

ISSN 0919-3235

# 北海道畜産学会報

第44巻 2002年



原著論文 (11 編)

研究ノート (2 編)

会員からの声 (1 編)

シンポジウム報告 (4 編)

第57回北海道畜産学会大会 一般講演一覧

大会報告

学会記事

北海道畜産学会

HOKKAIDO ANIMAL SCIENCE AND AGRICULTURE SOCIETY



# お 知 ら せ

## 1. 第 58 回北海道畜産学会大会開催予定

と き：2002 年 9 月 2 日(月)， 3 日(火)  
場 所：北海道畜産試験場  
詳細な案内は後日郵送いたします

## 2. 会費納入のお願い

2001 年度は会計幹事の怠慢もあり，会費の納入状況が非常に悪い結果となってしまいました。当学会の主な収入源は会員からの会費となっております。このような状態が今年度も続くようだと，会の運営にも支障をきたしかねません。つきましては，円滑な会費納入を強くお願い申し上げます。なお，3 年間滞納いたしますと除名処分の対象となりますのでご留意ください。

会費

正会員 3,000 円

学生会員 2,000 円

郵便振替 口座番号：02770-4-4947 加入者名：北海道畜産学会

なお，学生会員につきましては，継続の場合でも毎年入会の手続きをしていただくこととなっております。

ご不明な点は，会計幹事 泉 賢一までお願いいたします。

住所：069-8501 江別市文京台緑町 582 酪農学園大学

電話：011-388-4840

ファックス：011-386-1574

## 3. 住所等変更のご連絡のお願い

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

きりとり

住所等変更届け

(届け出日

年

月

日)

お名前

住所

旧

TEL・FAX

住所

新

TEL・FAX



# 北海道畜産学会報

第 44 卷

平成 14 年 3 月

## 目 次

### 原著論文

- アルファルファおよびコーンサイレージ給与割合の違いが泌乳牛の窒素利用と乳生産に及ぼす影響  
.....河合正人・市川雅賢・大谷昌之・池滝 孝・松岡 栄..... 1
- 馬鈴薯デンプン粕から麴かびの固体培養により生産した微生物タンパク質および尿素の  
めん羊における窒素利用性の比較 .....阿部英則・山川政明・岡本全弘..... 7
- ホイップクリームの性状に関する研究（第 4 報）——ホイップクリームの品質に及ぼす冷凍ならびに  
糖類添加の影響——  
.....山口和美・福本 弓・石下真人・鮫島邦彦..... 13
- 野生エゾジカの餌付け手法による樹皮食害防止の試み  
.....増子孝義・森野匡史・春上結希乃・北原理作・佐藤健二・西田力博・高村隆夫..... 21
- 分娩前からのアルファルファサイレージの給与が乳熱発生、採食量および乳生産に及ぼす影響  
.....中村正斗・佐藤義和・矢用健一・山田 豊・坂口 実・久米新一..... 29
- 自動搾乳システム飼養下の高泌乳牛群における飼料設計と乳生産の関係  
.....泉 賢一・森田 茂・小宮道士・野 英二..... 39
- ばんえい競馬における第 2 障害の登坂運動の画像解析と競走成績に影響を及ぼす要因について  
.....山口 諭・鈴木三義・口田圭吾・瀬尾哲也・古村圭子・柏村文郎..... 47
- ホルスタイン乳牛における乳量と群寿命を考慮した相対重要度の算出および選抜指数式の作成  
.....松岡洋司・寺脇良悟..... 53
- 強酸性電解水による乳頭清拭の効果  
.....荒井威吉・仙田晶嗣・山上貴礼・無量谷亜希・中村 正・浦島 匡..... 59
- 乳牛の初産時月齢が乳量および繁殖成績に及ぼす影響  
.....鈴木貴博・坂口 実・高橋芳幸..... 65
- 成熟培養液へのリノール酸アルブミン添加がウシ卵子の耐凍性に及ぼす影響  
.....張山綾子・堂地 修・高橋芳幸・家田祥子・小山久一..... 71

### 研究ノート

- マイペース型酪農の草地実態調査（予報） .....佐々木章晴..... 77
- 肥育牛に対する敷料としての破碎古紙の評価  
.....杉本昌仁・八代田千鶴・葛岡修二・佐藤幸信・宮崎 元..... 85

### 会員からの声

- 「試験研究」と「普及事業」との連携強化を目指して.....森脇芳男..... 89

### シンポジウム報告

- 第一回畜産における温室効果ガスの制御と利用に関する国際会議（GGAA2001） .....高橋潤一..... 91
- 第 52 回ヨーロッパ畜産学会に参加して.....山田 豊..... 95
- 第 35 回国際応用動物行動学会への参加報告.....矢用健一..... 99
- 第 34 回 Society for the study of Reproduction Annual Meeting に参加して .....澤井 健.....101

- 第 57 回 北海道畜産学会大会 一般講演一覧.....105
- 大会報告 .....108
- 学会記事 .....115
- 役員名簿 .....119

北海道畜産学会会則 .....120

北海道畜産学会編集委員会規定 .....121

北海道畜産学会投稿規定 .....121

北海道畜産学会報原稿作成要領 .....122

北海道畜産学会表彰規定 .....123

会員名簿 .....125

原 著

# アルファルファおよびコーンサイレージ給与割合の違いが 泌乳牛の窒素利用と乳生産に及ぼす影響

河合 正人・市川 雅賢・大谷 昌之・池滝 孝・松岡 栄  
帯広畜産大学, 帯広市稲田町 080-8555

## Effect of different proportion of alfalfa silage and corn silage on the nitrogen utilization and milk production of dairy cows

Masahito KAWAI, Masayoshi ICHIKAWA, Masayuki OTANI,  
Takashi IKETAKI and Sakae MATSUOKA

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

キーワード : アルファルファサイレージ, コーンサイレージ, 分解性タンパク質, 窒素利用性, 乳生産  
Key words : alfalfa silage, corn silage, degradable intake protein, nitrogen utilization, milk production

### Abstract

The objective was to evaluate the effect of different proportion of alfalfa silage and corn silage on the nitrogen utilization and milk production of dairy cows. Eighteen lactating Holstein cows were divided into three treatment groups. The cows in the three treatment groups were fed mixture of alfalfa silage and corn silage, which were formulated (dry matter basis) at 1) 80:20 (AS80), 2) 60:40 (AS60) and 3) 40:60 (AS40) ratios, respectively. Grass hay and concentrate were fed also to adjust silage ratio (65% of total DM), roughage ratio (70% of total DM) and CP contents (15%DM) of the diets among AS80, AS60 and AS40. The ratio of degradable intake protein (DIP) to non-fibrous carbohydrate (NFC) in AS80, AS60 and AS40 were 0.27, 0.27 and 0.28, respectively. Milk yield and composition were not affected by the proportion of corn silage. FCM yield was 24.5~26.4 kg/d/cow, milk fat content was 3.73~3.99% and milk protein content was 3.10~3.30%. Dry matter intake of AS80 was lower than that of AS60 and AS40 ( $P<0.05$ ), and the body fat was mobilized to keep milk production in cows fed AS80. The efficiency of nitrogen utilization for milk (milk protein / DIP intake) was decreased when cows were fed AS40 because of larger ratio of DIP intake to NFC intake. It is concluded that AS60 was the most effective diet in respect of dry matter intake and nitrogen utilization in middle and late lactation period.

### 要 約

アルファルファサイレージとコーンサイレージを異なる割合で泌乳牛に給与し, 窒素利用と乳生産に及ぼす影響について検討した. ホルスタイン種泌乳牛 18 頭を供試し, 6 頭ずつ 3 群に分けた. アルファルファサイレージとコーンサイレージを乾物比で 80 : 20 (AS 80 区), 60 : 40 (AS 60 区), 40 : 60 (AS 40 区)

の割合で混合給与した. さらに粗濃比が 7 : 3 (サイレージ混合割合 65%) で CP 含量が各処理区間で同程度となるように乾草と濃厚飼料を給与した. 給与飼料中の非繊維性炭水化物 (NFC) に対する分解性タンパク質 (DIP) の割合は, AS 80, AS 60 および AS 40 区でそれぞれ 0.27, 0.27 および 0.28 であった. 乳量および乳成分は各処理区間で差がなく, FCM 生産量は 24.5~26.4 kg/日/頭, 乳脂率は 3.73~3.99%, 乳タンパク質率は 3.10~3.30% の範囲であった. 代謝体重あたりの乾物摂取量は AS 80 区で AS 60 区および

AS 40 区より少なく ( $P<0.05$ ), AS 80 区では体脂肪動員がみられた。AS 40 区では NFC 摂取量に対する DIP 摂取量の割合が高く, DIP 摂取量に対する乳タンパク質生産量の割合で示した乳への窒素利用効率が他の処理区より低かった ( $P<0.05$ )。これらの結果から, 乾物摂取量や窒素利用の点からみて, 泌乳中後期においては AS 60 区がもっとも適当なサイレージ混合割合であったと考えられた。

## 緒 言

近年, 品種改良により北海道の気候および土壌条件にも適応したアルファルファの栽培が行われてきている。アルファルファは粗飼料の中でもタンパク質やカルシウムなどのミネラルを豊富に含んでおり, 飼料価値が高いとされている。したがって, アルファルファサイレージは今後の北海道酪農において重要な粗飼料になるものと考えられる。アルファルファは粗タンパク質含量が高いが, 反芻胃内で微生物によって分解される分解性タンパク質 (DIP) 含量が高いため, 反芻胃内ですみやかにアンモニアに分解され, 吸収される窒素量が多いとされている (PELTEKOVA and BRODERICK, 1996)。このため反芻胃内微生物はアルファルファサイレージの豊富な窒素を充分利用できず, 反芻家畜による窒素利用性は低いものと考えられる。

MABJEESH *et al.* (1997) は DIP 含量の高い粗飼料に非繊維性炭水化物 (NFC) 源として濃厚飼料を併給することにより, 反芻胃内での微生物態窒素合成量を高めることが可能であると報告している。また VALADARES FILHO *et al.* (2000) は, アルファルファサイレージに併給する濃厚飼料の割合を増加させるにしたがい, 乳量が直線的に増加すると報告している。DHIMAN and SATTER (1997) は粗濃比 50:50 の条件で, 粗飼料の中でも比較的 NFC 含量の高いコーンサイレージをアルファルファサイレージと 1:2~2:1 の範囲で泌乳牛に給与した場合, アルファルファサイレージのみの場合よりも乾物摂取量や窒素利用性が増加傾向を示すことを報告している。よってアルファルファサイレージ給与時に NFC 源としてコーンサイレージを併給することにより, 反芻胃内微生物態窒素合成量が高まり, アルファルファサイレージの窒素利用性を改善できると考えられる。一方で, アルファルファサイレージに対するコーンサイレージの併給割合が多くなりすぎると, 繊維成分消化率が低下する傾向にあることも指摘されている (川島ら, 2001)。

そこで本報告では, 粗飼料主体で飼養している泌乳中後期の乳牛にアルファルファサイレージとコーンサイレージを異なる割合で給与し, 窒素利用および乳生産に対する影響について検討した。

## 材料と方法

供試動物として 18 頭のホルスタイン種泌乳牛 (平均体重 609 kg, 乳量 27.9 kgFCM/日, 産次 2 産, 分娩後日数 162 日) を用い, 乳量および分娩後日数が同程度となるように 6 頭ずつの 3 群に分けた。供試したサイレージは帯広畜産大学附属農場で調製した 3 番草のアルファルファサイレージ (AS) と, 糊熟期に収穫し約 2 cm に切断して調製したコーンサイレージ (CS) であった。AS と CS の乾物比を 80:20 (AS 80 区), 60:40 (AS 60 区), 40:60 (AS 40 区) として各群に混合給与し, サイレージ給与割合が 65%, 粗濃比が 7:3 で粗タンパク質含量が同程度となるよう, さらにオーチャードグラス主体 2 番刈り乾草と乳牛用配合飼料, 加熱圧ぺんとうもろこしを給与した。各供試飼料の化学成分およびエネルギー含量を表 1 に, AS および CS の発酵品質を表 2 に示した。また, 供試飼料の飼料構成および化学成分含量を表 3 に示した。

試験期間は 27 日間とし, 供試牛をスタンション式牛舎内で飼養した。飼料給与は 0800 と 1900 の搾乳終了直後に行い, 残食量が 10% となるよう給与量を設定した。採食量は 21~24 日目に測定し, 給与飼料と残食を

Table 1. Chemical composition and energy content of feeds

|     | AS <sup>1</sup> | CS <sup>2</sup> | Grass hay | Formula feed | Flaked corn |
|-----|-----------------|-----------------|-----------|--------------|-------------|
|     |                 |                 | %         |              |             |
| DM  | 24.5            | 32.2            | 88.3      | 86.3         | 84.3        |
|     |                 |                 | %DM       |              |             |
| OM  | 88.1            | 95.0            | 87.3      | 94.1         | 98.6        |
| CP  | 19.6            | 8.7             | 11.8      | 24.5         | 8.9         |
| DIP | 16.3            | 7.3             | 6.0       | 21.3         | 6.8         |
| NDF | 41.9            | 35.8            | 63.5      | 16.2         | 9.6         |
| NFC | 25.5            | 48.3            | 14.5      | 53.4         | 77.9        |
|     |                 |                 | MJ/kgDM   |              |             |
| GE  | 18.3            | 19.0            | 18.4      | 19.1         | 19.0        |

<sup>1</sup>Alfalfa silage

<sup>2</sup>Corn silage

Table 2. Fermentation characteristics of alfalfa silage (AS) and corn silage (CS)

|                    | AS   | CS           |
|--------------------|------|--------------|
| pH                 | 5.1  | 3.9          |
|                    |      | %DM          |
| Total VFA          | 3.10 | 0.68         |
| Acetate            | 2.79 | 0.68         |
| Propionate         | 0.09 | —            |
| Butyrate           | 0.20 | —            |
| Others             | 0.02 | —            |
| Lactic acid        | 3.92 | 6.10         |
|                    |      | % of Total N |
| NH <sub>3</sub> -N | 18.2 | 5.4          |



**Table 3.** Ingredient and chemical composition of experimental diets fed to dairy cows

| Treatment <sup>1</sup> | AS80 | AS60 | AS40 |
|------------------------|------|------|------|
| Ingredient             |      | %DM  |      |
| AS                     | 49.5 | 40.7 | 27.9 |
| CS                     | 12.7 | 26.1 | 35.4 |
| Grass hay              | 7.8  | 3.8  | 3.7  |
| Formula feed           | —    | 7.4  | 25.5 |
| Flaked corn            | 29.6 | 21.6 | 7.1  |
| Mineral premix         | 0.4  | 0.4  | 0.4  |
| Chemical               |      |      |      |
| DM (%)                 | 35.5 | 35.4 | 37.4 |
| OM                     | 92.1 | 92.7 | 92.8 |
| CP                     | 14.7 | 14.9 | 15.3 |
| DIP                    | 11.7 | 12.0 | 12.4 |
| NDF                    | 32.9 | 31.9 | 32.3 |
| NFC                    | 43.5 | 44.7 | 43.8 |
| GE (MJ/kg of DM)       | 18.5 | 18.7 | 18.9 |
| DIP/NFC                | 0.27 | 0.27 | 0.28 |

<sup>1</sup>Diets contained a 7:3 forage to grain ratio. The silage ratio of the diet was alfalfa silage (AS): corn silage (CS)=80:20 (AS80), 60:40 (AS60) or 40:60 (AS40).

採取した。同時に全糞採取を行い、化学成分およびエネルギー消化率を測定した。21~27 日目の 7 日間、朝夕の搾乳時に乳を採取し、乳量および乳成分を測定した。また 24 日目の朝の飼料給与前と給与 3 時間後に頸静脈血を採取し、38℃で 30 分間保温した後、4℃、3500 rpm で 15 分間遠心分離し、血清を採取して分析まで冷凍保存した。

AS, CS および残食の水分含量は前報 (川島ら, 2001) と同様、凍結乾燥機を用いて測定し、その後 1 mm の篩を通過するように粉碎して分析に供した。乾草および濃厚飼料は 60℃で 48 時間、糞は 72 時間以上通風乾燥後、サイレージと同様に粉碎し、常法 (A.O. A.C., 1980) により水分含量を測定した。有機物(OM)、粗タンパク質 (CP) および粗脂肪 (EE) は常法 (A.O. A.C., 1980) により、中性デタージェント繊維 (NDF) および中性デタージェント不溶性タンパク質 (NDIP) は VAN SOEST *et al.* (1991) の方法によりそれぞれ分析した。総エネルギー (GE) は熱研式ボンブカロリメーター (CA-4 型, 島津製作所製) を用いて測定した。NFC は以上の分析結果から STERN *et al.* (1994) の方法を一部修正した下記の式を用いて算出した。また、DIP は飼料成分の CP から NDIP を差し引いて算出した (RUSSELL and HESPELL, 1981)。

$NFC = OM - (CP + EE + NDF - NDIP)$

$DIP = CP - NDIP$

血清中の尿素態窒素 (BUN) はウレアーゼ・インドフェノール法 (尿素窒素 B-テストワコー, 和光純薬工業), 遊離脂肪酸 (NEFA) は ACS-ACOD 法 (NEFA C-テストワコー, 和光純薬工業) によりそれぞれ分析

を行った。

得られた結果は SNEDECOR and COCHRAN (1967) の方法に従い、分散分析およびスチューデントの t 検定により統計処理を行った。

### 結果および考察

AS は水分含量 75.5%と高水分であり (表 1), フリーク法 (小林, 1999) による発酵品質の評価では 50 点で不良, V-SCORE (小林, 1999) は 33 点であった (表 2)。CS は中水分サイレージであり、フリーク法による評価では 50 点で不良であったが、V-SCORE は 99 点であった。したがって、本試験に用いたサイレージの発酵品質は AS が悪いものであり、CS は一般的なものと評価できる。

各処理区で給与飼料の CP 含量が同程度になるように調整した結果、DIP および NFC 含量がそれぞれ 12 および 44%程度、NFC 含量に対する DIP 含量の割合も 0.27~0.28 と同程度となった (表 3)。また、NDF および GE 含量も各処理区で差はなかった。

代謝体重 (MBS) あたりの化学成分およびエネルギー摂取量と、NFC 摂取量に対する DIP 摂取量の割合を表 4 に示した。AS の給与割合がもっとも多かった AS 80 区の乾物摂取量は 144.1 g/MBS/日であり、AS 60 区の 165.9 g/MBS/日および AS 40 区の 170.0 g/MBS/日より低かった ( $P < 0.05$ )。各処理区ともに濃厚飼料および乾草はほぼ全量採食し、残食はサイレージのみであった。この結果、CP および DIP 摂取量も AS 80 区で AS 60 区および AS 40 区より少なく ( $P < 0.05$ )、また AS 80 区の NFC 摂取量は AS 60 区より低くなった ( $P < 0.05$ )。NFC 摂取量に対する DIP 摂取量の割合は AS 80 区、AS 60 区、AS 40 区でそれぞれ 0.24, 0.25, 0.29 となり、AS の給与割合がもっ

**Table 4.** Effect of different proportion of alfalfa silage and corn silage on intake of nutrients and DIP/NFC ratio in DM ingested

| Treatment <sup>1</sup> | AS80               | AS60               | AS40               |
|------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
|                        | g/MBS/d            |                    |                    |
| DM                     | 144.1 <sup>b</sup> | 165.9 <sup>a</sup> | 170.0 <sup>a</sup> |
| OM                     | 133.7 <sup>b</sup> | 154.5 <sup>a</sup> | 158.3 <sup>a</sup> |
| CP                     | 20.1 <sup>b</sup>  | 24.0 <sup>a</sup>  | 27.0 <sup>a</sup>  |
| DIP                    | 16.2 <sup>b</sup>  | 19.7 <sup>a</sup>  | 22.6 <sup>a</sup>  |
| NDF                    | 43.9 <sup>b</sup>  | 49.8 <sup>a</sup>  | 52.4 <sup>a</sup>  |
| NFC                    | 67.3 <sup>b</sup>  | 78.0 <sup>a</sup>  | 77.0 <sup>ab</sup> |
|                        | MJ/MBS/d           |                    |                    |
| GE                     | 2.64 <sup>b</sup>  | 3.07 <sup>a</sup>  | 3.20 <sup>a</sup>  |
| DIP/NFC                | 0.24 <sup>b</sup>  | 0.25 <sup>b</sup>  | 0.29 <sup>a</sup>  |

<sup>1</sup>Diets contained a 7:3 forage to grain ratio.

The silage ratio of the diet was alfalfa silage (AS): corn silage (CS)=80:20 (AS80), 60:40 (AS60) or 40:60 (AS40).

a, b: Means in the same row with different superscripts are significantly different ( $P < 0.05$ ).

とも少なかった AS 40 区で他の処理区より高くなった ( $P<0.05$ ).

アルファルファはイネ科牧草より摂取量が高いとされており(鳶野, 1975), また粗飼料源としてアルファルファを用いた場合の泌乳牛による摂取量は, コーンサイレージの場合より多いことも報告されている(MERTENS, 1983). しかし, 本試験ではアルファルファ混合割合のもっとも多い AS 80 区において, 他の処理区より乾物摂取量が少なかった. 大下ら (1992) は, アルファルファサイレージの水分含量が高く, 発酵品質が劣るほどめん羊による摂取量が少なかったと報告している. 本試験で用いた AS は高水分であり, また発酵品質も悪かったことから, AS 給与割合のもっとも多い AS 80 区で摂取量が少なかったものと考えられる.

一方, 反芻家畜の採食量に影響する要因として飼料の反芻胃内通過速度があげられ, これには飼料の繊維含量や反芻胃内分解速度などが関係している (BALCH and CAMPLING, 1962). 本試験における給与飼料の NDF 含量は各処理区間で同程度であったが, アルファルファは一般的に反芻胃内で分解されにくい酸性デタージェント繊維の割合が大きく (日本飼養標準, 1999), 繊維の消化率が低いことが報告されている(篠田ら, 1988). よって, 難分解性繊維分画が多い AS の給与割合が高い AS 80 区では, 飼料の反芻胃内通過速度が遅く, 摂取量が少なくなった可能性も考えられる. したがって, アルファルファおよびコーンサイレージを混合給与した泌乳牛の乾物摂取量については, それぞれのサイレージの反芻胃内分解速度や通過速度といった観点からも今後さらに検討する必要があるだろう.

化学成分およびエネルギーの消化率を表 5 に示した. 消化率は, すべての項目について, 処理区間に統計的な有意差はなかった. VALADARES FILHO *et al.* (2000) はアルファルファサイレージに併給する濃厚飼

料の乾物割合を 20% から 65% に増加するにしたがい, 乾物消化率は高くなるが, NDF 消化率は低下すると報告している. また, 川島ら (2001) はコーンサイレージの給与割合を 80% 以上に増加してアルファルファサイレージと混合給与した場合, DIP 含量が 10.2% DM 以下, また NFC 摂取量に対する DIP 摂取量の割合が 0.21 以下となり, 反芻胃内微生物合成が抑制されるために NDF 消化率が低下することを示唆している. 本試験における DIP 摂取量, および NFC 摂取量に対する DIP 摂取量の割合は, どの処理区においても川島ら (2001) の報告した値より大きく, 泌乳牛による繊維の消化率に対する影響はなかったと考えられる.

乳量および乳成分を表 6 に示した. 乳量および乳成分は各処理区間で有意な差はみられず, FCM 生産量は 24.5~26.4 kg/日/頭, 乳脂率は 3.73~3.99%, 乳タンパク質率は 3.10~3.30% の範囲であった. また, MUN 含量は適性範囲とされる 11~17 mg/dl (日本飼養標準, 1999) より低い傾向にあり, 各処理区間で有意な差はなかった. よって NFC 摂取量に対する DIP 摂取量の割合が 0.24~0.29 であった本試験では, アルファルファとコーンサイレージ混合割合の違いが乳量や乳成分に及ぼす影響はなく, MUN 含量を指標とした場合には窒素利用に対する影響もみとめられなかった.

血液性状および試験期間中の体重変化を表 7 に示した. BUN 濃度は飼料給与前, 給与 3 時間後ともに処理区間で有意差はなかったが, DIP 摂取量が多く, NSC 摂取量に対する DIP 摂取量の割合が高かった AS 40 区で高くなる傾向があった. NEFA 濃度は乾物摂取量の低かった AS 80 区において飼料給与 3 時間後に他の処理区より高く ( $P<0.05$ ), また試験期間中の体重の減少が 30 kg 以上と, 他の処理区に比べて非常に大きかった. したがって, 乾物摂取量の少なかった AS 80

Table 5. Effect of different proportion of alfalfa silage and corn silage on apparent digestibility of experimental diets

| Treatment <sup>1</sup> | AS80 | AS60 | AS40 |
|------------------------|------|------|------|
|                        |      | %    |      |
| DM                     | 68.6 | 69.4 | 67.8 |
| OM                     | 70.4 | 71.2 | 69.6 |
| CP                     | 61.5 | 62.9 | 64.1 |
| EE                     | 74.4 | 77.3 | 73.8 |
| NDF                    | 43.1 | 43.7 | 44.1 |
| GE                     | 66.2 | 67.6 | 66.6 |

<sup>1</sup>Diets contained a 7:3 forage to grain ratio.

The silage ratio of the diet was alfalfa silage (AS): corn silage (CS)=80:20 (AS80), 60:40 (AS60) or 40:60 (AS40).

Table 6. Effect of different proportion of alfalfa silage and corn silage on milk yield and milk composition

| Treatment <sup>1</sup> | AS80 | AS60     | AS40 |
|------------------------|------|----------|------|
|                        |      | kg/d/cow |      |
| Milk yield             | 24.6 | 27.5     | 25.6 |
| FCM yield              | 24.5 | 26.4     | 25.2 |
|                        |      | %        |      |
| Fat                    | 3.99 | 3.73     | 3.88 |
| Protein                | 3.10 | 3.12     | 3.30 |
| Lactose                | 4.59 | 4.55     | 4.65 |
| SNF                    | 8.69 | 8.67     | 8.95 |
|                        |      | mg/dl    |      |
| MUN                    | 9.28 | 7.84     | 8.26 |

<sup>1</sup>Diets contained a 7:3 forage to grain ratio.

The silage ratio of the diet was alfalfa silage (AS): corn silage (CS)=80:20 (AS80), 60:40 (AS60) or 40:60 (AS40).

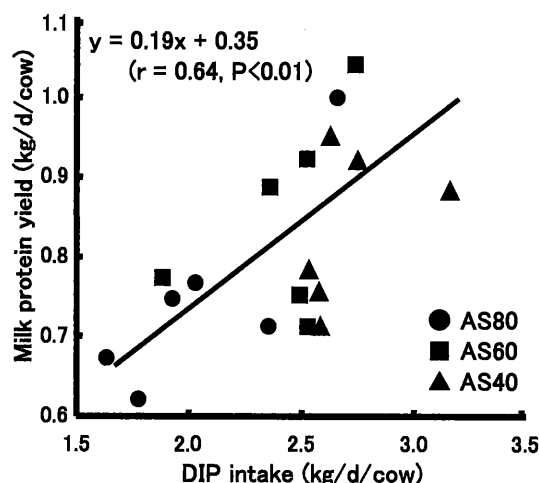


Figure 1. Relationship between DIP intake and milk protein yield  
Diets contained a 7:3 forage to grain ratio. The silage ratio of the diet was alfalfa silage (AS): corn silage (CS)=80:20 (AS80), 60:40 (AS60) or 40:60 (AS40).

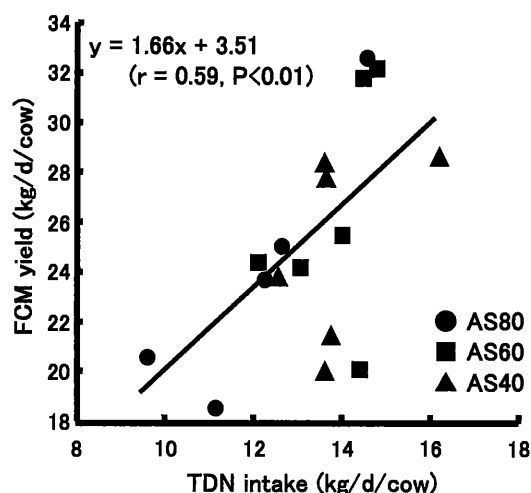


Figure 2. Relationship between TDN intake and FCM yield  
Diets contained a 7:3 forage to grain ratio. The silage ratio of the diet was alfalfa silage (AS): corn silage (CS)=80:20 (AS80), 60:40 (AS60) or 40:60 (AS40).

Table 7. Effect of different proportion of alfalfa silage and corn silage on blood composition and body weight

| Treatment <sup>1</sup> | AS80             | AS60             | AS40             |
|------------------------|------------------|------------------|------------------|
|                        |                  | mg/dl            |                  |
| BUN (Before feeding)   | 9.0              | 10.1             | 11.9             |
| (After feeding)        | 14.7             | 15.8             | 16.1             |
|                        |                  | μEq/l            |                  |
| NEFA (Before feeding)  | 308              | 220              | 204              |
| (After feeding)        | 202 <sup>a</sup> | 141 <sup>b</sup> | 130 <sup>b</sup> |
|                        |                  | kg               |                  |
| Body weight (Initial)  | 632              | 606              | 589              |
| (Final)                | 599              | 598              | 589              |

<sup>1</sup>Diets contained a 7:3 forage to grain ratio. The silage ratio of the diet was alfalfa silage (AS): corn silage (CS)=80:20 (AS80), 60:40 (AS60) or 40:60 (AS40).  
a, b: Means in the same row with different superscripts are significantly different (P<0.05).

区では、体脂肪の動員によって乳生産を補ったものと考えられた。

DIP 摂取量と乳タンパク質生産量との関係を図 1 に、TDN 摂取量と FCM 生産量との関係を図 2 に示した。また、乳への DIP 利用効率を DIP 摂取量に対する乳タンパク質生産量、エネルギー利用効率を TDN 摂取量に対する FCM 生産量の割合として表 8 に示した。DIP 摂取量と乳タンパク質生産量との間には正の相関関係がみられ ( $r=0.64$ ,  $P<0.01$ ), DIP 摂取量が多いほど乳タンパク質生産量は増加した (図 1)。一方、乳への DIP 利用効率は、DIP 摂取量が多く、NSC 摂取量に対する DIP 摂取量の割合が高かった AS 40 区で他の処理区よりも低かった ( $P<0.05$ ) (表 8)。摂取飼料中の CP 含量を算出すると、AS 80, AS 60, AS 40 区

Table 8. Effect of different proportion of alfalfa silage and corn silage on efficiency of nitrogen and energy utilization

| Treatment <sup>1</sup>        | AS80              | AS60               | AS40              |
|-------------------------------|-------------------|--------------------|-------------------|
| Milk protein yield/DIP intake | 0.37 <sup>a</sup> | 0.36 <sup>ab</sup> | 0.31 <sup>b</sup> |
| FCM yield/TDN intake          | 2.03              | 1.92               | 1.83              |

<sup>1</sup>Diets contained a 7:3 forage to grain ratio. The silage ratio of the diet was alfalfa silage (AS): corn silage (CS)=80:20 (AS80), 60:40 (AS60) or 40:60 (AS40).  
a, b: Means in the same row with different superscripts are significantly different (P<0.05).

でそれぞれ 13.9, 14.5 および 15.9%DM となり、AS 40 区の CP 含量が他の処理区よりも高かった。また、CP 要求量 (日本飼養標準, 1999) に対する充足率は AS 80, AS 60, AS 40 区でそれぞれ 106, 117, 134% となることから、AS 40 区では CP が過剰であったため、窒素利用効率が低くなったと考えられる。一方、ALDORICH *et al.* (1993) や HOOVER and STOKES (1991) は、NFC 摂取量に対する DIP 摂取量の割合が 0.24~0.33 の範囲で十二指腸への微生物態タンパク質移行量が最大となり、窒素利用効率が向上すると報告している。本試験における NFC 摂取量に対する DIP 摂取量の割合はすべての処理区でこの範囲内であったが、0.24~0.29 という比較的小さな違いでも、NFC 摂取量に対する DIP 摂取量の割合が大きくなると乳への窒素利用効率が低下する可能性が示唆された。

TDN 摂取量と FCM 生産量との間には正の相関関係がみられ ( $r=0.59$ ,  $P<0.01$ ), TDN 摂取量が多い

ほどFCM生産量は増加した(図2)。TDN摂取量に対するFCM生産量の割合は各処理区間で有意な差はみられず(表8)、本試験におけるTDN摂取量および乳量の範囲ではアルファルファとコーンサイレージ混合割合は乳へのエネルギー利用効率に影響しないものと考えられた。

以上より、アルファルファサイレージとコーンサイレージを乾物比80:20~40:60の混合割合で泌乳牛に給与した場合、乳生産量および乳成分には各処理区間で差はなかったが、アルファルファサイレージの給与割合が多いAS80区では乾物摂取量が少なく、体脂肪動員により乳生産を補っていた。また、乳へのエネルギー利用効率に差はみられなかったが、AS40区ではNFCに対するDIP摂取量の割合が高く、またCP摂取量も過剰であったため、乳への窒素利用効率が低下した。よって、粗飼料主体下で泌乳中後期の乳牛を飼養する場合、NFC摂取量に対するDIP摂取量の割合が0.24~0.29の範囲では、アルファルファサイレージとコーンサイレージを乾物比60:40の混合割合で給与したAS60区がもっとも適当であると考えられた。

## 文 献

- ALDORICH, J. M., L. D. MULLER and G. A. VARGA (1993) Nonstructural carbohydrate and protein effects on rumen fermentation nutrient flow and performance of dairy cows. *J. Dairy Sci.*, **76**: 1091-1105.
- A. O. A. C. (1980) Official Methods of Analysis. 13th ed. Association of official agricultural chemists. Washington, D.C.
- BALCH, C. C. and R. C. CAMPLING (1962) Regulation of voluntary feed intake in ruminants. *Nutr. Abstr. Rev.*, **32**: 669-686.
- DHIMAN, T. R. and L. D. SATTER (1997) Yield response of dairy cows fed different proportions of alfalfa silage and corn silage. *J. Dairy Sci.*, **80**: 2069-2082.
- HOOVER, W. H. and S. R. STOKES (1991) Balancing carbohydrates and proteins for optimum rumen microbial yield. *J. Dairy Sci.*, **74**: 3630-3644.
- 川島千帆・木村文香・花田正明・河合正人・岡本明治 (2001) アルファルファおよびコーンサイレージ給与割合の違いが去勢牛の十二指腸への窒素移行量に及ぼす影響。北畜会報, **43**: 57-62.
- 小林亮英 (1999) サイレージの品質判定。粗飼料の品質評価ガイドブック, 79-94. 日本草地学会, 東京.
- MABJEESH, S. J., A. ARIELI, I. BRUCKENTAL, S. ZAMWELL and H. TAGARI (1997) Effect of ruminal degradability of crude protein and nonstructural carbohydrates on the efficiency of bacterial crude protein synthesis and amino acid flow to the abomasum of dairy cows. *J. Dairy Sci.*, **80**: 2939-2949.
- MERTENS, D. R. (1983) Using neutral detergent fiber to formulate dairy rations and estimate the net energy content of forage. *Proc. Cornell Nutr. Conf.*, 60-68.
- 農林水産省農林水産技術会議事務局編 (1999) 日本飼養標準乳牛 (1999年版). 中央畜産会, 東京.
- 大下友子・名久井忠・柁木茂彦 (1992) 原料草の水分含量がアルファルファサイレージの発酵品質及び飼料価値に及ぼす影響。東北農試研報, **84**: 159-171.
- PELTEKOVA, V. D. and G. A. BRODERICK (1996) In vitro ruminal degradation and synthesis of protein on fractions extracted from alfalfa hay and silage. *J. Dairy Sci.*, **79**: 612-619.
- RUSSELL, J. B. and R. B. HESPELL, (1981) Microbial rumen fermentation. *J. Dairy Sci.*, **64**: 1153-1169.
- 篠田 満・杉原敏弘・萬田富治 (1988) 粗飼料原料が異なる各種混合飼料の給与水準が消化率及びTDN含量に及ぼす影響。北農試研報, **150**: 1-9.
- SNEDECOR, G. W. and W. G. COCHRAN (1967) Statistical methods, 6th ed. The Iowa State University Press. Ames.
- STERN, M. D., G. A. VAGA, J. H. CLARK, J. L. FIRKINS, J. T. HUBER and D. L. PALMQUIST (1994) Evaluation of chemical and physical properties of feeds that affect protein metabolism in the rumen. *J. Dairy Sci.*, **77**: 2762-2786.
- 薦野 保 (1975) アルファルファの飼料成分と飼料的特性。北農試研資, **6**: 151-180.
- VALADARES FILHO, S. C., G. A. BRODERICK, R. F. D. VALADARES and M. K. CLAYTON (2000) Effect of replacing alfalfa silage with high moisture corn on nutrient utilization and milk production. *J. Dairy Sci.*, **83**: 106-114.
- VAN SOEST, P. J., J. B. ROBERTSON and B. A. LEWIS (1991) Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.*, **74**: 3583.

原 著

馬鈴薯デンプン粕から麴かびの固体培養により生産した微生物タンパク質  
および尿素のめん羊における窒素利用性の比較

阿部 英則<sup>1)</sup>・山川 政明<sup>2)</sup>・岡本 全弘<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup>北海道立畜産試験場, 新得町 081-0038

<sup>2)</sup>北海道立根釧農業試験場, 中標津町 086-1153

<sup>3)</sup>酪農学園大学酪農学部, 江別市 069-8501

Comparison of nitrogen utilization in sheep between microbial  
biomass protein produced from  
potato waste by solid state fermentation of koji fungi and urea

Hidenori ABE<sup>1)</sup>, Masaaki YAMAKAWA<sup>2)</sup> and Masahiro OKAMOTO<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup>Hokkaido Animal Research Center, Shintoku-cho 081-0038

<sup>2)</sup>Hokkaido Konsen Agricultural Experiment Station, Nakashibetsu-cho 086-1153

<sup>3)</sup>Faculty of Dairy Farming, Rakuno Gakuen University, Ebetsu-shi 069-8501

キーワード : 稲わら, 窒素利用性, 尿素, 微生物タンパク質

Key words : Rice straw, Nitrogen utilization, Urea, Microbial biomass protein

Abstract

Nitrogen utilization in sheep was compared between PWMBP and urea. PWMBP was microbial biomass protein produced from potato waste by solid state fermentation of koji fungi, and contained 14~15% protein, 1.5~1.9% nonproteinous nitrogen. Rice straw, potato pulp(PP) were used as roughage, energy source, respectively. Sheep were fed rice straw *ad libitum*, and digestion trial was conducted. Similar amount of total nitrogen per kg body weight was fed in PWMBP with PP and in urea with PP.

Feeding of PWMBP with PP or urea with PP significantly improved total dry matter intake, digestibility of dry matter, neutral detergent fiber, acid detergent fiber and nitrogen retention. Feeding of PWMBP with PP resulted in significantly further increase of nitrogen retention, while decrease of serum urea nitrogen in comparison with feeding of urea with PP. These were largely due to decrease in nitrogen excretion in urine.

These results suggested that nitrogen utilization of PWMBP was more efficient than that of urea in ruminants.

要 約

馬鈴薯デンプン粕に麴かびを固体培養して微生物タンパク質 (PWMBP) を生産し, めん羊における窒素利用性を尿素と比較した。PWMBP は 14~15% のタンパク質, 1.5~1.9% の非タンパク態窒素を含んでいる。粗飼料として稲わらを, エネルギー源としてポテトパルプ (PP) を用い, 稲わらは自由摂取させて消化

試験を行った。PWMBP と PP および尿素と PP からの全窒素給与量はほぼ等しくなるように設定した。稲わらに PWMBP と PP あるいは尿素と PP を併給すると, 全乾物摂取量は有意に増加し, また乾物, 中性デタージェント繊維, 酸性デタージェント繊維の消化率および窒素蓄積量は有意に向上した。尿素と PP の給与と比べて, PWMBP と PP を給与した場合には窒素蓄積量は有意に多く, 血清尿素窒素は有意に低かった。これらのことは主に尿中窒素排泄量の低減によることを示している。これらより, PWMBP の窒素利用

性は尿素よりも高いことが示された。

結 言

稲わら、キャッサバ、バナナ廃棄物に糸状菌を固体培養して微生物タンパク質含量を高め、培養残渣を含めた総体を飼料として利用する試みがなされている(Shacklady, 1983)。著者らは馬鈴薯デンプン粕(デンプン粕)に麴かびを固体培養して微生物タンパク質(PWMBP)を生産し、飼料としての利用をはかっている。これまでにデンプン粕に旺盛に増殖する麴かびを選抜し、タンパク質生産に適切な培地組成を実験室規模で明らかにした(阿部ら, 1990)。さらに、回転式固体発酵装置を用いてPWMBP生産量の増加をはかった(阿部と山川, 2001)。

PWMBPにはタンパク質だけでなく、麴かびの窒素源として加えた非タンパク態窒素(NPN)が全窒素の40%程度含まれており、タンパク質源およびNPN源としてのPWMBPの利用が期待される。そこで、本研究では粗飼料に稲わらを用いた場合のPWMBP給与が窒素出納、繊維成分の消化率に及ぼす影響をNPNである尿素と比べて、窒素利用性を調べた。

方 法

PWMBPの生産は前報(阿部と山川, 2001)に基づき、*Aspergillus oryzae* TK-41株を回転式固体発酵装置を用い4日間培養して行った。本菌株はマイコトキシン非産生株である。PWMBPは乾燥後、顆粒状に粉碎してから供試した。

試験構成と飼料給与量を表1に示した。粗飼料には稲わらを、併給する飼料にはPWMBP、尿素およびポテトパルプ(水分含量10~15%:PP)を用いた。PPはデンプン粕をフラッシュドライヤで乾燥し粉状にしたもので、約44%のデンプンを含んでおり、易利用性炭水化物に富むエネルギー源として位置づけられる。試験は実験IとIIに分かれており、実験Iには5つの処理区が、実験IIには3つの処理区が含まれている。実験Iでは粗飼料のみの区(1区)、PPやPWMBPを

併給する区(2区と4区)およびPPと尿素(3区)、PPとPWMBP(5区)を給与する区を設けた。3区の尿素とPPおよび5区のPWMBPとPPからの窒素給与量は等しくなるようにした。実験IIの7区と8区でも同様に設定した。処理区7の尿素とPPは処理区3の、処理区8のPWMBPとPPは処理区5のほぼ半量となるようにした。なお、実験IとIIで用いたPWMBPは産出ロットが、稲わらは産出年が異なっている。PPは上川北部合理化澱粉工場から購入した同一ロットのものをを用いた。

表1に示す各処理区について4頭のサフォーク去勢羊を用いて消化試験を行った。7日間の予備期ののち、本期7日間の飼料摂取量を求め、また糞と尿を採取して乾物と中性デタージェント繊維(NDF)、酸性デタージェント繊維(ADF)の消化率および窒素出納を調べた。供試羊の平均体重は実験Iでは50.0±2.3 kg、実験IIでは62.1±3.2 kgである。飼料は午前(9時)と午後(16時)に分けて給与したが、本期最終日の午前の飼料給与4時間後に採血して血清尿素窒素(BUN)を測定した。水と固型塩は自由摂取させた。なお、PPと尿素は均一に混合してから給与し、残飼は稲わら、PWMBP、PPあるいはPPと尿素的混合物は形状が異なることから篩い分けして定量した。

飼料と糞のNDF、ADFはデタージェント分析法(阿部, 1988)で測定したが、PPについてはデンプン含有率が高いためアミラーゼで前処理した。デンプンはタカジアスターゼを用いる分解法(阿部と堀井, 1976)で、粗タンパク質は常法、タンパク質はバルンスタイン法(森本, 1971 A)で測定した。BUNはジアセチルモノオキシム法(森本, 1971 B)で測定した。実験IおよびIIの処理間の有意差検定は処理を因子とする一元配置の分散分析(吉田, 1978)で行った。

結 果

供試飼料の化学組成を表2に示した。実験Iで用いた稲わらは実験IIのそれよりも粗タンパク質、繊維成分の含有率が高かった。実験IおよびIIで用いたPWMBPの組成に大きな違いはみられなかった。PWMBPのデンプンはPPの約15%であり、タンパク質は粗タンパク質の55~61%を占めていた。

稲わらと全体の乾物摂取量および乾物、NDF、ADFの消化率を表3に示した。実験Iでは4区のPWMBPの摂取率は64%であるが、他区のPWMBP、尿素、PPの摂取率は93~99%であった。実験IIのPWMBP、尿素、PPは100%摂取された。

実験Iでは、稲わらの摂取量は3区が多く1、2、5区との間に有意差がみられ、5区では他区よりも有意に少なかった。全乾物摂取量は1区よりも他区が有意に多かった。同様に、乾物消化率も1区より他区が有意に高かった。NDF消化率は3区が1、2区よりも

Table 1 Diets offered (FMg/kgBW/day)

| Experiment | Treatment | PWMBP | PP   | Urea | Rice straw        |
|------------|-----------|-------|------|------|-------------------|
| I          | 1         | —     | —    | —    | <i>ad libitum</i> |
|            | 2         | —     | 8.00 | —    | "                 |
|            | 3         | —     | 7.44 | 0.56 | "                 |
|            | 4         | 8.00  | —    | —    | "                 |
|            | 5         | 8.00  | 8.00 | —    | "                 |
| II         | 6         | —     | —    | —    | <i>ad libitum</i> |
|            | 7         | —     | 3.72 | 0.28 | "                 |
|            | 8         | 3.50  | 4.00 | —    | "                 |

PWMBP: Microbial biomass protein produced from potato waste by incubation of koji fungi.  
PP: Potato pulp

Table 2 Chemical composition of diets

(DM%)

| Experiment |            | Crude protein | Protein | NDF  | ADF  | Starch |
|------------|------------|---------------|---------|------|------|--------|
| I          | Rice straw | 8.8           | 8.1     | 72.9 | 45.1 | —      |
|            | PWMBP      | 24.4          | 15.0    | 45.0 | —    | 6.9    |
|            | PP         | 5.6           | 4.4     | 31.1 | 25.3 | 44.4   |
| II         | Rice straw | 5.6           | 5.0     | 66.1 | 40.3 | —      |
|            | PWMBP      | 26.2          | 14.4    | 40.7 | 33.5 | 6.7    |
|            | PP         | 5.6           | 4.4     | 31.1 | 25.3 | 44.4   |

Table 3 Intake and digestibility in treatments

| Experiment | Treatment | Intake (DMg/kgBW/day) |                    | Total digestibility (%) |                    |                   |
|------------|-----------|-----------------------|--------------------|-------------------------|--------------------|-------------------|
|            |           | Rice straw            | Total              | DM                      | NDF                | ADF               |
| I          | 1         | 14.8 <sup>b</sup>     | 14.8 <sup>c</sup>  | 34.0 <sup>c</sup>       | 43.6 <sup>b</sup>  | —                 |
|            | 2         | 15.4 <sup>b</sup>     | 21.8 <sup>b</sup>  | 42.4 <sup>b</sup>       | 40.8 <sup>b</sup>  | —                 |
|            | 3         | 18.2 <sup>a</sup>     | 24.1 <sup>a</sup>  | 52.8 <sup>a</sup>       | 52.6 <sup>a</sup>  | —                 |
|            | 4         | 17.5 <sup>ab</sup>    | 22.5 <sup>ab</sup> | 43.7 <sup>b</sup>       | 46.4 <sup>ab</sup> | —                 |
|            | 5         | 11.1 <sup>c</sup>     | 22.3 <sup>ab</sup> | 52.1 <sup>a</sup>       | 45.6 <sup>ab</sup> | —                 |
| II         | 6         | 13.2                  | 13.2 <sup>c</sup>  | 52.0 <sup>b</sup>       | 57.9 <sup>b</sup>  | 59.7 <sup>b</sup> |
|            | 7         | 13.3                  | 15.9 <sup>b</sup>  | 59.5 <sup>a</sup>       | 61.1 <sup>a</sup>  | 64.7 <sup>a</sup> |
|            | 8         | 12.5                  | 18.5 <sup>a</sup>  | 63.0 <sup>a</sup>       | 62.0 <sup>a</sup>  | 64.4 <sup>a</sup> |

Means on the same column with unlike superscripts are different ( $P < 0.05$ ).

有意に高かったが、4, 5区との間には有意差はみられなかった。実験IIでは、稲わらの摂取量は区間に有意差がみられなかった。全乾物摂取量は8区, 7区, 6区の順で有意に多かった。乾物, NDF, ADFの消化率は7, 8区が6区よりも有意に高かった。

窒素出納とBUN濃度を表4に示した。実験Iでは、窒素摂取量、糞中窒素排泄量は1区よりも他区が有意に多かった。尿中窒素排泄量は3, 4区が他区よりも有意に多かった。窒素蓄積量は5区が他区よりも有意に多かった。BUN濃度は3区, 4区, 5区の順に低下する傾向であった。実験IIでは、窒素摂取量は7, 8区が6区よりも有意に多かった。糞中窒素排泄量は8区が、尿中窒素排泄量は7区が、他区よりも有意に多かった。窒素蓄積量は8区, 7区, 6区の順で有意に多かった。BUN濃度は8区が7区よりも有意に低

かった。

## 考 察

稲わらや麦稈は窒素や可消化養分総量の含有率が低い粗飼料である。稲わら(高橋, 1985)や大麦稈(ØRSKOV and GRUBB, 1978)に尿素のような窒素源を添加しても自由摂取量や乾物、繊維成分の消化率は改善されず、また、エンバク稈にデンプンのようなエネルギー源を多く添加すると、セルロース消化率は低下する(MULHOLLAND *et al.*, 1976)。しかし、エンバク稈に窒素源とエネルギー源を併給することで、エンバク稈の自由摂取量やめん羊の増体は改善されている(COOMBE and TRIBE, 1962)。

実験Iでは稲わらのみ給与(1区)と比べて、PPを併給(2区)しても稲わらの自由摂取量およびNDF消

Table 4 Nitrogen balance and BUN in treatments

| Experiment | Treatment | Nitrogen balance (g/day) |                    |                   |                   | BUN<br>(mg/dl)     |
|------------|-----------|--------------------------|--------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
|            |           | Intake                   | Excretion          |                   | Retention         |                    |
|            |           |                          | Fece               | Urine             |                   |                    |
| I          | 1         | 9.9 <sup>d</sup>         | 7.4 <sup>c</sup>   | 2.3 <sup>bc</sup> | 0.3 <sup>c</sup>  | —                  |
|            | 2         | 13.1 <sup>c</sup>        | 10.7 <sup>b</sup>  | 1.5 <sup>c</sup>  | 0.9 <sup>c</sup>  | —                  |
|            | 3         | 23.9 <sup>a</sup>        | 10.6 <sup>ab</sup> | 9.6 <sup>a</sup>  | 3.7 <sup>b</sup>  | 28.6 <sup>a</sup>  |
|            | 4         | 21.2 <sup>ab</sup>       | 11.0 <sup>ab</sup> | 7.8 <sup>a</sup>  | 2.4 <sup>bc</sup> | 19.1 <sup>bc</sup> |
|            | 5         | 21.0 <sup>b</sup>        | 12.2 <sup>a</sup>  | 3.8 <sup>b</sup>  | 5.0 <sup>a</sup>  | 16.1 <sup>c</sup>  |
| II         | 6         | 6.6 <sup>b</sup>         | 4.6 <sup>b</sup>   | 3.2 <sup>b</sup>  | —1.3 <sup>c</sup> | —                  |
|            | 7         | 15.3 <sup>a</sup>        | 6.0 <sup>b</sup>   | 7.3 <sup>a</sup>  | 2.0 <sup>b</sup>  | 15.5 <sup>a</sup>  |
|            | 8         | 15.3 <sup>a</sup>        | 7.4 <sup>a</sup>   | 3.5 <sup>b</sup>  | 4.4 <sup>a</sup>  | 10.0 <sup>b</sup>  |

BUN: Serum urea nitrogen

Means on the same column with unlike superscripts are different ( $P < 0.05$ ).

化率、窒素蓄積量に改善は認められなかった。しかし、尿素をさらに給与（3区）することで、稲わらの自由摂取量は増加し、NDF消化率と窒素蓄積量は高まった。これは前述したように、粗飼料の利用性を高めるには窒素源、エネルギー源の両者が必要であることを示している。

他方、稲わらにPWMBPを給与（4区）しても、稲わらの自由摂取量やNDF消化率、窒素蓄積量に改善はみられなかった。これはデンプン粕中のデンプンは麴かびにその多くが消費されており、PWMBPは易利用性炭水化物に乏しいためであると考えられる。そこで、PPをさらに給与（5区）すると窒素蓄積量は増加し、またPWMBPの摂取率は4区よりも高まった。しかし、NDF消化率は変わりなく、稲わらの自由摂取量は単独給与（1区）の場合よりも少なくなった。

TANIGUCHI *et al.* (1986) はイタリアンライグラス乾草を粗飼料として、デンプンを体重当たり1%摂取させたところ、繊維成分の消化率は低下したとしている。デンプン粕とPWMBPのデンプン含有率はそれぞれ乾物中44.4%と6.9%であり、5区での体重当たりデンプン摂取量は0.34%にすぎず、稲わらの自由摂取量の減少がデンプンの影響とは考えにくい。むしろ、供試稲わらの乾物消化率は34.0%と低いことから、その採食性も低いものと推定され、PWMBPとPPを多く摂取することで、相対的に稲わらの自由摂取量が少なくなったものと考えられる。

PWMBP、尿素およびPPの給与量を半減した実験IIでは、稲わらのみ給与（6区）と比べて、尿素とPPを併給（7区）あるいはPWMBPとPPを併給（8区）しても、稲わらの自由摂取量は減少せず、またNDFとADFの消化率および窒素蓄積量は高まった。実験I、IIとも、PWMBPとPP給与区と尿素とPP給与区の窒素給与量およびエネルギー源であるPPの給与量はほぼ等しくなるように設定した（3区と5区、7区と8区）が、PWMBPとPP給与区が尿素とPP給与区よりも尿中窒素排泄量は少なく、窒素蓄積量は多く、BUN濃度は低かった。

尿素のようなNPN主体飼料と大豆粕などタンパク質飼料との比較試験は飼料タンパク質節約の観点から数多く行われているが、産乳成績（中村，1981）やめん羊の増体、窒素蓄積量（CLIFFORD and TILMAN, 1968）はNPN主体飼料のほうが低い。この理由として、尿素主体飼料にリジンやメチオニンを添加すると窒素蓄積量が改善されている（中村，1981）ことから、NPN主体飼料では必須アミノ酸の不足が指摘される。PWMBPのタンパク質含有率は14~15%でリジン、メチオニンも含有しているものと考えられる。その一方、尿素は極めて分解され易いため、有効利用には易利用性炭水化物の併給が必要である。供試した炭水化物源はデンプン粕の乾燥物であるPPであって、

泌乳牛へのデンプン粕サイレージの給与試験（森ら，1986）では給与量を増すと給与3時間後のBUN濃度は有意に低下している。このことはPPが易利用性炭水化物源であることを示しているが、PP併給下で尿素よりもPWMBP給与で窒素蓄積量が多いことは、アミノ酸給源としてのPWMBPの効果が大きいものと考えられる。このように、尿素給与区ではPWMBP給与区と比べて窒素の利用性が低く、利用されなかった窒素は肝臓で尿素に合成されて、BUN濃度および尿中窒素排泄量が高くなったものである。

実験IとIIでは供試稲わらが異なっている。既報（阿部ら，1999；阿部，1999；岡本と阿部，1989；山川ら，1992）の稲わら5点の乾物消化率は44.7~55.3%であり、これを北海道産稲わらのほぼ標準的な値としてもさしつかえないであろう。前述したように、実験Iで供試した稲わらの乾物消化率は34.0%という低質なものであり、PWMBP、PPなどの併給に対する挙動は標準的な稲わらとは異なる可能性がある。これに反し、実験IIの供試稲わらの乾物消化率は52.0%であり、標準的なものといえる。このような稲わらにPWMBP、PPを併給することで繊維成分の消化率、窒素蓄積量は改善されたが、さらにこれらを均衡良く給与することで稲わらの自由摂取量増加の可能性も示唆される。

以上より、PWMBPは反芻家畜の窒素源として利用可能であり、その利用性は尿素よりも高いことが判明した。

## 文 献

- 阿部 亮・堀井 聡（1976）とうもろこしサイレージおよび乳牛用配合飼料中のデンプン定量法の検討。畜試研報，30：27-32。
- 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。畜試資料，2：16-29。
- 阿部英則・森 勝美・柳本正勝（1990）麴かびの固体培養による馬鈴薯でん粉粕からの蛋白質生産。滝畜研報，25：11-18。
- 阿部英則・山川政明・岡本全弘（1999）蒸煮、アンモニア処理およびこれらを複合処理した稲わらの自由摂取量と消化率。日草誌，44：378-380。
- 阿部英則（1999）アンモニア処理した稲わらおよびスイートバーナルグラス（*Anthoxanthum odoratum* L.）乾草の反芻胃内滞留時間と充満度。日草誌，44：381-383。
- 阿部英則・山川政明（2001）回転式固体発酵装置を用いた麴かびによる馬鈴薯デンプン粕からの微生物タンパク質生産。道畜研報，24：25-27。
- CLIFFORD, A. J and A. D. TILMAN (1968) Urea and isolated soybean protein in sheep purified diets. J. Anim. Sci., 27: 484-89.



- COOMBE, J. B and TRIBE, D. E (1962) The feeding of urea supplements to sheep and cattle: the results of penned feeding and grazing experiments. J. Agric. Sci., **59**: 125-141.
- 森 清一・工藤卓二・板東 健・原 悟志・八田忠雄・恒光 裕 (1986) でん粉粕サイレージ給与時における泌乳牛の血液成分の変化. 新畜研報, **15**: 41-49.
- 森本 宏監修 (1971 A) 動物栄養試験法. 317-318. 養賢堂, 東京.
- 森本 宏監修 (1971 B) 動物栄養試験法. 441-442. 養賢堂, 東京.
- MULHOLLAND, J. B., J. B. COOMBE and W. R. MUMANUS (1976) Effect of starch on the utilization by sheep of a straw diet supplemented with urea and minerals. Aust. J. Agric. Res., **27**: 139-153.
- 中村亮八郎 (1981) 新飼料学 (下). 215-219. チクサン出版社, 東京.
- 岡本全弘・阿部英則 (1989) 稲わらのアンモニア処理, 蒸煮およびこれらの複合処理がめん羊の自由摂取量と消化率に及ぼす影響. 日畜会報, **60**: 1117-1121.
- ØRSKOV, E. R and D. A. GRUBB (1978) Validation of new systems for protein evaluation in ruminants by testing the effect of urea supplementation on intake and digestibility of straw with or without sodium hydroxide treatment. J. Agric. Sci., Camb. **91**: 483-486.
- 高橋正行 (1985) 水酸化ナトリウム処理稲わらサイレージの摂取量および消化率に及ぼす尿素添加の影響. 日草誌, **31**: 130-136.
- Shacklady, CA Edited (1983) The Use of Organic Residues in Rural Communities. 32-61, The United Nations University, Tokyo.
- TANIGUCHI, K., M. SUGIHARA., Y. YAMATANI and I. OTANI (1986) Effects of starch supplementation on the fiber digestibility and the chewing time of hay consumed by sheep. 日畜会報, **57**: 1046-1049.
- 山川政明・阿部英則・岡本全弘 (1992) ヒラタケ (*Pleurotus ostreatus*) の培養がめん羊による稲わらの自由摂取量と消化率に及ぼす影響. 日畜会報, **63**: 129-133.
- 吉田 実 (1978) 畜産を中心とする実験計画法. 68-87, 養賢堂, 東京.



原 著

ホイップクリームの性状に関する研究 (第4報)  
——ホイップクリームの品質に及ぼす冷凍ならびに糖類添加の影響——

山口 和美・福本 弓・石下 真人・鮫島 邦彦  
酪農学園大学酪農学部食品科学科, 江別市 069-8501

Study on the Major Properties of Whipped Cream (4)  
——Effect of Sugar Addition, Repeated Freezing and Thawing  
on the Whipping Characteristics of Cream——

Kazumi YAMAGUCHI, Yumi FUKUMOTO, Makoto ISHIOBORO and Kunihiro SAMEJIMA

Department of Food Science, Faculty of Dairy Science, Rakuno Gakuen University,  
Ebetsu-shi, 069-8501, Japan.

キーワード: ホイップクリーム, オーバーラン, 解凍

Key words: whipped cream, overrun, thawing

Abstract

We examined the impact of sugar addition, freezing and repeated thawing on the quality characteristics of the whipped cream.

The findings of this study are summarized as:

1. Addition of sugar in cream before whipping decreased the overrun compared to sugarless cream.
2. Repeatedly frozen and thawed cream, when whipped, showed a distinct impact of added sugar on its storage modulus ( $G'$ ) and overrun.
3. Thawing time of sugarless whipped cream was found extended compared with sugar added cream.
4. Incorporation of air in whipped thawed sugarless cream was poor compared with the fresh cream in repeated whipping processes.
5. Our study concluded that addition of sugar in a range of 10~20% in cream facilitates the air trapping property during whipping and holds air in significant volume and also prolongs the texture stability of whipped cream.

