

# 北海道畜産学会報

第41巻 1999年



## 総説

エゾシカ飼養の栄養学的研究  
高レベルn-3系高度不飽和脂肪酸含有鶏卵・鶏肉の生産について

## 解説

クローン家畜—現状と未来—

## 受賞論文

現場に根ざした酪農技術の普及

## 特集

北海道立滝川畜産試験場における中小家畜試験研究の経過と今後の方向

## 短報 (12編)

技術レポート (1編)

会員からの声 (1編)

海外報告 (2編)

シンポジウム報告 (4編)

## 書評

学会記事

# 北海道畜産学会

HOKKAIDO ANIMAL SCIENCE AND AGRICULTURE SOCIETY



# お 知 ら せ

## 1. 第 55 回北海道畜産学会大会開催予定

と き：1999 年 8 月 26 日(木), 27 日(金)  
場 所：酪農学園大学  
詳細な案内：1999 年 6 月上旬  
講演要旨締め切り：1999 年 7 月中旬

## 2. 会費納入のお願い

会報の送付封筒のタックシールに、既に納入いただいた年度が記載されております。  
お確かめの上、未納年度分の会費を納入してください。  
なお、3 年間滞納いたしますと除名処分の対象となりますのでご留意願います。

郵便振替 口座番号：02770-4-4947

銀行口座：北洋銀行北 7 条支店 3180370 北海道畜産学会代表 清水 弘

なお、ご不明な点は、会計幹事 島田謙一郎まで

住所：080-8555 帯広市稲田町西 2 線-11 帯広畜産大学生物資源科学科

電話：0155-49-5560

ファックス：0155-49-5563

## 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（島田）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



## 原著論文掲載のお知らせ

北海道畜産学会では北海道畜産学会報への原著論文の掲載について1995年度以来検討して参りましたが、昨年8月帯広畜産大学で開かれました北海道畜産学会評議員会におきまして、原著論文掲載に伴う北海道畜産学会編集委員会規定ならびに北海道畜産学会投稿規定の改正案が承認され、1999年4月1日に改正される運びとなりました。

総会においても報告しましたが、この間の経緯を御説明しますと、1997年に北海道畜産学会報が学術刊行物として認められたこと、従来掲載している短報は他の学術誌の原著論文に勝るとも劣らぬ内容であること、これら短報の“査読”についても原著論文に対するいわゆる“審査”となんら変わらないレベルで行われていること等の理由から、1995年度から1996年度の編集委員会（岡本編集委員長）で原著論文掲載について検討されて参りました。1997年度からの編集委員会（中村編集委員長）でも引き続きこの案件を検討し、評議員会でも2回議題として取り上げて参りました。そしてこの度改正案が承認されました。

これまで北海道畜産学会が目ざして参りました、北海道の畜産の発展のために研究ノートや技術レポート及び他の記事につきましても学会活動の主旨にそって今後ともよりいっそう充実させてゆくことになっております。

改正されます北海道畜産学会編集委員会規定ならびに北海道畜産学会投稿規定、および北海道畜産学会編集委員会において改正が承認されました北海道畜産学会報原稿作成要領（これらの改正箇所が編みかけになっております）は本巻に記載してありますので御承知おきのうえ、原著論文、研究ノート、技術レポートへの投稿をお願い申し上げます。

なお、原著論文の編集も含めて、学会報編集システムにつきましても、今後も改善してゆく所存でありますので御意見をお寄せ頂ければ幸いです。

北海道畜産学会  
会長 清水 弘  
北海道畜産学会編集委員会  
編集委員長 中村 富美男



# 北海道畜産学会報

第41巻

平成11年3月

## 目次

### 総説

- エゾシカ飼養の栄養学的研究 ..... 増子孝義・相馬幸作 ..... 1  
高レベル  $n-3$  系高度不飽和脂肪酸含有鶏卵・鶏肉の生産について ..... 田中桂一 ..... 10

### 解説

- クローン家畜—現状と未来— ..... 澤井 健 ..... 23

### 受賞論文

- 現場に根ざした酪農技術の普及 ..... 橋立賢二郎 ..... 30

### 特集

- 北海道立滝川畜産試験場における中小家畜試験研究の経過と今後の方向  
..... 齊藤利朗・山田 渥・大原陸生・裏 悦次 ..... 36

### 短報

- ニワトリ羽毛の形態形成に関する免疫組織化学的検討  
..... 中村富美男・平野大介・三田晶子・竹之内一昭・近藤敬治 ..... 53  
ウマ新生子黄疸症予防検査への抗ウマ  $\gamma$  グロブリンモノクローナル抗体の応用  
..... 赤島智博・白尾淳之・寺田 有・大和康夫・天野 卓・横濱道成 ..... 58  
ウシ乳蛋白質の免疫化学的定量条件の検討 ..... 渡邊竜也・平山博樹・横濱道成 ..... 63  
泌乳牛の第一胃運動の自動測定システム ..... 田鎖直澄・早坂貴代史・山岸規昭 ..... 67  
エゾシカ (*Cervus nippon yesoensis*) におけるクマイザサ (*Sasa senanensis*) の採食量,  
消化率および窒素出納 ..... 増子孝義・相馬幸作・宮入 健・小松輝行・石島芳郎 ..... 72  
クマイザサの成分組成および *in vitro* 乾物消化率の生育時期別変化  
..... 相馬幸作・増子孝義・宮入 健・北原理作・小松輝行・石島芳郎 ..... 76  
粗飼料多給飼養下の乳牛における泌乳期, 乾乳期を通じての血液成分の変化  
..... タンゼン・高橋正樹・西道由紀子・佐々木千鶴  
八代田真人・中辻浩喜・近藤誠司・大久保正彦 ..... 80  
粗飼料主体飼養下での給与飼料の炭水化物組成と乳生産との関連  
..... 時田光明・中辻浩喜・近藤誠司・大久保正彦 ..... 86  
畑地型酪農地域と草地型酪農地域における土地利用形態と土地からの乳生産量  
..... 藤芳雅人・河上博美・干場信司・近藤誠司・大久保正彦 ..... 90  
鶏の筋細胞におけるユビキチン局在の組織化学的検討  
..... 関川三男・山本みわこ・島田謙一郎・三上正幸・福島道広・石川稔矩 ..... 94  
分光反射率による草量推定に影響を及ぼす要因 ..... 牧野 司・花田正明・岡本明治・上原有恒 ..... 98  
中国・新疆ウイグル自治区甘溝村における遊牧羊の採食量の季節変動  
..... 上原有恒・花田正明・岡本明治・維納汗巴彥・伊明江賽力克 ..... 102

### 技術レポート

- 三回搾乳の試み ..... 鈴木善和 ..... 106

### 会員からの声

- 普及員のひとりごと ..... 寺見 裕 ..... 110

## 海外報告

- スペインで開催された第44回国際食肉科学技術会議に出席して ..... 三上正幸 ..... 112  
フィリピン滞在記 ..... 森 匡 ..... 115

## シンポジウム報告

- 第8回世界畜産学会大会に参加して ..... 安江 健 ..... 117  
日蘭合同シンポジウム「Precision Dairy Farming」 ..... 森田 茂 ..... 120  
公開講演会（北の大地と家畜と私たち）報告 ..... 清水 弘 ..... 122  
「第2回日韓科学協力事業セミナー」 ..... 島崎敬一 ..... 128

## 書 評

- 「エゾシカを食卓へ ヨーロッパに学ぶシカ類の有効活用」 ..... 関川三男 ..... 132

第54回 北海道畜産学会大会 一般講演一覧	133
大会報告	135
学会記事	142
役員名簿	146
北海道畜産学会会則	148
北海道畜産学会編集委員会規定	149
北海道畜産学会投稿規定	149
北海道畜産学会報原稿作成要領	150
北海道畜産学会表彰規定	153
会員名簿	154

## エゾシカ飼養の栄養学的研究

増子 孝義・相馬 幸作\*

東京農業大学生物産業学部, 網走市 099-2493

\*現所属: 南根室地区農業改良普及センター, 別海町 086-0214

## Studies of nutrition in Yeso sika deer feeding

Takayoshi MASUKO and Kosaku SOUMA\*

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

\*Present address: Minami-Nemuro Agricultural Extension Center, Bekkai-cho 086-0214

キーワード: エゾシカ, 採食量, 飼養, 消化率, 窒素出納

Key words: Yeso sika deer, intake, feeding, digestibility, nitrogen balance

## 1. はじめに

## (1) 野生エゾシカの生活史

エゾシカ (*Cervus nippon yesoensis*) はわが国に生息するニホンジカ (*Cervus nippon*) 6亜種, すなわちエゾシカ, ホンシュウジカ, キュウシュウジカ, マゲシカ, ヤクシカおよびケラマジカのうちの1亜種であり, その生息範囲は北海道の東部および東北部を中心に, 広がりつつある。体格はわが国に生息するニホンジカの中で最も大きく, 体重は雄で130-140 kg, 雌で90-100 kgに達するとされており(宇野, 1990), ほかのシカ科の動物と同様に雄ジカのみ角を有する。

エゾシカの生活史(梶, 1988; 宇野, 1990)については, 雄ジカは4-5月に角を落とし(落角), そこから袋角とよばれるピロード状の皮を持った角を8月まで伸長させ, 9月には骨化して表面の皮を自ら剥ぎ, 枯角が完成する。換毛は5-6月にかけて茶褐色で白斑を有する夏毛になり, 9-10月にかけて黒褐色の冬毛となり, 雄ジカは黒いたてがみ状の被毛を有する。また, 9-11月が繁殖期であり, 出産時期は翌年の5-6月で, 産子数は通常1頭である。

野生エゾシカのグループサイズは季節によって変動し, 越冬地にいた集団は4-5月に母ジカを中心に2歳と1歳の雌3頭のグループを形成し, 雌雄別々の行動をとる。繁殖時期の9月頃になると雄ジカを中心とするいくつかのハーレムを形成する。採食可能な餌が限定される冬季や初春の時期には, 大集団となることもある。知床岬では30-40頭程のグループが形成され, 最大で70頭のグループが確認されている(梶, 1988)。

## (2) 野生エゾシカによる被害と対策

エゾシカの生息数は, 人為的圧力や自然的圧力によって大きく変動している(犬飼, 1952)。野生のエゾシカはかつて, 北海道のほぼ全域にわたって生息しており, 冬期間には少雪地域への移動を行っていたが, 狩猟圧が高まり大雪とも重なって生息数は著しく減少した。その後, 禁猟と解禁が繰り返されたが, 保護政策が長期間とられたため, 近年の個体数増加に繋がった。網走支庁管内と根室支庁管内にまたがる知床半島, 釧路支庁管内の音別町および阿寒町, 十勝支庁管内の足寄町などでは, ここ数年で爆発的な個体数の増加が確認されている。これらの地域は, いずれもエゾシカの生息する国立公園周辺に位置している(北海道環境科学研究センター, 1995; 梶, 1997)。

これらの地域において, エゾシカの爆発的な増加により農林業への被害は深刻化しつつある。北海道保健環境部自然保護課のまとめによると, 被害は農業では牧草, ビート, コムギおよびマメ類, 林業ではトドマツやニレ類が大きい(北海道保健環境部自然保護課, 1994)。農業被害額は毎年増加の一途をたどり, 1987年には7億5千万円, 1992年には25億円, 1997年には49億円となっている。特に被害額が大きいのは牧草である(梶, 1997)。

このような農林業被害に対して, これまでに様々な被害対策が行われてきた。特に重点的に行われたのが, 有害獣駆除および秋期から冬期(これまで11月15日~1月15日の2カ月間であったが, 1998年度から11月1日~1月31日の3カ月間に変更された)にかけての狩猟である。総捕獲頭数は1987年には8千頭, 1992年には2万1千頭, 1997年には5万4千頭と著しく増

加している (梶, 1997)。

北海道では1988年度に策定した北海道環境管理計画にしたがい、北海道自然環境保全指針を作成した(北海道保健環境部自然保護課, 1996)。1991年度から北海道環境科学研究センターを中心に野生動物の調査研究が行われ、科学的な狩猟管理の確立と農林業の被害対策などの検討を行っている。ライトセンサスや上空からの個体数調査により、エゾシカの生息数は北海道東部で約12万頭と推定されている。1998年度の「道東地域エゾシカ管理計画」に基づき、生息数を3年間で6万頭に減少させ、将来的には標準数を3万頭にする考えである。そのために狩猟期間を2カ月間から3カ月間に延長する、可猟区を70市町村から118市町村に拡大する、1人当たりの捕獲頭数を1日1頭から2頭に増加するなどの緩和策をとっている。

このように個体数をコントロールすることにより、農林業への被害を軽減させる方策以外に、畑地や牧草地にエゾシカが侵入しないように金網フェンスで囲う方策が実施されている。北海道東部では1997年から着工され、完成すると留辺蘂町で52.4 km、津別町で317 km、東藻琴村で100 km、足寄町で68 km、本別町で12.5 kmとなる。今後、追い出されたエゾシカによる周辺の山林や市町村への被害が拡大することが予想され、早急な有効対策が望まれている。

### (3) 養鹿業

シカを肉や角などを生産する動物資源として活用する試みは、ニュージーランド、イギリス、中国およびロシアなどで行われており、アカシカやニホンジカが対象になっている。わが国においても近年、グルメブームや健康食品志向などから鹿肉および鹿茸の消費が伸びており、毎年中国や台湾から約3tの鹿茸、ニュージーランドから約300tの鹿肉が輸入されている(横濱ら, 1991)。わが国でもこうした気運からシカの飼育が注目され、養鹿事業が開始されているが、野生シカの捕獲に法的制限が課せられていることから、外国産のアカシカやニホンジカ(マンシュウジカやタイワンジカ)を輸入するケースも見られる(石島, 1994)。しかも、わが国ではニュージーランドのような養鹿に関する法律の整備が進められていないため、エゾシカを家畜として扱えず、生産物の安定供給、品質管理および衛生管理など問題が山積みされており、今後の解決が望まれている。

シカは、山地里山の植物バイオマスの家畜よりもはるかに有効に利用し、わが国の気候風土に適應している(横濱ら, 1991)。また、鹿肉は高蛋白質、低脂肪および低コレステロールであり、ほかの肉よりも付加価値が高い。エゾシカ対策において増大する狩猟肉の積極的な消費が望まれていることから、今後消費者にエゾシカ肉が受け入れられれば、安定供給が必要になる

ものと考えられる。そのためには、エゾシカを飼育することによって有効活用する方策の検討が望まれる。野生エゾシカを囲い込み、定期的に囲いの中のグループを移動させ、野生植物の利用を中心に飼育管理することが可能であると考えられる。しかし、エゾシカを飼育するためには、生態的な特徴を詳細に把握する必要があり、特に栄養学的、管理学的、繁殖学および生理学的な観点からの研究が急務である。

### (4) シカ科動物の栄養学的研究

これまでに、ニホンジカを初めとするシカ科の動物の研究は、野生シカの生態や行動を中心に、個体数の算定やラジオテレメトリー調査などにかかわる捕獲方法の検討、餌となる植物の種類や糞および胃内容物の調査、移動様式の検討など基礎的分野について行われ、シカ科の動物の生態が明らかにされてきた(古林ら, 1987; 梶, 1981, 1988; MIURA, 1984; TAKATSUKI, 1983; 高槻, 1992; 矢部ら, 1990; YAMANE *et al.*, 1996)。これらの基礎研究を基にした生息環境の評価が行われており、エゾシカにおいても個体数制御方法を検討するために、野生エゾシカの栄養摂取量、生態および自然環境などに関するデータの集積が行われている。

養鹿に関わる研究では、中島(1929)は奈良のシカを演習林内に放牧し、シカの習性および繁殖特性などの生態的な特徴を報告している。宮崎ら(1980)およびMIYAZAKI *et al.* (1984)は天然記念物の奈良のシカを用い、シバの消化性を、辻井(1987)はヤクシカの行動および稲ワラの消化性を報告している。斎藤ら(1990)はニホンジカを用いて飼養学的、栄養学的、繁殖学および生理学的な観点から研究成果を報告している。また、加藤ら(1988)およびKATOH *et al.* (1991)はニホンジカの飼料消化性および消化管内通過速度について、ヒツジおよびヤギとの比較を行った。池田ら(1991)はコーンサイレージを給与した消化試験を実施し、斎藤ら(1990)は牧草やヘイキューブなど18種類の飼料の嗜好性を調べた。これらの研究と並行して、海外における養鹿産業および生産物や飼育技術などに関する紹介が盛んに行われている(大泰司, 1985 A, B, C, 1993; 渋谷, 1988, 辻井と鄒, 1988; 辻井ら, 1992)。諸外国では、野生のアカシカやクチジロジカなどの一般行動および繁殖行動(LINCOLN, 1992; STRUHSACKER, 1966)、飼育アカシカやグマシカを用いた消化試験および採食量の季節変化などの研究が行われている(RAMANZIN *et al.*, 1997; SCOTT *et al.*, 1988)。また、養鹿業の先進国であるニュージーランドではBARRYら(BARRY and WILSON, 1990; BARRY *et al.*, 1991)を中心に研究が進められており、最近では内分泌との関わりを調べ、採食量の制御(冬期間の採食量減退の防止など)に関する研究成果が報告されている。

エゾシカを対象とした研究では、野生エゾシカの生息環境を主眼においた生態に関する報告が多く、エゾシカ飼養という観点から捉えた研究は行われていない。

### (5) 本研究の目的

エゾシカの飼育を行うには生態的な特徴を把握し、飼養学的、栄養学的なデータに基づく管理技術を確立しなければならない。エゾシカの飼育方法は、自然の地形を活用して大規模形態で放牧を行う場合と、新規または既存の飼育施設を用いて小規模形態で飼育する場合が想定される。このため、それぞれの飼育形態に適用できる飼料の選定、採食量および栄養価などを明らかにする必要がある。

そこで、エゾシカ飼養の栄養学的基礎データの集積を目的に、1) 野生エゾシカが採食する植物の把握、2) エゾシカを飼育する際に用いる飼料の利用性、および3) エゾシカに対する未利用植物資源の利用性という3つの観点から研究を行った。まず、1) では、野生エゾシカの採食量および採食する植物の成分組成を把握するため、野生エゾシカの胃内容物重量を測定して、体重当たりの採食量を調べるとともに、草本類および木本類の採食の可否および成分含量の分析を行った。さらに、木本類の *in vitro* 乾物消化率を測定し、飼料的特性を検討した。2) では、実際にエゾシカ飼養に用いられると考えられる飼料、すなわち粗飼料および濃厚飼料の採食量と消化性を調べるため、嗜好試験、採食試験および消化試験を行った。嗜好試験では乾草、サイレージおよびクマイザサを給与し、採食試験には乾草を給与した。消化試験では粗飼料として乾草とサイレージ、濃厚飼料としてフスマとダイズ粕を給与した。3) では、山間地を利用してエゾシカを大規模に飼育する場合、冬期間の重要な飼料資源になり得るクマイザサに着目し、採食量と栄養価を調べた。

本総説では、これらの研究成果を中心に、エゾシカ飼育における飼料および栄養管理の方法について紹介する。

## 2. 野生エゾシカの胃内容物

野生エゾシカの第一胃内 pH は 5.52、総 VFA 濃度は 20.98 mmol/dl、アンモニア濃度は 48.35 mg/dl、酢酸モル比は 48.4%、プロピオン酸モル比は 34.3%、プロトゾア数は  $8.9 \times 10^5$ /ml であった。エゾシカの総 VFA 濃度、アンモニア濃度およびプロピオン酸モル比はウシとヒツジよりも高く、pH および酢酸モル比は逆に低かった。プロトゾア数はウシ、ヒツジおよびヤギと大きな差はなかった。胃の内容物にはクローバ類、木の葉などが含まれていた。これらの第一胃内容物の性状は、構造的炭水化物（セルロース、ヘミセルロースおよびリグニン）含量が低く、かつ蛋白質含量

の高い植物を採食する場合に認められる発酵パターンと類似していた（増子ら、1992）。

シカの第一胃内容物の性状に関する報告は少なく、BARRY *et al.* (1991) はアカシカとヒツジに同一の飼料を給与して、夏期と冬期の第一胃内容物を調べた結果、夏期のアンモニア濃度を除いて両者に差がないことを報告している。斎藤ら（1990）は第一胃フィステル装着ニホンジカを供試して、生草、サイレージおよびヘイキューブなどを給与した試験を行い、第一胃内容物の pH は 6.27~7.06、アンモニア濃度は 3.00~8.01 mg/dl、プロトゾア数は  $14.2 \sim 17.9 \times 10^5$ /ml と報告している。これらの値は前述したウシとヒツジの値と近似しているが、エゾシカにおける増子ら（1992）の結果とは異なった。その理由として、第一胃内発酵は摂取した飼料成分特性によって大幅に変動するため、既存の飼料を給与した第一胃内容物と嗜好性の良い餌を選択的に採食する野生エゾシカの内容物の差が現れたものと考えられる。

内容物の内訳は、概ね季節別の違いが認められた。すなわち、春期には草本類以外にクマイザサの葉および小枝や樹皮などの木本類が、夏期には主に草本類が認められた。また、秋期以降では草本類に加えて根菜類、木の実および木の葉（枯葉も含む）、クマイザサの葉が認められ、北海道十勝支庁管内足寄町および釧路支庁管内音別町で学術捕獲された野生エゾシカのものと同様の内容であった（北海道環境科学研究センター、1995）。これにより、エゾシカは幅広い食性を有し、畑作物や樹木からの落下物を好んで採食していることが推察された。日光に生息するホンシュウジカの冬期における糞中からは、ミヤコザサが 80% 近く検出され、1984 年の春期に大量死した日光のシカの胃内容物の 90% が木本類で占められていたことが報告されている（高槻、1986）。

野生エゾシカの第一胃から第四胃までの胃内容物の乾物率は、ヒツジで報告されている値（津田、1990）よりもかなり高く、エゾシカの胃内容物濃度が高いことが示唆された（増子ら、1996）。体重に対する第一胃と第二胃内容物重量（新鮮物重量）の合計の比率は、6.1% であった。ノロジカでは 4.1%、アカシカでは 9%、ダマシカでは 4.3% と報告されている（NAGY and REGELIN, 1975）。また、体重に対する第一胃内容物重量（乾物重量）の比率はほぼ 1.0% であり（増子ら、1996）、この値はニホンジカにアルファルファペレットとビートパルプを自由摂取させた場合、1日の採食量が体重当たり 2.3~2.8% であったこと（津田ら、1987）を考慮すると、1日の乾物摂取量の半分に相当し、野生エゾシカは十分量の採食を行っていることが推察された。

### 3. 野生草本類と木本類の成分組成および採食性

相馬ら (1996) は、野生エゾシカによる採食頻度が高い草本類 13 種と木本類の小枝、樹皮、内皮および落葉 17 種を採取し、成分組成を分析するとともに、草本類と木本類合わせて 67 種を飼養下のエゾシカに給与することにより、採食するかしないか (採食性) を調べた。草本類については、成分組成の値を一般的なイネ科牧草であるオーチャードグラスとチモシーの出穂期の値 (日本標準飼料成分表, 1995) と比較すると、可溶無窒素物含量は同程度、粗繊維含量は草本類のほうが低かった。粗蛋白質含量は草本類のほうが高く、アルファルファ乾草よりも若干低いながらも同程度含まれていた。小枝、樹皮および落葉の成分組成を比較すると、粗蛋白質含量は小枝と落葉が樹皮よりも高く、粗脂肪含量は樹皮と落葉が小枝よりも高かった。繊維成分の含量は ADF を除いて落葉が小枝と樹皮よりも低かった。小枝、樹皮および落葉の成分組成をオーチャードグラスやチモシーの値と比較すると、小枝と樹皮の ADF および NDF 含量はこれらの牧草よりも高く、それぞれの開花期以降の値に相当した。落葉の粗蛋白質含量は牧草よりも低かった。

採食試験では、ほとんどの野生植物が採食されたが、給与した植物の中には採食されないもの、個体ごとに採食性に違いが見られるものがあった (相馬ら, 1996)。野生エゾシカによる食痕が確認されているものうち、採食が確認されなかったのは、ニリンソウのように若芽や若葉は食用に適している (高槻, 1992) が、それ以外の部位に毒性の弱いアルカロイド系の有毒物質が含有されていたり (橋本, 1986; 中井, 1988)、オオバユリのように野生エゾシカが通常採食する部位 (花軸) 以外の部分を給与したことなどが原因と考えられた。これらの結果から自然の地形を利用して放牧を行う場合、これら有毒物質を含有する植物に注意する必要があるが、飼育場所に自生する植物を利用することが可能であると考えられた。

### 4. 乾草、サイレージおよびササの嗜好性

相馬ら (1995) はエゾシカを飼養する際に、一般的に給与されると考えられる乾草およびサイレージ、野生エゾシカにおいて通年採食され、資源の有効利用という観点からも注目できるクマイザサに対する嗜好性を調べた。エゾシカの嗜好性が高かったのは、ロールベール乾草とトウモロコシサイレージ、草種別ではアルファルファとペレニアルライグラスであった。これらの粗飼料は乳牛用に給与しているものであり、エゾシカ飼育用にも適した粗飼料源であると考えられた。クマイザサはチシマザサおよびミヤコザサとともに北海道に広く分布しており (豊岡ら, 1983)、エゾシカの

嗜好性が高かったことから、有効な飼料資源として位置付けられる。ササは飼料として利用する場合には、秋期と冬期が適していると考えられるが、ミヤコザサは夏期に放牧などで葉部が採食されると、その後の再生量が減少することが知られている (大久保ら, 1990)。クマイザサを採食させる場合にも、再生量に見合う頭数を維持する必要がある。嗜好性が最も低かったのは、高水分グラスサイレージであった。

採食量からエゾシカとヒツジの嗜好性を見ると、エゾシカが主に採食した飼料はヒツジでも多く採食しており、嗜好性が類似している傾向が示唆された。ニホンジカの嗜好性について、池田ら (1991) は生草、乾草およびトウモロコシサイレージを給与したところ、茎の硬い部分を残したもののそれぞれの嗜好性は良好であったと報告している。牧草の品種の嗜好性をヒツジを用いて調べた報告では、ペレニアルライグラスはオーチャードグラスよりも嗜好性が高い結果が得られている (澤田, 1994)。

ニホンジカの採食量は季節的に変動し、冬期間に減少する報告 (小田島ら, 1992) がなされているが、採食量の減少する時期に嗜好性の高い飼料を給与することにより、採食量減退に伴う栄養摂取量の減少を抑えることができるものと推察される。

### 5. 乾草採食量の季節変化

一般に、シカ科の動物には採食量の季節変化が認められている (AGNES *et al.*, 1996; BARRY *et al.*, 1991; 池田ら, 1991, 1997; 小田島ら, 1992)。エゾシカにおいても乾草採食量に季節変化が認められた (相馬ら, 1998)。また、採食量の変動は性別および年齢にかかわらず、同様の傾向にあった。採食量の変動については、野生シカの場合、季節の違いによって採食可能な植物の種類と量が異なることが要因の 1 つと考えられる。また、アカシカなど、シカ科の動物は行動に季節性を示すことが知られており、特に繁殖時期である秋期には、雄シカはハーレムの防衛など繁殖行動が中心になることから、極端に採食時間が短くなることが採食量低下の要因の 1 つであるとされている。雌シカの場合、ハーレムを形成する雄シカやその周辺の雄シカによって攪乱され、採食行動が妨げられるため、ほかの時期に比べて採食行動が短くなる傾向にある (相馬ら, 1994)。

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

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

エゾシカは飼育条件下で十分な飼料を給与されている場合でも、採食量の季節変化を生じることが示され、このような季節変化は内分泌系の影響によるものと推察された。また、エゾシカの冬期間の採食量および体重の低下が認められたことから、生産物を目的とするエゾシカ飼育の場合、季節ごとの飼料給与方法や肥育時期などを検討し、秋期から春期にかけては、採食量の低下に伴う栄養摂取不足を回避する必要があると考えられる。

## 6. 乾草およびサイレージの消化率と窒素出納

増子ら (1997) はエゾシカの給与飼料として乾草、サイレージおよびヘイキューブを取り上げ、それら給与時の消化率と窒素出納を調べた。シカの飼料の消化率について、ホンシュウジカやヤクシカとヒツジを比較した報告 (増子ら, 1994; 小田島ら, 1990) はわずかであり、エゾシカを供試した報告は見られない。ホンシュウジカの飼料の消化率について、体重の 2.0% 相当量のアルファルファヘイキューブを給与した試験では、有機物、ADF および NDF の消化率がヒツジよりも低かったこと (小田島ら, 1990)、ヤクシカに体重の 3.0% 相当量のアルファルファヘイキューブを給与した場合、粗繊維、ADF および NDF の消化率はヒツジと差がなかったが、ロールベール乾草を給与した場合、NDF およびヘミセルロースの消化率はヒツジよりも低かったこと (増子ら, 1994) が報告されている。エゾシカにロールベール乾草、ロールベールサイレージおよびアルファルファヘイキューブを体重の 1.8~2.2% 給与した場合の消化率は、粗繊維とヘミセルロースがヒツジよりもやや低い傾向があり、そのほかの成分の消化率の差はわずかであった (増子ら, 1997)。しかし、ADF と NDF の消化率は異なる傾向を示したため、繊維成分の消化率についてはさらに詳細な検討が必要である。

また、エゾシカに給与した 3 つの飼料の可消化粗蛋白質 (DCP) と可消化養分総量 (TDN) および可消化

エネルギー (DE) 含量は、ヒツジでもほぼ同等に査定されたことにより、エゾシカに給与する牧草類の栄養価は、ヒツジから得られた値を用いても大過ないことが示唆された。

エゾシカの尿中窒素排泄量は、排尿量が特に高い個体ではヒツジよりも高く、窒素蓄積量と蓄積率はともにヒツジよりも低かった。しかし、そのほかの個体では窒素蓄積量と蓄積率ともにヒツジの値に近似していた (増子ら, 1997)。

## 7. 乾草と濃厚飼料混合物の消化率と窒素出納

エゾシカに乾草やサイレージを単体で給与した場合の消化率は、粗繊維とヘミセルロースでは、ヒツジよりもやや低い傾向にあることが報告されている (増子ら, 1997)。この結果と類似した傾向は、ホンシュウジカにアルファルファヘイキューブを給与した場合にも認められている (小田島ら, 1990)。しかし、乾草にフスマあるいはダイズ粕を混合給与した消化率は、全成分においてエゾシカがヒツジよりも高かった (増子ら, 1998)。これらのことから、エゾシカは牧草類を単体で給与した場合には、繊維成分の消化率はヒツジよりも低い、牧草類よりも繊維質含量の低いフスマや粗蛋白質含量の高いダイズ粕を乾草と混合給与した場合には、飼料全体の繊維成分の消化率がヒツジよりも高くなり、牧草類と濃厚飼料を混合給与した場合のエゾシカの消化能力は優れていることが示唆された。この傾向はフスマよりもダイズ粕の給与において顕著に見られたことから、蛋白質含量の高い飼料を併用すると繊維成分の消化率向上に大きな影響を及ぼすことが示唆された。

エゾシカに乾草やサイレージを単体で給与した場合の DCP, TDN および DE 含量は、ヒツジとほとんど差が認められていない (増子ら, 1997)。フスマとダイズ粕を混合給与した場合の DCP 含量には、ヒツジと差が認められなかったが、TDN および DE 含量はエゾシカが高かった。その傾向はダイズ粕給与で顕著であり、TDN 含量では 10.1% 単位、DE 含量では 1.06 Mcal/kg も差があった (増子ら, 1998)。

反芻動物の消化管を形態的特徴から分類すると、繊維消化能力の高い Grass eater 型、繊維消化能力の低い Concentrate selector 型、およびその中間型の 3 種類になる。シカ類は中間型から Concentrate selector 型にかけて属し、ヒツジは Grass eater 型に属している (HOFMANN, 1988)。一方、シカ類は、森林から草原まで広く分布し、森林性 (木の葉採食型) と草原性 (草食型) の中間に位置する食性を有しているといわれ、ウシ、ヒツジおよびヤギなどの反芻動物のうち、ヤギの食性に近いと考えられている (高槻, 1992)。寺田ら (1987) はウシ、ヒツジおよびヤギにおける飼料

の繊維成分の消化率に違いを認め、その原因としてルーメン微生物の活性および消化管内通過速度の違いを指摘している。小田島ら (1990) はホンシュウジカとヒツジの飼料の消化管内通過速度を比較し、シカが有意に速く、このことが消化率低下の一因であると推測している。乾草と濃厚飼料を混合給与した場合、濃厚飼料の存在がルーメン微生物に影響を及ぼし、飼料全体の繊維成分の消化率が向上したものと考えられる。また、消化率が高くなったことにより、TDN と DE 含量も向上している。

エゾシカにおける糞中窒素排泄量はヒツジと同程度か低い傾向にあったが、尿中窒素排泄量はエゾシカのほうが低かった。このため、エゾシカの窒素蓄積量と蓄積率はともに高かった。エゾシカの排尿量はヒツジよりも約 1.6—2.2 倍高かったにもかかわらず、窒素濃度の低い尿を排泄しているため、尿中窒素排泄量はヒツジよりも低かった (増子ら, 1997; 増子ら, 1998)。このことが、エゾシカの窒素蓄積量の高い原因と考えられるが、今後、尿中窒素成分を詳細に分析し、ヒツジとの違いを調べる必要がある。

## 8. クマイザサの採食量、消化率および窒素出納

エゾシカにおけるクマイザサの採食量は、秋期、冬期および春期の3季節に変化が認められた (増子ら, 1999)。1日当たりのクマイザサの乾物採食量は冬期、秋期、春期の順に高く、体重に対する乾物採食量の割合は秋期、冬期、春期の順に高かった。秋期と冬期の順序が入れ替わっているのは、乾物採食量は冬期に最も低下したが、冬期におけるエゾシカの体重が秋期よりも減少したためである。

相馬ら (1998) が調べた乾草採食量の季節変化では、1日当たりの採食量および体重に対する採食量の割合ともに、春期から夏期にかけて増加し、夏期に最高値に達した後、秋期から下降し、冬期に最低の値を示している。体重に対する乾草の乾物採食量は、春期、夏期、秋期および冬期それぞれ 1.99%、2.44%、1.58% および 1.35% と報告している。体重に対するクマイザサの乾物採食量の割合は、春期では乾草の乾物採食量の割合よりもやや低かったが、秋期と冬期ではやや高い傾向が認められた。これらのことから、エゾシカによるクマイザサの乾物採食量は乾草と同等かそれ以上の値を示し、冬期間における養分摂取のための重要な餌資源であることがうかがわれた。

クマイザサの乾物、有機物およびエネルギーの消化率は、44.5—48.6% と低く、これまでの消化試験において給与した飼料のうち、2番刈りオーチャードグラス主体ロールペールサイレージの 36.6—43.7% の値 (増子ら, 1997) と近似していた。このロールペールサイレージ給与時の粗繊維、ADF、NDF およびヘミセル

ロースなどの繊維成分の消化率は、37.1—51.6% の範囲であり、クマイザサの繊維成分の消化率 43.7—47.5% とほぼ同程度であった。しかし、クマイザサの粗蛋白質の消化率は 74.5% と、ロールペールサイレージの消化率 53.5—55.2% よりも著しく高い値であった (増子ら, 1999)。増子ら (1998) は、乾草とダイズ粕を混合給与した場合の粗蛋白質の消化率は 74.7% と高かったことを報告しているが、クマイザサの粗蛋白質の消化率はこの値に極めて近似している。このような傾向は、ニホンジカにチマキザサを給与した試験においても報告されている (的場ら, 1987)。

DCP 含量は乾物中 12.7% と著しく高かった。この値は乾草とダイズ粕を混合給与した場合よりもやや低い程度にすぎず、蛋白質に関しては高栄養価であることが明らかになった。しかし、TDN 含量は粗蛋白質以外の各成分消化率が低かったことから、乾物中 44.7% と低く、ロールペールサイレージの TDN 含量よりもわずかに高かったにすぎなかった。

窒素出納は糞中窒素排泄量は低かったが、尿中窒素排泄量が高かったため、窒素蓄積量と蓄積率は低かった (増子ら, 1999)。

## 9. クマイザサの成分組成および乾物消化率の生育時期別変化

クマイザサの成分組成は、開葉から枯れるまでの間に、乾物、粗脂肪および粗灰分の含量は増加し、粗繊維、ADF、NDF およびヘミセルロースなどの繊維成分の含量は減少したが、10月頃から翌年6月頃にかけての変動幅は少なかった (相馬ら, 1999)。一般に、反芻家畜に給与される牧草類の成分組成は、生育時期による変動が大きいことが知られている (森本, 1989)。オーチャードグラスやチモシーなどのイネ科牧草の生育時期による成分組成 (日本標準飼料成分表, 1995) は、乾物、粗脂肪、粗繊維、ADF および NDF 含量では生育時期が進むにつれて増加するが粗灰分はほぼ一定である。クマイザサの生育時期別変化を牧草類の場合と比べると、粗繊維、ADF および NDF 含量などの繊維成分含量の変動パターンが異なり、牧草類の場合と逆の傾向を示した (相馬ら, 1999)。また、10月頃から翌年6月頃にかけて成分組成の変動が少なかった要因としては、この時期は地温が低く雪中に埋没する時期もあり、低温により生長代謝が抑制されたためと推察される。

*in vitro* 乾物消化率は、生育時期の進行に伴って減少する傾向にあった。また、10月頃から翌年6月頃にかけての変動が少なく、成分組成の変化と同様のパターンが認められた (相馬ら, 1999)。一般に、牧草類においても生育の進行に伴って消化率は減少するが、これは生育時期の進行に伴い、リグニン含量が増加し木質化することが主な原因である (中村, 1977; 森本,

## 文 献

1989). リグニン は難消化性の物質であり、リグニンが増加することによって酵素による分解が減少し、消化率が低下する。しかし、クマイザサの場合、繊維成分の含量は生育時期の進行に伴って減少しており、リグニン含量の増加が *in vitro* 乾物消化率の低下を招いたとは考えにくい。クマイザサの繊維成分含量以外では、生育時期の進行に伴って粗灰分含量が著しく増加し、有機物含量が減少している。このことが *in vitro* 乾物消化率に影響を及ぼし、低下を招いたものと推察された。

秋期から春期にかけて、クマイザサの成分組成と乾物消化率は比較的安定した値を保持している。また、この時期の乾物採食量も高い(増子ら, 1999)ことからエゾシカはクマイザサから一定の養分摂取を行うことが可能であると考えられた。

## 10. おわりに

エゾシカによる既存の反芻家畜の粗飼料の嗜好性はヒツジと類似し、それらの消化率はヒツジに比べてやや低かった。しかし、DCP と TDN の栄養価はヒツジと類似していたことから、ヒツジに給与する飼料のメニューを活用することが可能であると考えられた。これらのことから、小規模飼育形態の場合、エゾシカの飼料給与設計に当たっては、ヒツジの飼養標準を活用することにより給与量を決定することが可能であると考えられた。大規模飼育形態の場合、夏期には野生植物を利用することが考えられる。エゾシカは多種類の植物を採食し、それらの繊維質成分は低かったことから、野生植物が利用可能な夏期から秋期にかけては、栄養摂取が十分にできるものと考えられる。しかし、冬期間は主にクマイザサの利用が中心になることが考えられ、クマイザサのみを採食させる場合、TDN の摂取不足が心配されるため、補助飼料の給与が必要であろう。

エゾシカによる農林業への被害を軽減するためには、エゾシカを適正頭数に維持する必要がある。そのためには、エゾシカが採食する植物を把握し、それらの栄養価や再生量などを調査する必要がある。しかし、これまでの研究ではそのような報告が見られず、本研究のデータが野生エゾシカの適正頭数を算出する1つの指標になることが期待される。

このように、エゾシカは多種類の植物を採食することができる特徴を有しているため、既存の反芻家畜に給与する飼料の活用以外に、植物バイオマス(農林水産省農林水産技術会議事務局編, 1991)を有効利用できる可能性がある貴重な動物資源であると考えられる。また、クマイザサの採食量や栄養価のデータは、越冬地における野生エゾシカの適正な生息頭数を推定する場合の指標になるものと考えられた。

- AAGNES, T. H., A. S. BLIX and S. D. MATHIESEN (1996) Food intake, digestibility and rumen fermentation in reindeer fed baled timothy silage in summer and winter. *J. Agr. Sci.*, **127**: 517-523.
- BARRY, T. N. and P. R. WILSON (1990) ニューゼalandにおける養鹿産業の発展と現状—国際シカシンポジウム報告 その2—。畜産の研究, **44**: 1015-1021.
- BARRY, T. N., J. M. SUTTIE, J. A. MILNE, R. N. B. KAY (1991) Control of food intake in domesticated deer. *Physiological Aspects of Digestion and Metabolism in Ruminants* (TSUDA, T., Y. SASAKI and R. KAWASHIMA, eds.): 385-401. Academic Press Inc. San Diego.
- FRANCOISE, B. M. DOMINGUE, P. R. WILSON, D. W. DELLOW and T. N. BARRY (1992) Effect of subcutaneous meratonin implants during long daylength on voluntary feed intake, rumen capacity and heat rate of red deer (*Cervus elaphus*) fed on a forage diet. *Br. J. Nutr.*, **68**: 77-88.
- 橋本都三 (1986) おいしい野生植物の図鑑 2, 97-99. 誠文堂新光社. 東京.
- HOFMANN, R. R. (1988) Aspects of digestive physiology in ruminants. 1-20. Comstock Publishing Associates, Ithaca.
- 北海道環境科学研究センター (1995) ヒグマ・エゾシカ生息実態調査報告書 I. 135-146.
- 北海道保健環境部自然保護課 (1994) 北海道の野生生物 ① ヒグマ・エゾシカの分布. 6-9.
- 北海道保健環境部自然保護課 (1996) 北海道野生動物保護管理指針. 1-10.
- 池田昭七・武田武雄・石田光晴・齋藤孝夫 (1991) ニホンジカ (*Cervus nippon*) の飼料採食性および消化率について. 宮城農短大報, **38**: 27-36.
- 池田昭七・澁谷知香子・石田光晴・武田武雄・佐藤衆介・菅原和夫 (1997) ニホンジカの季節生産性の行動学的解析. 第93回日本畜産学会大会講演要旨, 83.
- 犬飼哲夫 (1952) 北海道の鹿とその興亡. 北方文化研究報告 4 (北海道大学北方文化研究室編), 1-45.
- 石田直理雄 (1995) 生物時計とは?. 工業技術, **36**: 52-57.
- 石島芳郎 (1994) エゾシカ活用のためのこれまでの取り組み. 畜産の研究, **48**: 877-880.
- 梶 光一 (1981) 根室標津におけるエゾシカの土地利用. 哺乳学誌, **8**: 226-236.
- 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.

- 梶 光一 (1997) 獣医野生動物学研究の最先端 2 エゾシカの個体群動態と保護管理. JVM, 50 : 171-174.
- 加藤和雄・小田島 守・太田 実・李 相洛・小田伸一・大友 泰・庄司芳男・佐々木康之 (1988) ニホンジカにおけるポリカーボネイト・パーティクルの通過速度: ヤギ, ヒツジとの比較. 川渡農場報告, 4 : 61-63.
- KATO, K., Y. KAJITA, M. ODASHIMA, M. OHTA and Y. SASAKI (1991) Passage and digestibility of lucern (*Medicago sativa*) hay in Japanese sika deer (*Cervus nippon*) and sheep under restricted feeding. Br. J. Nutr., 66: 399-405.
- LINCOLN, Gerald A. (1992) Biology of seasonal breeding in deer. In The Biology of Deer. (BROWN R. D. ed.) 565-574. Springer-Verlag. New York.
- 増子孝義・亀山祐一・横濱道成・石島芳郎 (1992) エゾシカの第一胃内容物の性状. 東農大農学集報, 37 : 162-165.
- 増子孝義・鶴田直美・石島芳郎 (1994) ヤクシカおよびヒツジに給与したイネ科主体ロールベール乾草およびアルファルファヘイキューブの消化性と窒素利用率. 北畜会報, 36 : 67-70.
- 増子孝義・相馬幸作・石島芳郎 (1996) 野生エゾシカ (*Cervus nippon yesoensis*) の胃内容物重量. 日草誌, 42 : 176-177.
- 増子孝義・相馬幸作・熊谷弘美・高崎興平・亀山祐一・石島芳郎 (1997) エゾシカ (*Cervus nippon yesoensis*) における乾草, ヘイキューブおよびサイレージの消化率と窒素出納. 日草誌, 43 : 32-36.
- 増子孝義・相馬幸作・藤井正樹・高崎興平・石島芳郎 (1998) エゾシカ (*Cervus nippon yesoensis*) における乾草とフスマおよびグイズ粕混合物の消化率と窒素出納. 北畜会報, 40 : 22-26.
- 増子孝義・相馬幸作・宮入 健・小松輝行・石島芳郎 (1999) エゾシカ (*Cervus nippon yesoensis*) におけるクマイザサ (*Sasa senanensis*) の採食量, 消化率および窒素出納. 北畜会報, 41 : 72-75.
- 的場和弘・中村哲也・佐藤 周・渡辺 泰・小田島 守・遊佐健司・玉手英夫 (1987) ニホンジカの飼料利用性. 川渡農場報告, 3 : 158-159.
- 三村 耕・森田琢磨 (1990) 家畜管理学 第6版, 64-87, 169-171. 養賢堂. 東京.
- MIURA, S. (1984) Social behaviour and territoriality in male sika deer (*Cervus nippon* Temminck 1838) during the Rut. Z. Tierpsychol., 64: 33-73.
- 宮崎 昭・小島洋一・西村順吉 (1980) 奈良シカの飼料消化率について. 昭和51年度天然記念物「奈良のシカ」調査報告, 143-157. 財団法人春日顕彰会. 奈良.
- Miyazaki, A., S. Kasagi and T. Mizuno (1984) Digestibility of Zoysia-type grass by Japanese deer. Jpn. J. Zootech. Sci., 55: 661-669.
- 森本 宏 (1989) 改著 栄養学 第17版. 173-176, 199-296, 333-344. 養賢堂. 東京.
- NAGY, J. G. and W. L. REGELIN (1975) Comparison of digestive organ size of three deer species. J. Wildl. Manage., 39: 621-624.
- 中井将善 (1988) 身近にある毒草100種の見分け方. 37-38, 47-50. 金園社. 東京.
- 中島道郎 (1929) 千葉県演習林に於ける日本鹿飼育試験報告. 東京帝国大学農学部演習林報告, 8 : 95-114.
- 中村亮八郎 (1977) 新飼料学 上 総論. 27-28, チクサン出版社, 東京.
- 農林水産省農林水産技術会議事務局編 (1991) バイオマス変換計画—豊かな生物資源を活かす—. 167-184, 651-684. 光琳. 東京.
- 農林水産省農林水産技術会議事務局編 (1995) 日本標準飼料成分表(1995年版). 12-183. 中央畜産会. 東京.
- 小田島 守・梶田泰史・南 基澤・李 相洛・千家弘行・加藤和男・庄司芳男・太田 実・佐々木康之 (1990) 制限給餌下のニホンジカおよびヒツジにおける飼料片の消化管内通過速度および消化率の季節変動. 日畜会報, 62 : 308-313.
- 小田島 守・中島功司・大友 泰・小田伸一・庄司芳男・加藤和男・太田 実・佐々木康之 (1992) 群飼ニホンジカの採食量と体重の周年変化. 日畜会報, 64 : 421-423.
- 大久保忠旦・広田秀憲・高崎康夫・上野昌彦・雑賀 優・安宅一夫・小林裕志・嶋田 徹・村山三郎・菊池正武・中西五十 (1990) 草地学, 28-32. 文永堂. 東京.
- 大泰司紀之 (1985 A) シカの生物学と海外における養鹿業の実状(1)—わが国における養鹿業可能性の検討のために—. 畜産の研究, 39 : 1089-1092.
- 大泰司紀之 (1985 B) シカの生物学と海外における養鹿業の実状(2). 畜産の研究, 39 : 1213-1216.
- 大泰司紀之 (1985 C) シカの生物学と海外における養鹿業の実状(3). 畜産の研究, 39 : 1334-1338.
- 大泰司紀之編 (1993) シカ類の保護管理 ヨーロッパ・北アメリカにおける理論と実際 (北海道農政部監修). 2-180. 北海道大学図書刊行会. 札幌.
- 岡本正幹 (1970) 家畜・家禽の環境と生理, 89-116. 養賢堂. 東京.
- RAMANZIN, M., L. BAILONI and S. SCHIAVON (1997) Effect of forage to concentrate ratio on comparative digestion in sheep, goats and fallow deer. Animal Science, 64: 163-170.

- 斎藤孝夫(研究者代表)(1990)新食肉資源としてのニホンシカの集約的飼育管理技術と鹿肉の利用性の開発. 平成元年度科学研究補助金試験研究・研究成果報告書. 1-128. 宮城農短大畜産科. 宮城.
- 澤田嘉昭(1994)放牧草地の造成・利用および寒地型牧草の放牧特性に関する研究. 北草研報, 28:1-5.
- SCOTT, E. Henke, S. DEMARAIS and James A. PFISTER (1988) Digestive capacity and diet of white-tailed deer and exotic ruminants. J. Wildl. Manage., 52: 595-598.
- 渋谷佑彦(1988)大洋州の養鹿産業. 畜産の研究, 42: 827-834.
- 相馬幸作・増子孝義・石島芳郎(1994)飼育舎内におけるニホンシカの一般行動. 北畜会報, 36:57-62.
- 相馬幸作・本田幸重・増子孝義・石島芳郎(1995)エゾシカにおける乾草, サイレージおよびササの嗜好性. 北畜会報, 37:28-34.
- 相馬幸作・増子孝義・北原理作・石島芳郎(1996)エゾシカ(*Cervus nippon yesoensis*)における野生草本類および木本類の採食性と成分組成. 北畜会報, 38:98-104.
- 相馬幸作・増子孝義・小林雄一・石島芳郎(1998)エゾシカ(*Cervus nippon yesoensis*)における乾草採食量の季節変化. 北畜会報, 40:27-30.
- 相馬幸作・増子孝義・宮入 健・北原理作・小松輝行・石島芳郎(1999)クマイザサの成分組成および *in vitro* 乾物消化率の生育時期別変化. 北畜会報, 41:76-79.
- STRUHSAKER, Thomas T. (1966) Behaviour of Elk (*Cervus canadensis*) during the rut. Z. Tierpsychol., 24: 80-114.
- TAKATSUKI, S. (1983) The importance of *Sasa nipponica* as a forage for sika deer (*Cervus nippon*) in Omote-Nikko. Jap. J. Ecol., 33: 17-25.
- 高槻成紀(1986)1984年に大量死した日光のシカの胃内容物分析(中間報告). 栃木県博研報, 4:15-22.
- 高槻成紀(1992)北に生きるシカたち—シカ, ササそして雪をめぐる生態学. 115-132. どうぶつ社. 東京.
- 寺田文典・田野良衛・岩崎和雄・針生程吉(1987)牛およびめん羊, 山羊より測定した同一飼料の栄養価の比較. 日畜会報, 58:131-137.
- 富岡憲治(1996)時間を知る生物. 127-135. 裳華房. 東京.
- 豊岡 洪・佐藤 明・石塚森吉(1983)北海道ササ分布図概説. 1-36. 北海道林業試験場北海道支場. 北海道.
- 津田恒之・伊藤 巖・星野忠彦・西口親雄・佐々木康之・太田 実(1987)ニホンシカの生産性に関する生理・生態学的研究. 昭和61年度食肉に関する助成研究調査報告書5. 147-153. 伊藤記念財団. 東京.
- 津田恒之(1990)家畜生理学 第9版, 61-62, 177-180, 206-207. 養賢堂. 東京.
- 辻井宏忠(1987)ヤクシカ(*Cervus nippon yakushimae*)による稲ワラの消化率と舎飼いにおける一般行動について. 信州大農学部紀要, 24:115-121.
- 辻井宏忠・鄒俊毅(1988)台湾養鹿事業の現況. 畜産の研究, 42:1143-1148.
- 辻井弘忠・宮崎 昭・吉川 堯(1992)平成3年度鹿の生産・利用調査検討事業 鹿の飼養管理マニュアル. 1-86. 社団法人畜産技術協会. 東京.
- 宇野裕之(1990)第3回博物館特別展「エゾシカ」. 第3回博物館特別展資料. 9-12. 美幌博物館. 美幌.
- 矢部恒晶・鈴木正嗣・大泰司紀之(1990)知床半島におけるエゾシカの個体群動態・食性・越冬地の利用様式および自然教育への活用法に関する調査報告(昭和63年度). 知床博物館研究報告, 11:1-20.
- YAMANE, M., S. HAYAMA and K. FURUBAYASHI (1996) Over-winter weight dynamics in supplementally fed free-ranging sika deer (*Cervus nippon*). J. For. Res., 1: 149-153.
- 横濱道成・亀山祐一・増子孝義・小松輝行・橋詰良一・石島芳郎(1991)エゾシカの資源的価値. 東農大農学集報, 35:185-191.

高レベル  $n-3$  系高度不飽和脂肪酸含有鶏卵・鶏肉の生産について

田中 桂一

北海道大学大学院農学研究科, 札幌市 060-8589

The production of avian eggs and meat containing the high level polyunsaturated fatty acids of  $n-3$  series

Keiichi TANAKA

Faculty of Agriculture, Hokkaido University, Sapporo 060-8589

キーワード:  $n-3$  系高度不飽和脂肪酸, 鶏卵, 鶏肉, 脂質組成, ヒトの健康Key words:  $n-3$  polyunsaturated fatty acids, avian egg, avian meat, lipid composition, human health

食餌中の脂肪はエネルギーと必須脂肪酸を供給する機能だけでなく, 心臓脈管系, 免疫機能と関連する多くの生化学的及び生理的機能に影響を及ぼしている。食餌中の脂肪は小腸から吸収され, 血液中をリポタンパク質の形で運ばれ, 肝臓や各組織に取り込まれる。一方, 脂肪組織や肝臓ではアセチル-CoA を原料として脂肪酸 (主にパルミチン酸) が合成され, さらにその一部は二重結合を一個もつパルミトオレイン酸に変えられる。しかし, 動物の体内では二重結合を二個以上もつ高度 (多価) 不飽和脂肪酸は合成されないために, 食餌として摂取しなければならない。これらの脂肪酸は必須脂肪酸とよばれ,  $n-6$  と  $n-3$  系列の不飽和脂肪酸, すなわちリノール酸と  $\alpha$ -リノレン酸及びこれらの脂肪酸から生成される高度不飽和脂肪酸である。 $n-3$  系と  $n-6$  系の不飽和脂肪酸は構造及び代謝が異なり, 生体に対する生理的, 生化学的な機能も異なっている。

多くの国々において, ヒトの高齢化, 経済の発展などで高コレステロール血症や肥満などの成人病が問題となり, 特に, 鶏卵は高コレステロール食品といわれ, 消費が伸び悩んでいる。それで鶏卵, 鶏肉の品質を改善するだけでなく, ヨードやビタミンAなどを鶏卵中に取り込んで付加価値を付けて差別化することが試みられている。

本総説は鶏卵, 鶏肉に色々な生理作用を持っている  $n-3$  系 PUFA を取り込み, 健康食品として鶏卵, 鶏肉に付加価値を付ける試みを述べる。

## 1. 脂肪酸の分類

脂肪酸は分子内に環状構造を持たないモノカルボン酸の総称であり, 直鎖構造の脂肪酸とアルキル基に側

鎖をもつ分枝脂肪酸がある。一般に動物の体内に存在する主要な脂肪酸は直鎖の脂肪酸であり, 炭素数 14 のミリスチン酸 (14:0) から 22 までのドコサヘキ酸 (22:0) である。反芻動物では第一胃内に棲息している微生物に由来している分枝脂肪酸や奇数の炭素数の脂肪酸など単胃動物には存在しない色々な脂肪酸が組織中に存在している。アルキル基に二重結合をもたない脂肪酸を飽和脂肪酸 (saturated fatty acid), 二重結合を 1 個以上もつ脂肪酸を不飽和脂肪酸 (unsaturated fatty acid) と総称している。さらに, 不飽和脂肪酸のうち, 2 個以上の二重結合をもつ脂肪酸を高度 (または多価) 不飽和脂肪酸 (polyunsaturated fatty acid, 以後 PUFA と略) と称している。

## 2. 必須脂肪酸

必須脂肪酸とはどのような脂肪酸をさしているのか。一般的にはリノール酸, それから生成される  $\gamma$ -リノレン酸とアラキドン酸を必須脂肪酸と呼んでいる。 $\alpha$ -リノレン酸もヒトや動物の生体内では合成できないが, 最近までその欠乏症がはっきりしなかったために栄養学上注目されなかった。しかし,  $\alpha$ -リノレン酸はその代謝経路上にエイコサペンタエン酸 (EPA), ドコサヘキサエン酸 (DHA) があり, それらの生理機能や生体内での役割が明らかにされ, 必須脂肪酸として改めて注目されてきている。

一般に, 不飽和脂肪酸の二重結合の位置はカルボキシル基側の炭素原子から順に番号を振って表す場合と, メチル基側から炭素原子に番号を振って表す場合がある。カルボキシル基側から番号を振る場合は  $\Delta^1$ ,  $\Delta^2$ ,  $\Delta^3$ , ……のように, メチル基側から番号を振る場合は  $n-1$ ,  $n-2$ ,  $n-3$ , …… (または  $\omega-1$ ,  $\omega-2$ ,  $\omega-3$ ,



ルレベルを減少させる効果が大きいこと (GARG *et al.*, 1988; LEE *et al.*, 1988), リノール酸からアラキドン酸への代謝を競合阻害すること (ISHINAGA *et al.*, 1983; GARG *et al.*, 1989; CHOI *et al.*, 1993) などが報告されている。そのため、ある一方の脂肪酸の過剰摂取による悪影響を避けるためにも、最適の生理条件を保つためにも、両系の脂肪酸をバランスよく摂取することが重要である。

一般的に使用されている食用油はリノール酸を多く含有しており、ヒトの1日の最低必要量とされる摂取エネルギーの1~2% (2~4g程度) 以上は摂取しており、リノール酸欠乏は少ない。一方、 $\alpha$ -リノレン酸の1日の最低必要量を BJERVE *et al.* (1987) は摂取エネルギーの約0.2~0.3%であると報告しており、さらに、彼らは $\alpha$ -リノレン酸以外の長鎖  $n$ -3 系列 PUFA (主に EPA と DHA) を 0.1~0.2%程度摂取することを推奨している。 $\alpha$ -リノレン酸の必要量は、研究者間で必ずしも一致していないが、最低でも摂取エネルギーの約0.5%であろうとされている (島崎, 1988)。この値は最低必要量であり、 $\alpha$ -リノレン酸の摂取量をもっと増やすことが望ましい。一般に、EPA や DHA は魚油に多く含有されているために、魚の摂取量の少ない欧米人では特に不足しており、EPA や DHA を食品に添加して摂取することが推奨されている。日本をはじめ海産物の摂取量の多い国民は欧米人ほど長鎖  $n$ -3 系列 PUFA の摂取量は少なくないが、まだ充分とはいえない。

そのため、EPA や DHA を比較的安価な鶏卵、鶏肉に取り込んでヒトが摂取することは極めて有効である。現在、魚油を飼料に添加するなどして魚油中の EPA や DHA を鶏卵、鶏肉に移行させる試みがなされている。

#### 4. 卵黄の脂質組成

鶏卵中の脂質はすべて卵黄中に含まれており、そのほとんどがリポタンパク質として含有され、脂質とタンパク質の比は約2:1である。比重の違いから主に二つのリポタンパク質、すなわち低密度 (low density) と高密度 (high density) 画分に分離されている。表1に示すように低密度画分では90%以上が脂質であり、構造は血清中の超低密度リポタンパク質と非常に似ている。低密度画分中のトリグリセリド含量は高密度画分のほぼ2倍であり、リン脂質含量は1/2程度である。総コレステロール含量は両画分とも総脂質の約4%である。また、phosphatidylethanolamine と phosphatidylcholine 含量も両画分ではほぼ等しい。

卵黄中の各脂質画分含量は表2に示すように、トリグリセリドは約63%、リン脂質は30%を占めている。総コレステロール含量は約5%である。また、主要なリン脂質は phosphatidylcholine と phosphatidyleth-

表1 卵黄中リポタンパク質の主要な脂質画分組成

	Low density fraction	High density fraction
Percentage of total lipid	93	7
Triacylglycerol <sup>a</sup>	69	35
Total phospholipids <sup>a</sup>	27	61
Phosphatidylethanolamine <sup>b</sup>	19	18
Phosphatidylcholine <sup>b</sup>	72	75
Total cholesterol <sup>a</sup>	4	4

<sup>a</sup> % of total lipid in yolk:

<sup>b</sup> % of total phospholipid. (NOBLE, 1987より)

表2 卵黄中の主要な脂質画分組成

Total lipid	Phospholipid	
	%	%
Cholesterol esters	1.3	Phosphatidylethanolamine 23.9
Triacylglycerols	63.1	Phosphatidylserine 2.7
Free fatty acids	0.9	Phosphatidylcholine 69.1
Free cholesterol	4.9	Sphingomyelin 1.0
Phospholipids	29.7	Others 3.2

(NOBLE, 1987より)

表3 卵黄中トリグリセリド及びリン脂質画分の脂肪酸組成

Fatty acid	Triacylglycerol	Phospholipid
	%	
16:0	24.5	28.4
16:1 $n$ -7	6.6	1.9
18:0	6.4	14.9
18:1 $n$ -9	46.2	29.5
18:2 $n$ -6	14.7	13.8
18:3 $n$ -3	1.1	0.3
20:4 $n$ -6	0.3	6.2
22:6 $n$ -3	<0.2	4.1

(NOBLE, 1987より)

anolamine である。

表3に卵黄中のトリグリセリドとリン脂質画分の脂肪酸組成を示した。両画分ともオレイン酸 (18:1) が多く、次いでパルミチン酸 (16:0)、ステアリン酸 (18:0) が多い。リノール酸 (18:2) も相当量含まれている。アラキドン酸 (20:4) と DHA (22:3) はリン脂質画分に4~6%分布している。表4に卵黄中の主要なリン脂質画分の脂肪酸組成を示した。いずれの画分においてもパルミチン酸とステアリン酸とで全脂肪酸の50%以上を占めている。リノール酸は phosphatidylcholine 画分で最も高いレベルで、また、アラキドン酸と DHA レベルは phosphatidylethanolamine 画分に高いレベルで分布している。

卵黄成分は飼料中の炭水化物やタンパク質の種類や

表4 卵黄中の主要リン脂質画分の脂肪酸組成

Fatty acid	Phosphatidylcholine	Phosphatidylethanolamine	Phosphatidylserine
		%	
16:0	33.7	21.7	33.6
16:1 $n-7$	1.0	1.1	5.4
18:0	15.8	30.1	27.3
18:1 $n-9$	22.7	15.3	15.9
18:2 $n-6$	14.1	9.2	7.3
18:3 $n-3$	<0.5	<0.5	<0.5
20:4 $n-6$	4.4	13.2	8.5
22:6 $n-3$	1.8	8.4	1.2

(NOBLE, 1987 より)

量によってはほとんど変化しない。脂肪の摂取量も卵黄中脂質含量には影響しない。しかし、卵黄中脂質の脂肪酸組成は飼料の脂肪酸組成によって大きく変化するため、二重結合1個の不飽和脂肪酸や高度不飽和脂肪酸を多く含有している油脂を飼料に添加して給与すると、卵黄中のこれらの脂肪酸レベルが増加する。

#### 5. 卵黄への $n-3$ 系 PUFA の取り込み

すでに述べたように  $n-3$  系 PUFA をヒトが摂取することで健康や病気に有効であることが認められており、魚油などの長鎖  $n-3$  系 PUFA を多く含んでいる油脂を飼料に添加し、生産物のこれらの脂肪酸レベルを高めることに関心が持たれ、特に、鶏卵では卵黄中の  $n-3$  系 PUFA レベルの増加が試みられている。表5に長鎖  $n-3$  系 PUFA を含有している色々な魚油や魚粉とそれらの量を産卵鶏に給与した研究報告をまとめた。卵黄中の長鎖 PUFA レベルは飼料中のそれらの量（産卵鶏の摂取量）の影響を受ける。しかし、魚油などには DHA より EPA のほうが高いレベルで含有

されているが、卵黄では DHA のほうが EPA より高レベルである (OH *et al.*, 1994; MARSHALL *et al.*, 1994)。飼料中の脂肪酸が卵黄内に取り込まれたさい、脂肪酸の種類によって卵黄中の各脂質画分への分布が異なっている。産卵鶏に亜麻種子を給与したさい、卵黄中に移行した  $\alpha$ -リノレン酸は主にトリグリセリド画分に取り込まれ、リン脂質画分への分布は僅かであったが、EPA と DHA はリン脂質、特に、phosphatidylethanolamine 画分に多く移行する (CHERIAN and SIM, 1992)。通常の鶏卵では DHA を 30~40 mg/1 個程度しか含有してないが、表5に示した多くの実験では、鶏卵1個当たりの長鎖 PUFA 総量はイギリスの機関 (Department of Health, 1994) によって推奨されている1日、200 mg 以上、あるいはほぼそれに匹敵する値である。魚臭などの問題を避けるために、魚油の代わりに植物性の  $n-3$  系 PUFA ( $\alpha$ -リノレン酸、主に亜麻仁油や菜種油に多く含有) を給与して、鶏卵中の EPA や DHA などの長鎖  $n-3$  系 PUFA の増加が試みられている。 $\alpha$ -リノレン酸は必須脂肪酸であ

表5 色々な魚油を給与した産卵鶏の卵黄中の長鎖  $n-3$  系 PUFA レベルへの影響に関する最近の研究報告

$n-3$ fatty acid diet	Long chain $n-3$ PUFA (mg/egg)	DHA (mg/egg)	Effects on		Reference
			Egg production	Fishy taints	
0.5% Hi-DHA	212	180	No effect	No effect	NOBLE (1995)
5% MaxEPA	462	414	No effect	Slight taint	OH <i>et al.</i> (1994)
10% MaxEPA	547	485	Reduced	Taint	
3% Menhaden oil	263	220	No effect	No effect	MAURICE (1994)
Flax seed	95	83	No effect	No effect	
1.5% Menhaden oil	122	109	Reduced yolk weight	No effect	MARSHALL <i>et al.</i> (1994)
3% Menhaden oil	206	178	No effect	Slight taint	VANELSWYK <i>et al.</i> (1992)
3% Menhaden oil	185	160	No effect	—	HARGIS <i>et al.</i> (1991)
10% MaxEPA	780	660	—	—	OH <i>et al.</i> (1991)
12% Herring meal	—	100	No effect	—	NASH <i>et al.</i> (1995)

り、不飽和化、鎖長の延長によって EPA や DHA に変えられるが、表 5 に示すように、 $\alpha$ -リノレン酸を給与しても魚油ほど鶏卵中の DHA レベルを増加させることはできない (HARGIS and VAN ELSWYK, 1993). 同様の結果を CASTON and LEESON (1990) 及び CHERIAN and SIM (1991) も報告している. 飼料中に高レベルで  $\alpha$ -リノレン酸を添加することによって鶏卵中の EPA や DHA を多少増加させることができるが、 $\alpha$ -リノレン酸が増加するほどには EPA や DHA レベルは増加せず、 $\alpha$ -リノレン酸からの EPA や DHA 合成は僅かである.

しかし、このような魚油や魚粉を飼料へ高レベルで添加することによって飼料生産費の増加及び卵から魚臭の発生の恐れがあり、あまり多い添加は推奨できない (VENDELL and PUTNAM, 1945; STANSBY, 1962). 魚臭の発生については、ニシン油を 3% 添加した飼料を給与した鶏の卵をパネリストによってテストした結果、スクランブルエッグ (いり卵) にしたときには魚臭が認められたが、ゆで卵では対照区と差が認められなかった. また、魚油 1.5% 添加では魚臭が認められなかったなどが報告されており (VAN ELSWYK *et al.*, 1992), 魚油の種類、産卵鶏の品種、魚油の精製程度、卵の調理方法などが悪臭の発生に影響を与えるようである. 魚臭などの悪影響をなくし、効率よく長鎖  $n$ -3 系 PUFA を卵黄中に取り込むために色々な試みがなされている. DHA を 85% 含有している Hi-DHA 油 (トリグリセリドの  $ns$ -2 の位置に DHA が結合) は鶏による吸収が良く、卵黄中に効率的に蓄積するといわれ、このように特別に処理された油を 0.5% 飼料に添加すると、魚油を 3% 添加したときと同程度の DHA を含有している鶏卵を得ることができた (VAN ELSWYK *et al.*, 1992; MAURICE, 1994). また、安 (1995) は  $\alpha$ -リノレン酸から長鎖  $n$ -3 系 PUFA への移行を期待して、魚油の飼料への添加量を低くして、 $\alpha$ -リノレン酸を多く含有している植物油 (亜麻仁油、 $\alpha$ -リノ

レン酸を約 55~60% 含有) と一緒に飼料に添加して産卵鶏に給与し、卵黄中への長鎖  $n$ -3 系 PUFA の蓄積量を観察した. 実験飼料として、サフラワー油 (リノール酸を約 80% 以上含有) 6%, 亜麻仁油 6% 及び亜麻仁油 3% + タラ油 3% をそれぞれ飼料に添加して 3 週間産卵中鶏に給与した. 表 6 に実験によって得られた卵黄中の脂肪酸組成を示した. サフラワー油添加飼料では飽和脂肪酸やオレイン酸は低い値を示し、リノール酸及びそれから変換されるアラキドン酸 (20:4,  $n$ -3) は高いレベルだった. 亜麻仁油添加飼料では  $\alpha$ -リノレン酸と長鎖  $n$ -3 系 PUFA レベルが増加し、 $\alpha$ -リノレン酸から EPA や DHA への生成が推察された. 亜麻仁油の半分をタラ油で置き換えた飼料では EPA や DHA レベルがさらに増加し、また卵から魚臭は認められなかった. 安及び多くの研究報告から卵から魚臭が認められず、さらに卵黄中への長鎖  $n$ -3 系 PUFA の期待できる魚油の添加レベルは 3~3.5% であろう. さらに植物油あるいは種子を魚油と一緒に添加してやることは卵黄中の総  $n$ -3 系 PUFA と長鎖  $n$ -3 系 PUFA レベルを増加させる望ましい方法であろう.

魚油給与によるその他の卵への影響として、MARSHALL *et al.* (1994) は脂質の過酸化程度の指標であるチオバルビツール酸レベルが高くなったが、鶏卵に問題となるような悪影響は観察されなかったと報告している. プタに魚油を給与した実験でも同様の結果を得ている (LESKANICH *et al.*, 1996). 鶏卵に高レベルで含有している  $n$ -3 系 PUFA はゆで卵やスクランブルエッグのような調理によって酸化されにくいことが観察されている (VAN ELSWYK *et al.*, 1992). このことは卵黄中の長鎖  $n$ -3 系 PUFA は高温や空気 (酸素) に長時間さらされても簡単に破壊されにくいことを示している. また、VAN ELSWYK *et al.* (1992) は高レベル長鎖  $n$ -3 系 PUFA 含有卵の乳化性や泡立ち、この鶏卵で調理したスポンジケーキの硬さや弾力性にも

表 6 色々な油脂給与 3 週間後の卵黄中総脂質の脂肪酸組成

Fatty acid	Experimental diets			
	Pre-exp.	Safflower oil	Linseed oil	Linseed + fish oils
	%			
16:0	23.44	20.55	18.09	19.83
16:1	2.95	1.46	2.03	3.35
18:0	9.28	8.61	7.74	7.50
18:1	43.82	30.98	37.63	36.48
18:2 $n$ -6	12.43	28.39	14.27	13.04
18:3 $n$ -3	0.24	0.28	10.06	7.47
20:4 $n$ -6	1.75	2.13	0.80	0.57
20:5 $n$ -3 (EPA)	0.02	0.01	0.41	1.13
22:6 $n$ -3 (DHA)	0.18	0.02	2.13	3.36

Values are means of five eggs.

(安, 1995 より)

問題がないことを観察している。

家畜をできるだけ快適に飼育しよう、いわゆる animal welfare ということで鶏を放し飼い (free range hens) にし、生産した卵を“free range 卵”として販売している。この free range 卵は一般市販の鶏卵より栄養的に優れているといわれている。そのひとつは free range 卵には  $n-3$  系 PUFA が高いレベルで含有しているためかもしれない(表7)。鶏を放し飼いにすることによってスベリヒユ ( $\alpha$ -リノレン酸を高レベルで含有) や草、イチジク、穀物、昆虫などの自然の動植物を摂取しているためであろう。表7に色々な家禽類の free range 卵とアメリカのスーパーマーケットで一般に売られている卵の脂肪酸組成を示した。一般市販の鶏卵は free range 卵に比べて全  $n-6$  系 PUFA 含量が高く、一方、free range 卵では  $n-3$  系 PUFA 含量が著しく高く、 $n-6/n-3$  比は一般市販の鶏卵では 8.3 だったが、free range 卵では 0.77 だった。いずれの家畜においても、一般市販の卵の方がオレイン酸とリノール酸含量が高く、 $\alpha$ -リノレン酸含量は free range 卵の方が高い。特に、キジとダチョウの卵には  $\alpha$ -リノレン酸が非常に高いレベルで含まれている。しかし、DHA 含量は鶏とダチョウの卵の方が高かった。

## 6. 高レベル $n-3$ 系 PUFA 含有卵のヒトへの効用

高レベルで長鎖  $n-3$  系 PUFA を含有している鶏卵を摂取することによって、ヒトの健康にどのような効用があるのかに関する研究がなされており、OH *et al.* (1991) の研究では 10% ニシン油を添加した飼料を給与した鶏の卵と、対照として市販の鶏卵を健康なヒトに毎日 4 個、4 週間食べてもらった。その結果、市販の鶏卵を食べたヒトは血漿中コレステロール及びトリグリセリド濃度が増加した。一方、ニシン油を給与した鶏の卵を食べたヒトは血漿中コレステロール濃度は

変化なく、トリグリセリド濃度は低下し、さらに、最小、最大血圧が低下した。同様の結果を JIANG and SIM (1993) も報告している。また、血中の  $n-3$  系 PUFA レベルの著しい増加も観察している。その他、このような鶏卵を乳児用人工乳や離乳食への DHA 添加の給源としての利用 (SIMOPOULOS and SALEM, 1992)、また、老人は  $\alpha$ -リノレン酸の脱水素及び鎖長能力が低下し、 $\alpha$ -リノレン酸から EPA や DHA への変換が減少しているために、長鎖  $n-3$  系 PUFA を高レベルで含有しているこのような鶏卵を摂取することは効果的であろう (de GOMEZ DUMM and BRENNER, 1975)。

## 7. ブロイラー肉の脂質組成

表8にブロイラーの胸肉、腿肉及び皮膚の総脂質含量と各脂質画分組成を示した。胸肉の総脂質含量は腿肉の 1/2 程度であり、皮膚の脂質含量は著しく高い。そのため皮付きの筋肉中の脂質含量は皮なしのそれより約 10 倍 (11.1 g/100 g 筋肉) 高い (DECKER and CANTOR, 1992)。胸肉のトリグリセリド比率は腿肉の 1/2 程度であり、リン脂質とコレステロールは腿肉より胸肉の方が高い。皮膚の脂質のほとんどがトリグリセリドである。

表9に市販飼料で飼育したブロイラーの胸肉、腿肉及び皮膚から抽出した総脂質の脂肪酸組成を示した。いずれの組織も同様の組成であり、最も高いのはオレイン酸、次いでパルミチン酸とリノール酸である。胸肉と腿肉では飽和脂肪酸、一価不飽和脂肪酸及び高度不飽和脂肪酸のそれぞれの比率は約 33% である。筋肉では全 PUFA 中でアラキドン酸が最も高いレベルであり、皮膚ではパルミトオレイン酸とオレイン酸レベルが筋肉より高かった。

表7 放し飼い (free range) と一般市販の家禽類の卵黄中脂肪酸組成

	16:0	18:0	18:1 $n-9$	18:2 $n-6$	18:3 $n-3$	20:4 $n-6$	22:6 $n-3$	Reference
	%							
Chicken								
Commercial	24.5	9.88	47.5	11.3	0.22	2.16	0.47	SIMOPOULOS and
Free range	27.3	7.49	42.4	5.63	2.43	1.90	2.32	SALEM (1992)
Duck								
Commercial	36.4	10.0	30.0	8.2	0.2	10.1	1.4	SPEAKE <i>et al.</i>
Free range	34.5	9.1	27.9	6.6	0.2	12.1	4.0	(1996)
Pheasant								
Commercial	24.6	5.5	42.9	16.7	1.58	0.12	0.33	SPEAKE <i>et al.</i>
Free range	24.2	7.14	25.3	8.72	27.9	0.12	0.13	(1996)
Ostrich								
Commercial	28.6	2.62	44.7	8.98	2.73	0.33	0.04	NOBLE <i>et al.</i>
Free range	23.7	3.98	32.7	9.7	21.8	0.65	0.10	(1996)

表8 市販飼料で飼育したブロイラーの胸肉、腿肉及び皮の総脂肪含量と脂質画分組成

	Total lipid (% wt fresh tissue)	Lipid fraction (% wt total lipid)				
		FFA	TG	CH	DG	PL
White meat (breast)	0.9	tr.	43	2	tr.	55
Dark meat (thigh)	2.2	tr.	83	1	tr.	16
Skin	30.3	tr.	100	—	tr.	tr.

(RATNAYAKE *et al.*, 1989 より)

表9 ブロイラーの胸肉、腿肉及び皮の総脂質中の脂肪酸組成

	White (breast)	Dark (thigh)	Skin
	%		
16:0	23.8	22.6	24.0
18:0	7.5	7.6	5.1
Total SAT	33.5	32.2	30.7
16:1	4.5	6.3	7.8
18:1	29.1	32.0	39.4
20:1	0.5	0.5	0.6
22:1	0.4	0.6	0.4
Total MUFA	34.5	39.4	47.8
18:2 $n-6$	17.8	18.3	18.2
18:3 $n-3$	0.5	0.7	1.0
20:4 $n-6$	5.0	3.7	0.6
20:5 $n-3$	0.7	0.6	0.4
22:5 $n-3$	0.9	0.5	0.1
22:6 $n-3$	1.8	1.0	0.1
Total PUFA	32.0	28.5	21.4
Total $n-6$ PUFA	27.4	25.1	19.7
Total $n-3$ PUFA	4.5	3.4	1.8

(RATNAYATE *et al.*, 1989 より)

## 8. ブロイラー肉への $n-3$ 系 PUFA の取り込み

卵黄と同様、ブロイラーの筋肉や脂肪組織中の脂肪酸組成は飼料中の脂肪酸組成によってある程度変化させることができる。たとえば、ヤシ油給与によって飽和脂肪酸を (YAU *et al.*, 1991), オリーブ油給与によってオレイン酸を (YAU *et al.*, 1991), トウモロコシ油 (MARION and WOODROOF, 1963), サフラワー油 (MILLER and ROBISCH, 1969) あるいは大豆油給与によってリノール酸を (SCAIFE *et al.*, 1990) 脂肪組織や筋肉中に増加させることができる。油脂給与によって脂肪組織や筋肉中の脂肪酸組成は大きく変化するが、総脂質含量や各脂質画分の比率は影響を受けない (HULAN *et al.*, 1988; PHETTEPLACE and WATKINS, 1990; YAU *et al.*, 1991)。このとき胸肉のタンパク質含量にも変化がない (YAU *et al.*, 1991)。

ブロイラーの筋肉 (胸と腿) 中に長鎖  $n-3$  系 PUFA

を附加させるためにサケ魚粉 (red fish meal) を 4, 8 及び 12% 添加した飼料を給与した実験報告 (RATNAYAKE *et al.*, 1989) を表 10 に示した。魚粉の添加量の増加に伴って  $n-3$  系 PUFA, 特に EPA, DPA 及び DHA の蓄積が増加し、同時に  $n-6$  系 PUFA レベルは低下した。また、長鎖  $n-3$  系 PUFA の蓄積は腿肉より胸肉の方が高く、また、両筋肉とも DHA の方が EPA と DPA より蓄積が大きい。表 10 には示していないが、皮膚中の EPA と DHA レベルはそれぞれ 0.6% と 0.5% であり、筋肉中より低い。EPA や DHA を腿肉より胸肉の方が高いレベルで含有することは MILLER *et al.* (1969), HULAN *et al.* (1988, 1989), HUANG *et al.*, (1990) も報告している。長鎖の PUFA レベルは主に筋肉中のリン脂質で増加する (HULAN *et al.*, 1988)。HEUDOERFFER and LEA (1967) は七面鳥にカタクチイワシ油を 2.5 あるいは 5% 添加した飼料を給与して次のような結果を得ている。EPA と DHA は phosphatidylethanolamine 画分に最も高い

表 10 色々なレベルで魚粉 (サケ) を給与したブロイラーの胸肉 (white) と腿肉 (dark) の総脂質中の脂肪酸組成

	4% RFM		8% RFM		12% RFM	
	White	Dark	White	Dark	White	Dark
	%					
16:0	24.5	23.8	25.8	24.9	25.2	25.3
18:0	7.9	7.9	7.7	7.5	8.0	8.1
Total SAT	34.5	33.7	35.9	34.4	35.6	35.6
16:1	4.5	6.7	4.9	7.3	4.9	7.6
18:1	29.4	33.3	31.4	35.4	30.2	34.0
20:1	0.7	0.8	0.9	1.1	1.0	1.3
22:1	0.6	0.6	0.4	0.4	1.0	0.5
Total MUFA	35.2	41.3	37.6	44.2	37.0	43.3
18:2 <i>n</i> -6	15.9	16.1	14.2	13.8	12.0	12.6
18:3 <i>n</i> -3	0.4	0.6	0.5	0.7	0.3	0.6
20:4 <i>n</i> -6	3.3	2.6	2.3	1.7	2.2	1.7
20:5 <i>n</i> -3	1.4	0.7	1.6	0.9	2.3	1.2
22:5 <i>n</i> -3	1.3	0.7	1.0	0.8	2.3	1.1
22:6 <i>n</i> -3	4.0	1.9	4.6	1.9	6.0	2.5
Total PUFA	30.3	25.0	26.5	21.3	27.5	21.0
Total <i>n</i> -6 PUFA	22.7	20.8	18.4	16.8	16.3	15.4
Total <i>n</i> -3 PUFA	7.5	4.2	8.1	4.5	11.2	5.6

(RATNAYAKE *et al.*, 1989 より)

レベルで分布し、DHA は全脂肪酸の約 25% を占めていた。それに伴いアラキドン酸は低下した。また、*n*-3 系 PUFA は phosphatidylcholin と phosphatidylserine 画分にも比較的高いレベルで含まれ、アラキドン酸は phosphatidylinositol 画分に最も高いレベル (約 20%) で分布していた。

安と田中 (1997) も EPA や DHA を鶏卵だけでなく、鶏肉にも附加することを試みた。ブロイラー雌ヒナに 3 週齢まで市販の前期飼料を、4~5 週齢まで市販の後期飼料を給与した。6 週齢から 3 週間実験飼料を給与した。実験飼料にはパーム油 6%、サフラワー油 6%、亜麻仁油 6%、亜麻仁油 3%+タラ油 3% を添加した。亜麻仁油と亜麻仁油+タラ油添加区では腹腔内脂肪重量が低下した以外、増体量、飼料摂取量、飼料要求率は処理間で差は観察されなかった。腿肉、胸肉及び腹腔内脂肪の脂肪酸組成を表 11 に示した。他の報告と同様、長鎖 PUFA の比率は胸肉の方が腿肉より高く、腹腔内脂肪は最も低かった。腿肉と胸肉では EPA より DHA の方が高い比率で分布しており、2 倍以上であった。いずれの部位においても亜麻仁油の添加量が多くなるとリノール酸とアラキドン酸の比率が減少し、 $\alpha$ -リノレン酸と EPA が増加したが、DHA の増加は僅かだった。また、亜麻仁油+タラ油添加区では腿肉と胸肉の EPA と DHA 含量が著しく増加した。亜麻仁油+タラ油給与によって飼育されたブロイ

ラーでは、腿肉 (総脂質 4%) 100 g 中には長鎖 *n*-3 系 PUFA を約 208 mg (EPA 72 mg+DHA 136 mg)、胸肉 (総脂質 1%) 100 g 中には約 78 mg (EPA 22 mg+DHA 56 mg) 含有している。タラ 100 g に含まれている量が約 138 mg であり、腿肉 100 g の値はタラよりはるかに多い。この実験では魚臭は観察されなかった。

## 9. 魚臭とその減少方法

魚油や魚粉を飼料に添加することによって鶏肉中の長鎖 *n*-3 系 PUFA レベルを増加させることは可能であるが、しばしば魚臭の問題が起きる。魚粉を 14% 飼料に添加するとブロイラー肉に魚臭があったが (DEAN *et al.*, 1971; HULAN *et al.*, 1989; RATNAYAKE *et al.*, 1989)、12% ではバネリストにとって認められなかったとの報告もある (RATNAYAKE *et al.*, 1989)。魚油の添加に関しても、卵黄への影響と同様、色々な報告がある。ブロイラーでは、胸肉や腿肉より皮の方が (DEAN *et al.*, 1969)、また胸肉より腿肉の方が魚臭の影響を強くうける (CRUIKSHANK, 1939)。皮が最も魚臭が強いのは脂肪含量が高いことと、調理中に肉より皮の方が熱と酸素に曝されるためであろう。2% タラ肝油を添加した飼料で飼育されたブロイラー肉を唐揚げにすると、温かいうちは臭いを感じないが、冷たくなると臭いがしたり、シチュウーやオーブンで焼いたりすると臭いがしたなどの報告もある

表 11 色々な油脂給与したブロイラーの胸肉、腿肉及び腹腔内脂肪の総脂質中の脂肪酸組成

Fatty acids	Experimental diets			
	Palm oil	Safflower oil	Linseed oil	Linseed and fish oils
	%			
Thigh muscle				
16:0	28.61	23.09	20.26	19.32
16:1	4.50	3.04	3.61	3.56
18:0	7.32	7.06	6.92	7.66
18:1	40.80	21.54	32.76	32.03
18:2n-6	14.73	40.31	8.09	11.27
18:3n-3	0.56	0.73	24.03	19.19
20:4n-6	1.63	2.51	0.33	0.88
20:5n-3(EPA)	0.18	0.21	1.16	1.80
22:6n-3(DHA)	0.75	0.70	1.76	3.46
Breast muscle				
16:0	26.99	22.13	20.71	21.11
16:1	4.56	3.34	3.83	3.44
18:0	7.79	6.84	7.32	7.53
18:1	41.31	22.15	29.33	31.81
18:2n-6	13.41	37.26	11.26	10.74
18:3n-3	0.64	0.78	20.79	15.63
20:4n-6	1.76	2.86	1.08	1.11
20:5n-3(EPA)	0.89	1.28	1.81	2.21
22:6n-3(DHA)	1.73	2.58	3.03	5.63
Abdominal fat				
16:0	28.23	16.96	16.49	19.25
16:1	6.26	2.97	3.78	5.64
18:0	5.73	6.69	6.11	6.81
18:1	41.41	23.24	31.16	32.09
18:2n-6	8.22	48.12	13.00	9.06
18:3n-3	0.21	0.17	27.86	16.26
20:4n-6	0.07	0.18	0.04	0.04
20:5n-3(EPA)	0.01	0.01	0.03	1.11
22:6n-3(DHA)	Tr.	Tr.	0.02	1.22

Values are means of five birds.

