

北海道畜産学会報

第40巻 1998年



総 説

乳中の育種における体型審査形質
および長命性の利用

解 説

最近の馬生産に関する話題

受賞論文

牛の受精卵移植に関する研究

短 報 (10編)

技術レポート (1編)

会員からの声、海外報告、シンポジウム報告

大会報告、学会記事

北海道畜産学会

HOKKAIDO ANIMAL SCIENCE AND AGRICULTURE SOCIETY

お 知 ら せ

1. 第 54 回北海道畜産学会大会開催予定

と き：1998 年 8 月 29 日(土), 30 日(日)
場 所：帯広畜産大学
詳細な案内：1997 年 6 月上旬
講演要旨締め切り：1997 年 7 月中旬

2. 会費納入のお願い

会報の送付封筒のタックシールに、既に納入いただいた年度が記載されております。
お確かめの上、未納年度分の会費を納入してください。

郵便振替 口座番号：02770-4-4947

銀行口座：たくぎん札幌駅北口支店 3180370 北海道畜産学会代表 清水弘

なお、ご不明な点は、会計幹事 竹之内まで

住所：060-8589 札幌市北区北 9 西 9 北大農学部

電話：011-706-3889

ファックス：011-706-2538

3. 住所等変更のご連絡のお願い

会員の方で住所等に変更が生じた場合には下記の用紙にご記入の上、上記の会計幹事（竹之内）までお送り願います。

きりとり

住所等変更届け

(届け出日

年

月

日)

お名前

住所
旧 TEL・FAX

住所
新 TEL・FAX

北海道畜産学会報

第 40 卷

平成 10 年 5 月

目 次

総 説

乳牛の育種における体型審査形質および長命性の利用河原孝吉..... 1

解 説

最近の馬生産に関する話題近藤誠司..... 9

受賞論文

牛の受精卵移植に関する研究

.....北海道立新得畜産試験場 生物工学グループ 山本裕介・南橋 昭・陰山聡一・森安 悟
北野則泰・芦野正城・八畝隆司・遠谷良樹
増地 進・本郷泰久・工藤卓二・伊東季春..... 16

短 報

エゾシカ (*Cervus nippon yezoensis*) における乾草とフスマおよびダイズ粕混合物の消化率と窒素出納
.....増子孝義・相馬幸作・藤井正樹・高崎興平・石島芳郎..... 22

エゾシカ (*Cervus nippon yezoensis*) における乾草採食量の季節変化
.....相馬幸作・増子孝義・小林雄一・石島芳郎..... 27

ブタの成長に伴う骨細胞外マトリックスの変化
.....中村富美男・森 休広・海津幸子・浪崎晋二・福永重治..... 31

時系列解析による日乳量変動に対する暑熱環境の影響評価上野孝志・田鎖直澄・大谷文博..... 35

分娩後 120 日目に離乳したサフォーク種母羊の乾乳過程における体重と乳汁量
.....出岡謙太郎・斉藤利朗..... 39

サラブレッド種における母馬年齢が産子の競走能力に及ぼす影響
.....森津康喜・寺井明喜子・中田 仁・只野崇史・市川 舜..... 43

北海道で飼育されるホルスタイン種育成雌牛の GnRH に対する LH 放出反応性に及ぼす季節の影響
.....角川博哉・高橋ひとみ・山田 豊・仮屋亮由..... 47

馬の屋外群飼における濃厚飼料給与時の敵対行動に対する飼槽間隔・バケツ給与・ついたての効果
.....柏村文郎・山下和哉・古村圭子・日高 智..... 51

乳用牛における κ -カゼインと BLAD 遺伝子型同時検出法の開発とそれらの出現遺伝子頻度
.....山本直幸・佐々木修・富樫研治..... 55

キメラニワトリ作出における胚培養および細胞注入法の検討寺井明喜子・市川 舜・森津康喜..... 60

技術レポート

良質粗飼料確保を目指したグラスサイレージ調製

～湧別町・JA 芭露の受委託事業の取り組み～水野勝志..... 65

会員からの声

元気！ ミルク大学と子供達岡本全弘 酪農学園大学..... 68

海外報告

平滑筋のホスファターゼ石下真人..... 70

アメリカ・ケンタッキー大学を訪れて上田純治..... 73

シンポジウム報告

第1回「家畜育種・遺伝セミナー」.....	田村千秋.....	77
第53回北海道畜産学会大会 一般講演一覧.....		80
大会報告		82
学会記事		87
役員名簿		91
北海道畜産学会会則		92
北海道畜産学会編集委員会規定		93
北海道畜産学会投稿規定		93
北海道畜産学会報原稿作成要領		94
北海道畜産学会表彰規定		95
会員名簿		96

総 説

乳牛の育種における体型審査形質および長命性の利用

河原 孝吉

社団法人北海道乳牛検定協会, 札幌市中央区 060-0003

Usefulness of Conformational Traits and Longevity in Dairy Cattle Breeding

Takayoshi KAWAHARA

Hokkaido Dairy Cattle Milk Recording Association, Sapporo-shi Chuo-ku 060-0003

キーワード: 体型審査形質, 線形式体型形質, 長命性, 乳牛の育種

Key words: Conformational Traits, Linear Type Traits, Longevity, Dairy Cattle Breeding

1. 緒 言

わが国におけるホルスタインの体型審査は, 産乳能力検定と比較し, 簡単に実施できたこともあり, 体型審査形質 (以下, 体型形質と略す) を産乳能力の判断材料として利用してきた時期があった。家畜は, 用途において効率的な機能発揮を可能にするために外貌上の明瞭な相違があり, 乳牛らしい体型を具体的に示すと, 後軀や乳房のより発達した, 体軀の長い, 余分な肉が付かない, 骨ばった外貌が必要であるとされてきた (河野, 1990)。乳牛の体型形質には, 現在, 決定得点と線形式体型形質 (以下, 線形形質と略す) が存在する。決定得点は, 一般外貌, 乳用牛の特質, 体積および乳器の各形質を 3:2:2:3 の比率で重み付けした値である。なお, 1994 年 4 月以降, 審査標準が改訂され, 決定得点の重み付けは, 外貌, 肢蹄, 乳用牛の特質, 体積および乳器の各形質に関して, 1.5:1.5:2:1:4 の比率に変更された。

1960 年代後半になると, 体型形質の統計分析が盛んにおこなわれ, WHITE (1974) の総説によると, 産乳能力と関係が認められる体型形質は乳用牛の特質であり, 決定得点と産乳能力との遺伝相関は, ほとんどの報告において, 正であっても低いか無相関, あるいは中程度の負の値であった。また, GRANTHAM *et al.* (1974) は, 種雄牛の遺伝評価値から, 乳用牛の特質と産乳形質の間において低から中程度の正の相関を推定したが, それ以外の体型形質では, 低い負の相関が産乳形質との間に認められることを指摘した。最近では, 体型と産乳形質との間には, 間接選抜が有効となる遺伝相関は認められないとする報告が多い (MISZTAL *et*

al., 1992; SHORT and LAWLOR, 1992; 鈴木ら, 1995; 河原ら, 1996)。このように, 乳牛らしい体型の定義や利用については, 経験的な解釈と必ずしも一致しないとする報告が多い。加えて, 1974 年に牛群検定事業 (農林水産省が実施した「乳用牛群改良推進事業」) が開始され, 体型形質を用いて産乳能力を間接的に選抜する意義は少なくなった。それにもかかわらず, 能力検定事業の開始後も体型審査が実施されている背景には, 品種の特徴を備えた美しい体型や, 共進会に出品できるようなショウタイプと呼ばれる体型への改良意識がある。しかし, このような体型改良に経済的な価値を見いだす酪農家は限られているため, 近年においては, 体型それ自身に経済的な価値付けをするよりも, すでに経済的に価値付けされた他の形質との関連性から体型形質に対する選抜の意義を見いだす方向にある。

KLASSEN *et al.* (1992) は, 生涯産乳能力と乳用牛の特質との間で 0.5 以上の高い遺伝相関を推定したが, それ以外の体型形質は無相関から低い相関であった。一方, JAIRATH *et al.* (1995) は, 初産の産乳能力と生涯の産乳能力との間に高い相関を認め, 体型形質を用いて生涯産乳能力を間接的に選抜する意義が低いことを報告している。BOLOMAN and FAMULA (1985) は分娩難易度における種雄牛の遺伝評価値と娘牛の線形形質との関係, DADAI *et al.* (1985) および CUE *et al.* (1990) は体型形質と分娩難易度との遺伝相関を推定し, 体型形質の選抜の意義について論じている。THOMAS *et al.* (1984) は, 線形形質と体型測尺値から乳房炎の予測を試みた。MONARDES *et al.* (1990), ROGERS *et al.* (1991 b, 1995), ROGERS and HARGROVE (1993) は, 体型形質と乳汁中体細胞数 (以下, 体細胞数と略す), LUND *et al.* (1994) は体型形質, 体細胞数および臨床型乳房炎の遺伝相関を推定し

た。また、SCHUTZ *et al.* (1993) は、体型形質と体細胞数の遺伝評価値間の関連性を報告した。これらいずれの報告においても、乳房および乳頭に関連する形質の選抜は、体細胞数の減少を示唆する結果を示した。SHAPIRO and SWANSON (1991) は、体型形質（尻と肢蹄）と繁殖能力（空胎日数と授精回数）との関連性を分析し、蹄の角度が空胎日数の変動の 5.3%、尻の幅が授精回数の変動の 4.7% を説明するとの報告をしたが、いずれも説明度合いが低いことを明らかにした。しかしながら、牛群検定を実施している農家であれば、直接的に分娩難易度や体細胞数などの記録が得られることから、体型審査を受検する意義は少ないものと推察される。

一方、長命性に影響する要因は産乳能力のみならず、毎日の搾乳および飼養管理の困難さや繁殖障害などにより淘汰される場合の影響も推測される。特に、産乳能力が高いにもかかわらずこのような故障で不本意に淘汰せざるをえない場合は、経済的に重要な損失である (HARRIS *et al.*, 1992; MISZTAL *et al.*, 1992)。これまでに、FOSTER *et al.* (1989), ROGERS *et al.* (1989, 1991 a), BOLDMAN *et al.* (1992), HARRIS *et al.* (1992), SHORT and LAWLOR (1992), BURKE and FUNK (1993) および河原ら (1996, 1997) によって、このような酪農家にとって不本意な淘汰が体型と長命性との関連から論じられている。本総論では、体型形質と長命性の遺伝的特徴を検討し、乳牛の育種に対するこれらの利用性について論じた。

2. 体型審査形質の遺伝的特徴

決定得点は、日本ホルスタイン登録協会 (1997) の審査標準から得られる形質である。体型審査は、例えば乳用牛の特質であれば、皮膚皮毛、頸、き甲および肋などの複数の体型部位をバランスも考慮して総合的に審査する。そのため、最終的に付けられた決定得点が同点であっても乳牛個体の体型は必ずしも同じ体型部位に欠点または美点があるとは限らない。それ故、決定得点は、統計的分析が困難な形質とされ、むしろ、各体型部位の計測値の方が統計分析に適している。しかし、体型の計測は、作業の煩雑さと短時間に測定できる個体数の限界から、それに代わって、米国では、記述式審査法 (Type appraisal scores または Descriptive classification) が開発された (VAN VLECK, 1964; AITCHISON *et al.*, 1972; NORMAN and VAN VLECK, 1972; VINSON *et al.*, 1976)。しかし、これらの審査方法は、線形形質のように連続する尺度で採点する概念ではなく、各形質の形状や状態をいずれかのコードに分類する方法であったため、形質の種類によっては、線形的でないものもあった。線形審査法は、乳牛における体型各部位の特徴を目測審査し、線形尺度によりスコア化する方法として、1975 年に北米において、そ

の概要が報告された (FOSTER *et al.*, 1988)。LUCAS *et al.* (1984) および VINSON *et al.* (1982) の研究は、線形スコア値と実測値との間に有意な相関を認め、遺伝評価等の統計処理が容易であり、体型記録を短時間で多量に収集できる方法として、米国で実用化された (THOMPSON *et al.*, 1983)。我が国における線形審査法の採用は、1984 年からであり、その詳細については、日本ホルスタイン登録協会 (1997) および河原ら (1993) の報告がある。

体型形質の遺伝率については多くの研究があり、1960 年代から 1970 年代初期にかけての報告では、決定得点において、0.20 から 0.58 の範囲で推定された (WHITE, 1974)。THOMPSON *et al.* (1983) は、決定得点の遺伝率を 0.28, MISZTAL *et al.* (1992) は 0.29, SHORT and LAWLOR (1992) は血統登録牛集団で 0.30, 無登録牛集団で 0.16 を推定した。また、SMOTHERS *et al.* (1993) は、0.19 から 0.25 の範囲の推定値を得た。我が国では、1962 年に広瀬と榊田がホルスタイン種の高等登録集団から、決定得点の遺伝率を 0.43 と推定した (内藤, 1979)。近年においては、鈴木ら (1995) が 0.19 および河原ら (1996) が 0.22 の遺伝率を推定した。表 1 には、米国ホルスタイン登録協会の記録から多形質の混合モデルにより REML (Restricted maximum likelihood: 制限最尤) 法で推定された線形形質の遺伝率、表 2 には、同様の分析方法で日本ホルスタイン登録協会の記録から得られた遺伝率を示した。米国ホルスタイン登録協会の線形形質は、我が国の登録協会と同様に 1 から 50 の線形尺度でスコア化されているため、遺伝率の比較検討が可能である。我が国と米国の記録から得られた線形形質の遺伝率は、全体的な傾向が近似していた。これらの遺伝率は、体の大きさに関連した形質において比較的高い値が推定された。一方、後肢側望、蹄の角度および乳房の懸垂は、比較的低い遺伝率が推定された。これらのように、体型形質は、低程度から中程度の遺伝率であり、多くが選抜の可能な形質である。近年では、国際的な視野で体型に対する選抜を行うために線形形質における種雄牛の国際的な遺伝評価を実施する必要があり、体型審査方法の国際的調整が行われている (HEWITT, 1996)。

また、線形審査の実施は、決定得点の特徴も明らかにした。SHORT and LAWLOR (1992) は決定得点と体の大きさに関連する線形形質との間に中程度 (0.46 から 0.58)、河原ら (1996) は高い遺伝相関 (0.91 から 0.68) を推定した。同様に、前者は決定得点と乳房に関連する線形形質との間に中程度から高い (0.58 から 0.71) 遺伝相関、後者は低値から高値 (0.10 から 0.62) の遺伝相関を推定した。鈴木ら (1996 a) は、主成分分析から決定得点が牛体および乳房の大きさと強く関連していることを報告した。これらの結果は、決定得点が遺伝的および表型的に体の大きさや乳房の形状に大

表1 米国ホルスタイン登録協会の記録から多形質混合モデルにより REML 法で推定された体型形質の遺伝率

形 質	Sire model			Animal model
	VANRADEN <i>et al.</i> (1990)	SHORT <i>et al.</i> (1991)	SHORT and LAWLOR (1992)	MISZTAL <i>et al.</i> (1992)
決定得点			0.26	0.29±0.02
高 さ	0.37	0.37±0.02	0.34	0.42±0.01
強 さ	0.26	0.29±0.02	0.22	0.29±0.02
体の深さ	0.32	0.34±0.02	0.28	0.35±0.02
鋭角性	0.23	0.24±0.02	0.23	0.28±0.02
尻の角度	0.29	0.29±0.02	0.29	0.28±0.02
尻の幅	0.24	0.24±0.02	0.23	0.26±0.02
後肢側望	0.16	0.17±0.02	0.13	0.16±0.02
蹄の角度	0.10	0.11±0.01	0.09	0.13±0.02
前乳房の付着	0.18	0.21±0.02	0.21	0.24±0.02
後乳房の高さ	0.18	0.18±0.02	0.17	0.16±0.02
後乳房の幅	0.16	0.15±0.01	0.16	0.19±0.02
乳房の懸垂	0.15	0.13±0.01	0.16	0.10±0.02
乳房の深さ	0.25	0.25±0.02	0.25	0.25±0.02
乳頭の配置	0.21	0.22±0.02	0.23	0.22±0.02

表2 日本ホルスタイン登録協会から得られた体型記録の多形質混合モデルにより REML 法で推定された遺伝率

形 質	Sire model		Animal model	
	河原ら (1994)	河原ら (1996)	SUZUKI <i>et al.</i> (1996 b)	和田ら (1996)
高 さ	0.34±0.06	0.37±0.04	0.40	0.46±0.05
強 さ	0.20±0.04	0.25±0.03	0.23	0.26±0.04
体の深さ	0.26±0.05	0.28±0.03	0.25	0.30±0.05
鋭角性	0.14±0.04	0.19±0.03	0.14	0.18±0.04
尻の角度	0.24±0.05	0.33±0.04	0.28	0.32±0.06
尻の長さ	0.24±0.05			
尻の幅	0.29±0.05	0.28±0.03	0.26	0.29±0.04
後肢側望	0.20±0.04	0.14±0.03	0.16	0.12±0.03
蹄の角度	0.11±0.03	0.05±0.02	0.06	0.08±0.03
前乳房の付着	0.10±0.03	0.13±0.02	0.12	0.20±0.04
後乳房の高さ	0.18±0.04	0.16±0.03	0.15	0.22±0.04
後乳房の幅	0.20±0.04	0.18±0.03	0.14	0.09±0.03
乳房の懸垂	0.08±0.03	0.10±0.02	0.09	0.13±0.04
乳房の深さ	0.24±0.05	0.29±0.04	0.27	0.27±0.06
乳頭の配置	0.23±0.05	0.28±0.03	0.24	0.17±0.04

きく依存していることを示唆している。

3. 長命性に関連する形質の遺伝的特徴

長命性 (Longevity) に関連する形質には、在群性 (Stayability)、産次数 (Number of Lactations)、除籍月齢 (Age at Disposal)、在群期間 (Herd Life) および生産期間 (Production Life) がある。これら長命性に関連する形質について、例えば、在群期間は初産分娩から除籍 (淘汰) までの期間、生産期間は除籍までの搾乳期間として定義される (河原ら, 1996)。CHAUHAN *et al.* (1993) は、除籍年月日が明らかな個体のみの記録から在群期間、生産期間および産次数の

遺伝率を各々 0.028, 0.006 および 0.005 と推定した。DUCROCQ *et al.* (1988 b) は、除籍されていない個体をも含めた記録を使用して、Hazard 関数を当てはめた非線形モデルから、生産期間の遺伝率を 0.085 と推定した。一方、北米地域の研究者は、ある区切りとする基準月齢を設定し、その時点で生存していれば、その月齢までの期間、除籍していれば、除籍までの期間を測定し、長命性の形質とした。このような長命性に関連する形質は、例えば、84ヶ月齢を区切りとする在群期間であれば在群期間 84 のように基準月齢と共に表示される。この方法で得られた長命性の遺伝率は、HUDSON and VAN VLECK (1981) が在群性 36 から在

群性 84 において 0.0160 から 0.0407, SHORT and LAWLOR (1992) が在群性 54 と 84 および在群期間 84 において 0.02 から 0.10 の範囲で推定した. VISSCHER and GODDARD (1995) は, 2, 3 および 4 産次の各分娩前を基準にした在群性の遺伝率を 0.02 から 0.07 の範囲で推定した. 我が国では, SUZUKI *et al.* (1996 b) が生産期間 72 の遺伝率を 0.12, 河原ら (1996) は, 在群性 36 から 72 において 0.02 から 0.08, 在群期間, 除籍月齢, 生産期間の各々 48 から 72 において 0.07 から 0.10 の範囲で推定した. さらに, 長命性の遺伝率は, 区切りとする月齢が高齢化するに伴い, 上昇するとの報告 (HUDSON and VAN VLECK, 1981; 河原ら, 1996) がある. 一方, DENTINE *et al.* (1987) のように, 血統登録牛の集団では, 遺伝率の上昇, 無登録牛集団では反対に減少傾向を報告した事例もある. これらの報告から, 長命性は, 遺伝率が非常に低く, 直接選抜が困難な形質であると推察される.

しかし, 育成期の費用を回収してさらに収益を得るために, 乳牛は, ある程度牛群に留まり生乳生産を続ける必要がある. それ故, 長命性は, 遺伝率が低いながらも経済的に重要な形質だと考え, 直接選抜を試みた報告もある. VANRADEN and KLAASKATE (1993) および VANRADEN and WIGGANS (1995) は, 初産期に長命性を予測する手法を開発し, 早期に遺伝評価することによって世代間隔を長期化せずに長命性で直接選抜する方法を提案した. また, 河原 (1998) は, 在群性 36 とそれより高齢で区切られた在群性との間には低から中程度の遺伝相関が推定されたが, 在群性 42 とでは 0.78 から 0.87, 在群性 48 とでは 0.93 以上の非常に高い遺伝相関を推定した. このような傾向は, EVERETT *et al.* (1976 a) および HUDSON and VAN VLECK (1981) も指摘しており, 48ヶ月齢の時点で区切られた長命性の形質がそれより高齢で区切られた長命性の遺伝的パラメータを非常に良く説明できることを示唆した. それ故, 長命性の選抜には, 世代間隔を短縮するうえで, 48ヶ月齢の時点における育種価の推定が望ましいものと推測される.

長命性と産乳能力の遺伝相関は, EVERETT *et al.* (1976 a) が 0.27 から 0.55, SHORT and LAWLOR (1992) が 0.35 から 0.44, VISSCHER and GODDARD (1995) が 0.49 から 0.81 の範囲の推定値を報告している. 我が国では, SUZUKI *et al.* (1996 b) が 0.64 から 0.68, 河原ら (1996) が 0.48 から 0.79 の範囲の遺伝相関を推定した. これらから, 長命性と産乳量との間には, 低から高い正の遺伝相関が存在するため, 産乳能力で選抜されている集団では, 長命性の相関反応が予測される. EVERETT *et al.* (1976 b) は, 乳牛の 5 品種について種雄牛の遺伝評価値を推定し, ホルスタインにおける在群性の遺伝的および環境的トレンドが種雄牛の誕生年に対して減少傾向を示すことを報告し

た. しかし, この報告は 1970 年代のものであり, 最近の研究によると, DE LORENZO and EVERETT (1982) は, 遺伝的に高乳量を示す種雄牛が交配されている集団ほど在群性が上昇することを報告した. VANRADEN and WIGGANS (1995) は, 雌牛の誕生年に対して, 生産期間 84 の遺伝的トレンドが上昇, 表型的トレンドは減少傾向にあることを確認した. 我が国の場合, 北海道における産乳量の遺伝的トレンドは, 上昇傾向にある (鶴田ら, 1990) ことから, 北海道でも上述した北米の乳牛集団と同様, 相関反応により長命性の遺伝的トレンドが上昇傾向にあると推測される. しかし, 表型的には, 在群している検定雌牛の平均年齢が年度に対し減少傾向にあり (北海道乳牛検定協会, 1996), 長命性に関連する形質が非常に多くの環境的影響を受けていることが推察できる.

4. 体型審査形質と長命性の関連性

BOLDMAN *et al.* (1992) は, 在群期間 72 と最も高い遺伝相関を示す形質が前乳房の付着 (0.47) と乳房の深さ (0.38) にあり, 反対に, 体の大きさに関連する形質, すなわち高さと体の深さは, 在群期間 72 との間に低い負の遺伝相関 (-0.23 および -0.21) であることを報告した. SHORT and LAWLOR (1992) は, 無登録集団において, 乳房に関連する形質と生産期間 84 との遺伝相関を 0.06 から 0.21, 血統登録集団では 0.30 から 0.38 の範囲の値を推定し, 集団の相違によって遺伝相関が異なることを報告した. HARRIS *et al.* (1992) は, ガンジー集団において, 在群期間 48 と体の大きさに関連する形質との間に高い負の遺伝相関, 前乳房の付着および乳房の懸垂との間で中程度の正の遺伝相関を推定した. 我が国において, SUZUKI *et al.* (1996 b) および河原ら (1996) は, 長命性に関連する形質と体の大きさに関連する形質との間に低い負の遺伝相関を, また, 鋭角性, 尻の角度, 乳器, 後乳房の高さ, および乳房の懸垂と, 長命性との間に低いから中程度の正の遺伝相関を推定した. 上述した長命性と体の大きさに関連する形質との遺伝的関連性から, ショウタイプに見られる体の大きな乳牛は, 長命連産に必ずしも有利でないことを示唆している. 乳房に関連する形質は, 長命性と正の遺伝的関連性がある. しかし, 長命性と乳房の形質との遺伝相関は, 長命性と産乳能力との間のように高い遺伝相関が報告された事例はない. また, FOSTER *et al.* (1989), BURKE and FUNK (1993), DEKKERS *et al.* (1994) および河原ら (1997) の報告によると, 体型形質の中でも乳房に関連する形質は, 長命性の変動を説明する割合が大きいが, 産乳能力の説明割合と比較すれば, 非常に小さいことを指摘した.

前述したように, 長命性は, 産乳能力と正の遺伝的関係があり, 産乳能力の選抜により, 長命性の相関反

応が期待できる。しかし、産乳能力以外の原因で淘汰されるような場合を説明する長命性として、DUCROCQ *et al.* (1988 a, b) は、産乳能力の影響を考慮した長命性、すなわち機能的長命性 (Functional longevity) を定義し、上述した長命性を真の長命性 (True longevity) と定義して区別した。DUCROCQ *et al.* (1988 b) および BOLDMAN *et al.* (1992) は、この2種類の長命性の遺伝率に差異がないことを報告した。また、機能的長命性の推定方法として、DUCROCQ *et al.* (1988 b) および ROGERS *et al.* (1989), また HARRIS *et al.* (1992) は、それぞれホルスタインまたはガンジーにおける除籍直前の産乳能力を考慮し、SHORT and LAWLOR (1992) は、ホルスタインにおける初産の産乳能力を考慮したが、このような産乳能力の産次の考慮の違いや乳牛の品種の違いによっても、機能的長命性の遺伝率に大きな差異は認められなかった。一方、HARRIS *et al.* (1992) および SHORT and LAWLOR (1992) は、真の長命性よりも機能的長命性の方がわずかに遺伝率が低く、また、無登録集団よりも血統登録集団において、これら2種類の長命性の遺伝率が高いことを報告している。

真の長命性および機能的長命性と体型形質との遺伝相関を表3に示した。SHORT and LAWLOR (1992) によれば、血統登録集団から得られた機能的長命性は、乳房に関連する形質との遺伝相関が真の長命性よりも全体的に高く推定される傾向を示したが、無登録集団では、機能的長命性との遺伝相関が真の長命性との遺伝相関よりも低く推定された形質もあった。特に、鋭角性は、真の長命性よりも機能的長命性との遺伝相関において、より低く推定される傾向が認められた。一方、HARRIS *et al.* (1992) のように、機能的長命性と

真の長命性は、体型形質との間で遺伝相関に大きな違いが認められないとの報告もある。これらのように、機能的長命性と体型形質との遺伝相関は、真の長命性との遺伝相関より、必ずしも高く推定されると言及できない。また、表型的には、14項目の線形形質が機能的長命性の変動の14%を説明するとの報告がある (BURKE and FUNK, 1993)。DEKKERS *et al.* (1994) は、15項目の線形形質が機能的長命性の遺伝分散の22%を説明できることを報告した。KELLER and ALLAIRE (1987), BOLDMAN *et al.* (1992), HARRIS *et al.* (1992) および DEKKERS *et al.* (1994) のように、体型形質における種雄牛の遺伝評価値から真の長命性および機能的長命性の種雄牛評価値を予測する方法について検討した報告もある。

これら上述した報告は、機能的長命性と体型形質との間の線形的関連性を明らかにしたものであるが、機能的長命性と体型形質との非線形的関連性を調査した報告もある (FOSTER *et al.*, 1989; BURKE and FUNK, 1993; DEKKERS *et al.*, 1994; 河原ら, 1997)。これらの報告によると、体型形質の中で最も機能的長命性の変動を説明できる形質は、乳房に関連する形質であった。その中でも、乳房の深さは、機能的長命性の遺伝的並びに表型的な変動を説明する割合が大きく、しかも、両形質の間には2次的関係が認められた。この2次的関係は、表型値の関係において著しく、中程度の乳房の深さにおいて最も長命であり、それより浅いまたは深い乳房ほど機能的長命性が低下する傾向が認められた。後肢側望は、乳房の深さと比較して機能的長命性の変動を説明する割合が希薄であったが、表型的な両形質の間に2次的関係が認められた。BURKEとFUNK (1993) は、肢蹄に関する形質と機能的長命性と

表3 真の長命性 (THL) および機能的長命性 (FHL) と各体型形質との遺伝相関係数

形 質	SHORT and LAWLOR (1992)				BOLDMAN <i>et al.</i> (1992)		HARRIS <i>et al.</i> (1992)	
	血統登録集団		無登録集団		無登録集団		血統登録集団	
	THL	FHL	THL	FHL	THL	FHL	THL	FHL
決定得点	0.47	0.54	0.17	0.12				
高 さ	0.12	0.18	-0.09	-0.19	-0.23	-0.21	-0.62	-0.69
強 さ	-0.06	-0.01	-0.27	-0.32	-0.11	-0.02	-0.74	-0.73
体の深さ	-0.06	-0.03	-0.21	-0.32	-0.21	-0.20	-0.32	-0.35
鋭角性	0.42	0.27	0.25	0.06	0.00	-0.16	0.13	0.02
尻の角度	0.09	0.01	0.12	0.10	0.16	0.09	-0.35	-0.40
尻の幅	0.01	0.04	-0.06	-0.16	-0.12	-0.18	-0.66	-0.70
後肢側望	-0.08	-0.08	0.04	0.04	0.07	-0.01	0.12	0.16
蹄の角度	0.23	0.26	-0.07	-0.06	-0.16	-0.12	-0.10	-0.14
前乳房の付着	0.31	0.47	0.17	0.24	0.47	0.46	0.30	0.35
後乳房の高さ	0.33	0.37	0.21	0.14	0.13	-0.01	0.08	0.01
後乳房の幅	0.32	0.32	0.20	0.10	0.13	-0.07	-0.08	-0.15
乳房の懸垂	0.38	0.43	0.17	0.18	0.23	0.22	0.44	0.41
乳房の深さ	0.30	0.50	0.20	0.39	0.38	0.47	0.07	0.04
乳頭の配置	0.36	0.42	0.06	0.08	0.15	0.17	0.15	0.11

の表型的な関係が、飼養管理の形態により異なることを報告した。すなわち、後肢側望では、Loose Housing よりも Free Stalls や Tie-Stalls の飼養形態の方が機能的長命性との関連が大きいことを指摘した。また、蹄の角度と機能的長命性との表型的な関係は、Tie-Stalls の飼養形態においてもっとも大きいことを示した。従って、これらの結果は、自由に行動できる飼養形態よりも行動の制限された飼養形態において肢蹄の重要性が認められることを示唆している。一方、体型形質と機能的長命性との遺伝的な関係については、乳房の深さなど数種類の体型形質との間に2次的関連性が認められる。しかし、これらの関係は、表型的な関係のように中程度の体型形質値において最も長命な関係ではなく、むしろ、全体的には体型形質値に対する機能的長命性が上昇または減少傾向を示すことが報告されている (BURKE and FUNK, 1993; 河原ら, 1997)。

5. 結 語

体型の後代検定は、1989年より始まった農林水産省の「乳用牛群総合改良推進事業」の中で全国的に実施された。1992年からは、個体モデル (Animal model) を使用して遺伝評価が行われ、同時に、雌牛の遺伝評価値も推定可能となり、乳牛集団の遺伝的トレンドが明らかとなった。産乳能力のみならず体型形質の育種価の推定は、乳牛集団の選抜を容易にしたが、選抜の実施には、乳牛改良の方向性、すなわち改良目標を明確にすることが重要である。乳牛にとって経済的価値のある形質は、産乳能力である。一方、体型形質は、それ自体、経済的価値を見いだすことが大変困難な形質である。しかしながら、牛群審査の必要性に関するアンケート調査 (家畜改良事業団, 1997) によれば、北海道の酪農関係者の40%が重要、43%がどちらかと言えば重要と回答している。このように、酪農関係者から体型の改良も必要とする意見がある限り、体型についても何らかの形で選抜形質に含めるべきものと考えられる。本総論では、長命性との関連から体型形質の選抜について論じた。しかし、多くの研究報告から、生乳生産能力が高いもののほど長命性が長くなる傾向があり、体型形質の長命性に対する影響は、産乳能力と比較し希薄であった。その中でも影響が比較的顕著に認められた体型形質は、乳房に関連する形質であり、あえて体型を選抜するならば、これら乳房に関連する形質が望ましいものと推察された。

参 考 文 献

- AITCHISON, T.E., A.E. FREEMAN and G.M. THOMSON (1972) Evaluation of a type appraisal program in Holsteins. *J. Dairy Sci.*, **55**: 840-844.
- BOLDMAN, K.G. and T.R. FAMULA (1985) Association of sire dystocia transmitting ability with progeny linear type traits in Holsteins. *J. Dairy Sci.*, **68**: 2052-2057.
- BOLDMAN, K.G., A.E. FREEMAN, B.L. HARRIS and A. L. KUCK (1992) Prediction of sire transmitting abilities for herd life from transmitting abilities for linear type traits. *J. Dairy Sci.*, **75**: 552-563.
- BURKE, B.P. and D.A. FUNK (1993) Relationship of linear type traits and herd life under different management systems. *J. Dairy Sci.*, **76**: 2773-2782.
- CHAUHAN, V.P.S., J.F. HAYES and L.K. JAIRATH (1993) Genetic parameters of lifetime performance traits in Holstein cows. *J. Anim. Breed. Genet.*, **110**: 135-139.
- CUE, R.I., H.G. MONARDES and J.F. HAYES (1990) Relationships of calving ease with type traits. *J. Dairy Sci.*, **73**: 3586-3590.
- DADAI, E., B.W. KENNEDY and E.B. BURNSIDE (1985) Relationships between conformation and reproduction in Holstein cows: type and calving performance. *J. Dairy Sci.*, **68**: 2639-2645.
- DEKKERS, J.C.M., L.K. JAIRATH and B.H. LAWRENCE (1994) Relationships between sire genetic evaluations for conformation and functional herd life of daughters. *J. Dairy Sci.*, **77**: 844-854.
- DE LORENZO, M.A. and R.W. EVERETT (1982) Relationships between milk and fat production, type, and stayability in Holstein sire evaluation. *J. Dairy Sci.*, **65**: 1277-1285.
- DENTINE, M.R., B.T. MCDANIEL and H.D. NORMAN (1987) Evaluation of sires for traits associated with herd life of grade and registered Holstein cattle. *J. Dairy Sci.*, **70**: 2623-2634.
- DUCROCQ, V., R.L. QUAAS, E.L. POLLAK and G. CASELLA (1988a) Length of productive life of dairy cows. 1. Justification of a Weibull model. *J. Dairy Sci.*, **71**: 3061-3070.
- DUCROCQ, V., R.L. QUAAS, E.L. POLLAK and G. CASELLA (1988b) Length of productive life of dairy cows. 2. Variance component estimation and sire evaluation. *J. Dairy Sci.*, **71**: 3071-3079.
- EVERETT, R.W., J.F. KEOWN and E.E. CLAPP (1976a) Relationships among type, production, and stayability in Holstein cattle. *J. Dairy Sci.*, **59**: 1505-1510.
- EVERETT, R.W., J.F. KEOWN and E.E. CLAPP (1976b) Production and stayability trends in dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, **59**: 1532-1539.
- FOSTER, W.W., A.E. FREEMAN, P.J. BERGER and A. KUCK (1988) Linear type trait analysis with genetic parameter estimation. *J. Dairy Sci.*, **71**:

- 223-231.
- FOSTER, W.W., A.E. FREEMAN, P.J. BERGER and A. KUCK (1989) Association of type traits scored linearly with production and herd life of Holsteins. *J. Dairy Sci.*, **72**: 2651-2664.
- GRANTHAM, JR. J.A., J.M. WHITE, W.E. VINSON and R.H. KIEWER (1974) Genetic relationships between milk production and type in Holsteins. *J. Dairy Sci.*, **57**: 1483-1488.
- HARRIS, B.L., A.E. FREEMAN and E. METZGER (1992) Analysis of herd life in Guernsey dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, **75**: 2008-2016.
- HEWITT, D. (1996) 1986-1996 Ten years harmonisation of type classification. 9th World Holstein Friesian Conference Program & Proceedings, 165-174.
- 北海道乳牛検定協会編 (1996) 乳用牛群総合改良推進事業個体の305日間成績, Vol.21, 2-3, 北海道乳牛検定協会. 札幌.
- HUDSON, G.F.S. and L.D. VAN VLECK (1981) Relationship between production and stayability in Holstein cattle. *J. Dairy Sci.*, **64**: 2246-2250.
- JAIRATH, L.K., J.F. HAYES and R.I. CUE (1995) Correlations between first lactation and lifetime performance traits of Canadian Holsteins. *J. Dairy Sci.*, **78**: 438-448.
- 家畜改良事業団編 (1997) 乳用種雄牛後代検定推進事業 平成8年度乳用種雄牛能力検定推進実態調査報告書, 平成9年3月, 19-36, 家畜改良事業団. 東京.
- 河原孝吉・榎谷智史・門前道彦・光本孝次 (1993) ホルスタイン種雌牛の線形式体型形質に対する年齢と泌乳ステージの影響. *日畜会報*, **64**: 723-731.
- 河原孝吉・榎谷智史・中田 稔・鈴木三義・光本孝次 (1994) 線形式体型形質におけるホルスタイン種雌牛集団の遺伝的パラメータの推定. *日畜会報*, **65**: 1051-1056.
- 河原孝吉・鈴木三義・池内 豊 (1996) ホルスタイン種牛集団における産乳と体型形質および長命性の遺伝的パラメータ. *日畜会報*, **67**: 463-475.
- 河原孝吉・鈴木三義・池内 豊 (1997) ホルスタイン種牛における機能的長命性と体型形質の関連. *北畜会報*, **39**: 65-69.
- 河原孝吉 (1998) 北海道のホルスタイン集団における体型審査形質の育種的研究. 74-116. 博士論文. 岩手大学.
- KELLER, D.S. and F.R. ALLAIRE (1987) Relationships of first lactation milk and type traits to cow survival and a sire index for discounted total milk. *J. Dairy Sci.*, **70**: 2116-2126.
- KLASSEN, D.J., H.G. MONARDES, L. JAIRATH, R.I. CUE and J.F. HAYES (1992) Genetic correlations between lifetime production and linearized type in Canadian Holsteins. *J. Dairy Sci.*, **75**: 2272-2282.
- 河野則勝 (1990) III. 乳牛の改良. 新編酪農ハンドブック (広瀬可恒・鈴木省三編著), 43-96. 養賢堂. 東京.
- LUCAS, J.L., R.E. PEARSON, W.E. VINSON and L.P. JOHNSON (1984) Experimental linear descriptive type classification. *J. Dairy Sci.*, **67**: 1767-1775.
- LUND, T., F. MIGLIOR, J.C.M. DEKKERS and E.B. BURNSIDE (1994) Genetic relationships between clinical mastitis, somatic cell count, and udder conformation in Danish Holsteins. *Livest. Prod. Sci.*, **39**: 243-251.
- MISZTAL, I., T.J. LAWLOR, T.H. SHORT and P.M. VANRADEN (1992) Multiple-trait estimation of variance components of yield and type traits using an animal model. *J. Dairy Sci.*, **75**: 544-551.
- MONARDES, H.G., R.I. CUE and J.F. HAYES (1990) Correlations between udder conformation traits and somatic cell count in Canadian Holstein cows. *J. Dairy Sci.*, **73**: 1337-1342.
- 内藤元男 (1979) 新編家畜育種学, 135-143. 養賢堂. 東京.
- 日本ホルスタイン登録協会編 (1997) 体型審査と線形評価法, 1-15, 日本ホルスタイン登録協会. 東京.
- NORMAN, H.D., and L.D. VAN VLECK (1972) Type appraisal: I. Effects of age and stage-of-lactation on type ratings. *J. Dairy Sci.*, **55**: 1706-1716.
- ROGERS, G.W., B.T. MCDANIEL, M.R. DENTINE and D.A. FUNK (1989) Genetic correlations between survival and linear type traits measured in first lactation. *J. Dairy Sci.*, **72**: 523-527.
- ROGERS, G.W., G.L. HARGROVE, J.B. COOPER and E. P. BARTON (1991a) Relationships among survival and linear type traits in Jerseys. *J. Dairy Sci.*, **74**: 286-291.
- ROGERS, G.W., G.L. HARGROVE, T.J. LAWLOR, JR. and J.L. EBERSOLE (1991b) Correlations among linear type traits and somatic cell counts. *J. Dairy Sci.*, **74**: 1087-1091.
- ROGERS, G.W., and G.L. HARGROVE (1993) Absence of quadratic relationships between genetic evaluations for somatic cell scores and udder linear traits. *J. Dairy Sci.*, **76**: 3601-3606.
- ROGERS, G.W., G.L. HARGROVE and J.B. COOPER (1995) Correlations among somatic cell scores of milk within and across lactations and linear type traits of Jerseys. *J. Dairy Sci.*, **78**: 914-920.
- SCHUTZ, M.M., P.M. VANRADEN, P.J. BOETTCHER

- and L.B. HANSEN (1993) Relationship of somatic cell score and linear type trait evaluations of Holstein sires. *J. Dairy Sci.*, **76**: 658-663.
- SHAPIRO, L.S. and L.V. SWANSON (1991) Relationships among rump and rear leg type traits and reproductive performance in Holsteins. *J. Dairy Sci.*, **74**: 2767-2773.
- SHORT, T.H., T.J. LAWLOR, JR., and K.L. LEE (1991) Genetic parameters for three experimental linear type traits. *J. Dairy Sci.*, **74**: 2020-2025.
- SHORT, T.H. and T.J. LAWLOR (1992) Genetic parameters of conformation traits, milk yield, and herd life in Holsteins. *J. Dairy Sci.*, **75**: 1987-1998.
- SMOTHERS, C.D., R.E. PEARSON, I. HOESCHELE and D.A. FUNK (1993) Herd final score and its relationship to genetic and environmental parameters of conformation traits of United States Holsteins. *J. Dairy Sci.*, **76**: 1671-1677.
- 鈴木三義・河原孝吉・吉田みその (1995) 乳牛の体型および泌乳形質における遺伝的パラメータのREML推定. 第90回日本畜産学会大会講演要旨, 140.
- 鈴木三義・井上嘉明・河原孝吉・池内 豊 (1996 a) ホルスタインにおける線形審査の主成分スコアと生産期間, 泌乳形質および体型得点の関連. *日畜会報*, **67**: 727-731.
- SUZUKI, M., T. KAWAHARA and Y. IKEUCHI (1996b) Genetic parameters of production and type traits, and productive life in Japanese Holstein. *The 8th AAAP Anim. Sci. Congr. Proc. Vol.2*, 400-401.
- THOMAS, C.L., W.E. VINSON, R.E. PEARSON, F.N. DICKINSON and L.P. JOHNSON (1984) Relationships between linear type scores, objective type measures and indicators of mastitis. *J. Dairy Sci.*, **67**: 1281-1292.
- THOMPSON, J.R., K.L. LEE, A.E. FREEMAN and L.P. JOHNSON (1983) Evaluation of a linearized type appraisal system for Holstein cattle. *J. Dairy Sci.*, **66**: 325-331.
- 鶴田彰吾・鈴木三義・光本孝次 (1990) 北海道の乳用牛群検定記録における種雄牛と雌牛の同時評価による遺伝的および環境的トレンドの推定. *日畜会報*, **61**: 1051-1056.
- VANRADEN, P.M., E.L. JENSEN, T.J. LAWLOR and D. E. FUNK (1990) Prediction of transmitting abilities for Holstein type traits. *J. Dairy Sci.*, **73**: 191-197.
- VANRADEN, P.M. and E.J.H. KLAASKATE (1993) Genetic evaluation of length of productive life including predicted longevity of live cows. *J. Dairy Sci.*, **76**: 2758-2764.
- VANRADEN, M. and G.R. WIGGANS (1995) Productive life evaluations: calculation, accuracy, and economic value. *J. Dairy Sci.*, **78**: 631-638.
- VAN VLECK, L.D. (1964) Variation in type appraisal scores due to sire and herd effects. *J. Dairy Sci.*, **47**: 1249-1256.
- VINSON, W.E., J.M. WHITE, B.L. COMBS and R.H. KLIEWER (1976) Sources of variation in Holstein descriptive classification traits. *J. Dairy Sci.*, **59**: 522-526.
- VINSON, W.E., R.E. PEARSON and L.P. JOHNSON (1982) Relationships between linear descriptive type traits and body measurements. *J. Dairy Sci.*, **65**: 995-1003.
- VISSCHER, P.M. and M.E. GODDARD (1995) Genetic parameters for milk yield, survival, workability, and type traits for Australian dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, **78**: 205-220.
- 和田康彦・池内 豊・松本成生・小畑太郎 (1996) アニマルモデルを用いたわが国のホルスタイン種の体型審査形質の遺伝的パラメータの推定. *畜産試験場研究報告*, **57**: 1-6.
- WHITE, J.M. (1974) Genetic parameters of conformational and managemental traits. *J. Dairy Sci.*, **57**: 1267-1278.

解 説

最近の馬生産に関する話題

近藤 誠司

北海道大学農学部畜産科学科

Recent topics of horse production in Japan.

