試験を開始し、2000年の販売承認を目指していると報告されている。いわゆる動物工場が現実のものとなってきている。

最後に

今後、胚の性判別や精子の雌雄分別が実用レベルに達すれば、酪農畜産現場が大きく変化するであろう。また、体細胞核移植による家畜の

生産が可能となったことにより、遺伝子組換えやその応用が手の届くところまで来ており、これらの研究の影響は畜産にとどまらず、医療分野など他分野へ広がっている。一方、胚移植における採取胚数や受胎率は、ここ10年間変化していない。これらの向上のためには、妊娠成立機構の解明や供胚牛や受胎牛の飼養管理面からのアプローチが必要であり、育種および繁殖はもちろんであるが、他分野の研究蓄積が重要である。いずれの研究分野においても他分野との連携が必要である。

共催公開シンポジウム「21世紀の北海道畜産・草地の展望」

北海道の草地の歴史と持続的発展へのシナリオ

松中照夫 (酪農学園大学)

1. 北海道酪農の発展の歴史

1) 草地酪農の萌芽

北海道の酪農が本格化したのは、1956年以降であろう。この年、世界銀行の融資を受けて「根釧パイロットファーム事業」が始まった。このパイロットファーム事業は、乳牛の飼料の大部分を牧草に依存する草地酪農をわが国で初めて目指した。技術面でも、この事業を契機に草地の維持管理に関する研究が始まった(早川・橋本, 1959)。さらに、牧草サイレージを主体とする乳牛の飼養法も確立された(坪松, 1969)。これらの技術は今日の草地酪農発展の基盤を支え、その後、北海道酪農は草地面積と飼養頭数の両面で急速にその規模を拡大していった(図1)。

2) 規模拡大の具体的経過

1960年、日本政府は所得倍増計画による経済成長の促進、そして日本農業の新局面を開こうと農業基本法を閣議決定している。その年、北海道の1戸当たり飼養乳牛頭数は2.9頭であった。これが、1999年には85.3頭に、わずか40年間で実に29倍に増加した。経産牛1頭当たり年間産乳量も、1960年はわずかに3,694kgであったのに対して1999年には約2倍の7,370kgに増えた(図1)。この間、単位草地面積当たりの飼養乳牛頭数は、1970年までha当たり2頭を上回っていたにもかかわらず、1975年以降、ha当たり1.6頭でほとんど変化していない(図1)。また、単位面積当たりの牧草生産量(生草収量)も大きな変化はなく、1970年以降、32~36t/haの範囲で推移した(図1)。したがって、この時期の乳量増加が、草地から生産された粗飼料に基づいたものとは考えにくい。むしろ、トウモロコシに代表される輸入粗粒穀物価格の低下が濃厚飼料の多給を可能にし、これに乳牛の改良が加わり、これ

らの要因が乳量の増加に大きく寄与したと考えたほうが理解しやすい。

しかし、この輸入された濃厚飼料の多給は、海外の土壌養分を濃厚飼料の形態でわが国の酪農場に持込むことを意味している。この事実を、後述するように、今後の北海道酪農が持続的に発展できるか否かに大きく関与してくる。

2. 酪農の持続的発展のための枠組み

酪農は、もともと、その系内で養分が土-草-牛を巡る農業である(図2)。個別の酪農場を一つの「容器」と考えると、その容器の中で養分が移動していたにすぎない。容器から出ていく主なものは、生産物の牛乳と個体販売の牛である。ところが、北海道での短期間の急速な乳牛飼養規模の拡大は、当然のことながら、酪農場という容器内での乳牛のふん尿生産量を著しく増加させた。しかも、牛乳生産が購入濃厚飼料に依存するに伴って、酪農場での土-草-牛を巡る養分循環に、濃厚飼料の形態で容器外の養分を多量に持込んだ。草地に対する化学肥料施与量の増加も、容器外から酪農場への養分持ち込みの増加に寄与している。これらの酪農場系外からの養分も、最終的には乳牛のふん尿となって酪農場という容器内に蓄積する。こうして酪農場という容器内での養分循環量が増えていく。

この増えた養分循環量のうち、大気環境へ揮散損失する場合を除くと、容器内に蓄積する養分循環量が土壌の養分保持容量の範囲内であれば、その養分が周辺環境へ流出することはない。しかし、乳牛の飼養頭数が増え、それに伴って容器外からの養分の持ち込みが増加すると、その増えた養分を土壌が保持しきれなくなり、酪農場という容器から養分が溢れ出ていく(図2)。これが、酪農場に起因する環境汚染の図式である。

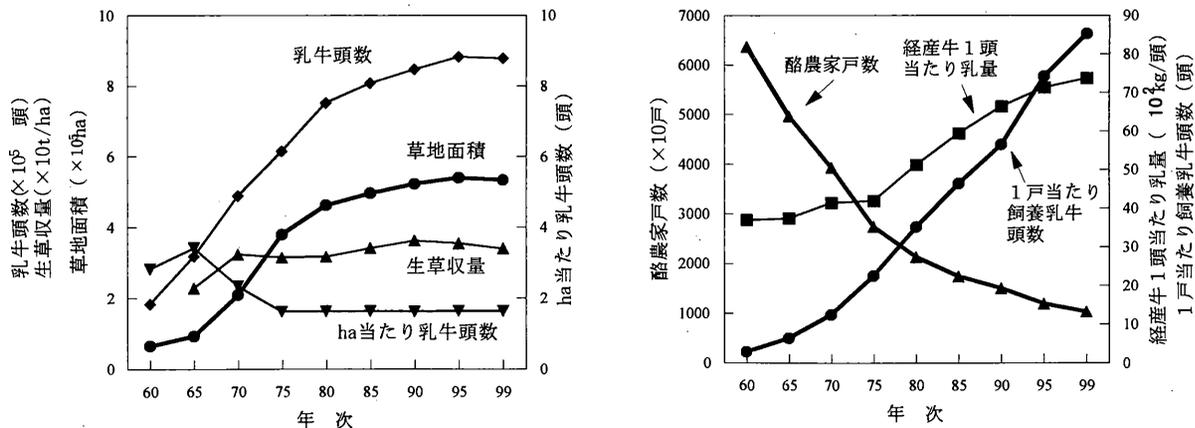


図1 乳牛頭数、草地面積、生草収量、ha当たり乳牛頭数、酪農家戸数、1戸当たり飼養乳牛頭数、経産牛1頭当たり乳量の推移

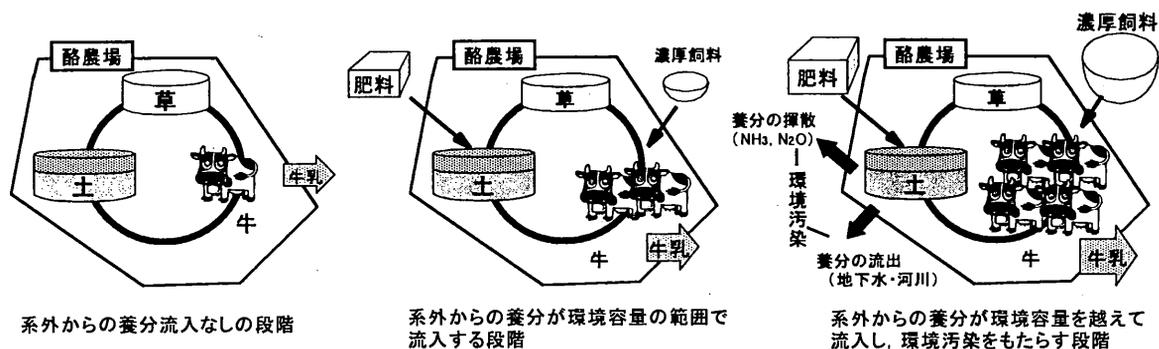


図2 酪農場における飼養規模拡大に伴う養分循環の概念図

乳牛は毎日確実にふん尿を排泄する。周辺環境へ流出することで環境に悪影響をおよぼす窒素(N)に注目すると、1頭の搾乳牛は年間にNを106 kg 排出する(扇ら、1999)。このNを流出させずに酪農場という容器で循環させなければ、乳牛のふん尿に由来する環境汚染が発生し、持続的酪農が破綻する。いいかえると、環境を汚染することなく酪農経営を持続させるためには、一定面積の草地(耕地)に何頭まで乳牛を飼養できるかが重要な要因となる。すなわち、北海道酪農を持続的に発展させるための枠組みは、単位面積当たりの乳牛飼養頭数(以下、乳牛飼養密度という)で決まる。

3. 持続的酪農のための適正な乳牛飼養密度

酪農場がかかわる環境汚染の代表的なものには、ふん尿の草地表面施与後に大気へ揮散するアンモニアや亜酸化窒素などによる大気環境汚染と、土壌から地下水系へ養分が流出して発生する水質汚濁の2種類がある。ここでは大気環境汚染を一応除外し、草場・早川(1999)による水質保全の論議を参考に、適正な乳牛飼養密度を、河川水質基準、地下浸透水の水質基準、および農耕地への許容限界N量の3つの基準から試算してみる。したがって、仮に大気環境汚染に関わる要因を考慮すると、以下に述べる適正な乳牛飼養密度はさらに小さくなる。

1) 河川水質基準からみた適正な乳牛飼養密度
大村(1996)の調査によれば、単位面積に投入されるN量(化学肥料、家畜ふん尿、根粒菌によ

る生物的N固定、降雨、降雪などに由来するN)を100%とすると、自然浄化を受けた後に河川へ流達する割合(流達率)は、投入N量のおよそ6%だった。志村・田淵(1997)の調査では、全Nの流達率が9%であったという。

今、Nの排出源を乳牛だけに限定し、これが余剰水(降水から作物の蒸発散によって消費される水を差し引いた水)に溶けて河川に流出すると仮定する。北海道の平均的な年間余剰水量はおよそ450 mmであるから(志村・田淵、1997)、1 ha 当たり1頭の搾乳牛の年間排出N(106kg/ha)が余剰水に溶け込んだ時のN濃度は、流達率が6%なら1.41 mg/L、流達率が9%なら2.12 mg/Lとなる。したがって、河川の農業用水質基準である全N濃度で1 mg/L以下に抑えるためには、流達率9%の場合なら0.47頭/ha、流達率6%の場合は0.71頭/haが飼養可能頭数となる。

ただし、ここでの面積1 haは、耕地(草地)面積のことではなく雨が降り注ぐことが可能な面積、すなわち、流域面積であるから、上記の飼養可能頭数は流域全体としての頭数である。それゆえ、仮にその流域面積のうち50%が草地、すなわち草地率50%なら、飼養可能頭数は流達率の違いによって0.94~1.4頭/haの範囲となり、草地率が25%なら、同様に1.9~2.8頭/haとなる。つまり、上記の飼養可能頭数を流域の草地率で除すことによって、対象流域の適正な乳牛飼養密度が決まる。

酪農を基幹産業とする道東の5つの町について

表1 河川の農業用水質基準からみた乳牛飼養可能頭数の試算と実態

町	a)総面積 (千 ha)	b) 草地 面積 (千 ha)	c) 乳牛頭 数 (千頭)	草地率*1 (%)	草地面積当たり 乳牛頭数*2 (頭/ha)	飼養可能 頭数*3 (頭/ha)
浜中	42.75	15.1	22.6	35.3	1.50	1.3~2.0
標茶	109.96	30.7	43.4	27.9	1.41	1.7~2.5
別海	132.02	63.3	112.6	47.9	1.78	1.0~1.5
中標津	68.50	23.4	23.6	34.2	1.01	1.4~2.1
標津	62.44	12.0	20.5	19.2	1.71	2.4~3.7
5町全体	415.67	144.5	222.7	34.8	1.54	1.4~2.0

*1: b/a, *2: c/b, *3: 負荷N量の河川への流達率を6%および9%とした時の飼養可能頭数。統計数値は北海道農林水産統計年報(1999)による。

て、その草地率を求め、それから上記の計算に基づいて、各町の飼養可能頭数を求めると、1.0頭/ha~3.7頭/haの範囲で、およそ2頭/ha程度であった(表1)。現時点では、別海町が飼養可能頭数以上の飼養規模になっており、酪農による水質汚濁の可能性がある。浜中町も流達率を9%とすれば、飼養可能頭数を超えている。しかし他の3町での飼養規模は、まだ多少の余裕がある。

2) 地下浸透水の水質基準からみた適正な乳牛飼養密度

地下浸透水の水質基準を硝酸態窒素(N03-N)濃度でとらえ、それに基づく適正な乳牛飼養密度を考えてみる。

耕地に投入されたNを地下浸透水に流出させないためには、作物が吸収利用し、農耕地でのN循環に組み入れることが重要である。では、どれだけNが農耕地に収容可能か、それが問題である。この農耕地における養分の収容可能量を環境容量という。北海道では、「通常の収量をあげる作物のN吸収量」と「地下浸透水中のN03-N濃度を10mg/L以下にする土壌の最大N保持量」の合計値を、農耕地のN環境容量と定義している(北海道、1999)。

年間降水量から作物の蒸発散量を差し引いた余剰水が、土壌に残存しているすべてのN03-Nを流出させても、地下浸透水中のN03-N濃度を水質基準の10mg/L以下とするには、余剰水量100mm当たりN03-Nで10kg/haまで土層内に残存できる。これをN03-N残存許容量とすると、これに主要作物の平均的なN吸収量から、その地域の土壌N環境容量が算出できる。例えば、北海道の主な酪農地帯では、余剰水量がおよそ400~800mmであった。したがって、N03-N残存許容量は40~80kg/haとなる(表2)。この地域の主要牧草であるチモシーやオーチャードグラスの標準的なN吸収量に相当する施与可能N量は、それぞれ160および180kg/haと見積もられるので、この地域でのN環境容量は200~260kg/haとなる(表2)。ただし、これは平均的な場合であって、土壌条件や雨量の条件などで土層からのN03-Nの施設なども当然完備しなければならない。その

流れ易さが変化する。そこで北海道では、それらを考慮した流出率が別途提案されている(三木ら、2000)。

搾乳牛の年間N排出量が106kg/頭であるから、それぞれのN環境容量の範囲での飼養可能頭数は1.9~2.5頭/haで、およそ2頭/ha程度となる(表2)。この値は、先に考えた河川水質基準からみた許容頭数の平均的な値とおおむね一致している。現状の飼養規模から見れば、十勝地方の草地面積当たり乳牛頭数が、上記の飼養可能頭数を上回っている。ただし、十勝の場合は、畑地などの耕地を加え、耕地面積当たりで飼養頭数を求めると、飼養可能頭数よりかなり少なくなる。現状では、酪農場のふん尿を畑作専業農家に移転することの重要性がうかがえる(松中、2000)。

3) 農耕地への許容限界N量からみた適正な乳牛飼養密度

上記の北海道におけるN環境容量のような考え方とは別に、土壌からの地下浸透水をN03-Nとして10mg/L以下に維持することが可能なN投入量を許容限界N量とし、それが全国的に検討された。それによると、現時点での許容限界N量は、およそ200~250kg/haの範囲である(新政策研究会、1992)。搾乳牛の年間N排出量は106kg/頭であるから、施与Nをこのふん尿由来Nに限定すると、上記の許容限界N量以下にするためには、1.9~2.4頭/haの範囲になる。

EU委員会は、1998年12月20日以降、耕地への許容限界N投入量を210kg/haとし、4年後の2002年同じ日以降には、これを170kg/haに減少することになっている(ADAS、2001)。土壌や気象条件、さらに乳牛の種類が異なるため単純に適用できないが、これを仮に北海道に適用すると、適正な飼養密度は1.6頭/haとなる。

4. 北海道酪農の持続的発展のためのシナリオ

これまでの論議から、北海道の酪農が環境汚染をさけながら持続的に発展していくためのシナリオの基本は、乳牛飼養密度を適正に維持することであると指摘できる。この場合、ふん尿に由来する養分の流出を防ぐ基本的なふん尿貯留結果、どのような牧草が生産され、牛乳生産にどんな影響があるかを考える。

表2 北海道の主要地域における乳牛飼養実態と草地の窒素環境容量に基づく乳牛飼養可能頭数の試算

地域	a)耕地面積 (千ha)	b)草地面積 (千ha)	c)乳牛頭数 (千頭)	乳牛頭数実態(頭/ha)		主要草種 ³⁾	d) 通常 の収量の N吸収量 (kg/ha)	余剰水量 (mm/年)	e) NO ₃ -N 残存許容 量(kg/ha)	窒素 環境容量 (kg/ha) ⁴⁾	飼養可 能頭数 (頭/ha) ⁵⁾
				耕地面積 当たり ¹⁾	草地面積 当たり ²⁾						
根室	111	109	185	1.67	1.70	TY	160	600~800	60~80	220~240	2.1~2.3
釧路	94	91	131	1.40	1.44	TY	160	600~800	60~80	220~240	2.1~2.3
十勝	260	82	212	0.82	2.59	TY	160	400~600	40~60	200~220	1.9~2.1
網走	172	64	126	0.74	1.98	TY	160	400~600	40~60	200~220	1.9~2.1
宗谷	56	55	65	1.17	1.16	OG	180	800	80	260	2.5

*1: c/a, *2: c/b, *3: TY=チモシー, OG=オーチャードグラス, *4: 窒素環境容量=d+e, *5: 搾乳牛のN負荷量=106kg/年として、窒素環境容量/搾乳牛の年間N負荷量から求めた。統計数値は北海道農林水産統計年報(1999)による。

1) 適正な乳牛飼養密度による飼養規模の規制
 上述したいずれの場合でも、適正な乳牛飼養密度は、おおよそ2頭/ha程度であった。したがって、北海道の酪農場が環境汚染源とならずに、持続的に発展するための枠組みは、酪農場における耕地(草地)1 ha当たりの飼養頭数を2頭程度以下に規制することである。現在の北海道全体としての乳牛飼養密度は1.6頭/haで、上記の限界頭数の82%である。それゆえ、北海道全体でみれば、酪農場の環境保全対策は現時点ならまだまにあう。

2) 草地への養分源はふん尿中心で、化学肥料は補助とする
 草地への養分源は乳牛の排泄ふん尿を基本とする。適正飼養密度(2頭/ha)の範囲であれば、排泄ふん尿はふん尿混合物(液状きゅう肥、いわゆるスラリー)として、年間におよそ50 t/ha程度(25 t/頭、肥料養分換算でN-リン酸(P_2O_5)-カリ(K_2O)としておよそ100-25-200 kg/ha)生産される。これをチモシー基幹の混播採草地(マメ科割合10%程度、1番草を出穂期に、2番草は1番草刈取り後ほぼ50日目で刈取る体系)に前年秋と早春の2回に分施する。この時、乾物収量でおよそ8 t/ha程度の牧草が確保できる(松中ら、1988)。この施与量の条件で、施与養分量を施肥標準量(北海道、1995)と比較すると、Nと K_2O は、ほぼ施肥標準量なみである。しかし、 P_2O_5 の施与量は明らかに不足する。このため、ふん尿だけで草地を良好に維持管理するのは困難である。適宜、土壌診断を実施して草地の土壌中有効態 P_2O_5 が不足しないように、化学肥料で補給する必要がある。

3) このシナリオでの牧草によるTDN自給率
 乳牛が牧草から摂取可能な乾物量およびその牧草中のTDN含有率を、道立農畜試の調査データ(道立農畜試、2000)の値とし、上記の条件で牧草生産する時、牧草によるTDN自給率を求めた。その結果、このシナリオでの牧草だけでは、標準乳牛(305日乳量8400kg、日平均TDN要求量12.95kg、基準牧草の乾物摂取可能量12.4kg)のTDN要求量の46%程度しか達成できない。これは、この条件での牧草生産で、標準乳牛の乳量水準のTDN要求量を満たせないことを意味している。このシナリオに基づいて環境汚染のない持続的な酪農経営を実施するには、標準乳牛の乳量水準を下方修正しなければならない。

4) 飼養頭数規制とそれに伴う酪農場支援体制
 仮に、適正な乳牛飼養密度で飼養規模を規制すると、草地面積を多く所有する酪農場は、多頭飼養が可能となる。逆に、所有草地面積の少ない酪農場は、乳牛の飼養頭数が制限される。この場合、相対的に草地面積の少ない酪農場は

経営的に不利となる可能性がある。このような酪農場の支援体制をどのように整備するかは重要な課題である。

5. 国民的財産としての北海道の草地景観

北海道を代表するイメージがある。からっと晴れ渡った青空の下、広々とした緑の草地にゆったりと放牧される乳牛。赤い屋根の牛舎の周りには、にこやかに健康的な家族が揃って牧草収穫とサイレージ調製に汗を流している。そんなイメージだ。狭い日本で、こんな優雅な景観を提供できるのは北海道において他にない。消費者は、北海道の牛乳を飲みながら、北海道の緑滴る広大な草地をイメージし、健康を感じる。北海道の牛乳はこのイメージもあわせて売っている。酪農をとりまくこの景観は、まさに、国民的財産である。

その北海道の酪農が、じつは、ふん尿垂れ流しの環境汚染源だったということにはならない。そうならないために、EC各国がすでに踏み切った適正乳牛飼養密度による飼養頭数規制は、北海道でも不可欠だと思う。この難問を解決するために、行政、試験研究、普及、農協、酪農家といった関連するものが叡智を絞り、十分に連携していく必要がある。

6. 引用文献

- ADAS (2001) : Managing Manure on Organic Farms, 1-23.
 道立農畜試 (2000) : 成績会議資料(北海道の採草地における牧草生産の現状と課題).
 早川康夫・橋本久夫(1959) : 道立農試集報、4、9-19.
 北海道 (1995) : 北海道施肥標準、49-54.
 北海道 (1999) : 家畜糞尿処理・利用の手引き 1999、1-123.
 草場 敬・早川嘉彦(1999) : 畜産の研究、53、865-873.
 松中照夫・小関純一・近藤 熙(1988) : 土肥誌、59、419-422.
 松中照夫(2000) : 21世紀へのマニュアル・テクノロジー、32-46.
 三木直倫・安積大治・橋本 均(2000) : 土肥誌、71、396-399.
 大村邦男(1996) : 北海道土壌肥料研究通信、第42回シンポジウム特集号、17-24.
 扇 勉・峰崎康裕・西村弘行・糟谷広高(1999) : 北海道草地研究会報、33、16-21
 志村もと子・田淵俊雄(1997) : 農土論集、189、45-50.
 新政策研究会(1992) : 新しい食料・農業・農村政策を考える、386-429.
 坪松戒三(1969) : 道立農試報告、17、1-184.

共催公開シンポジウム「21世紀の北海道畜産・草地の展望」

これからの牛乳・乳製品と私達の健康

島崎 敬一 (北海道大学農学研究科)

北海道の主要産業の一つである酪農業の今後の発展のためには、牛乳・乳製品の健康への関わりが重要なキーワードになる。その道筋を探る上で何らかの参考となることを願い、牛乳成分の概略、利用分野、栄養的価値、栄養以外の機能成分、乳製品の最近の傾向、今後の見通しについて概述する。

○牛乳の成分

牛乳成分は無脂固形分と脂質に大別される。無脂固形分には窒素化合物(タンパク質と非タンパク態窒素化合物)、糖質(ほとんどが乳糖)、無機質(ミネラルあるいは灰分)、有機酸(クエン酸、乳酸など)、水溶性ビタミン類が含まれている。その他に白血球や乳房内の表皮細胞などが含まれ、気体(炭酸ガス、窒素、酸素など)も溶解している。脂質は脂肪(トリグリセリド)、リン脂質、糖脂質、ステロール、カロチノイド、脂溶性ビタミンなどである。タンパク質としてはカゼイン、乳清タンパク質、および微量の酵素類が含まれる。また、非タンパク態窒素化合物(NPN)として尿素、各種アミノ酸、アンモニア、ヌクレオチドなども含まれている。さらに分析技術の発達により極微量で見過ごされていた成分も検出されている。これら牛乳に含まれる成分の全てが仔牛にとって必要な何らかの役割を持っていると考えるのが自然であるが、現在それらが全て解明されている訳ではない。ましてや人間が摂取した場合の効果には未解明な点も多い。

表1は牛乳の一般的な組成を示したものであり、食品としての牛乳成分組成である五訂日本食品標準成分表に記載されている数値とは若干異なる。一方、(社)北海道酪農検定検査協会による平成12年度道内平均では、脂肪率3.987%、タンパク質率3.221%、無脂固形分率8.737%、全固形分率12.724%、乳糖・灰分率5.517%となっている。また原料乳の品質向上も切に望まれるが、同報告での道内の生乳における細菌数は1.4万/ml以下が90.8%(~3.4万/mlでは97.2%)、体細胞数は30万/ml以下が82.9%である。しかし近年、生乳の化学物質汚染、加工・流通プロセスでの細菌汚染による事故が絶えず、安全な食品供給のためにより一層の努力が求められている。

○牛乳の利用

牛乳の利用分野を表2に示した。従来は栄養的な面に重点が置かれたものが多く、かつその主要成分しか利用の対象となっていなかった。しかし栄養的な面だけでは無く、それらの物理的な性質(物性)を様々な食品に利用する機能特性と言われる面での応用が伸びて来ている。さらに分別された各成分の食品関係への利用、および量的には微量にしか含まれないが有用な生物活性を持つ物質、あるいは乳成分由来の活性物質を食品だけでは無く医薬品関係や他の分野へ実用化されてきている。このような場合は、目的物質の分離法の確立および高付加価値化だけではなく、目的外物質の有効利用をも両立させる事が重要である。

表1.牛乳と母乳(人乳)に含まれる成分の比較(100ml当たりg)

		牛乳		母乳		牛乳		母乳		
タンパク質	カゼイン	2.6	0.32	無機質	灰分	0.7	0.2	乳糖	4.7	6.9
	非タンパク質	0.7	0.68		カルシウム	0.12	0.03			
	カゼイン/非タンパク質	3.7	0.47		リン	0.09	0.014			
脂質		3.7	4.4	糖質	乳糖	4.7	6.9	水分	87.8	87.5

表2.牛乳成分の主な利用分野

利用成分	そのまま (含殺菌)	発酵	濃縮乾燥・凍結など	その他
全成分	飲用乳		濃縮乳・粉乳	
クリーム	コーヒークリーム ホイップクリーム	サワークリーム	アイスクリーム	バター
脱脂乳	飲用	発酵乳 (ヨーグルト)	脱脂粉乳, MPC	加工乳・発酵乳等の 素材, CPP 他食品の素材
タンパク質 (カゼイン)		チーズ、CTC	カゼイン粉末	
タンパク質 (非タンパク質)			非タンパク質粉末 (育粉・ベーカー)	WPC, WPI, HMP (他食品の素材)
乳糖		アルコール、有機酸	乳児用食品素材	錠剤成形剤 誘導体の合成
無機質			乳清ミネラル	

○牛乳の栄養

一般に食品の栄養素と言われているものはタンパク質、脂質、糖質、ビタミン・^{ミネラル}無機質であり、体内に取り込まれてエネルギー、体構成成分および機能調節成分として働く。乳児にとってはその母乳は唯一の栄養源であり、また牛乳が成人にとっても優れた栄養供給源であることは否定できない。

・タンパク質 牛乳タンパク質のアミノ酸バランスは良好で必須アミノ酸も含んでおり、乳児のアミノ酸所要量をほぼ満たしている。乳清タンパク質はカゼインに比べ含硫^{ホスホ}アミノ酸が多いのが特徴で、かつゲル形成能などの機能性も食品に利用されている。さらに消化されたタンパク質が消化管内あるいは血中に取り込まれて様々な生理的作用を示すことも知られてきた。一方、牛乳アレルギーが問題になるが、カゼインやβラクトグロブリンがアレルゲンである場合が多い。

・糖質(乳糖) 適度の牛乳(乳糖)を摂取すると、成人では消化されずに回腸下部や大腸に達し、その微生物によって乳酸などへ変換されて腸内のpHを低下させる(酸性になる)。その結果、有害微生物の増殖抑止、カルシウム・リン・マグネシウムなどの吸収促進効果などが認められている。新生児が母乳を飲んでも乳糖^{ラクターゼ}分解酵素を持つために消化吸収され、さらに腸の活発化、便通の促進、腸内細菌叢の好転、各種無機イオンの吸収促進などの効果も合わせ示す。なお、牛乳には少ないが人乳に多い^{オリゴ糖}糖はビフィズス菌の生育促進因子として知られている。

牛乳を飲んで腹の調子が悪くなる(下痢、ガ^{ラクトースイントレランス}ス)乳糖不耐症といわれる現象は、成人の小腸粘膜上皮に乳糖分解酵素が欠損しているため、ガラクトースとグルコースから構成される乳糖を分解できず、従って吸収もできないために起こる。この欠損は遺伝的なものであり、USA白人8%、USA黒人70%、アフリカ黒人95%、アジア人

90%がこの欠損症であると言われている。日本人での発現頻度については10%から90%までと報告者によって幅がある。これは調査方法の差による

と考えられ、成人の小腸内乳糖分解酵素活性を測定した結果ではやはり活性は低い。様々な人種が住むUSAにおいてはかなりの問題と認識されているようであり、乳糖を摂取させた後に呼気中の水素を測定することにより簡便に乳糖不耐症を診断する方法も開発されている。

・脂質 トリグリセリドの構成脂肪酸はパルミチン酸とオレイン酸で全体の50%以上を占めるが、人乳と比べると酪酸、カプロン酸、カプリル酸などの短鎖飽和脂肪酸が多い。この差の栄養的意味はまだ定かではない。コレステロールも常に関心の的となるが、正常な範囲の摂取は必要である。またある種の脂肪酸には生体防御作用や免疫賦活作用があることが認められている。なお、乳脂肪の消化吸収は良好で加熱調理で顕著となり、好ましい食材として知られている。

・無機質 カルシウム、リン、マグネシウム、カリウム、亜鉛などがバランス良く含まれるが、鉄、マンガンは微量しか含まれていない。人に対する生物学的利用性(bioavailability)や吸収率の評価はなかなか困難であるが、他成分との共役により吸収性が非常に良好であるために、特に骨粗鬆症予防のためのカルシウム源として牛乳やチーズ、ヨーグルトの摂取が推奨されている。

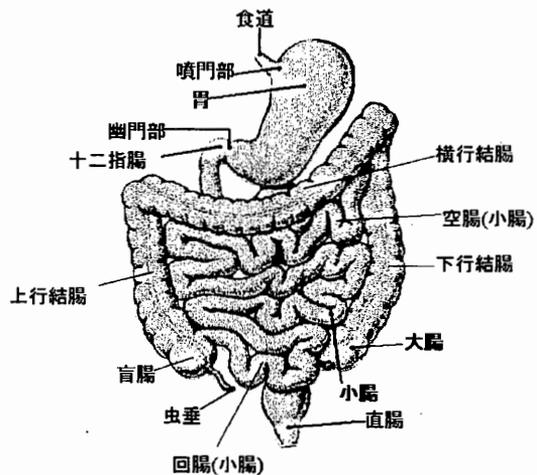


表3.生理機能を示すタンパク質および乳タンパク質由来ペプチド

	機能	用途
免疫グロブリン	抗原抗体反応、抗菌作用	免疫ミルク
ラクトフェリン	腸内細菌叢改善、抗菌、抗ウイルス、抗がん、抗炎症、抗酸化、免疫機能増強、細胞増殖促進など	錠剤(C型肝炎治療、整腸剤など)
ラクトペルオキシダーゼ	酸化還元反応、殺菌作用	食品への添加、薬用練菌磨など
乳タンパク質由来活性ペプチド	抗菌、血圧降下、免疫賦活、カルシウム吸収促進	保健機能食品

○栄養素以外の成分

乳児は母乳に対して栄養だけではなく、他の機能も期待していることは明らかである。この要求はまず初乳によって叶えられる。例えば消化管免疫にとって重要な免疫グロブリン(sIgA)はその主たるものである。初乳にはその他にも各種の抗菌性タンパク質(表3)、ビタミン類、ホルモン様物質などが常乳よりも高濃度で含まれている。これらは乳児を細菌感染から守るなどの生体防御機能、および健やかな成長の促進に直接あるいは間接的に寄与している。そこで牛の初乳を「免疫ミルク」として利用した製品もある。しかし、我国では分娩後5日以内の牛乳(初乳)は食品としては使えないこととなっている。

最近、^{ホエイ}乳清タンパク質であるβラクトグロブリンやαラクトアルブミンの生理的機能も徐々に解明されてきた。さらにカゼインおよび^{ホエイ}乳清タンパク質から消化酵素によって生成したペプチドが様々な機能を示し、生理活性ペプチドはスポーツ飲料や機能性食品として利用されている(表3、4参照)。さらに牛乳・乳製品の形で摂取した場合、あるいは有効成分だけの摂取の場合について、それらの経口摂取による有効性が腸管吸収メカ

ニズムが明らかになるとともに一部は実証されている。

○乳製品の最近の動向

牛乳の利用形態を表4にまとめた。消費者の嗜好、味覚の追求とともに、健康指向のための食品の供給が注目されている。これまでは肥満や生活習慣病予防のために低脂肪、無コレステロール、減塩・無塩、低カロリーなど、元来含まれている成分を『避ける』食品が注目されていた。しかし今後はむしろ健康に有用な成分が『含まれている』ものを摂取する方向へ変化していると言える。

^{サプリメント}栄養補助食品の人気も高いが、長い目で見ると本来の食物から栄養をとることが望まれている。これ^{ニュートラシューティカル}はneutraceuticalsあるいは機能性食品(functional foods)と呼ばれるものである。それらの開発や評価には栄養学、医学、食品科学の各分野の協力が不可欠となっている。なお、平成13年4月より保健機能食品制度が開始された。今まで医薬品と健康食品なども含む一般食品との間に位置していた特定保健用食品(いわゆる機能性食品)に新たに栄養機能食品が加わり、これら二つが保健機能食品と定義されている。

表4. 牛乳の利用形態

従来からの製品	牛乳、加工乳、乳飲料、発酵乳、乳酸菌飲料、酸乳飲料、バター、チーズ、アイスクリーム、粉乳、お粉、育児用粉乳など
従来品や製法の改良 製造法の改良	バッチ法から連続製造法へ(バター、チーズ)、膜分離技術(UF, MF, ED, RO)の適用(チーズ製造、お粉処理など)
製品・品質の改良、用途による適合理化・細分化 従来製品の発展・拡張	加 ^{ホエイ} イン誘導体、共沈加 ^{ホエイ} イン(コフ ^{ホエイ} レセ ^{ホエイ} イン)、ト ^{ホエイ} カルミル ^{ホエイ} タンパク質、脱塩お粉、未変性お粉 ^{ホエイ} タンパク質濃縮物、分別バター ^{ホエイ} など 乳糖分解乳・液状ヨーグルト、ソフトタイプ ^{ホエイ} バター、チーズスフレ ^{ホエイ} 、フ ^{ホエイ} ロー ^{ホエイ} アップ ^{ホエイ} ミルク、チーズ風味濃縮物(CTC)、粉末バターなど
加工食品用素材 機能特性(物性) 栄養・生理機能	製パン、製菓、畜肉加工品、水産物製品など 食品添加物、医薬品・医療食・高齢者食(経口流動食など)、機能性食品・機能性飲料(特定保健用食品・栄養機能食品)、スポーツ ^{ホエイ} など
機能性ペプチド	栄養 ^{ホエイ} ペプチド、起泡性 ^{ホエイ} ペプチド、低 ^{ホエイ} アル ^{ホエイ} ゲン ^{ホエイ} ペプチド、抗菌 ^{ホエイ} ペプチド、細胞増殖 ^{ホエイ} ペプチド、抗酸化 ^{ホエイ} ペプチド、カルシウム可溶性 ^{ホエイ} ペプチド(CPP)、血圧降下 ^{ホエイ} ペプチドなど
他の新技術の応用 遺伝子工学 バイオテクノロジー 食品以外への利用	乳酸菌のスクリーニング・改良、凝乳酵素 ^{ホエイ} キモシンの生産、微生物 ^{ホエイ} ネットの改良、 ^{ホエイ} チーズの熟成迅速化への応用など 乳糖分解、オリゴ糖・アルコール・有機酸・酸味料の生産など 繊維、医薬品、糊、その他

表5. プロバイオティクスとプレバイオティクスの定義

プロバイオティクス	腸内微生物のバランスを改善することによって宿主動物に有益に働く生菌添加物
Probiotics	
プレバイオティクス	結腸内に住み着いている有用菌だけの増殖を促進、あるいはその活性を高めることによって宿主の健康に有利に作用する難消化性食品成分
Prebiotics	

○菌体含有の乳製品

プロバイオティクス・ヨーグルトなどの発酵乳が健康関連で注目されている。^{プロバイオティクス}Probioticsとは腸管内で効果を発揮する生きた微生物を含む食品のことであり、乳酸菌・ビフィズス菌を含む発酵乳・乳酸菌飲料や補助食品が該当する。これに対して結腸内有用細菌の増殖を選択的に促進し、腸内環境を改善することによって好ましい効果をおよぼす難消化性の食物成分が^{プレバイオティクス}Prebioticsと^{オリゴ糖}呼ばれ、^{シンバイオティクス}少糖が良く知られている。また両者を共に含むものを^{バイオジェニクス}Synbioticsと呼ぶ。さらにBiogenicsも機能性食品の範疇に含めるべきものとして提唱されている。これは直接あるいは腸^{フローラ}内細菌叢を介して様々な健康保持機能、例えば免疫賦活作用、コレステロール低下作用、血圧降下作用、整腸作用、抗腫瘍効果、抗血栓、造血作用

などの生体調節・生体防御・疾病予防・回復・老化制御の機能を示す食品成分を言う。なお、一般に生きた菌を摂取しても一時的にしか腸内に定着しないと考えられるため、継続的な摂取が薦められている。一方、免疫賦活作用などは生菌でなくとも有効である点に特徴がある。

○最後に

牛乳は各種食品の素材としてだけでなく、多くの健康指向製品の素材として非常に有利な位置にあり、より有効に用いることが出来る。また今後は国際的なコスト面での競合により一層さらされるため、新鮮な飲用乳としての魅力を生かすことも大切である。

○参考文献

- 「乳製品と健康」IDF Bulletin No. 336 (1998)
- 「菌体含有乳製品」IDF Bulletin No. 352 (2000)

共催公開シンポジウム「21世紀の北海道畜産・草地の展望」

講演に対するコメント

1. はばたく北海道畜産 -その現状と未来-

演者：田村千秋氏

コメンテーター：黒沢浩子氏（黒沢牧場）

黒沢氏：ただいまご紹介に預かりました黒沢です。一消費者として生まれ育ちまして、現在酪農家に嫁いだものですから、なにぶん勉強不足なものでおかしな場違いなことを言うかもしれませんが、よろしく願います。気付いた点ですけれども、資料 3 ページの都府県と比べた本道農業の特徴の中に、乳質と乳代のことをコメントさせていただきたいと思えます。北海道では乳質は劣らないのに乳価が非常に低いのです。去年 1 年の平均で 1kg あたり乳価が道で 70 円、都府県では 90 円台です。乳脂率は道で 3.9% だいたい 4.0%、都府県のほうは 3.8%、無脂乳固形分率では道も都府県も同じくらいで 8.7% になっていますが、細菌数は 1ml に対して道では 5,000 以下ですが、都府県では 30,000 個近いです。体細胞におきましては、道で 10.5 万と 30 万以下なのですが、都府県の方では 20 万台、だいたい 24 万が平均で、去年 1 年間のものですがこういったことが現状としてあるのでこれをちょっとコメントさせていただきたいと思えました。あと、担い手対策ですが、農家に嫁ぎまして部落の封建社会体制というのは口では言えないものがあります。外部からの新規就農者やお婿さんお嫁さんにとっては深刻なことが中にはあると思えます。今ここではちょっと言えないので、申し訳ないんですけども。あと、4 ページのほうの大型経営に伴う問題点で、大規模化に伴い農地との結びつきが薄れるとありますが、ウシが増えるとエサも増えるので、草地を増やしたいと考えるのが我々北海道酪農家の考えだと思っていました。この点ちょっと疑問に思えたのですがいかがでしょうか？道内で今の乳価でエサを購入、買いエサのみでまかなえている牧場というのはどのぐらいあるのでしょうか？教えていただきたいとおもいます。

田村氏：最後の具体的な数字は手元に持ち合わせがないので、後ほど総合討論時に私以上の専門家の人がいますので、その辺を調べておきます。それから後継者の対策ですが、おそらくいろんな問題があると思えます。ただ、私どもの掴まえている数字では農業の外からの畜産、農業を含めての参入を希望する方が、最近少し増えてきているというのが大変明るい数字で、ただ全体の離農者数にするとまだまだ数字が低いので、実際には農家の減少が続いていますが、いろんな幅広い取り組みをする事によってもう

少し、いろんな幅広い参入者を迎え入れることができるのではないかと希望をもって、いろいろなみなさんのご意見を聞きながら進めていく必要があるのかなと思えます。

黒沢氏：ありがとうございます。この点に関しては、過疎化して生活環境が悪化するということもありますが、環境が不便で田舎というのは若者にとって不便だとか魅力のない土地とか町ということもあると思えます。生活環境の悪さから後継者が残らないという意味で過疎化していくということもあると思えます。

2. 畜産の先端技術が開く新たな展望

演者：南橋 昭氏

コメンテーター：清家 昇氏（酪農総合研究所）

清家氏：南橋先生どうもありがとうございました。先生の今回の発表は範囲が非常に広くて、しかも研究成果が世界的なレベルで、道立畜試だけやっているデータではなくて世界レベルでのデータをご紹介いただきました。なかには非常に進んだ道立畜試のデータもたくさん入っていました。先生のご講演を聞かせてもらって、何点が検討されたいかがかなという部分がございますので、その辺を若干コメントさせていただきたいと思えます。ひとつは体外受精、OPU それからフローサイトメトリーの一連の性判別に関わる技術戦略ですけれども、技術が進むのは非常に結構なんです、それらに用いる精液のほうの戦略がないと、残念ながら、場長が先ほど発表された ET でつくられた深春菜（ふかはるな）2号レベルでは通用しない、つまり経済価値がないということになります。大変失礼なことをもうしましたが、その辺の精液戦略をうまく作りながら、こういう最先端の技術とマッチングさせていただければという気がします。それから、新得さんが栄研化学さんと一緒にやられておる性判別の LAMP 法ですけれども、非常に優れたものでございまして、道内だけでとどめることなく日本全体、あるいは世界にも通用するすばらしい技術だろうと思えますので、一日も早くこれを確立することを期待しております。私もかつては雪印の受精卵研究所にいましたが、そのレベルでは PCR で性判別をしてコマースベースでかなり動きました。そこで一番大きなネックになったのは、先ほど南橋先生はおそらく人件費ではなかろうかと、つまり従来の PCR だと 4 時間ぐらいかかっているのが LAMP 法では 1 時間ぐらいなので、非常に人件費が安くなるので普及性があるのではないかと

うようなお話がありましたけれども、実は問題点はそこではないんです。一番の問題点は性別別した胚の凍結性なんです。つまり、常にフレッシュなレシピエントを用意するわけにはいかないものですから、レシピエントの管理にすごくお金がかかっているのが現実で、それをカバーするのが凍結性能なんです。やはり現場で普及しようとするればそこが一番ネックになるだろうと思いますので、その辺をあわせて研究を進めていただくと大変よろしいかなという気がします。それからもうひとつ、新得さんで進んでいる核移植ですが、つい先日農水の塩谷繁殖部長ともディスカッションしてきたんですが、体細胞の核移植については及び腰なんです。その前任の假屋部長とこの間九州でお会いして話をしたんですが、先生が今ご発表されたように、体細胞のクローン技術というのは農家にいい意味での経済価値を出すと思いますので、国のお尻をたたきながらもう少しクローン技術の普及性にご尽力いただければと思います。

3. 北海道草地の歴史と持続的発展へのシナリオ

演者：松中照夫氏

コメンテーター：古川研治氏（十勝農協連）

古川氏：ただいま御紹介いただきました、十勝農協連の古川といいます。今の松中先生の御発表に対しましていくつかコメントさせていただきたいと思います。ただ、私はまだ経験も浅くて、基本的には十勝の酪農家の方や十勝の草地で見聞きしたことが基本的に頭にありますのでちょっと偏ったコメントになるかとは思いますが、その点御了承いただきたいと思えます。まず、先生の今日のお話の中でキーワードとなるのが家畜の密度、単位面積当たりの家畜の頭数、もうひとつ私が感じたこれから大切になってくるのかなと考えていたのが糞尿の圃場への還元という問題、この二つあるかなと思いつながら十勝の現場と照らし合わせながら聞いておりました。まず、家畜の密度に関しましては十勝の場合、先生の資料の中でもふれてはいます通り、仮に十勝に関していわせていただければ、大体现状がヘクタール当たり 2.6 頭で、私どもの職場のほうでも管内の農協を対象にしまして毎年御協力頂きながら十勝の酪農畜産に関する統計資料を作っているんですけども、それで見ましても平均で見れば同じぐらい、ヘクタール当たり 2.6 頭ぐらいの数字になります。ただ、先程ヘクタール当たり 2 頭ぐらいに制限しようというお話があったんですが、やはり頭数を減らすということに関して、単純に頭に浮かぶことは当然頭数を減らせば環境に対する負荷は低減されると思うんですけども、片

