

上田 様

ISSN 0919-3235

# 北海道畜産学会報

第38巻 1996年



**総説**

肥育牛飼養における飼料添加物の利用

**受賞論文**

高泌乳牛の集約放牧に関する一連の研究

短報 (23編)

**技術レポート (1編)**

**解説**

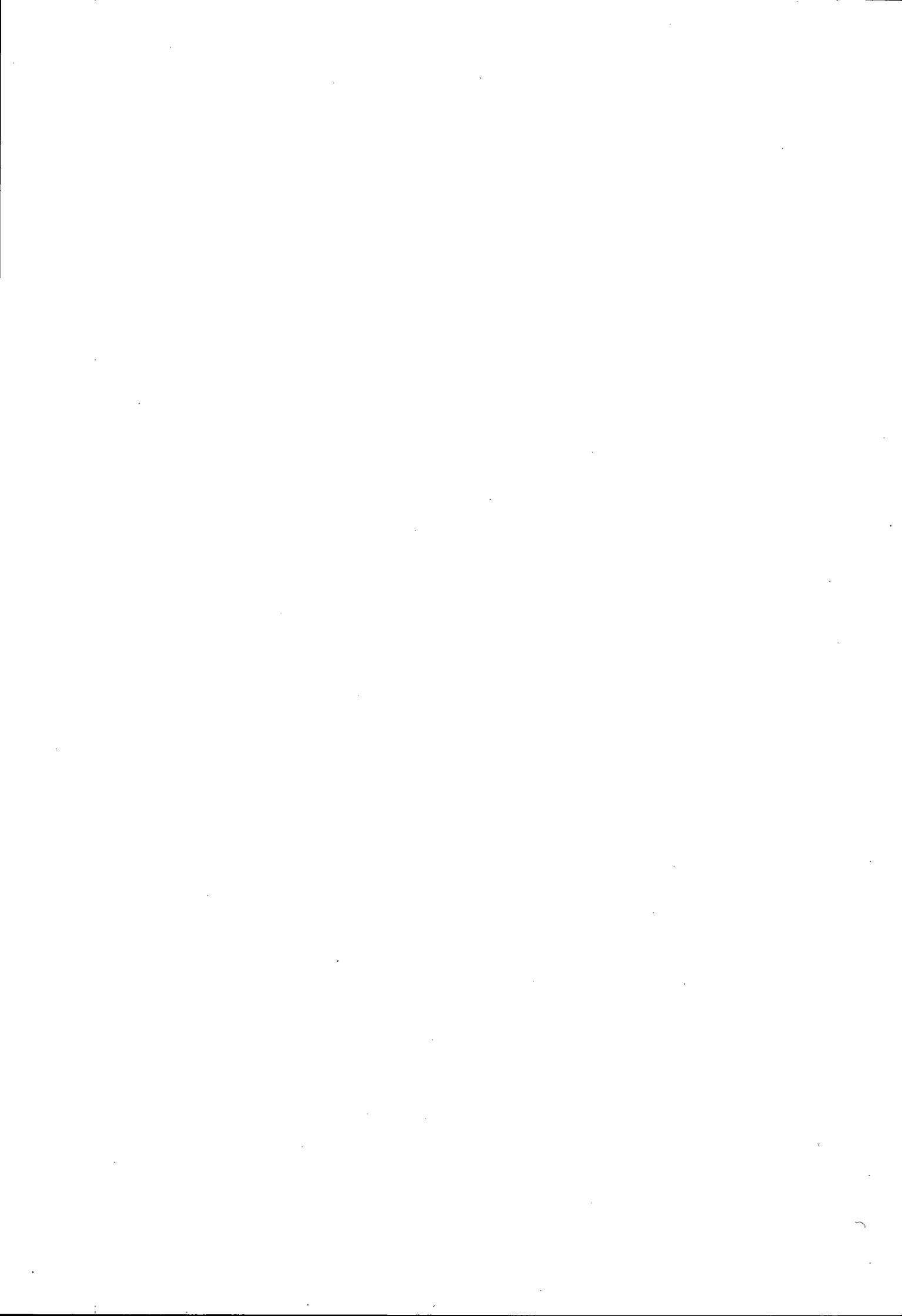
搾乳の自動化と乳牛の飼養管理システム

会員からの声、海外報告

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 52 回北海道畜産学会大会開催予定

と き：1996年9月18日(水), 19日(木)

場 所：うたのぼりグリーンパークホテル（歌登町）

詳細な案内：1996年6月上旬

講演要旨締め切り：1996年7月下旬

## 2. 会費納入のお願い

会報の送付封筒のタックシールに、既に納入いただいた年度が記載されております。

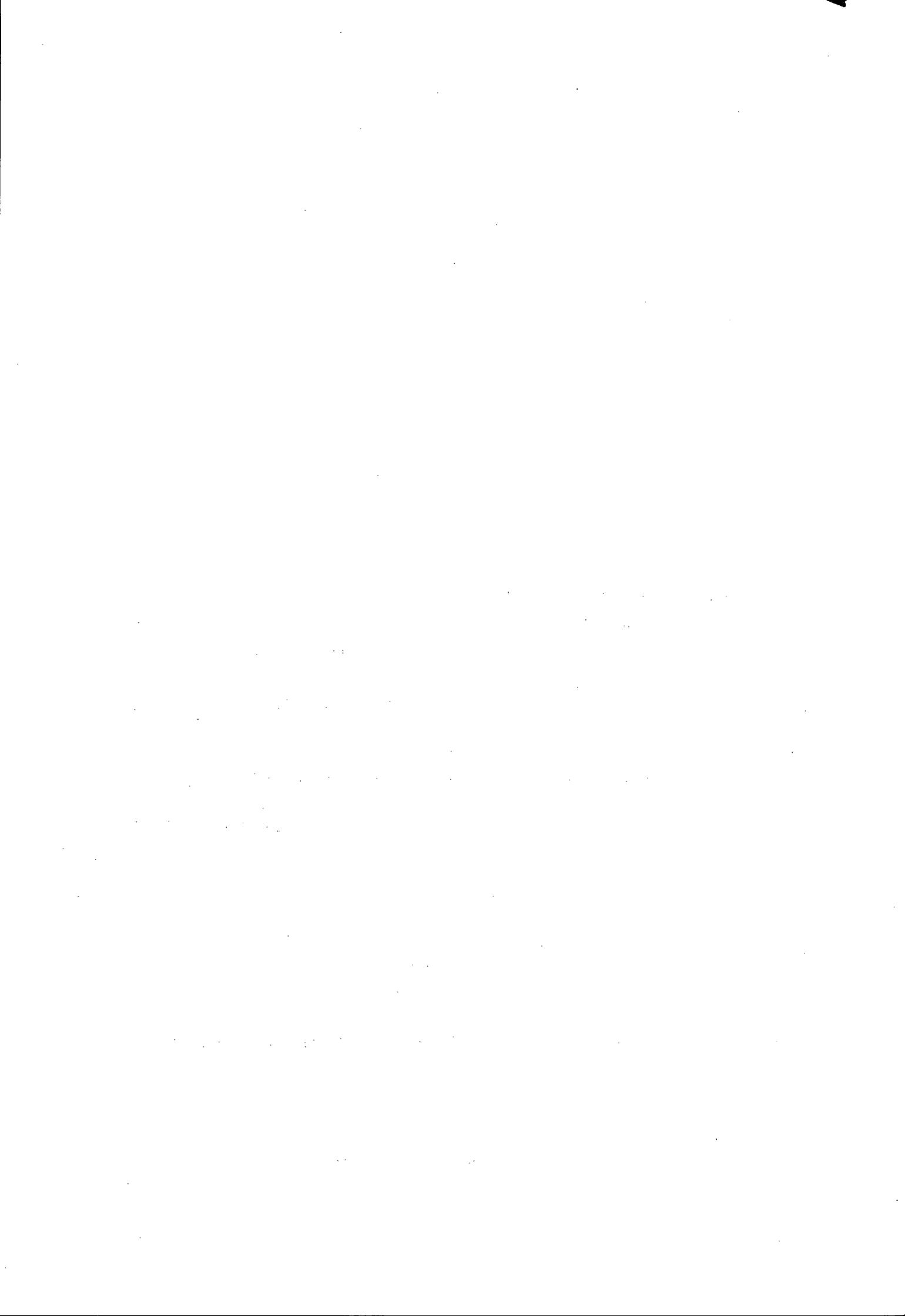
お確かめの上、未納年度分の会費を納入してください。

郵便振替 口座番号：02770-4-4947

なお、ご不明な点は、会計幹事 宮川まで

電 話：011-386-1112 内 3232

ファックス：011-387-5848（酪農学科共通）



# 北海道畜産学会会報

第38巻

平成8年3月

## 目次

### 総説

肥育牛飼養における飼料添加物の利用

左 久…………… 1

### 受賞論文

高泌乳牛の集約放牧に関する一連の研究

……………北海道立根釧農業試験場・乳牛放牧研究グループ

小倉紀美・扇 勉・小関忠雄・藤田眞美子・峰崎康裕・堤 光昭

三枝俊哉・酒井 治・田中正俊・花田正明・遠谷良樹・裏 悦次…………… 9

### 短報

ホルスタイン種去勢牛とアバーディンアンガス種去勢牛の発育および肉質における品種間差異について

……………久保田義正・金井秀明・高崎宏寿・大宮正博・西堀景子・新堀江利子・荒 智…………… 14

尿素加等電点電気泳動法による牛乳蛋白質多型の検出

……………横濱道成・平山博樹…………… 19

サイレージの発酵品質と蛋白質のルーメン内分解性に及ぼす牧草の刈取時期と添加物の影響

……………艾尼瓦爾艾山・安宅一夫・榎崎 昇…………… 23

飼育下のエゾシカ (*Cervus nippon yesoensis*) およびヤクシカ (*C. n. yakushimae*) における精巢体積  
および造精機能の季節的变化

……………黒崎達也・亀山祐一・石島芳郎…………… 28

日本に適したフリーストール・ミルクパーラ方式のための予備的調査—問題抽出のための一事例報告

……………矢用健一・植竹勝治・岡本隆史…………… 32

ホルスタイン種雄牛の個体成長記録に対する非線形成長モデルの当てはめ

……………寺脇良悟・新納正之・山口 斉・熊田善一郎・福井 豊…………… 35

ウシ体外受精由来胚盤胞の内細胞塊細胞数の検討

……………亀山祐一・丹野直美・石島芳郎…………… 39

ウシ乳蛋白質成分に対するモノクローナル抗体の作製

……………横濱道成・近藤民章・中川 中・平山博樹…………… 43

牛肉熟成中における筋漿画分について

……………全 炯日・三上正幸・関川三男・三浦弘之…………… 46

牧草のサイレージ化にともなう構造的炭水化物の分解と消化率の変化およびそれに与える添加剤の影響

……………ブランド ローラデス ノエミ・藤田 裕・松岡 栄…………… 50

ミルクパーラでのオンライン測定による乳汁電気伝導度に影響を及ぼす要因

……………山岸黄太・柏村文郎・古村圭子・新出陽三・池滝 孝…………… 55

牛肉の色調とメトミオグロビン還元活性について

……………関川三男・部田圭一・三上正幸・三浦弘之…………… 60

牛糞スラリーから分離された放線菌

……………岡本英竜・塚田 栄・宮川栄一…………… 64

牧草多給によるヘレフォード牛の哺育育成(1)2夏放牧方式による去勢肥育素牛生産

……………小竹森訓央・斉藤博幸・近藤誠司…………… 69

北海道和種馬における  $Cr_2O_3$  と酸不溶性灰分 (AIA) の回収率および糞中濃度の経時変化

……………河合正人・十二邦子・安江 健・小川貴代・近藤誠司・大久保正彦・朝日田康司…………… 72

異なる添加脂質が人工ルーメン培養における牧草成分の発酵と微生物増殖に及ぼす影響

……………梁 云穆・藤田 裕…………… 77

90 および 60 日齢で離乳したサフォーク種双子羊の増体 .....出岡謙太郎・斉藤利朗.....	81
めん羊の第一胃内容液および血液中の脂肪酸組成に及ぼすサリノマイシン給与の影響 .....日高 智・竹成仁史・松長延吉・左 久.....	85
冬季舎飼期における飼料畑・採草地全体からの牛乳生産の評価 ——コーンと牧草の作付面積割合が異なると想定した場合での検討—— .....中辻浩喜・古川研治・時田光明・大久保正彦.....	91
自由採食下のめん羊における採食・反芻行動と反芻胃内粒度別飼料片の動態の関連 .....泉 賢一・岡部靖子・福間 哲・上田宏一郎・大久保正彦.....	94
エゾシカ ( <i>Cervus nippon yesoensis</i> ) における野生草本類および木本類の採食性と成分組成 .....相馬幸作・増子孝義・北原理作・石島芳郎.....	98
体温による乳牛の分娩時期の予測精度に及ぼす季節の影響 .....牧原弘造・新出陽三・柏村文郎・古村圭子・池滝 孝・山口光治・塚本孝志.....	105
卵白の交換培養とニワトリ胚の発育 .....寺井明喜子・八木康一・市川 舜.....	109
<b>技術レポート</b>	
超音波診断装置を用いた黒毛和種繁殖雌牛の選抜淘汰と繁殖管理への活用について .....山下一夫・大西芳広・海田佳宏・日根 修.....	112
<b>解 説</b>	
搾乳の自動化と乳牛の飼養管理システム .....森田 茂.....	116
<b>会員からの声</b>	
農家と試験研究と普及の雑感 .....小池信明.....	119
私から見た北海道酪農の現状 .....艾尼瓦爾艾山.....	120
<b>海外報告</b>	
カリフォルニア大学デイビス校での文部省在外研修を終えて .....服部昭仁.....	121
<b>書 評</b>	
Milk Quality (乳質) F. Harding 編著 Blackie Academic & Professional 社 (1955 年 8 月発刊) .....斎藤善一.....	122
集約放牧マニュアル .....岡本明治.....	123
第 51 回 北海道畜産学会大会 一般講演 一覧.....	124
学会記事 .....	126
1994 年度 北海道畜産学会会計報告 .....	128
1995 年度 北海道畜産学会予算(案) .....	129
北海道畜産学会会則 .....	130
北海道畜産学会編集委員会規定 .....	131
北海道畜産学会会報投稿規定 .....	131
北海道畜産学会会報原稿作成要領 .....	132
北海道畜産学会表彰規程 .....	133
会員名簿 .....	134
役員名簿 .....	143

## 肥育牛飼養における飼料添加物の利用

左 久

帯広畜産大学, 帯広市 080

## Feed additives for beef production

Hisashi HIDARI

Obihiro University of Agriculture and Veterinary Medicine,  
Obihiro 080キーワード: 肉用牛, 緩衝剤, イオノフォア抗生物質,  $\beta$ -アゴニスト, ビタミンEKey words: Beef Cattle, Buffers, Ionophores,  $\beta$ -Adrenergic Agonists, Vitamin E

## 1. はじめに

肉用牛の肥育における飼養技術は肉量の増大, 肉質の改善および飼料効率の改善を目標にして技術革新が進められてきた。この内容は, 牛の飼料摂取過程, 飼料の消化過程および吸収栄養素の利用過程に対する人為操作で, 飼料の加工, 緩衝剤の給与, 飼料中への抗生物質の添加および発育促進用ホルモン剤の非経口的投与などである。

わが国の牛肉生産では, 脂肪含量の高い大型の枝肉生産が目標とされ, 乾草など粗飼料が高価なこともあって, 濃厚飼料多給型の飼養が広く普及してきた。この飼養方式は, 自給飼料に依存せず, 多頭飼育の集約的牛肉生産を可能にし, 元々草食家畜である肉用牛に単胃肉用家畜であるブロイラーや豚と同様の工場型飼育で肉生産を行わせることに道を開くものである。

この穀物多給による牛肉生産は, 草食家畜である牛から飼料としての牧草給与を極端に制限するため, 牛の第一胃内生理的常性は破綻しやすく, 第一胃内発酵そのものも変質していった。このことは, 乳酸アシドーシスやルーメンパラケラトシス, 肝膿瘍, 蹄葉炎および尿結石症など様々の疾病の発生を誘発している。

こうして濃厚飼料多給時のこれらへの対処として第一胃内容緩衝剤の添加が行われたり, さらに高エネルギー飼養を行うために濃厚飼料に加えて獣脂や脂肪酸Caの添加および第一胃内微生物相をメタン産生抑制とプロピオン酸発酵促進による飼料効率改善を狙ったイオノフォア抗生物質の添加など肥育牛飼養には多様な飼料添加物の利用が行われている。

また, 吸収した栄養素の利用方向を変えるエネルギー分配剤開発が行われ, わが国ではまだ家畜を用いた試験の実施に至っていないが, 吸収栄養素の利用方向を脂肪蓄積から筋肉蛋白蓄積に変える  $\beta$ -アゴニストに関する成績が外国では多数発表されている。

飼料添加物とは, 飼料安全法により規制された抗生物質 27 種, 合成抗菌剤 7 種, 防霉剤 3 種, ビタミン剤 28 種を指すものと定義付けられている。飼料にこれらを添加する目的は, 1) 飼料の品質低下防止, 2) 飼料の栄養成分の補給および 3) 飼料が含有している栄養成分の有効利用の促進という 3 点である。添加方法も飼料工場で製造工程中に行うことが規定されているものや, 一般農家が自家配合して用いるものなど多様である。

肥育牛飼養における飼料添加物は, この規定における目的 2, 3) に当てはまるものが主であるが, 本稿で取り上げようとする内容は必ずしも規定にあるものばかりではなく, 混合飼料として扱われるものも含んでいる。即ち, 以下に述べるように, 第一胃環境維持, 第一胃発酵調整, 肉質改善を目的として飼料に混ぜて給与されているものの効果や背景などについて述べることにする。

## 2. 第一胃内環境維持のための飼料添加物

第一胃内 pH は動物が摂取する飼料により pH 8 から pH 5 以下まで変化し, この pH が増殖し得る細菌の種類や増殖速度, 細菌の細胞収量などに影響を及ぼしている。一般的に, 低い pH 環境は菌体の発育阻害をもたらす。

肥育牛では, 濃厚飼料多給に伴う第一胃内乳酸の過剰生成により引き起こされる pH の低下が第一胃内p

ロトゾアの生育抑制やセルロース分解菌の減少を招き、さらにその低下が4.5程度になると lactobacillus 菌の増殖が始まり、いわゆる乳酸アシドーシスを起こす。このような第一胃発酵の異常を抑える目的で石灰石や重曹の給与が古くから行われてきた。

第一胃内緩衝剤として使われている物質には、石灰石や重曹のほかに酸化マグネシウム、リン灰石、セスキ炭酸塩などがある。

第一胃内恒常性維持のための添加物としての緩衝剤の役割や効果については、本誌の前身日本畜産学会北海道支部会報で西埜(1983)によって詳細に総説されているので、ここでは、それ以後報告されている緩衝剤の効果などについて紹介する。

穀物飼料の多給は繊維の消化率を低下させるが、その原因は、第一胃内 pH の低下であり、セルロース分解菌の活動低下によるものと考えられている。

蒸煮圧扁したソルガムやコーン主体の飼養をしている肥育牛では0.75%の重炭酸塩添加給与により乾物摂取量と日増体量が増す(Zinn 1991)。一方、Leventiniら(1990)は、乾草に大麦を補給した肉牛に重炭酸塩を添加給与すると、第一胃内 pH が維持され、セルロース分解能が抑制されず第一胃消化は改善され、飼料の乾物摂取量が増加するものの日増体量や飼料効率には改善効果が見られなかったと報告している。また、麦稈にコーンや大麦を補給した肉牛にセスキ炭酸塩を1.2%添加すると大麦では、第一胃内酢酸濃度が増し、採食量が増えるが、コーンではそうならない(Reynoldsら1993)。このように、第一胃内緩衝剤投与の肉牛生産性への効果発現は飼料構成によって違いがあるものの、採食量が増加するという結果は多い(Hallら1990)。

アミノ酸の主要な吸収部位である小腸の pH は濃厚飼料多給で低下し、でんぷんの消化率が低下すると言われている。Christiansen と Webb(1990)は、フィードロットの肉牛でこの pH 低下を防ぐために、石灰石やリン灰石を1.6%或いは酸化マグネシウムを0.5%投与すると、でんぷんや粗蛋白質の消化には影響がなく、アミノ酸の見かけの吸収率が向上したと報告している。リン灰石投与に増体促進効果が認められたというのはこのような小腸での作用が関わっているものと思われる。

次の項で述べるイオノフォア抗生物質はイオンの膜透過性を高める作用がある。Zinn と Borques(1993)は肥育仕上げ牛の油脂添加飼料中に重炭酸塩を添加して Na<sup>+</sup> を増加させた時にモネンシン(Monensin)を投与しイオノフォア抗生物質の効果がどのように影響されるかを検討し、増体成績や飼料効率改善効果に両者の相乗効果や相加効果はみられないことを示した。

### 3. 第一胃発酵調整のための飼料添加物

牛肉生産における飼料効率改善を狙った第一胃内発酵の人為操作には抗生物質を使った第一胃内菌叢の変更が着想されて1976年にモネンシンにそのような効果のあることが発表され今日に至っている。モネンシンやサリノマイシン(Salinomycin)はポリエーテル系のイオノフォア抗生物質で、これらを30ないし20ppm配合飼料に添加給与すると増体量に変化はなく、飼料摂取量が5から15%減少し、飼料効率がおよそ10%改善するとされている。このような効果はグラム陰性菌に対する制菌作用や lactobacillus 菌、プロトゾアの生育抑制を介するメタン産生と乳酸生成の抑制、プロピオン酸生成促進によるもので、生産性の改善と共に鼓脹症、乳酸アシドーシスに対して抑制効果がある。

Raunら(1976)がモネンシンの飼料効率改善効果における投与量と効果の関係についてフィードロット牛で検討した結果を図1に示した。モネンシンの投与量の増加と共に飼料摂取量が減少するので、増体量の低下が発現する前の用量が飼料効率改善に最適用量となることが読み取れる。モネンシンやサリノマイシン投与による採食量の減少は、第一胃内でプロピオン酸発酵が増強され、肝門脈中のプロピオン酸濃度が上昇したことに因るものと解釈されている。

イオノフォア抗生物質の第一胃発酵調整剤への応用については畜産の研究39, 40巻に長期間連載で小野(1985, 1986 a, 1986 b)が総説しているので詳細はそれらを参照されたい。本稿では、1990年以降に発表されたイオノフォア抗生物質に関する研究成果について概説する。

モネンシンは元来、鶏の原虫病であるコクシジウム症の抑制剤として開発されたもので、鶏に対する使用は許可されていたが、わが国で肥育牛に使用が許可されるに至ったのは1987年である。農水省が認可した

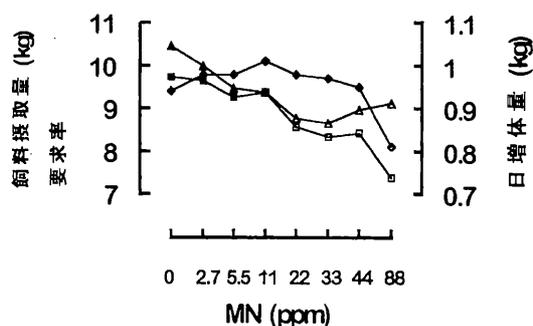


図1 モネンシンの投与水準と効果  
 ◆日増体量  
 ■飼料摂取量  
 ▲要求率  
 白ヌキは対照 Oppm との間に  
 有意差 P<0.01

モネンシン、サリノマイシンの肥育牛用飼料への添加はそれぞれ 30 ppm または 20 ppm を配合飼料に製造過程で添加するもので、一般農家、肉牛生産者はこれらを高濃度で使用することが出来ない。従って、サイレージなど嵩の大きい粗飼料給与時には飼料による希釈率が大きく効果が現れ難い。

イオノフォアには蛋白節約効果があり、モネンシン投与により、第一胃内アンモニア濃度が低下することは古くから知られている。モネンシンは蛋白分解には作用せず、アンモニア生成を抑制し、それは、グラム陽性菌に対する抑制作用に因るものと考えられている (Chen と Russell 1991)。Yang と Russell (1993) は乾草と大豆粕を給与した乾乳牛にモネンシンを 50 ppm 相当添加投与して、第一胃内のアミノ酸利用菌が 1/10 に減少し、アンモニアが 30% 減少することを観察し、モネンシンが第一胃内の脱アミノ反応抑制に働きアンモニア生成の抑制に作用していると推察している。

わが国では放牧飼養牛にモネンシンを投与する現実はまだないが、米国では放牧牛にモネンシンを投与して増体成績を向上させる試みが行われており、Eli Lilly 社が図 2 に示すようなモネンシン第一胃内徐放カプセルを開発した (Parrott ら 1990)。乳酸とグリコール酸の重合体化合物にモネンシンを分配させてこの装置に入れて、第一胃内に投入しモネンシンを 150 日間放出し続けさせることが出来た。このような装置を使うことにより放牧牛にも省力的にモネンシンを投与することが出来、日増体量がおよそ 7% 増加するという成績を得た。

イオノフォア抗生物質にはそれを投与すると第一胃内プロピオン酸のモル比が増すという共通点が見出されている。このような第一胃発酵の変化が肝門脈系の栄養素の流れにどう影響し、そのことが飼料効率改善とどう結びついているかを Harmon ら (1993) は、アルファルファ乾草給与去勢牛にモネンシンを投与して観察した。その結果、グルコースや乳酸、BHBA および VFA の肝臓および内臓への正味の流入量はモネン

シン投与によって変わらず、モネンシンの飼料効率改善効果は消化管からのプロピオン酸の正味の吸収量とは関係がないことが示唆された。また、須田ら (1993) はホルスタイン種去勢牛に 10-30 ppm のサリノマイシンを添加した飼料を給与し、TDN 要求率の改善を認めたものの血清グルコースや中性脂肪、コレステロールなどの脂質成分濃度には変化がないことを観察している。このように、イオノフォア抗生物質の飼料効率改善の機作は、血液代謝像などには現れない反応に因るものと推察される。

肥育牛に対する第一胃内発酵調整剤としてのイオノフォア抗生物質で、わが国で使用が認められているのはモネンシンとサリノマイシンのみである。これら抗生物質は長い肥育期間を通して投与されるので、その効果の長期持続のために耐性菌の発現回避などを考慮した交互反復投与などの工夫が試みられたことがある。抗生物質として耐性菌の出現は避けられず、これらに替わる新たな抗生物質の開発は現在も引き続き行われている。

第一胃発酵調整に使われた最初のイオノフォアはモネンシンであるが、このほかにポリエーテル系抗生物質としてラサロシド (Lasalocid)、サリノマイシン、ライソセリン (Lysoserin)、ロノマイシン (Lonomycin)、ナラシン (Narasin) などが、また、グリコペプチド系イオノフォアであるアボパルシン (Avoparcin) なども第一胃発酵調整効果が確認されている。

Laidlomycin propionate というポリエーテルイオノフォアは濃厚飼料多給の肥育牛に 6-12 ppm という低濃度で投与するとモネンシンやラサロシドと同様の増体促進や飼料効率改善効果がある (Galylean ら 1992)。この Laidlomycin propionate は低濃度で投与されるため、第一胃内 pH や VFA 濃度には影響が少なく、また採食量の減少はモネンシンなどよりも小さいなどの特徴があるが、まだ FDA の認可は下りていない。

モネンシンは上記のように乳酸産生を抑制するので、濃厚飼料多給時の乳酸アシドーシス抑制に効果があると期待できるが、フィードロットでみられる第一胃内 pH の低下、唾液分泌、でんぷん発酵、飼料通過速度、飼料摂取などの諸現象に影響を及ぼす亜急性の不顕性アシドーシスを防止するほどの効果は観察されず、その影響を多少緩和する程度とみられている (Stock ら 1990)。

冬期間小麦畑に放牧している牛の泡沫性鼓張症の発生防止にモネンシンは有効であり、それは第一胃内 pH が高められて泡沫形成が持続しにくくなるためと解釈されている (Branine と Galylean 1990)。

天然の 6 価アルコールであるソルビトールを子牛や肥育仕上げ牛に給与すると飼料効率が改善することが知られており、Fontenot と Huchette (1993) は、肥育

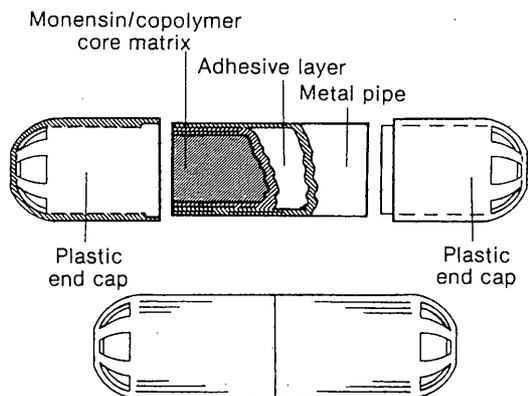


図 2 モネンシン第一胃内徐放カプセル (RDD: Parrott ら, 1990)

仕上げ牛にソルビトールとモネンシンを平行給与した時の生産性に対する効果を検討し、両者の飼料効率改善効果は同程度で、相加性があることが認められた。

このようにして、第一胃発酵調整剤としてのイオノフォア抗生物質はその効果が注目されてから20年が経ち、当初のフィードロット肥育牛向けという発想から広がって子牛や放牧牛への適用にまで普及しつつある。これは、これらの抗生物質投与が安定した効果を持つことと高い安全性が認められてきたためである。

#### 4. 栄養素利用過程の人為操作のための飼料添加物

##### 1) $\beta$ -アゴニスト

イオノフォア抗生物質が飼料の消化過程への人為操作の一つとすれば、ここに述べる肉用家畜への $\beta$ -アゴニストの応用は、吸収した栄養素の利用過程への人為操作と行うことができる。家畜は筋肉を1kg生成するよりも脂肪を1kg生成する方がより多くのエネルギーを要することはよく知られている。家畜の吸収した栄養素を体脂肪蓄積から筋肉生成に向けることが家畜生産の効率改善上重要な課題であった。動物の交感神経の一つであるアドレナリン作動性神経末端の伝達物質であるアドレナリンは体脂肪を分解し血中に遊離脂肪酸を放出する働きがある。アドレナリンと同様に $\beta$ -アドレナリン作動性受容体を刺激する $\beta$ -アゴニストには、クレンブテロール、シマテロール、Ro 16-8714 および L 644, 969 などがある。

Ricksら(1984)は、クレンブテロールについて、筋肉量増加と体脂肪減少効果を肉牛で初めて検討した。肥育仕上げ期の去勢牛に100日間投与すると、飼料効率は変わらず、枝肉のロース芯断面積は16%増加し、背部皮下脂肪厚は42%減少することが確認された。そして、その作用機作を図3に示すように解釈している。即ち、 $\beta$ -アゴニスト類は、アドレナリン作動性受容体

を刺激し、体脂肪分解を促進する。このことは、体内のエネルギー状態の改善になり、筋肉蛋白分解によるエネルギー供給の必要がなく、従って、筋肉蛋白の分解は抑制され、この結果、体脂肪量の減少、飼料効率の改善、赤肉量の増加が達成される。

$\beta$ -アゴニストの筋肉増加作用は蛋白分解抑制に因るものであるから、筋肉中の蛋白分解酵素の一つである calpain が減少し、屠殺後の筋肉の蛋白分解と肉の柔らかさが低下する (Geesink ら 1993)。Wheeler と Koochmarai (1992) はこのことを牛で検討し、3 ppm の L 644, 969 を6週間去勢牛に投与すると、Calpastatin 活性が有意に増加し、肉の柔らかさが低下することが認められた。このことから、L 644, 969 による筋肉増大は Calpastatin 活性の上昇による蛋白分解力の低下によることが牛においても確かめられた。

$\beta$ -アゴニストの作用については、蛋白代謝 (Claeys ら 1987) や脂肪代謝 (Liu ら 1989)、エネルギー代謝 (Rikhardsson ら 1991) および内分泌的影響 (Beermann ら 1987) などについて研究がなされており、特にヨーロッパでは関心が高く、米国でも肉用家畜生産現場での技術としての応用に近い候補者と見なされているが、わが国ではまだ産業動物を使った実験自体が行われていない。

技術として実用化する前には当然動物体内への残留性が検討されるが、外因的に投与した $\beta$ -アゴニストはこれ自体を体液や組織内で量的に測定するのが困難なため報告が極めて少ない。Byremら(1992)がホルスタイン種去勢牛にシマテロールを静脈より投与し、血液や尿中の濃度を測定した結果、血液中での半減期は2.5分、排除には54分を要すること、尿中への排泄は投与8時間後で投与量の18%が排泄されることが明らかにされている。

$\beta$ -アゴニストは前述のように肥育仕上げ期の投与や子牛期の投与 (Bruckmaier と Blum 1992) などの成績が報告されておりこれらの試験における投与期間

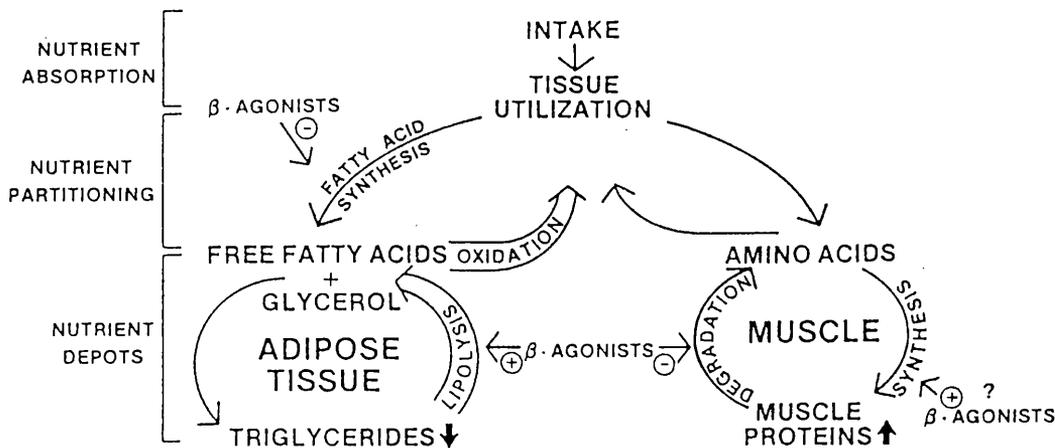


図3  $\beta$ -アゴニストの脂肪・筋肉へのエネルギー分配転換の作用様式模式図  
+ : 刺激, - : 抑制, ? : 推測 (Ricks ら, 1984)

は12-13週間程度までであった。子牛期から体重475 kg程度の仕上げ期までの57週間連続投与した場合の効果について検討した成績がChikhouら(1993 a, b)によって報告されている。4 ppmのシマテロール長期投与が増体や飼料効率に対する効果は肥育仕上げ期の短期間投与した成績と変わらず、枝肉形質や肉質にも12-13週間の短期投与の結果と変わらず、肥育開始時からのシマテロール長期投与にはメリットがないことが示されている。

## 2) クロム化合物

クロムには、インスリンの作用を増強する働きがあり、正常なグルコース耐性を維持する上で必須な重金属と考えられている。また、クロムには、蛋白合成、核酸や脂肪の代謝に係わりがある。豚の飼料に100-200 ppbのクロムを含むようにピコリン酸クロムの形で投与するとロース芯断面積と筋肉割合が増し、背部皮下脂肪が減少するという前に述べた $\beta$ -アゴニストのようなエネルギー分配剤としての効果が認められている(Pageら1993)。ピコリン酸はクロムの吸収を助ける有機分子としての役割を果たしているが、牛へのクロム投与の試みにはアミノ酸とのキレート化合物や高含有クロム酵母(high-Cr yeast)などが使われている。育成牛に対するクロム化合物給与の効果は豚における生産性に対する効果とは違って、ストレス誘因性疾患の防止効果が検討されている(Moonsie-ShageerとD. N. Mowat 1993, Mowatら1993)。即ち、ChangとMowat(1992)は、フィードロットへの導入時における肥育素牛のストレスによる消耗防止にクロム化合物添加がオキシテトラサイクリンなどの抗生物質投与に代わって有効であるかどうかを検討した。その結果、ストレスを受けた肥育素牛はクロム欠乏状態になっており、これにクロムを0.4 ppm補給すると血清コルチゾール濃度が低下し、免疫反応が改善し、オキシテトラサイクリンの併用なしに増体や飼料効率の改善がみられた。同様のクロムの効果は妊娠末期や分娩、泌乳最盛期のストレス状態下にある乳牛でも確認されている(Burtonら1993)。

以上、飼料添加物栄養素利用過程の人為操作のための飼料添加物として二つの例を挙げたが、家畜の体内に取り込まれた飼料添加物は消化過程を通して吸収栄養素と共に体内で代謝されるので、その消長は他の栄養素と変わりがないが、その作用発現には内分泌機能の変化や生理化学的反応が関与している。

肉牛の栄養素利用過程の人為操作では性ホルモンの外因的投与による蛋白同化促進を狙った技術があり、普及している。この技術に使われている性ホルモンの多くはアンドロゲンとエストロゲン類で、これらは経口投与ではなく、皮下埋め込みによっている。飼料に混ぜて投与されているものはメレンゲステロールアセテートのみである。これらホルモン類には変異元性な

どの問題点があり、その取り扱い上の理由から経口投与ではなく耳根部埋め込みが主流となったものと考えられる。従って、この項で詳細の解説は省いた。

## 5. 肉質改善のための飼料添加物

肉牛における肉質改善とは肉色や肉のきめとしまり、脂肪の質と色および脂肪交雑などの向上を指しており、これらは飼料添加物の利用のみで改善が期待できるものではなく、加齢や飼料の質あるいは遺伝的要因により大きく影響を受けている。現在肉質改善のための飼料添加物として考えられるのは、筋肉内脂肪蓄積を目的としたエネルギー補給のための脂肪酸Ca添加、獣脂添加、肉色改善を狙ったビタミンE( $\alpha$ -トコフェロール)添加などが挙げられる。

ビタミンEには抗酸化作用があり、肉のメトミオグロビン形成や脂肪の酸化を抑制する効果があることが知られている(Arnoldら1993, Mitsumotoら1992)。ホルスタイン種去勢牛や肉専用種肥育牛におよそ8カ月間ビタミンEを1日当たり500-2,000 IUを $\alpha$ -トコフェロールの形で投与すると、その小売り肉は、脂肪酸化が抑制され、肉色の腿化が遅くなることがArnoldら(1993)によって示されている。通常の肥育牛用飼料でもおよそ80-110 IUは含まれていると思われるが、屠殺前1, 2カ月間の短期間に1,100-1,200 IUを投与すると肉色や脂肪の酸化について長期間投与と同様な結果が得られている(Arnoldら1992)。このようなビタミンEの効果は、筋肉中のビタミンE含量が $\alpha$ -トコフェロール量で3.5 mg/kg以上あることが必要で、これは屠殺後の筋肉に添加してもその効果は得られず、生体に投与することに意味があるらしい。また、ビタミンE投与により肉の固さを表すSV値は変化せず、ドリップロスは減少することが知られている(Mitsumotoら1995)。

ホワイトヴィール(子牛肉)はわが国では余り馴染みがないが、肉色が淡紅色であることが大事で、子牛は生後150日程度で屠殺するまでの間ミルクのみ或いは鉄分を含まない特殊飼料を給与され鉄製のペンには入れないという飼養で育てられる。Pommierら(1992)は、通常の子牛育成用飼料に飼料中の鉄とCaキレート化合物を作らせるためにCa-EDTAを添加して、肉色を淡くみせる試みをホルスタイン雄子牛に行った。その結果、飼料中の鉄分1 mg当たり30-60 mgのCa-EDTAを投与して、増体成績や飼料効率などを低下させることなく肉色を淡化させることができたことを示した。

わが国の牛肉の格付けは脂肪交雑重視で、生産者はそのために皮下脂肪が厚くなることを止むを得ないとする傾向があり、脂肪の載りやすい飼料構成になっている。乳牛にバイパス油脂などを添加してエネルギー補給を行うと乳量や乳脂率の向上が期待されるという

報告が多くみられるが、肥育牛に脂肪酸 Ca などのバイパス油脂を添加した試験成績の結果は必ずしも一致していない。黒毛和種肥育牛の仕上げ期に 1 日 200 g ずつ給与して BMS や肉色などの肉質が向上したという成績がある一方で (近藤ら 1993), 蛋白質含量の高い Kline 大麦又はコーン主体の飼料に脂肪酸 Ca を乾物中に 4% 添加する試験を 50 日行って, 増体や採食量, 飼料効率に改善はみられないという報告がある (Hill と West 1991)。

## 6. ま と め

最初に述べたように家畜の飼料添加物は多目的・多種類あり, これまでに述べてきた肥育牛に投与される飼料添加物はその一部に過ぎない。多くの飼料添加物は, 飼料エネルギーの利用性の調節に関する作用をして家畜の生産性向上に貢献している。しかしながら, 肉質改善を目的とする添加物においても, わが国の肉質基準で重要な位置を占める脂肪交雑を向上させる添加物はまだ出現していない。最近, 特に和牛の脂肪交雑向上のためにビタミン A の不給が話題に上っており, いわば負の添加と言うことになるが本稿ではこれに触れなかった。その理由は, 脂肪細胞の増殖・分化過程における脂肪前駆細胞から脂肪細胞への分化抑制因子の一つがビタミン A であることがその理由の一つであるらしいことが *in vitro* で示されている。また, 近年いわゆる EM 菌の活用が盛んに取り上げられているが, その種類も効果も多様であり, その利用実態, 作用機作については, その効果と話題性に比較して, まだ情報量は多くない。従って, 総説は稿を改めるべく残されている。

## 文 献

- Arnold, R. N., K. K. Scheller, S. C. Arp, S. N. Williams, D. R. Buege and D. M. Schaefer (1992) Effect of long- or short-term feeding of alpha-tocopheryl acetate to Holstein and crossbred geef steers on performance, carcass characteristics and beef color stability. *J. Anim. Sci.*, **70**: 3055-3065.
- Arnold, R. N., K. K. Scheller, S. C. Arp, S. N. Williams and D. M. Schaefer (1993) Dietary alpha-tocopheryl acetate enhances beef quality in Holstein and beef breed steers. *J. Food Sci.*, **58**: 28-33.
- Beermann, D. H., W. R. Butler, D. E. Houge, V. K. Fishell, R. H. Dalrymple, C. A. Ricks and C. G. Scanes (1987) Cimaterol-induced muscle hypertrophy and altered endocrine status in lambs. *J. Anim. Sci.*, **65**: 1514-1524.
- Branine, M. E. and M. L. Galyean, (1990) Influence of grain and monensin supplementation on ruminal fermentation, intake, digesta kinetics and incidence and severity of frothy bloat in steers grazing winter wheat pasture. *J. Anim. Sci.*, **68**: 1139-1150.
- Bruckmaier, R. M. and J. W. Blum (1992) Responses of calves to treadmill exercise during beta-adrenergic agonist administration. *J. Anim. Sci.*, **70**: 2809-2821.
- Burton, J. L., B. A. Mallard and D. N. Mowat (1993) Effects of supplemental chromium on immune responses of periparturient and early lactation dairy cows. *J. Anim. Sci.*, **71**: 1532-1539.
- Byrem, T. M., T. F. Robinson, Y. R. Boisclair, A. W. Bell, W. S. Schwark and D. H. Beermann (1992) Analysis and pharmacokinetics of cimaterol in growing Holstein steers. *J. Anim. Sci.*, **70**: 3812-3819.
- Chang, X. and D. N. Mowat (1992) Supplemental chromium for stressed and growing feeder calves. *J. Anim. Sci.*, **70**: 559-565.
- Chen, C. and J. B. Russell (1990) Effect of monensin and a protophore on protein degradation, peptide accumulation, and deamination by mixed ruminal microorganisms *in vitro*. *J. Anim. Sci.*, **69**: 2196-2203.
- Chikhou, F. H., A. P. Moloney, P. Allen, J. F. Quirke, F. H. Austin and J. F. Roche (1993)<sup>a</sup> Long-term effects of cimaterol in Friesian steers: 1. Growth, feed efficiency and selected carcass traits. *J. Anim. Sci.*, **71**: 906-913.
- Chikhou, F. H., A. P. Moloney, P. Allen, R. L. Joseph, P. V. Tarrant, J. F. Quirke, F. H. Austin and J. F. Roche (1993)<sup>b</sup> Long-term effects of cimaterol in Friesian steers: 2. Carcass composition and meat quality. *J. Anim. Sci.*, **71**: 914-922.
- Christiansen, M. L. and K. E. Web, Jr. (1990) Intestinal acid flow, dry matter, starch and protein digestibility and amino acid absorption in beef cattle fed a high-concentrate diet with defluorinated rock phosphate, limestone or magnesium oxide. *J. Anim. Sci.*, **68**: 2105-2118.
- Claeys, M. C., D. R. Mulvaney, F. D. McCarthy, M. T. Gore, D. N. Marple and J. L. Sartin (1989) Skeletal muscle protein synthesis and growth hormone secretion in young lambs treated with clenbuterol. *J. Anim. Sci.*, **67**: 2245-2254.
- Fontenot, J. P. and H. M. Huchette (1993) Feeding sorbitol alone or in combination with monensin to finishing cattle. *J. Anim. Sci.*, **71**: 545-551.

- Galyean M. L., K. L. Malcolm and G. C. Duff (1992) Performance of feedlot steers fed diets containing laidlomycin propionate or monensin plus tylosin and effects of laidlomycin propionate concentration on intake patterns and ruminal fermentation in beef steers during adaptation to a high-concentrate diet. *J. Anim. Sci.*, **70**: 2950-2958.
- Geesink, G. H., F. J. M. Smulders, H. L. J. M. van Laack, J. M. van der Kolk, Th. Wensing and H. J. Breukink (1993) Effects on meat quality of the use of clenbuterol in veal calves. *J. Anim. Sci.*, **71**: 1161-1170.
- Hall, K. L., A. L. Goetsch and L. A. Forster, Jr. (1990) Effects of buffer or DL-methionine with different amounts of supplemental corn on feed intake and nutrient digestion by Holstein steers consuming bermudagrass hay. *J. Anim. Sci.*, **68**: 1674-1682.
- Harmon D. L., K. K. Kreikemeier, and K. L. Gross (1993) Influence of addition of monensin to an alfalfa hay diet on net portal and hepatic nutrient flux in steers. *J. Anim. Sci.*, **71**: 218-225.
- Hill, G. M. and J. W. West (1991) Rumen protected fat in kline barley or corn diets for beef cattle: Digestibility, physiological and feedlot responses. *J. Anim. Sci.*, **69**: 3376-3388.
- 近藤郁夫, 三浦佳昭, 八木郁哉, 山田友行 (1993) 肥育牛に対するバイパス油脂 (脂肪酸カルシウム) の効果 肉用牛研究会報 **56**: 13-14.
- Leventini, M. W., C. W. Hunt, R. E. Roffler and D. G. Casebolt (1990) Effect of dietary level of barley-based supplements and ruminal buffer on digestion and growth by beef cattle. *J. Anim. Sci.*, **68**: 4334-4344.
- Liu, C. Y., J. L. Boyer and S. E. Mills (1989) Acute effects of betaadrenergic agonists of porcine adipocyte metabolism in vitro. *J. Anim. Sci.*, **67**: 2930-2936.
- Mitsumoto, M., R. G. Cassens, D. M. Schaefer, R. N. Arnold and K. K. Scheller (1991) Improvement of color and lipid stability in beef longissimus with dietary vitamin E and vitamin C dip treatment. *J. Food Sci.*, **56**: 1489-1492.
- Mitsumoto, M., R. N. Arnold, D. M. Schaefer and R. G. Cassens (1995) Dietary vitamin E supplementation shifted weight loss from drip to cooking loss in fresh beef longissimus during display. *J. Anim. Sci.*, **73**: 2289-2294.
- Mowat, D. N., X. Chang and W. Z. Yang (1993) Chelated chromium for stressed feeder calves. *Can. J. Anim. Sci.*, **73**: 49-55.
- Moonsie-Shageer S. and D. N. Mowat (1993) Effect of level of supplemental chromium on performance, serum constituents and immune status of stressed feeder calves. *J. Anim. Sci.*, **71**: 232-238.
- 西埜 進 (1983) 反芻家畜用飼料への緩衝剤の添加 日畜北海道支部会報 **25**: (2)16-26.
- 小野浩臣 (1985) 肉用牛の発育促進・肥育用剤の応用と問題点(14) 畜産の研究 **39**: (12)84-88.
- 小野浩臣 (1986) 肉用牛の発育促進・肥育用剤の応用と問題点(15) 畜産の研究 **40**: (1)76-80.
- 小野浩臣 (1986) 肉用牛の発育促進・肥育用剤の応用と問題点 (17-20) 畜産の研究 **40**: (4)99-103, (5)95-100, (6)92-96, (8)83-88.
- Page, T. G., L. L. Southern, T. L. Ward and D. L. Thompson, Jr. (1993) Effects of chromium picorinate on growth and serum and carcass traits of growing-finishing pigs. *J. Anim. Sci.*, **71**: 656-662.
- Parrot, J. C. J. M. Conrad, R. P. Basson and L. C. Pendlum, (1990) The effect of a monensin ruminal delivery device on performance of cattle grazing pasture. *J. Anim. Sci.*, **68**: 2614-2621.
- Pommier, S. A., C. Vinet and B. Lachance (1992) Effect of Ca-EDTA on performance, blood parameters and muscle color of grain-fed Holstein veal calves. *Can. J. Anim. Sci.*, **72**: 41-50.
- Raun, A. P., C. O. Cooley, E. L. Porter, R. P. Rathmacher and L. F. Richardson (1976) Effect of monensin on feed efficiency of feedlot cattle. *J. Anim. Sci.*, **43**: 670-677.
- Reynolds, W. K., C. W. Hunt, T. Moen and J. A. Loesche (1993) Comparison of corn and barley with and without ruminal buffer in supplements fed in wheat straw-based diets to beef steers. *J. Anim. Sci.*, **71**: 1326-1334.
- Ricks, C. A., R. H. Dalrymple, P. K. Baker and D. L. Ingle (1984) Use of a beta-agonist to alter fat and muscle deposition in steers. *J. anim. Sci.*, **59**: 1247-1255.
- Rikhardsson, G., K. A. Jhonson and D. E. Jhonson (1991) Effects of cimaterol on energetics and carcass characteristics of suffolk ewe lambs. *J. Anim. Sc.*, **69**: 396-404.
- Stock, R. A. M. H. Sindt, J. C. Parrot and F. K. Goedeken, (1990) Effects of grain type, roughage level and monensin level on finishing cattle performance. *J. Anim. Sci.*, **68**: 3441-3455.
- 須田久也・日高 智・工藤英彦・左 久・岡田光男 (1993) ホルスタイン種去勢育成牛の飼料利用性, 第一胃内溶液および血液性状に及ぼすサリノマイシン

- 投与の影響. 日畜会報, **64**: (4)395-402.
- Wheeler T. L. and M. Koohmaraie (1992) Effects of the  $\beta$ -adrenergic agonist L644, 969 on muscle protein turnover, endogenous proteinase activities, and meat tenderness in steers J. Anim. Sci., **70**: 3035-3043.
- Yang, C. J. and J. B. Russell (1993) The effect of monensin supplementation on ruminal ammonia accumulation in vivo and the numbers of amino acid-fermenting bacteria. J. Anim. Sci., **71**: 3470-3476.
- Zinn, R. A. (1991) Comparative feeding value of steam-flaked corn and sorghum in finishing diets supplemented with or without sodium bicarbonate. J. Anim. Sci., **69**: 905-916.
- Zinn, R. A. and J. L. Borques, (1993) Influence of sodium bicarbonate and monensin on utilization of a fat-supplemented, highenergy growing-finishing diet by feedlot steers. J. Anim. Sci., **71**: 18-25.

受賞論文

高泌乳牛の集約放牧に関する一連の研究

北海道立根釧農業試験場・乳牛放牧研究グループ

小倉 紀美<sup>2)</sup>・扇 勉<sup>1)</sup>・小関 忠雄<sup>1)</sup>・藤田真美子<sup>1)</sup>・峰崎 康裕<sup>3)</sup>・堤 光昭<sup>2)</sup>  
 三枝 俊哉<sup>1)</sup>・酒井 治<sup>1)</sup>・田中 正俊<sup>1)</sup>・花田 正明<sup>4)</sup>・遠谷 良樹<sup>2)</sup>・裏 悦次<sup>5)</sup>  
 根釧農試<sup>1)</sup>, 現新得畜試<sup>2)</sup>, 現天北農試<sup>3)</sup>, 現帯畜大<sup>4)</sup>, 現滝川畜試<sup>5)</sup>

Studies on Intensive Grazing of Highyielding Cows

Norimi OGURA, Tsutomu OHGI, Tadano OZEKI, Mamiko FUJITA, Yasuhiro MINEZAKI  
 Mitsuaki TSUTSUMI, Toshiya SAEGUSA, Osamu SAKAI, Masatoshi TANAKA  
 Masaaki HAMADA, Yoshiki TOOYA and Etsuji URA

Hokkaido Prefectural Kosen Agricultural Experiment Station

キーワード：集約放牧, チモシー草地, 高泌乳牛, 乳生産

Key words : intensive grazing, Timothy, Highyielding cow, milk production

要 約

乳製品の国際化を前にして、放牧酪農はゆとりの創出、栄養価の高い粗飼料の供給、糞尿処理量の減少および牛のストレス軽減等から、現在酪農が抱えている課題を解決する多くの要素を持っている。しかし、現状の放牧経営は減少傾向が続いており、近年の高泌乳化に対応した放牧飼養技術を提供できなかったことも一つの要因と考えられる。そこで、現在の高泌乳牛にも対応できる放牧飼養技術を提示するとともに、寡雪・極寒冷な根釧地域に適した放牧用イネ科草種および品種について検討した。

1. 根釧地域の放牧用イネ科草種および品種

根釧地域には放牧に適したイネ科草種・品種がないといわれてきたが、最近、チモシー (TY) では熟期が異なる品種(「クンプウ」, 「ノサップ」, 「キリタツプ」, 「ホクシュウ」), オーチャードグラス (OG) では越冬性に優れた品種「ケイ」が登場してきたので、これらの放牧適性を育成牛の実放牧で比較検討した。随伴マメ科牧草として、TYにはシロクロバの「ソーニャ」, OGには「マキバシロ」を用い、随伴イネ科牧草としてメドウフェスク (MF) 「トモサカエ」を混播した区としない区を設けた。

その結果、TY草地では熟期の遅い品種ほど、また利用頻度の低い利用法ほど草種構成が良好に維持される

傾向にあった。極早生品種「クンプウ」は放牧専用利用および兼用利用にかかわらず放牧には向かないと考えられ、放牧専用草地には晩生品種の「ホクシュウ」、兼用草地には早生～晩生品種の「ノサップ」, 「キリタツプ」および「ホクシュウ」を入牧時の草丈を 30 cm 程度で利用するのがよいと考えられた(図 1)。また、MF との混播では品種・利用法にかかわらず、TYが抑制される傾向にあり、TY 基幹草地を維持するという点からは MF との混播を避けた方がよいと考えられた。

OG 草地では利用 1 年目は品種・利用法にかかわらず造成年の雑草の影響や冬枯れなどにより冠部被度が

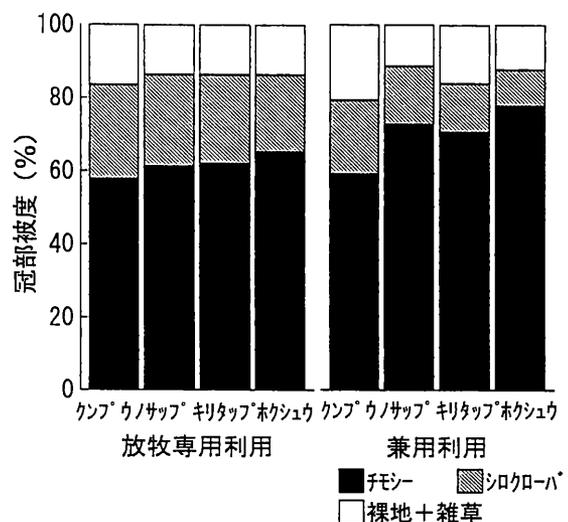


図 1 チモシー基幹草地の冠部被度 (3年間の平均)

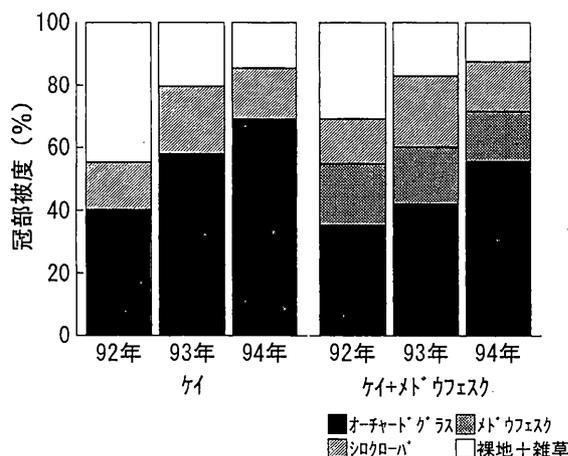


図2 オーチャードグラス基幹草地の冠部被度の推移

低かったが、2年目以降では年々回復し放牧により衰退する傾向はみられなかった。また、MFを混播することによりOGやシロクロバの生育が抑制されることもなかった(図2)。これらから、根釦地域におけるOGを基幹とした放牧専用草地では、「ケイ」を主体に十分な冬枯れ対策をしながら利用するのがよいと考えられた。

## 2. 放牧飼養時の飼料摂取量および乳生産

放牧地からの飼料摂取量は草地、家畜、放牧方法および気象条件など様々な要因により影響を受けるため、高泌乳牛の高い養分要求量を満たし、乳生産を高いレベルで安定的に維持するためには、放牧地からの養分摂取量の変動に対応した併給飼料の給与が必要と考えられる。しかし、日本では放牧飼養時における泌乳牛の養分摂取量に関する研究は少なく、併給飼料の給与水準についても示されていない。そこで、本研究では放牧飼養時における泌乳牛の養分摂取量と乳生産

表1 放牧草の化学組成および栄養価

		CP	NDF	ADF	TDN
		乾物中%			
I期 (6.19)	昼夜	15.4	53.2	30.3	77.0
	制限	14.5	52.9	29.0	75.6
II期 (7.10)	昼夜	20.7	52.1	29.7	76.0
	制限	17.0	53.8	30.9	75.0
III期 (7.31)	昼夜	21.3	51.5	31.6	66.6
	制限	19.0	52.0	31.4	65.6
IV期 (8.21)	昼夜	18.8	50.7	30.6	65.8
	制限	18.0	51.0	30.7	63.7

について明らかにし、さらに高い乳量水準を維持するための併給飼料構成の提示を試みた。

### 1) 昼夜放牧と3時間制限放牧の比較

放牧飼養時における養分摂取量と乳生産との推移を検討するため、春分娩の泌乳牛8頭を4頭ずつ2群に分け、6月上旬から8月末までの3カ月間、昼夜放牧および3時間の時間制限放牧を実施した。その結果、放牧草のCP含量は季節間に明確な差はなかったが、TDN含量は季節の進行に伴い減少し、放牧草のCP含量に対するTDN含量の比は低下した(表1)。放牧草の繊維含量は季節変動が少なく、NDFおよびADF含量は各々50、30%前後であった。放牧草摂取量は、昼夜放牧区では春季に比べ放牧草のTDN含量の低い夏季において低下した(表2)。一方、時間制限放牧区では放牧草の乾物摂取量は5kg前後と季節変動が小さく、全乾物摂取量も22kg前後で安定的に推移した。TDN摂取量も乾物摂取量と同様な傾向を示し、昼夜放牧区において春季に比べ夏季に低い値を示したが、CP摂取量は季節の違いによる差はみられなかった。このため昼夜放牧区ではCP摂取量に対するTDN摂取量の比は春季では4.0以上だったが、夏季には3.3

表2 昼夜放牧および3時間制限放牧試験の成績

		I期	II期	III期	IV期	全期間	
飼料摂取量 (DMkg/日)							
放牧草	昼夜	20.2	18.1	13.2	13.2	16.2	
	制限	5.4	4.8	4.9	4.8	5.0	
牧草サイレージ	昼夜	0	0	0	0	0	
	制限	10.6	11.9	11.7	9.6	10.9	
濃厚飼料	昼夜	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	
	制限	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	
乳生産							
乳量	kg	昼夜	34.5	33.1	31.1	29.4	32.0
	制限	33.3	33.0	31.6	29.6	31.9	
乳脂肪率	%	昼夜	3.23	3.57	3.52	3.50	3.46
	制限	3.96	4.04	4.23	3.78	4.00	
乳蛋白質率	%	昼夜	3.02	2.84	2.90	2.90	2.92
	制限	2.95	2.92	2.92	3.08	2.97	

前後まで低下した。第一胃内で過剰となった分解性蛋白質はアンモニアに分解され、肝臓で尿素窒素に変換されるため、夏季の血中尿素窒素濃度は 20 mg/dl を越え、血中尿素窒素と TDN/CP 比との間に負の相関 ( $r = -0.87$ ,  $P < 0.01$ ) がみられた。

乳量は昼夜放牧区と時間制限放牧区との間に差はみられず 32 kg/日前後で推移したが、乳脂肪率は各々 3.46%, 4.00% と昼夜放牧区が低かった(表 2)。NRC 飼養標準 (1988) では乳脂肪率を 3.8% 以上に維持するには全飼料中の ADF 含量を最低 21% 以上に保つ必要があるとされている。しかし、昼夜放牧区的全飼料中 ADF 含量は 23% あったにもかかわらず、乳脂肪率を 3.8% 以上に維持できなかったことから、放牧飼養の場合はさらに繊維含量を高める必要があるものと考えられた。乳蛋白質率は夏季のⅣ期に昼夜放牧区が制限放牧区に比べ低く、蛋白質摂取量に対する乳蛋白質生産量の割合も低い値を示した。

これらのことから昼夜放牧のように放牧への依存度を高めた飼養条件下ではエネルギー摂取量の不足やそれに伴う蛋白質摂取量とエネルギー摂取量の不均衡、さらに繊維摂取量の不足を招き、乳蛋白質や乳脂肪の生産が低下しやすいたことが示された。よって放牧飼養時において高い乳生産レベルを安定的に維持するためには、これらの点を考慮して併給飼料を給与する必要があると考えられた。

## 2) 併給飼料と放牧草摂取量との関係

放牧飼養時の併給飼料の給与水準を設定するため、春、夏および秋季に泌乳牛を 8 時間の制限放牧を実施し、併給飼料にエネルギー飼料である濃厚飼料、繊維質飼料である牧草サイレージおよび両者の性質を備えたトウモロコシサイレージを給与し、併給飼料源および給与量の違いが放牧草の摂取量に及ぼす影響について検討した。

その結果、併給飼料源の違いにより全乾物摂取量の

増加量は異なり、濃厚飼料 > トウモロコシサイレージ > 牧草サイレージの順であった(表 3)。併給飼料の乾物摂取量の増加に対する放牧草の乾物摂取量の減少割合、すなわち Substitution rate の値は濃厚飼料、牧草サイレージおよびトウモロコシサイレージで各々 0.2, 0.8, 0.1 となり、牧草サイレージの給与は放牧草の摂取量を減少させる割合が大きかった。また、放牧草摂取量はいずれの併給飼料においても、春季に比べ夏季および秋季が低い傾向にあった。

このように放牧地からの乾物摂取量の減少に対する併給飼料の補足効果は飼料によって異なり必ずしも加算的には増加せず、併給飼料の繊維含量や繊維摂取量の影響を強く受けることが示された。併給飼料の繊維質含量および繊維摂取量と、放牧草摂取量との間には負の相関関係(各々  $r = -0.61$ ,  $-0.59$ ) が認められ、牧草サイレージの多給は放牧草の乾物摂取量を減少させることが明らかとなった。

## 3) 昼夜放牧における併給飼料の TDN 含量

放牧への依存度を高めた昼夜放牧において併給飼料の TDN 含量を検討するために、併給飼料として牧草サイレージ、圧ペントウモロコシ、大豆粕、ビートパルプを用いて、併給飼料からの TDN 給与量と乳生産との関係を比較検討した。併給飼料の TDN 含量は 1 乳期乳量 8,000 kg の乳生産に必要な TDN 量の 50, 40 および 30% (各々高・中・低 TDN 区) とした。

その結果、泌乳前期では併給飼料からの TDN 摂取量の増加に伴い乳量は増加し各々 38.8, 34.4, 32.2 kg/日となり、乳蛋白質および乳脂肪の生産量も同様の傾向を示した(表 4)。このことから TDN 要求量の 50% 程度を併給飼料から給与することにより、8,000~9,000 kg の泌乳能力を持った泌乳牛の乳生産を安定的に維持することが可能であることが示された。

表 3 8 時間制限放牧時における併給飼料の違いが放牧草の摂取量に及ぼす影響

処理	春季			夏季			秋季		
	0	3	6	0	3	6	0	3	6
濃厚飼料併給									
放牧草摂取量	14.9	15.0	15.0	13.5	13.9	11.8	14.4	13.3	13.5
濃厚飼料量	0	3.7	7.9	0	3.1	6.0	0	3.1	6.7
合計	14.9	18.7	22.9	13.5	17.0	17.7	14.4	16.4	20.2
牧草サイレージ併給									
放牧草摂取量	13.2	11.1	10.0	12.0	9.5	8.4	12.9	10.9	9.0
牧草サイレージ量	0	3.0	4.9	0	3.1	5.6	0	3.3	6.0
合計	13.2	14.1	14.9	12.0	12.6	14.0	12.9	14.2	15.0
トウモロコシサイレージ併給									
放牧草摂取量	14.2	12.8	13.2	10.8	10.7	10.6	13.4	12.3	12.5
トウモロコシサイレージ量	0	3.0	5.8	0	2.6	5.0	0	2.1	3.8
合計	14.2	15.7	19.0	10.8	13.3	15.6	13.4	14.5	16.2

表4 併給飼料のTDN含量の違いが飼料摂取量および乳生産に及ぼす影響

		泌乳前期			泌乳中期			泌乳後期		
		高TDN	中TDN	低TDN	高TDN	中TDN	低TDN	高TDN	中TDN	低TDN
乾物摂取量										
放牧草	kg	10.7	13.1	10.5	12.9	12.1	12.0	10.4	11.8	12.3
併給飼料	kg	10.3	8.6	6.4	9.1	7.5	6.1	6.4	6.3	4.9
合計	kg	21.0	21.7	16.9	22.0	19.6	18.1	16.8	18.1	17.2
全飼料中養分含量										
CP	%	18.3	18.1	18.4	17.0	17.1	17.7	16.2	16.5	17.3
TDN	%	75.2	73.3	72.2	75.9	75.0	72.9	73.2	74.0	71.5
NDF	%	39.0	43.8	45.6	40.9	42.3	44.8	42.9	44.2	46.5
乳生産										
乳量	kg	38.8	34.4	32.2	26.6	29.2	27.3	24.4	23.8	21.5
乳脂肪率	%	3.47	3.57	3.71	3.66	3.78	3.73	3.57	3.87	3.78
乳蛋白質率	%	2.85	2.73	2.90	3.16	2.91	3.07	3.05	3.03	3.07

表5 併給飼料のNDF含量の違いが飼料摂取量および乳生産に及ぼす影響

		泌乳前期		泌乳中期		泌乳後期	
		高NDF	低NDF	高NDF	低NDF	高NDF	低NDF
乾物摂取量							
放牧草	kg	10.4	13.3	12.6	12.8	12.4	13.8
併給飼料	kg	11.8	11.2	8.4	7.8	5.5	5.0
合計	kg	22.2	24.5	21.0	20.6	17.9	18.8
全飼料中養分含量							
CP	%	16.9	18.2	17.4	17.9	18.8	18.7
TDN	%	78.8	80.8	77.1	78.6	78.4	78.2
NDF	%	40.9	33.6	42.5	35.7	43.7	38.6
乳生産							
乳量	kg	32.7	38.8	32.1	28.6	22.1	24.0
乳脂肪率	%	3.87	3.36	3.69	3.50	3.92	4.06
乳蛋白質率	%	3.18	2.97	3.00	3.17	3.17	3.34

4) 昼夜放牧における併給飼料のNDF含量

昼夜放牧において1乳期の乳脂肪率を3.6%以上に維持するために必要な併給飼料からのNDF含量を検討した。併給飼料のNDF含量は泌乳前・中・後期とも35%および20% (高・低NDF区) とし、高NDF区では牧草サイレージの乾物給与量を泌乳前・中・後期に各々5.1, 3.4, 2.2 kg とし、低NDF区では牧草サイレージを併給しなかった。

その結果、泌乳前期の放牧草摂取量は高・低NDF区各々10.4, 13.3 kg と高NDF区が低く (表5), 牧草サイレージを乾物5.1 kg 給与したため放牧草摂取量が制限されたものと考えられ、全乾物摂取量も高NDF区が低かった。泌乳前期の乳量も高・低NDF区各々32.7, 38.8 kg/日と低NDF区が高かったが、乳脂肪率は各々3.87, 3.36%と牧草サイレージを併給しなかった低NDF区で低かった。全乾物摂取量に占めるNDF摂取量の割合は高・低NDF区各々41~44%, 34~39%であり、昼夜放牧時において乳脂肪率を

表6 昼夜放牧における飼料給与例 (乳量9,000 kg)

	泌乳前期	泌乳中期	泌乳後期
FCM量	34.6kg	28.2kg	23.3kg
期待摂取量・給与量 (乾物 kg)			
放牧草	11.0	11.0	11.0
牧草サイレージ	2.0	2.0	2.0
濃厚飼料	6.6	4.4	3.0
ビートパルプ	3.5	2.6	1.7
合計	23.1	20.0	18.7
養分含量 (%)			
CP	15.9	15.7	15.5
TDN	74.6	72.8	70.8
NDF	42.7	45.5	48.3

3.6%以上に維持するためには摂取飼料中のNDF含量を40%以上に保つ必要があると考えられた。

5) 昼夜放牧時の飼料給与例

併給飼料のTDN含量およびNDF含量の検討結果

から、昼夜放牧時において高い乳生産レベルを安定的に維持するためには、併給飼料は放牧地からの TDN 摂取量の減少を補うことに重点を置き、なおかつ全摂取飼料中の NDF 含量を 40% 程度にすべきであることが示された。このため牧草サイレージの給与量は NDF 含量を調整するためと位置づけ、乾物で 2~3 kg/日程度にとどめるのが飼料構成のバランス上適当であると考えられた。これらをもとに、1 乳期乳量 9,000 kg、乳脂肪率 3.6% の乳生産に対応した昼夜放牧時の飼料給与例を表 6 に示した。

### 3. 高泌乳牛における泌乳初期の放牧方法

高泌乳牛の飼養では分娩前後の飼養管理がもっとも大切であり、きめ細かな飼養管理が要求される。半日放牧程度の時間制限放牧では、放牧草以外の飼料割合が高く、泌乳能力に応じた飼料設計が容易となるが、放牧依存度の高い昼夜放牧では放牧草摂取量の不安定さ、養分バランスの不均衡、放牧馴致の失敗等から生産病の発生や繁殖性の低下が懸念される。このため、高泌乳牛における泌乳初期の放牧方法を乳量・乳成分の安定性、養分充足および乳牛の代謝・繁殖機能との関連で検討した。

その結果、泌乳初期の昼夜放牧では併給飼料からの TDN 供給量を高めることにより乳生産は増加し、放牧草の蛋白質も有効に利用されるものと考えられた。しかし、泌乳初期には併給飼料からの TDN 供給量に

かかわらず、摂取エネルギーの不足から TDN 充足率は 80% 以下となり(表 7)、体重の急激な減少や血液成分の異常がみられた。また、泌乳初期に放牧時間を夜間放牧のみに制限した試験では、牧草サイレージを充分併給することにより、乳量および乳脂肪率が高く安定することが明らかとなったが、肝機能や繁殖にまだ問題を残した。

これらから、高泌乳牛を泌乳初期に放牧する場合には放牧時間を半日放牧程度に短くするか、季節分娩により泌乳初期の放牧を避けることが望ましいものと考えられた。

これら高泌乳牛の集約放牧に関する一連の研究成果により、根釧地域においてチモシー基幹草地への集約放牧により乳量 9,000 kg の泌乳牛の放牧飼養が可能であることが示された。しかし、チモシー草地の持続性および分娩前後の飼養法などにまだ検討すべき点を残しており、今後とも場内放牧研究グループにより研究をより一層進めていきたい。最後に、今回の北海道畜産学会賞を受賞するに当たり、ご推薦頂きました根釧農業試験場場長清水良彦氏(現新得畜試場長)、元新得畜産試験場場長岸昊司氏、元滝川畜産試験場場長国井輝男氏、元天北農業試験場場長菊池晃司氏および総括専門技術員橋立賢二郎氏、また、試験遂行に携わって頂いた根釧農業試験場管理科職員各位に深く感謝申し上げます。

表 7 泌乳初期の飼養法と、養分充足率および乳生産

		昼夜放牧				初期制限放牧	
		中 TDN 区		低 TDN 区		夜間	昼夜
		4W	7W	4W	7W	4W	7~13W
飼料摂取量							
放牧草	kg	9.7	11.2	10.5	9.7	·	12.7
併給飼料	kg	10.4	10.8	6.3	7.0	17.2	11.3
合計	kg	20.1	22.0	16.8	16.7	·	24.0
養分充足率							
CP	%	94	112	108	104	·	106
TDN	%	79	89	77	75	·	100
乳生産							
乳量	kg	39.5	40.7	31.8	31.9	40.4	40.3
乳脂肪率	%	3.80	3.26	4.29	3.48	3.78	3.42
乳蛋白質率	%	2.93	2.89	3.06	2.83	2.71	2.96

# ホルスタイン種去勢牛とアバーディンアンガス種去勢牛の発育および肉質における品種間差異について

久保田義正・金井 秀明・高崎 宏寿・大宮 正博

西堀 景子・新堀江利子・荒 智

玉川大学農学部, 川上郡弟子屈町 088-33

## Difference of inter-breed on Growth Rate and Meat Quality of Holstein Steers and Aberdeen Angus Steers

Yoshimasa KUBOTA, Hideaki KANAI, Hirotohi TAKAZAKI, Masahiro OHMIYA

Keiko NISHIBORI, Eriko NIIHORI and Satoshi Ara

Faculty of Agriculture, Tamagawa University,  
Teshikaga-cho 088-33

キーワード: アンガス種去勢牛, 放牧, 肥育, 増体, 肉質

Key words: Angus steers, grazing, fattening, gain, meat quality

### 要 約

粗飼料の有効利用をはかるため, ホルスタイン種去勢牛 (D区) とアンガス種去勢牛 (A区) をそれぞれ 10 頭ずつ供試し, 育成期に放牧を加味した後に舎飼し, D区は配合飼料を飽食させ, A区にはそれを体重の 1.0~1.2% に制限して飼養し, 発育成績, 飼料利用率, 屠体成績および肉質について品種間比較の検討をした。

結果は放牧期での日増体量は D区 0.68 kg, A区 1.31 kg, 舎飼期ではそれぞれ 1.29 kg と 0.81 kg であった。粗濃比は D区 25:75, A区 62:38 であり, 枝肉の歩留りは両区とも B, 肉質は D区平均 2.4, A区 2.2 と格付けされた。肉質成績の一般成分は水分, 粗脂肪, 粗蛋白質で D区は 62.1%, 9.6%, 22.4% であり, A区ではそれぞれ 64.3%, 8.7%, 22.6% であった。クッキングロス, SV 値は D区が 21.8%, 4.2 lb/cm<sup>2</sup> であり, A区では 23.4%, 4.4 lb/cm<sup>2</sup> であった。これらの結果からアンガス種去勢牛は粗飼料主体の飼養方式でも十分発育し, 放牧地の利用や粗飼料の自給が可能な地域ではホルスタイン種去勢牛と同程度の肉質が期待できる品種であることが示唆された。

### 緒 言

牛肉輸入自由化後のわが国の牛肉自給率は 42% にまで低下している (畜産の情報, 1995)。このような状況を踏まえ, 今後は少しでも牛肉生産の自給率を高めしていく必要があり, 草食特性のある肉牛は, その土地

に見合った飼養が行われてよいと考えられる。すなわち, 今後の牛肉生産においては自給粗飼料の利用や放牧利用といった地域に密着した飼養方式がなされるべきで, 品種や生産立地の多様性を生かした方式が検討される必要がある。

アバディンアンガス種は黒毛和種やホルスタイン種に比べると, 粗飼料利用率や放牧適性に優れ, 牧草などの良質粗飼料多給方式での育成, 肥育で牛肉を生産できることが知られているが (新得畜試, 1988, 佐藤, 1992), 肉質に関する報告は少ない。そこで, 本試験では濃厚飼料多給型飼養方式でのホルスタイン種去勢牛との発育, 飼料利用率, 枝肉成績および肉質について品種間比較の検討を行った。

### 材料および方法

供試牛のホルスタイン種去勢牛は標茶町家畜市場より, アンガス種去勢牛は帯広市の S 畜産から購入した。両種とも購入時の体重は月齢に応じた平均的な発育値であった (畜産全書・肉牛 1988, アンガス・ヘレフォード登録協会 1990)。

試験はホルスタイン種去勢牛 (以下 D区とする) 10 頭 (生後 9 ヶ月齢) とアンガス種去勢牛 (以下 A区とする) 10 頭 (生後 7.5 ヶ月齢) を 104 日間放牧 (1992 年 6 月 15 日 - 同年 9 月 27 日) した後に牛舎に収容し, D区は配合飼料を飽食させ, A区では配合飼料を体重の 1.0~1.2% に制限して給与した。また, 両区とも粗飼料には当场生産のチモシー主体の乾草を用い, これを不断給与した。給与した飼料の成分は表 1 のとおりである。放牧期においては試験対象外のホルスタイン種去勢牛 20 頭を含めた総頭数 40 頭 (ホ種の月齢はほ

Table 1 Chemical composition of feed (%)

Feed <sup>1)</sup>	Moisture	Crude protein	Crude fat	Crude fiber	NFE	Crude ash	TDN <sup>2)</sup>	DCP <sup>2)</sup>
Grass hay	12.0	8.4	2.1	35.2	37.4	4.8	48.5	4.3
Fomula feed	12.0	13.4	2.1	3.9	64.5	4.2	74.0	10.0
Barley	11.0	13.1	1.8	4.1	68.1	2.0	74.7	9.5

1) Analyzed by Animal husbandly lab., Fac. Agric., Tamagawa Univ.