要 約

ホイップクリームの品質に及ぼす冷凍ならびに糖類添加による影響を検討した。糖類を添加したクリームを泡立てるとオーバーランが無糖よりも低くなっていたが、糖類を添加したホイップクリームを冷凍後に解凍するとオーバーランや $G'$ 値は無糖に比べて安定性がみられた。しかし、無糖で冷凍したクリームの解凍に及ぼす時間は糖類を添加したものに比べて長くなり、冷凍後に解凍したクリームを泡立てると泡立ちにくいことが観察された。したがって、クリームを泡立てる場合、ソルビトールなどの糖類を10~20%添加す

ることは気泡安定性に効果的で、ホイップクリームの冷凍保存における品質を保つ為に有効な手段であることが明らかになった。

緒 論

ホイップクリーム(ホイッピングクリーム)はクリームを攪拌することによって空気が取りこまれて泡を形成するが、気泡は時間がたつと崩壊することから、泡立て後、すぐに用いられることが多い。近年、冷凍食品の普及がめざましく、家庭においても冷蔵庫内にフリーザーが常備されてクリームの冷凍保存への応用も広がってきた。凍結および解凍操作によって、氷の結晶が脂肪球を損壊すると考えられ(上野川ら, 1994)、ホイップクリームと同様の構造を持つアイスクリーム

で、冷凍保存中に気泡や氷結晶が変化することが報告されている(野田, 1993)。

クリームの利用について、A新聞ならびにH新聞の料理欄(1996~1999年)を調査したところ、91件の料理にクリームが取り入れられており(総数1,076件の8.3%)、クリームを泡立てて利用する場合には砂糖添加量がクリーム使用量に対して約11.2%であったが、無糖で泡立てられたものもみられた。動物性クリームと植物性クリームの使い分けがされていたのは2.2%で、砂糖の種類についてはほとんど明記されていなかった。このように、クリームを泡立てるには無糖または糖類を約10%程度添加されており、糖類添加によってその泡立ちは増加とも抑えられるとも言われている。五訂食品成分表(科学技術庁, 2000)によれば、ホイップクリームにはグラニュー糖を15%(w/w)添加した栄養価が記載されており、菓子には純度が高いと考えられるグラニュー糖を用いることが多い。一方、消費者の甘さ離れ、低カロリー・嗜好といった健康面の配慮から、砂糖にかわり糖アルコールが用いられるようになってきている。糖アルコールのうちソルビトールはブドウ糖を還元・精製してつくられ、食品の保湿向上、品質改良などの目的で広く利用されている(宮川, 2000a)。そこで、本報ではホイップクリームの品質に及ぼす冷凍ならびに糖アルコールなどの糖類添加の影響を明らかにすることを目的として検討した。

## 実験方法

### 1 試料の調製

クリームは原料によって脂肪球径などが異なることから、試料には市販(UHT法 Ultra High Temperature 120~130℃ 2秒で殺菌)の乳脂肪クリーム(乳脂肪分47%)および植物性クリーム(植物性脂肪分40%)を用いた。糖類はグラニュー糖またはソルビトール(東和化成「ソルビット」KIWI FW:182.1)を用いた。クリームを尖端の保形性が良好な状態(オーバーランが最大値に達する付近)まで電動ミキサー(ケンミックスシェフ KM-201 愛工舎製)を用いて目盛り3で泡立てた。試験に用いたクリームは、ソルビトール10%添加(S10)、ソルビトール20%添加(S20)、グラニュー糖添加(G10)、糖類添加なし(N)とした。

#### (1) 泡立て直後

クリームを5℃冷蔵庫内で一定量泡立て、オーバーランの最大値に達するまでの時間を計測し、この泡立て時間でホイップクリームを作成した。これを「泡立て直後」と記す。

#### (2) 解凍後

泡立て直後のホイップクリームを-20℃で24時間冷凍後、2実験方法(2)に従って解凍し、5℃で冷蔵保存した。これを「解凍後」と記す。

#### (3) 解凍クリームの泡立て

無糖または糖類を添加したクリームを一定時間、マグネチックスターラーで均質にしてから、前記(2)解凍後の方法に従って冷凍・解凍後、泡立てたものを「解凍クリーム泡立て」と記す。

#### (4) 解凍ホイップクリームの再ホイップ

最大オーバーランに達する泡立て時間の約1/2で作成したホイップクリームを冷凍・解凍後に最大オーバーラン付近まで泡立てたものを「再ホイップ」と記す。

## 2 実験方法

### (1) オーバーラン (overrun) の測定

オーバーランは直径3.0 cm×高さ3.9 cm(水25 ml容)の容器にクリームをすきまのないよう充填し、泡立て前後でスリキリの重量を測定して算出した。オーバーランの測定は野口の方法(野口, 1998)を用いて、便宜上クリームの比重は1.0とし、1 ml容積当りの重量を1 gに換算し、次式によって求められた。

オーバーラン (%) =  $\{(A-B)/B\} \times 100$  (A=泡立て前の重量, B=泡立て後の重量)

### (2) 解凍時間の測定

オーバーランを計量したホイップクリームを、同容器内で-20℃に24時間冷凍し、5℃で解凍させ、内部温度が-5℃から0℃までの温度上昇に要する時間を計測した。この時、冷凍ホイップクリームの入った容器の上から1.5 cmのところに熱伝対温度計を固定した。

### (3) 動的粘弾性の測定

動的粘弾性は Rheograph-sol (東洋精機製作所製)を用い、貯蔵弾性率(G')ならびに損失弾性率(G'')の測定を行った。測定温度範囲は5~40℃で、昇温速度2℃/minを用いた。

### (4) 色調の測定

ホイップクリームの明度、色度及び色差は測色色差計 Color and color difference meter MODEL TC-8600 (東京電色工業株製)を用い、L\*a\*b\*表色系で示した。

## 結果および考察

### 1 ホイップクリームのオーバーラン (overrun) 測定

#### (1) 泡立て直後のオーバーラン

Table 1 に泡立て直後の最大オーバーランにおよぼす泡立て時間と糖類添加の影響を示した。無糖ホイップクリームは乳脂肪・植物性ともにオーバーランが高くなり、最大オーバーランは糖類添加量が増えると低くなった。最大オーバーランの平均値を比較すると無糖が最も高く、無糖と糖類添加との間にそれぞれ有意差がみられた(乳脂肪\*p<0.05, 植物

**Table 1** Effect of sugar quality and dissimilar fat addition on the whipping time and overrun yield of cream.

|                | Whipping time<br>(second) | Maximum<br>Overrun (%) |
|----------------|---------------------------|------------------------|
| Milk fat cream | 80                        | 82.0                   |
| M+S10          | 60                        | 62.3                   |
| M+S20          | 60                        | 54.5                   |
| M+G10          | 60                        | 62.4                   |
| Vegetable fat  | 280                       | 221.9                  |
| V+S10          | 450                       | 203.4                  |
| V+S20          | 440                       | 182.1                  |
| V+G10          | 440                       | 201.2                  |

Symbol and abbreviations:

M; Whipped milk cream solely

M+S10; Whipped milk fat cream adding 10% sorbitol.

M+S20; Whipped milk fat cream adding 20% sorbitol.

M+G10; Whipped milk fat cream adding 10% sucrose.

V; Whipped vegetable fat.

V+S10; Whipped vegetable fat with 10% sorbitol.

V+S20; Whipped vegetable fat with 20% sorbitol.

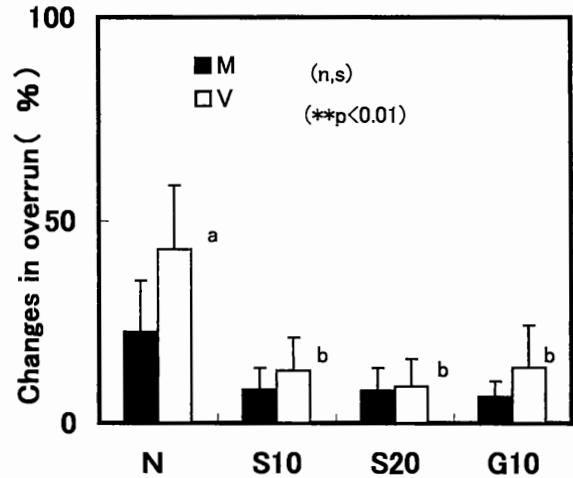
V+G10; Whipped vegetable fat with 10% sucrose.

Note: Whipping was carried out at constant temperature.

性\*\* $p<0.01$ ). 植物性クリームは乳脂肪クリームよりも泡立て時間が3.5~7.5倍に長くなり, 最大オーバーランも2.7~3.3倍に高くなった. クリーム脂肪球の平均径は乳脂肪クリームが植物性クリームより大きい(山口ら, 2001)ことが, Table 1の結果を説明でき, 乳脂肪クリームは脂肪球同士が速く凝集するため, 泡立て時間が短くなったと考えられた. また, 安定剤添加クリームは最大オーバーランが高く, 泡立て時間も無添加より長くなると報告されているが(BRUHN and BRUHN, 1988), 本報でも植物性クリームにその傾向がみられ, 安定剤を含んでいない乳脂肪クリームにはみられなかった.

## (2) 解凍後のオーバーラン

Fig. 1にホイップクリーム解凍後におけるオーバーランの減少率を示した. 解凍後のオーバーランは泡立て直後に比べて, いずれのクリームも減少していた. しかし, 無糖ホイップクリームでは解凍後のオーバーランの減少率は乳脂肪で $22.4 \pm 12.9\%$ , 植物性で $43.0 \pm 15.6\%$ など非常に大きかったが, 糖類添加ホイップクリームの減少率はいずれも無糖の場合の約1/3程度(乳脂肪で1/3~1/4, 植物性で1/3~1/5)となり, 比較的小さかった. 無糖クリームでは解凍後に外観も空気が抜けたためか, きめが粗くなめらかさに欠けた状態になっていた. 特に, 植物性の無糖ホイップクリームではオーバーランの減少率が最も高く, 無糖と糖類添加との間にそれぞれ有意差がみられた(\*\* $p<0.01$ ). 松野と矢野(1996)は, 卵白を泡立てる場合にも糖類添加によって起泡性が抑えられる反面, 安定性は増すという糖類のたん白質変性抑制効果について報告しており, 本実験


**Fig. 1** Effect of sugar qualities on the overrun yield of creams with repetition of freezing and thawing.

Symbol and abbreviations:

(■) M: Whipped milk cream solely.

(□) V: Whipped vegetable fat.

N: control.

S10: whipping cream with 10% sorbitol.

S20: whipping cream with 20% sorbitol.

G10: whipping cream with 10% sucrose.

 Values are mean  $\pm$  standard deviation,  $n=5$ .

 a, b: Values with different superscript are significantly different at  $p<0.01$  for vegetable fat cream

結果からも同様の傾向が示唆された. すなわち, 卵白はたん白質で構成されているため表面張力が小さく, 攪拌によって液面が剪断されると空気を抱き込み泡が形成されるが, 糖類を加えると気泡膜に糖類が溶解して気泡の安定化(熊沢と新美, 1998)が進み, クリームではたん白質, 乳化剤, 糖類を含む水相に脂肪が分散した水中油型エマルジョンで泡立てる時に糖類を添加すると著しい泡沫安定化効果(野田, 1993)を示すと考えられている.

## (3) 解凍クリームを泡立てた時のオーバーラン

Fig. 2に植物性クリームを液状のまま24時間冷凍し, 解凍後に泡立てた時のオーバーランを示した. なお, 乳脂肪クリームでは液状のまま冷凍すると解凍後, 泡立ちにくく, オーバーランの測定は困難であった. Fig. 2より, 解凍クリームを泡立てると無糖のオーバーランの上昇は他に比べて抑制された. しかし, 泡立て直後のもの(Table 1)と比較すると, 解凍クリーム(Fig. 2)ではオーバーランが減少しており(S20: -34%, S10: -35%, G10: -40%, N: -50%), 液状クリームを冷凍すると泡立ちにくくなることが認められた. 一方, 冷凍前に糖類添加クリームを均一にするため, マグネチックスターラーを用いたが, 軽い攪拌ではグラニュー糖が溶けにくく, 沈殿することもあったため, 5℃のような低温でホイップクリームを作成するには粒子が細かく溶解しやすい糖類の添加が適していると思われた.

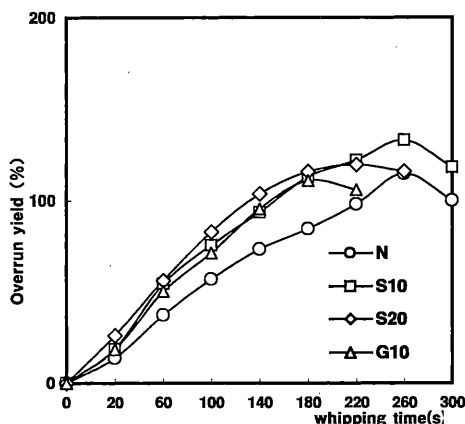


Fig. 2 Overrun recovery of whipped and once thawed vegetable fat with different types of sugars.

- (○) N: control.  
 (□) S10: whipping cream with 10% sorbitol.  
 (◇) S20: whipping cream with 20% sorbitol.  
 (△) G10: whipping cream with 10% sucrose.

また、ホイップクリームの気泡界面にはカゼインが吸着することで脂肪球膜の安定性(上野川ら, 1994)に関与しているが、バターミルクの凍結保存(−17℃)では短期保存の時にカゼインが沈殿して安定性に影響を及ぼすことが明らかになっており(斉藤と五十嵐, 1966), 本実験でも冷凍・解凍したクリームで同様な現象が起きていることは十分に推察される。

- (4) 解凍ホイップクリームを再ホイップした時のオーバーラン

糖類添加の有無と冷凍後の泡立ち方を比較するため、予め設定した短い泡立て時間でホイップクリームを作成し、冷凍後に再ホイップした時のオーバー

ランの経時的な変動を Fig. 3 に示した。冷凍前の予め設定した短い泡立て時間は、Table 1 を参考にして約 1/2 の泡立て時間に設定し、乳脂肪クリームでは 30 秒、植物性クリームでは 140 秒とした。本実験で設定した約 1/2 の泡立て時間は、BRUHN and BRUHN (1988) による安定剤無添加クリームでは 1.6 min, 安定剤クリームでは 2.7 min との報告と比較すると若干短かった。Fig. 3 より、約 1/2 の泡立て時間で作成したホイップクリームを冷凍後に再ホイップしても、乳脂肪 (Fig. 3a)・植物性 (Fig. 3b) クリームともに無糖のオーバーランが低くなった。これは冷凍前の結果 (Table 1) とは異なっていたが、冷凍クリームを解凍した後に泡立てた時のオーバーランの結果 (Fig. 2) と同じ傾向を示した。糖類添加した植物性クリームを一旦泡立てから冷凍した後 (Fig. 3b), 再ホイップした場合にオーバーランの目安となっている 100% 以上を示していた。Fig. 2 と Fig. 3 の比較および乳脂肪クリームでは液状のまま冷凍すると解凍後に分離したことから、植物性クリームの方が安定性の高いことが示された。再ホイップによる最大オーバーランは乳脂肪クリームで無糖が約 50 秒、糖類添加が約 30 秒、植物性クリームが約 140 秒で得られた。

## 2 解凍時間

Fig. 4 と 5 に植物性冷凍ホイップクリームの解凍時間を示した。Fig. 4 より、ホイップクリームの内部温度が −5℃ から 0℃ までの温度上昇に要した時間は S 20 が最も短かく、次いで S 10, G 10, 無糖 N の順に長くなり、有意差がみられた (\* $p < 0.05$ )。Fig. 5 には、ホイップクリームの内部温度が −5℃ から 0℃ までの温

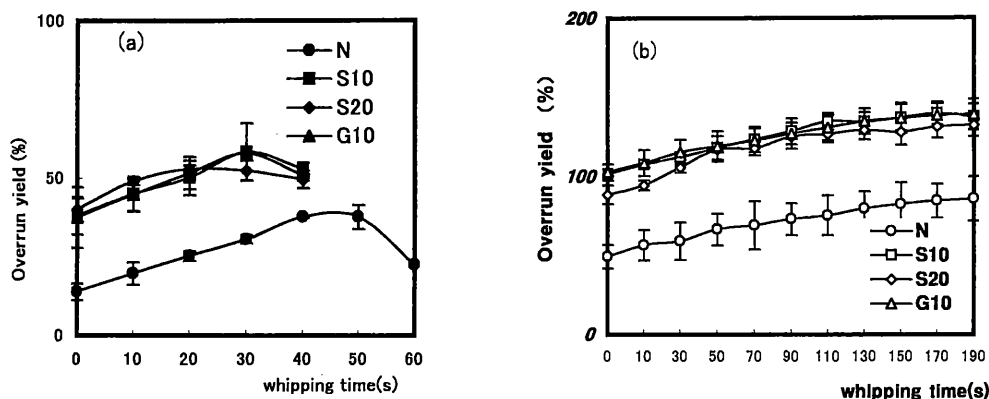


Fig. 3 Whipping time expand for maximum overrun recovery from whipped thawed cream when rewhipped.

Symbol and abbreviations:

(a): Solely whipped cream.

(b): Whipped vegetable fat.

(●, ○) N: Control with milk cream and vegetable fat, respectively.

(◆, ◇) S20: Whipped cream and vegetable fat with 20% sorbitol.

(▲, △) G10: Whipped cream and vegetable fat with 10% sucrose.

Values are mean  $\pm$  standard deviation,  $n=5$ .

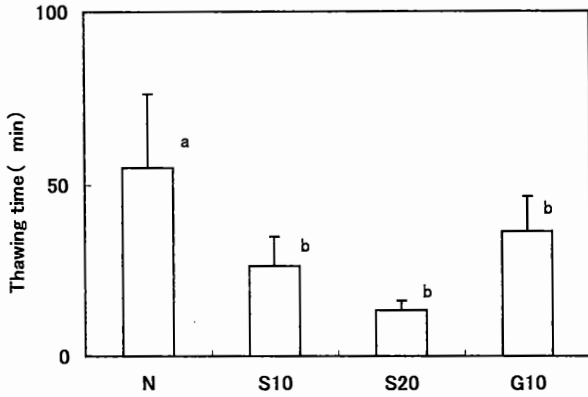


Fig. 4 Effect of sucrose and sorbitol addition on the thawing time of whipped vegetable fat.

Symbol and abbreviations:

N: Control.

S10: Whipped cream with 10% sorbitol.

S20: Whipped cream with 20% sorbitol.

G10: Whipped cream with 10% sucrose.

Values are mean  $\pm$  standard deviation,  $n=5$ .

a, b: Values with different superscript are significantly different at  $p<0.05$

Thawing temperature was recorded from  $-5$  to  $0^{\circ}\text{C}$ .

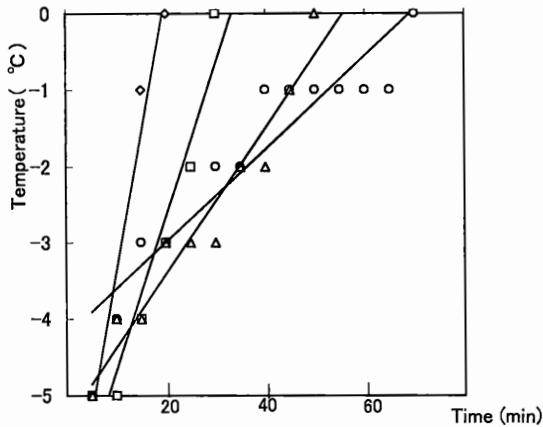


Fig. 5 Effect of added sugar types on the thawing temperature characteristics from  $-5$  to  $0^{\circ}\text{C}$ .

Symbol and abbreviations:

(○): Control. N:  $Y=0.1X-4.2$  ( $R^2=0.85$ )

(□): Whipped cream with 10% sorbitol.

S10:  $Y=0.2X-6.7$  ( $R^2=0.92$ )

(◇): Whipped cream with 20% sorbitol.

S20:  $Y=0.4X-7.0$  ( $R^2=0.95$ )

(△): Whipped cream with 10% sucrose.

G10:  $Y=0.1X-5.3$  ( $R^2=0.85$ )

Thawing temperature magnitude was observed from  $-20^{\circ}\text{C}$  but actual measurement was recorded from  $-5^{\circ}\text{C}$  and stopped at  $0^{\circ}\text{C}$ .

度上昇をY軸に、時間の変化をX軸に示し、Fig. 5のグラフの傾きはS20が最も大きく、次いでS10, G10, 無糖Nの順にゆるやかになっており、糖類添加は解凍が急速であるのに対して、無糖では緩慢で解凍時間も長くなった。このことは解凍5分後の温度が糖類添加クリームでは $-10^{\circ}\text{C}$ 以下を示しているのに対して、無

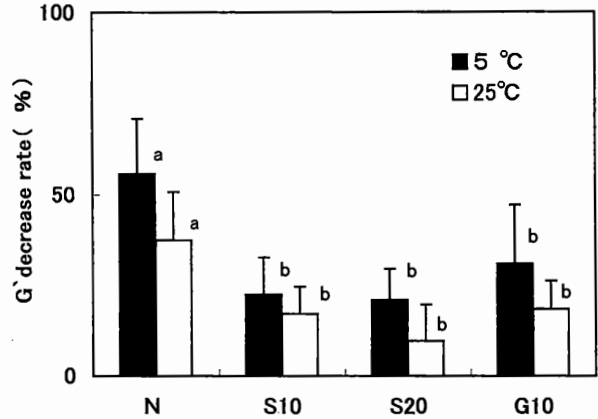


Fig. 6 Storage modulus of once thawed and repeatedly frozen and melted cream with different sugar concentration at  $5$  and  $25^{\circ}\text{C}$ .

Symbols and abbreviations:

■: storage modulus at  $5^{\circ}\text{C}$  and □:  $25^{\circ}\text{C}$  is considered as control (N).

S10: refers for whipped cream with 10% sorbitol.

S20: refers for whipped cream with 20% sucrose.

Values are mean  $\pm$  standard deviation,  $n=5$ .

a, b: Values with different superscript are significantly different at  $p<0.05$

G': Storage modulus.

糖では $-5^{\circ}\text{C}$ であったことにも関連し、砂糖を添加すると可溶性固形分が増加するので、凍結点が水の場合に比べて著しく低下(氷点降下)する(宮川, 2000 b)ことから、本報でも同様のことが推察される。

### 3 動的粘弾性

動的粘弾性の測定結果では、泡立て直後の最大貯蔵弾性率( $G'_{\text{max}}$ )は $5^{\circ}\text{C}$ 付近に存在し、 $G'$ 値は $20\sim 25^{\circ}\text{C}$ 付近から顕著に低下し、 $40^{\circ}\text{C}$ 付近では低値を示すという温度依存性がみられた。乳脂肪ホイップクリームの泡立て直後の $G'$ と解凍後での $G'$ における $5^{\circ}\text{C}$ と $25^{\circ}\text{C}$ をそれぞれ比較すると、Fig. 6に示したように $G'$ 値は解凍後、減少していた。減少率が最も低かったのはS10とS20であり、次いで、G10, 無糖Nの順に大きくなり、 $G'$ 値の減少率は無糖と糖類添加とでそれぞれ有意差がみられた( $*p<0.05$ )。さらに、 $G'$ 値の減少率は $5^{\circ}\text{C}$ の場合が $25^{\circ}\text{C}$ よりも大きくなったが、これは泡立て直後の $G'$ 値が $5^{\circ}\text{C}$ 付近に最大であったことから、解凍後の変化が顕著に現れたと考えられ、 $25^{\circ}\text{C}$ では泡立て直後のもので温度による影響を受けて $G'$ 値(弾性要素)と $G''$ 値(粘性要素)が近似していたことも関連していると推察される。

また、ソルビトールの甘味度はショ糖に比べて約60%であることから、ソルビトール添加量はクリーム重量に対して約20%付近でも甘味を強く感じることなく利用することが可能であった。

以上より、クリームを冷凍保存するには、泡立てる

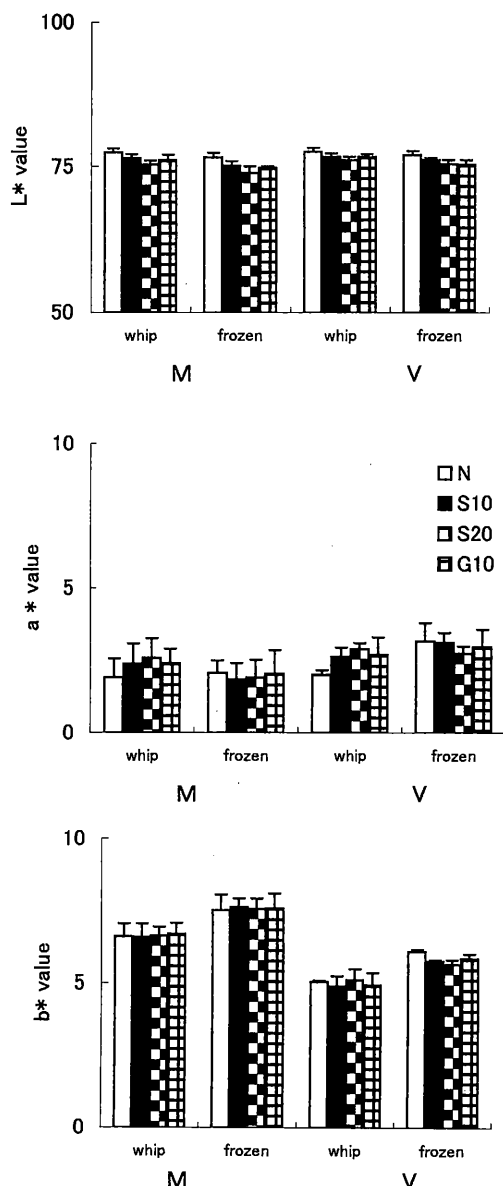


Fig. 7 Changes in color intensity of whipped cream during storage.

Symbol and abbreviations:

(M): Milk cream and (V): vegetable fat taken as control.

S10: Whipped cream with 10% sorbitol.

S20: Whipped cream with 20% sorbitol and 10% sucrose (G10), respectively.

whip: Whipped cream at 5°C.

frozen: Repeatedly frozen-thawed and finally adjusted the temperature of cream at 5°C.

ことが液状クリームのまま冷凍するよりも適しており、それには糖類の添加が必要であることが明らかとなった。また、貯蔵弾性率 (G') がホイップクリームの物性の指標となる可能性も示された。

#### 4 色 調

Fig. 7 にホイップクリームの泡立て直後ならびに解凍後の色調 (L\*a\*b\*値) を示した。色調では、乳脂肪・植物性クリームとも明るさを示す L\*値は解凍後には

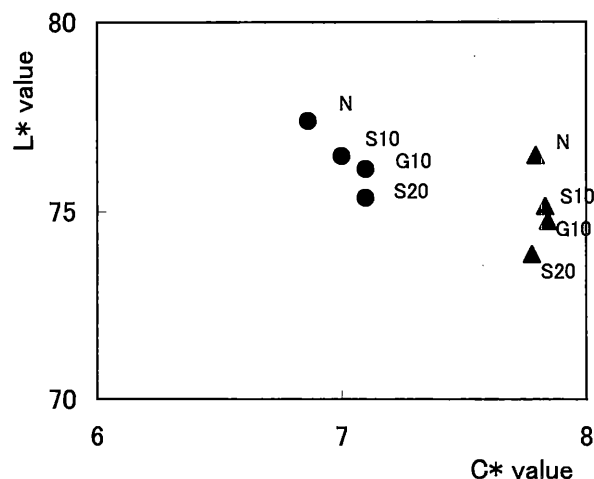


Fig. 8 Effect of storage time span on L\* and C\* values of repeatedly whipped, frozen and thawed cream.

Symbol and abbreviations:

(●) M: Milk cream.

(▲) MF: Milk fat cream after freezing-thawing.

N: control.

S10: Whipped cream with 10% sorbitol.

S20: Whipped cream with 20% sorbitol.

G10: Whipped cream with 10% sucrose.

L\*value: the Lightness, C\* value: the Chroma.

泡立て直後より減少し、赤色を示す a\*値は顕著な違いはみられなかったが、黄色を示す b\*値は増加していた。そこで、a\*値と b\*値より、彩度 (C\*) を求め ( $C^* = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}}$ ) の平方根), Fig. 8 にホイップクリームの明度と彩度 (C\*) を示した。明度を Y 軸に彩度を X 軸方向にプロットするとグラフは泡立て直後に比べて解凍後、右・下方向に移行しており、明度の減少と彩度の増加が認められた。

#### 結 論

クリームを泡立てる場合、ソルビトールなどの糖類を 10~20% 添加することが気泡安定性に影響を及ぼし、ホイップクリームの冷凍保存における品質を保つ為に有効な手段であることが明らかとなった。

#### 文 献

C. M. BRUHN, J. C. BRUHN (1988) Observation on the Whipping Characteristics of Cream, J. Dairy Sci., 71: 857-862.

科学技術庁資源調査会編 (2000) 五訂日本食品標準成分表. 初版. 206-207. 大蔵省印刷局. 東京.

上野川修一・菅野長右エ門・細野明義編 (1994) ミルクのサイエンス—ミルクの新しい働き—. 初版. 230-234. 全国農協乳業プラント協会. 東京.

熊沢英博・新美富男 (1998) ラモンド・スーパーミキサーによる気泡入り食品の連続. 食品と開発, 33: 57-59.

松野隆一・矢野俊正 (1996) 食品物理学. 初版. 143-



153. 文永堂. 東京.
- 宮川早苗編 (2000 a) 機能性甘味料の最新利用動向. 食品と開発, **35**: 34-40.
- 宮川早苗編 (2000 b) 無糖領域製品. 食品と開発, **35**: 68-69.
- 野田正幸 (1993) クリームの起泡性. 油化学, **42**: 788.
- 野口洋介 (1998) 牛乳・乳製品の知識. 初版. 58-67.
- 幸書房. 東京.
- 斉藤善一・五十嵐康雄 (1966) 凍結乳に関する研究Ⅲ. バターミルクの凍結保存. 日畜会報, **37**: 478-484.
- 山口和美・石下真人・鮫島邦彦 (2001) ホイップクリームの性状に関する研究—第3報: ホイップクリームの構造とその安定性—. *Milk Science*, **50**: 55-59.



原 著

## 野生エゾシカの餌付け手法による樹皮食害防止の試み

増子 孝義<sup>1)</sup>・森野 匡史<sup>1)</sup>・春上結希乃<sup>1)</sup>・北原 理作<sup>1)</sup>・

佐藤 健二<sup>2)</sup>・西田 力博<sup>3)</sup>・高村 隆夫<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup>東京農業大学生物産業学部, 網走市 099-2493

<sup>2)</sup>イケダ鹿実験牧場, 池田町 083-0046

<sup>3)</sup>前田一歩園財団, 阿寒町 085-0467

### Feeding stations for the prevention of bark eating by wild yeso sika deer

Takayoshi MASUKO<sup>1)</sup>, Masashi MORINO<sup>1)</sup>, Yukino HARUKAMI<sup>1)</sup>, Risaku KITAHARA<sup>1)</sup>,  
Kenji SATO<sup>2)</sup>, Rikihiro NISHIDA<sup>3)</sup> and Takao TAKAMURA<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup> Faculty of Bioindustry, Tokyo University of Agriculture, Abashiri-shi 099-2493

<sup>2)</sup> Ikeda Deer Experimental Farm, Ikeda-cho 083-0046

<sup>3)</sup> Maeda Ippoen Foundation, Akan-cho 085-0467

キーワード : 餌付け, エゾシカ, 樹皮食害, ビートパルプ

Key words : feeding station, wild yeso sika deer, bark eating, beet pulp

### Abstract

The effects of feeding stations on the prevention of bark eating by wild yeso sika deer in the forest were studied. Twelve beet pulp (cubic, 60kg) feeding stations were placed along the Panke Logging Road in the northwest of Lake Akan. The feeding period was from December, 1999 to April, 2000. The feeding stations were placed in Area A, where culling of deer as harmful animals was not performed, Area B, where culling was performed for 1 month from March, and Area C, where culling was performed for 2 months from February.

The number of deer that fed at the feeding stations was small until late January, but it gradually increased as they became accustomed to the stations. The number of deer that ate beet pulp was the largest in Area A, reaching a total of 216 beet pulp by the end of April. It was 102 beet pulp in Area B and 35 in Area C. The feeding mainly occurred in the daytime in Area A. In Area B, a few deer fed during the daytime, and more fed at night. In Area C, few deer fed at the feeding stations during the day and at the night. At feeding stations where a relatively large number of deer fed, the amount of beet pulp was insufficient, for the increasing number of deer. Tree bark damage was observed in most areas investigated immediately before the beginning of feeding in about 10-30% of the trees. After the end of the feeding period, only minor nibbling was observed in Areas A and B. These results suggest that feeding stations markedly prevent tree damage by deer.

### 要 約

野生エゾシカによる樹皮食害を防止するために、餌付け手法による効果を調べた。阿寒湖北西部のパンケ林道沿いに餌場12カ所を設置し、ビートパルプ(直方

体, 60 kg) を給与した。餌付け期間は、1999年12月から翌年4月までとした。餌場12カ所の地域内に有害駆除を行わないA地区、3月から1カ月間有害駆除を行うB地区、2月から2カ月間行うC地区を設けた。

1月後半まで餌場にやってくるエゾシカ個体数はわずかであったが、餌付け飼料に慣れると採食する個体数が増加した。A地区のビートパルプ採食個数が最も

多く、4月後半までに総計216個に達した。B地区では102個、C地区では35個であった。採食活動はA地区では日中に集中し、夜間は活発でなかった。B地区では日中の個体数が少なく、夜間に増加した。C地区では日中も夜間も個体数が少なかった。採食個体数の多い餌場では、ビートパルプの設置個数が少ないと餌にありつけないシカが増加した。餌付け開始直前に調べた樹皮食害は、ほぼ調査全域で確認された。食害の割合は、全周が食べられたものからかじった程度のもので含めると約10～30%の範囲にあった。餌付け終了後の樹皮食害調査では、かじった程度のものがA地区とB地区にわずかに観察されたにすぎなかった。これらのことより、餌付け手法による樹皮食害防止効果は高いものと考えられた。

## 緒 言

釧路管内阿寒町で阿寒湖周辺に森林面積3,593 haを所有・管理している前田一步園財団では、樹皮食害が1984年の鳥獣保護区の指定を受けた頃から増大し、その防止策に苦慮している。阿寒国立公園に位置するこの一体は、元々住み着いている個体に周辺から越冬にやってくる個体加わり、エゾシカの一大越冬地になっている。阿寒湖周辺では、1960年代中頃には小さな群が時折観察された程度であった。その後、阿寒湖を取り巻く周辺地域の森林破壊や農地造成などの環境変化が進み、越冬場所が激減したエゾシカは越冬地としての条件が整っている阿寒湖周辺に密集してきたものと考えられる。

前田一步園財団はエゾシカによる樹皮食害に対して、森林環境を構成する植生群落の長期的遷移現象として捉えようとした。しかし、1992～1996年度に実施した樹木被害調査により、本数が95,848本、材積で39,545 m<sup>3</sup>の被害を受けていることを確認し、森林生態保持の危機感を強めた(高村, 2001)。エゾシカによる樹皮食いは、樹種に関係なく多種類に及んでいるが、そのうちオヒョウニレの被害が著しい。1998年にはミズナラの中・大径木にも被害が開始し、森林内の小動物の生活環境にも多大な影響がでるものと予測され、放置できない状況になってきた。

これまでに、被害防止策として樹木のプラスチックネット巻き(明石, 2001)、被害木給与、有害駆除、捕獲、忌避剤の利用(大竹, 2001; 稲川, 1999)などを実施あるいは計画してきたが、いずれの方法も膨大な森林面積をカバーするには費用がかかりすぎる、有効期間が短いあるいは有効性の確認が難しいなどの理由で最善策とはならなかった。有効手段を模索しているときに、佐藤が小規模試験から効果を得た餌付けによる樹皮食防止策を1999年度の事業に組み入れ、本格的に実施する体制を整えた。そこで、野生エゾシカの餌付け手法が樹皮食防止に及ぼす影響を調べる試験

を開始した。本研究は、3年間継続する試験のうちその初年度のものである。

## 材料と方法

### 1. 調査方法

#### (1) 餌付け場所

餌付け場所は、図1に示したように阿寒湖北西部パンケ林道沿い約1,750 haを対象に12カ所を設定した。この場所は、エゾシカの巨大回廊があると推測されていること、餌場の付近には湧き水があること、また餌の補給のしやすさなどの条件を考慮に入れて設定した。また、餌付け期間中の有害駆除期間の違いにより、A地区(有害駆除なし)、B地区(有害駆除期間: 2000年3月1日～3月31日)、C地区(有害駆除期間: 2000年2月1日～3月31日)に分けた。

#### (2) 餌付け飼料

餌付け飼料にはビートパルプ(縦35 cm×横75 cm×高さ35 cmの直方体, 60 kg)を使用した。飼料が雪で覆われないよう写真1のように屋根を設置した。単価は1,750円であった。

#### (3) 餌付け期間

餌付けは1999年12月20日から開始したが、全カ所

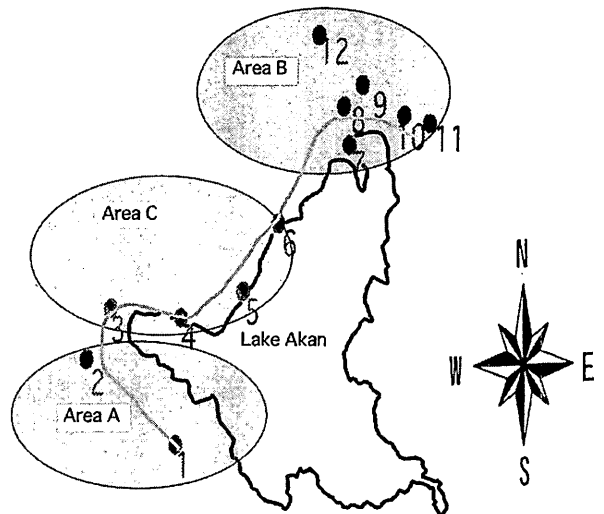


Fig.1 Outline map of feeding stations. 1～12: spot number.

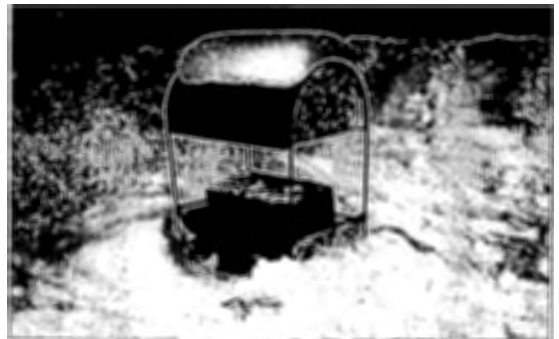


Photo 1 Container of beet pulp.

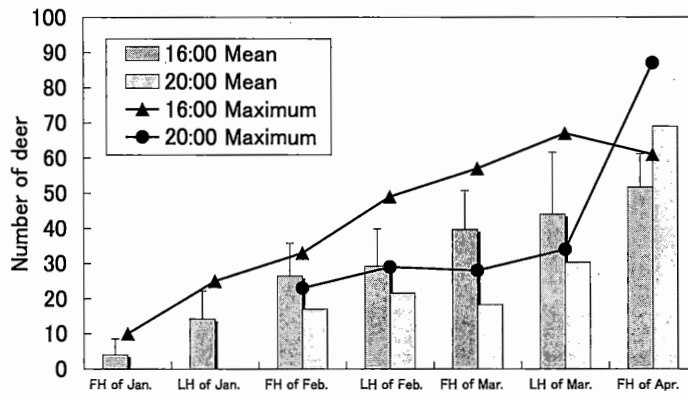


Fig. 2 Changes in the number of wild yeso sika deer at feeding stations. The first half: FH, the latter half: LH, vertical bars are standard errors.

に設置したのは2000年1月18日からであり、4月30日に終了した。この期間はヒグマの冬眠期間を考慮して設定した。餌の補給は前田一歩園財団の職員2名が毎日餌場を見回り、無くなりしだい行った。

## 2. 調査内容

### (1) 餌場に群がるエゾシカ個体数

餌場12カ所を1999年12月第4週目から2000年4月第2日まで毎週3回16:00より自動車で回り、餌場付近にいた個体を性別、年齢別に分けカウントした。個体数は2月、3月、4月毎に1週目と2週目の6回分、3週目と4週目の6回分のセンサス結果を平均し、2月前半、後半、3月前半、後半、4月前半として集計した。また、週1回、夜間での利用状況を調べるため、20:00に個体数をカウントした。ただし、夜間はスポットライト (Brinkmann社製Q-Beam Max million 100万燭光) を使用した。なお、エゾシカが餌場で採食している様子を写真2に示した。

### (2) ビートパルプの設置個数

餌場12カ所のビートパルプ設置個数の推移を各月の15日までを前半、16日以降を後半とし、12月後半から4月後半までA地区(1と2地点)、B地区(7~11地点)、C地区(3~6地点)毎に集計した。また、1~11地点毎のビートパルプ設置個数を累計した。



Photo 2 Wild yeso sika deer at a feeding station.

### (3) 採食行動調査

エゾシカの採食行動を調べるため、連続2日間(48時間)を通して2時間おきに餌場に群がる個体数をカウントした。カウントした個体数は同時刻のものを平均し、A地区、B地区、C地区毎に集計した。この調査は2月21、22日、3月6、7日、3月21、22日の計6日間行い、平均値を求めた。

また、餌場に来たエゾシカにビートパルプが行き届いているかを調べるため、利用個体数の最も多いA地区の1地点の餌場において、約30m離れた森林内のかまぐらから10:00~17:00まで5分おきに採食している個体、採食できない個体をカウントした。この調査は3月21日に行った。

### (4) 樹皮食害調査

樹皮食害調査は図1の餌場1地点を基点とし、11地点まで北西部山林パンケ林道沿いに1km毎に幅2m、長さ100mのベルトを左右に設定した。餌付け開始直前にあらかじめベルト上の樹皮食害の割合を調べ、餌付け終了後に調べた食害の割合と比較した。なお、樹皮食害の程度を幹が全周食べられているもの、1/3~2/3周食べられているもの、かじった程度のものに分類した。

## 結 果

### 1. 餌場に群がるエゾシカ個体数

餌場に群がるエゾシカ個体数の推移を図2に示した。これらの値は餌場12カ所の総計であり、16:00(日没前)と20:00(日没後)の時間帯の平均値と最大値を示した。16:00の時間帯では、1月前半と後半に観察された個体数は15頭以下であったが、2月から4月まで毎月増加し、4月前半には50頭に達した。20:00の時間帯では、1月から3月まで16:00の値より少なかったが、4月前半のみは逆転した。また、この時期の最大値は80頭を超えた。

## 2. ビートパルプの設置個数

ビートパルプの設置個数を図3に示した。12月後半から1月後半までは、設置個数が少なかった。有害駆除が行われなかったA地区ではビートパルプの採食量が多く、給与が打ち切られた4月後半まで設置個数が増加した。3月から有害駆除が行われたB地区では、採食量が少なく設置個数がわずかに増加するにすぎなかった。2月から有害駆除が行われたC地区ではほとんど設置個数が増加しなかった。設置個数の総数は2月後半から4月前半まで40～60個の範囲で推移したが、4月後半には120個に達した。

餌場地点毎の設置個数の累計を図4に示した。A地区（1と2地点）は最も設置個数が多く、1地点では137個、2地点では79個に達し、A地区の総計は216個であった。B地区（7～11地点）は総計102個、C地区（3～6地点）は最も設置個数が少なく、総計35個であった。

## 3. 採食行動

エゾシカの採食時間帯を図5に示した。A地区では6:00から採食している個体が観察され、16:00まで時間の経過とともに採食行動が活発になった。16:00以降は採食行動している個体数が減少した。B地区では、6:00～16:00までよりも18:00～4:00までの時間帯において採食行動が活発であった。C地区では、24時間通じて採食行動している個体数が著しく少なかった。

ビートパルプの採食状況を図6に示した。午前中はビートパルプ1個のみを設置したが、採食できない個体が多かった。13:40に4個補充すると、餌場に集まる個体が増加し、多い時間帯では50頭に達した。

## 4. 樹皮食害

餌付け開始直前にあらかじめ調べた樹皮食害の割合を図7に示した。餌付けを行う前までにすでに食害にあった樹木はほぼ調査全地域で確認された。全周食べ

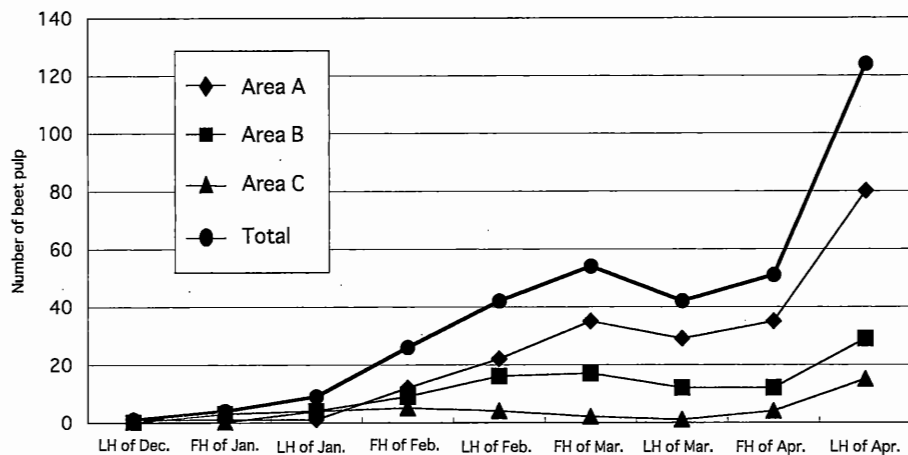


Fig. 3 Changes in the number of beet pulp. The first half: FH, the latter half: LH.

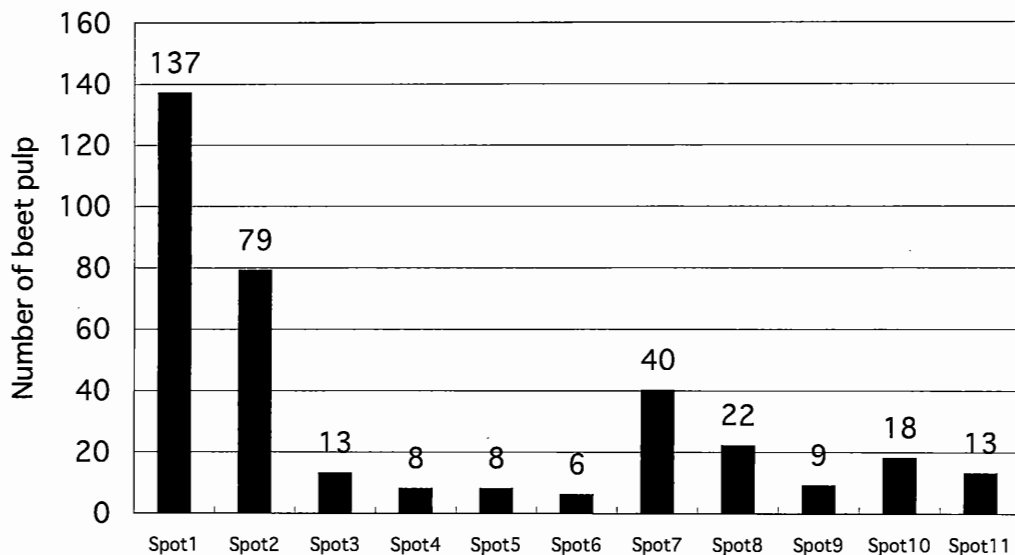


Fig. 4 Total number of beet pulp in each feeding station.

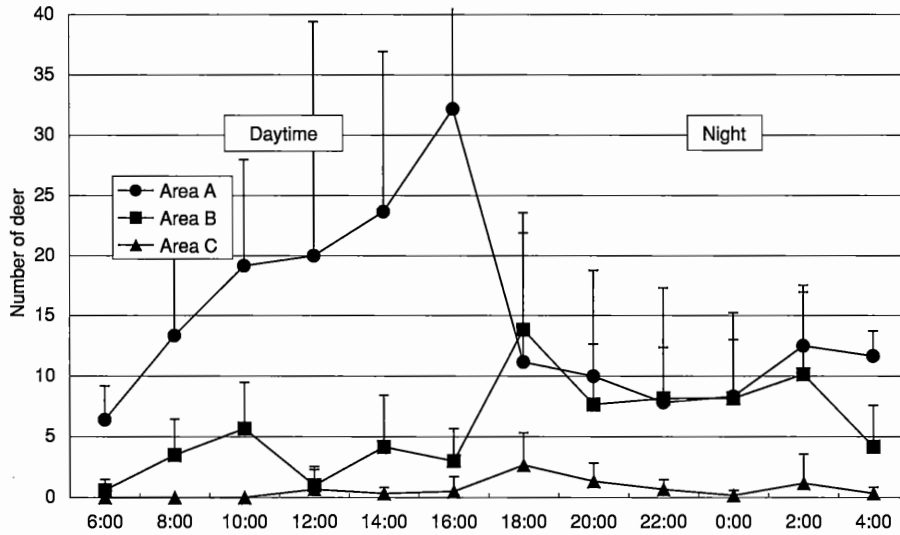


Fig. 5 Time of intake by wild yezo sika deer. Vertical bars are standard errors.

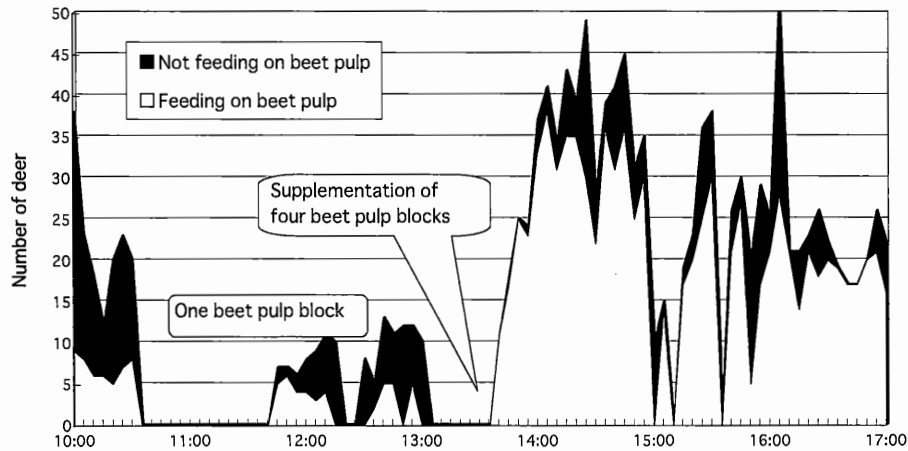


Fig. 6 Feeding pattern of wild yezo sika deer.

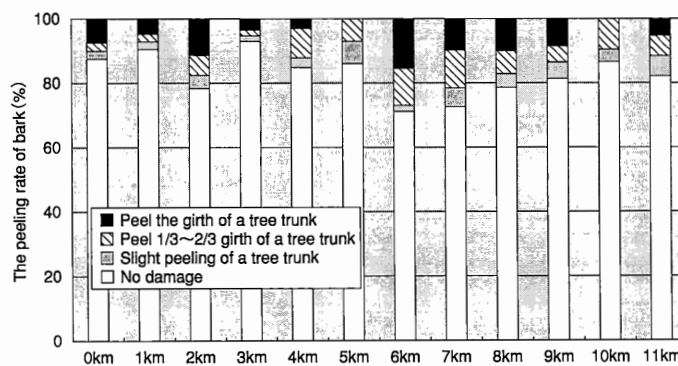


Fig. 7 The peeling rate of bark by wild yezo sika deer(The period just before the feeding).

られたものからかじった程度のもを含めると、約10～30%の範囲にあった。餌付け終了後に調べた食害の割合を図8に示した。樹皮食害は著しく減少し、かじった程度のもがA地区とB地区でわずかに観察されるにすぎなかった。

## 考 察

阿寒湖北部より西部にかけてエゾシカの移動回廊があることが電波発信機を装着したエゾシカの追跡調査から明らかになっている(UNO and KAJI, 2000)。阿寒湖北西部のパンケ林道はこれらの地域を網羅しており、さらに針葉樹林と針広混交林が多く(金子ら、

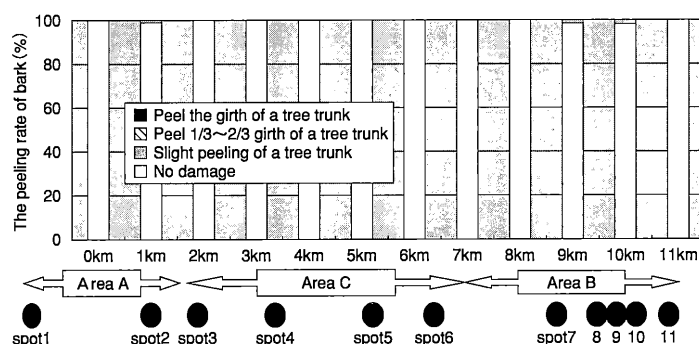


Fig. 8 The peeling rate of bark by wild yezo sika deer (The period from the beginning until the end of feeding).

1998；梶，2000 a)，餌場の付近には水呑み場となる湧き水や河川があり，シカの寝床跡が多数観察されていることから，本調査地域はエゾシカの生活圏であると考えられ，餌場の設置に適していると判断された。

餌付け開始後，1月後半まで餌場にやってくるエゾシカ個体数はわずかであった。採食のきっかけを創ったのは子ジカであった。子ジカの採食行動を雌ジカが見ており，安全が確認されるとそれに続いて餌場に近付く様子が観察された。一旦，餌付け飼料に慣れると採食する個体数が増加した。1月前半から3月後半までは20：00よりも16：00の時間帯に観察された個体数が多かったが，4月前半は逆転した。牧草地に出没する個体数は，日没後1～5時間目にピークを迎えることが報告されている（檜山ら，2001；梶，1981；AUSTIN and URNESS，1993）。また，4～5月はエゾシカの栄養状態が最も悪く，体脂肪量が低下することが知られている（横山，1995；YOKOYAMA *et al.*，2000）。これらのことから逆転した原因は，採食行動が活発になったエゾシカが餌場に群がるようになり，この時期のビートパルプ設置個数が多かったにもかかわらず，日中採食できなかった個体が増加し，夜間にも出没したこと，採食時間帯が日没後にシフトしてきたことなどが考えられた。

ビートパルプは餌場12カ所に設置し，食い尽くされれば速やかに補給した。有害駆除が行われなかったA地区では，餌付け開始後徐々に設置個数が増加し，2，3日おきにビートパルプを補給した。4月には餌場に群がる個体数が増加し，それに対応するためほぼ毎日4個以上も設置し，後半には設置個数が120個に達した。A地区の設置個数の累計は216個であった。C地区では2月から，B地区では3月から有害駆除が行われたため，餌場における採食量が少なく，設置個数が少なく推移した。C地区では累計35個，B地区では累計102個であった。これらのことから，有害駆除圧によって餌場の利用状況が著しく影響を受けることが明らかになった。

24時間の採食行動調査は，2月下旬から3月下旬ま

での期間に実施されたため，採食行動に有害駆除の影響が現れた。A地区では日中に採食活動が集中し，多い時期には50頭近くにも達しているが，夜間では激減している。B地区では日中には餌場にやってくる個体数が少なく，夜間に増加している。C地区では日中も夜間も餌場にやってくる個体数が著しく減少している。

最も利用個体数の多かった餌場1地点において，適正なビートパルプ設置個数を調べるため，最初1個のみの設置で採食状況を観察した。餌場に集まる個体数は多い時間帯で40頭近くになり，餌にありつけない個体が多かった。13：40に4個補充すると，餌場に集まる個体数も増加し，多い時間帯で50頭にも達した。グラフには示していないが，餌場で子ジカや雌ジカが採食しているとき，雄が数頭来て追い払う行動が時折観察された。したがって，1カ所の餌場における設置個数は，その周辺のエゾシカの生息密度，雌雄の割合などの条件を考慮する必要があると考えられた。

餌付け開始直前に調べた樹皮食害は，ほぼ調査全区域で確認された。全周が食べられたものからかじった程度のもので含めると，食害の割合は約10～30%の範囲にあった。この調査は12月上旬に行ったものであり，樹皮食害が本格化する1月から4月までの期間は除かれている。餌付け終了後に調べた樹皮食害はかじった程度のものでA地区とB地区でわずかに観察されるにすぎなかった。餌付けと有害駆除を行わなかった雌阿寒岳入り口付近の山林で同時期に同様の方法で樹皮食害の調査を行った。食害の割合は少ない地区で30%，多い地区で50%になったことが確認されている。特に全周を剥ぎ取られる被害が多かった。このことから，今回の調査地域でも餌付けが行われなかった場合，樹皮食害の割合がさらに高かったものと予想される。

本調査は初年度のものであり，今後2年間継続する予定である。これまでに，前田一步園財団が所有する森林内だけで毎年7,000～8,000 m<sup>3</sup>の立木材積が被害を受け，被害額5,000～10,000万円と試算されている。餌付けに要した費用は飼料代や管理費を含めて500万



円程度であり、おおよそ被害額の1/10～1/20であった。費用の節約効果も大きい。樹皮食害が激減したことにより、森林生態維持・再生のための意義が大きいと考えられる(梶, 2000 a)。特に近年ミズナラの被害が出始め、森林内の小動物の生活環境に影響が現れる危険性があり、放置できない状況になっている。知床半島の突端の知床岬ではすでにミズナラの樹皮剥ぎが生じている(梶, 2000 b)。これらのことから、餌付け手法による樹皮食害防止効果は高いものと考えられた。しかし、餌付け飼料が他の野生動物に採食されないか、餌付け飼料の採食を学習したエゾシカの生態・行動にどのような影響が現れるのか、本来、冬期間の餌不足による弱個体の死亡(宇野ら, 1998)が餌付けによって回復するなど未解決の課題が残されている。これらの課題は次年度以降検討する必要がある。

## 文 献

- 明石信廣 (2001) トドマツ人工林に対するエゾシカ被害. 北方林業, 54: 5-8.
- AUSTIN, D. D. and P. J. URNESS (1993) Evaluating production losses from mule deer depredation in alfalfa fields. Wildl. Soc. Bull., 21: 397-401.
- 檜山知弘・増子孝義・石島芳郎 (2001) 美幌峠牧場における野生エゾシカの牧草地利用行動. 北畜学会報, 43: 63-67.
- 稲川 著 (1999) 知床半島(ウトロ地区)におけるエゾシカの樹木被害. 北方林業, 51: 1-4.
- 梶 光一 (1981) 根室標津におけるエゾシカの土地利用. 哺乳類科学, 38: 226-236.
- 梶 光一 (2000 a) 森林科学と野生動物保護管理. 日林北支論, 48: 33-37.
- 梶 光一 (2000 b) エゾシカと特定鳥獣の科学的・計画的な管理について. 生物科学, 52: 150-158.
- 金子正美・梶 光一・小野 理 (1998) エゾシカのハビタット改変に伴う分布変化の解析. 哺乳類科学, 38: 49-59.
- 大竹由郎 (2001) 釧路支庁管内におけるエゾシカ被害防除試験～平成9年度から平成11年度の取り組み～. 北方林業, 53: 8-11.
- 高村隆夫 (2001) 阿寒湖カルデラ・エゾシカ奮闘記(1). 北方林業, 54: 1-4.
- 宇野裕之・横山真弓・高橋学察 (1998) 北海道阿寒国立公園におけるエゾシカ (*Cervus nippon yesoensis*) の冬期死亡. 哺乳類科学, 38: 233-246.
- UNO, H. and K. KAJI (2000) Seasonal movements of female sika deer in eastern Hokkaido. Japan. Mammal Study, 25: 49-57.
- 横山真弓 (1995) ヒグマ・エゾシカ生息実態調査報告書 I 野生動物分布等実態調査 (1991～1993 年度). 北海道環境科学研究センター, 126-146.
- YOKOYAMA, M., H. UNO, M. SUZUKI, K. KAJI and N. OHTAISHI (2000) Indices for nutritional condition and thresholds for winter survival in sika deer in Hokkaido, Japan. Jpn. J. Vet. Res., 48: 119-127.



原 著

分娩前からのアルファルファサイレージの給与が乳熱発生、採食量  
および乳生産に及ぼす影響

中村 正斗・佐藤 義和・矢用 健一・山田 豊・坂口 実・久米 新一  
北海道農業研究センター, 札幌市豊平区羊ヶ丘1 062-8555

Effects of alfalfa silage diet on occurrence of milk fever, dry matter intake  
and milk production in early lactating cows

Masato NAKAMURA, Yoshikazu SATO, Ken-ichi YAYOU, Yutaka YAMADA  
Minoru SAKAGUCHI and Shinichi KUME

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

キーワード : アルファルファサイレージ, 乳牛, 乳熱, 採食量, 乳生産

Key words : alfalfa silage, dairy cows, milk fever, dry matter intake, milk production

Abstract

The objective of this study was to evaluate the effects of alfalfa silage on occurrence of milk fever, dry matter intake (DMI) and milk production in dairy cows. Two experiments were conducted that changed the proportion of alfalfa silage in the diet of prepartum. In both experiment, eight multiparous Holstein cows were used during three weeks prepartum until ten weeks postpartum. They were randomly assigned to two groups and fed alfalfa diet (n=4) or grass diet (n=4) in both experiments. Proportion of forage in the diet of prepartum and postpartum were 70 % and 50 %, respectively. All cows were fed treatment diets as total mixed rations for thirteen weeks. The diets were fed to meet 120 % total digestible nutrients requirement of pregnant cows during prepartum, the diets were fed *ad libitum* after parturition. Proportion of alfalfa silage in the alfalfa diet during prepartum of experiment 1 and 2 were 35 % and 20 %, respectively. Alfalfa silage or grass silage were used for forage from one to ten weeks after parturition in both experiments. Milk fever occurred in two cows just after parturition in alfalfa diet in experiment 1. Plasma calcium and inorganic phosphorus were decreased in the both cows after parturition. One cow recovered by the treatment of calcium injection, however another cow did not recover and was excluded from the experiment. The ratio between DMI and body weight on ten weeks after parturition was significantly higher in alfalfa diet than grass diet in experiment 1. Four percent fat-corrected milk (FCM) yields from one to ten weeks after parturition were tended to be higher in alfalfa diet compared to grass diet in experiment 1, although the difference was not statistically significant. Milk fever did not occur after parturition in both treatment diets in experiment 2. The ratio between DMI and body weight from one to ten weeks after parturition and FCM yields from two to seven weeks after parturition were significantly higher in alfalfa diet than grass diet in experiment 2. Concentration of potassium in alfalfa silage in experiment 1 and 2 were 3.3 % and 3.9 %, respectively. Milk ingredients were not statistically different in the treatment diets in both experiments.

要 約

の給与比率を変え、分娩後に AL サイレージあるいはグラスサイレージを粗飼料源とした混合飼料 (TMR) を給与した 2 回の試験を行い、分娩後の乳熱発生および泌乳初期から最盛期における採食量と乳生産に及ぼす影響を検討した。試験 1, 2 ともに経産牛 8 頭を用い、各 4 頭を AL サイレージ主体給与区 (以下 AL 区) とオーチャードグラスサイレージ主体給与区 (以下グラス区) に割り当て、分娩予定日の 3 週間前から分娩後 10 週まで飼養した。分娩前と分娩後の粗濃比はそれぞれ 7 : 3 と 1 : 1 とし、TMR により分娩前は TDN 要求量の 120% に相当する量を給与し、分娩後は自由採食させた。分娩前の AL 区の AL サイレージとグラスサイレージの給与比率は試験 1 では 1 : 1、試験 2 では 2 : 5 とした。分娩 1 週間からは、試験 1, 2 の各区とも粗飼料は AL サイレージあるいはグラスサイレージの単一給与とした。分娩後 10 週の体重、自由採食量、乳量、乳成分、血液成分について測定した。試験 1 の AL 区の 2 頭に分娩直後に乳熱が発生し、血漿中カルシウム、無機リン濃度が低下した。1 頭はカルシウム剤の輸液により回復したが、他の 1 頭は回復せず試験から除外した。試験 1 の分娩 10 週後の体重当たりの乾物摂取量割合は、AL 区がグラス区より有意に多く、分娩後 1 ~ 5 週、7 ~ 10 週の FCM 乳量は AL 区がグラス区より多い傾向であったが有意差は認められなかった。試験 2 では両区で乳熱の発生は認められず、分娩後 1 ~ 10 週の体重当たりの乾物摂取量割合および分娩後 2 ~ 7 週の FCM 乳量は AL 区がグラス区より有意に多かった。試験 1, 2 の AL サイレージのカリウム (K) 含量は、3.3% と 3.9% であった。乳成分は、試験 1, 2 ともに区間で有意差は認められなかった。以上の結果から、AL サイレージはイネ科牧草サイレージに比べ、乾物摂取量が多く、乳量増加に効果があるが、分娩前に K 含量の高い AL の給与は避けた方が無難であることが示唆された。

## 緒 言

近年、北海道地域向けのアルファルファ (AL) の新品種が育成され (山口ら, 1995 A, B)、酪農家への普及が図られている。今後自給飼料の品質向上という観

点からも、蛋白質含量の高い AL サイレージは北海道地域における重要な粗飼料となると考えられる。AL サイレージはグラスサイレージに比べ消化管通過速度が速い (HOFFMAN *et al.*, 1998) ため、乾物摂取量が低下する移行期の乳牛に給与することで、乾物摂取量を増やす効果が期待できる。一方、AL はカリウム (K) 含量が高いことがあり、分娩前の給与方法を誤ると、過剰に蓄積した K は消化管あるいは牛体内でカルシウム (Ca) やマグネシウムなどの吸収や利用を阻害し、分娩後に乳熱が発生する危険がある (久米, 2000)。しかし、分娩前の適正な AL 給与量についてはほとんど検討されていない。

AL は蛋白質やミネラル含量が高く、粗飼料の中でも乳牛の自由摂取量が高いことから、分娩後にエネルギー不足となり易い高泌乳牛の給与飼料として適している。しかし、AL サイレージはグラスサイレージやトウモロコシサイレージよりもエネルギー含量が低い上に、AL の蛋白質は反芻胃内で分解される分解性蛋白質の割合が多く、反芻胃から吸収される窒素量が多い (PELTEKOVA and BRODERICK, 1996)。したがって、AL サイレージと併給する配合飼料や補助飼料と混合飼料 (TMR) を給与することで、栄養摂取量の向上による乳量、乳成分の改善効果が期待できる。

そこで、本研究では、分娩前における AL サイレージの給与比率を変え、分娩後に AL サイレージあるいはグラスサイレージを粗飼料源とした TMR を給与した 2 回の試験を行い、乳熱発生および泌乳初期から最盛期における採食量と乳生産に及ぼす影響について検討した。

## 材料と方法

### 試験 1

#### 供試家畜

ホルスタイン種経産牛 8 頭を用い、各 4 頭を AL サイレージ主体給与区 (AL 区) とオーチャードグラスサイレージ主体給与区 (グラス区) に割り当てた。

#### 試験飼料

試験に用いた各飼料の成分値を表 1, AL 区およびグ

Table 1. Nutrient composition of silage, concentrate, fish meal and soybean meal in experiment 1

|                                | DM   | OM   | CP   | ADF  | NDF  | K   |
|--------------------------------|------|------|------|------|------|-----|
| Nutrient composition (% of DM) |      |      |      |      |      |     |
| Alfalfa silage                 | 54.5 | 90.5 | 14.8 | 46.7 | 54.7 | 3.3 |
| Grass silage                   | 24.4 | 91.9 | 11.4 | 41.5 | 68.5 | 1.9 |
| Concentrate                    | 87.1 | 95.4 | 18.9 | 9.3  | 16.7 | 0.8 |
| Fish meal                      | 91.2 | 86.5 | 71.6 | 2.0  | 5.7  | 0.9 |
| Soybean meal                   | 86.8 | 93.2 | 50.3 | 9.3  | 11.2 | 2.3 |

All values expressed on a DM basis except for DM. DM: Dry matter, OM: Organic matter, CP: Crude protein, ADF: Acid detergent fiber, NDF: Neutral detergent fiber, K: Potassium

Table 2. Ingredients and nutrient composition of treatment diets in experiment 1

|                      | Prepartum (3 weeks) |            | Postpartum (1-10 weeks) |            |
|----------------------|---------------------|------------|-------------------------|------------|
|                      | Alfalfa diet        | Grass diet | Alfalfa diet            | Grass diet |
| Ingredient (% of DM) |                     |            |                         |            |
| Alfalfa silage       | 35                  | --         | 50                      | --         |
| Grass silage         | 35                  | 70         | --                      | 50         |
| Concentrate          | 26                  | 22         | 46                      | 41         |
| Fish meal            | 4                   | 4          | 4                       | 4          |
| Soybean meal         | --                  | 4          | --                      | 5          |
| Nutrient             |                     |            |                         |            |
| DM                   | 53.9                | 43.4       | 71.0                    | 55.9       |
| OM                   | 92.1                | 92.5       | 92.6                    | 93.2       |
| CP                   | 16.9                | 17.0       | 19.0                    | 18.8       |
| ADF                  | 33.4                | 31.5       | 27.7                    | 25.1       |
| NDF                  | 47.7                | 52.3       | 35.3                    | 41.9       |
| K                    | 2.1                 | 1.6        | 2.1                     | 1.4        |
| TDN*                 | 67.3                | 69.9       | 72.4                    | 72.5       |

All values expressed on a DM basis except for DM. DM: Dry matter, OM: Organic matter, CP: Crude protein, ADF: Acid detergent fiber, NDF: Neutral detergent fiber, K: Potassium, TDN: Total digestible nutrient. \*TDN is estimated by the standard tables of feed composition in Japan (Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council Secretariat, 1995).