Seiji KONDO

Faculty of Agriculture, Hokkaido University, Sapporo 060-8589 Japan

キーワード：軽種馬、肉用馬、在来馬、ホースセラピー

Key Words：light horse, meat horse, native horse, horse therapy

やや古いがFAOの1993年のデータによれば、世界の馬の数はおよそ6千万頭であり、最も馬をたくさん飼っている地域はアジアで1,600万頭となっている。次いで南米全体で1,500万頭、北米・中米併せて1,400万頭である。ヨーロッパは旧ソビエト連邦地区と併せて1千万頭弱となっている。国別では、中国が飛び抜けて多く約1千万頭、アメリカ合衆国は550万頭で英国は17万頭ほどに過ぎない。こうしてみると馬の頭数はまだまだ多いが、実際は第II次世界大戦終了後世界的に非常に大きく減少した家畜である。この頭数激減の背景にはモータリゼーションの波を始めとする化石燃料使用の原動機の飛躍的な発達と普及があるのは言うまでもない。

わが国においても例外ではない。1994年現在のわが国の馬の総頭数はおよそ12万頭強となっている（表1）。戦前150万頭を越える馬匹を飼養していた事実を考えると隔世の感がある。実際、一般市民が馬を身近で見なくなって久しいし、競馬や乗馬クラブ、遊園地以外で働く馬を見ることはほとんどなくなった。

北海道の畜産学関係でも、10年ほど前までは馬に関

する研究はほとんどなく、軍馬や輓馬などを実際に扱ったことがある研究者が急激に減少しつつあった。しかし、その後、特にこの4～5年、馬に関する研究発表が少しずつ増え始めている。これには社会的な背景があるのであろう。そこで、本稿では、最近の畜産学分野からみた馬関係の話題を幾つかとりあげ紹介したい。

1. 軽種馬生産

昨年末以来のアジアを中心とする大規模な経済不況は、天井知らずに伸び続けてきた中央競馬の売上を、若干であるが前年比マイナスに転じせしめた。しかし、やや伸び悩みとは言うもののその年間売上高は実に莫大で、わが国の国家予算の4～5%弱に匹敵している。残念ながら、我が北海道競馬を始めとする地方競馬界は、競輪・競艇とともにバブル崩壊後低迷を続けており、その点では軽種馬生産は決して明るい見通しばかりではない。

軽種馬生産は農業法の対象にはならない。すなわち、法律上軽種馬生産農家は農家ではないということになる。しかし、こうした莫大な売上を誇る業界を支える軽種馬生産農家の非常に大きな部分が北海道にあり、毎年生産される軽種馬の子馬のおよそ70%が本道の日高地区で生産されていることを考えると、軽視できない一分野であろう。

軽種馬、特にサラブレッド種の世界は血統の世界であるといわれる。ブラッドスポーツとさえ呼称されている。事実、およそ200年前から出版されているスタッドブックはクローズされてから久しく、競走用サラブレッド種の世界の血統は厳重に管理されている。

ではこれらサラブレッド種の競走能力のヘリタビリ

表1 わが国のウマ飼養頭数

軽 種 馬	72,536
農 用 馬	35,344
乗 用 馬	10,108
在 来 馬	3,504
肥 育 馬	7,955
合 計	129,447

農水省ウマ関係資料 1994 より

ティはどれ位なのであろうか？ このテーマは数十年前から何度か追究されており、何人かの研究者が走路を走らせたときの速度、レースの順位、ハンディキャップ量、生涯獲得賞金などを用いて算出を試みている。最近では酪農大学の森津らが、獲得賞金額などを使用して新たにこの問題にチャレンジしているが、これらサラブレッド種の競走能力の遺伝率は牛や鶏、豚のそれぞれの能力の遺伝率と比べて際だって高いと言うわけではなさそうで、その点でいえば、ホルスタイン種もプロイラーもランドレースもブラッドアニマルであらう。

実際、こういった血統至上主義は実は競馬独特のファンの世界であり、ギャンブルとしてのゲームの神秘性を高める意味があるのであろう。競走馬の人工授精の禁止などもこういった心理的な背景を踏まえたものかも知れない。

この4～5年の傾向であるが、業界最大手の生産者牧場などへ行くと、話題が栄養管理に集中することが多く、非常に興味深かった。実際、何軒かの大手牧場では、既に北米やオーストラリアの栄養管理コンサルタントと契約を結び、彼らのアドバイスにしたがって、生産馬の栄養管理を行っている。

こういった背景もあり、日本中央競馬会では3年ほど前より日本版のサラブレッド種の飼養標準の作成を企てている。既に一連の実験も終わり、今年3月に発刊され関係者に配布されている。この飼養標準作成には国の試験場の研究員を始め、道の試験場の研究員、北大を始めとするいくつかの大学の畜産学者も参画している。

馬の飼養標準を作成するに当たり、他の国々の Feeding Standard や Nutrient Requirements をチェックしようとして気がついたことであるが、馬の飼養標準を公表している国は以外に少ないのが現状であった。大抵の家畜を網羅している米国 NRC は別として、他の国々にはほとんど無いと言っていいのが現状である。肉馬生産が盛んなフランスでは国立研究機関である INRA で馬の飼養法といった感じのテキストが発刊されているが、飼養標準という感じではない。ドイツも乗用馬生産が盛んに行われている。馬の消化生理に関する興味深いテキストを見ることができ、やはり飼養標準という呈ではない。オランダも近年乗用馬生産を振興しようとしていることを昨年の日本馬科学会の発表で知ったが、その飼養標準は牛のものを参考にしているとのことであった。豪州・ニュージーランドについては寡聞にして聞いてはいない。

今回刊行されるわが国の馬飼養標準の特徴は、主に軽種馬であるサラブレッド種飼養を主体として編纂されたものであることだろう。前述、米国の NRC 養分要求量では特に用途・品種の指定はなく、大型馬・小型馬が体重によって分けられており、また運動量によ

って養分要求量をかえるよう指示されている。

米国の馬頭数におけるサラブレッド種が占める割合は、およそ 20～30% 程度であり、明らかに NRC の狙いは競走用のサラブレッド種ではない。実際、米国 NRC 馬養分要求量編纂時の委員長を務めた Cornell 大学の F. Hinz 博士が 96 年に来道したおりの論議の際もこの点については明確に答えている。ただし、やはり米国の馬の栄養管理の権威である Florida 大学の E. Otto 博士は 96 年に千葉で開かれた AAAP の馬の栄養に関するワークショップで、「馬は馬であるからして NRC をサラブレッド種に応用することは問題ないだろう」と述べている。

わが国で軽種馬生産の経営現場で NRC を参考にしている生産者からは、NRC では育成馬がやや重くなり、脚部のトラブルが起りがちとの話しも聞く。上述、Otto 博士とともに AAAP のワークショップに臨んだ Kentucky 大学の Lawrence 博士も同様な懸念を表明しており、疑問が残るところである。その点で、今回刊行されるわが国の馬飼養標準は既述のように軽種馬に狙いを定めており、飼養馬頭数の大半が軽種馬であるわが国の実状に即したものであろう。

馬のエネルギー要求量で大きな問題となるのは運動量との関係である。他の家畜と異なり、その強大な筋肉を使うことで人類に役だっている馬では、当然のことながら運動によるエネルギー消費量は高い。しかしながら、NRC においても運動は、軽・中・重といった3段階で示されているだけで、研究蓄積が充分ではないことがうかがえる。南米でプラウを引く挽馬のエネルギー消費量を計算した Perez ら (1996) の報告を NRC の値と比較してみると、前者は運動負荷が要求するエネルギー必要量を非常に高く見積もっている。また、林間放牧地で冬季間 24 時間放牧されている北海道和種馬のエネルギー摂取量と体重増減を検討した河合らの研究 (1997) では、冬季林間放牧は体重維持だけで中～重度の運動量に近いエネルギーを必要とする事が示唆されている。こういった報告からも今後この分野の新たな知見が待たれる部分が大きいの。

実際の飼養の場面で、軽種馬で特別に注意すべきこととして一部で話題となっていることに、アルファルファサイレージの給与問題がある。これは現実に明かな研究報告がないので、はっきりしたことは言うべきではないが、今後検討すべき研究テーマとして挙げておこう。オーストラリアの馬の飼料会社のコンサルタントを務める William 博士と馬の栄養について論議したときに、アルファルファサイレージを軽種馬に給与するとトラブルを起こすことがあるとのコメントを得た。十分な時間がなかったのでそれ以上論議する事はできなかったが、同じ問題を前述の Cornell 大学 Hintz 博士に聞いたところ、米国でも同様の話しを聞いたことがあるとのことであった。しかし、フランス

で開催された世界草食家畜栄養学会の折りに、馬の栄養に関する発表を行った INRA の研究者に同じ質問をしたところ、フランスでは肉馬生産でサイレージを多用しており、特にアルファルファサイレージがトラブルを起こすとは考えられないとのことであった。もし、アルファルファサイレージ給与に何らかの問題があるとするならば、考えられるのは本サイレージの高蛋白含量であろうが、その機序が不明である。こうした点でも、馬の栄養管理については明かでない部分が多く、今後の研究の発展が望まれる。

2. 肉 生 産

わが国で毎年屠殺され肉用となる馬の数は、1996 年の農水省の統計では 22,000 頭余りとなっている。これらの内、おおよそ半分がブルトン種、ペルシュロン種、ベルジャン種などの大型の重種馬で占められ、残りが廃用の軽種馬となっている。これらすべてが国内産馬というわけではない。80 年代の終わりに米国から 1,300 頭が生体で輸入され、その後 1,000 頭単位で輸入量は増えているといわれており、最新のデータはないものの現在の屠殺頭数に占める輸入馬の割合はかなりの部分を占めているに違いない。

肉用馬の屠殺場所は熊本、福岡、福島で全国のおおよそ 60% を占めており、また馬の肥育生産は熊本・福岡で全国の 40~50% を占めている。これらの肥育施設では 3~8 歳馬（近年は 3~5 歳が多い）を 1 日 1 kg の増体を目標に 3~6 カ月程度肥育し、重種馬では 800~1,000 kg に仕上げている。しかし、肥育といっても粗飼料で飼養されていた肥育素馬を濃厚飼料多給で飼ひ直しといった程度のもので、今後の技術改善の余地が大きいといわれている。

本道は軽種馬、重種馬、在来馬とも全国的な生産地帯である。鞍馬レース用の重種馬生産を例にとれば、1994 年に鞍馬レース用に新規登録された重種 2 歳馬は 1,200 頭弱で、内レースに必要な馬は 200 余頭と、おおよそ 80% がレース以外の目的に使用されている。他の家畜産業に比べて大きな数字ではないが、こういう馬達が馬肉生産に当てられるとするならば、馬の肥育技術といった面での技術的展開は考えられてもしかるべきだろう。また、北海道和種馬は在来馬 8 品種の中で唯一生産規模の個体数を誇る馬群である。在来馬は肉の肌理が細かくまたサシが入り易いなどといわれ、高値で取り引きされている。本道特産品として北海道和種馬の肥育方式に関する研究が行われてもおかしくはない。

既に述べたようにフランスでは肉馬生産が比較的盛んであり（写真 1）、国立農業研究機関である INRA でも肥育に関する研究が行われている。図 1 に 1995 年フランス・クレモンフェランで開催された世界草食家畜栄養学会で発表された重種雄馬の肥育飼養の飼料給与

例と増体成績の例（Micol and Martin-Rosset, 1995）を示した。なお、この雄馬は 18 カ月齢で去勢されている。

この例では、6~7 カ月齢で離乳された後、品種によって異なる仕上げ体重を目標に肥育される。日増体重は遺伝的な限界値に近い 1.0~1.4 kg を想定している。6~12 カ月齢で 400~500 kg に仕上げる場合は、飼料としては良質粗飼に穀類 40~60% を混ぜたものを自由摂取させる。この場合、枝肉として 270~310 kg になるとしている。放牧で肥育する場合は、図のように一夏放牧型と二夏放牧型を想定し、前者では 18 カ月齢 550~580 kg、後者では 30 カ月齢 740 kg が目標である。なお、一夏放牧後、舎飼で肥育する場合は穀類 20~30% を混ぜた良質粗飼料を自由摂取とし、22~24 カ月齢で 620~670 kg に仕上げる。こうしたパターンは、北海道大学農学部の小竹森ら（1993, 1996）が 70 年代より継続して展開している放牧による肉用牛の育成・肥育方式と近似していて興味深い。

非反芻家畜でありながら、草食大家畜である馬の繊維成分などの消化吸収能力については不明な部分が多い。恐らく盲腸以降での発酵分解がポイントになるのであろうが、この面での研究は非常に少ない。INRA では既に腸管にカニューレを装着した馬を供試馬として一連の実験が行われている（写真 2, 3）。

3. 北海道和種馬

現在わが国で飼養されている在来馬は北海道和種馬のほか、木曽馬、野間馬、対州馬、御崎馬、トカラ馬、宮古馬、与那国馬など 8 品種であり、総頭数は 3,500 頭ほどである（表 2）。このうち我が北海道和種馬は総数の約 80% を占め、他品種がほぼ遺伝資源の保存といった役割に甘んじているのに対して、試乗用、乗用、さらに上述のような肉用といった家畜本来の役割をはたしている。

北海道和種馬は 18 世紀始め頃に内地から南部馬を中心に本道に持ち込まれたものの子孫で、北海道の厳しい風土の中で成立した在来品種である。寒さに強く、粗食に耐える頑強な品種であるといわれている（写真 4）。



写真 1 フランス中部における肉用馬の放牧飼養

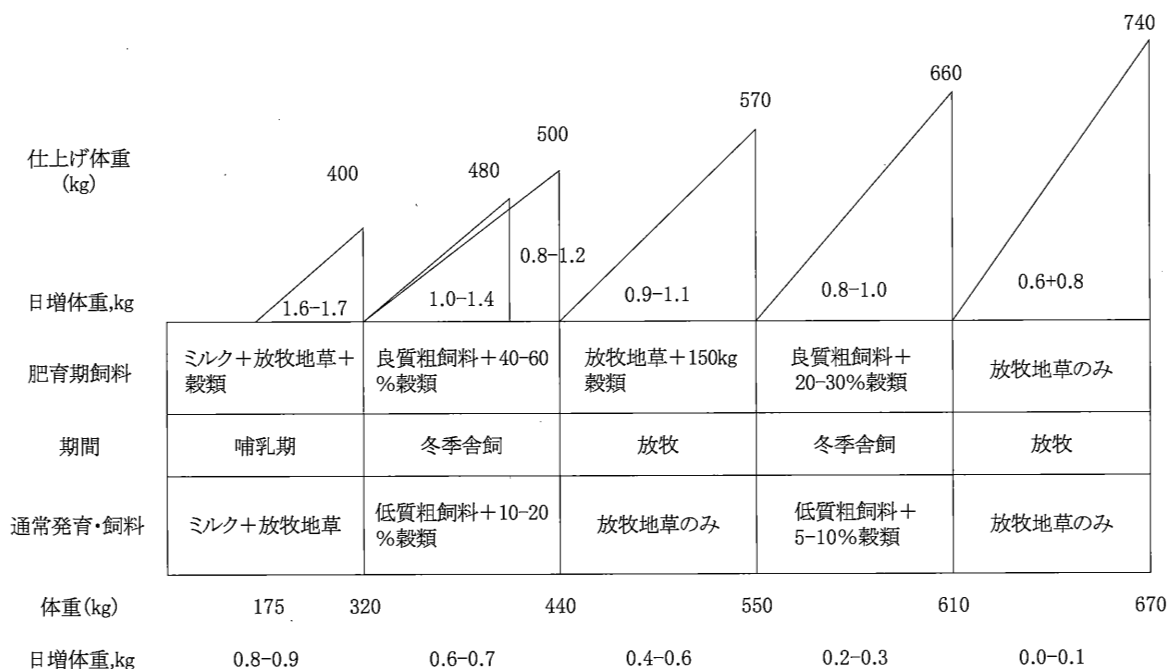


図1 重種去勢馬の通常発育体重、日増体重および給与飼料（下段）と肥育時の仕上がり目標体重、日増体重と給与飼料（上段）の例（Michol and Martin-Rosset, 1995 から作成）



写真2 腸管にカニユーレを装置した実験馬（フランス，INRA Theix にて）



写真3 馬・消化試験用ストール（フランス，INRA Theix にて）

これら北海道和種馬は本来主に駄載馬として使われていたが、その飼養の実態は周年屋外飼育が主体であったようだ。現在でも、これら北海道和種馬は屋外で主に放牧飼養されることが多く、特に森林内下草であるササ類を利用した林間放牧を行うことが特徴的である。

近年、地球規模の環境問題が盛んに論議されている。その中で、森林の伐採が従来の農業生態系を大きく変化させ、さらに家畜の過放牧が砂漠化を著しく進行させることが指摘されている。我々畜産学の分野においても、その研究の方向はこういった背景の下に、環境

表2 わが国の在来馬飼養頭数，1994年

北海道和種馬	2,928
木曾馬	117
野間馬	47
対州馬	79
御崎馬	88
トカラ馬	116
宮古馬	21
与那国馬	108
合計	3,504

北海道和種馬保存協会資料より



写真4 北海道和種馬の母子

調和型家畜生産とか持続的農業とかいわれる範疇での研究が望まれている。確かに、従来の家畜生産は短期的・局所的生産効率を追求するあまり、これら農業生態系のあり方を軽視しがちであった。例えば森林は伐採され草地として造成される対象であった。

しかしながら、こういった持続的農業生産とか環境調和型家畜生産とかいったシステムを対象とした研究の具体性はやや曖昧である。理念は先鋭化しているが、実際にどのように行われるべきかについては不明な部分が多い。その点で、森林下草を利用した林間放牧は、森林を伐採せず多面的に利用するといった点で、この方面の研究にいくつかの具体的な課題を与え得るものと思われる。

林間放牧については、70年代に農水省や道、開発局を中心に盛んに研究された時期があった。森林内で肉牛を放牧することにより「牛肉生産と林木生産」が同時に行われる有用な方策として推進されたものであろう。国土の70%が森林・山地によって占められるわが国にとっても好ましい生産体系であったと考えられる。

この時代の研究は一応の成果を上げ、いくつかの林間放牧のマニュアルが発刊されている（農水省林業試験場、1965：北海道開発局、1983：北海道農務部、1985）。しかしながら、こういった肉用牛の林間放牧は現在に至ってもさほど大規模に応用されてはいない。その理由は、70年代前後からのわが国を挙げての高度成長経済の中で家畜生産も経営的な集約性が求められ、特に肉用家畜は密飼い・濃厚飼料多給による生産方式に移行し、時間もかかり増体成績も決して良くない林間放牧は決して効果的な経営戦略とはならなかったのであろう。また、森林内の樹木に対する被害も問題視され、農家にとってみると「牛肉生産と林木生産」どころか「肉も取れない、木も痛む」といったところであったのであろう。

一方、本道においては広葉樹林下草であるササ類を利用した北海道和種馬の林間放牧が伝統的に行われており、90年代に至っても道南・日高・十勝などで行われている（写真5）。これは、和種馬では子畜生産が主体で高い増体を求めていること、和種馬自体のササ類の利用性が冬季間においてさえ高いことなどが理由であろう。

農学研究の方向性や森林の多面的利用の振興といった背景を踏まえて、最近北海道和種馬を利用した林間放牧の研究が一部で精力的に行われている（河合ら、1996：Kawai *et al.*, 1996：河合ら、1997：Kawai *et al.*, 1997）。この研究報告によれば、ササ類の内、従来より北海道和種馬林間放牧に用いられるミヤコザサは、およそ20カ月のライフスパンを持ち、春季に生長を開始した当年性の個体は積雪地帯では緑色を保ったまま冬を越して越冬個体となり秋に枯れ、その翌年春



写真5 冬季林間放牧されている
北海道和種馬群

には完全に地上部は消失する。当年性から越冬性までの個体の化学成分含量は大きな変化はなく、北海道和種馬を飼養した消化試験の結果、その飼料価値はいね科乾牧草と青刈いね科牧草の中間の値であった。特に粗タンパク質含量が高くまた DCP 含量も高い飼料であり、冬季間の放牧飼料源として優れたものであるという結論を得ている。さらに同じく道内森林下草として優占するクマイザサの化学成分含量もミヤコザサと大きな違いがないことを示している。また、夏季・冬季を通しての北海道和種馬によるミヤコザサの乾物摂取量は体重の2.5～2.7%であり、さらに成雌馬の維持に必要なエネルギー要求量は舎飼時で得られている値の1.25～1.50倍、寒冷時にはそれ以上であることを報告している。また北海道和種育成馬が林間放牧地で1日0.7kg程度の増体を得るためには、従来得られている維持要求量の3倍程度のエネルギー摂取が必要であることを指摘している。

古くから北海道和種馬を扱っている人々は林間放牧で満肉状態になるのは北海道和種馬だけであるといっている。実際、寒冷地帯であるアイスランドで羊、牛、アイスランド在来馬を湿原に混牧した実験（Gudmundson and Helgadóttir, 1980）では、草地がごく不良の条件では馬の増体成績が最も高く、やや良好になった条件下では他の反芻家畜が有利となると報告している。

こうした単胃草食家畜が草質が不良な条件下では有利であるといった現象について、Lechner-Dollら（1995）は以下のように解説している。すなわち、反芻家畜は反芻胃という極めて効率の良い発酵槽を持っている。ただし、質の悪い飼料を摂取した時は分解吸収に時間がかかるのは当然である。一方、反芻家畜の採食量は第一義的に反芻胃の充満度に影響される。したがって質の悪い飼料を摂取したとき、反芻家畜のルーメンは充満し摂取量が制限され、結果的に生産が低下する。一方、非反芻動物では反芻動物ほど効率よく繊維成分が分解吸収されない。そこで、消化器官の効率の悪さを補うため、通過速度を速くする。効率の悪さをトータルなインプットの量を増やして補おうとする

戦略である。低質な草地の場合、こうしてルーメンという効果的な発酵槽を持つ反芻動物は摂取量が限定されるが、非反芻動物は採食量を増やして生産を続けることになる。

何度も繰り返すが、こういった馬など非反芻動物の消化生理については不明な部分が多い。前述した Lechner-Doll らの議論も決定的な解明に至っているとはいえない。従って、馬を対象とした研究で草食動物としての比較栄養学的な観点は戦略的方法論とともに今後も行われるべきであろう。

4. ホースセラピーもしくはセラピーホース

身体障害者が馬に乗っている姿が時としてTVなどのニュースや特集番組で流れるようになった。また、時々新聞でも取り上げられている。こうした「障害者が馬に乗っている」状況は実は2つの側面がある。一つは乗馬療法（ホースセラピー）であり、今一つは障害者乗馬（セラピーホースライディング）である。最近、馬に関する話題としてこの2つが取り上げられることが多いので、この話題にも触れておこう。

障害者を馬に乗せる、もしくは障害者が馬に乗ることは当人に良好な効果を及ぼすことは比較的古くから知られていた。最も古い記録としては、紀元前400年頃のギリシアにおいて、負傷した兵士を馬に乗せて移動させたところ思いもかけず治療効果が上がった、という記録があるという。近代では1900年代の始めに英国で医療に乗馬を取り入れたという記録があり、また50年代にはデンマークで理学療法士たちが乗馬療法を開始している。

身体に障害を持つ人が馬に乗るとなぜその回復に良好な効果があるのか、実は科学的に解明されているわけではない。運動であることは間違いない。現在、この方面で示唆されている推測を列举すると：

- 1) リズミカルな振動が乗馬者に与えられ、これが脳幹を刺激し、筋肉の発達・血液循環などに効果を及ぼす
 - 2) バランスをとらねばならず、これが筋肉・神経系を刺激し効果を生む
 - 3) 脳性麻痺などの障害者は足がうまく開かないが、乗馬することにより自然に足を広げられるようになる
 - 4) 一般に障害者は車椅子や座位・横臥位でいることが多く視点が低い。馬上で高い視点を得られ、非常に爽快感を生み、精神的に好影響を与える
 - 5) 一般に障害者は移動が不自由で自分が自在になるスピード感を得た経験が少ないが、乗馬により自由に素早く移動でき、精神的に好影響を与える
- といった点が挙げられている。実際、リハビリテーションとして治療目的だけで苦痛に耐えながら体を動

かすより、「馬に乗る」という作業ははるかに楽しく自発的に行われ易いだろう。

ただ、こうして列举してみると障害者が馬に乗ることは、物理的な刺激・効果と精神的な高揚感としての効果の二つがあることに気がつく。どちらも乗馬している当人に間違いなく加えられている刺激であるが、どちらがどれほど、といった分析は非常に難しい。

現在こうした障害者を馬に乗せている施設は全国で30カ所近くある。こうした現象からも、明らかに正の効果があることは疑いない。しかしながら、実際にその効果が科学的に解析されたわけではなく、その点で「療法」という用語を使用するのに躊躇される部分がある。また、「療法」とした場合、医療の一種であるからして正式な医者への存在、もしくは指導なくしては難しい部分もあるのであろう。そんなところから、実際に医者の指導を受けながら障害者の治療もしくはリハビリテーションを目的として乗馬を行っている場合を乗馬療法といい、障害者の体調維持、回復、精神的な面で良好な効果があることから、障害者を乗馬させている場合を障害者乗馬といっている。

現在世界で幾つもの国にこうした乗馬療法もしくは障害者乗馬の団体がある。1967年には米国で Happy Horsemanship for the Handicapped (69年に北米 RDA として統合)が結成され、69年には英国でアン王女を総裁として Riding for the Disabled Association (略称 RDA: 障害者乗馬協会)が設立されている。ドイツでは1970年に治療的乗馬協会が設立されており、同72年にパリで第1回国際障害者乗馬連盟が開催された。アジアでは70年代後半からシンガポール・日本などに各種団体が設立されている。

障害者乗馬としては RDA が歴史も古く、また指導要項や指導者養成法、セラピーホースの調教法なども整備され、この分野については世界的に RDA に統合されていくのではないだろうか。わが国では横浜在住の大田恵美子女史が英国で日本人第1号として RDA インストラクターの資格を得られ、現在も活躍しておられる。

現在、わが国にはこうした障害者の乗馬に関しては大きく4つの団体がある。日本障害者乗馬協会、(社)日本乗馬療法協会、RDA Japan、わらしべ園などの社会福祉法人である。このうち、RDA Japan は本年3月に日本ウマ科学会会長でもある本好茂氏を代表として発足する事になっている。上述の大田女史を始めとするインストラクターの指導の下に、RDA 方式で障害者乗馬を普及させようとするものである。本道においては大滝村および浦河町に施設を持つ社会福祉法人「わらしべ園」(本拠地大阪府枚方市、理事長村井正直氏)が乗馬療法を積極的に取り入れている。この施設では、従来より職員を英国に派遣し RDA 指導者養成コースを受講させてインストラクターを養成してきた

が、本年4月に英国 RDA でインストラクターの資格を得た講師を中心に乗馬療法専門学校が設立され国内で指導者養成を図ろうとしている。この学校の発足により障害者乗馬の普及に弾みがかかるものと思われる。

こうした一連の動きにたいして、乗馬が障害者もしくは乗馬する人に与える影響を科学的に解明しようとする動きもある。1997年に発足した「馬と健康社会研究会」(会長林良博東大農学部教授)である。この団体は、運動生理学者、家畜行動学者、理学療法学者、教育学者、脳神経医学者、精神医学者を始めとする研究者の他、RDAのインストラクター、心理療法士、臨床言語士、わらしべ園職員、など実際に障害者のリハビリテーションにたずさわっている方々からなっている。現在、この研究会を母体として東大農学部と北大農学部が文部省および厚生省の科学研究補助金を受けて一連の実験を開始している。97年に行った研究については97年4月の本研究会研究発表会で公表されたが、大きく3つの分野から研究が行われている。すなわち；

- 1) セラピーホースとしての適性を検討する目的で、在来馬を含む複数品種の歩行時の動きの特性を運動力学的に計測する
- 2) 乗馬自体が乗馬者に与える影響を生理的・力学的に検討するため、健常者の乗馬者の乗馬前後の心拍数、乗馬時の体各部の動きを計測する
- 3) 既に障害者乗馬を実施している施設などを利用して、実際の乗馬が障害者に与えた影響を教育学的、精神医学的、理学療法的に調査する

などである。なお、3)については既に研究結果が公表されている(津田, 1997)。これら障害者乗馬の研究は緒についたばかりであり、まさにこれからの分野である。

こういった障害者の乗馬に適する馬の品種として在来馬が挙げられている。すなわち、在来馬は体高が130~140 cm程度で乗り易く、またインストラクターの介助が行い易い。また、歩様が一般に穏やかで乗り易く、さらに性質が穏和であることなどが理由として挙げられている。この分野の研究が進展し、和種在来馬の特性が明らかにされれば、本道の北海道和種馬の一層の活躍の場が与えられることになるだろう。

以上

引用文献

- Gudmundson, O and O. R. Helgadottir, Mixed grazing on lowland bog in Iceland. In Proceedings of a Workshop on Mixed Grazing, T. Nolan and J. Connolly ed., 20-31, Galway. Iceland. 1980
- 北海道農務部, 混牧林利用指針, 1985.
- 北海道開発局, 人工林地の畜産的利用計画. 草地開発事業計画資料, 1983.
- 河合正人・十二邦子・安江 健・小川貴代・近藤誠司・大久保正彦・朝日田康司, 北海道和種馬における Cr_2O_3 と酸不溶性灰分 (AIA) の回収率および糞中濃度の経時変化. 北海道畜産学会報, 38: 72-76, 1996.
- Kawai, M., S. Kondo, M. Okubo and Y. Asahida, Dry matter intake and digestibility of grazing native horses on woodland and improved pasture in northernmost Japan. Proc. 8th AAAP. Animal Science Congress, 2: 280-281, 1996.
- 河合正人・近藤誠司・秦 寛・大久保正彦, 冬季林間放牧地における北海道和種成雌馬のミヤコザサ (*Sasa nipponica*) 採食量および採食時間. 北海道畜産学会報, 39: 21-24, 1997.
- Kawai, M., T. Yasue, K. Ogawa, S. Kondo, M. Okubo and Y. Asahida, The growth of Hokkaido native horses kept outdoors all year round from birth to 100 months of age. Res. Bull. Livestock Farm, Fac. Agric. Hokkaido Univ., 16: 11-17, 1997.
- 小竹森訓央, 近藤誠司, 朝日田康司, 牧草多給飼育によるヘレフォード種の子牛生産と哺乳成績. 日本草地学会誌, 39: 108-110, 1993.
- 小竹森訓央・斎藤博幸・近藤誠司, 牧草多給によるヘレフォード牛の哺育育成(1) 2夏放牧方式による去勢肥育素牛生産. 北海道畜産学会報, 38: 69-71, 1996.
- Lechner-Doll, M., I. D. Hume and R. R. Hofmann, 1995. Comparison of herbivore forage selection and digestion. pp.231-248, in Recent Developments in the Nutrition of Herbivores, INRA, Clermont-Ferrant.
- Micol, D., and W. Martin-Rosset, 1995. Feeding systems for horses on high forage diets in the temperate zone. pp.569-584, in Recent Developments in the Nutrition of Herbivores, INRA, Clermont-Ferrant.
- Perez, R, S. Valenzuela, V. Merino, I. Cabezas, M. Garcia, R. Bou and P. Ortiz, 1996. Energetic requirements and physiological adaptation of draught horses to ploughing work. J. Anim. Sci., 63: 343-351.
- 津田 望, 発達障害児への乗馬セラピーの試み—軽度発達遅滞児の変容を追って— Jpn. J. Human Anim. Relations, 2: 54-59, 1997.

受賞論文

牛の受精卵移植に関する研究

北海道立新得畜産試験場 生物工学グループ

山本 裕介・南橋 昭・陰山 聡一・森安 悟・
 北野 則泰・芦野 正城・八鍬 隆司・遠谷 良樹・
 増地 進¹⁾・本郷 泰久²⁾・工藤 卓二³⁾・伊東 季春

(1)現自営, 2)現滝川畜試, 3)現中央農試)

Yusuke YAMAMOTO, Akira MINAMHASHI, Soichi KAGEYAMA, Satoru MORIYASU
 Noriyasu KITANO, Masashiro ASHINO, Takasi YAKUWA, Yoshiki TOYA
 Susumu MASUCHI, Yasuhisa HONGO, Takuji KUDO, Sueharu ITO

Hokkaido Prefectural Shintoku Animal Husbandry Experiment Station

キーワード：受精卵移植, 牛

Key words: embryo transfer, cattle

はじめに

牛の受精卵移植技術は、牛の改良増殖を効率化する手段として我が国では1980年代初め頃から試験的に開始され、現在では普及段階に至っている。農水省および北海道の統計(図1)によるとここ10年あまりの間、全国で受精卵移植により産まれる子牛の数は増加の一途をたどっており、昭和57年度に207頭(北海道150頭)だったのが平成7年度には11,322頭(北海道2,219頭)まで増加した。平成8・9年も増加し続けており、今後も増加すると予想される。受胎率では北海

道の場合、新鮮卵移植で60%に近づき、凍結卵移植では50%を越えた。また最近では、体外受精、受精卵の性別別、クローン牛の作出等の新技術の開発が進んでおり、これらの応用が期待されている。新得畜試生物工学グループは、1982年より牛受精卵移植技術の試験を開始し、技術の改良、開発、普及に取り組んできた。ここでは、15年間におけるこれらの試験研究の概要について報告する。

1. 牛の受精卵移植技術の改善に関する試験

肉専用種における1986~1990年の5年間にわたる

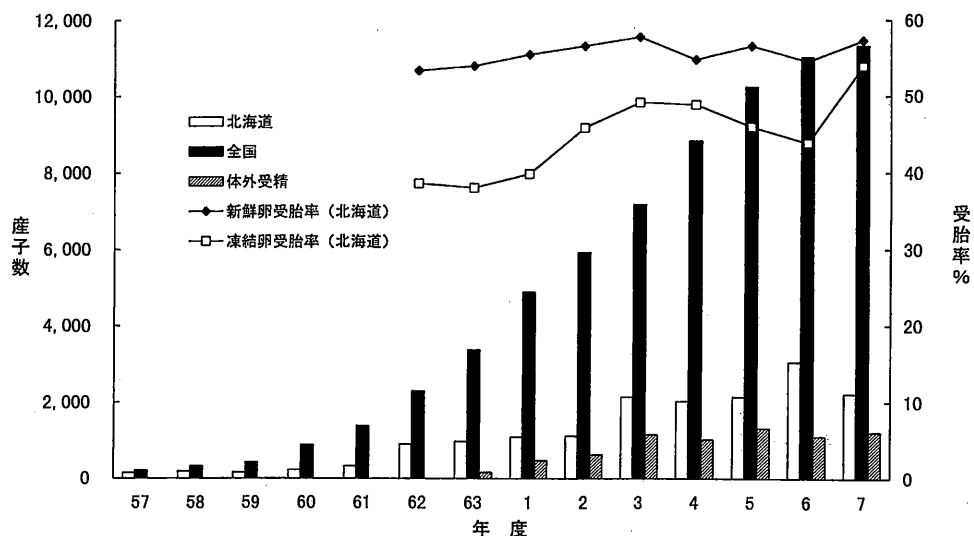


図1 受精卵移植による産子数と受胎率の推移

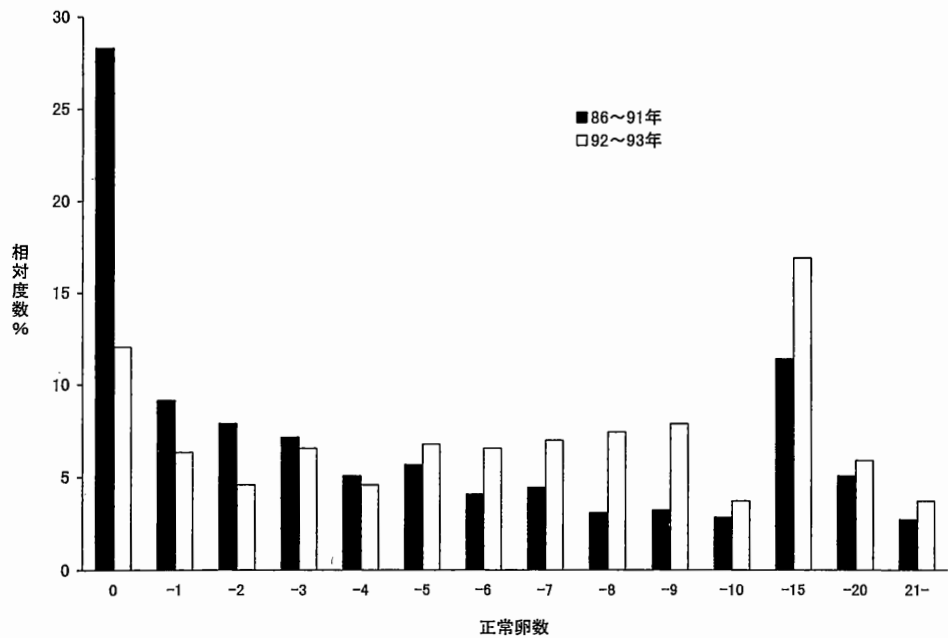


図2 正常卵数の度数分布

表1 牛品種別卵回収成績

品 種	供試頭数	採卵回数	回収卵数	正常卵数
アンガス	61	219	9.3	5.8
ヘレフォード	62	178	9.9	5.2
黒毛和種	40	251	10.3	6.0

表2 FSH 投与法別卵回収成績

投与法	頭数	推 定 黄体数	回収 卵数	正常 卵数	正常 卵率(%)
漸減3日間	68	11.8	11.6	8.1	70.1
漸減4日間	82	11.4	10.7	7.0	66.9

表3 PGF_{2α} の投与回数別卵回収成績

PGF _{2α} 投与回数	回収 頭数	平 均 回収卵数	平 均 正常卵数	正常 卵率(%)
1	138	10.4	5.6	74
2	271	9.5	5.1	76

表4 人工授精方式の違いによる卵回収成績

方 式	回収 卵数	正常 卵数	正常 卵率(%)
A (朝一朝)	15.3	10.4	69.8 ^a
B (約24時間)	8.8	6.4	65.8 ^a
C (夕一朝)	14.0	7.5	50.5 ^b
D (夕一夕)	9.6	8.6	88.1 ^a
E (2回)	8.4	6.7	76.4 ^a

A: 朝発情確認翌朝1回授精
B: 発情開始後約24時間後に1回授精
C: 夕方発情確認翌朝1回授精
D: 夕方発情確認翌夕1回授精
E: 発情確認後半日間隔で2回授精
※異符号間に有意差有り (P<0.05)

過剰排卵成績を集計した結果、卵回収1回当たりの回収卵数は黒毛和種、アンガスおよびヘレフォードでそれぞれ10.3個、9.3個および9.9個、そのうち移植可能な正常卵数はそれぞれ6.0個、5.8個および5.2個であった(表1)。品種別では、黒毛和種の成績が他の外国種よりもやや高いことが示された。牛による成績のばらつきは極めて大きく、正常卵数の度数分布を調べると、図2のように全く回収されないものから20個以上回収されるものまでさまざまであり、全く回収されない牛の割合は全体の1/8~1/4であった。回収される卵数を前もって予測することは困難であるが、同一牛を連続して過剰排卵処理に供する場合、初回および2回目の成績の良好な牛は3回目以降の成績も良好であることが明らかになった。

FSH 漸減投与法の簡易化について検討した結果、従来4日間8回であったFSHの投与は3日間6回に短縮できることが示された(表2)。また、通常2回行われているPGF_{2α}の投与(表3)および人工授精(表4)も1回に簡易化できることが示された。

受精卵の凍結・融解法の検討では、凍結過程における-5℃から-30℃までの凍結速度を従来の0.3℃/minから0.5℃/minに速めても融解後の生存性に影響がないことが示された。また、液体窒素から取り出したストローを直ちに37℃の温水に浸漬して融解す

表 5 ストロー融解法別の透明帯損傷率

ストロー融解法	凍結融解 卵 数	透明帯損 傷 卵 数	透明帯損 傷 率
直ちに37℃ 温湯で融解	181	91	50.3% ^a
約20秒間空气中保持 後37℃温湯で融解	148	32	21.6% ^b

※異符号間に有意差有り (P<0.01)

るよりも、約 20 秒間室温空气中に保持した後に浸漬する方が、封入してある受精卵の透明帯損傷率は低かった (表 5)。

2. 双子生産技術に関する試験

人為的に双子を生産する方法としては、受精卵を同時に 2 個移植する方法、通常の人工授精のあとに受精卵を 1 個移植する方法、低単位の FSH を投与する方法があるが、最も多く行われているのが 2 卵移植である。そこで 2 卵移植の有効性について検討した。受胎率は新鮮卵で 62.5%，凍結卵で 51.6%であり、1 卵移植と遜色のないことが示された (表 6)。受胎牛のうち 53.1%は双胎妊娠であったが、双胎妊娠牛の流産率は 23.3%と単胎妊娠牛に比べ高いことが示され、今後の問題点として残された。双胎の妊娠期間は 279 日と単胎に比べ約 1 週間短く、生時体重は 31.0 kg と単子に比べ約 9 kg 小さかった (表 7)。また、双子は分娩事故率が高いうえに虚弱であることが多く、分娩監視の強化、適切な人工哺育など分娩前後の管理を万全に行わ

表 6 2 卵移植成績

卵 区分	移植 頭数	受胎率 (%)	双 胎 妊娠率	双 胎 流産率
新鮮	52	61.5	62.5	20.0
凍結	95	51.6	46.9	26.1
合計	147	55.1	53.1	23.3

表 7 受精卵移植における妊娠期間と産子の生時体重

受胚牛 品 種	産子の 品 種	妊娠期間 (日)		産子の生時体重 (kg)	
		単子	双子	単子	双子
アングス	ヘレフォード	286	279	45.4	32.8
ヘレフォード	黒毛和種	286	282	37.3	29.3
ヘレフォード	アングス	297	277	35.0	28.2
ホルスタイン	黒毛和種	286	280	—	—
全 体		286	279	40.4	31.0

なければ確実な双子生産につながらないことが指摘された。

双子生産の方法として、受精卵を人為的に 2 つに切断分離して移植し、一卵性双子を得る試みも行ったが、受胎率は 41.9%，双子分娩率も 22.7%と低く、特別な利用目的以外は実用的ではないと考えられた。

双胎妊娠の維持や双子分娩に備えるためには双胎妊娠診断が不可欠である。しかしながら、従来の直腸検査による妊娠診断では双胎妊娠診断は不可能であった。そこで近年開発された超音波断層診断装置による双胎妊娠診断 (図 3) を試みたところ、妊娠 40～100 日目ではほぼ診断可能であることが明らかになった。さらに妊娠 150 日目以降の双胎妊娠診断については、胎心電図による診断が可能であることを確認した。



図 3 超音波断層診断装置による双子胎子の画像 (妊娠 44 日目)

3. 体外受精技術の確立

廃棄される牛の卵巣内にある未成熟卵子を利用する体外受精技術は、生体を必要とせず、安価に受精卵を生産することができる。また、屠殺される雌牛の遺伝資源を有効に活用することができる。我々は早くからこの技術に取り組み、1988年5月に体外受精卵移植による初産子を得た。当初の体外受精卵の発生成績および移植成績を表8および表9に示した。発生率は6%と低かったが移植成績は例数が少ないながらも良好であった。

精子の受精能獲得誘起および先体反応誘起にはカフェインを含むBO液にカルシウムイオノフォアまたはヘパリンを添加した受精培地が広く使用されているが、カルシウムイオノフォアおよびヘパリンを単独または組み合わせて試験した結果、ヘパリンを単独使用した場合に前核形成率が最も高いことが示された(図4)。また安定して高率に体外受精卵を生産するために、体細胞との共培養によらない発生培養法を検討した結果、独自に修正したTALP液に3%子牛血清を添加した培地を用い、39℃、5%CO₂、5%O₂、90%N₂の気相条件で培養することにより、40%以上の高率で胚盤胞の得られることが示された(図5)。この方法により、1頭分の卵巣から平均3-5個の胚盤胞が得られるようになった。

高能力の牛が事故や病気で死亡した場合、直ちに卵巣を摘出して体外受精に供すれば、その個体の受精卵を作成することができる。農家の依頼により、骨折牛

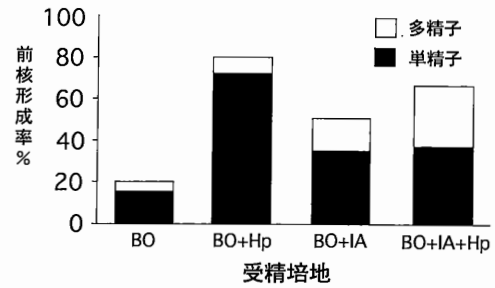


図4 ヘパリンおよびイオノフォアが前核形成に及ぼす影響
Hp:ヘパリン IA:カルシウムイオノフォア

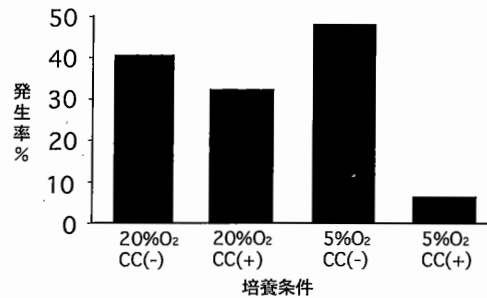


図5 酸素濃度および卵丘細胞の有無が体外受精胚の発生に及ぼす影響
CC(-):卵丘細胞無し
CC(+):卵丘細胞有り

やリピートブリーダーなどで廃用になった牛の体外受精卵を作成し、移植による子牛の生産例を得ている(表10)。

4. PCR法による牛受精卵の性判別と新プライマーの開発

受精卵の性別を判定するには従来染色体検査法が行われていたが、標本作製率の低さから普及するには至らなかった。我々はこれに替わる方法として、目的とするDNA断片を大量に増幅できるPCR法に着目し、受精卵の一部(10-20細胞)をサンプルとして雄に特異的なDNAを増幅・検出することにより、受精卵

表8 体外受精卵の発生成績

供試卵数	分割卵数 (%)	胚盤胞期胚数 (%)
1,328	536 (40.4)	80 (6.0)

表9 牛体外受精卵の移植成績

移植頭数	受胎頭数 (%)	産子数	備考
3	2 (66.7)	2	♂(55kg), ♀(50kg, 死産)

表10 個体別体外受精卵の生産移植成績

供卵牛	処置理由	採取卵子数	胚盤胞数	移植頭数	受胎頭数 (%)	産子
1	骨折	26 (3)	3	3	2	♂♀
2	関節炎による起立不能	45 (8)	1	1	0	
3	繁殖障害	16 (4)	3	3	0	
4	リピートブリーダー	14 (2)	1	1	1	(妊娠中)
5	リピートブリーダー	18 (2)	2	2	1	(妊娠中)
計		119 (19)	10	10	4 (40.0)	♂♀

の性判別ができることを確認した。しかしながら、コンタミネーションによる誤判別がわずかながらみられ、清浄な環境で作業することの重要性が指摘された。また、細胞のサンプリング時に受精卵を傷つけることが受精卵の耐凍性低下を招くことが明らかにされ（表 11）、今後の問題点として残されている。

性判別用のプライマーには特許権を有するものもあり、実用的な利用には制限がある。そこで牛の Y 染色体に特異的な DNA を新たに探索・解析し、それを基に独自の新プライマーを設計することができた。また、このプライマーを用いれば雄特異的なバンドの他に雌雄共通のバンドも得られ、サンプリングミスのチェックと雌雄判別が同時に行えるという利点のあることがわかった（図 6）。

5. クローン牛の作出に関する研究

遺伝的に同一な牛を多数生産することにより、家畜改良の効率化を図ることができる。初期の受精卵の各割球は個体に発生する全能性を有し、かつ遺伝的に同一である。一つの受精卵の割球から作成される胚のグループはクローン胚と呼ばれ、それらの移植により得られる産子のグループがクローン牛である。クローン胚は核供与細胞と未受精卵子の電氣的細胞融合によって作成するが、核供与細胞と未受精卵子の細胞周期の同期化および活性化、電気刺激の条件、発生培養条件などがその作成率を左右する。これらのうち活性化法について、従来の電気刺激のみによる活性化法にカルシウムイオノフォアおよびシクロヘキシミドを併用する複合活性化法を導入したところ、胚盤胞への発生率は 2.5% から 34.2% に向上した（表 12）。また、低率ではあるが凍結融解した核供与胚からも胚盤胞が得られた。

なお今までに作成したクローン胚の最大数は 17 個である。また、一組のクローン胚の移植により、2 頭のクローン牛を生産し（図 7）、現在 3 頭のクローン牛の受胎が確認されている。

受精卵移植技術は、国や地方公共団体が行う牛の改良システムに積極的に取り入れられるようになってき

表 11 性判別卵移植成績

卵区分	移植頭数	受胎頭数	受胎率 (%)
新鮮	13	6	46.1
凍結	43	12	27.9

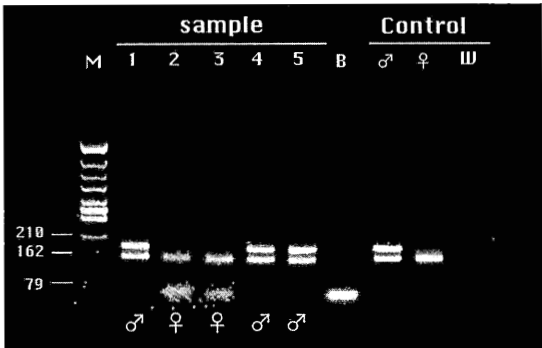


図 6 独自プライマーによる性判別（電気泳動像）
M：サイズマーカー B：洗浄バッファー
W：蒸留水

た。北海道でも風土に適した優秀な黒毛和種の種雄牛の作出や乳牛改良の核となる雌牛群の造成に受精卵移植が利用されている。今後はこのような牛の改良システムに、性判別とクローン牛作出技術が組み込まれ、



図 7 クローン子牛
（品種：ヘレフォード×アンガス）

表 12 複合活性化導入によるクローン胚発生成績

活性化法	供試卵数	供試卵子数	融合卵数 (%)	分割卵数 (%)	胚盤胞数 (%)	1 卵当りクローン数
電気刺激のみ	13	324	262 (80.9)	139 (53.1)	8 (2.5)	0.6
複合活性化	27	676	565 (83.6)	535 (94.7)	193 (34.2)	7.1
凍結核供与卵	18	350	253 (72.3)	217 (85.8)	26 (10.3)	1.4

より一層効率的な牛の改良増殖が実現できるよう研究推進していきたい。

最後に、今回の北海道畜産学会賞を受賞するに当たり、ご推薦頂きました北海道大学金川弘司教授、研究

の推進とご指導を頂きました新得畜産試験場元場長小崎正勝氏、田辺安一氏、平山秀介氏、前場長岸昊司氏、現場長清水良彦氏始め試験の実施にご協力頂いた新得畜産試験場職員各位に深く感謝申し上げます。

エゾシカ (*Cervus nippon yesoensis*) における 乾草とフスマおよびダイズ粕混合物の消化率と窒素出納

増子 孝義・相馬 幸作・藤井 正樹・高崎 興平*・石島 芳郎

東京農業大学生物産業学部, 網走市 099-2422

*東京農業大学短期大学部, 東京都 156-0054

Digestibility and nitrogen balance in Yeso sika deer (*Cervus nippon yesoensis*)
fed mixtured of hay and wheat bran or soybean meal.

Takayoshi MASUKO, Kousaku SOUMA, Masaki FUJII, Kouhei TAKASAKI* and Yoshiro ISHIJIMA

Laboratory of Animal Resources Faculty of Bioindustry, Tokyo University of Agriculture,
196 Yasaka, Abashiri-shi 099-2422

*Faculty of Junior College, Tokyo University of Agriculture,
1-1-1 Sakuragaoka, Setagaya, Tokyo 156-0054

キーワード: エゾシカ, 消化率, 窒素出納, フスマ, ダイズ粕

Key words: Yeso sika deer, digestibility, nitrogen balance, wheat bran, soybean meal

要 約

エゾシカに乾草とフスマもしくは乾草とダイズ粕を混合給与し、飼料の消化率、栄養価および窒素出納について、ヒツジに同一の飼料を給与した場合と比較検討した。エゾシカおよびヒツジの飼料の乾物摂取量は体重当たり 1.72—1.96%であった。排尿量はフスマ給与区とダイズ粕給与区ともに、エゾシカはヒツジよりも約 1.6—2.2 倍高かった。エゾシカに給与した飼料の消化率は、フスマ給与区とダイズ粕給与区ともに全成分においてヒツジよりも高く、粗繊維、ADF および NDF の消化率の両動物種間差は約 8.6—14.5%であった。フスマ給与区とダイズ粕給与区ともに、DCP 含量はエゾシカとヒツジとの間に差が認められなかったが、TDN および DE 含量はエゾシカがヒツジよりも高かった。フスマ給与区とダイズ粕給与区ともに、エゾシカにおける尿中窒素排泄量はヒツジよりも低い傾向があり、窒素蓄積量および摂取窒素量と可消化窒素量に対する窒素蓄積率はエゾシカが高かった。

緒 言

前報 (増子ら, 1997) において、エゾシカに乾草、ヘイキューブおよびサイレージを給与して消化率と栄養価について調べた結果、粗繊維とヘミセルロースの消化率はヒツジよりもやや低く、可消化粗蛋白質 (DCP) 含量、可消化養分総量 (TDN) 含量および可

消化エネルギー (DE) 含量はヒツジとの差がわずかであるという知見が得られた。小田島ら (1991) はホンシュウジカにアルファルファヘイキューブを給与して消化率を調べた結果、繊維成分の消化率がヒツジよりも低く、その原因を飼料の消化管内通過速度がヒツジよりも短いことと関連付けている。このように、シカに粗飼料単体を給与した場合の消化率は調べられているが、濃厚飼料を粗飼料と混合給与した消化性の報告は少なく、濃厚飼料給与時の消化性が明らかにされていない。

そこで本実験では、濃厚飼料として乳牛に通常給与しているもののうち、蛋白質含量の違いを考慮してフスマとダイズ粕を取り上げ、エゾシカに乾草とフスマもしくは乾草とダイズ粕を混合給与した場合の消化率、栄養価および窒素出納について、ヒツジに同一飼料を給与した場合と比較検討を行った。

材料および方法

1. 消化試験および窒素出納試験

供試動物には、東京農業大学生物産業学部動物資源学研究室で飼養している雄エゾシカ 3 頭 (年齢と体重: 3 歳齢, 68.0 kg, 2 歳齢, 57.0 kg, 1 歳齢, 50.0 kg) を用い、対照動物に雄ヒツジ 3 頭 (コリデール交雑種, 1 歳齢雄, 体重: 90.0 kg, 47.6 kg, 58.6 kg) ただし、90.0 kg のヒツジはフスマ給与試験終了時に体調不良のため、ダイズ粕給与試験時には体重 57.0 kg のヒツジに代替えた) を用いた。供試飼料には、チモシー主体ロールペール乾草、フスマおよびダイズ粕

を用いた。混合割合は乾物重量比で、フスマ給与区では乾草が70%、フスマが30%、ダイズ粕給与区では乾草が80%、ダイズ粕が20%とした。これらの成分組成は表1に示した。

消化試験および窒素出納試験は、1995年6月26日から9月29日に行った。試験は前報（増子ら、1997）に準じ、供試動物をそれぞれ糞尿分離可能な代謝ケージに収容し、全糞尿採取法により行った。1試験期間は予備期8日間、糞尿採取期5日間とした。乾草とフスマあるいはダイズ粕の混合飼料の給与量は、1日当たり乾物で各動物の体重の2.0%相当量とし、この1日量を朝8時と夕方4時の2回、半量に分けて給与した。なお、水は自由飲水とし、1日2回飲水量を測定した。

2. 分析方法

飼料および糞の一般成分は、常法（森本、1971）により行った。なお、水分は135℃乾燥法、粗蛋白質はケルダール法によった。中性デタージェント繊維（NDF）と酸性デタージェント繊維（ADF）は、GOERING and Van SOEST（1970）の方法によった。ヘミセルロースは、NDFからADFを差し引いて求めた。熱量は、自動熱量計（島津熱研式CA-4P型）を用いて測定した。

尿中の窒素成分は、ケルダール法（森本、1971）により測定した。

3. 統計分析

エゾシカとヒツジの各測定項目は、Tukeyの方法（吉田、1975）により平均値間の差の検定（ $P<0.05$, $P<0.01$ ）を行った。

結 果

エゾシカおよびヒツジの飼料摂取量、飲水量、排糞量および排尿量を表2に示した。飼料の乾物給与量は各動物の体重の2.0%相当量であったが、濃厚飼料と混合給与した乾草に残飼が認められたため、エゾシカおよびヒツジにおける体重当たりの乾物摂取量は、フスマ給与区ではそれぞれ1.95%、1.75%、ダイズ粕給与区ではそれぞれ1.96%、1.72%であった。飲水量はフスマ給与区とダイズ粕給与区ともにエゾシカがヒツジよりもやや多かったが、両動物種間に有意差は認められなかった。排尿量はフスマ給与区とダイズ粕給与区ともに、エゾシカはヒツジよりも約1.6—2.2倍高く、両動物種間に有意差が認められた（ $P<0.01$ ）。

エゾシカおよびヒツジにおける飼料の消化率と栄養価を表3に示した。エゾシカとヒツジの消化率は、フ

Table 1 Chemical composition of feeds¹⁾

	Round baled hay	Wheat bran	Soybean meal
Dry matter	87.7	88.0	88.1
Organic matter	93.5	94.1	93.2
Crude protein	10.6	16.7	57.5
Crude fat	1.7	4.9	0.5
Nitrogen free extract (NFE)	46.6	62.4	30.3
Crude fiber	34.5	10.1	4.7
Acid detergent fiber (ADF)	38.0	13.7	8.2
Neutral detergent fiber (NDF)	69.3	41.8	12.1
Hemicellulose	31.3	28.1	3.9
Crude ash	6.5	5.9	6.8
Energy (Mcal/kg)	4.47	4.73	4.81

¹⁾% on dry matter basis.

Table 2 Dry matter intake, water intake, fecal and urinary excretion in sheep and deer

	Round baled hay + Wheat bran			Round baled hay + Soybean meal		
	Sheep	Deer	SEM ¹⁾	Sheep	Deer	SEM ¹⁾
Intake of concentrate ²⁾ (g/day)	390.3	342.7	44.4	205.6	228.5	13.0
Intake of round baled hay ²⁾ (g/day)	754.2	795.6	66.7	737.6	912.9	76.2
Dry matter intake (kg/kgBW/day)	1.75	1.95	0.07	1.72	1.96	0.08
Dry matter intake (g/kg ^{0.75} /day)	49.3	53.9	1.7	46.8	54.0	2.5
Water intake (ml/kg ^{0.75} /day)	131.5	143.2	10.3	126.4	148.4	10.9
Fecal dry matter excreted (g/kg ^{0.75} /day)	21.9	19.5	2.5	20.4	17.1	1.2
Urinary volume excreted (ml/kg ^{0.75} /day)	37.0	72.0**	8.7	45.1	99.4**	13.5

¹⁾Standard error of the means. ²⁾Dry matter weight. **Significant difference between deer and sheep in each treatment ($P<0.01$).

