

# 北海道畜産学会報

第39巻 1997年



**解説**

中国・黒竜江省の畜牧と畜牧研究

**受賞論文**

浜中町における総合的な酪農技術の普及

**短報 (15編)**

**技術レポート (1編)**

**講座**

ウシの海綿状脳症(狂牛病)とプリオン病

会員からの声、海外報告、シンポジウム報告

書評、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 53 回北海道畜産学会大会開催予定

と き：1997 年 11 月 6 日(木), 7 日(金)

場 所：農林水産省北海道農業試験場

詳細な案内：1997 年 6 月下旬

講演要旨締め切り：1997 年 8 月下旬

## 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 鮫島邦彦

なお、ご不明な点は、会計幹事 竹之内まで

住所：060 札幌市北区北 9 西 9 北大農学部

電話：011-706-3889

ファックス：011-716-0879 (北大農学部共通)

## 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

# 関連学会・研究会よりのお知らせ

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」

「1997 年度北海道国内客員研究員招へい事業」連携企画

### 趣 旨

最近のゲノム解析の進展により家畜育種に有用な DNA マーカーが整備されつつあり、わが国においてもブタとウシの DNA 育種技術の開発に関する全国的な共同研究が開始された。北海道においても大学および国立・道立農畜試において DNA マーカー育種技術の試験研究への取り組みがなされている。このセミナーでは家畜 DNA 育種技術に関する実際面と理論面での基調報告を踏まえ、各研究機関で推進している試験研究の現状を報告し、今後の北海道における家畜 DNA 育種技術の展開方向について討議を行う。

日 時：1997 年 7 月 11 日(金)10 時半～17 時

場 所：新得町トムラ登山学校レイク・イン

主 催：北海道立新得畜産試験場

北海道農業研究推進会議畜産・草地部会研究会

農業低温科学研究会（畜産部会）

連絡先：〒081 北海道上川郡新得町西4-40

北海道立新得畜産試験場家畜部肉牛育種科

TEL：01566-4-5321 FAX：01566-9-5118

### プログラム

#### 基調講演

- ・和牛肉質の QTL 解析 10：30-11：15  
杉本喜憲（畜産技術協会附属動物遺伝研究所）
- ・ブタのマーカー地図の作成と形質関連遺伝子のマッピング 11：15-12：00  
安江 博（農水省畜産試験場）
- ・量的形質遺伝子座の位置と効果の推定法 13：00-13：40  
富樫研治（農水省北海道農業試験場）

#### 研究紹介

- 13：40-16：00
- ・反復配列を用いた家畜の染色体の同定  
佐々木整輝・荻野 敦（北海道大学農学部）
- ・豚の増体・強健性に関する DNA マーカー選抜技術  
内藤 学（北海道立滝川畜産試験場）
- ・PCR 法による牛胚の性別判別  
陰山聡一（北海道立新得畜産試験場）
- ・マウスおよびウシの細菌感染抵抗性遺伝子（Nramp）について  
渡辺智正・野間博子・高松大輔（北海道大学獣医学部）
- ・小型ピロプラズマ病抵抗性と免疫機能の品種間差  
川本 哲（北海道立新得畜産試験場）
- ・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  
藤川 朗（北海道立新得畜産試験場）

#### 総合討論

16：10-17：00

#### 懇親会

18：00-20：00

# 北海道畜産学会会報

第 39 卷

平成 9 年 3 月

## 目 次

### 解 説

中国・黒竜江省の畜牧と畜牧研究

—酪農生産を中心に— ……………大久保正彦・安 秀敏…… 1

浜中町における総合的な酪農技術の普及

—地域の営農活動を支援する技術者組織—

……………浜中町農業技術員連絡協議会 金田光弘・佐川 修…… 7

### 短 報

ウシ乳蛋白質の免疫化学的定量 ……………平山博樹・横濱道成…… 11

サラブレッド種 3 歳馬における初出走時の日齢と馬体重に対する遺伝率および環境要因の推定

……………森津康喜・出来 強・三輪圭吾・市川 舜…… 15

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

……………河合正人・近藤誠司・秦 寛・大久保正彦…… 21

肝膿瘍および合併症がホルスタイン種去勢肥育牛の枝肉格付成績に及ぼす影響

……………日高 智・岩谷 渡・松長延吉・左 久…… 25

生乳のリポリシスにおける温度活性化 ……………今 洋史・斎藤善一…… 31

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

……………寺井明喜子・盛田フミ・森津康喜・市川 舜…… 34

乳酸菌、セルラーゼ添加牧草サイレージの発酵品質および *in vitro* 第一胃内発酵様相

……………松岡 栄・Lourdes Noemi BRANDA・磯貝和江  
須山哲成・高橋玲奈・中西央乃・藤田 裕 …… 38

ウシ胎盤コラーゲンの特徴

……………福永重治・田中晶子・原 環・竹之内一昭・中村富美男…… 43

角化細胞の分化に及ぼす線維芽細胞の影響

……………久保康明・松澤陽子・中村富美男・竹之内一昭・近藤敬治…… 47

トリプルステイン染色したホルスタイン種雄牛精子の色調 ……………寺脇良悟・増田実加・福井 豊…… 51

栄養評価試験のためのめん羊の馴致期間の検討 ……………野中和久・矢用健一・名久井忠…… 54

蛋白質補給飼料の違いが育成、肥育牛の血漿遊離アミノ酸、成長ホルモン、IGF-I 濃度に及ぼす影響

……………松長延吉・銭谷 晶・菅原正人・日高 智・左 久…… 57

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

……………河原孝吉・鈴木三義・池内 豊…… 65

エゾシカ (*Cervus nippon yezoensis*) 卵母細胞の回収および体外成熟

……………黒崎達也・亀山祐一・石島芳郎…… 70

ウシの精液検査における精子運動能自動解析装置の応用

……………李 玉田・小山久一・渡辺展子・向井直樹・平尾和義…… 73

### 技術レポート

乳房炎予防と生産環境改善を推進する普及活動 ……………藤井育雄…… 76

### 講 座

ウシの海綿状脳症 (狂牛病) とプリオン病 ……………谷山弘行…… 80

### 会員からの声

受精卵移植技術を活用した優良黒毛和種種雄牛づくり ……………塚本 達…… 86

「畜産」研究に思う	田中義春	88
酪農経営の生産技術の実態と課題（酪農経営の経営診断事例から）	須藤純一	89
どこへ向かう試験研究	菊地 実	91

#### 海外報告

カナダ・ゲルフ大学の研究および生活環境	植竹勝治	92
ニュージーランドから北海道酪農を考える	小関忠雄	94
第42回国際食肉科学技術会議に出席して	西邑隆徳	99

#### シンポジウム報告

シンポジウム報告「日韓科学協力事業セミナーを開催して」	島崎敬一	101
第8回アジア・大洋州畜産学会議	清水 弘	107

#### 書 評

「家畜行動図説」	森田 茂	108
----------	------	-----

第52回北海道畜産学会大会 一般講演一覧		109
大会報告		111
学会記事		116
役員名簿		120
前会長挨拶		122
北海道畜産学会会則		123
北海道畜産学会編集委員会規定		124
北海道畜産学会投稿規定		124
北海道畜産学会報原稿作成要領		125
北海道畜産学会表彰規定		126
会員名簿		127

解 説

中国・黒竜江省の畜牧と畜牧研究  
—酪農生産を中心に—

大久保正彦・安 秀敏\*

北海道大学農学部, 札幌市

\* 黒竜江省畜牧研究所・中国黒竜江省齊齊哈爾市

Present situations and researches on animal agriculture  
in Heilongjiang, China

Masahiko OKUBO and AN Xiu Min\*

Faculty of Agriculture, Hokkaido University, Sapporo 060

\* Animal Husbandry Reserch Iustitute, Heilongjiang Province, Qiqihar, China

キーワード: 畜牧, 酪農, 研究, 黒竜江省, 中国

Key words: animal agricultare, dairy farming, research, Heilongjiang province, China

黒竜江省は中国の最東北部, 北緯 43~53 度に位置している。位置としては北海道の中部以北にあたり, 北海道の 5 倍以上の広大な面積を有している(図 1)。夏は北海道より暑く, 冬は北海道より寒い。作物生産, 畜牧生産のいずれもが盛んで, 北海道と同様, 中国の食糧生産基地と言われている。様々な点で北海道との共通点も多く, 交流も活発であり, 今後も両者の結びつきは一層深まるであろう。そこで本報告では, 黒竜江省の畜牧と畜牧研究の概況を酪農生産を中心に紹介する。



図 1 中国・黒竜江省の位置

1. 自然条件

黒竜江省は総面積 4,540 万 ha で, 北西部に大興安嶺(海拔 1,000—1,400 m)と小興安嶺(海拔 600—1,000 m), 東南部に長白山系の一部を含む東南部山地(海拔 600—1,000 m)があり, その間に松嫩平原(海拔 150—200 m)と三江平原(海拔 50—100 m)が広がり, ロシアとの国境を黒竜江が, また両平原をその支流である松花江, 嫩江が流れている。平原は標高差が小さく, 多くの湖, 沼, 湿地が見られ, 排水不良地域, 泥炭地域あるいはアルカリ土壌地域も少なくない。黒竜江省は中国の分類に従えば, 農区と牧区の混在する省であり, 畜産業生産区域という点からみれば, 図 2 のように①西部牧区および半農半牧区(乳牛・乳肉兼用牛, 細毛羊主産区), ②北部および東北部辺境地区(肉牛, 綿羊主産区), ③中部農区(豚, 牛, 羊, 家禽, 兎総合産区), ④城市工礪林油区(家禽, 乳牛主

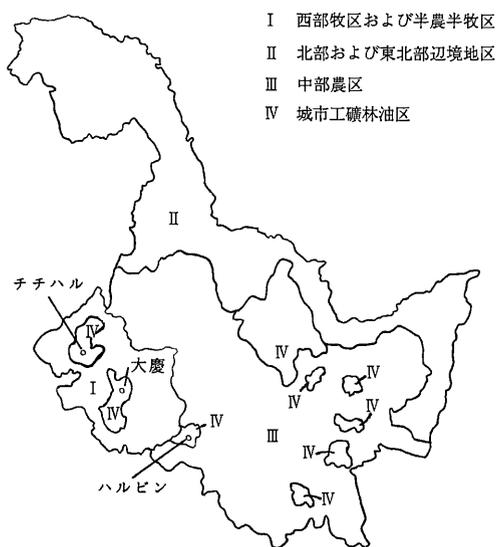


図 2 黒竜江省の畜産業区割

受理 1997 年 3 月 14 日

産区)の4区に分けられる(黒竜江省志・畜牧志編纂委員会, 1993)。

気温は南東から北西へ低くなっており, 1月平均気温で-15~-31°C, 最低気温が-40°C以下になることも珍しくはなく, 冬の寒さは極めて厳しい。これに対して夏はかなり温度が上昇し, 7月平均気温は18~23°Cで, 典型的な大陸性気候である。年降水量は400~600mmと北海道の半分程度だが, その80%近くが6-9月の4ヵ月間に集中しており, 夏季間の高温と降雨により作物栽培が可能になっている。しかし冬は雪も少なく, 土壤凍結は2m近くまでに及び, 作物や草の生育期間は短い。

## 2. 畜牧生産の現況

### 1) 土地利用(表1)

黒竜江省では総面積のうち約20%が耕地で, 草地もほぼ同程度となっており, 中国国内でも内蒙古, 新疆ウイグル, チベット, 青海省などほとんどが草地で, 畜牧主体の地域とは異なり, 半農・半牧の地域である。耕地のうち90%以上が畑地であるが, 最近では水田の面積が増えている。黒竜江省の稲作の発展に北海道の農業研究者, 技術者の貢献が大きいことはよく知られている。

畑作のうち小麦, とうもろこしなど穀類の栽培面積は, 全省区のうち第4位で, とくに大豆は全国の約25%を生産し, 第1位を占めている。ビートも同様に約25%を生産し, 第1位となっている。草地は基本的に天然草地で, いわゆる改良草地は微々たるものである。

### 2) 家畜・家禽飼養と生産物(表2, 3)

家畜・家禽飼養頭数とそれによる生産物量を, 中国全体および北海道と比較してみると, 良種および改良種乳牛(ホルスタイン種およびその種系が主)と馬

を除いて, 家畜・家禽の飼養頭数数が際だって多い訳ではない。中国の畜牧を概括すれば, 中央から南部の農区において豚, 家禽, 水牛の飼養が, 北部から西部の牧区ではめん山羊, 馬の飼養が特徴的で, 牛は全国に分布している。しかし牛でもその90%以上が黄牛で, 従来は役牛としての利用が多く, 牛乳または牛肉生産を主目的とした飼養は限られていた。そのなかで, 別項で改めて詳述するが, 黒竜江省では良種および改良種といわれる乳牛飼養頭数と牛乳生産量が全省区のなかで最も多く, 現在も増加を続けている。飼養頭数からみれば, 2, 3位の新疆ウイグル, 内蒙古両自治区の1.1~1.2倍程度であるが, 牛乳生産量では両自治

表2 黒竜江省の家畜・家禽飼養頭数(1994)

	全 国	黒竜江省
	万頭	万頭
大家畜	14,919	519
うち牛	12,332	402
華牛	9,240	329
良種・改良乳牛	384	73
水牛	2,291	—
馬	1,003	103
その他	1,584	14
豚	41,462	909
うち繁殖豚	3,226	83
羊	24,053	400
うち山羊	12,309	60
めん羊	11,744	340
家禽	374,021	13,303

(中国農業年鑑1995による)

表3 黒竜江省の畜牧生産物量(1994)

	全 国	黒竜江省
	万頭	万頭
出荷頭数		
肉豚	42,103	784
肉牛	2,513	113
肉羊	13,125	156
家禽	512,823	12,692
馬	96	9
生産物量		
	万t	万t
肉類総計	4,499	109
うち豚肉	3,205	66
牛肉	327	18
羊肉	161	2
家禽肉	755	21
馬肉	10	1
乳類総計	609	144
うち牛乳	529	144
羊毛総計	28	1
うちめん羊毛	26	1
山羊毛	2	—
卵	1,479	60

(中国農業年鑑1995による)

表1 黒竜江省の人口および土地利用(1994)

	全 国	黒竜江省
	万人	万人
総人口	117,353	3,558
うち農業人口	90,036 (76.7%)	1,980 (55.6%)
	万ha	万ha
総面積	95,970	4,539
うち耕地	9,491 (9.9)	891 (19.6)
水田	2,476 (2.6)	77 (1.7)
畑地	7,015 (7.3)	814 (17.9)
草地	40,407 (42.1)	840 (18.5)
	万ha	万ha
総作付面積	14,815	866
うち粮食作物	10,954	750
経済作物	2,154	67
その他	1,707	49

(中国農業年鑑1995による)

区の3倍以上で、乳牛の能力や飼養技術も含め酪農生産の最も盛んな先進地域といえる。黄牛も、従来の役用から肉生産を目的とした飼養に変化し、その頭数も急増しており、国外から導入した肉専用種などの交配による改良も進められている。

馬の飼養頭数も内蒙古自治区について2番目に多いが、全国傾向と同様減少傾向にあり、農作業や運搬手段の機械化進行に伴って、その役割は低下している。しかし、なお現在でもその果たしている役割は日本で想像される以上に大きい。また、そこには驢馬、騾馬も含まれる。

豚、めん山羊、家禽もかなりの頭羽数が飼養されており、北海道と較べれば大生産地のように思われる。しかし中国の中央部から南部の養豚の中心地域、遊牧も含めた西部乾燥地域および小規模農家の多い南部などめん山羊の飼育が盛んな地域に較べれば、各々の生産の中心地域とは言えない。

### 3) 草地および飼料生産

前述のように、黒竜江省は農区（耕地主体）と牧区（草地主体）の混在する省であり、全面積の18%程度が草地で、ほとんど全てが天然草地である。主な草種は西部地域では羊草、東部地域では小葉樟である。気象条件、土壌条件にも恵まれず、また利用方法にも問題があり、草地生産力は高いとは言えない。利用可能な生草量で2.0~9.7t/haと、北海道の人工草地に較べれば1/5~1/20ときわめて低い。こうした草地は、5月末から10月初めまで牛、馬、めん山羊の放牧に用いられるほか、刈り取られ、主として乾草に調製される。放牧は、牧柵など隔障物のほとんどない共同放牧地に、日帰りで放牧される場合が多い。乾草調製は年に1回で、8月に行われる。6~7月は雨が多く、乾草調製に不適ということもあるが、品質より収量を重視するという意識が強く、栄養価としては良いとは言えない。牧草をサイレージとして利用する方法は、まだほとんど普及しておらず、今後の課題となっている。

草地については、いま三化による荒廃の進行が、中国の他省区と同様大きな問題になっている。三化とは風化、沙化、アルカリ化を意味する。1983—1985年の草地資源調査によると、黒竜江省の利用草地403万haのうち半分以上が退化草地とされており、軽度退化23%、中度退化18%、重度退化15%となっている。とくに放牧地では重度退化が34%と、採草地、兼用地に比べて荒廃が著しい（黒竜江省志・畜牧志編纂委員会、1993）。こうした荒廃した草地に対する対策はもちろんのこと、より積極的な草地改良や人工草地造成も行われているが、人工草地は草地全体のわずか1~2%にすぎない。また乾燥やアルカリ土壌に比較的強いアルファルファは、黒竜江省でも今後有望な飼料資源と思われる、各地で研究や実際の栽培が行われている。しかし冬季の厳しい寒さの影響や機械作業体系の

未確立という問題もあり、栽培面積はまだ1万ha以下である。

飼料作物としては、サイレージ用とうもろこし、飼料用ビート・かぼちゃ・にんじんなどが作られており、とうもろこしサイレージは、ひろく個人農家にも普及している。しかし栄養価より収量を重視した未熟状態でのサイレージ調製がまだ一般的である。

黒竜江省は中国のなかでも、飼料穀物や農産加工副産物など濃厚飼料資源が豊富な省である。1984年の統計で、飼料用穀物（とうもろこし、高粱など）231万t、大豆粕66万t、糟糠類32万t、ビートパルプ393万tのほかに、様々な農産加工副産物が飼料に用いられている。このほかに、とうもろこし茎葉、稲わら、麦わらなども重要な飼料資源になる。

## 3. 酪農生産の課題と研究

### 1) 乳牛飼養・酪農生産発展の歴史

黒竜江省における乳牛の飼養は19世紀末に始まっているが、1917年のロシア革命後、ロシアからの移住者がつれてきた乳牛が、その後の発展に大きく寄与した。1940年には約8,000頭の乳牛が飼育されていたという記録があり、ホルモゴール種とシンメンタール種が主で、他にホルスタイン種、タジル種などがいた。第2次大戦直後には、飼料不足などで7,000頭程度まで減少したが、新中国成立後は、政府が酪農生産の発展を重視し、種畜場の設立、オランダ、アメリカ、カナダなどからのホルスタイン種種畜の導入、飼料確保対策、乳製品工場の建設など積極的な対策を取っており、その後のめざましい発展につながった。人民公社時代および文化大革命の時期にこそ一時的な生産の後退があったが、全体としては乳牛飼養頭数の増加、個体能力の向上、飼養技術の改善、乳製品工業の発展が続いてきている。1頭当たり年間乳量は、1950年代で2,200kg、60年代で3,000kg、80年代で4,000~5,000kgと増加してきており、現在では1万kg以上の成績を示す牛も出てきている（黒竜江省志・畜牧志編纂委員会、1993）。

生産された牛乳の75~85%は加工に向けられ、主として粉乳として沿海部の大消費地へ送られており、飲用乳としての利用は少ない。日本の乳業会社を含めた外国との合弁工場も出来ており、加工・流通体制の改善が進んでいるが、まだ農家、集乳段階、工場などでの衛生管理には多くの問題が残っている。

黒竜江省のなかでも西部の哈尔滨、齐齐哈尔、安達、肇東、双城、杜蒙の6市県は、中国全土でも乳牛の多い地域で、酪農生産の基地とみなされ、今後の発展をさらに期待されている。

### 2) 飼養管理の現状と課題

黒竜江省の畜牧業は経営形態から、国营畜牧業（種畜場、畜牧場などと呼ばれているもので、数千から数

万 ha の面積をもつ大規模牧場)、集体畜牧業(集团牧場)、職営畜牧業(牧工商が一体になった公司=会社組織の牧場)、个体畜牧業(個人農家)に分けられる(黑竜江省志・畜牧志編纂委員会, 1993)。最近は国营および集体畜牧業から職営および个体畜牧業に重点が移りつつある。酪農生産に限ってみると、地域やその土地基盤などから都市近郊型(放牧地のないものが多い)、草地型(大面積の放牧地をもつ)、畑作地域型(放牧地のないものと、あるものの両方が存在する。ただし放牧地があっても面積はあまり大きくない)に分けられる。個人農家では、搾乳牛2頭以上を専業戸、5頭以上を専業大戸とよんでおり、規模はあまり大きくない。

年間の飼料給与は表4の例のように、放牧地がある場合、6-9月の放牧期は1日8-10時間の放牧と乾草が基本になり、これに配合飼料が給与される。草地の状態が悪くなったり、暑熱の厳しいときに青刈草を与える場合もある。10-5月の舎飼期は、とうもろこしサイレージと乾草が基本で、これに配合飼料が給与される。ビートパルプ、ビール粕など農産加工副産

物も多く与えられている。放牧地のない経営では、年間を通してこの舎飼期の飼料給与と基本的には同じである。配合飼料の構成は、とうもろこし、大豆粕、ふすまが基本になっており、給与量は乳量の20-50%で、乳量レベルがそれほど高くないにもかかわらず、濃厚飼料多給と言える。こうした飼料給与体系をもたらした原因として、草地利用方法の改善や良質粗飼料の確保のための努力が不十分であったことがあげられる。後述の研究の項でもふれるが、今後、食糧問題がより深刻になることが必至の中国において、粗飼料に重点をおいた酪農生産がきわめて重要であることは言うまでもない。

黑竜江省の酪農は、まだほとんど機械化されていない。基本的に1日3回の搾乳は手搾りであり、ミルカーはほとんど普及していない。乾草やサイレージといった粗飼料調製にも、とうもろこしサイレージ用のカッターを除いてほとんど機械は使われていない。社会的、経済的背景をぬきにして単純に機械化を進めることが必要とは言えないが、より良質の粗飼料確保のため共

表4 黑竜江省における泌乳牛への飼料給与例(1日1頭当たり)

	夏季	冬季
靠山種畜場 (杜蒙県)	放牧 11時間 乾草 3kg 配合飼料 乳量の30%	とうもろこしサイレージ 20kg 乾草 5kg 配合飼料 乳量の40% (ビール粕 ひまわり粕)
三環公司牧場 (大慶市)	放牧 配合飼料 乳量の38%	とうもろこしサイレージ 20kg 乾草 5kg 生ビートパルプ 20kg 配合飼料 乳量の44%
先鋒牧場紅星分場 (安達市)	放牧 11時間 乾草 配合飼料 乳量の1/3	とうもろこしサイレージ 乾草 生ビートパルプ 白酒粕 配合飼料 乳量の1/3
新中畜牧場 (齊齊哈爾市)		とうもろこしサイレージ 12kg 乾草 5kg ビール粕 10kg 配合飼料 乳量の1/3
個人農家A (安達市火星村)		とうもろこしサイレージ 20kg 乾草 5kg (生ビートパルプ, ビートトップ, 人じん) 配合飼料 乳量の20-25%
個人農家B (齊齊哈爾市富拉爾基)		青刈生草 乾草 トウフ粕(秋~冬) 配合飼料 乳量の1/3

(大久保, 聞き取り調査による)

同利用などによる一定の機械化も必要であろう。畜舎は、冬季の厳しい寒さもあって比較的しっかり作られている。しかし断熱や換気は不十分であり、冬季、牛舎内の天井や壁が結露、凍結で真っ白になっていることは珍しくない。

### 3) 研究の現状

#### ① 研究体制

畜牧に関連する研究機関としては、中央政府に所属する中国農業科学院哈尔滨獣医研究所、中国科学院黒竜江農業現代化研究所、省政府に所属する黒竜江省畜牧研究所、黒竜江省獣医科学研究所の他に、地区や市の研究所、国营農場内の研究室がある。このうち黒竜江省畜牧研究所は、10研究室に100名近い研究者を擁し、幅広い研究を進めている。しかし、近年十分な財政的保証がないため、優秀な人材の流出など一定の困難が生じている。研究の成果や国内外の関連情報は、「黒竜江畜牧科技」、「黒竜江畜牧獣医」、「黒竜江獣医」、「獣医科学」、「肉品衛生」、「肉牛技術資料」などの学術雑誌に公表されている。

#### ② 乳牛節糧型飼養技術に関する研究

前述したように、従来の黒竜江省における酪農生産は多量の穀物給与に依存しており、こうした生産のあり方を改善することは、黒竜江省のみならず中国酪農全体の将来を考えるとききわめて重要な課題であった。そこで《八五》期間重点研究項目として、黒竜江省畜牧研究所において本課題が取り組まれた（八五とは中国の国民経済・社会発展第八次五カ年計画を指す）。この研究は、従来から土地利用型酪農生産に関する研究に取り組んできた北海道大学農学部乳牛研究グループ（朝日田・大久保・近藤・中辻）と黒竜江省畜牧研究所との共同研究でもあった。

研究の目標は、泌乳牛に対する給与粗飼料の品質改善と濃厚飼料給与量の節減であり、北海道において普及している技術や北海道大学での研究成果と黒竜江省の生産現場の実態を考慮して以下の項目について検討することとした。

- ・とうもろこしサイレージの栄養価向上（サイレージ調製熟度を遅らせ、子実割合を高める）
- ・牧草サイレージの導入
- ・アルファルファの導入
- ・草地の改良
- ・以上の対策のうえに濃厚飼料給与量の節減
- ・粗飼料栄養価の評価

試験期間は5年間であり、草地型酪農地帯の杜蒙県靠山種畜場（供試牛380頭）と都市近郊型の齊齊哈爾市新中牧場（供試牛806頭）で飼養試験、消化試験、草地改良試験、サイレージ調製試験などを実施するとともに、その成果を他の牧場でも応用に移した。その結果、平均乳量5～6tの泌乳牛で、乳量を低下させることなく濃厚飼料を乳量の40%から25～27%にまで

下げることが出来、1頭1乳期当たり600～740kgの濃厚飼料節減を実現した。この研究成果は、黒竜江省内のみならず、中央政府からも高い評価を受け、普及に移しつつあると同時に、第九次五カ年計画（1996～2000年）国家科技成果重点推広計画の項目に指定され、引き続き研究を進めることになっている。北海道大学の研究グループも引き続き共同していく予定である（朝日田康司ほか、1993；黒竜江省畜牧研究所、1994）。

#### ③ 乳牛の繁殖技術に関する研究

黒竜江省畜牧研究所が重点的に取り組んできた研究の一つに、乳牛の繁殖技術に関する研究がある。黒竜江省では1950年代に人工授精に関する研究が始められ、畜牧研究所でも1971年から凍結精液に関する研究を始め、農村でも試験を繰り返す、全省への普及に貢献してきた。その結果、1983～1985年で全省の60万頭以上の乳牛に人工授精が行われ、80%以上の受胎率を得ている。

1979年からは牛胚移植の研究にも着手している。中国における牛胚移植研究は、1970年に開始され、1978年には胚移植による第1号牛が出産した。その後、凍結胚移植についても研究が進められ、1982年に初めて成功している。畜牧研究所では、1983年に胚移植による第1号牛が出産し、その後、凍結胚移植の研究が進められ、1988年で凍結胚受胎率39%、1990年で42%、1993～1995年で45%を達成している（呉鉄榮ら、1996）。中国全体では、1988年に新鮮胚移植2,600頭以上で受胎率35%前後、凍結胚移植1,000頭以上で受胎率20%前後、最近では新鮮胚移植による受胎率50%、凍結胚移植による受胎率40%という報告がされており（章力建、1995）、黒竜江省における研究は全国的にも高いレベルに達しているといえよう。畜牧研究所では、中央政府農業部から「提高乳牛凍胚受胎率的研究」（1991～1995年）、省政府から「牛胚移植技術開発と応用研究」（1995～1997）の課題を受け、現在も引き続き研究を進めている。

そのほか後産停滞や子宮疾病などによる繁殖成績の低下を改善するため、各種薬品の効果を検討する試験を2000頭以上の乳牛を対象に行い、繁殖成績改善に大きく貢献している（劉慶ら、1993）。

## 4. 今後の展望

黒竜江省は、日本における北海道と同様、中国の食糧生産基地と位置づけられており、穀物生産と併せて、畜牧生産においても全国的な貢献が期待されている。そこで黒竜江省を「畜牧業大省」と発展させるべく、様々な取り組みがなされている。とくに、その中でも牛乳生産量の2000年目標を350万t（現在の2.5倍）とかかげ、酪農生産の発展を重視している。しかし、これを実現するためには、克服しなければならない課

題が山積している。もちろん、政策的な措置の重要性は明白であるが、ここでは科学技術的な課題について略述しておこう。

今後の畜牧発展の為の科学技術的課題として、黒竜江省畜牧研究所ではつぎの7点をあげている(楊化文ら, 1996)。すなわち①育種改良による能力向上, ②繁殖技術の改善, ③雑種強勢の活用, ④優良種畜による双子生産, ⑤飼料の加工調製, 配合技術の改善, ⑥バイオテクノロジーの利用, ⑦飼養管理の改善と防疫である。たしかに、こうした課題はいずれも重要であるが、著者らが黒竜江省における生産現場の視察や共同研究をとおして痛感させられたのは、いかに優良な家畜を保有していても、良質飼料の確保と飼養管理の改善が伴わなければ、その能力を十分発揮させることが出来ないということである。近年、遺伝的能力の高い種畜を導入することは、比較的容易になってきた。しかし、それだけでは生産を発展させることは出来ない。今後、中国において人口増加に伴う食料需要の増加と飼料用穀物の不足が深刻化することが予想される(中華人民共和国農業部, 1995)なかで、環境とのバランスも考慮しつつ、いかに良質の粗飼料を確保するかが、黒竜江省における畜牧発展のカギになるであろう。課題は多いが、黒竜江省畜牧の潜在能力はまだまだ大きいと思われ、今後の飛躍は十分期待できる。そのためにも黒竜江省の実態を考慮しつつ、北海道の経験や技術を活用移転することは重要である。

## 文 献

- 朝日田康司・大久保正彦・近藤誠司・中辻浩喜・及川寛・花田正明, (1993) 黒竜江省および北海道における土地利用型乳牛飼養技術—乳牛節糧型飼養新技術合作研究報告書—。北海道日中科学技術交流報告, 48。
- 黒竜江省畜牧研究所, (1994) 黒竜江省乳牛節糧型飼養新技術研究成果編。黒竜江省畜牧研究所, 齊齊哈爾。
- 黒竜江省志・畜牧志編纂委員会, (1993) 黒竜江省志 第10巻畜牧志。黒竜江人民出版社, 哈爾濱。
- 劉慶・徐洪喜・吳煥得・徐俊偉・安秀敏・王洪權・汪德志・張永珍・穆啓有, (1993) 提高乳牛受胎率的報告。黒竜江畜牧科技, 45:1-4。
- 章力建, (1995) 現代生物技術在農業上的應用。生物技術通報, 2:7-11。
- 楊化文・安秀敏・王海山, (1996) 加快實現畜牧業大省 應如何認識和應用科学技術的基本策略。黒竜江畜牧科技, 51:1-2。
- 中華人民共和国農業部, (1995) 中国農業發展報告'95。中華人民共和国農業部, 北京。
- 中国農業年鑑編輯委員會, (1995) 中国農業年鑑。中国農業出版社, 北京。
- 吳鉄榮・柏学進・岳奎忠・薛建華・董亜娟・羅明玖・張新慧・黃忠牧・劉坤亮・牛福祥・陳豐年・李洪祥, (1996) 提高牛冷凍胚胎移植受胎率的研究。黒竜江畜牧科技, 51:13-16。

## 受賞論文

## 浜中における総合的な酪農技術の普及 —地域の営農活動を支援する技術者組織—

浜中町農業技術員連絡協議会

金田 光弘・佐川 修\*

釧路東部地区農業改良普及センター

\* 浜中町農協

### Extension of total technology for dairy production in Hamanaka-cho, Hokkaido —The organization of technical experts supporting local farming—

The council of Technical Experts for Hamanaka-cho Agriculture

Mitsuhiro KANEDA and Osamu SAGAWA\*

Kushiro-Tobu Agricultural Extension Center

\* Hamanaka-cho Agricultural Co-operative

キーワード：浜中町，技連，乳質改善

Key words：Hamanaka-cho, council of technical experts, milk quality improvement

#### 1 浜中町の概況

浜中町は、太平洋に面した釧路支庁の東端に位置し、北は別海町、東は根室市、西は厚岸町にそれぞれ接している。町の人口は8,000人である。基幹産業は第一次産業で、漁業と酪農の町である。

夏は冷涼で海霧が発生する気候条件や、昭和6、7年の大冷害を契機として畑作から酪農に転換され、規模拡大を繰り返し大規模酪農経営に至っている。昭和43年度から国営総合農地開発事業に着工し、約6,500haを草地化し、草地面積14,000haに拡大している。乳牛頭数は23,000頭、生乳生産量83,000tになっている。

#### 2 農業構造の変化

飼料基盤の拡充とともに乳牛飼養頭数も増加し、表1に示すように、昭和45年の8,800頭から55年16,000頭、平成5年22,000頭と推移している。反面、乳牛飼養農家戸数は年々減少し、昭和45年519戸から平成5年289戸と、約2分の1までになっている。この結果、戸当たり乳牛飼養頭数規模は年々多くなり、昭和40年11頭から平成5年91頭に至っている。

頭数規模拡大とともに機械化が進められた昭和45年頃からトラクターが普及し、最近では1戸当たり所有

台数3台と増加、大型化してきている。平成5年における馬力別台数では、70ps以上638台、うち100ps以上144台と、70ps以上が全体の74%を占めている。搾乳機械もバケットからパイプライン、パーラーと移行している。

#### 3 グループの活動

##### (1) 技連結成の経緯

昭和43年、流行性感冒が発症、町全体に広がることを防ぐために、町役場、農協、共済、普及センターが協力し、現地指導に取り組んだことがきっかけで発足した。指導業務に関わる技術員相互の親睦と、連携活動が行われてきたが、酪農の技術革新時代に突入した50年頃から、構成員の専門的な技術の交換及び学習の場、さらには、酪農家に対する統一した指導指針を協議する場としての活動を始めた。

##### (2) 技連活動の特徴

現在の会員は65名(町7名、農委2名、普及センター9名、JA34名、農済11名、乳業会社2名)。組織体制は、会長名、理事名、事務局名、監事名で構成されている(図1)。

事業活動は5項目(1会議の開催・総会・理事会、2営農技術検討会、3各組織情報交換及び学習会開催、4連携事業・乳牛頭数調査・酪農技術講習会・牧草収量調査・乳質改善・環境整備・研修生の学習指導、5親睦事業)を行っている。その結果、各組織の構成員

表1 浜中町の農業構造の変化

項目	年次						
	昭和45年	昭和50年	昭和55年	昭和60年	平成2年	平成5年	
農家戸数(戸)	519	421	385	361	329	289	
草地面積(ha)	7,143	11,013	13,144	14,094	14,112	13,850	
飼養総頭数	8,882	13,983	16,471	18,516	23,248	22,187	
ト ラ ク タ ー	計	242	400	585	679	593	865
(ps)~30	67	56	28	14	8	4	
30~50	106	110	81	58		42	
50~70	69	162	181	204	97	181	
(台) 70~100		72	286	384	434	494	
100~				14	54	144	
ミ ル カ ー	バケツト	180	647	364	189	19	94
パイプライン	51		168	197	214	230	
パーラー					6	6	

間の横のつながりが形成され、お互いに良き相談相手となり、情報交換などができることから、精神面でのよりどころになっている。

さらに、大きな特徴は、設立当初から一貫して「農家に押しつけ指導はしない、農家と共に歩む」を念頭に置き活動してきたことである。

その主な事項は以下の通りである。

(3) 技連活動の主な事項

ア 粗飼料の品質向上

当地域の気候、土壌条件にあった牧草品種の選定のための試験ほ、堆きゅう肥を活用し化成肥料を減らす試験ほ等に取り組んでいる。

さらに、土壌診断に基づく施肥設計、管理による植生の維持と利用年限の延長を図るための現地指導を展開している。

イ 乳質の向上

昭和62年まで、浜中町の乳質(成分的、衛生的)は

誇れる数値ではなかった。レベルは低かった。これを解決するために、各組織が役割分担をし、各集落ごとに乳質向上に関する講習会を開催した。さらに、個々の農家で搾乳立会を希望する場合、現地での助言、支援、指導をしている。その結果、管内の乳質改善共励会で最優秀賞を受賞している。

ウ 科学的酪農経営確立へのグループ支援

(ア) 技連での個別農家の現状と課題に対する情報交換のできる体制が確立されている。

(イ) 当地域、個別農家が導入する新しい技術についても技連内で討論し統一的な見解、理解の上に立って普及させている。

(ウ) このために、JA、農済、普及センター、役場が機能分担し情報収集に取り組んでいる。

(エ) このことにより、個別農家のニーズに対応したもので、より質が高く総合的な情報提供と営農活動支援が出来ている。

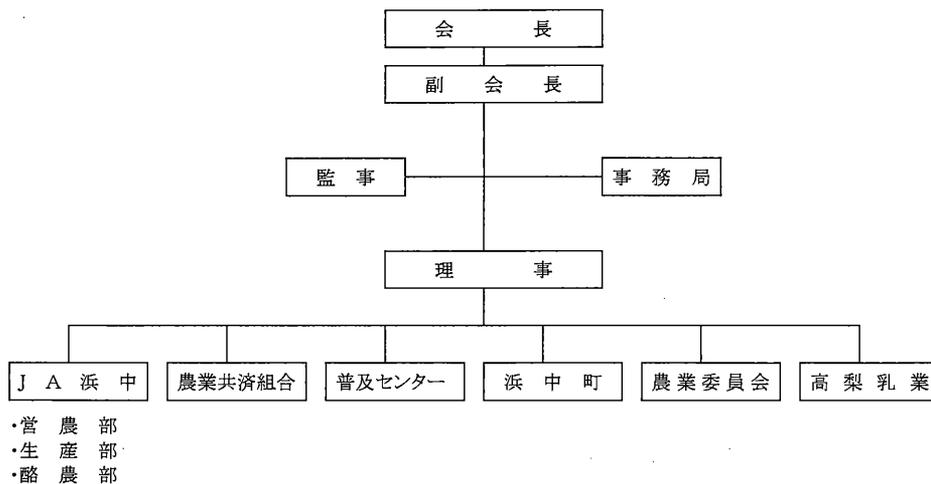


図1 浜中町技術員連絡協議会(技連)組織

エ 新規就農研修生への学習指導

新規入植を希望する研修生に対して、3年間の教育研修カリキュラムに基づき、乳牛飼養管理技術の習得、粗飼料の生産技術、簿記、営農計画等、酪農経営全般について講義、演習が行われる。これらの学習活動に技連メンバー（普及センター、農協、農済、役場）が講師を務めている。

オ 地域酪農支援システム（酪農技術センター、農作業受委託組織等）への活動援助、助言

以上の活動から特に成果の上がった「乳質向上」への取り組みについて説明する。

4 グループ活動の成果（高品質乳生産推進システムの確立）

体細胞数（SCC）の増加が乳成分の低下、風味の悪化などをもたらすということから基準数値30万/mL以下とされている。多くの農協が基準値を超えるものに対してペナルティー制度を導入している。

しかし、JA 浜中町は、技連との協議の結果、逆に良質乳に対して奨励金を出すことでスタートした。

〈ステップ1〉

この時点で技連として下記の事項について組織的に活動を展開することとなった。

- (1) 基本的には体細胞数の情報は農家自身で有効に活用する。
- (2) 体細胞にかかるペナルティー制度は導入しない。
- (3) 「体細胞とは……」「乳房炎とは……」の講習会を開催する。

図2は、ローリー30万/mL以下の出荷乳割合を示したものである。昭和60年から昭和62年と低下傾向にあったが、平成元年には30万/mL以下の割合が、98.2%と向上した。しかし、ローリーやバルクなどの体細胞数は低下したが、個々の乳検成績からは、乳房炎の発症の減少をうかがい知るの難しかった。このことは、乳房炎防除対策が個々の農家に普及したことよりも、農家が体細胞情報から生産牛乳を選別廃棄し、基準数値のみを出荷していると推察された。これは農家が、乳質改善は30万/mL以下の牛乳を出荷するこ

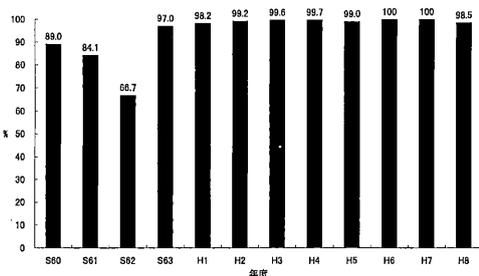


図2 SCC 30万/mL以下の割合 (%)

とであると誤解し、また、技連のメンバーもバルク、ローリー乳の体細胞のみを評価の対象としていたためと考えられ、次の活動を展開した。

〈ステップ2〉

ステップ1（昭和63年から平成元年）の技連としての反省から、新たな方針と活動目標を「目標はあくまで乳房炎防除」であり、「体細胞数はそのためのモニターであり目標ではない」と決定し、活動を再スタートさせた。

その具体的な取り組み事項は、

- (1) 搾乳衛生、搾乳技術についての統一見解をまとめる。
- (2) 講習会の開催。
- (3) 搾乳立会指導。
- (4) BTM（バルクタンクミルク）カルチャーの応用。
- (5) ミルキングシステムの点検。

以上のような活動事例の中から、2つの項目（2）と（3）について紹介する。

ア 講習会

技連としては、乳房炎講習会を重点活動とし、たくさんの農家が出席し自由に討論ができ、知識と実践力を養えるようにした。具体的には、小集落単位で開催、内容を目で見て理解できるよう視聴覚機材、実演を取り入れたものとした。この講習会には300人（20カ所）の出席がある。

講習会の主な内容としては、

- ・乳房炎とは？ 体細胞とは？ バルク体細胞とは？
- ・搾乳衛生、搾乳技術。
- ・ミルカーに関する基礎知識。
- ・泌乳期の乳房炎対策。
- ・乾乳期の乳房炎対策。
- ・黄色ブドウ球菌対策。

等であるが、毎回テーマを絞って開催している。

イ 搾乳立会指導

現地での搾乳衛生、搾乳技術の指導で、講習会と同時にスタートした。内容は、ミルカー点検状況・搾乳手順などのチェック、バルク乳・乳検成績・BTMカルチャーなどの情報から総合的な改善対策を農家に提案している。

ウ 日常的な連携活動

昭和63年、新農構事業で乳質（体細胞、細菌）の分析機、フォソマチックの活用を始めた。技術センターでは、タンクローリーが集乳の際に個乳サンプルを採取し、毎回体細胞数検査を実施している。25万/mLを越えた場合は、技術センターから直接農家へ電話連絡される。また、次回集乳時に、ローリーの運転手により、前回のバルク乳体細胞数が個々の農家の出荷乳量表に「赤字」で数値が記入されるようになっている。

農済で実施している乳房炎の検査結果のうち、原因

菌がはっきり確認できたものについては、技術センターに連絡される。センターでは、この情報を乳検成績表（個体別）に記載している。

BTM カルチャーの結果は、直接農家へ送付されると同時に農済にも連絡され、日常の診療の中で利用されている。

〈農家の意識の変化〉

(1) 自主的な乳房炎モニターリングの実施

農家の側に立ち、押しつけのない指導援助の結果、技連に対する信頼が深まった。その結果、農家自身が乳房炎防除のためのモニターリングの方法を取得し、課題解決するまでに至っている。

農家における乳房炎防除モニター項目は、次の通り。

- ・バルク乳体細胞数。
- ・個体別体細胞数の評価……乳牛検定成績。
- ・伝染性乳房炎牛の個体確認。
- ・BTM カルチャー。

(2) バルク乳体細胞数だけにこだわらない

図3に乳検立会時の廃棄乳量を示した（廃棄乳量とは、乳房炎に限らず初乳以外で出荷していない乳量）。この調査は、搾乳現場で実際に「バルキング」されている乳量を把握するために、平成2年8月から年に1から2回実施している。平成2年8月に31.8kgあった廃棄乳量が翌平成3年6月には約2分の1の16.4kgに減少している。

図4は、バルキング乳量の出荷乳量に対する割合を示したものである。平成2年には約4%であった廃棄乳量がその後、2%前後で推移している。図5にバルク SCC の年次別階層分布を示した。平成4年、5年に約20万/mL以上が増加し、悪化したように見えるが、廃棄乳量は2%以下で、バルク乳体細胞の数値を下げ

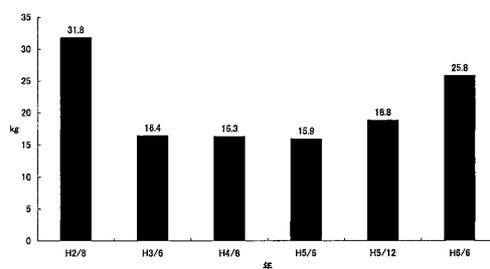


図3 乳房炎などによる廃棄乳量

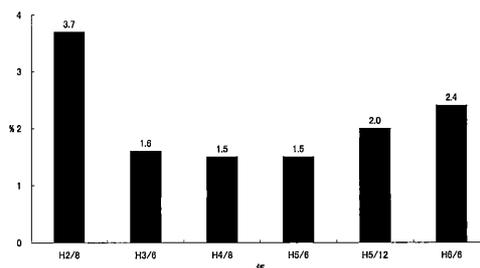


図4 乳房炎などによる廃棄乳量の割合 (%)

ることだけにこだわらないことを目標に取り組んできた成果である。

〈最後に〉

技連の活動で高品質乳生産が確立された理由は、大きく3つに区分される。第一は、目標と方針が決まりチームワークの基盤ができた。第二は、農家で家族全員の課題として取り組み、伝統的な牛乳生産方法を再点検し改善したこと。第三は、農家自身で牛乳の品質をモニターリングでき、異常を感じた場合その対策を自主的に実践できるようになったことである。

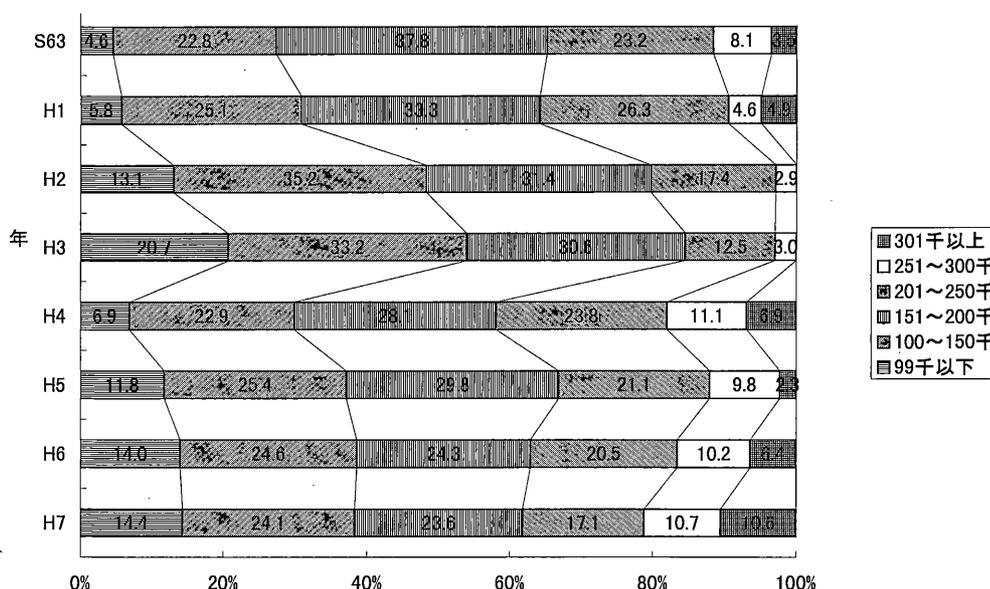


図5 バルク SCC 年次別階層分布

## ウシ乳蛋白質の免疫化学的定量

平山 博樹・横濱 道成

東京農業大学生物産業学部, 網走市 099-24

## Quantitative analysis of cow milk proteins by immunochemical method.

Hiroki HIRAYAMA and Michinari YOKOHAMA

Laboratory of Animal Resources, Faculty of Bioindustry, Tokyo  
University of Agriculture, 196 Aza-Yasaka, Abashiri-shi 099-24キーワード: 乳蛋白質多型, モノクローナル抗体, ELISA, カゼイン,  $\beta$ -ラクトグロブリンKey words: Milk protein polymorphism, Monoclonal antibody, ELISA, Casein,  $\beta$ -lactoglobulin

## 要 約

ウシ乳蛋白質の遺伝的多型は, 乳牛の遺伝的改良の際のマーカーとして利用できると考えられており, 遺伝的多型と乳蛋白質生産性の関連を検索するために, 乳蛋白質の免疫化学的定量を試みた。定量は, モノクローナル抗体を用いた ELISA 法により行い, 乳蛋白質のうち  $\alpha_{S1}$ -カゼイン (Cn),  $\beta$ -Cn,  $\kappa$ -Cn および  $\beta$ -ラクトグロブリン (Lg) についてそれぞれ個別に定量を実施した。定量された蛋白質量は, 各蛋白質における遺伝的多型間で比較を行った。その結果,  $\alpha_{S1}$ -Cn では BB 型,  $\beta$ -Cn では A<sup>2</sup>A<sup>2</sup>, A<sup>1</sup>A<sup>2</sup> および A<sup>2</sup>B 型,  $\kappa$ -Cn では BB 型,  $\beta$ -Lg では AA および AB 型の乳が, その他のものよりもそれぞれ成分量が高い結果となった。

## 緒 言

牛乳中に含まれるカゼインやホエーといった蛋白質は, 食品としてのみならず, 工業用など多岐にわたって利用されており, 利用技術の向上にともない, 今後乳蛋白質利用の場は拡大していくものと思われる (中江; 1988)。また乳蛋白質の持つ生理活性など, 様々な機能に関する研究も進められている (上野川ら; 1994)。

このような需要や畜産の現状を考えると, 蛋白質や脂肪といった成分単位もしくは各蛋白質単位での改良が必要となるが, そのひとつの方法として乳蛋白質の遺伝的多型を指標とした乳牛改良があげられる。乳蛋白質型と生産性の関係については多くの試験が行われており (GIBSON; 1990, MARZIALI and NG-KWAI-

HANG; 1986), アメリカでは乳牛改良のための標識遺伝子情報の提供が行われている (広瀬; 1992)。

本試験では, 各種乳蛋白質成分量とそれぞれの遺伝的多型との関連性を調査することを目的として, モノクローナル抗体 (mAb) を用いた ELISA 法による特異的定量を行い, 遺伝的多型間での比較を行った。

## 材料および方法

供試乳は, 網走市卯原内地区の酪農家 17 戸から採集し, 3,000 rpm で 20 分間の遠心分離により脂肪および夾雑物を除去後, -20°C で凍結保存した。各乳蛋白質の定量は, 尿素加等電点電気泳動法 (横濱および平山; 1996) により乳蛋白質型を判定した後,  $\alpha_{S1}$ -Cn (BB 型: 48 例, BC 型: 16 例),  $\beta$ -Cn (A<sup>1</sup>A<sup>1</sup> 型: 48 例, A<sup>2</sup>A<sup>2</sup> 型: 48 例, A<sup>1</sup>A<sup>2</sup> 型: 48 例, A<sup>1</sup>B 型: 22 例, A<sup>2</sup>B 型: 31 例, A<sup>3</sup> 遺伝子を含むヘテロ型: 8 例),  $\kappa$ -Cn (AA 型: 48 例, BB 型: 9 例, AB 型: 48 例) および  $\beta$ -Lg (AA 型: 48 例, BB 型: 48 例, AB 型: 48 例) について実施した。

ELISA 法は, 捕捉抗体を用いず, 固相に直接コーティングされた抗原に抗乳蛋白質 mAb (横濱ら; 1996) を反応させ, アルカリフォスファターゼで標識された抗マウス IgG 抗体を 2 次抗体として検出した。標準曲線の作成は, ウシ乳蛋白質標品 ( $\alpha$ -Cn C7891,  $\beta$ -Cn C6905,  $\kappa$ -Cn C0406,  $\beta$ -Lg L6879; SIGMA CHEMICAL CO.) を用いて行った。これら標品は, ケルダール法により測定した窒素量から蛋白含有率を補正し, さらに精製が完全でないため目的蛋白質の含有率を補正して標準抗原液として用いた。

## 結果および考察

各乳成分 ( $\alpha_{S1}$ -Cn,  $\beta$ -Cn,  $\kappa$ -Cn および  $\beta$ -Lg) に対

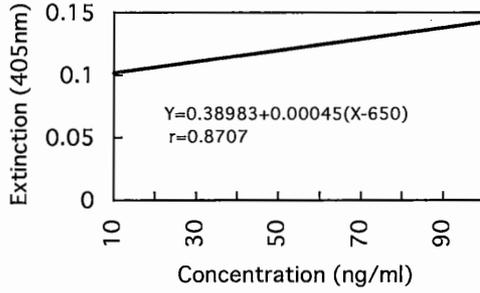


Fig.1  $\alpha_{S1}$ -Cn Standard curve

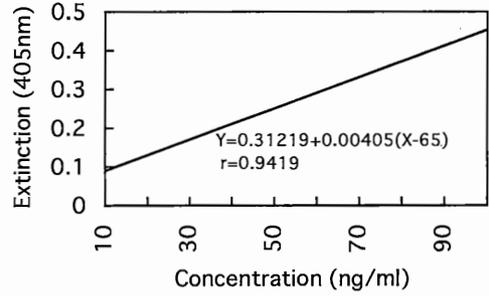


Fig.2  $\beta$ -Cn standard curve

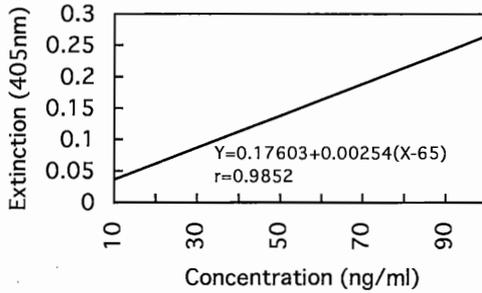


Fig.3  $\kappa$ -Cn Standard curve

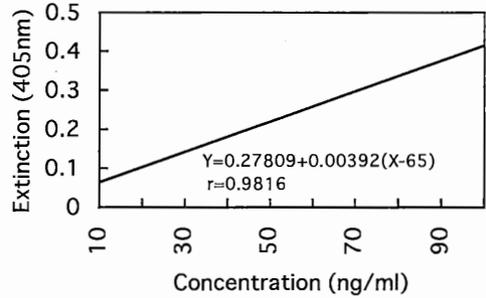


Fig.4  $\beta$ -Lg Standard curve

Table 1 Relationship between cow milk protein polymorphism and amount of each component

Loci	Phenotype	Number of samples examined	Extinction $\pm$ S.E. (405nm)
$\alpha_{S1}$ -Cn	BB	48	0.503 $\pm$ 0.02 <sup>a</sup>
	BC	16	0.2962 $\pm$ 0.0146 <sup>b</sup>
$\beta$ -Cn	A <sup>1</sup> A <sup>1</sup>	48	0.4025 $\pm$ 0.0119 <sup>b,c</sup>
	A <sup>2</sup> A <sup>2</sup>	48	0.4963 $\pm$ 0.0185 <sup>a</sup>
	A <sup>1</sup> A <sup>2</sup>	48	0.4328 $\pm$ 0.0155 <sup>a,b,c</sup>
	A <sup>1</sup> B	22	0.3504 $\pm$ 0.0083 <sup>d</sup>
	A <sup>2</sup> B	31	0.4437 $\pm$ 0.01 <sup>a,b</sup>
	A <sup>2</sup> /?	8	0.409 $\pm$ 0.0177 <sup>b,c</sup>
$\kappa$ -Cn	AA	48	0.4114 $\pm$ 0.0146 <sup>a</sup>
	BB	9	0.5924 $\pm$ 0.0717 <sup>b</sup>
	AB	48	0.4986 $\pm$ 0.0147 <sup>c</sup>
$\beta$ -Lg	AA	48	0.3207 $\pm$ 0.0175 <sup>a</sup>
	BB	48	0.2325 $\pm$ 0.0153 <sup>b</sup>
	AB	48	0.2896 $\pm$ 0.0133 <sup>a</sup>

a, b, c, d: Values followed by the differ letter are significantly different at 1% level.

する標準曲線は、405 nm での吸光度をもって作成した (図 1~4)。 $\alpha_{S1}$ -Cn ではやや低い相関係数 ( $r=0.8707$ ) となったが、 $\beta$ -Cn、 $\kappa$ -Cn および  $\beta$ -Lg では  $r=0.94$  以上となり、ほぼ直線関係にあった。

次に、 $\alpha_{S1}$ -Cn、 $\beta$ -Cn、 $\kappa$ -Cn および  $\beta$ -Lg についてそれぞれ定量した結果 (吸光度 405 nm) を示す (表 1)。 $\alpha_{S1}$ -Cn では、BB 型 0.503 $\pm$ 0.02、BC 型 0.2962 $\pm$ 0.0146 となり BB 型が有意に高い結果となった。 $\beta$ -Cn では、A<sup>1</sup> A<sup>1</sup> 型 0.4025 $\pm$ 0.0119、A<sup>2</sup> A<sup>2</sup> 型

0.4963 $\pm$ 0.0185、A<sup>1</sup> A<sup>2</sup> 型 0.4328 $\pm$ 0.0155、A<sup>1</sup> B 型 0.3504 $\pm$ 0.0083、A<sup>2</sup> B 型 0.4437 $\pm$ 0.01 および A<sup>2</sup> 遺伝子を含むグループ 0.409 $\pm$ 0.0177 となった。これらのうち A<sup>2</sup> 遺伝子を含むグループ、すなわち A<sup>2</sup> A<sup>2</sup> 型、A<sup>1</sup> A<sup>2</sup> 型および A<sup>2</sup> B 型は、0.43 以上で有意に高い結果となった。 $\kappa$ -Cn は、AA 型 0.4114 $\pm$ 0.0146、BB 型 0.5924 $\pm$ 0.0717 および AB 型 0.4986 $\pm$ 0.0147 であった。 $\kappa$ -Cn では、9 例と例数は少ないものの BB 型が最も高い値を示し、次いで AB 型、AA 型という順でこれ

らの間に有意な差が認められ、*B* 遺伝子を含むグループで蛋白量が多い傾向にあった。ホエー蛋白質中の  $\beta$ -Lg は、AA 型  $0.3207 \pm 0.0175$ 、BB 型  $0.2325 \pm 0.0153$  および AB 型  $0.2896 \pm 0.0133$  となり、AA および AB 型のグループと BB 型の間に有意な差が検出され、*A* 遺伝子を含むグループが蛋白量の多い傾向にあった。

今回の試験結果では、 $\alpha_{s1}$ -Cn で BB 型、 $\beta$ -Cn では  $A^2$  遺伝子を含む型、 $\kappa$ -Cn では BB 型、 $\beta$ -Lg では *A* 遺伝子を含む型がそれぞれの成分蛋白質を多く含んでいた。これまでの報告の中で、このような各乳蛋白質成分量と遺伝的変異の関係を調査したものはあまりみられないが、総蛋白量および蛋白率などへの影響については多くの研究がなされており (GIBSON; 1990, MARZIALI and NG-KWAI-HANG; 1986, NG-KWAI-HANG *et al.*; 1984), 今回の結果はこれらと一致するものであった。またこれらの報告では遺伝子頻度についても述べられているが、著者らも道東地域のホルスタイン種について遺伝子頻度を調査しており、 $\alpha_{s1}$ -Cn  $\cdot B$ 、 $\beta$ -Cn  $\cdot A^2$ 、 $\kappa$ -Cn  $\cdot B$  および  $\beta$ -Lg  $\cdot A$  遺伝子は、それぞれ 0.982, 0.620, 0.138 および 0.341 となっていた (横濱および平山; 1996)。したがって、特に遺伝子頻度の低い  $\kappa$ -Cn  $\cdot B$  型および  $\beta$ -Lg  $\cdot A$  型については今後高い選抜効果が期待でき、 $\beta$ -Cn  $\cdot A^2$  型についてもその可能性があるものと思われた。

次に、ELISA 法により得た吸光度を、作成した回帰式により蛋白量に変換した値と、参考値として既報の値 (祐川; 1981) を示した (表 2)。これらを比較すると、参考値に対する ELISA による値は、約 1/2,000 ~ 1/10 程であった。これは、定量の手法が異なるため単純に比較することはできないが、mAb を用いることで抗原中の一部を特異的にとらえたということや、立体障害などにより完全な定量が行われていないことも考えられた。したがって今後は、サンドイッチ法や抗体の Fab' 部分を用いて定量を行った場合の検出感度について検討する必要があると思われた。また、4 乳

蛋白質の構成比では、どちらの値とも  $\alpha_{s1}$ -Cn が最も多く、次いで  $\beta$ -Cn となり、 $\kappa$ -Cn もしくは  $\beta$ -Lg が最も少なくなったが、ELISA 法による値は  $\alpha_{s1}$ -Cn 量が顕著に高くなった。これについても、定量法もしくは mAb 株による影響などについて今後試験する必要があると思われた。

今回報告した抗乳蛋白質 mAb による免疫化学的定量値は、標識遺伝子による選抜と併用することによって、乳牛改良への有効な情報となり得るものと考えられた。すなわち、総蛋白質生産量としてだけでなく個々の成分蛋白質としての利用を考えた場合、それぞれの生産量情報を把握することが重要になり、乳蛋白質の精製や多型判定なども合わせ、抗乳蛋白質 mAb は有効なプローブとなるものと思われる。

## 謝 辞

本研究は平成 7 年度東京農業大学一般プロジェクト研究 (課題番号 79) の助成を受けて実施したものである。記して謝意を表す。また、本研究遂行にあたり貴重な試料を提供していただいた、網走市乳牛検定組合の根本恒夫氏および江口政憲氏ならびに網走市卯原内地区の酪農家各位に心から深謝いたします。

## 文 献

- GIBSON, J. P. (1990) Is there profit in a protein gene. *Holstein Journal*, **12**: 29.
- 広瀬可恒 (訳) (1992) 遺伝子マーカー情報を繁殖計画のなかにまで取り入れるべきだろうか. *SIRE*, **23**: 12-16.
- 上野川修一・菅野長右エ門・細野明義 (1994) ミルクのサイエンス. 第 1 版. 61-138. 全国農協乳業プラント協会. 東京.
- MARZIALI, A. S. and K. F. NG-KWAI-HANG (1986) Effects of milk composition and genetic polymorphism on coagulation properties of milk. *J. Dairy Sci.*, **69**: 1793-1798.

Table 2 Concentration of cow milk protein (mg/ml)

Milk protein	ELISA $\pm$ S.E.	Reference *
$\alpha_{s1}$ -Cn	$1.5732 \pm 8.45 \times 10^{-2}$ (98.56)	15.75~19.25 (57.80)
$\beta$ -Cn	$0.0189 \pm 3.54 \times 10^{-4}$ (1.18)	6.65~9.80 (24.40)
$\kappa$ -Cn	$0.0029 \pm 7.80 \times 10^{-5}$ (0.18)	2.40~4.50 (8.81)
$\beta$ -Lg	$0.0011 \pm 3.83 \times 10^{-5}$ (0.07)	2.45~4.20 (8.99)

※: Sukegawa (1981)

( ): each content percentage to total milk protein.

中江利孝 (1988) 牛乳・乳製品. 第 10 版. 241-244.  
養賢堂. 東京.

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.

祐川金次郎 (1979) 乳タンパク質. 第 3 版. 1-118. 酪  
農技術普及学会. 東京.

横濱道成・近藤民章・中川 中・平山博樹 (1996) ウ  
シ乳蛋白質成分に対するモノクローナル抗体の作  
成. 北畜会報, **38**: 43-45.

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.

## サラブレッド種3歳馬における初出走時の日齢と馬体重に対する遺伝率および環境要因の推定

森津 康喜・出来 強・三輪 圭吾・市川 舜

酪農学園大学, 江別市 069

### Estimates of heritability and environmental factors in age and body weight at first start among 3-year-old Thoroughbred horses

Yasuyoshi MORITSU, Tsuyoshi DEKI, Keigo MIWA and Shun ICHIKAWA

Rakuno Gakuen University, Ebetsu 069

キーワード: サラブレッド種3歳馬, 初出走時日齢, 馬体重, 遺伝率, 環境要因

Key words: 3-year-old Thoroughbred horse, age at first start, body weight, heritability, environmental factors

#### 要 約

わが国のサラブレッド種3歳馬を対象に, 初出走時の生後日齢とその馬体重に対する遺伝率と環境要因の影響を推定した。供試記録は, サラブレッド血統センター発刊の競馬四季報と競馬年鑑を使用した。分析に用いたデータは, 1989年から1991年までの3年間に, 中央競馬に出走した全3歳馬の競走記録であり, この内から, 3歳産子に15頭以上の記録を持つ種雄馬79頭を選び出し, それらの後代2083頭の記録を抽出した。

初出走日齢と馬体重に対する変動要因としては, 種雄馬, 性別, 誕生月, トレーニングセンター, 開催競馬場および年度を取り上げた。また, 馬体重では, 初出走日齢への回帰効果も要因として含めた。初めに最小自乗分散分析を行い各要因の効果を推定し, 次に制限付き最尤法を用い, 種雄馬分散と残差分散成分を推定し, 遺伝率はこれら両分散成分値から, 半きょうだい相関法によって求めた。

初出走日齢では, 誕生月, 開催競馬場および年度の3要因のみが有意であった。要因の水準間では, 誕生月が早いほど初出走日齢は遅く, 開催競馬場の要因は, 3歳新馬レースが6月以降早い時期に開催される競馬場ほど初出走日齢も早かった。種雄馬の効果は有意ではなく, 従って遺伝率も0.00と極めて低く, 初出走日齢においては環境要因の影響が大きいことが示された。

これに対して, 馬体重では, 年度の要因を除き, 他の要因は全て有意であり, 初出走日齢への回帰効果も

高度に有意であった( $P < 0.001$ )。性別の差は雄馬が雌馬より18 kg重かった。誕生月の差は, 2・3月の早生まれは, 4月および5・6月の遅生まれよりも軽い傾向にあった。種雄馬の効果は高度に有意であり( $P < 0.001$ ), 遺伝率も0.27と中位の値となった。

#### 緒 言

サラブレッド種において, 初出走に至るまでの発育は, SAASTAMOINEN (1900) および SAASTAMOINEN and OJALA (1991 A, B) がフィンランドのトロッター種で報告したように, その後の競走成績に強く関与すると考えられる。わが国のサラブレッド種の発育に関する研究を見ると, 沖 (1986) が育成期の成長曲線の日安を報告し, また, 山本ら (1993) は, 子馬の発育に影響を及ぼす種々の要因を検討し, 性別, 誕生月, 母馬の産次, 母馬の体重, および牧場の要因が, 子馬の体重, 体高, 胸囲と管囲の発育に有意に関与している事を報告している。さらに, 沖 (1979, 1989) は, 4歳馬の体型24部位を測定し, 雌雄間の相違, 測定部位間の表型相関, 並びにそれらの遺伝率と遺伝相関を推定している。しかし, サラブレッド種の初出走に至るまでの発育と競走能力との関係を明らかにした報告は, これまで見あたらない。

一方, 沖ら (1979) は, サラブレッド種の約40年前と現在の体型各測定値を比較し, 現在のわが国サラブレッド種は大きくなっていると推察している。また, 常本ら (1992) も, 過去20年間にわが国サラブレッド種の体格には, 大型化の傾向が認められたとし, 加えて, 4歳馬を対象に分析し, 4月および5月生まれ馬は, 2月および3月生まれ馬より体重が重く, 競走能力の高い馬は体重が重い傾向にあることを報告し

Table 1 Number of sires and progeny horses in data used for statistical analysis

Item	At first start	
	Age (days)	Body weight (kg)
No. of sires	79	79
No. of female progeny	933	933
No. of male progeny	1150	1150
No. of total progeny*1	2083	2083

\*1: Data was restricted to include only offspring of sires having at least 15 progeny.