方で生産性の問題、それは地域全体の生産性であったり、ひいては北海道全体の、一応食料基地という位置付けの北海道の中の、牛乳生産の低下にもつながるといふ不安な面もあると思いますので、環境の問題と生産の問題のバランスをどのへんでとっていくのが一番いいのかなというのが、環境だけでなくそちらのほうからも御検討いただければいいかなというふうに思いました。それが一つと、先程十勝に関しては平均 2.6 頭というお話をさせていただきましたが、当然のことながら地域間の差あるいは農家間の差というのがあります。十勝の場合でいさせていただきますと、一番土地面積が狭い、ヘクタールあたりの頭数が多いところであればだいたい 3.8、約 4 頭ぐらいの地区もあれば、逆にヘクタール当たり 2 頭弱、2 頭に満たない地域もあります。この辺かなり地域間差があるんですけども、そのなかでヘクタール当たりの頭数が多いところ、帯広近郊の十勝のいわゆる中央地帯になるんですが、その辺の地帯では、1 頭あたりの面積は狭いんですけども、まず今回のお話で触れていなかったこととして、飼料用のトウモロコシを割合としてかなり多く作っております。だいたい 3 割から 4 割ぐらいのトウモロコシを作って、限られた土地面積を有効に使って粗飼料を生産している地帯であります。その辺、やはり草地への糞尿還元もありますけれども、単純に考えれば草地よりもトウモロコシのほうへうまく糞尿を使ってトウモロコシ生産ができる可能性があるのではないかと、そのへんで頭数・密度の考え方も変わってくるのではないかなということと、特に十勝に関しては、特に中央地帯に畑作農家もかなり軒数としてあります。やはり中央地帯の酪農家の方に聞いてみると、畑作の麦稈との交換とか、畑地への圃場還元という形で糞尿が使われていまして、必ずしも酪農家のみなさんは糞尿処理に困っていない、逆に自分の畑にまく糞尿が足りなくて困っているという農家の方もいるのが個々で見れば実態としてあります。当然のことながら、逆に最後のほうのスライドの、実はこうなんですという状態の酪農家もいるのも確かなんですけども、その点一番問題になることとしては集中しているところには集中しているし、畑作との交換がうまく回っているところとの地域間差があるのかなと思います。その辺うまく、集中しているところの糞尿をできる限り圃場に還元していけば、先ほどの松中先生のお話の中でもありましたが、多少はリン酸の補充は必要だとしてもスラリーなり糞尿中心で草地管理していく可能性はあると思いますので、その辺私も生産現場で草地あるいは飼料用トウモロコシ、ひいては畑地も含めてどういうふうにも糞尿を活用していくかと

いうところを中心に今後検討していきたいと考えております。以上です。

4. これからの牛乳・乳製品と私たちの健康

演者：島崎敬一氏

コメンテーター：野名辰二氏（サツラク農協）

野名氏：私研究者ではございませんので、牛乳中の成分の細かい利用方法については今いろいろとお伺いして大変参考になったということで、こんなにもいろいろな用途があるのだなと実感いたしました。私のほうの実践の場としてのコメントを一言いわせていただきます。みなさんご存じのように、今年の夏は本州のほうは猛暑で非常に牛乳が足りない状態でした。北海道から私どもの牛乳も本州のほうへどんどん行っておりまして、先ほど島崎先生からも最後のほうにご説明がございましたように牛乳のほうが伸びているということで、それ以降 13 年度も 13 ヶ月連続伸びを示しています。残念ながら先ほどの 12 年度の加工乳の落ち込みはなかなか回復してこないということでございます。現在、みなさんご存じかどうかかわからないんですけども、飲用乳は一人あたり 1 日 145ml 消費されてい

るのですが、もう少し消費者のみなさんが飲んでいただけたら牛乳が余るといいますか、飲用乳が落ち込むということがないんですけれども、一人あたり 200ml 飲んだら全国の生産量をすべてクリアしてしまうという形になります。それと、最近あるマスメディアの雑誌で牛乳はこんなに体に悪いという雑誌が乳業界で波紋を呼びました。インターネットでも農水省とその雑誌社とのやりとりがございまして、非常に喧嘩諍やっておったのですけれども、そういうなかで牛乳そのものが話題になるということが、消費者のみなさんが非常に牛乳に対して栄養価を期待しているということの裏返しではないかと感じております。そういうなかで最終的な決着は信州大学の先生がそのマスメディアに発表されて、牛乳が悪いという文章を書かれたかたも発表されて、両方が文章を発表されてそれで終わりという形になったようなんですけれども、これから 21 世紀に入りまして、私どもは牛乳の生産が年間約 5 万 t あるんですけれども、その 80% が牛乳向けになっております。そういうなかで消費者のみなさんがより一層の牛乳を消費していただけるとありがたいと思います。

総合討論

座長（左氏）：それではこれから総合討論に入ります。この総合討論はですね、実は私達座長にとって大変に重いものでございますが、21 世紀の北海道畜産、草地の展望というタイトルであり、また北海道畜産学会、草地研究会、管理研究会共催シンポジウムという非常に幅広いというか、角度の広い参集範囲の内容でありました。4 人の先生方のお話も、私なりにここで拝聴いたしましたサマライズから申しますと、田村場長のお話というのは、北海道畜産のいうなれば歴史から語られて、今あるべき姿というか求められているものといったような、そんなような内容だったのではないかと思います。その意味で、頭数規模はこのくらいになるというか、このくらいが必要であるという話がでてまいりました。その点ではどのくらいが実現可能なのか、そのためには、どういう角度から何をしたらいいのか、ということのをこれからの討論の中で深めていくといいのではないかと思います。また、南橋先生の話、話題提供はいわゆるクローン技術で色々な牛を作る技術がかなり進んでいるというお話で、もちろんそれらの技術が急にできたのではなく、徐々に受胎率があがっていくといったような歴史的背景もあるわけですし、その意味ではこの技術は牛の能力の人為的な操作というか人為操作の可能性という意味での使い方があるのだろうというふうに思いました。

さらに、土一草一牛の土にのつける牛の能力を、クローンなどの技術でどのくらい高めることができるのかといったようなところがポイントだと思いました。また、松中先生のお話は、それらと対照的でいわゆる持続的生産と申しますか北海道といえども、もうかなり窒素の還元が過剰な状況になっているということだから、その意味では適正規模というのは本当はもう少し低いのではないかとのご提案でありました。その意味では大変にクオリティがあるというか、大変にユニークなご提案だったと思います。もし議論をうまくつなげていくようにしていくと、この松中先生のお話あたりの観点から議論をしていくと全体がまとまるような気がいたしました。そして、最後の島崎先生のお話は、土一草一牛の牛の生産物というか牛が作った牛乳そのものもつ意義というか役割、これは我々人間の生活の中で牛乳がどのくらい必要で牛乳には何が求められているかということはある意味では再認識したというか、そういった意味で大変に興味深いお話だったと思います。これから、皆さんからのご質問やご意見を伺いたと思いますが、演者の方どうしの中でも先ほど言い足りなかったこと等も含めて、お互いに議論して頂いて結構だと思います。最初に各先生の中で言い足りなかった事とか、他の先生の話聞いて自分がこういう風に解釈してほしいとかいっ

たようなことがありましたら、最初に伺いたいと思いますが、いかがでしょうか。田村場長、今補足しておくこととか何かございますか？

田村氏：多分後ほど議論になると思うのですが、実は松中先生のパーツとの関係もあって、私の方でちょっと遠慮して畜産サイドでの糞尿処理の関係を踏み込んでお話し足りなかったかなと思う部分があります。会場の皆さんからのご質問の中で一部お答えしましたが、少なくともこの法律ができたからやるというのでは決まてないのですが、やはりこれからの畜産を考える時に、長期的に環境負荷をなくしてクリーンな畜産を展開していくためには、この糞尿処理をまず畜産農家がきちっとやらなくてはならない。そして、環境に対する負荷を低減していく、糞尿を堆肥として有効に利用するんだという観点でそれぞれ糞尿関係の施設、堆肥の施設に、屋根をかけて糞尿などの液体が河川や土地の中にしみこまない様な施設作りをきちんとやった上でこれからの畜産を考えるべきだというふうに進んでおまして、その部分の説明が少し足りなかったかなと思います。もちろん北海道がこれからどのくらいの牛を飼えるのかということは、別の角度から議論をしなくてはなりません、スライドであったような大変な実態にある所も事実でありますけど、そういう所をこれから3~4年のうちにクリアしていこうという流れで進んでおりますことを、最初に付け加えさせて頂きたいと思えます。

左座長：ありがとうございます。それでは皆さんからご意見等ございましたらお願いしたいと思えますがいかがでしょうか？

田中氏(北大農学研究科)：質問というよりもコメントなのですが、先ほどの島崎先生の講演の時に、鮫島先生から牛乳中の脂肪に関してはどうか？というような質問がございました。それに関して、私たまたま脂肪の研究を長年やっています、最近牛乳中の脂肪にも多少興味をもちまして、研究を始めたばかりなのですがそれを含めて少しコメントさせて頂きたいと思えます。先ほど鮫島先生は、牛乳中には皆さんもご存知のように飽和脂肪酸が非常に多くて、不飽和脂肪酸が少ない、そういうことが人間の健康からいえばネガティブなファクターになるということが言われたのではないかと思います。確かに牛というか反芻家畜の性格上というか栄養生理上、エサとして食べる脂肪の中には、非常に不飽和脂肪酸が多いのですけれども牛乳中に含まれている脂肪というのは、確かに飽和脂肪酸が非常に多くて不飽和脂肪酸はせいぜいリノール酸、リノレイン酸にいたっては1%あるか

どうかということで低いわけなんですね。確かにそれはネガティブなファクターなのですけれども、これは皆さんもご存知のように最近ディリーマンなどで紹介されていると思うのですが、リノール酸の異性体の中にいくつかの異性体がございます、その中の共役リノール酸の中でも特に *cis-9 trans-11-18-2* といってもちょっと分かりにくいと思うのですが、最近その共役リノール酸の中でも特に生理活性をもっているリノール酸が色々報告されてまして、そこの中でも特にガンの進行を止める抗癌作用をもつもの、あるいは血液中のコレステロールを低下させ、アテロ性動脈硬化症、特に心臓病や心臓性の疾患に予防に効果がある、さらに脂肪組織などの体脂肪分離現象に効果があるといったような共役リノール酸が見つかっています。これらは、特に反芻家畜に由来する脂肪、牛乳中の脂肪や体脂肪中に非常に多く天然界では含まれているということで、最近特に牛乳中にいかにして共役リノール酸を多くしたらよいかということがかなり研究されてきております。したがって、必ずしも牛乳中に含まれている脂肪全てが悪だというわけではなく、共役リノール酸のような脂肪もあるということ、それともう1つ付け加えるならば、その脂肪が特に濃厚飼料多給ではなくて粗飼料を多給したり、あるいは放牧地で飼った牛、肉牛に非常に多く含まれているという報告もございます。一般的に牛を飼育すると、1%あるかないかくらいの量なんですけれども、それが放牧牛あるいは放牧した肉牛なんかですと3%くらいまで増えるということがあります。この共役リノール酸というのが牛乳中に3%くらい増えていけば実際に生理活性物質として効果があるのかという問題になると思うのですけれども、最近の報告では、一般にM3系の脂肪酸である EPA あるいは DHA と言われている脂肪酸の約 200 倍くらいの抗癌作用ですとか、コレステロールを抑える効果があると言われてるんですね。それが、牛乳中に2~3%含まれているということになれば、例えばチーズもしくはヨーグルトという風にした場合には、だいたい7~8%くらいまで上がっているようなデータもかなりありますので、そういう面からいけばかなりの効果があるのではないかと思います。あと、例えばマーガリンなんかが一時期健康云々ということで、バターに代わって増えているわけなんですけれども、ただマーガリンの脂肪酸が本当に人間の健康に効果があるのかというと、かなりこれは最近まで疑問視されていまして、特にマーガリンを固化したりするために、かなりの脂肪酸が異性体になるわけなのですが、同じ共役リノール酸でも牛乳中に含まれている共役リノール酸は前述した効

果が非常に高いのですが、マーガリンなどに含まれているトランス型の脂肪酸は逆にガンを誘発するのですとか、その他かなり逆に健康に悪いという報告がございます。そういった面ではバターなどのミルクから出来てくる製品、そういうものは非常に健康に良い、こういった面をもう少し強調すれば牛乳の生産が伸びるかどうかが、消費が伸びるかどうかは分かりませんが、ちなみに私は毎日欠かさずに牛乳 500cc とヨーグルト 1 個を食べるようにしてるんですけどもね・・・別にこれは質問でなくコメントとして最近あるということをちょっとお伝えしました。

左座長：ありがとうございます。今のお話の中で、確かに共役リノール酸が放牧牛、放牧飼養のものに多いというところ、この辺は北海道酪農での牛乳の売りになるのかもしれませんが、島崎先生のお話の中の機能性のペプチドなどは、北海道の牛乳というか牛の飼育方、乳によって生産量や収量が違ったりするのでしょうか？

島崎氏：脂肪だとエサの影響を受けやすいですけども、タンパク質の場合は、あまりそういうことがないのではないかとこのように思うのですが、栄養関係に詳しい方、そうですね？

田中氏：量そのものは脂肪に比べると受けないかも分からないですね。ただ、同じ脂肪でも反芻動物は鶏や豚なんかと比べるとエサの中の脂肪、それはあくまでも組成ですけども影響を受けにくいということを伺います。ただ、今島崎先生が言われたタンパク質中のペプチドですとかそういうものがエサや飼育方によってどの程度影響を受けるのかということにはちょっと僕にも分からないです。

島崎氏：ありがとうございます。よろしいですか？

左座長：分かりました。今牛乳中の質的な問題について、少し議論をしたんですけども、こういうところでもって北海道牛乳の特色でもでてくるとこれは売りになって大変いいのではないかと、素人考えをしたのですが・・・他にご意見等、違った角度からございましたらどうぞ。

小関氏(道立根釧農試)：違った角度からでよろしいですか？ だいぶ離れてしまうのですが・・・根釧農試の小関と申します。飼料の自給率のことでちょっと将来のことを色々皆さんに教えて頂きたいと思っております。最初の田村さ

んがおっしゃられた『色々な目指す技術』がありますよね。それからシンポジウムや学会などで聞いても先端の技術などがここまですべてのよというご紹介がある。ただ生産活動として松中先生がおっしゃられたようにバランスといいますが、生産活動の中でのバランス、環境の面から言うと、ヘクタールあたり 2 頭だよ、それで回していくと飼料自給率は 46% でした。そのあたりが限度ではないかというお話がありました。それから一番最初の会長さんのお話で、これからの酪農畜産を考える時に豊かな生産、豊かな生活それから環境保全というものとそれらのバランスをとるものをどうやって考えていくか、両立させていくためにはどうすればいいのかというお話でした。となると、色々な乳量の改良なんか急ピッチですし、乳量のどこら辺までがいいのか、それから、自給率を考えた場合、乳量がこのまま 8,800kg という、北海道なりなんなり目標をだしてはいますが、その数字を単独で達成するのは技術的には可能なのですが、それと同時に飼料自給率なり、営農自給率を 80%、70% と目標にもっていった場合、北海道のこういった草地地帯だとかトウモロコシを作る地帯でも難しい所があるだろうというお話でした。そうなることからの北海道畜産を考える時にですね、自給率のキーワードとしてどういうふうにもっていくのか、生産活動としてみれば飼料自給率、頭数を増やして乳量を増やせば儲けがたくさん入ってきますから豊かな生活が得られる。でそうやって皆さんがんばっておられて、自分達のライフスタイルでこの時期にはこういうことをしたい。ま、ここまで稼いでその後はもう少し減らしていいなという感覚はありますけれども、それは個人の経営タイプの中にある。全体の北海道畜産のことを考えた時に、飼料自給率をキーワードとして考えるとどういうことが想定されるのかというお話に関してコメント頂きたいと、そういう風に思いました。

左座長：はい。ありがとうございます。今のお話からすると、そういう意味で田村場長の話提供の中にもメガファームを目指すのとゆとりの酪農を目指すのと二極化している。多分その両方で存在理由があつてということなのかもしれないかな、と僕はそう思いましたが、今のご質問といえますかコメントに関して田村場長何かコメントありますか？

田村氏：先ほどのスライド説明の時に詳しくは申し上げなかったのですが、我々のほうの試験をおこなうスタンスとしては、将来、8,800kg を達成できるかどうかというのはまあ

よっとおいておきまして、少なくとも自給率の問題を考える時に前提となるのは、現状の少なくとも平均的な乳量を達成できるという、これを前提においてどこまで自給飼料で飼っていいのかという角度から検討したわけですね。その具体的な方法としては、当然放牧や牧草サイレージ、それから畑作地帯でのトウモロコシサイレージ等を十分活用して、そして少なくとも平均的なレベルの乳量を確保する中でどこまで自給率が達成できるかということで道立やまた北農研センターの成績もでてきておりますので少なくとも生産量を落とさずにこのくらいまでできるよという角度で色々試験を行なった成果を発表させて頂いた、その一部を発表させて頂いたということになるわけです。しかし、さらにもう1歩考えてみますと、個別の経営とか牛群では分かるけれども北海道全体でそれを支えるための自給飼料がとれるんですか？この辺がさらに次の段階への議論になっていくのかなと思います。とりあえず、そこまでコメントさせて頂きます。

左座長：はい、ありがとうございます。今、自給率という話にシフトしたというかそこを強調させて頂きますと、松中先生のおっしゃるヘクターあたり2頭というの、結局は今の技術体系の中で、今の飼料資源をもとにして考えるとそのくらいの数字ということのかなと私は解釈しております、その飼料資源ということに関していうと、例えば工場副産物、農産物、加工副産物とかそういったものを飼料化するだとかいうことをやっていくと外国から物をいれなくても、その分多少量を減らす事ができて多少自給率があがるかと思うのですけれども、そういう飼料資源なんかからみて松中先生のおっしゃる2頭というのは、それ以上変わらないんじゃないのでしょうか？もしお考えがあったら・・・。

松中氏：左先生がおっしゃったとおり、私の計算はちょっとロジックにごまかしがあるんですよ。つまり、今の濃厚飼料の給与体系で、今の肥料のやり方ででてくるウンチが、オシッコが窒素として106kgだということなんです。その前提で色々計算したら2頭ぐらいたなっていう話なんです、できた糞尿だけでグルグル回して行って今のような水準を維持できるかっていうのはちょっと難しいですね。ただ、理屈の上で、完全に机の上の話なんですけれども50%くらいまではいくかもしれない。とそれは例えば糞尿のやる時期や量をうまくやったのなら生産量もうちよっと増えるだろう、それで頑張っても60くらいにはいくかもしれない、

だけどそれを70だ80だなんでもっていくなんてのは、これはもうとんでもない話だなというふうに思うんです。飼料の自給率が高い時は、1頭当たりの乳量が少ない時で要求量は少ない。だからTDN生産量という面でみるとそんなに変わってないんじゃないかと、僕はものすごくそんな気がしているんです。飼料自給率っていうパーセンテージだけでみるとそういうふうになるんですけれど、要求量が増えているから相対的に下がっているのではないかと、そんな気がちよっとしています。

左座長：ありがとうございます。今のお話でいくと、もう1つ私がさらに反論というかさらに食ひ下がるとすると、牛の牛乳生産能力というか、飼料を乳にかえる転換効率というか、そういう能力が例えば遺伝子工学かなんかでうまく、もう少し引き上げることができたらもう少し飼ってもいいんですかね？

松中氏：むしろ私はそっちのほうに期待したい。それから家畜の糞尿の方を、例えばぼくら、今一生懸命研究してるんですけれど、同じだけ窒素を与えたとしてもその与えた窒素に対して増収する幅がある草種に比べて別の草種は2倍以上、そうすると同じ窒素でもたくさん取れるやつを作ったほうがたくさんTDN生産量があるわけで、そうするとまだまだTDNの自給率を窒素の量を増やさなくても上げていくことができるというふうに思うんですよね。この場合にやっぱり牧草の、例えば遺伝子工学を使ってその蛋白利用率を高めて乾物生産を上げていくっていうような、そういうような働きというか研究が進んでいけばまだまだやっていけるんじゃないかと・・・。だけどころ具体的にある枠組みにはまった時にそういうことが具体的に考えられるんじゃないか、だからその枠組みってものを、色んな意見がありますが、一度みんなでこのへんで手を打ってその範囲でちょっと考えてみようってふうにしていくと今のような議論ができるんじゃないかという気がするんですけど・・・。

左座長：今のことに関連してなにかご意見等ございますか？

柏村氏（帯広畜産大学）：先ほど光本先生がオランダで乳量が高いと、そういう環境を守ろうとしている国がある。それで乳量を下げなくてはならないのかというご質問があったと思うんですけれど、以前、私オランダに1回行って搾乳ロボットの調査に行ったんですよ。それでオランダで搾乳ロボットを開発するという1つの考えの中に、3回搾乳することによって乳量を

あげる、で乳量を上げるけれどオランダはクォーター制度で出荷乳量はお金で売買しなくてはならないので農家ごとにクォーターを買わないと乳を出荷できないわけですよ。ということは1頭あたりの乳量をあげることによって頭数を減らそうと、そういう戦略なんだというふうに聞いていたんですよ。ですから1つは乳量を上げて頭数を減らすという戦略も1つの戦略なのかなど。その場合どっちの窒素負荷量が……。それで確かオランダのクォーター制度は、土地と連動しているんでクォーターを買う時には土地も買わなくてはならないことになっていると思うんですよ。僕はあまりクォーター制度に詳しくないのですが、日本ではクォーター制度はとられていないんで、そのへんの制度的なコントロールですかね。制度的なコントロールをして後は自由にまかすと、そういう戦略もあるんじゃないかなという気がするんですが。もしオランダとかクォーター制度に詳しい方がいたら教えて頂きたいと思いますが……。

左座長：今の柏村先生のご意見、ご質問に対してお答えできるかたいらっしゃいますか。今日のテーマからするとこのクォーターというのは、ずれるかなという気がするのですが(といて逃げますが)、今のお話の中では、一頭当たりの乳量を増やし、頭数を減らしてトータルで量を増やすということだったんですが、やはり松中先生のお話インパクトがあったのは、頭数は減らし、能力はそのままということで、トータルは下がってしまうという点でできれば避けたいと思っていることなんですよ。その意味ではもっと上げるということになるとあとどこを突っつけばいいかという話になると思うんですが。牛の能力を突っつけばという話もあり、例えばエサのほうからも当然アプローチしなければいけないと思いますし、糞の量を減らせばその分負荷を減らして飼えるんじゃないかとか、あるいは高能力牛ばかり飼って数を減らしたほうが最終的に効率がいいのではないかとか、そのようなことを計算しているかたがいらしたらご意見伺いたいのですが。

干場氏(酪農学園大学)：視点が必ずしも一緒ではないかもしれませんが、今自給率の話聞かせていただいて、すこし極端な話になるかもしれませんが、乳量のレベルの話も基本的には穀物を与えて増やしてきていると思います。畜産の元々の素晴らしいところは人間が食べられないものを食べて、人間が食べられるものに変わってくるといところが基本だと思うんですが、アメリカが乳量を増やす技術を開発してい

るのは、自分の国でいくらでも穀物があるからだと思うんですね。ご存知の通りニュージーランドは全然違う方式をとってますし、ノルウェーは残渣物を全て有効に利用するという方式をとっております。日本は自分たちで穀物を生産できないにも関わらず、アメリカと同じ穀物多給により乳生産を上げるという技術を、確かに見事に成功してきたとは思いますが。しかしそれを続けているうちは本当の日本のやり方にはなっていないのではないのでしょうか。お話を聞いていて、おそらく乳量も高く、自給率も高い、環境にも負荷が少ないという技術は無いという点からスタートしないと、全て欲しい、でそれは科学が発達したらなんとなかなだろろうというのはそろそろあきらめないとならないんじゃないかという気がしております。その背景にあるのは、どうしても安いものであれば良いというのが働いていると思うんですが、やはり松中先生もおっしゃっていましたが、循環を作るといことを基本に、またそれが最高の技術ではないかと僕自身は思っております。そういうことで、もう一度育種目標ですとか、エサを基本的にどういうふうな体系にしていこうかということから考え直さなければならぬのではないのでしょうか。

左座長：ありがとうございます。ただいまのご意見についていかがでしょうか。

石田氏(日高西部農改普センター)：先ほどエサの関係の話がありましたが、現場で回ってみると、例えば松中さんがおっしゃった1ha2頭を基準に考えてみますと、大家畜換算あたり50a以下、例えば45aというようなところでは、どうしても十勝のほうのようにデントコーンをたくさん作ってカロリーをとり、エサの構成をそのような形にしております。そういう形の牛飼いは、どうしてもカロリーオーバーでボディコンディションが難しいですね。例えば搾乳後半にカロリーが多くなって過肥になり、結局それが分娩間隔を広げて、長期に種が止まらないとかということで、私どもも苦労しております。そういう点で一番安定しているのは大家畜換算あたり0.7ぐらい、ですから1haあたり1.3頭ぐらいでしょうか。

それから酪農家で後継者がいるのが3割ぐらいで、これから年配の農家が増えてきます。その中で8,000~9,000kgという技術を50歳代ぐらいから行うというのはとても困難です。例えばバイパス蛋白比率をどうだとかは50歳以降のかたは技術として取り入れていけないという感じがします。そういった点で、そういう方々にもうちょっと楽な経営のやり方といましようか、

例えば乾草主体で乳量が多少落ちてもいいから、低投入で低乳量でもいいから、手元に残るお金が多くなるような楽な酪農の方式はないかというふうに思っております。

左座長：ありがとうございます。そういう意味では酪農家が背伸びをしないでできるほうが望ましいというご意見でしたが、他にどなたかございますか。

清家氏(酪総研)：先ほどの干場先生のご意見に対して反論がございます。全ての技術を見直して日本にあったような酪農となりますと、極論を申しますと鶏、豚あたりの畜産については、おそらくもう日本でする必要はないだろうという論議まで行き着くだろうと思います。現在では糞尿の問題といったところから、こういった問題が若干発生しておりますが、国内における乳牛の飼養頭数、乳量についても非常に下がってきております。先ほどの石田さんのご意見もございましたが、どんどん高齢化したり、あるいは生産力が落ちておりますので、相対的に見るとそれほど心配する状況ではないだろうと思います。むしろこれから農家の経営を中心に考えた場合、今は環境などの論点から話しておりますが、一酪農家、あるいは肉牛農家がこれから国内で生き残るためには、やはり農家の所得を中心に考えなければならないと思います。そうすると現状の規模なり、あるいは頭数では生き残っていけないと思います。道の場長のお話にもありましたが、道としてはコアファームということでメガファームよりももう一段大きい、千頭規模の酪農家を一つの中心としてこれからの北海道の酪農を描いているようですが、非常に大きなギャップが干場先生のご意見との間に出てきます。それらを成立させるためには今の自給飼料の問題にしても、一方、耕作農家で、例えば水田にしても、飼料作物の転作も今年だいぶ行いました。さらにそれに追加した上で、青刈りも何万 ha とやっております。ご承知のように北海道は全国で最も水田面積が大きいということがありまして、北海道の農業全体の中で、耕作農家も入れた中で、飼料の自給率を高めるということはまだまだ可能だろうと思います。しかも道が言っているようなメガファームなりコアファームも十分作っていただけるだろうと思います。私はそのように考えておりますので、あまり現状、ある環境だけでものを判断して縮小に入ると農家が生き残っていけないというような感じがします。

左座長：いろいろな意見が出ているというのが現状だと思いますが、他にございますか。

辻氏(雪印)：論点について感じることはありません。酪農経営の観点からつめていかなきゃならないのか、環境循環の観点からつめるのか、もう一つ自給という観点なのか、それも高度技術なのかと。ただ一つトータルで考えると自給という視点が、今畜産経営の中の飼料というだけの自給を検討されておりますが、実は国内の牛乳、乳製品の供給という意味での自給、これもまた大きな2つの自給というものがあるだろうと思います。そうすると例えば1200万tのうち850万tが国内で生産されておりますが、その自給がエサの自給度を上げようということなのでしょう。当然のことながら持ち込んだ窒素で余計に搾っていることで高度技術が成り立っているわけですから、今8,000kgのものを6,000kgに落とせば、自給度はかなり上がるはず。当然消化管の滞留時間からいっても粒度は上がっていきますから、一定の乳量に落とせば飼料の自給度は上がると思います。だけどその乳量で45万頭をかけると350万tが250万tになるだろうと思います。そうすると生産物での自給度と、粗飼料の自給度、そこに技術が絡んで環境との適度なバランスが出てくると思われます。日本は何を選んでいくべきで、経済問題でもどれでもない全体を統括するトータルの視点の哲学が必要なのではないのでしょうか。そのように感じました。

左座長：ありがとうございます。大変次元の高いところでのご意見でございましたが、他にございますか。

前田氏(道立根釧農試)：今のお話と関連するのですが、畜産、草地の展望と考えたときに求められるのは自給の問題、飼料だけでなく食料の自給も含めてですが、これと環境保全ということは大きな課題だと思いますが、その中で北海道の酪農、畜産を考えたときに一つ、田村場長の話にありましたが、農家戸数の非常な減少があると思います。今地域を考えたときに産業をどうするかということに関連して、地域の農家戸数、あるいは地域の人口の減少というのは大きな格差があって、このままのケースで進んでいくと集落が存在し得ないような状況が農村地帯には起こりうるだろうと思われま。そういったことも地域の酪農、畜産を考えたときに地域社会そのものをテーマとして考えていかないと、単に乳量が云々、自給がどうのということよりも、そういったこともイメージしておかないと地域社会そのものが崩壊しかねない状況が地域によって起こりうるだろうと思われま。最近の環境問題とか、自給という考え方に関する資料を見ていく中で、地域人口の急激な

低下が農家戸数の減少、ひいては生産物あるいは食料の自給率の減少というところに大きく絡んでいるだろうと思われました。このことは我々がこれから進めていく中で、ひょっとしたら一番大きなポイントではないかと思っております。

もう一つ、松中先生の話の中で1haあたり2頭という話がありましたが、ここ数年、環境問題が非常に大きくなったときに、我々が試験場でテーマとして研究はじめていく中で、当初から私どもも2頭ということはおおよそ計算していたのですが、なかなか言いだせませんでした。当然言い出すと今のような生産物との問題とか、いろいろな問題と絡んでおりましたなかなか言い出せませんでした、しかし2頭というのは環境問題を考えたときに自ずと出てきそうな数字だと思っておりました。もう一つ、2頭に関して北海道で考えたとき、草地だけ、あるいは畜産の分野だけじゃなくて農業全体で考えていく必要があるだろうと思います。飼料の自給を考えたときにも、道内53万haが草地で、残りが農産部門ですが、そこを水田の転作、あるいは未利用、荒廃地といったところを考えると、いかに有効に活用していくか、これは畜産だけではなく農業全体の中でどうしていくのかということがポイントになってくると思います。これが環境保全と絡んできますが、先ほど松中先生の話の中に地下水なり河川水の窒素濃度の話がありましたが、いろんな機関が調査されておりますが、どうしても畜産が汚染の元凶のように言われておりますが、実際に道内を流れている河川をあらっていきますと必ずしも畜産だけでなく、むしろ畑作、あるいは園芸地帯が非常に水を汚しているということがわかります。ですから単に糞尿の発生量と汚染の関係でなくて、農業全体の中で窒素をどういうふうを利用して、コントロールしていくか、草地だけでなく農業全体の中で考えていくということが必要だと思います。地下水の汚染についても農村地帯よりはむしろ都市周辺が非常に汚染されております。これも単に畜産あるいは農業だけでなく、人間そのものが汚染しているわけですから、最近では環境問題といったとき畜産が矢面に立たされておりますが、いろいろな角度から検討していく中で畜産の位置付けも考えていかなければならないだろうと思います。

左座長：今の話では、環境という話の中に農村というか農業をする担い手がそこに育つというようなことも含めて農業環境というような発想で捉えれば、それも環境問題になるわけですが、いわゆる環境保全ということと次元が違うかもしれませんが、少なくとも農業生産を

維持できる地域、社会も含めてある意味では広い意味での環境なのではないかというふうには思いますけれども、そういう意味では当然のことながら生産者、担い手がいないことはあり得ませんから、そういうことも大事であるということでありました。他にご意見ございますでしょうか。

福田氏(北海道開発局)：私も今までは公共草地だとか草地基盤を中心に仕事をしてきたわけですが、この春から水田地帯で仕事をしております。その中で先ほど誰かがお話ししておりましたように、水田の半分が現在転作しております。転作作物もいろいろ作っておりますが牧草の他に飼料イネの問題が出てきております。そんな中で水田は水田として利用したい、またはこれが一番生産性が良いものですから、そんな中で北海道における飼料イネの可能性というものを考えてみたいと思います。実は水田地帯にも酪農家が点在しているわけで、水田地帯で酪農ができないのではなくて、先ほど田村農場もお話したように稲わらも水田地帯にございます。それから転作麦で麦わらもございます。それに飼料イネが加わると、水田地帯といっても酪農が展開する可能性があるのではないかと思います。ですから草地というよりも、そういったところで国土を上手く利用していき、その中で畜産を考えたときどういう方向にあるべきなのかということもこれから大きなテーマではないかと思っております。

左座長：田村さん何かございますか。

田村氏：イネのホールクロップサイレージの取り組みはすでに今年度から開始されておりました、たぶん八雲地域を中心にして、エサを作って、そのエサがどういう品質かということや牛に食べさせたりしながら実践的にやっていくということを契機にいろいろ進んでいくと思うんですが、この飼料用イネの関係も本州では国の試験場、県の試験場が協力してかなり進められておりますが、北海道ではハンディがありまして、今可能性がどの程度あるのかという議論が始まったという段階だと思います。

左座長：他にございましたらお願いします。

松中氏：家畜の糞尿の、例えば酪農から畑とか、酪農から水田というのは、今日はお話しなかったんですが、セミナーのサマリーには触れているんですが、話としてはできるし、十勝などではそのようにすべきだと書きましたが、それを具体的にやるとなると結構難しいと思います。例えば糞尿をいつ撒くか、畑の場合だと秋蒔き

コムギであれば9月しか撒けませんし、春蒔き作物であれば春しか撒かないわけです。その時に撒くのは良いのですが、作物が大きくなるまでに雨がどれくらい降るのか、その間は水位がどの程度もってくれて、逆に言うところの程度流れてしまうのかということがあります。水田でも同様ですが、畑に戻したものが土壌に残ってくれば問題ないわけです。しかし畑の作物が養分を吸い上げる期間は長く、その間に雨が降ったらどうなるのかと考えますと、話としては簡単ですがなかなか難しいと思います。現在トウモロコシやコムギを使って研究しておりますが、秋蒔きというのはすごく難しいと感じています。ですからこっちのものをあっちへというような簡単なものではないと思います。

田村氏：それに対する直接的な意見ではないのですが、時間も過ぎておりますのでこれだけは言わせていただきたいと思っております。先ほど社会的な側面からのご意見もありましたが、いろいろ数字の目標も挙げられておりますが、やはり北海道の酪農は、北海道にはこれといった産業が無い中で、日本が誇る素晴らしい産業だと考えております。確かにいろいろな環境面の問題もございしますが、幸いなことにとりあえず1haあたり2頭というのを現状の60万haを維持するとなんとかクリアーできる範囲に収まっております。そういった大きな縛りの中でいろいろな工夫をしながら若干の頭数は持ちこたえられるのではないかと考えながら、北海道の酪農を伸ばしていかなければならないと思っております。先ほどコアファームという話がありましたが、これは規模の話ではなくて地域の中でしっかりした酪農ができますと、先ほどからもお話があり、いろいろな形での分業、大きな酪農家のまわりに仕事を支援するような組織や働く人々を確保できるという問題があります。それから前田部長が言われましたが、地域社会の維持ということを考えますとまったく正反対に小規模な低投入といった農家にたくさん参入していただくことによって、地域社会を守りつつ、コアファームを地域全体で支援していけるような社会のモデルが動く中心に、札幌や旭川は別として、いろんな地域で考えていけるのではないかと感じております。

左座長：かなりまとめに近いご発言をいただきましたが、さらに何かございますでしょうか。

光本氏：南橋先生の話では外国に輸入することも夢ではないとございました。先生が紹介されたデータというのはおそらく農林水産省からのデータなのではないかと思っておりますが、例えば、今遺伝資源を輸入しておりますのは本州の家畜

改良事業団とジェネティクス北海道がおそらく大きなものだろうと思っております。後代検定にかけているものはおそらく国内産30頭ぐらいというのは行政的な話で、なにしろ海外から持ってきたものばかりですからたかがしれているんですけど、国内産と言っても向こうからのものです。国内産というのは結局メスが国内産という話でありまして、ただそれだけ接近しているという遺伝的な問題があると言いながら、本州の家畜改良事業団も北海道の家畜改良事業団もオスのジェネティックサンプリングは外国です。これはどういうことかということにあなたなら答えられるのではと思ひまして質問します。それと思い出しましたが、この間ある雑誌を見ておりましたらオランダで頭数の制限とクウォーター制の他に糞などの制限もあったと思ひます。付け加えさせていただきます。

南橋氏：すいませんが先生にお答えできるようなものはなにも持ち合わせておりません。光本先生のほうがずっとお詳しいと思ひます。全然違う話になりますが、よく育種と繁殖は車の両輪だと言われますが、我々繁殖屋は育種屋に言われるままに体を動かすというのが仕事みたいなものでいろいろな技術がありますが、究極的にはお望みの家畜を作りますということではないかと思っております。ここに書いたのはオランダのような育種改良システムのこと、事業団さんとジェネティクスさんというふうに別れていないで2本が1本になって、一個の方針を立てて改良を進めていけば可能であろうと話しました。本当に夢ですが、そういった意味で書いたということでご理解ください。

光本氏：問題の中では、一本になればできるかと言えば必ずしもそうではないと思ひます。選抜圧というのは、先ほどの日本の酪農の現状と同じで、制限条件が厳しくて、結末はなかなか上手くいかないはずであります。日本はなにしろ90年来ホルスタインは外国から輸入しておりますので、後発グループのヨーロッパの国々に、まだ25年ぐらいしかたっていない国々に追い越されてしまったわけです。遺伝資源では、やはりシステムの問題と制限条件の問題があるということも私も畜産の分野で解決できる範囲となかなか解決しにくい自然条件の範囲があつて、なかなか上手くいかないのではないだろうかという感じをもっております。私自身もなんとかして外国に対抗できる、またメスという同じ土台で、客観的に優れた牛がここにいますよというような条件が作れるようであればいいと思ひます。それから牛の能力をどうしたら良いかということですが、例えば午前中の話の中にも牛

乳のコストと酪農家の収入は70円～90円の差があるというようなことでしたが、それは輸送コストの問題などがあるということですから、我々は輸送コストのことを水を運んでなんとかだというような牛乳を作っていくのではなく、中身の濃い、例えばタンパク質が4%近くとか、あるいは乳脂率でも4%を越すようなホルスタインの牛乳でないとこれからの酪農は上手くいかないだろうと思います。それは量は関係なく、中身の濃い、良質な牛乳を遺伝的に作っていく、あるいは飼養管理技術で作っていくということもあるかもしれませんが、我々としては少なくとも遺伝的な部分では、単に乳量の問題ではなく中身のある乳量だということだと思えます。

左座長：予定の時間を延長しておりますが、長時間の討論に参加していただきありがとうございました。皆さんには先ほどの望みの牛を作りますと言われれば、北海道の土地の中であまり糞を出さないで、安いエサでおいしい牛乳をたくさん出してくれる牛を作ってくれるというのが一番の目標で、そういった牛がおりますと土一草一牛の循環が大変うまくいくと思えます。私も長時間の内容をまとめることができませんが、隣で冷静に聞いていた鮫島先生に最後に一言いただき、この会を終わりにしたいと思えます。

鮫島座長：冷静に聞いていたわけではありませんでした。楽しんで聞かせていただきました。大変勉強になったことを皆様に感謝申し上げます。まとめになるかわかりませんが若干感想を込めてお話ししたいと思います。ご存知のとおり北海道の酪農、畜産というのはヨーロッパといったような国々から後発として発展してきているわけです。その中でヨーロッパの人々が言っている言葉というのは今でも真実かなというふうに感じます。それは飼料がなければ家畜がない、家畜がなければ肥料がない、肥料がなければ収穫がないという言葉ですが、この言葉を今日は改めて、皆様の発表あるいはご意見の中身をお聞きしながら感じておりました。北海道では当然、国の政策に基づいて様々な数字が計られて、これをもとにご苦労なさっているわけです。特に道立の試験場を中心に。北海道の畜産、酪農の本質というのは変わっていないだろうと思います。これは北海道ばかりでなく極めて重要なことは畜産生産物というのが非常に重要な我々の食料であるということは忘れてはならないだろうと思います。かつては10年、20年あるいは、ごく最近牛乳に対してもいろんな批判が出ていることは事実ですが、しかし動物性食品、特に動物性タンパク質、脂質に関す

る知識というのはここ数年がらっと変わってまいりました。今日は牛乳の話しか出ておりませんでした。畜産物である食肉に関しましてもまったく同様に、ここ2、3年間でこれまでと違う学説、あるいは調査結果が明らかになっております。それは益々畜産食品というものが我々の基本的な食料であるということ強調するものが非常に多いわけです。そういうことから考えても、北海道における酪農、畜産の発展というのは益々考えなければならぬのではないかな、いろんな観点から考えなければならぬんじゃないかと思えます。今日は特に環境、自給率といった問題との関連で討議されたわけありますが、一方で、酪農というのはいろんな経営形態を目指しているということが言われておりますが、その中でも特に家族単位で経営できる一つの重要な経営形態があるのではないかと感じております。あちこちの農家を回ってみても、実際は本当に楽しくやっているところがあって、一方で本当に苦しんで経営しているところもあり、先ほど出てきました、どうやったら地域格差をなくすことができるのだろうかということに関しても、我々はいろいろな角度からお互いに検討しあって解決していく問題ではないかと思えます。当然いわゆるハイテクノロジーの導入ということは、この分野でも避けることはできません。この中にあまりにもハイテクすぎて、消費者に受け入れにくいというのが、現に今日の発表の中にもあるわけですが、こういう問題をどうするかということをお互いだけで考えていてもどうにもならないと感じます。もっと積極的に各方面にアピールしていく、あるいは今日は3学会・研究会の合同シンポジウムですが、もっと枠を広げたようなシンポジウム、あるいはもっと忌憚のない意見を出し合える場があれば良いと感じます。これは我々がお互いに努力していかなければならないことだと思えます。確かに全てのことをクリアしていくことは不可能かもしれませんが、いろんな角度から意見を出し合っていくことの重要性をさらに今日は強く感じました。酪農だけでは解決できないことは事実ですので、さらにこういう機会に次のステップに進むことができると期待申し上げたいと思えます。国や北海道が目指している農業、酪農の目標というものは、酪農単独では成し得ないということをお互いここで感じ取って次のステップに進めたらと感じております。まとまりのない話ではありましたが、時間もありますのでこれぐらいにしまして、今日は4人の先生方の貴重なご発表と、長時間にわたる皆さんの熱心なご討議に感謝申し上げます。これでシンポジウムを終わりにしたいと思います。ありがとうございました。

雑草を指標とした牧草地の状態診断 チモシー、アカクローバ混播草地における年次の経過と植生との関係

小阪 進一・高田 聖人・斎藤 明史

Diagnosis of Meadow Condition by Weed Index
Relation between cycle of years and vegetation in timothy (*Phleum pratense* L.)
and red clover (*Trifolium pratense* L.) mixed sown swards.
Shin-ichi KOSAKA, Masahito TAKADA and Akifumi SAITO

Summary

This investigation dealt with the relation between the cycle of years and vegetation in swards sown with a mixture of timothy (*Phleum pratense* L.) and red clover (*Trifolium pratense* L.).

The results are summarized as follows :

The number of weed species in the swards decreased in the third and fifth years. In the cycle of years, the life form spectrum of weeds showed the change with progress of succession. The relative dominance ratio of sown grasses was remarkably low in the swards of the eighth and ninth years.

These results suggested that the swards of the third and fifth years were in a stable state, and that the time of renovation comes in the swards of the eighth and ninth years.