スマ給与区とダイズ粕給与区ともに、全成分においてエゾシカがヒツジよりも高く、ダイズ粕給与区では全成分において両動物種間に有意差 ($P<0.05$, $P<0.01$) が認められた。フスマ給与区とダイズ粕給与区ともに、粗繊維, ADF および NDF の消化率の両動物種間の差は、約 8.6—14.5% であった。

フスマ給与区とダイズ粕給与区ともに、DCP 含量はヒツジとエゾシカとの間に差がほとんど見られなかった。TDN 含量および DE 含量は、エゾシカがヒツジよりも高く、両動物種間の差は、フスマ給与区ではそれぞれ 5.2%, 0.26 Mcal/kg, ダイズ粕給与区ではそれぞれ 10.1%, 1.06 Mcal/kg であった。また、ダイズ粕給与区では両動物種間に有意差 ($P<0.01$, $P<0.05$) が認められた。

エゾシカおよびヒツジにおける窒素出納成績を表 4 に示した。フスマ給与区とダイズ粕給与区ともに、糞

中への窒素排泄量はエゾシカとヒツジの差は少なく、尿中への窒素排泄量ではエゾシカがヒツジよりも低い傾向を示した。窒素蓄積量は両給与区ともにエゾシカが高く、ダイズ粕給与区では両動物種間に有意差 ($P<0.01$) が認められた。摂取窒素量と可消化窒素量に対する窒素蓄積率は、フスマ給与区とダイズ粕給与区のいずれにおいても、エゾシカが有意に高かった ($P<0.05$)。

考 察

エゾシカにおける乾草とフスマもしくは乾草とダイズ粕混合給与時の飲水量は、ヒツジよりもやや多い程度であったが、排尿量はヒツジよりも約 1.6—2.2 倍も多かった。この傾向は、前報 (増子ら, 1997) で牧草類を単体で給与した場合にも認められた。排尿量が高まる原因は、摂取水分量や摂取蛋白質量の増加が考え

Table 3 Apparent digestibility (%) of feed by sheep and deer

	Round baled hay+Wheat bran			Round baled hay+Soybean meal		
	Sheep	Deer	SEM ¹⁾	Sheep	Deer	SEM ¹⁾
Digestibility (%)						
Dry matter	56.3	63.9	4.3	56.5	68.3**	2.9
Organic matter	59.6	65.2	4.0	59.2	69.5**	2.6
Crude protein	58.0	60.1	3.9	70.1	74.7**	1.2
Crude fat	58.0	60.9	4.9	13.7	36.1*	6.0
NFE	61.6	66.3	3.8	54.9	67.5**	2.9
Crude fiber	56.6	65.9	4.5	60.2	70.8*	2.9
ADF	46.4	58.2	5.3	50.0	64.5**	3.7
NDF	52.9	61.5	4.8	55.4	67.5**	3.1
Hemicellulose	59.2	64.8	4.2	61.9	71.3*	2.6
Energy	56.5	62.1	4.2	55.3	66.4**	3.0
Nutritive value (dry matter basis)						
DCP (%)	7.4	7.5	0.5	14.8	15.0	0.3
TDN (%)	57.9	63.1	3.9	55.5	65.6**	10.4
DE (Mcal/kg)	2.96	3.22	0.38	2.37	3.43*	0.32

¹⁾Standard error of the means. *Significant difference between deer and sheep in each treatment ($P<0.05$). **Significant difference between deer and sheep in each treatment ($P<0.01$).

Table 4 Nitrogen balance of sheep and deer

	Round baled hay+Wheat bran			Round baled hay+Soybean meal		
	Sheep	Deer	SEM ¹⁾	Sheep	Deer	SEM ¹⁾
Nitrogen intake (g/kg ^{0.75} /day)	1.03	1.07	0.03	1.57	1.74	0.06
Nitrogen in feces (g/kg ^{0.75} /day)	0.44	0.43	0.05	0.47	0.44	0.02
Nitrogen in urine (g/kg ^{0.75} /day)	0.47	0.43	0.02	0.80	0.75	0.03
Nitrogen digested (g/kg ^{0.75} /day)	0.59	0.64	0.04	1.10	1.30*	0.05
Nitrogen retained (g/kg ^{0.75} /day)	0.12	0.21	0.04	0.30	0.55**	0.07
as % of nitrogen intake	12.3	19.6*	3.7	18.8	31.5*	3.4
as % of nitrogen digested	18.2	32.4*	5.7	27.0	42.1*	4.3

¹⁾Standard error of the means. *Significant difference between deer and sheep in each treatment ($P<0.05$). **Significant difference between deer and sheep in each treatment ($P<0.01$).

られている(津田, 1990). 両動物種ともに, グイズ粕給与区で排尿量が多かったのは, 摂取蛋白質量の増加が原因と考えられる. 一方, エゾシカの排尿量がヒツジよりも高い原因は明らかではなく, 尿中成分との関係から詳細な検討が必要である.

エゾシカにおける飼料の消化率について, 乾草やサイレージを単体で給与した場合に, 粗繊維とヘミセルロースの消化率はヒツジよりもやや低い傾向にあることが報告されている(増子ら, 1997). この結果と類似した傾向はホンシュウジカにアルファルファヘイキューブを給与した場合にも認められている(小田島ら, 1991). しかし, 本試験において乾草にフスマあるいはグイズ粕を混合給与した消化率は, 全成分においてエゾシカがヒツジよりも高かった. これらのことから, エゾシカは牧草類を単体で給与した場合には, 繊維成分の消化率はヒツジよりもやや低い, 牧草類よりも繊維質含量の低いフスマや粗蛋白質含量の高いグイズ粕を乾草と混合給与した場合には, 飼料全体の繊維成分の消化率がヒツジよりも高くなり, 牧草類と濃厚飼料を混合給与した場合のエゾシカの消化能力は優れていることが示唆された. この傾向はフスマよりもグイズ粕の給与において顕著に見られたことから, 蛋白質含量の高い飼料を併用すると繊維成分の消化率向上に大きな影響を及ぼすことが示唆された.

エゾシカにおける飼料の栄養価について, 乾草やサイレージを単体で給与した場合に, DCP, TDN および DE 含量はヒツジとほとんど差が認められていない(増子ら, 1997). 本実験では, フスマ給与区とグイズ粕給与区ともに, DCP 含量には明らかな動物種間の差は認められなかったが, TDN および DE 含量はエゾシカが高かった. その傾向はグイズ粕給与区で顕著であり, TDN 含量では 10.1%, DE 含量では 1.06 Mcal/kg も差があった.

反芻動物の消化管を形態的特徴から分類すると, 繊維消化能力の高い Grass eater 型, 繊維消化能力の低い Concentrate selector 型, およびその中間型の 3 種類になる. シカ類は中間型から Concentrate selector 型にかけて属し, ヒツジは Grass eater 型に属している(HOFMANN, 1988). 一方, シカ類は, 森林から草原まで広く分布し, 森林性(木の葉採食型)と草原性(草食性)の中間に位置する食性を有しているといわれ, ウシ, ヒツジおよびヤギ等の反芻動物のうち, ヤギの食性に近いと考えられている(高槻, 1992). 寺田ら(1986)はウシ, ヒツジおよびヤギにおける飼料の繊維分画の消化率に違いを認め, その原因としてルーメン微生物の活性および消化管内通過速度の違いを指摘している. 小田島ら(1990)はホンシュウジカとヒツジの飼料の消化管内通過速度を比較し, シカが有意に速く, このことが消化率低下の一因であると推測している. 本実験においても同様の現象が生じていると

予想されるが, 乾草と濃厚飼料を混合給与した場合, 濃厚飼料の存在がルーメン微生物に影響を及ぼし, 飼料全体の繊維成分の消化率が向上したものと考えられる. また, 消化率が向上したことにより, TDN と DE 含量も高くなったものと考えられる. エゾシカは牧草類を単体で給与した場合には, ヒツジと消化率, 栄養価において著しい差が認められなかったが, 濃厚飼料を混合給与すると飼料全体の消化率, 栄養価がヒツジよりも高くなり, ヒツジと消化性が異なることが示唆された.

エゾシカにおける窒素出納について, 糞中窒素排泄量はフスマ給与区ではヒツジと同程度であったが, グイズ粕給与区ではエゾシカが低い傾向にあった. 尿中窒素排泄量は, フスマ給与区とグイズ粕給与区ともにエゾシカが低く, 特にグイズ粕給与区でその差が大きかった. このため, 窒素蓄積量および摂取窒素量と可消化窒素量に対する窒素蓄積率ともにフスマ給与区ではエゾシカがやや高い程度にとどまったが, グイズ粕給与区ではエゾシカが顕著に高かった. エゾシカの排尿量はヒツジよりも約 1.6—2.2 倍高かったにもかかわらず, 窒素濃度の低い尿を排泄しているため, 尿中窒素排泄量がヒツジよりも低かった. このことが, エゾシカの窒素蓄積量の高い原因と考えられるが, 今後, 尿中窒素成分を詳細に分析し, ヒツジとの違いを調べる必要がある.

以上のことから, エゾシカに乾草とフスマもしくは乾草とグイズ粕を混合給与した場合の消化率, TDN および DE 含量, 窒素蓄積量と窒素蓄積率はヒツジよりも高かった. この傾向は, 牧草類を単体で給与した前報(増子ら, 1997)の結果と異なり, エゾシカに濃厚飼料を給与すると, ヒツジよりも消化能力が向上することが示唆された.

本研究の一部は, 平成 8 年度東京農業大学一般プロジェクト研究費の助成を受けて実施したものである.

謝 辞

本実験において, 熱量測定にご協力をいただいた帯広畜産大学の松岡 栄教授に感謝いたします.

文 献

- GOERING, H. K. and P.J. Van SOEST (1970) Forage fiber analyses. 1~9. United States Department of Agriculture. Agriculture Handbook No. 379. Washington, D. C.
- HOFMANN, R. R. (1988) Aspects of digestive physiology in ruminants. 1~20. Comstock Publishing Associates, Ithaca.
- 小田島 守・梶田泰史・南 基澤・李 相洛・千家弘行・加藤和雄・庄司芳男・太田 実・佐々木康之(1991) 制限給餌下のニホンジカおよびヒツジにおける飼料

片の消化管内通過速度および消化率の季節変動. 日畜会報, **62**: 308-313.

増子孝義・相馬幸作・熊谷弘美・高崎興平・亀山祐一・石島芳郎(1997) エゾシカ (*Cervus nippon yesoensis*) における乾草, ヘイキューブおよびサイレージの消化率と窒素出納. 日草誌, **43**: 32-36.

森本 宏 (監修) (1971) 動物栄養試験法. 280-298, 421-422. 養賢堂. 東京.

高槻成紀 (1992) 北に生きるシカたち. 108-132. どう

ぶつ社. 東京.

寺田文典・田野良衛・岩崎和雄・針生程吉 (1987) 牛およびめん羊, 山羊により測定した同一飼料の栄養価の比較. 日畜会報, **58**: 131-137.

津田恒之 (1990) 家畜生理学. 第9版. 177-180. 養賢堂. 東京.

吉田 実 (1975) 畜産を中心とする実験計画法. 84~87. 養賢堂. 東京.

エゾシカ (*Cervus nippon yesoensis*) における乾草採食量の季節変化

相馬 幸作・増子 孝義・小林 雄一・石島 芳郎

東京農業大学生物産業学部, 網走市 099-2422

Seasonal alteration of hay intake in the Yeso sika deer (*Cervus nippon yesoensis*)

Kousaku SOUMA, Takayoshi MASUKO, Yuichi KOBAYASHI, Yoshiro ISHIJIMA

Laboratory of Animal Resources, Faculty of Bioindustry, Tokyo University of Agriculture,
196 Yasaka, Abashiri-shi 099-2422

キーワード: エゾシカ, 乾草採食量, 季節変化

Key words: Yeso sika deer, hay intake, seasonal alteration

要 約

エゾシカ 5 頭(成雄 1 頭, 若雄 2 頭および成雌 2 頭)を用い, 乾草採食量の季節変化について調べた。試験は 1995 年 11 月から 1996 年 9 月にかけて, 春期(5 月 15—25 日), 夏期(8 月 24 日—9 月 3 日), 秋期(11 月 18—28 日) および冬期(2 月 24 日—3 月 6 日) の 4 期に分けて行った。各期ともに, 採食量調査は同一のロールペール乾草(以下, 乾草と略す)を供試し, 予備期 7 日間, 本期 3 日間の計 10 日間で行った。乾草は 1 日 2 回飽食量給与し, 採食量は給与量から残飼量を差し引いて求めた。乾草の採食量には季節変化が認められ, 夏期に最大となり, 冬期に最低となった ($p < 0.05$)。体重に対する乾草採食量の割合は, 夏期は 3.0% 相当量であったのに対して, 冬期は 1.6% と夏期の半分程度に低下した。これらのことから, 飼育条件下で十分な飼料が給与されている場合において, エゾシカは採食量に季節変化があることが確認された。

緒 言

一般に, シカは採食量に季節変化があるとされており, アカシカ (*Cervus elaphus*) およびニホンシカ (*Cervus nippon*) において冬期間の採食量の減少と体重の低下が報告されている (BARRY *et al.*, 1991; 小田島ら, 1992; 佐々木ら, 1990)。エゾシカ (*Cervus nippon yesoensis*) は, ニホンシカの一亜種であり, ホンシュウシカと生態的に類似していることが考えられ, 採食量等の季節変化があるものと推察される。また, 著者らは飼育条件下の行動観察において冬期間に採食時間が減少したことから, 採食量に少なからず影

響を及ぼしているものと推察している(相馬ら, 1994)。

そこで本研究では, 飼育条件下のエゾシカに同一の乾草を通年給与し, 採食量の季節変化について調査を行った。

材料および方法

本学動物資源学研究室で飼育しているエゾシカ 5 頭(成雄 1 頭, 若雄 2 頭および成雌 2 頭)を供試した。採食量調査以外の期間には, 成雌 2 頭と若雄 2 頭はそれぞれ群飼し, 成雄 1 頭は単飼した。また, この期間は乾草を主体に補助飼料としてコムギ, 野菜くずおよび豆腐粕を給与し, 夏期(5—10 月)には乾草の代替として青刈り牧草を飽食量給与した。

採食量調査には, 1 番草出穂期のチモシー主体ロールペール乾草(以下, 乾草と略す)を用いた。また, 補助飼料としてビートパルプおよびダイズ粕も用いた。

調査は, 1995 年 11 月から 1996 年 9 月まで行った。この期間を 4 期に分け, 春期は 5 月 15—25 日, 夏期は 8 月 24 日—9 月 3 日, 秋期は 11 月 18—28 日および冬期は 2 月 24 日—3 月 6 日とした。4 期ともに調査は 10 日間行い, 予備期(馴致期)は 7 日間, 本期は 3 日間であった。各供試動物は, 調査開始前日までにキシラジン塩酸塩により不動化し, 供試したエゾシカを飼育している施設で, または代謝ケージに移動して単飼した。この際, 各供試個体の体重を測定した。なお, 各調査期間毎の各個体の体重を表 1 に示した。飼料給与量は, 乾草を飽食量となるようにし, 補助飼料としてビートパルプおよびダイズ粕を, 乾物重量でそれぞれ体重の 0.4% および 0.2% 相当量を混合給与した。この際, 乾草と補助飼料は別々の飼槽に入れて給与した。採食量の測定は, 朝 8 時と夕方 4 時の 2 回行った。採

食量は予め測定した乾草の給与量と残飼量の差として記録し、朝夕2回分の採食量の和を1日当たりの採食量とした。

乾草採食量と体重の季節間の比較はFisherのPLSD (Protected least significant difference)を用い、有意差の検定を行った。

結 果

供試飼料の成分組成は表2に示した。乾草は4期を通じて同一のものを使用した。約1年間に渡って保存したため、調査期間毎に成分組成を測定した。その

結果、試験期間中の乾草の成分変化はほとんど見られず、調査期間全体の平均値は、乾物84.3%、有機物91.7%、粗蛋白質14.5%、粗脂肪2.2%、NFE43.3%、粗繊維31.6%、ADF41.1%、NDF68.4%、粗灰分8.3% (乾物中)であった。

エゾシカにおける乾草採食量の変化を表3に示した。なお、供試したエゾシカは性別および年齢は異なるが、いずれの個体も採食量に類似した傾向が見られたため、表中の値は全体の平均値で示した。体重は春期と夏期の間には差が見られなかったが、夏期から秋期に増加し、その差は4.5 kgと大きかった。その後、

表1 供試エゾシカの性別、年齢および調査期毎の体重

個体No.	性別	年齢*	体重 (kg)				メタボリックボディサイズ (kg ^{0.75})			
			春期	夏期	秋期	冬期	春期	夏期	秋期	冬期
1	雄	3	76.0	80.0	80.0	74.0	25.7	26.7	26.7	25.2
2	雄	2	58.0	55.0	59.0	55.0	21.0	20.2	21.3	20.2
3	雄	1	47.0	45.0	50.0	48.0	18.0	17.4	18.8	18.2
4	雌	3	50.0	51.0	62.0	52.0	18.8	19.1	22.1	19.4
5	雌	3	61.0	59.5	62.0	58.0	21.8	21.4	22.1	21.0
全体の平均値			58.4	58.1	62.6	57.4	21.1	21.0	22.2	20.8
SEM			5.1	6.0	4.9	4.5	1.4	1.6	1.3	1.2

*実験開始時の年齢。

表2 供試飼料の成分含量

	ロールペール乾草					ビートパルプ	ダイズ粕
	春期	夏期	秋期	冬期	平均値		
乾 物	原物中%					91.9	91.0
	84.7	83.0	84.3	85.4	84.3		
有 機 物	乾物中%					88.6	93.0
	91.4	91.5	91.4	92.6	91.7		
	粗蛋白質	13.5	16.3	13.9	14.5		
	粗 脂 肪	2.3	2.3	2.4	2.0		
	可溶無窒素物 (NFE)	43.4	42.7	42.7	44.6		
	粗 繊 維	32.3	30.3	32.4	31.5		
	酸性デタージェント繊維 (ADF)	43.3	41.2	40.0	40.0		
	中性デタージェント繊維 (NDF)	69.6	67.1	68.1	68.9		
	ヘミセルロース (NDF-ADF)	26.3	25.9	28.1	28.9		
	粗 灰 分	8.6	8.5	8.6	7.4		

表3 供試エゾシカの調査期間毎の体重および乾草採食量の季節変化

	春期	夏期	秋期	冬期	SEM
体重 (kg)	58.4	58.1	62.6	57.4	2.40
メタボリックボディサイズ (kg ^{0.75})	21.1	21.0	22.2	20.8	0.64
1日当たりの乾草採食量 (g/日)	1370.4 ^{ab}	1705.4 ^a	1172.4 ^{bc}	908.0 ^c	90.96
体重に対する乾草採食量の割合 (%)	2.35 ^{ab}	3.01 ^a	1.88 ^{bc}	1.60 ^c	0.16
メタボリックボディサイズに対する乾草採食量の割合 (g/kg ^{0.75} /日)	64.8 ^{ab}	82.2 ^a	52.7 ^{bc}	43.9 ^c	4.25

^{abc}異文字間に有意差あり (p<0.05)。

秋期から冬期にかけて減少する傾向が見られた。1日当たりの乾草採食量は、春期から夏期にかけて増加し、夏期に1705 g/日と最高値に達した後、秋期から下降し、冬期には908 g/日と最低の値となった。体重に対する乾草採食量の割合は、春期で2.35%、夏期には3.01%に達したが、秋期から低下し、冬期には1.60%と夏期の53%程度まで減少した。メタボリックボディサイズに対する乾草採食量の割合も、体重当たりの乾草採食量と同様の季節変化が見られた。また、1日当たりの乾草採食量、体重およびメタボリックボディサイズに対する乾草採食量の割合については、春期と冬期、夏期と秋期、夏期と冬期の間にそれぞれ有意差($p < 0.05$)が認められた。

考 察

一般に、シカ科の動物には採食量の季節変化が認められている(池田ら, 1997; 小田島ら, 1993; AAGNES, 1996; BARRY *et al.*, 1991)。エゾシカにおいても、行動観察から秋期に採食量が低下することが指摘されていたが(相馬ら, 1994)、本実験によって改めてエゾシカの乾草採食量に季節変化が認められた。また、採食量の変動は性別および年齢に関わりなく、同様の傾向にあった。

採食量の変動については、野生シカの場合、季節の違いによって採食可能な植物の種類と量が異なることが要因の一つと考えられる。また、アカシカなど、シカ科の動物は行動に季節性を示すことが知られており、特に繁殖時期である秋期には、雄シカはハーレムの防衛など繁殖行動が中心となることから、極端に採食時間が短くなることが採食量低下の要因の一つであるとされている。雌シカの場合、ハーレムを形成する雄シカやその周辺の雄シカによって攪乱され、採食行動が妨げられるため、他の時期に比べて採食行動が短くなる傾向にある。飼育条件下のエゾシカでも、相馬ら(1994)が行った行動観察において、冬期間の採食時間が夏期よりも短いことが報告されている。しかし、本実験では十分な量の乾草を給与し、1頭ずつ単飼したため、飼料の給与量や繁殖行動が影響したとは考えにくい。

反芻家畜の場合、採食量の変動は熱環境や物理的環境によって生じるとされている(三村・森田, 1990; 岡本, 1970)。特に、採食量は気温との関連性が知られており、環境温度に対応して体温調整を行うため、寒冷時にはエネルギー消費量が高まる(三村・森田, 1990; 岡本, 1970)。しかし、エゾシカをはじめとしてシカ科の動物にとって、採食量は寒冷時である冬期に最も少なかった。従って、気温が採食量に影響を与えているとは考えにくく、気温以外の要因が大きいと考えられる。

気温以外の要因として、BARRY *et al.* (1991) はホ

ルモンとの関連性を指摘している。この季節性に関するホルモンとしては、松果体から分泌されるメラトニンが知られている(富岡, 1996)。メラトニンの主な働きは生殖腺の活動抑制、生体リズムの発現および概日周期(circadian rhythm)を調整するとされており、メラトニンの分泌は光周期、すなわち日長時間の影響が大きいことが示されている(石田, 1995; 富岡, 1996)。実際、アカシカを用いた実験によれば、人工照明により光周期を変化させた場合、採食量は短日下で減少し、長日下で増加すること(FRANCOISE *et al.*, 1992)、メラトニンの投与により採食量の制御が可能であったことが報告されている(BARRY *et al.*, 1991)。本実験では生理学的側面の実験を行っていないが、エゾシカも同様にホルモンの影響を受けていることが考えられる。

以上のことから、エゾシカは飼育条件下で十分な飼料を給与されている場合でも、採食量の季節変化を生じることが示され、このような季節変化は内分泌系の影響によるものと推察された。本実験では、1年を4期に分けて行ったため、池田ら(1997)が行ったように、年間を通じて月毎の採食量の変動は明らかにしなかった。今後、この点についても調べる必要があると考えられる。また、本実験において、エゾシカの冬期間の採食量および体重の低下が認められたことから、生産物を目的とするエゾシカ飼育の場合、季節毎の飼料給与方法や肥育時期などについて検討し、秋期から春期にかけては採食量の低下にともなう栄養摂取量の不足を回避する必要があると考えられた。

本研究の一部は、平成8年度東京農業大学一般プロジェクト研究費の助成を受けて実施したものである。

謝 辞

本実験を行うに当たりご協力いただいた小笠原瑞恵氏および宮入 健氏に感謝の意を表す。

文 献

- AAGNES, T. H., A. S. BLIX, and S. D. MATHIESEN (1996) Food intake, digestibility and rumen fermentation in reindeer fed baled timothy silage in summer and winter. *J. Agr. Sci.*, **127**: 517-523.
- BARRY, T. N., J. M. SUTTIE, J. A. MILNE, R. N. B. KAY (1991) Control of Food Intake in Domesticated Deer. *Physiological Aspects of Digestion and Metabolism in Ruminants*. (TSUDA, T., Y. SASAKI and R. KAWASHIMA, eds.) 385-401. Academic Press Inc. San Diego.
- FRANCOISE, B. M. Domingue, P. R. WILSON, D. W. DELLOW and T. N. BARRY (1992) Effect of subcutaneous meratonin implants during long daylength on voluntary feed intake, rumen capacity and

heart rate of red deer (*Cervus elaphus*) fed on a forage diet. Br. J. Nutr., **68**: 77-88.

池田昭七・澁谷知香子・石田光晴・武田武雄・佐藤衆介・菅原和夫 (1997) ニホンジカの季節生産性の行動学的解析. 第 93 回日本畜産学会大会講演要旨. 83.

石田直理雄 (1995) 生物時計とは? . 工業技術. **36**: 52-57.

三村 耕・森田琢磨 (1990) 家畜管理学. 第 6 版. 64-87, 169-171. 養賢堂. 東京.

小田島 守・中島功司・大友 泰・小田伸一・庄司芳男・加藤和男・太田 実・佐々木康之 (1992) 群飼ニホンジカの採食量と体重の周年変化. 日畜会報,

64: 421-423.

岡本正幹 (1970) 家畜・家禽の環境と生理. 89-116. 養賢堂. 東京.

佐々木康之・庄司芳男・加藤和男 (1990) ニホンジカにおける飼料の通過速度と消化率の季節変動に関する研究. 平成元年度食肉に関する助成研究調査報告, **8**: 97-101. 伊藤記念財団. 東京.

相馬幸作・増子孝義・石島芳郎 (1994) 飼育舎内におけるニホンジカの一般行動. 北畜会報, **36**: 57-62.

富岡憲治 (1996) 時間を知る生物. 128-135. 裳華房. 東京.

ブタの成長に伴う骨細胞外マトリックスの変化

中村富美男・森 休広・海津 幸子・浪崎 晋二・福永 重治*

北海道大学農学部畜産科学科, 札幌市 060-8589

* サンギ北海道研究所, 小樽市 047-0262

Age-related changes in bone extracellular matrix during the growth of pig

Fumio NAKAMURA, Yasuhiro MORI, Sachiko KAIZU, Shinji NAMISAKI and Shigeharu FUKUNAGA*

Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Hokkaido University, Sapporo 060-8589

* Hokkaido laboratory, SANGI Corp., Otaru 047-0262

キーワード: 骨細胞外マトリックス, カルシウム, コラーゲン, 成長

Key words: bone extracellular matrix, calcium, collagen, growth

要 約

成長期のブタを用い, 加齢に伴う無機成分を含む細胞外マトリックス (ECM) の変化を調べ, 骨の発達に果たす ECM 構成成分の役割を検討した。

骨の発達は, 組成的には水分含量の減少と灰分およびタンパク質含量の増加によって, 形態的にはハブアース腔の縮小によって特徴づけられた。骨タンパク質の殆どを占める I 型コラーゲン含量は加齢に伴い増加したが, III 型, V 型, VI 型コラーゲン, オステオポンチンおよびオステオネクチン含量は減少した。I 型および III 型コラーゲンは骨全体に存在していたが, 本研究で調べた他の ECM タンパク質成分は管腔周辺部により多く存在していた。骨の発達, 即ち, I 型コラーゲンとカルシウムの蓄積には, ECM の微量成分が密接に関与していることが推測された。

緒 言

動物体を支えなければならない骨には多量の無機質が存在するが, 骨においては無機質も ECM の一員とみなされている (久保木, 1995)。一方, 骨タンパク質の主成分はコラーゲンであり, 約 90% を占めている。コラーゲンの大部分は I 型で少量の III 型および V 型コラーゲンを含み (LINSSEN, 1991), この他にプロテオグリカンや骨特有タンパク質と呼ばれる非コラーゲンタンパク質が存在する (FISHER *et al.*, 1987)。非コラーゲン蛋白質の多くはコラーゲンや無機質の主体であるヒドロキシアパタイト或いは両者に対する親和性を有しており (GRYNPAS *et al.*, 1994), 骨の石灰化やリモデリング, 即ち, 発達と維持に関わっている

と思われる。

畜産副生物としての骨は, スープ, セラチン, リン酸カルシウム等の抽出素材として利用されてきたが, 近年, ECM 構成成分は化粧品や細胞培養用試薬としてだけでなく, 医療への利用も計られている。骨に関しては, 老化現象としての骨粗鬆症が注目されているが, 多くの研究は骨に存在する細胞や成長因子に集中しており (杉本ら, 1997), 実質である ECM の骨の発達や退化に伴う詳細な挙動は明らかにされていない。骨の発達は家畜の生産生理にも重要であり, 本研究では, 成長期のブタを用い, 加齢に伴う ECM の変化を調べ, 骨の発達に果たす ECM 成分の役割を検討した。

材料および方法

北海道大学農学部附属農場で飼育したランドレース種雌ブタを 1, 28, 60, 98, 154 および 182 日齢で各 2 頭屠殺し, 採取した中足骨緻密質を以下の実験に供した。

生化学的分析

凍結粉碎した骨粉を用いて, 水分, 灰分, 脂肪含量を測定すると共に, 6 N 塩酸によって加水分解し, ニンヒドリン法によりタンパク質量を, Hyp 量を指標としてコラーゲン量 (BERGMAN and LOXLEY, 1963) を, 原子吸光法によりカルシウム量を測定した。一定量の骨粉を 0.5 M EDTA または 0.5 N 塩酸と共に透析膜に入れ, 大量の同液に対して 4℃ で 7 日間透析後遠心分離 (10,000 rpm, 10 分) によって得られた上清を脱灰抽出画分とし, 非コラーゲン蛋白質の分析に供した (GERSTENFELD *et al.*, 1994)。脱灰後水洗した骨粉に, SDS-PAGE サンプル処理液 (1% SDS, 1% β -ME, 3.6 M 尿素, 10 mM Tris pH 6.8) を添加し,

4℃で一晩撹拌後加熱処理 (98℃, 3分) によって得られた画分を I 型コラーゲンの分析に供した。脱灰後 0.5 N 酢酸で洗浄した骨粉を 1/50 量 (W/W) のペプシンを含む同液に懸濁し, 25℃で 24 時間撹拌処理した。遠心分離 (10,000 rpm, 20 分) によって得られた上清の 0.7 M NaCl 塩析画分を III 型コラーゲンの, その上清を V 型と VI 型コラーゲンの分析に供した。各画分は SDS-PAGE 用にサンプル処理後, 3.6 M 尿素を含む 5% あるいは 10% ゲルによって泳動し, CBB 染色した。ウェスタン・ブロッティングは, 電気泳動像を転写したニトロセルロース膜をブロッキング処理した後, 抗 I 型, 抗 III 型, 抗 V 型, 抗 VI 型コラーゲン, 抗オステオネクチン, 抗オステオポンチン抗血清を第一抗体として, PoIg を第二抗体として反応させ, DAB によって発色させ, 陽性バンドの吸光度をデンシトメーターを用いて測定した。

間接蛍光抗体法

細断した中足骨緻密質を 0.5 N 塩酸に 4℃で数週間浸漬し脱灰した後, 凍結横断切片を調製した。上記抗体を第一抗体として反応させた切片を FITC 標識した第二抗体で可視化し, 蛍光顕微鏡下で観察した。対照のためにヘマトキシリン・エオジン (HE) 染色を行い, ヒッティングパーセンテージ法 (CHALKLEY, 1943) によりハヴァース腔および骨小腔数を計測した。

結 果

ブタ骨の水分含量は, 哺乳期である 28 日齢までは約 40% と高かったが, その後は加齢に伴って 20% 以下まで減少した (図 1 A)。対照的に灰分とタンパク質含量は加齢に伴って増加し, 灰分は骨重量の半分以上を占めるようになった。タンパク質含量は 28 日齢から 98 日齢にかけて急速に増加し, その後はほぼ一定となったが, コラーゲン含量は加齢に伴い直線的に増加した (図 1 B)。カルシウム含量もコラーゲン同様, 28 日齢以降直線的に増加しており, 灰分に占めるカルシウムの割合とタンパク質に占めるコラーゲンの割合は, 加齢に伴い増加した。

脱灰後の骨に存在するタンパク質は SDS-PAGE 像から明らかのように, I 型コラーゲンが大半を占めていた (図 2 A)。しかし, 泳動パターンに加齢に伴う顕著な変化は観察されず, I 型コラーゲンの α 鎖 β 鎖 γ 鎖の比率も加齢変化を示さなかった。一方, 脱灰に伴って抽出される非コラーゲンタンパク質は, 脱灰法によって SDS-PAGE 像が異なり, 各々で加齢に伴う変化が観察された (図 2 B, C)。ウェスタン・ブロッティングの結果, EDTA 抽出画分において加齢に伴い減少したバンドはオステオネクチンであり, 塩酸抽出画分ではオステオポンチンが減少していた。III 型, V 型および VI 型コラーゲン含量は何れも加齢に伴い減少した (図 2 D, E, F)。ウェスタン・ブロッティング像の

デンシトグラムの結果, III 型コラーゲンはほぼ直線的に, V 型コラーゲンは 98 日齢以降急速に, VI 型コラーゲンは 98 日齢までに減少していた。

骨横断面で観察されるハヴァース腔の大きさは加齢に伴って縮小し, 管腔周辺部のエオジンによる赤染度も低下した (図 3 A)。単位面積当たりの骨小腔の数は加齢に伴い増加したが, ハヴァース腔の数は変化しなかった (図示せず)。抗 I 型および III 型コラーゲン抗体による陽性反応は骨基質全体で観察されたが, I 型コラーゲンに対する染色性が加齢に伴って強くなるのに対し (図 3 B), III 型コラーゲンに対する染色性は弱くなった (図示せず)。V 型と VI 型コラーゲンに対する免疫染色像は類似しており, 1 日齢ではハヴァースおよび骨小腔における強い染色以外にも骨基質全体に陽性反応が散在していたのに対し, 98 日齢ではハヴァースおよび骨小腔とその周辺部だけが強染されていた (図 3 C)。オステオネクチンおよびオステオポンチンに対する免疫染色像は局在, 加齢変化とも V 型や VI 型コラーゲンの染色像と類似していた (図 3 D)。

考 察

骨組織の発達は, 光学顕微鏡によって観察されたように, ハヴァース腔における骨基質の蓄積 (ハヴァース腔の縮小) と骨細胞 (骨小腔) の増加によって特徴づけられた。この形態的な加齢変化は, タンパク質および灰分含量の増加という組成的な加齢変化と対応しており, 骨内部も動物の成長に伴い発達することが明らかとなった。

動物の体を支える骨の物理的機能は, 同心円状構造を呈する骨単位の集積に依拠しているが, ハヴァース腔において骨単位が形成されるためには I 型コラーゲンとヒドロキシアパタイトが規則的に蓄積する必要がある (KRISTIC, 1978)。V 型および VI 型コラーゲンは I 型コラーゲンとの結合性を有し, 組織特異的なコラーゲンの立体配置に関与していることが知られており (LINSSEN, 1991), オステオネクチンとオステオポンチンはカルシウム結合性を有し, 骨におけるヒドロキシアパタイト沈着への関与が知られている (ROACH, 1994)。免疫染色像においてこれらの微量成分は, 骨単位形成前のハヴァース腔に局在していたことから, I 型コラーゲンとカルシウムの規則的な蓄積には, V 型や VI 型コラーゲン, オステオネクチン, オステオポンチンなどの微量成分が密接に関与していることが示唆された。

従って, 骨の物理的機能を担っているのは骨 ECM の主要成分である I 型コラーゲンとカルシウムであるが, 骨の発達にとって重要なのは微量成分と考えられた。しかし, 骨には構造糖タンパク質やプロテオグリカンも微量 ECM 成分として存在しており (FISHER *et al.*, 1987), 今後の検討が必要と考えられる。

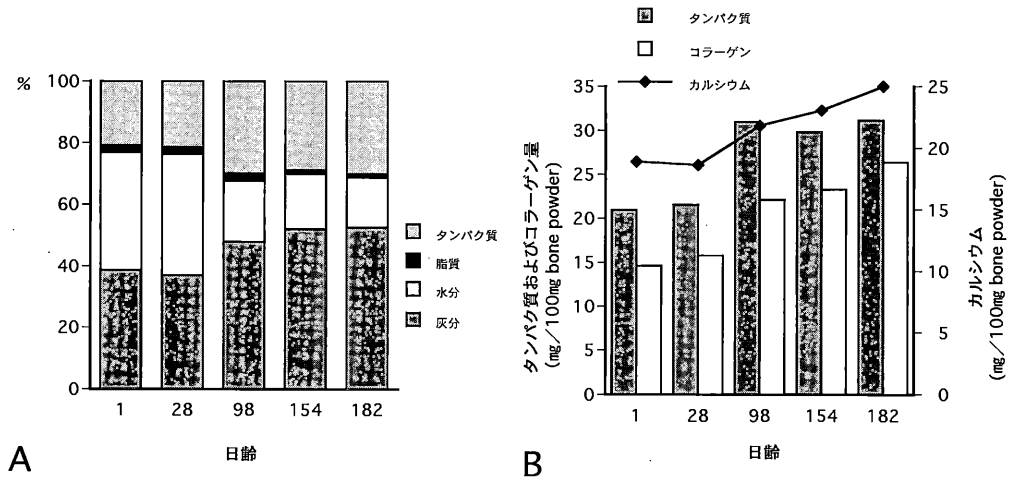


図1 成長に伴う骨組成の変化

骨の一般組成 (%) を(A)に, 骨 100mg 中のタンパク質, コラーゲン, カルシウム含量 (mg) を(B)に示す.

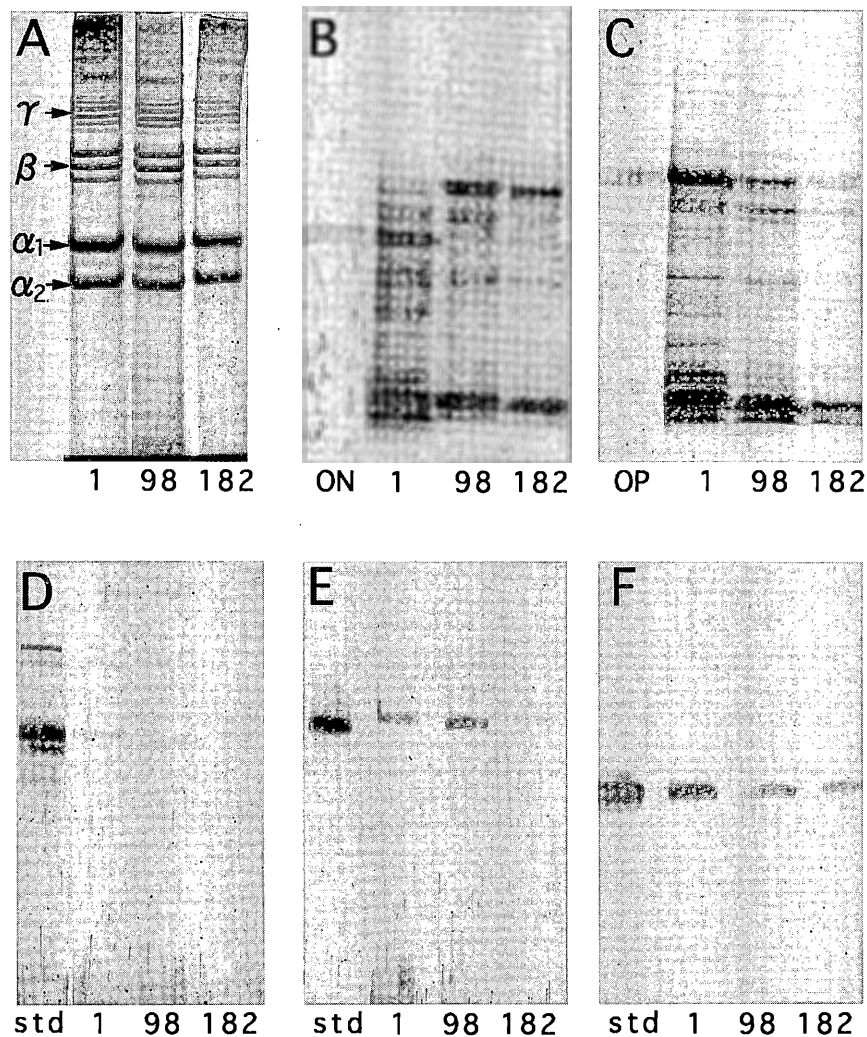


図2 骨タンパク質の SDS-PAGE およびウエスタン・ブロッティング像

A は脱灰後の骨粉に残存するタンパク質, B は EDTA 抽出画分, C は塩酸抽出画分の CBB 染色した電気泳動像を, D, E, F は脱灰後ペプシン処理により得られた画分の各々抗III型, 抗V型, 抗VI型コラーゲン抗血清による免疫染色像を示す. A の α_1 , α_2 , β , γ は I 型コラーゲンの鎖名を, B のオステオネクチン (ON), C のオステオポンチン (OP) および D, E, F の std は免疫染色に際し用いた標準タンパク質を, 数字は日齢を表す.

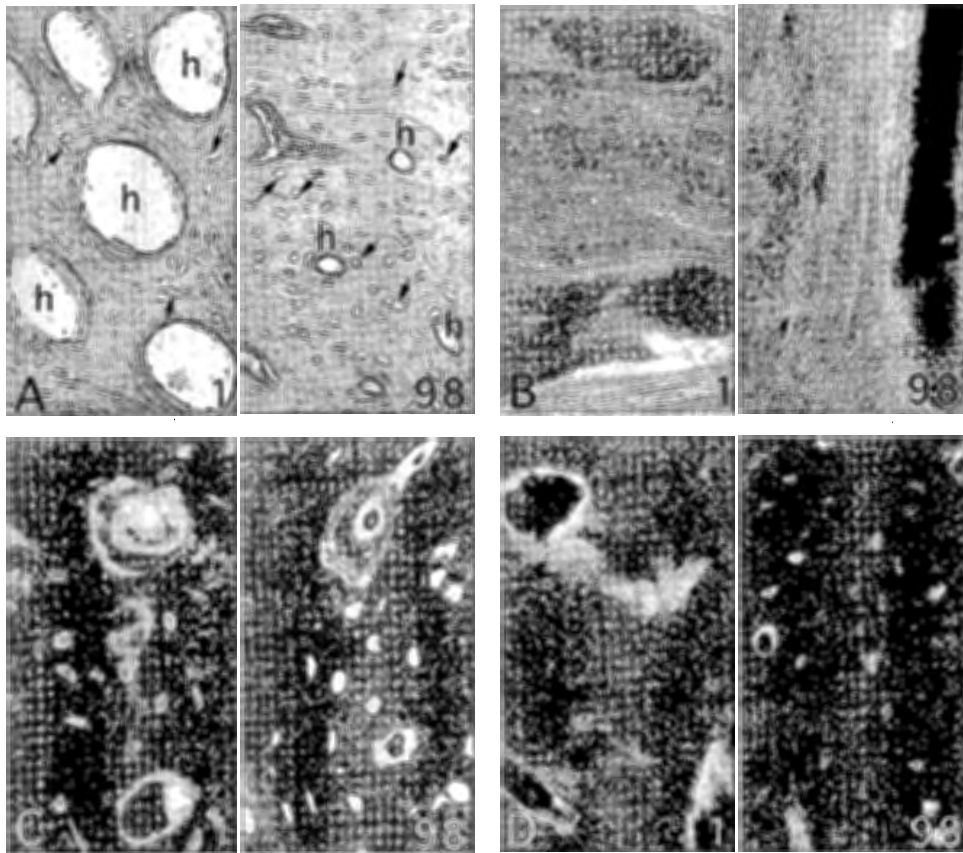


図3 骨横断面のHE および間接蛍光抗体染色像

AはHE染色像を, Bは抗I型コラーゲン, Cは抗VI型コラーゲン, Dは抗オステオネクチン抗血清を第一抗体として用いた免疫染色像を示す。図中のhはハヴァース腔を, 矢印は骨小腔を, 数字は日齢を表す。倍率は35倍。

文 献

- BERGMAN, I. and R. LOXLEY (1963) Two improved and simplified methods for the spectrophotometric determination of hydroxyproline. *Anal. Chem.*, **35**: 1961-1965.
- CHALKLEY, H.W. (1943) Method for the quantitative morphologic analysis of tissues. *JNCI*, **4**: 47-53.
- FISHER, L.W., G.R. HAWKINS, N. TUROSS and J.D. TERMINE (1987) Purification and partial characterization of small proteoglycans I and II, and bone sialoproteins I and II, and osteonectin from the mineral compartment of developing human bone. *J. Biol. Chem.*, **262**: 9702-9708.
- GERSTENFELD, L.C., M. FENG, Y. GOTOH and M.J. GLIMCHER (1994) Selective extractability of non-collagenous proteins from chicken bone. *Calcif. Tissue. Int.*, **55**: 230-235.
- GRYNPAS, M.D., J.H. TUPY and J. SODEK (1994) The distribution of soluble, mineral-bound, and matrix-bound proteins in osteoporotic and normal bones. *Bone*, **15**: 505-513.
- LINSENMAYER, T.F. (1991) Collagen. in *Cell Biology of Extracellular Matrix* 2nd ed. (Hay, E.D. ed) 7-44. Plenum Press. New York.
- KRISTIC, R.V. (1978) *Die gewebe des menshen und der saugtiere*. 214-221. Springer-Verlag. Berlin.
- 久保木芳徳 (1995) 骨形成と細胞外マトリックス. *蛋白質核酸酵素*, **40**: 475-491.
- ROACH, H.I. (1994) Why does bone matrix contain non-collagenous proteins? The possible roles of osteocalcin, osteonectin, osteopontin and bone sialoprotein in bone mineralization and resorption. *Cell Biolo.Int.*, **18**: 617-628.
- 杉本 到・太田博明・野澤志朗 (1997) 老年性骨粗鬆症のメカニズムの解析. *組織培養工学*, **23**: 431-434.

時系列解析による日乳量変動に対する暑熱環境の影響評価

上野 孝志・田鎖 直澄・大谷 文博

農林水産省北海道農業試験場, 札幌市 062-8555

Time series analysis on effect of thermal environment upon fluctuation of daily milk yield in cows

Takashi UENO, Naozumi TAKUSARI and Fumihiko OHTANI

Hokkaido National Agricultural Experiment Station, Sapporo 062-8555

キーワード: 乳牛, 乳量, 暑熱環境, 温湿度指数 (THI), 時系列解析

Key words: dairy cow, milk yield, hot environment, THI, time series analysis

要 約

北海道農業試験場において通常管理下で飼養されているホルスタイン種泌乳牛群について, 日乳量変動に対する暑熱環境の影響を時系列解析により明らかにした。その結果, THI (温湿度指数) と日乳量の相互相関係数は, 2~3日の遅れで負の最大値となった。このことから暑熱環境の変動は, その2~3日後の乳量に大きく影響することが明らかとなった。また, 乳量変動に対する THI の相対寄与率は, 最低気温 THI の方が最高気温 THI より大きく, 飼養管理上, 日最低気温の確保の重要性が示唆された。

緒 言

亜寒帯気候の南限に位置する北海道においては, 夏季も比較的冷涼であるが, 小笠原気団の急速な発達の影響を受けて, 乳牛が暑さに対して十分に適応するに至らない段階で, 急な暑熱環境に曝されるという特徴がある(早坂ら, 1994)。また, 気温の日内較差が比較的大きく, 夏季の日中は高温となっても夜間には気温が下がることで暑熱の影響は緩和される。従って, 暑熱問題が顕在化している本州地域と比べれば, 暑熱対策への取り組みはさほど深刻ではないが, 1994年の夏にみられたように過去数年おきに猛暑が繰り返し, 死廃頭数の増加や乳生産の低下などを引き起こしている現実もある(上野ら, 1995)。四十万谷(1985)は, 1984年夏の猛暑によって, 北海道農業試験場牛群の乳量, 乳成分が大きく影響を受けたことを報告している。その中で, 北海道での暑熱対策としては施設面での対応よりも飼料給与など飼養管理面での対応が得策であると指摘している。本研究では, 夏季の暑熱対策に資す

るため, 通常の飼養管理下における泌乳牛の日乳量変動に及ぼす温熱環境の影響を時系列解析により明らかにした。

材料と方法

北海道農業試験場において飼養しているホルスタイン種泌乳牛 32 頭を調査対象とした。解析に用いたデータは全国的に猛暑が記録された 1994 年 7 月~8 月の 2 ヶ月の泌乳成績である。乳牛は試験牛舎 (フリーストール) で飼養され, 全群平均の日乳量は約 30 kg で, 産次は 2~5 産である。飼料給与は, オーチャードグラス・サイレージ, 乾草, 配合飼料を当場の慣行により一日 2 回の分離給与で行われている。搾乳は朝・夕の定時に牛舎に付設された搾乳パーラで行い, 夕乳量と翌日の朝乳量の合計を日乳量とした。温熱環境要因としては, 温度, 湿度, 熱放射, 風等があるが, ここでは現場でのデータ採取が容易で実効温度指標として有効な THI (温湿度指数) を用いた。なお, 温度および湿度のデータは, 場内の気象観測点で得られる羊ヶ丘気象月報によった。本報告では, Johnson *et al.* (1962) によって提示された式 $[THI = 0.8 Tdb + 0.01 RH(Tdb - 14.3) + 46.3]$; Tdb は乾球温度 $^{\circ}C$, RH は相対湿度%] により THI を算出した。THI (日最高気温 THI および日最低気温 THI, 以下それぞれ MAX-THI と MIN-THI と略す) および日乳量は, それぞれの原データより 7 点移動平均値を差し引くことによって, 傾向変動を除去した各定常時系列を求めた。次いで, THI と乳量変動の定常時系列間の相互相関係数 (クロスコログラム) を式・1 により算出した (鳴崎, 1982)。時系列処理は, 牛群を日乳量水準によって 20 kg, 30 kg, 40 kg に分けたものと, 全群を対象として行った。

$$(式・1) \quad r_k = \frac{\sum_{i=1}^{n-k} (X_i - m_1)(y_{i+k} - m_2)}{\sqrt{\sum_{i=1}^{n-k} (X_i - m_1)^2} \sqrt{\sum_{i=1}^{n-k} (y_i - m_2)^2}}$$

ここで、

r_k = 相互相関係数

X_i = i 日の値 (THI)

y_i = i 日の値 (乳量)

m_1 = X_1 から X_{N-1} までの平均

m_2 = y_{i+1} から y_N までの平均

結果と考察

1994年6～8月の北海道農業試験場内における日最高気温の月平均値は、21.2℃(6月)、26.1℃(7月)、28.4℃(8月)で、日最高気温は35.1℃、THIは79.2(いずれも8月7日に観測)であった。因みに、8月7日の札幌市(気象台)での最高気温は36.2℃となり、気象統計が開始された1876年以来の記録となった。

THIが71を越えると乳量に影響が現れ始め、75以上ではその影響はかなり深刻なものとなると言われている(Johnsonら, 1962)。平年並みの気温とされる1992年ではTHI 71以上が11日であったが、75以上は観測されなかった。また冷夏と言われた1993年では、71以上が3日で75以上は観測されなかった。一方、1994年ではTHI 71以上が40日もあり、しかも75以上が12日も観測された(図1)。北海道といえども1994年が乳牛にとって厳しい年であったことがこれらのデータから明らかである。

一頭当たりの平均日乳量の変化(原データ)を図2に示した。THIが75以上となった7月末より8月中

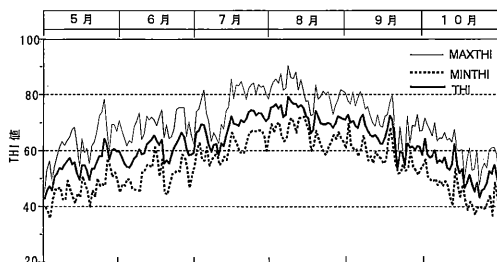


図1 1994年5月から10月までのTHIの推移

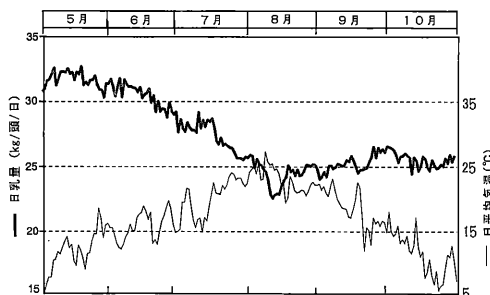


図2 日平均気温と平均日乳量の推移

旬までの乳量は大きく低下したが、とくに最高気温が観測された8月7日(THI 79.2)の影響を受けて、その3日後には乳量が大きく低下した。

MAXTHIとMINTHIおよび乳量の定常時系列変動をそれぞれ図3および4に示した。また、それぞれMAXTHI、MINTHIと乳量変動との相互相関係数を求めクロスコログラムに示した(図5)。ここでは、乳量水準による差は認められなかったため、牛群全体の成績をプールして以下の結果を得た。THIと乳量の相互相関係数は2～3日の遅れで負の最大値となり、その値は、MINTHIがMAXTHIより大きな値であった。このことは、温熱環境の変動は2～3日後の乳量に大きく影響し、温度が高く変化すれば乳量は減少することを示している。Maust *et al.* (1972)によれば、乳量と当日のTHIとの間には相関は認められないが、3日前のTHIとの間には相関係数-0.12～-0.31の範囲の相関が得られたと報告している。我々の得た乳量と3日前のTHIとの相関値は、-0.29(MAXTHI)と-0.43(MINTHI)で、Maust *et al.* (1972)と比べて幾分高い値であるが、この原因は彼らが生データを用いて解析したのに対し、我々は原データから傾向変動を除いて定常時系列を求め、それを対象として相関係数を算出したため精度良く値が得られたと思われる。すなわち、外乱となる変動要因の排除にとって時系列処理が効果的であったと考えられる。また、短報として報告されているため研究内容の詳細は明らかではないが、Lee *et al.* (1954)によって

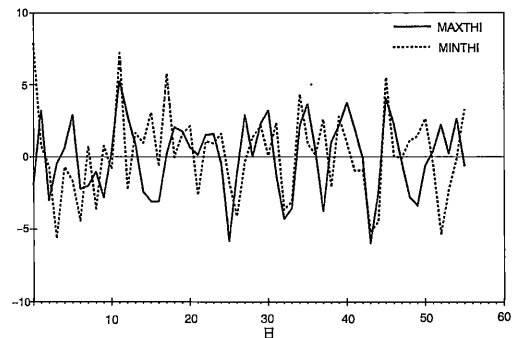


図3 MAXTHI及びMINTHIの定常時系列変動

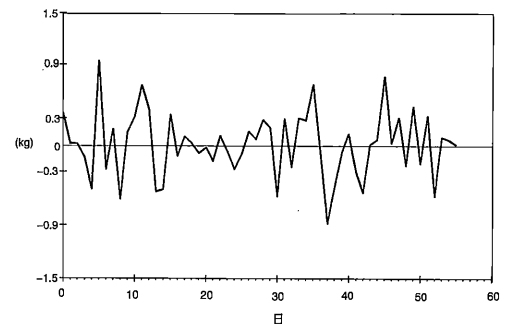


図4 平均日乳量の定常時系列変動

乳量は4～5日前の乾球および湿球との相関が高いと報告されている。Maust *et al.* (1972) によれば、暑熱環境に対する乳牛の反応として、先ず体温の変化があり、次いで採食量の変化を経て乳量に変化するという過程を経ると考えている。また、彼らは乳質についても調べているが、乳脂肪率は暑熱感作に対して乳量のような時系列的変化をしないと報告している。

MINTHIがMAXTHIに比べて大きな相関係数値であったので、重回帰分析法により日乳量変動に対するそれぞれMAXTHIとMINTHIの関与の程度(相対寄与率)を調べた。なお、重回帰分析に用いたデータは、MAXTHI(説明変数:X1)およびMINTHI(説明変数:X2)とそれらに対し3日遅れの日乳量(目的変数:Y)を一組としたものである。その結果、THIによって引き起こされる乳量変動の全体の約80%が日最低気温をもとに算出したMINTHIの変動に従属していることが明らかとなった(図6)。また、乳量変動に対する相対湿度の相対寄与率は、表1に示すように気温の95%と比較して約5%と低いので、便宜的には、温度管理に関しては日最低気温について留意すれば良いと考えられる。例えば、夏季の暑熱対策として日中の暑熱に対する対処は当然重要ではあるが、外気温の下がる夜間に畜体周辺の気温を下げる努力をすることが、乳生産からみた乳牛の暑熱対策としては効率的と考えられる。Holter *et al.* (1996)もJerseyを用いた最近の報告で、MINTHIはMAXTHIと比べて乾物摂取量(DMI)や4%乳脂補正乳量(FCM)との相関が高いことから、乳牛の生産性に及ぼす暑熱ストレスの影響を評価するための尺度としては、MINTHIの方がMAXTHIより有効であると述べている。

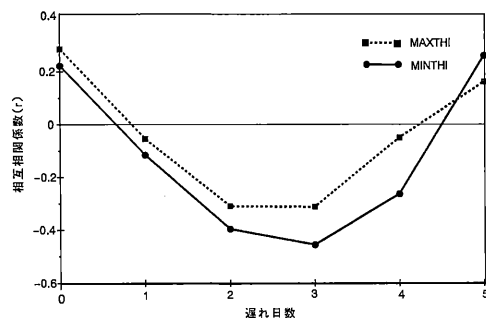


図5 日乳量の変動とMAXTHIおよびMINTHIとのクロスコレログラム

表1 日乳量変化に対する気温と湿度の相対寄与率(%)

	気温	相対湿度
MAXTHI	95.5	4.5
MINTHI	95.3	4.7

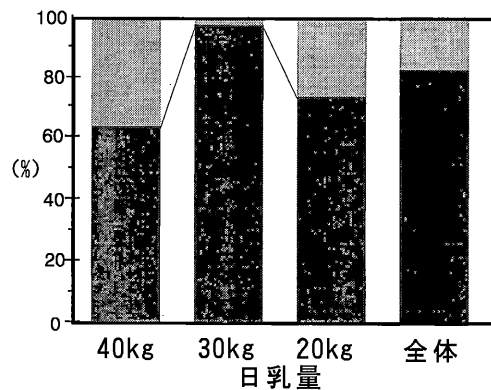


図6 日乳量の変動に対するMAXTHIとMINTHIの相対寄与率(遅れ3日目)

このMINTHIとMAXTHIの乳量変動に対する寄与率の割合において、MINTHIの寄与の大きいことは気温の日較差が大きい北海道においては認められても、日較差の比較的小さい西南暖地においては北海道ほどの高い寄与率が得られない可能性がある。我々が先に実施したアンケート調査の結果(上野ら, 1995)でも、地域によって状況は異なるものの、夏季の防暑対策の一つとして積極的に夜間放牧を取り入れていることが明らかにされている。これなどは夜間の体感温度低下が期待できる効果的な方法である。

謝 辞

本成績は、平成6～8年の3年間にわたって実施した農林水産省農林水産技術会議事務局の特別研究「環境ストレス低減化による高品質乳生産技術の開発」で得られた成果の一部である。乳量データの利用に当たってご協力頂いた畜産部家畜育種研究室佐々木修技官および分析対象とした乳牛の日常管理等を担当された業務3科職員の方々に謝意を表します。

文 献

- 早坂貴代史・山岸規昭・田鎖直澄・宮谷内留行 (1994) 北海道の乳牛に対する暑熱の問題—なぜ北海道で暑熱が問題になるのか—. 畜産の研究, 48(4): 9-12.
- Holter, J. B., J. W. West, M. L. McGilliard and A. N. Pell (1996) Predicting ad libitum dry matter intake and yield of Jersey cows. J. Dairy Sci., 79: 912-921.
- Johnson, H. D., A. C. Ragsdale, I. L. Berry and M. D. Shanklin (1962) Environmental physiology and shelter engineering. LXII. Effect of various temperaturehumidity combinations on milk production of Holstein cattle. Mo. Agr. Exp. St. Bull. No. 791.
- Lee D. H. K., H. W. McMullan, R. E. McDowell and

- M. H. Fohrman (1954) Temperature conditions critical to milk production in Holstein cattle in Bertsville. J. Anim. sci., **13**: 1024.
- Maust L. E., R. E. McDowell and N. W. Hooven (1972) Effect of summer weather on performance of Holstein cows in three stages of lactation. J. Dairy Sci., **55**(8): 1133-1139.
- 四十万谷吉郎 (1985) 1984 年夏の異常高温が札幌(羊ヶ丘)における乳量と乳成分に及ぼした影響. 北農, **52**(3), 26-30.
- 嶋崎昭典 (1982) 5.1 時系列解析の手法. 応用統計ハンドブック (応用統計ハンドブック編集委員会編). 432-456. 養賢堂. 東京.
- 上野孝志・早坂貴代史・田鎖直澄 (1995) 1994 年夏期の猛暑が牛乳生産に及ぼした影響. 北農試研究資料, **54**: 5-22.