ている。

著者らは, SAASTAMOINEN and OJALA (1991 A, B) が, フィンランドのトロッター種で, 初出走年齢および馬の誕生月がその後の競走能力に関与すると報告した点に注目し, 現在わが国サラブレッド種を対象に, 彼らと同様の分析を進めている。本報では, 初出走に至るまでの日齢とその後の競走能力との関係を分析するのに先立ち, まず初めに中央競馬において6月から12月にかけて, 各競馬場で初出走を迎える3歳馬を対象に, 初出走時の生後日齢とこれに伴う発育指標としての馬体重に対し, それらの遺伝率と環境要因について検討を試みた。

### 材料および方法

供試記録は, 中央競馬における各馬の全レース記録が掲載されている, サラブレッド血統センター発刊の競馬四季報 (1989~1991) と競馬年鑑 (1989~1991) を使用した。分析に用いたデータは, 1989年から1991年までの3年間に, 中央競馬に出走した全3歳馬の競走記録であり, この内から, 3歳産子に15頭以上の記録を持つ種雄馬79頭を選び出し, それらの後代2083頭の記録を抽出した。

これら用いたデータの雌雄別頭数は表1に示すとおりである。今回の統計分析においては, 初出走日齢と馬体重に対する変動要因として, 種雄馬, 性別, 誕生月, トレーニングセンター, 初出走時の開催競馬場, および年度の6項目を取り上げた。なお, 馬体重については, 初出走日齢への回帰効果も要因として加えた。最小自乗分散分析と遺伝率推定に用いた数学モデルは, 以下に示すとおりである。

初出走日齢:

$$Y_{ijklmno} = \mu + S_i + A_j + B_k + C_l + D_m + E_n + e_{ijklmno}$$

馬体重:

$$Y_{ijklmno} = \mu + S_i + A_j + B_k + C_l + D_m + E_n + b \times F_{ijklmno} + e_{ijklmno}$$

ここで,

$$Y_{ijklmno} : \text{初出走日齢値および馬体重値}$$

$$\mu : \text{全平均}$$

$S_i$ :  $i$  番目の種雄馬に共通な変量効果 ( $i=1\sim 79$ ),  $N(0, \sigma_s^2)$

$A_j$ :  $j$  番目の性別に共通な母数効果 ( $j=1, 2$ )

$B_k$ :  $k$  番目の誕生月に共通な母数効果 ( $k=1\sim 5$ )

$C_l$ :  $l$  番目のトレーニングセンターに共通な母数効果 ( $l=1\sim 3$ )

$D_m$ :  $m$  番目の開催競馬場に共通な母数効果 ( $m=1\sim 10$ )

$E_n$ :  $n$  番目の年度に共通な母数効果 ( $n=1\sim 3$ )

$b$ : 初出走日齢への一次偏回帰係数

$F_{ijklmno}$ : 初出走日齢の算術平均値からの偏差

$e_{ijklmno}$ : 残差,  $N(0, \sigma_e^2)$

である。

最小自乗分散分析の計算は, 統計分析用ソフトウェア SAS (1989) の GLM プロシジャを用いて行った。また, 遺伝率の推定は, 同じく SAS (1989) の MIXED プロシジャを用い, 種雄馬分散と残差分散成分は, 制限付き最尤法 (PATTERSON and THOMPSON, 1971) により推定した。遺伝率の値は, 得られた両分散成分値を用い, 半きょうだい相関法によって求め, その標準誤差は SWIGER *et al.* (1964) の方法で推定した。

### 結 果

分析に用いた3歳馬2083頭の初出走日齢と馬体重について, これら値の各ヒストグラムを示すと図1のとおりである。さらにそれぞれの分布特性を, 平均値, 標準偏差, 変動係数, 最小値, 最大値, および歪度, 尖度の数値で示したのが表2である。初出走日齢と馬体重の平均値と標準偏差は, それぞれ  $897 \pm 57$  日齢と  $455 \pm 28$  kg であり, それらの変動係数は, 6.4 と 6.2% となり, 比較的小きなバラツキを示した。初出走日齢と馬体重で, 最大値と最小値との差は, それぞれ300日齢と180kgであった。また, 分布の形状特性を表す歪度と尖度の値は, 正規分布であればこの場合共に0となるが, 初出走日齢では, 図1に見られるように-0.20とやや左に裾を引き, -0.67と裾が切れた分布であることを示した。これに対して馬体重では, 0.12と

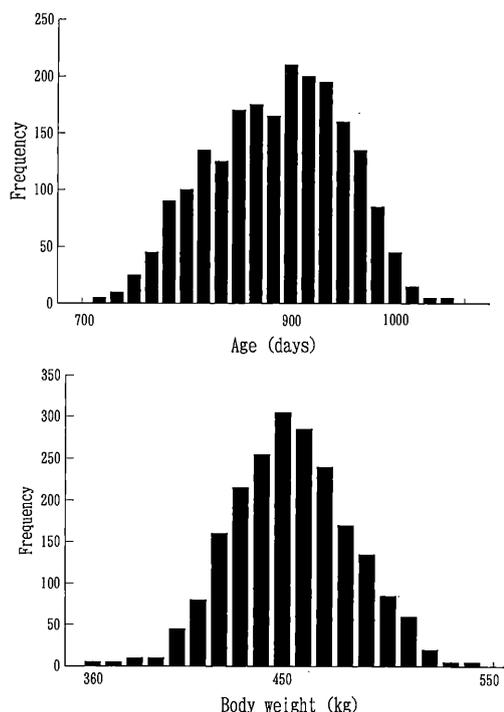


Figure 1 Histograms for the data of age and body weight at first start

やや右に裾を引き、 $-0.16$ とやや裾が切れた分布を示している。これら分布の正規性は、KOLMOGOROV-SMIRNOVの方法(SAS, 1989)で検定したが、何れも正規性の仮定は棄却された( $P < 0.01$ )。

表3には、初出走日齢と馬体重に対する最小自乗分散分析をおこなった際の有意性検定の結果を示した。初出走日齢では、誕生月、開催競馬場、および年度の効果に有意性が認められたが、他の種雄馬、性別、トレーニングセンターの効果には、有意性が認められなかった。一方、馬体重では、年度の効果を除き、他の全ての効果に有意性が認められ、とりわけ種雄馬、性別、開催競馬場、および馬体重の初出走日齢への回帰の効果は、高度に有意( $P < 0.001$ )な結果を示した。

表4には、初出走日齢と馬体重の最小自乗平均値を、母数効果とした変動要因の各水準ごとに示した。初出走日齢では、表3の結果からも明らかなように、性別間とトレーニングセンター間の差は、ほとんど認められなかった。一方、誕生月の影響は、2、3、4、5と6月生まれを取り上げたが、2月生まれが、940日と最も初出走日齢が遅く、順々にその値は早くなり、6月生まれは、834日と最も早かった。また、開催競馬場

Table 2 Distribution properties of age and body weight at first start for data used for statistical analysis

Item	At first start	
	Age (days)	Body weight (kg)
Mean	897	455
SD	57	28
CV (%)	6.4	6.2
Minimum	739	360
Maximum	1039	540
Skewness	$-0.20$	0.12
Kurtosis	$-0.67$	$-0.16$
Kolmogorov D statistic*1	0.04	0.03

\*1: The values of the Kolmogorov D statistic are significant ( $P < 0.01$ ) in this table.

Table 3 Statistical significance of factors on age and body weight at first start

Factors	Age	Body weight
Sire	NS	***
Sex	NS	***
Birth month	***	*
Training center	NS	**
Specific racetrack	***	***
Year	*	NS
Regression on age (linear)	—	***

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

Table 4 Least-squares means and standard errors (SE) of fixed effects for age and body weight at first start

Fixed effects with the levels	No. of horses	Age (days)		Body weight (kg)	
		L.S. Means	SE	L.S. Means	SE
Sex					
Female	933	886 <sup>a</sup>	1.4	446 <sup>b</sup>	1.3
Male	1150	888 <sup>a</sup>	1.4	464 <sup>a</sup>	1.2
Birth month					
February	64	940 <sup>a</sup>	3.6	452 <sup>ab</sup>	3.3
March	589	915 <sup>b</sup>	1.3	451 <sup>b</sup>	1.2
April	815	887 <sup>c</sup>	1.2	456 <sup>a</sup>	1.1
May	555	859 <sup>d</sup>	1.4	455 <sup>ab</sup>	1.4
June	60	834 <sup>e</sup>	3.8	462 <sup>a</sup>	3.5
Training center					
Miho-kita	458	887 <sup>a</sup>	2.0	459 <sup>a</sup>	1.8
Miho-minami	512	888 <sup>a</sup>	2.0	454 <sup>b</sup>	1.8
Ritto	1113	886 <sup>a</sup>	1.7	452 <sup>b</sup>	1.5
Specific recetrack					
Chukyo	168	919 <sup>e1m</sup>	2.9	454 <sup>bd</sup>	2.6
Fukushima	68	913 <sup>fm</sup>	3.6	451 <sup>b</sup>	3.2
Hakodate	198	850 <sup>g</sup>	2.3	462 <sup>a</sup>	2.2
Hanshin	153	940 <sup>a</sup>	3.0	459 <sup>ad</sup>	2.8
Kokura	182	834 <sup>ln</sup>	3.0	452 <sup>b</sup>	2.9
Kyoto	412	926 <sup>ckl</sup>	2.4	462 <sup>ac</sup>	2.2
Nakayama	335	928 <sup>bk</sup>	2.0	452 <sup>b</sup>	1.9
Niigata	139	837 <sup>hn</sup>	2.6	451 <sup>b</sup>	2.6
Sapporo	137	800 <sup>j</sup>	2.7	456 <sup>bcd</sup>	3.1
Tokyo	291	921 <sup>d1m</sup>	2.1	454 <sup>bd</sup>	1.9
Year					
1989	687	886 <sup>b</sup>	1.6	456 <sup>a</sup>	1.4
1990	734	889 <sup>a</sup>	1.5	455 <sup>a</sup>	1.3
1991	662	885 <sup>b</sup>	1.6	454 <sup>a</sup>	1.4

Least-squares means, within a fixed effect with no common superscripts, differ significantly ( $P < 0.05$ ) when using PDIFF option in SAS.

の影響は、3歳新馬レースの開催が6月から9月の夏に多く開催される、札幌、小倉、新潟、函館や、福島、中京の地方開催グループでは初出走日齢が800~919日と早く、9月以降の開催が多い東京、中山、京都、阪神の中央開催グループでは、921~940日と遅い傾向を示している。年度の影響は、阪神競馬場で3歳馬レースの開催がなかった1990年度が、他年度よりも初出走日齢がわずかに遅い結果となった。

馬体重の最小自乗平均値は、分析統計モデルに初出走日齢への回帰効果を変動要因として取り入れたので、初出走日齢を同一のものとして他の要因の効果を比較している。性別では雄馬の方が雌馬よりも18 kg有意に重かった。誕生月の影響は、早生まれと呼ばれる2・3月生まれは、4月生まれや遅生まれと呼ばれる5・6月生まれよりも、馬体重が軽い傾向を示した。トレーニングセンター間では、美浦北の馬体重が、他よりもやや重かった。開催競馬場の影響は、各競馬場間でそれぞれ有意差の認められるものはあるが、先の初出走日齢で見られたように、地方開催と中央開催グ

Table 5 Estimates of heritability and standard errors (SE) in age and body weight at first start

Item	Heritability*	SE
Age at first start	0.00	0.00
Body weight	0.27	0.04

\*: Estimates of heritability were calculated based on intraclass correlation of paternal half-sibs.

ループ間の差のように、ある一定の傾向は認められなかった。年度の影響は、それぞれ454 kg~456 kgの範囲にあり、その差は小さく有意差は認められていない。

表5には、初出走日齢と馬体重に対する各遺伝率とその標準誤差を示した。初出走日齢については、表3で示したとおり種雄馬の効果に有意性は認められておらず、従って、その遺伝率は0.00と極めて低いものであった。これに対して馬体重では、表3でも種雄馬の効果が高度な有意性を示し、その遺伝率は、0.27と中

位の値となった。

## 考 察

わが国でサラブレッド種を対象に、その初出走時の日齢と馬体重について統計分析を行った報告はこれまでなく、また、これらの値は多くの要因が関与するフィールドのデータである。従って、本研究では統計分析を行うのに先立ち、初出走日齢と馬体重の各分布が正規分布するかを、図1と表2によって検討を加えた。表2に示したKOLMOGOROV-SMIRNOV検定の結果のみを見ると、明らかにこれらの正規性は棄却されている。しかし、図1のヒストグラムの各形状およびKOLMOGOROVの検定統計量Dは何れも0に近いことから、本研究では取り上げた初出走日齢と馬体重の分布は、おおむね正規分布すると仮定して統計分析を進めることとした。

一般に、サラブレッド種は5歳の秋に最も充実すると言われ、3歳と4歳はまだ成長期にあるとされている。また、PLATT (1984) は、サラブレッド種の成熟体重は505 kgと示している。従って、本研究で取り上げた3歳馬は、まだ体も十分には仕上がってない成長期にあたる。しかし、沖 (1986) の報告を見ると、育成馬の例では体高、胸囲と管囲は、雌雄とも生後840日齢までに、4歳時の値と等しくなると報告している。また、体重は雌雄とも600日齢までは同じ差で成長曲線が得られ、その後雌の体重増加は少なく、雌は720日齢まで成長するとしている。表2で示した初出走の生後日齢897日と馬体重455 kgの全体平均値は、沖 (1986) の示した育成馬の体重の成長曲線と概ね一致していた。

初出走日齢は、3歳馬の発育の成熟度を示す指標と考えられるが、これに対する環境要因は、誕生月と開催競馬場の効果ととりわけ大きく、種雄馬の効果は小さかった。野平 (1985) および野村と野平 (1986) は、3歳馬レースでは、仕上がりが早くスピードのあるマイラー系種雄馬の産子が良いと述べているが、初出走日齢ではそうした種雄馬の影響は認められなかった。本研究の初出走日齢の遺伝率は0.00と極めて低い値であったが、SAASTAMOINEN and OJALA (1991 A) も、フィンランドのトロッター種で0.06~0.10と低い値を報告している。彼らは、初出走日齢に対しては、馬主や調教師の意向など環境要因が強く働くことを理由として挙げている。わが国でも、良血の馬や出来の良い馬は、慎重に育てられ、夏競馬には使われず、秋に入ってから徐々に出走する傾向がある (野村と野平; 1986) と言われるように、初出走日齢には、ヒトの判断が加わる点など環境要因の強いことが推察される。また、本研究では、3歳馬のみを対象に初出走日齢の遺伝率を推定したが、年が明け4歳になって初出走を迎える馬も多い。従って、こうした4歳馬も加えた初

出走日齢の遺伝率は、さらに今後の検討課題と考える。3歳馬では一般に雌馬の方が雄馬よりも仕上がりが早いと言われるが、初出走日齢で見ると、雌馬の方がわずか2日ほど早い程度で、その差は有意でなかった。一方、SAASTAMOINEN and OJALA (1991 A) は、フィンランドのトロッター種で、初出走日齢の早い馬の方が、その後の競走成績は優れることを報告しているが、この点に関しては、今後本研究のデータを用いさらに分析を進めたい。

馬体重の結果を見ると、最小自乗分散分析で取り上げた環境要因は、年度の効果を除き全て有意となり、とりわけ、まだ成長期に当たる3歳馬では、馬体重の初出走日齢への回帰効果は、やはり高度に有意であった。サラブレッド種の成熟時では、一般に雄は雌より体重が上回ることが知られているが、本研究の3歳馬はまだ成長期にあり、予備分析の結果を見ると、本研究データの雌と雄の成長曲線の差は小さく、特に雌雄別々に回帰効果を取り扱わなかった。一方、山本ら (1993) は、体重の性による差は、子馬の時は小さく450日齢以降に生じると報告しているが、本研究の3歳初出走馬では、雄馬の方が雌馬よりも18 kg上回っている。誕生月が馬体重に及ぼす影響については、山本ら (1993) は、生後30日齢体重で、2・3月の早生まれは軽く、5・6・7月の遅生まれは重いとし、HINTZ *et al.* (1979) も、子馬時期および510日齢体重においても、1・2・3月の早生まれは軽く、5・6・7月の遅生まれは重いと報告している。さらに、常本ら (1992) も、4歳出走馬の体重で、2・3月の早生まれは、4・5月生まれよりも軽いことを示している。本研究の3歳出走馬においても、これらの報告と同様に、2・3月の早生まれの馬体重は軽く、4月や5・6月の遅生まれは重い傾向を示した。この原因について、山本ら (1993) は、誕生月別の子馬の発育曲線を検討し、子馬の発育は冬に遅く、春から夏にかけて速くなることを明らかにし、季節の影響が大きいと報告している。HINTZ *et al.* (1979) も、季節に伴う日長の変化が、子馬のホルモン応答に関与することを原因と推察している。開催競馬場が馬体重に及ぼす影響は、初出走日齢で見られたような一定の傾向は認められなかったが、この事は馬体重を初出走日齢で補正していることによっている。新馬レースの開催が早く、初出走日齢の早い札幌、小倉、新潟と函館の単純平均値は、437~458 kgの範囲であり、一方、初出走日齢の遅い東京、中山、京都と阪神の単純平均値は、457~462 kgの範囲であり、これらの結果は3歳馬の成長を示していた。

本研究で求めた3歳馬の馬体重の遺伝率は、0.27と推定された。サラブレッド種の馬体重に対する遺伝率の報告を見ると、DUSEK (1965) は、著者らと同様に0.27の値を報告している。これに対して、HINTZ *et al.*

(1978) は、同一牧場で育成された 1992 頭の子馬の体重を、誕生から 714 日齢まで測定し、これらを 9 つの日齢グループに分け、それぞれの日齢で馬体重の遺伝率を推定している。彼らの報告では、遺伝率は 0.13~0.90 の範囲にあり、日齢が増すほど遺伝率も高くなるとしている。一方、SAASTAMOINEN (1990) も、フィンランドのトロッター種で、子馬の馬体重を誕生から 48 ヶ月まで測定し、遺伝率は 0.22~0.88 の範囲にあり、月齢が増すほど遺伝率も高くなるとしている。また、沖 (1989) は、わが国サラブレッド種 4 歳馬の体型計測値の遺伝率を推定し、背高、胸深、前管長、後管長、胸幅と胸囲において、0.55~1.00 の高い値を報告している。これらの報告と比較すると、著者らや DUSEK (1965) の遺伝率はかなり低い値と言えるが、本研究で取り上げた 3 歳馬は、育成馬とは異なり実際の競走レースへの出走馬であり、取り上げた変動要因の他に、調教の加減、季節や輸送の影響等の環境要因が馬体重に大きく関与している結果と考えられる。馬体重については、沖 (1979) や常本ら (1992) が、今日大型化の傾向にあることを報告しているが、今後著者らは、本研究のデータを用い、その遺伝的要因についても検討を加えたい。

## 文 献

- DUSEK, J. (1965) The heritability of some characters in the horse. *Anim. Breed. Abstr.*, 33: 532.
- HINTZ, R. L., H. F. HINTZ and L. D. VAN VLECK (1978) Estimation of heritabilities for weight, height and front cannon bone circumference of Thoroughbreds. *J. Anim. Sci.*, 47: 1243-1245.
- 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.
- 野平祐二 (1985) 野平祐二の新しい競馬。第 3 版。66-67。中央競馬ピーアール・センター。東京。
- 野村晋一・野平祐二 (1986) 競馬の科学。第 7 版。33-50。二見書房。東京。
- 沖 博憲・吉田武徳・滝沢 勇・柴田 信 (1979) サラブレッド種の体型について—4 歳馬。馬の科学, 17: 375-380.
- 沖 博憲 (1986) サラブレッド種の成長曲線。馬の科学, 23: 447-449.
- 沖 博憲 (1989) サラブレッド種における体型計測値の遺伝・表型パラメータの推定。日畜会報, 60: 372-378.
- PATTERSON, H. D. and R. THOMPSON (1971) Recovery of interblock information when block sizes are unequal. *Biometrika*, 58: 545-554.
- PLATT, H. (1984) Growth of the equine foetus. *Equine Vet. J.*, 16: 247-252.
- SAASTAMOINEN, M. T. (1990) Heritabilities for body size and growth rate and phenotypic correlations among measurements in young horses. *Acta Agric. Scand.*, 40: 377-386.
- SAASTAMOINEN, M. T. and M. J. OJALA (1991A) Estimates of genetic and phenotypic parameters for racing performance in young trotters. *Acta Agric. Scand.*, 41: 427-436.
- SAASTAMOINEN, M. T. and M. J. OJALA (1991B) Influence of birth-month on age at first start and racing performance in young trotters. *Acta Agric. Scand.*, 41: 437-445.
- サラブレッド血統センター編 (1989~1991) 競馬四季報。1989, 1990, 1991 年版。サラブレッド血統センター。東京。
- サラブレッド血統センター編 (1989~1991) 競馬年鑑。1989, 1990, 1991 年版。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. SAS Institute Inc. Cary. NC.
- SWIGER, L. A., W. R. HARVEY, D. O. EVERSON and K. E. GREGORY (1964) The variance of intraclass correlation involving groups with one observation. *Biometrics*, 20: 818-826.
- 常本建輔・鈴木三義・三好俊三・光本孝次・小栗紀彦 (1992) 競争馬の体重と競争能力との関係。帯大研報, 18: 1-9.
- 山本 修・朝井 洋・楠瀬 良 (1993) サラブレッド種子馬の発育に対する性別、生まれ月、産次、母馬の体重および牧場の影響。日畜会報, 64: 491-498.

# 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

河合 正人・近藤 誠司・秦 寛・大久保正彦  
北海道大学農学部, 札幌市 060

## Intake and grazing time of *Sasa nipponica* in Hokkaido native mares on woodland pasture in winter

Masahito KAWAI, Seiji KONDO, Hiroshi HATA and Masahiko OKUBO

Faculty of Agriculture, Hokkaido University, Sapporo 060

キーワード: 林間放牧地, 冬季放牧, ミヤコザサ, 採食量, 北海道和種馬

Key words: woodland pasture, winter grazing, *Sasa nipponica*, intake, Hokkaido native mare

### 要 約

北海道和種成雌馬 3 頭を用い, 冬季林間放牧地におけるミヤコザサ (*Sasa nipponica*) 採食量を積雪前 (非積雪冬期) および比較的積雪量の多い時期 (積雪期) に, Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> および AIA を用いた Double indicator 法により測定した. また同時に採食時間, 移動距離, 樹皮はぎについての行動観察を行った.

DM 摂取量は非積雪冬期, 積雪期でそれぞれ 8.2 および 7.0 kg/日, 体重の 2.1 および 1.8% であった. 採食時間は非積雪冬期, 積雪期でそれぞれ 763 および 605 分/日であり, 積雪期において短かった (P < 0.01). 移動距離は両試験期ともに 4 km/日前後であり, 大きな差はなかった. 樹皮はぎの回数は非積雪冬期, 積雪期でそれぞれ 14 および 32 回/日と積雪期において多く (P < 0.01), またその時間も 32 および 69 分/日と積雪期において長かった (P < 0.01).

### 緒 言

北海道においては, 特に積雪量の少ない太平洋沿岸地域において, 森林下草であるミヤコザサ (*Sasa nipponica*) を用いた北海道和種馬の林間放牧が伝統的に行われてきている. 北海道和種馬は寒さに強く, 粗放な管理によく耐えるとされているが, これらの林間放牧に関する研究はほとんどない. 一方ミヤコザサは家畜の嗜好性がよいとされており, 栄養価, 特に可消化粗タンパク質含量が高い (KAWAI *et al.*, 1995). 従って, これまで森林管理上の障害としてしかとらえられてこなかった林床植物のササ類を, 森林下草資源としてとらえることができる. しかし, ササ類は放牧利用

によって衰退しやすいことが知られており (本江, 1988; 小川ら, 1985), 永続的に放牧利用するためには適正な放牧圧での利用が必要である.

適正な放牧圧推定のためには採食量の把握が必要となるが, 馬の採食量についてはその報告の多くが舎飼時のものである (LAUT *et al.*, 1985; MAETA *et al.*, 1992). しかし, 北海道和種馬にミヤコザサを刈り取り給与した場合には採食行動が抑制され, 採食量は放牧地とは異なる可能性がある (KAWAI *et al.*, 1995). 従って, 実際に放牧地において測定する必要があるが, 放牧地における馬の採食量については御崎馬を用いた報告 (加世田ら, 1983; 黒木ら, 1975), またミヤコザサの採食量については重種馬を用いた大原 (1948) の報告のみで北海道和種馬についてはない.

一方, ミヤコザサ植生に対する放牧の影響は, 夏季に比べて冬季の方が少ないとされている (平吉ら, 1969). そこで本報告では, 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採食量を, 積雪前および比較的積雪量の多い時期に Double indicator 法を用いて推定し, ミヤコザサ採食時間および樹皮や枝をかじり取る行動とともに比較した.

### 材料および方法

北海道大学農学部附属牧場 (静内町) で周年屋外飼育している北海道和種雌馬群 (和種馬 38 頭, 中半血馬 11 頭) のうち, 成雌馬 3 頭 (試験開始時平均体重 386 kg) を供試した. 和種馬群は 11 月中旬から 1 月下旬にかけて林床植物としてミヤコザサが優占する落葉広葉樹主体林間放牧地に放牧し, 積雪前 (以下非積雪冬期) に約 15 ha の第 10 牧区, 比較的積雪量の多い時期 (以下積雪期) に約 30 ha の第 6 牧区において試験を行った.

各供試馬に Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 含有ペレット (脱脂米ヌカ: フスマ: Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 6: 3: 1) 100 g/日を, 試験牧区入牧日から朝夕 2 回に分けて給与した. 試験牧区入牧後 6 日目に 24 時間, 排泄直後の糞を採取し, Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> および酸不溶性灰分 (AIA) を用いた Double indicator 法により採食量を推定した. Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> および AIA の回収率はそれぞれ 100 および 90%とした (河合ら, 1996).

糞採取と同時に行動観察を行い, ミヤコザサ採食時間および休息時間, 樹皮や枝をかじり取る (以下樹皮はぎ) 回数および時間を測定した. また, 試験牧区の地図上に移動経路を記録し, そこから移動距離を測定した. 糞採取前日にミヤコザサ葉部現存量および積雪量を測定した.

糞およびミヤコザサ試料は 60°C で 72 時間以上通風乾燥後, 1 mm の篩を通過するように粉碎し, 分析に供した. 乾物 (DM), 有機物 (OM), 粗タンパク質 (CP), 粗脂肪 (EE) 含量は常法により, 中性デタージェント繊維 (NDF) 含量は VAN SOEST (1963) の方法により測定した. エネルギー (GE) 含量は熱研式ポンプカロリメーター (CA-3 型, 島津製作所製) を用いて測定した. Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 含有ペレットおよび糞の Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 濃度はリン酸カリ試薬法 (森本, 1971), ミヤコザサおよび糞の AIA 含量は 2 N-塩酸処理法 (VAN KEULEN and YOUNG, 1977) により測定した.

得られた結果は, スチューデントの t 検定により統計処理を行った.

### 結果および考察

糞採取および行動観察日の試験牧区の気象状況およびミヤコザサ葉部現存量を表 1 に示した. 第 6 牧区の積雪量は 40 cm であり, 試験地のある日高管内静内町では比較的多い積雪量であった. ミヤコザサ葉部現存量は, 第 10 牧区および第 6 牧区でそれぞれ 35.9, 43.4 gDM/m<sup>2</sup> であり, 両試験牧区で同程度であった.

ミヤコザサ葉部の飼料成分含量を表 2 に, 各飼料成分の消化率を表 3 に示した. 第 6 牧区ではミヤコザサ

Table 1 General weather condition, snow depth, mean of ambient temperature and dry matter (DM) weight of *Sasa nipponica* foliage in experimental site

	Non-snow	Snow
Paddock no.	10	6
Experimental date	2-3, Dec.	20-21, Jan.
Weather	Fine/cloud	Snow/cloud
Snow depth (cm)	0	40
Ambient temperature (°C)	2.1	-0.2
DM weight of <i>Sasa nipponica</i> (gDM/m <sup>2</sup> )	35.9	43.4

が雪面下に隠れていたため, 第 10 牧区に比べて DM 含量が低かったが, DM 消化率は同程度であった. OM および CP 消化率において両試験間に統計的な差はあったが, どちらにおいても KAWAI *et al.* (1995) の報告と同様に, CP 消化率が 70%前後と高いというミヤコザサの特徴を示した.

DM および可消化粗タンパク質 (DCP) 摂取量を表 4 に示した. DM 摂取量は非積雪冬期, 積雪期でそれぞれ 8.2, 7.0 kg/日で, 体重の 2.1 および 1.8% であり, 積雪期においてやや少ない傾向があった. DCP 摂取量は体重 1 kg 当たり 1.7 g/日と両試験間で同程度

Table 2 Chemical composition of *Sasa nipponica* foliage

Paddock no.	10	6
DM (%)	48.6	33.4
OM (%DM)	85.4	85.4
CP (%DM)	11.7	13.0
NDF (%DM)	54.5	61.8
GE (Mcal/kgDM)	4.21	4.24

Table 3 Apparent digestibility of nutrients and energy (%)

	Non-snow	Snow
DM	38.2±1.3	37.1±1.0
OM	42.2±1.7 <sup>a</sup>	37.8±1.4 <sup>b</sup>
CP	68.5±1.9 <sup>b</sup>	75.1±0.5 <sup>a</sup>
NDF	29.0±5.4	26.1±1.9
GE	40.8±1.9	36.6±1.1

<sup>a</sup>b P < 0.05, <sup>ab</sup> P < 0.01. Mean ± SD.

Table 4 Dry matter and digestible crude protein intake by mares

	Non-snow	Snow
DM intake (kgDM/d)	8.2±0.3	7.0±1.0
(% of BW/d)	2.1±0.1	1.8±0.3
DCP intake (g/d)	655±27	689±101
(g/kgBW/d)	1.7±0.1	1.7±0.2

Mean ± SD.

Table 5 Digestible energy (DE) intake and body weight change

	Non-snow	Snow
DE intake (Mcal/d)	14.1±0.6	10.9±1.6
(kcal/kgBW/d)	36.5±1.3 <sup>a</sup>	27.3±3.9 <sup>b</sup>
Body weight change	-0.1±0.1 <sup>a</sup>	-1.7±0.5 <sup>b</sup>
(kg/d)		

<sup>a</sup>b P < 0.05. Mean ± SD.

Table 6 Behavioral performance of mares during each 24hr observation

	Non-snow	Snow
Grazing time (min)	763 <sup>A</sup>	605 <sup>B</sup>
Resting time (min)	601	679
Standing resting	491 <sup>b</sup>	646 <sup>a</sup>
Lying resting	110	33
Moving distance (km)	4.0	4.3
Moving with grazing	2.5 <sup>a</sup>	1.9 <sup>b</sup>
No. of bark biting (time)	14 <sup>B</sup>	32 <sup>A</sup>
Bark biting time (min)	12 <sup>B</sup>	69 <sup>A</sup>

<sup>ab</sup>P<0.05, <sup>AB</sup>P<0.01.

であり、これは NRC (1989) 維持要求量の 120% 以上に相当した。

可消化エネルギー (DE) 摂取量および試験牧区入牧中、すなわち非積雪冬期においては 7 日間、積雪期においては 10 日間の体重変化を表 5 に示した。DE 摂取量は非積雪冬期で体重 1 kg 当たり 36.5 kcal/日であり、NRC (1989) 維持要求量の 108% に相当し、体重はほぼ維持した。一方積雪期においては、DE 摂取量は体重 1 kg 当たり 27.3 kcal/日で NRC (1989) 維持要求量の 81% であり、1 日 1.7 kg という大きな体重の減少がみられた。

採食および休息時間、移動距離、樹皮はぎ行動について表 6 に示した。採食時間は積雪期において 605 分/日であり、終日放牧馬の採食時間の一般的な値の範囲内であったが (DUNCAN, 1980)、非積雪冬期の 763 分/日よりも短かった (P<0.01)。一方休息時間は両試験間で同程度であったが、積雪期において立位休息が長く (P<0.05)、横臥休息が短い傾向があった。また移動距離は両試験ともに 4 km 前後で同程度であったが、このうち採食しながらの移動距離は積雪期において短く (P<0.05)、採食時間が短かったことを反映していた。

樹皮はぎの回数は積雪期において 32 回/日で非積雪冬期の 2 倍以上多く (P<0.01)、また樹皮はぎの時間も 69 分/日で非積雪冬期の 5 倍以上であり、積雪期において長かった (P<0.01)。北米大陸やイギリスの「free-range」放牧において、特に草量が不足した場合に馬は灌木を採食することが報告されているが (HANSEN, 1976; PUTMAN *et al.*, 1987)、北海道和種馬の樹皮はぎ行動には積雪量も関係していることが示唆された。

以上より、両試験間で乾物摂取量の差はそれほど大きくなかったが、本試験の積雪期における 40 cm という比較的多い積雪量では、北海道和種馬の採食行動が制限されるため体重を維持することが困難であり、また樹皮はぎ行動からみて樹木に対する影響も大きいと

考えられた。しかし積雪期の放牧では、雪を掘り起こしての採食のため、雪面下のミヤコザサを全て採食できるわけではなく、放牧後にも採食されずに残っているミヤコザサが存在する。従って放牧利用によって衰退しやすいミヤコザサの植生を維持するためには、冬季放牧の中でも特に積雪期の放牧が有効であると考えられる。よって、今後森林生態系を維持しつつ行える家畜生産を考えていく上で、採食行動と積雪量との関係を明らかにし、適正な放牧圧のみならず積雪量を考慮にいたした適正な放牧時期についても、さらに検討していく必要があることが示唆された。

## 文 献

- DUNCAN, P. (1980) Time-budgets of Camargue horses. 2. Time-budgets of adult horses and weaned sub-adults. *Behaviour*, **72**: 26-49.
- HANSEN, R. M. (1976) Food of free-roaming horses in southern New Mexico. *J. Range Manage.* **29**: 347.
- 平吉 功・松村正幸・岩田悦行 (1969) 混牧林地の生態学的研究 (第 2 報) 冬放牧林地におけるササについて。日草誌, **15**: 42-52.
- 本江昭夫 (1988) 蹄耕法造成草地におけるミヤコザサの動態について。畜大研報, **15**: 265-270.
- 加世田雄時朗・山口栄二・佐藤文子・浜田 要・是永詠二 (1983) クロモーゲン法による御崎馬の乾物摂取量の推定。宮大農報, **30**: 105-110.
- KAWAI, M., K. JUNI, T. YASUE, K. OGAWA, H. HATA, S. KONDO, M. OKUBO and Y. ASAHIDA (1995) Intake, digestibility and nutritive value of *Sasa nipponica* in Hokkaido native horses. *J. Equine Sci.*, **6**: 121-125.
- 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 (1996) 北海道和種馬における Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> と酸不溶性灰分 (AIA) の回収率および糞中濃度の経時変化。北畜会報, **38**: 72-76.
- 黒木正雄・池田 一・加世田雄時朗・星野光之 (1975) 御崎馬に関する研究 第 3 報 採食草・樹種の飼料成分と養分摂取量の推定。宮大農報, **22**: 93-97.
- LAUT, J. E., K. A. HOUPPT, H. F. HINTZ and T. R. HOUPPT (1985) The effects of caloric duration on meal patterns and food intake of ponies. *Physiology and Behavior*, **35**: 549-554.
- MAETA, Y., S. YOSHIDA, A. KAMIDE and T. ISHIGUCHI (1992) Effect of cutting time on digestibility, intake and nutritive value of timothy hay in horses. *Jpn. J. Equine Sci.*, **3**: 137-142.
- 森本 宏 (1971) indicator法。動物栄養試験法。第 1 版。392-396。養賢堂。東京。
- NATIONAL RESERCH COUNCIL (1989) Nutrient

- requirements of horses. 5th rev. ed. National Academy Press. Washington, D.C.
- 小川恭男・三田村強・岡本恭二・手島道明 (1985) 秋冬放牧に伴うミヤコザ草地の地上部および地下部の経年変化. 草地試研報, **32**: 92-99.
- 大原久友 (1948) 北海道産笹類の家畜栄養学的研究. 北農試報告, **42**: 1-203.
- PUTMAN, R. J., R. M. PRATT, J. R. EKINS and P. J. EDWARDS (1987) Food and feeding behaviour of cattle and ponies in the New Forest, England. J. Appl. Ecology. **24**: 369-380.
- VAN KEULEN, J. and B. A. YOUNG (1977) Evaluation of acid-insoluble ash as a natural marker in ruminant digestibility studies. J. Anim. Sci., **44**: 282-287.
- VAN SOEST, P. L. (1963) The use of detergents in the analysis of fibrous feeds. J. Assn. Official Agr. Chem., **46**: 825-828.

## 肝膿瘍および合併症がホルスタイン種去勢肥育牛の 枝肉格付成績に及ぼす影響

日高 智, 岩谷 渡, 松長 延吉, 左 久  
帯広畜産大学, 畜産管理学科, 帯広市 080

### Effect of Liver Abscess and Complications on Carcass Grade of Holstein Steers

Satoshi HIDAKA, Wataru IWAYA, Nobuyoshi MATSUNAGA and  
Hisashi HIDARI

Laboratory of Animal Production,  
Obihiro University of Agriculture and Veterinary Medicine,  
Obihiro 080

キーワード: ホルスタイン種, 去勢牛, 肝膿瘍, 合併症, 枝肉格付

Key words: Holstein, Steer, Liver Abscess, Complications, Carcass Grade

#### 要 約

ホルスタイン種去勢牛の肥育では、濃厚飼料を多給した集約的な飼養が行われているために、肝膿瘍や合併症に罹患した牛が多い。しかし、その発生状況や疾病が格付成績に及ぼす影響についてはよく知られていない。そこで本試験では、肝膿瘍と合併症の発生状況を調査し、これらの疾病が枝肉重量、枝肉格付成績に及ぼす影響を、さらに疾病が与える経済的損失を検討した。1993年4月から1994年3月までの1年間に十勝管内A町から出荷され、十勝畜産公社で解体された16,226頭のホルスタイン種去勢肥育牛の屠畜検査成績、枝肉格付成績を用いた。また、疾病牛の枝肉重量の減少と肝臓の廃棄損失から疾病による経済的損失額を試算した。供試牛のうちなんらかの疾病を持つ牛は、9,288頭で全供試牛の57%を占め、肝膿瘍罹患牛は32%で、その発生は5、6月および11～2月に多かった。肝膿瘍罹患牛のうち56%が1つ以上の合併症を併発しており、合併症では横隔膜炎、胃炎および小腸炎が多くみられた。正常牛と比べ肝膿瘍罹患牛では、合併症の数が増加するほど枝肉重量が減少した。枝肉格付成績では、正常牛と比較して、肝膿瘍と合併症が2つ以下の牛ではほぼ同様であった。しかし、合併症が3つ以上の牛では、B-3の割合が減少し、B-2、C-2の割合が増加した。歩留等級では、合併症が2つ以上の牛では正常牛と比較して最長筋面積とバラ厚が小さく、合併症が4つ以上の牛では歩留等級が有意に低下していた。肉質等級では、正常牛と疾病牛との間に有

意な差はみられなかったが、合併症が3つ以上の牛では正常牛と比較してBMSおよび脂肪交雑等級が低い傾向がみられた。試算した経済的損失額は、枝肉重量の減少と肝臓廃棄によって疾病牛1頭当たり10.9千円であった。

以上のことから、肝膿瘍とその合併症に罹患した牛では、経済的損失が大きく、集約的な飼養管理方法の改善を含めた対策を講じる必要があると考えられた。

#### 緒 言

近年、わが国の牛肉生産、特にホルスタイン種去勢牛を用いた牛肉生産では、生産効率を高めるために、濃厚飼料の多給が行われている。濃厚飼料の多給は生産性を高めるが、牛の正常な第一胃機能を維持させるための粗飼料の給与が十分でない場合には、消化機能の恒常性が失われることによって、ルーメンアシドーシス、ルーメンパラケラトシス、第一胃炎および第四胃変位などの消化器病や、肝膿瘍をはじめとする肝疾患、尿石症などの疾病に罹患する(玉手, 1972)。PAYNE (1984) はこれらの疾病を「生産病」と呼び、牛が産業動物として過剰な乳や肉の生産を要求されると同時に集約的な飼養管理下で、牛の能力がそれについていけないために起こる疾病であるとしている。生産病の1つである肝膿瘍は、牛に多給された濃厚飼料中の炭水化物が第一胃内で急速に発酵・分解され、その結果、揮発性脂肪酸の産生量が増し、同時に乳酸発酵が活発に行われ、第一胃内のpHが低下し、これらの変化が牛の唾液分泌を抑制することによりさらに第一胃内の環境を悪化させ、第一胃絨毛の角化不全などを引き起こし、第一胃粘膜に損傷や潰瘍が生じ、その病

変部位から第一胃内に存在する *Fusobacterium necrophorum* が侵入し、肝臓に達して病巣を形成することによって発生するとされている(鹿江, 1980)。しかし、牛が肝膿瘍に罹患しても一般に臨床症状は示しにくく、屠殺・解体時に初めて発見される場合が多い(鹿江, 1980)。また、肝膿瘍が解体時の検査で発見された場合は、肝臓の一部または全部が廃棄され、さらに肝臓だけでなく横隔膜やその他の内臓も廃棄される可能性があるため、その経済的損失が大きいといわれている(元井, 1988)。

しかし近年、ホルスタイン種去勢肥育牛における肝膿瘍を始めとする内臓疾病の発生率を報告した例は少なく、また肝膿瘍が肉用牛の肉量や肉質に及ぼす影響については、肝膿瘍牛は正常牛より劣っているという報告(村松ら, 1977)と、両者の間に有意な差はないという報告(ROTHENBACHER et al., 1972)とに分かれ、結果が一致していない。そこで本試験では、ホルスタイン種去勢肥育牛の内臓疾病の発生状況と疾病の罹患牛の枝肉格付成績を正常牛と比較検討することを目的とした。さらに肝膿瘍が肉用牛の枝肉重量と枝肉格付成績に及ぼす影響について、また肝膿瘍とその合併症が与える経済的損失を検討した。

## 材料と方法

### 1. 供試牛

十勝管内A町で飼養され、1993年4月から1994年3月までに、十勝畜産公社(現北海道畜産公社十勝事業所)で屠殺・解体されたホルスタイン種去勢肥育牛16,226頭を供試した。

### 2. 調査項目

#### 1) 疾病発生状況について

北海道帯広保健所帯広食肉検査事務所の1993年度食肉検査データを用いた。

食肉検査データは屠畜検査成績に基づき、検査日、検査頭数、合札番号、各疾病のコード(全廃棄、一部廃棄)などが記録されている。また、本試験では、食肉検査データに基づいて、疾病がなく正常な牛を「正常牛」とし、肝膿瘍だけの疾病牛を「肝膿瘍」、肝膿瘍の他に1つの疾病が記録されている牛を「合併症2」、肝膿瘍の他に2つの疾病をもつ牛を「合併症3」、肝膿瘍の他に3つの疾病をもつ牛を「合併症4」および肝膿瘍の他に4つ以上の疾病をもつ牛を「合併症5」とした。

#### 2) 枝肉格付成績について

社団法人日本食肉格付協会帯広事務所によって格付がなされ、その牛枝肉格付明細書を使用し、歩留等級、肉質等級の項目について検討した。

### 3. 疾病による経済的損失の試算

肝膿瘍および合併症による経済的損失額を算出するために、「正常牛」の枝肉重量を基準として疾病牛の枝

肉重量の増減と肝臓の一部廃棄または全廃棄による損失を試算した。枝肉の価格は、食肉中央卸売市場における1994年の乳用種肥育去勢牛の枝肉1kgあたりの平均価格(農林水産省統計情報部, 1996)から、B-3が891円、B-2が707円、C-3が839円およびC-2が664円とした。また、肝膿瘍による肝臓廃棄に伴う損失額は、正常な肝臓の値段が5,000円(元井, 1988)程度であることから、「肝膿瘍」および「合併症2」が肝臓の一部廃棄として、「合併症3」以上は肝臓の全廃棄とみなして損失額をそれぞれ「肝膿瘍」が2,000円、「合併症2」が3,500円および「合併症3」以上については5,000円とした。それぞれの格付等級での損失額の試算は、次式から算出した。

各格付等級での損失額 = (枝肉減少量 × 枝肉単価 + 肝臓損失額) × 頭数

## 4. 統計解析

得られた結果をSASのGLM(高橋ら, 1991)を用いて分散分析後、正常牛と肝膿瘍、合併症の数の違いが枝肉重量および枝肉格付成績に及ぼす影響をDuncanの多重比較法で解析した。

## 結果と考察

### 1. 疾病の発生状況

図1に月別の供試牛数、疾病牛数と疾病率を示した。供試牛の全頭数16,226頭のうち疾病牛頭数は9,288頭で、疾病を持つ牛の割合は供試牛の57.2%であった。月別の疾病発生率では、1993年4月、5月および6月が、それぞれ69%、64%、65%と平均より高い値を示した。これは、この時期が冬期から夏期への移行期にあたり、冬期は夏期に比べ畜舎内の換気状態が悪く、冬期に肥育後期、仕上げ期の牛で疾病に罹患する牛が多いものと考えられた。

疾病牛の延べ疾病数16,044に占める各疾病の発生割合を図2に示した。この中で肝膿瘍が34.4%、横隔膜炎15.8%、小腸炎8.4%、胃炎6.7%、その他の肝疾患20.4%と、肝膿瘍とその他の肝疾患を合わせると54.8%で、肝臓疾病が多かった。このことは、肝臓は合成、代謝、排泄等の多くの機能をもつために障害にさらされる機会が多く、肝疾患の発生は、肝臓自身の原発的なものよりは、他の臓器や代謝系の異常による

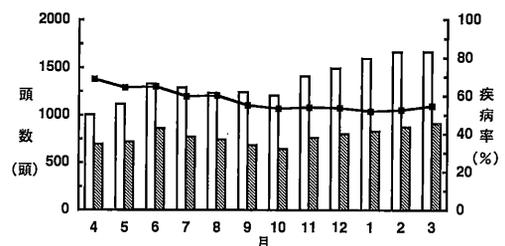


図1 月別の供試牛数、疾病牛数と疾病率

□ 供試牛 ■ 疾病牛 → 疾病率

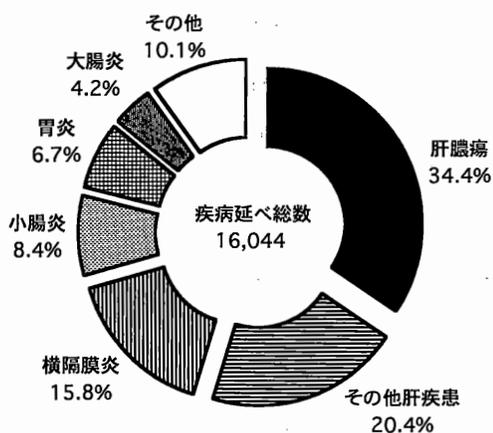


図2 疾病延べ総数に占める各疾病の割合

ものが多く関連しており、肝臓はそのすべての機能を駆使してホメオスタシスを維持しようとするが、結果的に肝臓に負荷がかかり疾病に転ずるものと考えられた。

表1に、月別の疾病延べ総数に占める各疾病の割合を示した。肺炎は4月から6月にかけて多く発生しており、先に述べたように、冬期は夏期に比べて畜舎内の換気状態が悪化するために発生率が高かったと考えられる。胃炎は、2月と3月が他の月より高い発生率であった。これは、冬期の寒冷環境下で家畜は産熱量を増加させ、そのため生産に結びつかない飼料の摂取増加が起り(野附, 1991)、結果的に第一胃内環境が悪化したことによるものと考えられる。

肝膿瘍の発生率が高いのは、5,6月と11~2月で、とくに11月, 12月ではそれぞれ37.6, 35.8%と年間で最も発生率が高かった。肝膿瘍の季節的な発生状況について ROWLAND (1970) は、英国の大麥多給肥育牛の場合、初夏および初冬に発生増加が認められるとしている。また、日本での肝膿瘍の発生について、鹿江 (1981) は阪神および西日本地区では、ROWLAND (1970) と同様に初夏および初冬に発生増加が認められたと報告し、初夏に発生率が高い理由として、春季の飼料の変化とそれに伴う肝ビタミンA含量の低下に関

連するのではないかとしている。また、栃木県家畜衛生研究所の報告 (1979) では、5月, 8月, 1月に発生率が高く、9月から12月にかけて肝膿瘍の発生率が低い傾向にあったとしている。本試験においても、初夏と初冬に肝膿瘍の発生率が高く、これらの報告と一致した。

高い発生率が示された肝膿瘍を詳しく検討するために、肝膿瘍と合併症を1つ罹患している「合併症2」、合併症を2つ罹患している「合併症3」および肝膿瘍の他に合併症を3つ罹患している「合併症4」の内訳を表2に示し、発生率の高い合併症を順に10項目示した。「合併症2」で多かったのは、横隔膜炎71.5%、次いで胃炎10%であった。横隔膜炎が7割を超えて発生していることは、肝臓と横隔膜との解剖学的位置が近いことが関係しており、肝表面に近い病変では、肝被膜の線維素性または線維性炎を起し、横隔膜や周辺臓器と癒着するとされている(藤本ら, 1984)。胃炎については、濃厚飼料の多給と粗飼料の不足によるルーメンアシドーシスやルーメンパラケラトシスによるもの(鹿江, 1981)と考えられる。「合併症3」では、横隔膜炎と胃炎の合併症が最も多く、次いで横隔膜炎と小腸炎、小腸炎と大腸炎となった。小腸炎、大腸炎については肝膿瘍によって慢性の循環障害が起り、そのため炎症が発症したもの(藤本ら, 1984)と考えられる。「合併症4」においても、横隔膜炎、胃炎、小腸炎、大腸炎の発生率が高かった。表には示していないが、肝膿瘍と他の合併症に4つ以上罹患している「合併症5」については、多様な疾病がみられ、特に横隔膜炎を中心に胃炎、小腸炎、大腸炎、筋出血などの合併症が多かった。和久野 (1988) の報告では、肝膿瘍の大きさを、小(ピンポン玉程度の膿瘍が単~散発したもの)、中(手拳大程度のもので単~散発したもの)および大(小児頭大程度の膿瘍を有するもの)に分類したとき、中と大に分類されたほとんどのものが横隔膜と癒着していたとしている。このことから本試験での「合併症2」以上の肝膿瘍の多くはある程度大きさが大きく、和久野 (1988) の分類に従えば、中以上の

表1 月別の疾病延べ総数に占める各疾病の割合 (%)

	月											
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
肝膿瘍	32.8	35.4	35.0	32.3	34.8	33.8	33.2	37.6	35.8	34.9	35.4	31.5
その他肝疾患 <sup>1)</sup>	25.3	20.6	21.8	18.8	20.8	19.3	22.1	20.1	20.7	19.1	16.5	20.5
横隔膜炎	15.0	17.5	15.9	15.7	15.6	16.7	14.7	16.6	15.6	15.7	15.2	15.8
小腸炎	6.3	6.8	7.6	11.5	9.8	8.7	8.0	7.1	7.1	10.0	9.5	7.8
胃炎	5.1	5.7	4.4	7.3	5.2	6.2	7.0	6.5	6.1	7.4	9.1	9.3
大腸炎	3.1	3.4	3.3	4.8	4.8	4.9	5.1	3.8	3.5	4.7	5.0	4.5
肺炎	2.6	1.7	2.3	0.7	0.6	0.7	0.4	0.5	0.8	0.5	0.8	1.0
その他	9.7	8.9	9.7	8.9	8.4	9.8	9.6	7.7	10.3	7.7	8.5	9.6

<sup>1)</sup>: 肝変性, 寄生虫性肝炎, 肝包膜炎, 肝管炎, 肝充血など。

表2 肝膿瘍との合併症の割合 (%)

合併症 2 <sup>1)</sup>		合併症 3 <sup>1)</sup>		合併症 4 <sup>1)</sup>	
横隔膜炎	71.5	横隔膜炎+胃炎	41.1	胃炎+小腸炎+大腸炎	19.0
胃炎	10.0	横隔膜炎+小腸炎	11.2	小腸炎+大腸炎+横隔膜炎	19.0
小腸炎	6.2	小腸炎+大腸炎	10.2	胃疾患+腸疾患+横隔膜炎	10.3
筋出血	2.7	横隔膜炎+筋出血	6.6	胃炎+小腸炎+横隔膜炎	9.5
筋炎	2.0	横隔膜炎+筋炎	4.4	小腸炎+筋出血+横隔膜炎	5.6
その他肝疾患	1.3	横隔膜炎+肺炎	2.7	胃炎+筋炎+横隔膜炎	5.6
肺炎	1.2	横隔膜炎+心膜炎	2.6	胃炎+筋出血+横隔膜炎	3.2
心膜炎	0.9	横隔膜炎+腹膜炎	2.0	腹膜炎+筋炎+横隔膜炎	1.6
大腸炎	0.8	胃炎+小腸炎	2.0	肺炎+胃炎+横隔膜炎	1.6
その他筋疾患	0.7	横隔膜炎+大腸炎	1.2	その他	24.6

<sup>1)</sup>: 肝膿瘍の他に疾病を1つ併発しているものを合併症2, 2つ併発しているものを合併症3, 3つ併発しているものを合併症4とした。

分類に相当するものと推測された。

## 2. 枝肉格付成績

表3に、枝肉格付各等級に占める正常牛、肝膿瘍および合併症牛の割合を示した。正常牛では、B-2が52.6%と最も多く、次いでB-3が28.9%、C-2が11.6%およびC-3が6.1%であった。この傾向は、「肝膿瘍」、「合併症2」、「合併症3」ではほぼ同様であったが、「合併症5」では正常牛と比較して、B-2の比率が約10ポイント減少し、C-2の比率が約17ポイント増加していた。

また、1995年1月～12月までの全国の中央、指定市場ならびに食肉センターで格付されたホルスタイン種去勢牛303,336頭の牛枝肉格付成績(日本食肉格付協会, 1996)では、B-3が22.3%、B-2が49.0%、C-3が7.0%、C-2が17.1%という分布であった。本試験の格付成績においても、B-2が最も多く、次いでB-3が多く、全国の格付成績(日本食肉格付協会, 1996)とはほぼ同様であった。さらに、肝膿瘍と合併症が格付成績に及ぼす影響については、B-3の比率は「合併症3」までは本試験の格付成績が全国平均を上回っていたが、「合併症4」以上ではB-3の割合が全国平均より低く、合併症の増加により格付等級が低下していた。

表4に正常牛、肝膿瘍牛および合併症牛の枝肉格付成績を示した。肉質等級においては、正常牛、肝膿瘍および合併症の各群に有意な差はみられなかったが、

「合併症4」、「合併症5」では正常牛と比較してBMSおよび脂肪交雑等級が低い傾向がみられた。枝肉重量においては、正常牛と肝膿瘍、肝膿瘍と「合併症2」、「合併症2」と「合併症3」との間で有意な枝肉重量の減少はみられなかったが、これら以外の各群間で有意な枝肉重量の減少( $P<0.05$ )がみられ、特に疾病が複数の場合は枝肉重量の減少が大きかった。本試験での疾病による枝肉重量の減少は村松ら(1977)の報告と一致した。正常牛と疾病牛との枝肉重量の差は「肝膿瘍」、「合併症2」、「合併症3」、「合併症4」、「合併症5」がそれぞれ、-4kg、-12kg、-20kg、-34kg、-48kgであった。さらに、最長筋面積およびバラ厚では、正常牛、肝膿瘍および「合併症2」の間では有意な差はみられなかったが、「合併症3」以上の疾病牛では有意にその値が正常牛より小さかった( $P<0.05$ )。また、歩留等級では「合併症5」は他の群より有意に大きい値( $P<0.05$ )を示し、歩留等級が低下していた。

以上のことから、肉用牛が肝膿瘍に罹患した場合、肝膿瘍単独の発生の場合は枝肉重量、肉質に与える影響は少ないが、合併症が多くなれば枝肉重量、最長筋面積およびバラ厚が減少し、歩留等級が低下すること、さらに「合併症4」、「合併症5」でBMS、脂肪交雑等級ともその値が下がる傾向にあったことから、肉質に対しても悪影響を及ぼすものと考えられた。

表3 枝肉格付各等級に占める正常牛、肝膿瘍および合併症牛の割合 (%)

	正常牛 n=6938	肝膿瘍 n=2281	合併症2 2n=2157	合併症3 3n=587	合併症4 4n=126	合併症5 n=60
B-3	28.9	28.2	28.3	26.4	20.6	18.3
B-2	52.6	51.0	53.6	51.8	58.7	48.3
C-3	6.1	5.8	5.2	6.5	5.6	5.0
C-2	11.6	14.3	11.9	13.3	13.5	28.3
その他	0.8	0.8	1.0	2.0	1.6	0.0

表4 正常牛、肝膿瘍牛および合併症牛の枝肉格付成績

	正常牛	肝膿瘍	合併症 2	合併症 3	合併症 4	合併症 5
歩留等級 <sup>1)</sup>	2.18±0.01 <sup>a</sup>	2.20±0.01 <sup>a</sup>	2.17±0.01 <sup>a</sup>	2.20±0.02 <sup>a</sup>	2.19±0.04 <sup>a</sup>	2.33±0.06 <sup>b</sup>
肉質等級	2.36±0.01	2.35±0.01	2.35±0.01	2.35±0.02	2.27±0.04	2.23±0.06
枝肉重量 (kg)	437±0.4 <sup>a</sup>	433±0.7 <sup>ab</sup>	425±0.8 <sup>b</sup>	417±1.5 <sup>c</sup>	403±3.5 <sup>d</sup>	389±6.0 <sup>e</sup>
最長筋面積 (cm <sup>2</sup> )	40.7±0.05 <sup>a</sup>	40.2±0.09 <sup>ab</sup>	39.9±0.09 <sup>ab</sup>	39.4±0.16 <sup>b</sup>	38.3±0.39 <sup>c</sup>	37.5±0.69 <sup>d</sup>
バラ厚 (cm)	6.28±0.01 <sup>a</sup>	6.22±0.02 <sup>a</sup>	6.17±0.02 <sup>ab</sup>	6.05±0.03 <sup>b</sup>	5.84±0.07 <sup>c</sup>	5.59±0.12 <sup>d</sup>
皮下脂肪厚 (cm)	2.04±0.01 <sup>a</sup>	2.06±0.01 <sup>a</sup>	2.01±0.01 <sup>a</sup>	1.95±0.03 <sup>a</sup>	1.79±0.05 <sup>b</sup>	1.76±0.07 <sup>b</sup>
歩留基準値	69.6±0.01	69.5±0.02	69.5±0.02	69.5±0.04	69.6±0.07	69.5±0.12
BMS	2.45±0.01	2.45±0.01	2.45±0.02	2.45±0.03	2.35±0.06	2.33±0.08
BCS	3.90±0.01	3.89±0.01	3.89±0.01	3.92±0.02	3.90±0.05	4.05±0.09
BFS	2.01±0.00 <sup>a</sup>	2.01±0.00 <sup>a</sup>	2.01±0.00 <sup>a</sup>	2.01±0.00 <sup>a</sup>	2.00±0.00 <sup>a</sup>	2.10±0.04 <sup>b</sup>

平均値±標準誤差で示した。

<sup>a,b,c,d,e</sup>: 異符号間に有意差あり (P<0.05)。

1): 歩留等級は、A=1, B=2, C=3として解析した。

### 3. 疾病による経済的損失の試算

正常牛を基準として疾病牛について、枝肉重量の減少と膿瘍肝の廃棄に伴う経済的損失の試算を行った。試算は表5に示したB-3, B-2, C-3およびC-2に格付された「肝膿瘍」, 「合併症2」~「合併症5」の合計5,136頭を対象とした。正常牛を基準とした枝肉重量の減少値は、本試験の結果から「肝膿瘍」が4kg, 「合併症2」が12kg, 「合併症3」が20kg, 「合併症4」が34kg, および「合併症5」が48kgとした。

表6に枝肉格付各等級での1頭当たりの損失試算額を示した。「肝膿瘍」のB-3での損失額は供試牛642頭で3,572千円となり、1頭当たりでは5.6千円であった。その他の格付等級において同様に算出したところ、その総額は約56,087千円となり、1頭当たりの損失額の平均値は10.9千円となった。

本試験では、枝肉重量の減少と膿瘍肝の廃棄のみを対象として経済的損失の試算を行ったが、前述したよ

うに合併症が増加すると脂肪交雑等級が低下する傾向が認められたこと、さらにバラ厚や最長筋面積が有意に減少することから、歩留等級と肉質等級の両者とも肝膿瘍とその合併症の増加に伴って低下すると考えられる。したがって、本試験で試算した損失額以上の損失が肝膿瘍とその合併症によって引き起こされているものと推測された。

以上の結果から、肝膿瘍とその合併症を予防することが可能であれば経済的効果は大きいと考えられる。濃厚飼料多給の集約的な飼養方法によって肝膿瘍などの疾病が生じるので、今後、飼養管理方法の改善を含めた対策を講じる必要がある。

### 謝 辞

本試験の実施にあたり、北海道帯広保健所帯広食肉検査事務所に食肉検査データを、また、社団法人日本食肉格付協会帯広事務所に枝肉格付成績を提供していただいた。ここに心から謝意を表します。

### 参 考 文 献

- 藤本 胖, 藤原公策, 田島正典 (1984) 家畜病理学各論131-153, 朝倉書店, 東京
- 元井霞子 (1988) 肉用牛の肝膿瘍: その炎症生化学的動態と診断法を中心として. 獣医学, 152-166
- 村松梅太郎, 高橋雅人, 柴田春雄, 黒崎英夫, 松倉文明, 緒方 有, 齋藤善一, 渡部甲子男 (1977) 乳用去勢牛の肝膿瘍及びブルーメンパラケラトージスの防除に関する研究. 栃木県家畜衛生研究所年報, 12: 22-23
- 日本食肉格付協会 (1996) 格付結果の概要 (平成7年年報), 12
- 野附 巖 (1991) 飼育環境の制御, 家畜の管理 (野附 巖, 山本禎紀編) 49-67, 文永堂出版, 東京
- 農林水産省統計情報部 (1996) 平成6年畜産物流通統計, 22

表5 試算に用いた供試牛の頭数 (頭)

	肝膿瘍	合併症 2	合併症 3	合併症 4	合併症 5
B-3	642	611	155	26	11
B-2	1142	1155	304	74	29
C-3	132	112	38	7	3
C-2	326	257	78	17	17

計5,136頭

表6 肝膿瘍, 合併症牛の経済的損失試算額 (千円)

	肝膿瘍	合併症 2	合併症 3	合併症 4	合併症 5
B-3	5.6	14.2	22.8	35.3	47.8
B-2	4.8	12.0	19.1	29.0	38.9
C-3	5.4	13.6	21.8	33.5	45.3
C-2	4.7	11.5	18.3	27.6	36.9

1頭当たりの平均値で示した。  
合計損失額 56,086.5千円

- PAYNE, J. M. (1984) 産業動物の代謝病 (臼井和哉, 牛見忠蔵, 本好茂一 共訳) 1-11, 学窓社, 東京
- ROTHENBACHER, H., F. F. Ei-SABBAN, and B. R. BAUMGARD (1972) Prevention of stomach and liver pathology in feeder steer by sawdust roughage replacer. *Vet. Med. Small Anim. Clin.*, **67**: 1127-1133
- ROWLAND, A. C. (1970) The rumenitis and liver abscess complex and vitamine A status in beef cattle. *Anim. Prod.*, **12**: 291-298
- 鹿江雅光 (1980) 肝膿瘍. 牛病学 (大森常良, 安藤敬太郎, 石谷類造, 稲葉右二, 清水悠紀臣, 林 光昭, 山内 亮 編集) 622-629, 近代出版, 東京
- 鹿江雅光 (1981) 肥育牛の肝膿瘍について. 家畜診療, 222: 17-23
- 高橋行雄, 大橋靖雄, 芳賀敏郎 (1991) SASによる実験データの解析 (竹内 啓監修) 45-70, 東京大学出版会, 東京
- 玉手英夫 (1972) Rumen parakeratosisの発生と肉牛肥育. 栄養生理研究会報, 16: 35-46
- 栃木県家畜衛生研究所 (1979) 乳用去勢牛の肝膿瘍及びブルーメンパラケラトージスの防除に関する研究. 栃木県家畜衛生研究所資料 No.2: 3-4
- 和久野均, 前田博之, 森千恵子, 湯浅 亮 (1988) ホルスタイン肥育牛の肝膿瘍問題について. 1. その実態調査—肝膿瘍の大きさと枝肉重量および格付等級との関連. 北獣会誌, 32: 196-197

## 生乳のリポリシスにおける温度活性化

今 洋史\*・斎藤 善一\*\*

北海道大学農学部, 札幌市 060

現在 : \*サツラク農業協同組合, 札幌市 065

\*\*北海道生乳検査協会, 札幌市 060

### Temperature activation of lipolysis in raw milk

Hiroshi KON\* and Zenichi SAITO\*\*

Faculty of Agriculture, Hokkaido University, Sapporo 065

Present address: \*Satsuraku Dairy Co-operative, Sapporo 063

\*\*Hokkaido Milk Testing Association, Sapporo 060

キーワード : 生乳, リポリシス, リパーゼ, 温度活性化, 遊離脂肪酸

Key words : raw milk, lipolysis, lipase, temperature activation, free fatty acids

#### 要 約

生乳の冷蔵中に一時的な温度上昇があると以後の遊離脂肪酸生成量は著しく増大する(温度活性化)。この原因を知るため生乳, 洗浄クリーム, バターオイル乳化液などを試料として実験をした。試料を1時間氷冷後, 12~45℃の湯浴中に5分間静置し, 氷水中に戻して23時間冷蔵し, 遊離脂肪酸量を測定した。

脂肪球は脂肪球膜により保護されリパーゼの作用を受けないが, 20℃以上に加温するとこれが解除され, 以後の脂肪分解が促進される。しかし, 37℃以上の加温では脱脂乳成分の脂肪球への吸着により, リパーゼの作用が阻害され45℃の加温の場合は温度処理をしない場合よりもリパーゼの作用は低下した。その結果, 30℃付近に加温すると温度活性化がみられると考えられた。