(安と田中, 1997 より)

(CARRICK and HAUGE, 1926). 魚油の飼料への添加では、魚油の種類、鶏肉の部位、調理方法などによって魚臭の程度は異なるが、ブロイラーの場合、2%から3%の添加が限度であろう。

飼料への魚粉、魚油添加による生産物への臭いの影響をできるだけ省くための研究もなされている。たとえば、STANSBY (1990) は魚を高温に曝すことによって揮発性化合物が生成され、この物質が油脂に入ることが魚臭の原因であるとし、魚から油脂を抽出する前、抽出中及び抽出後の扱い方に充分注意を払うことを勧めている。一方、最近、魚油の精製を改善させるだけでなく、特別な化学的方法によって *n*-3 系 PUFA レベルを高めることがなされている。魚油中の DHA レベルは高いもので 11% 程度であるが、全脂肪酸の 28% 以上 DHA を含んでいる魚油も作られており、このような油脂であれば飼料中に 1% 程の添加で効果の

あることが認められている (SARGENT and HENDERSON, 1995)。また、飼育技術として、ブロイラーを屠殺前 72 時間絶食させると魚臭が認められなかったが、24 時間の絶食では認められた (DEAN *et al.*, 1971)。屠殺前 4 週間魚油を添加しない飼料を給与すると、8 週間給与したブロイラー肉に比べて魚臭は減少したが、いずれの実験においても、同時に *n*-3 系 PUFA レベルも低下している (MILLER *et al.*, 1969; ATKINSON *et al.*, 1972)。DEAN *et al.* (1971) はブロイラー飼料中に活性炭を 0.5% 添加した効果が認められなかったとしている。また、WESSELS *et al.* (1973) は魚粉 (カタクチイワシ) をブロイラーに給与する前に、水、酸あるいはアルコールで処理した結果、水あるいは酸ではブロイラー肉の魚臭は改善され、これはアミン化合物が除去されたためであろうとしている。アルコール処理が最も魚臭が消え、同時に長鎖 *n*-3 系 PUFA

の85%が消失していた。SALMON *et al.* (1984) はニン油と一緒にメチオニンとコリンを飼料に添加した結果、腿肉では魚臭が改善されたが、胸肉では効果がなかったとしている。このように色々な試みがなされているが魚臭の問題は解決していない。そのため1) できるだけ品質の良い、DHA レベルの高い魚油や魚粉を使用する、2) 魚油の添加量を制限し、 $\alpha$ -リノレン酸を含有している植物油と一緒に利用する、3) 抗酸化剤と一緒に添加する、以外に長鎖 *n*-3 系 PUFA を多く含有し、魚臭のない鶏肉を生産する簡単な方法はみあたらない。

## 10. 要 約

畜産物をヒトの健康に今まで以上に効果のある食品にするために付加価値を付けることが試みられている。その一つが最近話題になっている高度不飽和脂肪酸、いわゆる *n*-6 系及び *n*-3 系の不飽和脂肪酸をより多く取り込んだ畜産物の生産である。*n*-6 系 PUFA は比較的多くの植物油に含まれておりヒトの摂取量も多いが、*n*-3 系 PUFA の摂取量は必ずしも多くなく、*n*-6 系と *n*-3 系の脂肪酸の摂取バランスが不適切になりやすい。そのために *n*-3 系 PUFA、特に、EPA と DHA の摂取量を多くする必要がある。これらの脂肪酸は冠状性心臓病など、色々な病気の予防だけでなく、新生児の成長や脳の発達にも重要な物質である。

魚やその生産物以外の食品から EPA や DHA を摂取することができることはヒトにとって有益なことであり、比較的安価に入手できる鶏卵、鶏肉にこれらの脂肪酸を高いレベルで含有させることは意義のあることである。しかし、魚粉や魚油を飼料に添加することによって魚臭と脂肪の酸化変性の問題が起きる。EPA や DHA が高レベルで含まれている鶏卵、鶏肉を食べることによる健康への利点を考えると、魚油の添加量を制限して植物由来の  $\alpha$ -リノレン酸との併用、魚油を高度に精製して DHA レベルを高くするなどして魚臭の問題を解決し、同時に鶏卵、鶏肉中により高いレベルで EPA や DHA を含有させるような技術の確立が必要であろう。

## 文 献

ATKINSON, A., L. G. SWART, R. P. VAN DER MERVE and J. P. H. WESSELS (1972) Flavor studies with different levels and times of fish meal feeding and some flavor-imparting additives in broiler diets. *Agroanimalia*, **4**: 53-62.

安秉基 (1995) *n*-3 あるいは *n*-6 系不飽和脂肪酸を含有する油脂投与が家禽の脂質代謝に及ぼす影響に関する研究. 87-118. 岐阜大学大学院連合農学研究所博士論文.

安秉基, 田中桂一 (1997) 未発表.

BJERVE, K. S., O. BREKKE, K. S. FOUIGNER and K. MIDTHJELL (1989) Omega-3 and omega-6 fatty acids in serum lipids and their relationship to human disease. in *Dietary  $\omega$ 3 and  $\omega$ 6 fatty acids: Biological effects and nutritional essentiality.* (GALLI, C. and A. P. SIMOPOULOS, eds) 241-251. Plenum Press. New York and London.

BIVINS, B. A., R. M. BELL, R. P. RAPP and W. O. GRIFFEN, JR (1983) Linoleic acid versus linolenic acid: What is essential? *J. Parent. Ent. Nutr.*, **7**: 473-478.

CARRICK, C. W. and S. M. HAUGE (1926) The effect of cod liver oil upon flavor in poultry meat. *Poult. Sci.*, **5**: 213-215.

CATON, L. and S. LEESON (1990) Research note: dietary flax and egg composition. *Poult. Sci.*, **69**: 1617-1620.

CHERIAN, G. and J. S. SIM (1991) Effect of feeding full fat flax and canola seeds to laying hens on the fatty acid composition of eggs, embryos and newly hatched chicks. *Poult. Sci.*, **70**: 917-922.

CHERIAN, G. and J. S. SIM (1992) Preferential accumulation of *n*-3 fatty acids in the brain of chicks from eggs enriched with *n*-3 fatty acids. *Poult. Sci.*, **71**: 1658-1668.

CHOI, Y. S., C. AHN, H. I. RHEE, M. CHOE, C. H. KIM, S. Y. LEE and M. SUGANO (1993) Comparative effects of dietary palm oil, perilla oil and soybean oil on lipid profiles in differently aged rats fed on hypercholesterolemic diets. *Biosci. Biotech. Biochem.*, **57**: 65-68.

CRAWFORD, M. A. (1992) The role of dietary fatty acids in biology: Their place in the evolution of the human brain. *Nutr. Rev.*, **50**: 3-11.

CRUIKSHANK, E. M. (1939) The effect of cod liver oil and fish meal on the flavour of poultry products. *Proc. of 7th World's Poult. Cong.*, **7**: 539-542.

DEAN, P., W. F. LAMOREUX, J. R. AITKEN and F. G. PROUDFOOT (1969) Flavor associated with fish meal in diets fed to broiler chickens. *Can. J. Anim. Sci.*, **49**: 11-15.

DEAN, P., F. G. PROUDFOOT, E. LARMOND and J. R. AITKEN (1971) The effect of feeding diets containing white fishmeal on acceptability and flavor intensity of roasted broiler chickens. *Can. J. Anim. Sci.*, **51**: 15-20.

DECKER, E. A. and A. H. CANTOR (1992) Fatty acids in poultry and egg products. in *Fatty acids in foods and their health implications* (CHOW, C. K., ed.) 137-167. Marcel Dekker. New York.

- DE GOMEZ DUMM, I. N. T. and R. R. BRENNER (1975) Oxidative desaturation of alpha-linolenic, linoleic, and stearic acids by human liver microsomes. *Lipids*, **10**: 315-317.
- FARRELL, D. (1992) The increase in *n*-3 fatty acids in plasma of humans consuming enriched eggs. *Proc. Nutr. Soc.*, **54**: 10A.
- CLANDININ (1988) Differential effects of dietary linoleic and  $\alpha$ -linolenic acid on lipid metabolism in rat tissues. *Lipids*, **23**: 847-852.
- GARG, M. L., A. A. WIERZBICKI, A. B. R. THOMSON and M. T. CLANDININ (1989) Dietary saturated fat level alters the competition between  $\alpha$ -linolenic and linoleic acid. *Lipids*, **24**: 334-339.
- GRUNDY, S. M. and M. A. DENKE (1990) Dietary influences on serum lipids and lipoproteins. *J. Lipid Res.*, **31**: 1149-1172.
- HARGIS, P. S. and M. E. VAN ELSWYK (1993) Manipulating the fatty acid composition of poultry meat and eggs for the health conscious consumer. *World's Poultry Sci. J.*, **49**: 251-264.
- HARGIS, P. S., M. E. VAN ELSWYK and B. M. HARGIS (1991) Dietary modification of yolk lipid with menhaden oil. *Poultry Sci.*, **70**: 874-883.
- HEGSTED, D. M., R. M. MCGRANDY, M. L. MYERS and F. J. STARE (1965) Quantitative effects of dietary fat on serum cholesterol in man. *Am. J. Clin. Nutr.*, **17**: 281-295.
- HUANG, Z.-B., H. LEIBOVITZ, C. M. LEE and R. MILLAR (1990) Effect of dietary fish oil on  $\omega$ -3 fatty acid levels in chicken eggs and thigh flesh. *J. Agr. Food Chem.*, **38**: 743-747.
- HULAN, H. W., R. G. ACKMAN, W. M. N. RATNAYAKE and F. G. PROUDFOOT (1988) Omega-3 fatty acid levels and performance of broiler chickens fed redfish meal or redfish oil. *Can. J. Anim. Sci.*, **68**: 533-547.
- HULAN, H. W., R. G. ACKMAN, W. M. N. RATNAYAKE and F. G. PROUDFOOT (1989) Omega-3 fatty acid levels and general performance of commercial broilers fed practical levels of redfish meal. *Poultry Sci.*, **68**: 153-162.
- ISHINAGA, M., M. KAKUTA, H. NARITA and M. KITO (1983) Inhibition of platelet aggregation by dietary linseed oil. *Agri. Biol. Chem.*, **47**: 903-906.
- JIANG, Z. and J. S. SIM (1993) Consumption of *n*-3 polyunsaturated fatty acid-enriched eggs and changes in plasma lipids of human subjects. *Nutr.*, **9**: 513-518.
- KEYS, A., J. T. ANDERSON and F. GRANDE (1965) Serum cholesterol response to change in the diet: particular saturated fatty acids in the diet. *Metabol.*, **14**: 776-787.
- KINSELL, L. W., G. D. MICHAELS, J. W. PARTRIDGE, L. A. BOLING, H. E. BALCH and G. C. COCHRANE (1953) Effect upon serum cholesterol and phospholipids of diets containing large amounts of vegetable fat. *J. Clin. Nutr.*, **1**: 231-244.
- LANDS, W. E. M. (1986) Renewed questions about polyunsaturated fatty acids. *Nutr. Rev.*, **44**: 189-195.
- LEE, J. H., M. SUGANO and T. IDE (1988) Effects of various combinations of  $\omega$ 3 and  $\omega$ 6 polyunsaturated fats with saturated fat on serum lipid levels and eicosanoid production in rats. *J. Nutr. Sci. Vitaminol.*, **34**: 117-129.
- LESKANICH, C. O., K. R. MATTHEWS, C. C. WARKUP, R. C. NOBLE and M. HAZZLEDINE (1996) The effect of dietary oil containing (*n*-3) fatty acids on the fatty acid, physicochemical and organoleptic characteristics of pig meat and fat. *J. Anim. Sci.*, **75**: 673-683.
- LI, J., M. G. WETZEL and P. J. O'BRIEN (1992) Transport of *n*-3 fatty acids from the intestine to the retina in rat. *J. Lipid Res.*, **33**: 539-548.
- MARION, J. E. and J. G. WOODROOF (1963) The fatty acid composition of breast, thigh, and skin tissues of chicken broilers as influenced by dietary fats. *Poultry Sci.*, **48**: 1202-1207.
- MARSHALL, A. C., A. R. SAMS and M. E. VAN ELSWYK (1994) Oxidative stability and sensory quality of stored eggs from hens fed 1.5% menhaden oil. *J. Food Sci.*, **59**: 561-563.
- MAURICE, D. V. (1994) Dietary fish oil: Feeding to produce designer eggs. *Feed Management*, **45**: 29-32.
- MILLER, D., K. C. LEONG and P. SMITH (1969) Effect of feeding and withdrawal of menhaden oil on  $\omega$ 3 and  $\omega$ 6 fatty acid content of broiler tissue. *J. Food Sci.*, **34**: 136-141.
- MILLER, D. and P. ROBISCH (1969) Comparative effect of herring, menhaden and safflower oils on broiler tissues' fatty acid composition and flavor. *Poultry Sci.*, **48**: 2146-2157.
- NASH, D. M., R. M. G. HAMILTON and H. W. HULAN (1995) The effect of herring meal on the omega-3 fatty acid content of plasma and egg yolk lipids of laying hens. *Can. J. Anim. Sci.*, **75**: 247-253.
- NESTEL, P. I. (1987) Polyunsaturated fatty acids (*n*-3, *n*-6). *Am. J. Clin. Nutr.*, **45**: 1161-1167.

- NEURINGER, M., W. E. CONNOR, D. S. LIN, L. BARSTAD and S. LUCK (1986) Biochemical and functional effects of prenatal and postnatal  $\omega 3$  fatty acid deficiency on retina and brain in rhesus monkeys. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, **86**: 4024-4025.
- NEUDOERFFER, T. S. and C. H. LEA (1967) Effects of dietary polyunsaturated fatty acids on the composition of the individual lipids of turkey breast and leg muscle. *Br. J. Nutr.*, **21**: 691-714.
- NEURINGER, M., W. E. CONNOR, C. V. PETTEN and L. BARSTAD (1984) Dietary omega-3 fatty acid deficiency and visual loss in infant rhesus monkeys. *J. Clin. Invest.*, **73**: 272-276.
- NOBLE, R. C. (1987) Egg Lipids. in *Egg Quality—Current Problems and Recent Advances* (WELLS, R. G. and C. G. BELYAVIN, eds.) 159-177. Butterworths, London.
- NOBLE, R. C., B. K. SPEAKE, R. MCCARTNEY, C. M. FOGGIN and D. C. DEEMING (1996) Yolk lipids and their fatty acids in the wild and captive ostrich (*Struthio camelus*). *Comp. Biochem. Phys. Series B* **113B**: 753-756.
- OH, S. Y., C.-H. H. LIN, J. RYUE and D. E. BELL (1994) Eggs enriched with omega-3 fatty acids as a wholesome food. *J. Applied Nutr.*, **46**: 15-25.
- OH, S. Y., J. RYU, C.-H. HSIEH and D. E. BELL (1991) Eggs enriched in  $\omega-3$  fatty acids and alterations in lipid concentrations in plasma and lipoproteins and in blood pressure. *Am. J. Clin. Nutr.*, **54**: 689-695.
- PHETTEPLACE, H. W. and B. A. WATKINS (1990) Lipid measurements in chickens fed different combinations of chickens fat and menhaden oil. *J. Agr. Food Chem.*, **38**: 1848-1853.
- RATNAYAKE, W. M. N., R. G. ACKMAN and H. W. HULAN (1989) Effect of redfish meal enriched diets on the taste and  $n-3$  PUFA of 42-day-old broiler chickens. *J. Sci. Food Agr.*, **49**: 59-74.
- SALMON, R. E., D. FROELICH and G. BUTLER (1984) Effect of canola meal, fish meal and choline plus methionine on the sensory quality of broilers. *Poult. Sci.*, **63**: 1994-1998.
- SARGENT, J. R. and R. J. HENDERSON (1995) Marine ( $n-3$ ) polyunsaturated fatty acids. in *Developments in Oils and Fats* (HAMILTON, R. J. ed) 32-65. Chapman and Hall, London.
- SCAIFE, J. R., J. MOYO, H. GALBRAITH and W. MICHIE (1990) Effect of different dietary supplemental fats and oils on growth performance and fatty acid composition of tissues in female broilers. *Proc. Nutr. Soc.*, **49**: 130A.
- SIMOPOULOS, A. P. (1991) Omega-3 fatty acids in health and disease and in growth and development. *Am. J. Clin. Nutr.*, **54**: 438-463.
- SIMOPOULOS, A. P. and N. SALEM, JR. (1992) Egg yolk as a source of long-chain polyunsaturated fatty acids in infant feeding. *Am. J. Clin. Nutr.*, **55**: 411-414.
- SCOTT, B. L. and N. G. BAZAN (1989) Membrane docosahexaenoate is supplied to the developing brain and retina by the liver. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, **86**: 2903-2907.
- 島崎弘幸 (1992) 脂質の栄養と代謝—必須脂肪酸. 季刊 化学総説, **16**: 121-130.
- SPEAKE, B. K., C. CRISTOFORI, R. J. MCCARTNEY and R. C. NOBLE (1996) The relationship between the fatty acid composition of the lipids of the yolk and the brain of the duck embryo. *Biochem. Soc. Trans.*, **24**: 181S.
- STANSBY, M. E. (1962) Speculations on "fishy" odors. *Food Technol.*, **16**: 28-32.
- STANSBY, M. E. (1990) Deterioration. in: *Fish Oil in Nutrition* (STANSBY, M. E., ed) 120-140. Van Nostrand Reinhold, New York.
- TINOCO, J., M. A. WILLIAMS, I. HINCENGERGS and R. L. LYMAN (1971) Evidence for nonessentiality of linolenic acid in the diet of the rat. *J. Nutr.*, **101**: 937-946.
- UTERMOHLEN, V. and M. A. M. TUCKER (1986) Possible effects of dietary  $n-6$  infection. *Proc. Nutr. Soc.*, **45**: 327-331.
- VAN ELSWYK, M. E. and A. R. SAMS and P. S. HARGIS (1992) Composition, functionality, and sensory evaluation of eggs from hens fed dietary menhaden oil. *J. Food Sci.*, **57**: 342-344.
- VENDELL, J. H. and J. N. PUTNAM (1945) Fish oil flavor in eggs. *Poult. Sci.*, **24**: 285-286.
- WESSELS, J. P. H., A. ATKINSON, R. P. VAN DER MERVE and J. H. DE JONGH (1973) Flavor studies with fish meals and with fish oil fractions in broiler diets. *J. Sci. Food Agr.*, **24**: 451-461.
- YAMAMOTO, N., M. SAITOH, A. MORIUCHI, M. NOMURA and H. OKUYAMA (1987) Effect of dietary  $\alpha$ -linolenate/linoleate balance on brain lipid compositions and learning ability of rats. *J. Lipid Res.*, **28**: 144-151.
- YONEKUBO, A., S. HONDA, M. OKANO, K. TAKAHASHI and Y. YAMAMOTO (1994) Effects of dietary fish oil during the fetal and postnatal periods on

- the learning ability of postnatal rats. *Biosci. Biotech. Biochem.*, **58**: 799-801.
- YAU, J.-C., J. H. DENTON, C. A. BAILEY and A. R. SAMS (1991) Customizing the fatty acid content of broiler tissues. *Poult. Sci.*, **70**: 167-172.

## クローン家畜—現状と未来—

澤井 健

北海道立新得畜産試験場, 上川郡新得町 081-0038

## Clone Animals — Now and Future

Ken SAWAI

Hokkaido Prefectural Shintoku Animal Husbandry Experiment Station, Shintoku 081-0038

キーワード：ウシ, クローン, 核移植, 体細胞, 初期胚, 遺伝子導入

Key words : Cattle, Clone, Nuclear Transfer, Somatic Cell, Embryo, Transgenic

## 1. はじめに

1996年7月5日, イギリスはスコットランドにあるロスリン研究所で体細胞クローンヒツジ『ドリー』が誕生した (WILMUT *et al.*, 1997). その後, 世界的規模でクローンフィーバーが巻き起こったことは周知の事実である.

『ドリー』誕生がもたらしたものは何だったのか. 我々, 発生学を専門とする者の立場で考えた場合, それは定説を覆すものであった. 一度分化し始めた細胞は全能性を失う, 細胞の分化は不可逆的なものであるというのが発生学の定説であった. しかしながら, 6歳の雌ヒツジの乳線細胞から作出された『ドリー』の誕生は, 分化した細胞でも個体発生のための遺伝子が完全に機能する状態で保存されており, 全能性を持つことを証明した. 細胞の分化は可逆的だったのである. この新しい説はウシおよびマウスの体細胞クローンによって再度証明され, 確定されたといっても過言ではない.

世界で初めての体細胞クローンウシは我が国において誕生したが, その背景には世界でもトップクラスにある初期胚(受精卵)を用いたクローン作出技術(核移植技術)の集積があったとされている. 体細胞クローン作出に成功した現在, 初期胚クローンはどのような意義を持ち, 今後どのように応用されていくのか, 体細胞クローンの今後とともに大変興味深い課題である. 本講座において, 初期胚および体細胞クローンそれぞれの技術的背景および現状を記していく中でクローン作出技術がもたらす未来を少しでも浮び上がらせることができればと考えている.

## 2. クローン

## 1) クローンとは

ギリシャ語の『小枝』を語源とするクローン (Clone) は, 遺伝子の組成が完全に等しく, 無性生殖的に生じる細胞または生物の集団と定義されている. この定義にそって解釈すれば, 初期胚(桑実期から胚盤胞期胚)を鋭利な刃によって分割する技術を用いて作出した一卵性双子もクローンである. また, 植物の分野では根の成長点を採取し培養した細胞塊から完全な個体を作成する技術がはやくから確立されており, クローン技術によって生産された野菜も広く流通している. このように, クローンを作成する試みは以前からなされ, 植物の様に生産増殖の技術として普及しているものもある.

## 2) 初期胚クローン

体細胞クローンが誕生するまでは, 家畜におけるクローンとは初期胚に由来するクローンのことを指していた. 初期胚クローンは16細胞期から32細胞期(桑実期)にある胚の割球を核移植に用いることによって得られる個体のことであり, 端的に言えば一卵性の16~32子のことであり, 理論的には, 初期胚核移植では一つの胚から得られた細胞の数だけ同一の遺伝子をもつ個体の作出が可能となる. 核移植により得られた胚をさらに反復して核移植に用いることで倍数的に核移植胚を作る技術(継代核移植)も開発されており, 3回の継代核移植を行ってきたウシクローン胚から産子が得られている (TAKANO *et al.*, 1997). 継代核移植を繰り返せばクローン胚を無限に作出することも可能となるが, 核移植を繰り返すことによって核の染色体が損傷を受け胚の発生が阻害される可能性が高い

ことから、実際に得られるクローンの数は制限されるであろう。現在、ウシにおいて一つの胚から得られるクローンは3から5頭という水準にある。

### 3) 体細胞クローン

体細胞クローンは成体もしくは胎子から得られた体細胞に由来するクローンであり、細胞を採取した個体と同一の遺伝子組成を持つ。当然、同じ個体から得た細胞から作出した産子全てが同一のクローンである。体細胞クローンが初期胚クローンと異なる点は、初期胚クローンが両親の遺伝形質を受け継いだ胚のコピー、すなわち子供のコピーであるのに対し、体細胞クローンは、個体そのもののコピーであることにある。また、初期胚クローンは細胞の数的制限から作出できる個体数に限界があるが、体細胞クローンは組織培養によって無限に増殖する体細胞を用いるので、作出できる個体数に制限はない。

### 3. 核移植技術

クローンは核移植という方法を用いて作出するが、核移植とは遺伝情報の保管場所である細胞核を別の細胞に移植する技術である。核を移植される側の細胞に存在する遺伝情報（細胞核）は予め除去される。家畜など哺乳動物の核移植では、移植する側の核を含む細胞を供核細胞（ドナー細胞）、移植を受ける細胞は未受精卵子を用いるので受核卵子（レシピエント卵子）と呼ぶ。核移植における一連の行程を図1に示したが、その作業は直径が約0.15 mmの卵子を対象とするため、細かな操作を制御できるマイクロマニピュレーターを用いて顕微鏡下で行われる。

初期胚クローンは1986年にヒツジにおいて16細胞期胚の割球をドナー細胞として産子を得たのが最初の成功例であり(WILLADSEN, 1986)、ウシではその1年後に初期胚クローンが誕生している(PRATHER *et al.*, 1987)。家畜における核移植技術は体外受精など他の生殖制御技術に比べてその歴史は浅く、10年余りで急速に発展した技術といえる。初期胚核移植と体細胞核移植の違いは、ドナー細胞の種類の違いのみであり、核移植に関する技術的な違いはほとんどない。従って、初期胚核移植技術の進歩なしに体細胞クローンの誕生はなかったといえる。

#### 1) ドナー細胞

ウシの初期胚核移植には通常32細胞期から桑実期の胚をドナー細胞とするが、最近、さらに発生段階が進んだ胚盤胞を培養した細胞からもクローンウシが誕生している(ITO *et al.*, 1998)。これらの胚は成体から回収するか、もしくは体外受精によって作出したものをを用いる。胚の細胞は透明帯を切開し、ピペッティング処理することにより容易に分散することができ

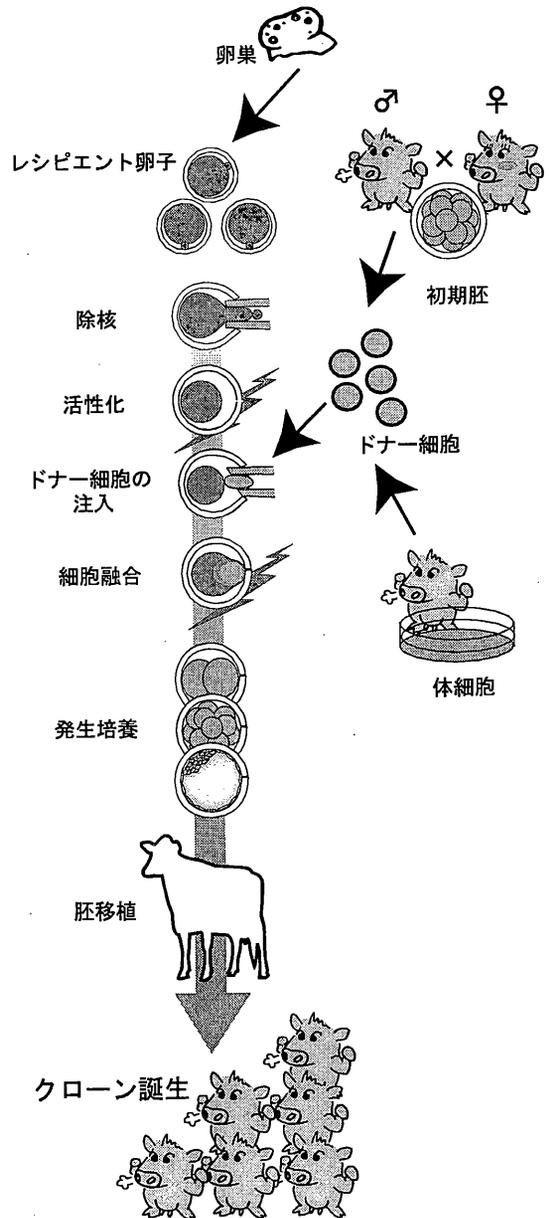


図1 核移植技術の概略

る。一方、体細胞核移植のドナー細胞は成体および胎子の組織から採取し培養した細胞を使用する。核移植によって個体の作出もしくは受胎が報告されている体細胞には線維芽細胞、乳腺細胞、子宮および卵管上皮細胞、筋肉由来細胞などがある。様々な組織から採取した細胞が使用されているが、細胞の形質から上皮細胞系と線維芽細胞系に大別される。現在、体細胞の種類によるクローン胚の作出効率の違いなどの研究が進められているが、本技術の応用を視野に入れた場合、細胞採取の簡便さなども細胞選択の重要な基準となる。体細胞は継代培養を繰り返すことによって無限に増殖し、凍結保存も容易である。しかし細胞の分裂回数が増えるにしたがって染色体異常の出現頻度も高まるので、通常は初代培養から2, 3回継代培養した細胞を凍結保存し、核移植の日程に合わせて融解培養し

たものを核移植に用いる。

### 2) レシピエント卵子

レシピエント卵子は食肉処理場より採取した卵巣から吸引採取した卵子を体外で成熟させて用いる。卵巣から採取した卵子を成熟培地で20から22時間培養後、透明帯を切開し、第1極体付近の細胞質を第1極体を含め4分の1ほど取り除く。この処理を除核処理といい、レシピエント卵子から固有の核（遺伝情報）を除去するための処理である。除核の成否は、除去した細胞質を蛍光染色し核の存在を視認することにより確認する。除核処理が不完全でレシピエント卵子内に核が残存した場合、残った核とドナー細胞の核が融合し異数体を形成する可能性がある。異数体を形成した胚は体外発生、移植後の着床、胎子発生が阻害され産子の作出を望めない。

### 3) 細胞周期の同調

細胞は細胞周期と呼ばれる周期にしたがって分裂増殖を繰り返している(図2)。細胞周期には間期(G1, G2)をはさんで細胞分裂期(M)、DNA合成期(S)の4つのステージがあり、1周期はほぼ24時間である。レシピエント卵子は減数分裂を完了していないためM期で静止している。レシピエント卵子をM期で静止させている物質は卵子成熟促進因子(MPF)とよばれ、通常、精子の侵入など活性化刺激によって急速に分解される。MPFの消失した卵子は細胞周期の次の段階(G1期)へと進み、分裂を開始する。MPFは強い染色体凝集作用を持ち、MPF活性の残る卵子にドナー細胞を移植すると核内の染色体の凝集が起こる(CAMPBELL *et al.*, 1996)。このような不意に起こる物理的な作用は染色体にダメージを与え、核移植後の胚発生を阻害するため(CAMPBELL *et al.*, 1996)、核移植を行う前にレシピエント卵子をカルシウムイオンフォア(CaI)、エタノール、電気刺激などを用いて活性化し卵子内のMPF濃度を低下させる必要がある。

ドナー細胞となる初期胚の細胞はそのほとんどがS

期にある(CAMPBELL *et al.*, 1994)。レシピエント卵子との細胞周期の同調性からドナー細胞もG1期にあることが望ましいとされている。しかしながら、初期胚の細胞をG1期に同調させることは技術的に困難であり、現状ではS期の状態で移植を行っている。体細胞は初期胚細胞と異なり、比較的容易に細胞周期を同調することができる。通常、体細胞の培養には血清(ウシ胎児血清、仔ウシ血清など)を10~20%濃度で添加した培養液を用いるが、血清の添加濃度を0.5%にまで低下させた培養液で細胞を培養すると、細胞は静止期(G0期)と呼ばれる状態に入る(図3)。G0期はG1期に類似したステージであり、G0期の細胞は休眠状態にあるため、分裂して増殖することはない。このように血清濃度を低下させて細胞の培養を行うことを血清飢餓処理といい、酵母菌などを使った細胞周期の研究では一般的に用いられる細胞周期同調法であり、『ドリー』および体細胞クローンウシのドナー細胞にもこの血清飢餓処理が行われている。血清飢餓処理を行った細胞は生存するために必要な最低限の遺伝子のみが発現し、それまで形作っていた器官を特徴づけるような遺伝子の発現を抑制することで遺伝子の初期化が容易となった可能性がある。そのためドナー細胞の血清飢餓処理が体細胞クローン作出の成功要因の一つと考えられている。体細胞核移植では初期胚核移植とは対照的にレシピエント卵子の活性化処理を行わず

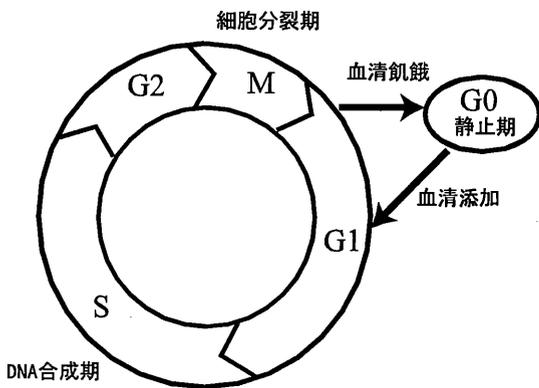
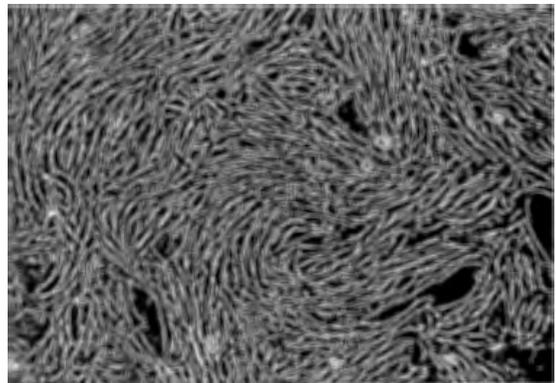
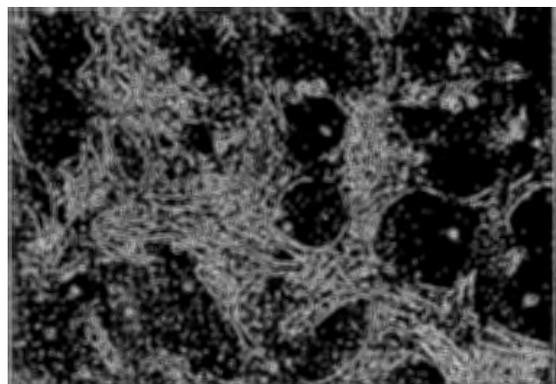


図2 細胞周期



通常培養 (10%血清添加) (×100)



血清飢餓培養 (0.5%血清添加) (×100)

図3 ウシ胎子線維芽細胞

MPF 活性が維持されている状態でドナー細胞を移植した場合にクローン胚の発生が促進されることから(高橋ら, 1998), 初期胚細胞などの未分化細胞と分化した細胞とでは遺伝子の初期化機構が異なることを示している。

#### 4) ドナー細胞の移植と細胞融合

初期胚核移植では, CaI などでの活性化刺激を与えたレシピエント卵子をさらにシクロヘキシミド(タンパク質合成阻害剤)を添加した培地で数時間追加培養して, 活性化刺激を補強し, ドナー細胞の移植を行う。除核処理を行った切開部に注入用のピペットを差し込み, ドナー細胞を卵胞腔に注入する。体細胞がドナー細胞の場合, レシピエント卵子の活性化処理は行わず除核後すぐに細胞の注入を行う。

ドナー細胞とレシピエント卵子の融合には電気パルスを用いる。ドナー細胞を注入したレシピエント卵子を2本の電極の間に置き, 極短時間通電させる。通電によりドナー細胞とレシピエント卵子の接着部分の細胞膜に微細な穴が開き, その穴が修復される過程で細胞膜が混ざり合い細胞が融合する。細胞の融合は通電後15~30分程度で完了する。ドナー細胞とレシピエント卵子の融合率は初期胚細胞で90%以上, 体細胞では50~80%である。

胚の発生開始にはその引き金となる刺激が必要であるが, 通常の胚発生では受精時に精子が卵子内に侵入することが発生開始のシグナルとなる。精子の侵入直後, 卵子内では受精に特異的なカルシウムイオンの動きがみられる。それに類似したカルシウムイオンの動きを電気刺激によって引き起こすことができ, 核移植胚においては細胞融合時の電気パルスが発生開始のシグナルを兼ねていることになる。

#### 5) 体外培養と移植

作出したクローン胚は移植可能な時期(桑実胚から胚盤胞期)まで体外で発生させる必要がある。ヒツジでは外科的手法を用いて比較的容易に胚を卵管に移植できるので, 発生率を高めるためにクローン胚を体内培養し, 再移植することが多い。ウシでは体外受精胚の体外培養に関する研究成果により, 胚を体外で効率的に発生させるための培養条件が確立されており, クローン胚の培養は体外で行う。体外培養したクローン胚の80%が分割し, 30%の胚が胚盤胞期まで発生する。ドナー細胞が初期胚細胞の場合と体細胞の場合とは分割率, 胚盤胞期までの発生率にあまり差異はない。

クローン胚の移植は, 通常の受精卵移植と同様の方法によって行う。すなわち, 桑実期から胚盤胞期にまで発生したクローン胚をホルモン処理により発情同期化したもしくは自然発情がみられた受胎ウシの発情開

始7(±1)日目の子宮に移植する。

### 4. クローンの問題点

核移植技術は新しい技術であり, マイクロマニピュレーターや細胞融合装置などの特殊な機器類を必要とするため実施できる施設も限られている。そのため, クローン産子の数はまだまだ少なく, クローン家畜に関して得られた事象が学術的に裏付けられる状況には至っていない。しかしながら, クローン産子の数は年々増加してきており, クローン技術が抱える問題についても明らかになりつつある。

#### 1) クローン個体の表現形質の斉一性

当試験場において作出された1組4頭の黒毛和種クローン子牛からゲノムDNAを採取し, 12種類の個体識別用マーカー(3.2×10<sup>7</sup>頭の個体識別が可能)を用いてマイクロサテライトDNA多型領域を解析した。その結果, すべてのマーカーにおいて対立遺伝子型が完全に一致し, 4頭の子牛は同一の遺伝子をもつことが証明された(森安ら, 1998)。しかし, 肉質, 乳量などの表現形質に飼料の種類, 給与量など環境要因がどのような影響をおよぼすのか明らかでないため, この4頭の子牛を同一環境で育成肥育した場合, 同一の表現形質を示すかどうかは不明である。

核移植はレシピエント卵子に複数の個体から採取した卵子を用いる。卵子は細胞質内に核のDNAとミトコンドリアDNAという2種類のゲノムをもつ。細胞小器官の一種であるミトコンドリアは細胞のエネルギー生産に重要な役割をもつが, ミトコンドリアDNAは個体ごとに異なる遺伝子配列を示す。個体にとって重要な遺伝情報は核内のDNAに含まれており除核の際に完全に除去されるが, 細胞質に散在するミトコンドリアDNAの除去は技術的に不可能である。しかも, クローン個体のミトコンドリアDNAはドナー細胞ではなくレシピエント卵子に由来することが解っている(武田ら, 1997)。このミトコンドリアDNAが個体の遺伝形質におよぼす影響については不明であるが, 肉質など一部の遺伝形質に影響をおよぼすとの報告がある(万年, 1997)。これらクローン個体の表現形質の斉一性に関する問題は, クローンの個体数が増えそれらの育成成績や肉質, 乳量の検定結果が数多く積み上げられることにより, しだいに明らかになってくるものと思われる。

#### 2) テロメアの形状

真核細胞のDNAは複製時にDNA分子の末端部分を完全には複製できない。そのため, 染色体末端にグアニン(G)を連続して含む短い配列が何度も反復している部分(テロメア)をもち, その部分をテロメラーゼという酵素によって複製しDNA末端が短くなるの

を防いでいる。しかし、テロメラーゼの作用は正確でなく、DNA複製毎のテロメア配列の反復回数は一定ではない。しかも、細胞が分裂する度にテロメア配列の反復数は減少し、テロメアは徐々に短くなっていく。テロメアが一定の長さを維持できず短くなると細胞分裂が停止するため、細胞の分裂回数には限界がある。この細胞分裂の限界と個体の老化は密接に関係するといわれている。相当数の細胞分裂を繰り返してきた体細胞から作出されたクローン個体のテロメアがどのような状態にあるのかは明らかでない。レシピエント卵子の細胞質内でテロメア配列が付加されその長さを回復していることも考えられるが、回復していない場合、テロメアの形態によってはクローン個体の寿命が普通の個体よりも短い可能性もある。

### 3) 低い受胎率, 高い流産率

核移植胚の体外発生率は体外受精卵のそれと遜色ない成績が得られているのに対し、移植後の受胎率は低く、流産の発生頻度も高い。現段階ではクローン胚の受胎率および流産発生率に関して正確な数値は示されていないが、当試験場の成績を例にとると、初期胚核移植によって作出したクローン胚の受胎率はおよそ20%、流産率は30%にのぼる。当試験場では凍結保存したクローン胚の移植は今のところ行っておらず、すべて新鮮胚移植によるものであり、凍結胚を移植した時の受胎率は当然さらに低下することが予想される。クローン胚の移植は通常の胚移植と同様の方法で行われており、胚の移植法が低受胎の原因であるとは考えにくく、クローン胚自体になんらかの原因がある可能性は否定できない。インターフェロン $\alpha$ に代表される胚の受胎シグナルを指標としたクローン胚の着床能力の検討など分子レベルでのアプローチが原因解明の突破口になるのではと考えている。

高頻度の流産発生に関してもその原因は不明であるが、クローン胚の染色体異常がその一因として挙げられる。細胞融合後、ドナー細胞の染色体はレシピエント卵子内で物理的な負荷を受ける。負荷を最小限にするため活性化処理を行いMPFの活性を抑制させるが、ある程度の負荷が染色体に加わることは回避できず、それに起因して染色体異常が起こることが考えられる。染色体に異常をもつ胚は着床しても妊娠を維持することは困難である。クローン胚の流産は妊娠100日以内に多発する。そのため、胎子を含め受胎産物の回収は困難であるが、これら流産胎子の染色体検査および胎盤などの形態を調べることにより、流産に至る原因の特定が進むものと思われる。受胎率を上げ、流産の発生を抑制することはクローン個体の作出効率を高めることにつながるため、この点を視野に入れた技術改良も忘れてはならない。

### 4) 過大子

クローン産子の生時体重は通常の産子と比較して1割から2割大きい傾向にある(WILSON *et al.*, 1995)。すべての産子が過大子ではないが、当試験場においても黒毛和種で生時体重が64 kgを記録した産子もあった。体外受精由来産子においても過大化傾向にあり、これら過大子の発生要因として体外培養液に添加されている血清の影響が指摘されているが(WILSON *et al.*, 1995)、胚を体外で培養する行為自体の影響も否定できない。産子の過大化は、難産および要介助分娩の原因ともなり、クローン個体を損耗する危険性を高める。過大子の発生要因が特定できない現状では、ホルスタインなどの大型種もしくは経産牛に限定して胚を移植するなど受胎牛を選定し、分娩予定日数を大きく越えた場合には早めに分娩を誘起するなど、難産で産子を損耗しないための対策をとる必要がある。

## 5. 核移植技術の応用

核移植技術の進歩は目覚ましいものがあり、優良家畜の大量作出はもはや机上の空論ではない。また、核移植技術およびクローンは畜産分野のみならず医学分野においても注目され、応用されようとしている。

### 1) 畜産分野

核移植技術が畜産分野でもっとも有用性を持つ領域の一つに家畜の育種改良がある。家畜の改良は、現存する家畜の中から優れた個体同士を交配させることによって両親より能力の優れた個体を作成するという選抜育種を用いて行われてきた。選抜される集団のなかに能力の高い個体が数多くいるほど、多種多数の組み合わせが可能であり、家畜の改良は促進される。優れた個体の交配によってできた一つの胚から1頭の子牛を生産するよりも、初期胚核移植を用いて一つの胚から複数の子牛を生産する方が、次世代の選抜集団における選抜対象となる個体数を増加させる。この育種モデルは、優れた両親から作出された胚がその両親を上回る能力を持つことが前提となるが、作出された胚の全てが両親の能力を越えるとはかぎらず、胚の段階でその能力を見極めることは不可能である。結果的に両親より能力の劣る子供を複製した場合、それらは選抜の対象とはならない。体細胞核移植は個体そのものの複製を作り出すことが可能であるので、選抜対象となる子供が両親より優れた能力をもっていることが確かめられた段階でその子供を複製すれば、育種改良に貢献することが可能である。しかしながら、子牛の能力が確定し、さらにその個体のクローン胚が妊娠、分娩されるまでの期間はほぼ1世代の更新期間にあたるため、改良がその分停滞する。

核移植技術は種雄牛造成における能力検定などにも真価を発揮する。すなわち、胚移植を利用した能力検

定では全兄弟検定が一般的であるが、初期胚核移植によって作出されたクローンウシで検定を行えば、直接自分（と全く同じ能力を持つ個体）の産肉能力を検定することが可能であり、理論的にその正確度は兄弟検定を凌ぎ、検定期間も短縮できる。また、体細胞核移植によって高能力の雌畜を多数生産すれば、今まで雄側からの改良が中心であった育種改良を雌側からも押し進めることが可能となる。

家畜の抗病性は重要な育種対象項目であるが、抗病性の改良は膨大な選抜集団内で交配を繰り返し行われるため長い期間と労力を必要とする。しかし、病気の抵抗性に関連する遺伝子を特定し、単離することができればその遺伝子を直接家畜に導入することで、その病気に抵抗力をもった家畜を短期間のうちに作出できる。体細胞核移植技術は遺伝子導入（トランスジェニック）家畜の作出効率を飛躍的に高めることが可能なので、抗病性を持つ家畜の作出を選抜育種法よりも容易でしかも短期間で行う技術として期待されている。

家畜の飼養試験において、ある飼料を給与した場合の増体成績を検討する上で試験対象個体の遺伝的能力のばらつきは試験結果に少なからず影響をおよぼす。遺伝的能力の統一されたクローン個体を試験に用いることで、これらの要因を排除することができ、増体に対する飼料の影響がよりクリアーに現れることになる。肉質、乳量などの表現形質に飼料の種類、給与量など環境要因がどのような影響をおよぼすのか明らかでないことは先に述べたが、クローンを用いた試験によりこれらの要因の解明が進むものと思われる。

現在のところ、核移植技術は効率的な育種改良により家畜の生産性を上げることで生産現場に貢献するものであるが、将来、核移植技術が生産現場に直結した技術となった場合、飼養する家畜集団の遺伝的能力の統一や高能力集団の飼養を可能とし、家畜管理労力の低減、生産コストの削減に大きく寄与する。しかしながら、核移植技術を用いた無計画な遺伝的能力の均一化は結果的に遺伝子の多様性の幅を狭め、育種改良の素材を不足させることにもつながる。近親交配による各種能力の退化にも注意が必要である。

作出可能なクローンの数は制限されるが、両親よりも優れた個体を複製できる初期胚クローンと優れた個体の大量複製が可能な体細胞クローンを育種改良および飼養目的によって適切に使い分けることによって、畜産分野でのクローン技術の有用性がさらに高まることと思われる。

## 2) 医学分野

トランスジェニック技術は本来その個体が持たない遺伝子を外部から導入する技術であり、哺乳動物においては1980年代から盛んに研究が進められてきている。人工的に大量精製が困難である医薬品や有用タン

パク質などをトランスジェニック技術によって大腸菌や酵母に生産させる技術はある程度確立されており、産業的な発展をみせている。しかしながら、哺乳動物に特有の構造を持ち、その部分がタンパク質の生理活性を有している物質を大腸菌や酵母などで生産することは不可能であり、その場合トランスジェニックの対象は哺乳動物となる。トランスジェニックによって産生された物質が体内で循環し、個体の生命活動に影響を与えては意味をもたないので、家畜の乳汁に遺伝子産物を排出させる方法が注目され、ウシ、ヤギ、ヒツジなどのトランスジェニックが試みられてきた。哺乳動物のトランスジェニックは前核期受精卵の雌雄どちらかの前核に遺伝子を注入するマイクロインジェクション法が用いられるが、本法は遺伝子導入効率が1%以下と低く、1頭のトランスジェニック個体を作成するために膨大な数の受胎雌を必要とする。培養細胞に遺伝子を導入し、薬剤耐性マーカーによって実際に遺伝子が導入された細胞を選別する技術は確立されており、体細胞核移植によって遺伝子導入が確認された細胞から個体を作成すればトランスジェニックの作出効率は飛躍的に高まる。すでに体細胞核移植によってヒト血液凝固因子を産生するトランスジェニックヒツジが誕生している(SCHNEIKE *et. Al.*, 1997)。今後、さらにこの技術が進歩すれば、一部の人間には有害なアレルゲンとなるラクトグロブリンが除去された牛乳や、免疫増強に効果のあるラクトフェリンの入った牛乳の生産が可能となり、薬用牛乳なるものが市場にすることも十分にあり得る。

トランスジェニックは医薬品ばかりでなく、ヒトの疾患モデル動物の作製やヒトへの臓器移植用ブタの作出にも応用されようとしている。ブタの臓器は生理機能や大きさがヒトに類似しており、ヒトのドナーが見つかるまでの代用臓器の提供源として有力な候補である。臓器移植後の拒絶反応が起きないように免疫反応を抑制する遺伝子を組み込んだブタの開発に体細胞核移植技術の利用が検討されている。しかし、ブタでは体外受精や胚の体外培養法が様々な理由(NIWA, 1993)により確立されておらず、ブタにおける核移植技術はウシと比較してかなり遅れている。今後、ブタにおける核移植技術は利用目的の重要性からかなりの勢いで進展すると思われる。

## 6. 結 語

核移植技術によって作りだされるクローンの現状と応用に関して述べてきたが、特にクローンの応用に関しては理論がかなり先行しており、その実証が待たれる項目をかなり含んでいる。しかし、それはクローン家畜に対する各分野からの期待の表れでもある。それらを実証するためには核移植の技術改良がまだまだ必要である。とかくセンセーショナルに扱われる感のあ

る核移植技術であるが、地道な技術改良とデーターの積み上げによって発展普及していくという点では、人工授精や体外受精など他の生殖制御技術となら変わる技術ではない。また、本文にはあえて記さなかったが、核移植技術の利用が生命倫理の承認とともになされる必要があることは言うまでもない。

農林水産省技術会議の発表によれば平成10年8月現在、我が国において誕生、生育している体細胞クローンウシは5頭であり、その他71頭が分娩を控えている。今後、これらのクローンを用いてどのような研究を行うのか、また、これからどのような目的でクローンを作成するのか、しっかりとした目的をもつことが、クローンのもたらす恩恵を最大限受けるために重要である。

## 文 献

- CAMPBELL, K. H. S., W. A. RITCHIE and I. WILMUT (1994) Improved development to blastocyst of ovine nuclear transfer embryos reconstructed during the presumptive S-phase of enucleated activated oocytes. *Biol. Reprod.*, **50**: 1385-1393.
- CAMPBELL, K. H. S., L. PASQUALINO, P. J. OTAEGUI and I. WILMUT (1996) Cell cycle co-ordination in embryo cloning by nuclear transfer. *Rev. Reprod.*, **1**: 40-46.
- ITO, I., Y. AOYAGI, M. KONISHI, H. ITAKURA, T. TAKEDOMI, S. YAZAWA and K. AKANE (1998) Nuclear transfer of bovine embryonic disc cells. *Theriogenology*, **49**: 322.
- 万年英之 (1997) 黒毛和種牛のミトコンドリア DNA D-loop 領域の多型と枝肉成績との関係. 全国和牛登録協会誌, **200**: 39-49.
- 森安 悟・澤井 健・陰山聡一・南橋 昭・芦野正城・北野則泰・藤川 朗・山本裕介 (1998) 胚細胞由来クローン牛の複数頭生産と DNA マーカーによる同一性の検討. 北海道牛受精卵移植研究会会報, **17**: 29-32.
- NIWA, K (1993) Effectiveness of in vitro maturation and in vitro fertilization techniques in pigs. *J. Reprod. Fertil.*, **48**(Suppl): 49-59.
- PRATHER, R. S., F. L. BARNES, M. M. SIMS, J. M. ROBL, W. H. EYESTONE and N. L. FIRST (1987) Nuclear transplantation in the bovine embryo: assessment of donor nuclei and recipient oocyte. *Biol. Reprod.*, **37**: 859-866.
- SCHNEIKE, A. E., A. J. KIND, W. A. RITCHIE, K. MYCOCK, A. R. SCOTT, M. RITCHIE, I. WILMUT, A. COLMAN and K. H. S. CAMPBELL (1997) Human factor IX transgenic sheep produced by transfer of nuclei from fetal fibroblasts. *Science*, **278**: 2130-2133.
- 高橋清也・窪田 力・中原 仁・志水 学・徳永智之・山口 学・今井 裕 (1998) 牛胎児線維芽細胞を用いた核移植胚の体外発生能. 第94回日本畜産学会大会講演要旨, 176.
- TAKANO, H., C. KOZAI, Y. KATO and Y. TSUNODA (1997) Cloning of bovine embryos by multiple nuclear transfer. *Theriogenology*, **47**: 1365-1373.
- 武田久美子・高橋清也・大西 彰・後藤裕司・宮澤 彰・今井 裕 (1997) 牛核移植産子のミトコンドリア DNA の由来. 第92回日本畜産学会大会講演要旨, 208.
- WILLADSEN, S. M. (1986) Nuclear transplantation in sheep embryos. *Nature*, **320**: 63-65.
- WILMUT, I., A. E. SCHNEIKE, J. MCWHIR, A. J. KIND and K. H. CAMPBELL (1997) Viable offspring derived from fetal and adult mammalian cells. *Nature*, **385**: 810-813.
- WILSON J. M., J. D. WILLIAMS, K. R. BONDIOLI, C. R. LOONEY, M. E. WESTHUSIN and D. F. MCCALLA (1995) Comparison of birth weight and growth characteristics of bovine calves produced by nuclear transfer (cloning), embryo transfer and natural mating. *Anim. Reprod. Sci.*, **38**: 73-83.

## 受賞論文

## 現場に根ざした酪農技術の普及

橋立賢二郎

北海道 酪農畜産協会

## はじめに

乳牛の栄養管理や飼料の給与法など酪農技術は日進月歩。速やかにその恩恵に浴し、効率的な酪農を築かなければならない現場だが、必ずしも満足できる状態にない。酪農とは複雑な産業であり、かつ独特の技術が酪農家に定着している。

さらに酪農家周辺には、多くの関係機関が存在し、指導・支援に係わっている。このことは、情報が豊富だということ利点を持つが、その情報に一貫性がなければ混乱する。また、これら情報の理解が不十分では、技術の普及に時間がかかる。

筆者は1959年より一貫して普及事業に身を置き、新しい技術の普及に係わってきた。ここでは、この間に取り組んだ幾つかの技術について報告したい。

## 1. 粗飼料給与構造の改善

自然条件を無視した粗飼料の調製・給与はあり得ない。しかし、いまでこそサイレージ中心の給与体系が定着しつつあるが、かつては乾草中心の体系が主流をなしていた。このことは、①天候に大きく左右される調製、②調製時期の遅れによる栄養価及び栄養取量の低下、③ほ場での堆積ロス、④カビの発生による農夫肺の懸念、⑤くん炭化の発生や自然発火、など大きな課題を持っていた。特に、①②は乳牛の栄養管理上大きな支障となった。

このようなことから、サイレージを中心とする粗飼料の給与構造に変化させることが、多頭化及び高泌乳化に対応する技術として必要であった。推奨したサイレージの給与量は体重比7%、このとき乾草を0.7%とした。ここでは、根釧農試の試験成果「サイレージと乾草の給与比率が乳量・乳質に及ぼす影響」を参考に設定した。

しかし、乾草中心の飼料構成が定着しているとき、必ずしもこの推奨値は歓迎されるものではなかった。それは酪農家に限らず、関係機関からも疑問視された。主な理由は疾病の多発や繁殖性の低下であった。

このことは、酪農の根幹に係わることである。技術の普及では、現場の実態把握が不可欠であり、関係機関協力のもと、サイレージの給与レベルと疾病及び繁殖性の関連を見てみた。

その結果を図1に示した。給与レベルは推奨値に対する割合で、サイレージ多給牧場ほど疾病の発生率が高い傾向が伺えた。とくにケトージスや卵巣疾患に係わる疾病が多い傾向にあった。高水分であるうえ発酵品質も優れていなかったためと思われる。しかし、繁殖性では明確な傾向が見えず、サイレージ多給牧場ほど、粗飼料の確保量多く個体当たり乳量も高い傾向にあった。

サイレージ多給化への誘導は必然的方向であり、サイレージ調製の原理・原則を厳守し良質なものを調製する必要があった。その後、補助事業や融資事業などが充実し、サイロ施設や高性能機械の導入が図られサイレージ化が進んだ。最近の調査では、草地面積の57.9% (1996北海道) がサイレージに調製されている。しかし、まだ33.5% (同) が乾草に調製され、明らかにサイレージより低栄養のものが給与されている。

北海道が計画する多くの振興計画や個別経営の類型では、サイレージ多給の思想が取り込まれ、いまでは全道に普及を見ている。

## 2. ほ育牛の早期離乳

子牛の育成は酪農の基本である。しかし、生産がないこのステージの管理はあまり注目されていない。多頭化にともない育成牛率が高まり、一層の省力化と育成経費の節減が求められている。

本課題への取り組みは、育成牛発育の実態把握から始まった。関係機関の協力を得て公共牧場への預託牛1,722頭の調査を行った。その概要は、①5~6カ月齢

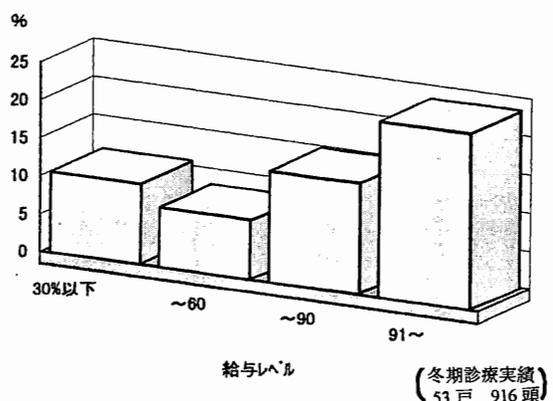


図1 牧草サイレージの給与レベルと疾病の発生率

までの発育はすこぶる順調である、②それ以降その発育が維持されていない、③18カ月齢以降になって発育が回復していた。更に④液状飼料の給与期間は6カ月齢以上に及ぶ酪農家も見られ、特に個体販売に比重を置く酪農家では、長期ほ乳傾向にあり、⑤検定牛(高等登録)や高得点牛の保有率が高い酪農家ほど長期に渡った。

以上のことから、⑥5～6カ月齢の発育は長期ほ育の恩恵を受けている時期、⑦そのためルーメンが未発達、粗飼料を十分利用する能力をもたない、また、⑧粗飼料の品質・栄養価に問題ありとし、我田引水の感は拭えないが、早期離乳の必要性を強調した。

個体販売に比重を置く酪農家は、その販売実績や共進会などで最も注目される地位にあり、自分のほ育技術に自信を持ち、彼らの発言は大いに説得力があった。そこへ、子牛のルーメン発達の生理を論じ、試験研究機関の成果の普及を試みても、ことはスムーズに運ぶものではない。一方、育成部門担当者は婦人・高齢者であることが多い。前者は、ルーメン発達の生理より可愛さが優先し長期ほ乳に及ぶことが多い。さらに、後者では新しい技術の取り込みが緩慢である。

新技術普及の手段として、実証展示がある。耕種分野でよく用いられる手法だが、このようなとき効果が期待できる。展示しようとした新技術は、「発酵初乳利用による一日一回ほ乳(30日離乳)」(表1)。ここでは、北農試の試験成果「初乳の貯蔵と利用に関する試験」が大きく役立った。

実証展示した技術の飼料費は、28千円/頭(12カ月間、粗飼料を除く)。一般酪農家は38千円/頭～89千円/頭(同)であったから、大幅に飼料費節減を可能にする技術であった。一時体長が発育標準値を下回ることがあったものの、胸囲及び体高の発育は順調に経過した。

北海道のめざす姿や酪農・肉用牛近代化計画など、北海道が立案する振興計画では、この思想が取り入れられている。しかし、幾度かの生乳生産調整による全

乳ほ育の奨励、体細胞数増加乳のほ育利用などにより、初乳の有効活用は広範に普及を見ていない。最近になって、省力化の決め手として一日一回ほ乳に関心を持たれている。

### 3. 梱包乾草の自然発火とくん炭化防止

サイレージ多給を推奨しても、乾草捨てがたいとする酪農家も少なくない。1975年代ビックペーラ(ローラ)が導入された。この体系は、これまでのコンパクトペーラと違い、婦人や子供・高齢者の手助けをほとんど必要としない。そのため急激な普及を見たが、特に根釧地域の気象条件では、十分予乾できないまま(水分30～40%)梱包しなければならない事態が発生する。

このような乾草は発酵、蓄熱、くん炭化、時に発火に至ることが散見された(写真1)。その8割以上は2番草であり、2番草は①乾草に調製される割合が多い、②葉部割合が多く予乾しにくい、③特に広葉雑草混入部分や日陰の部分は乾燥ムラが生じやすい、④晩秋は気温も低く日照時間も短く乾きにくい、などによるものと思われる。

自然発火した酪農家40戸のうち18戸は、発火前に発酵臭やコゲ臭など異変に気付いている(表2)。2番草に限定し梱包から発火までの所要日数をみると、



ローラ乾草の自然発火

表1 初乳の有効活用による早期離乳

給与期間	給与量 kg/日	必要量 kg
初乳 生後 1～6	4	24
発酵初乳 7～30	2.8～1.2	60
人工乳 3～90	～2.5	176
幼牛飼料 85～180	2.0	192
若牛飼料 175～270	1.5～2.0	163

注1 乾草・サイレージは生後2日目頃より給与  
2 水は生後直ちに不断給水  
3 人工乳0.7kg/日摂取を目安に離乳  
4 液状飼料は5日目より一回給与  
5 発酵初乳は7日目～22日まで2.8kg+水0.5、それ以降は1.2kg+水0.5

表2 現地に見られた自然発火前の徴候

区分	件数	割合
気付かず	22	55%
発酵臭やこげ臭に気付く	18	45
気付いた時期		
発火当日	2(コ2)	11.1%
発火2～3日前	6(コ6)	33.3
発火4～6日前	3(コ2・ハ1)	16.7
発火7～15日前	4(コ1・ハ3)	22.2
発火16～1カ月前	3(コ1・ハ2)	16.7
計	18(コ12・ハ6)	100

注 コ；こげ臭 ハ；発酵臭  
(1985 根釧農試専門技術員室)

$Y = -5.83X + 68.57$  (ただし、 $X$  は 8 月中旬を 1, 下旬を 2……) となる。収穫調製 (梱包) が遅れるほど短期間で発火することが分かった。

自然発火のメカニズムを図 2 に示した。十分予乾できず、止むを得ず危険な水分域 (30~40%) で梱包することにある。しかし、調査が広範になるにつれ、梱包乾草の堆積方法、草舎の雨漏り、ほ場放時置接地面からの吸湿、更に草舎への浸水など、思いがけない要因も係わっていることが分かった。

梱包乾草の自然発火は、草舎や乾草の焼失に加え牛舎までも焼失させ酪農家に莫大な損失を与えた。しかし、自然発火に至らんまでもアミノ・カルボニル反応 (メイラード反応) を経てくん炭化に至れば飼料価値を表 3 のように低下させてしまう。

くん炭化は梱包乾草に限らず、気密サイロでも見られた。113 戸の聞き取り調査では、約 40% がくん炭化を経験しており、これまでの発生は 60 件であったとしている (1985 年度成績会議資料 根釧農試)。その多くは、原料草の過剰な予乾と不十分な気密性としている。

このように、くん炭化は栄養価の面でも計り知れない

い損害をもたらした。普及の役割は、現地情報を試験研究機関に提供する一方、根釧農試での試験研究を支援することにあつた。また、一連の成果「粗飼料のくん炭化防止に関する試験」を基に、普及センターへの技術支援にあつた。その概要は、①原料草の水分は簡易水分計や電子レンジなどで確認する、②ビックベラ (ロール) での乾草梱包は水分 20% 以下で行う、③予乾不十分の状態、止むを得ず梱包した乾草は舎外に仮置きし定期的に品温を測定する、④品温が低下傾向にあり、しかも安全領域 (50℃ 以下) に到達してから収納する、⑤収納に当たっては俵積み避け縦積みとする、⑥収納後も草舎の雨漏りや浸水に十分注意する、また⑦コゲ臭やサイレージ臭に注意する、⑧もし、異常な臭気や品温が 80℃ を超えるようなときは、消防署に連絡するなど消火体制を整え、舎外に搬出・解体し放熱に努める、などであった。

#### 4. 供用産次の延長

##### 1) 供用産次の実態

多頭化と高泌乳化が現実のものとなるにつれ、乳牛の供用産次の低下が目立つようになってきた。このことが、生乳生産原価の資産処分損を大きくさせ、生産原価を高める一因になっている。

表 4 に平均産次の実態と最近の動向を示した。1998 年、全道レベルの平均産次は 2.8 産 (4 歳 3 カ月)、除籍牛の平均産次が 3.6 産 (6 歳) である。1994 年に比べ経産牛で 7.2 頭、個体当たり乳量は 217 kg 向上しているが、平均産次に変化は見られない。しかし、除籍牛の平均産次は低下傾向が伺える。総じて根室や釧路・宗谷など、草地型酪農地帯の平均産次は長い傾向にあるかに見えるが大きな変化はない。

各種の地域振興計画や経営類型の組立などで、経産牛のとう汰更新率は 22%、へい死危険率は 2~3% 程度とされている。それからすると、初産・2 産牛の割合は約 42%、5 産以上牛が約 27% となり、平均産次は 3.5、除籍牛の平均産次は 5.5 程度となる。

表 5 に検定牛の除籍理由の実態と最近の動向を示した。除籍理由は、酪農家の申告によるもので統一された定義で仕分けされているものではない。従って多少

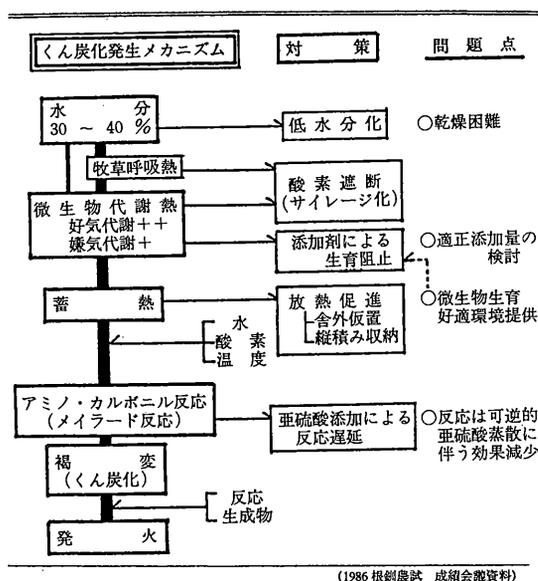


図 2 くん炭化発生のメカニズムと基本的対策及び問題点

表 3 くん炭化による各成分の消化率・栄養価の低下\*

くん炭化のランク	臭	色調	貯蔵中の品温	消化率						栄養価	
				DM	OM	CP	FAT	NFE	FIB	DCP	TDN
良質	乾草臭	淡緑~淡黄	外気温-40℃	100	100	100	100	100	100	100	100
軽	甘酸臭	褐色	50-60℃	91	92	73	101	90	103	79	91
軽**	甘酸臭とカビ臭	白, 褐色	50-60℃	89	90	69	87	88	99	69	90
中	強い酸臭	濃褐色	65-75℃	85	86	51	115	89	95	55	89
重	強い酸臭と焦げ臭	黒褐色	80℃以上	78	80	1	121	84	99	1	82

注 \* 良質乾草を 100 とした時の割合  
\*\* 白カビ (放線菌) 汚染乾草

(1986 根釧農試 成績会議資料)

表4 平均産次の実態と最近の動向

地域	年次	経産牛 頭数	経産牛 当乳量	平均産次	内 訳 %					除籍牛の 平均産次
					初産	2産	3産	4産	5産以上	
全道	1998	51.9	8,103	2.8(4-3)	28	24	18	12	16	3.6(6-0)
	1994	44.7	7,886	2.8(4-3)	29	24	18	12	17	3.7(5-11)
石狩	1998	47.0	8,574	2.7(4-1)	31	24	18	13	14	3.5(5-10)
	1994	39.2	8,132	2.8(4-2)	31	24	17	11	17	3.6(6-0)
空知	1998	41.1	8,009	2.7(4-2)	31	25	19	12	14	3.4(5-11)
	1994	36.5	7,944	2.8(4-3)	29	23	19	13	16	3.6(6-0)
上川	1998	48.9	8,546	2.6(4-1)	31	26	19	12	13	3.4(5-9)
	1994	40.5	7,958	2.7(4-1)	31	25	18	12	14	3.5(5-9)
後志	1998	35.0	7,815	2.9(4-5)	27	24	17	14	18	3.9(6-4)
	1994	31.9	7,548	2.9(4-4)	28	23	17	12	19	3.8(6-1)
檜山	1998	29.3	7,570	3.1(4-7)	25	21	19	13	21	4.3(6-8)
	1994	27.2	7,590	3.2(4-7)	24	22	17	14	24	4.2(6-5)
渡島	1998	40.0	8,104	2.7(4-1)	28	26	19	12	14	3.6(5-10)
	1994	36.2	7,703	2.8(4-2)	30	23	18	12	17	3.9(6-2)
胆振	1998	41.7	8,038	2.7(4-2)	31	26	17	12	15	3.6(6-0)
	1994	33.1	7,661	2.8(4-3)	30	24	17	12	17	3.7(6-1)
日高	1998	37.9	8,261	2.8(4-2)	30	24	18	12	16	3.7(6-0)
	1994	33.5	7,738	2.9(4-3)	28	23	18	13	18	3.7(5-11)
十勝	1998	58.2	8,567	2.7(4-1)	31	26	18	12	14	3.4(5-8)
	1994	48.3	8,312	2.8(4-2)	30	25	17	12	16	3.6(5-9)
釧路	1998	55.8	7,626	2.9(4-5)	27	24	18	13	18	3.8(6-3)
	1994	48.1	7,667	2.9(4-5)	28	23	17	12	19	3.7(6-0)
根室	1998	60.8	7,717	3.0(4-6)	27	23	18	13	20	3.9(6-4)
	1994	54.2	7,639	2.9(4-5)	28	22	18	13	19	3.7(6-0)
網走	1998	45.1	8,315	2.8(4-3)	28	25	19	12	16	3.7(5-11)
	1994	39.4	7,997	2.8(4-3)	29	24	17	13	18	3.7(5-11)
宗谷	1998	48.8	7,725	2.9(4-4)	26	25	19	13	17	3.7(6-2)
	1994	44.4	7,590	2.7(4-2)	30	24	17	12	16	3.7(6-0)
留萌	1998	51.6	7,741	2.8(4-4)	28	23	19	12	17	3.6(6-1)
	1994	46.0	7,486	2.8(4-3)	30	24	18	12	16	3.7(6-1)

注1 北乳検検定成績表より作成

注2 1998年は7月分、1994年は3月分成績

注3 除籍牛には低能力、販売されるものも含まれる

の仕分け違いがあるかもしれない。しかし、毎年同じ手法で継続されているので、除籍の動向把握に役立つと思われる。

全道的に見ると、初産牛では乳用売却及び繁殖障害、その他が多い。一方、2産以上牛ではその他や繁殖障害、乳房炎が多くなる。草地型酪農地帯のなかでも宗谷はかつて乳房炎が多かったが1998年では大幅に低下している。また、道南の渡島では繁殖障害が増加傾向にあるなど、地域の特性を読みとることができる。しかし、運動器病はいずれの地域も増加傾向にある。乳牛改良の趣旨から、本来除籍は低能力牛が最も多くなくてはならないが実態は違っている。

供用産次の低下は、最近になって安定傾向にさえ見える。生涯乳量を意識しない、個体乳量重視の経営・技術評価の普及などが供用産次低下を助長させてい

る。しかし、乳牛管理という技術的側面から見ると、①不十分な栄養管理や搾乳管理、ストレス蓄積による疾病の多発、②施設の分散化など、牛群の看視力低下による異常牛の発見遅れ、③作業の効率化を重視する余り異常牛の早期とう汰、などに要約できる。これらは、急激な多頭化の歪みとして酪農家を悩ませている。

## 2) 供用産次低下の影響

供用産次の低下は少なくとも、①生乳の生産コストを高め、②育成牛の保有率を高める。更に、③育成牛の販売頭数を減らし、④個体・生涯乳量を低下させる。

経営診断では、生乳生産原価の積み上げに際し、資産処分損の損益を加えることになっている。とう汰された乳牛が、残存価格を下回って処分されたとき処分損として計上される。従って償却が始まったばかりの初

表5 除籍牛の実態と最近の動向

地域	区分	乳房炎	乳器障害	繁殖障害	運動器病	消化器病	起立不能	その他	低能力	死亡	乳用売却
全道	初産	10→9	8→7	18→20	5→7	2→3	2→2	17→19	12→7	6→9	19→17
	2産以上	16→14	11→10	17→17	6→8	2→2	4→5	19→21	8→5	7→9	9→8
空知	初産	6→7	5→6	13→21	2→5	3→1	2→1	19→28	18→5	9→11	22→15
	2産以上	7→11	8→11	15→18	7→6	2→2	4→5	22→21	17→5	9→11	10→11
上川	初産	7→5	8→10	18→24	4→7	3→3	3→4	19→17	17→9	4→9	16→13
	2産以上	10→11	11→10	16→20	6→8	2→2	4→5	22→18	13→7	6→12	10→6
渡島	初産	12→10	14→8	18→23	9→10	3→5	2→1	14→14	13→7	5→10	10→11
	2産以上	15→15	15→11	14→16	10→13	3→2	4→4	17→17	12→5	6→8	5→9
十勝	初産	11→12	8→7	21→24	4→6	2→2	2→3	14→13	12→8	6→8	20→18
	2産以上	18→15	10→8	22→22	6→8	2→2	4→5	13→14	9→7	8→10	9→8
釧路	初産	9→8	10→7	18→18	6→10	3→2	3→3	17→21	11→7	9→10	14→15
	2産以上	17→15	13→9	18→15	6→8	3→2	3→3	17→25	7→6	8→8	8→7
根室	初産	9→7	7→6	14→17	5→9	2→3	2→2	22→20	8→7	6→8	26→21
	2産以上	16→16	10→9	14→14	6→8	2→2	4→4	24→25	6→14	6→8	12→10
宗谷	初産	18→9	10→6	16→19	6→5	2→2	3→2	17→24	12→5	4→8	11→9
	2産以上	24→14	14→12	14→14	6→7	2→2	3→4	19→25	6→4	5→7	6→11

注1 北乳検検定成績表より作成

注2 1998年は7月分, 1994年は3月分成績

注3 10→9は1994年10%の除籍割合であったものが, 1998年では9%に減少

産や、2産など若い乳牛のとう汰は資産処分損を大きくし、生産コストを押し上げることになる。

二つ目は経産牛補充のため、育成牛の保有率を高めなければならないことである。育成牛の保有頭数は初産分娩月齢や事故率などで変化するが、なかでも供用産次の影響が大きい。例えば50頭の経産牛を維持するのに必要な育成牛の保有数は、3産供用と4産供用では13頭（初産分娩間隔26カ月として）の違いが生じる。これに要する飼料や管理時間、牛舎施設などを考えると大変な経営負担となる。

三つ目は個体販売頭数の減少による収入減である。多くの酪農家は予期しない事故に備え、特に能力に期待が持てない雌子牛や虚弱なものを除き、ほとんどを保有している。そのため経産牛に対する育成牛率は100%を超える事例も珍しくない。とう汰補充を免れた個体は、粗収入の確保に貢献することになる。しかし、とう汰牛が多くなるとはその補充に費やされ販売に回らない。北海道は長い間、府県への素牛供給基地として位置づけられてきた。それが先細りの感さえある。

最後は、個体・生涯乳量の低下である。産次別乳量は初産が最も少ないのが普通である。最近の検定成績（1998年7月分の牛群成績）では、初産牛は7,269 kgであるのに対し2産牛は8,600 kg、3産以上牛では8,852 kgとなっている。初産と3産以上牛では1,583 kgもの差が生じ、若齢牛のウエイトが高まるほど個体当たり乳量は少なくなる。個体乳量の向上に関心を示しつつも、ここに目が向けられていないのは大きな矛盾である。

### 3) 供用産次を高める取り組み

いまの酪農にとって、供用産次の延長は大きな課題である。しかし、酪農家はその認識が余り浸透していない。個体乳量に偏った評価を改め、供用産次を考慮した能力評価を徹底させる必要がある。例えば、個体乳量に平均産次を乗じた数値で、経営・技術評価を行うなど工夫が必要である。その上で次の事項についての取り組みを徹底させることにある。

#### <牛群看視力の強化>

・牛群の集約化 ・責任分担制（看視）の強化 ・看視時間の確保と習慣化 ・モニタリングの強化と早期対応

#### <栄養・管理>

・検定成績活用による牛群管理 ・初産、二産牛の栄養管理 ・サイレージ多給体系の確立 ・放牧の奨励と放牧技術の改善 ・乾乳期のミネラル、イオンバランスの改善 ・育成牛や乾乳牛の管理改善 ・護蹄技術の徹底（削蹄、通路、パドック） ・各種ストレスの把握と対策 ・搾乳衛生、搾乳技術の改善

#### <育種>

・抗病性を考慮した育種 ・効率的な乳牛サイズの検討

#### <施設・機械>

・パドック整備による運動確保 ・牛床サイズ、敷料の確保 ・牛舎の換気改善 ・搾乳機の定期点検と性能維持

#### <飼料栽培調製・利用>

・高栄養作物の育種と品種の導入 ・サイレージ中心の飼料調製 ・飼料栄養価の正確な把握 ・放牧方式の導入

---

供用産次の延長は、酪農技術のすべてを駆使しなければ実現しない。しかし、前掲の事項は研究分野の解明に期待する部分も多く、その取り組みと成果を酪農家と共に期待したい。

最後に、北海道畜産学会賞を受賞するに当たり、ご推薦いただいた道立新得畜産試験場長 清水良彦氏始め、道立根釧農業試験場長 米田裕紀氏、道立天北農業試験場長 所 和暢氏に対し厚くお礼を申し上げます。また、ご指導ご協力いただいた、酪農家のみなさん、研究員各位、先輩同僚各位に深く感謝申し上げます。

## 特 集

北海道立滝川畜産試験場における  
中小家畜試験研究の経過と今後の方向齊藤 利朗・山田 渥・大原 陸生・裏 悦次  
北海道立滝川畜産試験場, 滝川市 072-0026The Past and Future of Sheep, Pig and Poultry Research  
in Takikawa Animal Husbandry Experiment Station

Toshiro SAITO, Atushi YAMADA, Mutsuo OHARA and Etuji URA

Takikawa Animal Husbandry Experiment Station, Takikawa 073-0026

## はじめに

明治39年に「農商務省種畜牧場」として発足した北海道立滝川畜産試験場が、まもなくその歴史を閉じようとしている。具体的には、平成12年4月に規模を縮小して新得畜産試験場に統合されることになっている。

全国でも特色のある、この当場の中小家畜(めん羊、豚、家きん)に関する試験研究の経過と今後の方向について、今回まとめておくことは意義のあることと考え、3家畜の現在の科長に執筆を願った。

中小家畜のうち、めん羊は、年間総売り上げが1億円程度となり、「産業」として認知されない状況になっている。しかし、欧米においては食肉としてのランクは常に上位であり、日本でも「ジンギスカン」ではない調理法(にんにく、塩・胡椒、赤ワイン、ローズマリーなどハーブを添加して焼くなど)での「ラム」の愛好家が増えつつある。また、生鮮ラムについては、輸入品と価格は差がなく、その肉色と新鮮度ではむしろ優位にある。そこで、この商品を通年供給するべく、「季節外繁殖」の試験に鋭意取り組んでいるところである。

豚については、その売上高は酪農の十分の一以下であるが、飼養頭数は全国の第5位に位置づけられ、ほぼ道内需要をまかなっている。現在まで、発育良好で、その脂肪厚の薄い「ハマナス」系統の作出、栄養水準の設定などの成績を出してきた。近年の要請として食肉の衛生面での問題があり、生産面でも対応がせまられており、「HACCP」の概念を入れた試験にも取り組んでいる。また、新得の畜舎はSPF豚舎を予定しており、現在建設中である。

家きんについては、売上高は豚と同程度であるが、飼養農家の減少とインテグレーションの発達により道

立の試験研究の入り込む余地がほとんどなくなってきた。かつては「滝川スーパーゼットP」造成など幾多の成果を出してきたが、新得へは「特用家畜科」に再編されることになっている。そこではバイオテク手法を取り入れた試験や機能性卵作出などに取り組む予定である。また、特用家畜科の名にふさわしく、走鳥類(オーストリッチなど)、アイガモの試験も取り組んでいる。

以上のように、現在まで北海道の中小家畜の発展のため寄与してきたと自負しており、今後もそうありたいと念願している。

今後とも会員諸兄の変わらぬご指導・ご鞭撻をお願いいたします。

(研究部長 裏 悦次)

## 1. めん羊

## 1) はじめに

昭和31年は北海道のめん羊飼養頭数が最高の26万7千頭を記録した年である。しかし、昭和34年に羊肉、昭和37年に羊毛の輸入が自由化され、更に化学繊維の発達も加わったこともあって、それまで羊毛生産を主体とするめん羊飼養は壊滅寸前まで追い込まれ、飼養頭数は昭和54年に5千頭を切るに至った。その過程でめん羊飼養の目的を羊毛から羊肉生産へと方向転換を図り、滝川畜試では昭和42年にオーストラリア、昭和44年にカナダから肉用種サフォーク160頭を導入し、特性調査を開始した。その結果、本種は4カ月齢離乳時までの発育が非常に良好で、体型も典型的な肉用タイプを呈しており、ラム肉生産に最も適していることが明らかになった(滝川畜試 1978)。

サフォークを用いた羊肉生産の普及に力を入れるなか、米の生産調整に伴う水田利用再編を契機に転作飼料作物や圃場副産物を家畜と有機的に結合させた有畜複合経営が模索され、めん羊に対する関心が徐々に高

まりを見せ始めた。更に、グルメブームやヘルシー食品を求める気運が追い風になって地場産の新鮮サフォーク・ラム肉（生後1年未満の子羊肉）のおいしさが高く評価され、めん羊を地域特産として取り組む事例が各地で展開されるようになった。飼養頭数も増加傾向に転じ、平成3年には1万7千頭まで回復したが、平成8年にイギリスで発生した狂牛病および羊スクレイピーの影響によって再び大きく減少し、平成9年度の農林統計では8,410頭となっている。その一方で首都圏を中心にサフォーク・ラム肉の需要は伸びつつあり、一部地域では品不足が生じている現状にある。

めん羊の飼養形態は他の作目との複合がほとんどで、基幹となる経営に付属した形で飼養されている（岩崎ら 1985）。そうした生産基盤を背景に、滝川畜試において著者らは、北海道にめん羊を定着させ発展させるための技術対応として、サフォークの遺伝的能力の改良およびラム生産にかかわる栄養管理技術の開発に取り組んできた。現在、進められている畜産再編整備では、めん羊は特用家畜として研究を続けていくことになる。そこで、最近の研究成果を整理しながら、今後の技術展望について考えてみた。

2) 家系内選抜による離乳時体重の大型化

当初、サフォークはコリデールとの交雑種利用を目的に導入されたが、特性調査において本種の産肉性がコリデールより非常に優っていたことから、サフォークそのものの改良に着手した。改良形質に取り上げたのは4カ月齢離乳時体重である。つまり、導入当時の離乳時体重は単子雄で36.3kgとアメリカで最も高く評価されているミルクラムの出荷体重45kgに及ばなかった。そこで、離乳時体重を単子雄で45kgになるよう父方半兄弟姉妹ごとに離乳時体重の大きいものを選抜していく家系内選抜法を採用し改良を進めた（滝川畜試 1994）。

年次ごとの実現選抜差を図1に示した。雄の実現選抜差は3.7~6.3kgの範囲にあり、すべて正の値で推移した。雌もまた、腐蹄症の影響で昭和63年の値だけが負になったほか、いずれの年次も雄と同様に正の値を示した。先に離乳時体重の遺伝率を調べた結果では0.34と中程度の値（山内ら 1992）が得られており、離乳時体重に対する選抜の有効性を示唆する。

改良前後における離乳時体重を表1に示した。離乳

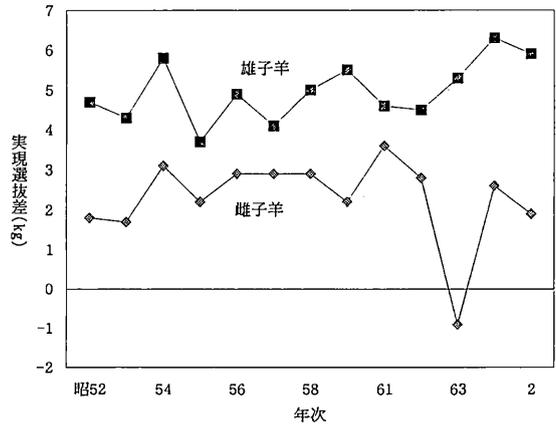


図1 実現選抜差の推移

表1 改良前後における離乳時体重の比較

	(kg)			
	雄子羊		雌子羊	
	単子-単子	双子-双子	単子-単子	双子-双子
改良前	36.3±6.3	30.1±5.8	33.6±5.2	28.0±4.6
改良後	45.2±5.8	38.2±5.7	41.1±6.1	35.1±4.9

注) 改良前：昭和43~52年  
改良後：平成元~4年

時体重は産子数や哺育頭数などによって影響を受ける（斉藤ら 1982, 山内ら 1992）。ここで示した単子-単子は、単子で生まれて単子のまま哺育された個体を指す。単子-単子の雄および雌では、改良前に比べてそれぞれ9.4kgおよび7.9kg大きくなっている。双子-双子においてもそれぞれ8.5kgおよび7.5kg大きくなっている。前述したように、離乳時体重の改良目標は単子雄45kgである。単子-単子の雄では45.2kgの体重になり、改良目標に達している。すなわち、この間の選抜によって離乳時体重の遺伝的改良が進んだことを示している。