分娩後 120 日目に離乳したサフォーク種母羊の 乾乳過程における体重と乳汁量

出岡謙太郎*・斉藤 利朗

北海道立滝川畜産試験場, 滝川市 073-0026

* 現所属 北海道立新得畜産試験場, 新得町 081-0038

Body weight and milk quantity of drying-off Suffolk ewes weaned at 120 days after lambing

Kentaro DEOKA* and Toshiro SAITO

Takikawa Animal Husbandry Experiment Station of Hokkaido, Takikawa 073-0026

* Present address: Shintoku Animal Husbandry Experiment Station of Hokkaido, shintoku 081-0038

キーワード: サフォーク種, 母羊, 離乳, 乾乳

Key words: Suffolk, ewe, weaning, drying-off

要 約

授乳子羊数の異なるサフォーク種母羊を分娩後 120 日目に離乳し, 離乳日の 1 週間前から 2 週間後にかけての母羊の体重変化と, 離乳後 2 週間 (乾乳期) における乳汁量を調べるため本試験を行った. 供試羊は, 分娩後 120 日目まで双子に授乳した母羊 7 頭, 双子の片方を分娩後 60 日目に離乳し, 以後 120 日目まで 1 子に授乳した母羊 8 頭, および分娩後 120 日目まで単子に授乳した母羊 7 頭の計 22 頭である. 母羊には, 授乳期には乾草と配合飼料を給与したが, 離乳前 7 日間と乾乳期は乾草のみを給与した. 授乳期において, いずれの母羊も乳房と乳汁性状に臨床的な異常は認められなかった. 離乳後 4, 8 および 14 日目に, それぞれ 1 日 1 回, 手搾りし乳汁量を測定した.

いずれの母羊も, 体重は離乳日の 7 日前から急激に減少し, 乾乳期にはそれよりも緩やかに減少した. また, 乾乳期の乳汁量は, 各母羊とも離乳後 4 日目が多く, 以後 8, 14 日目の順に減少し, 各搾乳日の乳汁量は母羊間に差は認められなかった. 分娩後 120 日目に離乳した場合, 乾乳期に乳房に貯留する乳汁量に対する授乳子羊数の影響は小さいものと考えられた.

緒 言

わが国のめん羊飼育において, 離乳後の母羊には, 粗飼料のみを 2 週間程度給与し, この間に数日間隔で搾乳して泌乳を停止させる措置が行われている (平山, 1982; 農林水産技術会議事務局, 1996 B; 寒河江,

1988). この措置を乾乳あるいは乳上げと呼び, 離乳後に泌乳を停止させるための期間を特に乾乳期 (drying-off period) (GIBB *et al.*, 1981) と言う.

これまで, 離乳前後における母羊の体重推移と, 乾乳期に乳房内に貯留した乳汁量の推移については, 通常の 4 カ月齢離乳においても, また, 通常よりも早期に離乳する場合においても明らかにされていなかった. 著者ら (出岡・斉藤, 1997) は, 早期離乳の場合は母羊が泌乳最盛期なので (MLC, 1988; NRC, 1985 A), 離乳後の乳房に多量の乳汁が貯留することを危惧し, 双子に授乳する母羊を分娩後 60, 90 および 120 日目に離乳させたときの体重と乳汁量の推移を調べ, 早期離乳においても 4 カ月齢離乳と同様の方法で乾乳を行えることを明らかにした.

ここでは, 通常の 4 カ月齢離乳における授乳子羊数に着目し, 分娩後 120 日目まで双子に授乳した母羊, 双子の片方を分娩後 60 日目に離乳し, 以後 120 日目まで 1 子に授乳した母羊, および分娩後 120 日目まで単子に授乳した母羊の乾乳期における体重と乳汁量の推移を調べた.

材料および方法

供試羊はサフォーク種の母羊とその双子 15 組および母羊とその単子 7 組であり, 母羊の産次は 3 ~ 6 産次であった. 母羊とその双子 15 組は 3 ~ 4 組から成る 4 群に分け, それぞれ群飼した. このうち 2 群は 2 子とも各群の平均で分娩後 120 日目に離乳した (T-T 母羊とする). 他の 2 群は分娩後 60 日目に 1 子のみを離乳し, 残った 1 子を分娩後 120 日目に離乳した (T-S 母羊とする). 母羊とその単子 7 組は 3 組と 4 組の 2 群に

分けてそれぞれ群飼し、分娩後120日目に離乳した(S-S母羊とする)。いずれの母羊も乳房と乳汁性状に臨床的な異常はなく、授乳された子羊の増体は良好であった(出岡・斉藤, 1996)。分娩後14日間の日乳量をMLC(1988)の方法により推定し表1に示した。

授乳期における母子羊の飼養管理方法および母羊の飼料と養分の摂取量は既報(出岡・斉藤, 1996)のとおりである。母羊には、分娩後113日目までは乾草と泌乳牛用配合飼料を給与した。乾乳期は離乳後14日間とした。離乳前7日間と乾乳期は、SID(1987)に準拠し乾草のみを1日1頭当たり原物で2kg給与した。水と固型塩は自由に摂取させた。離乳前7日間と乾乳期14日間における養分の摂取量と充足率は表2に示したとおりである。粗蛋白質(CP)および可消化養分総

Table 1 Estimated daily milk yields during the first 14 days after lambing

	T-T ¹	T-S ²	S-S ³
No. of ewes	7	8	7
Milk yield ⁴ , kg	3.4±0.5	3.5±0.5	2.2±0.2

¹Ewes suckling a pair of twins during 120 days after lambing.
²Ewes suckling a pair of twins during first 60 days after lambing, and suckling one of the twin lambs following 60 days.
³Ewes suckling a lamb during 120 days after lambing.
⁴Milk yield was calculated by multiplying the daily gain of single lamb by 5, or multiplying the mean daily gain of twin lambs by 10 (MLC, 1988). Mean values with their standard deviations.

Table 2 Average daily feed and nutrients intake of ewes from 114 to 134 days after lambing

		T-T ¹	T-S ²	S-S ³
Hay	DM, kg/ewe	1.23	1.27	1.22
CP,	g/ewe	138	142	137
	% of requirement for maintenance ⁴	113	116	112
TDN,	kg/ewe	0.71	0.73	0.70
	% of requirement for maintenance ⁴	99	101	97

^{1, 2, 3}See footnotes in table 1.
⁴Calculated from NRC (1985B).

量(TDN)の充足率は維持の要求量(NRC, 1985 B)を基準として求めた。

分娩後1, 30, 60, 90, 113, 120 および134日目に母羊の体重を測定した。体重と日増体量に関しては、施設の制約により各処理ごとに群飼としたため統計処理による解析は行わず、その傾向について示した。乾乳期間中は、離乳日(分娩後120日目)を0とし、4, 8 および14日目にそれぞれ1日1回、母羊を保定して用手法により乳房内に貯留した乳汁を搾乳し、その重量を測定した。各搾乳日の乳汁量に関しては、Kruskal-Wallis法(石井, 1975)により平均値間の差を検定した。

結 果

授乳期および乾乳期における母羊の体重の推移を図1に示した。授乳期には、各処理とも分娩後日数の経過ともなって体重が減少したが、T-T母羊では、分娩後60日目以降の体重減少は小さかった。離乳前7日間および乾乳期においても、各処理とも体重は減少した。

離乳前7日間および乾乳期における母羊の日増体量を表3に示した。各処理とも、乾乳期よりも離乳前7日間の方が体重減少量の大きい傾向がみられ、特にT-TおよびT-S母羊で、その傾向が大きかった。

乾乳期における乳汁量の推移を表4に示した。各処理とも、離乳後日数の経過ともなって乳汁量は減少した。離乳後4, 8 および14日目のいずれの乳汁量も処理間に有意差は認められなかった。なお、離乳後4日目には全頭の乳房に乳汁が貯留していたが、離乳後8日目にはS-S母羊の1頭、さらに、14日目にはS-SおよびT-S母羊の各1頭において乳汁は貯留していなかった。

観察によると、個体差はあるものの離乳後日数の経

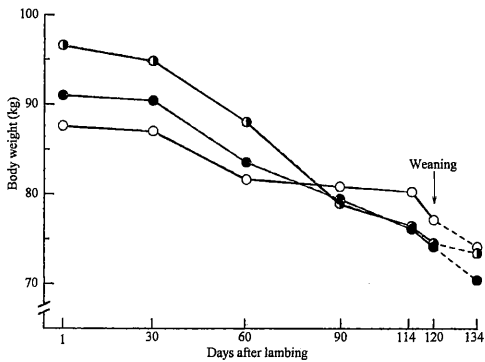


Fig.1 Body weight changes of T-T (○)¹, T-S (●)² and S-S (●)³ ewes weaned at 120 days after lambing.

^{1, 2, 3} See footnotes in table 1.
——: Suckling period
-----: Drying-off period

Table 3 Daily gains before and after weaning, when ewes were weaned at 120 days after lambing

	T-T ¹	T-S ²	S-S ³
	kg/day		
Day No.			
-7 ~ 0	-0.44	-0.27	-0.29
1~14	-0.21	-0.08	-0.26

^{1, 2, 3}See footnotes in table 1.

Table 4 The mean quantities of residual milk in udder during drying-off period, when ewes were weaned at 120 days after lambing

	T-T ¹	T-S ²	S-S ³
	kg/day		
Day No. ⁴			
4 ⁵	0.26	0.20	0.17
8 ⁵	0.14	0.10	0.08
14 ⁵	0.09	0.06	0.05

^{1, 2, 3}See footnotes in table 1.

⁴Days after weaning.

⁵There were no significant differences among treatments.

過にともなう乳房は収縮し、乳汁の性状はおおむね次のような経過をたどった。乳汁量の多い離乳後 4 日目には常乳の性状であったが、8 および 14 日目になると、乳汁量の少ない個体では、白色または黄色で強い粘調性を呈していたり、あるいは、水様性を呈し白黄色の凝固物の混入しているものがあつた。いずれも、乳房の収縮は良好で、乳房に熱感はなかった。

考 察

授乳期の母羊は、摂取した養分の他に体貯蔵養分を動員して泌乳を行なうので体重が減少することはよく知られている (NRC, 1985 A; 農林水産技術会議事務局, 1996 A)。本結果から、離乳 7 日前から乾乳期にかけて、離乳のため TDN 摂取量を維持要求量の水準にすると (表 2)、離乳 7 日前から引き続き乾乳期においても、母羊の体重は減少することが示された。この間の 1 日当たり体重減少量は、乾乳期よりも離乳前 7 日間の方が大きい傾向にあった (表 3)。このような傾向は、双子授乳羊を分娩後 60, 90 および 120 日目に離乳させた報告 (出岡・斉藤, 1997) と同様であった。離乳前 7 日間は、配合飼料の給与中止による TDN 摂取量の低下に加え、泌乳への体貯蔵養分の動員が継続しているため、乾乳期よりも体重の減少程度が大きくなるものと考えられる。さらに、乾乳期においても引き続き体重が減少するのは、泌乳が完全に停止していないことに起因すると思われるが、この点については泌

乳生理の面から詳細な検討が必要であらう。

双子授乳羊を分娩後 60, 90 および 120 日目に離乳させたときの、乾乳期における乳汁量の推移については、いずれの時点で離乳しても、離乳後 4, 8 および 14 日目の順に乳汁量は減少することが報告されている (出岡・斉藤, 1997)。本結果では、分娩後 120 日目に離乳させた授乳子羊数の異なる母羊についても、離乳後日数の経過にともなう乳汁量の減少することが示された。授乳初期には双子授乳羊の乳量が多いが (表 1)、離乳したのは分娩後 120 日目で、この時期には乳量が低下しており、双子授乳羊と単子授乳羊の乳量に差がなくなるとされており (MLC, 1988)、分娩後 120 日目の離乳においては、乾乳期に貯留する乳汁量に及ぼす授乳子羊数の影響は小さいものと考えられた。

乳牛では、乾乳の方法は「間歇的乾乳法」と「急速乾乳法」がある (全国乳質改善協会, 1984)。本試験では、乾乳期間中に 3 回の搾乳を行っており、この方法は「間歇的乾乳法」に相当する。生産現場でめん羊の乾乳を行う場合、搾乳時に、管理者は自身でめん羊を保定し、かつ搾乳を行わねばならず、労働負担は大きい。このため、搾乳回数はより少ない方が望ましい。単子授乳羊では、離乳 8 日後に乳汁の貯留していない個体も認められたことから、めん羊においても、「急速乾乳法」を行いうる可能性が考えられ、今後、このような観点から検討を加えたい。

文 献

- 出岡謙太郎・斉藤利朗 (1996) 双子の片方の早期離乳が子羊の増体に及ぼす影響。日緬研会誌, 33: 28-34.
- 出岡謙太郎・斉藤利朗 (1997) 分娩 60, 90 および 120 日後に離乳したサフォーク種母羊の乾乳過程における体重と乳汁量。滝川畜試研報, 29: 1-5.
- GIBB M.J., T.T. TREACHER and V.S. SHANMUGALINGAM (1981) Herbage intake and performance of grazing ewes and of their lambs when weaned at 6, 9, 10 or 14 weeks of age. Anim. Prod., 33: 223-232.
- 平山秀介 (1982) めん羊——有利な飼育法——. 91-92. 農山漁村文化協会. 東京.
- 石井進 (1975) 生物統計学入門——具体例による解説と演習——. 131-137. 培風館. 東京.
- MEAT and LIVESTOCK COMMISSION (1988) Feeding the ewe. 2nd ed. 34-44. Sheep Improvement Services. Milton Keynes.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (1985 A) Nutrient requirements of sheep. 6th rev.ed. 2-8. National Academy Press. Washington, D.C.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (1985 B) Nutrient requirements of sheep. 6th rev.ed. 45-47. National Academy Press. Washington, D.C.

農林水産省農林水産技術会議事務局（1996 A）日本飼養標準・めん羊（1996 年版），3-6. 中央畜産会，東京.

農林水産省農林水産技術会議事務局（1996 B）日本飼養標準・めん羊（1996 年版），36-39. 中央畜産会，東京.

寒河江洋一郎（1988）新しいめん羊飼育法，第 4 章繁

殖と哺育・育成の項執筆，（吉本正監修）122-124. 日本綿羊協会，東京.

SHEEP INDUSTRY DEVELOPMENT (1987) Sheep production handbook. MAN17-18. Sheep Industry Development Program, Inc., Denver.

全国乳質改善協会(1984)乳房炎の防除対策，124-127. 全国乳質改善協会，東京.

サラブレッド種における母馬年齢が産子の競走能力に及ぼす影響

森津 康喜・寺井明喜子・中田 仁・只野 崇史・市川 舜

酪農学園大学, 江別市 069-8501

The effect of maternal age on the racing performance of Thoroughbred racehorses

Yasuyoshi MORITSU, Akiko TERAJ, Hitoshi NAKATA, Takashi TADANO and Shun ICHIKWA

Rakuno Gakuen University, Ebetsu 069-8501

キーワード: サラブレッド種, 母馬年齢, 産子競走能力

Key words: Thoroughbred racehorses, maternal age, progeny racing performance

要 約

わが国サラブレッド種の中央競馬での競走能力評価値を対象に, 出生時の母馬年齢がかなり進むと, それに伴い産子の競走能力は低下する関係にある事を検証した。競走能力評価値には, 中央競馬のレース記録から年度ごとに評価され, サラブレッド血統センター発刊の競馬年鑑に掲載されている芝コースのレイティング値 (全日本フリーハンデ) を使用した。出生時の母馬年齢は5歳以下, 6~17歳の各年齢と18歳以上の14水準を区分とした。

レイティング値に対する変動要因としては, 馬齢, 性, トレーニングセンター, 評価年度と出生時の母馬年齢を取り上げた。初めに, 最小自乗分散分析の結果から, 母馬年齢の効果は5%水準で有意な結果が得られた。次に, 母馬の各年齢区分ごとに産子レイティング値の最小自乗平均の推移を検討すると, 母馬年齢5歳以下の産子は52.2と最も低い値であり, 母馬年齢11歳の産子が53.9と最も高い値を示した。最も加齢の進んだ18歳以上の母馬の産子は52.6と二番目に低い値となった。繁殖年齢としては若すぎる母馬年齢5歳以下の値を除き, 6歳以降の母馬年齢と産子レイティング値の最小自乗平均との相関を, スピアマンの順位相関係数で表すと, -0.53 ($P=0.06$) と負の関係が伺われた。

緒 言

育成中における子馬の発育や成長は, 遺伝的のみならず環境的な要因にも多きく影響される (BOWLING, 1996)。また, 子宮内における胎児の発育や成長も, 母馬の健康と栄養状態や子宮の容積によって影響される

(WALTON and HAMMOND, 1938; BHUVANAKUMAR and SATCHIDANANDAM, 1989; TISCHNER and KLIMCZAK, 1989) と報告されている。さらに, HINTZ *et al.* (1979) は, サラブレッド種の510日齢体重は, 母馬の日本年齢が8歳以下と12歳以上の子馬では8歳から12歳の間にある母馬の子馬よりも軽い傾向にあるとしている。これらの報告から, 母馬の持つ母性環境効果は, 子馬の発育や成長に影響することは明らかであり, その後の競走能力にも関与すると推察される。

こうした母馬の持つ母性環境効果の内, 出生時の母馬年齢とその産子の競走能力との関連を検討した報告 (O'SULLIVAN, 1980; FINOCCHIO, 1986; BARRON, 1995) は, 何れも加齢のかなり進んだ母馬から誕生した産子の競走能力が, 10歳前後の若い母馬の産子よりも低い傾向にあるとしている。しかし, わが国ではまだこの相互関係に対して分析を行った報告は見あたらない。

本研究は, 先に海外で報告された出生時の母馬年齢と産子の競走能力について得られた負の相関関係を検証するため, わが国サラブレッド種の競走記録を用いて同様な検討を加えた。

材料および方法

供試記録は, 中央競馬のレース記録から年度ごとに評価され, サラブレッド血統センター発刊の競馬年鑑 (1993~1996) に掲載されている芝コースの競走能力レイティング値 (全日本フリーハンデ) を使用した。藤井 (1996) によると, 全日本フリーハンデとは, 各競走馬の数値によるランク付けであり, 現在は5人の異なるハンデキャッパーが, 各自それぞれの手法でレイティング作業を行い, その結果を5人の合議制に基づいて客観性を持たせた数値として確定する方式を取っている。年度ごとのレイティング値は, 3歳, 4歳と

5歳以上馬の各年齢ごとに評価されるが、分析に用いた4年間の総頭数は1425頭であり、それらの年齢、性、トレーニングセンター、出生時の母馬年齢と評価年度ごとの頭数は、表1に示したとおりである。

統計分析においては、表1に示したとおり、取り上げた変動要因の各水準ごとの頭数が不揃いであることから、統計分析ソフトウェアSAS (1989) のGLMプロシジャを用い、最小自乗分散分析を行って各要因の効果を検討した。さらに、出生時の母馬年齢は、5歳以下、6～17歳の各年齢と18歳以上以上の14区分に分け、レイティング値の最小自乗平均を算出した。また、レイティング値の分布は、表1に示されているように、最低値50.0から最大値70.0までの範囲にあり、その分布は正の方向に尾を引いているので、統計分析に先立ち、レイティング値を自然対数に変換を行ってその分布を正規分布に近似させた。

最小自乗分散分析に用いた数学モデルは以下に示すとおりである。

$$Y_{ijklmo} = \mu + A_i + B_j + C_k + D_l + E_m + e_{ijklmo}$$

ここで、

Y_{ijklmo} : レイティング値の自然対数変換値

μ : 全平均

A_i : i 番目の出走時の馬齢に共通な母数効果 ($i = 1 \sim 3$)

B_j : j 番目の性に共通な母数効果 ($j = 1, 2$)

C_k : k 番目のトレーニングセンターに共通な母数効果 ($k = 1, 2$)

D_l : l 番目の出生時の母馬年齢に共通な母数効果 ($l = 1 \sim 14$)

E_m : m 番目の評価年度に共通な母数効果 ($m = 1 \sim 4$)

e_{ijklmo} : 残差, $N(0, \sigma_e^2)$

結 果

競走能力の評価値としたレイティング値に対する各変動要因について、最小自乗分散分析の結果を表2に示した。年度ごとの各馬のレイティング値は、3歳、4歳と5歳馬以上の3グループ別に評価されるが、馬齢による競走能力の差異は広く知られおり、馬齢の効

Table 1 Number of horses and range of handicap rating scores in data used for statistical analysis

Item	No. of horses	Handicap rating scores	
		Minimum	Maximum
Age of racehorses ¹			
3-year-olds	301	50.0	61.0
4-year-olds	412	50.0	69.5
5-year-olds≤	712	50.0	70.0
Sex			
female	406	50.0	66.0
male	1019	50.0	70.0
Training center			
Miho	489	50.0	67.5
Ritto	931	50.0	70.0
Maternal age ¹			
5-year-olds≥	39	50.0	60.5
6-year-olds	84	50.0	65.5
7-year-olds	151	50.0	70.0
8-year-olds	171	50.0	66.0
9-year-olds	170	50.0	64.0
10-year-olds	159	50.0	67.5
11-year-olds	172	50.0	69.5
12-year-olds	125	50.0	65.0
13-year-olds	74	50.0	64.0
14-year-olds	80	50.0	61.0
15-year-olds	65	50.0	64.5
16-year-olds	42	50.0	63.5
17-year-olds	24	50.0	65.0
18-year-olds≤	69	50.0	66.0
Rating year			
1993	347	50.0	70.0
1994	343	50.0	69.5
1995	341	50.0	65.5
1996	394	50.0	67.5
<i>Total</i>	<i>1425</i>	<i>50.0</i>	<i>70.0</i>

1: In Japan, a horse is considered a 1-y-o at birth. Therefore, a 2-y-o in Japan is a yearling in other countries.

Table 2 Statistical significance of factors relating to handicap rating scores for Thoroughbred racehorses

Factors	Significance	Comparison of L.S.Means
Age of racehorses	***	5 year olds > 4 year olds > 3 year olds
Sex	**	Male > Female
Training center	NS	—
Maternal age	*	11 year olds > ---- > 5 year olds
Rating year	NS	—

*** $P < 0.001$, ** $P < 0.01$, * $P < 0.05$, NS = not significant

果は高度に有意 ($P < 0.001$) な結果を示した。また、性の効果も一般に考えられているとおり、高度に有意な結果 ($P < 0.01$) となった。一方、トレーニングセンターと評価年度の効果には有意性は認められなかった。本研究の目的である出生時の母馬年齢の効果は5%水準で有意な結果が得られた。

図1では、母馬の各年齢区分ごとに、産子レイティング値の最小自乗平均をプロットして、母馬の加齢に伴う産子競走能力の推移を検討した。レイティング値の最低値は母馬年齢5歳以下の52.2であり、最高値は11歳齢の53.9となった。また最も加齢の進んだ母馬年齢18歳以上では、レイティング値は52.6を示し、5歳以下について2番目に低い値となっている。さらに、母馬年齢の加齢と産子レイティング値平均との関係を検討するため、繁殖年齢としては若すぎる母馬年齢5歳以下を除き、6歳から18歳以上の13区分についてスピアマンの順位相関係数を求めた。その値は図1に示したとおり -0.53 ($P = 0.06$) となり、母馬の加齢がかなり進むと産子の競走能力は低下する傾向が認められた。

考 察

サラブレッド種の競走能力を示す評価値としては、わが国ではこれまで取得賞金額、走行タイム、負担重量やPerformance Rateなどが広く知られている。これに対して、欧州では古くからヨーロッパ・クラシフィケーションと言うレイティング基準に従ったフリーハンデ値で競走能力を指数で表すことが試みられている。わが国でもサラブレッド血統センター発刊の競馬年鑑1993年度版からは、5人のハンデキャッパーの合議制で全日本フリーハンデと呼ばれるレイティング値が示されるようになった。本研究では、イギリスで同じ問題を分析したBARRON (1995) が競走能力の評価値としてTimeform ratingsと呼ばれるレイティング値を用いていることから、同様に先の全日本フリーハンデの値を競走能力評価値として用いた。

表1の最小自乗分散分析の結果は、出生時の母馬年齢効果が馬齢や性別ほど高度に有意ではないが、5%水準では有意であり、競走能力に影響していることは明らかと言える。図1の出生時の母馬年齢に対する産子の競走能力の推移を見ると、5歳以下の母馬の産子は取り分け低い値である。この点について、BHUVANAKUMAR and SATCHIDANANDAM (1989) は、年齢が若く出産経歴の浅いサラブレッド種母馬の産子は出生時体重が軽いことを示し、その理由として、母馬から胎児への栄養供給能力が十分備わっていないことや子宮の容積が胎児の発育に十分でないことを挙げている。HINTZ *et al.* (1979) もサラブレッド種で日本年齢8歳以下の母馬の産子は510日齢の体重が軽いことを示している。また、FINOCCHIO (1986) は日本年齢6歳以下の母馬はその産子に重賞勝ち馬数の少ないことを報告している。

ヒトでは、加齢に伴って骨の質量が減少したり、子宮の重量が減少するなど、加齢に伴う組織や生殖機能の変化が良く知られている(猪ら;1987)。馬でもヒトと同様な加齢に伴う変化が推察されるが、図1に示したように、母馬の加齢と産子の競走能力との関係は、多少の上下変動が見られるものの、スピアマンの順位相関係数では -0.53 ($P < 0.06$) と負の傾向が示された。本研究のこの結果は、海外でサラブレッド種を対象にこれまで報告された結果(O'SULLIVAN, 1980; FINOCCHIO, 1986; BARRON, 1995) と良く一致した。

本研究では母馬年齢は18歳以上を上限の18歳として分析したが、FINOCCHIO (1986) は日本年齢26歳までを範囲とし、BARRO (1995) も21歳以上までを取上げている。彼らの報告を見ると、19歳以上母馬の産子競走能力はさらに低下することが示されている。従って、本研究で得られた順位相関係数は5%水準で有意とならなかったが、さらに加齢の進んだ母馬の産子データを加えることができれば有意な相関になると考える。

また、本研究で取り上げたレイティング値を持つ各

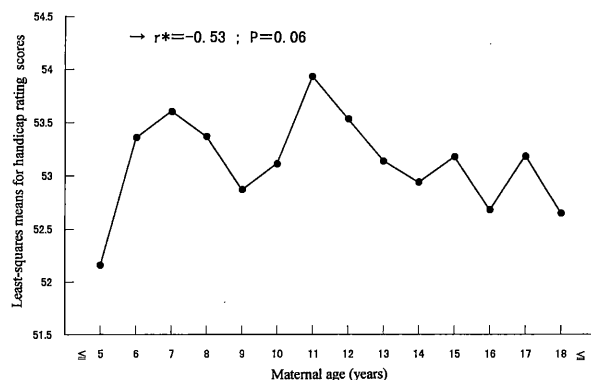


Fig.1 The effect of maternal age on handicap rating scores

*:Spearman's rank correlation coefficient between 6 and 18 years of age

馬は、既にある程度の成績を納めているオープンクラスの馬である。今回レーティング値を持ち得なかった、その他多くの馬を加えることができれば、出生時の母馬年齢がかなり進むと産子の競走能力が低下する傾向はより明らかになると推察する。さらに、中央競馬や地方競馬に所属する全競走馬にレーティングによる正確な評価値を与える事が可能になれば、BARRON (1995)が示したように、母馬年齢と産子競走能力との関係は、日本年齢で10歳を頂点として徐々に右下がりの滑らかな曲線になることも予想される。加えて、本研究では、出生時の母馬年齢だけを取り上げ、初回種付け年齢、分娩回数や空胎期間など他の繁殖経歴は要因として扱っていない。この事が図1の母馬年齢7歳から10歳にかけてのグラフの大きな上下変動に関連していると思われる。

今後仮に全競走馬の正確なレーティング評価が行われ、母馬年齢以外の詳細な繁殖経歴も加えた分析を行うならば、競走能力の優れた産子を生産するために、最も適した繁殖雌馬の年齢範囲を推測することも可能となり、それらのもたらす成果は、輸入が急増する外国産馬に対抗し、優れた内国産競走馬を生産するために、わが国のサラブレッド種交配繁殖現場に有用な資料を提供するものになると考える。

文 献

- BARRON, J. K. (1995) The effect of maternal age and parity on the racing performance of Thoroughbred horses. *Equine vet. J.*, **27**(1): 73-75.
- BHUVANAKUMAR, C. K. and V. SATCHIDANANDAM (1989) Effect of parity on the birth weight of foals in Thoroughbreds. *Centaur* **6**: 43-45.
- BOWLING, A. T. (1996) Horse Genetics. 141-145. CAB International. UK.
- FINOCCHIO, E. J. (1986) Race performance and its relationship to birthrank and maternal age-1. *Proc. Am. ass. equine practnrs* **31**: 571-578.
- 藤井正弘 (1996) Personal Communication. サラブレッド血統センター. 東京.
- HINTZ, H. F., R. L. HINTZ and L. D. VAN VLECK (1979) Growth rate of Thoroughbreds, effect of age of dam, year and month of birth, and sex of foal. *J. Anim. Sci.*, **48**: 480-487.
- 猪 貴義・後藤信男・星野忠彦・佐藤 博 (1987) 動物の成長と発育. 298-327. 朝倉書店. 東京.
- O'SULLIVAN, D. M. (1980) An investigation into the relationship between age of dam and performance of her progeny in Thoroughbreds. *New. Zeal. Equine vet. Ass. Newsletter* 25-31.
- サラブレッド血統センター編 (1993~1996) 競馬年鑑. 1993, 1994, 1995, 1996 年度版. サラブレッド血統センター. 東京.
- SAS Institute Inc. (1989) SAS/STAT User's Guide. (Release 6.08 Edition) SAS Institute Inc. Cary. NC.
- TISCHNER, M. and M. KLIMCZAK (1989) The development of Polish ponies born after embryo transfer to large recipients. *Equine Vet. J.* **8** (Suppl.): 62.
- WALTON, A. and J. HAMMOND (1938) The maternal effects on growth and conformation in Shire horse-Shetland pony crosses. *Proc. R. Soc. B.* **125**: 311-334.

北海道で飼育されるホルスタイン種育成雌牛の GnRH に対する LH 放出反応性に及ぼす季節の影響

角川 博哉・高橋ひとみ¹⁾・山田 豊・仮屋 堯由¹⁾

農林水産省北海道農業試験場畜産部 〒062-8555 札幌市豊平区羊ヶ丘1

¹⁾現 農林水産省畜産試験場繁殖部 〒305-0901 茨城県稲敷郡茎崎町池の台2

Influence of season on LH release response after a GnRH injection in Holstein female calves in Hokkaido

Hiroya KADOKAWA, Hitomi TAKAHASHI, Yutaka YAMADA, Takayoshi KARIYA

Department of Animal Production, Hokkaido National Agricultural Experiment Station, 1, Hitsujigaoka, Toyohira-ku, Sapporo 062-8555, JAPAN, and, Department of Animal Reproduction, National Institute of Animal Industry, 2, Ikenodai, Kukizakicho, Inashiki-gun, Ibaraki-ken 305-0901, Japan.

キーワード: LH 放出反応, 季節, 下垂体, ホルスタイン種雌子牛, GnRH

Key words: LH release response, season, pituitary, Holstein female calves, GnRH

要 約

北海道で飼養されているホルスタイン種育成雌牛の LH 分泌に対する, 季節の影響の有無について調査した. 供試牛は春期発動前の育成牛 (供試時に 7.5 ± 0.7 カ月齢) で, 5 月下旬 (春)・7 月下旬 (夏)・11 月上旬 (冬) の各季節毎に 4 頭ずつ供試し, GnRH 負荷試験を連続する 2 日間に 2 回実施した. 夏の育成牛では春と冬の育成牛に比べ, 第 1 負荷日および第 2 負荷日の投与前 LH 濃度とピーク濃度は低く, 投与 8 時間後までの LH 放出反応曲線の下部面積は小さい傾向が観察された. さらに夏の育成牛では春および冬の育成牛に比べ, 第 1 負荷日の GnRH 投与からピークまでの時間は有意に短かった ($P < 0.05$). 以上の結果から北海道内のホルスタイン種育成雌牛の LH 分泌は季節によって異なる可能性が示された.

緒 言

一般には北海道は 1 年を通じて, ホルスタイン種を飼養するには日本の中でも最適な気候風土であると考えられている. しかし 7 月下旬～8 月上旬の夏期暑熱期間の性周期の乱れや低受胎など, 繁殖への季節の影響は北海道内の酪農家において重要な問題となっている. しかし北海道内で飼育される乳牛の生殖生理機構に対する季節の影響について調査した報告はない.

ウシの生殖生理機構のうち性腺刺激ホルモン (LH) 分泌へ影響する季節的変導因子として, これまでに調

べられているのは暑熱などの気温因子と光周期因子である. 前者については, キューバ (Solano ら, 1987), イスラエル (Gilad ら, 1993), 亜熱帯圏での人工気象室を用いた報告 (Rosenberg ら, 1982) があり, 暑熱により LH 分泌が抑制されることが知られている. 光周期因子の LH 分泌に対する影響については, ウィスコンシン州のホルスタイン種では冬至頃に最も LH 濃度は高く夏至頃に最も低いという報告 (Critser *et al.*, 1983), ネブラスカ州の卵巣摘出牛では春分頃に LH 濃度は高く秋分頃に最も低いという報告 (Day *et al.*, 1986) などがある.

そこで著者らは, 北海道で飼養されるホルスタイン種育成牛の LH 分泌に対する季節の影響の有無について調査するため, 性腺刺激ホルモン放出ホルモン (GnRH) の負荷試験を春, 夏および冬の各季節の連続する 2 日間に 2 回実施したので, ここに報告する.

材料と方法

供試牛は春期発動前のホルスタイン種育成雌牛 (供試時に 7.5 ± 0.7 カ月齢, 体重 245 ± 34 kg) で, 5 月下旬 (春), 7 月下旬 (夏) および 11 月上旬 (冬) の各季節毎に 4 頭ずつ供試した. 供試牛は自然の日長・温湿度下のタイストールまたはパドックで, 北海道農業試験場の通常の飼養管理法により飼養した. 供試日の牛舎内の日中最高気温, 夜間最低温度および日中湿度は, 春, 夏および冬それぞれ 17.3°C , 9.2°C および 73%, 31.6°C , 19.6°C および 53%, 6.9°C , 2.4°C および 51% であった.

GnRH 負荷試験は, 負荷日までの下垂体内 LH 量を

推定するための負荷試験（第1負荷）に続き、負荷後1日で産生される下垂体内LH量を推定するための負荷試験（第2負荷）を翌日に行い、各供試牛ごとに2回行った。負荷には、酢酸フェルチレリン（コンセラル、武田薬品工業、大阪、以下GnRH製剤）50 μ gを用いた。供試牛の頸静脈にGnRH負荷前日までに、カテーテル（メディカットカテーテルキット14 G、アーガイル、東京）を装着し、負荷試験終了までタイストールで飼育した。負荷日にはGnRH製剤投与前に1度、続いて投与後3時間まで30分間隔で、更に8時間まで60分間隔で、血液10 mlずつを採取した。血液採取しない間は、ヘパリン添加0.9%生理食塩水でカテーテル内をみたした。血液は採取直後にヘパリン入りの試験管内に入れ、4℃にて約30分間の遠心分離（12,000 $\times$ g）を行い、血漿を採取した。血漿は測定まで-30℃で保存した。

血中LH濃度の測定は、クロラミンT法により¹²⁵I標識したウシLH標準品（UCB Bioproducts社、ブリュッセル、ベルギー）、抗ウシLHウサギ血清（UCB Bioproducts社）および自家製の抗ウサギIgGヤギ血清を用い、BF分離後にガンマーカウンターを用いる2抗体ラジオイムノアッセイ法により行った。この測定系の測定内変動は8.8%、測定間変動は12.4%であった。

第1負荷・第2負荷日それぞれの、投与前LH濃度・投与後の最高LH濃度（ピーク濃度）・投与からピーク濃度までの時間（ピーク時間）・投与後8時間のLH放出反応曲線とX軸の間の面積（AUC）の各項目について、季節の影響の有無を、分散分析法とFisher's PLSD検定により解析した（市原、1996；StatView ユーザーフォーラム、1996）。

結果と考察

第1負荷日および第2負荷日の投与前LH濃度は、夏の育成牛では春と冬の育成牛に比べ低い傾向があり、特に第2負荷日の投与前LH濃度は有意に低かった（Table 1, $P<0.05$ ）。第1負荷日のピーク濃度とAUCは、有意な差は認められないものの、夏の育成牛では春と冬の育成牛に比べ小さい傾向があった。第1負荷日のピーク時間は、夏の育成牛では春と冬の育成牛に比べ有意に短かった（Fig.1, $P<0.05$ ）。第2負荷日には明瞭なピークは観察されず、ピーク濃度とAUCは春、夏および冬の育成牛の間に有意な差が認められないものの、夏の育成牛では春と冬の育成牛に比べ小さい傾向にあった（Fig.2）。

春および冬の育成牛に比べ夏の育成牛では、第1負荷日および第2負荷日のピーク濃度とAUCが小さい

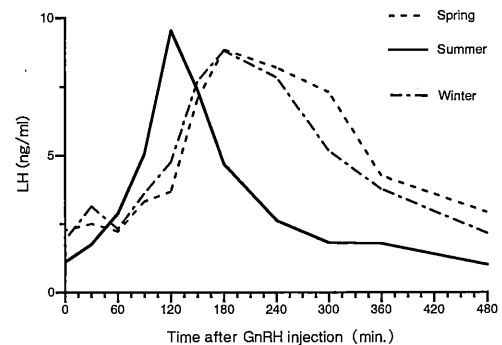


Fig.1 Influence of season on mean concentration of plasma LH before or after an injection of GnRH at the 1st challenge day in Holstein female calves in Hokkaido.

Table 1 Plasma concentration of LH before or after a GnRH injection in Holstein female calves in Hokkaido.

Items	Season		
	Spring (n=4)	Summer (n=4)	Winter (n=4)
First Day			
Basal LH ^a (ng/ml)	2.27 $\pm$ 0.90	1.12 $\pm$ 0.78	1.93 $\pm$ 1.30
Peak Time ^b (min.)	225 $\pm$ 58	113 $\pm$ 15*	165 $\pm$ 58
Peak value of LH (ng/ml)			
AUC ^c (ng $\cdot$ min./ml)	2482 $\pm$ 1249	1516 $\pm$ 498	2319 $\pm$ 1097
Second Day			
Basal LH ^a (ng/ml)	2.34 $\pm$ 0.56	0.85 $\pm$ 0.57*	2.91 $\pm$ 1.51
Peak Time ^b (min.)	135 $\pm$ 156	120 $\pm$ 42	128 $\pm$ 67
Peak value of LH (ng/ml)			
AUC ^c (ng $\cdot$ min./ml)	1562 $\pm$ 737	996 $\pm$ 112	1346 $\pm$ 473

The values is expressed as mean $\pm$ SD.

^aPlasma concentrations of LH immediately before GnRH injection.

^bThe duration from injection to LH peak.

^cThe area under the LH response curve for 8 h after GnRH injection.

* $P<0.05$ compared with the value for Spring.

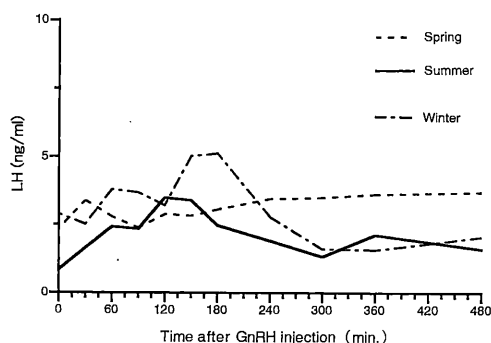


Fig.2 Influence of season on mean concentration of plasma LH before or after an injection of GnRH at the 2nd challenge day in Holstein female calves in Hokkaido.

傾向にあり、夏の育成牛では下垂体内の LH 含量が低下していることが示唆された。本報告では供試数が少ないこと、採血間隔が長いことおよび季節差が有意でないことから、一概にこれを論ずることは出来ない。しかし第1負荷日の AUC は、中緯度地域以北であれば夏に減少するという報告 (Younas *et al.*, 1993) が多く、本報告の結果もこれを支持するものである。

ピーク時間は、外因性 GnRH に対して LH サージを起こすために必要なセルフプライミング時間を意味する (Narashimha, 1990)。ピーク時間については、肉牛を用いた熱帯での1月と7月の比較試験では7月の方が長く (Gauthier, 1986)、またキューバでのホルスタイン種未経産牛を用いた乾期 (冬) と雨期 (夏) の比較試験でも、雨期 (夏) の方が長かった (Salono *et al.*, 1990)。これは本報告の第1負荷日のピーク時間の結果と逆である。なぜ逆の結果になったのかについては、低緯度地帯と北海道とは季節の影響が異なる可能性や、品種差 (Jimenez *et al.*, 1988)、月齢差などの可能性が考えられた。一方、夏の育成牛でセルフプライミング時間が短いことから、内因性の GnRH と LH の分泌量低下により中枢・視床下部・下垂体・卵巢の軸にアップレギュレーション (森, 1992) が生じ、外因性 GnRH に対する反応が早い可能性が考えられた。

第1負荷日および第2負荷日共に投与前 LH 濃度は、夏の育成牛では春と冬の育成牛に比べ低かった。投与前 LH 濃度の測定は1点のみであり、また LH は下垂体から血液中へとパルス状に分泌されるため、これを論ずることは出来ないが、LH 分泌機構への直接的、間接的な原因の可能性が考えられる。直接的な原因の1つは光周期因子の年周変化であり、これまでにウィスコンシン州のホルスタイン種では冬至頃に最も LH 濃度は高く夏至頃に最も低いという報告 (Critser *et al.*, 1983) や、ネブラスカ州の卵巢摘出牛では春分頃に LH 濃度は高く秋分頃に最も低いという報告

(Day *et al.*, 1986) がある。別の直接的な原因は気温因子であり、夏には育成牛に対し暑熱がストレッサーとして作用し (Wise 1988)、ストレッサーによる GnRH 分泌抑制 (東村と前多 1992) が起きたため、結果として LH 分泌抑制が起きたという可能性である。また間接的な原因としては夏の暑熱による採食量の低下が考えられる (早坂ら, 1993)。本報告では自然の日照・温湿度下で供試しているため光周期因子と気温因子の影響を分離することが不可能であること、また各季節の2日間のみを調べていること、さらに採食量等を調べていないことなどから、光周期因子と気温因子各々の LH 分泌機構への直接的、間接的な影響について詳細に調べる必要がある。

以上の結果から、北海道内のホルスタイン種育成雌牛の LH 分泌は季節によって異なる可能性が示された。

文 献

- Critser, J. K., K. F. Miller, F. C. Gunsett and O. J. Ginter (1983) Seasonal LH profile in ovariectomized cattle. *Theriogenology*, **19**: 181-191.
- Day, M. L., K. Imakawa, P. L. Pennel, D. D. Zalesky, A. C. Clutter, R. J. Kittok and J. E. Kinder (1986) Influence of season and estradiol on secretion of luteinizing hormone in ovariectomized cows. *Biol. Reprod.*, **35**: 549-553.
- Gauthier, D. (1986) The influence of season and shade on oestrous behavior, timing of preovulatory LH surge and the pattern of progesterone secretion in FFPN and Creole heifers in a tropical climate. *Reprod. Nutr. Develop.*, **26**: 767-775.
- Gilad, E., R. Meiden, A. Berman, Y. Graber and D. Wolfenson (1993) Effect of heat stress on tonic and GnRH-induced gonadotrophin secretion in relation to concentration of oestradiol in plasma of cyclic cows. *J. Reprod. Fert.*, **99**: 315-321.
- 早坂貴代史, 山岸規昭, 田鎖直澄 (1993) 混合飼料給与時における泌乳牛の採食行動に及ぼす暑熱の影響. *日本家畜管理研究会誌*, **29**: 75-80.
- 市原清志 (1996) バイオサイエンスの統計学 正しく活用するための実践理論. 48-169. 南江堂. 東京.
- Jimenez, F., C. S. Galina, A. Dunchateau and R. Navarro-Fierro (1988) Levels of LH, progesterone and estradiol-17 β during natural and PGF2 α -induced estrus in Indobrazil and Brown Swiss cows in the tropics. *Anim. Reprod. Sci.*, **16**: 199-206.
- 森純一. (1992) アップレギュレーション. 家畜繁殖学会編. 新繁殖学辞典. 3. 文永堂. 東京.
- Narashimha A. V. R. (1990) Induction of LH and

- FSH release with GnRH in anoestrus cows pretreated with and without oestradiol and GnRH. *Indian. Vet. J.* **67**: 1133-1136.
- Rosenberg, M., Y. Folman, Z. Herz, I. Flamenbaum, A. Berman and M. Kaim (1982) Effect of climatic conditions on peripheral concentrations of LH, progesterone and oestradiol-17 β in high milk-yielding cows. *J. Reprod. Fert.*, **66**: 139-146.
- Salono, S., O. Fernandez and Y. G. Martinez (1990) The sexual comportment of Holstein female in the climatic conditions of Cuba. III. Seasonal variation of luteinizing hormone (LH) moment of ovulation during oestrus in Holstein heifers. *Rev. Cub. Reprod. Anim.*, **16**: 67-76. (Spanish).
- StatView ユーザーフォーラム (1996) Macintosh 版 StatView 4.5 オフィシャルガイドブック. 209-227. 南江堂. 東京.
- 束村博子・前多敬一郎 (1992) 生殖機能の環境による調節, その神経内分泌学的機序. *日畜会報*, **63**: 440-449.
- Wise, M. E., D. V. Armstrong, J. T. Huber, R. Hunter and F. Wiersma (1988) Hormonal alterations in the lactating dairy cow in response to thermal stress. *J. Dairy Sci.*, **71**: 2480-2485.
- Younas, M., J. W. Fuquay, A. E. Smith and A. B. Moore (1993) Estrous and endocrine response of lactating Holsteins to forced ventilation during summer. *J. Dairy Sci.*, **76**: 430-436.