ラス区の試験飼料の乾物構成比と成分値を表2に示した。試験飼料の一般成分は定法により、またK含量は原子吸光光度法で測定した(KUME *et al.*, 2001B)。TDN値は、日本標準飼料成分表(1995年版)を参照した。ALサイレージは北海道農業研究センターで生産された2番草のALを材料とし、タワーサイロで調製したものを使用した。グラスサイレージは1番草のオーチャードグラス主体の混播草をタワーサイロで調製したものを使用した。配合飼料は北海道農業研究センター指定配合飼料を用いた。グラス区ではCP含量をAL区とそろえるため大豆粕を加え、魚粉は非分解性蛋白質を供給する目的で加えた。

#### 飼養管理

分娩3週前から試験飼料の給与を開始した。飼料はTMRで、分娩前は日本飼養標準のTDN要求量の120%に相当する量を給与した。分娩から分娩6日後までは試験飼料を徐々に増給した。分娩7日以降は、10%の残飼が見込める量を給与し自由採食させた。飼料は1日2回に分け、0800と1800に給与した。水およびミネラルブロックは自由摂取させた。

#### 測定項目

体重は毎週1回測定した。飼料摂取量は給与量と残飼量を毎日秤量し、その一部を乾燥して乾物摂取量を算出した。乳量は0830と1900の1日2回の搾乳時に計測し、毎週1日分について乳成分の測定をミルコスキヤン(Foss Electric社、デンマーク)で行った。これらの測定結果は、分娩後7日目を第1日とした10週

間について集計した。また、分娩予定日の7日前、分娩日および分娩後1日は0800、分娩1週間からは週1回0900に頸静脈からヘパリンナトリウム入りの真空採血管を用いて採血を行った。血液は採血後直ちに4℃、3000rpmで15分間遠心して血漿を分離した。血漿は分析まで-20℃で凍結保存し、解凍後自動生化学分析装置(7250型、日立製作所、東京)を用い、Ca、無機リン(Pi)について分析した。

#### 試験2

##### 供試家畜

試験1と同様にホルスタイン種経産牛8頭を用い、各4頭をAL区とグラス区に割り当てた。

##### 試験飼料

試験に用いた各飼料の成分値を表3、AL区およびグラス区の試験飼料の乾物構成比と成分値を表4に示した。ALサイレージは家畜改良センター十勝牧場で生産された1番草のラップサイレージを切断長2cmで細切したものを使用した。グラスサイレージは、試験1とロットは異なるが、北海道農業研究センターで生産された1番草のオーチャードグラス主体の混播草をタワーサイロで調整したものを使用した。配合飼料は試験1と同様のものを使用した。また、ALサイレージのCP含量が低かったため、グラス区に大豆粕は加えなかった。

##### 飼養管理と測定項目

試験1と同様に行った。

Table 3. Nutrient composition of silage and concentrate in experiment 2

|                                | DM   | OM   | CP   | ADF  | NDF  | K   |
|--------------------------------|------|------|------|------|------|-----|
| Nutrient composition (% of DM) |      |      |      |      |      |     |
| Alfalfa silage                 | 55.3 | 88.1 | 13.0 | 39.8 | 47.4 | 3.9 |
| Grass silage                   | 27.0 | 90.4 | 11.8 | 41.3 | 67.3 | 2.5 |
| Concentrate                    | 87.1 | 95.4 | 18.9 | 9.3  | 16.7 | 0.8 |

All values expressed on a DM basis except for DM. DM: Dry matter, OM: Organic matter, CP: Crude protein, ADF: Acid detergent fiber, NDF: Neutral detergent fiber, K: Potassium

Table 4. Ingredients and nutrient composition of treatment diets in experiment 2

|                      | Prepartum (3 weeks) |            | Postpartum (1-10 weeks) |            |
|----------------------|---------------------|------------|-------------------------|------------|
|                      | Alfalfa diet        | Grass diet | Alfalfa diet            | Grass diet |
| Ingredient (% of DM) |                     |            |                         |            |
| Alfalfa silage       | 20                  | --         | 50                      | --         |
| Grass silage         | 50                  | 70         | --                      | 50         |
| Concentrate          | 30                  | 30         | 50                      | 50         |
| Nutrient             |                     |            |                         |            |
| DM                   | 50.7                | 45.0       | 71.2                    | 57.1       |
| OM                   | 91.4                | 91.9       | 91.8                    | 92.9       |
| CP                   | 14.2                | 13.9       | 16.0                    | 15.4       |
| ADF                  | 31.6                | 31.9       | 24.8                    | 25.6       |
| NDF                  | 48.2                | 52.3       | 32.4                    | 42.4       |
| K                    | 2.3                 | 2.0        | 2.4                     | 1.7        |
| TDN*                 | 64.4                | 67.8       | 72.4                    | 72.4       |

All values expressed on a DM basis except for DM. DM: Dry matter, OM: Organic matter, CP: Crude protein, ADF: Acid detergent fiber, NDF: Neutral detergent fiber, K: Potassium, TDN: Total digestible nutrient. \*TDN is estimated by the standard tables of feed composition in Japan (Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council Secretariat, 1995).

## 統計処理

給与飼料の影響を検討するために、泌乳期の週次ごとに飼料を処理因子とした一元配置法による分散分析を行った。

## 結 果

### 試験 1

分娩前は両区とも全頭でほとんど残飼は認められなかった。分娩直後の AL 区の 2 頭に起立不能が発生した。2 頭とも血漿中 Ca および Pi 濃度が、分娩 7 日前に比べ分娩日および分娩後 1 日において著しく低下していた (図 1)。1 頭 (cow A) はカルシウム剤の輸液により起立・回復したが、他の 1 頭 (cow C) はカルシウム剤あるいはリン剤の輸液により回復せず、以降の試験から除外した。起立不能から回復しなかった牛は飛節の伸展が困難で、球節がナックル状湾曲を示していた。

分娩後 1～10 週の体重当たりの乾物摂取量割合は AL 区が多く推移し、分娩後 10 週における体重当たりの乾物摂取量割合は AL 区が有意に多くなった (図 2)。分娩後 1～5 週、7～10 週の FCM 乳量は AL 区

が多い傾向であったが、区間に有意差は認められなかった (図 2)。

乳成分では、分娩後 1～5 週および 7～10 週の乳脂肪率、1～4 週および 6～10 週の乳蛋白質率、5～10 週の乳糖率は AL 区が高い傾向であったが、区間に有意差は認められなかった。また、分娩後 1～5 週および 7～10 週の TMS 率も AL 区が高い傾向であったが、区間に有意差は認められなかった (図 3)。

TDN, CP 充足率は、AL 区が高く推移し、分娩後 10 週では、ともに AL 区が有意に高くなった (図 4)。また、分娩後の体重変化は、グラス区の体重減少が小さい傾向であったが、区間に有意差は認められなかった (図 4)。

### 試験 2

分娩前は両区とも全頭でほとんど残飼は認められなかった。また、両区とも全頭で分娩後に起立不能の発生はなかった。分娩後の血漿中 Ca 濃度は 5.8 mg/dl 以上、血漿中 Pi 濃度についても 2.7 mg/dl 以上であり、全頭で分娩後の血漿中 Ca, Pi 濃度の著しい低下は認められなかった。

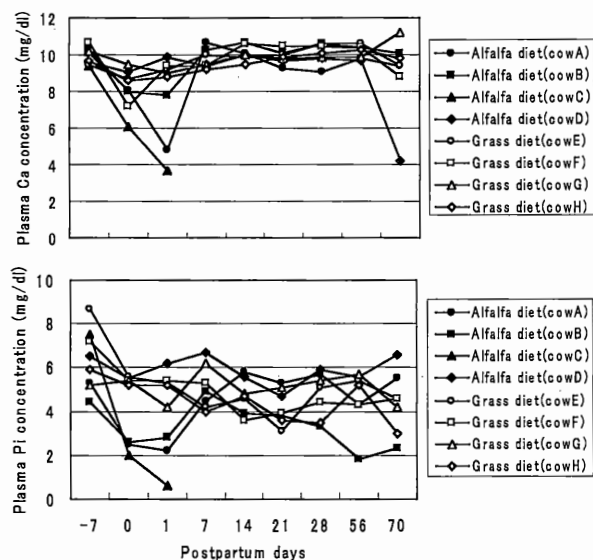


Fig. 1 Changes in the concentration of plasma calcium (Ca) and inorganic phosphorus (Pi) in experiment 1. Each point represents the each cow. Two cows (cow A and C) in alfalfa diet could not stand up just after parturition. Cow A recovered by the treatment of calcium injection, however cow C did not recover and was excluded from the experiment.

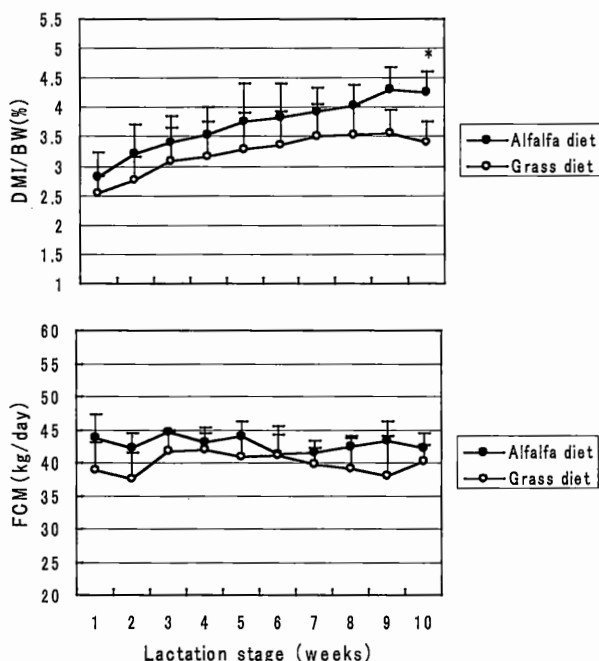


Fig. 2 Changes in the ratio between dry matter intake (DMI) and body weight and four percent fat-corrected milk (FCM) yield in experiment 1. Each solid and blank point represents the average value of three and four cows, respectively. Vertical bars, S. D. of each average value. \*The value is significantly different from that of the grass diet ( $P < 0.05$ ).

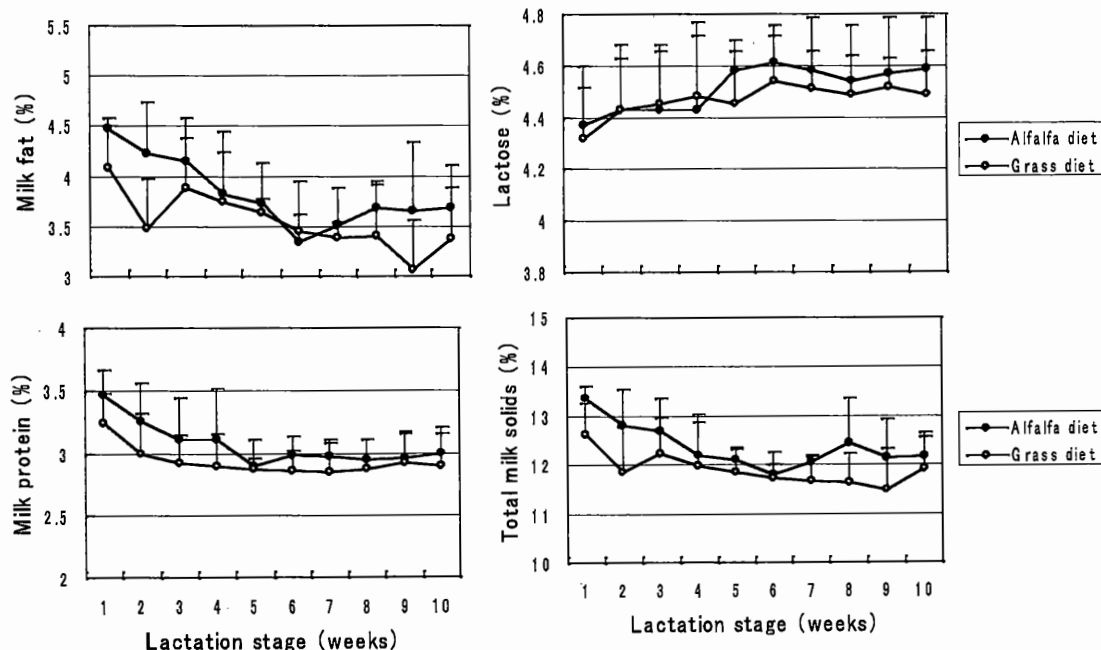


Fig. 3 Changes in the milk ingredients in experiment 1. Each solid and blank point represents the average value of three and four cows, respectively. Vertical bars, S. D. of each average value.

分娩後1～10週の体重当たりの乾物摂取量割合はAL区が有意に多くなり、分娩5週以後は、体重の4%以上採食するようになった(図5)。分娩後2～7週のFCM乳量はAL区が有意に多くなった(図5)。

乳成分では、各成分でAL区が低い傾向であったが、区間で有意差は認められなかった(図6)。

TDN, CP充足率は、分娩後5週、8週でAL区が高い傾向であったが、区間に有意差は認められなかつ

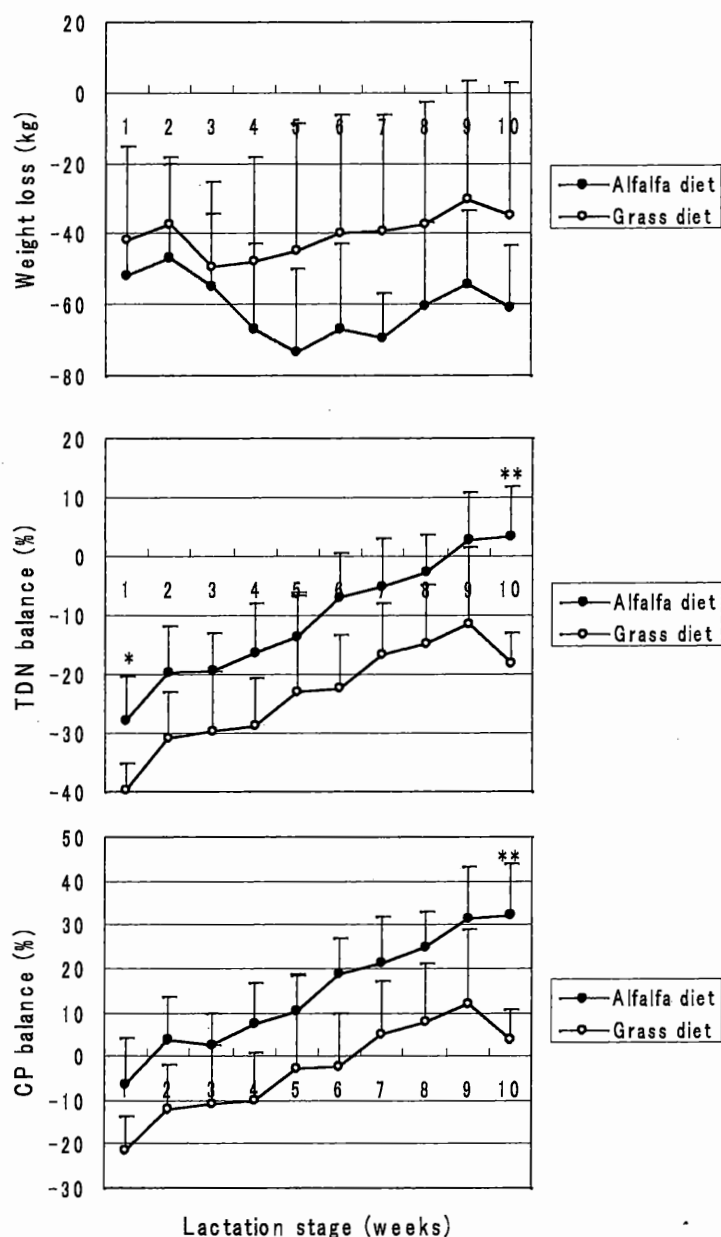


Fig. 4 Changes in the weight loss, total digestible nutrient (TDN) and crude protein (CP) balance in experiment 1. Each solid and blank point represents the average value of three and four cows, respectively. Vertical bars, S. D. of each average value. \*The value is significantly different from that of the grass diet ( $P < 0.05$ ). \*\*The value is significantly different from that of the grass diet ( $P < 0.01$ ). TDN and CP balance are estimated by Japanese feeding standard for dairy cattle (Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council Secretariat, 1999).

た(図7)。また、体重変化は、分娩後2～6週でアルファルファ区の体重減少が小さい傾向であったが、区間に有意差は認められなかった(図7)。

## 考 察

試験1で分娩直後のAL区の2頭に起立不能が発生し、2頭とも血漿中CaおよびPi濃度が低下していた(図1)ことから乳熱と診断した。1頭はカルシウム剤の輸液で起立・回復したが、1頭はカルシウム剤あるいはリン剤の輸液により回復しなかった。回復しなかった牛は飛節の伸展が困難で、球節がナックル状湾

曲を示し、ダウン型起立不能症(吉田, 1980)と考えられた。試験2では分娩前のALサイレージの給与比率を試験1より減らしたにもかかわらず、AL区のK含量は2.3%で試験1の2.1%よりもやや高かった(表2, 表4)。しかし、試験2では両区とも全頭で分娩後に起立不能の発生はなく、分娩後の起立不能発生と分娩前の給与飼料中K含量との直接的な関係はうかがわれなかった。一方、乾物中K含量が1.9%の低K含量のALサイレージ給与により周産期の乳牛の骨吸収と消化管からのカルシウム吸収量が増加し、低K含量のALサイレージは周産期の乳牛のミネラ



ル代謝を改善することが推察されている (KUME *et al.*, 2001B). さらに、給与飼料中の K 含量の他に、AL サイレージとグラスサイレージでは K の吸収率に差

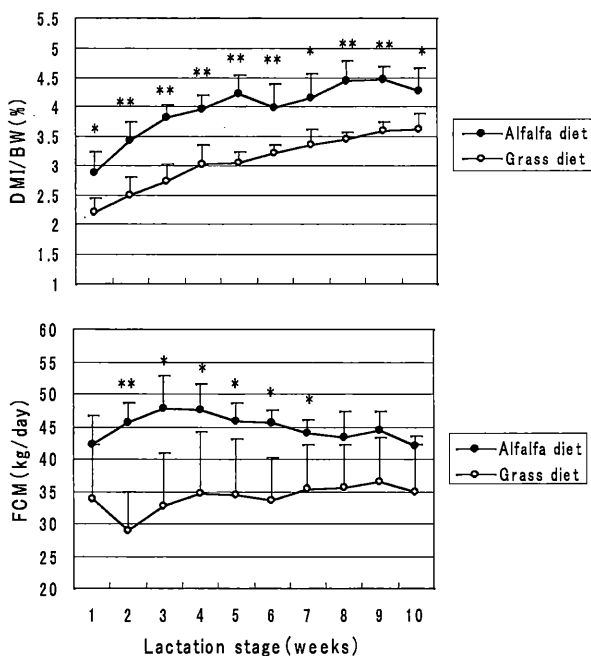


Fig. 5 Changes in the ratio between dry matter intake (DMI) and body weight and four percent fat-corrected milk (FCM) yield in experiment 2. Each point represents the average value of four cows. Vertical bars, S. D. of each average value. \*The value is significantly different from that of the grass diet ( $P < 0.05$ ). \*\*The value is significantly different from that of the grass diet ( $P < 0.01$ ).

がある可能性が考えられ、この点については今後検討する必要がある。

本研究では、試験 1 では分娩後 1～10 週の体重当たりの乾物摂取量割合は AL 区が多く推移し、分娩 10 週後における体重当たりの乾物摂取量割合は AL 区が有意に多くなった (図 2)。また、試験 2 では分娩後 1～10 週の体重当たりの乾物摂取量割合は AL 区が有意に多くなった (図 5)。飼料中の NDF 含量は乾物摂取量と関連があり、NDF 含量が多いほど乾物摂取量は減少する (MERTENS, 1987)。乾物摂取量が減少すると摂取エネルギーが不足するため、高泌乳時の NDF 含量は 35% 前後が望ましいという報告がある (藤代ら, 1991)。藤代らの報告は本研究よりも濃厚飼料割合が高い場合であるが、NDF 含量と乾物摂取量の減少は粗濃比の違いで異なり、粗飼料割合が高い場合は NDF 含量が 30% より高くなると乾物摂取量の減少が認められている (原ら, 1995)。本研究における分娩後の給与飼料の NDF 含量は、試験 1, 2 ともにグラス区が 40% 以上であった (表 2, 表 4)。したがって、AL 区の NDF 含量がグラス区に比べ低かったことが、AL 区の乾物摂取量が多くなった要因の 1 つと考えられた。さらに、AL サイレージがイネ科牧草のペレニアルライグラスサイレージに比べ消化管通過速度が速い (HOFFMAN *et al.*, 1998) ことが報告されており、AL 区の乾物摂取量が多くなった要因として、サイレージの消化管通過速度の違いも考えられた。

本研究では、試験 1 で分娩後 1～5 週、7～10 週の FCM 乳量は AL 区が多い傾向であった (図 2)。また、試験 2 では分娩後 2～7 週の FCM 乳量は AL 区が有意に多くなった (図 4)。泌乳量が 45～50 kg/日の乳牛

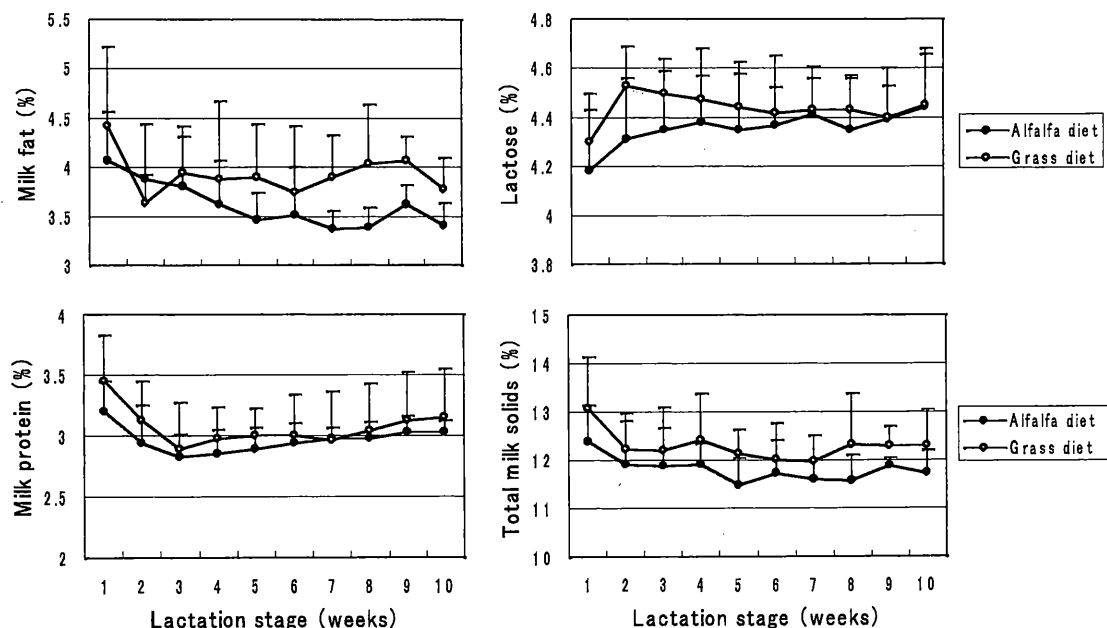


Fig. 6 Changes in the milk ingredients in experiment 2. Each point represents the average value of four cows. Vertical bars, S. D. of each average value.

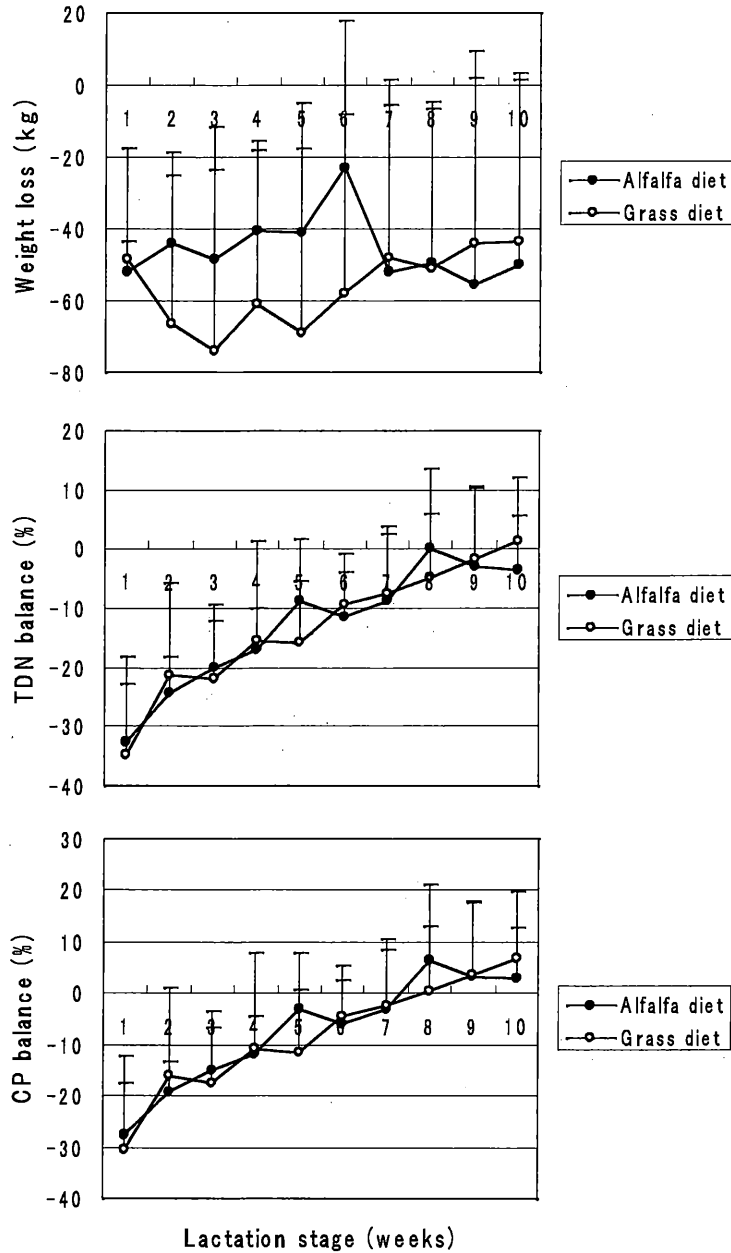


Fig. 7 Changes in the weight loss, total digestible nutrient (TDN) and crude protein (CP) balance in experiment 2. TDN and CP balance are estimated by Japanese feeding standard for dairy cattle (Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council Secretariat, 1999).

の養分要求量を充足させるために摂取させるべき飼料乾物量は、乾物中 73% 前後の TDN 含量の飼料では体重 650 kg の場合、体重比で 4.3~4.5% の乾物摂取量が必要とされている (日本飼養標準・乳牛, 1999)。本研究における分娩後の給与飼料の TDN 含量は試験 1, 2 とともに 72.4~72.5% (表 2, 表 4) であり, AL 区の最高 FCM 乳量は試験 1 では 44.6 kg/日 (図 2), 試験 2 では 47.8 kg/日 (図 5) であった。AL 区の DMI は, 試験 1 では分娩 8 週以後に体重比で 4.0~4.3% (図 2), 試験 2 では分娩 5 週以降に体重比で 4.0~4.5% となった (図 5)。一方, グラス区の最高 FCM 乳量は試験 1 では 42.1 kg/日 (図 2), 試験 2 では 36.4 kg/日 (図 5) であり, グラス区の DMI は,

試験 1, 2 とともに体重比で最大 3.6% (図 2, 図 5) であった。また, TDN, CP 充足率は, 試験 1 では AL 区が高く推移し, 分娩後 10 週では, ともに AL 区がグラス区より有意に高くなった (図 4) が, 試験 2 ではともに区間に有意差は認められなかった (図 7)。したがって, AL 区の TDN, CP 充足率の向上と FCM 乳量増加との直接的な関係は示唆されず, AL 区の DMI の増加に伴う栄養摂取量の向上が高泌乳をもたらしたと推察された。

本研究では, 試験 1 の乳成分で AL 区が高い傾向であった (図 3)。これは, 試験 1 の AL 区の TDN 充足率, CP 充足率が高かったため (図 4) と考えられた。しかし, 試験 2 の乳成分では AL 区が低い傾向であり

(図 6), 試験 1 とは逆の結果になった。乳量と乳脂肪率, 乳蛋白質率との間には負の相関があることが報告されており (KUME *et al.*, 2001A), 試験 2 で AL 区の乳成分が低かったのは, AL 区の乳量が多かったことが 1 つの要因と考えられた。AL は粗飼料の中でも蛋白質含量が多いが, 反芻胃内で微生物によって分解される分解性蛋白質の割合が多いため, 反芻胃から吸収される窒素量が多いと報告されている (PELTEKOVA and BRODERICK, 1996)。このため, 試験 1 では両区の飼料に非分解性蛋白質含量の割合の高い魚粉を添加して, 乳蛋白質率の改善効果を期待した。試験 1 と試験 2 の飼料成分が異なるため, 厳密な比較は困難であるが, 試験 1 と試験 2 の AL 区における乳蛋白質率に顕著な違いは認められなかった。

結論として, AL サイレージはイネ科牧草サイレージに比べ, 泌乳初期から最盛期の乾物摂取量が多く, 乳量増加に効果があると考えられる。しかし, 分娩前に K 含量が高い AL サイレージの給与は, 分娩後に乳熱発生の危険があるので避けた方が無難であることが示唆された。また, AL は分解性蛋白質の割合が高いので, 魚粉などの非分解性蛋白質との併給による乳成分の向上効果についてはさらに詳細に検討する必要がある。

## 謝 辞

本研究を実施するに当たり, 供試牛の管理を担当していただいた北海道農業研究センター企画調整部業務 3 科の皆様に深く感謝の意を表します。

## 文 献

原 悟志・大坂郁夫・糟谷広高・遠谷良樹・小倉紀美・森 精一・田村千秋・所 和暢 (1995) 泌乳牛における混合飼料中の NDF とデンプンの給与比率。平成 6 年度研究成果情報北海道農業。106-107。  
HOFFMAN, P. C., D. K. COMBS and M. D. CASLER (1998) Performance of lactating dairy cows fed alfalfa silage or perennial ryegrass silage. *J. Dairy. Sci.*, **81**: 162-168。  
藤代清司・新城恒二・玉江俊嗣・石崎重信・杉本 裕・三井安麿・細谷 肇・斎藤季彦・関口 博・山本藤生・川手日出子・坂寄康夫・後藤幸雄・本沢延介・田崎 稔・杉本宏之・桜井和巳・仲沢太一・奥水佳哉・小柴哲也・苔米地達生・須藤平次郎・斎藤友喜・

石田 豊・吉田宮雄・井出忠彦・三井一平・中田基家・杉浦 了・高橋昭彦・川村悌志・加藤泰之・板橋久雄・小林 剛・松本光人・竹中昭雄・柴田正貴・寺田文典・阿部 亮・梶川 博・針生程吉・上家哲 (1991) 「乳牛における繊維澱粉質飼料の効率的給与技術の確立」に関する研究。千葉県畜産センター特別研究報告, **2**: 1-106。

久米新一 (2000) 高泌乳牛の栄養管理とカルシウム代謝の制御。北農, **67**: 80-84。

KUME, S., T. OKAMOTO, O. SASAKI, K. UETAKE, K. YAYOU and J. H. TERNOUTH (2001A) Effect of calving season and parity on milk yield and milk composition of high producing cows in Hokkaido. 北海道農試研報, **173**: 37-45。

KUME, S., T. TOHARMAT, K. NONAKA, T. OSHITA, T. NAKUI and J. H. TERNOUTH (2001B) Relationships between crude protein and mineral concentrations in alfalfa and value of alfalfa silage as a mineral source for periparturient cows. *Anim. Feed Sci. Tech.*, **93**: 157-168。

MERTENS, D. R. (1987) Predicting intake and digestibility using mathematical models of ruminal function. *J. Anim. Sci.*, **64**: 1548-1558。

農林水産技術会議事務局編 (1995) 日本標準飼料成分表 (1995 年版)。中央畜産会。東京。

農林水産技術会議事務局編 (1999) 日本飼養標準・乳牛 (1999 年版)。中央畜産会。東京。

PELTEKOVA, V. D. and G. A. BRODERICK (1996) In vitro ruminal degradation and synthesis of protein on fractions extracted from alfalfa hay and silage. *J. Dairy Sci.*, **79**: 612-619。

山口秀和・内山和宏・澤井 晃・我有 満・植田精一・真木芳助・松浦正宏・杉信賢一・佐藤倫造 (1995 A) アルファルファの新品種「マキワカバ」の育成とその特性。北海道農試研報, **161**: 1-15。

山口秀和・内山和宏・澤井 晃・我有 満・植田精一・真木芳助・松浦正宏・杉信賢一・佐藤倫造・竹田芳彦・中島和彦・千葉一美・越智弘明・澤田嘉昭・球掛秀人 (1995 B) アルファルファの新品種「ヒサワカバ」の育成とその特性。北海道農試研報, **161**: 17-31。

吉田康幸 (1980) 牛の臨床。第 3 版。デーリィマン社。札幌。390-392。



原 著

## 自動搾乳システム飼養下の高泌乳牛群における 飼料設計と乳生産の関係

泉 賢一・森田 茂\*・小宮 道士\*・野 英二

酪農学園大学附属農場, 江別市 069-8501

\*酪農学園大学酪農学科, 江別市 069-8501

## Relationship between feeding management and milking performance of high yielding dairy cows in automatic milking system

Kenichi IZUMI, Sigeru MORITA\*, Michio KOMIYA\* and Eiji No

Research farm, Rakuno Gakuen University, Ebetsu, 069-8501

\*Faculty of dairy science, Rakuno Gakuen University, Ebetsu, 069-8501

キーワード: 自動搾乳システム, 高泌乳牛, 飼料設計, 採食行動

Key words: automatic milking system, high yielding cow, feeding management, eating behaviour

### Abstract

In this study, we investigated the relationship between feeding management and milking performance of high yielding cows in an automatic milking system (AMS). Twenty-one Holstein cows kept in an AMS were used in this study. Cows were offered total mixed ration (TMR) once daily in the feeding area. The nutrient level of TMR was equal to maintenance and 20 kg/d of milk production. Concentrate was supplied in the milking robot to compensate for a shortage of nutrients from TMR (an average of 5.9 kg/d: 0.1 ~ 10 kg/d).

Milk production and milking times were 37.8 kg/d and 3.78/d, respectively. Percentages of milk fat, milk protein and solids-not-fat were 3.73%, 3.27% and 8.43%, respectively. Milking times was correlated positively with daily milk yield ( $P < 0.01$ ) and negatively with milk fat percentage ( $P < 0.05$ ).

Total time spent eating was 279.0 min/d, including the time in the robot (16.9 min/d). Total time spent rumination was 386.7 min/d. Dry matter intake (DMI) of TMR and concentrate in the robot were 22.7 kg/d and 4,586 g/d, respectively. Total DMI was 27.3 kg/d and 3.95% of body weight. The meal length of TMR went below 20 min, if intake of concentrate at individual milking exceeded 3,000 g. It might be concluded that individual cow management came to be as important as herd one for an AMS, especially high yielding cows.

### 要 約

自動搾乳システム (AMS) における高泌乳牛の飼養方法について, 飼料設計と乳生産の面から検討した。酪農大附属農場の AMS 牛舎で飼養するホルスタイン種乳牛 21 頭を供試した。調査項目は, 配合飼料および混合飼料 (TMR) の採食量および採食行動, 産乳量ならびに乳成分率であった。TMR は維持と日乳量 20 kg/日に相当する栄養濃度とし, 搾乳ロボット内での

配合飼料給与量は平均 5.9 kg/日であった。供試牛群の産乳量は 37.4 kg/日であり, 搾乳回数は 3.78 回/日であった。乳脂肪率, 乳蛋白質率および無脂固形分率は, それぞれ 3.73%, 3.27% および 8.43% であった。搾乳回数と産乳量との間には正の相関関係が ( $P < 0.01$ ), 搾乳回数と乳脂肪率との間には負の相関関係が認められた ( $P < 0.05$ )。総採食時間は 279.0 分/日 (うちロボット内採食時間は 16.9 分/日) となった。総反芻時間は 386.7 分/日であった。TMR および搾乳ロボット内の配合飼料採食量は, それぞれ 22.7 kgDM/日および 4,586 gDM/日であった。1 日の総乾物採食

量は 27.3 kgDM/日となり、体重に対する比では 3.95%となった。また、搾乳 1 回あたりの配合飼料摂取量が 3,000 g を超えると、その直後の TMR 採食時間は 20 分を下回ることが確認された。これらの結果から、AMS における高泌乳牛の飼養方法に関しては、群の管理とともに、個体管理の重要性が認識された。

## 緒 言

自動搾乳システム (AMS) では搾乳中に配合飼料を与え、その後の飼槽エリアにて混合飼料 (TMR) または粗飼料を採食させる一方向移動型のレイアウトが一般的である。このことにより、乳牛を自発的かつ円滑に搾乳ロボットへと誘導することが可能となる (PRESCOTT *et al.*, 1998)。こういった AMS の構造上、飼槽エリアで給与する飼料の栄養濃度は、搾乳中の配合飼料からの養分供給量を差し引いたものとなる。このため、AMS 牛群の産乳量が広範に分散する場合、TMR の栄養濃度をどの水準に設定するかが重要な問題となる。高栄養濃度の TMR を調製すると、泌乳末期の低泌乳牛は養分過多となる。一方、TMR の栄養濃度を低く設定しすぎると、高泌乳牛の養分要求量を充足させるために、搾乳ロボット内で大量の配合飼料を給与しなくてはならなくなる。この場合、搾乳回数の少ない個体では、1 日の配合飼料設定量を摂取しきれないという事態に陥るかもしれない。あるいは、一回の搾乳あたりに大量の配合飼料を摂取することになり、ルーメン内発酵環境の乱れにつながることも予測される。このように AMS の飼養管理は、群管理でありながらも、個体別の産乳量や泌乳ステージといった乳生産に関する要因、搾乳ロボットへの進入といった行動に関する要因あるいはボディコンディションスコアなど、様々な要因が密接に関わってくる複雑なものである。

このため AMS では独特の飼養管理技術が必要となる。しかしながら、従来の AMS における飼養関係の研究の多くは、乳牛の移動に関するもの (DEVIR *et al.*, 1993; STEFANOWSKA *et al.*, 1999)、乳中の生菌数や体細胞数といった衛生的乳質に関するもの (FROST *et al.*, 1999; VAN DER VORST and HOGEVEEN, 2000) が主流であった。AMS を管理運営している生産者の立場からすると、給餌戦略や採食行動といった栄養管理に関する情報や、その結果としての乳生産に関する研究が求められる。しかし、その重要性にもかかわらず、この分野に関する知見はほとんど見当たらない。

そこで本研究では、AMS 牛群に関して搾乳ロボット内の配合飼料の給与量、TMR の栄養濃度およびそれらの採食行動について着目し調査、検討を行った。そこから得られた結果と泌乳成績を用いて、AMS における高泌乳牛の飼養方法について実践的な提案をすることを目的とした。

## 材料と方法

### 飼養環境

酪農学園大学附属農場の AMS 牛舎で飼養する乳牛 21 頭を供試し、2001 年 6 月に調査を実施した。供試牛はすべて 2 産以上であり、平均体重は 700 kg であった。牛舎構造はフリーストール方式で、乳牛が休息エリアから搾乳ロボットを経て飼槽エリアに移動する、一方向移動型であった。搾乳は不定時自由搾乳とし、乳牛はロボットの洗浄時を除いて 1 日約 23 h 利用可能であった。飼料として、搾乳ロボット内で市販の搾乳牛用配合飼料 (CP 16%以上, TDN 73%以上: 製造業者公表値) を給与し、飼槽エリアでは TMR を採食させた。1 日に搾乳ロボット内で給与する配合飼料給与量、乳期あるいは産乳量をもとに、予測される実際の搾乳回数との乖離の程度も勘案して、搾乳可能回数を 2.1~5.2 回/日と設定した。糞尿処理は自動制御のバンスクレイパーで行った。

### 飼料給与

TMR の調製は午前 10 時ころに行い、1 日 1 回給与とした。TMR の構成飼料および化学成分を表 1 に示す。チモシーおよびアルファルファサイレージはローレベルで調製したので、ミキサーに投入する前に粗く切断して用いた。TMR は残飼が十分でる量であっ

Table 1. Ingredients and nutrient composition of total mixed ration.

| Ingredients                                    | — % of dietary DM <sup>5)</sup> — |
|------------------------------------------------|-----------------------------------|
| Alfalfa silage <sup>1)</sup>                   | 29.8                              |
| Timothy silage <sup>1)</sup>                   | 3.2                               |
| Corn silage <sup>1)</sup>                      | 28.0                              |
| Concentrate mixture <sup>2)</sup>              | 22.5                              |
| Beet pulp                                      | 4.6                               |
| Whole cotton seed                              | 7.2                               |
| Soybean meal                                   | 4.5                               |
| Mineral supplement <sup>3)</sup>               | 0.10                              |
| Vitamin supplement <sup>4)</sup>               | 0.10                              |
| Nutrient composition                           |                                   |
| Dry matter, %                                  | 57.8                              |
| Crude protein, % DM <sup>5)</sup>              | 16.6                              |
| Neutral detergent fiber, % DM <sup>5)</sup>    | 40.5                              |
| Total digestible nutrients, % DM <sup>5)</sup> | 68.0                              |

<sup>1)</sup> Chemical composition of alfalfa silage, timothy silage and corn silage was 53.9, 55.5 and 34.7% for dry matter; 13.4, 11.0 and 8.36%DM for crude protein; 38.7, 40.8 and 21.0%DM for acid detergent fiber, respectively.

<sup>2)</sup> Contains 58% grains, 21% oil meals, 17% brans and 4% other.

<sup>3)</sup> Contains 220 g and 110 g/kg of Ca and P, respectively.

<sup>4)</sup> Contains 10,000 IU and 2,000 IU/g of vitamins A and D<sub>3</sub>, respectively

<sup>5)</sup> Dry matter

たことから自由採食であったとみなした。TMR の設計については、日本飼養標準・乳牛（1999 年版）に付属している養分要求量計算シートと飼料計算シートを使用した。原則として、維持と 20 kg/日の産乳に要する養分量を TMR でまかない、それ以上の産乳に要する養分量を搾乳ロボット内の配合飼料で補った。また、日乳量が 20 kg/日に達しない個体についても、搾乳ロボットへの誘導という観点から最低限 0.1 kg/日の配合飼料を給与した。搾乳ロボット内の配合飼料給与量を平均すると 5.9 kg (0.1~10 kg/日)であった。なお、搾乳ロボット内の配合飼料は搾乳を行う場合のみ給与され、搾乳されずに通過した場合は落下しない仕組みとなっていた。水およびミネラル塩は自由摂取とした。

### 測定項目

2001 年 6 月 12~15 日にかけて牛乳サンプルの採取を 72 時間連続で行った。牛乳のサンプル採取には搾乳ロボットの自動サンプル採取装置を使用した。採取したサンプルごとに赤外線牛乳分析装置 (MILKO-SCAN 133 TYPE 10900, FOSS ELECTRIC, Denmark) を用いて乳成分を分析した。産乳量については 6 月の 1 カ月分について、AMS 管理用のコンピューターに記録されたデータを整理した。6 月 23~24 日に搾乳時および飼槽エリアでの採食行動を 24 時間連続で調査した。搾乳時については、乳牛が搾乳ロボット内に進入してから退出するまでの期間を肉眼によって連続観察した。配合飼料の給与量は、自動給与装置のシリンダ弁の開閉回数を計測し、あらかじめ調査した開閉 1 回あたりの配合飼料落下量 ( $54.1 \text{ g} \pm 0.4$ ) に乗ずることにより算出した。乳牛が退出した直後に搾乳ロボット内の飼槽を確認し、残飼が認められた場合は計量した。飼槽エリアにおける TMR の採食行動を 5 分間隔で直接観察した。採食行動は個体別に調査した。反芻活動については群内で反芻している牛の頭数をカウントし、牛群全体で観察された反芻時間を飼養頭数で除すことにより、1 頭あたりの反芻時間とした。また、採食行動観察時の TMR 給与量と残飼量を計量し、牛群全体の採食量を算出した。粗飼料、配合飼料および TMR について乾物 (DM)、中性デタージェント繊維 (NDF)、酸性デタージェント繊維 (ADF) および粗蛋白質 (CP) 含量を測定した。DM、NDF および ADF については常法 (小坂, 1994) に従った。可消化養分総量は、粗飼料については ADF 含量を用いた推定式を用い (小林と棟加登, 1994)、各濃厚飼料については製造業者の公表値を用いた。

### 結果および考察

#### 泌乳成績

供試牛群の泌乳成績を表 2 に示す。平均産乳量は 37.4 kg/日であり、最大 55.1 kg/日から最低の 13.2

Table 2. Milk yield, milk composition, no. of milkings and lactation parameters for the experimental herd.

|                     | average s. e. <sup>1)</sup> |      | range       |
|---------------------|-----------------------------|------|-------------|
| Milk yield, kg/d    | 37.4                        | 2.17 | 13.2 ~ 55.1 |
| Milk composition, % |                             |      |             |
| Fat                 | 3.73                        | 0.12 | 2.41 ~ 4.65 |
| Protein             | 3.27                        | 0.05 | 2.68 ~ 3.70 |
| Solids-not-fat      | 8.43                        | 0.06 | 7.94 ~ 8.76 |
| No. of milkings, /d | 3.78                        | 0.19 | 2.34 ~ 5.03 |
| No. of lactation    | 3.00                        | 0.24 | 2 ~ 5       |
| Lactation days      | 175.1                       | 23.7 | 15 ~ 361    |

<sup>1)</sup> Standard error

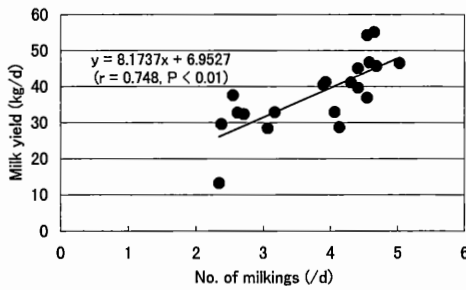
kg/日までばらつきがみられた。乳脂肪率、乳蛋白質率および無脂固形分率はそれぞれ 3.73%、3.27% および 8.43% であった。搾乳回数は 3.78 回/日であった。牛群の平均産次は 3 産で、泌乳日数はおおよそ 175 日であった。

AMS の導入により、従来一般的であった 1 日 2 回搾乳からそれ以上の多回搾乳になるので乳量の増加が期待されている (IPEMA *et al.*, 1998; GAJA *et al.*, 2000; LIND *et al.*, 2000)。国内の事例では、AMS の導入に伴い約 6% の乳量増が確認されている (自動搾乳システム実用化平成 12 年度報告書, 2001)。今回の調査実施時期は、本農場がそれまでの繋ぎ飼養方式から AMS に移行して 7 カ月が経過した時点であった。乳期あるいは産次なども変化したため、飼養方式の変更に伴う乳量の増減を個体レベルで比較するのは難しい。平均日乳量が高く乳量の増加が予測されるので、出荷乳量や在籍頭数に関する年間のデータの蓄積を待って比較検討を行う予定である。

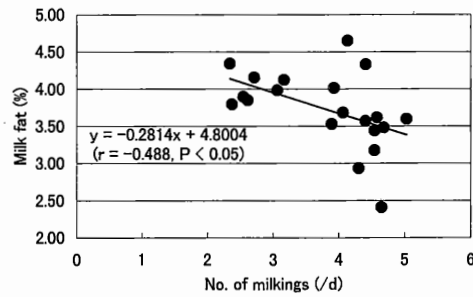
乳脂肪率および乳蛋白質率に関しては、従来の 1 日 2 回搾乳と比べ大きな相違はみられなかった。HOGVEEN *et al.* (2000) は、1 日 2 回から 3 回に搾乳回数を増やすことで乳量は 14.9% 増加するが、乳脂肪率および乳蛋白質率は全く変化しないことを認めている。この結果は定時搾乳によるものであるが、不定時多回搾乳であった本報告においても同様の傾向が示された。一方、無脂固形分率は 8.43% と低い値を示した。無脂固形分率に関しては、観察日に最も近接したバルク乳出荷時の値が 8.71% (乳業メーカーによる分析値) と差がみられたことから、引き続き調査が必要と考える。搾乳回数は 1 日 3 回を大きく上回ったが、このことは在籍頭数が搾乳ロボット 1 台に対し 21 頭と少なかったことや、搾乳可能回数を 2.1~5.2 回/日に設定したためであると考えられた。

次いで、個体ごとの搾乳回数と産乳量および乳成分との関係を図 1 に示した。搾乳回数と産乳量は直線的な関係を示した ( $r=0.748$ ;  $P<0.01$ )。また、搾乳回数と乳脂肪率との間にも緩やかな負の相関関係がみら

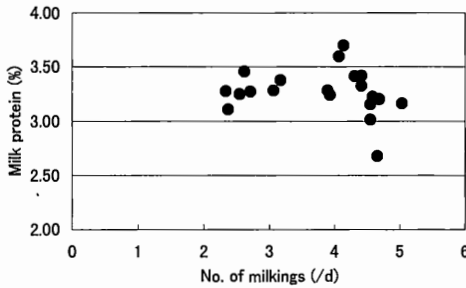
a) No. of milkings × milk yield



b) No. of milkings × milk fat concentration



c) No. of milkings × milk protein concentration



d) No. of milkings × solids-not-fat concentration

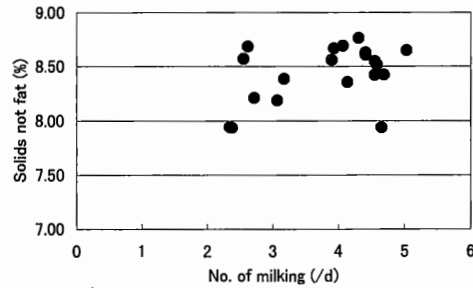


Fig. 1 Relationship among no. of milkings and yield or composition of milk.

れた ( $r = -0.488$ ;  $P < 0.05$ ). 乳蛋白質率あるいは無脂固形分率については、いずれも相関関係は認められなかった。以上から、搾乳可能回数を多く設定することにより1頭あたりの日乳量が増加する可能性が示唆された。ただし、搾乳ロボットには1日の搾乳可能回数に限界があり、50頭程度(野附, 1998; 市戸, 1998)から多くても80頭程度 (SONCK and DONKERS, 1995)が、1日3回搾乳を想定した場合の最大収容頭数であると考えられている。したがって、各個体の搾乳回数を増加させるという選択はAMS 1台当りの飼養頭数に余裕がある場合に限って有効である。また、搾乳回数の増加により乳脂肪率の低下につながる可能性もあり (図 1-b)、慎重な判断が求められる。

### 1日の採食行動および採食量

1日の採食行動および採食量の結果を表3にとりまとめた。飼槽エリアにおけるTMR採食時間は262.9分/日、搾乳ロボット内の採食時間は16.1分/日であり、1日の総採食時間は279.0分/日となった。総反芻時間は386.7分/日であった。1頭あたりのTMR採食量は22.7 kgDM/日であり、飼料設計時の期待摂取量(19.4 kgDM)に対して117%となった。搾乳ロボット内の配合飼料摂取量は4,586.0 gDM/日であり、AMS管理用コンピューターで設定した給与量(5.14 kgDM/日)に対しては89.2%となった。1日の総乾物採食量は27.3 kgDM/日となり、体重に対する比では3.95%であった。

総採食時間は標準的な値であったが、TMR採食量や粗飼料割合から判断すると反芻時間はやや短かった

Table 3. Time spent eating and rumination and intake both total mixed ration (TMR) and concentrate in milking robot for cows.

|                              | average | s. e. <sup>1)</sup> |
|------------------------------|---------|---------------------|
| Eating time, min./d          |         |                     |
| TMR on feed bunk             | 262.9   | 10.8                |
| Concentrate in milking robot | 16.1    | 1.61                |
| Total                        | 279.0   | 11.3                |
| Rumination time, min./d      | 386.7   | —                   |
| Intake                       |         |                     |
| TMR, kg DM/d                 | 22.7    | —                   |
| Concentrate, g DM/d          | 4586.0  | 595.0               |
| Total, kg DM/d               | 27.3    | 0.59                |
| % of body weight             | 3.95    | 0.13                |

<sup>1)</sup> Standard error

ように思われる (WELCH and HOOPER, 1988)。TMRの採食量が設定量と比べて多かったことに関しては、採食の順序が関係していたのかもしれない。MORITA *et al.* (1996) は、AMSにおける濃厚飼料と粗飼料の採食順序や採食量の関係について検討している。その結果、搾乳ロボット内で適度な配合飼料が採食されると、その後の粗飼料採食量が増加することを認めた。このことから搾乳ロボット内で配合飼料を給与する一方方向移動型のシステムは、搾乳ロボットへの乳牛の誘導という意味合いに加えて、飼槽エリアにおけるTMRあるいは粗飼料の採食量を増加させるという二義的な効果をもたらすと推察される。今回の調査では総乾物採食量の体重比が3.95%と高い値であったが、搾乳中の配合飼料給与量とTMRの栄養濃度を操作



することにより、さらなる採食量の増加が望めるかもしれない。

その一方で、搾乳中の配合飼料摂取量は設定値の9割程度にとどまった。この原因としては、当日の搾乳回数が少ない個体が存在したこと、給与量の多い個体で若干の残食がみられたこと、あるいは給餌機の誤作動による配合飼料の不落下が数回確認されたことなどが挙げられる。DEVIR *et al.* (1996) は、搾乳ロボットにおいて配合飼料給与量が6 kg/日を越えると、給与量に対して90%程度しか摂取されないことを認めている。このような場合には、行動の活発な日中における個体別の採食状況や搾乳ロボットへの進入パターンなどを十分把握した上で、それぞれの乳牛に応じた給与プログラムを設定すべきであると述べている。つまり、群としてではなく個体としての管理の比重を高めるべきであると指摘している。放し飼い方式において個別管理を組み込むことは、飼養管理の上で非常に大きな利点である。高泌乳牛群をAMSで維持管理していくためには、配合飼料の給与を搾乳ロボットへの誘導といった観点のみでとらえるのではなく、給餌戦略の重要な一部分であることを認識し、個体管理に応用すべきである。

#### 各搾乳時における配合飼料採食量とその後の TMR 採食時間との関係

搾乳ごとの配合飼料採食量とその直後の TMR 採食時間の関係について図2にまとめた。両者の関係に明確な相関関係は認められなかったが、いくつかの法則が読み取れた。搾乳後に60分以上連続でTMRを採食したのは、配合飼料採食量が2,000 g未満の場合に限られた。また、TMRの採食時間が20分に満たない場合は、あらゆる摂取量において確認された。一方、配合飼料採食量が3,000 gを超えると、TMR採食時間は例外なく20分以下となった。配合飼料を大量に摂取した後は、ある程度の量の粗飼料を採食することが望ましい。しかし、3,000 g以上の配合飼料を摂取し

た乳牛のルーメンには、少量の粗飼料しか流入しなかったものと推察される。この状況が日内で幾度も発生すると、ルーメン内の発酵のバランスが乱れることは容易に想像がつく。AMSでは搾乳ロボット自体が濃厚飼料の自動給餌機の意味合いも持つため、細やかな個体管理ができると考えられている。しかし搾乳ロボット内に設けられた自動給餌装置は、乳牛が訪れたすべての機会において飼料を投下するわけではなく、搾乳が行われる場合に限って給与する設定となっている場合が多い。それゆえ、長期間搾乳ロボットを訪れない高泌乳牛では一度に落下する配合飼料の量が多くなってしまふので、ルーメン環境の観点から好ましくないものとなる。表3よりAMSの牛舎構造では、飼槽エリアにおけるTMRの採食量が従来の飼養環境と比べて増加する可能性が示唆された。この点から推察すると、高泌乳牛に対しては搾乳ロボット内の配合飼料給与量を幾分少なめに設定しても、TMRの採食量の増加分で養分要求量を充足させることが可能であるかもしれない。あるいは、泌乳末期牛の過肥に注意する必要があるが、TMRの栄養濃度を高めに設定することも良策であるかもしれない。これらのことから、AMSでは単に養分要求量を充足させることにとらわれるのではなく、ある程度乳牛の自由度に期待した飼養管理というのにも検討に値すると考えられた。

AMSはオランダを中心としたヨーロッパで発達した技術である(柏村, 2000)。ヨーロッパの酪農では、乳成分率は高いが1頭あたりの1乳期乳量が5,000 kg台とそれほど高くない(畜産の情報 海外編, 2001)。このような環境が主流であるならば、飼槽エリアでは粗飼料のみを給与するだけでも問題がなくなり、AMSの飼養管理は容易となる。しかし、日本のように高産乳量を追及する傾向の強い酪農にあっては、飼槽エリアにおけるTMRの給与は不可欠である。こういった意味から、日本型酪農に適したAMSの飼養管理技術を構築していく必要があり、TMRの栄養濃度と配合飼料給与量との関係は引き続き重要課題だと言える。

#### ま と め

本研究の結果から、高泌乳牛が短期間に大量の配合飼料を採食した場合には、その後のTMR採食時間が減少することが明らかとなった。AMSにおいて生産性を落さず、かつ健康に高泌乳牛を飼養するためには、群を対象としたTMRの栄養濃度と、個体を対象とした配合飼料の給与方法をそれぞれ有機的に検討していくことが求められる。

世界的にみても、AMSにおける乳牛飼養に関する研究はその緒についたばかりである。また、AMS発祥の地であるヨーロッパと日本では飼養する乳牛の特質も大きく異なる。今後、わが国においてAMSが今以上

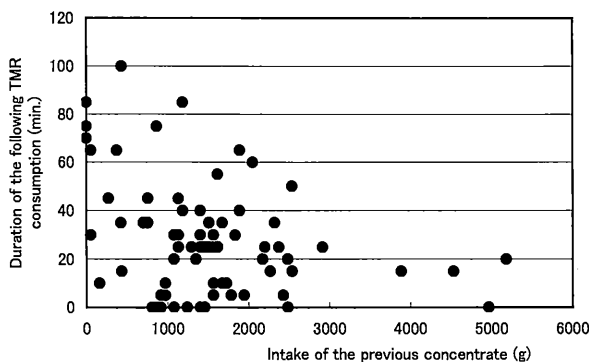


Fig. 2 Relationship between intake of concentrate in the milking robot and duration of the following total mixed ration (TMR) consumption.

に普及すると想定されるので、日本に適した飼養管理技術の構築が急務である。

## 謝 辞

本研究を推進するにあたって、日々の飼養管理等にご協力をいただいた酪農学園大学附属農場の技師の方々に感謝の意を表します。

## 文 献

- DVIR, S., J. A. RENKEMA, R. B. M. HUIRNE and A. H. IPEMA (1993) A new dairy control and management system in the automatic milking farm: Basic concepts and components. *J. Dairy Sci.*, **76**: 3607-3616.
- DEVIR, S., J. P. T. M. NOORDHUIZEN and P. J. M. HUIJSMANS (1996) Validation of a daily automatic routine for dairy robotic milking and concentrates. *J. Agric. Engng Res.*, **64**: 49-60.
- FROST, A. R., T. T. MOTTRAM, C. J. ALLEN and R. P. WHITE (1999) Influence of milking interval on the total bacterial count in a simulated automatic milking system. *J. Dairy Res.*, **66**: 125-129.
- GAJA, G., M. AYADI, C. CONILL, M. BEN M'RAD, E. ALBANELL and X. SUCH (2000) Effects of milking frequency on milk yield and milk partitioning in the udder of dairy cows. In *Robotic milking: Proceedings of the international symposium on robotic milking* (HOGVEEN, H. and A. MEIJERING eds.) 177-178. Wageningen Pers. Wageningen. The Netherlands.
- HOGVEEN, H., J. D. MILTENBURG, S. DEN HOLLANDER and K. FRANKENA (2000) A longitudinal study on the influence of milking three times a day on udder health and milk production. In *Robotic milking: Proceedings of the international symposium on robotic milking* (HOGVEEN, H. and A. MEIJERING eds.) 297-298. Wageningen Pers. Wageningen. The Netherlands.
- 市戸万丈 (1998) 搾乳ロボット開発研究の現状と展望. *農業機械学会誌*, **60**: 138-142.
- IPEMA, A. H., C. C. KETELAAR-DE LAUWERE, A. C. SMITS and J. STEFANOWSKA (1998) Integration of robotic milking in dairy farms. In *Proceedings of the Dutch-Japanese workshop on precision dairy farming* (VAN'T KLOOSTER, C. E. and K. AMAHA eds.) 17-21. IMAG-DLO. Wageningen. The Netherlands.
- 畜産技術協会編 (2001) 自動搾乳システム実用化平成12年度報告書. 第1章 1-(1)および(2)の項. 1-30. 畜産技術協会. 東京.
- 柏村文郎 (2000) 日本およびヨーロッパにおける搾乳ロボットの開発と実用化への歩み. *北畜会報*, **42**: 1-10.
- 小林亮英, 棟加登きみ子 (1994) 粗飼料の品質評価ガイドブック. 飼料の TDN の推定の項執筆. 自給粗飼料品質評価研究会編. 56-62. 日本草地協会. 東京.
- 小坂清巳 (1994) 粗飼料の品質評価ガイドブック. 飼料の化学分析の項執筆. 自給粗飼料品質評価研究会編. 6-16. 日本草地協会. 東京.
- LIND, D., A. H. IPEMA, C. DE KONING, T. T. MOTTRAM and H. J. HERMANN (2000) Automatic milking: Reality, challenges and opportunities. In *Robotic milking: Proceedings of the international symposium on robotic milking* (HOGVEEN, H. and A. MEIJERING eds.) 19-31. Wageningen Pers. Wageningen. The Netherlands.
- MORITA, S., S. DEVIR, C. C. KETELAAR-DE LAUWERE, A. C. SMITS, H. HOGVEEN and J. H. M. METZ (1996) Effects of concentrate intake on subsequent roughage intake and eating behavior of cows in an automatic milking system. *J. Dairy Sci.*, **79**: 1572-1580.
- 野附 巖 (1998) 搾乳技術の発展経緯と搾乳ロボットへの期待. *農業機械学会誌*, **60**: 134-137.
- 農林水産省農林水産技術会議事務局編 (2000) 日本飼養標準・乳牛 (1999 年度版). 中央畜産会. 東京.
- PRESCOTT, N. B., T. T. MOTTRAM and A. J. F. WEBSTER (1998) Relative motivations of dairy cows to be milked or fed in a Y-maze and an automatic milking system. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, **57**: 23-33.
- SONCK, B. R. and H. W. J. DONKERS (1995) The milking capacity of a milking robot. *J. Agric. Engng Res.*, **62**: 25-38.
- STEFANOWSKA, J., A. H. IPEMA and M. M. W. B. HENDRIKS (1999) The behaviour of dairy cows in an automatic milking system where selection for milking takes place in the milking stalls. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, **62**: 99-114.
- 農畜産業振興事業団企画情報部編 (2001) 畜産の情報海外編. 資料 3. 農畜産業振興事業団. 東京.
- VAN DER VORST, Y. and H. HOGVEEN (2000) Automatic milking systems and milk quality in the Netherlands. In *Robotic milking: Proceedings of the international symposium on robotic milking* (HOGVEEN, H. and A. MEIJERING eds.) 73-82. Wageningen Pers. Wageningen. The Netherlands.
- 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.