このように家系内選抜により離乳時体重の大型化が図られたが、それに伴い繁殖成績および産肉成績も向上した。改良前後における繁殖成績を表2に示した。交配時体重は改良前に比べ15kg大きくなった。産子数は1.83頭を示すまでになり、過半数の母羊が双子以上を分娩するようになった。育成率も高くなっているが、これは交配時体重の差異による影響とみるよりも、分娩介助を含めた新生子羊の扱い方や人工哺育（滝川畜試 1986）など管理技術面での改善が効果を上げて

表2 改良前後における繁殖成績の比較

	交配時 体重(kg)	子羊生産 率(%)	産子数割合(%)				育成 率(%)	子羊仕上 がり頭数
			単子	双子	三子	四子		
改良前	61.7	156.5	47.3	49.0	3.7	-	80.2	1.13
改良後	76.4	182.5	28.0	61.9	9.8	0.3	86.5	1.51

注) 改良前：昭和43~52年  
改良後：平成元~4年

いるものと思われる。以上の結果、母羊1当たりの子羊仕上がり頭数は改良前の1.31頭から改良後の1.51頭へと増加した。

4カ月齢雄子羊の屠殺解体成績を表3に示した。離乳時体重の大型化に伴い、絶食後体重および冷屠体重は改良前に比べそれぞれ6.4kgおよび3.1kg大きくなったが、枝肉歩留および精肉歩留には両者間に差はみられない。しかし、部位別ではバラとモモの割合が減少し、高級部位であるロースの割合が増加した。

以上、家系内選抜によって単子雄の離乳時体重は改良目標45kgに到達し、大型化がもたらす間接的な効果が繁殖成績および産肉成績に認められた。

なお、道内のサフォーク群全体の改良を進めるために、毎年、遺伝的能力の優れた種畜を供給している。導入地域ごとの調査では、子羊の離乳時体重は滝川畜試の能力水準まで改良されつつある。

### 3) 母子羊の栄養管理

家系内選抜によって大型化したサフォークの交配時体重は76.4kgに達し、産子数も1.83頭と双子分娩が多くなった。サフォークの能力を十分に発揮させるためには、とりわけ胎子が急速に大きくなる妊娠後期と、生まれた子羊が急速に発育する授乳期の栄養管理が重要となる。更に、子羊の発育向上を図るには適切な哺育管理も求められる。

#### (1) 粗飼料としてアンモニア処理稲わらを用いた母子羊の飼養技術

稲わらや麦稈などのわら類を飼料化する技術にアンモニア処理がある。稲作地帯では水田の副産物である稲わらは豊富に存在する。この稲わらをアンモニア処理し粗飼料として利用することは、稲作地帯におけるめん羊の生産拡大につながる。そこで、ラム生産において養分要求量の最も高い時期にあたる妊娠後期と授乳期に焦点をあて、アンモニア処理稲わらを給与した場合に併給する配合飼料の給与量について検討した(滝川畜試 1992, 1995)。

稲わらは茎葉の栄養分がほとんど子実に転流してしまった残渣であり、栄養価は低い。アンモニア処理することによって消化率および摂取量の改善が認めら

れ、アンモニア処理稲わらが乾草の代替として利用できることを示した。

双胎妊娠・双子授乳羊に対する飼養試験では、アンモニア処理稲わらを飽食給与とし、妊娠後期6週間、授乳前期8週間および後期9週間における配合飼料の給与量を求めた。その結果、配合飼料の給与量は体重比で妊娠後期が0.6%、授乳前期が1.4%、授乳後期が1.1%とするのが適当と考えられた。

#### (2) 哺乳子羊に対するクリープフィーディング技術

母羊からの乳だけでは哺乳双子の発育は不十分であり、補助飼料(クリープ飼料)給与による栄養補給、つまりクリープフィーディングを実施する必要がある。そこで、クリープフィーディング時におけるクリープ飼料の栄養価および給与量について検討した(滝川畜試 1989)。

まず、哺乳双子のクリープ飼料として、どのようなエネルギー水準および蛋白質水準のものが適当であるかを検討するために、生後3~4日齢の哺乳双子を用いて、約7週間の育成試験を行った。クリープ飼料のTDN含量(原物中)を70%および75%、DCP含量(原物中)を12%、15%および18%として比較したが、いずれのクリープ飼料でも子羊は順調に増体した。

次に、クリープ飼料の給与水準が哺乳双子の発育に及ぼす影響を生後3日齢から12週齢にわたって検討したところ、TDN含量70%および75%(原物中)、DCP含量18%(原物中)のクリープ飼料を使用した場合、飽食給与および制限給与でも双子の発育に顕著な差はみられず、給与水準としては制限給与の摂取量が一応の目安になると考えられた。

以上の成績に基づき、滝川畜試が策定した週齢別の給与例を示すと表4のとおりである。

### 4) ラム肉生産技術

ラム肉の生産方式としては、離乳時に出荷するミルクラム、3カ月間の放牧を終えて出荷する放牧仕上げラム、放牧後2カ月間の舎飼肥育を行って出荷する舎飼仕上げラムの3方式に区分される。ラム肉は羊肉生産の主たる商品であり、生産者にとって需用者が求めるラム肉をいかに生産するかが大きな課題となる。

#### (1) 大型ラム生産のための舎飼肥育技術

表3 4カ月齢雄子羊の屠殺解体成績

	体重	絶食後	冷屠体	枝肉	精肉歩留(%)	
	(kg)	体重(kg)	重(kg)	歩留(%)	体重比	枝肉比
改良前	37.3	34.6	16.3	47.0	35.3	76.3
改良後	44.4	41.0	19.4	47.3	35.5	75.0
枝肉部位別割合(%)				脂肪厚(mm)		ロース断
カタ	ロース	バラ	モモ	ロース上	肋上	面積(cm <sup>2</sup> )
27.1	20.8	19.5	32.7	2.3	4.5	11.3
27.2	22.4	18.6	31.7	2.5	6.5	12.9

注) 改良前:昭和46~47年  
改良後:平成5年

表4 滝川畜試におけるクリープフィーディングの飼料給与

週齢	クリープ飼料 (原物g/日)	アルファルファ (原物g/日)	乾草
~2	25		
~4	25~50	25	自由摂取
~6	50~200	25~100	〃
~8	200~400	100~200	〃
~12	400	200	〃

注) クリープ飼料は子牛用、アルファルファはペレット、乾草は良質のものを使用

地場産の新鮮ラムが高く評価され消費が伸びてくると、生産現場では、肉量を確保するために、従来より大きな仕上げ体重で出荷するケースが多くなった。それに対応し、濃厚飼料多給とした肥育条件下のもと、仕上げ体重 60 kg を目標に大型ラム生産を試みた（滝川畜試 1989, 1991）。

肥育期間の検討では、肥育開始月齢ごとに 2 カ月肥育と 3 カ月肥育を比較した結果、図 2 に示すように、効率的に赤肉主体のラム肉を生産するには、4 カ月齢肥育開始では 3 カ月肥育が、6 および 8 カ月齢肥育開始では 2 カ月肥育が適していた。

引き続き、濃厚飼料の給与水準について検討し、赤肉生産の立場からは体重比で 2.5% 前後の濃厚飼料が必要であった。

(2) 双子羊早期出荷のための舎飼肥育技術

家系内選抜によって離乳時体重の大型化が図られたが、その一方で母羊の産子数は 1.82 頭に向上了、出生した子羊うち約 7 割が双子である。単子の場合には 4 カ月齢離乳時にミルクラムとして出荷できるが、子羊総数からみれば一部にすぎない。これに対して、全体の過半を占める双子は単子に比べ増体が劣るので、その分だけ出荷時期が遅れる。双子の増体を向上させ、離乳時までに出荷体重に到達させることができれば、相当の需要増加が見込まれる春先にラム肉の安定供給が可能になる。そこで、双子を対象に、ラム出荷時期の早期化を図ることを目的として、種々の肥育試験を行った（滝川畜試 1996）。

めん羊は群管理を基本とする。群管理では、体の大きさや年齢などの違いによって個体間の飼料摂取量に偏りが出ると言われている（NRC 1985）。クリーブ

フィーディング時においても同様なことが起こり、個々の増体に差が生じることが懸念される。しかし、群を構成する子羊の平均日齢が 50 日齢以降で、平均体重が 20 kg を越えていれば、日齢が最大で 26 日離れていたとしても、子羊の増体に顕著な差はみられず、むしろ雌雄間の増体差の方が大きい結果となった。

双子授乳羊は単子授乳羊よりも養分要求量が高いので、それぞれ分けて飼養するのが望ましい。しかし、生産現場ではこれらを同一群で飼養する機会が多いため、増体で劣る双子は仕上げまでの期間が長くなる。そこで、単子と双子が混在する群におけるクリーブ飼料の給与量について検討した。その結果、クリーブ飼料を 1 頭当たり 1 kg 程度まで増給すると、双子の増体にバラツキはあるものの、単子、双子ともに体重 50 kg のラムとして出荷することができた。

更に、飼料費の節減を目的に子羊に給与するクリーブ飼料の切り替えについて検討し、60 日齢を過ぎれば安価な配合飼料を給与しても子羊の増体に影響は認められず、同時に母羊から離乳し肥育に移行できることを明らかにした。

以上の個別技術を踏まえ、クリーブ飼料から配合飼料への切り替えと 60 日齢早期離乳を組み合わせた双子の舎飼肥育を実証的に検討し、そのモデルを作成した。モデルの最大の特徴は、①双子のうち体重の大きい方を 60 日齢で離乳させることにより、出荷体重の齊一化が図られる、②双子の一方を早期離乳することで母羊の養分要求量は単子授乳羊と同量になり、飼料費の節減につながる、③従来、双子は出荷体重に到達するのに生後 6～8 カ月間を要していたが、この方式を採用することにより生後 4 カ月間に短縮され、単子も含めた総体のラム出荷体制が拡大し、需要最盛期に向けたラム肉の安定供給が確保される。

5) 今後の展開方向

平成 8 年度に小樽港および新千歳空港を通過した羊肉は 13,654 t（頭数換算 70 万頭）で、このうちラムが約 40% と推定される。一方、北海道における生産量は 111 t（4,152 頭）と輸入ラムのわずか 2% に過ぎないが、道産ラムは輸入ラムにない新鮮さと独特の鮮紅色の赤肉から高く評価され、乳用種去勢牛並か、またはそれをやや上回る価格で取り引きされている地域もみられる。

しかし、道産ラムの展望をとみると、やはり輸入ラムを意識せざるを得ない。安価な輸入ラムとの競合のなかで、道産ラムが現状の価格を維持しながら市場を拡大するには生産コストの一層の引き下げは勿論のこと、ラムの生産効率を高めるための徹底した技術革新が必要である。

めん羊は一般に、秋に発情し、春に子羊を生産する季節繁殖動物である。春の分娩は自然条件に適応した

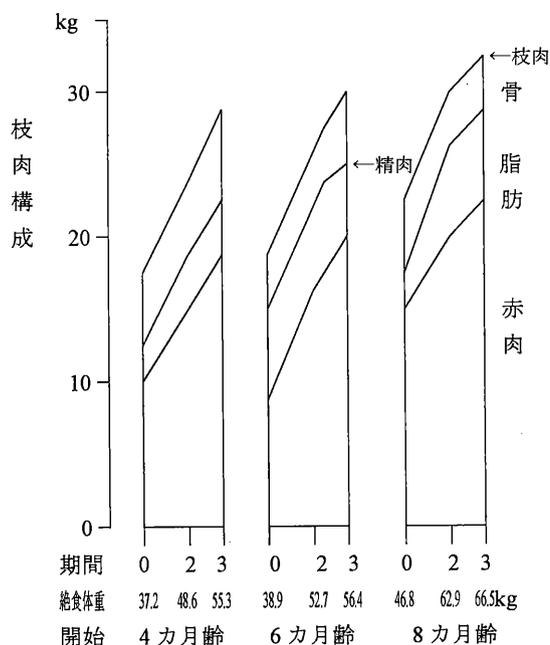


図 2 舎飼い仕上げ大型ラムの枝肉構成

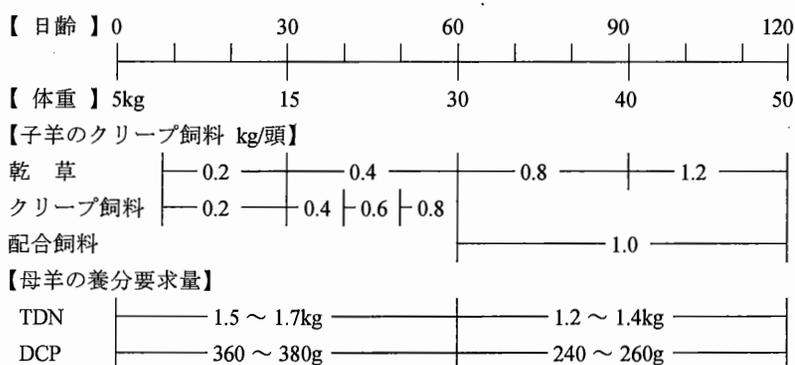


図3 双子羊早期出荷のための舎飼肥育モデル

特性といえるが、その反面、繁殖時期が制約されることはラム生産にとってマイナス要因に働く。すなわち、1年1産の繁殖サイクルではラムの出荷時期が夏から秋に集中してしまい、そのことがラム肉の市場性を狭めている。したがって、年間を通してラム肉の安定供給が強く求められており、季節外繁殖を取り入れた新鮮ラム肉の通年出荷システムの確立が、以前にも増して重要になってきている。

季節外繁殖として、主にホルモン剤を投与する方法が検討されてきたが、臍内挿入具や使用するホルモン剤の中には、国内で市販されておらず、薬事法の規制を受けるものがある。滝川畜試では、まず国内で使用可能な技術を開発することが何よりも重要と考え、市販のホルモン剤に雄の効果を組み合わせた発情誘起・受胎促進技術の検討に着手し、季節外繁殖技術の実用化に向けた取り組みを開始したところである。しかし、その成果を十分に発揮させるには、簡易な発情発見法、早期妊娠診断法あるいは人工授精の簡易化、精液の保存法など周辺技術の開発が伴わなければならない。また、これには飼養管理技術の裏付けも必要である。すなわち、1年2産または2年3産における母羊の飼養法、更にはラムの通年出荷を可能にするための各種仕上げ方法など新しい管理技術の確立が不可欠となる。

食肉の消費流通においては、常に、量的にも質的にも年間通じての安定供給が要求される。季節外繁殖の技術は、新鮮ラム肉の定時・定量・定質出荷を目指すものであり、生産者にとって最も大切な販売戦略の要になろう。そして、それぞれの地域で生産された新鮮ラム肉が、牛肉、豚肉、鶏肉に続く第4の食肉として位置付けられ、北海道の食文化の中に定着していくことを期待したい。

(めん羊科長 齊藤利朗)

## 2. 豚

### 1) はじめに

北海道における豚の出荷頭数が最高であった年は、1987年の1,276千頭であり飼養頭数が最高であった年は、1988年の672千頭であった。1997年の出荷頭数

は、979千頭で、1998年2月現在の飼養頭数は、542千頭と減少している。飼養戸数は1965年に29,700戸あったものが、1998年2月現在では650戸と大幅に減少している。こうした中で、北海道で1990年には、肉豚として1頭の出荷もなかったSPF豚が、1997年には約32千頭が出荷されている。現在、SPF豚の割合は、まだ低いですが、現在建設中のところもあるなど、若い後継者のいるところを中心にSPF変換を図る具体的な動きがある。今後、SPF豚生産は、コスト低減のためや消費者がより安全な食品を求めていることから伸びていくと予想される。

1990年3月1日に系統認定を受けた「ハマナスW1」は、1990年から1991年にかけて、滝川にあるホクレン・スワイン・ステーションでSPF化して維持されており、ホクレン・ハイコープ豚としてSPF交雑肉豚も含めて約8万頭が肉豚として出荷されている。とりわけ、SPF系統豚は、「ホクレンSPFポーク」・「滝川産特選健康豚」・「山中クリーンポーク」などの名前でもブランドされ販売されている。1995年3月15日に系統認定を受けた「ハマナスL1」は、指定種豚場が中心となって増殖が図られている。

### 2) 研究の経過

#### (1) 系統豚の造成とその利用

わが国の豚の生産は、1970年代前半にそれまでの中ヨークシャーやパークシャーなどの中型種からランドレースや大ヨークシャーなどの大型種を利用したものへ変化するとともに、雑種利用が一般化し、全国的に交雑試験が実施された。しかし、雑種利用の基礎となった品種の能力はバラツキが大きかったため、同一の組合せであっても結果が一定しないことが多かった。このため品種間交雑において雑種強勢を効率的に利用し、能力の揃った交雑豚を生産するための基礎豚として遺伝的によりバラツキが少ない系統豚を造成することが求められていた。

そこで、大ヨークシャー種の系統造成を行うために、オランダ原産(H系)、アメリカ原産(A系)およびイギリス原産(E系)の基礎豚を導入し、原産地別能力

調査の結果や遺伝資源の特性などから、基礎集団の遺伝的構成をアメリカ 50%、イギリス、オランダ 25%とした。6 世代に渡る選抜の結果、わが国で造成された豚の系統のなかではもっとも発育が早く、脂肪の蓄積が少ない優れた (表 1) 系統豚「ハマナス W1」が 1989 年に完成した (滝川畜試, 1991 A)。

「ハマナス W1」の造成に引き続き、繁殖用基礎品種として大ヨークシャーと組合せて利用されているランドレースについて、能力資質に優れ、しかも寒地における飼養条件に適した系統豚を造成するために 7 世代に渡る選抜試験を行った。その結果、肉豚の格付け上物率の向上に寄与し、産肉能力や繁殖能力が高く (表 2)、斉一性に富み、しかも「ハマナス W1」との組合せ利用に適した系統豚が完成した (滝川畜試, 1993 A: 滝川畜試, 1994 A)。

また、系統間組合せの能力比較ならびに普及促進のために、系統豚の組合せ試験を実施し、滝川畜試造成系統の優秀なことを実証した (滝川畜試, 1992 A: 滝川畜試, 1995 A)。

滝川畜試の造成した系統豚も含め、系統交雑豚による豚肉生産が農家段階で本格化しつつあることから、系統交雑豚の優れた遺伝的能力を十分に発揮し得る飼料給与方式の確立が急務になっていた。そのため、不断給餌を前提とした季節別および性別の飼料給与方式を明らかにするために試験を行った。

生体重に対する自由採食量は、体重増加に伴い性差が大きくなった。また、いずれの性についても、日本飼養標準で設定されている採食量を大きく上回っていた。また、飼料中 TDN 含量の影響は、肥育後期において、TDN 71% 以下の飼料を給与したとき DE 摂取量の減少がみられたこと、環境温度の影響は、肥育前期については、環境温度の低下に伴った DE 摂取量の増加の傾向があり、肥育後期については、高温域での DE 摂取量の減少程度は前期に比較して大きいことを明らかにした。適温域における発育では、DE 摂取量およびリジン摂取量増加に伴って日増体重が直線的に増加し、その後平衡状態に達するものと想定した。寒冷環境における発育では、15℃から 1℃低下による日増体重の低下量として、前後期平均 12.54 g/℃/日 が得られた。

表 1 最終世代の改良形質の平均値

	一日平均増体重 (g)	背脂肪厚 (cm)	飼料要求率
雄	970	1.31	3.00
雌	881	1.28	3.14

表 2 系統完成後の 8 世代の改良形質の平均値

	一日平均増体重 (g)	背脂肪厚 (cm)	飼料要求率
雄	958	1.31	2.93
雌	902	1.36	3.04

枝肉の筋肉構成割合と格付の関係について検討し、格付け上物率は、枝肉中筋肉割合 54~56% の範囲で 100% であり、これより少ないと厚脂で、また多すぎると薄脂等で格落ちする枝肉が多いことを明らかにした。また、屠殺時枝肉中筋肉割合 55% を達成するための栄養摂取量は、適温域で得られる平均 DE 摂取量の条件の下では、前期については去勢、雌ともに約 22 g/日のリジン摂取量でよく、また後期については 20 g/日程度のリジン摂取量で目標値を達成できると試算された。

背脂肪厚では、適温条件における肥育後期の飼養条件と背脂肪厚の関係を検討した。雌については、枝肉重量の増加、飼料摂取量の増加および飼料中のリジン含量の低下に伴って背脂肪厚が増加する反応がみられたが、去勢については、飼料中リジン含量と背脂肪厚との間に明らかな相関がみられず、枝肉重量と DE 摂取量が背脂肪厚に強く影響していることがうかがえた。

これらの結果をもとに、日本飼養標準で設定されている肥育用飼料を与えたときに予測される標準発育を参考に、エネルギー摂取量や増体、筋肉増加量等の反応の個体差を考慮して修正を加え、不断給与を前提とした適正飼料中栄養含量を設定した (滝川畜試, 1993 B)。

増体速度や脂肪の薄さについて改良が加えられた系統交雑繁殖豚は、発育能力が高く、従来の飼養マニュアルを適用した場合、育成期の発育速度がかなり低く抑えられることとなり、発育制限による繁殖成績への悪影響が懸念された。また、繁殖母豚は授乳による損耗に備えるために分娩前までにある程度の脂肪蓄積が必要であるが、脂肪蓄積の観点から遺伝的に脂肪の少ない種豚の妊娠期増体重について検討されていない。そこで、系統交雑雌豚の育成期および妊娠期の栄養管理と繁殖成績の関係を検討した。従来の基準である初回交配 8 カ月齢 120 kg、初産妊娠期増体 30~40 kg では、分娩前の脂肪厚が薄く、繁殖豚に必要な脂肪蓄積を確保できないこと、系統組合せにより違いがみられることを明らかにした。また、交配時体重が 130 kg 以上の群は、初産後の発情再帰成績が優れていた (滝川畜試, 1997 A)。

## (2) 選抜法の開発

選抜法関連では、小規模な農場や一貫生産農場でも適用でき、農場内の繁殖母豚の淘汰・更新基準として用いることができる母豚生産性指数 (SPI) を開発した (滝川畜試, 1991 B)。また、日齢や大きさの異なる育成豚から 1 回で得られる情報によって、その豚個体の産肉能力が評価できる選抜指数式を開発した (滝川畜試, 1991 C)。

## (3) 寒冷地における豚舎環境基準の設定

寒冷地において無看護分娩を実施するためには、従

来のような赤外線ランプと保温箱だけでは不十分で豚舎全体の保温対策が必要である。農家の分娩豚舎における利用状況・保温事例を調査するとともに、無看護分娩時の新生子豚の保温条件を体温・行動・発育・損耗の面から検討した。環境温度 15℃以上では寒冷死の危険性はないが、10℃では生時体重 1.0 kg 以下の子豚が、5℃では 1.0 kg 以上の子豚でも寒冷死する可能性があり、無看護分娩時は豚舎内を 15℃以上に保温する必要があることを明らかにした（滝川畜試, 1983）。

また、本道の冬期の豚舎内で最低限維持すべき環境条件を明らかにし、それらの条件を満たすための具体的な改善方式を標準的環境制御方式（表 3）として提示し、実証試験においてその改善効果を検証した（滝川畜試, 1987）。

#### (4) 飼料および飼料添加剤の開発・利用

未利用資源の活用の一貫として、でん粉粕、鶏糞を材料に、発酵処理により、繁殖豚の嗜好性の低さの改善効果、また、この発酵飼料を妊娠豚へ多給した場合の繁殖性を検討した。その結果、酵母が優勢に増殖した発酵飼料の採食性は良好であり、とくに粗飼料の採食性の悪い妊娠豚においては、発酵により採食量が増加することを明らかにした。妊娠豚へ給与したところ、繁殖性に著しい悪影響を認めず、標準的な繁殖成績を示した（滝川畜試, 1982）。

とうもろこしは、豚の配合飼料の主原料として使用されるが、ホールクロップサイレージとしての利用法についての検討は少ない。そこで黄熟期に調製したとうもろこしサイレージの繁殖雌豚における利用性を検討した。1, 2産の若豚に対しては妊娠期と授乳期でそれぞれ風乾物換算で配合飼料の 25%および 10%の代替給与が望ましく、DCP やミネラル補正の必要性をとくに認めなかった。3産以上の成豚に対しては魚粉添加による DCP, ミネラルの補正を行うことにより、妊娠期 40%, 授乳期 15%の代替給与が可能であった。一方、妊娠期 50%, 授乳期 20%の代替給与により繁殖成績の低下傾向を示したが、とうもろこしサイレージのみをさらに 20%増給したところ良好な繁殖成績を示し、適用が可能であった（滝川畜試, 1984）。

穀類の蒸煮厚片処理が発育成績と胃病変に及ぼす影響について試験し、蒸煮圧片区では対照区に比べ、発育では差がないものの飼料要求率で劣っていた。一方、蒸煮圧片粉砕区では対照区と発育・飼料要求率とも差

がなかった。また、蒸煮圧片区は、他の区に比べ、胃病変が少ない傾向が認められた（宮崎ら 1982）。牧草成分分画の緑葉蛋白質（LPC）については、検定飼料中の大豆粕を LPC で 50%まで代替給与しても、肥育効果およびと体形質の上で、特に悪影響がなかった（杉本 1986: 杉本ら 1986 A）。

繊維成分の消化性とその肥育効果について検討した。アルファルファおよび配合飼料に比較し、ビートパルプおよびポテトパルプの繊維成分の消化率は極めて高く、その理由として、両者とも繊維含量の高い割に、ADL 含量が極めて低いためであるとした。さらに繊維成分の消化性の違いは、摂取飼料の消化管通過速度に大きな影響を及ぼすことが推測され、この点からしても、飼料の質的な差異が消化管内性状に及ぼす影響の違いが予測されるとしている（杉本 1984 B: 1984 C: 1985 B: 1985 C）。

カポック粕を配合した飼料を用いることにより、脂肪の融点の上昇、飽和脂肪酸含量の増加が認められ、脂肪性状が改善した（滝川畜試, 1988 A）。また、ルーピンの栄養価と大豆粕の代替効果についても検討を行っている（宮崎ら 1990）。でん粉粕に麴かびを固体培養して生産させた微生物蛋白質と培養残渣を含めた総体（MBP: Microbial Biomass Protein）が、飼料原料として肉豚用配合飼料の 15%以内で利用できた（滝川畜試, 1995 B）。

中鎖脂肪酸（MCT）は、エネルギー源として速やかに利用されることから、肉豚の脂肪厚を変化させずに体脂肪の飽和脂肪酸割合を多くする可能性があるため試験を行った。MCT の添加は枝肉の脂肪の L 値および融点を高め、この効果は飼料への 4%添加でも明らかであった。飼料中の難利用性のフィチン態リンを分解する作用のあるフィターゼを添加し、リンの利用性を検討したところ、飼料中のリンの吸収および蓄積を促進し、リン排泄量の低減効果が示された。フィターゼ添加により離乳子豚の発育は改善される傾向にあったが、リンの不足を無機リンの添加で補った場合に比較して改善の程度は小さかった（滝川畜試, 1997 B）。

重金属除去処理したホタテガイ軟体部を配合飼料の魚粉末（配合割合 2.3%）と粗蛋白質換算でおきかえても肥育豚の発育成績は大差ないことから飼料として利用の可能性が認められた（滝川畜試, 1996 A）。

#### (5) 飼料栄養価測定法の開発

豚の消化試験における予備期間と採糞期間の長さは、全糞採取法においては、予備期間および採糞期間とも 4 日あれば、ほぼ満足すべき消化率が得られた。指標物質としての酸化クロム粉末および酸化クロムペーパーを用いた場合に糞中の酸化クロム含量が安定するには飼料切替後 4 日を要した。指標物質に酸不溶性灰分を用いた場合に、配合飼料では 4 日であったが、ビートパルプを 20%配合した飼料では、14 日間でも安

表 3 分娩豚舎、離乳子豚舎および肥育豚舎における最低限必要な環境基準

	舎内温 (℃)	最低換気量 (m <sup>3</sup> /分/頭)	空気中成分
分娩豚舎	15*	0.567**	CO <sub>2</sub> 濃度: 0.3%以下
離乳子豚舎	15*	0.057	NH <sub>3</sub> 濃度: 15ppm以下
肥育豚舎	10~15	0.142~0.284	

\* 豚房内に部分暖房の設置が前提。 \*\* 一腹当たり

定しない場合があった。指標物質法の採糞期間は1～2日間でも十分であった(杉本ら 1984; 杉本 1984 A)。

豚の消化率測定のための全糞採取法と酸化クロム法を比較して、各成分の消化率とも全糞採取法で有意に高い値を示し、しかも消化率の低い成分ほど両手法による消化率の差が大きかった。このことから、消化率の低い成分の消化率を検討する際には、全糞採取法が望ましいとした(杉本 1983)。

飼料の給与水準と消化率との関係は、飼料の給与水準が高まるにつれ、各成分の消化率は低下の傾向を示し、その傾向は、DCP・TDN 高濃度飼料よりも DCP・TDN 低濃度飼料で明らかであり、それは消化管通過時間と関係があるとしている。飼料の給与水準と消化率との関係は、飼料の質によってその反応度合が異なり、栄養価の高い飼料に比較し、栄養価の低い飼料において、飼料の給与水準による影響の大きいことが認められた(杉本 1985 A)。

粉碎粒度と消化率との関係について、トウモロコシを4段階に粉碎処理して検討したところ、各成分の消化率は、粉碎粒度が大きくなるにつれ低下の傾向を示すことから、飼料の消化率および栄養価を精度よく比較検討する上で、粒度に関しての条件設定ならびに粒度表示が重要である(杉本ら 1986 B)。

供試飼料の消化率に及ぼす供試飼料との関係は、供試飼料の消化率および栄養価の標準偏差が、配合割合が増加するにつれ小さくなり、栄養価は、配合割合が20%以上になるとほぼ安定した値となった。このことから消化率および栄養価を評価するには、供試飼料の配合割合は20%以上とすることが望ましい(杉本 1987 A)。

肥育豚と妊娠豚における消化率を比較しており、各成分とも消化率は、肥育豚に比べ妊娠豚が高く、両者の乾物中の TDN 含量の差は、配合飼料で3.5%、とうもろこしサイレージで7.0～8.4%と注目すべき差が認められた(杉本 1987 B)。肥育豚の体重と消化率との関係については、粗蛋白質、粗脂肪、粗繊維およびエネルギーの消化率は、体重の増加に伴ない向上したが、乾物および NFE では一定の傾向が認められなかった。このことから、消化率測定にあたっては、供試飼料を豚に給与する時期を十分に考慮した上で、供試豚の選定を行うことが重要である(杉本 1987 C)。

#### (6) 肉質改善のための飼養方式の検討

肉用雄子豚を無去勢のまま肥育した場合、無去勢豚は去勢豚に比べ発育が早く、飼料要求率が優れ、脂肪が全体的に薄く赤肉に富む枝肉となった。また、問題となる雄臭の発現は、180日齢までは、ほとんど認められなかった(滝川畜試, 1981)。

肉豚の枝肉形質および肉質を改善するために肉豚の

後期肥育方式を検討した。その結果、雌豚と去勢は分離飼育すること、去勢豚の飼育方式については、制限給与法で生体重105kgで出荷する方式、低エネルギー飼料(原物中 TDN 70%前後)を自由摂取させ生体重110kgで出荷する方式、高エネルギー飼料(原物中 TDN 77%前後)を自由摂取させ生体重100kgで出荷する方式を提起している(滝川畜試, 1988 B)。

#### (7) 豚の飼養法の改善

脚弱が問題視されているランドレース種雌豚を用い、育成期における飼料給与法と運動の有無がこの時期における増体重、初回交配時体重(120kg)到達日齢、肢蹄障害発生状況および繁殖機能に及ぼす影響について検討した。その結果、繁殖性を向上させ肢蹄を強化するためには、育成期の管理は別飼とし、標準給与を行い、体重60kg時点からの放飼が望ましいとした(滝川畜試, 1985 A)。

産肉能力検定終了後の雌豚を用いて小格化の検討をした。その結果、育成期および妊娠期の飼料給与量を日本飼養標準の54%以下にした場合、授乳期の子豚の発育、離乳後の発情再帰状況、子豚の産肉成績のいずれも低下したが、85%とした場合は、飼養標準に準拠した標準区と同じ成績であった。また、標準区では起立不能が出たが小格区からは起立不能となった豚は1頭も出なかった。飼料の消費量は小格区が少なく4産目までの合計で標準区の87%であり、1頭当たり16,400円の節減となった。このことから、小格化を行っても、本来持っている繁殖能力や産子の発育などを損なうことなく肢蹄の負担を軽くすることによって連産性を高め、飼料の節減や豚房などの有効利用を図れる(滝川畜試, 1986)。

#### (8) 豚の管理技術の開発

コンピューター自動給餌機を導入した妊娠豚の飼養管理を検討した。コンピューター自動給餌機のオーガー回転で給与される飼料80gの採食時間は、飼料投与の際に水を加えることにより短縮され、水の添加量を飼料量の一倍以上とすることにより10分程度に短縮された。採食時間および給餌機利用状況から、飼料給与プログラムは、一日一回給与とし、飼料投与間隔は30秒を基準として適宜調整するのが良い。給餌機が妊娠豚の採食により有効に利用されている割合は24時間で70%と推定されたことから、給餌機一台の飼養可能頭数は56頭と試算した(表4)。

給餌機で飼養している群へ新たに豚を導入する場合、隣接施設での馴致飼育は敵対行動を減少させ、新

表4 給餌機1台当たり飼養頭数(試算)

給餌機利用率	0.7
1日当たり利用時間	16.8時間(24時間×0.7)
1頭当たり採食時間	0.3時間
1日1台当たり最大飼養頭数	56頭(16.8÷0.3)

規導入豚の給餌機での採食が容易であった(滝川畜試, 1989).

土壌改良剤「パルコート」は、土の硬さが改善され、泥ねい化防止効果は認められるが、放飼場の仕上がりの状態が不安定であったことから、今後の検討課題も多いとしている(新得畜試, 1997).

#### (9) 豚の糞尿処理技術の改良

豚糞堆肥の冬期における腐熟化促進および副資材の節減を目的とし、回分式ならびに豚糞を逐次添加する連続式腐熟試験を行った。回分式は、夏期においては腐熟は進行するが、冬期においては腐熟の程度は極めて低いものと判断された。連続式は、冬期においても豚糞を逐次添加することにより、70~160日間の熱発生がみられ腐熟の継続は可能であった。豚糞の連続式腐熟を行うには、豚糞と副資材を混合して水分含量はおおむね60%とし、一旦上昇した品温が低下した時には、添加後の水分含量が60%になるように豚糞を添加するのが良いとした(滝川畜試, 1991 D).

有用菌群の活用による豚糞の急速堆肥化・無臭化技術の開発のために、豚糞に対する増殖が旺盛で、悪臭を低減する菌群を選抜した。豚糞に副資材を5~10%量、悪臭を低減する菌群を含んだ腐熟の進んだ堆肥を20%量添加し、開始時水分含量を65~70%にすることで、豚糞・副資材混合物のみに比べて堆肥化は速く進み、また、悪臭低減がすみやかであった。この菌群から豚糞臭の主体を占める低級脂肪酸の資化能が高い菌株を分離したが、菌株の多くは放線菌であった。少量規模の堆肥化では、急速堆肥化・無臭化効果は大きかったが、大量規模の堆肥化では両者間の差は小さくなる傾向であり、また悪臭の低下は遅れた。菌群の効果発現には好氣的条件が必要であり、自然通気式野積みでの利用においては限界があるものと考えられた(滝川畜試, 1996 B).

寒冷地のメタン発酵技術の確立するために、優良低温メタン菌群を含む汚泥を探索した。十勝地方から採取した優良汚泥は、25℃、有機物負荷量 7 kg/m<sup>3</sup>/日の培養条件下で標準汚泥35℃培養の89%に当たる1,786 l/m<sup>3</sup>/日の有機物発生量を記録した。この汚泥をテストプラントで培養したところ、厳寒期でも、発酵槽維持に必要なメタンガス量を上回る余剰メタンガスが得られることを実証した。メタン発酵消化液の液肥としての効果をみるために、早春に消化液を3 t/10 a 散布したところ、N-5 kg 水準の施肥区を上回る1番草収量が得られた。消化液を液肥として散布後、臭気は比較的早く消失した(滝川畜試, 1995 C).

#### (10) 豚の感染症関連対策の検討

1997年3月、北海道で初めての *Haemophilus pleuropneumoniae* による胸膜肺炎の発生が確認された。分離菌は2型に属した。本症は肺に梗塞性病変を起こすほか、全身に血栓形成が見られた。この梗塞性病変は

全身に血栓形成を起こす播種性血管内凝固(DIC)によるものと考えられ、その原因として Hp 菌体毒素の関与が推察された。また、感染試験の結果、日齢によって感受性に差があるように思われた。母豚を免疫して得られた初乳中の移行抗体による防御効果は認められなかった。飼料への抗菌剤添加による治療ないし予防効果は確認できなかったが、オールアウト後にはヘモフィルス性肺炎の発生は確認されなくなり、SEP 病変も減少した(滝川畜試, 1985 B).

豚の *Haemophilus Parasuis* 感染症では北海道内の15養豚場のうち13場で浸潤が確認された。分離株の血清型では型別不能株が最多で、次いで1型、2型が多かった。しかし、道外で高率に分離される5型は検出されず、Hps の血清型の分布に地域的な相違があることが推察された。北海道内の養豚場における Hps の浸潤株および病原性株は道外における報告と異なっていることが明らかとなり、北海道独自の Hps 感染予防対策の必要性が示された。また、従来法よりも早期かつ簡易に Hps を検出できる迅速同定法を開発した(滝川畜試, 1996 C).

豚のマイコプラズマ性肺炎(MPS)に対する不活化ワクチン(SF-SEP)の野外臨床試験の結果、ワクチン接種区のと殺時における MPS による肺病変陽性率および病変部面積率は、対照区に対して有意に減少し、SF-SEP の注射によって MPS 病変の形成を阻止または軽減することが確認された。さらに肺からの Mhp の分離率および分離菌数が低減し、パスツレラ(Pm)との混合感染を抑制する効果のあることが確認された(滝川畜試, 1997 C).

#### (11) 豚精子凍結保存技術の改良

豚精子凍結保存技術に関して、低温感作および凍結融解後に生じる豚精子凝集の防止と凍結融解が精子生存性に及ぼす影響を検討した(大原ら, 1988).

#### (12) 豚の受精卵移植技術の確立

衛生的に安全な遺伝資源導入法として豚受精卵(胚)移植技術の実用化の試験を行った。離乳と PMSG 注射を組み合わせた場合、88.1%の豚が離乳後6日以内に発情を発現し、特に4~5日目に集中した(78.6%)。胚移植手術は術者1名で容易に行え、著しい手術部の化膿や子宮の癒着がなければ4回以上反復して手術が可能であると考えられた。Day 5 または 6 の新鮮胚移植による受胎率は67%であり、受胎豚における移植胚数に対する産子数の割合は48.3%であった。この成績から、新鮮胚移植によって十分実用的な受胎率・産子数が得られることが示された。輸送時間が6~8時間、培養時間が20時間以内の条件下で空輸胚の移植を行ったところ、10頭中3頭が受胎し、胚の遠隔地への輸送・移植が可能であることが実証された(滝川畜試, 1991 E)。また、22℃に48時間保存の豚胚を移植したところ受胎し子豚を分娩した。これにより22℃での

48時間保存胚の生存性が確認され、従来より行われている37℃保存に比べ、胚の保存期間の延長が認められた(滝川畜試, 1994 B)。

### (13) SPF豚生産方式の確立

寒地におけるプライマリーSPF豚生産方式の確立に向けた試験では、手術実施率は87.0%であり、手術時に腸内容による子宮の汚染があった場合子豚を全廃棄としたため、手術成功率は89.4%となった。手術成功母豚の手術時の妊娠日齢は113.9±1.0日であった。子宮から摘出され蘇生の対象となった子豚は、黒子などを除く357頭のうち291頭が蘇生し、蘇生率は80.5%、一腹当たりの蘇生子豚頭数は6.9頭となった。段ボールアイソレータを用いた人工哺育の育成率は98.4%と極めて高く、生時体重500gの子豚でも育成可能であった。代用乳の給与法は、栄養水準100%・1日3回・14日齢離乳を標準法とするのが代用乳消費量・総哺乳回数・離乳後60日齢までの発育の面で最も妥当と考えられた。マイコプラズマ性肺炎・萎縮性鼻炎・アクチノバシラス症・豚赤痢・トキソプラズマ病・オーエスキー病の有無を調査豚18頭について検査したところ、これらの疾病は一切認められず、極めて清浄状態を維持していると考えられた(滝川畜試, 1992 B)。

SPF豚を有効活用するには、コンベンショナル養豚場へのSPF種豚導入が考えられることから、導入条件を検討し、SPF種豚の馴致導入マニュアルを作成した(滝川畜試, 1995 D)。既存養豚場のSPF一括変換方式の試験を行い、一括変換方式によるSPF変換マニュアルを作成した(滝川畜試, 1998)。

## 3) 現在行っている研究課題

### (1) 母豚の繁殖能力および産肉能力の同時選抜法の開発

豚の繁殖能力と産肉能力の発現に対する母性効果などの諸要因の影響を検討し、繁殖能力と産肉能力の同時選抜法を開発するために、これまで得られたデータを用いて繁殖能力と産肉能力に関連する形質の遺伝率および遺伝相関をMTGSAM法によって求めている。

### (2) 家畜のDNAマーカーによる選抜技術の開発

増体重と肢蹄の強健性に関連するDNAマーカーを検索し、そのマーカーを利用して、発育に優れかつ強健な肢蹄を持つ系統の選抜技術を開発するために、大ヨークシャーと梅山豚およびランドレースと梅山豚を交雑した2つの標準家系を作成し、既にF2世代の産肉検定を終了している。現在は、マイクロサテライトDNAマーカーの多型解析を実施し、QTL(量的形質に関連する遺伝子)との関連を分析している。

### (3) 配合飼料の高品質化による肉豚の生産性向上試験

高床分娩柵を利用して授乳期間の母子豚の糞・尿採

取装置を作成した。この装置を用いることにより、一日一回の採取作業で授乳期21日間の糞尿の全量採取がほぼ可能になった。現在、授乳期間における蛋白質の出納を調査し、授乳豚の蛋白要求量を推定するとともに、高リジン含量飼料給与の繁殖性への影響を検討している。

### (4) 「ハマナスW1」を利用した系統交雑豚の生産方式確立試験

品揃えの良い豚肉を安定的に供給することを目的に、遺伝的に斉一で高い能力を持った系統豚を利用した系統交雑肉豚生産が進められてきており、北海道においても「ハマナスW1」、「クニエル」、「サクラ201」を利用したハイブリッド豚生産事業(ハイコープ豚事業:ホクレン)が定着している。

一方系統豚が能力を安定的に発揮できる寿命は10~15年といわれ、現在利用されている「クニエル」は更新を検討する時期にきている。そこで「クニエル」に代わる次期のランドレース候補系統を用いて、系統間の組み合わせ能力についてホクレンと共同で検討している。

## 4) 今後の試験研究の方向性

養豚科も、2000(平成12)年4月に新得畜産試験場にSPF化して移転する。SPF化で感染症による要因を排除することにより試験精度を上げ、効率的に試験研究を進めることができると思われる。また、感染症の再侵入を考慮し、豚舎構造も環境的にブロック化している。これにより、ブロック毎に温度や換気などの環境要因を変えることができるので、豚舎環境に関する試験研究も進めることができる。衛生研究部門とも協力しながら、以下のような研究課題を今後取り上げていきたいと考えている。

- ・優良肉質・高繁殖豚の造成と利用(ハマナスW2の造成)
- ・最適飼養管理法の確立
- ・豚胚の凍結保存技術の確立
- ・DNAマーカー利用による高生産豚の作出
- ・SPF農場への低コスト変換技術のマニュアル化
- ・農場の長期SPF状態維持技術の開発

(養豚科長 山田 渥)

## 3. 家 禽

### 1) はじめに

北海道における採卵鶏の飼養羽数と飼養戸数を図1に示した。北海道立滝川畜産試験場(滝川畜試)が設立された1962年と今年1998年を比較すると、飼養羽数は2,813千羽から約3倍の8,479千羽に増加しているのに対し、飼養戸数は130,600戸から、約900分の1である150戸に激減し、1戸当たりの飼養羽数は、現在46,836羽である(農林水産省経済局統計情報部、

1980 および北海道農政部酪農畜産課, 1998). その 150 戸の生産者も多くが資本系列に参加し, その技術は, 種鶏, 飼料, 資材の供給, 卵の出荷についての体系がマニュアル化されている. 公立の試験機関が, これら大規模養鶏の育種や栄養などの分野で関与する研究需要はほぼなくなったと分析できる. しかし, 今後の情勢変化に対応するためにも, 家禽研究の火は灯し続けることが必要であり, そのため家禽研究の対象を拡大し, その多面的活用や発想の転換が必要である(相馬, 1994). このような視点に立って, 当場のこれまでの研究と今後の方向を考えてみたい.

## 2) 研究の経過

滝川畜試が設立されて以後, 家禽研究は鶏が対象であった. 育種部門では滝川ゼットPの育種があり, 飼養では寒冷環境の生理, 光線管理, 制限給餌, 鶏舎構造などの研究がある. 鶏糞処理関係では, 除糞装置や発酵利用に関する研究などがある. 繁殖関係では季節と精液性状に関する研究が見られる. これらの研究成果は滝川畜産試験場五十年史(1981)にまとめられている. したがって, 今回, これ以後の研究をみたい.

育種関係では, 宝寄山裕直ら(1992)の「指数選抜法による白色レグホーン「滝川Y3系」の5世代にわたる卵殻強度の改良」や宝寄山裕直および杉本巨之(1994)の「ロードアイランドレッド「滝川P9系」における雌鶏の体重に対する非線形成長モデルの適合度の比較」などの研究がある. これらの研究の中で, 1991

年に「卵殻強度改良型採卵鶏滝川Y3×P8」が作出され道内に普及した. さらに, 種卵および雛生産性を高めた新実用鶏として, 1996年には「種卵および雛生産性改良型採卵鶏滝川Y3×(P8・P6)」を開発した(宝寄山, 1996). また, 高品質肉鶏である「北海道鶏」を1992年に送り出した.

繁殖関係では, 小関ら(1988)が鶏種卵の貯卵姿勢が孵化率におよぼす効果を報告し, 鋭端上が鋭端下よりも高い孵化率を示した. また, 遺伝子資源保存の雄側の問題解決のため, 鶏凍結精液の研究が行われた. その結果, 凍結方法はペレット法が精子運動性, 受精率共に優れていた. 90%以上の高い受精率を得たいときは, 精子濃度を採取時希釈濃度とし注入量を0.05 mlで, 単位精液当たりより多くの受精卵を確保したいときは再々希釈倍率を2倍以上とし0.05 ml注入する方法が適当である(大原ら, 1990). さらに, 雄個体別の凍結精液による交配, 凍結精液を用いて1母鶏からの長期間連続した種卵の採取が確認された(大原ら, 1990). 最後に, 福島県との間で輸送試験を行い, 90%以上の受精率が得られ, 実用化のめどを付けた(大原ら, 1990).

胚の凍結保存技術の開発に先立って必要な技術開発として, 窓開け鶏卵を用いたキメラ鶏作出技術を検討した. 受精卵の胚盤葉細胞を解離し, これを別の受精卵の胚盤葉に注入してキメラ鶏の作成し, これにより羽色キメラ胚が得られた(工藤ら, 1993). また, この時の孵化率を向上させるいくつかの条件が明らかに

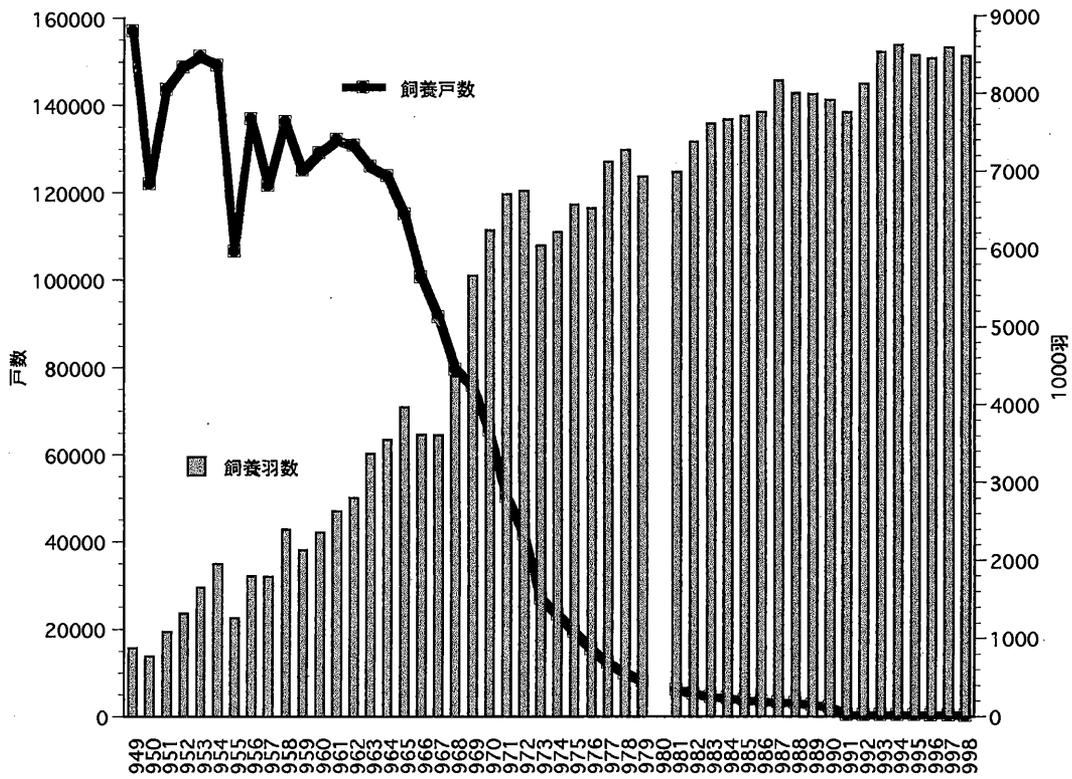


図1 北海道採卵鶏飼養羽数・戸数の変化

なった(大原ら, 1994)。

栄養関係では、低温環境における環境温度とエネルギー摂取量の関係が検討された。環境温度が15℃以下になると、温度の低下にしたがって直線的に代謝エネルギー(ME)要求量が上昇した。15℃以下の環境温度で適用される、以下のようなME要求量の推定式が求められた。

$$\text{ME 要求量 (kcal/日)} = (148.00 - 1.508 T) W^{0.75} + 5.5 \Delta W + 2.07 \text{EM}$$

T=環境温度(℃), W=体重(kg),  $\Delta W$ :体重変化(g/日), EM=産卵日量(g/日)

冬季寒冷時における飼料(ME 3,100 kcal/日)の給与は産卵性の改善に効果が認められ、ME 2,800 kcal/日飼料と比較すると産卵日量で1g以上高く、飼料要求率では0.1を越える改善が認められた。飼料中のエネルギー含量を高める程度は、ME 3,100 kcal/日の飼料では余裕のあるME摂取量が得られるが、産卵の程度によってはME 2,950 kcal/日で充足されると考えられた。またME 3,250 kcal/日の飼料では飼料摂取量が低下することにより、CP 16%の飼料ではCP摂取量が不足がちになるようであり、この場合エネルギーよりも蛋白質が産卵に対する制限要因になってくると考えられた(田中ら, 1990)。

肉鶏である「北海地鶏」の関係では、給与飼料の栄養水準の違いが北海地鶏の発育および肉質に及ぼす影響を検討した結果、飼料の粗タンパク質含量が15, 17および19%では、その水準が高くなるにつれて体重が重くなり、腿肉および胸肉の脂肪含量が低くなった。飼料の代謝エネルギー量が2,800, 3,000および3,250 kcal/kgでは、その水準が高い方が腹腔内脂肪割合および腿肉の脂肪含量が高かった(森寄ら, 1998)。北海地鶏の飼育方法が発育および肉質に及ぼす影響を検討したところ、大ひな用ケージ飼いは屋内平飼いおよび屋外放し飼いに比べて体重が重く、解体成績では胸肉、ササミおよび筋胃割合が低く、腹腔内脂肪割合および腿肉の脂肪含量が高かった。屋内平飼いと屋外放し飼いを比較すると体重、解体成績および肉質には有意差は認められなかった(森寄ら, 1998)。平飼いにおける飼育密度の違いが北海地鶏の発育と肉質に及ぼす影響を検討したところ、平飼いにおける飼育密度が3.3平方メートル当たり20~40羽の範囲では発育、解体成績および肉質に及ぼす影響は認められなかった(森寄ら, 1998)。

鶏糞の処理関連で、滝沢および森寄(1977)は、最初に鶏糞の排泄量と化学成分を分析した。その結果、生ふん排せつ量は1日1羽当り115~125g、年間40~45kgである。鶏糞の乾物率は20~26%で、冬期間は高く、夏期間は低い。鶏ふんの化学成分はT-N排

せつ量は1.2g/日・羽であった。発酵鶏糞たい肥の調整試験では、オガクズ・モミガラは好適な添加材料で、鶏糞との混合比は80:20位が適当である。たい肥化により、Nに対してP<sub>2</sub>O<sub>5</sub>・K<sub>2</sub>Oの割合が高くなる。この調整方法として、好気性発酵を行うと扱いやすいたい肥が出来上がる。完熟鶏糞たい肥はN-P-Kの割合が、100-130-100ときわめてバランスの良いたい肥である。さらに、滝沢(1978)は発酵処理鶏糞の利用に方法について検討した。菜豆、ジャガイモ、タマネギに対する施用では、調整後2~3カ月以上経過し、発酵の終了した発酵鶏糞は多量に施用できることが判明した。この後、はくさい、甜菜、タマネギ、ジャガイモ、水稻、菜豆の施用量を決定した。

### 3) 今後の方向

今後、試験研究は時代の変化を捉え、ニーズの開拓や研究ニーズに対する対応を機動的に行う必要がある。研究の方向を生産者だけに向けるのではなく、消費者にも向けた試験研究が必要と考えられる。何度も聞く言葉ではあるが、川上にも、川下にも向いた研究が必要である。北海道畜産物の優れている点を明らかにして消費者に示すことで、北海道畜産物に付加価値を与えることが出来る。この分野の仕事は、高品質な畜産物を生産する技術と同じくらい大切なことである。しかし、試験場の家禽研究に対する陣容は間口を絞って試験研究に取り組みなくてはならない状況である。そこで、遺伝資源の保存・利用と、機能性卵の開発を軸に、合鴨研究によるクリーン農業への対応と、地域対応機能強化課題としての走鳥類研究で広がりを持たせる形で研究を進める計画である。

#### (1) 遺伝資源

近年、従来から見られた低コスト少品種大量生産のみでなく、「特用家畜活用ふるさと活性化事業」(農林水産省畜産局家畜生産課)に見られるような高付加価値な特用家禽の少量生産、環境にやさしく高収益を目指す家禽を利用した有機農業、並びに家禽と結合した持続型農業の展開等、家禽を利用した多様な形態の農業経営が見られるようになってきた。これに伴い、大規模施設の人工的環境での飼養に適した家禽だけではなく、北海道の自然環境に適した耕種農業と結合できる家禽等が必要となった。一方、これから急速に農家の高齢化が進行する北海道において、家禽を活用した就業の場を在村高齢者に提供し、活力とうるおいのある農村を建設するために、低コスト生産の目的で育種された家禽(品種/系統)とは異なる能力の家禽等が求められる。

このような多様な技術需要に対応するためには、北海道の寒冷な気候や環境に適した系統、強い抗病性を持った品種、さらには、種畜供給の寡占化の中で消失した帰巢性、就巢性や捕食性を持った家禽等を遺伝

資源として保存し、それぞれの地域に密着した形で活用する技術の開拓、拡大が必要である。

北海道の環境に適応し、農村において活用される家禽等の遺伝資源を効率的に保存するためには、精液と胚の凍結保存技術の確立が不可欠である。鶏精液の凍結保存はほぼ実用段階に達したが、大量の卵黄が存在する胚の凍結保存は胚（卵）の特殊性から実用化の目途はたっていない。そこで、家禽の胚保存に関する技術を開発する必要がある。

方法としては、解離した胚盤葉細胞または始原生殖細胞を借り卵に移植し、発育させ、由来の異なる細胞の混在した鶏（キメラ鶏）を作り、次世代における交配で、保存系統を復元する。

この技術の実用化により、生体で遺伝子資源を保存するときに比較して、保存施設・経費の大幅削減、災害・伝染病等飼育事故の回避及び保存系統の増加等が期待できる。同時に、キメラ形成率の調整などの胚操作技術は、21世紀の産業技術と期待される効率的遺伝子導入や核移植技術の基礎となると期待される。

## (2) 機能性卵

従来、食品は生体構成成分の補給とエネルギーの供給という点で考えられてきたが、最近、栄養素以外に生体調節機能をもっていることが判明した。食品のもつ「特性」ではなく、摂取する側の生体に与える効果の「機能」を評価することになり、「食品機能」という概念が定義された。食品には栄養機能、おいしいというような感覚機能および生体調節機能の3つの機能がある。これら食品機能を効率よく利用できるように設計され、加工変換された食品を機能性食品と定義されている（千葉，1991）。機能性食品の開発目標として、特定の疾患を予防する機能性食品（荒井，1991）やホメオスタシスに関係する生理活性物質（大村，1991）の生産が現在考えられている。現在、微生物などで生産が考えられているこれらの食品を鶏卵で生産する戦略も視野に入れておきたい。また、好ましくない機能性因子を除去した機能性食品の開発も必要である（荒井，1991）。この考えを家禽に当てはめると、低アレルギー卵の作出となる。卵アレルギー保有者頻度は12カ月齢で6.1%（上野川，1991）であり、乳幼児の栄養、食生活上の重要性を考えると、卵アレルギーは深刻な問題である。この不安感は、成長後の畜産物の摂取量にも影響する（栗崎ら，1995）。低アレルギー卵の生産には、低アレルギータンパク質の設計図が必要になるが、ここに至るまでには、エピトープ解析研究から、タンパク質工学、免疫学の地道な研究が必要である（栗崎ら，1995）。そのため、この分野における当面の研究計画は、家禽における免疫機能の解明を細胞レベルで検討して行くことである。

機能性卵とは異なるカテゴリーではあるが、胃潰瘍、虫歯、下痢等の予防が出来るかと期待されている卵黄抗

体に関する試験を現在検討中である。また、生物科学領域の拡大に伴い、分析を必要とする微量物質が極めて多種類になっている。抗原抗体反応は現在人類の持つ最も感度高い分析方法の一つであるが、このような分析に必要なカスタム抗体に関する試験を実施中である。これらの試験を通して、鶏を利用する新たな分野を開拓し、さらに、医薬・工業的利用高付加価値卵を生産する技術へと発展させることが目標である。

## (3) クリーン農業

農業の生産活動が自然生態系の破壊をもたらしつつある。一方、アトピー性皮膚炎等の増加から、農産物への消費者の関心が高まっている。人々の求める真の食物を供給すること、すなわち、安全で健康によい、本当の食物を供給することが北海道農業の使命である（相馬，1993）。そのため、自然に優しく、人に優しく、作物や家畜に優しい農業を目指して、クリーン農業が推進されている。この中で、環境にやさしく、安全性の高い、合鴨を活用した水稻栽培による差別化米の生産振興が期待され、クリーン農業パートIにおいて、合鴨の水田放飼による除草および害虫防除効果が認められたが（上川農試，1994）、経営評価の結果、生産コストが高いことが欠点とされた。「ヒナ代、電牧およびエサ代を含む」合鴨費は10a当たり26,037円であり、この費用を低減することが重要である（山本，1995）。現在、北海道における水田放飼用合鴨の孵卵、育雛、放飼および肥育ならびに放飼水田の雑草防除に関する総合的な栽培管理技術体系を確立するため、試験を実施している。

今後は、除草のみでなく、合鴨利用による水田害虫の防除方法の確立、さらに、水田放飼終了後の合鴨を季節感のある旬の食べ物として、高い価値を付け販売する技術の開発が求められている。

## (4) 草資源を利用する走鳥類の飼養技術について

オーストリッチ（ダチョウ）は低カロリー、低コレステロールの赤肉を生産する。孵化後12から16カ月で、約113kgの体重になり、枝肉歩留は約58%である。14スクエアフィートの皮が1羽から得られ、210ドル程度で販売され、また、3組のブーツを作ることが出来る。卵は、2～3年で性成熟に達した後、1年に平均して35～55個生産される。卵殻は中身が無くても1個6.50ドルで売られている。この様な高い生産性と利用性、繁殖力並びに消費者の健康指向に加えて、狂牛病の心配のないこと等から、ここ数年オーストリッチについての関心が高まり、同時に、オーストリッチ産業も、世界でも日本でも、急速に進展している（大原，1997）。

日本では、1991年に沖縄県今帰仁村に最初に導入され、急速に拡大している。北海道では、1995年に東藻琴村に導入されたのをはじめとして、美深町、門別町、平取町、壮瞥町、室蘭市、千歳市、恵庭市などで飼養

が開始され、地域振興策の1つとして期待されている。

オーストリッチの育種戦略において、個体識別を実施し近親交配を避ける交配を実施する事は特に重要である (G.Reiner, 1995)。しかし、各地域で繁殖用個体の導入が独自に行われている現状では、個体の家系情報の不足は、繁殖集団の維持において近親交配による近交退化などの深刻な問題を引き起こす危険がある。そのため、オーストリッチの遺伝的特性を把握し、家系データや能力記録等を共有し、利用しあう体制作りが急務である。北海道内に導入されたオーストリッチの遺伝的特性や飼養状況等について調査し、道内の集団の実態を把握し、今後オーストリッチの生産を円滑に進めていくための体制作りの基礎情報とする調査を現在実施中である。

オーストリッチは、一世紀以上前に、南アフリカで家畜化された。野生オーストリッチの生息場所は乾燥地帯であり、一般的に、貧弱な植生を利用して生きている。牛はもちろん羊でさえ生存できない場所で、生きるための食物を見つけることが出来る (Kreibich & Sommer, 1995)。オーストリッチ産業においても、他の家畜・家禽産業と同じく、飼料コストが大きな支出である。この貧弱な植生で生活できるオーストリッチの能力を引き出し、利用することで、支出の削減が可能になる (大原, 1998)。

オーストリッチの消化器は他の家禽より粗繊維を良く消化出来ることから、「単胃の」草食動物と考えられる。そのことは粗飼料の利用性が発達した、一つの胃を持つ動物であることと見ることが出来き、消化生理はウサギやウマと比較できる。普通の家禽では5~6%である中性デタージェント (NDF) の消化率は、オーストリッチでは孵化後3週間でこの値に達する。成長に伴い、NDFの消化率は直線的に向上し、10週齢で50%、30週齢で60%になる。このような高い繊維消化率が見られるのは、オーストリッチ以外では反芻家畜である (Smith, 1995)。これは、オーストリッチは巨大な消化管をもち、セルロース繊維の微生物発酵により産生される揮発性脂肪酸やビタミンを利用する (田中, 1998) 結果である。オーストリッチは繊維発酵の最終産物で、維持代謝エネルギーの76%をまかなうことが出来るといわれている (唐澤, 1997)。

1996年の飼料用を含む穀物自給率は29%となった。また、21世紀において、穀物および大豆の国際価格は制約シナリオでは、1994年の4倍にもなると予測されている (食料・農業・農村基本問題調査会, 1998)。このような中で、将来とも国民に卵と肉を供給するためには、オーストリッチのもつ高い繊維利用能力と北海道の草地資源を生かした生産技術の確立が急務と思われる。

エミューについては、低カロリー・低コレステロールの赤肉や特徴あるオイルを効率よく生産する家禽と

してその有利性が注目され、1995年下川町で飼養が開始された。道内における現状をみると、有精卵率の低さが生産振興のネックになっている。また、個体の家系情報の不足は繁殖集団の維持において、近親交配による近交退化などの深刻な問題を引き起こす危険がある。そのため、受精率の向上と共に、遺伝的特性を把握し、家系データや能力の調査が必要であり、現在、計画中である。併せて、エミューを産業として定着させるには、肉の利用のみでなくエミューのもつ全てのものを利用する技術の開発が必須である。

現在、このような研究計画を持っているが、将来、研究需要が生まれると予想される動物福祉の分野、発酵床技術の開発、行動学を利用した管理技術ならびに食卵の成分に係る研究 (工藤, 1994) については、これから準備を進めていかなければならない。

(家きん科長 大原陸生)

## 参考文献

### めん羊

- 岩崎 徹・平山秀介・吉田 悟・北守 勉・斉藤利朗・荒木和秋・長沢真史・西村直樹 (1985) 昭和59年度食肉に関する助成研究調査成果報告書 (伊藤記念財団), 3:1-10.
- 斉藤利朗・寒河江洋一郎・佐藤勝男・平山秀介 (1982) サフォーク子羊の生時体重および離乳時体重に及ぼす環境要因の影響. 日緬研会誌, 19:1-7.
- 北海道立滝川畜産試験場 (1978) サフォーク種に関する試験成績, 昭和52年度北海道農業試験会議資料, 1-18.
- 北海道立滝川畜産試験場 (1986) 子羊の人工哺育に関する試験, 昭和60年度北海道農業試験会議資料, 1-35.
- 北海道立滝川畜産試験場 (1989) 哺乳子羊に対する人工乳給与に関する試験, 昭和63年度北海道農業試験会議資料, 1-21.
- 北海道立滝川畜産試験場 (1989) サフォークラム生産における月齢別肥育期間の検討, 昭和63年度北海道農業試験会議資料, 1-17.
- 北海道立滝川畜産試験場 (1991) サフォークラム生産における濃厚飼料給与水準に関する試験, 平成2年度北海道農業試験会議資料, 1-23.
- 北海道立滝川畜産試験場 (1992) 圃場副産物の高品質化とめん羊における利用技術, 平成3年度北海道農業試験会議資料, 14-26.
- 北海道立滝川畜産試験場 (1994) サフォークの家系内選抜による離乳時体重の大型化, 平成5年度北海道農業試験会議資料, 1-15.
- 北海道立滝川畜産試験場 (1995) 粗飼料としてアンモニア処理稲わらを用いた母子羊の飼養技術, 平成6年度北海道農業試験会議資料, 1-11.

- 北海道立滝川畜産試験場 (1996) 双子羊早期出荷のための舎飼い肥育技術, 平成7年度北海道農業試験会議資料, 1-24.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (1985) Nutrient requirement of sheep. 6th rev. ed. 1-14. National Academy Press. Washington, D.C.
- 山内和律・出岡謙太郎・寒河江洋一郎 (1992) サフォーク子羊の離乳時体重に及ぼす環境要因の検討と遺伝率の推定, 滝川畜試研報, 27:1-8.
- 豚**
- 北海道立滝川畜産試験場 (1991 A) 大ヨークシャー系統豚「ハマナスW1」の造成に関する試験, 平成2年度北海道農業試験会議資料, 1-13.
- 北海道立滝川畜産試験場 (1993 A) ランドレースの系統造成に関する試験, 平成4年度北海道農業試験会議資料, 1-23.
- 北海道立滝川畜産試験場 (1994 A) ランドレースの系統造成に関する試験(補完成績), 平成5年度北海道農業試験会議資料, 1-15.
- 北海道立滝川畜産試験場 (1992 A) 系統交雑豚生産における「ハマナスW1」の有効活用法, 平成3年度北海道農業試験会議資料, 1-12.
- 北海道立滝川畜産試験場 (1995 A) ハマナスW1を利用した系統交雑豚の生産方式確立試験, 平成6年度北海道農業試験会議資料, 1-10.
- 北海道立滝川畜産試験場 (1993 B) 系統交雑豚に対する性別・季節別飼料給与方式, 平成4年度北海道農業試験会議資料, 1-21.
- 北海道立滝川畜産試験場 (1997 A) 系統交雑雌豚の育成期および初産妊娠期の飼養管理に関する試験, 平成8年度北海道農業試験会議資料, 1-13.
- 北海道立滝川畜産試験場 (1991 B) 豚繁殖能力の判定法に関する試験 —母豚生産指数の改善—, 平成2年度北海道農業試験会議資料, 1-26.
- 北海道立滝川畜産試験場 (1991 C) 豚産肉能力の現場判定法に関する試験, 平成2年度北海道農業試験会議資料, 1-26.
- 北海道立滝川畜産試験場 (1983) 無看護分娩時の豚舎保温に関する試験, 昭和57年度北海道農業試験会議資料, 1-25.
- 北海道立滝川畜産試験場 (1987) 寒地における豚舎環境の改善方式に関する試験, 昭和61年度北海道農業試験会議資料, 1-30.
- 北海道立滝川畜産試験場 (1982) 発酵飼料の妊娠豚での有効利用に関する試験, 昭和56年度北海道農業試験会議資料, 1-19.
- 北海道立滝川畜産試験場 (1984) 養豚におけるとうもろこしサイレージの生産利用技術に関する試験, 昭和58年度北海道農業試験会議資料, 1-69.
- 宮崎 元・秦 寛・米田裕紀・三浦裕輔・首藤新一 (1982) 穀類の蒸煮厚片処理が発育成績と胃病変に及ぼす影響, 滝川畜試研報, 19:11-16.
- 杉本亘之 (1986) 豚における緑葉蛋白質の利用性に関する研究 1. 緑葉蛋白質の栄養価, 日豚研誌: 23(2): 68-73.
- 杉本亘之・宮崎 元・齊藤 隆 (1986 A) 豚における緑葉蛋白質の利用性に関する研究 2. 肉豚に対する緑葉蛋白質の肥育効果, 日豚研誌: 23(3): 157-164.
- 北海道立滝川畜産試験場 (1988 A) カポック粕配合飼料による豚枝肉の品質改善, 昭和62年度北海道農業試験会議資料, 1-11.
- 宮崎 元・小泉 徹・岡本全弘・三浦裕輔 (1990) ルーピンの豚における栄養価と大豆粕の代替効果, 滝川畜試研報, 25:1-10.
- 北海道立滝川畜産試験場 (1995 B) でん粉粕を原料とした微生物蛋白質生産と養豚飼料としての利用, 平成6年度北海道農業試験会議資料, 1-24.
- 北海道立滝川畜産試験場 (1996 A) ホタテガイ副産物の豚における飼料価値, 平成7年度北海道農業試験会議資料, 1-10.
- 北海道立滝川畜産試験場 (1997 B) 養豚飼料への添加物(中鎖脂肪酸, フィターゼ)の給与効果, 平成8年度北海道農業試験会議資料, 1-12.
- 杉本亘之 (1983) 豚の消化率測定のための全糞採取法と酸化クロム法の比較, 日豚研誌: 20(4): 177-184.
- 杉本亘之・古谷 修 (1984) 豚の消化試験における予備期間と採糞期間の長さの検討, 日畜会報, 55(4): 227-233.
- 杉本亘之 (1984 A) 豚の消化試験における指標物質としての酸化クロム粉末, 酸化クロムペーパーおよび酸不溶性灰分の検討, 日畜会報, 55(12): 924-929.
- 杉本亘之 (1985 A) 豚における飼料の給与水準が消化率に及ぼす影響, 日畜会報: 56(10): 797-801.
- 杉本亘之・高橋正也 (1986 B) 豚におけるトウモロコシの粒度と消化率の関係, 日豚研誌: 23(2): 57-61.
- 杉本亘之 (1987 A) 豚における供試飼料の消化率に及ぼす供試飼料と基礎飼料の配合割合の影響, 日豚研誌: 24(2): 94-99.
- 杉本亘之 (1987 B) 肥育豚と妊娠豚における消化率の比較, 日畜会報, 58(8): 648-652.
- 杉本亘之 (1987 C) 肥育豚の体重と消化率の関係, 日豚研誌: 24(3): 168-171.
- 杉本亘之 (1984 B) ビートパルプおよびポテトパルプ及びアルファルファの繊維性成分の豚における消化率, 日豚研誌: 21(1): 4-9.
- 杉本亘之 (1984 C) 豚におけるアルファルファ, ビートパルプおよびポテトパルプの給与が消化器内容物の化学組成および消化吸収率に及ぼす影響, 日豚

- 研誌：21(1)：10-17.
- 杉本亘之(1985 B)豚におけるアルファルファ、ビートパルプおよびポテトパルプの給与が消化管内容物の繊維性成分の消化吸収率に及ぼす影響，日豚研誌：22(3)：158-162.
- 杉本亘之(1985 C)豚におけるアルファルファ、ビートパルプおよびポテトパルプの給与が消化管内容物のアンモニア態窒素、乳酸および揮発性脂肪酸濃度の及ぼす影響，日豚研誌：22(4)：206-212.
- 北海道立滝川畜産試験場(1981)肉豚の無去勢が肥育効果および肉質に及ぼす影響，昭和55年度北海道農業試験会議資料，1-14.
- 北海道立滝川畜産試験場(1988 B)肉豚の後期肥育方式に関する試験，昭和62年度北海道農業試験会議資料，1-30.
- 北海道立滝川畜産試験場(1985 A)繁殖雌豚の育成期における飼養管理技術，平成59年度北海道農業試験会議資料，1-20.
- 北海道立滝川畜産試験場(1986)繁殖雌豚の小格化に関する試験，昭和60年度北海道農業試験会議資料，1-32.
- 北海道立滝川畜産試験場(1989)妊娠豚の群管理におけるコンピュータ自動給餌機の導入，昭和63年度北海道農業試験会議資料，1-28.
- 北海道立新得畜産試験場(1997)土壌硬化材によるパドックの泥ねい化防止，平成8年度北海道農業試験会議資料，1-11.
- 北海道立滝川畜産試験場(1991 D)寒地における豚糞の堆肥化技術，平成2年度北海道農業試験会議資料，1-26.
- 北海道立滝川畜産試験場(1996 B)豚糞の堆肥化・悪臭低減を促進する市販微生物資材と種堆肥の効果，平成7年度北海道農業試験会議資料，1-24.
- 北海道立滝川畜産試験場(1995 C)積雪寒冷地における豚ふん尿のメタン発酵による処理，利用技術の開発，平成6年度北海道農業試験会議資料，1-27.
- 北海道立滝川畜産試験場(1985 B)豚のヘモフィルス性肺炎の防除に関する試験，昭和59年度北海道農業試験会議資料，1-26.
- 北海道立滝川畜産試験場(1996 C)北海道におけるHaemophilus Parasuis感染症の実態解明と診断技術の開発，平成7年度北海道農業試験会議資料，1-16.
- 北海道立滝川畜産試験場(1997 C)豚マイコプラズマ性肺炎不活化ワクチンの野外臨床試験，平成9年度北海道農業試験会議資料，1-8.
- 大原睦生・河部和雄・草刈直仁(1988)低温及び凍結融解後に生じる豚精子凝集の防止とその精子生存性に及ぼす影響，滝川畜試研報，24：1-6.
- 北海道立滝川畜産試験場(1991 E)豚胚(受精卵)移植技術の実用化に関する試験，平成2年度北海道農業試験会議資料，1-19.
- 北海道立滝川畜産試験場(1994 B)常温環境下での豚胚移植ならびに胚の保存期間の延長，平成5年度北海道農業試験会議資料，1-10.
- 北海道立滝川畜産試験場(1992 B)優良道産系統豚「ハマナスW1」のSPF化，平成3年度北海道農業試験会議資料，1-16.
- 北海道立滝川畜産試験場(1995 D)コンベンショナル養豚場におけるSPF種豚の導入技術，平成6年度北海道農業試験会議資料，1-16.
- 北海道立滝川畜産試験場(1998)既存養豚場のSPF変換方式，平成9年度北海道農業試験会議資料，1-21.
- 家禽**
- 荒井総一(1991)食品のもつ生体調節機能. 新しい食品機能“次世代の機能性食品”をめざしての項執筆. 183-192. クバプロ. 東京.
- 北海道立上川農業試験場(1994)クリーン農業に関する技術資料—1994, 減農薬. 北海道農政部. 札幌市.
- 北海道農政部酪農畜産課(1998)北海道の酪農・畜産データブック'98, 249. デーリィマン社. 札幌市.
- 宝寄山裕直, 田村千秋, 小関忠雄, 大原睦生, 森寄七徳, 杉本亘之(1992)指数選抜法による白色レグホーン「滝川Y3系」の5世代にわたる卵殻強度の改良. 滝川畜試研報, 27：9-17.
- 宝寄山裕直, 杉本亘之(1994)ロードアイランドレッド「滝川P9系」における雌鶏の体重に対する非線形成長モデルの適合度の比較. 滝川畜試研報, 28：7-16.
- 宝寄山裕直(1996)鶏新品種「滝川Y3×(P8P6)」, 北農, 63：93.
- 上野川修一(1991)食品のもつ生体調節機能. 食品アレルギーの低減化の項執筆. 61-73. クバプロ. 東京
- 唐澤 豊(1997)栄養と飼料, 産業としてのダチョウの飼い方・ふやし方. 60-71. 富民協会. 東京.
- 栗崎純一, 水町功子, 辻 典子(1995)畜産物アレルギータンパク質のエピトープ解析と低アレルギー化. 畜産の研究, 49：718-724.
- A. Kreibich & M. Sommer(1995) Ostrich Farm Management. 50-70. Landwirtschaftsverlag. Munster-Hiltrup.
- 工藤卓二, 杉本亘之, 大原睦生, 森寄七徳(1993)窓開け卵に移植された上胚盤葉および下胚盤葉のキメラ形成, 平成4年度食肉に関する助成研究調査成果報告書, 11：32-36.
- 工藤卓二(1994)21世紀をめざす畜産研究の展望と課題, 2. 中小家畜(豚, 鶏, めん羊)北農, 61：235-241.
- 森寄七徳, 宝寄山裕直, 大原睦生, 杉本亘之(1998)飼料の栄養水準が北海地鶏の発育と肉質に及ぼす影響. 滝川畜試研報, 30：1-6.

- 森寄七徳, 宝寄山裕直, 大原陸生, 杉本亘之 (1998) 飼育形態の違いが北海地鶏の発育と肉質に及ぼす影響. 滝川畜試研報, **30**: 7-12.
- 森寄七徳, 宝寄山裕直, 大原陸生, 杉本亘之 (1998) 平飼いにおける飼育密度の違いが北海地鶏の発育と肉質に及ぼす影響. 滝川畜試研報, **30**: 13-16.
- 農林水産省経済局統計情報部 (1980) 農林水産累計統計, 98. 全国農林統計協会連合会. 東京都.
- 大原陸生, 小関忠雄, 宝寄山裕直, 坂本秀樹, 高橋武, 田村千秋 (1990) 鶏凍結精液の実用化について. 日畜北海道支部会報, **33**: 34.
- 大原陸生, 小関忠雄, 田村千秋, 高橋武 (1990) 雄鶏個別凍結精液の受精率並びに7日間隔で4回人工授精した時の凍結精液の受精率. 家禽学会誌, **27**: 398-402.
- 大原陸生, 小関忠雄, 田村千秋, 高橋武 (1990) Hiroshima 希釈液を用いて凍結した鶏精液の注入量及び融解後の再々希釈倍率が受精率に及ぼす影響. 家禽学会誌, **27**: 403-408.
- 大原陸生, 森寄七徳, 宝寄山裕直, 杉本亘之 (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. 北畜会報, **36**: 49-51.
- 大原陸生 (1997) オーストリッチ産業の現状. 鶏卵肉情報, **27**(13): 46-47.
- 大原陸生 (1998) オーストリッチの成長と飼料. 鶏卵肉情報, **28**(20): 40-41.
- 大村 智 (1991) 食品のもつ生体調節機能. ホメオスタシスに関連する新しい生理活性物質の項執筆. 137-153. クバプロ. 東京.
- 小関忠雄, 田村千秋, 高橋武, 森寄七徳, 田中正俊 (1988) 鶏種卵の鋭端を上にした貯卵姿勢が孵化率におよぼす効果(貯卵期間4週間まで). 滝川畜試研報, **24**: 31-36.
- G. Reiner (1995) Ostrich Farm Management. 71-92. Landwirtschaftsverlag. Munster-Hiltrup.
- 相馬 暁 (監修) (1993) クリーン農業時代. 166-167. チクマ秀版社. 東京.
- 相馬 暁 (1994) 21世紀をめざす畜産研究の展望と課題, 1. 北海道の畜産研究を取り巻く情勢. 北農, **61**: 218-222.
- W. A. Smith (1995) Practical Guide for Ostrich Management & Ostrich Products. An Alltech Inc. Publication. Stellenbosch.
- 食料・農業・農村基本問題調査会 (1998) 食料・農業・農村基本問題調査会参考資料, 7-27.
- 滝沢寛禎, 森寄七徳 (1977) 鶏ふん・発酵処理鶏ふんの化学的特性と利用法 I, 北農, **44**: 26-61.
- 滝沢寛禎 (1978) 鶏ふん・発酵処理鶏ふんの化学的特性と利用法 II, 北農, **45**: 25-62.
- 滝川畜産試験場五十年史編集委員会編 (1981) 滝川畜産試験場五十年史, 100-133, 北海道立滝川畜産試験場. 滝川市.
- 田中育美 (1998) 走鳥類の栄養, JOC Journal, **5**: 18-23.
- 田中正俊, 小関忠雄, 岸 昊司, 和泉康史, 三浦祐輔 (1990) 寒冷期における産卵鶏のエネルギー要求量の解明ならびに寒冷地向け冬季用飼料の開発, 平成元年北海道農業会議(成績会議資料), 21. 北海道立滝川畜産試験場・ホクレン農業協同組合連合会. 札幌市.
- 千葉英雄 (1991) 食品のもつ生体調節機能. 機能性食品とはの項執筆. 8-20. クバプロ. 東京.
- 山本 毅 (1995) クリーン農業の展望と課題, 6. クリーン農業の経営経済的評価. 北農, **62**: 345-348.

## ニワトリ羽毛の形態形成に関する免疫組織化学的検討

中村富美男・平野 大介・三田 晶子・竹之内一昭・近藤 敬治

北海道大学農学研究科畜産資源開発学講座, 札幌市 060-8589

### Immunohistochemical study on the morphogenesis of chicken primary down feather

Fumio NAKAMURA, Daisuke HIRANO, Akiko MITA, Kazuaki TAKENOUCI, Keiji KONDO

Research Group of Animal Product Science,  
Graduate School of Agriculture, Hokkaido University, Sapporo 060-8589

キーワード: 初生羽, 形態形成, 細胞外マトリックス,  $\beta$ -ケラチン

Key words: Primary down feather, morphogenesis, extracellular matrix,  $\beta$ -keratin

#### 要 約

ニワトリ胚子背部皮膚を用い, 生長に伴う表皮, 基底膜, 真皮構成タンパク質の局在変化を調べ, 羽毛(初生羽)の形態形成に果たす細胞外マトリックスの役割を検討した。

未分化な組織として隆起した羽芽は, 羽髄における線維芽細胞の増殖と細胞外マトリックスの蓄積に伴い伸長した。羽芽の尾方への傾斜には, 羽髄基部のI型コラーゲン, フィブロネクチンおよび線維芽細胞の関与が示唆された。羽髄における細胞外マトリックスと線維芽細胞は, 初生羽を形成する表皮細胞の増殖と分化を促進したが, 羽枝と小羽枝の最終的な形態形成, それに伴う $\beta$ -ケラチンの蓄積と角質化に先行して退縮した。

#### 緒 言

トリの羽毛は, 形状によって正羽, 綿羽, 毛羽の三種類に分けられる。一般にダウンと呼ばれているトリの綿羽は, 絶縁効果が高く, 保温性と防水性に優れ, 軽量で弾力性にも富んでいることから(安倍, 1991), 衣料や寝具の素材として重用されている畜産副生物であり, 綿羽の前記の特性はその構造と成分に依拠している(茂田, 1997)。表皮の変形物である羽毛は, 複雑な形態を示し, 胚子期に綿羽の一種である初生羽として真皮との相互作用により形成される(SENDEL, 1986)。しかし, 羽毛の形態形成過程における真皮や基底膜を構成する細胞外マトリックス(ECM)の具体的な役割や挙動の全容は明らかにされていない。本研究では, 羽芽として初生羽が形成されるニワトリ胚子期

の背部皮膚における表皮, 基底膜および真皮を構成するタンパク質の局在変化を免疫組織化学的に追究し, 羽毛の形態形成に果たすECMの役割を検討した。

#### 材料および方法

北海道大学農学部附属農場で孵卵中のロードアイランドレッド種ニワトリを下記の実験に供試した。

#### 組織化学

孵卵7, 9, 10, 11, 12, 13, 15, 17および19日目の背部を採取し, OCTコンパウンドに包埋した後クリオスタットを用いて厚さ10 $\mu$ mの矢状断および羽芽の横断と縦断凍結切片を調製した。ホルマリン(10% in PBS)で固定した後, ヘマトキシリン・エオシン(H・E)染色を行う一方, 表皮構成成分としての $\alpha$ -ケラチンと $\beta$ -ケラチン, 基底膜構成成分としてのIV型コラーゲンとラミニン(LN), 真皮構成成分としてのフィブロネクチン(FN), I型およびIII型コラーゲンに対する抗血清を第一抗体とし, FITC標識した第二抗体により可視化する間接蛍光抗体染色を行った。

#### 電気泳動

孵卵12, 13, 15, 17および19日目の背部初生羽をピンセットで抜き取り, サンプル処理液(2% SDS, 8M尿素, 0.1M $\beta$ -メルカプトエタノール, 50mM Tris-HCl, pH 9.8; KEMP and ROGERS, 1972)に4 $^{\circ}$ Cで2日間浸漬した後100 $^{\circ}$ Cで3分間処理し, 遠心分離(10,000 rpm, 5分)によって得られた上清をSDS-PAGEサンプルとした。尿素を含む10%ゲルを用いて泳動し, CBBで染色した。

## 結 果

### H・E 染色像

孵卵 7 日目のニワトリ背部皮膚において、表皮細胞

の重層化の程度は低く、真皮の線維芽細胞も羽芽原基部を除き全体的には散在していた(図 1 A)。表皮細胞の重層化が進んだ 9 日目には、隆起した羽芽が観察され、真皮の線維芽細胞も幾分高密度化した(図 1 B)。

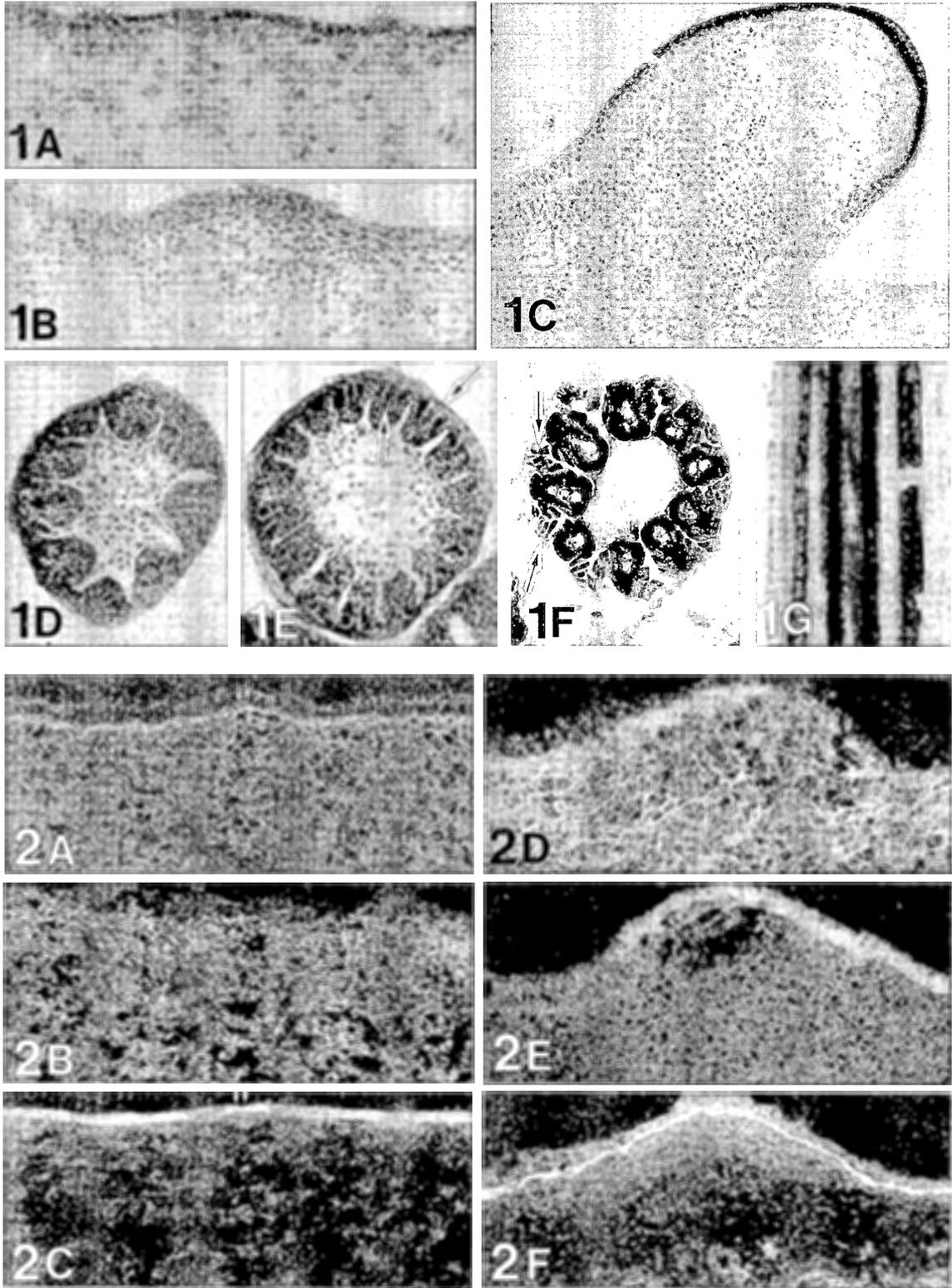


図 1 ニワトリ胚子背部の H・E 染色像

7 日目 (A), 9 日目 (B) および 10 日目背部皮膚矢状断面 (C), 11 日目 (D), 13 日目 (E) および 15 日目羽芽横断面 (F) と 17 日目羽芽縦断面 (G) 像を示す。A の矢印は羽芽原基を、E および F の矢印は小羽枝を示す。x75.