#### 緒 言

生乳の冷蔵中における遊離脂肪酸の増加は僅かであるが, 通常は脂肪分解臭を与えるには至らないが, 一時的な温度上昇があると以後の冷蔵中における遊離脂肪酸の生成は著しく増大する。この現象は温度活性化と呼ばれ, KRUKOVSKY and HERRINGTON (1939) により初めて報告されたが, 以後ほとんど研究されなかった。脂肪の固化 (KRUKOVSKY and SHARP, 1940) や脂肪分子配列の変化 (RAO, 1951), 脂肪球膜とリパーゼの親和性の変化 (TARASSUK and RICHARDSON, 1941; WANG and RANDOLPH, 1978) が推察されているが結

論は得られていない。斎藤・澤村 (1984) は, 冷却した個体乳を50℃湯浴中に1分間保持したところ, リパーゼ活性は増大していないにもかかわらず, 以後の冷蔵中における遊離脂肪酸生成の増大を認めたが, 牛の個体による影響が大きいと報告している。斎藤・金 (1995) は, 20℃の湯浴中に3分間静置した場合の温度活性化と泌乳期の関係を調査し, 泌乳期の進行にともない増大するが, リパーゼ活性との相関は個体によって異なると報告した。

#### 実験方法

北海道大学農学部附属農場に繋養する牛群から, 冷却前の混合乳を採取し実験材料とした。遠心分離によりクリームを調製し, 人工乳清 (JENNESS and KOOPS, 1962) で稀釈し再び遠心分離をして洗浄クリームとした。これを振とうしてバター粒を分離し, さらに加温遠心分離をしてバターゼーラムを得た。洗浄を2回おこなったクリームを再洗浄クリームとした。人工乳清にアラビヤゴムを溶解し (10%), 遠心分離により微量の不溶物を除いた後, 市販バターオイルを加え, 15分間 (45℃) ワーリングブレンダーで処理しバターオイル乳化液とした。いずれの場合も最終の脂肪含量が生乳とほぼ同じ (4.1%) になるようにした。リパーゼは脱脂乳よりクロマトグラフィーにより調製した (MATSUOKA *et al.*, 1980)。

共栓付試験管6本に試料各2.3 mlを採り, 氷水中に保持した。1時間後, 5本は12, 20, 30, 37, 45℃の湯浴中に5分間静置し, 再び氷水中に戻し23時間冷蔵した。残りの1本は加温処理をおこなわず0℃処理とした。計24時間の冷蔵後に抽出溶媒を加えフェノー

ルレッド法(斎藤, 1979)で遊離脂肪酸を測定した。測定結果はパルミチン酸(mg/ml)として示した。

### 実験結果

生乳を試料とし温度処理をおこなった結果の1例を図1に示す。20~37℃に加温すると高い遊離脂肪酸生成を示した。すなわち、温度活性化が認められた。一方、45℃加温では0℃、12℃の場合よりも低い遊離脂肪酸含量を示した。なお、試料により生成する遊離脂肪酸量は大きく変動したが、処理温度との関係は同様であった。脱脂乳を同じ様に処理し、殺菌均質化乳に加えることによりリパーゼ活性を測定したが、活性の増加はみられなかった。

バターオイル乳化液にリパーゼを加えると、温度処理にかかわらず高い遊離脂肪酸生成を示したが、特定の温度における温度活性化は見られなかった(図2)。一方、洗浄クリームにリパーゼを加えた場合は、30℃加温により最も高い遊離脂肪酸生成を示したが、45℃でも0℃、12℃加温の場合よりも高い遊離脂肪酸生成を示した(図2)。すなわち、同時に示した生乳の場合に比べると、洗浄による脱脂乳成分の除去は45℃加温による遊離脂肪酸生成の低下をある程度防いだといえ

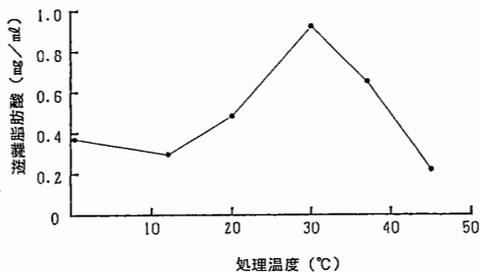


図1 冷蔵(0℃, 1時間)した生乳を温度処理(5分間静置加温)し、23時間0℃に保存した後の遊離脂肪酸含量と処理温度の関係

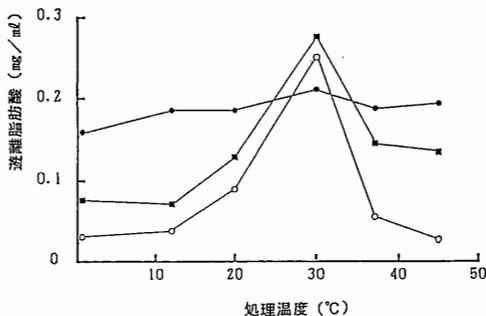


図2 冷蔵したバターオイル乳化液(●), 洗浄クリーム(■), 生乳(○)を温度処理(5分間静置加温)し、23時間0℃に保存した後の遊離脂肪酸含量と処理温度の関係(生乳以外はリパーゼ添加)

る。

バターオイル乳化液において、ブレンダーによる乳化時にバターゼラムを加えた場合の結果を図3に示す。バターゼラムを加えない場合は、図2と同様に温度活性化を示さなかったが、乳化前にバターゼラムを加えた試料を温度処理をすると、遊離脂肪酸生成は、0℃、12℃では低下を、30℃以上では増加を示した。すなわち、処理温度が低い場合はリパーゼ活性の阻害を、高い場合は促進を示した。なお、14分間ブレンダーによる乳化をおこなった後にバターゼラムを加え、さらに1分間ブレンダーで処理した場合は、バ

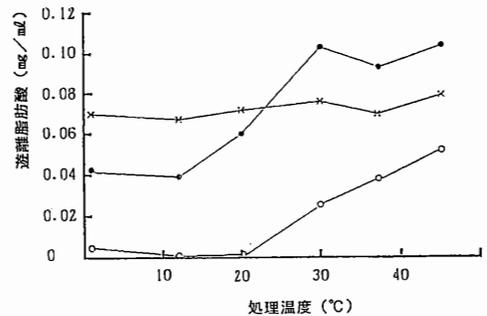


図3 バターゼラムを添加したバターオイル乳化液を温度処理(5分間静置加温)し、23時間0℃に保存した後の、遊離脂肪酸含量と処理温度の関係(●乳化前に添加, ○乳化処理の末期に添加, ×無添加, いずれも冷蔵前にリパーゼ添加)

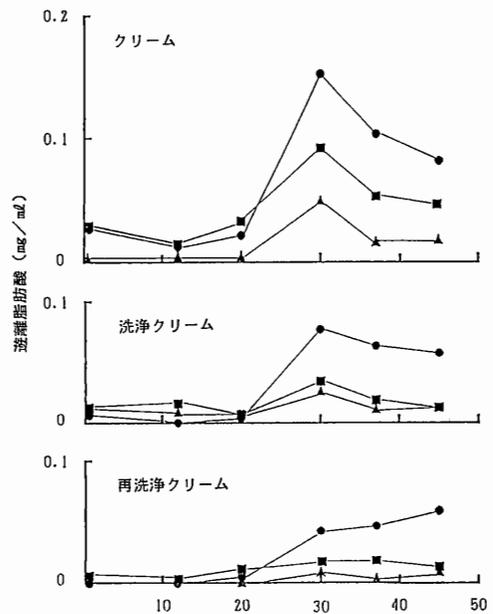


図4 クリーム, 洗浄クリーム, 再洗浄クリームに冷蔵前(●)または温度処理(5分間静置加温)の後(■)にリパーゼを加え、23時間0℃に保存した後の遊離脂肪酸含量と処理温度の関係(▲リパーゼ無添加)

ターゼラムによる阻害効果は大きくなり、0～20℃の温度処理ではほとんど遊離脂肪酸が増加せず、30℃以上では処理温度が高くなるにしたがって遊離脂肪酸の生成が増大した。

クリームおよび洗浄クリームについて、温度処理の前、あるいは後にリパーゼを加えた場合の温度処理の結果を図4に示す。クリームの場合、リパーゼを加えると無添加の場合よりも遊離脂肪酸生成は増大するが、温度処理前に加えた方が効果が大きかった。洗浄クリームでは、温度処理後に加えたリパーゼの効果は僅かであるが、温度処理前に加えたリパーゼの効果は大きく、しかも、37℃、45℃に加温した場合も30℃の場合に近い遊離脂肪酸の生成を示した。再洗浄クリームの場合は、生乳から移行したリパーゼがほとんど失われたため、加温処理前にリパーゼを加えた場合だけ温度処理による遊離脂肪酸の増加が認められた。しかも、37℃、45℃に加温すると30℃加温の場合よりも高い遊離脂肪酸の生成を示した。

### 考 察

生乳中の脂肪は脂肪球膜により保護されているためリパーゼの作用を受け難いことはよく知られている。バターオイル、リパーゼ、バターゼラムからなる系における温度処理の影響から、低温で温度処理をした場合はバターゼラム中の脂肪球膜物質によるリパーゼ阻害効果が大きい。20℃以上に加温されるとこれが解除され、以後の脂肪分解が促進された。この場合、加温よりも加温直後の急冷による脂肪分子の配列の変化(RAO, 1951)、脂肪球膜物質の離脱(ANDERSON *et al.*, 1972)などの効果を考えることができるが明確ではない。一方、脱脂乳成分によるリパーゼに対する阻害作用が37℃、45℃では示された。低温におけるカゼインの阻害作用は認められていないが(若濱, 1990)、脂肪球とカゼインミセルとの結合など複雑な要因が加わるので、阻害作用の主因を特定することはできない。

低い温度の温度処理による脂肪球膜物質の阻害作用の解除と、37℃以上の温度処理における脱脂乳成分によるリパーゼに対する阻害の2因子により、結果的に30℃付近に加温した場合に温度活性化がみられたと考えられる。

バルククーラー内で冷却された生乳に次の搾乳により温かい生乳が加えられた場合、バルククーラーの冷却能力が低いと乳温が15～20℃に上昇するおそれがあり、温度活性化により遊離脂肪酸含量が増加し脂肪分解臭を示すことも可能である。したがって、十分な冷却能力を備えていること、あるいは、バルククーラーに入る前に生乳を冷却することが必要である。クリーム分離機を用いる場合に生乳を35～40℃に加温する。分離機を通る時に大きな脂肪球が受ける損傷によって

リパーゼの作用を受け易くなると思われるが、その外に、温度の僅かな差によって遊離脂肪酸含量は変化することになる。分離条件を設定するにあたって考慮すべきことである。

生乳を提供された北海道大学農学部附属農場の各位に感謝する。

### 文 献

- ANDERSON, M., G.C. CHEESEMAN, D.J. KNIGHT and W.F. SHIPE (1972) The effect of ageing cooled milk on the composition of the fat globule membrane. *J. Dairy Res.*, **39**: 95-105.
- JENNESS, R. and J. KOOPS (1962) Preparation and properties of a salt solution which simulates milk ultrafiltrate. *Neth. Milk Dairy J.*, **16**: 153-164.
- KRUKOVSKY, V.N. and B.L. HERRINGTON (1939) Studies on lipase action. II. The activation of milk lipase by temperature change. *J. Dairy Sci.*, **22**: 137-147.
- KRUKOVSKY, V.N. and P.F. SHARP (1940) Effect of the properties of the fat and of the fat globule surface on lipolytic activity in milk. *J. Dairy Sci.*, **23**: 1109-1118.
- MATSUOKA, N., K. SHIRAI and R. L. JACKSON (1980) Preparation and properties of immobilized lipoprotein lipase. *Biochim. Biophys. Acta*, **620**: 308-316.
- RAO, S.R. (1951) A study of the activity of lipase on milk fat. PhD Dissertation, Univ. of Wisconsin.
- 斎藤善一 (1979) 原料乳のlipolysisに関する検査におけるフェノールレッド法の利用について. *日畜会報*, **50**: 710-715.
- 斎藤善一・澤村浩 (1984) 原料乳のリポリシスにおよぼす温度処理と攪伴の影響. *日畜東北支部会報*, **34**: 10-13.
- 斎藤善一・金居猷 (1995) 個乳の温度活性化リポリシスとリパーゼ活性に及ぼす泌乳期の影響. *酪農科学・食品の研究*, **44**: A-139-A-145.
- TARASSUK, N.P. and G.A. RICHARDSON (1941) Inhibition of lipase activity in raw milk. *Science*, **93**: 310-311.
- 若濱有子 (1990) 牛乳のリポタンパク質リパーゼの活性と安定性に及ぼすカゼインの影響. *酪農科学・食品の研究*, **39**: A-75-A-82.
- WANG, I. and H.E. RANDOLPH (1978) Activation of lipolysis. I. Distribution of lipase activity in temperature activated milk. *J. Dairy Sci.*, **61**: 874-880.

## 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

寺井明喜子・盛田 フミ・森津 康喜・市川 舜

酪農学園大学, 江別市 069

Investigation of transfer methods of blastodermal cells  
in production of chimeric chick embryos.

Akiko TERAI, Fumi MORITA, Yasuyoshi MORITSU and Shun ICHIKAWA

Rakuno Gakuen University, Ebetsu-shi 069

キーワード: ニワトリ胚, 胚盤葉細胞, 羽毛キメラ, 胚操作

Key words: chick embryo, blastodermal cells, plumage chimeras, embryo manipulation.

## 要 約

キメラニワトリ胚作成時において胚盤葉細胞の移植法が胚の生存率, 孵化率におよぼす影響について検討した。

体細胞レベルのマーカースとしてドナー卵に胚のとき黒色羽毛を有する横斑プリマスロック種, ホスト卵には白色レグホーン種の受精卵を用いた。

ホスト卵の胚盤にドナー卵の上層胚盤葉細胞を注入した時, 培養6日目の生存率は67.5%, 上層および下層胚盤葉細胞を注入した時は39.6%, 培養15日目では26.3%と9.4%の値を示した。しかし孵化率は14.4%と0%となりキメラ作成のための胚盤葉細胞の注入移植には上層胚盤葉細胞を注入した方が生存率, 孵化率共に良好であった。

さらに細胞移植操作において穿針(ガラス針)の角度が胚に与える影響を見たところ培養6日目の生存率は, 穿針の角度が胚盤に対して直角(約90度)のとき62.5%, 傾斜(約45度)では36.8%, 対照卵(移し替えのみ以下, 無処理)は84.8%であった。孵化率は直角の穿針を用いたとき20%, 傾斜のもの7.8%, 対照は48.4%となり胚盤葉細胞移植注入操作には直角に穿針を注入したものが生存率, 孵化率共に良好であった。

この上層胚盤葉細胞の移植注入により2例の羽毛キメラ胚が得られた。これらのキメラ胚には頭部, 首部和背部にドナー細胞の横斑プリマスロック種由来の黒色羽毛が認められた。

## 緒 言

ニワトリの受精卵は卵内部に大量の卵黄, 卵白があり産卵時の胚盤にはすでに分裂が約60,000個の細胞

を有するまでに胚の発生は進んでいる。したがって鳥類の胚の操作には哺乳類とは異なった技術が必要である。近年, ニワトリの胚操作に関する研究が多数報告されているが遺伝子導入ニワトリの開発は実用化まで至っていない。この一つの方法として細胞レベルにおける胚操作技術を用いた生殖細胞キメラの作出により, 遺伝子導入ニワトリを容易に作製する方法が開発されると, これらの技術は育種への応用技術へと大きく広がるものと思われる。しかし, 現状では胚操作技術によるそれらの胚の発生率, 孵化率は低く, またキメラ胚培養の基礎技術の情報も十分とは言えない。

そこで今回は先報に引き続き培養胚の孵化の基礎技術と合わせてキメラニワトリの作出を目的に胚盤葉細胞の注入する位置とその操作が培養胚の生存率, 孵化率に及ぼす影響について検討を試みた。

## 材料と方法

## 1, 供試受精卵

供試した受精卵はドナー卵として黒色拡散遺伝子(E/E)をもつ横斑プリマスロック種を用いた。この黒色羽毛は体細胞レベルでのマーカースとして利用した。またホスト受精卵には白色レグホーン種の放卵直後(発生ステージX, HAMBERGER and HAMILTON: 1951)の卵を用いた。

## 2, 胚盤葉細胞の採取

ドナー細胞を分離するための胚盤は放卵直後の受精卵(発生ステージX, HAMBERGER and HAMILTON: 1951)を用いた。胚盤はMEM溶液中で分離し, 0.05%のEDTAを用いて洗浄後, トリプシン(0.1%トリプシン/PBS(-)37°C, 10分)で処理した。その後, 10%ウシ胎児血清入りのMEMを加えて遠心(1,000 rpm, 10分)した後, 沈殿を血清を入れてないMEMに再浮遊させ移植用の胚盤葉細胞を作製した。

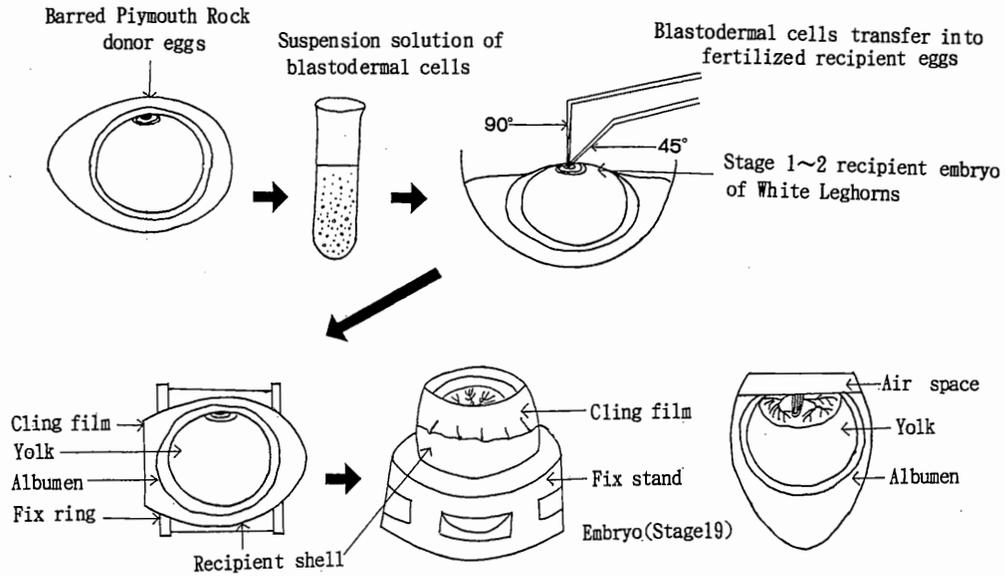


Figure 1. Manipulation system producing chimeric chicks by transfer of blastodermal cells.

### 3. 胚盤葉細胞の移植と培養法

先端の外径約 100  $\mu\text{m}$  のガラス針に 2 ~ 4  $\mu\text{l}$  胚盤葉細胞浮遊液を入れ、直ちに注入操作を行った。ガラス容器に移し、ホスト卵の胚盤葉下腔に以下のように注入細胞と注入方法を変え、生存率、孵化率に与える影響を調べた。

### 4. 胚の培養法

注入移植する胚盤葉細胞は、上層胚盤葉細胞の場合と上層および下層胚盤葉細胞とに区分した。また、操作の胚盤葉細胞の注入時における穿針の角度を胚盤葉に対して直角（約 90 度）区と傾斜（約 45 度）区とに設定した。対照卵では移し替えのみ（以下、無処理）とした。注入後、培養器卵殻に移し替え 3 日間培養した。その後、あらかじめ準備した培養用の卵殻にそれらを移し替え速やかに卵殻の窓をラップで密封し、立体孵

卵器で温度 37.8℃、湿度 60%、角度 45 度 1 時間 1 回転卵で残りの 18 日間を培養した。供試卵数は合計 240 個を用い胚盤葉細胞由来と移植法の違いによる胚の発生過程、生存率について記録した。

### 結果および考察

放卵後の胚盤は胚盤葉上層と胚盤葉下層の 2 層に別れ構成されている。また、鳥類の始原生殖細胞は胚盤葉上層が起源とされている。そこでドナー卵細胞の的確かつ容易な採取操作法を考える時、上層胚盤葉細胞と、上層および下層胚盤葉細胞を注入移植した場合について、培養胚の生存率と孵化率におよぼす影響を比較検討した。

Figure 2, 由来を異にする細胞液移植後の胚の生存率を示した。培養 6 日目の生存率を見ると、上層胚盤

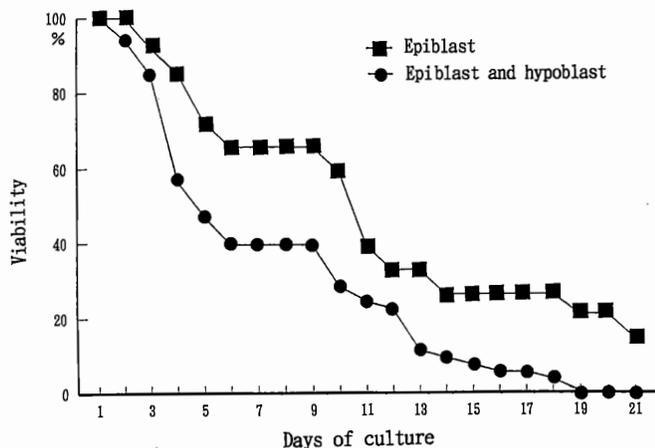


Figure 2. Viability of chick embryos by transfer of two types of blastodermal cells.

葉細胞を注入したものの65.7%，上層および下層胚盤葉細胞の注入では39.6%の値を示した。また15日目では、それぞれ26.3%と9.4%となり経過は上層胚盤葉細胞が上層および下層胚盤葉細胞を注入したものに比べて高い生存率を示した。更に孵化率では14.4%，0%とかなり低下したが、ここでも上層胚盤葉細胞の注入が良好であった。これらの経過から、注入するドナー細胞は上層胚盤葉細胞のみを注入した方が良いものと思われた。

細胞移植の際、胚盤への穿針操作はその後の胚の発生に与える影響が大きいとされている。そこで、今回は注入する細胞を宿主卵の胚盤葉下腔へよりの確に注入するために移植注入の際の角度を変え、それらの違いが生存率、孵化率におよぼす影響を検討した。なお、実験区は穿針の角度は注入する宿主卵胚盤葉に対し直角(約90度)と傾斜(約45度)、対照の3区を設定した。

その結果をFigure3に示した。培養3日目の胚の発生は対照、続いて穿針の角度が胚盤に対して直角なものの方が良好な経過であった。また、培養6日目の生存率は穿針が直角なもの62.5%、傾斜36.8%と対照84.8%のとなり、また孵化率では対照区が50%胚盤に対して直角20%、傾斜7.8%を示した。したがって胚盤への穿針角度は直角に注入したものが比較的良い生存率、孵化率が得られた。しかし、以上の過程で発生を中止した胚の多くは直角、傾斜のいずれの場合も培養、5日～6日目に増加し、生存率の急激な低下が見られた。これらの経過からニワトリ胚の胚盤への穿針による生存率に及ぼす影響は培養6日目までの胚に多くみられた。また細胞注入の際は穿針を宿主卵の胚盤中央に直角に注入することが望ましいと思われた。

### 体細胞キメラの出現頻度

上層胚盤葉細胞を移植した76個の受精卵から羽毛

の色が確認できるまで发育した20胚のうち2羽がHAMBERGER and HAMILTON (1951)の発生段階43から45にまで至り、羽毛キメラであった。またこれら2例の羽毛キメラ胚は頭部から首部にかけてと背部に横斑プリマスロック由来の黒色羽毛が認められた(Figure4)。これらの結果からドナー卵細胞由来の羽毛の発現部位はPETITTE (1988)、山川ら(1990)の報告と一致しているものと思われた。今回は羽毛の発現に注目したが、ドナー卵の色素細胞は羽毛に限らず胚の各所に分布しているものと思われ、羽毛にキメリズムが出現しなかった個体中にもキメラ個体が含まれる可能性があるため、隠れたキメリズムを明らかにする方法なども今後検討する必要がある。

今回の実験からキメラニワトリ作成時における細胞移植操作の際の穿針の角度、また注入する胚盤葉細胞の位置によって、培養胚の生存率に差が見られ、これらの操作が培養胚に影響をおよぼす結果が示された。また、ドナー細胞を注入した2例の体細胞、羽色キメラ胚が得られた。しかし、これらの羽色キメラニワトリは正常な孵化には至らず、先報と同様にここでも特に培養19日目～21日目の孵化直前、孵化直後に死亡した。これらは胚が漿尿膜を通した呼吸から肺呼吸に移り変わる時期と考えられた。

今後、体細胞羽色キメラニワトリの孵化とキメラ率の向上に向けて、注入操作技術と細胞注入される胚のステージ、胚盤葉細胞移植における羽色の発現部位の分布などの詳細な検討が必要と思われた。

### 文 献

- DUNN, B.E. and M.A. BOONE (1976) Growth of the chick embryo in vitro. *Poultry Sci.*, **55**: 1067-1071.  
 HAMBURGER, V. and H.L. HAMILTON. (1951) A studies of normal stage in the development of the

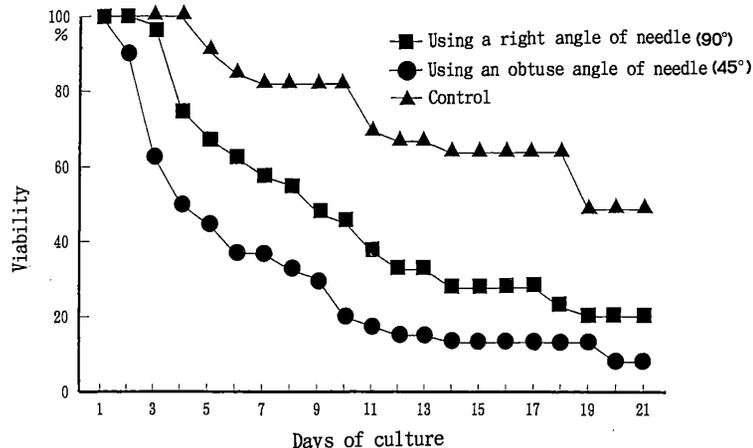


Figure3. Viability of chick embryos are treated by using the two types of injection needles.



Figure4. The chimeric chick embryos were cultured for 19 day. The center is chimeric chick embryo that is produced by epiblast cells of Barred Plymouth Rocks transferred into blastoderm of White Leghorns are recognized on the chimeric chick embryo. The right chick embryo Barred Plymouth Rocks. The left chick embryo is White Leghorns.

- chick embryo. *J. Morphology*, **88**: 49-92.
- MARZULLO, G. (1970) Production of chick chimeras. *Nature*, **255**: 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.
- 大原陸生・森寄七徳・宝寄山裕直・杉山恒之 (1994) 鶏窓開け卵を用いたキメラ作成時において、胚盤葉細胞を移植された卵の孵化率におよぼす要因. *北畜会報*, **36**: 49-51.
- 大塚勝正・木野勝敏・太田元好・餅井 真・阿形清和・江口吾朗(1991) ニワトリキメラの作成, *細胞工学*, **10**: 513-518.
- PETITTE, J.N. and R.J. ETCHES. (1988) The production of chimeric chicks by embryo cell transfer. *Poultry Sci.*, **67**: 137.
- PETITTE, J.N, M. CLARK, E. LIU, G. VERRINDER, A. M. GBBINS, and R.J. ETCHES. (1990) Production of somatic and germline chimeras in the chicken by transfer of early blastodermal cells. *Development*, **108**: 185-189.
- THORAVAL, P., F. LASSERRE, F. COUDERT and G. DAMBRINE (1994) Somatic and germline chicken chimeras obtained from brown and white leg-horns by transfer of early blastodermal cells. *Poultry Science*, **73**: 1897-1905.
- 寺井明喜子・八木康一・市川 舜 (1996) 卵白の交換培養とニワトリの発育. *北畜会報*, **38**: 109-111.
- 渡辺美穂・絹谷政江 (1991) ニワトリウズラ胚盤葉キメラ. *細胞工学*, **10**: 519-525.
- 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*, **27**: 436.

## 乳酸菌, セルラーゼ添加牧草サイレージの発酵品質 および *in vitro* 第一胃内発酵様相

松岡 栄・Lourdes Noemi BRANDA・磯貝 和江・  
須山 哲成・高橋 玲奈・中西 央乃・藤田 裕  
帯広畜産大学, 帯広市 080

Fermentation quality of grass silages treated with *Lactobacillus* inoculant and cellulase preparation and *in vitro* rumen fermentation characteristics at using them as a substrate

Sakae MATSUOKA, Lourdes Noemi BRANDA, Kazue ISOGAI, Tetsunari SUYAMA,  
Reina TAKAHASHI, Hisano NAKANISHI and Hiroshi FUJITA

Department of Animal Production and Agricultural Economics,  
Obihiro University of Agriculture and Veterinary Medicine,  
Obihiro-shi 080

キーワード : 牧草サイレージ, 乳酸菌, セルラーゼ, 発酵品質, *in vitro* 第一胃内発酵

Key words : grass silage, lactic acid bacteria, cellulase, fermentation quality, *in vitro* rumen fermentation

### 要 約

最近, サイレージの添加剤として注目されている乳酸菌と酵素の効果を検討するため, オーチャードグラス, チモシー, アルファルファの材料草に市販の乳酸菌製剤, 酵素(セルラーゼ)製剤, 乳酸菌と酵素の混合製剤を添加してサイレージを調製し, その発酵品質を調べるとともに, サイレージを基質として用いたときの *in vitro* 第一胃内発酵様相を検討した. すべての材料草で, 乳酸菌の添加はサイレージの発酵品質を著しく改善し, 酵素の併用(混合製剤)はさらに効果を高める傾向を示した. しかし, 酵素の単独添加はまったく改善効果を示さなかった. これは材料草に乳酸菌が不足していたためと推察された. *in vitro* 第一胃内発酵様相についてみると, 乳酸菌製剤と混合製剤を添加したオーチャードグラスおよびチモシーサイレージを基質として用いた場合, 酢酸モル比は, 無添加サイレージのときより有意に低く, プロピオン酸モル比は高い傾向にあり, 酪酸モル比は有意に高かった.

### 緒 論

これまで, サイレージの貯蔵性や栄養価の改善などを目的として種々の添加剤の使用が試みられてきた. 最近, 酸や化学薬剤に比べ, 環境に対する影響が少なくとして, 生物製剤が注目されており, そのなかで普

及しているものに乳酸菌製剤と酵素製剤がある. 前者は, 乳酸生成能力の高い乳酸菌を添加することにより迅速に pH を低下させようとするものであり, 後者は, 酵素によりヘミセルロースやセルロースを分解して, 発酵基質として利用させようとするものである (McDONALD *et al.*, 1991). これら製剤の添加効果は, おもにでき上がったサイレージの発酵品質の面から検討されているが, 添加サイレージを給与したときの第一胃内発酵に与える影響についての報告は少なく, またその結果も一致していない (GORDON, 1989; KEADY and STEEN, 1994; MAYNE, 1990).

本実験では, 市販の乳酸菌製剤, 酵素製剤, 乳酸菌と酵素の混合製剤を添加したサイレージを調製し, その発酵品質を無添加のものと比較するとともに, 人工ルーメン法により, これら製剤添加サイレージの第一胃内発酵に与える影響を検討した.

### 材料および方法

#### サイレージの調製

軽く予乾した出穂初期のオーチャードグラスとチモシー, さらに開花初期のアルファルファを材料草として用い, それぞれについて4つの処理を施した. すなわち, 市販の乳酸菌製剤, 酵素製剤, 乳酸菌と酵素の混合製剤を添加するものと無添加のものである. 以降, これらの処理をそれぞれ乳酸菌区, 酵素区, 混合区, 対照区とよぶ. 各処理草はそれぞれ3個の500 ml 容ガラス製容器に詰め込み, 密封して, 35日間貯蔵した.

なお、乳酸菌製剤(雪印種苗株式会社製)は *Lactobacillus casei* からなるものであり、酵素製剤(雪印種苗株式会社製)は *Trichoderma* 属菌由来のセルラーゼからなるものである。これら添加剤は、処方推奨量に従い、前者は材料草 1 kg あたり 4 mg、後者は材料草 1 kg あたり 50 mg の割合で供試した。

*in vitro* 第一胃内発酵試験

上記 4 処理のサイレージおよび材料草を凍結乾燥後、1 mm の篩を通る大きさに粉碎して、基質として用い、人工ルーメンによる発酵試験を行なった。人工ルーメンの装置、操作方法は TILLEY and TERRY (1963) の方法に準じたが、基質は 1 g、McDOUGALL の人工唾液とイノキュラムはそれぞれ 25 ml ずつ用い、培養時間は 24 時間とした。これらの培養条件は、予備実験を行ない、24 時間培養後の培養液の pH が 6.0 以上であること、また VFA 総濃度が 7~15 mmol/100 ml (McDONALD *et al.*, 1981) の範囲内にはいることを目安に設定した。なお、イノキュラムは、低水分牧草サイレージと乾草を自由採食している牛 2 頭 (体重 515 と 445 kg) から絶食 12 時間後に第一胃内容液を採取し、2 頭分を混合した後、濾過布で濾過し、その濾液を用いた。

分析方法

原料草とサイレージの水分含量は凍結乾燥により求めた。NDF と ADF は、GOERING and VAN SOEST (1970) の方法、可溶性炭水化物 (WSC) はアンスロン法(柁木, 1971)により定量した。サイレージと *in vitro* 培養液のアンモニアは微量拡散法 (大山, 1971 B),

VFA はガスクロマトグラフィーを用いて測定した。サイレージの乳酸は BARKER and SUMMERSON (1961) の方法、全窒素は KJELDAHL 法 (倉田・林, 1971) により定量した。

結 果

材料草とサイレージの化学成分含量は表 1 のとおりである。

オーチャードグラスとチモシーサイレージの NDF と ADF 含量は、対照区に比べて乳酸菌区と酵素区は低い傾向にあり、混合区ではさらに低かった。アルファルファサイレージでは、乳酸菌区は対照区との間に有意差はなかったが、酵素区と混合区は対照区より有意に低かった。WSC 含量は、すべての草種のサイレージが材料草より著しく低かった。また、サイレージでは、乳酸菌区と混合区が対照区より有意に高く、アルファルファサイレージでは酵素区も有意に高かった。

サイレージの発酵品質は表 2 のとおりである。

すべての草種において、乳酸菌区の pH は対照区より著しく低く、混合区はさらに低い傾向にあった。酵素区の pH は、オーチャードグラスでは対照区とほぼ同じ、チモシーでは対照区より有意に高く、アルファルファでは低かった。乳酸菌区の乳酸含量は、すべての草種において、対照区より著しく高く、混合区はさらに高い傾向にあった。酵素区の乳酸含量は、オーチャードグラスとアルファルファにおいて、対照区とほぼ同じであったが、チモシーでは対照区より有意に低かった。オーチャードグラスとチモシーの乳酸菌区

Table 1 Chemical composition of grass and silages

	Grass	Silages				s.e.
		Control <sup>1)</sup>	Inoculant <sup>2)</sup>	Enzyme <sup>3)</sup>	Mixture <sup>4)</sup>	
Orchard grass						
Dry matter, %	24.5	22.1 <sup>b</sup>	24.3 <sup>a</sup>	22.1 <sup>b</sup>	24.0 <sup>a</sup>	±0.31
NDF, %DM	61.4	58.2 <sup>a</sup>	55.7 <sup>b</sup>	54.8 <sup>b</sup>	51.1 <sup>c</sup>	±0.78
ADF, %DM	34.5	37.7 <sup>a</sup>	34.6 <sup>c</sup>	35.7 <sup>b</sup>	31.9 <sup>d</sup>	±0.65
WSC, %DM	8.8	0.8 <sup>b</sup>	1.9 <sup>a</sup>	0.8 <sup>b</sup>	1.8 <sup>a</sup>	±0.16
Timothy						
Dry matter, %	30.0	28.8 <sup>a</sup>	28.9 <sup>a</sup>	27.7 <sup>b</sup>	29.2 <sup>a</sup>	±0.20
NDF, %DM	65.7	63.5 <sup>a</sup>	64.1 <sup>a</sup>	62.5 <sup>a</sup>	59.9 <sup>b</sup>	±0.56
ADF, %DM	38.0	39.9 <sup>a</sup>	38.9 <sup>b</sup>	38.9 <sup>b</sup>	37.5 <sup>c</sup>	±0.29
WSC, %DM	6.9	0.8 <sup>b</sup>	1.2 <sup>a</sup>	0.8 <sup>b</sup>	1.3 <sup>a</sup>	±0.07
Alfalfa						
Dry matter, %	27.2	26.0 <sup>b</sup>	26.9 <sup>a</sup>	25.6 <sup>c</sup>	26.6 <sup>a</sup>	±0.16
NDF, %DM	48.4	43.6 <sup>a</sup>	45.0 <sup>a</sup>	40.8 <sup>b</sup>	40.9 <sup>b</sup>	±0.56
ADF, %DM	37.8	36.7 <sup>a</sup>	38.0 <sup>a</sup>	34.1 <sup>b</sup>	35.1 <sup>b</sup>	±0.46
WSC, %DM	7.1	1.9 <sup>c</sup>	2.0 <sup>b</sup>	2.0 <sup>b</sup>	2.2 <sup>a</sup>	±0.04

In this and subsequent tables,

<sup>1),2),3)</sup> and <sup>4)</sup> are silages prepared with no additive, an inoculant of lactic acid bacteria (*Lactobacillus casei*), a cellulolytic enzyme (derived from *Trichoderma* spp.) and an enzyme-inoculant mixture, respectively.

Means on the same line with different superscripts are significantly different (P<0.05).

s.e.:standard error

Table 2 Fermentation quality of silages

	Silages				s.e.
	Control	Inoculant	Enzyme	Mixture	
Orchard grass					
pH	5.82 <sup>a</sup>	3.86 <sup>b</sup>	5.81 <sup>a</sup>	3.70 <sup>c</sup>	±0.31
Lactic acid, %DM	0.1 <sup>c</sup>	8.0 <sup>b</sup>	0.1 <sup>c</sup>	10.0 <sup>a</sup>	±1.36
Acetic acid, %DM	1.9 <sup>a</sup>	0.4 <sup>b</sup>	1.7 <sup>a</sup>	0.6 <sup>b</sup>	±0.20
Butyric acid, %DM	2.4 <sup>a</sup>	0.0 <sup>b</sup>	3.0 <sup>a</sup>	0.0 <sup>b</sup>	±0.42
Ammonia-N, % total N	27.1 <sup>a</sup>	4.8 <sup>b</sup>	26.6 <sup>a</sup>	4.3 <sup>b</sup>	±3.38
Timothy					
pH	4.94 <sup>b</sup>	3.86 <sup>c</sup>	5.38 <sup>a</sup>	3.75 <sup>c</sup>	±0.21
Lactic acid, %DM	2.7 <sup>c</sup>	5.8 <sup>b</sup>	1.3 <sup>d</sup>	7.2 <sup>a</sup>	±0.73
Acetic acid, %DM	0.4 <sup>b</sup>	0.6 <sup>a</sup>	0.3 <sup>b</sup>	0.4 <sup>b</sup>	±0.03
Butyric acid, %DM	0.7 <sup>b</sup>	0.0 <sup>b</sup>	2.2 <sup>a</sup>	0.0 <sup>b</sup>	±0.28
Ammonia-N, % total N	11.6 <sup>b</sup>	3.3 <sup>c</sup>	16.7 <sup>a</sup>	3.3 <sup>c</sup>	±1.74
Alfalfa					
pH	6.93 <sup>a</sup>	4.76 <sup>c</sup>	6.67 <sup>b</sup>	4.67 <sup>c</sup>	±0.32
Lactic acid, %DM	0.6 <sup>b</sup>	8.0 <sup>a</sup>	0.5 <sup>b</sup>	8.5 <sup>a</sup>	±1.17
Acetic acid, %DM	0.8 <sup>bc</sup>	1.2 <sup>ab</sup>	0.5 <sup>c</sup>	1.4 <sup>a</sup>	±0.12
Butyric acid, %DM	6.2 <sup>a</sup>	0.4 <sup>b</sup>	6.1 <sup>a</sup>	0.4 <sup>b</sup>	±0.89
Ammonia-N, % total N	20.3 <sup>a</sup>	8.6 <sup>b</sup>	19.8 <sup>a</sup>	9.1 <sup>b</sup>	±1.69

と混合区では酪酸が検出されなかったが、アルファルファの対照区と酵素区の酪酸含量は6%以上に達していた。アンモニア態Nの全Nに対する割合は、すべての草種において、乳酸菌区と混合区は対照区より著しく低かったが、酵素区は対照区とほぼ同じか、それよ

り高かった。

サイレージを基質として培養した場合の *in vitro* 第一胃内発酵様相は表3のとおりである。

オーチャードグラスサイレージにおいて、乳酸菌区と混合区のpHは対照区より低い傾向にあった。総

Table 3 *In vitro* rumen fermentation characteristics at using silages as a substrate

	Grass	Silages				s.e.
		Control	Inoculant	Enzyme	Mixture	
Orchard grass						
pH	6.51	6.62 <sup>a</sup>	6.53 <sup>b</sup>	6.63 <sup>a</sup>	6.57 <sup>ab</sup>	±0.014
Total VFA, mmol/100ml	10.6	10.6 <sup>c</sup>	11.8 <sup>a</sup>	11.0 <sup>bc</sup>	11.2 <sup>b</sup>	±0.15
Acetic acid, molar %	70.2	68.5 <sup>a</sup>	65.2 <sup>b</sup>	68.8 <sup>a</sup>	63.1 <sup>c</sup>	±0.73
Propionic acid, molar %	22.6	22.2 <sup>c</sup>	23.8 <sup>b</sup>	21.8 <sup>c</sup>	25.7 <sup>a</sup>	±0.49
Butyric acid, molar %	7.2	7.8 <sup>c</sup>	9.4 <sup>b</sup>	7.9 <sup>c</sup>	10.6 <sup>a</sup>	±0.36
Valeric acid, molar %	0.0	1.5	1.5	1.5	0.5	±0.30
Ammonia, N mg/100ml	2.5	13.3 <sup>ab</sup>	11.9 <sup>b</sup>	13.8 <sup>a</sup>	9.3 <sup>c</sup>	±0.56
Timothy						
pH	6.54	6.57 <sup>b</sup>	6.51 <sup>c</sup>	6.62 <sup>a</sup>	6.53 <sup>c</sup>	±0.013
Total VFA, mmol/100ml	10.8	11.4 <sup>ab</sup>	11.6 <sup>a</sup>	10.9 <sup>b</sup>	11.0 <sup>b</sup>	±0.11
Acetic acid, molar %	70.4	69.1 <sup>a</sup>	67.7 <sup>b</sup>	69.5 <sup>a</sup>	66.9 <sup>b</sup>	±0.33
Propionic acid, molar %	21.6	21.2 <sup>b</sup>	22.7 <sup>ab</sup>	21.3 <sup>b</sup>	23.5 <sup>a</sup>	±0.40
Butyric acid, molar %	7.2	7.6 <sup>d</sup>	8.3 <sup>b</sup>	7.9 <sup>c</sup>	8.6 <sup>a</sup>	±0.13
Valeric acid, molar %	0.8	2.2	1.4	1.4	0.9	±0.24
Ammonia, N mg/100ml	2.8	13.8 <sup>a</sup>	10.0 <sup>c</sup>	13.0 <sup>b</sup>	10.5 <sup>c</sup>	±0.49
Alfalfa						
pH	6.64	6.74	6.74	6.73	6.78	±0.009
Total VFA, mmol/100ml	11.7	10.2	10.9	11.6	12.4	±0.44
Acetic acid, molar %	71.0	65.3 <sup>ab</sup>	66.1 <sup>a</sup>	63.4 <sup>c</sup>	64.9 <sup>b</sup>	±1.16
Propionic acid, molar %	22.7	20.3	20.2	19.3	20.5	±0.77
Butyric acid, molar %	6.3	11.9 <sup>b</sup>	10.5 <sup>c</sup>	14.1 <sup>a</sup>	11.1 <sup>bc</sup>	±1.49
Valeric acid, molar %	0.0	2.5	3.2	3.0	3.4	±0.61
Ammonia, N mg/100ml	9.0	26.8 <sup>b</sup>	26.7 <sup>b</sup>	28.5 <sup>a</sup>	27.1 <sup>ab</sup>	±0.31

VFA 濃度では、乳酸菌区が最も高く、酵素区と混合区はそれより有意に低かった。酢酸モル比とアンモニア濃度では、乳酸菌区は対照区より低く、混合区はさらに低かった。プロピオン酸と酪酸モル比では、乳酸菌区は対照区より高く、混合区はさらに高かった。酵素区はすべての測定値について対照区との間に有意差はなかった。

チモシーサイレージにおける添加剤による *in vitro* 第一胃内発酵様相の変化は、全体としてオーチャードグラスとほぼ同様な傾向を示した。しかし、アルファルファサイレージでは異なり、pH、総 VFA 濃度、プロピオン酸モル比には処理間に有意差はなかった。また、酢酸モル比、アンモニア濃度において、乳酸菌区および混合区と対照区との間に有意差はなかった。

## 考 察

サイレージ発酵の基本は材料に付着している乳酸菌が WSC を基質として乳酸発酵を行なうところにあり (大山, 1971 A), 乳酸菌の数と WSC 含量はサイレージの発酵品質を左右する主要な要因である。本実験のすべての草種の無添加サイレージは劣質なものであったが、乳酸菌を添加することにより、乳酸含量の著しい増加がみられ、オーチャードグラスとチモシーでは pH が 3.86 まで達しており (表 2), 乳酸菌添加サイレージは高品質なものであったと評価された。これらのことは、本実験に用いた材料草では、WSC は十分存在していたが、乳酸菌が不足していたことを示唆している。

酵素区と混合区の NDF と ADF 含量は対照区より低く (表 1), 添加した酵素によるヘミセルロースとセルロースの分解が示された。また、混合区の乳酸含量は乳酸菌区より多く、pH は低かった (表 2)。このように、本実験では、乳酸菌と酵素の併用により相乗効果がみられた。しかし、酵素区の発酵品質は、オーチャードグラスとアルファルファでは、対照区とほとんど差はなく、チモシーでは、pH は対照区より有意に高く、乳酸含量は低く、酪酸とアンモニアは多かった (表 2)。これらのことは、材料草に乳酸菌の少ない場合は酵素の単独添加はまったく効果はなく、ときには悪影響を与えることを示している。

MCKEE *et al.* (1996) は、サイレージ給与時の牛の第一胃内性状について、生草給与時に比較して、酢酸濃度は低く、プロピオン酸とアンモニア濃度は高かったと報告している。本実験の *in vitro* 第一胃内発酵様相では、すべての草種のサイレージのすべての処理区で、材料草に比べて、酢酸モル比が低く、アンモニア濃度は高かった (表 3)。また、オーチャードグラスとチモシーの乳酸菌区と混合区でプロピオン酸モル比が材料草より高かった (表 3)。MCKEE *et al.* (1996) は、プロピオン酸濃度が高かったことは、易発酵性炭水化

物の給与が多いときに第一胃内プロピオン酸モル比が高まるという一般的な傾向と矛盾するが、これにはサイレージ中の乳酸が関係しているのではないかと指摘している。また、アンモニア濃度が高かった原因として、第一胃内アンモニア濃度はアンモニア摂取量と正の相関があること、易発酵性炭水化物が不足しているときはアンモニアの菌体蛋白質への取り込みが遅滞することなどを挙げている。

*in vitro* 第一胃内発酵様相のサイレージ処理区の違いについてみると、オーチャードグラスとチモシーでは、いずれも乳酸菌区と混合区の酢酸モル比は対照区より有意に低く、プロピオン酸モル比は高い傾向にあり、酪酸モル比は有意に高かった (表 3)。KEADY and STEEN (1994) も乳酸菌添加ペレニアルライグラスサイレージについて本実験とほぼ同様な結果を報告している。第一胃内のプロピオン酸生成経路には乳酸からの経路 (星野, 1985) があること、乳酸菌区と混合区のサイレージの乳酸含量は対照区より高かった (表 2) ことから、プロピオン酸モル比には乳酸が影響したものであると思われる。また、乳酸菌区と混合区のサイレージの WSC 含量がわずかではあるが対照区より多かった (表 1) ことが影響している可能性も否定できない。松岡ら (1969) は、*in vitro* 第一胃内発酵において、培養液の pH を低く設定したときのほうが酢酸モル比は低く、酪酸モル比は高かったこと、そしてその原因として、酢酸 2 分子の縮合反応からの酪酸生成の可能性を報告している。乳酸菌区と混合区のサイレージの pH は対照区より著しく低く (表 2), また発酵終了時の培養液の pH も両区で低かった (表 3) ことから、乳酸菌区と混合区において酢酸の縮合反応 (星野, 1985) がより進んだものと推察される。

アルファルファサイレージを基質としたときの *in vitro* 第一胃内発酵における処理の影響はオーチャードグラス、チモシーと異なっていた。これが草種の違いによるものかどうかについてはさらにデータを集積してから考察したい。

以上、本実験では、乳酸菌製剤と乳酸菌と酵素の混合製剤の添加処理はサイレージの発酵品質を改善し、*in vitro* 第一胃内発酵様相を変化させた。

## 文 献

- BARKER, S.B. and W.H. SUMMERSON, (1961) The colorimetric determination of lactic acid in biological material. *J. Biol. Chem.*, **138**: 535-554.
- GOERING, H.K. and P.J. Van SOEST, (1970) Forage fiber analyses. United States Department of Agriculture. Agriculture Handbook No.379. Washington, DC.
- GORDON, F.J. (1989) A further study on the evaluation through lactating cattle of a bacterial

- inoculant as an additive for grass silage. *Grass and Forage Sci.*, **44**: 353-357.
- 星野貞夫 (1985) ルーメンの世界. 糖質の代謝の項執筆. 神立 誠・須藤恒二 監修. 第1版. 366-406. 農山漁村文化協会. 東京.
- KEADY, T.W.J. and R.W.J. STEEN (1994) Effects of treating low dry-matter grass with a bacterial inoculant on the intake and performance of beef cattle and studies on its mode of action. *Grass and Forage Sci.*, **49**: 438-446.
- 倉田陽平・林弥太郎 (1971) 動物栄養試験法. 粗蛋白質の項執筆. 森本 宏 監修. 第1版. 286-292. 養賢堂. 東京.
- 榎木茂彦 (1971) 動物栄養試験法. 材料(牧草)中の可溶性炭水化物の定量の項執筆. 森本 宏 監修. 第1版. 422-424. 養賢堂. 東京.
- 松岡 栄・上山英一・広瀬可恒 (1969) 人工ルーメン法による第1胃内発酵に関する研究II, pHと揮発性脂肪酸(VFA)添加がVFA生成に及ぼす影響. *日畜会報*, **40**: 200-204.
- MAYNE, C.S. (1990) An evaluation of an inoculant of *Lactobacillus plantarum* as an additive for grass silage for dairy cattle. *Anim. Prod.*, **51**: 1-13.
- McDONALD, P., R.A. EDWARDS and J.F.D. GREENHALGH (1981) *Animal Nutrition*. 3rd ed. 132-144. Longman Group Ltd. London.
- McDONALD, P., A.R. HENDERSON and S.J.E. HERON (1991) *The Biochemistry of Silage*. 2nd ed. 184-236. Chalcombe Publications. Marlow.
- MCKEE C. A., A. CUSHNAHAN, C.S. MAYNE and E.F. UNSWORTH (1996) The effect of partial replacement of grass silage with fresh grass on rumen fermentation characteristics and rumen outflow rates in cattle. *Grass and Forage Sci.*, **51**: 32-41.
- 大山嘉信 (1971A) サイレージ発酵に関連する諸問題. *日畜会報*, **42**: 301-317.
- 大山嘉信 (1971B) 動物栄養試験法. 微量拡散法の項執筆. 森本 宏 監修. 第1版. 320-322. 養賢堂. 東京.
- TILLEY, J.M.A. and R.A. TERRY (1963) A two-stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. *J. Brit. Grassland Soc.*, **18**: 104-111.

## ウシ胎盤コラーゲンの特徴

福永 重治, 田中 晶子\*, 原 環\*, 竹之内一昭\*, 中村富美男\*

サンギ札幌研究所, 札幌市中央区南 10 条西 6 丁目 6-4-11 064

\*北海道大学農学部畜産科学科, 札幌市北区北 9 条西 9 丁目 060

### Characterization of bovine placental collagen

Shigeharu FUKUNAGA, Akiko TANAKA\*, Tamaki HARA\*,  
Kazuaki TAKENOUCI\*, Fumio NAKAMURA\*

Sapporo laboratory, SANGI Corp., Minami 10 Nishi 6, Tyuouku, Sapporo, Hokkaido, Japan 064

\* Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Hokkaido University.,  
Kita 9 Nishi 9, Kitaku, Sapporo, Hokkaido, Japan 060

キーワード : 胎盤, 細胞外マトリックス, コラーゲン, ウシ

Key words : placenta, extracellular matrix, collagen, bovine

### 要 約

本研究では、胎盤におけるコラーゲンの特徴とその役割を明らかにするため、コラーゲン含量、抽出性、立体構造、および構成成分の局在について、ウシ妊娠満期胎子性胎盤を対象として検討した。

胎盤の形態を支持しているのはコラーゲンで、絨毛膜無毛部では層状構造を持ち、密に存在することにより保護膜としての強度を与え、絨毛膜有毛部では、薄いシート状の多数の分枝を持つ柔らかな絨毛を形成していた。有毛部と無毛部ではコラーゲンが量的にも質的にも異なっており、更には絨毛膜結合組織では、間質コラーゲンである I, III, V, および VI 型コラーゲンの他に II 型や IV 型コラーゲンの局在が観察され、他臓器のコラーゲンとは異なる動態を示した。これらの結果から、コラーゲンが胎盤の多様な機能と密接に関与していることが推測された。

### 緒 言

胎盤は、妊娠期間中、胎子の成長にとって必要不可欠な臓器であるが、出産と同時に排出され畜産副生物となる。畜産副生物としての胎盤は、古くから薬品・化粧品として用いられており、近年では、プラセンタエキスや種々の細胞外マトリックス構成成分の調製素材として利用されている (BROWN, 1982)。胎盤の形態は動物種によって異なるが、ウシではところどころで叢毛状に密集した絨毛膜絨毛が、飛石状に散在し、そ

の部位ごとに小さな胎盤を形成する子葉状胎盤に分類される (加藤と山内, 1989)。胎子は呼吸、養分吸収、排泄などの主要な生理機能を、母体側の子宮に依存しているが、この際の母子間の物質交換は胎盤を介して行われている。胎盤の細胞外マトリックスは、単に胎盤の形態を維持するだけでなく、物質交換の場として重要な生理機能を営んでおり、その主要な構成成分がコラーゲンであるといわれている (平山ら, 1982)。しかし胎盤細胞外マトリックスの特徴と役割の全容は明らかにされておらず、本研究ではウシ妊娠満期胎子性胎盤コラーゲンの特徴づけを試みた。

### 材料および方法

排出直後に採取したホルスタイン種ウシ妊娠満期胎子性胎盤を、絨毛膜有毛部と無毛部に分離し、以下の実験に供試した。

#### 生化学的分析

試料を凍結粉碎した後、10 倍量 (W/V) のリン酸緩衝塩溶液 (PBS) で 4℃, 24 時間攪拌抽出した。遠心分離 (6,000 rpm, 15 分間) 後の上清を PBS 可溶性画分とし、PBS 抽出残渣には 20 倍量 (W/V) の 0.5 N 酢酸を加え、4℃, 24 時間攪拌抽出した後、遠心分離 (10,000 rpm, 20 分間) し、上清を酢酸可溶性画分とした。酢酸抽出残渣に対して、試料重量 100 mg 当たり 2 mg のペプシンを加え、50 倍量 (W/V) の 0.5 N 酢酸中で 4℃, 24 時間反応させた後、遠心分離 (15,000 rpm, 30 分間) した。上清を終濃度 2 M の NaCl で塩析し、遠心分離 (10,000 rpm, 30 分間) 後の沈殿をペプシン可溶性画分とした。また酢酸抽出残渣を 20 倍量

(W/V) のグアニジン塩酸溶液 (4 M グアニジン塩酸, 10 mM EDTA, 50 mM 酢酸ナトリウム, pH 5.8) 中で 4°C, 24 時間攪拌抽出し, 遠心分離 (15,000 rpm, 30 分間) した。上清を 0.5 N 酢酸に透析後, 終濃度 2 M の NaCl で塩析し, 遠心分離 (10,000 rpm, 30 分間) 後の沈殿をグアニジン可溶性画分とした。

1 N NaOH に懸濁した凍結粉碎試料と, 各抽出画分のタンパク質含量を biuret 法により, また, コラーゲン含量の指標としてのヒドロキシプロリン量は BERGMAN と LOXLEY の方法 (1963) により測定した。形態学的観察

- 1) アルカリ処理・細胞消化法 (KOMAI and USHIKI, 1991) によりコラーゲンのみの試料を作成し, 走査電子顕微鏡で観察した。
- 2) 凍結切片を作成し, HE 染色を行った。また凍結切片に対して I 型から VI 型コラーゲンに対する各々特異的な抗血清を第 1 抗体として用い, FITC 標識した第 2 抗体で可視化した間接蛍光抗体染色を行い, 光学顕微鏡下で観察した。

## 結 果

### 生化学的分析

無毛部のタンパク質含量は, 有毛部よりもやや高い値となっていたが, ヒドロキシプロリン (Hyp) 量で

は有毛部の約 5 倍となっており, 総タンパク質中に占めるコラーゲンの割合が多かった (表 1)。各抽出画分を比較すると, 有毛部では, タンパク質, コラーゲン量ともに, PBS 可溶性画分が酢酸可溶性画分よりも高くなっていた。特に, タンパク質では PBS 可溶性がペプシン可溶性よりも高い値を示した。またタンパク質およびコラーゲンの抽出性は有毛部の方が無毛部に比べて高い傾向にあり, PBS 可溶性はタンパク質量で約 10 倍, コラーゲン量で約 8 倍が抽出されていた。酢酸可溶性ではタンパク質量で約 2 倍, コラーゲン量で約 3 倍となっていた (表 1)。

### 電子顕微鏡像

細胞消化法による絨毛膜横断面の観察像から, 組織全体にコラーゲン線維が存在することが確認された (図 1 A, B)。有毛部では薄く滑らかなシート状の多数の絨毛をコラーゲンが形成していることが観察された (図 1 A)。また絨毛の基部には血管が多数存在し, 血管壁とその周辺にコラーゲンが密に, その下層 (内腔側) では比較的まばらに存在していることが観察された。無毛部では, 様々な太さのコラーゲン細線維束が緻密な網目状に重積した下層, 細線維束間に間隙が観察される中間層, 束状に密集している上層の 3 層構造が観察された (図 1 B)。

表 1 ウシ絨毛膜のタンパク質およびコラーゲン含量

	タンパク質		ヒドロキシプロリン	
	有毛部	無毛部	有毛部	無毛部
	(%)	(%)	(mg/g)	(mg/g)
含有量	5.48	6.33	1.25	6.05
PBS 可溶性	18.86	1.85	1.67	0.24
酢酸可溶性	8.99	4.08	1.14	0.37
* 抽出性				
ペプシン可溶性	14.75	16.94	35.75	26.89
グアニジン可溶性	19.25	15.81	3.76	2.46

\* 抽出性は組織中に含まれる量を 100% として, 各々の画分に含まれる割合を百分率で示した。



図 1 絨毛膜コラーゲンの走査電子顕微鏡像

有毛部 (A) の横断面ではシート状の絨毛 (v) と基部の血管 (bv) が, 無毛部 (B) では外層 (e), 中間層 (m), 内層 (i) の三層構造が観察される。倍率 470 倍

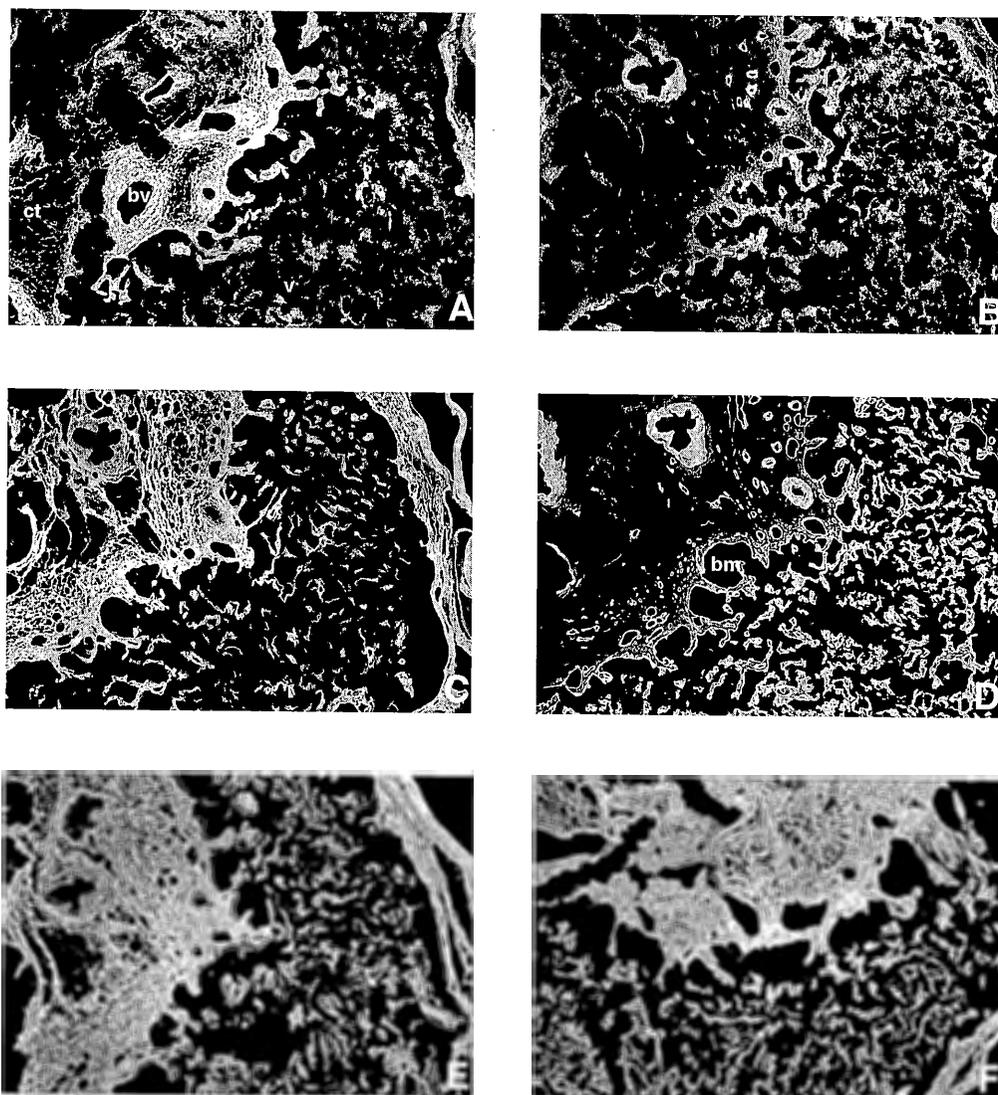


図2 絨毛膜有毛部の免疫染色像

Aは抗I型, Bは抗II型, Cは抗III型, Dは抗IV型, Eは抗V型, Fは抗VI型コラーゲン抗血清を第1抗体として用いた蛍光顕微鏡像を示す。図中のbmは基底膜, bvは血管, ctは結合組織, vは絨毛を示す。倍率25倍

#### 間接蛍光抗体染色像

I型コラーゲン抗体によっては、絨毛膜の血管壁と結合組織全般が染色されており、絨毛直下では細かい網目状に、下層ほど粗い網目状に染色されていた(図2A)。軟骨特有とされているII型コラーゲンに対する抗体では、絨毛と基底膜、血管壁が染色され、絨毛直下の結合組織も陽性反応を示した(図2B)。III型コラーゲン抗体では、I型と同様に結合組織全般が網目状に染色されたが、血管壁周囲ではI型よりも陽性反応が弱かった(図2C)。IV型コラーゲン抗体では基底膜と血管壁が染色され、絨毛直下の結合組織も陽性反応を示した(図2D)。VおよびVI型コラーゲン抗体による染色像では、I型コラーゲン抗体に対して陽性反応を示した部分がいずれも強く染色されていた(図2E, F)。

部位別に見ると結合組織ではI, III, V, VI型コラーゲン抗体による染色が観察されたが、絨毛直下は、い

ずれの抗体によっても下層よりも密な網目状に染色されていた。またこの部位はII, IV型コラーゲン抗体に対しても陽性反応を示し、絨毛先端はII型コラーゲン抗体でも染色されていた。血管壁ではI, II, IV, V, VI型コラーゲン抗体による強い染色が観察され、基底膜ではII, IV型コラーゲン抗体による染色が認められた。

#### 考 察

胎盤の絨毛膜有毛部と無毛部は、コラーゲン含量が異なるだけではなく、有毛部で、より可溶化されやすいという抽出性の相違から、質的にも異なっていることが示された。これは走査電子顕微鏡で観察された、明確な形態の相違やコラーゲン細線維束の存在様式が異なっていることと一致していた。更にプロテオグリカンも有毛部と無毛部とで量的、質的に異なっており(結果は示していない)、主として母子間の物質交換を

担当する有毛部と、形態を維持し、保護膜としての強度を付与する無毛部との機能の相違を反映したものと考えられる。

免疫染色像から、絨毛膜結合組織中に、軟骨や硝子体特有とされているII型コラーゲンや、基底膜特有とされているIV型コラーゲンの存在が確認された。生体内で基底膜中に存在しているIV型コラーゲンが、胎盤において基底膜の他に結合組織でも存在することはすでに報告されている (AMENTA *et al.*, 1986; RUKOSUEV *et al.*, 1990)。しかしII型コラーゲンに関して部分的に染色が見られたことは、他臓器と異なり興味深い結果となった。胎盤の細胞外マトリックスは、胎子の成長に伴い、変化して行くことが知られている (BLANKENSHIP and KING, 1993) が、出産の前後でも量的、質的变化が見られる (SHARPE *et al.*, 1990)。本研究では出産後、排出された満期胎盤を試料としたが、様々な機能を営む胎盤でのコラーゲンの役割を知る上でも、経時的変化を含めたより詳細な検討が必要なものと思われる。

## 文 献

- AMENTA, P.S., S. GAY, A. VAHERI, and A. MARTINEZ-HERNANDES (1986) The extracellular matrix is an integrated unit: ultrastructural localization of collagen type I, III, IV, V, fibronectin and laminin in human placenta. *Collagen Rel. Res.*, **6**: 125-152.
- BERGMAN, I. and R. LOXLEY (1963) Two improved and simplified methods for the spectrophotometric determination of hydroxyproline. *Anal. Chem.*, **35**: 1961-1965.
- BLANKENSHIP, T.N. and B.F. KING (1993) Developmental changes in the cell columns and trophoblastic shell of the macaque placenta: an immunohistochemical study localizing type IV collagen, laminin, fibronectin and cytokeratins. *Cell Tissue Res.*, **274**: 457-466.
- BROWN, R. (1982) Collagen in health and disease. (Jayson, M. and J. Weiss, eds.) 456-480. Livingstone. New York.
- 平山博章, 奥山輝明, 古谷 博 (1982) ヒト胎盤におけるコラーゲンについて. *日本産婦人科学会雑誌*, **34**: 1839-1845
- 加藤喜太郎, 山内昭二 (1989) 家畜比較発生学. 第1版. 84-96. 養賢堂. 東京.
- KOMAI, Y. and T. USHIKI (1991) The three-dimensional organization of collagen fibrils in the human cornea and sclera. *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.*, **32**: 2244-2258.
- RUKOSUEV, V., A.K. NANAIEV, and A.P. MILVANOV (1990) Participation of collagen types I, III, IV, V, and fibronectin in the formation of villi fibrosis in human term placenta. *Acta Histochem.*, **89**: 11-16.
- SHARPE, K.L., H. EILER, and M. HOPKINS. (1990) Changes in the proportion of type I and type III collagen in the developing and retained bovine placentome. *Biol. Reprod.*, **43**: 229-235.