原 著

## ばんえい競馬における第2障害の登坂運動の画像解析と 競走成績に影響を及ぼす要因について

山口 諭・鈴木 三義・口田 圭吾・瀬尾 哲也・古村 圭子・柏村 文郎  
帯広畜産大学, 帯広市 080-8555

## Image Analysis of Climbing-up Locomotion on the Second Bank in Banei Draft Racehorse and Factors Affecting to the Racing Performance

Satoshi YAMAGUCHI, Mitsuyoshi SUZUKI, Keigo KUCHIDA, Tetsuya SEO,  
Keiko FURUMURA and Fumiro KASHIWAMURA

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

キーワード: ばんえい競走馬, 登坂運動, 輓系馬, 画像解析

Key words: Banei draft racehorse, climbing-up locomotion, draft horse, image analysis

### 要 約

ばんえい競馬において, 第2障害越えの成否は競走結果に大きな影響を及ぼす。本研究では, ばんえい競走馬が第2障害を登坂するときの運動の特徴を数値化し, それらの値と競走結果との関係を検討した。延べ37頭の競走馬について登坂運動時のフォームをデジタルビデオカメラで録画した。画像解析プログラムを用い馬体水平線と胴引との角度を求め(胴引き角度), その角度から馬の腰の上下運動を数値化した。競走結果(競走タイム, 着順, 登坂時間, 登坂順位)に影響を及ぼす要因として, 登坂時の停止の有無, 歩法(常歩: 駈歩), および胴引き角度(18.3度以上: 以下)と年齢(2歳: 3歳以上)の交互作用について分析した。その結果, 登坂時に停止しない馬の競走結果が良く, また2歳馬においては胴引き角度の大きい(腰の高い)馬が, 一方, 3歳以上の馬においては胴引き角度の小さい(腰の低い)馬の競走結果が良い傾向が示された。2歳馬と3歳以上の馬で異なる結果が示されたのは, ばんえい重量が登坂運動時のフォームに影響を及ぼし, さらにそれが競走結果にも影響するためではないかと推察した。

### 緒 言

ばんえい競馬とは, 北海道の旭川, 北見, 岩見沢,

帯広の4市の競馬場で行なわれている世界でも例のない重種馬(重輓馬, heavy draft horse)による競馬である。体重700~1100 kgの大型馬が, 総重量500~1000 kgの鉄そりを引き, 直線200 mのダート(砂)コースでタイムを競う競馬である。競馬場により多少コースの構造は違うが, いずれもコースの途中に2つの盛り土による障害が設置されている。コースは10頭立てのセパレートコースで, 出走馬は, 専用のスターティングゲートからスタートし, 馬そのの後端がゴールラインを通過した時点をもってフィニッシュとされる。ばんえい競馬では, 馬がしばしばコース途中で止まることがあるが, ルールでは, 第1障害と第2障害の間以外は, 騎手が馬を意図的に止めることは禁じられている。競走タイムは, 馬場状態(特に水分含量)に大きく左右されるため, 開催日の定められた時間にコースの水分含量が計測され, 主催者から発表される。ばんえい競馬に出走できる馬は, 2~9歳(去勢馬は10歳)までの軽種および軽半血種以外の国産馬と決められており, ペルシュロン, プルトン, ベルジアンなどの輓系馬の交雑育種によって生産された半血種(輓系)がその大半を占めている(KASHIWAMURA *et al.*, 2001)。また, 所定の能力検査に合格した馬でなければ出走できない。

ばんえい競走馬の競走能力は, 平地でのスピード, 第2障害を越えるためのパワー, およびゴール前の持久力という3要素が重要であるといわれている。中でも, 第2障害はかなり大きく, それをいかに越えるか

が競走結果に決定的な影響を及ぼすことが多い。この第2障害越えの成否に影響する要因は、騎手側の要因と馬側の要因に分けられるが、馬側の要因としては、障害前の余力、重いそりを引き上げるパワー、効率良くそりを引き上げる登坂技術が重要だといわれる。そりを引き上げるパワーは、最大軌曳力と関係が深く、それは体重と密接な関係があるとされる(石崎ら, 1954)。

馬の運動を分析する方法としては、身体の物理的な動きを画像などを用いて分析するキネマティックな分析方法がある(徳力, 1991)。最近ではコンピュータを使った画像解析が比較的容易に出来るようになったため、多くの研究が発表されている。しかし、そのほとんどはサラブレッドの駈歩競馬や Trotter の速歩競馬、または競技用の乗用馬の研究である。重量物を牽引する軌曳運動に関しては、古くは岡部ら(1954 A, 1954 B)の研究が見られるが、その試験条件は現在のばんえい競走で求められている状況とはかなり異なる。

本研究の目的は、第2障害におけるばんえい競走馬の登坂運動の特徴をコンピュータによる画像解析によって数値化し、その画像解析値と競走結果との関係を検討することである。

## 材料および方法

### 1) ビデオ撮影の方法

ビデオ撮影は、1999年11～12月に帯広競馬場で開催されたばんえい競馬の実際のレースで行った。撮影には、デジタルビデオカメラ3台(SONY:DCR-VX 1000, SONY:DCR-PC 1, SONY:DCR-TRV 900)を使用した。ビデオカメラの設置場所は、第2障害の隣にある練習用コース(スタンドと反対側)の障害の下に1台、障害の途中に1台、障害の頂上に1台を設置した。第2障害の高さは、1.6 m、傾斜角度は15度、斜面の長さは6.3 mであった。撮影した馬は、他の馬の陰に隠れることのない1枠1番のコースを走る馬とした。しかし、それらの馬もコース整備員や伴走する厩務員の陰に隠れることもあったため、実際に画像解析に利用できた馬は37頭であった。

### 2) 画像解析

画像解析のために、Visual Basic 5.0 (Microsoft) を用いて Windows 上で作動可能な画像解析プログラムを作成した(林, 1977)。ビデオ画像のコンピュータへの取り込みは、ビデオカメラから出力されるデジタル信号(1コマ1/30秒)をDV静止画キャプチャーボード(SONY:DVBK-1000)により640×480画素の静止画として取り込んだ。画像の取り込み間隔は約1/10秒とした。取り込んだ画像はビットマップ形式に変換し、画像解析データとした(口田, 1996)。分析に用いた画像は延べ7497枚であった。



図1 馬体水平線と胸引き方向線とのなす角度より求めた胸引き角度。馬体水平線は、頸環と胸引き端との交点(A)と股関節(B)とを結ぶ線。

### 3) 胸引き角度

馬の登坂運動をビデオ画像から観察したところ、馬は飛節を深く曲げ、後躯(腰)を低くすることによってそりを引き上げる力を生み出しているようであった。そこで、馬が後躯(腰)を低くする姿勢を表す変数として、馬とそりをつなぐ胸引と馬体水平線とのなす角度(本論文では胸引き角度と呼ぶ)を用いることにした(図1)。ここで、馬体水平線とは、胸引の端(よびだし)を馬の頸環(わらび型がら)に取り付けた点(A点)と馬の股関節(B点)とを結ぶ線である(内田, 1978)。また、A点から胸引とそりの結合部(どっこい:C点)を結ぶ線を胸引き方向線とし、その線と馬体水平線とのなす角度(A点における角度)を胸引き角度とした。なお、胸引き角度はビットマップ画像の3点(A, B, C)の座標から計算によって求めた。

### 4) 統計分析

分析データとして、馬の年齢、ばんえい重量、馬体重、競走タイム、着順、第2障害を登りきった時点での順位(登坂順位)を北海道市営競馬組合発行の出走表および成績表より得た。また、撮影した画像から、第2障害の登坂途中で停止した回数、および第2障害を登るのに要した時間(登坂時間)を得た。さらに、画像より1回の登坂における胸引き角度の平均値(胸引き角度)、1回の登坂における胸引き角度の変化の大きさを表す胸引き角度の標準偏差(胸引き角度偏差)を求めた。なお、本論文ではこれら2つを画像解析値と呼ぶ。1回の登坂で用いた画像は、馬が坂を登り始めそりが上昇し始めてから馬が坂の頂上に達するまでとした。ただし、馬が登坂途中で停止した場合は、馬が1回目に停止するまでの画像を用いた。

統計分析は、次のモデルを立て、SASのGLMで分析した(竹内ら, 1990)。

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + F_j + (BA)_k + e_{ijk}$$

ここで、

$Y_{ijk}$  : 競走結果(競走タイム, 着順, 登坂時間, 登坂順位)

$\mu$  : 全体平均

$T_i$  : 登坂時の停止の有無 ( $i=1, 2$ )

$F_j$  : 歩法 ( $j=1, 2$ )

$BA_k$  : 胴引き角度と年齢との交互作用 ( $k=1, 2, 3, 4$ )

$e_{ijk}$  : 残差効果

競走結果として、競走タイム, 着順, 登坂タイム, 登坂順位を分析した。また、登坂時の停止の有無は、坂下から坂の頂上まで停止することなく登りきった馬(停止なし: 18頭)と、坂の途中で1回から数回停止した馬(停止あり: 19頭)にクラス分けした。歩法は、後肢による推進(地面に対してふんばること)が片肢ずつ交互である場合を常歩とし、両肢がほぼ同時に地面をける場合を駈歩とした。なお、なお常歩は31頭、駈歩は6頭であった。胴引き角度は年齢による違いが観察されたので、2歳馬と3歳以上の馬に分けて交互作用として分析した。胴引き角度のクラス分けは、2クラス間ではほぼ同数に分かれるように18.3度で区分した。その結果、胴引き角度が大きい(腰が高い)馬が18頭、胴引き角度が小さい(腰が低い)馬が19頭となった。年齢は2歳馬が12頭で、3歳以上(3歳~9歳)の馬が25頭であった。なお、2歳馬と3歳以上の馬の2クラスに分けた理由は、次のように条件がかなり異なることによる。①ばんえい競馬の番組構成において2歳馬と3歳以上の馬では同じレースで出走することはない。②ばんえい競馬では馬体重の大きな馬の方が有利であるといわれている(KASHIWAMURA *et al.*, 2001)。③本研究における2歳馬の平均体重は915 kg、3歳以上の馬の平均体重が1035 kgであり、その間に有意差( $P<0.01$ )が認められた。④ばんえい重量(そり+重り+騎手の合計重量)は、2歳馬が $550 \pm 14$  kg( $M \pm SD$ )であったのに対し、3歳以上の馬は $701 \pm 48$  kgであり、その間に有意差( $P<0.01$ )が認められた。

## 結果および考察

統計分析の結果、競走タイムに関しては、登坂時の停止の有無( $P<0.01$ )、胴引き角度と年齢の交互作用( $P<0.01$ )に有意差が認められた。また、着順に関しては、登坂時の停止の有無( $P<0.01$ )、歩法( $P<0.05$ )、胴引き角度と年齢の交互作用( $P<0.05$ )に有意差が認められた。さらに、登坂時間と登坂順位に関しては、登坂の停止の有無( $P<0.01$ )に有意差が認められた。これらの分析結果について、以下に考察を加えて詳述する。

### 1) 登坂時の停止の影響

登坂時の停止の有無で分けたときの競走結果を表1

に示した。登坂時の停止の有無は、競走タイム, 着順, 登坂時間, 登坂順位のすべてにおいて有意差が認められた( $P<0.01$ )。このことは、第2障害を停止することなく登坂した馬は、停止した馬より競走結果が良いことを示している。

### 2) 胴引き角度の影響

胴引き角度と年齢の交互作用が競走結果に及ぼす影響を表2に示した。2歳馬においては、胴引き角度の大きい(腰の高い)馬の競走結果が良く、一方、3歳以上の馬においては、胴引き角度の小さい(腰の低い)馬の競走結果が良かった。

さらに、2歳馬では登坂時に停止することなく登った馬が多かったので、それらの馬における着順および登坂順位と胴引き角度との関係を図2に示した。図2の回帰直線より、2歳馬では、着順および登坂順位が大きい馬(競走結果が悪い馬)の胴引き角度が小さく(腰が低く)なる傾向が認められた。一方、3歳以上の馬では、登坂時に停止する馬が多く、また常歩で登る馬が多かった。そこで、3歳以上の常歩で登坂し、途中で停止した馬における着順および登坂順位と胴引き角度との関係を図3に示した。図3の回帰直線より、3歳以上の馬では2歳馬の結果とは逆に、着順および登坂順位の大きい馬(競走結果が悪い馬)の胴引き角度が大きく(腰が低く)なる傾向が示された。さらに、3歳以上の停止せずに登坂した馬について、年齢と胴

表1 停止の有無による競走結果の最小2乗平均値

|              | 停止なし | 停止あり | 有意性 |
|--------------|------|------|-----|
| 個体数          | 18   | 19   |     |
| 競走結果         |      |      |     |
| 競走タイム(1/10秒) | 1098 | 1317 | **  |
| 着順(位)        | 3.1  | 6.0  | **  |
| 登坂時間(フレーム#)  | 228  | 630  | **  |
| 登坂順位(位)      | 2.6  | 6.2  | **  |

\*\* : 停止の有無の間に有意差あり ( $P<0.01$ )。

# : フレームの単位は、1秒間に約10フレーム。

表2 胴引き角度と年齢との交互作用による競走結果の最小2乗平均値

| 年齢クラス        | 2歳                |                    | 3歳以上              |                   |
|--------------|-------------------|--------------------|-------------------|-------------------|
| 胴引き角度        | 大                 | 小                  | 大                 | 小                 |
| 個体数          | 7                 | 5                  | 11                | 14                |
| 競走結果         |                   |                    |                   |                   |
| 競走タイム(1/10秒) | 1065 <sup>a</sup> | 1160 <sup>ab</sup> | 1310 <sup>b</sup> | 1296 <sup>b</sup> |
| 着順(位)        | 4.3 <sup>ab</sup> | 5.3 <sup>ab</sup>  | 5.4 <sup>a</sup>  | 3.2 <sup>b</sup>  |
| 登坂時間(フレーム#)  | 357               | 370                | 559               | 430               |
| 登坂順位(位)      | 3.9               | 4.3                | 5.7               | 3.9               |

<sup>ab</sup> : 競走結果の各項目において、異なる肩文字間で有意差あり ( $P<0.05$ )。

# : フレームの単位は表1と同じ。

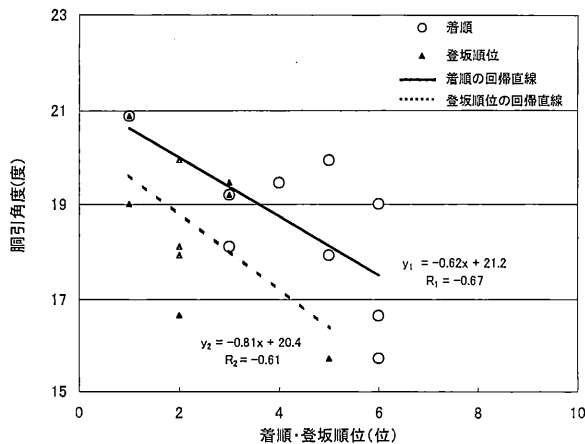


図2 停止せずに登坂した2歳馬における胸引き角度と着順・登坂順位との関係。図中の $R_1$ 、 $R_2$ は着順、登坂順位における相関係数。

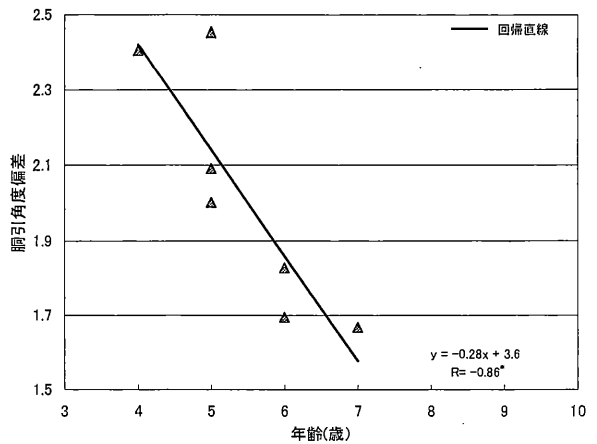


図4 停止せずに登坂した3歳以上の常歩馬における年齢と胸引角度偏差との関係。図中の $R$ は相関係数 (\* ;  $P < 0.05$ )。

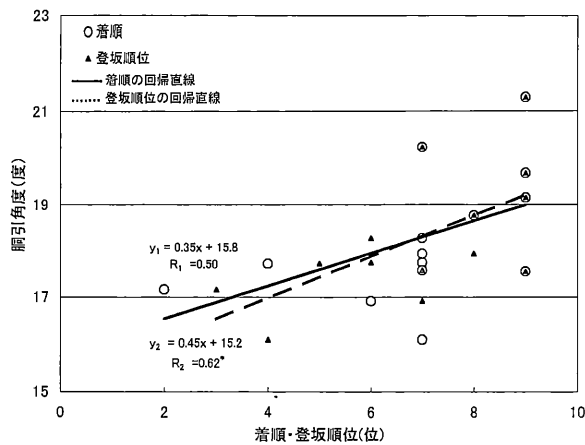


図3 停止した3歳以上の常歩馬における胸引角度と着順・登坂順位との関係。図中の $R_1$ 、 $R_2$ は着順、登坂順位における相関係数 (\* ;  $P < 0.05$ )。

引き角度偏差の関係を調べたところ、有意な負の相関が認められた(図4,  $P < 0.05$ )。このことは、年齢の増加にともなって胸引き角度偏差、すなわち馬の腰が上下する変動が小さくなっていくことを示している。このことより、重い重量のそりを引く3歳以上の馬では、競走経験や調教の積み重ねにより、腰の上下運動の少ない登坂技術を身に付けていくのではないかと推察される。

### 3) 常歩と駢歩の画像解析値の比較

常歩と駢歩の画像解析値の比較では、胸引き角度および胸引き角度偏差において有意差が認められた(表3)。表3より駢歩は、常歩に比べ腰の上下運動が大きく(胸引き角度偏差が大き)、さらに腰が高く(胸引き角度が大き)なるといえる。駢歩の特徴としては、両後肢をそろえて踏ん張るためより大きな推進力が出る一方、腰の上下運動が大きいことからエネルギーの消耗も大きいのではないかと推察される。

表3 歩法による画像解析値の最小2乗平均値

|          | 常歩   | 駢歩   | 有意性 |
|----------|------|------|-----|
| 個体数      | 31   | 6    |     |
| 画像解析値    |      |      |     |
| 胸引き角度(度) | 18.2 | 20.6 | **  |
| 胸引き角度偏差  | 2.1  | 3.2  | **  |

\* : 歩法間に有意差あり ( $P < 0.01$ )。

### 4) まとめ

以上の結果より、2歳馬においては胸引き角度が大きい方が、また駢歩の方が、競走結果が良いことが分かった。一方、3歳以上の馬においては、常歩、駢歩ともに胸引き角度が大きいほど競走結果が悪くなることが示された。このことは、2歳馬ではばんえい重量が軽いため、腰が高くてもそりを引き上げることができるが、3歳以上の馬では、ばんえい重量が重くなるため、腰を低くしてそりを引き上げなければならないことを示すものと推察する。腰を低くすることにより、後軀から生み出される推進力を効率良くそりを引く力として利用できるということは、過去の書籍からも伺える(久合田, 1943; 田垣, 1950)。

今後は、さらに例数を増やして今回の結果の信頼性を確認することと、ばんえい競走馬が最高1トンという重いばんえい重量のそりを引いて、第2障害を登るようになるまでの調教過程の研究が有効だと考える。

### 文 献

林晴比古(1997) 新 Visual Basic 入門シニア編。第2版。SOFTBANK。東京。  
石崎三郎・本沢昌一・篠原旭男・小山錦也(1954) 馬の体重と役力との関係―馬の大きさと役力との関係Ⅳ。日本畜産学会報, 25:168-173。  
KASHIWAMURA, F., A. AVGAANDORJ and K. FURUMURA (2001) Relationships among body size, con-



- formation, and racing performance in Banei draft racehorses. J. Equine Sci., **12**: 1-7.
- 口田圭吾・鈴木三義・三好俊三 (1996) ビデオカメラを用いたコンピュータ画像解析による牛体尺測定法の開発. 畜産の研究, **50**: 1207-1211.
- 久合田勉 (1943) 馬学・繁殖育成編, 209-210. 養賢堂. 東京.
- 岡部俊男・瀬戸善夫・三浦高義・野村晋一・沢崎 担・稲田七郎 (1954 A) 家畜の役力単位決定に関する研究—牛馬の輓曳常歩運動の分析. I 体各部の上下運動について. 日本畜産学会報, **25**: 174-178.
- 岡部俊男・瀬戸善夫・三浦高義・野村晋一・沢崎 担・稲田七郎 (1954 B) 家畜の役力単位決定に関する研究—牛馬の輓曳常歩運動の分析. II 関節変化について. 日本畜産学会報, **25**: 179-184.
- 田垣住雄 (1950) 馬学総説. 201-208. 養賢堂. 東京.
- 竹内 啓・高橋行雄・大橋靖雄・芳賀敏郎 (1990) SASによる実験データの解析. 第2版. 3-13. 東京大学出版会. 東京.
- 徳力幹彦 (1991) 馬の歩行運動の分析. Japanese Journal of Equine Science, **2**: 1-10.
- 内田晴夫 (1978) ばんえいまんがどくほん. 131-134. 北海道市営競馬協議会. 札幌.



原 著

## ホルスタイン乳牛における乳量と群寿命を考慮した 相対重要度の算出および選抜指数式の作成

松岡 洋司・寺脇 良悟\*

酪農学園大学大学院, 江別市 069-8501

\*酪農学園大学短期大学部, 江別市 069-8501

### Estimates of economic weights and creating the selection index considered milk yield and herd life in Holstein-Friesian

Yoji MATSUOKA, Yoshinori TERAWAKI\*

Graduate School of Rakuno Gakuen University, Ebetsu 069-8501

\*Rakuno Gakuen University Dairy Science Institute, Ebetsu 069-8501

キーワード : 総合育種価, 相対重要度, 選抜指数式, 重み付け係数

Key words : aggregate breeding values, economic weight, selection index, index weight

#### Abstract

The goal of this study was to estimate the importance of herd life by creating a set of aggregate breeding values and a selection index which took into consideration milk yield and herd life. Our target traits for determining aggregate breeding values were defined as milk yield and herd life. The economic weight of each target trait was estimated using a profit equation which took into account changes in mean of milk yield, herd life, and depreciation cost.

Selection traits were defined in terms of milk yield, while four body traits (mammary system, angularity, rear udder height, and udder support) were used to define herd life. Index weights were estimated for all of these.

Both the economic and index weights of MY showed that their absolute values and variations were smaller compared with those of the other traits. However, target traits varied with changes in the mean of the milk yield, whereas these showed a fixed value with regard to changes in herd life and depreciation cost.

#### 要 約

乳量と群寿命を考慮した総合育種価および選抜指数式を作成することにより, 群寿命の重要性について検討した。

総合育種価の目標形質は乳量(MY)と在群期間(HL)とした。各形質の相対重要度は26ヶ月齢換算乳量, 群寿命および減価償却費を現状の-60%~60%の範囲で変化させたときの利益関数から算出した。選抜指数式では, 群寿命に対して乳器(MS), 鋭角性(AG), 後乳房の高さ(UH)および乳房の懸垂(US)を, 乳量はそのまま選抜形質として各形質の重み付け係数を

求めた。

MYの相対重要度と重み付け係数は他の形質と比較して絶対値が小さく変化もわずかであった。重み付け係数ではMSが大きな変化を示した。しかし平均乳量の変化に伴って選抜形質の重み付け係数が変化したのに対して, 群寿命および減価償却費を変化させても各重み付け係数はほぼ一定の値を示した。

#### 緒 言

乳牛の経済的価値を測る指標として産乳量は最も重要な要因とされてきた。そのような背景に伴って, 近年の産乳量は増加の一途をたどってきた。平成元年に北海道の平均乳量が7,503 kgに対して平成12年には8,336 kgと年間約100 kgの割合で増加してきた(社

北海道酪農検定検査協, 2000)。

しかし乳牛は経済動物であるため、質・量ともに高い泌乳能力と、ある程度群に留まり生産を続けていく能力(長命性)が要求される。ところが、平均産次は全国で昭和62年に3.0産あったものが平成5年には2.7産まで短縮し、現在までその低い水準で推移してきており、平均年齢についても同様な傾向である(扇ら, 2001)。

このような状況の中、家畜改良事業団はNTPの見直しを行い、84ヶ月齢までの搾乳日数と在群日数は、旧NTPで選抜した場合と比較すると、遺伝的に3～5日の増加が見込まれると提唱している(家畜改良センター, 2001)。このように、我が国でも乳牛の寿命の重要性について認知されつつある。また河原ら(1995; 1997)や光本(1993)などの研究によって、体型形質と長命性との関連性について、近年多くの報告がある。しかし、直接群寿命を改良目標にした報告は少ない。

本研究の目的は、乳量と群寿命を改良目標に掲げ、それらに大きな影響を与えると考えられる経済指標を変化させることにより、様々な状況下での総合育種価ならびに選抜指数式を作成し、群寿命の重要性についての知見を得ることである。

材料および方法

・総合育種価の設定および相対重要度の算出

最初に選抜個体の総合育種価は乳量および群寿命を考慮し、

$$H = a_{MY}g_{MY} + a_{HL}g_{HL}$$

と定義した。ここで、gは目標形質(改良の対象としている形質)の育種価、aは目標形質の相対重要度、MYは乳量そしてHLは群寿命を表している。したがって、 $a_{MY}$ および $a_{HL}$ は、それぞれ乳量および群寿命の育種価の相対重要度を表している。

乳量および群寿命の相対重要度は、ALLAIRE and GIBSON (1992)が提唱した方法を用い、乳牛1頭当りの年間収入(R)および乳牛1頭当りの年間生産費(C)を用いた関数R/Cを乳量および群寿命で偏微分し算出した。

乳牛1頭あたりの年間収入は

$$R = vm(\bar{L})\bar{Y}$$

と表し、vは乳価、 $\bar{Y}$ は26ヶ月齢換算乳量を示している。また $m(\bar{L})$ は群の平均的な成熟度を補正する係数で

$$m(\bar{L}) = y \left[ \frac{1}{a_1} + \sum_{i=2}^9 \frac{1}{a_i} s_i \right] / \bar{L}, \quad \bar{L} = y \left[ 1 + \sum_{i=2}^9 s_i \right]$$

である。ここで、 $\bar{L}$ は群寿命(初産分娩から除籍までの年数)の平均、 $a_i$ は分娩時月齢の乳量の補正係数、つまり実乳量を26ヶ月齢換算乳量に変換する係数なので、 $1/a_1$ は逆に26ヶ月齢換算乳量を実乳量に変換する係数である。 $s_i$ は個体がi産次からi+1産次に移行する確率およびyは泌乳間隔:13/12をそれぞれ示している。 $a_i$ および $s_i$ については表1に示した。

また乳牛1頭当りの年間生産費は

$$C = bm(\bar{L})\bar{Y} + f + r/L$$

で表し、bは乳量1kg当たりの可変性コスト、fは1頭当りの個体維持のための年間固定費、rは1頭当りの減価償却費およびLは群寿命を表している。

相対重要度を式で表すと

$$a_{MY} = \frac{\partial(R/C)}{\partial Y} = \frac{1}{C} \left( v - \frac{R}{C}b \right), \quad a_{HL} = \frac{\partial(R/C)}{\partial L} = \frac{1}{C} \left( \frac{R}{C} \frac{r}{L^2} \right)$$

となる。

また関数R/Cの要素である26ヶ月齢換算乳量、群寿命および減価償却費をそれぞれ±60%の範囲で変化させることにより、各相対重要度の変化の推移を観察した。

Table 1 Age-specific multiplier ( $a_i$ )<sup>1</sup> and survival fraction ( $s_i$ )<sup>2</sup>

| Lactation | $a_i$ | $s_i$ |
|-----------|-------|-------|
| First     | 1.025 | 1     |
| 2nd       | 0.879 | 0.83  |
| 3rd       | 0.805 | 0.66  |
| 4th       | 0.777 | 0.44  |
| 5th       | 0.764 | 0.28  |
| 6th       | 0.759 | 0.16  |
| 7th       | 0.757 | 0.08  |
| 8th       | 0.757 | 0.04  |
| 9th       | 0.757 | 0.02  |

<sup>1</sup>Data derived Japan, in 1998.  
The age at first lactation was defined 24mo and an additional 12mo for each lactation thereafter.

<sup>2</sup>Data derived Hokkaido Japan, in 1998.

Table 2 Using data\* for profit equation

| Names of factors in profit equation        | Value      |
|--------------------------------------------|------------|
| Revenue price per kg milk (v)              | 72.7yen    |
| Mean production adjusted on 26 mo          | 8,000kg    |
| Variable cost per kg of milk (b)           | 32.37yen   |
| Annual fixed cost of maintaining a cow (f) | 211,614yen |
| Depreciation cost per year per cow (r)     | 84,818yen  |
| Herd life (L)                              | 3yr        |

\*Data derived Hokkaido, Japan, in 1998

また利益関数の中で使用した数値は北海道牛乳生産費 (1998) を用いた (表 2)。

#### ・選抜指数式の作成および重み付け係数の作成

選抜指数式を作成するにあたり、乳量 (MY) はそのまま選抜形質 (実際に選抜の対象となる形質) とし、群寿命に対しては乳器 (MS)、鋭角性 (AG)、後乳房の高さ (UH) および乳房の懸垂 (US) の 4 つの体型形質を選抜形質として設定した。従って選抜指数式は

$$I = b_{MY}p_{MY} + b_{MS}p_{MS} + b_{AG}p_{AG} + b_{UH}p_{UH} + b_{US}p_{US}$$

と定義した。ここで、 $p$  は選抜形質の表型値を  $b$  は選抜形質の重み付け係数を表している。

また各重み付け係数は  $b = P^{-1}Ga$  で算出し、 $P$  は選抜形質間の表型分散共分散行列、 $G$  は目標形質と選抜形質間の遺伝共分散行列および  $a$  は乳量および群寿命の相対重要度のベクトルである。

また、目標形質の群寿命の指標として在群期間 48, 60, および 72 ヶ月の 3 つを用いた。

重み付け係数を算出する際に使用した遺伝的パラメータは河原ら (1995) が算出したものを使用した。

### 結果および考察

#### ・総合育種価の相対重要度

利益関数の変化に伴った乳量および群寿命の相対重要度 ( $a_{MY}$  および  $a_{HL}$ ) の推移を図 1 に示した。26 ヶ月齢換算乳量が低い時、 $a_{MY}$  は約  $1.35 \times 10^{-4}$  を示したが、26 ヶ月齢換算乳量の増加に伴い  $a_{MY}$  の値は緩やかな減少傾向を示した。また、 $a_{HL}$  も群寿命が短い時 (1, 2 年) には約  $3.29 \times 10^{-4}$  と顕著に高い値を示したが、群寿命が伸びると急激に  $a_{HL}$  の値は減少した。しかし

逆に、減価償却費が低い時は  $a_{HL}$  の値は低く、減価償却費の増加に伴って、 $a_{HL}$  の値は増加傾向を示した。

単純に比較すると  $a_{MY}$  は  $a_{HL}$  と比べて小さい値を示した。しかし、遺伝標準偏差単位での群寿命に対する乳量の相対重要度の大きさ ( $a_{MY}/a_{HL}$ ) は、26 ヶ月齢換算乳量、群寿命および減価償却費が現状の値 (8,000 kg, 3 年および ¥211,614) の時、 $a_{MY}$  は  $a_{HL}$  と比較して 2.41 倍の大きさがあり (図 2), ALLAIRE (1992) が遺伝標準偏差単位で  $a_{MY}$  は  $a_{HL}$  の 3 ~ 4 倍の大きさを持つという報告と近似する。また図 2 から、群寿命が 3 年未満の場合を除いたどの状況でも  $a_{MY}$  は  $a_{HL}$  より大きな値を示した。このことは、我が国の乳価が未だ高い水準を保っていることが理由の 1 つに考えられる。このように現実的な遺伝改良速度も考慮に入れると、我が国では乳量は価値が未だ高い形質だと推察される。しかし、今回設定した各相対重要度が特徴的な変化を示したことは、各状況において最適な乳量および群寿命の重要度が存在することが推察された。

#### ・選抜指数式の重み付け係数

MY, MS, AG, UH, および US の各重み付け係数の変化を図 3 に示した。今回設定した選抜指数式において、 $b_{MS}$  の絶対値が最も大きな値を示し、 $b_{MY}$  が他の重み付け係数と比較して相対的に小さな値を示した。これらは利益関数の中の 26 ヶ月齢換算乳量、群寿命および減価償却費をそれぞれ変化させた場合で同様であった。このことから乳量と群寿命を改良目標とした場合、MS が重要な選抜形質であると推察された。

また、26 ヶ月齢換算乳量を変化させたとき、その変化に伴って選抜形質の重み付け係数も変化した。乳量

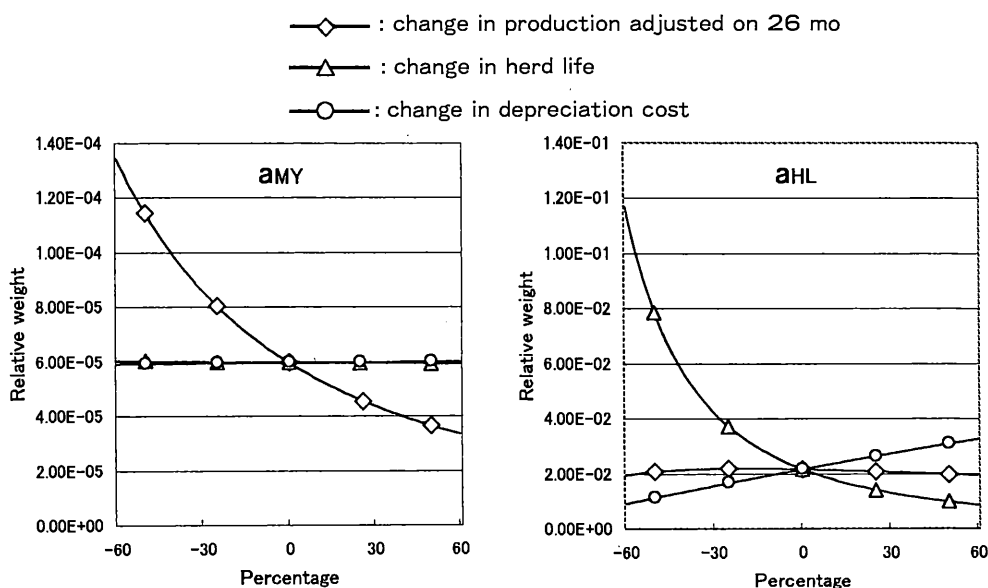


Fig. 1 Relative weights of milk yield and herd lifewith the change in each factors. (Zero percent was shown: 8,000kg for production adjusted on 26 mo, 3yr for herd life, and ¥84,818 for depreciation cost per year per cow, respectively.)

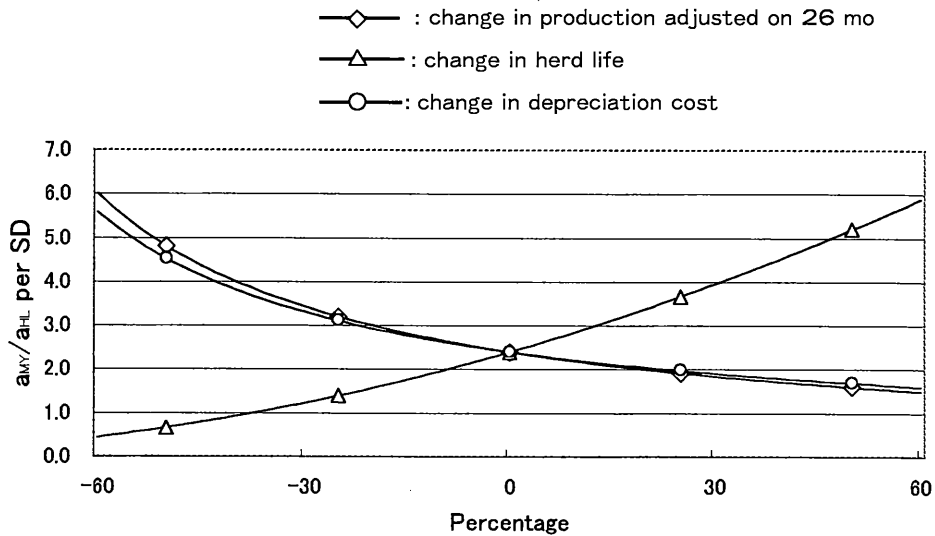


Fig. 2 Relative value of milk yield to herd life ( $a_{MY}/a_{HL}$ ) per SD. (Zero percent was shown: 8,000kg for production adjusted on 26 mo, 3yr for herd life, and ¥84,818 for depreciation cost per year per cow, respectively.)

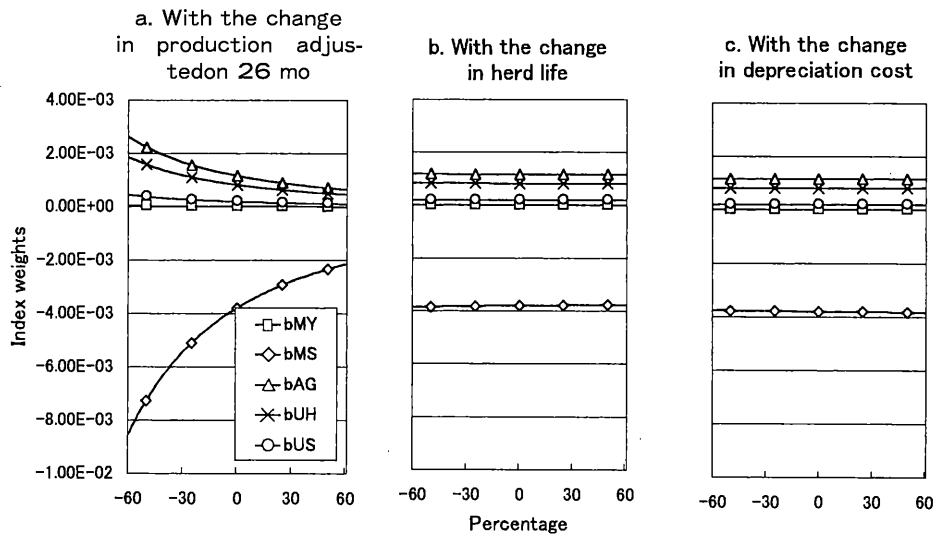


Fig. 3 Coefficients for each trait with the change in the factors. (Zero percent was shown: 8,000kg for production adjusted on 26 mo (a), 3yr for herd life (b), and ¥84,818 for depreciation cost per year per cow (c), respectively.)

が低い場合、 $b_{MS}$ 、 $b_{AG}$ 、 $b_{UH}$ 、および  $b_{US}$  は相対的に絶対値が大きな値を示したが、乳量が増加するに伴いそれらの絶対値は小さくなった。これらより 26ヶ月齢換算乳量の増加に伴って各体型形質の重要性が低くなると推察された。

他方、群寿命および減価償却費を変化させたときには、各重み付け係数はほぼ一定であった。しかし、重み付け係数が一定になった明確な理由は推察できず、今後の課題の1つとして更なる詳細な研究が必要である。

また、目標形質の群寿命の指標として在群期間 48, 60, および 72ヶ月の3つを用いたが、在群期間による重み付け係数の明確な差異は認められなかったので、今後は他の長命形質を群寿命の指標とした場合も検討

する必要がある。

本分析では群寿命の選抜形質として MS, AG, UH および US の4体型形質を用いたが、我が国の NTP 中の乳房成分には UH, US に加えて前乳房の付着 (FA)、乳房の幅 (UW)、乳房の深さ (UD) および乳頭の配置 (TP) が含まれている。しかし、長命形質との遺伝相関は TP では低い正の相関、UD に関しては低い負の相関が報告されている。確かに搾乳性などへの配慮からそれらを含めたのであろうが、今後より一層の長命連産を考慮するのであれば、長命性と相関の高い形質を総合指数に含め検討することが重要であると考えられる。

## 参 考 文 献

- ALLAIRE, F. R. and J. P. GIBSON (1992) Genetic value of herd life adjusted for milk yield. J. Dairy. Sci., **75**: 1349-1356.
- 扇勉・志賀永一・酪農総合研究所・乳牛供用年数検討委員会 (2001) 乳牛の供用年数を考える. 4-5. 酪農総合研究所. 札幌.
- 家畜改良センター (2001) 乳用種雄牛評価成績2001-II. 13-15. (社)家畜改良事業団. 東京.
- 河原孝吉 (1998) 乳牛の育種における体型審査形質および長命性の利用. 北畜会報, **40**: 1-8.
- 河原孝吉・鈴木三義・池内豊 (1995) ホルスタイン種牛集団における産乳と体型形質および長命性の遺伝的パラメータ. 日畜会報, **67**: 463-475.
- 河原孝吉・鈴木三義・池内豊 (1997) ホルスタイン種牛における機能的長命性と体型形質の関連. 北畜会報, **39**: 65-69.
- 農林水産省北海道統計情報事務所編 (1999) 農業経営統計調査 平成 10 年牛乳生産費(北海道). 4-7. 札幌農林統計協会. 札幌.
- (社)北海道酪農検定検査協会 (2000) 平成 12 年年間検定成績. 6-8. (社)北海道酪農検定検査協会. 札幌.
- 光本孝次 (1993) ホルスタインの改良目標. 畜産の研究. **47**: 1061-1064, 1175-1180.





## 原 著

## 強酸性電解水による乳頭清拭の効果

荒井 威吉・仙田 晶嗣・山上 貴礼・無量谷重希・中村 正・浦島 匡  
 帯広畜産大学, 帯広市 080-8555

# Efficacy of Acidic Electrolyzed Water for Premilking Teat Cleaning and Disinfection

Ikichi ARAI, Akitsugu SENDA, Kihiro YAMAGAMI, Aki MURYOYA,  
 Tadashi NAKAMURA and Tadasu URASHIMA

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

キーワード : 強酸性電解水, 乳頭清拭

Key words : Acidic electrolyzed water, Premilking teat cleaning and disinfection

## Abstract

The efficacy of the use of acidic electrolyzed water (AEW) for premilking teat cleaning and disinfection (TCD) was evaluated using a split-udder experimental design. The efficacy of AEW for TCD was compared with that of NaClO solution contained 200 ppm available chlorine (HClO). The viable cell counts levels of SPC, lactic acid bacteria, thermotrophic bacteria and anaerobe (group A) which contaminated on teat skin were over  $10^3$  cfu/cm<sup>2</sup>, whereas psychrotrophic bacteria and coliforms (group B) were less  $10^2$  cfu/cm<sup>2</sup>. After TCD with AEW and HClO, viable cell counts levels of the microorganisms of group A and group B were decreased to 2.8~7.6% and 10.0~14.5% respectively. On the other hand, the efficacy of AEW or HClO for TCD was almost constant throughout one year. The microorganisms of group A and coliforms decreased gradually from summer to winter, but only psychrotrophic bacteria increased gradually from summer to winter. It was concluded that the efficacy of AEW for TCD was almost equal to that of HClO, and thus AEW could be effectively used for TCD.

## 要 約

搾乳時における強酸性電解水による乳頭清拭の効果を検討した。同一泌乳牛の右前後乳頭を強酸性電解水で、左前後乳頭を NaClO 溶液で清拭し、乳頭清拭の前後に各々の乳頭表皮 5 cm<sup>2</sup> を拭き取り、一般細菌数、乳酸菌数、高温菌数、嫌気性菌数、低温菌数および大腸菌群数を測定し、両者の清拭効果を比較した。強酸性電解水は、NaClO 溶液と同等の乳頭清拭効果を示し、乳頭表皮の汚染菌数が  $10^3$  cfu/cm<sup>2</sup> 以上ある一般細菌、乳酸菌、高温菌および嫌気性菌の乳頭清拭後の残存率は 2.8~7.6%,  $10^2$  cfu/cm<sup>2</sup> 以下の低温菌数と大腸菌数の残存率は 10.0~14.5% であった。乳頭清拭の

効果は作業者に近い乳頭の方が高い傾向がみられた。各乳頭表皮の汚染細菌数は菌種毎に類似の水準を示し、低温菌は夏から冬に向かって漸増したが、その他の 5 菌種は夏から冬にかけて漸減する季節的変動を示した。強酸性水と NaClO 溶液による乳頭清拭の効果は季節的な影響を受けず、ほぼ一定であることが認められた。

## 緒 言

一般に搾乳前の乳頭清拭の殺菌剤として NaClO 溶液が用いられている。近年になって殺菌効果の高い各種の電解機能水が開発された(土井ら, 1998)。有隔膜強電解水生成装置で 1% 食塩水から陽極側に生成される pH 2.0 前後の強酸性電解水(以下強酸性水と記載する)は塩素殺菌を効率よく行う殺菌水であり(清水

と古沢, 1992), また強酸性水の物理化学的な性質は紫外吸収スペクトルの比較分析によると  $\text{HClO}/\text{ClO}^-$  溶液の pH を酸性側に調整したものと等しいことが明らかにされている (NAKAGAWARA *et al.*, 1998). 強酸性水の殺菌メカニズムは, 白血球のミクロペルオキシド・ハライド系で生成される  $\text{HClO}$ ,  $\cdot\text{OH}$ ,  $\cdot\text{O}_2^-$  ラジカルによる殺菌作用と同様の原理に基づくものと考えられる. また  $\text{HClO}$  は急性毒性と亜急性毒性についての問題はなく, 慢性毒性についても 500~2,000 ppm の高濃度の  $\text{NaClO}$  で発ガン性が認められないと報告されている (HASEGAWA *et al.*, 1986). 水道水で調製した有効塩素濃度 100 ppm の  $\text{NaClO}$  溶液と比べて, 同じ水道水で希釈した塩酸の無隔膜弱電解による pH 6.3, 有効塩素濃度 9 ppm の電解機能水では, 含まれているトリハロメタンが 1/2, クロロフォルムが 1/3 などと少ないこと (土井ら, 1998) から, 強電解水は毒性に関しても  $\text{HClO}$  と同等の安全性を有すると考えられる.

強酸性水はメチシリン耐性黄色ブドウ球菌などに対する強力な殺菌効果が認められていることから, その使用上の留意点などが検討されており (岩沢と中村, 2001), すでに歯科治療用器具や内視鏡の殺菌 (櫻井, 2000), 病院内での手指の消毒などの医療の現場に広く普及されている. 食品分野では HACCP 対応の手段として期待されるが,  $\text{HClO}$  は現在食品添加物の指定を受けていないため, 近い将来に指定を受けることによって普及するものと思われる. 農畜水産分野では, イネの種籾の消毒, カット野菜やレタスの殺菌効果 (KOSEKI *et al.*, 2001), 乳牛の子宮洗浄 (生田と中家, 1996), 乳頭のポストディッピングの効果 (渡辺ら, 1993), ミルキングパーラー殺菌への利用の可能性 (中村, 2000), 魚の殺菌や魚市場の消毒などの研究はあるがまだ少ない. 強酸性水は  $\text{HClO}$  と同様に有機物と接触すると殺菌効果が減退するので応用研究事例における評価は一定ではなく, またプレディッピングの効果やミルキングパーラーの殺菌その他の新しい分野における利用も期待されることから, 今後さらに研究する必要がある.

そこで本研究は, 搾乳時に泌乳牛の乳頭を強酸性水と  $\text{NaClO}$  溶液で清拭し, 清拭前後の乳頭表皮部の細菌数を検査して両者の乳頭清拭効果を比較するとともに, 強酸性水を乳頭清拭に使用することの可能性について検討した.

### 材料および方法

強酸性水は有隔膜強電解水生成装置 SUPER OX-SEED LABO FW-200 (アマノ株式会社製) を用いて製造した. 本装置で生成される強酸性水は 1% 食塩水の電気分解により, 陽極側に生成する  $\text{HClO}$ ,  $\text{ClO}^-$ ,  $\text{HCl}$  などを含む pH 2 前後の強酸性で有効塩素濃度が

20~30 ppm と低くても高い殺菌効果を示す殺菌水である.

供試動物は帯広畜産大学附属農場で飼養されている健康なホルスタイン種泌乳牛を用い, 2000 年 6 月から 12 月まで毎週 1 回づつ搾乳時にミルキングパーラーと繋ぎ牛舎から無作為に 1 頭づつを選抜し, 総計 27 頭, 108 乳頭を検査した. 乳頭を左右の試験区に分け (OLIVER *et al.*, 2001), 搾乳時に右前後乳頭は強酸性水, 左前後乳頭は有効塩素 200 ppm の  $\text{NaClO}$  溶液による清拭を行った. すなわち各々の試験液に浸したタオルを固く絞って乳頭部分のみを拭いた後, 乾いたタオルで水分を拭き取って乾燥させた. また本学附属農場ミルキングパーラーで行っている温湯噴射の方法では, ノズルから温湯を噴射しながら乳頭部分を洗浄した後, 乾いたタオルで水分を拭き取って乾燥させた.

細菌検査用サンプルは拭き取り法を用いて, 乳頭清拭の前後に各乳頭毎の乳頭先端部表皮 5  $\text{cm}^2$  を滅菌綿棒で拭き取り, 0.85% 生理食塩水 10 ml に混釈した. 細菌検査は次の 6 菌種について 10 倍段階希釈法による混釈培養を行った. 一般細菌 (SPC 培地), 乳酸菌 (BCP 加プレートカウント培地) および大腸菌群 (DESO 培地) は 32°C で 48 ± 3 時間培養した. 高温菌数 (SPC 培地) は KIKUCHI *et al.* (1996) の方法に従い薄く重層した後 45°C で 48 ± 3 時間培養した. 低温菌 (CVT 培地) は 7°C で 10 日間培養した. 嫌気性菌 (ABCM 培地) は重層した後 BBL Gas Pak Plus (BECTON 社製) を用い 32°C で 48 ± 3 時間培養した. 培養後, 各々形成されたコロニー数を測定した.

乳頭清拭による細菌の残存率は計算式 (乳頭清拭後の細菌数 ÷ 乳頭清拭前の細菌数) × 100 を用いて算出した.

### 結果および考察

乳頭清拭前の各乳頭毎の一般細菌, 乳酸菌, 高温菌, 嫌気性菌, 低温菌および大腸菌群の平均細菌数と標準偏差から, 乳頭表皮の汚染細菌数は各菌種毎にはほぼ類似した水準を示しているが, 各々の細菌数の変動は大きいことが認められた (表 1). 菌種毎の汚染細菌数における各乳頭間の相関係数では, 菌種によって乳頭間相互に有意な相関を示すものと, まったく相関を示さないものが認められた (表 2). したがって各乳頭の汚染細菌数の水準はほぼ類似しているが, 各乳頭毎の細菌汚染の程度は各々個別に生じているものと考えられた.

乳頭清拭前の汚染細菌数と  $\text{NaClO}$  溶液または強酸性水による乳頭清拭後に残存した細菌数についての全乳頭の平均値, 標準偏差および残存率を表 3 に示した. 清拭前の乳頭表皮の汚染細菌数および強酸性水または  $\text{NaClO}$  溶液を用いて乳頭清拭した後の残存細菌数は, 両者ともそれぞれ対応する菌種毎にはほぼ類似した水準

Table 1. The viable cell counts of microorganisms which contaminated on each teat skins before milking teat cleaning and disinfection.

| Teat       | Viable cell counts (log cfu /cm <sup>2</sup> ) |                   |                  |           |           |                  |
|------------|------------------------------------------------|-------------------|------------------|-----------|-----------|------------------|
|            | SPC <sup>1)</sup>                              | LAB <sup>2)</sup> | TB <sup>3)</sup> | Anaerobe  | Coliform  | PB <sup>4)</sup> |
| Left fore  | 4.74±0.54                                      | 4.39±0.53         | 3.77±0.44        | 4.23±0.59 | 1.90±0.41 | 1.70±0.70        |
| Left rear  | 4.82±0.48                                      | 4.55±0.51         | 3.97±0.47        | 4.46±0.54 | 2.13±0.43 | 1.87±0.68        |
| Right fore | 4.49±0.46                                      | 4.24±0.64         | 3.71±0.51        | 4.09±0.58 | 1.90±0.58 | 1.97±0.25        |
| Right rear | 4.85±0.58                                      | 4.47±0.49         | 3.94±0.59        | 4.44±0.57 | 2.19±0.63 | 1.82±0.68        |

1) SPC: Standard plate counts, 2) LAB: Lactic acid bacteria

3) TB: Thermotrophic bacteria, 4) PB: Psycrotrophic bacteria

Table 2. The correlation coefficients between the viable cell counts of microorganisms which contaminated on each teat skins and the teat position of quarters

| Species of organisms <sup>1)</sup> | SPC       |            |            | LAB       |            |            | TB        |            |            |
|------------------------------------|-----------|------------|------------|-----------|------------|------------|-----------|------------|------------|
|                                    | Left rear | Right fore | Right rear | Left rear | Right fore | Right rear | Left rear | Right fore | Right rear |
| Left fore                          | 0.622**   | 0.589**    | 0.494**    | 0.415*    | 0.616**    | 0.230      | 0.280     | 0.572**    | -0.079     |
| Left rear                          |           | 0.465*     | 0.446*     |           | 0.284      | 0.077      |           | 0.509**    | 0.630**    |
| Right fore                         |           |            | 0.407*     |           |            | 0.347      |           |            | 0.137      |

| Species of organisms | Anaerobe  |            |            | Coliform  |            |            | PB        |            |            |
|----------------------|-----------|------------|------------|-----------|------------|------------|-----------|------------|------------|
|                      | Left rear | Right fore | Right rear | Left rear | Right fore | Right rear | Left rear | Right fore | Right rear |
| Left fore            | 0.542**   | 0.692**    | 0.464*     | 0.117     | 0.540**    | -0.168     | 0.445*    | 0.332      | 0.473*     |
| Left rear            |           | 0.458*     | 0.637**    |           | 0.074      | 0.660**    |           | 0.240      | 0.233      |
| Right fore           |           |            | 0.350      |           |            | 0.070      |           |            | 0.016      |

1) The abridgments of each microorganisms are same in Table 1.

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

Table 3. The viable cell counts of microorganisms which contaminated on teat skins before and after premilking teat cleaning and disinfection (TCD) with acidic electrolyzed water or NaClO solution contained 200 ppm available chlorine, and the survivor rates of each microorganisms by teat cleaning and disinfection.

| Organism <sup>1)</sup> | Acidic electrolyzed water                        |                                                   |                                    | Sodium hypochloride                |                                     |                      |
|------------------------|--------------------------------------------------|---------------------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|----------------------|
|                        | Pre-TCD <sup>2)</sup><br>(cfu /cm <sup>2</sup> ) | Post-TCD <sup>3)</sup><br>(cfu /cm <sup>2</sup> ) | Survivor rate <sup>4)</sup><br>(%) | Pre-TCD<br>(cfu /cm <sup>2</sup> ) | Post-TCD<br>(cfu /cm <sup>2</sup> ) | Survivor rate<br>(%) |
| SPC                    | 4.7×10 <sup>4</sup>                              | 1.0×10 <sup>3</sup>                               | 5.1± 8.5                           | 6.0×10 <sup>4</sup>                | 7.6×10 <sup>2</sup>                 | 3.8±10.0             |
| LAB                    | 2.3×10 <sup>4</sup>                              | 5.8×10 <sup>2</sup>                               | 7.6±18.4                           | 3.0×10 <sup>4</sup>                | 3.7×10 <sup>2</sup>                 | 5.0±10.3             |
| TB                     | 6.6×10 <sup>3</sup>                              | 1.5×10 <sup>2</sup>                               | 6.5±13.3                           | 7.5×10 <sup>3</sup>                | 1.1×10 <sup>2</sup>                 | 3.7± 6.4             |
| Anaerobe               | 1.8×10 <sup>4</sup>                              | 3.7×10 <sup>2</sup>                               | 6.1±13.3                           | 2.2×10 <sup>4</sup>                | 2.4×10 <sup>2</sup>                 | 2.8± 5.0             |
| Coliform               | 1.1×10 <sup>2</sup>                              | 1.3×10 <sup>1</sup>                               | 12.2±20.4                          | 1.0×10 <sup>2</sup>                | 9.1×10 <sup>0</sup>                 | 14.7±23.5            |
| PB                     | 7.8×10 <sup>1</sup>                              | 1.2×10 <sup>1</sup>                               | 13.2±24.2                          | 6.2×10 <sup>1</sup>                | 1.4×10 <sup>1</sup>                 | 10.0±18.2            |

1) Abridgments of each microorganisms are same in Table 1.

2) Pre-TCD: The viable cell counts of microorganisms which contaminated on teat skins before premilking teat cleaning and disinfection

3) Post-TCD: The viable cell counts of microorganisms which contaminated on teat skins after premilking teat cleaning and disinfection

4) Survivor rate: The survivor rates =(Post-TCD/Pre-TCD)×100

を示した。汚染細菌数が 10<sup>3</sup>cfu/cm<sup>2</sup> 以上を示した一般細菌、乳酸菌、高温菌および嫌気性菌では、乳頭表皮に残存した細菌数が乳頭清拭によって両者ともそれぞれ 2.8～7.6%に減少した。しかし乳頭表皮の汚染細菌数が 10<sup>2</sup>cfu/cm<sup>2</sup> 以下と少なかった低温菌と大腸菌群では、清拭後の細菌数の残存率は両者ともそれぞれ 10.0～14.5%であった。これらの残存率の差異は乳頭清拭では除去できない細菌数の範囲があることを示唆するものと考えられた。有隔膜強電解水生成装置で陽

極側に生成した強酸性溶液は pH 2 前後で、20～30 ppm の低濃度の HClO, ClO<sup>-</sup>, HCl などを含み (NAKAGAWARA *et al.*, 1998), NaClO 溶液などの殺菌剤と同様に強い殺菌効果を示すことが明らかにされている (岩沢と中村, 2001) ので、理論的には両者の殺菌効果は同等であると推定される。この推定のとおりに本実験の結果は、両者がほぼ同等の乳頭清拭効果を示すことを実証した。弱酸性の電解機能水を乳頭洗浄に用いた場合は、洗浄後の生菌数の残存率が 2.2 % (0.1～12.0

Table 4. The survivor rates of each microorganisms contaminated on fore- and rear-teat skins by premilking teat cleaning and disinfection (TCD) with disinfectants

| Position of teat | Survivor rates <sup>1)</sup> (%) |          |          |          |           |           |
|------------------|----------------------------------|----------|----------|----------|-----------|-----------|
|                  | SPC <sup>2)</sup>                | LAB      | TB       | Anaerobe | Coliform  | PB        |
| Fore-teat        | 5.1± 8.0                         | 7.7±17.7 | 6.7±13.4 | 6.0±13.3 | 17.1±27.6 | 13.4±22.9 |
| Rear-teat        | 3.0±10.4                         | 4.9±11.7 | 3.5± 6.2 | 3.0± 5.2 | 9.8±13.6  | 8.4±13.7  |

1) Survivor rates: The survivor rate =(Post-TCD/Pre-TCD)×100

2) Abridgments of each microorganisms are same in Table 1.

%)となり、有効塩素濃度 120 ppm の NaClO 溶液による残存率 4.8% (1.3~6.9%) と有意差がないことが報告されている (中村, 2000)。強酸性水を搾乳後の乳頭ディッピングに用いた場合、従来から使用されているヨードホルム剤と同等の殺菌効果が認められている (渡辺ら, 1993)。またミルカーなどの搾乳機器を酪農用洗剤で洗浄した後に行う温湯洗浄のかわりに、弱酸性電解機能水を用いて洗浄すると殺菌効果が高いことも認められている (中村, 2000)。これらのことから強電解水は搾乳前の乳頭清拭またはプレディッピング、搾乳後のポストディッピング、ミルカーや搾乳機器類の殺菌作業などの一連の搾乳作業における衛生管理の有効な手段になると考えられる。

本学附属農場の平行式ミルキングパーラーにおける強酸性水と NaClO 溶液による乳頭清拭では、作業員から遠い位置にある前乳頭の細菌数の残存率と比べると、作業員に近い後乳頭の残存率は各菌種とも約 60%程度に低くなる傾向が認められた (表 4)。これらの結果から、作業員と乳頭位置との関係が乳頭清拭の効果に影響を及ぼすことが示唆された。また本学のミ

ルキングパーラーで用いられている温湯噴射による乳頭洗浄法においては、汚染菌数が  $10^3$  cfu/cm<sup>2</sup> 以上ある一般細菌などでは残存率が  $2.2 \pm 2.8\%$ 、汚染菌数が  $10^2$  cfu/cm<sup>2</sup> 以下の大腸菌群などは  $16.1 \pm 15.7\%$  であった。これらの結果から強酸性水または NaClO 溶液による乳頭清拭と温湯噴射による乳頭洗浄はほぼ同等の乳頭清拭効果を有しており、両法ともに有効な乳頭清拭の手段であることが確認された。

6 月から 12 月までの乳頭清拭前後の一般細菌数と低温細菌数の推移には特徴的な季節の変動が認められた (図 1)。乳頭清拭の前後ともに、一般細菌数と乳酸菌数、高温菌数、大腸菌群数および嫌気性菌数は夏に高く、冬に向かって減少する傾向が認められた。一方低温菌は夏に乳頭表皮で検出されないことがあり、菌数も低かったが、冬に向かって増加する傾向を示した。これらの結果から乳頭清拭の効果には季節的な変動が認められず、年間を通してほぼ一定の清拭効果が発揮されていることが示された。

## 文 献

- 土井豊彦・渡辺良三・鈴木 潔・加藤 良・外山一吉 (1998) 塩酸電解法を利用した電解機能水製造装置「ピュアスター」とそれで製造した機能水の、衛生管理への利用。ミルクサイエンス, 47: 23-28.
- HASEGAWA, R., M. TAKAHASHI, T. KOKUBO, F. FURUKAWA, K. TOYODA, H. SATO, Y. KUROKAWA and Y. HAYASHI (1986) Carcinogenicity study of sodium hypochlorite in F344 rats. Food Chem. Toxic., 24: 1295-1302.
- 生田健太郎・中家一郎 (1996) 分娩後早期における乳牛子宮内細菌と強酸性イオン水による子宮洗浄効果。日獣会誌, 49: 363-367.
- 岩沢篤郎・中村良子 (2001) 強酸性電解水使用の注意点。Pharm. Tech. Japan, 17: 103-109.
- KIKUCHI, M., Y. MATSUMOTO, X. M. SUN and S. TAKAO (1996) Incidence and significance of thermophilic bacteria in farm milk supplies and commercial pasteurized milk. Anim. Sci. Technol. (Jpn), 67: 265-272.
- KOSEKI, S., K. YOSHIDA, S. ISOBE and K. ITOH (2001) Decontamination of lettuce using acidic electrol-

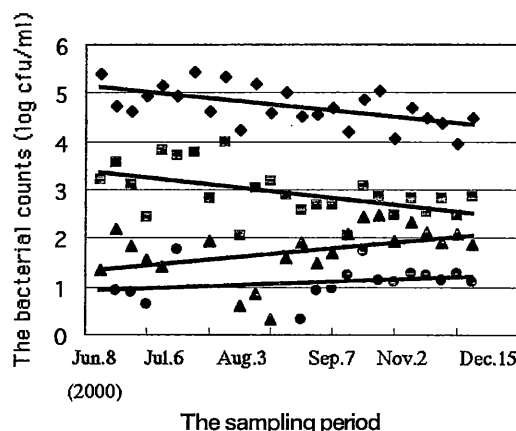


Fig. 1 The seasonal changes of the viable cell counts of SPC and psychrotrophic bacteria (PB) which contaminated on teat skins of quaters before premilking teat cleaning and disinfection (TCD) with disinfectants, and those after TCD from June to December.