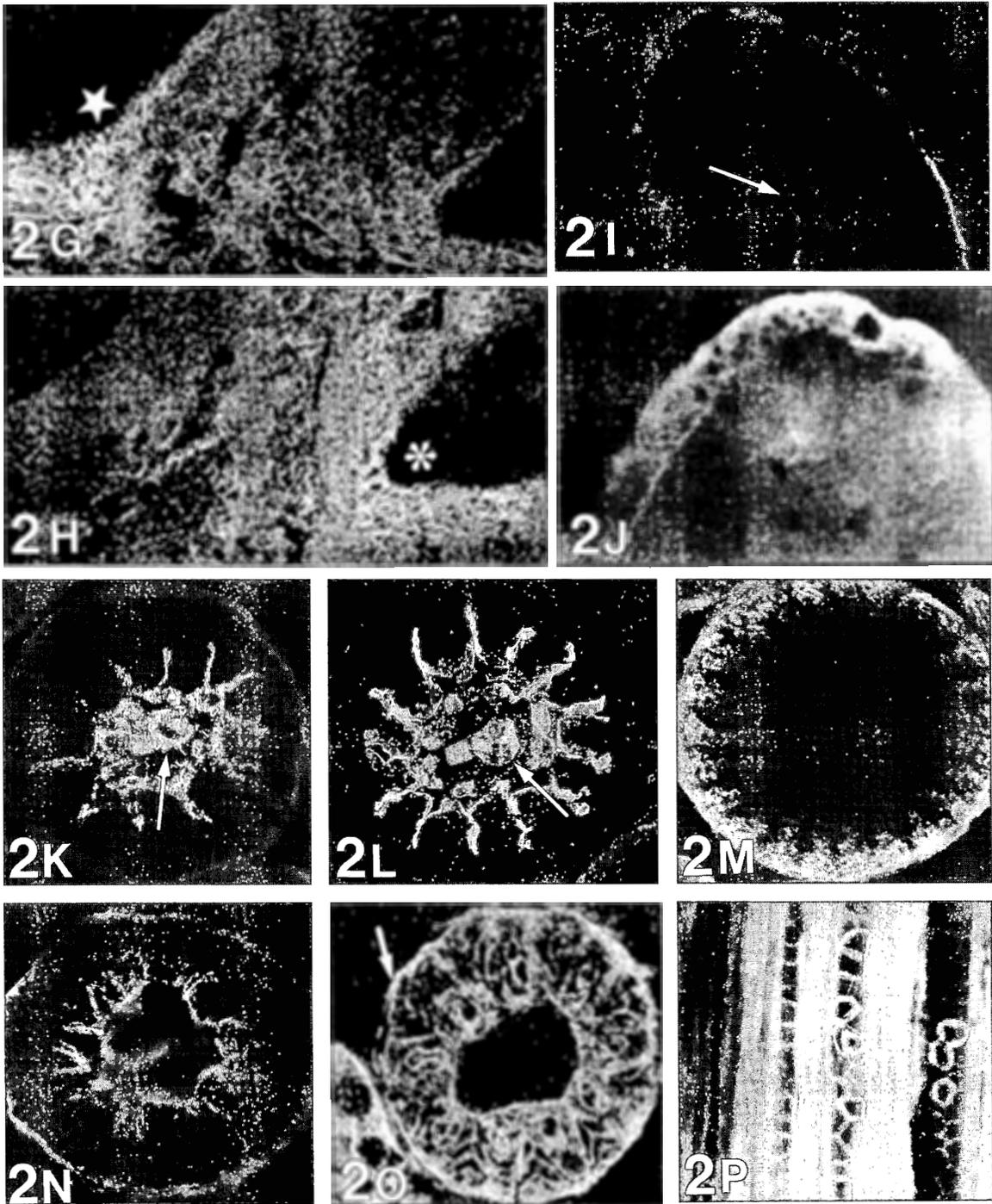


図2 ニワトリ胚子背部の間接蛍光抗体染色像

7日目(A, B, C), 9日目(D, E, F), 10日目(G, H, I, J)の背部皮膚矢状断面, 13日目(K, L, M), 15日目(N, O)の羽芽横断面と19日目(P)の羽芽縦断面を示す. A, D, G, KはI型コラーゲン, EはIII型コラーゲン, IはIV型コラーゲン, B, Hはフィブロネクチン, C, F, Lはラミニン, J, Nは $\alpha$ -ケラチン, M, O, Pは $\beta$ -ケラチンに対する免疫染色像. AとCの矢印は羽芽原基を, I, K, Lの矢印は羽髓の血管を, Oの矢印は小羽枝を, Gの星印は頭方を, Hの米印は尾方を示す.  $\times 90$ .

伸長著しい10日目の羽芽は尾方に傾斜し, 羽芽先端部はエオシンにより赤染され, 羽芽内部の真皮に連続した組織である羽髓には線維芽細胞が充満しており, 特に, 基部の頭方側と尾方側には高密度で存在していた(図1C). 羽芽の伸長がさらに進んだ11日目の横断面では, 増殖した表皮細胞が羽髓へ花弁状に陥入して羽

枝の形成を開始しており(図1D), 羽芽の伸長が止まった13日目には, 各花弁内の表皮細胞は索状に配列して小羽枝の形成を開始していた(図1E). 羽髓の退化が明確になった15日目の横断面では, 中空化した羽枝髓と矢羽状の小羽枝に加え色素の沈着も観察され(図1F), 17日目の羽芽縦断面では, 色素が沈着した

羽枝皮質と角質化した小羽枝の規則的な配列が観察された(図1G)。

### 蛍光抗体染色像

$\alpha$ -ケラチンや $\beta$ -ケラチンに対する明確な陽性反応は7日目の背部皮膚では観察されなかったが, I型コラーゲンは真皮下部や皮下組織では全体に弱く, 羽芽原基と表皮直下では帯状に強く染色され(図2A), FNは真皮および皮下組織全体で強く染色されていた(図2B). LNは表皮層での強染に加え, 真皮層でも染色されていたが, 基底膜特有の線状像は観察されず(図2C), これはIV型コラーゲンでも同様であった(図省略). 羽芽の隆起に伴って9日目では, I型およびIII型コラーゲンの真皮や羽髄における染色性は増加し(図2D, E), 基底膜も抗LN抗体によって線状に染色されていたが(図2F), III型コラーゲンは表皮細胞層に, LNは表皮細胞層と羽髄にも存在していた(図2E, F). 尾方に傾斜した10日目の羽芽において, 羽髄全体の陽性反応に加えI型コラーゲンは羽髄基部の頭方側で, FNは尾方側でより強く染色されていた(図2G, H). IV型コラーゲンに対する陽性反応は表皮下の基底膜および羽髄の血管壁に限定されるようになり(図2I), 表皮層における $\alpha$ -ケラチンの存在も観察されるようになった(図2J). 孵卵13日目の羽芽横断面では, 羽髄全体の陽性反応ではなく血管, 縦溝, 羽枝端部におけるI型コラーゲンやLNに対する車軸状の染色像が観察され(図2K, L), 対照的に, 抗 $\beta$ -ケラチン抗体では辺縁の外鞘と縦溝両側の羽枝細胞索が染色されていた(図2M). 外鞘最外部と羽枝端における $\alpha$ -ケラチンに対する染色像が観察された15日目には(図2N),  $\beta$ -ケラチンに対する染色では, 中

空化した羽枝と矢羽状の小羽枝の輪郭が観察され(図2O), 19日目の縦断面では羽枝皮質とその両側を縦走する小羽枝全体が染色されていた(図2P).

### SDS-PAGE 像

$\beta$ -ケラチンの主鎖は孵卵13日目に明確なバンドとして出現し, 17日目まで増加したが19日目には減少していた(図3). 本実験におけるサンプル処理による羽毛ケラチンの可溶化は, 15日目以降は不完全となり, 遠心分離後の沈殿量は19日目には急増していた(図省略).

### 考 察

孵卵9日目までは表皮におけるケラチンの局在が不明確であったこと, 基底膜を構成するタンパク質であるIV型コラーゲンやラミニンが表皮や真皮にも存在していたこと, III型コラーゲンが表皮層にも存在していたこと等から, 羽芽は未分化な組織として隆起したと判断される. その後, 羽芽は羽髄における線維芽細胞の増殖とECMの蓄積に伴って伸長し, 11日目には, 増殖した表皮細胞の分化により羽枝の形成が開始された. 培養系においてI型コラーゲンと線維芽細胞は表皮細胞の増殖と分化を促進することから(久保ら, 1997), ECMと線維芽細胞が充満した羽髄は, 羽芽の伸長だけではなく羽枝の形成をも促進していると考えられる. また, 線維芽細胞はFNを介してコラーゲンを牽引することが知られていることから(ASAGA *et al.*, 1991), 孵卵10日目の羽芽の尾方への傾斜には, 頭方側におけるI型コラーゲンの蓄積による尾方への押し出しと, 尾方における線維芽細胞によるFNを介したコラーゲンの牽引が深く関与しているものと考えられる. 一方, 羽毛の主要構成タンパク質であり分化指標でもある $\beta$ -ケラチンは(HAAKE *et al.*, 1984), 小羽枝の形成が開始された13日目から急増し, 15日目の羽枝, 小羽枝の輪郭における局在から19日目には小羽枝全体に存在するようになり, さらに角質化により不溶化していた. 羽髄の退化は13日目には始っており, ECMは羽髄全体には存在しておらず, 対照的に $\beta$ -ケラチンは外鞘と羽枝細胞索に局在していた. これらのことから, 初生羽の最終的な形態形成に先行して羽髄は退行し, ECMと線維芽細胞の退縮が羽枝, 小羽枝における $\beta$ -ケラチンの蓄積と角質化を誘導していると考えられる. しかし, これらの事象をより明確にするには, 日齢ではなくステージ毎のサンプリングとプロテオグリカンを含む多種類のECMタンパク質に関するさらなる検討が必要であろう.

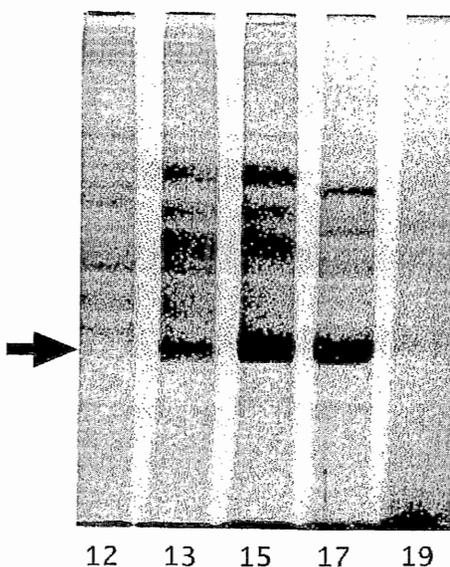


図3 ニワトリ初生羽のSDS-PAGE像  
矢印は $\beta$ -ケラチン主鎖の位置を, レーン下の数字は胚齢(日)を示す.

### 文 献

安倍直哉(1991) 羽毛の構造と機能. 週間朝日百科, 6(14): 62-64.

- ASAGA, H., S. KIKUCHI and K. YOSHIKATO (1991) Collagen gel contraction by fibroblasts requires cellular fibronectin but not plasma fibronectin. *Exp. Cell Res.*, **193**: 167-174.
- HAAKE, A. R., G. KONIG and R. H. SAWYER (1984) Avian feather development: relationships between morphogenesis and keratinization. *Dev. Biol.*, **106**: 406-413.
- KEMP, D. J. and G. E. ROGERS (1972) Differentiation of avian keratinocytes: Characterization and relationship of the keratin proteins of adult and embryonic feathers and scales. *Biochemistry*, **11**: 969-975.
- 久保康明・松澤陽子・中村富美男・竹之内一昭・近藤敬治 (1997) 角化細胞の分化に及ぼす線維芽細胞の影響. 北海道畜産学会報, **39**: 47-50.
- SENGEL, P. (1986) Epidermal-Dermal Interaction. *in* *Biology of Integument 2*. (HAHN, J. B., A. G. MATOLTSY and K. S. RICHARDS, eds) 374-408. Springer-Verlag. Berlin.
- 茂田良光 (1997) 鳥類の羽毛と換羽. *Birder*, **11**: 27-33.

## ウマ新生子黄疸症予防検査への 抗ウマ $\gamma$ グロブリンモノクローナル抗体の応用

赤島 智博・白尾 淳之・寺田 有<sup>1</sup>・大和 康夫<sup>1</sup>・天野 卓<sup>2</sup>・横濱 道成

東京農業大学生物産業学部, 北海道網走市字八坂 196 099-2422

<sup>1</sup>日高軽種馬農業協同組合, 北海道静内郡静内町神森 175 056-0002

<sup>2</sup>東京農業大学農学部家畜育種学研究室, 神奈川県厚木市船子 1737 243-0034

### Clinical application of anti-horse $\gamma$ -globulin monoclonal antibodies for preventing equine neonatal isoerythrolysis

Tomohiro AKASHIMA, Junji SIRAO, Tamotsu TERADA<sup>1</sup>,  
Yasuo OHWA<sup>1</sup>, Takashi AMANO<sup>2</sup> and Michinari YOKOHAMA

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

<sup>1</sup>Hidaka Horse Breeder's Association Shizunai Equine Hospital,  
175 Kaminomori, Shizunai-tyou, Shizunai-gun, Hokkaido 056-0002

<sup>2</sup>Laboratory of Animal Genetics and Breeding, Faculty of Agriculture, Tokyo University of Agriculture,  
1737 Hunako, Atugi-shi, Kanagawa 243-0034

キーワード: ウマ, 新生子黄疸症, モノクローナル抗体, クームス試験

Key words: Horse, Neonatal isoerythrolysis, Monoclonal antibody, Coombs test

#### 要 約

血液型不適合による子馬の黄疸症(新生子黄疸症)の予防検査は, 抗ウマ $\gamma$ グロブリンポリクローナル抗体(pAb)を検査試薬とした赤血球の間接凝集試験(クームス試験)によって実施されている。本疾患の発症の予防は, 子馬赤血球抗原に対する母馬血清中のクームス抗体の力価レベルに従い, 分娩後の新生子馬の初乳摂取開始時期を遅らせる方法で行われている。しかし現在使用されているpAbは発症の原因となるクームス抗体以外とも反応するため, 本来発症しない子馬の母馬をも陽性馬と判定し, 子馬への不必要な断乳が行われ, 多くの免疫移行不全馬が作出されている。そこで新たに開発した抗ウマ $\gamma$ グロブリンモノクローナル抗体(mAb: YOKOHAMAら1998)検査試薬を用いて臨床検査を行った結果, mAbはpAbよりもクームス抗体への特異性が高く, mAb検査陽性率はpAb検査陽性率の約4割にまで低下させた。またmAbではpAbよりも, 発症馬のクームス抗体の力価が高い値(640-2,560倍)となった。しかしクームス抗体の力価の変動は, 分娩の60日以前には認められず分娩日間近に上昇する傾向がうかがえることから, 検査の時期は, 正確な分娩日を把握して採血を分娩日に

近い日に行うことが望ましいと思われた。mAbによって検出した母馬血清中のクームス抗体の力価を基準とした断乳時間を新たに定めることにより, 本疾患の発症を効果的に予防できるものと思われた。

#### 緒 言

ウマの同種免疫性溶血性貧血(以下黄疸症)は母子間の血液型不適合が原因となって発症する。新生子馬の受動免疫は, 初乳中に含まれる免疫グロブリンを摂取することで得られているが, 黄疸症の発症は母馬体内で産生された子馬赤血球を感作する抗体(血液型不適合抗体: クームス抗体)を摂取することにより喚起される(BECHT & SEMRAD, 1985)。発症の要因であるクームス抗体は, 母馬の体内に存在する赤血球感作抗体の中でも特に赤血球の凝集を引き起こさない一価抗体であることから(細田ら, 1959 A, B), 予防検査は妊馬血清中の抗体力価をクームス試験によって測定して行われている。

現在, 予防検査はpAbを検査試薬として実施され, 予防処置は検査結果の抗体力価に従い子馬への初乳の授乳を制限して行われているが, 発症率が0.1から0.2%であるのに対して検査陽性率は10から20%である。そのため子馬への不必要な断乳を行わなければならない, 初乳を飲まないことにより, 正常な移行抗体が得られず, 免疫移行不全馬が作出されている。

本研究では YOKOHAMA ら (1998) が開発した mAb 検査試薬について臨床検査を行い、その実用性を検討した。mAb の有効性について、黄痘発症の原因抗体を特異的にとらえて検査陽性率を下げることができ、pAb よりもクームス抗体を検出する優れた検査試薬であるか否かを検討した。また mAb 検査の結果を踏まえて断乳処置を行ったあとに子馬へのクームス抗体の感作状態をも調べ、授乳を制限した時間が適切なものであったかについて調査した。

## 材料および方法

### (1)pAb および mAb の作製

pAb はウマ γ グロブリン成分を家兎に注射して産生させ作製した。

mAb はウマ γ グロブリン成分を CF # 1 系雌マウスに注射し、ポリエチレングリコールを使用した細胞融合法により作製した (YOKOHAMA, 1998)。また検査試薬 (TS 10+4) として、クームス試験により黄痘発症馬母馬血清に極めて強く反応し、かつ黄痘非発症馬母馬血清に対して反応を示さなかった TS-10 および TS-4 の 2 種類の mAb は、1:1 の割合で混合して用いた。

### (2) 予防検査対象馬頭数

平成 8 年度および平成 9 年度に黄痘症予防検査を行った北海道日高地区の競走用軽種馬の繁殖雌馬について、それぞれ 3,660 頭および 3,401 頭を検査対象にした。

### (3) 解離試験による子馬赤血球感作抗体の調査

断乳処置後の子馬への移行抗体力価を調べるための血液サンプルは、日高軽種馬農協において任意に選抜された予防検査対象母馬の新生子馬、計 36 頭から採取した。血球は採取後に遠心分離し、生理的食塩水で 3 回洗浄した。続いてエーテル解離法により赤血球感作抗体を含む解離抗体液を回収し、解離抗体の力価をクームス試験によって測定した。

## 結果および考察

### (1)mAb を用いた黄痘症予防検査の実用性

表 1 に平成 8 および 9 年度の pAb および mAb を

用いた臨床検査の結果を示した。pAb 検査の陽性率はそれぞれ 15.16% (555 頭) および 9.80% (333 頭)、mAb 検査の陽性率はそれぞれ 3.61% (132 頭) および 4.59% (156 頭) で、mAb 検査陽性率は pAb 検査陽性率の約 4 割にすぎなかった。

両年度とも pAb 検査の抗体力価を基準として断乳時間が指示されているが、実際は mAb 検査の結果を参考に溶血試験、過去の発症歴および臨床データを考慮して診断されていた。この mAb 検査結果は断乳時間に反映され、平成 8 年度よりも 9 年度の方が 3 時間や 6 時間のように短い時間で授乳制限を指示されたウマが増加し、18 時間や 24 時間のように長い時間で指示されたウマが減少する結果となっていた (表 2)。

mAb の抗体力価に基づく断乳方法は pAb よりも断乳時間を短縮することができ、免疫移行不全馬の発生を減少させることができるものと考えられた。

また予防処置後、黄痘発症率は 8 年度が 0.16% (6 頭)、9 年度が 0.09% (3 頭) であった。原因は mAb 検査試薬の特異性による検査上の問題ではなく、指示した断乳時間よりも早い時間に子馬に授乳させたか、もしくは検査後から分娩までの間に母馬体内のクームス抗体の力価が上昇したためであった。

pAb を用いた臨床検査の結果に加え、mAb 検査の結果を考慮した平成 8 および 9 年度の最終的な検査陽性率は、それぞれ 9.62% (352 頭) および 9.70% (330 頭) であり、この方法によっても検査陽性率の改善ができるものと考えられた。

### (2) 解離試験の結果と断乳時間

解離試験の検体である新生子馬の多くは、予防検査後に指示された断乳時間よりも早く初乳を摂取していた (表 3)。

表 2 mAb 検査後の断乳時間およびその対象馬頭数

検査年度 断乳時間	平成 8 年度 (検体頭数)	平成 9 年度 (検体頭数)
3	52	93
6	62	84
12	67	57
18	72	44
24	99	52

表 1 黄痘症予防検査結果および発症率

検査年度 (検体数)	平成 8 年度 (3,660)	平成 9 年度 (3,401)
pAb クームス試験陽性率 (陽性検体数)	15.16% (555)	9.80% (333)
mAb クームス試験陽性率 (陽性検体数)	3.61% (132)	4.59% (156)
検査最終結果陽性率 (陽性検体数)	9.62% (352)	9.70% (330)
発症率 (発症馬頭数)	0.16% (6)	0.09% (3)

陽性率 (%) : 陽性検体数 / 全検査頭数 × 100  
 発症率 (%) : 発症馬頭数 / 全検査頭数 × 100

表3 間接クームス試験および解離試験結果

検体 番号	クームス試験抗体力価		解離試験抗体力価			断乳 時間	備 考
	pAb	mAb	pAb	mAb	採 血		
1	0	0	0	0	分娩2日後	無	乳汁クームス試験のみ陽性
2	64	0	0	0	分娩2日後	24	過去発症馬 (H. 2)
3	32	20	1~2	1~2	初乳摂取後24時間後	18	生後4時間後に母乳摂取
4	16	2.5	0	0	初乳摂取後24時間後	6	生後2時間後に母乳摂取
5	32	0	0	0	分娩翌日	1	1時間断乳
6	0 (64)	0 (1280)	8	8~16	発症時	無	生後12日目に発症
7	32	2	0	0	分娩2日後	24	生後12時間後に母乳摂取
8	64	5	0	0	分娩2日後	24	生後18時間後に母乳摂取
9	16	5	0	0	分娩翌日	18	生後14時間後に母乳摂取
10	32	10	0	0	分娩2日後	18	生後18時間後に母乳摂取
11	64	5	0	2	分娩翌日	6	生後18時間後に母乳摂取
12	16	5	0	0	分娩翌日	12	生後6時間後に母乳摂取
13	64 (64)	160 (1280)	1	1	分娩翌日	24	生後7時間後に母乳摂取
14	16	20	0	0	分娩翌日	12	生後4時間後に母乳摂取
15	64 (64)	160 (2650)	64~128	16	発症時	24	生後12時間後に母乳摂取
16	64	80	0	0	分娩2日後	24	生後24時間後に母乳摂取
17	16	5	±	±	分娩2日後	12	断乳せず初乳摂取
18	8	10	0	0	分娩翌日	6	生後6時間後に母乳摂取
19	16	0	0	0	分娩当日	無	再検査でmAb力価5倍
20	16	5	0	0	初乳摂取後24時間後	12	断乳せず初乳を摂取
21	8	0	2	2	分娩翌日	6	クームス試験陰性, 解離試験陽性
22	8	0	0	0	分娩当日	6	pAbクームス試験のみ陽性
23	64	10	0	0	分娩翌日	24	生後4時間後に母乳摂取
24	32	5	0	0	分娩翌日	18	生後1時間30分後に母乳摂取
25	64	40	0	0	分娩2日後	24	生後14時間後に母乳摂取
26	0	0	0	0	分娩翌日	無	陰性
27	8	0	0	±	分娩翌日	無	乳汁クームス試験において陽性
28	0	0	0	0	分娩翌日	無	陰性
29	0	0	0	0	分娩当日	無	乳汁クームスpAbの検査のみ陽性
30	32	20	0	0	初乳摂取後24時間後	18	生後3時間後に母乳摂取
31	64	40	0	0	分娩翌日	18	生後18時間後に母乳摂取
32	0	0	0	0	分娩翌日	無	陰性
33	16	0	0	0	分娩翌日	無	断乳せず, 初乳を摂取
34	32	0	±	±	分娩翌日	無	断乳せず, 初乳を摂取
35	16	10	0	±	分娩当日	6	生後3時間後に母乳摂取
36	NT (64)	NT (640)	32	8	初乳摂取後24時間後	無	予防検査せず, 再検査のみ実施

■ : 発症馬

※抗体力価はサンプルの希釈倍数で示し, 「NT」は未検査「±」は疑陽性を表す

※検体から得たサンプルが複数の場合は, その検体の抗体力価の最大値を表記した

※検体「13」の解離試験の結果は, 黄疸症の治療として輸血後のサンプルを用いたものである

※発症馬のみ再検査 (分娩日採血サンプル)の抗体力価を ( ) 内に記した

36例の解離試験の結果, 発症馬<表3のNo.6, 13, 15, 36>を含めた11検体はmAbおよびpAbを用いた検査の一方または双方において疑陽性から128倍までの力価を示したが, 残りの3分の2を占める25検体はmAbおよびpAb検査で共に陰性で移行抗体は認められなかった。これはpAb検査後に指示した断乳時間が必要以上に長いことを示す証拠で, その結果, 正常な免疫抗体の移行を妨げていることを示していた。

また予防検査においてpAb検査で陽性, mAb検査

で陰性であった検体は計8検体存在し, 断乳時間はそれぞれ異なったが発症に至らなかった。これらの検体は解離試験において, 高く2倍の力価にとどまり, mAb検査の結果から授乳を制限する必要がない例と考えられた。

以上のことからpAb検査で陽性と診断され, 断乳処置を受けていた新生子馬の中には断乳する必要のないもの, もしくは断乳時間をより短縮できるものが含まれていると考えられた。またmAbで陰性, pAbで陽性

を示した母馬のクームス抗体は多少摂取しても発症に至らないと思われた。従って、mAb 検査試薬を用いた予防検査システムを確立するため、これまで pAb 検査の抗体力価を基準に定めていた断乳時間をそのまま mAb 検査に適用するのではなく、mAb 検査結果の抗体力価に対して新たに基準を定める必要があると考えられた。

### (3)クームス抗体と黄痘の発症

平成9年度の発症例は、予防検査（スクリーニング検査）を受けずに発症した1例を加えて4例であった（表3）。これらの検体はいずれも再検査の結果、pAb では64倍の力価であったがmAbでは640倍から1,280倍と極めて高い力価を示した。これはmAbがpAbよりも発症の原因となるクームス抗体と的確に反応していることを示しているものと考えられた。また解離試験の結果はpAbの試験で8~128倍、mAbの試験で8~16倍であった。陽性検体中の赤血球感作抗体の中には黄痘症に関与しない非発症性の抗体が存

在し、pAbはその非発症性のクームス抗体をとらえているため、これが過剰に陽性検体率を上げる要因であると思われた。

発症は単に抗体量の違いなのか、また発症に直接関与する抗体のサブクラスが存在するのかは明らかではないが、mAbは発症性のクームス抗体に極めて特異的に反応しているものと考えられた。

### (4)採血日から分娩日までのクームス抗体力価の変動

日高地区における予防検査は、日高軽種馬農協の指導のもとで実施されている。検査頭数は非常に多く、検査を行うために多大な労力、時間などが要求される。実際、平成9年度には予防検査のための採血日から検査日まで早くて3日、遅ければ34日間、平均約20日間かかり、また採血日から分娩日まで早くて46日、遅ければ143日間、平均約76日間（約2カ月間）であった（表4）。

平成9年度に行われたスクリーニング検査と再検査（分娩日または黄痘発症時に母馬から得た血清サンプル

表4 予防検査（スクリーニング検査）および再検査結果

検査番号	採血日 月.日	検査日 月.日	スクリーニング検査		採血日から分娩日 までの日数	分娩日 月.日	再検査（分娩日）	
			pAb力価	mAb力価			pAb力価	mAb力価
2	2.2	3.11	64	0	66	4.10	64	40
3	2.4	2.8	32	20	51	3.28	32	20
4	2.5	2.13	16	2.5	51	3.29	16	5
5	2.4	2.21	32	0	67	4.13	32	5
6	2.4	2.22	0	0	97	5.13	64※	1280※
8	2.4	2.22	64	5	61	4.7	32	5
9	2.5	2.24	16	5	85	5.2	64	5
10	2.4	2.24	32	10	73	4.19	32	5
11	2.5	2.24	64	5	95	5.12	64	0
12	2.4	2.24	16	5	104	5.20	32	5
13	2.3	2.24	64	160	76	4.21	64	1280
14	2.4	2.25	16	20	64	4.10	32	20
15	2.4	2.25	64	160	52	3.29	64	2560
17	2.5	2.25	16	5	84	5.1	32	2.5
18	2.4	2.26	8	10	107	5.23	0	0
19	2.5	2.27	16	0	101	5.18	32	0
20	2.5	2.25	16	5	46	3.24	64	5
21	2.5	2.15	8	0	57	4.4	8	0
22	2.5	2.15	8	0	57	4.4	4	0
23	2.5	2.15	64	10	58	4.5	64	5
24	2.5	2.27	32	5	102	5.19	64	2.5
28	2.5	2.28	8	0	68	4.15	64	2.5
30	1.30	2.15	32	20	54	3.26	32	5
31	1.30	3.4	64	40	71	4.12	64	40
33	1.30	3.6	16	0	108	5.19	32	0
34	1.30	3.6	32	0	104	5.15	64	10
35	1.30	3.6	16	10	116	5.27	16	10

■：発症馬

※検査番号「6」についてのみ再検査は分娩日のサンプルではなく、子馬の生後12日目の発症時のサンプルを用いた結果である

表 5-1 mAb 試験においてスクリーニング検査陰性から再検査陽性へと転じた検体

検体 No.	採血日 月. 日	スクリーニング検査		採血日から検査日 までの期間 (日数)	検査日 月. 日	採血日から分娩日 までの期間 (日数)	分娩日 月. 日	再検査 (分娩日)	
		pAb力価	mAb力価					pAb力価	mAb力価
2	2. 2	64	0	8	3.11	66	4.10	64	40
5	2. 4	32	0	16	2.21	67	4.13	32	5
6	2. 4	0	0	17	2.22	97	5.13	64	1280
28	2. 5	8	0	22	2.28	68	4.15	64	2.5
35	1.30	32	0	34	3. 6	104	5.15	64	10

表 5-2 mAb 試験においてスクリーニング検査陽性から再検査陰性へと転じた検体

検体 No.	採血日 月. 日	スクリーニング検査		採血日から検査日 までの期間 (日数)	検査日 月. 日	採血日から分娩日 までの期間 (日数)	分娩日 月. 日	再検査 (分娩日)	
		pAb力価	mAb力価					pAb力価	mAb力価
11	2. 5	64	5	18	2.24	95	5.12	64	0
18	2. 4	8	10	21	2.26	107	5.23	0	0

ルを用いた試験)のクームス試験の結果から、分娩前後のクームス抗体の力価の変化と採血日と分娩日の間の期間の影響を調べた。

pAb 検査または mAb 検査のどちらかにおいて、抗体力価に変化がみられた検体は 27 例中 23 例、うち mAb 検査においてのみ抗体力価に変化があった検体は 15 例であった(表 4)。また mAb 試験においてスクリーニング検査で陰性、再検査で陽性へと転じた検体は 5 例みられ、逆に陽性から陰性へと転じた検体が 2 例みられた(表 5)。

スクリーニング検査および再検査の mAb 検査の結果から、スクリーニング検査用サンプルの採血日から再検査用サンプルを採血した分娩日までの日数が 60 日以内であれば、ほとんど抗体力価に変化がみられなかった。また 61 日以上であれば 7 割の検体に変化がみられた。しかし、No.15(表 3 と 4)の発症馬は、採血日から分娩日まで 52 日しか経過していないが、力価が mAb を用いた試験で 160 倍から 2,560 倍にまで上昇していた。つまりクームス抗体は分娩日間近に力価が高くなり、その力価の上昇は pAb よりも mAb において、より明確に表れていた。

長期間かかる検査システムは、母馬生体内のクームス抗体量の増減を正確にとらえきれないことが示され、黄疸症に関係するクームス抗体の力価は、分娩日間近に上昇するものと思われることから、クームス試

験による検査精度を上げるには、できるだけ正確な分娩日を把握し、採血を分娩日に近い日に行う必要性が明らかとなった。このように mAb 検査試薬は pAb よりも明らかに発症に関与しているクームス抗体の検出感度が高く、検査陽性率を下げる事が可能であった。より迅速な検査システムが確立できれば、mAb 検査試薬を使用したクームス試験による予防検査は、非常に有効な方法になると考えられた。

## 文 献

- BECHT J. L. and SEMRAD S. D. (1985): Hematology, Blood typing, and Immunology of the Neonatal Foal, Veterinary Clinics of North America, *Equine Practice*, 1(1), 91.
- 細田達雄, 茂木一重, 金子忠恒, 阿部恒夫(1959): 家畜の初生児黄疸に関する研究. IV. 馬における非定型抗体の生成と消長, 農技研報, G18, 223-228.
- 細田達雄, 茂木一重, 金子忠恒, 渡辺誠喜(1959): 家畜の初生児黄疸に関する血清学的研究. I. 馬血球凝集原および溶血原と初生児黄疸との関係ならびに非定型抗体の存在について, 農技研報, G16, 87-60.
- YOKOHAMA, M. KONDOH, T. AKASHIMA, T. OHWA, Y. and AMANO, T. (1998): Specific monoclonal antibody to antibodies causing equine neonatal isoerythrolysis, *Anim. Genet.*, 29, 1:30.

## ウシ乳蛋白質の免疫化学的定量条件の検討

渡邊 竜也・平山 博樹\*・横濱 道成

東京農業大学生物産業学部, 網走市 099-2422

\*㈱新薬開発研究所, 恵庭市 061-1405

## Examination of quantitative analysis for determining cow milk proteins by immunochemical method

Tatsuya WATANABE, \*Hiroki HIRAYAMA and Michinari YOKOHAMA

Laboratory of Animal Resources, Faculty of Bioindustry, Tokyo University of Agriculture,  
196 Yasaka, Abashiri-shi 099-2422\*New Drug Development Reserch Center Inc.  
452-1 Toiso, Eniwa-shi 061-1405キーワード: モノクローナル抗体, カゼイン,  $\beta$ -ラクトグロブリン, ELISAKey words: monoclonal antibody, casein,  $\beta$ -lactoglobulin, ELISA

## 要 約

ウシ主要乳蛋白質には遺伝的多型が存在することが知られている。この遺伝的多型と生産形質との関連性が報告され、蛋白質の遺伝的多型をマーカーとした育種選抜が有用であると考えられる。そこで著者らは、遺伝的多型と乳蛋白質成分量との関連をさらに検索するため、乳蛋白質に対するモノクローナル抗体(mAb)を26種類 [ $\alpha_{s1}$ -カゼイン(Cn) 2株,  $\beta$ -Cn 7株,  $\kappa$ -Cn 7株および $\beta$ -ラクトグロブリン(Lg) 10株] 作製した。ついで、これらを用いたELISA法により高感度の免疫化学的定量法を確立することを目的として、定量時のpH条件の違いによる測定値の変化を調べた。その結果、 $\alpha_{s1}$ -Cn 1株,  $\beta$ -Cn 3株,  $\kappa$ -Cn 2株および $\beta$ -Lg 4株で産生されたmAbでそれぞれpH 8.2, 8.2-8.6, 6.6および8.2の条件下で最も反応性が高くなり、これらのmAbは免疫化学的定量に用いるのに有用であった。また同一乳蛋白質を認識したmAbでも、その産生細胞株の違いによって最適反応を示すpHが異なるものも認められた。一方、抗 $\beta$ -Lg抗体産生株においては $\beta$ -LgAの遺伝的形質を認識するmAbが得られた。

## 緒 言

牛乳中には良質な蛋白供給源となるカゼイン(Cn)および乳清蛋白質が含まれており、これらの利用はチーズやヨーグルトのような食品分野のみならず工業

用など多岐にわたっている。さらに乳蛋白質の生理活性など潜在的機能に関する研究も進められており、今後利用の拡大が予想される(中江, 1988; 上野川ら, 1994)。

一方、牛乳中の主要蛋白質成分である $\alpha_{s1}$ -Cn,  $\beta$ -Cn,  $\kappa$ -Cnおよび $\beta$ -ラクトグロブリン(Lg)には、遺伝的多型が存在することが知られており、これまでの研究でこの多型と乳量もしくは乳蛋白率などとの関連が報告され(GIBSON, 1990; MARZIALI and NG-KWAI-HANG, 1986; NG-KWAI-HANG *et al.*, 1984)、生産性の向上のための一手段としての育種選抜に、乳蛋白質遺伝子をマーカーとした方法が有用であると考えられる。著者らは各乳蛋白質間の遺伝的多型とその成分量との関係を明らかにするため、ウシ乳蛋白質に対するモノクローナル抗体(mAb)を作製し(横濱ら, 1966)、これらを用いて免疫化学的定量を行ったが(平山と横濱, 1997)、測定条件を改善する事でさらに高感度に検出できると思われた。そこで本論文では、免疫化学的定量条件を確立するため、ELISA法(酵素標識第2抗体を用いた固相法)でのpH条件による抗原抗体反応への影響を調べた。

## 材料および方法

供試乳は、前報(平山と横濱, 1997)と同じく網走管内卯原内地区の酪農家17戸より採集して処理した脱脂乳を用いた。これらはあらかじめ尿素加等電点電気泳動法(横濱と平山, 1996)により $\alpha_{s1}$ -Cn,  $\beta$ -Cn,  $\kappa$ -Cnおよび $\beta$ -Lgについてそれらの遺伝的多型の判別を行った。また、用いたmAbは、抗 $\alpha_{s1}$ -Cn 2株、

抗 $\beta$ -Cn7株, 抗 $\kappa$ -Cn7株および抗 $\beta$ -Lg10株の培養上清を用いた。また培養上清中のmAbの活性は, SDSを含む12.5%ポリアクリルアミドゲル電気泳動法を併用したウエスタンブロットニングアッセイで確認した。なお, 各mAbはそれぞれの力価によって4-8倍に希釈して用いた。

ELISA法および標準曲線の作成は, 基本的に平山と横濱(1997)の方法に従った。mAbの抗原抗体反応のpH依存性を検索する試験には, 抗体希釈と洗浄に用いたTBS-TのpHを5.0-9.8の間で13段階に調整して用いた。また, 乳サンプルは上記の供試乳の中から7例[No.1;  $\alpha_{S1}$ -CnB/C,  $\beta$ -CnA<sup>2</sup>/A<sup>3</sup>,  $\kappa$ -CnA/Aおよび $\beta$ -LgB/B, No.2; それぞれB/B, A<sup>1</sup>/A<sup>1</sup>, A/BおよびA/B, No.3; B/C, A<sup>3</sup>/B, A/BおよびB/B, No.4; B/B, A<sup>2</sup>/A<sup>2</sup>, A/BおよびA/B, No.5; B/B, A<sup>2</sup>/A<sup>2</sup>, A/AおよびB/B, No.6; B/B, A<sup>1</sup>/B, A/BおよびA/A, No.7; B/B, A<sup>1</sup>/A<sup>2</sup>, A/AおよびA/B], および任意に個別別脱脂乳を混合したサンプル(混合脱脂乳)を用いた。

定量に供する事ができると思われた10種のmAb

を使用して, 倍数希釈された標品を用いて反応性を調べ, 回帰式を算出し, 標準曲線を作成した。この標準曲線を用いて任意に選択した個別別脱脂乳20例の乳蛋白質含量を算出し, その平均値を求めた。

### 結果および考察

はじめに, 4-8倍に希釈した培養上清中の抗体と拮抗的に結合することのできる抗原希釈率を検索するため, 倍数希釈した混合脱脂乳を抗原として, 反応性を測定した。その結果, 明確な発色が認められた18種のmAbで, それぞれ16-32,000倍希釈の間で吸光度が最高となった。図1はB $\beta$ -Lgs2株の培養上清を用い, 倍数希釈した脱脂乳との反応性を示したものである。このmAbの場合, 16,000倍希釈において反応性のピークが認められた。このように反応ピークが認められた脱脂乳希釈率を各mAbに対する最適脱脂乳希釈率とした(表1)。

ウエスタンブロットニングアッセイではいずれのmAbでも各抗原成分に反応を示していたが, ELISA法では反応を示さなかったmAbが4種認められた。

表1 各mAbに対する最適脱脂乳希釈倍率と最適pH

mAb産生細胞株	mAb希釈倍率	発色時間(分)*1	最適脱脂乳希釈倍率	最適pH	備考
B $\alpha$ -Cn1	×4	30	×2,000	—	*3
C $\alpha$ -Cn2	×8	15	×16,000	8.2	
B $\beta$ -Cn1	×8	30	×200	—	*3
B $\beta$ -Cn2	×8	—	—	—	*2
B $\beta$ -Cns3	×8	30	×1,600	8.6	
C $\beta$ -Cn1	×8	30	×32,000	—	*3
C $\beta$ -Cn3	×8	30	×32,000	—	*3
C $\beta$ -Cn4	×8	30	×16,000	8.2	
C $\beta$ -Cns5	×8	30	×32,000	8.2	
B $\kappa$ -Cn1	×8	30	×16	—	*3
B $\kappa$ -Cns3	×8	30	×32,000	6.6	
C $\kappa$ -Cn1	×8	—	—	—	*2
C $\kappa$ -Cn2	×8	—	—	—	*2
C $\kappa$ -Cn3	×8	30	×32,000	—	*3
C $\kappa$ -Cns4	×8	30	×32,000	—	*3
C $\kappa$ -Cns5	×8	15	×32,000	6.6	
B $\beta$ -Lgs1	×8	—	—	—	*2
B $\beta$ -Lgs2	×8	30	×16,000	8.2	
B $\beta$ -Lgs3	×8	30	×16,000	—	*3
B $\beta$ -Lgs5	×8	30	×16,000	8.2	
B $\beta$ -Lgs7	×8	30	×16,000	8.2	
B $\beta$ -Lgs8	×8	30	×16,000	—	*3
C $\beta$ -Lg1	×4	30	×16	—	*3
C $\beta$ -Lgs2	×8	30	×16,000	8.2	
C $\beta$ -Lgs3	×8	30	×32,000	—	*3
C $\beta$ -Lgs4	×8	30	×16	—	*3

\*1 AP基質溶液を入れてから十分な発色が見られるまでの時間

\*2 脱脂乳希釈倍率決定時に十分な発色が得られなかったもの

\*3 最適pHが認められなかったもの

これらは以下の実験には用いなかった。

次に、抗原抗体反応に及ぼす pH の影響を調べた結果、抗  $\alpha_{s1}$ -Cn mAb では 1 種、抗  $\beta$ -Cn mAb では 3 種、抗  $\kappa$ -Cn mAb では 2 種および抗  $\beta$ -Lg mAb では 4 種で抗原サンプル No.1-7 および混合脱脂乳ともに特定 pH で反応がピークを示した（それぞれ pH 8.2, pH 8.2-8.6, pH 6.6 および pH 8.2）。このような mAb は免疫化学的手法を用いた定量に有用であると思われた。図 2 は  $B\beta$ -Lgs 2 株の産生 mAb の反応を示したものであるが、供試抗原サンプルの全てにおいて pH 8.2 で反応がピークを示した。このピーク時の pH を各 mAb の最適 pH とした。一方、mAb によっては抗原により反応性が異なっていたために、最適 pH が決定されなかったものが認められた。

表 2 に各 mAb の回帰式と相関係数および検出値を示した。今回算出された検出値は、pH を考慮しない場合（平山と横濱，1997）と比較すると、 $\alpha_{s1}$ -Cn を除き 2.3-1,600 倍の感度の上昇が認められた。

pH の影響を調べる試験において、mAb 間で反応性が極めて類似したものが認められた。図 3 および図 4 は  $C\kappa$ -Cn 3 および  $C\kappa$ -Cns 4 株の産生 mAb 反応性の pH 依存性を示したものである。また  $B\beta$ -Lgs 2,  $B\beta$ -Lgs 7 および  $C\beta$ -Lgs 2 株産生 mAb 間においても同

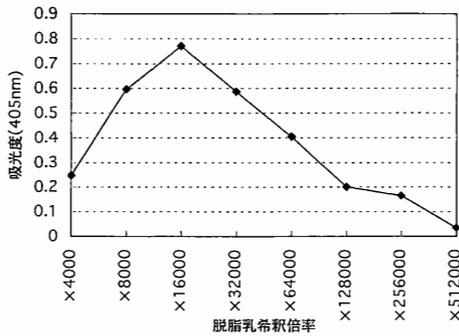


図 1  $B\beta$ -Lgs 2 株培養上清と倍数希釈された脱脂乳との反応性  
発色時間；30 分

様の反応性が認められた。

抗原によって最大反応ピークを示す pH が異なっていた mAb の中には、 $C\kappa$ -Cn 3,  $C\kappa$ -Cns 4 および  $B\beta$ -Lgs 3 のように供試乳サンプルを反応性の違いから 2-3 種類に分類できたものが認められた。例えば  $B\beta$ -Lgs 3 産生 mAb では、3 種類の抗原サンプル群に分類できた（図 5）。この mAb では pH 8.2 において吸

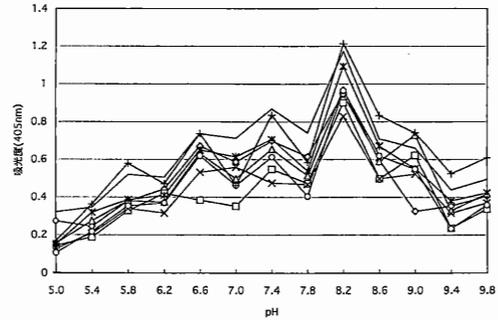


図 2  $B\beta$ -Lgs 2 株培養上清による反応の pH 依存性  
発色時間；30 分

◇ 混合脱脂乳 □ No.1 ▲ No.2 × No.3  
\* No.4 ○ No.5 + No.6 — No.7

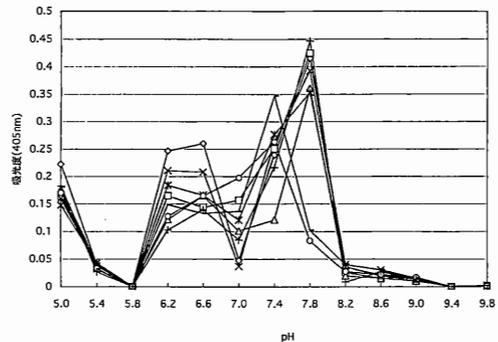


図 3  $C\kappa$ -Cn 3 株培養上清による反応の pH 依存性  
発色時間；30 分

◇ 混合脱脂乳 □ No.1 ▲ No.2 × No.3  
\* No.4 ○ No.5 + No.6 — No.7

表 2 最適 pH による乳蛋白質の回帰式とその mAb の検出値

抗体産生株 (発色時間) 最適 pH	回帰式	相関係数	検出値 (mg/ml) $\pm$ S.E.
$C\alpha$ -Cn2 (15min) pH8.2	$Y=0.2229+24.1076X$	$r=0.9803$	$(0.7234\pm 7.34)\times 10^{-3}$
$B\beta$ -Cns3 (30min) pH8.6	$Y=0.1559+10.1372X$	$r=0.9797$	$(0.0439\pm 2.32)\times 10^{-3}$
$C\beta$ -Cn4 (30min) pH8.2	$Y=0.1089+33.2138X$	$r=0.9793$	$(0.4061\pm 1.15)\times 10^{-2}$
$C\beta$ -Cns5 (30min) pH8.2	$Y=0.1414+36.1450X$	$r=0.9748$	$(0.9476\pm 2.23)\times 10^{-2}$
$B\kappa$ -Cns3 (30min) pH6.6	$Y=0.1901+7.3531X$	$r=0.9481$	$(4.6271\pm 7.40)\times 10^{-2}$
$C\kappa$ -Cns5 (15min) pH6.6	$Y=0.2409+29.7931X$	$r=0.9567$	$(0.1926\pm 1.45)\times 10^{-2}$
$B\beta$ -Lgs2 (30min) pH8.2	$Y=0.2107+28.3553X$	$r=0.9629$	$(0.1383\pm 1.13)\times 10^{-2}$
$B\beta$ -Lgs5 (30min) pH8.2	$Y=0.1028+22.6439X$	$r=0.9761$	$(0.0920\pm 9.69)\times 10^{-3}$
$B\beta$ -Lgs7 (30min) pH8.2	$Y=0.0529+19.2044X$	$r=0.9864$	$(0.1322\pm 1.90)\times 10^{-2}$
$C\beta$ -Lgs2 (30min) pH8.2	$Y=0.0692+18.3322X$	$r=0.9819$	$(0.1902\pm 1.43)\times 10^{-2}$

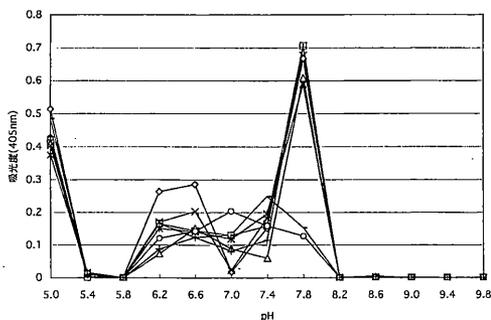


図4 C $\kappa$ -Cns 4株培養上清による反応のpH依存性  
発色時間；30分

◇混合脱脂乳 □No.1 △No.2 ×No.3  
\*No.4 ○No.5 +No.6 —No.7

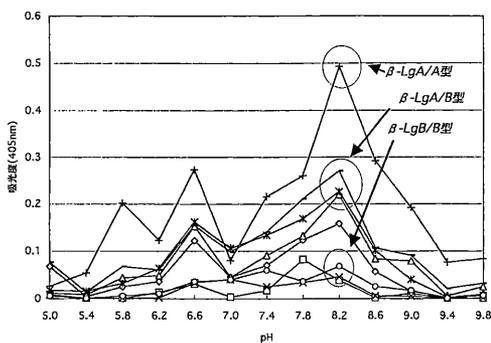


図5 B $\beta$ -Lgs 3株培養上清による反応のpH依存性  
発色時間；30分

◇混合脱脂乳 □No.1 △No.2 ×No.3  
\*No.4 ○No.5 +No.6 —No.7

光度の高い群から  $\beta$ -LgA/A型、次いで A/B型の群、  
B/B型の群となっていたため、 $\beta$ -LgAの遺伝的形質  
を認識している mAb と確認できた。

### 文 献

GIBSON, J, P (1990) Is there profit in a protein gene.  
Holstein Journal, 12: 29.

平山博樹・横濱道成 (1997) ウシ乳蛋白質の免疫化学  
的定量. 北畜会報, 39: 11-14.

上野川修一・菅野長右エ門・細野明義 編 (1994) ミ  
ルクのサイエンス. 第1版. 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 polymor-  
phism on coagulation properties of milk. J. Dairy  
Sci., 69: 1793-1798.

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. K. 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.

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) 尿素化等電点電気泳動法  
による牛乳蛋白質多型の検出. 北畜会報. 38: 19-22.

## 泌乳牛の第一胃運動の自動測定システム

田鎖 直澄・早坂貴代史\*・山岸 規昭\*\*

農林水産省北海道農業試験場 札幌市 062-8555

\*現 農林水産省草地試験場 栃木県西那須野町 329-2793

\*\*現 農林水産省畜産試験場 茨城県茎崎町 305-0901

### Auto-analyzing system for rumen motility of dairy cattle.

Naozumi TAKUSARI, Kiyoshi HAYASAKA\*, Noriaki YAMAGISHI\*\*

Hokkaido National Agricultural Experiment Station, Sapporo 062-8555

\*National Grassland Research Institute, Nishinasuno, Tochigi 329-2793

\*\*National Institute of Animal Industry, Kuzushiki, Ibaraki 305-0901

キーワード：乳牛，第一胃運動，第二胃運動

Key words: Dairy cattle, Rumen motility, Reticular motility

### 要 約

泌乳牛の内圧変動法による第一胃運動測定について、コンピューターを導入した省力化を試みた。また、第一胃背嚢部での測定結果による、第一・二胃運動の二つの型の型判別の可否を検討した。その結果、第一胃運動総数は、製作した自動判定システムによって高い精度（正判定率98.3%）で計測された。このシステムによる第一胃運動の自動的な型判定は、正判定率が93%ではあったが、記録した波形を再生し、誤判定結果の波形観察による是正のみで型判定が終了するため、極めて省力的なシステムであった。第一胃背嚢部での内圧変動波形の観察による型判定は、第二胃での内圧変動波形を併用した型判定とよく一致した（誤判定率0.3%）。第一胃背嚢部での内圧変動計測は、十分に第一・二胃運動の型判別が可能であり、第二胃の運動性の推測手法として有効であることが示された。

### 緒 言

SELLERS and STEVENS (1966) の総説によると、反芻家畜の第一・二胃運動は古くから様々な方法によって測定が行われている。しかしながら、泌乳牛についての24時間以上の時間単位での調査研究は極めて少ない。乳牛における飼料の消化性や、採食行動と消化管機能の関連を解明するに当たって、飼料の第一・二胃通過速度の研究が重要であると考えられるが、第一・二胃通過速度に関与すると考えられる第一・二胃運動についての一日単位の測定はあまり行われてい

ない。この原因の一つとして、第一・二胃運動の測定に多大な労力を必要とすることが考えられる。自動化システムの報告が近年一例 (DADO and ALLEN, 1993) 報告されているが、第一・二胃運動の測定も多くは、記録紙上の波形の肉眼観察法によって行われてきた。

牛の第一・二胃の運動には少なくとも二つの型があることが知られている (SELLERS and STEVENS, 1966)。一つは第二胃運動と第一胃運動の連携的運動であり、「A型」あるいは「Primary」等と称されるものである。もう一つは第一胃単独の部分的な運動であり、「B型」あるいは「Secondary」等と称されるものである。これまでの研究の蓄積から、第一・二胃運動測定においては、この二型を区別することが望ましい。しかしながら、正確な型判定のためには第二胃運動の測定が必要といわれている (LEEK and HARDING, 1975)。このこともまた、第一・二胃運動の測定研究を難しくさせる一因となっている。すなわち、第二胃運動を測定するためには第二胃にカテーテル等を固定する必要があるが、飼料の第一・二胃通過速度の研究において第二胃内に人工構造物が存在することには疑問を持たざるを得ないからである。

本研究は、第一胃運動解析の省力化のために、コンピューターを用いた自動解析システムの構築を試みた。また、泌乳牛の第一胃内圧測定のみでの、第一・二胃運動の自動的な型判別について、その可否を検討した。

### 材料及び方法

#### (1)動物への装着

第一・二胃の内圧変動を検出するために、先端部を

開口したままのタイゴンチューブ(内径3 mm, 外径5 mm, ノートン)を牛の第一胃フィステルを経由して第一胃および第二胃内に定置した。チューブの保護および測定部位の固定のため、チューブの外周を厚さ1 cm程度のプラスチック樹脂(自由樹脂, ダイセル化学工業)によって被った。第二胃近傍への固定のため、チューブ先端部に50 g程度の鉛塊を装着し、プラスチック樹脂にて表面を被覆した。チューブの反対端にはチューブポンプ(PERISTALTIC PUMP AP-2202, ADVANTEC TOYO)を接続し、先端開口部の目詰まり防止と圧力検出のため、毎分1~2 mlの水を流した。チューブの第一胃フィステル経由部とチューブポンプ設置部の間にT字型チューブジョイントを設置し、圧力トランスデューサー回路(田鎖ら, 1999)を接続した。

**(2) 圧力変動の記録**

圧力トランスデューサー回路の出力を、差動増幅器(自作)によって20~30倍に増幅した後、8チャンネルアナログ-デジタル変換器(12ビット A/Dコンバーター, 12 A/D-NL, 八戸ファームウェアシステム)によって量子化し、4 Hz~10 Hzのサンプリング周波数でノート型パーソナルコンピュータ(PC 9821-NE, 日本電気)によって記録した。記録用ソフトウェアは使用したアナログ-デジタル変換器用に製作したものである(田鎖ら, 1999)。

**(3) 解析用ソフトウェア**

記録されたデータは内圧変動波形曲線であり、解析に当たっては、これを第一胃運動回数に変換する必要がある。このためのソフトウェアを製作した(田鎖ら, 1999)。

**(4) 泌乳牛を用いた第一胃運動の測定**

第一胃フィステルを装着した3産以上の泌乳牛および後期ホルスタイン種乳牛3頭に、粗飼料比率の異なる3種類の混合飼料(表1)を給与した。各飼料の給与期間はそれぞれ2週間とした。各期の8日目~11日目の随時に、連続する6時間について、第二胃および第一胃背嚢部の内圧変動測定を行った。

今回の測定実験においては、1) 第一胃背嚢部内圧測定による自動型判定、2) 第一胃背嚢部内圧測定値のコンピュータ画面上での波形観察による型判定、さらに3) 第二胃内圧測定を参考に波形観察による確認を行った型判定、の3点について比較検討を行った。

**結果と考察**

実際の測定において、製作したシステムは良好に動作した。第一胃背嚢部および第二胃の内圧変動波形の一例を図1に示す。水を充填したカテーテルによる測

定法では、カテーテル先端部の高さでセンサー設置部の高さの差によって静水圧が生じる。センサーを牛体から離れた場所に固定した場合には、例えば、乳牛が横臥から起立した時には静水圧差が発生し、大幅なベースラインの変動として測定される(図2)。乳牛は姿勢の変更に数秒以上必要とすることが多いため、第

表1 給与飼料の乾物構成比 [%]

飼料名	粗飼料30%	粗飼料45%	粗飼料60%
粗飼料*			
サイレージ	30.0	30.0	30.0
乾草	0.0	15.0	30.0
濃厚飼料			
ビートパルプペレット	16.0	12.5	9.0
加熱圧扁大豆	5.0	5.0	5.0
乳牛用配合飼料	48.5	37.0	25.5
ミネラル混合物	0.5	0.5	0.5

\*粗飼料はいずれも、オーチャードグラス主体の混播牧草

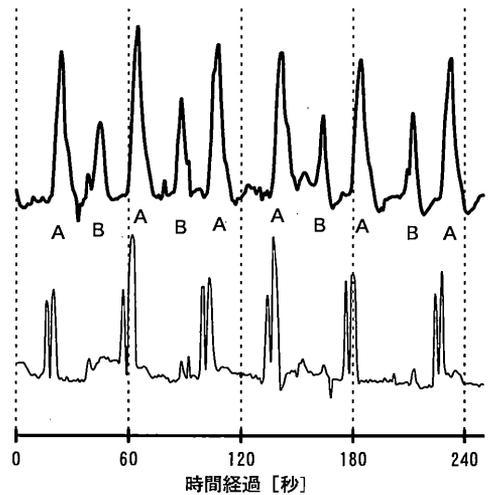


図1 ルーメン内圧変動波形の一例。第一胃背嚢部(上)と第二胃(下)の内圧変動の同時測定。

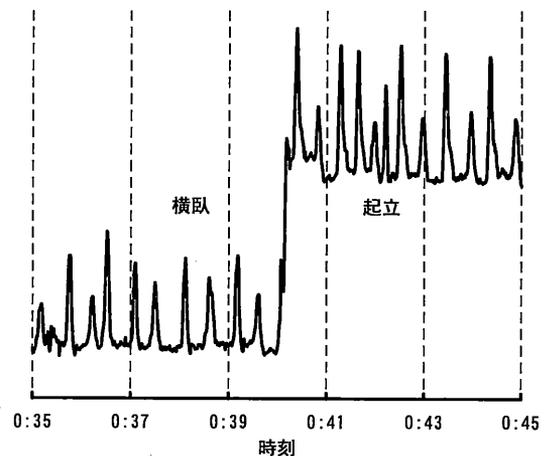


図2 起立時における静水圧変動の一例。(第一胃背嚢部の内圧変動)

一胃内圧変動と静水圧変動の波形周期が近く、自動解析システムでの補正が困難であった。このため解析ソフトウェア上で波形の画像表示を基に、観察によって手動で補正を行う必要があった。また、行動型等によって、前胃運動に伴う内圧変動波形の大きさが変動することがある。DADO and ALLEN (1993) は第二胃運動計測において、自動計測値が波形観察に基づく手動判定数値より低い値を示したと述べ、その原因は横臥時の低い変動をコンピューターシステムが検出できなかったためとしている。この問題は波形の検出閾値の設定方法を複雑化する。今回の処理においては、この複雑さを避けるため、測定値を標準化する以下の式を用い、この数値を基に内圧変動解析を行った。

$$\text{標準化測定値} = \frac{\text{測定値} - \text{前後 60 秒間測定値の平均値}}{\text{前後 60 秒間測定値の標準偏差}}$$

この方法では、センサーの出力の低下などの障害が生じた場合にも、特段の対処を必要としない。しかし前述の静水圧の変動などによって、大幅なベースライン変動が生じた場面で補正を行わなかった場合には、検出感度が低下する。また、ノイズも検出精度を低下させる。このため、実際の測定は最低でも 4 Hz 以上で行い、波形解析のために、これを 1 Hz に変換(平均値化)して解析に用いる必要があった。

各飼料および個体毎の 6 時間連続測定値を表 2 に示す。また、第一胃背囊部における 30 分間毎の運動総数について、自動解析値と手動解析値の比較を図 3 に示す。運動総数における誤判定は、起立横臥あるいは発声などに伴う体動を誤判定する正誤差ケース(自動測定総数に対して、1.2%)と、第一胃の弱い内圧変動をカウントしない負誤差ケース(同、0.6%)があった。全測定例での平均では、運動総数の自動解析値は手動

解析値よりも高い(0.7%)結果であったが、運動の検出には十分なものとする。

運動の型判定については、第二胃内圧変動を参考として決定した判定値と、第一胃背囊部のみ波形観察による判定値はよく一致した。全測定例における誤判定率は 0.3%にとどまり、また A 型総数の差は 0.05%に過ぎなかった。各 6 時間測定例においても誤判定率は最大で 0.96%であり、それぞれの A 型総数の差も最大で 0.43%であった。従って、第一胃背囊部での内圧変動測定によって十分な精度の型判別が行えることが判明した。

第一・二胃運動における A 型運動回数は、その定義からも第二胃運動活性を反映したものと考えられる。本結果は、第一胃背囊部の測定のみで第二胃の運動性

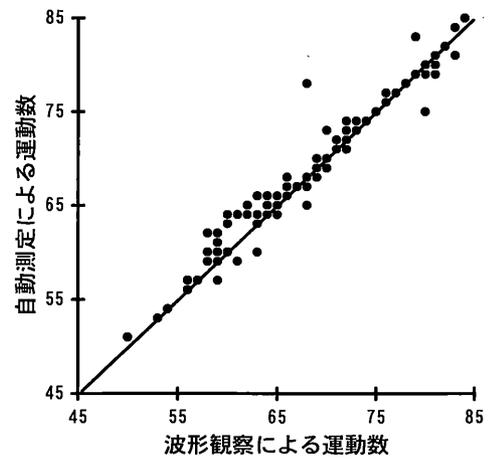


図 3 30 分間の第一胃運動回数比較。直線は自動測定数と波形成観察による測定数が一致する場合の理想線。N=108。

表 2 第一・二胃運動の個体・飼料毎の 6 時間計測値と総計

個体	条件	第一胃背囊部測定による計測値						第二胃を参考とした計測値				
		1. 自動判定		2. 波形成観察判定		自動判定の誤判定数(1VS2)		3. 波形成観察		第一胃波形成観察の誤判定数(2VS3)		
		総数	A型	B型	総数	A型	B型	総数	型判別	A型	B型	型判別
A	粗飼料30%	862	488	374	834	488	346	28	106	487	347	8
	粗飼料45%	829	462	367	826	481	348	7	96	480	349	4
	粗飼料60%	793	460	333	781	477	304	12	67	477	304	0
	個体A計	2,484	1,410	1,074	2,441	1,446	998	47	269	1,444	1,000	12
B	粗飼料30%	879	494	385	879	505	373	1	20	504	374	3
	粗飼料45%	831	451	378	827	458	367	8	41	457	368	3
	粗飼料60%	796	484	315	793	460	333	7	60	462	331	2
	個体B計	2,506	1,429	1,078	2,498	1,423	1,073	16	121	1,423	1,073	8
C	粗飼料30%	772	413	359	768	443	325	28	64	443	325	0
	粗飼料45%	873	504	369	875	519	356	18	32	519	356	0
	粗飼料60%	786	438	348	791	446	345	21	35	446	345	0
	個体C計	2,431	1,355	1,076	2,434	1,408	1,026	67	131	1,408	1,026	0
粗飼料30%計		2,513	1,395	1,118	2,480	1,436	1,044	57	190	1,434	1,046	11
粗飼料45%計		2,533	1,417	1,114	2,528	1,458	1,071	33	169	1,456	1,073	7
粗飼料60%計		2,375	1,382	996	2,365	1,383	982	40	162	1,385	980	2
全測定例総計		7,421	4,194	3,228	7,373	4,277	3,097	130	521	4,275	3,099	20

を推測できる事を示唆するものである。第一・二胃内容物の下部消化管への流下は、第二・三胃口を通じて行われる。従って、第二胃の内圧変動は、飼料の第一・二胃からの流下速度に関与するものと思われる、その運動測定の重要性は高い。しかしながら、第二胃運動測定のためには、第二胃に内圧変動測定用カテーテル等を装着しなければならない。DADO and ALLEN (1993) は、第二胃に固定するために「重り」として1 kgもの鉛塊を利用している。また本報告においては、「重り」は50 gとしたが、第二胃へのカテーテル留置のため、第一胃フィステルを経由してプラスチック樹脂で固めた棒状のチューブを第二胃内に挿入している。第一胃フィステルから第二胃内まで棒状の人工構造物を「差し込んだ」状態である。飼料の評価のための通過速度研究において、DADO and ALLEN (1993) らの報告のような重量の「重り」や、著者らの第一胃から第二胃におよぶ長大な人工構造物の胃内留置が、第二胃運動に影響を与えないのか、正常な通過速度がえられるのか不明である。従って、現状の手法での第二胃運動そのものの測定についての問題を考慮すると、第一胃運動測定と型判定による第二胃の運動性の推測にも十分に利点があると考えられる。

第一胃背囊部のみでの波形観察による運動の型判定と比較すると、自動型判定の誤判定率は乳牛個体・飼料毎の解析値では2.3%~12.3%の範囲にあり、全測定例での平均は7%であった。この結果は、型判定においては自動測定システムは十分に満足いくものではないことを示している。通常、第一・二胃運動の型判定は、波形観察によって行われるため、第二胃の測定を平行して行わない限り、困難な作業である。第一胃背囊部での測定のみで、コンピューターに自動的に型判定をさせることが困難であることは当初より予測していたことではあるが、今回製作した解析ソフトウェアは、自動解析結果を波形のまま画像表示し、コンピューターの誤判定をマウス操作だけで簡単に是正できる点に特徴がある。これまでは記録紙上の波形を基に、一つひとつの運動を判定し、記録する必要があったが、このソフトウェアを利用することにより、たとえば今回の測定は総計で7,373回の運動回数であるが、誤判定分の521回のマウス操作で判定作業が終了する。Pentium-100 MHz (Intel) を搭載したパーソナルコンピューターにおいて、全測定時間54時間の解析を、30分程度で処理することが出来た。従って、正判定率が93%ではあるが、第一胃運動の長期間の測定には極めて省力的で有効な解析方法と言える。また、解析結果には各運動時刻も記録されるが、市販の表計算ソフトに直接利用できる形式で記録されるため、内圧変動間隔等の解析が極めて容易である。

波形観察による型判定は定性的な判断であるため、一定程度の熟練を必要とするが、本システムを利用し

た場合の判定精度が高く維持された理由は三つある。第一は内圧変動の導出法である。SELLERS and STEVENS (1966) は、水を充填した開口カテーテル法と圧力トランスデューサー回路を併用した場合には、従来のバルーン法と比較して、内圧変動を迅速に反映し正確な記録ができると述べている。第二は、波形記録を量子化(デジタル化)したことにある。従来の記録紙上の波形観察では、乳牛の個体差や姿勢、センサー感度やノイズ等により内圧変動幅(記録紙上の高さ)が随時に変動し、波形の特徴を肉眼観察でとらえることが困難な場合があった。著者らはデジタル化記録した波形データについて、コンピューターで内圧変動幅の一定程度の標準化やノイズの除去を行った後に、波形観察用の画像として表示したため、波形観察の条件をある程度均一化することができた。このため、波形の特徴をとらえることが容易になり、判定精度が向上した。第三は、波形観察での判定を正確にするための以下の4項の判定指針を使用しているためである。すなわち、1) A型の出現頻度はB型の出現頻度よりも多く、圧力変動が大きい傾向にある、2) いわゆる睡眠波形(RUCKEBUSCH, 1975)直後にはB型運動が連続して出現することがある(図4)、3) 前後10分間程度の波形と比較すると判断しやすい、4) 飲水時には、A型が短い間隔で出現することがある。

今回の測定試験での粗飼料比率30%~60%の範囲は、泌乳牛での実験において使用される飼料構成の大部分がこの範囲内に収まると想定して設定したものである。飼料条件による第一・二胃内圧変動波形の変化があったとしても、今回の条件で十分な精度が得られれば、第一胃のみの運動測定に十分な意義があるものと考えられる。この測定実験の結果から、とくに第二胃運動の測定をしなくても、第一胃背囊部での測定だ

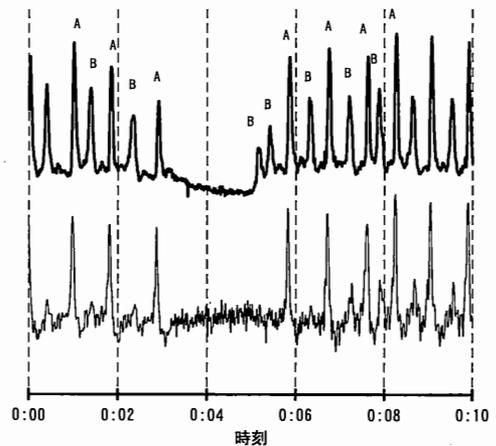


図4 睡眠時の第一・二胃運動の一例。  
上段は第一胃背囊部内圧変動、下段は第二胃部の内圧変動。A型の欠如とB型の連続発生が見られる(上段)。

けで十分な第一・二胃運動の型判定が行えることが示唆された。飼料の第一・二胃通過速度研究と組み合わせることにより、第一・二胃の運動型の生理的意義の解明に役立つことになるものと考ええる。

## 文 献

- DADO, R. G. and M. S. ALLEN (1993) Continuous computer acquisition of feed and water intakes, chewing, reticular motility, and ruminal pH of cattle. *J. Dairy Sci.*, **76**: 1589-1600.
- LEEK, B. F. and R. H. HARDING (1975) Sensory nervous receptors in the ruminant stomach and the reflex control of reticulo-ruminal motility. in *Digestion and metabolism in the ruminant* (McDONALD, I. W. and A. C. I. WARNER, eds) 61-76. Univ. New England Publ. Unit, Armidale, Australia.
- RUCKEBUSCH, Y. (1975) Motility of the ruminant stomach associated with states of sleep. in *Digestion and metabolism in the ruminant* (McDONALD, I. W. and A. C. I. WARNER, eds) 77-90. Univ. New England Publ. Unit, Armidale, Australia.
- SELLERS, A. F. and C. E. STEVENS (1966) Moter functions of the ruminant forestomach. *Physiol. Rev.* **46**: 634-661.
- 田鎖直澄・山岸規昭・早坂貴代史 (1999) 消化管内圧変動の記録及び第一胃運動解析ソフトウェア. 北海道農業試験場研究資料, 第 58 号, P 1-118.

## エゾシカ (*Cervus nippon yesoensis*) における クマイザサ (*Sasa senanensis*) の採食量, 消化率および窒素出納

増子 孝義・相馬 幸作\*・宮入 健・小松 輝行・石島 芳郎

東京農業大学生物産業学部, 網走市 099-2493

\*現所属: 南根室地区農業改良普及センター, 別海町 086-0214

### Intake, digestibility and nitrogen balance of Sasa (*Sasa senanensis*) in Yeso sika deer (*Cervus nippon yesoensis*)

Takayoshi MASUKO, Kousaku SOUMA\*, Ken MIYAIRI,  
Teruyuki KOMATSU and Yoshiro ISHIJIMA

Laboratory of Animal Resources, Faculty of Bioindustry, Tokyo University of Agriculture,  
Abashiri-shi 099-2493

\*present address: Minami-Nemuro Agricultural Extension Center, Bekkai-cho 086-0214

キーワード: エゾシカ, クマイザサ, 採食量, 消化率

Key words: Yeso sika deer, *Sasa senanensis*, intake, digestibility

#### 要 約

エゾシカ 3 頭を用い, クマイザサの採食量の季節変化, 消化率および窒素出納について調べた。採食量調査は秋期(11月29日-12月8日), 冬期(2月15-24日)および春期(5月25日-6月3日)の3期に分けて実施した。クマイザサ採食量には季節変化が見られ, 体重に対する乾物採食量の割合は, それぞれ1.66%, 1.74%および1.95%であり, 秋期, 冬期および春期の順に高い値を示した。クマイザサの粗蛋白質の消化率は74.5%と高かったが, それ以外の成分の消化率は34.4-48.4%の範囲にあり, 低かった。クマイザサのDCP含量は乾物中12.7%と高かったが, TDN含量とDE含量は低かった。窒素出納は, 糞中窒素排泄量は低かったが, 尿中窒素排泄量が高く, 窒素蓄積量および摂取窒素量と可消化窒素量に対する窒素蓄積率は低かった。

#### 緒 言

北海道において, ササ類は全面積の60%, 全森林面積の89%を占め, このうち, クマイザサ (*Sasa senanensis*) はササ類全体の45%を占めている(豊岡ら, 1983)。クマイザサは, 越冬期における野生エゾシカ (*Cervus nippon yesoensis*) の主要な餌資源であることはよく知られている。著者らは一連の実験において, クマイザサの乾物中成分組成の値はオーチャードグラスおよびチモシー生草の出穂期における乾物中の値に近似していること, 乾草やサイレージに次いで嗜

好性が良好であることを明らかにしており(相馬ら, 1995, 1996), クマイザサはエゾシカを飼育するための給与飼料として, 資質が高いと考えられる。また, クマイザサは冬期間においても緑色であることから, 冬期間の新鮮飼料としての利用が可能であると考えられる。

そこで本実験では, 冬期間のエゾシカにおけるクマイザサの利用性に注目し, 秋期から春期にかけてのクマイザサ採食量の変化, 冬期におけるクマイザサ給与時の消化率および窒素出納について調べた。

#### 材料および方法

##### 1. 採食量調査

供試動物には, 本学部動物資源学研究室で飼育しているエゾシカ 3 頭(成雌 1 頭および若雄 2 頭)を用いた。なお, 供試動物の性別, 年齢, 体重およびメタボリックボディサイズは表 1 に示した。供試飼料には本学部周辺の林野に自生しているクマイザサを用い, 葉部のみを給与した。なお, クマイザサの成分組成は表 2 に示した。

採食量調査は 1995 年 11 月 29 日から 1996 年 6 月 3 日までの期間を, 秋期(11月29日-12月8日), 冬期(2月15日-24日)および春期(5月25日-6月3日)の3期に分けて実施した。調査期間は予備試験 7 日間, 本試験 3 日間とした。調査方法は, 調査開始前日までにキシラジン塩酸塩により不動化して体重を測定後, エゾシカを飼育するための施設または代謝ケージに単飼した。クマイザサは飽食量となるように給与し, 補助飼料としてビートパルプおよびグイズ粕を, それぞれ体重の 0.4%および 0.2%相当量, 別の飼槽で

表 1 供試エゾシカの性別、年齢および調査期毎の体重

個体No.	性別	年齢 <sup>1)</sup>	体重 (kg)			メタボリックボディサイズ (kg <sup>0.75</sup> )		
			秋期	冬期	春期	秋期	冬期	春期
1	雌	3	62.0	52.0	50.0	22.1	19.4	18.8
2	雄	2	59.0	55.0	58.0	21.3	20.2	21.0
3	雄	1	50.0	48.0	47.0	18.8	18.2	18.0
平均値			57.0	51.7	51.7	20.7	19.3	19.3
SEM <sup>2)</sup>			3.6	2.0	3.3	1.0	0.6	0.9

<sup>1)</sup> 実験開始時の年齢.

<sup>2)</sup> 標準誤差.

給与した。採食量の測定は、朝 8 時と夕方 4 時の 2 回行った。採食量は、予め測定しておいたクマイザサの給与量と残飼量の差として記録し、朝夕 2 回分の採食量を 1 日当たりの採食量とした。

## 2. 消化試験および窒素出納試験

供試動物には、採食量調査と同一のエゾシカ 3 頭を用いた。供試飼料には、本学部周辺の林野に自生しているクマイザサの葉部のみを用いた。なお、クマイザサの成分組成は表 2 に示した。クマイザサは実験実施前日までに必要量を刈り取り、全体を混合した後、ビニールシートで包み、雪中に埋没させて保存した。消化試験および窒素出納試験は、1996 年 2 月 2 日から 2 月 14 日に行った。試験は前報(増子ら, 1997)に準じ、供試動物をそれぞれ糞尿分離可能な代謝ケージに収容し、全糞尿採取法により行った。1 試験期間は予備期 8 日間、糞尿採取期 5 日間とした。1 日当たりの飼料の給与量は、各動物の体重の 2.0% 相当量とし、この 1 日量を朝 8 時と夕方 4 時の 2 回、半量に分けて給与した。なお、水は自由飲水とした。

## 3. 分析方法

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

## 4. 統計分析

クマイザサ採食量の季節間の比較は Fisher の PLSD (長田, 1996)を用い、有意差の検定を行った。

## 結 果

### 1. 採食量の季節変化

エゾシカにおける 1 日当たりのクマイザサ採食量の季節変化を表 3 に示した。冬期調査は消化試験および窒素出納試験終了後に実施したが、採食量調査時に No.2 が体調を崩したため、調査から除外した。1 日当

表 2 供試飼料の成分組成<sup>1)</sup>

	採 食 試 験				消 化 試 験		
	クマイザサ				ビートパルプ	ダイズ粕	クマイザサ
	秋期	冬期	春期	平均値			
乾物 <sup>2)</sup>	60.6	40.5	48.3	49.8	91.9	91.0	40.7
有機物	88.9	88.4	89.4	88.9	88.6	93.0	88.7
粗蛋白質	17.6	16.8	17.3	17.3	15.6	59.5	17.0
粗脂肪	2.8	3.0	4.0	3.3	0.4	1.0	3.7
可溶無窒素物 (NFE)	40.2	39.8	40.1	40.0	56.0	26.0	39.6
粗繊維	28.2	28.7	28.0	28.3	16.6	6.4	28.4
酸性デタージェント繊維 (ADF)	38.9	39.8	38.3	39.0	21.1	7.3	39.2
中性デタージェント繊維 (NDF)	70.8	71.2	69.7	70.6	41.0	12.6	68.9
ヘミセルロース	31.8	31.4	31.4	31.6	19.9	5.3	29.7
粗灰分	11.1	11.6	10.6	11.1	11.4	7.0	11.3
総エネルギー (Mcal/kg)	—	—	—	—	—	—	4.57

<sup>1)</sup> 乾物中%.

<sup>2)</sup> 原物中%.

表3 供試エゾシカの調査期間ごとのクマイザサ採食量の季節変化

	調査時期	平均値	SEM <sup>1)</sup>
1日当たりのクマイザサ新鮮物採食量 (g/日)	秋期	1578.5	241.7
	冬期	2166.7 <sup>2)</sup>	—
	春期	2089.9	226.9
1日当たりのクマイザサ乾物採食量 (g/日)	秋期	956.8	146.5
	冬期	877.0 <sup>2)</sup>	—
	春期	1008.5	109.5
体重に対するクマイザサ乾物採食量の割合 (%)	秋期	1.66 <sup>B3)</sup>	0.16
	冬期	1.74 <sup>2)</sup>	—
	春期	1.95 <sup>A</sup>	0.18
メタボリックボディサイズに対するクマイザサ乾物採食量の割合 (g/kgW <sup>0.75</sup> /日)	秋期	45.7 <sup>B</sup>	5.0
	冬期	46.4 <sup>2)</sup>	—
	春期	52.3 <sup>A</sup>	4.8

<sup>1)</sup> 標準誤差.

<sup>2)</sup> 2頭の平均値.

<sup>3)</sup> A, B 異文字間に有意差あり (P<0.01).

たりのクマイザサ新鮮物採食量は、秋期が最も低く、冬期に最も高い値を示した。しかし、乾物採食量では、冬期が877.0g/日と最も低く、春期が1008.5g/日と最も高かった。体重に対するクマイザサ乾物採食量の割合は秋期、冬期および春期がそれぞれ1.66%、1.74%および1.95%であり、秋期、冬期、春期の順に高い値を示した。メタボリックボディサイズに対する採食量の割合も体重に対する割合と同様の傾向を示した。なお、体重およびメタボリックボディサイズに対するクマイザサ乾物採食量の割合は、秋期と春期の間に有意差 (p<0.01) が認められ、いずれも春期の方が高かった。

## 2. 消化試験および窒素出納試験

クマイザサの消化率および栄養価を表4に示した。乾物、有機物およびエネルギーの消化率は44.5-48.6%の範囲にあった。粗蛋白質の消化率は74.5%、粗繊維、ADF、NDFおよびヘミセルロースなどの繊維成分の消化率は43.7-47.5%の範囲にあった。DCP含量は乾物中12.7%、TDN含量とDE含量は、それぞれ乾物中44.7%、2.21Mcal/kgであった。

窒素出納成績を表5に示した。糞中窒素排泄量は0.31g/kg<sup>0.75</sup>/日、尿中窒素排泄量は0.81g/kg<sup>0.75</sup>/日であり、糞中への排泄量は低く、尿中への排泄量は高かった。したがって、可消化窒素量は高く、蓄積窒素量は著しく低かった。

## 考 察

### 1. 採食量の季節変化

本実験において、秋期から春期までの3季節にクマイザサ採食量の季節変化が見られた。1日当たりのクマイザサ乾物採食量は冬期、秋期、春期の順に高く、体重およびメタボリックボディサイズに対するクマイ

表4 クマイザサ給与時の消化率と栄養価

	平均値	SEM <sup>1)</sup>
消化率 (%)		
乾物	44.5	1.6
有機物	48.6	0.4
粗蛋白質	74.5	0.7
粗脂肪	34.4	1.2
NFE	42.2	0.6
粗繊維	43.7	1.2
ADF	47.5	0.8
NDF	45.9	0.5
ヘミセルロース (NDF-ADF)	43.8	1.2
エネルギー	48.4	0.4
栄養価 (乾物中)		
DCP (%)	12.7	0.1
TDN (%)	44.7	0.4
DE (Mcal/kg)	2.21	0.02

<sup>1)</sup> 標準誤差.

表5 クマイザサ給与時の窒素出納成績

	平均値	SEM <sup>1)</sup>
窒素摂取量 (g/kg <sup>0.75</sup> /日)	1.20	0.08
糞中窒素量 (g/kg <sup>0.75</sup> /日)	0.31	0.01
尿中窒素量 (g/kg <sup>0.75</sup> /日)	0.81	0.09
可消化窒素量 (g/kg <sup>0.75</sup> /日)	0.89	0.08
蓄積窒素量 (g/kg <sup>0.75</sup> /日)	0.08	0.05
対摂取窒素量 (%)	6.6	4.0
対可消化窒素量 (%)	8.9	5.4

<sup>1)</sup> 標準誤差.