2) Value of TDN and DCP by dry matter.

ば同じ)で昼夜全日の輪換放牧を行い、配合飼料(2 kg/日/頭)を1日2回(朝・夕)放牧場内のパドックに設置した飼槽で給与した。肥育期(1992年9月27日-1993年7月10日)には各区(1区5頭)1ペン59 m<sup>2</sup>の追い込み式牛舎に収容し、配合飼料は1日2回計量給与し、粗飼料は草架にて乾草を自由採食させた。なお、両期とも水とミネラルブロックは自由に摂取させた。牛舎の清掃は週1回とし、敷料にはオガクズを用いた。

体重測定は30日毎に行い、発育状態を調べた。配合飼料は各区ごとに毎日計量給与し、残飼を秤量し、給与量から差し引いて摂取量とした。粗飼料についても同じ方法で行った。肥育終了後、供試牛はホクレン釧路畜産公社に出荷し、24時間絶食後屠殺・解体し枝肉重量を秤量した。枝肉格付け等級は日本食肉格付け協会の格付等級を用いた。また、理化学的分析のため各区から2頭ずつ計8頭の左半丸より、リブローズ部の胸最長筋(第6~第7肋骨部位)を採取し、-20℃で凍結貯蔵し、解凍後分析に供した。理化学分析は水分、粗脂肪、粗蛋白質、pH、肉の色調および脂肪酸を測定し(岡田ら, 1974)、肉の硬さおよびクッキングロス(試料を1.5×2.0×3.5 cmに切り、肉の秤量を行ってからビニール袋に密封し肉片の中心温度が70℃になってから30分間加温し、取り出して秤量した時の損失割合をクッキングロスとし、肉の硬さ(SV値)はその肉片を水道水で30分間冷却したものを1.0×1.0×3.0 cmに整形したものを Warner-Bratzler 硬度計を用いて計測した。本試験は玉川大学農学部弟子届牧

場で実施した。

## 結果および考察

### 1. 発育成績

放牧期における発育成績を表2に示した。日増体量(以下DGとする)はD区で0.68 kg, A区では1.31 kgと明らかにA区が優れていた。岡田ら(1990)は放牧時の育成牛のDGは0.7 kg以上あれば問題はないと報告している。富樫(1986)はアンガス種去勢牛で放牧期間中配合飼料無給与での結果が0.6 kg前後と報告しているが、本試験でのA区の成績が良好であった理由は放牧期間中にも配合飼料を補助的に給与したことによる影響とも推察された。肥育期における両区の飼養試験成績を表3に示した。肥育開始から60日後のDGはD区, A区でそれぞれ1.30 kgと1.10 kgであった。D区においては肥育期での配合飼料の不断給与による放牧後の飼い直しの影響が明らかであった。肥育期をとうしてのDGはD区, A区でそれぞれ1.29 kgと0.81 kgという結果であり、D区では類似した試験設定で行った久保田ら(1994)と同様な結果であり、A区では富樫(1986)の報告している0.77 kgより僅かによく、新得畜試(1988)の1.05 kgには劣っていた。肥育期間中における発育成績はD区がA区に勝る結果であった。

### 2. 飼料摂取量および飼料利用性

配合飼料摂取量はD区1頭当たり2,914.7 kg, A区では1,255.7 kgで、乾草の摂取量はそれぞれ947.8 kg

Table 2 Performance during grazing period of the experimental Holstein and Angus steers (Mean±S.D.)

Item		Holstein steers	Angus steers
No. of animals		10	10
Age in month		9.0	7.5
Initial body weight	(kg)	318.2±11.4	266.9±13.9
Final body weight	(kg)	389.1±18.4	403.0±25.4
Weight gain	(kg)	70.9±12.8	136.1±26.4
Daily gain	(kg)	0.68±0.14	1.31±0.28
Days		104	104

Table 3 Results of feeding experiment of the fattened Holstein and Angus steers

Item		Holstein steers	Angus steers
Age in month		12.0	10.5
Initial body weight	(kg)	389.1±18.4 <sup>a)</sup>	403.0±25.4 <sup>a)</sup> (104) <sup>1)</sup>
Fainal body weight	(kg)	757.2±27.5 <sup>a)</sup>	638.4±36.8 <sup>a)</sup> (84) <sup>1)</sup>
Weight gain	(kg)	368.1±31.7 <sup>a)</sup>	235.4±25.1 <sup>a)</sup> (64) <sup>1)</sup>
Daily gain	(kg)	1.29±0.13 <sup>a)</sup>	0.81±0.11 <sup>a)</sup> (62) <sup>1)</sup>
Days	(day)	286	286
Fomula feed intake	(kg)	2914.7 <sup>b)</sup>	1255.7 <sup>b)</sup> (43) <sup>1)</sup>
Grass hay intake	(kg)	947.8 <sup>b)</sup>	2046.8 <sup>b)</sup> (216) <sup>1)</sup>
TDN intake	(kg)	2833.2 <sup>b)</sup>	2144.7 <sup>b)</sup> (76) <sup>1)</sup>
TDN necessary to gain 1kg (kg)		7.1 <sup>b)</sup>	8.2 <sup>b)</sup> (115) <sup>1)</sup>

1) Values in parenthesis are relative values when the corresponding Holstein steers are 100.

a) (Mean±S.D.)

b) (Mean)

と2,046.8 kgであった(表3)。これらの値を1日1頭当たりで示すとD区での配合飼料と乾草摂取量はそれぞれ10.2 kgと3.3 kgであり、A区のそれは4.4 kgと7.1 kgとなり、粗濃比はD区25:75、A区では62:38となった。増体1 kgに要したTDN要求量はD区7.1、A区8.2となり増体成績の劣ったA区で高い値を示した。北海道におけるホルスタイン種去勢牛の肥育期の配合飼料摂取量と粗飼料摂取量の平均的な値はそれぞれ約4,000 kgと660 kgであると報告されている(農林水産省統計情報部, 1992)。この数値と比較してみると、本試験でのD区では配合飼料摂取量が約1,000 kg少ない量であったことから放牧を取り入れた飼養法の有利性が表れていた。アンガス種去勢牛を18ヶ月齢、体重530 kgに仕上げることを目標にした試験例の配合飼料と粗飼料摂取量はそれぞれ1,712 kgと1,447 kg(ルーサンペレット543 kg, 乾草904 kg)としている(北海道肉用牛協会, 1984)。この数値に比べA区では配合飼料と粗飼料摂取量は73%と141%という比率であった。

### 3. 枝肉成績

枝肉成績の結果を表4に示した。枝肉歩留りはD区53.7%、A区56.3%とA区の方が優っていたが両区ともに伊藤ら(1989)がホルスタイン種去勢牛で報告している57.1%、また、アンガス種去勢牛での58.1%(アンガス・ヘレフォード研修会, 1993)に比べ低い結果となった。これは本試験では育成期に放牧を加味した

影響とも思われる。枝肉の歩留りは両区ともB、肉質はD区平均2.4、A区2.2と格付けされた。枝肉格付けの明細を見ると胸最長筋面積、バラの厚さ、歩留り基準値では差がなかったが皮下脂肪厚ではA区が厚い値であった。その他の項目においても両区間では大きな差は見られなかったが、BFSではA区が4.4と高い数値となり、これは家畜改良センター十勝牧場(1993)が交雑種(アンガス種×ホルスタイン種)で報告している4.0に類似した結果であった。

### 4. 肉質成績

肉質の分析に供したサンプルの格付け結果はD区でB-3が2頭、B-2が2頭で、A区ではB-3が1頭、B-2が3頭であった。肉の成分分析および理化学的分析結果を表5に示した。水分はD区62.1%、A区が64.3%とA区が若干高く、粗脂肪では逆にD区が9.6%、A区が8.7%という結果であったがその差は小さかった。なお、ホルスタイン種去勢牛での小堤ら(1985)の結果と比べてみると、D区の数値は水分で低く、粗脂肪と粗蛋白質ではほぼ同様な値であった。また、アンガス種去勢牛での新得畜試(1988)の結果と比較してみると、A区は水分で低く、粗脂肪は高い値であった。pHは両区でほとんど差がなく、Tarrant(1980)が述べている、ロース芯の最終pHと肉色との関係は5.6~5.7は肉色正常という範囲により近い結果であった。SV値ではA区がD区より高く、僅かに硬い結果であり、クッキングロスではD区に対しA区が僅

Table 4 Results of carcass judging of the fattened Holstein and Angus steers (Mean±S.D.)

Item		Holstein steers	Angus steers
Marketing weight	(kg)	757.2±27.5	638.4±36.8
Dressed weight	(kg)	406.8±18.6	359.4±24.3
Dressing percentage	(%)	53.7± 0.8	56.3± 1.1
Dressing grade		B	B
Meat quality grade		2.4	2.2
Rib eye area	(cm <sup>2</sup> )	42.0±4.4	42.8±4.1
Thickness of abd. region	(cm)	5.7±0.4	6.0±0.2
Thickness of sub. fat	(cm)	1.6±0.3	2.6±0.8
Standard value of yield		70.0±0.7	70.1±1.1
BMS		2.7±0.7	2.3±0.5
BCS		4.1±0.8	4.5±0.7
Luster		2.9±0.5	2.5±0.4
Firmness		2.4±0.5	2.2±0.5
Taxture		2.9±0.3	2.7±0.5
BFS		2.0±0.0	4.4±0.4
Luster and quality		4.0±0.0	3.0±0.1

Table 5 Physicochemical composition in the longissimus muscle (7th rib) of the fattened Holstein and Angus steers (Mean±S.D.)

Item		Holstein steers	Angus steers
Moisture	(%)	62.1±4.7	64.3±3.5
Crude protein	(%)	22.4±1.8	22.6±1.4
Crude fat	(%)	9.6±1.3	8.7±1.1
pH		5.4±0.1	5.5±0.0
Shear value	(lb/cm <sup>2</sup> )	4.2±1.6	4.4±0.3
Cooking loss	(%)	21.8±1.9	23.4±1.7
Color			
L (brightness)		40.0±1.3	40.7±1.6
a (redness)		18.3±0.9	15.5±0.5
b (yellowish)		11.0±0.2	9.9±0.2
Total hematin	(mg%)	20.6±2.3	22.4±2.3

かに高い割合を示したが、Seuss and Honikel (1989)によると、70°Cで加熱した牛肉のそれは25%前後と報告しており、本試験での両区の割合はこれより低く、肉汁の損失が少ない結果であった。色調ではL値は両区同様の数値で、a値、b値では若干D区が高かった。つぎに、脂肪酸組成の結果を表6に示した。筋間脂肪の脂肪酸組成では、飽和脂肪酸と不飽和脂肪酸の割合はA区は50.1:49.9、D区では51.7:48.3であった。濃厚飼料多給による牛枝肉の蓄積脂肪は粗飼料多給のそれに比べて不飽和脂肪酸の割合が高いことが明らかにされている(常石ら, 1989)。しかし、本試験でのD

区とA区の配合飼料摂取量には大きな差があったにもかかわらず、両区間にはほとんど差が見られなかった。このことについては今後のデータの集収が必要であると思われる。

以上の結果から、アンガス種去勢牛はTDN 48.5%、DCP 4.3%程度の粗飼料(チモシー乾草の出穂期と開花期の中間値:農林水産省農林水産技術会議 1995)で十分に発育することが実証され、また、肥育期でホルスタイン種去勢牛の配合飼料多給での飼養方式と比較した場合でも、発育では若干差が出たものの、枝肉格付け等級、肉の成分、理化学的分析及び脂肪酸組成に

Table 6 Results of fatty acid composition in various tissues of the fattened Holstein and Angus steer (%) (Mean±S.D.)

Fatty acid	Holstein steers			Angus steers		
	Sub.	Inter.	Kid.	Sub.	Inter.	Kid.
14:0	2.9±0.1	2.9±0.4	2.4±0.3	3.3±0.3	3.6±1.1	3.4±0.4
14:1	1.3±0.4	0.6±0.1	0.4±0.1	2.4±1.0	1.3±0.6	0.7±0.1
16:0	25.3±0.8	25.1±2.1	23.1±1.2	26.4±1.6	27.7±3.0	27.5±2.1
16:1	6.7±3.2	3.3±0.5	2.4±0.2	8.2±2.9	4.6±1.4	3.1±0.5
17:0	0.7±0.2	0.9±0.1	0.9±0.1	0.6±0.3	1.0±0.2	1.1±0.1
17:1	0.8±0.1	0.5±0.1	0.4±0.0	1.0±0.2	0.7±0.1	0.5±0.1
18:0	11.7±4.1	21.2±2.9	28.0±2.4	9.8±3.4	19.4±8.8	27.0±5.5
18:1	48.3±1.7	42.9±3.7	40.1±2.5	46.8±3.2	39.8±6.9	35.0±9.7
18:2	2.3±0.5	2.6±0.7	2.3±0.7	1.5±0.4	1.9±0.4	1.7±0.3
Satu.	40.6±3.9	50.1±4.8	54.4±3.1	40.1±3.3	51.7±8.2	59.0±5.6
Unsat.	59.4±3.9	49.9±4.8	45.6±3.1	59.9±3.3	48.3±8.2	41.0±5.6

Sub., Inter., Kid., Satu., and Unsat. mean subcutaneous fat, intermuscular fat, kidney fat, total saturated and total unsaturated, respectively.

おいては両区には大きな差が見られず、立地条件さえ合えばアンガス種去勢牛はホルスタイン種去勢牛と同程度の肉質が期待できる品種であることが示唆された。

## 文 献

- 畜産振興事業団編, (1995) 畜産の情報(国内編), 65: 86-93. 東京.
- 北海道肉用牛協会編, (1984) 肉用牛の経済的肥育技術. 9-13. 札幌.
- 伊藤良・有原圭三・近藤洋・松本武義・樽見和幸・田端経夫・池田登, (1989) ホルスタイン種去勢牛における枝肉の肉色評価に影響を及ぼす諸要因の解析. 日畜会報, 60: 321-329.
- 久保田義正・高崎宏寿・金井秀明・小林惣平・荒智, (1994) ホルスタイン種去勢牛の肥育期における自給粗飼料給与量の差が发育および肉質に及ぼす影響. 肉用牛研究会報, 58: 62-67.
- 日本アンガス・ヘレフォード登録協会編, (1990) アンガス種・ヘレフォード種正常发育曲線.
- 日本アンガス・ヘレフォード登録協会編, (1993) 平成5年度肉用牛生産技術普及向上事業専門別中央研修資料. 10-12.
- 農文協編, (1988) 畜産全書・肉牛. 517-519. 東京.
- 農林水産省家畜改良センター十勝牧場, (1993) 交雑種肉用牛に関する調査報告. 77-85.
- 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. 129.
- 農林水産省統計情報部編, (1992) 平成4年度畜産物流通統計. 133-134. 農林統計協会. 東京.
- 岡田光男・篠原旭男・河上尚実・小堤恭平, (1974) 乳用種去勢牛の育成期における粗飼料給与量の差と産肉性. 草地試研報, 5: 20-28.
- 岡田光男編, (1990) 肥育のすすめ. 116-119. チクサン出版社. 東京.
- 小堤恭平・安藤四郎・池田敏雄・中井博康・千国幸一, (1985) 市場牛肉の格付等級と理化学的特性について. 日畜会報, 56: 1-7.
- 佐藤幸信, (1992) アンガスの通年舎飼による肥育法. アンガス・ヘレフォード研報, 17: 33-36.
- Seuss, I. and K. O. Honikel, (1989) Meat tenderness and the factors influencing it during preparation for the table, Fleischwirtsch. 69: 1564-1567.
- 新得畜産試験場, (1988) アバディーンアンガス雄牛(未去勢)の肥育に関する試験. 昭和62年度成績会議資料. 1-12.
- Tarrant, P. V. (1980) The occurrence causes and economic consequences of dark cutting in beef., Current topics in Vet. Med. and Animal Sci., Vol. 10, The problem of dark cutting in beef. 3-59.
- 富樫研治, (1986) ヘレフォード及びアバディーンアンガス種の育種改良方法に関する研究. 北海道農試研報, 146: 51-58.
- 常石栄作・西村宏一・滝本勇治, (1989) 放牧後の濃厚飼料多給仕上げ肥育による牛脂肪の脂肪酸組成の変化. 日畜会報, 60: 315-320.

# 尿素加等電点電気泳動法による牛乳蛋白質多型の検出

横濱 道成・平山 博樹

東京農業大学生物産業学部, 網走市 099-24

## Detection of cow milk protein polymorphisms by urea-isoelectric focusing

Michinari YOKOHAMA and Hiroki HIRAYAMA

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

キーワード: 乳蛋白質多型, カゼイン ( $X_{S1}$ ,  $\beta$ ,  $\kappa$ ),  $\beta$ -ラクトグロブリン, ホルスタイン種, 等電点電気泳動  
Key words: Milk protein polymorphisms, Casein ( $X_{S1}$ ,  $\beta$ ,  $\kappa$ ),  $\beta$ -Lactoglobulin, Holstein-Friesian, Isoelectric focusing

### 要 約

網走市, 上湧別町および池田町で飼養されているホルスタイン種を対象として, 乳蛋白質多型検出法の検討と, 乳蛋白質型の遺伝子頻度およびそれに基づき種雄牛の遺伝子型の推定を行った。型判定には尿素加ポリアクリルアミドゲル等電点電気泳動法 (UIEF) を用い, 脱脂乳, カゼイン (Cn) および乳清を試料としてそれぞれ泳動することで, 効率よく乳蛋白質多型を検出することができた。各蛋白質型の遺伝子頻度は,  $\alpha_{S1}$ -Cn 座位の B および C 遺伝子がそれぞれ 0.982 および 0.018,  $\beta$ -Cn 座位の A<sup>1</sup>, A<sup>2</sup>, A<sup>3</sup> および B 遺伝子がそれぞれ 0.353, 0.620, 0.012 および 0.015,  $\kappa$ -Cn 座位の A および B 遺伝子がそれぞれ 0.862 および 0.138 であった。また  $\beta$ -ラクトグロブリン (Lg) 座位では A および B 遺伝子がそれぞれ 0.341 および 0.659 であった。乳蛋白質型判定を行った乳牛の種雄牛 22 頭について乳蛋白質遺伝子型の推定を行った結果, これら 4 遺伝子座位全てについて型を推定することができたのは 3 例であった。

### 緒 言

牛乳中の成分として知られる乳蛋白質は, チーズやヨーグルトなどの生産に利用され, さらには接着剤などの材料として工業的利用もされている。また, バターの消費が減少し, 加工原料乳の乳蛋白質に対する需要の増大からその価値が見なおされており, 現在では乳価算出の過程のなかに無脂固形分が加味されるに至っている。

現在, 日本国内の乳牛育種において, 乳蛋白質に対する遺伝的改良は乳蛋白質量もしくはその率といった表現形質をもとに行われているが, チーズなどの加工製品を多く消費する欧米諸国では, 乳蛋白質遺伝子の多型情報を利用した改良が始まりつつある (広瀬; 1992)。

乳蛋白質には, 主要成分として  $\alpha_{S1}$ -カゼイン (Cn),  $\beta$ -Cn,  $\kappa$ -Cn,  $\beta$ -ラクトグロブリン (Lg) および  $\alpha$ -ラクトアルブミン (La) などが含まれる。これらの蛋白質には遺伝的多型が存在し, この遺伝子型をマーカーとして乳牛の選抜を行うことで乳量, 乳蛋白質量もしくはチーズ加工能などを向上させ得るという可能性が示唆されている (GIBSON; 1990, MARZIALI and NG-KWAI-HANG; 1986)。

本研究は, より迅速で簡易的な乳蛋白質型判定法の検討, 道東地域における乳蛋白質型頻度の把握および種雄牛の乳蛋白質遺伝子型の推定を目的として行った。

### 材料および方法

供試乳は, 網走市, 上湧別町および池田町の酪農家各 1 戸から, ホルスタイン種合計 167 頭より採集した。採取サンプルは, 3,000 rpm, 20 分の遠心分離を行い, 脂肪および夾雑物を除去後  $-20^{\circ}\text{C}$  で凍結保存した。

乳蛋白質型判定は, SEIBERT *et al.* (1985) と辻および村 (1987) の方法を一部改良した尿素加ポリアクリルアミドゲル等電点電気泳動法 (UIEF) を用いて行った。

ゲル調製は, まず尿素 6.72 g, 60%ポリアクリルアミド 1.06 ml, 3%N, N'-メチレンビス(ビス)1.06 ml, 5%過硫酸アンモニウム 70  $\mu\text{l}$  およびアンフォライト

を蒸留水で14 mlにメスアップし、尿素を攪拌によりよく溶した。アンフォライトは、pH 4.2-4.9(ファルマシア)168  $\mu$ l, pH 3.0-5.0(セルバ)84  $\mu$ l, pH 4.0-6.0 (LKB) 42  $\mu$ l, pH 5.0-7.0 (LKB) 42  $\mu$ lおよびpH 2.0-4.0 (セルバ) 20  $\mu$ lを用いた。次いで減圧脱気した後、N, N, N', N'-テトラ-メチレンジアミンを35  $\mu$ l加え、静かに混和して、ゲルが160×120×0.4 mmとなる大きさのゲル枠に注ぎ、重合を行った。

泳動用の試料には、脱脂乳、カゼインおよび乳清の3種類を用意した。カゼインおよび乳清は、脱脂乳100  $\mu$ lに1 N 酢酸をパスツールピペットで1滴加え、10分間静置した後に10,000 rpmで10分間遠心分離を行いカゼインを沈澱させることで調製した。脱脂乳100  $\mu$ lおよび脱脂乳100  $\mu$ lから調製したカゼインは、3%メルカプトエタノールを含む8 M 尿素サンプル処理液300  $\mu$ lを加えた後で用いた。乳清はそのまま試料として用いた。

厚手濾紙(8×160 mm: ADVANTEC No.526)を電極として使用し、+極には5%グリセリンを含む0.2 M 酢酸液、-極には5%グリセリンを含む0.2 M リジン液を用いた。泳動条件は350 V, 10 Wで、20分間の予備泳動後、サンプルを陽極側から2 cmの位置に濾紙片(3×5 mm)に染み込ませてのせ、1500 V, 10 Wの泳動条件で15分間泳動し、濾紙片を取り除いた後さらに1.5時間泳動した。

染色は0.1% (W/V) コマシーブリリアントブルーR, 50% (V/V) メタノール, 7% (V/V) 酢酸を含む溶液で10分間行い、脱色は20% (V/V) メタノール, 7% (V/V) 酢酸を含む溶液でバンドがはっきりと確認できるようになるまで行った。

種雄牛の遺伝子型は、UIEF法により型判定された泌乳牛のうち、同じ種雄牛を父にもつ泌乳牛個体からの乳蛋白質データを集計して、その遺伝状況から推定した。

### 結果および考察

まず各乳蛋白質の分離位置を同定するために、ウシ乳蛋白質標品( $\alpha$ -CASEIN C7891,  $\beta$ -CASEIN C6905,  $\kappa$ -CASEIN C0406,  $\beta$ -LACTOGLOBULIN L6879: SIGMA CHEMICAL CO.) (Lane1~4)と乳サンプル(Lane5~7)の泳動を行った(図1)。これらの泳動位置は $\alpha_{s1}$ -Cnがもっとも陽極側より、 $\kappa$ -Cnがもっとも陰極側よりとなり、中央部の集中した位置のバンドは $\beta$ -Cnおよび $\beta$ -Lgであった。次にカゼイン成分の酸沈澱性質を利用して、カゼイン成分と乳清成分を分離し、それぞれ泳動を行った。その結果は図2に示したように、 $\beta$ -CnのA<sup>1</sup>, A<sup>2</sup>, A<sup>1</sup>A<sup>2</sup>, A<sup>2</sup>A<sup>3</sup>およびA<sup>2</sup>B型の5タイプが容易に判定できた。さらにこの泳動像では、 $\alpha_{s1}$ -CnのBおよびBC型、 $\kappa$ -CnのA, BおよびAB型の判定も可能であった。また $\kappa$ -CnのBおよび

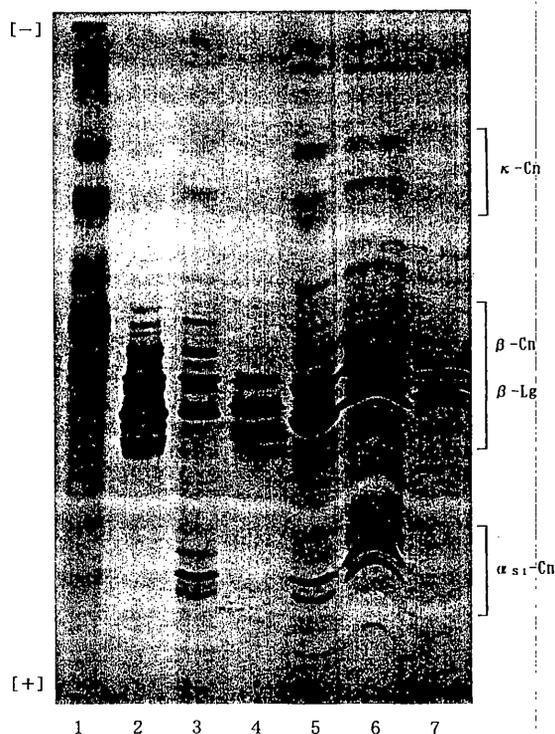


Fig. 1 Identification of cow milk protein types by Urea-isoelectric focusing. Lane 1~3; purified casein samples, Lane 4; purified  $\beta$ -lactoglobulin samples, Lane 5; skim milk sample, Lane 6; casein sample, lane 7; whey sample

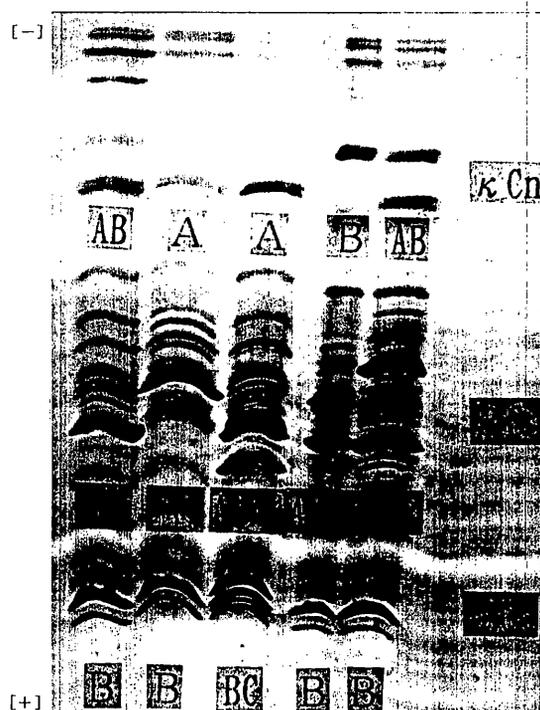


Fig. 2 Patterns of  $\alpha_{s1}$ -Cn,  $\beta$ -Cn and  $\kappa$ -Cn variants by Urea-isoelectric focusing.

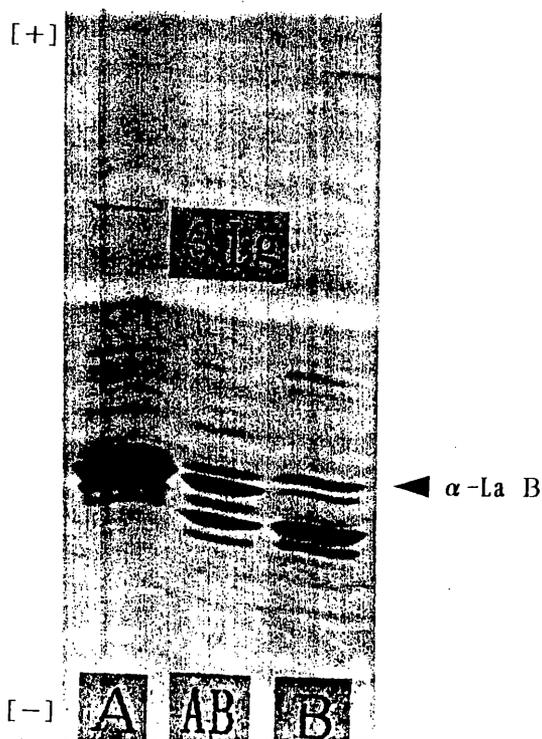


Fig. 3 Patterns of  $\beta$ -Lg variants by Urea-isoelectric focusing.

AB型では、 $\kappa$ -Cn領域の陽極側に薄い付属バンドが観察され、これはB型の標識バンドとして利用することができた。図3の乳清サンプルの泳動像では、 $\beta$ -LgのA、BおよびAB型を検出することができた。また $\beta$ -Lg領域の陽極側に $\alpha$ -LaのB型と考えられるバンドが観察されたが、変異は検出されなかった(◀で示す)。これらの結果から、主要な乳蛋白質型は、カゼインおよび乳清をサンプルとした泳動をそれぞれ行うことで判定可能となった。これは酸性およびアルカリ性ゲルをそれぞれ用いるポリアクリルアミドゲル電気泳動法に比べ、同一の試薬、ゲルおよび泳動条件で主要蛋白質型を判定できるという点ですぐれており、サンプル添付用濾紙片の大きさもしくはのせ方を調整することで一度に分析できるサンプル数を増やせるため、効率的な方法である。

各乳蛋白質型の遺伝子頻度は表1に示した。この値はこれまでの報告(阿部ら; 1975)とよく一致するが、 $\beta$ -CnA<sup>1</sup> 遺伝子よりもA<sup>2</sup> 遺伝子の頻度が高いという点で異なっていた。また $\beta$ -Cnおよび $\beta$ -Lg座位では、わずかながら地域差も観察されたが、これは使用される種雄牛の片寄りに起因して、頻度が変化してき

たものと思われた。さらに、 $\beta$ -CnA<sup>1</sup> およびA<sup>2</sup> 遺伝子における頻度の逆転は、今回は等電点の差異のみによって分離したためではないかと推察された。しかし、 $\chi^2$  検定の結果、これらの遺伝子頻度はいずれもHardy-Weinbergの法則に従うものであった。 $\kappa$ -Cnおよび $\beta$ -Lg座位ではそれぞれB(0.138)およびA遺伝子(0.341)の頻度が低い結果となったが、このような遺伝子型の乳牛はその他の乳牛に比べ乳量、乳蛋白質量が多く、その乳はチーズの生産性がすぐれているという報告もあるため(GIBSON; 1990, MARZIALI and NG-KWAI-HANG; 1986)、これらの選抜の余地の存在を示す結果となった。また $\alpha_{s1}$ -CnBおよび $\beta$ -CnA遺伝子(A<sup>1</sup>A<sup>2</sup>A<sup>3</sup>)の選抜も乳量および乳蛋白質量を向上させるという報告もあるが(GIBSON; 1991, NG-KWAI-HANG *et al.*; 1984)、これらの頻度はすでに高く( $\alpha_{s1}$ -CnB; 0.982,  $\beta$ -LgA; 0.985)、選抜できる可能性が低いことがわかった。

娘牛の乳蛋白質型をもとにした種雄牛の遺伝子型の推定は、22頭について行ったが、 $\alpha_{s1}$ -Cn、 $\beta$ -Cn、 $\kappa$ -Cnおよび $\beta$ -Lg座位全てについて遺伝子型が推定できたのは3例のみであった(表2および3)。娘牛およびその母牛の乳蛋白質型を比較することにより、より正確な推定を行うことができるが、そのような組合せのサンプルは入手しがたかった。この方法では、 $\beta$ -Cn型のように対立遺伝子数の多い座位は特に推定が困難になり、多くの娘牛の乳蛋白質型を調べる必要があるため、後代検定時に型判定を行うならば本方法でも種雄牛の遺伝子型が容易に判定可能と考えられた。近年、種雄牛もしくは未経産牛に対しては、血液などを材料としてDNAレベルで直接遺伝子型を判定する方法が開発されている。しかし、乳用牛の大多数をしめる泌乳牛を対象とする場合、経費およびサンプル採取の煩雑さを考えると、UIEF法は極めて簡易的で安価な方法と考える。

謝 辞

本研究遂行にあたり貴重な試料を提供して頂いた、卯原内酪農組合の各位および上湧別町の竹内氏に深謝いたします。

文 献

阿部恒夫・小松正憲・大石孝雄・影山晟(1975)和牛および日本におけるヨーロッパ系牛の乳蛋白質の遺伝的多型。日畜会報, 46: 591-598

Table 1 Gene frequencies of milk protein types.

Loci	$\alpha_{s1}$ -Cn		$\beta$ -Cn			$\kappa$ -Cn			$\beta$ -Lg	
	B	C	A <sup>1</sup>	A <sup>2</sup>	A <sup>3</sup>	B	A	B	A	B
Allele										
Gene frequency	0.982	0.018	0.353	0.620	0.012	0.015	0.862	0.138	0.341	0.659

Table 2 Frequency of genotypes in daughter cattle.

Bull No.	$\alpha_{s1}$ -Cn		$\beta$ -Cn				$\kappa$ -Cn		$\beta$ -Lg		
	B/B	B/C	A <sup>1</sup> /A <sup>1</sup>	A <sup>2</sup> /A <sup>2</sup>	A <sup>1</sup> /A <sup>2</sup>	A <sup>2</sup> /A <sup>3</sup>	A/A	A/B	A/A	B/B	A/B
H 330 (12)	0.92	0.08	0.00	0.50	0.42	0.08	0.58	0.42	0.33	0.25	0.42
H 511 (11)	1.00	0.00	0.27	0.09	0.64	0.00	0.82	0.18	0.00	0.55	0.45
H 349 ( 9)	1.00	0.00	0.13	0.25	0.62	0.00	0.88	0.12	0.13	0.25	0.62

( ) : Number of daughter cattle.

Table 3 Genotypes of bulls estimated from daughter's phenotypes.

Bull No.	Loci			
	$\alpha_{s1}$ -Cn	$\beta$ -Cn	$\kappa$ -Cn	$\beta$ -Lg
H330	B/B	A <sup>2</sup> /A <sup>2</sup>	A/B	A/B
H511	B/B	A <sup>1</sup> /A <sup>2</sup>	A/A	B/B
H349	B/B	A <sup>1</sup> /A <sup>2</sup>	A/A	A/B

GIBSON, J. P.(1990) Is there profit in a protein gene.

Holstein Journal, **12** : 29

広瀬可恒 (訳) (1992) 遺伝子マーカー情報を繁殖計画のなかにまで取り入れるべきだろうか. SIRE, **234** : 12-16

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

NG-KWAI-HANG, K. F. J. F. HAYES, J. E. MOXLEY, and H. G. MONARDES, (1984) Association of genetic variants of casein and milk serum proteins with milk, fat, and protein production by dairy cattle. J. Dairy Sci., **67** : 835-840

SEIBERT, B. G. ERHARDT, and B. SENFT, (1985) Procedure for simultaneous phenotyping of genetic variants in cow's milk by isoelectric focusing. Anim. Blood Grps. Biochem. Genet., **16** : 183-191

辻莊一・榎村宙子 (1987) ウシミルク蛋白質の遺伝的多型の分析における薄層ポリアクリルアミドゲル等電点電気泳動法の有効性. ABRI, **15** : 17-21

## サイレージの発酵品質と蛋白質のルーメン内分解性に及ぼす牧草の刈取時期と添加物の影響

艾尼瓦爾艾山・安宅 一夫・檜崎 昇  
酪農学園大学, 江別市 069

## Effects of Maturity and Additives on Fermentation and Protein Degradability of Grass Silage

Aniwaru Aisan, Kazuo Ataku, Noboru Narasaki

Rakuno Gakuen University, Ebetsu, Hokkaido 069

キーワード：ギ酸, サイレージ, セルラーゼ, 蛋白質分解性, 乳酸菌

Key words : formic acid, silage, cellulase, protein degradability, inoculant.

## 要 約

開花初期と開花盛期のアルファルファおよび出穂初期と出穂盛期のチモシーを用いて、無添加、*Acremonium* 由来のセルラーゼ (AC) 0.01% 添加, 乳酸菌 (LC) 0.002% 添加, AC+LC 添加およびギ酸添加 (アルファルファには 0.5%, チモシーには 0.3%) のサイレージを調製した。AC あるいは AC+LC の添加によって、サイレージの発酵が活発になり、特に AC と LC の併用による相乗効果が認められた。ギ酸添加は酸の生成を強く抑えた。CP に対する SIP と DIP の割合は、原料草、サイレージのいずれもアルファルファの方がチモシーより高かった。アルファルファサイレージの SIP の割合は、適刈りが遅刈りより高く、いずれもギ酸添加によって低くなった。また、サイレージの DIP の割合は、両草種の遅刈りで AC 添加により増加した。

## 緒 言

アメリカにおける乳牛に対する新しい蛋白質システムでは、粗蛋白質 (CP) は溶解性蛋白質 (SIP), 分解性蛋白質 (DIP) 及び非分解性蛋白質 (UIP) に分けられている (ROE *et al.*; 1990)。乳牛の生産を最大にし、健康にするために、CP の給与量とともに、SIP, DIP, UIP のバランスが重要であるとされている (安宅; 1993)。牧草の蛋白質はサイレージの調製中に植物の酵素や微生物によって分解されることが知られている (McDONALD *et al.*; 1991, 大山; 1970, 1971)。しかし、サイレージの SIP, DIP および UIP に及ぼすサイ

レージ発酵の影響に関する報告はほとんど見られない。

サイレージの発酵を好ましい方向に制御するために多くの添加物が研究されている。サイレージの添加物は、乳酸発酵を促進して不良発酵を抑えるタイプと直接不良発酵を抑えるタイプに分類され、それぞれ代表的なものとして、乳酸菌, 糖, セルラーゼなどとギ酸があげられる (安宅; 1986)。そこで、本実験ではセルラーゼ, 乳酸菌およびギ酸の添加が刈取時期の異なるアルファルファとチモシーの発酵品質と蛋白質のルーメン内分解性に及ぼす影響を検討した。

## 材料および方法

材料草には酪農学園大学附属農場で栽培されたアルファルファ (ユーバ) 1 番草の開花初期 (適刈り) と開花盛期 (遅刈り) およびチモシー (ホクセン) 1 番草の出穂初期 (適刈り) と出穂盛期 (遅刈り) を用いた。材料草は、1994 年 6 月 21 日 (適刈り) と 7 月 4 日 (遅刈り) に刈り取り、無予乾でサイレージを調製した。材料草の成分は表 1 に示した。材料草は 1 cm の長さ

表 1 材料草の成分

	水分 (%)	WSC (%DM)	CP	SIP (%CP)	DIP (%CP)	UIP
アルファルファ 適刈り	79.7	8.0	16.5	40.4	81.2	18.8
遅刈り	72.5	9.3	13.5	35.5	78.9	21.1
チモシー 適刈り	79.5	8.4	8.4	21.2	74.7	25.3
遅刈り	72.7	9.0	7.5	22.9	72.1	27.9

WSC: 可溶性炭水化物, CP: 粗蛋白質, SIP: 溶解性蛋白質, DIP: 分解性蛋白質, UIP: 非分解性蛋白質。

に切断し、所定の添加物とよく混合し、1ℓの実験サイロに2反復して詰め込んだ。添加処理は新鮮材料に対して、無添加、乳酸菌製品 (*Lactobacillus casei*, LC; 雪印種苗株式会社)0.002%添加, *Acromonium* 由来のセルラーゼ (AC; 明治製菓株式会社) 0.01%添加, LC+ACおよびギ酸添加 (アルファルファに対して0.5%, チモシーに対して0.3%)とした。サイロは室温 (18.7~26.8℃) で50日間放置した後開封し、分析に供した。

材料草とサイレージは60℃で24時間乾燥し、ウィレー式粉碎機によって1mmの篩を通るように粉碎したものを試料とした。水分と粗蛋白質は常法、可溶性炭水化物 (WSC) は Anthrone 比色法により定量した (森本; 1971)。サイレージの発酵品質は新鮮物の純水抽出液を用いて、pHはガラス電極 pHメーターにより測定し、NH<sub>3</sub>-Nは水蒸気蒸留法、有機酸はガスクロマトグラフィー (島津GC-14A型, 検出機: FID, カラム: 1.6m ガラス製, 昇温: 120→190℃, 5℃/分, 充填剤: PEG 6000)により定量した。SIPとDIPはコーネル大学で用いられている方法に準じて測定し、UIPはCPからDIPを減じて求めた (ROE *et al.*; 1990)。

## 結 果

### 1. サイレージの発酵特性

アルファルファおよびチモシーサイレージの発酵品質をそれぞれ表2と表3に示した。

pH: pHは、アルファルファでは、適刈りと遅刈りとも、無添加に比べ、ACの単独添加によって有意に低下し (P<0.05), LCとACを併用添加するとさらに低くなった (P<0.01)。ギ酸添加でも低下の傾向がみら

れた。全体的に適刈りの方が遅刈りより低い値であったが、ギ酸添加では逆であった。

本実験で用いた各種添加物によるチモシーサイレージのpHの変化はアルファルファとほとんど同じであった。

乳酸含量: 乳酸含量は、両草種において、無添加では低いが、LC (アルファルファの遅刈を除く) およびACの単独添加によって有意に高くなり (P<0.05), LC+AC添加によってさらに高い値となった (P<0.01)。一方、ギ酸添加では最も低い値となった。また、例外もあるが、適刈りが遅刈りより高い傾向がみられた。

酢酸含量: 酢酸含量は、アルファルファでは、適刈りと遅刈りとも、無添加に比べ、LCとACの単独添加およびLC+AC添加によって高くなり、適刈りで有意差がみられた (P<0.05)。ギ酸添加では、適刈りで有意に低下したが (P<0.05), 遅刈りではやや高くなった。

一方、チモシーの適刈りでは無添加に比べ、各処理とも有意に低下したが (P<0.01), 他の処理間に有意差はなかった。遅刈りでは、無添加に比べ、LCとACの単独添加によって有意に高くなった (P<0.01)。LCとACの単独添加では遅刈りが適刈りに比べて高い値であったが、他の処理では逆に低い値となった。

酪酸含量: アルファルファでは、適刈りと遅刈りとも無添加では多量の酪酸がみられたが、AC添加, LC+AC添加およびギ酸添加によってほとんどなくなり、適刈りでは有意差がみられた (P<0.01)。LC添加では、適刈りでは有意に低下したが (P<0.01), 遅刈りでは効果がなかった。

一方、チモシーでは、無添加の適刈りだけに多量の

表2 アルファルファサイレージの発酵品質

	水分 (%)	pH	乳酸	酢酸	プロピオン酸	i-酪酸	n-酪酸	i-バレリアン酸	n-バレリアン酸	i-カプロン酸	n-カプロン酸	総酸	フリーク 評点
適刈り													
無添加	80.8 <sup>ABab</sup>	4.79 <sup>Bc</sup>	0.96 <sup>Bb</sup>	0.28 <sup>ABb</sup>	0.02	0	0.47 <sup>B</sup>	0	0	0	0	1.73 <sup>Bb</sup>	34 <sup>B</sup>
LC	80.9 <sup>ABab</sup>	4.34 <sup>ABb</sup>	2.11 <sup>Cd</sup>	0.42 <sup>Bc</sup>	0.03	0.05	0.02 <sup>A</sup>	0	0	0	0.01	2.61 <sup>Bc</sup>	79 <sup>C</sup>
AC	82.6 <sup>Bc</sup>	4.18 <sup>Aab</sup>	1.66 <sup>Cc</sup>	0.91 <sup>Cd</sup>	0.04	0	0 <sup>A</sup>	0.02	0	0	0	2.63 <sup>Bc</sup>	75 <sup>C</sup>
LC+AC	82.1 <sup>Bbc</sup>	3.90 <sup>Aa</sup>	3.27 <sup>De</sup>	0.44 <sup>Bc</sup>	0.01	0.01	0.01 <sup>A</sup>	0	0	0	0	3.73 <sup>Cd</sup>	100 <sup>D</sup>
ギ酸	79.8 <sup>Aa</sup>	4.47 <sup>ABbc</sup>	0.18 <sup>Aa</sup>	0.13 <sup>Aa</sup>	0.02	0.01	0.07 <sup>A</sup>	0.01	0.01	0	0.02	0.44 <sup>Aa</sup>	18 <sup>A</sup>
SE	0.25	0.072	0.077	0.020	0	0.012	0.045	0	0	0	0.010	0.131	1.1
遅刈り													
無添加	76.2 <sup>ab</sup>	5.89 <sup>Bc</sup>	0.42 <sup>Aa</sup>	0.17	0.06	0.01	0.86	0.01	0	0	0.16	1.77 <sup>Bb</sup>	11 <sup>Aa</sup>
LC	76.7 <sup>b</sup>	5.33 <sup>ABbc</sup>	0.67 <sup>Aa</sup>	0.39	0.1	0	0.67	0.09	0	0	0.08	2.00 <sup>Bbc</sup>	18 <sup>Aa</sup>
AC	75.9 <sup>ab</sup>	4.23 <sup>ABb</sup>	0.81 <sup>ABb</sup>	0.44	0.02	0.02	0.02	0.01	0.1	0.01	0.01	2.33 <sup>Bc</sup>	80 <sup>ABb</sup>
LC+AC	75.8 <sup>ab</sup>	4.03 <sup>Aa</sup>	0.67 <sup>Bb</sup>	0.46	0.05	0.01	0.01	0.01	0	0	0	3.20 <sup>Cd</sup>	99 <sup>Bb</sup>
ギ酸	74.5 <sup>a</sup>	4.39 <sup>ABb</sup>	0.23 <sup>Aa</sup>	0.23	0.03	0	0.01	0.01	0	0.01	0	0.51 <sup>Aa</sup>	22 <sup>ABa</sup>
SE	0.33	0.215	0.191	0.112	0.014	0	0.169	0.042	0	0	0.036	0.086	9.2

ABC: 異文字間 P<0.01, abcd: 異文字間 P<0.05

SE: 平均値の標準誤差

表3 チモシーサイレージの発酵品質

	水分 (%)	pH	乳酸	酢酸	プロピ オン酸	i- 酪酸	n- 酪酸	i-バレ リアン酸	n-バレ リアン酸	i-カブ ロン酸	n-カブ ロン酸	総酸	フリーク 評点
適刈り													
無添加	82.6 <sup>Bc</sup>	5.14 <sup>B</sup>	0.32 <sup>Aa</sup>	0.37 <sup>B</sup>	0.11	0.38	0.70 <sup>B</sup>	0	0.01	0	0.04	1.92 <sup>ABb</sup>	5 <sup>Aa</sup>
LC	81.3 <sup>ABab</sup>	3.88 <sup>A</sup>	1.63 <sup>ABb</sup>	0.13 <sup>A</sup>	0	0	0.06 <sup>A</sup>	0.08	0	0	0	1.90 <sup>ABb</sup>	78 <sup>ABbc</sup>
AC	82.1 <sup>ABbc</sup>	3.49 <sup>A</sup>	2.52 <sup>BCbc</sup>	0.19 <sup>A</sup>	0.01	0	0 <sup>A</sup>	0	0.02	0	0	2.74 <sup>BCbc</sup>	100 <sup>Bc</sup>
LC+AC	82.4 <sup>ABbc</sup>	3.44 <sup>A</sup>	3.37 <sup>Cc</sup>	0.20 <sup>A</sup>	0.02	0	0.01 <sup>A</sup>	0.01	0	0	0	3.61 <sup>Cc</sup>	100 <sup>Bc</sup>
ギ酸	80.8 <sup>Aa</sup>	4.74 <sup>B</sup>	0.28 <sup>Aa</sup>	0.14 <sup>A</sup>	0.02	0.01	0.13 <sup>A</sup>	0	0	0	0.02	0.58 <sup>Aa</sup>	29 <sup>ABab</sup>
SE	0.20	0.081	0.171	0.200	0	0	0.035	0.037	0.007	0	0.007	0.165	9.8
遅刈り													
無添加	74.3 <sup>ABab</sup>	5.35 <sup>C</sup>	0.49 <sup>A</sup>	0.11 <sup>A</sup>	0.02	0	0	0	0	0	0.15	0.78 <sup>Ab</sup>	40 <sup>a</sup>
LC	75.1 <sup>Bb</sup>	4.22 <sup>B</sup>	1.35 <sup>BC</sup>	0.32 <sup>B</sup>	0.03	0.01	0.04	0	0	0	0.03	1.78 <sup>Bc</sup>	67 <sup>ab</sup>
AC	75.2 <sup>Bb</sup>	4.11 <sup>B</sup>	1.06 <sup>B</sup>	0.58 <sup>C</sup>	0.02	0.01	0	0	0	0	0	1.66 <sup>Bc</sup>	77 <sup>ab</sup>
LC+AC	74.8 <sup>ABb</sup>	3.57 <sup>A</sup>	2.28 <sup>D</sup>	0.14 <sup>A</sup>	0	0	0	0.01	0	0.01	0.02	2.45 <sup>Cd</sup>	90 <sup>b</sup>
ギ酸	73.0 <sup>Aa</sup>	4.16 <sup>B</sup>	0.26 <sup>A</sup>	0.06 <sup>A</sup>	0.01	0	0	0.01	0	0	0	0.33 <sup>Aa</sup>	87 <sup>b</sup>
SE	0.24	0.025	0.053	0.019	0	0	0	0	0	0	0.019	0.058	8.3

表4 アルファルファおよびチモシーサイレージにおける蛋白質分解性

	アルファルファ					チモシー				
	CP (%DM)	NH <sub>3</sub> -N*	SIP	DIP (%CP)	UIP	CP (%DM)	NH <sub>3</sub> -N*	SIP	DIP (%CP)	UIP
適刈り										
無添加	17.2 <sup>ab</sup>	13.2 <sup>Bc</sup>	80.6 <sup>B</sup>	83.8	16.2	8.0 <sup>a</sup>	25.2 <sup>B</sup>	74.6 <sup>Bcd</sup>	75.8	24.2
LC	17.0 <sup>ab</sup>	10.3 <sup>ABb</sup>	79.0 <sup>B</sup>	83.7	16.3	8.9 <sup>b</sup>	6.4 <sup>A</sup>	64.0 <sup>Bbc</sup>	80.2	19.8
AC	18.6 <sup>b</sup>	10.2 <sup>ABb</sup>	79.3 <sup>B</sup>	83.9	16.1	8.7 <sup>ab</sup>	5.5 <sup>A</sup>	78.0 <sup>Bd</sup>	79.0	21.0
LC+AC	18.2 <sup>b</sup>	8.7 <sup>ABab</sup>	77.5 <sup>B</sup>	85.1	15.0	8.6 <sup>ab</sup>	4.4 <sup>A</sup>	61.6 <sup>Bb</sup>	79.4	20.6
ギ酸	16.5 <sup>a</sup>	3.8 <sup>Aa</sup>	61.0 <sup>A</sup>	84.8	15.2	8.4 <sup>ab</sup>	4.4 <sup>A</sup>	44.3 <sup>Aa</sup>	80.1	19.9
SE	0.29	1.02	1.01	0.57	0.57	0.14	0.92	1.99	0.83	0.82
遅刈り										
無添加	13.8	19.4 <sup>B</sup>	74.0 <sup>B</sup>	80.4 <sup>ab</sup>	19.6 <sup>bc</sup>	7.7	12.1 <sup>Bd</sup>	68.7 <sup>B</sup>	77.3 <sup>ab</sup>	22.7 <sup>ab</sup>
LC	14.1	18.7 <sup>B</sup>	74.3 <sup>B</sup>	80.8 <sup>abc</sup>	19.2 <sup>abc</sup>	7.8	8.7 <sup>Bc</sup>	69.2 <sup>B</sup>	77.3 <sup>ab</sup>	22.8 <sup>ab</sup>
AC	14.5	5.5 <sup>A</sup>	72.2 <sup>B</sup>	83.4 <sup>c</sup>	16.6 <sup>a</sup>	8.0	5.1 <sup>Ab</sup>	68.8 <sup>B</sup>	80.1 <sup>b</sup>	19.9 <sup>a</sup>
LC+AC	14.8	5.6 <sup>A</sup>	71.8 <sup>B</sup>	82.8 <sup>bc</sup>	17.2 <sup>ab</sup>	7.8	4.2 <sup>Ab</sup>	65.5 <sup>B</sup>	78.5 <sup>ab</sup>	21.6 <sup>ab</sup>
ギ酸	13.9	1.9 <sup>A</sup>	61.8 <sup>A</sup>	79.7 <sup>a</sup>	20.3 <sup>c</sup>	7.3	1.5 <sup>Aa</sup>	54.2 <sup>A</sup>	76.9 <sup>a</sup>	23.1 <sup>b</sup>
SE	0.31	0.95	0.62	0.52	0.52	0.15	0.42	0.82	0.51	0.51

\*：全窒素に対する割合 (%)

酪酸がみられたが、その他の処理では著しく低下あるいはなくなった。

フリーク評点：フリーク評点は、アルファルファでは、適刈りと遅刈りとも AC の添加によって有意に高くなり (P<0.05), LC と併用するとさらに高くなった。

一方、チモシーでは、適刈りの無添加では5点と最も低かったが、LCの添加によって有意に高くなり (P<0.05), AC 添加および LC+AC 添加では100点と最高点となった (P<0.01)。遅刈りでも添加物によって適刈りと同じように変化した、適刈りほど顕著ではなかった。

## 2. 蛋白質の分解性

アルファルファおよびチモシーサイレージの蛋白質のルーメン内分解性を表4に示した。

NH<sub>3</sub>-N：全窒素に対する NH<sub>3</sub>-N の割合は、いずれの草種および刈取時期 (アルファルファの遅刈りを除く) においても、無添加に比べ、LC と AC の単独添加によって有意に低下し (P<0.05), そして両者の併用添加によってさらに低くなり (P<0.01), ギ酸添加で最も低くなった (P<0.01)。

SIP：CP に対する SIP の割合は、いずれの草種と刈取時期においても、ギ酸添加は他の処理より有意に低下した (P<0.01)。チモシーの適刈りでは、無添加に比べ LC+AC 添加によって有意に低下した (P<

0.05). また, LC, LC+AC と AC 添加間に ( $P < 0.05$ ) およびそれらとギ酸添加の間に ( $P < 0.01$ ) それぞれ有意差がみられた。

DIP:CP に対する DIP の割合は, アルファルファの適刈りでは各処理間に有意差はなかったが, 遅刈りでは, AC 添加で最も高くなり, 無添加およびギ酸添加よりも有意に高くなった ( $P < 0.05$ ). また, チモシーの適刈りにおいてもアルファルファと同様に処理間に差はなかったが, 遅刈りの AC 添加で最も高くなり, ギ酸添加との間に有意差が認められた。

## 考 察

サイレージの発酵品質に及ぼす乳酸菌添加について, MUCK *et al.* (1993) はアルファルファ, 寒地型イネ科牧草およびトウモロコシサイレージの約3分の2が発酵改善に成功していないと述べている。本実験では, サイレージの発酵品質を pH, 有機酸組成および  $\text{NH}_3\text{-N}$  比率で評価すると, アルファルファの遅刈りに対して効果はなかったが, アルファルファの適刈りとチモシーサイレージの品質改善に対して乳酸菌添加の効果は認められた。本実験では, 刈取時期の異なるアルファルファとチモシーに対して AC を 0.01% 添加すると, ほぼ確実に良質のサイレージができた。これに対し, LC と AC を併用添加するとその効果はさらに著しくなった。この結果は, ギニアグラス (BAYORBOR *et al.*; 1993) での結果と類似している。本実験のギ酸添加では, いずれの草種あるいは刈取時期においても, 酸の生成が強く抑制され, pH が低い, 良質のサイレージができた。これはアルファルファの2番草 (ATAKU *et al.*; 1995) での結果と類似している。

本実験において, CP に対する SIP と DIP の割合は, 原料草, サイレージのいずれにおいてもアルファルファがチモシーよりも高いことを認めた。McDONALD *et al.* (1991) は, 草種による蛋白質の分解性の差異は十分に明らかになっていないとしているが, アメリカ北東部酪農家で生産されたサイレージのデータは, アルファルファサイレージの DIP は 80~90%, SIP 45~60% に対し, イネ科牧草サイレージではそれぞれ 70~80%, 40~55% であり, いずれもアルファルファが高く (CHASE and PELL; 1991), 本実験の結果はこれと一致している。刈取時期の影響では, 原料草はチモシーの SIP を除いて, 適刈りが遅刈りよりも高い値を示した。しかし, アルファルファサイレージでは, SIP と DIP の割合は, 添加物にかかわらず適刈りが遅刈りよりも高かったが, チモシーでは添加物によって刈取時期の影響が異なった。添加物の影響では, SIP の割合は, いずれの草種および刈取時期においてもギ酸添加によって有意に低下した。ATAKU *et al.* (1995) は, アルファルファ2番草のサイレージにおい

て, ギ酸添加は無添加より SIP と DIP の割合が有意に低下することを報告しており, 本実験の結果はこれを支持している。一方, LC はチモシー適刈りで SIP を低下させ, AC は, 両遅刈りサイレージの DIP を増加させたが, それ以外で効果は認められなかった。また, PITT and SHAVER (1990) は, 蛋白質の溶解性は, 植物酵素, いわゆるプロテアーゼ的作用によって起こり, 植物の収穫後, 調製中に劇的に増加し, その程度は, 草種や貯蔵条件などによって左右されるとしているが, 本実験ではこれを支持するような結果は得られなかった。

本研究において, サイレージの発酵を添加物を使って制御することによって蛋白質の分解性を変化させることができることが示唆されたが, さらに, これを牧草の種類, 刈取時期, 水分, 添加物との関連において詳しく検討する必要があると考える。

## 引用文献

- 安宅一夫, (1986) サイレージバイブル, 77-90. 酪農学園出版部.
- 安宅一夫・上條守広・植崎昇, (1992) サイレージ品質に及ぼす乳酸菌と *Acremonium* セルラーゼ添加による相乗効果. 日草誌 (別号), 48: 251-252.
- 安宅一夫, (1993) 90年代の酪農技術, 117-125. 酪農学園大学エクステンションセンター.
- ATAKU, K., L. E. CHASE and M. VIRRKI, (1995) Effect of addition of formic acid and Ensimax on fermentation of alfalfa silage. *J. Dairy Sci.*, 78 (Supplement 1): 356.
- ATAKU, K., E. NO and N. NARASAKI, (1993) Effects of the addition of cellulase from *accremonium cellulolyticus* on silage fermentation. *Silage Research* 1993, 764-773.
- BAYORBOR, T. B., S. KUMAI, R. FUKUMI and I. HATTORI, (1993) Effects of *accremonium* cellulase and lactic acid bacteria inoculant on the fermentation quality and digestibility of guineagrass silages. *J. Japan. Grassl. Sci.* 39: 317-325.
- CHASE, L. E and A. N. PELL, (1991) Balancing dairy ration using the NSC/DIP concept. *Feed Dealer Seminars*, Cornell University. 19-24.
- 森本 宏監修, (1971) 動物栄養実験法. 第 I 版. 養賢堂. 東京.
- McDONALD, P., A. R. HENDERSON and S. J. E. HERON, (1991) *The Biochemistry of Silage* (second edition). 250-293. Chalcombe Publications.
- MUCK, R. E, (1993) *Silage Production*. 105-116. NRAES. Ithaca, NY.
- ROE, M. B., C. J. SNIFFEN and L. E. CHASE, (1990) *Techniques for measuring protein fractions in*

feedstuffs. 1990 Cornell Nutr. Conf. Feed Manuf.  
81-89.

PITT, R. E and R. D. SHAVER, (1990) Dairy Feeding  
Systems. 72-87. NRAES.

大山嘉信, (1970) 牧草蛋白質の自己分解について. 日

畜会報, 41 : 585-592.

大山嘉信・榎木茂, (1971) 蛋白質添加及び空気導入処  
理を行ったサイレージにおける蛋白質の分解過程.  
日畜会報, 42 : 318-325.

# 飼育下のエゾシカ (*Cervus nippon yesoensis*) およびヤクシカ (*C. n. yakushimae*) における精巢体積および造精機能の季節的变化

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

## Seasonal changes of testis volume and spermatogenesis in Yeso Sika deer (*Cervus nippon yesoensis*) and Yakushima Sika deer (*C. n. yakushimae*) under housing.

Tatsuya KUROSAKI, Yuichi KAMEYAMA and Yoshiro ISHIJIMA

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

キーワード: ニホンジカ, 精子形成, 精巢  
Key words: sika deer, spermatogenesis, testis

### 要 約

飼育下におけるエゾシカとヤクシカの繁殖特性を明らかにするため, 精巢体積, 陰囊周囲の長さおよび精子形成の季節的变化を調べた。対照動物としてはヤギ(韓国在来種)およびヒツジ(雑種)を用いた。エゾシカとヤクシカの精巢体積および陰囊周囲の長さは, 繁殖期前の2~3カ月で急増し, その後減少する傾向を示した。この季節的变化は同様の傾向が見られたヒツジよりも明瞭であり, 陰囊周囲の長さにおいて特に顕著であった。精巢と精巢上体から生検標本を採取したところ, 対照動物のヤギ, ヒツジでは年間を通して精子の形成と成熟が観察されたが, エゾシカおよびヤクシカではそれらの休止期が春から夏にかけて存在した。これらの結果から, エゾシカおよびヤクシカにおける精巢体積は明瞭な季節変化を示したものの, 繁殖季節以外の時期にも精液を採取できる可能性が示唆された。

### 緒 言

近年, 諸外国における養鹿産業の進展にともない, わが国でもニホンジカ (*Cervus nippon*) の飼養が試みられている。しかし, わが国における養鹿は海外の情報をもとに篤志家が先行している状態であり, 生産技術の体系化が急がれている。飼育下におけるシカの生産は家畜で確立されている人工授精法の導入により向上するものと思われ, アカシカ (HAIGH and BOWEN; 1991), エルドジカ (MONFORT *et al.*; 1993A) およ

びダマシカ (ASHER *et al.*; 1988) などではすでに研究が実施されている。しかしながら, ニホンジカは飼育の歴史が浅いため, 人工授精や基礎となる飼育下での繁殖特性はまだあまり報告されていない (辻井・川瀬; 1987, 瀧沢・安井; 1979, 佐藤ら; 1981, 正木ら; 1990)。著者らはこれまでニホンジカの造精機能の季節的变化を知るため, 有害鳥獣駆除, 狩猟および交通事故で死亡したエゾシカ精巢の組織学的検査を実施してきた (石島ら; 1993)。しかし, これらの材料は定期的に入手できないため, 年間を通して観察することができなかった。そこで本実験では, エゾシカ (*Cervus nippon yesoensis*) およびヤクシカ (*C. n. yakushimae*) の飼育個体を対象に, 精巢体積, 陰囊周囲の長さ, 精巢および精巢上体尾部から採取した生検標本における精子の存在の季節的变化を調べた。

### 材料および方法

本実験は1993年11月から1994年10月にかけて実施した。供試動物には東京農業大学生物生産学部(北緯44度)で飼育されている雄エゾシカ1頭および雄ヤクシカ2頭を用いた。対照動物としては雄ヤギ(韓国在来種)1頭および雄ヒツジ(フィニッシュ・ランドレース系雑種)2頭を使用した。これらの動物は, いずれも成熟した個体であった。給餌は, 朝(8~9時), 夕(15~16時)の2回とし, 粗飼料として乾草または青草を飽食量給与した。濃厚飼料としては, 規格外小麦およびオカラをそれぞれ70gおよび300g程度給与した。

精巢の長径および短径は横臥位でノギスにより測定した。短径は2カ所の平均値をもって測定値とした。

精巢体積は楕円体積の公式 ( $V=4/3 \pi ab^2$ ,  $a$ =長径の半径,  $b$ =短径の半径)により算出した。また、陰囊の外周をメジャーで測定した値を陰囊周囲の長さとし、精巢体積との比較を行った。

精巢および精巢上部尾部の生検標本は、注射針 (19 G×1 1/2) を付けた 1 ml シリンジで吸引して採取した。採取した標本は 100  $\mu$ l の 0.9% NaCl に懸濁し、塗抹標本を作製した。精子の有無はカルボルフクシン法で染色して観察した。

### 結果および考察

エゾシカおよびヤクシカにおける精巢体積の季節的变化を図 1 に示した。いずれの個体でも明瞭な季節的变化が観察され、そのパターンはアクシスジカ (LOUDON and CURLEWIS; 1988), エルドジカ (MONFORT *et al.*; 1993B) およびダマシカ (GOSCH and FISCHER; 1989) とほぼ一致した。エゾシカの精巢は 10 月に最大値、6 月に最小値を示し、野性個体における報告 (増田; 1993) と一致した。一方、ヤクシカの精巢は 9 月に最大値、1 月から 7 月に低値を示し、亜種間に大きな差は認められなかった。また、エゾシカにおける精巢体積の最大値は、最小値の 4.4 倍、ヤクシカでは 3.4~3.8 倍であった。この変化の幅は明瞭な季節変化を示唆するものであり、ダマシカでの報告 (GOSCH and FISCHER; 1989) とほぼ一致するものであった。

対照動物としたヤギおよびヒツジにおける精巢体積の季節的变化を図 2 に示した。ヤギの精巢体積は 11 月に最大値、1 月に最小値を示し、その変化の幅は 3.3 倍であった。このようにヤギの精巢は大きな体積変化を

示したが、12 月の体積の急減は試験開始によるストレスに起因すると思われる、今回観察された精巢体積の変動は季節的な変化を示すものとは考えがたかった。一方、ヒツジの精巢体積は 8 月に最大値、2 月に最小値を示し、その変化の幅は 1.7~2.0 倍であった。ヒツジは季節繁殖動物であるものの、雄は明瞭な繁殖季節を示さないとされている (福井; 1989)。しかし、精巢重量、乗駕欲および精液性状に季節差が存在することは知られており (福井; 1989)、今回の結果も精巢体積は雌の繁殖季節 (9 月から 2 月) と対応して増減することを示していた。

エゾシカおよびヤクシカとヤギおよびヒツジにおける陰囊周囲の長さの季節的变化を図 3 および 4 に示した。陰囊周囲の長さは精巢体積を反映するため、各動物種の最大値と最小値は精巢体積と同時期に記録された。このため、繁殖季節と対応した陰囊周囲の長さの季節的变化は、精巢体積と同様にエゾシカ、ヤクシカおよびヒツジで観察され、陰囊周囲の長さは精巢活性の指標になることが示唆された。

精巢および精巢上部尾部 (以下精巢上部) から生検標本を採取して精子の存在を観察したところ、表 1 に示す結果が得られた。エゾシカおよびヤクシカは精巢および精巢上部の両者、または精巢上部から精子を回収できない時期が存在し、精子の形成休止期があることが推察された。エゾシカの精巢からは 8 月から 5 月にかけて精子が回収され、精巢上部からは 10 月から 5 月にかけて精子が回収された。また、ヤクシカ精巢からは 8 月または 9 月から 4 月にかけて精子が回収され、精巢上部からは 8 月または 10 月から 4 月にかけて精子が回収された。ヤクシカの精巢および精巢上部か

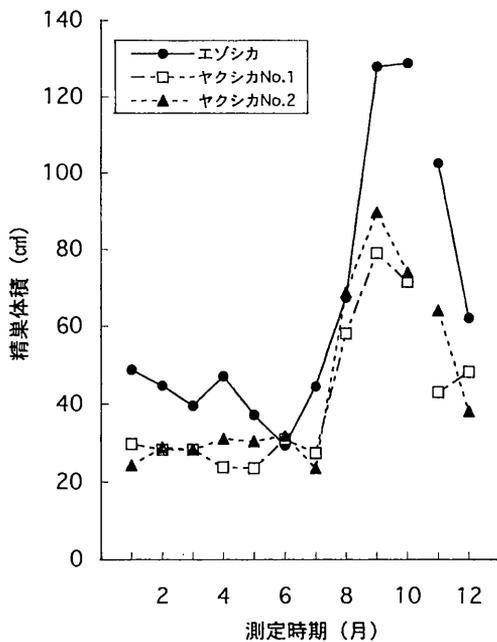


図 1 エゾシカおよびヤクシカにおける精巢体積の季節的变化

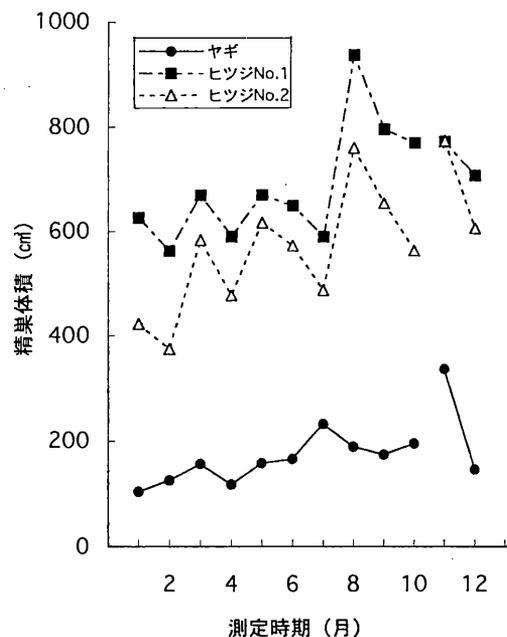


図 2 ヤギおよびヒツジにおける精巢体積の季節的变化

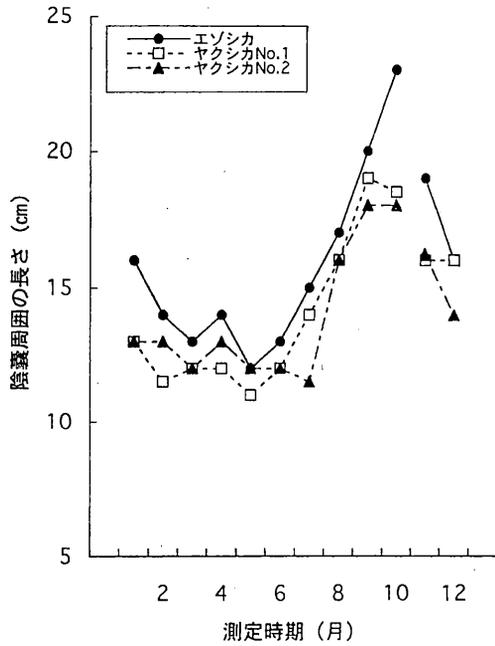


図3 エゾシカおよびヤクシカにおける陰囊周囲の長さの季節的变化

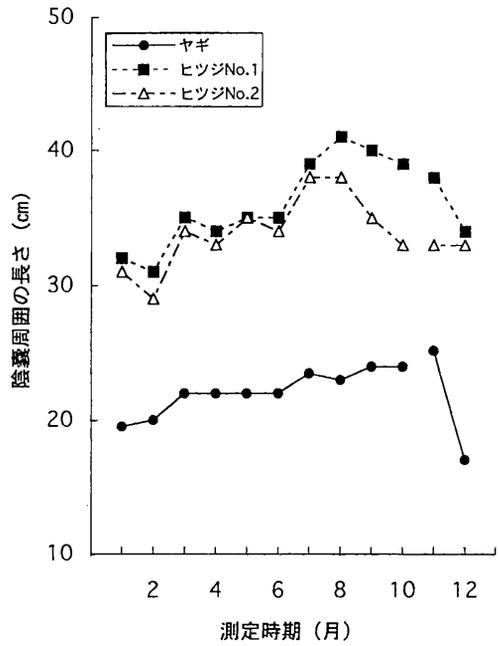


図4 ヤギおよびヒツジにおける陰囊周囲の長さの季節的变化

表1 精巢および精巢上部尾部における精子の存在

動物種	採取部位	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
エゾシカ	精巢	○	○	○	○	○	○	×	×	○	○	○	○
	精巢上部尾部	○	○	○	○	○	○	×	×	×	×	○	○
ヤクシカ No.1	精巢	○	○	○	×	○	×	×	×	×	○	○	○
	精巢上部尾部	○	○	○	×	○	×	×	×	×	×	○	○
ヤクシカ No.2	精巢	○	○	○	×	○	×	×	×	○	○	○	○
	精巢上部尾部	○	○	○	×	○	×	×	×	○	○	○	○
ヤギ	精巢	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	精巢上部尾部	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
ヒツジ No.1	精巢	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	精巢上部尾部	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
ヒツジ No.2	精巢	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	精巢上部尾部	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

○：精子が存在している，×：精子が存在していない

らは3月にいったん精子が回収されなくなったが、4月に再度精子が回収された。すなわち、精巢および精巢上部内には4月まで精子が存在するものの、その数は3月の時点ですでに低下していると推測された。おそらく精細管内における精子の形成は3月から4月にかけて徐々に停止し、精巢上部内の精子もこの時期には消失することが推測された。また、いずれの種でも精巢上部内の精子出現が精巢よりも遅れる現象が観察され、この時間的ずれは新たに形成された精子の移動に要する期間を示すものと考えられた。これらのこと

からニホンジカの繁殖季節は9月から12月とされているものの、精巢は8月または9月から4月もしくは5月まで精子を形成し、形成された精子は1～2カ月程度かかって精巢上部に移動することが推測された。また、精子の形成休止時期は精巢体積および陰囊周囲の長さの最低値を示した月の前後に記録され、これらの増減と精子形成には関連があると思われた。

ヤギおよびヒツジでは、年間を通じて精巢および精巢上部で精子の存在が確認された。韓国在来種ヤギは周年繁殖性であり(天野ら;1995)、ヒツジでも季節性

を伴う精子の周年形成が確認されている (TOMKINS and BRYANT; 1976). したがって, 本実験の結果は, これらを裏づけるものであった.