キーワード : 混播草地、雑草、植生、生活型、優占度

Key words : Dominance, Life form, Mixed sown sward, Vegetation, Weed

緒 言

一般に牧草地を造成あるいは更新した場合、種々の雑草と播種牧草を含んだ群落からスタートする。採草利用草地では、一定の施肥、刈り取り管理が継続して行われる利用段階になってからも、その群落は播種牧草のみになることは少なく、多様な雑草を含んでいる。とくに混播草地では数種の牧草を含むが、年次の経過に伴いある草種が衰退あるいは優占するなどして草種構成が変化し、草地の生産性や永続性に影響を及ぼすことが多い。さら

に牧草地は長期間にわたって利用されるため、植生の状態に応じた適切な管理あるいは更新時の判断をする必要がある。雑草を指標とした牧草地の状態診断に関する研究は、沼田^{2,3)}の自然草地における生活型または種類組成による診断、酒井ら^{6,7,10)}の牧草地における雑草指数および雑草の種類相による診断、村山ら¹¹⁾のオーチャードグラス主体混播草地における相対優占度と生活型による診断がある。しかしチモシー主体混播草地に関する状態診断はあまりなされていない。

そこで利用年次が異なるチモシー、アカクローバ混播草地の植生調査を行い、年次の経過と植生の関係を検討したので、その概要を報告する。

材料および方法

調査期間は2000年9月下旬～10月中旬である。調査場所は江別市文京台緑町の酪農学園大学附属農場で、播種年が1999年の利用1年目から1991年の利用9年目までの6草地である(表1)。面積は草地により異なり最小0.6ha～最大2.0haである。播種牧草のチモシーおよびアカクローバの品種は、利用1年目草地はチモシーがホクオウ、アカクローバがマキミドリであり、その他の草地ではそれぞれホクセン、ハミドリである。10a当たりの播種量はチモシーが1.9kg～2.8kgの範囲、アカクローバが0.2kg～0.5kgの範囲である。前作は草地により異なりトウモロコシあるいは牧草混播である。なおすべての草地は年2回刈りの採草利用である。

調査単位は2m×3m^{6,9)}で、各草地の対角線上をha当たり10ヶ所調査した。植被率を測定後、草種別に最高、最低の草丈および被度を測定した。なお被度はブラウン・

酪農学園大学 (069-8501 江別市文京台緑町582)

Rakuno Gakuen University, 582 Bunkyou dai-Midorimachi Ebetsu, Hokkaido, 069-8501, Japan

〔平成12年度 研究発表会において発表〕

ブランケの階級値⁴⁾を用いた。さらに草丈と被度の2つの測度から積算優占度 (SDR₂) および相対優占度 (SDR₂') を算出した。アカクロバとエゾノギシギシの個体密度は、1 m×1 mのコドラートを用いて測定した。雑草の生活型 (休眠型、地下器官型、散布器官型、生育型) は、沼田ら⁵⁾の分類基準に従った。さらにそれぞれの生活型組成 (種数割合) を算出した。

表1. 調査草地の耕種概要

	利用1年目	利用3年目	利用5年目	利用6年目	利用8年目	利用9年目
播種年	1999年	1997年	1995年	1994年	1992年	1991年
面積 (ha)	2.0	0.9	1.7	0.6	2.0	1.5
品種名	TY RC	ホクセン ハマドリ	ホクセン ハマドリ	ホクセン ハマドリ	ホクセン ハマドリ	ホクセン ハマドリ
播種量 (kg/10a)	TY RC	2.5 0.3	2.8 0.2	2.2 0.2	2.4 0.4	1.9 0.4
前作	トウモロコシ	トウモロコシ	TY・RC混播	OG・RC混播	トウモロコシ	AL・SB混播

注) TYはチモシー、RCはアカクロバ、OGはオーチャードグラス、SBはスームスプロムグラス、ALはアルファルファを示す。

結 果

1. 出現雑草の科・種数

出現雑草の科・種数を図1に示した。

雑草の科数および種数は、利用1年目草地では12科16種と最も多かったが、利用3年目草地および利用5年目草地では、利用1年目草地に比較して科数が約1/2に、種数が約1/3にそれぞれ減少した。利用6年目以降の草地では科数および種数ともに再び増加する傾向を示した。

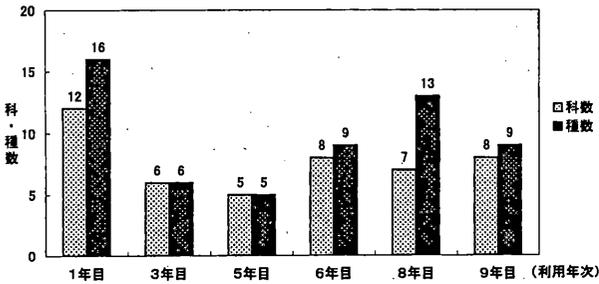


図1. 出現雑草の科・種数

2. アカクロバとエゾノギシギシの個体密度

アカクロバとエゾノギシギシのm²当たりの個体密度を図2に示した。

アカクロバは、利用1年目草地では最も高い値であったが利用3年目草地から急激に低下し、利用6年目以降の草地では全く認められなかった。これに対しエゾノギシギシの個体密度は、年次の傾向に伴い若干高まる傾向を示した。

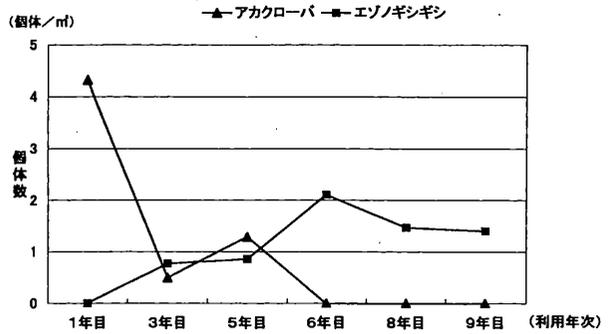


図2. アカクロバとエゾノギシギシの個体密度

3. 出現雑草の生活型組成

出現雑草の生活型組成を図3に示した。

休眠型は、利用年次が古い草地ほどTh (夏型1年草)

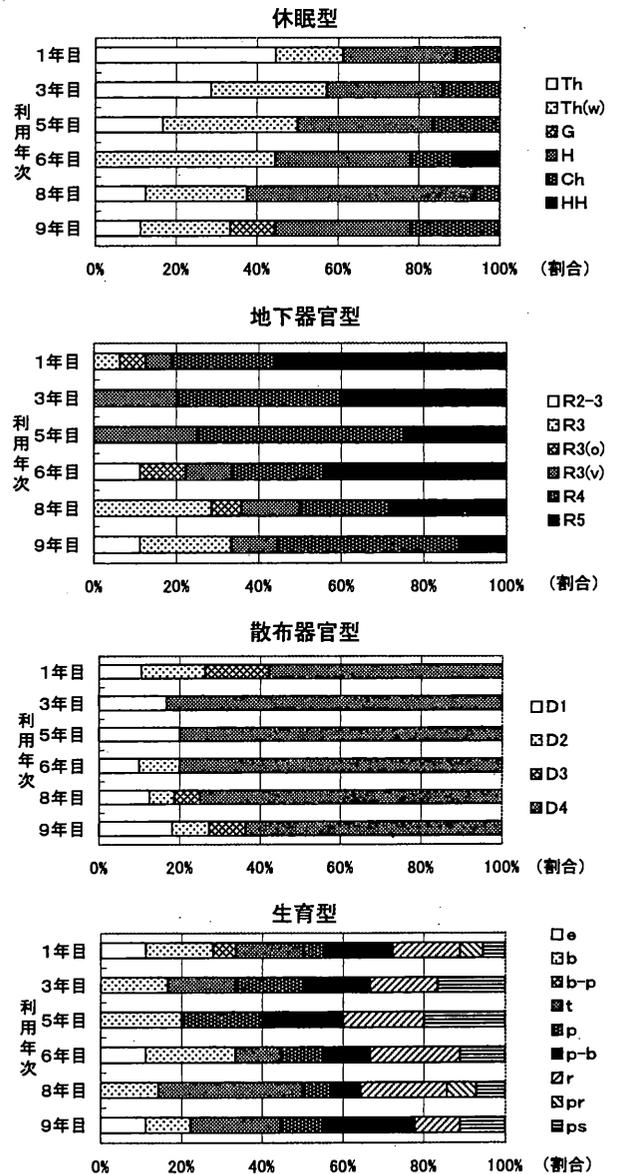


図3. 出現雑草の生活型組成

注) 記号は本文参照

の割合が明らかに低下した。一方、H（半地中植物）およびCh（地表植物）のような多年草は、それらの合計値（G+H+Ch+HH）において経年的に高まった。地下器官型は、利用年次が古い草地ほどR₂₋₃、R₃、R₃（o）、R₃（v）などの根茎植物の割合が高まる傾向を示し、R₅（単立植物）では逆に低下する傾向を示した。またR₄（ほふく茎植物）は利用年次にかかわらず比較的高い割合を示した。散布器官型は、D₁、D₂およびD₃などの移動植物では、それらの合計値（D₁+D₂+D₃）において利用1年目草地で高く、利用3年目草地で一度低下したがその後経年的に高まった。D₄（非移動植物）は利用年次にかかわらず極めて高い割合を示した。生育型は利用1年目草地では、型の種類が最も多く多様性を示し、利用5年目草地ではそれが5種類と最も単純であった。すべての草地に共通して出現したのはb型（分枝型）、p型（ほふく型）、p-b型（ほふく型と分枝型）、r型（ロゼット型）、ps型（にせロゼット型）であったが利用年次による傾向はみられなかった。しかしt型（そう生型）では利用8年目草地および利用9年目草地で高い割合を示した。

4. 草種別の相対優占度

草種別の相対優占度を表2に示した。なお、本調査では播種牧草以外の牧草種は雑草として扱った

チモシーの相対優占度は、利用5年目草地までは40%～48%の範囲で推移したが、利用6年目草地では29%に

表2. 草種別の相対優占度 (%)

草種名	利用1年目	利用3年目	利用5年目	利用6年目	利用8年目	利用9年目
チモシー	40.62	48.91	40.61	29.24	17.54	17.45
アカクローバ	8.08	3.51	7.52			
播種牧草計	48.69	52.42	48.13	29.24	17.54	17.45
シロザ	0.42					
ナズナ				0.70		
イヌビエ	19.65	2.51				
エノコログサ	0.66					
オーチャードグラス					29.72	42.61
ケンタッキーブルーグラス					0.31	
シバムギ					24.97	9.16
スズメノカタビラ					0.01	
ベレニアアライグラス				4.08		
メドウフェスク	0.42				0.32	
リードカナリーグラス				3.08		
オオバコ	0.22			3.43		
ヘラオオバコ					0.45	
カタバミ	0.72					0.26
セイヨウタンポポ	8.58	12.68	11.70	14.46	7.23	11.09
ヒメジョオン	1.45				0.31	
オオイヌノフグリ	3.67	0.43	6.02	3.35	0.04	1.05
ヒメオドリコソウ				1.08		
エゾノギンギン	0.26	11.48	9.68	16.86	6.05	13.13
ツユクサ	1.25					
エノキグサ	0.78					
スギナ						1.41
イヌホオズキ	10.20					
ハコベ	1.32	0.25	3.73		0.37	0.20
アルファルファ	0.40				0.62	
シロクローバ	1.32	20.23	20.75	23.73	12.06	3.64
雑草計	51.31	47.58	51.87	70.76	82.46	82.55
合計	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

低下し、利用8年目以降の草地ではさらに17%台に低下した。アカクローバの相対優占度は、利用5年目草地までは4%～8%の範囲で推移したが、利用6年目以降の草地ではまったく認められなかった。従って播種牧草計の相対優占度はチモシーとほぼ同様な傾向を示した。

次に雑草の相対優占度は、利用1年目草地ではイヌビエが最も高い値を示した。利用3年目、利用5年目および利用6年目の草地では、セイヨウタンポポ、エゾノギンギン、シロクローバがそれぞれ高い値を示した。利用8年目草地ではオーチャードグラス、シバムギおよびシロクローバが、利用9年目草地ではオーチャードグラス、エゾノギンギンがそれぞれ高い値を示した。また両草地のオーチャードグラスとシバムギの合計は50%を超えた。雑草計の相対優占度は、播種牧草とは逆に利用5年目草地までは48%～52%の範囲で推移したが、利用6年目以降の草地では70%以上の高い値を示した。

考 察

本調査では、酪農学園大学附属農場の利用年次が異なるチモシー、アカクローバ混播草地の植生調査を行い、出現した雑草の生活型および草種別の相対優占度から、それぞれの草地がどのような状態にあるのか検討した。

酒井⁸⁾は、宮城県における牧草地の遷移段階をI～Vに分け、雑草の生活型との関係について次のように述べている。休眠型ではThの種類数は初期に多く遷移が進むに伴って減少するのに対し、H・Ch・Phは初期に少なく末期にかけて増加する。散布器官型では、D₁+D₂+D₃の移動植物の種類数は遷移段階の後期に増加することD₁では段階Vで著しく増加する。地下器官型では、R₁₋₃の種類数の増加とR₅の減少が遷移の進行に伴って対照的にみられるが、遷移末期にはともに増加している。生育型では、他の生活型におけるほど明らかではないが、遷移の進むに伴ってb（分枝型）が減少し、遷移の中期でt（叢生型）およびpr（部分ロゼット型）の増加が目立つと報告している。

本調査における雑草の生活型組成では、休眠型、地下器官型および生育型のtにおいて、酒井が指摘した遷移の進行に伴う各生活型の変化^{8,11)}とほぼ同様な傾向が認められた。しかし散布器官型では、D₁の顕著な増加はなく、D₁+D₂+D₃の割合が若干高まる程度であった。酒井ら^{10,11)}は、北海道における牧草地の雑草群落区分を行い、雑草群落の動態と牧草地の立地条件および管理状態との関係について検討し、散布器官型のD₁の顕著な増加はブタナ群で目立ち、この群落区分は最も退化した草地、なかば管理の放棄された草地で観察されたと報告している。このことから年次が経過した利用8年目およ

び利用9年目の草地であっても施肥および刈り取り管理が行われているため、遷移の末期すなわち老化を示す段階¹⁰⁾に進んではいないものと思われる。

次に相対優占度は、播種牧草では利用6年目草地から明らかに低下した。これはアカクローバの消滅よりもチモシーの低下によるものであった。これに対し雑草の相対優占度は播種牧草とは逆に経年的に増加し、とくに利用8年目および利用9年目の草地では以前に認められなかったオーチャードグラス、シバムギが顕著に高まった。このことは、侵入したこれらのイネ科草種が両草地のチモシーと交替したことを意味している。村山らは¹⁾、オーチャードグラス主体混播草地において年次の経過と植生との関係を調査し、本調査とほぼ同様な結果を報告している。

以上のことから、今回調査した草地では、利用3年目および利用5年目の草地が牧草地として安定した状態にあると思われる。利用1年目草地は、やがて雑草種数が減少して牧草を中心とした群落に移行するものと思われる。利用8年目および利用9年目の草地では、播種牧草が著しく衰退していることから更新が必要であると考えられる。また比較的初期の年次からアカクローバの衰退がみられるため、早めの追播が必要であると思われる。

謝 辞

本調査を行うに当たり、ご協力頂いた酪農学園大学附属農場長岡本全弘教授ならびに同教職員の皆様、有益なご助言を頂いた酪農学園大学名誉教授村山三郎博士に深甚の謝意を表します。

引用文献

- 1) 村山三郎・小阪進一・横山博至 (1982) 草地における雑草の生態的防除に関する研究. 第13報 年次の経過と植生との関係. 山形農林学会報 39, 1-6.
- 2) 沼田 真 (1965) 草地の状態診断に関する研究Ⅰ. - 生活型組成による診断-. 日草誌 11, 20-33.
- 3) 沼田 真 (1966) 草地の状態診断に関する研究Ⅱ. -

- 種類組成による診断-. 日草誌 12, 29-36.
- 4) 沼田 真 (1988) 植物群落の構造. 図説植物生態学 (沼田 真編). 朝倉書店. 東京. pp. 24-36.
 - 5) 沼田 真・吉沢長人 (1997) 新版日本原色雑草図鑑. 全国農村教育協会. 東京. pp. 8-13.
 - 6) 酒井 博・川鍋祐夫 (1972) 雑草を指標とした牧草地の状態診断法(1). 畜産の研究 26, 1069-1074.
 - 7) 酒井 博・川鍋祐夫 (1972) 雑草を指標とした牧草地の状態診断法(2). 畜産の研究 26, 1184-1188.
 - 8) 酒井 博 (1978) わが国における牧草地の雑草. 雑草研究 23, 151-159.
 - 9) 酒井 博 (1978) 人工草地の雑草. 草地調査法ハンドブック (沼田 真編). 東京大学出版会. 東京. pp. 138-139.
 - 10) 酒井 博・佐藤徳雄・奥田重俊・川鍋祐夫 (1979) わが国における牧草地の雑草群落とその動態. 第1報 北海道(札幌市・帯広市周辺)における雑草群落区分. 雑草研究 24, 176-181.
 - 11) 酒井 博・佐藤徳雄・奥田重俊・川鍋祐夫 (1979) わが国における牧草地の雑草群落とその動態. 第2報 北海道(札幌市・帯広市周辺)における雑草群落の動態. 雑草研究 24, 182-187.

摘 要

チモシー、アカクローバ混播草地における年次の経過と植生との関係を検討した。その結果は次のとおりである。

雑草の種数は、利用3年目および利用5年目草地で少なかった。年次が経過するに伴って、雑草の生活型組成は遷移の進行に伴う変化を示した。播種牧草の相対優占度は、利用8年目および利用9年目草地で著しく低かった。

以上のことから、利用3年目および利用5年目の草地は安定した状態の草地であり、利用8年目および利用9年目の草地では、更新の時期がきていることが示唆された。

ペレニアルライグラスの種子乾熱によるエンドファイトの殺菌

佐藤 尚親*・竹田 芳彦

Sterilization of endophyte in perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.)
seed by heat treatment

Narichika SATO* and Yoshihiko TAKEDA

Summary

The sterilizing methods of endophyte in perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) seed by heat treatment were investigated.

The treatment of seeds at either 60 and 70°C for 10 days decreased the rate of endophyte infected seedlings only by 29 and 44%, respectively. The endophyte in seeds was totally sterilized at 80°C for 2-8 days with concomitant decrease in seed germination by 16%. The heat sterilized seeds retained the viability for 2 years at 3°C and 31% of humidity.

キーワード : エンドファイト、種子乾熱処理、殺菌、ペレニアルライグラス

Key words : Endophyte, Heat treatment of seeds in dry state, Sterilization, Perennial Ryegrass (*Lolium perenne* L.)

緒言

ペレニアルライグラスのエンドファイトは、植物体に耐虫性などを付与する一方、家畜にアルカロイド中毒症状などの害を及ぼす可能性を有している^{1, 5, 6, 10}。アルカロイド産生のないエンドファイト（以下、エンドセーフ）の研究も進められてきているが^{10, 11}、現時点では家畜の飼料となる農業用のペレニアルライグラス品種は、安全性の面からエンドファイトフリーである方が望ましいと考えられる^{5, 9}。しかしながら、多様な遺伝資源を

材料に求める育種現場では、海外や芝生用の材料、エコタイプなどからエンドファイトが導入される場合があり^{4, 7, 8, 10}、エンドファイトの殺菌技術を確立する必要が生じる⁹。そこで、薬剤を使わず、エンドファイトが完全に殺菌され、簡易で発芽障害が極力小さい、種子の乾熱殺菌処理法について検討した。

材料および方法

材料として、菌糸に枝分かれの多い *Gliocladium* spp. かまたは、菌糸に枝分かれのない *Neotyphodium lolii* のいずれかを保有している種子を供試した。即ち、*Gliocladium* spp. 保有種子は、4倍体の天北農試育成の系統A、系統B及び系統Cの3系統の種子を供試した。また、*Neotyphodium lolii* 保有種子は、2倍体の「マンハッタンⅢ」、「SR-4200」、「アドベント」及び「アクセント」の4品種の種子を供試した。いずれの材料も、1998年に採種し、翌1999年11月に乾熱処理を行った。

処理として、各品種・系統種子を恒温乾燥機で、60、70、及び80°Cの3水準で乾熱処理した。処理期間は各温度1~10日間で、各3gを乾熱処理後速やかに冷却し、園芸用培養土を充填した育苗箱に各100粒播種し、昼温20°C、夜温16°Cで育苗した。出芽率は播種後28日目に調査し、エンドファイト保有個体率は播種後35日目に調査した。

エンドファイトの検出は、幼苗の地際の葉鞘裏表皮を2.5%ローズベンガル・5%アルコール水溶液で染色し、各50個体を200~400倍で顕微鏡観察した。出芽した幼苗

北海道立天北農業試験場 (098-5736 枝幸郡浜頓別町)

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

* 現北海道立根釧農業試験場 (086-1153 標津郡中標津町桜ヶ丘)

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

〔平成13年度 研究発表会において発表〕

のうち、葉鞘裏表皮からエンドファイトが検出された個体の割合をエンドファイト保有個体率とした。50個体を観察終了した時点でエンドファイト保有個体率が0%であったものは続けて80個体まで調査した。

殺菌に要する日数及び出芽率に關与する要因を解析するため、各材料の千粒重及び水分含量を調査した。種子の水分含量は、恒温乾燥機を用いて7~10日間、恒量に達するまで105°Cで乾燥し、測定した。

また、80°C乾熱処理種子の保有性を確認するため、乾熱処理2年後の2001年11月~12月にかけて、系統A及び「SR-4200」の発芽勢、発芽率及び出芽率の調査を行った。発芽勢及び発芽率は、蒸留水を浸した滅菌濾紙上に置床後、25°C環境下で5日及び14日目の発芽個体割合を、それぞれ発芽勢及び発芽率として調査した。出芽率は育苗箱に播種し、1999年11月と同様に、播種後28日目に調査した。

結 果

供試材料の千粒重は1.8~3.4gで、水分含量は10.7~16.5%の範囲にあった。

図1に、エンドファイト保有種子において、60°C乾熱処理日数の経過に伴う、出芽率の変化を示した。60°C乾熱処理は、出芽率への影響は認められなかった。エンドファイト保有個体率に関しては、60°C乾熱処理の効果は認められたものの、完全な殺菌はできず、10日間の処理でも30%程度の低下にとどまった。

70°C乾熱処理の結果を図2に示した。70°C乾熱処理は、出芽率への影響はほとんど認められなかった。エンドファイト保有個体率に対しては、70°C乾熱処理の効果はかなり認められたものの、完全な殺菌はできず、10日間の処理で44%程度の低下であった。

80°C乾熱処理の結果を図3に示した。出芽率は、80°C乾熱処理日数が長くなるにつれて、低下する傾向が認められ、10日間の処理では16%の低下が認められた。エンドファイト保有個体率は、80°C乾熱処理日数が、1~2

表1. 80°C種子乾熱処理における「フリー化日数」に係わる要因の相関関係表

r=	含水率%	水分量g/千粒	千粒重g	出芽率
フリー化日数	-0.20	-0.53	-0.63	-0.66
含水率%		0.86**	0.58	-0.01
水分量g/千粒			0.91**	0.36
千粒重g				0.61

注)「フリー化日数」は出芽個体のエンドファイト保有個体率が0%に至った種子乾熱処理日数
** : 1%水準で有意

日間のうちに急激に低下し、8日間処理で全ての供試材料で0%に至った。エンドファイト保有個体率が0%に至るまでの80°C乾熱処理日数は、供試材料間でもばらつきが大きく、「マンハッタンIII」では2日目、最も日数

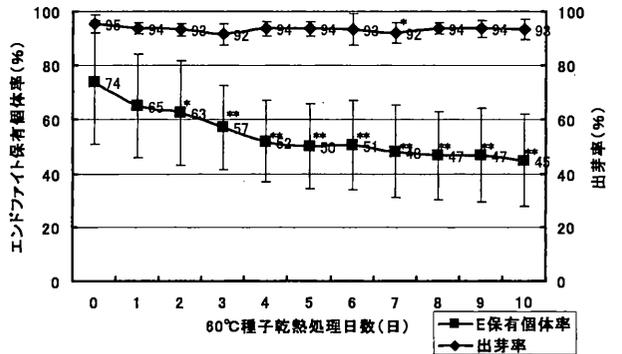


図1. 60°C種子乾熱処理が出芽率及び出芽幼苗のエンドファイト保有個体率に及ぼす影響
* : 乾熱処理0日と5%水準で有意
** : 乾熱処理0日と1%水準で有意

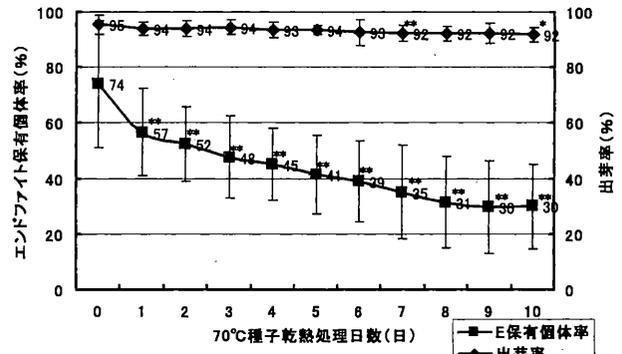


図2. 70°C種子乾熱処理が出芽率及び出芽幼苗のエンドファイト保有個体率に及ぼす影響
* : 乾熱処理0日と5%水準で有意
** : 乾熱処理0日と1%水準で有意

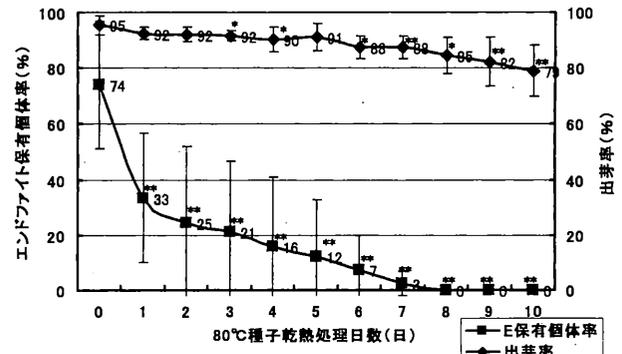


図3. 80°C種子乾熱処理が出芽率及び出芽幼苗のエンドファイト保有個体率に及ぼす影響
* : 乾熱処理0日と5%水準で有意
** : 乾熱処理0日と1%水準で有意

表2. 80°C乾熱処理種子における発芽能力の変化

%	'99. 11出芽率		'01. 11発芽勢		'01. 11発芽率		'01. 12出芽率	
	無処理	乾熱	無処理	乾熱	無処理	乾熱	無処理	乾熱
系統 A	97	96	72	39	87	73	93	91
SR-4200	97	83	97	45	98	84	92	79

注1：乾熱（80°C）処理は'99. 11に系統Aは5日間、SR-4200は7日間処理（それぞれフリー化に要する日数）

注2：発芽勢は滅菌濾紙を用いて25°Cにおいて5日間、発芽率は14日目に調査

注3：出芽率は園芸用培養土を用いて、20°Cにおいて、28日目に調査

を必要とした「アドベント」及び「アクセント」では8日を要し、何らかの要因があることが示唆された。

そこで、エンドファイト保有個体率が0%に至った日数（以下、「フリー化日数」と、種子の含水率（%）、千粒当たりの水分量（g）、千粒重（g）及び出芽率（%）との相関関係を表1に示した。「フリー化日数」は、いずれの調査項目とも有意な相関関係は認められなかったが、水分量及び出芽率と負の関係がある傾向が示された。

表2に、系統A及び「SR-4200」を材料に、80°C乾熱処理によりフリー化処理した種子の保存性について示した。無処理種子では、1999年11月に97%の出芽率であったが、3°C（相対湿度31%）で2ヶ年程度保存した結果、出芽率の低下は4~5%とわずかなものであった。80°C乾熱処理によりフリー化処理した種子についても、同様に4~5%の低下であり、乾熱処理後2年程度の保存は、保存環境が適切であれば、出芽率に対する影響は、小さなものであると示唆された。

また、80°C乾熱処理の、発芽勢及び発芽率に対する影響を、2年間保存した種子について表2に示した。発芽勢は46~54%と低下が著しかったが、発芽率は14~16%程度の低下にとどまった。

考 察

エンドファイトの殺菌方法は、植物体に対する殺菌剤処理^{2, 5, 12}、種子の殺菌剤処理^{2, 3, 5, 9, 12}、種子の高湿度処理や温水処理^{3, 5, 12}などが知られている。エンドファイトによる耐性付与やエンドセーフに関する研究などでは、植物体に殺菌剤を浸透させる方法が用いられている場合が多い。一方、大量の材料を扱い、家畜の飼料となる品種の育成を目標とする育種現場においては、予期しないエンドファイトの侵入を防ぐため、種子の殺菌が望ましいと考えられる。

著者らは過去に、90°C以上の高温で、短時間（30分）の種子乾熱処理を試みたが、殺菌と発芽能力の維持ができる手法は確立できなかった⁹。今回、80°Cで2~8日

間の乾熱処理では、エンドファイトの殺菌は可能で、発芽勢は低下するものの、出芽率は16%程度の低下にとどまった。実験に供試した材料の点数が少なく、材料の採種から乾熱処理までの期間（種子のage）が全て同じであったことから、「フリー化日数」を決定する要因を明らかにするまでに至らなかったが、千粒重及び水分量が「フリー化日数」に影響している傾向は認められた。

従って現段階では、種子を十分に乾燥させておくことを前提とし、大量の種子を乾熱殺菌処理をする前に、まず少量の種子について、1~10日前後の80°C乾熱処理を施し、「フリー化日数」とその際の出芽率又は発芽率を調査する必要がある。そして、その出芽率又は発芽率に合わせて補正（増量）した必要量の種子を、極力薄く広げて「フリー化日数」乾熱処理する方法が望ましい。少量種子の処理・調査から、大量種子の処理終了まで、ほぼ40日程度かかる行程となる。

エンドファイトは種子伝搬することから¹、種子殺菌を施した以降の世代は、エンドファイトフリーとなる。育種材料のエンドファイトを殺菌する場合は、選抜サイクルのなるべく早い段階で行うことが望ましい。このことにより、エンドファイトに影響されずに、遺伝的能力の評価による選抜が可能となる。

引用文献

- 1) Bacon C. W., P. C. Lyons, J. K. Porter and J. D. Robbins (1986) Ergot toxicity from endophyte-infected grasses : a review. *Agronomy Journal* 78, 106-116.
- 2) Harvey I. C., L. R. Fletcher and L. M. Emms (1982) Effects of several fungicides on the *Lolium* endophyte in ryegrass plants, seeds and in culture. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 25, 601-606.
- 3) Heather M. Nott and G. C. M. Latch (1993) A simple method of killing endophyte in ryegrass seed. *Proceedings of The Second International*

- Symposium on Acremonium/Grass Interactions.*
14-15.
- 4) Hironori KOGA, Takashi KIMIGAFUKURO, Takao TSUKIBOSHI and Tsutomu UEMATSU (1993) Incidence of endophytic fungi in perennial ryegrass in Japan. *Annals of the Phytopathological Society of Japan* 59, 180-184.
- 5) Latch G. C. M. and M. J. Christensen (1982) Ryegrass endophyte, incidence and control. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 25, 443-448.
- 6) Latch G. C. M. (1985) Endophyte fungi affect growth of perennial ryegrass. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 28, 165-168.
- 7) Latch G. C. M. (1987) Incidence of endophytes in seeds from collections of *Lolium* and *Festuca* species. *Annals of Applied Biology* 111, 59-64.
- 8) Narichika SATO, Masaichi TOGAWA and Tsutomu KITAMORI (1993) Detection of endophyte fungi in perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) seeds with several varieties. *Journal of Hokkaido Society of Grassland Science* 27, 70-73.
- 9) Narichika SATO, Masaichi TOGAWA, Tsutomu KITAMORI and Fumiaki AKIYAMA (1995) Incidence of endophyte fungi on forage grassland in northern and central regions of Hokkaido and the prevention methods infected seeds. *Journal of Hokkaido Society of Grassland Science* 29, 78-84.
- 10) 雑賀 優 (1998) 多発するエンドファイト感染牧草による牛の中毒. 畜産技術 6, 21-25.
- 11) 佐々木 亨、岡崎 博、笠井恵里 (2000) フェスク類及びライグラス類の牧草用国内流通品種におけるエンドファイト感染の調査. 日本草地学会誌 46 (別), 160-161.
- 12) Siegel M. R., D. R. Varney, M. C. Johnson, W. C. Nesmith, R. C. Buckner, L. P. Bush, P. B. Burrus, II and J. R. Hardison (1984) A fungal endophyte of tall fescue: evaluation of control methods. *Phytopathology* 74, 937-941.

摘 要

種子乾熱処理を用いた、ペレニアルライグラス種子におけるエンドファイト殺菌法について検討した。

60℃及び70℃の種子乾熱処理は、10日間処理しても出芽個体におけるエンドファイト保有率が、各々29及び44%低下したのみであった。80℃の種子乾熱処理は、2～8日間の処理期間でエンドファイトの完全な殺菌が可能であるが、同時に発芽率は16%程度の低下が認められた。

80℃乾熱殺菌処理後の種子は、3℃で湿度31%程度の環境下において、発芽率等が2ヶ年維持された。

メタン発酵処理による乳牛ふん尿の性状変化 —その年間モニタリング—

成瀬 往代・熊井 実鈴・松中 照夫

Change in nutrients content and some other properties
of dairy cattle slurry following anaerobic digestion.

— Its monitoring results for a year —

Michiyo NARUSE, Misuzu KUMAI
and Teruo MATSUNAKA

緒 言

ふん尿を処理する施設の一つに、バイオガスプラントがある。バイオガスプラントは、ふん尿を嫌気的条件下でメタン発酵させ、熱や電気などのエネルギーを生産し、ふん尿自身を比較的悪臭の少ない有機質肥料に変化させることができるため、ふん尿を有効利用して処理できる施設として、大きな期待がかけられている。しかし、実用規模におけるバイオガスプラントから出てきたメタン発酵処理後のふん尿（消化液）は、原料となるふん尿（原料）と、その性状と比較してどのように変化するかについてはまだ明らかにされていない。本試験は、実用規模におけるバイオガスプラントから出てきた消化液の性状が、原料に比べてどのように変化するかを明らかにすることを目的とし、調査した。

材料および方法

本学に設置されたバイオガスの通常運転の設定は以下のとおりである。本学農場の牛舎から排出される1日あたり約10^mの乳牛ふん尿を容量25^mの原料槽へ受け入れ攪拌した後、1日あたり10^mを容量250^mの発酵槽へ投入する。同時に発酵槽から1日あたり10^mの消化液が貯留槽へ送り出されているというものである。従って、ふん尿の発酵滞留期間は25日間となる。

試料採取場所は酪農学園大学バイオガスプラントとした。試料採取方法は、原料をバイオガスプラントの原料槽から採取し、消化液を発酵槽に設けた採取口から採取した。調査期間は2000年10月から2001年10月まで、毎月1回定期的におこなった。調査項目はpH、EC、乾物率、全炭素（T-C）含有率、全窒素（T-N）含有率、アンモニア態窒素（NH₄-N）含有率、硝酸態窒素（NH₃-N）含有率、有機体窒素（N）含有率、リン（P）、カリウム（K）、カルシウム（Ca）、マグネシウム（Mg）含有率とした。ここではT-Nから無機態Nを除いて有機体Nとした。

結果および考察

消化液の平均pHは7.79であった。原料の平均pH6.75に比べ平均値の差は有意に高まった。調査期間におけるpHの変動係数は消化液が1.4%と、原料の5.3%より小さくなった。

消化液のECは原料よりわずかに高まった。しかし、

両者の平均値の差に有意差は認められなかった。調査期間におけるECの変動係数は消化液が7.6%と、原料の20.9%より小さくなった。

乾物率は消化液が5.63%となり、原料の8.19%より有意に低下した。これはメタン発酵過程において原料中の固形有機物が発酵基質として利用され、分解されたためと考えられた。乾物率の変動係数も消化液は20.3%となり、原料の21.1%より小さかった。

消化液における平均乾物率の低下は、相対的に含水率が上昇したことを示し、原料のふん尿に比べ消化液の流動性を大幅に増加させた。

消化液のT-C含有率は2.19%であった。これは原料のT-C含有率3.41%より平均値の差は有意に低下した。この消化液のT-C含有率の低下は、メタン発酵過程において炭素（C）がメタン（CH₄）や二酸化炭素（CO₂）として消費されたためと考えられる。また、両者の変動係数はほぼ等しかった。

T-N含有率は消化液と原料で等しく、両者の平均値の差に有意差は認められなかった。従って、消化液のC/N比は原料のC/N比より有意に低下した。

無機態Nのうち、NO₃-Nは消化液、原料ともに検出されなかった。消化液のNH₄-N平均含有率は0.14%となり、原料のNH₄-N平均含有率0.11%より平均値の差は有意に高まった。変動係数は消化液が原料より小さかった。その結果、有機体N平均含有率は、原料のそれより有意に低下した。これは、原料の易分解性有機体Nがメタン発酵中に無機化したと考えられる。

P、K、Ca、Mgの各平均含有率は、消化液と原料との間に大きな変化がなかった。

以上の結果から、次のようなことが考えられた。消化液のpHとNH₄-N含有率は原料のそれらより高まった。これは消化液を草地に表面施与するとアンモニア揮散によるNの損失が原料のふん尿の場合より増加する可能性がある。一方、消化液は原料より乾物率が低く、水分が増加していることから、消化液中のNH₄-Nは原料のそれより土壌に浸透し易い。NH₄-Nが土壌に浸透するとアンモニア揮散は発生しにくい。アンモニア揮散によるNの損失は原料のふん尿の場合より減少する可能性もある。よって、消化液施与後のアンモニア揮散は土壌条件によって変化するといえる。

消化液のC/N比は原料に比べ低下した。また、メタン発酵過程において、消化液の易分解性有機態Nの一部が無機化して、無機態窒素が増加したことから、消化液は、原料よりNの肥効がやや速効的に変化すると思われる。

調査期間内における変動は、原料より消化液のほうが小さかった。このことは同一のバイオガスプラントで産出される消化液の性状が、原料より比較的安定していると結論付けられる。

酪農学園大学 (069-8501 江別市文京台緑町582)

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

草地表面に施与されたバイオガスプラント消化液 および乳牛スラリーからのアンモニア揮散の比較

熊井 実鈴・成瀬 往代・松中 照夫

Comparison of ammonia emission from cattle
slurry with from digested cattle slurry following
surface applicaton.

Misuzu KUMAI, Michiyo NARUSE
and Teruo MATSUNAKA

緒 言

酪農家の規模拡大による乳牛飼養頭数の増加に伴い、大量のふん尿が排出されており、それらのふん尿が適切に処理・利用されていないために、環境汚染を引き起こしている。ふん尿の有効利用の1つとして、乳牛スラリーをメタン発酵処理しエネルギーを生産するバイオガスプラントが非常に注目されており、排出される消化液は液肥として利用できる。しかし、圃場へ消化液や乳牛スラリーを施与する際にはアンモニア揮散が発生する。アンモニア揮散は大気汚染や酸性雨の原因となるだけでなく、窒素損失による肥料的価値の低下も引き起こす。そこで、乳牛スラリーとバイオガスプラントから排出された消化液を施与した際のアンモニア揮散を比較する事を本実験の目的とした。

材料および方法

本試験は酪農学園大学実験圃場のガラス室にておこなった。オーチャードグラス (品種: オカミドリ) を栽培した0.02 m²のワグネルポットにバイオガスプラント消化液 (消化液) と乳牛スラリー (スラリー) を表面施与し試験を開始した。供試した消化液は酪農学園大学バイオガスプラントでメタン発酵処理されたスラリーを用いた。供試したスラリーはバイオガスプラントの原料ではなく、由仁町のB牧場のものを用いた。供試した消化液とスラリーのpHは消化液が7.82、スラリーが7.52であった。アンモニア態窒素含有率は消化液が0.15%、スラリーが0.23%であった。乾物率は消化液が6.10%、スラリーが12.89%であった。施与量はアンモニア態窒素としてそれぞれ4.5、9、18 g m⁻²相当量 (少量区、標準区、多量区) とした。対照区として無施与区を設け、処理区でのアンモニア揮散は無施与のものを差し引いてもとめた。施与したポットに漏斗を被せ、真空ポンプで空気を吸引し、アンモニアを20 g L⁻¹ホウ酸に捕集した。この溶液を施与後経時的に回収しアンモニア揮散量を測定した。

結果および考察

アンモニア揮散は、施与直後から認められた。アンモニア揮散速度の最大値は、少量区において消化液、スラ

リーとも施与後1時間目に現れた。標準区において揮散速度の最大値は、消化液が施与後2時間目、スラリーは1時間目に現れた。また、多量区においては消化液が施与後4時間目、スラリーは2時間目に現れた。すべての処理区において、アンモニア揮散速度は最大値を示した後、低下した。どの処理区でも、施与後4時間目までに最大値を示し、その後低下したという推移は、初期に全アンモニア揮散の多くが揮散していることを示している。施与後24時間目以降のアンモニア揮散速度の低下は、どの処理区でも消化液、スラリーは同様であった。また、消化液、スラリーとも施与量が多くなるほど緩やかに低下した。

施与後144時間目におけるアンモニア揮散積算量は、消化液、スラリーとも多量区が最も高く、続いて標準区、少量区の順で高く推移した。また、施与後144時間目におけるアンモニア揮散積算量は、少量区、標準区において消化液とスラリーの間に有意な差はみられなかった。しかし多量区では、消化液からのアンモニア揮散量がスラリーからのそれよりも有意に低い値を示した。

施与後144時間目における施与したアンモニア態窒素に対してアンモニアとして揮散した割合 (揮散率) は、少量区において消化液では26%、スラリーの場合31%であった。標準区においては、消化液で44%、スラリーは40%であった。しかし、少量区と標準区では消化液とスラリーの間に揮散率の有意な差はみられなかった。また、多量区においては、消化液の揮散率は46%、スラリーの場合56%となり消化液の方で揮散率が低かった。

施与量ごとのアンモニア揮散を比較すると、少量区では施与量が少なかったため、ポットに施与すると、消化液、スラリーとも空気に接触する面積が大きくなり揮散しやすい条件になっていた。このため、アンモニア態窒素の土壌への浸透によるアンモニア揮散への影響は現れず、消化液とスラリーからのアンモニア揮散に差がみられなかったと考えられた。

標準区では、消化液とスラリーのアンモニア態窒素の土壌への浸透量の差が、アンモニア揮散へ影響すると思われるが、消化液とスラリーに差が出る程度の影響ではなかったと考えられた。

多量区で消化液のアンモニア揮散量がスラリーに比べ有意に低い値を示したのは、施与量が多かったため、土壌へアンモニア態窒素が浸透した影響が揮散に強く現れたと考えられた。

以上の結果から、本試験のような条件では、施与量が多ければ、消化液のアンモニア揮散はスラリーに比べ抑えられると考えられた。また施与量が標準量もしくは少量であれば、消化液とスラリーの揮散に差がでないと考えられた。

酪農学園大学 (069-8501 江別市文京台緑町582)

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

アルファルファ単播草地へのスラリー散布の影響

松村 哲夫・池田 哲也・糸川 信弘

Effect of slurry application on growth and yield of alfalfa (*Medicago sativa* L.) pure sward.