ザサ乾物採食量の割合は秋期、冬期、春期の順に高かった。秋期と冬期の順序が入れ替わっているのは、クマイザサ乾物採食量は冬期に最も低下したが、冬期におけるエゾシカの体重が秋期よりも減少したためであ

る。

相馬ら (1998) が行った乾草採食量の季節変化の結果では、1日当たりの採食量および体重に対する採食量の割合ともに春期から夏期にかけて増加し、夏期に最高値に達した後、秋期から下降し、冬期に最低の値を示している。体重に対する乾草乾物採食量は、春期、夏期、秋期および冬期それぞれ1.99%、2.44%、1.58%および1.35%と報告している。本実験において体重に対するクマイザサ乾物採食量の割合は、春期では乾草乾物採食量の割合よりもやや低かったが、秋期と冬期ではやや高い傾向が認められた。これらのことから、エゾシカによるクマイザサの乾物採食量は、乾草と同等かそれ以上の値を示し、冬期間における養分摂取のための重要な餌資源であることがうかがわれた。

## 2. 消化試験および窒素出納試験

クマイザサの乾物、有機物およびエネルギーの消化率は、44.5-48.6%と低く、これまでの消化試験において給与した飼料のうち2番刈りオーチャードグラス主体ロールペールサイレージの36.6-43.7%の値(増子ら, 1997)と近似していた。このロールペールサイレージ給与時の粗繊維、ADF、NDFおよびヘミセルロースなどの繊維成分の消化率は、37.1-51.6%の範囲であり、クマイザサの繊維成分の消化率43.7-47.5%とほぼ同程度であった。しかし、クマイザサの粗蛋白質の消化率は74.5%と、ロールペールサイレージの消化率53.5-55.2%よりも著しく高い値であった。増子ら (1998) は、乾草とダイズ粕を混合給与した場合の粗蛋白質の消化率は74.7%と高かったことを報告しているが、クマイザサの粗蛋白質の消化率はこの値に極めて近似している。このような傾向は、ニホンジカにチマキザサ (*Sasa palmata*) を給与した試験においても報告されている(的場ら, 1987)。

DCP含量は乾物中12.7%と著しく高かった。これは、粗蛋白質含量が乾物中17.0%、消化率が74.5%といずれの値も高かったことによる。クマイザサのDCP含量は、前述した乾草にダイズ粕を混合給与した場合の値よりやや低い程度にすぎず、蛋白質に関しては高栄養価であることが明らかになった。しかし、TDN含量は、粗蛋白質以外の各成分消化率が低かったことから値が低く、ロールペールサイレージのTDN含量よりもわずかに高いにすぎなかった。

窒素出納試験において、糞中窒素量が低かったが、これは粗蛋白質の消化率が高かったことによるものと考えられる。尿中窒素量は乾草とダイズ粕を混合給与した場合、すなわち高蛋白質飼料を給与した場合の値と近似した。これらのことから、摂取窒素量は高蛋白質飼料給与時より少ないにもかかわらず、尿中窒素量が高かったため、窒素蓄積量と窒素蓄積率が低くなったものと考えられる。

以上のことから、エゾシカにクマイザサを給与した場合、乾草を給与した場合と同様に採食量の季節変化を示し、体重およびメタボリックボディサイズ当たりの乾物採食量は乾草と同等かそれ以上の値を示した。このため、クマイザサは乾草と同程度の乾物摂取が可能であると考えられたが、その消化率は粗蛋白質のみが高く、DCP含量が高かったが、それ以外の成分の消化率は低く、TDN含量とDE含量は低かった。また、粗蛋白質含量とDCP含量はともに高かったが、窒素蓄積量が低く、窒素利用性は低かった。

本研究の一部は、平成9年度東京農業大学一般プロジェクト研究費の助成を受けて実施したものである。

## 謝 辞

本研究を行うに当たり、ご協力いただいた本学動物資源学研究室の小笠原瑞江氏、小林雄一氏に感謝の意を表す。

## 文 献

- GOERING, H. K. and P. J. VAN SOEST (1970) Forage fiber analyses. 1-9. United States Department of Agriculture. Agriculture Handbook No.379. Washington, D.C.
- 増子孝義・相馬幸作・熊谷弘美・高崎興平・亀山祐一・石島芳郎(1997) エゾシカ (*Cervus nippon yesoensis*) における乾草、ヘイキューブおよびサイレージの消化率と窒素出納. 日草誌, 43: 32-36.
- 増子孝義・相馬幸作・藤井正樹・高崎興平・石島芳郎(1998) エゾシカ (*Cervus nippon yesoensis*) における乾草とフスマおよびダイズ粕混合物の消化率と窒素出納. 北畜会報, 40: 22-26.
- 的場和弘・中村哲也・佐藤 周・渡辺 泰・小田島守・遊佐健司・玉手英夫 (1987) ニホンジカの飼料利用性. 川渡農場報告, 3: 158-159.
- 森本 宏 監修 (1971) 動物栄養試験法. 280-297. 養賢堂. 東京.
- 長田 理 (1996) こんなに簡単! Macintosh—医学—統計マニュアル. 174-185. 真興交易医書出版部. 東京.
- 相馬幸作・本田幸重・増子孝義・石島芳郎 (1995) エゾシカにおける乾草、サイレージおよびササの嗜好性. 北畜会報, 37: 28-34.
- 相馬幸作・増子孝義・北原理作・石島芳郎 (1996) エゾシカ (*Cervus nippon yesoensis*) における野生草本類および木本類の採食性と成分組成. 北畜会報, 38: 98-104.
- 相馬幸作・増子孝義・小林雄一・石島芳郎 (1998) エゾシカ (*Cervus nippon yesoensis*) における乾草の乾物摂取量の季節変化. 北畜会報, 40: 27-30.
- 豊岡 洪・佐藤 明・石塚森吉 (1983) 北海道ササ分布図説. 22-28. 林業試験場北海道支場. 北海道.

クマイザサの成分組成および *in vitro* 乾物消化率の生育時期別変化

相馬 幸作\*・増子 孝義・宮入 健・北原 理作・小松 輝行・石島 芳郎

東京農業大学生物産業学部, 網走市 099-2493

\*現所属: 南根室地区農業改良普及センター, 別海町 086-0214

Changes in Chemical Composition and *in vitro* Dry Matter Digestibility of Sasa (*Sasa senanensis*) on Different Growth StagesKosaku SOUMA\*, Takayoshi MASUKO, Ken MIYAIRI, Risaku KITAHARA  
Teruyuki KOMATSU and Yoshiro ISHIJIMALaboratory of Animal Resources, Faculty of Bioindustry, Tokyo University of Agriculture,  
Abashiri-shi 099-2493

\*Present address: Minami-Nemuro Agricultural Extension Center, Bekkai-cho 086-0214

キーワード: クマイザサ, *in vitro* 乾物消化率, 生育時期, 成分組成Key words: Sasa, *in vitro* dry matter digestibility, growth stage, chemical composition

## 要 約

阿寒国立公園内尻駒別地区において、1995年6月14日から1996年10月15日までほぼ1カ月間隔で採取したクマイザサ葉部を供試し、生育時期の進行にともなう成分組成と *in vitro* 乾物消化率の変化について調べた。乾物中の成分組成は、生育時期が進むにつれて有機物、粗蛋白質、粗繊維、ADF、NDF およびヘミセルロース含量は減少したが、粗脂肪および粗灰分含量は増加した。NFE含量は開葉後の6月から翌年4月まで増加したが、その後は漸次減少する傾向にあった。原物中の成分組成では、粗灰分含量を除いて生育時期における変動が少なかった。*in vitro* 乾物消化率は、開葉後の6月が最も高く、その後は生育時期の進行にともなって漸次減少した。また、10月から翌年6月までの成分組成および *in vitro* 乾物消化率の変動は、ほかの生育時期よりも少なかった。これらのことから、エゾシカは秋期から春期にかけてクマイザサを採食することによって、一定の養分摂取を行うことが可能であると考えられた。

## 緒 言

増子ら(1999)は、クマイザサはエゾシカへの給与飼料として利用することが可能であるが、粗蛋白質以外の成分の消化率が低く、TDN含量が低いこと、DCP含量は高いが窒素利用性が低いことなどを報告している。したがって、クマイザサを利用するに当たって、TDN含量の不足分を補うために、補助飼料の併用が望ましいと考えられた。一方、クマイザサは多年生の

イネ科植物である。その生活史は、6月頃に新芽が開葉して新しい葉となり、緑色のまま越冬することから、当年葉と越冬葉では成分組成が異なることが予想される。また同時に、消化率についても生育時期別変化があることが推察される。したがって、クマイザサを給与飼料として利用するためには、これらの変化を明らかにしなければならない。

そこで本実験では、食痕の観察により野生エゾシカによって採食される大部分が葉部であることから、クマイザサ葉部のみを対象とし、成分組成と *in vitro* 乾物消化率の生育時期別変化を調べた。

## 材料および方法

## 1. 供試サンプル

供試サンプルには、野生エゾシカの越冬場所になっており、クマイザサの利用性が高い地域である、北海道阿寒郡阿寒町の阿寒国立公園内尻駒別地区より2年間に渡って13回採取したクマイザサを用いた。採取は6月の新葉開葉後からはほぼ1カ月間隔で行い、採取部位はエゾシカによって採食される部位を考慮して葉部のみとした。なお、採取場所周辺の環境は、広葉樹河畔林(ハルニレ群集)となっており、この群集を構成するオヒョウニレは、エゾシカによる樹皮食いが原因で立ち枯れが目立っており、その結果、林冠の葉による遮蔽が弱く、林床の光環境はやや良好であった。

## 2. 人工消化試験法

*in vitro* 乾物消化率は、亜硫酸ナトリウム処理後に酵素処理を行う2stepの人工消化試験法(作物分析委員会, 1975)によって測定した。酵素はセルラーゼ・オノヅカ P 1500(近畿ヤクルト K.K.)を用い、酵素濃

度は0.5%、反応時間は6時間とした(増子ら, 1999).

### 3. 分析方法

飼料の一般成分は常法(森本, 1971), 酸性デタージェント繊維 (ADF), 中性デタージェント繊維 (NDF) およびヘミセルロースはGOERING and VAN SOEST (1970) の方法により測定した.

## 結 果

### 1. クマイザサ葉部の成分組成

クマイザサ葉部の成分組成の生育時期別変化を表1に示した. 乾物含量は, 開葉直後の1995年6月14日に採取された葉部では25.7%であったが, 越年葉である1996年10月15日の葉部は61.7%となり, 生育時期が進むにつれて増加する傾向にあった. 同様の傾向は乾物中の粗脂肪および粗灰分含量においても見られた. 特に粗灰分含量の増加は著しく, 1996年10月15日の葉部は1995年6月14日の新葉の2.7倍であった. 乾物中の粗蛋白質含量は1995年6月14日が24.1%と最も高かったが, 生育時期が進むにつれて減少し, 1996年10月15日には11.1%と最も低くなった. この傾向は有機物含量, さらに粗繊維, ADF,

NDF およびヘミセルロースなどの繊維成分含量においても見られた. また, NFE 含量は開葉後の6月から翌年4月まで増加したが, その後は漸次減少する傾向にあった. 乾物中の成分組成を全体的に見ると, 有機物, 粗蛋白質および繊維成分含量は生育時期が進むにつれて減少する傾向にあり, 粗脂肪および粗灰分含量は増加する傾向にあった. しかし, 1995年10月から1996年6月までの成分組成の変動は, ほかの生育時期よりも少なかった. 一方, 原物中の成分組成では有機物, 粗蛋白質, NFE, 粗繊維, NDF およびヘミセルロース含量のいずれの値も1995年6月14日と8月5日は低く, 1996年10月15日は高い傾向があったが, その他の生育時期における変動は少なかった. しかし, 粗灰分含量は生育時期が進むにつれて増加する傾向があった.

### 2. クマイザサ葉部の *in vitro* 乾物消化率

クマイザサ葉部の *in vitro* 乾物消化率の生育時期別変化については, 表2に示した. *in vitro* 乾物消化率は, 1995年6月14日が72.2%と最も高かったが, その後は漸次減少していき, 1996年10月15日では55.9%であった. *in vitro* 乾物消化率においても, 上述

表1 クマイザサ葉部の成分組成の生育時期別変化

採取時期	乾物 <sup>1)</sup>	有機物	粗蛋白質	粗脂肪	NFE	粗繊維	ADF	NDF	ヘミセルロース	粗灰分
		乾物中%								
1995. 6.14	25.7	92.0 (23.6) <sup>1)</sup>	24.1 (6.2)	2.0 (0.5)	35.7 (9.2)	30.2 (7.8)	36.0 (19.3)	71.5 (18.4)	35.5 (9.1)	8.0 (2.1)
1995. 8. 5	37.0	91.8 (34.0)	14.5 (5.4)	2.4 (0.9)	42.5 (15.7)	32.3 (12.0)	41.5 (15.4)	77.6 (28.7)	36.1 (13.4)	8.2 (3.0)
1995. 9.26	47.5	88.1 (41.8)	16.2 (7.7)	3.0 (1.4)	39.1 (18.6)	29.9 (14.2)	39.2 (18.6)	74.1 (35.2)	34.9 (16.6)	11.9 (5.7)
1995.10.17	51.6	87.9 (45.4)	15.2 (7.8)	3.8 (2.0)	40.3 (20.8)	28.5 (14.7)	37.3 (19.2)	69.5 (35.9)	32.2 (16.6)	12.1 (6.2)
1995.11.30	47.1	87.2 (41.1)	14.5 (6.8)	3.5 (1.6)	41.2 (19.4)	27.9 (13.1)	36.2 (17.1)	68.5 (32.3)	32.3 (15.2)	12.8 (6.0)
1995.12.31	43.6	85.6 (37.3)	12.6 (5.5)	2.0 (0.9)	44.3 (19.3)	26.7 (11.6)	35.4 (15.4)	64.6 (28.2)	29.2 (12.7)	14.4 (6.3)
1996. 4. 3	49.3	85.5 (42.2)	13.9 (6.9)	2.5 (1.2)	42.5 (21.0)	26.6 (13.1)	36.3 (17.9)	65.2 (32.1)	28.9 (14.2)	14.5 (7.1)
1996. 5.16	41.3	86.1 (35.6)	15.8 (6.5)	3.4 (1.4)	40.0 (16.5)	27.0 (11.2)	35.2 (14.5)	66.4 (27.4)	31.2 (12.9)	13.9 (5.7)
1996. 6.20	48.0	83.7 (40.2)	14.7 (7.1)	3.9 (1.9)	38.9 (18.7)	26.1 (12.5)	35.3 (16.9)	64.2 (30.8)	28.9 (13.9)	16.3 (7.8)
1996. 7.14	50.9	81.6 (41.5)	13.3 (6.8)	4.0 (2.0)	37.9 (19.3)	26.4 (13.4)	34.0 (17.3)	61.4 (31.3)	27.4 (13.9)	18.4 (9.4)
1996. 8.12	51.6	80.3 (41.4)	11.3 (5.8)	4.2 (2.2)	39.3 (20.3)	25.5 (13.2)	34.4 (17.8)	60.7 (31.3)	26.3 (13.6)	19.7 (10.2)
1996. 9.14	54.2	79.1 (42.9)	11.6 (6.3)	4.0 (2.2)	38.0 (20.6)	25.5 (13.8)	33.6 (18.2)	58.7 (31.8)	25.1 (13.6)	20.9 (11.3)
1996.10.15	61.7	78.4 (48.4)	11.1 (6.8)	5.2 (3.2)	37.8 (23.3)	24.3 (15.0)	33.3 (20.5)	60.5 (37.3)	27.2 (16.8)	21.6 (13.3)

<sup>1)</sup> 原物中%.

表2 クマイザサ葉部の *in vitro* 乾物消化率の生育時期別変化

採取年月日	<i>in vitro</i> 乾物消化率 (%)
1995. 6.14	72.2
1995. 8. 5	61.1
1995. 9.26	54.2
1995.10.17	57.4
1995.11.30	58.2
1995.12.31	59.9
1996. 4. 3	58.1
1996. 5.16	59.8
1996. 6.20	58.5
1996. 7.14	55.0
1996. 8.12	53.9
1996. 9.14	55.2
1996.10.15	55.9

の成分組成の変化と同様に1995年10月から1996年6月までの変動は少なく、57.4–59.9%の範囲にあった。

## 考 察

### 1. クマイザサ葉部の成分組成の生育時期別変化

クマイザサ葉部の成分組成は、開葉から枯れるまでの間に乾物含量、乾物中における粗脂肪および粗灰分含量は増加し、有機物および粗蛋白質含量、粗繊維、ADF、NDF およびヘミセルロースなどの繊維成分含量は減少したが、10月頃から翌年6月頃にかけての変動幅は少なかった。原物中の成分組成では、生育時期による変動が乾物中の値よりも少なかった。一般に、反芻家畜に給与される牧草類は、生育時期による成分組成の変動が大きいことが知られている(森本, 1989)。オーチャードグラスやチモシーなどのイネ科牧草の生育時期による成分組成(農林水産省農林水産技術会議事務局, 1995)は、乾物含量、乾物中における粗脂肪、粗繊維、ADF および NDF 含量は生育時期が進むにつれて増加し、粗蛋白質含量は減少するが、粗灰分含量はほぼ一定である。クマイザサの生育時期別変化を牧草類の場合と比べると、乾物中の粗繊維、ADF および NDF 含量などの繊維成分含量の変動パターンが異なり、牧草類の場合と逆の傾向を示した。また、牧草類の成分組成の変動は乾物中と原物中のどちらでも類似したパターンを示すが、クマイザサの場合、乾物含量の変動が著しいため、乾物中と原物中の成分組成の変動パターンが異なった。また、10月頃から翌年6月頃にかけて成分組成の変動幅が少なくなった要因としては、この時期は地温が低く雪中に埋没する時期もあり、低温により生長代謝が抑制されたためと推察された。

ササ類の種・亜種数は多く、北海道ではクマイザサ以外にミヤコザサとチシマザサが自生している。ササ類の生長季節的推移は類似しているが、稈や葉の寿命

には相違がある(大久保, 1990)。ミヤコザサの稈と葉の寿命は、それぞれ1年半内外と1年、チシマザサはそれぞれ約10年と3–4年、クマイザサの葉は約2年といわれている(岩波, 1989)。このようにササ類によって葉部の寿命に違いが見られることから、成分組成の生育時期別変化も異なるものと予想されるが、これらを詳細に示した報告は少ない。河合ら(1998)は、北海道和種馬によるミヤコザサ利用に関する一連の実験において、ミヤコザサ葉部の有機物、粗蛋白質、NDF およびエネルギー含量の生育時期別変化を報告している。当年生および越年生葉部の乾物中におけるこれらの成分含量は、いずれも生育時期が進むにつれて減少する傾向があり、クマイザサ葉部の乾物中における有機物、粗蛋白質および NDF 含量の変動パターンときわめて類似していた。

### 2. クマイザサ葉部の *in vitro* 乾物消化率の生育時期別変化

*in vitro* 乾物消化率は、生育時期の進行にともなって減少する傾向にあった。また、10月頃から翌年6月頃にかけての変動が少なく、成分組成の変化と同様のパターンが認められた。一般に、牧草類においても生育の進行にともなって消化率は減少するが、これは生育時期の進行にともない、リグニン含量が増加し木質化することが主な原因である(森本, 1989, 中村, 1977)。リグニンは難消化性の物質であり、リグニンが増加することによって酵素による分解が減少し、消化率が低下する。しかし、本実験に供試したクマイザサの場合、繊維成分含量は生育時期の進行にともなって減少しており、リグニン含量の増加が *in vitro* 乾物消化率の低下を招いたとは考えにくい。クマイザサの繊維成分含量以外では、生育時期の進行にともなって粗灰分含量が著しく増加し、有機物含量が減少している。このことが *in vitro* 乾物消化率に影響を及ぼし、低下を招いたものと推察された。

野生エゾシカによるクマイザサの採食は、秋期から春期にかけて増加する。増子ら(1999)は、秋期、冬期および春期においてエゾシカの体重に対するクマイザサ乾物採食量の割合は、1.66–1.95%と報告しており、この割合は乾草の採食量と同等かそれ以上の値となっている。また、この時期のクマイザサの成分組成と *in vitro* 乾物消化率は、比較的安定した値を保っており、エゾシカはクマイザサから一定の養分摂取を行うことが可能であると考えられた。

本研究の一部は、平成9年度東京農業大学一般プロジェクト研究費の助成を受けて実施したものである。

## 謝 辞

本調査を行うにあたり、材料を提供していただいた財団法人前田一歩園財団に感謝の意を表す。

文 献

- GOERING, H. K. and P. J. VAN SOEST (1970) Forage fiber analyses. 1-9. United States Department of Agriculture. Agriculture Handbook No.379. Washington, D.C.
- 岩波悠紀 (1989) 新草地農学 (山根一郎・伊藤 巖・小林裕志共著). 19-21. 朝倉書店. 東京.
- 河合正人・近藤誠司・奏 寛・大久保正彦 (1998) 北海道和種馬林間放牧のためのミヤコザサ地上部重量および化学成分の季節変化. 北海道大学農学部演習林研究報告, 55: 56-62.
- 増子孝義・相馬幸作・宮入 健・小松輝行・石島芳郎 (1999) エゾシカ (*Cervus nippon yesoensis*) におけるクマイザサ (*Sasa senanensis*) の採食量, 消化率 および窒素出納. 北畜会報 41: 72-75.
- 森本 宏 (監修) (1971) 動物栄養試験法. 280-298. 養賢堂. 東京.
- 森本 宏 (1989) 改著 栄養学 第17版. 173-176. 養賢堂. 東京.
- 中村亮八郎 (1977) 新栄養学 上 総論. 27-28. チタサン出版社. 東京.
- 農林水産省農林水産技術会議事務局編 (1995) 日本標準飼料成分表(1995年版). 12-183. 中央畜産会. 東京.
- 大久保忠旦 (1990) 草地学 (大久保忠旦著者代表). 文永堂出版. 東京.
- 作物分析委員会 (1975) 栄養診断のための栽培植物分析測定法. 488-491. 養賢堂. 東京.

## 粗飼料多給飼養下の乳牛における 泌乳期, 乾乳期を通じての血液成分の変化

タンゼン・高橋 正樹・西道由紀子・佐々木千鶴\*・八代田真人  
中辻 浩喜・近藤 誠司・大久保正彦

北海道大学農学部畜産科学科, 札幌市 060-8559

\*現所属 北海道立新得畜産試験場, 新得町 081-0038

Changes of blood compositions through the lactation  
stage and dry period in dairy cows under high roughage feeding system.

Thant ZIN, Masaki TAKAHASHI, Yukiko NISHIMICHI, Chizuru SASAKI, Masato YAYOTA,  
Hiroki NAKATSUJI, Seiji KONDO and Masahiko OKUBO

Faculty of Agriculture, Hokkaido University, Sapporo 060-8559

キーワード: 血液成分, 乳牛, 泌乳期, 乾乳期, 粗飼料多給

Key words: Blood composition, Dairy cow, Lactation period, Dry period, High roughage feeding

### 要 約

粗飼料多給飼養下の乳牛における泌乳期, 乾乳期を通じての血液成分の変化について飼料摂取との関係から検討した。その結果, 泌乳期ではそのステージの違いにより給与飼料や摂取量および乳量が異なり, また, 乾乳期では給与飼料や摂取量が異なることから, その血液成分が変化することが示された。特に, BUN 濃度は放牧時の総 CP 摂取量が同様であったにもかかわらず, アルファルファサイレージにくらべてコーンサイレージを給与した場合で低い値となった。これには CP 摂取量の他に炭水化物摂取量およびそれと CP 摂取量とのバランス等が関連していると考えられた。

### 緒 言

一般に, 乳牛において栄養の「入」と生産による「出」の不均衡は血液成分値に異常をもたらす。PAYNE *et al.* (1970) は 1 農家の乳牛群を乳期別に分け, それら牛群の血液成分を測定し, 基準値と比較することによって飼養管理上の問題点を見い出す, 代謝プロファイルテスト (MPT) を提唱した。北海道においても, MPT を実施する場合に必要な血液成分の標準値 (北海道立滝川畜産試験場, 1985; 農林水産省北海道農業試験場, 1988), および MPT の実施事例 (北海道立滝川畜産試験場, 1986; 木田, 1996) が報告されている。また, 著者らは, 集約放牧下の泌乳牛における飼料摂取量と血中グルコース (GLU), 総コレステロール

(TCHO), トリグリセリド (TG), 総タンパク質 (TP), アルブミン (ALB), 尿素態窒素 (BUN) およびアンモニア (NH<sub>3</sub>) 濃度との関係について既に報告した (Thant ZIN *et al.*, 1998)。これら血液成分は泌乳ステージとも深く関係している (Hewett, 1974) が, 同一牛について泌乳期, 乾乳期を通じて血液成分の変化を検討した事例は少ない。

そこで本研究では, 粗飼料多給飼養下の乳牛における泌乳期, 乾乳期を通じての血液成分の変化について飼料摂取との関係から検討した。

### 材料と方法

本研究では, 北海道大学農学部附属農場において 1997 年 1 月から 4 月までに分娩したホルスタイン種乳牛 6 頭 (平均体重 620 kg) を供試した。試験期間は, 1997 年 5 月から 98 年 6 月までであり, 分娩から約 40 週の泌乳期を経て, 乾乳期約 12 週, および次回分娩後泌乳 12 週までであった。

給与飼料は, 1997 年の夏季である泌乳 6 週から 28 週においては, 1 日 2 回計 5 時間のストリップ放牧 (期待摂取量 8~10 kgDM/日/頭) を行い, その他, アルファルファサイレージ (4~15 kg/日/頭), 乾草 (3 kg/日/頭) および濃厚飼料を牛舎内で給与した。泌乳 30 週~40 週は冬季舎飼期であり, コーンサイレージ (26~30 kg/日/頭) とアルファルファサイレージ (6~8 kg/日/頭) を混合給与し, その他乾草 (3 kg/日/頭) および濃厚飼料を給与した。飼料の給与基準は, 維持と 13 kg の産乳 (乳脂率 4%) に相当する TDN 量 (日本飼養標準, 1994) を粗飼料から給与し, 不足分を

濃厚飼料で補うこととした。なお、濃厚飼料給与量は乳量の10~28%量に相当した。

乾乳期も冬季舎飼期であり、基本的には乾草を自由採食させたが、一部コーンサイレージ(5~10 kg)も給与した。また、分娩予定日3週間前から1日1頭当り0.5 kg, 2週間前から1 kg, および1週間前から2 kgの濃厚飼料を給与した。

次の分娩の泌乳2週から12週は1998年の夏季であり、1997年と同様の放牧(期待摂取量8~10 kgDM/日/頭)を行ったが、その他の粗飼料としてはコーンサイレージ(7~35 kg/日/頭)のみを給与した。

飼料摂取量は月2回測定し、飼料中の粗蛋白質(CP)含量はKjeldahl法(AOAC, 1970)により測定した。乳成分組成は月2回、赤外線牛乳分析器(Milko-Scan S 50, Foss Electric社製, デンマーク)を用いて乳脂肪率, 乳蛋白質率および乳糖率を測定した。また、血液サンプルは泌乳期は月2回, 乾乳期は月1回, 14:00に尾根部より採取し、直ちに2,000 gで15分間遠心分離後、動物用生化学自動分析装置(富士ドライケム3000 V, フジフィルム社製, 日本)を用いて血漿中のGLU, TCHO, TG, TP, ALB, BUN, NH<sub>3</sub>, CaおよびP濃度を測定した。

なお、泌乳期は分娩後12週までを初期, 13~24週を中期, および25~40週を後期としてデータをとりまとめた。統計解析は、乳期を要因とする一元配置法に基づいて分散分析を行い、平均値の差の検定はフィッ

シャーのLSD法によった(新城, 1986)。

## 結果および考察

1997年の泌乳初期, 中期, 後期, 乾乳期および1998年の泌乳初期における総乾物摂取量, 総CP摂取量, 体重, 乳量および乳成分をTable 1に示した。総乾物摂取量および乳量は泌乳初期が最も高く, 1997年と1998年では差がなかった。総CP摂取量は泌乳ステージが進むにつれて減少する傾向にあり, 乾乳期で最も低かった。また, 泌乳初期では, 放牧時の併給粗飼料として1997年のアルファルファサイレージに対して, 1998年ではコーンサイレージであったが, 両年の総CP摂取量はほぼ同様であった。体重は泌乳ステージが進むにつれて増加する傾向にあり, 乾乳期で最も高かった。乳脂肪および乳蛋白質率は泌乳ステージが進むにつれて高くなる傾向にあった。乳糖率は1998年の泌乳初期が他に比べて高い傾向にあった。

血中GLU, TCHO, TG, TP, ALB, BUN, NH<sub>3</sub>, CaおよびP濃度をTable 2に示した。これらの値は, 北海道の酪農家での調査に基づき作成した標準値(北海道立滝川畜産試験場, 1985; 農林水産省北海道農業試験場, 1988)のほぼ範囲内であった。GLU濃度は, 泌乳初期において1997年に比べ1998年で低い値を示したが(P<0.01), 1997年の泌乳期および乾乳期では差は認められなかった(Table 2, Figure 1)。PAYNE *et al.* (1970)は, GLU濃度は飼料からのエネルギー

Table 1 Feed intake, body weight, milk yield and milk components in different lactation stage and dry period

Stage of lactation	TDMI (kg)	TCPI (kg)	BW (kg)	Milk yield (kg)	Milk components		
					fat(%)	protein(%)	lactose(%)
Early stage in 1997	20.1±3.1 <sup>C</sup>	3.2±0.5 <sup>C</sup>	623±25 <sup>A</sup>	34.0±3.1 <sup>C</sup>	3.54±0.2 <sup>1A</sup>	3.19±0.1 <sup>A</sup>	4.84±0.1 <sup>A</sup>
Mid stage	18.5±1.5 <sup>C</sup>	3.2±0.3 <sup>C</sup>	647± 7 <sup>AD</sup>	24.5±2.0 <sup>B</sup>	3.69±0.2 <sup>AB</sup>	3.23±0.0 <sup>A</sup>	4.83±0.1 <sup>A</sup>
Late stage	16.0±1.1 <sup>B</sup>	2.6±0.3 <sup>B</sup>	654± 9 <sup>BD</sup>	16.6±2.0 <sup>A</sup>	4.03±0.2 <sup>C</sup>	3.41±0.2 <sup>B</sup>	4.83±0.0 <sup>A</sup>
Dry period	13.5±0.6 <sup>A</sup>	1.8±0.2 <sup>A</sup>	697±41 <sup>C</sup>	—	—	—	—
Early stage in 1998	21.3±2.2 <sup>D</sup>	2.9±0.3 <sup>BC</sup>	659±11 <sup>D</sup>	33.8±1.9 <sup>C</sup>	3.79±0.2 <sup>BC</sup>	3.33±0.1 <sup>B</sup>	5.04±0.1 <sup>B</sup>

Values are mean ± standard error

A, B, C, D: Values in each row with different superscripts are significantly different at 1% level

TDMI=Total DM intake, TCPI=total CP intake, BW=Body weight

Table 2 Concentrations of blood compositons in different lactation stage and dry period

Stage of lactation	Glucose (mg/dl)	TCHO (mg/dl)	TG (mg/dl)	TP (g/dl)	Albumin (g/dl)	BUN (mg/dl)	Ammonia (μg/dl)	Calcium (mg/dl)	P (mg/dl)
Early stage in 1997	67±5.5 <sup>B</sup>	185±25 <sup>B</sup>	12.2±1.3 <sup>A</sup>	7.2±0.4	3.8±0.1 <sup>b</sup>	16.3±4.4 <sup>B</sup>	80±13	10.3±0.4 <sup>b</sup>	5.4±0.2 <sup>a</sup>
Mid stage	64±2.8 <sup>B</sup>	193± 3 <sup>B</sup>	13.8±4.3 <sup>A</sup>	7.1±0.1	3.7±0.1 <sup>b</sup>	20.8±2.3 <sup>D</sup>	83±70	9.8±0.4 <sup>ab</sup>	6.3±0.7 <sup>bc</sup>
Late stage	63±3.5 <sup>B</sup>	180±17 <sup>B</sup>	14.9±2.9 <sup>A</sup>	6.8±0.1	3.5±0.1 <sup>a</sup>	18.9±2.5 <sup>C</sup>	92±11	9.5±0.2 <sup>a</sup>	6.9±0.6 <sup>c</sup>
Dry period	63±3.1 <sup>B</sup>	91± 6 <sup>A</sup>	27.3±1.0 <sup>B</sup>	7.1±0.4	3.7±0.2 <sup>ab</sup>	13.7±3.0 <sup>B</sup>	92±37	9.9±0.5 <sup>ab</sup>	7.1±1.5 <sup>c</sup>
Early stage in 1998	47±5.4 <sup>A</sup>	173±38 <sup>B</sup>	12.1±4.1 <sup>A</sup>	7.1±0.3	3.6±0.1 <sup>a</sup>	9.7±1.3 <sup>A</sup>	85±20	10.0±0.2 <sup>b</sup>	5.9±0.4 <sup>ab</sup>

Values are mean ± standard error

a, b, c: Values in each row with different superscripts are significantly different at 5% level

A, B, C, D: Values in each row with different superscripts are significantly different at 1% level

TCHO=Total cholesterol, TG=Triglyceride, TP=Total protein, BUN=Blood urea nitrogen, P=Phosphorus

摂取量の変動を表わす確かな指標であり、エネルギー摂取量が低くなると血中GLU濃度が低下すると述べている。本研究では1997および1998年の泌乳初期はほぼ同様な総乾物摂取量であった(Table 1)。しかし、1997年に比べ1998年の体重が大きいため(Table 1)、代謝体重当りのエネルギー摂取量が低く、そのため1998年でのGLU濃度が低かった可能性がある。TCHO濃度は乾乳期が泌乳期に比べて低く( $P < 0.01$ )、分娩後急激に高くなり、泌乳中期から後期ではほぼ一定であった(Table 2, Figure 1)。この変化は、北海道の乳牛における血液成分調査結果(北海道立滝川畜産試験場, 1985; 農林水産省北海道農業試験場, 1988)でのTCHO濃度の変化とほぼ同様であった。TG濃度は乾乳期が泌乳期に比べて高かったが(Table 2, Figure 1) ( $P < 0.01$ )、これは分娩1週間前のTG濃度が25.1 mg/dlであったのに対して分娩1週間後では8.9 mg/dlであったとの報告(HOLTER *et*

*al.*, 1990)と一致した。また、泌乳期では初期が最も低く、ステージが進むにつれて高くなる傾向にあった(Figure 1)。

TPおよびALB濃度(Figure 2)は泌乳期では初期が最も高く、ステージが進むにつれて低くなる傾向にあったが大きな差ではなかった。HEWETT (1974)はTP濃度について本研究と同様な結果を示している。すなわち、TP濃度は泌乳ステージにより変化し、分娩後2カ月の泌乳最盛期では7.3 g/dlであったがその後減少し、最盛期以降は6.9 g/dl程度でほぼ一定だったとしている。一方、ALB濃度については泌乳ステージに必ずしも影響されなかった(HEWETT, 1974)としており、本研究の結果とは異なった。

BUN濃度は、1997年の泌乳初期から中期にかけて増加し( $P < 0.01$ )、後期および乾乳期にかけて減少した( $P < 0.01$ ) (Table 2, Figure 3)。HEWETT (1974)も本研究と同様なBUNの経時変化を報告している。

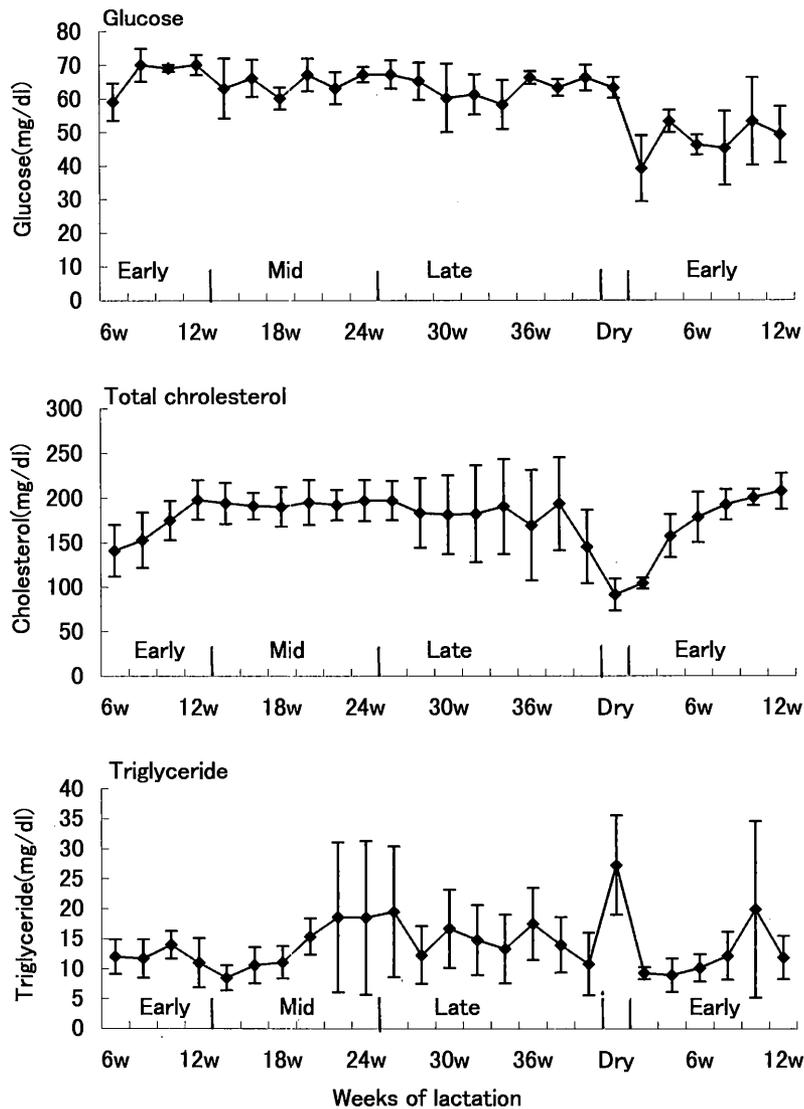


Figure 1 Concentrations of plasma glucose, total cholesterol and triglyceride in lactation stage and dry period

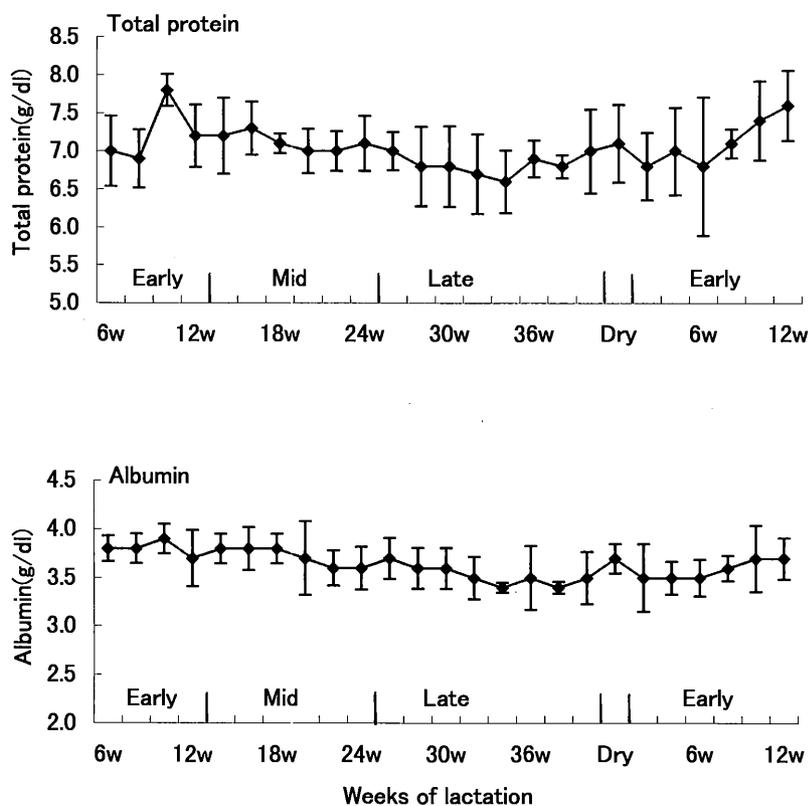


Figure 2 Concentrations of plasma total protein and albumin in lactation stage and dry period

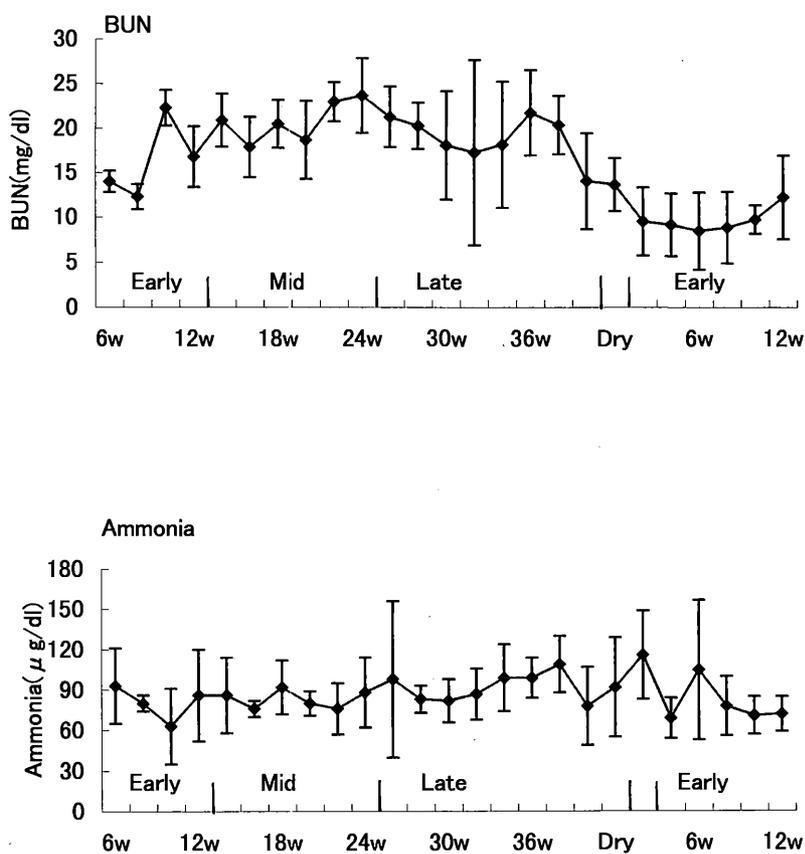


Figure 3 Concentrations of plasma BUN and ammonia in lactation stage and dry period

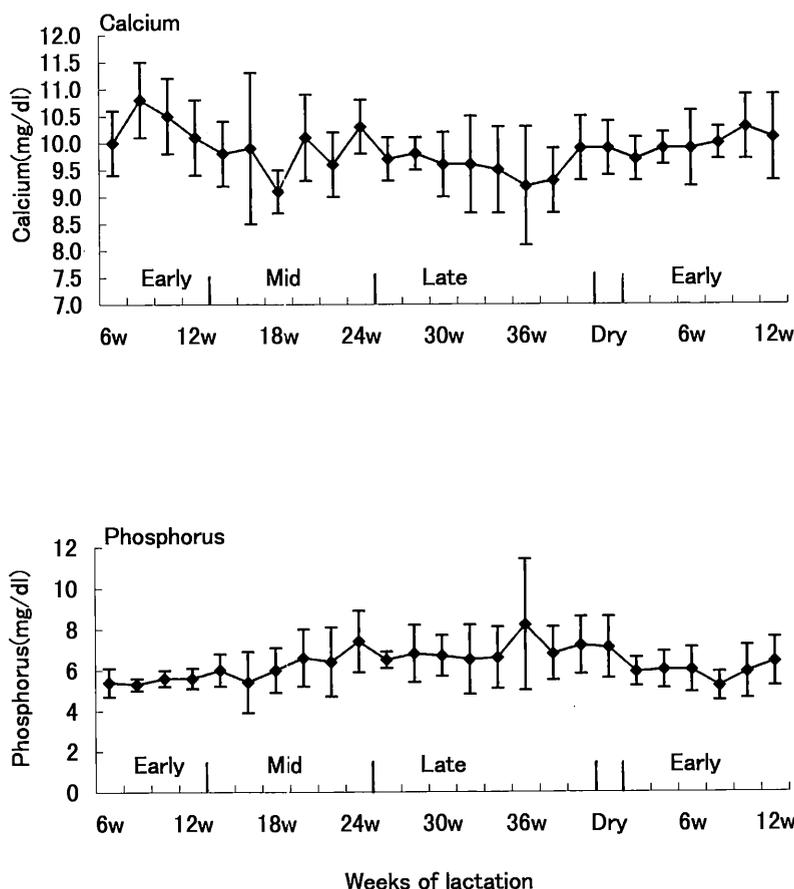


Figure 4 Concentrations of plasma calcium and phosphorus in lactation stage and dry period

また、泌乳初期では1997年に比べ1998年で低い値を示した ( $P < 0.01$ ) (Table 2). Lee *et al.* (1978) は、BUN 濃度に影響を与える主要な要因は CP 摂取量であると述べている。本研究では1997および1998年の泌乳初期はほぼ同様な CP 摂取量であった (Table 1)。しかし、1997年に比べ1998年の体重が大きい (Table 1)、体重当りの CP 摂取量が低く、そのため1998年での BUN 濃度が低かった可能性がある。また、1997年の泌乳初期では放牧時の併給粗飼料としてアルファルファサイレージを給与していたが、1998年はコーンサイレージを給与していた。BUN 濃度への影響は CP 摂取量の他に炭水化物摂取量およびそれと CP 摂取量とのバランス等が関連していると推察されるが、今後の検討課題である。また、 $\text{NH}_3$  濃度は泌乳期および乾乳期を通じてほぼ一定であった (Table 2, Figure 3)。

LANE *et al.* (1968) は、血中ミネラル濃度は泌乳ステージ、妊娠ステージおよび乳量等により影響を受けるとしている。Ca 濃度は泌乳初期で他の泌乳ステージおよび乾乳期にくらべ高い傾向にあった (Table 2, Figure 4)。一方、P 濃度は泌乳初期において他の泌乳ステージおよび乾乳期にくらべ低い値であった ( $P < 0.05$ ) (Table 2, Figure 4)。

以上のように、乳牛は泌乳期ではそのステージの違いにより給与飼料や摂取量および乳量が異なり、また、乾乳期では給与飼料や摂取量が異なることから、その血液成分が変化することが示された。本研究では血液成分の変化と栄養状態との関係については十分な検討はできなかった。しかし、BUN 濃度は放牧時の総 CP 摂取量が同様であったにもかかわらず、アルファルファサイレージにくらべてコーンサイレージを給与した場合で低い値となった。これには CP 摂取量の他に炭水化物摂取量およびそれと CP 摂取量とのバランス等が関連していると考えられ、今後検討する予定である。

## 文 献

- Association of Official Analytical Chemists (1970) Official methods of analysis, 11th ed., A. O. A. C., Washington, D. C.
- HEWETT, C. (1974) On the causes and effects of variations in the blood profile of Swedish dairy cattle. Acta. Vet. Scand. (Suppl.), 50: 1-152.
- 北海道立滝川畜産試験場 (1985) 北海道における乳牛の健康指標作成に関する試験。昭和 59 年度北海道農業試験会議成績会議資料, 1-14.

- 北海道立滝川畜産試験場 (1986) 北海道における乳牛の代謝プロファイルテストに関する試験, 昭和60年度北海道農業試験会議成績会議資料, 1-18.
- HOLTER, J. B., J. SLOTRICK, H. H. HAYES, C. K. BOZAK, W. E. URBAN Jr. and M. L. MCGILLIARD (1990) Effect of pre-partum dietary energy on body condition score, post-partum energy, nitrogen partitions and lactation production responses. *J. Dairy Sci.*, **73**: 3502-3511.
- 木田克弥 (1996) 牛群検診と個体能力の向上. 1-90. 酪農総合研究所. 札幌.
- LANE, A. G., J. R. CAMPBELL and G. F. KRAUSE (1968) Blood mineral composition in ruminants. *J. Anim. Sci.*, **27**: 766-770.
- LEE, A. J., A. R. TWARDOCK, R. H. BUBAR, J. E. HALL and C. L. DAVIS (1978) Blood metabolic profiles: Their use and relation to nutritional status of dairy cows. *J. Dairy Sci.*, **61**: 1652-1670.
- 農林水産省北海道農業試験場 (1988) ルーメンバランスと血液代謝像に基づいた高泌乳牛の飼料給与診断法. 昭和62年度北海道農業試験会議成績会議資料, 1-19.
- PAYNE, J. M., S. M. DEW, R. MANSTON and M. FAULKS (1970) The use of a metabolic profile tests in dairy herds. *Vet. Rec.*, **87**: 150-157.
- 新城明久 (1986) 生物統計学入門. 46-83. 朝倉書店. 東京.
- Thant ZIN, M. TAKAHASHI, Y. NISHIMICHI, C. SASAKI, M. YAYOTA, T. TOKITA, H. NAKATSUJI, S. KONDO and M. OKUBO (1998) The relationship between feed intake and blood compositions in lactating cows under intensive grazing system. 第94回日本畜産学会大会講演要旨, 24.

## 粗飼料主体飼養下での給与飼料の炭水化物組成と乳生産との関連

時田 光明・中辻 浩喜・近藤 誠司・大久保正彦

北海道大学, 札幌市 060-8589

## Relationship between carbohydrate component in diet and milk production on high roughage feeding system

Teruaki TOKITA, Hiroki NAKATSUJI, Seiji KONDO, Masahiko OKUBO

Faculty of Agriculture, Hokkaido University, Sapporo 060-8589

キーワード: 粗飼料, 炭水化物組成, 乳生産

Key words: roughage, carbohydrate component, milk production

## 要 約

飼料の炭水化物組成の違いが乳生産に及ぼす影響を検討するため、1984年から1992年まで行ったエネルギー出納試験の結果を用い、構造的炭水化物および非繊維性炭水化物と乳生産との関連について検討した。構造的炭水化物量はNDFの分析値を用い、非繊維性炭水化物(NFC)は差し引き法によって算出した。183例のデータを給与した飼料に基づき、主にコーンサイレージを給与した区(CS)、放牧地草とコーンサイレージを給与した区(PC)、放牧地草とグラスサイレージを給与した区(PG)の3区に区分した。飼料のエネルギー消化率および代謝率は、各区ともほぼ同程度であった。ME摂取量の増加に伴うFCM量の増加の様相は各区で異なっていた。同程度のME摂取量ではPGに比べPCのFCM量が多く、また、CSではME摂取量が高まるとFCM量の増加割合が小さくなる傾向を示した。FCM量はNDF含量が高まるに連れて減少する傾向にあった。NFC含量が高い場合、全体としてはFCM量が多かったが、NFC含量が低い場合でもFCM量が高い例が見られた。NFC/NDF比が高くなるとFCM量は増加する傾向にあった。

## 緒 言

反芻家畜は主に飼料中の炭水化物を基質としたルーメン内発酵によって産生されるVFAをエネルギー源としている。反芻家畜である乳牛を飼養する上で、特にこの炭水化物の利用が重要である。飼料中の炭水化物は、ルーメン内での発酵が比較的遅い構造的炭水化物と発酵が早い非繊維性炭水化物(NFC)に分けられる。濃厚飼料主体飼養下では、NFCとNDFの比

(NOCEK and RUSSELL, 1988) や粗飼料からのNDF(FNDF)とルーメン内分解性澱粉(RDS)の比(POORE *et al.*, 1991; POORE *et al.*, 1993 A; POORE *et al.*, 1993 B)によって乳量が異なることが報告されている。しかし、粗飼料を主体とした飼養条件下での報告はない。

そこで、本報告では粗飼料構成と乳生産との関連を明らかにするため、粗飼料主体飼養下でこれまでに行ったエネルギー出納試験の結果を解析し、飼料成分、特に炭水化物組成の面から検討した。

## 材料および方法

解析には北海道大学において、1984年から1992年までに泌乳牛を用いて行った183例のエネルギー出納試験の結果を用いた。飼料給与基準は日本飼養標準の養分要求量に基づき、維持および13kg乳生産に必要な養分を粗飼料から、13kgを上回る分を濃厚飼料で補った。183例のデータを、給与粗飼料の種類に基づき、主にコーンサイレージを給与した区(CS)、放牧地から刈取った生草(以下放牧地草という)とコーンサイレージを給与した区(PC)、放牧地草とグラスサイレージを給与した区(PG)の3区に区分した。各区ともこれらの飼料の他に、乾草と乳量に応じた濃厚飼料を給与していた。NDF含量を構造的炭水化物含量とした。NFC含量は、VAN SOEST *et al.*, (1991)の総説の中で示された式をもとに、次式によって算出した。

$$NFC = 100 - (NDF + \text{protein} + \text{fat} + \text{ash})$$

## 結果および考察

各区の例数はCSが66例、PCが35例、PGが82例であった。平均産次はおよそ2.8産であり、平均体重は620~660kgであった。

表1に各区の平均乾物摂取量と飼料成分組成を示し

表 1 飼料乾物摂取量および成分組成

	CS	PC	PG
乾物摂取量 (kg/d)	19.3± 3.2	18.8±2.7	16.7±3.0
粗飼料割合 (%)	72.5±11.5	62.3±9.2	74.0±8.6
CP含量 (%)	12.7± 1.7	14.4±1.8	15.2±1.3
NFC含量 (%)	38.7± 6.8	35.8±3.8	25.2±7.3
NDF含量 (%)	37.7± 7.2	38.0±4.2	45.5±6.6

Mean±S.D.

た。平均乾物摂取量は、CS が最も高く、PG が最も低かった。各区の粗飼料割合は、62~74%であった。飼料全体の成分組成をみると、CP 含量は PC, PG で 15%前後、CS は 12.7%と CS が他の区に比べてやや低い値であった。NFC 含量は、CS, PC では 35%を越えていたのに対し、PG では 25.6%と低い値であった。一方、NDF 含量ではこれとは反対に、CS, PC が 37%程度であったのに対し、PG は 45.2%と高い値であった。

表 2 にエネルギー消化率、代謝率および乳生産成績

表 2 エネルギー消化率、代謝率および乳生産成績

	CS	PC	PG
消化率 (%)	63.8± 5.2	64.7± 4.3	67.2± 4.1
代謝率 (%)	53.8± 5.0	53.7± 4.0	56.3± 4.0
ME摂取量 (MJ/d)	194.4±42.4	187.9±37.4	176.7±38.3
FCM量 (kg/d)	23.3± 7.4	24.0± 6.0	18.3± 5.1
GEE (%)	37.4± 8.0	40.9± 6.4	32.8± 7.5

Mean±S.D.

GEE：乳生産のエネルギー粗効率

を示した。飼料のエネルギー消化率は 65%前後、代謝率は 55%前後と各区とも消化率および代謝率はほぼ同程度であった。ME 摂取量は CS が最も高く PG が最も低い値であった。平均 FCM 量は、PC が最も高かった。乳生産のエネルギー粗効率 (GEE) も、PC がやや高く、PG が低い傾向を示した。

図 1 に ME 摂取量と FCM 量との関係を示した。各区とも FCM 量は ME 摂取量の増加とともに多くなったが、ME 摂取量が多くなると、データの分布も広くなる傾向にあった。区ごとにみると、同程度の ME 摂取量の場合では PG に比べ、PC の FCM 量が多い傾向にあった。また、CS では ME 摂取量が高まると、FCM 量の増加割合は小さくなる傾向がうかがえた。

図 2, 3 にはそれぞれ、ルーメン内での発酵が遅いと考えられる NDF 含量およびルーメン内での発酵が早いと考えられる NFC 含量と FCM 量との関係を示した。全体として NDF 含量が高まるにつれて FCM 量は減少する傾向にあり、一方、NFC 含量が高い場合は全体として FCM 量が高くなる傾向にあったが、NFC 含量が低くても FCM 量が高い例がいくつか見られた。これらは飼料摂取量が多く、NFC 含量が低くても NFC 摂取量が高かったためと考えられた。また、図 4 には NFC/NDF 比と FCM 量との関係を示した。NFC/NDF 比が高くなると FCM 量が増加する傾向にあったが、PC では NFC/NDF 比が高くなると FCM 量の増加割合が低くなる傾向にあった。放牧飼養区である PC および PG では NFC 含量と FCM 量との関連が少ないことから、放牧飼養ではコーンサイレージ主体飼養に比べ NFC 以外の要因も乳生産に寄

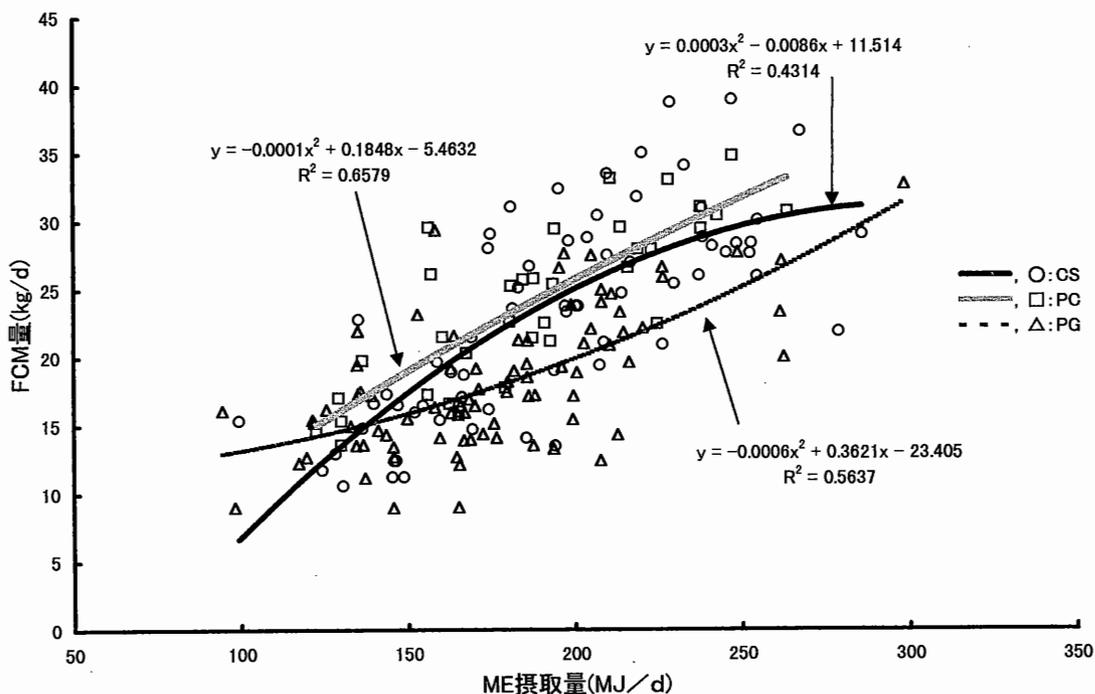


図 1 ME 摂取量と FCM 量との関係

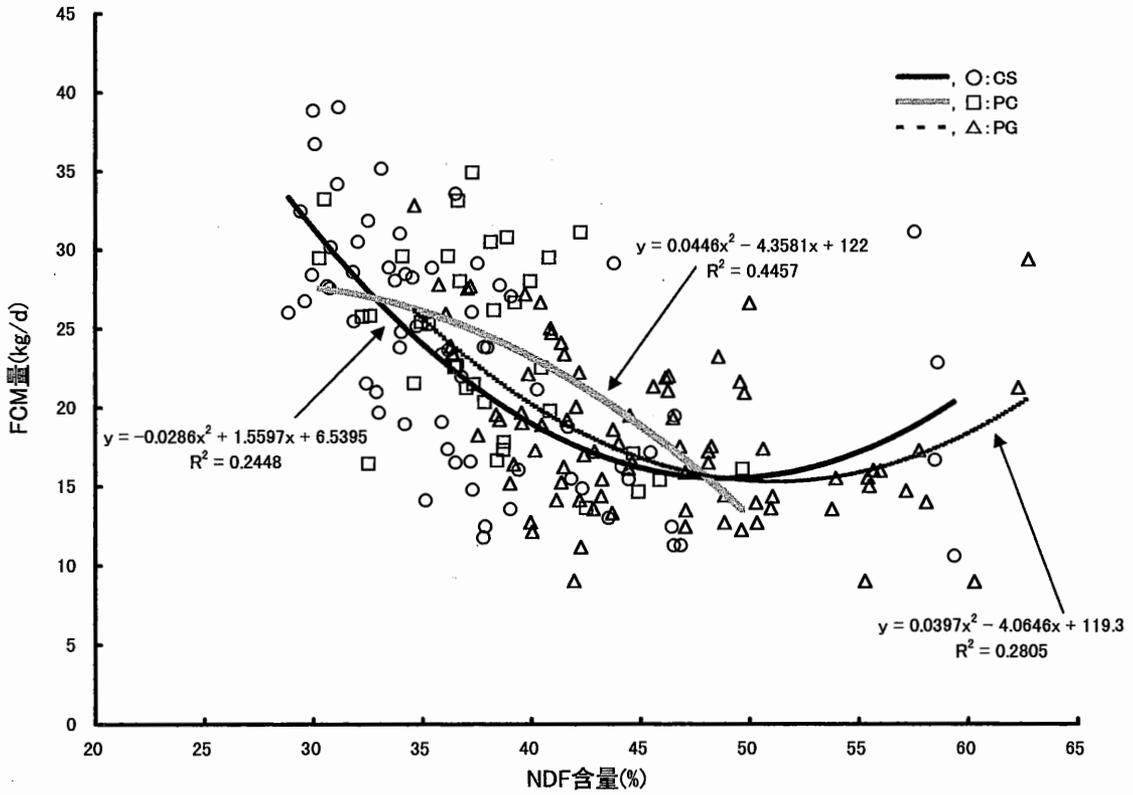


図2 飼料の NDF 含量と FCM 量との関係

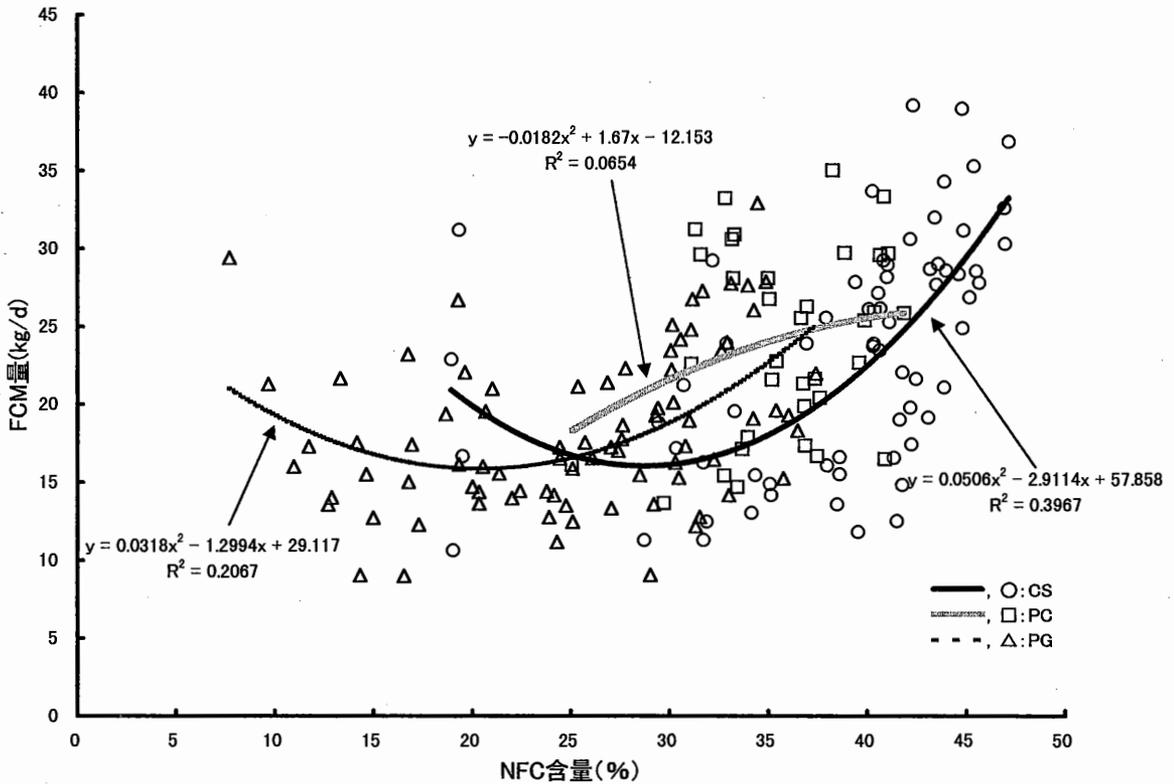


図3 飼料の NFC 含量と FCM 量との関係

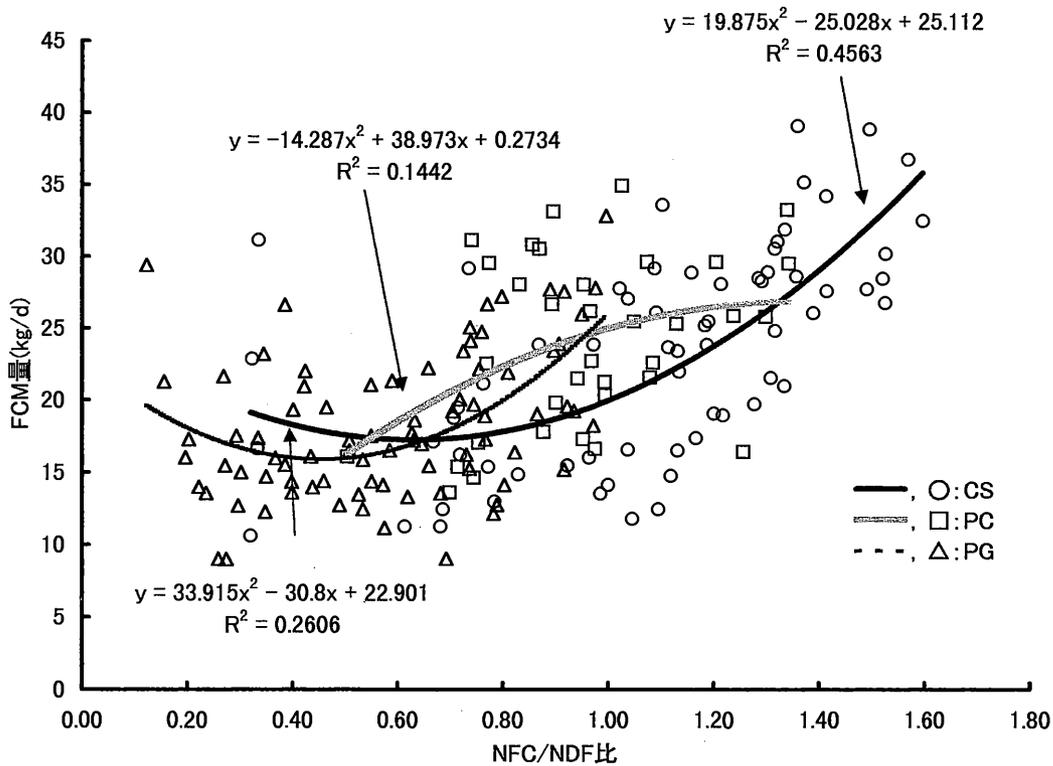


図4 飼料の NFC/NDF と FCM 量との関係

与しているものと考えられた。

NOCEK and RUSSELL (1988) は、濃厚飼料主体の泌乳牛飼養方式で NFC/NDF 比の最適な範囲は 0.9~1.2 であると述べており、また POORE *et al.* (1993 B) は FNDF : RDS が 1 : 1 であれば乳量を減少させることなく飼料の代替が可能であると述べている。しかし、本試験の結果では濃厚飼料主体時でいわれているような NFC/NDF 比の最適範囲は見られなかった。このことは、濃厚飼料主体時と粗飼料主体時では NFC/NDF 比が乳生産に与える影響が異なることを示している。粗飼料主体時には濃厚飼料主体時に比べ、その物理性の違いから飼料成分によるルーメン内発酵の変化にともなう pH や VFA 組成などの違いが小さかったためと考えられる。一方、粗飼料主体時でも、同程度の ME 摂取量であっても炭水化物組成の違いによって FCM 量が異なるということが示唆された。したがって本試験のような粗飼料を主体とした飼養方式下で飼料構成を考える場合、ルーメン内発酵への影響も含め炭水化物の組成、すなわち NFC/NDF 比について考慮する必要があると考えられた。

## 文 献

NOCEK, J. E. and J. B. RUSSELL (1988) Protein and

energy as an integrated system. Relationship of ruminal protein and carbohydrate availability to microbial synthesis and milk production. *J. Dairy Sci.*, **71**: 2070-2107.

POORE, M. H., J. A. MOORE, R. S. SWINGLE, T. P. ECK, and W. H. BROWN (1991) Wheat straw or alfalfa hay in diets with 30% neutral detergent fiber for lactating Holstein cows. *J. Dairy Sci.*, **74**: 3152-3159.

POORE, M. H., J. A. MOORE, R. S. SWINGLE, T. P. ECK, and W. H. BROWN (1993A) Response of lactating Holstein cows to diet varying in fiber source and ruminal starch degradability. *J. Dairy Sci.*, **76**: 2235-2243.

POORE, M. H., J. A. MOORE, T. P. ECK, R. S. SWINGLE, and C. B. THEURER (1993B) Effect of fiber source and ruminal starch degradability on site and extent of digestion in dairy cows. *J. Dairy Sci.*, **76**: 2244-2253.

VAN SOEST, P. J., J. B. ROBERTSON, and B. A. LEWIS (1991) Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.*, **74**: 3583-3597.

## 畑地型酪農地域と草地型酪農地域における 土地利用形態と土地からの乳生産量

藤芳 雅人・河上 博美\*・干場 信司\*・近藤 誠司・大久保正彦

北海道大学農学部, 札幌市 060-8589

\*酪農学園大学, 江別市 069-8501

### Land use system and its milk productivity in mixed farming area and grassland farming area in Hokkaido

Masato FUJIYOSHI, Hiromi KAWAKAMI\*, Shinji HOSHIBA\*, Seiji KONDO and Masahiko OKUBO

Faculty of Agriculture, Hokkaido University, Sapporo 060-8589

\*Rakuno Gakuen University, Ebetsu 069-8501

キーワード: 土地利用形態, トウモロコシサイレージ, 放牧, 土地からの乳生産量

Key words: land use, maize silage, grazing, milk yield from land

#### 要 約

畑地型酪農地域である十勝支庁清水町の90戸の乳牛検定加入農家と、草地型酪農地域である釧路支庁浜中町の217戸の酪農家を対象に、土地利用形態と土地からの乳生産量を比較・検討した。浜中町の1戸当たり畜産用地面積は清水町の2倍近いのに対し、平均飼養頭数は清水町と同程度であり、1戸当たり出荷乳量は清水町で高くなった。その結果、単位面積当たり飼養頭数および乳生産量も浜中町に比べ清水町で高くなった。清水町における単位面積当たり飼養頭数および乳生産量は、トウモロコシ作付割合が増加するにつれ、いずれも増加する傾向があった。浜中町では放牧地割合と単位面積当たり飼養頭数および乳生産量との間には一定の傾向は見られなかった。

#### 緒 言

家畜生産も他の農業生産分野と同じく土地を利用して生産物を得るという生産システムであり、家畜生産を評価するにあたっては土地からの家畜生産量という考え方が重要になってくる。酪農生産における土地利用形態と土地からの家畜生産量との関連を考えると、サイレージ用トウモロコシは牧草に比べ単位面積当たりのTDN収量が高く、乾草や牧草サイレージと同等かそれ以上の産乳価値があることが報告されている(坂東, 1977; PHIPPS *et al.*, 1992; WELLER and PHIPPS, 1985, 1986)。そのため、サイレージ用トウモロコシの栽培が可能な畑地型酪農地域においては、ト

ウモロコシサイレージの利用により単位面積当たりの家畜生産量を高めることが可能であると考えられる。一方、サイレージ用トウモロコシの栽培が困難な草地型酪農地域においては、土地利用形態は牧草地の採草利用と放牧利用の二つに大別される。放牧利用されている草地面積は現在道内においても減少傾向にあるが、低コストや糞尿処理の軽減、また、放牧方法によっては採草利用よりも単位面積当たりの代謝エネルギー利用量が高くなることも報告されており(中辻ら, 1997)、近年その重要性が再認識されている。

そこで、北海道における代表的な畑地型酪農地域である十勝支庁清水町と、草地型酪農地域である釧路支庁浜中町の酪農家について、土地利用形態と土地からの家畜生産量に着目し比較・検討した。

#### 材料および方法

清水町では90戸の乳牛検定加入農家を、浜中町では217戸の酪農家を対象とした。各対象農家の家畜飼養頭数、乳量および土地利用形態別面積を各町の農協を通して入手し、解析した。単位面積当たり飼養頭数は成牛換算した値を用い、経産牛を1および未経産牛を0.5とした合計を畜産用地面積(牧草地面積とサイレージ用トウモロコシ面積の合計)で除した値とした。また、出荷乳量を畜産用地面積で除した値を単位面積当たり乳生産量とした。

#### 結果および考察

両地域の飼養形態の概要を表1に示した。浜中町では1戸当たりの畜産用地面積は清水町に比べ2倍近いのに対し、飼養頭数は清水町と同程度であり、出荷乳

表1 清水町農家と浜中町農家の飼養形態の比較

	清水町 (n=90) 浜中町 (n=217)		
	平均	平均	
畜産用地面積・ha	32.48	60.12	**
総飼養頭数	102.92	100.77	NS
出荷乳量・t	421.25	374.28	*
成牛換算頭数/ha	2.49	1.41	**
乳量・t/ha	13.14	6.29	**

\* P<0.05, \*\* P<0.01, NS 有意差無し

量については清水町において高くなった。そのため、単位面積当たり飼養頭数および乳生産量も浜中町に比べ清水町で2倍程度高くなった。

対象農家における乳牛総飼養頭数別の農家戸数を見ると、清水町では70頭台と140頭前後をピークとする分布が見られたが、浜中町では80から100頭前後を中心に分布していた(図1)。また、畜産用地面積別の農家戸数は、清水町では20ha台を中心に分布していたのに対し、浜中町ではその2倍の50~60ha台を中心に分布しており、分布の範囲も清水町よりも広がった(図2)。出荷乳量はどちらの地域においても300t台をピークとする分布を示していたが(図3)、個体乳量を見ると清水町では8,000kg以上の農家が全体の80%を占め、高位生産農家が多いのに対し、浜中町では8,000kg以上の農家は全体の10%にもおおよばず、6,000kg台をピークとした分布をしており、2,000kg台や3,000kg台の農家も見られた(図4)。対象農家が清水町では乳牛検定加入農家であったのに対し、浜中町では全農家であったことが、地域間で差が出た要因の一つと考えられる。単位面積当たり飼養頭数は、清水町では2.25~2.50頭にピークを持った分布をしているのに対し、浜中町ではおよそその半分の1.25~1.50頭をピークとする分布をしており、両地域間で大きな差が見られた(図5)。単位面積当たり乳生産量は、清水町では12.5t前後を中心に両側に広く分布しており、多いところでは20.0t以上にもおよんでいたのに対し、浜中町では清水町に比べ少なく、5.0t以上7.5t未満に全体の半数近くが集中していた(図6)。購入飼料の給与量を考慮する必要があるが、単位面積当たりの家畜生産量という観点から見ると、単位面積当たり乳生産量は、両地域においてかなりの幅が見られたものの、浜中町よりも清水町において高いことが示された。

次に土地利用形態と単位面積当たり飼養頭数および乳生産量との関連を見るために、清水町においてはトウモロコシ作付割合(畜産用地面積に占めるサイレージ用トウモロコシの作付面積割合)に、浜中町においては放牧地割合(畜産用地面積に占める放牧地の面積割合)に着目して検討した。

清水町の各農家の土地利用形態を見ると、トウモロ

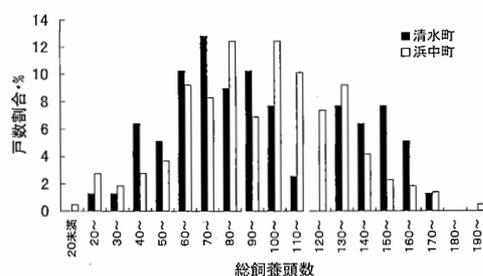


図1 総飼養頭数別の戸数割合

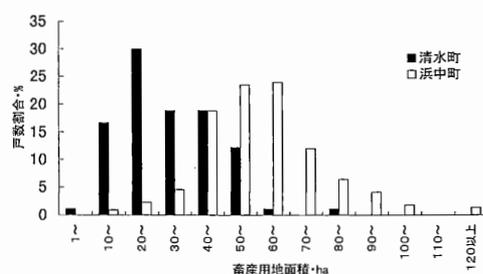


図2 畜産用地面積別の戸数割合

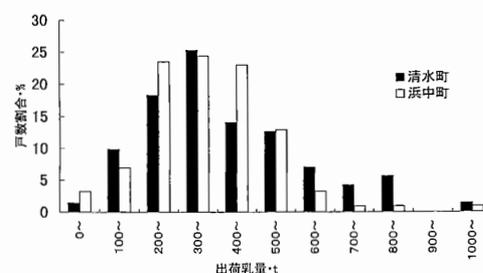


図3 出荷乳量別の戸数割合

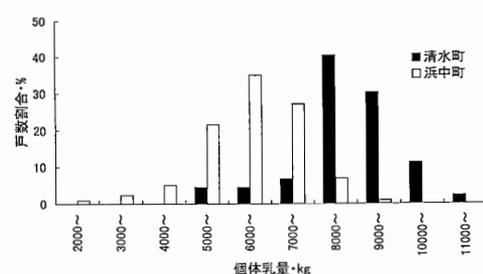


図4 個体乳量別の戸数割合

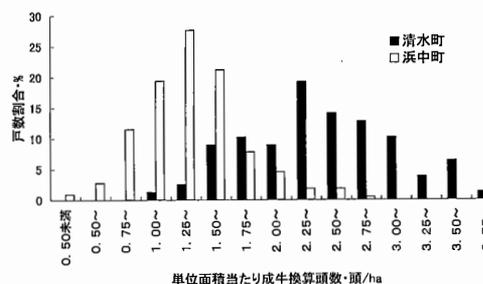


図5 単位面積当たり成牛換算頭数別の戸数割合

コシ作付割合が20%台の農家が半数近くを占めており(図7), 対象農家の80%以上にあたる73戸の農家においてトウモロコシ作付割合が10%を越えていた。トウモロコシ作付割合と単位面積当たり飼養頭数および乳生産量との関係を見ると, 単位面積当たり飼養頭数および乳生産量はトウモロコシ作付割合が増加するにつれて, 若干の幅はあるがおおむね増加する傾向が見られた(図8, 11)。以上のことから, サイレージ用トウモロコシの栽培により牧草よりも多くのTDN取量が期待できる地域では, サイレージ用トウモロコシの栽培により, 単位面積当たりの飼養頭数を増加させることができ, その結果, 単位面積当たりの乳生産量も増加させられることが示唆された。これは, フランスのブルターニュ地方においてトウモロコシサイレージを利用することにより単位面積当たりの飼養頭数を増加させ, ひいては土地からの家畜生産量を増加させることができるという WILKINSON (1984 B) の意見を支持するものであった。

一方, 浜中町の各農家の土地利用形態を見ると, サイレージ用トウモロコシを栽培している農家はなく, 全ての農家で草地の放牧利用が見られたが, 放牧地割合は10%未満の農家が半数以上にのぼった(図9)。草地の放牧利用は採草利用に比べ, 単位面積当たりのTDN取量や乳生産量が高くなることも報告されており(落合, 1997), 放牧地割合により, 単位面積当たり乳生産量は影響を受けることが想定される。しかしながら浜中町において単位面積当たり飼養頭数および乳生産量は, 放牧地割合によらず一定の範囲内で推移していた(図10, 11)。WILKINSON (1984 A) は放牧を用いて単位面積当たりの家畜生産量を増加させるには stocking rate および窒素施肥量を高くすることが重要であると報告した。PEEL and MATKIN (1982, 1984) および PEEL *et al.* (1988) は, 単位面積当たりの家畜生産量は, 窒素施肥量を増加させても必ずしも増加するわけではなく, 水はけなどの土壌の状態によって大きく影響されることを示唆した。放牧はサイレージ用トウモロコシの栽培と比べ各農家による技術や方法の差が大きいため, 放牧利用を行って土地からの家畜生産量を高めるには, 放牧地の面積を確保することはあまり重要でなく, その方法や技術, 各農家の土壌の状態や立地条件によって大きく左右されることが示唆された。

また, 清水町と浜中町におけるトウモロコシ作付割合または放牧地割合と単位面積当たり乳生産量との関係を見ても, 浜中町では放牧地割合によらず一定の範囲内で推移していたのに対し, 清水町では浜中町よりも高いところでおおむね右上がりに推移しており, トウモロコシ作付割合の高い農家では浜中町との差が大きくなった(図11)。以上の結果から, 土地からの乳生産量は浜中町よりも清水町で高く, その要因の一つと

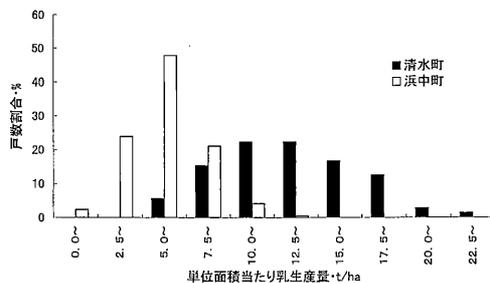


図6 単位面積当たり乳生産量別の戸数割合

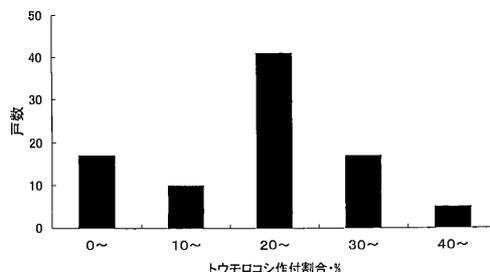


図7 畜産用地に占めるトウモロコシ作付割合別の戸数

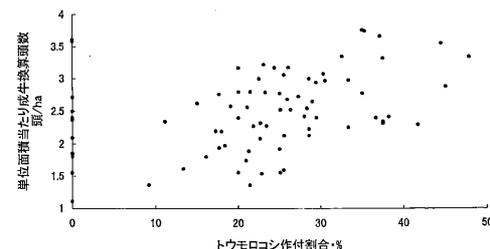


図8 畜産用地に占めるトウモロコシ作付割合と単位面積当たり成牛換算頭数との関係

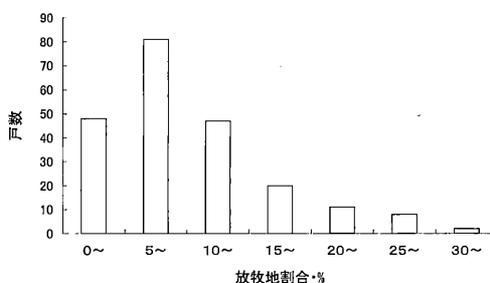


図9 畜産用地に占める放牧地割合別の戸数

して清水町におけるサイレージ用トウモロコシの栽培があることが示唆された。サイレージ用トウモロコシの乾物およびTDNの多収性に着目し, 十勝地方におけるサイレージ用トウモロコシの作付面積を現行の1.9万haから3.8万haに増加させることにより, 牧草および粗飼料作物の合計作付面積を増加させることなく粗飼料の必要量を満たすことができるという報告もあり(坂東, 1993), サイレージ用トウモロコシを安

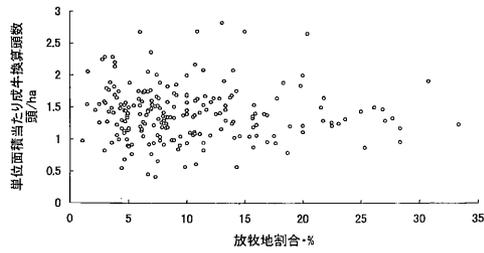


図10 畜産用地に占める放牧地割合と単位面積当たり成牛換算頭数との関係

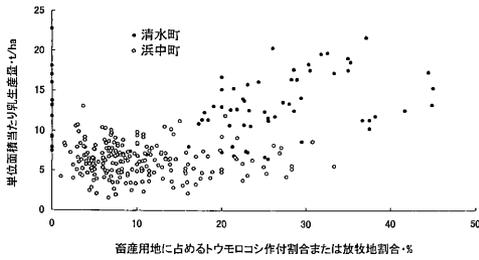


図11 土地利用形態と単位面積当たり乳生産量との関係

定的に栽培できる地域では、サイレージ用トウモロコシは単位面積当たりの家畜生産量や飼料自給率を高めるのに有効であると考えられる。

しかしながらサイレージ用トウモロコシの栽培を行っていない浜中町においても、サイレージ用トウモロコシを栽培している清水町の農家と同等かそれ以上の土地からの乳生産を行っている農家も多く存在し、各農家における技術的な差が大きいことが示唆された。今後、放牧方法なども含め、土地利用と土地からの家畜生産量との関連についてさらに詳細な調査が必要であると考えられる。また、今回用いた単位面積当たりの乳生産量は、濃厚飼料などの購入飼料による生産についても土地からの乳生産量として評価しているため、純粋に土地からの家畜生産量を評価しているとはいえない。そのため、全体の生産から購入飼料による生産量を差し引いた評価方法を用いた検討が必要であると考えられる。

## 文 献

坂東 健 (1977) 乳牛飼料としての牧草とトウモロコシの得失—特に十勝地方を中心に—。畜産の研究,

31: 867-870.

坂東 健 (1993) トウモロコシサイレージを基本飼料とする牛乳生産に関する飼養学的研究。北海道立畜産試験場報告, 81.

中辻浩喜・近藤誠司・大久保正彦 (1997) 泌乳牛の自給粗飼料多給下における単位土地面積当たりの代謝エネルギー利用量—夏季放牧期成績からの検討—。1997年度北海道畜産学会大会講演要旨, 12.