以上の結果より, エゾシカおよびヤクシカにおける精巢体積は明瞭な季節的变化を示したものの, 繁殖季節以外の時期にも精液を採取できる可能性が示唆された.

## 文 献

- 天野 卓・林 智人・横濱道成・田中一栄・李 載洪, (1995) 韓国在来ヤギの生理学的特性. 実験動物, **43**: 773-777.
- ASHER, G. W., J. L. ADAM, R. W. JAMES and D. BARNES, (1988) Artificial insemination of farmed fallow deer (*Dama dama*): Fixed-time insemination at a synchronized oestrus. Anim. Prod., **47**: 487-492.
- 福井 豊, (1989) めん羊の繁殖技術. 第1版, 東京農業大学出版会, 東京.
- GOSCH, B. and K. FISCHER, (1989) Seasonal changes of testis volume and sperm quality in adult fallow deer (*Dama dama*) and their relationship to the antler cycle. J. Reprod. Fert., **85**: 7-17.
- HAIGH, J. C., A. D. BARTH, W. F. CATES and G. J. GLOVER, (1985) Electro-ejaculation and semen evaluation of Wapiti. Biol. Deer. Prod., **22**: 197-203.
- HAIGH, J. C. and G. BOWEN, (1991) Artificial insemination of red deer (*Cervus elaphus*) with frozen-thawed wapiti semen. J. Reprod. Fert., **93**: 119-123.
- 石島芳郎・加藤ゆかり・亀山祐一・横濱道成・門司恭典・堤 義雄, (1993) エゾシカ *Cervus nippon yesoensis* の造精機能の季節的变化. 東農大農学集報, **38**: 208-211.
- LOUDON, A. S. I. and J. D. CURLEWIS, (1988) Cycles of antler and testicular growth in an aseasonal tropical deer (*Axis axis*). J. Reprod. Fert., **83**: 729-738.
- 正木淳二・大谷 健・島崎琢也・銭 暁喬・武田武雄・池田昭七・中馬亮一・鹿股幸喜, (1990) 電気刺激法による日本シカ精液の採取, 特にヤギとの比較. 第83回日畜学会講演要旨, 25.
- 増田 奏, (1993) 雄エゾシカ (*Cervus nippon yesoensis*) における生殖器の発達について. 哺乳類科学, **33**: 10-12.
- MONFORT, S. L., G. W. ASHER, D. E. WILDT, T. C. WOOD, M. C. SCHIEWE, L. R. WILLIAMSON, M. BUSH and W. F. RALL, (1993A) Successful intra-uterine insemination of Eld's deer (*Cervus eldi thamin*) with frozen-thawed spermatozoa. J. Reprod. Fert., **99**: 459-465.
- MONFORT, S. L., J. L. BROWEN, M. BUSH, T. C. WOOD, C. WEMMER, A. VARGAS, L. R. WILLIAMSON, R. J. MONTALI and D. E. WILDT, (1993B) Circannual inter-relationships among reproductive hormones, grossmorphometry, behaviour, ejaculate, characteristics and testicular histology in Eld's deer stage (*Cervus eldi thamin*). J. Reprod. Fert., **98**: 471-480.
- 佐藤考則・丹後輝人・芳賀良一, (1981) エゾシカ (*Cervus nippon yesoensis* HEUDE) の分娩とその兆候, および新生児の行動について. 帯大研報, **12**: 149-157.
- 瀧澤晃夫・安井圀彦, (1979) 飼育下のホンシュウジカに関するいくつかの知見. 動水誌, **21**: 65-69.
- TOMKINS, T. and M. J. BRYANT, (1976) Influence of mating pressure and season on the semen characteristics of rams. Anim. Prod., **22**: 371-378.
- 辻井弘忠・川瀬晶士, (1987) 放牧下におけるヤクシカ (*Cervus nippon yakushimae*) の性行動について. 信大農学部紀要, **24**: 97-102.

# 日本に適したフリーストール・ミルクパーラ方式 のための予備的調査—問題抽出のための一事例報告

矢用 健一・植竹 勝治・岡本 隆史

農林水産省北海道農業試験場, 北海道札幌市豊平区羊ヶ丘一番地 062

## Preliminary Research to Establish Japanese-Style Free Stall-Milking Parlor System — A Case Work for Problem Extraction

Ken-ichi YAYOU, Katsuji UETAKE and Takashi OKAMOTO

Hokkaido National Agricultural Experiment Station: 1,  
Hitsujigaoka, Toyohira, Sapporo, Hokkaido 062

キーワード：フリーストール・ミルクパーラ方式, 乳質, 搾乳性, 搾乳作業特性, 牛群管理体系

Key words : Free Stall - Milking Parlor System, Milk Quality, Milking Characteristics, Milking Procedure Characteristics, Herd Management

### 要 約

日本に適したフリーストール・ミルクパーラ方式について検討するため, 本方式をすでに採用している酪農家を対象とし, 現時点における本方式の問題点を抽出するための予備的調査を行い, パーラ搾乳の効率化と乳房炎の予防につながる牛群管理体系について検討した. 調査の結果, 搾乳時間が9分を越える個体が約12%を占め, パーラ搾乳の効率を下げていた. また, 体細胞数が600,000/mlを超える個体が牛群の約18%を占め, 潜在性乳房炎罹患牛の頻度が高いことがうかがえた. この原因として, ①推奨されている搾乳手順が徹底されていないこと, ②ストール幅が大きめで, 牛床に逆向きに入る牛が多いこと, ③パドックが泥濘化していることなどが考えられた.

### 緒 言

わが国では, 規模拡大・省力化の方策としてフリーストール・ミルクパーラ方式が注目されている. 北海道農政部酪農畜産課の調べ(1995)では, 平成7年2月現在, 道内のフリーストール導入農家は644戸(全乳牛飼養農家戸数の5.1%), ミルクパーラ導入農家は567戸(同, 4.5%)であり, 普及は年間50から100戸程度と漸増傾向にある(図1). しかし, 施設の構造・設計, 牛群管理体系, 搾乳作業体系等についてわが国独自の方針が確立されておらず, 様々な問題が生じている. そこで, パーラ搾乳の効率化と乳房炎の予防につながる牛群管理体系について検討すること

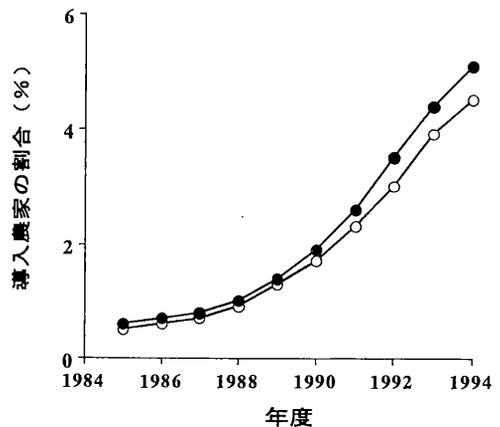


図1 北海道におけるフリーストールおよびミルクパーラの導入農家割合の推移 (北海道農政部酪農畜産課調べ; 1995)

● : フリーストール導入農家割合,  
○ : ミルクパーラ導入農家割合

を目的として, フリーストール・ミルクパーラ方式を採用している酪農家において牛群の搾乳性, 乳質ならびに管理者の搾乳作業特性等を調査したので報告する.

### 材料および方法

フリーストール・ミルクパーラ方式を導入している15戸の酪農家について, 1992年から1993年にかけてアンケート調査を行い, その結果, 施設の構造, 牛群管理体系, 搾乳作業体系などに様々な問題点を抱えている酪農家を調査対象とした. 調査は, 1994年11月16日から17日, および1995年5月25日から26日

の2回にわたり、1985年にフリーストール・ミルクングパーラ方式を導入したK牧場(1989年に一部改修)で行った。K牧場は、牛床52床、パーラは4頭複列ヘリンボンウォークスルー方式を使用しており、1群管理の搾乳牛68頭を2人で搾乳していた。

調査では、まず、乳検データをもとにして搾乳牛群の構成を調べた。また、搾乳牛全頭から牛乳サンプリングを行い、体細胞数・乳脂率・乳タンパク率・全乳固形分率・無脂固形分率を調べた。さらに、搾乳性として、乳量、平均搾乳速度、最高搾乳速度を調べるため、RS-232C出力付乳量計およびノート型パソコンをパーラ内に設置し、自作の搾乳性解析ソフト(竹下; 1991)により解析を行った。搾乳手順については、乳房炎防除対策検討会編(1993)の「正しい搾乳手順と搾乳衛生」に基づき、調査票を作成し、これに記録した。また、乳頭清拭後ティートカップ装着までの時間もストップウォッチで計測した。その他、ストール、パドック等施設の状態、ならびに給餌等搾乳前後の家畜管理工程についても調査した。

### 結果および考察

搾乳牛群構成は、それぞれ平均±標準偏差で、年齢

3.9±1.7歳、産次2.7±1.6産、分娩後日数188±93日、推定体重563±72kgであった。特に、産次では、図2のように、1から3産の牛が73%を占めていた。経営者は乳房炎の対策として、牛群の改良、つまり体細胞数の多い個体の淘汰を第一に考えており、それが反映されているものと考えられた。

乳質は、それぞれ平均で、体細胞数29.7±43.5万/ml、乳脂率3.91±0.68%、乳タンパク率3.43±0.35%、全乳固形分率12.78±0.95%、無脂固形分率8.87±0.40%であった。体細胞数の多い個体が目立ち、図3のように体細胞数が600,000/mlを越える個体が68頭中12頭と約18%を占めていた。IDF(国際酪農連盟)が採用している潜在性乳房炎の診断基準は500,000/ml以上であり、本酪農家における潜在性乳房炎罹患牛の頻度が高い傾向がみられた。

搾乳性は、それぞれ平均で、乳量23.9±7.2kg、1頭当たりの搾乳時間5.6±2.4分(図4-1)、平均搾乳速度1.9±0.6kg/分(図4-2)、最高搾乳速度3.4±1.1kg/分であった。搾乳時間が9分を越える個体が約12%(図4-1)、また、平均搾乳速度が1.5kg/分以下の個体が約28%あり(図4-2)、搾乳効率低下の原因となっていた。

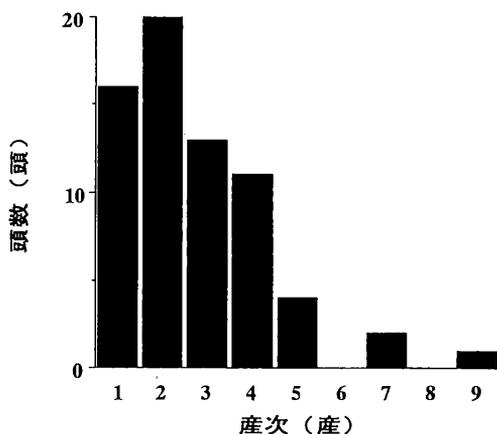


図2 産次別の頭数分布

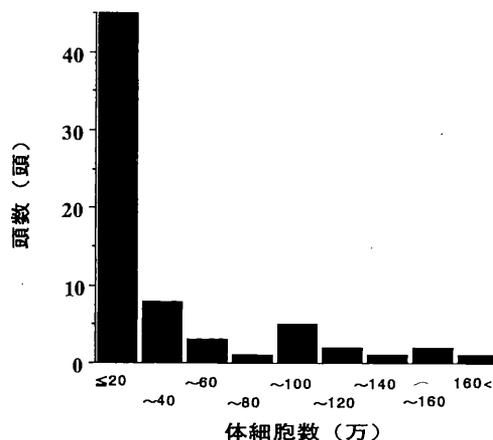


図3 体細胞数別の頭数分布

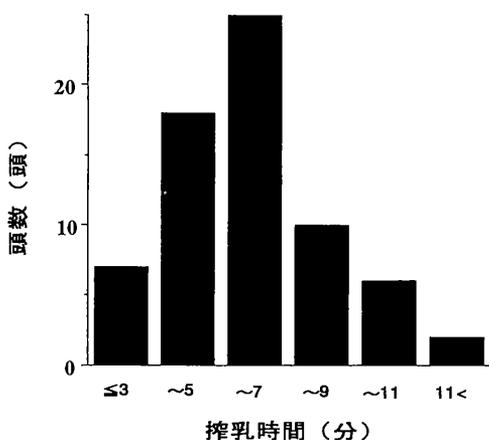


図4-1 搾乳時間別の頭数分布

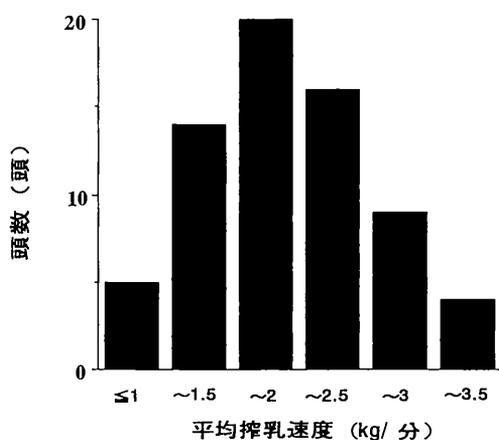


図4-2 平均搾乳速度別の頭数分布

搾乳手順は、乳房炎防除対策検討会推奨の方法に比べて、以下の点で不十分であった。消毒液には次亜塩素酸ナトリウム9.2%溶液を約560倍希釈で使用していたが、その温度が約40から70℃と高めであった。牛群のほとんどについて乳房の汚れが目立ったが、乳房のホース洗浄と濡れタオルによる清拭を一部汚れのひどい牛にのみ行う程度で、その他の牛では濡れタオル1枚で2から3頭の乳房を清拭する程度であった。前搾りはほとんど行っておらず、一部の牛について軽くつまむ程度であった。乳頭の清拭は使い捨てペーパーで拭くのみであった。ティートカップの離脱は4本同時の自動離脱で、一部の牛については1本ずつ離脱していたが、ライナーキャップを使用していなかった。後搾りは手搾りで行っていたが、一部の牛のみで、しかも軽くつまむ程度であった。

乳頭清拭後ティートカップ装着までの時間は計測できた31頭の平均で2分19秒とやや長い傾向にあった。また、搾乳所要時間は約1時間50分であった。

施設面ではストールサイズが長さ225cm×幅150cmであり、ストールの幅が、一般に推奨されているサイズ(伊藤;1989)が120cm前後であるのに比べてかなり大きかった。また、ネックレールは設置されていなかった。そのため、牛床上で半回転する牛が多く、全牛床の約30%で頭部側に糞が確認された。また、パドックは泥濘化が見られ、その上に多くの牛が横臥していた。これら施設面の不備が、牛体や乳房が汚れる主な原因となっていたと思われる。

作業工程では、給餌が全頭の搾乳終了間際に行われるため、それ以前に搾乳された牛が搾乳直後にストールで横臥する例が観察された。

したがって、搾乳速度の遅い個体を淘汰することによるパーラ搾乳の効率化、ならびに推奨されている搾乳手順の励行、パドック泥濘化の防止、隔柵の適切な管理、体細胞数の多い個体の別飼い等によって乳房炎の予防を図れるものと考えられた。本調査は一酪農家の事例ではあるものの、このような調査を多数の酪農家で行うことにより、フリーストール・ミルクングパーラ方式の現状における問題点を抽出することで、わが国に適したフリーストール・ミルクングパーラ方式を開発できるものと思われる。

## 文 献

- 北海道農政部酪農畜産課調べ,(1995)新搾乳システムの普及状況について。北海道農政部酪農畜産課。北海道。
- 伊藤紘一,(1989)フリーストール。第1版。87-137。養賢堂。東京。
- 乳房炎防除対策検討会編,(1993)正しい搾乳手順と搾乳衛生。ホクレン農業協同組合連合会北海道乳質改善協議会。北海道。
- 竹下潔,(1991)パソコン利用による乳牛管理情報の収集と利用に関する研究。日本畜産学会北海道支部会報,34(1):10-15。

## ホルスタイン種雄牛の個体成長記録に対する 非線形成長モデルの当てはめ

寺脇 良悟・新納 正之\*・山口 齊\*・熊田善一郎\*・福井 豊

帯広畜産大学, 帯広市 080

\*農林水産省家畜改良センター新冠牧場, 静内郡静内町 056-01

### Fitting of the nonlinear growth models on a series of age - body weight and - body measurements data in Holstein bulls

Yoshinori TERAWAKI, Masayuki SHINNO\*, Hitoshi YAMAGUCHI\*,  
Zen-ichiroh KUMADA\* and Yutaka FUKUI

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

\* National Livestock Breeding Center Nikappu Station,  
Shizunai-cho Shizunai-gun 056-01

キーワード : ホルスタイン, 雄牛, 成長, 非線形, モデル

Key words : Holstein, Bull, Growth, Nonlinear, Model

#### 要 約

131頭のホルスタイン種雄牛の個体成長記録に対して5種の非線形成長モデルを当てはめ、これらのモデルの適合性について比較検討した。分析対象は、体重、体高、体長、腰角幅および胸囲である。5種の非線形成長モデルは、Brody, Logistic, Gompertz, BertalanffyおよびRichardsである。成熟値、自由度2重調整済み寄与率および残差の自己相関係数を適合性の指標とした。Richardsモデルの適合性は全般的に最も高かったが、解の収束は困難であり、パラメータを推定するためにパラメータに対する制限の付加が必要であった。Brodyモデルの適合性はRichardsモデルに次いで高かったが、実測値と比較して成熟値を過大評価する傾向が顕著であった。Logisticモデルの適合性は最も低かった。Bertalanffyモデルの適合性はRichardsモデルとBrodyモデルに次いで高く、しかも、大きな欠点が認められなかった。これらの結果から、本研究で用いた0~60あるいは72ヶ月齢までの成長記録に対して、Bertalanffyモデルは5種のモデルの中でもっとも適切であると考えられた。

#### 緒 言

家畜の成長は生産性と密接に関連していることから、古くから研究が行われており、多数の成長モデル

が提唱されている。非線形成長モデルのパラメータはそれぞれ生物学的意義づけが可能なことから(BROWN et al.; 1976)、近年、ホルスタイン雌牛(師ら; 1985)や黒毛和種雌牛(向井ら; 1980, 和田ら; 1983, 板野ら; 1992, 山岸ら; 1990, WADA and NISHIDA; 1987)の個体成長記録への当てはめが報告されている。また、非線形成長モデルの推定パラメータに関する詳細な研究も行われている。師ら(1985)はホルスタイン雌牛の体各部位の個体成長記録に5種の非線形成長モデルを当てはめ、最適モデルの検討と推定パラメータの要因分析を行った。向井ら(1980)や和田ら(1983)は黒毛和種雌牛の体測定値に非線形発育モデルを当てはめ、最適モデルの検討と発育様相の把握について報告した。推定した非線形成長モデルのパラメータの家系間差(板野ら; 1992)や品種間差(山岸ら; 1990)さらには遺伝的性質(WADA and NISHIDA; 1987)についての研究も行われている。これらの研究の多くは雌牛に関するものが多く、雄牛の成長記録についての研究報告はほとんどない。

本研究の目的は、限られた月齢範囲内の記録を用いて成熟値までも含めた成長様相を把握するため、ホルスタイン種雄牛の体各部位の個体成長記録に対して5種の非線形成長モデルを当てはめ、最適モデルの検討を行うことである。

#### 材料と方法

個体成長記録は、農林水産省家畜改良センター新冠

牧場で測定したホルスタイン種雄牛の体測定値である。分析に用いた個体成長記録は、出生時記録を有し、最終記録が60ヶ月齢以上である131頭の記録であった。分析対象部位は13部位(体重, 体高, 体長, 十字部, 坐骨高, 腰角幅, かん幅, 坐骨幅, 尻長, 胸幅, 胸深, 胸囲, 管囲)のうち体重, 体高, 体長, 腰角幅および胸囲の5部位とした。

個体成長記録に当てはめた非線形成長モデルはBrody, Logistic, Gompertz, BertalanffyおよびRichardsの5種である。非線形成長モデルのパラメータはSASのNLINプロシジャ(SAS; 1990)を用いて推定した。解を求めるための反復手法は修正ガウス-ニュートン法を用いた。個体成長記録に対する成長モデルの適合性は、成熟値, 自由度2重調整済み寄与率(奥野ら; 1976)および残差の自己相関係数(奥野ら; 1971)を各個体・各成長モデル・各部位毎に算出し、比較検討した。自由度2重調整済み寄与率は、Richardsモデルのパラメータ数(4個)が他のモデルより1個多いため、パラメータ数に影響されない指標として用いた。さらに、実測値に対する推定成長曲線の偏りの指標として残差の自己相関係数を用いた。なお、Richardsモデルの当てはめに際しては解の収束が困難な場合がかなり多かったため、積分定数のパラメータBと曲線の型を規定するパラメータMに対してそれぞれ $B \leq 1$ および $0 \leq M \leq 6$ の制限(向井ら; 1980)を加えた。その結果、Richardsモデルについても131頭の全部位についてパラメータの推定が可能となった。

結 果

表1に60ヶ月齢における体測定値の記述統計量を示した。体重の平均は約1,150 kgであり、他の報告(正田; 1978)に近い値であった。体高, 体長, 腰角幅および胸囲の平均は以前の報告(寺脇ら; 1995)より一般的に大きい値であった。推定した体重の成熟値を成長モデル毎に表2に示した。Brodyモデルで推定した成熟値の平均は約1,425 kgであり、5種のモデルで最も大きかった。また、60ヶ月齢平均実体重よりも約275 kgも大きく推定された。最も大きく推定された個体の成熟値は1,933.8 kgであった。Brodyモデルに次いでRichardsモデルで成熟値が大きく、Bertalanffyモ

表1 60ヶ月齢の体測定値の統計量

部 位	個体数	平均	標準偏差	最大値	最小値
体重(kg)	128	1,147.8	83.64	1,312.0	863.0
体高(cm)	129	164.1	5.11	179.8	151.0
体長(cm)	129	202.1	6.80	214.8	179.9
腰角幅(cm)	129	65.2	2.91	73.0	58.6
胸囲(cm)	129	246.3	7.65	270.0	221.0

表2 各モデルで推定した体重の成熟値

モデル	平均	標準偏差	最小値	最大値
Brody	1,424.6 <sup>a</sup>	153.79	979.8	1,933.8
Logistic	1,114.7 <sup>e</sup>	77.97	878.9	1,278.3
Gompertz	1,171.0 <sup>d</sup>	84.69	901.6	1,345.0
Bertalanffy	1,210.0 <sup>c</sup>	91.35	915.6	1,407.0
Richards	1,292.3 <sup>b</sup>	149.87	913.6	1,800.7

a, b, c, d; p<0.01

表3 体重に関する各モデルの自由度2重調整済み寄与率

モデル	平均	標準偏差	最小値	最大値
Brody	0.992 <sup>b</sup>	0.0061	0.952	0.999
Logistic	0.976 <sup>d</sup>	0.0071	0.961	0.991
Gompertz	0.990 <sup>c</sup>	0.0042	0.976	0.998
Bertalanffy	0.993 <sup>b</sup>	0.0038	0.971	0.999
Richards	0.995 <sup>a</sup>	0.0035	0.974	0.999

a, b, c, d; p<0.01

デル, Gompertzモデル, Logisticモデルの順で推定値が小さかった。体重の自由度2重調整済み寄与率を表3に示した。全般的に、寄与率は高く、各成長モデルは実測値に対して適合性が良好であることが認められた。Richardsモデルの寄与率が高く、次いでBertalanffyモデル, Brodyモデルの寄与率が高く推定された。Logisticモデルの寄与率は他のモデルと比較し、実測値に対する適合性が低かった。体重について推定した各成長モデルの残差の自己相関係数を表4に示した。Richardsモデルの残差の自己相関係数は他のモデルと比較して大変小さかった。Logisticモデルの残差の自己相関係数は0.739と大きく推定され、推定成長曲線が実測値に対してかなり偏っていることが認められた。

実測値に対する各非線形成長モデルの適合性を比較するため、成熟値, 自由度2重調整済み寄与率および残差の自己相関係数を各部位毎に順位づけした結果を表5に示した。なお、成熟値と自由度2重調整済み寄

表4 体重に関する各モデルの残差の自己相関係数

モデル	平均	標準偏差	最小値	最大値
Brody	0.290 <sup>d</sup>	0.2525	-0.671	0.741
Logistic	0.739 <sup>a</sup>	0.0972	0.380	0.965
Gompertz	0.596 <sup>b</sup>	0.1717	-0.049	0.883
Bertalanffy	0.445 <sup>c</sup>	0.2261	-0.384	0.812
Richards	0.189 <sup>e</sup>	0.2711	-0.733	0.606

a, b, c, d; p<0.01

表5 成熟値、自由度2重調整済み寄与率および残差の自己相関係数についての各モデルの順位付け

モデル	成熟値				
	体重	体高	体長	腰角幅	胸囲
Brody	1	2	2	2	2
Logistic	5	5	5	5	5
Gompertz	4	4	4	4	4
Bertalanffy	3	3	3	3	3
Richards	2	1	1	1	1

自由度2重調整済み寄与率					
Brody	3	1, 2	2	2	3
Logistic	5	5	5	5	5
Gompertz	4	4	4	4	4
Bertalanffy	2	3	3	3	1
Richards	1	1, 2	1	1	2

残差の自己相関係数					
Brody	2	2	2	2	2
Logistic	5	5	5	5	5
Gompertz	4	4	4	4	4
Bertalanffy	3	3	3	3	3
Richards	1	1	1	1	1

与率は大きい順に、残差の自己相関係数は絶対値の小さい順に順位を付けた。各成長モデルの順位は部位が異なってもほとんど変わらなかった。RichardsモデルとBrodyモデルは成熟値を大きく推定し、BertalanffyモデルとGompertzモデルが中位に位置し、Logisticモデルは小さく推定する傾向が認められた。自由度2重調整済み寄与率はRichardsモデル、Brodyモデル、Bertalanffyモデルの順で大きく、Logisticモデルで最も小さかった。残差の自己相関係数に関する各モデルの順位は部位が異なってもまったく変わらなかった。Richardsモデルが最も偏りが小さく、Logisticモデルが最も偏りが大きかった。

1個体の体重の実測値と5種の推定非線形成長曲線

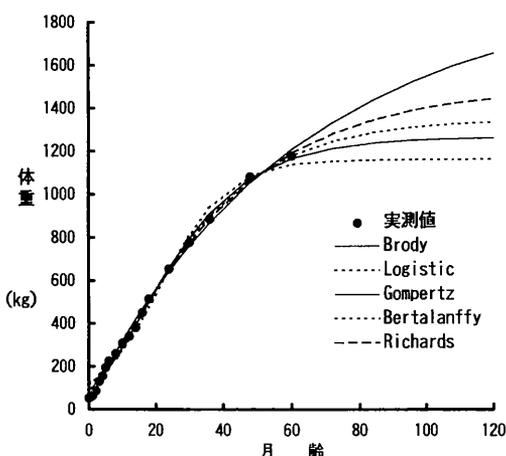


図1 体重の実測値と成長曲線

を図1に示した。Brody成長曲線は60ヶ月以降も著しく増加する傾向を示した。一方、Logistic成長曲線は60ヶ月齢ですでに過小評価しており、その後の増加傾向もほとんど認められない。Logistic成長曲線は実測値に対して過大評価する月齢範囲と過小評価する月齢範囲が明確に分かれた。

### 考 察

ホルスタイン種雄牛の個体成長記録に対して5種類の非線形成長モデルを当てはめ、各モデルの適合性を比較検討した。Richardsモデルは自由度2重調整済み寄与率と残差の自己相関係数に関して、最も適合性が高いと評価された。この結果は師ら(1985)の結果と同様であった。しかしながら、Richardsモデルの場合、解の収束が困難な場合が多く、向井ら(1980)はRichardsモデルを分析から除外している。また、和田ら(1983)はRichardsモデルの解の収束を改善する目的で2つの方法を検討している。本研究においても多くの個体で解の収束が困難であったため、パラメータMとBに制限( $B \leq 1, 0 \leq M \leq 6$ )を加えた。Brodyモデルの自由度2重調整済み寄与率および残差の自己相関係数はRichardsモデルに次いで良好な適合性を示し、師ら(1985)の報告と一致した。しかし、成熟値の推定値が非常に大きく、実測値より極端に大きい値になった。これは、本研究での記録が60ヶ月齢あるいは72ヶ月齢が最終の測定時点であることと関係すると推察される。また、Brodyモデルの成熟速度パラメータは他のモデルより小さく推定されていることから、Brodyモデルでは成熟値に達する月齢が他のモデルより遅い傾向にあると推察される。Logisticモデルの適合性は5種のモデル中最も悪い結果であった。Logisticモデルの推定値は実測値に対して過大評価である月齢と過小評価である月齢の範囲が明瞭に分かれている。この傾向は師ら(1985)の報告と同様であった。このため、残差の自己相関係数は0.739と大きな値であった。これは、Logisticモデルの適合性が最良であった向井ら(1980)の報告とまったく対照的であった。向井ら(1980)は測定開始月齢が比較的遅く(約7~10ヶ月齢)、その後1ヶ月毎に測定された記録を分析している。一方、本研究で用いた材料は、出生時記録をもち、若齢時では測定間隔が短く、加齢に伴って測定間隔が長くなる。このように、両研究で用いた測定記録の性質が大きく異なることがモデル適合性の違いに反映されたと考えられる。Bertalanffyモデルの自由度2重調整済み寄与率は、胸囲および体重でそれぞれ1番および2番目に高い値であり、その他の部位ではRichardsモデル、Brodyモデルに次いで3番目に高い値であった。また、残差の自己相関係数はすべての部位でRichardsモデル、Brodyモデルに次いで3番目に小さい値であった。さらに、Bertalanffyモデ

ルには上述した Richards モデルと Brody モデルの欠点は認められない。以上のことから、本研究で用いた記録では、Bertalanffy モデルが最適であると考えられた。

## 謝 辞

ホルスタイン種雄牛の体重ならびに体各部位の成長を長年にわたり記録され蓄積されてこられた農林水産省家畜改良センター新冠牧場に係わる数多くのみなさまに対して深謝いたします。

## 文 献

BROWN, J. E., H. A. FITZHUGH, Jr. and T. C. CARTWRIGHT, (1976) A comparison of nonlinear models for describing weight-age relationships in cattle. *J. Anim. Sci.* **42**: 810-818  
 板野志郎・大久保忠旦・沢崎 徹・松井寛二, (1992) ホルスタイン種乳用牛の成長パラメータ値とその家系間差. *日畜会報*, **63**: 332-334  
 向井文雄・和田康彦・並河 澄・棚瀬勝美, (1980) 黒毛和種雌牛の体測定値への非線形発育モデルの当てはめによる発育様相の把握. *日畜会報*, **51**: 247-255  
 奥野忠一・久米 均・芳賀敏郎・吉澤 正, (1971) 多変量解析法. 104-112. 日科技連出版社. 東京.

奥野忠一・芳賀敏郎・矢島敬二・奥野千恵子・橋本茂司・古河陽子, (1976) 続多変量解析法. 66-75. 日科技連出版社. 東京.  
 師 守壱・平方 健・鈴木三義・三好俊三・光本孝次, (1985) 非線形成長曲線モデルを用いたホルスタイン雌牛の成長に関する研究. *帯大研報*, **14**: 163-173  
 正田陽一, (1978) 畜産大辞典. 家畜各論—乳牛—品種の項執筆. 内藤元男監修. 1054. 養賢堂. 東京.  
 Statistical Analysis Systems Institute., (1990) SAS/STAT User's Guide, Version 6, Fourth Edition. 1135-1193. SAS Institute, Cary, NC.  
 寺脇良悟・末田英子・松崎重範・明見好信・福井 豊, (1995) ホルスタイン種牛における左右精巢の体測定値に対する相対成長. *北畜会報*, **37**: 15-18  
 和田康彦・佐々木義之・向井文雄・松本 豊, (1983) 非線形発育モデルの当てはめによる黒毛和種雌牛の体重の発育様相の把握. *日畜会報*, **54**: 46-51  
 WADA, Y. and A. NISHIDA, (1987) Genetic aspects of the growth curve characteristics in Japanese Black cows. *Jpn. J. Zootech. Sci.*, **58**: 1078-1085  
 山岸敏宏・鈴木英作・太田 実・篠原 久・八巻邦次・水間 豊, (1990) ブラーマン種雄×黒毛和種, 日本短角種およびホルスタイン種雌の交雑 F 1 子牛の成長について. *日畜会報*, **61**: 876-882

## ウシ体外受精由来胚盤胞の内細胞塊細胞数の検討

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

Cell number of inner cell mass of bovine blastocyst fertilized and cultured *in vitro*

Yuichi KAMEYAMA, Naomi TANNO, Yoshiro ISHIJIMA

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

キーワード：ウシ, 体外受精, 胚盤胞, 内細胞塊, 二重蛍光染色法

Key words : bovine, *in vitro* fertilization, blastocyst, inner cell mass, double fluorochrome dye technique

## 要 約

培養方法がウシ体外受精由来胚盤胞の内細胞塊(ICM)の細胞数に及ぼす影響について検討した。培養方法は、A法：1%のウシ胎児血清(FCS)を添加したTCM 199(TCM 199+1%FCS)を用い、卵丘細胞が付着した卵母細胞を単層の卵丘細胞と共培養、B法：TCM 199+1%FCSを用い、卵丘細胞が付着した卵母細胞を微小滴培養、C法：TCM 199+1%FCSを用い、卵母細胞に付着した卵丘細胞を除去した卵母細胞を微小滴培養、D法：A法で18時間培養した後に卵母細胞に付着した卵丘細胞を除去し、この卵母細胞を10%のFCSを添加したSOF(SOF+10%FCS)で微小滴培養、E法：SOF+10%FCSを用い、卵母細胞に付着した卵丘細胞を除去した卵母細胞を微小滴培養、の5法を用いた。培養9日(媒精日を0日とする)までの胚盤胞発生率は、A法：10.4%、B法：8.8%、C法：0%、D法：4.0%、E法：3.4%であった。二重蛍光染色法を用いて培養8日に胚盤胞の内細胞塊(ICM)と栄養外胚葉の細胞数を計測したところ、胚盤胞の平均総細胞数はA法：72.5個、B法：89.0個、D法：54.7個、E法：54.0個であり、平均ICM細胞数(総細胞数に対するICM細胞の割合)はA法：20.1個(27.7%)、B法：28.5個(32.0%)、D法：15.0個(27.4%)、E法：12.3個(24.1%)であった。これら胚盤胞における総細胞数とICMの細胞数は培養方法により有意差はみられたが、総細胞数に対するICMの細胞数の割合には培養方法による有意差がみられなかった。以上の結果より、培養方法はウシ体外受精における胚盤胞発生率と胚盤胞の総細胞数およびICM

細胞数に影響を及ぼすが、胚盤胞の総細胞数に対するICM細胞数の割合には影響を及ぼさないことが示唆された。

## 緒 言

ウシの受精卵移植では胚盤胞の品質が受胎率を左右する重要な要因とされており、胚盤胞の品質は胚の総細胞数と比例することが知られている(岩崎ら; 1990)。一方、完全体外培養系で作出したウシ胚盤胞は、体内で受精して子宮から回収したものおよび体外受精後にウサギ卵管内で培養したものよりも細胞数の少ないことが指摘されており(IWASAKI *et al.*; 1990)、このことが体外受精由来胚盤胞における低受胎率の一因と考えられる。現在までに体外受精由来胚盤胞の総細胞数を計測した報告は多くみられるが(後藤ら; 1992, 梶原ら; 1988, MATSUYAMA *et al.*; 1993)、将来胎児を形成する内細胞塊(ICM)の細胞数を計測した報告はあまりみられない(岩崎ら; 1990, IWASAKI *et al.*; 1990)。そこで、本実験では二重蛍光染色法を用いてウシ体外受精由来胚盤胞におけるICMと栄養外胚葉(TE)の細胞数を計測し、培養方法が胚盤胞におけるICMの細胞数に及ぼす影響について検討した。

## 実験方法

卵母細胞の回収：実験に供試したホルスタイン種の卵巣は、食肉処理場にて採取した。卵母細胞はm-PBS(+) (梶原ら; 1990)を用い、直径2~5mmの卵胞から吸引法で回収した。

体外成熟および体外受精：卵丘細胞が厚く緊密に付着した卵母細胞を用い、梶原ら(1990)の方法で実施した。成熟培養は5%のウシ胎児血清(FCS)を添加したTCM 199を用い、2mlの培地に50~100個の卵

母細胞を入れて21時間行った。体外受精にはホルスタイン種の人工授精用凍結精液を供試した。精子の洗浄、前培養および媒精は、テオフィリン：5mM、ヘパリン：10 $\mu$ g/ml、BSA：2.5mg/mlを添加したm-BO液を用いて行った。融解した精液は300 $\times$ gで2回洗浄し、10 $\times$ 10<sup>6</sup>精子/mlの濃度に調整した。精子の前培養は0.1mlの微小滴で2.5時間行い、媒精はこの微小滴に10~15個の卵を入れて5時間行った。

実験1：媒精の終了した卵子を下記A~E法で9日間培養し、発生を観察した。A法；1%のFCSを添加したTCM 199（以下TCM 199+1%FCS）を用い、卵丘細胞が付着した卵母細胞を2mlの培地に30~100個入れて単層の卵丘細胞と共培養。共培養のディッシュは成熟培養の際に卵丘細胞が付着したディッシュを培地交換して作製し、培養3、5および7日（媒精日を0日とする）に培地交換。B法；TCM 199+1%FCSを用い、卵丘細胞が付着した卵母細胞を0.1mlの微小滴に10~15個入れて培養。C法；TCM 199+1%FCSを用い、卵母細胞に付着した卵丘細胞を除去した卵母細胞を0.1mlの微小滴に10~15個入れて培養。D法；A法で18時間培養し、卵母細胞に付着した卵丘細胞を除去した。次いで10%のFCSを添加したSOF（TERVIT *et al.*；1972、SOF+10%FCS）を用い、卵丘細胞除去卵を0.1mlの微小滴に10~15個入れて培養。E法；SOF+10%FCSを用い、卵母細胞に付着した卵丘細胞を除去した卵母細胞を0.1mlの微小滴に10~15個入れて培養。これら方

法における胚の発生は、培養9日まで観察した。

実験2：実験1で出現した培養8日の初期~拡張胚盤胞を用い、二重蛍光染色法（岩崎ら；1990、IWASAKI *et al.*；1990）でICMとTEの細胞数を計測した。

培養条件：培養は35mmのディッシュ（Falcon、3001）を用い、温度39 $^{\circ}$ C、炭酸ガス5%、空気95%の条件で行った。

統計処理：すべての実験は5回以上実施した。統計処理は $\chi^2$ 検定法および多重範囲検定法を用いて行った。

### 結果および考察

実験1の結果を表1に示した。2細胞期胚への発生率はB法（70.6%）、A法（55.7%）、D法（19.6%）、E法（17.9%）、C法（10.0%）の順に高く、B法とA、D、EおよびC法、A法とDおよびE法、DおよびE法とC法間に有意差が認められた（ $P<0.05$ ）。8細胞期胚への発生率はB法：56.2%、A法：37.9%、D法：11.6%、E法：9.5%、C法：0%であり、各方法間における統計的有意差の関係は2細胞期胚の段階と変わらなかった。桑実胚への発生率は、B法：25.6%、A法：22.6%、D法：9.5%、E法：7.3%であった。この場合、B法とA法間に有意差はなかったが、BおよびA法とDおよびE法間に有意差が認められた（ $P<0.05$ ）。胚盤胞への発生率はA法（10.4%）、B法（8.8%）、D法（4.0%）、E法（3.4%）の順に高く、AおよびB法とDおよびE法間に有意差が認められ

表1 各培養方法におけるウシ体外受精卵の発生

培養方法*	培養胚数	発生胚数 (%)			
		2細胞期胚 $\leq$	8細胞期胚 $\leq$	桑実胚 $\leq$	胚盤胞 $\leq$
A	1,115	621 <sup>b</sup> (55.7)	423 <sup>b</sup> (37.9)	253 <sup>a</sup> (22.6)	116 <sup>a</sup> (10.4)
B	160	113 <sup>a</sup> (70.6)	90 <sup>a</sup> (56.2)	41 <sup>a</sup> (25.6)	14 <sup>a</sup> (8.8)
C	120	12 <sup>d</sup> (10.0)	0 <sup>d</sup> (0)	0 <sup>c</sup> (0)	0 <sup>c</sup> (0)
D	275	54 <sup>c</sup> (19.6)	32 <sup>c</sup> (11.6)	25 <sup>b</sup> (9.5)	11 <sup>b</sup> (4.0)
E	262	47 <sup>c</sup> (17.9)	25 <sup>c</sup> (9.5)	19 <sup>b</sup> (7.3)	9 <sup>b</sup> (3.4)

\* A：TCM 199+1%FCSを用い、卵丘細胞が付着した卵を単層の卵丘細胞と共培養、B：TCM 199+1%FCSを用い、卵丘細胞が付着した卵を微小滴培養、C：TCM 199+1%FCSを用い、卵自身に付着した卵丘細胞を除去した卵を微小滴培養、D：Aの方法で18時間培養した後に卵自身に付着した卵丘細胞を除去し、この卵をSOF+10%FCSで微小滴培養、E：SOF+10%FCSを用い、卵自身に付着した卵丘細胞を除去した卵を微小滴培養。すべての方法における培養期間は9日（媒精日を0日とする）までとした。

\*\* 異符号間で有意差あり（ $P<0.05$ ）

表2 ウシ体外受精由来胚盤胞を構成する細胞数の内訳に及ぼす培養方法の影響

培養方法*	計測胚数 /供試胚数 (%)	胚盤胞を構成する細胞数の内訳** (平均±S.E.)		
		ICM (%)	TE (%)	合計 (%)
A	25/32 (78.1)	20.1 ±1.57 <sup>b</sup> (27.7)	51.8 ±3.19 (71.4)	72.5 ±4.46 <sup>b</sup>
B	11/14 (78.6)	28.5 ±1.01 <sup>a</sup> (32.0)	60.5 ±1.89 (67.9)	89.0 ±1.74 <sup>a</sup>
D	9/11 (81.8)	15.0 ±1.11 <sup>c</sup> (27.4)	39.6 ±3.73 (72.4)	54.7 ±3.86 <sup>c</sup>
E	6/9 (66.7)	12.3 ±0.21 <sup>c</sup> (24.1)	42.0 ±3.19 (82.4)	51.0 ±2.80 <sup>c</sup>

\* A: TCM 199+1%FCS を用い、卵丘細胞が付着した卵を単層の卵丘細胞と共培養、B: TCM 199+1%FCS を用い、卵丘細胞が付着した卵を微小滴培養、C: TCM 199+1%FCS を用い、卵自身に付着した卵丘細胞を除去した卵を微小滴培養、D: Aの方法で18時間培養した後に卵自身に付着した卵丘細胞を除去し、この卵をSOF+10%FCSで微小滴培養、E: SOF+10%FCSを用い、卵自身に付着した卵丘細胞を除去した卵を微小滴培養。すべての方法における培養期間は、9日(媒精日を0日とする)までとした。

\*\* ICM: 内細胞塊, TE: 栄養外胚葉

\*\*\* 異符号間で有意差あり (P<0.05)

た (P<0.05)。

今回用いたA~Eの培養方法は、培養液、FCSの濃度、培地交換などの条件が統一されていないため、すべての発生率の差を詳細に論じることはできない。しかし、B法とC法間の発生率の差は卵丘細胞の有無に起因するものであり、培養液としてTCM 199+1%FCSを用いた場合は卵丘細胞の有無がウシ体外受精卵の発生に影響を及ぼすことが示された。

実験2の結果を表2に示した。供試胚に対する計測可能な胚の割合は、66.7~81.8%であった。計測不能な胚は操作中に胚が崩壊したもの、観察時に細胞の境界が不明瞭なもの、および分染できなかったものであり、これらの胚は割球の一部もしくは胚全体が変性しつつあると思われた。胚盤胞の平均総細胞数はA法: 72.5±4.46個, B法: 89.0±1.74個, D法: 54.7±3.86個, E法: 51.0±2.80個であり、B法とA, DおよびE法, A法とDおよびE法の間有意差が認められた (P<0.05)。ICMの平均細胞数はA法: 20.1±1.57個, B法: 28.5±1.01個, D法: 15.0±1.11個, E法: 12.3±0.21個であり、各方法間における統計的有意差の関係は総細胞数と同じであった。また、胚盤胞の総細胞数に対するICM細胞の割合はA法: 27.7%, B法: 32.0%, D法: 27.4%, E法: 24.1%であり、培養方法による差は認められなかった。

本実験のAおよびB法で得られた胚盤胞の総細胞数は、1~5%のFCSを添加したTCM 199を用いて単

層の卵丘細胞上で体外受精卵を8~10日間共培養した報告(梶原ら;1988, 初期胚盤胞:68個, 拡張胚盤胞:100個), 2.5~10%のウシ血清を添加したTCM 199を用いて単層の卵丘細胞上で体外受精卵を8日間共培養した報告(後藤ら;1992, 胚盤胞:69個, 拡張胚盤胞:115個)とほぼ一致した。しかし、DおよびE法で得られた胚盤胞の総細胞数は10%のヒト血清を添加したSOFを用いて体外受精卵を8日間培養した報告(MATSUYAMA *et al.*; 1993, 拡張胚盤胞:117個)よりも低値を示した。また、IWASAKIら(1990)は10%のFCSを添加したTCM 199を用いて単層の卵丘細胞上で体外受精卵を8~12日間共培養し、初期胚盤胞の総細胞数:44個, ICM細胞数(総細胞数に対するICM細胞の割合):8個(16%), 拡張胚盤胞の総細胞数:77個, ICM細胞数(総細胞数に対するICM細胞の割合):11個(15%)の成績を得ている。本実験のAおよびB法で得られた胚盤胞の結果はこの報告と胚盤胞の総細胞数でほぼ一致したが、ICM細胞数と総細胞数に対するICM細胞の割合で高値を示した。ウシ体外受精由来胚盤胞における総細胞数に対するICM細胞の割合は発育が進むにつれて低下するとされている(岩崎ら;1990)ことから、本実験では培養8日の胚盤胞を用いたために総細胞数に対するICM細胞の割合が高かったと考えられた。

以上の結果より、培養方法はウシ体外受精における胚盤胞発生率と胚盤胞の総細胞数およびICM細胞数

に影響を及ぼすが、胚盤胞の総細胞数に対する ICM 細胞数の割合には影響を及ぼさないことが示唆された。

### 謝 辞

本研究の遂行にあたり、卵巣採取にご協力いただいた北見畜産公社ならびに北海道網走保健所東藻琴食肉検査事務所、凍結精液を分与していただいた北海道家畜改良事業団北見事業所の関係各位に深謝いたします。

### 文 献

後藤和文・岩井規子・市川恭子・石原亜子・宅萬義弘・元石睦郎・徳丸元幸・中西善彦, (1992) ウシ体外受精由来初期胚の体外培養. *J. Reprod. Dev.*, **38**: j165-j171.

岩崎説雄・吉田 豊・渡辺誠喜・中原達夫, (1990) 二重蛍光染色法による体外受精由来牛胚盤胞の栄養外胚葉と内細胞塊の分別染色と細胞数の計測. *家畜繁殖誌*, **36**: 60-65.

IWASAKI, S., N. YOSHIDA, H. USHIJIMA, S. WATANABE and T. NAKAHARA, (1990) Morphology and proportion of inner cell mass of blastocysts fertilized *in vitro* and *in vivo*. *J. Reprod. Fert.*, **90**: 279-284.

梶原 豊・後藤和文・徳丸元幸・木庭正光・中西善彦・小川清彦, (1988) ウシ卵胞卵子の体外成熟・体外受精により得られた胚盤胞の割球数と染色体分析. *家畜繁殖誌*, **34**: 191-198.

梶原 豊・米谷尚子・菱山和洋, (1990) 最新バイオテクノロジー全書 家畜の繁殖と育種 (体外受精技術の項執筆, 最新バイオテクノロジー全書編集委員会編), 第1版, 168-183, 農業図書, 東京.

MATSUYAMA, K., H. MIYOSHI and Y. FUKUI, (1993) Effect of glucose levels during the *in vitro* culture in synthetic oviductal fluid medium on *in vitro* development of bovine oocytes matured and fertilized *in vitro*. *Theriogenology*, **40**: 595-605.

TERVIT, H. R., D. G. WHITTINGHAM and L. E. A. ROWSON, (1972) Successful culture of *in vitro* of sheep and cattle ova. *J. Reprod. Fert.*, **30**: 493-497.

## ウシ乳蛋白質成分に対するモノクローナル抗体の作製

横濱 道成・近藤 民章・中川 中・平山 博樹  
東京農業大学生物産業学部, 網走市 099-24

## Development of Monoclonal Antibodies Specific Cattle Milk Proteins

Michinari YOKOHAMA, Tamiaki KONDOH, Ataru NAKAGAWA, Hiroki HIRAYAMA

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

キーワード: モノクローナル抗体, ウシ乳蛋白質, ウェスタンブロットリング, 2次元電気泳動

Key words: monoclonal antibody, cattle milk protein, western blotting, two-dimensional electrophoresis

## 要 約

ウシ乳蛋白質主要4成分( $\beta$ -ラクトグロブリン,  $\kappa$ -カゼイン,  $\alpha_{S1}$ -カゼイン,  $\beta$ -カゼイン)の定量, 蛋白質型の判定および分離精製の試薬開発を目的として, モノクローナル抗体(mAb)を作製した。今回の試みでは38株の抗体産生細胞が得られ, 同定の結果, ウシ乳蛋白質主要4成分をそれぞれ認識する8つのmAb産生細胞株(B $\alpha$ -Cn1, B $\beta$ -Cn1, B $\beta$ -Cn2, B $\kappa$ -Cn1, C $\kappa$ -Cn2, C $\beta$ -Lg1, C-Post BSA1)が確立できた。抗体産生細胞株の培養上清より得られたmAbの抗体力価は500~10,000倍であり, そのアイソタイプはIgG1(5株), IgG3(1株), IgG2a(1株), IgM(1株)であった。

## 緒 言

今日における消費者の嗜好性の多様化, ウシ乳成分のさまざまな加工製品への利用にともない乳蛋白質成分の生産量向上が望まれている。特定した乳蛋白質型およびその成分量は乳製品製造能に関係していることが指摘されており, また乳蛋白質の特定遺伝子型が乳量および乳蛋白質量と関連性があると報告されている(GIBSON; 1990, MARZIALI and NG-KWAI-HANG; 1986)。このようなことから乳牛の改良にあたって, 今後は乳蛋白質成分含量や乳蛋白質の特定遺伝子を対象とした選抜の実施が予想される。従って, 各乳蛋白質成分含量は従来の乳量や乳脂率と同様に乳牛の改良を実施する上で重要な経済形質の一つになると考えられる。

本研究では各乳蛋白質成分 [ $\beta$ -ラクトグロブリン( $\beta$ -Lg),  $\kappa$ -カゼイン( $\kappa$ -Cn),  $\beta$ -カゼイン( $\beta$ -Cn),

$\alpha_{S1}$ -カゼイン( $\alpha_{S1}$ -Cn)]の定量, 蛋白質型の判定および分離精製の試薬の開発を目的として, 細胞融合法によるmAbの作製を試みた。

## 材料および方法

## (1) 供試動物および免疫抗原

免疫動物にはBALB/cおよびCF#1系マウスを用い, 免疫抗原にはホルスタイン種の混合脱脂乳を用い5週間にわたり計3回行った。1回目は脱脂乳とフロイントの完全アジュバントを等量混合し, エマルジョンを形成させたもの200 $\mu$ lを腹腔内に注入した。2回目は不完全アジュバントを用いて同様に免疫した。最終免疫では, 脱脂乳と滅菌生理的食塩水を等量混合したもの100 $\mu$ lを腹腔内に注入した。

## (2) 細胞融合

細胞融合は常法に従って最終免疫の3日後に摘出したマウス脾細胞と, ミエローマ細胞(P3 $\times$ 63-Ag8.U-1)を用いPEG(MW=3000)によって行った(GODING; 1980)。

## (3) スクリーニング

ハイブリドーマ抗体のスクリーニングは, ウェスタンブロット法(W.B.法)により実施した。mAbの反応パターンと, あらかじめ検索された1次元および2次元泳動パターンとの比較により, mAbの認識抗原を同定した。

## (4) クローニングおよびmAbアイソタイプの決定

特異的反応を示す細胞株については限界希釈法を用いたクローニングを2回実施した。mAbのアイソタイプはキット(アマシャムジャパン)により決定した。

## (5) 1次元および2次元電気泳動による分離パターンの検索

ハイブリドーマ抗体のスクリーニングをW.B.法で実施するため, 1次元泳動パターンをSDS-PAGE法

により検索した。検索に使用したサンプルにはウシ乳蛋白質標品 ( $\beta$ -Lg,  $\kappa$ -Cn,  $\beta$ -Cn,  $\alpha$ -Cn: SIGMA CHEMISAL CO.) とウシ脱脂乳を用い、それら泳動像の比較により4成分の分離域を決定した。また2次元電気泳動上の4成分の分離域も同様のサンプルを用い決定した (YOKOHAMAら; 1987, 横濱ら; 1989)。

### 結果および考察

#### (1) ウシ主要乳成分の分離パターンの検索

各乳蛋白質成分に対する mAb の認識抗原を同定する資料を作製するため、まず1次元 (SDS-PAGE) および2次元電気泳動法により、ウシ乳蛋白質主要4成分 ( $\beta$ -Lg,  $\kappa$ -Cn,  $\beta$ -Cn,  $\alpha$ -Cn) 標品を用い、その分離パターンの検索を行った (図1)。各成分はそれぞれ

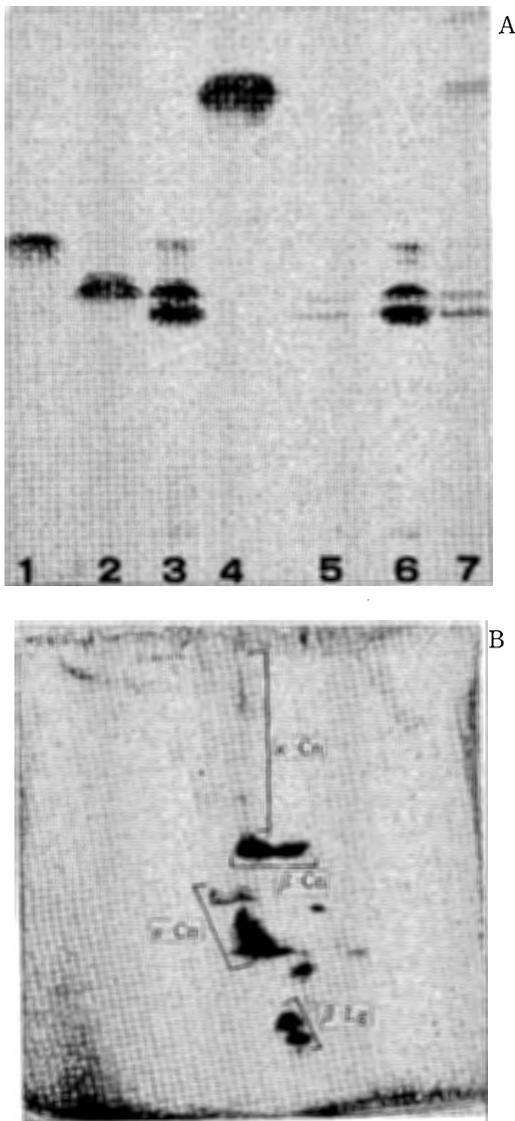


Fig.1 SDS-PAGE (A) and two-dimensional electrophoretic (B) patterns of cattle milk protein  
 1.  $\kappa$ -Casein 2.  $\beta$ -Casein 3.  $\alpha$ -Casein  
 4.  $\beta$ -Lactoglobulin 5. Skim milk 6. Casein  
 7. Whey

特徴ある分離パターンを示し、mAb が認識するウシ乳蛋白質成分の同定資料として使用した。

#### (2) 細胞株の確立および mAb のキャラクタリゼーション

細胞融合の結果、ハイブリドーマの形成はマイクロタイタープレートの672穴中536穴 (79.8%) に認められた。mAb の W.B. 法による反応性と作製した1次元分離パターンとの比較を実施した結果、38株 (5.7%) の細胞株において反応性を確認し、mAb 認識蛋白質領域も同定された (図2)。これら細胞株をクローニングした結果、ウシ乳蛋白質成分に対する特異抗体を分泌する抗体産生細胞株8株を分離した。

W.B. 法でのスクリーニングにおいて、mAb の認識抗原の分離域の検索は可能であったが、その認識抗原の正確な同定については困難であった。そこで2-Dプロット法における mAb の反応性と、作製した2次元分離パターンとの比較を行い、作出抗体が認識する抗原蛋白質の正確な同定を試みた (図3)。その結果、ウシ乳蛋白質主要4成分に対する mAb 産生細胞株 [抗  $\beta$ -Lg mAb 産生細胞株 (1株), 抗  $\kappa$ -Cn mAb 産生細胞株 (3株), 抗  $\beta$ -Cn mAb 産生細胞株 (2株) および抗  $\alpha$ -Cn mAb 産生細胞株 (1株)] 7株が確立された (表1)。また今回の実験では認識抗原の同定ができなかった mAb が1種類存在したが W.B. 法による分析の結果、ウシ血清アルブミンと電気泳動的易動度が類似しておりウシ乳蛋白質成分を特異的に認識する抗体と考えられた (表1, 図2)。

$\beta$ -Cn を認識する2種類の mAb および  $\kappa$ -Cn を認識する3種類の mAb の反応性の違いを確認するため、各 mAb の反応性とプロット膜の CBB 染色との比較を実施した。その結果、2種類の  $\beta$ -Cn 認識 mAb および3種類の  $\kappa$ -Cn 認識 mAb はそれぞれ異なった反

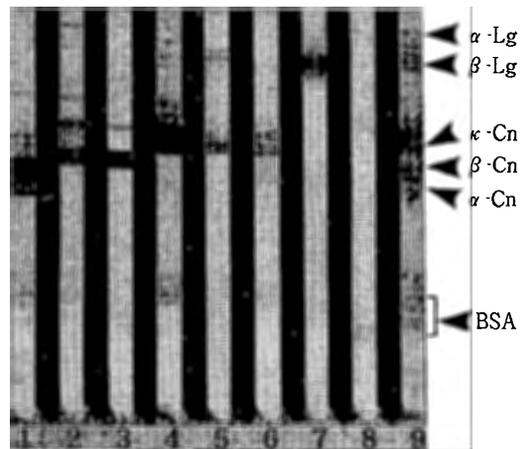


Fig.2 Detection of monoclonal antibodies by western blotting with SDS-PAGE  
 1. B $\alpha$ -Cn1 2. B $\beta$ -Cn1 3. B $\beta$ -Cn2 4. B $\kappa$ -Cn1  
 5. C $\kappa$ -Cn1 6. C $\kappa$ -Cn2 7. C $\beta$ -Lg1  
 8. C-Post BSA1 9. Positive control

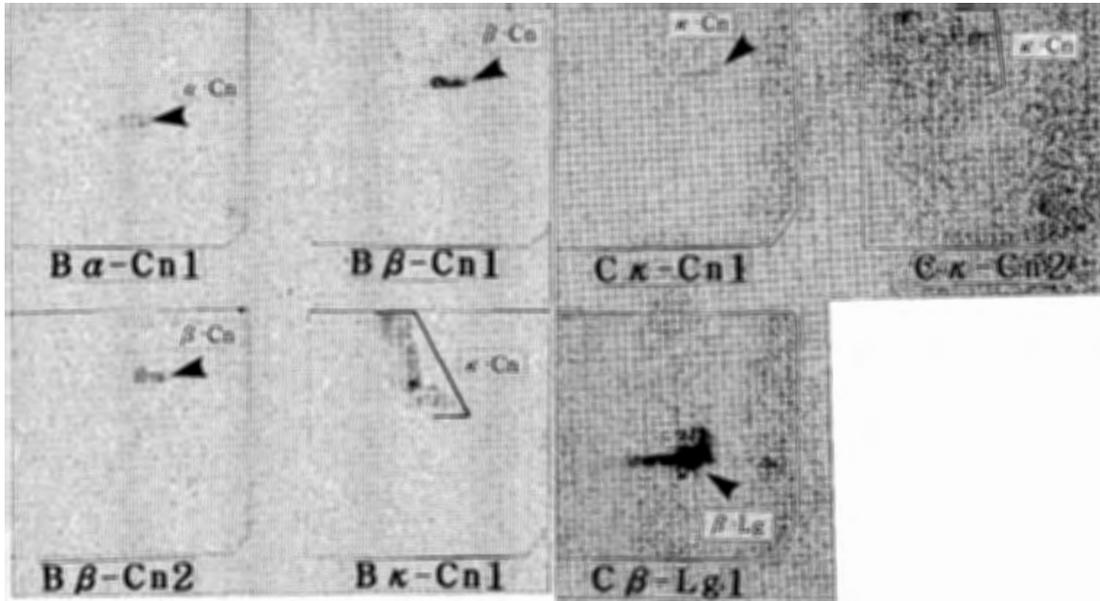


Fig.3 Detection of monoclonal antibodies by western blotting with 2-DE

Table 1. Hybridoma Cell Lines Established

Cell Strain	Recognition Antigen	Antibody Titer	Isotype
Bα-Cn1	α-Casein	10,000	G1κ
Bβ-Cn1	β-Casein	500	G1κ
Bβ-Cn2	β-Casein	10,000	G1κ
Bκ-Cn1	κ-Casein	1,000	G1κ
Cκ-Cn1	κ-Casein	10,000	G3κ
Cκ-Cn2	κ-Casein	10,000	Mκ
Cβ-Lg1	β-Lactoglobulin	2,500	G2ακ
C-Post BSA1	Like BSA	10,000	G1κ

BSA: Bovine Serum Albumin

応パターンが観察された(図3)。よって今回作製されたβおよびκ-Cnに対するmAbはそれぞれ同一抗原を認識しているが、その認識エピトープは異なるものと考えられた。

作出抗体の抗体力価は、細胞株の*in vitro*培養において、培養フラスコ内の細胞の80%以上の細胞が死滅した時点の培養上清を回収し、W.B.法で測定した。その結果、今回作製したmAbは500~10,000倍の抗体力価を有していた(表1)。また作出抗体のアイソタイ

プはIgG1が5株、IgM、IgG2aおよびIgG3が1株ずつであり、抗体のL鎖はすべてκ型であった(表1)。

### 文 献

- GIBSON, J. P. (1990) Is there profit in a protein gene. *Holstein Journal*. **12**: 29
- MARZIALI, A. S. and K. F. NG-KWAI-HANG, (1986) Effects of milk composition and genetic polymorphism on coagulation properties of milk., *J. Dairy Sci.*, **69**: 1793-1798
- GODING, J. W. (1980) Antibody production by hybridoma., *J. of Immunological Methods*, **39**: 285-308
- YOKOHAMA M., H. GAWAHARA, T. MANABE, T. OKUYAMA and K. MOGI, (1987) On the identification map of thoroughbred horse plasma proteins by microscale multisample two-dimensional electrophoresis. *Jpn. J. Zootech.Sci.*, **58**: 245-252
- 横濱道成・天野 卓・茂木一重 (1989) 二次元電気泳動法による馬乳蛋白質の同定分布図および泌乳期間における経時的変化 *日畜会報* **60**: 450-458

## 牛肉熟成中における筋漿画分について

全 炯日, 三上 正幸, 関川 三男, 三浦 弘之  
帯広畜産大学, 帯広市 080

## On the beef sarcoplasm during conditioning

CHEUN, H. I., M. MIKAMI, M. SEKIKAWA and H. MIURA

Laboratory of Meat Science, Obihiro University of Agriculture  
and Veterinary Medicine, Obihiro 080

キーワード: 牛肉, 熟成, 筋漿タンパク質, ペプチド, 遊離アミノ酸

Key words: beef, meat conditioning, sarcoplasmic proteins, peptide, free amino acids

## 要 約

ホルスタイン種の去勢牛8頭の半腱様筋を用いて、屠殺後2日目にブロック肉(BS)とホモジネート肉(HS)を調製し、生肉および加熱した上澄(加熱スープ)について実験を行った。ペプチド量において、生肉の2日目のものは加熱スープのものより少なかったが、21日目では生肉のHSおよびBSの方が多くなった。遊離アミノ酸総量は21日目においてBSの方がHSよりも多かったが、生肉と加熱スープとの間に大きな差はなかった。個々の遊離アミノ酸では、一般にGlu, Gly, AlaおよびLeuの大きな増加が見られた。しかしながら、Gluは加熱により減少した。高速液体クロマトグラフィーによる筋漿画分の分析では、HSとBSのピークは類似していた。熟成中にピークRT15.5とRT23の減少が見られ、一方タンパク質のピークRT15と蛋白質あるいはペプチドが分解したと思われる低分子量のペプチドあるいはアミノ酸のピークRT24が新たに生じ、ピークRT26は増加した。

## 緒 言

牛肉の熟成に関して、屠殺後の保存により筋原線維のZ線の脆弱化や筋原線維タンパク質と筋漿タンパク質が分解してペプチドや遊離アミノ酸の増加などにより、軟らかさや風味の向上が報告されている(Parrish et al., 1969; Field et al., 1971; Nishimura et al., 1988; 岡山ら, 1993; Mikami et al., 1994)。しかしながら、熟成過程において筋漿タンパク質、ペプチドまたは遊離アミノ酸がどのように変化するかについては不明な点も多い。

本実験では一般的な保存形態である肉塊(ブロック

肉試料)とドリップの損失、細菌汚染またはサンプル採取の場所による差を少なくするため、ホモジネート肉試料を用いた時に、筋漿タンパク質、ペプチドおよび遊離アミノ酸量にどのような違いがあるかについて、また加熱した時の上澄みにおけるペプチドおよび遊離アミノ酸量についても検討した。

## 材料および方法

1. 供試牛肉および試料の調製: 供試牛は18-19ヶ月令ホルスタイン種の去勢牛8頭を用い、屠殺後2日目の半腱様筋(*M. Semitendinosus*)を実験に供した。
  - 1). ブロック肉試料(BS)の調製: 約200gの肉塊4個をそれぞれ真空パックフィルム(酸素不透過性)に入れ真空包装し、1-2°Cで保存した。これを屠殺後5, 7, 14および21日目に取り出して細切し、次に述べるホモジネート肉試料と同様にして筋漿画分を調製した。
  - 2). ホモジネート肉試料(HS)の調製: できるだけ脂肪や筋を除いた牛肉70gを細切し、3倍の緩衝液(0.1M NaCl, 0.05%NaN<sub>3</sub>を含む30mMクエン酸リン酸, pH5.6)210mlを加え、ホモジナイザーにより氷水中で約2分間均質化した。これを1-2°Cで保存し、屠殺後2, 5, 7, 14および21日目に試料の一部を取り出して実験に用いた。ホモジネート試料を11,000×g, 20分間0°Cで遠心分離し、上澄液を孔径0.2μmのフィルターでろ過したものを筋漿画分とした。試料はゲルろ過法によるHPLCに、一部はTCA可溶性画分の調製に用いた。
  - 3). TCA可溶性画分の調製: 1)及び2)で得られた筋漿画分と4%TCA溶液を等量で混合し、前報(長尾ら, 1994)と同様にして調製した。これ

をペプチドおよび遊離アミノ酸の試料として、分析時まで1-2℃で保存した。

4). 加熱スープ試料の調製：1) 及び2) の均質化した試料を約20g取り出し、75℃で15分間水浴中で加熱した。これを11,000×g, 20分, 0℃で遠心分離し、上澄液を孔径0.2μmのフィルターでろ過したものをホモジネート加熱スープ試料(CSHS)あるいはブロック肉加熱スープ試料(CSBS)とした。これは分析時まで-25℃で保存した。

2. ペプチド量の測定：前報(長尾ら, 1994)と同様の方法により行った。

3. 遊離アミノ酸量の測定：前報(長尾ら, 1994)と同様の方法により行った。

4. HPLCによる筋漿画分の分析：高速液体クロマトグラフィー(HPLC)による筋漿画分の分析は、TSK-G2000SWXLカラムを用いたゲルろ過法で0.25M K-Na<sub>2</sub>リン酸緩衝液(pH 6.5)で溶出し、得られたピークおよびその面積を測定した。

## 結果および考察

### 1. ペプチド量の変化

図1はペプチド量の測定結果を示した。屠殺後2日目では生肉100g当たり132.1mgで、加熱スープでは216.9mgであった。屠殺後の経過日数と共にいずれのペプチド量も増加し、21日目にはHSでは434.3mg, BSでは399.8mg, そして加熱スープの場合、CSHSでは363.5mg, CSBSでは350.3mgであった。HSおよびBSの生肉では、HSの方がBSよりペプチド量は多い傾向にあり、また生肉と加熱スープでは、生肉の方が多かった。熟成中に内在性のカルパインおよびカテプシンなどのプロテアーゼによってタンパク質が分解され、ペプチドの増加が報告されている(岡山ら,

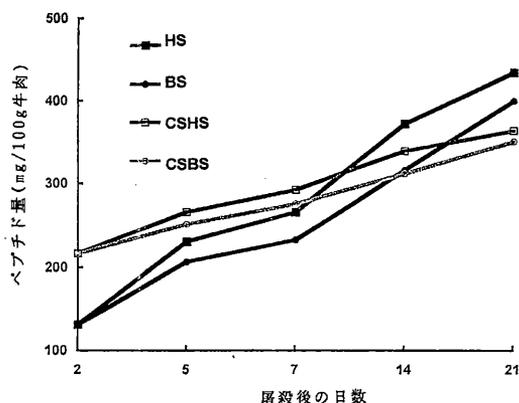


図1 保存中におけるペプチド量の変化  
HS：ホモジネート肉の2%TCA溶液,  
CSHS：ホモジネート肉の加熱スープ,  
BS：ブロック肉の2%TCA溶液,  
CSBS：ブロック肉の加熱スープ

1993：三上ら, 1995)。また、長尾ら(1994)はホルスタイン種の大腿二頭筋や半膜様筋のホモジネート肉を保存した時のペプチド量について報告しているが、本実験の値とおおよそ一致していた。一方、岡山ら(1993)は0-21日目まで牛肉を保存しており、この場合生肉の方が加熱スープよりペプチド量が多かったと報告している。しかし本実験では2日目から7日目までは逆に加熱スープの方が多かった。2日目に加熱スープのペプチド量が生肉よりも高い値を示した原因は不明であるが、タンパク質が加熱により分解したとことなどが考えられる。また21日目においてこの逆に加熱スープの方が少ないことは、熟成と共に生じる疎水性ペプチドなどが加熱によりタンパク質と結合し易くなること、またTCA処理と加熱処理とではタンパク質が沈殿するメカニズムが異なることなどが考えられた。

### 2. 遊離アミノ酸量の変化

牛肉中のタンパク質を構成している遊離アミノ酸の総量を図2に示した。屠殺後2日目の場合、牛肉100g当たり146.3mgであり、加熱スープでは143.0mgであった。14日目以降、BSの方がHSよりも多くなり、21日目にはHSでは306.2mg, BSでは382.7mgであった。加熱スープの場合、CSHSが289.2mg, CSBSでは370mgであり、生肉のものと違いは見られなかった。牛肉、豚肉および鶏肉を熟成すると遊離アミノ酸、核酸や非蛋白態窒素などが増加すると報告があり(Parrish et al., 1969：Field et al., 1971：Nishimura et al., 1988：Mikami et al., 1994)、保存中に遊離アミノ酸を含む色々な化学的な成分の変化が起こる。本実験の屠殺後2日目における遊離アミノ酸総量は、前報(長尾ら, 1994)と類似していたが、21日目の値はいずれも高い値を示した。特にBSで保存したものはHSで保存したものよりも高かった。これはホモジネート肉を調製する時に用いた緩衝液によりアミノペ

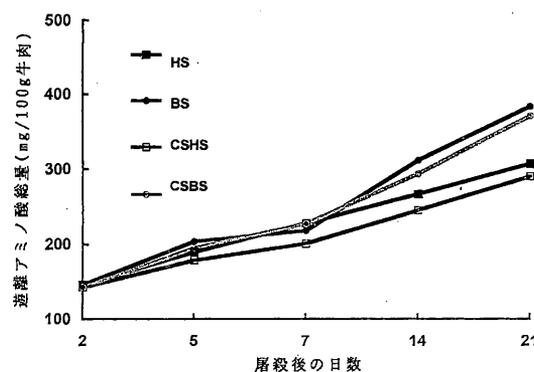


図2 保存中における総遊離アミノ酸量の変化  
HS：ホモジネート肉の2%TCA溶液,  
CSHS：ホモジネート肉の加熱スープ,  
BS：ブロック肉の2%TCA溶液,  
CSBS：ブロック肉の加熱スープ

プチダーゼの活性が影響を受けたことも考えられる。三上ら (1995) は牛肉の異なる部位の遊離アミノ酸量を調べたが、各部位によって異なることを報告した。本実験における2日目の値は類似していたが、21日目の値はいずれも高い値であった。

個々の遊離アミノ酸についてみると (データ省略), Asp と Cys の増加はあまり見られなかったが、他の遊離アミノ酸はいずれの処理条件においても時間の経過とともに増加した。特に Glu, Gly, Ala と Leu の増加量が多かった。Field et al. (1971) によると Gly として Ala が、また三上ら (1993) は Glu と Ala の増加が大きかったと報告しており、本実験の結果と一致した。CSHS の場合は HS より Ala と Glu の量が少なく、CSBS の場合は BS より Glu の量が少なかった。このように生肉と比べると、加熱した場合に Glu 量が減少するのは、加熱によって Glu が分解することなどが考えられた。

### 3. HPLCによる筋漿画分の分析

TSK-G2000SWXL カラムを用いた筋漿画分のクロマトグラムを図3に示した。ピークは分子量の大きなものから小さなものへ RT (Retention Time) 11, 12,

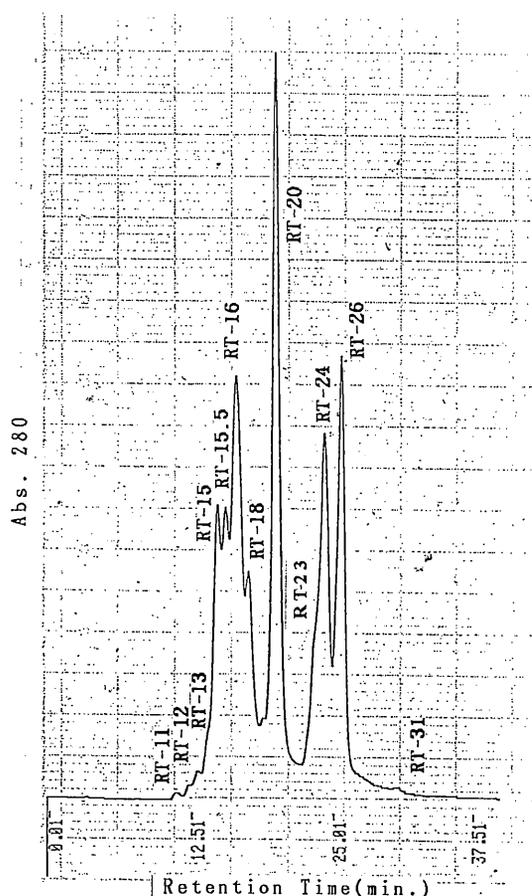


図3 筋漿画分のHPLCクロマトグラム

カラム: TSK-G 2000 SWXL,  
流速: 0.5 ml/min,  
緩衝液: 0.25 M リン酸緩衝液, pH 6.5,  
試料: 屠殺後14日目のブロック肉の筋漿画分 (10  $\mu$ L)

13, 15, 15.5, 16, 18, 20, 23, 24, 26 および 31 までの12個が観察された。それぞれのピークは、三上ら (1993) の報告した筋漿タンパク質の電気泳動の結果や標準物質の溶出時間、また各ピークの電気泳動の結果、ピーク RT20 まではタンパク質であり、ピーク RT20 は主に分子量 17,000 のミオグロビンであることが分かった。ピーク RT23 以降のものは電気泳動によるバンドは現れなかったためタンパク質ではなく、低分子量のペプチド或はアミノ酸などと考えられた。Davis and Anderson (1984) が TSK-G2000SW カラムを用いた筋漿タンパク質の分析結果と本実験の結果は類似していた。

HS のピークの変化を見ると時間の経過とともにタンパク質のピーク RT15.5 は減少するが、それよりも分子量の大きいピーク RT15 は増加した。また分子量 1 万以下のペプチドと思われるピーク RT23 は減少し、更に分子量の小さいピーク RT24 と 26 は増加した (図4)。BS の場合はほぼ HS のものと似ていたが、ピーク RT15 と 24 は7日目から現れ、その後、増加した (図5)。この分子量の大きなピーク RT15 は、2日目の筋漿タンパク質には含まれていない高分子のものであるから、結合組織タンパク質または筋原線維タンパク質などが熟成中に分解されたり、あるいは筋漿タンパク質の会合などが考えられ、またピーク RT24 と 26 はタンパク質やペプチドの分解したものに由来し

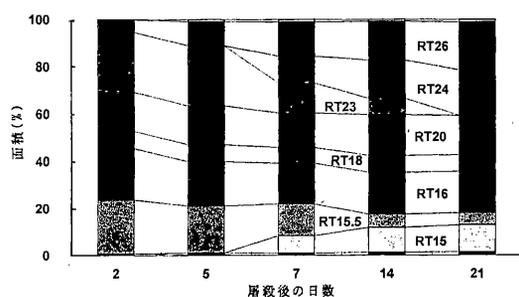


図4 TSK-G 2000 SWXLによる筋漿画分の各ピークの面積

試料: ホモジネート肉。

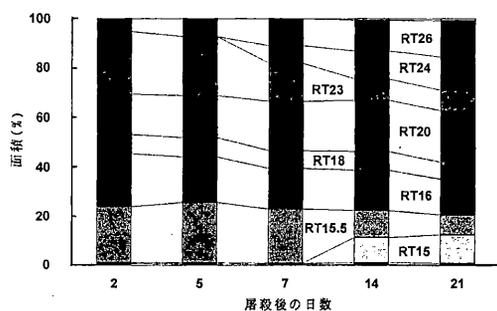


図5 TSK-G 2000 SWXLによる筋漿画分の各ピークの面積

試料: ブロック肉。

ていることなどが考えられた。

## 文 献

- Davis, C. E. and J. B. Anderson (1984), Size exclusion/HPLC of heated water soluble bovine and porcine muscle proteins. *J. Food Sci.*, **49**: 598-602.
- Field, R. A., M. I. Riley and Y. O. Chang (1971), Free amino acid changes in different aged bovine muscles and their relationship to shear values. *J. Food Sci.*, **36**: 611-612.
- 三上正幸, 長尾真理, 関川三男, 三浦弘之 (1993), 牛肉ホモジネートおよび筋漿の保存中における蛋白性化合物の変化. *日畜会報*, **64**: 918-926.
- Mikami, M., M. Nagao, M. Sekikawa, H. Miura and Y. Hongo (1994) Effects of electrical stimulation on the peptide and free amino acid contents of beef homogenate and sarcoplasm during storage. *Anim. Sci. Technol. Jpn.*, **65**: 1034-1043.
- 三上正幸, 長尾真理, 関川三男, 三浦弘之 (1995), 異なる筋肉部位から調製した牛肉ホモジネート保存中におけるペプチド量および遊離アミノ酸量の変化. *日畜会報*, **66**: 630-638.
- 長尾真理, 三上正幸, 関川三男, 三浦弘之 (1994), 牛肉ホモジネートの保存中におけるペプチドおよび遊離アミノ酸量について. *北畜会報*, **36**: 29-32.
- Nishimura, T., M. R. Rhue, A. Okitani and H. Kato (1988), Components contributing to the improvement of meat taste during storage. *Agric. Biol. Chem.*, **52**: 2323-2330.
- 岡山高秀, 塩瀬 敬, 中川成男, 山之上稔, 西川 勲 (1993), 黒毛和種腿肉の熟成中における筋漿低分子量成分の変化. *日畜会報*, **64**: 748-753.
- Parrish, F. C. Jr., D. E. Goll, W. J. Newcom II, B. O. de Lumen, H. M. Chaudhry and E. A. Kline (1969), Molecular properties of post-mortem muscle. 7. Changes in nonprotein nitrogen and free amino acids of bovine muscle. *J. Food Sci.*, **34**: 196-199.