Symbols are follows:

◆ SPC before TCD, ■ SPC after TCD, ▲ PB before TCD, ● PB after TCD

- alyzed water. *J. Food Protec.*, **64**: 652-658.
- NAKAGAWARA, S., T. GOTO, M. NAYA, Y. OZAWA, K. HOTTA and Y. ARATA (1998) Spectroscopic characterization and the pH dependence of bactericidal activity of aqueous chlorin. *Anal. Sci.*, **14**: 691-698.
- 中村正斗 (2000) 「電解機能水」のミルキングパーラー殺菌利用の可能性. *Dairy Japan* (July) 57-61.
- OLIVER, S. P., B. E. GILLESPIE, M. J. LEWIS, S. J. IVEY, R. A. ALMEIDA, D. A. LUTHER, D. L. JOHNSON, K. C. LAMAR, H. D. MOOREHEAD and H. H. DOWLEN (2001) Efficacy of a new premilking teat disinfectant containing a phenolic combination for the prevention of mastitis. *J. Dairy Sci.*, **84**: 1545-1549.
- 櫻井幸弘 (2000) 強酸性水による簡便な内視鏡の洗浄・消毒. *消化器内視鏡*, **12**: 541-547.
- 清水義信・古沢利武 (1992) 電解による酸化電位水の殺ウイルス, 殺細菌および殺真菌の作用. *歯科ジャーナル*, **36**: 1055-1060.
- 渡辺昭夫・一条俊浩・鈴木龍一・氏家賢一 (1993) 酸性水を併用したデッピンングによるウシ乳房炎の予防. *東北家畜臨床研誌*, **16**: 98-99.



## 乳牛の初産時月齢が乳量および繁殖成績に及ぼす影響

鈴木 貴博<sup>1)</sup>・坂口 実<sup>2)</sup>・高橋 芳幸<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>北海道大学大学院獣医学研究科, 札幌市 060-0818

<sup>2)</sup>北海道農業研究センター, 札幌市 062-0045

## Effects of Age at First Calving on First Lactation and Reproductive Performance in Dairy Cattle

Takahiro SUZUKI<sup>1)</sup>, Minoru SAKAGUCHI<sup>2)</sup>, Yoshiyuki TAKAHASHI<sup>1)</sup>

1) Graduate School of Veterinary Medicine, Hokkaido University, Sapporo-shi 060-0818

2) National Agricultural Research Center for Hokkaido Region, NARO, Sapporo-shi 062-0045

**キーワード** : 初産時月齢, 初産時乳量, 空胎期間, 人工授精回数

**Key words** : Age at first calving, First lactation, Days open, Number of service

### Abstract

The period from 1979 to 1997 was divided in 3 phases (early, middle and late phase) based on the history of genetic improvement. The effects of age and body weight at first calving, on first lactation and reproductive performance of cattle produced in each phase was evaluated.

The age at first calving did not differ between the 3 phases. However, body weight at first calving and milk yield increased with the passage of phase. In the early phase, milk yield increased as the age at first calving increased, while no correlation was found between the milk production and the age at first calving in the middle and late phases.

Days to first service, the number of services to conceive and the number of days open did not differ between middle and late phases. In the middle phase, the number of services needed to conceive increased as body weight at first calving increased. In the late phase, the number of services needed to conceive increased as age at first calving increased. The number of days open increased as the age, body weight at the first calving and milk yield increased in the late phase. Further, the number of services needed to conceive tended to increase as body weight at first calving and milk yield increased.

The present results suggest that early breeding may not be detrimental on the first lactation and may be associated with better reproductive performance and improve productivity of the dairy cows.

### 要 約

北海道農業研究センターで1979年から1997年までに生産されたホルスタイン種雌牛を繁殖管理方針に基づき, 改良前期, 中期および後期の3つの時期に分類し, 各時期の初産時月齢, 体重および乳量と初回分娩後の繁殖成績の関係を調べ, 初産時月齢が初産時の乳量および繁殖成績に及ぼす影響について検討した。

初産時月齢は3つの時期で差異はみられなかった

が, 初産時体重および乳量は年代が進むにつれて増加した。また, 改良前期では初産時月齢と初産時乳量の間に正の相関がみられたが, 改良中期および後期では相関はみられなかった。

初回 AI 時期, 受胎に要した AI 回数および空胎期間は改良中期と後期の間に差異はみられなかった。また, 改良中期では初産時体重と受胎に要した AI 回数の間にのみ正の相関がみられた ( $p < 0.05$ )。一方, 改良後期では初産時月齢と受胎に要した AI 回数だけでなく, 初産時月齢, 体重および乳量と空胎期間の間にも正の相関がみられた ( $p < 0.05$ )。また, 初産時体重お

よび乳量と受胎に要した AI 回数の間には相関のある傾向がみられた ( $p < 0.1$ )。

これらの結果から、現在の牛群では初産時月齢の若い牛でも乳量の低下はなく、繁殖成績が優れていることから、早期繁殖供用をはかり初回分娩時期を早めることによる生産性の向上が期待される。

## 緒 論

近年、ホルスタイン種雌牛における遺伝的改良および飼養管理技術の進歩により、全国平均の 305 日補正乳量は 1985 年の 7,000 kg から 2000 年の 8,800 kg へと飛躍的に向上し(家畜改良事業団, 1985, 2000), 1 乳期あたりの生産性が向上している。一方で、平均産次数は全国で 1985 年の 3.1 産から 2000 年の 2.7 産へ、北海道でも 3.2 産から 2.8 産へと低下しており、ホルスタイン種雌牛からの肉専用種の子牛生産等とも関連して、将来的にホルスタイン種の後継牛不足が危惧されている。また、平均産次数の低下は乳牛が一生の間に乳生産を行う回数の減少を意味しており、乳牛の生涯生産における育成コストおよび初産時の乳量の占める割合は相対的に高まっている。1989 年から 1999 年の間に、全国の初産から 4 産までの牛の割合は変化していないが、5 産以上の牛の割合は 17.4% から 15.3% へと低下していることから、平均産次数の低下は、産次の少ない時期での疾病や繁殖障害を理由とした淘汰による高産次牛の割合の減少が原因していると考えられる。また、繁殖成績については、1985 年から 2000 年までの間に受胎に要する人工授精回数が 1.9 回から 2.2 回、空胎期間が 134 日から 155 日、分娩間隔が 402 日から 430 日へと増加しており、平均産次数の低下に深く関与していると推察される。

遺伝的改良および飼養管理方法の進歩により育成牛の体格も向上しているが、1999 年の平均初産時月齢は 27 ヶ月であり、1985 年の 28 ヶ月と差異がない。従って、早期繁殖供用により初回分娩時期を早めれば育成期間が短縮し、育成期コスト削減により酪農経営を改善させる余地は十分にあるといえる。野中と猪野 (2000) は初産時月齢を 27 ヶ月から 21 ヶ月齢まで早めることにより育成費用を約 3 割削減できると試算している。一方で乳生産の観点から、FISHER *et al.* (1983) は初産時月齢の若い牛で乳量の低下がみられると報告していることから、初回分娩時期を早めることによる乳量の低下が懸念される。また、初産時月齢とその後の繁殖性の関係については、初産時月齢が 21 ヶ月と 25 ヶ月の牛を比較した結果、初回分娩後の繁殖成績に違いはないと報告されている (VAN AMBURGH *et al.*, 1998)。しかし、初産時月齢が 25 ヶ月齢以降の牛を含めた報告はない。乳牛は一般に初回分娩後も成長期にあることから、初回分娩時期を早めた場合、その後の繁殖成績が低下することも懸念される。そこで本研究では、1

実験牛群の初産時月齢、体格および乳量の推移を調べるとともに、初産時月齢および体格が初産時乳量とその後の繁殖成績に及ぼす影響について検討した。

## 材料および方法

1979 年から 1997 年までに独立行政法人農業技術研究機構北海道農業研究センター (北農研) で生産されたホルスタイン種雌牛 267 頭に関する分娩、体重、体高、乳量および人工授精 (AI) の記録を用いた。調査対象牛は育成期および初回分娩約 1 ヶ月前までは基本的に群飼とし、夏期 (5~11 月) は昼夜放牧、冬期 (12~4 月) は舎飼を行った。舎飼期間中は日本飼養標準・乳牛 (農林水産技術会議事務局, 1999) に従って、サイレージ、乾草および濃厚飼料を給与した。初回分娩後の搾乳期は基本的にフリーストール飼養とし、日本飼養標準に従ってサイレージおよび濃厚飼料を個別に給餌し、乾草は自由に採食させた。搾乳牛についても夏期昼間放牧を行ったが、乳量を目安に濃厚飼料の給餌量を調製した。

全対象牛について初産時月齢、体重および乳量と初回分娩後の繁殖成績 (初回 AI 時期、受胎に要した AI 回数および空胎期間) について調査した。初産時月齢は生年月日と初回分娩年月日から算出した。初産時体重は分娩後 2 週間以内の測定値を用いた。初産時乳量には 305 日補正乳量を用いた (WOOD, 1967)。初回 AI 時期は分娩後最初の AI 実施日とし、受胎に要した AI 回数は初回 AI から受胎するまでの AI の回数とした。空胎期間は初回分娩日から受胎が確認できた最終 AI 日までの日数とした。なお、1 回の発情時に 2 回以上の AI を行っている場合は AI 回数 1 回とし、最初の AI を行った日を AI 実施日とした。

データを解析するにあたって、北農研における繁殖管理方針の経緯に基づいて調査対象牛を 3 つの時期に分類した。すなわち、乳牛の頭数維持を主な目的として繁殖管理を行っていた 1979 年から 1986 年 (改良前期) に生産された牛 (83 頭)、乳量および乳成分の向上を目的として改良を始めた 1987 年から 1991 年 (改良中期) に生産された牛 (83 頭)、および改良中期に生産された牛の産子が主体となった 1992 年から 1997 年 (改良後期) に生産された牛 (101 頭) に区分した。

最初に各期における平均初産時月齢、平均体重および平均乳量を比較した。次に、初産時月齢および体重が初産時乳量に及ぼす影響を明らかにするために、初産時月齢および体重と初産時乳量との相関を調べた。最後に、初産時月齢、体重および乳量が初回分娩後の繁殖成績に及ぼす影響を明らかにするために、改良中期および後期における初産時月齢、体重および乳量と初回分娩後の初回 AI 時期、AI 回数および空胎期間との相関を調べた。なお、改良前期については初回分娩後の AI 記録が得られなかったため、繁殖成績の解析



から除外した。

統計処理には、統計ソフト JMP (SAS INSTITUTE INC.)を用いた。初産時月齢、初産時乳量、初回 AI 時期および受胎に要した AI 回数については、一変量の分布の分析を行い、その結果、外れ値と判定された牛は解析から除外した。また、初産時月齢、体重、乳量および繁殖成績は一元配置分散分析を行った後、Fisher の最小有意差法を用いて平均値を比較した。初産時月齢、体重と乳量、初産時月齢、体重および乳量と初回分娩後の初回 AI 時期および空胎期間の関係は、Pearson の相関係数の検定により検討した。また、受胎に要した AI 回数はノンパラメトリックなデータとみなし、初産時月齢、体重および乳量と受胎に要した AI 回数の関係は Spearman の順位相関検定を用いて検討した。

## 結 果

初産時月齢が 30 ヶ月以上、あるいは初産時乳量が 3,000 kg 以下の牛は外れ値と判定されたため、改良前期の 16 頭 (平均 30.2 ヶ月齢, 3,755 kg), 改良中期の 16 頭 (平均 29.3 ヶ月齢, 4,152 kg) および改良後期の 22 頭 (平均 28.2 ヶ月齢, 4,756 kg) のデータは解析に用いなかった。なお、初産時月齢、体重および乳量には一部欠測値があった。Table 1 に示したように、初産時体重および乳量は改良が進むにつれて有意に増加したが ( $p < 0.05$ ), 初産時月齢に差異はみられなかった。

Fig. 1 に示したように、改良前期の初産時月齢と乳量との間には有意な相関がみられたが ( $p < 0.05$ ), 改良中期および後期では相関がみられなかった。また、いずれの時期においても初産時体重と乳量の間には相関がみられなくなった。

分娩後初回 AI 時期が 150 日以上、あるいは AI 回数

Table 1 The average of age and body weight at first calving, first lactation and reproductive performance in 3 phases (early, middle and late phases)

|                          | Phase (Year)                                  |      |                                              |      |                                               |      |
|--------------------------|-----------------------------------------------|------|----------------------------------------------|------|-----------------------------------------------|------|
|                          | Early ('79~'86)                               |      | Middle ('87~'91)                             |      | Late ('92~'97)                                |      |
| Age at first calving, mo | 26.3 $\pm$ 1.3<br>[23.2 ~ 29.3]               | (67) | 26.0 $\pm$ 1.4<br>[23.2 ~ 29.3]              | (67) | 25.9 $\pm$ 1.3<br>[23.2 ~ 29.0]               | (78) |
| Calving body weight, kg  | 480 $\pm$ 54 <sup>a</sup><br>[421 ~ 553]      | (7)  | 514 $\pm$ 42 <sup>b</sup><br>[438 ~ 636]     | (66) | 561 $\pm$ 39 <sup>c</sup><br>[461 ~ 638]      | (77) |
| Milk yield, kg           | 5700 $\pm$ 1077 <sup>a</sup><br>[3347 ~ 7879] | (67) | 6198 $\pm$ 860 <sup>b</sup><br>[4459 ~ 8432] | (67) | 7102 $\pm$ 1087 <sup>c</sup><br>[4321 ~ 9983] | (76) |
| Days to first service    | ND                                            |      | 77.5 $\pm$ 28.0<br>[31 ~ 128]                | (40) | 76.3 $\pm$ 22.9<br>[42 ~ 141]                 | (64) |
| Number of services       | ND                                            |      | 1.4 $\pm$ 0.6<br>[1 ~ 3]                     | (39) | 1.5 $\pm$ 0.7<br>[1 ~ 3]                      | (61) |
| Days open                | ND                                            |      | 97.8 $\pm$ 41.4<br>[31 ~ 202]                | (39) | 95.7 $\pm$ 35.6<br>[42 ~ 216]                 | (61) |

ND: No data, ( ): number of cows examined, [ ] : range

a, b, c: Values (means and SD) in the same row with different superscripts differ significantly ( $p < 0.05$ ).

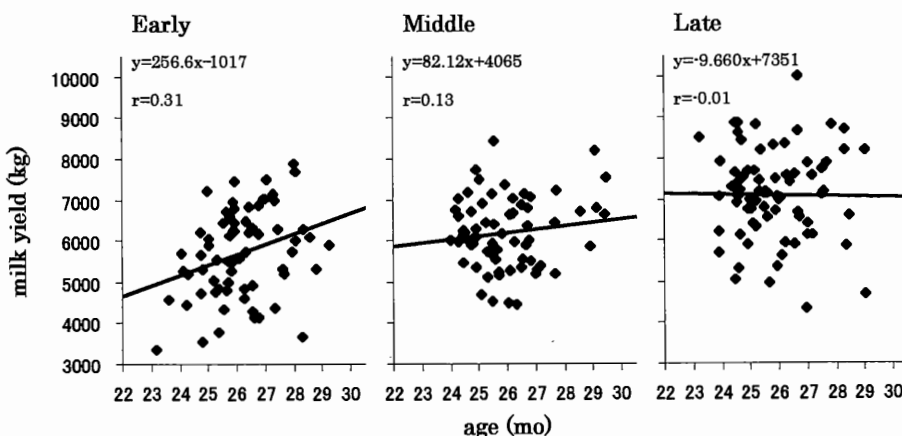


Figure 1 The relationship between age at first calving and milk yield in first lactation in 3 phases (early, middle and late phases)

4 回以上の牛は外れ値と判定されたため、改良中期の 18 頭（平均 210 日、1.9 回）、改良後期の 12 頭（平均 97 日、4.2 回）のデータは解析に用いなかった。なお、初回分娩後初回 AI 時期、受胎に要した AI 回数および空胎期間にも一部欠測値があった。

初産時月齢、体重および乳量と初回 AI 時期に改良中期、後期ともに相関はみられなかった。また、初産時月齢、体重および乳量と受胎に要した AI 回数の関係は、改良中期では初産時体重と AI 回数、改良後期では初産時月齢と AI 回数に相関がみられ（いずれも  $p < 0.05$ , Fig. 2）、改良後期において初産時体重および乳

量と AI 回数に相関のある傾向が示された（ともに  $p < 0.1$ , Fig. 3）。さらに、初産時月齢、体重および乳量と空胎期間に改良中期では相関がみられなかったが、改良後期では初産時月齢、体重および乳量と空胎期間との間に相関がみられた（ $p < 0.05$ , Fig. 4 および Fig. 5）。

## 考 察

年代の経過とともに初産時体重および乳量は増加し、改良中期以降は初産時月齢の若い牛でも乳量の低下がみられなくなった。初産時月齢と初産時乳量の関

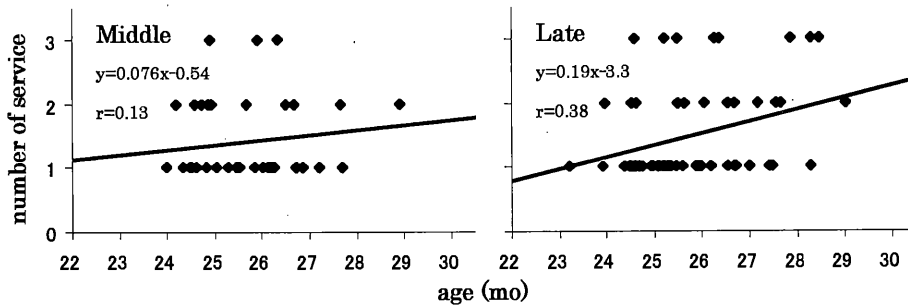


Figure 2 The relationship between age at first calving and number of services to conceive after first calving in middle and late phases

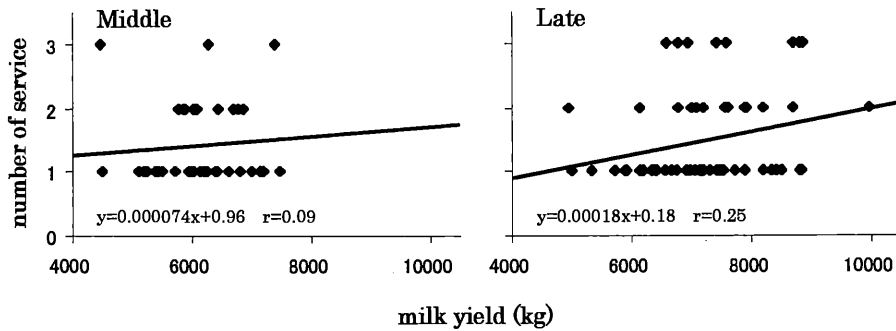


Figure 3 The relationship between milk yield in first lactation and number of services to conceive after first calving in middle and late phases

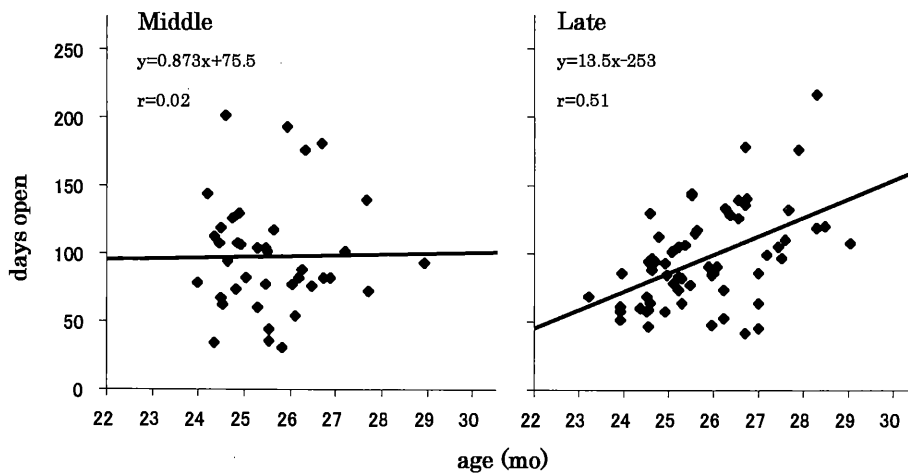


Figure 4 The relationship between age at first calving and number of days open after first calving in middle and late phases

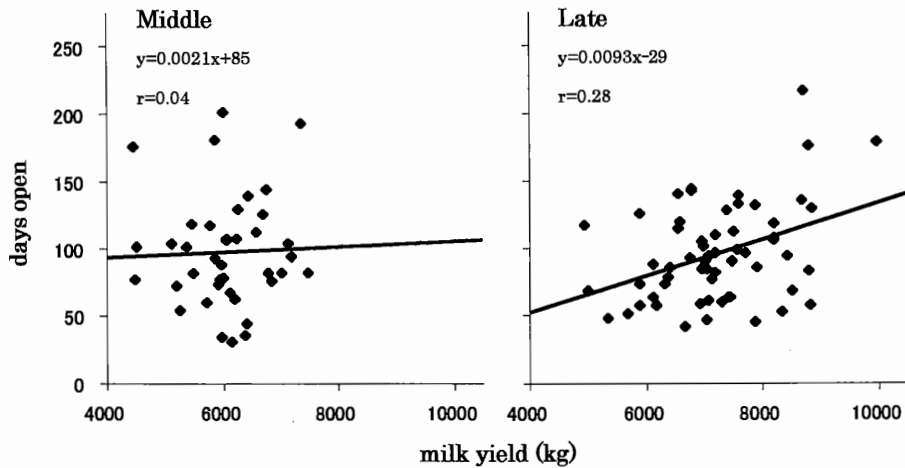


Figure 5 The relationship between milk yield in first lactation and number of days open after first calving in middle and late phases

係については、初産時月齢 24 ヲ月と 36 ヲ月の牛の初産時乳量には差異がないとする報告 (SWANSON *et al.*, 1967) や、初産時月齢 24 ヲ月と 27 ヲ月の牛で初産時乳量には差がないとする報告 (WICKERSHAM and SHULTZ, 1963) がある。本研究の改良前期 (1979 から 1986 年) の成績は、初産時月齢と初産時乳量の間に正の相関がみられるという報告 (FISHER *et al.*, 1983) と一致した。また、北海道で飼育された初産牛の初産時月齢と初産時乳量に関する報告 (北海道酪農検定検査協会, 1989~1998) では、改良中期以降に相当する年代 (1989 年~1998 年) の初産時乳量は初産時月齢 (24~30 ヲ月齢) の影響を受けないとしており、本研究の結果と一致した。

本研究では、いずれの時期においても初産時体重と初産時乳量の間に相関はみられなかった。しかし、FISHER *et al.* (1983) は平均初産時体重および乳量がそれぞれ 520 kg および 5,600 kg の初産牛を対象に解析した結果、初産時体重と初産時乳量の間に正の相関がみられたと報告している。また、SEJRSEN *et al.* (2000) は同じ飼養管理のもとで高い発育能力を示す牛は泌乳能力も高いと報告している。FISHER *et al.* (1983) の用いた牛群の体重は改良中期、乳量は改良前期の平均値と同程度であったことから、本研究に用いた牛群の泌乳能力より低かったため、本研究と異なった結果が得られた可能性がある。

改良後期における受胎に要した AI 回数は、初産時月齢の若い牛の方が有意に少なく、初産時体重の軽い牛および乳量の少ない牛でも AI 回数に減少傾向がみられた。また、空胎期間は初産時月齢の若い牛、体重の軽い牛および乳量の少ない牛で短縮する傾向がみられた。受胎に要する AI 回数および空胎期間の増加は、分娩後の乳量増加と可消化エネルギーの摂取量低下によるエネルギーバランスの低下に起因するといわれている (BUTLER and SMITH, 1989)。本研究の初産時乳

量の高い牛でみられた繁殖成績の低下傾向は、この泌乳量増加時のエネルギーバランスの低下に原因すると考えられる。また、北海道酪農検定検査協会が行った調査では、今回の調査における改良中期にあたる 1989 年から 1991 年までは平均初産時乳量が 6,700 kg 前後で、乳量が増加しても空胎期間の延長はみられていない。しかし、今回の調査の改良後期にあたる 1992 年以降は平均初産時乳量が 6,900 kg を超え、乳量の増加に伴い空胎期間が延長する傾向があり、本研究の結果と一致した。一方、初産時月齢および体重と受胎に要する AI 回数および空胎期間について調査した報告はないが、栄養状態を示す指標の 1 つであるボディコンディションスコア (BCS) と繁殖性の関係については報告がみられる。PRYCE *et al.* (2001) によると、1 日平均乳量が約 30 kg、平均 BCS が 2.6 の牛群で BCS と繁殖成績の関係を検討した結果、BCS と繁殖成績の間に相関はないと報告している。しかし、ROCHE *et al.* (2000) は分娩時の BCS が高く (3.8 以上)、過肥状態にある牛では分娩後の繁殖成績が低下すると報告している。このことから、体格の大きくなった改良後期では、月齢が進み体重の重い牛において過肥がみられ、その結果、繁殖成績が低下した可能性もある。

以上の結果から、現在の牛群では初産時月齢が 24 ヲ月の牛でも泌乳能力に問題がなく、むしろ繁殖成績が優れていることから、早期繁殖供用をはかり初回分娩時期を早めることによる生産性の向上が期待できると考えられた。

## 文 献

- BUTLER, W. R. and R. D. SITH (1989) Interrelationships between energy balance and postpartum reproductive function in dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, **72**: 767-783.

- FISHER, L. J., J. W. HALL and S. E. JONES (1983) Weight and age at calving and weight change related to first lactation milk yield. *J. Dairy. Sci.*, **66**: 2167-2172.
- 北海道酪農検定検査協会 (1989~1998) 個体の 305 日間成績.
- 家畜改良事業団 (1985~2000) 乳用牛群能力検定成績のまとめ.
- 野中敏道・猪野敬一郎 (2000) 高蛋白質給与による乳牛子牛の早期育成. 栄養生理研究会報, **44**: 113-124.
- 農林水産省農林水産技術会議事務局 (1999) 日本飼養標準・乳牛.
- PRYCE, J. E., M. P. COFFEY and G. SIMM (2001) The relationship between body condition score and reproductive performance. *J. Dairy. Sci.*, **84**: 1508-1515.
- ROCHE, J. F., D. MACKEY and M. D. DISKIN (2000) Reproductive management of postpartum cows. *Anim. Reprod. Sci.*, **60-61**: 703-712.
- SAS INSTITUTE INC. (2001) JMP 統計およびグラフ機能ガイドブック.
- SEJRSEN, K., S. PURUP, M. VESTERGAARD and J. FOLDAGER (2000) High body weight gain and reduced bovine mammary growth: physiological basis and implications for milk yield potential. *Domest. Anim. Endocrinol.*, **19**: 93-104.
- SWANSON, E. W., B. J. BEARDEN, E. W. CULVAHOUSE and J. T. MILES (1967) Restricting growth of cattle without depressing lactation. *J. Dairy. Sci.*, **50**: 863-869.
- VAN AMBURGH, E. M., D. M. GALTON, D. E. BAUMAN, R. W. EVERETT, D. G. FOX, L. E. CHASE and H. N. ERB (1998) Effects of three prepubertal body growth rates on performance of holstein heifers during first lactation. *J. Dairy. Sci.*, **81**: 527-538.
- WICKERSHAM, E. W. and L. H. SCHULTZ (1963) Influence of age at first breeding on growth, reproduction, and production of well-fed Holstein heifers. *J. Dairy. Sci.*, **46**: 544-549.
- WOOD, P. D. P. (1967) Algebraic model of the lactation curve in cattle. *Nature*, **216**: 164-165.

原 著

成熟培養液へのリノール酸アルブミン添加が  
ウシ卵子の耐凍性に及ぼす影響

張山 綾子<sup>1)</sup>・堂地 修<sup>1)</sup>・高橋 芳幸<sup>2)</sup>・家田 祥子<sup>1)</sup>・小山 久一<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>酪農学園大学酪農学部, 江別市 069-8501

<sup>2)</sup>北海道大学大学院獣医学研究科, 札幌 060-0818

Effect of linoleic acid-albumin in the IVM medium  
on the viability of bovine oocyte after freezing

Ayako HARIYAMA<sup>1)</sup>, Osamu DOCHI<sup>1)</sup>, Yoshiyuki TAKAHASHI<sup>2)</sup>, Shoko IEDA<sup>1)</sup>, Hisaichi KOYAMA<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>Department of Dairy Science, Animal Reproduction, Rakuno Gakuen University,  
Ebetsu, Hokkaido 069-8501, Japan

<sup>2)</sup>Laboratory of Theriogenology, Department of Veterinary Clinical Sciences, Graduate School of Veterinary  
Medicine, Hokkaido University, Sapporo 060-0818, Japan

キーワード : リノール酸アルブミン, 成熟卵子, 凍結・融解

Key words : linoleic acid-albumin, matured oocyte, frozen-thawed

Abstract

The objective of the present study was to investigate the effects of supplementation for in-vitro maturation (IVM) medium with linoleic acid-albumin (LAA) on the viability of post-cryopreservation matured oocytes. Cumulus oocyte complexes (COCs) were aspirated from bovine ovaries collected at a slaughterhouse and were matured in vitro in TCM199 with 1 $\mu$ g/ml E<sub>2</sub>, 0.02 mg/ml of FSH, 0.1% PVA and 0, 0.15, or 0.3 % of LAA in an atmosphere of 5% CO<sub>2</sub> in air at 38.5 C for 20 h. After that, in experiment 1, the COCs were inseminated with frozen-thawed semen (5 $\times$ 10<sup>6</sup> sperm/mL). The presumptive zygotes were cultured in CR1aa + 5% CS for 9 days at 38.5 C in an atmosphere of 5% CO<sub>2</sub>, 5% O<sub>2</sub>, 90% N<sub>2</sub> in air. There were no differences among any of the groups in the percentages of cleaved zygotes at Day 2 and blastocysts at Day 7 to 9. In experiment 2, matured oocytes after stripping free from the cumulus cells were frozen in straws with D-PBS containing 20% CS, 1.5 M ethylene glycol and 0.1 M sucrose. The frozen-thawed oocytes were inseminated similarly to experiment 1. The presumptive zygotes were cultured in CR1aa + 5% CS for 9 days at 38.5 C in an atmosphere of 5% CO<sub>2</sub>, 5% O<sub>2</sub>, 90% N<sub>2</sub> in air. There were no differences in the percentages of cleaved zygotes and blastocysts between the LAA-supplemented and non-supplemented IVM media. These results suggest that the addition of LAA to the medium for IVM of bovine oocytes has no effect on in-vitro fertilized embryos' ability to develop to the blastocyst stage. Furthermore, supplementation of LAA into IVM medium for bovine oocytes had no effect on fertilizability of frozen-thawed matured oocytes or on their ability to develop to the blastocysts.

要 旨

ウシ体外受精における成熟培養液へのリノール酸アルブミン (LAA) 添加が卵子の耐凍性に及ぼす影響に

ついて検討した。実験には、食肉処理場由来の卵巣より採取した卵子を用いた。実験1では、LAA添加成熟培養液を用いて成熟した卵子を体外受精し、LAAが胚発育に及ぼす影響を調べた。卵子は、0, 0.15あるいは0.3%のLAAを添加した成熟培養液(0.1%PVA添加へpes緩衝 TCM-199)で20時間培養したのち、

18時間媒精を行った。実験2ではLAA添加成熟培養液で培養した卵丘卵子複合体をボルテックス処理し卵丘細胞を除去したのち、1.5 Mエチレングリコールおよび0.1 Mショ糖を含む凍結媒液で凍結し、融解後に体外受精を行った。実験1および2ともに媒精後の卵子は、5%牛血清 (CS) 添加 CR1 aa を用い9日間培養した。卵割率を2日目に、胚盤胞発生率を7~9日目に調べた。なお、対照区には5%CS添加TCM-199で成熟培養した卵丘卵子複合体を用いた。成熟培養液へのLAA添加の有無による差は卵割率(62.5~67.3%)にも胚盤胞発生率(32.0~36.5%)にも見られなかった。また、卵子を凍結・融解後に体外受精した結果、成熟培養液へのLAA添加の有無による凍結・融解後の正常卵率(57.9~61.3%)、卵割率(10.1~14.0%)および胚盤胞発生率(0~1.9%)に差はなかった。以上の結果より、今回の実験条件下では0.15あるいは0.3%のLAAを成熟培養液へ添加しても、凍結・融解後の卵子の発生率および耐凍性は向上しないと考えられた。

## 緒 言

近年、ウシ胚の超低温保存技術は飛躍的に進歩し、凍害保護物質の希釈・除去を必要としない直接移植法(MASSIP *et al.*, 1984; VOELKEL and HU, 1992A; DOCHI *et al.*, 1995)やガラス化法(MASSIP *et al.*, 1987)などの簡易な技術が報告されてきた。しかし、胚に比べて受精前の卵子および初期胚の耐凍性は低く(POLLARD and LEIBO, 1994; 富永と浜田, 2001)、卵子や初期胚に適した凍結条件や耐凍性向上について検討する必要がある。

哺乳動物の卵子の超低温保存に関する研究は、当初凍結による保存法が研究されてきた。WHITTINGHAM (1997)はマウスの凍結・融解未受精卵子を体外受精し産子の得られたことを報告した。ウシでも未成熟・成熟卵子の凍結について多くの研究(OTOI *et al.*, 1992, 1995A; SUZUKI and NISHIKATA, 1992; XU and BETTERIDGE, 1992)がなされ、体外受精後に胚盤胞や産子が得られている(Fuku *et al.*, 1992; OTOI *et al.*, 1992, 1995A, B)。しかし、これまでの研究においてウシの体外成熟卵子および未成熟卵子の凍結・融解後の生存率や発生率は低く、未成熟・成熟卵子の凍結保存技術の確立には至っていない。一方、ウシ卵子の保存法としては、最近ではガラス化法が主として用いられている(PAPIS *et al.*, 1999; VAJTA *et al.*, 1997)。ガラス化法の特徴は、卵子の細胞内外での水晶形成がなく(RALL and FAHY, 1985)、細胞内脂肪の影響を受けにくいため、凍結保存に比べて生存率が高いと考えられている(DOBINSKY, 1996; LEIBO and LOSKUTOFF, 1993)。しかし、ガラス化法に用いる凍害保護物質の濃度が高いため、卵子または胚に対する化学毒

性(TAHA and SCHELLANDER, 1992)と高浸透圧による物理障害(浜野と濱脇, 2001)の発生が懸念される。凍結保存では用いる凍害保護物質がガラス化に用いるそれよりも低濃度であり、卵子や胚に対する化学毒性が低く浸透圧障害も軽減され则认为られる。そのため、卵子の超低温保存法の一つとして凍結による保存法についても検討の必要性がある。

ウシ体外受精由来胚の耐凍性は発生培養液の組成によって影響を受けることが報告されている(SHAM-SUDDIN *et al.*, 1994; VOELKEL *et al.*, 1992)。TOMINAGA *et al.* (2000)および今井ら(1995)はリノール酸アルブミン(LAA)を発生培養液に添加すると、16細胞期胚や胚盤胞の凍結・融解後の生存性が向上することを報告した。本研究では、成熟培養液へのLAA添加が卵子の発生能および耐凍性を改善する効果があるかどうかを明らかにするため、LAA添加成熟培養液で培養した卵子を凍結・融解後に体外受精し、その後の卵割率および胚盤胞発生率について検討した。

## 材料および方法

### 1. 卵子の採取

食肉処理場より採取したウシ卵巢を0.1 mg/ml 硫酸カナマイシン(明治製菓)を添加した滅菌生理食塩水に入れ、20~24℃に保温して実験室に持ち帰った。卵巢は同生理食塩水で数回洗浄したのち、滅菌紙で表面の水分を除去した。未成熟卵子は、18 Gの注射針を装着した5 ml シリンジに3%ウシ血清(CS)を添加した修正ダルベッコリン酸緩衝液(D-PBS)を1~2 ml 入れ、直径2~5 mmの卵胞より吸引採取した。成熟培養には、卵丘細胞が透明帯の周りに緊密に3層以上附着している卵子を用いた。

### 2. 体外成熟培養

成熟培養液には0.02 mg/ml 卵胞刺激ホルモン(FSH, アントリン, デンカ製薬)、1  $\mu$ g/ml エストラジオール(E<sub>2</sub>, E-8875, SIGMA)および0.1%ポリビニルアルコール(PVA, P-8136, SIGMA)を添加したTCM-199(GIBCO, 12340-303)を用いた。卵丘卵子複合体はD-PBSで5回、TCM-199で2回洗浄し、さらに各々の成熟培養液で1回洗浄した。LAAを0、0.15あるいは0.3%添加した成熟培養液を用いて、直径60 mmのシャーレ(Falcon, 1007)に100  $\mu$ lのドロップを作製し、流動パラフィン(ナカライテクス)で覆った。1ドロップ当たり20~25個の卵子を導入し、38.5℃、5%CO<sub>2</sub>、95%空気の湿度飽和気相条件で20時間培養した。

### 3. 体外受精

体外受精には1頭のホルスタイン種雄牛の凍結精液

を用いた。融解した精液は TAKAHASHI *et al.* (1996) の方法に準じてパーコール密度勾配法により洗浄した。すなわち、凍結精液は 37℃ の温水に 30 秒間浸漬して融解し、15 ml 容量のプラスチック遠沈管に 90% パーコール溶液 2 ml, 45% パーコール溶液 2 ml, 精液の順で重層し、700×g で 20 分間遠心分離を行ったのち、上清を吸引・除去した。ついで、BRACKETT and OLIPHANT (1975) の方法に準じて BO 液を作製し、遠心分離後の精子塊に 10 mM ヒポタウリン (相互薬工) 添加 BO 液を 6 ml 加えて、再び 500×g で 5 分間遠心分離を行い上清を除去した。洗浄精子は、10 mM ヒポタウリン添加 BO 液で  $1 \times 10^7$ /ml の濃度に調整したのちさらに等量の 0.02 g/ml ウシ血清アルブミン (BSA, Sigma, A-4378) 添加 BO 液を加えて最終濃度を  $5 \times 10^6$ /ml に調整した。この精子浮遊液を用いて直径 60 mm のシャーレ (Falcon, 1007) に 100  $\mu$ l のドロップを作製し、流動パラフィン (ナカライテクス) で覆い媒精培地とした。成熟培養後の卵子および卵丘卵子複合体は 0.01 g/ml BSA を添加した BO 液で 3 回洗浄したのち、100  $\mu$ l の媒精培地に 20~25 個ずつ導入し、38.5℃, 5%CO<sub>2</sub>, 95% 空気湿度飽和気相条件で 18 時間培養した。

#### 4. 発生培養

発生培養液は 5%CS 添加 CR1 aa (ROSENKRANS *et al.*, 1993) を用いた。媒精を終了した卵子および卵丘卵子複合体は、5%CS 添加 CR1 aa の入った 15 ml 遠沈管に移し、ボルテックス処理し卵丘卵子複合体の卵丘細胞および凍結・融解卵子に付着した精子を完全に除去した。卵丘細胞および精子を除去した卵子は発生培養液で 3 回洗浄したのち、直径 60 mm のシャーレ (Falcon, 1007) に、流動パラフィン (ナカライテクス) で覆った 50  $\mu$ l の発生培養液のドロップを作製し、20~25 個ずつ導入して培養した。培養は、38.5℃, 5%CO<sub>2</sub>, 5%O<sub>2</sub>, 90%N<sub>2</sub> の湿度飽和気相条件で 9 日間 (媒精日を 0 日) 行い、2 日目に卵割率、7~9 日目にそれぞれ胚盤胞の発生率を調べた。

#### 実験 1

成熟培養液への LAA 添加が体外受精後の胚発育に及ぼす影響について調べた。成熟培養および体外受精を行った卵子および卵丘卵子複合体は、ボルテックス処理で卵丘細胞を除去したのち 9 日間培養した。なお、実験は 7 回繰り返して行った。

#### 実験 2

成熟培養液への LAA 添加が卵子の耐凍性に及ぼす影響について調べた。成熟培養した試験区の卵子は卵丘細胞を除去したのち、家田ら (2000) の方法に準じて凍結した。すなわち、20%CS 添加 D-PBS を基本液

とし、1.5 M エチレングリコール (EG) と 0.1 M ショ糖 (Suc) を加えて凍結媒液を作製した。成熟培養を終了した卵子は 5%CS 添加 D-PBS の入った 15 ml 遠沈管に移し、ボルテックス処理で卵丘細胞を完全に除去した。その後、5%CS 添加 D-PBS で 2 回洗浄し、凍結媒液に移したのち、0.25 ml のプラスチックストロー (ストロー) に吸引し、室温下 (25℃) で 15~20 分間平衡した。ついで、ストローは、-7℃ に設定したプログラムフリーザーのメチルアルコール槽に直接移し約 5 分後に植水を行った。さらに同温度で 10 分間保持した後、-30℃ まで 0.3℃/分 の速度で冷却しストローを液体窒素に投入して凍結した。融解は、液体窒素から凍結卵子の入ったストローを取り出し、空気中に 6 秒間保持したのち 30℃ の水に移して行った。融解後の卵子は 5%CS 添加 D-PBS で 2~3 回洗浄し、卵細胞質が均一で形態的に正常なもののみを選別して正常卵子率を調査し、体外受精に供試した。また、本研究では予備実験 (未発表データ) において卵丘を完全に除去した状態の卵子を用いた体外受精成績が卵丘卵子複合体の場合と比べて差がなかったことから、対照区に 5%CS 添加 TCM-199 で成熟培養した卵丘卵子複合体を用いた。体外受精を終了した卵子および卵丘卵子複合体はボルテックスで 60 秒間攪拌し精子を除去した後、発生培養液で作製したドロップに導入して 9 日間培養した。なお、実験は 2 回繰り返して行った。

#### 5. 統計処理

体外受精後の卵割率および胚盤胞発生率の検定は  $\chi^2$  検定およびフィッシャーの直接確率法を用いて行った。

### 結 果

成熟培養液への LAA 添加がウシ体外受精卵の卵割率および胚盤胞発生率に及ぼす影響について Table 1 に示した。LAA 濃度の違いによる卵割率および胚盤胞発生率に有意な差は認められなかった。

成熟培養液への LAA 添加が凍結・融解後のウシ成熟卵子の体外受精後の発生に及ぼす影響について Table 2 に示した。凍結・融解後の正常卵子率に LAA 濃度の違いによる差は認められなかった。凍結・融解卵子の体外受精後の卵割率および胚盤胞発生率は、対照区に比べて有意に低かった ( $P < 0.01$ )。また、LAA 濃度の違いによる卵割率および胚盤胞発生率に差はなかった。LAA 濃度 0 および 0.15% の区では胚盤胞への発育は認められなかったが、0.3% の区で低率ではあったが胚盤胞 (4/215) が得られた。

### 考 察

本研究では成熟培養液への LAA 添加がウシ体外受精卵の卵割率および胚盤胞発生率に及ぼす影響は認め

Table 1 Effect of linoleic acid-alubmin (LAA) in the IVM medium on the development capacity of bovine oocytes after fertilization and culture in vitro.

| Concentration of LAA (%) | No. of oocytes (No. of replicates) | No. of cleaved oocytes (%) | No. of Blastocysts* (%) |
|--------------------------|------------------------------------|----------------------------|-------------------------|
| 0.0                      | 291(7)                             | 182(62.5)                  | 93(32.0)                |
| 0.15                     | 275(7)                             | 181(65.8)                  | 96(34.9)                |
| 0.3                      | 260(7)                             | 175(67.3)                  | 95(36.5)                |

\*Blastocysts were obtained after culture of inseminated oocytes for 7 to 9 days in CR1aa medium supplemented with 5% calf serum.

Table 2 Effect of addition of linoleic acid-alubmin (LAA) to the IVM medium on the freezing ability of bovine IVM oocytes

| Freezing | Concentration of LAA (%) | No. of oocytes (No. of replicates) | No. of normal oocytes (%) | No. of cleavage oocytes (%) | No. of Blastocysts* (%) |
|----------|--------------------------|------------------------------------|---------------------------|-----------------------------|-------------------------|
| —        | 0                        | 127(2)                             | —                         | 87(68.5) <sup>a</sup>       | 33(26.0) <sup>a</sup>   |
| +        | 0                        | 325(2)                             | 188(57.9)                 | 19( 5.8) <sup>b</sup>       | 0( 0.0) <sup>b</sup>    |
| +        | 0.15                     | 342(2)                             | 207(60.5)                 | 24( 7.0) <sup>b</sup>       | 0( 0.0) <sup>b</sup>    |
| +        | 0.3                      | 351(2)                             | 215(61.3)                 | 30( 8.5) <sup>b</sup>       | 4( 1.1) <sup>b</sup>    |

\*Blastocysts were obtained after culture of inseminated oocytes for 7 to 9 days in CR1aa medium supplemented with 5% calf serum.

<sup>a,b</sup>: Values with different superscripts in each column are significantly different,  $P < 0.05$ .

Oocytes frozen in 1.5M ethylene glycol and 0.1M sucrose were diluted in D-PBS supplemented with 20% calf serum.

られず、今井ら (1995) の報告を支持する結果が得られた。

LAA を添加した培養液で成熟培養したのち凍結した卵子の体外受精後の卵割率および胚盤胞発生率は新鮮卵子に比べて低く、LAA の添加効果は認められなかった。この結果から成熟培養液への LAA 添加は、成熟卵子の耐凍性向上に効果のないことが明らかとなった。

TOMINAGA *et al.* (2000) は体外受精終了後のウシ受精卵を LAA 添加培地で 4 日間培養して得られた 16 細胞期胚の凍結・融解後の胚盤胞への発育率は、LAA 無添加培地で培養した胚よりも高いことを報告している。また、HOCHI *et al.* (1999) は 0.03~0.1% の LAA を添加した修正合成卵管液を用いて作出したウシ体外受精由来桑実胚の凍結・融解後の生存性が高いことを報告している。さらに、今井ら (1995) は発生培養液に LAA を添加すると胚盤胞の耐凍性が向上することを報告した。ウシ胚の耐凍性向上における LAA 添加効果として、細胞内の不飽和脂肪酸を増加させるとともに、コレステロール比を低下させることによる細胞膜の流動性増加が挙げられる。細胞膜の流動性が増すことによって耐凍剤の侵入を促進し、その結果、耐凍性向上に貢献していると考えられる (保地, 1999)。しかし、本研究では成熟培養液への LAA 添加を試みたが、成熟卵子の耐凍性は向上しなかった。また、凍結・融解後の正常卵子率に LAA 濃度の違いによる差は認められなかった。さらに、凍結・融解後の体外受精には正常卵子のみを用いたが、LAA 添加によ

る卵割率および胚盤胞発生率の有意な改善は認められなかった。胚の初期発生段階で LAA を添加する実験として、保地 (1999) は LAA 存在下で成熟・体外受精した前核期卵子の凍結・融解後の卵割率および胚盤胞発生率は LAA 無添加の場合よりも有意に高いことを報告している。これは、LAA 添加により前核期卵子の耐凍性が向上したことを示している。本研究では、LAA 添加成熟培養液で培養した卵子を凍結・融解し体外受精しても、卵割率や胚盤胞発生率の向上は認められなかったことから、卵子と前核期卵および胚では LAA の代謝が異なるため成熟培養液に LAA を添加しても卵子の耐凍性向上効果が得られないと推察された。

CARROLL *et al.* (1990) は、凍結・融解後のマウス卵子の透明帯に穴を開けることにより体外受精における受精率が改善することを報告している。CARROLL *et al.* (1990) は凍結・融解マウス卵子の受精率低下の原因として、凍結による透明帯の硬化を挙げている。本研究でも卵子の凍結・融解により透明帯が硬化し、受精障害が生じた可能性が考えられる。しかし、本研究では受精率を調査していないため、今後、凍結・融解卵子の受精率調査をする必要があると考えられた。

以上の結果より、LAA 添加成熟培養液で培養したウシ卵子を凍結・融解して体外受精に用いた場合、卵割率および胚盤胞発生率は低く、成熟培養液に LAA を添加しても卵子の耐凍性改善の効果はないと考えられた。



## 謝 辞

本研究を遂行するにあたり、ウシ卵巣の提供に多大な便宜を与えていただきました北海道畜産公社日胆事業所および北海道早来食肉衛生検査所、ならびに北海道畜産公社北見事業所および北海道東藻琴食肉衛生検査所の方々に心より感謝申し上げます。

なお、本研究は2000年度酪農学園大学・酪農学園大学短期大学部共同研究の助成（採択No.1）を受けて行ったものである。

## 文 献

- BRACKETT, B. G. and OLIPHANT, G. (1975) Capacitation of rabbit spermatozoa *in vitro*. *Biol. Reprod.*, **12**: 260-274.
- CARROLL, J., DEPYPERE, H. and MATTHEWS, D. C. (1990) Freeze-thaw-induced changes of the zona pellucida explains decreased rates of fertilization in frozen-thawed mouse oocytes. *J. Reprod. Fertil.*, **90**: 547-553.
- DOBROSKY, J. R. (1996) Cellular approach cryopreservation of embryos. *Theriogenology*, **45**: 17-26.
- DOCHI, O., IMAI, K. and TAKAKURA, H. (1995) Birth of calves after direct transfer of thawed bovine embryos stored frozen in ethylene glycol. *Anim. Reprod. Sci.*, **38**: 179-185.
- FUKU, E., KOJIMA, T., SHIOYA, Y., MARCUS, G. J. and DOWNEY, B. R. (1992) In vitro fertilization and development of frozen-thawed bovine oocytes. *Cryobiology*, **29**: 485-492.
- 浜野晴三・濱脇 淳 (2001) 牛胚の保存と利用について. *日本胚移植学会誌*, **23**: 27-31.
- 保地眞一 (1999) リノール酸アルブミンによる体外受精由来ウシ胚の耐凍性増強効果. *日本胚移植学会誌*, **21**: 101-105.
- HOCHI, S., KIMURA, K. and HANADA, A. (1999) Effect of linoleic acid-albumin in the culture medium on freezing sensitivity of in vitro produced bovine morulae. *Theriogenology*, **52**: 497-504.
- 家田祥子・堂地 修・藤澤泰之・張山綾子・小山久一 (2000) 発生培養中の酸素濃度およびリノール酸アルブミンがウシ体外受精由来胚の凍結・融解後の生存性に及ぼす影響. *J. Rakuno Gakuen University*, **25**: 59-64.
- 今井 敬・富沢宗高・的場理子・小林修司・後藤裕司・奥地弘明・堂地 修・下平乙夫 (1995) ウシ体外受精胚の発生および耐凍性に及ぼす各種添加物質の影響. *哺乳動物卵生学会誌*, **12**: S 3.
- LEIBO, S. P. and LOSKUTOFF, N. M. (1993) Cryobiology of in vitro-derived bovine embryos. *Theriogenology*, **39**: 81-94.
- MASSIP, A. and VAN DER ZWALMEN, P. (1984) Direct transfer of frozen cow embryos in glycerol-sucrose. *Vet. Rec.* **115**: 327-328.
- MASSIP, A., VAN DER ZWALMEN, P. and ECTORS, F. (1987) Recent progress in cryopreservation of cattle embryos. *Theriogenology*, **27**: 69-79.
- OTOI, T., TACHIKAWA, S., KONDO, S. and SUZUKI, T. (1992) Developmental capacity of bovine oocytes cryopreserved after maturation in vitro and of frozen-thawed bovine embryos derived from frozen mature oocytes. *Theriogenology*, **38**: 711-719.
- OTOI, T., YAMAMOTO, K., KOYAMA, N., TACHIKAWA, S. and SUZUKI, T. (1995A) The development of immature bovine oocytes cryopreserved by 1, 2-propanediol. *J. Reprod. Dev.*, **41**: 361-366.
- OTOI, T., YAMAMOTO, K. and SUZUKI, T. (1995B) In vitro fertilization and development of immature and mature bovine oocytes cryopreserved by ethylene glycol with sucrose. *Cryobiology*, **32**: 455-460.
- PAPIS, K., SHIMIZU, M. and IZAIKE, Y. (1999) The effect of gentle pre-equilibration on survival and development rates of bovine in vitro matured oocytes vitrified in droplets. *Theriogenology*, **51**: 173.
- POLLARD, J. W. and LEIBO, S. P. (1994) Chilling sensitivity of mammalian embryos. *Theriogenology*, **41**: 101-106.
- ROSENKRANS, C. F. Jr., ZENG, G. Q., MCNAMARA, G. T., SCHOFF, P. K. and FIEST, N. L. (1993) Development of bovine embryos in vitro as affected by energy substrates. *Biol. Reprod.*, **49**: 459-462.
- RALL, W. F. and FAHY, G. M. (1985) Ice-free cryopreservation of mouse embryos at -196 degrees C by vitrification. *Nature*, **313**: 573-575.
- SHAMSUDDIN, M., LARSSON, B., GUSTAFSSON, H. and RODRIGUES-MARTINEZ, H. (1994) A serum-free, cell-free culture system for development of bovine one-cell embryos up to blastocyst stage with improved viability. *Theriogenology*, **41**: 1033-1043.
- SUZUKI, T. and NISHIKATA, Y. (1992) Fertilization and cleavage of frozen thawed bovine oocytes by one step dilution method in vitro. *Theriogenology*, **37**: 306.
- TAHA, T. A. and SCHELLANSER, K. (1992) Developmental capacity of immature and in vitro matur-

- ed bovine oocytes after exposure to vitrification solutions. *Theriogenology*, **37**: 307.
- TAKAHASHI, Y., HISHINUMA, M., MATSUI, M., TANAKA, H. and KANAGAWA, H. (1996) Development of in vitro matured/fertilized bovine embryos in a chemically defined medium: influence of oxygen concentration in the gas atmosphere. *J. Vet. Med. Sci.*, **58**: 897-902.
- TOMINAGA, K., HAMADA, Y., YABUUE, T. and ARIYOSHI, T. (2000) Effect of linoleic acid-albumin on post-thaw survival of in vitro-produced bovine embryos at the 16-cell stage. *J. Vet. Med. Sci.*, **62**(4): 465-467.
- 富永敬一郎・浜田由佳子 (2001) ウシ体外受精由来胚の緩慢凍結およびガラス化保存. *日本胚移植学会誌*, **23**: 19-26.
- VAJTA, G., BOOTH, P. J., HOLM, P., GREVE, T. and CALLESEN, H. (1997) Successful vitrification of early stage bovine in vitro produced embryos with the open pulled straw (OPS) method. *Cryo-Letters.*, **18**: 191-195.
- VOELKEL, S. A. and HU, Y. X. (1992A) Direct transfer of frozen-thawed bovine embryos. *Theriogenology* **37**: 23-37.
- VOELKEL, S. A., HU, Y. X., MOOR, K. and BONDIOLO, K. R. (1992B) Freeze survival of bovine embryos produced by in vitro maturation, fertilization and culture of oocytes. *Theriogenology*, **37**: 317, abstr.
- WITTINGHAM, D. G. (1977) Fertilization in vitro and development to term of unfertilized mouse oocytes previously stored at  $-196^{\circ}\text{C}$ . *J. Reprod. Fert.*, **49**: 89-94.
- XU, K. P. and BETTERIDGE, K. J. (1992) Cryopreservation of bovine oocytes using propylene glycol: preliminary results. *Theriogenology*, **37**: 324.