落合一彦 (1997) 未来を拓く酪農経営, 放牧のすすめ。酪農総合研究所。札幌。

PEEL, S. and E. A. MATKIN (1982) Grass yield and animal production of three dairy farms: a detailed study. *Grass and Forage Sci.*, **37**: 169-185.

PEEL, S. and E. A. MATKIN (1984) Herbage yield and animal production from grassland on three commercial dairy farms in South-East England. *Grass and Forage Sci.*, **39**: 177-185.

PEEL, S., E. A. MATKIN and C. A. HUCKLE (1988) Herbage growth and utilized output from grassland on dairy farm in southwest England: case studies of five farms, 1982 and 1983. II. Herbage utilization. *Grass and Forage Sci.*, **43**: 71-78.

PHIPPS, R. H., R. F. WELLER and A. J. ROOK (1992) Forage mixtures for dairy cows: the effect on dry matter intake and milk production of incorporating different proportions of maize silage into diets based on grass silages of differing energy value. *J. Agr. Sci., Camb.*, **118**: 379-382.

WELLER, R.F. and PHIPPS, R.H.(1985) Milk production from grass and maize silage. *Anim. Prod.*, **40**: 560-561. (Abstract)

WELLER, R. F. and PHIPPS, R. H. (1986) The effect of silage preference on the performance of dairy cows. *Anim. Prod.*, **42**: 435. (Abstract)

WILKINSON, J. M. (1984A) Utilised metabolisable energy. in *Milk and Meat from Grass*. 28-35. Granada, London.

WILKINSON, J. M. (1984B) Profitable milk from grass. in *Milk and Meat from Grass*. 113-126. Granada, London.

## 鶏の筋細胞におけるユビキチン局在の組織化学的検討

関川 三男・山本みわこ・島田謙一郎・三上 正幸・福島 道広・石川 稔矩\*

帯広畜産大学生物資源科学科, 帯広市 080-8555

\*日本大学松戸歯学部生物学研究室, 松戸市 271-0061

### Demonstration of ubiquitin in chicken muscle cell by histochemical study

M. SEKIKAWA, M. YAMAMOTO, K. SHIMADA,  
M. MIKAMI, M. FUKUSHIMA and T. ISHIKAWA\*

Department of Bioresource Science, Obihiro University of Agriculture and  
Veterinary Medicine, Obihiro 080-8555

\*Laboratory of Biology, Nihon University of School of Dentistry at Matsudo, Matsudo 271-0061

キーワード: ユビキチン, 鶏肉, 熟成, 免疫組織化学

Key words: ubiquitin, chicken muscle, conditioning, immunohistochemistry

#### 要 約

鶏骨格筋の筋細胞におけるユビキチンの局在を組織化学的に検討した。屠殺直後および熟成させた浅胸筋を抗ユビキチン抗体を用いて免疫染色を行った。凍結切片の作成に先だって加熱処理を行うと、ユビキチンの染色性が向上した。熟成が完了した試料においても屠殺直後と同様の局在が認められた。これらの結果から、鶏骨格筋筋漿画分で電気泳動的に確認されたユビキチンは、筋細胞に本来的に存在し、さらに熟成後の試料でも加熱処理によって組織化学的に検出し得ることが示唆された。

#### 緒 言

ユビキチンは、原核生物から人まであらゆる細胞に存在する分子量 8,600, アミノ酸 76 残基からなるタンパク質で、その一次構造は進化的に高く保存されている。ユビキチンの生体内での役割は、主に分解すべきタンパク質に結合し細胞内タンパク質分解系の一つであるプロテアソーム系へ提示・認識させるマーカーとしての特性や細胞周期の制御あるいは熱ストレスへの抵抗などが挙げられている (Fang *et al.*, 1995; 田中ら, 1996)。

筋細胞においてもユビキチンは存在し、飢餓や無重力など特殊な状況下で筋原線維を分解することが報告されている (Taillandier *et al.*, 1996)。しかし、家畜を屠殺してから得られる食肉に関しては、ユビキチンの存否あるいは役割、プロテアソーム-ユビキチン系

の関与など、ほとんど研究されていない。また、ユビキチンは筋細胞や赤血球など身体を構成するほとんど全ての細胞に存在するため、筋漿画分で確認されたユビキチンが (Sekikawa *et al.*, 1998)、筋細胞由来であることを組織化学的に確認する必要がある。そこで本実験では、屠殺後の筋細胞におけるユビキチンの局在を組織化学的に検討することを目的とした。

#### 材料および方法

屠殺した鶏の浅胸筋からユビキチンを電気泳動的に確認するための筋漿画分を調製した。筋漿画分を調製するに当たり、夾雑タンパク質の除去およびプロテアーゼの失活を目的として加熱処理を行った。すなわち、屠殺直後 (30 分以内) および冷蔵 (4℃, 6 時間) した浅胸筋を細切し、この 2 倍重量の沸騰させた蒸留水に懸濁し、5 分間加熱した後、室温まで放冷した。これを均質化し、遠心分離 (0℃, 6,000×g, 30 分間) を行い、上澄液を濾過した後、蒸留水に対し透析し、内液を凍結乾燥した。得られた凍結乾燥品を筋漿画分とし、これを既報 (Sekikawa *et al.*, 1998) に従い電気泳動、ニトロセルロース膜への転写および免疫染色を行った。なお、電気泳動の試料は筋漿画分 5 mg/ml の濃度とし、各レーンには 5 μl を添加した。免疫染色は、一次抗体としてユビキチン抗血清 (Sigma) を、二次抗体としてペルオキシダーゼ標識ヤギ抗ウサギ IgG (BIO-RAD) を用いた。

浅胸筋の凍結切片は、筋漿画分と同様に屠殺直後および冷蔵 (4℃, 24 時間) したのものから作成した。ユビキチンの染色性と加熱温度との関係を明らかにするため加熱条件の検討を行った。加熱処理は、約 7 mm

の厚さに切った試料を酸素不透過性フィルムで密封し、これを 65, 75 および 85°C に設定した恒温槽に入れ試料の内部温度が設定温度に達してから 5 分間保持した。これを水道水で冷却後、開封し約 5 mm 角に切り出し、液体窒素で凍結し、7  $\mu$ m の凍結連続切片を作成した。これを Hematoxylin-Eosin (HE) 染色, Gomori's trichrome, 鍍銀染色, NADH-tetrazolium reductase (NADH-TR) 染色に供し観察した。また、ユビキチンに対する免疫染色は、一次抗体としてユビキチン抗血清 (Sigma) を用い、avidin-biotin peroxidase complex method (ABC 法) (Vectastain ABC Kit, Vector 社) で発色させ光学顕微鏡で観察した。

## 結 果

図 1 は、今回、調製した筋漿画分を SDS-PAGE に供し、転写膜上でアミドブラック 10 B 染色 (A) および抗ユビキチン血清による免疫染色 (B) を行った結果である。個体間での差は少なかったので代表例を示した。すなわち、アミドブラック染色像では屠殺直後 (30 分) から 6 時間目にかけて 17 kDa 以下のバンドの染色性が強くなった。また、免疫染色像ではユビキチンに相当するバンドが屠殺後の時間経過にかかわらず認められたが、6 時間目のものは染色性が低下した。

図 2 は、加熱の有無による組織への影響を HE 染色

と比較したもので、差は主に細胞間隙で認められた。すなわち、加熱により細胞の外形が規則性を失い、さらに細胞間隙が拡大していた。しかし、これに比べ細胞内では、加熱処理による影響が少なく、特に核の染色性は未処理と同様であった。NADH-TR 染色では、加熱処理を行うと染色性が著しく低下し、Gomori's trichrome 染色では加熱処理により細胞周辺部で変性タンパク質に由来すると考えられる赤紫色の染色体が観察された。鍍銀染色では加熱処理によって細胞膜の崩壊像が観察された (光顕像省略)。

図 3 は、屠殺 6 時間後の試料における抗ユビキチン血清による免疫染色像で、加熱処理により細胞質に顆粒状の構造が明瞭となり、さらに温度が高くなるにつれてこれらの染色強度が増大する傾向が認められた (a-d)。また、図 4 は、屠殺後 24 時間目の試料 (加熱温度 75°C) の免疫染色像で、屠殺 6 時間後のものに比べ核の染色性は低下しているが、細胞質の顆粒状の染色像は屠殺 6 時間後のものと同様の特徴を示した。

## 考 察

食肉の熟成に伴い細胞質 (筋漿画分) の遊離アミノ酸や低分子量のペプチドが増加することは多くの報告で一致し (Field *et al.*, 1971; Mikami *et al.*, 1994), この傾向は、今回、示した SDS-PAGE (図 1) の結果

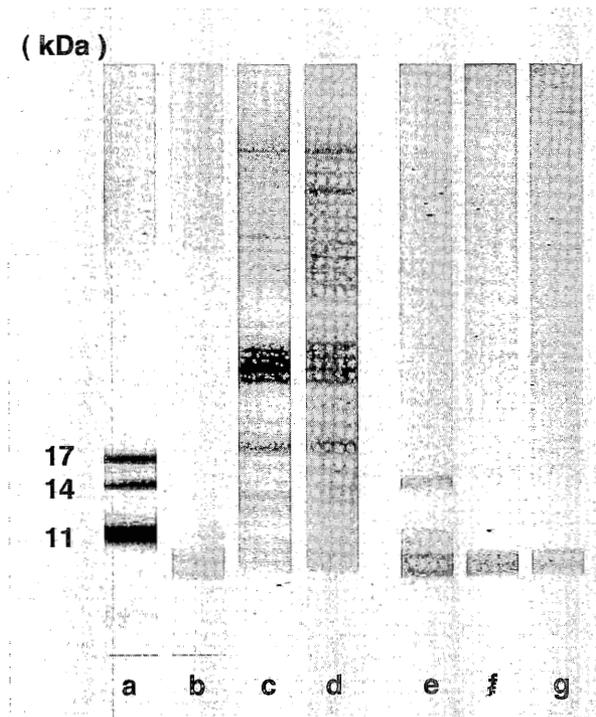


図 1 筋漿画分におけるユビキチンの同定

屠殺直後 (c, f) および 6 時間後 (d, g) の浅胸筋から調製した筋漿画分 25  $\mu$ g を 15% SDS-PAGE で分離し、ニトロセルロース膜へ転写した後、アミドブラック 10 B による染色像 (a-d) および抗ユビキチン血清による免疫染色像 (e-f) を示す。a は分子量マーカー、b および e はユビキチンを示す。

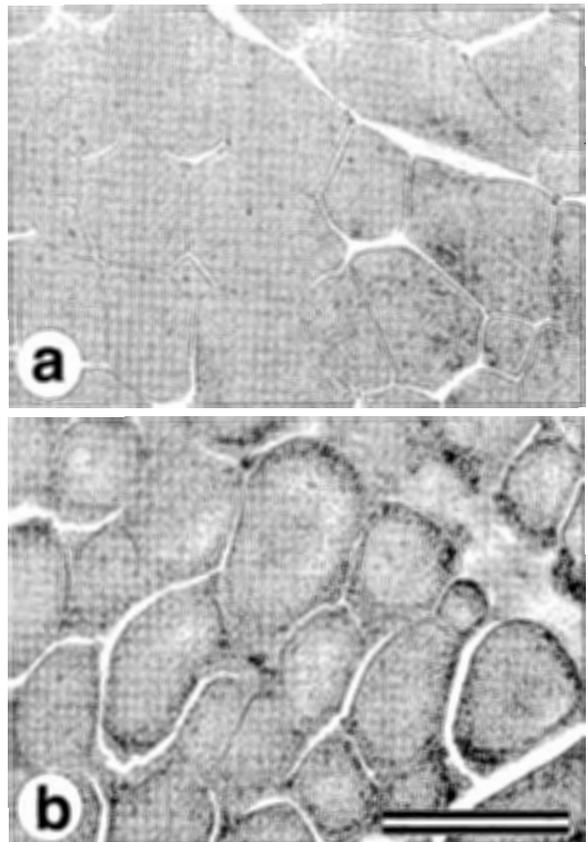


図 2 屠殺 6 時間後の鶏浅胸筋の HE 染色像

a : 非加熱, b : 加熱処理 (75°C)  
スケールバーは 100  $\mu$ m を示す

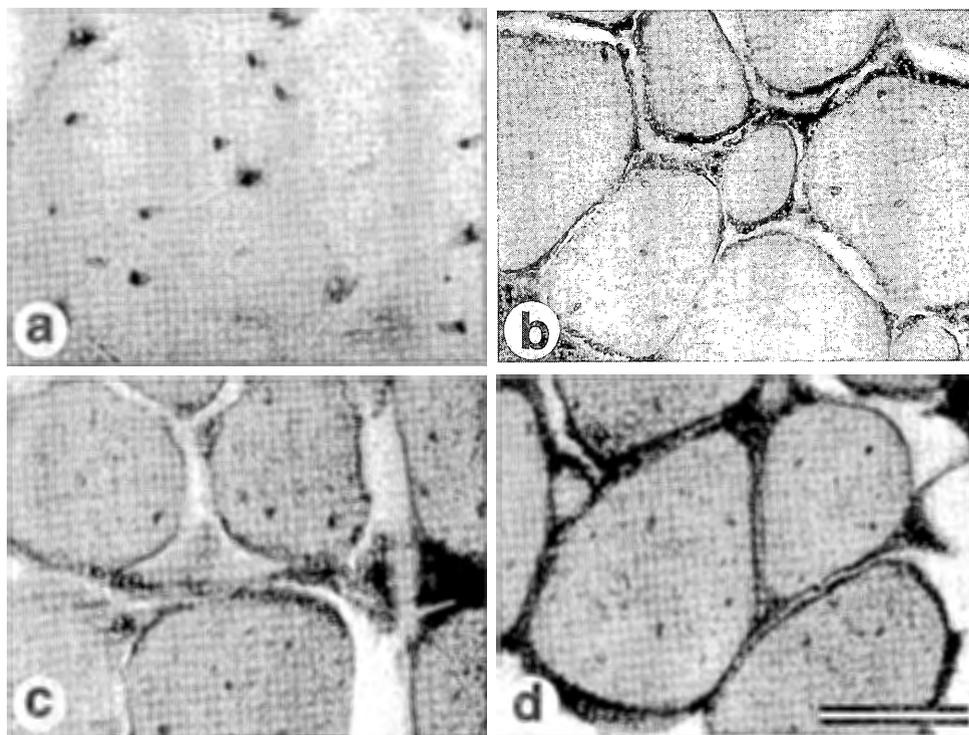


図3 ユビキチンの染色性におよぼす加熱処理の影響  
 a：非加熱，b：加熱 65°C，c：加熱 75°C，d：加熱 85°C  
 スケールバーは 50  $\mu\text{m}$  を示す

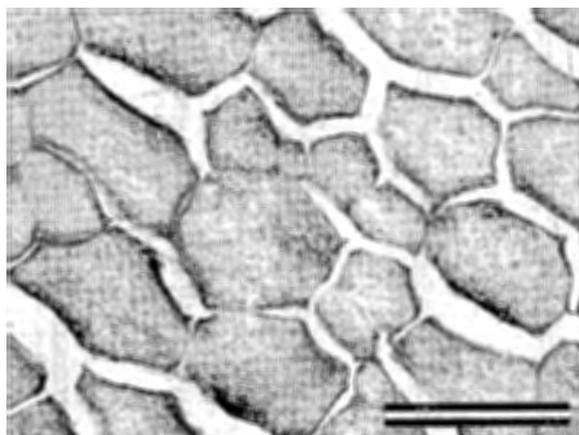


図4 屠殺 24 時間後の抗ユビキチン血清による免疫染色像  
 加熱処理 75°C  
 スケールバーは 100  $\mu\text{m}$  を示す

からも明らかである。すなわち、ミオグロビンに相当する 17 kDa 以下のバンドの経時的増加が認められる(図1)。この増加は、主にカルパインやカテプシンあるいはアミノペプチダーゼ等のタンパク質分解酵素によるものと考えられているが(Etherington *et al.*, 1990; Dransfield, 1994; Koohmaraie, 1994; Sekikawa *et al.*, 1998), 近年, これらの酵素以外に細胞内タンパク質分解系としてプロテアソーム-ユビキチン系が注目されている。この系は, 飢餓や無重力状態で筋原線維を分解することが報告されている(Taillandier *et al.*, 1996)。

ユビキチンは生体のほとんどの細胞に存在し, 細胞内のタンパク質分解や細胞分裂の制御あるいはストレス抵抗性等の機能が知られている。細胞内において寿命の短いタンパク質や異常タンパク質は, 選択的にプロテアソーム系で分解されるが, ユビキチンはその標識として機能している。また, ユビキチン自体はストレスタンパク質の一種で, 熱ショックにより誘導される(Fang *et al.*, 1995; 山尾, 1997)。さらに, ユビキチンは生体における反応ばかりではなく個体死直後に外界からの強い熱刺激(高温, 低温)や虚血などによっても細胞質や核に誘導される(Fang *et al.*, 1995; Shimizu *et al.*, 1997)。しかし, 死後の時間経過に伴い熱刺激が加えられてもユビキチンは発現しないことが示されている(池田ら, 1992)。牛骨格筋においても, 屠殺直後および 24 時間後に調製した筋漿画分でユビキチンが確認され, その後 10 日間の冷蔵により消失することが示唆されている(Sekikawa *et al.*, 1998)。今回の結果においても, 屠殺直後および 6 時間冷蔵した鶏骨格筋の筋漿画分にユビキチンを電気泳動的に確認できた(図1)。すなわち, 鶏肉および牛肉において屠殺後数時間は, 筋漿画分にユビキチンが存在するものと考えられる。

ユビキチンは筋細胞ばかりではなく赤血球にも存在する。一般に, 筋肉内の血液は屠殺時の放血で 80-90%除去されるが, 10-20%は残存する。このため均質化された筋試料には必ず血液由来の成分が混入すると考えられ, 電気泳動的に確認されたユビキチンが血

液由来の可能性も推定される。そこで、凍結切片を作成し抗ユビキチン抗体を用いた免疫染色を行い、筋漿画分で確認されたユビキチンが、筋細胞由来であることを確認するために組織化学的観察を行った。その結果、筋細胞の凍結切片上で陽性反応が認められたが、加熱処理を行わなかったものの染色性は著しく低かった(図3)。さらに、染色強度は加熱温度が高くなるにつれ増加する傾向が認められた。このことは、今回、用いたポリクロナール抗体が熱変性を受けたユビキチンをより認識し易いこと、あるいは筋細胞内で加熱処理によりユビキチンあるいはその抗原決定部位が露出する頻度が高くなったこと、などの可能性が考えられるが、詳細は不明である。

池田ら(1992)は、法医学的見地からラットの肝臓および腎臓を摘出し、直ちに加温(50℃)すると免疫組織化学的にユビキチンが細胞核に認められるが、加温を1時間以上継続したり摘出後20分以上臓器を室温に放置すると検出不能となると報告している。このことは、個体死直後に組織への血液供給は止まるが、個々の細胞は、まだ生体における機能、すなわち熱刺激に対する反応系を保持していることを示唆する。今回、試料は断頭後30分以内に調製し、屠殺直後にユビキチンの存在を電気泳動的にも組織化学的にも確認することができた。これは細胞内でユビキチンが誘導された可能性も考えられるが、熟成完了後(屠殺後24時間、図4)の試料においても、屠殺直後と同様の染色像が得られており、屠殺あるいは加熱などの刺激で誘導されたものばかりではなく生体において恒常的に維持されていたものと推定される。

## 謝 辞

帯広畜産大学獣医学科病理学教室の松井高峯教授および古岡秀文助教授には免疫組織化学的手法をご教授頂いた。また、同大学家畜管理学科家畜育種学増殖学講座の三好俊三教授および中札内農協の松崎末太郎氏には鶏をご供与頂いた。ここに記して深謝する。なお、本研究の一部は文部省科学研究費(MS: # 10660253)によった。

## 文 献

DRANSFIELD, E.(1994) Optimisation of tenderisation, ageing and tenderness. *Meat Sci.*, **36**: 105-121.  
ETHERINGTON, D. J., TAYLOR, M. A. J., WAKEFIELD, D. K., COUSINS, A. and DRANSFIELD, E.(1990)

Proteinase (cathepsin B, D, L and calpains) levels and conditioning rates in normal, electrically stimulated and high-ultimate-pH chicken muscle. *Meat Sci.*, **28**: 99-109.

FANG, C. H., TIAO, G., JAMES, H., OLGE, C., FISCHER, J. E. and HASSELGREN, P. O.(1995) Burn injury stimulates multiple proteolytic pathways in skeletal muscle, including the ubiquitin-energy-dependent pathway. *J. Am. Coll. Surg.*, **180**: 161-170.

FIELD, R. A., RILEY, M. L. and CHANG, Y.(1971) Free amino acid changes in different aged bovine muscle and their relationship to shear values. *J. Food Sci.*, **36**: 611-612.

池田卓也, 大谷静治, 渡邊俊文, 舟山真人, 森田匡彦(1992)熱ショック蛋白質ユビキチンの核内発現に関する実験的研究, *法医学の実際と研究*, **35**: 81-85.

KOOHMARAI, M.(1994) Muscle proteinases and meat aging. *Meat Sci.*, **36**: 93-104.

松本昌泰, 北川一夫, 鎌田武信(1994)虚血とシャペロン, *蛋白質 核酸 酵素*, **39**: 846-854.

MIKAMI, M., NAGAO, M., SEKIKAWA, M., MIURA, H. and HONGO, Y.(1994) Effects of electrical stimulation on the peptide and free amino acid contents of beef homogenate and sarcoplasm during storage. *J. Anim. Sci. Technol.*, **65**: 1034-1043.

SEKIKAWA, M., SENO, K., and MIKAMI, M.(1998) Degradation of ubiquitin in beef during storage. *Meat Sci.*, **48**: 201-204.

SHIMIZU, M., OHTANI, S., SIONO, H., FUKUYAMA, T. and SASAKI, M.(1997) Expression of ubiquitin in each organ at death from hypothermia. *J. Forensic Sci. Internat.*, **86**: 61-68.

TAILLANDIER, D., AUROUSSEAU, E., MEYNIAL-DENIS, D., BECHET, D., FERRARA, M., COTTIN, P., DUCASTAING, A., BIGRAD, X., GUEZENNEC, C., SCHMID, H. and ATTAIX, D.(1996) Coordinate activation of lysosomal, Ca<sup>2+</sup>-activated and ATP-ubiquitin-dependent proteinases in the unweighted rat soleus muscle. *Biochem. J.*, **316**: 65-72.

田中啓二(1996)ユビキチンとプロテアソーム, *細胞工学*, **15**: 888-896.

山尾文明(1997)ユビキチンによる翻訳後修飾システム, *蛋白質 核酸 酵素*, **42**: 2137-2144.

## 分光反射率による草量推定に影響を及ぼす要因

牧野 司・花田 正明・岡本 明治・上原 有恒  
帯広畜産大学, 帯広市 080-8555

### Factors affecting herbage mass estimation using spectral reflectance method

Tsukasa MAKINO, Masaaki HANADA, Meiji OKAMOTO, Aritsune UEHARA

Obihiro University of Agriculture and Veterinary Medicine,  
Obihiro 080-8555

キーワード: 分光反射率, 草量推定, オーチャードグラス, メドウフェスク

Key words: spectral reflectance, herbage mass estimation, orchardgrass, meadow fescue

#### 要 約

分光反射率による採草地および放牧草地の草量の推定精度に影響を及ぼす要因について検討した。分光反射率の測定は、帯広畜産大学附属農場の草地を対象に簡易分光放射計を用いて実施した。測定波長は450, 550, 650, 850 nmとした。

分光反射率と草量との相関関係を検討した結果、650 nmの波長では反射率と草量との間には負の相関、850 nmの波長では反射率と草量との間には正の相関がみられ、分光反射率を用いて草量を推定する場合は、650, 850 nmの波長の反射率を用いるのが適当であると考えられた。

650 nmの波長において放牧草地の同じ草量を測定した場合、オーチャードグラス草地はメドウフェスク草地より高い分光反射率が観測されることが示された。

850 nmの波長において、採草地の同じ草量を測定した場合、出穂茎の無い草地は出穂茎を有する草地より高い分光反射率が観測された。850 nmの波長において放牧草地の同じ草量を測定した場合、メドウフェスク草地はオーチャードグラス草地より高い分光反射率が観測されることが示された。

#### 緒 言

植物は現存量の増加に伴い近赤外域での反射を増大させ、逆に可視赤色域での反射を減少させる特徴を持っている(BOYD, 1986; 池田ら, 1993)。これは葉肉の柔組織が近赤外域の光を強く反射し、クロロフィルが可視赤色域の光を吸収するためと考えられている

(SINCLAIR *et al.*, 1971; THOMAS and KIEFER, 1994)。分光反射率による草量の推定は、このような植物の特徴を用いた草量の非破壊的測定方法の1つである。これは、人工衛星をプラットフォームとする人工衛星リモートセンシングと結びつけることで広大な面積の草地の草量を迅速に推定できる可能性を持っている。しかし、現段階では推定精度が低く(秋山ら, 1985; 福原ら, 1994; 池田ら, 1993; 小山ら, 1994; RIPPLE, 1985; 須藤ら, 1992; 山本ら, 1991; 山本ら, 1994; 吉田・佐々木, 1994) 実用するには至っていない。そこで本報告では分光反射率による採草地および放牧草地の草量の推定精度に影響を及ぼす要因について検討した。

#### 材料および方法

##### 1. 測定対象草地

帯広畜産大学附属農場内の採草地、放牧草地を対象草地として試験を実施した。採草地はオーチャードグラス(以下OG)、チモシー(以下TY)およびシロクロバ(以下WC)からなる混播草地であり、放牧草地はOGとWCからなる混播草地およびメドウフェスク(以下MF)とWCからなる混播草地であった。

##### 2. 測定項目

採草地、放牧草地ともに牧草の分光反射率と牧草の乾物草量を測定した。

分光反射率の測定には簡易分光放射計(2703 ポータブルフォトメータ・阿部設計製)を用いた。分光反射率の測定は地上2.3 mから測定対象を見下ろすかたちで行った。測定手順は、最初に測定する牧草の脇に標準白色板を置き反射強度を測定する。次にコドラート(1 m<sup>2</sup>)内の牧草を1箇所測定し、最後に標準白色

板を測定する。牧草測定前後における標準白色板の反射強度の対数値の平均値 (A) と牧草の反射強度の対数値 (B) を以下の式にあてはめ分光反射率を算出する。

$$\text{分光反射率 (\%)} = 10^{(B-A)} \times 100$$

測定波長は可視青色域では 450 nm, 可視緑色域では 550 nm, 可視赤色域では 650 nm, 近赤外域では 850 nm を用い, それぞれの反射率を解析に用いた。

分光反射率の測定は光線条件の影響をできるだけ少なくするため, 10:00~16:00 の間で雲によって太陽光が遮られていない状態で行うように努めた。測定は 1998 年 6 月 19 日, 23 日, 25 日, 30 日, 7 月 1 日, 8 月 11 日, 9 月 2 日, 21 日に実施した。

牧草の現存量はコドラート内の牧草を地際から約 3 cm の高さで鎌で刈り取り生草重を測定した後, 60°C で 48 時間乾燥し乾物草量を求めた。

### 結果および考察

採草地では 47 箇所を測定を実施し, そのうち 17 箇所をイネ科草に出穂茎がみられた。草量は 36.1~1,055.9 g 乾物/m<sup>2</sup> の範囲であった。放牧草地では OG 混播草地, MF 混播草地のそれぞれ 30 箇所を測定を行い, 草量は 54.3~394.1 g 乾物/m<sup>2</sup> の範囲であった。なお放牧草地では出穂茎はみられなかった(表 1)。

草量と各波長の反射率との相関関係を表 2 に示した。本試験で測定した全データ (測定数 n=107) を用いて草量と反射率との相関関係を求めた結果, 草量は近赤外域 (850 nm) の反射率と正の相関を示したが, 可視青色域 (450 nm), 可視緑色域 (550 nm), 可視赤色域 (650 nm) の反射率では明確な関係はみられな

かった。

次に, 採草地と放牧草地に分類し, 草量と反射率との相関関係を調べた結果, 850 nm の波長では採草地, 放牧草地ともに反射率と草量との間に正の相関がみられた。また, 放牧草地では 650 nm の反射率と草量との間に負の相関がみられた。しかし, 採草地では 650 nm の反射率と草量との間に明確な関係はみられなかった。この原因の 1 つとして, 対象草地における出穂茎の有無が影響していると考えられ, 採草地のデータを出穂茎の有無で分類し, 草量と反射率との相関関係を調べた。その結果, 出穂茎が無い草地では 650 nm の反射率と草量との間に負の相関が認められた。しかし, 出穂茎が有る草地では, 650 nm の反射率と草量との間に明確な関係は認められなかった。このことから草量と反射率の間に可視赤色域 (650 nm) で負の相関がみられなかった原因の 1 つとして出穂茎の有無が影響していると考えられ, 採草地において分光反射率を用いて草量を推定するには出穂茎の有無を考慮する必要性が示唆された。

次に, 出穂茎の有無で分けた場合の反射率と草量の関係を図示した(図 1, 2)。850 nm の波長において出穂茎が無い草地と出穂茎が有る草地とを比較すると切片に差があり, 同じ草量を測定した場合, 出穂茎の無い草地は出穂茎が有る草地より高い反射率が観測されることが示された。

一方, 草量と分光反射率の関係は草種の違いにより影響を受けることも指摘されている(小山ら, 1994)。そこで放牧草地のデータを OG, MF 草地に分けて草量と反射率との相関関係を調べた。その結果, 草種ごとに分けることにより OG, MF 草地ともに草量と 850 nm の反射率との相関係数が高くなり, 草種を区別して解析したほうが草量の推定精度が高くなることが示された。またそれらを, OG, MF 草地に分けて反射率と草量の関係を図示した(図 1, 2)。650 nm の波長において OG 草地と MF 草地を比較すると切片に差があり, 同じ草量を測定した場合 OG 草地は MF 草地より高い反射率が観測されることが示された。850 nm の波長において OG 草地と MF 草地を比較すると切片に差があり, 同じ草量を測定した場合 MF 草地は OG 草地より高い反射率が観測されることが示された。

表 1 採草地および放牧草地における測定数と草量の範囲

	採草地		放牧草地	
	出穂茎無	出穂茎有	OG	MF
測定数	30	17	30	30
平均草量 (g乾物/m <sup>2</sup> )	123.4	596.1	204.0	164.0
草量の範囲 (g乾物/m <sup>2</sup> )	36.1~ 340.7	279.7~ 1055.9	78.0~ 394.1	54.3~ 270.9

表 2 各波長における反射率と草量との相関係数

波長 (nm)	相関係数						
	全体	採草地	放牧草地	採草地		放牧草地	
				出穂茎無	出穂茎有	OG	MF
450	0.07	0.21	-0.01	-0.13	0.67**	-0.09	-0.13
550	0.01	0.01	0.02	-0.03	0.37	-0.11	0.14
650	-0.04	0.28	-0.42**	-0.46*	0.47	-0.52**	-0.38*
850	0.60**	0.70**	0.59**	0.80**	0.62**	0.64**	0.75**

\*\* : P < 0.01, \* : P < 0.05

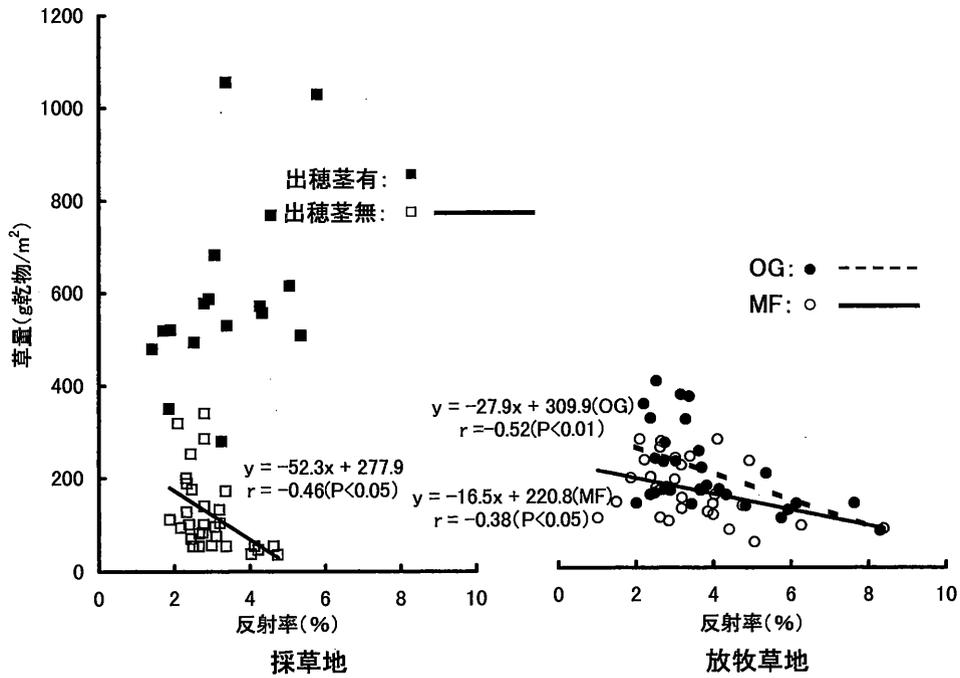


図1 650 nmの波長における反射率と草量との関係

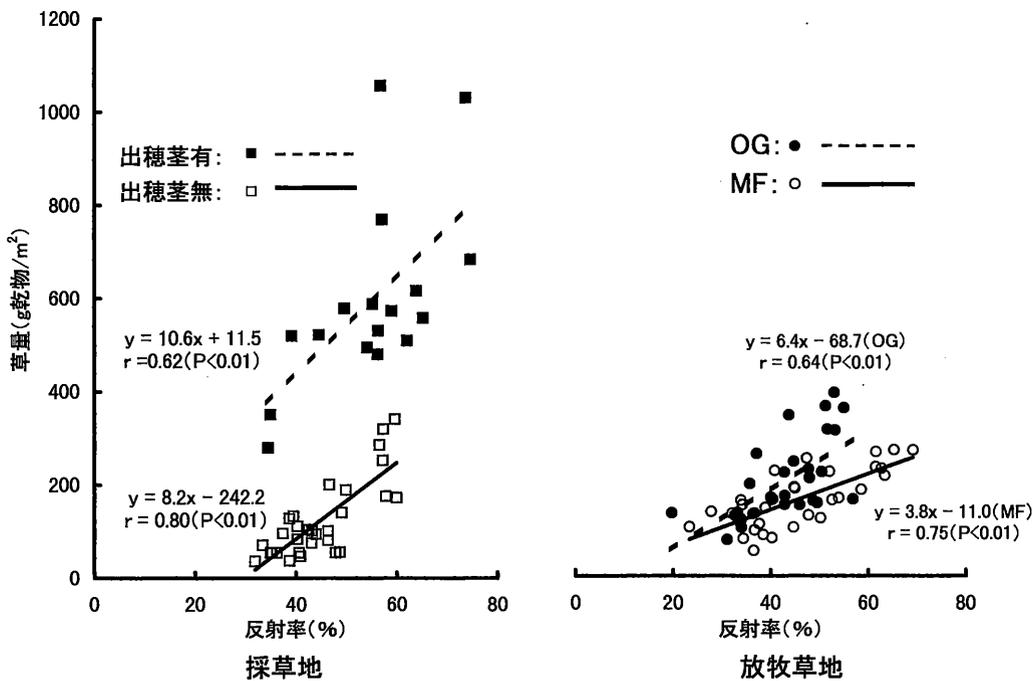


図2 850 nmの波長における反射率と草量との関係

450 nm と 550 nm の波長における反射率と草量との相関係数は、出穂茎のある採草地で 450 nm の反射率と草量との間に有意な相関 ( $r=0.67$ ;  $P<0.01$ ) がみられた以外には、反射率と草量との間に有意な相関はみられなかった。これらのことから分光反射率を用いて草量を推定するには、須藤ら (1992) が報告しているように 650, 850 nm の波長を用いるのが適当であると考えられた。

このように出穂茎の有無、草種の違いが反射率に影響を及ぼすことが認められたので、採草地では出穂茎

を有する草地と出穂茎が無い草地、放牧草地では OG 草地と MF 草地に分け 650, 850 nm の波長の反射率を説明変数に用いて草量を推定する重回帰式を作成した (表 3)。採草地の出穂茎が無いものと放牧草地の MF 草地ではそれぞれ寄与率 64.0%, 63.7% の重回帰式が得られた。標準偏回帰係数は 850 nm で高く、分光反射率を用いて草量を推定する際には 850 nm の波長の反射率が説明変数として重要であると考えられた。しかし、採草地の出穂茎を有する草地と放牧草地の OG 草地では寄与率がそれぞれ 39.3%, 46.9% の重回帰式し

表3 草量を目的変数、650と850nmの2波長の反射率を説明変数とした重回帰式の標準偏回帰係数と寄与率

		標準偏回帰係数		寄与率(%)
		650 nm	850 nm	
採草地	出穂茎無	-0.21	0.70**	64.0**
	出穂茎有	0.12	0.54	39.3*
放牧草地	OG	-0.28	0.51**	46.9**
	MF	-0.28*	0.71**	63.7**

\*\* : P < 0.01, \* : P < 0.05

か得ることができなかった。

このように、重回帰式における推定精度は必ずしも高くなかった。本試験では出穂茎の有無が分光反射率に影響を与えることが示唆されたが、出穂茎を有する草地は出穂茎が無い草地に比べ草量が多い範囲に分布していた。出穂茎の無い草地では草量の多少により分光反射率を用いた草量の推定誤差が異なるという報告(山本ら, 1991)もあり、純粋に草冠の形態の影響が草量の多少による影響かを判断することはできない。また、本試験では草種の違いが分光反射率に影響を与えることが示唆されたが、イネ科牧草とマメ科牧草の割合が分光反射率に影響を与えるという報告(斉藤・美濃, 1994)もあり、草種の違いによる影響であるのか草種構成による影響なのか検討することはできない。そのため今後、推定精度を向上するには草量の多少、草種構成などを考慮する必要があると考えられる。

### 謝 辞

本調査を実施するにあたり、北海道立中央農業試験場から簡易分光放射計を借用した。また、分光反射率の測定、データの解析方法等について同試験場企画情報室志賀弘行課長、同試験場環境化学部土壌資源科安積大治研究員に貴重な助言を頂いた。ここに感謝の意を表します。

### 文 献

秋山 侃・安田嘉純・江森康文・深山一弥 (1985) リモートセンシングによる草地の診断2. ランドサットMSSデータによる1番草収量の推定. 日本草地学会誌, 31: 97-103.  
 Boyd, W. E. (1986) Correlation of rangelands brush

canopy cover with Landsat MSS data. Journal of Range Management, 39: 268-271.  
 福原道一・池田浩明・岡本勝男 (1994) IV-1 家畜改良センター十勝牧場における調査. 平成5年度 草地のリモートセンシング活用手法確立調査委託事業実績報告書, 14-26.  
 池田浩明・岡本勝男・福原道一 (1993) 草地における人工衛星リモートセンシングの活用. 草その情報, 81: 1-9.  
 小山信明・井上恒久・佐藤忠夫 (1994) IV-5 大分畜産試験場における調査. 平成5年度 草地のリモートセンシング活用手法確立調査委託事業実績報告書, 74-84.  
 RIPPLE, W. J. (1985) Asymptotic reflectance characteristics of grass vegetation. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 51: 1915-1921.  
 斉藤元也・美濃伸之 (1994) IV-2 根釧地区における調査. 平成5年度 草地のリモートセンシング活用手法確立調査委託事業実績報告書, 27-42.  
 SINCLAIR, T. R., R. M. HOFFER, and M. M. SCHREIBER (1971) Reflectance and internal structure of leaves from several crops during a growing season. Agronomy Journal, 63: 864-868.  
 須藤賢司・井出保行・林治雄・小田日出夫 (1992) 分光反射率の利用による草地の現存量推定と植生判別の可能性. 草地試験場研究報告, 46: 49-59.  
 THOMAS, M. L. and R. W. KIEFER (1994) Remote sensing and image interpretation. 3rd ed. 17-18. John Wiley & Sons, Inc. United States of America.  
 山本由紀代・及川棟雄・藤田晴啓 (1991) 草地の分光反射特性の解明(1) 可視・近赤外領域での分光反射率に基づく草量の推定. 日本草地学会誌, 37(別): 109-110.  
 山本由紀代・須山哲男・小路敦 (1994) IV-3 岩手家畜改良センター岩手牧場における調査. 平成5年度 草地のリモートセンシング活用手法確立調査委託事業実績報告書, 43-58.  
 吉田信威・佐々木寛幸 (1994) IV-4 家畜改良センター本所および草地試験場における調査. 平成5年度 草地のリモートセンシング活用手法確立調査委託事業実績報告書, 59-73.

## 中国・新疆ウイグル自治区甘溝村における遊牧羊の採食量の季節変動

上原 有恒<sup>1)</sup>・花田 正明<sup>1)</sup>・岡本 明治<sup>1)</sup>・維納汗巴彦<sup>2)</sup>・伊明江賽力克<sup>2)</sup><sup>1)</sup>帯広畜産大学 草地学講座, <sup>2)</sup>中国新疆畜牧科学院草原研究所Seasonal changes of herbage intake by grazing sheep  
at Gangu village in Xinjiang, China.Aritsune UEHARA<sup>1)</sup>, Masaaki HANADA<sup>1)</sup>, Meiji OKAMOTO<sup>1)</sup>, Wei Na Han BAYAN<sup>2)</sup>  
and Iminjian SEDIC<sup>2)</sup><sup>1)</sup>Laboratory of Grassland Science, Obihiro University of Agriculture & Veterinary Medicine,  
Obihiro-shi, 080-8555<sup>2)</sup>Xinjiang Grassland Research Institute, Urumqi, 830000, China

キーワード：遊牧, 羊, 採食量, 季節変動, 新疆

Key words: Nomadism, Sheep, Intake, Seasonal change, Xinjiang

## 要 約

中国・新疆ウイグル自治区, ウルムチ市南方約 50 km に位置する甘溝村の春草地, 夏草地, 秋草地において, 遊牧羊の採食量を推定し, その季節変動を調査した。乾物採食量の推定は, 酸化クロムを指示物質とした排糞量と *in vitro* 法による牧草の消化率から算出した。草量は, 各季節に利用する草地によって異なり, 夏草地でもっとも多く秋草地でもっとも少なかった。乾物採食量は, 夏草地で春草地および秋草地より多かった。CP 摂取量は, 夏草地でもっとも多く秋草地でもっとも少なかった。TDN 摂取量は, 夏草地で春草地および秋草地にくらべ多かった。いずれの季節においても, CP 摂取量および TDN 摂取量とも, 日本飼養標準の維持要求量を満たしていた。

## 緒 言

遊牧における家畜生産は, 数千年にわたり草原の持続的利用を可能にしてきた。この家畜生産システムは, 持続的な草原利用という観点において多くの示唆を含んでいる。しかし, 遊牧における家畜生産システムは, 経験的な管理技術を基礎としているため, いまだ科学的に未解決の部分が多い。特に, 中国・新疆ウイグル自治区における遊牧方式は, 季節によって利用する草原を変えるため, 各季節に利用する草原のおかれている気象などの環境条件の違いにより草種や草量などの植生が異なり, 家畜の採食量は季節によって変動することが予想され, 季節ごとの採食量を把握することは

意義深い。

そこで本研究では, 遊牧条件下における家畜生産の季節による違いを栄養摂取量の観点から比較するため, 指示物質法を用いて遊牧されている羊の採食量を推定し, その季節変動を調査した。

## 材料および方法

調査は, 中国・新疆ウイグル自治区ウルムチ市南方約 50 km の甘溝村において行った。調査期間は, 春草地では 1996 年 5 月 28 日から 6 月 15 日, 夏草地では 1996 年 7 月 31 日から 8 月 17 日, 秋草地では 1997 年 10 月 7 日から 10 月 23 日であった。春草地と秋草地は同じ草地であり, 標高は 1,600 m から 1,800 m であった。標高によって分類した場合, これらの草地は山地草原であり, 植生から判断すると, これらの草地は温性荒漠草原に分類された (SHING *et al.*, 1992; 雷, 1993)。夏草地の標高は 2,500 m から 3,000 m であり, 標高および植生から分類すると, これらの草地は高山草原の範疇に入った (SHING *et al.*, 1992; 雷, 1993)。

供試家畜は, 各季節とも 4 頭の去勢新疆細毛羊を用いた。供試羊の平均体重は, 春草地, 夏草地, 秋草地でそれぞれ 45.0, 49.0, 49.8 kg であった。供試羊には, 反芻胃内で酸化クロムが一定量溶出する酸化クロムカプセル (CAPTEC CHROME FOR SHEEP, Nufarm, NZ; 以下 CAPTEC) を, 試験開始 1 日目に経口投与した。

調査項目は, 草量, 草種構成, 乾物排糞量および乾物消化率とした。草量は, 草地上に 50×50 cm のコドラードを設置し, 枠内の植物を地際から刈り取りその重量とした。草種は, 草地上に 50 m の巻尺を設置し 5

m ごとに出現する草種を記録して、出現頻度で表した。

供試羊には糞袋を装着し、1日2回(9:00, 17:00)糞を回収した。糞の採取期間は、CAPTEC 投与開始から、春草地では7~15日目、夏草地では7~13日目、秋草地では7~15日目までとした。供試羊の糞は、重量を測定後、ホルマリンを数滴滴下してチャック付きビニール袋にて保存した。牧草サンプル、糞サンプルとも通風乾燥器で乾燥(60°C, 48 h)した後分析に供した。

牧草および糞の一般成分組成は常法(森本, 1971)で、酸性デタージェント繊維(ADF)は阿部(1988)の方法により求めた。乾物排糞量は糞中の酸化クロム濃度をリン酸カリ試薬法(森本, 1971)を用いて算出した。CAPTECの酸化クロム溶出量はカタログ値よりも多いことが指摘されており(BUNTINX *et al.*, 1992; 松本ら, 1996)、本試験のCAPTECの酸化クロム溶出量は、松本ら(1996)の報告に基づいてカタログ値(195 mg·day<sup>-1</sup>)の150%(292.5 mg·day<sup>-1</sup>)として算出した。牧草の乾物消化率はTILLEY and TERRY(1963)の方法により求めた。乾物採食量は供試羊の乾物排糞量と牧草の乾物消化率より推定した。各季節草地における有機物と粗脂肪の摂取量と排泄量から、各牧草の可消化有機物含量と可消化粗脂肪含量を求め、TDN含量は、可消化有機物含量と可消化粗脂肪含量の値をTDN含量=可消化有機物含量+可消化粗脂肪含量×1.25の式を用いて算出した。

面積あたりの草量、CP含量、ADF含量、乾物消化率、糞中酸化クロム濃度、乾物上非糞量、乾物採食量、CP摂取量、TDN摂取量の季節による違いは、TUKEYの方法によって検定を行った。

## 結果と考察

### 1. 各草地の草量および草種構成 (Table 1)

各草地の草量は、生草で春草地、夏草地、秋草地それぞれ971, 2,603, 185 kg·ha<sup>-1</sup>であり、乾物草量は春草地、夏草地、秋草地それぞれ426, 823, 104 kg·ha<sup>-1</sup>であった。草量は生草、乾物とも季節による違いがみられ、夏草地、春草地、秋草地の順で低下した(P<0.05)。本調査における春、秋草地のような温性荒漠草原の草量は、生草で450~1,410 kg·ha<sup>-1</sup>との報告があり(SHING *et al.*, 1992; 雷, 1993)、本調査における春草地の草量はその範囲内の値を示した。しかし、秋草地の草量は、一般的な値とくらべ少なく、荒漠草原の中でももっとも荒廃の進んでいる高寒荒漠草原の生草の草量(150~310 kg·ha<sup>-1</sup>, SHING *et al.*, 1992; 雷, 1993)と同様であった。本調査における夏草地のような高山草原の草量は、生草で2,310~3,150 kg·ha<sup>-1</sup>との報告があり(SHING *et al.*, 1992; 雷, 1993)、今回の調査での夏草地の草量はその範囲内の値であった。

各草地の主要出現草種は、出現頻度の高いものから、春草地では羊茅(*Festuca*:イネ科)、苔草(*Carex*:カヤツリグサ科)、針茅(*Stipa*:イネ科)、蒿子(*Artemisia*:キク科)であり、夏草地は羽衣草(*Alchemilla*:バラ科)、早熟禾(*Poa*:イネ科)であり、秋草地では羊茅、苔草、蒿子であった。

### 2. 牧草の化学成分と栄養価 (Table 2)

各草地における牧草の有機物含量は、季節間で有意な差はみられず平均で80.9%であった。CP含量は、夏草地、春草地、秋草地の順で低下した(P<0.05)。ADF含量は、秋草地、春草地、夏草地の順で低下した(P<0.05)。

*In vitro*法による牧草の乾物消化率は、春草地、夏草地、秋草地それぞれ65.4, 65.6, 59.4%であり、秋草地の牧草は春草地および夏草地の牧草にくらべ低かった(P<0.05)。TDN含量は、春草地で夏草地および秋草地にくらべ高かった(P<0.05)。

### 3. 遊牧羊の採食量 (Table 3)

糞中の酸化クロム濃度は、春草地、夏草地、秋草地でそれぞれ698, 555, 643 μg·gDM<sup>-1</sup>であり、春草地は夏草地にくらべ高く(P<0.05)、一方、秋草地と春草地および夏草地との間に有意な差はみられなかった。乾物排糞量は、春草地、夏草地、秋草地それぞれ419, 527, 455 g·day<sup>-1</sup>であり、夏草地は春草地にくらべ多く(P<0.05)、一方、秋草地と春草地および夏草地との間に有意な差はみられなかった。しかし、体重1 kg当たりの乾物排糞量にすると、春草地、夏草地、秋草地それぞれ9.3, 10.8, 9.1 g·day<sup>-1</sup>となり、季節間に有意な差はみられなかった。

1日当たりの乾物採食量は、春草地、夏草地、秋草地でそれぞれ1,211, 1,531, 1,121 gであり、夏草地は春草地および秋草地にくらべ多かった(P<0.05)。1日当たりのCP摂取量は、春草地、夏草地、秋草地でそれぞれ178, 273, 105 gであり、夏草地、春草地、秋草地の順で減少した(P<0.05)。1日当たりのTDN摂取量は、春草地、夏草地、秋草地それぞれ712, 867, 638 gであり、夏草地は春草地および秋草地にくらべ多かった(P<0.05)。日本飼養標準めん羊(1996)の維持要求量に対するCP摂取量の割合は、春草地、夏草地、秋草地それぞれ180, 229, 111%であり、夏草地、春草地、秋草地の順で低下した(P<0.05)。TDN摂取量の割合は、春草地、夏草地、秋草地でそれぞれ153, 175, 127%であり、夏草地は秋草地にくらべ高く(P<0.05)、春草地と夏草地および秋草地との間に有意な差はみられなかった。

夏草地では、春草地および秋草地にくらべ草量が多く(Table 1)、夏草地の牧草中のADF含量は、春草地および秋草地の牧草中のADF含量にくらべ低かった

Table 1 Herbage mass and botanical composition.

	Season		
	Spring	Summer	Autumn
Herbage mass	kg·ha <sup>-1</sup>		
Fresh matter	971 <sup>b</sup>	2,603 <sup>a</sup>	185 <sup>c</sup>
Dry matter	426 <sup>b</sup>	823 <sup>a</sup>	104 <sup>c</sup>
Botanical composition	Family	Frequency(%)	
<i>Festuca spp.</i>	Gramineae	34.4	35.6
<i>Poa spp.</i>	"	3.1	19.6
<i>Stipa spp.</i>	"	13.8	5.0
<i>Astragalus spp.</i>	Leguminosae	6.2	1.7
<i>Carex spp.</i>	Cyperaceae	24.1	15.5
<i>Artemisia vulgaris L.</i>	Compositae	12.3	17.8
<i>Alchemilla vulgaris L.</i>	Rosaceae		37.1
Others		6.1	27.8

Mean values in a line with different superscript letters were significantly different (P<0.05).

Table 2 Chemical composition, total digestible nutrients and in vitro dry matter digestibility.

	Season		
	Spring	Summer	Autumn
Chemical composition	% in dry matter		
Organic matter	80.9	80.3	81.4
Crude protein	14.7 <sup>b</sup>	17.8 <sup>a</sup>	9.4 <sup>c</sup>
Acid detergent fiber	27.2 <sup>b</sup>	21.7 <sup>c</sup>	31.9 <sup>a</sup>
Total digestible nutrients	58.8 <sup>a</sup>	56.6 <sup>b</sup>	56.9 <sup>b</sup>
<i>In vitro</i> dry matter digestibility	%		
	65.4 <sup>a</sup>	65.6 <sup>a</sup>	59.4 <sup>b</sup>

Mean values in a line with different superscript letters were significantly different (P<0.05).

Table 3 Fecal output, intake and nutrient requirements.

		Season		
		Spring	Summer	Autumn
Body weight	kg	45.0	49.0	49.8
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> concentration in Feces	μg·gDM <sup>-1</sup>	697.9 <sup>a1)</sup>	555.3 <sup>b</sup>	642.7 <sup>ab</sup>
Dry matter fecal output	g·day <sup>-1</sup>	419.1 <sup>b</sup>	526.8 <sup>a</sup>	455.1 <sup>ab</sup>
Dry matter intake	g·day <sup>-1</sup>	1,211 <sup>b</sup>	1,531 <sup>a</sup>	1,121 <sup>b</sup>
Dry matter intake per body weight	g·kg <sup>-1</sup> ·day <sup>-1</sup>	27 <sup>b</sup>	31 <sup>a</sup>	23 <sup>b</sup>
CP intake	g·day <sup>-1</sup>	178 <sup>b</sup>	273 <sup>a</sup>	105 <sup>c</sup>
Proportion of CP intake to requirement <sup>2)</sup>	%	180 <sup>b</sup>	229 <sup>a</sup>	111 <sup>c</sup>
TDN intake	g·day <sup>-1</sup>	712 <sup>b</sup>	867 <sup>a</sup>	638 <sup>b</sup>
Proportion of TDN intake to requirement <sup>2)</sup>	%	153 <sup>ab</sup>	175 <sup>a</sup>	127 <sup>b</sup>

1) Mean values in a line with different superscript letters were significantly different (P<0.05).

2) Requirements of CP and TDN for maintenance were calculated from Japanese Feeding Standard for Sheep.(1996).

(Table 2). ADF 含量と採食量には負の関係があるとされており (JONES *et al.*, 1980), 本調査で明らかとなった季節による採食量の変動要因として, 草量と牧草中の ADF 含量の季節による違いが考えられた。

草地からの CP 摂取量および TDN 摂取量ともに各

季節において日本飼養標準めん羊 (1996) での維持要求量を満たしていた。日本飼養標準めん羊 (1996) の雄の育成に要する TDN 要求量の値から, 本試験での TDN 摂取量を日増体量に換算すると, 春草地, 夏草地, 秋草地それぞれ, 70, 98, 36 g に相当する。この

ことから、めん羊の増体からみた夏草地生産力は、春草地にくらべ1.4倍、秋草地にくらべ2.7倍と推察された。

## 文 献

阿部 亮 (1988) 炭水化物を中心とした飼料分析法とその飼料栄養評価法への応用. 畜産試験場試験研究資料, 2: 23-25.

BUNTINX, S. E., K. R. POND, D. S. FISHER and J. C. BURNS (1992) Evaluation of the Captec chrome controlled-release device for the estimation of fecal output by grazing sheep. J. Anim. Sci., 70: 2243-2249.

JONES, G. M., R. E. LARSEN and N. M. LANNING (1980) Prediction of silage digestibility and intake by chemical analyses or *in vitro* fermentation techniques. J. Dairy Sci., 63: 579-586.

雷特生 (1993) 新疆草地資源及其利用 許鵬主編, 145-201, 新疆維吾爾自治区畜牧庁. 中国.

松本弘子, 菅原和夫 (1996) 酸化クロムカプセルによる放牧綿羊の排糞量推定方法の検討. 日草誌, 41(4): 357-359.

森本 宏 (1971) 動物試験栄養法. 養賢堂. 東京. 392-393.

農林水産省農林水産技術会議事務局編 (1996) 日本飼養標準めん羊. 中央畜産会. 東京.

SHING, T. H., D. B. HANNAWAY and H. W. YOUNGBERG (1992) Forage resources of China. Pudoc Wageningen. 141-179. Netherlands.

TILLEY, J. M. A. and R. A. TERRY (1963) A two-stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. J. Brit. Grassl. Soc. 18: 104-111.

吉田 実 (1980) 畜産を中心とする実験計画法. 養賢堂. 東京. 68-86.

## 技術レポート

## 三回搾乳の試み

鈴木 善和

北海道立天北農業試験場 専門技術員

## はじめに

通常の搾乳作業は朝と晩の二回行われるが、泌乳量の増加、雇用労働の効率化及びミルクパーラー等搾乳施設の有効利用の観点から三回搾乳を実施している酪農家が見られる。

ここでは既往の試験成績を整理し、いくつかの実践例を調査して、普及上の問題点を整理する。

## 1. 三回搾乳の増乳効果

搾乳回数を多くすることで生産乳量の増加が期待できる。搾乳回数を増やして搾乳間隔を短くすると乳房内圧の上昇を抑えるためにより多くの乳汁分泌を期待できる。特に高泌乳牛の場合は一回の泌乳量は多く、搾乳機器の能力低下や泌乳生理にあわない搾乳方法などにより期待した乳量を得られない懸念もあったが、三回搾乳ではこれらの解消が期待できる。

Hanson and Bonnier (1947) の初期の多回搾乳研究によると、二回搾乳から三回搾乳へ変更することで3~26%泌乳量が増加すると報告している。

Lush and Shrode (1950) は同様な変更が18%の乳量増をもたらし、牛の年齢によって異なることを示した。すなわち分娩時に2歳の牛(初産牛)は20%、3歳牛が17%、4歳牛が15%と加齢に応じて増加割合は低くなった。

同様に Goff (1977) は初産牛の方が2産以降の牛より三回搾乳の増加割合が高いことを報告したが、泌乳ステージによっても異なると述べている(表1)。この研究では、乳量の高い牛や泌乳最盛期だけ選んで三回搾乳するのではなく、全ての牛を全泌乳期間継続して三回搾乳することが重要であると結論している。

## 2. 乳成分に対する影響

三回搾乳の乳成分に対する影響は、乳脂肪率の研究成果があるが、牛乳生産の増加量に乳脂肪生産の増加量が追いつかず、乳脂肪率は低下すると報告したものが多。1975年(イスラエル)と1976年(アメリカアリゾナ州)に乳牛検定組織が二回搾乳と三回搾乳の牛群を比較した調査によると、イスラエルでは三回搾乳

の方が乳量で25.9%の増加に対して脂肪量は17.7%の増加、同様にアリゾナ州では15.2%に対して11.4%の増加にそれぞれ留まっている。

## 3. 牛群の耐用年数と健康に関する影響

牛群の耐用年数や牛の一般的健康に対しては一日四回の搾乳を3カ年行っても、何ら問題がないと報告している(Larsen and Eskedal, 1944)。この試験は乳量約1万kg、脂肪量453kgの牛でおこなわれている。

乳房炎感染牛に対して、潜在性のもは乳汁の頻繁な取り去りになることから改善が期待でき、臨床性のもものではミルク装着回数の増加で乳頭の損傷や菌の蔓延等が懸念される。従って乳房炎が蔓延している牛群でその改善を目的に三回搾乳を行うのは薦められない。

## 4. 北海道における三回搾乳実践例

現在北海道内では少なくとも10戸以上の酪農場で三回搾乳が行われている(北海道乳牛検定協会聞き取り)。そのうち道東と道北の3例について紹介する。

## ア) フリーストール飼養移行の省力分を三回搾乳に振り向け個体乳量アップ(K牧場)

平成4年7月より搾乳牛をフリーストール牛舎で飼養する。飼料給与労働の大幅な軽減(3時間43分→2時間17分)が実現でき、翌年2月より三回搾乳を開始する。もし期待した効果も上がらず搾乳作業がつかなくなったなら、圃場作業の本格化する5月までとの軽い気持ちで始めた。8時間間隔で搾乳するのが良いことはわかっていたが、幼少の子供がいて、家族の生活リズムはできるだけ変えたくなかったので、家族と相談して通常の二回搾乳の作業時間に昼間の搾乳を加えた程

表1 年齢と泌乳ステージが異なる牛の三回搾乳に対する反応(Goff, K. R., 1977)

泌乳ステージ	初産牛		二産目以降の牛	
	分娩後日数	乳量増加%	分娩後日数	乳量増加%
分娩直後	35	+12.1	35	+7.2
初期	60	+11.8	68	+2.5
中期	123	+10.1	119	+7.9
後期	203	+10.5	202	+10.5
乳期平均		+12.1		+7.0

出典: Timothy R. Logan ら, 1978 より重引

受理 1999年2月22日

度の時間帯で始めた。

三回搾乳開始前は日量 30 kg 程度だった乳量は急激に増加し、3 カ月後には 37 kg になった(図 1)。しかし飼料の摂取量は殆ど増加しなかった。それまでは漏乳が多く、フリーストール牛床の手前側(乳房が触れる部分)は常に濡れた状態になっていたが、実施後は漏乳が減って乾燥しやすくなった。合乳の体細胞数も実施前に 20 万個/ml 以上であったものが 10 万個/ml 前後に低下した。

K 牧場で三回搾乳を実施して一番の問題点は、乳成分の低下である。フリーストールに移行し冬期間脂肪率は 3.9% 前後、乳蛋白率で 3.4% 程度を維持してきたが、三回搾乳実施後は乳量の伸びとは逆にそれぞれ 3.4%、3.1% 程度まで低下した。その後回復はするが、以前のレベルより低い状態が続いた。

イ) 個体乳量低下の挽回をめざして導入 (O 牧場)

O 牧場は地域で生産量トップの大型家族経営で、企業の経営をめざして様々な努力をしている。個体乳量の低下が続く、良いと思うことは何でも試してみようと平成 9 年の秋より三回搾乳に取り組んだ。

現在経産牛で約 150 頭を飼養しており、フリーストールで飼養して、アプレストパーラーで搾乳している。家族労働力は 3 名だが、搾乳のみのパートや実習生などの雇用労働力をうまく活用して三回搾乳を続けている。一日三回すべての搾乳に同じ作業者を配置することは避け、一日二回までのローテーションを組んでいる。

三回搾乳開始後乳量は 3 カ月間で飛躍的に伸び、現在では 30 kg を越える牛群平均乳量となっている(図

2)。年間平均乳量にすると一年間で 1,400 kg 程度増加したことになる。

作業時間の調整は一人でおこなっているが、今のところうまく行っている。三回搾乳が本当に経営にプラスになっているのかわからないが当面は続けていこうと考えている。

ウ) 共同経営酪農場における取り組み (S 牧場)

搾乳牛で 300 頭を越す大規模な酪農場であり、飼養方式はフリーストール、搾乳はパラレル方式のミルクングパーラーで行っている。構成戸数は 3 戸だが数名の従業員と短・長期の実習生が常に作業している農場である。

今後数年の目標を達成する上で、この技術は取り組むべきものの一つだと考えていた。三回搾乳を実施している農家の視察・調査を踏まえて、農場全体の経営効率化に貢献することは納得したが、その方法と勤務体制で検討を要した。5 家族が作業しており、その定期的な休日、搾乳作業を入れ替わり行う際の連絡体制等を勘案して 2 つの作業シフト(朝の搾乳から昼の搾乳、昼の搾乳から夜の搾乳)に分け、昼の搾乳時間は連絡と引継の時間とした。作業ローテーションは 2 週間先まで確定している。

三回搾乳開始翌月には牛群平均乳量が約 5 kg 増加して以後その水準を維持している(図 3)。乳成分は乳脂肪率が低下した。一頭当たりの飼料摂取量は二回搾乳時と三回搾乳移行後で特に増加しなかった。

農場の責任者によると、三回搾乳は労働コストが余計にかかり、搾乳機器の維持費(ライナーやフィルターなど消耗品代、交換部品代、電気代等)が増加するが、

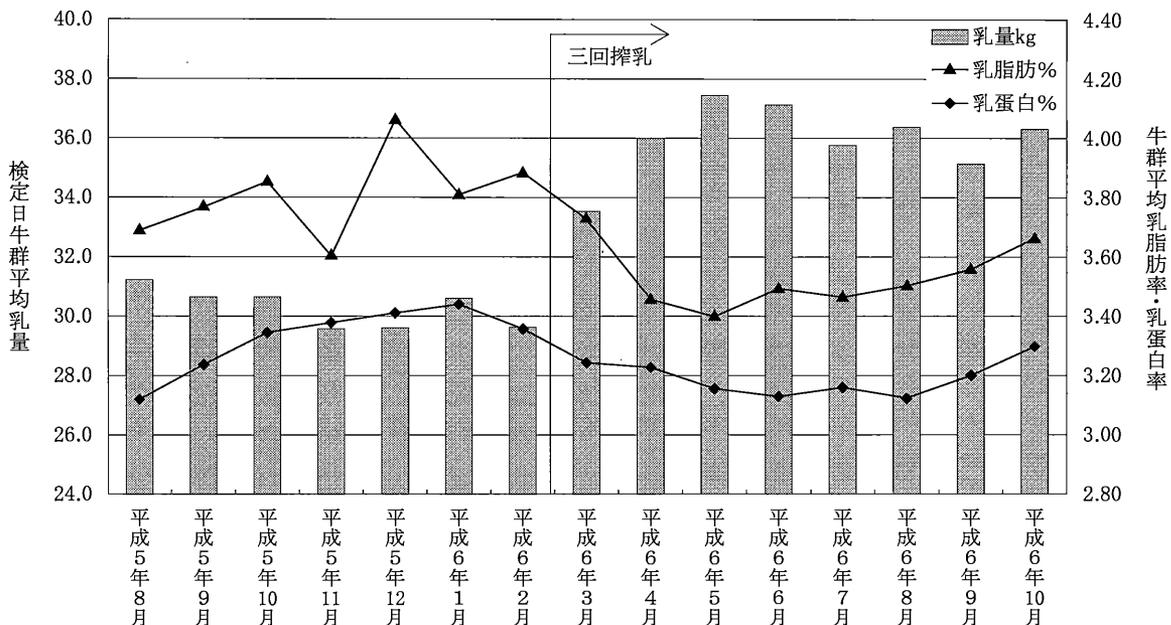


図 1 三回搾乳実施に伴う乳牛検定成績の変化 (K 牧場)  
資料: 北海道乳牛検定協会 検定成績表 (牛群)

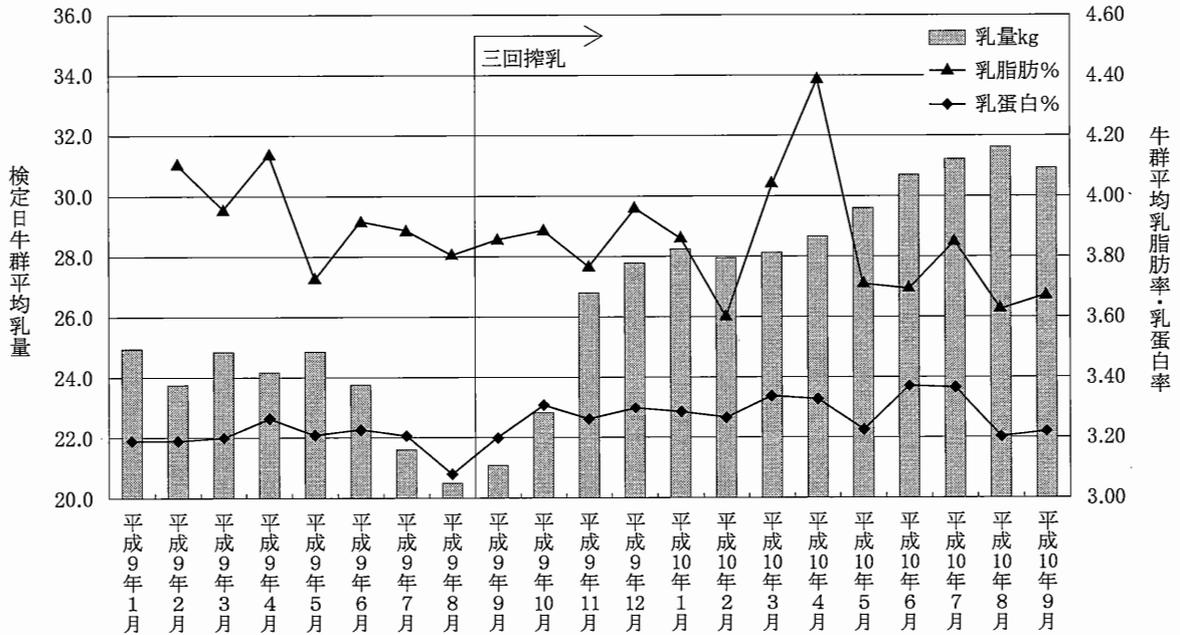


図2 三回搾乳に伴う乳牛検定成績の変化（O牧場）  
資料：北海道乳牛検定協会 検定成績表（牛群）

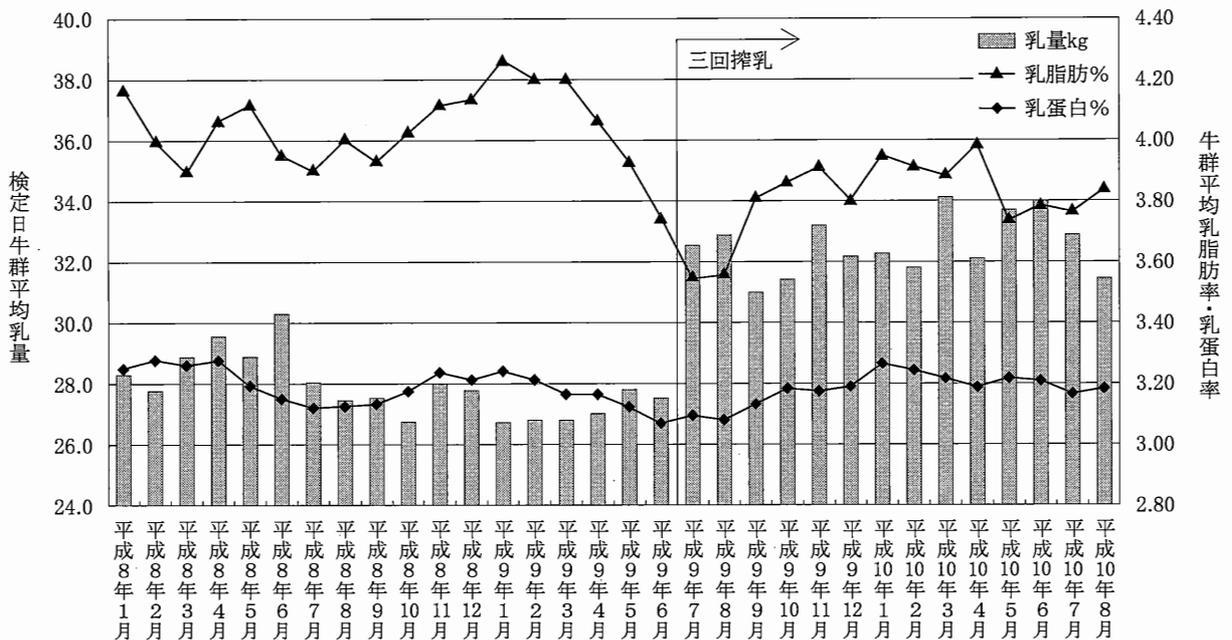


図3 三回搾乳実施に伴う乳牛検定成績の変化（S牧場）  
資料：北海道乳牛検定協会 検定成績表（牛群）

増えた乳代はそれらを上回るので続けていきたい、とのことである。さらに牛を見る機会が増える利点もある。注意しているのは、人間同士のコミュニケーション（乳房炎治療牛、発情牛、不調な牛の観察等）であり、作業日誌もつけているが、実際に働く人に伝わらなければうまく行かないと力説していた。

### 5. 三回搾乳に関する考察

#### ア) 乳生産に対する効果（表2）

二回搾乳から三回搾乳に変更することで泌乳量は増

表2 三回搾乳実践農家の搾乳時刻と乳生産

	K牧場	O牧場	S牧場
搾乳開始時刻	5:00 11:00 18:30	4:00 10:30 17:30	4:30 11:30 18:30
二回搾乳に対する比率*			
乳量	119	112	118
乳脂肪量	109	107	110
乳蛋白量	105	115	118

\*三回搾乳開始直前の8ヵ月 (=100) と直後8ヵ月の比較

加する(紹介した実践例では12~19%の増加)。しかし脂肪量の増加率は乳量のそれより高くならず、乳脂肪率は低下した。乳蛋白率の変化は乳量のそれを上回った例(O牧場)と同等の例(S牧場)と下回った例(K牧場)が見られた。

通常、二回搾乳の朝の搾乳量は全体の約54%を占めるが、三回搾乳の実践例では最も泌乳量の多い朝の搾乳量が約42%にまで低下した。乳量が15%程度増えたとしても、一回の搾乳量は減少し、乳房内圧は低下していることがわかる。

#### イ) 乳牛行動の変化

二回搾乳に比べて搾乳による牛の拘束時間が5割近く増えることから、採食、反芻、飲水の時間が相対的に減り、搾乳後の乳牛行動の同時性が高まる。すなわち一斉に飼槽で採食し、その後水を飲み、一斉にストールに横臥する傾向が強まる。このことは収容頭数が一斉に採食できる飼槽スペースを確保し、十分な吐水量を持つ水槽と頭数分の利用可能なストールを用意する必要性が高まることを意味している。

#### ウ) 労働力の確保

取り組むにあたって最初乗り越えなければならぬ問題と言える。

紹介した事例はいずれもフリーストール飼養の例であるが、つなぎ飼養でも三回搾乳の実践は見られ、同様に成果を上げているようだ。また経産牛規模に関係なく乳量増加は見込めるが、小規模の家族労働経営では労働時間を延長した見返りとしては不十分な場合も考えられる。家族経営の場合は短期的な期限での実施、作業者が多い場合やパートタイムを使えるなど継続するのに有利な条件が必要かもしれない。

大規模な農場の場合は労働力の確保は容易であるが、作業体制・人員配置のシステム化、重要事項の確実な伝達、コスト面からのチェックが不可欠と言える。

## 6. 今後の展望

三回搾乳の効果は乳量が15%程度増加するだけで

なく、乳飼比が低下し、所得増加に直結する技術と言えるが、労力負担が増加し、人間本来の生活リズムを犠牲にしかねない側面もある。生活のゆとりを第一に考慮する現在の風潮に、この技術の採用は逆行しかねない面もある。そのためか普及程度も極めて低い状況にある。

今まで搾乳は人間側が時間を決めて作業として行ってきたが、今後は搾乳ロボットが普及して牛は自由意志で機械搾乳され、文字どおり多回搾乳の実現が目前まで来ている。

牛の遺伝的能力、飼料生産・栄養管理技術、飼養環境、搾乳衛生技術の進歩はめざましいが、最終段階の搾乳技術でどれほどの潜在能力が引き出せるのか興味深い。

## 文 献

- Goff, K. R. (1977) 3X milking: a study of production and economic gain in six 3X herds. University of Connecticut. Storrs, Conn.
- Hanson, A. and G. Bonnier (1947) Studies of monozygous cattle twins. VIII. Amount and composition of the milk as affected by frequency of milking. Acta Agr. Suec. II. 211-218.
- Larsen, H. L. and H. Eskedal (1944) Some rule for feeding and tending of high yield cows. Bulletin 260. National Research Institute of Animal Husbandry. Kobenhaun, Denmark. Lush, J. L. and R. R. Shrode (1950) Changes in production with age and milking frequency, J. Dairy Sci. 33: 338-357.
- Timothy R. Logan, Dennis V. Armstrong and Roger A. Selley (1978) Three times a day milking. A Western Regional Extension Publication.