# 牧草のサイレージ化にともなう構造的炭水化物の分解と消化率の変化およびそれに与える添加剤の影響

ブランド ローラデス ノエミ・藤田 裕・松岡 栄  
帯広畜産大学, 畜産管理学科, 帯広市 080

Breakdown of structural carbohydrates and changes in their digestibility during ensiling process of grass with or without commercial additive

Lourdes Noemi BRANDA, Hiroshi FUJITA and Sakae MATSUOKA

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

キーワード：サイレージ, 牧草, 構造的炭水化物, 分解, 消化率

Key words: silage, grass, structural carbohydrates, breakdown, digestibility

## 要 約

アルファルファとチモシーの混播草を供試して、サイレージ貯蔵中(35日間)の構造的炭水化物の分解の程度と消化率の変化を調べるとともに、添加剤の影響を検討した。サイレージ(水分含量:75%)貯蔵中のヘミセルロース、セルロース、ペクチンの分解率は、それぞれ18%、2%、10%であり、市販の酵素(セルラーゼ)製剤の添加はこれら成分の分解を促進した。これに対し、乳酸菌製剤の添加はヘミセルロースの分解を強く抑制した。無処理および乳酸菌添加サイレージの構造的炭水化物の消化率は原料草との間に大きな差はなかったが、酵素製剤の添加は消化率を低下させる傾向がみられた。

## 緒 言

サイレージの栄養価は、原料草の成分と貯蔵中の発酵の良否に一義的に左右される。この観点から、サイレージ発酵過程において、どの成分が基質として分解、利用され、どのような役割を演じているかについて多くの研究が行われている(大山;1971)。

一般に、サイレージ発酵過程において基質として分解、利用されるおもな成分は可溶性炭水化物(WSC)を中心とした非構造的炭水化物であるとされ、構造的炭水化物についてはあまり注目されてこなかった。しかし、ヘミセルロースがサイレージ発酵において、かなりの程度で分解、利用されたとする報告もあり(McDONALD *et al.*; 1960, McDONALD *et al.*; 1962,

DEWAR *et al.*; 1963), また、最近、酵素を詰め込み時に添加することにより、ヘミセルロース、セルロースを積極的に分解させ、発酵基質として利用させようとする試みもなされている(McDONALD *et al.*; 1991)。これらのことは、構造的炭水化物もサイレージ発酵において重要な役割を演じていることを示唆しているものと考えられるが、現在のところ、その様相は完全に明らかにはされていない。

本実験は、牧草のサイレージ化にともなう構造的炭水化物の分解の程度とそれに及ぼす添加剤の影響を調べるとともに、消化率との関係も検討した。

## 材料および方法

### サイレージの調製

軽く予乾したアルファルファとチモシーの混播、一番草を供試した。約1tの材料草を5等分し、1つは直ちに冷凍保存した(-10℃)。以降、これを原料草とよぶ。残り4つには、以下の処理を施し、サイレージを調製した。すなわち、3つには、市販の乳酸菌製剤、酵素(セルラーゼ)製剤、乳酸菌と酵素を混合した製剤をそれぞれ添加し、1つは無添加とした。以降、それぞれ乳酸菌区、酵素区、混合区、対照区とよぶ。これらの処理草をそれぞれ3個の90ℓ容ポリ製容器に詰め込み(50~60kg)、35日間貯蔵した。なお、乳酸菌製剤は *Lactobacillus casei* からなるものであり、酵素製剤は *Trichoderma* 属菌由来のセルラーゼからなるものである。これら添加剤は、処方推奨量に従い、前者は材料草1kgあたり4mg、後者は材料草1kgあたり50mgの割合で供試した。

## 貯蔵中の成分消失率の計算

貯蔵中の成分の消失率は以下のとおり算出した。すなわち、材料草の詰め込み量と成分含量から詰め込んだ成分量(A)を求め、また、35日間貯蔵後のサイレージの取り出し量と成分含量から取り出した成分量(B)を求め、 $(A-B)/A \times 100$ の式より計算した。

## 消化試験

上記の原料草と4つのサイレージについて(5試験期)、サフォーク種去勢雄めん羊4頭(平均体重:52.2 kg)を用いて、5×4のユーデン方格法により消化試験を行った。試験は全糞採取法により行い、予備期5日間、糞採取期5日間とした。給与量は、乾物で代謝体重(kg<sup>0.75</sup>)当たり45 g/日とし、朝と夕の2回、1日分の半量ずつを給与した。水は自由飲水とし、ミネラルブロックを常備した。

## 分析方法

原料草、サイレージおよび糞の一般成分の分析は常法どおり行った。ただし、原料草とサイレージの水分含量は凍結乾燥により求めた。ADFはVAN SOEST (1963)の方法、NDFはVAN SOEST and WINE (1967)の方法により定量し、ヘミセルロースはNDF-ADFの計算値とした。エネルギーは自動熱量計(燃研式)を用いて測定した。原料草とサイレージのセルロースはCRAMPTON and MAYNARDの方法(阿部; 1971)、可溶性炭水化物(WSC)はアンスロン法(梶木; 1971)、ペクチンは塩酸による抽出液(KING; 1987)についてカーバゾール法(TAYLOR and BUCHANAN-SMITH; 1992)により定量した。サイレージのアンモニアは微量拡散法(CONWAY and O'MALLEY; 1942)、乳酸はBARKER and SUMMERSON (1961)の方法により定量

し、VFAはガスクロマトグラフィーを用いて測定した。

## 結 果

原料草とサイレージの化学成分含量は表1のとおりである。

サイレージの可溶無窒素物、ヘミセルロースの含量は全体として原料草より低い傾向にあり、WSCの含量は著しく低かった。これに対して、脂肪含量は高い傾向にあった。構造性炭水化物の含量をサイレージの処理間で比較してみると、酵素区と混合区は対照区より低い傾向がみられたが、乳酸菌区は対照区との間に大きな差はみられなかった。

サイレージの発酵品質は表2のとおりである。

対照区に比べ、酵素区と混合区のpHは有意に低く、乳酸含量は有意に高かった。乳酸菌区のアンモニア含量は対照区より有意に高かった。酪酸はいずれのサイレージにおいても検出されなかった。

貯蔵中の乾物、構造性炭水化物、WSCの消失率は表3のとおりである。

乾物の消失率には、処理間に有意な差はなかった。構造性炭水化物の消失率についてみると、全体として、酵素区と混合区は対照区より高い傾向にあり、その差は酵素区のADFとセルロースにおいて有意であった。これに対し、混合区のWSC消失率は対照区より有意に低かった。

原料草とサイレージの消化率は表4のとおりである。

粗脂肪の消化率は、すべてのサイレージにおいて原料草より有意に高かったが、可溶無窒素物の消化率は、

Table 1 Chemical composition of grass and subsequent silages (%)

	Grass	Silages			
		Control	Bacteria	Enzyme	Mixture
Moisture	73.7	75.0	75.9	77.1	77.6
Crude protein	15.5	16.1	16.3	16.8	17.5
Crude fat	2.7	3.7	3.6	4.0	4.1
Crude fiber	32.0	33.8	33.8	32.4	31.6
N-free extract	42.4	38.9	38.7	39.3	39.3
Crude ash	7.3	7.5	7.6	7.6	7.5
ADF	39.5	41.7	41.9	40.1	39.3
NDF	58.3	59.1	59.7	56.7	55.2
Hemicellulose	18.8	17.4	17.8	16.6	15.9
Cellulose	32.0	33.2	33.1	31.0	30.3
Pectin	5.9	5.7	5.7	5.4	5.3
WSC	4.0	0.9	0.8	1.0	1.0
Gross Energy (cal/g)	4,387	4,454	4,408	4,497	4,486

Moisture is expressed in fresh matter, other values are in dry matter basis.

Control: untreated, Bacteria: inoculated with lactic bacteria, Enzyme: treated with cellulase.

Mixture: treated with a mixture of lactic bacteria and enzyme.

Table 2 Fermentation characteristics of the silages

	Control	Bacteria	Enzyme	Mixture	SE
pH	4.14	4.19	3.91**	3.92**	±0.01
Organic acid (Dry matter %)					
Lactic acid	7.3	7.1	9.6**	9.0**	±0.15
Acetic acid	2.2	2.6	2.6	2.5	±0.21
Butyric acid	—	—	—	—	
Ammonia N (% Total-N)	9.7	10.7*	10.5	10.3	±0.18

Values in the same row with superscript are significantly different with control (\*\*P<0.01, \*P<0.05).  
SE: Standard error

Table 3 Disappearance of dry matter, structural carbohydrates and water soluble carbohydrates during the ensiling period (%)

	Control	Bacteria	Enzyme	Mixture	SE
Dry matter	5.4	4.5	5.4	3.6	±0.43
NDF	6.4	0.9**	9.2	8.1	±0.47
ADF	0.7	-1.0	4.5*	3.2	±0.64
Hemicellulose	17.9	5.3**	19.0	18.2	±0.85
Cellulose	2.2	3.2	8.3**	6.2	±0.50
Pectin	10.0	9.0	14.2	12.7	±0.97
WSC	79.4	79.9	77.0	76.2**	±0.47

Values in the same row with superscript are significantly different with control (\*\*P<0.01, \*P<0.05).  
SE: Standard error

Table 4 Digestibility of grass and silages (%)

	Grass	Silages				SE
		Control	Bacteria	Enzyme	Mixture	
Dry matter	60.8	59.5	60.1	59.1	60.4	±0.83
Organic matter	62.1	60.8	61.4	60.6	62.0	±0.78
Crude protein	69.8	71.7	71.7	71.4	73.3	±0.87
Crude fat	52.8	62.2**	62.8**	65.0**	66.2**	±0.96
Crude fiber	60.8	61.2	61.7	58.8	58.9	±1.03
N-free extract	60.8	55.8**	56.6**	57.0*	58.9	±0.73
ADF	56.3	54.9	56.7	54.5	54.6	±1.19
NDF	60.5	58.9	60.2	56.7	57.6	±0.98
Hemicellulose	68.9	67.8	68.1	62.1**	65.2	±1.37
Energy	59.4	58.6	59.0	58.9	60.2	±0.78

Values in the same row with superscript are significantly different with grass; (\*\*P<0.01, \*P<0.05).  
The difference was not significant among treated silages.  
SE: Standard error

対照区、乳酸菌区、酵素区において有意に低かった。粗繊維、ADF、NDF、ヘミセルロースの消化率についてみると、全体として、酵素区と混合区は原料草に比べ低い傾向にあり、酵素区のヘミセルロースの差は有意であった。

なお、サイレージでは、すべての成分の消化率において処理間に有意な差はなかった。

## 考 察

牧草中の構造型炭水化物には、ヘミセルロース、セルロース、ペクチンが分類されている。このうち、サイレージ発酵過程においてかなりの程度で分解されることが示されているのはヘミセルロースである (McDONALD *et al.*; 1960, McDONALD *et al.*; 1962,

DEWAR *et al.*; 1963). 牧草中のヘミセルロース含量は品種、生育段階により異なるが、CZERKAWSKI (1986) は、イネ科牧草で20%、マメ科牧草で7%という平均値を示している。本実験で用いた原料草の含量は19%であり、35日間の貯蔵中のその分解率は18%であった(対照区)。McDONALD *et al.* (1962) は、イタリアンライグラス(貯蔵期間111日)とオーチャードグラス(貯蔵期間84日間)で、その分解率はともに約30%であったと報告している。貯蔵中にヘミセルロースを分解する要因として、(1)植物体自身が持っている酵素による分解、(2)微生物による分解、(3)生産された酸による加水分解があげられている(DEWAR *et al.*; 1963)。これらの要因の分解に対する寄与率については明らかにされていないが、(3)の要因が働いているとすれば、サイレージの貯蔵期間が分解率を左右することになり、これが本実験の分解率がMcDONALD *et al.* (1962)の値より低かったことの一因となっている可能性がある。

セルロースの分解率は、ヘミセルロースに比べると、非常に小さく、本実験では2%であり(対照区)、McDONALD *et al.* (1962) は、イタリアンライグラスで5%、オーチャードグラスで4%であったと報告している。

牧草のペクチン含量は、マメ科で6%、イネ科で2%程度であるが(CZERKAWSKI; 1986)、サイレージとしても利用されるビートパルプには23%含まれている(田中ら; 1995)。本実験の原料草のペクチン含量は6%であり、貯蔵中の分解率は10%であった(対照区)。SUZZI *et al.* (1987) は、一般酪農家からのビートパルプサイレージを調査して、多くの試料にペクチン分解性微生物(pectolytic clostridia)が存在していることを確認し、さらに、この微生物をビートパルプに接種してサイレージを調製したところ、ビートパルプの組織が崩れていたと報告している(分解率は示されていない)。このことは、サイレージ貯蔵中に、微生物によるペクチン分解が起きることを示すものである。しかし、上述の(1)と(3)の要因をペクチンについて検討した報告はみられない。

最近、セルラーゼ、ヘミセルラーゼなどの酵素がサイレージの添加剤として市販されている。この目的は、構造的炭水化物を積極的に分解させ、それを発酵基質として利用させ、サイレージの品質を向上させようとするところであり(McDONALD *et al.*; 1991)原料草にWSC含量が少ないときに、とくに効果が表れるとされている。本実験において、酵素の添加は、構造的炭水化物の分解を促進し、とくにセルロースにおいて著しかった。そして、サイレージの発酵品質は、pH、乳酸含量からみて、有意に向上していた。ちなみに、本実験に用いた原料草のWSCの含量は4%であった。WSC含量は、チモシーで11%、アルファルファ(開

花初期)で5%という数値が示されているが(McDONALD *et al.*; 1991)、これらの数値からみて、本実験の原料草の含量が低かったが、これは、作業の都合により、原料草を予乾、細切後、一晚屋外に放置したため、この間にWSCが消失したことによるものと思われる。一方、乳酸菌の添加はヘミセルロースの分解率を著しく低下させた。これは、乳酸菌がヘミセルロース分解性微生物の活動を抑制した結果の可能性(McDONALD *et al.*; 1991)もあるが、この点については、さらにデータを集積してから考察したい。

本実験では、セルロースとペクチンの消化率は求めなかった。そこで、ヘミセルロースと構造的炭水化物に関連しているとされる粗繊維、ADF、NDFの消化率についてみると、全体として、対照区と乳酸菌区は原料草との間に大きな差はみられなかったが、酵素区と混合区では、原料草より低下する傾向がみられた。酵素添加の目的には、上述の目的の他に、酵素により構造的炭水化物の部分分解を起こさせ、その消化率を向上させることにもある(McDONALD *et al.*; 1991)とされている。しかし、本実験では、そのような効果はみられず、むしろ負の効果が示され、野中ら(1995)の報告と一致した。

以上、本実験では、サイレージ貯蔵中にヘミセルロース、セルロース、ペクチンがそれぞれ18%、2%、10%分解され、この程度の分解では、構造的炭水化物の消化率に大きな影響を与えないように思われた。ヘミセルロースについては、50%の分解を示唆する報告(McDONALD *et al.*; 1960)もあり、分解程度の幅は非常に大きいようである。構造的炭水化物の分解の程度と発酵条件との関係の解明が今後の課題として残された。

## 文 献

- 阿部 亮, (1971) 動物栄養試験法(森本 宏監修), 第1版, 346-348. 養賢堂. 東京.
- BARKER, S. B. and W. H. SUMMERSON, (1961) The colorimetric determination of lactic acid in biological material. *J. Biol. Chem.*, **138**: 535-554.
- CONWAY, E. J. and E. O'MALLEY, (1942) Microdiffusion methods: ammonia and urea using buffered absorbents (revised method for ranges greater than 10 $\mu$ g. N). *Biochem. J.*, **36**: 655-661.
- CZERKAWSKI, J. W., (1986) An introduction to rumen studies. 1st ed. 151-170. Pergamon Press. Oxford.
- DEWAR W. A., P. McDONALD and R. WHITTENBURY, (1963) The hydrolysis of grass hemicelluloses during ensilage. *J. Sci. Fd Agric.*, **14**: 411-417.
- KING K., (1987) Method for rapid extraction of pectic substances from plant materials. *Fd*

- Chemistry., **26**:109-118.
- 梶木茂彦, (1971) 動物栄養試験法 (森本 宏監修), 第1版, 422-424. 養賢堂. 東京.
- McDONALD P., A. C. STIRLING, A. R. HENDERSON and R. WHITTENBURY, (1962) Fermentation studies on wet herbage. *J. Sci. Fd Agric.*, **13**: 581-590.
- McDONALD P., A. C. STIRLING, A. R. HENDERSON, W. A. DEWAR, G. H. STARK, W. G. DAVIE, H. T. MACPHERSON, A. M. REID and J. SLATER, (1960) Studies on ensilage. *Edin. Sch. Agric. tech. Bull.*, **24**: 1-83.
- McDONALD P., A. R. HENDERSON and S. J. E. HERON, (1991) The biochemistry of silage. 2nd ed. 19-47. 184-236. Chalcombe Publications. Marlow.
- 野中和久・名久井 忠・原 慎一郎, (1995) セルラーゼ添加が水分含量の異なるアルファルファ2番草サイレージの発酵品質と消化性に及ぼす影響. *北畜会報*, **37**: 24-27.
- 大山嘉信, (1971) サイレージ発酵に関連する諸問題. *日畜会報*, **42**: 301-317.
- SUZZI G., F. PAPA and L. GRAZIA, (1987) Pectolytic clostridia isolated from sugar beet pulp silages in Italy. *J. Applied Bacter.*, **63**: 481-485.
- 田中勝三郎・有塚 勉・佐渡谷裕朗・佐藤 忠, (1995) ビートパルプの反芻家畜飼料資源としての利用に関する研究. *北畜会報*, **37**: 8-14.
- TAYLOR K. A. and J. G. BUCHANAN-SMITH, (1992) A colorimetric method for the quantitation of uronic acids and a specific assay for galacturonic acid. *Analytical Biochem.*, **201**: 190-196.
- Van SOEST P. J., (1963) Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. II. A rapid method for the determination of fibre and lignin. *J. Ass. Off. Analytical Chemists.*, **46**: 829-835.
- Van SOEST P. J. and R. H. WINE, (1967) Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. IV. Determination of plant cell wall constituents. *J. Ass. Off. Analytical Chemists.*, **50**: 50-55.

## ミルクパーラーでのオンライン測定による 乳汁電気伝導度に影響を及ぼす要因

山岸 黄太・柏村 文郎・古村 圭子・新出 陽三・池滝 孝  
帯広畜産大学, 家畜生産管理学, 帯広市 080

### Factors of Affecting On-line Electrical Conductivity of Milk Measured in Milking Parlor

Kouta YAMAGISHI, Fumiro KASHIWAMURA, Keiko FURUMURA, Yozo SHINDE  
and Takashi IKETAKI

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

キーワード: オンライン計測, 乳汁電気伝導度, 乳成分, 季節

Key words: on-line measurement, milk electrical conductivity, milk composition, season

#### 要 約

ミルクパーラーで集積されたオンライン測定での分房別乳汁電気伝導度 (PEC) に影響を及ぼす要因について検討した。朝・夕2回の搾乳時に測定された PEC と、毎月1回行われた乳質検査の結果および気温との関係について分析した。

各乳区ともに朝・夕搾乳間と前後の乳区間での4乳区平均 PEC (MPEC) に有意な差が認められた。乳脂肪, 乳タンパク質および乳糖の総計の乳固形分 (FPL) は、夕方の値が朝の値よりも有意に高く、MPEC とは逆の結果であった。MPEC と FPL の季節的な変化も互いにはほぼ逆の傾向を示していた。

MPEC と平均気温との単相関は、朝が 0.26, 夕方が 0.62 と夕搾乳において比較的高かった。また時系列分析の結果、朝搾乳では7, 8月および3月, 夕搾乳では6, 7, 8月および1月において、PECの変動と外気温の変動には高い相関が認められた。

#### 緒 言

乳汁電気伝導度は乳房炎や異常乳の検出に利用できることが知られている。さらに、近年ではオンライン処理による搾乳中の測定が実用化されつつあり (MAATJE et al.; 1992, NIELEN et al.; 1993), 乳房炎発見の自動化に結びつくことが期待されている。

電気伝導度は、乳汁中の電解質の変化により増減する。特に乳房炎に罹患すると乳汁中  $\text{Cl}^-$  と  $\text{Na}^+$  が増加

し、 $\text{K}^+$  が減少して、その結果電気伝導度も上昇する (大島ら; 1974, 大島; 1978)。しかし、乳汁中成分の変動は病理的な要因ばかりでなく、乳量, 産次や泌乳ステージなどの繁殖生理学的な要因でも起こる (SHELDRAKE et al.; 1983)。電気伝導度も乳房炎のみでなく、これらの要因によって影響を受けることが考えられる。

帯広畜産大学附属農場では、搾乳施設の更新と共に乳牛個体情報集積システムが構築され、オンライン処理での電気伝導度の測定が可能となった。そこで、本研究では搾乳ごとに得られる電気伝導度のデータを年間を通して経日的に観察し、日常管理下においてオンライン測定での乳汁電気伝導度に影響を及ぼす病理的以外の要因を調べた。またその結果を基に、今後の有効的な利用に対して考慮すべき点について検討した。

#### 材料および方法

供試動物は帯広畜産大学附属農場において飼養されている、ホルスタイン種搾乳牛群を用いた。牛は屋外運動場付きのフリーストール牛舎で飼養されていた。飼養管理は本学附属農場の慣行法に準じ、粗飼料は乾草とサイレージ (コンサイレージおよびヘイレージ) が自由採食で通年給与され、濃厚飼料は個体別の自動給餌装置によって泌乳ステージおよび乳量に合わせて設定量給与されていた。飲水は自動給水器による自由飲水であった。放牧は1993年5月10日から同年11月17日まで約6ヶ月間、AM 10:30 から PM 2:00 まで3時間30分間行われた。搾乳は10頭複列型パラレル式パーラーで行った。一日2回、朝 (AM 8:00) と夕

(PM 4:00)に搾乳された。データは1993年5月1日から1994年4月30日までの期間に集積されたものを分析に用いた。延べ頭数は151頭、総データ数は36,086であった。測定項目は、オンライン分房別乳汁電気伝導度(PEC)と乳量、産次、泌乳ステージ、搾乳ストール位置および毎月1回15日前後に行った個体別合乳での乳質検査による乳成分および体細胞数(SCC)である。乳成分は、乳脂肪率(FAT)、無脂乳固形分率(SNF)、乳タンパク質率(PRO)および乳糖率(LAC)である。SCCは常用対数変換した値(LSCC)を分析に用いた。乳成分およびSCCの測定は十勝農業協同組合連合会生乳検査センターに依頼した。

PECと気温の関係について調べるために、帯広畜産大学気象月表から日平均気温のデータを使用した。

統計分析はPEARSONの相関分析とSASのGLMによる分散分析を行った。また、PECの日々の変動に対する外気温の影響を調べるために、朝、夕の4乳区平均電気伝導度(MPEC)と日平均気温(MT)の移動平均値(RA)を算出した。そして各々の実測値とRAの差を求め、その値を用いてMTとMPECの相関を調べた。

### 結果および考察

MPECと乳量、FAT、SNF、PRO、LACおよびLSCCの相関分析の結果を表に示した(Table 1)。MPECとすべての変数間で有意な相関が認められた( $P < 0.01$ )。各成分とは負の相関が見られた。他の報告(大島ら; 1976, 西条ら; 1989)と比較して相関係数が低いのは、PECはパーラーにおける搾乳中のオンライン測定値(5秒間隔で測定した値の高い方の20点の平均)であり、乳成分はその時に部分的に採取したものの測定値であるためと思われる。

PECに及ぼす乳量レベル、産次、泌乳ステージ、季節(月)、朝・夕搾乳および搾乳ストール位置の効果はすべて有意であった( $P < 0.0001$ )。搾乳ストール位置の効果が有意に示された原因は、特定の牛が同じストールに入る傾向があるか、またはPECセンサーの

機差補正が不十分であったかのいずれかであると思われる。ただし、この効果は小さいものであり、GLMで得られた他の要因の効果には重要な影響を与えていないと考えられる。

各乳区ごとの朝と夕方のPECの平均値を図で示した(Fig. 1)。すべての乳区で朝と夕方の値の間に統計的に有意な差が認められた( $P < 0.0001$ )。また、前後の乳区間を比較すると朝、夕ともに前乳区の方が後乳区の値よりも有意に高い結果を示した( $P < 0.0001$ )。OSHIMA et al. (1978)は後搾り乳に含まれる電解質イオンは前搾り乳と比較して多いことを、またFERNAND et al. (1981)は乳汁中脂肪分含量が多いほど電気伝導度は低下することを報告している。また、MPECと乳固形分(FPL)を朝と夕で比較すると、FPLの低い朝搾乳ではMPECは低く、FPLの高い夕搾乳ではMPECは高くなっていった(Fig. 2)。このことから考えると、朝・夕および前後乳区のPECの差は乳成分の差に関連すると考えられた。乳量レベルにおいては、乳量が多いとPECも高い傾向であった。産次においては、初産と2産ではほぼ同じレベルであったが、3産および4産次以上では高くなる傾向であった。泌乳ステージにおいては、搾乳開始後90日まではわずかに増加していたが、90日から180日までにかけてさらに増加して以後漸減した。さらに乳質検査のデータを用いて、その検査日のMPECと乳固形分(FPL)の歴月の推移をみると、FPLが低下した時期にはMPECは上昇するという傾向が多くのもで認められた(Fig. 3)。PECと乳成分の関係、および季節によるPECと乳固形分の関係から推察すると、PECに影響を及ぼすことが明らかになった要因は、いずれも乳成分と深い関係の中で有意な効果が示されたと思われる。さらに、PECに影響を及ぼす要因の中で季節(月)の効果は、給与飼料の変化、放牧草の変化そして気象の変化などが複合した形で影響すると考えられる。ここで、気象的变化の中で最も季節的变化が明瞭な気温について分析を進めた。実験期間中の日平均気温(MT)とMPECの実測値とそれぞれの移動平均値を図に示した(Fig.

Table 1. Correlation coefficients between MPEC, milk yield and the milk constituents (n=1217).

Component	MILK	FAT	SNF	PRO	LAC	SCC	LSCC
MPEC	.18*	-.34**	-.48**	-.17**	-.54**	.08**	.12**
MILK	*	-.50**	-.25**	-.44**	.30**	-.09**	-.41**
FAT			.13**	.29**	-.27**	.09**	.29**
SNF				.83**	.32**	-.07**	.00NS
PRO					-.25**	.00NS	.20**
LAC						-.13**	-.34**
SCC							.56**

Correlation coefficient are statistically significant at  $P < 0.01$  (\*\*) and not significant (NS).

ミルクパーラーでのオンライン測定による乳汁電気伝導度に影響を及ぼす要因

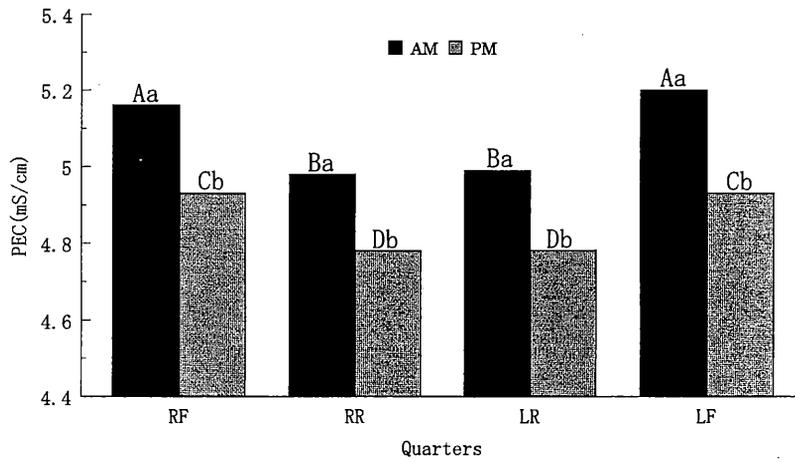


Figure 1. Mean of PEC of each quarter on morning milking (AM) and evening milking (PM).

a, b; Significantly different between a and b on each quarters ( $P < 0.0001$ )  
 A, B; Significantly different between A and B ( $P < 0.0001$ )  
 C, D; Significantly different between C and D ( $P < 0.0001$ )  
 RF; quarter of right front  
 RR; quarter of right rear  
 LR; quarter of left rear  
 LF; quarter of left front

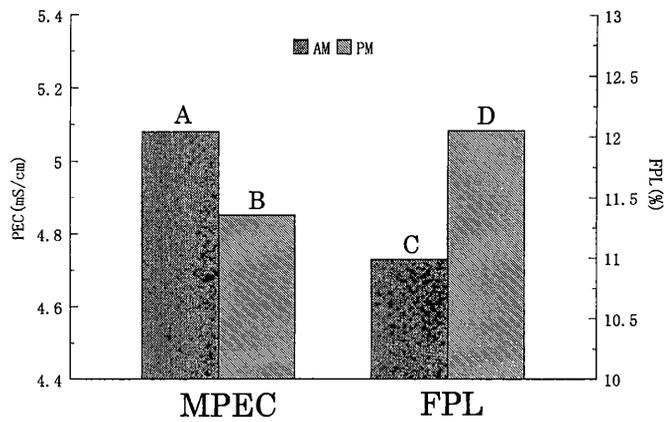


Figure 2. The difference between AM and PM milking on MPEC and FPL.

A, B; Significantly different between A and B ( $P < 0.0001$ )  
 C, D; Significantly different between C and D ( $P < 0.0001$ )

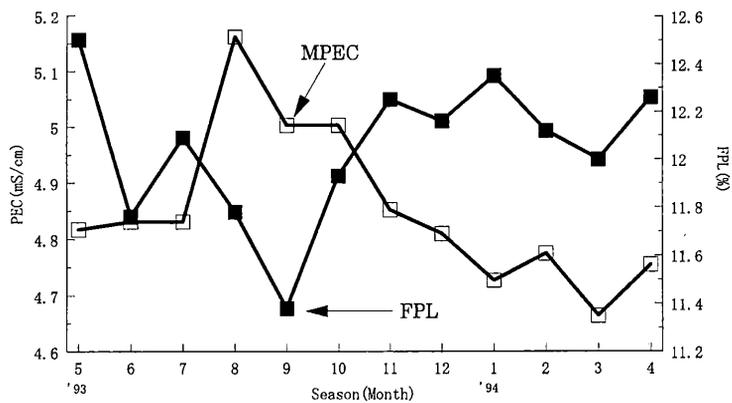


Figure 3. Relationship between MPEC and milk constituents (FPL) on evening milking (PM) for a year.

MPEC; Mean of PEC of 4 quarters  
 FPL; Total amounts of fat, protein and lactose proportion in milk

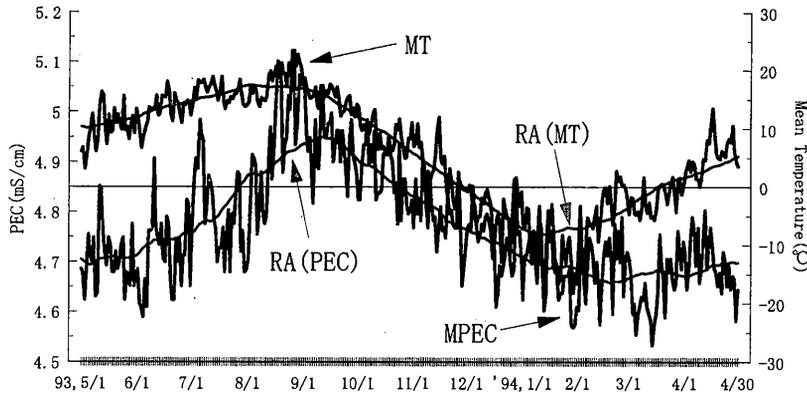


Figure 4. Variation in PEC at PM and mean temperature (MT) of daily measurements and calculated running average (RA).

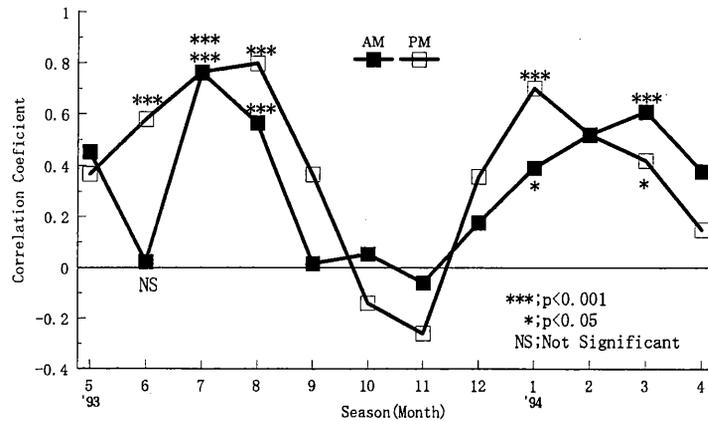


Figure 5. Results of simple correlation of MPEC and MT for the difference between measurements and RA.

4). 1年間(365日)を通じたMTとMPECとの単相関係数は朝と夕でそれぞれ0.26および0.62 ( $P < 0.001$ )と、夕搾乳において高い相関関係が認められた。また、歴月ごとでは、特に7月(朝;  $r=0.68$ , 夕;  $r=0.66$ ), 8月 ( $r=0.67, 0.83$ ) および3月 ( $r=0.66, 0.60$ ) において朝、夕ともに高い相関を示した。一般的に乳牛の適温範囲は4~24℃とされ、その範囲を超えると乳牛は高温による影響を受けるとされている(柴田; 1983)。したがって、特に牛が影響を受けやすい高温環境下の夏期に、PECは外気温の影響を受けるとことが示唆された。さらに日々の外気温変動がPECに及ぼす影響を調べるために、季節(月)ごとの相関分析の結果を図に示した(Fig. 5)。ここでは、外気温およびPECそれぞれの実測値と移動平均値の差を求め、その差について相関関係を求めたものである。その結果、特に朝、夕搾乳共通して7月 ( $r=0.76, 0.76$ ), 8月 ( $r=0.56, 0.80$ ) にPECの日々の変動と気温の日々の変動との間に高い正の相関が認められた。久米ら(1989)は牛乳中の主要ミネラル含量の変動に及ぼす高温環境下の暑熱ストレスの影響は、それによる乳量の変動よりも大きいことを示唆している。ただし、乳成分自身は我々の観測した程度の気温範囲

では影響されにくいとの知見を考え合わせると、単純にPECが気温に直接影響されているとは結論づけられない。気温変化が牛の採食量や採食行動に影響を与え、その結果PECが変動したことも考えられる。これらの関係については、さらなる検討が必要であろう。また、現在広く使われている電気伝導度による乳房炎判定基準(絶対値6.2 mS/cmおよび分房間差値 $\geq 0.5$  mS/cmの併用)においては、乳量レベル、産次、泌乳ステージ、季節および朝・夕搾乳を考慮した基準値が必要かさらに検討されるべきであることが本研究により示唆された。

## 謝 辞

本研究を遂行するに当たり、ご協力を頂いた本学附属農場職員ならびに十勝農業協同組合連合会生乳検査センター職員の方々に記して深謝の意を表します。

## 文 献

FERNANDO, R. S., R. B. RINDSIG and S. L. SPAHR, (1981) Effect of length of milking interval and fat content on milk conductivity and its use for detecting mastitis. *J. Dairy Sci.*, **64**: 678-682.

- 久米新一・高橋繁男・栗原光規・相井孝允, (1989) 牛乳中の主要ミネラル含量に及ぼす高温環境の影響. 日畜会報, **60**: 341-345.
- MAATJE, K., P. J. M. HUIJSMANS, W. ROSSING and P. H. HOGWERF, (1992) The efficacy of in-line measurement of quarter milk electrical conductivity, milk yield and milk temperature for the detection of clinical and subclinical mastitis. *Livest. Prod. Sci.*, **30**: 239-249.
- NIELEN, M., Y. H. SCHUKKEN, J. VAN DE BROEK, A. BRAND, H. A. DELUYKER and K. MAATJE, (1993) Relations between on-line electrical conductivity and daily milk production on low somatic cell count farm. *J. Dairy Sci.*, **76**: 2589-2596.
- 西条勝宜・吉田宮雄・田中章人・出井忠彦・中田基家, (1989) 乳汁の電気伝導度変動要因および乳房炎判定について. 長野県畜試年報, **222**: 1-5.
- 大島正尚・布施 洋・石井忠雄, (1974) 分房乳中のナトリウムとクロール濃度の増加とそれに伴う他の乳成分濃度の変化について. 日畜会報, **45**: 543-550.
- 大島正尚, (1978) 電気伝導度による分房乳の異常の検査法. 畜試年報, **18**: 111-124.
- 大島正尚・布施 洋, (1977) 正常乳における比電気伝導度と乳固形分含量との関係について. 日畜会報, **48**: 210-214.
- OSHIMA, M., (1978) Physiology of mammary glands. (YOKOYAMA, A., H. MIZUNO and H. NAGASAWA eds.) 363-382. Univ. Park Press. Baltimore.
- SHELDRAKE, R. F., R. J. T. HOARE and G. D. MCGREGOR, (1983) Lactation stage, parity, and infection affecting somatic cells, electrical conductivity, and serum albumin in milk. *J. Dairy Sci.*, **66**: 542-547.
- 柴田正貴, (1983) 高温環境下における乳牛の熱収支と乳生産. 日畜会報, **54**: 635-647.

## 牛肉の色調とメトミオグロビン還元活性について

関川 三男, 部田 圭一, 三上 正幸, 三浦 弘之  
帯広畜産大学, 帯広市 080

Relationship between color appearance  
and metmyoglobin reductase activity on beef

M. SEKIKAWA, K. TORITA, M. MIKAMI and H. MIURA

Department of Bioresource Chemistry, Obihiro University of  
Agriculture and Veterinary Medicine, Obihiro 080

キーワード : 牛肉, 熟成, 色調, メトミオグロビン還元酵素

Key words : beef, meat conditioning, hunter color values, metmyoglobin reductase

## 要 約

ホルスタイン種去勢肥育牛 (19 カ月齢) 3 頭から得られた腰最長筋, 胸最長筋, 大腰筋, 大腿四頭筋, 下腿三頭筋, 腹横筋, 胸骨下顎筋および横隔膜を用いて, 色調とメトミオグロビン (メト Mb) 還元活性との関係を検討した。色調値と pH は, と殺後, 2 および 7 日に測定した。メト Mb 還元活性は, 供試筋の中では下腿三頭筋が最大で大腰筋が最も低い値を示した。この活性値と pH および Mb 含量とは正の, 2 日目の色調値の  $a^*$  および  $b^*$  とは負の, それぞれ有意な相関係数が得られた。しかし, 色調値の 7 日目との相関は有意ではなかった。これらの結果から, 色調値の 2 日目から 7 日目への変化, すなわち色調の安定性とメト Mb 還元活性との関連性が注目された。

## 緒 言

一般に, 消費者は食肉を購入する際に, 外観, 特に色調から品質の良否を推測することが多い。このため小売を含めた生産者側では, 食肉の色調を出来る限り良好に保つ工夫や努力が払われてきた。食肉の色調は, 主にミオグロビン誘導体の構成比率に依存し, 消費者から敬遠されるのはメトミオグロビン (メト Mb) の蓄積による茶褐色系の色調である。メト Mb は, ヘム鉄が 2 価から 3 価へ酸化されて分子状酸素との結合能を失ったものである。このため, 生体の筋肉ではメト Mb を還元するシステムが存在し, この生化学的な本体もほぼ明らかにされている (Arihara et al.; 1989)。また, 食肉においてもメト Mb 還元活性が発現して嫌氣的包装により色調が改善されることや, あるいは筋肉

部位によってメト Mb 還元活性に差があることなどが報告されている (Madhavi and Carpenter; 1993)。しかし, 牛肉における色調の安定性とメト Mb 還元活性との関係は不明の点も多い。そこで, 今回は牛肉を用いて色調の経日的な変化とメトミオグロビン還元活性との関係を, 同一個体から得られた 8 つの筋肉部位を用いて比較検討した。

## 方 法

試料には, ホルスタイン種去勢肥育牛 (19 カ月齢) 3 頭から得られた腰最長筋, 胸最長筋, 大腰筋, 大腿四頭筋, 下腿三頭筋, 腹横筋, 胸骨下顎筋および横隔膜を用いた。pH および色調値は, と殺後, 2 および 7 日目 (貯蔵温度  $4 \pm 1^\circ\text{C}$ ) に測定した。pH は, 各試料から脂肪および筋膜をできるかぎり除いた赤身 5.0 g に蒸留水 20.0 ml を加え氷水浴中で均質化 (ヒスコトロン; 最高回転数で 1 分間) し, pH メーター (TOA HM-40 S) を用いて測定した。色調の測定は, 分光測色計 (ミノルタ CM-1000) を用いて,  $L^*$ ,  $a^*$  および  $b^*$  値を求めた。メト Mb 還元活性は, Reddy and Carpenter (1991) の方法を若干改変し測定した。すなわち, と殺後 2 日目に凍結 ( $-30^\circ\text{C}$ ) した試料を冷蔵庫内で解凍し, 赤身部分 5.0 g にリン酸緩衝液 (2.0 mM, pH 7.0) 25.0 ml を加え, 氷水浴中で均質化 (ヒスコトロン; 最高回転数で 1 分間) し, これを遠心分離して ( $4^\circ\text{C}$ , 25,000 xg, 30 分) 上澄液を口過した。得られた口液に, 525 nm の吸光度から計算した Mb 含有量の 2 倍量 (モル比) のフェリシアン化カリウムを加え約 20 分間攪拌した。この溶液をリン酸緩衝液 (2.0 mM, pH 7.0) に対して透析 ( $4^\circ\text{C}$ , 24 時間) し, 25 ml に定容して粗酵素液とした。基質溶液は馬心筋 Mb (0.75 mM, 0.2 ml), EDTA (5.0 mM, 0.1 ml), クエン酸

緩衝液 (50.0 mM, pH 5.7, 0.1 ml), フェロシアン化カリ (3.0 mM, 0.1 ml), 蒸留水 (0.2 ml) を含み, これに筋肉抽出液 (0.1 ml) および NADH (2.0 mM, 0.2 ml) を加え反応 (30°C) を開始させ, 580 nm の吸光度 (日本分光 Ubest-50) を反応開始時から 1 分毎に測定した。活性は, 30 分間での吸光度の最大値 (通常 30 分後) と開始時の値の差を生肉 1.0 g 当たり換算して表した。

分散分析および平均値の多重比較 (Duncan) は, Statistical Analysis System (SAS) の GLM (SAS; 1985) を用いて行った。

### 結果および考察

家畜の筋肉は, と殺後, 複雑な生化学的変化を経て食肉となる。pH は, 食肉の生化学的状態を良く反映するので重要な測定項目である。今回, 用いた試料の 7 日目の pH (Table 1) は, 横隔膜で比較的高い値を示したが, 全て 5.5 から 5.9 の範囲にあり, ほぼ正常な取扱いを受けた試料と考えられる。横隔膜の pH が比較的高いことは既に指摘されている (Sekikawa et al., 1993)。

供試筋におけるメト Mb 還元活性, Mb 含有量および色調値の筋肉部位別の平均値を Table 2 に示したが, 分散分析の結果, 全ての項目で個体差は有意ではないが, 部位間差は有意であった (5%)。Mb 含有量の平均値は, 今回用いた供試筋において約 4.6 から 6.2 (mg/g) の範囲にあり, これまでに報告された値と大きな差はない (細野, 鈴木; 1994)。

今回, メト Mb 還元活性の測定は, と殺後 2 日目の試料を凍結し分析時に解凍して行った。このことは, Reddy and Carpenter (1991) がメト Mb 還元活性は凍結によりほとんど影響されないと報告していることや, 我々が胸最長筋と大腰筋を用いて, 凍結の有無およびと殺後 2 日目と 7 日目の活性を測定し比較した所, 大きな差はなかったことによる。

メト Mb 還元活性の平均値は, 下腿三頭筋が最大で, 大腰筋が最も低い値であり, 腰最長筋, 胸最長筋, 腹横筋および胸骨下顎筋は平均値が約 1.0 で中間的な値を示した。Reddy and Carpenter (1991) は, 大腿筋膜張筋, 胸最長筋, 大殿筋, 横隔膜, 半膜様筋, 大腰筋のメト Mb 還元活性を分析し, この順序で低下すると報告している。この結果と本実験とは, 用いた筋肉が一部異なるので, 直接, 比較することはできないが, 大腰筋は胸最長筋をはじめ他の筋肉よりもメト Mb 還元活性が低いことを示している。このことは, 肉眼的に大腰筋の方が胸最長筋よりも色調の安定性が低いとされていることに一致する傾向で, さらに同一個体内の筋肉間でメト Mb 還元活性には差のあることを示す。

色調値の L\*, a\* および b\* は, それぞれ明度, 赤色度および黄色度を表す 3 次元座標値である。供試筋の貯蔵日数別の色調値 (平均値) は Table 2 に示した通り, 各色調値の最大値は, L\* では横隔膜の 7 日目, a\* および b\* ではいずれも大腰筋の 2 日目の値である。色調値の経日的変化は, L\* および b\* よりも a\* において著しい。すなわち, と殺後 2 日目と 7 日目の色調値の差の平均値を供試 8 筋肉別に求めると, L\* では 1.2, b\* では 1.4, a\* では 3.4 であった。また, この色調値の差の最大値は, L\* では 3.6, b\* では 4.0, a\* では 8.5 であり, これらはいずれも大腰筋でのものである。このように大腰筋は, 供試筋の中で色調値の変化が大きく, メト Mb 還元活性が最も低い。このことは, メト Mb 還元活性と色調値の変化との関連性を示唆する。そこで, 供試 8 筋肉を込みにしてメト Mb 還元活性と色調値等との相関係数を求めた (Table 3)。相関係数の絶対値で最も大きいのは, と殺後 2 日目の pH とのものである。供試筋のと殺後 2 日目の pH の範囲 (平均値) は, 5.52 (腹横筋) から 5.92 (横隔膜) で比較的狭いが, これとメト Mb 還元活性が正の相関を示した。今回, メト Mb 還元活性の測定では緩衝液

Table 1 pH values on 8 muscle samples during storage

	2 days*		7 days	
	mean	SD	mean	SD
1. <i>M. longissimus thoracis</i>	5.57 <sup>bc</sup>	0.07	5.44 <sup>cd</sup>	0.03
2. <i>M. longissimus lumborum</i>	5.76 <sup>abc</sup>	0.19	5.42 <sup>d</sup>	0.04
3. <i>M. psoas major</i>	5.66 <sup>abc</sup>	0.12	4.49 <sup>bcd</sup>	0.05
4. <i>M. quadriceps femoris</i>	5.68 <sup>abc</sup>	0.23	5.50 <sup>bcd</sup>	0.05
5. <i>M. triceps surae</i>	5.89 <sup>ab</sup>	0.24	5.57 <sup>b</sup>	0.10
6. <i>M. sternomandibularis</i>	5.75 <sup>abc</sup>	0.10	5.53 <sup>bc</sup>	0.08
7. <i>M. transversus abdominis</i>	5.52 <sup>c</sup>	0.08	5.42 <sup>d</sup>	0.03
8. Diaphragma	5.92 <sup>a</sup>	0.26	5.75 <sup>a</sup>	0.05

\*: days after postmortem

<sup>a-d</sup>: means with same letter are not significantly different

Table 2 Mean (SE) of metmyoglobin reducing activity (MRA), myoglobin content (Mb), and color value on 8 muscle samples

	1*	2	3	4	5	6	7	8
MRA	0.94 <sup>bc</sup> 0.10	0.95 <sup>bc</sup> 0.12	0.57 <sup>c</sup> 0.05	0.77 <sup>bc</sup> 0.05	1.49 <sup>a</sup> 0.12	1.07 <sup>b</sup> 0.10	0.93 <sup>bc</sup> 0.03	1.23 <sup>ab</sup> 0.27
Mb (mg/g)	4.92 <sup>cd</sup> 0.09	5.10 <sup>bc</sup> 0.06	4.89 <sup>cd</sup> 0.09	5.37 <sup>b</sup> 0.09	5.97 <sup>a</sup> 0.07	5.82 <sup>a</sup> 0.01	4.61 <sup>d</sup> 0.18	6.17 <sup>a</sup> 0.24
colour values								
L*2	40.3 <sup>c</sup> 0.9	41.8 <sup>bc</sup> 1.0	41.6 <sup>bc</sup> 0.1	43.1 <sup>ab</sup> 1.3	42.7 <sup>ab</sup> 1.0	42.8 <sup>ab</sup> 0.1	44.3 <sup>a</sup> 0.1	45.0 <sup>a</sup> 0.3
L*7	41.2 <sup>c</sup> 1.2	42.2 <sup>bc</sup> 1.2	45.2 <sup>a</sup> 0.8	43.8 <sup>abc</sup> 0.7	43.7 <sup>abc</sup> 0.5	44.1 <sup>ab</sup> 1.1	42.9 <sup>abc</sup> 0.6	45.3 <sup>a</sup> 0.2
a* 2	12.9 <sup>b</sup> 0.7	14.0 <sup>b</sup> 0.3	17.5 <sup>a</sup> 1.1	14.9 <sup>ab</sup> 1.1	14.5 <sup>ab</sup> 0.6	13.5 <sup>b</sup> 1.2	13.4 <sup>b</sup> 1.4	12.0 <sup>b</sup> 1.2
a* 7	12.0 <sup>ab</sup> 0.1	13.6 <sup>a</sup> 1.5	9.0 <sup>bc</sup> 0.6	11.5 <sup>abc</sup> 1.0	8.8 <sup>c</sup> 0.6	9.8 <sup>bc</sup> 1.2	11.9 <sup>abc</sup> 1.0	9.2 <sup>bc</sup> 0.3
b* 2	9.0 <sup>b</sup> 0.6	9.9 <sup>b</sup> 0.2	13.0 <sup>a</sup> 0.4	10.5 <sup>b</sup> 0.7	10.1 <sup>b</sup> 1.3	9.3 <sup>b</sup> 0.9	8.9 <sup>b</sup> 0.2	8.4 <sup>b</sup> 0.9
b* 7	8.5 <sup>abc</sup> 0.3	10.9 <sup>a</sup> 1.2	9.0 <sup>abc</sup> 0.2	10.3 <sup>ab</sup> 0.2	7.0 <sup>c</sup> 1.0	8.4 <sup>abc</sup> 1.1	7.8 <sup>bc</sup> 1.5	8.0 <sup>bc</sup> 0.2

\*: Nos.1-8 indicate muscle names referred as Table 1  
<sup>a-d</sup>: means with same letter are not significantly different

を用いているので反応液の pH はほぼ等しく、この有意な相関は、試料自体の pH とメト Mb 還元活性が関連することを示している。pH の低下速度は、生体における個々の筋線維における単収縮の持続時間や代謝の相違によって異なり、これらはミオグロビンの含有量、さらには死後硬直あるいは熟成の進行状況と関連する (Chrystall and Devine ; 1985)。牛肉においては、と殺直後から約 48 時間の間に死後硬直および解硬初期へ移行するが、この時期には、細胞機能の崩壊やタンパク質の変性など、種々の要因がメト Mb 還元活性へ影響することが予想される。このため、食肉としての牛肉のメト Mb 還元活性を分析するには、今回示したようにと殺後 2 日以上経過した試料が望ましいと考え

Table 3 Correlation coefficients between metmyoglobin reducing activity and some other measurements

	2day	7day
pH	0.67 <sup>#</sup>	0.44 <sup>#</sup>
L*	0.16	-0.10
a*	-0.50 <sup>#</sup>	-0.17
b*	-0.49 <sup>#</sup>	-0.29
Mb	0.53 <sup>#</sup>	

# : P<0.05 (df=22, r=0.404)

られる。また、Arihara et al. (1989) によれば骨格筋のメト Mb 還元系の本体は、NADH-チトクロム b 5 還元酵素であり、その至適 pH は、6.5 とされている。

色調値とメト Mb 還元活性との相関では、と殺後 2 日目の a\* および b\* において有意な負の相関係数が得られた。a\* および b\* は、彩度を規定するもので、通常の牛肉においては、値が高い方が肉眼的に色調が良い。しかし、得られた相関は負であり、活性の高いものは彩度が低い傾向を示す。この要因は明らかではないが、メト Mb 還元活性が低い筋肉では、還元型 Mb に分子状酸素が容易に結合するのかもしれない。Mb がメト化する際には、通常の雰囲気では紫赤色の還元型から鮮赤色の酸素型を経て、これに続いて茶褐色系のメト Mb が形成される。今回の試料は、と殺後、約 48 時間目に搬入され、切断面を空气中に露出させてから約 3 時間後に 2 日目の色調を測定したので、このため酸素化に要する時間に部位差が表れた可能性も考えられる。一方、7 日目の色調値の相関は、2 日目と比べて低く、全て有意ではない。すなわち、7 日目の色調値はメト Mb 還元活性と独立した傾向を示し、さらに平均値の範囲が 2 日目よりも狭いため、色調値の経日的変化が少ない筋肉は、メト Mb 還元活性が高いことを示唆するものと考えられる。

食肉の色調は、Mb の含有量やその誘導体の存在比

に大きく依存するが、この他に pH や温度あるいは酸素分圧等、種々の要因に影響される。pH の大きな変化は L\* に影響し、これは Mb の誘導体を変化させるばかりではなく、むしろ筋肉自体の素地へ影響し光散乱性を増すことが示されている(泉本, 川瀬; 1987)。また、生体時、個々の筋細胞は収縮や代謝の様相が一樣ではないので、Mb の含有量やと殺後の pH の低下速度等に差が生じる。これらの要因は、全て互いに影響を及ぼし合い食肉の色調が発現するものと考えられるが、この中でメト Mb 還元活性は最も重要な因子の一つであり、今後、さらに詳細な検討が必要である。

## 文 献

- Arihara, K., M. Ito and Y. Kondo (1991), Identification of bovine skeletal muscle metmyoglobin reductase as an NADH-cytochrome b5 reductase. *J. Zootech. Sci.*, **60**: 46-56.
- Chrystall, B. B. and C. E. Devine (1985), Electrical stimulation: Its early development in New Zealand. in *Advances in Meat Research*. Electrical Stimulation. pp 73-115.
- 細野昭義, 鈴木敦士(1994), 畜産加工, 朝倉書店, pp 63-65.
- 泉本勝利, 川瀬慎二(1987), 畜肉の色調現象におよぼす pH の影響, 帯畜大研報 I, **15**: 203-209.
- Madhavi, D. L. and C. E. Carpenter (1993), Aging and processing affect color, metmyoglobin reductase and oxygen consumption of beef muscles. *J. Food Sci.*, **58**: 939-942.
- SAS Institute Inc. (1985), *SAS User's Guide: Statistics*, Ver. 5 ed. SAS Institute Inc., Cary.
- Sekikawa, M., M. Mikami and H. Miura (1993), Effects of electrical stimulation on meat colour, structure and amino acid content. *Proc. 1 st Asia and Pacific Congress on Meat Sci. and Techno.*, Beijing, China, p.183-193.
- Reddy, I. M. and C. E. Carpenter (1991), Determination of metmyoglobin reductase activity in bovine skeletal muscles. *J. Food Sci.*, **56**: 1161-1164.

## 牛糞スラリーから分離された放線菌

岡本 英竜・塚田 栄・宮川 栄一  
酪農学園大学, 江別市 069

## Actinomycetes isolated from dairy cattle slurry

Eiryu OKAMOTO, Sakae TSUKADA and Eiichi MIYAGAWA

Rakuno Gakuen University, Ebetsu-shi, 069

キーワード：放線菌, 同定, 生育性状, 牛糞スラリー, 液状コンポスト化

Key words : actinomycetes, identification, characterization, cattle slurry, liquid composting

## 要 約

前年の試験 (Okamoto *et al*; 1995) において, 乳牛糞スラリーの液状コンポスト化処理の進行にともなって増加した放線菌群を分離し, 同定をおこない, それらの生育性状を調べた. 分離した放線菌は, 1株は *Saccharomonospora*, 4株は *Micromonospora*, 10株は *Streptomyces* と同定した. *Micromonospora* は pH 7 から 8, *Saccharomonospora* は pH 8 から 9, *Streptomyces* は pH 8 から 10 を生育至適とし, *Streptomyces* の中には pH 11 でも盛んに生育する 2 株があった. また, すべての株がアンモニア利用性を示し, 難分解性炭水化物の利用性においては, セロビオースとキシロースを強く利用する傾向がみられた.

## 緒 論

近年, 社会的に環境汚染を懸念する傾向が強まってきたおり, 酪農にかぎらず畜産業全体に対し, 水質汚濁や悪臭の発生に関して厳しい目が向けられている. 実際には, 家畜糞は堆肥として, 尿は貯留し液肥として耕地に還元されている場合が多く, 良好に処理された堆肥からの悪臭の発生はわずかである. しかし, 尿は嫌気的な状態で貯留されるため, 主に偏性嫌気性細菌の代謝により低級脂肪酸等が蓄積され, それを農地還元した場合は大気中に揮散し悪臭の発生源となる. また, 畜舎の構造上, 糞尿が混合された状態の排泄物が畜舎外にそのまま放置されている様はまさしく還元状態を助長している. 現在, そのような液状の家畜排泄物を好氣的に処理することによって悪臭の発生を減少させ, しかも, 迅速に腐熟させる液状コンポスト化処理が注目されている. 堆肥におけるコンポスト化においては, 多くの研究が報告されているが, 液

状コンポスト化における微生物学的メカニズムについてはほとんどみられない.

我々は液状コンポスト化に關与する微生物を解析しているが, 昨年おこなった長期間曝気試験 (Okamoto *et al*; 1995) において, 好気性中温放線菌群が増加する傾向があることを示した. そこで著者らは, その放線菌群を分離して同定をおこない, それらの生育特性を調べた.

## 実験方法

1. 放線菌の分離 乳牛糞尿を固液分離した液分を 28 日間曝気したスラリーを試料として, HV 寒天平板培地 (Hayakawa, M. and H. Nonomura; 1987) (30℃ 培養) 上に生育した放線菌のコロニーを釣菌し, 同培地に移し培養した.

2. 分離放線菌の同定 分離放線菌の同定は主として清野ら (1985) の方法に準拠しておこなった.

菌体化学組成試験に用いるために ISP No.2 broth にて振盪培養し, 増菌をおこなった後, 菌体を凍結乾燥した. 菌体細胞壁ペプチドグリカンに存在するジアミノピメリン酸 ( $A_2pm$ ) の光学異性体の解析は, 凍結乾燥菌体を塩酸加水分解後, 薄層クロマトグラフィー (TLC) にておこなった. 全細胞糖組成 (WCSP) は凍結乾燥菌体を硫酸加水分解し, Gilbert *et al* (1987) の方法により, アルジトールアセテート体に誘導化しガスクロマトグラフィー (GLC) で分析した. メナキノン (MK) 組成の分析は高速液体クロマトグラフィー (HPLC) でおこない, 既知 MK をもつリファレンス株をもちいて, MK 分子種を決定した.

形態学的特徴は HV 寒天培地上の生育を位相差顕微鏡および走査型電子顕微鏡 (日立 S-2460 N) を用いておこなった.

以上の形態学的特徴と菌体化学組成から, Bergey's manual of determinative bacteriology (Holt *et al* ;

1994) および Bergey's manual of systematic bacteriology (Williams et al; 1989) により同定をおこなった。

3. 分離放線菌の生育性状 生育至適 pH は pH 5~11 の範囲で HV 寒天培地上の生育を比較した。アンモニア利用性試験はグルコース・硝酸塩培地の生育を陽性対照、無窒素源培地の生育を陰性対照として、窒素源を硫酸アンモニウムに置き換えた培地における生育を比較した。難分解性炭水化物の利用性試験は、セルロース、セロビオース、CM-セルロース、キシラン、キチン、ペクチンを基質として 1% となるよう Pridham and Gottlieb (1948) の基礎培地に添加した。基礎培地上の生育を陰性対照、グルコースを添加した基礎培地での生育を陽性対照として比較した。

## 結 果

1. 分離放線菌の同定  $A_2pm$  の解析において、15 菌株中 10 菌株は  $LL-A_2pm$  を有しており、他の 5 菌株は  $meso-A_2pm$  が検出され、3-ヒドロキシ- $A_2pm$  は確認されなかった。 $meso-A_2pm$  が検出された 5 菌株について、WCSP を解析したところ、SA-04 株からはアラビノースとガラクトース、SA-08 からはキシロースとアラビノース、SA-09、-13 および -15 株からはラムノース、マンノース、ガラクトースがそれぞれ特徴的な糖として検出された。また、主なメナキノンとして、15 菌株をそれぞれ分析した結果、 $LL-A_2pm$  を有していた 10 菌株においては、MK-9 ( $H_6$ )、-9 ( $H_8$ ) をもつものと MK-9 ( $H_8$ ) のみをもつものが検出された。SA-04 株は MK-9 ( $H_4$ )、SA-08 株は MK-

-10 ( $H_4$ )、-10 ( $H_6$ )、SA-09、-13 および -15 株は MK-10 ( $H_4$ )、-10 ( $H_6$ )、-10 ( $H_8$ ) がそれぞれ、主要な MK として確認された。

SEM による生育形態について、SA-04 株は気中菌糸上に単一の胞子を形成した。SA-08、-09、-13、-15 株はともに基生菌糸が寒天培地上にわずかに出ている先端に単一の胞子を形成した。特に SA-08 については黒色で粘性のある色素を多く分泌することが認められた。 $LL-A_2pm$  を有していた 10 株は株により胞子形成形態や連鎖数、気中菌糸の分岐形態が異なっていたが、特殊な構造物の形成や基生菌糸の分断が認められなかった (Fig. 1)。

以上のことから、分離した放線菌 15 株は、1 株は *Saccharomonospora*、4 株は *Micromonospora*、他の 10 株は *Streptomyces* と同定した (Table 1)。

2. 分離放線菌の生育性状 pH 5~11 の範囲で HV 寒天培地での生育を比較したところ、*Saccharomonospora* SA-04 株は pH 8~9、*Micromonospora* SA-08、-09、-13 株は pH 7~8、SA-15 株は pH 7~10 に生育至適 pH を示した。*Streptomyces* は pH 8~10 に生育至適 pH を示したが、SA-07 株や SA-14 株は pH 11 でも旺盛な生育を示した (Table 2)。アンモニアの利用性は 15 菌株とも陽性を示した。難分解性炭水化物の利用性は、15 菌株中 14 菌株がキシランを、また、12 菌株がセロビオースを強く利用した。セルロース、CM-セルロースおよびキチンについては陰性対照と同等の生育を示しそれらの強い分解性は認められなかった。ペクチンについては 11 菌株が全く生育せず、SA-05 株のみに利用が認められた (Table 3)。

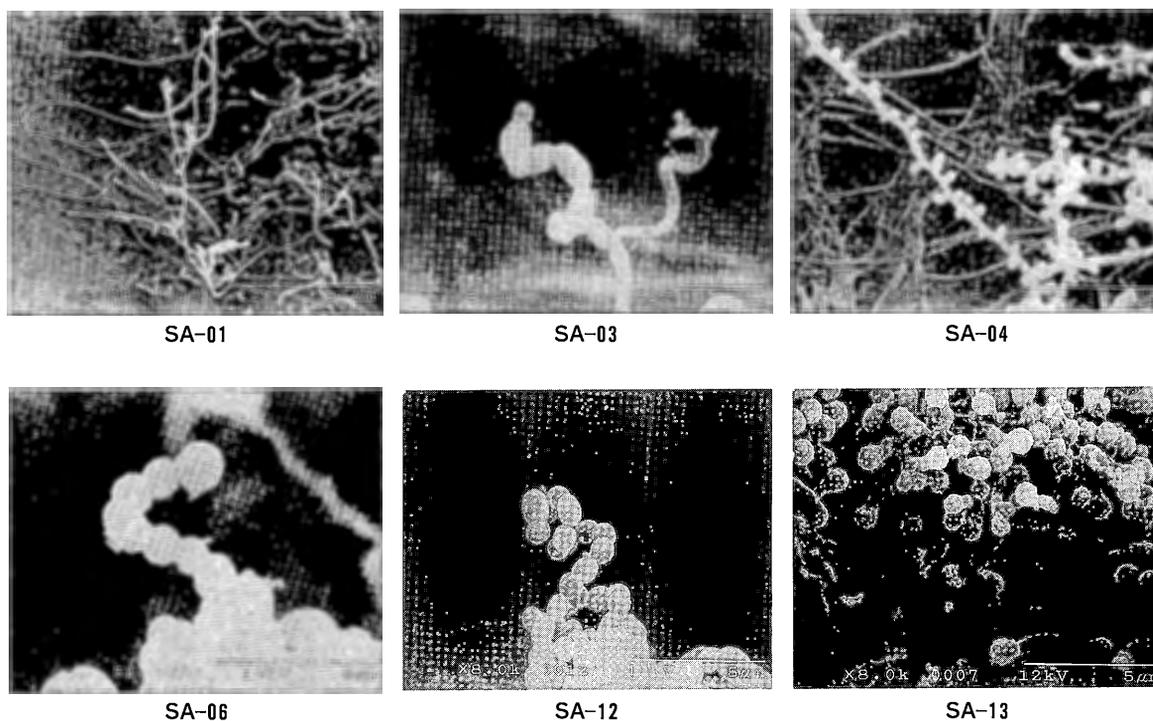


Fig. 1 Morphology of actinomycetes isolated (SEM)

Table 1 The chemical properties and the identification of actinomycetes isolated from slurry

strains	A <sub>2</sub> pm	Diagnostic Whole cell sugar	Predominant menaquinone (MK)	Identification (Genus)
SA-01	LL-	—	-9(H <sub>6</sub> ), -9(H <sub>8</sub> )	<i>Streptomyces</i>
SA-02	LL-	—	-9(H <sub>6</sub> ), -9(H <sub>8</sub> )	<i>Streptomyces</i>
SA-03	LL-	—	-9(H <sub>6</sub> ), -9(H <sub>8</sub> )	<i>Streptomyces</i>
SA-04	meso-	Ara, Gal	-9(H <sub>4</sub> )	<i>Saccharomonospora</i>
SA-05	LL-	—	-9(H <sub>6</sub> ), -9(H <sub>8</sub> )	<i>Streptomyces</i>
SA-06	LL-	—	-9(H <sub>8</sub> )	<i>Streptomyces</i>
SA-07	LL-	—	-9(H <sub>8</sub> )	<i>Streptomyces</i>
SA-08	meso-	Xyl, Ara	-10(H <sub>4</sub> ), -10(H <sub>6</sub> )	<i>Micromonospora</i>
SA-09	meso-	Rha, Man, Gal	-10(H <sub>4</sub> ), -10(H <sub>6</sub> ), -10(H <sub>8</sub> )	<i>Micromonospora</i>
SA-10	LL-	—	-9(H <sub>8</sub> )	<i>Streptomyces</i>
SA-11	LL-	—	-9(H <sub>6</sub> ), -9(H <sub>8</sub> )	<i>Streptomyces</i>
SA-12	LL-	—	-9(H <sub>8</sub> )	<i>Streptomyces</i>
SA-13	meso-	Rha, Man, Gal	-10(H <sub>4</sub> ), -10(H <sub>6</sub> ), -10(H <sub>8</sub> )	<i>Micromonospora</i>
SA-14	LL-	—	-9(H <sub>6</sub> ), -9(H <sub>8</sub> )	<i>Streptomyces</i>
SA-15	meso-	Rha, Man, Gal	-10(H <sub>4</sub> ), -10(H <sub>6</sub> )	<i>Micromonospora</i>

Table 2 The effect of pH on the growth of actinomycetes

strains	pH						
	5	6	7	8	9	10	11
SA-01	—	—	++	+++	+++	+++	+
SA-02	—	—	++	+++	+++	+++	+
SA-03	—	—	++	+++	+++	+++	+
SA-04	—	—	++	+++	+++	++	+
SA-05	—	—	++	+++	+++	+++	+
SA-06	—	—	++	+++	+++	+++	+
SA-07	—	—	++	++	+++	+++	+++
SA-08	—	—	++	++	+	+	—
SA-09	—	—	++	+++	+	+	+
SA-10	—	—	++	+++	+++	+++	++
SA-11	—	—	++	+++	+++	+++	++
SA-12	—	—	++	+++	+++	+++	+
SA-13	—	—	++	++	+	+	+
SA-14	—	—	++	+++	+++	+++	+++
SA-15	—	—	++	++	++	++	+

— no growth  
+ weak growth  
++ moderate growth  
+++ strong growth

Table 3 Utilization of carbohydrate and  $\text{NH}_4^+$  of actinomycetes

strains	carbon source						nitrogen source
	cellobiose	cellulose	CM-cellulose	xylan	chitin	pectin	$\text{NH}_4^+$
SA-01	++	±	±	++	±	±	+
SA-02	++	±	±	++	±	±	+
SA-03	+	±	±	++	±	-	+
SA-04	++	±	±	++	±	-	+
SA-05	++	±	±	±	±	+	+
SA-06	++	±	±	++	±	-	+
SA-07	+	±	±	++	±	-	+
SA-08	++	±	±	++	±	±	+
SA-09	++	±	±	++	±	-	+
SA-10	+	±	±	++	±	-	+
SA-11	++	±	±	++	±	-	+
SA-12	++	±	±	++	±	-	+
SA-13	++	±	±	++	±	-	+
SA-14	++	±	±	++	±	-	+
SA-15	++	±	±	++	±	-	+

++ : utilized strongly

+ : utilized

± : utilized or not

- : not utilized

## 考 察

Poincelot (1975) は堆厩肥における微生物叢の変化について、初期に易分解性有機物を中温性細菌が優勢に分解し、温度の上昇とともに、高温性の放線菌や糸状菌が優勢になりヘミセルロースやセルロースの分解を担っているとまとめている。放線菌はセルロースを分解しないと考えられてきた (Waksman and Cordon; 1939) が, Stutzenberger (1971) はセルロースを分解する高温性放線菌を都市ごみコンポストから分離している。液状コンポスト化においては、液温の上昇があまり認められておらず、温度変化は顕著ではないことから、微生物叢の変化は堆厩肥に比べて多様ではなかったが、放線菌は増加する傾向が認められた (Okamoto *et al*; 1995)。今回の試験において、分離した放線菌群はキシランを分解するが、セルロースを分解するものは認められなかった。

太田ら (1978, 1985, 1988) によって悪臭を分解する微生物に関しての一連の研究がなされており、*Streptomyces* や *Thermoactinomyces* などの放線菌が硫化水素や低級脂肪酸の分解に関与しているとしている。今回臭い成分の分解性は検討していないが、分離株すべてがアンモニウムイオンを窒素源として利用していることから、窒素代謝に関与していることが示唆される。

今回、分離同定された放線菌は堆厩肥にも存在するものと同様と思われ、堆厩肥と同様に、液状コンポスト化においても重要な役割を担っていると考えられる。今後、これらの放線菌の種レベルまでの解析をおこなうとともに、液状コンポスト化における放線菌の生理・生態を詳細に検討していく必要があると思われる。

## 文 献

- Gilbart, J., A. Fox and S. L. Morgan, (1987), Carbohydrate profiling of bacteria by gas chromatography-mass spectrometry: chemical derivatization and analytical pyrolysis. *Eur. J. Clin. Microbiol.* **6**(6), 715-723.
- Hawakawa, M. and H. Nonomura, (1987), Efficacy of artificial humic acid as a selective nutrient in HV agar used for the isolation of actinomycetes. *J. Ferment. Technol.* **65**, 609-616.
- Holt, J. G., N. R. Krieg, P. H. A. Sneath, J. T. Staley and S. T. Williams, eds. (1994), *Bergey's manual of determinative bacteriology*. 9th ed. 605-703.
- Ohta, Y. and M. Ikeda, (1978), Deodorization of pig feces by actinomycetes. *Appl. Environ. Microbiol.* **36**, 487-491.
- Ohta, Y. and H. Sato, (1985), An artificial medium

- for deodorant microorganisms. *Agric. Biol. Chem.* **49**, 1195-1196.
- Ohta, Y. and Y. Kuwada, (1988), Rapid deodorization of cattle feces by microorganisms. *Biol. Wastes.* **24**, 227-240.
- Okamoto, E., E. Miyagawa, Y. Matsui and J. Matsuda (1995), Changes of microbial population on liquid composting of dairy cattle slurry. *J. Rakuno Gakuen Univ.*, **20**, 81-91.
- Poincelot, R. P., (1975), The biochemistry and methodology of composting. *Conn. Agric. Exp. Sta. (New Haven) Bulletin*, **754**: 1-18.
- Pridham, T. G. and D. Gottlieb, (1948), The utilization of carbon compounds by some Actinomycetales as an aid for species determination. *J. Bacteriol.* **56**, 107-114.
- 清野昭雄, 川本勲, 鈴木健一朗, (1985), 放線菌の同定実験法, "形態, 細胞壁 (菌体成分), イソプレノイド・キノンの項執筆" 5-139. 日本放線菌学会. 東京.
- Stutzenberger, F. J., (1971), Cellulase production by *Thermomonospora curvata* isolated from municipal solid waste compost. *Appl. Microbiol.* **22**(2), 147-152.
- Waksman, S. A. and T. C. Cordon, (1939), Thermophilic decomposition of plant residues in composts by pure and mixed cultures of microorganisms. *SoilSci.* **47**(3), 217-225.
- Williams, S. T., M. E. Sharpe and J. G. Holt, (1989), *Bergey's manual of systematic bacteriology*. vol. 4.