## 角化細胞の分化に及ぼす線維芽細胞の影響

久保 康明・松澤 陽子・中村富美男・竹之内一昭・近藤 敬治  
北海道大学農学部, 札幌市 060

### Effect of fibroblasts on differentiation of keratinocytes

Yasuaki KUBO, Yoko MATSUZAWA, Fumio NAKAMURA, Kazuaki TAKENOUCI, Keiji KONDO

Faculty of Agriculture, Hokkaido University, Sapporo 060

キーワード: 角化細胞, 線維芽細胞, 分化, 3次元培養

Key words: Keratinocyte, Fibroblast, Differentiation, Three-dimensional culture

#### 要 約

マウス皮膚から単離した角化細胞と線維芽細胞および、コラーゲンをういた3次元培養により再構成皮膚モデルを作成し、角化細胞の分化に対する線維芽細胞の影響を検討した。

コラーゲンゲル上の角化細胞は低  $\text{Ca}^{2+}$  濃度の培養液中で増殖し、高  $\text{Ca}^{2+}$  濃度の培養液中で重層化し、空気曝露により角質化した。角化細胞は単独でもコラーゲンゲルを収縮させ、基底膜の構成成分を産生し重層し扁平角質化した。しかし、線維芽細胞の存在により扁平角質化した細胞は層状構造を形成するようになり、コラーゲンゲルの収縮の割合は高まり、線維芽細胞が角化細胞の最終分化に関与していることが示唆された。

#### 緒 言

哺乳動物の皮膚を構成している表皮と真皮の主要構成細胞はそれぞれ角化細胞と線維芽細胞である。表皮は重層扁平上皮であり、最下層の基底層において分裂、増殖した細胞が角質層へと移行するが、この分化過程で細胞内小器官は消失し、活性化したトランスグルタミナーゼが形質膜の裏打ち成分であるマージナルバンドを形成する。最終分化した角質層は、密に詰まったケラチン線維と肥厚した細胞膜により物理的、化学的侵襲に対する障壁としての役割を果たすようになる。一方、真皮の線維芽細胞は自ら産生したコラーゲンをはじめとする細胞外マトリックス中に埋め込まれたようにして存在している。これらの細胞をコラーゲンゲルを用いた3次元培養に供すると、角化細胞の分化や

ゲルの収縮等により生体の皮膚に類似した構造物を形成することが知られている (BELL *et al.*, 1983)。このような3次元培養物は、皮膚の複雑な構造や機能の研究に有効であり、動物愛護の観点からも生体における皮膚の機能を反映した皮膚モデルの作成は望ましい。そこで本研究ではマウスより単離した角化細胞と線維芽細胞をコラーゲンゲルを用いた3次元培養に供し、再構成皮膚モデルにおける角化細胞の分化への線維芽細胞の影響を組織化学的に検討した。

#### 材料および方法

生後5日以内のc57BL/6系マウスの皮膚を0.25%トリプシンを含むPBS中で4℃で12~18時間保持した後、表皮と真皮を剥離した。剥離した表皮および真皮を0.02%EDTAを含むPBS中で37℃で10分間攪拌振盪した。解離した細胞に培養液を加え、混入した線維芽細胞をシャーレに付着させた後、角化細胞を回収した。角化細胞を採取した後の真皮を0.25%トリプシンを含むPBS中でさらに37℃で30分間攪拌振盪して線維芽細胞を採取した。

ラット尾腱を0.1%氷酢酸中で4℃、2日間攪拌して得た酸可溶性コラーゲンをういてカルチャーインサート中でコラーゲンゲルを作成し、3次元培養を行った。線維芽細胞を含むコラーゲンゲルは  $1 \sim 3 \times 10^5$  個/mlの線維芽細胞を含むように調製した。それぞれのコラーゲンゲル上に  $3 \sim 5 \times 10^6$  個の角化細胞を播種した。

増殖用の低  $\text{Ca}^{2+}$  培養液には10%透析ウシ胎児血清を含むS-MEMに1%非必須アミノ酸、1%ウシ胎児大脳抽出液、10 ng/ml EGF、10  $\mu\text{g}/\text{ml}$  トランスフェリン、10 ng/ml コレラトキシン、10  $\mu\text{g}/\text{ml}$  インシュリン、10  $\mu\text{M}$  ヒドロコルチゾン、0.05 mM 塩化カルシウ

ムを添加したものを用いた。角化細胞重層化用の高Ca<sup>2+</sup>培養液としては、10%FBSを含むDME(Ca<sup>2+</sup>濃度1.8mM)を用いた。角化細胞の重層化を確認後、コラーゲンゲル上の培養液を取り除き、角化細胞の最上層を6日間空気暴露した。

得られた3次元培養物(培養15日目)の凍結横断切片を作成し、ヘマトキシリン・エオシン(H・E)染色および間接蛍光抗体法の手順により染色した。なお、間接蛍光抗体染色の第一抗体として、抗IV型コラーゲン抗血清、抗ラミニン抗血清、抗ケラチン抗血清、抗トランスグルタミナーゼ抗血清を二次抗体としてFITC標識した抗ウサギIgGを用いた。また、3次元培養物をグルタルアルデヒドと四酸化オスミウムに

より二重固定し、走査電子顕微鏡(SEM)により観察した。

## 結 果

角化細胞は播種後3日目にコンフルエントに達し、上皮性細胞に特異的な敷石状の配列が観察された。重層化は6日目に確認され、高Ca<sup>2+</sup>培養液によって促進された。9日目には扁平化した角化細胞が観察された。

コラーゲンゲルは5日目から収縮を始め、その直径は9日目には線維芽細胞を含むゲルで約1/2、線維芽細胞を含まないゲルで約3/5になった(図1)。

横断切片のH・E染色像では、線維芽細胞を含まないゲル上の角化細胞でも最上層に薄い扁平角質化した細胞が認められた(図2A)。線維芽細胞を含むゲル上では、有核細胞層上部に扁平角質化した無核の角化細胞が数層にわたって明確な層状構造を形成しており、また、層状構造の上部ではエオシンで濃染された顆粒状の物質が観察された(図2B)。

横断面のSEM像では、コラーゲンのみのゲル上の角化細胞は扁平角質化していたが、その細胞が非常に薄く、また数層しか観察されないのに対し(図3A)、線維芽細胞を含むコラーゲンゲル上の扁平角質化した細胞は層板状を呈していた(図3B)。

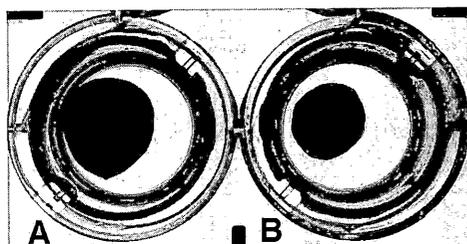


図1 コラーゲンゲルの収縮

Aはコラーゲンのみのゲル上で、Bは線維芽細胞を含むコラーゲンゲル上で角化細胞を15日間培養したもの。ウェルの直径は25mm。

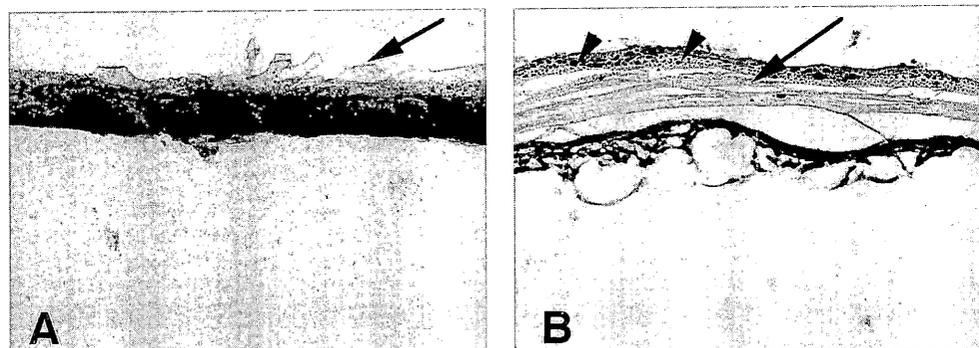


図2 培養皮膚モデル横断面のH・E染色像

Aは線維芽細胞を含まないコラーゲンゲル、Bは線維芽細胞を含むコラーゲンゲル上で角化細胞を15日間培養したもの。矢印は扁平角質化した角化細胞を矢尻は顆粒状の染色物を示す。倍率は80倍。

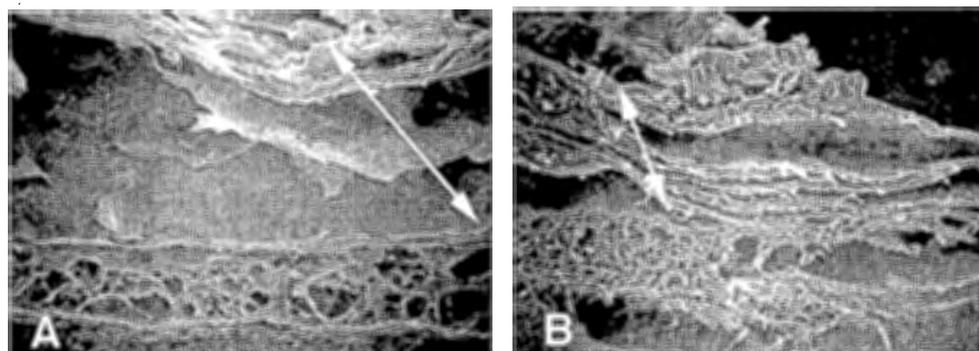


図3 培養皮膚モデル横断面のSEM像

Aは線維芽細胞を含まないコラーゲンゲル、Bは線維芽細胞を含むコラーゲンゲル上で角化細胞を15日間培養したもの。矢尻間は扁平角質化した角化細胞層を示す。倍率は200倍。

基底膜の構成成分であるⅣ型コラーゲンとラミニンに対する抗血清による免疫染色像では線維芽細胞の存在の有無に関わらず、角化細胞層とコラーゲンゲルの境界部が染色された(図4 A, B, C, D)。ケラチン抗血清による免疫染色像では、基底部から角質化した細胞層まで全体にわたって陽性反応が観察された(図4

E, F)。トランスグルタミナーゼ抗血清ではどちらの角化細胞においても、角化細胞層の扁平角質化していない部位における特徴的な染色像が認められた。しかし、その染色強度は線維芽細胞を含むコラーゲンゲルの方が強かった(図4 G, H)。

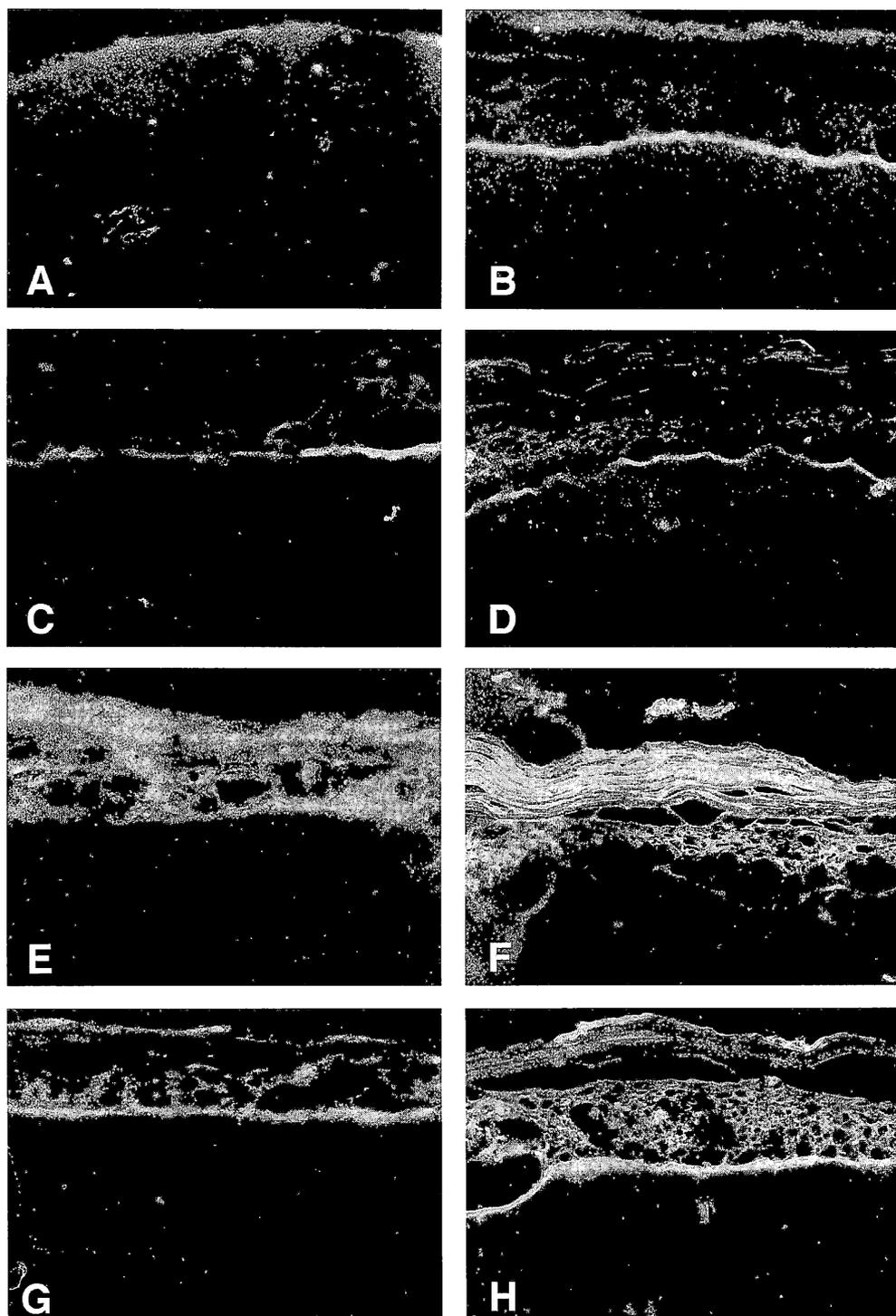


図4 培養皮膚モデル横断面の免疫染色像

A, Bは抗Ⅳ型コラーゲン抗血清, C, Dは抗ラミニン抗血清, E, Fは抗ケラチン抗血清, G, Hは抗トランスグルタミナーゼ抗血清を第一抗体として用いた免疫染色像を示す。A, C, EおよびGは線維芽細胞を含まないコラーゲンゲル, B, D, FおよびHは線維芽細胞を含むコラーゲンゲル上で角化細胞を15日間培養したもの。倍率は80倍。

## 考 察

再構成皮膚モデルとしての3次元培養においては、真皮相当物としての収縮したコラーゲングルと表皮相当物としての分化した角化細胞層の形成が重要である。角化細胞と線維芽細胞はそれぞれ単独でもコラーゲンを収縮させるが、その効果はゲル上に角化細胞、ゲル中に線維芽細胞が存在したときが最大であることが報告されており (SOUREN *et al.*, 1989), 本研究でも同様の結果が得られた。

角化細胞の分化において線維芽細胞の存在は、分化マーカーの発現 (SAINTIGNY *et al.*, 1993) や発達した角質層の形成 (PARENTEAU *et al.*, 1992; MITSUHASHI *et al.*, 1993) に関与することが知られている。本研究でも線維芽細胞を含まないコラーゲングル上で培養した角化細胞は最上層でわずかに扁平角質化したのみであったが、線維芽細胞を含むコラーゲングル上の角化細胞層は厚く、下層に細胞核が密集し、上層では細胞核を失い扁平化した細胞が観察され、細胞層の約半分が角質層化していた。この線維芽細胞の有無による角化細胞層の分化程度の差は、トランスグルタミナーゼの免疫染色像、即ち角質化していない細胞層における陽性反応の強弱と一致しており、最終分化マーカーであるトランスグルタミナーゼの発現には線維芽細胞が関与していると考えられた。

基底膜構成成分であるIV型コラーゲンおよびラミニンはいずれも角化細胞層とコラーゲングルとの境界部分に局在しており、線維芽細胞の存在に影響されずに角化細胞が足場としての基底膜を形成したことを示していた。しかし、線維芽細胞の非存在下で培養した角化細胞の形成した基底膜は構造的に不完全とする報告もあり (BOHNERT *et al.*, 1986; SCHAFFER *et al.*, 1991), 角化細胞による足場としての基底膜形成と上方に向かって起きる分化過程との関連性が推測される。従って再構成皮膚モデルを用いた本研究において、角化細胞による基底膜構成成分の産生や重層扁平化といった機能は単独でも発現するものの、十分な構造をとるためには、コラーゲン線維の再構築も含めた線維芽細胞による調節が必要不可欠であることが示唆された。

## 文 献

BELL E., SHER S., HULL B., MERRILL C., ROSEN S., CHAMSON A., ASSELINEAU D., DUBERTRET L.,

COULOMB B., LAPIERE C., NUSGENS B. and NEVEUX Y. (1983) The reconstitution of living skin. *J. Invest. Dermatol.*, **81**: 2s-10s.

BOHNERT A., HORNUNG J., MACKENZIE I.C. and FUSENIG N.E. (1986) Epithelial-mesenchymal interactions control basement membrane production and differentiation in cultured and transplanted mouse keratinocytes. *Cell Tissue Res.*, **244**: 413-29.

CONTARD P., BARTEL R.L., JACOBS L. 2d., PERLISH J. S., MACDONALD E.D. 2d., HANDLER L., CONE D. and FLEISCHMAJER R. (1993) Culturing keratinocytes and fibroblasts in a three-dimensional mesh results in epidermal differentiation and formation of a basal lamina-anchoring zone. *J. Invest. Dermatol.*, **100**: 35-9.

MITSUHASHI Y., MIKAMI Y., MIKAMI H., ISHIKAWA H., TAMAI K. and HASHIMOTO I. (1993) Simultaneous and separated culture of keratinocytes and fibroblasts on each side of a collagen membrane. *J. Dermatol. Sci.*, **5**: 3-13.

PARENTEAU N.L., BILBO P., NOLTE C.J., MASON V. S. and ROSENBERG M. (1992) The organotypic culture of human skin keratinocytes and fibroblasts to achieve form and function. *Cytotechnology.*, **9**: 163-71.

SAINTIGNY G., BONNARD M., DAMOUR O. and COLLOMBEL C. (1993) Reconstruction of epidermis on a chitosan cross-linked collagen-GAG lattice: effect of fibroblasts. *Acta Derm-Venereol.*, **73**: 175-80.

SCHAFFER I. A., KOVACH M., PRICE R. L. and FRATIANNI R. B. (1991) Human keratinocytes cultured on collagen gels form an epidermis which synthesizes bullous pemphigoid antigens and alpha 2 beta 1 integrins and secretes laminin, type IV collagen, and heparan sulfate proteoglycan at the basal cell surface. *Exp. Cell Res.*, **195**: 443-57.

SOUREN J. M., PONEC M., and VAN WIJK R (1989) Contraction of collagen by human fibroblasts and keratinocytes. *In Vitro Cell. Dev. Biol.*, **25**: 1039-45.

## トリプルステイン染色したホルスタイン種雄牛精子の色調

寺脇 良悟・増田 実加・福井 豊  
帯広畜産大学 帯広市 080

## Color of Holstein bull's spermatozoa stained by triple-stain technique

Yoshinori TERAWAKI, Mika MASUDA and Yutaka FUKUI

Obihiro University of Agriculture and Veterinary Medicine,  
Obihiro-shi 080

キーワード：ホルスタイン種雄牛，精子，トリプルステイン，色調  
Key words : Holstein bull, Spermatozoa, Triple-stain, Color

## 要 約

牛精子の生死判別と正常な先体の有無を客観的に評価する方法を確立するための基礎資料を得るため、トリプルステイン染色した牛精子の色調を画像解析装置を用いて調査した。3頭のホルスタイン種雄牛の凍結融解精子をトリプルステイン染色した。1頭につき100のトリプルステイン染色した精子を一人の観察者が評価した。評価は従来の方法に従って先体の有無と生死判別により精子を4つに分類した。同時に、精子の先体中央部と後先体域中央部の色調値をRGB表色系に基づいて計測した。先体中央部で計測した緑の色調値の平均値は、正常な先体の有無間で有意に異なり、判別に利用できる可能性が示唆された。後先体域中央部で計測した赤と青の色調値は生存精子と死滅精子との比較で平均値の差が有意であった。特に、青の色調値は生存精子と死滅精子で顕著な差があり、判別に利用できる可能性が高いと考えられた。

## 緒 言

精子の生存性と正常な先体の有無は精液の品質や精子の受精能獲得に関する研究において大変重要な観察項目の一つである。精子の生死判別を行う染色方法ではEosin-nigrosin染色法(CAMPBELL *et al.*, 1956; DOTT and FOSTER, 1972)が一般的である。また、精子の先体形状を判定するにはGiemsa染色法(SAACKE *et al.*, 1968)は最も一般的で有効な方法の一つである。しかし、これらの方法では精子の生死判別もしくは先体の形状判別のどちらかしか行うことが

できない。したがって、1つの精子について2つの項目を同時に判別できない。トリプルステイン染色法(TALBOT and CHACON, 1981)あるいはトリプルステイン簡便法(楠ら, 1985; KUSUNOKI *et al.*, 1987)は精子の生死判別と先体の形状判別を1つの精子について同時に行うことができる方法であり、最も一般的である。しかし、判別方法は他の染色法と同様で、観察者による顕微鏡検査によって行われる。その評価は観察者の判断に委ねられており、複数の観察者による検査では‘目合わせ’が必要である。しかし、‘目合わせ’を行っても観察者間の評価がすべて一致することは少ない。本研究では、コンピュータによる画像処理技術を用いた客観的評価の可能性を検討するため、第一段階として、トリプルステイン染色を施したホルスタイン種雄牛精子の色調を調査した。

## 材料および方法

本研究で用いた精子は、北海道家畜改良事業団十勝事業所で作製した3頭のホルスタイン種雄牛の凍結ストローを融解して得た。凍結融解精子は各雄牛ごとにトリプルステイン染色した。各雄牛について、約100精子を同一観察者が評価した。評価した精子については同時にRGB表色系(池田; 1980, 金子; 1988, 川上; 1981)に基づき赤、緑、青の色調値を計測した。各精子は、その染色様式により正常な先体を持つ生存精子、正常な先体を持たない生存精子、正常な先体を持つ死滅精子および正常な先体を持たない死滅精子のいずれかに分類された。染色を施した精子の色調値計測に関しては、精子のカラー画像を顕微鏡に接続したHitachi Color Camera, Nikon Brightness Control Unit, Hitachi Camera Control Unit および Sony Trinitron

Color Monitor を通して画像解析システム：高速カラー画像処理粒度分布解析装置 (SPICCA: Speedy Particle Image & Color Computer Analysis) (日本アビオニクス) に入力した。入力した精子のカラー画像上で先体中央部と後先体域中央部の色調値を、Image Command 5098 (日本アビオニクス) を使って計測した。色調値の統計量は SAS の MEANS PROCEDURE (Base SAS; 1993) で推定した。色調値の平均値に関する多重検定は SAS の GLM PROCEDURE 中の DUNCAN オプション (SAS/STAT; 1993) を使って行った。

**結果および考察**

先体と後先体域の中央部で計測した RGB 表色系の赤、緑および青に関する色調値の平均値、標準偏差、変動係数および範囲を表 1 に示した。最も小さい平均値は先体中央部の緑について推定され、93.9 であった。また、先体中央部の青の平均値が最も大きく 168.8 であった。先体中央部と後先体域中央部を比較すると、赤と青の平均値は先体中央部の方が後先体域中央部より大きかった。一方、緑の平均値は先体中央部が後先体域中央部より小さい値であった。先体中央部で計測した緑の標準偏差は後先体域中央部より大きく、逆に、先体中央部で計測した赤および青の標準偏差は後先体域中央部より小さく推定された。標準偏差の比較で認められた傾向は、変動係数においてより一層顕著であった。つまり、各色調値の統計量を先体中央部と後先体域中央部について比較すると、赤と青の色調値は同様の傾向を示したが、緑の色調値はまったく逆の傾

向を示した。

表 2 には、先体中央部で計測した色調値の平均値を精子の染色様式別に示した。平均値は左から小さい順にならべた。平均値の下に示した直線は、平均値の多重検定の結果を示しており、同じ直線の上にある平均値間には有意差が認められないことを示している。赤の平均値は正常な先体を持つ死滅精子で最も小さく 142.6 であった。この平均値は他の 3 つの分類の平均値と比較すると有意に小さかった ( $P < 0.01$ )。緑の平均値も正常な先体を持つ死滅精子で最も小さかった。緑に関する多重検定の結果は、正常な先体を持つ精子と持たない精子で有意な差が認められることを示した ( $P < 0.01$ )。先体の染色様式は正常な先体の有無を判断するために用いられる (TALBOT and CHACON, 1981; 楠ら, 1985; KUSUNOKI *et al.*, 1987)。緑の平均値に関する多重検定は、4 つの分類を正常な先体を持つ精子と持たない精子に分類できることを示唆した。このことは、先体中央部で計測した緑の色調値が正常な先体の有無の指標として利用できる可能性を示している。各分類の青の平均値は、正常な先体を持つ死滅精子で最も小さく (154.6)、正常な先体を持たない生存精子で最も大きかった (189.1)。また、その差は、3 つの色調 (赤、緑、青) のなかで最も大きかった。多重検定の結果は、死滅精子と生存精子の間で平均値の差が認められた ( $P < 0.01$ )。この結果は、先体の染色様式が従来正常先体の有無の判断に利用され、精子の生存の判定には用いられていない事実と矛盾する。

表 3 には、後先体域中央部の色調値の平均値を分類別に示した。緑の平均値は分類による大きな差異が認

**表 1 トリプルステイン染色した精子の色調に関する統計量**

計測箇所	色調	平均値	標準偏差	変動係数	範囲
先体中央部	赤	153.5	30.66	19.97	154
	緑	93.9	35.48	37.78	190
	青	168.8	23.98	14.21	153
後先体域中央部	赤	150.2	32.24	21.46	162
	緑	103.0	32.71	31.76	164
	青	156.6	33.63	21.48	178

**表 2 トリプルステイン染色した精子の先体中央部で計測した分類別の色調平均値と多重比較**

赤 a	正常な先体を持つ死滅精子	正常な先体を持たない死滅精子	正常な先体を持つ生存精子	正常な先体を持たない生存精子
	142.6	153.3	156.6	165.5
緑 a	正常な先体を持つ死滅精子	正常な先体を持つ生存精子	正常な先体を持たない生存精子	正常な先体を持たない死滅精子
	78.9	80.7	106.3	112.4
青 a	正常な先体を持つ死滅精子	正常な先体を持たない死滅精子	正常な先体を持つ生存精子	正常な先体を持たない生存精子
	154.6	160.6	180.1	189.1

a ; RGB 表色系の色調を示す。

— ; 同一直線上の平均値間に有意差なし ( $P < 0.01$ )。

表3 トリプルステイン染色した精子の後体域中央部で計測した分類別の色調平均値と多重比較

赤 a	正常な先体を持つ 死滅精子 135.0	正常な先体を持た ない死滅精子 143.1	正常な先体を持つ 生存精子 161.2	正常な先体を持た ない生存精子 166.2
緑 a	正常な先体を持つ 死滅精子 93.1	正常な先体を持た ない死滅精子 101.4	正常な先体を持つ 生存精子 106.9	正常な先体を持た ない生存精子 117.5
青 a	正常な先体を持た ない死滅精子 134.5	正常な先体を持つ 死滅精子 137.8	正常な先体を持つ 生存精子 181.6	正常な先体を持た ない生存精子 188.2

a; RGB 表色系の色調を示す。

—; 同一直線上の平均値間に有意差なし ( $P < 0.01$ )。

められなかった。正常な先体を持たない死滅精子の平均値は、他の3つの分類と有意差がなかった。赤の平均値は多重検定の結果、生存精子と死滅精子とに大きく分かれた ( $P < 0.01$ )。青の平均値は正常な先体を持たない死滅精子で最も小さく134.5であり、正常な先体を持たない生存精子で最も大きく188.2であった。これらの差は赤ならびに緑と比較して顕著に大きく、青が分類によって大きく異なることを示している。特に、正常な先体を持つ死滅精子と正常な先体を持つ生存精子の平均値の差は約44と大きかった。これとは対照的に、死滅精子の2つの分類の差は約3であった。また、生存精子の2つの分類での差は約7であった。平均値の多重検定の結果、死滅精子と生存精子との間で有意な差が認められた ( $P < 0.01$ )。

以上の結果から、先体中央部で計測した緑の色調値は正常な先体の有無の判定に利用できる可能性が認められた。死滅精子と生存精子の判定には後先体域中央部で測定した赤と青の色調値が利用できることが示唆された。特に、後先体域中央部で測定した青の平均値は死滅精子と生存精子で顕著に差があることから、その色調値は指標として利用できる可能性が高いと考えられた。

## 謝 辞

本研究の遂行にあたり、ホルスタイン種雄牛の凍結精液をご提供頂いた北海道家畜改良事業団十勝事業所に対して深謝いたします。また、画像解析装置の使用を快諾いただいた帯広畜産大学獣医学科家畜解剖学講座に対し感謝いたします。

## 文 献

Base SAS ソフトウェア: プロシジャガイド (1993)  
Version 6, First Edition, 217-236, サスインスティ

チュートジャパン。東京。

CAMPBELL, R. C., H. M. DOTT and T. D. GLOVER (1956) Nigrosin eosin as a stain for differentiating live and dead spermatozoa. *J. Agric. Sci.*, 48: 1-8.

DOTT, H. M. and G. C. FOSTER (1972) A technique for studying the morphology of mammalian spermatozoa which are eosinophilic in a differential 'live/dead' stain. *J. Reprod. Fertil.*, 29: 443-445.

池田光男 (1980) 色彩光学の基礎。28-53. 朝倉書店。東京。

金子隆芳 (1988) 色彩の科学。65-82. 岩波書店。東京。  
川上元郎 (1981) JIS 使い方シリーズ色の常識。増補改訂2版。64-77. 日本規格協会。東京。

楠比呂志・藤崎 裕・加藤征史郎・荻田 淳 (1985) トリプルステイン簡便法による牛先体反応精子の判別。人工授精研誌, 7: 9-11.

KUSUNOKI, H., M. SAKAUE, S. KATO and S. KANDA (1987) Identification of acrosome-reacted boar spermatozoa by a triple-stain technique. *Jpn. J. Anim. Reprod.*, 33: 123-127.

Saacke, R. G., R. P. Amann and C. E. Marshall (1968) Acrosomal cap abnormalities of sperm from subfertile bulls. *J. Anim. Sci.*, 27: 1391-1400.

SAS/STAT ソフトウェア: ユーザーズガイド (1993)  
Version 6, First Edition; 569-666, 株式会社サスインスティチュートジャパン。東京。

TALBOT, P. and R. CHACON (1981) A triple-stain technique for evaluating normal acrosome reactions of human sperm. *J. Exp. Zool.*, 215: 201-208.

## 栄養評価試験のためのめん羊の馴致期間の検討

野中 和久・矢用 健一・名久井 忠

農林水産省北海道農業試験場, 札幌市豊平区羊ヶ丘一番地 062

### The Investigation on Shortest Adaptation Period of Sheep for Digestion Experiment

Kazuhisa NONAKA, Ken-ichi YAYOU and Tadashi NAKUI

Hokkaido National Agricultural Experiment Station  
1, Hitsujioka, Toyohira, Sapporo, Hokkaido 062

キーワード: 飼養試験, 採食試験, めん羊, 馴致期間

Key words: Digestion Experiment, Sheep, Adaptation Period

#### 要 約

めん羊を供試して飼料の栄養評価試験を行ない、精度が良く、かつ再現性の高いデータを得るためには、めん羊を事前に試験環境に馴致させる必要がある。そこで、群管理で飼養している試験未経験のめん羊を試験ケージで個体管理に移した場合の、試験飼料およびケージへの最短馴致期間を検討した。その結果、めん羊の乾物摂取量、糞排泄量および糞中各種成分含量が安定するには、試験飼料への馴致に2週間以上、また、ケージへの馴致に5日以上必要なことが示唆された。

#### 緒 言

飼料の消化率、栄養価、採食特性等を評価する第1段階として、牛のパイロットアニマルとしてのめん羊を用いた消化試験や採食試験が行なわれている。めん羊を用いて再現性の高いデータを得るには、試験飼料および試験環境への馴致を行ないめん羊のコンディションを整える必要がある。これまでの報告では(農林水産技術会議, 1986)、めん羊に一定量の飼料を給与し、30日間の消化率を測定した結果、飼料切り替え後、糞中各種成分の排泄量が安定するまでに5~10日間必要とされ、消化試験には予備期7日間が必要であるということが示されている。しかしながら、消化試験に未経験なめん羊を使う場合や、放牧中のめん羊を供試する場合の馴致に関するマニュアルは作成されていなかった。

そこで本試験では、①放牧からパドックに移して試

験飼料に馴致させるために必要な期間、②ケージに馴致させるために必要な期間について検討した。具体的にはめん羊の乾物摂取量、排糞量および糞性状が安定するまでの期間を比較した。

#### 実験方法

めん羊は、過去にケージでの試験に供試したことのない放牧管理中の去勢雄12頭を供試した。品種はコリデールで、年齢は2~3歳、体重は59~91kgであり、これらを年齢、体重が各群とも均一になるよう4頭ずつ3群に分け、以下の処理区を設けた。なお、各群の平均体重は約70kgである。

A群; 放牧から直接ケージに入れ試験飼料を給与する。

B群; 放牧からパドックに移し、1週間試験飼料を給与した後ケージに移す。

C群; 放牧からパドックに移し、2週間試験飼料を給与した後ケージに移す。

これらに試験飼料としてオーチャードグラス乾草(切断長約2cm)を毎日残食が出るよう給与した。水と塩は自由摂取させた。試験飼料の飼料成分組成は、水分が16%であり、乾物中の粗蛋白質が10%、ADFが39%およびNDFが70%であった。

ケージへの移動は各群とも1995年7月5日に行ない、ケージ移動後は9日間採食量を調査し、採糞は2日目から10日目まで行なった。糞は70℃で通風乾燥した後、サイズを測定し、粉碎後、135℃2時間法で乾物重を求めた。糞サイズはシャーレ(70.85cm<sup>2</sup>)内に一面に敷き詰めたときの個数を3反復で測定し求めた。

## 結果および考察

試験飼料をケージ内で給与した際の各群の体重当たり乾物摂取量の変化を図1に示した。乾物摂取量の変動の様相は群間で異なり、AおよびB群はケージ移動1日目から6日目までの間、1日おきに摂取量の増減を繰り返し、7日目以降に安定する様相を呈した。一方、C群は、他の2群に比較して乾物摂取量が早く安定し、3日目まで採食量が漸増した後、4日目以降安定する傾向を示した。また、試験期間を通しての乾物摂取量はC群が他の2群に比較して高い傾向にあった。

試験期間を通じての体重当たり糞排泄量は平均値±標準偏差で、A群が $0.71 \pm 0.05\%$ 、B群が $0.73 \pm 0.08\%$ 、C群が $0.83 \pm 0.03\%$ であり、乾物摂取量を反映しC群が高く、その日変動もC群が小さなものとなった。試験期間中の糞の乾物率はA、BおよびC群でそれぞれ $36.5 \pm 2.1$ 、 $35.4 \pm 1.9$ および $32.5 \pm 1.3\%$ であり、AおよびB群がC群に比較して有意に高く、変動幅も大きかった。

糞のサイズの変化を図2に示した。糞1個当たりの乾物重はA群が他の2群に比較して有意に低かったが、糞のサイズは3群とも有意差がなく、日変動も全ての群で5日目以降安定する傾向を示した。

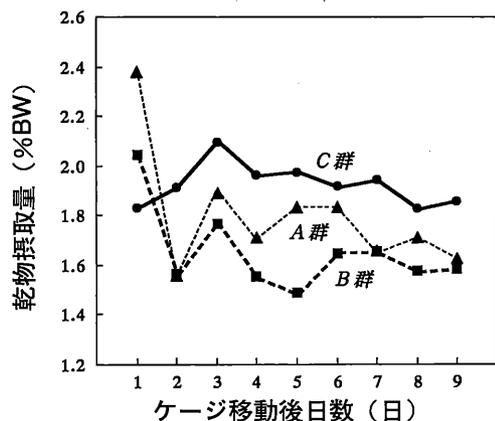


図1 乾物摂取量の変化

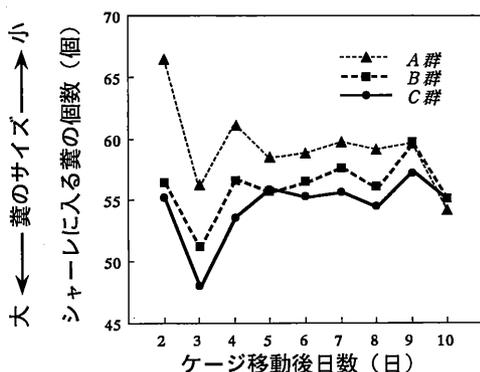


図2 糞のサイズの変化

糞中粗蛋白質含量(乾物中)の変化を図3に示した。各群とも3日目まで高く推移したが、中でも放牧から直接ケージに移したA群は、他の2群と比較してその傾向が顕著であり、放牧草採食の影響が出ているものと考えられた。

糞中NDF含量(乾物中)の変化を図4に示した。NDFも粗蛋白質と同様にケージ移動後初期の段階では各群とも急激な変化がみられ、5日目以降安定する傾向にあった。これはケージへの移動によるストレスが原因と考えたが、3日目まで顕著に低い値を示したA群については、このストレス以上に前食の影響が大きく関係していたものと考えられた。

以上のように試験飼料への馴致期間の長さからみると、ケージ移動前に飼料へ2週間馴致させたC群は、馴致させなかったA群や馴致を1週間行なったB群に比較して、ケージ移動後の乾物摂取量が早く安定し、かつ飼料を自由摂取させた場合の乾物摂取量が高いこと、また、C群は糞排泄量の日変動が小さく、糞の乾物率が安定していることが示された。さらに糞の成分は、A群が放牧の影響を顕著に受けたという結果が得られ、放牧中のめん羊を試験飼料に適合させるためには、2週間以上の馴致が必要なことが示唆された。

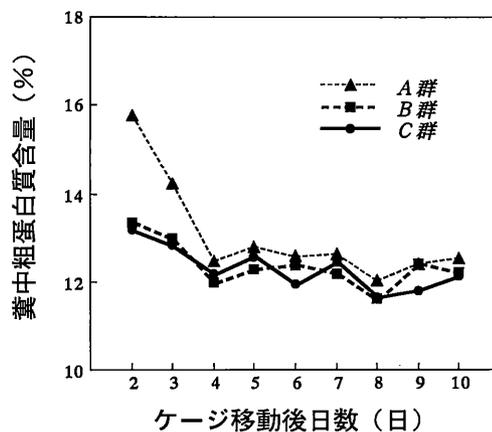


図3 糞中粗蛋白質含量の変化

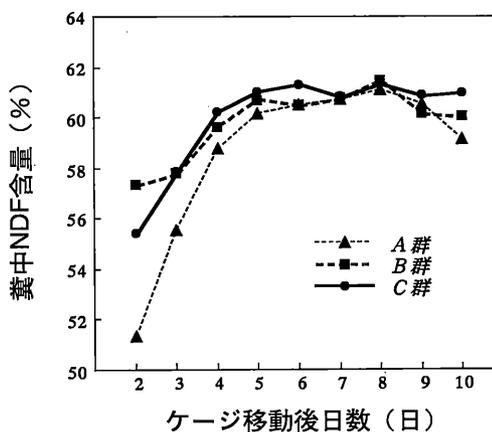


図4 糞中NDF含量の変化

次いで、ケージへの馴致に関しては、①乾物摂取量が最も早く安定するC群においても4日程度かかること、②糞のサイズは5日目以降安定すること、③糞中粗蛋白質含量は3日目以降に安定すること、④糞中NDF含量は5日目以降に安定するという結果が得られたことから、めん羊は新しい飼養環境に馴れ、採食・排泄行動が安定するまでに5日以上必要なものと考えられる。さらに、矢用ら(YAYOU *et al.*;1996)は、本試験中にこれらめん羊の採血を行ない、ストレス指標として血中コルチゾール濃度を測定しているが、ケージ移動直後に上昇したコルチゾール濃度は5日程度で正常値に戻るといった結果を得ている。これらを総合す

ると、ケージへの馴致期間として5日間は必要であるということが示唆された。

## 文 献

- 農林水産技術会議編(1986)飼料栄養価測定法における新方式の開発, 15-20, 農林水産技術会議事務局, 東京.
- YAYOU, K., K. NONAKA, K. UETAKE and T. OKAMOTO (1996) Effects of cage confinement on behaviour and plasma cortisol in sheep. Proc. International Congress of the International Society for Applied Ethology, 30: 150.

## 蛋白質補給飼料の違いが育成、肥育牛の血漿遊離アミノ酸、成長ホルモン、IGF-I 濃度に及ぼす影響

松長 延吉・銭谷 晶・菅原 正人\*・日高 智・左 久

帯広畜産大学, 畜産管理学科, 帯広市 080

\* 日本曹達株式会社, 市原市 290

### Effect of supplement of protein source on plasma free amino acids, growth hormone and IGF-I in calves and finishing steer

Nobuyoshi MATSUNAGA, Akira ZENIYA, Masato SUGAWARA\*,  
Satoshi HIDAKA and Hisashi HIDARI

Laboratory of Animal Production

Obihiro University of Agriculture and Veterinary Medicine, Obihiro-shi 080

\* Nippon Soda Co., LTD., Ichihara-shi 290

キーワード: 蛋白質補給飼料, 血漿遊離アミノ酸, 成長ホルモン, IGF-I, 育成牛, 肥育牛

Key Words: protein source, plasma free amino acids, growth hormone, IGF-I, calves, finishing steer

#### 要 約

ホルスタイン種去勢肥育牛および育成牛に第一胃内分解性の異なる蛋白質補給飼料を給与した時の血漿 FAA, GH および IGF-I 濃度に及ぼす影響について検討した。肥育牛を供試した試験では、蛋白質補給源として魚粕と大豆粕を添加し、魚粕区 (FM 区) と大豆粕区 (SBM 区) の飼料中の粗蛋白質含量が対照区 (C 区) より高くなるように設定した。血漿 IGF-I 濃度は FM および SBM 区で上昇する傾向にあったが、血漿 GH 濃度には変化はなかった。血漿 FAA 濃度は、大豆粕および魚粕給与によって上昇する傾向にあった。このうち、第一胃内非分解性の魚粕を給与することで、制限アミノ酸とされている MET 濃度が SBM 区よりも増加する傾向にあった。育成牛を供試した試験では、蛋白質補給源として魚粕と大豆粕を添加し、高エネルギー・魚粕区 (HFM 区) と高エネルギー・大豆粕区 (HSBM 区) の飼料中の粗蛋白質含量が高エネルギー・対照区 (HC 区) より高くなるように設定した。さらに、TDN 摂取量の違いが供試牛に及ぼす影響を調べるため、低エネルギー・対照区 (LC 区) の飼料は他の 3 区より TDN 含量を低く設定した。日増体量は、HC および HFM 区が LC 区より高くなった。血漿 IGF-I 濃度は、HFM 区が HC および LC 区より高かった。一方、血漿 GH 濃度には、変化はなかった。さらに、GRF 負荷 GH 分泌反応も蛋白質補給飼料の

違いによる差はなかった。血漿 FAA 濃度は、大豆粕および魚粕給与によって上昇する傾向にあった。このうち、蛋白質栄養をみる点で重要な EAA 濃度は、HSBM 区で HC および LC 区よりも増加し、同様な傾向が HFM 区でも認められた。また、窒素蓄積量でも HFM および HSBM 区が LC 区より高くなった。

以上の結果から、特に育成牛で大豆粕または魚粕の給与によって蛋白質栄養が改善され、GH 濃度の変化を介さず IGF-I 濃度の上昇をもたらしたことが考えられた。

#### 緒 言

反芻動物において、栄養状態によって血漿成長ホルモン (GH)、インスリン様成長因子 (IGF-I) 濃度が変化することが知られている。短期間絶食はヒツジで血漿 GH 濃度を増加させ (DRIVER and FORBES; 1981)、また、制限量の飼料を給与された泌乳牛は飽食量給与より血漿 GH 濃度が高くなる (HART et al.; 1978, HOVE and BLOM; 1973)。さらに、BREIER et al. (1986) はアパディーンアンガス去勢牛で濃厚飼料給与を制限した時、GH パルスの振幅が増加し、同時に IGF-I 濃度は低くなることを報告をしている。このような栄養制限時の血漿 GH 濃度の増加は、代謝ホルモンとして維持に必要なエネルギーを脂肪細胞から動員させるためであるとされている (BAUMAN and CURRIE; 1980)。この一方で、低蛋白質飼料を給与した乳牛は高蛋白質飼料を給与した乳牛より血漿 GH 濃度が高くなることが報告されている (KUNG et al.; 1984)

が、今のところエネルギー摂取量の違いについて行なった試験が中心で、蛋白質栄養の違いを目的にして行なわれた研究は少ない。

そこで、本試験は、ホルスタイン種去勢肥育牛および育成牛に第一胃内分解性の異なる蛋白質補給飼料を給与した時の血漿遊離アミノ酸 (FAA), GH および IGF-I 濃度に及ぼす影響を検討した。

### 材料および方法

#### 試験 1 肥育牛

23ヵ月齢のホルスタイン種去勢牛 6 頭 (試験開始時平均体重 695 kg) を供試し、試験は 1994 年 8 月 5 日から同年 10 月 6 日に行なった。1 試験期間を 3 週間とし、それぞれの区の平均体重が同様となるように 2 頭ずつ 3 区に分け、3×3 のラテン方格に配置した。対照区 (C 区) の牛には圧ぺんとうもろこしを主体とした混合飼料と乾草を概ね 3 対 1 の比率で給与し、これを基礎飼料とした。魚粕区 (FM 区) および大豆粕区 (SBM 区) では、これに魚粕と大豆粕をそれぞれ 10% 添加した飼料を給与し、FM 区と SBM 区の飼料中の粗蛋白質含量が対照区 (C 区) より高くなるように設定した。なお、TDN および CP の給与量と目標とした日増体量は表 1 のとおりである。供試した飼料の一般成分は、表 2 に示した。供試牛は個別給餌ドア (カ

ランブロードベント, オリオン, 東京) と運動場を備えた本学肥育牛舎で飼養し、毎日午前 9 時と午後 5 時の 1 日 2 回、設定した給与量に従い飼料を給与した。給与した飼料の一般成分を表 2 に示した。飲水は自由とし、固形塩 (鉱塩エス, 全薬工業, 郡山) を給与した。

採血は、各期 19 日目と 21 日目に 3 頭ずつ 2 群に分けて行なった。採血期間中は、供試牛を個別の代謝ケージで飼養した。試験前日の頸静脈カテーテルを装着し、滅菌したクエン酸ナトリウム溶液 (3.8%) で維持した。採血は、朝給餌直前の 9 時と夕方給餌直前 5 時から翌日午前 1 時までの 8 時間で 20 分おきに 25 回行なった。採取した血液は直ちに氷冷したヘパリン 100 U の入った試験管に移し、3000 rpm で 15 分間遠心分離した。分離した血漿は、分析まで -20℃ で冷凍保存した。

体重は試験開始日と試験開始後 7 日ごとに朝の給餌から 4 時間後に測定し、試験開始日から代謝ケージへ導入する直前までの増体量と日増体量を求めた。

飼料摂取量は 1 日の飼料給与量から翌日に回収した残餌の量を差し引いて求め 1 日の飼料摂取量とし、各試験区内で平均した値を 1 頭当たりの飼料摂取量とした。TDN 摂取量は、飼料摂取量と日本標準飼料成分表 (1987) から推定した TDN 含量から求めた。

血漿 GH 濃度は、oGH (NIDDK-oGH-I-4,

表 1 試験区分と給与飼料の概要

試験区	基礎飼料	蛋白質補給飼料	目標日増体重 (kg)	TDN 給与量 (kg/日・頭)	CP 給与量 (kg/日・頭)
1	C	混合飼料	1.0	10.1	1.6
	FM	+	1.0	9.9	2.4
	SBM	乾草	1.0	10.3	2.5
2	C	混合飼料	1.2	5.4	0.8
	LC	+	0.6	3.7	0.5
	HFM	コーンサイレージ	1.0	4.9	1.0
	HSBM		1.0	5.2	1.1

表 2 供試飼料の一般成分 (原物%)

給与飼料	乾物	粗蛋白質	粗脂肪	粗繊維	粗灰分	NFE	TDN	
試験 1	混合飼料	86.4	11.7	2.8	3.2	2.4	66.1	72.0
	乾草	90.8	6.1	1.6	33.3	4.3	45.6	53.8
	魚粕	90.3	57.2	4.8	0.0	24.0	6.3	72.6
	大豆粕	89.3	46.1	0.2	5.6	6.5	30.9	76.6
試験 2	混合飼料	86.3	10.7	0.7	2.4	2.4	69.7	72.0
	サイレージ	27.1	1.6	1.0	4.5	1.6	17.1	17.8
	魚粕	92.3	54.5	8.1	0.0	24.0	6.3	62.8
	大豆粕	88.4	43.1	0.4	3.2	7.1	35.6	76.2

1) TDN は日本標準飼料成分表 (農水省農林水産技術会議事務局, 1987) から推定し算出した

2) 乾草: チモシー主体混播牧草

3) サイレージ: とうもろこしサイレージ

AFP 8758 C, アメリカ) と oGH 抗体 (NIDDK-anti-oGH-I-2, AFP-C 0123080, アメリカ) を使用して RIA 二抗体法により分析した (MATSUNAGA et al.; 1993). 最小検出量, 分析内変動係数, 分析間変動係数は, それぞれ 0.48 ng/ml, 4.8% および 8.5% であった. 血漿 IGF-I 濃度は, 血漿を酸-エタノール抽出後 (DAUGHADAY et al.; 1980), hIGF-I (Amersham, ARM 4010, lot 30, イギリス), <sup>125</sup>I-IGF-I (Amersham, IM 172, イギリス), IGF-I 抗体 (NIDDK, UB 3-189, アメリカ) を使用して RIA 二抗体法により測定した (ROH et al.; 1996). 血漿 IGF-I 濃度は牛で日内変動がほとんどないことが報告されているので (BREIER et al.; 1986), 9, 17, 21, 1 時の 1 日 4 サンプルについてののみ 1 回で測定した. 最小検出量および分析内変動係数は, それぞれ 6.2 pg/ml および 14.2% であった. 血漿グルコースおよび NEFA 濃度は, 市販の測定用キット (グルコース C II-テストワコー, NEFA-C テストワコー, 和光純薬工業, 大阪) を用いて測定した. 血漿遊離アミノ酸濃度は, IGF-I 同様, 9, 17, 21, 1 時のサンプルのみ測定した. スルホサリチル酸溶液 (2%/V) で除蛋白を行ない, その上清を 0.5 μm<sup>2</sup> ミリポアフィルターを用いて濾過し, 液体クロマトグラフィー (日立アミノ酸分析機 835 型, 東京) に供した. あわせて 3-メチルヒスチジン (3-MH), アンモニア態窒素 (NH<sub>3</sub>), オルニチン (ORN), 尿素態窒素 (UREA) およびシスタチオン (CYCTA) を測定した.

#### 試験 2 育成牛

供試牛は 6 ヶ月齢のホルスタイン種去勢牛 4 頭 (試験開始時平均体重 199.4 kg) を用いた. 試験期間は, 1995 年 5 月 12 日から 1995 年 8 月 31 日までとした. 1 試験期間を 4 週間とし, 最初の 1 週間に馴致期間を

設けた. 試験区分は試験 1 と同様に基礎飼料に魚粕と大豆粕をそれぞれ 10% 添加した飼料を給与し, 高エネルギー・魚粕区 (HFM 区) と高エネルギー・大豆粕区 (HSBM 区) の飼料中の粗蛋白質含量が高エネルギー・対照区 (HC 区) より高くなるように設定した (表 1, 表 2). さらに, TDN 摂取量の違いが供試牛に及ぼす影響を調べるため, 低エネルギー・対照区 (LC 区) の飼料は他の 3 区より混合飼料を減らし, TDN 含量を低く設定した. 飼養管理は試験 1 と同様に行なった.

体重, 飼料摂取量, 代謝体重当たりの摂取乾物 (DM) 量および TDN 要求率は, 試験開始 8 日目から 21 日まで測定した. さらに, 窒素出納を調べるため, 22 日目に供試牛を個別の代謝ケージに導入した. 23 日目朝の給餌時から 25 日目朝の同時刻までの糞と尿を採取し, その窒素含量をケルダール法により測定した. 採血は, 26 日目に行なった. 採血方法および採血時間は試験 1 と同様に行ない, 血漿の GH, IGF-I, グルコース, NEFA および FAA 濃度を測定した. さらに, 成長ホルモン刺激因子 (GRF) に対する GH 分泌反応を調べるため, 生理食塩水および GRF 負荷試験はそれぞれ 27 日目および 28 日目に実施した. h-GRF (1-29 NH<sub>2</sub>) (ペプチド研究所, lot No.400315, 大阪) を体重 1 kg あたり 0.125 μg (HODATE et al. 1985) になるように滅菌した生理食塩水 10 ml に溶かした. これを頸静脈カテーテルより約 5 秒間で注入した. 採血時間は負荷前 20, 10, 直前, 負荷後 5, 10, 15, 20, 30, 45, 60, 75, 90, 105, 120 分とした. 得られた血液サンプルは, 試験 1 と同様に処理し, 血漿の GH, グルコースおよび NEFA 濃度を測定した.

各試験により得られた結果は SAS の GLM を用い, 一元配置分散分析後 DUNCAN の多重比較検定により解析した. GH は, 分泌量の指標として AUC (Area

表 3 試験期間中の供試牛の日増体重, 代謝体重当たりの TDN 摂取量および CP 摂取量

区	日増体重 (kg/日)	摂取 TDN 量 (g/kgBW <sup>0.75</sup> ・日)	摂取 CP 量 (g/kgBW <sup>0.75</sup> ・日)	
試験 1	C	1.2±0.1	92.7±3.2	9.8±0.1 <sup>c</sup>
	FM	1.6±0.2	88.4±2.0	17.1±0.4 <sup>a</sup>
	SBM	2.2±0.2	89.2±2.4	19.2±0.5 <sup>b</sup>
試験 2	HC	1.3±0.2 <sup>a</sup>	77.0±0.6 <sup>a</sup>	10.1±0.5 <sup>b</sup>
	LC	0.8±0.1 <sup>b</sup>	62.5±2.5 <sup>b</sup>	7.9±0.3 <sup>c</sup>
	HFM	1.3±0.1 <sup>a</sup>	75.4±1.5 <sup>a</sup>	15.1±1.1 <sup>a</sup>
	HSBM	0.9±0.1 <sup>ab</sup>	76.0±3.4 <sup>a</sup>	14.4±1.1 <sup>a</sup>

C: 対照区, FM: 魚粕区, SBM: 大豆粕区  
 HC: 高エネルギー・対照区, LC: 低エネルギー・対照区  
 HFM: 高エネルギー・魚粕区, HSBM: 高エネルギー・大豆粕区  
 平均値±標準誤差で表した  
 a, b, c: 異符号間で有意差あり (P<0.05)

表 4 供試牛の血漿アミノ酸濃度 ( $\mu\text{mol/dl}$ )

	試験 1			試験 2			
	C	FM	SBM	HC	LC	HFM	HSBM
THR	7.35	8.18	8.18	8.65	7.48	9.06	9.08
VAL	27.35	32.19	34.27	25.22 <sup>b</sup>	25.14 <sup>b</sup>	31.51 <sup>b</sup>	33.08 <sup>a</sup>
MET	2.45	2.92	2.74	2.88 <sup>b</sup>	2.50 <sup>b</sup>	3.21 <sup>a</sup>	2.63 <sup>b</sup>
ILEU	11.91	14.00	15.79	13.10	12.72	15.26	16.79
LEU	16.04	18.71	20.15	16.55	16.48	18.50	19.76
PHE	5.36	5.68	6.31	5.86	4.65	5.79	6.03
HIS	6.04	6.83	6.58	14.85 <sup>ab</sup>	14.24 <sup>b</sup>	16.44 <sup>a</sup>	16.45 <sup>a</sup>
LYS	10.05	13.73	12.85	4.74	5.54	5.42	5.54
TRP	5.44	5.90	6.11	3.49	4.06	3.60	3.72
ARG	9.73	13.14	12.43	13.25 <sup>b</sup>	15.99 <sup>b</sup>	18.40 <sup>a</sup>	17.55 <sup>a</sup>
EAA	101.71	121.26	125.40	108.60 <sup>b</sup>	109.50 <sup>b</sup>	126.55 <sup>ab</sup>	130.63 <sup>a</sup>
NEAA	107.40	107.33	114.25	138.32	124.60	133.52	130.52
TOTAL	209.11	228.59	239.65	246.92	234.10	260.07	261.15
UREA	232.46 <sup>b</sup>	428.56 <sup>a</sup>	420.40 <sup>a</sup>	126.13 <sup>b</sup>	117.54 <sup>b</sup>	424.06 <sup>a</sup>	373.75 <sup>a</sup>
NH <sub>3</sub>	9.85	11.05	11.65	19.17	20.11	19.28	15.83
ORN	10.45	10.54	12.44	9.34	8.75	10.61	11.31
3 MH	1.35	1.44	1.11	2.10	3.45	2.58	2.33
E/NE	0.95	1.13	1.11	0.79 <sup>b</sup>	0.88 <sup>b</sup>	0.94 <sup>ab</sup>	1.00 <sup>a</sup>
Gly/BC	0.34	0.36	0.32	0.56	0.42	0.41	0.35

21:00 の平均値で示した。 C: 対照区, FM: 魚粕区, SBM: 大豆粕区  
 HC: 高エネルギー・対照区, LC: 低エネルギー・対照区, HFM: 高エネルギー・魚粕区  
 HSBM: 高エネルギー・大豆粕区, EAA: 総必須アミノ酸, NEAA: 総非必須アミノ酸  
 NH<sub>3</sub>: アンモニア態窒素, ORN: オルニチン, 3 MH: 3-メチルヒスチジン  
 E/NE:EAA/NEAA, BC: 側鎖アミノ酸 (VAL+LEU+ILEU)  
 a, b: 異符号間で有意差あり (P<0.05)

表 5 蛋白質補給飼料給与時の供試牛の GHAUC, 血漿 IGF-I, グルコース, NEFA 濃度

試験	区	GHAUC (ng/ml・480 min)	血漿中濃度		
			IGF-I (ng/ml)	グルコース (mg/dl)	NEFA ( $\mu\text{Eq/l}$ )
試験 1	C	1241.1	485.5±82.2	78.5±0.7	22±1
	FM	1337.0	542.6±107.4	79.6±0.5	20±1
	SBM	1281.3	502.1±71.5	78.1±0.8	16±1
試験 2	HC	2763.8	531.8±116.7 <sup>b</sup>	100.2±2.1	24±2
	LC	3284.3	485.4±153.2 <sup>b</sup>	92.4±2.8	26±10
	HFM	2825.3	803.6±44.4 <sup>a</sup>	99.5±1.8	43±16
	HSBM	2741.2	602.5±176.1 <sup>ab</sup>	98.1±1.2	30±10

C: 対照区, FM: 魚粕区, SBM: 大豆粕区  
 HC: 高エネルギー・対照区, LC: 低エネルギー・対照区  
 HFM: 高エネルギー・魚粕区, HSBM: 高エネルギー・大豆粕区  
 平均値±標準誤差で表した  
 a, b: 異符号間で有意差あり (P<0.05)

Under the Curve) を用いて比較を行なった。なお、GRF 負荷試験においては負荷前 3 点の平均濃度を基礎 AUC とし、負荷後、これとの有意差が認められた時点までの AUC を負荷後 AUC とした。血漿 IGF-I、

グルコースおよび NEFA 濃度は、平均値で比較をした。

## 結果および考察

### 試験1 肥育牛

表3に供試牛の日増体量、代謝体重当たりのTDNおよびCP摂取量、日増体量を示した。日増体量はSBM区で高く、C区で低い傾向がみられたが、有意差はなかった。代謝体重当たりのTDN摂取量は、飼料間に差はみられなかった。代謝体重当たりのCP摂取量h、蛋白質補給飼料を給与したFMおよびSBM区がC区より有意に高かった。蛋白質補給飼料添加によって増体が改善される方向にあった。

表4に血漿FAA濃度を示した。必須アミノ酸(EAA)は1日を通してFMおよびSBM区がC区より高い傾向があり、非必須アミノ酸(NEAA)には差はみられなかった。必須アミノ酸と非必須アミノ酸比(EAA/NEAA比)もFMおよびSBM区がC区より高い傾向がみられた。EAA/NEAA比およびグリシンと側鎖アミノ酸比(GLY/BCAA比)は、反芻動物の蛋白質栄養と血漿FAA濃度との関係を検討するのに用いられている。蛋白質摂取量の増加によって、EAA/NEAA比は一般に増加するといわれている(阿部; 1975)。また、蛋白質栄養が改善される時、グリシン(GLY)濃度の減少とともに側鎖アミノ酸(BCAA)濃度の増加が起こるので、GLY/BCAA比は蛋白質栄養の尺度として有効であることが知られている(浜田ら; 1987)。このことから、魚粕または大豆粕の給与によりEAA濃度が増加し、蛋白質栄養が改善される傾向にあることが示された。また、NH<sub>3</sub>濃度は1日を通してFMおよびSBM区でC区より高い傾向があり、UREA濃度はFMおよびSBM区がC区より有意に高かった。この事実はFMおよびSBM区はC区より蛋白質栄養が良く、過剰なアミノ酸が脱アミノ反応により尿素に変換されていたと考えられる。さらに、MET濃度はFM区がSBM区よりも高い傾向にあり、第一胃内非分解性の魚粕を給与することで制限アミノ酸とされているMET濃度が増加する傾向にあった。

表5にGHAUC、血漿IGF-I、グルコースおよびNEFA濃度を示した。GHAUCは、飼料間に差は認められなかった。体重が700kgの乳用種去勢牛の肥育に要する粗蛋白質量とTDN摂取量はそれぞれ7g/W<sup>0.75</sup>・日、69.1g/W<sup>0.75</sup>・日であり(MOSELEY et al.; 1988)、低蛋白質区であるC区においてもこれを満たしていたため、FMおよびSBM区で蛋白質飼料補給の効果が少なかったことが考えられた。血漿IGF-I濃度はFMおよびSBM区が高く、C区が低い傾向があり、蛋白質補給飼料が栄養状態を変化させていることが推察された。血漿グルコースおよびNEFA濃度は、それぞれ飼料間に差はみられなかった。

### 試験2 育成牛

表3に供試牛の日増体重、代謝体重当たりのTDNおよびCP摂取量、日増体量を示した。日増体量はHCおよびHFM区が2区とも1.3kgでLCおよびHSBM区の0.9kgより有意に高く(P<0.05)、HSBMおよびLC区の間には差はなかった。代謝体重当たりのTDN摂取量は、LC区が他の3区より有意に低くなった(P<0.05)。これは、LC区のTDN給与量が他の3区より低かったためであろうと考えられる。また、代謝体重当たりのCP摂取量は蛋白質補給飼料を給与したHFMおよびHSBM区が他の2区より有意に高く、HC区はTDN給与量を低く設定したLC区より有意に高くなった。CP摂取量の少ないHC区の日増体重がCP摂取量の多いHFM区と比較して差がなかったことから、LC区の日増体量がHC区より低くなったのは摂取TDN量が少なかったことが原因であると考えられる。FLUHARTY et al. (1994)は、コーンサイレージを給与した去勢牛(平均体重237kg)に大豆粕と血紛を添加した時の供試牛の日増体量を測定した。その結果、第一胃内非分解性である血紛を給与すると、第一胃内分解性である大豆粕を給与するより日増体量は増加すると報告している。このことは、本試験でFM区の日増体量がSBM区より高かったことと一致する。HCおよびHSBM区の間にTDN摂取量の差はなく、CP摂取量はHSBM区がHC区よ

表6 コーンサイレージ給与下で蛋白質補給飼料給与時の窒素(N)出納

	試 験 区			
	HC	LC	HFM	HSBM
糞中N排泄量	34±4	34±7	43±6	42±5
尿中N排泄量	12±2	14±2	20±3	21±2
総N排泄量	46±5	48±8	63±4	63±6
N摂取量	101±3 <sup>b</sup>	81±3 <sup>c</sup>	145±8 <sup>a</sup>	144±4 <sup>a</sup>
N蓄積量	55±8 <sup>ab</sup>	33±8 <sup>b</sup>	82±12 <sup>a</sup>	82±9 <sup>a</sup>

HC: 高エネルギー・対照区, LC: 低エネルギー・対照区  
 HFM: 高エネルギー・魚粕区, HSBM: 高エネルギー・大豆粕区  
 平均値±標準誤差で示した(g/頭・日)  
 a, b, c: 異符号間で有意差あり(P<0.05)

り有意に高かったが、HSBM 区の日増体量が HFM 区より低い傾向であったことは、後述するように EAA のうち MET 濃度が低いと考えられた。

表 4 に血漿 FAA 濃度を示した。EAA は HSBM 区で HC および LC 区よりも有意に増加し、HFM 区は HC および LC 区よりも増加する傾向があった。NEAA は各区で有意差はなく、TAA は HFM および HSBM 区で HC および LC 区よりも増加する傾向があった。そのため EAA/NEAA 比は、HSBM 区が HC および LC 区よりも有意に増加し ( $P < 0.05$ )、HFM 区が HC および LC 区よりも増加する傾向があった。また GLY/BCAA 比は HFM および HSBM 区で HC および LC 区より低くなる傾向があった。このことから、魚粕または大豆粕の給与により血漿 FAA 濃度が増加し、蛋白質栄養が改善されることが明らかとなった。

さらに、MET 濃度が HFM 区で HC、LC および HSBM 区より有意に増加した ( $P < 0.05$ )。このことは、魚粕給与により制限アミノ酸とされている MET 濃度が増加することを示している。血漿 UREA 濃度は 1 日を通して HFM および HSBM 区が HC および LC 区より有意に高かった ( $P < 0.05$ )。これも試験 1 と同様、過剰なアミノ酸が脱アミノ反応により尿素に変換されているものと考えられる。

表 6 に窒素出納を示した。窒素摂取量は蛋白質補給飼料を給与した HFM および HSBM 区が HC および LC 区より有意に高く、HC 区は LC 区より有意に高くなった ( $P < 0.05$ )。一方、尿中の窒素量は HC および LC 区が HFM および HSBM 区より低い傾向にあったが、糞中の窒素量および総窒素排泄量は飼料間で差はなかった。その結果、窒素蓄積量は HFM および HSBM 区が HC 区より高い傾向があり、LC 区より有意に高くなった ( $P < 0.05$ )。サフォーク種去勢ヒツジに稲わらとともに魚粕または大豆粕を給与すると窒素蓄積量が給与していない区より増加することが報告されており、本試験の結果はこの試験と一致した (松岡

ら; 1988)。このことは、血漿 FAA の結果と同様に、HFM および HSBM 区で蛋白質栄養が改善されていることを示している。

表 5 に GHAUC、血漿 IGF-I、グルコースおよび NEFA 濃度の結果を示した。GHAUC は、LC 区が他の 3 区より高い傾向があった。KUNG et al. (1984) は、低蛋白質飼料 (CP 11%) を給与したホルスタイン種乳牛は高蛋白質飼料 (CP 17%) を給与した乳牛より血漿 GH 濃度が有意に高くなったことを報告しているが、同様な蛋白質レベルを給与した本試験では高い傾向が認められたものの有意ではなかった。このことは、牛乳を生産し蛋白質栄養が悪化している乳牛に対して、肥育牛同様、育成牛の LC 区でも蛋白質栄養は満たされており、他の区との差が小さかったことが考えられる。血漿 IGF-I 濃度は HFM 区が有意に高く、HC および LC 区が有意に低くなった ( $P < 0.05$ )。COHICK et al. (1989) や DAVIS et al. (1987) は、泌乳牛の静脈内に GH を投与すると血漿 IGF-I 濃度が上昇すると報告した。また、FROESH et al. (1985) は血漿 IGF-I 濃度は GH 濃度に依存しており、血漿 GH 濃度が増加すると血漿 IGF-I 濃度が上昇すると報告している。しかしながら、本試験では血漿 GH 濃度の変化は認められず、GH 濃度を介して血漿 IGF-I 濃度を変化させるに至らなかったと思われる。PELL et al. (1993) は、ヒツジに CP 12% と 20% の飼料を与えて血漿 IGF-I 濃度と増体量を測定した。その結果、血漿 IGF-I 濃度は、CP 12% の区が CP 20% の区より有意に低下したことを報告した。このことから、蛋白質栄養が悪化すると GH 濃度を介さずに血漿 IGF-I 濃度が減少し、増体量も減少すると考えられる。本試験においても、TDN 摂取量の低い LC 区の血漿 IGF-I 濃度が有意に低く、増体量が低くなる傾向がみられた。血漿グルコース濃度、血漿 NEFA 濃度はそれぞれの区で差はみられなかった。

表 7 に GRF 負荷前後にお血漿 GH 濃度から算出した GHAUC、血漿グルコースおよび NEFA 濃度を示

表 7 供試牛への蛋白質補給飼料給与時の GRF 負荷に対する GHAUC、血漿グルコース、NEFA 濃度

	GHAUC		グルコース濃度 (mg/dl)		NEFA 濃度 (mEq/l)		
	基礎	負荷後	負荷前	負荷後	負荷前	負荷後	
	(ng/ml · 20 min)	(ng/ml · 120 min)					
試験 2	HC	224.7	2386.1	96.9 ± 4.4	99.8 ± 2.8	29 ± 2	38 ± 3
	LC	272.0	2421.4	90.6 ± 2.1	92.2 ± 1.6	58 ± 6	66 ± 5
	HFM	241.2	2354.7	103.2 ± 4.3	107.5 ± 2.0	32 ± 4	37 ± 3
	HSBM	213.1	2410.6	94.0 ± 3.9	102.3 ± 3.3	29 ± 2	31 ± 2

C : 対照区, FM : 魚粕区, SBM : 大豆粕区, HC : 高エネルギー・対照区, LC : 低エネルギー・対照区  
 HFM : 高エネルギー・魚粕区, HSBM : 高エネルギー・大豆粕区  
 基礎 AUC : GRF 負荷前 20 分 ~ 0 分の AUC, 負荷 AUC : GRF 負荷後 0 ~ 120 分の AUC  
 平均値 ± 標準誤差で表した

した。各区で GRF 負荷により血漿 GH 濃度は有意に上昇したが、負荷前後の AUC は飼料間で差はなかった。GRF 負荷前後の血漿グルコースおよび NEFA 濃度は負荷後わずかに増加する傾向があったが、有意な差ではなかった。また、飼料間に差は認められなかった。以上の結果より、GRF 負荷による GH 分泌能、血漿グルコースおよび NEFA 濃度は、今回の蛋白質栄養の変化では変化しないことが明らかになった。また、生理食塩水負荷によって GHAUC、血漿グルコースおよび NEFA 濃度に変動は認められなかった。

以上、大豆粕または魚粕の給与によって蛋白質栄養が改善され、GH 濃度の変化を介さずに IGF-I 濃度の上昇をもたらしていることが明らかとなった。しかしながら、蛋白質要求量を満たしている今回の試験では、蛋白質補給による効果が薄いことを示している。しかも、その効果は肥育牛よりも育成牛の方が強く、これは肥育牛では成長ステージがすでに蛋白質蓄積よりも脂肪蓄積に回っているためであろうと推察された。

## 謝 辞

本試験を行なうにあたり、oGH、oGH 抗体、IGF-I 抗体を贈与していただいたアメリカの National Institute of Diabetes and Digestive and Kidney Diseases (NIDDK) ならびに Harbor-UCLA の Dr.Parlow に感謝の意を表す。

## 文 献

阿部 又信, 淡井 仁志, 入来 常德 (1975) 尿素または大豆粕を窒素源とする精製飼料を稲わらとともに給与中の牛の第一胃内性状および血漿遊離アミノ酸. 日畜会報, 46: 621-629.