Tetsuo MATSUMURA, Tetsuya IKEDA and Nobuhiro ITOKAWA

緒 言

安全で良質な自給粗飼料の生産をめざして、飼料価値の優れるアルファルファの単播栽培の拡大が求められている。マメ科牧草であるアルファルファの単播栽培では、窒素成分を含む追肥は施用しないことが一般的であるが、生産現場ではスラリー（液状きゅう肥）等の家畜糞尿を還元施用している例が多くみられる。そこで、スラリーの追肥施用がアルファルファ単播経年草地に与える影響について明らかにするため、生育特性及び収量性等の調査を行った。

材料及び方法

アルファルファ（品種：ヒサワカバ）の単播草地を造成し、造成年秋期に1回、2年目及び3年目には早春、1番草刈取り後、2番草刈取り後の年間3回、追肥処理として牛スラリー（芽室町上美生地区の肥培かんがい施設より供給）を施用した。施用量は各散布回4 t、8 t、12 t/10 aの3水準とした。試験区（10 m × 5 m）は3反復の乱塊法により配置した。対照区に化成肥料による標準的な追肥条件を設定するため、ホクレン高度化成 P K22号を用いて各回窒素0 kgN/10 a、リン酸4 kgP₂O₅/10 a、カリ7.3 kgK₂O/10 aとなるよう施用した。造成年は8月下旬、10月中旬の2回刈り、2年目、3年目は6月中旬、8月上旬、9月中旬の年間3回の刈り取りを行った。

アルファルファの生育及び収量等の調査はスラリー連用の影響が強く現れた利用3年目を中心に行った。年間3回の刈り取りの際に、単位面積あたりの乾物収量と、雑草の混入量を調査した。1番草の刈り取り後、単位面積当たりのアルファルファの株数を調査した。試験区間で倒伏程度に差が見られた1番草と3番草で、倒伏の程度を評点により調査した。

結果及び考察

表1に利用3年目に施用したスラリーの成分分析の結果を示した。本試験で使用したスラリーは、肥培かんがい用として水で希釈調整されたものである。成分量から計算した全窒素、リン酸、カリの年間投入量は、各回4 t/10 aを施用した処理区で33 kgN/10 a、14.4 kgP₂O₅/10 a、38.8 kgK₂O/10 aであった。これは、化成肥料を施用した標準区と比較して、全窒素とカリではそれぞれ33 kgN、16.9 kgK₂O/10 aの増加、リン酸で2.4 kgP₂O₅/10 aの減少となった。

面積当たりのアルファルファ株数は、スラリーの施用量の増加に伴い減少した（表2）。また、スラリー施用

表1. 施用したスラリーの分析値および三要素投入量

施用時期	スラリー分析値					三要素投入量(kg/10a)			
	全蒸発電	気全窒素	全リン酸	全カリ	全窒素	全リン酸	全カリ		
	残留物	伝導度	(%)	(%)				(4 t/10a施用区)	
早春	3.3	1.5	0.253	0.095	0.342	10.1	3.8	13.7	
1番草後	4.3	1.6	0.293	0.139	0.338	11.7	5.6	13.5	
2番草後	3.4	1.7	0.281	0.124	0.291	11.2	5.0	11.6	
平均	3.7	1.6	0.276	0.119	0.323	年間合計	33.0	14.4	38.8
						(化成肥料区)	0.0	12.0	21.9

*三要素投入量は全投入量（肥効率換算なし）の数値

表2. スラリー施用のアルファルファの倒伏と株数への影響

処理	倒伏 (1:無~9:甚)		株数 (/m ²)
	1番草	3番草	1番草後
化成肥料	1.3 ^a	3.3 ^a	55.2 ^a
4 t	4.7 ^b	5.3 ^b	42.8 ^b
8 t	7.0 ^c	6.0 ^b	46.8 ^{ab}
12 t	8.7 ^c	6.7 ^b	40.0 ^b

表3. スラリー施用の雑草乾物重とアルファルファ乾物収量への影響

処 理	雑草乾物重 (kg/10 a)				アルファルファ乾物収量 (kg/10 a)			
	1番草	2番草	3番草	年間合計	1番草	2番草	3番草	年間合計
化成肥料	28 a	1 a	1 a	30 a	554 a	327 a	194 a	1,082 a
4 t	64 a	3 a	6 a	73 a	482 ab	264 a	191 a	952 a
8 t	78 a	8 a	8 a	94 ab	414 b	255 a	192 a	883 b
12 t	160 b	18 a	17 a	195 b	384 b	191 b	175 a	783 b

量の多い区ほど、エゾノギンギン等の雑草の混入量が増加した（表3）。アルファルファの単播栽培では、草地維持年限が短いことが問題となるが、スラリーの施用により引き起こされるアルファルファ株数の減少と雑草侵入の増加は、さらに永続性を低下させる要因となる可能性が高いと考えられる。

アルファルファの単播栽培で多く発生する収穫期の倒伏では、収穫・調整の障害となることに加え、倒伏に起因する多湿条件による病害の発生や、刈り残しによる再生への悪影響等が問題となる。本試験の結果では、スラリー施用量の増加により、1番草及び3番草刈り取り時の倒伏程度が増大した（表2）。スラリーを散布する際には、通常より早刈りで利用するなどの対策が必要になるものと考えられるが、本試験では、スラリー施用区の倒伏は草丈70 cmから80 cmの早い段階から発生が確認されている。極端な早刈りは収量減や再生への悪影響等の弊害が懸念されるため、刈り取りの早期化により倒伏を回避することは困難であると考えられる。

スラリー施用区のアルファルファの収量は、1番草、2番草で減少し、年間合計乾物収量の減少割合は、各番草4 t/10 aの施用で約12%、8 tの施用で約18%、12 tの施用で約28%であった（表3）。収量の減少は、アルファルファ個体数の減少、雑草侵入の増加、倒伏による生育と再生の阻害のそれぞれが総合的に影響した結果と考えられる。

以上より、アルファルファ単播草地へのスラリーの追肥施用は、収量の減少と維持年限の短縮につながる可能性が高いことが明らかになった。

チモシー放牧草地の施肥法

2. 多回刈り条件におけるカリ施肥が収量・草種構成に及ぼす影響

酒井 治・宝示戸雅之・三木直倫・三枝俊哉
Method of fertilizer application for timothy (*Phleum pratense* L.) grazing pasture

2. Effect of quantity of potassium fertilizer application on yield and botanical composition

Osamu SAKAI*, Masayuki HOJITO**,
Naomichi MIKI*** and Toshiya SAIGUSA*

緒 言

放牧草地において現行の施肥標準量を施用し、放牧を行うと土壤中のカリ含量は増加する。また、家畜にとって放牧草中のカリ含量が高いと言われている。そこで、マメ科牧草を維持しながらカリ施肥量を減少させることを目的として、多回刈り条件におけるカリ施肥量が収量および草種構成に及ぼす影響について検討した。

材料及び方法

根釧農業試験場の黒色火山性土（普通黒ボク土）においてチモシー（TY）「ホクシュウ」・シロクローバ（WC）「ソーニャ」混播草地（1997年8月造成）を供試し、1998年から K_2O 施肥量0、100、140、180、220 $kg\ ha^{-1}$ を硫酸カリウムで施用するカリ用量試験を行った。N- P_2O_5 -MgO=80-80-40 $kg\ ha^{-1}$ を硫酸アンモニウム、過リン酸石灰、硫酸マグネシウムで各処理共通して施用した。いずれの養分も5月上旬・6月下旬・8月下旬の年3回均等分施した。刈り取り方法は草丈が30cmになった時に10cmの高さまで刈り取る多回刈り条件で実施した。草丈、乾物収量、牧草養分含有率、早春および最終刈取後の土壌養分含量を調査・分析した。

結果及び考察

- 1) WCの年間乾物収量、WC割合はカリ施肥量に応じて増加した。しかし、TYではカリ施肥量との関係は判然としなかった。牧草全体のカリ施肥量に対する収量増加はWCほど明瞭ではなく、無カリ区を除いて大きな差は認められなかった（図1）。4年間の平均年間乾物収量は220 $kg\ K_2O\ ha^{-1}$ 施用区で6120 $kg\ ha^{-1}$ であった。なお、雑草については、カリ施肥量との関係は認められず、収量全体の5%以下であった。以上の傾向は、各年の各番草についても同様であった。
- 2) TY、WCおよび牧草全体のカリ含有率はカリ施肥量に応じて増加した。この傾向は各年の各番草においても同様であった。
- 3) TY、WCおよび牧草全体のカリ吸収量もカリ施肥量に応じて増加した。この傾向は各年の各番草において

も同様であった。

- 4) 牧草全体の収量およびマメ科牧草の維持に最低限必要なカリの条件について検討した。

図2に、各番草におけるWCのカリ含有率とWC乾物収量との関係を示した。乾物収量は各番草における最大値を100とした場合の指数として示した。WCのカリ含有率には、カリ含有率の増加に伴って乾物収量が直線的に増大する領域と乾物収量が頭打ちになる領域が認められたので、両者の境界を重回帰を応用した折れ線回帰によって判定した。その結果WCの乾物収量が頭打ちになるWCのK含有率は2.3~2.8%であった（図2）。また、同様に牧草全体のカリ含有率とWC乾物収量との関係についても検討した結果、WC乾物収量が頭打ちになる牧草全体のK含有率は2.0~3.0%であった。

以上のことからWCおよび牧草全体の乾物収量、TY、WCおよび牧草全体のカリ含有率およびカリ吸収量にカリ施肥反応が認められた。また、WCの乾物収量を制限しない最低のK含有率はWCでは2.3~2.8%、牧草全体では2.0~3.0%であった。

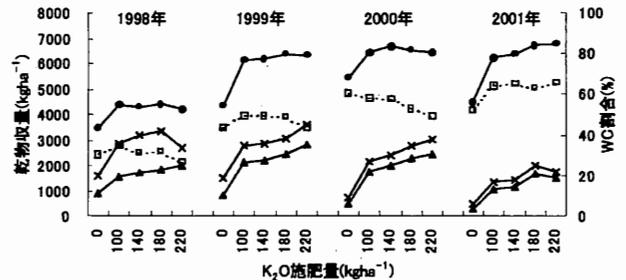


図1. 年間乾物収量とWC割合の推移

●全体収量 □TY収量 ▲WC収量 ×WC割合(乾物)

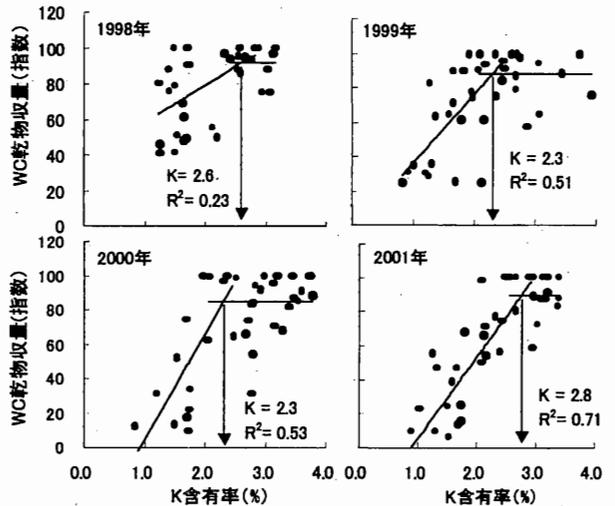


図2. WCの乾物収量とカリ含有率

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

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

**畜産草地研究所 (329-2793 栃木県那須郡西那須野町千本松768)

National Institute of Livestock and Grassland Science, Nishinasuno, Tochigi, 329-2793, Japan

***北海道立十勝農業試験場 (082-1153 北海道河西郡芽室町新生南9線2)

Tokachi Agricultural Experiment Station, Memuro, Hokkaido, 082-0071, Japan

牛糞近傍における土壤中の硝酸態窒素の動態と
草種構成の関係

高階 史章・木村 園子・田島 亮介
平田 聡之・中辻 浩喜・中嶋 博

Relationship between dynamics of NO₃-N in soil and
grassland species around the dung pats
Fumiaki TAKAKAI, Sonoko KIMURA, Ryosuke TAJIMA,
Toshiyuki HIRATA, Hiroki NAKATSUJI
and Hiroshi NAKASHIMA

緒言

放牧地に排泄された牛糞は、放牧地の土壌の不均一性を作り出す一因であり、周囲の環境に影響を与え、周辺にパッチを形成する。放牧地全体における窒素動態を知る上で、牛糞近傍における窒素動態及びそれに伴う草種構成の変化を知ることは重要である。本実験では、マメ科、イネ科牧草の混播放牧地に牛糞を設置し、周囲の草種構成の変化、土壌中の硝酸態窒素の動態を調査した。

材料及び方法

実験1 放牧地実験

北大生物生産研究農場内の放牧地の一部を柵で囲い、牛の侵入しない調査区を設置した。2001年6月、調査区内の3ヶ所に牛糞(重量1kg、直径20cm)処理を行った。各牛糞を中心に20×50cmのコドラートを3方向にそれぞれ2ヶ所(40cm、120cm地点)設置し、乾物収量、草種構成を刈取高5cmで経時的に調査した。

また、牛糞から3方向×3地点(20cm、80cm、120cm)で深さ30cmまでの土壌を採取、硝酸態窒素量の分析を行った。調査開始時の土壌を30℃で1ヶ月間培養し、硝酸態窒素量より無機化予想量を算出した。

実験2 圃場実験

北大生物生産研究農場内の実験圃場に、牛糞6kgを帯状に設け、それと平行に牛糞の中心から15cm(縁から5cm)の地点(近)と、中心から35cmの地点(遠)にシロクロバ(WC)およびペレニアルライグラス(PR)を移植した。それぞれ単植区と両種の混植区の3処理区を3反復設けた。牛糞の「直下」、牛糞から20cmの「区画内」および、70cmで植生のない「区画外」の各地点にそれぞれ深さ30cmでポーラスカップを設定して土壌水を採取、硝酸態窒素濃度の分析を行った。

各区画とも遠近別に刈取高5cmで乾物重を測定した。

結果及び考察

(実験1)

乾物収量は6月18日に最小となり、以降は緩やかな増加がみられた。牛糞からの距離による明確な差異は認められなかった。土壌中の硝酸態窒素量は6月18日の時点で大幅に増加したのち、2週間後の7月4日には6月4日と同程度の値に減少した。

牛糞からの距離と硝酸態窒素量の関係は、中心から20cmの値が120cmのところよりもやや高い傾向は見られたが、有意な差異は認められなかった。

硝酸態窒素と収量の動態を比較したところ、窒素が急激に増える6月4日から18日の間の草量が減少し、窒素の減少する18日からは草量が増加しているため、草の窒素吸収力の減少が土壌中の硝酸態窒素の増加の一因と考えられる。また、牛糞からの窒素が拡散・流亡により増加したことも考えられるが、牛糞からの距離によって硝

酸態窒素の動態に差異は認められなかったため、本研究からは明らかにすることができなかった。土壌の無機化予想硝酸態窒素量は牛糞からの距離に関わらず約0.2mg/g土であり、この草地の土壌は6月18日の硝酸態窒素量を供給することが可能であったと考えられる。よって、5月下旬付近では低温と低降水量により抑制されていた土壌の無機化が6月の雨と高温により急激に進行し、多量の硝酸態窒素が放出されたと考えられた。

以上の結果から放牧地における実験では、牛糞が周辺の土壌および植生に与える影響は明確に示されず、糞の影響がより牛糞に近い範囲にのみ表れたと考えられた。(実験2)

深さ30cmでの硝酸態窒素濃度の推移をみると、牛糞直下は緩やかに減少したのに対し、植物体下の値は8月29日にかけて急激に減少し、その後、各区の値はほぼ一定の値で推移した。乾物収量に関しては、PRでは、単植区、混植区ともに、牛糞に近い方で乾物重が大きくなる、という傾向が認められ、牛糞からの窒素により成長が促進されたと考えられた。一方、WCは単植区と混植区で距離に対して異なった反応を示した。単植区においては、牛糞に近い方の乾物収量が遠い方より小さくなっているのに対し、混植区では牛糞に近い方が大きな乾物収量を示した。単植区では牛糞から出る高濃度の窒素が、WCの生育を阻害していたことが考えられる。混植区の場合、PRの窒素吸収により、窒素による生育阻害が生じなかったものと考えられた。(図2) 今回の実験より、牛糞の影響は非常に狭い範囲に限られるため、パッチが形成されたと考えられた。また、草地を構成する草種はそれぞれフンに対して異なる反応を示す、ということが明らかになった。

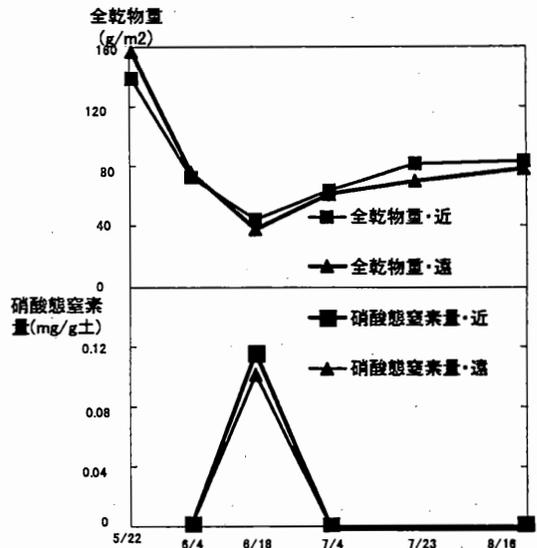


図1. 全乾物重及び土壌中の硝酸態窒素量

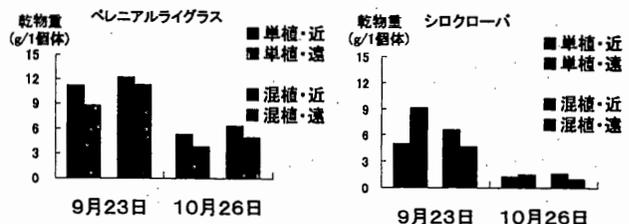


図2. PR及びWCの乾物収量

傾斜放牧地における育成牛の採食および排泄に伴う窒素の動態

松崎 龍・小林 圭子・埴 友之・
秦 寛・近藤 誠司・大久保正彦

Nitrogen dynamics caused by grazing and excretion behavior of steers in sloped pasture
Ryo MATUZAKI, Keiko KOBAYASI,
Tomoyuki HANAWA, Hiroshi HATA,
Seiji KONDO and Masahiko OKUBO

緒言

前報(北草2000)では、傾斜放牧地においては標高高位と低位で草高および草量が異なり、家畜の採食は特に夏季において草量の少ない高位に集中したことを報告した。一方排泄物に関しては、一般に休息場となる平坦部に集積すると報告されており、牧区内において窒素の不均一な収奪および還元が起こっていた可能性があると考えられた。しかし家畜の採食が高位に集中したことには、低位で草高が過剰に高くなったことが影響したものと推測され、これを抑制することにより家畜の行動範囲は変化し、それに伴い牧区内の窒素の動態も変化することが予想された。そこで本報告では2000年と同じ傾斜放牧地を用い、草地の期待利用率を高く設定した場合での育成牛の採食および排泄に伴う窒素の動態を検討した。

材料および方法

供試放牧地は1965年に蹄耕法により造成された傾斜放牧地約18haで、育成牛31頭を2001年5月から10月中旬まで終日放牧した。なお放牧頭数は2000年と同じであった。供試放牧地は4~5haの4つの牧区から成り、そのうちの1つの牧区を調査の対象とした。調査牧区の総面積は4.65haで、標高は約100m~145mであった。結果については標高により高位、中位および低位の3ブロックに分け解析した。調査牧区の草地の期待利用率は2000年の1.5倍に設定し、他の3つの牧区については昨年と同程度とした。

24時間行動観察を5月、7月および9月の計3回行い、15分ごとに全頭位置と行動形を記録し、採食および休息利用割合を算出した。草量および放牧草窒素含量は各輪換の放牧前後に測定し、これより採食窒素量を算出した。排泄量の測定に関しては、各ブロックを含むように設置した幅10mのベルト内の糞塊を対象とし、これより牧区全体の排泄量を算出した。排泄量および糞中窒素含量の測定は月1回行い、これより排泄窒素量を算出した。

結果および考察

放牧前草量は放牧期間を通じて高位に対し低位が高く、2000年と比較すると特に夏季の低位において異なる推移が見られた(図1)。採食利用割合は放牧期間を通じて中位および低位で高かった(図2)。2000年では夏季の低位は草量が過剰に高くなり、7月の採食利用割合は高位で高かったが、2001年では低位においても草量が比較的強く維持され、家畜は牧区全体を利用し、採食利用割合は草量の高かった低位で高くなったものと考えられた。放牧期間総採食量は高位、中位に対し低位が高く、これは2000年と同様であったが、両年の低位を比較すると、放牧前草量が低かった本試験の方が1 tDM/ha程度高かった(表1)。

休息利用割合は採食利用割合と同様に、放牧期間を通じて中位および低位で高く、2000年とは7月で大きく異なる結果が見られた(図3)。放牧期間総排泄量は休息利用割合の高かった中位および低位で高い結果であり、

高位と低位では1 tDM/ha以上の差が見られた(表1)。2000年は排泄量については測定していないが、休息利用割合の結果から、2001年と比べ高位の割合が高かったことが予想される。

採食窒素量および排泄窒素量はともに高位に対し低位で高い結果であったが、高位と低位の差は排泄窒素量の方が大きかった(表1)。そのため排泄窒素量/採食窒素量は高位に対し低位で高い結果であり、高位と低位では割合にして倍以上の差が見られた(表1)。また排泄量が高位で高かったと予想される2000年では、排泄窒素量/採食窒素量に関しても高位と低位が同程度、もしくは高位の方が高かった可能性があると思われた。

以上から傾斜放牧地では一放牧期間においても、家畜の採食および排泄に伴い、不均一な窒素の収奪および還元が起こっており、これは放牧管理方式の違いにより変化することが明らかとなった。

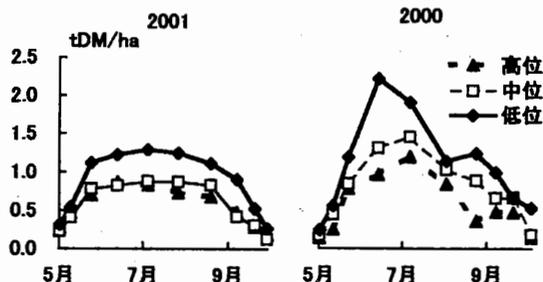


図1 放牧前草量の季節推移

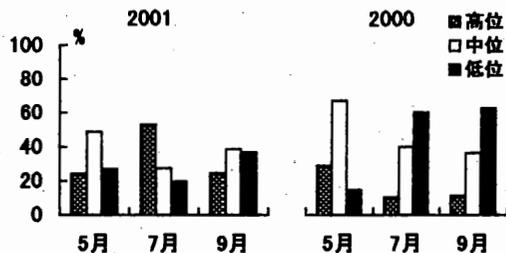


図2 採食利用割合の季節推移

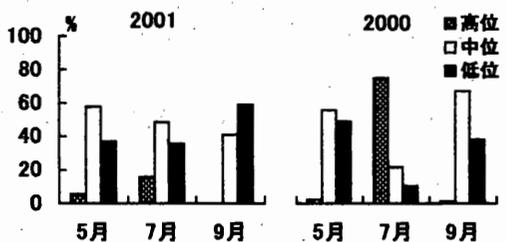


図3 休息利用割合の季節推移

※ 採食および休息利用割合：全採食および休息利用時間に占める各ブロックの採食および休息利用時間

表1 採食窒素量および排泄窒素量

	2001			2000		
	高位	中位	低位	高位	中位	低位
	tDM/ha					
採食量	3.1	3.3	4.9	2.7	3.4	3.8
排泄量	0.6	1.1	1.9	-	-	-
	kgN/ha					
採食窒素量	135.8	130.2	188.3	129.9	141.7	171.4
排泄窒素量	18.0	33.9	58.0	-	-	-
	%					
排泄窒素/採食窒素	13.3	26.0	30.8	-	-	-

オーチャードグラスのチッソ施用量の違いが
ヒツジの採食行動に及ぼす影響

張 継敏・秋本 正博・本江 昭夫

Effects of nitrogen application to orchardgrass
on the grazing behavior of sheep

Zhang JIMIN, Masahiro AKIMOTO and Akio HONGO

緒言

ヒツジはチッソ施用量の異なるチモシーの乾草を選択して採食したと報告した。自由採食でヒツジがチッソ施用量の異なるチモシーを同じく採食したと報告した。しかし、チッソ施用量の異なる牧草と反芻動物の採食行動の関連性については、ほとんど研究されていない。そこで、3方向ロードセルを独自に開発し、実験に使用した。ロードセルにチッソ施用量の異なるオーチャードグラスの葉身を取り付けてヒツジに採食させ、牧草が破断する際の荷重の方向と大きさを測定した。

材料及び方法

ヒツジ3頭を用いて実験を行った。牧草はチッソ施用量の異なるオーチャードグラスの葉身であった。オーチャードグラスの草地は無施肥区、少施肥区、多施肥区とした。年間の施肥量は0、100、200kg/haとなるように管理した。

3方向ロードセル5個を取り付けた採食ボードを作成した。3方向ロードセルの上面のボルトに牧草を縛り付けたボルトを取り付けた。それを家畜に採食させて、家畜が採食する際に使う3方向の荷重を検出し、記録した。

低密度区として、葉数を15、12、9、6、3枚を1つのボルトに取り付けた。高密度区として、葉数を40、20、20、10、10枚を1つのボルトに取り付けた。可食部の長さはすべて6cmとした。低密度区で1平方メートルあたり462枚、乾物重は8.8~10.5g、高密度区で1026枚、乾物重は19.7~30.1gであった。採食実験の前後を各ボルトの重さを測定しておき、その差から採食量を求めた。さらに、採食後に、食べ残した葉身の長さを1葉身ごとにすべて計測した。すべての実験が終わった後に、葉身の破断強度、断面積、破断エネルギーを測定した。

結果及び考察

- 1) 1分間あたりのバイト数を図1に示した。
- 2) 1分間あたりのバイト深は、低密度区ではチッソ施用量の影響をほとんど受けず、高密度区ではチッソ施用量が多くなると明らかに減少した。葉数の密度の影響は顕著であり、高密度区では低密度区の2.7倍を記録した。1分間あたりのDM採食速度と1分間当たりの採食した葉数も、1分間あたりのバイト深はほぼ同様の結果を示した。
- 3) 1バイトで採食したDM重は、葉数の密度の影響が大きかったが、チッソ施用量の影響はほとんど認められなかった。平均すると、高密度区では低密度区のほぼ2倍の値を示した。
- 4) 向側と手前に分けた荷重の割合を図2に示した。
- 5) 向側と手前に分けて、荷重の方向ごとに平均値を求めたが、垂直方向の荷重については、向側よりも手前に引く時の方が大きい荷重を使っていた。この結果は、上顎の切歯の退化に関連しているものと考えられる。顎を前方へ押し出して採食する場合、下顎の切歯を使うことができ、より小さい荷重で採食したのであろう。一方顎を手前に引くようにして採食する場合は、下顎の切歯を効果的に使うことができないので、大きな荷重を使用したとかがえられる。

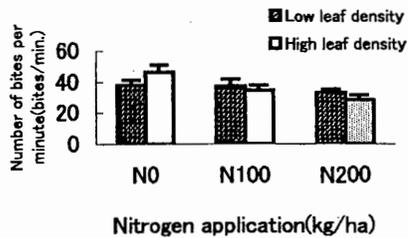


Fig. 1 The number of bites in one minute

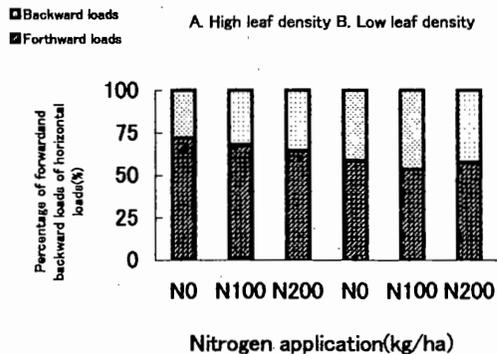


Fig. 2 The percentage of forward and backward loads of horizontal loads

昼夜放牧させた泌乳牛の飼料利用性に対する圧ペントウモロコシならびにビートパルプの給与効果

花田 正明・河合 正人・坪井香保里・泉 公良
岡本 明治

Effect of flaked corn and beet pulp supplementation on feed utilization of milking cows in whole day grazing

Masaaki HANADA, Masahito KAWAI, Kaori TSUBOI, Kimiyoshi IZUMI and Meiji OKAMOTO

緒言

放牧飼養されている泌乳牛に併給飼料としてエネルギー飼料を給与することにより、乳量や乳成分の低下を防ぎ放牧期間を通して安定的な乳生産が得られるだけではなく、反芻胃内微生物による窒素の利用性が改善し窒素排泄量の低減にも期待できる。しかし、非繊維性炭水化物(NFC)の給与による反芻胃消化機能の抑制、構造的炭水化物の給与による放牧草地からの牧草摂取量の減少などにより、併給飼料を給与しても期待どおりの効果が得られない場合がある。そこで本試験では、併給飼料として圧ペントウモロコシ、ビートパルプなどを用いて配合したNDF含量に対するNFC含量の異なる併給飼料3種類を昼夜放牧させた泌乳牛に給与し、併給飼料の炭水化物源の違いが飼料摂取量、飼料利用性ならびに乳生産に及ぼす影響を調べた。

材料及び方法

帯広畜産大学附属農場のオーチャードグラス主体草地1.60haおよびメドウフェスク主体草地1.22haを21牧区に分け、滞牧日数を1日とする輪換放牧を行った。各牧区の面積は、割り当て草量が20kg乾物/頭/日以上になるように調節した。圧ペントウモロコシやビートパルプなどを用いてNDF含量に対するNFC含量の異なる3種類の併給飼料を供試した。主な炭水化物源と圧ペントウモロコシ、圧ペントウモロコシとビートパルプ、ビートパルプを用いた併給飼料を給与した区を、それぞれCR区、CB区、BP区とした(表1)。供試家畜は、ホルスタイン種経産牛6頭とし、2頭ずつ3群に分けて3種類の併給飼料のいずれかを給与した。放牧時間は朝の搾乳後の6:30から15:30と夕方の搾乳後の17:30から翌朝の5:00までの21.5時間とした。併給飼料の給与量は、1日当たり30kgの乳生産に必要なTDN量の65%とし、放牧終了時ならびに夕方の搾乳後の3回に分けて給与した。試験期間は7月11日から9月9日とし、20日ずつ3期に分けた。各期の最初の14日間は予備期、その後の6日間を試料採取期とした。試験は3×3のラテン方格法にもとづいて実施した。

結果及び考察

草量は1、2、3期でそれぞれ192、215、314g乾物/m²であり、割り当て草量は1、2、3期でそれぞれ27、31、45g乾物/頭/日であった。牧草のCP、NDFおよびNFC含量はそれぞれ23、53、10%であった。併給飼料のNDF含量は、BP区で最も多く27%であったのに対し、NFC含量はCR区で最も多く65%であり、NDF含量に対するNFC含量の比はCR、CB、BP区でそれぞれ4.41、2.93、1.95であった(表1)。

併給飼料の摂取量は処理間に差は認められなかったが、放牧地からの乾物摂取量がCR、CB区に比べNDF含量の高い併給飼料を給与したBP区で少なかったため、全飼料からの乾物摂取量もCR、CB区に比べBP区で少なくなった(P<0.05、表2)。BP区で放牧地からの乾物摂取量が少なかったため、タンパク質および分解性タンパク質(DIP=CP-ND溶液不溶窒素×6.25)摂取量がBP区で少なくなり、NDF摂取量は処理間に差は認められなかった。このためNDF含量に対するNFC含量の異なる併給飼料を給与したものの、NDF摂取量に対するNFC摂取量やDIP摂取量に対するNFC摂取量の比の処理間差は小さかった。

乳量は各処理区とも31kg/日前後であり、FCM、乳脂率も処理間に差はみられなかった(表2)。乳タンパク質およびSNF率も処理間に差はみられなかったが、CR、CB区に比べBP区で低い値を示す傾向がみられた。NDF含量に対するNFC含量の比が高い併給飼料を給与しても、窒素摂取量に対する乳中窒素量の割合や乳中尿素態窒素(MUN)含量は改善されなかった。

このように本試験ではNDF含量に対するNFC含量の比が異なる併給飼料を給与し、飼料摂取量ならびに乳生産に対する摂取した窒素の利用性について調べた。その結果、併給飼料のNDF含量に対するNFC含量の比を高めても窒素の利用性の改善はみられなかった。これは、NDF含量の高い併給飼料を給与したBP区では、放牧地からの牧草摂取量が減少したため、BP区のタンパク質およびDIP摂取量がCR、CB区に比べ少なかったことによるものと考えられた。

表1 併給飼料の配合割合ならびに給与飼料の化学成分

	併給飼料			牧草
	CR	CB	BP	
配合割合、乾物中%				
圧ペントウモロコシ	40.2	21.4	0.0	—
ビートパルプ	0.0	25.7	53.3	—
乳牛用配合飼料	44.3	38.1	32.5	—
コーンサイレージ	15.5	14.8	14.2	—
化学成分、乾物中%				
C P	14.3	14.9	15.3	22.8
DIP ¹⁾	13.6	14.0	13.9	18.7
NDF	14.7	20.0	26.5	53.2
NFC ²⁾	64.8	58.6	51.6	10.0

¹⁾DIP=CP-ND溶液不溶窒素(NDIP)×6.25

²⁾NFC=OM-CP-EE-NDF+NDIP

表2 飼料摂取量および乳生産

	処理区			有意差	
	CR	CB	BP	処理	期間
摂取量、kg/日					
乾物	11.0	11.2	8.6	**	NS
牧草	9.6	10.1	10.5	NS	NS
併給飼料	20.6	21.3	19.1	*	NS
全体					
C P	3.9	4.1	3.6	**	*
DIP	3.3	3.5	3.0	**	*
NDF	7.2	8.0	7.3	NS	NS
NFC	7.3	7.0	6.3	**	**
NFC/NDF	1.01	0.88	0.86	*	NS
NFC/DIP	2.21	2.00	2.10	NS	NS
乳量、kg/日	31.1	30.6	31.6	NS	NS
乳成分、%					
脂肪	3.37	3.46	3.49	NS	NS
タンパク質	3.09	3.1	2.99	NS	NS
SNF	8.71	8.71	8.49	NS	NS
乳中尿素態窒素、mg/dl	19.1	18.6	18.2	NS	NS
乳中窒素/窒素摂取量、%	24.3	22.9	26.1	NS	NS

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

帯広畜産大学 (080-8555 帯広市稲田町)

Obihiro University, Obihiro, Hokkaido, 080-8555 Japan

放牧酪農家における搾乳牛の放牧草採食量

須藤 知生・三寄 健司・中辻 浩喜・
近藤 誠司・大久保正彦

Pasture intake of lactating cows in dairy farms
Tomoki SUDO, Takeshi MISAKI, Hiroki NAKATSUJI,
Seiji KONDO and Masahiko OKUBO

緒言

演者らは北海道東部の浜中町において、放牧主体酪農家の草地からの乳生産にかかわる一連の研究を行ってきた。これまでの放牧草採食量は、TDN 要求量から併給飼料由来の TDN 摂取量を差し引いて求めてきた。酪農家は放牧地での採食量を把握することが困難なため、その結果として、併給飼料を過剰に給与してしまう可能性があることを報告した(三寄, 2000)。よって、TDN 要求量から併給飼料由来の TDN 摂取量を差し引いて求めた採食量は併給飼料摂取量に影響されることから、実際の採食量とは異なる可能性があり、搾乳牛の TDN 摂取量も変化すると考えられる。

以上のことから本研究では、放牧地で放牧前後の草量差から求めた採食量と、TDN 要求量から差し引きで求めた採食量を比較し、また実際に放牧地から求めた採食量を用いて算出した TDN 摂取量と要求量との関係を検討した。

材料および方法

北海道東部の浜中町において、放牧酪農家 5 戸についての調査を 2001 年 6~10 月の各月 1 回、合計 5 回行った。調査項目は、産次と乳期の異なる搾乳牛 9 頭についての乳検からの乳量と乳成分と放牧草以外の併給飼料摂取量、1 日の放牧直前直後における放牧草の草高、草量とした。

放牧草採食量の算出には放牧前後差法(方法①)と TDN 要求量からの差し引き法(方法②)を用いた。

方法①: 放牧の直前直後で牧区全体をパスチャープロープで 1000 点 CMR を測定した。この作業と同時に、牧区全体で 10 点、ランダムに 50cm x 50cm のコドラートをおき、草高、草量および CMR を計測し、草量と CMR の回帰式を作成した。その回帰式に放牧前後で測定した CMR を当てはめ、得られた放牧前後の草量の差を放牧頭数で除し、採食量とした。

方法②: 日本飼養標準をもとに計算した搾乳牛の TDN 要求量から、日本標準飼料成分表を用いて算出した併給飼料からの TDN 摂取量を差し引いたものを、放牧草からの TDN 摂取量とした。これを日本標準飼料成分表から調査放牧地と最も草地構造の近い牧草の TDN 含量で除し、放牧草採食量を算出した。

結果および考察

調査農家を A~E で示した。放牧頭数は 45~73 頭であり、1 年を通じて使用した延べ放牧地面積については、約 20~40ha であった。放牧方式は D 農家のみストリップ放牧で、他の 4 農家は輪換放牧であった(表 1)。

各調査月における、各農家の放牧直前のイネ科草高は約 10~30cm で、草量は掃除刈りによる減少以外は極端に低くなることはなかった(図 1a, 1b)。

放牧期における放牧草以外の併給飼料摂取量(貯蔵粗飼料および購入飼料)は 9.4~15.2kg DM と各農家で差があった(図 2)。

方法①、②で 6~10 月における放牧草採食量の平均値を比較した(表 2)。その結果、方法②の放牧草採食量(7.3kg DM) より方法①(9.8kg DM) が高くなった(p < 0.01)。また 2 方法間での放牧草採食量の差は 0.3~4.9 kg DM と農家間で大きなバラツキがあった。

方法①、②からの放牧草採食量、貯蔵粗飼料および購入飼料摂取量から TDN 要求量に対する各飼料の TDN 摂取割合を算出した(図 3)。方法①では放牧草からの TDN 摂取割合が方法②より高く、飼料全体の TDN 摂取量が要求量よりも高くなり、その度合いは、農家間で異なっていた。併給飼料中の購入飼料からの TDN 摂取割合が高い農家ほど TDN 摂取量が過剰である傾向がみられた。

以上のことから方法①での放牧草採食量は方法②よりも高く、その差は併給飼料中の購入飼料からの TDN 摂取割合が高い農家ほど大きかった。また、実際に搾乳牛は多くの放牧草を採食していることで TDN 摂取量は要求量よりも過剰になった。よって、放牧酪農家としては併給飼料のうち TDN 過剰摂取分の購入飼料給与量を減らすことで、飼料費の削減と放牧草採食量をさらに高めることができる可能性があることが示唆された。

表 1. 調査酪農家の放牧概要

	放牧頭数	放牧地面積(ha)	放牧方式
A	48	33.6	輪換
B	73	39.8	輪換
C	53	20.7	輪換
D	60	39.4	ストリップ
E	45	34.2	輪換

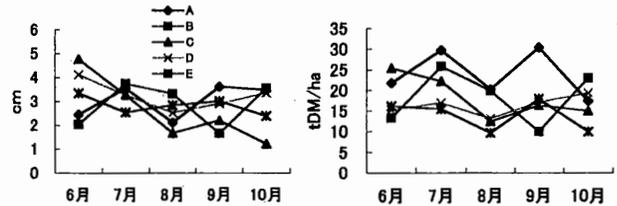


図 1a. 放牧直前のイネ科牧草の草高 図 1b. 放牧直前の草量の草高

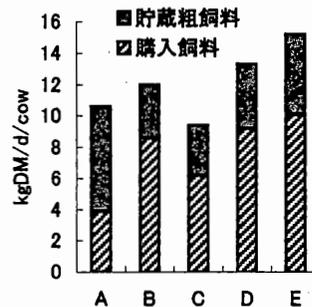


図 2. 放牧草以外の併給飼料摂取量

表 2. 2 方法間の放牧採食量の比較

	方法① 方法②	
	-kg DM/d/cow-	
A	8.5	8.2
B	9.4	7.0
C	10.7	9.8
D	11.4	7.3
E	9.2	4.3
平均	9.8 ^a	7.3 ^b

a, b: p < 0.01

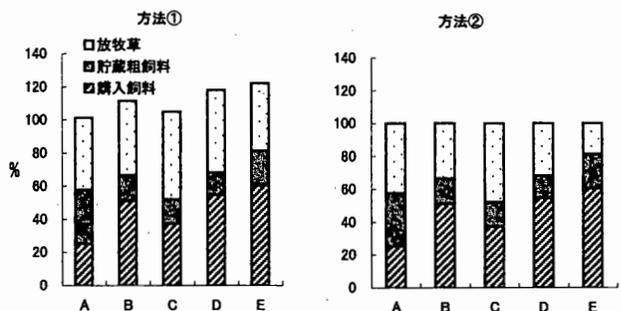


図 3. TDN 要求量に対する放牧草および併給飼料からの TDN 摂取割合

搾乳牛の定置放牧地における草地構造の季節変化

田中 聡・中辻 浩喜・近藤 誠司・大久保正彦

Seasonal variation of sward structure on set grazing pasture for lactating dairy cow
Satoshi TANAKA, Hiroki NAKATSUJI, Seiji KONDO and Masahiko OKUBO

緒言

土地を基盤とした家畜生産を考える上で放牧は有効な生産方式であり、輪換放牧やストリップ放牧などの放牧方式が検討されている。しかし、これらの方式は面積が大規模で群規模が大きい場合、労働力や施設設備費の増大が著しく、また傾斜地では実施が難しい。放牧地を小牧区に区切らず1つの牧区で定置放牧すればこうした管理上の問題は少ない。しかしながら、定置放牧を行うと草地が家畜に均一に利用されないため牧草に無駄が生じ、また再生能力の低い草種や家畜が好んでよく採食する草種が衰退するとされている。その結果、草地の不均一性が増大し、また、構成草種が単純化することが推測される。そこで本報告では搾乳牛の定置放牧方式を取り入れている酪農家の草地を調査し、草地構造の季節変化を調べた。

材料および方法

調査は北海道北東部興部町K牧場の草地について2001年6月から10月まで5回行った。供試草地は面積14haで搾乳牛36頭が定置放牧されており、昨年まで6つの牧区に分けて輪換放牧されていた。また、搾乳牛は年間を通して昼夜放牧されていた。調査期間中の1日1頭当りの平均乳量は18.9kg、併給飼料の給与量は1日1頭当り乾物で濃厚飼料6.2kg、ビートパルプ2.5kgであった。調査期間中の調査地の平均気温は13.9℃、最高気温は23.5℃、最低気温は2.2℃であった。

草地調査は、草地を輪換牧区跡地の6ブロックに分け、50cm×50cmコドラートを用いて草高、草量、冠部被度(イネ科草、マメ科草、雑草)および茎数密度を各2点測定した。

結果および考察

草高の年平均はイネ科13.5cm、マメ科7.8cmであり、予想された草高のばらつきは見られなかった。各ブロック間でも草高に大きな差は見られなかった(図1)。草量の年平均は183.5g DM/m²で、6月、7月においても草量は比較的低く、各ブロック間でも年間を通して草量の大きな差は見られなかった(図2)。冠部被度の年平均はイネ科57.2%、マメ科37.6%、雑草4.6%、裸地0.6%であった。また、優占草種はオーチャードグラス、チモシー、ペレニアルライグラスおよび白クローバーであった。各ブロックの冠部被度は、放牧初期の状態から大きな変化はなく、予想された草種の構成の変化は見られなかった(図3)。茎数密度の年平均はイネ科2,160本/m²、マメ科709本/m²であり、年間を通じて大きな変化はなかった。各ブロックの茎数密度にばらつきが見られた(図4)。

以上のように、供試草地では約0.26頭/haの低い放牧強度であっても年間を通して低い草地が維持されていた。また、測定した6ブロックの草地構造は年間を通して変化が小さく、放牧初期の状態から大きな変化はなかった。これらの理由として、搾乳牛が草地の一部を選び好んで採食するのではなく、草地を比較的均一に利用していたこと、調査地の気象条件や供試草地の生産性自体による影響が推測された。また、放牧草の採食開始時期が早かったため、初期の放牧圧が高くなり、春季におけるスプリングフラッシュが抑制されたことも草高が低く維持された大きな要因と考えられた。

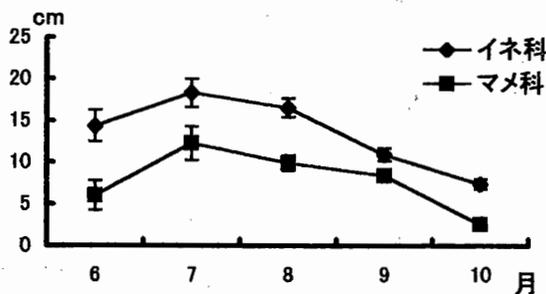


図1 草高の季節変化

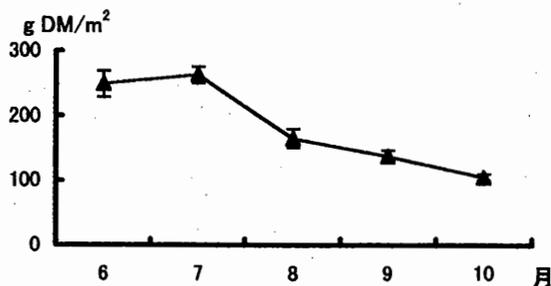


図2 草量の季節変化

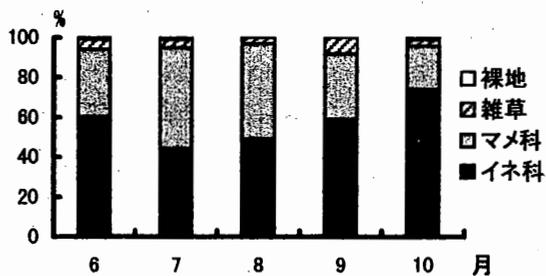


図3 冠部被度の季節変化

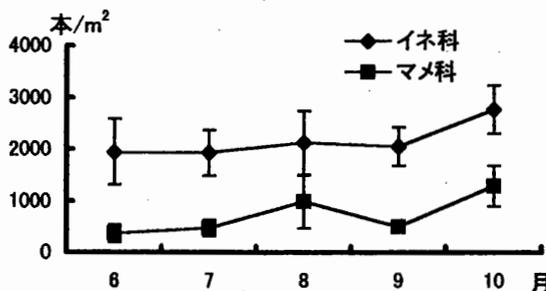


図4 茎数密度の季節変化

北海道大学大学院農学研究科 (060-8559 札幌市北区)

Graduate school of agriculture, Hokkaido University, Sapporo 060-8559 Japan

持続型放牧草地としてのケンタッキーブルーグラス草地の再評価

4. 連続放牧と定置放牧の違いが牧草及び家畜生産性におよぼす影響

八木隆徳*・三枝俊哉**・鈴木 悟*・高橋 俊*

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

4. Comparison of grass and animal performance between continuous grazing and set grazing

Takanori YAGI, Toshiya SAIGUSA, Satoru SUZUKI and Shun TAKAHASHI

緒言

離農や高齢化により増加している耕作放棄地の発生を防止するため、農地の保全管理を目的とした土地利用方式を導入する必要性が高まっている。これに対して大規模草地における省力的放牧利用が有効な手段であると考えられる。省力的な放牧方法として連続放牧や定置放牧を想定し、これに適した基幹草種としてケンタッキーブルーグラス (KB) に注目した。前報までに、KB・シロクロバ (WC) 混播草地は安定な草種構成を維持し、集約的な輪換放牧に遜色ない増体を示すことを指摘した。その際、ポテンシャルとしての生産性を評価する意図で放牧牛の密度を草地の季節生産性に応じて調節する放牧方法 (連続放牧) を行った。しかし、より省力的な放牧を目指すには定置放牧 (放牧期間中一定の頭数で放牧する) 条件下での草地管理法と生産性について検討する必要がある。本報告では牧草の季節生産性を平準化させるため、施肥量の低減及び早期入牧を試み、定置放牧条件下の牧草及び家畜生産性について検討した。

材料及び方法

KB「トロイ」・WC「ソーニャ」混播草地に1区62.5 aの連続放牧区 (連続区) と定置放牧区 (定置区) を設け、ホルスタイン去勢牛 (6ヶ月齢、平均体重223kg) を放牧して牧草及び家畜生産性を調査した。

連続区: 施肥は72-96-132 (N-P₂O₅-K₂O) kg/ha (北海道施肥標準量に準じる) を4、6、8月に均等に分施した。入牧は5月11日とし、連続放牧 (6頭/牧区で入牧し、6月25日以降は3頭/牧区に減頭) を行った。

定置区: 施肥は24-32-44kg/ha (連続区の1/3) に減肥し、6月22日に全量施肥した。入牧はKBの萌芽時の4月27日とし、定置放牧 (3頭/牧区) を行った。

結果及び考察

日乾物増加量は両区とも同様な季節的推移を示し、5月から9月は連続区では3~6、定置区では2~6 g/m²/日の範囲にあった。また、放牧期間を通じて定置区では連続区よりも低く推移する傾向がみられ、5月から9月の平均値は連続区で4.39、定置区で3.72 g/m²/日であった。

現存草量は6月上旬まで定置区が連続区を下回り、その後定置区では放牧草が余り気味になるものの、8月上旬には定置区と同程度のレベルまで減少し、以後は10/22の放牧終了時まで2ヵ月以上両区の差はほとんど認められなかった (図1)。したがって、スプリングフラッシュの抑制に減肥と早期入牧が有効であることが示された。

牧草の乾物重構成は季節的増減はあるものの、両区ともにKBは30~60%、WCは10~40%程度で、放牧方法の違いが草種構成に及ぼす影響はほとんどなかった。

延べ放牧頭数 (500kg換算) は連続区で620頭・日/ha、定置区で504頭・日/haであった。家畜生産量は連続区、定置区、それぞれ912、769kg/haとなり定置区では連続区の84%程度であった。日増体重は連続区で0.90、定置区で0.89kg/頭・日となり放牧方法間の差は認められなかった (表1)。