馬の屋外群飼における濃厚飼料給与時の敵対行動に対する 飼槽間隔・バケツ給与・ついたての効果

柏村 文郎・山下 和哉・古村 圭子・日高 智

帯広畜産大学, 畜産管理学科, 帯広市 080-8555

Affects of space between mangers, bucket feeding and solid fences to agonistic behavior during feeding grain on horses kept as a group outside

Fumiro KASHIWAMURA, Kazuya YAMASHITA, Keiko FURUMURA and Satoshi HIDAKA

Laboratory of Animal Husbandry Obihiro University of Agriculture and Veterinary Medicine,
Obihiro 080-8555

キーワード: 馬, 闘争行動, 穀類給与, 社会的階級, 威嚇, 逃走距離

Key words: Horse, Agonistic behavior, Grain feeding, Social hierarchy, Threat, Flight distance

要 約

馬は社会的階級における上位個体の下位個体に対する攻撃が激しく, 群飼のもとでは下位個体が濃厚飼料を満足以採食できないことがしばしば起こる。そこで, 屋外で群飼している馬に濃厚飼料を給与するときに生ずる問題に対処する方法について検討した。観察した馬群は10頭で構成されており, そのうち哺乳中の子馬を除く9頭を観察対象馬とした。飼料としてロール乾草が通年不断給与されており, 冬季間は濃厚飼料として肉用牛肥育用配合飼料を1頭当たり1回2kgずつ朝夕に給与した。試験処理として濃厚飼料を給与する飼槽間の距離を離すこと, バケツを用い1飼槽1頭で採食するようにすることおよび飼槽の一边にコンパネのついたてを立て採食中の馬の視野を一部遮断することの3処理を単独または組み合わせて行った。飼槽間隔を最大7mまで離れたが序列下位の馬がどうしても採食できないことがあった。その原因は, 同一飼槽で採食した上位の数頭の馬が, 初めに採食した飼槽が空になると飼料の残っている他の飼槽へ移動するためであった。バケツで給与した場合, 1飼槽1頭で採食するようになったが, 飼槽間隔を充分離す必要があった。飼槽の一边についたてを立て, 飼料をバケツ内に給与すると, 飼槽間隔を4mまでつめても全馬が充分な採食時間を確保することができた。さらに, 上位の馬が, 隣の飼槽で採食しようとする下位の馬を威嚇し, 採食させない距離(採食時の威嚇・逃走距離)は, それぞれの馬相互間で異なっており, 今回調査し

た群内では最大7mの威嚇・逃走距離が観察された。馬群における社会関係は大変複雑であり, 群管理においては社会的階級のみならず, 個体相互の敵対関係や親和関係を充分把握することが重要だと思われた。

緒 言

馬群の屋外での放し飼いは, 省力的かつ経済的な飼養方法であり, 農村で手軽に乗用馬を管理する方法として大変有効だと考えられる。ところが, 馬は牛などに比べ, 社会的階級における上位個体の下位個体に対する攻撃が激しく, 群飼のもとでは下位個体が濃厚飼料を満足以採食できないことがしばしば起こる。一般に群で飼養されている馬に穀類などの濃厚飼料を与える場合, 飼槽を離すことまたは1頭ごと個別に給与すべきことなどが言われている(Potter and Yeates, 1990)。しかし, 限られたスペースで飼料給与せざるをえないときの対策について述べたものはほとんど見あたらない。そこで, 本研究では, 屋外で群飼されている乗用馬に濃厚飼料を給与するときの方策として, 飼槽間隔を変えること, バケツによる給与および飼槽についたてを立てる効果について検討した。また, 本論文では, 濃厚飼料の給与時に序列上位の馬が隣の飼槽で採食しようとする下位の馬を威嚇し, その結果, 下位の個体が逃走行動を示し採食できなくなる距離を個体間にみられる採食時の威嚇・逃走距離とし, これについても調査した。

材料および方法

観察した馬群は10頭からなっており, 解放式D型ハウスのある屋外運動場で通年放し飼いされていた。品

種とそれぞれの頭数はサラブレッド雌馬 5 頭（6～11 歳）、北海道和種雌馬 2 頭（7，11 歳）、アングロノルマン去勢馬 1 頭（13 歳）、アパルーサ去勢馬 1 頭（老齢：年齢不明）、それと北海道和種馬とポニーの交雑種雌子馬 1 頭（試験開始時 1.5 ヶ月齢）であった。馬群にはロール乾草を不断給与し、濃厚飼料として肉用牛肥育用配合飼料（TDN 74%以上，DCP 9.5%以上）を 1 頭当たり朝夕約 2 kg ずつ、2 m 幅の飼槽 9 台に分割給与した。

試験は、1996 年 11 月から 1997 年 4 まで行った。試験処理として、濃厚飼料を給与する飼槽間の距離を変えること（処理 A 1～A 8）、飼槽にコンパネのついたてを立てて馬の視野の一部を遮断すること（B 1）、飼槽としてバケツを使うこと（C 1，C 2）およびそれぞれの組み合わせ（D 1～D 4）の試験を実施した。その試験処理の方法を図 1 に略図で示した。

行動観察として、朝に濃厚飼料を給与した直後、採食している馬の飼槽位置を 30 秒毎に記録した。一つの処理は最低 1 週間継続し、観察は処理を変更した 2～3 日後に行った。観察回数は延べ 66 回であった。なお、観察対象とした馬は、授乳時期の子馬を除く 9 頭であった。

これらの観察期間が終了した後、2 種類の飼料争奪試験（黒崎，1993）によって馬群の社会的関係を調査した。その一つは、馬群中に濃厚飼料を入れた飼槽を一つ置き、飼槽を占有した 1 頭の個体を順に群から連れ出して全体の序列を調べる方法（飼槽優先順位法）である。もう一つは、2 頭を一つの柵内に入れ対戦させる方法である。その場合、初め 2 頭が同時に採食できる距離に二つの飼槽を置き、2 頭の採食が確認できた後、直ちに二つの飼槽の距離を約 1 m 近づけた。これを繰り返す、二つの飼槽がある距離まで近づくと、序列上位の馬が下位の馬を威嚇するため下位の馬が採食できなくなる。その時の距離を測定し、採食時の威嚇・逃走距離とした。これらの試験はそれぞれ 2 回反復し、結果が一致しないときは再度確認のための試験

を行った。

結 果

全期間を通して観察された各馬の採食時間分布を表 1 に示した。表 1 に示した馬の順序は飼槽優先順位法で決定した序列上位のものから並べてある。観察された採食時間で最も頻繁に観察された時間は 10～12 分であった。この間に 2 kg の濃厚飼料を採食したとすると、採食速度は 160～200 g/分となる。順位の高い 4 頭の馬には 7 分未満の採食時間は現れなかった。そこで、

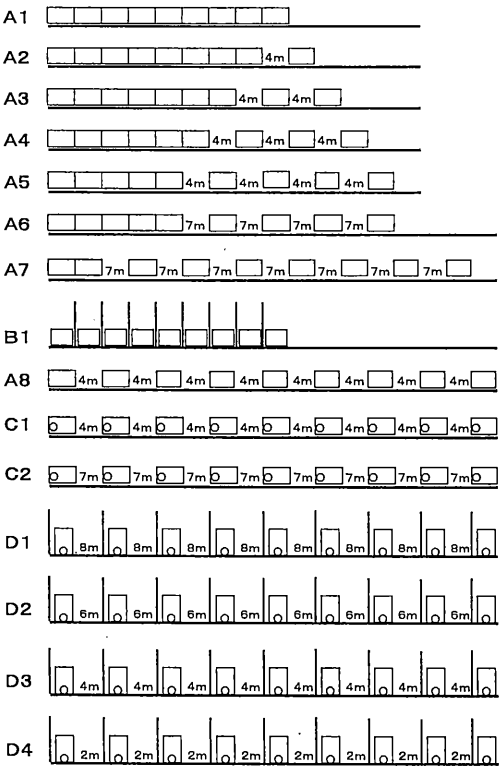


図 1 飼槽配置と各処理の概略図

注) 左端の記号は処理の記号。
四角は飼槽、丸印はバケツ、飼槽間の縦線はついたてを示す。
飼槽間の数字は飼槽間距離を示す。

表 1 各馬の濃厚飼料の採食時間分布

馬	採食時間 (分)								
	0	1～3	4～6	7～9	10～12	13～15	16～18	19～21	22～24
T				2	14	29	15	11	5
M				10	33	21	7	5	
H				4	26	30	10	4	
P				23	28	14	7		
A			3	11	37	13	9	3	
J			2	22	37	12	3		
S		1	12	22	29	10	1	1	
C	7	6	24	27	12				
K	8	6	20	31	11				
計	15	13	61	149	227	129	52	24	6

採食時間が7分未満の場合は、その馬が上位の馬に採食を妨害されたと考えて以下の分析をおこなった。

試験処理ごとに7分未満の採食時間が観察されたときの頭数およびそれを観察日数で除した値を表2に示した。A1からA7までは飼槽を右端から順に離れた試験結果である。飼槽を右端から離れた理由は、濃厚飼料の給与を飼槽の左から行ったため序列下位の馬が飼料給与の遅い右端で採食するためであった。A8では全ての飼槽間隔を4mにし、1飼槽1頭があたるようにしたが、7分未満の採食はなくならなかった。これらA1からA8の試験により、飼槽を離すだけでは序列下位の馬にみられる7分未満の短い採食の問題は解消できないことが判明した。

B1は飼槽間隔を離さず、飼槽と飼槽の間にコンパネのついたてを立てたものである。この場合、A1に比較すると採食時間ゼロ分の全く採食できない馬がかなり多く出現した。B1のようについたての間隔が狭いと、その間で採食している序列下位の馬が上位の馬に攻撃された時、逃げ場を失うことがある。一度そのような経験をした馬は飼槽に近づかなくなることが観察された。

C1ではバケツを飼槽内に取り付け、その中に濃厚飼料を給与した。その結果、1飼槽1頭で採食するようになったが、攻撃的な馬が隣の飼槽にいと4mの間隔では飼槽に近づけない個体が観察された。

D1からD4は、ついたてとバケツ給与を組み合わせ、さらに飼槽間隔を変化させた結果である。この中で、D1は飼槽間隔が8mと最も長かったが、4～6分の採食がみられた。この場合、飼槽を並べた左右の端の距離が64mにも及び、どこの飼槽が空いている

か分からずうろつく馬が観察された。一方、飼槽間隔が6m(D2)と4m(D3)では、7分未満の採食時間の馬が1頭も観察されず、今回の試験では最も良好な結果となった。さらに飼槽間隔をつめ、2mにすると再び攻撃された馬が逃げ場を失い、採食できない個体が現れた(D4)。

2頭による飼槽争奪法により求めた採食時の威嚇・逃走距離を表3に示した。各馬の威嚇・逃走距離の平均では、馬Aの値が最も大きかった。この馬は上位の馬からは攻撃されるため飼槽に近づけず、また下位の馬に対しては激しく攻撃して近くに寄せ付けない傾向が強かった。採食時の威嚇・逃走距離の最大値は7mで、馬Aと馬Pの間に観察された。最上位2頭の馬Tと馬Mは、攻撃的な馬Aを除いて、採食時の威嚇・逃走距離が最も小さかった。先の試験における採食時間の最も少なかった最下位の馬Kは、最上位2頭の馬と共に同一飼槽から濃厚飼料を採食することができた。また、2頭による飼槽争奪法の結果は、飼槽優先順位法の結果と一部異なり、馬Pの順位が馬Jや馬Sと逆転していた。

考 察

飼槽間の距離を離し、さらに馬群の頭数分だけ飼槽を設置しても全頭が十分に採食できるとは限らないことが判明した。その原因は、序列上位の馬が同一の飼槽で採食し、その飼槽が早く空になると、それらの馬が別の飼槽へ移動するため飼料の入った飼槽の数が足りなくなるためであった。その問題を回避するため飼料をバケツ内に給与し、1飼槽1頭で採食するようにしたが、この場合、バケツ間の距離を充分離す必要があった。McBane(1984)は、屋外の群飼で濃厚飼料を与える場合、飼槽は少なくとも5mは離すように述べている。本研究では、最大の採食時の威嚇・逃走距離は7mであった。しかし、飼養環境によっては、全ての飼槽間隔を5～7mとすることができない場合もある。牛では飼槽での闘争行動を抑制する方法として個

表2 採食時間が7分未満の馬の延べ頭数

(頭)

試験区分	観察日数	採食時間 (分)			合計
		0	1～3	4～6	
A1	3	—	2(0.7)	—	2(0.7)
A2	3	—	2(0.7)	2(0.7)	4(1.3)
A3	3	1(0.3)	2(0.7)	1(0.3)	4(1.3)
A4	3	—	—	1(0.3)	1(0.3)
A5	3	—	—	1(0.3)	1(0.3)
A6	6	—	—	5(0.8)	5(0.8)
A7	4	—	—	1(0.3)	1(0.3)
B1	5	10(2.0)	—	1(0.2)	11(2.2)
A8	5	—	—	8(1.6)	8(1.6)
C1	5	2(0.4)	1(0.2)	7(1.4)	10(2.0)
C2	6	1(0.2)	—	9(1.5)	10(2.0)
D1	5	—	—	6(1.2)	6(1.2)
D2	5	—	—	—	—
D3	5	—	—	—	—
D4	5	1(0.2)	7(1.4)	6(1.2)	14(2.8)

注) カッコ内は観察日数で除した値

表3 各個体間にみられた採食時の威嚇・逃走距離

(m)

馬	T	M	H	P	A	J	S	C	K	平均距離
T	—	0	1	1	4	0	2	1	0	1.1
M		—	0	0	4	2	2	0	0	1.0
H			—	0	5	3	4	5	2	2.5
P				—	7	4*	1*	4	5	2.8
A					—	6	5	6	6	5.4
J						—	3	4	1	2.9
S							—	4	3	3.0
C								—	2	3.3
K									—	2.4

*上位下位の順位逆転

体間に隔柵を設けるのが有効であると言われる (Bouissou, 1970). そこで、本研究では、コンパネのついたてを用い、採食中の馬の視野を一部遮断する方法を試みた。バケツ給与とついたてを組み合わせると、飼槽間隔を4 mまで近づけても全頭が十分な採食時間を確保することが確認された。ただし、ついたての間隔が狭すぎると攻撃された馬が逃げ場を失うので注意が必要である。

Houpt (1982) は、馬の序列は直線的傾向が強いが、三すくみの関係やさらに複雑な関係が存在することを指摘している。本研究による二つの飼料争奪試験の結果は、馬群における社会的関係は大変複雑で、序列のみでその関係を理解するのは充分でないことを示唆している。例えば、序列上位の馬が必ずしも序列下位の馬を攻撃するとは限らず、最上位の馬でも最下位の馬と同一の飼槽で採食することが観察された。また、大変攻撃的な馬は下位の馬に対しては激しい攻撃をしかけたが、その馬は上位の馬からは逆に強い攻撃を受けた。2頭による飼料争奪法では、飼槽優先順位法で求めた序列とは一部逆転がみられた。このように馬群の社会的関係を理解するには、序列の他に個体間にみられる微妙で複雑な敵対関係や親和関係を考慮する必要がある。特に、非常に攻撃的な馬が馬群に存在する場合は、その馬を他の馬とは別の場所で給餌すると飼養管理が大変楽になることが予想された。

以上の試験結果をふまえて、馬を屋外で群飼し、全頭が濃厚飼料をある程度満足以に採食できるようにするには次のことを試みるのが有効だと考える。

- 1) 1飼槽に1頭しか頭を入れないようにする。
- 2) 群内の採食時の威嚇・逃走距離を考慮して、飼槽間隔を離す。
- 3) ついたてなどで視野の一部を遮断する。
- 4) 攻撃的な馬は別の場所で給餌する。

実際に馬を飼養している状況においては、群の構成や飼育環境などがそれぞれ異なるため、その馬群の社会関係を充分把握し、その場に合った給与方法を見いだす必要があるだろう。また、今回の試験では取り上げなかったが、柵にバケツを入れるホルダーを取り付けた (Cunha, 1980)、1頭ごとの頭絡にフィードバッグ (Feed bag) を取り付けて給餌する方法 (Lewis, 1995) も紹介されており、これらについても今後さらなる検討が必要であろう。

参考文献

- Bouissou, M. F. (1970) Role du contact physique dans la manifestation des relations hierarchiques chez les bovins. Consequences pratiques. Ann. Zootech, 19: 279-285.
- Cunha, T. J. (1980) Horse feeding and nutrition. 226-230. Academic Press. New York.
- Houpt, K. A. (1982) Domestic animal behavior. 46-50. Iowa State University Press. Ames. Iowa. USA
- 黒崎順二 (1993) 家畜行動学. 第3版. "第4章社会行動の項執筆". (三村 耕編). 70-71. 養賢堂. 東京.
- Lewis, L. D. (1995) Feeding and care of the horse. 149-150. Williams & Wilkins. London.
- McBane, S. (1984) Keeping a horse outdoors. 106-107. XL Publishing Services. Scotland.
- Potter, G. D. and B. F. Yeates (1990) Behavioral principles of training and management. In The Horse. 2nd ed. (Evans, J. W., Borton, A., Hintz, H. F. and Van Vleck, L. D. eds.) 655-682. W. H. Freeman and Company. New York.

乳用牛における κ -カゼインと BLAD 遺伝子型 同時検出法の開発とそれらの出現遺伝子頻度

山本 直幸・佐々木 修・富樫 研治

農林水産省北海道農業試験場

札幌市豊平区羊ヶ丘 1 番地 062-8555

Simultaneous detection of κ -Casein types and BLAD gene in the dairy cattle herds.

Naoyuki YAMAMOTO, Osamu SASAKI and Kenji TOGASHI

Hokkaido National Agricultural Experiment Station

1 Hitsujigaoka, Toyohira, Sapporo 062-8555

キーワード：乳用牛, κ -カゼイン, ウシ白血球粘着不全症, PCR-RFLP

Key words: Dairy cattle, κ -Casein, BLAD, PCR-RFLP

要 約

乳用牛の泌乳特性に関連する有益な遺伝的形質を評価し、また個体ごとの有害遺伝子等に関する遺伝的特性を早期に把握することは、乳生産性を高める上で重要である。そこで、 κ -CN と BLAD (CD 18) 両遺伝子座のそれぞれの遺伝子型を同時に検出するための PCR-RFLP 法を考案し、それぞれの型について遺伝子頻度の調査を行った。 κ -CN では牛群間で遺伝子型頻度かなりの差が認められたが B 型の頻度は少なかった。BLAD では、6 牛群中 4 牛群でキャリアー個体が確認され、そのうち 2 牛群では 8 % 以上の頻度で存在した。これらの集団では、キャリアーの精液が種付けされれば生まれてくる子牛は BLAD を発病する危険性が高いことを明らかにした。乳タンパク質のみならず疾病も考慮に入れた適正な交配計画を策定し実施する上で、本法は有用と思われた。

緒 言

乳用牛の高泌乳化、高品質乳化へ向けた改良を進めるためには、個体ごとの泌乳特性に関連する遺伝子型や、乳生産性に影響を及ぼすような遺伝性疾患に関連する遺伝子型を早期に効率よく把握することが必要である。酪農家の多くは乳用種雄牛評価成績（家畜改良事業団発行）等の資料で公表されている能力データを参考として交配計画を策定、実施している。また、乳製品への加工特性の面で乳タンパク質への量的、質的な改良への関心が高まってきている。しかし、個々の

乳タンパク質の量や遺伝子型を把握したうえで交配計画を策定して乳生産を行うことは現状では困難である。

現在、乳タンパク質の一種である κ -カゼイン (κ -CN) は牛乳品質の重要な成分でチーズなどの加工特性に関連していることが知られている (RUSSO and MARIANI, 1978; SCHAAR *et al.*, 1985)。また、BLAD (Bovine leukocyte adhesion deficiency: ウシ白血球粘着不全症, KEHRLI *et al.*, 1990) は白血球の機能が阻害されることにより病原体に対する抵抗力が著しく低下し、感染病による個体損失につながる常染色体性の劣性遺伝病である。この疾患は白血球の細胞接着受容体 CD 18 (Cluster of Differentiation: 分化抗原) の遺伝子の点突然変異を原因とすることが明らかにされている。近年、国内種雄牛については BLAD キャリアーであるか否かの公表が行われており、変異型 CD 18 遺伝子の排除も進められているが、酪農家の雌牛では対策はとられていない。

乳タンパク質のみならず疾病も考慮に入れた適正な交配計画の策定、実施を可能とするためには、 κ -CN と CD 18 (BLAD) の両遺伝子型を短時間でかつ簡易に検出することが必要である。そこで、これらの形質の遺伝子型を同時に検出できる PCR-RFLP (Polymerase chain reaction and restriction fragment length polymorphism) 法の条件について検討を行った。本法を用い酪農家等において飼養されている牛群の κ -CN の遺伝子型と BLAD キャリアー個体の頻度について調査した。

材料と方法

1. 供試牛

石狩東乳牛検定組合加入の酪農家5軒(Y, F, W, K, T)の牛群(合計500頭)と農林水産省北海道農業試験場(HNAES)の牛群(99頭)のホルスタイン種を実験に用いた。

2. 採血とDNA抽出

血液サンプルは頸静脈あるいは尾静脈より抗凝固剤(ヘパリンナトリウム)入り真空採血管(VT-100 H, TERUMO)で採取した。全血を遠心分離して血漿成分を取り除いた後、血球成分を生理食塩水/EDTA溶液(0.16 M NaCl, 1mM EDTA)で2度洗浄した。DNA抽出には市販のDNA回収キット(TAKARA, Code No.9801)を用いた。

採血にあたっては、「農業研究・教育のための家畜の取り扱いと使用法に関する指針」(1995)に従った。

3. PCR-RFLP法

Bio Database CD-ROM(ソフトウェア開発株式会社)からGenBank(National Center for Biotechnology Information, NCBI)に登録されている κ -CN(Locus: BTU84251, Accession: U84251),及びCD18(Locus: BOVCD18A, Accession: M81223)の塩基配列データを読み込み、遺伝情報処理ソフトウェ

ア-GENETYX-MAC(ソフトウェア開発株式会社)を使ってプライマーセットを設計した。2組のプライマーを1本のPCR反応液(総量10 μ l)に加えて同時に両塩基配列を増幅(GeneAmp PCR System 9600, PERKIN ELMER)した。

RFLPを検出するためにPCR産物の制限酵素切断部位を上記ソフトウェアで検索し、 κ -CNにはPst Iを、CD18にはHae IIIを使用した。PCR産物2 μ lに2種の制限酵素(TAKARA)を各10 unit同時に添加して総量10 μ lで37°C, 60分以上消化を行った。PCR-RFLP法の条件等は表1に示した。

4. 電気泳動法

制限酵素で消化の終わったDNAは、7%ポリアクリルアミドミニゲル, 1×TBEバッファー(20×TBE: 1M Tris, 20mM Na₃EDTA, 0.97M Boric Acid)で定電圧100 V, 80分間電気泳動を行った(表1)。エチジウムブロマイド液で染色後、紫外線照射下でポラロイド写真撮影を行い、 κ -CNとCD18の遺伝子型を同時に検出した。

結 果

PCR-RFLP法による最適な検出条件を表1に示した。同時増幅, 同時消化を行うことで検出に要する時間の短縮と手順の簡易化が可能となり, 図1で示すように κ -CNの遺伝子型A/A(152bp)とB/B(183bp)

表1 κ -CNとCD18(BLAD)の遺伝子型同時検出のための諸条件

プライマー	κ -CN	: F-AAATCCCTACCATCAATACC
		: R-CTTCTTTgATgTCTCCTTAG
	CD18	: F-TCAACgTgACCTTCCgGAgG
		: R-CCCAgCTTCTTgACgTTgAC
PCR 溶液	DNA	: 100 ng~
	プライマー	: 各 5 pmol
	dNTPs	: 200 μ M
	Taq	: 1 unit (AmpliTaq Gold, PERKIN ELMER)
	MgCl ₂	: 1.5 mM
総反応液量: 10 μ l		
プログラム	95°C-10分	× 1サイクル
	94°C-15秒	× 40サイクル
	54°C-30秒	
	72°C-15秒	
	72°C-10分	× 1サイクル
制限酵素	κ -CN	: Pst I - 10 unit
	CD18	: HaeIII - 10 unit
電気泳動	ゲル・濃度: ポリアクリルアミドミニゲル・7%	
	電圧・時間: 100V・80分間	

はそれぞれ 1 本のバンドで、A/B は 2 本のバンド (183bp, 152bp) で遺伝子型判定が可能であった。CD 18 の正常型 (85bp) は 1 本のバンドで、ヘテロ型 (キャリアー) は 2 本のバンド (85bp, 66bp) で判定が可能であった。その結果、 κ -CN の遺伝子型 A/A, A/B, B/B と BLAD の正常型、キャリアー型が同一ゲル上で明確に検出することができた。調査した 6 牛群の DNA サンプルからは CD 18 異常ホモ型 (発症) は検出されなかったが、これは異常ホモ型の個体が存在しなかったためである。異常ホモ型では 66 bp のバンド 1 本が検出される。

PCR 産物を制限酵素で消化することにより、 κ -CN では 21 bp, CD 18 では 21 bp と 19 bp の DNA 断片が

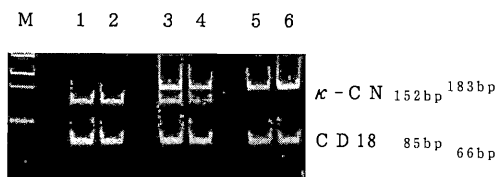


図 1 κ -CN と CD 18 (BLAD) の電気泳動図

M : DNA サイズマーカー (ϕ X 174/Hae III)

- 1 : κ -CN = A/A, BLAD = 正常型
- 2 : κ -CN = A/A, BLAD = ヘテロ型 (キャリアー)
- 3 : κ -CN = A/B, BLAD = 正常型
- 4 : κ -CN = A/B, BLAD = ヘテロ型 (キャリアー)
- 5 : κ -CN = B/B, BLAD = 正常型
- 6 : κ -CN = B/B, BLAD = ヘテロ型 (キャリアー)

同時に検出されるが、これらの短いバンドは遺伝子型を判定するには特に考慮する必要はない。

各牛群の κ -CN の遺伝子型頻度を表 2 に示した。A/A 型は W 牛群で 45.16% ともっとも低く、Y 牛群で 76.36% ともっとも高かった。A/B 型の頻度は Y 牛群の 20.00% から W 牛群の 51.61% までであった。チーズ生産に適していると報告されている遺伝子型 B/B は F 牛群で 0% であったほかは 0.58% (K 牛群) から 3.64% (Y 牛群) と低かった。遺伝子頻度でみると、A は W 牛群の 70.97% から Y 牛群の 86.36% までであり、B では Y 牛群の 13.64% から W 牛群の 29.03% であった。W 牛群で B 遺伝子の頻度が他の牛群より高かった。

BLAD キャリアーの割合を表 3 に示した。F 牛群が 8.93%, T 牛群が 8.39% と高い保有率を示し、Y 牛群 (5.45%) と K 牛群 (5.20%) でも比較的高い割合であった。W 牛群、及び HNAES 牛群ではキャリアー個体は確認されなかった。

考 察

複数の遺伝子を PCR 法により 1 本のチューブ内で同時に増幅するには、遺伝子数と同じ数のプライマーセットが必要となるが、プライマー数が増すにつれ反応条件の許容範囲は狭くなる。即ち、同じ量の PCR 産物を得るにはプライマーごとのアニーリング温度や至適マグネシウム濃度等の反応条件をどれだけ共通化できるかが重要となる。本法では遺伝子型判定を確実にするために、PCR 産物長、PCR 産物内の制限酵素切断

表 2 各牛群における κ -CN の遺伝子型頻度と遺伝子頻度

牛 群	供試数	遺伝子型頻度 (%)			遺伝子頻度 (%)	
		A/A	A/B	B/B	A	B
Y	55	76.36	20.00	3.64	86.36	13.64
F	56	64.29	35.71	0	82.14	17.86
W	62	45.16	51.61	3.23	70.97	29.03
K	173	67.05	32.37	0.58	83.24	16.76
T	144	72.22	25.69	2.08	85.07	14.93
HNAES	99	56.70	41.24	2.06	77.32	22.68

表 3 各牛群における BLAD のキャリアー頻度と遺伝子頻度

牛 群	供試数	キャリアー		遺伝子頻度 (%)
		頭数	頻度 (%)	
Y	55	3	5.45	2.73
F	56	5	8.93	4.46
W	62	0	0	0
K	173	11	5.20	2.60
T	143	12	8.39	4.20
HNAES	99	0	0	0

部位の位置を考慮し DNA バンドの近接や重複が起こらないようプライマーの設計を行った(図1)。そのために個々の至適アニーリング温度は κ -CN が 50°C, CD 18 が 59°C と異なっている。しかし, 検討の結果, 54°C の時, 同時増幅を行えることが確認された。また, RFLP を検出するために用いた制限酵素反応液の至適 NaCl 濃度は, Pst I (κ -CN) が 100 mM, Hae III (CD 18) が 60 mM であるが, 本法ではいずれも 100 mM で消化を行った。このことによる Hae III の活性への影響はなかった。これにより, κ -CN と CD 18 の遺伝子型を同時に判定することが可能となり, 検出までに要する時間や試薬, 操作手順の大幅な軽減が可能となった。

乳タンパク質のカゼインファミリーには, α_{s1} , α_{s2} , β , κ (EIGEL *et al.*, 1984) があり, κ -CN の対立遺伝子には A と B の 2 種類が確認されている。ホルスタイン種では B/B 型の割合が 5 % 程度と少ないのに対してジャージー種では約 60 % 以上と品種間差が大きい (ASCHAFFENBURG, 1968; MEDRANO and AGUILAR-CORDOVA, 1990)。調査した 6 牛群では 0 % から 3.64 % であり, 報告値よりかなり低い値であった (表 2)。 κ -CN・B/B 型の牛乳は A/A 型よりも乳脂肪分量, 全乳固形分量が高いという報告がある (ALEANDRI *et al.*, 1990)。また, κ -CN の遺伝子型と乳タンパク質率との関連性があるとの報告もある (NG-KWAI-HANG *et al.*, 1984; SMITH and SIMPSON, 1986; MARZIALI and NG-KWAI-HANG, 1986; GIBSON, 1990; 平山及び横濱, 1997)。今回用いた牛群では κ -CN の遺伝子型と乳脂肪分量, 全乳固形分量, 乳タンパク質率との関連性については認められなかった。加工特性という点から見ると, κ -CN・B/B 型の乳は加熱や凍結に対して比較的安定性があり, レンネッティング時間が短く, カードが固くシネレス性が良い。このために, 約 5 ~ 10 % 程度のチーズ製造の歩留まりが高いことが報告されている (RUSSO and MARIANI, 1978; MARZIALI and NG-KWAI-HANG, 1986; GROSCLAUDE, 1988)。

κ -CN の遺伝子頻度について, 横濱及び平山(1996)が道東地域のホルスタイン種 3 牛群の 167 頭を調査したところ, κ -CN・B は平均 13.8 % であったと報告している。今回調査した W 牛群の B 遺伝子頻度は 29.03 % であり 6 牛群中もっとも高い値であった。HNAES 牛群も 22.68 % であり, これらは A/B 型頻度が高いことに因る (表 2)。

本報告で調査した牛群では, カゼインをはじめとして各乳タンパク質の遺伝子型を考慮した選抜は行われてはいない。乳タンパク質が今後重要性を増してくることが考えられ, さらに他の乳タンパク質遺伝子についても生産性との関連性が明らかになれば, それらの遺伝子も含めて容易に判定することが必要となる。これらの形質の評価が簡単に行えるようになれば, 個々

の酪農家の様々な要望に対応した牛群の交配計画の策定へ組み入れることも可能になると思われる。

BLAD はウシ白血球膜表面タンパクの CD 18 をコードしている遺伝子の点突然変異による塩基置換によって生じる遺伝病である (SHUSTER *et al.*, 1992)。また, この疾患の遺伝子は種雄牛オズボンデールアイバンホー (Osborndale Ivanhoe: 1952 生, YOUNG *et al.*, 1988) がキャリアであったことから, その子孫へ伝達されてきている。F 牛群で確認されたキャリア個体 5 頭 (表 3) の血統登録書による家系調査を行ったところ, BLAD キャリアーとして公表されている同じ祖父, 父を共通に持っていた。この場合, キャリアーであることを認知しつつあえて交配に用いている。この例と共通の祖父, 父をもつ個体は他に 4 頭いたが, これらは正常型であった。T 牛群でも同じようにキャリアの精液であることを認知して交配に使用しているものの他に, 今回の解析によってキャリアである事実が確認されたことにより, 使用した精液がキャリアであったことが判明した例もあった。雌の CD 18 遺伝子型が不明である場合, BLAD キャリアーを代々牛群内に引き継いでいく可能性がある。

本調査は一部地域の少数牛群について行ったが, 8 % 以上という非常に高い割合でキャリアが存在し, かつキャリアが生産され続けているという現状が明らかになった。種雄牛の側からは BLAD キャリアーの排除が行われているが, 雌側からの排除を目的とした遺伝的検査は実施されていない。酪農家が購入できる精液の中にはキャリアであることが公表されているものが含まれている。これらの精液のうち, 能力の高いキャリア個体の精液は今後も使用されると思われる。雌側からも積極的に BLAD キャリアーの排除を行う必要がある。

本報告において, κ -CN と CD 18 の遺伝子型を同時に検出し判定することが可能となったことから, これを一般牛群において活用すれば, チーズ生産に関連する優良遺伝子である κ -CN の B 型の選抜と免疫異常を引き起こす遺伝病 BLAD の排除による生産性の向上が期待される。

謝 辞

本試験を行うにあたり, 牛群調査及び血液サンプルの採取を御快諾いただいた千歳市酪農家の方々, 採血に御協力いただいた北海道農業試験場企画連絡室業務第 3 科, ならびに畜産部の諸氏に感謝の意を表します。

文 献

ALEANDRI, R., L. G. BUTTAZZONI and J. C. SCHNEIDER (1990) The effects of milk protein polymorphisms on milk components and cheese-producing ability. *J. Dairy Sci.*, **73**: 241-255.

- ASCHAFFENBURG, R. (1968) Genetic variation of milk proteins. *J. Dairy Res.*, **35**: 447-460.
- EIGEL, W. N., J. E. BUTLER, C. A. ERNSTROM, H. M. FARREL Jr., V. R. HARWALKAR, R. JENNESS and R. Mcl. WHITNEY (1984) Nomenclature of proteins of cow's milk: Fifth Revision. *J. Dairy Sci.*, **67**: 1599-1631.
- GIBSON, J. P. (1990) Is there profit in a protein gene. *Holstein Journal*, **12**: 29.
- GROSCLAUDE, F. (1988) Le polymorphisme genetique des principales lacto-proteines bovines. *INRA Prod. Anim.*, **1**: 5-17.
- KEHRLI, M. E. Jr., F. C. SCHMALSTIEG, D. C. ANDERSON, M. J. VAN der MAATEN, B. J. HUGHES, M.R. ACKERMANN, C. L. WILHELMSSEN, G. B. BROWN, M. G. STEVENS and C. A. WHETSTONE (1990) Molecular definition of the bovine granulocytopathy syndrome: identification of deficiency of the MAC-1 (CD11b/CD18) glycoprotein. *Am. J. Vet. Res.*, **51**: 1826-1836.
- MARZIALI, A. S. and K. F. NG-KWAI-HANG (1986) Effects of milk composition and polymorphism on cheese composition. *J. Dairy Sci.*, **69**: 2533-2542.
- MEDRANO, J. F. and E. AGUILAR-CORDOVA (1990) Genotyping of bovine kappa-casein loci following DNA sequence amplification. *Biotech.*, **8**: 144-147.
- NG-KWAI-HANG, K. F., J. F. HAYES, J. E. MOXLEY and H. G. MONARDES (1984) Association of genetic variants of casein and milk serum proteins with milk, fat, and protein production by dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, **67**: 835-840.
- RUSSO, V and P. MARIANI (1978) Polimorfismo delle proteine del latte e relazioni tra varianti genetiche e caratteristiche di interesse zootecnico tecnologico e caseario. *Revista di Zootecnia e Veterinaria*, **5**: 1-31.
- SCHAAR, J., B. HANSSON and H. E. PETTERSSON (1985) Effects of genetic variants of κ -casein and β -lactoglobulin on cheesemaking. *J. Dairy Sci.*, **52**: 429-437.
- SHUSTER, D. E., M. E. KEHRLI, M. R. ACKERMANN and R. O. GILBERT (1992) Identification and prevalence of a genetic defect that causes leukocyte adhesion deficiency in Holstein cattle. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, **89**: 9225-9229.
- SMITH, C. and S. P. SIMPSON (1986) The use of genetic polymorphisms in livestock improvement. *J. Anim. Breedg. Genet.*, **103**: 205-217.
- YOUNG, C. W., R. R. BONCZEK and D. G. JOHNSON (1988) Inbreeding of and relationship among registered holsteins. *J. Dairy Sci.*, **71**: 1659-1666.
- 平山博樹・横濱道成 (1997) ウシ乳蛋白質の免疫化学的定量. *北畜会報*, **39**: 11-14.
- 横濱道成・平山博樹 (1996) 尿素加等電点電気泳動法による牛乳蛋白質多型の検出. *北畜会報*, **38**: 19-22.
- 北海道農業試験場畜産部訳 (1995) 農業研究・教育のための家畜の取り扱いと使用法に関する指針. 第1版. 22-35, 44-48. 社団法人畜産技術協会. 東京.

キメラニワトリ作出における胚培養および 細胞注入法の検討

寺井明喜子・市川 舜・森津 康喜

酪農学園大学, 江別市 069

Investigation of injection methods of blastodermal cells and culture of chick embryo in production of chimeric chick embryos.

Akiko TERAJ, Shun ICHIKAWA and Yasuyoshi MORITSU

Rakuno Gakuen University, Ebetsu-shi 069

キーワード: ニワトリ胚操作, 胚盤葉細胞, 注入法, 羽毛色キメラ

Key words: chick embryo manipulation, blastodermal cells, injection method, pulmage cell chimeras

要 約

胚盤葉細胞の移植操作による羽毛色キメラの発現率におよぼす細胞注入方法の効果の検討と併せて培養初期胚の生存率の向上を試みた。ホスト卵に白色レグホーン種, ドナー卵には胚, または雛の時に黒色羽毛を有する横斑プリマスロック種(略語 BPR)の受精卵を用い, 体細胞レベルのマーカーとした。培養初期胚に及ぼす転卵回数増加の効果を検討した。培養3日目の生存率は, 1回/10 min 転卵(方法1)では97.3%, 1回/1 hr 転卵(方法2)では82.0%を示し, 有意な差はないものの転卵回数を増やした方法1が高い生存率を示した。また培養中の移し替え操作の妨げとなる胚と卵殻の癒着率は, 方法1で2.6%, 方法2では37.1%で有意な差が認められた($P<0.05$)。転卵回数が多い方法1では胚の発育遅延, 形成不全がみられなかった。転卵回数を増すことで胚の移し替え操作時におこる卵殻と胚の癒着が防止され, 培養初期の生存率に向上が見られた。キメラ作出のためにホスト卵の胚盤にドナー卵の胚盤葉細胞を注入し培養した。注入操作には, 細胞注入のみを行う方法, ホスト卵の胚盤の一部を抜き取った後ドナー細胞を注入する方法を採用した。羽毛色キメラ胚の出現頻度は細胞注入のみを行った胚で14.3%, 抜き取り後注入した胚では33.3%となり, 明らかな差はないものの胚盤葉細胞を抜き取り後注入したものの方が高かった。注入のみおよび, 抜き取り操作後注入したものともにBPR由来の黒色羽毛の発現部位を頭部に有するキメラ胚が多く認められたが, それ以外の部位における黒羽毛発現に特定の傾向は認められなかった。

緒 言

鳥類は初期胚の発生が卵黄上で進み, 卵管内で卵形成を完了し体外へ放卵された時には胚盤葉はある程度の細胞分化をしている(内藤, 1991)。また卵内に存在する卵黄, 卵白の物質代謝によって, 母体とは独立した卵殻内で胚発生が進行し孵化に至る特徴がある。遺伝子組み換えニワトリを作成すること(阿形, 1991)を目標にすでにニワトリ胚操作に関する研究分野において細胞レベルのキメラニワトリの作出(MARZULLO, 1970 PETITTE and ETCTTES, 1988)が進められている。近年, ニワトリ始原生殖細胞は胚盤葉中央部にその発生起源を持つことが報告されるなど(鏡味, 1997), 胚操作技術の向上による高率的なキメラニワトリの作出が求められている。

そこで今回, 先報(寺井, 1997)に引き続きキメラニワトリ作出のために移植胚の生存率向上を目的とした基礎技術の改善を試みた。さらに, キメラ個体作出率の向上を目的に, ホスト卵の胚盤葉細胞の一部を抜き取った後, ドナー細胞の注入を行い, キメラ個体形成率について従来の方法と比較した。また, 得られたキメラ個体についてドナー細胞由来の羽毛色の発現部位について検討した。

材料と方法

1. 供試受精卵

キメラニワトリ作成のための供試受精卵はホスト卵に白色レグホーン種の放卵直後の卵(発生ステージX, HAMBERGER and HAMILTON: 1951) 121個を用い, ドナー卵には黒色拡散遺伝子型(E/E)を有する横斑プリマスロック種(略語 BPR)を用いた。黒色拡散遺伝子は優性遺伝子で発育中の胚を黒色羽毛とすること

から体細胞レベルのマーカーとした。

2. 移植する胚盤葉細胞の採取方法

放卵直後の横斑プリマスロック受精卵（発生ステージX）の胚盤葉からドナー細胞を採取した。胚盤葉はMEM溶液中で卵黄から分離し、0.05%のEDTA（PBS（-））で洗浄後、トリプシン（0.1%トリプシン/PBS（-）, 37℃, 10分）で処理した。その後、10%ウシ胎児血清を含むMEMを加えて遠心（1,000 rpm, 10分）した後、沈殿した細胞を血清を含まないMEMに再浮遊させ移植用の胚盤葉細胞とした（Figure 1, a）。

3. 胚盤葉細胞の注入操作

胚盤葉細胞の移植には先端外径約100 μm のガラス針に胚盤葉細胞浮遊液を2～5 μl （約500細胞）吸引

し、先報（寺井, 1997）に従い細胞移植操作はホスト卵胚盤の中央部に針を直角に穿針し細胞注入する方法を採用した。また本実験では細胞注入のみを行う方法の他に、ドナー細胞の注入前にホスト卵胚盤の中央部に穿針しあらかじめ細胞の一部（約700細胞）を吸引して抜き取り、その後ドナー細胞を注入する方法も用い、胚生存率と羽毛色キメラの発現率を比較した（Figure 1, b）。

4. 注入操作後の培養法と転卵操作

注入操作後の胚はあらかじめ用意した培養用卵殻（ホスト受精卵とほぼ同等の重さの卵）に移し替えポリエチレン製ラップフィルムと保定リングで固定し37.8℃, 湿度60%で3日間培養した（Figure 1, c）。その後、準備しておいた別の培養器用の卵殻（ホスト

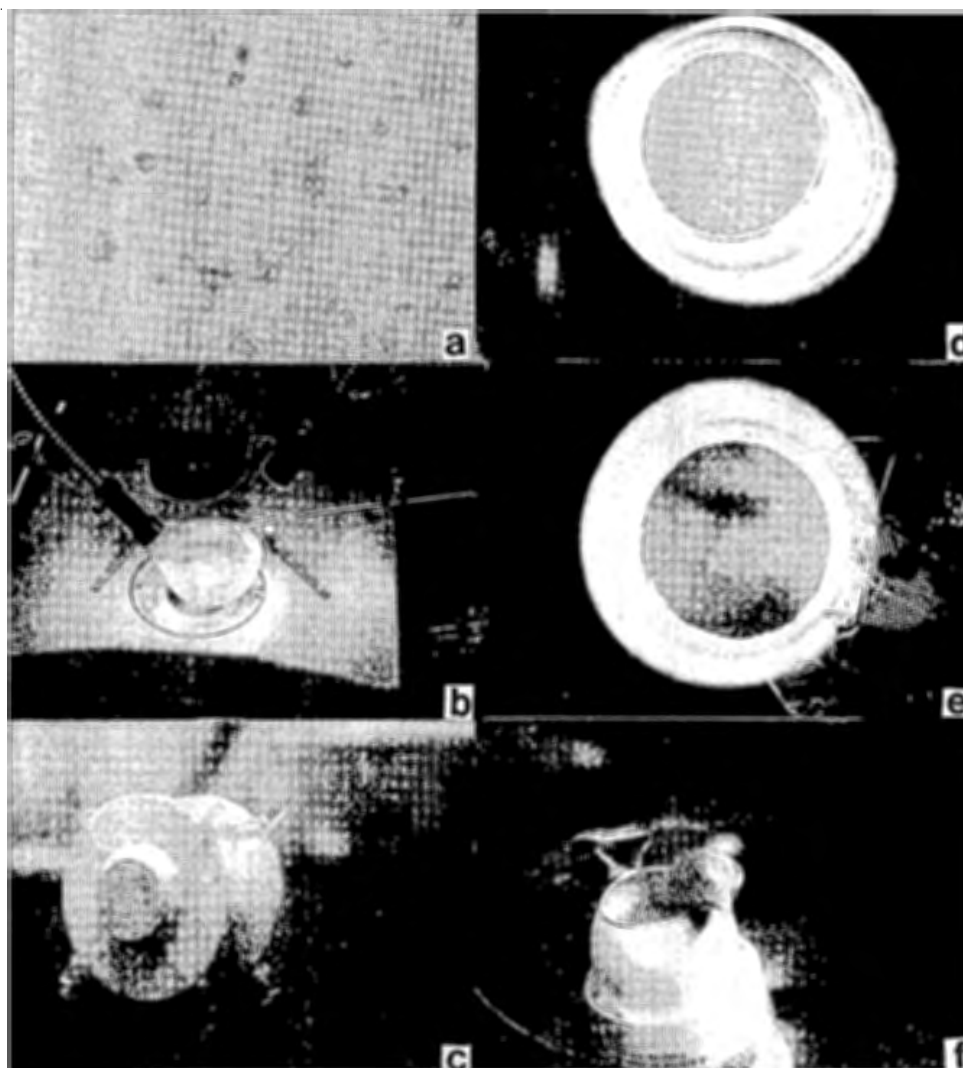


Figure.1 Manipulation system for producing chimeric chicks by transfer of blastodermal cells.

- a. Dissociated blastodermal cells.
- b. Injection of the blastodermal cells into fertilized egg.
- c. Culture system of chick embryo during first 3 days.
- d. Culture system of chick embryo re-transferred to new egg shell after 3-day culture.
- e. Chick embryo cultured for 15 days.
- f. Chick embryo cultured for 21 days.

受精卵よりも約 30 g 重い卵)に移し替え卵殻の窓をポリエチレン製ラップフィルムで密封し、立体孵卵器中(37.8℃, 湿度 60%)で 18 日間培養した(Figure.1, d, e, f). 初期培養時に卵殻と胚が癒着すると移し替え時に発達した血管の損傷, 卵黄の破損があり, その後の胚の不形成, 発育遅延を引き起こしやすい。その際卵殻と胚の癒着を防ぐために転卵回数の増加効果を検討した。なお実験には方法 1 は培養 3 日目まで 1 回/10 min 転卵するもの, また方法 2 では 1 回/1 hr 転卵するものとした。

結果および考察

1. 転卵回数の違いが初期胚の生存率に及ぼす影響

培養初期の胚の生存率は培養全期間を通じて生存率, および平均孵化率に大きく影響することから孵化率の改善のためには培養 3～6 日にかけての生存率を向上させることが望まれる。本実験ではまず培養初期の胚の正常発育, および移植操作の妨げとなる卵殻と胚の癒着の防止を目的に細胞移植注入後の初期 1～3 日目までの生存率に及ぼす転卵回数の増加の効果を検討した。

Figure.2 では転卵回数の違いによる培養初期胚の生存率を示した。培養操作した胚の死亡率が急激に増加する時期は培養 3～6 日目と 18～21 日目で, これらの時期は通常孵卵の場合と同じ傾向となった。培養 3 日目の生存率を見ると 1 回/10 min 転卵(方法 1)では 97.3%, 1 回/1 hr 転卵(方法 2)では 82.0%を示した。また移し替え操作後の培養 6 日目の胚生存率は方法 1 においては 78.9%, 方法 2 では 57.1%となり, 有意差はないものの転卵回数を増やした方法 1 の方が高い生存率を示した。4 日目以降は両方とも同様な生存率の推移を示したことから, 培養 3 日目までの転卵回数の増加が胚の生存率を向上させると考えられた。また移し替え操作の妨げとなる胚と卵殻の癒着率は, 方法 1 で 2.6%, 方法 2 では 37.1%で有意な差が認められた($P < 0.05$)。転卵回数が多い方法 1 では胚の発育

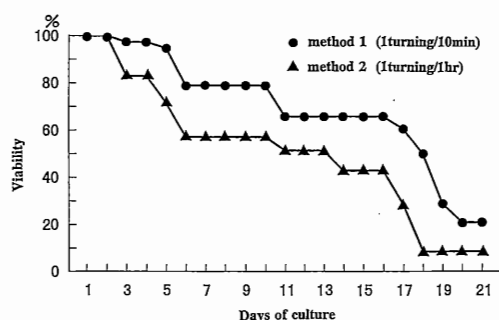


Figure.2 Viability of manipulated chick embryos cultured with different turning rates during first 3 days.

遅延, 形成不全がみられなかった。培養 3 日目の生存率低下がその後の平均孵化率に影響することから転卵回数の増加が卵殻と胚の癒着を防ぎ, 移し替え時の操作を容易にし, ひいては生存率の改善に効果をおよぼしたと考えられた。

2. 注入操作が胚生存率に及ぼす影響

キメラニワトリを作出する操作方法として, 今回はあらかじめ宿主卵の胚盤黄中央部の一部の細胞を抜き取りドナー細胞を注入する方法も採用し, 注入操作胚の生存率, および得られたキメラ胚における羽毛色キメラ率を検討した。なお対照として宿主卵にドナー細胞注入移植のみを行った胚を用いた。また前述の結果より注入操作後の培養時転卵回数は 1 回/10 min とした。

細胞注入操作を行った胚の生存率の推移を Figure.3 に示した。培養 6 日目の生存率は注入のみを行ったもので 92.0%であったのに対して, 抜き取り操作後に注入したものでは 73.9%と若干低下を示した。培養 6 日目以降の生存率の推移は同様であったことから, 抜き取り操作の生存率への影響は培養 3～5 日目で大きいものと考えられた。また培養の 12 日目にはそれぞれ 84.2%と 65.2%となり有意差はないものの胚の生存率は注入操作のみを行った胚で培養期間中良好であった。抜き取り操作後細胞注入した胚では培養 3～5 日目に発育遅延, 胚の眼球形成不良あるいは卵黄の破損などが観察された。細胞移植の際の胚盤への穿針操作はその後の胚の発生に与える影響も大きいとされていることから今回行った抜き取り後の注入操作時の 2 回の穿針操作が胚生存率に影響したものと考えられた。しかし, 抜き取り後細胞注入した胚のうち, 培養 5 日目までの生存が確認された胚のそれ以降の生存率については, 対照の細胞注入操作のみを行った胚と同様の傾向を示したことから, 抜き取りおよび細胞注入操作を改善することにより培養初期の生存率を向上させることが可能であると考えられた。

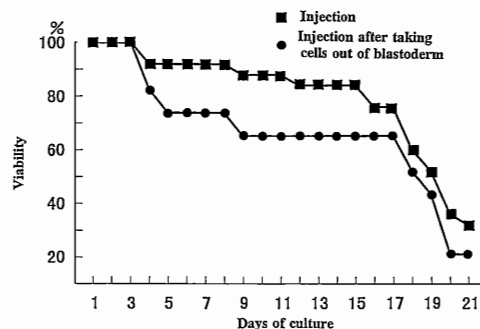


Figure.3 Viability of chick embryos injected with blastodermal cell by different methods.