BAUMAN, D. E., and W. B. CURRIE, (1980) Partitioning of nutrients during pregnancy and lactation: A review of mechanism involving homeostasis and homeorhesis. *J. Dairy Sci.*, 63: 1514-1529.

BREIER, B. H., J. J. BASS, J. H. BUTLER and P. D. GLUCKMAN, (1986) The somatotrophic axis in young steers: Influence of nutritional status on pulsatile release of growth hormone and circulating concentrations of insulin-like growth factor I. *J. Endocrinol.*, 111: 209-215.

COHICK, W. S., K. PLAUT, S. J. SECHEN and D. E. BAUMAN, (1989) Temporal pattern of insulin-like growth factor-I response to exogenous bovine somatotropin in lactating cows. *Domest. Anim. Endocrinol.*, 6: 263-274.

DAVIS, S. L., (1972) Plasma levels of prolactin, growth hormone, and insulin in sheep following the infusion of arginine, leucine and phenylalanine. *Endocrinology*, 91: 549-555.

DAUGHADAY, W. H., I. K. MARIZ and S. L. BLETHEN, (1980) Inhibition of access of bound somatomedin to membrane receptor and immunobinding sites: A comparison of radioreceptor and radioimmunoassay of somatomedin in native and acid-ethanol-extracted serum. *J. Clin. Endocrinol. Metab.*, 51: 781-788.

DRIVER, P. M. and J. M. FORBES, (1981) Episodic growth hormone secretion in sheep in relation to time of feeding, spontaneous meals and short term fasting. *J. Physiol.*, 317: 413-424.

FLUHARTY, F. L., S. C. LOERCH and F. E. SMITH, (1994) Effects of density and protein source on diet digestibility and performance of calves after arrival at the feedlot. *J. Anim. Sci.*, 72: 1616-1622.

FROESH, E. R., C. SCHMID, J. SCHWANDER and J. ZAPF, (1985) Actions of insulin-like growth factors. *Ann. Rev. Physiol.*, 47: 443-467.

浜田 龍男, 新林 恒一 (1987) 血漿遊離アミノ酸パターンは泌乳牛の蛋白質栄養の有効な評価尺度になりうるか. 栄養生理研究会報. 31: 175-184.

HART, I. C., J. A. BINES, S. V. MORANT and J. L. RIDLEY, (1978) Endocrine control of energy metabolism in the cow: Comparison of the levels of hormones (prolactin, growth hormone, insulin and thyroxine) and metabolites in the plasma of high and low-yielding cattle at various stages of lactation. *J. Endocrinol.*, 77: 333-345.

HODATE, K., T. JOHKE, A. KAWABATA, H. FUSE, S. OHASHI, M. SHIRAKI and S. SAWANO, (1985) Influences of dose, age and sex on plasma growth hormone response in goats and sheep to synthetic human growth hormone-releasing factor. *Jpn. J. Zootech. Sci.*, 56: 41-48.

HOVE, K. and A. K. BLUM, (1973) Plasma insulin and growth hormone in dairy cows; Diurnal variation and relation to food intake and plasma sugar and acetoacetate levels. *Acta Endocrinol.*, 73: 289-303.

KUNG, Jr. L., J. T. HUBER, W. G. BERGEN and D. PETITCLERC, (1984) Amino acids in plasma and duodenal digesta and plasma growth hormone in cows fed varying amounts of protein of differing degradability. *J. Dairy Sci.*, 67: 2519-2524.

農林水産省農林水産技術会議事務局編 (1987) 日本標準飼料成分表 (1987年度版). 中央畜産会. 東京.

MATSUNAGA, N., K. T. NAM, T. KUHARA, S. ODA, A. OHNEDA and Y. SASAKI, (1993) Inhibitory effect of volatile fatty acids on GRF-induced GH secretion

- in sheep. *Endocr. J.*, 40: 529-537.
- 松岡 栄, 松岡 豊, 藤田 裕 (1988) 蛋白質とエネルギー摂取量および蛋白資源の違いがメソ羊の尿素窒素成分の分布に与える影響. *日畜会報*. 59: 261-268.
- MOSELEY, W. M., G. R. ALANIZ, W. H. CLAFLIN and L. F. KLABILL, (1988) Food intake alters the serum growth hormone response to bovine growth hormone releasing factor in meal-fed holstein steers. *J. Endocrinol.*, 117: 253-259.
- PELL, J. M., J. C. SAUNDERS and R. S. GILMOUR, (1993) Differential regulation of transcription initiation from insulin-like growth factor-I (IGF-I) leader exons and of tissue IGF-I expression in response to changed growth hormone and nutritional status in sheep. *Endocrinology*, 132: 1797-1807.
- ROH, S. G., N. MATSUNAGA, S. HIDAKA and H. HIDARI, (1996) Characteristics of growth hormone secretion responsiveness to growth hormone-releasing peptide-2 (GHRP-2 or KP102) in calves. *Endocr. J.*, 43: 291-298.

## 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

河原 孝吉・鈴木 三義\*・池内 豊\*\*

社団法人北海道乳牛検定協会, 札幌市中央区 060

\* 帯広畜産大学, 帯広市 080

\*\* 農林水産省家畜改良センター, 福島県西郷村 961

### Relationship of Functional Longevity with Type Traits in Holsteins

Takayoshi KAWAHARA, Mitsuyoshi SUZUKI\* and Yutaka IKEUCHI\*\*

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

\* Obihiro University of Agriculture and Veterinary Medicine,  
Obihiro-shi 080

\*\* National Livestock Breeding Center, Nishigo-mura,  
Fukushima-ken 961

キーワード : 機能的長命性, 体型形質, 在群期間, 生産期間

Key words : functional longevity, type traits, herd life, productive life

#### 要 約

本分析では、牛群検定および牛群審査の記録を用いて、機能的長命性（産乳量の影響を除去した長命性）と表型的な体型形質値との関連性を調査するために50,332頭、遺伝的な体型形質値との関連性には47,067頭の各々初産雌牛記録を使用した。長命性に大きく影響する要因は産乳量であり、それと比較して体型形質の影響は小さなものであった。機能的長命性と比較的關係が認められた体型形質は、表型的ならびに遺伝的にも乳房および乳房に関する形質であった。乳房に関する形質の中で、乳房の深さは乳房と同程度の割合で機能的長命性の変動を説明し、それらは2次曲線的な関連性があった。体の大きさおよび肢蹄に関する形質では、回帰係数が統計学的に有意であったが、機能的長命性の変動を説明する割合は低かった。

#### 緒 言

乳牛の収益性を向上させるためには、高い産乳能力とある程度牛群に留まり生乳生産を続けることが重要である(河原ら, 1996)。このことから、産乳能力のみならず在群期間 (herd life) および生産期間 (productive life) のような長命性に関連する形質は、乳牛にとって経済的に価値のある形質といえる。産乳能力を遺伝的に改良する場合は、牛群検定の記録を使用して

初産分娩後からすぐに測定値が得られるため直接選抜が可能だが、長命性は雌牛が牛群から除籍されるまで判断できないため世代間隔が長くなり、加えて遺伝率が低く推定される傾向にあることから(HARRIS *et al.*, 1992; 河原ら, 1996; SHORT and LAWLOR, 1992), 長命性を若齢期に予測できる形質を特定し、間接的に選抜する試みがなされている。長命性と産乳能力の間には高いから中程度の正の遺伝相関が認められる(河原ら, 1996; SHORT and LAWLOR, 1992) ので、産乳能力の選抜によって間接的に長命性も改良されることが予測される。しかし、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といえる。このような酪農家にとって不本意な淘汰を示す形質としては、産乳能力の影響を除去した長命性、すなわち機能的長命性(functional longevity) と呼ばれる概念が欧米の研究で用いられている(BURKE and FUNK, 1993; DUCROCQ *et al.*, 1988; HARRIS *et al.*, 1992)。さらに、体型形質は、牛群審査の普及により初産期の段階で測定可能な形質であり、機能的長命性との関係が明らかになれば、より早い時期にこれらの体型形質を利用した選抜淘汰が可能になる。しかしながら、わが国におけるホルスタイン集団の機能的長命性と体型形質との関連性を扱った報告は少ない。本研究の目的は、機能的長命性と体型形質と

の関連性を調査し、体型形質の利用価値について検討することである。

材料および方法

分析には、1993年秋の乳用牛遺伝評価のために農林水産省家畜改良センターで集積された記録を使用した。初めに表型的な体型形質値と機能的長命性の関連性を調査するために、牛群検定および牛群審査記録を用いて、河原ら(1996)の報告と同様に記録を編集し、雌牛50,332頭の初産時における体型と産乳記録および72ヵ月齢で区切られた長命性に関する記録(データセットIと呼ぶ)を得た。ただし、乳タンパク質量の欠測値を持つ個体でも分析に使用したため、前報よりも記録数が多くなっている。次に、遺伝的な体型形質値との関連性の調査には、これらの雌牛の内、家畜改良センターで体型形質の育種価が推定されている47,067頭の記録(データセットIIと呼ぶ)を使用した。分析では、まず長命性に大きな影響を及ぼす産乳量の要因を除去する目的で基本となるモデルを作成した。

$$y_{ij} = \mu + HY_i + b_A A_{ij} + b_{M1}(M_{ij} - \bar{M}_i) + b_{M2}(M_{ij} - \bar{M}_i)^2 + b_{F1}(F_{ij} - \bar{F}_i) + b_{F2}(F_{ij} - \bar{F}_i)^2 + e_{ij}$$

ここで、 $y_{ij}$ は河原ら(1996)が示した長命性に関連する生産期間72、生産期間72(305)および在群期間72の3形質である。生産期間72は、72ヵ月齢の時点で在群していれば72ヵ月齢まで、除籍されていけば除籍日までのすべての乳期の搾乳日数を合計した値である。ただし、生産期間72(305)は、各乳期において305日以上搾乳日数がある場合、その日数を305日とし合計した値である。在群期間72は、72ヵ月齢の時点で在群していれば初産分娩から72ヵ月齢まで、除籍されていけば初産分娩から除籍日までの月数を合計した値である。 $\mu$ は集団の平均である。 $HY_i$ はi番目の初産分娩した牛群年次サブクラスの効果であり、計算の過程で吸収された。 $A_{ij}$ は、i番目牛群年次におけるj番目個体の初産分娩月齢である。 $(M_{ij} - \bar{M}_i)$ はi番目牛群年次に属するj番目個体の成牛換算補正された初産乳量とi番目牛群年次の成牛換算補正された初産乳量の平均値との差(牛群偏差乳量)、同様に、 $(F_{ij} - \bar{F}_i)$ は

牛群偏差乳脂量である。 $b_A$ 、 $b_{M1}$ 、 $b_{M2}$ 、 $b_{F1}$ および $b_{F2}$ は各独立変数に対応する回帰係数を示す。 $e_{ij}$ は残差の効果を示す。次に、本分析では初産の産乳能力と初産分娩月齢の影響を除去した長命性を機能的長命性と定義し、機能的長命性に対する体型形質の線形および非線形的な関連性を調査するために、各体型形質の1次( $b_{k1}T_{ijk}$ )と2次( $b_{k1}T_{ijk} + b_{k2}T_{ijk}^2$ )の回帰式を上記の基本モデルに付加したモデルを作成した。ここで、 $T_{ijk}$ はi番目牛群年次に属するj番目個体の体型形質kの審査月齢・泌乳ステージ補正值(表型的な体型形質値)または育種価(遺伝的な体型形質値)、 $b_{k1}$ と $b_{k2}$ は体型形質kの一次と二次の回帰係数である。ここで使用した体型形質は、決定得点とそれを構成する体型4区分(一般外貌、乳用牛の特質、体積および乳器)、さらに14の線形式体型形質を加え、合計19の形質である。なお、牛群年次は表型的な関連性の調査に関して10,133、遺伝的な関連性を調査するために9,802のサブクラスに分類された。以上の分析にはSASのGLMを使用した(SAS/STAT ユーザーズガイド)。

結果および考察

本分析に使用した長命性の形質に関して、生産期間72、生産期間72(305)および在群期間72の3形質に限定した理由は、前報(河原ら, 1996)で示されたように72ヵ月齢の各形質の遺伝率が48と60ヵ月齢の形質と比較して高いことから長命性の遺伝的変異を多く説明できること、さらに48と60ヵ月齢の形質と比較し産乳および体型形質との遺伝相関が低い傾向にあるが、相関反応に大きな違いが認められるほどの傾向ではなかったからである。牛群年次の効果、初産分娩月齢の1次回帰係数および成牛換算補正された牛群偏差乳量と乳脂量の1次と2次の回帰係数の各々の値は、長命性に関連する3形質に対してすべて1%水準の有意な影響が認められた(表1)。初産分娩月齢の1次回帰係数は負の値が推定されたことから、長命性に関連する3形質は初産分娩月齢が低い個体ほど上昇する傾向にある。成牛換算補正された牛群偏差乳量と牛群偏差乳脂量の標準偏差は、各々1,172 kgおよび44 kgであった。牛群偏差乳量に対する生産期間72、生産期間

表1 初産分娩月齢、牛群偏差乳量および牛群偏差乳脂量に対する生産期間72、生産期間72(305)および在群期間72の1次と2次の回帰係数<sup>1,2)</sup>(データセットI, 50,332記録を使用)

形 質	生産期間72(日)		生産期間72(305)(日)		在群期間72(月)	
	1次	2次	1次	2次	1次	2次
初産分娩月齢	-17.505		-17.688		-0.716	
牛群偏差乳量	0.028	-0.459×10 <sup>-5</sup>	0.011	-0.477×10 <sup>-5</sup>	0.789×10 <sup>-3</sup>	-0.163×10 <sup>-6</sup>
牛群偏差乳脂量	0.863	-0.496×10 <sup>-2</sup>	0.702	-0.516×10 <sup>-2</sup>	0.031	-0.187×10 <sup>-3</sup>

- 1) 牛群・年次、初産分娩月齢、牛群偏差乳量および牛群偏差乳脂量に対する生産期間72、生産期間72(305)および在群期間72の各モデルの決定係数は、各々33.28、30.61および30.82%である。
- 2) 回帰係数は、すべて統計学的に有意(P<0.01)を示した。

72 (305) および在群期間 72 の 2 次曲線的関係は、牛群偏差乳量が各々 3,050, 1,153 および 2,420 kg で最大値 (変曲点) を示すことから、標準偏差の範囲において牛群偏差乳量の上昇にともない長命性の上昇傾向が認められた。さらに、牛群偏差乳脂量に対する生産期間 72、生産期間 72 (305) および在群期間 72 の 2 次曲線的関係は、牛群偏差乳脂量が各々 87, 68 および 83 kg で最大値を示すことから、牛群偏差乳量と同様な傾向が認められた。産乳能力が高い個体ほど在群期間および生産期間が長くなる傾向は、北米地域の乳牛集団を用いて報告された結果と一致している (BURKE and FUNK, 1993; DEKKERS *et al.*, 1994)。長命性に関連する 3 形質の変動は、基本モデルに含めた要因により、決定係数で約 31 から 34% を説明できることが判明した (表 1 から 3)。BURKE and FUNK (1993) は、牛群年次のサブクラスではなく牛群の効果を考慮することにより類似したモデルによって在群期間の変動を 18% 説明できることを報告している。本分析の予備調査において、牛群の効果をこのモデルに加えた場合、同様にして約 18% の変動しか説明できないことを確認している。本分析では、より決定係数の高いモデルを設定するため牛群年次のサブクラスを採用した。

表 2 には、審査月齢と泌乳ステージで補正された各

体型形質に対する生産期間 72、生産期間 72 (305) および在群期間 72 の 1 次と 2 次の回帰係数を示した。これらの回帰係数は、産乳能力の影響を除去した場合の長命性、すなわち機能的長命性と表型的な体型記録との関係を説明している。また、 $R^2$  は、各体型形質をモデルに含めた場合の増加量 (Marginal  $R^2$ ) を示している。この決定係数の増加量は、すべての体型形質に関して 1% 以下であり、長命性の変動を説明する割合が産乳量と比較し、小さいことを示唆している。その中でも、乳器は、決定係数の増加量が 0.61 から 0.75% の範囲で機能的長命性の変動を説明する割合が高かった。線形形質の乳房に関連する形質では、乳房の深さにおいて決定係数の増加量が 0.55 から 0.63% の範囲で機能的長命性の変動を説明する割合がもっとも高く、有意 ( $P < 0.01$ ) な 2 次曲線の関連性が認められた。反対に後乳房の幅は、有意 ( $P < 0.01$ ) な回帰係数が得られたものの機能的長命性の変動を説明する割合が比較的 low だった。肢蹄に関連する形質では、後肢側望において有意 ( $P < 0.01$ ) な 2 次曲線の関係が認められたが、決定係数の増加量から機能的長命性の変動を説明する割合は低いものと推察される。蹄の角度は直線的回帰で有意性が認められなかったが、2 次回帰を付加することにより 1 次回帰係数が 5% 有意を示

表 2 初産時の各体型形質値 (審査月齢・泌乳ステージ補正済) に対する初産分娩月齢、牛群偏差乳量および牛群偏差乳脂量の影響を除去した生産期間 72、生産期間 72 (305) および在群期間 72 の 1 次と 2 次の回帰係数 (データセット I, 50,332 記録を使用)

形 質	生産期間72 (日)			生産期間72 (305) (日)			在群期間72 (月)		
	$R^2$	1次	2次	$R^2$	1次	2次	$R^2$	1次	2次
決定得点	0.30	15.63**		0.39	16.70**		0.45	0.735**	
一般外貌	0.19	9.72**		0.25	10.53**		0.32	-3.300*	0.023**
乳用牛の特質	0.11	8.44**		0.14	8.72**		0.28	0.410**	
体積	0.01	-0.93		0.01	0.56		0.00	0.062*	
乳器	0.61	18.01**		0.70	18.20**		0.75	0.768**	
高さ	0.01	-0.47		0.01	-0.13		0.00	0.010	
強さ	0.01	-0.78*		0.01	-0.30		0.00	0.005	
体の深さ	0.04	-2.10**		0.05	7.00* -0.18**		0.01	-0.041*	
鋭角性	0.05	2.38**		0.05	2.25**		0.07	0.116**	
尻の角度	0.04	13.06** -0.26**		0.06	13.84** -0.26**		0.05	0.571** -0.011**	
尻の幅	0.02	4.64 -0.11*		0.02	5.85* -0.12*		0.00	-0.001	
後肢側望	0.04	7.93** -0.18**		0.05	8.07** -0.18**		0.04	0.304** -0.007**	
蹄の角度	0.01	3.48* -0.07		0.02	3.94* -0.08*		0.01	0.159* -0.003	
前乳房の付着	0.28	4.73**		0.28	4.42**		0.29	0.184**	
後乳房の高さ	0.18	3.79**		0.17	3.40**		0.19	0.150**	
後乳房の幅	0.06	2.11**		0.07	2.21**		0.10	0.107**	
乳房の懸垂	0.20	9.38** -0.12**		0.21	9.93** -0.13**		0.20	0.361** -0.005*	
乳房の深さ	0.63	34.83** -0.60**		0.55	32.89** -0.58**		0.60	1.346** -0.024*	
乳頭の配置	0.12	9.05** -0.14**		0.12	9.03** -0.15**		0.14	0.369** -0.006*	

$R^2$ : 各体型形質を基本モデルに含めた場合の決定係数の増加量を示す。牛群・年次、初産分娩月齢、牛群偏差乳量および牛群偏差乳脂量に対する生産期間 72、生産期間 72 (305) および在群期間 72 の各基本モデルの決定係数は、各々 33.28, 30.61 および 30.82% である。

\*\* $p < 0.01$ , \* $p < 0.05$ , 直線および曲線ともに有意な回帰係数が認められた形質は、決定係数の増加量が多い方を示した。

した。体の大きさに関連する体積、高さ、強さ、体の深さ、尻の幅および尻の角度は、決定係数の増加量が小さいことから、回帰係数が有意であっても機能的長命性との関連性は低いものと推察される。すなわち、鈴木ら (1996) が考察しているように、ショウタイプに見られるような体の大きな乳牛は長命連産には有利とは言えないことを示唆している。また、決定得点は、一般外貌、乳用牛の特質、体積および乳器の各々に 3 : 2 : 2 : 3 の重み付けで合成した値である。これらの形質は上記の結果から機能的長命性の変動を 1% 以下しか説明できないが、決定得点の利用価値をわずかも高めようとするならば、乳器の重みを増やすことが考えられる。

次に、各体型形質の育種価に対する産乳能力の影響を除去した生産期間 72、生産期間 72 (305) および在群期間 72 の 1 次と 2 次の回帰係数を表 3 に示した。この回帰分析では、遺伝的な体型形質値に対する表型的な機能的長命性の関係を示しているが、これらの遺伝的成分と環境的成分が各々独立と仮定すれば、近似的ではあるが遺伝的関係を表している。機能的長命性との関連性をもっとも高い形質は、乳器 (決定係数の増加量で 0.55 から 0.45%) であり、しかも有意 ( $P < 0.01$ ) な直線的関係が回帰係数から認められた。乳房

の深さは、決定係数の増加量から乳器と同程度の割合で機能的長命性の変動を説明していることが示唆されるが、乳器と異なる点は表型値による関係と同様に育種価においても機能的長命性との間に 2 次曲線の関連性が認められることである。HARRIS *et al.* (1992)、河原ら (1996) および SHORT and LAWLOR (1992) によって長命性と乳房の深さとの遺伝相関が推定されているが、いずれも低い遺伝相関係数が推定されている。このことは、機能的長命性と乳房の深さとの間の 2 次曲線による関連性が起因しているものと推察される。また、このような 2 次曲線の関係は、北米地域の集団を扱った報告でも認められ (BURKE and FUNK, 1993; FOSTER *et al.*, 1989)、本分析と傾向が一致した。乳房の懸垂と乳頭の配置は、表型値では機能的長命性との間に有意 ( $P < 0.01$ ) な 2 次曲線の関係が認められたが、育種価では直線的関連があった。肢蹄に関連する形質では、蹄の角度において有意 ( $P < 0.01$ ) な 1 次回帰係数が推定されたが、決定係数の増加量はわずかに 0.01 から 0.02% の範囲にすぎなかった。後肢側望は、在群期間との間で有意 ( $P < 0.01$ ) な負の 1 次回帰係数が推定されたが、決定係数は 0.02% の増加量に過ぎなかった。体の深さは、生産期間 72 と生産期間 72 (305) との間に各々有意 ( $P < 0.01$ ) な 2 次曲線の

表 3. 各体型形質の育種価に対する初産分娩月齢、牛群偏差乳量および牛群偏差乳脂量の影響を除去した生産期間 72、生産期間 72(305)および在群期間 72 の 1 次と 2 次の回帰係数(データセット II, 47,067 記録を使用)

形 質	生産期間72 (日)			生産期間72 (305) (日)			在群期間72 (月)		
	R <sup>2</sup>	1次	2次	R <sup>2</sup>	1次	2次	R <sup>2</sup>	1次	2次
決定得点	0.20	48.85**		0.23	48.79**		0.34	2.372**	
一般外貌	0.15	36.77**		0.18	36.58**		0.25	1.797**	
乳用牛の特質	0.09	34.40**		0.17	32.06**		0.15	1.691**	
体積	0.00	-2.82		0.00	-0.53		0.01	0.232*	
乳器	0.45	106.87**		0.47	103.64**		0.55	4.527**	
高さ	0.01	-0.40	-0.43*	0.01	-0.01	-0.47*	0.01	0.038	
強さ	0.00	-2.05		0.01	-0.42	-1.91*	0.01	0.081	
体の深さ	0.05	-4.63**	-1.93**	0.06	-4.02**	-2.44**	0.02	-0.043	-0.063*
鋭角性	0.06	12.45**	-5.59*	0.16	10.95**	-6.07**	0.10	0.609**	-0.194*
尻の角度	0.00	-1.57		0.00	0.86		0.00	-0.029	
尻の幅	0.01	-3.33*		0.01	0.11	-1.87*	0.01	0.021	-0.068*
後肢側望	0.00	-2.27		0.00	-0.68		0.02	-0.148**	
蹄の角度	0.01	9.92**		0.01	9.96**		0.02	0.437**	
前乳房の付着	0.23	23.57**		0.23	21.97**		0.28	0.967**	
後乳房の高さ	0.18	18.99**		0.15	16.32**		0.18	0.729**	-0.128*
後乳房の幅	0.03	7.75**		0.05	7.50**	-2.43*	0.09	0.444**	
乳房の懸垂	0.20	22.49**		0.18	20.07**		0.18	0.799**	
乳房の深さ	0.44	23.70**	-3.72**	0.43	21.80**	-3.82**	0.42	0.873**	-0.142**
乳頭の配置	0.08	8.13**		0.09	8.32**		0.09	0.331**	

R<sup>2</sup>: 各体型形質を基本モデルに含めた場合の決定係数の増加量を示す。牛群・年次、初産分娩月齢、牛群偏差乳量および牛群偏差乳脂量に対する生産期間 72、生産期間 72 (305) および在群期間 72 の各基本モデルの決定係数は、各々 33.62、30.97 および 31.09% である。

\*\* $p < 0.01$ , \* $p < 0.05$ , 直線および曲線ともに有意な回帰係数が認められた形質は、決定係数の増加量が多い方を示した。

関係が認められ、決定係数の増加量が小さいながらも遺伝的に体の深い個体ほど生産期間が短縮される傾向を示唆した。

さらに、河原ら (1996) は連産性を説明できる形質として生産期間 72 (305) をあげているが、本分析において生産期間 72 (305) のみ特徴のある説明ができる体型形質は認められなかった。したがって、連産性と体型形質との関係を明らかにするには、体型の測定部位を再検討し、さらなる調査が必要であると推察された。一方、在群期間 72 は、決定得点、一般外貌および乳器の各表型値および育種価に対し、他の長命性の形質と比較して決定係数の増加量が大きいことが判明したが、その理由は明らかではない。

従来、酪農家が経験的に長命連産性と何らかの関連があると考えていた体型形質は、乳房と肢蹄であった。本研究の結果では、長命性に大きく影響する要因は産乳量であり、それと比較し体型形質の影響は小さなものであった。その中でも、機能的長命性と比較的関連があるのではないかと推察されるのは乳器および乳房に関連する形質であった。乳器および乳房に関連する形質については、酪農家の経験において予測されたとおりの結果が得られたと推察される。一方、肢蹄は、後肢側望において機能的長命性との間に表型的には 2 次曲線による有意な関連が認められたが蹄の角度ではこのような関連が認められなかった。遺伝的には、蹄の角度において直線的な有意の関係が認められたが、後肢側望では機能的長命性の形質によっては有意な関係が認められない場合もあった。蹄の角度は、機能的長命性との間に有意な遺伝的関連があったが、遺伝率が 0.05 と非常に低い (河原ら, 1996) ため、選抜形質としては望ましいものではないと推察される。以上のことから、産乳能力が高いにもかかわらず淘汰を実施せざるをえない個体を少なくするためには、体型形質を利用する場合、乳房または乳器の改良について検討が必要ではないかと考察される。この場合、もっとも選抜形質として価値のある形質は乳器であるが、遺伝率が比較的低いこと (河原ら, 1996)、またわが国は種雄牛の多くを北米の遺伝資源に依存しているが米国では乳器の遺伝評価値が公表されていないため、このような導入育種の体制下では乳房に関連する線形形質を合成して選抜指数式を作成する方法が現実の酪農産業に役立つかもしれない (鈴木ら, 1996)。本分析は、機能的長命性という観点から体型形質の利用価値を明ら

かにした点で、今後、体型の遺伝的改良に指針を与えるものとして意義のある研究であったと推察される。

本稿は、農林水産省の「総合的遺伝評価のための基礎情報整備事業」より助成を受けた研究成果の一部である。また、家畜改良事業団および日本ホルスタイン登録協会には、記録の提供にあたり多大なる便宜を受けた。

## 文 献

- BURKE, B. P. and D. FUNK (1993) Relationship of linear type traits and herd life under different management systems. *J. Dairy Sci.*, **76**: 2773-2782.
- 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.
- DUCROCQ, V., R. L. QUAAS, E. L. POLLAK and G. CASELLA (1988) Length of productive life of dairy cows. 1. Justification of a Weibull model. *J. Dairy Sci.*, **71**: 3061-3070.
- FOSTER, W. W., A. E. FREEMAN, P. L. BERGER and A. KUCK (1989) Association of type traits scored linearly with production and herd life of Holsteins. *J. Dairy Sci.*, **72**: 2651-2664.
- HARRIS, B. L., A. E. FREEMAN and E. METZGER (1992) Analysis of herd life in Guernsey dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, **75**: 2008-2016.
- 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.
- SAS/STAT ユーザーズガイド (1990) 569-666. SAS 出版局. 東京.
- 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.
- 鈴木三義・井上嘉明・河原孝吉・池内 豊 (1996) 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.

エゾシカ (*Cervus nippon yesoensis*) 卵母細胞の回収および体外成熟

黒崎 達也・亀山 祐一・石島 芳郎  
東京農業大学生物産業学部, 網走市 099-24

Recovery and *in vitro* maturation of Yeso sika deer (*Cervus nippon yesoensis*).

Tatsuya KUROSAKI, Yuichi KAMEYAMA and Yoshiro ISHIJIMA

Laboratory of Animal Resources, Faculty of Bioindustry,  
Tokyo University of Agriculture 196 Yasaka, Abashiri-shi 099-24

キーワード: エゾシカ, 卵母細胞, 体外成熟

Key words: yeso sika deer, oocyte, *in vitro* maturation

## 要 約

エゾシカの体外受精法確立の一貫として卵母細胞の回収と体外成熟を試みた。繁殖期の終了した妊娠中のエゾシカから卵胞穿刺法と卵巣細切法を併用して卵母細胞を回収したところ、卵胞穿刺法では平均7.5個、卵巣細切法では平均12.1個の卵母細胞が回収された。このうち、卵丘細胞が比較的厚く緊密に付着した卵母細胞(A~B型)は、平均7.8個(卵胞穿刺法:5.4個、卵巣細切法:2.4個)であった。回収した卵母細胞の一部を用い、回収直後の核相を判定した。卵母細胞は回収法と形態にかかわらずほぼすべてが卵核胞期であり、成熟分裂の再開は認められなかった。卵胞穿刺法で回収したA~B型の卵母細胞は、10%のFCSを添加したTCM-199で24時間培養すると約50%が成熟した。

## 緒 言

近年、諸外国における養鹿産業の進展にともない、わが国でもニホンジカ(*Cervus nippon*)の飼育が各地で試みられている。しかし、わが国の養鹿は海外の情報をもとに篤志家が先行している状態で、繁殖を含めた生産技術の体系化が急がれる。受精卵移植はシカの繁殖生理を知るために有用な手法であり、現在までにアカシカ(BERG *et al.*, 1995)、ダマシカ(JABBOUR *et al.*, 1994; MORROW *et al.*, 1994; McMILLAN and HALL, 1994)などで報告されている。しかし、シカはウシよりも体格が小さいため、いずれも外科的に受精卵を回収している。したがって、受精卵の生産は肉牛と同様に体外受精が有効と思われるが、シカ類の体外受精についてはアカシカ(FUKUI *et al.*, 1991)の報告

しかみられない。また、養鹿の対象種としては体格の大きなエゾシカが好適と思われる。しかし、野生エゾシカの繁殖生理は出産期が5月下旬から7月下旬、ニホンジカの推定妊娠期間(226~233日)から逆算した交尾期が10月下旬から11月上旬であることが知られているにすぎない(梶, 1988)。そこで、本研究ではエゾシカ(*Cervus nippon yesoensis*)の体外受精法確立の一貫として卵母細胞の回収と体外成熟を試みた。

## 材料および方法

1995年および1996年の1月6日~15日に狩猟で捕殺した妊娠雌から子宮ごと卵巣を摘出し、捕殺後24時間以内に保冷した状態で研究室に搬入した。卵巣は黄体のないものおよび小型の黄体を有するものを選び、23頭から摘出した24個を使用した。卵巣は卵母細胞の回収前に37℃のPBS(-)で3回、PBS(+)で2回洗浄した。卵母細胞の回収はPBS(+)を用い、卵胞穿刺法と卵巣細切法を併用して行った。卵胞穿刺法は注射針(27G×3/4)で可視卵胞の内容物をかき出し、PBS(+)中に遊離した卵母細胞を回収した。卵巣細切法は、卵胞穿刺法による回収後に行った。卵巣はPBS(+)中で、カミソリを用いて約1mm角に細切し、金属メッシュ(目の開き:500μm)で組織片を除去した後に卵母細胞を回収した。

回収した卵母細胞は、A型:卵丘細胞が厚く緊密に付着しているもの、B型:卵丘細胞の付着の程度がA型よりも劣るものと部分的欠損の見られるもの、C型:卵丘細胞が部分的にしか付着していないもの、D型:卵丘細胞がまったく付着していないもの、細胞質変性:形態的・色彩的に異常なものに分類し、それぞれの卵母細胞数を算定した。

成熟培養は炭酸水素ナトリウム:26.2mM, HEPES:25mM, 乳酸カルシウム:2.9mM, グル

表1 エゾシカから回収した卵母細胞の形態的分類

平均±S.E.

卵母細胞の回収法	供試頭数	供試卵巣数	穿刺卵胞数	回収卵母細胞数	卵母細胞の形態的分類*				細胞質変性
					A	B	C	D	
卵胞穿刺	23	24	9.9 ±1.01	7.5 ±0.86	3.1 ±0.62	2.3 ±0.46	0.7 ±0.15	0.5 ±0.18	0.9 ±0.28
卵巣細切**	23	24		12.1 ±1.68	0.7 ±0.34	1.7 ±0.66	1.5 ±0.34	2.3 ±0.47	5.9 ±1.00

\* A：卵丘細胞が厚く緊密に付着しているもの  
 B：卵丘細胞の付着の程度がA型より劣るものと部分的欠損が見られるもの  
 C：卵丘細胞が部分的にしか付着していないもの  
 D：卵丘細胞が全く付着していないもの  
 細胞質変性：形態的、色彩的に異常なもの

\*\* 卵胞穿刺後に実施

コース：3.1 mM, ビルビン酸ナトリウム：0.1 mM, PMS：10 IU/ml, hCG：10 IU/ml, E<sub>2</sub>：1 μg/ml, 硫酸ストレプトマイシン：50 μg/ml, ペニシリンGカリウム：100 IU/ml, 硫酸ジベカシン：0.1 mg 力価/ml および FCS：10% を添加した TCM-199 (日水製薬, pH 7.4) を用い, 微小滴培養で実施した. 卵母細胞は A 型および B 型 (以下 A~B 型) と C 型および D 型 (以下 C~D 型) の 2 つの区に分け, 1~15 個ずつ 100 μl の培地に入れて温度 39℃, 炭酸ガス 5%, 空気 95%, 湿度 100% の条件で 24 時間培養した.

回収直後および培養の終了した卵母細胞は卵丘細胞を除去し, ホールマウント標本を作製した. 標本はカルノア液で 48 時間固定し, 1% 酢酸オルセインで染色して核相を判定した. また, 第二成熟分裂中期に達した卵母細胞を成熟したものとした.

### 結果および考察

エゾシカ卵母細胞の回収成績を表 1 に示した. 供試した卵巣は平均 9.9 個の卵胞が認められ, 卵胞穿刺法で平均 7.5 個 (75.8%) の卵母細胞が回収できた. 回収卵母細胞の内訳は A 型：3.1 個 (41.3%), B 型：2.3 個 (30.7%), C 型：0.7 個 (9.3%), D 型：0.5 個 (6.7%), 細胞質変性：0.9 個 (12.0%) であった. 一方, 卵巣細切法による回収卵母細胞は平均 12.1 個であり, その内訳は A 型：0.7 個 (5.8%), B 型：1.7 個 (14.1%), C 型：1.5 個 (12.4%), D 型：2.3 個 (19.0%), 細胞質変性：5.9 個 (48.8%) であった. IWASAKI ら (1987) は卵胞吸引法と本実験に類似した卵巣細切法を用い, ウシ卵巣からそれぞれ 9.4 個および 13.0 個の卵母細胞を回収している. 本実験の回収卵

母細胞数はこの報告とほぼ等しかったが, 細胞質変性を示す卵母細胞が多くを占めた.

回収した卵母細胞を A~B 型, C~D 型に分類し, 回収直後における核相を観察した (表 2). 検査した卵母細胞は異常の 1 個を除きすべてが卵核胞期 (GV 期) であり (卵胞穿刺法-A~B 型：43/43, 卵胞穿刺法-C~D 型：7/8, 卵巣細切法-A~B 型：19/19, 卵巣細切法-C~D 型：31/31), 成熟分裂の再開は認められなかった. しかし, GV 期の卵母細胞の一部 (卵胞穿刺法-A~B 型：4/43, C~D 型：0/8, 卵巣細切法-A~B 型：8/19, C~D 型：13/31) には, 卵核胞以外の腔胞様の構造が観察された. 本実験に供試した個体は非繁殖期の妊娠雌であること, 多くの場合は捕殺の翌日に卵母細胞の回収を行っていることから, この構造は卵胞の閉鎖あるいは卵巣の保存状態に起因する可能性が考えられた.

エゾシカ卵母細胞の培養 24 時間における核相の観察を行った (表 3). 卵胞穿刺法で回収した A~B 型の卵母細胞は 86.4% (51/59) が成熟分裂を再開し, このうち 50.8% (30/59) が成熟した. 卵胞穿刺法で回収した C~D 型の卵母細胞のうち 61.5% (8/13) が成熟分裂を再開し, 15.4% (2/13) が成熟した. A~B 型の卵母細胞の成熟率は, C~D 型の卵母細胞よりも有意に高かった (P < 0.05). 一方, 卵巣細切法で回収した卵母細胞は成熟分裂再開の割合が低く (A~B 型：26.7%, C~D 型：24.3%), 成熟率も低い値であった (A~B 型：0%, C~D 型：5.4%). このように成熟率は卵胞穿刺法の A~B 型以外はいずれも低い値となり, ミンクにおける知見 (KAMEYAMA *et al.*, 1994) と同様であった. また, 成熟分裂を再開した卵母細胞の一部 (卵胞穿刺-A~B 型：14/51, C~D 型：1/8, 卵巣細切-A~B 型：1/4, 卵巣細切-C~D 型：0/9) には染色体のやや散在したものが観察され, 紡錘糸または中心体の異常が疑われた.

FUKUI ら (1991) はアカシカの卵母細胞を 20~24 時間培養し, 70% 程度の成熟率を得ている. この成熟率は本実験の卵胞穿刺法の A~B 型よりも 20% 程度高い値であるが, 同氏らは卵巣を屠殺直後に摘出し,

表 2 エゾシカ卵母細胞の回収直後における核相

回収方法	卵母細胞の形態	判定卵母細胞数	卵母細胞の核相 (%)	
			GV*	異常
卵胞穿刺	A~B	43	43 (100)	0
	C~D	8	7 (87.5)	1 (12.5)
卵巣細切	A~B	19	19 (100)	0
	C~D	31	31 (100)	0

\* GV：卵核胞期

表3 エゾシカから回収した卵母細胞の培養24時間における核相

回収方法	卵母細胞の形態	供試卵母細胞数	卵母細胞の核相* (%)				
			GV	Meta I	Telo I	Meta II	退行
卵胞穿刺	A~B	59	6 (10.2)	20 (33.9)	1 (1.7)	30 (50.8)	2 (3.4)
	C~D	13	3 (23.1)	6 (46.2)	0	2 (15.4)	2 (15.4)
卵巣細切	A~B	15	9 (60.0)	4 (26.7)	0	0	2 (13.3)
	C~D	37	24 (64.9)	7 (18.9)	0	2 (5.4)	4 (10.8)

\* GV: 卵核胞期, Meta I: 第一成熟分裂中期, Telo I: 第一成熟分裂終期, Meta II: 第二成熟分裂中期

30~35℃に保温して2時間以内に研究室に搬入している。これに対して本実験は必ずしも一定条件ではないが厳冬期に妊娠雌の卵巣を摘出し、死亡後長時間経過してから卵母細胞の回収を行っている。ウシでは卵巣の保存温度や保存時間が体外成熟率や体外受精率に影響を及ぼすことが報告されており (FUKUI *et al.*, 1982; 安部および塩谷, 1996), エゾシカにおいても良好な条件のもとで卵母細胞の回収を行えば, 卵母細胞の体外成熟率が向上すると期待された。

以上の結果より, 繁殖期の終了した妊娠中のエゾシカから卵胞穿刺法で回収したA~B型の卵母細胞は, 10%のFCSを添加したTCM-199で24時間培養すると約50%が成熟することが明らかとなった。

## 文 献

- 安部茂樹・塩谷康生 (1996) ウシ卵巣の生理食塩水中での保存温度および保存時間がウシ体外受精胚発生に及ぼす影響。日畜会報, **67**: 633-638.
- BERG, D. K., J. G. THOMPSON, P. A. PUGH, H. R. TERVIT and G. W. ASHER (1995) Successful *in vitro* culture of early cleavage stage embryos recovered from superovulated red deer (*Cervus elaphus*). *Theriogenology*, **44**: 247-254.
- FENNESSY, P. F., G. W. ASHER, N. S. BEATSON, T. E. DIXON, J. W. HUNTER and M. J. BRINGANS (1994) Embryo transfer in deer. *Theriogenology*, **41**: 133-138.
- FUKUI, Y., A. MIYAMOTO and H. ONO (1982) *In vitro* maturation of bovine follicular oocytes stored at various temperatures before culture. *Jap. J. Fert. Ster.*, **27**: 514-519.
- FUKUI, Y., L. T. MCGOWAN, R. W. JAMES, G. W. ASHER and H. R. TERVIT (1991) Effects of culture duration and time of gonadotropin addition on *in vitro* maturation and fertilization of red deer (*Cervus elaphus*) oocytes. *Theriogenology*, **35**: 499-512.
- IWASAKI, S., T. KONO, T. NAKAHARA, Y. SHIOYA, M. FUKUSHIMA and A. HANADA (1987) New methods for the recovery of oocytes from bovine ovarian tissue in relation to *in vitro* maturation and fertilization. *Jpn. J. Anim. Reprod.*, **33**: 188-192.
- JABBOUR, H. N., V. S. MARSHALL, C. M. ARGO, J. HOOTON and A. S. I. LOUDON (1994) Successful embryo transfer following artificial insemination of superovulated fallow deer (*Dama dama*). *Reprod. Fertil. Dev.*, **6**: 181-185.
- KAMEYAMA, Y., H. TAKEDA, R. HASHIZUME and Y. ISHIJIMA (1994) Recovery and *in vitro* maturation of mink oocytes at pelting period. *Jour. Agri. Sci., Tokyo Nogyo Daigaku*, **38**: 268-274.
- MCMILLAN, W. H. and D. R. H. HALL (1994) Laparoscopic transfer of ovine and cervine embryos using the transpic technique. *Theriogenology*, **42**: 137-146.
- MORROW, C. J., G. W. ASHER, D. K. BERG, H. R. TERVIT, P. A. PUGH, W. H. MCMILLAN, S. BEAUMONT, D. R. H. HALL and A. C. S. BELL (1994) Embryo transfer in fallow deer (*Dama dama*): superovulation, embryo recovery and laparoscopic transfer of fresh and cryopreserved embryos. *Theriogenology*, **42**: 579-590.
- 梶 光一 (1988) エゾシカ。知床の動物 (大泰司紀之・中川元編著), 155-180, 北海道大学図書刊行会, 札幌。

## ウシの精液検査における精子運動能自動解析装置の応用

李 玉田・小山 久一・渡辺 展子・向井 直樹・平尾 和義  
酪農学園大学, 江別市, 069

## Application of Sperm motility analyzer to Bull semen analysis.

Yutian LI, Hisaichi KOYAMA, Hiroko WATANABE, Naoki MUKAI and Kazuyoshi HIRAO

Rakuno Gakuen University, Ebetsu, 069

キーワード: ウシ精子, 精子運動能解析, 自動解析装置

Key words: bull spermatozoa, sperm motile analysis, computerized semen analysis

## 要 約

ウシ精液の精子濃度, 精子生存率および前進運動精子率を検査する方法として, 精子運動能自動解析装置 (HTM-IVOS, Ver.10.6, Hamilton-Thorne Research) を応用するため, ウシ精液に適したセットアップ・パラメーター値およびマクラー精子分析カウントチェンバーの使用条件を検討し, 従来のウシの精液検査との比較を試みた。その結果, セットアップ・パラメーター値は, 画面の照明輝度 2350, 画面背景輝度に対する最小コントラストは 80, 最小セルサイズは 6, 精子以外の物体を識別する静止物体のサイズ限度, 輝度限度および伸長限度はそれぞれ 0.7~2.0, 0.3~1.6 および 15~70, 精子の運動速度を分類する中速度精子上限値および中速度精子下限値は 90  $\mu\text{m/s}$  と 50  $\mu\text{m/s}$  であった。マクラー精子分析カウントチェンバーへの滴下精液量は 10~20  $\mu\text{l}$  とし, 精液滴下後 3 分間以内に解析すると, 安定した精子濃度および精子生存率が得られた。一方, 精子運動能自動解析装置で算定した精子濃度および精子生存率とウシ精液の顕微鏡検査で算定した精子濃度 (トーマ氏血球計算盤法) および精子生存率 (エオシン・ニグロシン染色法) ならびに精子運動能自動解析装置で算定した前進運動精子率と顕微鏡検査で算定した精子生存指数法との比較では, 精子濃度の間には  $r=0.94$ , 精子生存率の間には  $r=0.91$  および前進運動精子率と精子生存指数との間には  $r=0.93$  の正の相関係数が得られ ( $P<0.01$ ), ウシの精液検査における本装置の有効性が示された。

## 緒 言

ウシの精液検査は, 一般には肉眼検査と顕微鏡検査

が実施されている (入谷, 1973)。これらの検査は熟練した技術者によって行われているが, 顕微鏡検査の精子生存率および精子活力については技術者による個人差がみられ (HAFEZ, 1992), 正確で客観的検査法の確立が求められている。近年, 梶田ら (1989) は, ヒトの精液性状を精子運動能自動解析装置で解析し, 顕微鏡検査との間に高い相関関係のあることを報告している。本研究ではウシの精液検査に, 精子運動能自動解析装置 (Motility analyzer HTM-IVOS Ver.10.6, Hamilton-Thorne, Research, 以下, IVOS) を応用することを目的に, ウシ精子に適したセットアップ・パラメーター値とマクラー精子分析カウントチェンバー (以下, マクラー) に滴下する精液量および解析までの時間について検討し, IVOS で算定した精子濃度, 精子生存率および前進運動精子率と顕微鏡検査で算定した精子濃度, 精子生存率および精子生存指数の比較を試みた。

## 材料および方法

供試精液はホルスタイン種雄牛の凍結精液を, 実験 1 では 4 頭, 実験 2 では 15 頭または 17 頭用いた。凍結精液は, 精子濃度および精子生存率の異なるものを選び, 38°C の温湯で約 40 秒間浸漬融解し, IVOS 画面の精子数が 20~30 になるよう BO 液 (BRACKETT and OLIPHANT, 1975) で希釈した。本実験では約 4 倍の希釈が適切であった。希釈精液は直ちにマクラーに移し, IVOS のステージに載せて解析した。

IVOS は解析対象物 (精子) とそれ以外の物体 (非精子) を識別し, 一定時間における精子運動能を解析する装置である。本来, ヒト用に開発されたもので, ウシの精子運動能の解析には予め, 次の 8 項目 (セットアップ・パラメーター) の値を設定する必要がある。セットアップ・パラメーターには, 精子と非精子を大きさと輝度で識別する照明輝度, 最小コントラスト,

最小セルサイズ, 静止物体サイズ限度, 静止物体輝度限度および静止物体伸長限度の6項目と, 精子の運動速度を高速と中速に分類する中速精子上限値, 中速と低速に分類する中速精子下限値の2項目がある。

ウシ用のセットアップ・パラメーター値は, IVOS のプレイバック機能により求めた。プレイバック機能は IVOS の画面上に一定時間観察した画像を繰り返し表示できる機能であり, 肉眼で精子と非精子を確認できる。精子の大きさや輝度に関する項目は, 画面を観察しながらセットアップ・パラメーター値を IVOS の指定範囲内で変動させて解析し, 最適値を求めた。また, 精子の運動速度に関する項目も IVOS の指定範囲内で変動させ, 顕微鏡検査による精子活力と比較しながら最適値を求めた。その結果は表1に示した。

実験1 マクラーの使用条件の検討

マクラーに滴下する精液量および IVOS で解析するまでの経過時間が精子濃度および精子生存率に及ぼす影響を検討した。マクラーに滴下する精液量は 5  $\mu$ l, 10  $\mu$ l, 15  $\mu$ l および 20  $\mu$ l の4容量とした。解析までの経過時間は, IVOS の保温ステージ上に載せた直後(0分間), 3分間, 5分間, 10分間, 15分間および20分間とした。

表1 ウシ用セットアップ・パラメーター値

項目	設定値
照明輝度	2350
最小コントラスト	80
最小セルサイズ	6
静止物体サイズ限度	0.7-2.0
静止物体輝度限度	0.3-1.6
静止物体伸長限度	15-70
中速運動精子の上限値 (MVV)	90 $\mu$ m/s
中速運動精子の下限値 (LVV)	50 $\mu$ m/s

実験2 IVOS と顕微鏡検査で算定した結果の比較

IVOS で算定した精子濃度, 精子生存率および前進運動精子率について, 従来のウシ精液の顕微鏡検査で行われているトーマ氏血球計算盤法(精子濃度), エオシン・ニグロシン染色法(精子生存率)および精子生存指数(入谷, 1973)の結果と比較し, 相関係数を求めた(吉田, 1975)。

統計処理

精子濃度は対数変換, 精子生存率および前進運動精子率は角変換を行った。実験1の滴下する精液量および経過時間における平均値の比較は, 2元配置分散分析法を行い, 有意差の認められた項目について Duncan の検定法でその差を調べた(吉田, 1975)。

結果および考察

実験1 マクラーの使用条件の検討

滴下精液量および経過時間に伴う精子濃度と精子生存率の推移は図1に示した。解析までの経過時間に伴い, 5~20  $\mu$ l のいずれの精液量においても精子濃度ならびに精子生存率は低下傾向を示した。精液量 5  $\mu$ l では0分間と他の全ての時間との間に1%水準で有意の差が認められた。また, 10  $\mu$ l, 15  $\mu$ l および 20  $\mu$ l においても, 0分間と5~20分間との間に1%水準で有意の差が認められた。しかし, 10  $\mu$ l, 15  $\mu$ l および 20  $\mu$ l では, 0分間と3分間の間に有意の差は認められなかった。マクラーにおける精液分布状態を観察したところ, 5  $\mu$ l では精液がマクラー全体に行き渡らず, 精液の蒸発が早かった。10  $\mu$ l では精液がマクラー全体に行き渡り, 15  $\mu$ l および 20  $\mu$ l では精液がマクラー周囲にまで溢れ出していたが, 蒸発は少なかった。

実験2 IVOS と顕微鏡検査で算定した結果の比較

IVOS で算定した精子濃度および精子生存率と顕微

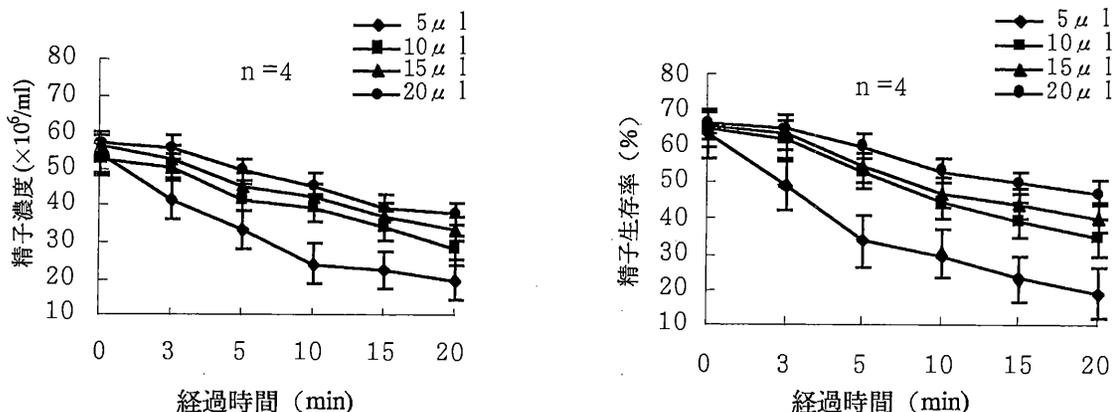


図1 マクラー精子分析カウントチェンバーに滴下する精液量および解析までの経過時間が精子濃度および精子生存率に及ぼす影響(平均値±S.E.)

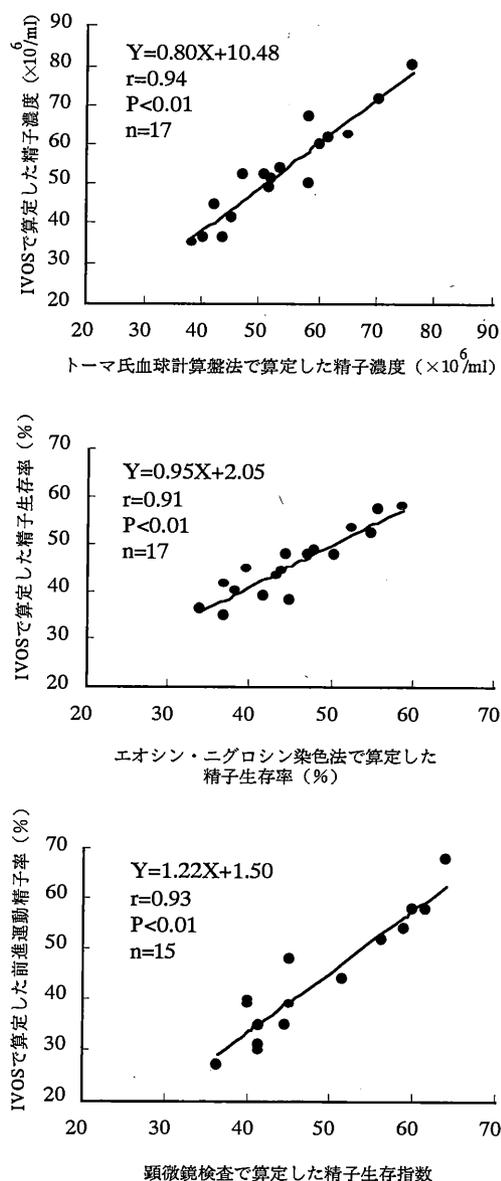


図2 精子運動能自動解析装置 (IVOS) と従来の顕微鏡検査の相関関係

鏡検査で算定した精子濃度 (トーマ氏血球計算盤法)、精子生存率 (エオシン・ニグロシン染色法) ならびに IVOS で算定した前進運動精子率と顕微鏡検査で算定した精子生存指数との相関関係を図2に示した。精子濃度の間には  $r=0.94$ 、精子生存率の間には  $r=0.91$  および前進運動精子率と精子生存指数の間には  $r=0.93$  の正の有意な相関 ( $P<0.01$ ) が認められた。

マクラーは従来の顕微鏡検査による精液検査に用いられているが、今回の試験結果から解析までの経過時間に伴う精子濃度ならびに精子生存率の低下が確認された。この原因として、マクラー周囲の精液蒸発による乾燥が影響しているものと思われた。すなわち、マ

クラーは開放型であるため精液の周辺部が乾燥し、周辺部に死滅精子が集中することにより精子濃度が減少したものと思われた。この結果は宇津木ら (1990) が精子運動能自動解析装置 HT-M 2030 (Hamilton-Thorne Research) を用い、得られた精子濃度および精子生存率の経時的推移とほぼ一致していた。しかし、柳田ら (1989) は精子運動能自動解析装置 Cellsoft シリーズ 3000 とマクラーを用い、精子濃度および精子生存率の推移を検討したところ、逆に経過時間に伴い、これらの値は増加したと報告している。この結果は本実験と相反するものであるが、3分間以内に解析すれば安定した結果が得られるとの結論では一致していた。従って、マクラーの使用条件は、滴下精液量を乾燥による影響の少ない  $10\mu l\sim 20\mu l$  とし、3分間以内に解析する必要があると判断された。

一方、IVOS で算定した精子濃度および精子生存率と顕微鏡検査で算定した精子濃度 (トーマ氏血球計算盤法) および精子生存率 (エオシン・ニグロシン染色法) ならびに IVOS で算定した前進運動精子率と顕微鏡検査で算定した精子生存指数との比較では有意な相関係数が得られており、両者のよく一致することが示された。このことは、IVOS にウシの精子に合わせたセットアップ・パラメーター値を設定することにより、正確で、客観的にウシ精液の精子濃度、精子生存率および前進運動精子率を算定できることを証明しており、IVOS が従来の顕微鏡検査に代わる可能性があると思われた。

## 文 献

- BRACKETT, B. G. and G. OLIPHANT, (1975) Capacitation of rabbit spermatozoa *in vitro*. Biol. Reprod., **12**: 260-274.
- HAFEZ, E. S. E., (1992) ハーフエツ家畜繁殖学 (吉田重雄・正木淳二・入谷明訳) 第5版. 451-477. 西村書店. 新潟.
- 入谷 明, (1973) 新家畜繁殖講座II (加藤浩・星修三・西川義正編集). 精液の性状とその検査の項執筆. 51-80. 朝倉書店. 東京.
- 宇津木利雄・中島敬和・五十嵐正雄, (1990) 精液検査結果の時間的変化. 日不妊会誌, **35**: 956 (講演要旨).
- 吉田 実, (1975) 畜産を中心とする実験計画法. 68-194. 養賢堂. 東京.
- 柳田 薫・星 和彦・月川 奏・佐々木宏子・遠藤 力・佐藤 章, (1989) 精液分析方法の検討 (Semen auto analyzer による分析法と Makler counting chamber の特性). 日不妊会誌, **34**: 893-901.