## 会員からの声

# 普及員のひとりごと

寺見 裕

北留萌地区農業改良普及センター

後2年で今世紀も終わり、子供の頃テレビで「鉄腕アトム」を見ながら空想していた21世紀が現実のものとなりつつあります。ヨサコイで踊り狂うほどでないしろ、何か心騒ぐものを感じます。

それは、必ずしも子供の頃に想った浮き浮きする気持ちとは少し違い、不安やあせりにも似た思いかもしれません。「何とか間に合いました」と言うテレビコマーシャルがありますが、農業の現場では「間に合うのだろうか？」と言うのが次の世紀を迎えるにあたっての正直な気持ちです。

## 1. 酪農専業地帯における地域課題

北海道の酪農にとっての諸問題は、現在、日本農業が抱えるものと程度の差こそあれ、本質的には変わらなくなっています。その本質とは、戦後半世紀の目覚ましい技術革新と生産拡大、結果として構築された農業体質・体制を変革しつつ、次の世紀にソフトランディングさせることの難しさから発生しています。

もちろん、北海道は北海道なりの、酪農専業地帯は地帯なりの特有な問題を抱えてはいますが、そうした問題解決のための課題を集約してみると；

- 1) 農業・農家所得の確保
- 2) 農業後継者・担い手の確保
- 3) 労働過重からの脱却
- 4) 経営管理能力の向上
- 5) 周辺環境への配慮、などが上げられます。

この中では特に、農業改良普及の現場においては酪農家の将来にわたる所得確保が大きなテーマとなっています。

すでに、価格政策の変更と品質格差による牛乳単価の低下と牛肉市場価格の低迷による酪農家所得の急激な減少は始まっており、将来の国際競争に対応するためにはさらに価格低下は避けられない状況です。

こうした中、牛乳生産現場では品質の向上が第一の技術課題となっています。すなわち、他産地より良いもの、売れるものを生産し農業収入を確保しようとする戦略です。

さらに、低コスト化による農業所得確保の取り組みも見られます。北海道の酪農生産においても、購入飼料費は最も大きな費用項目です。その低減のために、従前の農協・系統からの配合飼料購入体制から、商系

からの配合・単味飼料の利用へと変える動きも目立ってきました。

また一部には、乳製品製造や農家民宿など多角経営化による農家所得確保への模索も見られますが、大規模・専業率の高い北海道の酪農経営では、労働の確保がひとつの障害になっています。

## 2. 課題解決のために普及現場は

普及センターではこれらの地域課題の解決策として、適正な飼養管理技術の普及実践により収益性の向上を図るという基本的な手法に加えて、経営診断に基づくコンサルテーションやカウンセリングという手法を強化し、成果を上げようとしています。

「厳しいときには経営を」という普及事業半世紀の precedents に従ったと言えばそれまでですが、厳しさが酪農を育ててきたことも事実ですから、私たち農業改良普及員の大きな活躍の時代とも考えています。

ただ、私個人としては、課題解決のための技術対策の点において、地域特性を反映しきれないというジレンマを感じています。一例としては、草資源が比較的豊富な天北・根釧地域の普及センターにおいてさえも、放牧などの牧草利用性の向上による収益性改善というテーマが必ずしも普及センター全体では一致して取り組めないことです。

## 3. 試験研究への苦言

地域特性が反映されない技術体系という点では、試験研究分野の方々にも、ぜひ考えていただきたいと思っています。

新鮮味のないテーマや地域限定のテーマでは研究予算が付かない、オリジナルティのないテーマでは博士号が取れないという構造的な問題もあるのでしょう。

未来に向けた基礎的な研究も重要ですが、現実的な試験課題も平行して行う能力が求められています。研究者の中には、変化する農業現場への対応が遅い方も多いのではと不安を感じることもあります。

現場にも来ないで、データだけ送って下さいという依頼が希にありますが、データが生まれる生産現場に対する認識がなくて、いかなる分析と考察が出せるのかはなはだ疑問であります。

#### 4. おわりに

とは言っても、私が普及活動に行き詰まったときに頼りにしているのは、実は、試験研究の方々なのです。期待するあまりの苦言と理解下されば幸いです。それ

にしても、今の農業、これからの農業を論じ合い、それぞれの仕事に活力が生まれる場が少ないように思います。もっともっと、フィールドで出会えるように願っています。

## 海外報告①

## スペインで開催された第44回国際食肉科学技術会議に出席して

三上 正幸

帯広畜産大学・生物資源科学科

## はじめに

国際食肉科学技術会議 (International Congress of Meat Science and Technology) は今年で44回目で、平成10年8月30日から9月4日まで、スペインのバルセロナで開催された。以前はヨーロッパ食肉研究者会議 (Congress of European Meat Research Workers) と言われ、ヨーロッパ地域を対象として会議が開かれていた。しかし、食肉の研究はヨーロッパだけに限られるわけではなく、また、食肉の研究が盛んになるにつれてもう少し間口を広げて欲しいと言う要望が強くなり、開催地もヨーロッパに限定せず、隔年ごとにヨーロッパ以外の地域でも開催されるようになった。第1回目は食肉の発酵関係の第一人者であるフィンランドのProf. Niinivaaraらの提唱で始まったと言われているが、それは昭和30年に当たる。当時、日本からの参加者はほとんどいなかったが、九州大学の故安藤則秀先生が良く出席されていたと聞いている。日本の科学者は毎年出席するようになったのは、財団法人伊藤記念財団が会議で発表する人に補助金を出すようになってからで、その存在が広く知られるようになった。

来年(平成11年)は8月1日から6日まで、第45回国際食肉科学技術会議がアジアで初めて日本の「横浜」で開催される。日本食肉研究会の高橋興成会長(北海道大学教授)を中心に、5年程前から組織委員会を作り、歴史あるこの会議が滞りなく進み、また参加者も沢山集まり、実りあるものにするため現在準備中である。今回は世界中からより多くの人々が日本における会議に参加するように、宣伝と会議の下見をかねて、今までになく多くの日本人(登録者32人、同伴者9人)が参加した。

## 会議場とその周辺

バルセロナはスペイン第2の都市(人口約170万人)で、フランス国境までわずか100kmであるこの街はカタルーニア地方の中心であり、ピカソやガウディといった画家や建築家を輩出した芸術都市である。ガウディの設計によるサグラダ・ファミリア教会はおおよそ100年前から建設されており、バルセロナのシンボルの存在であるが、完成はこれから100~200年後と言

われている(写真1)。また、女子マラソンで有森裕子がモンジュイック丘を上りつめて、銀メダルをとったオリンピックが1992年に開催されたところでもある。市内には大きな通りの集まる処が何カ所もあり、円形の交差点をなして、広場と呼んでいて、交通の要衝となっている。スペイン広場 (Plaça d'Espanya, 写真2) もこの一つで、ここから南に向かうレイナ・マリア・クリスティナ大通りは両側に噴水があり、モンジュイックの丘の下の大きな円形噴水まで伸びている。更にこの上の丘にはカタルーニア美術館があり、コングレスデイナーはこの中で行われた。

会議場のPalau de Congressos Barcelonaはこの通りに面しており、ガラス張りの3階建ての建物である(写真3)。名前のとおり会議専用のために使われて、1階は広いフロアで、ポスター発表会場は正面右側のフ

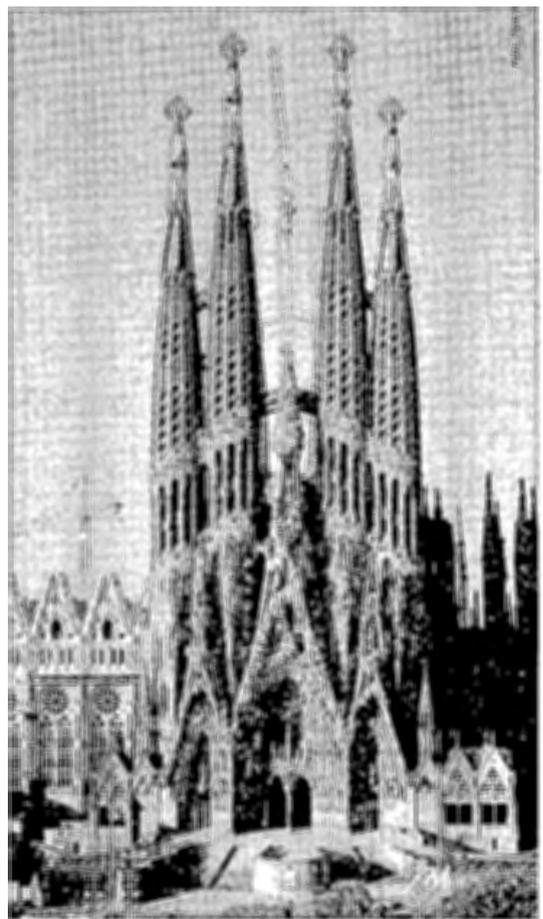


写真1 完成した部分のサグラダ・ファミリア教会

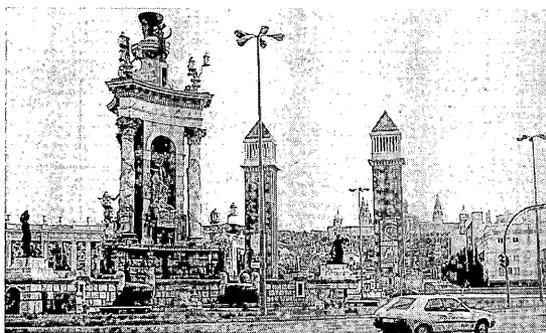


写真2 スペイン広場の中央にあるモニュメント

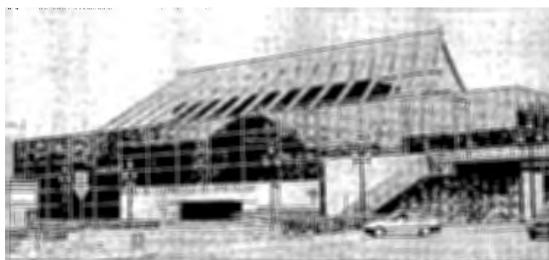


写真3 会場の Palau de Congressos Barcelona

ロアで行われ、ポスター用パネルの両面を使用して約160題のポスターを貼ることが出来た。登録は2階のカウンターで行われ、3階には大会議場と中会議場があり基調講演やワークショップに、更に同じフロアを利用して、歓迎レセプション、展示会場およびコーヒープレイクに使われた。この展示場の1番目のブースは、横浜で開催される第45回会議の宣伝に使用され、Final Circularと日本酒が希望者に配布された。この配布には高橋興威会長のご令嬢3人と中井博康氏のご令嬢が携わり、浴衣姿で人目を引き、大変効果があった。

### 会議の内容

初日は会議の登録で8月30日の夕方から始まり、続いて20時から歓迎レセプションが同会議場3階フロアで行われた。2日目の8月31日は開会式が中央の大会議室で行われ、8時30分からの予定が30分程遅れて始まった。挨拶やアトラクションの後、Dr. V. Tarantによる開会の講演が始まり、本格的な会議およびポスター発表に入った。基調講演は28題で、4日目の9月2日のテクニカルツアーと観光ツアーを除いて、午前と午後4題ずつ行われ、2題毎にコーヒープレイクをとったが、数が多いため2つの会場で同時に行われ、講演の半分は聞くことが出来なかった。また3日目の9月1日にはDry-Cured Hamの特別シンポジウムもこの時間帯に2カ所で行われたので、ある時間帯には4カ所で講演が行われた。ポスター発表(写真4)は朝から展示することになっており、基調講演の終わった後に1時間15分(コーヒープレイクを含む)見て、その後3つの会場に分かれて(ワークショップ

と称して) 議長の講評や会場からの質疑応答が行われた。

昼食は13:00~15:00まで2時間あり、会場から歩いて5分程の処にある Fira Palace ホテルでバイキング形式で提供された。従って、午後部の終わるのは18時45分であった。夜の催しものは1日目に上で述べた歓迎レセプションに始まり、2日目はコンgresパーティー、3日目はカクテルパーティー、5日目はコンgresディナーなど盛り沢山組まれていた。コンgresパーティーやコンgresディナーでは、音楽に合わせて夜遅くまでダンスが踊られ、帰りのバスは0時から1時過ぎであったので、シャワーを浴びて床につくのは2時過ぎの時もあった。

今回の会議は46カ国から約610名の参加があり、ポスター発表は394題であった。これは昨年のニュージーランドに比べると大変多いが、ヨーロッパ各国から近いという土地の利が挙げられる。このことから来年の日本における参加者確保のため、1日目の昼食後に日本人参加者が集まった。ここで高橋会長から1人10人を目安に声をかけて来年の参加を誘致して欲しい旨の依頼があり、その後の会議に臨んだ。また、閉会式では、最後に日本で開催される第45回会議の紹介があり、高橋会長に会議で使用する「鈴」が手渡しさ



写真4 ポスター発表の様子



写真5 日本人参加者  
(登録者610人中32人を占めた)

れた後、日本人参加者（写真5）が皆壇上に上がり、会長から横浜の宣伝・誘致のスピーチで幕を閉じた。

### スペインの乾塩ハム

今回の会議で、「Dry-Cured Ham」についての特別シンポジウムが行われたが、スピーカーのほとんどはスペイン人であった。これはスペインにおける生ハムの生産、消費が盛んである証拠である。日本人には、スペインの骨付きの乾塩ハムというとセラノハムが、イタリアのパルマハムと並んでその名が知られている。

今回の会議で認識を新たにしたのは、この地方の在来種であるイベリア豚（色は灰褐色から黒）の存在である。この豚はイベリア半島の在来種で今ではその生産量は全体の7%と言われているので、この豚を用いた生ハム生産量は少ない。飼育は山間で放牧しており、草（柏の木のある草地）やドングリを食べるため脂肪酸組成も一般のものとは異なり、風味の良い製品ができる。イベリコハムはイベリア豚から作られるが、25%までデュロックやジャージーの血が入ることもある。飼育は3年間行い（生体重160~180kg）、塩漬乾燥には2年を要するから、口に入るまでおおよそ5年かかることになる。このイベリコハム（写真6）の形は黒い爪付きが特徴で、その色は黒いものもあるという。安い生ハムは1kg当たり1,299ペセタ（100ペセタは約96円）であるが、このイベリコハムの高いものは9,999ペセタするものもあった。比べてみると確かに味は違い、いずれも塩味が主で香辛料はあまり使っていない。市場や食肉店では室温で店頭で吊して販売していたが、スーパーマーケットや空港等でスライスまたはブロックにカットして真空包装し、冷蔵庫で保存し販売していた。

伝統的なスペインの生ハム産業を支えるため、原産地名の登録認定制度が1970年にでき、生産地域、山岳地域、水位図、気候（長い冬期間、平均気温、乾燥していること、暑い夏など）、品種、飼育法、生体重、製

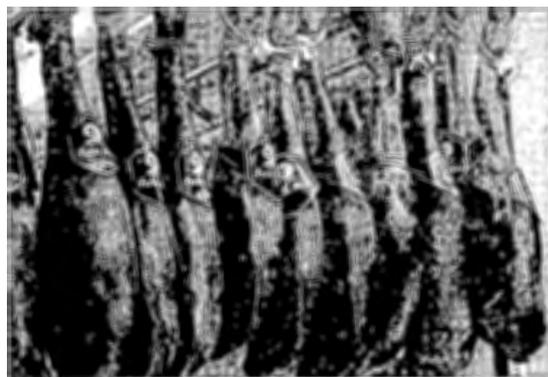


写真6 店頭で吊り下げられているイベリコハム

造工程、生体管理、製品の特徴、製品管理、ラベル法など細かな規格・規制がある。D.O.テルエルハムは1985年に、D.O.グイフェロハムは1986年に、D.O.デヘサ・デ・エストレマドゥーラハム1990年に認定されている。一般の原料は白豚でこれはランドレース、ラージホワイトおよびデュロックの交雑種である。テルエルハムを例にした製造法は、①塩漬期間は1kg当たり1日の割合で、10kgでは約10日間となる（最高14日間）。②次に温湯で洗い、塩を取り除く。③低温（3~6℃、80~90%RH）で余分な水を取り、塩を内部に浸透させる（約45~90日間）。従って屠殺は秋から冬となる。④乾燥は排気しながら自然乾燥を行う。テルエルハムに使用する白豚の生体重は、115~120kgまで飼育し、出来上がりのハムは皮と爪付で重さは8~9kgである。パーティーで聞いたものでは乾燥・熟成は約1年間要し、賞味期間は1年と言っていた。

このようにスペインの生ハムは伝統ある食文化を守りながら、人々に支えられてこれからも受け継がれて行くと考えられた。ほかにも非加熱の発酵ソーセージなども各種製造・販売されており、食肉文化の盛んであることが実感できた。

最後に、この国際会議の出席に当たり（財）伊藤記念財団からご援助を戴き、ここに感謝の意を表します。

## 海外報告②

## フィリピン滞在記

森 匡

北海道大学農学部畜産科学科

平成10年5月18日から6月1日まで、日本学術振興会論文博士支援（論博制度）により、フィリピンを訪れた。この制度は、海外の研究者が日本で論文博士号を取得するのを支援するために、海外の研究者が日本で毎年3カ月以内滞在して研究指導を受けると共に、日本から現地での研究者指導に15日以内の期間訪問する、というもので、フィリピン・カラバオセンターにおいて、フィリピン在来水牛（カラバオ）の体外受精について研究指導する機会を与えていただいた。論博学生は、数年前私どもの研究室に留学して修士課程を修了した研究者で、北大獣医で博士号を取得した夫とともにフィリピン・カラバオセンターで家畜繁殖の研究を続けている。ここでフィリピン在来の水牛カラバオについて少々説明しておく、この水牛はフィリピンの田園で耕作に利用されるとともに、その乳が利用されるという水牛で、これらの利用が終わったときには肉となる、フィリピンの農業に昔から密接に関与している家畜である。近年、フィリピン国民の蛋白質摂取増加を促進するため、「もっと牛乳を飲もう」というキャンペーンとともに、カラバオ水牛の乳量を増加させるプログラムが行われている。そのために、ヨーロッパから、モッチャレラチーズの原料乳生産牛として知られているミューラー水牛を導入してカラバオと交配し、フィリピンの風土に適して尚且つ高い乳生産量が見込まれる系統を確立する計画が進行している。こうした育種プログラムとともに、凍結精液の作成と、地方に配属されている授精師による人工授精による改良種や優良家畜の増殖も行われている。また、体外受精技術の確立研究もフィリピン・カラバオセン

ターで行われている、と言うわけである。

日本からフィリピン・マニラまで空路4時間あまりで到着し、翌日迎えの車でマニラからカラバオセンターのあるムニョツまで8時間あまり要した。宿舎はカラバオセンター本部があるセントラル・ルソン州立大学に近い、フィルライス（フィリピンライスセンター）のゲストハウスで、ここが大変快適な宿泊施設であることは後になって認識した。ムニョツに着いた翌日と翌々日はそれぞれフィルライスとセントラルルソン州立大学と、フィリピンカラバオセンター本部と、実験室があるブランチ（車で約1時間の山奥）の見学をした。日本から持ち込んだ試薬を運びこんで、培養液を作製しようとしたが、pHメーターはないし、pH調整用の塩酸がなく、その日は何も出来ずに終わってしまった。翌日はフィルライスで塩酸をもらってやっと培養液が出来上がった。万事がこのようなペースで、一応実験できる環境が整っている日本の大学研究室に比べると相当厳しい状況である。一方フィルライスは、JICAが出資している研究所なので高価な実験機器をはじめとして何もかもがそろっているといった環境で（農業技術普及ビデオの制作室まであった）、中央直結の研究機関と地方の研究機関の格差は日本とは比較にならないほど大きいのではないかと思われた。

マニラなど大きな都市近郊のことは判らないが、ムニョツなどの地方では冷凍保存機器はもちろんのこと冷凍輸送体制が整っておらず、屠殺され、精肉となったカラバオ肉はその日の内に店頭にならなければならない。従って、輸送はより涼しい時間帯でなければならない、必然的に屠殺は日没から明け方までである。我々の研究はカラバオ水牛の体外受精であるため、卵子は屠殺されたカラバオから回収する。比較的規模の大きな屠畜場は研究室から車で往復6時間のところがあり、卵巣回収を専門とする技官が夕方研究室を出発し、夜中の2時頃に卵巣を持ち帰ってくる。実験はそれから始まり卵子を培養器（朝鮮戦争のころのもので、博物館入りしてもおかしくないもの）に入れて、その日の実験が終了する頃にはもう空が白み始めている。卵巣の輸送時間は長いものでは9時間にもなり、体外受精の成績を悪くしている。時たまムニョツ市内の規模の小さな屠畜場にも卵巣をとりに行く。機会があって卵巣採取に連れていってもらった。驚いたことに、



カラバオ水牛の種雄牛

屠畜場は道のすぐ横のフリーストールであり、私から見ると歩道としか思えないところで、今さっき屠殺されたカラバオが解体されていた。屠殺は、必殺仕置人のようにナイフを後頭部に突き刺してあっという間に意識をなくした後、頸動脈を切開してなされていた。解体された部分枝肉はそのまま小さなトラックに積み込まれた闇夜の中に消えていった。後日別な機会に市場にいったが、ハムではないかと疑うような色をした精肉が売られており、色や保存状態を非常に気にする日本とはまるで異なっていて、屠殺から輸送、そして調理法も含んで食卓へのぼるまでの食文化の違いを納得した。

セントラルルソン州立大学はちょうど夏休みで学生はほとんどいなかったが、毎日幾つかの講義室でセミナーや講習会が行われていた。対象は農家の方で、彼らはバスでやってきていた。大学は研究機関であると同時に普及活動のセンターとしても機能していて、学生がいない期間には日頃の試験研究成果が農家の方々に還元されているようである。私も一つの講習会を覗いて見たが「飼料としてのバナナの葉の利用」らしき講習会であった（タガログ語で話されていてわからなかったが、OHPに映し出されている絵を見る限りではそのようであった）。実技指導まで組み込まれた講習会の場合には数日に渡ることがあり、参加者は大学内の宿泊施設に寝泊まりすることになる。フィルライスに宿泊していた私であったが、一晩だけ部屋を明け渡す必要があり大学の宿泊施設に泊まることになった。蚊の襲来と蒸し暑さに悩まされ、さらには停電で電灯や水も使えずで、此処に比べるとフィルライスの宿泊施設は実は高級ホテル並であることが分かったのであった。夜10時以降は大学内の通電がカットされ電気も水道も使えなくなるということを後で聞いたが慰めにはならなかった。しかしなによりも、地方から来て、こうした施設を利用しながら最新の農業技術を学ぶ努力をしている農家の方々には頭が下がる思いであった。

前述したように乳消費を促進する活動が、国家の威信をかけた米増産プログラムと規模は異なりながらも進んでいて、大学でも新たな製品作りに取り組んでいる。ただしプラントがなくすべて手作業であるために、コーヒーやパイヤで味付けしたカラバオ乳やアイスクリーム、煮詰めて作ったラチエットといったものに限られている。また、十分な殺菌設備がないので冷蔵庫に入れてもカラバオ乳の保存期間は1日程度で（5日保存のコーヒー水牛乳を試してみたが……）、より保存が利くチーズやヨーグルトといった製品が向いているのではないかと（酸敗したコーヒー水牛乳を口に入れながら感じた。加工分野でもぜひ日本の協力が望まれる。ちなみに再び訪れる機会があれば日本の某乳製品メーカーが出している即席ヨーグルト作成ゲルを



カラバオ乳製品（ラチエット）の製造風景

おみやげに持参しようと思っている。

実験の合間にムニョツ近郊と西海岸に連れていったもらったが、刈り取りの終わった田圃にカラバオやゼブーが放たれており下草を食んでいた。大学内には倒産した民間乳業企業から譲り受けた、やや小柄でやせ細ったホルスタインが数頭見られたが、フィリピンでホルスタインを見たのはそれらだけであった。フィリピンの暑さで乳が出なくなったそうである。その点ではカラバオは粗放な飼養にも厳しい気候条件にも耐えうる牛であり、風土に合った、そして文化に根付いた牛であることを強く感じた。北海道あるいは日本の畜産技術をそのまま導入するわけにはゆかないであろうが、それらを現地の方がそこに合った形で応用し、豊かな農業を発展させることができるよう期待してやまない。



田圃で草を食むカラバオとゼブー

## シンポジウム報告①

## 第8回世界畜産学会大会に参加して

安江 健

茨城大学農学部, 稲敷郡阿見町中央 3-21-1 300-0393

1998年6月28日～7月4日にかけて、韓国ソウル大学において開催された第8回世界畜産学会大会(8th World Conference on Animal Production)に参加した。茨城県在住の筆者が北海道畜産学会報に海外報告を書くのは少し奇異な気もするが、編集委員からの依頼により、本大会の報告をさせて頂くことにする。実は本大会において、筆者が事務局の1人になっている「家畜行動に関する小集会」なる集団がラウンドテーブルを開催することになっており、筆者は学会事務局との交渉係を受け持っていた。韓国の学会事務局はかなり混乱しており、連絡の不行き届きや予定変更の連絡の悪さなどのため、筆者は大会開催中、学会事務局との交渉に多くの時間を費やさざるを得なかった。それ故、残念ながら筆者には本大会の各シンポジウムや発表の内容を詳しく報告することはできない。そこで本報では、本大会の報告については各シンポジウムのテーマを簡単に紹介するのみに留め、筆者が主に関係した行動関係の発表を中心とした報告になることを予めお許し願いたい。

“Animal Production into the 21st Century for the Quality of Human Life”を主テーマとした本大会では、特別シンポジウムが1テーマ、シンポジウムが11テーマ、本会議が4テーマ開催された。これ以外にも一般発表が988題発表され、大会前シンポジウムとして3テーマが開催された。開催期間を通して最終的な参加者は91カ国から2,159人であり、日本からの参加者は200名と、開催国以外ではダントツのトップであった。以下に各シンポジウムのテーマを示す。

## 大会前シンポジウム

1. Recent Advances in the Production of High Quality Pork.
2. Management of Feed Resources and Animal Waste for Sustainable Animal Production in Asia-Pacific Region Beyond 2,000.
3. Rumen Microorganisms and Their Application to the Improvement of Rumen Function.

## 特別シンポジウム

1. Livestock, Ethics and Quality of Life in the 21st Century.



台湾の行動研究者、Hsia 博士とポスター発表中の筆者(右)

## シンポジウム

1. New Technologies for the Production of “New Generation” Feeds and Additives.
2. Sustainable Beef Production in the 21st Century.
3. Sustainable Milk Production in the 21st Century.
4. Recent Advances in Swine Production Systems.
5. New Technologies for Efficient Poultry Production.
6. Food Safety in Veterinary Science.
7. Recent Advances in Animal Genome and Genetic Resources for Efficient Animal Production.
8. Role of Water Buffaloes in Producing Foods.
9. Increasing Role of Secondary Animal Species in the 21st Century.

10. Efficient Animal Production Systems in Harsh Environments.
11. Role of Small Ruminant in the Supply of Animal Products.

#### 本会議

1. Animals, Animal Products and Their Contribution to Quality of Human Life.
2. Application of Biotechnology in Animal Production.
3. Environment, Biodiversity and Human Health.
4. Economics, Systems and Animal Welfare.

筆者は特別シンポジウム、シンポジウムの2, 3, 11, および本会議の3を聞くことができた。シンポジウムの各テーマはそれぞれ複数の発表者により発表されたが、各発表間での重複部分がかかり目(耳?)に付いた。せっかく興味深いテーマを設定しているのだから、せめて特別シンポジウム位は事前に発表原稿を提出させ、発表の重複部分を調整するなどの準備が欲しかったように思う。

これらのシンポジウムに参加していた以外は基本的に一般発表の会場を回っていた。筆者の専門である行動関係の発表は極めて少なく、しかもそのほとんどが我々「行動小集会」のメンバーであったため、聞く方としては今一つ物足りなかったが、幸い筆者のポスター発表には結構外国の研究者も聞きに来てくれた。筆者は「国有林野における無牧柵放牧牛の生息地利用」と題した発表を行ったが、イタリアの放牧研究者から、「山林に家畜を放牧して山火事は発生しないのか?」との質問を受けた。余りにも予想しない質問であったためと筆者のヒアリングの悪さから、何度かこちらから聞き返すと、どうやら半乾燥地域であるイタリアでは、山林に家畜を放牧することで地表の植生が減少すると地表が極度に乾燥して野火が頻繁に発生するそうである。モンスーン地域に位置するわが国では、地表の植生が減少すると土壌流亡をまず第一に心配するが、山火事が発生することはほとんど皆無である。過去の何世紀にも渡り家畜の放牧によって森林を減少させてきた国であるが故の発想に感心するとともに、改めて林野放牧はモンスーン地域であるわが国でこそ持続的たり得ることを実感した。他にもアジア諸国や北欧の研究者などからも有益な質問および意見をもらうことができ、発表者としては非常に有益な学会であった。

一般発表の部では各フロアの1/5程度の発表が常にキャンセルされていた。キャンセルが多いのは本学会に限ったことではないので仕方ないのかも知れないが、いくらキャンセルが出たからといって、発表を勝手に繰り上げてしまうのは問題であろう。参加者は広いキャンパス内に点在する各会場を、プログラムのみ

を手がかりに移動して回るので、キャンセルが出たからといって各会場ごとに勝手に繰り上げ発表を行われたのでは、その会場に行っても目的の発表が聞けなくなってしまう(筆者は一般発表初日にこの目に合い、以後は聞きたい発表の2~3題前にはその会場に入るようにした)。またポスター発表では、ポスター提示用のボードの規格が最終案内のものとは大きく異なっていた(縦と横のサイズが逆になっていた)。幸い筆者のポスターは各部分ごとに別々に作成していたため何とかボード内に納めることができたが、1枚の用紙で作成していた多くの発表者は所定のボードに提示することができず、会場の壁などに貼り出していた。キャンセルの多さや連絡の不備などは、これ程大規模な学会となると事務局のみでどうなるものではないのかも知れないが、各フロアの座長に繰り上げ発表をさせないことや、ポスターの規格を正しく発表者に連絡する位は事務局の努力でいくらかでも解決できた問題であるように思う。これらの面で、本大会は運営面での不備が如実に現れた大会であった。

本大会中の7月1日に、発表会場内の教室を借り切って「家畜行動に関するラウンドテーブル」を開催した。筆者らの「家畜行動に関する小集会」と、国際応用動物行動学会(ISAE)東洋支部の共同開催で行った本ラウンドテーブルは、「アジアにおける家畜行動研究と家畜飼養」というテーマで4名の発表者によって行われた。各発表は次の通りであった。

1. Development of Applied Ethology — Farm Production Ethology vs Welfare Ethology of Symbiosis Ethology —. S. Sato (Tohoku University, JAPAN)
2. Introduction of Korean Animal Husbandry. S. Sato (Tohoku University, JAPAN)
3. Feeding Behaviour of Pigs. L. C. Hsia (Pingtung University, TAIWAN)
4. Future Research Needs in Regard to Farm Animal Behaviour for Sustainable Agriculture in Japan. Y. Nakanishi (Kagoshima University, JAPAN)

当初予定していた地元韓国の行動研究者やモンゴルの行動研究者の発表がキャンセルとなってしまう、結局ほとんどが日本人による発表になってしまったのは、事務局担当であった筆者にとっては非常に残念であった。開催直前まで、会場には我々「行動小集会」のメンバーしか集まっておらず、「外国人が全く参加しなかったらどうしよう」とはらはらしたが、最終的には日本以外にも10カ国から約40名の参加者が得られ、開催当事者としては何とか責任を果たせたように思う。発表自体や会場との質疑応答は非常に参考になった。またこのラウンドテーブルを通して海外の研究者と懇意になれたことも非常に有益であったが、わ

が国を含めアジア諸国では、家畜行動の研究自体がまだまだ根付いていないという印象を強くした。アジアにおける行動研究者間の繋がりを強化するためにも、本大会のような大規模な国際学会で今回のようなラウンドテーブルを今後も続けていく必要性を強く感じた。

以上が本大会の報告であるが、これら以外にも大会中日ツアーにおいて著名な行動研究者である Sambraus 博士と韓牛視察に行き、共に韓牛焼き肉を食べたこと、また、筆者が院生時代に日本に留学していた韓国の研究者らに「犬肉」を食べに連れていってもらっ

たことなど、韓国を充分楽しませて頂いた。本報告を読み返すと、学会事務局の運営面に対する批判めいたことばかり書いてしまったが、何とか大会が無事に終了した今では「どうもありがとうございました」という気持ちである。たかだか数十名のラウンドテーブルを開催するだけでもあれだけの労力が必要だったのだから、ましてや本学会規模の大会を何とか無事終了できたことだけでも大変なことであつたろうと思う。本当にありがとうございました。ちなみに次回、第9回世界畜産学会大会は2003年、ブラジルの Port Alegre で開催されることが決定された。

## シンポジウム報告②

## 日蘭合同シンポジウム「Precision Dairy Farming」

森田 茂  
酪農学園大学

標記のシンポジウムが1998年9月8日から11日まで、オランダのワーゲニンゲンにて開催された。本シンポジウムは、オランダ農業・環境工学研究所(IMAG-DLO)と日本草地試験場が中心となり開催された。筆者も参加し、大変有意義な討論ならびに交流ができた。ここでは、その内容の一部を紹介する。

シンポジウム第1日は、開会集会として3題の発表がなされた。そのうち2題は両国の酪農産業の現状についての報告であり、草地試験場の市戸氏が日本の牛乳および粗飼料生産の現状を、ヨーロッパ酪農生産組合の会長でもある酪農家のPrins氏がオランダおよびヨーロッパにおける酪農の状況を報告した。シンポジウム1日目に続き、2日目のシンポジウムは4つのセッション(A~D)で構成されていた。セッションAは、主題をMilking Technologyとしたセッションであり、セッションBはForage Production and Conservation, セッションCはSensor Technology, セッションDはFeeding technology and manure treatmentであった。セッションAとBおよびCとDは並行して開催されており全てのセッションに参加できたわけではないが、閉会集会での座長報告を聞くところによれば、どのセッションも活発な討論が行われていたようであった。ここでは、座長としても参加したセッションAについて詳細に報告する。

セッションAの主題はmilking technologyであり、自動搾乳機に関する報告がその大部分を占めていた。セッションAは7題の発表より構成され、そのうち4題は自動搾乳機を用いた場合の飼養管理システムについても解説され、残り3題の発表が自動搾乳機にかかわる搾乳技術の解説であった。このことは、自動搾乳システムが実用化の時期を迎え、実際の現場で利用される際に、さまざまな問題提起とその解決策、ならびに可能性が指摘される段階にあることを示している。また、搾乳技術にしても日進月歩改良が加えられている現状を示している。

#### 〈自動搾乳システムを用いた

#### 生産システム関連〉

一番目の発表はIMAG-DLOのIpema氏による放し飼い牛舎での自動搾乳機の利用に関する解説であった。Ipema氏は、オランダにおける自動搾乳機開発(導

入農家数の現状とその予測、導入後の作業時間および経済的影響など)について簡単な説明を行った後、自動搾乳機を使った放し飼い牛舎のレイアウト例について詳細に説明した。さらに、自動搾乳システムを使用した場合の搾乳間隔と乳生産および乳質の問題について発表した。続いて、私が放し飼い牛舎での採食行動についてのこれまでの研究成果を説明した。ここでは、自動搾乳システムを利用することにより、牛舎設計において設置する飼槽の数や幅がこれまで考えられていた基準よりも小さくできる可能性について重点的に説明を行った。次に、Ketelaar氏の放牧を含んだシステムでの自動搾乳機利用についての発表がなされた。自動搾乳機への訪問回数、放牧地での食草行動も含めた行動全般、および天候などとの関係について興味深い発表であった。さらに、岩手県畜産試験場の川村氏より、自動搾乳機を実際に導入した時の状況と今後の研究進展の可能性について指摘された。全体的に、オランダ側の発表が、いくつかの利用事例や実験を経て得られたデータを中心に行われているのに対して、日本側ではデータがやや不足気味であると感じられた。

そういった研究状況に違いはあるものの、以下に述べる自動搾乳自体の改良とともに、それを用いたシステムのさらなる検討の必要性が痛感された。さらに、セッションAの発表ではないものの、前日の開会集会では、Halachmi氏から、コンピュータシミュレーションを使った牛舎施設設計ならびにその評価という内容で実験成果報告がなされた。この発表も、畜舎の設計や飼養管理方法の検討の際に有用であり、今後、これに類する研究がますます発展し、この技術が完成した後は、必要に応じて誰もが自由にこのような技術を使えるようになることを切に望んでいる。

#### 〈搾乳技術関連〉

3題の発表のうち、2題は搾乳方法の検討についての発表であった。日本側からは畜産試験場の本田氏が、オランダ側からはIMAGのHogewerf氏が発表した。両者はほぼ同じ目的で、同様の解析方法にて研究を実施していた。いずれの発表者も、乳区ごとの搾乳速度を経時的に計測することにより、自動搾乳機などの搾乳機の改良を目的に実験を実施していた。最後の1題は、生研機構の平田氏よりの繋ぎ飼い方式での搾

乳の自動化についての発表であった。今回のシンポジウムは日本とオランダの共同開催によるシンポジウムであり、お互いの情報を交換し、お互いにそれらを利用するということが重要なポイントになる。しかし、実際の現場に応用する場合、それぞれの農業の立地条件や現状も配慮し、それぞれの国においてその国に適した応用研究を目指す必要がある。そのような意味で、

前述したシステム関連の研究で放牧を組み合わせた自動搾乳システムの開発は、オランダにおいて絶対的に必要な研究であるということになる。一方我国では、全体の約95%の酪農家が繋ぎ飼い方式を利用していることを考えれば、平田氏の発表した繋ぎ飼い方式における搾乳の自動化についての研究は極めて重要なものとなる。

シンポジウム報告③

公開講演会（北の大地と家畜と私たち）報告

清水 弘

公開講演会実行委員会委員長（北海道畜産学会会長）

(社)日本畜産学会は「畜産に関する学術研究の発表、情報の交換の場としてその進歩普及を図り、もって学術、文化の発展に寄与する」ことを目的とし、従来、研究発表会、学術講演会の開催を通して、会員相互の学術交流を中心とした活動を展開してきました。しかし、日本学術会議や文部省等から、一般市民に畜産に関する啓蒙・啓発等の社会へのサービスも要望されています。AAAP等の国際会議開催の際には、市民向けの講演会を開催してきた実績はありますが、この種の企画は殆ど催されてきませんでした。生産効率改善のための飼料への種々の添加剤あるいは最近話題のダイオキシンや環境ホルモンの食肉や牛乳などへの残留・汚染や細菌の汚染が危惧され、安全な畜産物に対する一般市民の関心が強まっています。また、クローン羊や牛が生産できる先端科学の発展についても、その家畜への応用や人への応用に関して倫理面をも含めて強い興味を持たれてきています。このような社会の情勢を考慮し、畜産物の直接の消費者である一般市民に、畜産の現状並びに畜産分野における先端技術を正しく理解して頂くための啓蒙と、そのことを通して文化の発展に寄与するために公開講演会を開くことになり、昨年度東京大学において、第1回の講演会「暮らしの中の動物たち—動物利用の歴史とフロンティア—」を開催しました。

次いで、第2回目の講演会の札幌開催の依頼が(社)日本畜産学会北海道支部にあり、関係者とも相談し、引き受けることになり、評議員会の了承を頂いて北海道畜産学会も主催に加わり開催することになりました。運営組織として、北海道大学畜産科学科関係者を中心に北海道畜産学会関係者に加わって頂き、資料3の公開講演会実行委員会を組織して準備し、12月5日(土)午後北海道大学学術交流会館で開催しました。昨年度の講演会は東京での開催もあり「人と動物のかかわり」に関する内容でしたが、今回は、畜産の中心地北海道内での開催に相応しく、畜産の色彩を高め、「自然環境と調和した家畜生産」を目指して努力している畜産の姿を一般市民に正しく学んで頂き、理解を深めて頂ける内容としました(資料1のプログラム参照)。

個々の講演の内容につきましては、次年度の会報に掲載の予定で準備を進めていますので、詳しい内容につきましては省略いたします。講演会は久保正彦(北

大農)、服部昭仁(北大農)の司会で進行し、開会に当たり、菅野茂(社)日本畜産学会会長の挨拶があり、第1部「自然と家畜と人のかかわり」で2題の基調講演と、第2部「北海道の自然がつくるおいしい牛肉・牛乳」で3題の講演があり、その後「質問コーナー」で市民からの質問に答えました。

第1部で、まず、東京農工大学鬼頭秀一教授からは、人類の生存にとって、人と自然環境との共生が大切であり、日常生活の中で具体的にどう対処するかを解り易くお話し頂きました。スーパーストアで直接手に入れる牛肉を「切り身」とし、それがどの様にして作られるかを含め牛肉を生産する家畜を「生身(なまみ)」と対比して、例えば、肉料理の食事の際に(切り身を通して)、その生産過程を含めて家畜(生身)に感謝の念を持つ事により、双方向のかかわりが存在する。自然との共生においても、一方向のかかわり(収奪)でなく、その対象を生身として正しく認識して、双方向のかかわりを持つ事の大切さを解り易く、お話し頂きました。次いで、近藤誠司北海道大学農学部助教授から、「家畜の生産と環境との調和」と題して、家畜生

誰かが動物などと  
生きている

**北の大地と  
家畜と私たち**  
調和と共生をめざして

日時: 平成10年12月5日(土) 13:00~17:00  
会場: 北海道大学 学術交流会館 講堂

主催: 日本畜産学会、北海道畜産学会、札幌市畜産振興委員会  
協賛: 北海道大学畜産科学科関係者

第1部 自然と家畜と人のかかわり  
人と動物のかかわり(なまみ)の  
かかわりを通して  
家畜の生産と環境との調和 服部昭仁 北大農  
北海道の自然と調和した家畜生産 菅野茂 (社)日本畜産学会会長

第2部 北海道の自然がつくるおいしい牛肉・牛乳  
北海道の自然と牛肉 久保正彦 北大農  
おいしい牛乳 近藤誠司 北海道大学農学部助教授  
人と動物のかかわり 近藤誠司 北海道大学農学部助教授

参加無料



産と自然環境とのかかわりについて講演して頂き、「マンションで乳牛を飼育したら？」の話の導入は聴衆に大きなインパクトを与えました。マンションの中で乳牛と共に住み、飼料を給与し、搾乳し、煮沸殺菌して、一見、自家生産の牛乳を飲むことは可能であるが、牛の糞尿処理がネックとなり不可能であること、排泄物の分解処理は生態系に任ず事が尤も合理的であり、中国の草原地帯での家畜生産や北海道の酪農家の事例を紹介され、将来に向け、自然環境との共生を基本にした畜産の見直しについてお話を頂きました。

第2部では、牛肉・牛肉はどのようにして作られているのか？ また、安全で健全な畜産物に深く関わる動物と人の健康についての3題の講演をお願いしました。北海道立新得畜産試験場川崎勉畜産部長から、「北海道の自然と牛肉」と題して、肉牛の種類、おいしい牛肉はどのようにして作られているのか、精肉になるまでの過程について詳しく解説して頂きました。そして、北海道での牛肉の消費量が全国的にも少なく、北海道で生産される牛肉を市民の皆さんがもっと沢山食べてくださること強く要望されました。次いで、牛乳のおいしさはどこからくるのか？「おいしい牛乳」について、サツラク農業協同組合野名辰二企画開発課長に講演して頂きました。牛乳の本来の風味についてその化学成分、おいしい風味の牛乳を生産する飼育管理、その風味を損なわずに、衛生的で安全な牛乳加工処理過程と技術、更に流通と消費者のもとでの保存について身近な話題を丁寧にお話しして頂きました。最後に、「人と動物の健康」と題して北海道大学獣医学研究科神谷正男教授に、人と動物に共通な寄生虫

による病気であるエキノコックス症について、その寄生虫の生活環とペットであるイヌ、ネコや身近な動物であるキツネ、タヌキ等との関連、更に、現在神谷先生のグループを中心にして試みられている、駆虫薬或いはワクチンを適用した野生動物からの寄生虫の排除を組み込んだ「臨床検査・監視システム」の技術開発についての最新の情報まで解説して頂きました。

300席の会場にほぼ満席に近い約270名の一般聴衆が参加して下さり、質問コーナーでも予定の時間を大幅に超過する多くの質問が寄せられ、参加された方々が畜産に関して日頃強い関心を持っておられる事が伺えると共に、今回の講演会が成功裏に開催できました。当日の参加者をお願いしたアンケート調査の集計結果(資料2)から(回収率56%)、年齢層別には29歳以下の学生がその多くを占めていますが、30歳以上の多数の市民が参加して下さったと推測されます。また、公演内容についても「大変面白かった」、「まあまあ面白かった」が全体の93%を占めており、内容的にも立派であり、講師の先生方が解りやすくお話しして下さったためだと思われまふ。改めて講師の先生方に感謝申し上げます。しかし、講演会全体としてのまとめりや、個々の講演間の関連性についての厳しいご指摘も頂きました。幅広い年齢層や多様な関心を持つ市民を対象とした今後のこの種の催に参考となる貴重な意見や、運営面でのご指摘も頂いています。

今回の講演会は幾つかの反省点も在りますが、一応成功裏に開催できたと評価しています。これも一重に実行委員会委員、事務局員並びに多くの関係者のご協力・ご支援に依るものと深く感謝申し上げます。

#### 資料1 公開講演会プログラム

主催；(社)日本畜産学会、北海道畜産学会、後援；札幌市教育委員会

日時；平成10年12月5日(土) 午後1時より5時まで

会場；北海道大学 学術交流会館 講堂(札幌市北区北8条西5丁目)

北の大地と家畜と私たち 一環境と調和した畜産を考える一

13:00~13:05 開会の挨拶

(社)日本畜産学会会長 菅野 茂

第1部 自然と家畜と人のかかわり

13:05~13:45	人と自然との〈生身(なまみ)〉のかかわりを求めて	東京農工大学農学部 教授	鬼頭 秀一
13:45~14:25	家畜の生産と環境との調和	北海道大学農学部 助教授	近藤 誠司
14:25~14:40		— 休 憩 —	
第2部 北海道の自然がつくるおいしい牛肉・牛乳			
14:40~15:15	北海道の自然と牛肉	北海道立新得畜産試験場 家畜部長	川崎 勉
15:15~15:50	おいしい牛乳	サツラク農業協同組合 企画開発課長	野名 辰二
15:50~16:25	人と動物の健康	北海道大学大学院獣医学研究科 教授	神谷 正男
16:25~16:55	質疑応答(質問コーナー)		
16:55~17:00	閉会の挨拶	北海道畜産学会会長	清水 弘

資料2 公開講演会一般参加者に依頼したアンケート調査とその集約結果

(1) アンケート用紙

本日は御参加頂きありがとうございました。

お手数ですが今後の学会活動の参考のために、以下のアンケートに御記入の上、お帰りの際に出口前のアンケート回収箱に入れて頂きたく存じます。

以下のアンケートに、該当する箇所には○を付けてお答え下さい。

アンケート1 あなたの年齢および性別は？

年齢

- |            |            |            |            |
|------------|------------|------------|------------|
| 1. 11歳以下   | 2. 12歳~15歳 | 3. 16歳~18歳 | 4. 19歳~22歳 |
| 5. 22歳~29歳 | 6. 30歳~39歳 | 7. 40歳~49歳 | 8. 50歳~59歳 |
| 9. 60歳~69歳 | 10. 70歳以上  |            |            |

性別

1. 女 2. 男

アンケート2 どちらからお越しになりましたか？

1. 札幌市内 2. 札幌近郊( ) 3. その他( )

アンケート3 今回の公開講演会をどのようにしてお知りになりましたか？

1. ポスターをみて 2. パンフレットを見て 3. 友人・知人等から聞いて  
4. インターネットを見て 5. その他( )

アンケート4 公開講演会の内容は全体としていかがでしたか？

1. たいへん面白かった 2. まあまあ面白かった 3. あまり面白くなかった  
4. つまらなかった

アンケートは以上です。有り難うございました。

なお、今回の公開講演会に対する御感想とこれからの学会活動に対する御要望などが在りましたら、以下にご記入ください。

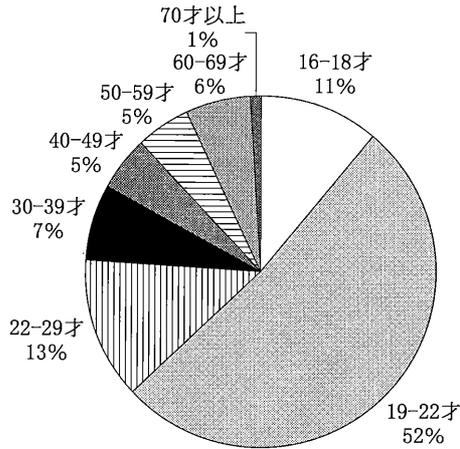
(2) アンケート集約結果

回収枚数：152 回収率：56.30% 参加者：270名

アンケート1；あなたの年齢および性別は？

年齢構成

16-18才	16
19-22才	81
22-29才	20
30-39才	10
40-49才	7
50-59才	8
60-69才	9
70才以上	1
計	152

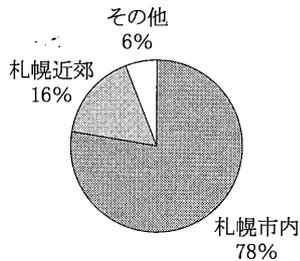


性別

女	59	40.70%
男	86	59.30%

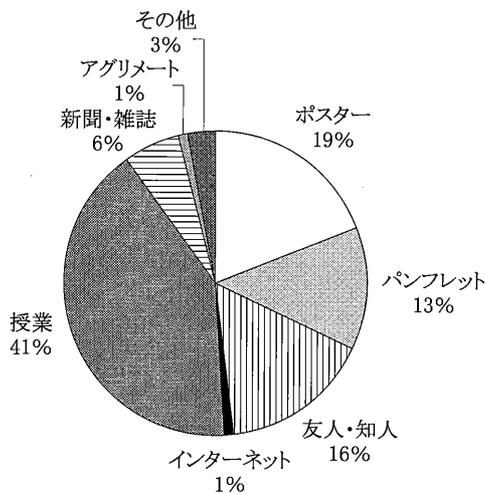
アンケート2；どちらからお越しになりましたか？

札幌市内	118
札幌近郊	25
その他	9



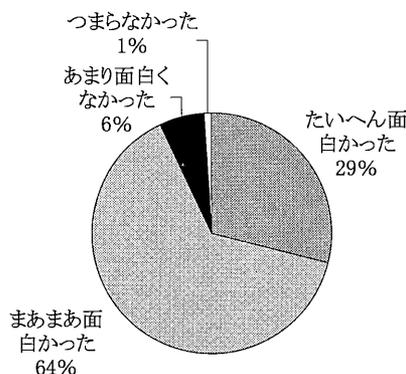
アンケート3；公開講演会をどのようにしてお知りになりましたか？

ポスター	29
パンフレット	20
友人・知人	25
インターネット	2
授業	61
新聞・雑誌	9
アグリメート	2
その他	4



アンケート 4；公開講演会の内容は全体としていかがでしたか？

たいへん面白かった	41
まあまあ面白かった	91
あまり面白くなかった	8
つまらなかった	1



公開講演会に対する御感想（アンケートの集約結果の後半の一部です）

1. 公開講演会全般に関して

- (1) 「有意義であった」、「勉強になった」、  
「畜産、学会に対するイメージが変わった」：22名

(2) 印象に残った講演内容

- a. エキノコックス ; 5名  
b. 牛乳 ; 5名  
c. 自然と畜産との関わり ; 4名

身近な問題に特に興味を持つ傾向が認められる。例えば、

- ・日頃登山をするので、エキノコックスの話に興味を持った。
- ・牛乳を毎日飲んでおり、牛乳に興味を持った。

2. 講演会のテーマ・内容について

- (1) 「よく理解できた」；5名  
(2) 「幅広い講師・内容で良かった」5名

3. 講演会のテーマ・内容についての要望（年配者）

- ・テーマをもっと絞った講演内容を期待していた。
- ・畜産の将来展望をも期待していた。
- ・環境問題にもっと踏み込んだ内容を期待していた。
- ・基調講演と具体的問題の講演内容の繋がりが希薄であった。
- ・専門用語の解説も含めて、市民に理解しやすい表現を希望する。

4. 運営面でのご指摘

- ・OHPは見にくい。
- ・写真は鮮明で良かった。
- ・照明が暗く、メモがとれない。
- ・時間通り終わって欲しい（2名；学生？）
- ・牛乳・クッキーのサービスはありがたい（4名）

5. PR活動について

- ・PR活動が不十分でないか（5名）
- ・一般市民の参加が少なかった。

6. 今後の期待

- (1) 今後とも公開講演会の開催を希望する：4名  
・学会・研究活動の成果を市民に解説する機会をもっと多く企画してください。
- (2) 場所・日時など  
・里ランド・ファクトリー  
・土・日曜日

資料3 公開講演会実行委員会委員

委員長 清水 弘（北大農）

委員 左 久（帯畜大），大久保正彦（北大農），田中 桂一（北大農），  
高橋 興威（北大農），島崎 敬一（北大農），近藤 敬治（北大農），  
三河 勝彦（北大農），西部 慎三（北農会），安藤 功一（酪農大）  
竹下 潔（北農試）  
事務局員 上田 純治，近藤 誠司，西邑 隆徳，服部 昭仁，中村富美男（北大農）

## シンポジウム報告④

## 「第2回日韓科学協力事業セミナー」

島崎 敬一  
北海道大学農学部

## 要 旨

日韓セミナー「組換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10年10月30日に韓国大田市生命工学研究所で開催された。日本側代表者は清水弘（北大・農）、韓国側開催責任者は生命工学研究所（KRIBB）のLee, Kyung-Kwang（李景廣）である。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、平成8年度に引き続き2回目の開催である。日本からは7人が参加・講演し、韓国側講演は6題であった。内容としては、「トランスジェニック動物の作出」として6題の発表、「組換えタンパク質」が3題、「発生学」が4題であった。講演会場には韓国の至るところから100名以上が参加し、関心の高さを目の当たりにした。講演会の翌日は、研究所の敷地内にある韓国で3番目の規模という動物飼育・実験施設や、トランスジェニックヤギを見学した。

## 1. はじめに

去年はテレビ、新聞などでクローンヤギのドーリーや、トランスジェニックウシの誕生について華々しく報じられた年であった。いささかはこのようなことと関わりのある研究をしている我々のグループと、韓国ではこの分野の先端的な研究グループとが、『組換えタンパク質の生産とトランスジェニック動物の作出—人間社会との関わり—』というテーマで合同のセミナーを持ったので、その内容について簡単に紹介する。

このセミナーは、日本学術振興会の日韓科学協力事業セミナーとして、平成10年10月30日に開催されたものである。ちょうど2年前の平成8年10月に北海道大学で開催されたセミナーに引き続き、今回が2回目の開催となる。この度の講演会場は、ソウルから高速バスで約2時間、韓国のほぼ中央に位置する大田（テジョン）市の大徳（テドク）研究団地内にある Korea Research Institute of Bioscience and Biotechnology（KRIBB、韓国生命工学研究所）（写真1）の会議室であった。講演発表のために日本側から出席したのは7人であり、本セミナーの日本側代表である清水弘（北大・農）を始め、高橋芳幸（北大・獣医）、上田純治（北大・農）、森匡（同）、玖村朗人（同）そして筆者の6



写真1 韓国生命工学研究所の全景

人が千歳空港に集合し、成田空港からソウルに向かった豊田裕（北里大、元・帯広畜産大）とソウル郊外の金浦空港の到着ロビーにて落ち合った。

## 2. セミナーの内容

セミナー当日は生憎の雨にもかかわらず、会場に100名余にもものぼる参加者が研究所内外はもとより、遠くは済州島からも集まって頂き、その中には日本人、韓国人だけでなくロシア人、中国人も各1名が参加していた。セミナーはまず韓国側開催責任者のLee, Kyung-Kwang（李景廣）の開会の辞と日本側代表者である清水の挨拶で始まり、各講演の内容は以下の通りである。

## a) トランスジェニック動物（I）

まず豊田の座長のもとに清水が「組換え遺伝子の実用家畜集団への導入」と題して講演を行った（写真2）。すなわち、遺伝子組換え動物の作出は、ホルモンやヒト血液成分等の医薬品生産を目的に試みられているが、これらの多くの製品の需要は僅か数頭の乳牛で賄え、クローニングにより更新牛の継続的生産が可能になってきている。更に、育児粉乳等の生産目的で乳牛の乳成分をヒトミルクに近く改変したり、家畜の抗病性の付与やソマトトロピン等の成長因子の付加による家畜生産性の急激な増加を目的にした、遺伝子組換え動物の作成には、実用家畜集団への組換え遺伝子導入の過程が必要になる。そこで遺伝子組換え家畜の生産後、それらを基礎として実用家畜集団を造成するまでの過程とそれに必要な技術、さらに戻し交雑・検定・選抜



写真2 清水代表の講演 (上田提供)

による組換え遺伝子の集団内固定方法について、標識遺伝子を利用した選抜等の最近の知見を含めて紹介した。次いで Kim, Sun Jung (KRIBB) が、ヒトラクtofエリン遺伝子は17個のエクソンを持っていること、さらにウシ $\beta$ -カゼイン遺伝子のプロモータとヒトラクtofエリン遺伝子から構成した発現ベクターをもとに、ミルク中に高レベル(400 $\mu$ g/ml)でヒトラクtofエリンを分泌するトランスジェニック動物を作成したことを報告した。また、Yoo, Ook Joon (KAIST) は、ヤギ $\beta$ -カゼインプロモータを用いてヒト顆粒球コロニー刺激因子(hG-CSF)を発現させるトランスジェニックマウスを作成したところ、ミルク中に150 $\mu$ g/mlが検出されたこと、さらに同様の遺伝子を導入した Meddy と Serry と名づけられた2頭のトランスジェニックヤギも得られていることを報告した。

#### b) 組換えタンパク質

Yoo, O.J. の座長のもとに島崎が、組換えウシラクtofペルオキシダーゼをCHO細胞系を用いて作成し、Westernプロット法による確認だけでなく、組換えタンパク質にはヘムも結合しており、かつ酵素活性も



写真3 セミナー会場の風景 (韓国生命工学研究所提供)

示したことを報告した。ラクtofペルオキシダーゼの利用例の一つとして、我国で発売されている歯磨きガムを紹介した。昼休みにドリンクコーナーにそのガムを1パック並べたところ、30分で品切れとなる大人気であった。次に演壇に立った Yu, Dae-Yeul (KRIBB) は、これまでヒトミルク中には存在しないと考えられていた $\alpha$ s1-カゼインのクローニングに成功し、かつ大腸菌を用いて組換え体を調製し、そのトリプシン分解産物から血圧上昇を抑える機能を持つアンジオテンシンI転換酵素阻害ペプチドを調製し、活性が認められたことを報告した。また玖村は、牛乳から分離された低温菌である *Ps. fluorescens* No.33 が菌外に産生する酵素(リパーゼおよびプロテアーゼ)の遺伝子構造を解析したところ、シグナルペプチドを示す配列が欠落していることを見出し、分泌時にシグナルペプチドを必要としない別のメカニズム、すなわちABC-トランスポーターによって菌体外に分泌されるものである可能性を報告した。

#### c) 発生学

午前の二つのセッションに引き続き、午後の部はまず Park, C.S. (忠南大学校) の座長のもと高橋が、トランスジェニックウシの作出に欠かせない牛胚の体外培養法、とくに化学的組成の明らかな完全合成培地だけを用了培養法について検討を加えた結果、培養気相中の酸素、グルコースなどのエネルギー源、アミノ酸および細胞増殖因子が胚の発育に影響することが明らかになったこと、その成果をもとに牛胚の発育に適した体外培養系を確立したことを報告した。次ぎに Han, Yong-Mahn (KRIBB) は、精子由来の前核が2個、卵子由来の前核が1個計3個の前核を有するブタの多前核胚(polypronuclear porcine embryos)について、これまでは発生途中で退化してしまうと考えられていたこのような胚の発生に成功し、新生仔までに至ったことを報告した。次いで森は、精子の幹細胞である精原細胞を用いたトランスジェニック動物作成のために、幼若なマウスおよびブタの精巣から精原細胞を単位重力沈降法により分取することに成功したことを報告した。その後の体外培養では細胞を増殖させることは困難であり、培養液組成や培養方法の改良がさらに必要であること、幾つかの克服されなければならない問題点もあることが認識されたことも併せて報告した。このセッションの最後に上田が、高分解能二次元電気泳動法と高感度銀染色法を改良して組み合わせ、1個のブタ卵子及び初期胚について、蛋白質レベルでの遺伝子発現が解析可能な新たな分析方法を提示した。

#### d) トランスジェニック動物(II)

高橋の座長のもと、豊田がトキソプラズマの主要表

面抗原である P 30 の遺伝子をマウスに導入して発現させることに成功したこと、さらにこのトランスジェニックマウスを用いてトキソプラズマに対する感染への抵抗性を調べることによって、P 30 が感染にとって主要な役割を果たしていることを確かめたとの報告を行った。次いで Lee, Chul-Sang (KRIBB) は、マウスを用いてウシ  $\beta$ -カゼインプロモータによってウシ成長ホルモン遺伝子を発現させたところ、乳腺と肺の 2 個所に特異的に発現し他の組織には見られなかったこと、かつ乳腺と肺ではそれぞれ異なる制御メカニズムで発現されることを報告した。最後の講演は Lee, Hoon Taek (建国大学校) による精子ベクター系をトランスジェニック動物の作出に用いるという野心的な研究の発表であった。複数の方法で外来遺伝子を精子に導入する方法を試み、リポゾーム/DNA 複合体を直接に精巢に導入する方法でもかなりの成功を取め、今後このように遺伝子導入した精子を用いた受精によって、トランスジェニック動物を作ることが可能となるであろうとのことであった。

以上をもって講演会は終了し、会場において講演者全員の記念撮影を行った(写真 4)。その後、参会者を交えてのレセプションが、研究所内のカフェテリアにおいて和やかな雰囲気のもとに行なわれた(写真 5)。なお、翌 10 月 31 日はセミナーが開催された KRIBB を見学した。まず、韓国で 3 番目の規模という動物実験施設を見学し、次いで hG-CSF の遺伝子を導入された韓国原産の黒ヤギ(写真 6)も見せてもらった。実験室を見ながら現在の韓国の厳しい経済状況が研究環境にどう影響しているか話を聞いたが、外国出張の制限はもとより、国際電話の発信についても、とても厳しい規制がかかっているとのことであった。午後から私共は扶余(プヨ)を訪れた。ここは飛鳥時代に日本に多大な影響を与えたあの百濟(ペクチェ)の首都があったところであり、国立扶余博物館、五重塔のある定林寺跡、陵山里古墳群などをゆっくりと見て周り、古代からの日本と韓国の絆を再認識した旅となった。

### 3. あとがき

日本からの参加者は皆、海外渡航経験は豊富であるものの、韓国へは今回が始めての人から筆者の 6 回目までと様々であった。清水と筆者が今回の旅行スケジュールを立てたが、飛行機、バスの中で満を持して体力・気力を蓄積していた?森が、ホテルに着いてからバッチリと目覚めて細かい手配や連絡などに心配りを見せてくれた。また、今回の旅はとても順調であったが、計画段階では 7 人の集団での旅がうまく行くかどうかとても不安であった。迎えの人と時間通りに会えるか、乗り継ぎは大丈夫か、言葉が通じないための不便・行き違いなど、きりが無く心配になった。その筆頭は、10 月から大韓航空機の千歳発の時間が午後 3

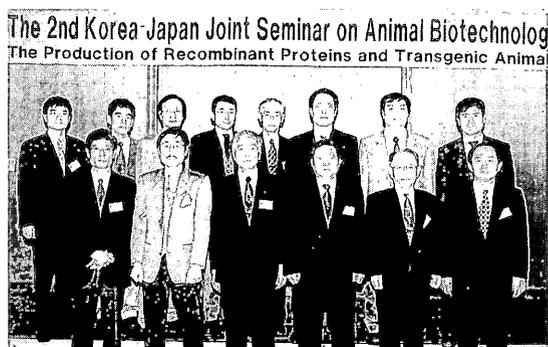


写真 4 セミナー関係者全員で(韓国生命工学研究所提供)  
前列向かって左から、高橋、島崎、清水、Lee, K.K.(KRIBB)、豊田、Park, C.S.(忠南大学校)、後列、Kim, S.J.(KRIBB)森、Yu, D.Y.(KRIBB)、玖村、上田、Lee, H. T.(建国大学校)、Yoo, O.J.(KAIST)、Han, Y.M.(KRIBB)



写真 5 懇親会での一コマ(韓国生命工学研究所提供)

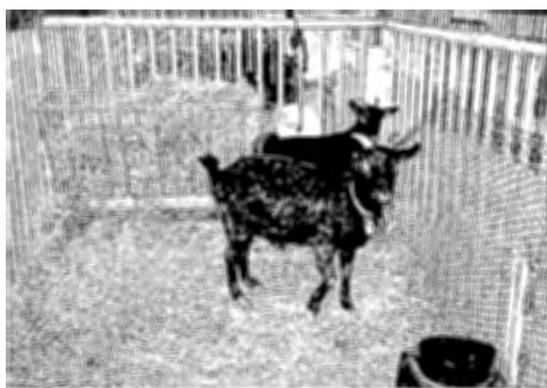


写真 6 トランスジェニックヤギ, Meddy と Serry (上田提供)

時となり、金浦空港への到着予定時刻が大田行きの高速度バスの最終便の 1 時間前となっているのがチケットを手配する段階で判明したことである。入国審査などで混雑したらバスに乗り遅れると随分心配したが、結局は取り越し苦労であり、迎えに来てくれた方々と記念写真までとる時間の余裕もあって本当にほっとした。その後、無事に宿泊先のホテルロッテ大徳に到着

し、2年前のセミナーで会った面々と顔を合わせ、ホテル向かいの韓国料理店で遅い夕食ではあったが参鶏鍋（サンゲタン）とキムチに舌鼓を打ち、一息ついたのは夜の11時であった。この店は、長テーブルを前に座布団に座って食べる大衆的な店で、味も良く皆気に入って翌日もその店で韓国式の朝食を食べた。

大田市を離れたのは11月1日で、高速バスで昼にはソウルのバスターミナルに着いた。午後は南大門市場などを見学し、近くのロッテデパートでキムチ、味付け海苔、辛ラーメンなど、それぞれ思い思いのお土産を仕入れた。夕方には建国大学校畜産大学の柳濟炫学長と鄭忠一教授を交えて、明洞（ミョンドン）の焼肉

屋で韓国最後の夕食を楽しんだ。

本セミナーを終えて韓国側のもてなしが非常に気に入ったのか、次回のセミナーもぜひ韓国で開催したいとの声が上田と森からあがっていた。決して酔っ払っての無責任な発言ではなかったので、次回の世話役を彼ら2人に譲り、私共はその開催を心待ちにすることとなった。

なお、本文中に於いてはほとんどの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れば、それらは全て筆者の責任でありお詫びする。

## 書 評

## 「エゾシカを食卓へ ヨーロッパに学ぶシカ類の有効活用」

編著者：大泰司紀之・本間 浩昭

発行年：1998年

発行所：丸善プラネット

関川 三男

帯広畜産大学，帯広市 080-8555

長年、野生動物の生態や保護に取り組んできた著者らのエゾシカ問題に対する総合的対応策の提案書。本書の土台は、北海道農政事業「北海道エゾシカ総合対策」の一環として1997年度に実施された英国、ドイツおよびハンガリーにおける現地調査の報告書である。しかし、堅苦しさはなく、豊富な写真やふんだんなグラフを用いて視覚的にも楽しい。さらに最新の知見や著者らの考え方を平易な文章で表し全体としても読み易い。全体の構成や写真等の配置には何か垢抜けたものを感じる。編著者に新聞関係の方が参加されていることを知り、納得した。ただし、写真が全てモノクロなのは残念である。

書名もさることながら、5ページに渡る目次を見ると、内容の濃さに度肝を抜かれてしまう。北海道の現状把握から始まり、ヨーロッパ諸国での事例紹介、本論であるエゾシカ対策へと続く。

評者も数年前から鹿肉の特性を調べ始めたが、この過程で道内の研究機関で鹿を研究対象とする方が意外と多いことに気付いた。現在、この方々に呼びかけて、エゾシカに関する共同研究を企画している。このような状況ということもあり本書は一気に読めてしまった。また、流れがあるので飽きることもなかった。しかし、各章には簡潔で適切な要約が準備されているので興味ある章から読み始めることも可能である。

ヒトと野生動物との軋轢は、現在、普遍的かつ世界的な問題である。北海道においてもエゾシカにより農林業（推定50億円）やヒトの日常生活への被害が増大し社会問題化している。これに対し種々の対策が実施され、着実に成果は得られているものの、根本的解決には至っていないのが現状である。この原因は、対策がやや個別的で本質的な議論や全体的戦略に欠けることによる。本書の提案は、エゾシカの生態から利用、あるいは流通までを網羅しており、総合的かつ合理的である。

鹿肉は、基本的に低脂肪、高タンパク質で鉄含量が高い。また、今後、予想される世界的な食糧危機に対し、鹿肉は重要なタンパク質源となり得る。従って、

ヒトの食糧と競合しない新家畜として生態系を考慮した利用法を早急に確立する必要がある。野草による飼養法を確立し、経済動物として鹿を新たな畜産業の対象とすることや、さらに囲い込み猟場での狩猟の有料化、あるいは機能性を付与した鹿から得られる特産品の販売を通じて観光産業や地域産業の振興にも寄与し得る。これら鹿の有効利用に関するヨーロッパ諸国の事例は示唆に富む。

野生生物の保護と研究には、多くの時間と人々の理解が必要である。さらに我々の生活パターンや発想の転換も要求される。何故、鹿は森を追われ人里へ降りてくるのか？ この疑問に対して本質的解答を得る事は難しい。森林伐採の悪を挙げつらう事は簡単であるが、紙を全く使わない人はいない。一般の人々にとってシカの激増は、夜間のドライブで鹿とニアミスした恐ろしい体験談の多さで十分に実感し得る。しかし、実際の生息数を科学的に正確に知ることはかなり難しい。淘汰、即、絶滅の図式もあながち嘘とは言い切れない。科学的な予測は、常に確率的で絶対的なものではない。それをわきまえて対策を練り、迅速に行動することの重要性を本書は説く。

エゾシカ問題は広い意味での環境問題である。環境対策に必ず付随する環境リスクと経済効果のバランスをどのようにとるのか？ 実際は、エゾシカを絶滅させず生物の多様性を確保しながら人間の経済活動を発展維持させる方策が望まれる。本書が提案する「エゾシカ協会」は、現在、指摘されている多くの問題に対し、有効な解決策を策定し実行し得る組織である。これを実効あるものにするためには、行政や研究機関、さらに北海道に暮らす人々の連携が必須である。

題名「エゾシカを食卓へ」に表された通り、食べることがヒトとシカとの共生へと繋がる。鹿肉を食べることによって、多くの問題が浮き彫りにされ、多くの共通意識が生まれてくる予感がする。鹿肉を食べる時、その背景にある問題を意識してもらいたい。北海道で暮らす方には、職種に拘らずに、是非とも読んで頂きたい一冊である。

第54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 (8月29日)

- A-01 泌乳牛の第一胃運動に対する混合飼料の栄養含量の影響  
○田鎖直澄・早坂貴代史<sup>1</sup>・山岸規昭<sup>2</sup>・上野孝志 (北農試, <sup>1</sup>農水省草地試, <sup>2</sup>農水省畜試)
- A-02 牛の反芻時咀嚼による飼料片の微細化が繊維質の発酵性に及ぼす影響  
○鈴木知之・潘 軍・泉 賢一<sup>1</sup>・岡部靖子<sup>2</sup>・上田宏一郎・諸岡敏生・大久保正彦 (北大農, <sup>1</sup>酪農大, <sup>2</sup>東北農試)
- A-03 乾草を給与しためん羊におけるルーメン内細菌とプロトゾア量の経時的変化  
○潘 軍・鈴木知之・上田宏一郎・大久保正彦 (北大農)
- A-04 乳中尿素窒素の実態と今後の活用  
田中義春・小坂英次郎<sup>1</sup>・吉川恵哉<sup>2</sup>・高田 昇<sup>3</sup>・立石浩幸<sup>4</sup> (北見農試, <sup>1</sup>北生検網走, <sup>2</sup>北見農業改良普及センター, <sup>3</sup>北見ノーサイ, <sup>4</sup>置戸農協)
- A-05 乳牛の栄養摂取からみた乳中尿素窒素濃度の適正值  
○糟谷広高・扇 勉・松本武彦・八田忠雄・高橋雅信 (根釧農試)
- A-06 濃厚飼料の給与水準を異にして育成した黒毛和種去勢牛のノルエピネフリン負荷に対する反応  
○杉本昌仁・佐藤幸信・寒河江洋一郎 (新得畜試)
- A-07 放牧飼養及び舎飼飼養育成牛の血液性状と体構成について  
○井上初音・李 洪求・松長延吉・日高 智・桑山秀人・左 久・秦 寛<sup>1</sup>・金子聡一<sup>1</sup>・新宮裕子<sup>1</sup>・稲葉弘之<sup>1</sup>・河合正人<sup>1</sup>・小竹森訓央<sup>1</sup>・大久保正彦<sup>1</sup> (帯畜大, <sup>1</sup>北大農)
- A-08 肥育豚におけるクレンプテロール投与が産肉性及び血液代謝像に及ぼす影響  
○フォン・タング・ロング・高田 直・渡部和代・日高 智・松永延吉・桑山秀人・左 久 (帯畜大)
- A-09 Changes of blood compositions through the lactation stage and dry period in dairy cows under high roughage feeding system  
○タンゼン・高橋正樹・西道由紀子・佐々木千鶴・八代田真人・時田光明・中辻浩喜・近藤誠司・大久保正彦 (北大農)
- A-10 ルーメンバイパスメチオニン製剤の給与が乳牛の泌乳性におよぼす効果  
○泉 賢一・菊地智恵・岡本全弘 (酪農大)

管 理

- A-11 集約放牧下における泌乳牛の食草行動と優劣順位の関係  
○谷川珠子・佐々木千鶴<sup>1</sup>・西道由紀子・八代田真人・中辻浩喜・近藤誠司・大久保正彦 (北大農, <sup>1</sup>新得畜試)
- A-12 林間放牧地における北海道和種馬の利用場所とそれに及ぼす諸要因  
○河合正人・稲葉弘之<sup>1</sup>・新宮裕子<sup>1</sup>・近藤誠司<sup>1</sup>・秦 寛<sup>1</sup>・大久保正彦<sup>1</sup> (帯畜大, <sup>1</sup>北大農)
- A-13 林間放牧地における北海道和種馬およびサラブレッド系馬の採食時間, 移動距離および活動域の違い  
○新宮裕子・河合正人<sup>1</sup>・稲葉弘之<sup>1</sup>・秦 寛<sup>1</sup>・近藤誠司<sup>1</sup>・大久保正彦 (北大農, <sup>1</sup>帯畜大)
- A-14 北海道和種経産馬における哺乳子馬の有無が牧草放牧地での空間分布構造に及ぼす影響  
○近藤誠司・稲葉弘之<sup>1</sup>・河合正人<sup>1</sup>・秦 寛<sup>1</sup>・大久保正彦 (北大農, <sup>1</sup>帯畜大)
- A-15 自動搾乳システムにおける分房別電気伝導度と乳房炎判定指標との関係  
○古村圭子・柳田綾子・柏村文郎・日高 智 (帯畜大)
- A-16 乳由来乳腺上皮細胞のカゼイン発現量を利用した乳房炎の検出  
○今村美生・板垣康治・谷本守正 (雪印乳業札幌研)
- A-17 酪農経営方針の転換に伴う経済性, 投入化石エネルギー, 窒素負荷の変化  
○河上博美・千場信司・高山繁之・森田茂・吉野宣彦・石沢元勝<sup>1</sup>・池田厚男<sup>2</sup> (酪農大, <sup>1</sup>酪農業, <sup>2</sup>農水省畜試)
- A-18 野生ニホンジカ捕獲個体の畜産物としての活用  
○大泰司紀之 (北大獣)

- 
- B-01 バイオベッド（発酵床）における豚の適正飼育密度と床の手入れの簡略化  
○阿部英則・渡部 敢・山崎 昶・山川政明<sup>1</sup>（滝川畜試，<sup>1</sup>根釧農試）
- B-02 乳牛用の発酵床フリーバンの調査事例  
○柏村文郎・大下智志・古村圭子・日高 智（帯畜大）
- B-03 被覆資材が野積堆肥の発酵状態に及ぼす影響  
○池瀧 孝・物井紀巳生・太田 武・横山拓二・大谷昌之・熊瀬 登・吉澤一郎・塚本孝志・高橋 敏<sup>1</sup>・山本 純<sup>2</sup>（帯畜大，<sup>1</sup>十勝農協連，<sup>2</sup>エルフ・アトケム・ジャパン）
- B-04 金網によるパドックの泥ねい化防止  
○干場信司・坂本華子・森田 茂・佐藤義和<sup>1</sup>（酪農大，<sup>1</sup>農水省）
- 

#### 畜産物利用

- 
- B-05 北海道の過去5か年（平成5～9年度）の乳質について  
○三谷 満・中村 貢・荒谷寿樹・白坂隆明・熊野康隆・笹野 貢（北生検）
- B-06 鶏の筋細胞におけるユビキチンの組織化学的検討  
○山本みわこ・関川三男・島田謙一郎・三上正幸（帯畜大）
- B-07 トリ羽毛の形態形成に関する免疫組織化学的研究  
○中村富美男・平野大介・三田晶子・竹之内一昭・近藤敬治（北大農）
- 

#### 育 種

- 
- B-08 ばんえい競走馬の競走タイムに関する遺伝的パラメータの推定  
○後藤裕作・鈴木三義・柏村文郎（帯畜大）
- B-09 北海道の乳牛集団における泌乳量に対する年齢および分娩月補正の再検討  
○山口由紀・鈴木三義・萩谷功一（帯畜大）
- B-10 肉専用種子牛の気質に対する遺伝的ならびに環境的要因  
○藤川 朗・酒井稔史・荘司 勇・宮崎 元（新得畜試）
- B-11 根釧農試におけるカゼイン遺伝子多型の乳生産形質およびSCSへの遺伝的効果  
○西村和行・高橋雅信・扇 勉・原 悟志・堂腰 顕・上田和夫（根釧農試）
- 

#### 遺 伝

- 
- B-12 モノクローナル抗体の新生児黄疸症予防検査への臨床応用  
○赤島智博・白尾淳之・寺田 有<sup>1</sup>・大和康夫<sup>1</sup>・横濱道成（東京農大，<sup>1</sup>日高軽種馬農協）
- B-13 ウシ乳蛋白質の免疫化学的定量条件の検討  
○渡邊竜也・平山博樹<sup>1</sup>・松長敦子・横濱道成（東京農大，<sup>1</sup>㈱新薬開発研究所）
- 

#### 繁 殖

- 
- B-14 韓国在来ヤギの系統造成—外貌特色，繁殖成績—  
○小林 毅・前川歩美<sup>1</sup>・阿部和美<sup>2</sup>・横濱道成（東京農大，<sup>1</sup>㈲ヨコヤマプランテーション，<sup>2</sup>東北緑化環境保全㈱）
- B-15 めん羊の季節外繁殖における人工授精後の受胎率の向上を目的とした黄体機能の改善  
○石田直久・岡田みどり・瀬端和秀・湊真由子・福井 豊（帯畜大）
- B-16 ウシ胚の体外発生におよぼす卵胞サイズおよび体外成熟培養時間の検討  
○水島志歩・梅田千穂・鄭 然吉・林加奈子・福井 豊（帯畜大）
- 

#### 飼料・草地（8月30日）

- 
- B-17 分光反射率による草量推定に影響を及ぼす要因  
○牧野 司・花田正明・岡本明治・上原有恒（帯畜大）
- B-18 中国・新疆ウイグル自治区甘溝村における遊牧羊の採食量の季節変動  
○上原有恒・花田正明・岡本明治・維納汗巴彥<sup>1</sup>・伊明江司徳克<sup>1</sup>（帯畜大，<sup>1</sup>新疆草原研究所）
- B-19 水分含量の異なるサイレージの貯蔵中における構造的炭水化物の分解とin vitro消化率  
○鷲巢紋子・穴沢雄一郎・西川恵美・山北未来・松岡 栄（帯畜大）
- B-20 畑酪型酪農地域と草地型酪農地域における土地利用形態と土地からの乳生産量  
○藤芳雅人・河上博美<sup>1</sup>・干場信司<sup>1</sup>・近藤誠司・大久保正彦（北大農，<sup>1</sup>酪農大）
-

## 閉会集会報告

## 栄 養

北海道農業試験場 大 下 友 子  
 新得畜産試験場 小 倉 紀 美

栄養分野のうち、A1から3までの3題は大下（北農試）、A4から5までの2題は小倉（新得畜試）が座長を担当した。

**A-01** 乳牛の第一胃運動は、運動障害や飼料の第一胃通過に密接に関与するとされ、種々の方法で測定が試みられている。本研究では、オープンチップカテテル法を改良し、第一胃運動の測定を簡便にかつ長時間可能とし、また、解析が比較的容易であるシステムの開発を行った。さらに、TDN含量の異なる混合飼料を給与した泌乳牛の第一胃運動を本方法で測定し、比較検討した。本方法は、バルーン法に比べ、測定が比較的容易でトラブルが少なく、第一胃運動を長時間測定できること、また、TDN含量の低い飼料摂取時の、A型B型を合わせた総回数がTDN含量の高い飼料摂取時よりも有意に多いことを明らかにした。一方、個体による差異や採食、反芻等の行動による差異の原因は明らかにされていない。今後は、本システムを用いてのより多くのデータの蓄積が望まれ、第一胃運動に関する研究の進展が期待される。

**A-02** 粗飼料摂取時の反芻家畜においては、反芻時の咀嚼行動が飼料片の微細化や反芻胃通過を促進している。本研究では、反芻時咀嚼による飼料片の微細化が飼料中繊維の発酵性に及ぼす影響を明らかにするため、オーチャードグラス乾草あるいはアルファルファ乾草を摂取したホルスタイン去勢牛の反芻時における、咀嚼前と後の食塊を *in situ* 培養し、NDF消失率を比較検討した。その結果、いずれの草種も、咀嚼前に比べ、咀嚼後では食塊のNDF含量、NDF消失率のいずれも増加すること、また、草種によって *in situ* のNDF消失率の経時変化が異なることから、反芻時咀嚼は、粒度縮小による表面積の拡大の他、未消化の繊維基質の微細化が関与していると推察している。今後、反芻時咀嚼が繊維質発酵に及ぼす影響の草種間差の要因解明が期待される。

**A-03** 反芻家畜生産においては、ルーメン微生物による飼料繊維の発酵を効率良く進めることが、必要不可欠である。そのため、繊維消化に関与する微生物の種類や飼料給与後の微生物量の変動について研究が進められてきた。一方、その多くは、ルーメン液相微

生物に関するものであり、飼料片に付着する微生物量の変動についての検討例は少ない。本研究は、アルファルファとオーチャードグラス乾草を摂取したヒツジのルーメン内飼料片に付着する細菌とプロトゾアについて、飼料給与後の量的変動を検討したもので、細菌及びプロトゾアとも、その大部分が飼料片に強く付着しており、特に細菌でその割合が高かったこと、アルファルファでは、オーチャードグラスよりも早い時間に細菌、プロトゾアとも付着する傾向にあることが報告された。今後、細菌とプロトゾアの分布様式の差異、あるいは、飼料間の差異の原因究明を期待したい。

**A-04** 乳牛の栄養バランスのモニターとして注目されている乳中尿素窒素(MUN)の有効性を農家の飼養実態調査より明らかにした報告である。MUN濃度は飼養条件により変動し、TDN/CPバランスをよく反映することを認めた。それによると、MUN濃度の変動は、まず粗飼料給与の影響が大きいことを明らかにし、放牧の有無やトウモロコシサイレージ給与の中断が季節や飼養形態変動として現れ、このときのMUN濃度は適正範囲をはずれる場合が多かった。また、TMR給与ではMUN濃度の季節変動が小さかった。次に飼料給与の順序を変動要因として指摘し、放牧前の飼料給与の有無を例としてあげた。3番目には飼料組み合わせや飼料蛋白の質の影響をあげた。ガイドラインとして設定した10~14 mg/dlより低い6 mg/dl程度のMUNでも優良事例があることをあげ、飼料組み合わせによっては、適正值も変わる可能性を指摘した。この点については、質問があり論議となったが、さらに検討の必要性を確認した。

**A-05** 乳牛の乳中尿素窒素(MUN)の適正值を栄養摂取量および乳生産との関係から求めた報告である。これまでのMUNの適正なガイドラインは、多数のデータを統計処理して求められたものであるが、今回の報告は乳牛の栄養摂取量から求めたことに意義があると言えよう。これによると、粗飼料給与がグラスサイレージ主体のもとで、MUN濃度はTDN摂取量とCP摂取量との比に高い相関が認められた。得られた2次回帰式をNRC飼養標準の推奨栄養含量に当てはめると、日乳量が20~40 kg水準の乳牛では、MUN適正值は11 mg/dl程度であると報告した。これに関しては、放牧のような飼養形態の違いや個体差への対応について、さらに、MUNが6 mg/dlでも適正と判断される事例があるがどう考えるかという質問があった。これに対する応答は飼料蛋白質の分解性や飼料組

み合わせなどの違いによる可能性を推論した。MUNの適正値の許容範囲に関しては今後も引き続き研究が行われることを期待する。

## 栄 養

根釧農業試験場 扇 勉  
帯広畜産大学 日 高 智

**A-06** 糟谷ら(根釧農試)により、濃厚飼料の給与水準を異にした黒毛和種去勢牛を用いて、ノルエピネフリン(NE)負荷後に経時的に採血を行い、代謝産物の血漿中濃度を測定し、供試牛の脂質代謝、糖代謝の相違が発表された。濃厚飼料を日増体量0.9kgのTDN要求量の90%(HC区)、70%(MC区)、45%(LC区)で3~9カ月齢まで給与した後のNE負荷で、HC区では乳酸が、LC区ではNEFAが高くなる傾向を示し、またNEFA/遊離グリセロールではHC区<MC区<LC区となり、NE負荷によりHC区では筋グリコーゲンの分解が、LC区では脂肪分解が高まっていたものとしている。質疑ではNE負荷に対する個体間の反応の違いについて、NE負荷後の血漿中濃度のピーク時間は代謝産物のそれぞれで一定であること、また、ホルモン濃度ではインスリンはHC区>LC区であったことが報告された。今後の課題としてNE負荷試験成績と育成・肥育成績との関連の検討が望まれる。

**A-07** 井上, 左ら(帯畜大)および秦ら(北大)により、放牧または舎飼の育成牛での体構成と血液成分の比較が報告された。5カ月齢ホルスタイン種去勢牛9頭を放牧区と舎飼区に分け、日増体量0.8kg/日で飼養し、試験開始3カ月に血漿遊離脂肪酸(NEFA)、グルコース(GLU)、尿素態窒素(BUN)、インスリン(INS)、成長ホルモン(GH)、IGF-1濃度を測定し、4カ月の飼養試験終了後、体構成、枝肉構成を比較した。放牧区は舎飼区に比べ、NEFA、BUN濃度が高く、INS、GLU、IGF-1濃度が低く、GH濃度では両区に差がなく、体構成では放牧区は舎飼区より内臓重量が重く、空体重と枝肉重量が小さい傾向を示したが、枝肉の筋肉、骨、脂肪の構成比は両区で差がなかった。代謝産物およびホルモンの血中濃度が放牧区は異化的、舎飼区は同化的傾向を示し、これらのことが体構成の違いと関連するとしている。質疑では、これらの違いが飼料の質や運動量の違いによるものか今後の検討課題であるとされた。

**A-08** Long, 左ら(帯畜大)により、肥育豚にてアドレナリン作動性 $\beta$ 受容体刺激薬( $\beta$ -アゴニスト)のクレンプテロール(CLEN)を給与し、その血液代謝像と産肉性に及ぼす影響が発表された。交雑種肥育豚18頭を試験区(飼料中CLEN 1 ppm 給与)と対照区に分け、42日間飼養し、試験1, 28, 42日目に血漿

NEFA、尿素態窒素(BUN)、インスリン(INS)、成長ホルモン(GH)を測定し、さらに飼料利用性と屠肉性を検討した。CLEN投与で日増体量が増加、飼料要求率が減少し、枝肉の筋肉割合の増加と脂肪割合が減少し、胸最長筋の面積と粗蛋白質含量の増加、粗脂肪含量の減少がみられた。また、CLEN投与で血中NEFA濃度が増加、BUNが減少し、INSは1, 28日目で対照区より高かったが42日目では差がなく、CLEN投与で体脂肪分解の促進と蛋白質蓄積の促進がみられたとしている。質疑ではINSで42日目でCLEN投与の影響がなかったことは、長期投与による脱感作であろうとされた。

**A-09** Zin, Okuboら(北大)により、高粗飼料給与と下で泌乳期、乾乳期を通した1997年5月から1998年7月までの乳牛6頭の血液成分の変化が報告された。血糖値(GLU)は泌乳期、乾乳期で差はなかったが、泌乳期は総コレステロール(Tch)が乾乳期より高く、トリグリセリド(TG)は低かった。TGは泌乳初期から泌乳後期に上昇する傾向を示した。総蛋白質、アルブミンは泌乳初期が泌乳後期より高い傾向を示した。また、同じ泌乳初期であっても年の違いによりGLU、尿素態窒素、アンモニア態窒素濃度に差がみられた。質疑では、高泌乳牛でTchとTGが低泌乳牛より高いこと、分娩時の血糖値の低下は栄養摂取状態の影響であるとされた。今後の課題としてボディコンディションスコアと血液成分との関連、泌乳期に関連した栄養摂取状態と血液成分との関連などが指摘された。

**A-10** 泉, 岡本ら(酪農大)により、乳牛に制限アミノ酸となりやすいメチオニン(Met)をルーメンバイパス製剤(RBMet)として15g/日給与した時の泌乳性に及ぼす影響が報告された。分娩後4週から26週までRBMetを給与した結果、Metが充足され、RBMet給与期にRBMet区が対照区より乳量が増加する傾向を示し、RBMet給与終了後両区の乳量は同等であったが、305日乳量はRBMet区が対照区より多い傾向であった。代謝プロファイルテスト、繁殖成績にはRBMet給与の影響はなく、RBMet給与は泌乳の持続性に効果があるとしている。質疑ではピーク乳量を高めるためには分娩直後からの給与試験が必要であること、産次の違いがRBMet給与に対する反応に及ぼす影響については今後の課題であること、血中尿素態窒素濃度にRBMet給与で差がみられなかったことは、本試験のRBMetのバイパス率が85%と高く、蛋白質の利用効率が増したためとされた。今後は、分娩直後からの長期間のRBMet給与試験での検討が望まれる。

## 管 理

帯広畜産大学 柏 村 文 郎

A-11 演者らは、集約放牧下における泌乳牛の採食行動について一連の試験を行っており、今回は、割当草量の違いが採食行動と優劣順位の関係に及ぼす影響について報告した。食草持続時間や移動距離などから判断して、優劣順位が採食行動に影響していることが伺われた。また、それは割当草量の少ない群で顕著になるようであった。ただし、このことが採食量や乳量に影響を及ぼすか否かについてはまだ結論が得られていないようである。集約放牧における牧区面積・草量・飼養密度・牛の社会的関係・生産性などの相互関係は複雑であるが、今後の酪農形態として期待される技術なので、より実用的研究が期待される。

A-12 演者らは、森林下草資源を利用した北海道和種馬の林間放牧に関する一連の研究を行っており、今回は、放牧地の斜度および形状が採食行動や休息利用場所に及ぼす影響について報告した。比較された3つの牧区は、傾斜地長方形、平坦長方形、平坦正方形である。牧区により採食時間や移動距離、さらに採食および休息場所などが異なり、それぞれの特徴が見られた。例えば、38度以上の傾斜地はほとんど利用されない、長方形では牧柵付近の採食が多く、正方形では中央部が多いなどである。質問として、長方形と正方形の違いを馬はどの程度から認識するのかという問いが出されたが、まだ明確な基準は知られていないようであった。森林の活用は今後ともさらに重要になるであろうし、北海道和種馬の活用も模索されているなかで、これらの研究は貴重な知見を提供してくれると期待される。

A-13 本報告は、林間放牧されている北海道和種馬とサラブレッド系馬の体重当たり採食量および消化率の違いを報告した前報の続編であり、同時に観察した採食時間、移動距離、活動域について比較検討している。北海道和種馬はサラ系馬に比べ、採食時間が長く、休息時間が短い傾向にあった。最近接個体の関係を調べたところ、同品種間が互いに近くにいることが明らかとなった。放牧地の利用も北海道和種馬が全体に分布するのに対し、サラ系馬は一部に集中する傾向があった。質問およびコメントとして、サラ系馬は野草をあまり食べないこと、深い森林下草のある場所に分け入らないこと、傾斜地の採食は苦手なことなどの要因があるのではないかというものが出された。北海道和種馬は北海道の自然環境に適応した特徴ある馬であり、この種の研究は、今後の馬とヒトとの新しい関係に寄与するものとしてさらなる発展が期待される。

A-14 演者らは、周年屋外飼育されている北海道和種馬の空間行動に関する一連の研究を行っており、

今回は、哺乳子馬を持つ経産馬と持たない経産馬についての比較を行った。採食時および休息時において、哺乳子馬の有無は基本的に北海道和種経産馬の空間分布には影響を及ぼさないことが示された。哺乳子馬を持つ雌馬の最も近くに位置するのは、当該馬の子馬であり、哺乳子馬を持たない雌馬の最も近くにいるのは、他の雌馬であり、他個体の子馬はやや離れて位置することが示された。質問として、子馬を持たない雌馬が他の雌馬と近くなるのは、母子間の距離が近く物理的にその間に入り込めないためではないかとの疑問が出された。ただし、母馬の反対側に子馬が位置するのであれば、それは何らかの意味があるとも考えられる。繁殖雌馬群の母子関係はなかなか興味深く、子馬の成長や独立という面から馬の社会構造を理解する上で貴重な知識となるとと思われる。

## 管 理

北海道大学大学院農学研究科 近 藤 誠 司

本大会の管理関係口頭発表のうち、A-15から18の発表の概要をまとめた。

A-15 自動搾乳システム(AMS)については当初は、その着脱機構の実用性に関する研究が主体であったが、普及の実態を背景にシステムとしての技術体系確立といった観点から周辺の施設設備に関する研究が行われ始めている。本研究も、このシステムに組み込まれている分房別電気伝導度の警告の信頼度を手動の電気伝導値、PLテスト反応、体細胞数などの指標から検討したものである。結果として、演者らはAMS伝導度の警告は他のテストの結果と比較して乳房炎の指標として信頼に耐えると判断した。発表後の質問にあったように、AMSによる乳房炎の警告はそれ以前の成績との比較による相対値を基にしている点が今後の課題であり、また演者らも乳房炎の種類によっては電気伝導度が上がるものとそうでないものがあることなどを指摘しており、今後他の個体情報とあわせることにより、より効果的な乳房炎の早期発見につながるものと思われる。

A-16 前発表と同様、乳房炎の早期発見方法に関する発表で、乳中の体細胞ペレットに含まれるタイプIIの3型ケラチンを乳腺上皮細胞の指標として、RT-PCR法により分析しようとする試みである。既存の方法で検定した正常乳、潜在性乳房炎乳、臨床型乳房炎乳それぞれを本方法により分析した結果、乳房炎乳ではいずれもケラチン発現量当たりの $\alpha s1$ カゼイン発現量が低下しており、本方法は乳房炎の検出方法として実用可能と判断した。質問に答えて演者らは既存のPL法より手間がかかるが信頼度は高いことを指摘した。なお、今後の課題として、乳糖との関係やカゼインが低下する末期乳の場合の対応が挙げられた。

**A-17** 近年大きな問題となっている酪農経営における環境負荷の問題を実際の酪農家を例に取り、経済性、投下化石エネルギー量、窒素の流れなどから検討した発表である。対象農家は購入飼料主体型から自給飼料主体型へ経営方針の転換を図った経営であり、演者らはこの農家の転換期を含む12年間の経営データを上記3指標から詳細に検討した。その結果、自給飼料主体型に移行することにより経営費が抑えられ所得率は増加傾向にある一方、化石エネルギー投下量・肥料費が増加し、投下エネルギー/所得比は増加を見た。また、窒素負荷は年毎の変動が大きく減少傾向はうかがえないという結論を得ている。窒素負荷量を系内に入ってきた窒素と系外に運び出された量の差とした分析であるが、圃場への還元Nを負荷と捉えるか、等の問題が論議され、投下エネルギーの化石由来以外の労働エネルギー量の算定をどうするか、等とともに今後の課題として残された。この分野の問題を正面から捉えて検討した研究は少なく、今後の発展が大きく期待される研究である。