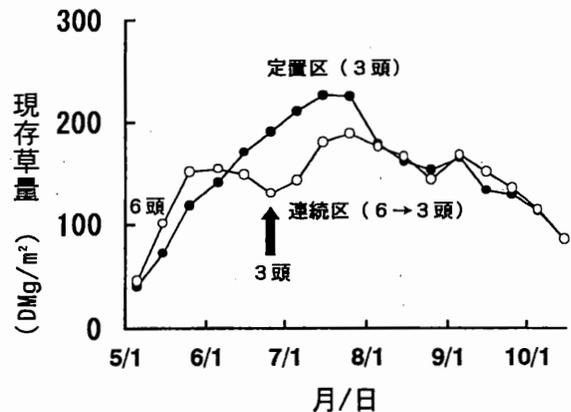


図1. 現存草量の推移

表1. 家畜生産性

放牧期間	延べ放牧頭数 (500kg換算)		増体	
	開始	終了	kg/ha	kg/頭・日
連続区	5/11	10/22	912 (100)	0.90 (100)
定置区	4/27	10/22	769 (84)	0.89 (99)

注) ()内の数字は連続区を100とした相対値

*農業技術研究機構 北海道農業研究センター (062-8555 札幌市豊平区羊ヶ丘1番地)

National Agricultural Research Center for Hokkaido Region (Hitsujigaoka 1, Toyohira, Sapporo, Hokkaido, 062-8555, Japan)

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

Hokkaido Prefectural Konsen Agricultural Experiment Station (Sakuragaoka 1-1, Nakashibetsu, Hokkaido, 086-1153 Japan)

輪換放牧下における放牧開始時草高の違いがマメ科率、
牧草再生量および利用草量に及ぼす影響

中辻 浩喜*・松信 圭介**・西道由紀子**・
近藤 誠司**・大久保正彦*

Effect of initial sward height on ratio of legumes,
herbage regrowth and herbage utilization
under rotational grazing system
Hiroki NAKATSUJI, Keisuke MATSUNOBU,
Yukiko NISHIMICHI, Seiji KONDO
and Masahiko OKUBO

緒言

混播草地におけるマメ科牧草は、草地の利用方法や利用回数の違いにより、イネ科牧草との競合のためその割合が減少あるいは増加することが知られている。しかし、輪換放牧下の放牧管理法の違いがマメ科牧草割合、さらには草地全体としての再生量および利用草量について検討した報告は少ない。

そこで本報告では、輪換放牧における管理方法のうち、春先の草量・草高に影響を与えやすい放牧開始時のイネ科牧草の草高に着目し、その違いがマメ科牧草の割合、放牧地全体としての牧草再生量および利用草量に及ぼす影響を検討した。

材料および方法

放牧開始時のイネ科牧草の草高として10cm、20cmおよび30cmの3処理を設け、それぞれPL、PMおよびPH区とした。北大北方生物圏 FSC 生物生産研究農場内の放牧地に簡易電牧で区切った37×19m、面積703㎡の牧区を3つ設け、各処理を割り当てた。各処理それぞれに体重約620kgのホルスタイン種泌乳牛または育成牛7頭を1日2.5時間、14日間隔で放牧し、放牧強度7頭/ha、輪換間隔14日の1日単位の輪換放牧を想定した。放牧開始日は、PL、PM および PH 区でそれぞれ、2000年5月6日、16日および24日であり、10月下旬までそれぞれ、13、12および12回の放牧を行った。

各放牧前後に、コドラート法により冠部被度、草高および草量を測定するとともに、刈り取った牧草の一部をイネ科、マメ科および雑草に分別し乾物重量比を求めた。また、放牧前後の草量から牧草再生量および利用草量を算出した。

結果および考察

放牧開始時のマメ科の割合は全体的に各処理区とも低かったものの、PH区が冠部被度および乾物重量比のいずれも最も高い値であった。また、PL区では雑草の割合が他の区より高かった。

PK区では各輪換の放牧前草高は最大でも20cm程度であり、放牧期間を通じて低く推移した。一方、PH区では、6月下旬のイネ科草高が65cm程度まで達し過繁茂となった。それ以降もPH区の草高が最も高く推移した。マメ科草高はイネ科と同様にPH区の6月下旬で高くなったが、それ以降3処理区ともほぼ同様に推移した。草量も、PL区では放牧期間を通じて低く推移したが、PMおよびPH区、特にPH区ではスプリングフラッシュが見られた。

見られた。

冠部被度の季節推移を図1に示した。PL区では放牧開始時に多かった雑草が少なくなり、当初6%程度だったマメ科被度が6月上旬の3輪換目では約30%までに達し、それ以降やや減少したもののそのまま維持される傾向にあった。一方、PH区では当初20%以上あったマメ科被度が2輪換目には0となり、それ以降マメ科はほとんど見られなかった。

乾物重量比は、PL区では冠部被度と同様、雑草が低下しマメ科が増加する傾向にあった。一方、PMおよびPH区ではマメ科重量比は増加せず、PH区では逆に低下した。

放牧期間を通じての1ha当たり牧草生産量と利用草量を表1に示した。牧草再生量は放牧開始の最も早かったPL区で最も多く、PMおよびPH区にくらべて放牧開始までの牧草生長量が少なかったものの、両者の合計である年間牧草生産量はPL区が最も高い値となった。年間利用草量もPL区がPMおよびPH区にくらべて高く、年間の牧草利用率もPMおよびPHにくらべPLが高かった。

以上のように、放牧開始時草高が10cmであったPL区において、放牧期間を通じて草高および草量が低く維持されマメ科牧草が増加し、放牧期間を通じての牧草再生量や利用草量も高くなった。本試験では、放牧地の牧草全体に占めるマメ科牧草の割合は低かったことから、PL区での牧草生産量および利用草量の増加はマメ科草量の増加によるものよりもイネ科牧草の短草利用による再生速度の増加および牧草の嗜好性の向上など、イネ科牧草自体の生産性、利用性の向上が大きかったと思われる。混播放牧草地の牧草生産量および利用草量の増加に対するマメ科牧草の寄与度合を検討するには、さらにマメ科割合の高い草地での検討が必要と考えられる。

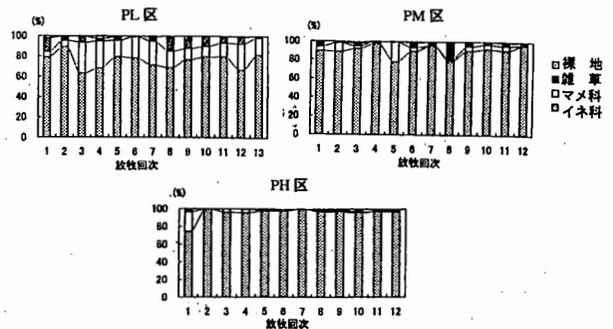


図1. 冠部被度の季節推移

表1. 放牧期間を通じての牧草生産量および利用草量

	PL	PM	PH
	tDM/ha		
放牧開始までの生長量	0.5	2.0	3.0
放牧期間中の総再生量	8.9	6.2	5.3
年間牧草生産量	9.4	8.2	8.3
年間利用草量	8.7	7.0	5.9
	%		
年間利用率	92.5	85.1	70.5

*北海道大学北方生物圏フィールド科学センター生物生産研究農場 (060-0811 札幌市)

Experimental Farm, Field Science Center for Northern Biosphere, Hokkaido University, Sapporo 060-0811, Japan

**北海道大学大学院農学研究科 (060-8589 札幌市)

Graduate School of Agriculture, Hokkaido University, Sapporo 060-8589, Japan

チモシーの可溶性糖類 (WSC) 含量の変動とその要因

増子 孝義・清水 千尋・山田 和典・戸叶 吉昭*

Change and its factor of water soluble carbohydrate (WSC) content in timothy

Takayoshi MASUKO, Chihiro SHIMIZU, Kazunori YAMADA and Yoshiaki TOKANOU*

緒 言

チモシー草種は北海道で最も多く栽培生産され、サイレージの原料草に利用されている。良質発酵サイレージを調製するための決定的要因である糖 (WSC) 含量については、わずかなデータがあるにすぎず、WSC 含量がどのような条件で変動するのか詳細な調査が必要である。そこで、根室支庁管内の酪農家におけるチモシーを供試して調査を行った。

材料および方法

材料は、根室支庁管内 8 地域の酪農家 29 戸の牧草地と根釧農業試験場から採取したチモシー 1 番草を供試した。変動要因として、地域、生育時期、施肥レベル、刈り取り時間、細断後放置時間、品種を取り上げた。

地域は中標津、計根別、標津、別海、中春別、上春別、西春別、根室とした。生育時期は 6/20、6/30、7/10とした。施肥量はスラリー 6 t に N を +0、+3、+6 kg、K を +0、+3、+6 kg とした。刈り取り時間は 7、10、13、17 時とした。細断後放置時間は刈り取り後 0、2、4、6、8、12、24 時間とした。品種は極早生、早生、中生、晩生とした。WSC 含量はアンスロン法により測定した。

結果および考察

地域では、WSC 含量 (乾物中) の範囲が中春別 3.2% の最低値から別海の 5.9% の最高値までであり、平均 4.9% であった (図 1)。地域によってかなりばらつきがあったが、酪農家によって施肥管理など栽培方法にそれほど違いがなく、土壌条件などの要因を詳細に調べる必要がある。

生育時期は、根室地域で刈り取り適期といわれている 6/30 を中心に前後の時期で比較した。6/20 よりも 6/30 と 7/10 のほうが WSC 含量は高かった。7/10 には 6/30 よりも増加する場合と変わらない場合があった。

施肥量では、N 肥料を増加しても WSC 含量に変動がなかったが、K 肥料を増加すると減少する場合があり、K 肥料と WSC 含量との間に関係がある可能性が示唆された。

刈り取り時間では、朝 7 時に刈り取った場合が最も WSC 含量が少なく、夕方 17 時が最も高かった (図 2)。その差は 2.3~3.9% (乾物中) であり、予想した値より

もかなり大きかった。その原因として、日中の光合成による炭水化物の合成が大きく関与しているものと考えられる。このことから、牧草収穫後直ちにサイレージ調製する場合は、朝よりも午後 13 時以降に刈り取りを行うほうが高い WSC 含量の材料を採取できる可能性が示された。

細断後放置時間では、6 時間経過までは著しい WSC 含量の低下が見られなかったことから、牧草刈り取り後の運搬に数時間要しても WSC 含量の損失が少ないものと考えられる。

品種は極早生と早生がそれぞれ 5.7%、6.9% (乾物中)、中生と晩生が 3.9%、3.2% であり、品種間に大きな差が見られた (図 3)。

これらのことから、WSC 含量の変動とその要因が明らかになり、少しでも WSC 含量の高い条件下で刈り取りを行う必要がある。

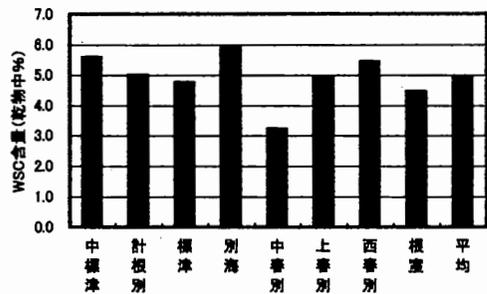


図 1. 地域別 WSC 含量 (1 番草)

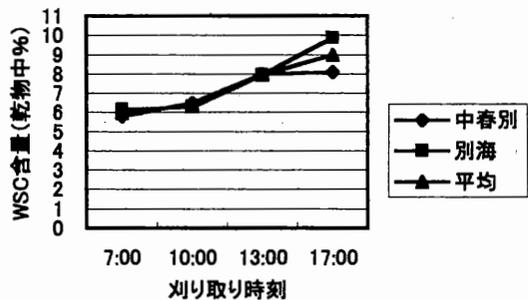


図 2. 刈り取り時間別 WSC 含量

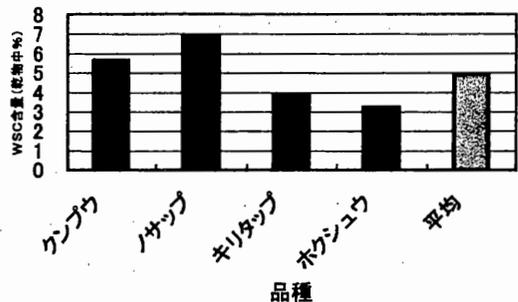


図 3. 品種別 WSC 含量 (1 番草)

東京農業大学生物産業学部 (099-2493 網走市字八坂196)

Faculty of Bioindustry, Tokyo University of Agriculture, Abashiri 099-2493 Japan

*南根室地区農業改良普及センター (086-0214 野付郡別海町別海緑町38-5)

*Minami Nemuro Agriculture Extension Center, Notsukegun Betsukai, 086-0214 Japan

高水分劣質牧草サイレージとトウモロコシサイレージの併用給与がヒツジにおける採食量および栄養価に及ぼす影響

増子 孝義・神田ふみ江・五十嵐弘昭*

Intake, digestibility and nutritive value of high moisture poor quality grass silage and corn silage mixture in sheep

Takayoshi MASUKO, Fumie KANNDAA and Hiroaki IGARASHI*

緒言

高水分で牧草サイレージを調製すると予乾した場合と異なり、発酵品質が低下し、劣質になる頻度が高くなる。著者らは高水分劣質の牧草サイレージをヒツジに給与すると、良質に比べて乾物採食量やDCP、TDNおよびDE摂取量が低下することを報告している。粗飼料からの乾物採食量を少しでも増加させる観点から、トウモロコシサイレージを利用している酪農家において、それらを併用給与することにより、乾物採食量の低下が軽減できると考えられる。そこで、高水分劣質の牧草サイレージとトウモロコシサイレージの併用給与が採食量と栄養価に及ぼす影響を調べた。

材料および方法

チモシーとアカクローバの混播1番草を1999年6月19日に採取し、無予乾でサイレージを調製した。サイロは220リットル容FRP製を使用した。トウモロコシサイレージは網走郡能取の中西牧場で調製したものを供試した。

消化試験と採食試験は全糞採取法により行い、1試験期を予備期7日間、本試験期5日間とした。サイレージの給与は、牧草サイレージ(GS)：トウモロコシサイレージ(CS)の乾物比率を100：0、70：30、30：70とした。サイレージは試験期を通じて自由採食させた。

結果及び考察

サイレージの発酵品質はGSがpH4.8、酪酸含量が乾物中0.3%、アンモニア態窒素の比率が12.6%と高く劣質であった。CSはpH3.8、酪酸が生成されず良質であった。

消化率では粗蛋白質、ADF、NDFでGSの比率が高

い100：0区、70：30区が有意に高かった。粗脂肪とNFEはCSの比率が高い30：70区が顕著に高かった。トウモロコシサイレージの繊維区分の消化率は牧草サイレージよりも低いため、CSの比率が増すと消化率が低下する傾向になる。逆にNFE含量はトウモロコシサイレージが高く、CSの比率が増すと消化率が高くなっている。

栄養価では、DCP含量はGS：CS 100：0では7.0% (乾物中)、30：70では5.2%、TDN含量は100：0が63.1%、30：70が69.5%であった(表1)。乾物採食量はGS：CS 70：30が最も高く、100：0よりも約1.2倍高かった。

養分摂取量では、DCP摂取量はGSの比率が増すにつれて高くなり、TDN摂取量はCSの比率が増すにつれて高くなった。DE摂取量はTDN摂取量と同様な傾向であった(表2)。

これらのことから、劣質な高水分牧草サイレージのみを給与するよりも、トウモロコシサイレージを併用給与したほうが乾物摂取量が増加する傾向が認められた。養分摂取量の観点から給与比率を見ると、DCPを重要視する場合はGS：CS 70：30、TDNを重要視する場合には30：70が望ましいと考えられた。どちらを選択するかは、劣質な高水分牧草サイレージの調製量とトウモロコシサイレージの調製量が関与し、酪農家が調達できる範囲で決定されるものと考えられる。

表1. サイレージの栄養価

	牧草サイレージ：トウモロコシサイレージ			SEM ⁵⁾
	100：0	70：30	30：70	
DCP ¹⁾ (%DM)	7.0 ^{a4)}	5.9 ^b	5.2 ^c	0.24
TDN ²⁾ (%DM)	63.1 ^b	63.6 ^b	69.5 ^a	1.07
DE ³⁾ (Mcal/kg DM)	3.16	3.04	3.20	0.035

¹⁾ 可消化粗蛋白質 ²⁾ 可消化養分総量 ³⁾ 可消化エネルギー
⁴⁾ 同一行内において異なるアルファベットは有意差を示す (P<0.05)
⁵⁾ 標準誤差

表2. サイレージの養分摂取量

	牧草サイレージ：トウモロコシサイレージ			SEM ⁵⁾
	100：0	70：30	30：70	
DCP ¹⁾ (g DM/日)	73.7	71.8	61.9	3.27
TDN ²⁾ (g DM/日)	660.7	774.2	825.6	37.88
DE ³⁾ (Mcal DM/日)	3.31	3.69	3.80	0.162
メタボリックボディサイズに対する割合				
DCP (g DM/kg ^{0.75} /日)	2.8	2.7	2.4	0.10
TDN (g DM/kg ^{0.75} /日)	25.2 ^{b4)}	29.5 ^{ab}	31.4 ^a	1.16
DE (Mcal DM/kg ^{0.75} /日)	0.13	0.14	0.14	0.005

¹⁾ 可消化粗蛋白質 ²⁾ 可消化養分総量 ³⁾ 可消化エネルギー
⁴⁾ 同一行内において異なるアルファベットは有意差を示す (P<0.05)
⁵⁾ 標準誤差

東京農業大学生物産業学部 (099-2493 網走市字八坂196)

Faculty of Bioindustry, Tokyo University of Agriculture, Abashiri, 099-2493 Japan

*パイオニアハイブレッッドジャパン株式会社 (082-0000 河西郡芽室町東芽室4-13)

Pioneer Hi-bred Japan Co., Ltd., Memuro, Kasai-gun, 082-0000 Japan

すす紋病罹病トウモロコシから調製されたサイレージの採食量、消化率および栄養価

増子 孝義・内田 由美・岩淵 慶・佐藤 智宏**

Intake, digestibility and nutritive value of corn silage infected with northern leaf blight
Takayoshi MASUKO, Yumi UCHIDA, Kei IWABUCHI* and Tomohiro SATO**

緒 言

トウモロコシを栽培する上で発生する重要病害の一つにすす紋病があり、発病条件に適している北海道では、毎年のように被害を受ける地域が後を絶たない。すす紋病は、適正な施肥管理や輪作によりある程度防除することができるが、最も効果的なのは抵抗性品種の利用であると言われている。これまでに、本病に罹病したトウモロコシを栽培し、収量、サイレージの品質、採食量などを調べた研究例が少ない。そこで、本実験ではすす紋病罹病トウモロコシを供試し、収量調査およびヒツジによるサイレージの採食試験を行った。

材料および方法

北海道常呂郡端野町のパイオニアハイブレッッドジャパン株式会社の圃場で、トウモロコシ（ディア）を1999年6月1日に播種し、10月1日に収穫した。すす紋病病原菌は7月15日に接種した。すす紋病の罹病程度は、Elliott and Jenkins の罹病指数に準じて評価した。無接種区と接種区の指数はそれぞれ5.2および8.5であった。サイレージ調製は、約1～4 cm に細断した材料を220リットル容FRPサイロに詰め込んで行った。

消化試験および採食試験は全糞採取法により行い、1試験期を予備期7日間、本試験期5日間とした。サイレージは試験期を通じて自由採食させた。

結果および考察

トウモロコシの収量調査により、接種区の乾物収量は雌穂部だけではなく茎部と葉部も合わせて総体的に減少することが明らかとなった（図1）。広瀬・戸田により本病の罹病程度の進展に伴って、子実収量が減少することが報告されている。本実験では葉数10枚を過ぎた頃に発生し、罹病によるダメージが大きかったものと考えられる。

すす紋病病原菌接種の影響はサイレージの化学成分、消化率および栄養価に認められた。化学成分では接種区のADFとNDF含量が無接種区よりも高くなった。こ

れは、罹病程度が増すと葉部では細胞内容物が失われ、難消化性の繊維質が増加したことが原因と考えられる。なお、サイレージの発酵品質には影響が認められなかった。

消化率では乾物、有機物、粗脂肪、NFE およびエネルギーで接種区が有意に低かった。栄養価では、これらの消化率が影響し、DCP 含量は無接種区と接種区の間有意差が見られなかったものの、接種区で10%減少した。TDNとDE含量は、接種区が無接種区よりもおよそ10%減少し、有意差が認められた（表1）。

乾物採食量では、接種区が無接種区よりも15%程度低い傾向があった。両区とも発酵品質が良質であったことから、乾物採食量への影響はサイレージの化学成分の相違や葉部枯死部分が多いなどが要因と考えられた。

養分摂取量では、DCP 摂取量は接種区が28%少なかったが、有意差は見られなかった。TDNとDE摂取量は、ともに接種区がおおよそ24%も少なくなり、有意差が認められた（表2）。これはすす紋病罹病により、サイレージの栄養価と採食量が減少したため、養分摂取量が落ち込んだものと考えられる。

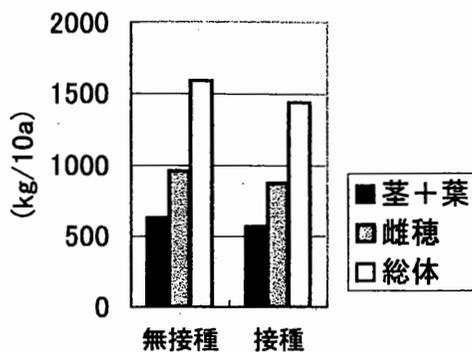


図1. 部位別の乾物収量

表1. サイレージの栄養価

	無接種	接種	SEM ⁴⁾	有意差検定 ⁵⁾
DCP ¹⁾ (%DM)	3.0 (100)	2.7 (90.0) ⁶⁾	0.17	NS
TDN ²⁾ (%DM)	74.4 (100)	66.6 (89.5)	1.65	*
DE ³⁾ (Mcal/kgDM)	3.22 (100)	2.88 (89.4)	0.073	*

¹⁾可消化粗蛋白質 ²⁾可消化養分総量 ³⁾可消化エネルギー
⁴⁾標準誤差 ⁵⁾NS:有意差なし *P<0.05 ⁶⁾無接種区に対する割合(%)

表2. サイレージの養分摂取量

	無接種	接種	SEM ⁴⁾	有意差検定 ⁵⁾
DCP ¹⁾ (gDM/日)	33.3 (100)	24.0 (72.1) ⁶⁾	2.88	NS
TDN ²⁾ (gDM/日)	808.5 (100)	609.3 (75.4)	50.58	*
DE ³⁾ (Mcal/日)	3.50 (100)	2.64 (75.4)	0.218	*
メタボリックボディサイズに対する割合				
DCP ¹⁾ (gDM/kg ^{0.75} /日)	1.3 (100)	0.9 (72.2)	0.11	NS
TDN ²⁾ (gDM/kg ^{0.75} /日)	30.5 (100)	23.0 (75.5)	1.71	*
DE ³⁾ (Mcal/kg ^{0.75} /日)	0.13 (100)	0.10 (75.8)	0.008	*

¹⁾可消化粗蛋白質 ²⁾可消化養分総量 ³⁾可消化エネルギー ⁴⁾標準誤差
⁵⁾NS:有意差なし *P<0.05 ⁶⁾無接種区に対する割合(%)

東京農大学生物産業学部 (099-2493 網走市字八坂196)

Faculty of Bioindustry, Tokyo University of Agriculture, Abashiri, 099-2493 Japan

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

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

**パイオニアハイブレッッドジャパン株式会社 (082-0000 河西郡芽室町東芽室4-13)

Pioneer Hi-bred Japan Co., Ltd., Memuro, Kasai-gun, 082-0000 Japan

ロータリハローによる簡易更新

大塚 智史・相馬 幸作・山下 一夫

Easy pasture renovation using Rotary harrow
in Nemuro, Hokkaido

Tomofumi OTSUKA, Kousaku SOUMA
and Kazuo YAMASHITA

緒 言

根室市では、過去7年間に全草地の30.4%が更新され、年間の平均更新率は4.3%と少ない。現在、補助事業による草地更新の見直しがなされており、草地更新率がさらに低下することが懸念される。そこで、イネ科牧草の定着が可能な省力的かつ低コストである簡易更新について、実証展示を行ない検討を行った。

材料および方法

平成12年と13年の2年間にわたり76ほ場183haの草地で、プラウ耕の代替としてロータリハローとディスクハローを用いては種床整備をする実証展示を行なった。

種子は、チモシー、アカクローバ、シロクローバの混播とした。

結果および考察

1) 採草地などの表層が柔らかいほ場では、ロータリハローによる1~2回の攪拌処理で良好な種床を整備することができた。しかし、放牧地などの土壌が硬い草地では、ロータリーの刃が刺さりづらく作業効率が大きく低下した。さらに、施工後の草地が凸凹でその後の管理作業に支障が生じるなど問題点も生じた。

2) 前述1)の作業効率と凸凹の問題点は、ディスクハロー1回処理を加えることで解決できた。ディスクハローによりルートマットと土壌の硬い表層の切断をおこなうことで、10~15cmの攪拌深を確保することができた。

3) 作業時間は、ロータリハローの1~2回処理では、1ha当たり4時間30分~6時間で、作業委託した場合の施工費は200~206千円であった。処理後の植生と省力的かつ低コストの点から、活用できる技術であることが確認された。ディスク1回・ロータリー2回処理の施工では、作業時間が1ha当たり7時間30分であり、委託作業費は235千円になった(表1)。これは完全更新と比較すると、ほとんど変わらず、省力的かつ低コストの点からメリットは少ないと考えられる。

4) 農家から最も不満があった草地の凸凹の主な原因は、攪拌深が浅い、鎮圧が不足であると考えられた。そこでつぎの方法で解消した。トラクタのタイヤをダブルにする、刃が深く刺さるようにロータリーを調整する、ロータリハローの作業速度を人がゆっくり歩くスピードにする、鎮圧機を大型のものに変更するかウエイトを乗せるなどの方法で改善効果が現れた。

5) 作業効率が大きく低下したほ場があった。これは、

排水不良地、古い建築物のコンクリートやロールバックのビニールなどが埋まっていたところである。これは、当工法では特に大きなトラブルの原因となるので処理を避けるべきである。

6) は種後の広葉雑草の発生割合が、チモシーの定着に大きな影響を与えた。この差は掃除刈りのタイミングによって左右された。は種後40日目の調査でハコベなど広葉雑草の冠部被度が40%以上あったほ場において、イネ科牧草の冠部被度が越冬前で40~77%と差がみられた。

7) は種時期別にみれば種後40日目のチモシーの冠部被度は5月は種で51%、8月は種で66%であり、は種日が遅くなるほどイネ科牧草が増加する傾向にあった。また、広葉雑草の冠部被度は5月で18%、8月で10%であり、は種日が遅くなるほど減少する傾向がみられた(表2)。このことから、施工時期は1番草収穫後の施工が良いと考えられる。

8) 簡易更新は、特に冬枯れなどの緊急利用として有効である。施工が容易であるため、天候やほ場の状態に合わせて処理ができ、は種後すぐに利用出来るなど、多くの利点が確認できた。ほ場が柔らかく作業が容易なほ場では、ロータリハローの1~2回処理による施工が可能であり、完全更新の補助的な役割として今後活用できる技術と考える。

表1. ha当たりの作業時間

作業工程	作業機械	ほ場が硬く、ルートマットが厚い場合		ほ場が柔らかい場合	
		回数	時間	回数	時間
炭カル散布	ブロードキャスト	1回	1時間	1回	1時間
播種床づくり	ディスクハロー	1回	1時間30分	—	—
	ロータリハロー	2回	3時間	1~2回	1時間30分~3時間
鎮圧	ケンブリッチローラ	1回	45分	1回	45分
施肥・播種	ブロードキャスト	1回	30分	1回	30分
鎮圧	ケンブリッチローラ	1回	45分	1回	45分
	合計		7時間30分		4時間30分~6時間

表2. 播種月別の播種後植生(冠部被度: %)

植生	は種月			
	5	6	7	8
前植生チモシー	6	7	0	2
新規チモシー	51	55	62	66
RC	4	1	9	4
WC	10	7	14	10
イネ科雑草	5	10	8	5
広葉雑草	18	12	7	10
裸地	7	7	0	2
合計	100	100	100	100

(は種後40日目調査)

Annual medics によるアルファルファ草地造成時の雑草抑制

池田 哲也・糸川 信弘・松村 哲夫 (北農研)

Effect of annual medics on weed control at establishment of alfalfa swards IKEDA Tetsuya, Nobuhiro ITOKAWA and Tetsuo MATSUMURA

緒 言

Annual medics (1年生の *Medicago* 属の牧草、以下 AM) に属する Barrel medic (以下 Ba) と Sphere medic (以下 Sp) の2草種は、アルファルファ (以下 AL) より初期生育が速く、乾物収量も高い。また、両草種とも草丈30cm位から倒伏するが、匍匐して地面を広く覆う特徴を有している。そこで、これらの草種を AL 草地造成時に同伴作物として播種した場合における、初期雑草の抑制効果について検討した。

材料及び方法

2001年5月2日に、北海道農業研究センター畑作研究部 (芽室町) 内の圃場に、Sp (品種: Orion) と AL (品種: ヒサワカバ) の混播草地 (Sp区)、Ba (品種: Moug1) と AL の混播草地 (Ba区) と AL 単播草地 (AL区) をそれぞれ造成した。播種量は、Sp と Ba がともに 6 kg/10a で、AL は 2 kg/10a とした。AL はコーティング種子を用い、Sp と Ba は、播種時に根粒菌を接種した。1番草の収量調査は、8月10日に行い、2番草は、10月15日に行った。

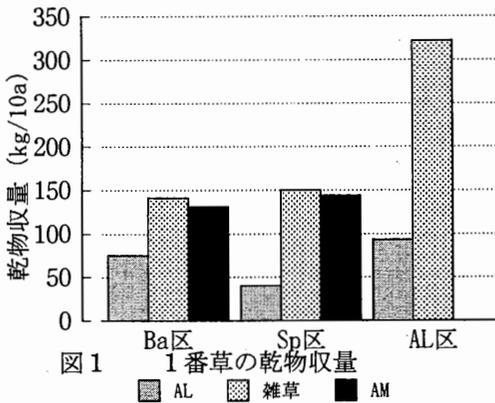


図1 1番草の乾物収量

結果及び考察

1番草におけるALの乾物収量は、AL区が93kg/10aだったのに対し、Ba区は75kg/10a、Sp区が40kg/10aと、両区ともAL区より低かった (図1)。これに対してAMの収量は、Ba区が131kg/10a、Sp区が161kg/10aで、それぞれの区においてALの収量より高く、SpがBaより高かった。一方、雑草量は、AL区が300kg/10a以上だったのに対し、Ba区、Sp区は、ともに150kg/10a以下であった。構成割合は、Ba区は、ALが約2割、Baが約4割、雑草が約4割であった。Sp区は、ALが約1割、Spが約4.5割、雑草が約4.5割であった。AL区の8割以上が雑草であったことから、AMを播種することにより、造成初期の雑草発生を抑えることができるといえる。

一方、Ba区、Sp区ともに、ALの収量がAL区より低く、両区内におけるALの構成割合も低いことから、AMによってALの生育も抑制されたと思われる。特に

Sp区では、この傾向が強かった。我々は前回の報告において、ALの草丈の伸長は、Spより若干早いと報告したが、今回は、この時に比べ、5、6月の降水量が少なく、ALの生育が遅くなったため、Spが優占したと思われる。Baは、Spに比べ晩生なため、草丈の伸長が若干遅く、ALとの競合関係が緩やかで、Spに比べて、ALの生育への影響は少なかった。

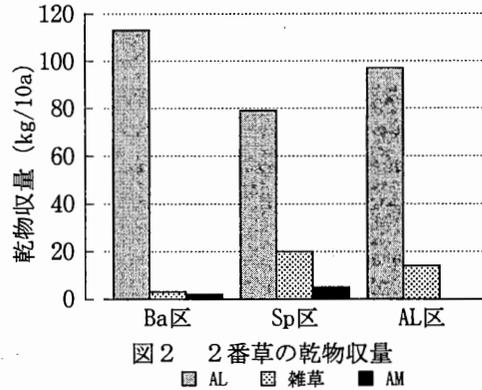


図2 2番草の乾物収量

2番草のAL収量は、Ba区が最も高く、113kg/10aで、次にAL区が97kg/10a、Sp区が77kg/10aであった (図2)。雑草は、Ba区でほとんどなく、Sp区とAL区も、15~20kg/10aで、AL優占の草地となった。Ba区とSp区の2番草において、AL収量や雑草割合に違いが表れたのは、1番草における生育速度の差により、ALとの競合に若干の差があったことによると考えられる。しかし、このようなALとAMの競合関係は、播種割合や出芽後の気象条件により変わることから、同伴草種としてどちらが適しているかは、さらに検討が必要と思われる。

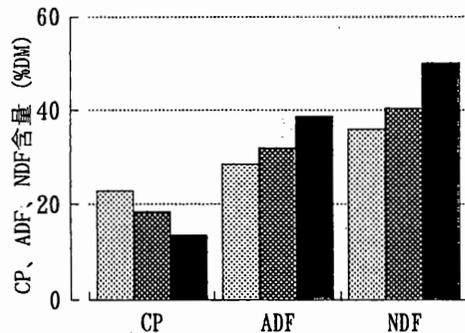


図3 各牧草の1番草の飼料成分

1番草調査時の生育ステージは、Baが結実始期、Spが結実期、ALが開花始期で、AL、Ba、Spの順にステージが進んでいた。このため、1番草のCPは、ALが最も高く、Ba、Spの順に低かった。逆にADF、NDFは、ALが最も低く、Ba、Spの順に高かった (図3)。AMのこれらの値は、最もステージが進んだSpにおいても、標準飼料成分表における1番草開花期のALの値に近い値であり、AMは、ALに近い飼料価値を持っていると考えられる。

以上のことから、AMを同伴草種としたAL単播草地造成法は、雑草発生を抑え、栄養価の高い原料草を得るのに有効な播種法と判断される。

アルファルファ単播草地の栽培技術の確立に関する研究
4. アルファルファ単播草地の早刈条件下における永続性

高橋 俊*・八木 隆徳*・鈴木 悟*・小川 恭男*・
三枝 俊哉**・手島 茂樹***

Studies on establishment and management of Alfalfa
(*Medicago sativa* L.) sward

4. Persistency of Alfalfa sward under early
harvestings

Shun TAKAHASHI*, Takanori YAGI*, Satoru SUZUKI*,
Yasuo OGAWA*, Toshiya SAIGUSA**
and Shigeki TEJIMA***

緒 言

アルファルファは高蛋白で嗜好性が高く、消化管通過速度が速いことから高泌乳牛用粗飼料としての評価が高い。この飼料特性を有効に利用するためにはアルファルファと高エネルギー粗飼料であるトウモロコシを組合せた飼料給与が適している。そこで、本研究においては維持年限を4～5年に限定したアルファルファ単播草地と飼料用トウモロコシとの輪作体系を想定し、アルファルファ単播草地の造成・利用技術の開発を目的とした。本報では平成9～10年に除草剤処理同日播種法(造成初期の雑草防除技術)を用いて造成した3つのアルファルファ単播草地に対して高蛋白飼料の生産を目指した早刈を行い、早刈条件下における草地の永続性について検討した。

材料及び方法

調査は以下の3つの草地を対象とした。調査草地1：平9年春造成、札幌市、牧草跡地、3a、マキワカバ(播種量3kg/10a)。調査草地2：平9年春造成、札幌市、エンバク跡地、2ha、マキワカバ(播種量3kg/10a)。調査草地3：平10年春造成、帯広市、トウモロコシ跡地、4ha、ヒサワカバ(播種量2kg/10a)。造成後2年目以降の刈取管理は、概ね草丈80～90cm、着蕾期を目途とする早刈とし、6月上旬(1番草)、7月中旬(2番草)、8月下旬(3番草)、10月中旬(4番草)の年4回刈とした。施肥はP₂O₅(10～20kg/10a)とK₂O(18～36kg/10a)のみを施用した。このような管理条件の下で各番草の収量、雑草割合、アルファルファ

の個体密度を調査草地1と2については造成後5年目まで、調査草地3については造成後4年目まで調査し、草地の永続性について検討を行った。

結果及び考察

アルファルファの草丈80～90cm、着蕾期を目途とする早刈により、各番草とも粗蛋白質含量が約20%のアルファルファ(原料草)を収穫できた。アルファルファ単播草地に期待されるのはこのような良質な飼料生産である。したがって、草地の永続性を判断するには収穫草の品質低下につながる雑草率を指標とすることが適当と考えられる。そこで、図1に各刈取時の雑草率ならびにアルファルファ個体密度の経年変化を示した。アルファルファ単播草地の良好な状態の区切りとして各収穫時における雑草率が20%以下であることを設定してみると、調査草地1では造成後4年目まで良好に維持され、調査草地2および3では造成後3年目まではほぼ良好に維持された。造成年の越冬前におけるアルファルファの個体密度は調査草地1では約300(個体/m²)であり、調査草地2と調査草地3ではそれよりも低く約200(個体/m²)であった。また、アルファルファの個体密度はいずれの調査草地においても経年的に低下し、およそ100(個体/m²)以下になると雑草の侵入が顕著になった。このことから供試した調査草地の維持年限の差はアルファルファの個体密度が100(個体/m²)以下になるまでの年数の違いによると考えられる。なお、単播草地として良好に維持された造成後4年目(調査草地1)ないし3年目(調査草地2及び3)までの年間収量は約800～1000(DMkg/10a)であった(表1)。以上のことから、アルファルファ単播草地の永続性には造成時のアルファルファ個体密度が重要であることが示唆された。

表1. アルファルファ単播草地の早刈条件下における年間収量の推移

	調査草地1		調査草地2		調査草地3	
	収量 (DMkg/10a)	雑草率 (%)	収量 (DMkg/10a)	雑草率 (%)	収量 (DMkg/10a)	雑草率 (%)
造成後2年目	864	2	1045	5	818	10
3年目	1071	2	896	14	1020	10
4年目	935	4	875	27	695	39
5年目	1003	19	1011	24	—	—

注) 収量は雑草を含んだ値。

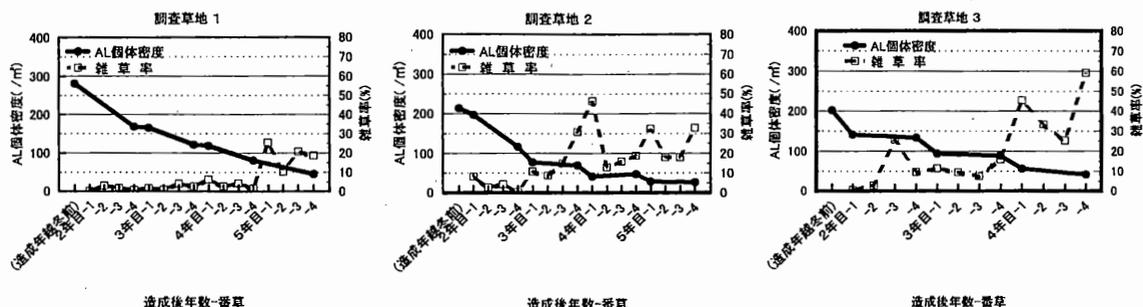


図1. 早刈条件下における雑草率とアルファルファ(AL)個体密度の経年変化

*北海道農業研究センター(062-8555 札幌市豊平区羊ヶ丘1番地)

National Agricultural Research Center for Hokkaido Region, Hitsujigaoka, Toyohira-ku, Sapporo, 062-8555, Japan

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

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

***畜産草地研究所山地畜産研究部(389-0201 長野県北佐久郡御代田町大字塩野375-1)

National Institute of Livestock and Grassland Science, Miyota, Nagano Pref., 389-0201, Japan

雑草を指標とした牧草地の状態診断
アルファルファ単播草地における年次の経過と
植生との関係

小阪 進一・横田 浩・小川 正和

Diagnosis of Meadow Condition by Weed Index
Relation between cycle of years and vegetation
in alfalfa (*Medicago sativa* L.) sown swards
Shin-ichi KOSAKA, Hiroshi YOKOTA
and Masakazu OGAWA

緒 言

草地の状態を牧草の種類相によって診断しようとする
と、その種類が単純なので深い論議ができない。しかし、
草地に侵入する雑草は種類が豊富であり、また雑草の中
には環境に極めて敏感に反応するものもあり、それらを
指標植物として多くの情報を得ることができる³⁾。

そこで筆者らは、利用年次の異なるアルファルファ単
播草地が年次の経過に伴って植生がどのように変化するの
かを知る目的で植生調査を行った。以下その概要を報告
する。

材料及び方法

調査は2000年9月中旬～10月中旬に、江別市文京台緑
町の酪農学園大学附属農場で行った。調査草地は播種年
次の異なるアルファルファ単播草地で、利用2年目草地
(1998年播種)、利用3年目草地(1997年播種)、利用6
年目草地(1994年播種)、利用7年目草地(1993年播種)
および利用8年目草地(1992年播種)である。品種は利
用7年目草地のバータス以外は全てユーバである。全草
地とも採草利用で、2000年の刈り取りはいずれも3回刈
である。調査単位は2m×3mで、各草地の対角線上を
ha当たり10ヶ所調査した。植被率を測定後、草種別
に最高、最低の草丈および被度を測定した。被度はブ
ラウン・ブランケの階級値¹⁾を用いた。さらに草丈と被
度の比数から積算優占度(SDR₂)および相対優占度
(SDR₂)²⁾を算出した。雑草の生活型(休眠型、地下器
官型、散布器官型、生育型)は、沼田ら²⁾の基準にした
がって分類し、それぞれの生活型組成(種数割合)を算
出した。

結果及び考察

1. 雑草の生活型組成

休眠型は、Th(夏型1年草)とTh(w)(越年草・冬
型1年草)、多年草のH(休眠芽が地表面直下にある)
およびCh(休眠芽が地表面上にある)の4種類がみら
れた。遷移が進むと1年草が減少して多年草の種類およ
び割合が増加するといわれている⁴⁾。本調査ではThと
Th(w)の合計が56～67%の範囲であり、利用7年目お
よび8年目でやや減少した。しかし多年草のH、Chの
増加は顕著でなかった。地下器官型の組成は、R₃(根
茎が短く分枝し、狭い範囲で連絡体をつくる)、R₃(o)
(根・茎が斜めにのびる)、R₃(v)(根・茎が垂直にのび
る)、R₄(ほふく茎)、R₅(連絡体をつくらず単立する)
の5種類がみられた。遷移が進むとR₁～R₃の根茎植物
が増加して単立型のR₅が減少するといわれている⁴⁾。
本調査では、R₃+R₃(o)+R₃(v)の合計が21～39%の
範囲であり、利用6年目で若干減少した。R₅では33～
58%の範囲で高い割合を示した。いずれも年次の経過に
よる傾向はみられなかった。散布器官型の組成は、D₁
(風や水によって移動)、D₂(動物や人体に付着して移
動)、D₃(果皮の裂開力によって散布)、D₄(重力にし
たがって周辺に落下)の4種類がみられた。遷移の後期
にはD₁、D₂およびD₃の移動植物が増加するといわれ
ている⁴⁾。本調査では、D₁+D₂+D₃が増加する傾向は
みられず、D₄が年次に関わらず70%以上の高い割合を
示した。生育型の組成は、e(直立型)、b(分枝型)、t
(そう生型)、p(ほふく型)、p-b(分枝型とほふく型)、
r(ロゼット型)、pr(一時ロゼット型)、ps(にせロゼ
ット型)の8種類がみられた。他の生活型ほど明らかでは

ないが、遷移の進行にともなってbが減少し、tおよび
prの増加が目立つといわれている⁴⁾。本調査では、
r+pr+ps(ロゼットタイプ)が24～41%の範囲であり、
利用2年目と8年目で高い割合を示した。tは利用7年
目および8年目で増加し、bは利用8年目で減少した。
tおよびbにおいて年次の経過による傾向が若干みられ
た。

2. 相対優占度および雑草の種・科数

利用年次別の相対優占度および雑草の種・科数を表1
に示した。播種牧草以外の牧草は雑草として扱った。
雑草の科・種数は各利用年次とも極めて多く、とくに
利用3年目草地、6年目草地で多かったが、年次の経過
による明らかな傾向はみられなかった。全草地でイネ科
の種数が最も多くみられた。

アルファルファの相対優占度は24～30%の範囲で変化
し、利用8年目で低下したが、年次による差は顕著でな
かった。雑草は、シバムギでは利用7年目以降で高まる
傾向を示した。スズメノカタビラは利用2年目、3年目
および7年目で高かった。セイヨウタンポポ、ヒメオド
リコソウは利用6年目以降高まる傾向を示した。オオイ
ヌノフグリは利用2年目で高くその後減少する傾向を示
した。エゾノギシギシは利用3年目、6年目で高かった。
ハコベは利用7年目以降減少した。シロクロバは利用
2年目、8年目で高く、特に利用8年目ではアルファ
ルファとほぼ同等であった。

以上のことから結論を述べると、今回調査したアルファ
ルファ草地では、雑草の生活型組成および草種別の相対
優占度において年次の経過に伴う明らかな傾向は認めら
れなかった。今後、同一のアルファルファ草地を追跡調
査して確認する必要があると思われる。

引用文献

- 1) 沼田 真(1988)植物群落の構造。図説植物生態学
(沼田 真編)。朝倉書店。東京。pp.24-36.
- 2) 沼田 真・吉沢長人(1997)新版日本原色雑草図鑑。
全国農村教育協会。東京。pp.8-13.
- 3) 酒井 博・川鍋祐夫(1972)雑草を指標とした牧草
地の状態診断法(1)。畜産の研究26, 1069-1074.
- 4) 酒井 博(1978)わが国における牧草地の雑草。雑
草研究23, 151-159.