## 技術レポート

## 乳房炎予防と生産環境改善を推進する普及活動

藤井 育雄

釧路中部地区農業改良普及センター

## Extension work for mastitis prevention and improvement of production environment

Ikuo FUJII

Kushiro-Chubu Agricultural Extension Center

## はじめに

鶴居村で生産される生乳は、飲用に向けられる割合が高く、特に鶴居村農協の生乳は、90%以上が道外に送られる。体細胞数や、細菌数の少ない生乳が要求されるなか、出荷乳の乳質低下防止のため、廃棄される乳量も多い。そのため、バルク乳の体細胞数は、乳検成績の体細胞数よりも少ない傾向にある。

体細胞数や乳房炎の発症には、一定の傾向が見られ、7月から9月にかけて高く推移している。要因として、夏季の物理的環境に加えて、劣悪な生産環境が乳牛にストレスを与えているものと推察されている。

夏季間の体細胞数の増加を低く押さえる事ができれば、年間の体細胞数を低値に推移させることが可能となる。

本稿では、乳房炎予防のための生産環境改善に係る普及活動について述べる。

## 1 鶴居村の生乳生産の状況

## (1) 乳量と乳成分

図1は、昭和62年を100とした時の、年次別の推移を示したものである。

鶴居村の平均成績は、濃厚飼料給与量が増える割には、乳量が伸びず、平成7年の(乳代一購入飼料費)は、昭和62年とほぼ同じである。

表1は、乳量と乳成分で牛群の分布状況をみたものである。8,000 kg以上の牛群では、無脂固形分率と乳脂率共に平均より高い牛群が多い。しかし、中には、濃厚飼料多給で疾病牛の多い経営もある。総体的にみて、農家間の格差が広がっている状況にある。

## (2) 体細胞数と乳房炎

乳検成績の平均体細胞数の推移は、毎年ほぼ同様の

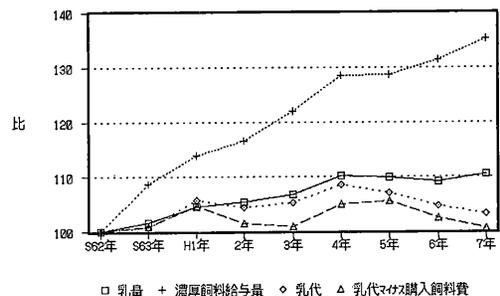


図1 乳生産構成要素の推移

経過をたどり、7月から9月にかけて高く、ピークが8月にくる(図2)。

実際に、8月に体細胞数がピークとなる牛群割合は、25.9%と突出し、7月から9月までの3カ月間で48%を占める。

7月から9月にかけて最も多い疾病は、乳房炎である(表2の疾病件数は終診の数で、疾病のピークは1カ月前にずれる)。

夏季間は乳房炎の発症が多く、体細胞数も多くなるが、乳房炎の発症割合に比べ、8月の体細胞数は、際立って多い。

総体的にみて、年間を通し体細胞数が多い牛群も少ない牛群も、8月にピークになる割合が高いのは、病気としての乳房炎以外の要因、牛舎環境や各種のストレスが組み合わさり、牛体に作用しているものと推察される。

## 2 生産環境と体細胞数

普及センターでは、地域の主要な経営形態が酪農であることから、「乳房炎予防の徹底」をテーマに、地区内酪農家を対象に普及活動を展開している。

当普及センターが参画し、農協や関係機関と実施している環境共励会もその一つである。

一部に、「あまり見に来てほしくない」とか、「毎年

表1 乳量、乳成分のレベル別戸数 (H7年 鶴居乳検) SNF 平均 8.72% FAT 平均 3.81%

乳成分		乳量レベル (kg/頭)				
SNF	FAT	~6000	6000~	7000~	8000~	9000~
		平均以上	2	4	11	10
平均以下	平均以上	3	9	13	3	
	平均以下	4	8	15	8	1
計		9	21	43	31	4

2回ずつ実施しているの、マンネリ化してる、環境が良い割に乳質が良くない農家もある」等の声がある。

しかし、生産環境改善は、効率的な乳生産を推進するための極めて有効な支援技術である。乳量の多い牛群では、体細胞数が少ない傾向にあり(図3)、また、体細胞数の少ない牛群では、生産環境が良好な事が多い。

表3は、鶴居村農協で環境美化共励会に参加している酪農家の体細胞数の階層別に、2戸ずつ計6戸の農家を抽出し、環境点との関係を調べたものである。環境点は環境美化共励会審査成績の中から、乳質に関係すると思われる項目の「畜舎周囲」と「牛乳処理室」の点数を利用した(表4)。

環境美化共励会では、観察法による簡易な採点法で審査しているが、その点数と体細胞数には、一定の傾向がみられる。

畜舎周囲の整理整頓の仕方、空気の流れは影響を受けるし、雑草の繁茂は害虫の発生や、牛舎内に入る空気の湿度にも影響を及ぼすものと考えられる。また、畜舎内の整理・清掃の分野では、牛床や通路の衛生度合、飼槽やウォーターカップの状況、壁に附着した糞やクモの巣、放置されてる飼料袋、空気の流れをさえ切る物の放置などをチェックする。

このようにチェックされる環境点は、牛舎内の臭気や一般細菌数、乳牛の採食性、ストレスと密接に関係しているものと考えられる。

これらの環境要因と同時に、乳房炎防止対策として、

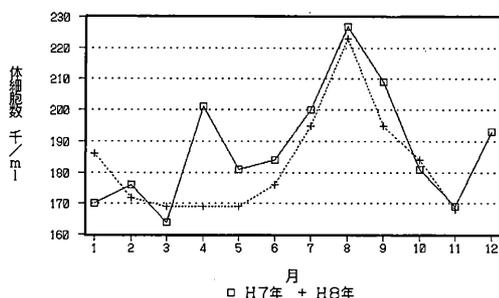


図2 体細胞数の推移

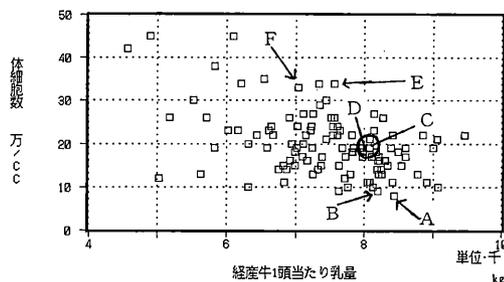


図3 乳量と体細胞数

表2 6月から9月にかけて多い疾病一覧(釧路地区農業共済組合鶴居支所)

病名		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	合計
乳房炎	H6年	199	237	254	270	293	308	321	460	360	278	216	140	3336
	H7年	211	221	278	267	298	278	319	404	312	277	242	116	3223
第四胃変位	H6年	12	10	10	12	15	19	11	7	21	5	8	6	136
	H7年	10	11	12	11	18	22	21	20	14	12	13	12	176
胎盤停滞	H6年	15	14	21	20	23	40	40	48	33	28	34	26	342
	H7年	22	17	31	20	19	15	28	31	40	23	30	32	308
分娩頭数 (乳検)	H6年	458	478	519	464	449	387	481	505	514	428	531	505	5719
	H7年	424	374	501	473	322	421	504	504	579	462	485	457	5506

表3 抽出農家の体細胞数レベル、推移と環境点 (万/CC) 環境共励会 H7年7月

体細胞数 レベル	農家	体細胞数												環境点	
		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	牛舎周囲	処理室
10万以下	A	5	6	9	6	7	12	12	13	9	8	7	7	95点	96点
	B	7	7	8	6	10	8	8	10	11	15	12	11	100点	100点
20万	C	19	35	18	20	22	16	21	17	16	15	30	17	72点	79点
	D	16	25	9	26	16	15	16	26	12	20	18	23	60点	71点
30万以上	E	38	22	28	40	35	40	43	34	18	19	40	55	41点	70点
	F	38	43	32	51	47	60	52	63	67	49	21	23	45点	41点

環境審査は4人一組のチームで行い一人の持ち点は各項目25点

表4 環境美化共励会審査基準

項目	採点基準	良い	やや良い	普通	やや悪い	悪い
畜舎周囲 (25点)	畜舎周囲の整理整頓(前側)	5	4	3	2	1
	畜舎周囲の整理整頓(後側)	5	4	3	2	1
	畜舎周囲の雑草刈り	5	4	3	2	1
	畜舎の破損(ガラス等)部分の修理	5	4	3	2	1
	畜舎内の整理・清掃	5	4	3	2	1
牛乳処理室 (25点)	処理室の整理整頓	5	4	3	2	1
	処理室の清掃状況	5	4	3	2	1
	搾乳器具の保管状況	5	4	3	2	1
	処理室の目的外使用の有無	5	4	3	2	1
	バルククーラーの管理状況	5	4	3	2	1
(100点)	得点計					
	合計得点					

表5 抽出農家の乳頭周辺の状況

農家	搾乳者数	ユニット数	デッピング	牛床	ウォーターカップ	換気
A	3人	6	実施	乾	衛生的	良好
B	3人	5	実施	乾	衛生的	良好
E	2人	6	実施	乾	飼料かす	普通
F	2人	6	なし	濡	飼料かす	不良

搾乳作業を点検する必要がある、特に過搾乳にならない技術体系をつくるのが大切である(表5)。

### 3 生産環境改善を推進する普及活動

前述したように、普及センターでは、平成3年より、重点普及主題として「乳房炎予防の徹底」をテーマに関係機関と連携し、ミルクカーの点検整備、正しい搾乳技術の普及や、搾乳立会等を実施してきた。これらの活動から、酪農の現場では、慢性的な過搾乳や劣悪な

牛舎環境が乳牛に影響を与えている場合が多いことがわかってきた。

平成7年からは、特に生産環境と乳質が悪いM地区の10戸を対象に普及指導活動を進めている(表6)。

普及指導活動の中では、個別巡回や学習会を開催している。学習会の主なテーマは、①搾乳技術の改善、②牛舎環境の改善、③暑熱・換気対策、④栄養充足率の向上、⑤家畜糞尿の有効利用等についてである。

その結果、体細胞数は前年に比べ3戸は増加したが、

表 6 M地区の未出荷乳量と環境点

農家NO	体細胞数 万/cc		推定未出荷 乳量 kg		同左出荷乳 量対比 %		生産環境点 H 7 年		
	H 6	H 7	H 6	H 7	H 6	H 7	畜舎	処理室	合計
1	18	22	4,980	9,166	1.5%	2.8%	31	36	67
2	23	24	1,553	2,453	0.4%	0.6%	67	80	147
3	30	26	14,969	10,877	6.6%	5.0%	40	40	80
4	29	23	6,025	4,539	2.9%	2.1%	31	35	66
5	21	17	40,210	32,409	4.6%	3.5%	56	77	133
6	25	22	24,426	20,155	6.9%	5.5%	64	71	135
7	27	13	21,502	13,397	7.6%	4.8%	59	73	132
8	27	20	6,028	4,481	2.9%	2.3%	48	60	108
9	46	33	51,975	38,295	17.9%	12.6%	45	41	86
10	28	35	6,603	16,334	2.4%	6.5%	51	69	120
M地区平均							49	58	107
J A 鶴居平均							67	70	137

7戸で減少した。また、推定未出荷乳量（廃棄乳量）は、地区全体では178tから152tに減少した。一戸当たり平均で、廃棄乳量は2.6t減少し、精神的ストレスもやや緩和されたようである。

村内の優良事例から学び、お互いに交流することで、改善が進んだと思われる。

平成7年からは、幌呂農協も鶴居村農協と同じ方法で環境共励会を始め、村全体での取り組みに発展した。

乳生産と生産環境を結合させたデータを、婦人の簿記グループの学習会等で情報提供すると、関心を示す人が多い。村内における我が家の位置を認識し、経営管理と生産技術、環境改善を一体のものとして総合的

にとらえているためと思われる。

### おわりに

各牛群がどのようなストレスを受けているかを把握し、それを取り除くことは、乳房炎予防の要であり、効率的な乳生産を進める上で重要である。

生産環境を正しく評価する手法の確立や、優良事例を研究し、地域へ波及させることが益々重要になってきている。関係機関が連携を強め、諸課題を総合的にとらえ、理解されやすい形で生産現場に情報を提供し、乳房炎の予防を推進する必要がある。

## 講座

## ウシの海綿状脳症（狂牛病）とプリオン病

谷山 弘行

酪農学園大学, 江別市 069

## Bovine spongiform encephalopathy (mad cow disease) and prion disease

Hiroyuki TANIYAMA

School of Veterinary Medicine, Rakuno Gakuen University, Ebetsu 069

キーワード: ウシ, 海綿状脳症, 狂牛病, スクレイピー, プリオン

Key words: Cattle, Spongiform Encephalopathy, Mad Cow Disease, Scrapie, Prion

## 1. はじめに

狂牛病, スクレイピー, クロイツフェルト・ヤコブ病などの病名が, 新聞やテレビなどのマスメディアをにぎわせたことは記憶に新しい。にわかに世界中がこの狂牛病なる病名に震撼させられ, 一般家庭の食卓の話題としても多に貢献した。それでは一体, 狂牛病とは何か。なぜ我々はこの病気に関心を向けざるを得なかったか。

伝達性海綿状脳症と呼ばれる一群の疾患があり, 長い潜伏期間を経たのちに発症する。ひとたび発症すると急速に進行し, 中枢神経系を中心とした神経系の異常を呈し, 致死性転機をとる伝達性の疾患である。家畜におけるこれらの疾患はヒツジ, ヤギ, ミンク, シカ, レイヨウ, ネコそしてウシなどで知られており, それぞれに異なる病名が与えられている(表1)。ヒツジおよびヤギにおける本症(Patison, 1964; Harcourt, 1974)は, スクレイピーと呼ばれ, その発生はすでに18世紀初頭から西ヨーロッパ諸国で記録されており, もっとも研究が進められた疾患である(Kimberlin, 1981)。一方, ヒトにおいてもCreutzfeldt-Jakob disease (CJD), Gerstmann-Straussler-Scheinker syndrome (GSS), Kuru, Fatal familial insomnia (FFI) と呼ばれる疾患(表1)が知られており(Lampert et al., 1972), イギリスにおける狂牛病の大発生とともに, 動物とヒトの海綿状脳症との関連性がにわかに注目される様になった。1985年以降, イギリスにおいて多数の狂牛病(mad cow diseaseの日本語訳)が報告されたが(Wilesmith et al., 1988),

現在ではウシの海綿状脳症(bovine spongiform encephalopathy; BSE)と統一して呼ばれている。このBSEの発生は, スクレイピーに感染していたヒツジから作製された飼料添加物(meat and bone meal)を給餌したことによってウシへの感染が成立したことにあった。さらにこれらの感染牛がレンダリング(肉・骨などの畜産廃棄物の再利用を目的とした処理法)材料として活用されたために大流行の素地ができていった。これら廃棄物に含まれた感染因子はレンダリング処理過程でも失活せず, 添加物中に感染因子が残留し, 新たな感染因子として広がったと考えられている(立石潤, 1996)。ヒツジの病気が飼料を介してウシに伝播したこと, この他にもミンクやネコにも同様の伝播が認められていることから, BSE牛由来の乳肉や加工食品摂取によってヒトにも伝播する可能性が指摘されるに及んで, 医学, 獣医学, 畜産学などの研究者はもとより一般家庭にまで及ぶ世界的な関心を招いた。

## 2. ヒツジのスクレイピー

伝達性海綿状脳症の中で最も研究の進んだ疾患で, 現在のところ他の動物の海綿状脳症の元凶とされている。この疾患を知ることはBSEを理解する意味で最も重要と考えられる。スクレイピーは古くから知られており, 世界的な分布を示す病気であるが, わが国においては1981年において初めてその発生が確認された(Taniyama et al., 1984)。その後, 散発ながらも発生の報告はあるが, 本疾患の特性を示す様に流行などの伝播様式は認められていない。また, BSEの発生も報告されていないが, その発生要因となりうるスクレイピーが存在することは家畜衛生学にとどまらず公衆衛生学上も重要な問題として捉えなければならぬ

表1 ヒトおよび動物における海綿状脳症

Scrapie (スクレイピー)	ヒツジ, ヤギ	ヨーロッパ, 北米, 南米, 日本, インド
Bovine spongiform encephalopathy (BSE)	ウシ	イギリス, アイルランド, スイス, フランス
Transmissible mink encephalopathy (TME)	ミンク	米国
Spongiform encephalopathy in antelops	レイヨウ	イギリス
Clonic wasting disease (CWD)	大鹿, ミュール	米国
Feline spongiform encephalopathy	ネコ	イギリス
Creutzfeldt-Jakob disease (CJD)	ヒト	全世界
Gerstmann-Straussler-Scheinker syndrome (GSS)	ヒト	全世界
Fatal familial insomnia (FFI)	ヒト	
Kuru	ヒト (ファオ族)	ニューギニア

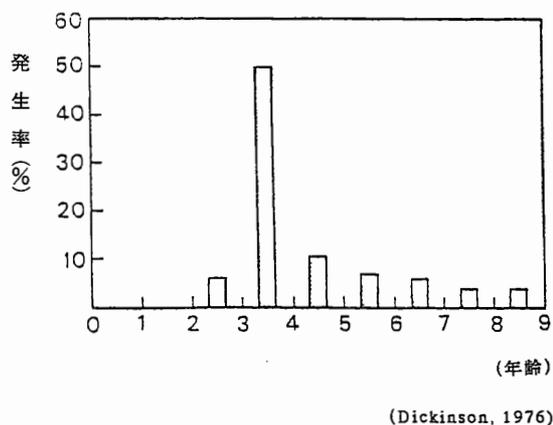
い。しかし、わが国においてはヒツジは主な畜産動物ではないため一般の関心はいま一つ薄いようである(谷山, 1993)。

#### 臨床事項

特徴的所見として羊毛の脱落(脱毛)が挙げられている。すなわち、強い搔痒感から罹患ヒツジは牧柵や羊舎壁に体をこすりつけることによって体毛の脱落を来すとされている(scrape; こする, これが病名の由来になったとされている)。しかし、搔痒感や脱毛の明確に認められない症例も多くあり、他の臨床所見も含め総合的な診断基準を設定する必要がある(一条ら, 1984; 1985)。

好発年齢は2.5~5歳(ピークは3歳)で、それ以前も以後も急激に減少する(図1)。伝播は垂直、水平の両方式が考えられているが、多くの場合、分娩時もしくは分娩直後の水平感染が重要視されており、垂直感染については明らかにされていない(Dickinson et al, 1968; 1974)。

初期症状は、これといった特徴は無くきわめて不鮮明なので、注意深い詳細な観察が必要である。群れをなす動物に見られる一般的な異常行動として群れからの分離がある。罹患ヒツジは孤立し単独に行動するようになる。すなわち群れの動きに共調することができなくなる。詳細に観察すると動きも緩慢で歩様異常を示したり、採食行為や注意力も散漫になる。進行した症例では、搔痒症状、運動失調、削瘦、脱毛(体壁、頭部、鼻梁)などが鮮明に認められるようになる。共同運動不能を主徴とした運動失調が明瞭で、駐立時全身的に左右に軽度に動揺し、歩行時の四肢の挙上不良や平衡の異常、腰萎症状などが認められる。強制的に歩行させると後軀または前軀から転倒する。また、神経症状として全身の振戦をとまなう興奮症状も不定期に観察される。興奮は約1分以内の持続時間を示すことが多い。興奮時にはしばしば流涎も見られる。瞳孔反射には異常は認められないが、皮膚反射はしばしば減退することがある。この他、搔痒によると思われる



(Dickinson, 1976)

図1 ヒツジスクレイピーの発生率 (%)

噛み傷が四肢末端の皮膚に観察される。当然のことではあるが、これらの症状は症例によっても異なり、またヒツジの種によっても異なるとされている。これらの臨床症状は感染後2~3年にわたる長期間の潜伏期を経た後に発症し、多くは発症後数週ないし数カ月の経過で致死の転帰をとる(一条ら, 1984; 1985)。発生は3~5歳の繁殖用雌羊に多いとされる。

#### 診断法

これまで、ヒツジスクレイピーの診断は唯一病理組織学的になされていた。これは感染因子に対する免疫応答が無いことから、血清免疫学的診断が不可能なことが理由として挙げられる。しかし、何よりもまして感染因子が未だに特定されていないことが、診断法確立の大きな妨げとなっている。現在行われている確定診断法について簡単に触れておく(表2)。現在利用可能な診断法として、1) 病理組織学的診断。2) 免疫組織化学的診断。3) イムノプロット法。4) 電子顕微鏡的診断。5) 実験動物への伝達試験などがある(堀内・品川, 1995)。

1) 病理組織学的診断法では、スクレイピーに認められる特徴的病変の確認が目的である。スクレイピーの診断を困難にしている理由のひとつに斃死例の病

表2 スクレイピーの診断法

- |   |
|---|
| 1 ; 病理組織学的検査. 中枢神経系(延髄, 橋, 脊髓, 中脳)を用いる                      |
| 所見  |
| ・神経細胞の細胞質空胞変性   |
| ・神経網の空胞化(海綿状態)  |
| ・グリオシス  |
| ・非炎症性病変   |
| 2 ; 免疫組織化学的検査. 抗 PrPsc 抗体を用いた神経組織内 PrPsc の検出                |
| 3 ; イムノプロット法による人工膜上での PrPsc の検出                             |
| 中枢神経系組織, リンパ節, 脾臓からの抽出物を用いる. 高感度の検出法                        |
| 4 ; 電子顕微鏡的検査. 病変組織の抽出物内の SAF の検出. 長時間固定された材料や死後変化の進んだ材料でも有効 |
| 5 ; 実験動物への伝達試験. 被検動物の組織乳剤を実験動物に接種(主に脳内接種)発病を確認する            |

理解剖時に特徴的所見が得られないことが挙げられる。それゆえ、すべて組織学的検査を待たなくてはならない。病理組織学的に病変は中枢神経系に限局しており、大きく分けて2つの変化からなる。ひとつは神経細胞の細胞質内空胞の形成(図2)で、他は神経網の海綿状態の形成(この変化に由来し海綿状脳症の呼称が与えられた)である。これらの病変は脳全域に分布することは無く、脳幹部すなわち間脳、中脳、橋、延髄、脊髓に好発する。特に橋、延髄においては必発所見であり、病理組織学的検査では橋、延髄の検査は欠かせない。延髄では迷走神経背側核、副楔状束核および外側網様核、橋では巨大神経網様核、台形体背・腹束核、橋核に顕著に現れる。神経細胞における空胞変性の著しいものでは、同部神経核の神経網は海綿状を呈し、かつ神経細胞の壊死、崩壊、脱落を伴う(図3)。灰白質の神経網(neuropil)は広範囲にわたって海綿状を呈し、病期の進行とともに拡大し大脳皮質におよぶ症例も報告されている。また、病変部においては初期より星状膠細胞の増数が観察され、重度病変部においては線維性神経膠症(fibrous gliosis)が認められる。しかし、好中球、リンパ球、大食細胞などの炎症性細胞の浸潤は認められず免疫応答の欠如をうかがわせる(Zolnik, 1958)。

2) 免疫組織化学的診断法. 近年、本病の感染因子と深い関係があると考えられているプリオン蛋白(PrP, prion protein; 後述)に対する抗体を用いた免疫組織染色法が開発され、診断の補助手段として用いられている。スクレイピーヒツジの脳病変部の切片を染色すると、病変部に一致してこの抗 PrP 抗体陽性の所見が得られる。陽性所見は神経細胞の細胞質、神経網あるいは星状膠細胞に認められる。また、病変部にアミロイド斑が観察されることがあり、

これも抗 PrP 抗体によって染色される。このように免疫組織化学的に組織内においてスクレイピー感染因子と関連する蛋白質の検出が可能になった。しかし、この診断法には信頼のおける特異抗体と熟練した染色技術が必要である。

3) イムノプロット法. 免疫組織化学的診断法が組織内での PrP 検出法であるのに対し、本法は、組織から抽出した PrP を人工的に作製した膜上に移したり、この膜上で抗 PrP 抗体を用いて免疫染色を行う

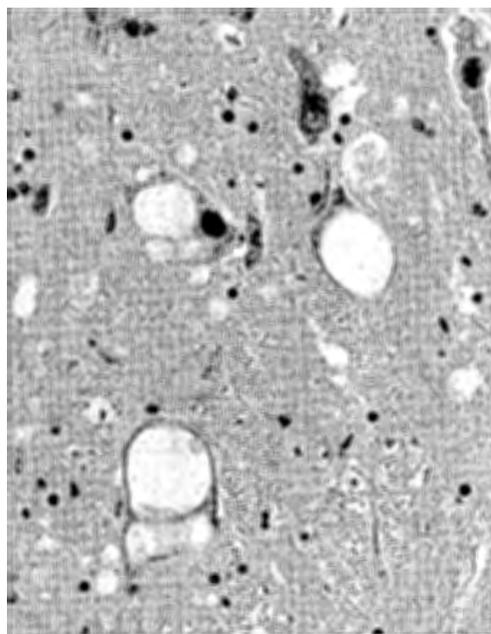


図2 ヒツジの延髄に認められる神経細胞の細胞質空胞の形成 HE 染色標本. x 400

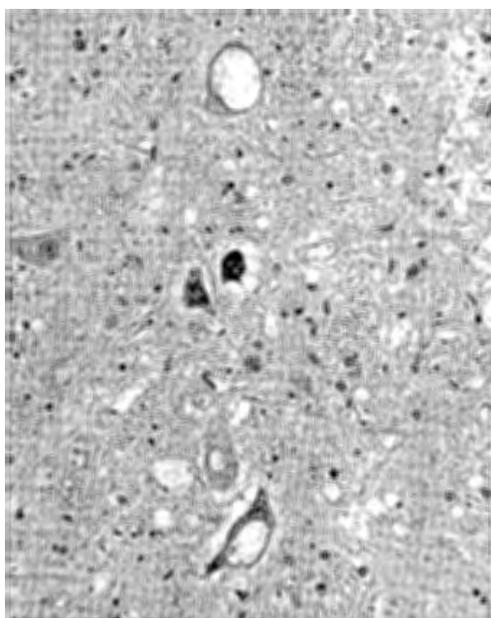


図3 ヒツジの延髄に認められた神経細胞の空胞変性と神経網の海綿状態 中央に萎縮、死滅する神経細胞が認められる HE 染色標本. x 200

方法である（ウエスタンブロット法）。この方法は脳、脾臓、リンパ節などの乳剤を界面活性剤や蛋白質分解酵素で前処理し、SDS-ポリアクリルアミドゲル中で電気泳動後、PVDF膜にブロットし免疫染色を行いPrPを検出する。この方法は比較的簡便で感度も高いことから、また罹患ヒツジ由来のPrPと正常ヒツジ由来のPrPとの区別が可能であることから診断に高い信頼性を得ることができる。罹患ヒツジ由来のPrPは蛋白質分解酵素に抵抗性を示すのに対し、正常ヒツジ由来のPrPは容易に分解されることから、この性質の差を利用した診断法である。

4) 電子顕微鏡の診断。電子顕微鏡を用いて抽出画分における幅4～6 nm、長さが50～200 nmの線維状構造物の検出を行う。この構造物は2本平行に並ぶアミロイド線維様の構造物で、SAF (Scrapie associated fibrils, 後述) と呼ばれる。

5) 実験動物への伝達試験。罹患動物の組織（脳、脾臓、リンパ節など）乳剤をマウス、ハムスターなどの実験動物に接種し、感染因子の伝達を確認することができるが (Fraser and Dickinson, 1968; Shinagawa et al, 1984), 発症までに長時間を要するため実用性にかける。

以上スクレイピーの診断法について説明したが、いずれも一長一短が有り発生状況や材料の保存状態によって、これらの診断法の適切な選択と組み合わせを行い、より信頼度の高い診断を行うように心がけなければならない。

#### 感染因子

狂牛病の大発生とともに、ヒツジスクレイピーを含む海綿状脳症の病原体解明に対する関心が急速に高まり、分子生物学的手法を用いた研究報告が多数発表されるようになった。しかし、現在に至ってもその正体は依然して明らかにされていない。ここではこれまで報告された知見を簡単に紹介するに止め、詳細についてはそれらの論文を参考にされたい。

動物を使った伝達試験などから得られた感染因子に関する研究から、病原体は非通常性伝達因子と呼ばれるようになり、既知のウイルスやウイロイド、細菌などとは異なった性状を示すとされる。病原体は核酸に対し傷害性に働く紫外線照射処理に抵抗性を示し、また高熱滅菌（通常のオートクレーブ）処理でも不活化されない。また、ホルマリン、エタノールなどの化学処理剤などに対しても不活化されないなど理化学的感作に強い抵抗性を示す。さらに病原体を含むと考えられる抽出画分には核酸は含まれず蛋白質のみからなるという。これらの性状は、この病原体が現代科学の一般常識に当てはまらないことを意味し、ますますもって病原体の確定に混乱を招いていると言える。この非

通常性伝達因子は、プリオン (Prion, proteinaceous infectious particle) と名づけられ (Prusiner, 1985), 人および動物における海綿状脳症から次々とこのプリオン蛋白 (PrP) が見つかるに及んで、これらの疾患をプリオン病と呼ぶことが多くなった。

はじめPrPは海綿状脳症の動物から分離されたため本疾患に特異的蛋白で病原体と考えられていたが、のちにこのPrPをコードしている遺伝子は感染によるものでは無く、人を含むすべての動物が本来持っている遺伝子であることが明らかにされPrP病原体説に大きな疑問が提唱された。しかし、その後の研究で正常の動物に発現している正常PrPc (C, cellular) と海綿状脳症にみられる異常型PrPsc (Sc, Scrapie) とはその蛋白質の二次構造が異なることが解った (Kitamoto et al, 1992)。このことから、PrPscに感染した細胞は、細胞自信が生産しているPrPcをPrPscの触媒作用によって異常型のPrPscに変換させてしまうと説明され、その結果見かけ上PrPscが増殖して周囲の細胞へと感染を繰り返すとされている。PrPcは糖蛋白質でヒツジでは分子量33～35 kDaである。一方PrPscによって高次構造を変換させられた異常型のPrPはPrPsc (分子量33～35 kDa) と変わり、さらに蛋白質分解酵素の処理を受けて分子量27～35 kDaの感染性PrPscとなるという (畑中 正一, 1996)。正常PrPは動物種によって型があり、また品種によっても“株”があることが知られている。この他、スクレイピーヒツジではスクレイピー随伴線維 (SAF, scrapie associated fibrils) と呼ばれる蛋白質線維が認められることがあるが、この線維はPrPscを含むアミロイド線維とされている。

PrPcの産生をコードする遺伝子を破壊されたマウス (ノックアウトマウス) では、PrPscを感染させてもPrPscは増殖せず発病することも無い。一方のPrPscを作るトランスジェニックマウスではすべて発病し、このマウスから得られたプリオンは正常マウスに対して発病させることができる。このようにPrPscの感染、増殖にはPrPcを発現する遺伝子の存在が深く関与していることから、海綿状脳症は感染症と遺伝子病の2面性を持った疾患であると考えられている。

以上、病原体と考えられているプリオンについて述べてきたが、PrPcからPrPscへの変移機構やPrPscの増殖機構が明らかにされていないなど、依然として不明の点は多数残されている。また、このプリオン説に疑問を投げかける研究者もいまだ大勢いることから、定説として認められたわけでは無く、病原体の本体は依然として不明であると考えらるべきであろう。

#### 疫学

古くから知られていたスクレイピーも、世界的分布

を示すようになったのは第2次世界大戦後である。世界経済の成長とともに家畜の移動も世界的となり、本症も各地に広がった。汚染国であったオーストラリア、ニュージーランドの2カ国が徹底した浄化策をこうじて、本症の撲滅をはかり清浄化に成功したことは有名である。日本におけるスクレイピーの発生の報告は1984年 (Taniyama et al, 1984., 一条ら, 1974., Shinagawa et al, 1984) になされたが、これらの発症ヒツジは1981年~1982年の間に続発して見つげられた。このヒツジは1974年カナダから輸入されたヒツジの子孫であった。また本症の発見より先に幾例かのヒツジが同一牧場において、先に述べた臨床症状を示し斃死していたが、病理組織学的検査がなされていなかったために発見に至らなかった。したがって、本症発見までの期間の不顕性感染ヒツジの移動が、今日の全国的広がりをもたらしたと思われる。しかし、全国各地の屠畜場に搬入されるヒツジの脳、脾臓、リンパ節を用い PrPsc の検出を試みた疫学的調査の結果、全国的蔓延の可能性は低いとの報告もされており、またこれまで報告された発生例は北海道からの移入ヒツジに限られていたことから、今後ヒツジの移動や管理に細心の注意を払えば汚染が全国的に拡大する可能性は低いと思われる。

### 3. 狂牛病の発生

1985年、世界を震撼させる報告がイギリスでなされた。ウシにおける海綿状脳症の発生である。もともとイギリスはスクレイピー汚染国であり、その発生は長く知られていた。しかし、それまでウシにおける本症の報告は無く、ヒツジに限られた疾患と理解されていた。イギリスでは家畜の飼養効果をあげるため、動物性蛋白質を飼料添加物として数十年前から給餌していた。このような背景から先に述べたように BSE はスクレイピー汚染動物由来の PrPsc が経済効果の上昇をねらった不適切な処置によって、人間の手で動物に伝達させられたものとして捉えることができる。1985年の報告以来、増加の一途をたどり1993年には100,000頭を超えるに至った。1988年、飼料添加物から反芻由来の動物性蛋白質を除外し、飼料として給餌することを禁止したが、その後も発生は増加は認められた。しかし、1993年をピークに減少を見せている(表3)。イギリス以外ではアイルランド、スイス、フランス、オマーン、デンマーク、ドイツ、カナダなどで発生が報告されているが、オマーン、デンマーク、ドイツ、カナダの報告例はイギリスからの輸入牛に発生したものである。日本において BSE の発生は認められていない。しかし、ヒツジスクレイピーの発生が少数とは言え、認められる事実は看過されるものではない。この様な危険因子を有する感染症の存在を許している現実には厳に正さなければならないし、オースト

表3 1995年~1996年までの BSE の発生数 (イギリス)

1995~1987	136
1988	1,954
1989	6,955
1990	13,042
1991	22,939
1992	35,269
1993	37,020
1994	26,087
1995	14,869
1996	1,230

ラリアやニュージーランドの浄化策を参考にすれば、飼育頭数の極めて少ないわが国においては容易にその目的を達成できると思われる。

BSE がヒツジスクレイピー由来のプリオン病であることが明らかにされるに及んで、ヒトの CJD, GSS, FFI との関係、中でも CJD との関係が重要視されるようになった。CJD と BSE の関係には疑問視する研究者も多くいたが、1996年従来 CJD と異なる若年性 CJD (new variant of CJD, v-CJD) の報告が相次いだことによって BSE との関連性が強く主張されるようになった。しかし、現在でも BSE と v-CJD の関連性は直接的には証明されていない。CJD の発病はヒト固有の正常型 PrP が感染型 PrP に変わることにより起こると言われるが、蓄積される PrP はすべてヒト型の PrP でウシ型のは証明されていない。しかし、この v-CJD の発生はイギリスのみで発生し、かつ BSE の大発生と時期を一致させていることから疫学的には強い関連性が示唆されている。

### 4. 結 語

BSE, TME, ネコの手綿状脳症などの疾患は、人間が経済効果を追及するあまり、作りだした疾患である。特に BSE は本来草食獣であるウシに動物由来の飼料添加物を長期わたって与えた結果、新しい病気として生み出されたものである。酪農、畜産の技術革新は増加する地球人口をまかなう食料増産のためには必要不可欠ではあるが、一方ではこうした新しい病気を作り出す元凶にも成り得ることを肝に銘じておかなければならない。エボラ、ハンタウイルス、マルブルグ、ラッサなどこれまで知られていなかった感染症が、人間の経済活動の拡大に伴う地球環境の変化にあわせて次々と報告されるようになり、文明が生み出した新種の疾患 emerging disease が続々と知られるようになった。こうした意味から今回取り扱った BSE も emerging disease の一つとして捉えなければ、この疾患が発生した本当の意味は理解されないと考える。

## 文 献

- Dickinson, A. G., Stamp, J. T., and Renwick, C. C., (1974) Maternal and lateral transmission of scrapie in sheep. *J. Comp. Pathol.*, **84**: 19-25
- Dickinson, A. G., Stamp, J. T., Renwick, C. C., and Rennie, J. C., (1968) Some factors controlling the incidence of scrapie in Cheviot sheep injected with a Cheviot-passaged scrapie agent. *J. Comp. Pathol.*, **78**: 313-321
- Fraser, H., and Dickinson, A. G., (1968) The sequential development of the brain lesions of scrapie in the three strains of mice. *J. Comp. Pathol.*, **78**: 301-311
- Harcourt, R. A., (1974) Naturally-occurring scrapie in goats. *Vet. Rec.*, **94**: 504
- 畑中正一, (1996) プリオンと狂牛病. *科学*, **66**: 397-400
- 堀内基広, 品川森一, (1995) 家畜の伝達性海綿状脳症, — 羊のスクレイピーを中心に —. *北獣会誌*, **39**: 10-16
- 一条 茂, 稲田一郎, 更科孝夫, 小野 威, 谷山弘行, (1984) 日本における羊スクレイピーの発生例. *日獣会誌*, **37**: 720-725
- 一条 茂, 納 敏, 谷山弘行, 小野 威, 更科孝夫, (1985) 日本における羊スクレイピーの追加発生例. *日獣会誌*, **38**: 571-575
- Kimberlin, R. H., (1981) Scrapie. *Br. Vet. J.*, **137**: 105-112
- Kitamoto, T., Shin. R.W., Doh-ura, K., Tomokane, N., Miyazono, M., Muramoto, T., and Tateishi, J., (1992) Abnormal isoform of prion protein accumulates in the synaptic structures of the central nervous system in patients with Creutzfeldt-Jakob disease. *Am. J. Pathol.*, **140**: 1285-1294
- Lampert, P. W., Gajdusek, D. C. and Gibbs, C. J. Jr., (1972) Subacute spogiform virus encephalopathies, Scrapie, Kuru and Creutzfeldt-Jakob disease; A review. *Am. J. Pathol.*, **68**: 626-646
- Patison, J. H., (1964) The spread of scrapie by contact between affected and healthy sheep, goats or mice., *Vet. Rec.*, **76**: 333-336
- Prusiner, S. B., (1982) Novel proinaceous infections particles cause scrapie. *Science* **216**: 136-144
- Shinagawa, M., Matsuda, A., Sato, G., Takeuchi, M., Ichijo, S., and Ono, T., (1984) Occurrence of ovine scrapie in Japan: clinical and histological findings in mice inoculated with brain homogenates of an affected sheep. *Jpn. J. Vet. Sci.*, **46**: 913-916
- Taniyama, H., Ichijo, S. and Ono, T., (1984) The occurrence of scrapie of sheep in Japan. *Jpn. J. Vet. Sci.*, **46**: 741-744
- 谷山弘行, (1990) 狂牛病 (牛の海綿状脳症) とはどんな病気か. *酪農ジャーナル*, **43**: 58
- 立石 潤, (1996) ウシ海綿状脳症と Creutzfeldt-Jakob 病. *医学のあゆみ*, **179**: 140-141
- Wilesmith, J. W., Wells, G. A. H., Cranwell, M. P., and Ryan, J. B. M., (1988) Bovine spongiform encephalopathy: Epidemiological studies. *Vet. Rec.*, **123**: 638-644.
- Will, R. G., Ironside, J. W., Zeidler, M., Cousens, S. N., Estibeiro, K., and Alperovitch, A., (1996) A new variant of Creutzfeldt-Jakob disease in the UK. *Lancet*, **347**: 921-925
- Zlotnik, I., (1958) The histopathology of the brain stem of sheep affected with natural scrapie. *J. Comp. Pathol.*, **68**: 148-166

## 会員からの声①

## 受精卵移植技術を活用した優良黒毛和種種雄牛づくり

塚本 達

北海道立新得畜産試験場

北海道の肉牛は、牛肉輸入自由化を契機として赤肉生産を中心とした外国種から、肉質の優れた和牛への転換が図られている。しかし、本道の和牛飼育の歴史は浅く、府県からの資源導入に頼っているため肉質および斉一性の面で先進地から大きく立ち遅れ、産肉能力向上は生産者、行政、研究機関などの共通の課題となっている。産肉能力の向上、とくに肉質の改良を進めるには優良な種雄牛精液を用いた計画的な交配が最も重要であるが、現在、そのような精液の入手が困難ということが一番の問題となっている。

このような背景から、本道生産者の中で北海道独自の優良種雄牛作出への要望が年々高まっている。そこでこれらに応えるべく、道庁農政部と当事者が中心に改良組織の協力を得て平成4年より「北海道優良黒毛和牛育成改良事業」がスタートし、本年、第1回目の直接検定、全兄弟検定が終了し、表1のような2頭の優良種雄候補牛を作出し、現在後代検定用の調整交配を開始したところである。この検定が終了する約3年後には計画交配から後代検定まで初めて一貫して北海道でつくり出した優良種雄牛の誕生となり、今から道内関係者の熱いまなざしを浴びている。

そこで今回は、この種雄牛づくり事業の概要を紹介し、関係各位の協力、御理解をお願いしたい。

この事業の最大の目玉は受精卵移植技術を最大限に活用して種雄牛作出の期間短縮と効率化、精度向上を図ることにある。

平成4年に当場に導入した先進府県の優良基礎雌牛

から遺伝的能力に優れた受精卵を採取し、これを家畜改良事業団を通して十勝を中心とした和牛改良組合等の牛群に移植する。生まれた雄子牛のうち発育・体型に優れた2頭を種雄候補牛とし、残りの兄弟は去勢して約1年間肥育した後その枝肉評価（全兄弟検定）に基づき、種雄候補牛の能力を推定しようとするものである。この候補牛はさらに、家畜改良事業団での間接検定と農家フィールド検定による後代検定の結果を経て、優良種雄牛が選抜される。

事業の規模としては、図1のように毎年6頭の優良基礎雌牛群（供卵牛）から1頭当たり22個の受精卵、合計6セット132個の受精卵を採取し、これを協力農家牛群に移植し、1セットとして基礎雌牛1頭当たり5頭の雄子牛が生産される。雄子牛は発育・体型調査を受け、1頭の候補牛と残り4頭的全兄弟検定用牛（去勢牛）に分けられる。したがって、毎年6頭の候補種雄牛とそれぞれの全兄弟検定牛24頭（6組×4頭）が生産される。約1年間肥育する全兄弟検定から6頭の候補種雄牛が上位2頭に絞られ、これがさらに後代検定結果で1～2頭の種雄牛が選ばれるという手順で種雄牛づくりが進められていく。

したがって、3年後から毎年1～2頭の優良種雄牛が世に出て本道の黒毛和種牛群の産肉能力の確実な向上に貢献するという事業が生産者の期待を背に展開されている。

このようなテンポと高い精度で優良種雄牛を作出できるのは、安定した受精卵移植技術の確立に負うとこ

表1 第1次全きょうだい検定成績

検 定 牛	横 綱	北 伊 那 光	全国間接検定成績の平均
父一母の父	糸晴波一糸光	賢深一糸光	—
生年月日	H6.9.1	H6.9.26	—
全兄弟検定頭数	4	5	92
終了時体重 (kg)	635	640	581
日増体重 (kg)	1.01	1.00	0.88
ロース芯面積 (cm <sup>2</sup> )	53	50	46
ばらの厚さ (cm)	6.8	6.2	—
皮下脂肪厚 (cm)	2.0	1.9	1.9
脂肪交雑	2.6	2.5	2.3

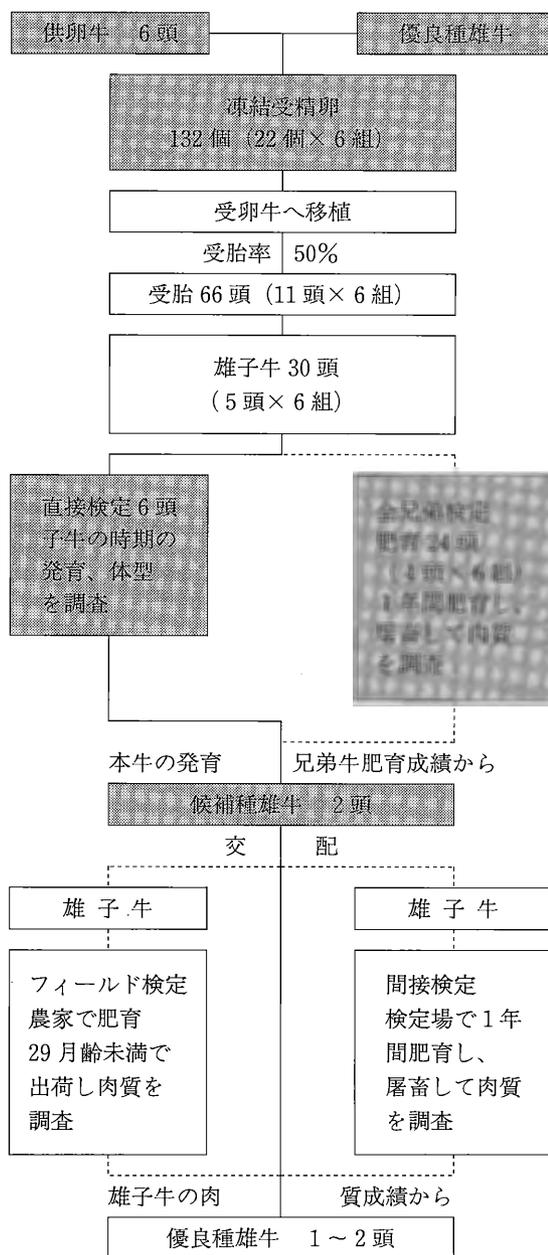


図1 優良黒毛和種種雄牛づくりの流れ  
注：網掛け部は新得畜試が担当

ろが大きく、家畜バイオ関連技術が実用段階でその威力を大いに発揮した実績の一つとして高く評価されてよいものと考えている。将来的には、受精卵の性別判別やクローン牛生産技術を組み込んでより一層の改良の効率化が図られればこれらの技術の確立に取り込んでいる。さらに現在、枝肉のフィールドデータから道内の黒毛和種雌牛と種雄牛の能力評価を進めている

が、将来はこれらからスーパーカウを検索し、種雄牛づくりの基礎雌牛に加えることを計画している。

作物と比較すると、膨大なエネルギーと長い年月を要する事業だが、この中から待望久しい畜産における「きらら397」の誕生を目指して、各部門関係者一丸となって日夜奮闘努力を続けている。

## 会員からの声②

### 「畜産」研究に思う

田中 義春

道立北見農業試験場 専門技術員

#### 畜産研究・指導の難しさ

現地において畜産の指導は批判があってもほめられることが少なく、研究も同様ではないだろうか。先日、札幌のある会議に出たら、水稻担当の専門技術員が数本の苗を持ってきてこの病気は何だろうと言うのだ。その場にいた専門担当は勿論病害虫や土壌担当専技が集まり、あっという間に原因と対策が練られた。

このようなことは畜産特に、乳牛や肉牛などの大家畜の世界では考えられない。なぜであろうかと追求してみるといくつか考えられる。

第一に物が大きい。我々は具合が悪くなると病院に出かけるが、家畜の場合は農家で診療する。そこには緊迫した技術の検討がなされず、常に個人の力量が優先してしまう。

第二に課程が複雑である。土から草、そして乳へと長い課程を経ていることもあって、原因が解るために時間がかかり曖昧さが残る。指導者も、普及員から獣医、メーカ、コンサルタントとあまりに多く分野も広い。

第三に外国の技術である。ホルスタインそのものが外国種であり、技術情報が怒涛のごとく海外から流れてくる。キララ 397 やハックナインのように根釧農試牛という品種を作ない限り宿命的分野なのかもしれない。

第四に単位が大きい。稲や豆の場合は圃場の一部をみれば、おおよその生育状況が判断できる。しかし、酪農や肉牛の場合、一戸の農家や一頭の牛をみても地域全体の判断にはならない。

#### 酪農経営の大きな変化

以上、畜産指導や研究の大変さを思うままに書かせもらったが、ここ数年は特に時代の変化でさらに難しくしている。それは選抜された農業者と規制緩和によって、従来まで考えられなかった酪農経営が出現しつつあるからだ。

まもなく、個人で経産牛 300 頭、年間出荷 3000 t 以上の企業的酪農家がでてくると推測できる。そこには専門の獣医、栄養コンサルタント、税理士、施設設計などに加えて雇用労働もいる。

また、ある農業者が「新しい技術や施設機械を導入する時、直接海外へ出かけて話を聞く。それでも解らな

ければ技術者に旅費を払って日本に連れてきて指導を受けている。その費用は経営の中から見ると安いものですよ。」と語ってくれたのが印象的で恐ろしかった。

そうなると、今の畜産業とその産業に係わる組織が大きく変わらざるを得ないのではないか。現場に近い農協及びその系統は危機感を抱いて新たな形になるが、普及や研究部門はどうなるか不安である。

#### 今後の畜産研究のあり方

技術においても現在の研究・専技・普及という流れから多様化してくることが予想される。研究も従来と異なり新たな方向が望まれつつあり、私なりにいくつか提言してみたい。

第一に現場で生かせる研究が必要でないか。

農業者は試行錯誤を繰り返しながら新たな技術を次々に確立しており、仲間と情報交換をしながら周辺に波及している。研究員も大いに現場に出て課題を見つけて欲しい。

第二にフィールド研究を積極的に行うべきではないか。

予算の枠組みを変え現場で多くの牛を使って、農業者の協力を得て研究をする。

第三に研究は随時公表すべきでないか。

研究員は現時点の成果を情報交換すべきで、新たに解った事項は即修正する。

第四に数値やデータだけに拘るべきでない。

研究員は数年間、作物や家畜を観察しながらデータをとるが、そこには数値に表れない感覚的な部分をもっと訴えることが重要だ。

第五に研究員はセールスマンであるべきだ。

自分の研究した技術や育種した種子は自ら現場あらゆる手段をとって説明し普及する。

以上、日頃の活動を通して考えていることを述べたがその多くはそれは専技の仕事という意見もある。しかし、畜産の分野ではその枠組みをもっと大きくとらえることが必要ではないだろうか。

いずれにしても、数年前とは異なり農業及び農村現場においては、新たな動きを示している。行政は勿論、研究・専技・普及などの技術屋においても変革が求められている。

## 会員からの声③

# 酪農経営の生産技術の実態と課題 (酪農経営の経営診断事例から)

須藤 純一  
北海道畜産会

## 1) 乳量増と家畜疾病の多発

最近の乳検成績による個体乳量は年々向上している実態下にあるが、一方では搾乳牛の疾病が多発している。乳牛の生産サイクル(分娩、搾乳、乾乳)から発生するため周産期病とも言われているものである。この要因の第一に上げられるのが飼料給与である。濃厚飼料の多給与による原因と併せて乳牛の生理上不可欠で大量に給与される自給飼料の量と質の問題が上げられている。

飼養規模の拡大に伴って必要になる自給飼料の生産量確保のための化学肥料の大量施肥や、一方では家畜ふん尿の偏在的過剰投入が自給飼料成分に大きく影響していることが危惧されるところである。

その具体的例として上げられるのが、窒素成分過剰による牧草中の亜硝酸の蓄積やカルシウムやマグネシウム欠乏によるミネラル比(KとCa・Mgの当量比など)の不均衡などである。

疾病多発による搾乳牛の短命化は、固定資産としての減価償却費の単年度負担額の増大あるいは廃用時の販売価格安と残存価格高から、処分損額が増加して生産コストを押し上げるなど収益性に大きく影響するものである。

酪農経営にとって乳牛は、牛乳を生産する大事な生産手段でありかつ経済動物である。生産量増のみに眼を向けるのではなく、乳牛の健康状態に十分配慮した飼養管理がより重要になっている。乳牛の各種疾病を未然に防ぎ乳牛の供用年数の延長を図ることが今後の生産コストの低減には不可欠な課題である。

今後の酪農経営の重要な視点はコストコントロールにあり、そのためにも乳牛の健康管理がとくに重要視される場所である。

## 2) 飼料自給率(TDN)と経営成果

乳牛の健康を保持するため不可欠となる自給飼料の活用や養分チェックがより重要である。この場合飼料給与養分量計算上の単なる一養分としての位置付けで

はなく、自給飼料の基礎飼料としての重要性の再認識が必要である。

乳牛の栄養管理を牛乳生産という面からのみでなく、各地域の自然条件にもとづく飼料資源やその種類と季節生産性などの自給飼料生産条件から見直すことが不可欠である。

牧草は草種や品種によっても異なるが、特に季節や時期による養分変動が大きいという特性がある。これらの諸点を十分に踏まえた調製や活用が必要になると同時に、その時期毎の栄養分をある程度把握した利用が重要になる。

近年では、乳牛の濃厚飼料に傾斜した栄養管理の進展により自給飼料への関心度が薄れてはいないだろうか？

確かに乳検成績で見るとおり年々個体乳量は向上している。しかし、濃厚飼料の給与量も増加の一途を辿っており、乳量の向上は濃厚飼料依存によることが明らかである。年間の搾乳牛1頭当たりの濃厚飼料給与量は、今年年間平均3,000kgにも達する勢いである。

表は平成6年次の経営診断事例の分析実績から、飼料給与におけるTDN自給率と経営成績の関係を整理してみたものである。全体の平均ではTDN自給率は46.3%となっており、50%を下回っている。この傾向は高乳量経営で顕著であり、30%台の自給率となっている。濃厚飼料給与量と飼料効果あるいは乳飼比との関係からも明らかとなり、高乳量経営は濃厚飼料の多給によって実現されていることが理解できる。

また、TDN自給率の高い経営では自給飼料のTDN1kg当たりの生産原価が安価である。更には、TDN自給率が50%以上の経営で収益性も高い傾向が認められる。このように、土地利用型の酪農経営にあっては自給飼料の利用度合いが収益性に大きく影響しているのである。

したがって、今後は世界的穀物需給の逼迫などにも配慮したTDN自給率を60%程度に保ち、かつ生産費用の低投入型の生産技術の構築が望まれる。

表-1 TDN 自給率と経営成績

項 目 (事例数)	全 体 (82)	40%以下 (16)	40-50% (25)	50-60% (29)	60%以上 (12)
経産牛飼養頭数 (頭)	50.1	57.5	46.6	50.2	46.3
経産牛 1 頭乳量 (kg)	7,312	7,957	7,616	7,058	6,315
乳 飼 比 (経 産) (%)	26.7	31.7	27.5	25.2	22.1
経産牛 1 頭濃飼量 (kg)	2,728	3,357	2,901	2,509	2,066
飼 料 効 果	2.8	2.4	2.7	3.0	3.2
T N D 自 給 率 (%)	49.3	33.9	45.8	55.0	63.3
自給TND 1 kg生産原価 (円)	40.7	45.7	46.9	35.0	34.4
経産牛 1 頭当たり所得 (千円)	158	157	158	162	153
所得率 (%)	24.7	22.8	23.0	26.6	27.2
TND 放 牧	9.1	6.8	5.0	11.3	15.3
生 産 乾 草	19.0	24.0	16.6	18.3	18.5
割 合 グラスサイレージ	57.0	45.7	55.6	62.7	61.8
(%) コーンサイレージ	14.9	23.5	22.8	7.7	4.4

表-2 自給飼料費とその構成 (円)

項 目	A	B	C	D	診断平均
肥料費	480	3,055	2,359	3,622	3,892
種子・農薬	0	764	0	988	594
労働費	1,310	1,472	1,452	2,079	1,812
燃料費	401	603	555	578	808
減価償却費	3,269	2,575	1,593	3,710	4,465
賃料料金	2,080	961	1,327	0	2,597
修繕費	858	743	854	1,543	2,217
諸材料費	298	732	400	947	957
合 計	8,995	10,905	8,545	13,465	17,342
TDN 1 kg コスト	21.2	19.4	22.3	29.0	40.7

注) A : 宗谷, B : 釧路, C : 根室, D : 十勝 診断事例 : 82 戸

表-3 ふん尿利用の内容

項 目	A	B	C	D
飼料面積 ha	52.5	102.5	45.0	46.9
成牛 1 頭面積	0.92	0.79	1.10	0.56
放牧の内容	昼夜放牧	乾乳牛放牧	昼夜放牧	時間放牧
ふ 散 布 量 t	795.0	960.0	522.0	909.0
ん 面 積 ha	39.0	22.0	21.0	21.2
面 積 割 合	74.3	22.0	46.7	45.2
尿 10 a 当 たり	1.5-2.7	3.0-6.0	1.2-3.0	3.0-4.2
ふん尿処理	堆積・バツ気	混 合 堆 積	堆積・バツ気	堆積・バツ気
TDN 自給率%	73.3	49.3	56.0	58.0

## 会員からの声④

# どこへ向かう試験研究

菊地 実

宗谷中部地区農業改良センター

## 1. はじめに

筆者は宗谷管内に勤務する酪農を専門とする普及員であり、酪農以外のことはよく知らない。振り返って見れば、多くの先生からご指導ご支援をいただき現在があると思える。たぶん筆者は、研究者諸氏の業績と人格の恩恵をもっとも受けている一人であろう。

酪農分野を研究される方の大部分は、研究能力が高く、学問的に価値ある業績をあげられている。

ところが、先進的な酪農家が拠り所とする知見の大半は、米国を中心に海外からもたらされたものである。科学は世界共通であり、情報ネットワークが世界を狭くしたことを考えれば当然の現象である。

しかし、道内で展開されている研究のトータルコストを考えれば、そうも言ってはいられないだろう。

なぜ、先進的な酪農家は海外情報に依存するのか。

そこが考えどころである。皮肉にも、道内の研究業績よりも米国のそれが現場ニーズにマッチしているのではなからうか？

## 2. 現場での再現性

工学は資源を使って無から価値を生み出す学問であり、生産現場での再現性が高い。これに対し畜産学は現に存在する家畜を研究し価値を生み出す学問である。ご承知のとおり、現場での再現性は必ずしも高くはない。換言すれば、農場における再現性の低さやバラツキを解決する研究が欠けているのではなからうか。

ここ数年の米国の酪農研究は、さらに裾野を広げ、特に管理学領域の進展が著しい。米国からもたらされた管理学の概念によって、農場における栄養学的の知見の再現性が高くなってきたことは事実である。

本稿を執筆するにあたり、筆者の尊敬する酪農家に試験研究に対する感想を尋ねた。彼の意見を要約すると次のとおりである。

- ① 農場で採用されている技術や概念の大半は海外からもたらされたものである。
- ② 雑誌等に掲載される技術情報でよく読むのは、海外の著名な研究者が書いたものである。

③ 普及員や雑誌等から入手する国内の情報は、すでに実践しているか、分かっている場合が多い。

④ 試験研究は酪農家とは別の世界で「学問」を研究しているのでは？

どうやら、試験研究に対して現場の酪農家は必ずしも高い評価と信頼を持っているとは言い難い（このことは、研究者個人を意味するものではない）。

酪農家のこれらの指摘は、研究組織と表裏一体である我々普及組織にとっても重要な示唆である。

## 3. 家族農業を支える

公的な試験研究や普及組織は、自前でR&D機能や教育機能を持たない家族農業をサポートするために存在する。とすれば、前述したように現場のニーズから乖離することは、組織として致命的なことである。

学問的な関心事や行政的な思惑が、現場のニーズと一致するとは限らない（無論、筆者は基礎研究の必要性を否定するものではない）。

現場のニーズは、現場に出なければ分からない。研究者諸氏よ、農場に出て農民の生の声を聞こうではないか！ 農場は研究素材の宝庫であり、農民は優れたパートナーであり助言者である。埋もれた可能性を農民と共に発掘しようではないか。

米国の酪農研究が優れているのは、アメリカンプラグマティズムに裏打ちされた研究姿勢にある。加えて述べるなら、米国の研究者は現場への普及に力を注ぎ、研究業績を通じて酪農産業にコミットし続けるという明確な姿勢がある。

そろそろ研究者の中から、現場に強いスター（スポークスマン）が登場してもいいのではなからうか！ スターの登場は、酪農家はもとより、研究者にも普及員にもいい刺激を与えると思うのだが！ 学会のステータスも重要であるが、現場のステータスもなかなか魅力的なものである。

筆者の記憶に間違いなければ、マクミーカン（NZのルアクラ酪農研究所の元所長）が次のような意味のことを述べている。「農場で役立たないことは、研究の価値がない。」

## 海外報告①

## カナダ・ゲルフ大学の研究および生活環境

植竹 勝治

北海道農業試験場畜産部家畜管理研究室, 札幌市豊平区羊ヶ丘一番地 062

平成7年度科学技術庁パートギャランティー研究員として、平成7年9月から平成8年8月までの1年間、カナダ国オンタリオ州ゲルフ大学において在外研究を行いました。現地では、同大学オンタリオ農学部家畜・家禽学科のJ. F. Hurnik教授が主査を務める、オンタリオ州農業・食料・農村事業省(OMAFRA)とオランダ・プロライオン社との共同研究プロジェクト「自動搾乳システム下での乳牛の行動(研究期間:1995年4月から1997年4月まで)」に参画しました。海外報告という、第1に現地の畜産事情、第2に滞在先で実施した研究成果、第3に滞在先の研究および生活環境、そして第4に滞在中に参加した学会の様子等を盛り込むのが、一般的な書き方ではないかと思えます。しかしながら、ここではおもに第3点目のカナダ・ゲルフ大学の研究および生活環境について、私の経験した範囲で報告したいと思います。第1点目のカナダの畜産事情については、いろいろな機関の方々が詳細に現地調査(最近では「1994カナダ・アメリカ・キューバの酪農」社団法人中央酪農会議)をされていますのでそちらを、また第2点目の滞在先での研究内容については「北海道家畜管理研究会報」に、さらに第4点目の現地でのローカルな学会の参加報告等については「家畜行動に関する小集会ニュースレター」に、それぞれ投稿を予定しています。本稿での不足部分については、そちらを読んでいただければと思います。

留学先であるゲルフは人口が10万人足らず、国際空港のあるトロントから100kmほど南西に位置し、カナダの中核地域(The heartland of Canada)と呼ばれるオンタリオ州の閑静な一地方都市です。しかしながら現在、大学の隣接地に移転を進めているOMAFRAを中心にして、その周辺にカナダ農業・食料省、オンタリオ乳牛群改良協会、Semexカナダ(カナダ版家畜改良事業団)、カナダ酪農ネットワークといった組織を集中させる研究パーク・センター(カナダ版つくば研究学園都市)事業が推進されており、近い将来には間違いなく、カナダの畜産に関する行政・研究・事業の中心的情報発信都市に成長するものと思われま

す。ゲルフ大学はオンタリオ州立の大学で、芸術、生物、家族・消費者、物理・工学、社会、農学及び獣医の7学部から構成されています。教官数は全学でフルタイ

ムが664名、パートタイムが198名(1996年1月現在)ということです。その中のオンタリオ農学部家畜・家禽学科は、家畜育種学、家畜生理学、生物工学、食肉科学、単胃動物栄養学、反芻動物栄養学、システム解析の7セクションから構成されています。学科の研究勢力は、教官であるFacultyが32名、StaffのResearch AssistantおよびAssociate計13名、Post Doc.12名、Grad. Student 88名、Visiting Scientist24名、Technician11名という構成(1995年9月時点)です。終身在職権(Tenure-track)を持たない助手とポストドク、大学院生や海外からの訪問研究者らが、大学の研究活動や教育(おもに学生実習)において、大きな役割を果たしています。

農学部には、学外のおもにAlma, Arkell, EloraとPonsonbyの4カ所に、魚類、家禽、豚、肉牛、乳牛等を飼養する6つの実験農場があります。家畜と敷地および施設はオンタリオ農務省が所有し、それをゲルフ大学農学部が運営するというシステムがとられています。農場の職員は全農場でフルタイムが40名、パートタイムが17名(1995年9月時点)です。実験農場での研究プロジェクトについては、オンタリオ農務省および農業団体との連携の下に、ゲルフ大学農学部が監督し、おもに大学の研究者によって実施されます。例えばElora乳牛研究センターには、おもな施設として128頭の収容能力があるタリストール牛舎と48床を持つフリーストール牛舎、それに育成牛舎があり、経産牛160頭余り(うち130から140頭を搾乳)と育成牛150頭余り、哺育牛約30頭が飼養されています。農場の事務はManagerをTechnician(研究サポートが本来業務)が補佐し、家畜管理業務はMilker(搾乳担当、各班のリーダー役)、Feeder(TMR調整と給餌担当)、Herder(牛追い、除糞および疾病・発情発見担当)、Calf Person(分娩および哺育牛担当)、Heifer Person(育成牛担当)に、AMS専属1名と臨時雇い2名を加えた計8名の2班体制で行われています。

研究プロジェクトの遂行において不可欠な存在がTechnicianです。化学分析等の専門機器のオペレーション業務を担当する通年雇用のTechnicianに加え、ゲルフ大学では全学で2,200人(1996年1月現在)の学生が、おもに夏季学期の4カ月間、Research Technicianとして雇用され、教官の試験設計に基づいて、実

験データの収集・解析および試料の分析といった実務を担当し、研究の効率的な推進をサポートします。前述の自動搾乳システム・プロジェクトにおいても、専属の Technician が研究期間を通じてプロジェクト予算で契約雇用され、機械の保守点検と試料およびデータの収集・解析といった研究実務を担当していました。日本における一般的なパートタイム職員の雇用形態との対比において、専門的知識を有した者が選定されており、したがって研究内容を十分に理解した上で、実際の研究実務全般を研究者に代わって責任を持って遂行するという点において、研究推進上、Technician の存在はかなり有効であり、効率的に機能しているように見受けられました。

研究環境に関連した事項としては、この Technician の存在と機能という人的要因に加えて、次のような点についても違いを認識しました。第1に、実験農場における施設的なスペースの充実と家畜供試頭数の多さについてです。参画した自動搾乳ロボットのプロジェクトでは、プロジェクト専用のフリーストール牛舎に48頭の乳牛を供試し、他の要因を排除した条件の下で試験が遂行されていました。第2に、ゲルフ大学には子供のいる職員のために保育所 (Child Care Centre) があります。現実問題として、オンタリオ獣医学部では学生の約8割が女性とのことです。第3に、滞在中にオフィスを共有した訪問研究者の話として、ドイツでは教授クラスで7年に1度半年間の、そしてブラジルでは6~7年に1度1年間のサバティカル制度が導入されているそうです。日本における研究環境の向上と一層の国際化を考えると、今後は日本の研究機関においても、これらの点の改善が図られるべきではないかと考えます。

次に生活環境について、今後カナダ、特にゲルフ大学への留学を考えている方に参考となる事項を、何点か挙げてみたいと思います。まずは現地の治安ですが、カナダの警官数は人口あたりの比率にするとかなり多いということで、ゲルフの街中でも実際にパトカーに頻繁に出会いました。大都会トロントでのレイプや発砲事件が時としてニュースで流れてきましたが、金曜の夜にダウンタウンに飲みに行く程度の普通の生活をしている限りでは、治安上の不安は感じませんでした。

ゲルフでの物価は平均すると札幌の60~70%程度といったところが実感です。小売価格 (1カナダ・ドル80円で換算) で、例えば牛乳1ℓ100円弱、卵1ダース約100円、コーヒー1杯約80円、ガソリン1ℓ約50円などです。ただし購買時には連邦政府と州の消費税を合わせて15%が加算されます。畜産関連では、1例としてゲルフ市街から20km (車で約15分) ほど北の約40haの農場が約400万円で売りに出され、濃厚飼料の購入価格が1t約7,500円、乳価は1ℓ48~56円、牛肉の農家取引価格が1kg約140円といったとこ

ろです。また現地の銀行に口座を開くと、スーパー等での買い物の時に、レジで銀行のキャッシュ・カードを使って支払いができるシステムが導入されています。銀行の端末装置がレジに装備されているようで、口座から預金を引き出すのと同じ手順で、手数料は無料、支払い形態は現金払いとして扱われます。日本でも電子マネー・カードなるものを新たに発行するのではなく、この方式でいけないものかと思いますが、どうでしょうか。

日本の食料品および調味料については、ゲルフの街中にある中国系の雑貨屋でおおよそ手に入ります。また車を40分ほどトロント近郊ミシサウガまで走らせれば、日系の食料品店があります。日本の情報については、日本語の新聞がトロントで数紙発行されており、郵送で入手できます。日本語のテレビ番組も毎週2プログラム放映されており、日本の大まかなニュースを知ることができます。

現地での車の運転ですが、日加間の政府間協約のおかげで、日本の運転免許証を現地の運転免許試験場に持参して手続きをすると、試験を免除されて、即その場で現地 (ゲルフの場合、オンタリオ州) の運転免許証が発行されます。また健康保険については、入国に際して、ワーキング・ビザ (正式には Employment Authorization) を所有し、3カ月以上滞在する者には、手続きをすれば、現地の健康保険証 (ゲルフの場合、オンタリオ健康保険プラン (OHIP) のカード) が発行されます。オンタリオ州ではそれに加加入していると本人の医療費負担は無料です。家族については、3年以上現地で働かなければ OHIP カードを発行して貰えませんので、1年程度の滞在ですと、別途、大学の健康保険 (UHIP) に一人当たり月約50カナダドルを払って加入する必要があります。それに加入しているとかかった医療費が後で全額払い戻されるそうです。それでも日本で加入する海外旅行保険の料金に比べると割安かと思われそうです。

インターネットでの日本との文書のやり取りについては、日本語のソフトをインストールしたコンピュータを持参あるいは現地で調達すると、電子メール (Email) を介して、日本にいる同僚と日本語ファイルの送受信が可能です。ゲルフ大学の学内 LAN はよく整備されており、実際に年度末の報告書等の書類のやりとりではとても重宝しました。

最後になりましたが、この誌面をお借りして、今回の海外出張に際し、出国から帰国まで一切の事務手続を担当して下さった、北海道農業試験場企画連絡室研究交流科吉野昭夫科長および近藤秀雄主任研究官、ならびに出張期間中に、日本での研究プロジェクト等職務を代行して下さい、北海道農業試験場畜産部家畜管理研究室岡本隆史室長および矢用健一研究員に特に感謝を申し上げ、海外報告といたしたいと思えます。

## 海外報告②

## ニュージーランドから北海道酪農を考える

小関 忠雄

北海道立根釧農業試験場

## はじめに

ニュージーランドに来て日本と比較するために統計を調べていると、必ず日本とは違う表記に突き当たる。まず牛乳の生産量および乳価の基準がミルクソリッド表示であることで、これは全固形分とも違い乳脂肪と乳蛋白質の単純な合計である。また、こちらで乳牛の頭数というと搾乳牛のことになり、分娩前の未経産牛は入ってこない。そして生産力を示す形質として ha 当たりの乳生産量を重要視している。言ってみれば「ミルクの反収」であり、こうした考え方が農家向けの文章ばかりでなく、学術論文の中でも盛んに検討されている。これらはいずれも生産に直結した項目であり、水増し感が全くない。こちらに住んでいると、こうしたちょっとしたことがニュージーランドの人々の酪農に対する姿勢というように感じられてしまう。

## 1. 世界を意識するニュージーランドの酪農

私が席を置いたマッセイ大学は農業関係が看板の大学である。ここの畜産学科の中央にある掲示板には色々な情報が掲示されているが、その中に世界の乳価を比較したグラフが拡大されて貼ってある。この図以外にもあと2つ乳価を比較したグラフが貼り付けてあり、この国の技術者は世界的にトップクラスの低コストで牛乳生産をしていることを誇りとしている。

このグラフを見ると日本は台湾に次いで2番目に乳価の高い国、ニュージーランドは下から3番目に安い国ということになる。そして、ちょうど真ん中あたりにアメリカ合衆国があり、日本の乳価はニュージーランドの5.6倍、合衆国の2.4倍という認識である。乳価の比較には色々な数字を目にするし、制度の違い、物価の違いも考えなくてはならないが、ニュージーランドの物価を生活から表現すると、食品は安いがその他はほとんど日本（北海道）と同じ水準、というのがこの国で暮らした実感である。