## 牧草多給によるヘレフォード牛の哺育育成 (1) 2夏放牧方式による去勢肥育素牛生産

小竹森訓央・斉藤 博幸・近藤 誠司  
北海道大学農学部, 札幌市 060

### Hereford Cattle Production by High Forage Feeding in the Suckling and Raising Period. (1) Feeder cattle production by steers grazed for two summer seasons.

Kunio KOTAKEMORI, Hiroyuki SAITO and Seiji KONDO

Faculty of Agriculture, Hokkaido University,  
Sapporo 060, Japan

キーワード: 牧草多給飼育, ヘレフォード去勢牛, 哺育, 育成

Key words: high roughage feeding system, Hereford steer, suckling, raising

#### 要 約

牧草多給でより大型の肥育素牛を生産する方法を検討した。春生まれの雄子牛4群66頭を供試し、2夏放牧方式で哺育育成した。1夏目放牧(哺育)では2群に放牧中期から幼牛用配合飼料(幼牛配合)を約1kg/頭・日与え、別飼いの増体効果のみとところ1群は優ったが、別の1群では認められずこれは草生量不足によるものであった。1冬目舎飼い(育成)では4群ともに乾草ととうもろこしサイレージ(CS)自由採食としたが、いずれも0.5kg近い良好な日増体量が得られた。2夏目放牧(育成)では群間にかなり大きな差がみられたが、主として放牧末期の草生量の多少が影響した。本試験の結果から放牧管理が適切であれば濃厚飼料給与を100kg以下で400kg程度の肥育素牛を生産できることが示された。

#### 緒 言

ヘレフォード牛は耐寒性と粗飼料の利用性に優れ、北海道の環境条件に適した品種である。この品種特性を生かした生産方式の1つとして、春生まれ雄子牛は1夏目は母牛につけて放牧(哺育)し、1冬目舎飼いと2夏目放牧(育成)を終えた後に濃厚飼料多給の肥育によって肉量増加と肉質向上を行う2夏放牧方式が適していると考えている(小竹森ら;1985, 1989)。この方式では2夏目放牧を終えた時点が肥育素牛であり、体重が大きいほど目標出荷体重に到達する肥育期間は短くてすみ、その分だけ生産コストを軽減できる

ことになる。国内の牛肉生産実態をみると、輸入自由化の影響や高品質の牛肉生産指向のために枝肉重は次第に大型化し外国種も例外ではない。今では最小でも360kgであり、平均すると約400kgとなっている。この枝肉重を得るためには出荷体重は650kg以上が必要である。このような生産状況下では、肥育開始体重が小さいと肥育期間が長くかかって生産コストが高くなるうえに赤肉歩留の低い枝肉となりやすい(小竹森ら;1991)。

本試験は2夏放牧方式で、より大型の肥育素牛を生産する技術体系を確立するために、1夏目放牧における別飼いの効果、ならびに1冬目舎飼いでCSの給与と、2夏目放牧の放牧管理などが肥育素牛体重に及ぼす影響を検討した。

#### 材料および方法

ヘレフォード雄子牛は、日高支庁静内町にある北大農学部附属牧場で飼育する40頭余りの繁殖牛群から自然交配によって1988-1991年の春に生まれた4群(第1-4群)計66頭を供試した(表1)。平均生月日は第1-3群の3月中・下旬に対して、第4群は前年交配時の種雄牛の導入が遅れ約1か月遅かった。また、各群とも生月日の範囲は2か月から3か月であった。平均生時体重は37-40kgと群間に有意差はみられなかったが、群内では最小値と最大値とで約15kgの差があった。

哺育と育成の概略を図1に示した。5月上旬からの1夏目放牧は母牛につけたまま放牧し、第1, 2群へは放牧後半の3か月余り幼牛配合を0.5-0.9kg/頭・日を与えたが、第3, 4群は放牧草だけで飼育し別飼

表1 供試雄子牛 (平均±SD)

	第1群	第2群	第3群	第4群
生産年度	'88・春	'89・春	'90・春	'91・春
頭数(頭)	16	18	18	14
年月日	3/17±17	3/24±25	3/26±24	4/27±30
生時体重(kg)	37±6	39±3	37±5	40±4
	放牧(+)別飼い		放牧のみ	



図1 雄子牛の哺育・育成

いの効果のみた。各群とも11月15日に放牧を終え、全頭を離乳した。去勢は平均3か月齢頃に無血方式で実施した。1冬目舎飼いは同年生まれの雌子牛と一緒に群飼し、濃厚飼料は全く与えず乾草3-4kg/頭・日とCS自由採食で育成した。2年目の5月上旬から濃厚飼料を与えない2夏目放牧を行って育成し、9月下旬-11月中旬に放牧を終えフィードロットで肥育を行った。1夏目放牧と2夏目放牧には1965-1968年に自然林傾斜地を踏耕法で簡易造成した約60haの放牧地を供試した(広瀬ら;1967)。放牧地には毎年7月に化成肥料(6-11-11)0.3t/haを追肥した。

結果および考察

1. 哺育成績 (1夏目放牧)

表2に示したように、放牧のみの2群(第3, 4群)の平均日増体量0.75kgに対して別飼いした2群(第1, 2群)のうち第2群は0.86kgと有意に優ったが、

第1群は0.76kgと効果は認められなかった。これは主として第1群が放牧末期に草生量不足したことによるものであった。

2. 育成成績 (1冬目舎飼いと2夏目放牧)

1冬目舎飼いでは濃厚飼料無給与にもかかわらず日増体量は0.44kgから0.49kgと適度な成績が得られた。2夏目放牧では日増体量が0.50kg(第2群)から0.72kg(第3群)まで群間にかなりの違いがみられた。この主たる理由は放牧末期の草生量の多少によるものであり、時には体重が減少するケースもみられた。この対応策としては、放牧地の草生状況によっては放牧終了を早めるなどの放牧管理が必要であると考えられた。

哺育と育成を通算した平均日増体量は、第4群0.60kgから第3群0.66kgの範囲であった。この差は主として2夏目放牧の増体成績の良否によるものであり、放牧管理の重要性が示唆された。

表2 哺育(1夏目放牧)成績 (平均±SD)

	第1群	第2群	第3群	第4群
離乳月日	11/15	11/15	11/15	11/15
月齢(月)	8.0±0.6 <sup>a</sup>	7.7±0.8 <sup>a,b</sup>	7.7±0.7 <sup>a,b</sup>	6.6±1.0 <sup>b</sup>
体重(kg)	223±41 <sup>a,b</sup>	241±41 <sup>a</sup>	214±35 <sup>b</sup>	188±30 <sup>c</sup>
増体量(kg)	186±40 <sup>a,b</sup>	202±40 <sup>a</sup>	176±33 <sup>b</sup>	148±30 <sup>c</sup>
日増体量(kg)	0.76±.13 <sup>a</sup>	0.86±.12 <sup>b</sup>	0.76±.12 <sup>a</sup>	0.74±.11 <sup>a</sup>

a, b, c: 異文字間に有意差 (p<0.05) あり

表3 育成成績 (kg/日, 平均±SD)

	第1群	第2群	第3群	第4群
1 冬目舎飼	0.49±.09	0.44±.12	0.49±.14	0.48±.06
2 夏目放牧	0.62±.07 <sup>a</sup>	0.50±.12 <sup>b</sup>	0.72±.11 <sup>c</sup>	0.54±.11 <sup>a,b</sup>
哺育育成通算	0.64±.06 <sup>a,b</sup>	0.62±.03 <sup>a,c</sup>	0.66±.06 <sup>b</sup>	0.60±.04 <sup>c</sup>

a, b, c: 異文字間に有意差 (p<0.05) あり

表4 育成終了時の体重等 (平均±SD)

	第1群	第2群	第3群	第4群
終了月日	9/25	11/15	10/15	10/9
月齢(月)	18.3±0.6 <sup>a</sup>	19.7±0.8 <sup>b</sup>	18.7±0.8 <sup>a</sup>	17.4±1.0 <sup>c</sup>
体重(kg)	397±42 <sup>a</sup>	413±25 <sup>a</sup>	413±36 <sup>a</sup>	355±27 <sup>b</sup>

a, b, c: 異文字間に有意差 (p<0.05) あり

### 3. 肥育素牛体重

表4に示したように、2夏目放牧終了時体重は第1-3群の397-413kgに対して第4群は355kgと有意に小さかった。これは月齢が1-2か月小さかったこともあるが、1夏目と2夏目の放牧増体が劣ったことによるものである。すなわち、2夏目放牧方式による肥育素牛の体重は放牧管理技術に大きく左右されるといえよう。第1-3群の成績から2夏目放牧方式では濃厚飼料を全く与えないかあるいは100kg/頭位で400kg程度の大型の肥育素牛を生産できると結論される。

### 文 献

広瀬可恒・小竹森訓央・高木亮司 (1967) 牧草を主体

とした乳用雄子牛の育成・肥育に関する研究 第1報 ホルスタイン去勢牛による放牧地の簡易造成, 北大農学部牧場研報, 3: 23-43.

小竹森訓央・高木亮司・朝日田康司 (1985) 牧草多給方式によるヘレフォード種牛の育成肥育 第3報 2夏放牧後の肥育方法が春生まれ去勢牛の肥育成績に及ぼす影響, 同上研報, 12: 1-13.

小竹森訓央・近藤誠司・朝日田康司 (1989) 同上 第6報 2夏放牧去勢牛のとうもろこしサイレージ多給肥育が出荷成績などに及ぼす影響, 同上研報, 14: 75-84.

小竹森訓央・上山英一 (1991) ヘレフォード去勢牛の肥育期間が精肉歩留に及ぼす影響, 肉用牛研究会報, 52: 41-45.

## 北海道和種馬における $\text{Cr}_2\text{O}_3$ と酸不溶性灰分 (AIA) の回収率および糞中濃度の経時変化

河合 正人<sup>1)</sup>・十二 邦子<sup>1)</sup>・安江 健<sup>2)</sup>・小川 貴代<sup>3)</sup>  
近藤 誠司<sup>1)</sup>・大久保正彦<sup>1)</sup>・朝日田康司<sup>1)</sup>

1) 北海道大学農学部, 札幌市 060

2) 茨城大学農学部, 茨城市 300-03

3) 天使女子短期大学, 札幌市 065

### Recovery and excretion pattern of $\text{Cr}_2\text{O}_3$ and acid insoluble ash (AIA) in Hokkaido native horses

Masahito KAWAI<sup>1)</sup>, Kuniko JUNI<sup>1)</sup>, Takeshi YASUE<sup>2)</sup>, Kiyoko OGAWA<sup>3)</sup>,  
Seiji KONDO<sup>1)</sup>, Masahiko OKUBO<sup>1)</sup> and Yasushi ASAHIDA<sup>1)</sup>

1) Faculty of Agriculture, Hokkaido University, Sapporo 060

2) Faculty of Agriculture, Ibaragi University, Ami-cho Ibaragi, 300-03

3) Tenshi Women's Junior College, Sapporo 065

キーワード : 酸化クロム, 酸不溶性灰分, 回収率, 糞中濃度, 北海道和種馬

Key words : chromic oxide, acid insoluble ash, recovery, concentration in feces, Hokkaido native horse

#### 要 約

北海道和種馬における Double indicator 法の方法的検討を行うため, 成雌馬 3 頭および育成雌馬 3 頭にチモシー主体生草および一番刈り乾草, 当年生および越年生混在ミヤコザサ葉部を, また成雌馬 2 頭に当年生ミヤコザサ葉部を給与し, 朝夕 2 回,  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  含有ペレットを給与した。各飼料について  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  および AIA の回収率, 投与開始後糞中  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  濃度が一定になるまでの時間, 糞中  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  および AIA 濃度の日内変化を測定した。 $\text{Cr}_2\text{O}_3$  の回収率はどの飼料においてもほぼ 100%であったが, AIA の回収率は飼料によって異なった。 $\text{Cr}_2\text{O}_3$  投与開始後 4 日目以降, 糞中濃度はほぼ一定で推移した。糞中  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  濃度には日内変化が現れたが, 糞中 AIA 濃度はどの飼料においてもほぼ一定で推移した。

#### 緒 言

ミヤコザサ (*Sasa nipponica*) は家畜の嗜好性がよく, 栄養価も高いとされており(大原;1948), 北海道においては特に積雪量の少ない太平洋沿岸地域において, 森林下草資源であるミヤコザサを用いた北海道和種馬の林間放牧が伝統的に行われてきている。しかし, ササ類は放牧利用によって衰退しやすいことが知られ

ており(本江;1988, 小川ら;1985), 持続的な放牧利用のためには適正な放牧圧で利用すべきと考えられる。適正な放牧強度推定のためには採食量の把握が必要となるが, 林間放牧地などの自然草地では地形や植生が均一ではなく, 採食量もこれらの影響を受けて変化することが予想される。また刈り取り給与した場合には採食行動が抑制され, 採食量は放牧地とは異なる可能性があり, 実際に放牧地において測定する必要があるものと思われる。

放牧地における採食量測定方法としては, 刈り取り前後差法, 摘み取り法, 体重差法, Indicator 法などがあるが, 植生や地形が均一ではない林間放牧地においては不消化の物質を指示物質 (Indicator) として用いる方法が適していると考えられる。反芻家畜や豚においては一般に, 外部 Indicator として  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  (SMITH and REID; 1955), 内部 Indicator として酸不溶性灰分 (AIA) (VAN KEULEN and YOUNG; 1977) が用いられている。これらは回収率がほぼ 100%であり, 全糞採取法との比較においても有意差がないとされている。しかし, 飼料の種類(千代田ら;1978)や給与方法(西埜ら;1979)により, これらの回収率に差があること, また馬を用いた試験がほとんど行われていないことから, 回収率などに関する方法的な検討が必要である。

そこで本報告では, 北海道和種馬に  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  を給与し,  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  と AIA の回収率, および糞中濃度の経時変化について飼料間で比較した。

## 材料および方法

本学附属牧場で飼育している北海道和種成雌馬3頭(試験開始時月齢63, 75, 194カ月, 平均体重358.3kg)および育成雌馬3頭(15カ月, 216.7kg)をそれぞれ有刺鉄線で区切った隣接する屋外ペン(3.5×7.2m)で個別飼育し, チモシー主体マメ科混播牧草(以下生草)および一番刈り乾草(以下乾草), 当年生および越年生ミヤコザサ葉部(以下当越混在)をそれぞれ自由採食させた。また, 成雌馬2頭(75, 95カ月, 362.0kg)にNRC(1989)のDE維持要求量を基準としてミヤコザサ葉部(当年生)を採食させた。水およびミネラルブロックは自由摂取とした。

Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>は脱脂米ヌカおよびフスマと混合してペレット化し, 混合比は脱脂米ヌカ:フスマ:Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>=6:3:1とした。Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>の投与量は, 反芻家畜で一般的に用いられている乾物摂取量の0.1%とし, 8時および16時の朝夕2回に分けて半量ずつ投与した。すなわち生草給与時には乾物採食量を体重の2%程度と設定し, Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>含有ペレットを成雌馬に1日70g, 育成雌馬に1日40g給与したが, 設定以上の採食量であったため, 以降乾草およびミヤコザサ給与時には成雌馬に1日100g, 育成雌馬に1日70g給与した。

試験は予備期を7~8日間, その後3日間を本期とし, 本期間中に全糞採取してCr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>およびAIAの回収率を測定した。また, 生草, 乾草, 当越混在ミヤコザサ給与時の予備期間中1日1回, 8時もしくは16時以降最初の糞を排泄直後に採取し, Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>の給与を開始してから糞中濃度が一定になるまでの日数を測定した。さらに生草, 乾草, 当越混在ミヤコザサ給与時には本期間中, 0時, 8時, 16時前後の1日3回, 当年生ミヤコザサ給与時には本期間中24時間の排糞毎に, 排泄直後の糞を採取し, Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>およびAIAの糞中濃度の日内変化を測定した。

Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>含有ペレットおよび糞のCr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>濃度は, リン酸カリ試薬法(森本;1971)に従って測定した。供試飼料および糞のAIA濃度は, 2N-塩酸処理法(VAN KEULEN and YOUNG;1977)により測定した。

## 結果および考察

Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>およびAIAの回収率を表1に示した。Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>の回収率は, 乾草においてやや低い値となったが, どの飼料においてもほぼ100%であった。一方AIAの回収率は, 生草および乾草においては100%を上回り, ミヤコザサでは当越混在で87.4%, 当年生で92.7%と90%前後であり, 千代田ら(1978)による報告と同様, 各供試飼料によって異なった。

予備期間中1日1回の糞採取における, Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>投与開始後の糞中Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>濃度の経日変化を, 供試馬中5頭について図1に示した。予備期間中の採食量が一定で

Table 1. Mean recovery in feces of Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> and AIA.

	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		AIA	
	%			
Fresh grass	104.6±1.9	116.5±4.6		
Grass hay	93.0±4.1	124.3±3.4		
<i>Sasa nipponica</i> (CF+WF)	101.9±8.0	87.4±6.6		
<i>Sasa nipponica</i> (CF)	101.2±5.3	92.7±7.3		

AIA: Acid insoluble ash  
CF: Current foliage  
WF: Wintering foliage  
Mean±SD

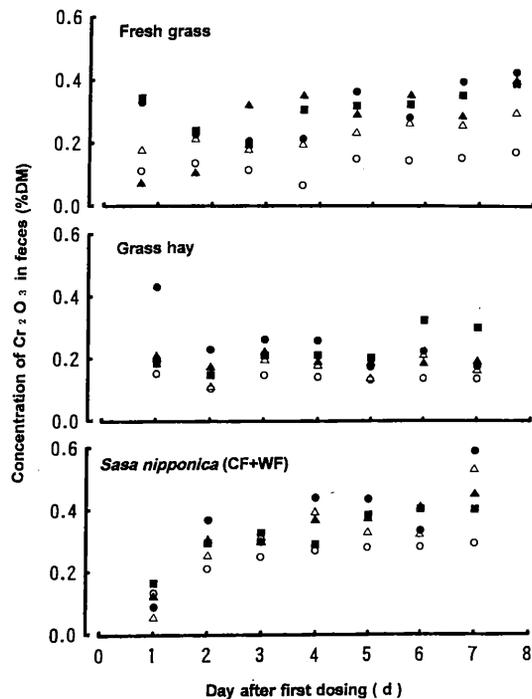


Figure 1. Chromic oxide excretion pattern after first dosing.

▲KS\* ■JG ●UZ △WT  
○WO

\*Name of experimental horse  
CF: Current foliage  
WF: Wintering foliage

はなかつたため, 特に生草給与時の糞中濃度の変化が大きかったが, 生草および乾草給与時には投与開始後2日目から4日目の間, 当越混在ミヤコザサ給与時にも4日目以降, 糞中濃度は比較的一定で推移した。

本期間中の糞採取における糞中Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>濃度の経日変化を, 図2aおよび2bに供試馬毎に示した。生草給与時には16時, 乾草給与時には0時と, これら2つの飼料では一定時刻に糞中濃度が低下する規則的な変化を示した。一方当越混在および当年生ミヤコザサ給与時にはそのような変化は見られず, 糞中濃度はほぼ一定で推移した。CRAWFORD, Jr. *et al.* (1971)は馬に

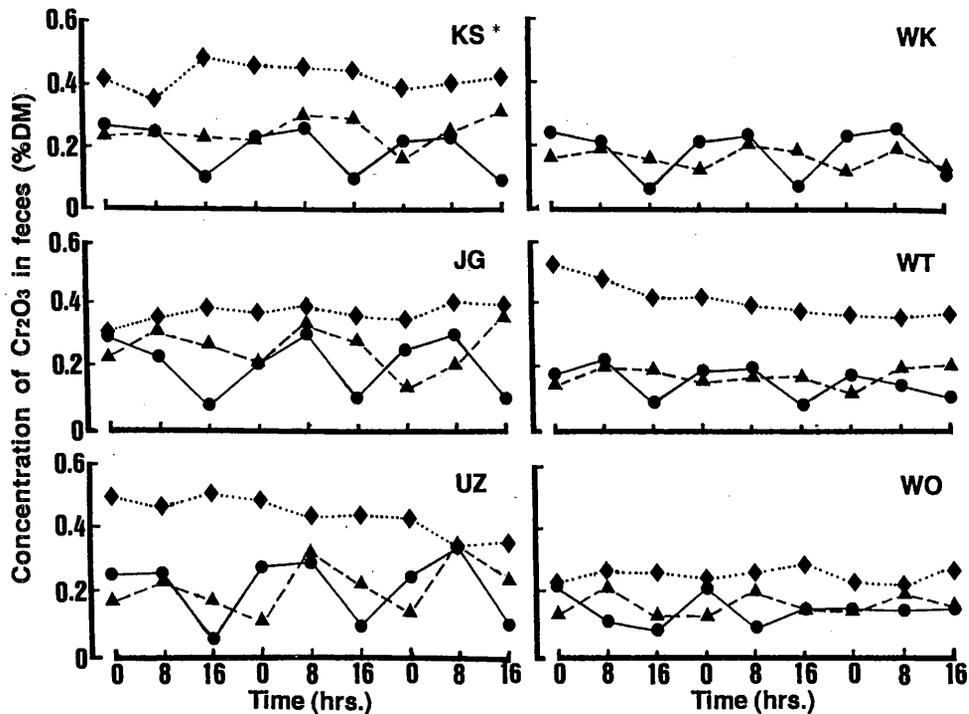


Figure 2a. Chromic oxide excretion pattern.

● Fresh grass ▲ Grass hay ◆ *Sasa nipponica* (Current and Wintering foliage)  
\*Name of experimental horse

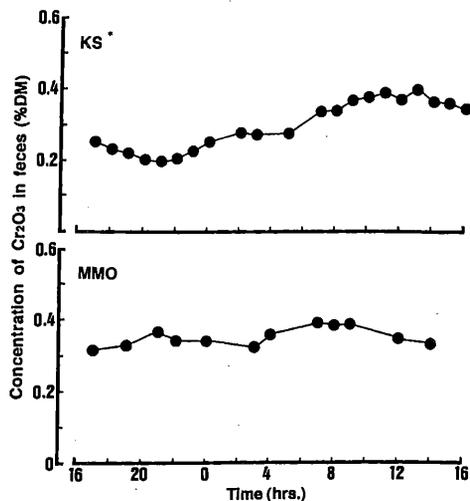


Figure 2b. Chromic oxide excretion pattern when current *Sasa nipponica* was fed.

\*Name of experimental horse

Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> を投与した場合の糞中 Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 濃度を 2 時間毎に測定し、乾草、えん麦、乾草とえん麦の混合のどの飼料においても糞中濃度は一定であったとしている。しかしこの報告では Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 投与量を飼料乾物給与量の 0.25% としており、反芻家畜における一般的な投与量の 0.1% に比べて多かった。

各供試飼料の乾物採食量に対する投与量の割合を表 2 に示した。本試験においては飼料を自由採食とした

Table 2. Proportion of Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> amount dosed to dry matter intake.

	Mature	Yearling
	%	
Fresh grass	0.06	0.05
Grass hay	0.13	0.09
<i>Sasa nipponica</i> (CF+WF)	0.25	0.16
<i>Sasa nipponica</i> (CF)	0.16	—

CF: Current foliage

WF: Wintering foliage

ため、Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> の投与量が少なかった生草給与時には 0.05~0.06% と 0.1% よりも低かった。このことが、糞中 Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 濃度が一定にならなかった原因の一つと考えられた。しかし、ほぼ 0.1% を満たしていた乾草給与時においても糞中 Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 濃度に日内変化が現れたことから、単胃動物である馬に Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> を投与した場合に糞中濃度を一定とするためには、反芻家畜よりも投与量を多くする必要があることが示唆された。

各供試飼料における採食時間の分布を図 3 に示した。ミヤコザサにおいては当越混在、当年生のみどちらにおいても、16 時付近の採食時間が長い以外には一定の傾向がみられなかったが、生草と乾草においては 3 つのピークがみられた。生草におけるピークがほぼ 16 時、0 時、8 時付近であったのに対し、乾草ではこれより 4 時間程度のずれがあり、このため糞中 Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 濃度が低下する時間が異なると考えられた。

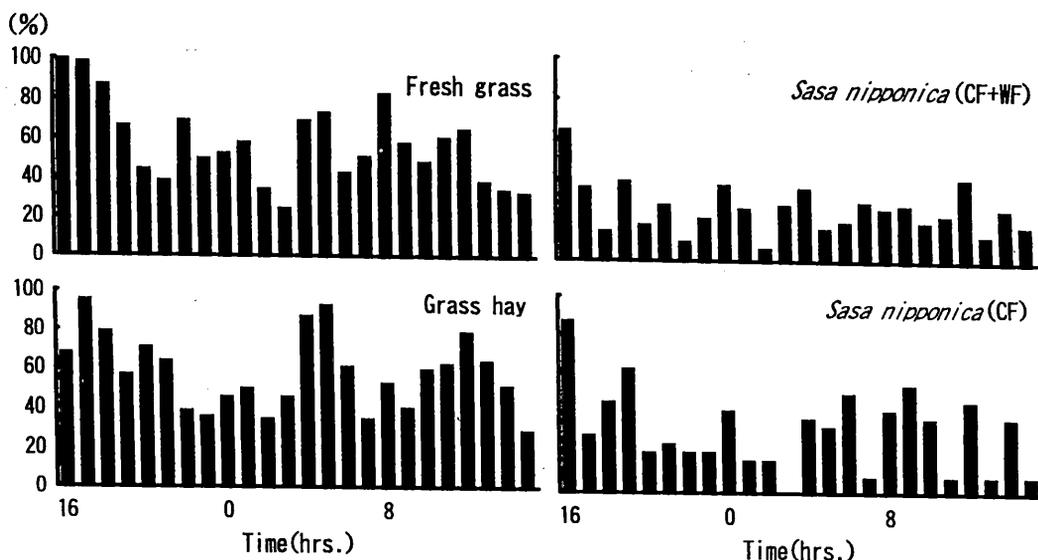


Figure 3. Eating pattern of experimental horses.

CF : Current foliage  
WF : Wintering foliage

一方、排糞回数はどちらの飼料においてもほぼ1時間に1回であり、排糞量の分布にも差がなかったことから、生草と乾草とで飼料の消化管内滞留時間が異なり、糞中  $Cr_2O_3$  濃度が低下する時刻に差が生じたとも考えられた。この場合、 $Cr_2O_3$  投与量を多くしても、消化管内滞留時間が短ければ、糞中濃度の日内変化が現れる可能性があり、馬を用いる場合にはこうした日内変化を考慮した糞採取方法が必要であると考えられた。

本期間中の糞中 AIA 濃度の経時変化を、供試馬毎に図 4a および 4b に示した。各飼料間で濃度は異なるが、どの飼料においても糞中濃度はほぼ一定で推移した。

以上より、 $Cr_2O_3$  および AIA を用いた Double indicator 法により北海道和種馬の採食量を推定する場合、 $Cr_2O_3$  については糞中濃度が一定になるまでに4日間以上の予備期が必要であり、また糞中濃度の日内

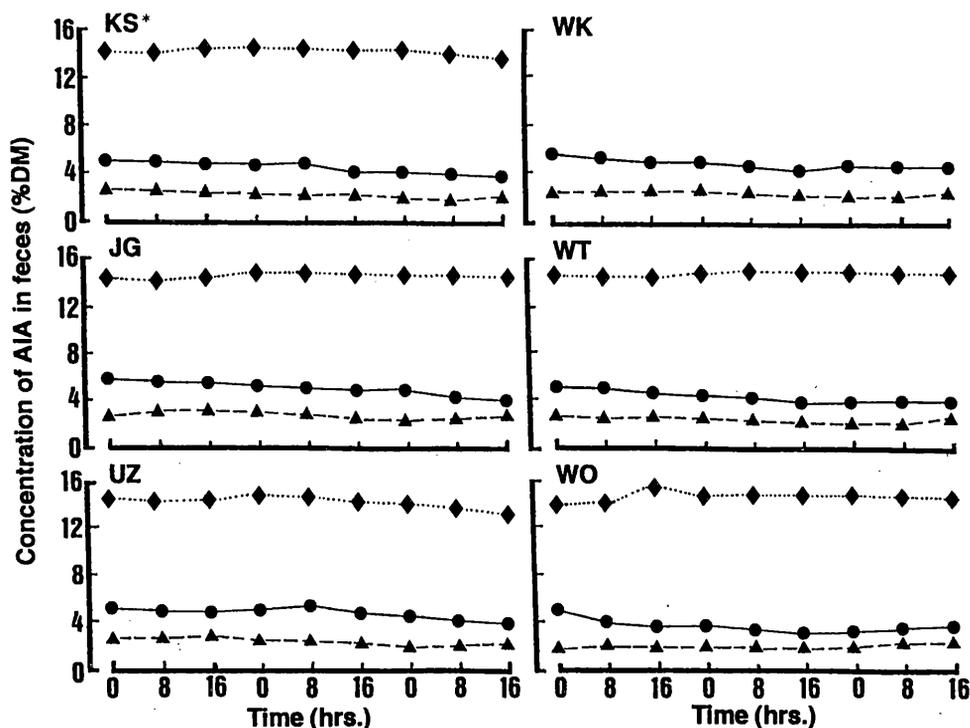


Figure 4a. Acid insoluble ash excretion pattern.

● Fresh grass ▲ Grass hay ◆ *Sasa nipponica* (Current and Wintering foliage)

\*Name of experimental horse

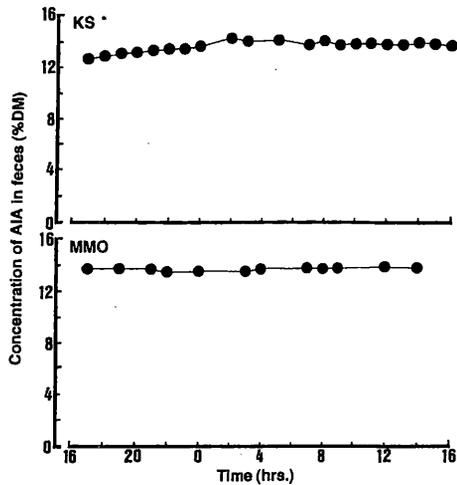


Figure 4b. Acid insoluble ash excretion pattern when current *Sasa nipponica* was fed.  
\*Name of experimental horse

変化を考慮して糞採取回数を多くする必要があること、AIA については回収率を用いて補正を行う必要があることが示唆された。

### 文 献

CRAWFORD, Jr., B. H., J. P. BAKER and S. LIEB, (1971) Chromic oxide excretion in horses. *J. Anim. Sci.*, **33**: 229.  
千代田和枝・小牧 弘・深谷健一・森本 宏, (1978)

消化率測定のための天然指示物質としての酸不溶性灰分の評価. *日畜会報*, **49**別: 17 (講演要旨).  
本江昭夫, (1988) 蹄耕法造成草地におけるミヤコザサの動態について. *畜大研報*, **15**: 265-270.  
森本 宏, (1971) indicator法. *動物栄養試験法*. 第1版. 392-396. 養賢堂. 東京.  
NATIONAL RESEARCH COUNCIL, (1989) Nutrient requirements of horses. 5th rev ed. National Academy Press. Washington, D.C.  
西埜 進・近藤誠司・萩野 健, (1979) 反芻家畜の消化率推定指示物質としてのAcid-Insoluble Ashの検討. *J. Coll. Dairying*, **8**: 23-30.  
小川恭男・三田村強・岡本恭二・手島道明, (1985) 秋冬放牧に伴うミヤコザサ草地の地上部および地下部の経年変化. *草地試研報*, **32**: 92-99.  
大原久友, (1948) 北海道産笹類の家畜栄養学的研究. *北農試報告*, **42**: 1-203.

SMITH, A. M. and J. T. REID, (1955) Use of chromic oxide as an indicator of fecal output for the purpose of determining the intake of pasture herbage by grazing cows. *J. Dairy Sci.*, **38**: 515-524.  
VAN KEULEN, J. and B. A. YOUNG, (1977) Evaluation of acid-insoluble ash as a natural marker in ruminant digestibility studies. *J. Anim. Sci.*, **44**: 282-287.

## 異なる添加脂質が人工ルーメン培養における牧草成分の 発酵と微生物増殖に及ぼす影響

梁 云穆・藤田 裕\*

岩手大学大学院連合農学研究科, 盛岡市 020

\*帯広畜産大学, 畜産管理学科, 帯広市 080

### Effect of different source of lipids on ruminal fermentation of grass components and microbial growth *in vitro*

Un Mok YANG and Hiroshi FUJITA\*

The United Graduate School of Agricultural Sciences, Iwate University,  
Morioka-shi 020

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

キーワード: 牧草脂質, タロー, 大豆油, ルーメン内発酵, 微生物態N

Key words: grass lipids, tallow, soybean oil, ruminal fermentation, microbial N

#### 要 約

メン羊ルーメン液をイノキュラムとする牧草の *in vitro* 培養時に添加した脂質の種類の違いが牧草成分の発酵と微生物増殖に及ぼす影響を検討した。培養試験は、脂質を除去した乾草(オーチャードグラス)試料に牧草脂質(乾草のエーテル抽出物)、タローおよび大豆油をそれぞれ3および6%添加してルーメン液とMcDOUGALL 処方的人工唾液の混合培養液により12時間行った。微生物態窒素量は、脂質添加により低下する傾向があり、特に6%添加区ではいずれも低下割合が大きかった。バクテリア態とプロトゾア態の比率では、脂質添加によりプロトゾア態の比率が減少する傾向がみられ、特にタローおよび大豆油で顕著であった。また、アンモニア態窒素量はいずれの脂質添加においても微生物態窒素量の変化と負の対応関係を示した。NDF消失率は脂質添加により低下する傾向はみられず、大豆油添加ではむしろ高まる傾向があり、固形物消失率では脂質添加による大きな変化はみられなかった。VFA濃度は脂質添加により低下する傾向があるが有意差は認められず、VFAモル比は処理間にほとんど差異がなかった。

#### 緒 言

一般に、飼料の脂質は高濃度ではルーメン内発酵に対する抑制作用を持っていることが広く指摘されてお

り(IKWUEGBU;1982, PALMQUIST and JENKINS; 1980, PALMQUIST;1984, SUTTON *et al.*;1983), また牧草中に含まれる脂質区分も牧草中繊維成分のルーメン内分解に対して抑制的に働くこと(HINO and NAGATAKE;1993), ならびに牧草中のエーテル可溶成分含量が牧草蛋白質のルーメン内分解性と負の部分相関をもつこと(FUJITA *et al.*;1991)が明らかにされている。これらの事実は、牧草脂質によってルーメン内における飼料成分の分解が制御される可能性を示唆している。

本報では、このような牧草脂質のルーメン内発酵に対する機能的特性を明らかにする研究の基礎的段階として、牧草脂質のルーメン内発酵抑制作用が飼料エネルギーの強化に用いられる一般的な動植物性油脂のそれと同様なものであるかどうかを検討する目的で人工ルーメン培養試験を行った。

#### 材料および方法

##### 1. 供試試料および供試動物

帯広畜産大学附属農場草地で収穫したオーチャードグラス単播1番刈乾草を粉碎(1mmの篩目を通させる)したものを材料として、牧草脂質区分と脂質除去区分を調製した。すなわち、材料乾草についてエチルエーテルにより脂質抽出を常温で20時間行い、抽出区分から常温でエーテルを蒸散除去して得られた区分を牧草脂質区分とし、エーテル抽出残渣を脂質除去区分として、それぞれ培養試験に用いた。供試乾草およびそのエーテル抽出残渣(カッコ内に示す)の化学組

成(水分は原物中%, それ以外は乾物中%を示す)は, 粗蛋白質 12.1 (11.5), 粗脂肪 2.7 (0.06), 粗灰分 8.1 (8.2), 粗繊維 31.4 (32.0), NDF 66.9 (66.0) および水分 12.0 (10.5) であった。

ルーメン液採取用の供試動物は, ルーメンフィスチュラを装着したサフォーク種去勢メン羊(平均体重  $72.8 \pm 10.6$  kg) 3頭を用いた。これらのメン羊には1日当たり乾物 55 g/体重  $\text{kg}^{0.75}$  を給与基準量として, オーチャードグラス乾草とアルファルファ・ヘイキューブを原物で 1:2 の割合で給与した。供試メン羊はルーメン液採取開始の7日前より代謝ケージに収容し, 飼料給与は 08:00, 17:00 の1日2回とし, 飲用水, 食塩および微量ミネラルブロックは自由摂取とした。

## 2. 試験処理区分と培養試験

エチルエーテルにより脂質区分を抽出した残渣 2.5 g を対照区(脂質無添加)として用い, 牧草からの抽出脂質, タロー(牛脂, 関東化学, 東京)および大豆油(関東化学, 東京)を対照区に対して原物当たり 3% および 6% 添加して全量を 2.5 g にし, それぞれの試験区とした。

培養試験は, *in vitro* 人工ルーメン法によって行った。培養容器としては 300 ml 容三口丸底フラスコを用い, 培養液は, McDOUGALL (1948) 人工唾液にルーメン液を加えた混合培養液を用いた。ルーメン液はメン羊 3頭から, 午前の給餌前にナイロン濾過布装着の吸引器により採取したものを個体別に使用した。採取したルーメン液は 30~40°C に保温した保温瓶内に貯留し, 採取後 1 時間以内に培養試験に供するようにした。

培養方法: 培養容器中に上記した試験試料を入れ, これに予め  $\text{CO}_2$  を 60 分間通気させた McDOUGALL の人工唾液 100 ml と, 上記の方法で採取したルーメン液 100 ml とを混合して加え, 39°C に設定した恒温槽で  $\text{CO}_2$  を通気しながら 12 時間培養した。

## 3. 培養物の処理および測定項目

培養物は培養終了後ただちに氷冷し, 微生物の活動を停止させた。その後培養物は氷冷しながら全体を 250 ml にメスアップし, 遠心分離を行った。遠心分離によるルーメン内容物の分別法はいくつか報告されているが (HINO *et al.*; 1973, HINO and NAGATAKE; 1993, MEYER *et al.*; 1967, SMITH and McALLAN; 1974, 菅原ら; 1958), 本試験においては微生物態窒素総量と同時に, バクテリア態区分とプロトゾア態区分の比率を測定するため, プロトゾア態区分は HINO *et al.* (1973) の方法に準じて, バクテリア態区分は MEYER *et al.* (1967), SMITH and McALLAN (1974), 菅原ら (1958) の方法にもとづいて次の通りに行った。まず, 250 ml の培養液を  $400 \times \text{g}$  (4°C・5分) で遠心分離し, 上澄液を分別しておく。次に沈澱物について蒸留水で飼料片をよく洗浄し,  $400 \times \text{g}$  で再び遠心分離

を行い上澄液と沈澱物を分別する。この沈澱物区分を飼料片およびプロトゾア態区分とする。上澄液は全量を  $18,000 \times \text{g}$  (4°C) で 30 分間遠心分離し, 沈澱物をバクテリア態区分とする。得られたそれぞれの試料をプラスチックビーカーに移し, 凍結乾燥機(東洋サービスセンター; VD-60)により乾燥処理し, 固形物と NDF 量を測定して, それぞれ培養前後における差から消失率を算定した。また, 同試料について微生物態窒素量およびバクテリア態区分とプロトゾア態区分の比率を測定した。上澄液については, アンモニア態窒素量および VFA 濃度を測定した。

## 5. 分析方法

供試試料の一般成分は常法によって分析した。中性ディタージェント繊維 (NDF) については, VAN SOEST の方法 (1971) によって定量した。微生物態窒素の定量は, プリン塩基をマーカーとする ZINN and OWENS の方法 (1986) に従って測定した。培養液中の揮発性脂肪酸 (VFA) についてはガスクロマトグラフィー(島津 GC-3 BF)により, アンモニア態窒素は微量拡散法によって測定した。

## 結果および考察

培養後の 1 培養器あたりの微生物態窒素総量ならびにそのプロトゾア態区分とバクテリア態区分の比率およびアンモニア態窒素量を表 1 に示した。微生物態窒素総量は, 対照区(脂質無添加)に対していずれの種類の脂質添加によっても低下傾向があり, 特に 6% 添加区では低下割合が大きく, 対照区との差は有意であった ( $P < 0.05$ )。また, バクテリア態区分とプロトゾア態区分の比率では, 脂質添加によりプロトゾア態区分の比率が減少する傾向があった。その傾向は, 大豆油添加では 3 および 6% 添加において, それ以外では 6% 添加において, それぞれ著しく, 牧草脂質はタローおよび大豆油に比べてその減少が少ない傾向がみられた。一方, 培養物中のアンモニア態窒素量は, 牧草脂質の添加で増加傾向がみられ, 特に 6% 添加の場合, 高くなる傾向があった。また, 各試験区を通して脂質添加 3% に比べて 6% 添加で高くなった。

培養後の固形物と NDF の消失率を図 1 に示した。培養後の固形物消失率はいずれの脂質添加によってもあまり大きな変化はみられなかった。また, NDF 消失率も, 牧草脂質およびタロー添加においてあまり大きな変化はみられなかったが, 大豆油 3% と 6% 添加区ではむしろ増加する傾向にあった。

培養後の VFA 総濃度と各 VFA それぞれのモル比を表 2 に示した。脂質 6% 添加により VFA 濃度が低下する傾向がみられたが, 各処理間に有意差はなかった。また, VFA モル比においても各処理間にほとんど差異はみられなかった。

本試験に用いた牧草脂質または一般動植物油脂はい

Table 1 Changes in microbial and ammoniacal nitrogen

Treatment	Microbial N (mg/vessel)	Proportion (%)	NH <sub>3</sub> -N (mg/vessel)
		bacterial : protozoal	
Control	28.9 ± 7.7 <sup>a</sup>	53.9 : 46.1 <sup>ab</sup>	12.5 ± 2.2 <sup>ab</sup>
Grass lipids			
3%	28.5 ± 8.3 <sup>ab</sup>	51.9 : 48.1 <sup>a</sup>	12.7 ± 2.0 <sup>ab</sup>
6%	23.1 ± 11.1 <sup>c</sup>	58.4 : 41.6 <sup>abc</sup>	13.7 ± 2.4 <sup>a</sup>
Tallow			
3%	27.7 ± 9.7 <sup>ad</sup>	55.1 : 44.9 <sup>ad</sup>	11.2 ± 2.2 <sup>bc</sup>
6%	22.6 ± 6.5 <sup>c</sup>	63.8 : 36.2 <sup>c</sup>	12.6 ± 1.3 <sup>ab</sup>
Soybean oil			
3%	26.2 ± 6.6 <sup>abc</sup>	61.1 : 38.9 <sup>bcd</sup>	10.3 ± 0.7 <sup>cd</sup>
6%	23.8 ± 7.2 <sup>cd</sup>	60.7 : 39.3 <sup>bcd</sup>	11.3 ± 2.5 <sup>bc</sup>

Each value represents mean ± SD.

a—d: Means in the same column with different superscripts differ significantly (p < 0.05).

Table 2 Changes in VFA concentration

Treatment	Total (mmol/100ml)	Molar percent (%)			
		Acetic	Propionic	Butyric	Others
Control	6.2 ± 2.0	71.0	22.8	6.2	0.0
Grass lipids					
3%	6.4 ± 1.5	70.3	22.6	6.6	0.5
6%	4.8 ± 0.4	70.8	22.6	6.6	0.0
Tallow					
3%	5.8 ± 1.2	70.0	23.5	6.4	0.0
6%	5.7 ± 1.8	70.2	22.4	6.9	0.5
Soybean oil					
3%	6.5 ± 0.5	70.5	23.0	6.5	0.0
6%	5.8 ± 1.4	70.0	23.5	6.6	0.0

Each value represents the mean ± SD.

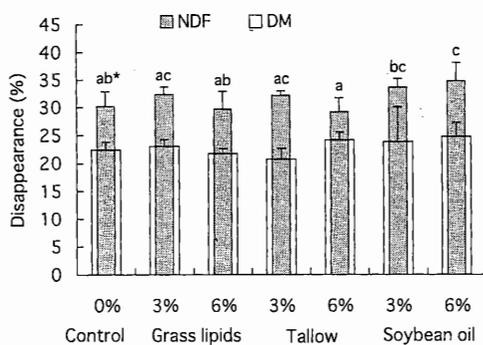


Fig. 1 Disappearance of DM and NDF.

Each value indicates a mean with SD as vertical bars.

\* Means with different superscripts differ significantly (P < 0.05).

いずれもルーメン内の微生物増殖に対して抑制作用をもつことを示していると考えられた。SUTTON *et al.*

(1983) は、乾草 (200 g) と濃厚飼料 (400 g) を給与している去勢羊に 1 日 40 g のアマニ油またはココヤシ油を添加給与した結果、プロトゾアの数が増加したことを示した。また、濃厚飼料 (油脂を含む) 800 g と乾草 100 g を給与している去勢羊に高水準 (一日 60 g または 90 g) のアマニ油の投与によってルーメン内のプロトゾア数が減少すること (CZERKAWSKI ; 1975), また、1 日当たり 39 g および 60 g (飼料 kg 当たり) のアマニ油添加によってプロトゾアがほとんど消失 (IKWUEGBU ; 1982) することも報告されている。これらのことは本試験でプロトゾア態の比率が減少する傾向にあったことと一致しており、脂質の添加によってルーメン内微生物の中でもプロトゾアの増殖が優先的に抑制されると考えられた。

培養後の固形物および NDF 消失率が脂質添加によって抑制されなかったことは予期に反するが、その理由の 1 つとして培養する最初の牧草試料量 (全量 2.5 g, 脂質添加区では 3 および 6 % の脂質を含む) が

脂質によって置きかえられた分だけ対照区に比べて少なくなっていること、第2の理由として培養時間を12時間とした場合には脂質添加区と対照区の間には差がみられず、24時間培養の場合に脂質添加の影響があらわれること(梁ら;1993,未発表)から培養時間の長さに関係していると考えられる。

アンモニア態窒素量の変化は微生物態窒素量の変化と対応するもので、特に脂質添加6%の場合、微生物態窒素量が少なくなりアンモニア態窒素量が高くなるという傾向がみられた。JENKINS and FOTOUHI(1990)は去勢羊に飼料乾物あたり大豆レシチン5.2%またはトウモロコシ油2.4%を添加給与した場合、ルーメン内アンモニア態窒素濃度が減少したことを報告している。In vitro 培養の場合、アンモニア態窒素濃度の低下は、飼料蛋白質分解の進行と分解産物の微生物体への取込みという2つの要因が強く関連する。本試験の結果のみでは飼料蛋白質の分解が脂質添加によって抑制されたか否かは明確ではないが、いずれの場合でも脂質6%添加でアンモニア態窒素量が対照区または脂質3%区に比べて増加したことは、微生物への取込み量が低下したことの反映と考えられる。

以上の結果から、微生物態窒素量は脂質添加により低下する傾向があり、特に6%添加区でいずれも低下割合が大きかった。また、バクテリア態とプロトゾア態の比率では、脂質添加によりプロトゾア態の比率が減少する傾向がみられ、特にタローと大豆油で顕著であった。すなわち、脂質を添加して牧草飼料をin vitro 培養した場合、微生物量が低下する傾向を示しており、なかでもプロトゾア態窒素の比率は、牧草脂質添加の場合よりも油脂剤添加の場合の方がより大きく低下することが認められた。また、アンモニア態窒素量はいずれの脂質添加においても微生物態窒素量の変化と負の対応関係を示した。一方、NDF消失率は脂質添加により低下する傾向はみられず、大豆油添加ではむしろ高まる傾向があり、固形物消失率では脂質添加により大きな変化はみられなかった。また、VFA濃度は脂質添加により低下する傾向があるが有意差は認められず、VFAモル比にもほとんど差異がなかった。これらについては、培養時間の長さ、培養基質量ならびに各脂質の培養過程における成分分画の変化との関係をさらに検討する必要がある。

## 文 献

- 阿部 亮, (1971) 動物栄養試験法(炭水化物の項執筆, 森本 宏監修). 第1版. 350-351. 養賢堂. 東京.
- CZERKAWSKI, J. W., W. W. CHRISTIE, G. BRECKENRIDGE and M. L. HUNTER, (1975) Changes in the rumen metabolism of sheep given increasing amounts of linseed oil in their diet. Br. J. Nutr., **34**: 25-44.
- FUJITA, H., S. MATSUOKA, J. TAKAHASHI and N. KUMASE, (1991) Relationship between chemical composition and ruminal protein degradability of conserved forages. Anim. Sci. Technol. (Jpn.), **62**: 947-954.
- HINO, T., M. KAMETAKA and M. KANDATSU, (1973) The cultivation of rumen oligotrich protozoa 1. Factors influencing the life of entodinia. J. Gen. Appl. Microbiol., **19**: 305-315.
- HINO, T. and Y. NAGATAKE, (1993) The effect of grass lipids on fiber digestion by mixed rumen microorganisms in vitro. Anim. Sci. Technol. (Jpn.), **64**: 121-128.
- IKWUEGBU, O. A. and J. D. SUTTON, (1982) The effect of varying the amount of linseed oil supplementation on rumen metabolism in sheep. Br. J. Nutr., **48**: 365-375.
- JENKINS, T. C. and N. FOTOUHI, (1990) Effects of lecithin and corn oil on site of digestion, ruminal fermentation and microbial protein synthesis in sheep. J. Anim. Sci., **68**: 460-466.
- McDOUGALL, E. I., (1948) Studies on ruminant saliva. 1. The composition and output of sheep's saliva. Biochem. J., **43**: 99-109.
- MEYER, R. M., E. E. BARTLEY, C. W. DEYOE and V. F. COLENBRANDER, (1967) Feed processing. 1. Ration effects on rumen microbial protein synthesis and amino acid composition. J. Dairy Sci., **50**: 1327-1332.
- PALMQUIST, D. L., T. C. JENKINS, (1980) Fat in lactation rations: Review. J. Dairy Sci., **63**: 1-14.
- PALMQUIST, D. L., (1984) Use of fats in diets for lactating dairy cows. in Fats in Animal Nutrition. (WISEMAN, J., ed.) 357-381. Butterworths. London.
- SMITH, R. H. and A. B. McALLAN, (1974) Some factors influencing the chemical composition of mixed rumen bacteria. Br. J. Nutr., **31**: 27-34.
- 菅原 潔・副島正美・匂坂勝之助・志村憲助, (1958) 反芻動物による尿素利用の機作に関する研究(第3報)—N<sup>15</sup>を含む尿素を用いての利用経路の検索. 農化, **32**: 921-924.
- SUTTON, J. D., R. KNIGHT, A. B. McALLAN and R. H. SMITH, (1983) Digestion and synthesis in the rumen of sheep given diets supplemented with free and protected oils. Br. J. Nutr., **49**: 419-432.
- ZINN, R. A. and F. N. OWENS, (1986) A rapid procedure for purine measurement and its use for estimating net ruminal protein synthesis. Can. J. Anim. Sci., **66**: 157-166.

## 90 および 60 日齢で離乳したサフォーク種双子羊の増体

出岡謙太郎・斉藤 利朗  
北海道立滝川畜産試験場, 滝川市 073

## A note on the performance of twin lambs weaned at 60 and 90 days of age

Kentaro DEOKA and Toshiro SAITO

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

キーワード : サフォーク種, 双子羊, 早期離乳  
Key words : Suffolk, twin lamb, early weaning

## 要 約

サフォーク種母羊とその双子羊 13 組で構成する群を 3 群供試し, 子羊について平均日齢で 120 日齢まで群飼で飼養した。各群はそれぞれ 120 日齢, 90 日齢および 60 日齢で離乳した。

通常行なわれている 120 日離乳に対し, 90 日および 60 日離乳を比較すると, 子羊の 120 日齢時体重は離乳を遅くしたほうが大きかった。また, 子羊の日増体量は雌より雄のほうが大きかった。離乳日齢とその後の日増体量については, 90 日離乳では, 離乳後(91~120 日齢)の日増体量に低下は見られないが, 60 日離乳では, 離乳後(61~90 日齢)に日増体量が低下した。各群の 120 日齢時における雄と雌の平均体重は, 120 日離乳では 50 kg と 45 kg, 90 日離乳では 51 kg と 42 kg, 60 日離乳では 46 kg と 40 kg になった。

本結果から, 60 日離乳では, 離乳後に増体の鈍化が見られるものの, 雄の 120 日齢時平均体重は 46 kg となり, ラムとして出荷できる体重(43~53 kg)に到達するので, 早期離乳を行ない得る可能性が示唆された。

## 緒 言

北海道のサフォーク種の平均産子数は 1.83 頭であり, 出生した子羊総数のうち 68% が双子である(滝川畜試; 1994)。生産現場では, 子羊は体重 43~53 kg でラムとして出荷されているが, 双子は単子に比べ増体が劣るので, 出荷体重に到達するのに生後 6~8 か月間を要している(日本綿羊協会; 1995)。北海道の稲作・畑作地帯の複合経営におけるめん羊生産では, 他の農作業の関係で子羊を飼育する期間を短くし, 需要の多い 5~6 月に出荷したい, また, 放牧すると内部

寄生虫による被害が大きいため, 子羊は舎飼いしたいという意向がある。双子において栄養面で増体の向上が図られれば, 上記よりも短期間で出荷頭数の増加が可能になるものと考えられる。このような状況を踏まえ, 著者らは, 舎飼いで 120 日齢離乳を前提とし, 双子羊に乾物で体重の 2% 程度の人工乳をクリープフィーディングすると, ほぼ 4 か月齢で出荷体重に到達することを示した(出岡・斉藤; 1995)。

ところで, 子羊の第一胃は 2 か月齢までに機能するようになり, 栄養的な依存は母乳から固形飼料にほぼ移行するので(HOLCOMBE et al.; 1995), 米国では, 子羊の出荷時期の早期化や季節外繁殖などを行なう場合に 42~56 日齢での早期離乳が行われている(NRC; 1985)。しかし, わが国のサフォーク種の飼養においては, 離乳の時期がその後の子羊の増体に及ぼす影響について明らかにされていない。そこで, 60 および 90 日齢で離乳した双子羊の増体を, 120 日齢まで授乳したものと比較した。

## 材料および方法

供試飼料の一般成分組成と栄養価を表 1 に示した。乾草は出穂期のチモシーを主体とする一番草であり, トウモロコシサイレージは品種「P3747」を用い, 黄熟期に収穫し調製したものである。配合飼料は市販の泌乳牛用, また人工乳も市販の子牛用のものを使用した。供試飼料の消化試験はサフォーク種去勢羊(3 歳) 4 頭を用い, 予備期 8 日間, 本期 6 日間の全糞採取法によって行なった。この際, 乾草とトウモロコシサイレージは単独給与で行ない, 配合飼料と人工乳はそれぞれ乾物で 40% を乾草と併給する間接法で行なった。飼料と糞の一般成分の分析は A.O.A.C. 法(1975) によった。

供試羊は, サフォーク種の母羊とその双子羊 39 組で

表1 供試飼料の一般成分組成と栄養価

	水分	粗蛋白質	粗脂肪	NFE	粗繊維	粗灰分	DCP	TDN
	乾物中%							
乾草	15.7	7.6	3.1	44.5	38.0	6.8	4.2	60.7
トウモロコシサイレージ	73.2	7.8	5.5	57.7	24.1	4.9	4.1	70.7
配合飼料	14.2	20.6	4.9	62.0	5.6	6.9	17.3	77.6
人工乳	13.6	21.8	4.5	62.6	4.2	6.9	18.4	77.1

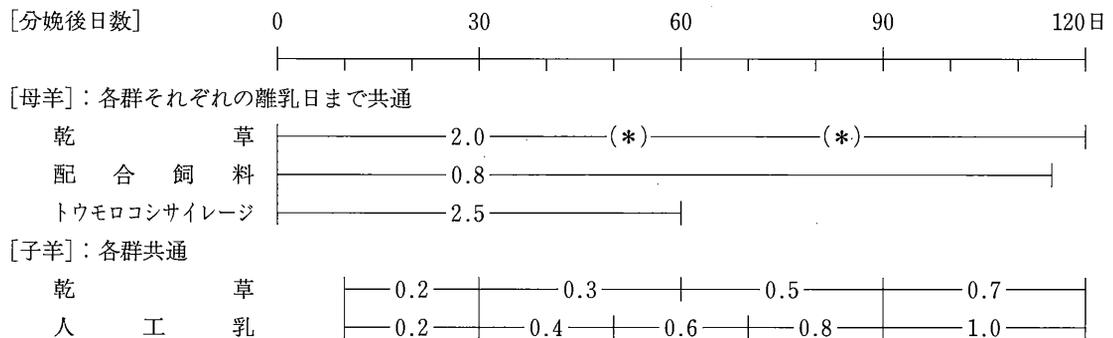


図1 母子羊の飼料給与量 (1日1頭当たり原物 kg)

(\*) 60および90日離乳の母羊はそれぞれ離乳日の7日前から乾草のみを給与

あり、13組ずつ3群に分け1群ずつ群飼し、子羊は生時から所定の離乳日まで母羊と同居した後、平均日齢で120日齢まで飼養した。母羊の平均年令と平均産次は各群同じで、5±1歳と3±1産であった。各群の子羊は、平均日齢でそれぞれ120日、90日および60日目に離乳した。以下、それぞれ120日離乳群、90日離乳群および60日離乳群とする。群内における子羊の日齢のばらつきは、120日離乳群、90日離乳群および60日離乳群の順に標準偏差でそれぞれ1、2および3日であり、また各群における子羊の雄と雌の内訳は、それぞれ15と11、10と16および11と15頭であった。離乳に当たっては、子羊をそれまでの飼育場所に残し、母羊を他所へ移動した(NRC; 1985)。

1群当たりの飼育面積は約50m<sup>2</sup>で、このうち20m<sup>2</sup>を子羊柵で仕切り子羊房としたが、90および60日離乳群では、離乳日以降は子羊柵を除去した。母羊に配合飼料を給与するときには、子羊を子羊房に収容した。このとき以外は子羊柵の出入りを開放し、子羊が母羊から自由に哺乳できるようにした。母子羊とも、群内の全頭が一斉に並んで採食できるように飼槽を配置した。敷き料として低質乾草を使用した。母子羊の体重は2週間隔で測定した。

飼料給与量の概要は図1に示したとおりである。母羊の1日1頭当たり平均養分摂取量は、CPが250g、TDNが1.4~1.5kgであった。子羊の飼料給与量は各群同じとし、90および60日離乳群は離乳後も120日離乳群と同じ量を給与した。母子羊とも、群としての1日当たり給与量を9時と16時の2回に分けて与え、翌朝に残飼を計量し、給与量から差し引いて摂取

量とした。水と固形塩は自由に摂取させた。

本試験では、羊舎施設の制約から、群の反復を設けることができなかったため、成績の統計処理は行わず、その傾向について考察した。

### 結果および考察

子羊の飼料乾物と養分の摂取量を1日1頭当たりの平均値で表2に示した。乾草と人工乳の摂取量は加齢ともなって増加し、各日齢時において群間に大きな違いはなかったが、61-90および91-120日齢時においては、それぞれ離乳した群は離乳していない群に比べて乾草の摂取量がやや高かった。なお、表3の値は子羊に給与した飼料によるものである。実際には、子羊は母羊に給与した乾草を摂取することが観察された。

子羊の体重と日増体量を表3に示した。日増体量は雄のほうが大きかった。60日齢までは、各群とも0.3kg以上の良好な日増体量であった。90日離乳群では、離乳後の91-120日齢時における日増体量が、離乳前の61-90日齢時よりも低い値となったが、120日離乳群でもこの間の日増体量は同様の低下を示しており、90日離乳はその後の日増体量に大きな影響を及ぼさないと考えられた。しかし、60日離乳群では、離乳直後の61-90日齢時における日増体量は、同時期の離乳していない群に比べ低い値であった。

120日齢時における雄と雌の平均体重は、120日離乳群では50kgと45kg、90日離乳群では51kgと42kg、60日離乳群では46kgと40kgになった。

森山ら(1995)は、離乳によって子羊の養分摂取形

表2 子羊の飼料乾物と養分の摂取量（1日1頭当たり）

日齢	群	乾物摂取量		乾物摂取量		養分摂取量	
		乾草	人工乳	乾草	人工乳	CP	TDN
		kg		体重当たり% <sup>1)</sup>		g	kg
21-30	120日離乳群	—	0.10	—	0.81	22	0.08
	90日離乳群	—	0.14	—	1.09	31	0.11
	60日離乳群	—	0.18	—	1.40	39	0.14
31-60	120日離乳群	0.11	0.43	0.55	2.16	102	0.40
	90日離乳群	0.13	0.42	0.65	2.09	102	0.40
	60日離乳群	0.14	0.44	0.67	2.10	107	0.42
61-90	120日離乳群	0.28	0.65	0.89	2.07	163	0.67
	90日離乳群	0.29	0.65	0.94	2.10	164	0.68
	60日離乳群	0.34	0.69	1.10	2.24	176	0.74
91-120	120日離乳群	0.35	0.85	0.82	2.00	212	0.87
	90日離乳群	0.44	0.85	1.08	2.09	218	0.93
	60日離乳群	0.50	0.86	1.31	2.25	225	0.96

点線から下は離乳後の値 1) それぞれ25, 45, 75および105日齢時体重による

表3 子羊の体重と日増体量

日齢	120日離乳群		90日離乳群		60日離乳群	
	♂	♀	♂	♀	♂	♀
	体重 kg					
0	4.5±0.7	4.5±0.7	5.3±1.1	4.7±1.0	5.2±1.0	4.8±0.9
30	14.7±1.4	13.9±1.4	15.6±2.0	13.6±1.9	14.8±1.6	14.3±1.8
60	26.4±2.6	24.1±2.3	28.9±3.8	24.1±3.2	29.0±3.7	26.4±3.9
90	39.2±2.9	35.0±2.9	40.3±5.0	33.4±3.6	36.3±4.7	32.4±4.2
120	50.2±3.1	44.6±2.9	51.1±5.3	41.5±4.0	45.9±4.5	39.6±4.6
	日増体量 kg					
0-30	0.34±0.04	0.32±0.04	0.35±0.05	0.30±0.05	0.32±0.04	0.32±0.04
31-60	0.39±0.05	0.34±0.04	0.44±0.08	0.34±0.08	0.47±0.08	0.40±0.08
61-90	0.43±0.05	0.36±0.06	0.38±0.06	0.32±0.05	0.24±0.07	0.20±0.05
91-120	0.36±0.05	0.32±0.04	0.36±0.04	0.27±0.04	0.32±0.04	0.24±0.02

点線から下は離乳後の値

態や生存環境に大きな変化を与えるので、特に授乳期間を短縮した場合には、離乳が子羊に対してストレス因子として働く可能性のあることを報告している。本報告では、加齢ともなう子羊の吸乳量の推移を測定していないので詳細は不明であるが、60日離乳群において離乳後に飼料摂取量は低下していないにもかかわらず日増体量は低下しており、60日離乳では、離乳が増体を抑制するストレス因子として作用したものと推察される。

120日離乳群において、120日齢時に出荷体重である43kg以上に到達した個体数は、雄では15頭全頭、雌では11頭中8頭であったが、次のような管理上の問題が見られた。すなわち、子羊柵の出入口の幅は通常19cmとされている（河野；1988）。子羊の体重が30kgを越える時期からは、19cmでは出入りが不自由にな

り、25cm以上に広げる必要があった。一方、母羊の体重は分娩後1日目には88.4±9.9kgであったが、分娩後90日目には71.2±8.8kgに減少して、母羊は痩せてきており、子羊柵を通れるような個体も出現し、子羊の飼料特に人工乳を採食することが観察された。早期離乳はこのような管理上の問題を解消する方途にもなると考えられる。

90日離乳群では、120日齢時に雄は10頭全頭が、雌は16頭中5頭が出荷体重に到達した。60日離乳群では、出荷体重に到達した個体数は90日離乳群よりも少なく、雄は11頭中7頭、雌は15頭中3頭であった。特に60日離乳の場合、離乳後の母羊には乳生産に要する養分を給与する必要はなくなるので、その分を子羊に増給するなど、離乳後の子羊の増体を促進する方法を検討する必要がある。

以上のように、離乳時期を早めると、120日齢時にラムとして出荷できる頭数は少なくなるものの、60日離乳でも120日齢時の平均体重は雄で46kg、雌で40kgになることから、早期離乳の可能性が十分期待できるものと考えられた。

## 文 献

ASSOCIATION of OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS, (1975) Official methods of analysis. 12th ed. A. O. A. C. Washington, D.C.

出岡謙太郎・斉藤利朗, (1995) クリープフィーディングにおける群内の日齢の範囲が子羊の増体に及ぼす影響. 日緬研会誌, 32: 43-45.

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, 1-14, 平成5年度北海道農業試験会議(成績会議)資料.

HOLCOMBE, D. W, S. W. BEAM, L. J. KRYSL, M. B.

JUDKINS and D. M. HALLFORD, (1995) Effect of age at weaning (30 vs. 60 day) on intake, growth, serum hormone and metabolite profiles in young ewe and ram lambs. Can. J. Anim. Sci., 75; 209-218.

河野博英, (1988) 新しいめん羊飼育法. 管理と施設の項執筆. 吉本正監修. 73-103. 日本緬羊協会. 東京.

森山知江子・H. E. M. カメル・金 梅・大浦良三・関根純二郎, (1995) 子めん羊の哺乳期および離乳前後における行動様式の変化. 日緬研会誌, 32: 14-21.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL, (1985) Nutrient requirements of sheep. 6th rev. ed. 29-47. National Academy Press. Washington, D.C.

日本緬羊協会, (1995) 複合経営におけるめん羊生産と今後の課題等に関する調査報告書, 16-18, 日本緬羊協会. 東京.