表1. 利用年次別の相対優占度および雑草の種・科数

科名	種名	2年目	3年目	6年目	7年目	8年目
(播種牧草)						
	アルファルファ	28.72	29.46	27.49	30.22	24.35
(雑草)						
アブラナ	スカシタゴボウ	0.67	3.28			1.28
	ナズナ	1.01	2.36	3.97	0.99	1.53
	イヌビエ	2.76		0.64		
イネ	オーチャードグラス			0.46	1.23	
	ケンタッキーブルーグラス	1.41	2.90		0.52	2.67
	シバムギ	0.40	3.57	0.31	10.92	6.45
	スズメノカタビラ	19.17	11.81	8.59	12.34	8.72
	デモシー					0.85
	レットトップ		1.16			
オオハコ	オオハコ	0.20	1.99	1.34	0.28	2.28
カタハミ	カタハミ		0.11	0.18		0.26
キク	セイヨウタンポポ	4.60	7.64	14.36	12.39	11.24
	ノゲシ		0.50			
	ヒメジョオン	0.83	2.06	0.38		0.34
	ブタナ	0.17				
ゴマノハグサ	オオイヌノフグリ	11.52	6.45	8.76	8.56	3.57
	オオイヌノフグリ			1.76		
シソ	ヒメオドリコソウ	0.66	0.55	6.75	3.62	3.20
スベリヒユ	スベリヒユ			0.20	0.19	
セリ	オオチドメ		0.26			
タデ	イヌタデ		0.39			
	エゾノギシギシ	5.55	11.75	10.23	8.60	7.95
	ミチヤナギ		0.34			
ナス	イヌホオズキ	0.10	0.27	1.70	0.27	
ナデシコ	オオツメクサ	3.25	1.29			
	ハコベ	2.78	2.48	2.94	0.61	0.36
ヒユ	アオゲイトウ			4.17		
	イヌビユ			0.20		
マメ	シロクロバ	16.22	9.39	5.56	9.27	24.95
	雑草計	71.28	70.54	72.51	69.78	75.65
	合計	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
雑草の科・種数		10科17種	12科21種	13科19種	11科14種	10科15種

酪農学園大学 (069-8501 江別市文京台緑町582)

Rakuno Gakuen University, 582, Bunkyou dai-Midorimachi, Ebetsu, Hokkaido, 069-8501, Japan

マイペース型酪農の草地実態調査 (第一報)

佐々木 章晴

Investigation into the actual grassland-conditions
in My-Pace Dairy farming (PART I)
Akiharu SASAKI

緒 言

根釧原野において、酪農と野生との折り合いを求めるためには、環境保全型酪農のあり方を探ることが急務である。しかしながら、環境保全型酪農の営農形態のあり方、生産性、自然環境に与える影響は、十分解明されていない。そこで、低投入持続型酪農の一形態であるマイペース酪農の先駆者、三友農場(中標津町依橋)に着目し、主に草地および草地管理の状況を予備的に調査し、明らかになったことをここに報告する。

調査方法

草地管理状況、草地植生、草地土壌の3点について、2001年5月～10月に行った。

草地植生の調査は、放牧専用地、兼用地それぞれ1牧区ずつ行った。1牧区15ヶ所、2500cm²のコドラートを使用し、冠部被度、乾物現存量を測定した。

草地土壌の調査は、地表から0～10cm前後の土壌を検土杖で放牧専用地、兼用地それぞれ採取し、放牧専用地、兼用地ごとに混合して85℃24時間乾燥した。乾燥した土壌試料を、ガラス電極 pHメータで1N-KCL pHを計測し、灼熱損量(腐植含量)を計測した。また同じ土壌試料を、硝酸アンモニア、有効態リン酸、有効態カリウム、有効態カルシウム、有効態マグネシウムの各含量をRQフレックスで測定した。また、放牧地にみられた排水溝内の電気伝導度(EC)と硝酸態窒素含量を測定した。そして当幌川の水質を調査するために、当幌川上流部の水を、2001年6月中旬に採取し、電気伝導度(EC)と硝酸態窒素含量を測定した。

結果及び考察

まず草地管理状況として、放牧専用地は5月～11月にかけて放牧利用を行い、兼用地は7月下旬に採草利用後、放牧利用を行った。また、完熟堆肥を4t/10a/2年散布しており、化学肥料としての3要素投入量はN:P:K=2:8:4kg/10aであった。なお、調査牧区は、33年間草地更新を行っていない。

確認された草種としては、TY、OG、KBG、RT、MF、RCG、WC、セイヨウタンポポなどがあり、エゾノギシギシはほとんど見られず、特に兼用地においてTYが一面に見られた。

冠部被度は、放牧専用地、兼用地ともにイネ科草79%であるのに対し、雑草は5%、裸地は4～9%となった(表1)。また、乾物現存量の結果から推定すると、4～5tDM/ha程度の年間乾物収量があると考えられる(表1)。このことから、三友農場の草地生産性は必ずしも低くないことが示唆された。

土壌化学性としては放牧専用地、兼用地ともに、有効態マグネシウム以外は土壌改良目標値を大きく下回る値となった(表2)。しかしながら、土壌灼熱損量は放牧

表1. 冠部被度(%)及び乾物現存量(kg DM/10a)の結果

	放牧専用地	兼用地
冠部被度		
(イネ科草)	79	79
(マメ科草)	12	7
(雑草)	5	5
(裸地)	4	9
乾物現存量		
7月	233.1	376.5
9月	117.1	122.0
10月	69.9	80.8

表2. 土壌分析の結果

	放牧専用地	兼用地
NH ₄ ⁺	2.5	2.5
NO ₃ ⁻	5.5	2.0
P ₂ O ₅	2.5	2.5
K ₂ O	1.0	1.0
CaO	150.0	150.0
MgO	50.0	50.0
(mg/100 g soil)		
pH	4.4	4.3
灼熱損量(%)	18.0	17.9

専用地、兼用地ともに18%程度と、通常の厚層黒色火山灰土に比べ、高い値を示した(表2)。このことから、三友農場の草地生産性は、高い土壌灼熱損量(腐植含量)に負っていると推定される。それは、完熟堆肥の連用とリターの還元によるものと考えられる。

放牧地内の排水溝のECは0.27ms、NO₃⁻-Nは0.46mg/ℓであるのに対し、当幌川上流部(周辺は採草地)はECは0.55ms、NO₃⁻-Nは1.59mg/ℓとなり、当幌川上流部より三友農場放牧地内の排水溝の方が水質の悪化が小さいという結果となった。これは、通常の1/4程度の窒素施用量であるためと考えられる。

ま と め

三友農場の草地は、放牧専用地、兼用地ともに、33年間草地更新をしておらず、また化学肥料の投入量が少ないのにも関わらず、雑草の冠部被度は低く、極端に生産性が低い草地ではないと考えられる。

これは、完熟堆肥の連用による高い土壌腐植含量に負っている可能性がある。また、化学肥料の投入量が少ないためか、河川、湖沼、湿原などの陸水環境への影響も小さいことが示唆された。

今後、10年以上継続観測を続け、酪農と野生の折り合いの糸口を解明していくつもりである。

謝 辞

この場をお借りしまして、農場調査を許可していただきました三友盛行氏、三友由美子氏、また、調査に協力してくれた北海道中標津農業高等学校生産技術科2年生の大西博道君、聞谷輝一君、食品ビジネス科3年生の下川原美希さん、安村早苗さん、佐々木雅代さん、深瀬望さん、伊藤美穂さん、食品ビジネス科2年生の佐藤貴裕君に感謝申し上げます。

牧草の高緯度採種地としてのロシアの可能性

我有 満*・Nikolai Kozlov**・磯部 祥子*・
廣井 清貞*

The capacity of Russia as a high latitudinal condition
for forage seed multiplication.

Mitsuru GAU*, Nikolai KOZLOV**, Sachiko ISOBE*,
Kiyosada HIROI*

緒 言

牧草品種の流通種子の増殖は、多湿条件と高コストのため国内においては難しく、米国西部等における海外採種を余儀なくされている。一方、現状の海外採種においては、採種規模に制限があり、小規模の採種に合わない、長日条件が必要な晩生品種の採種が難しい等の問題があり、国産品種の普及の障害の一因でもある。ロシアの牧草採種地はロシア西部の北緯55度付近の高緯度に位置する。全ロシア飼料作研究所(WFRI)は、ロシア全土に牧草種子を供給する任を負う採種研究の中核機関である。その傘下にある8カ所の研究農場においては、ヨーロッパ標準に準じた牧草の増殖用種子の生産を行い、一部はヨーロッパへ輸出されている。ここでは、WFRIの協力のもとで実施したロシアにおける牧草の採種試験およびロシアの採種状況について報告する。

材料および方法

WFRIの試験圃場内においてプロット試験を行った。チモシー：北見5号(晩生)、メドウフェスク：北海9号(晩生)、オーチャードグラス：トヨミドリ(晩生)およびアカローバ：KO-95L(中生)、クラノ(晩生)および各草種のロシア育成標準品種(VIK)を用い、一区6㎡、2反復とし、1999年に播種、2000年および2001年に採種量等を調査した。

結果及び考察

ロシアにおける牧草種子の価格および一般的な採種量を示した(表1、表2)。ロシアにおける採種量は米国に比べ低いが、生産コストが低いため、コストにおいて米国における採種より有利となる可能性がある。

国産品種はロシア育成の標準品種より総じて採種量が低かった(表3)。特にアカローバの国産系統は、越冬時における損傷の程度が大きく、初回の採種のみとなり、採種量もロシア育成の標準品種およびスウェーデン育成の晩生品種より著しく低い結果となった。一方、チ

モシー、メドウフェスク、オーチャードグラスの国産晩生品種は、本試験の条件下で越冬し、採種量はロシアにおける一般的な採種量の範疇と判断された。特に、チモシーに関しては、ロシアにおける種子価格が低く、日本側にとってメリットが大きいと考えられた。メドウフェスクやオーチャードグラスについては、種子価格が比較的高く、採種量が多いためロシア側の関心が高かった。

ロシアにおける種子生産は、特に米国で難しい晩生品種において可能性が高いと考えられるが、今後、輸送や輸入手続き等のコストを考慮した上での検討が必要である。

表1 ロシアにおける主な牧草の増殖用種子の価格

草種名	種子価格 US\$/kg
アカローバ	1.8-2.5
アルサイクローバ	1.5-2.2
シロクローバ	4.2-5.0
アルファルファ	1.8-2.5
ガレガ	1.7-2.1
チモシー	0.8-1.0
スームズプロムグラス	0.8-1.0
オーチャードグラス	1.2-1.8
ペレニアルライグラス	2.0-2.5
トルフェスク	1.2-1.5
ケンタッキーブルーグラス	5.0-6.0
レッドフェスク	4.1-4.5
フェストロリウム	2.0-2.5

*:メドウフェスク×イタリアンライグラス

表2 ロシアにおける主な牧草の平均的採種量

草種名	採種量 kg/10a
アカローバ	20-30
アルサイクローバ	15-20
シロクローバ	15-20
アルファルファ	20-30
ガレガ	20-30
チモシー	50-60
スームズプロムグラス	40-50
オーチャードグラス	40-50
ペレニアルライグラス	80-110
トルフェスク	50-70
ケンタッキーブルーグラス	30-35
レッドフェスク	30-40
フェストロリウム	60-90

表3 WFRIにおける国産品種の採種試験結果

草種	品種・系統	採種量kg/10a		備考
		2000年	2001年	
アカローバ	KO-95L	5.4	-	越冬時の損傷大
	クラノ	11.7	-	
	VIK 7	12.5	-	
チモシー	北見5号	22.5	29.8	5-7日晩
	VIK 9	38.1	38.7	
オーチャードグラス	トヨミドリ	34.1	35.1	3-5日晩
	VIK 61	39.2	37.5	
メドウフェスク	北海9号	51.2	50.8	類似タイプ
	VIK 5	68.4	73.2	

VIK:ロシア育成標準品種 クラノ:スウェーデン育成晩生品種

*北海道農業研究センター (062-8555 札幌市豊平区羊ヶ丘1)
National Agricultural Research Center for Hokkaido Region (Hitsujigaoka 1, Toyohira-ku, Sapporo 062-8555 Japan)
**全ロシアウィリアムス飼料作研究所 (ロシア141740 モスクワ地区ルゴバヤ)
All-Russian Williams Fodder Research Institute (Lugovaya, Moscow reg., 141740 Russia)

北海道の牧草導入経過の再考

田辺 安一・中嶋 博**

The reconsideration in the grass introduction process
in Hokkaido.

Yasuichi TANABE* and Hiroshi NAKASHIMA**

緒 言

北海道への牧草導入は、1874年(明治7年)、開拓使が七重開墾場にチモシーほか17種を米国から導入したのが北海道での牧草栽培の始まりとされている。本報告では、古文書、資料を精査し、その導入経過を再考した。

結果および考察

最初に牧草の定義が必要である。小川二郎の家畜改良牧草論に「牧草という語はだれが作ったのかあきらかでないが、おそらく明治7年北海道渡島国七重牧場に初めて此の種子を輸入したときか、あるいは明治10年に札幌農学校でクラーク博士が牧草を輸入したときに作られたのであろう」としている。

さらに「その茎葉を家畜の飼料とする目的を以て、とくに耕作される舶来の草」を牧草としている。本報告でもこの定義に従う。

白井光太郎の考証した貝原益軒の大和本草によれば、雑草類に *Lotus*, *Astragalus*, *Lespedeza*, *Eragrostis*, *Medicago*, *Phalaris*, *Miscanthus* など今日牧草とされている植物の属が記載されている。これらは牧草として耕作されなかったと思われる。

前述の小川の著書を参考にしてこれまで1874年(明治7年)が北海道の牧草栽培の最初とされていたと思われる。

本研究では、2つの古文書を精査した。プロシヤ人の R. ガルトネルが残した「日本政府に引き渡すべき七重開墾場の附属品、財産目録」と元会津藩士の箕輪醇が残した「傳習雜記」である。

1868年(明治元年)榎本武揚らの旧幕府軍が北海道に上陸し、1869年に R. ガルトネルと「蝦夷地七重村開墾条約」(約1000haの土地を99年間の租借地とする)を結んだ。旧幕府軍の敗北後箱館府知事は R. ガルトネルと新しい条約を結んだ。新政府の開拓使は解約交渉を行い、1871年1月30日(明治3年12月10日)に解約が成立した。このときガルトネルは「日本政府に引き渡すべき七重開墾場の附属品、財産目録」を開拓使に提出した。この中にイネ科牧草とマメ科牧草の混ざった良質の乾草が納屋に収納されていることを明記している。さらに新しく取り寄せた牧草種子のリストがあり、それらの種子を播くように勧めている。

もう一つは元会津藩士の箕輪醇の「傳習雜記」で1870年6月14日から27日までの R. ガルトネルの農場での実習日記である。これによると農場にはアルファルファ、チモシー、ペレニアルライグラスなどが植えられていることが記述されている。

これら2つの古文書から1869年(明治2年)には牧草

が栽培され、1870年には乾草が生産されていたことを示している。すなわち1874年(明治7年)とされていた北海道における牧草の栽培の始まりは5年遡り1869年(明治2年)と結論した。

返還後の七重開墾場の開拓使が米国から招いた H. ケブロンも訪問しているが、高い評価をしていない。このことは当時の日本を巡る欧米列強の思惑が交錯しており、H. ケブロンはアメリカ型農業を北海道に普及させようとし、R. ガルトネルのプロシヤ型農業は評価されず、埋もれてきたものと推定される。

参考文献・資料

- ガルトネル R. (1871) 日本政府に引き渡すべき七重開墾地の附属品、財産目録 北海道大学附属図書館蔵
北海道新聞社編(2001)年表でみる北海道の歴史 北海道新聞社 pp. 206
北海道草地協会(1995)北海道草づくり百年 北海道草地農業の歩みと展望 牧草地の発展過程 43-49
貝原益軒(1708)大和本草 白井光太郎考証 有明書房(1980)初版1936
箕輪醇(1870)傳習雜記 北海道立文書館蔵
小川二郎(1902)家畜改良 牧草論 札幌興農園蔵版 pp. 368
田辺安一(1992)北海道の牧草 19世紀後半から20世紀初頭へ 北海道草地と畜産 日本草地学会シンポジウム要旨 22-23

関連年表

- 1865(慶応元)メンデルの法則発表
1866(慶応2)R. ガルトネル箱館奉行と会見
1867(慶応3)大政奉還、王政復古 第1回国際植物学会 植物命名規約
1868(慶応4)江戸城明け渡し 奥羽越列藩同盟敗北 会津落城
(明治元)9月8日より
榎本武揚(旧幕軍)鷲の木に上陸
英人ブラキストン、箱館で気象観測
1869(明治2)蝦夷地七重村開墾条約
榎本-R. ガルトネル
榎本軍降伏 5月17日
牧草栽培開始(今回の結論)
1870(明治3)元会津藩士箕輪醇「傳習雜記」
R. ガルトネル農場の実習日記
1871
蝦夷地七重村開墾条約解約
R. ガルトネル「七重村開墾地附属品取調書」書き上げる
開拓使七重開墾場設置
1873(明治6)中山久蔵が島松で水稻を試作して好結果を得る
1874(明治7)牧草栽培開始(これまでの報告)
1875(明治8)E. ダン七重農業試験場へ出張
1876(明治9)札幌農学校開校

*ダンと町村記念事業協会(060-0003 札幌市中央区北3西7 北海道酪農協会内)

Dun and Machimura Memorial Association, C/O The Dairy Farmers Association of Hokkaido, Chuoku Sapporo 060-0003 Japan

**北大北方生物圏フィールド科学センター(060-0811 札幌市北区)

Field Science Center for Northern Biosphere Hokkaido University, Sapporo 060-0811 Japan

マイクロプロットを利用した放牧用生産力検定法の検討

1. 耕種条件が2年目、3年目の乾物生産性に及ぼす影響

高井 智之・眞田 康治・山田 敏彦

Utilization of micro-plots to evaluate productivity simulated

1. Influence sowing time and cutting frequency to productivity

Tomoyuki TAKAI, Yasuharu SANADA and Toshihiko YAMADA

緒 言

北海道では越冬前に植物を十分に生育させるために春造成が奨励されているが、春造成は干ばつや夏雑草との競合によって造成に失敗することが多い。特に、メドウフェスクの育種を行っている北海道農業研究センターは、日本海気候のために6、7月は干ばつに遭いやすく、その後の高温で一年生の夏雑草も繁茂しやすい。一方、8月以降の造成は、降水量も適度にあり、メドウフェスクはチモシー等比べて初期生長に優れ、播種期等の耕種条件について再度、検討する価値がある。

本研究では、播種時期、刈取頻度、施肥量、播種量について処理区を設けて、2年目、3年目の乾物生産性を調査し、造成時の耕種条件の選定を行った。その際、試験区を従来より小さい小試験区（以下、マイクロプロット）で造成を行った。

材料及び方法

メドウフェスクのハルサカエを用いた。播種時期（6月29日、7月29日、8月31日）を主区、刈取頻度（30日、45日、60日）を細区、細細区に播種量（0.2kgおよび0.4kg/a）および施肥量（N=0.4kgおよび0.6kg/a）を乱塊法で設け、3反復の分割区法で試験を行った。造成方法は、前年秋にロータリー耕で整地し、再度播種直前にロータリー耕し、ロープで試験区を区画し、試験区にのみ規定の化成肥料を施肥し、レーキで攪拌後、手播きで散播し、再度、レーキで攪拌し、鎮圧した。試験区は、0.7m×2m=1.4㎡とし、試験区間に0.5mの裸地を設けた。刈払いおよび刈取は、手押しタイプの芝刈り機を用いて刈取り高さ5cmで、1年目は刈払いのみ、2年目以降は刈取調査を行った。乾物収量は、全量をサンプリングして、48時間通風乾燥した後、乾物重を測定で算出した。また、2年目以降は、標準区、多肥区ともに等量で、2年目および3年目の年間施肥量は、それぞれN=2.1、P₂O₅=1.79、K₂O=2.1kg/aおよびN=1.8、P₂O₅=1.55、K₂O=1.8kg/aで、早春および刈取後分肥した。

結果及び考察

表1に2年目および3年目の分散分析の結果を示した。播種時期は、2年目の年間乾物収量を除いて、すべての番草で有意性が認められた。刈取頻度は、2年目の2、3、4、6番草と3年目の2、3、4番草で有意性が認められた。播種時期と刈取間隔との交互作用は2年目の2、3、4、5番草と、3年目の2、4、7番草と3年目の合計収量で有意性が認められ、播種時期によって刈取間隔を変えることが望ましいと示唆された。播種量で

表1. 分散分析の結果

2年目	1番草	2番草	3番草	4番草	5番草	6番草	7番草	2年目合計
反復	NS	NS	NS	NS	NS	*	NS	NS
播種時期(A)	**	**	**	**	**	**	**	NS
刈取頻度(B)	NS	**	**	**	**	**	NS	NS
AxB	NS							NS
播種量(C)	NS	**	**	NS	NS	NS	NS	NS
施肥量(D)	NS	NS						
調査日	5.21	6.09	6.28	7.15	8.09	9.17	10.26	

3年目	1番草	2番草	3番草	4番草	5番草	6番草	7番草	3年目合計
反復	NS	NS	NS	**	NS	NS	NS	NS
播種時期(A)	**	**	**	**	**	**	**	**
刈取頻度(B)	NS	*	*	*	NS	NS	NS	NS
AxB	NS							*
播種量(C)	NS	NS	**	NS	NS	NS	NS	NS
施肥量(D)	NS	*	NS	NS	NS	NS	NS	NS
調査日	5.16	5.30	6.13	7.14	8.70	9.50	10.10	

*、**は、それぞれ、危険率5%、1%で有意。

表2. 播種時期および刈取頻度別の乾物収量

2年目	1番草	2番草	3番草	4番草	5番草	6番草	7番草	2年目合計
播種時期								
6月29日	117.6	203.0	114.8	89.6	126.2	115.3	46.9	813.5
7月29日	133.6	210.2	95.3	73.0	113.1	132.3	73.9	831.3
8月31日	98.8	190.2	102.7	80.8	124.8	147.0	74.0	818.3
L.S.D.(5%)	10.8	9.5	3.7	3.0	8.1	6.5	3.4	NS
刈取間隔								
60日	115.5	205.9	110.3	85.4	123.7	130.4	63.7	835.0
45日	113.4	202.8	101.3	79.8	121.1	135.9	67.9	822.2
30日	121.2	194.7	101.2	78.3	119.2	128.2	63.2	806.0
L.S.D.(5%)	NS	7.4	4.3	2.7	NS	3.8	NS	NS

3年目	1番草	2番草	3番草	4番草	5番草	6番草	7番草	合計
播種時期								
6月29日	61.1	121.3	69.6	83.4	77.2	60.1	39.8	512.4
7月29日	68.9	133.9	83.9	95.4	99.6	79.2	54.0	614.9
8月31日	81.1	131.8	77.5	92.4	99.3	79.3	50.3	611.7
L.S.D.(5%)	6.0	5.5	3.7	3.4	10.4	6.1	5.3	22.1
刈取頻度								
60日	67.9	130.9	78.8	95.0	93.8	74.8	49.0	590.1
45日	71.9	129.5	77.9	90.4	92.3	72.8	48.1	565.8
30日	71.4	126.6	74.2	85.8	89.8	71.0	47.0	583.0
L.S.D.(5%)	NS	3.0	NS	6.3	NS	NS	NS	NS

は、2年目の2、3番草と3年目の3番草で、施肥量は2年目の2番草のみで有意性が認められたが、播種時期や刈取頻度に比べて影響は小さかった。

表2に各番草別の播種時期および刈取頻度別の乾物収量を示した。播種時期では、2年目の1、2番草は乾物収量の高い順に7月29日、6月29日、8月31日で、3、4、5番草は、6月29日、8月31日、7月29日の順で、6、7番草は6月29日が低く、年間では7月29日、8月31日、6月29日の順であった。3年目では、6月29日は常に低く、1番草以外は7月29日がやや高く、年間乾物収量も6月29日は他の試験区の85%であった。刈取頻度では、2年目の1番草は30日間隔、2、3、4番草は60日間隔、5、6番草は45日間隔がやや高く、年間合計収量では60日、45日、30日間隔の順であった。3年目も2年目と同様な傾向がみられた。

以上より、メドウフェスクを造成する場合、6月下旬より7月下旬から8月下旬が播種適期で、高頻度の掃除刈りを避けることが大切である。また、播種量および施肥量の増量の効果は小さいことが示唆された。

独立行政法人農業技術研究機構北海道農業研究センター (062-8555 札幌市豊平区羊ヶ丘1番地)

National Agricultural Center for Hokkaido Region, 1 Hitsujigaoka, Toyohira-ku, Sapporo, 062-8555, Japan

オーチャードグラス新品種「ハルジマン」の
育成経過とその特性

山田 敏彦・眞田 康治・高井 智之

Breeding of Orchardgrass 'Harujiman'
and its Characteristics

Toshihiko YAMADA, Yasuharu SANADA
and Tomoyuki TAKAI

緒 言

北海道農業試験場（現北海道農業研究センター）では、耐病性、越冬性などに優れた多収な寒地・寒冷地向けオーチャードグラス品種を育成することを目標に育種を進め、今回「ハルジマン」を育成した。1997年から系統適応性検定試験および特性検定試験などを実施し、その結果、「ハルジマン」は既存品種「オカミドリ」より耐病性や春の生育が優れていることが認められたので、2001年10月に「オーチャードグラス農林合9号」として命名登録され、同年に北海道奨励品種に採用された。ここでは、その育成経過と特性を示すとともに今後の育種法についても議論する。

育成経過

本品種は7栄養系の合成品種である。各種選抜試験で選抜して保存中の優良な648栄養系を用いた栄養系評価試験から1次選抜した後、北見農試での越冬性現地評価試験の結果も参考にして7構成栄養系を選定した（表1）。

表1. 「ハルジマン」の構成栄養系の特性

栄養系 No.	由来	すじ葉枯		越冬性 ¹⁾	
		再生草勢 ¹⁾	病 ²⁾	札幌	北見
cl.1708	cl.372PC後代	4	2	7	5.3
cl.1725	Kay (カナダ育成)	6	5	6	7.0
cl.1845	UJNR導入 (インド)	5	4	7	5.0
cl.1859	UJNR導入 (旧ソ連)	4	3	9	7.3
cl.2407	消化率高選抜	2	3	4	4.3
cl.2664	Kay (カナダ育成)	4	4	7	7.0
cl.2919	HD-4 (オランダ育成)	8	5	7	6.0

1) 1: 不良~9: 良, 2) 1: 微~9: 甚
再生草勢, すじ葉枯, 札幌の越冬性は1990年調査, 北見の越冬性は1987~1989年平均。

特性の概要

本品種の主な特徴は、①出穂期は「オカミドリ」と同じ“中生の晩”に属する（表2）。②収量性は「オカミドリ」と同程度かやや優れ、1番草の収量は多収である（表3）。③早春の草勢は「オカミドリ」よりやや優れる

表2. 「ハルジマン」の主要特性

品種	出穂始 ¹⁾	越冬性 ²⁾	早春の		罹病病大粒			
			草勢 ²⁾	枯病 ³⁾	雲形病 ³⁾	黒さび病 ³⁾	腐核病 ⁴⁾	耐寒性 ⁴⁾
ハルジマン	6月4日	6.6	6.8	3.2	1.5	2.0	強	中~やや弱
オカミドリ	6月3日	6.4	6.4	3.8	2.7	2.5	やや強	中

1) 3か年全道データ平均, 2) 3か年全道データ平均, 1: 優不良~9: 優良。
3) 全道試験場所平均, 1: 微傷~9: 傷甚, 4) 根腐病における耐寒性検定試験の判定。

表3. 「ハルジマン」の収量性

品種名	少収期										多収期
	北見 ¹⁾	天北 ¹⁾	南見 ¹⁾	北見 ¹⁾	根釧 ¹⁾	十勝 ¹⁾	釧路 ¹⁾	青森 ¹⁾	山形 ¹⁾	北見 ¹⁾	
北見12号	104(104)	102(106)	99(97)	104(110)	102(99)	105(108)	97(104)	105(116)	104(109)	108	
オカミドリ	324.3	316.7	352.3	298.9	350.9	186.5	283.4	294.8	283.7	231.3	

「オカミドリ」比(%)、「オカミドリ」は真葉重(kg/ha)。
1) 1997~2000年の4か年平均, 2) 1998年~2000年の3か年平均, 3) 1997~1999年の3か年平均。
()の数字は1畝草乾物収量の「オカミドリ」比(%)。

(表2)。④雪腐病抵抗性には「オカミドリ」より優れる（表2）。⑤すじ葉枯病、雲形病、黒さび病に「オカミドリ」より耐病性である（表2）。

考 察

本品種は雪腐病には耐病性を示すが、耐凍性にはやや劣る特性を示している。構成栄養系の一つに高消化性集団から選抜された栄養系 (cl. 2407) が含まれ、この栄養系の越冬性は劣っており、このことがその要因の一つと考えられた。しかしながら、根釧農試や北見農試の系統適応性試験の越冬性データなどから、総合的な越冬性は「オカミドリ」と同程度であると判断された。

「ハルジマン」の収量性は北海道の系統適応性検定試験地の全場所平均で「オカミドリ」比で103であり、その改良程度は小さかった。「ハルジマン」の育成では後代検定を省略した育種法が採用され、優良栄養系を表現型で選抜して数多くの交配組み合わせを作り、その中から能力に優れた系統を選抜して新品種にするというものである。一般に後代検定を実施するとその評価に2~3年は必要とし、さらに試験の精度も要求される。このため、栄養系の表現型の成績から合成品種の親を選定する手法は時間や労力を軽減できる意味ではその意義は大きい。しかしながら、収量など一般的に遺伝率の低い形質の選抜には表現型のみによる1回だけの選抜では限界があり、多収性をめざすには、選抜を繰り返す表現型循環選抜が効果的であろう。

「ハルジマン」の出穂は、「オカミドリ」と同じ“中の晩”に属する。オーチャードグラスは一般にはチモシーより早く出穂し、5月下旬~6月上旬が出穂始であり、早生から極晩生まで約2週間の幅がある。一方、チモシーはオーチャードグラスより10~20日遅れて出穂し、極早生から晩生まで約25日間の幅がある。“中の晩”の「ハルジマン」の出穂始はチモシーの極早生品種より出穂始が2~3日早く、早生品種と比較すると10日程度早い。中生~晩生のオーチャードグラスは収量性に優れていることから、最も利用されているチモシー早生品種と組み合わせることにより、草地における刈取り適期が広がり、収穫のピークを分散させることが可能になる。今後、「ハルジマン」とチモシー早生品種を組み合わせることによる高品質で高位的な自給飼料生産を期待したい。

北海道農業研究センター (062-8555 札幌市豊平区羊ヶ丘1番地)

National Agricultural Research Center for Hokkaido Region, 1 Hitsujigaoka, Toyohira-ku, Sapporo, Hokkaido, 062-8555, Japan

放牧用チモシー育成系統における多回刈条件下での諸形質の系統間差異

佐藤 公一・吉澤 晃・藤井 弘毅・玉置 宏之・鳥越 昌隆・山川 政明・牧野 司

Phylogenetic variation of timothy (*Phleum pratense* L.) bred for grazing under frequent cutting conditions
Kouichi SATO*, Akira YOSHIZAWA*, Hiroki FUJII*, Hiroyuki TAMAKI*, Masataka TORIKOSHI**, Masaaki YAMAKAWA*** and Tsukasa MAKINO***

緒言

チモシーは一般に採草利用がされているが、晩生の「ホクシュウ」は他品種に比べて分けつ力、茎数、季節生産性に優れており、放牧利用も可能である。しかし、チモシーは他の草種に比べると再生が遅く、競合力や季節生産性に劣るという欠点があることから、北見農試ではこれらの欠点を改善した放牧用品種の育成に取り組んでいる。本試験ではその一環として、北見農試と根釧農試で放牧を想定した混播多回刈条件による後代検定を実施し、両地域における各形質の系統間差異について検討した。

材料及び方法

材料は北見農試で実施した多回刈の栄養系評価試験から、放牧用として有望と考えられた38系統の多交配後代系統と「ホクシュウ」を用いた。試験は1999年から2001年までの3年間、北見農試と根釧農試の2ヶ所で行った。圃場は畦間60cmの条播とし、競合力を評価するためにシロクロバ「ソーニャ」との混播とした。北見農試は播種2年目に9回、3年目に7回、根釧農試は播種2年目に6回の刈取を行い、各刈取時に草勢、茎数、草丈、節間伸長茎割合、シロクロバ被度などを調査した。本試験では収量の実測値を得るのが困難なことから、収量性は草勢で評価した。

結果及び考察

北見農試における2年目の草勢は、系統平均および「ホクシュウ」とも2番草から5番草にかけて低下し、7番草以降は系統平均が「ホクシュウ」をやや上回った。根釧農試では3番草から4番草にかけて草勢が低下した。両試験とも、草勢の低下とともに系統間差異が大きくなった(図1)。このことはチモシーの欠点とされる季節生産性の不均衡を示すと同時に、それが選抜によって改善される可能性も示していることから、以後、北見農試の7~9番草の草勢の平均値と根釧農試の5~7番草の草勢の平均値(以後、両形質を秋季草勢と呼ぶ)に注目し、他の形質との関係と系統間差異について検討した。

北見農試の秋季草勢と、同時期に調査した他の形質と

の順位相関係数は、茎数(1:疎~9:密による観察評点)が0.964(P<0.01)、草丈が0.350、シロクロバ被度が-0.122であり、秋季草勢に対しては茎数が大きく関与していた。また、秋季草勢と3年目年間草勢(1番草~7番草の草勢の平均値)との順位相関係数は0.818(P<0.01)であり、秋季草勢はその後の草勢にも強く影響し、秋季草勢の低下は季節生産性だけでなく永続性にも悪影響を及ぼすことが示された。

次に、各供試系統における北見農試と根釧農試での秋季草勢を比較した。両者の相関係数は0.503(P<0.01)であったが、ややばらついた分布を示しており、両試験地の秋季草勢における系統間差異の発現のパターンは、やや異なった傾向を持っていると考えられた(図2)。このことは、一地域の試験結果のみで優良系統を選抜した場合、その選抜効果が他の地域で十分に発揮されない可能性があることを示唆している。

以上より、今後放牧用チモシーの育種を進めるにあたっては、秋季草勢に優れる系統を重点的に選抜するとともに、複数の地域での混播多回刈試験、特に放牧用チモシーの主要栽培地帯である根釧地域での評価も考慮した選抜を行う必要があると考えられた。

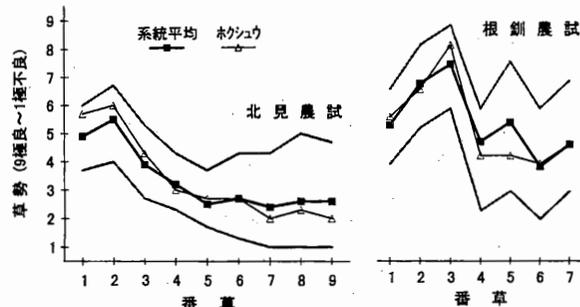


図1. 北見農試と根釧農試における2年目の草勢
注) 図中の灰色の線は系統の上限と下限を示す。

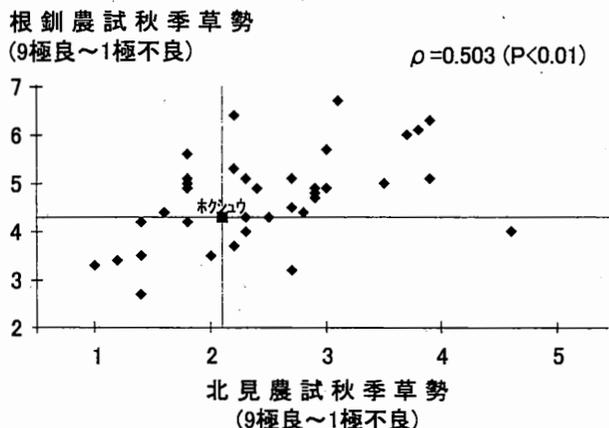


図2. 北見農試と根釧農試における秋季草勢の関係

*北海道立北見農業試験場 (099-1496 常呂郡訓子府町)

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

**北海道立十勝農業試験場 (082-0071 河西郡芽室町)

Hokkaido Tokachi Agric. Exp. stn., Memuro, Hokkaido, 082-0071, Japan

***北海道立根釧農業試験場 (086-1153 標津郡中標津町)

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

「ガレガ (*Galega orientalis* Lam.)」の生育特性

岩淵 慶・我有 満・大塚 博志...

Introduction of Characteristics of New Legume
Galega (*Galega orientalis* Lam.)

Kei IWABUCHI*, Mitsuru GAU**
and Hiroshi OHTSUKA***

緒 言

前報において、ガレガはアルファルファやアカクロバと比べて収量性、耐病性、永続性、混播適性等で優れている点があることを示した。本報では、(1)刈取り時期と再生力、並びに永続性と関連する地下部の生育について検討した。また、(2)播種当年の雑草対策に関連して、掃除刈りを想定した刈取時期について検討した。

材料及び方法

(1)ガレガ (品種: Gale) の刈取り時期と再生力については、本会畜産実験研修牧場および道立北見農業試験場 (訓子府町) で実施された試験結果をもとに検討し、地下部形質については適宜草地を掘り取って調査した。(2)播種当年の雑草対策関連については、4葉期刈り (播種後37日目の草丈約10cmの時期に最頂芽を切除) および7葉期刈り (播種後61日目の草丈約25cm程度の時期に刈高10cmで刈取り) の2処理を設け、掃除刈りの適時期について検討した。なお、いずれの試験もアルファルファ (品種: マキワカバ) との比較で実施した。

結果及び考察

1. 刈取り時期と再生力との関連

表1に刈取りスケジュールを示した。1番草はガレガとアルファルファに差は認められなかった。2番草では、ガレガがアルファルファと比べて刈取り後の再生が緩慢で、生育後期になるとアルファルファと変わらないかやや上回るという再生パターンが反映されていた。即ち、生育期間が50日前後という短いホクレン2000年および北見農試2001年ではガレガはアルファルファより収量は低く、それが60日にもなるホクレン2001年ではガレガが高くなった。このように1番草および2番草では、生育パターンと生育量との関係が明確に現れていた。一方、3

表1. 刈取りスケジュール

場所・年次	収穫日		
	1番草	2番草	3番草
ホクレン 2001年	6/24	8/24	10/15
ホクレン 2000年	6/29	8/15	10/15
北見農試 2001年	6/22	8/9	10/10

播種日:1999年6月1日.

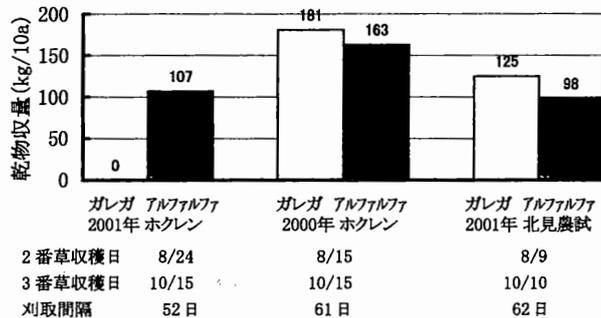


図1. 刈取り時期と再生力 (3番草)

番草ではそれらの場合と状況を異にしていた。ホクレン2001年において、2番草と3番草の刈取り間隔が50日もあり再生がほとんど認められなかったことは、生育日数からは整理できない。雑草の繁茂や病気など特に問題がなかったことから収穫時期が大きく関連していたと考えられた。牧草等の永年作物は、秋に越冬体勢を整えるために地上部の生育を抑え休眠に入るが、ガレガは休眠に入る時期がアルファルファよりも早いことを示唆していた (図1)。従って、ガレガの年間の利用回数は、8月中旬に2番草を収穫する場合は3回刈り、8月下旬以降に2番草を収穫する場合は2回刈りとなる。なお、休眠を誘発するのは気温や日長であるが、この時期は平均気温が約15℃ありその影響は少ないことから、日長条件 (短日条件) がより大きく影響していると考えられた。このような永続性機構の発達については、個体の貯蔵養分との関連で地下部の発達が考えられる。ガレガは、地下茎を非常に発達させる作物であり、経時的に掘取り調査した結果、8月中旬に地下茎の発生が始まった。この時期は、再生が緩慢となる時期と重なっており、これらの点をまとめると図2のとおり整理できた。

2. 掃除刈りの実施適時期の検討

草丈は、4葉期刈りでは処理後24日後の7月31日には無処理と差がなくなり、その後も同様に推移した。7葉期刈りでは、無処理と比べて低く推移したが、処理後34日目の9月4日には無処理区より約16cm低かった (図3)。8月14日 (4葉期刈り; 処理後37日目、7葉期刈り; 処理後15日目) に地上部と地下部の乾物重量を調査した結果、4葉期刈りでは地上部および地下部とも無処理と差は認められなかった。一方、7葉期刈りでは地上部および地下部とも無処理に比べて小さかった。ただし、地下部は地上部に比べてその差は小さくなっていた。乾物収量は、4葉期刈りでは無処理よりもむしろ多収であり、これは茎数が増加したことによる可能性があった。7葉期刈り区では無処理区より低いものの約70%まで回復していた。従って、チモシーとの混播栽培を想定する場合、ガレガは、アルファルファとは異なりイネ科牧草の生育に合わせた掃除刈りが可能であることが示唆された。

	2番草の刈取り時期			
	8月		9月	
	上旬	中旬	下旬	上旬
地下茎の発達	無	少	多	→
3番草の再生程度	大	中	極少 (無)	→

⇒永続性機構の発達

図2. 2番草の刈取り時期と地下茎の発達および3番草の再生程度との関係

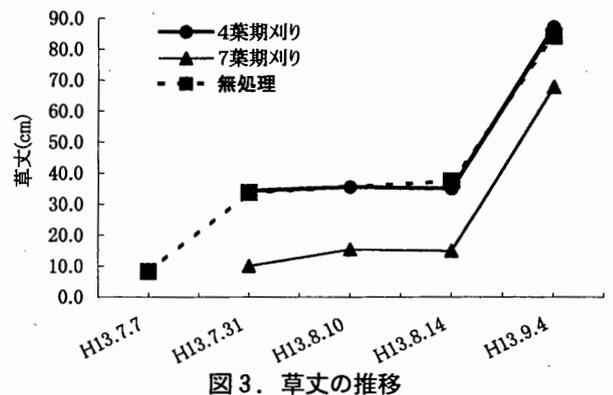


図3. 草丈の推移

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

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

**北海道農業試験場 (062-0045 札幌市豊平区羊ヶ丘1)

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

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

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

ガレガの生育ステージの進行に伴う飼料成分割合の変化

我有 満**・岩淵 慶**・磯部 祥子**・廣井 清貞*

Change of feed composition ratios with developing stage in galega

Mitsuru GAU*, Kei IWABUCHI**, Sachiko ISOBE* and Kiyosada HIROI*

緒 言

ガレガは、生育ステージの進行に伴う飼料品質の低下が小さいことが長所の一つとされている。本報告では、アルファルファを対照としてこの点を確認した。

材料および方法

1998年8月30日に播種したガレガ「Gale」およびアルファルファ「マキワカバ」の3年目の単播草を材料とした。各生育ステージにおいて、各草種2点サンプリングし、60℃で48時間通風乾燥して、粉碎し、飼料成分分析を行った。CPはケルダール法、EEはソックスレー法、灰分は灰化法、OCC、OCW、Oa、Obは酵素法により分析した。また、ADF、NDF、NFCは分析値を基に推定式を用いて計算した。サンプリングは、1番草においては2000年5月31日から5日刻みで7月10日まで9回行い、2番草は8月7日、3番草は10月27日に各1回行った。2番草および3番草を調査するための1番草の刈り取り日は6月25日であった。施肥は北海道農業研究センターのアルファルファ育種基準に従った。

結果および考察

開花始日は、「Gale」6月10日、「マキワカバ」6月25日であった。「マキワカバ」の開花始に近い6月20日から6月25日頃を境に、それ以前では、「マキワカバ」でCP割合が高く、ADF割合、NDF割合が低いが、以後は、「Gale」でCP割合が高く、ADF、NDF割合が低くなった。7月10日におけるCP割合は、「マキワカバ」11.0%に対し、「Gale」は15.4%を維持していた。また、「Gale」は2番草および3番草において、「マキワカバ」よりCP割合が高く、ADF割合およびNDF割合は低くなった。

以上より、「マキワカバ」は、開花始期以降においてCP割合が低下、ADF割合およびNDF割合が増加し、

品質の低下が大きいものに対して、「Gale」は、1番草の生育の進行に伴う品質の低下が小さく、少なくとも、「Gale」の飼料品質は「マキワカバ」に劣るものではないと考えられた。また、2番草および3番草においては、「Gale」のCP割合は「マキワカバ」より高く、ADF割合およびNDF割合は低いことから、「Gale」は「マキワカバ」より高品質と考えられた。今後、消化性あるいはサイレージの発酵品質等の調査が必要であるが、ガレガは自給飼料の高品質化に貢献する可能性が高いと考えられた。

表1 各生育段階の飼料成分および栄養価のガレガとアルファルファの比較 (北農研 2000)