研究ノート

# マイペース型酪農の草地実態調査 (予報)

佐々木章晴

北海道中標津農業高等学校, 中標津町 088-2682

## A preliminary survey of grasland in My-Pace Dairy farming

SASAKI Akiharu

Hokkaido Nakasibetu Agricultural High School,  
Nakasibetu 088-2682

キーワード: 自然と人間, マイペース酪農, 土壤腐植

Key words: Nature and human, My-pace Dairy farming, Humus

### 要 約

根釧地方において, 自然環境と人間活動, 特に酪農との折り合いを求めるために, 低投入持続型酪農の一形態であるマイペース酪農の先駆, 三友農場に着目した。

三友農場の草地は, 放牧専用地, 兼用地共に, 33 年間草地更新をしていない。また, 化学肥料の投入量が少ない。しかしながら, TY が多く出現し, TY の牧草汁糖度も高く, TY の活性が高いことが推定された。これらのことから, 三友農場の草地は, 極端に生産性が低い草地では無いと考えられる。

三友農場の草地生産性は, 完熟堆肥の連用と, それに伴う土壤腐植含量の増加によるものと推定される。また, 化学肥料の投入量が少ないためか, 陸水環境への影響も小さいことが示唆された。

### 緒 言

根釧原野は, 日本でも有数の酪農地帯である。一方, 日本でも貴重な北方圏の自然・野生生物が残存している。戦後急速に開拓が進んだため, 自然と人間が未だせめぎ合っている日本でも数少ない土地でもある。

これからの根釧地域の発展を考える上で求められることは, 産業と野生生物・原生自然との折り合いを求め, 野生生物・原生自然は克服すべき対象ではなく貴重な資源という認識を持つことである。そのためには, 根釧原野の気候風土, 資源を科学的に解明し, それらの情報に基づいて, 風土に根ざし, 野生生物・原生自

然を保全し, 活用しつつ, 産業の持続的な発展という試みが, 必要とされている (津野, 1991)。

現在, 根釧原野には, 340 種以上の鳥類が確認され (高田, 2000), 300 種以上の草花が確認されている (フィールドガイド根室制作委員会, 1976)。これらの野生生物は, 北海道の中でもっとも北海道らしい根釧原野の景観を創り出す担い手である。しかしながら, 酪農の振興と草地開発により, 森林や原野の縮小が進行しており, これら野生生物の減少が懸念される。さらに, 家畜糞尿, 特にスラリーの散布と窒素肥料の多投入により, 河川, 湿原, 河畔林や河口沿岸域 (野付湾) の汚染が懸念され, それに伴う生態系や漁業, 観光への影響も懸念される。

このように, 酪農を行うこと自体, 自然環境への負荷を高めると考えられる。しかしながら, 根釧地方の主要産業である酪農を放棄することはできない。

酪農と自然環境・野生生物との折り合いをつけるための一つの道筋として, 低投入持続型酪農を考えてみる価値がある。しかしながら, 低投入持続型酪農の草地生産性や自然環境への影響を検討した報告はほとんど見あたらない。

そこで低投入持続型酪農を実践している農場であるマイペース酪農の先駆, 三友農場に着目した。三友農場の草地は 20 年以上草地更新が行われず, かつ化学肥料の施用量が少ないにも関わらず, 白クローバーがよく出現し, 比較的良好な植生であると以前から指摘されている (荒木, 1992)。このことは陸水環境への窒素流出が少ないことが考えられる。また, 三友農場内には草地の 2 割近く森林が存在し, 鳥相が比較的多様である (三友, 2000)。このように三友農場には, 根釧原

野が現在直面している諸問題を解決する鍵があるのではないかと考えられた。

そこで、三友農場の草地を予備的に調査し、いくつかの知見が得られたので、ここに報告する。

調査方法

調査農場は、中標津町俵橋地区の三友農場(北緯 43° 34.106′ 東経 145°05.035′)である。調査項目としては、草地管理状況、草地植生、および草地土壌を調査した。

草地管理状況としては、経営面積、家畜飼養頭数、施肥の状況、草地利用状況、飼養条件、生産乳量を調査した。

草地植生の調査は、放牧期間中夜間のみ毎日放牧されている夜間放牧専用地（以下放牧専用地）と兼用地それぞれ 1 牧区ずつ行い、放牧専用地を 2001 年 5 月 26 日及び 7 月 8 日に、兼用地は 2001 年 5 月 26 日及び 7 月 22 日にそれぞれ調査した。1 牧区あたり、50×50 cm<sup>2</sup> のコドラードを 15 カ所設置し出現草種、出現頻度、冠部被度、草丈（高野他，1989）の他、地表面から 5 cm までの TY 葉鞘部を採取し、ブリックス計により牧草体汁糖度を測定した（安部，2000）。

草地土壌の調査は、分類土壌毎に放牧専用地、兼用地ともに 1 牧区あたり 15 カ所を 2001 年 5 月 26 日に行った。A 層及び B 層の厚さを検土丈で、コーンペネトロメータにより地下 30 cm までの平均土壌硬度を計測した（農文協，1995）。地表から 0～10 cm 前後（以下 A 層）、60 cm 前後（以下 B 層）、90 cm 前後（以下 C 層）の土壌を採取し、放牧専用地、兼用地ごとに混合して 85℃ 24 時間乾燥した。乾燥した土壌試料をガラス電極 pH メータで 1 N-KCl pH を計測した。また、灼熱損量（腐植含量）を計測した（鳥居，1962）。さらに NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N、NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、K<sub>2</sub>O、CaO、MgO の各含量を富士平工業製の 3 号型簡易土壌検定器で測定した（富士平工業，1982）。

また、5 月 26 日に三友農場放牧地にみられた排水溝内の水を採取し、さらに 2001 年 6 月中旬に当幌川源流から 1.5 km、4.0 km、7.0 km、12.0 km の 4 地点での水を採取し電気伝導度（EC）と NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N を測定した（小倉，1992）。

結 果

1. 三友農場の経営概要および草地管理概要

表 1 に三友農場の経営概要を示した。草地面積は放牧専用地 25 ha、兼用地 23 ha、採草地 5 ha の合計 53 ha である。大部分は草地造成後 33 年を経過している（三友，2000）。

家畜頭数は経産牛 40 頭、育成牛 20 頭である。年間乳生産量は 220 t であり、一頭あたりの年間平均乳量は 5500 kg/頭/年である（三友，2000）。

表 1 三友農場経営概要

|               |             |
|---------------|-------------|
| 草地面積（採草地）     | 5 ha        |
| （放牧専用地）       | 25ha        |
| （兼用地）         | 25ha        |
| ※33年間草地更新なし   |             |
| 家畜頭数（経産牛）     | 40頭         |
| （育成牛）         | 20頭         |
| 年間生産乳量        | 220t        |
| 1 頭当平均乳量      | 5500kg/頭/年  |
| 配合飼料給与量（1 日当） | 夏 1～2 kg/頭  |
|               | 冬 2～4 kg/頭  |
| ビートパルプ給与量     | 最大 4 kg/頭/日 |

表 2 三友農場草地管理概要

|         | 放牧専用地                          | 兼用地                            |
|---------|--------------------------------|--------------------------------|
| 化成肥料投入量 | 草地化成122<br>ようりん<br>各20kg/10a/年 | 草地化成122<br>ようりん<br>各20kg/10a/年 |
| 完熟堆肥投入量 | —                              | 3 t/10 a / 2 年                 |
| 曝気尿投入量  | —                              | 3 t/10 a / 2 年                 |
| 利用方法    | 5 月中～11月中<br>放牧利用              | 7 月下 1 番乾草<br>8 月中<br>～11月中 放牧 |

配合飼料給与量は、1 日 1 頭当たり放牧期間で 1～2 kg/頭であり、冬季で 2～4 kg/頭である。また、ビートパルプの給与量は最大で 4 kg/頭/日である（三友，2000）。

表 2 に草地管理の概要を示した。化学肥料の施用量は草地化成 122 とヨウリンをそれぞれ 20 kg/10 a/年、5 月上旬に施用している。堆肥は 2 年間腐熟させた後、隔年で 3 t/10 a/年散布され、曝気尿は隔年で 3 t/10 a/年散布されている（三友，2000）。化学肥料由来の 3 要素施用量はそれぞれ、N:P:K=2：8：4 kg/10 a であった。

草地の利用方法は、放牧専用地は 5 月中旬から 11 月中旬まで放牧利用を、兼用地は 7 月下旬から 8 月上旬にかけて 1 番乾草を収穫後、8 月中旬から 11 月中旬まで放牧利用を行っている（三友，2000）。

なお、放牧専用地、兼用地ともに 1 牧区面積は平均 5 ha であり、5 月中旬から 8 月中旬にかけての待牧日数は 2 日、8 月中旬から 11 月中旬までの待牧日数は 1 日となっている（三友，2000）。また、放牧専用地の内牛舎に最も近い 1 牧区を夜間専用放牧地とし、放牧期間中は毎日夜間に放牧している。

2. 三友農場の草地植生

図 1-1、1-2 に、三友農場の草地植生の状態を写真で示した。7 月 8 日の調査では、放牧専用地には白クローバ（以下 WC）が多く観察され（図 1-1）、7 月 22 日の 1 番草収穫直前の兼用地では、チモシー（以下 TY）が一面に見られた（図 1-2）。



図 1-1 三友農場 放牧  
専用地植生（2001/7/8）

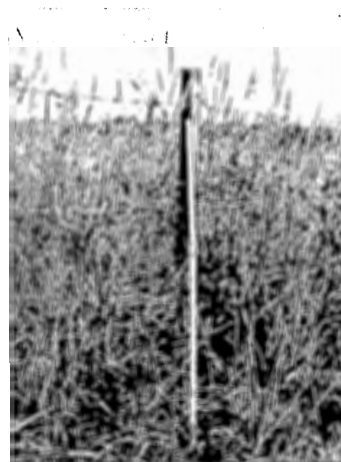


図 1-2 三友農場  
兼用地植生（2001/7/22）

表 3 に、三友農場草地の出現草種及び出現頻度(%)を示した。

放牧専用地、兼用地ともに、TY、オーチャードグラス(以下 OG)、メドウフェスク(以下 MF)、ケンタキープルーグラス(以下 KBG)、シバムギ、セイヨウタンポポが見られた。また、放牧専用地にはエゾキンポウゲが、兼用地ではオオバコが、それぞれ見られた。

出現頻度では、放牧専用地、兼用地ともに TY、KBG、セイヨウタンポポが高い値を示した。また、OG、MF は放牧専用地の方が高い値を示した。WC は、放牧専用地、兼用地ともに 60～70%とやや高い値を示し、オオバコは兼用地のみ見られた。

表 4 に、三友農場草地の草丈を示した。イネ科草の

草丈は、放牧専用地は 5 月 26 日で平均 8.4 cm、7 月 8 日に平均 15.8 cm となり、兼用地では 5 月 26 日で平均 18.8 cm、7 月 22 日に平均 84.4 cm となった。

表 5 に、三友農場草地の冠部被度を示した。放牧専用地は 5 月 26 日および 7 月 8 日の平均値であり、兼用地は 5 月 26 日および 7 月 22 日の平均値を示し、単位は%である。

放牧専用地ではイネ科草 72.6%、マメ科草 12.6%、雑草 8.5%、裸地 6.3%となり、兼用地ではイネ科草 74.8%、マメ科草 9.8%、雑草 7.1%、裸地 8.3%となった。

表 6 に、三友農場草地の TY の牧草汁糖度を示した。放牧専用地では 5 月 26 日と 7 月 8 日の平均で 6.4 度、兼用地では 5 月 26 日と 7 月 22 日の平均で 14.7 度となった。

表 3 三友農場草地 出現草種及び  
出現頻度 (%)

| 草 種         | 放牧専用地* | 兼用地** |
|-------------|--------|-------|
| チモシー        | 91.7   | 100.0 |
| オーチャードグラス   | 53.3   | 20.0  |
| メドウフェスク     | 83.3   | 53.3  |
| ケンタキープルーグラス | 96.7   | 96.7  |
| リードカナリーグラス  | —      | 13.3  |
| 白クローバ       | 70.0   | 60.0  |
| シバムギ        | 13.3   | 13.3  |
| セイヨウタンポポ    | 78.3   | 84.0  |
| オオバコ        | —      | 40.0  |
| エゾキンポウゲ     | 7.0    | —     |

\* 5/26 7/8 平均 \*\* 5/26 7/22 平均

表 4 三友農場草地 草丈 (cm)

|                 | イネ科草       | マメ科草      | 雑草        |
|-----------------|------------|-----------|-----------|
| 放牧専用地<br>(5/26) | 8.4±3.5*   | 4.1±1.9*  | 6.9±2.2*  |
| 放牧専用地<br>(7/8)  | 15.8±9.8*  | 8.7±6.6*  | 10.1±5.7* |
| 兼用地<br>(5/26)   | 18.8±7.4*  | 7.9±2.5*  | 11.4±5.4* |
| 兼用地<br>(7/22)   | 84.4±16.8* | 25.5±4.7* | 19.9±4.0* |

\* 平均±標準偏差

表 5 三友農場草地 冠部被度 (%)

|      | 放牧専用地*       | 兼用地**        |
|------|--------------|--------------|
| イネ科草 | 72.6±17.0*** | 74.8±10.8*** |
| マメ科草 | 12.6±16.5*** | 9.8±11.6***  |
| 雑 草  | 8.5±7.2***   | 7.1±5.8***   |
| 裸 地  | 6.3±4.7***   | 8.3±4.3***   |

\* 5/26 7/8 平均 \*\* 5/26 7/22 平均

\*\*\*平均±標準偏差

表 6 三友農場草地 牧草汁糖度 (TY) (%)

|       | 放牧専用地    | 兼用地       |
|-------|----------|-----------|
| 5/26  | 5.7±1.2* | 7.1±1.0*  |
| 7/8   | 7.4±1.4* | —         |
| 7/22  | —        | 22.2±6.3* |
| 平 均   | 6.4±1.5* | 14.7±8.8* |
| 基準値** | 10.0以上   | 10.0以上    |

\* 平均±標準偏差

\*\*PCセンターによる

### 3. 三友農場の土壌の種類, 理化学性

表7に三友農場の土壌分類及びA層及びB層の厚さを示した。土壌分類は, 厚層黒色火山性土である(北海道中央農業試験場, 1970; 北海道開発局釧路開発建設部農業開発課, 1996)。

放牧専用地でA層の厚さは平均35.7 cm, B層の厚さは平均28.0 cmとなった。兼用地でA層の厚さは平均34.7 cm, B層の厚さは平均28.7 cmとなった。

表8に, 三友農場草地の土壌貫入抵抗, A層1 N-KCl pH, A層灼熱損量を示した。地表から地下30 cmまでの土壌貫入抵抗は, 放牧専用地で35.1 kg/cm<sup>2</sup>, 兼用地で33.9 kg/cm<sup>2</sup>であった。A層1 N-KCl pHは, 放牧専用地4.4, 兼用地4.3となった。A層灼熱損量は, 放牧専用地18.0%, 兼用地17.9%となった。

表9に三友農場草地のA層NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O, CaO, MgOを示した。NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-Nは, 放牧専用地2.5 mg/100 g 乾土, 兼用地2.5 mg/100 g 乾土となった。NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-Nは, 放牧専用地5.5 mg/100 g 乾土, 兼用地2.0 mg/100 g 乾土となった。P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>は, 放牧専用地2.5 mg/100 g 乾土, 兼用地2.5 mg/100 g 乾土となった。K<sub>2</sub>Oは, 放牧専用地1.0 mg/100 g 乾土, 兼用地1.0 mg/100 g 乾土となった。CaOは, 放牧専用地150 mg/100 g 乾土, 兼用地150 mg/100 g 乾土となった。MgOは, 放牧専用地50.0 mg/100 g 乾土, 兼用地50.0 mg/100 g 乾土となった。

### 4. 三友農場草地のA層, B層, C層におけるNO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N分布

土壌下層へのNO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-Nの流出の実態を推定するために, A層, B層, C層におけるNO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N分布を表10に示した。NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-Nは, 放牧専用地, 兼用地ともにA層~C層にかけて低下した。NH<sub>4</sub><sup>+</sup>

表7 三友農場草地 土壌分類及び  
A, B層の厚さ (cm)

|      | 放牧専用地*       | 兼用地*         |
|------|--------------|--------------|
| 土壌分類 | 厚層黒色<br>火山性土 | 厚層黒色<br>火山性土 |
| A層厚さ | 35.7±11.3**  | 34.7±7.4**   |
| B層厚さ | 28.0±10.8**  | 28.7±6.4**   |

\* 5/26測定  
\*\*平均±標準偏差

表8 三友農場草地 土壌貫入抵抗 (kg/cm<sup>2</sup>),  
A層1 N-KCl pH 及び  
A層灼熱損量 (%)

|              | 放牧専用地*     | 兼用地*       |
|--------------|------------|------------|
| 土壌貫入抵抗       | 35.1±6.5** | 33.9±5.8** |
| A層1 N-KCl pH | 4.4        | 4.3        |
| A層灼熱損量       | 18.0       | 17.9       |

\* 5/26測定  
\*\*平均±標準偏差

表9 三友農場草地 A層 NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N  
NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> K<sub>2</sub>O CaO MgO  
(mg/100g 乾土)

|                               | 放牧専用地* | 兼用地* |
|-------------------------------|--------|------|
| NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>  | 5.5    | 2.0  |
| NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>  | 2.5    | 2.5  |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | 2.5    | 2.5  |
| K <sub>2</sub> O              | 1.0    | 1.0  |
| CaO                           | 150    | 150  |
| MgO                           | 50.0   | 50.0 |

\* 5/26測定

表10 三友農場草地 A層 B層 C層  
NO<sub>3</sub><sup>-</sup> NH<sub>4</sub><sup>+</sup> 分布 (mg/100g 乾土)

| 放牧専用地*                       | A層  | B層  | C層  |
|------------------------------|-----|-----|-----|
| NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> | 5.5 | 1.0 | 0.0 |
| NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> | 2.5 | 1.8 | 1.5 |
| 兼用地*                         | A層  | B層  | C層  |
| NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> | 5.5 | 1.0 | 0.0 |
| NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> | 2.5 | 1.8 | 1.5 |

\* 5/26測定

-Nも, 放牧専用地, 兼用地ともにA層~C層にかけて低下したが, B層, C層において, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-Nよりも高い値を示した。

### 5. 三友農場放牧地における家畜糞尿の草地への還元

図2-1, 2-2に, 放牧地における糞尿の還元状態を示した。排糞後一週間後で, すでに手で触れられる程度となり, ミミズが住み着いている(図2-1)。また, 排糞塊からイネ科草の発芽が見られた(図2-2)。1ヵ月後



図2-1 三友農場  
放牧地排糞状況

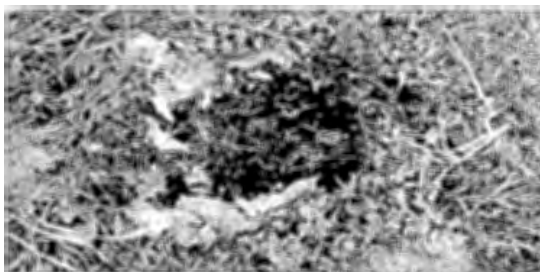


図2-2 三友農場  
放牧地排糞状況

では、排糞塊はあまり目立たなくなるのが観察された。

## 6. 三友農場放牧地周辺の排水溝および当幌川の水質

5月26日に放牧地内の排水溝の水質を測定した。排水溝の水質はEC 0.27 ms,  $\text{NO}_3^-$ -N 0.46 mg/l となった(表 11)。当幌川上流部の水質は、4カ所の平均値でEC 0.55 ms,  $\text{NO}_3^-$ -N 1.59 mg/l であった(表 11)。

## 考 察

### ①三友農場の草地土壌の特徴

三友農場の草地土壌の地表から地下 30 cm までの土壌貫入抵抗は、山中式硬度計の値に換算すると、放牧専用地 21.1 mm, 兼用地 20.3 mm となり(表 8), 少なくとも地下 30 cm まで牧草根が伸張可能と推定された(農文協, 1995; 藤原ほか, 1996)。

土壌 1 N-KCl pH は、放牧専用地地, 兼用地ともに土壌改良目標値の pH 5.5~6.0 よりも低い値を示した(表 8)(藤原ほか, 1996)。

$\text{NH}_4^+$ -N の好適範囲は 5~15 mg/100 g 乾土,  $\text{NO}_3^-$ -N の好適範囲は 5~10 mg/100 g 乾土とされており(農文協, 1995; 藤原ほか, 1996), 放牧専用地, 兼用地共に無機態窒素は好適範囲よりも低い値を示した(表 9)。

$\text{P}_2\text{O}_5$  の改良目標値は 10~30 mg/100 g 乾土,  $\text{K}_2\text{O}$  改良目標値は 25~35 mg/100 g 乾土, CaO の改良目標値は 300~500 mg/100 g 乾土, MgO の改良目標値は 20~30 mg/100 g 乾土であり(集約放牧マニュアル策定委員会, 1995; 藤原ほか, 1996), 放牧専用地, 兼用地共に  $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ , CaO は改良目標値よりも低い値を示し, MgO は、改良目標値とほぼ同じ値を示した(表 9)。

これらのことから、三友農場の草地は、土壌物理性に問題は無いものの、1 N-KCl pH が低く、 $\text{NH}_4^+$ -N,  $\text{NO}_3^-$ -N,  $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ , CaO が不足していることが示され、土壌化学性に問題があるのではないかと推定された。これは化学肥料由来の 3 要素はそれぞれ、N:P:K=2:8:4 kg/10 a であり(表 2), 施肥標準の N:P:K=15:8:12 kg/10 a (集約放牧マニュアル策定委員

会, 1995) に比べると大変少ない量であること、また炭酸カルシウムを一切散布していないこと(表 2)が一因であると考えられる。

### ②三友農場の草地植生の特徴

三友農場の草地土壌は、1 N-KCl pH が低く、 $\text{NH}_4^+$ -N,  $\text{NO}_3^-$ -N,  $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ , CaO が不足していると考えられるが、このような草地では、通常草地植生は劣化すると考えられている(北海道立根釧農業試験場, 1985; 北海道立根釧農業試験場, 1987)。

しかしながら、三友農場の放牧専用地及び兼用地の冠部被度から見た草地植生はイネ科草 72.6%~74.8%, マメ科草 12.6%~9.8% となり(表 5), 雑草が優占している状態にはなかった。また、放牧専用地地及び兼用地では、TY を始めとしたイネ科牧草, マメ科牧草の出現頻度が高かった。また、三友農場草地の TY の牧草汁糖度は、放牧専用地で平均 6.4 度, 兼用地 14.7 度となり(表 6), PC センターによる仮の基準値である 10 度以上と比較すると(安部, 2000), 放牧専用地で低いものの、兼用地では高い値を示し、TY の活力は、特に兼用地において高いものと推定された(安部, 1997; 安部, 2000)。

このように、土壌化学性においては、雑草が優占しかねない草地土壌の特徴を示しているにも関わらず雑草が優占している状態ではなく、TY の出現頻度も高く活力も高いと推定され劣悪な草地植生とは言い難かった。

### ③三友農場の草地植生と草地土壌との関係

33 年間草地更新を行わず、また化学肥料の投入量が少ないのにも関わらず、比較的良好な植生と高い牧草体活力を保っているのは、土壌腐植含量が多いことが原因ではないかと推定される(津野, 1995)。

南俣橋地区の厚層多湿黒ボク土の A 層の灼熱損量(腐植含量)は、平均 9~11% であるのに比べ(北海道中央農業試験場, 1970; 北海道開発局釧路開発建設部農業開発課, 1996), 三友農場草地土壌の A 層の灼熱損量(腐植含量)は、放牧専用地 18.0%, 兼用地 17.9% であり(表 8), 地区平均の 2 倍近い腐植含量があることが推定される。

この高い土壌腐植により、団粒構造の形成の促進、CEC(陽イオン交換容量)の増加(農文協, 1995; 藤原ほか, 1996), また、腐植酸とフルボ酸によるイネ科牧草根の伸張促進、土壌中の N, P, K の植物体への吸収量が増加、などが考えられ(M.M.コノノワ, 1977), この高い土壌腐植によって三友農場の草地植生は維持されていると考えられた。

この高い腐植含量は、兼用地においては完熟した堆厩肥を還元していること、また放牧専用地においては放牧ごとに繰り返される放牧牛による排泄行動のため

表 11 三友農場放牧地内の排水溝及び当幌川の水質

|             | pH  | EC(ms) | $\text{NO}_3^-$ -N (mg/l) |
|-------------|-----|--------|---------------------------|
| 三友農場排水溝*    | 5.0 | 0.27   | 0.46                      |
| 当幌川**       |     |        |                           |
| 源流より 1.5km  | 5.6 | 0.55   | 1.73                      |
| 源流より 4.0km  | 5.6 | 0.55   | 1.73                      |
| 源流より 7.0km  | —   | 0.55   | 1.73                      |
| 源流より 12.0km | 5.6 | 0.54   | 1.15                      |
| 当幌川平均       | 5.6 | 0.55   | 1.59                      |
| 上流部の全国平均    | —   | 0.10   | 0.2~1.0                   |

\* 5/26測定 \*\* 6月中旬測定

と考えられる(図 2-1, 2-2). しかし, どのような条件によって腐植含量が増加するかを今後検討する必要がある(M.M.コノワ, 1977: レオポルド・バル, 1992).

#### ④草地土壌と陸水環境への影響

三友農場放牧専用地の排水溝の水質は, 当幌川上流部と比べると低い値となった(表 11). また, 河川の上流部の全国平均値(小倉, 1992)と比べると EC は高いが  $\text{NO}_3^-$ -N は同じ様な値となった(表 11).

また, 三友農場の草地は, 地下約 60 cm, 約 90 cm の  $\text{NO}_3^-$ -N では低い値を示していた. これは, 窒素施肥量が施肥標準の  $1/4 \sim 1/7$  であるために, 土壌下層への  $\text{NO}_3^-$ -N の流出が少ないことが考えられ, 地下水や河川へ  $\text{NO}_3^-$ -N の流出が少ない可能性がある.(小川, 2000)

#### ⑤まとめ

以上をまとめると, 三友農場の草地は放牧専用地, 兼用地共に 33 年間草地更新をしておらず, また化学肥料の投入量が少ないにも関わらず, 雑草の出現頻度は低く, TY が多く出現し, その牧草汁糖度も高く, TY の活性が高いことが推定され, 極端に生産性が低い草地ではないと考えられる.

これは, 完熟堆肥の連用と, それに伴う土壌腐植含量の増加に負っている可能性が考えられる. また, 化学肥料の投入量が少ないためか, 陸水環境への影響も小さいことが示唆された.

今後, 10 年以上観測を継続し, 酪農と野生生物・原生自然との折り合いの糸口を解明していくつもりである.

### 謝 辞

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

### 参考文献

安部清悟 (2000) 「糞尿利用で糖度 10 度の牧草をつくる 何と糞尿がカリ不足畑も牛もカリ不足」現代農業 2000 年 8 月号: 290-294 農山漁村文化協会 東京.  
 安部清悟 (2000) 「糞尿利用で糖度 10 度の牧草をつくる 酸欠の改善と pH を低下させることがスラリー有効活用への道」現代農業 2000 年 9 月号: 298-303 農山漁村文化協会 東京.  
 安部清悟 (1997) 「活力診断で高品質を実現する

ピーシー農法」農山漁村文化協会 東京.  
 荒木和秋 (1992) 「風土に生かされた北海道酪農を求めて 乳量 5500 kg で儲かっている経営がある」現代農業 1992 年 9 月号: 300-303 農山漁村文化協会 東京.  
 荒木和秋 (1992) 「風土に生かされた北海道酪農を求めて 草地の更新なしで上手な放牧ローテーション」現代農業 1992 年 11 月号: 308-313 農山漁村文化協会 東京.  
 荒木和秋 (1992) 「風土に生かされた北海道酪農を求めて 家風にあった牛だからできる 1 日 4 ~ 6 時間労働で高所得」現代農業 1992 年 12 月号: 294-299 農山漁村 文化協会 東京.  
 富士平工業株式会社 (1982) 「特許 3 号型 簡易土壌検定器の使い方 第 22 版」富士平工業株式会社 東京.  
 フィールドガイド根室制作員会 (1976) 「フィールドガイド根室 根室の草花」フィールドガイド根室制作員会 根室.  
 藤原俊六郎 安西徹郎 加藤哲郎 (1996) 「土壌診断の方法と活用」農山漁村 文化協会 東京.  
 北海道中央農業試験場 (1970) 「地力保全基本調査成績」北海道中央農業試験場.  
 北海道開発局釧路開発建設部農業開発課 (1996) 「釧路地域の土壌 = 農牧地及び農牧適地 =」北海道開発局釧路開発建設部農業開発課.  
 北海道立根釧農業試験場 (1985) 「根釧火山灰地帯におけるマメ科混播採草地の肥培管理方式」昭和 59 年度 北海道農業試験場会議資料.  
 北海道立根釧農業試験場 (1987) 「チモシーを基幹とする採草地の効率的窒素施肥法」昭和 61 年度 北海道農業試験場会議資料.  
 三友盛行 (2000) 「マイペース酪農 風土に生かされた適正規模の実現」農山漁村文化協会 東京.  
 M.M.コノワ著 菅野一郎 久馬一剛 徳留昭一 有村玄洋訳 (1977) 「土壌有機物」農山漁村文化協会 東京.  
 農山漁村文化協会 (1995) 「農業技術体系 土壌施肥編 4 土壌診断・生育診断」農山漁村文化協会 東京.  
 小倉紀雄 (1992) 「調べる・身近な水」講談社 東京.  
 小川吉雄 (2000) 「地下水の硝酸汚染と農法転換 流失機構の解析と窒素循環の再生」農山漁村文化協会: 83-102 東京.  
 レオポルド・バル著 新島湊子・八木久義訳監修 (1992) 「土壌動物による土壌の熟成」博友社 東京.  
 集約放牧マニュアル策定委員会 (1995) 「集約放牧マニュアル」北海道農業改良普及協会.  
 高野信雄 佳山良正 川鍋祐夫 (1989) 「粗飼料・草地ハンドブック」養賢堂 東京.



高田令子（2000）「根室支庁管内鳥類リスト」 根室市  
博物館開設準備室紀要 第15号：95-114.

鳥居 崧（1962）「土壌検定と肥料試験」博友社 東  
京.

津野幸人（1991）「小農本論 だれが地球を守ったか」  
農山漁村文化協会 東京.

津野幸人（1995）「小さい農業 山間地農村からの探  
求」農山漁村文化協会 東京.

上野一郎 門脇栄悦 山本憲一 安部清悟 佐野驍  
佐々木巖一 山田成司 駿河和弘（1997）「生育診  
断 手の打ち方」現代農業1997年10月号：56-82  
農山漁村文化協会 東京.



研究ノート

# 肥育牛に対する敷料としての破砕古紙の評価

杉本 昌仁・八代田千鶴・葛岡 修二・佐藤 幸信・宮崎 元

北海道立畜産試験場, 新得町 081-0038

## Evaluation of Ground Recycled Paper as a Bedding Material for Fattening Wagyu Steers

Masahito SUGIMOTO, Chizuru YAYOTA, Syuji KUZUOKA, Yukinobu SATO  
and Hajime MIYAZAKI

Hokkaido Animal Research Center, Shintoku-cyo 081-0038

キーワード: 肥育牛, 敷料, 破砕古紙

Key words: fattening Wagyu steers, bedding material, ground recycled paper

### 緒 言

日本全国で回収される古紙は年間約 670 万トン（古紙再生促進センター, 1999）といわれており、資源量としては膨大な量にのぼる。回収された古紙は再生紙に加工され流通しているが、資源リサイクル法（再生資源の利用の促進に関する法律）の制定を受けた古紙回収率の向上から古紙業界では再生紙以外への有効利用が求められている。また、肥育牛の敷料として一般に用いられているオガクズは現在の需給バランスから高騰が続いており新たな敷料資材が求められている。

紙類は、オガクズやバークなど慣行的に利用されている敷料資材と同様吸水能力に優れ（WARD *et al.*, 2001）、不足がちなオガクズ等の増量剤としての活用も期待できる。

回収された古紙のうち新聞紙や段ボールなどについては競走馬を対象とした敷料利用が一部行われているが、敷料としての特性や家畜生産への影響が明らかでないことから肉用牛等への利用は進んでいない。

そこで本試験では、オガクズを対照に破砕古紙および破砕古紙とオガクズの混合物について糞尿保持能としての敷料表面水分含量の変化および牛の行動を調査し敷料としての評価を行った。

### 材料および方法

#### 1) 試験処理

試験処理として、破砕古紙を敷料として用いる区（破砕古紙区）・オガクズと破砕古紙を原物重量比で約

50%ずつ混合したものを敷料として用いる区（混合区）・オガクズを敷料として用いる区（対照区）の3区を設定し、1期2週間として時期をブロックとする乱塊法計画で試験を実施した。連続する6つの牛房に試験処理をランダムに配置し、黒毛和種去勢肥育牛5頭（牛房A・B・C）または6頭（牛房D・E・F）を供試した（図1）。試験開始時における供試牛の月齢は $18.3 \pm 1.1$ カ月齢、平均体重は $554.6 \pm 67.3$ kgであった。

#### 2) 調査項目および調査方法

敷料交換後3日間隔で敷料表面のサンプルを採取し水分含量の変化を測定した。水分含量の測定は飼料成分分析法に従い、サンプルを135℃の乾燥機で2時間乾燥させて減少した重量をサンプルの水分量とした。敷料交換2日前から飼料給与量と残食量を毎日記録し、飼料摂取量の変動を記録した。敷料交換後約1週間を経過してから行動調査を実施した。観察時間は6:00~18:00までの12時間とし、立位・横臥・採食の頭数および屋外パドックに出ている牛の頭数を10分間隔で記録した。

#### 3) 統計処理

計算にはSASのGLMプロシジャ（SAS）を用いた。表面水分含量の変動は、経時測定した反復測定データのため、repeated measures ANOVAにより分析した。誤差の球形仮説はMauchly's testで検定した。球形仮説が棄却された場合は、F検定における自由度をGreenhouse-Geisserの $\epsilon$ で修正した。行動型は12時間の観察で得られた度数を合計し、各出現割合を乱塊

| 第 1 期 |       |       |     |       |     |
|-------|-------|-------|-----|-------|-----|
| A 房   | B 房   | C 房   | D 房 | E 房   | D 房 |
| 破碎古紙区 | オガクズ区 | 破碎古紙区 | 混合区 | オガクズ区 | 混合区 |

| 第 2 期 |       |     |       |       |       |
|-------|-------|-----|-------|-------|-------|
| A 房   | B 房   | C 房 | D 房   | E 房   | D 房   |
| 混合区   | オガクズ区 | 混合区 | 破碎古紙区 | 破碎古紙区 | オガクズ区 |

図 1 試験処理の配置

法実験データと見なして分析した。

結果および考察

(1)肥育牛房に使用した場合の表面水分含量の変化

表面水分含量の推移を図 2 に示した。日数経過の効果が有意であったため敷料交換後の日数の経過ともなって表面水分含量の変動が統計的に認められた。しかし、試験処理×日数経過の交互作用は有意ではなかった。すなわち本試験で供試した敷料資材間における表面水分含量の変化の方向および傾きはすべて同じだということが示された。そこで直交多項式の当てはめによる水分含量の変動の傾向性を調べたところ 1 次項だけが有意であった (表 1)。すなわち日数の経過ともなって敷料の表面水分含量は直線的に増加することが認められた。

試験処理の影響を見ると (図 2)、表面水分含量はオガクズ区>混合区>破碎古紙区の順に表面水分含量は

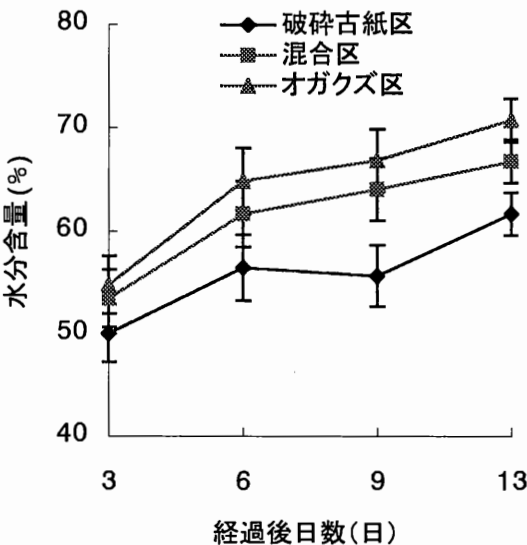


図 2 表面水分含量の変化  
値は平均値±標準誤差を示す

表 1 敷料表面水分含量の変化に対する回帰の効果

| 要因  | 自由度 | 偏差平方和   | 平均平方    | F 値   | p 値    |
|-----|-----|---------|---------|-------|--------|
| 1 次 | 1   | 1063.03 | 1063.03 | 22.82 | 0.0001 |
| 2 次 | 1   | 47.40   | 47.40   | 1.02  | 0.3186 |
| 3 次 | 1   | 60.70   | 60.70   | 1.30  | 0.2598 |
| 誤差  | 44  | 2049.62 | 46.58   | —     | —      |

低く推移する傾向にあった ( $P<0.1$ ) が、目視による表面状態の観察では、古紙区で糞の堆積が目立った。これは、日数の経過とともに吸水した古紙が粘土状に固化して糞と混和せず、古紙敷料と糞が別々の層を形成することによって思われた。しかしオガクズ区および混合区ではこのような状態にはならなかった。このことについては、WARD *et al.* (2000) も紙性敷料の難点として、吸水することによる固化を指摘している。本試験の結果、紙類が持つこの性質はオガクズと混合して利用することにより解消することができると考えられた。

(2)破碎古紙敷料を使用した場合の肥育牛の行動

行動調査の結果を図 3 に示した。舎内における各行動型 (立位・横臥・採食) の出現割合および屋外 (パドック) へ出た割合で示したところ、試験処理の効果はいずれも有意ではなかった。すなわち、本試験で供試した敷料の違いによって各行動型および屋外へ出る割合は影響を受けないと考えられた。6:00~18:00 までに観察された行動型のうち、採食に費やされた割合はいずれの区も約 18%であった。立位 (休息) と横臥 (休息) は、それぞれ 30%~38%と 32%~35%であった。

敷料資材や床構造の違いが牛の採食行動に影響を与える可能性があることが指摘されている (大泉ら, 1986)。また不快感などのため横臥休息を制限したりする場合などには家畜生産上大きな問題がある。しかし本試験の結果から、当該資材にそのような負の影響は認められなかった。

(3)破碎古紙の敷料利用が肥育牛の飼料摂取量に及ぼす影響

飼料摂取量の変動を図 4 に示した。原物飼料摂取量の絶対値が処理間で異なるのは他の飼養試験に供試している牛群に対してランダムに試験処理を割り当てたためである。

日数経過の効果は有意でなく、敷料交換前後の飼料摂取量の変化はなかったと見なされた。牧草やイナワラなど、粗飼料と同類の資材を敷料として用いた場合、敷料交換直後に飼料摂取量の一時的な減少が観察される。これは、交換した敷料を牛が摂取することに起因

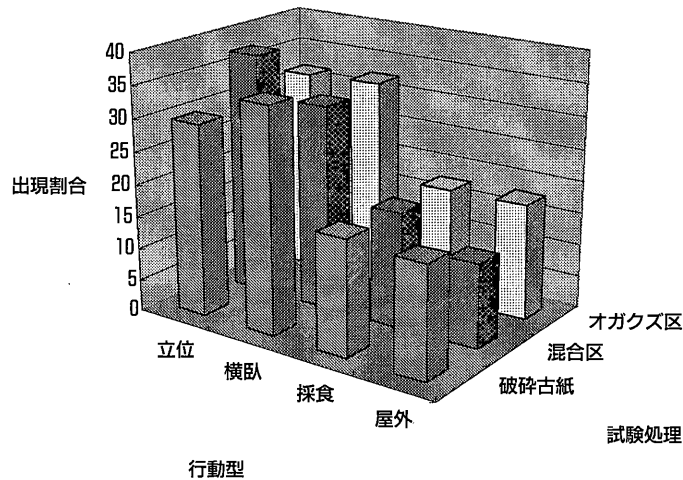


図3 敷料資材の違いによる肥育牛の行動型

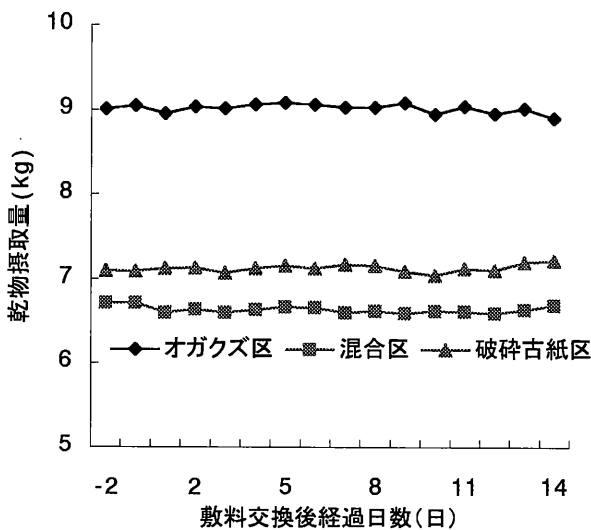


図4 敷料資材の違いによる飼料摂取量の変動

する。本試験で供試した破碎古紙でも行動調査時に牛の敷料摂食は観察されたが、頻度が極めて低く飼料摂取量に影響するほどではなかった。

WARD *et al.* (2000) は、新聞古紙の Cd・Cr・Pb などの重金属含量は NRC の示す飼料中許容限界を下回っており、家畜が摂取しても毒性を持つ資材ではないことを報告している。したがって、本試験で観察された程度の敷料摂取では家畜に影響を与えることはないと思われる。ただし、カラー印刷部分だけを測定すると重金属濃度は高い値を示すことが指摘されており(杉山ら, 1992), 敷料として古紙を加工する前段階でそれを除去することが必要であろう。

本試験の結果, 破碎古紙は肉用牛の敷料として有効な資材だと考えられた。しかし, 古紙単独で敷料とすると糞や尿の水分を吸収するにしたがって粘土状に固化してしまうため, オガクズなどと混合して利用するのが望ましいと考えられる。

## 謝 辞

本試験は、(財)クリーンジャパンセンターからの受託試験(課題名: 破碎古紙の敷料利用および堆肥化試験, 課題コード: 410060) として実施したもので、試験に必要な破碎古紙敷料の提供を受けた。同センターおよび関係各位に謝意を表する。

## 参考文献

- (財)古紙再生促進センター (1999) 平成 10 年度新産業社会基盤施設整備基本調査(大規模地域開発事業円滑化調査・古紙他用途利用設備の整備可能性調査) 報告書. 31-34.
- 大泉長治・柴田るり子・曾根一幸・高山文雄・岡田光弘 (1986) 牛舎構造の違いが肥育牛の行動に及ぼす影響. 千葉畜産研報, 10: 55-63.
- SAS/STAT ソフトウェアユーザーズガイド (1995) Ver. 6 第 1 版第 3 刷. 569-603. SAS インスティテュートジャパン. 東京.
- 杉山 恵・市瀬雅史・黒田和孝・代永道裕・根本清一・長田 隆・菱川雅弘 (1992) 新聞古紙・段ボールを利用した牛ふん尿の処理. 畜産の研究, 46(8): 33-38.
- WARD P. L., J. E. WOHLT, P. K. ZAJAC, and K. R. COOPER (2000) Chemical and physical properties of processed newspaper compared to wheat straw and wood shavings as animal bedding. J. Dairy Sci., 83: 359-367.
- WARD, P. L., J. E. WOHLT, and S. E. KATZ (2001) Chemical, physical, and environmental properties of pelleted newspaper compared to wheat straw and wood shavings as bedding for horses. J. Anim. Sci., 79: 1359-1369.



## 会員からの声

# 「試験研究」と「普及事業」との連携強化を目指して

森脇 芳男

十勝支庁十勝東部地区農業改良普及センター

平成12年4月、道立農業試験場の大幅な機構改革、平成13年4月より農業改良普及センターの再編と機構改革がスタートし、外部評価制度の導入等、そして農業者に対してタイムリーで正確、迅速な情報発信することが今まで以上に求められている。

今、「研究側」と「普及側」と密接な関係を今まで以上に進めていかなければならないが、現場（普及側）として今後どうあるべきか述べてみたい。

## I. 普及活動の再編内容と展開方向

協同農業普及事業は、国と都道府県との協同事業として昭和23年に発足して以来、平成10年で50周年を迎えた。

農地改革、農業協同組合制度のスタート、農業改良普及組織の創設は、戦後農政の3大改革と呼ばれ、戦後、日本復興を農業・農村側から支えた大きな制度改革であった。

### 1. 地域を重視した提案型活動の推進

#### (1) 地域農業再編への総合的な普及活動

地域全体を見据えた、より具体的な地域農業の将来方向を明確にし、地域のビジョンづくりへ積極的に参画すると共に、認定農業者、新規就農者を含む担い手、女性農業者、協業組織等に対し、行政施策の集中化を図る。

#### (2) 地域に根ざした技術の組立実証と普及活動

多くの情報を総合化し、現地の実態に応じて技術を組み立て、地域における先導的な農業者の協力を得て、実際の経営やほ場において実証するために農業試験場の「技術体系化チーム」が取り組む地域対応研究課題と十分な連携を図る。

#### (3) 区域分担活動を基本とした活動体制

より地域に密着した活動を展開するため、区域分担活動を基本とする活動体制に転換し、普及課題や普及対象を担当地域の实情により特定化し、重点的に活動を展開することによって成果を生み出し、その成果を地域全体に普及する。

#### (4) 関係機関・団体との役割分担

普及活動の効率化と地域の総合的な技術力の向上を図るために、普及活動計画樹立時から農協など関係機関との十分な協議・検討を行い、それぞれの役割分担を明確にすると共に、緊密な連携の下に普及活動を展開する。

## 2. 広域的な普及活動の推進

農協の広域合併や、広域産地づくりの進展に対応し、高度で多様なニーズに対応した効果的、効率的な普及活動を展開するために、広域専任担当を配置し、活動エリア内等において広域的な活動を展開する。

## 3. 担い手確保育成と普及活動の拡充

これまでの農業後継者の育成活動や農業者の資質向上に加え、農外からの新規参入者育成、認定就農者など就農を目指す者への就農促進、さらに若手農村女性の育成など、将来、地域の担い手となる者の育成・確保に積極的に取り組むものとする。

## 4. 高度情報化社会に対応した普及活動の推進

農業者等の求めに応じた多様な情報を迅速に提供することが重要であることから、普及情報のシステム化を進め、幅広い高度な情報を収集・蓄積し、地域の实情に即した処理、加工を行い、地域農業に対する新しい情報の収集と発信基地としての役割を担う。

## 5. 普及センターの設置数

全道56普及センター（定数855名）のうち、活動エリア内の広域的な活動の調整機能を担う普及センターについては、基幹的普及センター（31ヶ所）として位置づけし、又、基幹センターのうち、支庁管内に及ぶ普及活動の調整機能を担う普及センターについては、中心的センターとして位置づける。（各支庁1ヶ所）

以上、再編による展開方向であるが、普及センターへの期待と役割は、人づくり（担い手の育成確保）、物づくり（高度な生産技術の普及）、地域づくり（農村集落の活性化）に要約される。

II. 普及現場からの試験研究に望む

今までも試験研究とは、専技室(現在の技術普及部)を通じて連携を取りながら、新技術の普及に取り組んできたが、必ずしも農業者にスムーズに伝達されてきたか疑問が残る。

表 1. 普及奨励及び指導参考事項の課題数実績  
(畜産関係分)

| 年 度   | 普及奨励事項 |     | 指 導 参 考 事 項 |     |      |
|-------|--------|-----|-------------|-----|------|
|       | 品 種    | 種 畜 | 畜産全般        | 草 地 | 糞尿関係 |
| H.13年 | 4      | 1   | 12          | 10  | —    |
| H.12年 | 4      | —   | 16          | 5   | —    |
| H.11年 | 4      | —   | 10          | 2   | 18   |
| H.10年 | 4      | —   | 12          | 2   | —    |
| H.9 年 | 2      | —   | 12          | 3   | —    |

過去 5 カ年の実績から見ても、多くの新技術成果が発表されているが、この技術が農業者に受入が少ない理由として

- ① この技術はどのような経営形態（専業・複合経営など）、飼養形態（フリーストール、スタンション方式等）、経営規模（頭数、面積など）、地帯等に適合される技術なのか？
- ② この技術を導入することによって「生産コスト」は低減するのかの検証がされていないことにある。現場においては、常に技術だけの情報伝達ではなくて、新作物や新技術の導入は経済性を抜きにしてはあり得ないし、その導入する作物や技術が地域又は経営体に適合し、所得の増加や労働の軽減といった経営効率化を最終的に満足させることが重要であるため、経営実態に照らして導入が有効かどうか、あるいは、その将来性の有無等を含めて十分な検討が必要であることから、総合的な技術の組み立てをお願いしたい。

③ 平成 12 年 5 月に「口蹄疫」が発生し、当センター区域においても、発生現場を中心に半径 10 km 以内の移動制限地域となり、家畜等の移動禁止、放牧、人工授精を停止するとともに、農場の立ち入り検査、移動制限地域境界線上の消毒ポイントの設置や、地域内家畜飼養農場に関する車両等の消毒により、口蹄疫ウィルスの拡散の防止を図り、早期清浄化に向けての作業を体験した。

又、平成 13 年 8 月に BSE(牛海綿状脳症)の発生があり、いずれも今まで経験したことのない出来事であった。その対応としての技術対策は常に、後手、後手であったことは事実であり、今後想定されるバイオセキュリティ（有害のものが農場に侵入するのを防ぐ、もしくはコントロールするための管理実践）について、先手を打った指導マニュアルの作成をお願いしたい。

④ 毎月 1 日、15 日現在の定期作況が公表されるが、サイレージ用とうもろこしの供試品種は現在、農業者によって栽培されていない品種であり、今後検討願いたい。（約 10 数年前から流通数量実績はゼロ）お互いに意志疎通を図り、地域農業及び畜産経営の振興を図るために、現場と研究との人事交流、あるいは、若い研究員の農家実習等を含めてディスカッションができる場面を多く設定願いたい。

おわりに

農業者の目線に合った技術開発と情報提供するためには、各農試に設置された「技術普及部」が橋渡し役として調整機能の役割は大きく、今後その指導力に期待したい。

新しい時代に向かって、北海道農業の発展と、農業者のニーズに即した技術革新を推進するためには、「試験研究」と「普及事業」は車の両輪であり、お互いに理解し、連携強化を図り、前進していきたいと願っている 1 人である。



## シンポジウム報告

# 第一回畜産における温室効果ガスの制御と利用に関する国際会議 (GGAA2001)

高橋 潤一

帯広畜産大学, 帯広市 080-8555

## はじめに

2001年11月7日～11日の5日間, 帯広市十勝プラザを会場に「第一回畜産における温室効果ガスの制御と利用に関する国際会議」(The 1st International Conference on GREENHOUSE GASES AND ANIMAL AGRICULTURE, GGAA2001)が開催された。本国際会議の実行委員長として会議を総括する。

### 1. 会議開催目的

家畜消化管に由来するメタン放出は全発生源の15%を占め, 地球温暖化との関連から削減が求められている。また家畜糞尿からは二酸化炭素及びメタンの温室効果ガスの他に揮散するアンモニア, 硫化水素等の有害ガスが酸性雨の一因を成し, 全世界的な地球環境問題になっている。畜産業の持続可能な発展は環境保全の面からこれら環境有害ガスの制御と利用によって可能になるものと考えられる。

家畜消化管に由来するメタンは可燃ガスとして回収することはできないが, 家畜排泄物から生じるメタンガスはバイオマスガスとして発電等のエネルギー源として有効利用することができる。メタンガスの活用によるローカルエネルギーの推進によって化石燃料消費の節減, さらに液肥・堆肥の有効利用による化学肥料に頼らない環境保全型農業の推進を図ることが可能となる。

本国際会議では, 畜産に関わる温室効果ガスの中で, とくにメタンを重要と位置づけ, その制御技術とバイオマスエネルギーとしての積極的な利用技術について世界の研究者・技術者が協力して討議し, その成果を地球環境保全に資すると共に循環型社会の形成に寄与することを目的とする。

### 2. 会議用語

英語 (同時通訳)

### 3. 会議構成

本会議は, 特別講演, 口頭発表, ポスターセッションより構成された。同時に現地見学会および関係団体および民間企業が参加する「循環型農業見本市 in とか

ち」が開催された。また現地見学会と同一日に一般市民, 農業者を対象とした「畜産における自然エネルギーとかちフォーラム」を開催した。

### 4. セッション

次の8セッションについて論文発表と討議が行われた。

- セッション1 畜産業と温室効果ガス
- セッション2 ルーメン内メタン細菌の制御
- セッション3 家畜消化管からのメタン低減のための栄養学的制御
- セッション4 メタンガス低減のためのルーメンエコシステムのバイオエンジニアリング
- セッション5 バイオガスプラント
- セッション6 畜産廃棄物・有機性廃棄物のコンポスト化技術
- セッション7 畜産廃棄物・有機性廃棄物の土壌還元技術
- セッション8 バイオリサイクリングの関連技術

## GGAA2001 国際会議開催までの経緯

本国際会議の開催までには3年間の準備期間を要した。世界でも有数の畜産地帯であるオーストラリア・クイーンズランド州の中心大学であるクイーンズランド大学とわが国の主要な畜産地帯である東北海道に位置する帯広畜産大学の多方面の専門分野が協力して家畜由来メタンの制御・利用技術を開発して体系化することを目的として日豪政府間プロジェクト (95 AGF 05) を締結した。文部省 (現: 文部科学省) 科学研究費による支援を受け, 1999年からクイーンズランド大学との共同プロジェクトを開始した。この文部省科学研究費の研究課題名は「畜産に関わる温室効果ガスの制御と利用」で, 期間は1999年度から2001年度の3カ年である (研究代表者高橋潤一)。本科学研究費では1999年にオーストラリア・クイーンズランド大学において日豪の研究者によるワークショップを開催し, 家畜由来メタンの制御・利用技術の体系化について討議した。すなわち, 安全な天然資材による家畜のルーメン内メタン発酵の栄養学的制御技術に関する共同研究を基軸にして, さらに家畜糞尿のメタン発酵に

対しても環境工学・生化学的制御技術の導入について両大学の研究者で検討した。ワークショップでは糞尿処理の適正化技術及びその資源化についてバイオガスプラント技術についても活発に討議し、それらの議事録を製本し、出版した (YOUNG, TAKAHASHI and COPLAND, 1999)。

また 2000 年にはメタンエネルギーの高度化変換バイオシステムの構築を目指して、専門分野を拡大し、日本学術振興会の平成 12 年度日豪科学共同事業による国際セミナーをクイーンズランド大学で開催した。国際セミナーの課題名は「畜産に関わる温室効果ガス—メタンの制御と利用」(研究代表者高橋潤一)。(1)ルーメンメタン生成の制御：反芻家畜のルーメン内メタン発酵の制御に関して、メタン生成菌の DNA 解析、バイオエンジニアリングについて偏性嫌気性菌であるメタン生成菌の制御の可能性が示唆された。またルーメンメタン制御を目的として抗生物質に替わる動物体、人体及び環境に安全な微生物製材等のプロバイオティクスの開発が提案された。(2)家畜糞尿処理：日豪の研究者から両国の家畜糞尿処理の現状と問題点が報告された。わが国においても家畜糞尿が原因となる河川の硝酸態窒素濃度の上昇あるいはクリプトスポリジウム等の病原性原虫による水質汚染が大きな環境問題となっていることが報告された。クイーンズランド州では水資源に乏しいことから、各畜産農家ではラグーン等を利用して固液分離、その上澄水のリサイクルを行っている。しかし、これらは地下水源、河川を汚染し、近接する住環境に悪影響を及ぼしている。またラグーンから放出されるメタンは相当量に上ると推定されるが、これに対してもまだ有効な処置は講じられていないことが判明した。温室効果ガスの放出に関する日豪両国共通の問題点はメタンの他に家畜糞尿の堆肥化に伴うアンモニア揮散の問題がある。揮散したアンモニアに由来する亜酸化窒素 ( $N_2O$ ) はもう一つの温室効果ガスとなり、酸性雨の原因ともなる。また家畜糞尿を含む有機性廃棄物リサイクルのためのコンポスト処理技術がオーストラリア研究者から提案された。さらにスラリーのインジェクション法が報告され、インジェクション法はスラリー散布に比べ、耕地施用時の悪臭・アンモニア揮散抑制に有意な方法であることが明らかになった。(3)バイオガスシステム：糞尿処理の適正化技術及びその資源化についてバイオガスプラント技術の報告が行われ、家畜糞尿から得られるメタンエネルギーの利用についてメタンから水素を利用する燃料電池の開発技術について報告された。将来小型プラントの実用化により、家畜糞尿を高度に利用する地域循環型農業の実現が可能であることが提起された。これらの成果を纏め、クイーンズランド大学より出版した (TAKAHASHI and YOUNG, 2000)。

さらに科学研究費最終年度の 2001 年には参加国を

全世界に拡大し、帯広において国際会議「畜産における温室効果ガスの制御と利用」を開催し、その中で、これらの共同プロジェクトの成果を公開することを決議した。これまでわが国においてもメタンの利用を含めた畜産廃棄物処理の国際会議が専門分野ごとに開催されているが、家畜の飼養管理から消化管発生メタンの制御及び排泄物発生メタンの利用まで一貫した総合管理技術に関する研究報告あるいは学術会議は世界的にも例がない。これらの技術構築のためには動物栄養学、微生物学、生化学、工学及びバイオエネルギー評価システムのための社会経済学分野まで幅広い研究分野の結集が必要であると考えられた。会議開催に向けて帯広畜産大学を中心とした実行委員会が発足した。英・和の First Announcement を作成し、国内外の各種学会で配布すると同時にホームページ上で公開し、各種学会にもリンクを張って、参加登録と論文の募集を行った。参加登録と論文投稿はインターネットで直接可能とし、Announcement は Second, Final と版を重ね、広報活動を行った。わが国の農畜産業の中心地十勝という場所において開催される環境問題の重要性和開催意義から本国際会議で得られる全ての成果を科学者・技術者にとどまらず、行政、農業関係者、一般市民全てに開放することを開催の趣旨とした。その結果、大きな反響を呼び、海外 21 カ国から論文の投稿と登録があった。登録者はフルレジストレーションが 156 名であったが、日割りの登録者を加えると参加登録者は 220 名に達した。また畜産における自然エネルギーとかちフォーラムには多数の一般市民、農業関係者を含む 320 名の参加があった。投稿論文数は基調講演 3 題、招待講演 29 題、一般講演 62 題 (口頭 16, ポスター 46) であった。

## GGAA2001 プログラム

### 1. 基調講演

国際連合大学副学長鈴木基之の「畜産の持続的システム」、オーストラリア・クイーンズランド大学教授 Bruce A. YOUNG による「温室効果ガスと畜産」及びマレーシア・プトラ大学助教授 J. B. LIANG の「アジアにおける温室効果ガスと畜産」の 3 氏による基調講演があった。鈴木副学長は国連大学の環境政策ゼロエミッションについて事例を挙げ、畜産にとって、窒素等の物質の完全な循環利用の構築が持続可能な畜産システムを選択する上で、重要な要因となることを解説した。

### 2. 招待講演

セッション 1 では畜産草地研究所寺田文典の「地球温暖化とわが国の畜産」オーストラリア・クイーンズランド第 1 次産業省 T. A. STREETEN の「集約的畜産における家畜糞尿の適正処理」及びオーストラリ

ア・ニューサウスウェールズ農業省 R. S. HEGARTY の「家畜からのメタン放出軽減のための戦略—オーストラリアの選択とチャンス」の3題の講演があった。Hegarty はウイルス法、ワクチン法などルーメンメタン低減法に関するオーストラリアの最新の研究開発を紹介した。セッション2では英国 ADAS 栄養学研究所 A. R. Moss の「反芻動物によるメタン生成の環境的抑制」コロラド州立大学 D. E. JOHNSON の「反芻家畜生産システムからのメタン、亜酸化窒素及び二酸化炭素の放出」及び北海道農業センター久米新一の「メタン発生量の低減に適した北海道型酪農経営方式の確立」の3題の講演があった。Moss はルーメンメタン生成と環境温度との関係について、Johnson は温室効果ガスの意義を組み込んだ家畜生産システムについて米国の肉牛生産システムとニュージーランド酪農システムを概説した。セッション3では帯広畜産大学高橋潤一の「反芻動物からのメタン放出の栄養学的マニピュレーション」、ワシントン州立大学 K. A. JOHNSON の「家畜からのメタン放出測定のための6フッ化硫黄の利用」及びエチオピア国際家畜研究所（オーストラリア CSIRO）G. J. McCrabb のオーストラリアにおける肉牛及び酪農生産システムからのメタン放出軽減のための栄養学的方法の3題の講演があった。とくに Johnson のトレースー法は放牧家畜のメタン放出測定を可能にし、現在各国の研究者によって応用されている。セッション4では畜産草地研究所三森眞琴の「PCR 法によるルーメン内メタン細菌の検出」、オーストラリア CSIRO C. S. McSweeney の「反芻胃内メタン生成の阻害とそれが飼料摂取量、消化率及び家畜生産に及ぼす影響」及び東京農工大学板橋久雄の「ルーメンからのメタン放出の科学的及び生物学的低減」の3題の講演があった。三森は PCR 法によるメタン菌検出法の簡便性と有用性について解説し、板橋は生物学的メタン低減法として酵母等のプロバイオティクスの有用性について示唆した。セッション5では中国農業大学 R. Dong の「中国における嫌気性発酵の現状」、ドイツ・リンデ社 G. Langhans の「ドイツにおける糞尿と生物廃棄物の消化—歴史、動向及び実用上の検証—」及びデンマーク BWSC L. Ellegård の「デンマークにおける家畜糞尿を対象とした大型バイオガスプラント—プラントの構成と運転経験—」のバイオガスプラントに関する中国の事例とドイツ及びデンマークの企業研究者・技術者の講演があった。セッション6では北海道大学松田従三の「家畜糞の堆肥化におけるアンモニア揮散」、オーストラリア・サウスクイーンズランド大学 P. Pittaway の「リサイクルのための有機廃棄物のコンポスト化」及び帯広畜産大学西崎邦夫「日本における堆肥化の現状と課題—堆肥化を中心に—」の3題のコンポスト化技術に関する講演があった。セッション7ではオーストラリア・クイーンズランド大学 J. N.

Tullberg の「有機性廃棄物の土壌注入時に発生する温室効果ガス量に対する車両走行の影響」、帯広畜産大学岸本正の「家畜液肥施用時の土—機械系の抵抗と土壌踏圧発生要因」、同梅津一孝の「乳牛糞尿と有機性廃棄物の混合嫌気発酵消化液の肥料成分」及び酪農学園大学松中照夫「北海道酪農における家畜糞尿の環境保全的有效利用」の家畜糞尿の有効施用技術に関する4題の講演があった。セッション8ではオーストラリア・クイーンズランド第1次産業省 K. D. Casey の「集約的家畜生産に関わる温室効果ガスとそれらの意味」、電力中央研究所山本博巳の「バイオマスの資源量と転換技術」、東芝コーポレーション「畜産廃棄物を燃料として用いるバイオガス発電システム」及び酪農学園大学干場信司の「循環農業・畜産の実現に向けて」の4題の講演があり、山本はシュミレーションにより経済的視点からバイオエネルギー供給可能量の推定を行った。また永森はバイオガス燃料電池の紹介を行い、干場は循環型農畜産業の再生を訴えた。

### 3. 一般講演

(1) 口頭発表：セッション1に関してブラジル農業研究所 M. A. Lima, 台湾養豚研究所の J. J. Su, 中国農学アカデミー H. Dong 及びアメリカ農務省の L. A. Harper 4題が発表された。とくに Harper は放牧とフィードロット飼養条件の牛のメタン生成量を測定するために開発した微気象学的テクニックを紹介した。セッション3に関して、スイス畜産学研究所 M. Kreuzer, A. Machmüller, C. R. Soliva グループによる脂肪酸の給与ルーメン及び糞尿由来のメタン放出に対する脂肪酸の影響について中鎖脂肪酸とくにミリスチン酸に着目した *in vivo* 及び *in vitro* の3研究成果が発表された。また英国ローエット研究所 C. J. Newbold はプロピオン酸前駆物質によるルーメンメタン抑制効果について新しい知見を発表した。セッション5のバイオガスプラント関連では京都大学織田敦、島根大学北村豊（佐々木優子）、カナメ・エンジニアリング相馬久及び帯広畜産大学徐世旭の4題で、EUにおける事例紹介と未利用バイオマスのエネルギー資化が発表された。セッション6では畜産草地研究所長田隆及び東北大学中井裕の2題で、家畜排泄物処理過程におけるガス発生量の評価とアンモニア同化微生物に関する知見が発表された。

(2) ポスターセッション：セッション1に関して5題、セッション2では4題、セッション3で6題、セッション4で2題、セッション5で8題、セッション6で5題、セッション7で7題、セッション8で3題、その他4題が発表された。紙面の都合で内容の紹介ができないが、高い水準の研究が多く発表された。詳細は会議のプロシーディングを参照されたい。また「畜産における自然エネルギーとかちフォーラム」につい

ても別の機会に紹介したい。

### おわりに

本国際会議には重要な開催趣旨が3点あった。文字通り世界中の研究者・技術者が一堂に会すること、GGAA2001が掲げる課題解決のために、全ての関連専門分野を結集させること、会議を全ての人に開放することである。このため、情報を世界中に発信すると共に、地域住民に対しても参加を呼びかけた。また専門分野を横断するテーマであったことから、分科会の形を取らず、全体会議の形式をとった。これらの趣旨は全てほぼ理解され、国内はもとより海外からの参加者からも高い評価を得た。5日間の会期中晴天にも恵まれ、「循環型農業見本市 in とちぎ」にも多数の人が訪れた。会議終了後、海外から多数のお礼のメールを受けた。それらは十勝の自然と景観の印象を交え、会

議の成功を讃えるものであった。十勝でこのような国際会議を主催できたことは会議場やロケーションのハード面ばかりでなく、開催地帯広市をはじめ、地域の人々の暖かいご支援に恵まれたお陰である。会議の成果は再編集され、Elsevierから単行本として出版の予定である。

### 文 献

- Young, B. A., J. TAKAHASHI and R. COPLAND (1999) Greenhouse gases in animal husbandry. University of Queensland, Gatton.
- TAKAHASHI, J. and B. A. YOUNG (2000) Greenhouse gases in animal agriculture. University of Queensland, Gatton.
- GGAA2001 (2001) Greenhouse gases and animal agriculture, Dairy Japan, Tokyo.