最新のニュージーランドの乳価は、1994/95年シーズンでミルクソリッド（およそ8~8.5%ぐらいであり、乳成分値は日本より高い）1kg当たりNZ\$3.32であり、日本式に計算し直すと、原乳1kg当たり約20円（NZ\$1=70円で計算）ということになる。生産の90%を輸出しているこの国の乳価は国際価格を

敏感に反映しており、ウルグアイラウンド後の国際価格はニュージーランドの農家に有利に展開するであろうと言われている。

日本でも酪農家自身が世界の中での日本の酪農を意識して経営しなくてはならない時代に入っているが、こちらの酪農家は、国際価格がそのまま自分の収入に影響してくるので世界の動きを常に注目している。ある機会にお茶をご一緒した時のこと、もうリタイアして町に住んでいる老酪農家から「飲用乳もニュージーランドから輸入したらいい。」と真顔で勧められた。「もし酪農製品の大部分が輸入となったとしても、おいしく新鮮な飲用乳は日本で生産するだろう。」という旨を伝えると、「粉乳に水を加えていくらでもつくれる。」と淡々と語っていた。こちらの牛乳は脂肪分が3.3%程度に調整されているが、クリームの香りのするおいしい牛乳である。

ニュージーランドの物価水準は食費が安い以外日本と同じ程度と書いたが、スーパーでの牛乳の価格は1ℓ入りのパックが90円ぐらいであり（2ℓパックがよく売れている）、日本の半額である。しかし、農家の受け取る乳価が約20円であったことを考えると高い価格であり、中間段階で日本よりもかなり多くのマージンが吸い上げられているのであろう。

## 2. ニュージーランドの平均的酪農家の経営収支

では、こうした国の酪農家はどのような暮らしをしているのであろうか？ 中堅どころの規模の経営的にしっかりした酪農家を例にとると、きちんと刈り込まれた芝生に囲まれた白い壁の住宅に住み、1人で200頭近い搾乳牛を搾っている。200頭を越えるとワーカーを1人雇うというのがおおよその基準である。奥さんは、働ける環境（子供等）でありさえすれば一緒に働くが、必須の労働力としてカウントはされていない。

何か絵に描いたような描写をしたが、こうした酪農家の経営収支を見てみることにしよう。表1にニュージーランドディリーボードが出している統計資料から167戸の平均値を示したが、1993/94年シーズンでは総収入が1,409万円、総経費が983万円で利益は426万円となっており、決して高い所得をあげているわけではなく所得率も格別高いということもない。日本の

酪農家の人が見たら「こんなに少ないの！」と言われるかも知れないが、年金制度や福祉制度が充実しているこの国では、都市労働者も似たような所得であり格別低いわけではない。1994年の男性労働者の所得統計を見てみると、時間外込みで年収約250万円程度である。こうして見ると酪農家は勤労者の1.7倍の所得を得ていることになり、農家はいい家に住んでいるというのがこの国の一般的な常識である。ニュージーランドではウルグアイラウンドの合意以降、酪農は儲かる産業として肉牛や綿羊から酪農に転換する希望者が多いそうで酪農家戸数は1993/94年から増加に転じている。そのための資金を銀行から借りられる人は優秀な農家ということになると教えられた。

### 3. 何故そんなに安く牛乳生産が出来るのか？

#### (1) 一年中放牧できる風土

ニュージーランドは一年中放牧が出来て、世界で最も安く牛乳を生産する有数の酪農王国であるというのがこちらへ来る前のニュージーランド酪農についての認識であった。そして、それは一年中草地が緑であるニュージーランドの気候によるところが大きい、ということも日本人の漠然とした共通認識ではなかろうか。

私は9月のはじめにこちらへ着いたのだが、北半球でいうと3月、早春の頃である。一年中放牧が出来、冬にも草が伸びるということから想像した「常春の国」という先入観が強く、ほとんど半袖しか用意してこなかった旅支度は大失敗であった。みぞれ混じりの雨に出迎えられ、夜はストーブを焚きっぱなしの日々が続いた。ニュージーランドの春は、なかなか暖かくなれない根釧の春に似ていた。ただ違うのは晴れた日の日差しの強さであり、気温はそれほど上がらなくても夏の太陽を感じさせるものであった。雨も多く放牧地は泥濘化し、粘土性の土壌は沢山の牛の足形を刻んでいた。屋根と三方の壁はあるものの開放型のこちらのミルクパーラーでは、冬のアノラックを着て鼻水をすすりながら搾乳を行っていた。12月になると時々沖繩のような強烈な太陽が照りつける夏の日が挟まるようになったが、その夏も北海道のさわやかな夏を想像すればよいであろう。夜は涼しくなるため、家庭もエアコンはなくその必要も感じさせない。真夏でも20℃を切るような冷え込む日があり、ストーブが恋しくなるのも根釧地方の夏とよく似ている。

そして、本格的な夏期のシーズンは草地にとっては夏枯れのシーズンである。本当に雨の降らない年には草地の生産量が平年値の1/3に低下してしまうこともあり、草地への灌漑技術が推奨されている。マッセイ大学の農場の成績から草地の生産量を見てみると、夏期間の6カ月（9月～2月：最も生産量が高い計算となる6カ月をとった。）は、乾物7,330 kg/haであり、

乾物率を18%として計算すると生草で40.7 t/haである。このくらいの生産力ならば北海道と同程度であろう。しかし、あと半年の冬期間にも夏期の6割の生産力（4,995 kgDM/ha）があることが一年中放牧が出来るゆえんである。

しかし、草地の生産力が日本の1.6倍だとしても乳価が4～5倍も差がつく要因にはならない。

#### (2) 風土を活かした酪農技術

「無畜舎で放牧による飼養、そして季節繁殖」……このことがニュージーランドでは酪農経営の前提になっている。したがって技術もその方向へ収斂して行き、草に微量成分のバランスを要求し、灌漑により草地の夏枯れを防ぐことが奨められ、必然の結果として草の生産力が下がる冬期間には乾乳にする季節繁殖が取り入れられた。つまり、ニュージーランドの有利な風土を徹底的に活かすことが現在の低コスト酪農技術を形づくってきたと言えよう。

分娩も放牧地で行わせることが当たり前に行われている。分娩介助することも多い日本で、難産を見慣れている者にとっては心配であったが、分娩事故が高いことはないらしい。ミルクパーラー（ということは住宅にも）に近い放牧地を分娩用の放牧地にすることで目が届くようにする配慮は行っている。そしてニュージーランドが国をあげての農業国である証明の一つが、野犬が全くいないことである。犬は繋いで飼うことが義務づけられており、放れている犬は徹底して保護されてしまう。テレビではうろつく犬が収容されていくスポットコマーシャルが流され、町は猫の天下である。

育成は群飼であり、大きな樽からいくつもの乳首が出ては乳器で乳を吸っている。残念ながらカーフハッチの姿は目にしない。3週間もすると放牧地の中に建てた簡単な小屋の中で同じような方式で乳をしながら放牧に出される。こうした育成方法からも分かるように、全てが群飼することを前提とし、徹底して労力をかけない方向に技術を進めている。

無畜舎で一年中放牧飼養をしているということは、糞尿処理の作業時間がほとんどないというのに等しい。ミルクパーラーおよびその待機場周辺の糞尿処理のみを考えればよいことになる。併給飼料も使っていないのであるから一年の大半は飼料給与の作業もないことになる。私が訪問した農家の一つで、ここはジャー種のみを80頭飼っている小規模の酪農家であったが、搾乳時に濃厚飼料を1 kg程度給与しており、昨シーズンは1頭当たり5,000リッター出たと自慢げに話していた。しかし、こうした濃厚飼料を給与している経営はまれである。こちらの論文を読むと、放牧草のコストは固定費込みで0.07～0.12\$/乾物kgであるのに対し、濃厚飼料は\$0.32～\$0.6、サイレージが\$0.1～\$0.2、乾草が\$0.15～\$0.3である

表1 酪農家の収入と支出の内訳（オーナー経営者）（ニュージーランドディリーボードの統計資料より）

	1992/93年	1993/94年
(調査基礎数値)		
調査戸数	213	241
乳脂肪生産量 (kg)	27,763	29,898
乳固形分生産量 (kg) *	48,385	51,993
搾乳頭数 (12月31日)	176	175
有効面積 (ha)	77	76
乳代 (¥/kg乳脂肪)	428	407
乳代 (¥/kg乳固形分)	246	235
1頭当たり乳脂肪生産量 (kg/頭)	158	171
1頭当たり乳固形分生産量 (kg/頭)	275	297
面積当たり乳脂肪生産量 (kg/ha)	361	393
面積当たり乳固形分生産量 (kg/ha)	628	684
(収入)		
酪農部門		
乳代収入	11,895,730	12,184,550
個体販売 (正味販売価格)	1,738,100	1,300,250
リベートその他	63,980	68,180
酪農関係収入合計	13,697,810	13,552,980
非酪農部門	518,350	537,600
総収入	14,216,160	14,090,580
(支出)		
酪農部門		
賃金	1,064,420	1,220,590
衛生費	526,540	555,520
繁殖および検定費	248,500	281,890
施設費	189,630	223,020
電気料	207,550	230,720
草地および飼料費**	1,238,790	1,246,420
肥料費	1,384,810	1,446,550
輸送費	92,190	87,010
除草および農薬費	123,410	105,490
その他	59,990	70,910
酪農部門総経費	5,135,830	5,468,120
非酪農部門	152,670	102,130
一般経費		
修繕および維持費	978,600	976,500
車両費	593,390	593,040
固定費	666,820	793,380
利子負担	1,713,950	1,538,670
一般管理費	349,300	354,550
一般経費の合計	4,302,060	4,256,140
総経費	9,590,490	9,826,390
(利益)	4,625,670	4,264,190

NZ\$ = 70円で計算した。

\* ニュージーランドでは乳脂肪+乳蛋白質についてを乳固形分と表現しており、全固形分とは異なる。

\*\* 乾草、サイレージ、粕類の費用と収穫、草地更新、放牧およびコントラクターの経費を含む。

ので、濃厚飼料を給与して乳量を上げるのは採算が合わない結論している。

#### 4. 優秀な農業者が財産

畜産学科のHolmesが学生への講義でニュージーランド酪農の長所を3点あげていたが、それは次のようなものであった。(1)低コストな牛乳生産、(2)労働の季節性と休暇が取れること、(3)優秀な人材とその姿勢。ということで3点目に人が財産であることが語られたことに感心して聞き入っていた。英語では“People and their attitude”と言っていたので、農家ばかりでなく周辺の技術者や周辺産業のことも指していると思われる。

前項にも書いたように酪農家の平均収入は都市労働者の1.7倍あることから良い暮らしをしている。したがって、ニュージーランドでは農家になる希望者が結構多く、そうした人たちがワーカーとして雇われながら農場主を目指している。雇われていると言ってもかなりワーカーの裁量が広く、ほとんど牛群の管理から搾乳までも任されているワーカーもかなりいる。通常ワーカーは一つの農場には2～3年程度しか勤めないようで、農場主の推薦状をもらって次の農場へと移っていくという。この推薦状や、学校などで得られる資格がものをいい給料も上がっていくようだが、そのうちに技量が認められてくとコントラクトミルカーとなり、シェアミルカーとなって行く。しかしめでたく農場主になるまでには大変のようだ。

ワーカーのような定額の給料ではなく、収入の数十%をもらえるようになると一人前であり、このようにして実績を積みながら技術と経営手腕を蓄積する。資金が貯まり自分の牛を買えるようになるとその牛を持ってシェアミルカーとして農場を借り、定率の収入を得るまでになる。最も分配率の良い50/50シェアミルカーの募集には30～40人の応募があるのが普通で、条件の良い農場では100人もの応募があるという。書類選考の後30人ほどの候補者にしぼられ面接をして採用されると聞いた。めでたくシェアミルカーとなれども、最近では農場の値段が高いため農場主にはなれず、シェアミルカーのまま終わる者も多いらしい。自分の子供に農場を譲る時にも子供をシェアミルカーとして雇い、資金を貯めさせて親から農場を購入させるのだという。相続した場合でも兄弟で農場を共同所有し、収入を分配する方式をとると言う。

全国14,597戸のうち、オーナー経営者が70%、50/50のシェアミルカーが23%、それ以外は他の比率のシェアミルカーおよびコントラクトミルカーである。50/50シェアミルカーの資本金は25%、オーナー経営者は当然100%、コントラクトミルカーは5%程度である。ニュージーランドの経営形態の大半を占めるオーナー経営と50/50シェアミルカーの経営実態を比

較したのが表2である。50/50シェアミルカーの方が飼養頭数もha当たりの生産量も高くなっており、意欲的な若い酪農後継者の姿が見えてくるようである。こうしたシェアミルカーの制度が技術の進取性や経営の意欲を高め、この国の酪農を活気づかせている背景の一つである。

私が訪れた500頭規模の農場では、イギリスと日本から来た人が農場主を目指してワーカーとして働いていたが、どちらも大学を卒業した人であった。一人は初産牛群80頭を、もう一人はそれ以外の経産牛群230頭の管理を任せられ、搾乳は二人が共同して行っていた。この農場主は更に200頭規模の搾乳牛群をもう一つ持っており、これはコントラクトミルカーに任せて経営している。したがって、農場を2つの小農場に分けて管理していることになり、農場主は全体の統括と運営を行っている農場経営者であった。

経営を大きくするには日本と同じようにリタイアした人の隣接した農地を購入することもあるが、そうした都合良いことがいつもあるわけではなく、農場を売って別の大きな農場に買い換えることが普通に見られる。1994年に売り出された農場は784件で全農場数の5%を越える。こうした農場の価格は1994年でha当たり平均81万円で取り引きされていた。この国では都市に住む人たちの住宅の売買も盛んで、自分にあった家へと気軽に移り住んで行くことから農場の買い換えも抵抗ないのであろう。

#### 5. 北海道の放牧を考える

「こっちの牛は臭くないね。」これがニュージーランドへ来たときの家族の感想である。牛が牛舎にいないため酪農家の住宅の周辺に糞尿の臭いはせず、放牧している牛はきれいであった。冬期間には舎飼しなくてはならない北海道では立派な牛舎施設が整っており、様々な飼養形態を選択できる条件が用意されている。しかし、「放牧できる夏期にも手間のかかる舎飼をしているというのは何故？」というキウイ（ニュージーランド人は自分たちのことをこう呼んでいる。）の素朴な質問に代弁して答えるには、沢山の理由を羅列しなくてはならなかった。しかも、キウイ達はその説明にあまり納得した風ではない。冬は舎飼となる北海道の場合、フリーストールと放牧の飼養形態は最適なマッチングではないだろうか。放牧飼養時には給餌場だけを使えるようなフリーストール牛舎のレイアウトを考えたい。

放牧のみで4,000kg近く搾れることをニュージーランド酪農が実証しており、根釧農試の成績では濃厚飼料を使った放牧により9,000kgを搾れることが示されている。そうすると、この範囲内であれば自分の経営目標に合わせた放牧飼養計画を立てることができるといえよう。このための実用的な情報はまだまだ不

表2 オーナー経営と50%シェアミルクラーの比較(1993/94)

		オーナー経営	50%シェアミルクラー
経営面積	(ha)	74	89
搾乳牛頭数(経産牛)	(頭/戸)	175	224
乳脂肪生産量			
農場当たり	(kg/戸)	48,640	62,476
1頭当たり	(kg/頭)	278	279
ha当たり	(kg/ha)	657	702
ストックングレート	(頭/ha)	2.5	2.6

Economic Survey of Factory Supply Dairy Farmers より

足しており、試験の積み重ねとデータの提供が重要な役割を担っていくと考えている。

### おわりに

1995年の農業センサスの結果概要によると、日本農業全体が耕地面積の減少、高齢化の進展、担い手の減少というように全ての面で後退局面にある中、酪農は相対的に活力が保たれている部門であり、これからの日本農業の牽引車としての役割が期待されているという。そうした役割を担うならばこそ、飼料の大半を輸入穀類に依存するのではない酪農が経営できる技術的準備を進めて行かなくてはならないだろう。以前から多くの人が指摘しているように、21世紀には世界の食糧需給が逼迫し日本が多量の農産物輸入に依存することは出来ないと言われている。既にそうした需給環境

が変わってきていることを経済学者が指摘しているところであり、最近の国連食糧農業機関(FAO)と国連人口基金(UNFPA)は西暦2050年までに人口に見合う食糧を供給するには75%もの増産が必要になるとの見通しを発表している。

草から牛乳を搾ることにかけてきたニュージーランド酪農の技術的蓄積と人材は、これからますます貴重な財産となっていくのではないだろうか。私たちの北海道酪農も、次のための生産基盤づくりを進めて行かなくてはならないだろう。雨の多い道東の初夏、乾草を作るには大変不利な気候だが、夏枯れがなく放牧をするにはニュージーランドよりも恵まれた環境である。こうした環境を活かした「北海道型酪農」を、単なる言葉だけでなく現実の形にして行きたいものである。

## 海外報告③

## 第42回国際食肉科学技術会議に出席して

西邑 隆徳

北海道大学

## はじめに

第42回国際食肉科学技術会議 (42nd International Congress of Meat Science and Technology) は1996年9月1日から6日まで、ノルウェーのリレハンメルにおいて開催された。リレハンメルは首都オスロから北へ約180 km離れたところにある静かで落ち着いた雰囲気のある小さな町である。1994年に冬季オリンピック大会がこの町で開催されたことは記憶に新しい。

会議の組織委員会委員長はノルウェー食品研究所のRisvik博士で、会議への参加者は45か国から416名で、発表演題数は284であった。日本からの参加者は16名であった。

## 会議の構成と内容

会議は14のセッションと15のワークショップから構成されており、各セッション毎に、テーマに基づいて1～3題の基調講演があり、続いて研究発表がポスター形式で行われ、その後ワークショップで研究発表についての総合討議が行われた。

## セッション1：消費者の動向

フランス国立農業研究所のS. Issanchou博士により「消費者の期待する食肉および食肉製品の品質」と題した基調講演があった。

## セッション2：食肉の品質保証

ノルウェー食品研究所のG. A. Dalen博士により「食肉の品質保証」と題した基調講演があった。

## セッション3：動物福祉

ニュージーランドマッシー大学のN. G. Gregory博士により「屠畜前の管理における動物福祉と衛生」と題した発表があった。

以上の3つのセッションでは一般発表およびワークショップはなかった。

## セッション4：食肉の安全性

基調講演はノルウェーミートのT. Nesbakken博士により「微生物による食肉の汚染とその防止—農場から食卓まで」と題し、また、ネバダ州立大学のJ. M. Jay博士により「挽肉の微生物学的品質」と題した発表があった。一般発表は食肉の安全性に関するものが19題で、このなかにはO 157大腸菌に関する発表が2題あった。

## セッション5：筋肉の生化学

基調講演は北海道大学の高橋興威教授により「食肉の熟成中に起こる骨格筋組織構造の脆弱化：非酵素的機構による食肉の軟化」と題して、これまでに得られた生化学的および形態学的知見をもとに「食肉の軟化に関するカルシウム説」について発表され、会場の関心を集めていた。また、スウェーデン農業大学のB. E. Gustavsson博士により「筋肉の適応」と題した発表があった。一般発表は筋肉生化学に関するものが17題、肉の色調および脂肪に関するものが27題あった。

## セッション6：食肉加工技術の進歩I

基調講演はベルギーのロイヘンカトリック大学のA. Loey博士により「食肉加熱処理の最適化」と題して、また、フランスモンペリエ大学のJ. C. Cheftel博士により「食肉に対する高圧処理の影響」と題した発表があった。このセッションでは18題の一般発表があった。

## セッション7：食肉および食肉製品の保存性

基調講演はカナダ農業省のC. O. Gill博士により「冷蔵食肉の貯蔵性の向上」と題して、また、ミシガン州立大学のI. Gray博士により「食肉の酸化特性とシェルフライフ」と題した発表があった。このセッションでは包装と保存性に関するもの11題、菌の検出に関するもの6題、計17題の一般発表があった。

## セッション8：食肉加工技術の進歩II

基調講演はポーランドワルシャワ農業大学のA. Pisula博士により「温屠体除骨した食肉の加工」と題した発表があった。一般発表は生肉に関するものが25題、改質剤および添加剤に関するものが25題あった。

## セッション9：分析方法

基調講演はノルウェー食品研究所のT. Naes博士により「食肉の品質の多変量解析」と題して、また、デンマーク食肉研究所のC. Borggaard博士により「屠畜場におけるin-line image analysis：牛枝肉の自動格付けシステム」と題した発表があった。一般発表は枝肉格付けおよび肉質評価に関するものが29題あった。

## セッション10：食肉加工技術の進歩III

ニュージーランド食肉研究所のG. Longdell博士により、「屠畜および除骨の自動化とロボット化」と題して、また、イギリスブリストール大学のK. Khodaban-

dehloo 博士により「食肉加工技術の自動化の見直し」と題した発表があった。

#### セッション 11：食肉の構造と軟らかさ

スウェーデン食肉研究所の E. Tornberg 博士により、「食肉の軟らかさに関する生物物理学的性質」と題して、また、アメリカ合衆国肉用家畜試験場の M. Koohmarie 博士により「食肉の硬さ・軟らかさを決定する生化学的要因」と題した発表があった。このセッションでは 21 題の一般発表があった。

#### セッション 12：食肉加工技術の進歩Ⅳ

イギリスブリストル大学の S. James 博士により、「冷蔵流通—枝肉から消費者へ」と題して、また、アイルランド国立食品研究所の R. L. Joseph 博士により「牛肉の超急速冷却と硬さ」と題した発表があった。

#### セッション 13：発酵食肉製品

ノルウェー食品研究所の H. Blom 博士により「発酵ドライソーセージ製造期間の短縮」と題して、また、ドイツホーヘンハイム大学の V. Kottke 博士により「食肉発酵の機械工学的側面」と題した発表があった。このセッションでは合計 40 題の一般発表があり、2 つのワークショップが開かれ、欧米における発酵食肉製品への関心の高さが伺い知れた。

#### セッション 14：新しい動物食品

スウェーデン農業大学の G. Malmfors 博士により、「トナカイの屠殺前管理—肉質への影響」と題して、また、ノルウェー水産研究所の E. Elvevoll 博士により「マリネ食品の製造」と題した発表があった。一般発表は 18 題あり、このうち鹿肉に関するものが 5 題あった。

国際食肉科学技術会議は食肉をキーワードに家畜生産から屠畜処理、食肉の熟成、加工利用および消費流通問題さらには動物福祉に沿った食肉生産など幅広い対象を研究する科学者および技術者たちの専門的かつ総合的討議の場となっている。ヨーロッパで始まった

この会議は、今やアジア、オセアニア、アフリカ諸国からの参加者も増え、45 か国以上から同伴者も含め約 500 人が集う大きな会議となっている。1999 年にはアジアで初めて日本において第 45 回国際食肉科学技術会議が開催されることになっており、リレハンメルの会場において横浜での開催（8 月 1 日～6 日）を案内するリーフレットが配られた。

会議終了後、デンマーク国立食肉研究所およびドイツ国立食肉研究所を訪れる機会を得た。ヨーロッパには国立の食肉研究所が設置されている国が多く、食肉に関する研究はこういった研究所を中心に食肉産業界と深い繋がりをもって展開されているようだ。デンマーク食肉研究所では予算の約 45%以上が豚および牛の屠畜場利用税で賄われており、この研究所で開発された豚枝肉自動格付け機は屠畜場に導入され、1 日当たり 4 万頭の処理を衛生的に行えるようになっている。ドイツ国立食肉研究所にはクルンバッハ市の屠畜場が併設されており、屠畜前後の処理、サンプルの採取が非常にやりやすくなっている。しかし、ヨーロッパの食肉研究を取り巻く環境は必ずしも良好とは言えない面もあり、財政的な観点からか、より実践的な技術の開発、より応用的な研究に傾倒しつつあるように思われた。ドイツ国立食肉研究所においても政府の施策に合致するような研究には多くの予算がつくが（この時は狂牛病関連）、基礎研究にはあまり予算が付かないと研究員がこぼしていた。食肉に関する研究は応用的なものが注目されがちであるが、これを支えていくには基礎研究が重要であることは言うまでもない。

残念ながら、日本には国立の食肉研究所はない。しかし、食肉の研究に携わる研究者が少ないわけでもない。特に、北海道には食肉の生産から利用までを一貫して研究できる下地があるように思われる。北海道の産官学の研究者が食肉というキーワードのもと自由で活達な研究を展開できるような研究基盤を創りたいものである。

## シンポジウム報告①



The production of Recombinant Proteins and Transgenic Animals

## シンポジウム報告「日韓科学協力事業セミナーを開催して」

島崎 敬一

北海道大学農学部

## 要 旨

日韓セミナー「畜産における組み替えタンパク質生産とトランスジェニック動物の作出」が、平成8年10月11～12日に、北大キャンパス内の百年記念館で開催された。日本側の開催代表者は清水弘（北大・農）、韓国側代表者は生命工学研究所（KRIBB）のLee, Kyung-Kwang（李景廣）である。また、本セミナーは日本学術振興会の事業の一つである日韓科学協力事業セミナーとして開催されたものであり、韓国側からは5人が出席し、日本側の講演者は7人であった。講演内容としては、「ミルクタンパク質のバイオテクノロジー」として、午前中に6題の発表があり、午後には「トランスジェニック動物のバイオテクノロジー」としてやはり6題の発表が行われた。講演会場には大学内外から合わせて55名が参加し、翌日のエクスカージョンでは、苫小牧市植苗にある雪印乳業(株)受精卵移植研究所を見学した。

## 1. はじめに

平成8年10月11～12日の2日間、日韓科学協力事業セミナー「畜産における組み替えタンパク質生産とトランスジェニック動物の作出」が北海道大学で開催された。筆者はその主催者の一員として企画から実行まで携わったので、ここにそのセミナーの内容について紹介しようと思う。講演発表のため韓国からは5人が出席し、日本側の講演者は7人であった。なお、本セミナーは日本学術振興会が平成8年度から始めた日韓科学協力事業セミナーの一つとして後援を受けて開催されたものである。初日は北大キャンパス内の百年記念館で講演会が開催され、まず日本側代表者である清水弘（北大・農）の開会の挨拶と韓国側代表者のLee, Kyung-Kwang（李景廣）の挨拶で始まった。李代表は4年間北大大学院に留学し、当時家畜育種学講座（現、家畜改良・増殖学講座）の堤義雄（当時、助教授）に家畜繁殖学の指導を受けて1984年春に博士号を取得している。現在はKorea Research Institute of Bioscience and Biotechnology（KRIBB、韓国生命工学研究所）で、家畜繁殖学の分野からさらに発展して、

発生工学やトランスジェニック動物に関して韓国における研究をリードする立場にあることなど、会場に来ておられた恩師の堤先生に対してその間の指導を感謝しながら語った。

ここで簡単にKRIBBについて紹介すると、ソウルから列車で一時間半ほどの所にある忠清南道の道庁所在地、大田市（テジョン）の大徳（テドク）研究団地内に研究所がある。近くには儒城（ユソン）という温泉があり、またEXPO'93が開催されたのでご存知の方も多いと思う。研究所は1985年にKorea Institute of Science and Technology（KIST、韓国科学技術院）のThe Genetic Engineering Centerとして設立され、1990年にはGenetic Engineering Research Instituteと改名、さらに1995年に現在の名称となっている。組織としては、Molecular & Cell Biology, Protein Engineering, Plant & Animal Cell Technology, Biomolecular Research, Applied Microbiology, Bioprocessの各研究部門があり、その他にGenetic Resources CenterとBioPilot Plantを有している。また研究員として400名を擁し、その内の44%が博士号を有しているという、非常にアクティブな研究所である。

なおセミナー当日、会場には主催している関係研究室（家畜改良・増殖学講座、酪農科学講座）のスタッフと大学院生らの他に、(株)YSニューテクノロジー研究所の上田（所長）、柏崎の両氏が栃木県から参加し、さらに雪印乳業(株)受精卵移植研究所（永井所長、高倉、長尾、岸、須藤）、道立新得畜産試験場（山本、高橋、陰山）、道立滝川畜産試験場（山田、寶寄山、内藤）、よつ葉乳業(株)リサーチセンター（元島、大津、鈴木、栗城）、サイエンスタナカ(株)（牧）などからも多くの人が出席してくれた。さらに、獣医学部の家畜繁殖学研究室の留学生も3名（申秀晶、S. H. Raza, C. Bishonsa）が出席し、講演会への参加者は合計55名にのぼった。この様に大学内外から広く来聴頂いたことは、主催者の一人として非常に嬉しかった。

## 2. セミナー開催の背景

日本と同様に韓国においても、トランスジェニック

動物や組み替えタンパク質を用いる研究機運が非常に高まってきている。それは、家畜の改良・育種のためのトランスジェニック動物の作出とその基礎研究を始めとして、ヒトミルクタンパク質やその他の生物学的に活性を有する物質を得るためのトランスジェニック動物の利用、あるいは動物組織や細胞、微生物などを用いた組み換えタンパク質の生産、およびそれらを治療薬、ワクチン、ホルモン、診断薬、飼料添加物、食品添加物として用いる可能性だけでなく、実際すでに遺伝子の機能や発現調節の研究、疾患のメカニズムの解明や医薬品のスクリーニングに用いる疾患モデル動物の開発などにトランスジェニック動物は使われているからである。そこで、我々は特に家畜・家禽などの生産に関する畜産分野一般、および乳・乳製品などの畜産食品分野における組み換えタンパク質の生産、トランスジェニック動物の作出と利用に関する日韓両国の研究の現状を、基礎と応用の両面から検討し、将来の発展の方向性についての見通しを得ることを主眼として本セミナーを企画した。

参加した日韓両国の研究グループによる研究交流は、もともとがラクトフェリンを主な研究対象としていた筆者らとの接触が発端となって始り、1992年以降相互に訪問および頻繁な研究情報の交換を行ってきた。そこで両研究グループがこれまでの研究成果を持ち寄り、今回のセミナーの形で発表の場を持つことは、これまでの部分的な共同研究や研究情報の交換の枠を越えた、よりダイナミックな飛躍をもたらすものと期待され、実施した結果は後述するようにまさに日韓両研究グループにとって期待通りの成果が得られたと評価できる。

### 3. ミルクタンパク質のバイオテクノロジー

講演内容としては、「ミルクタンパク質のバイオテクノロジー」として、午前中に6題の講演があり、午後には「トランスジェニック動物のバイオテクノロジー」

としてやはり6題の講演が行われた。午前の部においては、ミルクに含まれる多機能性タンパク質であるラクトフェリンに関する研究発表が4つを占めた。ラクトフェリンとは分子量が約8万の金属結合性タンパク質であり、血液中のトランスフェリンや卵白に含まれるオボトランスフェリンと非常に良く似た構造を持つタンパク質である。ミルクに含まれている他のタンパク質に比べると、生体内における機能が非常に多岐に亘っていることに特徴がある。例えば古くから知られている抗菌・静菌活性の他に、免疫賦活作用、抗炎症作用、細胞増殖制御作用などが見出されており、現在では育児用調製粉乳のほか、ペット、養殖魚などの治療薬としての用途がまず開発され、さらにヒト口内炎や歯周病などへの効果も期待されており、免疫グロブリンやリゾチームにならぶ利用価値の高いミルクタンパク質と考えられるようになってきている。そのために、組み替えタンパク質およびトランスジェニック動物研究における格好の対象ともなっている。

まず、清水（北大）の座長のもとに島崎（北大・農）は、組み替えN-lobeの作成に挑戦した成果を発表した。これはウシラクトフェリンをトリプシンによって消化した場合に、完全な半分子であるC-lobeは得られるが、Lys282-Ser283間の結合も切断されるために、完全な形でのN-lobe(340残基)を得ることはこれまでに成功していないからである。この研究ではまずウシ乳腺組織のmRNAからcDNAを合成し、N-lobe領域に特異的なプライマーを用いてPCRを行い目的の遺伝子を増幅した。次にクローニングベクターに組み込み、大腸菌JM-109株に導入した後にプラスミドの配列を確認し、さらにN-lobeの領域を切り出して発現ベクターに組み込み、大腸菌BL21株に導入してタンパク質の発現をIPTGによって誘導した。その結果、glutathione-S-transferaseとN-lobeとの融合タンパク質が発現していることを、ウェスタンブロット法で確認した。今後は融合タンパク質の精製



写真1 北大百年記念館における日韓セミナー会場の様子。最前列が清水代表。

とN-lobe部分の活性のある形での回収率の向上が課題である。

玖村朗人(北大・農)は、形質転換したマウスのミルク中に発現させたタンパク質を分離する方法についての検討を行い、それらを効率よく分離する指針を確立した過程を発表した。例えばラットミルクからのカゼインの等電点沈殿には酢酸が有効で、かつアルカリ性領域でのイオン交換クロマトグラフィーが良好な結果を示し、またブタミルクからのカゼインの分離には、ウシの場合と同様に塩酸の方が好ましく、陰イオン交換クロマトグラフィーで多数の成分が分離され、多岐にわたる遺伝的変異体の存在が示唆されたという。さらに、ウシラクtofフェリンを乳腺で発現するトランスジェニックラットのミルクからラクtofフェリンを分離するモデルを組んだ。すなわちウシラクtofフェリンを溶解したラットミルクから改めてラクtofフェリンを分離した結果、イオン交換クロマトグラフィーではほぼ純粋なラクtofフェリンが得られたが、回収率の点ではなお改善の余地があるという。

次に演壇に立った Yu, Dae-Yeul (KRIBB) は、1996年1月から2カ月間にわたって筆者の研究室に滞在して、生理活性のあるミルクタンパク質に関する共同研究を行っていた。本講演ではラット  $\beta$ -カゼインとヒト成長ホルモンの融合遺伝子を用いたトランスジェニックマウスを作出し、そのミルク中へヒト成長ホルモンを分泌させるのに成功した例を報告した。このトランスジェニックマウスの分泌するミルク中にはヒト成長ホルモンが  $5500 \pm 620 \mu\text{g/ml}$  含まれ、かつノーザン・ブロット法で主に乳腺組織で効率的に発現していることを確かめた。また、ラット  $\beta$ -カゼインのプロモータ部分がヒト成長ホルモンを泌乳時期に合わせて発現させること、さらにヒト成長ホルモン遺伝子の3'フランキンク配列が効率的発現にとって重要であることを指摘した。

ついで島崎が座長をつとめ、トランスジェニック植物におけるラクtofフェリン関連物質のクローニングと

発現に関する研究が日韓双方から発表された。まず、高瀬研二(農水省農業生物資源研究所)はトランスジェニックタバコにおけるミルクタンパク質、特にヒト  $\alpha$ -ラクトアルブミンとヒトラクtofフェリンの遺伝子の導入を *Agrobacterium tumefaciens* を用いて行い、それらの発現を行った成果について述べた。 $\alpha$ -ラクトアルブミンはトランスジェニックタバコの葉の可溶性画分に見出され、SDS-電気泳動による移動度もミルクから分離した  $\alpha$ -ラクトアルブミンと全く同じであり、シグナルペプチドが間違いなく外れていた。これを DEAE-Sephrose クロマトグラフィーで精製し、乳糖合成系でチェックしたところ十分な活性を示したという。また、乳腺 cDNA ライブラリーからヒトラクtofフェリンの塩基配列を調べたところ、これまでに報告されているものと2カ所が異なっている (11 A  $\rightarrow$  T, 29 K  $\rightarrow$  R) ことを見出した。さらにヒトラクtofフェリンの一部であるN-末端に近い活性ペプチド「ラクtofフェリシン®」に対応する部分を直接に遺伝子から切り出して調製し、タバコに導入したところ、ラクtofフェリシンの発現がウエスタン・ブロット法で確認された結果も述べた。

Liu, Jang R. (KRIBB) は、ヒトラクtofフェリン遺伝子を組み込んだトランスジェニックタバコを作出した成果を発表した。生育したトランスジェニックタバコの葉から酵素を用いて分離したプロトプラストには、ほとんどラクtofフェリンは見出されなかったが、葉の組織自体には高レベルでラクtofフェリンが含まれていることがウエスタン・ブロット法で認められ、細胞壁にラクtofフェリンが分泌されていることが確かめられた。さらに画期的なことに、ヒトラクtofフェリンを発現したこのトランスジェニックタバコは、キュウリモザイクウイルスの感染に対して強い抵抗性を示したという。

午前の部の最後は、豊田裕(帯広畜大・原虫病分子免疫研究センター)の座長のもと、Lee, K.-K.によるヒトラクtofフェリンをミルク中に分泌するトランスジェ



写真2 迫力のある講演発表(豊田)の様子。

ニック動物の作出成果に関する発表であった。ウシ  $\beta$ -カゼインのプロモータを用い、かつヒトラクトフェリン発現レベルを向上させるために、発現ベクターの中に人為的に2個のイントロンを導入するなどしてトランスジェニックマウスを作成した。20系統のトランスジェニックマウスが作られ、ヒトラクトフェリンはミルク中に1~200  $\mu\text{g}/\text{ml}$ の濃度で分泌したという。ヒトラクトフェリン mRNA はトランスジェニックマウスの乳腺にだけ見出され、また正常にエクソン/イントロン連結部で切断されていた。さらにヒトラクトフェリンをそのミルク中に分泌するトランスジェニックウシを作出するために、目的DNAを導入した受精卵を51頭に移植したところ7頭の仔牛が生まれ、現在はそれらからさらに仔牛を作っているという。その他に、妊娠率が最良となるためのDNA導入技術と胚の培養条件を確立したことについても述べた。

#### 4. トランスジェニック動物の バイオテクノロジー

引き続き午後の部は主に「トランスジェニック動物のバイオテクノロジー」に関する講演が行われた。座長・Liu, J.-R.のもと、まず上田純治(北大・農)が有用標識遺伝子のクローニングと物理的マッピングに関するこれまでの研究成果を発表した。染色体上の連鎖マーカー遺伝子としてマイクロサテライト多型は最も役に立つ標識遺伝子として注目されている。そこで特にブタのマイクロサテライトを非RI的に簡単にクローニングする方法を開発し、さらに比較的短い塩基配列の物理的マッピングが可能であるPRINS法によるブタの反復配列への応用例を示すと共に、この方法をマイクロサテライトに応用する可能性についても言及した。

鈴木啓太(北大・農場)は、トランスジェニックブタの作出を目指した体外受精系についての研究成果について発表した。精子の受精能獲得のための前培養の条件について検討した結果、採取した雄ブタあるいは前培養時間の違いにより体外受精率に差が見られたが、前培養を行わない場合にも高率に受精する例が観察された。また、種々の受精現象を解析するためには、完全合成培地を用いた体外受精系が望ましく、さらに培養液に一般的に添加するBSAを除いて体外受精を行っても受精が見られた。しかし、BSA無添加培地を用いた場合の受精率は、添加培地を用いた場合に比較して低率であった。そこで、BSA無添加培地を用いた場合に、受精時の精子濃度を高めることで受精率を向上させるのに成功したと報告した。

次いで上田(北大)座長のもと、Han, Yong-Mahn (KRIBB)が韓国在来種のヤギを対象とした胚発生に関する研究成果を発表した。ヤギ卵管上皮細胞と共培養したDNA挿入胚のin vitroでの発達状態を、共培

養しない場合と比較検討した結果、胚から桑実胚への分化においては差は認められなかったが、胚盤胞への分化の割合は65.6%と、ヤギ卵管上皮細胞無しで培養した時の12.0%よりはるかに高かった。ウシ  $\beta$ -カゼイン/ヒトラクトフェリン cDNA 融合遺伝子を導入したヤギ胚が、桑実胚および胚盤胞へ分化する割合はそれぞれ82.9, 36.6%であり、いずれも共培養の有効性を示し、正常な分割胚盤胞へと分化したという。この韓国原産のヤギの由来や現在の飼育状況についての詳細は不明だが、古くから人々は薬用として珍重してきたということである。また、演者は1993年から2度にわたり帯広畜大(福井研究室)に滞在していたことがある。

森匡(北大・農)は、マウスで一卵性双仔の発育パターンを観察した結果を報告した。2細胞期で割球を分離した分割胚由来のマウスの成長を、正常胚由来マウスに比べると、オスでは2-4週で体重が下回ったのに対し、メスでは成熟期において減少した。このような割球分離やその他の操作が、その後の成長に生理的な影響を及ぼすという観察は、例えばクローンウシの核移植の場合に生じている巨大仔などの、現在直面している多くの問題の解決にとって、何らかの糸口を与える可能性があると期待される。

Yu, D.-Y.座長のもとLee, Hoon Taek(建国大学)が、遺伝性光レセプター退化症の研究のためのトランスジェニックマウスの作出に関する研究成果を発表した。常染色体優性遺伝性の色素性網膜炎患者のロドプシン(分子量約4万の11-cis レチノールを発色団とする色素タンパク質)においては、Pro23と347とに変異が観察されており、臨床的にはPro23での変異の方が一般的にあまりひどい症状ではないという。そこでPro347をSerに変えたロドプシンを有するトランスジェニックマウスを作ったところ、外核層に含まれる桿状細胞の数が、4~20週で加齢に伴って37-90%と徐々に減少した。トランスジェニックマウスの網膜中のロドプシンの損失は光レセプターを含む列の数が減少することと強く関係しており、これは347番目のアミノ酸に相当する塩基の転換が、ヒトの視力減退の主な原因である退化性の不調を引き起こしていることを示唆しているという。

講演会の最後は上田正次(YS研究所)座長のもと、我が国のトランスジェニック動物研究の第一人者である豊田裕(帯広畜大)がトランスジェニック動物作出のための新しいアプローチに関する発表を行った。受精卵に外来遺伝子を導入するために現在用いられているマイクロインジェクション法は、前核にDNAを微量注入する方法であるが、挿入される染色体上の位置やコピー数を制御することが出来ないなどの制約がある。そこでこの方法に代わる画期的な方法として、アデノウイルスをDNAの運搬役として用い、マウス受

精卵の遺伝物質の中に直接 DNA を導入する方法を開発した。この新しい方法では、処理をした 27 匹のマウスの内 3 匹で遺伝子導入に成功し、かつその内の 2 匹が LacZ レポーター遺伝子を発現したことを確かめた。さらに得られたトランスジェニックマウスからは安定的に遺伝子を保持した子孫も生まれているということで、この方法の今後の活用が大いに期待されるものである。

なお、韓国からもう一人、Yoo, Ook Joon (Korea Advance Institute of Science and Technology) が参加する予定であったが、やむを得ない事情で来日出来ず、論文の寄稿のみにとどまった。それによると、再発性血栓症の患者から見出されたアンチトロンビン (トロンビンを不活性化するタンパク質) の一部の塩基配列が T から C (Phe368 → Ser) に変異しているため、疎水性の接触部分に変化してトロンビンと結合する能力を損なったものであるとの興味ある内容であった。

### 5. エクスカーション

翌 10 月 12 日 (土) は、27 名が参加して苫小牧市植

苗にある雪印乳業(株)受精卵移植研究所を訪問した。ここは本セミナーのメインテーマであるトランスジェニック動物作出に非常に関連深い、ウシの受精卵(胚)移植や体外受精を商業レベルで行っている研究所である。まず永井政僖所長による研究所の事業内容の紹介が行われた。この研究所は 1981 年に別海町にて産声を上げ、その後長沼町に移り、1986 年に現在地での活動を開始したとのことである。設立の主目的は、ウシ受精卵移植の普及と発展に寄与することと、研究・技術開発によって事業としての発展を図ることであり、現在の所員は 24 名で、研究開発、酪農家・畜産農家への受精卵移植事業、和牛増殖、受卵牛・供卵牛の管理などの事業を行っているとのことであった。その後、研究所で行われている主なテーマについて各研究担当者から英語で説明を受けた。長尾慶和は研究所で開発されたウシの体外受精に関する成果について発表し、さらに形質転換ウシ作出の先駆的な試みに関する成果も報告した。さらに高倉良と岸昌生は、クローンウシ作成を目指したウシ胚内部細胞塊 (ICM 細胞) に由来する胚性幹細胞樹立の試みに関する研究の成果を発表した。



写真 3 雪印乳業(株)受精卵移植研究所にて、永井所長の説明を聴く。前列向かって左側が韓国 Lee 代表。



写真 4 受精卵移植研究所の前で、エクスカーション参加者の記念撮影。



写真5. レセプションにおける交流風景. 日韓両国の研究環境やさらには今後の研究協力について活発な意見の交換もあり、かつ和気あいあいの内に閉会した。

発表の後、日韓セミナーの全日程が終了したことをうけて閉会が宣言され、また韓国側の Lee 代表から永井所長に交流を記念したプレゼントが贈られた。建物内の研究施設見学に続いて牧場を見学しながら様々な話しを聞いたところ、ホルスタインおよび黒毛和種合わせて800頭以上を飼育しており、非常に省力的かつ効率的に管理しているとのことであった。また、ウシICM細胞を用いたクローンウシ作成の成果として、8月に生まれたばかりの仔牛を見ることが出来た。家畜繁殖学関係のバックグラウンドを持つ参加者が比較的多かったためもあり非常に関心が高く、また特に韓国からの参加者の質問もかなり活発であった。我が国ではこの分野におけるトップグループの一つである企業研究所の研究内容を見せて頂いたことは、主に大学や国立研究機関に所属している日韓両国の参加者にとっては特に有意義な行事であった。

## 6. セミナーを終えて

今回、日本側研究グループの発表は比較的基礎的な研究が主体であり、一方、韓国側研究グループはかなり具体的あるいは応用的な研究が多かったといえよう。日本には様々な研究グループがあり、我々の研究グループが我が国の研究状況を反映している訳ではない。しかし、韓国側については、現在の韓国のこれらの分野をリードしている研究グループの発表であり、日本側にとって非常にインパクトの強い、かつ収穫の大きなセミナーであった。

また、日韓両国における研究環境の相違、特に法的な規制について参加者の関心が特に深かった。例えば、ウシなどの大動物を対象として形質転換する際の環境・施設整備が非常に困難で、研究の遅れを招いていることが話題となった。この様な研究環境の法的な面

をも含めた整備や、倫理的な面での検討についても、本セミナーの企画段階ではテーマとして挙げてあったが、時間的余裕のために次回以降に持ち越された課題である。

さらに本セミナーの当初の開催趣旨は、比較的小さい研究グループでの日韓の研究交流を目的とするということであった。日韓両研究グループ間のこれまでの細い線としての研究交流が、今回のセミナーにおいて広い面での情報交換へと進展し、非常に有意義な催しであったとの日韓双方の認識から、さらに今後も定期的にセミナーを開催しようとの計画が話し合われた。

また、日韓2カ国とはいえ国際セミナーなので、共通語である英語での発表で頑張らなければならないと若い講演者達にハッパをかけた。その期待に十分応える活躍がみられたことは、今後の研究活動においても期待できるものと、非常に心強く感じられた。また、このセミナーに携わった筆者ら一同にとっては、発表経験の面だけではなく、国際的セミナーの開催のノウハウを得る面でも、非常によい経験となった。

## あとがき

本文中に於いては敬称を省略させて頂いた。また、記載の内容について、記憶違いや理解不十分のために、不正確なあるいは間違った記述があると思うが、それらは全て筆者の責任でありお詫びします。最後に、本セミナーの準備、当日の運営、後始末あるいはエキスカージョンの手配、写真撮影・記録など、我々にとって初の二国間行事主催の裏方を勤めてくれた三河勝彦、三浦千春、山田雅美、森ゆうこ、そして会場運営などに協力してくれた学生諸君に、紙面を借りて感謝します。

## シンポジウム報告②

## 第8回アジア・大洋州畜産学会議

清水 弘

北海道大学農学部, 札幌市北9西9 060

第8回アジア・大洋州畜産学会議は、開会式に常陸宮殿下並びに妃殿下のご臨席と殿下からのお言葉を賜り、日本学術会議並びに社団法人日本畜産学会の主催で平成8年10月13日(日)から18日(金)の6日間、千葉市幕張メッセ国際会議場並びにOVTA(財団法人海外職業訓練協会)において開催された。

アジア・大洋州畜産学会議は、温帯から熱帯・亜熱帯に位置して、農業条件・社会経済条件を異にする国々の畜産研究者が活発な討論を通じて、家畜による食糧など生産技術の一層の向上・発展をはかり、広く人類の福祉向上に貢献することを目指しています。併せて、アジア・大洋州の特性を生かした持続的家畜生産のための研究・技術情報の発信の場となることを目的として開催されている(第8回アジア・大洋州畜産学会議趣意書)。

第一回大会は1980年にマレーシアのクアラルンプールにおいて開催され、それ以来2ないし3年毎に開催されてきている。今回第8回会議は「人類福祉のための持続的家畜生産を目指して(Partnerships for Sustainable Livestock Production and Human Welfare)」を主テーマに、招待基調講演、シンポジウム、ワークショップ、一般講演、テクニカルツアー、公開講演会の内容であった。

基調講演では次の8氏による講演があった。

C.Chantalakhana (Thailand); Role of livestock in enhancing human welfare in Asia and Pacific region.

Soeharto Pr.(Indonesia); Partnership to improve small holder productivity.

C.Devendra (Malaysia); Present status of research and development and institutional consideration for animal production systems in Asia-Pacific region.

S.Jalaludin (Malaysia); Contribution of AAAP to the development of animal production in Asia and Pacific region.

C.B.Singh (India); Building sustainable farming systems: economic and policy dimensions in the Asia and Pacific region.

H.A.Fitzhugh (Kenya and Ethiopia); World agenda of livestock research in developing countries with special reference to Asia.

J.Copland (Australia); Australian trends in sus-

tainable agriculture and new partnership in Asia.

K.Kainuma (Japan); Japan's role in developing sustainable agricultural production and enhancing partnership in Asia and Pacific region.

シンポジウム、ワークショップ、サテライト シンポジウム等は次のテーマで開かれました。

## ○シンポジウム

- I. 家畜排泄物の循環システムと新方式の開発
- II. 家畜繁殖とバイオテクノロジー
- III. 牛乳ならびに乳製品の生理機能
- IV. 小規模群で構成されるアジア在来大型家畜集団の育種システム
- V. 家畜の栄養の改善及び飼料資源の有効利用
- VI. アジアに於ける複合型畜産
- VII. 家畜生産と環境管理
- VIII. 国際化が進む世界貿易体制下におけるアジア・大洋州の畜産業の展望

## ○ワークショップ

- 1) 馬の栄養と飼養
- 2) アジア大洋州地域における遺伝資源情報の利用
- 3) 哺乳類におけるゲノムデータベースの構築とその利用
- 4) 温帯環境と家畜の生理

## ○サテライトシンポジウム

- 1) 人と動物の為の保存生物学(10月11~11日;和歌山)
- 2) 反芻動物のルーメン微生物, 消化, 生産性(10月20~21日;京都)
- 3) アジア・大洋州における飼料・栄養学研究の進展と家畜飼養基準(10月20~21日;筑波)

## ○その他; コングレスツアー, レディースプログラム, ティーセレモニー

発表演題数は651題であり、会議への参加者は海外30ヶ国からの235名を含め、1,027名とこれまでの最大規模の会議であった。

なお、次回の第9回畜産学会議は2000年5月15日~19日にオーストラリアのシドニーで開催されることが決まりました。

最後に、この大会の成功のために、会議に参加ください、精神的ならびに財政的にご支援いただき、さらに関係機関・団体へのご寄付の依頼にご協力頂いた北海道畜産学会ならびに関連団体等の皆様に心から感謝申し上げます。

## 書 評

## 「家畜行動図説」

著 者：佐藤衆介・近藤誠司・田中智夫・楠瀬 良

発行年：1995年

発行所：(株)朝倉書店

価 格：4,120円

森田 茂

酪農学園大学，江別市文京台 069

本書の前書きには、本書の作成にいたる経緯が述べられている。それによれば、本書の計画は、「行動の類別である行動目録を、写真および解説という形でまとめあげる」ことにあると述べられている。確かに、4章の構成（全112ページ）からなる本書の大部分は、第3章（80ページ）の「行動のレポート」が占めている。これらは、家畜行動学を標的として学び、研究するものにとっては非常にありがたいものである。

最近、各種動物の行動や習性に関連したテレビ番組や話題がマスメディアをにぎわしている。そのためか、行動学を学びたいと大学やゼミを選ぶ学生が多い。そういった学生を指導する初期の段階から、行動目録の把握はきわめて重要な意味を持つ。時として学生と私たちの会話は、擬音やジェスチャーを交えたものとなりがちである。そこで、この本を手元に置き、お互いに言葉の基本をこの本とすることにより、より学習効果が高まっている。単なる文字の羅列ではイメージのわからない、行動学の学習の初期段階において特にこの点に関しての効果が高いようである。このことは、計画としている「写真および解説という形でまとめあげる」が功を奏した結果であろう。

本書に示された各種行動の写真データは、多くの研究者たちの提供による。行動目録の作成とともに、このような写真データの収集と掲載についてその意義は大きい。欲を言えば、写真（画像）データをファイルとし、CD-ROMなどで別に提供していただきたかった。著作権の問題は大いにあろうが、そのことを特に問題としない写真について、自由な利用をさせていた

だければ、講義などに際し、きわめて有効なデータ集となるであろう。いずれにせよ、現在コンピュータの利用が急速に発達し、画像の利用に関してはさまざまな方法が試みられている。本書の一つの特徴である「写真データ」を最大限に生かす意味でも、これら写真データの提供について次版からは一考をお願いしたい。さらに、将来は、写真データにこだわらず動画も含めて提供されることを期待したい。

本書は、第3章の内容に代表されるが、その他の章にも有益な情報が収められている。第1章の「家畜行動学の概念」は是非とも熟読していただきたい。また、各種行動調査の実施計画を策定する前に参考にする資料として、第2章の「行動調査の方法」は、非常に有益である。これまで数多くの行動調査を行い、各種解析を行ってきた者にとっても、またこれから始めようとするものにとっても、これら第1章および第2章は、行動学の入門書・解説書的な部分として活用ができる。第4章には、各種家畜の社会構造について記載がなされている。しかもいずれの家畜でも、野生種（あるいは野生条件下）での社会構造と家畜種（あるいは人為的な管理下）の社会構造が記載されている。この記述の仕方は、家畜の社会構造を理解する上で非常に有効であると思われる。

このような各章の構成から、「家畜行動図説」は、家畜の行動単位の解説本にとどまらず、家畜行動学全般の解説書としての価値を有している。このことから本書は、家畜行動を学ぶ者、あるいはこれから学ぼうとする者にとっての必携本であるといえる。

第52回 北海道畜産学会大会 一般講演一覧  
(A : A会場, B : B会場)

栄 養

- A-01 タンパク含量の異なる濃厚飼料を給与しためん羊における窒素ならびにミネラル出納  
○杉本昌仁・寒河江洋一郎 (新得畜試)
- A-02 TMR中の牧草とトウモロコシ・サイレージの比率が泌乳牛のルーメン内炭水化物消化に及ぼす影響  
○原 悟志・大坂郁夫・遠谷良樹・小倉紀美 (新得畜試)
- A-03 乾草自由採食下のめん羊における反芻胃内容物量と採食・反芻活動の推移  
○泉 賢一・鈴木知之・岡部靖子・福岡 哲・上田宏一郎・大久保正彦 (北大農)
- A-04 草地酪農地帯における乳中尿素窒素の基準値  
○糟谷広高・扇 勉・高橋雅信・八田忠雄・芹川 慎 (根釧農試)・山岸喜一 (浜中町農協)
- A-05 エゾシカ (*Cervus nippon yesoensis*) におけるフスマおよびダイズ粕と乾草との混合飼料の消化率と窒素出納  
○相馬幸作・増子孝義・藤井正樹・石島芳郎 (東京農大・生産)
- A-06 牛の蹄輪と栄養充足および疾病との関連  
○堂腰 顕・扇 勉 (根釧農業試験場)

飼 養

- A-07 栄養試験のためのめん羊の馴致期間の検討  
○野中和久・矢用健一・名久井忠 (北農試)
- A-08 異なる飼料給与条件下における酸化クロムカプセルによる乾物排糞量の推定精度  
○上原有恒・永田 文・花田正明・岡本明治 (帯畜大・草地)
- A-09 脂肪酸およびそのカルシウム塩が牧草成分の人工ルーメン内発酵と微生物増殖に及ぼす影響  
○梁 云穆・藤田 裕・高嶺チエリ・高橋潤一・松岡 栄 (帯畜大)
- A-10 自給粗飼料多給下での産乳に要する代謝エネルギー量 —— 1乳期成績からの検討 ——  
○中辻浩喜・近藤誠司・大久保正彦・朝日田康司 (北大農)
- A-11 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採食量および採食時間  
○河合正人・近藤誠司・秦 寛・大久保正彦 (北大農)

飼 料

- A-12 加水分解法の違いによるアミノ酸量の比較  
○大坂郁夫・原 悟志・遠谷良樹 (新得畜試)
- A-13 サイレージ貯蔵中における構造的炭水化物の分解 VI. アルファルファに対する添加剤の影響  
○松岡 栄・L.N. BRANDA・藤田 裕 (帯畜大)
- A-14 リンゴジュース粕の成分特性  
○榑崎 昇・佐藤義徳・岩澤季之 (酪農大)
- A-15 リンゴジュース粕の羊における飼料的価値  
榑崎 昇・藤崎珠美・○岩澤季之 (酪農大)

生理・管理

- A-16 栃木県の牧場におけるロボット搾乳システムの稼働状況  
○新出陽三・高間晴子・川原由紀子・古村圭子・柏村文郎・池滝 孝 (帯畜大)
- A-17 制限哺乳での黒毛和種母子牛群の行動  
○寒河江洋一郎・杉本昌仁・川崎 勉 (新得畜試)
- A-18 放牧肉用牛群における群構成頭数と食草時の空間分布行動の関係  
○近藤誠司・佐々木千鶴・河合正人・大久保正彦 (北大農)
- A-19 蛋白質補給飼料の違いが育成、肥育牛の血漿遊離アミノ酸、成長ホルモン濃度に及ぼす影響  
○松長延吉・銭谷 晶・日高 智・左 久 (帯畜大)

---

## 繁殖

---

- B-01 エゾシカ (*Cervus nippon yesoensis*) 卵母細胞の回収および体外成熟  
○黒崎達也・亀山祐一・石島芳郎 (東京農大・生産)
- B-02 トリプルステイン染色したホルスタイン種雄牛精子の色調  
○寺脇良悟・増田実加・福井 豊 (帯畜大)
- B-03 ウシ精液検査における精子運動能自動解析装置の応用  
○李玉田・小山久一・渡辺展子・向井直樹・平尾和義 (酪農大)
- B-04 分娩予告警報装置による牛の分娩予知の試み  
○山本祐介・南橋 昭・陰山聡一・森安 悟・芦野正城・北野則泰・伊東季春 (道立新得畜試)
- 

## 育種

---

- B-05 ウシ乳蛋白質の免疫化学的定量  
○平山博樹・横濱道成 (東京農大・生産)
- B-06 ニワトリ胚のキメラ作成時における胚盤葉細胞の移植法が胚の発生、生存率に及ぼす影響  
○寺井明喜子・盛田フミ・森津康喜・市川 舜 (酪農大)
- B-07 種雄牛の国際比較に影響する要因について  
○萩谷功一・鈴木三義 (帯畜大)・岡村幸雄 (農林水産省家畜改良センター)
- 

## 畜産物利用

---

- B-08 バルククーラ乳の集荷時の乳温実態調査結果  
○山口雅史・平田直裕・菅野幸雄・熊野康隆 (北海道生乳検査協会)
- B-09 生乳のリポリシスにおける温度活性化  
今 洋史<sup>1</sup>・齋藤善一<sup>2</sup> (北大農, 現在<sup>1</sup>サツラク, <sup>2</sup>北生検)
- B-10 ウシ  $\beta$ -ラクトグロブリンAの構造に及ぼすpHと温度の影響  
○ネウパネ・ダナバティ・鮫島邦彦・斎藤善一 (酪農大・食品科学科)
- B-11 肝膿瘍および合併症がホルスタイン種去勢肥育牛の枝肉格付成績に及ぼす影響  
○日高 智・岩谷 渡・松長延吉・左 久 (帯畜大)
- B-12 凍結保存した卵黄の不溶化と卵白の泡立ち性に及ぼす糖の影響  
○阿久津敦子・鮫島邦彦・市川 舜・斎藤善一 (酪農大)
- B-13 鶏砂瘍筋ミオシンの加熱ゲル形成能に及ぼす金属イオンの影響 (第2報)  
○金 辰保・石下真人・鮫島邦彦・\*森田潤一郎 (酪農大・食品科学, \*食品流通)
- B-14 牛肉の熟成に伴うペプチドの消長について  
○背野公江・関川三男・三上正幸 (帯畜大・生物資源利用)
- B-15 角化細胞の分化に及ぼす線維芽細胞の影響  
○久保康明・松澤陽子・中村富美男・竹之内一昭・近藤敬治 (北大農)
- B-16 食肉製品におけるコラーゲン細線維の配列  
○西邑隆徳・板谷 一・加藤秀雄・日置昭二・服部昭仁 (北大農)
- B-17 ウシ胎盤のコラーゲンに関する研究  
○福永重治\*・田中晶子・原 環・竹之内一昭・中村富美男 (\*サンギ札幌研究所・北大農)
-

## 閉会集会における報告要約

### 栄 養

帯広畜産大学 松 岡 栄

「栄養」分野にはA-01～A-06の6つの課題が発表された。

**A-01** この実験では、適切な窒素給与の基礎知見を得る目的で、窒素出納、カルシウム、マグネシウム、リンなどのミネラル出納を同時に調べている。濃厚飼料のCP含量を11, 12, 14, 16%の4水準に設定し、乾草とともにめん羊に給与すると、CP含量が12%のとき窒素の蓄積率が最も高く、ミネラルの蓄積量も高くなる傾向にあるという結果を得ている。演者らも指摘しているように、窒素の不適切な給与は、飼料の利用効率を低下させるだけでなく、窒素排泄量の増加につながり、環境に与える影響が大きい。この点からも、適切な窒素給与を知ることは意義あることと思われる。

**A-02** この研究では、TMRの粗飼料の構成の違いがルーメン発酵およびルーメン内の炭水化物の消化性に与える影響を検討している。その結果、トウモロコシサイレージの割合が増加する(0, 33, 66, 100%)につれ、ルーメン発酵ではAP比が低下する傾向にあり、またルーメンにおけるNDFの消化率は有意に低下、デンプンの消化率は高まる傾向がみられた。一方、平均乾物摂取量、乳量、乳成分には処理間に差はみられなかったとしている。この研究では、TMR乾物中デンプン含量は最大で32%であったが、いわゆるデンプン減退との関連、他の粗飼料との組み合わせではどうなるかなど今後の検討が待たれる。

**A-03** この研究は反芻家畜の採食・反芻活動を第一胃内の飼料粒度分布の点から解析しようという研究の一環として、アルファルファとオーチャードグラス乾草を給与しているめん羊の反芻胃内容物の粒度分布を調べるとともに、採食・反芻活動の日内パターンを観察している。その結果、反芻胃内容物の推移は両乾草で一定であったが、粒度分布や採食・反芻活動に違いがみられた。このことから反芻胃内容物の微細化様相が乾草間で異なり、そのことが採食・反芻活動に影響を及ぼしたものと結論している。この草種間の違いがこれら乾草のどのような化学成分、物理的性状の違いに起因するのかなど、今後の検討に期待したい。

**A-04** これまで乳牛の栄養状態を簡単に推定する指標として、血液や尿の種々の成分が測定されている。

この研究では、乳中の尿素窒素に着目し、その基準値を作成する一環として、草地酪農地帯における乳中尿素窒素の実態について報告している。延べ頭数で約5万頭の泌乳牛についてのデータを分析した結果、平均値は14.0 mg/dlであり、月別平均値では12月以降低くなる傾向、乳期別では乳期が進むにつれ高くなる傾向がみられた。また農家別では、10.0～18.1 mg/dlであったとしている。この相違と農家の飼養状況とが結びつくのかどうか、また、基準値から大きく離れたとき、疾病、栄養障害との関連が見出せるのかどうか、興味深いところである。

**A-05** この実験では、エゾシカの食性、消化性の研究の一環として、フスマ+乾草、大豆粕+乾草給与時の消化試験と窒素出納試験を実施し、エゾシカの結果をヒツジと比較している。両飼料給与時とも、すべての成分の消化率においてエゾシカのほうがヒツジよりも高く、また窒素蓄積量もエゾシカのほうが多い傾向にあったとしている。しかし、粗飼料だけを給与した前試験では、エゾシカの繊維区分の消化率がヒツジよりやや低い傾向があったとのことであるので、さらにデータを集積して、検討されることが望まれる。演者がいうように野生動物を実験に使用する苦労は大変なものであろう。この意味からも貴重なデータである。

**A-06** この研究では、蹄輪からフリーストール牛群の健康状態を把握しようという試みから、経産牛37頭の蹄壁を観察して、蹄輪の数と幅、蹄冠部からの距離を求め、牛の分娩後日数、疾病、乳量、栄養状態との関係を検討している。その結果、分娩後できる蹄輪(分娩線)の蹄冠からの距離と分娩後日数との間、蹄輪の数と疾病数との間、蹄輪の幅と分娩後のTDN充足率との間などに高い相関があった。そして分娩線の幅が5 mm以上ある牛の分娩後8週のTDN充足率はおおよそ90%以下であったと数量化もされている。このように蹄輪から過去の飼養状態を推定できることは非常に興味深い。今後は、推定精度がより向上し、飼養状態との関係がより具体的に明らかになることが期待される。

### 飼 養

道立天北農試 板 東 健

飼養関係では5課題が発表された。

**A-07** 栄養試験のためのめん羊の馴致期間について、放牧・群飼養から貯蔵飼料・個体飼養に移行した

場合について検討し、乾物摂取量、排糞量、糞の性状等から判断して、試験飼料への馴致には2週間以上が、また個体管理(ケージ飼い)への馴致には1週間程度必要であることが報告された。飼料の給与方法、馴致期間の差異が乾物摂取量や消化率に及ぼす影響の程度などについて質疑があり、今後、要因を更に整理して組み合わせ、消化率や乾物摂取量に対する影響を検討して欲しいとの要望があった。

**A-08** 酸化クロムカプセルによる乾物排糞量の推定精度についてめん羊を用いて検討し、酸化クロムの反芻胃内溶出量が正確に把握されている条件において飼料給与量および採食可能時間が異なっても乾物排糞量を推定できることが報告された。しかし、酸化クロムの反芻胃内溶出量においてカタログ値と実測値は大きく異なっており、その原因や製品間の差異について質疑がなされた。今後、排糞乾物量の推定において酸化クロムカプセルを利用するためには、まず酸化クロムの反芻胃内溶出量の変動要因についての検討が必要であると考えられた。

**A-9** 飽和および不飽和脂肪酸ならびにこれらのCa塩が第一胃内における牧草成分の分解、発酵と微生物増殖に及ぼす影響について人口ルーメン培養により検討し、不飽和脂肪酸(リノレン酸)添加において固形物およびNDFの消失率の低下、VFA量の低下、微生物態窒素量の減少とアンモニア態窒素量の増加など第一胃内発酵および微生物増殖に悪影響を及ぼし、そのCa塩化によりこれらの悪影響は軽減され、飽和脂肪酸(ステアリン酸)添加の悪影響は小さいことが報告された。このように、不飽和脂肪酸の悪影響とCa塩化によるその軽減が明らかにされたので、今後はこの成果を実用面で生かすような検討も加えた研究の進展が要望された。