草種	分析項目	収穫時期										
		1番草									2番草	3番草
		5/31	6/5	6/10	6/15	6/20	6/25	6/30	7/5	7/10	8/7	10/27
GA	TDN	57.0	54.6	57.6	55.0	54.7	54.3	53.5	53.9	54.3	51.4	52.2
	CP	25.4	20.2	19.2	16.5	17.1	18.0	17.6	16.2	15.4	22.7	20.1
	ADF	30.3	36.0	34.2	37.9	37.6	36.5	36.8	36.7	38.1	37.7	31.9
	NDF	42.9	49.0	47.1	51.1	50.7	49.6	49.9	49.8	51.3	50.8	44.5
	NFC	21.6	20.3	24.6	23.0	20.5	22.3	22.9	25.8	25.4	17.6	23.2
	EE	2.3	2.0	1.9	2.1	2.2	2.4	2.3	1.4	0.9	0.7	2.6
	灰分	8.7	8.9	7.5	7.5	8.7	8.0	7.6	6.9	6.9	8.8	10.0
AL	TDN	58.5	58.3	56.5	53.6	55.5	52.8	53.1	51.0	51.4	51.6	52.0
	CP	27.3	26.6	19.8	17.4	16.4	13.3	14.4	13.0	11.0	16.3	15.6
	ADF	21.3	24.3	25.1	31.3	34.3	38.0	38.2	42.2	43.4	41.1	34.5
	NDF	33.0	36.3	37.2	44.0	47.2	51.2	51.4	55.8	57.1	54.5	47.5
	NFC	25.7	23.8	29.7	26.3	25.2	24.8	23.2	21.7	22.3	18.9	24.5
	EE	2.8	2.4	2.8	2.5	2.1	2.1	1.7	1.4	1.3	1.7	2.6
	灰分	12.2	12.0	10.8	10.0	9.2	8.5	9.3	7.9	7.9	8.7	9.9

注) GA: ガレガ「Gale」 AL: アルファルファ「マキワカバ」 分析値はDM%

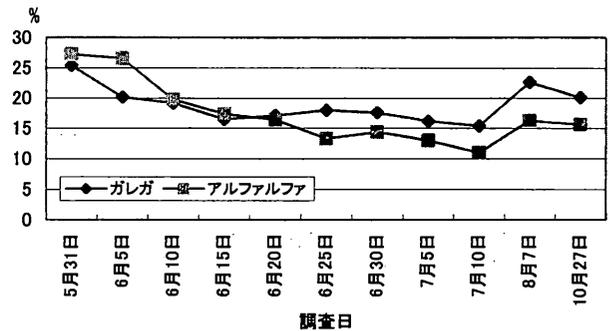


図1 ガレガおよびアルファルファのCP割合の変化

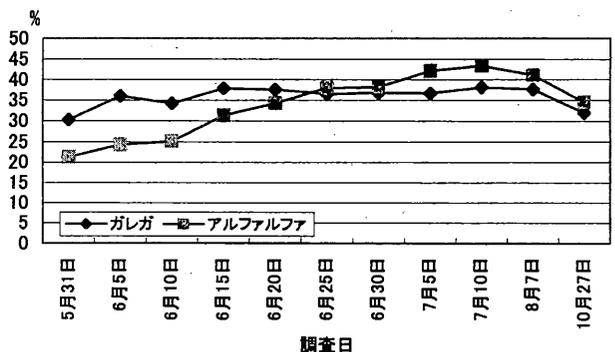


図2 ガレガおよびアルファルファのADF割合の変化

*北海道農業研究センター (062-8555 札幌市豊平区羊ヶ丘1)

National Agricultural Research Center for Hokkaido Region (Hitsujioka 1, Toyohira-ku, Sapporo 062-8555 Japan)

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

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

生育初期地下茎発達の草種間差異

義平 大樹・三橋 麻由

Differences in rhizome development of grasses at early growth stage
Taiki YOSHIHARA and Mayu MITSUHASHI

緒言

放牧飼養を主体とした黒毛和種繁殖経営では、過肥による繁殖性の低下が問題となっている。季節全般にわたり飽食するため、TDNの高い草種では栄養摂取量を制限するのは難しいからであると考えられる。過肥防止対策としてTDNの低いリードカナリーグラス (RE)、ケンタッキーブルーグラス (KB)、シバムギなどの地下茎型牧草により栄養摂取量を質的制御することによって過肥を防ぐ方法が考案されている。

また一方では、これらの草種は採草地における強雑草であり、その駆除が問題となっている。放牧利用、雑草駆除の両面から、地下茎型牧草の生育初期地下茎発達を比較作物的に整理することは重要であると考えられる。そこで、RE、KBおよびシバムギの地下茎発達を形態および生長解析により比較し、その草種間差異を明らかにしようとした。

材料及び方法

1. 地下茎から再生させた個体の生長解析 (実験1)

2001年5月28日に北海道農業研究センターの放牧用RE、KB草地および試験草地横のシバムギ群生地より約50cm×50cmの正方形に5ヶ所切り取り地下茎を採取した。採取した地下茎は水で土壌を洗い落とし、10cm程度に切断しプランター (縦40cm×横65cm×深さ20cm) に北海三共の園芸培養土を詰め、4個体を移植した。プランターは網室に設置し、試験配置は各区6個体2反復乱塊法とした。品種はREがベンチャー、KBがトロイを供試した。出芽期以降14日に1回、プランターから地下茎を採取し、地下茎長、地下茎重、地上部部位別乾物重および葉面積を測定した。

2. 種子からの生長個体の生長解析 (実験2)

RE、KBについてのみ、同じ品種をプランターの6点に、1点につき4粒を5月28日に播種した。出芽が揃ってから間引きし1個体とした。同様の調査を行い、生長解析を行った。

結果及び考察

1. 種子からの生長個体の地下茎発達開始時期

種子からの生長個体の地下茎発達の開始時期はREが5~6葉期、分けつ数が5本程度の段階であった。それに対してKBは5~6葉期、分けつ数が12本程度の生育段階であった。その時期はREがKBに比べてやや早かった。

REは主稈と分けつの角度が遅発分けつほど拡がり、ある程度以上の角度になると地下茎となると考えられたのに対して、KBは分けつ数の増加にともない冠部が大きくなってから、その下部より分けつが発生すると推察された。

2. 地下茎重増加速度

実験1、2ともに地下茎重の1日当りの増加速度 (Rhizome growth rate: RGR) はRE>シバムギ>KBであった (図1)。また、地上部乾物重増加速度 (Crop growth rate: CGR) がRE>シバムギ>KBであった。両者は比例関係にあると考えられた。しかし、移植後60日前後までの地下茎への乾物分配率 (RGR/CGR: R/

T) はRE>シバムギ>KBであった。移植後80日を過ぎるとR/T比の草種間差異は小さくなった (表1)。また、葉面積は生育期間を通じてRE>シバムギ>KBであった。

これらのことから生育初期の地下茎重増加速度の差は、CGRと地下茎への乾物分配率の差の両方に起因し、CGRは葉面積の差に起因すると考えられた。

3. 地下茎長増加速度

地下茎長増加速度は、地下茎重とは反対に移植後60日目頃まではKB、シバムギ>RE、70日以降はシバムギ>KB>REであった (図1)。これは地下茎の平均的な太さを表す指標である地下茎重/地下茎長がRE>>シバムギ>KBだからである。一茎重はシバムギ、RE>KB、地下茎1節当りの地下茎数はKB>RE>シバムギであった (表1)。

以上より、放牧草地内で分布を広げていく戦略として、REは貯蔵養分に富む太い地下茎を発生させ、そこから太い茎を出し、株の周りから徐々に分布を広げていくのに対して、KBは細い地下茎を発生させそれを長く伸ばし、それが地上部に出て多くの細かい分けつで株を形成した後に、再び地下茎を先に広げていくと考えられた。シバムギは地下茎の太さ、長さ、地下茎から発生する地上茎の間隔から考えるとREとKBの中間的な性質を持つ草種であると考えられた。

表1. 地下茎発達の草種間差異 (地下茎からの再生個体)

調査項目	播種後日数	RE	KB	シバムギ
一茎重(mg)	84	1510±452	360±108	2080±562
地下茎1節当りの地上茎数	84	0.33	0.69	0.44
地下茎長(cm/pl)	84	64	151	195
地下茎重(mg/pl)	84	3910	910	2590
地下茎重/地下茎長(mg/cm)	84	61	6	13
R/T比	56	0.66±0.21	0.23±0.11	0.49±0.12
	84	0.33±0.14	0.38±0.08	0.21±0.11

R:地下茎(Rhizome)の乾物重 1区6個体2反復の平均値±標準誤差
T:地上部全体(Top)の乾物重

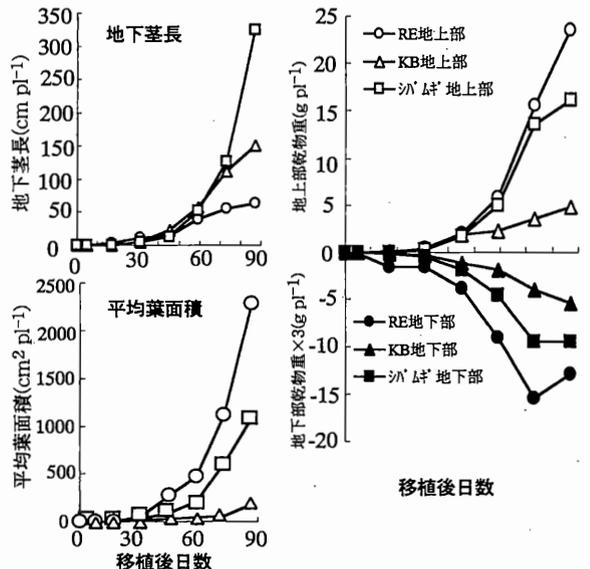


図1. 1個体当たり地下茎長、地上部および地下茎乾物重、葉面積の推移

簡易検定法を用いたアカクローバ菌核病抵抗性に関する QTL 解析

磯部 祥子*・I. Klimenko**・N. Razgoulaeve**・
S. Ivashua*・我有 満*・N. Kozlov**

Analysis of QTL associated with resistance to *Sclerotinia crown and stem rot* by simple laboratory test

S. ISOBE*, I. KLIMENKO**, N. RAZGOULAEVE**, S. IVASHUTA*, M. GAU* and N. KOZLOV**

緒 言

菌核病は積雪下で進行し、融雪後に茎葉や根が腐敗するアカクローバの重要病害で *Sclerotinia trifoliorum* Eriksson によって引き起こされる。本研究では室内における簡易検定法によりアカクローバの菌核病抵抗性を調査するとともに、RFLP マーカーによるアカクローバ連鎖地図の作成を行い、菌核病抵抗性に関する QTL (Quantitative Trait Loci: 量的形質座) 解析を行った。本研究は北海道農業研究センターおよび全ロシアウィリアムス飼料作研究所との共同研究により行われた。

材料及び方法

(1) 解析集団: ロシアから導入した戻し交雑集団: 「WF1680×272」(WF1680による BCF 1 集団) 167 個体である。WF1680の特性は晩生、spring type、白花、高収量であり、272の特性は早生、赤花、葉斑小である。

(2) 簡易検定法による菌核病抵抗性検定: 解析集団内から抽出した任意の68個体と両親を用いて、簡易検定法による菌核病抵抗性検定をウィリアムス飼料作研究所において以下の手順で行った。

1. ベンズイミタゾールを満たした脱脂綿をシャーレに敷き、その上に複葉を置く。
2. *Sclerotinia trifoliorum* Eriksson の液体培養液を2滴ずつ小葉にスポットする。
3. 光量5000lx、温度14~16℃のチャンバーに7日間放置する。
4. ダメージの程度を4段階で評価(1:無~4:甚)、数式処理により、罹病の程度を算出する。

(数式: $R(\%) = \frac{\sum a \cdot b}{N \cdot K} \cdot 100$ 、R: 罹病程度、a: 罹病した小葉の数、b: 罹病程度の評点、N: 評価した小葉の数、K: 罹病程度の評点の最大値)

(3) 連鎖地図の構築と QTL 解析: 連鎖地図の構築は北農研で行った。アカクローバ cDNA ライブラリーを用いて RFLP マーカーを開発し、JoinMap により連鎖地

図の構築を行った。また、MapQTL により、菌核病抵抗性および草丈に関する QTL 解析を行った。

結果及び考察

解析集団の菌核病抵抗性検定による葉のダメージ程度は集団の平均で73.3%であった。両親のダメージ程度はWF1680が70.4%、272が63.0%であり、272の抵抗性がWF1680より高かった。解析集団内では最大値が100%、最小値が14.3%となった。

138の RFLP マーカーにより7つの連鎖群(染色体数と同数)からなる連鎖地図を構築した。全長は726.6cM、平均長100cM、マーカー間の平均の距離は5.5cMであった(図1)。

抵抗性検定の結果と構築した連鎖地図を用いて菌核病抵抗性について QTL 解析を行ったところ、LOD 値2.0以上の QTL が4つ検出された。4つの QTL 解析のうち、2つは抵抗性強に關与する QTL であり、残りの2つは抵抗性弱に關与する QTL であった(表1)。

本試験より、菌核病抵抗性に關与する QTL がアカクローバゲノム上に数ヶ所存在する可能性が示唆された。これらの QTL をさらに詳細に解析することで、菌核病抵抗性に関する DNA 選抜マーカーの作出が可能であると考えられる。

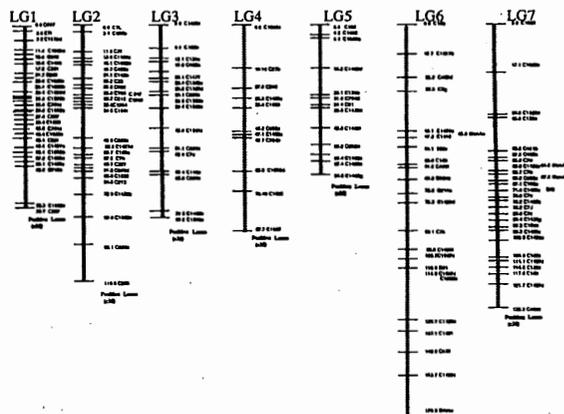


図1. RFLP マーカーによるアカクローバの連鎖地図

表1. 菌核病抵抗性に関する QTL 解析検定

位置	近傍マーカー	LOD値	両親の遺伝子型	効果 ^{*)}
LG1 46	C1552b	3.28	a0xa0	-
LG2 30	C1541- C669c	2.86	00xa0	+
LG4 38	C1062	2.7	00xa0	-
LG5 36	C1408e	4.99	a0xa0	+

^{*)} +は抵抗性強を示し、-は抵抗性弱を示す。

*北海道農業研究センター (062-8555 札幌市豊平区羊ヶ丘1番地)

National Agricultural Research Center for Hokkaido Region, 1, Hitsujigaoka, Toyohira-ku, Sapporo, 062-8555, Japan

**全ロシア・ウィリアムス飼料作研究所

All Russian Williams Fodder Research Institute, 141055 ugovaya, Moscow reg. Russia

異なる競合条件がエンドファイト感染ペレニアルライグラスの生育に及ぼす影響

山崎 修一・平田 聡之・由田 宏一・中嶋 博

Influence of differential competitive condition on growth of endophyte-infected perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.)

Shuichi YAMAZAKI, Toshiyuki HIRATA, Kouichi YOSHIDA, and Hiroshi NAKASHIMA

緒 言

エンドファイトは植物体内部で相互扶助的に共生している菌類の総称であり、宿主植物に様々な形質を付与することが知られている。ペレニアルライグラスでは、エンドファイト感染植物体は家畜毒性が付与されるが、非感染植物体よりも耐虫性が向上するなどの優良形質が付与されることが報告されている。しかしながら、その他の付与形質についてまだ十分に解明されているとはいえない。また、ペレニアルライグラスのエンドファイト感染が混播草地におけるシロクロバの個体数を減少させることが報告されており、エンドファイトの感染が実際の草地に与える影響を把握しておくことは重要である。本研究では実際の圃場で異なる競合条件を設定し、エンドファイトの感染が宿主であるペレニアルライグラスと競合するシロクロバの生育に及ぼす影響について検討した。

材料および方法

シロクロバは「ソーニャ」を、ペレニアルライグラスは「Nui」のエンドファイト感染系統を供試した。また、2000年に感染系統から葉剤殺菌処理によりクローンの非感染系統を作製した。ペレニアルライグラスの各系統は2001年6月上旬に北海道大学北方生物圏フィールド科学センター、生物生産研究農場内の圃場に移植した。処理区は感染系統とシロクロバの混植区、非感染系統とシロクロバの混植区、感染系統の単植区、非感染系統の単植区の計4処理区を設けた。混植区は株間15cm、畝間30cmとし、単植区は株間、畝間ともに15cmとした。混植区では、5月下旬にシロクロバをペレニアルライグラスの畝の中間に条播した。刈取は高さ5cmで7、8、9月の各下旬に計3回行った。それぞれの刈取時期に各区の個体を地際から刈取って生育調査を行い、高さ5cmで刈取った収穫物の乾物重を調査した。

結果および考察

実験期間中では、とくに病虫害の発生は見られず、病虫害抵抗性においてエンドファイトの影響の差異は認められなかった。ペレニアルライグラスの生育調査では、単植区において全ての刈取時期で地上部乾物重にエンドファイト感染の影響が認められなかったのに対し、混植区では刈取2回目以降の感染系統で非感染系統に比べ、地上部乾物重が有意に増加した(図1)。混植区では、刈取2回目には感染系統で葉鞘と地上部合計の乾物重が有意に増加したのに対し、刈取3回目では調査した全ての形質で感染系統の方が有意に増加した(表1)。この

ことからペレニアルライグラスでは、他の植物体と競合する場合、エンドファイト感染の優位性を発現する可能性が考えられた。

ペレニアルライグラスとシロクロバの収量調査の結果を単位面積当たりの収量に換算した場合、混植区単植区ともにエンドファイト感染による全収量の差異は認められなかったが、混植区においてエンドファイトの感染がペレニアルライグラスの収量が増加させ、シロクロバの割合をやや減少させる傾向が認められた(図2)。

今後はエンドファイト感染植物体と競合する種との組み合わせを変えることにより、感染植物体が優位性を示すパターンや生理的、形態的な条件などの解析が必要であると思われる。

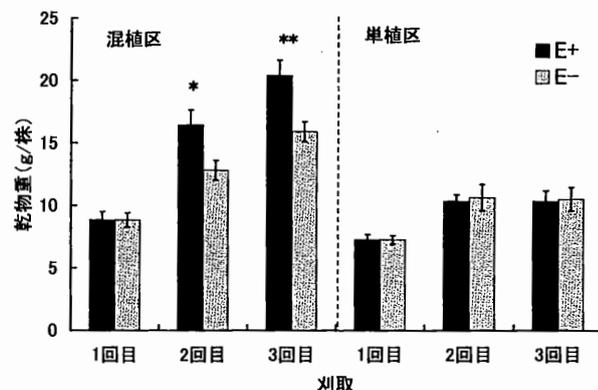


図1. 各刈取時期におけるペレニアルライグラスの地上部乾物重

注1) *は5%水準の有意差、**は1%水準の有意差を示す
2) 縦棒は標準誤差を示す

表1. 混植区における各刈取時期のペレニアルライグラスの形質

刈取	感染	分けつ数(本/株)	乾物重		
			葉身(g/株)	葉鞘(g/株)	地上部合計(g/株)
1回目 (7月25日)	E+	70	5.2	3.7	8.8
	E-	77	5.3	3.6	8.8
2回目 (8月23日)	E+	146	7.7	8.8**	16.4*
	E-	128	6.1	6.7	12.8
3回目 (9月24日)	E+	159*	8.5*	11.6**	20.2**
	E-	128	7.2	8.7	15.9

注) *は5%水準の有意差、**は1%水準の有意差を示す

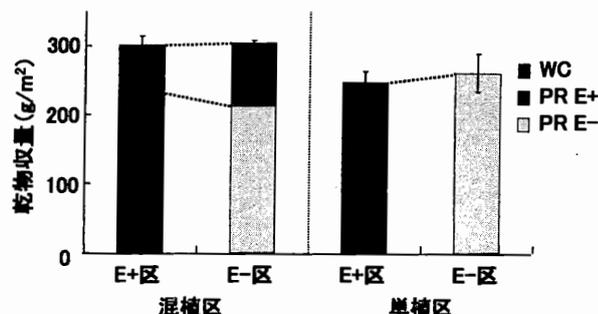


図2. 刈取3回目における、単位面積当たりの乾物収量
注) 縦棒は標準誤差を示す

混播条件におけるガレガ
(*Galega orientalis* Lam.) の特性

我有 満*・岩淵 慶**・内山 和宏*・磯部 祥子*

Characteristics of galega (*Galega orientalis* Lam.)
in mixed sowing

Mitsuru GAU*, Kei IWABUCHI**,

Kazuhiro UCHIYAMA* and Sachiko ISOBE*

緒 言

北海道における採草地のマメ科割合が低いことが指摘されており、自給飼料の高品質化あるいは窒素肥料の節減をはかる上で、マメ科牧草の有効活用は重要なテーマである。現在、利用されている主なマメ科牧草、アカクロバ、アルファルファおよびシロクロバは、チモシーとの混播において、永続性がチモシーより劣ることが問題である。新規導入のマメ科牧草ガレガは地下茎を有し、永続性に優れるため、草地で永く生存することによる植生改善効果が期待できる。本報告では、播種翌年におけるガレガのチモシーに対する競合力を明らかにした。

材料および方法

チモシー「ノサップ」との混播において、ガレガを含むマメ科牧草の草種比較およびガレガの播種量試験を行い、ガレガの競合力を評価した。草種比較は、ガレガ「Gale」、アルファルファ「マキワカバ」、アカクロバ「ホクセキ」を供試し、播種量は、 m^2 当たり、チモシー1.5gに対し、ガレガ3g、アルファルファ1g、アカクロバ0.4gとした。播種量試験は、 m^2 当たり、チモシー1.5gに対し、ガレガ0g、1g、2g、3g、4gの5水準で行った。両試験とも乱塊法4反復で、1999年5月7日に散播した。一区面積は6 m^2 、施肥は北海道農業研究センター育種基準（混播）に従った。

結果および考察

草種比較のガレガ区のチモシー収量は、アルファルファ区およびアカクロバ区より低く、チモシー単播区と大差なかった（図1）。特に、2、3番草のアルファルファ区およびアカクロバ区のチモシー収量は著しく低く、

チモシーが抑圧される傾向がみられた（図2）。播種量試験において、ガレガの播種量増加とともに総収量は増加し、チモシー収量は微減した（図3）。これを番草別にみると、チモシー収量の減少は1番草においてのみであり、2、3番草におけるチモシー収量の減少はみられなかった（図4）。

チモシーに対するマメ科牧草の抑圧は、チモシーの生育が緩慢になる2番草以降で問題となるが、ガレガは2番草以降の競合力が小さく、2番草以降におけるチモシーへの抑圧は認められなかった。以上より、チモシーの植生を維持したい場合、混播相手としてガレガの利用価値があると考えられる。

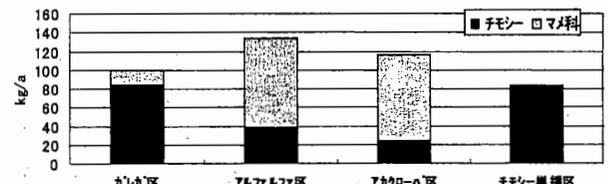


図1 草種比較における各マメ科草種区の年間合計収量

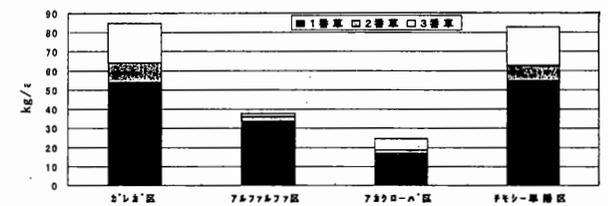


図2 草種比較における番草別のチモシー乾物収量



図3 播種量試験における各草種の年間合計乾物収量

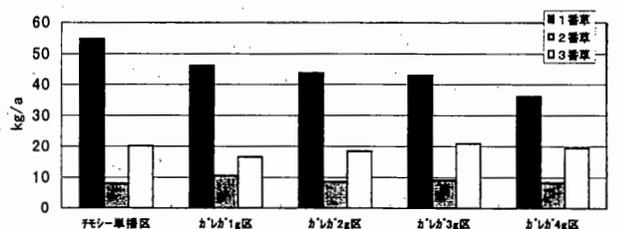


図4 播種量試験における番草別のチモシー乾物収量

*北海道農業研究センター (062-8555 札幌市豊平区羊ヶ丘1)

National Agricultural Research Center for Hokkaido Region (Hitsuji gaoka 1, Toyohira-ku, Sapporo 062-8555 Japan)

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

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

事務局だより

I 庶務報告

1. 平成13年度 北海道草地研究会賞受賞候補者選考委員会

日 時：平成13年6月7日 11:15~12:15

場 所：ホクレンビル10階B会議室（札幌）

選考委員：山口秀和（委員長）、秦 寛、小阪進一、本江昭夫、大原益博

候補者：三木直倫（北海道立十勝農業試験場）

「天北地方鉍質土草地の有機物並びに窒素動態とそれに基づく窒素施肥管理に関する研究」

2. 第1回評議員会

日 時：平成13年6月7日 13:00~15:00

場 所：ホクレンビル10階B会議室（札幌）

出席者：委員長、副委員長、事務局他評議員13名が出席

議 事：下記の議題について討議され、原案通り承認された。

1) 評議員、編集委員の変更について

評議員の変更

旧	新	
今 友親（天北農試）	杉本 巨之（天北農試）	人事異動
裏 悦次（根釧農試）	前田 善夫（根釧農試）	退 職
泉 陽一（道農地整備課）	退 任	人事異動
坂下 精一（北海道開発局）	染井順一郎（北海道開発局）	人事異動
山口 秀和（北農試）	（北農研）	名称変更
竹下 潔（北農試）	（北農研）	名称変更
小川 恭男（北農試）	（北農研）	名称変更
脊戸 皓（網走地区農改）	（北見地区農改）	所属変更

編集委員の変更

小川 恭男（北農試）	（北農研）	名称変更
久米 新一（北農試）	（北農研）	名称変更

2) 平成13年度北海道草地研究会賞受賞者の選考結果について

山口秀和選考委員長から選考結果の報告がなされ、推薦のあった三木直倫氏を受賞者として決定した。

3) 平成13年度北海道草地研究会発表会の開催について

平成13年12月14日に北海道大学学術交流会館で開催することを決定した。

4) 北海道畜産学会・北海道家畜管理研究会・北海道草地研究会共催 公開シンポジウムの開催について

北海道畜産学会2001年度大会開催（9月3、4日 北大）にあわせて平成13年9月3日に開催することを決定した。なお、開催に際しては、懇親会も共催で行うこと、北海道畜産学会・北海道家畜管理研究会・北海道草地研究会（松中副会長および中辻幹事）より実行委員を選出し実行委員会を設けること（委員長：大久保正彦 北大教授）とし、テーマ、人選等、詳細については今後、実行委員会で検討することとなった。

5) 会計報告

平成12年度会計決算報告、平成12年度会計監査報告、平成12年度研究発表会会計決算報告および平成13年度会計中間報告。

会費滞納と入退会の状況：正会員数394名（入会16名、退会30名）。会費3年分滞納会員3名、2年分滞納7名、計10名については会報の発送を行わず、会費3年分滞納会員には平成13年12月31日までに会費納入がなければ除名とする旨を、2年分滞納会員については14年度には除名対象となる旨を通知するとの報告があった。

6) 研究会報(第35号)の編集状況について

北海道草地研究会報第35号(2001)には、研究報文4編、受賞論文1編、シンポジウム2編、講演要旨36編(平成11年度発表会分の3編を含む)が掲載され、6月下旬に発行予定であるとの報告があった。また、現在、投稿論文数は2編であり、審査中である旨報告された。

3. 北海道畜産学会・北海道家畜管理研究会・北海道草地研究会共催 公開シンポジウム

「21世紀の北海道畜産・草地の展望」の開催

日 時:平成13年9月3日

場 所:北海道大学学術交流会館

参加者数:216名

座 長:左 久氏(帯畜大)、鮫島邦彦氏(酪農大)

話題提供者:

「はばたく北海道畜産、その現状と未来」	田村 千秋氏(道立畜試)
「畜産の先端技術がひらく新たな展望」	南橋 昭氏(道立畜試)
「北海道の草地の歴史と持続的発展へのシナリオ」	松中 照夫氏(酪農大)
「これからの牛乳・乳製品と私たちの健康」	島崎 敬一氏(北大)

4. 第2回評議員会

日 時:平成13年12月14日 12:15~13:15

場 所:北海道大学学術交流会館 第2会議室

出席者:委員長、副委員長、事務局他評議員14名が出席

議 事:下記の議題について討議され、原案通り承認された。

1) 平成13年度一般経過報告

(1) 庶務報告

平成13年度北海道草地研究会賞受賞候補者選考委員会の開催

平成13年度第1回評議員会の開催

北海道畜産学会・北海道家畜管理研究会・北海道草地研究会共催 公開シンポジウムの開催

平成13年度北海道草地研究会発表会の開催について

平成13年12月14日、北海道大学学術交流会館で開催。一般講演32題、
受賞講演1題、参加申込者数は88名(12月13日現在)。

会員の動向(平成13年12月13日現在)

正会員384名、名誉会員13名、学正会員9名、賛助会員28社(29口)

(2) 編集報告

研究会報:研究会報題35号の編集結果は以下の通り報告された。

発行日 平成13年7月10日

受賞論文	1編	5頁
シンポジウム	2編	8頁
研究報文	4編	25頁
講演要旨	36編(平成11年度発表会分の3編を含む)	36頁
事務局だより・名簿		27頁
合 計		101頁

投稿論文:現在、投稿論文数は2編あり、審査中である。

2) 平成13年度会計中間報告

3) 平成13年度会計監査報告(中間)

4) 平成14年度 事業計画

研究会報第36号の発行(平成14年6月発行予定)

北海道草地研究会賞受賞者の選考
 研究発表会の開催
 シンポジウムの開催

5) 平成14年度予算

6) 長期会費未納者の処置

会費納入の督促にも関わらず、平成13年12月12日現在で3年間分の会費を滞納している会員は3名であり、平成12年12月31日までに会費が納入されない場合には除名扱いとなる旨報告された。

7) 役員の変更

第19期北海道草地研究会事務局としては酪農学園大学（任期は平成14年1月1日から平成15年12月31日までの2年間）および新役員（別紙、第19期役員名簿）が提案された。

8) 北海道草地研究会会則の一部改正について

平成11年度総会において、研究会事務局の担当機関が北大、酪農大、北農研、道立農（畜）試および帯畜大の5場所と決定されたことに伴い、副会長を3名から4名とする。

	現 行	改正案
第6条	本会には下記の役職員を置く。 会 長 1名 副 会 長 3名 評 議 員 若干名 監 事 2名 編集委員 若干名 幹 事 若干名	本会には下記の役職員を置く。 会 長 1名 副 会 長 4名 評 議 員 若干名 監 事 2名 編集委員 若干名 幹 事 若干名
附 則	平成11年1月1日一部改正	平成11年1月1日一部改正 平成13年12月14日一部改正

5. 平成13年度研究発表会

日 時：平成13年12月14日

場 所：北海道大学学術交流会館

一般講演 32題

受賞講演 三木直倫氏（北海道立十勝農業試験場）

「天北地方鉍質土草地の有機物並びに窒素動態とそれに基づく窒素施肥管理に関する研究」

6. 平成13年度総会

日 時：平成13年12月14日 15:45~16:30

場 所：北海道大学学術交流会館 小講堂

議 事：下記の議題について討議され、原案通り承認された。

1) 平成13年度一般経過報告

(1) 庶務報告

平成13年度北海道草地研究会賞受賞候補者選考委員会の開催

平成13年度第1回評議員会の開催

平成13年度第2回評議員会の開催

北海道畜産学会・北海道家畜管理研究会・北海道草地研究会共催 公開シンポジウムの開催について

平成13年度北海道草地研究会発表会の開催について

会員の動向

(2) 編集報告 上記4.2) のとおり

2) 平成13年度会計中間報告

- 3) 平成13年度会計監査報告 (中間)
- 4) 平成14年度 事業計画
 - 研究会報第36号の発行 (平成14年6月発行予定)
 - 北海道草地研究会賞受賞者の選考
 - 研究発表会の開催
 - シンポジウムの開催
- 5) 平成14年度予算
- 6) 長期会費未納者の処置 上記4.6) のとおり
- 7) 役員の改選 上記4.7) のとおり
- 8) 北海道草地研究会会則の一部改正について 上記4.8) のとおり

II 平成13年度会計決算報告

(平成13年1月1日～12月31日)

一般会計

1. 収入

* 「差し引き」 = 「決算額」 - 「予算額」

項 目	予算額	決算額	差し引き*	備 考
前年度繰越金	1,430,000	1,537,333	107,333	
正 会 員 費	960,000	807,490	-152,510	過年度34名分・本年度282名・次年度7名
学 生 会 員 費	10,000	15,000	5,000	15名分
賛 助 会 員 費	290,000	280,000	-10,000	28口分
雑 収 入	50,000	56,450	6,450	利子, 会報超過ページ・別刷り代
合 計	2,740,000	2,696,273	-43,727	

2. 支出

** 「差し引き」 = 「予算額」 - 「決算額」

項 目	予算額	決算額	差し引き**	備 考
印 刷 費	950,000	840,000	110,000	会報35号印刷代
連 絡 通 信 費	130,000	132,110	-2,110	会報発送代・葉書代・切手代
消 耗 品 費	20,000	1,915	18,085	事務用品購入
賃 金	25,000	24,000	1,000	学生アルバイト (会誌発送、懇親会案内)
原 稿 料	30,000	0	30,000	
会 議 費	100,000	55,830	44,170	評議員会 会議費
旅 費	50,000	0	50,000	
雑 費	5,000	0	5,000	
予 備 費	1,430,000	100,315	1,329,685	合同シンポジウム援助、手数料
合 計	2,740,000	1,154,170	1,585,830	

3. 収支決算

収 入 2,696,273

支 出 1,154,170

残 高 1,542,103

残高内訳：現 金 47,003円
 郵便振替口座 1,247,500円
 郵便貯金口座 65,844円
 銀 行 口 座 181,756円
 1,542,103円

特別会計

1. 収入

* 「差し引き」 = 「決算額」 - 「予算額」

項目	予算額	決算額	差し引き*	備考
前年度繰越金	1,565,410	1,565,584	174	
利子	1,550	4,572	3,022	定期：4,500；普通：72
合計	1,566,960	1,570,156	3,196	

2. 支出

** 「差し引き」 = 「予算額」 - 「決算額」

項目	予算額	決算額	差し引き**	備考
会賞表彰費	30,000	14,826	15,174	
原稿料	40,000	0	40,000	
合計	70,000	14,826	55,174	

3. 収支決算

収入 1,570,156

支出 14,826

残高 1,555,330

残高内訳：定期貯金 1,501,500円

普通預金 53,830円

III 平成13年度研究発表会決算報告

(平成13年12月14日開催)

1. 収入

項目	決算額	備考
大会参加費	206,000	2,000円×103名
懇親会参加費	245,000	3,500円×70名
幹事会より支出	343	
合計	451,343	

2. 支出

** 「差し引き」 = 「予算額」 - 「決算額」

項目	決算額	備考
会場費・暖房費	45,230	
講演要旨印刷代	98,700	
懇親会費(70名)	245,000	3,500円×70名
飲み物など	7,728	
学生アルバイト	40,000	事前(10,000円×1名)、当日(5,000円×6名)
文具など	14,685	
合計	451,343	

収入-支出 0

IV 会計監査報告

平成13年12月31日現在の会計帳簿類・領収書・預貯金通帳等について監査を実施しましたところ、その執行は適正・正確でしたのでここに報告いたします。

平成14年3月11日

北海道草地研究会 監事

花田 正 明 (帯広畜産大学)

義平 大 樹 (酪農学園大学)

V 平成14年度予算

(平成14年1月1日～12月31日)

一般会計

1. 収入 * 「差し引き」 = 「決算額」 - 「予算額」

項 目	平14年度予算額	平13年度予算額	平13年度見込み決算額	備 考
前年度繰越金	1,662,126	1,430,000	1,537,333	平成13年度見込み残高
正 会 員 費	910,000	960,000	754,990	364名 (371名、既納6名)
学 生 会 員 費	10,000	10,000	8,000	10名分
賛 助 会 員 費	280,000	290,000	250,000	28口分
雑 収 入	50,000	50,000	184,950	利子、超過ページ・別刷代
合 計	2,912,126	2,740,000	2,735,273	

2. 支出 ** 「差し引き」 = 「予算額」 - 「決算額」

項 目	平14年度予算額	平13年度予算額	平13年度見込み決算額	備 考
印 刷 費	900,000	950,000	840,000	会報36号印刷代
連 絡 通 信 費	130,000	130,000	132,110	会報発送代、封筒、葉書代、封筒印刷代など
消 耗 品 費	20,000	20,000	21,207	コピー用紙、インク代など
賃 金	25,000	25,000	24,000	会誌発送アルバイト代
原 稿 料	30,000	30,000	0	シンポジウム原稿料
会 議 費	100,000	100,000	55,830	評議員会 会議費
旅 費	50,000	50,000	0	
雑 費	5,000	5,000	0	振替用紙印刷サービスなど
予 備 費	1,652,126	1,430,000	1,662,126	
合 計	2,912,126	2,740,000	2,735,273	

特別会計

1. 収入

項 目	平14年度予算額	平13年度予算額	平13年度見込み決算額	備 考
前年度繰越金	1,539,899	1,565,410	1,565,584	平成13年度見込み残高
利 子	3,100	1,550	4,572	定期：3,000；普通：100
合 計	1,542,999	1,566,960	1,570,156	

2. 支出

項 目	平14年度予算額	平13年度予算額	平13年度見込み決算額	備 考
会 賞 表 彰 費	30,000	30,000	10,257	楯・表彰状 2名分
原 稿 料	40,000	40,000	20,000	原稿料 2名分
合 計	70,000	70,000	30,257	

VI 会員の入退会（正会員）

（平成14年6月10日現在）

入会者

正会員（5名）

大塚 智史（南根室地区農業改良普及センター） 松村 哲夫（北海道農業研究センター）
八木 隆徳（北海道農業研究センター） 山田 悦啓（北海道農政部酪農畜産課）
クラブ四万十環境大学

退会者

正会員（33名）

江端 春雄、泉 陽一、酒井 康之、袖原友加津、艾尼瓦尔 艾山、堀内 一男、高山 英紀、
今 友親、水野 和彦、大城 敬二、中西 雅昭、佐野 純子、大槌 勝彦、加藤 義雄、山崎 昭夫、
大沢 孝一、八代田千鶴、鈴木 清史、鶴見 義朗、蒔田 秀夫、石垣 弘毅、今岡 久人、中川 悦生、
三浦 孝雄、井村 毅、佐藤 文俊、八巻 裕逸、阿部 督、大村 純一、森田 敬司、GCFC地球市民学院、
日本ESE環境ソフトエンジニア、篠原 功

計 報

本研究会会員西部慎三氏は平成13年10月9日にご逝去されました。
謹んで哀悼の意を表します。

本研究会名誉会員三股正年氏は平成14年1月24日にご逝去されました。
謹んで哀悼の意を表します。

本研究会会員海野芳太郎氏は平成14年4月9日にご逝去されました。
謹んで哀悼の意を表します。

Ⅶ 北海道草地研究会会則

第1条 本会は北海道草地研究会と称する。

第2条 本会は草地に関する学術の進歩を図り、あわせて北海道における農業の発展に資することを目的とする。

第3条 本会員は正会員、学生会員、賛助会員、名誉会員をもって構成する。

1. 正会員は第2条の目的に賛同する者をいう。
2. 学生会員は第2条の目的に賛同する大学生、大学院生および研究生とする。学生会員は単年度ごとに会員継続の意向を事務局に伝えなければならない。
3. 賛助会員は第2条の目的に賛同する会社、団体とする。
4. 名誉会員は本会に功績のあった者とし、評議員の推薦により、総会において決定し終身とする。

第4条 本会の事務局は総会で定める機関に置く。

第5条 本会は下記の事業を行う。

1. 講演会
2. 研究発表会
3. その他必要な事項

第6条 本会には下記の役職員を置く。

会 長 1名
副 会 長 4名
評 議 員 若干名
監 事 2名
編集委員 若干名
幹 事 若干名

第7条 会長は会務を総括し本会を代表する。副会長は会長を補佐し、会長に事故があるときはその代理をする。評議員は重要な会務を審議する。監事は会計を監査し、結果を総会に報告する。編集委員は研究報文を審査・校閲する。幹事は会長の命を受け、会務を処理する。

第8条 会長、副会長、評議員および監事は総会において会員中よりこれを選ぶ。
編集委員および幹事は会長が会員中よりこれを委嘱する。

第9条 役職員の任期は原則として2カ年とする。

第10条 本会に顧問を置くことができる。顧問は北海道在住の学識経験者より総会で推挙する。

第11条 総会は毎年1回開く。ただし必要な場合には評議員の議を経て臨時にこれを開くことができる。

第12条 総会では会務を報告し、重要事項について議決する。

第13条 正会員および顧問の会費は年額2,500円とする。学生会員の会費は年額1,000円とする。賛助会員の賛助会費は年額10,000円以上とする。名誉会員からは会費は徴収しない。

第14条 本会の事業年度は1月1日より12月31日までとする。

附 則

平成11年1月1日一部改正。

平成13年12月14日一部改正。

VIII 北海道草地研究会報執筆要領

(平成5年6月18日改訂)

1. 原稿の種類と書式

1) 原稿の種類

原稿の種類は、本会会員（ただし、共同執筆者には会員以外のものを含む）から投稿された講演要旨及び研究報文等とする。

講演要旨は、北海道草地研究会において発表されたものとする。

研究報文は、北海道草地研究会における発表の有無を問わない。研究報文は、編集委員の審査・校閲を受ける。

2) 原稿の書式

原稿は、和文または英文とする。ワードプロセッサによる原稿は、A4版で1行25字（英文原稿は半角50字）、1ページ25行で横書で左上から打つ（この原稿4枚で刷り上がり2段組み1ページとなる）。

手書きの和文原稿は、市販のB5版またはA4版横書き400字詰め原稿用紙に、ペン字または鉛筆で（鉛筆の場合は明瞭に、アルファベットはタイプ打ちしたものを貼る）横書きとする。英文タイプ原稿は、A4版の用紙に上下左右約3cmの余白を残し、ダブルスペースで打つ。

2. 原稿の構成

1) 講演要旨

和文原稿の場合、原稿の初めに、表題、著者名を書く。続いて英文で表題、著者名を書く。本文は、原則として、緒言、材料及び方法、結果、考察（または結果及び考察）とする。

英文原稿の場合、表題、著者名に続いて、和文表題、著者名を書き、Introduction, Materials and Methods, Results, Discussion（または Results and Discussion）とする。

脚注に、所属機関名、所在地、郵便番号などを和文と英文で書く。著者が複数の場合、著者名のところと所属機関名に*、**、……を入れ、区別する。

2) 研究報文

和文原稿の場合、原稿の初めに、表題、著者名を書き、続いて、英文で、表題、著者名を書く。

本文は、原則として、英文のサマリー（200語以内）、緒言、材料及び方法、結果、考察、引用文献、摘要の順とする。英文のサマリー並びに引用文献は省略できない。緒言の前に、和文（五十音順）と英文（アルファベット順）のキーワードをそれぞれ8語以内で書く。

1ページ目、脚注に所属機関名、所在地、郵便番号を和文と英文で書く。著者が複数の場合、著者名のところと所属機関名に*、**、……を入れ、区別する。

投稿された論文の要約が本研究会で、すでに発表されている場合は、脚注に「平成 年度 研究発表会において発表」と記載する。

英文原稿の場合、表題、著者名に続いて、和文表題、著者名を書き、Summary, Introduction, Materials and Methods, Results, Discussion, References, 和文摘要（500字以内）の順とする。

原稿の終わりに、和文原稿、英文原稿ともヘディングの略題を記載する。和文は、20字、英文は8語以内とする。

3. 字体、図表等

1) 字体

字体の指定は、イタリック、ゴシック、スモールキャピタル、を赤の下線でそれぞれ示す。

2) 図および表は、別紙に書き、原稿の右余白に図表を入れる場所を指定する（例：←図1、←表1）。

図は、一枚ずつA4版の白紙またはグラフ用紙に書き、用紙の余白には縮尺程度と著者名を必ず書き入れる。

図は黒インキで書き、そのまま製版できるようにする。図中に入れる文字や数字は、図のコピーに鉛筆で書き入れる。

4. 校正並びに審査・校閲

1) 校 正

校正は、研究報文のみとし、原則として初校だけを著者が行う。校正に際しては、原稿の改変を行ってはならない。

講演要旨は、著者校正を行わないので、原稿作成に際し十分注意すること。

2) 審査・校閲

研究報文の原稿については、2人以上の編集委員の審査・校閲を受けるが、最終的な採否は編集委員会が決定する。編集委員は、原稿について加除訂正を求めることができる。修正を求められた著者が、特別な事由もなく原稿返送の日から1か月以内に再提出しない場合は、投稿を取り下げたものとして処理する。

5. 原稿の再提出並びに登載

講演要旨原稿は、研究発表会の日から2か月以内に提出する。原稿は、正編1部、副編1部の合計2部を提出する。

研究報文原稿は、いつ提出してもよい。研究報文原稿は、正編1部、副編2部の合計3部を提出する。

原稿の提出先は、編集幹事とする。

講演要旨はすべて会報に登載する。研究報文については、審査を経て、最終原稿が提出され次第、なるべく早い年度の会報に登載する。

6. 印刷ページ数と超過分等の取り扱い

講演要旨は、1編当たり、刷り上がり1ページ（2段組み、図表込み、和文2,550字相当）、図表は二つ以内とし、超過は認めない。

研究報文は、1編当たり、刷り上がり4ページ（2段組み、図表込み、和文9,000字相当）以内とする。3ページを超えた場合は、1ページを単位として超過分の実費を徴収する。