## シンポジウム報告

## 第52回ヨーロッパ畜産学会に参加して

山田 豊

農業技術研究機構 北海道農業研究センター 畜産草地部

第52回ヨーロッパ畜産学会が2001年8月26日から29日まで、ハンガリー共和国ブダペスト市で開かれ、参加する機会が得られたので、その概要を紹介したい。

この学会は、毎年開催され、ヨーロッパ各国で持ち回りで開かれている。参加者はヨーロッパを中心にしているけれども、全世界から集まってきており、今回の参加者は約1,200人であった。部門は、大きく8つに分かれている。育種・栄養・飼養管理および衛生・生理・牛生産・羊および山羊生産・豚生産・馬生産である。実際には、これらの部門の重複する部分でジョイントセッションが開かれる。さらに一つの部門でそれぞれ特別のトピックについての特別講演が行われる。いずれの部門も6つの分科会に分かれている。各部門におけるテーマおよび演題数は以下の通りである。

## 育種部門 (169 演題)

第1分科会：遺伝子解析および評価における進歩

口頭発表 11, ポスター発表 31

第2分科会：家畜衛生の遺伝子解析とその生産形質との関連

口頭発表 9, ポスター発表 9

第3分科会：機能性ゲノム：遺伝と生理の結合（生理部門第3分科会と共同）

口答発表 7, ポスター発表 10

第4分科会：フリーコミュニケーションおよび部門運営討論

口頭発表 8, ポスター発表 26

第5分科会：フリーコミュニケーション

口頭発表 12, ポスター発表 15

第6分科会：牛育種のグローバル化および地域遺伝資源の利用（牛生産部門第6分科会と共同）

口頭発表 13, ポスター発表 18

## 栄養部門 (89 演題)

第1分科会：乾乳牛の栄養：その後の生産性および繁殖性への影響

口頭発表 4, ポスター発表 2

第2分科会：代謝負荷と繁殖——牛を中心として（後出）

演題は生理部門第2分科会と同じ

第3分科会：特別テーマII：肉および乳の安全性（後出）

演題は飼養管理部門第3分科会と同じ

第4分科会：フリーコミュニケーションおよび部門運営討論

口頭発表 8, ポスター発表 54

第5分科会：環境へのミネラル蓄積減少における栄養の役割

口頭発表 8, ポスター発表 2

第6分科会：家畜栄養におけるサイレージの貯蔵と役割

口頭発表 11, ポスター発表無し

## 飼養管理および衛生部門 (114 演題)

第1分科会：飼養システムへの家畜の適応の生理（生理部門第1分科会と共同）

口頭発表 7, ポスター発表 11

第2分科会：特別テーマIII：食物連鎖における遺伝的に修正された微生物

口頭発表 9, ポスター発表無し

第3分科会：特別テーマII：肉および乳の安全性（栄養部門第3分科会、牛生産部門第3分科会および豚生産第3分科会と共同）

口頭発表 10, ポスター発表 31

第4分科会：フリーコミュニケーションおよび部門運営討論

口頭発表 7, ポスター発表 16

第5分科会：疾病伝播：国際的貿易のための危険度評価およびその結果（OIE—国際獣疫事務局とのジョイントセッション）

口頭発表 9, ポスター発表 5

第6分科会：疾病および低生産性の経済学

口頭発表 7, ポスター発表 2

## 生理部門 (60 演題)

第1分科会：飼養システムへの家畜の適応の生理（前出）

演題は飼養管理および衛生部門第1分科会と同じ

第2分科会：代謝負荷と繁殖——牛を中心として（栄養部門第2分科会および牛生産部門第2分科会と共同）

口頭発表 6, ポスター発表 11  
 第3分科会：機能性ゲノム：遺伝と生理の結合（前出）  
 演題は育種部門第3分科会と同じ  
 第4分科会：フリーコミュニケーションおよび部門運営討論  
 口頭発表 4, ポスター発表 17  
 第5分科会：出生前後の死亡  
 口頭発表 6, ポスター発表 無し  
 第6分科会：豚における繁殖工学（豚生産部門第6分科会と共同）  
 口頭発表 5, ポスター発表 11  
 牛生産部門（65 演題）  
 第1分科会：特別テーマⅠ：畜産物およびその生産方法についての消費者の理解（羊および山羊生産部門第1分科会，豚生産部門第1部門，馬生産部門第1分科会と共同）  
 口頭発表 10, ポスター発表 3  
 第2分科会：代謝負荷と繁殖——牛を中心として（前出）  
 演題は生理部門第2分科会と同じ  
 第3分科会：特別テーマⅡ：肉および乳の安全性（前出）  
 演題は飼養管理部門第3分科会と同じ  
 第4分科会：フリーコミュニケーションおよび部門運営討論  
 口頭発表 8, ポスター発表 29  
 第5分科会：中央ヨーロッパおよび東ヨーロッパの畜産システムの再構築における持続的進歩  
 口頭発表 7, ポスター発表 8  
 第6分科会：牛育種のグローバル化および地域遺伝資源の利用（前出）  
 演題は育種部門第6分科会と同じ  
 羊および山羊生産部門（63 演題）  
 第1分科会：特別テーマⅠ：畜産物およびその生産方法についての消費者の理解（前出）  
 演題は牛生産部門第1分科会と同じ  
 第2分科会：変化しつつある世界における反芻小動物の展望  
 口頭発表 8, ポスター発表無し  
 第3分科会：特別テーマⅡ：肉および乳の安全性（前出）  
 演題は飼養管理および衛生部門第3分科会と同じ  
 第4分科会：フリーコミュニケーションおよび部門運営討論  
 口頭発表 7, ポスター発表 26  
 第5分科会：成績記録と選抜目標の将来への必要性

の評価  
 口頭発表 11, ポスター発表 無し  
 第6分科会：乳房炎の予防および制御  
 口頭発表 11, ポスター発表 無し  
 豚生産部門（77 演題）  
 第1分科会：特別テーマⅠ：畜産物およびその生産方法についての消費者の理解（前出）  
 演題は牛生産部門第1分科会と同じ  
 第2分科会：遺伝・栄養・給餌によって影響される豚屠体の脂肪の少ない成長および転換率  
 口頭発表 10, ポスター発表 8  
 第3分科会：特別テーマⅡ：肉および乳の安全性（前出）  
 演題は飼養管理および衛生部門第3分科会と同じ  
 第4分科会：フリーコミュニケーションおよび部門運営討論  
 口頭発表 11, ポスター発表 32  
 第5分科会：繁殖豚の後代検定における新たな発展  
 口頭発表 9, ポスター発表 7  
 第6分科会：豚における繁殖工学（前出）  
 演題は生理部門第3分科会と同じ  
 馬生産部門（68 演題）  
 第1分科会：特別テーマⅠ：畜産物およびその生産方法についての消費者の理解（前出）  
 演題は牛生産部門第1分科会と同じ  
 第2分科会：馬の選択的利用と生産  
 口頭発表 10, ポスター発表 無し  
 第3分科会：ハンガリーにおける馬生産  
 口頭発表 9, ポスター発表 無し  
 第4分科会：フリーコミュニケーションおよび部門運営討論  
 口頭発表 9, ポスター発表 20  
 第5分科会：国際種馬：馬の検定および評価のヨーロッパにおけるシステム  
 口頭発表 5, ポスター発表 6  
 第6分科会：リピッザン馬  
 口頭発表 9, ポスター発表 無し

以上 705 演題が発表された。一部訳語が適当でないと思われるものがあるかと思うが、それぞれの内容は理解していただけたと思う。なお、演題を申し込んでも、旅費などの関係で出席できず、キャンセルになった発表も結構あるが、詳しい数についてはわからない。

日本からの参加者は、家畜改良センターのアタギさん、畜産草地研究所の古川さん、キリンビール㈱のイシグさん、北海道農業研究センターの富樫さんおよび筆者の5名であった。このうち、発表したのは富樫さ

んと筆者の 2 名であった。富樫さんは「遺伝子型と環境との相互作用を考えた種雄牛モデル」という題で、育種部門第 6 分科会でポスター発表し、筆者は、「放牧肉牛における血中ミネラルの改善」という題で、生理部門第 4 分科会でポスター発表した。さらに筆者は、ポスター発表以外に 8 月 28 日午前に行われた生理部門の運営討論に参加した。ここでは、自分の発表した演題について簡単に紹介した後、論議を行った。さらに、主な演題について議論を行った。私のテーマについては、持続可能な畜産に関して有意義であるということであった。また、28 日午後からは、私の友人であるフランス人の Dr. le Dividich が座長を務めた生理部門第 4 分科会の「出生前後の死亡」に参加した。そのほか、いくつかの分科会に参加したが、スペースの関係で、内容については省略したい。いずれにしても演題数が多く、会場も多くに分かれていて、興味のある分科会すべてを聞くことは難しかった。

学会の会場となったのは、ブダペスト市の中心よりやや南に下がったところにある「BUTE 情報技術センター」であった。ちょうどドナウ川の右岸に近いところに建てられていた。広大な敷地の中に建てられた近代的な大きな建物であった。何となく、大学の中の一部の建物ようであったが、良くわからない。学会の発表はすべてここで行われた。それ以外の行事として、8 月 26 日の夕方ウェルカムパーティがここで行われた。8 月 27 日夕方には、ブダペスト市から北東にバスで 1 時間ほど行ったところにあるグドウルーという街にある大学で「オープニングセレモニー」が行われ、その後すぐ近くの王妃の宮殿だったお城で「Get Together パーティ」が行われた。つづく 28 日夜に

は、ブダペスト市内のホテル「インターコンチネンタル」で、さよならパーティが開催された。いずれのパーティでもたくさんのごちそうが並べられ、遅くまで楽しい時を過ごすことができた。

ブダペスト市は、人口約 200 万人ということで、札幌と同じ様な大きさの街であった。自由経済に移行して、いま再建途中という感じであちこちで工事が行われていた。物価も安く、物も豊富にあるけれども一般の人はお金が無く買えないという感じであった。一方、共産主義時代の名残か、公共交通機関は非常に便利で、夜遅くまであり、私も毎日ホテルから「トラム」といわれる電車で学会会場まで往復した。また、治安も思ったよりも良さそうで、人情も厚いような印象を受けた。

最後に温泉の話。私も知らなかったのだが、温泉があちこちにあり、私の泊まったホテルにも温泉があり、宿泊客は無料ではいることができた。基本的には日本の温泉と同じであった。正式には、ふんどし（といっても前掛けみたいな物）をつけて入ることになっているのだが、地元の人には素っ裸では入っていたので、私もそれに見習った。ただ、朝は 6 時から開いているのだが、夜は 6 時には閉まってしまい、寝る前に入れなかったことが残念であった。また、温泉では、ホモの人が多いようで、やけに近くに寄ってきては、いろいろと親切にしてくれることがあり注意を要する感じであった。

以上とりとめの内容になってしまったが、最後に有意義な学会に参加の機会を与えて下さった関係の皆様へ感謝したい。





## シンポジウム報告

## 第 35 回国際応用動物行動学会への参加報告

矢用 健一

北農研センター 畜産草地部

2001 年 8 月 4 日～8 日までの 5 日間、アメリカのカリフォルニア州立大学デービス校で第 35 回国際応用動物行動学会が開催された。参加者は 300 名弱、口頭発表 66 題、ポスター発表 124 題であった。国際学会にしてはやや小規模だが、この程度の規模で毎年開催されており、皆が知り合いのようなアットホームな雰囲気と、家畜行動の本をよく書いておられるような欧米の重鎮とも気軽に議論できるような土壌が作られている。日本からの発表参加者は 14 名だった。

## 大会の内容

大会のメインテーマは、“Companion animal behavior” と “Influence of genetics on behavior and welfare” だった。前者では、イヌ・ネコ・ウマなどのコンパニオンアニマルの行動や飼育環境の評価、福祉といった研究の発表が見受けられた。口頭発表から大まかに抜粋すると、①子馬のさく癖、猫の尿スプレーマーキング、オウムの常同行動など、(人間にとっての?) 問題行動 (behavioral problem) を、行動科学的にどのようにとらえ、治療すべきかという研究。②馬の性格や、盲導犬の資質などを、できるだけ早期に予察する研究。③犬の社会認識や、庭付きの家とアパートに住む犬の行動比較などの研究。などがあった。①については「人間がいびつな飼い方をするから、人間にとって都合の悪い行動が色々とでてくるのはあたりまえだ。」と憤ってしまいそうになったが、考えてみれば、私が研究対象としている酪農も、ウシ本来の行動を様々な形で制約することで成り立っているわけである。

後者の“行動と福祉に及ぼす遺伝の影響”では、現在も、産乳量・産肉量・乳質などの生産形質に重点を置いて進められている遺伝育種を、家畜福祉向上のために応用できないかを模索する分野である。めまぐるしく代わる飼養管理環境に対する順応性を上げてやることで、福祉の向上ひいては生産性の向上につながるのではないかと。という考え方である。一方で、鶏の羽つきなど、現在問題行動として取り上げられている行動が少なくなるような遺伝形質を探る動きもある。

その他のテーマを列挙する。①離乳の問題(豚・馬・肉牛): 離乳時の親子分離のストレスが主なテーマ。②

家畜管理上の問題: 管理方法の福祉レベルを評価する手法に関する発表。牛の断尾、豚の鼻環の評価。痛いのか? 行動の制約はないか? ③人と動物の関係: 子馬の初期馴致、ホルスタイン種乳牛の人への恐怖性と社会的順位の関係、子豚が人との関係を築く上での感受性期の存在など。④家畜の取り扱いと輸送: EU における家畜輸送に関する立法が終わり、この方面の研究は一段落した感があったが、輸送中の馬の行動や、早期離乳子豚の輸送方法に関する発表が行われた。⑤実験動物: 飼育環境を現在よりも複雑にすることで(環境エンリッチメント)が実験動物にとってより住みやすい環境であるかどうかの検討など。⑥環境エンリッチメント: 畜産分野でも、この手法で問題行動やストレスを減らす試みがなされている。⑦社会行動と性行動⑧営巣行動と母性行動⑨異常行動

④の中に、「牛のストレス緩和フェロモン」なる発表があり、期待して聴講したが、企業が開発した製品のアピール的な部分があり、失望させられた。人間ではやりのアロマセラピーではないが、匂いで家畜の行動を制御する試みは、これからもっと研究されても良い分野ではないだろうか。

また、エコツーリズムが野生クマの行動に及ぼす影響、サーカスのトラや動物園のクマの常同行動など、日本ではあまり取り組まれてこなかったヒトが介在する場面での野生動物、動物園動物に関する報告が増えてきていることは注目される。

## Akeoke 大会と見学ツアー

今大会では、面白いイベントがあった。Akeoke である。私は、私用で参加できなかったため、参加された信州大学の竹田先生の報告をご紹介します。

「Akeoke の正体ですが、いろいろなスライド(単なる風景や実験結果の図・表、ブタに乗駕するイヌ、訳の分からない写真など)を帽子の中に混ぜ、選ばれた人物がその中から 5 枚抜き取り、ほとんどつながりの無い 5 枚のスライドでストーリーを作り、面白おかしく発表するというゲームだったのです。さらに質疑応答まであるのですから、当てられた方は、たまったものではありません。そして、これを超有名な研究者が発表するので、とてもおかしく、半分言葉が分からなくても、結構、笑えました。」

というものだ。皆様も是非お試しください。

見学も、参加できなかったため、再び竹田先生の報告を抜粋する。

「私が参加したエクスカージョンは、Davis 校内を見学するツアーでした。当初、学内の牧場見学も予定されていたようですが、口蹄疫の関係で、なぜか昆虫博物館、そして霊長類研究センター、猛禽類センターの見学に止まりました。昆虫博物館と言っても、いわゆる昆虫学研究室なのですが、世界中から膨大な数のチョウを収集し、保存していました。またそこでは、クモやゴキブリを実験動物(?)として飼育しており、これには私も含め一緒に参加した麻布大の女子学生も参っていたようです。霊長類研究センターでは、幾つもの極めて大きなケージにサルが群飼されており、実験動物としてのサルを大学で維持・繁殖していました。猛禽類センターでは、単に研究ばかりでなく、その保

護を目的とした一般人への教育、そして負傷した猛禽類のリハビリも行っていました。日本でも獣医学科がある大学で、このような野生動物のリハビリセンターが早くできないだろうかと感じました。」

### 応用動物行動学分野での日本の躍進

学会総会において評議員の交代が告げられ、5人の候補者から新メンバー2人を選挙で選出した。今回、その内の1人に東北大学の佐藤先生が選出された。日本人で評議員に選ばれるなんて、私にとっては目玉が飛び出るぐらいの驚きであった。さらに、「ヒトと動物のアジア的共生と動物倫理」という統一テーマのもと、我が国での2005年大会開催も決定し、日本の家畜行動研究が世界に躍進していく息吹を感じることができた。

## シンポジウム報告

第 34 回 Society for the study of Reproduction Annual Meeting  
に参加して

澤井 健

北海道立畜産試験場 畜産工学部 遺伝子工学科

## はじめに

2001 年 7 月 28 日から 8 月 1 日までの 5 日間、カナダのオンタリオ州オタワでオタワ大学およびウエスタンホテルを会場に開催された第 34 回 Society for the study of Reproduction (SSR) の年次学会に参加、ポスター発表を行ったので、本学会の模様を報告させていただきます。

本学会は家畜をはじめあらゆる生物の繁殖分野を網羅した学会であり、演題数も約 600 題と非常に多い。そのためにシンポジウムやワークショップは種々の専門分野ごとにまとめられ、それらが同時並行して行われるので筆者が見聞きしたのは、それらのうちの一部分のみであり、ご紹介する内容が今回の SSR 学会を総括できるものでは到底なく、筆者の興味に偏った内容であるということを御了承願いたい。むしろ今回の内容はシンポジウム報告というよりも私的学会見聞録程度のものと思っていただけると筆者としては大変ありがたい。

## SSR meeting について

繁殖関係者以外の方は今回はじめて SSR なる単語を目にされると思われるので、最初に SSR の概略について紹介する。SSR はアメリカ合衆国の Society for the Study of Reproduction (正式な和訳があるかどうかかわからないが、あえて訳すならアメリカ生物繁殖学会?) の略であり、SSR meeting は SSR が年 1 回主催する年次学会のことである。この年次学会は実験動物および家畜を主として、線虫、ゼブラフィッシュやヒトなどあらゆる生物の繁殖に関わる研究が発表される。本学会は毎年夏季にカナダもしくはアメリカ合衆国で開催され、北米大陸はもとより世界各地から数多くの研究者が参加する。家畜の繁殖関係者には国際胚移植学会 (IETS) の年次学会と並んで馴染みの深い学会といえる。ちなみに SSR は Biology of Reproduction 誌、IETS は Theriogenology 誌をそれぞれ発行している学会である。

SSR meeting は筆者にとって今回が 2 回目の参加である。初めて SSR meeting に参加したのは 1995 年にカリフォルニア大学 Davis 校で開催された第 28 回

大会であるが、その時は大学院生で、発表なしのおき楽な参加であったが、学会の規模や発表内容の質の高さ、なによりもその道で有名な研究者がフレンドリーにディスカッションしてくれることに感動して今回は必ず発表課題を持って参加しようと決意したように思う (次回参加まで 6 年の月日を要するとは思ってはいなかったが)。つまり SSR meeting は筆者のような無知で未熟な者でさえも発表したいと思わせる雰囲気があり、今回久しぶりに SSR meeting に参加して今でもその雰囲気は失われていないことを再認識した。

## 学会の内容

SSR meeting は年次ごとの異なる内容で構成されるミニシンポジウム (口頭発表のみ) と専門分野 (セッション) ごとの口頭およびポスター発表として演題が発表される。主だったセッションをあげてみると (繁殖分野以外の読者に理解しやすいよう邦訳して記載する)、卵胞発育、精子機能、神経内分泌、減数分裂調整機構、生殖毒性、生殖工学、シグナル伝達、卵子の機能、排卵、成長因子、着床、性判別、性成熟、造精機構、黄体退行、子宮と卵管、アポトーシス、受精、胚発育、遺伝子発現、性行動などがあげられ、それぞれのセッションは数題から数十題の演題から構成されている。

筆者はウシの核移植に関する演題を生殖工学 (Reproductive Technology) のセッションで発表したが、今回の生殖工学のセッションは、前回、前々回と比較してウシの核移植に関する演題は少なくなっていた。「ドリー」以来続いたクローンフィーバーもようやく落ち着きをみせ、ただ単に体細胞クローンを作出しました的な発表が減ったためだと思われる。このようなことから、今回の学会に参加して、まず感じたのは体細胞核移植が生殖工学で有用な技術として認知されるためには、地道な基礎データを積み上げる研究をしっかりと継続しなければならないということであった。ウシ核移植に関する演題が減ったかわりに、ブタの体細胞核移植に関する研究が多くみうけられた。なかでもミズーリ州立大学の Prather 博士のグループおよびジョージア州立大学の Stice 博士のグループからブタ核移植技術関連の演題が多く出されており、この分野での進

展を目の当たりにする思いであった。ブタはウシと比較して核移植技術が遅れていると言われていたが、ジョージア州立大の発表では発生培養液の改良からクローン胚においても胚盤胞形成率が15%前後にまで高まったことが報告されていた。特にブタは再生医療に関連して、核移植、遺伝子導入、ES細胞(胚性幹細胞)に関する技術開発が望まれており今後さらなる進展があると思われる。実際、今回の学会でミズーリ州立大はブタ遺伝子導入細胞をドナー細胞に用いて核移植を行い産子を得たことを報告していた。

筆者はウシ核移植に用いるドナー細胞の細胞周期とレシピエント卵子の活性化法が再構築胚の発生におよぼす影響について発表を行ったが、思っていた以上に参加者からの質疑があり、大変勉強になった。また、今回の発表では小倉先生(感染研)、青木先生(東大)、星先生(機能性ペプチド研)など国内ではなかなかディスカッションする機会のない先生方とも発表内容について議論することができ大変有意義であった。

ミニシンポジウムで興味深かったのは「Epigenetic Mechanisms Regulating Gene Expression」と「Gene Expression and Initiation of Embryogenesis」であった。どちらのシンポジウムも遺伝子発現に関するものであるが、前者はX染色体の不活化やDNAのメチル化などエピジェネティックな現象に関する最新の研究成果が発表されていた。核移植は一度分化した細胞を未分化な状態に戻して、細胞をいちから出直させる技術であるが、細胞(染色体、遺伝子)の出直しはどのように起こるかが解明されていない。それらの機構、現象を解明するには、通常の状態ではどのようなエピジェネティックな機構を保持しているかを知らなければならない。テキサス SFBR の MaCarry 博士らは造精期におけるX染色体の不活化をXist遺伝子の発現を指標に評価しており機能的なRNAはつくられるもののタンパク質は合成されない現象をみいだした。DNAのメチル化ではMcGill大のTrasler博士らはDnmt 1遺伝子の変異型マウスを使ってメチル化機構を調べていたが、遺伝子変異型個体を多数維持しているマウスならではの仕事で、このような仕事はウシではとてもできないなと感心した。

後者のミニシンポジウム、胚での遺伝子発現ではマウス胚を用いた遺伝子のリプログラミング機構、受精前後での遺伝子発現の差異、胚の代謝生理に関係した遺伝子の発現に関する発表があり、なかでもウェスタンオンタリオ大のWatson博士が胚におけるナトリウムおよびカリウムの輸送(Water Channels)にアクアポリンが関与しており、胚発生段階ごとの同遺伝子の動態を追っていたのがとてもおもしろかった。

## 学会に参加しての雑感

ミニシンポジウムおよび各セッションの発表内容に関して全体的に感じたのは、分子生物学的手法の台頭である。なにを今さらと笑われる方も多いかと思うが、スライドもしくはポスターに電気泳動像のない発表の方が少ないくらいである。今回の学会でも、分子生物学的手法を用いての証明を試みた発表は実に切れ味鋭く納得できるものが多い反面、「そもそもその現象にその遺伝子が本当にからんでるの?」、「その遺伝子はパスウェーのどこに作用してるの?」的な疑問を抱いたものもすくなくあった。そのように感じる参加者は筆者だけではないらしく発表の質疑応答で上記のような疑問を口にする人が多かったように思う。そのため発表者は「緒言」のパートで調べた遺伝子がどこに作用するとか、どんなキャラクターの遺伝子かとかストラテジの説明に多くの時間を費やし(実に大切なことではあるが)、実験方法をすっ飛ばして実験結果の電気泳動写真をダーと見せていくだけになってしまっていた。同じ現象を追っている人にはそれで十分なのかもしれないが、実験方法の説明がないだけにその実験の的確性は誰にも判断できないものになっていたように思われた。しかし、外国の発表者の「緒言」の説明はじつに見事なものが多く大変参考になったことは確かである。日本の学会では緒言はサラッと「……という点が不明である。だからAを調べた」とすませる場合が多いが、本学会の発表者の多くはなぜAに着目したのかとか、Aを調べたらこの現象が解明される理由をきちんと説明していた。見習いたい姿勢である。

最後に、残念だったのは上記したように本学会は種々のセッションが同時並行で進められるため、生殖工学を含め受精、胚発育、遺伝子発現など限られたセッションをまわるのが精一杯であったことである。また、興味のある2つのセッションが同じ時間帯で組まれていることも多く、どちらを選別するか悩ましく、とりあえずこちらと決めたセッションが実際に発表をきいていると予想していたものとまったく別の内容であり、もう一方の方がよかったと後悔することもあった。このようなことを極力避けるため学会期間中、夜はホテルのベッドの上で蛍光マーカーを片手に要旨集をにらみながら、翌日の発表内容をチェックし、この時間はこのセッション、次にこちらに移ってというように念入りにダイアグラムを組んだはずなのに(しかし実際には学生時代にいっしょに実験をしていた留学生などと劇的な再会をはたし、路上のパブでロブスターをつまみにビールを飲んでそのまま翌日を迎えていた)。日本の家畜繁殖分野の学会が、演題を主に胚(受精、発生、遺伝子発現など)と内分泌(黄体、子宮、着床、遺伝子発現など)の2分野に大別し2会場で発表させることと比較するとSSR meetingのセッションはか

なり細分化されているように思えるが、発表演題数や対象とする動物種の多様さを考えるとこのような形式にならざるをえないのかとも思った。なにはともあれ、今回の学会は私にとって実り多い学会であったことは

確かである。一緒に参加した南橋さん（当時受精卵移植科・科長）も満足だったと思われる。また SSR に行きましょうね、南橋さん！



## 第 57 回 北海道畜産学会大会

2001 年 9 月 3 日(月)・4 日(火)

会場：北海道大学学術交流会館

### 2001 年北海道畜産学会賞

北海道立根釧農業試験場 扇 勉 氏

「乳牛の生産病予防と栄養管理に関する一連の研究」

### 共催シンポジウム

#### 「21 世紀の北海道畜産・草地の展望」

はばたく北海道畜産，その現状と未来

北海道立畜産試験場 場長 田村 千秋 氏

畜産の先端技術がひらく新たな展望

北海道立畜産試験場 南橋 昭 氏

北海道草地の歴史と持続的発展へのシナリオ

酪農学園大学 松中 照夫 氏

これからの牛乳・乳製品と私たちの健康

北海道大学 島崎 敬一 氏

### 一般講演一覧

#### 栄 養

- |      |                                                                                                                                                                                                                             |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| A 01 | 自動搾乳牛群の乳成分に影響するいくつかの要因<br>姫仁花・〇岡本全弘（酪農大）                                                                                                                                                                                    |
| A 02 | フリーストールにおける TMR 粒度の経時的变化と選択採食<br>〇朴 修範・岡本全弘（酪農大）                                                                                                                                                                            |
| A 03 | アルファルファサイレージの給与が乳熱発生，採食量および乳生産に及ぼす影響<br>〇中村正斗・佐藤義和・矢用健一・山田 豊・坂口 実・久米新一（北農研）                                                                                                                                                 |
| A 04 | ウマ後腸微生物組成の品種および季節間変動<br>〇小林泰男・小池 聡・新宮裕子・秦 寛・田中桂一・<br>大久保正彦（北大院・農）                                                                                                                                                           |
| A 05 | Postprandial changes in particle associated ruminal bacteria in sheep fed ammoniated rice straw<br>〇 Selim, A.S.M., J. Pan, T. Suzuki, K. Ueda, Y. Kobayashi and K. Tanaka<br>(Faculty of Agriculture, Hokkaido University) |

| 飼 養  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| A 06 | 自動搾乳システム飼養下の高泌乳牛群における飼料設計と乳生産の関係<br>○泉 賢一・森田 茂・野 英二 (酪農大)                                                                                                                                                                                                                                              |
| A 07 | アルファルファとコーンサイレイジ給与割合が泌乳牛の窒素利用性および乳生産に及ぼす影響<br>○河合正人・市川雅賢・池滝 孝・松岡 栄 (帯畜大)                                                                                                                                                                                                                               |
| A 08 | 泌乳牛のコーンサイレイジ主体飼養下におけるルーメン内分解性蛋白質含量の異なる濃厚飼料の給与が乳生産および窒素出納におよぼす影響<br>○竹井 悠 <sup>1</sup> ・三谷朋弘 <sup>1</sup> ・中辻浩喜 <sup>2</sup> ・近藤誠司 <sup>1</sup> ・大久保正彦 <sup>1</sup><br>( <sup>1</sup> 北大農・ <sup>2</sup> 北大北方生物圏フィールド科学センター)                                                                             |
| A 09 | 黒毛和種牛における初乳および常乳成分<br>○八代田千鶴・小原潤子・佐藤幸信 (道立畜試)                                                                                                                                                                                                                                                          |
| A 10 | 道産牛肉の肉色についての実態調査<br>○葛岡修二・佐藤幸信・八代田千鶴・杉本昌仁 (道立畜試)                                                                                                                                                                                                                                                       |
| A 11 | 肥育牛に対する敷料としての破砕古紙の評価<br>○杉本昌仁・八代田千鶴・葛岡修二・佐藤幸信・宮崎 元 (道立畜試)                                                                                                                                                                                                                                              |
| 飼 料  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| A 12 | アルファルファのサイレイジ発酵過程における構造的炭水化物の分解に及ぼす乳酸添加の影響<br>○ Nguyen Huu Van・M.S. Yahaya・河合正人・高橋潤一・松岡 栄 (帯畜大)                                                                                                                                                                                                        |
| A 13 | ギ酸、乳酸菌製剤および乳酸菌製剤と酵素剤の混合物を添加した牧草サイレイジの給与がヒツジにおける採食量、消化率および栄養価に及ぼす影響<br>○増子孝義 <sup>1</sup> ・堤 裕江 <sup>1</sup> ・原 祐子 <sup>1</sup> ・花田正明 <sup>2</sup> ・岡本明治 <sup>2</sup> ( <sup>1</sup> 東農大生産・ <sup>2</sup> 帯畜大)                                                                                           |
| A 14 | 牧草サイレイジ調整時における乳酸菌製剤の添加が泌乳牛の飼料摂取量・乳生産におよぼす影響<br>○藤本陽子 <sup>1</sup> ・花田正明 <sup>1</sup> ・岡本明治 <sup>1</sup> ・増子孝義 <sup>2</sup> ( <sup>1</sup> 帯畜大・ <sup>2</sup> 東農大)                                                                                                                                       |
| 草 地  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| A 15 | マイペース型酪農の草地実態調査 (予報)<br>○佐々木章晴 (中標津農高)                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| A 16 | 北海道東部浜中町における放牧主体酪農家の草地からの乳生産<br>○三嶋健司 <sup>1</sup> ・中辻浩喜 <sup>2</sup> ・近藤誠司 <sup>1</sup> ・大久保正彦 <sup>1</sup><br>( <sup>1</sup> 北大院農・ <sup>2</sup> 北大北方生物圏フィールド科学センター)                                                                                                                                  |
| A 17 | 放牧草におけるたんばく質分画の季節変動<br>○上田和夫・酒井 治・高橋雅信・原 悟志 (根釧農試)                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 管 理  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| A 18 | 繋留牛舎の飼養環境の改善による生産性向上事例<br>○谷本光生 <sup>1</sup> ・中田悦男 <sup>1</sup> ・内田賀子 <sup>1</sup> ・石川保継 <sup>2</sup> ・カウコンフォートサービス<br>( <sup>1</sup> 南根室畜農業改良普及センター・ <sup>2</sup> JA 上春別)                                                                                                                             |
| A 19 | 乳牛の安楽性を追求した新築の繋留牛舎と TMR 給与による生産性向上事例<br>○齋藤博昭・齋藤靖之・堀内正洋・内田幸司 (南根室畜農業改良普及センター)                                                                                                                                                                                                                          |
| A 20 | 野生エゾシカの餌付け手法による樹皮食害防止の試み<br>増子孝義 <sup>1</sup> ・森野匡史 <sup>1</sup> ・○春上結希乃 <sup>1</sup> ・北原理作 <sup>1</sup> ・佐藤健二 <sup>2</sup> ・高村隆夫 <sup>3</sup> ・西田力博 <sup>3</sup><br>( <sup>1</sup> 東農大・ <sup>2</sup> 池田鹿実験牧場・ <sup>3</sup> 前田一步園財団)                                                                   |
| A 21 | シートを利用した簡易な牛ふん尿貯留施設の特徴<br>○渡部 敢 <sup>1</sup> ・湊 啓子 <sup>1</sup> ・田村 忠 <sup>1</sup> ・吉田邦彦 <sup>2</sup> ・高橋圭二 <sup>2</sup> ・前田善夫 <sup>2</sup> ・阿部英則 <sup>1</sup> ・新名正勝 <sup>1</sup><br>( <sup>1</sup> 道立畜試・ <sup>2</sup> 道立根釧農試)                                                                         |
| A 22 | 道内の個別型バイオガスプラントの実態調査<br>○木村義彰 <sup>1</sup> ・高橋圭二 <sup>1</sup> ・前田善夫 <sup>1</sup> ・安部英則 <sup>2</sup><br>浅野孝幸 <sup>3</sup> ・松田従三 <sup>4</sup> ・梅津一孝 <sup>5</sup> ・干場信司 <sup>6</sup><br>( <sup>1</sup> 根釧農試・ <sup>2</sup> 道立畜試・ <sup>3</sup> 道立工業試・ <sup>4</sup> 北大学・ <sup>5</sup> 帯畜大・ <sup>6</sup> 酪農大) |



| 繁殖    |                                                                                                                                                                            |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| B 01  | 乳牛の初産月齢が乳量および繁殖成績に及ぼす影響<br>○鈴木貴博 <sup>1</sup> ・高橋芳幸 <sup>1</sup> ・坂口 実 <sup>2</sup> ( <sup>1</sup> 北大院獣医・ <sup>2</sup> 北農研)                                                |
| B 02  | 繁殖期における雄エゾシカのボーカリゼーション<br>○亀山祐一 <sup>1</sup> ・高木 等 <sup>1</sup> ・佐藤健二 <sup>2</sup> ・石島芳郎 <sup>1</sup> ( <sup>1</sup> 東農大・ <sup>2</sup> イケダ鹿実験牧場)                           |
| B 03  | ウシ卵子及び体外受精由来胚の凍害保護物質の浸透性比較<br>○岸田理英・張山綾子・堂地 修・小山久一 (酪農大)                                                                                                                   |
| B 04  | リノール酸アルブミンおよび血清がウシ体外受精由来胚の発育および胚の耐凍性に及ぼす影響<br>○張山綾子・堂地 修・小山久一 (酪農大)                                                                                                        |
| B 05  | 融解条件がウシ凍結裸化卵子の透明帯破損に与える影響<br>○藤澤泰之・堂地 修・小山久一 (酪農大)                                                                                                                         |
| B 06  | 触診および超音波断層装置を用いた黄体検査の正確性について<br>○藤原多映・堂地 修・小山久一 (酪農大)                                                                                                                      |
| B 07  | 超音波断層装置によるウシの過剰排卵誘起処置後の卵巣の観察<br>○石原毅士・青木春佑・藤原多映・前村敦子・菅原 紀・西寒水 将<br>堂地 修・小山久一 (酪農大)                                                                                         |
| B 08  | 超音波断層装置を用いたウシの妊娠初期胎子の心拍数測定<br>○前村敦子 <sup>1</sup> ・川田 訓 <sup>2</sup> ・堂地 修 <sup>1</sup> ・小山久一 <sup>1</sup><br>( <sup>1</sup> 酪農大 <sup>2</sup> 独立行政法人家畜改良センター新冠牧場)           |
| B 09  | 乳用牛における飼養管理方式の違いが発情行動および運動量に及ぼす影響<br>○青木春佑・石原毅士・藤原多映・前村敦子・菅原 紀・西寒水 将<br>堂地 修・小山久一 (酪農大)                                                                                    |
| 遺伝・育種 |                                                                                                                                                                            |
| B 10  | ニワトリ Mx 遺伝子の多様性と抗ウイルス活性に関する研究<br>○高 在弘 <sup>1</sup> ・浅野 淳 <sup>1</sup> ・宝奇山裕直 <sup>2</sup> ・大原睦生 <sup>2</sup> ・渡辺智正 <sup>1</sup> ( <sup>1</sup> 北大・獣医, <sup>2</sup> 道新得畜試) |
| B 11  | 北海道のホルスタイン乳牛集団における初産次産乳量と淘汰理由との関係<br>○大林敏朗 <sup>1</sup> ・寺脇良悟 <sup>2</sup> ( <sup>1</sup> 酪農大・ <sup>2</sup> 酪農短大)                                                          |
| B 12  | 異なる発情状況において一採卵当たり回収された移植可能受精卵数に対する分布の当てはめ<br>○浅田洋平 <sup>1</sup> ・寺脇良悟 <sup>2</sup> ( <sup>1</sup> 酪農大・ <sup>2</sup> 酪農短大)                                                  |
| B 13  | 北海道のホルスタイン乳牛における群寿命を考慮した相対重要度および選抜指数式の作成<br>○松岡洋司 <sup>1</sup> ・寺脇良悟 <sup>2</sup> ( <sup>1</sup> 酪農大・ <sup>2</sup> 酪農短大)                                                   |
| 畜産物利用 |                                                                                                                                                                            |
| B 14  | アイスクリームの消費傾向とその嗜好性におよぼす乳脂肪添加率の違いについて<br>○筒井静子 <sup>1</sup> ・西山 農 <sup>2</sup> ( <sup>1</sup> 酪農短大・ <sup>2</sup> 酪農大)                                                       |
| B 15  | 冷凍ホイップクリームの品質に及ぼす糖類の影響<br>○山口和美・石下真人・鮫島邦彦 (酪農大)                                                                                                                            |
| B 16  | 食物アレルギーへのミルクアレルギー特異 IgA 抗体の関与<br>○芳井 希 <sup>1</sup> ・石下真人 <sup>1</sup> ・鮫島邦彦 <sup>1</sup> ・真船直樹 <sup>2</sup> ( <sup>1</sup> 酪農大・ <sup>2</sup> 北大医)                         |
| B 17  | SPF 豚肉の軟らかさについて<br>○小野武仁 <sup>1</sup> ・佐々木 渉 <sup>2</sup> ・石下真人 <sup>1</sup> ・鮫島邦彦 <sup>1</sup> ( <sup>1</sup> 酪農大・ <sup>2</sup> ホクレン農総研)                                  |
| B 18  | 搾乳時の強酸性水による乳頭清拭の効果<br>○仙田晶嗣・山上貴礼・無量谷亜希・中村 正・浦島 匡・荒井威吉 (帯畜大)                                                                                                                |

第 57 回 北海道畜産学会大会報告

栄 養

北海道農業研究センター 押 尾 秀 一  
帯広畜産大学 松 岡 栄

**A 01** 自動搾乳システムの導入により、搾乳時間、回数等を従来の方法から大きく変えることができる。そのため、乳量、乳成分と搾乳時間、回数等との関係を明らかにしておくことが重要になる。本報告では、搾乳時間帯と乳成分との関係、搾乳回数、ロボット内配合飼料給与量、ボディコンディションスコア (BCS)、分娩後日数と乳量、乳成分との関係及び乳成分相互の関係を検討したものである。その結果、乳蛋白率、乳糖率、無脂固形分は時間帯による変動は認められなかったが、乳脂率と全固形分は昼が高く、深夜が低い傾向が認められたことを報告している。一日 2 回搾乳でも、朝乳より夜乳の方が乳脂率が高いことは一般に認められている。その場合、昼に飼料を多く与えるため、ルーメン発酵と体内代謝のどちらの影響が大きいかわ判断できなかったが、本実験では搾乳時に飼料を給与していることから、体内脂肪代謝の日内変動の方が大きく影響していることを示唆された。また、搾乳回数及び配合飼料給与量と乳量、乳糖率間の正の相関等については従来の報告と一致するものであった。さらに、乳蛋白率の搾乳回数 3～4 回での高い傾向、及び 30～40 kg の乳量での高い傾向等が報告されているが、これらは測定牛群が経産牛 20 頭と言う比較的小さく牛群であることもあり、普遍化するためには、さらに多くの例数を集める必要がある。

**A 02** 本報告は石狩管内の TMR を導入している 5 件の酪農家の TMR 飼料粒度及び酪農学園大学付属農場での TMR 飼料の給餌後の粒度変化を粒度簡易測定装置を用いて調査したものである。各農家の TMR 飼料の乾物含量は 50% 前後、粒度は推奨値に近く、飼料のばらつきも 10% 以内であり、ミキサーの混合具合は良好であった。付属農場の飼料粒度は推奨値より荒く、選択採食が認められた。粒度を対数正規分布に当てはめて見ると、その傾きと選択採食との間に関係があることが窺われ、飼料の絶対的な長さだけでなく、分布状態も選択採食の大きな要因になることが示唆された。

**A 03** この報告は、アルファルファサイレージの給与が乳熱発生、採食量および乳生産に及ぼす影響を 2 回の試験により検討したものである。アルファルファ

サイレージ給与区の分娩後 10 週間の乾物摂取量および乳量は、イネ科牧草サイレージ給与区と比較して、試験 1 では、ともに多い傾向にあり、試験 2 では、その差は有意であった。しかし、分娩前にアルファルファサイレージの給与割合の高かった試験 1 では、分娩後に供試牛 8 頭のうち 2 頭に乳熱が発生した。イネ科牧草に比べてのアルファルファの長所はこれまでも多く報告されているが、その給与方法が不適切であると問題が起きる。どのような条件のもとで、どのような問題が起きるのかを明らかにすることは、アルファルファを酪農家へ普及を図る上で、欠かせないことである。この点からも、本研究の結果は注目されるものである。

**A 04** ウマ後腸微生物機能についての研究は、牛反芻胃内微生物機能に比べて、かなり遅れている。これは、研究手段が限られている（例えば、フィスチュラの装着が難しい）ところに原因があるものと思われる。本研究では、その研究手段として、新鮮糞を使うことを試みている。まず、新鮮糞（直腸内容）中の微生物相を屠畜の大腸部位サンプルと比較して、細菌・プロトゾア密度やそれらの組成に大きな変動はなく、前者は後者の微生物相を反映していることを確認した。これをもとに、品種の違い（北海道和種馬、サラブレッド系馬）、季節間変動（夏期草地放牧時、冬期林間放牧時）などを検討し、興味深い結果を得ている。この研究は、まだ初期の基礎的なものであるが、今後の発展が大いに期待される。

**A 05** この研究は、粗飼料給与時の消化管内飼料片の粒度分布についての一連の実験の一環として行われたものである。今回は、アンモニア処理稲ワラと無処理稲ワラをめん羊に給与して、飼料片粒度の違い (47-300, 300-1180, 1180-5600,  $\geq 5600 \mu\text{m}$ ) と付着微生物の量 (bacterial mass)、さらに微生物の付着強度 (non-, loosely, tightly) との関係を検討している。アンモニア処理稲ワラ給与めん羊の給飼後 2～5 時間の飼料片に付着している微生物の量は、無処理稲ワラ給与めん羊に比較して、有意に多かったこと、微生物が飼料片に付着するとき、その大きさが重要な要因となっていることなどの結果を得ている。反芻家畜における粗飼料消化のメカニズムを明らかにするためには、演者らが行っている一連の研究のように、飼料片の粒度に関与する要因を一つずつ解明していくことが重要であると思われる。

## 飼 養

北海道立畜産試験場

杉 本 昌 仁

北海道大学北方生物圏フィールド科学センター

秦

寛

**A 06** 搾乳時に配合飼料を与える自動搾乳システムでは、搾乳回数の少ない個体では1日の設定配合飼料量を摂取しきれない可能性が指摘されている。泉らは、群管理でありながら個体別の栄養管理も必要とする本システムにおいて高泌乳牛群の採食行動および乳生産について報告した。本実験では、乳量の多い個体ほど搾乳回数が多くなり、搾乳回数の多い個体ほど乳脂肪率が低くなる傾向にあることを示した。また、ロボット内での配合飼料摂取量は設定量の90%にとどまることを指摘した。質疑の中で泉は、作業が自動化されても観察や個体のチェックは今まで以上に重要であると述べている。今後普及が期待される本システムでは、個体別の栄養管理を最適にする飼料設計や群管理方法のさらなる検討が望まれる。

**A 07** アルファルファサイレージ (AS) は DIP 含量が高いため窒素損失が多い。本報告で河合らは、ルーメン内への NSC 供給源としてコーンサイレージを用い、AS との混合比率を変えて窒素利用性と乳生産を検討している。本実験では、AS の混合割合を高めた群で DMI の低下が見られた。また、AS 割合の最も低かった群で NSC 摂取量に対する DIP 摂取量が多く、したがって乳生産への窒素利用効率が低下した。これらは一般的に報告されているもとは逆の結果で、ある条件下では AS 割合を増しても DMI が増加しないことを示唆したデータである。今後はさらに詳細な検討を進め、AS の最適な利用技術につながる研究へと発展させていただきたい。

**A 08** コーンサイレージの NFC を乳牛が有効に利用するためには、DIP の供給が必要であるが、本報告は異なる DIP 含量の濃厚飼料を与えることによって乳生産および窒素出納にどのような影響を与えるかを検討したものである。濃厚飼料の違いによって DMI は変化しなかったが、DIP 含量の低い濃厚飼料を与えた方が FCM 生産量は高くなる傾向にあることを示した。また、濃厚飼料の DIP 含量によって窒素出納も異なる可能性を示唆した。これらの結果は摂取した窒素の体内における分配が飼料によって異なることを示しており、コーンサイレージ主体で飼養する際の濃厚飼料の選択に留意する必要があることを意味しており重要な意味を持つ。今後研究の進展が期待したい。

**A 09** 乳牛と異なり自然哺乳で飼育される肉牛では、生後2カ月齢頃までの発育はは牛の哺育能力の影響を強く受ける。しかし、わが国でも最も多く飼養されている肉用牛の黒毛和種の乳量・乳成分についての調査例は少ない。本研究では初乳・常乳ともに乳量

および乳脂肪、乳糖などの乳成分に大きな個体差があることを明らかにした。今後、調査数を増やして系統、産次など個体差の生じる原因についての検討が望まれる。

**A 10** 流通、消費段階での牛肉評価において肉食は脂肪交雑と並んでじゅうような項目であるが、市場における枝肉の肉食については格付時の目視評価による以外基礎データとなる数値がほとんど得られていない。本研究では分光側色計を用いて胸最長筋の表色値と BCSNo. および BMSNo. の関係を検討し、表色値のうち L 値が BCS とは負・BMS とは正の相関があることを認め、格付時における肉色評価に脂肪交雑が大きく影響している可能性を示唆した。より客観性をもった枝肉評価に向けてこの種の研究がさらに必要と思われる。

**A 11** 本研究は膨大な資源量がある古紙の敷料としての特性を検討したもので、破碎古紙を敷料として用いた場合の肉牛の飼料摂取量・行動および敷料の汚れはオガクズを用いた場合と変わらないことを示した。しかし、破碎古紙は糞尿の水分を吸収するに従って粘土状に個化し糞と混和しなくなるため、単独で利用するよりオガクズ等と混合する方が望ましいことを指摘している。家畜排泄物の堆肥化において炭素源となる副資材が不足している中で、従来使われていなかったこのような資材の活用が期待される。

## 飼 料

酪農学園大学 泉 賢 一

**A 12** は Nguyen Huu Van らによる報告で、サイレージ発酵によって産生される乳酸が、材料草中の構造化炭水化物の分解にどの程度関与しているかを検討したものである。予乾したアルファルファ材料草に対し、乳酸を乾物あたり 0～12% の 5 段階で添加し、発酵品質と貯蔵中の構造化炭水化物の消失率について評価した。その結果、低濃度の乳酸の添加により発酵品質が向上し、高濃度では乳酸発酵が抑制されることが示された。また、ヘミセルロースは乳酸添加量が少ないほど分解されること、セルロースの分解率はすべての添加区においてごくわずかであることが明らかとなった。ペクチンは添加濃度に関係なく容易に分解された。以上から、乳酸発酵が盛んなほどヘミセルロースが分解され、生成された乳酸によってペクチンを分解されるといったメカニズムが示唆された。このような構造化炭水化物の消失メカニズムと乳酸発酵との関連は、サイレージ添加剤の開発や詰め込みの際の使用方法といった面から非常に重要である。本研究の応用として、乳酸と酵素製剤を併用した場合に、貯蔵中の構造化炭水化物がどのような消失動態を示すのか興味を持たれる。

A 13 は、増子らによる報告である。演者らはチモシーと赤クローバの混播草を無予乾あるいは軽予乾したものを材料草とし、ギ酸、乳酸菌製剤および乳酸菌製剤と酵素剤の混合物を添加してサイレージを調製した。得られたサイレージを用いて、発酵品質の評価とヒツジに対する給与試験を実施した。添加物を使用することにより、発酵品質や消化率が改善され、特に無予乾ではギ酸添加の効果が大きかった。採食量は、無予乾では添加物の効果が現れたが、軽予乾することにより添加の有無に関わらず採食量が大幅に増加した。したがって、添加剤の使用法としては、高水分の無予乾牧草をサイロに詰め込む場合には非常に効果的であると考えられた。本報告はめん羊による給与試験であったが、泌乳初期の高泌乳牛ではサイレージの微妙な発酵品質も採食量に影響を及ぼすと考えられるので、今後の検討課題として興味深いところである。

A 14 は、藤本らの発表であった。本報告は、オーチャードグラス 2 番草に乳酸菌製剤を添加してサイレージを調製し、泌乳牛の飼料摂取量および乳生産の面から乳酸菌製剤の添加効果を評価したものである。その結果、サイレージの発酵品質および化学成分、摂取量、消化率および FCM 乳量のいずれにおいても、無添加区と添加区との間に差は認められなかった。演者らは、これまでにオーチャードグラス 1 番草を用いて同様の研究を行っており、その際には消化率の向上という知見を得ている。2 番草で効果が認められなかった原因として、原料草中の WSC 含量が 5 % 以下と低かったことが影響していると推察された。このことから、乳酸菌製剤の使用に際しては調製条件を十分に吟味することが重要であると考えられた。なお、本研究はソーセージ型のサイロを用いてサイレージを調製したという点、サイレージの発酵品質の評価にとどまらず泌乳牛を用いて飼養試験をした点において、非常に貴重な報告である。引き続き研究を継続していただきたい。

## 草 地

帯広畜産大学 花 田 正 明

A 15 この研究は根釧地域において低投入持続型の酪農経営を実施している農家において、草地生産力と草地周辺環境への養分流失について長期間に亘り調査するものであり、今回は研究初年目の成績が報告された。これまで酪農の経営形態と周辺環境の変化を長期的に追跡した事例はなく、実際の生産現場を舞台に実施されるこの研究が計画どおり長期間に亘って実施されることが強く望まれる。また、この発表はいわゆる“研究機関”以外からの発表であり、北海道畜産学会にとって意義のある発表であったと思われる。今後、これを機に北海道畜産学会においてさまざまな立場・

分野からの発表が行われるようになることを望む次第である。

A 16 演者らは浜中町において放牧主体酪農家の草地からの乳生産量に及ぼす影響について一連の研究を実施しており、今回の発表は舎飼期間の乳生産も含めた年間の草地からの乳生産量に及ぼす影響について検討したものである。放牧草地からの乳生産量に比べて採草地も含めた草地全体からの乳生産量を比較した場合、草地全体の 2 次生産量の方が高くなる農家と低くなる農家が認められた。また、放牧飼養酪農家と通年舎飼酪農家の草地からの乳生産量には明確な差はみられなかった。これらのことは浜中町における草地の 2 次生産力は採草地よりも放牧地の方が低いとは限らず、いずれの草地も利用方法の改善などによりさらに乳生産量を向上させる可能性があること示唆しているのであろう。今後、採草地、放牧地それぞれの 2 次生産力に影響を及ぼす要因についてさらに検討されることが期待される。

A 17 この研究は放牧条件下における牧草タンパク質の反芻胃内での利用性に対する季節の影響を調べるため、模擬放牧で草高を一定に保った条件下で季節の進行に伴うチモシーおよびシロクローバのタンパク質分画の変化を調べたものである。その結果、シロクローバのタンパク質分画の季節変動は小さかったが、チモシーのタンパク質分画は季節によって変化し、6 月前後と 9 月前後でタンパク質分画の変曲点がみられることが示された。この季節によるタンパク質分画の変動は、牧草の生理的状態の違いによるものなのかどうかといった変動要因の究明とともに、タンパク質分画の変動をどのように放牧飼養時の乳牛の栄養管理や草地管理に応用していくのか、今後の発展が望まれる研究である。

## 管 理

|               |         |
|---------------|---------|
| 帯広畜産大学        | 柏 村 文 朗 |
| 南根室農業改良普及センター | 谷 本 光 生 |
| 酪農学園大学        | 岡 本 英 竜 |

A 18 この報告は、繫留牛舎の改造を指導した農業改良普及センターからの事例報告である。繫留牛舎の床構造、換気方法、繫留方法、飼槽構造、給水方法などを改善した結果、出荷乳量が改造前に比べかなり増産した。また改善前後の行動調査から、スタンションからニュウヨークタイへの変更で横臥時間や横臥・起立回数、横臥反芻時間の増加が観察され、またウォーターカップから連続水槽への変更で飲水量が増加したことなどが報告された。実験条件下ではなく、実際の酪農現場での報告として大変価値ある発表であった。今後はそれぞれの改造のうちどれがより効果的であったか追跡調査も期待したい。

**A 19** この報告は、牛舎改造では済まない場合の報告であった。牛の安楽性を高めるため従来のスタンション式牛舎からニューヨークタイ式の牛舎を新築し、さらに放牧とラップサイレージの飼料給与から細切サイレージによる TMR 通年給与に切り替えた。変更後の乳量増加が著しく、乳飼比などからみた経済効果もかなり改善された。牛舎の改造や新築をする場合、牛の安楽性を追求する考え方の重要性が示唆された。また、A 18 と同じく農業改良普及センターからの貴重な発表として大いに歓迎されるものであった。

**A 20** 近年、北海道東部を中心にエゾシカによる自然林の樹皮被害や農林業被害が急増し社会問題となっている。この報告は自然林樹皮被害の防止策として、新たな手法の実施結果である。エゾシカの餌付けによる被害軽減策はヨーロッパで行われているが、北海道でもその効果が明らかとなった意義は大きい。これまでは、木に一本ずつネットを巻くなど、いわば守備的な防止策が主であったが、今回の手法は、エゾシカの行動をコントロールするもので、これまでの一連の研究成果を生かせる手法である。以前の研究により、冬期間のエゾシカの生息地、栄養生理がわかってきているので、今後は、森林生態の維持を図りながらエゾシカの行動、栄養状態をある程度コントロールし、適正な個体数での保護管理手法の開発が望まれるところである。

**A 21** 平成 16 年 11 月 1 日から適応される家畜排泄物について遵守すべき管理基準では、床をコンクリートやその他の不浸透性材料で構築し、適当な覆い及び側壁を有するものが求められている。いわゆる野積み、素堀りの解消が畜産農家の課題である。この報告は、農家が環境にやさしい畜産経営を展開するため、さらには、可能な限りのコストダウンを目指したふん尿処理施設を建設するための実証試験の結果である。緊急を要する課題に対し、自力施工が可能で、かつ簡易施設を実規模で畜産農家に示した点でこの研究の意義は大きい。当面の策として、この方法を選択する農家もあると思われる。防水シートは、スラリー貯留槽の地下浸透防止資材としても注目されているが、その耐久性の不明なものが多い。シートが床部で破れてしまうと、地下浸透し、又、補修が困難なことから施工、堆積、搬出時の取り扱いに十分注意が必要である。今後は安価で耐久性に富むシート素材の開発、シート内での腐熟促進方法の改善などが必要である。

**A 22** この報告は、近年注目を集めている家畜ふん尿処理技術の一つである嫌気消化、つまりバイオガス処理プラントの実態調査であった。北海道内で稼働している農家個別型プラントを比較し、バイオガスプラント設計時の留意点について発表された。発酵槽形式の移送系統の単純化および管理が容易なタイプが望まれ、土地の高低を利用することも一案として提案され、

発酵では、消化液およびバイオガスの利用に応じて、発酵温度・攪拌を発酵槽の形状に対応させることが報告された。バイオガスの貯留については低コストな乾式、脱硫についても生物法と乾式の併用で低ランニングコスト化することが推奨され、消化液の利用は、アンモニア揮散防止の観点から、貯留および散布方法について留意点が指摘された。プラントの画一化を促進する目的ではなく、普及に視点を置いた報告であることが伺えた。今後、バイオガスプラント導入のメリット・デメリットおよび飼養頭数規模別の設計指標も提唱されることが期待される。

## 繁殖

|             |         |
|-------------|---------|
| 酪農学園大学      | 小 山 久 一 |
| 北海道農業研究センター | 坂 口 実   |
| 北海道農業研究センター | 山 田 豊   |

**B 01** 乳牛では、遺伝的改良による高泌乳化が急速に進んでいる一方で、供用年数は繁殖成績の低下に伴って短縮する傾向にあり、遺伝的改良が生涯生産性の向上に必ずしもつながらないとの指摘がある。この報告は、北大院獣医と北農研との共同研究で、鈴木らは乳牛の生涯生産性の改善と早期初産分娩との関係に着目し、初産月齢および体格が初産乳量と繁殖成績にどのような影響を及ぼすかについて検討したのもである。北海道農業改良センターの 1979 年から 1997 年に生産された 267 頭の乳牛について解析した結果、初産時の体重および乳量は年代と共に増加し、遺伝的改良の進んでいることならびに初産月齢の若い牛ほど繁殖成績の優れていることを示した。しかし、初産月齢には年代の移行に伴う差が見られず、逆に初産月齢の延長に伴う人工授精回数の増加と空胎期間の延長傾向を示唆した。本研究は 1 実験牛群の解析結果を報告したものであるが、初産月齢 27 カ月齢以下という早期初産分娩の必要性を乳牛の体格および乳量の観点から提示したところに意義があり、今後の研究において早期初産分娩を目指した育成および繁殖に関する技術について検討されることが期待される。

**B 02** この報告は、東農大とイケダ鹿実験牧場との共同研究で 2000 年 7 月から 12 月の期間、エゾシカのラッティングコールについて観察したものである。エゾシカの雄は繁殖期になるとラッティングコールといわれる特有の鳴き声を発するので、亀山らはこの鳴き声を個体および群の誘導ならびに飼育管理に応用しようとした。その結果、ラッティングコールは 10 月 5 日から 12 月 22 日の期間に観察され、人間には「メーファン」と聞こえるメーファンコールが 90%以上を占め、群における雄の順位ならびに発情雌に対する追従行動と関連あることを示した。しかし、鳴く頻度は観察日および個体によって大きく変動することも明らかとなっ

た。本研究では、このラッティングコールを真似た鹿笛が個体群の誘導に有効であることも報告しており、鹿笛による野性も含めたエゾシカの行動コントロールについて、今後の研究の進展が期待される。

**B 03** ウシ胚移植の実用化をより進める上で重要な、卵子および胚の凍結技術の向上を目的としている。本技術の成績、すなわち凍結融解後の胚の生存性は、凍結時の細胞内における氷晶形成による障害に大きく左右される。このような障害を防ぐため、凍結の前処理に用いられている4種類の凍害保護物質について、卵子あるいは胚の体積の変化を指標として、各ステージにおける凍害保護物質の透過性の違いを検討している。その結果、未成熟卵子ではDMSOの透過性が最も高く、2細胞期胚および胚盤胞ではエチレングリコールの透過性が高いことを示した。今後は、これらの凍害保護物質の透過性と、細胞毒性および凍結成績との関連を精査することにより、卵子および胚の凍結技術の改良に寄与すると期待される。

**B 04** 前課題と同様、胚の凍結に関する報告である。一般に、体外受精も含めた体外操作胚は、体内受精胚と比較して耐凍性が劣るが、この向上を目的に、リノール酸アルブミン (LAA) および子牛血清 (CS) を発生培地に添加した際の胚盤胞発生率を調べ、さらに凍結・融解後の脱出胚盤胞率を指標に胚の生存性に与える影響を調べている。LAAはCS非存在下で胚盤胞発生率を向上させること、およびCSによる胚の耐凍性低下を改善することを示した。BSA、PVPおよびPVAなどのCS以外的高分子物質添加とLAA添加との関係、さらには異なる凍結方法での成績を積み重ねることにより、体外操作胚の凍結効率向上が求められる。

**B 05** 続いて、凍結後の融解条件が胚に与える障害に関する報告である。胚の凍結・融解は細胞のみならず、これを被っている透明体にダメージを与える。本報告では裸化卵子をモデルに緩慢凍結後、液体窒素から取り出した後の空气中保持時間を4通り、その後浸漬する水温についても4通りの条件を設定し、融解条件と透明体破損の関係を調べた。透明体破損率は浸漬水温に影響を受けなかったが、7～10秒の保持時間で最小となることを示した。保持時間と外気温との関係についての質問に対し、北海道の気温の変動の範囲内では影響はみられないとの回答であった。

**B 06** 胚移植にあったっては、受胚牛の正常な発情周期の確認とともに、移植時の黄体の状態が重視される。移植に適した黄体を有するか否かは、卵巢の触診、超音波診断および血中あるいは乳中のプロゲステロン値の測定等を総合して判断することが有効であるが、移植現場では作業性の面から、直腸検査による触診のみで判断することが多い。そこで、本報告では黄体の大きさ（長径）について触診および超音波診断法

の正確性を検討している。この結果、触診では大きさを過小評価する可能性があり、正確性は術者の経験に負うところが大きいこと、また、超音波診断法でも描出法による誤差もあり得ることが示され、これらの方法に過度に依存することの危険性を指摘した。今後は、黄体のステージを反映する弾力等、他の触診情報の正確性についても検討されることを期待する。

**B 07** これは、超音波断層装置を用いて牛の過剰排卵誘起処置後の卵巢を観察し、黄体の退行と発情発現との関連性について検討した報告である。ホルスタイン6頭を用いて、定法によって処置し、PGあるいはPG類縁体を投与して発情を誘起し、発情後7～8日目に胚の回収を行った。胚回収翌日から2週間、48時間間隔で黄体の長径を計測し、また発情を観察した。全頭においてPG投与後1～4日目に黄体長径の減少が見られた。PG投与時の黄体長径は1.93～2.76 cm、発情兆候が現れたときの黄体長径は1.06～1.80 cmで、PG投与時に比べ0.61～1.24 cm小さくなった。黄体退行は6頭中5頭において1日目から見られた。黄体数はPG投与時には5～13個、発情兆候発現時には3～11個存在し、1～5個の黄体が退行した。PG投与から発情兆候が現れるまでは3～12日と個体間にばらつきがあり、PG投与後黄体の退行が早く見られる個体ほど発情兆候の発現が早かった。以上の結果から、胚回収後の発情回帰には、胚回収時に存在する黄体数よりもむしろ黄体長径の減少が密接に関係しており、黄体の退行が遅い個体ほど発情発現が遅延することが示唆された。

**B 08** これは、牛の妊娠初期胎子の発育正常性を判定する指標の一つとして、超音波断層装置による心拍数測定を試みた報告である。日数を5日間毎に分けた妊娠後の各区間の平均心拍数は、30.34日では164.8、35.39日では160.0、45.49日では167.0、50～54日では166.0、55.59日では162.0、65.69日では160.0であった。各日齢の平均値は日数の経過とともに徐々に減少する傾向を示したが、大きな変動は見られなかった。各区間の頭数に差があり、また日齢の若いものは心拍像が不明瞭だったことなどから、測定値の差や変動が個体差によるものか、あるいは胎子の発育に伴うものか、または測定誤差によるものかは明らかにできなかったと報告された。これに関して早期胚死滅の検出や妊娠診断に応用できる技術であり、例数を増やして検討し、発育に伴う心拍数を明らかにすることが重要であるという論議がなされた。

**B 09** これは、飼養管理方式の違いが発情行動および運動量に与える影響についての報告である。タイストール式牛舎においては、万歩計の非発情時における平均運動量740.220歩に対し、発情時の運動量は960.4710歩であった。発情した牛全頭(10頭)において運動量の変化が見られ、変化率は210% (110.477%)

であった。ロボット牛舎では、非発情時における平均運動量 280,930 歩に対し、発情時の運動量は 230,2680 歩であった。発情した牛 14 頭中 9 頭に運動量の変化が見られ、変化率は 9 頭で 203% (117,412%) で、5 頭では発情時歩数が非発情時よりも少なかった。また、発情時、非発情時に関わらず放牧を取り入れたタイストール式牛舎においてロボット牛舎におけるよりも運動量が多かったことから、ロボット牛舎ではタイストール牛舎におけるよりも運動量の変化に個体差があり、運動量・発情行動が抑制されている可能性が高いことが報告された。これに関し、違いが生じる理由を明らかにする必要があることおよび発情の発見は重要なので今後一層の研究が望まれることなどが論議された。

### 遺伝・育種

北海道農業研究センター 中 村 淳

**B 10** は高らによるニワトリ *Mx* 遺伝子に関する報告で、ニワトリにおける *Mx* 遺伝子の検索、塩基配列の決定、RNA ウイルスに対する増殖抑制活性の多様性について検討している。ニワトリ *Mx* 遺伝子においてアミノ酸配列上に多様性が認められ、これまで白レグ種において抗ウイルス作用のない *Mx* 遺伝子のみが知られていたにすぎなかったのに対し、本報告では他のニワトリの品種において水泡性口内炎ウイルス、強毒性インフルエンザウイルスの感染実験の結果からアミノ酸置換による抗ウイルス活性とその多様性の存在が明らかにされた。また、ニワトリの抗病性を示すプロセスに関して、単一の遺伝子によって制御されるのか、もしくは複数の抗病性遺伝子によって制御されるのかという質問があった。

**B 11** は大林らによる報告で、北海道のホルスタイン集団における初産次乳量と淘汰理由の関係に関する分析を試みている。結論として初産次乳量が高まると、「乳房炎」、「乳器障害」、「運動器病」、「産後起立不能」で淘汰される傾向にあり、「低能力」、「乳用売却」で淘汰されない傾向にあるとの報告であった。淘汰理由の「死亡」、「その他」の項目の内容、飼養管理技術の進歩と淘汰要因の傾向の関係、初産次乳量が低い方が疾病や外傷が少ない傾向にあるのか等について質問があった。本報告は初産乳量階層別の淘汰要因の解明にとどまるが、今後、長命性に関わる育種学的な研究につながることを期待したい。

**B 12** は浅田らによる報告で、MOET 育種計画のシミュレーション実験において供卵牛の移植可能受精卵数を発生させるための確率分布モデルの提案を試みている。北海道内で集積した採卵データを発情の「強い」、「普通」、「弱い」の 3 段階に分類し、5 種の確率分布モデルに対してその適合性を検討していた。結果

として、発情の状況によってそれぞれ適合性の高い異なる確率分布モデルを利用することでより現実に即したシミュレーション実験が行なえるとの報告であった。また、発情の「強い」、「普通」、「弱い」を決める基準、発情の程度別に異なる移植可能受精卵数の確率分布を用いた時のシミュレーション実験の結果、情状別別の採卵回数等について質問があった。

**B 13** は松岡らによる報告で、ホルスタインの乳量と群寿命を遺伝的に改善するための経済形質と体型形質を考慮した選抜指数式の作成を試みている。改良対象形質である乳量と群寿命に関する相対的重要度の組合せと選抜対象形質の組合せを検討することによって、選抜指数式における選抜対象形質の重み付け値の変化を検討していた。また、選抜指数式は牛群検定データに基づいて分析したグローバルな遺伝的パラメータから計算されているが、個々の農家において選抜指数式がどの程度正確に適用可能かとの質問があった。生涯能力やその収益性の遺伝的改良は酪農経営にとっても重要な問題であり、その点からも有意義な報告であった。

### 畜産物利用

北海道大学 玖 村 朗 人

北海道大学 服 部 昭 仁

**B 14** 工場生産品に加えて酪農家の自家生産乳を用いた製造販売が盛んになっているアイスクリーム市場において、消費者がアイスクリーム購入時に如何なる動機や嗜好性を持って商品を選択するかを酪農学園大学の職員ならびに学生を対象として調査した報告である。この結果、アイスクリームが乳製品として多くの消費者 (84.5%) に好まれ、特にバニラ味の支持が高かった (42%)。同時に女性において乳脂肪分等の品質表示を確認し、カロリーを考慮する傾向があることが示された。また、官能検査において 5, 7.5, 10% の乳脂肪率のアイスクリームの中では 7.5% のものが最も好まれたことを考え併せると、単に高乳脂肪率の製品が好まれるのではなく、健康志向を考慮した安全な製品造りの必要性が提示された。

**B 15** ホイップクリームの品質を維持しながら凍結保存する方法を探るために、ソルビトールまたはグラニュー糖を加えたクリームおよび糖無添加クリームを用いてホイップクリームを調製し、ホイップ直後と冷凍・解凍後の空気混入率、動的粘弾性、色調、示差走査熱量分析、官能検査を行った。その結果、糖類を添加することによって冷凍・解凍後の空気混入率低下を阻止することが出来、室温付近 (25℃) において解凍した場合の貯蔵弾性率変化が糖無添加に比べて小さく、組織が安定に保たれていたことから、糖類による冷凍ホイップクリームの品質保持効果が示された。