3. 胚盤葉細胞の注入操作が羽毛色キメラの出現頻度と発生部位に及ぼす影響

異なる注入操作によって得られた羽毛色キメラ胚の出現頻度を Table 1, またキメラ胚における BPR 由来黒色羽毛の発現部位を Table 2 に示した。

培養により羽毛が明らかに確認できるまでに発生した胚 (HAMBERGER and HAMILTON: 1951 の発生段階 40~45) は, 細胞注入のみを行った胚で 21 胚, 抜き取り後注入したものでは 15 胚であった。これらのうち胚体の一部に黒い羽毛が認められた胚は, 注入のみ行ったもので 3 胚, 抜き取り後注入操作を行ったもので 5 胚であった。羽毛色キメラの出現頻度は細胞注入のみを行った胚で 14.3%, 抜き取り後注入した胚では 33.3% となり, 有意な差はないものの胚盤葉細胞を抜き取り後注入したものの方が羽毛色キメラの出現頻度が高かった。これらの結果は鏡味ら (1997) の報告と同様の傾向であった。注入のみおよび, 抜き取り操作後注入した胚ともに BPR 由来の黒色羽毛の発現部位を頭部に有するキメラ胚が多く認められたが, それ以外の部位における黒色羽毛発現に特定な傾向は認められなかった。ドナー卵細胞由来の羽毛の発現部位は PETITTE (1988), 山川 (1990) の報告と一致するものと考えられた。なお今回, 抜き取り後の細胞注入操作により得られたキメラ胚では胚体全域に占める黒色羽毛の部位の割合も細胞注入のみによって得られた胚よりも高く, また BPR 由来の黒色羽毛が胚体全域に散

在している胚も得られた。

今後, 今回の実験の例数を増やすとともに, 抜き取りおよびその後の注入操作技術の改善と孵化率, キメラ率の向上を企む必要がある。さらに生殖腺をはじめとした各組織におけるドナー細胞寄与率の詳細な検討も必要と考えられる。

文 献

- 阿形清和・内藤充・大塚勝正・木野勝敏・江口吾朗 (1991) ニワトリ受精卵への遺伝子導入. 細胞工学, **10**: 507-512.
- HAMBURGER, V. and H. L. HAMILTON. (1951) A studies of normal stage in the development of the chick embryo. J. Morphology, **88**: 49-92.
- 鏡味裕・田上貴寛・松原悠子・春海隆・花田博文・内藤充 (1997) ニワトリ胚盤葉における始原生殖細胞の発生起源の同定. 日畜会大会号, **92**: 193.
- MARZULLO, G. (1970) Production of chick chimeras. Nature, **225**: 72-73.
- 松谷 豊 (1993) 動物細胞培養入門. 初版. 74-88. 学会出版センター. 東京.
- 内藤 充 (1991) ニワトリ受精卵 (胚) の体外培養法. 細胞工学, **10**: 501-506.
- PERRY, M. M. (1988) A complete culture system for the chick embryo. Nature, **331**: 70-72.
- PETITTE, J. N. and R. J. ETCHES. (1988) The produc-

Table 1 Appearance frequencies of pulmage chimeras

method	No. of chick embryos with pulmage	No. of chick embryos with only white pulmage	No. of chick embryos with white and black pulmage	Pulmage chimeras percentage
Injection only	21	18	3	14.3%
Injection after taking cells out of blastoderm	15	10	5	33.3%

Table 2 Distribution of black pulmages derived from BPR in chimeric chicks.

method	chimeric chick embryo	head	neck	abdomen	back	tail	leg	wing
Injection only	1	●			●			
	2	●						
	3	●		●			●	
Injection after taking cells out of blastoderm	1					●		
	2	●			●			
	3	●	●	●	●	●	●	●
	4		●					●
	5	●		●				

tion of chimeric chicks by embryo cell transfer.
Poultry Sci., **67**: 137.

寺井明喜子・市川 舜・森津康喜 (1997) キメラニワ
トリ胚の作成時における胚盤葉細胞の移植法の検

討. 北畜会報, **39**: 34-37.

山川良樹・増田 圭・前田照夫・寺田隆登 (1990) 窓
開け卵を用いた鶏キメラ作製法について. 家禽会誌
大会号, **27**: 436.

技術レポート

良質粗飼料確保を目指したグラスサイレージ調製
～湧別町・JA 芭露の受委託事業の取り組み～

水野 勝志

湧別地区農業改良普及センター 専門普及員

はじめに

芭露地区は、湧別町の南東部に位置し、サロマ湖に注ぐ芭露、志撫子、計呂地の各河川地域に農地が点在する平坦～緩傾斜地が広がる、純農村地帯である。芭露地区の生産概況は表－1に示すとおりである。湧別

町では、年々乳牛飼養頭数が増加し、労働力が限られている中では場作業が大きな負担となっていた。

また、近年の異常気象により降雨が多いことから乾草調製が難しくなっており、粗飼料の量・品質とも低下している。そこで、飼養管理の面からも乾草からグラスサイレージへの調製転換を進めてきた。

表 1 芭露地区の生産概況

農家戸数 (戸)	搾乳戸数 (戸)	平均経産 牛頭数(頭)	平均出荷 乳量(t)	個体乳量 (kg)	面 積 (ha)	
					草 地	サイレージ用とうもろこし
154	80	41.8	301	7,215	1,561	589

1. コントラの概要

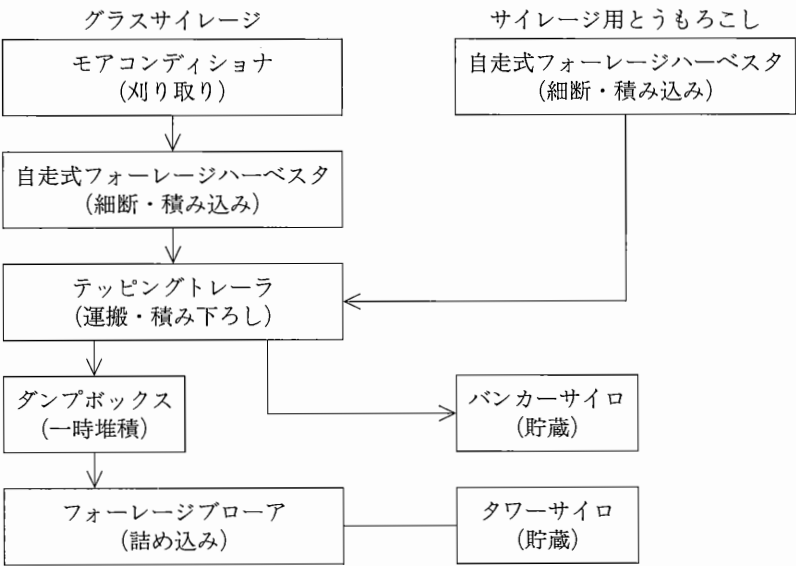
コントラクターを始めるに当たり、農家側の意見を広く聞くため全戸意向調査を行い、その結果、経営規模を拡大し、農作業を一部または全面的に請負に出したいとの農家側の意向が明らかになり、本事業の大きな追い風となった。

湧別地区農業改良普及センターでは、平成4年よりコントラクター（作業受委託制度）設立を目指してJA (2) 機械利用体系図

芭露、湧別町と緊密な連携をとり、この問題に取り組んできた。4年間の期間はかかったが、平成8年4月に芭露地区作業受委託事業連絡協議会としてスタートを切ることができた。

現在、3セットが稼働中である（1セットは自走式ハーベスタ1台・テッピングトレーラ3台・モアコン1台・ダンプボックス1台・ブローア1台）。作業体系、利用料金については以下のとおりである。

将来的には、サイレージ用とうもろこし・牧草のは種、堆肥散布等も計画中である。



(3) 利用料金

区 分	料 金 内 訳
委 託 料	グラス、コーンとも、稼働1時間当たり12,500円のセット料金
出役労賃	出役労賃は1時間当たり1,500円。トラクター貸与の場合には労賃込みで1時間当たり5,000円

2. 飼料調製の実際

乾草調製主体であった、芭露地区がグラスサイレー
ジ調製に移行して2カ年が経過した。平成8年は、全
体的に天候不順年であったが牧草の調製時期である6
月中旬～7月上旬にかけては、特に降雨の回数が多く、
乾草調製を行った農家の品質は大きく低下し、中には
7月下旬まで調製にとまどった例も見られた。(図－
1)

反対に、グラスサイレージ調製では、ほぼ適期に、
短時間で調製を行うことができた。しかし、降雨によ
りグラスサイレージの水分が高い傾向が見られた。
(図－2)

(1) グラスサイレージの分析値

平成8年度はスタートの年であったが、機械の導入
が遅れたため収穫開始が6月12日と大きく遅れた。出
来上がったグラスサイレージの各栄養価を見ると
(表－2)、刈り取りが遅れると、OCW中のOaは低下
し、Obは上昇していく。

一般の飼料分析値の刈り取り日の報告は、農家から
の自己申告に頼っているため、刈り取り日と栄養価の
関係が教科書どおりに出てこないことが多い。この分
析数値からも、当地区においてはチモシーであれば6月

20日前後に収穫しているため、この時期が刈り取り適
期であることを示唆している。

刈り取り適期が短いことを考えると、現在主体草種
はチモシーであり品種は、センボク・ホクセン等であ
るが、オーチャードグラス等の導入も考慮していかな
ければならない。

コントラクター参加農家のグラスサイレージ品質確
認のため、農協担当者と共に一斉巡回を実施している。
確保された粗飼料は、品質が一定で栄養価は高い傾向
にあった。

(2) 発酵品質

事後指導の面が強いが、この巡回指導の中では品質
はもちろん、収納施設・乳牛の嗜好性・コンディショ
ン等の確認を行っている。この巡回で数々の問題点が
明らかになっている。

特にグラスサイレージの品質が低下している農家の
特徴としては、すべて収納施設で見るとスタックサイ
ロで保存している。発酵品質が劣る理由として、

- ① スタックサイロの整地が不十分で、水の抜け道が
ない。
- ② 幅が不十分であるのにも関わらず、高く積み上げ
すぎるため踏み込みが十分にされていない。踏み
込みをタイヤショベルで行っているが、踏み込み時

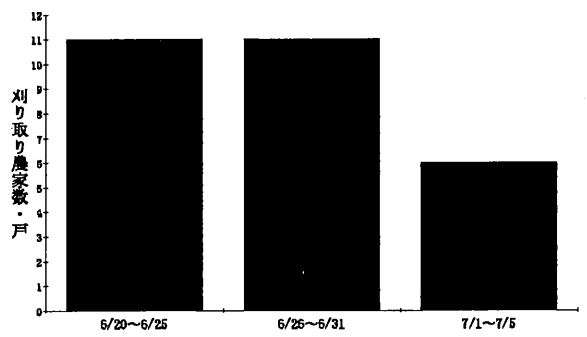


図1 平成8年度月日別刈り取り戸数

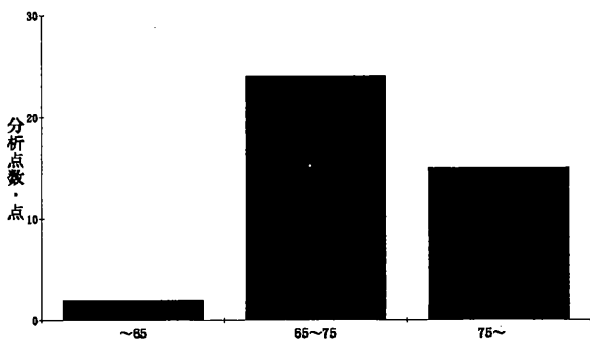


図2 グラスサイレージ一番草水分

表2 平成8年度分析結果

(単位：％)

刈取月日	水分	乾物	TDN	蛋 白		OCW	Oa	Ob	Ca	P
				粗蛋白	溶解性					
6/10～6/20	79.6	20.4	58.4	15.8	4.57	52.8	12.1	40.7	0.29	0.26
6/20～6/30	78.3	21.7	57.9	11.6	5.61	60.9	10.7	50.2	0.31	0.27
7/1～7/10	75.8	24.2	56.3	9.3	4.54	63.9	8.1	55.8	0.30	0.27

(分析：ホクレン北見くみあい飼料)

表 3 平成 7 年, 8 年の年間検定成績比較

	個体乳量	乳脂肪	無脂固形	濃厚飼料 給 与 量	飼料効果	手取り乳代
8 年	8,855 kg	3.99%	8.83%	9.5 kg	3.2	170 千円
前年度対比	101.4%	103.1%	100.1%	101.1%	101.7%	126.3%

に土砂がサイレージ内に混入して品質の低下の原因となっている例などが見られた。

- ③ 添加剤として蟻酸を奨励しているが、原材料の水分を低く見積もってしまい蟻酸添加量が少ない場合がある。サイレージの pH が高い場合、原因は添加量不足の場合が多く、天候に関係なく乾物 1 kg 当たり、0.3%~0.5%の蟻酸の添加が必要である。

このことによって、さらに品質が安定すると考えられる。

3. 飼 料 給 与

飼養管理の面からは、グラスサイレージの特徴である溶解性蛋白がどうしても高くなるため給与量が多い場合、肢蹄の腫れ、軟便症状が多く乳牛に見られた。グラスサイレージ給与が初めての農家が多く、深刻に受け止めている農家も見られたが、コーン圧パン等の給与により徐々に乳牛に落ち着きが見られてきている。

頭の中では高水分のサイレージを給与すると乾物摂取量が不足し、乾物中のエネルギー濃度が低下することをわかっているのだが、いざ、この事態に直面すると上手く対処できないというのが芭露地区の現状である。

農家からの質問の中では、他に必ず出てきたものに蟻酸の添加がある。添加すると疾病の原因となるとの農家からの意見もあり、蟻酸に対する一層の理解が必要である。

グラスサイレージ調製農家の、成果を平成 7 年と平成 8 年を比較して見ると、乳量・乳脂肪・無脂固形・飼料効果・手取り乳代ともに改善効果が見られる。(表-3)

しかし、濃厚飼料の給与量も上昇しているが、今後、グラスサイレージ調製が定着した段階で低下してくるものと考えられる。

疾病については、若干の減少が見られるものの、農家によっては増加している例も見られる。

いずれにしても、水分が多いことによる問題点も多いが、飼料の特徴を考慮した給与体系を考えることに

より解決できる。

4. 考 察

グラスサイレージ化により、従来乾草調製時期の、ほとんど 1 カ月間は牛舎内で乳牛の管理を十分に行うことはできなかったが、省力化が図られ牛舎内での管理時間が増えた。

このことにより、地域全体として増産の雰囲気作りがなされ、実際に増頭を行った農家も出てきている。

一方、グラスサイレージに対してまだ不安を抱いている農家も実際に存在する。その不安の大部分は、牛は本当に大丈夫なのか？ といった給与の部分にあるし、また、過去に調製を行い失敗した経験のある農家に多い。しかし、グラスサイレージ調製により品質・栄養価が安定し、酪農経営に大きく寄与している。

蟻酸の添加で、発酵品質は保持されるようになったが、アプリケーションにまだ若干の不安が残る。現地では、正確な水分を測定することが難しいため、添加量も感に頼ることが多い。簡易な水分測定器も必要である。

また、最大の課題として高水分サイレージの飼養管理について、データが不足している。ぜひ、農業試験場での研究成果を待ちたい。

お わ り に

今後の酪農を取り巻く状況を考えた場合、省力、低コスト化を現在よりも、より厳しく求められる。

芭露地区の取り組みでいろいろな問題点が浮かび上がってきたが、その中でも、一番重要なことは、飛び地の問題である。歴史の古い地帯だけに、先祖代々受け継がれてきた農地の移動は簡単なことではない。行政、JA の問題解決に向けての取り組みが必要である。

低コスト生産を考えた場合、良質粗飼料の調製確保を図りながら作業能率の向上を追求しなければならない。これは、さけてとおることのできない大きな問題である。

最後に、芭露地区の取り組みが地域の発展につながることを祈り終わりとす。

会員からの声

元気！ ミルク大学と子供達

岡本 全弘

酪農学園大学

昨年(1997)の7月末に北海道牛乳普及協会、北海道、北海道農畜産物需要拡大推進本部、ホクレン農業協同組合連合会の主催で酪農学園大学の協力により「元気！ ミルク大学」というイベントが開催されました。もちろん、牛乳の需要拡大を目的としたイベントです。これは小学生を4日間だけミルク大学の学生として、牛乳に関する勉強や体験をさせようという企画でした。内容は入学式、オリエンテーション、乗馬、パーティ、講義、実験、実習、調理実習、卒業論文など多彩なものでした。

このイベントは直接の対象を小学校5・6年生としたことに大きな特徴がありました。たまたま丑年ということもあって、この年齢の子供達を対象としたという話もありますが、子供達の理解力と自立性、友達への影響、親の年齢など様々な要素を考慮した末に絞り込まれたのでしょう。テレビ番組ともセットになっていましたから、子供達の出身地域では学校単位で親達や親の親達の話題になったことでしょう。都会や農村における「酪農シンパ」は確実に増加したのではないのでしょうか。

約10倍の応募者から抽選で選ばれた、男女各20人、計40人の子供達は、数人の例外を除いて身近に牛を見たこともありませんでした。帯広市から選ばれた子でさえ、遠望はしょっちゅうですが、近寄ったことはなかったということでした。他の子供達はテレビで見たことがあるという程度です。したがって、牛の形態は相似形で知っていても、大きさは実感できません。なかには1m程度の大きさと信じていた子もいました。牛だけに限らず、ニワトリもブタも身近な動物とはいえなくなっているようです。むしろ、ハムスターやフェレットなど、ペット屋で売っている動物のほうが接する機会が多いようです。このことは相当異常で深刻な事態だと思います。家畜よりもイグアナのほうが身近な動物だなんて。

子供と家畜の接点は食物にあります。どんな食品が好きか聞いてみると、肉類、卵などの畜産物や果物がいっぱいあげられていました。食事の手伝いをする子は肉類、卵、牛乳、バター、チーズは知っています。手伝いをしない子は出来上がった料理しか家畜との接点がありません。これはなにも家畜に限ったことではなく、野菜も果物も米やイモも同様です。

考えてみれば、身の回りの全ての商品について同じことがいえます。テレビもテレビゲームも鉛筆もランドセルも自動車も靴も洋服も全部生産現場と切り離されて売られています。

食品も同様に生産現場と切り離されて売られているので、料理の部品(材料)がどこで、どのように作られているのか、子供達に知れというほうが無理なのではないでしょうか。食べ物ではなくて商品なのです。道具や機械ではなくて商品、衣服や家ではなくて商品、貯金も保険も商品。なんでも商品であってヤホヨロズの神々が宿るものではないのです。生産、加工、流通の過程など知らなくても利用できるし、使いこなせるものを商品というのです。

かくして、牛は実物を見たことがなく、大きさが分からないが、イグアナはペットショップで実物を見たことがあるという、逆転現象が発生するのです。農家の子供でさえ、自分の家で生産している作目しか知らないのです。稲作農家の子はニワトリを知らないし、酪農家の子はブタを知りません。これは社会の発展の現時点での到達点なのですから、仕方ないのかもしれませんが、やっぱり何かが狂っているようにも思われます。

では、子供達は商品の生産、加工、流通過程に興味ないのかというと、そうでもないのです。子供は好奇心の塊ですから、少なくとも、テレビで見たことのあつものにについては、実際に見てみたいし、触れてみたいのです。特に、食品は朝食、夕食を通して家族との最大の接点ですし、給食を通して友達や先生との接点です。親子関係の根源的な部分は食事の提供と受容にあるような気がします。そこで、おいしいの、まずいの、好きだの、嫌いだのという悶着を通して絆ができる。子供達にとって食品は最大の関心事に違いなく、その材料にも無意識のうちに大きな関心を持っています。親子の絆のもとである食物には親がもっともっと興味と知識を持ってほしいものと思いました。家族で普段食べている食材のルーツを訪ねる探検ツアーなどが自然に発生するようになれば、親子の断絶などもなくなるのではないのでしょうか。

「卒業論文」という作文を読むと、最もおもしろかったのは搾乳実習だったと大部分の子供達が書いています。内容は牛の大きさの実感、牛の体温、牛乳が出た

こと、牛が動いたこと、糞や尿を排泄したこと、乳房に毛が生えていたことなどの全てが新鮮な感動を引き起こしています。ただし、サイレージの臭いは慣れるまで不評でした。クリームからのバター作りも人気がありましたし、手作りバターを使った調理実習も裏の森での野外観察もしかりです。

講義もしっかり聞いてくれました。光合成と呼吸、デンプンとセルロース、牛と微生物、消化と牛乳合成などかなり理解したことが「卒論」からうかがえます。岩の粉と土壌の違いとか日本人の食事ではカルシウムが不足しがちだとか興味しんしんで大事なことを学んだといっています。生きたルーメン微生物の観察では「ウォー」という歓声とともにモニターに群がりました。

子供達は食品のルーツを知りたいと求めています。生産者や加工業者は知ってほしいと願っています。しかし、両者をつなぐものがありません。真っ先にあてにしたいのは親達ですが、現代社会では親達は忙しすぎるし、親からして食物のルーツを知らないのではないのでしょうか。ニワトリが文字どおり家の庭にいた時代を知っているのは、もう一つ前の世代になってしまっています。ここはお爺ちゃんやお婆ちゃんに一肌

脱いでもらわなくてはならないような気がします。

最近グリーンツーリズムとか山村留学とか徐々に盛んになってきました。まことに結構なことですが、他人まかせで良いのでしょうか。岡山県の酪農家、松崎まりさんはずっと前から子供達を集めて、「牧場ファンクラブ」を組織しています。子供達は好きなきにブラッと立寄って、適当に作業を手伝って行く。ボロ出しから作業服の修理までなんでもやらすし、できるそうです。子供達は牧場での手伝いを通して、食べ物は何の命であり、感謝していただくこと、生産労働のさわやかな汗、道具のありがたさ、上級生と下級生のさまざまな関係など、どんどん勝手に悟っていくそうです。受験勉強中の女の子などはサッサとボロ出しして「アアさっぱりした」といって帰っていくそうです。

大がかりなイベントだけが接点ではなさそうです。松崎さんのようなお婆ちゃん（失礼、お孫さんも生まれたので許してください）一人のミルク大学も人気上々、効果満点のようです。人獣共通伝染病など難しい状況もありますが、できることからイロイロやってみませんか。



海外報告①

平滑筋のホスファターゼ

石下 真人

酪農学園大学・食品科学科

大学から1年間の留学許可を得て、1995年9月末に日本を後にした。目的地は東海岸のマサチューセッツ州立大学の予定であったが、出発直前になって急遽、最初の2カ月間は5大湖の最南端、エリー湖の南の畔にあるオハイオ州クリーブランドのケースウェスタンリザーブ大学に行くことになった。

クリーブランドの古びたホテルで2カ月間滞在し、アメリカの生活にも少し慣れた頃、マサチューセッツ州のウースターに引っ越すことになった。引っ越しといってもただ個人の荷物を運ぶだけではなく、研究室の機械や器具、試薬に至るまで全てを運ばなければならない。2週間ほど前から実験はすべて止め、荷造りの準備をはじめ、11月30日、いよいよ引っ越しの日がきた。荷物の搬出ため、朝7時には20数人ほどの大男が研究室にやってきて、片っ端から荷造りを始め、どんどんトラックに積み込んでいった。その速いこと、荒っぽいこと、はらはらしながら、ただただ呆然と眺めていた。10時頃、大学の放射線管理委員会の職員がやってきて、作業を中断させ何やらわめいている。その内に作業員を連れて、どこかへ行ってしまった。どうやら放射線管理区域の器具もトラックに運び込んでしまったらしい。放射線を扱うための講習を行うというのである。すったもんだの末、2時間の講習は30分に短縮された。しかし、その後作業員は全員手袋をして、「これは大丈夫か?」といちいち確認してから荷造りを始める。結局作業は大幅に遅れてしまった。午後の明るい内には我々も出発する予定であったが、実際に出発したのはすっかり暗くなった夜の6時であった。2時間ほど走ると雪が降り出し、仕方なく予定より早めにモーテルで一泊した。約1,000 kmの旅を終え、大学のあるマサチューセッツ州ウースターの町には翌日の夜7時に到着した。次の日、ウースター最初の日は非常に寒い、快晴のすがすがしい朝であった。早速、荷物の搬入が始まり、機械の据え付けや器具の整理などを行ったが、同時にアパート探し、家具の調達、銀行口座の開設、電気やケーブルテレビの契約など、生活するための用事もこなさなければならない。目の回る忙しさの中で、時間はどんどん過ぎていった。結局、本格的に実験ができるようになるのは翌年1月末であった。1年の内ではほぼ2カ月のブランクは研究にとって大きな損失ではあったが、めったに経験する

ことのできない貴重な体験でもあった。

さて、留学中の研究であるが、平滑筋のホスファターゼについて実験を行った。骨格筋の収縮・弛緩の調節機構はすでに明らかにされているが、平滑筋では不明な点がまだ多く残されている。しかも現在では、生理学的には平滑筋のほうが重要視されている。そういった点から、平滑筋の筋収縮に関する研究はますます盛んになっており、競争も激しい。平滑筋の収縮はミオシン軽鎖がミオシン軽鎖キナーゼ (MLCK) によりリン酸化されて起こり、MLCKの活性はカルモデュリンを介してカルシウム濃度の変化によって調節されている。弛緩は、リン酸化されたミオシン軽鎖がホスファターゼにより脱リン酸化されることによって起こる。ところが、このホスファターゼの活性がどのようにして調節されているのかは解明されておらず、現在の大きな研究課題となっている。ホスファターゼは130 kDa、38 kDa および 20 kDa の3つのサブユニットから構成されている。38 k サブユニットは活性を、130 k はミオシンとの結合能を有している。20 k の機能はまだわかっていない。これまでの実験から、ある種のキナーゼを活性化するような条件では平滑筋線維の収縮が強められることが判明している。これはMLCKを活性化しているのではなく、ホスファターゼの活性を阻害しているのではないか。よってホスファターゼもまたリン酸化によって調節されているのではないかという予想のもとに、種々のキナーゼでリン酸化してみた。すると予想通り活性が低下することが判明した。中でも効果の高いキナーゼはA-キナーゼとC-キナーゼであった。リン酸化がホスファターゼの活性の調節に関与しているのであれば、このキナーゼも平滑筋に共存しているはずである。そこで部分精製したホスファターゼをリン酸化する条件で処理してみた(図1)。リン酸化にはATPの γ 位のリン酸が使われる。ところがATPで処理しても活性は全く変化しない。もしかすると脱リン酸化も同時に起こっているのかもしれない。そこでリン酸化には利用されるが、脱リン酸化を受けないATPアナログ(ATP- γ -S)を使って、同じ実験を行った。するとホスファターゼの活性は著しく低下した。この結果は、平滑筋に共存する内因性のキナーゼによってホスファターゼがリン酸化を受けてその活性が低下すること、

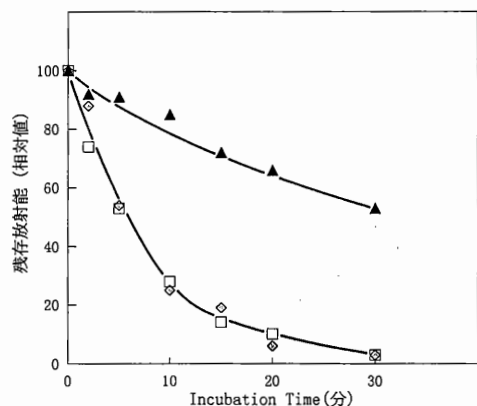


図1 部分精製したホスファターゼの活性に及ぼすリン酸化 (ATP および ATP- γ -S) の影響

ホスファターゼ (0.1 M KCl, Tris-HCl, pH7.0) を 1 mM の ATP (□) または ATP- γ -S (▲) と 25°C で 1 時間保持した後、 32 P-LC₂₀ を基質として同温度で活性を測定した。 32 P-LC₂₀ は脱リン酸化されて LC₂₀ となる。図の縦軸は LC₂₀ に残存する 32 P の放射エネルギーを示す。残存放射エネルギーは経時的に減少し、減少速度が大きいほど活性は高い。対照 (◇) と比較して ATP- γ -S では活性が大きく低下している。

そして同時に脱リン酸化も起こっていることを示す。ところが、このような実験を行うと、すぐにホスファターゼがなくなってしまう。しかもこれを分離・精製するには時間がかかり、収量も非常に低い。そこで調製した粗ミオシンを使うことにした。ミオシン標品にはホスファターゼが必ず混在しており、これを完全に取り除くのは困難である。おそらくミオシンに強く結合しているのであろう。まず粗ミオシン標品を使って、上記の結果の確認を行った。調製したミオシン

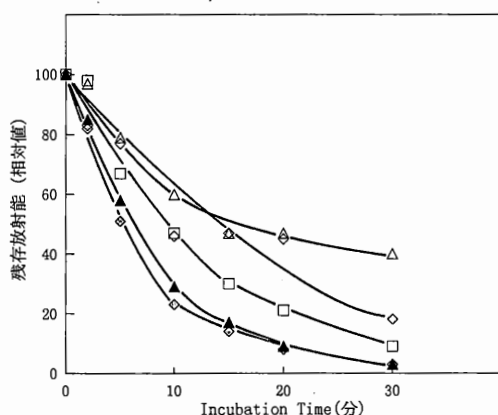


図2 粗ミオシン標品に含まれるホスファターゼの活性に及ぼす ATP の影響

測定条件は図1と同じ ATP 濃度 (◇); 0mM, (▲); 1mM, (□); 3mM, (◇); 5mM, (△); 10mM

ンに ATP を加えてホスファターゼ活性を測定すると (図2), ATP 濃度が低い場合には活性はほとんど低下しないが、高くするにしたがい低下していった。さらに今度は ATP- γ -S を加えてみると、ホスファターゼ活性はほとんど消失した (図3)。これらの結果は、先に述べた推定を支持するものと考えられる。さらに、いずれのサブユニットがリン酸化されるのかを、放射性リンを使って鶏気管支の平滑筋線維で調べると、130 k がリン酸化されていることがわかった。しかし内因性のキナーゼの同定はできなかった。ただ最初の実験で使用した既知のキナーゼ (A ならびに C-キナーゼ) とは違うようである。また脱リン酸化が自己脱リン酸化によるものかあるいは未知のホスファターゼによるものなのかも不明である。

アメリカではリンのような半減期の短い放射性物質であれば、特別な施設や設備もほとんど必要ない。私の行った実験にもふんだんに使うことができ、実験のスピードは日本と比較にならないほど速い。ところが、新しい発見ができて意気込んで実験をしているところに、同じような内容の報告がアメリカのアリゾナ大学のグループから J. Biol. Chem. 誌に発表されてしまい、しばし落ち込んでしまったこともあった。

気を取り直して、今度は平滑筋細胞中のホスファターゼの局在について調べた。鶏の受精卵を買ってきて 10 日間培養した後、卵の中のヒヨコから米粒の半分もない砂嚢を取り出し、これをメスで細かく切り刻んで 3 日間培養した。成長した砂嚢筋培養細胞を、蛍光標識した抗ミオシンおよび抗ホスファターゼ (130 kDa) モノクローナル抗体で染色し、蛍光顕微鏡で観察した。抗ミオシン抗体で染色した平滑筋細胞では、ミオシンフィラメントに由来する強い蛍光を発する多数の線が認められる (写真1)。抗ホスファターゼ抗体の細胞の蛍光はミオシン抗体とは異なり、蛍光は弱い。

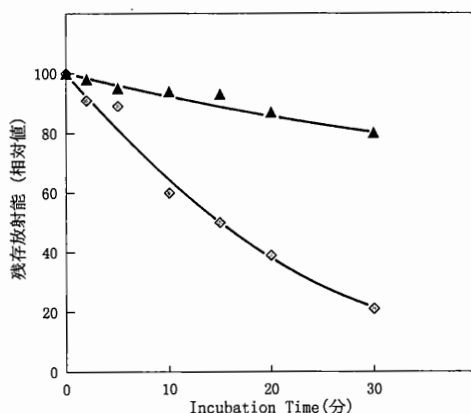


図3 粗ミオシン標品に含まれるホスファターゼの活性に及ぼす ATP- γ -S の影響

測定条件は図1と同じ (◇); 対照, (▲); 1 mM ATP- γ -S

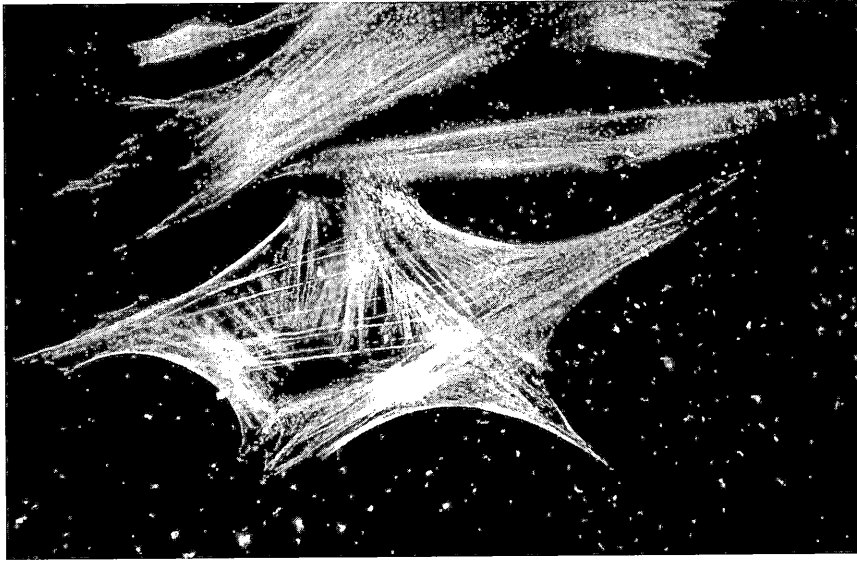


写真1 蛍光標識した抗ミオシン抗体で染色した砂囊筋培養細胞の蛍光顕微鏡像



写真2 蛍光標識した抗ホスファターゼ (130 kDa) 抗体で染色した砂囊筋培養細胞の蛍光顕微鏡像

ミオシンと比較して存在量が少ないためであろう。また写真でははっきりと見えないが、蛍光は点線状に連なり(写真2)、おそらくミオシンフィラメント上に点在しているものと考えられる。先にも述べたように、ホスファターゼはミオシン標品に必ず混在しており、ミオシンに強く結合しているので、このような局在を

示すのは妥当と思われる。残念ながら時間切れとなっ
てしまい、実験はここで終了することになった。

最後に、今回の留学で貴重な経験をすることができました。このような機会を与えて戴いた酪農学園大学に感謝の意を表します。

海外報告②

アメリカ・ケンタッキー大学を訪れて

上田 純治
北海道大学農学部

はじめに

昨年(1997)の7月1日から9月30日までの3カ月間、文部省の在外研究でケンタッキー大学を訪れる機会を得た。ケンタッキー大学の農学部には畜産に関係する分野として Animal Science と Veterinary Science の2つの学科があり、私が訪れた獣医学科は、学部学生(pre-veterinary student)と専門教育の PhD コースの学生のみを受け入れて教育・研究を行なう組織になっていた。アメリカでは獣医師になるためには4年の学部教育の後、さらに4年の獣医師養成のためのコースへ移り、合計8年の教育を受けねばならない。ケンタッキー大学の獣医学科の特色はウマを中心とした研究に重点が置かれ、その規模と陣容は世界のトップレベルにあると言っても過言ではない。私が滞在した M. H. Gluck Equine Research Center はウマに関する科学とウマ産業の発展のために、Elmendorf 牧場のオーナーである M. H. Gluck 御夫妻の醸出によって、1989年に設立された研究所である。世界各国から、疫学、免疫遺伝、感染症、寄生虫、薬理、繁殖学等の種々の分野の研究スタッフが集まり、研究と教育に従事していた。お世話になった E. Bailey 教授は免疫遺伝学が専門で、現在、国際ウマ遺伝子地図作製委員会の委員長、雑誌 Animal Genetics や Animal Biotechnology の編集委員として活躍されている。一昨年には、教授がホスト役になりケンタッキー大学において第一回のウマ遺伝子地図作製のための国際会議が開催されている。

大学のあるレキシントン市は、ケンタッキー州ではレイビル市について2番目に大きく25万人ほどが住んでいる。北海道の静内町やアイルランドの Kildare、フランスの Deauville とはウマが取り持つ縁で姉妹都市となっている。街は独立戦争当時に関拓民が入植したのが始まりで、その後、タバコのプランテーションの繁栄により発展した。また、ウマの飼育に適した風土であったことから、バージニア州からウマの改良に熱心な人達が移り住み、世界的に有名な競走馬の生産地となって現在に至っている。街の中心部には、クラシックな雰囲気が漂う街並みもある一方、大学を中心とする文教都市としての一面もあり都会の割に治安が大変良かった。滞在が短期間のため、大学での研究に

大半を過ごし、ケンタッキー州の畜産事情については、十分視察することはできなかったが、大学の様子や街の周辺の農業事情について見て感じたことを紹介したい。

ケンタッキー大学での教育と研究

ケンタッキー大学はアメリカに59ある公立の総合大学の一つであり、設立は1865年と古く、ケンタッキー州では唯一の州立の総合大学である。大学院生を含め24,000人の学生が学んでいる。周辺の協定を結んでいる14のコミュニティ・カレッジの学生を含めると68,000人の学生がいる。キャンパスは市の中心部に位置し、270 hr の広大な面積がある。16の学部と30の研究センターからなり、医学部や病院の大きな建物を除いて、殆どの学部は幾つかの建物に分かれ、多くは西洋のレンガ造りの建築様式で建てられ、大学らしい雰囲気感を漂わせていた。また、フットボールの競技場や学寮等の厚生施設は近代的建物で特に立派であった。さらに、広い面積のグリーンロットが十分に取っており、放課後や休日には芝生の上でジョギングやスポーツを楽しむグループがあちこちで見られた。通勤通学や日常生活には車が必要であり、大学内には至る所に広い駐車場のスペースが確保されていた。しかし、全ての駐車場は職員も学生も区別なく有料となっており、近くと遠くとは料金が合理的に異なっていた。面積が広いので学内には無料の循環バスと公営のトロリーバスが走り、便利であった。

滞在した農学部には12の学科があり、お世話になった獣医学科は、M. H. Gluck Equine Research Center, Equine Blood Typing and Research Laboratory と Livestock Disease Diagnostic Center の3つの組織に分かれ、ウマに関する総合的な教育と先端的研究を行っていた。学科には31名のfacultyスタッフがあり、M. H. Gluck Equine Research Center では学科長でもあるアイルランド出身の Prof. P. Timoney センター長のもと、13名の Professor が研究に従事していた。Bailey 教授の研究室ではウマの MHC 領域の遺伝的変異を DNA レベルで詳しく調べ、種間の差異や免疫機能との関連について研究を行っていた。また、遺伝子地図の作製を目的として、マイクロサテライトの遺伝変異の検出と遺伝分析を積極的に進めていた。さ

らに、毛色や機能発現遺伝子をクローニングし、染色体上への物理的マッピングを FISH 法によって行い、比較遺伝子地図の作製も試みていた。それぞれの研究について、研究上の問題点を話し合い、一部については実験も行うことができ、実験上のノウハウを教わることができた。Equine Blood Typing and Research Laboratory では 2 名の Faculty スタッフと 18 名のテクニシャンによって毎年ケンタッキー州周辺で登録されるサラブレッド、2 万 5 千頭の血液型、血清蛋白質型と DNA 型が調べられていた。この研究室の G. Cothran 教授はアメリカの野生馬の集団遺伝学的研究も行っていた。アメリカには野性馬の集団が 50 以上あり、これらの有効活用や、保存の問題について話することができた。しかし、これらの野生馬の集団は、現在、特に家畜馬との交雑化が著しく、急激な特質の変化が危惧されるなど、保存上、種々の問題が生じている実状を伺った。

ケンタッキー州の農業

その昔、ケンタッキー州はアパラチア山脈側の豊富な石炭を中心とするオハイオ川沿いの鉄工業と、肥沃な土地と恵まれた天候を利用したタバコの栽培が盛んであった。近年は、タバコの栽培は消費の減少から他の作物に転換する農家が多くなっている。現在の農業生産量は州全体でみると、肉牛、ウマ、乳牛、トウモロコシ、大豆の順の生産額であるが、州の中央部では、生産額の半分以上をウマが占めている。特に、競走馬の生産はケンタッキー州の中でもレキシントン市周辺が盛んで、数百エーカー以上の広い土地を有する 450 戸以上のウマの牧場がこの地域に集中している。これらの牧場では血統の良い繁殖馬を保有し、価格も 80 年代のバブルの頃から急上昇し、人気のあるものは破格の値段で取引されるようになり、どの牧場も立派なたたずまいをしていた。しかし、最近では、日本と同じ様に生産過剰気味で、個人経営の小さな牧場は売りに出されているところが多いと聞いた。すでに、そのような牧場では、人手のかかる馬の代わりに肉牛が放牧され、放牧地の管理も余りなされていないようで、キンソウやギンギンが生い茂って、景観を台無しにして

いるのをあちこちで見ることができた。今後、アメリカでも、競走馬の生産過剰により、価格の低下が予想され、中規模の牧場までも抵当流れになるのではないかと心配されていた。

ウマの飼育に適した気候と風土

レキシントン市は北緯 38 度に位置し、緯度的には日本の仙台あたりに相当するが、メキシコ湾からの暖かい風と大陸性の気候が影響し、訪れた時期の 7 月と 8 月は 30℃ を越える暑い日が毎日続いた。しかし、昼と夜との寒暖の差が大きく、昼の炎天下での暑さは厳しかったが、木陰や夜になると比較的涼く感じた。カルフォルニア育ちの教授は、湿度が高く蒸し暑い所だと言っていたが、日本と比べると乾燥しているように感じた。蒸し暑く感じたときは、突然、サンダーstorm がやってきて、滝のような雨が時々降った。この恵みの雨のため、晴れた日が多いにもかかわらず、放牧地は青々としていた。どの牧場でも、放牧地はウマが好む草丈に牧草を短く刈り込むことができ、よく手入れがされていた。ケンタッキー州が「Bluegrass State」と呼ばれ、このような気候がウマの飼育に適していると言われるのもなるほどと思った。また、レキシントン市が位置するケンタッキー州の中央部はケンタッキーライムストーンと呼ばれる石灰岩質の堆積岩の上にあり、雨の度に、地中からカルシウムとリンが溶出し、豊富なミネラルを含む肥沃な土地を作りだしている。ウマがこの土地に生えた草を十分に食べることで、骨の丈夫な体格の大きなウマに育つことができる。ここは競走馬の生産に適した所なのだ、とケンタッキーの人々は言っていた。

アメリカのウマ産業

アメリカにおけるウマの使用目的と飼育頭数を表 1、2 に示す。飼育目的別に見ると、アメリカ全体では、レース用よりもショウ用やレクリエーション用としての方が多く、乗馬やコンパニオンアニマルとしての目的のために多くが飼われている。日本ではウマの種類はレース用のサラブレッドが大部分であり、残りは殆どが最終的に肉用になるために飼われている。ア

表 1 アメリカにおけるウマの飼養目的と品種別頭数

品種 \ 目的	レース用	ショー用	レクリエーション用	その他	合計
サラブレッド	370,000	256,000	223,000	73,000	923,000
クォーターホース	137,000	521,000	891,000	621,000	2,169,000
その他の品種	218,000	1,196,000	1,856,000	568,000	3,839,000
合計	725,000	1,974,000	2,970,000	1,262,000	6,931,000

(The economic impact of the horse industry in the United States, The American Horse Council Foundation, 1995 の統計より引用)

表2 主な州のウマの頭数

州	目的 レース用 (サラブレッド)	ショー用	レクリエーション用	その他	合計
カルフォルニア	69,000 (50,000)	190,000	278,000	70,000	642,000
コロラド	20,000 (4,000)	50,000	57,000	68,000	194,000
フロリダ	37,000 (23,000)	167,000	54,000	41,000	299,000
アイダホ	10,000 (3,000)	20,000	46,000	44,000	120,000
イリノイ	52,000 (33,000)	66,000	85,000	17,000	219,000
ケンタッキー	67,000 (51,000)	32,000	37,000	15,000	150,000
メリーランド	17,000 (13,000)	22,000	31,000	12,000	82,000
ニューヨーク	26,000 (11,000)	39,000	54,000	26,000	146,000
オハイオ	40,000 (12,000)	66,000	68,000	17,000	192,000
オクラホマ	55,000 (14,000)	95,000	28,000	101,000	278,000
テキサス	74,000 (26,000)	127,000	180,000	296,000	678,000

(The economic impact of the horse industry in the United States, The American Horse Council Foundation, 1995 の統計より引用)

アメリカでは、ウマは食用目的で飼われることはなく(と現地の人には言っていたが、統計上はかなりの馬肉が生産され、輸出されている)、家畜として見なしていないため、USDA からの研究予算は殆ど当てにできないと教授はこぼしていた。飼育地帯はテキサス、カルフォルニア、フロリダ等が主要な所となっている。これらの地域はウマを飼うのに適しているかと言えば、必ずしもそうではなく、周年放牧が可能であり飼育に手間がかからないため、というのが主な理由だそうである。広い土地のあるアメリカであるからこそできるのではないかと思った。ケンタッキー州ではやはりサラブレッドが最も多い割合で飼われている。レキシントン市内にあるキーンランド競馬場で7月の初旬に開かれるセレクト・イヤリング・セールは世界中からウマのバイヤーが集まることでも有名である。

ウマとアメリカ人

全米には国立公園を中心に 450 以上のホース・トレールのためのコースが整備され、街の郊外には、数多くの乗馬クラブの施設が整っている。国民がウマと親しく付き合う環境が整っており、休日には、ウマ輸送専用のトレーラーを連結した車とフリーウェイで

時々すれ違った。このようなトレーラーが森の入り口などの木陰の下に幾台も停まっているのを見かけた。一緒に実験を行った Dr. Teri も実家で馬を 3 頭飼っており、珍しい河原毛のサドルホースだと言ってわざわざビデオを撮ってきて自慢げに見せてくれた。こちらも、北海道和種馬の河原毛のウマの写真を見せると、彼女は欲しそうな顔をして価格や手に入れる方法を逆に聞いてきた。好きとはいえ、子犬でも飼う感覚でウマを飼える環境を羨ましく思った。週末には、どき回りのロデオ大会が郊外で開かれて、ウマを使った庶民の娯楽になっていた。アメリカンフットボールやウマの競技へ熱中している様子を見て、これはアメリカの生活文化の一部なのだと感じた。また、街を走っている自動車に「Kentucky bred Sunday Silence」のステッカーが貼ってあるのを見た。日本に買われたサンデーサイレンスはケンタッキアンにとっても自慢できるウマなのであった。ケンタッキーの人々から、トップクラスのウマだけが日本に次々に買われていくので摩擦が生じているとの話も聞いた。将来は日本の国産馬から世界に通用する名馬を作り出してほしいものである。



写真1 M. H. Gluck Equine Research Center



写真2 広大なケンタッキー大学のキャンパス

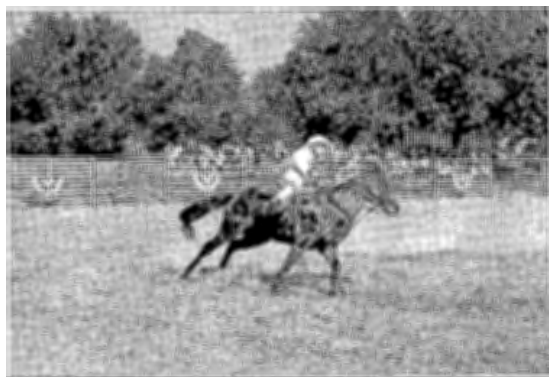


写真3 庶民の娯楽，ロデオ大会



写真4 ウマの道の道路標識

おわりに

昨年度、全米売り上げ台数第一位の車がトヨタ・カムリというニュースを年明け早々聞いた。そのカムリとアバロンを生産している工場が、レキシントンから車で15分ほどの隣町、ジョージタウンにある。プラントは牧場地帯の真ん中に建っていた。レキシントン市の人々は、おかげで、この辺の人口の増加の一因になっていると話していた。しかし、フリーウェイからトヨタの工場が美しい牧場地帯に突如として林立しているのを見て色々考えさせられるのは農業関係者としての妬みかもしれない。アメリカでは日本製の自動車、電気製品は日本より高いけれどもよく売れている。それに比べて、農産物（勿論、ウマの価格、種付け料や預託料などは日本の半額以下）、食料品、日用品、実験室の器具、消耗品などは日本よりかなり安く買える。こ

の差はいったい何なのであろうか、と買い物をする度に感じた。貿易黒字大国となっている日本の為替レートのせいなのか、流通制度なのか、町中に溢れる日本製自動車を見て、単純に農産物価格を比較することはできないのではないかと思った。最後に、アメリカ南部にはサザン・ホスピタリティと言う言葉がある。大抵どこへいっても、笑顔で温かく迎えられ、大変親切であった。深夜早朝の到着と出発にもかかわらず、空港まで送迎して下さった教授御夫妻を始め、研究所の皆さんにも滞在中大変お世話になった。おかげで、3カ月間の短い期間であったが、多くの貴重な体験をし、時間を有意義に過ごすことができた。あっという間に、機中の人となってしまったが、美しい牧場の風景とキーンランド競馬場を眼下に眺めながら、ウマと共に暮らす人々の幸せを願い、朝靄のブルーグラス空港を後にした。

シンポジウム報告

第1回「家畜育種・遺伝セミナー」

田村 千秋

北海道立中央農業試験場

はじめに

第1回家畜育種・遺伝セミナー「北海道における家畜DNA育種技術の展開」が、十勝管内新得町のトムラ登山学校レイク・インを会場に開催された。主催は、北海道立新得畜産試験場、北海道農業研究推進会議畜産・草地部会および農業低温科学研究会畜産部会である。セミナーは、3人の講演者からの基調講演、7人の発表者からの研究紹介、さらに参加者を交えての総合討論によって構成された。参加者は、道内の畜産関係の試験研究機関、大学、関係団体を中心に、本州の研究機関・団体からの参加者を含めて、60名を超える人数となった。このため、主催者が用意した会場は狭いくらいとなる盛会であった。

基調講演

伊藤（北農試畜産部）の座長のもとに、最初は杉本喜憲（動物遺伝研）が「和牛肉質のQTL解析」との題名で講演を行った。内容は、急速に進められてきたDNA連鎖解析の原理と概念、ウシゲノム連鎖地図などの解説、家畜改良事業団や道県が共同で行っているDNA育種事業を含め実際のマーカーアシスト選抜の現状を示したものであった。連鎖解析については、演者らがベルギーの研究者と共同開発した解析プログラム「エッセイ」を用い、黒毛和種の一増体重やBMSなどの形質のDNA型判定に応用した解析結果を報告した。黒毛和種では優れた遺伝的能力を持つ特定の種雄牛へ人気が集まるため近交度が上昇し劣性遺伝病が発生する場合がある。この不良因子のキャリアの有無をDNAから判定する手法の開発を、特定の疾病についてゲノムの3個所に絞り近位置のDNAマーカーのスクリーニングなどによって進めていることを報告した。さらに、DNAマーカーについて、基礎牛群の型判定とその結果に基づく計画交配を行い、作成した受精卵のDNAマーカーの型判定後移植する。検定用子牛や直接検定後の後代検定候補牛の選抜にもDNA型判定を行い、これらの試験を重ねてDNAマーカーの評価を行うなど、マーカーアシスト選抜の実用化に向けたプロセスを示した。

次いで安江博（農水省畜試）が「ブタマーカー地図作成と関連遺伝子のマッピング」と題して、我が国に



写真1 基調講演に聞き入るセミナー参加者

におけるブタゲノム解析の進捗状況と、97年2月に開催されたヨーロッパブタゲノム会議での情報などから諸外国でのブタゲノム解析の進捗状況を報告した。そのうちタイプ1型マーカーについて、肝臓で発現している遺伝子のcDNAライブラリーの作成、1,000個以上のクローンについての塩基配列の決定、遺伝子の検索と染色体上の位置の決定等の取り組みを紹介した。また、脂質代謝と関連した15個の遺伝子のクローニングも進めているという。タイプ2型マーカーについても、ヨーロッパのPiGMaPプロジェクトと共同でマーカーの検索を進めており、73のマーカーを単離して21個のマーカーは解析が終了している。蛍光in situ ハイブリダイゼーションを用いた遺伝子およびマーカー配列の位置解析については、27個の遺伝子および12個の連鎖マーカーについて位置を特定した。資源家系の構築については、94年から全国の関係機関が共同で始め、250マーカーを用いているが、畜試の試験的な解析で、推骨数、乳頭数（右側）を支配する領域が第1、第6染色体上にあることが判明してきているという。

最後に、富樫研治（北農試畜産部）は、「QTL検出とDNAマーカー育種」との題名で講演を行った。マーカー対立遺伝子が2の場合のQTLの推定遺伝子型を示すとともにドーターデザインに基づくQTL検出の統計的方法の概要を示した。QTLの片側のみマーカーがあるシングルマーカーと両側にあるフランキングマーカーによるQTLの優れた遺伝子Qを選ぶ確率を比較してみると、フランキングマーカーの方が2重交叉なしの場合100%の確率でQを選ぶことができること、交叉がある場合も一定の確率でQを選ぶ