# めん羊の第一胃内容液および血液中の脂肪酸組成に及ぼす サリノマイシン給与の影響

日高 智・竹成 仁史・松長 延吉・左 久  
帯広畜産大学, 畜産管理学科, 帯広市 080

## Effect of Salinomycin on Fatty Acids Composition in the Rumen and Plasma of Sheep

Satoshi HIDAHA, Hitoshi TAKENARI, Nobuyoshi MATSUNAGA and Hisashi HIDARI

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

キーワード：めん羊, サリノマイシン, 脂肪酸組成, 第一胃液, 血漿

Key words : sheep, Salinomycin, fatty acids, rumen fluid, plasma

### 要 約

第一胃カニューレ, 肝門脈および頸動脈カニューレ装着めん羊にサリノマイシン (SL) を給与して, 第一胃内容液性状, 第一胃内, 肝門脈血および動脈血中の脂肪酸組成の変化を調べた。

第一胃内容液性状では, pH は SL 給与により低くなる傾向を示したが有意な変化ではなかった。VFA 濃度では SL 給与により, 酢酸濃度が減少し, プロピオン酸濃度が増加する傾向がみられ, 酢酸・プロピオン酸比は低くなる傾向があった。第一胃内の脂肪酸組成は上清および細菌分画において SL 給与により, 不飽和脂肪酸割合の増加と飽和脂肪酸割合の減少がみられた。プロトゾア分画では, 脂肪酸組成割合に対する SL の影響は上清および細菌分画より小さかった。また, 肝門脈血, 動脈血の血漿脂肪酸組成においても, SL 給与により不飽和脂肪酸割合が増加し, 飽和脂肪酸割合が減少する傾向があった。これらの結果から, SL 給与により第一胃内での不飽和脂肪酸に対する水素添加が抑制され, このことが血液中の脂肪酸組成割合に影響したものと考えられた。

### 緒 言

サリノマイシン (SL) は, *Streptomyces albus* により生産されるポリエーテル系抗生物質で, 同系の抗生物質であるモネンシンと同様に肥育牛に給与すると, 第一胃発酵を変化させ, 飼料効率を改善することが知られている (MERCHAN and BERGER ; 1985, 須田ら ; 1993)。この SL の飼料利用性の改善効果は, 第一胃発

酵でのメタンガス生成の抑制やプロピオン酸生成割合の増加を伴う (KOBAYASHI et al. ; 1986, TERASHIMA et al. ; 1990)。

また, 反芻動物では, 摂取した飼料中の脂肪は第一胃内で脂肪酸に加水分解され, さらに不飽和脂肪酸は水素添加され, 飽和脂肪酸となって吸収される (TANAKA and HAYASHI ; 1971, WATANABE et al. ; 1969) ために, 単胃動物と比較して, 蓄積された体脂肪には飽和脂肪酸割合が多いことが特徴である。

WAKITA et al. (1989) は, めん羊へのポリエーテル系抗生物質の給与が, 第一胃プロトゾア分画の飽和脂肪酸割合を減少させ, 不飽和脂肪酸割合を増加させることを報告している。この原因として第一胃内微生物の不飽和脂肪酸に対する水素添加作用が, ポリエーテル系抗生物質の給与によって, 抑制されることによるとしている。しかし, ポリエーテル系抗生物質の給与によって変化した消化管内の脂肪酸組成が, 吸収後の血液中の脂肪酸組成割合にどのような影響を及ぼすかは不明な点が多い。そこで本試験では, めん羊を用いて SL を給与した時の第一胃内, 肝門脈血中および動脈血中の脂肪酸組成割合を検討した。

### 材料と方法

第一胃カニューレ, 肝門脈カニューレを装着したサフォーク種去勢雄めん羊 3 頭 (平均体重 48 kg) を用いた。第一胃および肝門脈カニューレは試験開始 2 カ月前から装着し, 頸動脈カニューレは試験当日の 8 : 00 に装着した。試験期間を SL を給与しない対照期 (7 日間) と給与した SL 期 (11 日間) の 2 期に分けた。飼料は 1 日 1 回 10 : 00 に肥育牛用配合飼料 (TDN 72%) 800 g とアルファルファキューブ (TDN 52%)

400 g を給与し、水と固形塩は自由摂取させた。SL 期には、同種の肥育牛用配合飼料に SL を 15 ppm 添加した配合飼料を給与した。SL 期に 3 頭のめん羊のうち、1 頭の肝門脈カニューレからの採血が不可能となったため、SL 期の試験は 2 頭で実施した。対照期 6 日目、給餌直前と 2、4、6、10、16 時間後に第一胃カニューレより第一胃内容液を採取した。7 日目には第一胃内での不飽和脂肪酸に対する水素添加をより明確にするために不飽和脂肪酸に富む大豆油を 10% 含む脂肪乳剤であるイントラリポス (IL、ミドリ十字、大阪) を脂肪の基質として給餌と同時に第一胃カニューレから 50 ml 投与し、以後 6 日目と同様に採取した。SL 期には、10 日目に対照期 6 日目と、11 日目には対照期 7 日目と同様に IL 投与試験を行った。採取した第一胃内容液は、pH を測定後、二重ガーゼで濾過した後、分析まで -30℃ で保存した。採血は、給餌直前と 6、10、16 時間後に行った。血液は頸動脈および肝門脈カニューレよりヘパリンナトリウムを入れた試験管に採取した。採取した血液から血漿を分離し、分析まで -30℃ で保存した。第一胃内容液の VFA 濃度はガスクロマトグラフィーにより分析した。各 VFA の同定は、酢酸、プロピオン酸、酪酸をそれぞれ 50 mM を含む標準液を同様に分析し、これらのピークの保持時間からおこなった。第一胃内容液の分画は、OGIMOTO and IMAI (1981) の方法によって行い、上清、細菌およびプロトゾア分画を得た。第一胃内容液各分画と血漿から脂質を抽出し、メチル化後ガスクロマトグラフィーで脂肪酸組成を分析した。脂肪酸の同定は、ミリスチン酸 (C14:0)、ミリストレイン酸 (C14:1)、パルミチン酸 (C16:0)、パルミトレイン酸 (C16:1)、ステアリン酸 (C18:0)、オレイン酸 (C18:1) およびリノール酸 (C18:2) について脂肪酸メチルエステルキット (ジーエルサイエンス、東京) を標準として、ピークの保持時間により決定した。また、C14:0、C16:0 および C18:0 の割合の合計を飽和脂肪酸割合、C14:1、C16:1、C18:1 および C18:2 の合計を不飽和脂肪酸割合とした。得られた結果の解析は、SAS の GLM で行った。

結 果

1. 第一胃内容液 pH と VFA 濃度および VFA 組成割合に及ぼす SL 投与の影響

第一胃内容液 pH に及ぼす SL 投与の影響を表 1 に示した。第一胃内容液 pH は、対照期、SL 期とも給餌後大きく減少し、10 時間後から増加した。pH の平均値は対照期 6.63、SL 期 6.46 と SL 投与によって減少の傾向があったが、有意な変化ではなかった。総 VFA 濃度と VFA 組成割合に対する IL 投与の影響は認められなかったため (P>0.05)、総 VFA 濃度と VFA 組成割合の結果は、対照期と SL 期でまとめて示した (図 1)。

表 1 SL 投与がめん羊の給餌後の第一胃内容液 pH の変化に及ぼす影響

給餌後時間	対照期		SL 期	
	対照	IL	SL	SL+IL
0	7.03±0.07	6.95±0.05	6.91±0.06	6.91±0.18
6	6.31±0.34	6.06±0.29	6.16±0.52	6.02±0.43
10	6.44±0.20	6.20±0.19	5.97±0.22	6.17±0.48
16	6.74±0.22	6.60±0.15	6.83±0.14	6.48±0.46

IL: 脂肪乳剤 (イントラリポス) 50 ml を給餌と同時に第一胃内に投与

表 2 SL 投与がめん羊の第一胃内 VFA 濃度 (mM) に及ぼす影響

給餌後時間	酢酸	プロピオン酸	酪酸	
0	35.2±2.7	8.6±0.5	9.7±0.9	
対照期	2	60.4±3.0	25.8±3.0	12.7±1.2
	4	63.2±3.4	25.1±3.4	12.8±1.2
	6	65.6±1.7	22.3±2.7	14.3±1.0
	10	59.0±6.5	20.8±3.2	14.4±1.4
	16	48.0±6.0	13.9±0.7	14.6±0.6
SL 期	0	23.9±0.3*	8.3±1.2	7.4±0.7
	2	48.7±5.1	27.4±4.4	11.2±0.5
	4	56.5±4.9	31.6±3.8	13.3±1.0
	6	48.9±5.2*	26.1±2.8	13.2±0.9
	16	40.0±4.5	16.1±3.1	12.5±0.8

平均値±標準誤差で示した。

\*: 対照期と比較して有意差あり (P<0.05)。

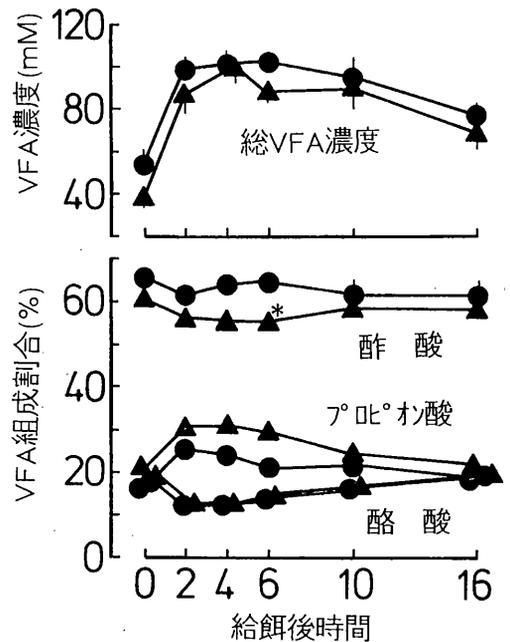


図 1 めん羊に対する SL 投与が第一胃内総 VFA 濃度、VFA 組成割合に及ぼす影響 ●: 対照期, ▲: SL 期 \* : 対照期と比較して有意差あり (P<0.05)

第一胃内総 VFA 濃度は、対照期、SL 期ともに給餌後大きく増加し 6 時間後から減少した。総 VFA 濃度には、対照期と SL 期との間に有意な差は認められなかった。酢酸濃度は、対照期、SL 期ともに給餌後大きく増加し 6 時間後から減少した。SL 期は、対照期に比べ、給餌前、給餌 6 時間後の酢酸濃度が有意に低くなった ( $P < 0.05$ )。また酪酸濃度は対照期、SL 期ともに給餌後なだらかに増加し、10 時間後から減少した。酪酸濃度では対照期と SL 期との間に有意な差はみられなかった。プロピオン酸濃度は、対照期、SL 期ともに給餌後増加し、4 時間後から減少した。SL 期は、対照期に比べプロピオン酸濃度が増加する傾向がみられたが、有意な差はなかった。各 VFA の組成割合では、酢酸割合は、SL 期は対照期に比べ、給餌 6 時間後に有意に低い値を示し、どの時間においても減少の傾向があった。プロピオン酸割合では、SL 期は対照期に比べ、増加する傾向があった。酪酸割合では、SL 期は対照期との間に大きな差はみられなかった。

酢酸・プロピオン酸比は、対照期と比べ SL 期で低くなる傾向がみられた。

## 2. 第一胃内各分画の脂肪酸組成割合

上清、細菌およびプロトゾア分画の飽和脂肪酸割合に及ぼす SL 投与の影響を図 2 に、脂肪酸組成に及ぼす SL 投与の影響の例として給餌後 10 時間の細菌分画の脂肪酸組成を図 3 に示した。上清分画では飽和脂肪酸割合において、給餌前の対照期が 88%、対照期 (IL

投与) が 86.8%、SL 期が 72.4%、SL 期 (IL 投与) が 73.1%と、SL 投与によって飽和脂肪酸割合が低い傾向を示した。また給餌 6 時間後では、飽和脂肪酸割合はそれぞれ 72.7%、61.6%、60.1%、56.0%と SL 期が低い傾向を示し、IL 投与によっても、飽和脂肪酸割合が低くなる傾向を示した。給餌 10 時間以降では、対照期において、飽和脂肪酸割合が著しく増加したのに対して、SL 期では、その増加程度が少なかった。給餌 16 時間では、飽和脂肪酸割合は、対照期が 79.9%、SL 期が 68.4%と SL 投与によって、有意に飽和脂肪酸割合が低下した。

細菌分画の飽和脂肪酸割合では、給餌前の対照期が 84.3%、対照期 (IL 投与) が 79.4%、SL 期が 75.5%、SL 期 (IL 投与) が 75.5%と、SL 投与によって飽和脂肪酸割合が低い傾向を示した。また給餌 6 時間後の細菌分画の飽和脂肪酸割合は、それぞれ 82.7%、65.5%、66.9%、58.2%と SL 期が低い傾向を示し、IL 投与によっても、飽和脂肪酸割合が低くなる傾向を示した。給餌 10 時間以降では、対照期において、飽和脂肪酸割合が著しく増加したのに対して、SL 期では、その増加程度が少なかった。給餌 16 時間では、細菌分画の飽和脂肪酸割合は、対照期が 84.2%、SL 期が 69.4%と SL 投与によって、有意に飽和脂肪酸割合が低下した。図 3 に示すように、SL 期と対照期を比較すると SL 期では対照期より飽和脂肪酸のうち C18:0 の割合が少なく、不飽和脂肪酸では C18:1 の割合が多かった。

プロトゾア分画の飽和脂肪酸割合では、給餌前の対照期が 67.0%、対照期 (IL 投与) が 65.3%、SL 期が 68.6%、SL 期 (IL 投与) が 67.4%と、SL 投与による影響はみられなかった。また給餌後のプロトゾア分画の飽和脂肪酸割合は SL 期がやや多い傾向を示し、給

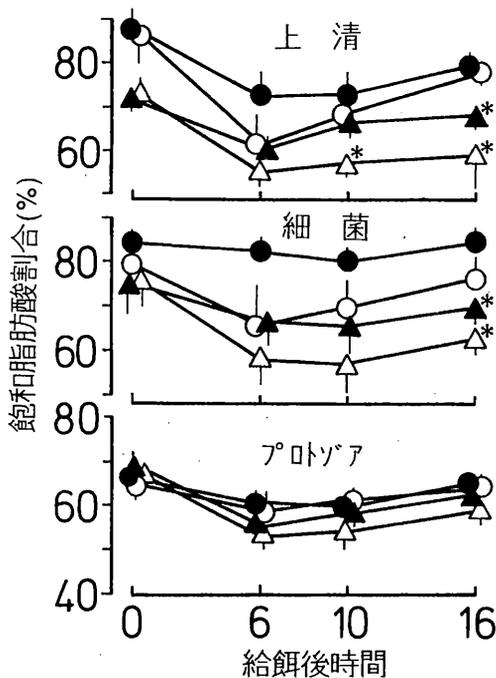


図 2 めん羊に対する SL 投与が第一胃内各分画の飽和脂肪酸割合に及ぼす影響  
●: 対照期, ○: 対照期+IL,  
▲: SL 期, △: SL 期+IL  
\*: 対照期と比較して有意差あり  
( $P < 0.05$ )

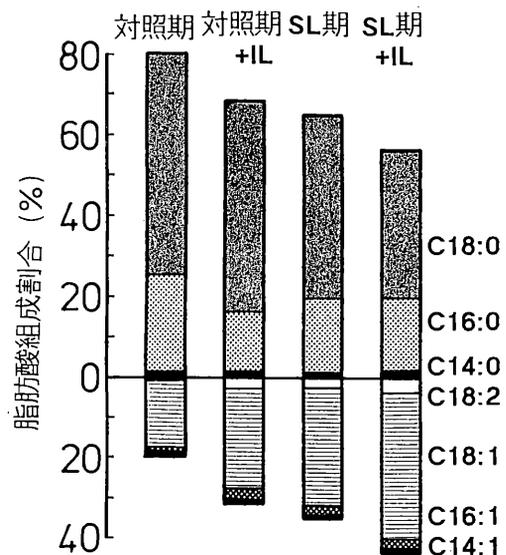


図 3 めん羊に対する SL 投与が第一胃内容液細菌分画の脂肪酸組成割合に及ぼす影響 (給餌 10 時間後)

餌 16 時間後において、有意ではないが対照期が SL 期より飽和脂肪酸割合が多い傾向を示した。

脂肪酸組成の変化を各脂肪酸で比較すると、対照期では給餌後 16 時間に C18:1 が減少し、C18:0 が増加するのに対して、SL 期では C18:0 の増加が対照期より少なかった。

3. 血液中の脂肪酸組成割合に及ぼす SL 投与の影響  
SL 投与が門脈血脂肪酸割合に及ぼす影響を表 3

表 3 SL 投与がめん羊の門脈血脂肪酸割合に及ぼす影響 (%)

脂肪酸	給餌後時間 (時間)			
	0	6	10	16
C14:0	0.8±0.2	0.7±0.1	0.6±0.1	0.7±0.1
C16:0	18.2±0.7	20.9±0.5	19.6±0.4	19.4±0.6
C18:0	21.0±1.6	22.1±1.9	22.6±2.3	23.0±1.3
対照期 SFA	40.0±1.2	43.7±2.1	42.8±2.1	43.1±0.7
C14:1	0.1±0.1	0.2±0.1	—	0.3±0.1
C16:1	2.4±0.3	3.2±0.4	3.0±0.4	3.8±0.5
C18:1	29.1±0.9	28.7±0.4	28.6±1.1	28.1±0.8
C18:2	28.4±1.9	24.2±2.6	25.5±2.8	24.7±1.6
USFA	60.0±1.2	56.3±2.1	57.1±2.0	56.9±0.7
C14:0	0.7±0.0	0.8±0.2	0.6±0.1	0.7±0.0
C16:0	19.3±0.7	20.2±1.8	19.7±0.6	19.4±0.7
C18:0	21.8±2.0	23.1±3.8	22.9±2.7	22.3±1.2
対照期+IL SFA	41.8±2.1	44.1±2.2	43.2±2.7	42.4±0.6
C14:1	0.1±0.1	0.1±0.1	0.2±0.1	0.1±0.1
C16:1	3.8±0.2	3.4±0.7	3.3±0.2	3.3±0.7
C18:1	29.2±1.4	30.5±0.5	28.5±1.3	28.8±2.3
C18:2	25.1±3.6	21.9±2.2	24.8±3.7	25.4±2.2
USFA	58.2±2.1	55.9±2.2	56.8±2.7	57.6±0.6
C14:0	0.5±0.0	0.7±0.0	0.7±0.0	0.7±0.0
C16:0	19.1±1.2	19.9±1.5	20.6±0.0	20.2±1.2
C18:0	18.3±1.8	19.0±1.4	18.3±1.6	19.6±1.3
SL 期 SFA	37.9±0.5	39.6±0.1	39.6±1.6	40.5±0.1
C14:1	—	0.4±0.2	0.4±0.3	0.3±0.1
C16:1	4.7±0.3*	4.4±0.1*	4.7±0.3*	4.8±0.5*
C18:1	26.9±0.1	28.0±0.2*	27.4±1.7	27.2±0.8
C18:2	30.5±0.2	27.6±0.0	27.9±0.6	27.2±0.1
USFA	62.1±0.6	60.4±0.1	60.4±1.6	59.5±0.1*
C14:0	0.7±0.1	0.7±0.1	0.8±0.1	0.8±0.0
C16:0	19.4±1.4	20.3±0.2	20.2±1.6	20.0±0.9
C18:0	18.2±1.3	19.1±1.1	19.9±1.6	19.7±0.4
SL 期+IL SFA	38.3±0.2	40.1±1.0	40.9±0.1	40.5±0.4
C14:1	0.1±0.1	0.3±0.2	0.4±0.2	0.3±0.2
C16:1	5.5±0.9*	5.4±1.0*	4.9±0.3*	4.6±0.1*
C18:1	27.1±0.9	27.2±0.4	26.8±1.1	28.4±0.3
C18:2	29.0±0.1	27.0±1.8	26.9±1.5	26.2±0.2
USFA	61.7±0.2	59.9±1.0	59.1±0.1	59.5±0.5*

平均値±標準誤差で示した。

\*: 対照期と比べ、有意差あり (P<0.05)

—: ほとんど検出されなかった。

SFA: 飽和脂肪酸割合, USFA: 不飽和脂肪酸割合  
IL: 脂肪乳剤(イントラリポス)50 ml を給餌と同時に第一胃内に投与

に、動脈血脂肪酸割合に及ぼす影響を表 4 に示した。門脈血および動脈血中の飽和脂肪酸割合の経時的な変化は、対照期、SL 期ともにみられなかった。門脈血の脂肪酸組成割合を第一胃内容液のそれと比較すると、門脈血では第一胃内容液に比べ、飽和脂肪酸割合が少なく、不飽和脂肪酸割合が多かった。また、門脈血において、SL 投与により不飽和脂肪酸割合が対照期に比べ、増加する傾向を示し、給餌前および給餌 16 時間

表 4 SL 投与がめん羊の動脈血脂肪酸割合に及ぼす影響 (%)

脂肪酸	給餌後時間 (時間)			
	0	6	10	16
C14:0	0.7±0.1	0.7±0.1	0.6±0.1	0.8±0.1
C16:0	18.9±0.9	19.5±0.4	18.9±0.7	21.6±2.3
C18:0	21.6±2.2	23.3±1.7	23.4±2.9	20.0±1.9
対照期 SFA	41.3±1.6	43.5±1.5	42.9±2.6	42.4±1.1
C14:1	—	—	0.1±0.1	0.1±0.1
C16:1	2.7±0.4	3.0±0.3	3.1±0.5	3.9±0.2
C18:1	29.1±1.0	29.2±1.3	28.0±0.9	26.6±1.5
C18:2	26.9±2.3	24.4±2.7	25.8±3.0	27.0±1.1
USFA	58.7±1.7	56.5±1.5	57.1±2.6	57.6±1.1
C14:0	0.8±0.1	0.7±0.1	1.0±0.2	0.8±0.1
C16:0	20.4±0.3	19.8±0.5	19.9±0.7	19.6±0.3
C18:0	24.0±1.4	23.3±3.2	23.4±3.3	22.8±1.1
対照期+IL SFA	45.2±1.3	43.8±2.7	44.3±2.7	43.2±1.1
C14:1	—	0.2±0.1	0.3±0.2	0.2±0.1
C16:1	3.2±0.3	3.4±0.4	3.1±0.4	2.9±0.2
C18:1	30.1±0.8	28.3±1.6	28.9±1.0	29.6±1.5
C18:2	21.5±1.7*	24.3±3.9	23.4±3.3	24.2±2.2
USFA	54.8±1.2	56.2±2.7	55.7±2.7	56.8±1.1
C14:0	0.8±0.0	0.8±0.0	0.6±0.1	0.7±0.0
C16:0	20.5±1.8	20.3±1.6	20.4±1.1	20.2±1.2
C18:0	17.6±2.0*	19.4±1.2	18.1±1.7	18.7±1.5
SL 期 SFA	38.9±0.2*	40.5±0.4	39.1±0.6	39.6±0.3*
C14:1	0.7±0.1*	0.4±0.2*	0.3±0.3	—
C16:1	5.0±0.3*	4.5±0.3*	4.5±0.6*	4.6±0.3*
C18:1	26.1±0.0*	27.1±0.1	27.0±0.3	26.2±0.2
C18:2	29.2±0.1*	27.5±0.6	29.1±0.6	29.6±0.1
USFA	61.0±0.2*	59.5±0.4	60.9±0.6	60.4±0.3*
C14:0	0.8±0.0	0.7±0.0	0.8±0.1	0.7±0.0
C16:0	20.2±1.5	20.2±1.3	20.9±0.2	19.8±0.8
C18:0	18.0±2.0*	19.2±1.9	18.7±1.7	18.5±1.1
SL 期+IL SFA	39.0±0.5*	40.1±0.6	40.4±1.6	39.0±0.3*
C14:1	—	0.4±0.0*	0.5±0.1	0.3±0.0
C16:1	5.3±0.9*	4.5±0.4*	4.5±0.5*	4.8±0.6*
C18:1	26.5±0.5*	27.9±0.1	26.7±0.3	28.4±0.0
C18:2	29.2±0.1*	27.1±0.9	27.9±2.6	27.5±0.8
USFA	61.0±0.5*	59.9±0.6	59.6±1.6	61.0±0.3*

平均値±標準誤差で示した。

\*: 対照期と比べ、有意差あり (P<0.05)

—: ほとんど検出されなかった。

SFA: 飽和脂肪酸割合, USFA: 不飽和脂肪酸割合  
IL: 脂肪乳剤(イントラリポス)50 ml を給餌と同時に第一胃内に投与

後、不飽和脂肪酸割合は SL 期が対照期より有意に大きい値を示した。門脈血の各脂肪酸の組成割合では、SL 期は対照期と比べ、C 16 : 1 が有意に増加し、C 18 : 1, C 18 : 0 は減少、C 18 : 2 は増加する傾向がみられた。

動脈血の脂肪酸組成割合は、SL 期では対照期に比べ、不飽和脂肪酸割合が増加する傾向を示した。給餌前、給餌 16 時間後の動脈血の不飽和脂肪酸割合は SL 期が対照期より有意に大きい値を示した。各脂肪酸の組成割合については、SL 期は対照期と比べ、給餌前、C 16 : 1 と C 18 : 2 は増加し、C 18 : 0 と C 18 : 1 は減少した ( $P < 0.05$ )。また、給餌前および給餌後とも、C 16 : 1 は増加した ( $P < 0.05$ )。

## 考 察

OLUMEN et al. (1986) は、牛に SL を投与し、第一胃内 pH に対して SL の影響は無かったが、飼料中の穀物の割合を増したとき、pH は減少を示したと報告している。本試験においても、SL は第一胃内容液 pH に影響を及ぼさず、OLUMEN et al. (1986) の報告と一致した。

総 VFA 濃度に対する SL の影響について、脇田ら (1987) は肥育牛への SL 投与において、総 VFA 濃度に変化はみられなかったと報告している。これは本試験の結果と一致している。

KOBAYASHI et al. (1991) は、去勢羊への SL 投与試験において、給餌 5 時間後の VFA 濃度は、酢酸が対照区 82.5 mmol/l, SL 投与区 76.3 mmol/l で SL 投与によって減少、プロピオン酸が対照区 26.0 mmol/l, SL 投与区 37.4 mmol/l で SL 投与によって増加したと報告している。また、脇田ら (1987) は、黒毛和種雌肥育牛において、SL 投与により酢酸割合が減少し、プロピオン酸割合が増加したことを報告している。本試験においても SL 期において酢酸濃度が減少し、プロピオン酸濃度が増加する傾向がみられたことから、これらの報告と一致する結果であった。

第一胃内容液各分画の脂肪酸割合は SL 投与により対照期と比べ、飽和脂肪酸割合が減少し、不飽和脂肪酸割合が増加する傾向を示したことから、SL 期は対照期に比べ、不飽和脂肪酸に対する水素添加が抑制されたと推測された。

WAKITA et al. (1989) は、第一胃内細菌とプロトゾアに対する SL とモネンシンの影響について報告し、SL 30 ppm またはモネンシン 30 ppm 添加時の第一胃内細菌分画では、C 18 : 0 が減少し、C 18 : 1 が増加することを報告している。また、KOBAYASHI et al. (1991) は、SL 32 ppm を去勢羊に投与し、第一胃内細菌分画の C 18 : 0 の減少と C 18 : 1 の増加を報告し、本試験の結果は、これらの報告と一致した。

in vitro で SL を添加して、第一胃内容液を培養し、

脂肪酸組成に及ぼす影響を検討した試験 (日高ら; 1994) では、SL 添加により飽和脂肪酸割合が大きく減少し、かわって不飽和脂肪酸割合が増加した結果を得ている。各脂肪酸の組成割合では、SL 添加区は対照区と比べ、C 18 : 0 の減少と、C 18 : 1 および C 18 : 2 の増加が著しく、このことは SL の添加によって水素添加が、明らかに阻害されていたことが推測される。

反芻動物の第一胃内微生物による不飽和脂肪酸への水素添加について、給餌後あるいはサフラワー油投与後トリグリセリドがすみやかに加水分解され、第一胃内には遊離脂肪酸が最も多く、経時的に C 18 : 1 や C 18 : 2 が減少し、C 18 : 0 が増加することが明らかとなっている (WATANABE et al.; 1969, TANAKA and HAYASHI; 1971)。

本試験では、経時的に SL の不飽和脂肪酸への水素添加に及ぼす影響を検討する目的で IL を脂肪の基質として第一胃に投与した。IL は精製大豆油 10%、精製卵黄レシチン 1.2%、グリセリン 2.2% を含む高カロリー輸液用脂肪乳剤であって、その脂肪酸組成は C 18 : 2 が最も多く 53% を占め、不飽和脂肪酸割合は 83% と高いことが報告されている (確井; 1994)。本試験において、上清および細菌分画において IL 投与により不飽和脂肪酸割合の増加が観察されたことは、IL の脂肪酸構成割合の影響によるものと考えられた。

第一胃内容液各分画と比べ、肝門脈血と動脈血の不飽和脂肪酸割合は 20~40% 大きい値を示した。阿部ら (1976) は、乳牛の血漿中不飽和脂肪酸割合は  $63 \pm 8\%$  であると報告しており、本試験での血液中の不飽和脂肪酸割合の値とほぼ一致していた。

田中 (1974) は小腸で脂質が消化吸收される際、混合する胆汁中のリン脂質が不飽和脂肪酸を多く含んでおり、脂肪酸組成割合を第一胃内容と小指腸内容とで比較すると、小腸内容の方が不飽和脂肪酸が多いことを報告している。このことが第一胃内容液と比較して、血液中での不飽和脂肪酸割合の増加に影響を及ぼしたと推測された。また、反芻動物においても、単胃動物と同様に、小腸から吸収された脂質は胸管リンパ系を通過して血流中に運ばれる (田中; 1974) ことから、肝門脈血中よりむしろ胸管リンパ中の脂肪酸組成が、SL 投与の影響を受けやすいと考えられる。

VERNON (1981) によると、反芻動物ではグルコースより酢酸が脂肪酸に取り込まれ、また体内に吸収された C 16 : 0 や C 18 : 0 は脂肪組織や肝臓において種々の代謝経路で修飾され、炭素原子が付加され長鎖脂肪酸を生じたり、不飽和化され、一つ以上の二重結合をもつ不飽和脂肪酸を生じたりする。したがって、血液中の脂肪酸組成の変化が、体脂肪として蓄積される脂質の脂肪酸組成にどの程度反映されるかはよく知られていない。

したがって、今後、SL を投与した後、消化管内から

吸収された脂肪酸が、体内でどのように変化し、蓄積するかの研究が必要であると思われる。

## 文 献

- 阿部又信, 山本嘉博, 上原良吾, 荻原国威, 佐藤民雄, (1976) 乳牛肥育牛に対するカプセル化サフラワー油給与試験. 日畜会報, **47**: 639-647.
- 碓井貞仁, (1994) 各種輸液剤とその適応. 医学の歩み, **168**: 353-361.
- 日高 智, 阿部一樹, 松長延吉, 左 久, (1994) 第一胃内容液の脂肪酸組成に及ぼすイオノフォア抗生物質添加の影響. 第50回北海道畜産学会講演要旨, **13**.
- KOBAYASHI, Y., M. WAKITA and S. HOSHINO, (1986) Effects of salinomycin on digesta passage, digestibility, nitrogen balance and ruminal traits in wethers. *J. Anim. Physiol. a. Anim. Nutr.*, **56**: 90-96.
- KOBAYASHI, Y., M. WAKITA and S. HOSHINO, (1991) Effects of the ionophore salinomycin on nitrogen and long-chain fatty acid profiles of digesta in the rumen and the duodenum of sheep. *Anim. Feed Sci. Technol.*, **36**: 67-76.
- MERCHAN, N. R. and L. L. BERGER, (1985) Effect of salinomycin level on nutrient digestibility and ruminal characteristics of sheep and feedlot performance of cattle. *J. Anim. Sci.*, **60**: 1338-1346.
- OGIMOTO, K. and S. IMAI, (1981) Techniques of rumen microbiology. in *Atlas of rumen microbiology*. 157-161, Japan scientific societies press, Tokyo.
- OLUMEN, D. B., T. G. NAGARAJA, G. W. MILLER, R. A. FREY and J. E. BOYER, (1986) Rumen microbial changes in cattle fed diets with or without salinomycin. *Appl. Environ. Microbiol.*, **51**: 340-345.
- 須田久也・日高 智・工藤英彦・左 久・岡田光男, (1993) ホルスタイン種去勢育成牛の飼料利用性, 第一胃内容液および血液性状に及ぼすサリノマイシン投与の影響. 日畜会報, **64**: 395-402.
- TANAKA, K. and H. HAYASHI, (1971) The digestion and assimilation of unsaturated fatty acids by ruminant. 1. The breakdown of unsaturated fatty acids in the rumen of goats. *Jpn. J. Zootech. Sci.*, **42**: 582-592.
- 田中桂一, (1974) 第一胃内における長鎖脂肪酸の代謝について. 日畜会報, **45**: 307-318.
- TERASHIMA, Y., T. KUROYANAGI, Y. MIYAKOSHI, Y. FUKUDA and Y. KONDO, (1990) The effects of dietary salinomycin supplementation on insulin secretory response to feeding in fattening steers. *Jpn. J. Zootech. Sci.*, **61**: 271-276.
- VERNON, R. G., (1981) Lipid metabolism in the adipose tissue of ruminant animals. in *Lipid metabolism in ruminant animals*. (W. W. CHRISTIE ed.) 306-311. Pergamon press. Oxford.
- 脇田正彰, 小林泰男, 星野貞夫, 北林栄宗, 橋村元男, 工藤英彦, (1987) ホルスタイン種雄去勢肥育牛の濃厚飼料要求率および第一胃液性状に及ぼすサリノマイシンとモネンシンの影響. 日畜会報, **58**: 396-402.
- WAKITA, M., R. SAKAUCHI and S. HOSHINO, (1989) Salinomycin alters cellular fatty acid composition of mixed rumen bacteria and genus *Entodinium* ciliates. *J. Gen. Appl. Microbiol.*, **35**: 227-331.
- WATANABE, Y., T. KYUMA and H. MURAI, (1969) Hydrolysis and hydrogenation of lipids in the rumen of goats. *Jpn. J. Zootech. Sci.*, **40**: 390-397.

# 冬季舎飼期における飼料畑・採草地全体からの牛乳生産の評価 — コーンと牧草の作付面積割合が異なると想定した場合での検討 —

中辻 浩喜・古川 研治\*・時田 光明・大久保正彦

北海道大学農学部, 札幌市 060

\*現所属: 十勝農業協同組合連合会, 帯広市 080

## Milk Production from Field Used for Forage Crop and Grass Production during Winter Feeding Period — Assuming the Proportion of Area for Silage Corn and Meadow Grass is Changed Alternately —

Hiroki NAKATSUJI, Kenji FURUKAWA\*, Teruaki TOKITA and Masahiko OKUBO

Faculty of Agriculture, Hokkaido University, Sapporo-shi 060

\* Present address: Tokachi Federation of Agricultural Cooperatives, Obihiro-shi 080

キーワード: コーン, 牧草, 作付面積割合, 粗飼料生産土地面積, 1 ha 当り牛乳生産

Key words: silage corn, meadow grass, proportion of area, field used for roughage production, milk production per ha

### 要 約

冬季舎飼期において, コーンと牧草の作付面積割合を1:2 (LC群) および1:1 (HC群) と想定して給与量を決定した2群を設け, 1頭当りの粗飼料生産に要した土地面積および飼料畑・採草地1ha当りの牛乳生産量について比較検討した。1頭当りの粗飼料生産に要した土地面積は, LC群, HC群でそれぞれ, 0.29, 0.24 ha と, HC群でやや少なかった。飼料畑・採草地1ha当りのFCM生産量は, LC群, HC群でそれぞれ, 9.8, 10.5 t と, HC群が高かった。以上のことから, コーン作付面積割合を増やすことにより, 冬季舎飼期において, 1頭当りの粗飼料生産に要する土地面積を減らし, 飼料畑・採草地1ha当りの牛乳生産量を高められる可能性が示唆された。

### 緒 言

土地利用を基盤とした自給粗飼料主体での牛乳生産を考える場合, 個体乳量の向上ばかりでなく, いかに土地を有効に利用するかが重要である。この場合, 単位土地面積当りの牛乳生産量は, 重要な判断の尺度となる(花田; 1993, 大久保; 1990)。筆者らは, 北大農場での1984~91年度における冬季舎飼期のコーンサイレージ主体飼養下での試験成績を解析した結果, 1頭当りの粗飼料生産に要した土地面積は, 0.25~0.31

ha, および1ha当りの飼料畑・採草地全体からの牛乳生産量は, 8.4~10.1 tであったことを, 既に報告した(古川ら; 1995B)。冬季期間中に利用できるコーンサイレージと牧草の量, およびその割合は作付面積によって決定される。WILKINSON (1984) は, コーン栽培可能地域におけるコーンサイレージの利用は, 単位土地面積当りの飼養頭数を増やすことができ, 土地生産性を高めるうえで有効な手段であると述べている。コーンは牧草にくらべ, 単位面積当りの乾物およびTDN収量が高いことから, コーンの作付面積割合を増やすことにより, 1頭当りの粗飼料生産に要する土地面積を減らし, 単位土地面積当りの牛乳生産量が高められることが考えられる。しかし, 連作障害等を考慮すると, 過度に増やすことはできない。従って, コーンと牧草の作付面積割合について考えることは非常に重要である。そこで本報では, コーンと牧草の作付面積割合が異なると想定した場合での, 冬季舎飼期における飼料畑・採草地全体からの牛乳生産について検討した。

### 材料および方法

コーンと牧草の作付面積割合について, 2処理設定した。既報(古川ら; 1995B)の北大農場における冬季舎飼期での試験成績において, コーンと牧草の作付面積割合はほぼ1:2であった。これに従い給与量を決定した群をLC群とした。それに対し, コーン作付面積割合を1:1まで増やすことを想定して給与量を決定し

表1 飼料給与量

群	LC	HC
— kgDM/d/cow —		
コーンサイレージ	7.5~8.7	8.7~10.2
グラスサイレージ	3.6~4.0	2.4~ 3.6
乾草	1.7~2.6	1.3~ 1.7
— % of milk —		
濃厚飼料	10~28	
作付面積割合 (コーン:牧草)		
LC=1:2, HC=1:1		

た群を設け、これを HC 群とした。これらの作付面積割合をコーンサイレージと牧草 (サイレージ, 乾草) の乾物給与割合にすると, LC 群, HC 群でそれぞれ, 55:45 および 70:30 に相当する。

1日1頭当りの飼料給与量について, 表1に示した。飼料給与基準は, 日本飼養標準 (1987年版) に基づき, 維持+13 kg 乳生産に必要な TDN 量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。各粗飼料の給与量は, 両群とも, 想定したコーンと牧草の作付面積割合および給与割合になるよう, 体重に応じて決定した。なお, 牧草はグラスサイレージおよび乾草として給与した。濃厚飼料量は, 乳期と産次を考慮し, 乳量の10~28%量を給与した。なお, 飼料給与量は, 10日毎に計算した。これら各群にホルスタイン種泌乳牛を4頭ずつ配置し, 1994年1月11日~4月25日の105日間にわたり試験を行なった。

乳量は毎日, 乳脂肪率は月2回測定した。粗飼料摂取量は月2回測定した。濃厚飼料は残食がみられなかったので給与量をもって摂取量とした。体重は月2回測定した。

各粗飼料生産に要した土地面積は, コーンサイレージ, グラスサイレージおよび乾草それぞれについて, その乾物摂取量を1ha当りの乾物生産量で除することにより算出した。1ha当りの各粗飼料の乾物生産量は, 北大農場畜産第二部での実績の値 (コーンサイレージ:12.4t, グラスサイレージ:6.0t, 乾草:6.2t) を用いた。ただし, 土地面積を算出する際, 冬季舎飼期を11月1日~4月30日の181日間として補正した。両群からそれぞれ2頭を供試して消化試験を実施し, それらの結果から総 TDN 摂取量を求めた。粗飼料からの TDN 摂取量は, 粗飼料乾物摂取量および成分組成と消化試験で得られた消化率から算出した。飼料畑・採草地全体からの FCM 生産量は, 総 TDN 摂取量に占める粗飼料からの TDN 摂取量の割合を総 FCM 生産量に乗ずることにより算出した。

### 結果および考察

1日1頭当りの飼料摂取量を表2に示した。粗飼料乾物摂取量に占めるコーンサイレージの割合は, LC

表2 飼料摂取量

群	LC	HC
— kgDM/d/cow —		
コーンサイレージ	7.9	9.2
グラスサイレージ	3.3	2.5
乾草	2.2	1.2
濃厚飼料	4.6	4.4
粗飼料	13.4	12.9
全飼料	18.0	17.3
— % —		
粗飼料 (体重比)	2.26	2.12
全飼料 (体重比)	3.03	2.83
— % —		
コーンサイレージ/粗飼料	59.0	71.3
粗飼料/全飼料	74.4	74.6

LC, HC: 表1に同じ

表3 TDN 摂取量および含有率

群	LC	HC
— kg/d/cow —		
TDN 摂取量		
粗飼料	8.1	8.3
全飼料	12.0	11.9
— % —		
粗飼料/全飼料	67.9	69.3
— % —		
TDN 含有率		
全飼料	66.6	68.5

LC, HC: 表1に同じ

群, HC 群でそれぞれ, 59, 71%であり, 両群ともほぼ設定通りの割合で摂取した。全飼料乾物摂取量に占める粗飼料の割合は, 両群とも75%であった。粗飼料および全飼料乾物摂取量 (体重比) は, LC 群2.26, 3.03%, HC 群2.12, 2.83%と, いずれも LC 群で高かった。

1日1頭当りの TDN 摂取量および給与飼料全体の TDN 含有率を表3に示した。HC 群の乾物摂取量は LC 群にくらべ低かったが, TDN 摂取量では差がなく, 粗飼料および全飼料とも, 両群ほぼ同様な値となった。全飼料からの TDN 摂取量に占める粗飼料からの割合は, LC 群67.9%, HC 群69.3%と, コーンサイレージの給与割合の高かった HC 群で, やや高い値を示した。給与飼料全体の TDN 含有率は, LC 群66.6%, HC 群68.5%と, HC 群で高かった。本試験では, 給与粗飼料各々の TDN 含有率は測定していないが, 一般的にコーンサイレージはグラスサイレージや乾草にくらべて TDN 含有率が高いといわれており, そのためコーンサイレージの給与割合が高かった HC 群で給与飼料全体の TDN 含有率が高くなったと考えられた。

1日1頭当りの牛乳生産量を表4に示した。FCM 生産量は, LC 群21.8 kg, HC 群20.2 kg と, LC 群で

表4 牛乳生産量

群	LC	HC
	— kg/d/cow —	
FCM生産量	21.8	20.2
飼料畑・採草地全体からの FCM生産量	14.8	14.0

LC, HC: 表1に同じ

注) 105日間の平均FCM生産量

表5 粗飼料生産に要した土地面積(181日間),  
面積割合および飼料畑・採草地全体からの  
牛乳生産量

群	LC	HC
土地面積	— a/cow —	
コーンサイレージ	11.5( 41)	13.4( 54)
グラスサイレージ	10.0( 35)	7.5( 29)
乾草	6.4( 24)	3.5( 17)
合計	27.9(100)	24.4(100)
牛乳生産	— t/ha —	
飼料畑・採草地全体か らのFCM生産量	9.8	10.5

LC, HC: 表1に同じ

( )内は土地面積割合

やや高かった。飼料畑・採草地全体からのFCM生産量も、HC群14.0kg, LC群14.8kgと、LC群でやや高かった。

1頭当りの粗飼料生産に要した土地面積および1ha当りの飼料畑・採草地全体からのFCM生産量を表5に示した。なお、( )内の数値は、土地面積全体を100とした場合の、各粗飼料の生産土地面積割合を表している。全体の土地面積に占めるコーン生産面積の割合は、LC群41%, HC群55%と、両群ともほぼ設定通りであった。1頭当りの粗飼料生産に要した土地面積は、LC群27.9a, HC群24.4aと、コーンの作付面積割合を増やしたHC群でやや少なくなった。1ha当りの飼料畑・採草地全体からのFCM生産量は、LC群

9.8t, HC群10.5tと、コーン作付面積割合を増やしたHC群で高くなった。

以上のことから、コーン作付面積割合を増やすことにより、冬季舎飼期のコーンサイレージ主体飼養下において、1頭当りの粗飼料生産に要する土地面積を減らし、1ha当りの飼料畑・採草地全体からの牛乳生産量を高められる可能性が示唆された。筆者らは、夏季放牧期においても、放牧草に対する併給粗飼料としてコーンサイレージを利用することが、土地生産性の面から有効であることを既に報告している(古川ら; 1995A)。従って、適正なコーン作付面積割合については、年間を通じて必要となる土地面積の中で考えていく必要がある。また、1頭当りおよび1ha当りの牛乳生産の関しての検討に加え、収益性、さらには労働生産性といった点からの検討が必要であろう。

## 文 献

- 古川研治, 野中最子, 橋本成泰, 時田光明, 中辻浩喜, 大久保正彦, 朝日田康司, (1995A) 泌乳牛の時間制限放牧下における放牧強度と設定利用草量の季節配分の影響  
2) 草地・飼料畑全体からの牛乳生産. 日草誌, 41(別号): 265-266.
- 古川研治, 野中最子, 橋本成泰, 時田光明, 中辻浩喜, 近藤誠司, 大久保正彦, 朝日田康司, (1995B) 北大農場における冬季舎飼期の牛乳生産からみた土地利用成績. 北草研報, 29: 101.
- 花田正明, (1993) 放牧を効率的に利用した乳生産. 北草研報, 27: 33-40.
- 農林水産省農林水産技術会議事務局編, (1987) 日本飼養標準・乳牛(1987年版). 中央畜産会. 東京.
- 大久保正彦(1990) 牛乳生産技術の課題と方向. 日畜会報, 61(3): 213-219.
- WILKINSON, J. M. (1984) Profitable Milk from Grass. in Milk and Meat from Grass. 113-126. Granada. London.

## 自由採食下のめん羊における採食・反芻行動と 反芻胃内粒度別飼料片の動態の関連

泉 賢一・岡部 靖子・福岡 哲・上田宏一郎・大久保正彦  
北海道大学農学部, 札幌市 060

### Relationships between eating and ruminating behaviour and the dynamics of ruminal feed particle in sheep fed *ad lib*.

Kenichi IZUMI, Yasuko OKABE, Tetsu FUKUMA, Koichiro UEDA, Masahiko OKUBO

Faculty of Agriculture, Hokkaido University, Sapporo-shi 060.

キーワード : 採食行動, 反芻, 反芻胃内粒度別飼料片, 自由採食, めん羊

Key words : eating behaviour, rumination, ruminal feed particle, *ad lib*. feeding, sheep

#### 要 約

反芻胃カニューレ装着めん羊3頭に、オーチャードグラス乾草 (OG) およびアルファルファ乾草 (ALF) を自由採食させ、採食および反芻行動と反芻胃内粒度別飼料片の動態、特に微細化との関連について検討した。乾物摂取量はOGがALFより少なく (1,492 vs 1,826 g/日)、総採食時間 (324 vs 264 分/日) および総反芻時間 (518 vs 351 分/日) はOGがALFよりも長かった。飼料給与直後の採食および反芻行動パターンに乾草間で違いがみられた。OGでは、給与直後の採食期後から時間をおかずに反芻期が出現した。ALFでは、採食期と休息期が何度か繰り返され、反芻期は長い休息期の後に出現した。希土類元素標識乾草を反芻胃内に投与し飼料片微細化を調べた結果、ALFのLP (large particle fraction : >5,600  $\mu\text{m}$ ) は短い反芻時間にも関わらず効率よく微細化された。一方、反芻胃内容物のNDF粒度分布から、ALFはFP (fine particle fraction : 300-47  $\mu\text{m}$ ) にまで微細化される割合がOGより低かった。

#### 緒 言

反芻家畜を粗飼料主体で飼養する際に、粗飼料の自由摂取量は、反芻胃内容積の拡張や充満によって大きく制限されるといわれている (BALCH and CAMPLING ; 1962)。そのような条件下では、摂取された飼料片が反芻胃から消失することによって反芻胃内の充満が解消され、次の採食が誘起される。反芻胃内容物は、微生物による発酵と下部消化管への通過によって消失すると考えられているが、その過程にはい

まだ不明な点が多い。

採食および反芻時の咀嚼は、反芻胃内微生物が利用可能な飼料片中の基質を露出するとともに、第二・三胃口を通過可能な粒度にまで飼料片を微細化するので反芻胃内容物の消失に大きく影響する (ULYATT *et al.* ; 1986)。一方、草種や粒度によって反芻胃内容物の微細化速度、発酵速度、通過速度が異なり (上田ら ; 1995)、それらの差異によって逆に採食および反芻行動は影響をうけるものと考えられる。このように、反芻胃内粒度別飼料片の微細化、発酵、通過といった動態と採食および反芻行動は相互に関連しあって、反芻胃からの内容物消失を調節しているものと想定され、この相互関連は自由採食下において特に重要と思われる。

そこで、本報告ではめん羊にオーチャードグラス乾草 (OG) およびアルファルファ乾草 (ALF) を自由採食させ、採食および反芻行動と反芻胃内粒度別飼料片の動態、特に微細化との関連について比較検討した。

#### 材料および方法

反芻胃カニューレ装着去勢めん羊3頭 (平均体重 84.5 kg) を2つの試験期 (OG 給与期, ALF 給与期) に繰り返し供試し、OGとALFを自由採食させた。OG (CP : 6.6, NDF : 72.1%)あるいはALF (CP : 22.2, NDF : 35.4%) を無細切で8時と17時に原物で1.5 kgずつ給与した。飼料給与直前に残食を取り除き、自由摂取量を測定した。水および固形塩は自由摂取させた。各試験期は予備期を8日以上、本試験期を9日とし、採食および反芻行動測定、希土類元素標識乾草投与、反芻胃内容物採取を行った。

採食および反芻行動測定のために、ビデオ撮影による24時間の連続観察を1頭につき3日間行った。ビデオ

オ撮影は、1分間の撮影と4分間の撮影停止を交互に繰り返し、1分間の映像中に大部分を占めた行動が、その後の4分間連続しているものと仮定した。行動を採食期、反芻期および休息期に分類し、解析した。

反芻胃内の飼料片微細化の様相を把握するために、供試めん羊1頭に対し希土類元素で標識した細切乾草を反芻胃カニューレより投与した。希土類元素標識乾草はICHINOHE *et al.* (1995)の方法を参考にし、10 cmに細切した乾草をイッテルビウム(Yb)、ジスプロシウム(Dy)、ランタン(La)およびサマリウム(Sm)溶液(1%element/vol.)に24h浸漬して調製した。浸漬後の乾草を流水で2h洗浄し、投与まで冷蔵保存した。投与時刻はYb標識乾草が8時の飼料給与前、DY標識乾草が14時、La標識乾草が20時、Sm標識乾草が2時であった。翌日の8時(飼料給与前)に反芻胃内容物を全量採取し、計量後代表サンプルを得た。したがって全量採取した時点で、Ybは投与してから24h、Dyは18h、Laは12h、Smは6h経過していたことになる。

採取した反芻胃内容物は、JIS標準の目開き5,600, 2,360, 1,180, 600, 300, および150 $\mu$ m分析篩と目開き47 $\mu$ mのナイロンメッシュを用いて湿式篩別した。5,600 $\mu$ m篩上残留物をLP (large particle fraction), 2,360および1,180 $\mu$ m篩上残留物をMP (medium particle fraction), 600および300 $\mu$ m篩上残留物をSP (small particle fraction), 150 $\mu$ m篩および47 $\mu$ mナイロンメッシュ上残留物をFP (fine particle fraction)と定義した。

粒度別飼料片と篩別していない内容物を60 $^{\circ}$ Cで48h通風乾燥後、粉碎し、DM含量を測定した(135 $^{\circ}$ C, 2h)。さらにデタージェント法(VAN SOEST and WINE; 1967)によってNDF含量を測定し、NDF粒度分布を算出した。粒度別飼料片および標識乾草の希土類元素含量は、粉碎サンプルを濃硫酸と過塩素酸を6:1で混合した溶液で湿式灰化した後、ICP発光分析法により測定した(ICHINOHE *et al.*; 1995)。

### 結果および考察

乾草の自由摂取量はDMではOGよりもALFの方が高くなった(1,492 vs 1,826 g/日)。NDFではOGの方がALFよりも高い値を示した(1,033 vs 519 gDM/日)。

1日の採食および反芻総時間、採食および反芻期数、ならびに採食および反芻1回当たりの平均継続時間を表1に示した。総時間は採食および反芻ともにOGがALFよりも長かった。採食期数はOGよりもALFが多かったが、反芻期数では逆にOGが多くなった。各期の継続時間は採食期および反芻期ともにOGがALFよりも長くなった。以上の結果は、反芻時間とNDF摂取量には正の相関があるという報告(WELCH

表1 採食・反芻時間および期数

	採食		反芻	
	OG <sup>1)</sup>	ALF <sup>2)</sup>	OG	ALF
総時間(分/日)	323.7	264.3	518.0	351.0
期数(回/日)	13.2	18.2	16.4	14.5
継続時間(分/回)	24.5	14.5	31.6	24.2

- 1) オーチャードグラス乾草  
2) アルファルファ乾草

表2 採食後の行動

	OG	ALF
	%	
採食→休息 <sup>1)</sup>	55.7	93.1
採食→反芻 <sup>2)</sup>	44.3	6.9

- 1) 採食後に休息が出現した場合  
2) 採食後に反芻が出現した場合

and HOOPER; 1988)に一致するものであった。

1日を通して採食終了後に出現した休息、反芻行動の割合を表2に示した。採食から休息へ移行した場合と、採食から直接反芻へ移行した場合の2通りで表した。4分以下の休息をはさんだ可能性はあるが、OGでは採食から直接反芻へ移行した場合が44.3%と多くみられた。一方、ALFでは採食から直接反芻へ移行した割合は、6.9%と低い値であった。

図1に採食・反芻行動パターンの一例を、乾草間で特に違いのみられた給与直後について模式的に示した。OGでは飼料の給与後、長時間の採食期が1度だけ現れた。反芻期は、採食期から直接(表2)、あるいは15分程度の短い休息期をはさんで出現した。ALFでは採食期が短い休息期をはさんで繰り返される傾向にあった。反芻期は、約30分間の長い休息期の後に出現した。

表3に飼料給与前(8時)の反芻胃内NDF総量と粒度分布について示した。NDF量はOGでALFよりも多く、飼料給与直前ではALFと比べて反芻胃内充満の程度が大きかったと推察された。HIDARI (1979)は、反芻胃カニューレにトルクメーターを取り付けて測定した反芻胃内容物の堅さから飼料充満状態を推定し、採食および反芻行動との関連を報告している。その結果、乾草が摂取されるにつれて内容物の堅さは増加し、反芻が盛んな時間帯ほど堅さの低下が著しかった。したがって、本試験のOGでは採食期終了時に反芻胃内充満度が高く、充満状態を解消するために時間をおかず反芻が誘起されたものと考えられた。一方、GILL *et al.* (1988)は、給与後最初の採食期終了時では、マメ科乾草を給与した去勢牛の反芻胃内容物量がイネ科乾草のものより少なく、マメ科乾草の採食量は充満よりもむしろVFA産生などの代謝的要因によって抑制されると示唆している。このことから、本試験でみられ

た ALF 給与直後の行動パターンには反芻胃内充満度以外の要因も関与していた可能性がある。

NDF 粒度分布については、LP から SP では乾草間に大きな差はみられず、FP では OG が ALF よりも高かった。ALF の粒度分布は既報 (上田ら; 1994) の結果とほぼ一致したが、OG では SP 割合が最も高くな

り既報とは異なった。このことは給与量や給与回数といった飼養条件が異なると、採食および反芻行動や反芻胃内容物の動態が影響を受けることを示唆している。また、本研究において OG の FP 割合が ALF よりも高かったことは、長い反芻時間を反映していたものと考えられた。

図 2 に示した標識飼料片として投与した希土類元素の各粒度分画への移行割合には乾草間に大きな違いがみられず、採食・反芻行動パターンの乾草間の違いとの関連性をうかがうことはできなかった。しかし、LP は時間の経過とともに両乾草とも同程度に微細化されており、反芻時間の短かった ALF では OG と比べて効率よく微細化されたものと考えられた。同様の結果は、GRENET (1989) がアルファルファ乾草とイタリアンライグラス乾草をめん羊に給与して行った試験でも報告されている。このように ALF では反芻による LP 微細化の効率は良かったものの、表 3 の粒度分布の結果が示すように FP までの微細化の程度は小さかったものと考えられた。

表 3 反芻胃内 NDF 総量および粒度分布

	OG	ALF
NDF 量 (gDM)	1631	962
NDF 粒度分布	%	
LP <sup>1)</sup>	8.5	13.4
MP <sup>2)</sup>	10.6	13.8
SP <sup>3)</sup>	45.3	53.5
FP <sup>4)</sup>	35.6	19.3

- 1) 5,600  $\mu\text{m}$  篩上に残留した飼料片
- 2) 2,360, 1,180  $\mu\text{m}$  篩上に残留した飼料片
- 3) 600, 300  $\mu\text{m}$  篩上に残留した飼料片
- 4) 150  $\mu\text{m}$  篩および 47  $\mu\text{m}$  メッシュ上に残留した飼料片

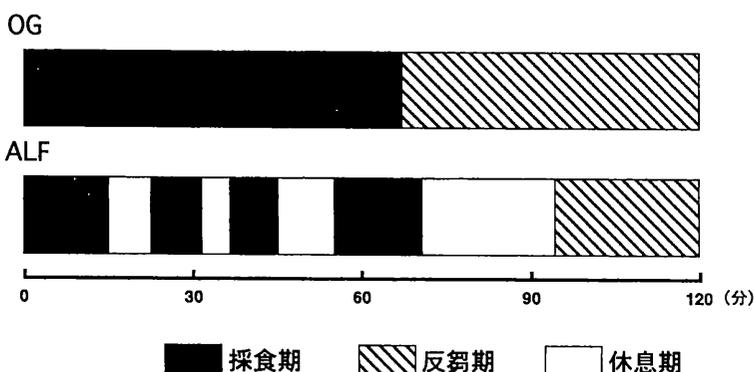


図 1 給与直後の行動パターン

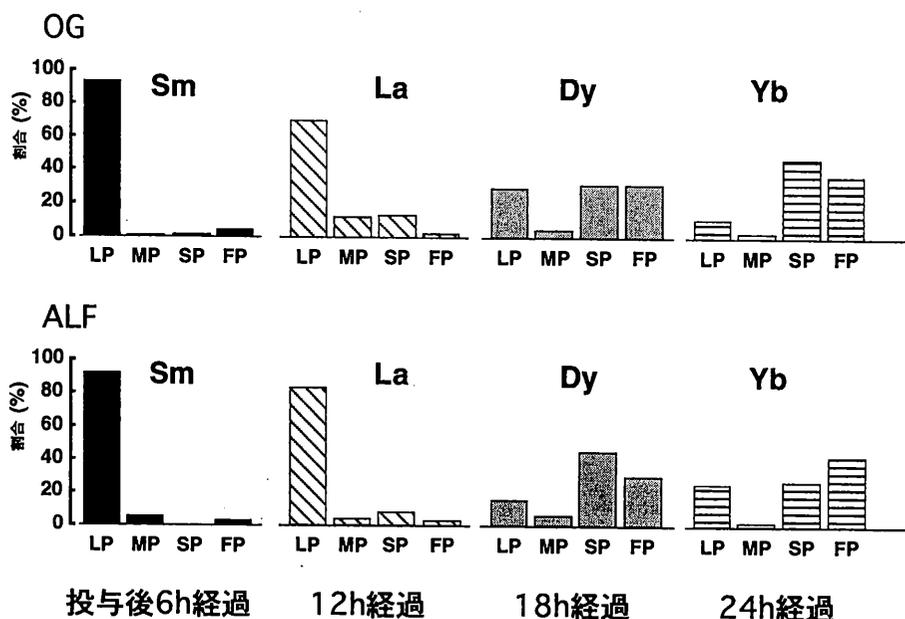


図 2 希土類元素の各粒度分画への移行割合

以上の結果から、自由採食下においてイネ科のOGでは反芻胃内充満度が採食の中止や反芻の出現に強く影響していると考えられた。一方、マメ科のALFでは充満度以外の要因も採食・反芻行動パターン形成に関係したと推察された。しかし、乾草間に違いのみられた飼料片微細化の効率や反芻胃内容物の粒度分布と採食および反芻行動との間に明確な関連性は認められなかった。今後は反芻胃内容物の微細化の動態を把握するだけでなく、内容物の消失についても検討し採食および反芻行動と関連づける必要がある。

## 文 献

- GILL, M., A. J. ROOK and L. R. S. THIAGO, (1988) Factors affecting the voluntary intake of roughages by the dairy cow. in Nutrition and Lactation in the Dairy Cow. (GARNSWORTHY, P. C., ed.) 262-279. Butterworths, London.
- BALCH, C. C. and R. C. CAMPLING, (1962) Regulation of voluntary food intake in ruminants. Nutr. Abst. Rev., **32**: 669-686.
- GRENET, E., (1989) A comparison of the digestion and reduction in particle size of lucerne hay (*Medicago sativa*) and Italian ryegrass hay (*Lolium italicum*) in the ovine digestive tract. Br. J. Nutr., **62**: 493-507.
- HIDARI, H., (1979) Estimation of the rumen load of sheep through measuring the consistency of rumen contents. Jap. J. Zootech. Sci., **50**: 402-410.
- ICHINOHE, T., T. TAMURA, K. UEDA, M. OKUBO and Y. ASAHIDA, (1995) Effect of orchardgrass growth stage on pool size and kinetics of digesta particles in the rumen of sheep. AJAS., **8**: 267-273.
- 上田宏一郎・一戸俊義・田村 忠・大久保正彦・朝日田康司, (1994) 刈取り時期, 草種の異なる乾草を給与しためん羊における反芻胃および十二指腸内容物の粒度分布. 北畜会報, **36**: 41-44.
- 上田宏一郎・福間 哲・岡部靖子・大久保正彦・朝日田康司, (1995) hourly feeding下での反芻胃内粒度別飼料片の微細化, 発酵, 通過速度. 第90回日畜大会講演要旨, p.25.
- ULYATT, M. J., D. W. DELOW, A. JOHN, C. S. W. REID and G. C. WAGHORN, (1986) Contribution of chewing during eating and rumination to the clearance of digesta from the ruminoreticulum. in Control of Digestion and Metabolism in Ruminants. (MILLIGAN, L. P. W. L. GROVUM and A. DOBSON, eds.) 498-515. Prentice Hall. New Jersey.
- VAN SOEST, P. J. and R. H. WINE, (1967) Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. IV. Determination of plant cell wall constituents. J. Assoc. Off. Analytical Chem., **50**: 50-55.
- WELCH, J. G. and A. P. HOOPER, (1988) Ingestion of feed and water. in The Ruminant Animal Digestive Physiology and Nutrition. (CHURCH, D. C. ed.) 108-116. Prentice Hall. New Jersey.

## 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

相馬 幸作・増子 孝義・北原 理作\*・石島 芳郎

東京農業大学生物産業学部, 網走市 099-24

\*現在: 北海道大学地球環境科学研究科, 札幌市 060

### Intake of Wild Herbaceous and Arboreous Plant in The Yeso Sika Deer (*Cervus nippon yesoensis*) and Its Chemical Composition

Kousaku SOUMA, Takayoshi MASUKO, Risaku KITAHARA\* and Yoshiro ISHIJIMA

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

\*Present address: Environmental Earth science, Hokkaido University, Sapporo-shi 060

キーワード: エゾシカ, 採食性, 成分組成, 草本類, 木本類

Key words: Yeso sika deer, Intake, Chemical composition, Herbaceous plant, Arboreous plant

#### 要 約

野生エゾシカ (*Cervus nippon yesoensis*) による食痕が報告されている野生の草本類と木本類を採取し, それらの成分組成と飼養下のエゾシカにおける採食性について調査を行った。成分分析は, 野生エゾシカによる採食頻度の高い植物および冬期間に採食がみられた樹皮の23種について行った。採食試験は, これまでに食痕が報告された草本類および木本類の計29科58属67種を飼養下のエゾシカ4頭(成雄, 成雌, 若雄および幼雄それぞれ1頭)に給与して行った。その結果, 草本類全体の粗蛋白質含量は乾物中9.4~26.4%の範囲にあり, 平均17.0%と樹皮よりも高く, 繊維区分の含量は樹皮よりも低かった。木本類(樹皮のみ)の粗蛋白質含量の平均値は乾物中6.6%であり, 繊維区分の含量は草本類よりも高かった。飼養下のエゾシカは給与した大部分の植物を採食したが, ニリンソウ (*Anemone flaccida*), オオハナウド (*Heracleum lanatum*) およびオオウバユリ (*Lilium cordatum* var. *glehnii*) は採食されなかった。

#### 緒 論

野生エゾシカ (*Cervus nippon yesoensis*) は, 食痕調査から幅広い食性を持っていることが確認されている(梶; 1981, 1988, 矢部ら; 1990)。その食痕がみられた野生植物の種類は, 根室標津地域での調査では木本類22種, 草本類46種およびクマイザサ (*Sasa senanensis*) の合計32科65属69種(梶; 1981), 知床

地域では草本類35種, 木本類およびつる植物30種が確認されている(梶; 1988)。また, 冬期間を中心に樹皮の採食も報告されている(梶; 1988, 矢部ら; 1990)。

野生エゾシカが好んで採食する植物の特性は, 飼養下のエゾシカに給与する飼料の選定の指標になるものと考えられる。しかし, このような野生エゾシカの餌となる植物の成分組成についての報告は少なく, 飼料価値について大原(1956)が報告を行っているにすぎない。そこで本研究では, 野生エゾシカによる採食頻度が高いとされている草本類と木本類(樹皮のみ)(梶; 1981, 1988)および冬期間に野生エゾシカの食痕があった樹皮(木本類), 合計23種の成分組成について分析を行うとともに, これまでに野生エゾシカによって食痕が報告されている野生植物67種を飼養下のエゾシカに給与することにより採食をするかしないか(採食性)を調べた。

#### 材料および方法

野生植物の成分分析には, 網走市管内と北海道阿寒郡阿寒町の阿寒国立公園内から採取した草本類と木本類(樹皮のみ)の23種を供試した。なお, 成分分析に用いた材料の採取日, 種名および採取場所については表1に示した。野生植物の一般成分は常法により, 酸性デタージェント繊維(以下, ADF), 中性デタージェント繊維(以下, NDF) およびヘミセルロースは阿部(1988)の方法により分析した。総エネルギーは, 自動熱量計(島津熱研式自動ポンプ熱量計CA-4P型)を用いて測定した。

野生植物の採食試験は, 1994年6月から10月にかけて行った。採食試験には, 本学部周辺の草地や林野

表1 成分分析に用いた野生の草本類と木本類の種名、採取日および採取場所

種名	採取日	採集場所
草本類		
ウド	1994. 6.10.	網走市八坂 (本学周辺)
エゾゴマナ	1994. 7.26.	網走市八坂 (本学周辺)
オオアマドコロ	1994. 6.13.	網走市呼人半島
オオウバユリ	1994. 6.13.	網走市呼人半島
オオハナウド	1994. 6.11.	網走市八坂 (本学周辺)
オオバナノエンレイソウ	1994. 6.13.	網走市呼人半島
オオブキ	1994. 6.11.	網走市八坂 (本学周辺)
オニシモツケ	1994. 6.13.	網走市呼人半島
キツリフネ	1994. 7.21.	網走市八坂 (本学周辺)
コウゾリナ	1994. 7.26.	網走市八坂 (本学周辺)
ニリンソウ	1994. 6. 9.	網走市呼人半島
ムラサキツメクサ	1994. 6.28.	網走市八坂 (本学周辺)
クマイザサ (阿寒一冬)	1993.12. 5.	阿寒国立公園尻駒別*
クマイザサ (阿寒一春)	1994. 5. 1.	阿寒国立公園尻駒別*
クマイザサ	1994. 6. 9.	網走市八坂 (本学周辺)
木本類 <sup>1)</sup>		
ハルニレ	1993.12. 5.	阿寒国立公園尻駒別*
エゾイタヤ	1993.12. 5.	阿寒国立公園尻駒別*
ケヤマハンノキ	1993.12. 5.	阿寒国立公園尻駒別*
シラカンバ	1993.12. 5.	阿寒国立公園尻駒別*
オヒョウニレ	1993.12. 5.	阿寒国立公園尻駒別*
ヤチダモ	1993.12. 5.	阿寒国立公園尻駒別*
イチイ	1994. 5. 1.	阿寒国立公園尻駒別*
シナノキ	1994. 6. 6.	阿寒川上流*
マユミ	1994. 9.24.	網走市八坂 (本学周辺)
タラノキ	1994. 7.12.	網走市八坂 (本学周辺)

\*財団法人前田一步園財団所有地

<sup>1)</sup>樹皮の部分採取

および呼人半島から採取した 29 科 58 属 67 種の草本類と木本類 (葉や実等のついた枝) を供試した。それらの採取月、科名および種名については、表 3-1 から 3-4 に示した。供試動物には、東京農業大学生物産学学部で飼養しているエゾシカ 4 頭 (成雄 1 頭, 成雌 1 頭, 若雄 1 頭および幼雄 1 頭) を用いた。これらのエゾシカには通常、飽食量の乾草または青刈り牧草 (イネ科主体) および濃厚飼料として規格外小麦等を 1 日 2 回給与した。試験方法は、採取した野生植物を 4 頭のエゾシカ個々に給与し、採食されたものを「+」、匂いをかぐだけでまったく採食されなかったものを「-」、味見程度の採食または途中で食べ戻されたものを「±」として評価した。なお、給与した野生植物は、採取後短時間の内に新鮮な状態で給与を行った。

### 結果および考察

野生の草本類および木本類 (樹皮のみ) の成分組成を表 2 に示した。草本類全体の成分組成は、樹皮と比べて粗繊維、ADF および NDF 含量が低く、可溶無窒

素物含量には差がみられなかった。草本類全体の粗蛋白質含量は乾物中 9.4~26.4% の範囲にあり、平均 17.0% であり樹皮よりも高い値であった。草本類の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 (農林水産省農林水産技術会議事務局; 1987) の値と比較すると、可溶無窒素含量は同程度、粗繊維含量は草本類の方が低かった。粗蛋白質含量は草本類の方が高く、アルファルファ乾草 (農林水産省農林水産技術会議事務局; 1987) と同程度であった。草本類の内、クマイザサの成分組成は、粗蛋白質含量および可溶無窒素含量の平均値がそれぞれ 14.1% と 36.9%、粗繊維含量および ADF 含量がそれぞれ 34.9% と 36.1% であり、クマイザサを除いた草本類の成分組成と比べて、粗蛋白質含量が低く、粗繊維含量が高かった。また、クマイザサの成分組成の値は、オーチャードグラスとチモシーの出穂期の値 (農林水産省農林水産技術会議事務局; 1987) に近似していた。今回供試したクマイザサは阿寒国立公園内の尻駒別で 12 月と 5 月に、網走市八坂の本学部周辺で 6 月

表2 野生の草本類および木本類の成分組成

分析試料名	水分*	有機物	粗蛋白質	粗脂肪	NFE	乾物中%					総エネルギー ルギー
						粗繊維	ADF	NDF	ヘミセル ローズ	粗灰分	
草本類											
ウド	90.9	88.2	26.4	4.7	41.3	15.9	22.5	39.2	16.7	11.8	—
エゾゴマナ	80.4	90.0	15.3	5.7	45.5	23.5	33.2	48.7	15.5	10.0	4.55
オオアマドコロ	84.3	89.2	22.2	5.8	41.1	20.0	28.7	30.3	1.6	10.8	4.69
オオウバユリ	88.3	90.5	9.4	2.9	67.3	10.9	19.7	55.1	35.4	9.5	4.34
オオハナウド	89.4	85.6	24.0	4.3	44.1	13.1	21.3	37.6	16.3	14.4	4.47
オオバナノエンレイソウ	86.0	90.5	16.7	4.3	52.2	17.4	22.8	29.7	6.9	9.5	4.61
オオブキ	91.2	80.2	19.7	3.4	43.2	13.9	30.7	34.1	3.4	19.8	4.08
オニシモツケ	76.3	92.1	12.5	1.8	55.2	22.5	32.3	68.8	36.5	7.9	4.32
キツリフネ	90.7	85.5	17.2	3.9	44.3	20.1	29.2	57.9	28.7	14.5	4.28
コウゾリナ	78.9	91.1	10.2	7.2	44.2	29.4	42.0	51.7	9.7	8.9	4.57
ニリンソウ	91.1	81.9	21.7	4.9	41.9	13.4	—	—	—	18.1	—
ムラサキツメクサ	76.8	92.6	17.7	2.2	55.2	17.5	27.5	41.7	14.3	7.4	4.59
クマイザサ(阿寒一冬)	51.9	89.3	13.3	2.4	42.1	31.5	34.4	65.2	30.8	10.7	4.42
クマイザサ(阿寒一春)	66.8	89.5	13.9	2.5	34.3	38.8	35.8	65.4	29.6	10.5	4.20
クマイザサ(網走)	—	87.8	15.2	3.8	34.3	34.5	38.1	70.6	32.6	12.2	4.52
平均値	81.6	88.3	17.0	4.0	45.8	21.5	29.9	49.7	19.9	11.7	4.43
木本類 <sup>1)</sup>											
ハルニレ	43.8	90.1	6.6	2.6	46.0	34.8	55.0	67.1	12.1	9.9	4.42
ケヤマハンノキ	37.2	94.9	7.1	9.8	50.7	27.2	55.8	58.1	2.3	5.1	5.15
イタヤカエデ	30.7	91.9	6.7	2.7	38.5	43.9	68.8	71.8	3.0	8.1	4.89
シラカンバ	29.7	98.1	3.5	10.2	40.5	43.9	61.2	72.2	11.0	1.9	5.73
オヒョウニレ	39.6	90.7	7.2	2.4	38.4	42.7	55.6	63.9	8.3	9.3	4.35
ヤチダモ	40.1	93.5	4.1	2.9	44.7	41.7	54.5	69.1	14.6	6.5	4.62
イチイ	60.0	93.9	6.6	3.0	52.9	31.4	53.6	53.6	0.0	6.1	4.66
シナノキ <sup>1)</sup>	25.8	95.0	4.3	5.1	50.8	34.7	56.7	67.9	11.2	5.0	4.67
マユミ	85.9	87.7	14.9	18.4	34.8	19.6	26.1	32.3	6.2	12.3	5.04
タラノキ	67.9	89.8	5.1	2.4	56.7	25.6	43.3	48.7	5.4	10.2	4.56
平均値	46.1	92.5	6.6	5.9	45.4	34.6	53.1	60.5	7.4	7.5	4.81

\*原物中%

<sup>1)</sup>樹皮の成分のみを分析

に採取したものである。これらの成分含量を比較すると、季節間、地域間に著しい違いはみられなかった。樹皮の成分組成は、今回分析に用いた草本類全体と比べて粗繊維、ADF および NDF の各繊維区分の値が高かった。また、粗蛋白質含量は乾物中 3.5~14.9% の範囲にあり、平均 6.6% であった。また、粗脂肪含量はシラカンバ(*Betula ermanii*)、マユミ(*Euonymus sieboldianus*) およびタラノキ(*Aralia elata*) では高かったが、それ以外は今回供試した草本類よりも低い値であった。これらのことから、野生エゾシカによる食痕が確認されている草本類全体の成分組成は、一般的な出穂期のイネ科牧草と比較して粗蛋白質含量が高く、粗繊維含量が低いこと、樹皮は草本類よりも粗蛋白質含量が低く、粗繊維含量の高いことが明らかになった。

飼養下のエゾシカによる草本類および木本類の採食試験の結果を表 3-1 から 3-4 に示した。6 月に採取した採食試験の結果では、給与した大部分の草本類は採食されたが、ニリンソウ(*Anemone flaccida*) お

よびオオハナウド(*Heracleum lanatum*) は採食されず、いずれの草本類も雌雄両成獣と若雄ではまったく採食されない「-」、幼雄では口に含んでからすぐに食べ戻されてしまう「±」であった。また、オオウバユリ(*Lilium cordatum* var. *glehnii*) は成雄および若雄では味見程度に採食される「±」、成雌および幼雄ではまったく採食されない「-」であった。7 月に採取した草本類および木本類の採食試験では、総じて全草本類および木本類(葉、小枝および樹皮等)が採食されたが、ヨブスマソウ(*Cacalia hastata* var. *orientalis*) は成雌のみ採食されない「-」であった。9 月および 10 月に採取した草本類および木本類の採食試験では、すべての草本類および木本類がエゾシカにより採食された。このように、採食試験の結果からはほとんどの野生植物が採食されたが、給与した野生植物の中には採食されないもの、個体毎の採食性に違いがみられるものがあつた。個体毎の違いは、今回供試したエゾシカの性別、年齢、導入する以前の生活環境や経験等が

表 3-1 エゾシカの採食試験に用いた草本類と木本類の種名および調査結果

採取月	科 名	種 名 (学 名)	給 与 部 位	調 査 結 果*			
				成雄	成雌	若雄	幼雄
6 月	[草本類]						
	イネ科	クマイザサ ( <i>Sasa senanensis</i> )	葉・若い稈	+	+	+	+
	キク科	エゾヨモギ ( <i>Artemisia montana</i> )	茎・葉	+	+	+	+
		オオブキ ( <i>Patasites japonicus</i> var. <i>giganteus</i> )	茎・葉	+	+	+	+
	キンボウゲ科	ニリンソウ ( <i>Anemone flaccida</i> )	茎・葉	-	-	-	±
	セリ科	ウド ( <i>Aralia cordata</i> )	茎・葉・花	+	+	+	+
		オオハナウド ( <i>Heracleum lanatum</i> )	茎・葉	-	-	-	±
	タデ科	エゾノギシギシ ( <i>Rumex obtusifolius</i> )	茎・葉	+	+	+	+
	バラ科	オニシモツケ ( <i>Filipendula kamtschatica</i> )	茎・葉	+	+	+	+
	マメ科	シロツメクサ ( <i>Trifolium repens</i> )	茎・葉	+	+	+	+
		ムラサキツメクサ ( <i>Trifolium pratense</i> )	茎・葉・花	+	+	+	+
	ユリ科	オオアマドコロ ( <i>Polygonatum odoratum</i> var. <i>maximowiczii</i> )	茎・葉	+	+	+	±
		オオウバユリ ( <i>Lilium cordatumu</i> var. <i>glehnii</i> )	茎・葉	±	-	±	-
		オオバナノエンレイソウ ( <i>Tryllium kamtschaticum</i> )	茎・葉	+	+	+	±
[木本類]							
ウコギ科	タラノキ ( <i>Aralia elata</i> )	葉・小枝・ 樹皮	+	+	+	+	
カバノキ科	シラカンバ ( <i>Betula ermanii</i> )	葉・小枝	+	+	+	+	
ブナ科	ナラ ( <i>Quercus serrata</i> )	葉・小枝・ 樹皮	+	+	+	+	

\*+: 採食されたもの, ±: 味見程度または食べ戻されたもの, -: 採食されなかったもの

異なっていたことが要因と考えられた。野生エゾシカの食痕が報告されている野生の草本類の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（滝田；1987）が、それ以外の部位に毒性の弱い有毒物質が蓄積されていたり（橋本；1986）、オオウ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等が原因と考えられた。

以上のことから、野生エゾシカが春期から秋期にかけて採食する草本類の成分含量の平均値は、出穂期のイネ科牧草に比べ粗蛋白質含量が高く、粗繊維含量が低いことが示された。冬期間の重要な飼料源であるクマイザサと樹皮の成分含量は、クマイザサが出穂期のイネ科牧草の値と近似しており、樹皮は粗蛋白質含量

が草本類よりも低く、繊維区分の値が高かった。また、これまでに報告された野生植物の大部分は、飼養下のエゾシカにも採食されることが確認された。

本研究は、平成6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、調査にご協力をいただいた動物資源学研究室の壁谷喜信氏および田久保貴之氏にお礼するとともに、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。

表 3-2 エゾシカの採食試験に用いた草本類と木本類の種名および調査結果

採取月	科 名	種 名 (学 名)	給与部位	調 査 結 果*			
				成雄	成雌	若雄	幼雄
7月	〔草本類〕						
	アカザ科	アカザ ( <i>Chenopodium album</i> var. <i>centrorubrum</i> )	茎・葉	+	+	+	+
	アカバナ科	メマツヨイグサ ( <i>Oenothera biennis</i> )	茎・葉・花	+	+	+	+
	アブラナ科	ナズナ ( <i>Capsella bursa-pastoris</i> )	茎・葉	+	+	+	+
	イグサ科	イ ( <i>Juncus effusus</i> L. var. <i>decipiens</i> )	茎・葉・花	+	+	+	+
	イラクサ科	エゾイラクサ ( <i>Urtica platyphylla</i> )	茎・葉	+	+	+	+
	オオバコ科	オオバコ ( <i>Plantago asiatica</i> )	茎・葉・花	+	+	+	+
	カヤツリグサ科	ホタルイ ( <i>Scirpus hotaruï</i> )	茎・葉・花	+	+	+	+
	ガマ科	ガマ ( <i>Typha latifolia</i> )	茎・葉	+	+	+	+
	キク科	エゾゴマナ ( <i>Aster glehni</i> )	茎・葉・花	+	+	+	+
		エゾヤマアザミ ( <i>Cirsium heilianum</i> )	茎・葉・花	+	+	+	+
		コウゾリナ ( <i>Picris hieracioides</i> var. <i>glabrescens</i> )	茎・葉・花	+	+	+	+
		セイヨウタンポポ ( <i>Taraxacum officinale</i> )	茎・葉・花	+	+	+	+
		ヒメジョオン ( <i>Erigeron annuus</i> )	茎・葉・花	+	+	+	+
		アタナ ( <i>Hypochoeris radicata</i> )	茎・葉・花	+	+	+	+
		ヨブスマソウ ( <i>Cacalia hastata</i> var. <i>orientalis</i> )	茎・葉	+	-	+	+
	キンボウゲ科	エゾカラマツ ( <i>Thalictrum sachalinense</i> )	茎・葉・花	+	+	+	+
	セリ科	ウマノミツバ ( <i>Sanicula chinensis</i> )	茎・葉	+	+	+	+
	タデ科	ハナタデ〔ヤブタデ〕 ( <i>Polygonum yokusaianum</i> )	茎・葉	+	+	+	+
	ツリフネソウ科	キツリフネ ( <i>Impatiens noli-tangere</i> )	茎・葉・花	+	+	+	+
	ナデシコ科	コハコベ〔ハコベ〕 ( <i>Stellaria media</i> )	茎・葉	+	+	+	+

\*+ : 採食されたもの, ± : 味見程度または食べ戻されたもの, - : 採食されなかったもの

表 3-3 エゾシカの採食試験に用いた草本類と木本類の種名および調査結果

採取月	科 名	種 名 (学 名)	給 与 部 位	調 査 結 果*			
				成雄	成雌	若雄	幼雄
7 月	[草本類]						
	ナデシコ科	ミミナグサ ( <i>Cerastium holosteoides</i> var. <i>angustifolium</i> )	茎・葉	+	+	+	+
	バラ科	キンミズヒキ ( <i>Agurumonia japonica</i> )	茎・葉・花	+	+	+	+
		ダイコンソウ ( <i>Geum japonicum</i> )	茎・葉・花	+	+	+	+
	フウロソウ科	ゲンノショウコ ( <i>Geranium thunbergii</i> )	茎・葉・花	+	+	+	+
	ユリ科	シオデ ( <i>Smilax riparia</i> )	茎・葉	+	+	+	+
	[木本類]						
	ウコギ科	ハリギリ ( <i>Kalopanax pictus</i> )	葉・小枝	+	+	+	+
	カエデ科	エゾイタヤ ( <i>Acer mono</i> )	葉・小枝・ 樹皮	+	+	+	+
	カバノキ科	ケヤマハンノキ ( <i>Alnus hirsuta</i> )	葉・小枝・ 樹皮	+	+	+	+
	ニレ科	ハルニレ ( <i>Ulmus davisiana</i> var. <i>japonica</i> )	茎・小枝・ 樹皮	+	+	+	+
	バラ科	エゾヤマザクラ ( <i>Prunus sargentii</i> )	葉・小枝・ 樹皮	+	+	+	+
		シウリザクラ ( <i>Prunus sseori</i> )	葉・小枝・ 樹皮・花	+	+	+	+
		ノイバラ ( <i>Rosa multiflora</i> )	茎・葉	+	+	+	+
	ブナ科	ミズナラ ( <i>Quercus monogolica</i> ssp. <i>crispula</i> )	葉・小枝・ 樹皮	+	+	+	+
	マメ科	エゾヤマハギ ( <i>Lespedeza bicolor acutifolia</i> )	葉・小枝	+	+	+	+
		ハリエンジュ ( <i>Robinia pseudoacacia</i> )	葉・小枝・ 樹皮・花	+	+	+	+
	ヤナギ科	エゾノバッコヤナギ ( <i>Salix hultenii</i> )	葉・小枝・ 樹皮	+	+	+	+
		オノエヤナギ ( <i>Salix sachalinensis</i> )	葉・小枝	+	+	+	+
		バッコヤナギ ( <i>Salix bakko</i> )	葉・小枝・ 樹皮	+	+	+	+
	ユキノシタ科	イワガラミ ( <i>Schizophragma hydrangeoides</i> )	葉	+	+	+	+

\*+：採食されたもの，±：味見程度または食べ戻されたもの，-：採食されなかったもの

表 3-4 エゾシカの採食試験に用いた草本類と木本類の種名および調査結果

採取月	科 名	種 名 (学 名)	給与部位	調 査 結 果*				
				成雄	成雌	若雄	幼雄	
9 月	〔草本類〕 イネ科	ススキ ( <i>Miscanthus sinensis</i> )	稈・葉・穂	+	+	+	+	
		イラクサ科	ムカゴイラクサ ( <i>Laportea bulbifera</i> )	茎・葉	+	+	+	+
			キク科	タカアザミ ( <i>Cirsium pendulum</i> )	茎・葉・花	+	+	+
	キンポウゲ科	ハンゴンソウ ( <i>Senecio cannabifolius</i> )	茎・葉・花	+	+	+	+	
		アキカラマツ ( <i>Thalictrum minus</i> var. <i>hypleucum</i> )	茎・葉	+	+	+	+	
	ナデシコ科	シラタマソウ ( <i>Silene cucubalus</i> )	茎・葉・花	+	+	+	+	
	〔木本類〕 ニシキギ科	マユミ ( <i>Euonymus sieboldianus</i> )	葉・小枝・ 樹皮・実	+	+	+	+	
		ミズキ科	ミズキ ( <i>Cornus controversa</i> )	葉・小枝・ 樹皮・実	+	+	+	+
		ユキノシタ科	ノリウツギ ( <i>Hydorangea paniculata</i> )	葉・小枝・ 花・実	+	+	+	+
	10 月	〔木本類〕 ニシキギ科	ツルウメモドキ ( <i>Calastrus orbiculatus</i> )	葉・蔓・ 果実	+	+	+	+
バラ科		ナナカマド ( <i>Sorbus commixta</i> )	葉・小枝・ 実	+	+	+	+	
ブドウ科		ヤマブドウ ( <i>Vitis coignetiae</i> )	葉・蔓・実	+	+	+	+	

\*+ : 採食されたもの, ± : 味見程度または食べ戻されたもの, - : 採食されなかったもの

文 献

阿部 亮, (1988) 炭水化物成分を中心とした飼料分析法とその飼料栄養価評価法への応用. 畜産試験場研究資料. 第2号. 16-25.