不鮮明な図表でトレースし直した場合、そのトレース代は、実費を著者負担とする。その他、一般の原稿に比べ極端に印刷費が高額となる場合、差額の実費を著者負担とする。

7. その他の執筆要領の詳細

上記以外の執筆要領の詳細については、日本草地学会誌にならう。

附 則

平成9年12月2日一部改正。

IX 北海道草地研究会報 編集委員会規定

(編集委員会の構成)

本委員会は、委員長1名と委員10名以内をもって構成する。委員長と委員は会長がこれを委嘱する。

(編集委員会の職務)

本委員会は、研究報文の審査・校閲を行う。

附 則

この規定は平成5年6月18日から施行する。

X 北海道草地研究会表彰規定

第1条 本会は北海道の草地ならびに飼料作物に関する試験研究およびその普及に顕著な実績をあげたものに対し、総会において「北海道草地研究会賞」を贈り、これを表彰する。

第2条 会員は、受賞に値すると思われるものを推薦することができる。

第3条 会長は、受賞者選考のためそのつど選考委員若干名を委嘱する。

第4条 受賞者は選考委員会の報告に基づき、評議員会において決定する。

第5条 本規定の変更は、総会の決議による。

附 則

この規定は昭和54年12月3日から施行する。

申し合わせ事項

1. 受賞候補者を推薦しようとするものは、毎年3月末日までに候補者の職、氏名、対象となる業績の題目等を、2,000字以内に記述し、さらに推薦者氏名を記入して会長に提出する。
2. 受賞者はその内容を研究発表会において講演し、研究会報に発表する。

北海道草地研究会 第19期 (任期：平成¹⁴年1月1日から平成¹⁵年12月31日)

役員名簿

平成14年6月現在

会 長	松中 照夫 (酪農大)		
副 会 長	山口 秀和 (北農研) 岡本 明治 (帯畜大)	田村 千秋 (道立畜試) 中嶋 博 (北 大)	
評 議 員	近藤 誠司 (北 大) 小阪 進一 (酪農大) 堀川 洋 (帯畜大) 高橋 俊 (北農研) 大原 益博 (道立畜試) 高木 正季 (道農政部改良課) 森脇 芳男 (十勝東部地区農改) 和田 良司 (北海道草地協会)	秦 寛 (北 大) 岡本 全弘 (酪農大) 小松 輝行 (東京農大) 前田 善夫 (根釧農試) 吉澤 晃 (北見農試) 湯藤 健治 (根釧農試) 染井順一郎 (北海道開発局) 山下 太郎 (雪印種苗)	由田 宏一 (北 大) 本江 昭夫 (帯畜大) 竹下 潔 (北農研) 杉本 亘之 (天北農試) 山田 悦啓 (道農政部酪畜課) 脊戸 皓 (北見地区農改) 須藤 純一 (北海道酪農畜産協会) 林 哲哉 (ホクレン)
監 事	山田 敏彦 (北農研)	平田 聡之 (北 大)	
幹 事	庶 務：小阪 進一 (酪農大) 会 計：義平 大樹 (酪農大) 編集・シンポジウム：野 英二 (酪農大)		
編集委員	委員長 中嶋 博 (北 大) 委員 山本 紳朗 (帯畜大) 高橋 俊 (北農研) 前田 善夫 (根釧農試)	花田 正明 (帯畜大) 久米 新一 (北農研) 吉澤 晃 (北見農試)	増子 孝義 (東京農大) 寒河江洋一郎 (道立畜試) 木曾 誠二 (天北農試)
名誉会員	石塚 喜明 及川 寛 喜多富美治 田辺 安一 新田 一彦 原田 勇 平島 利昭 平山 秀介 広瀬 可恒 福永 和男 三浦 悟楼 村上 馨		

北海道草地研究会会員名簿

平成14年 6月10日現在

————— 名誉会員住所録 —————

石 塚 喜 明	133-0052	東京都江戸川区東小岩1-3-16コスモ小岩スカイタウン308
及 川 寛	004-0812	札幌市清田区美しが丘2条5丁目4-10
喜 多 富美治	001-0014	札幌市北区北14条西3丁目
田 辺 安 一	061-1124	北広島市稲穂町西8丁目1-17
新 田 一 彦	295-0003	千葉県安房郡千倉町白子1862-10
原 田 勇	061-1134	北広島市広葉町3-6-3
平 島 利 昭	063-0866	札幌市西区八軒6条東5丁目6-6
平 山 秀 介	002-8005	札幌市北区太平5条1丁目2-20
広 瀬 可 恒	060-0003	札幌市中央区北3条西13丁目チューリス北3条702号
福 永 和 男	080-0856	帯広市南町南7線26-5
三 浦 梧 楼	061-1146	北広島市高台町1丁目11-5
村 上 馨	062-0055	札幌市豊平区月寒東5条16丁目

————— 正会員住所録 —————

〈あ〉

会 田 秀 樹	198-0024	東京都青梅市新町6丁目7-1	東京都畜産試験場環境畜産部 (三宅島分場)
青 山 勉	084-0917	釧路市大楽毛127番地	釧路中部地区農業改良普及センター
赤 澤 傳	079-0000	美唄市字美唄1610-1	専修大学北海道短期大学
秋 本 正 博	080-8555	帯広市稲田町西2線11番地	帯広畜産大学
浅 石 斉	098-3302	天塩郡天塩町山手裏通11丁目	北留萌地区農業改良普及センター
朝 日 敏 光	068-0403	夕張市本町4丁目	夕張市産業経済部農林課
浅 水 満	089-0356	上川郡清水町字羽帯南10-90	
安 宅 一 夫	069-8501	江別市文京台緑町582番地1	酪農学園大学
安 達 稔	089-3713	足寄郡足寄町南3条西4丁目5-5足寄合同庁舎	十勝東北部地区農業改良普及センター
阿 部 勝 夫	057-0023	浦河郡浦河町栄丘通56号合同庁舎	日高東部地区農業改良普及センター
阿 部 達 男	090-0018	北見市青葉町6-7	北見地区農業改良普及センター
阿 部 英 則	081-0038	上川郡新得町字新得西5線39番地	北海道立畜産試験場
安 部 道 夫	860-0082	熊本市池田3丁目23-6	
荒 智	194-8610	東京都町田市玉川学園6-1-1	玉川大学農学部
有 沢 道 朗	088-2313	川上郡標茶町常磐8丁目5番地	釧路北部地区農業改良普及センター
有 野 陽 子	399-0711	長野県塩尻市大字片丘10931-1	長野県畜産試験場

有 好 潤 二	069-8533	江別市文京台緑町569番地	とわの森三愛高校
安 藤 道 雄	069-0841	江別市大麻元町154-4	石狩中部地区農業改良普及センター
〈い〉			
井 内 浩 幸	098-5736	枝幸郡浜頓別町緑ヶ丘	北海道立天北農業試験場
五十嵐 俊 賢	989-0225	宮城県白石市東町1丁目7番14号	雪印種苗(株)白石営業所
五十嵐 弘 昭	082-0004	河西郡芽室町東芽室北1線4-13	パイオニア・ハイブレード・ジャパン(株)北海道支店
池 田 勲	046-0015	余市郡余市町朝日11-1	北後志地区農業改良普及センター
池 田 哲 也	082-0071	河西郡芽室町新生	農業技術研究機構北海道農業研究センター畑作研究部
池 滝 孝	080-8555	帯広市稲田町西2線11番地	帯広畜産大学附属農場
井 澤 敏 郎	055-0321	沙流郡平取町字貫気別261	
石 井 巖	041-1200	亀田郡大野町470番地3	渡島中部地区農業改良普及センター
石 井 格	089-3872	足寄郡芽登	アグラ共済牧場
石 田 亨	098-5736	枝幸郡浜頓別町緑ヶ丘	北海道立天北農業試験場
石 田 義 光	054-0051	勇払郡鶴川町文京町1丁目6番地	東胆振地区農業改良普及センター
井 芹 靖 彦	086-1045	標津郡中標津町東5条北3丁目	北根室地区農業改良普及センター
磯 部 祥 子	062-8555	札幌市豊平区羊ヶ丘1番地	農業技術研究機構北海道農業研究センター
伊 藤 憲 治	081-0038	上川郡新得町字新得西5線39番地	北海道立畜産試験場
伊 藤 公 一	943-0193	新潟県上越市稲田1-2-1	農業技術研究機構中央農業総合研究センター北陸研究センター
伊 藤 修 平	994-0101	山形県天童市大字山口747	
伊 藤 春 樹	001-0010	札幌市北10条西4丁目1番地北海道畜産会館内	北海道酪農畜産協会
伊 藤 めぐみ	081-0038	上川郡新得町字新得西5線39番地	北海道立畜産試験場
糸 川 信 弘	082-0071	河西郡芽室町新生	農業技術研究機構北海道農業研究センター畑作研究部
犬 飼 厚 史	089-3675	中川郡本別町西仙美里25-1	北海道立農業大学校
井 上 隆 弘	305-8686	つくば市大わし1-2	国際農林水産業研究センター
井 上 保	080-0333	音更町雄飛が丘南区14-3	音更NOSAI
井 上 康 昭	329-2793	栃木県那須郡西那須野町千本松768	農業技術研究機構畜産草地研究所草地研究センター
井 堀 克 彦	098-5551	枝幸郡中頓別町字中頓別983-11	宗谷南部地区農業改良普及センター
今 井 明 夫	955-0144	新潟県南蒲原郡下田村榎山229-11	新潟県畜産試験場
井 村 毅	329-2793	栃木県那須郡西那須野町千本松768	農業技術研究機構畜産草地研究所草地研究センター
入 山 義 久	069-1464	夕張郡長沼町幌内1066	雪印種苗(株)北海道研究農場
岩 下 有 宏	098-1612	紋別郡興部町新泉町	興部地区農業改良普及センター
岩 渕 慶	099-1421	常呂郡訓子府町字駒里184番地7	ホクレン農業協同組合連合会畜産実験研修牧場
〈う〉			
宇 井 正 保	062-0052	札幌市豊平区月寒東2条14丁目1-34	北海道農業専門学校
上 田 宏一郎	060-8589	札幌市北区北9条西9丁目	北海道大学大学院農学研究科
上 原 昭 雄	261-0002	千葉市美浜区新港7番地1	雪印種苗(株)関東事業部
請 川 博 基	069-0841	江別市大麻元町154-4	石狩中部地区農業改良普及センター
内 田 真 人	069-0841	江別市大麻元町154-4	石狩中部地区農業改良普及センター

内山和宏	329-2793	栃木県那須郡西那須野町千本松768	農業技術研究機構畜産草地研究所草地研究センター
裏悦次	060-8651	札幌市中央区北4条西1丁目	ホクレン農業協同組合連合会
漆原利男	063-0867	札幌市西区八軒7条東5丁目1-21-406号	
〈え〉			
榎宏征	062-8555	札幌市豊平区羊ヶ丘1番地	農業技術研究機構北海道農業研究センター
遠藤	065-0043	札幌市東区苗穂町3丁目3番7号	サツラク農業協同組合
遠藤一明	040-8501	函館市大川町1-27	北海道開発局函館開発建設部
〈お〉			
雄武町大規模 草地育成牧場	098-1821	紋別郡雄武町幌内	
大石巨	305-8666	つくば市観音台3丁目1-1	農業技術研究機構中央農業総合研究センター
大川恵子	069-1464	夕張郡長沼町幌内1066	雪印種苗(株)北海道研究農場
大久保正彦	060-8589	札幌市北区北9条西9丁目	北海道大学大学院農学研究科
大崎亥佐雄	069-0831	江別市野幌若葉町17-10	
太田浩太郎	055-0107	沙流郡平取町本町105-25	日高西部地区農業改良普及センター
太田成俊	098-4110	天塩郡豊富町大通り1丁目	宗谷北部地区農業改良普及センター
大塚省吾	098-5736	枝幸郡浜頓別町緑ヶ丘	北海道立天北農業試験場
大塚智史	086-0214	野付郡別海町別海38番地5	南根室地区農業改良普及センター
大塚博志	060-8651	札幌市中央区北4条西1丁目	ホクレン農業協同組合連合会
大畑任史	088-1365	厚岸郡浜中町茶内橋北東	釧路東部地区農業改良普及センター
大原益博	081-0038	上川郡新得町字新得西5線39番地	北海道立畜産試験場
大原洋一	080-0847	帯広市公園東町3丁目11番地2	
大宮正博	088-3331	川上郡弟子屈町美留和444	玉川大学弟子屈牧場
大森昭一朗	264-0004	千葉市若葉区千城台西1-52-7	
岡一義	089-3675	中川郡本別町西仙美里25番地1	北海道立農業大学校
岡田博	088-1124	厚岸郡厚岸町太田大別	
岡本全弘	069-8501	江別市文京台緑町582番地1	酪農学園大学
岡本明治	080-8555	帯広市稲田町西2線11番地	帯広畜産大学
小川邦彦	098-2214	中川郡美深町敷島119	名寄地区農業改良普及センター
小川恭男	305-8604	つくば市観音台3-1-1	農業環境技術研究所生物環境安全部植生研究グループ
荻原國威	156-8502	東京都世田谷区桜丘1-1-1	東京農業大学 畜産学科
小倉紀美	081-0038	上川郡新得町字新得西5線39番地	北海道立畜産試験場
小関忠雄	086-1153	標津郡中標津町桜ヶ丘1丁目1番地	北海道立根釧農業試験場
落合一彦	329-2793	栃木県那須郡西那須野町千本松768	農業技術研究機構畜産草地研究所草地研究センター
小野瀬勇	088-2304	川上郡標茶町新栄町	
小原宏文	080-0314	河東郡音更町共栄台西11丁目1	(株)北開水工コンサルタント
尾本武	060-0003	札幌市中央区北3条西6丁目	北海道農政部酪農畜産課
〈か〉			
海田佳宏	083-0023	中川郡池田町字西3条4丁目	

我 有 満	062-8555	札幌市豊平区羊ヶ丘1番地	農業技術研究機構北海道農業研究センター
影 山 智	088-2684	標津郡中標津町養老牛377	影山牧場
笠 原 久 雄	060-0003	札幌市中央区北3条西2-10-2札幌H S ビル11F	デュボン株式会社
片 岡 健 治	321-8505	宇都宮市峰町350	宇都宮大学農学部
片 山 正 孝	001-0010	札幌市北区北10条西4丁目北海道畜産会館内	北海道酪農畜産協会
金 川 直 人	065-0016	札幌市東区北16条東1丁目9-40第3ファミール札幌504号	
金 澤 健 二	062-8555	札幌市豊平区羊ヶ丘1番地	農業技術研究機構北海道農業研究センター
兼 子 達 夫	061-1373	恵庭市恵み野西1丁目20-12	
金 子 朋 美	084-0917	釧路市大楽毛127番地	釧路中部地区農業改良普及センター
金 田 光 弘	089-1321	河西郡中札内村東1条北7丁目10番地2	十勝中部地区農業改良普及センター
加 納 春 平	329-2793	栃木県那須郡西那須野町千本松768	農業技術研究機構畜産草地研究所草地研究センター
釜 谷 重 孝	098-4110	天塩郡豊富町大通り1丁目	宗谷北部地区農業改良普及センター
亀 田 孝	090-0066	北見市花月町11-300 地共60AP 301号	
河 合 正 人	080-8555	帯広市稲田町西2線11番地	帯広畜産大学
川 崎 勉	081-0038	上川郡新得町字新得西5線39番地	北海道立畜産試験場
川 田 純 充	060-0909	札幌市東区北9条東1丁目高橋ビル	スラリーシステム・エンジニアリング(株)
川 端 習太郎	005-0013	札幌市南区真駒内緑町2丁目3-4	
(株)環境保全 サイエンス	060-0807	札幌市北区北7条西1丁目1番地5丸増ビルNo.18-7 F	
〈き〉			
菊 田 治 典	069-8501	江別市文京台緑町582番地1	酪農学園大学短期大学部
菊 地 晃 二	080-8555	帯広市稲田町西2線11番地	帯広畜産大学
菊 地 実	086-1153	標津郡中標津町桜ヶ丘1丁目1番地	北海道立根釧農業試験場 専技室
木 曾 誠 二	098-5736	枝幸郡浜頓別町緑ヶ丘	北海道立天北農業試験場
北 寛 彰	048-0101	寿都郡黒松内町字黒松内309	南後志地区農業改良普及センター
北 村 亨	069-0832	江別市西野幌36-1	雪印種苗(株)技術研究所
北 山 浄 子	088-0331	白糠郡白糠町東1条北4丁目	釧路西部地区農業改良普及センター
木 下 寛	079-8610	旭川市永山6条19丁目上川合同庁舎	旭川地区農業改良普及センター
木 村 峰 行	079-8420	旭川市永山10条9丁目2-6	
九州沖縄農研 センター用度課	861-1102	熊本県菊池郡西合志町須屋2421	農業技術研究機構九州沖縄農業研究センター
〈く〉			
草 刈 泰 弘	088-0331	白糠郡白糠町東1条北4丁目	釧路西部地区農業改良普及センター
熊 瀬 登	080-8555	帯広市稲田町西2線11番地	帯広畜産大学 別科
久 米 新 一	062-8555	札幌市豊平区羊ヶ丘1番地	農業技術研究機構北海道農業研究センター
黒 沢 不二男	060-8588	札幌市中央区北3条西6丁目	北海道農政部農業改良課
クラブ四万十 環境大学	787-1227	高知県中村市楠鳥越114	
〈こ〉			
小 池 信 明	049-5411	虻田郡豊浦町字東雲123-10	
小 池 正 徳	080-8555	帯広市稲田町西2線11番地	帯広畜産大学

濃沼圭一	062-8555	札幌市豊平区羊ヶ丘1番地	農業技術研究機構北海道農業研究センター
郷茂	089-5615	十勝郡浦幌町新町15番地1	浦幌町農業協同組合
古川修	069-1464	夕張郡長沼町幌内1066	雪印種苗(株)北海道研究農場
小阪進一	069-8501	江別市文京台緑町582番地1	酪農学園大学
小沢幸司	056-0005	静内郡静内町こうせい町2-2-10	日高中部地区農業改良普及センター
小竹森訓央	064-0823	札幌市中央区北3条西30丁目4-35	
後藤隆	060-0001	札幌市中央区北1条西10丁目	北海道炭酸カルシウム工業組合
小林泰男	060-0809	札幌市北区北9条西9丁目	北海道大学大学院農学研究科
小松輝行	099-2493	網走市八坂196	東京農業大学生物産業学部
小宮山誠一	069-1395	夕張郡長沼町東6線北15号	北海道立中央農業試験場
根釧農試総務課	086-1153	標津郡中標津町桜ヶ丘1-1	北海道立根釧農業試験場
近藤誠司	060-0809	札幌市北区北9条西9丁目	北海道大学大学院農学研究科
〈さ〉			
雑賀優	020-8550	岩手県盛岡市上田3-18-8	岩手大学農学部
三枝俊哉	086-1153	標津郡中標津町桜ヶ丘1-1	北海道立根釧農業試験場
斉藤英治	090-0018	北見市青葉町6-7	北見地区農業改良普及センター
斉藤利治	080-8718	帯広市西3条南7丁目14	ホクレン帯広支所
斉藤利朗	086-1153	標津郡中標津町桜ヶ丘1丁目1番地	北海道立根釧農業試験場
酒井治	086-1153	標津郡中標津町桜ヶ丘1-1	北海道立根釧農業試験場
寒河江洋一郎	081-0038	上川郡新得町字新得西5線39番地	北海道立畜産試験場
坂口雅己	041-1201	亀田郡大野町本町842番地	
坂下精一	060-0808	札幌市北区北8条西2丁目第一合同庁舎	北海道開発局農業水産部
坂本宣崇	069-1395	夕張郡長沼町東6線北15号	北海道立中央農業試験場
佐々木章晴	088-2682	標津郡中標津町計根別南3条西3丁目	北海道中標津農業高校
佐々木修	061-1142	北広島市若葉町3丁目10-4	
佐々木利夫	099-4405	斜里郡清里町羽衣町39番地	清里地区農業改良普及センター
佐竹芳世	098-5736	枝幸郡浜頓別町緑ヶ丘	北海道立天北農業試験場
佐藤勝之	094-0005	紋別市幸町6丁目網走支庁紋別総合庁舎	紋別地区農業改良普及センター
佐藤健次	305-0851	茨城県つくば市大わし1-2	国際農林水産業研究センター
佐藤公一	099-1406	常呂郡訓子府町弥生52	北海道立北見農業試験場
佐藤静	089-2446	広尾郡広尾町字紋別18線48	広尾町農業協同組合
佐藤正三	080-2472	帯広市西22条南3丁目12-9	
佐藤信之助	329-2742	栃木県那須郡西那須野東赤田388-5	日本飼料作物種子協会西那須野支所
佐藤忠	080-0831	帯広市稲田町南9線西13番地	日本甜菜製糖(株)総合研究所
佐藤尚親	098-5736	枝幸郡浜頓別町緑ヶ丘	北海道立天北農業試験場
佐藤尚	389-0201	長野県北佐久郡御代田町塩野375-1	農業技術研究機構畜産草地研究所山地畜産研究部
佐藤久泰	069-0361	岩見沢市上幌向北1条2丁目1185-1	
佐藤雅俊	080-8555	帯広市稲田町西2線11番地	帯広畜産大学

佐藤昌芳	098-4110	天塩郡豊富町大通り1丁目	宗谷北部地区農業改良普及センター
佐渡谷裕朗	080-0831	帯広市稲田町南9線西13番地	日本甜菜製糖(株)飼料事業部
眞田康治	062-8555	札幌市豊平区羊ヶ丘1番地	農業技術研究機構北海道農業研究センター
澤井晃	893-1601	鹿児島県肝属郡串良町細山田4938	鹿児島県農業試験場大隅支場
澤口則昭	060-8651	札幌市中央区北4条西1-3	ホクレン飼料養鶏課
沢田壮兵	080-8555	帯広市稲田町西2線11番地	帯広畜産大学
澤田均	422-8529	静岡市大谷836	静岡大学農学部
澤田嘉昭	081-0038	上川郡新得町字新得西5線39番地	北海道立畜産試験場
〈し〉			
志賀一一	004-0862	札幌市清田区北野2条3丁目5-9	
実験圃場	069-8501	江別市文京台緑町582番地1	酪農学園大学
篠田満	020-0123	盛岡市下厨川字赤平4	農業技術研究機構東北農業研究センター
嶋田英作	229-0006	相模原市淵野辺1-17-71	麻布大学獣医学部草地学講座
嶋田徹	080-8555	帯広市稲田町西2線11番地	帯広畜産大学
嶋田饒	294-0226	千葉県館山市犬石141	
島本義也	060-8589	札幌市北区北9条西9丁目	北海道大学大学院農学研究科
清水良彦	089-0554	幕別町札内みずほ町 160-67	明治飼糧株式会社
下小路英男	099-1406	常呂郡訓子府町弥生52	北海道立北見農業試験場
城毅	099-4405	斜里郡清里町羽衣町39番地	清里地区農業改良普及センター
〈す〉			
杉田紳一	329-2793	栃木県那須郡西那須野町千本松768	農業技術研究機構畜産草地研究所草地研究センター
杉信賢一	062-8555	札幌市豊平区羊ヶ丘1番地	農業技術研究機構北海道農業研究センター
杉本亘之	098-5736	枝幸郡浜頓別町緑ヶ丘	北海道立天北農業試験場
須藤賢司	062-8555	札幌市豊平区羊ヶ丘1番地	農業技術研究機構北海道農業研究センター
須藤純一	001-0010	札幌市北区北10条西4丁目北海道畜産会館内	(株)北海道酪農畜産協会
住吉正次	081-0038	上川郡新得町字新得西5線39番地	北海道立畜産試験場
〈せ〉			
関口久雄	060-0061	札幌市中央区南1条西2丁目 長銀ビル5F	電気化学工業札幌支店
脊戸皓	090-0008	北見市大正320番地8	北見地区農業改良普及センター
千藤茂行	073-0013	滝川市南滝の川262-2	北海道立植物遺伝資源センター
〈そ〉			
曾山茂夫	077-0027	留萌市住之江町2丁目1番地	南留萌地区農業改良普及センター
〈た〉			
大同久明	329-2793	栃木県那須郡西那須野町千本松768	農業技術研究機構畜産草地研究所草地研究センター
高井智之	062-8555	札幌市豊平区羊ヶ丘1番地	農業技術研究機構北海道農業研究センター
高木正季	060-8588	札幌市中央区北3条西6丁目	北海道農政部農業改良課
高崎宏寿	194-8610	東京都町田市玉川学園6-1-1	玉川大学農学部
高島俊幾	040-0081	函館市田家町20番1-301	

高野 信雄	329-2756	栃木県西那須野町西三島7-334	酪農肉牛塾
高野 正	086-0214	野付郡別海町別海緑町70番地1	北海道別海高校農業特別専攻科
高橋 市十郎	069-1395	夕張郡長沼町東6線北15号	北海道立中央農業試験場
高橋 俊	062-8555	札幌市豊平区羊ヶ丘1番地	農業技術研究機構北海道農業研究センター
高橋 俊一	099-1492	常呂郡訓子府町仲町25番地	訓子府町農業協同組合
高橋 利和	080-2464	帯広市西24条北1丁目	十勝農業協同組合連合会農産化学研究所
高橋 穰	069-1464	夕張郡長沼町幌内1066	雪印種苗(株)北海道研究農場
高宮 泰宏	073-0013	滝川市南滝の川262-2	北海道立植物遺伝資源センター
高村 一敏	095-0041	士別市東9条6丁目	士別地区農業改良普及センター
高山 光男	061-1371	恵庭市恵み野東3丁目9-10	
田川 雅一	073-0026	滝川市東滝川735	北海道立畜産試験場
竹下 潔	062-8555	札幌市豊平区羊ヶ丘1番地	農業技術研究機構北海道農業研究センター
竹田 芳彦	098-5736	枝幸郡浜頓別町緑ヶ丘	北海道立天北農業試験場
田澤 聡	041-1214	亀田郡大野町東前74-4	渡島中部地区農業改良普及センター
但見 明俊	522-0041	滋賀県彦根市八坂町2500	滋賀県立大学環境科学部
田中 勝三郎	080-0831	帯広市稲田町南9線西19	日本甜菜製糖(株)飼料部
田中 桂一	060-0809	札幌市北区北9条西9丁目	北海道大学大学院農学研究科
谷口 俊	069-0822	江別市東野幌406	(株)日本飼料作物種子協会北海道支所
田 淵 修	098-2802	中川郡中川町字中川中川町農協内	上川北部地区農業改良普及センター中川町駐在所
玉置 宏之	099-1406	常呂郡訓子府町弥生52	北海道立北見農業試験場
田村 忠	081-0038	上川郡新得町字新得西5線39番地	北海道立畜産試験場
田村 千秋	081-0038	上川郡新得町字新得西5線39番地	北海道立畜産試験場
〈ち〉			
千葉 精一	080-0572	河東郡音更町駒場並木8	独立行政法人家畜改良センター十勝牧場
千葉 豊	060-0808	札幌市北区北8条西2丁目第一合同庁舎	北海道開発局
茶畑 篤史	080-0572	河東郡音更町駒場並木8	独立行政法人家畜改良センター十勝牧場
中央農試情報課	069-1395	夕張郡長沼町東6線北15号	北海道立中央農業試験場
〈つ〉			
塚本 達	081-0038	上川郡新得町字新得西5線39番地	北海道立畜産試験場
土谷 富士夫	080-8555	帯広市稲田町西2線11番地	帯広畜産大学
筒井 佐喜雄	069-1395	夕張郡長沼町東6線15号	北海道中央農業試験場
堤 光昭	081-0038	上川郡新得町字新得西5線39番地	北海道立畜産試験場
〈て〉			
出岡 謙太郎	081-0038	上川郡新得町字新得西5線39番地	北海道立畜産試験場
出口 健三郎	081-0038	上川郡新得町字新得西5線39番地	北海道立畜産試験場
手島 茂樹	389-0201	長野県北佐久郡御代田町塩野375-1	農業技術研究機構畜産草地研究所山地畜産研究部
出村 忠章	061-1356	恵庭市西島松120番地	石狩南部地区農業改良普及センター

<と>

藤倉雄司	007-0849	札幌市東区北49条東13丁目4-22	
登坂英樹	066-0004	千歳市泉郷472-6	(株)GMSトサカ
富樫幸雄	098-4100	天塩郡豊富町上サロベツ3228番地	株式会社 北辰
時田光明		東京都港区元赤坂1-5-12	
所和暢			
戸沢英男	765-0053	善通寺市生野町2575	農業技術研究機構近畿中国四国農業研究センター 四国研究センター
鳥越昌隆	099-1406	常呂郡訓子府町弥生52	北海道立北見農業試験場

<な>

中家靖夫	086-0204	野付郡別海町新栄町4番地	南根室地区農業改良普及センター
中川悦生	089-3675	中川郡本別町西仙美里25番地1	北海道立農業大学校
長沢滋	056-0005	静内郡静内町こうせい町2丁目2番10号 日高支庁静内合同庁舎	日高中部地区農業改良普及センター
中島和彦	100-8975	東京都千代田区霞ヶ関1-2-2	環境省環境管理局水環境部土壌環境課
中嶋博	060-0811	札幌市北区北11条西10丁目	北海道大学北方生物圏フィールド科学センター 生物生産研究農場
中辻敏朗	078-0397	上川郡比布町南1線5号	北海道立上川農業試験場栽培環境科
中辻浩喜	060-0811	札幌市北区北11条西10丁目	北海道大学北方生物圏フィールド科学センター 生物生産研究農場
中野長三郎	098-5736	枝幸郡浜頓別町緑ヶ丘	北海道立天北農業試験場
中原准一	069-8501	江別市文京台緑町582番地1	酪農学園大学
中村克己	098-5736	枝幸郡浜頓別町緑ヶ丘	北海道立天北農業試験場
中村隆俊	093-0035	名寄市西5条北4SHINE21 202号	
中村文士郎	060-0061	札幌市中央区南1条西10-4-1	全国農業協同組合連合会 札幌支所
中山貞夫	392-2742	栃木県那須郡西那須野町東赤田388番5	(株)日本飼料作物種子協会西那須野支所
中山博敬	062-0931	札幌市豊平区平岸1条3丁目	北海道開発局 開発土木研究所
名久井忠	020-0123	盛岡市下厨川赤平4	農業技術研究機構東北農業研究センター
並川幹広	086-0214	野付郡別海町別海緑町38-5	南根室地区農業改良普及センター

<に>

新名正勝	081-0038	上川郡新得町字新得西5線39番地	北海道立畜産試験場
二門世	098-5736	枝幸郡浜頓別町緑ヶ丘	北海道立天北農業試験場
西野一	097-0016	稚内市荻見5丁目16-5-302	
西部潤	080-0013	帯広市西3条南7丁目	十勝農業協同組合連合会
西宗昭	082-0071	河西郡芽室町新生	農業技術研究機構北海道農業研究センター畑作研究部
西山雅明	079-2402	空知郡南富良野町幾寅	富良野広域串内草地組合
日本ESE環境ソフトウェアエンジニア協会	069-8501	江別市文京台緑町582番地1	酪農学園大学
(株)日本飼料作物種子協会			

<の>

野英二	069-8501	江別市文京台緑町582番地1	酪農学園大学附属農場
野口和久	071-0223	美瑛町北陵	野口ファーム
能代昌雄	069-1395	夕張郡長沼町東6線北15号	北海道立中央農業試験場

能 勢 公	098-1612	興部町字興部841番地の11	興部地区農業改良普及センター
野 田 遊	073-0026	滝川市東滝川735	滝川畜産試験場
野 中 和 久	062-8555	札幌市豊平区羊ヶ丘1番地	農業技術研究機構北海道農業研究センター
〈は〉			
橋 立 賢二郎	001-0010	札幌市北区北10条西4丁目北海道畜産会館内	北海道酪農畜産協会
橋 爪 健	069-1464	夕張郡長沼町幌内1066	雪印種苗(株)北海道研究農場
橋 本 淳 一	093-0089	網走市緑町5-1-207	北海道開発局網走開発建設部農業開発第2課
長谷川 哲	080-0808	帯広市東8条南18丁目6-2	
長谷川 寿 保	069-0822	江別市東野幌406	(株)日本飼料作物種子協会北海道支所
長谷川 信 美	889-2192	宮崎市学園木花台西1-1	宮崎大学農学部
長谷川 久 記	069-1316	夕張郡長沼町東9線南2番	ホクレン農業総合研究所
秦 寛	056-0141	静内郡静内町御園111	北海道大学北方生物圏フィールド科学センター 静内研究牧場
花 田 正 明	080-8555	帯広市稲田町西2線11番地	帯広畜産大学
早 川 嘉 彦	062-8555	札幌市豊平区羊ヶ丘1番地	農業技術研究機構北海道農業研究センター
林 哲 哉	060-8651	札幌市中央区北4条西1丁目	ホクレン単味飼料種子課
林 満	004-0842	札幌市清田区清田2条1丁目10-20	
原 悟 志	086-1153	標津郡中標津町桜ヶ丘1-1	北海道立根釧農業試験場
原 恵 作	105-0001	東京都港区虎ノ門1-1-10	(株)軽種馬育成調教センター東京事務所
原 島 徳 一	329-2793	栃木県那須郡西那須野町千本松768	農業技術研究機構畜産草地研究所草地研究センター
原 田 文 明	062-8555	札幌市豊平区羊ヶ丘1番地	農業技術研究機構北海道農業研究センター
坂 東 健	082-0011	河西郡芽室町東1条南1丁目2	芽室町農業協同組合
〈ひ〉			
久 守 勝 美	099-2231	常呂郡端野町緋牛内478	ホクレン肥料(株)
平 田 聡 之	060-0811	札幌市北区北11条西10丁目	北海道大学北方生物圏フィールド科学センター 生物生産研究農場
平 野 繁	156-8502	東京都世田谷区桜丘1-1-1	東京農業大学
平 林 清 美	099-4405	斜里郡清里町羽衣町39番地	清里地区農業改良普及センター
平 見 康 彦	060-0808	札幌市北区北8条西2丁目第一合同庁舎	北海道開発局農業水産部
〈ふ〉			
深 瀬 康 仁	062-0053	札幌市豊平区月寒東3条19丁目21-20	
藤 井 育 雄	084-0915	釧路市大楽毛127番地	釧路中部地区農業改良普及センター
藤 井 弘 毅	086-1153	標津郡中標津町桜ヶ丘1-1	北海道立根釧農業試験場
藤 山 正 康	108-0073	東京都港区三田3-13-16日本橋第2ビル7階	日本モンサント株式会社
舟 生 孝一郎	057-0007	浦河郡浦河町東町ちのみ2丁目2-7	
船 水 正 蔵	036-8155	青森県弘前市中野4丁目13の5田中 剛方	
古 川 研 治	080-0013	帯広市西3条南7丁目	十勝農業協同組合連合会
古 谷 政 道	020-0123	盛岡市下厨川赤平4	農業技術研究機構東北農業研究センター
古 山 芳 廣	060-8651	札幌市中央区北4条西1丁目	ホクレン肥料農業部

<ほ>

宝示戸 貞 雄	061-1147	北広島市里見町5-1-5	
宝示戸 雅 之	329-2793	栃木県那須郡西那須野町千本松768	農業技術研究機構畜産草地研究所草地研究センター
保 倉 勝 己	408-0021	山梨県北巨摩郡長坂町長坂上条621	山梨県酪農試験場
干 場 信 司	069-8501	江別市文京台緑町582番地1	酪農学園大学
細 田 尚 次	889-1912	宮崎県北諸県郡三股町大字宮村字上鷹2548-3	雪印種苗(株)宮崎研究農場
北海道農業専門 学校図書館	062-0052	札幌市豊平区月寒東2条14丁目1番34号	北海道農業専門学校
堀 川 洋	080-8555	帯広市稲田町西2線11番地	帯広畜産大学
本 江 昭 夫	080-8555	帯広市稲田町西2線11番地	帯広畜産大学

<ま>

前 田 博 行	080-1216	河東郡土幌町高穂	
前 田 善 夫	086-1153	標津郡中標津町桜ヶ丘1丁目1番地	北海道立根釧農業試験場
前 田 良 之	156-8502	東京都世田谷区桜岡1-1-1	東京農業大学
牧 野 司	086-1153	標津郡中標津町桜ヶ丘1-1	北海道立根釧農業試験場
増 子 孝 義	099-2493	網走市八坂196番地	東京農業大学生物産業学部
増 山 勇	251-0023	茅ヶ崎市美住町16-9	
松 岡 栄	080-8555	帯広市稲田町西2線11番地	帯広畜産大学
松 代 平 治	062-0033	札幌市豊平区西岡3条13丁目16番10号	
松 中 照 夫	069-8501	江別市文京台緑町582番地1	酪農学園大学
松 原 一 實	078-0397	上川郡比布町南1線5号	北海道立上川農業試験場
松 村 哲 夫	062-8555	札幌市豊平区羊ヶ丘1番地	北海道農業研究センター
松 本 武 彦	086-1153	標津郡中標津町桜ヶ丘1丁目1番地	北海道立根釧農業試験場
丸 山 健 次	061-2285	札幌市南区藤野5条6丁目456-19	
丸 山 純 孝	080-8555	帯広市稲田町西2線11番地	帯広畜産大学

<み>

三 浦 俊 一	080-0803	帯広市東3条南3丁目1十勝合同庁舎	十勝中部地区農業改良普及センター
三 浦 俊 治	069-0832	江別市西野幌36-1	雪印種苗(株)技術研究所
三 浦 秀 穂	080-8555	帯広市稲田町西2線11番地	帯広畜産大学
三 浦 康 男	020-0106	盛岡市東松園3丁目25-18	
三 木 直 倫	082-0071	河西郡芽室町新生南9線2番地	北海道立十勝農業試験場
水 野 勝 志	098-3302	天塩郡天塩町山手裏通11丁目	北留萌地区農業改良普及センター
三 谷 宣 允	061-3213	石狩市花川北3条2丁目141	
水 上 昭 二			
湊 啓 子	081-0038	上川郡新得町字新得西5線39番地	北海道立畜産試験場
峰 崎 康 裕	098-5736	枝幸郡浜頓別町緑ヶ丘	北海道立天北農業試験場
宮 崎 元	081-0038	上川郡新得町字新得西5線39番地	北海道立畜産試験場
宮 下 昭 光	300-0424	茨城県稲敷郡美浦村大字受領2087-5	

〈む〉

棟方 惇也 060-0005 札幌市中央区北5条西6丁目札幌センタービル 北海道チクレン農協連合会
 村上 豊 098-5551 枝幸郡中頓別町字中頓別182中頓別町公民館内 宗谷中部地区農業改良普及センター
 村山 三郎 069-0851 江別市大麻園町17番地12

〈も〉

毛利 明弘 060-0004 札幌市中央区北4条西19丁目シャトーム北4条906号 日本モンサント(株)
 森 清一 081-0038 上川郡新得町字新得西5線39番地 北海道立畜産試験場
 森 行雄 062-0052 札幌市豊平区月寒東2条18丁目15-30
 森田 茂 069-8501 江別市文京台緑町582番地1 酪農学園大学
 森脇 芳男 083-0023 中川郡池田町西3条5丁目 十勝東部地区農業改良普及センター
 諸岡 敏生 001-0030 札幌市北区北30条西9丁目2-2-201
 門馬 栄秀 329-2793 栃木県那須郡西那須野町千本松768 農業技術研究機構畜産草地研究所草地研究センター

〈や〉

八木 隆徳 062-8555 札幌市豊平区羊ヶ丘1番地
 谷津 英樹 069-1464 夕張郡長沼町幌内1066番地 雪印種苗(株)北海道研究農場
 柳澤 淳二 444-0872 岡崎市竜美新町39-1アリア32-403号
 山神 正弘 082-0071 河西郡芽室町新生南9線2番地 北海道立十勝農業試験場
 山上 朝香 098-5207 枝幸郡歌登町東町歌登農協内 宗谷南部地区農業改良普及センター歌登町駐在所
 山川 政明 086-1153 標津郡中標津町桜ヶ丘1-1 北海道立根釧農業試験場
 山木 貞一 063-0032 札幌市西区西野2条6丁目3-15
 山口 秀和 062-8555 札幌市豊平区羊ヶ丘1番地 農業技術研究機構北海道農業研究センター
 山下 太郎 069-1464 夕張郡長沼町幌内1066 雪印種苗(株)北海道研究農場
 山下 雅幸 422-8529 静岡市大谷836 静岡大学農学部
 山田 敏彦 062-8555 札幌市豊平区羊ヶ丘1番地 農業技術研究機構北海道農業研究センター
 山本 紳朗 080-8555 帯広市稲田町西2線11番地 帯広畜産大学
 山本 毅 069-1395 夕張郡長沼町東6線北15号 北海道立中央農業試験場

〈ゆ〉

湯藤 健治 086-1153 標津郡中標津町桜ヶ丘1-1 北海道立根釧農業試験場
 柚原 友加津 081-0342 河東郡鹿追町瓜幕東1丁目21番地 藤田牧場

〈よ〉

吉川 恵哉 090-0018 北見市青葉町6-7 北見地区農業改良普及センター
 吉澤 晃 099-1406 常呂郡訓子府町弥生52 北海道立北見農業試験場
 吉田 悟 081-0038 上川郡新得町字新得西5線39番地 北海道立畜産試験場
 吉田 忠 088-1365 厚岸郡浜中町茶内橋北東 釧路東部地区農業改良普及センター
 吉田 肇 089-3675 中川郡本別町西仙美里25番地1 北海道立農業大学校
 由田 宏一 060-0811 札幌市北区北11条西10丁目 北海道大学北方生物圏フィールド科学センター
 生物生産研究農場
 義平 大樹 069-8501 江別市文京台緑町582番地1 酪農学園大学
 米田 裕紀 073-0027 滝川市東滝川町4丁目18-27

<ら>

酪農学部資料室 069-8501 江別市文京台緑町582番地1
酪農学科実験圃場 069-8501 江別市文京台緑町582番地1

酪農学園大学
酪農学園大学

<り>

龍前直紀 069-1464 夕張郡長沼町幌内1066

雪印種苗㈱北海道研究農場

<わ>

我妻尚広 069-8501 江別市文京台緑町582番地1
脇坂裕二 098-3302 天塩郡天塩町山手裏通11丁目
渡辺治郎 062-8555 札幌市豊平区羊ヶ丘1番地
和田良司 060-0042 札幌市中央区大通り西7丁目酒造会館

酪農学園大学
北留萌地区農業改良普及センター
農業技術研究機構北海道農業研究センター
㈱北海道草地協会

賛助会員名簿

平成14年6月10日現在

ゼネカ株式会社	107-0052	東京都港区赤坂8-1-22赤坂王子ビル
井関農機(株)北海道支店	068-0005	岩見沢市5条東12丁目5
小野田化学工業(株)札幌支店	060-0003	札幌市中央区北3条西1丁目1-1ナショナルビル
北原電牧(株)	065-0019	札幌市東区北19条東4丁目
株式会社クボタ札幌支店	063-0061	札幌市西区西町北16丁目1-1
コープ・ケミカル(株)北海道事業部	060-0907	札幌市東区北7条東3丁目28-32恒和札幌ビル 5F
株式会社コハタ	079-8412	旭川市永山2条3丁目
札幌ゴルフクラブ	061-1264	北広島市輪厚
全国農業協同組合連合会札幌支所肥料農業課	060-0061	札幌市中央区南1条西10丁目4-1全農ビル内
サングリン太陽園(株)札幌営業所	003-0030	札幌市白石区流通センター6丁目1の18
タキイ種苗(株)札幌支店	060-0004	札幌市中央区北4条西16丁目1
丹波屋(株)	060-0000	札幌市中央区北6条東2丁目札幌総合卸センター内
十勝農業協同組合連合会	080-0013	帯広市西3条南7丁目農協連ビル内
トモエ化学工業(株)		東京都文京区湯島3丁目1-11南山堂ビル3F
日本農薬(株)札幌支店	060-0003	札幌市中央区北3条西2丁目札幌HSビル
日本フェロー(株)	060-0004	札幌市中央区北4条西4丁目ニユ?札幌ビル内
日之出化学工業(株)札幌支店	060-0061	札幌市中央区南1条西2丁目長銀ビル内
日の丸産業社(株)	003-0000	札幌市白石区大谷地227-106
北電興業(株)	060-0031	札幌市中央区北1条東3丁目1
ホクレン農協連合会単味飼料種子課	060-0004	札幌市中央区北4条西1丁目
北海道開発協会(助)農業調査部	001-0011	札幌市北区北11条西2丁目10-4セントラル札幌北ビル
北海道草地協会	060-0042	札幌市中央区大通西7丁目2番地酒造会館4階
北海道チクレン農協連合会	001-0000	札幌市北区北5条西6丁目札幌センタービル13階
北海道農業開発公社(助)	060-0005	札幌市中央区北5条西6丁目1-23農地開発センター内
北興化学工業(株)札幌支店	060-0001	札幌市中央区北1西3大和銀行ビル
三菱化学(株)北海道支店炭素アグリグループ	060-0007	札幌市北区北7条西4丁目3-1新北海道ビル4階
雪印種苗(株)	062-0002	札幌市豊平区美園2条1丁目10
道東トモエ商事(株)	086-1153	標津郡中標津町桜ヶ丘3丁目10番地ホンダ酪農機ビル2F

北海道草地研究会報

第 36 号

2002年7月15日発行（会員配布）

発 行 者 北海道草地研究会
会 長 松 中 照 夫

研究会事務局

〒069-8501 江別市文京台緑町582-1
酪農学園大学酪農学部酪農学科
T E L 011-388-4727
F A X 011-386-1574
郵便振替口座番号：02710-0-9880

印 刷 所 札幌市中央区南10条西9丁目
（有）クリーンホソクラ
電話 011-521-2355