**A-18** 本道に棲息するエゾシカ (*Cervus nippon*) の個体数は数万頭～二十数万頭といわれ、農業被害額は年間50億円に達すると見積もられている。現在、これらは有害獣駆除で4～5万頭程度捕獲されているが、この肉はごく一部でしか利用されていない。演者は生態学的な立場から今後のエゾシカは年間七万頭程度捕獲する必要があるとしており、本発表はこうした現状を踏まえた上での捕獲されたエゾシカの畜産的な利用を検討すべきであるとする提言である。ヨーロッパでは野生シカ個体数は保護・狩猟・シカ肉利用が組織だっで行われていることが紹介され、今後本道でもエゾシカ協会（仮称）といった組織を設立し、エゾシカを有害獣もしくは保護の対象としてのみ捉えるのではなく、保護・駆除・流通・利用を組み込んだ一種の生産システムとして系統立ててコントロールすべきであるとするのが内容の概要である。日本人のシカ肉の嗜好度合いやディア・ファームिंगによるシカ肉生産との比較などの質疑があり、全体のスキームとして意義はないがシカ肉の肉質などをはじめとする不明な部分に関する基礎的な研究をさらに行って行くべきだというコメントがまとめとなった。

## 管 理

酪農学園大学 岡本英竜

**B-01** 阿部ら（滝川畜試ほか）による、バイオベッドにおける豚の適正飼育密度および手入れの簡略化について検討した報告であった。夏期の試験においては、 $1.2\text{ m}^2/\text{頭}$ の密度でもベッドは良好に推移し、冬期では、高密度飼育区のベッドの温度低下、水分含量の増加が認められ、良好なベッドが維持できなくなる結果

が紹介された。結論として、バイオベッドでの適正飼育密度は、外気温の要因が大きいことが明らかにされた。手入れの簡略化をみる試験において、夏期では、床材の投入のみでも良好なベッドを維持し、手入れをしない区と比較し、バイオベッドの効果が紹介された。また、冬期では、夏期ほどの手入れの簡略化は期待できないが、ベッドの反転、泥濘部の搬出等で維持することの可能性が見いだされた。湿度などの飼育環境要因等について質疑され、今後の詳細な調査により、より適正なバイオベッド飼養が解明されることが期待される。

**B-02** 柏村ら（帯畜大）による、道内でも数多くない乳牛でのバイオベッドの調査事例が報告された。夏期から冬期にかけての調査で、バイオベッド牛舎での牛群行動観察を中心に、牛群の疾病状況も紹介された。牛群行動においては、バイオベッドの滞在時間が50～60%、飼槽付近が35～40%で、その他はパーラー及び待機場であり、横臥はすべて、バイオベッド上で見られたことが報告された。飼育密度は $5.7\text{ m}^2/\text{頭}$ と比較的高い飼養状態であったが、現在まで乳房炎の発生も少ないことで順調であることが伝えられた。今後は、養豚での失敗事例である、疾病事故管理についての詳細な調査が必要であると考えられる。乳牛のバイオベッド牛舎が普及されていく技術なのか期待される発表であった。

**B-03** 池滝ら（帯畜大ほか）による、野積み堆肥に被覆材として新素材シートとビニルシートが被覆され、対照のシート被覆なし堆肥と比較された実験が報告された。対照の堆肥では、雨水の影響が強く、初期の温度上昇にも強く影響したのに対し、シート被覆区は温度上昇および冬期の温度も対照に比べて高く維持されていた。堆肥重量のデータからは新素材シートはビニルシートに比べて、水分の蒸散が顕著であった結果が示された。厳冬期での堆肥の状態では、対照の堆肥は凍結が見られ、ビニルシート区のシート表面の凝結水の凍結があり、新素材シートでは凍結が認められない結果が紹介された。新素材シートのコストや堆積中のレキ汁に対する質疑があった。施設を必要としない堆肥化技術は大いに期待されるが、環境に対する意識が高まる近年において、レキ汁やアンモニア揮散にも留意されている資材であればすばらしく良いものであると思われる。

**B-04** 干場ら（酪農学園大学ほか）による、金網によるパドックの泥ねい化技術の実験が報告された。家畜が集中する場所での泥ねい化防止のためにエキスバンドメタルとジオテキスタイルの複層が開発されているが、より低コストなクリンプ金網で、同様の効果を求める実験が紹介された。鉄線の太さ、網目の大きさ、金網の縁の加工方法について適否を乳牛をもちいて検討された。泥ねい化防止から網目の大きさは30

mm 以下が適当であり、耐久性から、鉄線は少なくとも 4.0 mm は必要であり、金網の縁の加工はアングル溶接が安全性が最も高いがアルミ板短冊の溶接も相対的に適応できると結論づけた。質疑では、泥ねい化の原因ともなる糞の除去にはトラクタを使用することから、トラクタ重量に対する耐久性が問われた。今後、泥ねい化防止とその管理も併せたシステムの構築が検討され、現場で利用されることが期待される。

### 畜産物利用

帯広畜産大学 荒井 威吉

**B-05** 目的は、北海道の過去5年間の成分的および衛生的な乳質の推移と現状を明らかにし、今後の乳質改善推進の問題点と課題を検討することでした。結果では、平成9年度平均はFATが3.94%、SNFが8.69%およびPROTが3.20%となり、過去5年間でそれぞれ順に0.05%、0.09%および0.07%増加しました。特にSNFの増加が顕著であり、その主要な要因としてPROTの向上が考えられました。生菌数1万CFU/ml以下の比率は平成9年度平均が85.0%となり、過去5年間で17.4%の顕著な増加を示しました。また体細胞数30万/ml以下は93.0~94.6%と高水準で、各年度とも安定的に推移しました。今後の課題としては消費者ニーズ、家畜改良増殖目標値等との関連で成分的にはSNFとPROTの向上が重要であり、酪農経営の改善面では体細胞数と乳房炎の制御および長距離輸送の可能な衛生的乳質水準の確保が求められます。

**B-06** 目的は、屠殺後の骨格筋で組織化学的に存在が証明されていない細胞内タンパク質分解系のプロテアソーム系を構成するユビキチンについて、その局在を組織化学的に解明することでした。結果は、屠殺後の経時的なpH測定で正常な筋組織と判断された鶏の浅胸筋の凍結切片について、ABC法で免疫組織化学染色を行った染色像では、一次抗体の希釈による染色性をみると非加熱処理の場合には顕著な低下がみられましたが、加熱処理を行った場合には低下が小さく、また細胞内全体に顆粒状構造が認められ、ユビキチンの存在が示唆されました。また加熱温度を高くすると染色性が増す傾向が認められたことから、ユビキチンの免疫組織化学的検出には加熱処理が有効であり、その至適加熱温度は75~80℃であることが示されました。今後は非加熱と加熱処理による一次抗体の染色性の差に影響する機構の解明等が望まれます。

**B-07** 目的は、ニワトリの羽芽として初生羽が形成される胚生期の背部皮膚の表皮、基底膜、真皮構成成分の加齢に伴う局在変化を免疫組織化学的に調べ、羽毛の形態形成を検討することでした。結果は、羽芽の原基がみられた胚生7日後には表皮下にI型コラー

ゲン、真皮全体にフィブロネクチン(FN)、表皮と真皮にラミニン(LN)が存在し、10日目には発達した羽芽が尾方に傾き、羽髓の頭方にI型コラーゲン、尾方側にFNが多くみられ、羽髓と真皮にIII型コラーゲン、表皮下と血管壁にIV型コラーゲンが出現しました。11日目には羽枝が形成され、小羽枝が形成された13日目には羽髓横断面で抗FN、LN、I型およびIV型コラーゲン抗体による車軸状の染色が観察され、13日齢以降には羽芽の $\beta$ -ケラチン量が急速に増加することが示されました。今後はIII型コラーゲン等の動向についても検討され、羽毛の形態形成の機構の解明等が望まれます。

### 育 種

酪農学園大学 寺 脇 良 悟  
北海道農業試験場 佐々木 修

B-08とB-09は寺脇(酪農大)がB-10とB-11は佐々木(北農試)がそれぞれ座長を務めた。

**B-08** 本報告は、ばんえい競馬の競争タイムについて統計遺伝学の見知から解析した初めての研究である。競争タイムが記録される状況を考えると、多数の遺伝的でない要因が競争タイムに影響していることが想像される。本報告は、水分含量と積載重量をはじめ、多くの要因が競争タイムに与える影響を詳細に検討している。性別、競馬場、年齢、積載重量そして水分含量が競争タイムに大きく影響していることを分散分析で明らかにしている。水分含量と競争タイムの間に負の相関関係、そして積載重量と競争タイムとの非線形関係を確認している。MTDFREMLプログラムを用いて競争タイムの反復率と遺伝率をそれぞれ0.33(要旨では0.66とあるが演者から訂正があった)、0.08と推定している。反復率と遺伝率の大きな違いは、競争タイムの遺伝的特性を適切に反映しているものか、あるいは非遺伝的要因についての補正が不十分であるためかを明らかにするため、更なる詳細な分析が望まれる。

**B-09** 泌乳量の分娩月および分娩月齢補正を再検討した報告である。泌乳量の遺伝的トレンドと環境的トレンドは分娩月や分娩月齢の泌乳量に対する影響を変化させている可能性がある。1975年から1995年までに北海道乳牛検定協会が集積されたホルスタイン乳牛の検定記録を2つの年代(1985年以前と1986年以降)に分け、分娩月と分娩月齢の乳量、乳脂量、SNF量および蛋白量に対する影響を推定した。分析結果は、1986年以降において泌乳量に対する分娩月の影響が小さいことを明らかにしている。この結果は、現行の補正係数が実情にあっていない可能性を示唆しており、早急な対応が期待される。また、補正係数の妥当性を定期的に検討することが大切であり、この研究が

継続されることが望まれる。他方、遺伝的能力評価においては、モデルの中に分娩月や分娩月齢の効果を入れて計算することが可能になっている実情から、今後の補正係数に関する研究の方向性や補正係数の存在目的についての討議があった。

**B-10** 新得畜試で飼養されている3種の肉用種(アンガス、ヘレフォード、黒毛和種)について『気質』の評価を行い、統計遺伝学的分析を行っている。『気質』は体測定時の行動から6段階で評価した。『気質』に対して、品種、出生年次(92~97年)、測定時月齢(1, 3, 6カ月齢)の効果が有意であることが示された。『気質』の遺伝率は、アンガス、ヘレフォード、黒毛和種でそれぞれ0.09, 0.10, 0.12と推定され、反復率は0.23, 0.10, 0.12であった。『気質』の評点が牛個体の気質を適切に表しているのか、『あつかい易さ』を評価しているのではないかとこの質問に対して、今回はオーストラリアの評価システムをそのまま採用しており、『気質』という用語が適切かどうか明らかでないとの答えがあった。さらに、今回の評価は体測定時の行動なので『神経質さ』と表現する方が妥当かも知れないとの発言があった。『気質』、『あつかい易さ』、そして『神経質さ』などの用語の明確な定義とその評価方法の確立が不可欠と思われる。

**B-11** 根釧農試のホルスタイン乳牛の乳中 $\beta$ ラクトグロブリン(A, B型)、 $\kappa$ カゼイン(A, B型)、 $\alpha_{s1}$ カゼイン(B, C型)、 $\beta$ カゼイン(A<sup>1</sup>, A<sup>2</sup>; B型)のたんぱく質型を電気泳動法で分析している。各たんぱく質型の遺伝子型頻度そしてカゼインハプロタイプの頻度を明らかにした。乳量、乳脂量、乳たんぱく質量、乳脂率、乳たんぱく質率および体細胞スコア(SCS)の遺伝率と育種価を3つのモデルを仮定してMTDFREMLで推定している。3つのモデルはたんぱく質型を含むもの、ハプロタイプを含むもの、そしてSCSに対して母性遺伝効果を含むものである。泌乳形質とSCSの遺伝率は過去の報告と比較しておおむね妥当な範囲であった。また、たんぱく質型と泌乳形質との関係は従来のもとのほぼ一致していた。SCSに対する母性遺伝効果が大きく推定されており、今後検討する必要があると認められた。今回の結果が1牛群の成績であることから、パラメータ推定値の信頼性に対する質問があった。これに対して、現在他の3牛群について分析中であるとの答えがあった。今後の成績が期待される。

## 遺 伝

北海道大学農学部 上 田 純 治

**B-12** ウマの新生子黄疸症は初乳を通じて母馬の抗体が子馬に移行し、その結果、子馬は溶血性黄疸症状を呈し、死に至る重篤な疾患である。血液型不適合

が原因と考えられているが、今の所、明白な血液型との関係は明らかにされていない。現在、抗ウマ $\gamma$ グロブリンポリクローナル抗体(pAb)を用い妊娠馬の血清中の抗体の量を調べ、発症予防対策をとることが出来る。しかし、pAbでは発症しない子馬までも陽性と判定してしまう例が見られることから、演者らは抗ウマ $\gamma$ グロブリンモノクローナル抗体(mAb)を開発し、その有効性を検討した。その結果、陽性率は3分の1に下がり、全ての発症馬がその3分の1に含まれていることから、今回作製したmAbは検査試薬としてpAbより優れていることを示した。また、この方法を採用した場合、陽性のときの断乳時間(数時間から24時間)を新たに設定し直すことができることも示した。しかし、現在の検査体制では、実際の検査に60日以上かかり、分娩前60日以前では判定が不正確になってしまうことから、検査システムの簡便化が必要なことも指摘した。

**B-13** 牛乳中の主要蛋白質、 $\alpha_{s1}$ -,  $\beta$ -,  $\kappa$ -カゼイン(Cn)、 $\beta$ -ラクトグロブリン(Lg)の4つには電気泳動的に見られる遺伝的変異が存在し、それらの各遺伝子型と乳量や乳中蛋白質量との関連性が示唆されている。演者らは、前回、各乳蛋白質の各遺伝子型間の量的な差異について、モノクローナル抗体を用いて、検出する方法を報告している。今回は、より正確な測定法にするため、ELISA競合法におけるpHの条件について検討し、 $\alpha_{s1}$ -Cnを除く、 $\beta$ -,  $\kappa$ -Cn、 $\beta$ -Lgの3つの蛋白質について測定感度を上げることに成功している。 $\beta$ -Lgでは明白に多型を識別できるmAbを1つ見つけている。このモノクローナル抗体は、型間で見られる量的な差が大きいため、実際の量的差異を反映しているのではなく、認識部位が構造によって影響を受ける所に存在するためによって生じたものではないかと推察している。質疑では、この抗体で検出される差異と実際量との関連性について質問があったが、結論は今後の研究課題とされた。

## 繁 殖

道立新得畜試 山 本 裕 介

**B-14** 反芻動物の実験モデル動物として日本ではシバヤギが有名であるが、同じ小型ヤギである韓国在来ヤギに着目してその系統造成を1991年から行っている。今回はその外貌と繁殖特性について報告された。12カ月齢の体重は雄18.7kg、雌16.6kgで雄がシバヤギ雄よりも小型であった。初産日齢は550日でシバヤギよりも遅く、産子数は1.4頭でシバヤギよりやや少なかった。季節繁殖性はなく、妊娠期間150日、分娩後3カ月離乳で年2回の受胎が可能であるということであった。長期間の閉鎖繁殖が今後も必要と思われるが、遺伝的に均一な実験モデル動物としての本系統

の確立が期待される。

**B-15** めん羊の季節外繁殖における人工授精後の受胎率が低い原因として、発情を誘起・同期化した雌羊の黄体機能の失宜を想定し、黄体機能の改善による受胎率の向上を目的とした実験である。CIDR と eCG により発情誘起・同期化した雌羊に人工授精を行いその10日後に GnRH または hCG を投与した。妊娠率、分娩率および産子率は両投与区および無処理区の間で差はなく、ホルモン剤投与による向上は認められなかったが、両投与区では血中のプロゲステロン濃度は明らかに上昇しており、黄体機能は改善されていることが示された。今後は黄体機能以外の要因についても検討し、受胎率向上の可能性を探ることが望まれる。

**B-16** ウシの卵巣には様々なサイズの卵胞が存在しているが、体外受精においては通常直径2～7mmの卵胞から卵子を吸引採取する。この実験では、卵胞サイズを大(6～9mm)と小(2～5mm)に区分し、成熟培養時間(20, 22, 24時間)がその後の発生に及ぼす影響を検討している。その結果、成熟率や発生率に影響を及ぼすのは卵胞サイズの方であり、大卵胞から採取した卵子の成熟率および発生率が高い傾向にあった。また、この実験では卵胞液中のプロゲステロンとエストラジオール濃度を測定しており、それによると大卵胞のエストラジオール濃度が小卵胞より有意に高く、発生率との関連が示唆された。卵胞発育、卵子成熟についての基礎的知見の一つが得られたものと思われる。

### 飼料・草地

帯広畜産大学 花田 正 明

**B-17** 植物のバイオマスの増加に伴い可視赤色域の波長の反射率は減少し、近赤外域の波長反射率は増加するという特徴があり、これまでにこの特性を用いて反射率の違いにより草量を推定する試みがなされた。しかし、反射率による草量の推定精度は低いため、この報告では草量の推定精度に影響を及ぼす要因について検討した。その結果、草種の違いや出穂茎の有無によって草量に対する近赤外域の波長の反射率が異なることが示され、今後これらのことを考慮して推定式を作成する必要があることが報告された。分光反射率による非破壊的な草量の推定方法は、広大な草地の草量を迅速に測定できる可能性を持っており今後の

研究の発展を期待したい。

**B-18** この報告は中国新疆ウイグル自治区における遊牧羊の採食量の季節による変化を指示物質法により実際に測定したものである。供試羊は新疆細毛羊であり、羊に酸化クロムカプセルを投与して乾物排泄量を推定し、乾物消化率は植物体と糞中のリグニン含量から測定し、これらの値から採食量を推定した。その結果、採食量は夏で最も高かった。その理由としては、夏草地では草量が多く、植物体の TDN 含量は高かったことが考えられた。しかし、夏草地の TDN 摂取量は NRC に示されている維持要求量を満たしていなかった。これは新疆の遊牧羊は夏季間に体重を増加させるという現象に反する結果であり、このような結果がでた原因について検討する必要がある。

**B-19** この発表は、原料草の水分含量が貯蔵中におけるセルロースやヘミセルロースなどの構造的炭水化物の分解に及ぼす影響を検討された研究であり、原料草としてオーチャードグラスを供試し、水分含量を50, 55, 60, 65, 70, 75 および80%の7段階を設定した。その結果、原料草の水分含量の増加に伴い貯蔵中の可溶性炭水化物の分解率は増加したものの、原料草の水分含量と貯蔵中における構造的炭水化物の分解との間には明確な関係は認められなかった。一方、貯蔵中における NDF の分解率の増加に伴い *in vitro* の乾物消化率が低下する傾向が認められた。このことは貯蔵中における構造的炭水化物の分解度合いがサイレージの栄養価に影響を与えることを意味しており、今後、貯蔵中における構造的炭水化物の分解に影響を及ぼす要因についてさらに検討されることを期待したい。

**B-20** これまでに演者らは単位面積あたりの乳生産量や利用代謝エネルギーを指標として土地の生産力を評価してきた。この発表は、畑地型酪農地帯である清水町と草地型酪農地帯である浜中町において、土地の利用形態と土地からの乳生産との関係を調査したものである。その結果、トウモロコシの栽培可能な清水町では、トウモロコシの栽培面積割合の増加に伴い単位面積あたりの飼養頭数や乳生産量が増加し、畑地型酪農地帯におけるトウモロコシの栽培面積割合の増加による有利性が示された。しかし、浜中町では放牧地面積割合と乳生産との間には明確な関係が認められなかった。今回の報告では単位面積あたりの乳生産量を算出するに当たり購入飼料が考慮されておらず、今後の研究の発展を期待したい。

## 会務報告

### 1. 1998年度第1回評議員会

1998年5月9日、KKR札幌において会長、副会長、評議員20名、監事2名および幹事3名が出席して開催され、1997年度庶務報告、1997年度会計報告、1997年度会計監査報告が行われ、承認された。次いで、1998年度事業計画および1998年度予算案が提案され、承認された。また、1998年度北海道畜産学会賞は、以下の通りに決定された。

受賞者：橋立賢二郎氏

業績：北海道酪農の発展に貢献した一連の普及活動

### 2. 1998年度第2回評議員会

1998年8月29日に帯広畜産大学において会長、副会長、評議員14名、監事2名および幹事1名が出席して開催され、1999—2000年度の役員、1999年度大会などについて審議された。

### 3. 1998年度総会

1998年8月30日に帯広畜産大学にて松岡栄氏（帯畜大）を議長として本年度総会を開催した。議事は以下の通りで、原案通り可決された。

#### <報告事項>

#### 1) 1997年度庶務報告

##### (1) 第1回評議員会

1997年6月21日にKKR札幌において会長、評議員13名、監事1名、幹事3名が出席して開催され、1996年度庶務報告、1996年度会計報告および1996年度会計監査報告が行われ、承認された。ついで、1997年度事業計画案および1997年度予算案が提案され、承認された。また、北海道畜産学会賞は以下の通りに決定された。

受賞者：北海道立新得畜産試験場

生物工学グループ 代表 山本 裕介氏

業績：牛の受精卵移植に関する研究

##### (2) 第2回評議員会

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

##### (3) 1997年度総会

1997年11月7日に農林水産省北海道農業試験場

において、伊藤稔氏（前北農試畜産部長）を議長として開催され、1996年度庶務報告、会計報告および会計監査報告、1997年度事業計画、1997年度予算案、副会長の選出、評議員の選出および交替についてなどについて審議された。

##### (4) 第53回北海道畜産学会大会

1997年11月6日、7日に農林水産省北海道農業試験場において第53回北海道畜産学会大会が開催され、北海道畜産学会賞受賞講演および一般講演32題の発表が行われた。

##### (5) 講演要旨および学会報の発行

①第53回北海道畜産学会大会講演要旨を1997年10月に発行した。

②北海道畜産学会報第40巻を1998年5月に発行した。

内容は、総説1編、解説1編、受賞論文1編、短報10編、技術レポート1編、会員からの声1編、海外報告2編、シンポジウム報告1編、などであった。

#### 2) 1997年度会計報告（別表1）

#### 3) 1997年度会計監査報告

#### 4) 1998年度北海道畜産学会賞について

受賞者：橋立賢二郎氏

業績：北海道酪農の発展に貢献した一連の普及活動

#### <審議事項>

##### 5) 1998年度事業計画

##### (1) 第54回北海道畜産学会大会の開催

開催月日：1998年8月29日（土）、30日（日）

開催場所：帯広畜産大学（帯広市）

大会内容：一般講演、総会、学会賞受賞講演、懇親会

##### (2) 講演要旨ならびに会報の発行

大会講演要旨集：1998年8月発行

北海道畜産学会報：1999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 1998年5月9日

第2回評議員会 1998年8月29日

(4) 編集委員会の開催 年2～3回

7) 1999—2000年度役員の選出について(新役員名簿  
参照)

6) 1998年度予算案(別表2)

## 別表1

1997年度北海道畜産学会会計報告  
(自1997年4月1日 至1998年3月31日)

## 一般会計

## 収入の部

(円)

項 目	予 算 額	決 算 額	差 異	備 考
会 費	1,740,000	1,317,000	423,000	正会員 (597,000) 賛助会員 (720,000)
広 告 掲 載 料	150,000	30,000	120,000	
投 稿 料	200,000	165,000	35,000	別刷代
雑 収 入	50,000	90,200	△ 40,200	日本畜産学会 (43,000), 利子等
繰 越 金	1,037,133	1,037,133	0	
合 計 (A)	3,177,133	2,639,333	537,800	

## 支出の部

(円)

項 目	予 算 額	決 算 額	差 異	備 考
印 刷 費	1,300,000	128,990	1,171,010	要旨集等 (433,115) 学会報未払い
大 会 費	150,000	150,000	0	北海道農業試験場
通 信 費	320,000	94,440	225,560	郵便料金等 (会報未発送)
会 議 費	130,000	92,025	37,975	評議員会
旅 費	200,000	17,040	182,960	役員, 幹事旅費等
謝 金	150,000	87,000	63,000	事務補助等
事 務 用 品 代	100,000	9,082	90,918	コピー代, 筆記具等
振 替 手 数 料	20,000	9,200	10,800	
予 備 費	807,133	17,364	789,769	レーザーポインター (2ヶ), 弔電
合 計 (B)	3,177,133	605,141	1,073,531	

収支 (A - B) 2,639,333 - 605,141 = 2,034,192 (次年度繰越)  
繰越金内訳 銀行 1,412,048 振替口座 583,800 現金 38,344

## 特別会計

## 収入の部

(円)

項 目	予 算 額	決 算 額	差 異	備 考
雑 収 入	20,000	13,712	6,288	貸付信託利息・銀行利子
繰 越 金	2,124,111	2,124,111	0	
合 計	2,144,111	a) 2,137,823	6,288	

## 支出の部

(円)

項 目	予 算 額	決 算 額	差 異	備 考
学 会 賞 副 賞	50,000	50,000	0	学会賞 1 件
雑 費	20,000	3,002	16,998	学会賞選考委員会, 賞状等
次年度繰越金	2,074,111	2,084,821	△ 10,710	
合 計	2,144,111	b) 2,137,823	6,288	

収支 a) - b) 2,137,823 - 2,137,823 = 0  
繰越金内訳 貸付信託 2,000,000 銀行 84,821

## 一 般 会 計

## 収入の部

(円)

項 目	予 算 額	備 考
会 費	1,620,000	正会員 900,000 (300人×3,000) 賛助会員 720,000 (33団体 72口×10,000)
広 告 掲 載 料	100,000	
投 稿 料	170,000	別刷代等
雑 収 入	53,000	(社)日本畜産学会より (43,000), 銀行利子, 会報売上金等
繰 越 金	2,034,192	1997年度から
合 計	3,977,192	

## 支出の部

(円)

項 目	予 算 額	備 考
印 刷 費	2,000,000	前年度会報40巻, 会報41巻 1,600,000 講演要旨集 100,000 別刷等 300,000
大 会 費	150,000	帯広畜産大学
通 信 費	300,000	含む前年度会報40巻発送
会 議 費	130,000	評議員会 2 回 編集委員会 3 回
旅 費	200,000	役員・幹事旅費等
謝 金	150,000	事務補助等
事 務 用 品 代	20,000	事務・計算機用品, コピー代等
振 替 手 数 料	20,000	
公 開 講 演 会	100,000	日本畜産学会共催公開講演会
予 備 費	907,192	
合 計	3,977,192	

## 特 別 会 計

## 収入の部

(円)

項 目	予 算 額	備 考
雑 収 入	15,000	貸付信託利息, 銀行利子
繰 越 金	2,084,821	貸付信託 2,000,000
合 計	2,099,821	

## 支出の部

(円)

項 目	予 算 額	備 考
学 会 賞 副 賞	50,000	50,000×1
雑 費	10,000	学会賞選考委員会等
次 年 度 繰 越 金	2,039,821	貸付信託(2,000,000)
合 計	2,099,821	

## 北海道畜産学会役員

任期 1997年4月1日～1999年3月31日

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

## (社)日本畜産学会役員

(任期：1997,1998年度)

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

## 1999・2000 年度北海道畜産学会並びに (社)日本畜産学会 (北海道支部) 役員

### 北海道畜産学会役員

会 長 左 久(帯畜大)  
副会長 岡 本 全 弘(酪農大)

評議員：30名

大久保 正 彦(北大農)	島 崎 敬 一(北大農)
清 水 弘(北大農)	田 中 桂 一(北大農)
高 橋 芳 幸(北大獣)	福 井 豊(帯畜大)
三 好 俊 三(帯畜大)	三 上 正 幸(帯畜大)
松 岡 栄(帯畜大)	岡 本 明 治(帯畜大)
鮫 島 邦 彦(酪農大)	安 藤 功 一(酪農大)
宮 川 栄 一(酪農大)	千 場 信 司(酪農大)
小 山 久 一(酪農大)	石 島 芳 郎(東京農大)
小 松 輝 行(東京農大)	竹 下 潔(北農試)
落 合 一 彦(北農試)	清 水 良 彦(新得畜試)
工 藤 卓 二(中央農試)	米 田 裕 紀(根釧農試)
所 和 暢(天北農試)	裏 悦 次(滝川畜試)
片 山 正 孝(道農政部)	須 藤 純 一(北海道酪農畜産協会)
荒 井 正(家畜改良事業団)	鹿 島 直 彦(雪印乳業)
澤 口 則 昭(ホクレン)	中 村 英 雄(酪総研)

監 事 小竹森 訓 央(北大農)  
幹 事 河 合 正 人(帯畜大) (庶務)  
口 田 圭 吾(帯畜大) (編集)

橋 立 賢二郎(北海道酪農畜産協会)  
島 田 謙一郎(帯畜大) (会計)

### (社)日本畜産学会 (北海道支部) 役員

理 事 (北海道支部長) 左 久(帯畜大)  
大久保 正 彦(北大農)

評議員：定員 13名

清 水 弘(北大農)	島 崎 敬 一(北大農)
福 井 豊(帯畜大)	田 中 桂 一(北大農)
三 好 俊 三(帯畜大)	松 岡 栄(帯畜大)
三 上 正 幸(帯畜大)	鮫 島 邦 彦(酪農大)
岡 本 全 弘(酪農大)	宮 川 栄 一(酪農大)
千 場 信 司(酪農大)	竹 下 潔(北農試)
工 藤 卓 二(中央農試)	

## 北海道畜産学会会則

- 第1条 本会は北海道畜産学会と称し、その事務所を原則として会長の所属する機関に置く。
- 第2条 本会は畜産に関する学術の進歩を図り、併せて北海道に於ける畜産の発展に資することを目的とする。
- 第3条 本会は正会員、名誉会員、賛助会員をもって構成する。
1. 正会員は第2条の目的に賛同する者とする。
  2. 名誉会員は本会に功績のあった正会員とし、評議員会の推薦により、総会において決定する。名誉会員は終身とし、会費は徴収しない。
  3. 賛助会員は本会の目的事業を賛助する会社団体とし、評議員会の議を経て決定する。
- 第4条 本会は下記の事業を行う。
1. 研究発表会・学術講演会などの開催
  2. 会報の発行
  3. 学術の進歩発展に貢献したものの表彰
  4. 社団法人日本畜産学会北海道支部の事業の代行
  5. その他必要な事業
- 第5条 本会には次の役員を置く。
- 会長 1名 副会長 1名 評議員 若干名 監事 2名 幹事 若干名
- 第6条 会長は会務を総括し、本会を代表する。副会長は会長を補佐し、会長が職務遂行に支障のある時または欠けた時は、その職務を代理する。評議員は本会の重要事項を審議する。幹事は会長の命を受け、会務を処理する。監事は本会の事業及び会計の監査を行う。
- 第7条 会長、副会長、評議員及び監事は会員より選出する。その選出に際して、会長は若干名の選考委員を委嘱する。選考委員会は会長、副会長、評議員および監事の候補者を推薦し、評議員会の議を経て総会において決定する。幹事は会長が会員より委嘱する。役員は任期は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。

改正前

改正後

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、各種原稿の検査に関する事、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。

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、各種原稿の審査に関する事、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

1999年4月1日 改正

北海道畜産学会投稿規定

1. 北海道畜産学会報は、原著論文・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・研究ノート・技術レポート・現場（会員）からの声等を掲載する。原著論文・研究ノート・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. 原著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。研究ノートは、新しい知見が有用なデータを含むものとする。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。原稿は審査を受け、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、原著は4ページ、研究ノート・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。

改正前

5. 提出原稿は正1部、副2部とし、副は複写でよい。ワープロ原稿の場合、この他に、“表題、執筆者、使用したワープロの機種、ソフトウェア名、バージョン名”を明記したフロッピーディスクを受理通知を受けた後に事務局へ送付する。なお、投稿された原稿およびフロッピーディスクは返却しない。
6. 掲載料は原則として無料とする。但し、短報論文については、その刷り上がりページ数が3ページを越える場合、超過ページの印刷費の一部は著者の負担とする。またカラー写真を掲載する場合はその費用も著者の負担とする。
7. 別刷は50部まで無料とするが、それ以上は著者の負担とする。
8. 著者による校正は1回のみとする。校正の際、字句の追加、削除、または文章の移転は許されない。また、指定された期日までに返送されない場合は、次巻号に繰り延べることがある。
9. 原稿の送付は簡易書留にて下記宛とする。封筒には原稿在中と朱書する。  
〒060-8589 札幌市北区北9条西9丁目  
北海道大学農学部畜産科学科内  
北海道畜産学会事務局  
電話 011-706-2544  
FAX 011-706-2538  
(事務局が移転した場合には送付先は自動的に変更される。)
10. 規定の改正に当たっては、評議員会の承認を受けるものとする。

1993年5月29日 制定  
1996年9月18日 改正

北海道畜産学会報原稿作成要領

1. 短報論文の記述は、表題、著者名、所属機関名、所在地、郵便番号、和文キーワード、英文キーワード、要約、緒言、実験方法(材料と方法)、結果、考察、文献の順序とする。結果および考察はひとまとめにして記述してもよい。謝辞の必要がある場合は考察の後につける。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。

改正後

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、**原著論文**については、その刷り上がりページ数が4ページを、**研究ノート・技術レポート**は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し、**表題、連絡者氏名、住所、論文の種類**を記した原稿送状を同封する。  
〒060-8589 札幌市北区北9条西9丁目  
北海道大学農学部畜産科学科内  
北海道畜産学会事務局  
電話 011-706-2544  
FAX 011-706-2538  
(事務局が移転した場合には送付先は自動的に変更される。)
10. 規定の改正に当たっては、評議員会の承認を受けるものとする。

1993年5月29日 制定  
1996年9月18日 改正  
1999年4月1日 改正

北海道畜産学会報原稿作成要領

1. **原著論文の記述は**、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英文とする。**  
**研究ノート・技術レポートの記述は、原著論文の記述法を参考にするが、図、表、写真等の説明文は和文でもよい。**

## 改正前

別紙に英文の表題，著者名，所属機関名，所在地，郵便番号を記載し添付する。

2. 原稿は，A 4 版 400 字詰原稿用紙に，常用漢字，現代仮名遣い（平仮名）を用いた横書きとする。専門用語については文部省学術用語審議会編の「学術用語集」を参照する。なお，ワープロ原稿の場合は A 4 版用紙に，縦置き，横書きとし，周囲に約 3 cm の空白を残し，全角 35 字/行×34 行/頁=1,190 字/頁とする。
3. 動植物の和名はカタカナで，学名等はイタリック体とする。
4. 本文中の外人名は原名つづりのままで MILLS のように姓のみを書き，2 名連名の場合は MILLS and JENNY のように and でつなぎ並記する。3 名以上の連名の場合は MILLS et al. のように最初の著者名に et al. をつけ，他は省略する。
5. 本文中の日本人名も姓のみを記し上記に準ずる。
6. 本文中の文献引用箇所には，以下のように記入する。

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）……

7. 本文中の人名以外の外国語は原字またはカタカナで書く。
8. 数字はすべて算用数字を用いる。また，諸単位の略号は原則として以下のような S I 単位を用いる。  
km, m, cm, mm,  $\mu$ 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, %
9. 引用した文献のリストは，次の手順により作成する。

①雑誌に掲載された文献の記載は，全員の著者名（発行年）表題，雑誌名，巻：最初—最終ページ，の順とする。

## 例

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

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

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

## 改正後

別紙に英文の表題，著者名，所属機関名，所在地，郵便番号を記載し添付する。

2. 原稿は，A 4 版 400 字詰原稿用紙に，常用漢字，現代仮名遣い（平仮名）を用いた横書きとする。専門用語については文部省学術用語審議会編の「学術用語集」を参照する。なお，ワープロ原稿の場合は A 4 版用紙に，縦置き，横書きとし，周囲に約 3 cm の空白を残し，全角 35 字/行×34 行/頁=1,190 字/頁とする。
3. 動植物の和名はカタカナで，学名等はイタリック体とする。
4. 本文中の外人名は原名つづりのままで MILLS のように姓のみを書き，2 名連名の場合は MILLS and JENNY のように and でつなぎ並記する。3 名以上の連名の場合は MILLS et al. のように最初の著者名に et al. をつけ，他は省略する。
5. 本文中の日本人名も姓のみを記し上記に準ずる。
6. 本文中の文献引用箇所には，以下のように記入する。

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）……

7. 本文中の人名以外の外国語は原字またはカタカナで書く。
8. 数字はすべて算用数字を用いる。また，諸単位の略号は原則として以下のような S I 単位を用いる。  
km, m, cm, mm,  $\mu$ 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, %
9. 引用した文献のリストは，次の手順により作成する。

①雑誌に掲載された文献の記載は，全員の著者名（発行年）表題，雑誌名，巻：最初—最終ページ，の順とする。

## 例

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

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

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

## 改正前

## 例

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

Univ. of Illinois Press. Urbana.

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

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

- ③文献の記載には正確を期し、とくに巻、ページを正しく書く。
- ④文献リストは、まず筆頭者名のアルファベット順に、同一著者による複数の文献があれば発表順に整理する。
- ⑤その上で、同一著者による複数の文献が同一年にあれば、発表年の後に大文字のアルファベットで区別する (作成要領 6. 参照)。
10. 特殊な刊行物を引用する場合は、下記の例にならない全タイトルを記す。  
農林水産省統計情報部編 (1990) 平成元年食肉流通統計, 347-351, 農林統計協会. 東京.
11. 図版の原図および表については、次の規定に従う。
- ①原図は刷り上りの1~2倍とし、A4版の白紙または方眼紙に、製図用インクで、そのまま製版できるように描くのが望ましい。ただし、方眼の色は青に限る。また、鮮明であれば、コンピュータやプロッタの出力を原図としてもよい。
- ②原図は原則として、図中の文字および数字をも含めて、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2cm幅の余白を残し、折り目をつけないようにして送付する。
- ④図表は、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。

## 改正後

## 例

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

Univ. of Illinois Press. Urbana.

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

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

- ③文献の記載には正確を期し、とくに巻、ページを正しく書く。
- ④文献リストは、まず筆頭者名のアルファベット順に、同一著者による複数の文献があれば発表順に整理する。
- ⑤その上で、同一著者による複数の文献が同一年にあれば、発表年の後に大文字のアルファベットで区別する (作成要領 6. 参照)。
10. 特殊な刊行物を引用する場合は、下記の例にならない全タイトルを記す。  
農林水産省統計情報部編 (1990) 平成元年食肉流通統計, 347-351, 農林統計協会. 東京.
11. 図版の原図および表については、次の規定に従う。
- ①原図は刷り上りの1~2倍とし、A4版の白紙または方眼紙に、製図用インクで、そのまま製版できるように描くのが望ましい。ただし、方眼の色は青に限る。また、鮮明であれば、コンピュータやプロッタの出力を原図としてもよい。
- ②原図は原則として、図中の文字および数字をも含めて、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2cm幅の余白を残し、折り目をつけないようにして送付する。
- ④図表は、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、**原著論文で400字程度、研究ノートおよび技術レポートでは300字程度とする。**

改正前

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

改正後

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

1999年4月1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 (1999 年 4 月 現 在)

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

## 正 会 員 (1999 年 4 月 現 在) 五十音順

氏 名	勤 務 先	郵便番号	住 所
朝 日 敏 光	夕張市役所 産業経済部 農林課	068-0403	夕張市本町 4 丁目
東 善 行	北里大学獣医畜産学部	034-8628	十和田市東二十三番町 35-1
安 宅 一 夫	酪農学園大学	069-8501	江別市文京台緑町 582
安 部 直 重	玉川大学農学部附属牧場	194-0041	町田市玉川学園 6-1-1
阿 部 登		073-1323	樺戸郡新十津川町字幌加 169-1
阿 部 英 則	北海道立滝川畜産試験場	073-0026	滝川市東滝川 735
天 野 朋 子	伊藤ハム(株)中央研究所	302-0104	北相馬郡守谷町久保ヶ丘 1-2
荒 井 正	(社)北海道家畜改良事業団	062-0052	札幌市豊平区月寒東 2 条 13 丁目 1-12
有 賀 秀 子		080-0834	帯広市稲田町西 2 線の 7
有 馬 俊 六郎	九州東海大学農学部	862-8001	熊本市武蔵ヶ丘 4-12-16
安 藤 功 一	酪農学園大学	069-8501	江別市文京台緑町 582
安 藤 道 雄	宗谷南部地区農業改良普及センター	098-5800	枝幸郡枝幸町栄町 705
井 内 浩 幸	北海道立天北農業試験場	098-5738	枝幸郡浜頓別町緑ヶ丘
池 田 和 之		086-1004	標津郡中標津町東 4 条南 1 丁目 1-10
池 田 哲 也	農林水産省北海道農業試験場畑作研究センター	082-0071	河西郡芽室町新生
池 滝 孝	帯広畜産大学附属農場	080-8555	帯広市稲田町西 2 線の 11
石 下 真 人	酪農学園大学	069-8501	江別市文京台緑町 582
石 島 芳 郎	東京農業大学生物産業学部	099-2493	網走市字八坂 196
石 田 亨	北海道立道南農業試験場	041-1201	亀田郡大野町本町 680
泉 賢 一	酪農学園大学	069-8501	江別市文京台緑町 582
和 泉 康 史		061-3209	石狩市花川南 9 条 2 丁目 235
出 雲 将 之	十勝中部地区農業改良普及センター	089-1343	河西郡中札内村東 3 条南 3 丁目 6-5
井 芹 靖 彦	北根室地区農業改良普及センター	086-1045	標津郡中標津町東 5 条北 3 丁目
市 川 舜	酪農学園大学	069-8501	江別市文京台緑町 582
市 野 剛 夫	十勝農業協同組合連合会	080-0024	帯広市西 14 条南 6 丁目
伊 藤 憲 治	北海道立新得畜産試験場	081-0038	上川郡新得町新得西 4 線 40
伊 藤 稔	農林水産省畜産試験場	305-0901	茨城県稲敷郡荏碓町池の台 2
今 村 美 生	雪印乳業(株)札幌研究所	065-0043	札幌市東区苗穂町 6-1-1
岩 佐 憲 二	酪農学園大学	069-8501	江別市文京台緑町 582
岩 瀬 俊 雄	ホクレン滝川スワインステーション	073-0026	滝川市東滝川 735
上 田 和 夫	北海道立根釧農業試験場	086-1153	標津郡中標津町桜ヶ丘 1-1

氏名	勤務先	郵便番号	住所
上田 宏一郎	北海道大学農学部	060-8589	札幌市北区北9条西9丁目
上田 純治	北海道大学農学部	060-8589	札幌市北区北9条西9丁目
植竹 勝治	麻布大学	229-8501	相模原市淵野辺1-17-21
上野 孝志	農林水産省北海道農業試験場	062-8555	札幌市豊平区羊ヶ丘1
内山 誠一	北海道立中央農業試験場	069-1300	夕張郡長沼町東6線北15
裏 悦次	北海道立滝川畜産試験場	073-0026	滝川市東滝川735
浦島 匡	帯広畜産大学	080-8555	帯広市稲田町西2線の11
浦野 慎一	北海道大学農学部	060-8589	札幌市北区北9条西9丁目
売場 利国	エスエルシー	086-0656	野付郡別海町美原22-21
江幡 春雄	北海道草地協会	060-0042	札幌市中央区大通り西7丁目2 酒造会館内
及川 寛		004-0812	札幌市清田区美しが丘2条5丁目4番10号
扇 勉	北海道立根釧農業試験場	086-1153	標津郡中標津町桜ヶ丘1-1
大久保 正彦	北海道大学農学部	060-8589	札幌市北区北9条西9丁目
大久保 義幸	宗谷北部地区農業改良普及センター	098-4110	天塩郡豊富町大通り1丁目
大坂 郁夫	北海道立新得畜産試験場	081-0038	上川郡新得町新得西4線40
大下 友子	農林水産省北海道農業試験場	062-8555	札幌市豊平区羊ヶ丘1
大泰司 紀之	北海道大学大学院獣医学研究科生態学教室	060-0818	札幌市北区北18条西9丁目
大谷 滋	岐阜大学農学部	501-1193	岐阜市柳戸1-1
大谷 文博	農林水産省北海道農業試験場	062-8555	札幌市豊平区羊ヶ丘1
大原 益博	北海道立天北農業試験場	098-5738	枝幸郡浜頓別町緑ヶ丘
大原 陸生	北海道立滝川畜産試験場	073-0026	滝川市東滝川735
大森 昭一朗	財畜産環境整備リース協会	264-0004	千葉市若葉区千城台西1丁目52-7
岡田 迪徳		006-0817	札幌市手稲区前田7条18丁目2-15
岡部 靖子	農林水産省東北農業試験場	020-0123	盛岡市厨川字赤平4
岡本 明治	帯広畜産大学	080-8555	帯広市稲田町西2線の11
岡本 英竜	酪農学園大学	069-8501	江別市文京台緑町582
岡本 隆史	農林水産省畜産試験場	305-0901	茨城県稲敷郡葦崎町池の台2
岡本 全弘	酪農学園大学	069-8501	江別市文京台緑町582
小川 伸一	斜網中部地区農業改良普及センター	093-0077	網走市北7条西3丁目 網走総合庁舎内
小倉 紀美	北海道立新得畜産試験場	081-0038	上川郡新得町新得西4線40
小栗 紀彦		080-8555	帯広市稲田町西2線の11
小関 忠雄	北海道庁農政部	060-8588	札幌市中央区北3条西6丁目
落合 一彦	農林水産省北海道農業試験場	062-8555	札幌市豊平区羊ヶ丘1
尾上 貞雄	北海道立滝川畜産試験場研究部衛生科	073-0026	滝川市東滝川735
小野瀬 勇		088-2304	川上郡標茶町新栄町
海田 佳宏	十勝東部地区農業改良普及センター	083-0023	中川郡池田町字西3条5丁目
影山 智		088-2684	標津郡中標津町養老牛377
陰山 聡一	北海道立新得畜産試験場生物工学科	081-0038	上川郡新得町新得西4線40
籠田 勝基	鳥取大学農学部	680-0945	鳥取県鳥取市湖山町南4-101
梶野 清二	北海道立滝川畜産試験場	073-0026	滝川市東滝川735
鹿島 直彦	雪印乳業(株)受精卵移植研究所	059-1365	苫小牧市植苗119番地
柏村 文郎	帯広畜産大学	080-8555	帯広市稲田町西2線の11
糟谷 広高	北海道立根釧農業試験場	086-1153	標津郡中標津町桜ヶ丘1-1
片岡 文洋	夢がいっぱい牧場	089-2112	広尾郡大樹町萌和181
片桐 成二	北海道大学大学院獣医学研究科	060-0818	札幌市北区北18条西9丁目
片山 正孝	北海道庁農政部農業改良課	060-8588	札幌市中央区北3条西6丁目
加藤 勲	酪農学園大学	069-8501	江別市文京台緑町582
加藤 清雄	酪農学園大学獣医学部	069-8501	江別市文京台緑町582
加角 川博哉	農林水産省北海道農業試験場	062-8555	札幌市豊平区羊ヶ丘1

氏名	勤務先	郵便番号	住所
金井秀明	玉川大学農学部弟子屈牧場	088-3331	川上郡弟子屈町美留和 444
椛沢三次	東紋東部地区農業改良普及センター	099-6414	紋別郡湧別町錦 365-4
釜谷重孝	宗谷北部地区農業改良普及センター	098-4110	天塩郡豊富町大通り 1
亀山祐一	東京農業大学生物産業学部	099-2493	網走市字八坂 196
仮屋羌由	農林水産省畜産試験場	305-0901	茨城県稲敷郡茎崎町池の台 2
河合正人	帯広畜産大学	080-8555	帯広市稲田町西 2 線の 11
河上博美	酪農学園大学	069-8501	江別市文京台緑町 582
川崎勉	北海道立新得畜産試験場	081-0038	上川郡新得町新得西 4 線 40
河津邦雄	日本ホワイトファーム(株)	099-3118	網走市豊郷 238-1
河原孝吉	北海道乳牛検定協会	060-0003	札幌市中央区北 3 条西 7 丁目 酪農センター内
川本哲	北海道立新得畜産試験場	081-0038	上川郡新得町新得西 4 線 40
菊一三四二	(有)菊一アグリサービス	089-0100	上川郡清水町第 4 線 63-20
菊田治典	酪農学園大学	069-8501	江別市文京台緑町 582
菊池政則	酪農学園大学	069-8501	江別市文京台緑町 582
菊地実	北海道立根釧農業試験場	086-1153	標津郡中標津桜ヶ丘 1-1
岸昊司	早来食肉検査事務所	061-1373	恵庭市恵み野西 5 丁目 7-2
岸上悦司	株式会社セ・プラン	062-0054	札幌市豊平区月寒東 4 条 9 丁目 5-27 Docon 月寒ビル
北村亨	雪印種苗技術研究所	069-0832	江別市西野幌 36-1
北守勉	北海道立滝川畜産試験場	073-0026	滝川市東滝川 735
木下康宣	ホクレン農業総合研究所	060-0906	札幌市東区北 6 条東 7 丁目
草刈直仁	北海道立新得畜産試験場	081-0038	上川郡新得町新得西 4 線 40
草刈泰弘	釧路西部地区農業改良普及センター	088-0331	白糠郡白糠町東 1 条北 4
工藤茂	家畜改良センター新冠牧場	056-0141	静内郡静内町字御園 111
工藤卓二	北海道立中央農業試験場	069-1300	夕張郡長沼町東 6 線北 15
国井輝男	ホクレン農業研究所	047-0263	小樽市美晴町 12 番 21 号
久保田義正	玉川大学農学部	194-0041	町田市玉川学園 6-1-1
熊瀬登	帯広畜産大学別科	080-8555	帯広市稲田町西 2 線の 11
熊野康隆	北海道生乳検査協会	060-0003	札幌市中央区北 3 条西 7 丁目 酪農センター内
久米新一	農林水産省北海道農業試験場	062-8555	札幌市豊平区羊ヶ丘 1
黒埼達也	東京農業大学生物産業学部	099-2493	網走市字八坂 196
畔柳正	北里大学八雲牧場	049-3121	山越郡八雲町上八雲 751
小池信明	西胆振地区農業改良普及センター	049-5412	豊浦町旭町
小泉徹	北海道立滝川畜産試験場	073-0026	滝川市東滝川 735
小出修			
小阪進一	酪農学園大学	069-8501	江別市文京台緑町 582
小竹森訓央	北海道大学農学部	060-8589	札幌市北区北 9 条西 9 丁目
五ノ井幸男			
小林亮英	農林水産省草地試験場	329-2747	栃木県那須郡西那須野町千本松 768
小林道臣	美幌町役場	092-8650	網走郡美幌町字稲美 82-59
小林泰男	三重大学生物資源学部	514-8507	三重県津市上浜町 1515
小原潤子	北海道立新得畜産試験場	081-0038	上川郡新得町新得西 4 線 40
小松輝行	東京農業大学生物産業学部	099-2493	網走市字八坂 196
小山久一	酪農学園大学	069-8501	江別市文京台緑町 582
近藤敬治	北海道大学農学部	060-8589	札幌市北区北 9 条西 9 丁目
近藤誠司	北海道大学農学部	060-8589	札幌市北区北 9 条西 9 丁目
近藤秀彦	全酪連帯広事務所	080-2471	帯広市西 21 条南 1-1
斉藤善一		064-0805	札幌市中央区南 5 条西 15 丁目 2-32
斉藤利治	ホクレン	078-8326	旭川市神楽岡 16 条 3 丁目
斉藤利朗	北海道立滝川畜産試験場	073-0026	滝川市東滝川 735

氏名	勤務先	郵便番号	住所
三枝俊哉	農林水産省北海道農業試験場	062-8555	札幌市豊平区羊ヶ丘1
酒井治	北海道立根釧農業試験場	086-1153	標津郡中標津町桜ヶ丘1-1
酒井稔史	北海道立新得畜産試験場	081-0038	上川郡新得町新得西4線40
寒河江洋一郎	北海道立新得畜産試験場	081-0038	上川郡新得町新得西4線40
坂田徹雄	ホクレン帯広支所	080-8718	帯広市西3条南7丁目14
佐川修	浜中町農業協同組合	088-1350	厚岸郡浜中町茶内市街
佐々木修	農林水産省北海道農業試験場	062-8555	札幌市豊平区羊ヶ丘1
佐々木道雪	空知中央地区農業改良普及センター	068-0818	岩見沢市並木町22
笹野貢	北海道生乳検査協会	060-0003	札幌市中央区北3条西7丁目 酪農センター内
佐藤勝好	(株)科学飼料研究所札幌事業所	060-0061	札幌市中央区南1条西10丁目4-1 全農札幌支所内
佐藤邦忠	帯広畜産大学	080-8555	帯広市稲田町西2線の11
佐藤正三	酪農コンサルタント	080-2472	帯広市西22条南3丁目12-9
佐藤忠	日本甜菜製糖(株)総合研究所	080-0831	帯広市稲田町南9線西13
佐藤文俊	十勝農業協同組合連合会	080-0853	帯広市南町東3条2丁目4
佐藤幸信	北海道立新得畜産試験場	081-0038	上川郡新得町新得西4線40
佐藤義和	農林水産技術会議事務局 管理官・開発官室	100-8950	東京都千代田区霞が関1-2-1
佐渡谷裕朗	日本甜菜製糖(株)総合研究所	080-0831	帯広市稲田町南9線西13
佐野晴彦	釧路中部地区農業改良普及センター	084-0915	釧路市大楽毛南3丁目5-43
侍園貞雄	酪農総合研究所	060-0003	札幌市中央区北3条西7丁目 酪農センター内
鮫島邦彦	酪農学園大学食品科学科	069-8501	江別市文京台緑町582
澤井健	北海道立新得畜産試験場	081-0038	上川郡新得町新得西4線40
澤口則昭	ホクレン 飼料養鶏課	001-8651	札幌市中央区北4条西1丁目
島崎敬一	北海道大学農学部	060-8589	札幌市北区北9条西9丁目
島田謙一郎	帯広畜産大学畜肉保蔵学教室	080-8555	帯広市稲田町西2線の11
清水弘	北海道大学農学部	060-8589	札幌市北区北9条西9丁目
清水良彦	北海道立新得畜産試験場	081-0038	上川郡新得町新得西4線40
下堀亨		087-0004	根室市光洋町3-80-2
白取英憲	北根室地区農業改良普及センター	086-1045	標津郡中標津町東5条北3丁目
進藤一典	よつ葉乳業(株)リサーチセンター	061-1264	広島市輪厚465-1
新宮裕子	北海道大学農学部	060-8589	札幌市北区北9条西9丁目
杉田慎二	酪農学園大学	069-8501	江別市文京台緑町582
宿野部猛	オホーツク農業科学研究センター	098-1604	紋別郡興部町春日町
杉本亘之	北海道立根釧農業試験場	086-1153	標津郡中標津町桜ヶ丘1-1
杉本昌仁	北海道立新得畜産試験場	081-0038	上川郡新得町新得西4線40
鈴木知之	北海道大学農学部	060-8589	札幌市北区北9条西9丁目
鈴木三義	帯広畜産大学	080-8555	帯広市稲田町西2線の11
須田孝雄	十勝農業協同組合連合会	080-8718	帯広市西3条南7丁目
須藤純一	(株)北海道酪農畜産協会	001-0010	札幌市北区北10条西4丁目1
住田隆文		005-0006	札幌市南区澄川6条4丁目2-6 澄川コーポ101号
関川三男	帯広畜産大学	080-8555	帯広市稲田町西2線の11
脊戸皓	興部地区農業改良普及センター	098-1612	紋別郡興部町新泉町
仙名和浩	北海道立滝川畜産試験場	073-0026	滝川市東滝川735
相馬幸作	南根室地区農業改良普及センター	086-0214	野付郡別海町別海緑町38-5 根室支庁別海合同庁舎内
曾根章夫		080-2472	帯広市西22条南4丁目15-2
曾山茂夫	南留萌地区農業改良普及センター	077-0027	留萌市住之江町2丁目 留萌合同庁舎
高木亮司		084-0924	釧路市鶴野58-4493
高橋邦男		061-1374	恵庭市恵み野北3丁目2-1
高橋圭二	北海道立根釧農業試験場	086-1153	標津郡中標津町桜ヶ丘1-1
高橋潤一	帯広畜産大学	080-8555	帯広市稲田町西2線の11

氏名	勤務先	郵便番号	住所
高橋 セツ子	酪農学園大学	069-8501	江別市文京台緑町 582
高橋 雅信	北海道立根釧農業試験場	086-1153	標津郡中標津町桜ヶ丘 1-1
高橋 芳幸	北海道大学大学院獣医学研究科	060-0818	札幌市北区北 18 条西 9 丁目
田鎖 直澄	農林水産省北海道農業試験場	062-8555	札幌市豊平区羊ヶ丘 1
田口 重信	北海道食糧産業(株)	003-0026	札幌市白石区本通 19 丁目南 2-7 食糧ビル
竹内 寛		069-0852	江別市大麻東町 2-19
竹下 潔	農林水産省北海道農業試験場	062-8555	札幌市豊平区羊ヶ丘 1
竹田 保之	酪農学園大学	069-8501	江別市文京台緑町 582
竹田 芳彦	北海道立天北農業試験場	098-5738	枝幸郡浜頓別町緑ヶ丘
武中 慎治	日本曹達(株)	100-8165	千代田区大手町 2-2-1 新大手町ビル 3F 日本曹達
竹之内 一昭	北海道大学農学部	060-8589	札幌市北区北 9 条西 9 丁目
竹花 一成	酪農学園大学	069-8501	江別市文京台緑町 582
辰巳 隆一	北海道大学農学部	060-8589	札幌市北区北 9 条西 9 丁目
田中 桂一	北海道大学農学部	060-8589	札幌市北区北 9 条西 9 丁目
田中 勝三郎	日本甜菜製糖(株)総合研究所	080-0831	帯広市稲田町南 9 線西 1
田中 進		961-8071	福島県西白河郡西郷村大字真船字蒲日向 62
田中 正俊	北海道立滝川畜産試験場	073-0026	滝川市東滝川 735
田中 義春	北海道立北見農業試験場	099-1406	常呂郡訓子府町弥生 52
田辺 安一	ダント町村記念事業協会	061-1124	北広島市稲穂町西 8-1-17
谷口 信幸		005-0021	札幌市南区真駒内本町 3 丁目 6-15-201
谷川 珠子	北海道大学農学部	060-8589	札幌市北区北 9 条西 9 丁目
谷本 守正	雪印乳業(株)札幌研究所	065-0043	札幌市東区苗穂町 6 丁目 1-1
谷山 弘行	酪農学園大学	069-8501	江別市文京台緑町 582
田村 千秋	北海道立中央農業試験場	069-1300	夕張郡長沼町東 6 線北 15
タ ン ゼ ン	北海道大学農学部	060-8589	札幌市北区北 9 条西 9 丁目
塚田 新	北海道別海高等学校	086-0214	別海町別海緑町 70-1
塚本 達	北海道立新得畜産試験場	081-0038	上川郡新得町新得西 4 線 40
筒井 静子	酪農学園大学	069-8501	江別市文京台緑町 582
堤 光昭	北海道立新得畜産試験場	081-0038	上川郡新得町新得西 4 線 40
堤 義雄		005-0022	札幌市南区真駒内柏丘 5-10-19
出岡 謙太郎	北海道立新得畜産試験場	081-0038	上川郡新得町新得西 4 線 40
出口 健三郎	北海道立新得畜産試験場	081-0038	上川郡新得町新得西 4 線 40
寺井 明喜子	酪農学園大学	069-8501	江別市文京台緑町 582
寺見 裕	北留萌地区農業改良普及センター	098-3302	天塩郡天塩町山手裏通り 11 支庁合同庁舎
寺脇 良悟	酪農学園大学	069-8501	江別市文京台緑町 582
天間 征	酪農総合研究所	060-0003	札幌市中央区北 3 条西 7 丁目 酪農センター内
堂腰 顕	北海道立根釧農業試験場	086-1153	標津郡中標津町桜ヶ丘 1-1
遠谷 良樹	北海道立根釧農業試験場	086-1153	標津郡中標津町桜ヶ丘 1-1
戸苅 哲郎	北海道立滝川畜産試験場	073-0026	滝川市東滝川 735
時田 光明	北海道大学農学部	060-8589	札幌市北区北 9 条西 9 丁目
時田 正彦	酪農総合研究所	060-0003	札幌市中央区北 3 条西 7 丁目 酪農センター内
徳富 義喜	(株)北海道家畜改良事業団	062-0052	札幌市豊平区月寒東 2 条 13 丁目 1-12
所 和暢	北海道立天北農業試験場	098-5738	枝幸郡浜頓別町緑ヶ丘
土門 幸男	(株)北海道家畜改良事業団	062-8626	札幌市豊平区福住 1 条 4 丁目 13-13 北信連事務センター内
中井 朋一	日本甜菜製糖(株)総合研究所	080-0831	帯広市稲田町南 9 線西 1
中川 忠昭	標茶町営多和育成牧場	088-3142	川上郡標茶町上磯分内
長沢 滋	日高中部地区農業改良普及センター	056-0005	静内郡静内町こうせい町二丁目
中田 和孝		069-0845	江別市大麻 256-16
中田 稔	十勝貿易 KK	089-1247	帯広市昭和西 1 線 101

氏名	勤務先	郵便番号	住所
中 辻 浩 喜	北海道大学農学部附属農場	060-0811	札幌市北区北 11 条西 10 丁目
中 村 淳	農林水産省北海道農業試験場	062-8555	札幌市豊平区羊ヶ丘 1
中 村 克 己	北海道立天北農業試験場	098-5738	枝幸郡浜頓別町緑ヶ丘
中 村 富美男	北海道大学農学部	060-8589	札幌市北区北 9 条西 9 丁目
永 山 洋	十勝中部地区農業改良普及センター	080-0803	帯広市東 3 条南 3 丁目 1 番地 支庁合同庁舎
名久井 忠	農林水産省東北農業試験場	020-0123	盛岡市下厨川字赤平 4
奈良岡 武 任	新生飼料(株)千歳工場	066-0077	千歳市上長都 1041-8
植 崎 昇	酪農学園大学	069-8501	江別市文京台緑町 582
新 名 正 勝	北海道立花・野菜センター	073-0026	滝川市東滝川 735
新 山 雅 美	酪農学園大学	069-8501	江別市文京台緑町 582
西 埜 進		069-0841	江別市大麻元町 164-32
西 部 潤	十勝農業協同組合連合会	080-0013	帯広市西 3 条南 7 丁目
西 部 慎 三		004-0846	札幌市清田区清田 6 条 1 丁目 17-20
西 邑 隆 徳	北海道大学農学部	060-8589	札幌市北区北 9 条西 9 丁目
西 村 和 行	北海道立根釧農業試験場	086-1153	標津郡中標津町桜ヶ丘 1 丁目
野 英 二	酪農学園大学付属農場	069-8501	江別市文京台緑町 582
野 中 和 久	農林水産省北海道農業試験場	062-8555	札幌市豊平区羊ヶ丘 1
信 澤 敏 一	北東北ノーサン商事	025-0006	花巻市下似内第 17 地割 99-1
萩 谷 功 一	(株)十勝家畜人工授精所	089-1247	帯広市昭和町西 1 線 107 番地
橋 詰 良 一	東京農業大学生物産学部	099-2493	網走市字八坂 196
橋 立 賢二郎		069-0817	江別市野幌代々木町 62-30
橋 本 善 春	北海道大学大学院獣医学研究科	060-0818	札幌市北区北 18 条西 9 丁目
長谷川 富 夫	十勝農業協同組合連合会	080-8718	帯広市西 3 条南 7 丁目 14
長谷川 信 美	宮崎大学農学部	889-2192	宮崎市学園木花台西 1-1
秦 寛	北海道大学農学部附属牧場	056-0141	静内町御園 111
蜂 谷 武 郎	十勝ハンナン	083-0002	中川郡池田町字西 2 条 10 丁目 5-1-325
八 田 忠 雄	北海道立根釧農業試験場	086-1153	標津郡中標津町桜ヶ丘 1-1
服 部 昭 仁	北海道大学農学部	060-8589	札幌市北区北 9 条西 9 丁目
花 田 正 明	帯広畜産大学	080-8555	帯広市稲田町西 2 線の 11
原 悟 志	北海道立根釧農業試験場	086-1153	標津郡中標津町桜ヶ丘 1-1
潘 軍	北海道大学農学部	060-8589	札幌市北区北 9 条西 9 丁目
坂 東 健	芽室町農協	082-0011	河西郡芽室町東 1 条南 1 丁目
日 高 智	帯広畜産大学	080-8555	帯広市稲田町西 2 線の 11
左 久	帯広畜産大学	080-8555	帯広市稲田町西 2 線の 11
平 井 綱 雄	北海道立新得畜産試験場	081-0038	上川郡新得町新得西 4 線 40
平 尾 和 義	酪農学園大学	069-8501	江別市文京台緑町 582
平 山 秀 介	酪農総合研究所	060-0003	札幌市中央区北 3 条西 7 丁目 酪農センター内
平 山 博 樹		061-1435	恵庭市中島町 5 丁目 9-8 ルート 36 マンション 407
深 瀬 公 悦	雪印種苗(株)釧路工場	084-0905	釧路市鳥取南 5 丁目 1-17
福 井 豊	帯広畜産大学	080-8555	帯広市稲田町西 2 線の 11
福 永 和 男		080-0856	帯広市南町南 7 線 26-5
福 永 重 治	北海道大学農学部	060-8589	札幌市北区北 9 条西 9 丁目
藤 川 朗	北海道立新得畜産試験場	081-0038	上川郡新得町新得西 4 線 40
藤 田 秀 保	酪農総合研究所	060-0003	札幌市中央区北 3 条西 7 丁目 酪農センター内
藤 田 真美子	北海道庁農政部	060-0003	札幌市中央区北 3 条西 6 丁目
藤 芳 雅 人	北海道大学農学部	060-8589	札幌市北区北 9 条西 9 丁目
古 川 修	雪印種苗(株)北海道研究農場	069-1464	夕張郡長沼町字幌内 1066
古 川 研 治	十勝農業協同組合連合会	080-8713	帯広市西 3 南 7-14
古 村 圭 子	帯広畜産大学	080-8555	帯広市稲田町西 2 線の 11

氏名	勤務先	郵便番号	住所
古谷政道	農林水産省東北農業試験場	020-0123	盛岡市下厨川赤平 4
宝寄山裕直	北海道立滝川畜産試験場	073-0026	滝川市東滝川 735
干場信司	酪農学園大学	069-8501	江別市文京台緑町 582-1
本郷泰久	北海道立滝川畜産試験場	073-0026	滝川市東滝川 735
本堂勲	微生物化学研究所		
前川裕美		004-0863	札幌市豊平区北野 3 条 5 丁目 6-18
前田善夫	北海道立新得畜産試験場	081-0038	上川郡新得町新得西 4 線 40
蒔田秀夫	北海道立滝川畜産試験場	073-0026	滝川市東滝川 735
増子孝義	東京農業大学生物産業学部	099-2493	網走市字八坂 196
松井義貴	北海道立新得畜産試験場	081-0038	上川郡新得町新得西 4 線 40
松岡栄	帯広畜産大学	080-8555	帯広市稲田町西 2 線の 11
松崎重範	(株)北海道家畜改良事業団	089-0103	上川郡清水町字清水第 5 線 18 番地
松長延吉	帯広畜産大学	080-8555	帯広市稲田町西 2 線の 11
松本啓一	雪印種苗(株)道東事業部業務課	084-0905	釧路市鳥取南 5 丁目 1 番 17 号
真鍋就人	十勝農業協同組合連合会	080-8718	帯広市西 3 条南 7 丁目
三浦俊一	十勝中部地区農業改良普及センター	080-0803	帯広市東 3 条南 3 丁目 1 番地 支庁合同庁舎
三浦祐輔	ホクレンくみあい飼料	060-8651	札幌市中央区北 4 条西 1 丁目
三上正幸	帯広畜産大学	080-8555	帯広市稲田町西 2 線の 11
光本孝次		080-0316	河東郡音更町緑陽台北区 21-4
湊啓子	北海道立新得畜産試験場	081-0038	上川郡新得町新得西 4 線 40
湊彪		064-0809	札幌市中央区南 9 条西 20 丁目 1-21
南橋昭	北海道立新得畜産試験場	081-0038	上川郡新得町新得西 4 線 40
峰崎康裕	北海道立天北農業試験場	098-5738	枝幸郡浜頓別町緑ヶ丘
宮川栄一	酪農学園大学	069-8501	江別市文京台緑町 582
宮崎元	北海道立新得畜産試験場	081-0038	上川郡新得町新得西 4 線 40
三好俊三	帯広畜産大学	080-8555	帯広市稲田町西 2 線の 11
村井勝	農林水産省東北農業試験場	020-0123	盛岡市下厨川字赤平 4
森清一	北海道立新得畜産試験場	081-0038	上川郡新得町新得西 4 線 40
森匡	北海道大学農学部	060-8589	札幌市北区北 9 条西 9 丁目
森寄七徳	北海道立滝川畜産試験場	073-0026	滝川市東滝川 735
森田茂	酪農学園大学	069-8501	江別市文京台緑町 582
森田潤一郎	酪農学園大学	069-8501	江別市文京台緑町 582
森津康喜	酪農学園大学	069-8501	江別市文京台緑町 582
森好政晴	酪農学園大学獣医学部	069-8501	江別市文京台緑町 582
森脇芳男	北留萌地区農業改良普及センター	098-3302	天塩郡天塩町山手裏通り 11 支庁合同庁舎
諸岡敏生		001-0030	札幌市北区北 30 条西 9 丁目 2-2 シティプラザナイン 201
門前道彦	北海道ホルスタイン協会	001-0015	札幌市北区北 15 条西 5 丁目
安江健	茨城大学農学部	300-0393	茨城県稲敷郡阿見町中央 3-21-1
山内和律	北海道立滝川畜産試験場	073-0026	滝川市東滝川 735
山川政明	北海道立根釧農業試験場	086-1153	標津郡中標津町桜ヶ丘 1-1
山崎昭夫	農林水産省北海道農業試験場	062-8555	札幌市豊平区羊ヶ丘 1
山崎昶	北海道立滝川畜産試験場	073-0026	滝川市東滝川 735
山路康		076-0033	富良野市新富町 3-1
山下一夫	南根室地区農業改良普及センター	086-0204	野付郡別海町別海新栄町 4
山田渥	北海道立滝川畜産試験場	073-0026	滝川市東滝川 735
山田豊	農林水産省北海道農業試験場	062-8555	札幌市豊平区羊ヶ丘 1
山本直幸	農林水産省北海道農業試験場	062-8555	札幌市豊平区羊ヶ丘 1
山本裕介	北海道立新得畜産試験場	081-0038	上川郡新得町新得西 4 線 40
矢用健一	農林水産省北海道農業試験場	062-8555	札幌市豊平区羊ヶ丘 1

氏名	勤務先	郵便番号	住所
湯浅 亮	酪農学園大学	069-8501	江別市文京台緑町 582
湯藤 健治	北海道立根釧農業試験場	086-1153	標津郡中標津町桜ヶ丘 1-1
横濱 道成	東京農業大学生物産業学部	099-2493	網走市字八坂 196
吉田 悟	北海道立新得畜産試験場	081-0038	上川郡新得町新得西 4 線 40
吉田 忠	釧路東部地区農業改良普及センター	088-1350	厚岸郡浜中町茶内市街
芳村 工		086-1106	標津郡中標津町西 6 南 10
米内山 昭和		073-0044	滝川市西町 2-7-25
米田 裕紀	北海道立根釧農業試験場	086-1153	標津郡中標津町桜ヶ丘 1-1
米道 裕弥	北海道立滝川畜産試験場	073-0026	滝川市東滝川 735
リベラ グャラール	クリーン化学工業(株)	061-1433	恵庭市北柏木町 3-172

## 賛 助 会 員

会 員 名	郵便番号	住 所	営 業 項 目
エーザイ株式会社札幌支店	003-0021	札幌市白石区栄通4丁目3-1	
コーンズ・エージー	061-1433	恵庭市北柏木町3丁目104番地1	酪農機器輸入販売, 作業機輸入販売, トラクター輸入販売
サツラク農業協同組合	065-0000	札幌市東区苗穂3丁目3-7	
デーリィマン社	060-0004	札幌市中央区北4条西13丁目1番39	
ニチロ畜産株式会社	063-0061	札幌市西区西町北18丁目1-1	食肉販売, 食肉製品製造販売
ホクレンくみあい飼料株式会社	060-0004	札幌市中央区北4条西1丁目	飼料製造
ホクレン農業協同組合連合会	060-0004	札幌市中央区北4条西1丁目	
メルシャン株式会社苫小牧工場	059-1373	苫小牧市真砂町38-5	
旭油脂株式会社	078-8253	旭川市東旭川北3条5丁目3-6	
安積濾紙株式会社札幌営業所	065-0043	札幌市東区苗穂町3丁目4番31号	牛乳専用濾過紙, 乳房清拭紙, 乳頭仕上用ペーパー
井関農機株式会社営業北海道支店	060-0001	札幌市中央区北1条西17丁目 北都ビル	
株式会社三幸商会	063-0062	札幌市西区西町南17丁目2-44	科学機器販売, 乳加工用乳酸菌, レンネット販売
株式会社土谷製作所	065-0042	札幌市東区本町2条10丁目2-35	
株式会社酪農総合研究所	060-0003	札幌市中央区北3条西7丁目 酪農センター	調査研究, 経営診断, 酪農講座, 図書販売
十勝農業協同組合連合会	080-0013	帯広市西3条南7丁目14	
小野田リンカル販売株式会社	060-0003	札幌市中央区北3条西1丁目 ナショナルビル	
森永乳業株式会社札幌支社	003-0030	札幌市白石区流通センター1-11-17	
雪印種苗株式会社	062-0002	札幌市豊平区美園2条1丁目2-1	飼料作物種子生産販売, 配合飼料製造販売
雪印乳業株式会社酪農部	065-0043	札幌市東区苗穂町6丁目1-1	
全農札幌支所	060-0061	札幌市中央区南1条西10丁目	
全酪連札幌支所	060-0003	札幌市中央区北3条西7丁目 酪農センター内	
日本農産工業株式会社北海道支店	047-0007	小樽市港町5-2	飼料製造販売
日本配合飼料株式会社北海道支社	060-0031	札幌市中央区北1条東1丁目 明治生命ビル	
日優ゼンヤク株式会社	065-0022	札幌市東区北22条東9丁目	
北海道オリオン株式会社	003-0027	札幌市白石区本通18丁目北3番66号	酪農機器, 食品機器
北海道ホルスタイン農業協同組合	001-0015	札幌市北区北15条西5丁目20	
北海道家畜改良事業団	062-0052	札幌市豊平区月寒東2条13丁目1-12	
北海道草地協会	060-0042	札幌市中央区大通西7丁目2 酒造会館内	
北海道農業開発公社畜産部	060-0005	札幌市中央区北5条西6丁目1-23 農地開発センター内	
北海道富士平工業株式会社	001-0027	札幌市北区北27条西9丁目5-22	
北原電牧株式会社	065-0019	札幌市東区北19条東4丁目	
明治乳業株式会社北海道酪農事務所	003-0001	札幌市白石区東札幌1条3丁目5-41	

## 北海道畜産学会編集委員会

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

### 編集後記

ようやく第41巻ができあがった。今回は、特集として、平成12年4月にその歴史の幕を閉じる滝川畜産試験場の記録記事を寄せて頂いた。この記事は当初、研究対象である豚、羊および家禽に分け、3年に渡って連載する予定であったが、種々の事情により本巻に一举掲載することになったものである。移転に伴う仕事で多忙のところ、詳細なる記事を書いて頂いたことにこの場を借りて感謝申し上げる。また、本巻はその他の論文・記事を含めて130ページを越える内容盛りだくさんのものとなった。寄稿して頂いた方々にも感謝申し上げたい。

次巻からは原著論文も掲載することは巻頭でご案内申し上げたが、多くの論文が投稿され、ますます本学会報が充実して行くことを祈念している。  
(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、(財)日本複写権センターと包括複写許諾契約を締結されている企業の従業員以外は、著作権者から複写権等の行使の委託を受けている次の団体から許諾を受けて下さい。著作物の転載・翻訳のような複写以外の許諾は、直接本会へご連絡下さい。

〒170-0052 東京都港区赤坂9-6-41 乃木坂ビル

学術著作権協会 (TEL: 03-3475-5618 FAX: 03-3475-5619)

E-mail: kammori@msh.biglobe.ne.jp)

アメリカ合衆国における複写については、次に連絡して下さい。

Copyright Clearance Center, Inc. (CCC)

222 Rosewood Drive, Danvers, MA 01923, USA

Phone: (978)750-8400 Fax: (978)750-4744 www.copyright.com

#### 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

Japan Academic Association for Copyright Clearance (JAACC)

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

TEL: 81-3-3475-5618 FAX: 81-3-3475-5619 E-mail: kammori@msh.biglobe.ne.jp

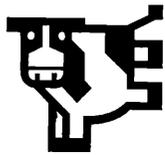
In the USA

Copyright Clearance Center, Inc. (CCC)

222 Rosewood Drive, Danvers, MA 01923 USA

Phone: (978)750-8400, Fax: (978)750-4744, www.copyright.com



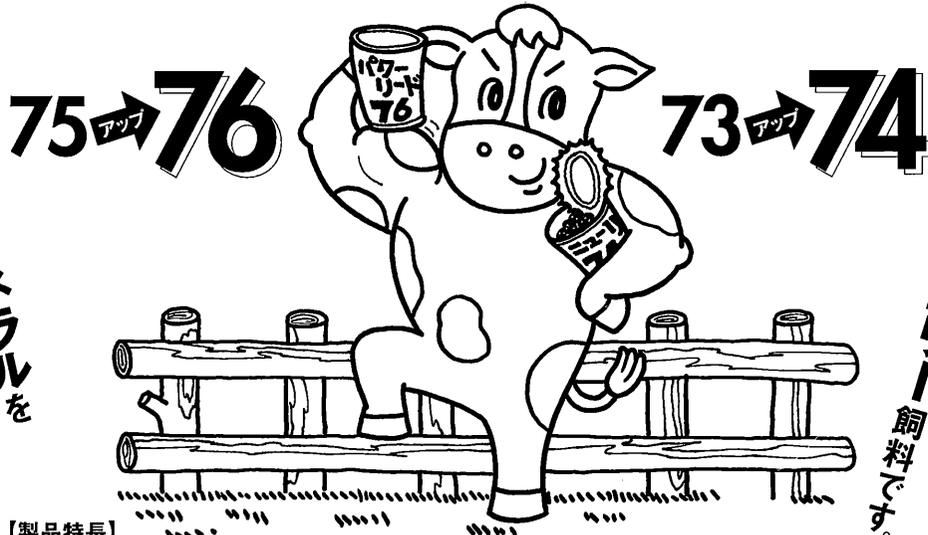


くみあい配合飼料

常に時代をリードしていく

# パワーリード・ニューリード シリーズが さらに、パワーアップ!!

強化してきます。  
ビタミン・ミネラルを



新時代に対応した、  
高カロリー飼料です。

### 【製品特長】

- ① 高泌乳および生乳の無脂固形分率重視取引きに対応して、穀類の割合を高め、TDNを1%高めました。
- ② 高泌乳および生乳の無脂固形分率アップに重要な蛋白のバイパス率をコーングルテンミールとエクストールダー処理大豆を使用しアップしました。(パワーリード・シリーズのみ)
- ③ ビタミンA.D.E.の他に、高泌乳時に重要なビタミンB群およびミネラルを強化しております。
- ④ 活性酵母およびその培養物を添加しておりますので、ルーメン微生物を活性化し、ルーメン発酵の安定化を促進します。
- ⑤ 硫酸亜鉛メチオニンを添加しておりますので、蹄病予防および体細胞減少が期待できます。

### 【保証成分】

製品名	成分	粗蛋白 %以上	粗脂肪 %以上	粗繊維 %以下	粗灰分 %以下	カルシウム %以上	リン %以上	DCP %以上	TDN %以上
パワーリード16		16.0	2.0	10.0	10.0	0.8	0.50	14.0	76.0
パワーリード18		18.0	2.0	10.0	10.0	0.8	0.50	16.0	76.0
パワーリード20		20.0	2.0	10.0	10.0	0.8	0.50	18.0	76.0
ニューリード16		16.0	2.0	10.0	10.0	0.5	0.40	14.0	74.0
ニューリード18		18.0	2.0	10.0	10.0	0.5	0.40	16.0	74.0
ニューリード20		20.0	2.0	10.0	10.0	0.5	0.40	18.0	74.0

●ホクレンからの耳より情報● ニューリード18をそのままマッシュの形態にし、リーズナブルな価格で発売することになりました。  
名称は『ニューリード18マッシュ』です。ぜひ、ご使用ください。

 **ホクレン**

# 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・遠紋・八雲・室蘭・苫小牧・日高・小樽・千歳・岩見沢  
空知・名士・稚内・東京・東京西・本郷・城南・城北・城西  
仙台・秋田・日立・栃木・群馬・水戸・茨城・埼玉・埼玉東  
所沢・千葉・千葉西・柏・銚子・多摩・多摩西・横浜・神奈川  
神奈川東・福岡

営業所 / 青森・庄内・福島・いわき

北海道畜産学会報 第41巻

1999年3月31日 印刷

1999年3月31日 発行

発行人 清水 弘

発行所 北海道畜産学会

〒060-8589 札幌市北9条西9丁目

北海道大学農学部畜産科学科内

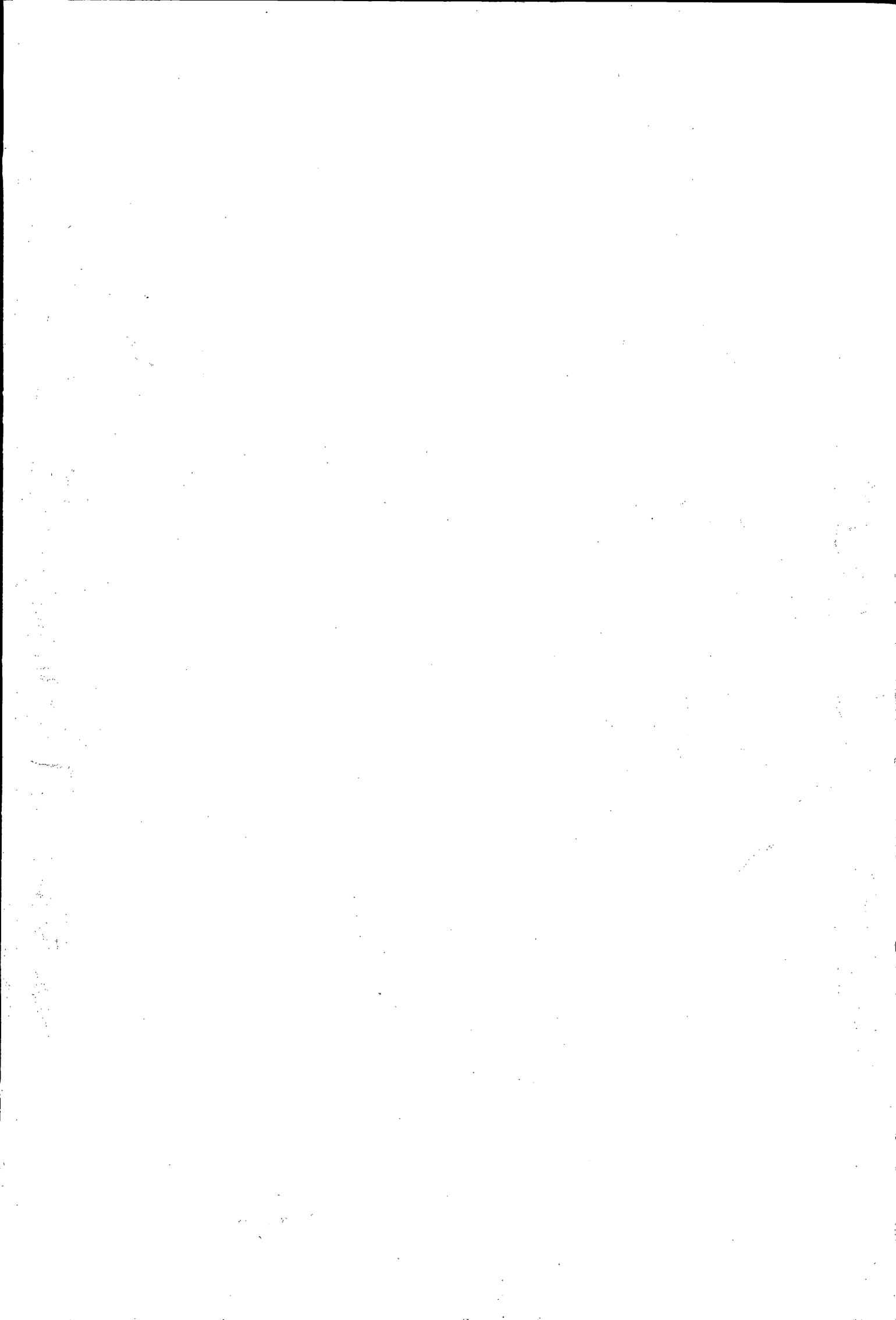
電話 011-706-2897

郵便振替口座番号 02770-4-4947

印刷所 (株)アイワード







## お詫びと訂正

北海道畜産学会報第41巻の会員名簿には、第54回大会会場において入会頂いた22名の新入学会員の方が事務局の手違いにより記載されていませんでした。誠に申し訳ありません。つきましては、次号の会員名簿に改めて掲載させていただきますので、ご了承ください。

また、同41巻に記載した改正後の北海道畜産学会報原稿作成要領12.要約は総説で600字程度、原著論文で400字程度、研究ノートおよび技術レポートでは300字程度とする。から、原著論文には250語程度の英文要約もつける。が欠落しておりました。お詫びして訂正いたします。

前編集委員長 中村富美男

## 北海道畜産学会編集委員会からのお知らせ

2000年度第42巻北海道畜産学会報への「原著論文」、「短報」および「技術レポート」へ投稿される方は、学会報巻末に記載されている北海道畜産学会投稿規定ならびに原稿作成要領に従って原稿を作成し、1999年10月29日(金)までに編集委員会事務局まで郵送願います。

また、「現場(会員)からの声」への投稿も受け付けております。北海道に根ざした畜産に関することでしたら内容を問いませんので奮って記事をお寄せ下さい。

### 北海道畜産学会

1999年8月17日 印刷

1999年8月18日 発行

発行人 左 久

発行所 北海道畜産学会

〒080-8555 帯広市稲田町西2線11番地  
帯広畜産大学畜産管理学科内  
電話 0155-49-5420

印刷所 (株)アイワード

〒060-0033 札幌市中央区北3東5  
電話 011-241-9341