針生程吉・滝川明宏・寺田文典・宮本 進・久馬 忠・寺田隆慶・滝本勇治・原慎一郎・志水一允・生雲晴久, (1987) 蒸煮シラカンバによる乳牛および肉用牛の飼養マニュアル〔バイオマス飼料飼養マニュアルシリーズ No.1〕. 25-29. 農林水産省. 東京.

橋本郁三, (1986) おいしい野生植物の図鑑 2. 97-99. 誠文堂新光社. 東京.

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.

農林水産省農林水産技術会議事務局編, (1987) 日本飼養標準成分表 (1987年版). 50-54. 中央畜産会. 東京.

大原久友, (1956) 北方野草の飼料的価値. 北方林業, 8: 279-282.

滝田謙讓, (1987) 東北海道の植物. 98, カトウ書館. 釧路.

矢部恒晶・鈴木正嗣・山中正実・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.

## 体温による乳牛の分娩時期の予測精度に及ぼす季節の影響

牧原 弘造\*・新出 陽三・柏村 文郎・古村 圭子・池滝 孝・山口 光治・塚本 孝志

帯広畜産大学, 帯広市 080

\* 広島県立庄原実業高等学校, 庄原市 727

### Seasonal variation of predicability of the calving time based on the rectal temperature in dairy cattle.

Kozo MAKIHARA\*, Yozo SHINDE, Fumiro KASHIWAMURA, Keiko FURUMURA,  
Takashi IKETAKI, Koji YAMAGUCHI and Takashi TSUKAMOTO

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

\* Hiroshima prefectural Shobara Agricultural High School, Shobara-shi 727

キーワード：体温, 分娩予測, 季節, 乳牛

Key words: rectal temperature, predicability of the calving time, season, dairy cattle

#### 要 約

分娩前の体温低下にもとづく乳牛の分娩時期予測精度を高めるための基礎データを得るために, 分娩月ごとの基準値設定について検討した。供試データは帯広畜産大学附属農場において, 1977年8月~1995年3月までに測定された延べ1393頭のホルスタイン種乳牛の直腸温である。測定は分娩予定日の約10日前から毎日午後4時になされた。分娩前の体温は測定開始から上昇し, 分娩の70時間前後に最高値(39.7℃)を示した。それ以降分娩24時間前頃(39.2℃)まで緩やかに下降し, その後17時間前頃(38.9℃)まで著しい低下を示した後, 再び緩やかな下降を示し, 分娩直前には38.7℃に達した。また, 分娩前の平均体温は分娩月による差が認められ, 8月から9月にかけて高くなることが示された。分娩予測の基準として, 基準I: 39.0℃以下への下降, 基準II: 前日より0.5℃以上の下降, 基準III: 基準Iまたは基準IIのいずれかに該当することを設定した。各基準のうち, 分娩前24時間以内および分娩前48時間以内の出現率はいずれも基準IIIで最も高かった。また分娩月別の出現率には幅があり, 9月が最も低く, 次いで8月が低かった。基準IIIにおける体温の基準値を8月は「39.1℃以下」, 9月は「39.2℃以下」と変更することで, 出現率はそれぞれ4.6%および7.1%増加した。分娩月別に予測基準を設定することにより, その出現率が向上することから, 分娩月ごとの基準値設定の有効性が示唆された。

#### はじめに

分娩時の難産や親畜・子畜の事故などは経済的損失が大きく, 畜産経営を揺るがす要因の一つである。また, 終日の分娩監視や後産停滞, 起立不能といった分娩に伴う疾病の発生などは, 管理作業面で農家に大きな負担を強いており, 家畜の分娩時期を予知する事は重要である。

牛の体温は, 妊娠末期に上昇し分娩前1~2日前には急速に低下することが古くから知られており(WEBER; 1910, WEISZ; 1943), その測定方法も簡便で, 客観的な判断材料になることから, 分娩前の体温下降や前日との体温差を指標とした分娩予知の報告も多い(北島; 1956, 樋笠ら; 1958, EWBANK; 1963, 平沢ら; 1964, 石井ら; 1965, DUFTY; 1971, 池滝ら; 1979, 1982, 大崎ら; 1982, 大崎・金川; 1984, 藤本ら; 1988)。しかし, 分娩予測における体温の利用価値は低いとするもの(DUFTY; 1971)と高いとするもの(池滝ら; 1982, 藤本ら; 1988)があり, その見解は必ずしも一致していない。また, 分娩予測の基準を設定し, その有用性を調べたものは, 今日まで池滝ら(1982)と藤本ら(1988)のもの以外あまり見られない。池滝らは, 39℃以下に体温が下がるか, もしくは前日から0.5℃以上体温が低下するかを分娩予測の基準とすると, 基準に達したのち, 24時間以内に72.4%, 36時間以内に84.6%, 48時間以内では91.8%が分娩したと報告している。藤本ら(1988)も, 池滝らと同様の基準で追調査を試み, 直腸温による分娩予測の基準としては, 「39℃以下に低下」が, 「前日より0.5℃以上下降」

より適中率が高く、基準に達したのち2日以内に分娩したものは64.7%であったと報告している。

この論文では、体温の季節的変化を考慮することによって、従来の分娩予測の適合性を改善する可能性について検討した。

### 材料および方法

#### 1. 供試牛

帯広畜産大学附属農場で飼養するホルスタイン種乳用牛について、1977年8月～1995年3月までの期間、健康状態に特に異常の認められなかった1393例の計測値を用いた。計測牛の産次別例数は初産439例、2産292例、3産235例、4産175例、5産115例、6産以上137例であった。また、分娩月別例数は4月100例、5月80例、6月120例、7月127例、8月112例、9月118例、10月121例、11月108例、12月104例、1月127例、2月128例、3月148例であった。

#### 2. 体温計測の方法

屋外で群飼している妊娠牛について、分娩予定日約10日前から、午後4:00に獣医体温計で直腸温を3分間計測し、0.1℃まで判読し記録した。

#### 3. 飼養管理

供試牛には、サイレージが午前(9:00～10:00)と午後(3:00～4:00)に給与されており、濃厚飼料は給与されていない。飲料水・固形塩は自由摂取であった。

#### 4. 結果の処理法

各測定値について分娩時刻から逆算して分娩前の時間とし、集計は1時間単位とした。分娩予測基準は池滝ら(1982)の報告と同様に、分娩前の一定の体温への下降を基準とする基準I、前日の体温との差に基準値を設定する基準II、および基準I、基準IIのいずれかを満たす基準IIIの3種類とした。分娩予測基準の出現率については、24時間以内および48時間以内に分

娩した頭数のうち、それぞれの基準に達した頭数の割合を出現率という表現で、分娩月ごとに求めて示した。2日連続同様の低下を示したものは、1例として処理している。

統計処理は、SASのGLMを用いた。

### 結果および考察

#### 1. 分娩前体温の時間的経過

測定開始から分娩に至る体温と体温較差(前日同時刻計測値との差)の推移を図1に示した。分娩前の体温は、測定開始より上昇し分娩の70時間前後に最高体温(39.7℃)を示した。それ以降分娩24時間前頃(39.2℃)まで緩やかに下降し、その後分娩17時間前頃(38.9℃)まで著しい低下を示した後、再び緩やかな下降を示し、分娩直前には38.7℃に達した。

分娩前の体温低下の開始時間は、報告者により15～68時間とかなり幅があるが(EWBANK; 1963, 藤本ら; 1988, 樋笠ら; 1958, 平沢ら; 1964, 池滝ら; 1982, 石井ら; 1965, 大崎ら; 1982, 1984, WEBER; 1910, WEISZ; 1943), 本研究では60時間前後であることが示された。

一方、前日同時刻計測値との差である体温較差は、

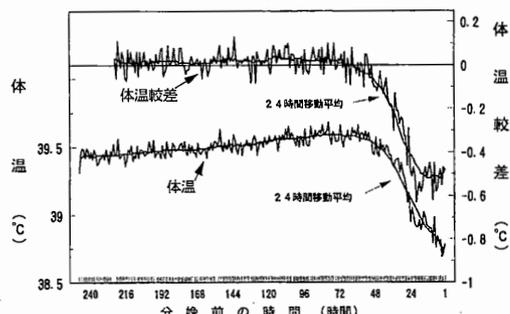


図1 分娩前の体温推移  
分娩前の時間は分娩時刻を0時間とする。

表1 分娩前5日間の月別体温と有意差

分娩月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	平均値	±標準誤差(℃)
1							**	**	**	**			39.31 ±	0.025
2							**	**	**	**			39.32 ±	0.025
3							*	**	**				39.33 ±	0.025
4								**	**				39.34 ±	0.026
5							**	**	**	**			39.28 ±	0.027
6							**	**	**	**			39.32 ±	0.025
7												**	39.39 ±	0.025
8											**	**	39.43 ±	0.025
9											**	**	39.43 ±	0.024
10												**	39.39 ±	0.025
11													39.33 ±	0.025
12													39.29 ±	0.026

備考：分娩前5日間の平均体温について分娩月相互の有意水準を示す。

\*\*はP<0.001, \*はP<0.005, 空欄は有意差のないことを示す。

測定開始から分娩53時間前頃までは $-0.09^{\circ}\text{C}$ ～ $+0.13^{\circ}\text{C}$ の範囲で推移していたが、分娩48時間前頃から較差は負の側に向かい急速に増加し、分娩前20時間には $-0.63^{\circ}\text{C}$ に達した。その後較差は約 $-0.45^{\circ}\text{C}$ から $-0.60^{\circ}\text{C}$ 前後の範囲での増減を繰り返し分娩に至った。

2. 分娩前の体温の季節的な変化

分娩前の体温の季節的な変化について、大崎ら(1984)は季節的な変化は認められなかったとしている。しかし、本試験で分娩前5日間の平均体温を分娩月ごとに比較したところ、表1に示したように、平均体温は8月・9月を中心として、7月～10月までが他の月に比べ高いことが明らかになった( $P<0.001$ ,  $P<0.005$ )。

さらに、分娩に近い時期の月別体温にも、図2のように明らかな季節的な変化が認められた。分娩1～24時間前の平均体温の最高は9月の $39.04^{\circ}\text{C}$ で、8月の $38.98^{\circ}\text{C}$ がそれに続き、年間の平均は $38.90^{\circ}\text{C}$ であった。分娩25～48時間および分娩49～72時間前の平均体温も8月または9月が高かった。

分娩に近い時期の体温較差を図3に示した。この図からも明らかなように、各月とも体温較差の年間平均値との差は $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ 以内で、その季節的変動幅は小さかった。

3. 基準値を一定にした時の分娩予測基準の出現率

基準Iおよび基準IIの基準値を池滝ら(1982)の報告と同様にそれぞれ「 $39.0^{\circ}\text{C}$ 以下への下降」、「前日の値より $0.5^{\circ}\text{C}$ 以上下降」として求めた各分娩予測基準

の出現率を図4、図5、図6に示した。

基準Iの出現率は分娩月ごとに異なり、分娩前24時間以内では5月の $84.4\%$ が最高値を示し、最低値は9月の $63.7\%$ となり、分娩前48時間以内でも、5月の $85.7\%$ が最高値を示し、最低値は9月の $64.6\%$ で分娩前24時間以内とはほぼ同様な値を示した。

基準IIの出現率も分娩月ごとに異なり、分娩前24時間以内では2月の $62.0\%$ を最高に、最低は9月の $50.4\%$ であった。分娩前48時間以内では、7月の $76.7\%$ を最高に、9月の $60.2\%$ が最低値を示した。

基準IIIの出現率も基準I・IIと同じく分娩月ごとに

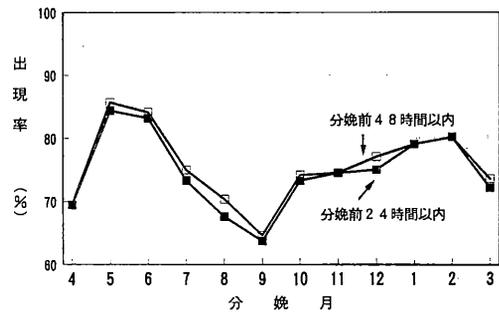


図4 分娩予測基準Iの出現率  
分娩予測基準I：「 $39.0^{\circ}\text{C}$ 以下へ下降したもの」

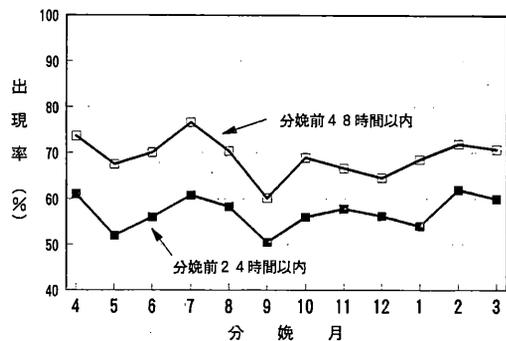


図5 分娩予測基準IIの出現率  
分娩予測基準II：「前日の値より $0.5^{\circ}\text{C}$ 以上上下降したもの」

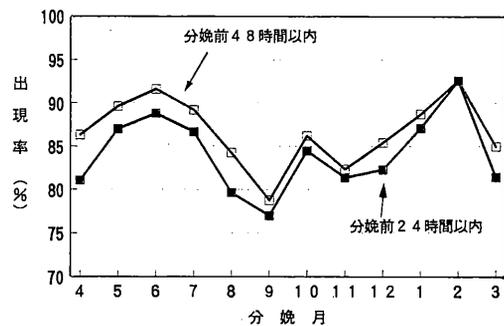


図6 分娩予測基準IIIの出現率  
分娩予測基準III：「 $39.0^{\circ}\text{C}$ 以下へ下降したもの」または「前日の値より $0.5^{\circ}\text{C}$ 以上下降したもの」のいずれか

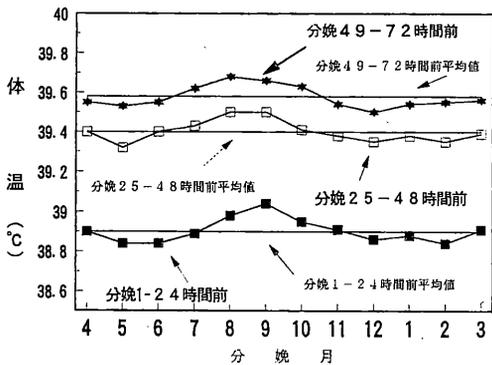


図2 分娩前の平均体温

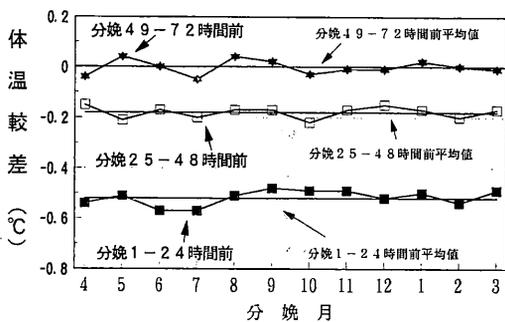


図3 分娩前の平均体温較差

異なり、分娩前 24 時間以内の出現率は、2 月の 92.6% を最高に、9 月が 77.0% で最低値を示した。分娩前 48 時間以内でも、同じく 2 月が 92.6% で最高値を示し、9 月が 78.8% と最低値を示した。

基準 I ~ III では、基準 III による出現率が最も高かった。また分娩月ごとの出現率は、いずれの基準においても 9 月が最も低く、次いで分娩前 24 時間以内において基準 I・III では 8 月が、基準 II では 5 月が低かった。

#### 4. 分娩予測基準の季節的修正

今回、分娩前の体温が高くなる夏季に分娩予測基準の出現率が下がる現象が認められたので、分娩 1-24 時間前の平均体温が全平均 38.90℃ より 0.08℃ 高温を示した 8 月は体温の基準値を 0.1℃ 高めて「39.1℃ 以下」、全平均 38.90℃ より 0.14℃ 高温を示した 9 月は体温の基準値を 0.2℃ 高めて「39.2℃ 以下」とした。

その結果、基準 I の出現率は分娩前 24 時間以内では、8 月が 77.4%、9 月が 78.6% とそれぞれ 9.8% および 14.9% 増加した。また、分娩前 48 時間以内では 8 月が 78.7%、9 月が 79.7% を示し、それぞれ 8.3% および 15.1% 増加した。さらに、基準 III の出現率は分娩前 24 時間以内では、8 月が 84.3%、9 月が 84.1% とそれぞれ 4.6% および 7.1% 増加した。分娩前 48 時間以内では 8 月が 88.0%、9 月が 85.8% とそれぞれ 3.7% および 7.0% 増加した (図 7)。

このことから、分娩時期の予測が可能な牛の割合を高めるためには、分娩予測基準 III の基準値を月別に設定する方法が有効であることが示唆された。

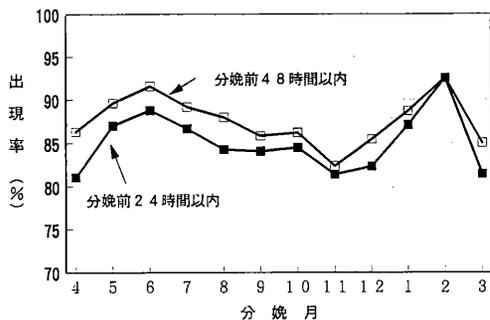


図 7 基準値を修正した分娩予測基準 III の出現率

分娩予測基準 III における基準値の修正

8 月：「39.1℃ 以下へ下降したもの」または「前日の値より 0.5℃ 以上下降したもの」のいずれか

9 月：「39.2℃ 以下へ下降したもの」または「前日の値より 0.5℃ 以上下降したもの」のいずれか

8 月・9 月以外の月：分娩予測基準 III の基準値

## 文 献

- DUFTY, J. H., (1971) Determination of the onset of parturition in Hereford cattle. *Aust. Vet. J.*, **47**: 77-82.
- EWBANK, R., (1963) Predicting the time of parturition in the normal cow: A study of the precalving drop in body temperature in relation to the external signs of imminent calving. *Vet. Rec.*, **75**: 367-370.
- 樋笠武男・氏家 孝・安藤文桜, (1958) 牛の分娩期における体温の変動に関する調査 特に分娩期並びに分娩異常の予察について. *獣畜新報*, **242**: 1220-1223.
- 平沢一志・佐野信一・工藤卓二・八田忠雄, (1964) 牛の分娩時刻予知に関する研究. *新得畜試事業成績報告書*, 249-258.
- 藤本康裕・木村英司・澤田 勉・石川 全・松永 寛・森 純一, (1988) 牛の分娩前徴一直腸温, 心拍数および呼吸数の変化. *日畜会報*, **59**: 301-305.
- 池滝 孝・山口光治・石黒敏夫・吉沢祐二, (1979) 乳牛の分娩前体温低下の時間的解析. *畜大研報*, **11**: 415-420.
- 池滝 孝・山口光治・石黒敏夫・鈴木省三, (1982) 体温計測による乳牛の分娩時期予測について. *畜大研報*, **13**: 13-18.
- 石井尚一・岡本昌三・向井彰夫・犬童幸人, (1965) ホルスタイン雌牛の分娩前における体温の変動と分娩日の予察. *九州農試彙報*, **11**: 121-129.
- 北島慎一, (1956) 体温計測による乳牛の分娩時期判定の試験. *畜産の研究*, **10**: 629-630.
- 大崎和栄・菱沼 貢・磯崎良寛・椿 茂・平井綱雄・平子 誠・井上忠恕, (1982) 体温測定による乳牛の分娩時刻予知. *北獣会誌*, **26**: 34.
- 大崎和栄・金川弘司, (1984) 乳牛の発情・妊娠・分娩に関連した体温の変動について. *北獣会誌*, **28**: 247-251.
- WEBER, E., (1910) The rectal temperature of healthy cattle. *Vet. Rec.*, **22**: 726.
- WEISZ, L., (1943) The temperature phenomenon before parturition and its clinical importance. *J. Am. Vet. Med. Ass.*, **102**: 123.

## 卵白の交換培養とニワトリ胚の發育

寺井明喜子・八木 康一・市川 舜

酪農学園大学, 江別市 069

## Culture and development of chick embryo in exchanged albumen

Akiko TERAJ, Koichi YAGI and Shun ICHIKAWA

Rakuno Gakuen University, Ebetsu-shi 069

キーワード : 卵白, 培養操作, ニワトリ胚, 生存率, 發育

Key words : albumen, culture manipulation, chick embryo, viability, development.

## 要 約

産卵直後の胚および産卵後 72 時間孵卵した胚を用いたニワトリ胚の体外培養法の際に、卵白交換が胚の生存率および孵化率ならびに雛の活力に与える影響について検討した。

交換卵白は a) 横斑プリマスロック, b) 烏骨鶏, c) ウズラと d) 白色レグホーン (対照) の 4 種類を用いた。白色レグホーンの産卵直後の胚または孵卵 72 時間の胚のそれぞれ培養 21 日目までの生存率と孵化率を観察した結果, 他の異品種, あるいは異属間のいずれの卵白交換においても, 培養可能であったがウズラ卵白へ交換した場合は孵化に至らなかった。

産卵直後の受精卵を移し替えて培養したときの孵化率は 1-a (12.5%), 1-b (5.5%), 1-c (0%) および 1-d (21%), また孵卵 72 時間に胚を移し替えた時の孵化率は 2-a (31.2%), 2-b (18.7%), 2-c (0%) および 2-d (43.7%) となり発生が進んでからの操作の方が, 高い孵化率を示した。しかし, どちらの培養でも孵化した雛の体重は操作しない雛より軽く, 雛の活力は低かった。

## 緒 言

鳥類胚は卵内部に貯えられる栄養分によって母体とは独立して發育孵化に至ることから, 哺乳類の体外培養とは異なる培養技術が必要とされる。ニワトリの受精卵の体外培養技術が PERRY (1988) によって開発されて以来, わが国でも内藤 (1991), 葦澤ら (1992), 大原ら (1993) によってニワトリ胚あるいはウズラ胚の培養法, キメラニワトリの作出などの成果が報告されている。特に, 細胞レベルにおける胚操作技術やキメラニワトリを容易に作出する方法が開発されると,

これらの技術は育種への応用技術へと大きく広がるものと思われる。しかし, その現状は鳥類胚の培養技術が確立しておらず, その孵化率は 30 から 40% に留まっている。したがって, 胚培養の基礎技術の情報は十分とは言えない。そこで, 体外培養胚の孵化に至るまでの機構の基礎的知見を得る目的で, 今回は産卵直後の胚と孵卵 72 時間目の胚を用い異品種ニワトリ卵白および, ウズラ卵白との卵白交換がその後の胚の生存率および孵化率に及ぼす影響について検討した。

## 材料と実験方法

## 1. 供試受精卵

供試した受精卵は自然交配した白色レグホーンから採取した。実験 1 は産卵直後の発生段階 1~2 の胚盤葉期 (HAMBERGER and HAMILTON : 1951) の胚, 実験 2 では産卵後 72 時間常法により孵卵した発生段階 19 (HAMBERGER and HAMILTON : 1951) の胚を培養に供した。

## 2. 培養器として用いる卵殻の準備

培養器用の卵殻には 1. で用いた受精卵よりも 20~30 g 重い卵を選び, あらかじめよく卵殻面を清拭し, 卵の鈍端部に直径約 3.5~4.0 cm の窓を開け, 卵内容物を除き, 再度卵殻を洗浄して用いた。

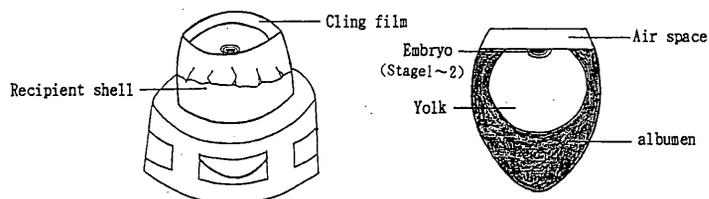
## 3. 交換用卵白の準備

培養時の卵白交換には a) 横斑プリマスロック (BPR), b) 烏骨鶏 (SF), c) ウズラ (JQ) と d) 白色レグホーン (WL : 対照) の 4 種類の卵白を用いた。これらはクリーンベンチ内であらかじめ各々の卵内容物から卵黄を除去し, その都度, 新鮮なものを準備した。

## 4. 培養器用卵殻への胚の移し替え操作

受精卵を割卵し, 卵白を除去した卵黄は, リン酸緩衝生理食塩水 (PBS) で軽く洗浄し, 3. で準備した交換用卵白を添加した後, 2. で準備した培養器用の

Experiment 1 : Freshly laid eggs



Experiment 2 : Eggs incubated for 3 days

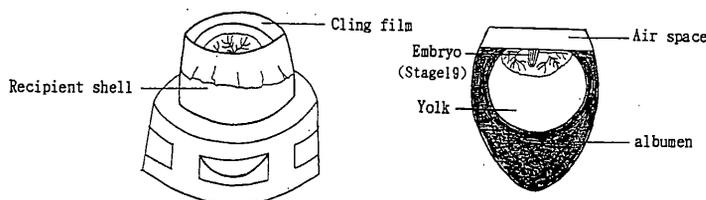


Fig. 1 Culture system for the chick embryo

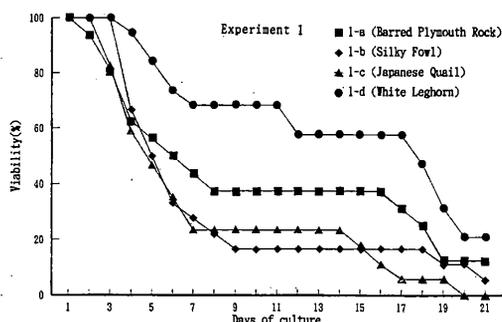


Fig. 2 Viability of embryo in exchanged albumen. Albumen of fertilized eggs at stage 1~2 (Hamburger & Hamilton; 1951) were exchanged for that of Barred Plymouth Rock, Silky Fowl, Japanese Quail, and White Leghorn.

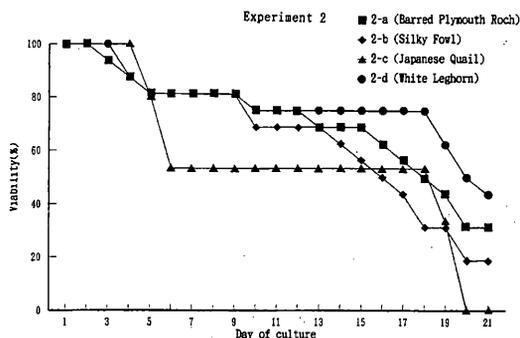


Fig. 3 Viability of embryo in exchanged albumen. Albumen of incubating embryo at stage 19 (Hamburger & Hamilton; 1951) were exchanged for that of Barred Plymouth Rock, Silky Fowl, Japanese Quail, and White Leghorn.

卵殻にそれらを読み替え、すみやかに卵殻の窓をラップで密封した。

5. 培養方法

実験1および実験2の培養方法をFig.1に示した。

いずれの実験においても、受精卵の卵黄と添加卵白を培養器用の卵殻に移し替え、ラップで密封後立体孵卵器で温度37.8℃、湿度60%、転卵角度45度の条件で培養した。

なお、実験1、2の各々を1-a(BPR), 2-a(BRP), 1-b(SF), 2-b(SF), 1-c(JQ), 2-c(JQ)と1-d(WL), 2-d(WL)と区分した。なお、供試卵数は合計266個でそれぞれの胚の発生過程について記録した。

結果および考察

実験1：産卵直後の胚を用いての卵白交換培養は培養4日目から6日目において胚の生存率はFig.2に示すようにa), b), c)およびd)のいずれも急激に低

下した。これらの死亡原因は培養1日から6日目における発生途上胚では原基の確立と急速な組織の形成が始まる時期で、培養操作による卵内環境の変化が生存に影響したものと思われた。しかし、生存胚は培養8日目から17日目頃までは正常な胚発生の経過が観察され、ウズラ卵白以外の生存率は比較的安定して経過し、Fig.4に示すように正常に孵化した。また孵化率は1-a(12.5%), 1-b(5.5%), 1-c(0%)と1-d(21%)であった。

実験2：Fig.3に示したように孵卵72時間目胚を用いた卵白交換培養では培養4日目から6日目にやはり发育途上の胚死亡が多く現れたが、培養10日目前後の生存率は2-a(75%), 2-b(68.7%), 2-c(53.3%)と2-d(75%)となり良好な経過を示し、胚の发育は比較的正常に進んだ。しかし培養後期18日目から21日目に再び生存率の低下が見られた。18から21日目の低下は肺呼吸への移行期など发育過程の複雑な変化が

影響したものと考えられる。実験2は実験1に比べいずれの時期も生存率は比較的に良好な経過であった。これらの結果は移し替え操作時に、胚の発生の原基形成が整い、また發育速度の旺盛な時期に入っていることが要因と思われた。また実験2の孵化率は2-a(31.2%)、2-b(18.7%)、2-C(0%)と2-d(43.7%)であった。

実験1、2の、各々の種類の異なる卵白を交換した時の生存率を比較すると、特にBRPとWL(対照)の卵白を用いたものは、SF、JQに比べ培養11日目には1-a(37.5%)、2-a(75.0%)、1-d(68.4%)、2-d(75.0%)と良い経過を示した。同様に、培養19日目においても1-d(31.5%)、2-d(62.5%)と比較的良好な生存率を示した。しかしウズラ卵白を用いた培養胚は他の卵白を交換したものに比べ鶏胚の成長に著しい遅延が見られ、特に培養後期にかけて死亡胚が多く観察され孵化したものはなかった。これらの結果は鳥類の卵白は水分と微量であるが多くの種類の物質が、胚発生の組織の形成から孵化に至るまでの過程において、重要な要因を占めているものと思われた。今回ウズラ卵白を用いた培養では実験1、2共に培養20日目まで生存したが孵化には至らなかった。しかし、異品種のニワトリ卵白を用いた培養では卵白を全て交換しても胚の成長が良好に経過したことから異品種の卵白でも培養が可能な事が示された。これらの結果は内藤(1991)、葦澤ら(1992)の報告と一致するものと思われた。また、今回の実験から産卵後の胚の移し替えと卵白の交換によって、Fig. 4に示したように雛は正常に孵化した。しかしこれらの培養方法で孵化した雛は通常に孵卵した雛(生時体重、約40.6g)よりも約10g程度小さく、また活力がわずかに劣るように思われた。

以上のような結果から、培養操作時に用いる卵白が異品種間と異属間との間で完全に卵内の卵白を交換した場合、いずれも胚の発生が進むことが認められた。しかし、同種間の卵白交換では孵化に至ることが認められたが、属間のウズラ卵白では孵化した雛を得るこ

とはできなかった。また、産卵後72時間孵卵後の卵を体外培養したときの方が産卵直後移し替えたものよりも胚の生存率、孵化率とも高かった。

今後、キメラニワトリの作出や遺伝子導入技術の開発の際、胚の生存率、孵化率を向上させるために、移し替えの時期や卵白の種類等の影響について、さらに基礎的な知見を得る必要性が考えられた。

## 文 献

- B. E. DUNN and M. A. BOONE (1976) Growth of the chick embryo in vitro. *Poultry Sci.*, **55**: 1067-1071.
- 後藤和文・高橋陽子・中西喜彦・小川清彦 (1988) 鶏受精卵の卵殻外発生. *家禽会誌*, **25**: 27-33
- HAMBURGER, V., and H. L. HAMILTON (1951) A studies of normal stages in the development of the chick embryo. *J. Morphology*, **88**: 49-92.
- H. R. Wilson (1991) *Avian Incubation*. Butterworth-Heinemann, US, Massachusetts: 280
- M. M. PERRY (1988) A complete culture system for the chick embryo. *Nature*, **331**: 70-72.
- 三浦克洋・末吉益雄・神部昌行・岡 基 (1991) アヒル卵殻を用いた鶏胚の培養. *Exp. Anim*, **40**: 251-254.
- 内藤 充 (1991) ニワトリ受精卵(胚)の体外培養法. *細胞工学*, **10**: 501-506.
- 葦澤圭二郎・内藤 充・大石孝雄 (1992) ウズラ初期胚のニワトリ卵殻を用いた培養. *家禽会誌*, **29**: 139-144.
- 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に及ぼす要因. *北畜会報*, **36**: 49-51.
- 高橋陽子・後藤和文・田原みさ・中西喜彦・小川清彦 (1988) 鶏受精卵の七面鳥卵殻における発生. *畜産の研究*, **42**: 749-750.
- 寺井明喜子・森津康喜・市川 舜 (1993) 卵殻を用いた鶏胚培養法の検討. 第49回北畜会大会, (講演要旨), **22**.
- 山川好樹・増田 圭・前田照夫・寺田隆登 (1990) 窓開け卵を用いた鶏キメラ作製法について. *家禽会誌*, **27**: 436.



Fig. 4 Hatching of the chick embryo cultured in exchanged albumen.

## 技術レポート

## 超音波診断装置を用いた黒毛和種繁殖雌牛の選抜淘汰と繁殖管理への活用について

山下 一夫・大西 芳広・海田 佳宏・日根 修  
十勝東部地区農業改良普及センター

## はじめに

浦幌町では、黒毛和種の飼養に意欲的に取り組んでいる農家が多くおり、最近では畜産振興資金などを利用して繁殖肥育一貫経営に取り組む農家が増加している。

十勝東部地区農業改良普及センターでは、これらの情勢に合わせ、平成5年度から重点的な普及活動を展開している。そのなかで、繁殖牛の淘汰更新と優良な後継牛の確保の推進を行っている。

繁殖雌牛の遺伝的な産肉能力の判定には育種価の活用が効果的であるが、判明している頭数はまだ少なく、また、産子の肥育成績を得るのも容易ではない。そこで、平成3年に導入された超音波診断装置を用いて、繁殖牛自身の肉質を推定することにより、育種価が出されるよりも早い時点で母牛の産肉能力の情報を農家に提供することにした。

超音波診断装置による母牛の産肉能力の判定は、あか牛において選抜淘汰に活用できるものとされ、現在では基本登録時に診断を行い、優れた成績と判断された雌牛は点数加算されている。

そこで超音波診断成績と、育種価・格付成績・繁殖成績・素牛市場成績の関係、および年齢による診断値の変化について調査を行った。

## 1. 調査方法

平成6年度に浦幌町で実施した農家9戸142頭の繁殖雌牛を対象とした。調査対象の繁殖雌牛は、1戸31頭が夏期間の昼夜放牧形態であり、道内から導入された素牛が主体の牛群である。その他は年間通じて舎飼が主体の管理形態であり、宮崎県から導入された素牛が主体の牛群構成となっている。

分娩間隔の計算に用いる最終分娩月日の設定は、診断日に妊娠鑑定で受胎していたと確認された牛については予定分娩月日を、妊娠鑑定ができないものは、測定日から2ヶ月前までの間に分娩した日とした。診断及び判定にあたっては、1戸の農家で新得畜産試験場の本郷氏に御協力を頂き、他の8戸は普及センターで

実施した。診断には富士平工業製スーパーアイミートを用いた。

## 2. 調査結果

## (1) 育種価との関係

育種価が判明している20頭について各形質の関係を調べた。

BMSでは、育種価評価でのばらつきが大きいものの、BMS No.ごとに育種価の平均をみると診断値がNo.4まで高くなるにつれて、育種価の平均が高くなっている傾向がうかがえた(表1)。

ロース芯面積は各形質のなかで超音波推定値と育種価の関係が深く、表2に示すように、相関係数(r)が

表1 超音波によるBMS判定と育種価の関係

超音波による BMS No.推定	育種価評価					育種価	
	A	B	C	D	E	平均	頭数
1					1	-0.57	1
2	1			2		0.10	3
3		2	2	3		0.11	7
4	1		2			0.33	3
5		2	1	2		0.14	5
6				1		-0.21	1
平均	3.0	4.0	3.8	3.6	1.0	0.10	
頭数	2	4	5	8	1	(r=0.182)	20

表2 超音波によるロース芯面積と育種価の関係

超音波による ロース芯面積推定	育種価評価					育種価	
	A	B	C	D	E	平均	頭数
15未満					1	-3.33	1
15~20			1	2		-0.29	3
20~25			1	1	1	-0.55	3
25~30	1	1	2	3		1.40	7
30~35							0
35~40		3	2			2.80	5
40以上		1				3.13	1
平均	26.9	35.9	28.3	23.0	16.8	1.06	
頭数	1	5	6	6	2	(r=0.743)	20

受理 1996年2月16日

0.743あり、ロース芯面積の診断値が大きくなるにつれて、育種価が高くなっている。

皮下脂肪厚とばら厚では、関係が見られなかった。

(2) 産子の枝肉格付との関係

産子の肥育成績が判明している繁殖雌牛 36 頭と 53 頭の枝肉について関係を調べて見た。

BMS については、相関係数 (r) は 0.418 であるが超音波で判定した BMS No. 別に枝肉格付の BMS 平均を見ると、BMS No.5 まではほぼ比例して枝肉の BMS が高くなっている傾向がある。超音波で No.1 と判定した母牛からは、枝肉で BMS 5 以上がでない (表 3)。

ロース芯面積では、相関係数が 0.25 と低く枝肉成績との関係はなかった (表 4)。

(3) 繁殖成績との関係

あか牛では、繁殖成績の向上のため、尻脂肪厚は 15 mm 以下、背脂肪厚では 20 mm 以下が望ましいと言われている。そこで黒毛和種 91 頭について関係を調べ

て見た。

尻脂肪厚は、厚さが 10~15 mm の時に分娩間隔が 11.6ヶ月と短く、15 mm 以上では 12.7ヶ月と伸びている傾向がある。しかし、10 mm 以下と薄くなっても分娩間隔が伸びていた。尻脂肪厚が 5~10 mm (13.2ヶ月) と、10~15 mm では有意差が見られた (表 5)。

背脂肪厚では、20 mm 以上は 1 頭で傾向はつかめな

表 6 超音波診断による背脂肪厚と分娩間隔

背脂肪厚 mm	分娩間隔 ヶ月	頭数
5 以下	12.8	15
5~10	12.3	58
10~15	13.0	17
平均	12.5	計91頭

表 7 超音波診断からみた各部の脂肪厚と産子の素牛市場成績の関係 (去勢)

測定値	kg 単価	日齢単価	DG	頭数		
皮下脂肪	5 未満	1,398	1,387	0.90	17	
	5~10	1,257	1,314	0.94	23	
	10~15	1,415	1,525	0.96	35	
	15以上	1,359	1,450	0.99	12	
尻脂肪厚	5 未満	1,379	1,430	0.93	23	
	5~10	1,354	1,387	0.92	27	
	10~15	1,334	1,468	1.00	19	
	15~20	1,431	1,493	0.95	9	
	20以上	1,310	1,414	0.96	9	
背脂肪	5 未満	1,422	1,430	0.90	14	
	5.0~7.5	1,411	1,431	0.91	22	
	7.5~10.0	1,293	1,392	0.97	32	
	10以上	1,370	1,495	0.98	19	
筋間脂肪	10未満	1,367	1,416	0.93	25	
	10~15	1,364	1,427	0.94	36	
	15~20	1,334	1,410	0.96	18	
	20以上	1,376	1,522	1.00	8	
ロース芯面積	10~15	1,205	1,117	0.82	2	
	15~20	1,287	1,313	0.91	10	
	20~25	1,408	1,468	0.94	26	
	25~30	1,366	1,415	0.94	26	
	30~35	1,377	1,492	0.98	13	
	35以上	1,308	1,451	1.01	10	
B	1	1,398	1,370	0.87	9	
	2	1,402	1,433	0.92	15	
	3	1,331	1,422	0.95	16	
	M	4	1,348	1,459	0.98	11
		5	1,439	1,502	0.94	13
	S	6	1,332	1,456	0.99	16
		7	1,240	1,297	0.95	7
平均	1,311	1,377	0.95	87		

表 3 超音波による BMS 判定と産子枝肉格付の関係

超音波による BMS No.推定	産子の枝肉格付										平均	頭数
	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
1	1	1	2								3.3	4
2		2	5	3		1					4.4	11
3	1	3	5	3		1	2	1			4.9	16
4			1	1	3	3					6.0	8
5			3	1	1	1		1	1		6.1	8
6			3		1	1					5.0	5
7								1			9.0	1
頭数	2	6	19	8	5	7	2	3	3	5.1	53	

表 4 超音波によるロース芯面積と産子枝肉格付の関係

超音波によるロース芯面積推定	産子の枝肉格付					平均	頭数
	45以下	45~50	50~55	55~60	65以上		
20未満	2	3		1		46.8	6
20~25	2	3	6	1	1	49.8	13
25~30	4	7	3	2	2	49.8	18
30~35		3	2			48.8	5
35以上		3	4	1	3	52.9	11
頭数	8	19	17	5	6	50.0	53

表 5 超音波診断による尻脂肪厚と分娩間隔

尻脂肪厚 mm	分娩間隔 ヶ月	頭数
5 以下	12.8	22
5~10	13.2*	25
10~15	11.6*	26
15以上	12.7	17
平均	12.5	計91頭

\* 5%で有意差あり

表 8 年令と超音波診断値の関係

月 齢	10～	20～	30～	40～	50～	60～	70～	80～	90～	100～	110以上
ロース芯面積	20.3	24.2	25.3	24.2	26.6	29.2	29.7	28.3	29.2	20.7	27.6
背脂肪厚	5.7	5.7	6.4	7.2	8.7	8.6	9.8	9.5		6.5	8.6
尻脂肪厚	5.5	7.2	6.5	8.4	9.3	14.9	12.6	13.1		5.8	
皮下脂肪厚	8.2	6.2	8.1	8.5	9.4	9.7	12.1	9.1	10.1	13.1	10.1
BMS番号	2.0	3.1	2.7	2.9	4.3	4.8	4.8	4.0	2.9	2.5	3.1
ばら厚	39.5	30.6	33.6	36.5	43.3	44.5	46.4	39.2	32.2	34.6	33.7
筋間脂肪厚	9.7	8.7	10.6	13.1	15.5	16.1	17.3	15.2	18.6	19.9	19.3
頭 数	4	7	21	22	15	14	19	14	7	4	10

調査頭数は背脂肪と尻脂肪が85頭、他項目は137頭。

いが、5～10 mm が最も分娩間隔が短く、それより厚くても薄くても分娩間隔が伸びているように見られる。

#### (4) 素牛市場成績との関係

母牛の超音波診断値とその産子の素牛市場における評価について調べて見た。素牛は平成5年度10月～平成7年11月に販売された87頭の去勢牛である。

DGと各部の脂肪厚との関係は、皮下脂肪厚・背脂肪厚・筋間脂肪厚が厚くなるにつれて高くなる傾向があり、尻脂肪厚との関係は見られなかった。また、ロース芯面積が大きくなるにつれて高くなり、BMS値についてもBMS-No.4までNo.が高くなるにつれてDGが高くなる傾向が見られた。

kg単価・日齢単価と超音波診断値との間には、関係は見られなかった。

#### (5) 超音波診断時の年令について

年令と超音波診断値がどのような変化するかを調査した。あか牛では、皮下脂肪厚・筋間脂肪・ロース芯面積は月齢70ヶ月齢でピークに達し100ヶ月齢以降徐々に減少する、またBMSは70～80ヶ月齢でピークに達すると言われている<sup>12)</sup>。浦幌町の黒毛和種では、BMSが60～70ヶ月齢でやや早くピークに達しているが、その他はあか牛と同じ傾向が見られた。

### 3. 考 察

本調査における超音波による推定では、BMS-Noは枝肉成績との相関が高くでたが、ロース芯面積は育種価との相関が高くでた。一般に枝肉成績は母牛の能力の他に種雄牛や農家の肥育技術の影響を強く受けるので、母牛の超音波推定も枝肉成績よりは育種価との関係が深いと考えられる。本調査でBMS-Noの超音波推定値において枝肉成績との相関が育種価より高かったことは、育種価データが20頭であったのに比べ枝肉成績が53頭と多いこと、超音波によるBMS-Noの推定精度が十分でないこと、母牛の年齢などの影響要因があったこと、などが考えられる。

また、農家指導の際には、肥育頭数が少ない場合に実際の枝肉成績と超音波診断が明確に一致せずに、農

家から不信感を持たれる可能性があると予想される。それには、育種価との関係の方が高いことを理解してもらうとともに、年令によって診断値が大きく変化することなどから、診断値に影響する要因を十分考慮して判定する必要がある。

繁殖成績と素牛市場成績との関係をみると、産子の発育について各部の脂肪厚が何らかの影響を及ぼしているように思われる。例えば、調査対象農家での離乳時期はほとんどが4ヶ月齢であるが、この間の乳量に皮下脂肪厚や皮下背脂肪厚などが影響しているのかもしれない。

また、分娩間隔と脂肪の厚さにも関係がみられた。今回対象とした繁殖牛の「栄養度」は、全国和牛登録協会基本登録時に用いている9段階の評価方法から判定すると、ほとんどが基準の4～6であったが、尻脂肪厚や背脂肪厚が薄くなりすぎると分娩間隔が伸びる傾向が見られた。このことは、繁殖成績に過肥は絶対禁物という警戒から「痩せぎみの方がむしろ良い」という考え方を反映していると思われる。産子の発育と分娩間隔の点から検討が必要と思われる。

今回行った超音波診断のBMS判定では、No.5以上で育種価と枝肉成績の関係が無くなっていたのは、判定技術の習熟度なども影響したものと考えられ、診断技術が向上すると全体的にもっと関係が出でくるとと思われる。

### おわりに

黒毛和種繁殖雌牛の選抜淘汰の客観的な方法として、超音波診断装置による推定値と育種価・格付成績・繁殖成績・素牛市場成績等との関連について調査した。その結果育種価の情報がない繁殖牛について、従来通りの観で選抜淘汰を行う事と比較すると、普及の現場ではこの程度の傾向があれば、超音波診断装置の活用効果は十分あると考えられる。また、育種価と超音波診断装置による推定値を組合わせて活用することにより、より高い精度で早い時期に選抜淘汰が可能と考えられる。

農家の指導方法として、数戸単位で診断し、後日集

合して検討会を開催する方法を取っている。その際に超音波診断から見た繁殖管理や栄養状態の具体的な指導が今後必要となる。

繁殖各部位の脂肪の厚さと産子の発育に関係がありそうなことや、触診による栄養度の判定以外に超音波診断装置を用いて適正な栄養状態を判定する方法がありそうである。今後繁殖牛の栄養管理が科学的にできるよう超音波診断装置を含め試験研究で検討して下さい

るようお願い致します。

### 引用文献

- 1) 原田宏：優良肉牛繁殖雌牛選定推進事業報告書(1995), 14-23, 日本あか牛登録協会
- 2) 原田広：(1992)繁殖牛改良の超音波診断装置の利用, 養牛の友, 6月号, 11-15

## 解 説

## 搾乳の自動化と乳牛の飼養管理システム

森田 茂  
酪農学園大学

昨年より、いよいよ我が国でも一般農家での搾乳ロボット（自動搾乳機）の実用化試験が開始され、本年はさらに何台かの自動搾乳機が導入されるようである。個別技術（自動搾乳機）が飼養管理システムの一部として取り込まれる場合に、他のシステム構成要素（例えば、飼料給与＝給与形態・給与場所・給与時刻など、あるいは休息場所＝ストールの数など）との関係を検討し、さらに牛による利用実態や人間の作業性から、全体が円滑な飼養管理システムであるか否かの検証を経て、新たな体系（飼養管理システム）が形作られることになる。自動搾乳機という1つの技術から、自動搾乳機を使った酪農場での生産システム（自動搾乳システム：Automatic Milking System＝AMS）に向けての、試験研究が世界各地で進展しようとしている。

筆者は1994年にオランダの農業・環境工学研究所（IMAG-DLO）で研修する機会を得て、オランダ農業の状況を見たり、自動搾乳機の利用に関する研究に携わることができた。これらの経験をふまえ、自動搾乳機を用いた飼養管理システムの概要について、以下に述べる。

## 自動搾乳機の利用方法

搾乳ロボットには、大きく分けて2種類の使い方がある。1つ目は、パーラの代用として自動搾乳機を使う方法（「パーラ代用型」＝搾乳時刻を固定する方法）。すなわち、現在ミルクングパーラで行っているのと同様の作業を機械に行わせる方法である。もう一つは1日中自動搾乳機を稼働させ、牛の自発的意志に基づいた移動により搾乳を行う方法である（「24時間連続稼働型」＝搾乳時刻を固定しない方法）。

「パーラ代用型」の自動搾乳機の利用では、現在のフリーストール・ミルクングパーラ方式と、乳牛の飼養管理上、大きな変更の点はない。飼養管理システムは、現在のシステムの応用で対応ができ、飼養管理システムを作り上げるのにそれほど長い時間は必要としない。自動搾乳機の利用は、これまで人間が行っていた搾乳ユニット装着を機械がしてくれるために、搾乳時の労働力低減に役立つ。また、搾乳時間が固定化されていることから、時間を限定した人間の補助が可能であり、搾乳ユニット装着用のセンサの精度が少々低く、

あるいは牛群内に自動搾乳機に適さない型の乳房（乳頭）を持つ牛がいても、問題はそれほど大きくない。この方式を用いた自動搾乳機の利用は、現在の段階ではより実際的である。

現在、搾乳ユニットの自動離脱装置が多くのミルクングパーラで使用されている。この自動離脱装置の普及に伴い、パーラ内での作業者の負担は軽減され、単位時間当たりの搾乳回数も向上した。自動搾乳機を、パーラのかわりに使用するシステムでは、大部分の装着は機械により行われるため、作業者の負担はさらに軽減される。ただし、単位時間当たりの搾乳回数は、搾乳ストール数とも関連するため、必ずしも本システムにより、増加するとは限らない。また、搾乳回数も、人間が補助的に作業する場面を想定すれば、最大でも1日3回程度であろう。したがって、搾乳作業から完全に解放されるとか、1日6回もの搾乳が可能であるとか、24時間連続で自動搾乳機が利用可能であるとかいったことは、搾乳時刻を固定した本システムにおいては実現不可能な事柄である。

一方、第二の方法としての1日中自動搾乳機を稼働させる方法（「24時間連続稼働型」）においては、乳牛の飼養管理システムに大きな変革が必要である。搾乳牛は、牛の自発的意志に基づいて、フリーストール牛舎内を移動する（パーラ代用型では、牛舎内移動パターンは搾乳時刻に影響される）。その移動経路の途中に、24時間稼働の自動搾乳機を設置することにより、搾乳時刻は固定せず、1日何回でも、搾乳が可能となる。

この搾乳時刻を固定しないシステムでは、フリーストール牛舎で放し飼いにされていた搾乳牛を、ある時刻に、搾乳のために1カ所に集めるといった方式がなくなってしまう。各搾乳牛がいつ搾乳されるのかは判らないし、夜中でも搾乳が行われる。したがって、管理者は搾乳に立ち会いたくとも不可能である。搾乳作業は完全に無人化される必要がある。非常に高い精度の自動搾乳機（装着能力）と、幾重にも張り巡らされた機器のバックアップ体制（いくつかの拠点にバックアップのための人員配置）、機械による装着に適した形の乳房（乳頭）を持つ搾乳牛群の作出（淘汰・選抜のための予備期間）が要求される。

このシステムが完成され導入されれば、酪農家は、365日間束縛されてきた搾乳作業から完全に解放され

ることになる。畑作業の繁忙期には、朝夕の搾乳作業に中断されることなく、畑作業が続けられる。他の仕事の都合にあわせ、牛舎作業が行えるようになり、牛群の観察にもっと多くの時間を費やすことができるようになる。トータルの作業時間が大きく削減されるわけではなくとも、これまで、朝晩拘束されていた作業から解放されることにより、変化に富んだ時間の使い方が可能となる（労働時間の自由化＝酪農作業のフレックスタイム化）。

## 24 時間連続稼働型システムの牛舎レイアウト

「24 時間連続稼働型」の自動搾乳機を用いた飼養管理システムでの牛舎レイアウトで、これまでと大きく異なる特徴の一つは、「単方向移動型牛舎」であるということである。牛舎内は、大きく3つの領域（休息エリア、搾乳エリア、粗飼料採食エリア）に分割される。各エリアを牛は自由に移動することができるが、その移動方向は、休息エリア→自動搾乳エリア→粗飼料採食エリアの順に限られており、各エリア間に設置されたゲートにより、その流れに反して移動することはできない。移動方向が、一方向であることから、牛の移動が制限されると思われるが、制限されているのは移動方向だけであり、移動可能な時刻は常に保証されている。一方、搾乳時刻を固定したパーラ代用型のシステムにこの単方向移動型牛舎を用いると、移動方向の制限とともに、各領域の利用可能時刻も制限してしまうことになる。

搾乳時刻を固定しない24時間連続稼働型システムで用いられる単方向移動型牛舎では、休息後、粗飼料採食への動機により、自動搾乳エリアへの進入が促されることもある。また、自動搾乳エリアでの濃厚飼料の給与は牛にとって報酬となり、牛の積極的な進入を促す。一方、ストール利用（休息エリア）への動機が、どの程度、牛の自発的移動に関与しているのかはよく判っていない。いずれにしても、単方向移動型牛舎では、各施設（領域）に特徴を持たせることにより、牛の自発的な移動を促進させることが大きなポイントである。

自動搾乳エリアに、牛が進入するたびに必ず搾乳が行われるわけではない。前の搾乳からの間隔時間や1日あたりの搾乳回数（たとえば6回/日）の上限値の設定により、自動搾乳機へ進入させず、粗飼料採食エリアに移動させることもある。これらは、コンピュータに制御されたゲートの開閉により行われている。牛は、開かれた経路に沿って進むことによって、飼料給与や搾乳を受ける。移動時刻無制限（自発的移動）と経路制限（ゲートの人為的コントロール）を組み合わせた牛の飼養管理技術は、自動搾乳機の利用にとどまらず、新たな管理技術を生み出す発想であると思われる。

これまでのフリーストールシステムでも、休息エリ

ア（ストール）や粗飼料給与エリア（自由採食）は、24時間利用可能な施設であった。しかし、搾乳時刻が全頭同一であったため、乳牛の行動に斉一性が現れ、飼槽列の長さやストール数は最大利用時の値をもとに考えられることが多かった。搾乳時刻が固定化されていない飼養管理システムでは、施設利用の斉一性が低下し、ストールや飼槽列は24時間有効利用が可能となり、施設全体がコンパクトになる可能性がある。しかしながら、24時間連続稼働型の自動搾乳機を利用した単方向移動型牛舎での、適正なストール数や飼槽列の長さについての研究は、現在までのところ実施されていない。

次に、単方向移動型牛舎における各領域の順序についても考慮されなければならない。搾乳直後に、牛を横臥させることは、乳房炎感染の問題から推奨されないことははっきりしている。したがって、一般には自動搾乳エリアの次が、粗飼料採食エリアとなっている。しかし、粗飼料採食エリアを素通りし、休息エリアに移動すれば問題は残ってしまう。また、飼料の給与順序の観点から、自動搾乳エリア（濃厚飼料採食）→粗飼料採食エリアが適切なのかという疑問は残る。

牛舎内の搾乳牛の移動をより詳細に検討すると、飼養管理システムを構築する場合に考慮すべき問題点が浮かび上がってくる。牛の濃厚飼料採食に対する動機は極めて高く、自動搾乳エリアへの牛の進入に、濃厚飼料は報酬として役立っている。しかしながら、牛群内の何頭かの牛は、この濃厚飼料を目標として、頻繁に搾乳エリアに進入してしまう。1日あたりの搾乳回数や濃厚飼料給与回数（量）には上限があるため、ゲートを用いることにより自動搾乳機へ乳牛を進入させず、濃厚飼料を給与しないで、次の粗飼料採食エリアへの経路へ牛を導く。しかし、目当ては粗飼料ではなく、濃厚飼料にあるため、粗飼料採食エリアや休息エリアを素通りし、再び自動搾乳エリアに進入することがある。なかには、この一連の流れを、濃厚飼料を給与されるまで、ひたすら繰り返す牛が存在する。濃厚飼料の割り当ての有無を、あらかじめ各牛に知らせ、この現象を回避しようとする試みも考えられている。さらに、この現象に個体差が大きいことから、個体ごとの移動特性を詳細に検討することも試みられている。

この現象は、自動搾乳エリアを一定時間占有してしまうために、自動搾乳エリアの利用効率からみても好ましくない。この現象自体が、最近判ってきたことであるため、その解決策ははっきりしていない。自動搾乳エリア内での濃厚飼料給与をやめてしまい、他の場所（粗飼料採食エリア）に設置した濃厚飼料自動給与装置により行うとの解決案もある。しかし、自動搾乳エリアへの進入がある水準より低下してしまうと、単方向移動型牛舎での24時間連続稼働型システムの運

用が難しくなる。また、粗飼料採食エリアに設置した、濃厚飼料給与装置付近での牛の滞留が問題ともなる。このように飼料給与方法とも密接に関与するが、この問題について回答するだけのデータを我々は未だ持ち合わせていない。

### 最 後 に

冒頭にも述べたように、筆者は1994年にIMAG-DLOで研修し自動搾乳機の利用に関する研究に携わることができた。この際、飼養管理システムに組み込まれた技術の中で、特に興味をもったことは、実は自動搾乳機ではなく、牛の移動経路調節のために設置さ

れたゲートの利用であった。この乳牛の自発的移動とゲート調節を応用した飼養管理システムは、今後、様々な展開が予想される。例えば、放牧地と牛舎の間の経路にこのゲートを設置し、自発的な移動を促すことにより、放牧管理も現在より容易となるかもしれない。また、牛舎の各所にゲートを設置し、牛舎内外の移動を個別別にゲートで調節することにより、育成牛や乾乳牛も含めた牛群を全て1群として飼養管理できる可能性もある。これ以外にも、様々なアイデアが新たに生まれてくることであろう。そうした新たなアイデアの検証のためにも、施設と牛の行動の関連性を含めたさらなる研究・討論が必要である。

---

 会員からの声
 

---

## 農家と試験研究と普及の雑感

小池 信明

函館地区農業改良普及センター

今農業をとりまく条件が大きく変化している。普及においても算盤からコンピュータの時代である。農業そのものも食料増産から有機・無農薬と変化している。畜産学会や草地研究会の世界も時代のニーズに応えるべく変わって来るものと思っていた矢先に、現場の声を聞いてくれるようになり、有難いことだと思っている。元々普及は研究機関ではないので学会や研究会に出席しても質問もしないし、しずらいものがあった。なぜなら細かい技術やその過程などはあまり必要としないし、生産者にも理解されずらいことが多いからである。特に普及の現場では家畜を使った現地確認試験は不可能であり、農家の方が経験も豊富で、新しい技術はなかなか入りずらいことがある。

更に飼料設計においても TDN・CP を合わせるのがやっとなりで、その他の細かい設計をしても農家現場では残食、盗食までの確認は難しいこともあり、大多数の農家では今のところそうした細かいところまで必要とするレベルに達していないと思う。

しかしながら農家にとっては、早急に新技術や牛舎の新築に取り掛かりたい場合もある。こうした農家の要望に応えるのも普及なら、時期を待たせて考えさせるのも普及だと思う。いずれにしても農家と十分に話し合い事を起こす、事を起こさせる技術こそ普及の技術であると、先輩上司に言われたことがあるし、単純な私は、今もってその教えを守りつつ仕事をしている。

しかし、事を起こす手段として手取り早く信頼関係を作るには、新しい技術や情報がどうしても必要になってくる。故に普及の技術は、必ずしもその技術を伝達するのが目的ではなく、事を起こす手段として利用する最大の武器ではある。特に最近は外国人講師による講演会が各地で盛んに開かれており、それが又人気がある。その結果、どうしてもそれらの技術に乗る人もいるし、話を聞いただけで自分の経営が良くなったと錯覚している人も出て来る始末である。資金力・労働力・経営能力の全てがそろっている農家なら新技術に挑戦することも良いのですが、一般的に能力のある人は2～3年の準備期間をつくり、それから取り組む方が、成功している例も多いと感じている。せっぱ詰まって準備考慮時間がなくて取り組んだ農家の中

には失敗した例もあり、それらの付け回しが、負債となっている事例が多いのも事実である。こういう状況下になった今、普及にとってもやや細かい技術まで理解する必要があると最近になって感じている。

### 試験研究機関に望むこと

これまで普及に関する一部を書いてみたが、現場に必要な技術情報として、関係機関に要望したいことは山ほどある。

1. 畜産農家全体に言えることであるが、景観作りと畜産公害が叫ばれている今、糞尿処理法に関するもので労働時間・経費更に土壌学的に総合的な判断資料が必要になってくると思う。経営学専門家の情報もほしいと願っている。
2. 高レベル農家層での話題であるが、民間中心で進められていたと思われる受精卵移植が今後どのように進んでいくのか？ 農家の庭先で簡単にできるのか？ ドナー牛としての経済効果はどうなのか、これらについての情報も必要になるとおもう。
3. 低レベル農家層で多い話題であるが、サルモネラ菌等による疾病情報や衛生的乳質改善対策等が現場では必要なものである。もっとも、乳質に関してはいくら研究が進んでも、技術が確立しても、実践するのは農家自身であるから普及側の実践させる技術も重要だと思う。
4. 今、函館地区において電子イオン水と EM 菌が話題になっている。これらの技術を頭から否定する気はないのだが、基本技術（削蹄・運動・牧草の適期刈り取り）が不十分な時でも効果があるのか、それらが乳質や飼料消化率にどの程度の影響を及ぼすのか、知りたい情報である。

最後に広い分野の学問があるけれども、家畜を通していくらの儲けになるか。その結果、農家はどの様に变化するか、の現場では、獣医さんも経営専門家も草地研究会も畜産学会も1つになった情報収集・発信組織はできないものかと常に考えている。そして、各研究機関の役割分担が、今よりスムーズになり、EM 菌などの研究結果があれば現場も仕事がし易くなると思われる。

## 会員からの声

# 私から見た北海道酪農の現状

艾尼瓦爾艾山

新疆農業大学, 中国新疆烏魯木齊市 830052

私は中国新疆ウイグル自治区政府と日本私立大学協会の学術交流協定による自治区政府派遣研究員として、1994年4月来日し、酪農学園大学酪農学科で酪農を勉強している。1年半ぐらいの間に、日本酪農を代表する北海道の酪農地帯や多くの酪農家を訪問する機会に恵まれた。そこで、自分が実際に見た内容を中心に、北海道酪農の現状に対する自分の見方を簡単に書くことにした。

### 1. 教育水準の高い酪農経営者

日本国民の中学校卒業率は100%で、高校および大学卒業率も非常に高いことは日本に来る前に良く知っていたが、畜産関係のことはほとんど知らなかった。日本に来てから、酪農学園大学で酪農を学んでいる酪農家出身の学生達の割合が高いこと、また、見学したほとんど牧場の経営者や学生達から聞いた彼らの親達の文化水準から、現在日本酪農家の教育や文化水準が非常に高いことを感じた。酪農家の後継者の多くは各大学で酪農、畜産を専攻し、卒業後アメリカやヨーロッパなど酪農先進国に留学研修し、さらに酪農経営を勉強してから後継者になることを理解した。教育水準の高い酪農経営者こそ日本の酪農が20~30年の非常に短い時間で急速に酪農先進国と比肩しうる水準に達した主な原因の一つだと思った。

### 2. 世界最新情報を持つ日本の酪農家

私は日本に来て大変影響を受けたもう一つのこと、日本の情報の広さと速さであった。最も速い情報システムを持つ日本では、酪農家は世界各地の酪農情報を素早く手に入れ、また素早く実際に使っている、パソコンを経営管理に取り入れた酪農家も数多くいる。その他に、多くの酪農家は世界各地を旅行、見学し、良い技術を学び、良い種畜や精液を輸入して、日本の酪農を急速に発展させている。

### 3. 高泌乳牛と高品質牛乳

現在北海道ではほとんどが高泌乳牛、高品質牛乳である。その主な原因は、北海道で酪農経営を開始した

多くは海外で酪農を学んで来た人達である。酪農を取り入れた時から高泌乳、高品質を目標としており、栄養学を基礎とした合理的な飼養管理、人工授精、受精卵移植、後代検定による能力検定保証済みの優良種雄牛の利用、フリーストール牛舎やミルクングパーラーの導入など先進的技術が急速に普及、さらに、優秀な数多くの研究者達の支援も大きいものがあると思つた。

### 4. 高投資酪農

北海道の酪農のほとんどは集約型、施設型、專業型酪農であり、規模拡大の方向に向っている。人間の食糧と家畜飼料の生産を輪作したり、圃場からの副産物や山野の草の利用や、酪農と耕種や園芸とを有機的に結びつけた複合経営はあまり行われていない。乳牛飼育はほとんど輸入飼料に依存し、酪農生産は全て高投資生産であり、借入金依存度が非常に高い。高泌乳牛をそろえるための牛群の淘汰更新は乳牛の平均耐用年数を縮めている。酪農家は経営の維持および借金を返すために乳牛頭数、産乳量および労働時間の増加が必要となるが、一方、労働力を軽減するために機械化がさらに進んでおり、そのための投資や石油などの補助エネルギー使用が多い。酪農も他の産業と同様に円高や株価低迷の影響を直接受けている。その他、アジアの他の国々に比べ、日本国民の生活水準が高く、消費者の酪農製品の価格や品質に対する要求が厳しく、さらに、農産物輸入自由化などは酪農経営を一層厳しくしている。

### 5. 糞尿問題

前項で指摘したように、厳しい条件で酪農経営を維持するために、頭数等の規模拡大の追求、草地飼料基盤の狭隘化、濃厚飼料の依存度強化、加工型生産の性格を強めたため、酪農における糞尿問題は大きな問題となっている。そのため、酪農は都市近郊でできなくなっている。糞尿処理のために酪農家はさらに工夫や投資が必要になっている。

## 海外報告

## カリフォルニア大学デイビス校での文部省在外研修を終えて

服部 昭仁

北海道大学

95年2月20日、抜けるような青空の中をサンフランシスコから15人乗りのプロペラ機でサクラメント空港に到着した。20度以上の暖かきで翌日からの生活の快適さが想像され、時差ボケも吹っ飛んだ感じであった。空港には10カ月間お世話になるLab.のprofessorが迎えにきてくれた。目的地であるカリフォルニア大学デイビス校の所在するデイビス市は、サクラメント空港から西方向（サンフランシスコ方向）に車で約20分走ったところに位置する北カリフォルニアの小さな大学町である。大学しかないこの町は治安の良さは米国一といわれ、down townにもhomelessは皆無である。反面、レストラン等も少なく単身の私にとっては生活のしづらい面もあった。西海岸からやや内陸に入ったこの地方は、従来10月から3月位までは雨期になり、雨が多くなる。しかし、95年は地球の異常気象がこの地方にも当てはまり、すべてが例年とは違っていた。私の到着日の2月20日はこの時期には珍しく暑い日で雨期終了を思わせる1日であった。しかし、好天はこの日1日で翌日からは連日の雨、3月には記録的な大洪水となり、キャンパスの内外至る所に池、湖が出現した（到着時、空港からデイビス市に至る国道の両側の畑も水浸しで大湖と化していた）。雨期は5月いっぱい続き、5月の雪、6月はじめの雹を含めた大雨（この時も洪水、一般に排水が良くないという印象）を最後に雨があがった。いよいよ夏到来、カリフォルニアの抜けるような青空の下、気温はぐんぐん昇り、日中の最高気温は毎日36—42度となり、北国育ちの私にとっては厳しい気候であったが、湿度がきわめて低いことと夜には急激に気温が下がることによって予想していたほど体に応えなかった。きつかったのは、室温と外気温の差が大きいことであった。これには体の方がなかなか適応してくれず閉口した。この期間、週末のアパートのプールサイドには老若男女を問わず、日光浴する人が多くその光景は一人暮らしの私にとっては目の良い保養になった。10月、11月になってもいっこうに雨が降らず、空は雲1つ見あたらず、これも記録的とのことで干ばつが心配されたが11