写真2 講師を交じての総合討論

ことから、シングルマーカー選抜法より優れていることを報告した。次いで、マーカーによる選抜モデルとして、乳牛における DNA マーカー育種の例を示した。QTL とマーカー遺伝子がヘテロであるグランドサイアーを交配して生産した娘牛について泌乳開始後、マーカーと QTL の解析を行う。ここで得た情報はグランドオフスプリングの選抜に生かされ、従来の乳量、乳質などの育種価等の情報に加え、新たに DNA マーカーの情報を加えることができるため、より選抜の正確度を高めることが可能となる。また、QTL をはさむマーカー間距離、置換効果、マーカー対立遺伝子数に対して、種雄牛の家系サイズが 39 頭の場合、対立遺伝子を多くもっていればいほど、QTL の検出精度が高まることを示した。

研究紹介

田村（道立中央農試）座長のもとで、道内の大学、研究機関における研究紹介として、7 人から発表が行われた。まず、佐々木整輝（北大・農）が、反復配列を用いた家畜の染色体の同定について発表した。ブタの反復配列 pM/F-1258 をもとに作成したプローブを用いて FISH 法を行い第 13～18 番染色体のセントロメアにのみシグナルを観察した。さらに、PRINS 法を用いた反復配列領域のシグナル検出について、実験で対象とした雄特異的反復配列 DNA はコピー数が多いため安定した検出が可能であることを示唆した。

内藤学（滝川畜試）は、豚の増体・強健性に関する DNA 選抜技術について発表した。農水省畜試が中心となり 8 道県の畜試で共同してとりくんでいるプロジェクト研究のうち、主に滝川畜試での調査内容を紹介した。雌系は梅山豚とし、雄系はランドレースおよび大ヨークシャーとして F1 および F2 世代を生産し、各県共通の枝肉形質、筋肉・脂肪の特性などの他、主に増体重と肢蹄の強健性を測定し、DNA マーカーの位置を明らかにする計画である。調査形質のうち、ロース芯面積や背脂肪厚は F2 世代で変異も大きいことから連鎖解析も可能と推測されるところであり、成果が期待される。一方肢蹄の強健性等では測定方法

の確立等の問題もあり解析についてはもう少し時間がかかるとのことである。

陰山聡一（新得畜試）は、PCR 法による牛胚の性別について報告した。増幅される DNA バンドの数が雄で 2 本、雌で 1 本となる 1 組のプライマーを設計した。このプライマーは 1 組で、雌雄判別とサンプリングチェックに用いることができ、特許認可を受けている。また、道家畜改良事業団と共同で、農家の庭先まで出かけ、採卵、性別判別、移植を一貫して行う野外性別判別試験についても紹介した。現在府県の試験機関と共同で、サンプル採取の際にダメージを受けた胚の凍結保存法を確立し判別胚（凍結）の受胎率向上に取り組んでおり、この結果も注目される。

渡辺智正（北大・獣）は、マウスおよびウシの細菌感染抵抗性遺伝子（Nramp）について発表した。マウスの抵抗性系統と感受性系統を用いた感染実験の結果抵抗性マウスは感受性より NO 産生量が著しく多く、その差は iNOS の発現量と一致していた。Nramp の mRNA は、抵抗性、感受性に関係なく恒常的に発現し、Nramp コンジェニックマウスを作成しても同様であったことから、NO 産生量は単一の遺伝子によること、感受性マウスの Nramp は機能欠損タンパクと考えられることを報告した。さらに、ウシを対象にマウスの抵抗性、感受性を決定する第 4 膜貫通部位に相同する塩基配列を数品種について調べ、マウスやヒトなどと比較検討している。

川本哲（新得畜試）は、同場で行ってきた小型ピロプラズマ病研究について報告した。放牧前の舎飼時期にタイレリア感染血液を接種し感染耐過後放牧する方法については、ストレスによる再発症やワクチン接種牛がキャリアとなるため牧野汚染などの問題点がある。このため同場では小沼らのグループとともに、不活化ワクチンの開発を試みている。牛に感染防御能を誘導するピロプラズマ由来の抗原決定基を探索し、遺伝子組み換え技術などを用いてワクチン候補物質を生産、このワクチンについて一定の効果を確認したが、実用化にはなお検討が必要であると報告した。同場の過去 15 年間の診療データや原虫寄生率などから、本病の抵抗性には差異があり、今後は遺伝的抵抗性についても重視するという。

最後に藤川朗（新得畜試）が、小型ピロプラズマ病抵抗性遺伝子マッピングのためのファミリー造成について発表した。同場の調査から、小型ピロプラズマ病に対しては黒毛和種の抵抗性が高く、ヘレフォードの抵抗性が低いことが判明している。そこで同病の抵抗性遺伝子のマッピングのため両品種によるリファレンスファミリーの造成に着手した。現在、黒毛和種とヘレフォードの F1、F2、バッククロスによる交雑子牛の生産、さらには抗病性検定のための予備試験、F1 雄牛と両親のマイクロサテライト遺伝子型判定などを計

画し、それぞれ造成あるいは調査を進めている。F1雄牛と両親の遺伝子型判定については、約130個のマーカでF1の遺伝子型がヘテロで親世代からの対立遺伝子を判定することができ、さらにF1雌牛15頭について両親とともにマイクロサテライトの遺伝子型を判定中という。牛におけるリファレンスファミリーの造成例は数少なく、成果が目される。

総合討論

基調講演と研究紹介を終えた後に、峰沢満（農水省畜試）座長のもとで総合討論が進められた。まず従来から取り組まれている統計的育種法とDNAマーカを利用した育種法との関係やDNAマーカ育種法の問題点などが論点となった。富樫は、乳牛の改良経過を見るとアニマルモデルに基づく育種により乳量で年当り120Kg程の改良成果が図られており、DNA育種でこれを上まわる成果を達成することは難しいと思われるが、ポリジーンを想定した育種法をDNA育種でどのように補強するかという視点が必要であることを指摘した。安江はDNAマーカ育種がアニマルモデルで育種可能な形質以外にも例えば遺伝病を起こす不良因子の除去など応用範囲は広いことを述べた。杉本は、マーカの信頼性などの課題はあるが、特に年数

のかかる牛の検定の効率化にDNAマーカの利用は重要であり、受精卵の段階からどれだけDNAが調べられるかポイントになると指摘した。次に、育種技術を応用している民間企業や団体の参加者から、今後のDNAマーカの利用について発言があった。三宅（シムコ）は、現段階では一般企業として直ちにDNAマーカを利用するのは難しいが、今後の課題としては、大腸菌やマイコなど疾病対策や種豚場でのヘルニア防止や乳頭数の改良に応用してみたいと述べた。また、清水（家畜改良事業団）は、DNAマーカを可能な部分から応用したいとし、当面は親子判定、将来はムレ肉防止など生産面でも開発された技術を利用したいと述べた。

おわりに

本文中においては敬称を省略させていただいた。先端の研究内容を含むセミナーであったが参加者が多く、ゲノム研究や新しい技術を活用して一層の家畜育種を進めようとする関係者の熱意が感じられて幸いであった。次回のセミナーでは、各機関での研究が着実に進展し、具体的な成果の報告とそれを基にした論議が活発に展開されることを期待したい。

第 53 回 北海道畜産学会大会 一般講演一覧
(A : A 会場, B : B 会場)

飼 料

- A-01 輸入アルファルファ乾草と北海道で生産されたアルファルファサイレージの飼料特性
名久井忠¹・野中和久¹・大下友子¹・○古川研治²・柴田浩之²・眞鍋就人²・高橋敏² (¹北農試・²十勝農協連)
- A-02 粗飼料分析サービスにおける近赤外分析値の場所間誤差の現状と要因解析
○出口健三郎¹・道見信征²・前塚研二²・島部博則³・宿野部猛⁴・大西康人⁵・沓岐修一⁶・水野和彦⁷・名久井忠⁷ (¹新得畜試・²十勝農協連・³ホクレン組合飼料・⁴オホーツク農業科学研究センター・⁵浜中町農協・⁶雪印種苗・⁷北農試)
- A-03 粗飼料分析サービスにおける構造化炭水化物の分析方法の統一
○出口健三郎¹・道見信征²・前塚研二²・島部博則³・宿野部猛⁴・大西康人⁵・沓岐修一⁶・水野和彦⁷・名久井忠⁷ (¹新得畜試・²十勝農協連・³ホクレン組合飼料・⁴オホーツク農業科学研究センター・⁵浜中町農協・⁶雪印種苗・⁷北農試)
- A-04 ドリル式コアサンプルによるロールペールの簡易重量推定
○野中和久・名久井忠・大下友子 (北農試)
- A-05 乾燥調整した豆腐粕の肉用牛用飼料としての評価
○日高 智・大和田恵・松長延吉・左 久 (帯畜大)
- A-06 中鎖脂肪酸の飼料添加が肥育後期豚の発育と枝肉形質および体脂肪性状に及ぼす影響
○小泉 徹・山田 渥・梶野清二・内藤 学・山崎 昶・澤口則昭* (滝川畜試・*ホクレン)
- A-07 ホタテガイ副産物を配合した飼料給与による鶏ひなの増体重
○蒔田秀夫・山川政明・森寄七徳* (滝川畜試・*現 根釧農試)

飼料・草地

- A-08 泌乳牛の自給粗飼料多給下における単位土地面積当りの代謝エネルギー利用量——夏期放牧成績からの検討——
○中辻浩喜・近藤誠司・大久保正彦 (北大農)
- A-09 泌乳牛に対する濃厚飼料の給与量ならびに放牧圧の違いがイタリアンライグラスおよびライムギの再生速度に及ぼす影響
○花田正明・B.Macoon*・L.E. Sollenberger* (帯畜大・*Univ. of Florida)
- A-10 粗飼料主体飼養下の給与飼料の炭水化物組成と乳生産の関連
○時田光明・中辻浩喜・近藤誠司・大久保正彦 (北大農)

栄 養

- A-11 精製馬鈴薯澱粉添加による乳牛の尿中窒素排泄量低減効果の発現機構
○大谷文博・田鎖直澄・上野孝志 (北農試)
- A-12 泌乳牛の給与飼料における乾物と NDF の摂取量・排泄量および消化率の関係
○石栗敏機 (新得畜試)
- A-13 乳牛の泌乳前期における乳および血漿中ミネラル含量に及ぼす産次の影響
○久米新一¹・山本英治¹・工藤徹郎²・トト トハルマツト³・野中最子⁴ (¹北農試・²鯉淵学園・³ボゴール農科大・⁴畜試)

飼 養

- A-14 エゾシカ (*Cervus nippon yezoensis*) における乾草の乾物摂取量の季節変化
○相馬幸作・増子孝義・小林雄一・石島芳郎 (東京農大・生産)
- A-15 分娩 120 日後に離乳したサフォーク種母羊の乾乳過程における体重と乳汁量
○出岡謙太郎・斉藤利朗 (滝川畜試)
- A-16 バイオベッド豚舎における SPF 子豚の馴致肥育試験
○山崎 昶¹・及川 学²・梶野清二¹・小泉 徹¹・仙名 浩¹・山田 渥¹・米道祐
弥¹・岩瀬俊雄³ (¹滝川畜試・²新得畜試・³ホクレン)
-

管 理

- B-01 「トンネル換気」乳牛舎の舎内環境
○高橋圭二 (根釧農試)
- B-02 時系列解析による日乳量変動に対する暑熱環境の影響評価
○上野孝志・田鎖直澄・大谷文博 (北農試)
- B-03 フリーストール牛舎における搾乳牛の牛群行動
○党腰 顕 (根釧農試)
- B-04 黒毛和種母子牛群による薩摩ゲイトの利用について
○寒河江洋一郎・杉本昌仁 (新得畜試)
- B-05 異なる色彩の牛衣を装着した放牧牛へ飛来する双翅目昆虫数と牛の身繕い行動
○近藤誠司・佐々木均*・田辺堅太郎*・市本愛子*・河合正人・清水 弘・大久保
正彦 (北大農・*酪農大)
- B-06 馬の群飼育における濃厚飼料の給与法についての検討
○山下和哉・古村圭子・日高 智・柏村文郎 (帯畜大)
- B-07 豚糞堆肥を敷料に用いた場合の豚糞の悪臭成分発生と堆肥化の程度
○阿部英則・渡辺 敢・本郷泰久 (滝川畜試)
-

畜産物利用

- B-08 舎飼および放牧仕上げがラムの屠体枝肉構成に及ぼす影響
○戸刈哲郎・斉藤利朗 (滝川畜試)
- B-09 異なる保存形態による牛肉熟成中の遊離アミノ酸量およびペプチドについて
○岡本 啓・関川三男・三上正幸 (帯畜大)
- B-10 骨の発達に伴う細胞外マトリックスの変化
○中村富美男・森 休広・海津幸子・浪崎晋二・福永重治* (北大農・*サンギ北
海道研究所)
-

繁殖・育種

- B-11 融解温度および融解後の低温感作がウシ凍結精子の運動能に及ぼす影響
○小山久一・渡辺展子・平尾和義 (酪農大)
- B-12 ホルスタイン種育成牛の下垂体機能に与える季節の影響
○角川博哉・松本和典*・山田 豊・仮屋堯由* (北農試・*現 畜試)
- B-13 ブタ卵子の体外成熟に及ぼすギャップジャンクション阻害剤の影響
○天野朋子・Lerma C. Ocampo・森 匡・清水 弘 (北大農)
- B-14 雌雄多型を示すゲノム DNA 断片から作製したプライマーによる牛胚の性判別
○陰山聡一・山本裕介・南橋 昭・森安 悟・澤井 健・芦野正城・北野則泰 (新
得畜試)
- B-15 k-casein と BLAD の遺伝子型判定のための PCR RFLP 法の検討
○山本直幸・佐々木修・富樫研治 (北農試)
- B-16 細胞注入法によるキメラニワトリ作出の検討
○寺井明喜子・市川 舜・森津康喜 (酪農大)
-

閉会集会報告

飼 料

新得畜産試験場 宮 崎 元

「飼料」分野ではA-01～07まで7つの課題が発表された。

A-01 この研究では輸入アルファルファ乾草と道内で生産されたアルファルファサイレージの成分変動と栄養価を検討した。輸入アルファルファ乾草の成分の平均値は葉部割合が49%、緑度52%、CP含量19%等であったが、そのバラツキは非常に大きかった。一方、北海道産アルファルファサイレージでは乾物含量が59～65%、CP14～18%、NDF50～55%と成分の変動が小さかった。道産アルファルファサイレージ（生育期、結蓄期）の成分消化率は輸入アルファルファ乾草より高く、TDN含量が64～65%であった。また開花1/10期のTDN含量は約60%であり、輸入乾草とほぼ同様の値であったと報告している。これらの成績から、演者らは道内で安定的にアルファルファを栽培、利用する技術の検討が必要であるとしている。

A-02～03 この研究では道内の粗飼料分析サービスは近赤外分析計を使用して行っているが、分析場所差があり信頼性が問題になっており、分析値の場所誤差をなくするため、誤差の現状把握および誤差要因について解析した。演者らは牧草サイレージをサンプルとした場合の分析値の場所誤差は検量線の推定誤差ばかりでなく、検量線作成のための化学分析値（特にOCWとOb）によることを明らかにした。この検量線作成における誤差要因の一つはOCW分析時におけるアミラーゼ処理の有無と処理方法が統一されていない事である。そこで、既知サンプルを用いOCWとObの定量を行い、アミラーゼ処理を行うことでより汎用性の高い値が得られ、これを統一方式に採用するとしている。今回は大きな誤差要因について報告されたが、今後もより精度を向上させるための検討が待たれる。

A-04 この研究ではロールペールサイレージの重量把握のため、ドリル式コアサンプルを利用した方法について検討した。演者らはコアサンプルから採取したサンプルとペール全体の乾物重量および乾物密度、サンプル重量とペールの現物重量間に一定の関係が認められず、推定できないことを明らかにした。だが、サンプルとペールの現物密度間には有意な相関が認められ、回帰式から未知のロールに良く適合し、重量を

予測する事が可能であるとしている。質疑としてはサンプリング後の二次発酵の有無、同一圃場でのサンプリング数、サンプル密度と現物密度の誤差等があったが、ユニークな検討でもあり今後の検討が期待される。なお、講演要旨の修正が大きい場合は事前に修正版の配付をお願いしたい。

A-05 本研究は、乾物当たり栄養価が高いが水分が高く変質しやすい豆腐粕について、肉牛育成飼料としての利用性について検討した。演者らは豆腐粕とふすまを混合し、飼料の流通性を図るため乾燥調製した。その結果水分含量が10%以下となり保存性が大きく改善された。そこで、ホルスタイン去勢雄（9カ月齢）を用いた飼養試験では、日増体量およびTDN摂取量に差がなかったが、窒素摂取量および窒素蓄積量は大豆粕が高かった。また、第一胃内投入後のDMとCPの消失率は豆腐粕飼料が大豆粕より有意に低い値を示していたが、タンパク質飼料として肉用牛の育成期に十分利用できることを報告している。豆腐粕飼料において蛋白質の利用性が低下したのは乾燥工程による影響かとの質問に対し、豆腐を製造時の変性と考えるとしている。豆腐粕の利用については多くの報告があるが、流通を考慮した乾燥化においてはコストが最大の問題となるため、利用性ばかりでなくコスト面での検討が期待される。

A-06 中鎖脂肪酸は体内の吸収が速やかであり、早期に体内で分解されエネルギー源となり、また蓄積脂肪の飽和脂肪酸含量を増加させると言われる油脂である。そこで、演者らは肥育豚の後期における中鎖脂肪酸の利用性について検討した。その結果、油脂添加（中鎖脂肪酸および大豆油）割合の増加に伴い、日増体量が高まり、飼料要求率が低下し、背脂肪厚が厚くなる傾向が認められた。脂肪の品質を現すL値（明度）と融点は、大豆油では低下したが、中鎖脂肪酸では高くなる傾向が認められた。この結果から、蓄積脂肪の品質向上のためには添加量として4%程度が必要で、コスト面が解消されれば即利用できる成果であるとしている。今後の研究としては、油脂の種類により蓄積脂肪の品質が大きく異なった理由について詳細な検討が望まれる。

A-07 道内の栽培漁業の中心はホタテ養殖であるが、副産物の処理（重金属の含有および悪臭の発生）が大きな問題となっている。そこで、副産物の重金属を処理し、処理物の飼料化について一連の検討がなさ

れている。本報告では、電気分解処理した処理軟体物（粗タンパク質含量 60%）を用い、給与飼料中 3.6%、8.5%および 20%を配合した飼料で、鶏雛の孵化後 8 日齢から 16 日齢までの飼養試験を実施した。その結果、日飼料摂取量、日増体量、飼料要求率および健康状態に差が認められないことから、動物質飼料として利用可能であると判断している。今後の研究の進展が期待される。

飼料・草地・栄養

帯広畜産大学 花 田 正 明

A-08 演者らは牛乳生産における土地生産性を評価するため、単位土地面積当たりの代謝エネルギー利用量を指標としている。この発表では放牧飼養されている泌乳牛群を対象に、放牧地、採草地、飼料畑における単位土地面積当たりの代謝エネルギー利用量と乳生産量を比較し、採草地に比べて放牧地のほうが単位土地面積当たりの代謝エネルギー利用量が多かったと報告している。今回の結果は北海道大学附属農場における一例ではあるが、土地基盤に立脚した牛乳生産の必要性が再認識されている現在、土地生産性を評価する意義は大きい。今後は土地生産性の評価に基づき有効的な土地の利用方法を示唆できるような研究に発展することを期待したい。

A-09 この発表は泌乳牛を放牧飼養し、放牧圧ならびに濃厚飼料の給与量がイタリアンライグラスとライムギの再生速度に及ぼす影響について検討した。その結果、放牧圧の増加に伴い放牧後の草丈は短くなり、その後の再生速度も低下することが示された。この発表でも示されたように放牧後の草丈と再生速度の関係は草種によって異なり、ペレニアルライグラスでは多くの知見があるものの北海道の放牧草地で栽培されているオーチャードグラス、チモシーやメドウフェスクなどについての情報は少なく、今後の研究が望まれる。

A-10 粗飼料源をコーンサイレージ主体、放牧地草とコーンサイレージ主体および放牧地草とグラスサイレージを主体として飼養された泌乳牛を用いて、延べ 183 例のエネルギー出納試験を実施し、飼料中の NDF および非構造性炭水化物含量と乳生産との関係を検討した。粗飼料構成の違いに関わらず飼料中の NDF に対する非構造性炭水化物含量の割合が高まるに従い FCM 量は増加した。しかし、放牧地草とグラスサイレージを粗飼料源とした牛群では乾物摂取量やエネルギー粗効率が低くなる傾向を示し、その原因に興味注がれた。泌乳牛を用いた出納試験は飼養標準の作成上必要であるにもかかわらず試験例は少なく、本研究のような出納試験の結果は貴重であり、今後のデータの活用が期待される。

A-11 演者らは乳牛の飼料へ馬鈴薯デンプンを添

加することにより尿への窒素排泄量が減少し、環境への負荷の抑制に有効であることを示してきた。今回の発表ではその実験の際に採取した反芻胃内容液、血液、尿および乳中に含まれる種々の代謝産物、酵素、ホルモン等を測定し、効果の発現機序を検討した。馬鈴薯デンプンの添加による尿中への窒素排泄量の抑制効果は、反芻胃からのアンモニア吸収量の減少とプロピオン酸生成量の増加による糖原性アミノ酸の異化作用の抑制によるものと推察している。この実験は飼料中の濃厚飼料割合が高い条件下で行われたものであり、今後は、粗飼料割合を高めた場合における窒素の利用性の向上へと研究が発展することを期待したい。

A-12 これまでに演者は自由採食条件下におけるめん羊の摂取量と排泄量、摂取可消化量および消化率との関係について検討し、摂取量と排泄量および摂取可消化量との間には直線的関係が、摂取量と消化率との間には反比例の関係があることを示してきた。今回の報告では、Journal of Dairy Science に発表された既往のデータを用いてこれらの関係が泌乳牛でも当てはまるかどうかについて検討した。その結果、混合飼料を給与されている泌乳牛でもめん羊と同じ関係が成り立つことを示唆した。自由採食量が物理的要因によって制限されている場合はここで示されたような関係が成り立つが、生理的要因によって自由採食量が制限されている場合にも果たして同様の関係式が成り立つであろうか。今後、家畜の生産レベルを加味して摂取量と排泄量、摂取可消化量および消化率との関係について検討されることを期待したい。

A-13 牛乳中のミネラル含量の変動要因や制御技術に関する知見を得るために、演者らは栄養状態が不安定になりやすい泌乳前期において乳および血漿中のミネラル含量に対する産次の影響について検討した。初乳では Ca, Zn, Mg などのミネラル含量は経産牛に比べ初産牛で高い値を示したが、その後の乳中のミネラル含量には産次の影響は認められなかった。これに対して血漿中の Ca を除くミネラル含量は経産牛に比べ初産牛で低い値を示した。これらのことから初産牛の泌乳前期ではミネラルバランスの不均衡が危惧され、この時期の栄養管理の重要性を指摘した。

飼 養

北海道大学農学部 中 辻 浩 喜

飼養分野について、演題番号 A-14 から 16 までの 3 題を担当した。以下に、それら発表の概要について報告する。

A-14 相馬ら（東京農大・生産）のグループは、シカの飼育に関する一連の研究を行ってきており、今回はエゾシカの飼料採食量の季節変化について調査した。その結果、これまで報告されたニホンジカでの傾

向と同様に、乾草の採食量は、春期から増加して夏期で最大（体重の約3%）となったが、秋期には低下し、冬季で最低（体重の1.6%）となり、最高最低には1.9倍もの差があった。また、雄にくらべ雌のほうが秋期で採食量減少が少ないことが認められた。質疑は、採食量が減少した要因は何と考えられるか？ に集中したが、ホルモンバランス等、生理的な観点から採食量変動の機序について今後検討する予定であるとの応答があった。

A-15 出岡ら（滝川畜試）による、子羊を離乳したあとのサフォーク種母羊の乾乳過程における体重と乳汁量の推移について検討した報告であった。分娩120日後の乾乳開始（離乳）以後、母羊の体重および乳汁量は徐々に減少した。また、これら乾乳経過は、単子および双子に授乳した母羊とも同様であった。乳汁量は、乾乳開始後14日目で0.1 kg以下となったことから、演者らは、授乳子羊数に関わらず、乾乳終了時期は、乾乳開始から約2週間後であると結論した。それに対して、単子に授乳した母羊では、乾乳開始後8日目に乳汁量がすでに0.1 kg程度まで減少していることから、データの解釈として、単子授乳母羊の乾乳終了時期は乾乳開始から約1週間後と考えてよいのではないかと質問があった。今後、実際の飼養現場での乳上げ（乾乳）終了時期をどのあたりに設定すべきかについては、データの蓄積と考え方の整理が必要であろう。

A-16 山崎ら（滝川畜試など）による、バイオベット豚舎でのSPF豚の肥育の可能性について検討した報告であった。日増体量、飼料要求率は、投薬による馴致処理の有無に関わらずほぼ同様であった。また、官能テストでは、舎飼豚にくらべバイオベット豚のほうが好ましいとする者が多かった。このような結果から、演者らは、バイオベット豚舎でのSPF豚の肥育は可能であると結論した。しかし、無菌的な豚を、そもそもなぜ細菌が多数存在する発酵床に導入するのか、また、疾病の発生状況について詳細なデータが示されていないことから、疾病に対する問題は無いのかなどの質問があった。疾病の発生状況については非常に重要な問題であり、今後さらに詳細に検討する必要がある。

以上が、発表に対する個別の報告であるが、終わりに飼養分野全体を通しての感想を述べてまとめとする。飼養分野として分類された演題数は3題と少なく、また動物種としては、シカ、めん羊、豚であり、牛に関する発表はなかった。8月末に日畜学会が開催されたことや他分野（栄養、飼料、草地）での発表になったこともあるが、特に北海道農業の重要な位置を占める牛乳生産、牛肉生産に関する発表がなかったのは残念であった。今後ますます、北海道畜産学会が、学生・院生を含めた若い研究者達の積極的な参加のもとに、

日頃の成果を発表しあう場になればと思う。

管 理

酪農学園大学 森 田 茂・
北海道農業試験場 植 竹 勝 治

第53回大会の管理分野の発表は7題あり、B 01～B 04の4題は森田（酪農学園）が座長を担当し、B 05～B 07の3題は植竹（北農試）が担当した。以下に、各演題について報告する。

B-01の研究は、畜舎の換気による暑熱対策として、最近注目を集めている強制換気方式の一つである「トンネル換気」乳牛舎の実例について、実際の計測に基づき検討した実証的な研究である。本実験の結果から、トンネル換気を行う場合、所定場所以外からの入気により部分的に舎内換気が阻害される点などの、この方式の利用に際しての指針を提示していた。このことはトンネル換気システムにおいて十分な密閉構造が必要なことを示している。この点について、冬季間の換気方法について若干疑問な点があり、今後この点からも実証的な研究が期待される。

B-02の研究は、北海道における暑熱対策の問題を解決するための基礎的なデータを得るため、時系列解析の手法を用いて、乳量と温熱環境の指標であるTHIの関係を検討したものである。日乳量の変動が、最高気温時のTHIより最低気温時のTHIに強く影響されること、ならびにTHIの変動の2～3日後に乳量に大きく影響することが示された。2～3日のタイムラグのあることへの生理学的説明についての質問がなされ、この点については今後更に検討されとのことであった。また、用いた指標あるいは解析結果の解釈について若干の質問・指摘もなされた。これらの点を考慮し、さらに研究が進展することを期待する。

B-03の研究は、牛による施設利用の快適性や群分けなどの飼養管理技術の評価のため、実際の酪農家で行われた研究である。施設や飼養管理技術の評価を、飼養されている家畜に直接聞いてみるという方法は、重要であるということは明らかなことである。一方で、酪農現場における調査をもとにした解析では、データの解釈を行う上で困難となることもある。その点についての参考的な意見として、本調査のような場合に、群分けに伴う牛群の構造上の問題と施設による群行動への影響という2つのポイントから解析を行ってはどうかとの示唆がなされた。もちろん、この種の研究は、成果の応用的意味を考えればきわめて重要であり、今後より一層のデータの蓄積と解析の進展を期待する。

B-04は、公共牧場での母子肉牛群の管理に、鹿児島大学付属牧場で考案された母子分離ゲート（薩摩ゲート）を利用するための実証的研究である。結果としては、公共牧場への利用は、いくつかの点で困難さ

があることが示された。本実験は実証的な研究であるが、本実験の解釈には、飼育場所をホームレンジとして認識するという点、あるいは母子関係の成立の点などの問題が含まれる。演者は、本ゲート利用の成功例と失敗例をこの点からも考察し、成否を決定する鍵としてこの2点の重要性を指摘した。今後、同様な研究を行う場合には、この指摘について十分考慮する必要がある。

B-05 は、家畜害虫に対する牛衣の効果について、被害動物である牛の行動面からの解析に加え、加害動物である昆虫の行動特性面からのアプローチを試みた、今後の展開が楽しみな課題である。飛来する双翅目昆虫が色彩に対して特異的に反応する可能性が示されていたが、「色彩ではなく明度に昆虫が反応している可能性」について質問がよせられた。これに対し、昆虫を捕獲するトラップでの実験より、明度ではなく彩度が関連していることが裏付けられているとの回答があった。さらに、彩度に関連した表面温度についても回答で解説された。ただし、今回の実験では牛体表面の温度について何らの測定も行っておらず、今後ぜひ測定されることを期待したい。

B-06 は、馬の群飼育下における濃厚飼料の給与法の改善方策についての示唆的な課題である。発表後の質問としては、「優劣順位の推定法」および「品種、ボディサイズの異なる馬群を使っているが、乾草の採食行動などにおいて、サブグループ化など行動の分離は見られなかったか」といったものがあつた。これに対する回答として、優劣順位は群全頭による飼槽優先法によって順位を決めた。ならびに順位の上下によって、乾草の採食時間がずれるといった時間差は見られなかったことが示された。このような研究の積み重ねにより、演者らの目的である馬を手軽に管理する方法が確立されることを期待する。

B-07 は、モミガラに豚糞を等容混合した敷料の使用が、豚糞からの悪臭成分の発生の抑制に効果があるかどうかを、各臭気成分の変化に着目し、詳細に検討した実際の課題である。発表後、低級脂肪酸のうち酢酸の発生についての質問が寄せられ、それに対して有害発生ガスの対象外なので、本試験では測定していないとの回答があつた。また、戻し堆肥の腐熟度、および使用したモミガラは腐熟化したものか、それとも新鮮なものかとの質問が会場よりあり、戻し堆肥の腐熟のために一冬発熱して、その間に3回切り返しを行っており、雨も降ったが、水分は60~70%で、完熟に近い。および使用モミガラは新鮮なものを使用したとの回答があつた。

以上で、1997年度北海道畜産学会B 01~B 07までの座長報告としたい。様々な分野から興味ある発表がなされ、質疑応答を通して結果のより深い理解および新たな問題点の発見がなされた。やはり、実験手法

や実験データの解析は、学会において発表することにより、高められることを実感した。なお、座長を担当した講演に限らず、今回の発表時間である10分を越える演題も見受けられた。円滑な発表会の運営ならびに活発な討論のために、発表に際しては、第一に発表時間の厳守をお願いしたい。

畜産物利用

北海道大学農学部 西 邑 隆 徳

B-08 ラム肉は北海道特産食肉としての位置付けがあり、その生産量は近年減少傾向にあるものの、国産ラム肉の生産基地として北海道は重要である。本研究はラム肉生産方式を生産されたラム肉の品質から検討した研究で、放牧のみで仕上げたラムの枝肉特性を濃厚飼料多給型の舎飼方式で仕上げたものと比較し、放牧方式でも舎飼方式とほぼ同程度の品質を持つ枝肉を生産できることを実証した。しかし、放牧方式の枝肉はやや脂肪付着が少なく、市場取り引きということを考えると、放牧と濃厚飼料給与を組み合わせる方式の検討も必要であろう。

B-09 本研究グループは牛肉の熟成に伴うペプチドの消長について長年にわたって研究してきており、今回もその一環である。今回はブロック肉、ホモジネート、筋しょう画分の3形態で低温貯蔵した場合のアミノ酸およびペプチドの変化を調べ、いずれの場合もアミノ酸およびペプチドの増加が認められるが、その増加パターンは貯蔵形態によって異なることを示した。今後は、これらのアミノ酸およびペプチドの変化が熟成に伴う風味改善にどのように寄与しているのかを検討していくことが必要であろう。

B-10 畜産副生物の有効利用は畜産業のみならず医薬の面でも極めて重要な課題である。本研究は、骨の発達を細胞外マトリックス変化に焦点を当て組織化学的に検討したものであつた。出生直後から幼齢期の豚の骨ではタイプⅢ、Ⅴ、Ⅵコラーゲンおよび糖タンパク質が比較的多いが、成長に伴いこれらは減少し、タイプⅠコラーゲンが増加してくることを明らかにし、幼齢期の豚の骨の発達にはタイプⅢ、Ⅴ、Ⅵコラーゲンおよび糖タンパク質が関与している可能性を示唆した。今後は、これらの細胞外マトリックス成分のそれぞれが骨形成にどのように関わっているかを明らかにされることが期待される。

繁殖・育種

北海道大学農学部 上 田 純 治

B-11 ウシ凍結精液の融解時の不適切な温度や人工授精までの低温感作は受精率を低下させる原因の一つとされている。本報告では、精子の運動能へ与える

融解温度と低温感作の影響を精子運動能自動解析装置を用いて調べている。分析の結果、35℃で融解したとき、精子の運動能は最も良い状態であったが、融解後の低温感作により著しく運動能が低下することを確認している。また、融解後、胸元保温によって低温感作を防ぐと、精子の運動能には低下が見られないことから、この保温法は受精率の低下を防ぐのに有効な方法であることが裏づけられた。実際の受精率と運動能の関係は調べられていないが、北海道の冬季における人工授精時には、凍結精液を融解後から人工授精するまでの間、何らかの保温処置が必要なことを示した。

B-12 ウシは温和な地域では周年繁殖する動物であるが、夏季の暑熱時には繁殖効率の低下が観察されている。本報告ではこの繁殖効率低下の原因を明らかにするために、季節間の脳下垂体の機能の差異を GnRH 投与前後の血中 LH の量を指標として調べている。その結果、統計的には有意な差は見られなかったが、夏季の LH の分泌量に低下傾向があることを見いだししている。明確な季節変動を示すことができなかった原因として、ホルモン分泌がパルス的に起こることや、リセプター側の量的あるいは機能的変化など、種々の要因が影響している可能性が指摘された。より詳細な分析を進めるには、今後これらの影響を考慮に入れた測定法と繁殖効率という現象を別の角度から捉え分析することが必要かもしれない。

B-13 家畜の体外受精に用いる卵子は、屠場より採取できる卵巣から多量に得られる。しかし、得られた未成熟卵子は体外培養によって受精可能な成熟段階まで培養する必要がある。現在、ブタでは未成熟卵を体外培養によって効率よく成熟卵子にまで培養する方法は開発されていない。本研究では、この効率よく成熟卵子が得られない原因を明らかにするために、卵子の成熟には卵胞中の卵丘細胞の存在が必要とされていることに注目し、その意義をシスチン代謝経路の面から調べている。その一つの方法として、卵丘細胞—卵母細胞間のギャップ結合の阻害剤を加え、卵母細胞内グルタチオン濃度と卵子の成熟割合を測定している。結果は、阻害剤の添加により、卵丘細胞からの前駆物質の供給が阻止され、卵細胞内のグルタチオン濃度が低下し、体外受精後の雄性前核形成率の低下が起こったものと結論している。しかし、培養液中から直接取り込まれる経路や阻害剤の卵への直接的影響の可能性も指摘され、今後の研究課題とされた。

B-14 受精卵移植の際に性判別が行われれば、特に乳牛にとって、移植の経済的効果をより高めることが期待できる。演者らは、新たに開発されたプライマーを用い、PCR によって DNA の増幅に成功したサンプルは雌雄が 100% 判定可能であることを報告している。この一組の雌雄同時判定プライマーは、現在報告されている性判別用プライマーの中で、最も実用的なものと思われる。判定不可能な胚は PCR の不成功によるものではなく、切断操作の際のテンプレートの採取方法の失敗により生じたものと考えられる。この方法により、胚からのテンプレートの採取方法の改良も一層進むものと思われる。また、本プライマーの 2 カ所の増幅部位が染色体の如何なるところに存在しているのか、生物学的にも大変興味深いところである。

B-15 牛乳中のタンパク質の遺伝的変異には、遺伝子型間で、量的な差と、物理化学的性質に差のあることが報告されている。また、劣性致死遺伝病であるウシ白血球粘着不全症は過去に人気のある種牛が保因牛であったため、現在かなりの雌牛が保因牛となっていると言われている。現在これらの遺伝子については、DNA の塩基配列が明らかにされ、PCR 法によって遺伝子型のスクリーニングが可能である。本報告では、ウシ白血球粘着不全症の遺伝子型と乳タンパク質の κ -カゼイン型の判定を一回の検査で行う方法を開発し、酪農家のホルスタイン種についてスクリーニングを行っている。その結果、まだ現在でもウシ白血球粘着不全症の遺伝子を持つ保因牛の精液が使われ、また、雌牛もかなりのものが保因牛となっていることを明らかにした。もし、保因牛の精液が無作為に使われたならば、産まれてくる子牛はこの病気を発症する危険性が高いことを指摘した。

B-16 生殖細胞キメラ動物の作出は遺伝子組換え動物の作出の一手段として有効であるが、ニワトリでは効率的に生殖細胞キメラニワトリを作出する方法は開発されていない。この報告では、レシピエントの細胞を一部抜き取ってから細胞注入する方法を採用した結果、より効率よく羽毛キメラ胚を得ることに成功している。また、発生率の改善のため、転卵方法についても調べている。鈍端部を上にして、転卵回数を 1 回/10 分に増やしたとき胚の卵殻への癒着が減少することを見いだししている。しかし、孵化直前の死亡率が依然高く、孵化まで至る胚は少羽数であった。今後、孵化直前の死亡率を改善することが必要であろう。

会務報告

1. 1997 年度第 1 回評議員会

1997 年 6 月 21 日に KKR 札幌において会長、評議員 13 名、監事 1 名、幹事 3 名が出席して開催され、1996 年度庶務報告、1996 年度会計報告および 1996 年度会計監査報告が行われ、承認された。

ついで、1997 年度事業計画(案)および 1997 年度予算案が提案され、承認された。

また、北海道畜産学会賞は以下の通りに決定された。

受賞者：北海道立新得畜産試験場生物学グループ

代表 山本 祐介氏

業績：牛の受精卵移植に関する研究

2. 1997 年度第 2 回評議員会

1997 年 11 月 6 日、農林水産省北海道農業試験場において会長、副会長、評議員 20 名、監事 2 名および幹事 3 名が出席して開催され、新出(前)副会長逝去に伴う副会長の選出、異動に伴う評議員の交替、および次年度大会などについて審議された。

3. 1997 年度総会

1997 年 11 月 7 日、農林水産省北海道農業試験場にて伊藤稔氏(北農試)を議長として本年度総会を開催した。議事は以下の通りで、原案通り可決された。

<報告事項>

1) 1996 年度庶務報告

(1) 第 1 回評議員会

1996 年 5 月 11 日、KKR 札幌において会長、副会長、評議員 22 名、監事 1 名および幹事 3 名が出席して開催され、1995 年度庶務報告、会計報告、会計監査報告がされ、承認された。次いで、1996 年度事業計画および予算案が提案され、承認された。

北海道畜産学会賞は、以下の通りに決定した。

「浜中町における総合的な酪農技術の普及」

浜中町農業技術員連絡協議会 代表 佐川 修氏

(2) 第 2 回評議員会

1996 年 9 月 18 日、歌登町グリーンパークホテルにて会長、副会長、評議員 16 名、監事 2 名、幹事 3 名が出席して開催された。1997 年度の新役員、名誉会員の推戴、学会報の内容、次年度大会などについて審議された。

(3) 1996 年度総会

1996 年 9 月 18 日、歌登町グリーンパークホテルにて、古山芳広氏(前天北農試場長)を議長として

本年度総会を開催した。議事は下記の通りで、原案通り決定された。

①1995 年度庶務報告、会計報告、会計監査報告などが行われた。

②1996 年事業計画ならびに予算案について審議され、承認された。

③朝日田康司会員、ならびに三浦弘之会員を名誉会員とすることが決定された。

(4) 北海道畜産学会大会

1996 年 9 月 18 日、歌登町グリーンパークホテルにて、第 52 回大会が開催された。北海道畜産学会賞受賞講演および一般講演 36 題の発表が行われた。

(5) 講演要旨および学会報の発行

①第 52 回北海道畜産学会大会講演要旨を 1996 年 8 月に発行した。

②北海道畜産学会報第 39 巻を 1997 年 3 月に発行した。

内容は、解説 1 編、受賞論文 1 編、短報 15 編、技術レポート 1 編、講座 1 編、会員からの声 4 編、海外報告 3 編、シンポジウム報告 2 編、書評 1 編などであった。

(6) 会員現況(1997 年 10 月 31 日現在)

名誉会員：10 名

正会員：358 名

賛助会員：34 団体

2) 1996 年度会計報告(別表 1)

3) 1996 年度会計監査報告

4) 1997 年度北海道畜産学会賞について

受賞者：北海道立新得畜産試験場生物学グループ

代表 山本裕介氏

業績：牛の受精卵移植に関する研究

<審議事項>

5) 1997 年度事業計画

(1) 第 53 回北海道畜産学会大会の開催

開催月日：1997 年 11 月 6 日(木)、7 日(金)

開催場所：農林水産省北海道農業試験場(札幌市)

大会内容：一般講演、総会、学会賞受賞講演、懇親会

(2) 講演要旨ならびに会報の発行

大会講演要旨集：1997 年 10 月発行

北海道畜産学会報：1998 年 3 月発行予定

- (3) 評議員会の開催 年 2 回
第 1 回評議員会 1997 年 6 月 21 日(土)
第 2 回評議員会 1997 年 11 月 6 日(木)

- (4) 編集委員会の開催 年 2 ～ 3 回

6) 1997 年度予算案(別表 2)

7) 副会長の選出 左 久氏(帯畜大)

8) 評議員の選出および交替について

- (1) 選出 中村富美男氏(編集委員長)

- (2) 交替

徳富義喜(家畜改良事業団)→

荒井 正(家畜改良事業団)

古山芳広(天北農試)→中村文士郎(滝川畜試)

永井政徳(雪印乳業)→鹿島直彦(雪印乳業)

訃 報

新出陽三副会長(帯広畜産大学教授)は、去る 1997 年 6 月 18 日に御逝去されました。茲にお知らせし、謹んで御冥福をお祈りします。

訃 報

名誉会員の先本勇吉氏(北海道大学名誉教授)は、去る 1997 年 12 月 27 日に御逝去されました。茲にお知らせし、謹んで御冥福をお祈りします。

1996年度北海道畜産学会会計報告
(自1996年4月1日 至1997年3月31日)

一般会計

収入の部 (円)

項 目	予 算 額	決 算 額	差 異	備 考
会 費	1,780,000	1,596,000	184,000	正会員 (1,156,000) 賛助会員(440,000)
広 告 掲 載 料	150,000	140,000	10,000	
投 稿 料	150,000	308,500	△ 158,500	別刷代
雑 収 入	50,000	49,102	898	日本畜産学会(43,000), 利子等
繰 越 金	1,087,652	1,087,652	0	
合 計 (A)	3,217,652	3,181,254	36,398	

支出の部 (円)

項 目	予 算 額	決 算 額	差 異	備 考
印 刷 費	1,200,000	1,195,315	4,685	要旨集等(433,115) 学会報(762,200)
大 会 費	150,000	150,000	0	天北試験場
通 信 費	300,000	313,830	△ 13,830	郵便料金等
会 議 費	150,000	92,342	57,658	評議員会, 編集委員会
旅 費	200,000	87,184	112,816	役員, 幹事旅費等
謝 金	150,000	132,000	18,000	事務補助等
事 務 用 品 代	100,000	44,270	55,730	コピー代, 筆記具等
振 替 手 数 料	20,000	16,430	3,570	
予 備 費	947,652	112,750	834,902	学会報38巻送料
合 計 (B)	3,217,652	2,144,121	1,073,531	

収支 (A - B) 3,181,254 - 2,144,121 = 1,037,133 (次年度繰越)
繰越金内訳 銀行 867,568 振替口座 0 現金 169,565

特別会計

収入の部 (円)

項 目	予 算 額	決 算 額	差 異	備 考
雑 収 入	30,000	18,495	11,505	貸付信託利息・銀行利子
繰 越 金	2,164,109	2,164,109	0	
合 計	2,194,109	a) 2,182,604	11,505	

支出の部 (円)

項 目	予 算 額	決 算 額	差 異	備 考
学 会 賞 副 賞	50,000	50,000	0	学会賞1件
雑 費	30,000	8,493	21,507	学会賞選考委員会, 賞状等
次年度繰越金	2,114,109	2,124,111	△ 10,002	
合 計	2,194,109	b) 2,182,604	11,505	

収支 a) - b) 2,182,604 - 2,182,604 = 0
繰越金内訳 貸付信託 2,000,000 銀行 124,111

一般会計

収入の部			(円)
項	目	予 算 額	備 考
会	費	1,740,000	正会員 1,080,000 (360人×3,000) 賛助会員 660,000 (34団体 66口×10,000)
広 告 掲 載 料		150,000	
投 稿 料		200,000	別刷代等
雑 収 入		50,000	(社)日本畜産学会より (43,000), 銀行利子, 会報売上金
繰 越 金	計	1,037,133	1996年度から
		3,177,133	

支出の部			(円)
項	目	予 算 額	備 考
印 刷 費		1,300,000	会報40巻 900,000 講演要旨集 100,000 別刷等 300,000
大 会 費		150,000	
通 信 費		320,000	
会 議 費		130,000	評議員会 2 回 編集委員会 3 回
旅 費		200,000	役員・幹事旅費等
謝 金		150,000	総説等原稿依頼費, 事務補助等
事 務 用 品 代		100,000	事務・計算機用品, コピー代等
振 替 手 数 料		20,000	
予 備 費		807,133	
合 計		3,177,133	

特別会計

収入の部			(円)
項	目	予 算 額	備 考
雑 収 入		20,000	貸付信託利息, 銀行利子
繰 越 金		2,124,111	貸付信託 2,000,000
合 計		2,144,111	

支出の部			(円)
項	目	予 算 額	備 考
学 会 賞 副 賞		50,000	50,000×1
雑 費		20,000	学会賞選考委員会等
次 年 度 繰 越 金		2,074,111	貸付信託(2,000,000)
合 計		2,144,111	

北海道畜産学会役員

任期 1997 年 4 月 1 日～1999 年 3 月 31 日

会 長	清 水	弘(北大農)			
副会長	左	久(帯畜大)			
評議員	大久保	正 彦(北大農)	島 崎	敬 一(北大農)	
	近 藤	敬 治(北大農)	高 橋	興 威(北大農)	
	大泰司	紀 之(北大獣)	福 井	豊(帯畜大)	
	藤 田	裕(帯畜大)	三 上	正 幸(帯畜大)	
	三 好	俊 三(帯畜大)	岡 本	全 弘(酪農大)	
	安 藤	功 一(酪農大)	干 場	信 司(酪農大)	
	宮 川	栄 一(酪農大)	石 島	芳 郎(東京農大)	
	鯨 島	邦 彦(酪農大)	竹 下	潔(北農試)	
	小 松	輝 行(東京農大)	工 藤	卓 二(中央農試)	
	落 合	一 彦(北農試)	米 田	裕 紀(根釧農試)	
	清 水	良 彦(新得畜試)	所	和 暢(天北農試)	
	裏	悦 次(滝川畜試)	須 藤	純 一(北海道酪農畜産会)	
	片 山	正 孝(道農政部)	鹿 島	直 彦(雪印乳業)	
	荒 井	正(家畜改良事業団)	中 村	英 雄(酪総研)	
	澤 口	則 昭(ホクレン)	中 村	富美男(編集委員長)	
監 事	笹 野	貢(生乳検)	小竹森	訓 央(北大農)	
幹 事	西 邑	隆 徳(北大農)(庶務)	竹之内	一 昭(北大農)(会計)	
	森	匡(北大農)(編集)			

(社)日本畜産学会役員

(任期：1997,1998 年度)

理 事	清 水	弘(北大農)	大久保	正 彦(北大農)	
評議員 (北海道定員 13 名)	高 橋	興 威(北大農)	島 崎	敬 一(北大農)	
	近 藤	敬 治(北大農)	左	久(帯畜大)	
	藤 田	裕(帯畜大)	鯨 島	邦 彦(酪農大)	
	福 井	豊(帯畜大)	宮 川	栄 一(酪農大)	
	岡 本	全 弘(酪農大)	伊 藤	稔(北農試)	
	干 場	信 司(酪農大)	工 藤	卓 二(中央農試)	

北海道畜産学会会則

- 第1条 本会は北海道畜産学会と称し、その事務所を原則として会長の所属する機関に置く。
- 第2条 本会は畜産に関する学術の進歩を図り、併せて北海道に於ける畜産の発展に資することを目的とする。
- 第3条 本会は正会員、名誉会員、賛助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とする。
 2. 名誉会員は本会に功績のあった正会員とし、評議員会の推薦により、総会において決定する。名誉会員は終身とし、会費は徴収しない。
 3. 賛助会員は本会の目的事業を賛助する会社団体とし、評議員会の議を経て決定する。
- 第4条 本会は下記の事業を行う。
1. 研究発表会・学術講演会などの開催
 2. 会報の発行
 3. 学術の進歩発展に貢献したものの表彰
 4. 社団法人日本畜産学会北海道支部の事業の代行
 5. その他必要な事業
- 第5条 本会には次の役員を置く。
- 会長 1名 副会長 1名 評議員 若干名 監事 2名 幹事 若干名
- 第6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、会長が職務遂行に支障のある時または欠けた時は、その職務を代理する。評議員は本会の重要事項を審議する。幹事は会長の命を受け、会務を処理する。監事は本会の事業及び会計の監査を行う。
- 第7条 会長、副会長、評議員及び監事は会員より選出する。その選出に際して、会長は若干名の選考委員を委嘱する。選考委員会は会長、副会長、評議員および監事の候補者を推薦し、評議員会の議を経て総会において決定する。幹事は会長が会員より委嘱する。役員の任期は2年とし、重任は妨げない。ただし、会長及び副会長の重任は1回限りとする。
- 第8条 総会は毎年1回開く。ただし、必要な場合には臨時にこれを開くことができる。総会では会務を報告し、重要事項について協議する。
- 第9条 本会の事業遂行に要する費用は、正会員および賛助会員の会費および寄付金をもって充てる。ただし、寄付金であって寄付者の指定のあるものは、その指定を尊重する。
- 第10条 正会員の会費は年額3,000円とし、賛助会員の会費は1口以上とし、1口の年額は10,000円とする。名誉会員からは会費は徴収しない。
- 第11条 会費を納めない者および会員としての名誉を毀損するようなことのあった者は、評議員会の議を経て除名する。
- 第12条 本会の事業年度は、毎年4月に始まり、翌年3月31日に終わる。
- 第13条 本会則の変更は、総会の議決による。
- 付 則 本会則は1992年4月1日より施行する。

北海道畜産学会編集委員会規定

1. 会則第4条2に基づき本規定を設ける。
 2. 会報「北海道畜産学会報」の編集のため、編集委員会を置く。
 3. 編集委員会は委員長1名、委員若干名、幹事1名からなり、評議員会の議をへて会長がこれらを委嘱する。
 4. 委員長・委員・幹事の任期は2年とし、再任を妨げない。ただし、欠員が生じた場合、補充された委員の任期は前任者の残任期間とする。
 5. 編集委員会の任務は、会誌刊行計画の立案、原稿の受理・依頼・整理、各種原稿の閲読に関すること、掲載内容の決定、会誌の発行等とする。
 6. 投稿規定、原稿作成要領は別に定める。
 7. 編集委員会規定の改正に当たっては、評議員会の承認を受けるものとする。
- 1995年9月18日 制定
1996年9月18日 改正

北海道畜産学会投稿規定

1. 北海道畜産学会報は、総説・短報・受賞論文・解説・講座・シンポジウム報告・海外報告・書評・文献抄録・技術レポート・現場（会員）からの声等を掲載する。短報・技術レポートは会員の投稿による。総説・受賞論文・解説・講座は編集委員会が依頼したものを主とする。
 2. 短報論文は畜産学上価値ある内容を持ち、投稿規定に従ったもので、原則として他の学会誌等に未発表のものとする。技術レポートは、北海道の畜産業の発展に役立つ内容のもので、学術上のオリジナリティは問わない。原稿は閲読を受け、字句の訂正や、文章の長さの調節を受けることがある。
 3. 原稿は和文とする。
 4. 原稿は図、表、写真などを一切を含め総説では刷り上がり6ページ、短報・技術レポートは3ページ以内が望ましい。但し和文の刷り上がり1ページは、24文字×50行×2段組（2,400字程度）である。
 5. 提出原稿は正1部、副2部とし、副は複写でよい。ワープロ原稿の場合、この他に、「表題、執筆者、使用したワープロの機種、ソフトウェア名、バージョン名」を明記したフロッピーディスクを受理通知を受けた後に事務局へ送付する。なお、投稿された原稿およびフロッピーディスクは返却しない。
 6. 掲載料は原則として無料とする。但し、短報論文については、その刷り上がりページ数が3ページを越える場合、超過ページの印刷費の一部は著者の負担とする。またカラー写真を掲載する場合はその費用も著者の負担とする。
 7. 別刷は50部まで無料とするが、それ以上は著者の負担とする。
 8. 著者による校正は1回のみとする。校正の際、字句の追加、削除、または文章の移転は許されない。また、指定された期日までに返送されない場合は、次巻号に繰り延べることがある。
 9. 原稿の送付は簡易書留にて下記宛とする。封筒には原稿在中と朱書する。

〒060-8589 札幌市北区北9条西9丁目
北海道大学農学部畜産科学科内
北海道畜産学会事務局
電話 011-706-2544
FAX 011-706-2538
(事務局が移転した場合には送付先は自動的に変更される。)
 10. 規定の改正に当たっては、評議員会の承認を受けるものとする。
- 1993年5月29日 制定
1996年9月18日 改正

北海道畜産学会報原稿作成要領

1. 短報論文の記述は、表題、著者名、所属機関名、所在地、郵便番号、和文キーワード、英文キーワード、要約、緒言、実験方法(材料と方法)、結果、考察、文献の順序とする。結果および考察はひとまとめにして記述してもよい。謝辞の必要がある場合は考察の後に付ける。本文の図、表、写真の挿入場所は矢印を付けて指定する。図、表および写真の説明文は和文または英文の何れでもよい。技術レポートの記述は、短報論文の記述法を参考にする。

別紙に英文の表題、著者名、所属機関名、所在地、郵便番号を記載し添付する。

2. 原稿は、A 4 版 400 字詰原稿用紙に、常用漢字、現代仮名遣い(平仮名)を用いた横書きとする。専門用語については文部省学術用語審議会編の「学術用語集」を参照する。なお、ワープロ原稿の場合は A 4 版用紙に、縦置き、横書きとし、周囲に約 3 cm の空白を残し、全角 35 字/行×34 行/頁=1,190 字/頁とする。

3. 動植物の和名はカタカナで、学名等はイタリック体とする。

4. 本文中の外人名は原名つづりのままで MILLS のように姓のみを書き、2 名連名の場合は MILLS and JENNY のように and でつなぎ並記する。3 名以上の連名の場合は MILLS et al. のように最初の著者名に et al. をつけ、他は省略する。

5. 本文中の日本人名も姓のみを記し上記に準ずる。

6. 本文中の文献引用箇所には、以下のように記入する。

MACFARLANE (1992) は食肉の解硬作用のメカニズム、保水性の回復(三浦, 1990 A; 関川, 1992) および風味の向上について(三浦, 1990 B) ……

7. 本文中の人名以外の外国語は原字またはカタカナで書く。

8. 数字はすべて算用数字を用いる。また、諸単位の略号は原則として以下のような S I 単位を用いる。

km, m, cm, mm, μ m, nm, kl, l, ml, μ l, kg, g, mg, μ g, ng, pg, h, min, s, mol, M, N, ppm, ppb, J, $^{\circ}$ C, Pa, rpm, Hz, %

9. 引用した文献のリストは、次の手順により作成する。

①雑誌に掲載された文献の記載は、全員の著者名(発行年) 表題、雑誌名、巻: 最初-最終ページ。の

順とする。

例

DRORI, D. and J.K. LOOSLI (1959A) Influence of fistulation on the digestibility of feeds by steers. J. Anim. Sci., 18: 206-210.