**A-10** 1乳期の成績を基にして、自給粗飼料多給条件で産乳に要する代謝エネルギー量について検討し、濃厚飼料の割合が高い条件で測定した日本飼養標準の値に近く、乳量水準による影響は小さいことが報告された。しかし、その測定値の個体間の変動が大きいことから、その変動要因として特に粗飼料構成との関連について質疑がなされた。今後、これについて検討し、エネルギー利用効率の高い自給粗飼料主体の飼養技術を確立していくことが要望された。

**A-11** 冬期林間放牧地における北海道和種馬のミヤコザサの採食量、養分摂取量、体重変化、採食・休息時間、移動距離、樹皮等のかじり取り行動について明らかにされた。積雪下のミヤコザサの存在場所の判定能力、樹皮の選択と採食などについて質疑がなされた。今後は、積雪量など冬期の各種要因も加えた検討とともに、総合的な放牧利用体系の策定が望まれる。

## 飼 料

北海道大学農学部 中 辻 浩 喜

飼料分野について、演題番号A-12から15までの4題を担当した。内訳は、飼料分析法が1題、飼料成分の改善が1題、未利用資源の利用が2題であった。以下に、それら発表の概要について報告する。

**A-12** 大坂ら(新得畜試)による、飼料中アミノ酸定量における加水分解法の違いについての報告である。試薬として4Nメタンスルホン酸(MSA)、4.2N水酸化ナトリウム(NaOH)および、従来一般に用いられている6N塩酸(HCl)を供試し、実際に測定されるアミノ酸量(試料は大豆粕)について比較検討した。その結果、MSAによる加水分解は、HClと比較して改善はみられなかった。しかし、NaOHによる加水分解(24時間)は、従来の加水分解法では破壊されてしまうことが多かったトリプトファン測定に有効であったとしている。質疑としては、アミノ酸量ばかりでなく、回収率や標準値との比較等が必要との指摘があった。

**A-13** 松岡ら(帯畜大)は、サイレージ貯蔵中の構造化炭水化物分解に対する各種添加剤(乳酸菌製剤、酵素製剤およびそれらの混合製剤)の影響について、一連の研究を草種別に行なってきた。今回はアルファルファに対する添加の影響についてであった。その結果、無添加および酵素製剤の添加では、乳酸菌製剤および混合製剤添加にくらべ、pHが著しく高く、乳酸含量が低く、酪酸含量が高かった。構造化炭水化物について、ヘミセルロース、セルロースおよびペクチンの貯蔵中における消失率は、無添加にくらべ乳酸菌製剤では低く、酵素製剤で高い傾向にあった。混合製剤の影響は構造化炭水化物の種類により異なった。本報告は、サイレージ貯蔵時の成分変化の様相把握であり、今後、調製後サイレージの採食性、栄養価および飼料価値等の検討が期待される。

**A-14 および 15** 植崎らおよび岩澤ら(酪農大)による、リンゴジュース粕(生粕)およびサイレージ(粕サイレージ)の成分特性(A-14)、それらのめん羊における栄養価(A-15)に関する報告である。成分特性(A-14)については、粕サイレージは、粗蛋白質は低いが、可溶性糖類や高消化性繊維Oaに富んでいることが示された。質疑の中で、「水分のため流通が困難では？」との指摘があったが、トウフ粕との組み合わせによるサイレージ調製により、水分と粗蛋白質含量両者の改善を考えているとのことであった。めん羊における栄養価(A-15)については、生粕:DCP 3.6%、TDN 79.5%、粕サイレージ:DCP 5.5%、TDN 75.3%(乾物中)と評価され、ビートパルプと同程度と考えられた。今後の課題としては、生成アルコールを含めた栄養価の再評価が必要であると考えられる。

**A-16** この発表は、ロボット搾乳システムの実態調査についての研究であった。自動搾乳機自身の開発および改良といった自動搾乳機に直接関連する事柄は、これまで比較的多く研究されている。しかし、この自動搾乳機が実用的レベルまで進展してきた現在において、ここで示されたような、自動搾乳機の利用性（ここでは、ティートカップの装着率や搾乳ボックス内での滞留時間など）および自動搾乳機を導入した場合の牛舎内での牛の行動（ここでは、横臥時間、採食時間および反芻時間）に関するデータの集積が非常に重要となるであろう。そういった意味で、今後の更なるデータの集積ならびにそれに基づく酪農場での生産システム全体としての自動搾乳機の利用に関する研究が期待される。

**A-17** この発表は、黒毛和種の母子牛群の行動に関する研究であった。特に、同種母牛の繁殖成績向上に有効とされる制限哺乳の条件下での調査であった。飼養管理技術の改良に際しては、一つのサイドにおける有効さが、別の面から見れば必ずしも有効でないばかりか、むしろ成績を低下させてしまう場合がある。本研究はそういった意味で考えれば、この制限哺乳という技術を利用するのに際して、当然必要な研究である。結論としては、1週間程度で新しい行動パターンが成立し、2日間程度は群管理に細心の注意が必要とのことであった。

**A-18** この発表は、放牧肉用牛群における空間分布に関する研究であった。本研究の目的でも述べられているように、放牧地における牛群の構成頭数と行動についての研究蓄積はこれまできわめて少ない。本研究は、肉用牛群を対象として実施されているが、乳牛の飼養管理における放牧の有効利用について最近話題が多い。この場合でも、本研究において検討されたような食草時の空間分布について検討する必要がある。群構成頭数の問題についても検討されなければならない。反芻家畜の栄養的特性の一つに、我々に利用できない繊維質の利用があり、そういった観点から家畜の飼養管理を考える場合、放牧は有効な技術の一つとなるであろう。このためにも、本研究のような実験の更なる蓄積および解析が期待される。

**A-19** この発表は、第一胃内分解性の異なる蛋白質補給飼料を給与した場合の、各種血液成分に及ぼす影響であった。あわせて、給与飼料のエネルギー量（TDN 給与量）の影響についても検討された。蛋白質補給源としては、大豆粕および魚粕が用いられた。検討された血液成分としては、血漿中のグルコース濃度、成長ホルモン濃度、アミノ酸および遊離脂肪酸濃度な

どであった。給与した飼料の効果は、増体成績や実際に得られた生産物によって評価される。しかし、その原因を知ろうとしたときには本研究のような、出納試験を組み合わせた血液性状に関する研究が必要になる。そういった意味からも、本研究の更なる進展と実際の生産量との関連性についての解析を期待したい。

## 繁殖

### 道立新得畜試 山本裕介

**B-01** 牛と近縁動物であるエゾシカの繁殖生理を究明するうえで、牛の体外受精技術が応用できるかどうか研究を進めている。ほぼ発情期の終了した狩猟期のエゾシカの卵巣から採取される卵子の数は卵巣1個当たり7.8個で、卵丘細胞の付着が良好なものの半数が成熟培養により成熟することが明らかになった。今後実際に体外受精を行って受精卵を生産することが期待された。

質疑応答：成熟培養時間は24時間以外では行っていない。成熟培地にホルモンは添加していない。穿刺した卵胞の大きさは目で見える程度のもの。

**B-02** 牛精子の生存性を評価するトリプルスアイン法についてその色調を客観的に評価するためにコンピュータを用いた画像解析装置の利用性を検討した。先体の有無の判定には緑の色調の違い、精子の生死の判定には赤および青の色調の違いを基準に用いることができることが示された。

質疑応答：評価に要する時間はコンピュータの型が古いのでかなりかかる。コンピュータのグレードアップで改善される。

**B-03** 牛精子の運動性を客観的に評価するためにヒト精子で広く普及している精子運動能自動解析装置の有効性を検討した。自動解析装置による精子濃度、精子生存率、精子運動性の評価と現行の顕微鏡検査法による評価には高い正の相関が得られ、当装置は牛精子に充分利用可能であることが示された。

質疑応答：1検体の検査には約1分間かかる。

**B-04** 牛の膻内に挿入した温度センサーを内蔵したプローブが胎児に押し出され、外気温度に下がることを感知して無線信号を発し、最終的にポケットベルを鳴らして畜主に分娩開始を知らせるシステムの検討を行った。発信装置の基盤等の腐食による発信不良、誤動作、分娩に関係ないプローブの排出等がみられ、正常作動率は60%であった。腐食によるものはシリコンコーティングで改良された。

質疑応答：分娩に関係ないプローブの誤排出の防止が課題である。プローブは通常の消毒液による消毒で充分である。

## 育 積

北海道大学 上 田 純 治

今回は、育種関連の発表はウシが2題、ニワトリが1題、の計3題であった。

**B-05** ウシの各乳蛋白質の遺伝子型毎の蛋白質量の定量についての発表である。すでに、各乳蛋白質の遺伝子型と乳量やチーズの製造効率などとの関連性がある程度存在することは認められているが、直接遺伝子型と各蛋白質量との関連を調べた報告はない。本発表は4種類の蛋白質( $\alpha$ s1-Cn,  $\beta$ -Cn,  $\kappa$ -Cn,  $\beta$ -Lg)についてそれぞれの蛋白質の遺伝子型毎の量的差異を免疫化学的方法によって調べたものである。分析の結果、各々の蛋白質の遺伝子型間で明らかな量的差異があることを見いだしている。乳蛋白質の量的な改良の際には、これらの遺伝子型にも考慮を払うことが重要であることを裏付ける報告であった。

**B-06** ニワトリのキメラの作出法についての発表である。一般に、遺伝子組換え動物の作製は、胚盤葉細胞の注入によりキメラ動物を作出し、それを介して作製するのが効率的であるとされていることから、多くの研究者が細胞注入キメラの作出を試みている。たぶん、この発表の最終目的も、遺伝子組換えニワトリを作製することであろう。いままで、レシピアント胚に放射線や紫外線を照射したり、レシピアントの胚盤を一部掻き取ったりして、ドナーの細胞由来の部分をかなりの効率で発現させたキメラニワトリの作出がおこなわれている。本発表では、基礎技術的な問題に取り組み、細胞移植操作の際の注入針の角度や注入する胚盤葉細胞の位置による、物理的損傷の差異と部位的な極性の違いが、培養胚の発生と生存率に影響することを報告している。本研究の結果と他の報告例の方法とを組み合わせることによって、より効率的なキメラ動物の作出が可能になるかもしれない。

**B-07** この発表は種雄牛の泌乳能力の評価値に関する分析を行い、国内のデータを用い評価された種雄牛と米国のデータにより評価された種雄牛について比較をしたものである。分析に用いるデータによって評価値が異なってくることを明かにし、その原因は、米国のデータを選択し分析した場合、血統情報が大幅に減少することによるものとしている。したがって、国内で生産される種雄牛と外国で生産される種雄牛の能力を比較する際には評価方法によって実際の評価値が異なり、現場で利用する場合の情報としては誤ったものになってしまう可能性がある。今後、輸入と国内産種雄牛の泌乳能力のより正しい種雄牛評価には、分析方法を明かにし、その評価値の偏りについても掲載、明示する必要があることを示す報告であった。

## 畜産物利用

北海道大学農学部 服 部 昭 仁

畜産物利用の分野の報告は安藤、鮫島両先生と筆者が座長を務めたものであり、両先生のコメントを下に筆者がまとめたものであり、その文責は全て筆者にある。内容としては、最初のB 08-B 10の3報は牛乳、B 011は卵、B 11, 13, 14及び15は食肉、そしてB 15及び17は副生物に関する報告である。

**B 08** 本道産生乳の道外輸送の増加傾向に伴い、輸送の際の品質の劣化が問題となってきている。本報告は、バルククーラ乳のタンクローリでの集荷時の乳温からバルククーラの乳温の実態を調べ、細菌汚染の観点からバルククーラの点検の必要性が示唆された。輸送に伴う乳質の劣化は、本道の酪農にとって重要であり、今後の更なる研究の発展を期待したい。

**B-09** 前報と同様、輸送に伴う乳質の劣化に関するものであり、牛乳のリポリシスによる乳質劣化がバルククーラ内で生じる温度活性化によるものであり、特に貯蔵中の低温牛乳に搾乳した高温乳が入ることによる温度活性化の悪影響が示唆され、生乳保存の点から有用なコメントが得られた。

**B-10** 牛乳中のベータラクトグロブリンAの性状に関する基礎的な研究であり、直ちに実用面で応用されるという課題ではないが、このような基礎的研究の積み重ねが研究の底上げ、招来の実用化につながるため、今後さらに研究が発展されることが期待される。

**B-11** 牛肝膿瘍及びその合併症の牛肉の枝肉成績及び経済性に対する影響を十勝畜産公社で1年間に屠殺した16226頭のホルスタイン去勢牛を対象に調べたものである。肝膿瘍及びその合併症に罹患した牛では枝肉重量の減少と肝臓廃棄による経済的損失が大きく、集約的飼養管理法の改善が求められる。また、肝膿瘍自体は枝肉重量や格付け成績に影響しないことから、肝膿瘍とその合併症との因果関係については再検討を要する。

**B-12** 従来、凍結保護剤、乾燥助剤として用いられていたサッカロースに代わり甘味性が少ないトレハロースの利用が広く追究されている。本報告も鶏卵の凍結や泡立ちにおけるサッカロースとトレハロースの違いを調べたものであるが、いずれも同じ効果を発揮し、トレハロースの方が甘味性が低いという点から用途によっては有効であると思料される。さらに、官能的側面からの検討も必要であろう。

**B-13** 平滑筋の有効利用に関する研究は多く、本報告もその1つである。平滑筋は骨格筋とは異なり、食肉製品の品質と直接関係する結着性や保水性が劣るが、本研究では金属イオンの併用によってこれらの欠点を補おうと試みており、鉄及び亜鉛にはこれらの性

質を改善する効果が有ることを明らかにしている。今後、食肉製品製造の際の添加物としての可能性を追求することが望まれる。

**B-14** 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期にわたって検討しており、本報告もその一環である。熟成に伴って出現するペプチドのあるものはユビキチンAというタンパク質の分解によるものであると提起している。今後は、ユビキチンの分解物であるこれらのペプチドが熟成に伴う風味の改善に寄与しているのか否かを検討されたい。

**B-15** 畜産副生物はその大部分が廃棄されているという状況下で有効利用を図る事は畜産業にとって極めて重要な課題である。哺乳動物の毛皮や皮革を製品として利用するためには生体における合成機構の解明が必要である。本報告は、培養細胞系を用いて、動物の皮膚を構成する角化細胞と線維芽細胞からなる皮膚モデルを構築し、生体における皮膚の形成過程を培養系で追及しようとするものであり、従来なかった新たな手法を用いての研究であり、今後の研究の発展が期待される。

**B-16** 細胞外に位置する結合組織の食肉製品のテクスチャーへの関与については明らかにされていない。本報告では、食肉製品中における結合組織タンパク質、コラーゲンの配列を明らかにし、製品のテクスチャーにおける結合組織タンパク質の関与を示唆した。今後は、食肉製品のテクスチャー特性を結合組織

の面から明らかにすることが期待される。

**B-17** 胎盤は胎仔と母親の物質交換の場であり、胎盤コラーゲンはその性質を詳細に検討することにより、薬品や化粧品としての有効利用の可能性が大きい副生物の1つである。本報告はその可能性を探るための基礎研究であり、従来廃棄されていた副生物の有効利用のために、その基礎的研究に着手することは畜産業の将来に大きく貢献するであろう。このような研究に着手された演者をはじめとする研究グループに敬意を表するものである。

以上、個々の報告について述べてきたが、全体として気づいた点を若干コメントしてまとめとする。畜産生産物や副生物の製造・利用関係の発表が年々増加して来ていることは北海道畜産学会が単に家畜生産ということのみに限定されることなく生産された畜産物がどのように利用されるか、また如何にそれらの品質を維持するかということまでを視点にいれていることを示すものであります。この点で、この分野における盛況ぶりは本大会における発展性が示唆されたものと考えます。また、発表の方法についてはB 15-17の報告はスライドの作成に工夫が凝らされており、単に結果を示すということだけでなく、視覚に訴えて如何に聴衆に理解してもらうかという観点で努力されている。今後、研究の成果を発表する際には発表の仕方を工夫することも重要であることを指摘して座長報告とします。

## 会務報告

### 1. 1996年度第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, 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。

ついで, 1996年度事業計画, 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. 1996年度第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4月よりの新役員, 名誉会員の推戴, 編集関連事項, 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19日, 歌登町グリーンパークホテルにて, 古山芳広氏(天北農試)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。

#### <報告事項>

#### 1) 1995年度庶務報告

##### (1) 第1回評議員会

1995年5月13日, KKR札幌において会長, 副会長, 評議員11名, 監事2名, 幹事5名(新旧)が出席して開催された。1994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, 1995年度事業計画, 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。  
「高泌乳牛の集約放牧に関する一連の研究」  
北海道立根釧農業試験場放牧研究グループ

##### (2) 第2回評議員会

1995年9月18日, 滝川市ホテルスエヒロにて会長, 評議員16名, 監事1名, 幹事3名が出席して開催された。名誉会員の推戴, 編集委員会の設置他, 次年度大会などについて審議された。

##### (3) 1995年度総会

1995年9月19日, 滝川市ホテルスエヒロにて, 米田裕紀氏(滝川畜試)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。

① 1994年度庶務報告, 会計報告, 会計監査報告などについて報告された。

② 1995年事業計画, 予算案, 学会報の内容の多様化と編集委員会の設置について審議され, 承認された。

③ 名誉会員の推戴が決定された。

#### (4) 北海道畜産学会大会

開催月日: 1995年9月18日(月), 19日(火), 滝川市ホテルスエヒロにおいて第51回大会が開催された。北海道畜産学会受賞講演および一般講演43題の発表が行われた。大会参加者は約140名であった。

#### (5) 講演要旨ならびに会報の発行

① 第51回北海道畜産学会大会講演要旨(30ページ)を1995年8月に発行した。内容は北海道畜産学会受賞講演要旨1編および一般講演要旨43編。

② 北海道畜産学会報第38巻(144ページ)を1996年3月に発行した。

内容は, 総説1編, 受賞論文1編, 短報23編, 技術レポート1編, 解説1編, 会員からの声2編, 海外報告1編, 書評2編, 他。

#### (6) 会員現況(1996年9月15日現在)

名誉会員: 8人  
正会員: 361人  
賛助会員: 34団体

#### 2) 1995年度会計報告(別表1)

#### 3) 1995年度会計監査報告

#### 4) 1996年度北海道畜産学会賞について

浜中町農業技術員連絡協議会 代表 佐川 修 氏  
浜中町における総合的な酪農技術の普及

#### <審議事項>

#### 5) 1996年度事業計画

##### (1) 第52回北海道畜産学会大会の開催

開催月日: 1996年9月18日(水), 19日(木)  
開催場所: うたのぼりグリーンパークホテル(歌登町)  
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: 1996年8月発行予定  
北海道畜産学会報: 1997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 1996 年 5 月 11 日 (土)  
第 2 回評議員会 1996 年 9 月 18 日 (水)
- (4) 編集委員会の開催 年 2 ~ 3 回
- 6) 1996 年度予算案 (別表 2)
- 7) 規定等の改定案
- 8) 評議員交替

- 和泉康史(北海道畜産会)→須藤純一(北海道畜産会)
- 9) 名誉会員の推戴  
朝日田康司会員および三浦弘之会員を名誉会員とすることに決定した。
- 10) 新役員 (1997. 4. 1 ~ 1999. 3. 31) の選出 (新役員名簿参照)

訃 報

会員の伊東季春氏(北海道立新得畜産試験場 生物工学科長)は、去る1996年6月23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致します。

訃 報

会員の吉田則人氏(帯広畜産大学名誉教授)は、去る1996年8月19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致します。

1995年度北海道畜産学会会計報告  
(自1995年4月1日 至1996年3月31日)

一般会計

収入の部

項目	予算額	決算額	差異	備考
会費	1,671,000	1,560,897	110,103	正会員 (911,000) 賛助会員 (649,897)
広告掲載料	200,000	179,691	20,309	
雑収入	200,000	180,365	19,635	日本畜産学会 (43,000) 別刷代, 利子, 抄録売却等
繰越金	797,985	797,985	0	
合計 (A)	2,868,985	2,718,938	150,047	

支出の部

項目	予算額	決算額	差異	備考
印刷費	1,200,000	939,450	260,550	要旨集等 (146,350) 学会報 (793,100)
大会費	150,000	150,000	0	滝川畜産試験場
通信費	300,000	181,980	118,020	郵便料金等
会議費	150,000	70,053	79,947	評議員会, 編集委員会
旅費	200,000	117,793	82,207	役員, 幹事旅費等
謝金	150,000	116,000	34,000	執筆料, 事務補助等
事務用品代	100,000	39,628	60,372	コピー代, 筆記具等
振替手数料	20,000	16,382	3,618	
予備費	598,985	0	598,985	
合計 (B)	2,868,985	1,631,286	1,237,699	

収支 (A-B) 2,718,938-1,631,286=1,087,652 (次年度繰越)  
繰越金内訳 銀行 1,051,946 振替口座 0 現金 35,706

特別会計

収入の部

項目	予算額	決算額	差異	備考
雑収入	50,000	31,723	18,277	貸付信託利息・銀行利子
繰越金	2,200,276	2,200,276	0	
合計	2,250,276	a) 2,231,999	18,277	

支出の部

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	17,890	12,110	学会賞選考委員会, 賞状等
次年度繰越金	2,170,276	2,164,109	6,167	
合計	2,250,276	b) 2,231,999	18,277	

収支 a)-b) 2,231,999-2,231,999=0  
繰越金内訳 貸付信託 2,000,000 銀行 164,109

1996年度北海道畜産学会予算(案)

一般会計

収入の部 (円)

項目	予算額	備考
会費	1,780,000	正会員 1,080,000 (360人×3,000) 賛助会員 700,000 (36団体 70口×10,000)
広告掲載料	150,000	
投稿料	150,000	別刷代等
雑収入	50,000	(社)日本畜産学会(43,000), 銀行利子, 会報売上金
繰越金	1,087,652	1995年度から
合計	3,217,652	

支出の部 (円)

項目	予算額	備考
印刷費	1,200,000	会報39巻 900,000 講演要旨集 200,000 案内等 100,000
大会費	150,000	
通信費	300,000	
会議費	150,000	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	947,652	1995年度通信費(会報38巻送料)支出
合計	3,217,652	

特別会計

収入の部 (円)

項目	予算額	備考
雑収入	30,000	貸付信託利息, 銀行利子
繰越金	2,164,109	貸付信託 2,000,000
合計	2,194,109	

支出の部 (円)

項目	予算額	備考
学会賞副賞	50,000	50,000×1
雑費	30,000	学会賞選考委員会等
次年度繰越金	2,114,109	貸付信託(2,000,000)
合計	2,194,109	

## 北海道畜産学会役員

任期 1995年4月1日～1997年3月31日

会長 鮫島 邦彦 (酪農大)  
副会長 清水 弘 (北大農)

### 評議員

安藤 功一 (酪農大)	三上 正幸 (帯畜大)
有賀 秀子 (帯畜大)	大久保 正彦 (北大農)
藤田 裕 (帯畜大)	永井 政僖 (雪印乳業)
片山 正孝 (道農政部)	植崎 昇 (酪農大)
左 久 (帯畜大)	徳富 義喜 (家畜改良事業団)
市川 舜 (酪農大)	落合一彦 (北農試)
石島 芳郎 (東京農大)	岡本 全弘 (酪農大)
伊藤 稔 (北農試)	澤口 則昭 (ホクレン)
金川 弘司 (北大獣)	島崎 敬一 (北大農)
加藤 清雄 (酪農大)	清水 良彦 (新得畜試)
古山 芳広 (天北農試)	新出 陽三 (帯畜大)
所 和暢 (根釧農試)	須藤 純一 (北海道畜産会)
小松 輝行 (東京農大)	高橋 興威 (北大農)
近藤 敬治 (北大農)	中村 英雄 (酪総研)
米田 裕紀 (滝川畜試)	工藤 卓二 (中央農試)

### 監事

笹野 貢 (生乳検) 小竹森 訓 央 (北大農)

## (社)日本畜産学会評議員

(北海道定員 13名, 任期: 1995, 1996 年度)

安藤 功一 (酪農大)	清水 弘 (北大農)
有賀 秀子 (帯畜大)	植崎 昇 (酪農大)
藤田 裕 (帯畜大)	島崎 敬一 (北大農)
左 久 (帯畜大)	新出 陽三 (帯畜大)
市川 舜 (酪農大)	高橋 興威 (北大農)
伊藤 稔 (北農試)	工藤 卓二 (中央農試)
近藤 敬治 (北大農)	

## 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	新 出 陽 三(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(北大獸)	福 井 豊(帯畜大)	
	藤 田 裕(帯畜大)	左 久(帯畜大)	
	三 好 俊 三(帯畜大)	三 上 正 幸(帯畜大)	
	安 藤 功 一(酪農大)	岡 本 全 弘(酪農大)	
	宮 川 栄 一(酪農大)	干 場 信 司(酪農大)	
	鮫 島 邦 彦(酪農大)	石 島 芳 郎(東京農大)	
	小 松 輝 行(東京農大)	伊 藤 稔(北農試)	
	落 合 一 彦(北農試)	工 藤 卓 二(中央農試)	
	清 水 良 彦(新得畜試)	米 田 裕 紀(滝川畜試)	
	古 山 芳 広(天北農試)	所 和 暢(根釧農試)	
	片 山 正 孝(道農政部)	須 藤 純 一(北海道畜産会)	
	徳 富 義 喜(家畜改良事業団)	永 井 政 僖(雪印乳業)	
	澤 口 則 昭(ホクレン)	中 村 英 雄(酪総研)	
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)	新 出 陽 三(帯畜大)
	藤 田 裕(帯畜大)	左 久(帯畜大)
	福 井 豊(帯畜大)	鮫 島 邦 彦(酪農大)
	岡 本 全 弘(酪農大)	宮 川 栄 一(酪農大)
	干 場 信 司(酪農大)	伊 藤 稔(北農試)
	工 藤 卓 二(中央農試)	

## 北海道畜産学会長を退任するにあたって

鮫 島 邦 彦

明治のはじめに北海道に畜産が導入されて以来約130年になろうとしています。この間、開拓初期の長く困難な時代に続き、製酪業の急速な発展を見た時期、第二次世界大戦後の混迷の時期、北海道総合開発計画や近代化計画に基づく発展時期を経験し、北海道の畜産は欧米先進国のそれを模範にしながら、おおくの試練を乗り越え発展してきました。特に、近年ではわが国における最大の食料生産基地として経済の発展と食生活の改善にともなって本道の畜産はめざましい成長を遂げてきました。しかし、ここ数年来の世界の経済の変化を見ると、従来型の思考では対応不可能な程速く、しかも厳しいものがあります。高度に情報化しつつある社会ではますます経済のボーダーレスと自由化が促進され、水が流れ落ちるように経済力も食料の流通も高きから低きに激しい動きをするようになり、その動きを止めるのは容易なことではないと予想されます。これはすでに本道の畜産業を含む農業全般にも影響を与えつつあり、将来の発展に対して憂慮される事態になっています。

人に不可欠な良質の食品を生み出し、自然環境や景観を保持する畜産業は北海道農業の中で経済的にも重要な位置を占めていますが、将来的にも維持するだけではなく、より発展させなければならないと考えます。このためには、世界を相手にした競争に勝つために足腰の強い畜産業を確立する必要があります。経済成長に即した構造政策の実施、経営の適正規模化、技術の革新が急務であることは当然ですが、生産農家や研究者また行政に携わる者の一致した一層の情熱と努力が要求されています。本学会会員の中から、北海道でしか出来ない畜産業の構築を目指して知恵を結集できないものかと考えています。

多くの優れた先輩達の後を継ぎ北海道畜産学会会長の責任を受けましたが、この2年間評議員の方々、会員の方々のご協力と励ましに感謝いたしております。また、本学会運営のために忙しい中責任を果たして戴きました、監事および幹事また編集委員の各氏に深謝しております。皆様のますますのご健勝のこと祈念しております。

## 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。役員の内任期は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る者は、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。  
〒069 江別市文京台緑町582番地1  
酪農学園大学酪農学科内 北海道畜産学会事務局  
電話 011-386-1111（内3212）・  
FAX 011-387-5848  
（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

- 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つける。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。
- 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。
- 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。
- 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。
- 本文中の日本人名も姓のみを記し上記に準ずる。
- 本文中の文献引用箇所には、以下のように記入する。  
M ACFARLANE (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) ……
- 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。
- 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,  $\mu$ m, nm, kl, l, ml,  $\mu$ l, kg, g, mg,  $\mu$ g, ng, pg, h, min, s, mol, M, N, ppm, ppb, J,  $^{\circ}$ C, Pa, rpm, Hz, %
- 引用した文献のリストは、次の手順により作成する。
  - 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.
  - 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。
  - 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。
  - 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。
  - 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)。
- 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。
- 図版の原図および表については、次の規定に従う。
  - 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。
  - 原図は原則として、図中の文字および数字をも含めて、そのまま印刷できるものとする。原図が製版に不相当である場合、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、折り目をつけず送付する。
- ④図表は、A4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 譽 会 員 (1997 年 3 月 現 在)

氏 名	郵便番号	住 所
朝日田 康 司	060	札幌市中央区南 6 条東 6 丁目 2-1-1106 ギャラリーハイツ B 棟
小 野 齊	080	帯広市大空町 4 丁目 11-16
先 本 勇 吉	064	札幌市中央区南 11 条西 13 丁目
島 倉 亨次郎	001	札幌市北区麻生町 1 丁目 7-8
鈴木 省 三	244	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	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	060	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	帯広市稲田町西 2 線 7 番地 124
安 井 勉	004	札幌市厚別区もみじ台西 5 丁目 11-7
遊 佐 孝 五	064	札幌市中央区南 23 条西 8 丁目 2-30

## 正 会 員 (1997 年 3 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	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	068-04	夕張市本町 4 丁目
東 善 行	北里大学獣医畜産学部	034	十和田市東二十三番町 35-1
安 宅 一 夫	酪農学園大学	069	江別市文京台緑町 582
艾尼瓦爾 艾 山	酪農学園大学	069	江別市文京台緑町 582
安 部 直 重	玉川大学農学部牧場	194	町田市玉川学園 6-1-1
阿 部 登		073-13	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	滝川市東滝川 735
阿 部 光 雄	酪農学園大学	069	江別市文京台緑町 582
有 賀 秀 子	帯広畜産大学	080	帯広市稲田町西 2 線の 11
有 馬 俊六郎	九州東海大学農学部	862	熊本市武蔵ヶ丘 4-12-16
安 藤 功 一	酪農学園大学	069	江別市文京台緑町 582
安 藤 道 雄	十勝南部地区農業改良普及センター	089-21	広尾郡大樹町下大樹 186-4
井 内 浩 幸	北海道立天北農業試験場	098-57	枝幸郡浜頓別町緑ヶ丘
五十嵐 惣 一	名寄地区農業改良普及センター	096	名寄市西 4 条南 2 丁目
池 滝 孝	帯広畜産大学	080	帯広市稲田町西 2 線の 11
池 田 和 之		088-26	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	062	札幌市豊平区羊ヶ丘 1
石 下 真 人	酪農学園大学	069	江別市文京台緑町 582
石 栗 敏 機	北海道立新得畜産試験場	081	上川郡新得町新得西 4 線 40
石 島 芳 郎	東京農業大学生物産業学部	099-24	網走市字八坂 196
石 田 亨	北海道立道南農業試験場	041-12	亀田郡大野町本町 680
泉 賢 一	北海道大学農学部	060	札幌市北区北 9 条西 9 丁目
和 泉 康 史	北海道畜産会	001	札幌市北区北 10 条西 4 丁目 畜産会館内
出 雲 将 之	十勝中部地区農業改良普及センター	089-13	河西郡中札内村東 1 条南 2 丁目
井 芹 靖 彦	北根室地区農業改良普及センター	086-11	標津郡中標津町東 5 条北 3 丁目
市 川 舜	酪農学園大学	069	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	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	上川郡新得町新得西 4 線 40
伊 藤 稔	農林水産省北海道農業試験場	062	札幌市豊平区羊ヶ丘 1

氏名	勤務先	郵便番号	住所
今井 禎 男	石狩中部地区農業改良普及センター	069	江別市大麻元町 154-4
岩佐 憲 二	酪農学園大学	069	江別市文京台緑町 582
岩澤 季 之	酪農学園大学	069	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	滝川市東滝川 735
植竹 勝 治	農林水産省北海道農業試験場	062	札幌市豊平区羊ヶ丘 1
上田 和 夫	酪農学園大学	069	江別市文京台緑町 582
上田 宏一郎	北海道大学農学部	060	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	札幌市北区北 9 条西 9 丁目
上田 義 彦	ミヤリサン(株)	060	札幌市中央区南 1 条西 25 丁目 17
内山 誠 一	北海道立中央農業試験場	069-13	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	滝川市東滝川 735
浦島 匡	帯広畜産大学	080	帯広市稲田町西 2 線の 11
浦野 慎 一	北海道大学農学部	060	札幌市北区北 9 条西 9 丁目
売場 利 国	エスエルシー	086-06	野付郡別海町美原 22-21
海野 直 也	(株)ホクビー 開発部	061-32	石狩市新港西 1 丁目 725-11
江幡 春 雄	北海道草地協会	060	札幌市中央区大通西 7 丁目 2 酒造会館内
及川 寛		004	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	086-11	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	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	098-41	天塩郡豊富町大通 1 丁目
大阪 郁 夫	北海道立新得畜産試験場	081	上川郡新得町新得西 4 線 40
大泰司 紀 之	北海道大学歯学部	060	札幌市北区北 13 条西 7 丁目
大竹 規 雄	(株)科学飼料研究所札幌事業所	060	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	501-11	岐阜市柳戸 1-1
大西 芳 広	十勝東部地区農業改良普及センター	089-56	十勝郡浦幌町字新町
大原 益 博	北海道立天北農業試験場	098-57	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	滝川市東滝川 735
大森 昭一朗	(財)畜産環境整備リース協会	264	千葉市若葉区千城台西 1 丁目 52-7
岡崎 良 生	酪農学園大学	069	江別市文京台緑町 582
岡田 卓 士	雪印種苗(株)中央研究農場	263	千葉県千葉市稲毛区長沼原町 631 雪印種苗(株)千葉研
岡田 迪 徳	コープさっぽろ 業務検査室	060	札幌市北区北 4 条西 11 丁目
岡部 靖 子	北海道大学農学部	060	札幌市北区北 9 条西 9 丁目
岡本 明 治	帯広畜産大学	080	帯広市稲田町西 2 線の 11
岡本 英 竜	酪農学園大学	069	江別市文京台緑町 582
岡本 隆 史	農林水産省北海道農業試験場	062	札幌市豊平区羊ヶ丘 1
岡本 全 弘	酪農学園大学	069	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	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	上川郡新得町新得西 4 線 40
小栗 紀 彦	帯広畜産大学	080	帯広市稲田町西 2 線の 11
小関 忠 雄	北海道立根釧農業試験場	086-11	標津郡中標津町桜ヶ丘 1-1
落合 一 彦	農林水産省北海道農業試験場	062	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	073	滝川市東滝川 735
小野瀬 勇		088-23	川上郡標茶町新栄町
海江田 尚 信		005	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	089-56	十勝郡浦幌町字新町
影浦 隆 一	雪印種苗(株)別海営業所	086-03	野付郡別海町中西緑町 15
影山 智		088-26	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	081	上川郡新得町新得西 4 線 40
籠田 勝 基	鳥取大学農学部	680	鳥取県鳥取市湖山町南 4-101

氏名	勤務先	郵便番号	住所
柏村文郎	帯広畜産大学	080	帯広市稲田町西2線の11
梶野清二	北海道立滝川畜産試験場	073	滝川市東滝川735
糟谷広高	北海道立根釧農業試験場	086-11	標津郡中標津町桜ヶ丘1-1
糟谷泰	北海道立天北農業試験場	098-57	枝幸郡浜頓別町緑ヶ丘
片岡文洋	夢がいっぱい牧場	089-21	広尾郡大樹町萌和181
片山秀策	農林水産省農業工学研究所	305	つくば市観音台2-1-2
片山正孝	北海道庁農政部農業改良課	060	札幌市中央区北3条西6丁目
加藤勲	酪農学園大学	069	江別市文京台緑町582
加藤俊三	雨竜西部地区農業改良普及センター	078-22	雨竜郡沼田町北1条6丁目1-13
加藤清雄	酪農学園大学	069	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	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	088-33	川上郡弟子屈町美留和444
金川弘司	北海道大学獣医学部	060	札幌市北区北18条西9丁目
金川直人		065	札幌市東区北16条東1丁目 第3ファミリー札幌504
金田光弘	釧路東部地区農業改良普及センター	088-13	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	099-63	紋別郡湧別町字錦365-4
釜谷重孝	十勝西部地区農業改良普及センター	089-01	上川郡清水町南1条1丁目
亀山祐一	東京農業大学生物産業学部	099-24	網走市字八坂196
飯屋堯由	農林水産省畜産試験場	305	茨城県稲敷郡茎崎町池の台2
河合正人	北海道大学農学部	060	札幌市北区北9条西9丁目
川崎勉	北海道立新得畜産試験場	081	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)	099-31	網走市豊郷238-1
河原孝吉	北海道乳牛検定協会	060	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	上川郡新得町新得西4線40
菊一三四二	(有)菊ーアグリサービス	089-01	上川郡清水町第4線63-20
菊田治典	北海道文理科短期大学	069	江別市文京台緑町582
菊池政則	酪農学園大学	069	江別市文京台緑町582
菊地実	宗谷中部地区農業改良普及センター	098-62	宗谷郡猿払村字鬼志別
岸昊司	早来食肉検査事務所	061-13	恵庭市恵み野西5丁目7-2
岸上悦司	北海道開発コンサルタント	060	札幌市中央区北7条西5丁目 札幌北スカイビル
北守勉	北海道立滝川畜産試験場	073	滝川市東滝川735
木下康宣	ホクレン農業総合研究所	060	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	上川郡新得町新得西4線40
草刈泰弘	南根室地区農業改良普及センター	087	根室市光和町1丁目15 根室農協内
工藤茂	家畜改良センター	961	福島県西白川郡西郷村大字小田倉字小田倉原1
工藤卓二	北海道立中央農業試験場	069-13	夕張郡長沼町東6線北15
国井輝男	ホクレン農業研究所	047-02	小樽市美晴町12番21号
久保康明	北海道大学農学部	011	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	町田市玉川学園6-1-1
久保田隆司	南後志地区農業改良普及センター	048-01	寿都郡黒松内町字黒松内309
熊瀬登	帯広畜産大学	080	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	札幌市中央区北3条西7丁目 酪農センター内
黒埼達也	東京農業大学生物産業学部	099-24	網走市字八坂196
黒沢誠治	雪印乳業(株)	065	札幌市東区苗穂町6丁目1-1
畔柳正	北里大学八雲牧場	049-32	山越郡八雲町上八雲751
小池信明	函館地区農業改良普及センター	041	函館市昭和4丁目42-40
小泉徹	北海道立滝川畜産試験場	073	滝川市東滝川735
小出修		079	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	江別市文京台緑町582

氏名	勤務先	郵便番号	住所
小竹森 訓 央	北海道大学農学部	060	札幌市北区北9条西9丁目
小原 潤 子	北海道立新得畜産試験場	081	上川郡新得町新得西4線40
小林 亮 英	農林水産省草地試験場	329-27	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	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	三重県津市上浜町 1515
小松 輝 行	東京農業大学生物産業学部	099-24	網走市字八坂 196
小山 久 一	酪農学園大学	069	江別市文京台緑町 582
近藤 敬 治	北海道大学農学部	060	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	札幌市北区北9条西9丁目
近藤 秀 彦	全酪連帯広事務所	080-24	帯広市西21条南1-1
五ノ井 幸 男		079	旭川市永山5条18丁目 302-1
斉藤 善 一	酪農学園大学	069	江別市文京台緑町 582
斉藤 利 治		078	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	滝川市東滝川 735
三枝 俊 哉	農林水産省北海道農業試験場	062	札幌市豊平区羊ヶ丘1
酒井 治	北海道立根釧農業試験場	086-11	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	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	帯広市西3条南7丁目14
寒河江 洋一郎	北海道立新得畜産試験場	081	上川郡新得町新得西4線40
佐川 修	浜中町農業協同組合	088-13	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	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	岩見沢市並木町 22
笹野 貢	北海道生乳検査協会	060	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	帯広市稲田町西2線の11
佐藤 正 三	酪農コンサルタント	080-24	帯広市西22条南3丁目12-9
佐藤 忠	日本甜菜製糖(株)総合研究所	080	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	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	上川郡新得町新得西4線40
佐藤 義 和	農林水産省北海道農業試験場	062	札幌市豊平区羊ヶ丘1
佐渡谷 裕 朗	日本甜菜製糖(株)総合研究所	080	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	釧路市大楽毛南3丁目5-43
鮫 島 邦 彦	酪農学園大学	069	江別市文京台緑町 582
澤口 則 昭	ホクレン 飼料養鶏課	001	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	札幌市北区北9条西9丁目
清水 弘	北海道大学農学部	060	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	上川郡新得町新得西4線40
下堀 亨		087	根室市光洋町 3-80-2
白勢 英 子	酪農学園大学	069	江別市文京台緑町 582
白取 英 憲	十勝北部地区農業改良普及センター上士幌駐在所	080-14	河東郡上士幌町東2線 238
新出 陽 三	帯広畜産大学	080	帯広市稲田町西2線の11
進藤 一 典	よつ葉乳業(株)リサーチセンター	061-12	北広島市字輪厚 465-1
杉本 亘 之	北海道立根釧農業試験場	086-11	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	上川郡新得町新得西4線40
鈴木 三 義	帯広畜産大学	080	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	帯広市西3条南7丁目
須藤 純 一	北海道畜産会	001	札幌市北区北10条西4丁目1
住田 隆 文		062	札幌市南区澄川6条4丁目2-6
関川 三 男	帯広畜産大学	080	帯広市稲田町西2線の11
脊 戸 皓	紋別郡興部町新泉町	098-16	興部農業改良普及センター

氏名	勤務先	郵便番号	住所
仙名和浩	北海道立滝川畜産試験場	073	滝川市東滝川 735
莊司勇	北海道立新得畜産試験場	081	上川郡新得町新得西 4 線 40
相馬幸作	東京農業大学生物産業学部	099-24	網走市字八坂 196
曾根章夫	北海道畜産会	080-24	帯広市西 22 条南 4 丁目 15-2
曾山茂夫	名寄地区農業改良普及センター	096	名寄市西 4 条南 2 丁目
高木亮司		084	釧路市鶴野 58-4493
高島誠之	(社)北海道畜産会	001	札幌市北区北 10 条西 4 丁目 1
高野定輔		003	札幌市白石区本通 17 北 3-17-201
高橋邦男		061-13	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	086-11	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	札幌市北区北 9 条西 9 丁目
高橋潤一	帯広畜産大学	080	帯広市稲田町西 2 線の 11
高橋セツ子	北海道文理科短期大学	069	江別市文京台緑町 582
高橋雅信	北海道立根釧農業試験場	086-11	標津郡中標津町桜ヶ丘 1-1
高畑英彦	帯広畜産大学	080	帯広市稲田町西 2 線の 11
田鎖直澄	農林水産省北海道農業試験場	062	札幌市豊平区羊ヶ丘 1
田口重信	北海道食糧産業(株)	003	札幌市白石区本通 19 丁目南 2-7 食糧ビル
竹内寛		069	江別市大麻東町 2-19
竹田保之	酪農学園大学	069	江別市文京台緑町 582
竹田芳彦	北海道立中央農業試験場	069-13	夕張郡長沼町東 6 線北 15
武中慎治	日本曹達(株)	100	東京都千代田区大手町 2-2-1 新大手ビル 3F 日本曹
竹之内一昭	北海道大学農学部	060	札幌市北区北 9 条西 9 丁目
竹花一成	酪農学園大学	069	江別市文京台緑町 582
辰巳隆一	北海道大学農学部	060	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	帯広市稲田町南 9 線西 13
田中進		961	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	滝川市東滝川 735
田中義春	北海道立北見農業試験場	099-14	常呂郡訓子府町弥生 52
田辺安一	グンと町村記念事業協会	061-11	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	札幌市東区苗穂町 3 丁目 3-7
谷山弘行	酪農学園大学	069	江別市文京台緑町 582
田村千秋	北海道立中央農業試験場	069-13	夕張郡長沼町東 6 線北 15
塚田新	北海道名寄農業高等学校	096	名寄市緑丘 38-5
塚本達	北海道立新得畜産試験場	081	上川郡新得町新得西 4 線 40
辻和彦	酪農総合研究所	060	札幌市中央区北 3 条西 7 丁目 酪農センター内
筒井静子	北海道文理科短期大学	069	江別市文京台緑町 582
堤光昭	北海道立新得畜産試験場	081	上川郡新得町新得西 4 線 40
堤義雄		005	札幌市南区真駒内柏丘 5-10-19
寺井明喜子	酪農学園大学	069	江別市文京台緑町 582
寺見裕	北根室地区農業改良普及センター	086-11	標津郡中標津町東 5 条北 3 丁目
寺脇良悟	帯広畜産大学	080	帯広市稲田町西 2 線の 11
天間征	酪農総合研究所	060	札幌市中央区北 3 条西 7 丁目 酪農センター内
出岡謙太郎	北海道立滝川畜産試験場	073	滝川市東滝川 735
遠谷良樹	北海道立新得畜産試験場	081	上川郡新得町新得西 4 線 40
戸莉哲郎	北海道立滝川畜産試験場	073	滝川市東滝川 735
時田光明	北海道大学農学部	060	札幌市北区北 9 条西 9 丁目
徳富義喜	(社)北海道家畜改良事業団	062	札幌市豊平区月寒東 2 条 13 丁目 1-12
所和暢	北海道立根釧農業試験場	086-11	標津郡中標津町桜ヶ丘 1-1
堂腰顕	北海道立根釧農業試験場	086-11	標津郡中標津町桜ヶ丘 1-1

氏名	勤務先	郵便番号	住所
土門 幸男	北海道農協総合情報センター	062	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
中川 忠昭	標茶町営多和育成牧場	088-31	川上郡標茶町上磯分内
中島 実	酪農学園大学	069	江別市文京台緑町 582
中田 和孝		069	江別市大麻 256-16
中田 稔	十勝畜産貿易	089-12	帯広市昭和町基線 108
中辻 浩喜	北海道大学農学部附属農場	060	札幌市北区北 11 条西 10 丁目
中村 淳	北海道大学農学部	060	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	098-57	枝幸郡浜頓別町緑ヶ丘
中村 英雄	酪農総合研究所	060	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	札幌市北区北 9 条西 9 丁目
永井 政僖	雪印乳業(株)受精卵移植研究所	059-13	苫小牧市植苗 119 番地
長沢 滋	日高中部地区農業改良普及センター	056	静内郡静内町こうせい町 2 丁目
永山 洋	日高東部地区農業改良普及センター	057	浦河郡浦河町栄丘東通 56
名久井 忠	農林水産省北海道農業試験場	062	札幌市豊平区羊ヶ丘 1
奈良岡 武任	新生飼料(株) 千歳工場	066	千歳市上長都 1041- 8
植崎 昇	酪農学園大学	069	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	滝川市東滝川 735
新山 雅美	酪農学園大学	069	江別市文京台緑町 582
仁木 良哉	北海道大学農学部	060	札幌市北区北 9 条西 9 丁目
西埜 進	酪農学園大学	069	江別市文京台緑町 582
西部 慎三	ホクレン 酪農畜産事業本部	001	札幌市中央区北 4 条西 1 丁目
西部 潤	十勝農業協同組合連合会	080	帯広市西 3 条南 7 丁目
西邑 隆徳	北海道大学農学部	060	札幌市北区北 9 条西 9 丁目
野英 二	酪農学園大学	069	江別市文京台緑町 582
野口 信行	滝ノ上町役場	099-56	紋別郡滝ノ上町旭町
野中 和久	農林水産省北海道農業試験場	062	札幌市豊平区羊ヶ丘 1
信澤 敏一	北東北ノーサン商事	025	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	189-12	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	099-24	網走市字八坂 196
橋立 賢二郎	農林水産省十勝農業試験場	069	河西郡芽室町本通南 5 丁目 1
橋本 善春	北海道大学獣医学部	060	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	帯広市西 3 条南 7 丁目
長谷川 信美	宮崎大学農学部草地畜産学講座	889-21	宮崎市学園木花台西 1- 1
秦 寛	北海道大学農学部	056-01	静内町御園 111
蜂谷 武郎	十勝ハンナン	083	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	086-11	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	札幌市北区北 9 条西 9 丁目
花田 正明	帯広畜産大学	080	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	329-27	栃木県那須郡西那須野町大夫塚 2 丁目 232-425
原 悟志	北海道立新得畜産試験場	081	上川郡新得町新得西 4 線 40
坂東 健	北海道立天北農業試験場	098-57	枝幸郡浜頓別町緑ヶ丘
日高 智	帯広畜産大学	080	帯広市稲田町西 2 線の 11
左 久	帯広畜産大学	080	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	上川郡新得町新得西 4 線 40
平尾 和義	酪農学園大学	069	江別市文京台緑町 582
平山 秀介	酪農総合研究所	060	札幌市中央区北 3 条西 7 丁目 酪農センター内
平山 博樹	東京農業大学生物産業学部	099-24	網走市字八坂 196
深瀬 公悦	雪印種苗(株)釧路工場	084	釧路市鳥取南 5 丁目 1-17
福井 豊	帯広畜産大学	080	帯広市稲田町西 2 線の 11

氏名	勤務先	郵便番号	住所
福永和男	帯広畜産大学	080	帯広市稲田町西2線の11
福永重治	北海道大学農学部	060	札幌市北区北9条西9丁目
福間哲	北海道大学農学部	060	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	上川郡新得町新得西4線40
藤田秀保	酪農総合研究所	060	札幌市中央区北3条西7丁目 酪農センター内
藤田裕	帯広畜産大学	080	帯広市稲田町西2線の11
藤田真美子	北海道立根釧農業試験場	086-11	標津郡中標津町桜ヶ丘1-1
藤本秀明	雪印種苗(株)中央研究農場	069-14	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	帯広市西3南7-14
古村圭子	帯広畜産大学	080	帯広市稲田町西2線の11
古谷政道	東北農業試験場	020-01	盛岡市下厨川赤平四
古山芳廣	北海道立天北農業試験場	098-57	枝幸郡浜頓別町緑ヶ丘
宝寄山裕直	北海道立滝川畜産試験場	073	滝川市東滝川735
干場信司	酪農学園大学	069	江別市文京台緑町582
本郷泰久	北海道立滝川畜産試験場	073	滝川市東滝川735
本堂勲	(株)微生物化学研究所	001	札幌市北区新川5条5丁目
前川裕美		004	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	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	滝川市東滝川735
増子孝義	東京農大学生物産業学部	099-24	網走市字八坂196
松井義貴	北海道立新得畜産試験場	081	上川郡新得町新得西4線40
松岡栄	帯広畜産大学	080	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	089-01	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	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	069-14	夕張郡長沼町字幌内1066
真鍋照彦	十勝中部地区農業改良普及センター	082	河西郡芽室町東2条2丁目
真鍋就人	十勝農業協同組合連合会	080	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	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(株)	060	札幌市中央区北4条西1丁目
三上正幸	帯広畜産大学	080	帯広市稲田町西2線の11
三河勝彦	北海道大学農学部	060	札幌市北区北9条西9丁目
三品賢二	宗谷中部地区農業改良普及センター	098-55	枝幸郡中頓別町字中頓別182
光本孝次	岩手大学大学院連合農学研究科	020	岩手県盛岡市上田3丁目18-8
湊啓子	北海道立新得畜産試験場	081	上川郡新得町新得西4線40
湊彪		064	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	上川郡新得町新得西4線40
峰沢満	農林水産省畜産試験場	305	茨城県稲敷郡茎崎町池の台2
峰崎康裕	北海道立天北農業試験場	098-57	枝幸郡浜頓別町緑ヶ丘
宮内一典	ホクレン 畜産生産推進課	001	札幌市中央区北4条西1丁目
宮川栄一	酪農学園大学	069	江別市文京台緑町582
宮崎元	北海道立新得畜産試験場	081	上川郡新得町新得西4線40
三好俊三	帯広畜産大学	080	帯広市稲田町西2線の11
村井勝	農林水産省北陸農業試験場	945	新潟県柏崎市松波4丁目3-34-202
村山三郎	酪農学園大学	069	江別市文京台緑町582
森清一	北海道立新得畜産試験場	081	上川郡新得町新得西4線40
森匡	北海道大学農学部	060	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	滝川市東滝川735
森田茂	酪農学園大学	069	江別市文京台緑町582
森田潤一郎	酪農学園大学	069	江別市文京台緑町582

氏名	勤務先	郵便番号	住所
森 津 康 喜	酪農学園大学	069	江別市文京台緑町 582
森 好 政 晴	酪農学園大学	069	江別市文京台緑町 582
森 脇 芳 男	十勝中部地区農業改良普及センター	080	帯広市東 3 条南 3 丁目 1 番地 支庁合同庁舎
諸 岡 敏 生	北海道大学農学部	060	札幌市北区北 9 条西 9 丁目
門 前 道 彦	北海道ホルスタイン協会	001	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	300-03	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	滝川市東滝川 735
山 浦 光 男	クリーン化学工業㈱	061-14	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	086-11	標津郡中標津町桜ヶ丘 1-1
山 崎 昭 夫	九州農業試験場	885	都城市横市町 6644
山 崎 昶	北海道立滝川畜産試験場	073	滝川市東滝川 735
山 下 一 夫	十勝東部地区農業改良普及センター	089-56	十勝郡浦幌町字新町
山 路 康		076	富良野市新富町 3-1
山 田 渥	北海道立滝川畜産試験場	073	滝川市東滝川 735
山 田 純 三	帯広畜産大学	080	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	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	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	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	札幌市豊平区羊ヶ丘 1
梁 云 穆	帯広畜産大学	080	帯広市稲田町西 2 線の 11
湯 浅 亮	酪農学園大学	069	江別市文京台緑町 582
湯 藤 健 治	北海道立十勝農業試験場	082	河西郡芽室町新生
横 濱 道 成	東京農業大学生物産業学部	099-24	網走市字八坂 196
横 山 節 磨	北海道文理科短期大学	069	江別市文京台緑町 582
吉 田 悟	北海道立新得畜産試験場	081	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	088-13	厚岸郡浜中町茶内市街
吉 田 則 人		080	帯広市公園東町 4-7-7
義 平 大 樹	酪農学園大学	069	江別市文京台緑町 582
芳 村 工	南根室地区農業改良普及センター	086-02	野付郡別海町別海緑町
米内山 昭 和	北海学園北見大学	090	北見市北光町 235
米 田 裕 紀	北海道立滝川畜産試験場	073	滝川市東滝川 735
米 道 裕 弥	北海道立滝川畜産試験場	073	滝川市東滝川 735
リベラ・ダヤラール	クリーン化学工業㈱	061-14	恵庭市北柏木町 3-172
渡 辺 正 雄		098-57	枝幸郡浜頓別町北 3 条-2

## 北海道畜産学会編集委員会

委員長	岡本全弘(酪農大)
委員	上田純治(北大農)
	落合一彦(北農試)
	片山正孝(道専技)
	中村富美男(北大農)
幹事	干場信司(酪農大)

### 編集後記

やっと第39号が完成いたしました。発行が大幅に遅れましたことを深くお詫び申し上げます。今期(95、96年度)の主な仕事は編集委員会の設立、原稿内容の多様化、編集関係規定の整備、A4版化などでした。

原稿論文の問題、学術刊行物としての認定を受けることなど、まだまだ多くの問題が山積しており、次期編集委員会に期待するものです。2年間のご協力に心から感謝申し上げます。(編集幹事)

#### 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、著作権者から複写権の委託を受けている次の団体から許諾を受けて下さい。

学協会著作権協議会

〒107 東京都港区赤坂9-6-41 乃木坂ビル3F

Phone/Fax: 03-3475-5618

ただし、アメリカ合衆国における複写については下記へ。

Copyright Clearance Center, Inc.

222 Rosewood Drive Danvers, MA 01923, USA

Phone: (508)750-8400, Fax: (508)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

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

Phone/Fax: 03-3475-5618

In the USA

Copyright Clearance Center, Inc.

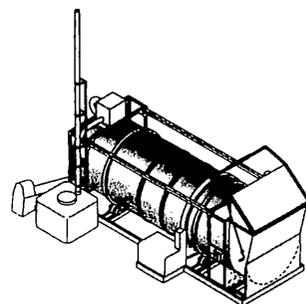
222 Rosewood Drive

Danvers, MA 01923, USA

Phone: (508)750-8400, Fax: (508)750-4744

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**

**理化学機器・医療機器**



株式  
会社

**ムトウ**

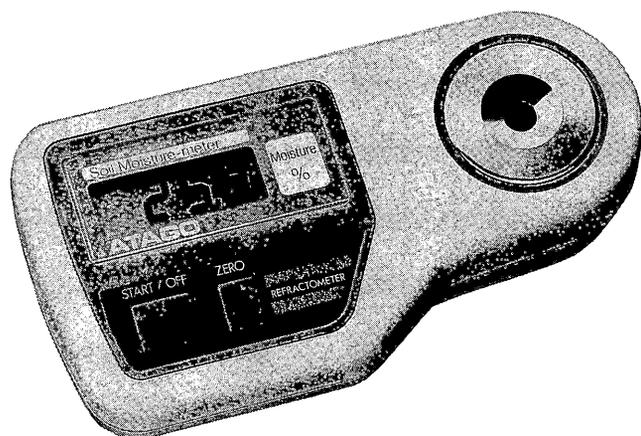
取扱品目 理化学機器・医療機器・ME機器・病院設備  
放射線機器・メディカルコンピューター・貿易業務・歯科器械  
福祉機器・介護用品

代表取締役社長 田尾延幸

本社 / 札幌・東京  
支店 / 札幌中央・札幌西・札幌白豊・新札幌・旭川・函館  
釧路・帯広・北見・室蘭・苫小牧・小樽・千歳・岩見沢  
空知・稚内・仙台・茨城・埼玉・所沢・千葉・柏・多摩  
横浜・神奈川  
営業所 / 名士・遠紋・日高・八雲・青森・日立・栃木・福岡

# 牧草地の土壌の含水比測定に

アタゴデジタル土壌水分計 **SH-200**



## 用途

- 牧草地の土壌管理に
- 野菜栽培の土壌管理に
- ハウス施設内の土壌管理に

## 仕様

測定範囲：含水比 0.0～200%

電源：006P乾電池（9V）

価格：¥170,000.（消費税別）

北海道地区総代理店

株式会社 **三幸商会**

〒063 札幌市西区西町南17-2-44

TEL011-661-0171 FAX011-661-4888

## 北海道畜産学会報 第39巻

1997年3月30日 印刷

1997年3月30日 発行

発行人 鮫島 邦彦

発行所 北海道畜産学会  
〒069 江別市文京台緑町582

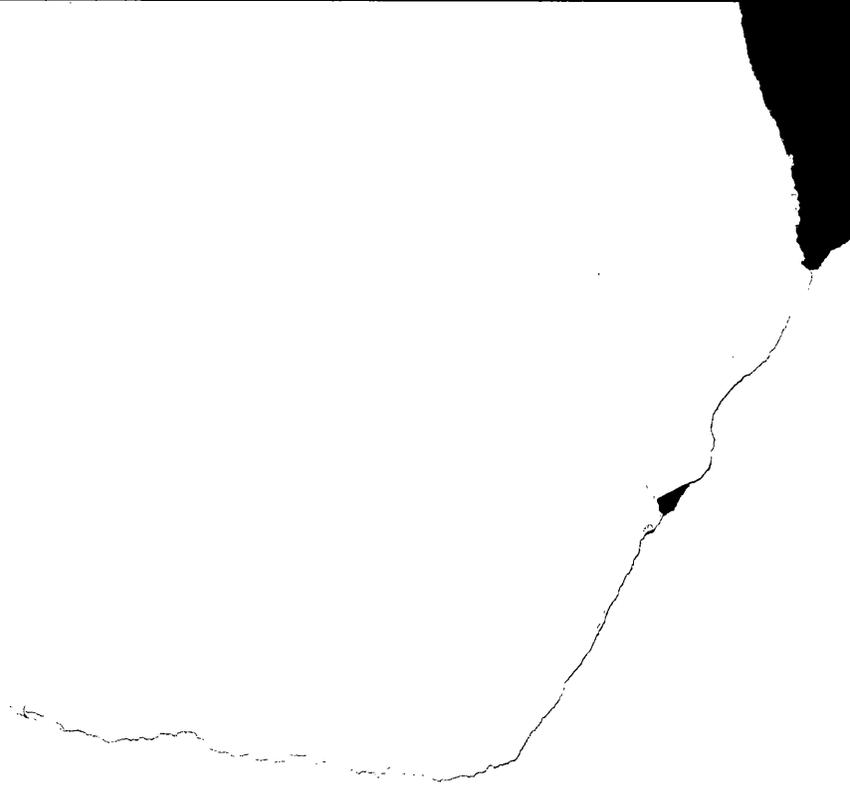
酪農学園大学内

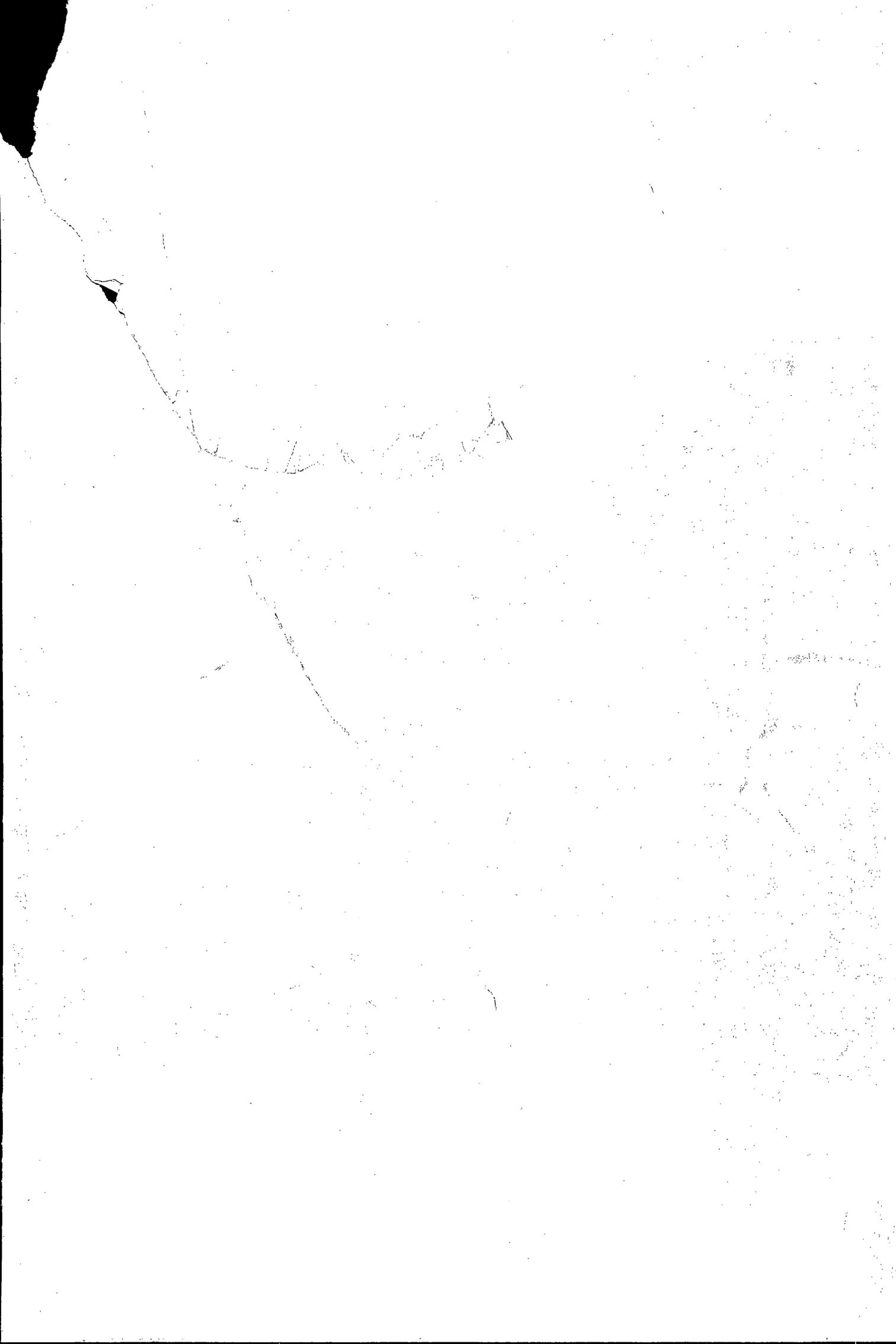
電話 011-386-1111

郵便振替口座番号 02770-4-4947

印刷所 (株)アイワード







## 賛 助 会 員 (1997年3月現在)

会 員 名	郵便番号	住 所
旭油脂株式会社	078-11	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	062	札幌市豊平区平岸3条9丁目 第1恵信ビル
(株)コーンズエージ	061-14	恵庭市北柏木町3丁目104番地1
デーリイマン社	060	札幌市中央区北4条西13丁目
エーザイ株式会社札幌支店	003	札幌市白石区栄通4丁目13丁目
北海道富士平工業株式会社	001	札幌市北区北27条西9丁目5-22
北海道ホルスタイン農業協同組合	001	札幌市北区北15条西5丁目20
北海道家畜改良事業団	062	札幌市豊平区月寒東2条13丁目1-12
北海道農業開発公社畜産部	060	札幌市中央区北5条西6丁目農地開発センター内
北海道オリオン株式会社	001	札幌市 北区北7条西2丁目 北ビル
北海道草地協会	060	札幌市 中央区大通り西7丁目2 酒造会館内
ホクレンくみあい飼料株式会社	060	札幌市 中央区北4条西1丁目
ホクレン農業協同組合連合会	060	札幌市 中央区北4条西1丁目
井関農機株式会社営業北海道支店	060	札幌市 中央区北1条西17丁目 北都ビル
北原電牧株式会社	065	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	札幌市 白石区東札幌1条3丁目5-41
メルシャン株式会社苫小牧工場	059-13	苫小牧市真砂町38-5
森永乳業株式会社札幌支店	003	札幌市白石区大谷地227-267
ナガセ機械販売(株)札幌営業所	002	札幌市北区篠路太平165-1
株式会社内藤ビニール工業所	065	札幌市北区北8条西1丁目
ニチロ畜産株式会社	063	札幌市西町北18丁目1-1
日優ゼンヤク株式会社	065	札幌市東区北22条東9丁目
日本配合飼料株式会社	060	札幌市中央区北1条東1丁目 明治生命ビル
日本農産工業株式会社北海道支店	047	小樽市港町5-2
小野田リンカル販売株式会社	060	札幌市中央区北3条西1丁目 ナショナルビル
株式会社酪農総合研究所	060	札幌市中央区北3条西7丁目 酪農センター
株式会社三幸商会	063	札幌市西区西町南17丁目2-44
サツラク農業協同組合	065	札幌市東区苗穂3丁目3-7
十勝農業協同組合連合会	080	帯広市西3条南7丁目14
株式会社土谷製作所	065	札幌市東区本町2条10丁目2-35
雪印乳業株式会社酪農部	065	札幌市東区苗穂町6丁目1-1
雪印種苗株式会社	062	札幌市豊平区美園2条1丁目2-1
全農札幌支店	060	札幌市中央区南1条西10丁目
全酪連札幌支店	060	札幌市中央区北3条西7丁目 酪農センター