月の末になってやっと雨が降り、12月、私の帰国直前には大雨で再度洪水となり、出発時には大学の農場の大甫場も春先と同様湖と化していた。

さて、私の所属したデパートメントはFood Scienceだったが、研究テーマは主要な筋肉蛋白質の1つであるミオシンの変異体が大腸菌に発現させ、その性質を調べるものであり、畜産学とは直接つながらなかった。分子生物学的実験手法は全く知らず、言葉の不自由な中で新しい分野への挑戦で多少臆する所もあったが、案ずるよりは産むが易し、で周囲の人たちの親切な指導と助言でそれなりの成果を上げることができた。しかし、10カ月間は1つの研究を完結するには短く、やり残したこともあり、今後継続して共同研究の形で進めることになった。

10カ月間の滞在を通して、何よりも良かったことはあらゆる雑用から解放されて実験のみに集中できたことである。加えて、多くの外国人と接触できたこと、日本では知り合う可能性の低い自分の専門分野と異なる日本人研究者と親しくなれたことも大きな財産である。もう1つ、長期の夏休みをとって家族とともにカリフォルニアをエンジョイできたことも大きい。単身で出かけた私を追って夏休みを利用した家族がやってきて3週間滞在した。長期の夏休みは初めての経験であったが、精神的にrefreshされ、秋からの研究生生活が活性化されたように思われる。ある程度の長期の夏休みは殆どすべてのスタッフがとっており、皆それぞれにrefreshされているように見受けられた。日本ではなかなか難しいだろうができる限り休むこともその後の研究を活性化させる上で有効であると思われる。

デイビス校は数あるカリフォルニア大学のなかでも農学が特に優れている分野の1つである。しかし、私のかの地での所属先、研究内容は農学あるいは畜産学とはかなり隔たった所に位置し、本学会の会員の皆様に有用な海外報告ができないことを申し訳なく思っている。この10カ月間、体験してきたすべてのことを私の今後の研究・教育活動に最大限還元していくよう努力することを約束して海外報告としたい。

## 書 評

## Milk Quality (乳質)

F. Harding 編著

Blackie Academic &amp; Professional 社

(1955年8月発刊)

斎藤 善一

酪農学園大学

本書は、乳質およびその検査が中心であるが、そればかりではなく、牛乳生産から加工までを最新の資料により、将来の問題点も含めて、簡潔に説明している。わが国においても、乳質改善に関する勝れた図書がいろいろな機関から発行されているが、本書のように、生産から加工までが乳質との関連において記述されている成書はない。

生乳本来の酸度を0.16%とし、それ以上を乳酸の生成によるもの、としているのは間違いである。その他にも、いくつかの誤りがあるのは残念であるが、その為に混乱することはほとんどないと思われる。

乳質検査の手引書ではないので、検査の手順は示されていないが、各種検査の原理と、その結果が乳製品製造に役立つことを理解するのに好適な良書である。

英国における牛乳、乳質およびその検査に関する総元締である Milk Marketing Board の技術部長であった Harding が編集をしているが、11章166頁の内、乳質とそれが製品におよぼす影響に関する8章107頁を彼自身が執筆している。他に、Heeschen (ドイツ国立牛乳研究所衛生部門主任) と共同で、農薬、洗剤、放射性物質などによる汚染についての1章を担当している。全体で表27、図41が用いられている。各章毎に参考書、文献が紹介され合計171篇に達している。章によって重複しているものもあるが、乳質を学び、研究する為に役立つ。文中に引用文献番号が示されていないのは不親切であるが、文献には論文題名も記載されているので、さしたる不便はない。

米国ルイジアナ大学の Nickerson が、牛乳の生成、成分組成におよぼす因子について、わかり易い図表を用いて説明している。さらに、乳房炎と乳質の関係について、米国ケンタッキー大学の Harmon が、体細胞数の重要性を指摘し、乳量、チーズ収量との関係を含めて詳しく述べている。

Harding は、衛生的乳質、成分的乳質、さらに、乳質が飲用乳、はっこう乳、チーズなどにおよぼす影響について解説している。英国を含むヨーロッパの事情

がわが国とことなるので、用語、記述内容の精確について、米国流に馴れた我々からみると変っているところがある。例えば、脂肪測定ではゲルベル法については詳しいが、バブコック法は米国で使用されている方法と書かれているに過ぎない。また、Churn collection というのは、輸送缶などで生乳を集乳所に持ち込むことを指しているが、私には初めて知った用語である。山羊乳、羊乳の成分、特徴についても1章をあてているが、牛乳の混入検査について述べているのは面白い。

成分的乳質の章では、赤外線分析装置による脂肪、乳糖、タンパク質測定の原理、脂肪測定の結果におよぼす季節の影響、装置調整の重要性などを述べている。さらに、非タンパク態窒素について説明し、現在の粗タンパク質に代る純タンパク質の測定についても言及している。

生乳に対する異物混入については、加水の問題に重点をおいている。搾乳前、搾乳中、および搾乳後に水が混入する可能性、それを防ぐための注意、さらに、加水を検出する方法、特に氷点測定について述べている。Holtvet の装置による氷点(°H)と攝氏(°C)で示す氷点の関係を説明し、°H で示した氷点の分布と、それをもとにした加水の判定について述べている。処理乳(processed milk)の章では、UHT 処理、殺菌乳の細菌検査、保存性の改善などが述べられている。特に殺菌乳の品質管理について詳しい。

最後は、牛乳の栄養に関する章であるが、乳糖不耐症、アレルギー、コレステロール、はっこう乳、低脂肪乳など、近年話題になった事項について簡単に説明している。ミネラルについては比較的詳しい。

世界各国、あるいはヨーロッパ諸国における乳質検査の実態についての章があるとなお良かったと思うし、汚染については最近の実態、規制基準値を示して欲しかった。それにしても、本書は乳質検査に当る方々は勿論、酪農家の指導者や牛乳工場、研究機関の関係者にとって、知識の整理にもなる良い参考書といえよう。一読をおすすめする。

## 書 評

## 集約放牧マニュアル

岡本 明治

帯広畜産大学 草地学講座 助教授

都会の人間が農業や酪農に魅力を感じる点は、自然の中で自然のリズムと共に生活し糧を得ることの可能性にある。そのような人たちがイメージする農業形態は企業的規模の農場ではなく自然と一体となった経営であろう。農業に携わっている人が何のために自分が農業という仕事を選択したのか、どのような経営をやりたいのかということを考える場合、結局は自分自身がどのような生き方をしたいかということになる。

近年わが国の農業に国際化の波が押し寄せ、より一層の生産コストの低減が求められている中で、多くの人が経営規模拡大による対応策を選択している。しかし、規模拡大によりパイを大きくして生産コストを下げる方法は新たに多額の投資を必要とする、それらの投資能力や雇用管理、糞尿処理問題をクリアーできる人はそういう方法を選択するのも良いであろう。

一方、現状の規模で内部的に生産コストの低減をはかる方法も一つの選択である。新たな投資を望めない人、労働時間をこれ以上増やせない人、糞尿処理のス

トレスを軽減したい人、自然と一体となった農業を行いたい人にとって土地条件さえ整えば放牧を取り入れた経営は魅力ある形態である。しかし、土地があるからといって全ての問題点が解決される訳ではない、どのように放牧を行うかが問題であり、そのような要求に応じてくれる技術者も適当な書籍もなかったというのが現実である。

本書は、そういう人にとって経営の中に放牧をどのように取り入れたら良いか、現状と導入の考え方、放牧地の利用計画や設計、施肥と維持管理、高泌乳期における放牧の仕方、併給飼料の与え方、乳肉育成牛の放牧方法、放牧経営の成功例など、放牧に関する問題点や解決方法などを斯界の知識者17名の執筆により、いろいろな角度から分かり易く解説されている。現時点でわが国における最高の放牧技術書の一つであろう。

1996年2月

# 第51回 北海道畜産学会大会 一般講演 一覧

1995年9月18・19日 於滝川

## 1. 栄 養

反芻胃内粒度別飼料片の動態と飼料片比重との関連

○福間 哲・泉 賢一・岡部靖子・上田宏一郎・大久保正彦 (北大農)

反芻胃内粒度別飼料片N中に占める細菌体Nと十二指腸への細菌体N流量との関連

○岡部靖子・泉 賢一・福間 哲・上田宏一郎・大久保正彦 (北大農)

自由採食下のめん羊における採食・反芻行動と反芻胃内粒度別飼料片の動態の関連

○泉 賢一・岡部靖子・福間 哲・上田宏一郎・大久保正彦 (北大農)

めん羊の第一胃内容液および血液中の脂肪酸組成に及ぼすサリノマイシン給与の影響

○日高 智・竹成仁史・松長延吉・左 久 (帯畜大)

各種植食動物の消化率および糞粒度

○岡本全弘・磯 雅美 (酪農大)

代謝プロファイルテスト診断牛における血清遊離アミノ酸濃度

○植崎 昇・濱田直久・岩澤季之 (酪農大), 木田克弥 (北海道 NOSAI)

## 2. 飼 養

北海道和種馬におけるCr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>とAIAの回収率および糞中濃度の経時変化

○河合正人・十二邦子 (北大農), 安江 健 (茨城大農), 小川貴代 (天使女短大), 近藤誠司・大久保正彦・朝日田康司 (北大農)

繁殖育成豚に対するカルシウム・リン給与量の影響

○小泉 徹・山田 渥・山崎 昶・梶野清二 (滝川畜試)

乾乳牛における乾物摂取量

○坂東 健 (天北農試), 原 悟志 (新得畜試), 出岡謙太郎 (滝川畜試)

90および60日齢で離乳したサフォーク種双子羊の増体

○出岡謙太郎・斉藤利朗 (滝川畜試)

牧草多給によるヘレフォードの哺育育成(1) 2夏放牧方式による去勢肥育素牛生産

○小竹森訓夫・近藤誠司 (北大農)

濃厚飼料の多給・飽食給与開始時期が黒毛和種去勢牛の産肉性に及ぼす影響

○佐藤幸信 (新得畜試), 斉藤利朗 (滝川畜試), 杉本昌仁・本郷泰久・川崎 勉・田村千秋 (新得畜試)

冬季舎飼期における飼料畑・採草地全体からの牛乳生産の評価

— コーンと牧草の作付面積割合が異なると想定した場合での検討 —

○中辻浩喜 (北大農), 古川研治 (十勝農協連), 時田光明・大久保正彦 (北大農)

## 3. 飼 料

エゾシカにおける野生草本類および木本類の採食性と成分組成

○相馬幸作・増子孝義・石島芳郎 (東京農大)

リグニン化度による麦桿の乾物分解率の推定の試み— 予備的考察 —

○義平大樹・福田隆行・小木曾典恵・沖山友子・野 英二 (酪農大), 山川政明 (滝川畜試), 岡本全弘 (酪農大)

サイレージの発酵品質と蛋白質のルーメン内分解性に及ぼす牧草の刈取時期と添加物の影響

○艾尼瓦爾艾山・安宅一夫・植崎 昇 (酪農大)

牧草のサイレージ化にともなう構造的炭水化物の分解と消化率の変化およびそれに与える添加剤の影響

○ブラング デ パレデス ロールデス・藤田 裕・松岡 栄 (帯畜大)

## 4. 畜産物利用

鶏卵の品質と卵構成成分との関係

○阿久津敦子・市川 舜・鮫島邦彦 (酪農大)

鶏砂囊筋ミオシンの加熱ゲル形成能に及ぼす金属イオンの影響

○金 辰保・石下真人・鮫島邦彦・森田潤一郎 (酪農大)

北海道における生乳中の低温性細菌数, 中温性細菌数, 耐熱性細菌数の実態調査結果

○青山英俊・熊野康隆・笹野 貢 (北乳検)

牛肉の色調とメトミオグロビン還元活性について

○関川三男・部田圭一・三上正幸・三浦弘之 (帯畜大)

牛肉熟成中における筋漿画分について

○全 炯日・三上正幸・関川三男 (帯畜大)

生鮮牛肉の嗜好性に関する調査

○戸苺哲郎・斉藤利朗 (滝川畜試)

洋ナシおよび, 和ナシから調製した新プロテアーゼによる食肉の軟化作用に関する研究

○上田 満 (酪農大), 崔 一信 (安城産大), 朴燕鎮 (大田実大), 石下真人・鮫島邦彦 (酪農大)

## 5. 育 種

牛乳蛋白質成分に対するモノクローナル抗体の作製  
横浜道成・○近藤民章・中川 中 (東京農大)

尿素加等電点電気泳動法による牛乳蛋白質多型の検出  
横浜道成・○平山博樹 (東京農大)

卵白の交換培養が鶏胚に及ぼす影響

○寺井明喜子・八木康一・市川 舜 (酪農大)

実用鶏種における卵白質のハウユニット及びリゾチウムの比較

○白勢英子・森津康喜・市川 舜 (酪農大)

線形審査主成分スコアと体型得点, 泌乳形質および生産期間の関連

○鈴木三義・井上嘉明 (帯畜大), 河原孝吉 (北乳検), 吉田みその (農林省家畜改良センター)

ホルスタイン種雄牛の体測定個体成長記録に対する非線形成長モデルの当てはめ

○寺脇良悟 (帯畜大), 新納正之・山口 斉・熊田善一郎 (農水省家畜改良センター), 福井 豊 (帯畜大)

## 6. 繁 殖

給餌時刻および夜間の照明方式がめん羊の分娩時刻に及ぼす影響

○草刈直仁・出岡謙太郎・米道裕彌・斉藤利朗 (滝川畜試)

ウシ体外受精由来胚盤胞の内細胞塊細胞数の検討

○亀山祐一・丹野直美・石島芳郎 (東京農大)

飼育下のエゾシカ (*Cervus nippon yesoensis*) およびヤクシカ (*C. n. yakushimae*) における精子形成時期と精巢体積の周年変化

○黒崎達也・亀山祐一・石島芳郎 (東京農大)

アンガスならびにヘレフォード雄牛における精巢の成長様相

○藤川 朗 (新得畜試), 宝奇山裕直 (滝川畜試)

## 7. 管理・衛生・その他

日本に適したフリーストール・ミルクパーラ方式のための予備的調査

○矢用健一・植竹勝治・岡本隆史 (北農試)

フリーストール牛舎における乳牛の粗飼料採食位置の選択性

○森田 茂・干場信司・西埜 進 (酪農大)

使い捨て段ボールアイソレータを用いたプライマリー SPF 子豚の人工哺育

○仙名和浩・川本 哲 (滝川畜試), 芹川 慎 (根釧農試), 山崎 昶・山田 渥 (滝川農試), 八田忠雄 (根釧農試), 小坂祐司・岩瀬俊雄 (ホクレン)

体温による乳牛の分娩時期の予測とその適合性に及ぼす季節の影響

○牧原弘造 (広島県立庄原実業高校), 新出陽三・柏村文郎・古村圭子・池滝 孝・山口光治・塚本孝志 (帯畜大)

搾乳牛糞の堆肥化過程における発酵促進

○吉田 悟・前田善夫・田村 忠 (新得畜試)

牛糞スラリーから分離された放線菌

○岡本英竜・塚田 栄・宮川栄一 (酪農大)

# 学 会 記 事

## 1. 1995 年度第 1 回評議員会

1995 年 5 月 13 日, KKR 札幌において会長, 副会長, 評議員 11 名, 監事 2 名, 幹事 5 名 (新旧) が出席して開催され, 1994 年度庶務報告, 会計報告, 会計監査報告がされ, 承認された。

ついで, 1995 年度事業計画, 予算案が提案され, 承認された。

北海道畜産学会賞は, 以下のとおりに決定した。

「高泌乳牛の集約放牧に関する一連の研究」

北海道立根釧農業試験場放牧研究グループ

## 2. 1995 年度第 2 回評議員会

1994 年 8 月 29 日, 滝川市ホテルスエヒロにて会長, 評議員 16 名, 監事 1 名, 幹事 3 名が出席して開催された。名誉会員の推戴, 編集委員会の設置他, 次年度大会などについて審議された。

## 3. 1995 年度総会

1995 年 9 月 19 日, 滝川市ホテルスエヒロにて, 米田裕紀氏 (滝川畜試) を議長として本年度総会を開催した。議事は下記の通りで, 原案通り決定された。

### <報告事項>

#### 1) 1994 年度庶務報告

##### (1) 第 1 回評議員会

1994 年 4 月 23 日, KKR 札幌において会長, 副会長, 評議員 15 名, 監事 2 名, 幹事 3 名が出席して開催され, 1993 年度庶務報告, 会計報告, 会計監査報告がされ, 承認された。

ついで, 1994 年度事業計画, 予算案が提案され, 承認された。

北海道畜産学会賞は, 以下のとおりに決定した。

「ビートパルプの反芻家畜飼料資源としての利用に関する研究」

日本甜菜製糖株式会社総合研究所

飼料研究グループ

##### (2) 第 2 回評議員会

1994 年 8 月 29 日, 東京農業大学生物産業学部 (網走市) にて会長, 副会長, 評議員 15 名, 監事 1 名, 幹事 3 名が出席して開催された。次年度大会と新役員について審議された。

##### (3) 1994 年度総会

1994 年 8 月 30 日, 東京農業大学生物産業学部 (網走市) にて, 石島芳郎氏 (東京農業大学生物産業学部) を議長として以下の議事を行った。

① 1993 年度庶務報告, 会計報告, 会計監査報告および 1994 年度事業計画, 予算案について審議され, 承認された。

② 新役員について審議され, 承認された。

##### (4) 北海道畜産学会大会

1994 年 8 月 29 日, 30 日, 東京農業大学生物産業学部 (網走市) において第 50 回大会が開催された。北海道畜産学会受賞講演および一般講演 24 題の発表が行われた。大会参加者は約 100 名であった。

##### (5) 講演要旨ならびに会報の発行

① 第 50 回北海道畜産学会大会講演要旨 (19 ページ) を 1994 年 8 月に発行した。内容は北海道畜産学会受賞講演要旨 1 編および一般講演要旨 24 編。

② 北海道畜産学会報第 37 巻 (79 ページ) を 1995 年 3 月に発行した。

内容は総説 1 編, 学会賞受賞論文 1 編, 短報 9 編, 会務報告および名簿。

##### (6) 会員現況 (1995 年 9 月 13 日現在)

名誉会員: 6 人

正会員: 361 人

賛助会員: 41 団体

#### 2) 1994 年度会計報告 (別表 1)

#### 3) 1994 年度会計監査報告

#### 4) 北海道畜産学会賞について

根釧農試乳牛放牧研究グループ

小倉紀美・扇 勉・小関忠雄・藤田眞美子・

峰崎康裕・堤 光昭・三枝俊哉・酒井 治・田

中正俊・花田正明 (現帯畜大)・遠谷良樹 (現新

得畜試)・裏 悦次 (現天北農試)

業績: 「高泌乳牛の集約放牧に関する一連の研究」

### <審議事項>

#### 5) 1995 年度事業計画

(1) 評議員会の開催 2 回

(2) 第 51 回北海道畜産学会大会の開催

① 開催月日: 1995 年 9 月 18 日 (月), 19 日 (火)

② 開催場所: 滝川市ホテルスエヒロ

③ 大会内容: 一般講演, 総会, 学会賞受賞講演, 懇親会

(3) 講演要旨ならびに会報の発行

- ①大会講演要旨集：1995年8月発行
- ②北海道畜産学会報(総説、短報など)：1996年3月発行予定

6) 1995年度予算案(別表2)

7) 評議員の交替および補充(新役員名簿参照)

8) 学会報の内容の多様化と編集委員会の設置

- (1) 学会報の原稿内容の多様化：以下の案が承認された。
  - ①学術的原稿：総説・短報・受賞論文
  - ②普及的原稿：解説・講座・シンポジウム報告・海外報告・書評・文献抄録
  - ③現場に即した原稿：技術レポート・現場からの声・会員からの声
  - ④その他：大会発表一覧・名簿(隔年)・学会記事・会則・規定等
- (2) 編集委員会の設置：以下の案が承認された。

①会報の編集・発行等を組織的に行うため、編集委員会を設置する。

②任務は、会誌刊行計画の立案、原稿の受理・依頼・整理、各種原稿の校閲に関する事、掲載内容の決定、会誌の発行等とする。

③構成は、委員長1名、委員若干名、幹事1名(編集担当庶務幹事)とする。

(3) 会則・規定等の改正・新設：以下の案が承認された。

①会則の改正は必要としない。

②投稿規定の1および9を変更する(131頁参照)。

③原稿作成要領の1を変更する(132頁参照)。

④編集委員会規定を新設する(131頁参照)。

(4) 会報の大きさをA4版にすることを前向きに検討する。

9) 名誉会員の推戴

安井 勉会員および小野 斎会員を名誉会員にする事を決定した。

## 別表 1

## 1994年度 北海道畜産学会会計報告

(自1994年4月1日 至1995年3月31日)

## 一般会計

## 収入の部

項目	予算額	決算額	差異	備考
会費	1,701,000	1,557,000	144,000	正会員 (937,000) 賛助会員 (620,000)
広告掲載料	300,000	130,000	170,000	
雑収入	50,000	419,843	▲369,843	日本畜産学会 (42,000) 別刷代, 利子, 抄録売却等
繰越金	492,642	492,642	0	
合計 (A)	2,543,642	2,599,485	▲55,843	55,843

## 支出の部

項目	予算額	決算額	差異	備考
印刷費	1,300,000	893,525	406,475	要旨集等 (160,680) 学会報 (732,845)
大会費	150,000	150,000	0	東京農業大学 (網走)
通信費	300,000	206,610	76,420	郵便料金等
会議費	150,000	126,476	23,524	評議員会, 幹事会等
旅費	150,000	223,580	▲73,580	役員, 幹事旅費等
謝金	150,000	114,129	35,871	執筆料, 事務補助等
事務用品代	100,000	69,940	30,060	コピー代, 筆記具等
振替手数料	20,000	17,240	2,760	
予備費	223,642	0	223,642	
合計 (B)	2,543,642	1,801,500	742,142	

収支 (A - B) 2,599,485 - 1,801,500 = 797,985 (次年度繰越)  
繰越金内訳 銀行 92,685 振替口座 589,990 現金 115,310

## 特別会計

## 収入の部

項目	予算額	決算額	差異	備考
雑収入	100,000	41,515	58,485	貸付信託利息・銀行利子
繰越金	2,215,444	2,215,444	0	
合計	2,315,444	<sup>a)</sup> 2,256,959	58,485	

## 支出の部

項目	予算額	決算額	差異	備考
学会賞副賞	100,000	50,000	50,000	学会賞1件
雑費	30,000	6,683	23,317	筆耕
次年度繰越金	2,185,444	2,200,276	▲14,832	
合計	2,315,444	<sup>b)</sup> 2,256,959	58,485	

収支 a) - b) 2,256,959 - 2,256,959 = 0  
繰越金内訳 貸付信託 2,000,000 銀行 200,276

## 別表 2

## 1995 年度 北海道畜産会予算 (案)

## 一 般 会 計

## 収 入 の 部 (円)

項 目	予 算 額	備 考
会 費	1,671,000	正会員 1,071,000 (357人×3,000) 賛助会員 600,000 (37団体 60口×10,000)
広 告 掲 載 料	200,000	
雑 収 入	200,000	(注)日本畜産学会より (42,000) 銀行利子, 会報売上金および別刷代等
繰 越 金	797,985	1994年度から
合 計	2,868,985	

## 支 出 の 部 (円)

項 目	予 算 額	備 考
印 刷 費	1,200,000	会報38巻 900,000 講演要旨集 200,000 案内等 100,000
大 会 費	150,000	
通 信 費	300,000	
会 議 費	150,000	評議員会 2 回他
旅 費	200,000	会長・幹事旅費等
謝 金	150,000	総説等原稿依頼費, 事務補助等
事 務 用 品 代	100,000	事務・計算機用品, コピー代等
振 替 手 数 料	20,000	
予 備 費	598,985	
合 計	2,868,985	

## 特 別 会 計

## 収 入 の 部 (円)

項 目	予 算 額	備 考
雑 収 入	50,000	貸付信託利息, 銀行利子
繰 越 金	2,200,276	貸付信託 2,000,000
合 計	2,250,276	

## 支 出 の 部 (円)

項 目	予 算 額	備 考
学 会 賞 副 賞	50,000	50,000×1
雑 費	30,000	学会賞選考委員会等
次 年 度 繰 越 金	2,170,276	貸付信託 (2,000,000)
合 計	2,250,276	

## 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。役員任期は2年とし、重任は妨げない。ただし、会長及び副会長の重任は1回限りとする。
- 第8条 総会は毎年1回開く。ただし、必要な場合には臨時にこれを開くことができる。総会では会務を報告し、重要事項について協議する。
- 第9条 本会の事業遂行に要する費用は、正会員および賛助会員の会費および寄付金をもって充てる。ただし、寄付金であって寄付者の指定のあるものは、その指定を尊重する。
- 第10条 正会員の会費は年額3,000円とし、賛助会員の会費は1口以上とし、1口の年額は10,000円とする。名誉会員からは会費は徴収しない。
- 第11条 会費を納めない者および会員としての名誉を毀損するようなことのある者は、評議員会の議を経て除名する。
- 第12条 本会の事業年度は、毎年4月に始まり、翌年3月31日に終わる。
- 第13条 本会則の変更は、総会の議決による。
- 付 則 本会則は1992年4月1日より施行する。

## 北海道畜産学会編集委員会規定

1. 会則第4条2に基づき本規定を設ける。
2. 会報「北海道畜産学会報」の編集のため、編集委員会を置く。
3. 編集委員会は委員長1名、委員若干名、幹事1名からなり、評議員会の議をへて会長がこれらを委嘱する。
4. 委員長・委員・幹事の任期は2年とし、再任を妨げない。ただし、欠員が生じた場合、補充された委員の任期は前任者の残任期間とする。
5. 編集委員会の任務は、会誌刊行計画の立案、原稿の受理・依頼・整理、各種原稿の校閲に関する事、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。

### 附 則

この規定は、1995年9月18日から施行する。

## 北海道畜産学会報投稿規定

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。その他の原稿は会員からの投稿を主とする。
2. 投稿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。各論文の原稿は審査員の校閲を受け、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、試験場めぐりは4ページ、短報は3ページ以内が望ましい。但し和文の刷り上がり1ページは約2,000字程度である。
5. 提出原稿は正1部、副2部とし、副は複写でよい。ワープロ原稿の場合、この他に、「表題、執筆者、使用したワープロの機種、ソフトウェア名、バージョン名」を明記したフロッピーディスクを受理通知を受けた後に事務局へ送付する。なお、投稿された原稿およびフロッピーディスクは返却しない。
6. 掲載料は原則として無料とする。但し、短報論文については、その刷り上がりページ数が3ページを越える場合、超過ページの印刷費の一部は著者の負担とする。また写真を掲載する場合はその費用も著者の負担とする。
7. 別刷は50部まで無料とするが、それ以上は著者の負担とする。
8. 著者による校正は1回のみとする。校正の際、字句の追加、削除、または文章の移転は許されない。また、指定された期日までに返送されない場合は、次巻号に繰り延べることがある。
9. 原稿の送付は簡易書留にて下記宛とする。封筒には原稿在中と朱書する。

〒 069

江別市文京台緑町 582 番地 1

酪農学園大学酪農学科内

北海道畜産学会事務局

電話 011-386-1111 (内 3212)

FAX 011-387-5848

(事務局が移転した場合には送付先は自動的に変更される。)

1993年5月29日制定

1994年4月23日改訂

## 北海道畜産学会報原稿作成要領

1. 短報論文の記術は、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。

その他の原稿も以上の記述法に準ずる。

別紙に英文の表題、著者名、所属機関名、所在地、郵便番号を記載し添付する。

2. 原稿は、A4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A4版用紙に、縦書き、横書きとし、周囲に約3cmの空白を残し、全角35字/行×35行/頁=1,225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。

例

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

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SI単位を用いる。

例

km, m, cm, mm,  $\mu\text{m}$ , nm, kl, l, ml,  $\mu\text{l}$ ,

kg, g, mg,  $\mu\text{g}$ , ng, pg, h, min, s, mol, M, N, ppm, ppb, J, °C, Pa, rpm, Hz, %

9. 引用した文献のリストは、次の手順により作成する。

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

例

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

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

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

例

NALBANDOV, A. V., (1963) Advances in neuroendocrinology. 2nd ed. 156-187. Univ. of Illinois Press. Urbana.

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

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

③ 文献の記載には正確を期し、とくに巻、ページを正しく書く。

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

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

10. 特殊な刊行物を引用する場合は、下記の例にない全タイトルを記す。

例

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。

② 原図の周囲には約2cm幅の余白を残し、折目をつけないようにして送付する。

③ 図の説明と図中の文字および数字はすべて別紙にまとめてタイプし、図などと共に原稿の最後に別にまとめて添付する。

なお、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。

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。

⑤ 表および図の欄外余白に著者名と表題を記入する。

12. 要約は総説で600字程度、短報および試験場めぐりでは300字程度とする。

13. 字体を指定する場合は以下のようにする。

① スモールキャピタル(小文字の大きさの大文字)は2本下線。MACFARLANE

② イタリック体は1本下線。Medicago

③ ゴシック体は波下線。J. Anim. Sci., 18:

14. キーワードは5個以内で、和文と英文の両方で記載し、所在地の次に記入する。

例

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。

1994年4月23日 改正

## 北海道畜産学会表彰規程

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」を贈り、これを表彰する。

第2条 会員は受賞に値すると思われる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 本規程の変更は、総会の決議による。

付 則

この規程は1992年4月1日から施行する。

申し合わせ事項

1. 受賞候補者を推薦しようとする者は、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。

## 名 譽 会 員 (1996 年 3 月 現 在)

氏 名	郵便番号	住 所
小 野 齊	080	帯広市大空町 4 丁目 11-16
先 本 勇 吉	064	札幌市中央区南 11 条西 13 丁目
島 倉 亨次郎	001	札幌市北区麻生町 1 丁目 7-8
鈴 木 省 三	244	横浜市戸塚区品濃町 553-1 パークヒルズ 1 棟 507 号
八 戸 芳 夫	060	札幌市中央区北 7 条西 12 丁目 サニー北 7 条マンション 807 号
広 瀬 可 恒	060	札幌市中央区北 3 条西 13 丁目 チェリス北 3 条 702 号
安 井 勉	004	札幌市厚別区もみじ台西 5 丁目 11-7
遊 佐 孝 五	064	札幌市中央区南 23 条西 8 丁目 2-30

## 正 会 員 (1996 年 3 月 現 在) 五十音順

氏 名	勤 務 先	郵便番号	住 所
青 谷 宏 昭		080-24	帯広市西 23 条南 4 丁目 20-1
阿 久 津 敦	酪農学園大学	069	江別市文京台緑町 582 番地 1
朝 日 敏 光	夕張市役所 産業経済部農林課	068-04	夕張市本町 4 丁目
朝日田 康 司	北海道大学農学部	060	札幌市豊平区中の島 1-2-1-1-108
東 善 行	北里大学獣医畜産学部	034	十和田市東二十三番町 35-1
安 宅 一 夫	酪農学園大学	069	江別市文京台緑町 582
艾尼互爾 艾山	酪農学園大学	069	江別市文京台緑町 582
アブドール・ガファー	北海道大学農学部	060	札幌市北区北 9 条西 9 丁目
安 部 直 重	玉川大学農学部牧場	194	町田市玉川学園 6-1-1
阿 部 登		073-13	樺戸郡新十津川町字幌加 169-1
阿 部 英 則	北海道立滝川畜産試験場	073	滝川市東滝川 735
阿 部 光 雄	酪農学園大学	069	江別市文京台緑町 582
有 賀 秀 子	帯広畜産大学	080	帯広市稲田町西 2 線の 11
有 馬 俊六郎	九州東海大学農学部	862	熊本市武蔵ヶ丘 4-12-16
安 藤 功 一	酪農学園大学	069	江別市文京台緑町 582
安 藤 道 雄	十勝南部地区農業改良普及センター	089-21	広尾郡大樹町下大樹 186-4
井 内 浩 幸	北海道立滝川畜産試験場	073	滝川市東滝川 735
五十嵐 惣 一	宗谷南部地区農業改良普及センター	098-58	枝幸郡枝幸町第 2 栄町
池 滝 孝	帯広畜産大学	080	帯広市稲田町西 2 線の 11
池 田 和 之			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	004	札幌市豊平区羊ヶ丘 1
石 下 真 人	酪農学園大学	069	江別市文京台緑町 582
石 栗 敏 機	北海道立新得畜産試験場	081	上川郡新得町新得西 4 線 40
石 島 芳 郎	東京農業大学生物産業学部	099-24	網走市字八坂 196
石 田 亨	北海道立天北農業試験場	098-57	枝幸郡浜頓別町緑ヶ丘
泉 健	北海道大学農学部	060	札幌市北区北 9 条西 9 丁目
和 泉 康 史	北海道畜産会	001	札幌市北区北 10 条西 4 丁目 畜産会館内
出 雲 将 之	北海道立農業大学校	089-36	中川郡本別町西仙美里 25-1
井 芹 靖 彦	北根室地区農業改良普及センター	086-11	標津郡中標津町東 5 条北 3 丁目
市 川 舜	酪農学園大学	069	江別市文京台緑町 582
市 野 剛 夫	十勝農業協同組合連合会	080	帯広市西 14 条南 6 丁目
一 戸 俊 義	島根大学農学部生物資源科学科	690	島根県松江市西川津町 1060 番地

氏名	勤務先	郵便番号	住所
伊藤 憲治	北海道立天北農業試験場	098-57	枝幸郡浜頓別町緑ヶ丘
伊東 季春	北海道立新得畜産試験場	081	上川郡新得町新得西4線40
伊藤 稔	農林水産省北海道農業試験場	004	札幌市豊平区羊ヶ丘1
今井 禎男	石狩中部地区農業改良普及センター	069	江別市大麻元町154-4
岩佐 憲二	酪農学園大学	069	江別市文京台緑町582
岩澤 季之	酪農学園大学	069	江別市文京台緑町582
岩瀬 俊雄	ホクレン滝川スワインステーション	073	滝川市東滝川735
植竹 勝治	農林水産省北海道農業試験場	062	札幌市豊平区羊ヶ丘1
上田 宏一郎	北海道大学農学部	060	札幌市北区北9条西9丁目
上田 純治	北海道大学農学部	060	札幌市北区北9条西9丁目
上田 義彦	ミヤリサン(株)	060	札幌市中央区南1条西25丁目17
牛島 純一		224	横浜市都筑区北山田5丁目6-1-407
内山 誠一	北海道立中央農業試験場	069-13	夕張郡長沼町東6線北15
裏 悦次	北海道立滝川畜産試験場	073	滝川市東滝川735
浦島 匡	帯広畜産大学	080	帯広市稲田町西2線の11
浦野 慎一	北海道大学農学部	060	札幌市北区北9条西9丁目
売場 利国	エスエルシー	086-06	野付郡別海町美原22-21
海野 直也	(株)ホクビー開発部	061-32	石狩町新港西1丁目725-11
江幡 春雄	北海道畜産会	001	札幌市北区北10条西4丁目 畜産会館内
及川 寛		004	札幌市豊平区美しが丘2条5丁目4番10号
扇 勉	北海道立根釧農業試験場	086-11	標津郡中標津町桜ヶ丘1-1
大浦 義教	北海道生乳検査協会	060	札幌市中央区北3条西7丁目 酪農センター内
大久保 正彦	北海道大学農学部	060	札幌市北区北9条西9丁目
大久保 義幸	宗谷北部地区農業改良普及センター	098-41	天塩郡豊富町大通り1丁目
大阪 郁夫	北海道立新得畜産試験場	081	上川郡新得町新得西4線40
太田 竜太郎		082	河西郡芽室町東3条南3丁目
大泰司 紀之	北海道大学歯学部	060	札幌市北区北13条西7丁目
大竹 規雄	全農札幌支所	060	札幌市中央区南1条西10丁目
大谷 滋	岐阜大学農学部	501-11	岐阜市柳戸1-1
大西 芳広	十勝東部地区農業改良普及センター	089-56	十勝郡浦幌町字新町
大原 益博	北海道立天北農業試験場	098-57	枝幸郡浜頓別町緑ヶ丘
大原 睦生	北海道立滝川畜産試験場	073	滝川市東滝川735
大森 昭一朗		264	千葉市若葉区千城台西1丁目52-7
岡崎 良生	酪農学園大学	069	江別市文京台緑町582
岡田 卓士	雪印種苗(株)中央研究農場	263	千葉県千葉市稲毛区長沼原町631 雪印種苗(株)千葉研究農場
岡田 迪徳	北海道立衛生研究所	060	札幌市北区北19条西12丁目
岡部 靖子	北海道大学農学部	060	札幌市北区北9条西9丁目
岡本 明治	帯広畜産大学	080	帯広市稲田町西2線の11
岡本 英竜	酪農学園大学	069	江別市文京台緑町582
岡本 隆史	農林水産省北海道農業試験場	004	札幌市豊平区羊ヶ丘1
岡本 全弘	酪農学園大学	069	江別市文京台緑町582
小川 伸一	斜網中部地区農業改良普及センター	093	網走市北7条西3丁目 網走総合庁舎内
小倉 紀美	北海道立新得畜産試験場	081	上川郡新得町新得西4線40
小栗 紀彦	帯広畜産大学	080	帯広市稲田町西2線の11
小関 忠雄	北海道立根釧農業試験場	086-11	標津郡中標津町桜ヶ丘1-1
落合 一彦	農林水産省北海道農業試験場	004	札幌市豊平区羊ヶ丘1
尾上 貞雄	北海道立新得畜産試験場	081	上川郡新得町新得西4線40
小野 瀬勇	釧路北部地区農業改良普及センター	088-23	川上郡標茶町新栄町

氏名	勤務先	郵便番号	住所
海江田 尚 信		005	札幌市南区真駒内南町 1-1-16
海田 佳 宏	十勝東部農業改良普及センター	089-56	十勝郡浦幌町字新町
影浦 隆 一	雪印種苗(株)八雲営業所	086-03	野付郡別海町中西緑町
影山 智		088-26	標津郡中標津町養老牛 377
陰山 聡 一	北海道立新得畜産試験場	081	上川郡新得町新得西 4 線 40
籠田 勝 基	鳥取大学農学部	680	鳥取県鳥取市湖山町南 4-101
柏村 文 郎	帯広畜産大学	080	帯広市稲田町西 2 線の 11
梶野 清 二	北海道立滝川畜産試験場	073	滝川市東滝川 735
糟谷 広 高	北海道立根室釧路農業試験場	086-11	標津郡中標津町桜ヶ丘 1-1
糟谷 泰	北海道立天北農業試験場	098-57	枝幸郡浜頓別超緑ヶ丘
片岡 文 洋		089-21	広尾郡大樹町萌和 181
片山 秀 策	農林水産省農業工学研究所	305	つくば市観音台 2-1-2
片山 正 孝	北海道庁農政部農業改良課	065	札幌市東区伏古 9 条 2 丁目
加藤 勲	酪農学園大学	069	江別市文京台緑町 582
加藤 俊 三	雨竜西郡地区農業改良普及センター	078-22	雨竜郡沼田町北 1 条 6 丁目 1-13
加藤 清 雄	酪農学園大学	069	江別市文京台緑町 582
角川 博 哉	農林水産省北海道農業試験場	062	札幌市豊平区羊ヶ丘 1
金井 秀 明	玉川大学農学部弟子屈牧場	088-33	川上郡弟子屈町美留和 444
金川 弘 司	北海道大学獣医学部	060	札幌市北区北 18 条西 9 丁目
金川 直 人	北海道草地協会	060	札幌市大通り西 7 丁目 2 酒造会館内
金田 光 弘	釧路東部地区農業改良普及センター	088-13	厚岸郡浜中町茶内市街
椛沢 三 次	東紋東部地区農業改良普及センター	099-63	紋別郡湧別町字錦 365-4
釜谷 重 孝	十勝西部地区農業改良普及センター	089-01	上川郡清水町南 1 条 1 丁目
亀山 祐 一	東京農業大学生物産業学部	093	網走市字八坂 196
仮屋 堯 由	農林水産省畜産試験場	305	茨城県稲敷郡茎崎町池の台 2
河合 正 人	北海道大学農学部	060	札幌市北区 9 条西 9 丁目
川崎 勉	北海道立新得畜産試験場	081	上川郡新得町新得西 4 線 40
河津 邦 雄	日本ホワイトファーム(株)	099-31	網走市豊郷 238-1
河原 孝 吉	北海道乳牛検定協会	060	札幌市中央区北 3 条西 7 丁目 酪農センター内
菊 一 三 四 二	安愚楽共済牧場	089-01	上川郡清水町第 4 線 63-20
菊田 治 典	北海道文理科短期大学	069	江別市文京台緑町 582
菊地 政 則	酪農学園大学	069	江別市文京台緑町 582
岸 昊 司		061-13	恵庭市恵み野西 5 丁目 7-2
岸上 悦 司	北海道開発コンサルタント	060	札幌市中央区北 7 条西 5 丁目 札幌北スカイビル
北守 勉	北海道立滝川畜産試験場	073	滝川市東滝川 735
木下 康 宣	ホクレン農業総合研究所	060	札幌市東区 6 条東 7 丁目 ホクレン農業総合研究所
草刈 直 仁	北海道立滝川畜産試験場	073	滝川市東滝川 735
草刈 泰 弘	南根室地区農業改良普及センター	087	根室市光和町 1 丁目 15 根室農協内
工藤 茂	家畜改良センター新冠牧場	056-01	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	069-13	夕張郡長沼町東 6 線北 15
国井 輝 男	ホクレン農業研究所	047-02	小樽市美晴町 12 番 21 号
久保田 義 正	玉川大学農学部	194	町田市玉川学園 6-1-1
久保田 隆 司	南後志地区農業改良普及センター	048-01	寿都郡黒松内町字黒松内 309
熊瀬 登	帯広畜産大学	080	帯広市稲田町西 2 線の 11
熊野 康 隆	北海道生乳検査協会	004	札幌市豊平区北野 4 条 4 丁目 2-21
玖村 朗 人	北海道大学農学部	060	札幌市北区北 9 条西 9 丁目
黒埼 達 也	東京農業大学生物生産学部	099-24	網走市字八坂 196
黒沢 誠 治	雪印乳業(株)	065	札幌市東区苗穂町 6 丁目 1-1
畔柳 正	北里大学八雲農場	049-32	山越郡八雲町上八雲 751

氏名	勤務先	郵便番号	住所
小池 信明	函館地区農業改良普及センター	041	函館市昭和4丁目42-40
小泉 徹	北海道立滝川畜産試験場	073	滝川市東滝川735
小出 修	北海道生乳検査協会	060	札幌市中央区北3条西7丁目 酪農センター内
小阪 進一	酪農学園大学	069	江別市文京台緑町582
小崎 正勝		001	札幌市北区新琴似10条12-5-13
小竹森 訓央	北海道大学農学部	060	札幌市北区北9条西9丁目
小林 亮英	農林水産省草地試験場	329-27	栃木県那須郡西那須野町千本松768
小林 恒彦	丹波屋(株)北見支店	090	北見市とん田東町4-1-3
小林 道臣	美幌町役場	092	網走郡美幌町字稲美82-59
小林 泰男	三重大学生物資源学部	514	三重県津市上浜町1515
小松 輝行	東京農業大学生物産業学部	099-24	網走市字八坂196
小山 久一	酪農学園大学	069	江別市文京台緑町582
近藤 敬治	北海道大学農学部	060	札幌市北区北9条西9丁目
近藤 誠司	北海道大学農学部附属牧場	056-01	静内郡静内町御園111番地
近藤 民章	東京農業大学	099-24	網走市字八坂196
近藤 秀彦	全酪連帯広事務所	080-24	帯広市西21条南1-1
五ノ井 幸男		079	旭川市永山5条18丁目302-1
斉藤 善一	酪農学園大学	069	江別市文京台緑町582
斉藤 利治		078	旭川市神楽岡16条3丁目
斉藤 利朗	北海道立滝川畜産試験場	073	滝川市東滝川735
三枝 俊哉	北海道立根釧農業試験場	086-11	標津郡中標津町桜ヶ丘1-1
酒井 治	北海道立根釧農業試験場	086-11	標津郡中標津町桜ヶ丘1-1
酒井 稔史	北海道立新得畜産試験場	081	上川郡新得町新得西4線40
坂田 徹雄	ホクレン北見支所	080	帯広市大通南18丁目-1 ホクレン公宅101
寒河江 洋一郎	北海道立新得畜産試験場	081	新得町西4線40番地
佐川 修	浜中町農業協同組合	088-13	厚岸郡浜中町茶内市街
佐々木 修	農林水産省北海道農業試験場	004	札幌市豊平区羊ヶ丘1
佐々木 久仁雄		004	札幌市厚別区中央1条7-8-12
佐々木 博	静修短期大学	004	札幌市豊平区清田4条1丁目4-1
佐々木 道雪	十勝中部地区農業改良普及センター	089-13	河西郡中札内村東1条南2丁目14
笹野 貢	北海道生乳検査協会	060	札幌市中央区北3条西7丁目 酪農センター内
佐藤 邦忠	帯広畜産大学	080	帯広市稲田町西2線の11
佐藤 正三	酪農コンサルタント	080-24	帯広市西22条南3丁目12-9
佐藤 忠	日本甜菜製糖(株)総合研究所	080	帯広市稲田町南9線西13
佐藤 文俊	十勝農業協同組合連合会	080	帯広市南町東3条2丁目4
佐藤 幸信	北海道立新得畜産試験場	081	上川郡新得町新得西4線40
佐渡谷 裕朗	日本甜菜製糖(株)総合研究所	080	帯広市稲田町南9線西13
佐野 信一		065	札幌市東区北21条東6丁目3-22
佐野 晴彦	釧路中部地区農業改良普及センター	084	釧路市大楽毛南3丁目5-43
鯨島 邦彦	酪農学園大学	069	江別市文京台緑町582
澤口 則昭	ホクレン酪農畜産推進部	060	札幌市中央区北4条西1丁目
島崎 敬一	北海道大学農学部	060	札幌市北区北9条西9丁目
清水 弘	北海道大学農学部	060	札幌市北区北9条西9丁目
清水 良彦	北海道立新得畜産試験場	081	上川郡新得町新得西4線40
下堀 亨	北海道庁農政部酪農畜産課	060	札幌市中央区北3条西6丁目
白勢 英子	酪農学園大学	069	江別市文京台緑町582
白取 英憲	十勝北部地区農業改良普及所 上士幌町駐在所		河東郡上士幌町東2線238
新出 陽三	帯広畜産大学	080	帯広市稲田町西2線の11

氏名	勤務先	郵便番号	住所
進藤 一典	よつ葉乳業(株)リサーチセンター	061-12	札幌郡広島町字輪厚 465-1
杉本 亘之	北海道立滝川畜産試験場	073	滝川市東滝川 735
杉本 昌仁	北海道立新得畜産試験場	081	上川郡新得町新得西 4 線 40
鈴木 三義	帯広畜産大学	080	帯広市稲田町西 2 線の 11
須田 孝雄	十勝農業協同組合連合会	080	帯広市西 3 条南 7 丁目
住田 隆文		062	札幌市南区澄川 6 条 4 丁目 澄川コーポ 101 号
関川 三男	帯広畜産大学	080	帯広市稲田町西 2 線の 11
脊戸 皓	北海道立道南農業試験場	041-12	亀田郡大野町本町 680
仙名 和浩	北海道立滝川畜産試験場	073	滝川市東滝川 735
荘司 勇	北海道立新得畜産試験場	081	上川郡新得町新得西 4 線 40
相馬 幸作	東京農業大学生物産業学部	099-24	網走市字八坂 196
曾根 章夫		080-24	帯広市西 22 条南 4 丁目 15-2
曾山 茂夫	名寄地区農業改良普及センター	096	名寄市西 4 条南 2 丁目
高木 亮司		084	釧路市鶴野 58-4493
高野 定輔		003	札幌市白石区本通り 17 北 3-17-201
高橋 邦男		054	勇払郡鷗川町文京町 1-11
高橋 圭二	北海道立根釧農業試験場	086-01	標津郡中標津町桜ヶ丘 1-1
高橋 興威	北海道大学農学部	060	札幌市北区北 9 条西 9 丁目
高橋 潤一	帯広畜産大学	080	帯広市稲田町西 2 線の 11
高橋 セツ子	北海道文理科短期大学	069	江別市文京台緑町 582
高橋 雅信	北海道立根釧農業試験場	086-11	標津郡中標津町桜ヶ丘 1-1
高畑 英彦	帯広畜産大学	080	帯広市稲田町西 2 線の 11
田鎖 直澄	農林水産省北海道農業試験場	004	札幌市豊平区羊ヶ丘 1
田口 重信	北海道食糧産業(株)	003	札幌市白石区本通 19 丁目南 2-7 食糧ビル
竹内 寛		069	江別市大麻東町 2-19
武田 義嗣	ホクレン釧路支所	085	釧路市黒金町 12 丁目 10 農業会館内
竹田 芳彦	北海道立根釧農業試験場	086-11	標津郡中標津町桜ヶ丘 1-1
武中 慎治	日本曹達(株)	100	千代田区大手町 2-2-1 新大手町ビル 3 F 日本曹達
竹之内 一昭	北海道大学農学部	060	札幌市北区北 9 条西 9 丁目
竹花 一成	酪農学園大学	069	江別市文京台緑町 582
竹藪 昌弘	日高東部地区農業改良普及センター	057	浦河郡浦河町栄丘東通 56
辰巳 隆一	北海道大学農学部	060	札幌市北区北 9 条西 9 丁目
田中 勝三郎	日本甜菜製糖(株)総合研究所	080	帯広市稲田町南 9 線西 13
田中 進		961	福島県西白河郡西郷村大字真船字蒲日向 62
田中 正俊	北海道立根釧農業試験場	086-11	標津郡中標津町桜ヶ丘 1-1
田中 義春	北海道立根釧農業試験場	086-11	標津郡中標津町桜丘 1-1
田辺 安一	ダンと町村記念事業協会	061-11	広島町稲穂町西 8-1-17
谷口 信幸	サツラク農業協同組合	065	札幌市東区苗穂町 3 丁目 3-7
田村 千秋	北海道立新得畜産試験場	081	上川郡新得町新得西 4 線 40
塚田 新	酪農学園大学	069	江別市文京台緑町 582
塚本 達	北海道立新得畜産試験場	081	上川郡新得町新得西 4 線 40
辻 和彦	酪農総合研究所	060	札幌市中央区北 3 条西 7 丁目 酪農センター内
筒井 静子	北海道文理科短期大学	069	江別市文京台緑町 582
堤 光昭	北海道立新得畜産試験場	081	上川郡新得町新得西 4 線 40
堤 義雄	酪農学園大学	005	札幌市南区真駒内柏丘 5-10-19
寺井 明喜子	酪農学園大学	069	江別市文京台緑町 582
寺見 裕	北根室地区農業改良普及センター	086-11	標津郡中標津町東 5 条北 3 丁目
寺脇 良悟	帯広畜産大学	080	帯広市稲田町西 2 線の 11
天間 征	酪農総合研究所	060	札幌市中央区北 3 条西 7 丁目 酪農センター内

氏名	勤務先	郵便番号	住所
出岡 謙太郎	北海道立滝川畜産試験場	073	滝川市東滝川 735
遠谷 良樹	北海道立新得畜産試験場	081	上川郡新得町新得西 4 線 40
戸苺 哲郎	北海道立滝川畜産試験場	073	滝川市東滝川 735
時田 光明	北海道大学農学部	060	札幌市北区北 9 条西 9 丁目
徳富 義喜	家畜改良事業団道北事業所	062	札幌市豊平区月寒東 2 条 13 丁目 1-21
所和 暢	北海道立根釧農業試験場	086-11	標津郡中標津町桜ヶ丘 1-1
土門 幸男	北海道農協総合情報センター	062	札幌市豊平区福住 1 条 4 丁目 13-13 北信連事務センター内
中川 忠昭	標茶町営多和育成牧場	088-31	川上郡標茶町磯分内
中島 実	酪農学園大学	069	江別市文京台緑町 582
中田 悦男	大雪地区農業改良普及センター	071-02	上川郡美瑛町中町 2 丁目 農協内
中田 和孝		069	江別市大麻 256-16
中田 稔	北海道ホルスタイン農業協同組合	001	札幌市北区北 15 条西 5 丁目
中辻 浩喜	北海道大学農学部付属農場	060	札幌市北区北 11 条西 10 丁目
中村 淳	北海道乳牛検定協会	060	札幌市中央区北 3 条西 7 丁目 酪農センター内
中村 克己	北海道立天北農業試験場	098-57	枝幸郡浜頓別町緑ヶ丘
中村 英雄	酪農総合研究所	060	札幌市中央区北 3 条西 7 丁目 酪農センター内
中村 富美男	北海道大学農学部	060	札幌市北区北 9 条西 9 丁目
永井 政僖	雪印乳業(株)受精卵移植研究所	059-13	苫小牧市植苗 119
長沢 滋	日高中部地区農業改良普及センター	056	静内郡静内町こうせい町 2 丁目
永山 洋	日高東部地区農業改良普及センター	057	浦河郡浦河町栄丘東通 56
名久 井忠	農林水産省北海道農業試験場		札幌市豊平区羊ヶ丘 1
奈良岡 武任	新生飼料(株)千歳工場	066	千歳市上長都 1041-8
榎崎 昇	酪農学園大学	069	江別市文京台緑町 582
新名 正勝	北海道立北見農業試験場	099-14	常呂郡訓子府町弥生 52
新山 雅美	酪農学園大学	069	江別市文京台緑町 582
仁木 良哉	北海道大学農学部	060	札幌市北区北 9 条西 9 丁目
西埜 進	酪農学園大学	069	江別市文京台緑町 582
西部 慎三	ホクレン酪農畜産事業本部	060	札幌市豊平区清田 6 条 1 丁目 17-20
西部 潤	十勝農業協同組合連合会	080	帯広市西 3 条南 7 丁目
西村 和行	北海道立根釧農業試験場	086-11	標津郡中標津町桜ヶ丘 1-1
西邑 隆徳	北海道大学農学部	060	札幌市北区北 9 条西 9 丁目
西雪 弘光		141	東京都品川区上大崎 3-13-21 ヴェラハイツ目黒ガーデン 410 号
野 英二	酪農学園大学	069	江別市文京台緑町 582
野口 信行	滝ノ上町役場	099-56	紋別郡滝ノ上町旭町
野中 和久	農林水産省北海道農業試験場	062	札幌市豊平区羊ヶ丘 1
信澤 敏一	北東北ノーサン商事	025	花巻市下似内第 17 地割 99-1
橋詰 良一	東京農業大学生物産業学部	099-24	網走市字八坂 196
橋立 賢二郎	十勝中部地区農業改良普及センター	069	河西郡芽室町本通り南 5 丁目 1
橋本 善春	北海道大学獣医学部	060	札幌市北区北 18 条西 9
長谷川 信美	宮崎大学農学部草地畜産学講座	889-21	宮崎市学園木花台西 1-1
秦 寛	北海道大学農学部	060	札幌市北区北 9 条西 9 丁目
蜂谷 武郎	十勝ハンナン	083	中川郡池田町字清見 277-1
八田 忠雄	北海道立根釧農業試験場	086-11	標津郡中標津町桜ヶ丘 1-1
服部 昭仁	北海道大学農学部	060	札幌市北区北 9 条西 9 丁目
花田 正明	帯広畜産大学	080	帯広市稲田町西 2 線の 11
早坂 貴代史	農林水産省草地試験場	329-27	栃木県西那須野町千本松 768
原 悟志	北海道立新得畜産試験場	081	上川郡新得町新得西 4 線 40

氏名	勤務先	郵便番号	住所
長谷川 富夫	十勝農業協同組合連合会	080	帯広市西3条南7丁目
坂 東 健	北海道立天北農業試験場	098-57	枝幸郡浜頓別町緑ヶ丘
日 高 智	帯広畜産大学	080	帯広市稲田町西2線の11
左 久	帯広畜産大学	080	帯広市稲田町西2線の11
平 井 綱雄	北海道立新得畜産試験場	081	上川郡新得町新得西4線40
平 尾 和義	酪農学園大学	069	江別市文京台緑町582
平 賀 武夫	酪農学園大学	069	江別市文京台緑町582
平 山 秀介	ガラゲーエイジ㈱	002	札幌市北区太平5条1-2-20
平 山 博樹	東京農業大学	099-24	網走市字八坂196
深 瀬 公悦	雪印種苗(株)釧路工場	084	釧路市鳥取南5丁目1-17
福 井 豊	帯広畜産大学	080	帯広市稲田町西2線の11
福 永 和男	帯広畜産大学	080	帯広市稲田町西2線の11
福 永 重治	北海道大学農学部	060	札幌市北区北9条西9丁目
福 間 哲	北海道大学農学部	060	札幌市北区北9条西9丁目
藤 川 朗	北海道立新得畜産試験場	081	上川郡新得町新得西4線40
藤 田 秀保	酪農総合研究所	060	札幌市中央区北3条西7丁目 酪農センター内
藤 田 裕	帯広畜産大学	080	帯広市稲田町西2の11
藤 田 真美子	北海道立根釧農業試験場	086-11	標津郡中標津町桜ヶ丘1-1
藤 本 秀明	雪印種苗(株)中央研究農場	069-14	夕張郡長沼町字幌内1066
古 川 研治	北海道大学農学部	060	札幌市北区北9条西9丁目
古 村 圭子	帯広畜産大学	080	帯広市稲田町西2線の11
古 谷 政道	農業生物資源研究所	996	新庄市十日町6000-1
古 山 芳廣	北海道立天北農業試験場	098-57	枝幸郡浜頓別町緑ヶ丘
ベセセ・W コゾ	北海道大学農学部	060	札幌市北区北9条西9丁目
宝 寄 山 裕直	北海道立滝川畜産試験場	073	滝川市東滝川735
干 場 信司	酪農学園大学	069	江別市文京台緑町582
本 郷 泰久	北海道立新得畜産試験場	081	上川郡新得町新得西4線40
本 堂 勲	(株)微生物化学研究所	001	札幌市北区新川5条5丁目
前 川 裕美		004	札幌市豊平区北野3条5丁目6-18
前 田 善夫	北海道立新得畜産試験場	081	上川郡新得町新得西4線40
蒔 田 秀夫	北海道立滝川畜産試験場	073	滝川市東滝川735
増 子 孝義	東京農業大学生物産業学部	099-24	網走市字八坂196
松 岡 栄	帯広畜産大学	080	帯広市稲田町西2線の11
松 崎 重範	北海道家畜改良事業団	062	札幌市豊平区月寒東2条13丁目1-1
松 長 延吉	帯広畜産大学	080	帯広市稲田町西2線の11
松 本 啓一	雪印種苗(株)中央研究農場	069-14	夕張郡長沼町幌内1066
真 鍋 照彦	十勝中部地区農業改良普及センター	082	河西郡芽室町東2条2丁目
真 鍋 就人	十勝農業協同組合連合会	080	帯広市西3条南7丁目
萬 田 富治	農林水産省草地試験場	329-27	栃木県那須西那須野町千本松768
三 浦 俊一	十勝中部地区農業改良普及センター	080	帯広市東3条南3丁目1番地 支庁合同庁舎
三 浦 弘之	帯広畜産大学	080	帯広市稲田町西2線7-124
三 浦 祐輔	ホクレンくみあい飼料(株)	060	札幌市中央区北4条西1丁目
三 上 正幸	帯広畜産大学	080	帯広市稲田町西2線の11
三 河 勝彦	北海道大学農学部	060	札幌市北区北9条西9丁目
三 品 賢二	宗谷中部地区農業改良普及センター	098-55	枝幸郡中頓別町字中頓別182
水 谷 貞夫	湧別地区農業改良普及センター	099-64	紋別郡湧別町字錦365-4
三 谷 宣允	北海道畜産会	001	札幌市北区北10条西4丁目 畜産会館内
光 本 孝次	岩手大学大学院連合農学研究科	020	岩手県盛岡市上田三丁目18-8
湊 彪		064	札幌市中央区南9条西20丁目1-21

氏名	勤務先	郵便番号	住所
南橋 昭	北海道立新得畜産試験場	081	上川郡新得町新得西4線40
峰 沢 満	農林水産省北海道農業試験場	004	札幌市豊平区羊ヶ丘1
峰 崎 康 裕	北海道立天北農業試験場	098-57	枝幸郡浜頓別町緑ヶ丘
宮内 一 典	ホクレン畜産生産推進課		札幌市中央区北4条西4丁目
宮川 栄 一	酪農学園大学	069	江別市文京台緑町582
宮崎 元	北海道立中央農業試験場	069-13	夕張郡長沼町東6線北15
三好 俊 三	帯広畜産大学	080	帯広市稲田町西2線の11
村井 勝	農林水産省北陸農業試験場	945	新潟県柏崎市松波4丁目3-34-202
村山 三 郎	酪農学園大学	069	江別市文京台緑町582
森 清 一	北海道立新得畜産試験場	081	上川郡新得町新得西4線40
森 匡	北海道大学農学部	060	札幌市北区北9条西9丁目
森 寄 七 徳	北海道立滝川畜産試験場	073	滝川市東滝川735
森 田 茂	酪農学園大学	069	江別市文京台緑町582
森 田 潤一郎	酪農学園大学	069	江別市文京台緑町582
森 津 康 喜	酪農学園大学	069	江別市文京台緑町582
森 好 政 晴	酪農学園大学	069	江別市文京区緑町582
森 脇 芳 男	十勝中部地区農業改良普及センター	080	帯広市東3条南3丁目1番地 支庁合同庁舎
諸岡 敏 生	北海道大学農学部	060	札幌市北区北9条西9丁目
門前 道 彦	北海道ホルスタイン協会	001	札幌市北区北15条西5丁目
安江 健	茨城大学農学部生物生産学科	300-03	茨城県稲敷郡阿見町中央3-21-1
山内 和 律	北海道立滝川畜産試験場	073	滝川市東滝川735
山浦 光 男	クリーン化学工業株式会社	061-14	恵庭市北柏木町3丁目172番1
山川 政 明	北海道立滝川畜産試験場	073	滝川市東滝川735
山崎 昭 夫	九州農業試験場	885	都城市横市町6644
山崎 昶	北海道立滝川畜産試験場	073	滝川市東滝川735
山下 一 夫	十勝東部地区農業改良普及センター	089-56	十勝郡浦幌町字新町
山路 康	釧路東部地区農業改良普及センター	088-13	厚岸郡浜中町茶内市街
山田 渥	北海道立滝川畜産試験場	073	滝川市東滝川735
山田 純 三	帯広畜産大学	080	帯広市稲田町西2線の11
山田 豊	農林水産省北海道農業試験場	005	札幌市南区澄川6条12丁目2-16
山本 直 幸	農林水産省北海道農業試験場	062	札幌市豊平区羊ヶ丘1
山本 裕 介	北海道立新得畜産試験場	081	上川郡新得町新得西4線40
矢用 健 一	農林水産省北海道農業試験場	062	札幌市豊平区羊ヶ丘1D-10
梁 云 穆	帯広畜産大学	080	帯広市稲田町西2線の11
湯 浅 亮	酪農学園大学	069	江別市文京台緑町582
湯 藤 健 治	北海道立十勝農業試験場	082	河西郡芽室町新生
横濱 道 成	東京農業大学生物産業学部	099-24	網走市字八坂196
横山 節 磨	北海道文理科短期大学	069	江別市文京台緑町582
吉田 悟	北海道立新得畜産試験場	081	上川郡新得町新得西4線40
吉田 忠	十勝中部地区農業改良普及センター	082	河西郡芽室町東2条2丁目
吉田 則 人		080	帯広市公園東町4-7-7
義平 大 樹	酪農学園大学	069	江別市文京台緑町582
芳村 工	南根室地区農業改良普及センター	086-02	野付郡別海町別海新栄町4番地
吉村 朝 陽		049-54	虻田郡豊浦町字東雲町74-6
米内山 昭 和	北海学園北見大学	090	北見市北光町235
米田 裕 紀	北海道立滝川畜産試験場	073	滝川市東滝川735
米道 裕 弥	北海道立滝川畜産試験場	073	滝川市東滝川735
リベラ ダヤラール	クリーン化学工業(株)	061-14	恵庭市北柏木町3-172
渡 辺 正 雄	浜頓別町北オホーツク畜産センター	098-57	枝幸郡浜頓別町北3-2

## 賛 助 会 員 (1996 年 3 月 現 在)

会 員 名	郵便番号	住 所
安 愚 楽 共 済 牧 場	080-05	河東郡音更町字東中音更基線 56
旭 油 脂 株 式 会 社	078-11	旭川市東旭川北 3 条 5 丁目 3-6
安積濾紙株式会社札幌営業所	062	札幌市豊平区平岸 3 条 9 丁目 第 1 恵信ビル
(株)コーンズエージャー	061-14	恵庭市北柏木町 3 丁目 104 番地 1
デーリィマン社	060	札幌市中央区北 4 条西 13 丁目
エーザイ株式会社札幌支店	003	札幌市白石区栄通 4 丁目 3-1
北海道富士平工業株式会社	001	札幌市北区北 27 条西 9 丁目 5-22
北海道ホルスタイン農業協同組合	001	札幌市北区北 15 条西 5 丁目 20
北海道家畜改良事業団	062	札幌市豊平区月寒東 2 条 13 丁目 1-12
北海道日東株式会社	060	札幌市中央区北 9 条西 24 丁目 中大ビル
北海道農業開発公社畜産部	060	札幌市中央区北 5 条西 6 丁目 農地開発センター内
北海道オリオン株式会社	001	札幌市北区北 7 条西 2 丁目 北ビル
北海道草地協会	060	札幌市中央区大通り西 7 丁目 2 酒造会館内
北海道富士平工業(株)帯広支店	080	帯広市東 2 条南 3 丁目 7 十勝館ビル
ホクレンくみあい飼料株式会社	060	札幌市中央区北 4 条西 1 丁目
ホクレン農業協同組合連合会	060	札幌市中央区北 4 条西 1 丁目
井関農機株式会社営業北海道支店	060	札幌市中央区北 1 条西 17 丁目 北都ビル
北原電牧株式会社	065	札幌市東区北 19 条東 4 丁目
明治乳業株式会社北海道酪農事務所	003	札幌市白石区東札幌 1 条 3 丁目 5-41
メルシャン株式会社苫小牧工場	059-13	苫小牧市真砂町 38-5
森永乳業株式会社札幌支社	003	札幌市白石区大谷地 227-267
MSK 東急機械(株)北海道支社	063	札幌市西区発寒 6 条 13 丁目 1-48
ナガセ機械販売(株)札幌営業所	002	札幌市北区篠路太平 165-1
株式会社内藤ビニール工業所	065	札幌市北区北 8 条西 1 丁目
ニチロ畜産株式会社	063	札幌市西区西町北 18 丁目 1-1
日優ゼンヤク株式会社	065	札幌市東区北 22 条東 9 丁目
日本配合飼料株式会社北海道支社	060	札幌市中央区北 1 条東 1 丁目 明治生命ビル
日本農産工業株式会社北海道支店	047	小樽市港町 5-2
小野田リンカル販売株式会社	060	札幌市中央区北 3 条西 1 丁目 ナショナルビル
株式会社酪農総合研究所	060	札幌市中央区北 3 条西 7 丁目 酪農センター
株式会社三幸商会	063	札幌市西区西町南 17 丁目 2-44
サツラク農業協同組合	065	札幌市東区苗穂 3 丁目 3-7
十勝ハンナン株式会社	083	中川郡池田町字清見 277-2
十勝池田食品株式会社	083	中川郡池田町字清見 277 番地の 2
十勝農業協同組合連合会	080	帯広市西 3 条南 7 丁目 14
東洋印刷株式会社	080	帯広市西 10 条 9 丁目 7 番地
株式会社土谷製作所	065	札幌市東区本町 2 条 10 丁目 2-35
雪印乳業株式会社酪農部	065	札幌市東区苗穂町 6 丁目 1-1
雪印種苗株式会社	062	札幌市豊平区美園 2 条 1 丁目 2-1
全農札幌支所	060	札幌市中央区南 1 条西 10 丁目
全酪連札幌支所	060	札幌市中央区北 3 条西 7 丁目 酪農センター内

## 北海道畜産学会役員

任期 1995年4月1日～1997年3月31日

会長	鮫島邦彦	(酪農大)			
副会長	清水弘	(北大農)			
評議員	安藤功一	(酪農大)	三上正幸	(帯畜大)	
	有賀秀子	(帯畜大)	大久保正彦	(北大農)	
	藤田裕	(帯畜大)	永井政僖	(雪印乳業)	
	片山正孝	(道農政部)	檜崎昇	(酪農大)	
	左久	(帯畜大)	徳富義喜	(家畜改良事業団)	
	市川舜	(酪農大)	落合一彦	(北農試)	
	石島芳郎	(東京農大)	岡本全弘	(酪農大)	
	伊藤稔	(北農試)	澤口則昭	(ホクレン)	
	金川弘司	(北大獣)	島崎敬一	(北大農)	
	加藤清雄	(酪農大)	清水良彦	(新得畜試)	
	古山芳広	(天北農試)	新出陽三	(帯畜大)	
	所和暢	(根釧農試)	和泉康史	(北海道畜産会)	
	小松輝行	(東京農大)	高橋興威	(北大農)	
	近藤敬治	(北大農)	中村英雄	(酪総研)	
	米田裕紀	(滝川畜試)	工藤卓二	(中央農試)	
監事	笹野貢	(生乳検)	小竹森訓央	(北大農)	
幹事	干場信司	(酪農大)	宮川栄一	(酪農大)	
	森田茂	(酪農大)			

## (社)日本畜産学会評議員

(北海道定員13名, 任期: 1995, 1996年度)

安藤功一	(酪農大)	清水弘	(北大農)
有賀秀子	(帯畜大)	檜崎昇	(酪農大)
藤田裕	(帯畜大)	島崎敬一	(北大農)
左久	(帯畜大)	新出陽三	(帯畜大)
市川舜	(酪農大)	高橋興威	(北大農)
伊藤稔	(北農試)	工藤卓二	(中央農試)
近藤敬治	(北大農)		

## 北海道畜産学会編集委員会

委員長	岡本全弘(酪農大)
委員	上田純治(北大農)
	落合一彦(北農試)
	片山正孝(道専技)
	中村富美男(北大農)
幹事	干場信司(酪農大)

## 編集後記

編集委員会の発足のもとに新しい体裁の学会報がやっとできあがりました。会員の皆様からの沢山のご投稿と閲読等へのご協力を心から感謝申し上げます。会員400人若の学会で会報の発行に100人若の会員が関与しているとは、とてもすばらしいことだと思っています。事務局の不手際や沢山の原稿が集まったこと、閲読に時間がかかったことなどにより、会報の発行が大幅に遅れましたことを心からお詫び申し上げます。(幹事)

### 複写をされる方に

本誌に掲載された著作物を複写したい方は、著作権者から複写権の委託を受けている次の団体から許諾を受けて下さい。

学協会著作権協議会

〒107 東京都港区赤坂9-6-41 社団法人日本工学会内

Phone: 03-3475-4621, Fax: 03-3403-1738

### Notice about Photocopying

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

Except in the USA

The Copyright Council of the Academic Societies

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

Phone: 81-3-3475-4621, Fax: 81-3-3403-1738

In the USA

Copyright Clearance Center, Inc.

222 Rosewood Drive

Danvers, MA 01923, USA

Phone: (508)750-8400, Fax: (508)750-4744

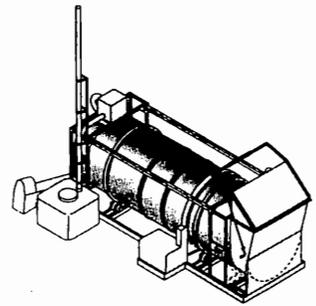
雪印 キルン方式

堆肥発酵機

沃野

Y O K U Y A

微生物の  
ちからで!!



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

雪印種苗株式会社

理化学機器・医療機器



株式  
会社

ムトウ

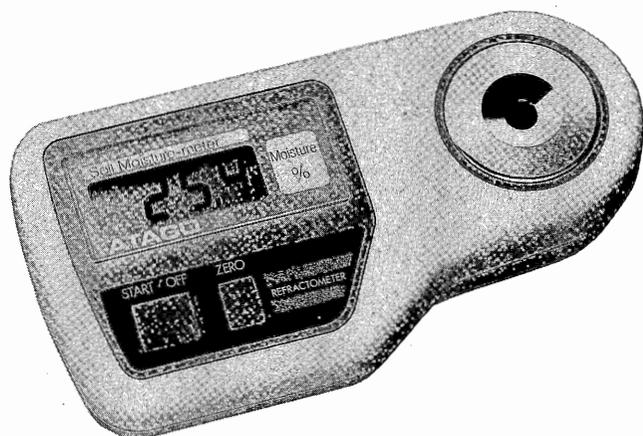
取扱品目 理化学機器・医療機器・ME機器・病院設備  
放射線機器・メディカルコンピューター・貿易業務・歯科器械  
福祉機器・介護用品

代表取締役社長 田尾延幸

本社 / 札幌・東京  
支店 / 札幌中央・札幌西・札幌白豊・新札幌・旭川・函館  
釧路・帯広・北見・室蘭・苫小牧・小樽・千歳・岩見沢  
空知・稚内・仙台・茨城・埼玉・所沢・千葉・柏・多摩  
横浜・神奈川  
営業所 / 名士・遠紋・日高・八雲・青森・日立・栃木・福岡

# 牧草地の土壌の含水比測定に

アタゴデジタル土壌水分計 **SH-200**



用途

- 牧草地の土壌管理に
- 野菜栽培の土壌管理に
- ハウス施設内の土壌管理に

仕様

測定範囲：含水比 0.0～200%

電源：006P乾電池（9V）

価格：¥170,000.（消費税別）

北海道地区総代理店

株式会社 **三幸商会**

〒063 札幌市西区西町南17-2-44

TEL011-661-0171 FAX011-661-4888

## 北海道畜産学会報 第38巻

1996年3月30日 印刷

1996年3月30日 発行

発行人 鮫島邦彦

発行所 北海道畜産学会  
〒069 江別市文京台緑町582  
酪農学園大学内  
電話 011-386-1111  
郵便振替口座番号 02770-4-4947

印刷所 (株)アイワード