佐々木清綱・松本久喜・西田周作・細田達雄・茂木一重 (1950) 牛の血液型に関する研究。日畜会報, 27: 73-76.

②単行本の記載は、著者名(発行年) 書名。版。引用ページ。出版社。発行地。の順とする。分担執筆の場合は書名の後に“……の項執筆”と書き、編集または監修者名を加える。

例

NALBANDOV, A.V. (1963) Advances in neuroendocrinology. 2nd ed. 156-187.

Univ. of Illinois Press. Urbana.

FOLLEY, S.J. and F.H. MALPRESS (1948) Hormonal control of mammary growth. in The Hormones vol.I. (PINCUS, G. and K.V. THIMANN, eds.) 695-743. Academic Press. New York.

諏訪紀夫 (1977) 定量形態学。第 1 版。12-23。岩波書店。東京。

③文献の記載には正確を期し、とくに巻、ページを正しく書く。

④文献リストは、まず筆頭者名のアルファベット順に、同一著者による複数の文献があれば発表順に整理する。

⑤その上で、同一著者による複数の文献が同一年にあれば、発表年の後に大文字のアルファベットで区別する(作成要領 6. 参照)。

10. 特殊な刊行物を引用する場合は、下記の例にならない全タイトルを記す。

農林水産省統計情報部編 (1990) 平成元年食肉流通統計, 347-351, 農林統計協会。東京。

11. 図版の原図および表については、次の規定に従う。

①原図は刷り上りの 1~2 倍とし、A 4 版の白紙または方眼紙に、製図用インクで、そのまま製版できるように描くのが望ましい。ただし、方眼の色は青に限る。また、鮮明であれば、コンピュータやプロッタの出力を原図としてもよい。

②原図は原則として、図中の文字および数字を含めて、そのまま印刷できるものとする。原図が製版に不適當である場合、トレース費用は著者負担とする。

- ③原図の周囲には約2 cm 幅の余白を残し、折り目をつけないようにして送付する。
- ④図表は、A 4 版の白紙または方眼紙一枚に一つずつ記入する。また、表および図の欄外余白に著者名と表題を記入する。
- ⑤原稿の最後に、図および表の表題のリストをまとめて添付する。
12. 要約は総説で600字程度、短報および技術レポートでは300字程度とする。
13. 字体を指定する場合は以下のようにする。
- ①スモールキャピタル（小文字の大きさの大文字）は2本下線。
MACFARLANE
- ②イタリック体は1本下線。 Medicago

③ゴシック体は波下線。 J.Anim.Sci., 18:

14. キーワードは5個以内で、和文と英文の両方で記載し、所在地の次に以下のように記入する。
キーワード：アミノペプチダーゼ、酸性極限 pH、遊離アミノ酸
Key words: amino peptidase, ultimate pH, free amino acid
15. 略表題は15文字以内とし、英文表題記載の別紙に、略表題「 」と記入する。
16. 本要領の改正に当たっては、編集委員会の承認を得るものとする。

1996年9月18日 改正

北海道畜産学会表彰規定

- 第1条 本会は北海道の畜産に関する試験・研究および普及に顕著な業績を挙げた会員に対し「北海道畜産学会賞」を送り、これを表彰する。
- 第2条 会員は受賞に値すると思われる者を推薦することができる。
- 第3条 会長は、その都度、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 本規定の改正に当たっては、評議員会の承認を受けるものとする。

申し合わせ事項

1. 受賞候補者を推薦しようとする者は、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、2,000字以内の推薦理由、推薦者氏名を記入して会長に提出する。
2. 受賞者の決定は各年度の第1回評議員会において行う。
3. 受賞者はその内容を大会において講演し、かつ会報に発表する。

1992年4月1日 制定
1996年9月18日 改正

名 誉 会 員 (1998 年 4 月現在)

氏 名	郵便番号	住 所
朝日田 康 司	060-0052	札幌市中央区南 2 条東 6 丁目 2-1-1106 ギャラリーハイツ B 棟
小 野 齊	080-0838	帯広市大空町 4 丁目 11-16
島 倉 亨次郎	001-0045	札幌市北区麻生町 1 丁目 7-8
鈴 木 省 三	244-0801	横浜市戸塚区品濃町 553-1 パークヒルズ 1 棟 507 号
八 戸 芳 夫	060-0007	札幌市中央区北 7 条西 12 丁目 サニー北 7 条マンション 807 号
広 瀬 可 恒	001-0000	札幌市中央区北 3 条西 13 丁目 チェリス北 3 条 702 号
三 浦 弘 之	080-0834	帯広市稲田町西 2 線 7 番地 124
安 井 勉	004-0013	札幌市厚別区もみじ台西 5 丁目 11-7
遊 佐 孝 五	064-0923	札幌市中央区南 23 条西 8 丁目 2-30

正 会 員 (1998 年 4 月現在) 五十音順

氏 名	勤 務 先	郵便番号	住 所
阿久津 敦 子	酪農学園大学	069-8501	江別市文京台緑町 582
朝 日 敏 光	夕張市役所 産業経済部 農林課	068-0403	夕張市本町 4 丁目
東 善 行	北里大学獣医畜産学部	034-8628	十和田市東二十三番町 35-1
安 宅 一 夫	酪農学園大学	069-8501	江別市文京台緑町 582
安 部 直 重	玉川大学農学部付属牧場	194-0041	町田市玉川学園 6-1-1
阿 部 登		073-1323	樺戸郡新十津川町字幌加 169-1
阿 部 英 則	北海道立滝川畜産試験場	073-0026	滝川市東滝川 735
阿 部 光 雄	酪農学園大学	069-8501	江別市文京台緑町 582
天 野 朋 子	伊藤ハム(株)中央研究所	302-0104	北相馬郡守谷町久保ヶ丘 1-2
荒 井 正	(株)北海道家畜改良事業団	062-0052	札幌市豊平区月寒東 2 条 13 丁目 1-12
有 賀 秀 子		080-0834	帯広市稲田町西 2 線の 7
有 馬 俊六郎	九州東海大学農学部	862-8001	熊本市武蔵ヶ丘 4-12-16
安 藤 功 一	酪農学園大学	069-8501	江別市文京台緑町 582
安 藤 道 雄	宗谷南部地区農業改良普及センター	098-5800	枝幸郡枝幸町栄町 705
井 内 浩 幸	北海道立天北農業試験場	098-5738	枝幸郡浜頓別町緑ヶ丘
池 田 和 之		086-1004	標津郡中標津町東 4 条南 1 丁目 1-10
池 田 哲 也	農林水産省北海道農業試験場加作研究センター	082-0071	河西郡芽室町新生
池 滝 孝	帯広畜産大学付属農場	080-8555	帯広市稲田町西 2 線の 11
石 下 真 人	酪農学園大学食品科学科	069-8501	江別市文京台緑町 582
石 島 芳 郎	東京農業大学生物産業学部	099-2493	網走市字八坂 196
石 田 亨	北海道立道南農業試験場	041-1201	亀田郡大野町本町 680
泉 賢 一	酪農学園大学	069-8501	江別市文京台緑町 582
和 泉 康 史		061-3209	石狩市花川南 9 条 2 丁目 235
出 雲 将 之	十勝中部地区農業改良普及センター	089-1343	河西郡中札内村東 3 条南 3 丁目 6-5
井 芹 靖 彦	北根室地区農業改良普及センター	086-1045	標津郡中標津町東 5 条北 3 丁目
市 川 舜	酪農学園大学	069-8501	江別市文京台緑町 582
市 野 剛 夫	十勝農業協同組合連合会	080-0024	帯広市西 14 条南 6 丁目
伊 藤 憲 治	北海道立新得畜産試験場	081-0038	上川郡新得町新得西 4 線 40
伊 藤 稔	農林水産省畜産試験場	305-0901	茨城県稲敷郡茎崎町池の台 2
岩 佐 憲 二	酪農学園大学	069-8501	江別市文京台緑町 582
岩 瀬 俊 雄	ホクレン滝川スワインステーション	073-0026	滝川市東滝川 735

氏 名	勤 務 先	郵便番号	住 所
上 田 和 夫	北海道立根釧農業試験場	086-1153	標津郡中標津町桜ヶ丘 1-1
上 田 宏一郎	北海道大学農学部	060-8589	札幌市北区北 9 条西 9 丁目
上 田 純 治	北海道大学農学部	060-8589	札幌市北区北 9 条西 9 丁目
植 竹 勝 治	農林水産省北海道農業試験場	062-8555	札幌市豊平区羊ヶ丘 1
上 野 孝 志	農林水産省北海道農業試験場	062-8555	札幌市豊平区羊ヶ丘 1
内 山 誠 一	北海道立中央農業試験場	069-1300	夕張郡長沼町東 6 線北 15
裏 悦 次	北海道立滝川畜産試験場	073-0026	滝川市東滝川 735
浦 島 匡	帯広畜産大学	080-8555	帯広市稲田町西 2 線の 11
浦 野 慎 一	北海道大学農学部	060-8589	札幌市北区北 9 条西 9 丁目
売 場 利 国	エスエルシー	086-0656	野付郡別海町美原 22-21
江 幡 春 雄	北海道草地協会	060-0042	札幌市中央区大通り西 7 丁目 2 酒造会館内
及 川 寛		004-0812	札幌市豊平区美しが丘 2 条 5 丁目 4 番 10 号
扇 勉	北海道立根釧農業試験場	086-1153	標津郡中標津町桜ヶ丘 1-1
大久保 正 彦	北海道大学農学部	060-8589	札幌市北区北 9 条西 9 丁目
大久保 義 幸	宗谷北部地区農業改良普及センター	098-4110	天塩郡豊富町大通り 1 丁目
大 坂 郁 夫	北海道立新得畜産試験場	081-0038	上川郡新得町新得西 4 線 40
大 下 友 子	農林水産省北海道農業試験場	062-8555	札幌市豊平区羊ヶ丘 1
大泰司 紀 之	北海道大学大学院獣医学研究科生態学教室	060-0818	札幌市北区北 18 条西 9 丁目
大 竹 規 雄	㈱科学飼料研究所札幌事業所	060-0061	札幌市中央区南 1 条西 10 丁目 4-1 全農札幌支所内
大 谷 滋	岐阜大学農学部	501-1193	岐阜市柳戸 1-1
大 谷 文 博	農林水産省北海道農業試験場	062-8555	札幌市豊平区羊ヶ丘 1
大 西 芳 広	十勝東部地区農業改良普及センター	083-0023	中川郡池田町字西 3 条 5 丁目
大 原 益 博	北海道立天北農業試験場	098-5738	枝幸郡浜頓別町緑ヶ丘
大 原 睦 生	北海道立滝川畜産試験場	073-0026	滝川市東滝川 735
大 森 昭一朗	㈱畜産環境整備リース協会	264-0004	千葉市若葉区千城台西 1 丁目 52-7
岡 田 卓 士	雪印種苗㈱中央研究農場	263-0001	千葉県千葉市稲毛区長沼原町 631 雪印種苗㈱千葉研究農場
岡 田 迪 徳	コープさっぽろ 業務検査室	060-8503	札幌市北区北 4 条西 11 丁目
岡 部 靖 子	農林水産省東北農業試験場	020-0123	盛岡市厨川字赤平 4
岡 本 明 治	帯広畜産大学	080-8555	帯広市稲田町西 2 線の 11
岡 本 英 竜	酪農学園大学	069-8501	江別市文京台緑町 582
岡 本 隆 史	農林水産省畜産試験場	305-0901	茨城県稲敷郡茎崎町池の台 2
岡 本 全 弘	酪農学園大学	069-8501	江別市文京台緑町 582
小 川 伸 一	斜網中部地区農業改良普及センター	093-0077	網走市北 7 条西 3 丁目 網走総合庁舎内
小 倉 紀 美	北海道立新得畜産試験場	081-0038	上川郡新得町新得西 4 線 40
小 栗 紀 彦		080-8555	帯広市稲田町西 2 線の 11
小 関 忠 雄	北海道庁農政部	060-8588	札幌市中央区北 3 条西 6 丁目
落 合 一 彦	農林水産省北海道農業試験場	062-8555	札幌市豊平区羊ヶ丘 1
尾 上 貞 雄	北海道立滝川畜産試験場研究部衛生科	073-0026	滝川市東滝川 735
小野瀬 勇		088-2304	川上郡標茶町新栄町
海江田 尚 信	全日本養鹿協会	005-0016	札幌市南区真駒内南町 1-1-16
海 田 佳 宏	十勝東部地区農業改良普及センター	083-0023	中川郡池田町字西 3 条 5 丁目
影 山 智		088-2684	標津郡中標津町養老牛 377
陰 山 聡 一	北海道立新得畜産試験場生物工学科	081-0038	上川郡新得町新得西 4 線 40
箆 田 勝 基	鳥取大学農学部	680-0945	鳥取県鳥取市湖山町南 4-101
梶 野 清 二	北海道立滝川畜産試験場	073-0026	滝川市東滝川 735
鹿 島 直 彦	雪印乳業㈱受精卵移植研究所	059-1365	苫小牧市植苗 119 番地
柏 村 文 郎	帯広畜産大学	080-8555	帯広市稲田町西 2 線の 11
糟 谷 広 高	北海道立根釧農業試験場	086-1153	標津郡中標津町桜ヶ丘 1-1
片 岡 文 洋	夢がいっぱい牧場	089-2112	広尾郡大樹町萌和 181

氏 名	勤 務 先	郵便番号	住 所
片 桐 成 二	北海道大学大学院獣医学研究科繁殖学教室	060-0818	札幌市北区北 18 条西 9 丁目
片 山 正 孝	北海道庁農政部農業改良課	060-8588	札幌市中央区北 3 条西 6 丁目
加 藤 勲	酪農学園大学	069-8501	江別市文京台緑町 582
加 藤 俊 三	石狩北部地区農業改良普及センター	061-0204	石狩郡当別町材木沢
加 藤 清 雄	酪農学園大学獣医学部	069-8501	江別市文京台緑町 582
角 川 博 哉	農林水産省北海道農業試験場	062-8555	札幌市豊平区羊ヶ丘 1
金 井 秀 明	玉川大学農学部弟子屈牧場	088-3331	川上郡弟子屈町美留和 444
金 田 光 弘	釧路東部地区農業改良普及センター	088-1350	厚岸郡浜中町茶内市街
椛 沢 三 次	東紋東部地区農業改良普及センター	099-6414	紋別郡湧別町錦 365-4
釜 谷 重 孝	宗谷北部地区農業改良普及センター	098-4110	天塩郡豊富町大通り 1
亀 山 祐 一	東京農業大学生物産業学部	099-2493	網走市字八坂 196
仮 屋 堯 由	農林水産省畜産試験場	305-0901	茨城県稲敷郡茎崎町池の台 2
河 合 正 人	帯広畜産大学	080-8555	帯広市稲田町西 2 線の 11
河 上 博 美	酪農学園大学	069-8501	江別市文京台緑町 582
川 崎 勉	北海道立新得畜産試験場	081-0038	上川郡新得町新得西 4 線 40
河 津 邦 雄	日本ホワイトファーム(株)	099-3118	網走市豊郷 238-1
河 原 孝 吉	北海道乳牛検定協会	060-0003	札幌市中央区北 3 条西 7 丁目 酪農センター内
川 本 哲	北海道立新得畜産試験場	081-0038	上川郡新得町新得西 4 線 40
菊 一 三 四 二	(有)菊一アグリサービス	089-0100	上川郡清水町第 4 線 63-20
菊 田 治 典	酪農学園大学	069-8501	江別市文京台緑町 582
菊 池 政 則	酪農学園大学	069-8501	江別市文京台緑町 582
菊 地 実	北海道立根釧農業試験場	086-1153	標津郡中標津桜ヶ丘 1-1
岸 昊 司	早来食肉検査事務所	061-1373	恵庭市恵み野西 5 丁目 7-2
岸 上 悦 司	株式会社セ・プラン	062-0054	札幌市豊平区月寒東 4 条 9 丁目 5-27 Docon 月寒ビル
北 村 亨	雪印種苗技術研究所	069-0832	江別市西野幌 36-1
北 守 勉	北海道立滝川畜産試験場	073-0026	滝川市東滝川 735
木 下 康 宣	ホクレン農業総合研究所	060-0906	札幌市東区北 6 条東 7 丁目
草 刈 直 仁	北海道立新得畜産試験場	081-0038	上川郡新得町新得西 4 線 40
草 刈 泰 弘	釧路西部地区農業改良普及センター	088-0331	白糠郡白糠町東 1 条北 4
工 藤 茂	家畜改良センター新冠牧場	056-0141	静内郡静内町字御園 111
工 藤 卓 二	北海道立中央農業試験場	069-1300	夕張郡長沼町東 6 線北 15
国 井 輝 男	ホクレン農業研究所	047-0263	小樽市美晴町 12 番 21 号
久 保 康 明	北海道大学農学部副生物利用学講座	060-8589	札幌市北区北 9 条西 9 丁目
久保田 義 正	玉川大学農学部	194-0041	町田市玉川学園 6-1-1
久保田 隆 司	有珠地区農業改良普及センター	052-0021	伊達市末永町 147
熊 瀬 登	帯広畜産大学別科	080-8555	帯広市稲田町西 2 線の 11
熊 野 康 隆	北海道生乳検査協会	060-0003	札幌市中央区北 3 条西 7 丁目 酪農センター内
久 米 新 一	農林水産省北海道農業試験場	062-8555	札幌市豊平区羊ヶ丘 1
黒 埼 達 也	東京農業大学生物産業学部	099-2493	網走市字八坂 196
畔 柳 正	北里大学八雲牧場	049-3121	山越郡八雲町上八雲 751
小 池 信 明	西胆振地区農業改良普及センター	049-5412	豊浦町旭町
小 泉 徹	北海道立滝川畜産試験場	073-0026	滝川市東滝川 735
小 出 修		079-8431	旭川市永山町 10 丁目 86-16 エンドレス長谷川 102
小 阪 進 一	酪農学園大学	069-8501	江別市文京台緑町 582
小竹森 訓 央	北海道大学農学部	060-8589	札幌市北区北 9 条西 9 丁目
五ノ井 幸 男		079-8415	旭川市永山 5 条 18 丁目 302-1
小 林 亮 英	農林水産省草地試験場	329-2747	栃木県那須郡西那須野町千本松 768
小 林 道 臣	美幌町役場	092-8650	網走郡美幌町字稲美 82-59
小 林 泰 男	三重大学生物資源学部	514-8507	三重県津市上浜町 1515

氏 名	勤 務 先	郵便番号	住 所
小 原 潤 子	北海道立新得畜産試験場	081-0038	上川郡新得町新得西 4 線 40
小 松 輝 行	東京農業大学生物産業学部	099-2493	網走市字八坂 196
小 山 久 一	酪農学園大学	069-8501	江別市文京台緑町 582
近 藤 敬 治	北海道大学農学部	060-8589	札幌市北区北 9 条西 9 丁目
近 藤 誠 司	北海道大学農学部	060-8589	札幌市北区北 9 条西 9 丁目
近 藤 秀 彦	全酪連帯広事務所	080-2471	帯広市西 21 条南 1 - 1
斉 藤 善 一	酪農学園大学	069-8501	江別市文京台緑町 582
斉 藤 利 治	ホクレン	078-8326	旭川市神楽岡 16 条 3 丁目
斉 藤 利 朗	北海道立滝川畜産試験場	073-0026	滝川市東滝川 735
三 枝 俊 哉	北海道立根釧農業試験場	086-1153	標津郡中標津町桜ヶ丘 1 - 1
酒 井 治	北海道立根釧農業試験場	086-1153	標津郡中標津町桜ヶ丘 1 - 1
酒 井 稔 史	北海道立新得畜産試験場	081-0038	上川郡新得町新得西 4 線 40
寒河江 洋一郎	北海道立新得畜産試験場	081-0038	上川郡新得町新得西 4 線 40
坂 田 徹 雄	ホクレン帯広支所	080-8718	帯広市西 3 条南 7 丁目 14
佐 川 修	浜中町農業協同組合	088-1350	厚岸郡浜中町茶内市街
佐々木 修	農林水産省北海道農業試験場	062-8555	札幌市豊平区羊ヶ丘 1
佐々木 道 雪	空知中央地区農業改良普及センター	068-0818	岩見沢市並木町 22
笹 野 貢	北海道生乳検査協会	060-0003	札幌市中央区北 3 条西 7 丁目 酪農センター内
佐 藤 邦 忠	帯広畜産大学	080-8555	帯広市稲田町西 2 線の 11
佐 藤 正 三	酪農コンサルタント	080-2472	帯広市西 22 条南 3 丁目 12 - 9
佐 藤 忠	日本甜菜製糖㈱総合研究所	080-0831	帯広市稲田町南 9 線西 13
佐 藤 文 俊	十勝農業協同組合連合会	080-0853	帯広市南町東 3 条 2 丁目 4
佐 藤 幸 信	北海道立新得畜産試験場	081-0038	上川郡新得町新得西 4 線 40
佐 藤 義 和	農林水産技術会議事務局 管理官・開発官室	100-8950	東京都千代田区霞が関 1 - 2 - 1
佐渡谷 裕 朗	日本甜菜製糖㈱総合研究所	080-0831	帯広市稲田町南 9 線西 13
佐 野 晴 彦	釧路中部地区農業改良普及センター	084-0915	釧路市大楽毛南 3 丁目 5 - 43
鮫 島 邦 彦	酪農学園大学食品科学科	069-8501	江別市文京台緑町 582
澤 口 則 昭	ホクレン 飼料養鶏課	001-8651	札幌市中央区北 4 条西 1 丁目
島 崎 敬 一	北海道大学農学部	060-8589	札幌市北区北 9 条西 9 丁目
島 田 謙一郎	帯広畜産大学畜肉保蔵学教室	080-8555	帯広市稲田町西 2 線の 11
清 水 弘	北海道大学農学部	060-8589	札幌市北区北 9 条西 9 丁目
清 水 良 彦	北海道立新得畜産試験場	081-0038	上川郡新得町新得西 4 線 40
下 堀 亨		087-0004	根室市光洋町 3 - 80 - 2
白 勢 英 子	酪農学園大学	069-8501	江別市文京台緑町 582
白 取 英 憲	北根室地区農業改良普及センター	086-1045	標津郡中標津町東 5 条北 3 丁目
進 藤 一 典	よつ葉乳業㈱リサーチセンター	061-1264	広島市輪厚 465 - 1
杉 田 慎 二	酪農学園大学	069-8501	江別市文京台緑町 582
宿野部 猛	オホーツク農業科学研究センター	098-1604	紋別郡興部町春日町
杉 本 亘 之	北海道立根釧農業試験場	086-1153	標津郡中標津町桜ヶ丘 1 - 1
杉 本 昌 仁	北海道立新得畜産試験場	081-0038	上川郡新得町新得西 4 線 40
鈴 木 三 義	帯広畜産大学	080-8555	帯広市稲田町西 2 線の 11
須 田 孝 雄	十勝農業協同組合連合会	080-8718	帯広市西 3 条南 7 丁目
須 藤 純 一	北海道畜産会	001-0010	札幌市北区北 10 条西 4 丁目 1
住 田 隆 文		005-0006	札幌市南区澄川 6 条 4 丁目 2 - 6 澄川コーポ 101 号
関 川 三 男	帯広畜産大学	080-8555	帯広市稲田町西 2 線の 11
脊 戸 皓	興部地区農業改良普及センター	098-1611	紋別郡興部町泉町
仙 名 和 浩	北海道立滝川畜産試験場	073-0026	滝川市東滝川 735
相 馬 幸 作	東京農業大学生物産業学部	099-2493	網走市字八坂 196
曾 根 章 夫		080-2472	帯広市西 22 条南 4 丁目 15 - 2

氏 名	勤 務 先	郵便番号	住 所
曾 山 茂 夫	南留萌地区農業改良普及センター	077-0027	留萌市住之江町 2 丁目 留萌合同庁舎
高 木 亮 司		084-0924	釧路市鶴野 58-4493
高 島 誠 之	(社)北海道畜産会	001-0010	札幌市北区北 10 条西 4 丁目 1
高 野 定 輔		003-0026	札幌市白石区本通り 17 丁目 3-17-201 号
高 橋 邦 男		061-1374	恵庭市恵み野北 3 丁目 2-1
高 橋 圭 二	北海道立根釧農業試験場	086-1153	標津郡中標津町桜ヶ丘 1-1
高 橋 興 威	北海道大学農学部	060-8589	札幌市北区北 9 条西 9 丁目
高 橋 潤 一	帯広畜産大学	080-8555	帯広市稲田町西 2 線の 11
高 橋 セツ子	酪農学園大学	069-8501	江別市文京台緑町 582
高 橋 雅 信	北海道立根釧農業試験場酪農第二科	086-1153	標津郡中標津町桜ヶ丘 1-1
高 橋 芳 幸	北海道大学大学院獣医学研究科繁殖学教室	060-0818	札幌市北区北 18 条西 9 丁目
高 畑 英 彦		005-0004	札幌市南区澄川 4 条 2 丁目 12-17-402
田 鎖 直 澄	農林水産省北海道農業試験場	062-8555	札幌市豊平区羊ヶ丘 1
田 口 重 信	北海道食糧産業(株)	003-0026	札幌市白石区本通 19 丁目南 2-7 食糧ビル
竹 内 寛		069-0852	江別市大麻東町 2-19
竹 下 潔	農林水産省北海道農業試験場	062-8555	札幌市豊平区羊ヶ丘 1
竹 田 保 之	酪農学園大学乳製品製造学研究室	069-8501	江別市文京台緑町 582
竹 田 芳 彦	北海道立天北農業試験場	098-5738	枝幸郡浜頓別町緑ヶ丘
武 中 慎 治	日本曹達(株)	100-8165	千代田区大手町 2-2-1 新大手町ビル 3 F 日本曹達
竹之内 一 昭	北海道大学農学部	060-8589	札幌市北区北 9 条西 9 丁目
竹 花 一 成	酪農学園大学	069-8501	江別市文京台緑町 582
辰 巳 隆 一	北海道大学農学部	060-8589	札幌市北区北 9 条西 9 丁目
田 中 勝三郎	日本甜菜製糖(株)総合研究所	080-0831	帯広市稲田町南 9 線西 1
田 中 進		961-8071	福島県西白河郡西郷村大字真船字蒲日向 62
田 中 正 俊	北海道立滝川畜産試験場	073-0026	滝川市東滝川 735
田 中 義 春	北海道立北見農業試験場	099-1406	常呂郡訓子府町弥生 52
田 中 桂 一	北海道大学農学部	060-8589	札幌市北区北 9 条西 9 丁目
田 辺 安 一	グンと町村記念事業協会	061-1124	北広島市稲穂町西 8-1-17
谷 口 信 幸	サツラク農業協同組合	065-8639	札幌市東区苗穂町 3 丁目 3-7
谷 本 守 正	雪印乳業(株)札幌研究所	065-0043	札幌市東区苗穂町 6 丁目 1-1
谷 山 弘 行	酪農学園大学	069-8501	江別市文京台緑町 582
田 村 千 秋	北海道立中央農業試験場	069-1300	夕張郡長沼町東 6 線北 15
塚 田 新	北海道別海高等学校	086-0214	別海町別海緑町 70-1
塚 本 達	北海道立新得畜産試験場	081-0038	上川郡新得町新得西 4 線 40
筒 井 静 子	酪農学園大学	069-8501	江別市文京台緑町 582
堤 光 昭	北海道立新得畜産試験場	081-0038	上川郡新得町新得西 4 線 40
堤 義 雄		005-0022	札幌市南区真駒内柏丘 5-10-19
出 岡 謙太郎	北海道立新得畜産試験場	081-0038	上川郡新得町新得西 4 線 40
出 口 健三郎	北海道立新得畜産試験場	081-0038	上川郡新得町新得西 4 線 40
寺 井 明 喜子	酪農学園大学	069-8501	江別市文京台緑町 582
寺 見 裕	北留萌地区農業改良普及センター	098-3302	天塩郡天塩町山手裏通り 11 支庁合同庁舎
寺 脇 良 悟	酪農学園大学	069-8501	江別市文京台緑町 582
天 間 征	酪農総合研究所	060-0003	札幌市中央区北 3 条西 7 丁目 酪農センター内
堂 腰 顕	北海道立根釧農業試験場	086-1153	標津郡中標津町桜ヶ丘 1-1
遠 谷 良 樹	北海道立根釧農業試験場	086-1153	標津郡中標津町桜ヶ丘 1-1
戸 莉 哲 郎	北海道立滝川畜産試験場	073-0026	滝川市東滝川 735
時 田 光 明	北海道大学農学部	060-8589	札幌市北区北 9 条西 9 丁目
時 田 正 彦	酪農総合研究所	060-0003	札幌市中央区北 3 条西 7 丁目 酪農センター内
徳 富 義 喜	(社)北海道家畜改良事業団	062-0052	札幌市豊平区月寒東 2 条 13 丁目 1-12

氏 名	勤 務 先	郵便番号	住 所
所 和 暢	北海道立天北農業試験場	098-5738	枝幸郡浜頓別町緑ヶ丘
土 門 幸 男	北海道家畜改良事業団	062-8626	札幌市豊平区福住1条4丁目13-13 北信連事務センター内
中 井 朋 一	日本甜菜製糖㈱総合研究所	080-0831	帯広市稲田町南9線西1
永 井 政 僖	雪印乳業(株)受精卵移植研究所	059-1365	苫小牧市植苗119番地
中 川 忠 昭	標茶町営多和育成牧場	088-3142	川上郡標茶町上磯分内
長 沢 滋	日高中部地区農業改良普及センター	056-0005	静内郡静内町こうせい町二丁目
中 島 実	酪農学園大学	069-8501	江別市文京台緑町582
中 田 和 孝		069-0845	江別市大麻256-16
中 田 稔	北海道ホルスタイン農業協同組合	001-0015	札幌市北区北15条西5丁目
中 辻 浩 喜	北海道大学農学部附属農場	060-0811	札幌市北区北11条西10丁目
中 村 淳	北海道大学農学部	060-8589	札幌市北区北9条西9丁目
中 村 克 己	北海道立天北農業試験場	098-5738	枝幸郡浜頓別町緑ヶ丘
中 村 英 雄	酪農総合研究所	060-0003	札幌市中央区北3条西7丁目 酪農センター内
中 村 富美男	北海道大学農学部	060-8589	札幌市北区北9条西9丁目
中 村 文士郎	北海道立滝川畜産試験場	073-0026	滝川市東滝川735
永 山 洋	十勝中部地区農業改良普及センター	080-0803	帯広市東3条南3丁目1番地 支庁合同庁舎
名久井 忠	農林水産省東北農業試験場	020-0123	盛岡市下厨川字赤平4
奈良岡 武 任	新生飼料(株)千歳工場	066-0077	千歳市上長都1041-8
植 崎 昇	酪農学園大学	069-8501	江別市文京台緑町582
新 名 正 勝	北海道立花・野菜センター	073-0026	滝川市東滝川735
新 山 雅 美	酪農学園大学	069-8501	江別市文京台緑町582
西 埜 進	酪農学園大学	069-8501	江別市文京台緑町582
西 部 潤	十勝農業協同組合連合会	080-0013	帯広市西3条南7丁目
西 部 慎 三	有機農業研究協議会	060-0002	札幌市中央区北2条西2丁目 三博ビル
西 邑 隆 徳	北海道大学農学部	060-8589	札幌市北区北9条西9丁目
西 村 和 行	北海道立根釧農業試験場	086-1153	標津郡中標津町桜ヶ丘1丁目
野 英 二	酪農学園大学	069-8501	江別市文京台緑町582
野 口 信 行	滝上町役場	099-5692	紋別郡滝上町旭町
野 中 和 久	農林水産省北海道農業試験場	062-8555	札幌市豊平区羊ヶ丘1
信 澤 敏 一	北東北ノーサン商事	025-0006	花巻市下似内第17地割99-1
萩 谷 功 一	(株)十勝家畜人工授精所	089-1247	帯広市昭和町西1線107番地
橋 詰 良 一	東京農業大学生物産業学部	099-2493	網走市字八坂196
橋 立 賢二郎	北海道酪農畜産協会	001-0010	札幌市北区北10条西4丁目1 北海道畜産会館内
橋 本 善 春	北海道大学獣医学部	060-0818	札幌市北区北18条西9丁目
長谷川 富 夫	十勝農業協同組合連合会	080-8718	帯広市西3条南7丁目14
長谷川 信 美	宮崎大学農学部草地畜産学講座	889-2192	宮崎市学園木花台西1-1
秦 寛	北海道大学農学部附属牧場	056-0141	静内町御園111
蜂 谷 武 郎	十勝ハンナン	083-0002	中川郡池田町字清見277-1
八 田 忠 雄	北海道立根釧農業試験場	086-1153	標津郡中標津町桜ヶ丘1-1
服 部 昭 仁	北海道大学農学部	060-8589	札幌市北区北9条西9丁目
花 田 正 明	帯広畜産大学	080-8555	帯広市稲田町西2線の11
早 坂 貴代史	農林水産省草地試験場	329-2735	栃木県那須郡西那須野町太夫塚2丁目232-425
原 悟 志	北海道立根釧農業試験場	086-1153	標津郡中標津町桜ヶ丘1-1
坂 東 健	芽室町農協	082-0011	河西郡芽室町東1条南1丁目
日 高 智	帯広畜産大学	080-8555	帯広市稲田町西2線の11
左 久	帯広畜産大学	080-8555	帯広市稲田町西2線の11
平 井 綱 雄	北海道立新得畜産試験場	081-0038	上川郡新得町新得西4線40
平 尾 和 義	酪農学園大学	069-8501	江別市文京台緑町582
平 山 秀 介	酪農総合研究所	060-0003	札幌市中央区北3条西7丁目 酪農センター内

氏 名	勤 務 先	郵便番号	住 所
平 山 博 樹	東京農業大学生物産業学部	099-2493	網走市字八坂 196
深 瀬 公 悦	雪印種苗(株)釧路工場	084-0905	釧路市鳥取南 5 丁目 1-17
福 井 豊	帯広畜産大学	080-8555	帯広市稲田町西 2 線の 11
福 永 和 男		080-0856	帯広市南町南 7 線 26-5
福 永 重 治	北海道大学農学部副生物利用学講座	060-8589	札幌市北区北 9 条西 9 丁目
藤 川 朗	北海道立新得畜産試験場	081-0038	上川郡新得町新得西 4 線 40
藤 田 秀 保	酪農総合研究所	060-0003	札幌市中央区北 3 条西 7 丁目 酪農センター内
藤 田 裕		089-1242	帯広市大正町 441-10
藤 田 真美子	北海道庁農務部	060-0003	札幌市中央区北 3 条西 6 丁目
藤 本 秀 明	雪印種苗(株)中央研究農場	069-1464	夕張郡長沼町字幌内 1066
古 川 研 治	十勝農業協同組合連合会	080-8713	帯広市西 3 南 7-14
古 村 圭 子	帯広畜産大学	080-8555	帯広市稲田町西 2 線の 11
古 谷 政 道	農林水産省東北農業試験場	020-0123	盛岡市下厨川赤平 4
宝寄山 裕 直	北海道立滝川畜産試験場	073-0026	滝川市東滝川 735
千 場 信 司	酪農学園大学	069-8501	江別市文京台緑町 582-1
本 郷 泰 久	北海道立滝川畜産試験場	073-0026	滝川市東滝川 735
本 堂 勲	微生物化学研究所	001-0925	札幌市北区新川 5 条 5 丁目
前 川 裕 美		004-0863	札幌市豊平区北野 3 条 5 丁目 6-18
前 田 善 夫	北海道立新得畜産試験場	081-0038	上川郡新得町新得西 4 線 40
蒔 田 秀 夫	北海道立滝川畜産試験場	073-0026	滝川市東滝川 735
増 子 孝 義	東京農業大学生物産業学部	099-2493	網走市字八坂 196
松 井 義 貴	北海道立新得畜産試験場	081-0038	上川郡新得町新得西 4 線 40
松 岡 栄	帯広畜産大学	080-8555	帯広市稲田町西 2 線の 11
松 崎 重 範	北海道家畜改良事業団	089-0103	上川郡清水町字清水第 5 線 18 番地
松 長 延 吉	帯広畜産大学	080-8555	帯広市稲田町西 2 線の 11
松 本 啓 一	雪印種苗(株)中央研究農場	069-1464	夕張郡長沼町字幌内 1066
待 園 貞 雄	酪農総合研究所	060-0003	札幌市中央区北 3 条西 7 丁目 酪農センター内
真 鍋 就 人	十勝農業協同組合連合会	080-8718	帯広市西 3 条南 7 丁目
三 浦 俊 一	十勝中部地区農業改良普及センター	080-0803	帯広市東 3 条南 3 丁目 1 番地 支庁合同庁舎
三 浦 祐 輔	ホクレンくみあい飼料	060-8651	札幌市中央区北 4 条西 1 丁目
三 上 正 幸	帯広畜産大学畜肉保蔵学教室	080-8555	帯広市稲田町西 2 線の 11
三 河 勝 彦	北海道大学農学部	060-8589	札幌市北区北 9 条西 9 丁目
三 品 賢 二	清里地区農業改良普及センター	099-4405	斜里郡清里町羽衣町 39
水 野 勝 志	湧別地区農業改良普及センター	099-6414	紋別郡湧別町字錦 365-4
光 本 孝 次		080-0316	河東郡音更町緑陽台北区 21-4
湊 啓 子	北海道立新得畜産試験場	081-0038	上川郡新得町新得西 4 線 40
湊 彪		064-0809	札幌市中央区南 9 条西 20 丁目 1-21
南 橋 昭	北海道立新得畜産試験場	081-0038	上川郡新得町新得西 4 線 40
峰 崎 康 裕	北海道立天北農業試験場	098-5738	枝幸郡浜頓別町緑ヶ丘
宮 川 栄 一	酪農学園大学酪農学科	069-8501	江別市文京台緑町 582
宮 崎 元	北海道立新得畜産試験場	081-0038	上川郡新得町新得西 4 線 40
三 好 俊 三	帯広畜産大学	080-8555	帯広市稲田町西 2 線の 11
村 井 勝	農林水産省東北農業試験場	020-0123	盛岡市下厨川字赤平 4
森 清 一	北海道立新得畜産試験場	081-0038	上川郡新得町新得西 4 線 40
森 匡	北海道大学農学部	060-8589	札幌市北区北 9 条西 9 丁目
森 寄 七 徳	北海道立滝川畜産試験場	073-0026	滝川市東滝川 735
森 田 茂	酪農学園大学	069-8501	江別市文京台緑町 582
森 田 潤一郎	酪農学園大学	069-8501	江別市文京台緑町 582
森 津 康 喜	酪農学園大学	069-8501	江別市文京台緑町 582

氏 名	勤 務 先	郵便番号	住 所
森 好 政 晴	酪農学園大学獣医学部	069-8501	江別市文京台緑町 582
森 脇 芳 男	北留萌地区農業改良普及センター	098-3302	天塩郡天塩町山手裏通り 11 支庁合同庁舎
諸 岡 敏 生		001-0030	札幌市北区北 30 条西 9 丁目 2-2 シテイプラザナイン 201
門 前 道 彦	北海道ホルスタイン協会	001-0015	札幌市北区北 15 条西 5 丁目
安 江 健	茨城大学農学部生物生産学科	300-0393	茨城県稲敷郡阿見町中央 3-21-1
山 内 和 律	北海道立滝川畜産試験場	073-0026	滝川市東滝川 735
山 浦 光 男	クリーン化学工業㈱	061-1433	恵庭市北柏木町 3 丁目 172 番 1
山 川 政 明	北海道立根釧農業試験場	086-1153	標津郡中標津町桜ヶ丘 1-1
山 崎 昭 夫	九州農業試験場	885-0091	都城市横市町 6644
山 崎 昶	北海道立滝川畜産試験場	073-0026	滝川市東滝川 735
山 路 康		076-0033	富良野市新富町 3-1
山 下 一 夫	南根室地区農業改良普及センター	086-0204	野付郡別海町別海新栄町 4
山 田 渥	北海道立滝川畜産試験場	073-0026	滝川市東滝川 735
山 田 純 三	帯広畜産大学解剖学	080-8555	帯広市稲田町西 2 線の 11
山 田 豊	農林水産省北海道農業試験場	062-8555	札幌市豊平区羊ヶ丘 1
山 本 直 幸	農林水産省北海道農業試験場	062-8555	札幌市豊平区羊ヶ丘 1
山 本 裕 介	北海道立新得畜産試験場	081-0038	上川郡新得町新得西 4 線 40
矢 用 健 一	農林水産省北海道農業試験場	062-8555	札幌市豊平区羊ヶ丘 1
梁 云 穆	帯広畜産大学	080-8555	帯広市稲田町西 2 線の 11
湯 浅 亮	酪農学園大学	069-8501	江別市文京台緑町 582
湯 藤 健 治	北海道立根釧農業試験場	086-1153	標津郡中標津町桜ヶ丘 1-1
横 濱 道 成	東京農業大学生物産業学部	099-2493	網走市字八坂 196
横 山 節 磨	北海道文理科短期大学	069-0836	江別市文京台緑町 582
吉 田 悟	北海道立新得畜産試験場	081-0038	上川郡新得町新得西 4 線 40
吉 田 忠	釧路東部地区農業改良普及センター	088-1350	厚岸郡浜中町茶内市街
吉 田 則 人		080-0847	帯広市公園東町 4-7-7
義 平 大 樹	酪農学園大学	069-8501	江別市文京台緑町 582
芳 村 工		086-1106	標津郡中標津町西 6 南 10
米内山 昭 和		073-0044	滝川市西町 2-7-25
米 田 裕 紀	北海道立根釧農業試験場	086-1153	標津郡中標津町桜ヶ丘 1-1
米 道 裕 弥	北海道立滝川畜産試験場	073-0026	滝川市東滝川 735
リペラ ダヤラール	クリーン化学工業㈱	061-1433	恵庭市北柏木町 3-172

賛 助 会 員

会 員 名	郵便番号	住 所	営 業 項 目
エーザイ株式会社札幌支店	003-0021	札幌市白石区栄通 4 丁目 13 丁目	
オリオン機械	003-0027	札幌市白石区本通 18 丁目北 3 番 66 号	酪農機器, 食品機器
コーンズ・エージー	061-1433	恵庭市北柏木町 3 丁目 104 番地 1	酪農機器輸入販売, 作業機輸入販売, トラクター輸入販売
サツラク農業協同組合	065-0000	札幌市東区苗穂 3 丁目 3 - 7	
デーリィマン社	060-0004	札幌市中央区北 4 条西 13 丁目 1 番 39	
ニチロ畜産株式会社	063-0061	札幌市西区西町北 18 丁目 1 - 1	食肉販売, 食肉製品製造販売
ホクレンくみあい飼料株式会社	060-0004	札幌市中央区北 4 条西 1 丁目	飼料製造
ホクレン農業協同組合連合会	060-0004	札幌市中央区北 4 条西 1 丁目	
メルシャン株式会社苫小牧工場	059-1373	苫小牧市真砂町 38 - 5	
旭油脂株式会社	078-8253	旭川市東旭川北 3 条 5 丁目 3 - 6	
安積濾紙株式会社札幌営業所	065-0043	札幌市東区苗穂町 3 丁目 4 番 31 号	牛乳専用濾過紙, 乳房清拭紙, 乳頭仕上用ペーパー
井関農機株式会社営業北海道支店	060-0001	札幌市中央区北 1 条西 17 丁目 北都ビル	
株式会社三幸商会	063-0062	札幌市西区西町南 17 丁目 2 - 44	科学機器販売, 乳加工用乳酸菌, レンネット販売
株式会社土谷製作所	065-0042	札幌市東区本町 2 条 10 丁目 2 - 35	
株式会社内藤ビニール工業所	060-0808	札幌市北区北 8 条西 1 丁目	
株式会社酪農総合研究所	060-0003	札幌市中央区北 3 条西 7 丁目 酪農センター	調査研究, 経営診断, 酪農講座, 図書販売
十勝農業協同組合連合会	080-0013	帯広市西 3 条南 7 丁目 14	
小野田リンカル販売株式会社	060-0003	札幌市中央区北 3 条西 1 丁目 ナショナルビル	
森永乳業株式会社北海道酪農事務所	003-0030	札幌市白石区流通センター 1 - 11 - 17	
雪印種苗株式会社	062-0002	札幌市豊平区美園 2 条 1 丁目 2 - 1	飼料作物種子生産販売, 配合飼料製造販売
雪印乳業株式会社酪農部	065-0043	札幌市東区苗穂町 6 丁目 1 - 1	
全農札幌支所	060-0061	札幌市中央区南 1 条西 10 丁目	
全酪連札幌支所	060-0003	札幌市中央区北 3 条西 7 丁目 酪農センター内	
日本農産工業株式会社北海道支店	047-0007	小樽市港町 5 - 2	飼料製造販売
日本配合飼料株式会社北海道支社	060-0031	札幌市中央区北 1 条東 1 丁目 明治生命ビル	
日優ゼンヤク株式会社	065-0022	札幌市東区北 22 条東 9 丁目	
北海道ホルスタイン農業協同組合	001-0015	札幌市北区北 15 条西 5 丁目 20	
北海道家畜改良事業団	062-0052	札幌市豊平区月寒東 2 条 13 丁目 1 - 12	
北海道草地協会	060-0042	札幌市中央区大通西 7 丁目 2 酒造会館内	
北海道農業開発公社畜産部	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	農地流動化対策事業, 農村施設整備事業
北海道富士平工業株式会社	001-0027	札幌市北区北 27 条西 9 丁目 5 - 22	
北原電牧株式会社	065-0019	札幌市東区北 19 条東 4 丁目	
明治乳業株式会社北海道酪農事務所	003-0001	札幌市白石区東札幌 1 条 3 丁目 5 - 41	

北海道畜産学会編集委員

委員長	中村 富美男(北大農)
委員	山崎 昶(滝川畜試)
	干場 信司(酪農大)
	松岡 栄(帯畜大)
	落合一彦(北農試)
	片山 正孝(道農政部)

編集幹事	森 匡(北大農)
------	----------

編集後記

第40巻を97年度内に発行できなかったことを深くお詫び申し上げます。第53回北海道畜産学会大会が11月に開催され、原稿の〆切時期が遅くなったこと、閲読に時間を要したことなどもありますが、何より編集委員会の不手際によるものであり、申し訳ありません。

前委員会の努力により、北海道畜産学会報が学術刊行物として認定されたことを報告しておきます。現委員会では、原著論文の掲載を前提とした検討を進めており、会員の方々の意見をお寄せ頂ければ幸いです。

(編集幹事、委員長)

複写をされる方に

本誌に掲載された著作物を複写したい方は、日本複写権センターと包括複写許諾契約を締結されている企業の従業員以外は、著作権者から複写権等の委託を受けている次の団体から許諾を受けて下さい。なお、著作物の転載・翻訳のような複写以外許諾は、直接本会へご連絡下さい。

〒170-0052 東京都港区赤坂9-6-41 乃木坂ビル3F

学協会著作権協議会 (TEL/FAX: 03-3475-5618)

アメリカ合衆国における複写については、次に連絡して下さい。

Copyright Clearance Center, Inc. (CCC)

222 Rosewood Drive, Danvers, MA 01923, USA

Phone: (978)750-8400 Fax: (978)750-4744

Notice about Photocopying

In order to photocopy any work from this publication, you or your organization must obtain permission from the following organization which has been delegated for copyright for clearance by the copyright owner of this publication.

Except in the USA

The Copyright Council of the Academic Societies (CCAS)

41-6 Akasaka 9-chome, Minato-ku, Tokyo 107-0052, Japan

TEL/FAX: 81-3-3475-5618

In the USA

Copyright Clearance Center, Inc. (CCC)

222 Rosewood Drive, Danvers, MA 01923 USA

Phone: (978)750-8400, Fax: (978)750-4744

北海道の畜産を支える 飼料の安定供給!

あしたの畜産振興のために信頼できる配合飼料を



ホクレンくみあい飼料株式会社

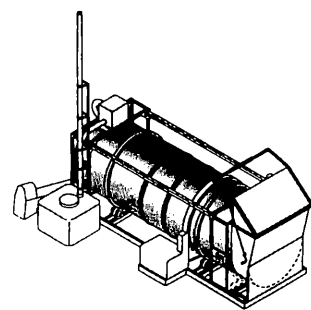
代表取締役社長 太田 一郎

本社 札幌市中央区北4条西1丁目北農会館 工場 釧路・旭川・苫小牧・帯広・北見

雪印 キルン方式

堆肥発酵機
沃野
Y O K U Y A

微生物の
ちからで!!



当社では、微生物スノーエックス、堆肥発酵機「沃野」を中心として、フリーストール牛舎での敷料の水分管理ノウハウ、完熟堆肥を敷料として再利用する方法、糞尿を有効な有機質肥料として耕地に還元する技術などをシステム化して提案しています。

雪印種苗株式会社

北海道畜産学会報 第40巻

1998年5月30日 印刷

1998年5月30日 発行

発行人 清 水 弘

発行所 北海道畜産学会

〒069-8589 札幌市北9条西9丁目

北海道大学農学部畜産科学科内

電話 011-706-2897

郵便振替口座番号 02770-4-4947

印刷所 (株)アイワード