**B 16** 粘膜局所免疫の観点から IgA に焦点を当て、その食物アレルギーに対する関与を観察した。市販の牛乳アレルギーとホエー、およびホエーの FPLC 画分を抗原とし、食物アレルギー症状を持つ被験者ならびに健常被験者から採取した血清中に存在する特異 IgA 抗体を測定した。その結果、ミルクアレルギーと果物アレルギー有症者は健常者に比べ市販の牛乳アレルギーとホエーに対する IgA 抗体レベルが低い傾向を有した。ホエーの FPLC 画分を抗原とした場合の血清の反応をウェスタンブロット法で検討したところ、ある特定のバンドを指標として有症者と健常者の間に差が認められた。

**B 17** SPF 豚肉の脆弱化が通常飼育豚肉に比べて速く進行するという従来の研究結果を踏まえ、その原因を特定することを目的として、筋肉内プロテアーゼであるカルパインの活性に着目し、同時に筋原繊維の小片化率、肉の組織学的な観察を行った。屠殺直後と屠殺 5 日後のロース、モモ肉で比較検討した結果、

SPF 豚肉における小片化や筋肉繊維束の崩壊速度、pH 低下速度は通常飼育豚肉に比べて速かった。また SPF 豚のロース、モモ肉カルパインの活性も高い活性を示し、通常飼育豚肉と SPF 豚肉の柔らかさの違いに対するカルパインの関与の可能性を示した。

**B 18** 有隔膜強電解水生成装置によって食塩水を電気分解して得られる強酸性水を搾乳時の乳頭清拭に利用する可能性を調査した。泌乳牛(ホルスタイン種)の乳頭を温湯、次亜塩素酸ソーダもしくは強酸性水で清拭した後、乳頭先端部を拭き取って試料とし、一般細菌、乳酸菌、大腸菌群、嫌気性菌、高温菌および低温菌数を各々測定した。その結果、まず乳房の細菌汚染は分房または乳頭の位置に関係はなく、乳頭表皮の汚染菌種は冬には低温菌が多く、他の菌種は夏に多い傾向を示した。強酸性水による清拭は次亜塩素酸ソーダを用いた場合と同等の殺菌効果を示し、乳頭清拭への利用は可能であると考えられた。



## 会 務 報 告

### 1. 2001 年度第 1 回評議員会

2001 年 5 月 26 日、札幌グランドホテルにおいて会長、副会長 2 名、評議員 13 名、監事 1 名および幹事 2 名が出席して開催され、2000 年度庶務報告、2000 年度会計報告、2000 年度会計監査報告が行われ、承認された。次いで、2001 年度事業計画案および 2001 年度予算案が提案され、承認された。また、2001 年度北海道畜産学会賞は以下の通りに決定された。

受賞者：扇 勉氏（北海道立根釧農業試験場）

業 績：乳牛の生産病予防と栄養管理に関する一連の研究

### 2. 2001 年度第 2 回評議員会

2001 年 9 月 4 日、北海道大学学術交流会館において、会長、副会長 2 名、評議員 17 名、監事 1 名および幹事 3 名が出席して開催され、評議員の交替、2002 年度大会などについて審議された。

### 3. 2001 年度総会

2001 年 9 月 4 日、北海道大学学術交流会館において大久保正彦氏（北大農）を議長として本年度総会を開催した。議事は以下の通りで、原案通り可決された。

#### <報告事項>

#### 1) 2000 年度庶務報告

##### (1) 2000 年度第 1 回評議員会

2000 年 5 月 20 日に KKR 札幌において会長、副会長、評議員 21 名、監事 1 名および幹事 3 名が出席して開催され、1999 年度庶務報告、1999 年度会計報告および 1999 年度会計監査報告が行われ、承認された。

ついで、2000 年度事業計画および 2000 年度予算案が提案され、承認された。

また、2000 年度北海道畜産学会賞は、以下の通りに決定された。

受賞者：北海道立滝川畜産試験場バイオベツト研究グループ

代表 阿部 英則氏

業 績：寒冷地における豚のバイオベツト管理システムに関する研究

##### (2) 2000 年度第 2 回評議員会

2000 年 9 月 4 日、中標津町トーヨーグランドホテルにおいて会長、副会長、評議員 18 名および幹事 3 名が出席して開催され、会則および投稿規定の改訂、

2001～2002 年度の役員、2001 年度大会などについて審議された。

##### (3) 2000 年度総会

2000 年 9 月 5 日に中標津町トーヨーグランドホテルにおいて、裏 悦次氏（根釧農試）を議長として開催された。議事は以下の通りで、原案通り承認された。

① 1999 年度庶務報告、会計報告および会計監査報告

② 2000 年度事業計画、2000 年度予算案、評議員の交替

##### (4) 第 56 回北海道畜産学会大会

2000 年 9 月 4 日、5 日に中標津町トーヨーグランドホテルにおいて第 56 回北海道畜産学会大会が開催された。受賞講演、シンポジウムおよび一般講演 39 題の発表が行われた。大会参加者は約 130 名であった。

##### (5) 講演要旨および学会報等の発行

① 第 56 回北海道畜産学会大会講演要旨を 2000 年 8 月に発行。

② 北海道畜産学会報第 43 巻を 2001 年 3 月に発行。

内容は総説 1 編、特集 3 編、原著論文 6 編、研究ノート 1 編、会員からの声 1 編、海外報告 1 編、シンポジウム報告 2 編、書評 1 編などであった。

##### (6) 会員現況（2001 年 5 月現在）

名誉会員：8 名（± 0）、正会員：309 名（-36）、学生会員：23 名、賛助会員：31 団体（-1）

#### 2) 2000 年度会計報告（別表 1）

#### 3) 2000 年度会計監査報告

#### <審議事項>

#### 4) 2001 年度事業計画

##### (1) 第 57 回北海道畜産学会大会の開催

開催月日：2001 年 9 月 3 日（月）、4 日（火）

開催場所：北海道大学 学術交流会館（札幌市）

大会内容：一般講演、シンポジウム、学会賞受賞講演、総会、懇親会

##### (2) 講演要旨および会報の発行

① 第 57 回大会講演要旨：2001 年 8 月発行

②北海道畜産学会報第 44 巻：2002 年 3 月発行予定

(3) 評議員会の開催

第 1 回評議員会 2001 年 5 月 26 日

第 2 回評議員会 2001 年 9 月 4 日

(4) 編集委員会の開催 年 2 ～ 3 回

5) 2001 年度予算案 (別表 2)

6) 評議員の交替について (敬称略)

裏 悦次 (根釧農試) → 裏 悦次 (ホクレン)

裏 悦次 (根釧農試) → 前田善夫 (根釧農試)

今 友親 (天北農試) → 杉本亘之 (天北農試)

鹿島直彦 (雪印乳業) → 寺西正俊 (雪印乳業)

荒井 正 (ジェネティクス北海道) →

→ 土門幸男 (ジェネティクス北海道)

別表1
2000 年度 北海道畜産学会会計報告
(自 2000 年 4 月 1 日 至 2001 年 3 月 31 日)

一 般 会 計

収入の部 (円)

| 項 目     | 予 算 額     | 決 算 額     | 差 異         | 備 考                           |
|---------|-----------|-----------|-------------|-------------------------------|
| 会 費     | 1,605,000 | 2,369,000 | △ 764,000   | 正会員 1,669,000<br>賛助会員 700,000 |
| 広 告 料   | 150,000   | 150,000   | 0           | 第42巻掲載広告料                     |
| 投 稿 料   | 191,000   | 212,000   | △ 21,000    | 第42巻超過頁・別刷代                   |
| 交 付 金   | 43,000    | 43,000    | 0           | (社)日本畜産学会                     |
| 雑 収 入   | 50,000    | 266,428   | △ 216,428   | 利子, 会報, 著作権                   |
| 繰 越 し 金 | 483,228   | 483,228   | 0           | 1999年度(平成11年度)から              |
| 合 計 (A) | 2,522,228 | 3,523,656 | △ 1,001,428 |                               |

支出の部 (円)

| 項 目       | 予 算 額     | 決 算 額     | 差 異       | 備 考                 |
|-----------|-----------|-----------|-----------|---------------------|
| 印 刷 代     | 1,200,000 | 1,051,575 | △ 148,425 | 第43巻, 講演要旨集         |
| 大 会 費     | 200,000   | 200,000   | 0         |                     |
| 通 信 費     | 250,000   | 126,525   | △ 123,475 |                     |
| 会 議 費     | 130,000   | 101,088   | △ 28,912  | 評議員会 2 回, 編集委員会 3 回 |
| 旅 費       | 200,000   | 189,700   | △ 10,300  | 役員・幹事旅費等            |
| 謝 金       | 50,000    | 40,500    | △ 9,500   | 事務補助費等              |
| 事 務 費     | 30,000    | 53,538    | △ 23,538  | 事務・計算機用品, コピー代等     |
| 振 込 手 数 料 | 20,000    | 22,465    | △ 2,465   |                     |
| 予 備 費     | 442,228   | 0         | △ 442,228 |                     |
| 合 計 (B)   | 2,522,228 | 1,785,391 | △ 736,837 |                     |

収支 (A - B) 3,523,656 - 1,785,391 = △1,738,265 (次年度繰越金)

特 別 会 計

収入の部 (円)

| 項 目     | 予 算 額     | 決 算 額     | 差 異     | 備 考              |
|---------|-----------|-----------|---------|------------------|
| 雑 収 入   | 10,000    | 4,487     | △ 5,513 | 利子               |
| 繰 越 し 金 | 2,057,913 | 2,057,913 | 0       | 貸付信託 (2,000,000) |
| 合 計 (a) | 2,067,913 | 2,062,400 | △ 5,513 |                  |

支出の部 (円)

| 項 目       | 予 算 額  | 決 算 額  | 差 異      | 備 考        |
|-----------|--------|--------|----------|------------|
| 学 会 賞 副 賞 | 50,000 | 50,000 | 0        | 50,000 × 1 |
| 雑 費       | 17,913 | 7,770  | △ 10,143 | 賞状・筒等・手数料  |
| 合 計 (b)   | 67,913 | 57,770 | △ 10,143 |            |

収支 (a - b) 2,062,400 - 57,770 = 2,004,630 (次年度繰越金)

別表 2

2001 年度 北海道畜産学会予算  
(自 2001 年 4 月 1 日 至 2002 年 3 月 31 日)

一 般 会 計

収入の部 (円)

| 項 目     | 予 算 額     | 備 考                                                                        |
|---------|-----------|----------------------------------------------------------------------------|
| 会 費     | 1,513,000 | 正会員 3,000×309名=927,000<br>学生会員 2,000×23名=46,000<br>賛助会員 10,000×54口=540,000 |
| 広 告 料   | 100,000   | 第43巻掲載広告料                                                                  |
| 投 稿 料   | 148,500   | 第43巻超過頁・別刷代                                                                |
| 交 付 金   | 43,000    | (社)日本畜産学会                                                                  |
| 雑 収 入 金 | 50,000    | 利子, 会報, 著作権                                                                |
| 繰 越 し 金 | 1,738,265 | 2000年度 (平成12年度) から                                                         |
| 合 計     | 3,592,765 |                                                                            |

支出の部 (円)

| 項 目       | 予 算 額     | 備 考                 |
|-----------|-----------|---------------------|
| 印 刷 代     | 1,200,000 | 第44巻, 講演要旨集         |
| 大 会 費     | 150,000   |                     |
| 通 信 費     | 200,000   |                     |
| 会 議 費     | 150,000   | 評議員会 2 回, 編集委員会 3 回 |
| 旅 費       | 150,000   | 役員・幹事旅費等            |
| 謝 金       | 50,000    | 事務補助費等              |
| 事 務 費     | 50,000    | 事務・計算機用品, コピー代等     |
| 振 込 手 数 料 | 20,000    |                     |
| 繰 入 れ 金   | 1,000,000 | 特別会計へ               |
| 予 備 費     | 622,765   |                     |
| 合 計       | 3,592,765 |                     |

特 別 会 計

収入の部 (円)

| 項 目       | 予 算 額     | 備 考               |
|-----------|-----------|-------------------|
| 雑 収 入     | 5,000     | 利子                |
| 組 み 入 れ 金 | 1,000,000 | 一般会計より            |
| 繰 越 し 金   | 2,004,630 | 貸付信託 (¥2,000,000) |
| 合 計       | 3,009,630 |                   |

支出の部 (円)

| 項 目         | 予 算 額     | 備 考               |
|-------------|-----------|-------------------|
| 学 会 賞 副 賞   | 50,000    | 50,000×1          |
| 雑 費         | 20,000    | 賞状・筒等・手数料         |
| 次 年 度 繰 越 金 | 2,939,630 | 貸付信託 (¥2,000,000) |
| 合 計         | 3,009,630 |                   |

北海道畜産学会役員

任期 2001 年 4 月 1 日～2003 年 3 月 31 日

|     |                    |                     |
|-----|--------------------|---------------------|
| 会 長 | 岡 本 全 弘(酪農大)       |                     |
| 副会長 | 服 部 昭 仁(北大農)       | 田 村 千 秋(道立畜試)       |
| 評議員 | 大久保 正 彦(北大農)       | 島 崎 敬 一(北大農)        |
|     | 田 中 桂 一(北大農)       | 三 好 俊 三(帯畜大)        |
|     | 松 岡 栄(帯畜大)         | 三 上 正 幸(帯畜大)        |
|     | 岡 本 明 治(帯畜大)       | 鮫 島 邦 彦(酪農大)        |
|     | 安 藤 功 一(酪農大)       | 干 場 信 司(酪農大)        |
|     | 宮 川 栄 一(酪農大)       | 石 島 芳 郎(東農大)        |
|     | 増 子 孝 義(東農大)       | 竹 下 潔(北農研)          |
|     | 山 田 豊(北農研)         | 川 崎 勉(道立畜試)         |
|     | 森 清 一(道立畜試)        | 新 名 正 勝(道立畜試)       |
|     | 裏 悦 次(ホクレン)        | 杉 本 亘 之(天北農試)       |
|     | 橋 立 賢二郎(北海道酪農畜産協会) | 土 門 幸 男(ジェネティクス北海道) |
|     | 澤 口 則 昭(ホクレン)      | 寺 西 正 俊(雪印乳業)       |
|     | 清 家 昇(酪総研)         | 熊 野 康 隆(北酪検)        |
|     | 西 部 潤(十勝農協連)       | 前 田 善 夫(根釧農試)       |
| 監 事 | 左 久(帯畜大)           | 大 原 益 博(道立畜試)       |
| 幹 事 | 寺 脇 良 悟(酪農大) (庶務)  | 泉 賢 一(酪農大) (会計)     |
|     | 堂 地 修(酪農大) (編集)    |                     |

(社)日本畜産学会役員

(任期：2001,2002 年度)

|     |               |              |
|-----|---------------|--------------|
| 理 事 | 岡 本 全 弘(酪農大)  | 服 部 昭 仁(北大農) |
| 評議員 | 大久保 正 彦(北大農)  | 田 中 桂 一(北大農) |
|     | 田 村 千 秋(道立畜試) | 川 崎 勉(道立畜試)  |
|     | 竹 下 潔(北農研)    | 三 好 俊 三(帯畜大) |
|     | 三 上 正 幸(帯畜大)  | 左 久(帯畜大)     |
|     | 鮫 島 邦 彦(酪農大)  | 安 藤 功 一(酪農大) |
|     | 干 場 信 司(酪農大)  | 裏 悦 次(ホクレン)  |

## 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、学生会員、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. 学生会員は第2条の目的に賛同し、大学またはこれに準ずる学校に在籍し、別に定める会費を納める学生とする。ただし、大学院も含む。
3. 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。
4. 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 2名 評議員  
若干名 監事 2名 幹事 若干名

第6条 会長は会務を総括し、本会を代表する。副会長は会長を補佐し、会長が職務遂行に支障のある時または欠けた時は、その職務を代理す

る。評議員は本会の重要事項を審議する。幹事は会長の命を受け、会務を処理する。監事は本会の事業及び会計の監査を行う。

第7条 会長、副会長、評議員及び監事は会員より選出する。その選出に際して、会長は若干名の選考委員を委嘱する。選考委員会は会長、副会長、評議員および監事の候補者を推薦し、評議員会の議を経て総会において決定する。幹事は会長が会員より委嘱する。役員の任期は2年とし、重任は妨げない。ただし、会長及び副会長の重任は1回限りとする。

第8条 総会は毎年1回開く。ただし、必要な場合には臨時にこれを開くことができる。総会では会務を報告し、重要事項について協議する。

第9条 本会の事業遂行に要する費用は、正会員および賛助会員の会費および寄付金をもって充てる。ただし、寄付金であって寄付者の指定のあるものは、その指定を尊重する。

第10条 正会員の会費は年額3,000円とし、学生会員の会費は年額2,000円とする。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を徴収しない。

第11条 会費を納めない者および会員としての名誉を毀損するようなことのあった者は、評議員会の議を経て除名する。

第12条 本会の事業年度は、毎年4月に始まり、翌年3月31日に終わる。

第13条 本会則の変更は、総会の議決による。

付 則 本会則は1992年4月1日より施行する。

2001年4月1日 改正

## 北海道畜産学会編集委員会規定

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

1995年9月18日 制定

1996年9月18日 改正

1999年4月1日 改正

## 北海道畜産学会投稿規定

1. 北海道畜産学会報は、原著論文・総説・受賞論文・解説・講座・シンポジウム報告・海外報告・書評・文献抄録・研究ノート・技術レポート・現場（会員）からの声等を掲載する。原著論文・研究ノート・技術レポートは会員の投稿による。総説・受賞論文・解説・講座は編集委員会が依頼したものを主とする。
2. 原著論文は畜産学上価値ある内容を持ち、投稿規定に従ったもので、原則として他の学会誌等に未発表のものとする。研究ノートは、新しい知見が有用なデータを含むものとする。技術レポートは、北海道の畜産業の発展に役立つ内容のもので、学術上のオリジナリティは問わない。原稿は審査を受け、字句の訂正や、文章の長さの調節を受けることがある。
3. 原稿は和文とする。
4. 原稿は図、表、写真などを一切を含め総説では刷り上がり6ページ、原著は4ページ、研究ノート・技

術レポートは3ページ以内が望ましい。但し和文の刷り上がり1ページは、24文字×50行×2段組（2,400字程度）である。

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. 原著論文、研究ノートおよび技術レポートの掲載料については、刷り上がり1ページあたり5,000円とする。また、印刷時に特別な指定のあるものは、その費用を著者負担とする。
7. 原著論文、研究ノートおよび技術レポートの別刷については、投稿時に必要な部数を申し込む。その実費は著者負担とする。編集委員会が依頼した原稿については、50部までの別刷を無料とする。
8. 著者による校正は1回のみとする。校正の際、字句の追加、削除、または文章の移転は許されない。また、指定された期日までに返送されない場合は、次巻号に繰り延べることがある。
9. 原稿の送付は簡易書留にて下記宛とする。封筒には原稿在中と朱書し、表題、連絡者氏名、住所、論文の種類を記した原稿送状を同封する。  
〒069-8501 江別市文京台緑町582  
酪農学園大学酪農学部酪農学科内  
北海道畜産学会事務局  
電話 011-388-4841  
FAX 011-387-5848  
(事務局が移転した場合には送付先は自動的に変更される。)
10. 規定の改正に当たっては、評議員会の承認を受けるものとする。

1993年5月29日 制定

1996年9月18日 改正

1999年4月1日 改正

2001年4月1日 改正

## 北海道畜産学会報原稿作成要領

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

研究ノート・技術レポートの記述は、原著論文の記述法を参考にすが、図、表、写真等の説明文は和文でもよい。

別紙に英文の表題、著者名、所属機関名、所在地、郵便番号を記載し添付する。

2. 原稿は、A 4 版 400 字詰原稿用紙に、常用漢字、現代仮名遣い(平仮名)を用いた横書きとする。専門用語については文部省学術用語審議会編の「学術用語集」を参照する。なお、ワープロ原稿の場合は A 4 版用紙に、縦置き、横書きとし、周囲に約 3 cm の空白を残し、全角 35 字/行×34 行/頁=1,190 字/頁とする。
3. 動植物の和名はカタカナで、学名等はイタリック体とする。
4. 本文中の外人名は原名つづりのままで MILLS のように姓のみを書き、2 名連名の場合は MILLS and JENNY のように and でつなぎ並記する。3 名以上の連名の場合は MILLS et al. のように最初の著者名に *et al.* をつけ、他は省略する。
5. 本文中の日本人名も姓のみを記し上記に準ずる。
6. 本文中の文献引用箇所には、以下のように記入する。

SMITH et al. (1992) は食肉の解硬メカニズム、保水性の回復(三浦, 1990 A; 関川と佐藤, 1992) および風味の向上について(三浦, 1990 B) ……

7. 本文中の人名以外の外国語は原字またはカタカナで書く。
8. 数字はすべて算用数字を用いる。また、諸単位の略号は原則として以下のような SI 単位を用いる。  
km, m, cm, mm,  $\mu$ m, nm, kl, l, ml,  $\mu$ l, kg, g, mg,  $\mu$ g, ng, pg, h, min, s, mol, M, N, ppm, ppb, J, °C, Pa, rpm, Hz, %
9. 引用した文献のリストは、次の手順により作成する。

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

### 例

DRORI, D. and J.K. LOOSLI (1959A) Influence of fistulation on the digestibility of feeds by

steers. J.Anim. Sci., **18**: 206-210.

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

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

### 例

NALBANDOV, A.V. (1963) Advances in neuroendocrinology. 2nd ed. 156-187. Univ. of Illinois Press. Urbana.

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

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

- ③文献の記載には正確を期し、とくに巻、ページを正しく書く。
- ④文献リストは、まず筆頭者名のアルファベット順に、同一著者による複数の文献があれば発表順に整理する。
- ⑤その上で、同一著者による複数の文献が同一年にあれば、発表年の後に大文字のアルファベットで区別する(作成要領 6. 参照)。
10. 特殊な刊行物を引用する場合は、下記の例にならない全タイトルを記す。  
農林水産省統計情報部編 (1990) 平成元年食肉流通統計. 347-351, 農林統計協会. 東京.
11. 図版の原図および表については、次の規定に従う。
  - ①原図は刷り上りの 1~2 倍とし、A 4 版の白紙または方眼紙に、製図用インクで、そのまま製版できるように描くのが望ましい。ただし、方眼の色は青に限る。また、鮮明であれば、コンピュータやプロッタの出力を原図としてもよい。
  - ②原図は原則として、図中の文字および数字をも含めて、そのまま印刷できるものとする。原図が製版に不相当である場合、トレース費用は著者負担とする。
  - ③原図の周囲には約 2 cm 幅の余白を残し、折り目をつけないようにして送付する。
  - ④図表は、A 4 版の白紙または方眼紙一枚に一つずつ記入する。また、表および図の欄外余白に著者名と表題を記入する。
  - ⑤原稿の最後に、図および表の表題のリストをまとめて添付する。
12. 要約は総説で 600 字程度、原著論文で 400 字程度、研究ノートおよび技術レポートでは 300 字程度とす



- る。原著論文には 250 語程度の英文要約もつける。
13. 字体を指定する場合は以下のようにする。
- ①スモールキャピタル（小文字の大きさの大文字）  
は 2 本下線。MACFARLANE
- ②イタリック体は 1 本下線。Medicago
- ③ゴシック体は波下線。J.Anim.Sci., 18:
14. キーワードは 5 個以内で、和文と英文の両方で記載し、所在地の次に以下のように記入する。
- キーワード：アミノペプチダーゼ、酸性極限 pH、遊離アミノ酸

- Key words: amino peptidase, ultimate pH, free amino acid
15. 略表題は 15 文字以内とし、原稿送り状に記入する。
16. 本要領の改正に当たっては、編集委員会の承認を得るものとする。

1996 年 9 月 18 日 改正

1999 年 4 月 1 日 改正

## 北海道畜産学会表彰規定

- 第 1 条 本会は北海道の畜産に関する試験・研究および普及に顕著な業績を挙げた会員に対し「北海道畜産学会賞」を送り、これを表彰する。
- 第 2 条 会員は受賞に値すると思われる者を推薦することができる。
- 第 3 条 会長は、その都度、選考委員若干名を委嘱する。
- 第 4 条 受賞者は選考委員会の報告に基づき、評議員会において決定する。
- 第 5 条 本規定の改正に当たっては、評議員会の承認を受けるものとする。

### 申し合わせ事項

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

1992 年 4 月 1 日 制定

1996 年 9 月 18 日 改正

## 原稿送り状 北海道畜産学会

投稿論文の原稿には、必ず本送り状（コピーでもよい）に、所要事項を記入して添付してください。

発送年月日          年      月      日

表題

略表題（15 文字以内）

英文表題

著者氏名および所属

同英文

連絡者氏名

住所・所属 〒

電話 （          ）

FAX （          ）

E-mail：

原稿種別：原著論文 研究ノート 技術レポート その他（          ）

原稿枚数：本文      枚，表      枚，図      枚，図の説明      枚，合計      枚

別刷：      部

原稿は、本送り状、本文、図表、図の説明、英文要約（原著論文のみ）を各 3 部（正原稿 1 部，副原稿 2 部）お送り下さい。

## 名 誉 会 員 (2002 年 3 月現在)

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

## 正 会 員 (2002 年 3 月現在)

| 氏 名       | 勤 務 先              | 郵便番号     | 住 所                          |
|-----------|--------------------|----------|------------------------------|
| 朝 日 敏 光   | 夕張市役所 産業経済部 農林課    | 068-0403 | 夕張市本町 4 丁目                   |
| 東 善 行     | 北里大学獣医畜産学部         | 034-8628 | 十和田市東二十三番町 35-1              |
| 安 宅 一 夫   | 酪農学園大学             | 069-8501 | 江別市文京台緑町 582                 |
| 安 部 直 重   | 玉川大学農学部            | 194-8610 | 町田市玉川学園 6-1-1                |
| 阿 部 登     |                    | 073-1323 | 樺戸郡新十津川町字幌加 169-1            |
| 阿 部 英 則   | 北海道立畜産試験場          | 081-0038 | 上川郡新得町新得西 5 線 39             |
| 荒 井 威 吉   | 帯広畜産大学             | 080-8555 | 帯広市稲田町西 2 線 11 番地            |
| 有 賀 秀 子   |                    | 080-0834 | 帯広市稲田町西 2 線の 7               |
| 有 馬 俊六郎   |                    | 861-1115 | 熊本県菊池郡合志町豊岡 2022-80          |
| 安 藤 功 一   | 酪農学園大学             | 069-8501 | 江別市文京台緑町 582                 |
| 安 藤 道 雄   | 網走支庁美幌地区農業改良普及センター | 092-0027 | 網走郡美幌町稲美 150-6               |
| 井 内 浩 幸   | 北海道立天北農業試験場        | 098-5738 | 枝幸郡浜頓別町緑ヶ丘                   |
| 池 滝 孝     | 帯広畜産大学附属農場         | 080-8555 | 帯広市稲田町西 2 線 11 番地            |
| 石 井 智 美   | 光塩学園女子短期大学         | 005-0012 | 札幌市南区真駒内上町 3 丁目              |
| 石 下 真 人   | 酪農学園大学食品科学科        | 069-8501 | 江別市文京台緑町 582                 |
| 石 島 芳 郎   | 東京農業大学生物産業学部       | 099-2493 | 網走市字八坂 196                   |
| 石 田 亨     | 北海道立天北農業試験場        | 098-5738 | 枝幸郡浜頓別町緑ヶ丘                   |
| 泉 賢 一     | 酪農学園大学             | 069-8501 | 江別市文京台緑町 582                 |
| 和 泉 康 史   |                    | 061-3209 | 石狩市花川南 9 条 2 丁目 235          |
| 出 雲 将 之   | 十勝中部地区農業改良普及センター   | 089-1343 | 河西郡中札内村東 3 条南 3 丁目 6-5       |
| 井 芹 靖 彦   | オーガニックプランツ井セリファーム  | 086-1007 | 標津郡中標津町東 7 条南 7 条南 11 丁目     |
| 市 川 舜     |                    | 004-0011 | 札幌市厚別区もみじ台東 2 丁目 6-8         |
| 市 野 剛 夫   | 十勝農業協同組合連合会        | 080-0331 | 河東郡音更町雄飛が丘北区 1-31            |
| 伊 藤 憲 治   | 北海道立畜産試験場          | 081-0038 | 上川郡新得町新得西 5 線 39             |
| 伊 藤 浩     | デーリィ・ジャパン社 北海道支局   | 004-0051 | 札幌市厚別区厚別中央 1 条 5 丁目 1-22-604 |
| 伊 藤 雅 夫   | 東京農業大学生物産業学部       | 099-2493 | 網走市字八坂 196                   |
| 伊 藤 めぐみ   | 北海道立畜産試験場          | 081-0038 | 上川郡新得町新得西 5 線 39             |
| 今 村 美 生   | 雪印乳業(株)冷凍食品開発センター  | 370-0523 | 群馬県邑楽郡大泉町吉田 1201             |
| 岩 瀬 俊 雄   |                    | 062-0032 | 札幌市豊平区西岡 2 条 9 丁目 5-5        |
| 植 竹 勝 治   | 麻布大学               | 229-8501 | 相模原市淵野辺 1-17-71              |
| 上 田 和 夫   | 北海道立根釧農業試験場        | 086-1153 | 標津郡中標津町桜ヶ丘 1-1               |
| 上 田 宏 一 郎 | 北海道大学大学院農学研究科      | 060-8589 | 札幌市北区北 9 条西 9 丁目             |
| 上 田 純 治   | 北海道大学大学院農学研究科      | 060-8589 | 札幌市北区北 9 条西 9 丁目             |

| 氏 名     | 勤 務 先               | 郵便番号     | 住 所                          |
|---------|---------------------|----------|------------------------------|
| 上 田 靖 子 | 東北農業研究センター          | 020-0123 | 盛岡市下厨川字赤平 4                  |
| 上 野 孝 志 | 独立行政法人畜産草地研究所       | 305-0901 | 茨城県稲敷郡茎崎町池の台 2               |
| 裏 悦 次   | ホクレン酪農畜産事業本部        | 060-8651 | 北海道札幌市中央区北 4 条西 1 丁目         |
| 浦 島 匡   | 帯広畜産大学              | 080-8555 | 帯広市稲田町西 2 線 11 番地            |
| 売 場 利 国 | エスエルシー              | 086-0656 | 野付郡別海町美原 22-21               |
| 及 川 寛   |                     | 004-0812 | 札幌市清田区美しが丘 2 条 5 丁目 4 番 10 号 |
| 扇 勉     | 北海道立根釧農業試験場         | 086-1153 | 標津郡中標津町桜ヶ丘 1-1               |
| 大久保 正 彦 | 北海道大学大学院農学研究科       | 060-8589 | 札幌市北区北 9 条西 9 丁目             |
| 大久保 義 幸 | 北留萌地区農業改良普及センター     | 098-3302 | 天塩郡天塩町山手裏通り 11 丁目            |
| 大 坂 郁 夫 | 北海道立畜産試験場           | 081-0038 | 上川郡新得町新得西 5 線 39             |
| 大 下 友 子 | 農業技術研究機構北海道農業研究センター | 062-0045 | 札幌市豊平区羊ヶ丘 1                  |
| 大泰司 紀 之 | 北海道大学大学院獣医学研究科      | 060-0818 | 札幌市北区北 18 条西 9 丁目            |
| 大 谷 滋   | 岐阜大学農学部             | 501-1193 | 岐阜市柳戸 1-1                    |
| 大 谷 文 博 | 農業技術研究機構北海道農業研究センター | 062-8555 | 札幌市豊平区羊ヶ丘 1                  |
| 大 原 益 博 | 北海道立畜産試験場           | 081-0038 | 上川郡新得町新得西 5 線 39             |
| 大 原 睦 生 | 北海道立畜産試験場           | 081-0038 | 上川郡新得町新得西 5 線 39             |
| 大 森 昭一朗 | (社)畜産技術協会           | 264-0004 | 千葉県若葉区千城台西 1 丁目 52-7         |
| 岡 田 迪 徳 | (株)メディカルサポート        | 004-0064 | 札幌市厚別区厚別西 4 条 5 丁目 5-5       |
| 岡 本 明 治 | 帯広畜産大学              | 080-8555 | 帯広市稲田町西 2 線 11 番地            |
| 岡 本 英 竜 | 酪農学園大学              | 069-8501 | 江別市文京台緑町 582                 |
| 岡 本 全 弘 | 酪農学園大学              | 069-8501 | 江別市文京台緑町 582                 |
| 小 川 伸 一 | 東胆振地区農業改良普及センター     | 054-0051 | 勇払郡鷗川町文京町 1-6                |
| 小 川 麻衣子 | 釧路中部地区農業改良普及センター    | 084-0917 | 釧路市大楽毛 127                   |
| 小 倉 紀 美 | 明治飼糧株式会社            | 089-0554 | 北海道中川郡幕別町札内みずほ町 160-67       |
| 押 尾 秀 一 | 農業技術研究機構北海道農業研究センター | 062-8555 | 札幌市豊平区羊ヶ丘 1                  |
| 小 関 忠 雄 | 北海道立根釧農業試験場         | 086-1153 | 標津郡中標津町桜ヶ丘 1-1               |
| 落 合 一 彦 | 独立行政法人九州沖縄農業研究センター  | 861-1192 | 菊池郡西合志町大字須屋 2421             |
| 尾 上 貞 雄 | 北海道立畜産試験場           | 081-0038 | 上川郡新得町新得西 5 線 39             |
| 小野瀬 勇   |                     | 088-2304 | 川上郡標茶町新栄町                    |
| 海 田 佳 宏 | 網走支庁清里地区農業改良普及センター  | 099-4405 | 清里町羽衣町 39                    |
| 影 山 智   |                     | 088-2684 | 標津郡中標津町養老牛 377               |
| 陰 山 聡 一 | 北海道立畜産試験場           | 081-0038 | 上川郡新得町新得西 5 線 39             |
| 籠 田 勝 基 |                     | 064-0808 | 札幌市中央区南 8 条西 22 丁目 4-15      |
| 柏 村 文 郎 | 帯広畜産大学              | 080-8555 | 帯広市稲田町西 2 線 11 番地            |
| 梶 野 清 二 | 北海道立畜産試験場           | 081-0038 | 上川郡新得町新得西 5 線 39             |
| 糟 谷 広 高 | 北海道立根釧農業試験場         | 086-1153 | 標津郡中標津町桜ヶ丘 1-1               |
| 片 岡 文 洋 | 夢がいっぱい牧場            | 089-2112 | 広尾郡大樹町萌和 181                 |
| 片 桐 成 二 | 北海道大学大学院獣医学研究科      | 060-0818 | 札幌市北区北 18 条西 9 丁目            |
| 片 山 正 孝 | (社)北海道酪農畜産協会        | 001-0010 | 札幌市北区北 10 条西 4 丁目 1 番地       |
| 加 藤 勲   | 酪農学園大学              | 069-8501 | 江別市文京台緑町 582                 |
| 加 藤 清 雄 | 酪農学園大学              | 069-8501 | 江別市文京台緑町 582                 |
| 角 川 博 哉 | 農業技術研究機構北海道農業研究センター | 062-8555 | 札幌市豊平区羊ヶ丘 1                  |
| 金 井 秀 明 | 玉川大学農学部弟子屈牧場        | 088-3331 | 川上郡弟子屈町美留和 444               |
| 金 子 朋 美 | 南根室地区農業改良普及センター     | 086-0214 | 野付郡別海町別海緑町 38-5              |
| 釜 谷 重 孝 |                     | 099-0403 | 紋別郡遠軽町 1 条通北 1               |
| 亀 山 祐 一 | 東京農業大学生物産業学部        | 099-2493 | 網走市字八坂 196                   |
| 河 合 正 人 | 帯広畜産大学              | 080-8555 | 帯広市稲田町西 2 線 11 番地            |
| 川 崎 勉   | 北海道立畜産試験場           | 081-0038 | 上川郡新得町新得西 5 線 39             |
| 河 津 邦 雄 | 日本ホワイトファーム札幌事業所     | 059-1742 | 勇払郡厚真町字浜厚真 381 番地            |

| 氏 名       | 勤 務 先               | 郵便番号     | 住 所                            |
|-----------|---------------------|----------|--------------------------------|
| 川 田 訓     | 独立行政法人家畜改良センター新冠牧場  | 056-0141 | 静内郡静内町字御園 111 番地               |
| 河 原 孝 吉   | 北海道ホルスタイン農業協同組合     | 001-8555 | 札幌市北区北 15 条西 5 丁目              |
| 河 原 隆 人   | (有)デイリーサポートシステム     | 098-4455 | 天塩郡豊富町芦川                       |
| 川 本 哲     | 北海道立畜産試験場           | 081-0038 | 上川郡新得町新得西 5 線 39               |
| 菊 一 三 四 二 | (有)菊一アグリサービス        | 089-0103 | 上川郡清水町第 4 線 63-20              |
| 菊 池 政 則   | 酪農学園大学              | 069-8501 | 江別市文京台緑町 582                   |
| 菊 地 実     | 北海道立根釧農業試験場         | 086-1153 | 標津郡中標津町桜ヶ丘 1-1                 |
| 岸 昊 司     | 北海道早来食肉衛生検査所        | 061-1373 | 恵庭市恵み野西 5 丁目 7-2               |
| 岸 上 悦 司   |                     | 003-0021 | 札幌市白石区栄通 7 丁目 2 番 7 号          |
| 北 村 亨     | 雪印種苗技術研究所           | 069-0832 | 江別市西野幌 36-1                    |
| 木 村 義 彰   | 北海道立根釧農業試験場         | 086-1153 | 標津郡中標津町桜ヶ丘 1-1                 |
| 草 刈 直 仁   | 北海道立根釧農業試験場         | 086-1153 | 標津郡中標津町桜ヶ丘 1-1                 |
| 草 刈 泰 弘   | 釧路西部地区農業改良普及センター    | 088-0321 | 白糠郡白糠町西 1 条北 2 丁目              |
| 葛 岡 修 二   | 北海道立畜産試験場           | 081-0038 | 上川郡新得町新得西 5 線 39               |
| 口 田 圭 吾   | 帯広畜産大学              | 080-8555 | 帯広市稲田町西 2 線                    |
| 工 藤 茂     | 独立行政法人家畜改良センター新冠牧場  | 056-0141 | 静内郡静内町字御園 111                  |
| 工 藤 卓 二   | (社)北海道酪農検定検査協会      | 060-0004 | 札幌市中央区北 4 条西 1 丁目 1 共済ビル 3 階   |
| 熊 瀬 登     | 帯広畜産大学別科            | 080-8555 | 帯広市稲田町西 2 線 11 番地              |
| 熊 野 康 隆   | (社)北海道酪農検定検査協会      | 060-0004 | 札幌市中央区北 4 条西 1 丁目 1 共済ビル 3 階   |
| 久 米 新 一   | 農業技術研究機構北海道農業研究センター | 062-8555 | 札幌市豊平区羊ヶ丘 1                    |
| 畔 柳 正     | 北里大学八雲牧場            | 049-3121 | 山越郡八雲町上八雲 751                  |
| 小 池 信 明   | 西胆振地区農業改良普及センター     | 052-0021 | 伊達市松永町                         |
| 小 泉 徹     | 北海道立畜産試験場           | 081-0038 | 上川郡新得町新得西 5 線 39               |
| 小 阪 進 一   | 酪農学園大学              | 069-8501 | 江別市文京台緑町 582                   |
| 小竹森 訓 央   |                     | 060-8589 | 札幌市中央区北 3 西 30-4-35            |
| 小 原 潤 子   | 北海道立畜産試験場           | 081-0038 | 上川郡新得町新得西 5 線 39               |
| 小 林 道 臣   | 美幌町役場               | 092-0027 | 網走郡美幌町稲美 82-59                 |
| 小 林 泰 男   | 北海道大学大学院農学研究科       | 060-8589 | 札幌市北区北 9 条西 9 丁目               |
| 小 松 輝 行   | 東京農業大学生物産業学部        | 099-2493 | 網走市字八坂 196                     |
| 小 山 久 一   | 酪農学園大学              | 069-8501 | 江別市文京台緑町 582                   |
| 近 藤 誠 司   | 北海道大学大学院農学研究科       | 060-8589 | 札幌市北区北 9 条西 9 丁目               |
| 後 藤 裕 作   | 北海道ホルスタイン農業協同組合     | 001-0015 | 札幌市北区北 15 条西 5 丁目ホルスタイン協会ビル内   |
| 昆 野 大 次   | 北海道立根釧農業試験場         | 086-1153 | 標津郡中標津町桜ヶ丘 1-1                 |
| 斉 藤 善 一   |                     | 064-0805 | 札幌市中央区南 5 条西 15 丁目 2-32        |
| 斉 藤 利 朗   | 北海道立根釧農業試験場         | 086-1153 | 標津郡中標津町桜ヶ丘 1-1                 |
| 三 枝 俊 哉   | 北海道立根釧農業試験場         | 086-1153 | 北海道標津郡中標津町桜ヶ丘 1-1              |
| 酒 井 治     | 北海道立根釧農業試験場         | 086-1153 | 標津郡中標津町桜ヶ丘 1-1                 |
| 酒 井 稔 史   | 北海道立畜産試験場           | 081-0038 | 上川郡新得町新得西 5 線 39               |
| 坂 口 実     | 農業技術研究機構北海道農業研究センター | 062-8555 | 札幌市豊平区羊ヶ丘 1                    |
| 坂 田 徹 雄   | ホクレン農業組合連合会         | 060-8651 | 札幌市中央区北 4 条西 1 丁目              |
| 坂 本 斉     | 北見地区農業共済組合          | 099-0879 | 北見市美園 497 番地 1                 |
| 寒河江 洋一郎   | 北海道立畜産試験場           | 081-0038 | 上川郡新得町新得西 5 線 39               |
| 佐々木 道 雪   | 宗谷北部地区農業改良普及センター    | 098-4110 | 天塩郡豊富町大通 1 丁目                  |
| 佐々木 章 晴   | 北海道中標津農業高等学校        | 088-2682 | 標津郡中標津町計根別南 2 条西 1 丁目          |
| 佐 藤 勝 好   | (株)科学飼料研究所札幌事業所     | 060-0061 | 札幌市中央区南 1 条西 10 丁目 4-1 全農札幌支所内 |
| 佐 藤 邦 忠   | 帯広畜産大学              | 080-8555 | 帯広市稲田町西 2 線 11 番地              |
| 佐 藤 正 三   | 酪農コンサルタント           | 080-2472 | 帯広市西 22 条南 3 丁目 12-9           |
| 佐 藤 忠     | 日本甜菜製糖(株)総合研究所      | 080-0831 | 帯広市稲田町南 9 線西 13                |
| 佐 藤 幸 信   | 北海道立畜産試験場           | 081-0038 | 上川郡新得町新得西 5 線 39               |

| 氏 名       | 勤 務 先               | 郵便番号     | 住 所                              |
|-----------|---------------------|----------|----------------------------------|
| 佐 藤 義 和   | 農業技術研究機構北海道農業研究センター | 062-8555 | 札幌市豊平区羊ヶ丘 1                      |
| 佐 藤 博     | 酪農学園大学              | 069-8501 | 江別市文京台緑町 582                     |
| 佐渡谷 裕 朗   | 日本甜菜製糖(株)総合研究所      | 080-0831 | 帯広市稲田町南 9 線西 13                  |
| 佐 野 晴 彦   | 農業大学校               | 089-3333 | 中川郡本別町山手町 2-19                   |
| 鮫 島 邦 彦   | 酪農学園大学食品科学科         | 069-8501 | 江別市文京台緑町 582                     |
| 澤 井 健     | 北海道立畜産試験場           | 081-0038 | 上川郡新得町新得西 5 線 39                 |
| 澤 口 則 昭   | ホクレン 飼料養鶏課          | 001-8651 | 札幌市中央区北 4 条西 1 丁目                |
| 島 崎 敬 一   | 北海道大学大学院農学研究科       | 060-8589 | 札幌市北区北 9 条西 9 丁目                 |
| 島 田 謙一郎   | 帯広畜産大学              | 080-8555 | 帯広市稲田町西 2 線 11 番地                |
| 島 本 義 也   | 北海道大学大学院農学研究科       | 060-8589 | 札幌市北区北 9 条西 9 丁目                 |
| 清 水 弘     | 北海道大学大学院農学研究科       | 061-1134 | 北広島市広葉町 3 丁目 3-10                |
| 清 水 良 彦   | 明治飼糧株式会社            | 089-0554 | 中川郡幕別町札内みずほ町 160 番地 67           |
| 進 藤 一 典   | よつ葉乳業(株)東京工場        | 270-1502 | 千葉県印旛郡栄町矢口神明 1-6-1               |
| 宿野部 猛     | オホーツク農業科学研究センター     | 098-1604 | 紋別郡興部町春日町                        |
| 杉 田 慎 二   | 滝上町役場               | 099-5692 | 紋別郡滝上町旭町                         |
| 杉 本 亘 之   | 北海道立天北農業試験場         | 098-5736 | 枝幸郡浜頓別町緑ヶ丘                       |
| 杉 本 昌 仁   | 北海道立畜産試験場           | 081-0038 | 上川郡新得町新得西 5 線 39                 |
| 鈴 木 三 義   | 帯広畜産大学              | 080-8555 | 帯広市稲田町西 2 線 11 番地                |
| 鈴 木 善 和   | 北海道立畜産試験場           | 081-0038 | 上川郡新得町新得西 5 線 39                 |
| 須 藤 純 一   | (株)北海道酪農畜産協会        | 001-0010 | 札幌市北区北 10 条西 4 丁目 1 番地           |
| 住 田 隆 文   |                     | 005-0006 | 札幌市南区澄川 6 条 4 丁目 2-6 澄川コーポ 101 号 |
| 清 家 昇     |                     | 066-0017 | 千歳市日の出 5 丁目 10-13                |
| 瀬 尾 哲 也   | 帯広畜産大学              | 080-8555 | 帯広市稲田町西 2 線 11 番地                |
| 関 川 三 男   | 帯広畜産大学              | 080-8555 | 帯広市稲田町西 2 線 11 番地                |
| 脊 戸 皓     | 北見地区農業改良普及センター      | 090-0008 | 北海道北見市大正 320-8                   |
| 仙 名 和 浩   | 北海道立畜産試験場           | 081-0038 | 上川郡新得町新得西 5 線 39                 |
| 相 馬 幸 作   | 南根室地区農業改良普及センター     | 086-0214 | 野付郡別海町別海緑町 38-5 根室支庁 別海合同庁舎      |
| 曾 山 茂 夫   |                     | 049-3117 | 八雲町栄町 85-2                       |
| 高 木 英 守   | デイリーファームリサーチ        | 090-0836 | 北見市三輪 657-29                     |
| 高 木 亮 司   |                     | 084-0929 | 釧路市中鶴野 11-1                      |
| 高 橋 圭 二   | 北海道立根釧農業試験場         | 086-1153 | 標津郡中標津町桜ヶ丘 1-1                   |
| 高 橋 潤 一   | 帯広畜産大学              | 080-8555 | 帯広市稲田町西 2 線 11 番地                |
| 高 橋 セツ子   | 酪農学園大学              | 069-8501 | 江別市文京台緑町 582                     |
| 高 橋 雅 信   | 北海道立根釧農業試験場         | 086-1153 | 標津郡中標津町桜ヶ丘 1-1                   |
| 高 橋 芳 幸   | 北海道大学大学院獣医学研究科      | 060-0818 | 札幌市北区北 18 条西 9 丁目                |
| 高 畠 和 紀   | JA びえい              | 071-0202 | 上川郡美瑛町南町 4 丁目                    |
| 田 鎖 直 澄   | 独立行政法人畜産草地研究所       | 305-0901 | 茨城県稲敷郡茎崎町池の台 2                   |
| 田 口 重 信   | 北海道食糧産業(株)          | 003-0026 | 札幌市白石区本通 19 丁目南 2-7 食糧ビル         |
| 竹 岡 亮     | 網走市役所               | 093-8555 | 網走市南 6 条東 4 丁目                   |
| 竹 内 寛     |                     | 069-0852 | 江別市大麻東町 2-19                     |
| 竹 下 潔     | 農業技術研究機構北海道農業研究センター | 062-8555 | 札幌市豊平区羊ヶ丘 1                      |
| 竹 田 保 之   | 酪農学園大学              | 069-8501 | 江別市文京台緑町 582                     |
| 竹 田 芳 彦   | 北海道立天北農業試験場         | 098-5736 | 枝幸郡浜頓別町緑ヶ丘                       |
| 竹之内 一 昭   | 北海道大学大学院農学研究科       | 060-8589 | 札幌市北区北 9 条西 9 丁目                 |
| 竹 花 一 成   | 酪農学園大学              | 069-8501 | 江別市文京台緑町 582                     |
| 辰 巳 隆 一   | 北海道大学大学院農学研究科       | 060-8589 | 札幌市北区北 9 条西 9 丁目                 |
| 田 中 桂 一   | 北海道大学大学院農学研究科       | 060-0809 | 札幌市北区北 9 条西 9 丁目                 |
| 田 中 勝 三 郎 | 日本甜菜製糖(株)総合研究所      | 080-0831 | 帯広市稲田町南 9 線西 13 番地               |
| 田 中 進     |                     | 961-8071 | 福島県西白河郡西郷村大字真船字蒲日向 62            |

| 氏 名      | 勤 務 先               | 郵便番号     | 住 所                             |
|----------|---------------------|----------|---------------------------------|
| 田 中 正 俊  |                     | 004-0022 | 札幌市厚別区厚別南 1 丁目 14-1-102         |
| 田 中 義 春  | 北海道立北見農業試験場         | 099-1406 | 常呂郡訓子府町弥生 52                    |
| 田 辺 安 一  | ダンと町村記念事業協会         | 061-1124 | 北広島市稲穂町西 8-1-17                 |
| 谷 本 光 生  | 南根室地区農業改良普及センター     | 086-0214 | 別海町別海緑町 38-5                    |
| 谷 山 弘 行  | 酪農学園大学              | 069-8501 | 江別市文京台緑町 582                    |
| 田 村 千 秋  | 北海道立畜産試験場           | 081-0038 | 上川郡新得町新得西 5 線 39                |
| 塚 田 新    | 北海道別海高等学校           | 086-0214 | 野付郡別海町別海緑町 63                   |
| 塚 本 達    |                     | 080-0837 | 帯広市空港南町南 9 線西 31 番地             |
| 筒 井 静 子  | 酪農学園大学              | 069-8501 | 江別市文京台緑町 582                    |
| 堤 光 昭    | 北海道立天北農業試験場         | 098-5738 | 枝幸郡浜頓別町緑ヶ丘                      |
| 堤 義 雄    |                     | 005-0022 | 札幌市南区真駒内柏丘 5-10                 |
| 寺 井 明 喜子 | 室蘭工大生命ソフトラボラトリー     | 050-8585 | 室蘭市水元町 27 番 1 号                 |
| 寺 見 裕    | 北海道石狩支庁             | 060-8558 | 北海道札幌市中央区北 3 条西 7 丁目            |
| 寺 脇 良 悟  | 酪農学園大学短期大学部         | 069-8501 | 江別市文京台緑町 582                    |
| 天 間 征    | 酪農総合研究所             | 062-0933 | 札幌市豊平区平岸 3 条 18 丁目 3-1-321      |
| 出 岡 謙 太郎 | 北海道立畜産試験場           | 081-0038 | 上川郡新得町新得西 5 線 39                |
| 出 口 健三郎  | 北海道立畜産試験場           | 081-0038 | 上川郡新得町新得西 5 線 39                |
| 寺 西 正 俊  | 雪印乳業(株)受精卵移植研究所     | 059-1365 | 苫小牧市植苗 119 番地                   |
| 戸 莉 哲 郎  | 北海道立畜産試験場           | 081-0038 | 上川郡新得町新得西 5 線 39                |
| 時 田 光 明  |                     | 107-0051 | 東京都港区元赤坂 1-5-12                 |
| 時 田 正 彦  | 酪農総合研究所             | 060-0003 | 札幌市中央区北 3 条西 7 丁目 1 番地 酪農センタービル |
| 徳 富 義 喜  | (株)ジェネティクス北海道       | 062-0052 | 札幌市豊平区月寒東 2 条 13 丁目 1-12        |
| 所 和 暢    |                     | 073-0024 | 滝川市東町 2 丁目 7-35                 |
| 堂 腰 顕    | 北海道立根釧農業試験場         | 086-1153 | 標津郡中標津町桜ヶ丘 1-1                  |
| 堂 地 修    | 酪農学園大学              | 069-8501 | 江別市文京台緑町 582                    |
| 土 門 幸 男  | (株)ジェネティクス北海道       | 062-0052 | 札幌市豊平区月寒東 2 条 13 丁目 1-12        |
| 中 井 朋 一  | 日本甜菜製糖(株)総合研究所      | 080-0831 | 帯広市稲田町南 9 線西 13 番地              |
| 中 田 和 孝  |                     | 069-0845 | 江別市大麻 256-16                    |
| 中 辻 浩 喜  | 北方生物園フィールド科学センター    | 060-0811 | 札幌市北区北 11 条西 10 丁目              |
| 中 村 淳    | 農業技術研究機構北海道農業研究センター | 062-8555 | 札幌市豊平区羊ヶ丘 1                     |
| 中 村 克 己  | 北海道立畜産試験場           | 081-0038 | 上川郡新得町字新得西 4 線 40 番地            |
| 中 村 富美男  | 北海道大学大学院農学研究科       | 060-8589 | 札幌市北区北 9 条西 9 丁目                |
| 中 村 正 斗  | 農業技術研究機構北海道農業研究センター | 062-8555 | 札幌市豊平区羊ヶ丘 1                     |
| 長 沢 滋    | 日高中部地区農業改良普及センター    | 056-0005 | 静内郡静内町こうせい町 2 丁目                |
| 永 山 洋    | 十勝東部地区農業改良普及センター    | 083-0023 | 中川郡池田町字西 3 条 5 丁目               |
| 名久井 忠    | 東北農業研究センター          | 020-0123 | 盛岡市下厨川字赤平 4                     |
| 奈良岡 武 任  | 新生飼料(株)千歳工場         | 066-0077 | 千歳市上長都 1041-8                   |
| 新 名 正 勝  | 北海道立畜産試験場           | 081-0038 | 上川郡新得町新得西 5 線 39                |
| 新 山 雅 美  | 酪農学園大学              | 069-8501 | 江別市文京台緑町 582                    |
| 西 埜 進    |                     | 069-0841 | 江別市大麻元町 164-32                  |
| 西 部 慎 三  |                     | 004-0846 | 札幌市清田区清田 6 条 1 丁目 17-20         |
| 西 部 潤    | 十勝農業協同組合連合会         | 080-0013 | 帯広市西 3 条南 7 丁目 14               |
| 西 村 和 行  | 北海道立根釧農業試験場         | 086-1153 | 標津郡中標津町桜ヶ丘 1-1                  |
| 西 邑 隆 徳  | 北海道大学大学院農学研究科       | 060-8589 | 札幌市北区北 9 条西 9 丁目                |
| 野 英 二    | 酪農学園大学              | 069-8501 | 江別市文京台緑町 582                    |
| 野 中 和 久  | 農業技術研究機構北海道農業研究センター | 062-8555 | 札幌市豊平区羊ヶ丘 1                     |
| 信 澤 敏 一  | 日生薬品株式会社            | 160-0001 | 東京都新宿区片町 2 番地 3 号 エステートビル       |
| 萩 谷 功 一  |                     | 061-3361 | 石狩市八幡 4 丁目 166-12               |
| 橋 詰 良 一  | 東京農業大学生物産業学部        | 099-2493 | 網走市字八坂 196                      |

| 氏 名     | 勤 務 先                  | 郵便番号     | 住 所                        |
|---------|------------------------|----------|----------------------------|
| 橋 立 賢二郎 | (社)北海道酪農畜産協会           | 001-0010 | 札幌市北区北 10 条西 4 丁目 1 番地     |
| 橋 本 善 春 | 北海道大学大学院獣医学研究科         | 060-0818 | 札幌市北区北 18 条西 9 丁目          |
| 長谷川 富 夫 | 十勝農業協同組合連合会            | 080-0013 | 帯広市西 3 条南 7 丁目 14          |
| 長谷川 信 美 | 宮崎大学農学部                | 889-2192 | 宮崎市学園木花台西 1-1              |
| 秦 寛     | 北方生物園フィールド科学センター静内研究牧場 | 056-0141 | 静内郡静内町御園 111               |
| 蜂 谷 武 郎 | 十勝ハンナン                 | 083-0002 | 中川郡池田町字西 2 条 10 丁目 5-1-325 |
| 八 田 忠 雄 |                        | 080-0022 | 帯広市西 12 条南 27 丁目 17-1      |
| 服 部 昭 仁 | 北海道大学大学院農学研究科          | 060-8589 | 札幌市北区北 9 条西 9 丁目           |
| 花 田 正 明 | 帯広畜産大学                 | 080-8555 | 帯広市稲田町西 2 線 11 番地          |
| 原 悟 志   | 北海道立根釧農業試験場            | 086-1153 | 標津郡中標津町桜ヶ丘 1-1             |
| 坂 東 健   | 芽室町農協                  | 082-0011 | 河西郡芽室町東 1 条南 1 丁目          |
| 日 高 智   | 帯広畜産大学                 | 080-8555 | 帯広市稲田町西 2 線 11 番地          |
| 左 久     | 帯広畜産大学                 | 080-8555 | 帯広市稲田町西 2 線 11 番地          |
| 平 井 綱 雄 | 北海道立畜産試験場              | 081-0038 | 上川郡新得町新得西 5 線 39           |
| 平 山 秀 介 |                        | 002-8005 | 札幌市北区太平 5-1-2-20           |
| 平 山 博 樹 | 北海道立畜産試験場              | 081-0038 | 上川郡新得町新得西 5 線 39           |
| 福 井 豊   | 帯広畜産大学                 | 080-8555 | 帯広市稲田町西 2 線 11 番地          |
| 福 永 重 治 | 北海道大学大学院農学研究科          | 060-8589 | 札幌市北区北 9 条西 9 丁目           |
| 藤 川 朗   | 北海道立畜産試験場              | 081-0038 | 上川郡新得町新得西 5 線 39           |
| 藤 田 真美子 | 北海道庁農政部                | 060-0003 | 札幌市中央区北 3 条西 6 丁目          |
| 藤 芳 雅 人 | 独立行政法人家畜改良センター十勝牧場     | 080-0572 | 河東郡音更町駒場並木 8               |
| 古 川 修   | 雪印種苗(株)北海道研究農場         | 069-1464 | 夕張郡長沼町字幌内 1066             |
| 古 川 研 治 | 十勝農業協同組合連合会            | 080-0013 | 帯広市西 3 条南 7 丁目 14          |
| 古 村 圭 子 | 帯広畜産大学                 | 080-8555 | 帯広市稲田町西 2 線 11 番地          |
| 古 谷 政 道 | 生物系特定産業技術研究推進機構        | 105-0001 | 東京都港区虎ノ門 3 丁目 18-19        |
| 宝寄山 裕 直 | 北海道立畜産試験場              | 081-0038 | 上川郡新得町新得西 5 線 39           |
| 干 場 信 司 | 酪農学園大学                 | 069-8501 | 江別市文京台緑町 582               |
| 本 郷 泰 久 | 北海道立根釧農業試験場            | 086-1153 | 標津郡中標津町桜ヶ丘 1-1             |
| 本 多 芳 彦 | 雪印乳業(株)札幌研究所           | 065-0043 | 札幌市東区苗穂町 6 丁目 1-1          |
| 前 田 善 夫 | 北海道立根釧農業試験場            | 086-1153 | 標津郡中標津町桜ヶ丘 1-1             |
| 蒔 田 秀 夫 | 北海道立花野菜センター            | 073-0024 | 滝川市東町 6 丁目 201-55          |
| 牧 野 司   | 北海道立根釧農業試験場            | 086-1153 | 標津郡中標津町桜ヶ丘 1-1             |
| 増 子 孝 義 | 東京農業大学生物産業学部           | 099-2493 | 網走市字八坂 196                 |
| 舩 田 正 博 | 独立御製法人家畜改良センター新冠牧場     | 056-0141 | 静内郡静内町御園 111               |
| 松 井 義 貴 | 北海道立畜産試験場              | 081-0038 | 上川郡新得町新得西 5 線 39           |
| 松 岡 栄   | 帯広畜産大学                 | 080-8555 | 帯広市稲田町西 2 線 11 番地          |
| 松 崎 重 範 | (社)ジェネティクス北海道          | 089-0103 | 上川郡清水町字清水第 5 線 18 番地       |
| 松 長 延 吉 | 帯広畜産大学                 | 080-8555 | 帯広市稲田町西 2 線 11 番地          |
| 松 本 啓 一 | 雪印種苗(株)道東事業部           | 084-0905 | 釧路市鳥取南 5 丁目 1 番 17 号       |
| 真 鍋 就 人 | 十勝農業協同組合連合会            | 080-0013 | 帯広市西 3 条南 7 丁目 14          |
| 三 浦 俊 一 | 十勝中部地区農業改良普及センター       | 080-2472 | 帯広市西 22 条南 3 丁目 9 番地 16    |
| 三 浦 祐 輔 |                        | 004-0022 | 札幌市厚別区厚別南 1 丁目 16-6        |
| 三 上 正 幸 | 帯広畜産大学                 | 080-8555 | 帯広市稲田町西 2 線 11 番地          |
| 光 本 孝 次 |                        | 080-0316 | 河東郡音更町緑陽台北区 21-4           |
| 湊 啓 子   | 北海道立畜産試験場              | 081-0038 | 上川郡新得町新得西 5 線 39           |
| 南 橋 昭   | 北海道立畜産試験場              | 081-0038 | 上川郡新得町新得西 5 線 39           |
| 峰 崎 康 裕 | 北海道立天北農業試験場            | 098-5738 | 枝幸郡浜頓別町緑ヶ丘                 |
| 宮 川 栄 一 | 酪農学園大学                 | 069-8501 | 江別市文京台緑町 582               |
| 宮 崎 元   | 北海道立畜産試験場              | 081-0038 | 上川郡新得町新得西 5 線 39           |



| 氏 名      | 勤 務 先               | 郵便番号     | 住 所                                 |
|----------|---------------------|----------|-------------------------------------|
| 宮 本 明 夫  | 帯広畜産大学              | 080-8555 | 帯広市稲田町西 2 線 11 番地                   |
| 三 好 俊 三  | 帯広畜産大学              | 080-8555 | 帯広市稲田町西 2 線 11 番地                   |
| 村 井 勝    | 東北農業研究センター          | 020-0123 | 盛岡市下厨川字赤平 4                         |
| 森 清 一    | 北海道立畜産試験場           | 081-0038 | 上川郡新得町新得西 5 線 39                    |
| 森 匡      | 北海道大学大学院農学研究科       | 060-8589 | 札幌市北区北 9 条西 9 丁目                    |
| 森 田 茂    | 酪農学園大学 酪農学科         | 069-8501 | 江別市文京台緑町 582                        |
| 森 田 潤一郎  | 酪農学園大学              | 069-8501 | 江別市文京台緑町 582                        |
| 森 津 康 喜  | 酪農学園大学              | 069-8501 | 江別市文京台緑町 582                        |
| 森 好 政 晴  | 酪農学園大学獣医学部          | 069-8501 | 江別市文京台緑町 582                        |
| 諸 岡 敏 生  |                     | 001-0030 | 札幌市北区北 30 条西 9 丁目 2-2 シティプラザナイン 201 |
| 安 江 健    | 茨城大学農学部             | 300-0393 | 茨城県稲敷郡阿見町中央 3-21-1                  |
| 山 内 和 律  | 北海道立畜産試験場           | 081-0038 | 上川郡新得町新得西 5 線 39                    |
| 山 川 政 明  | 北海道立根釧農業試験場         | 086-1153 | 標津郡中標津町桜ヶ丘 1-1                      |
| 山 崎 昭 夫  | 農業技術研究機構北海道農業研究センター | 062-8555 | 札幌市豊平区羊ヶ丘 1                         |
| 山 崎 昶    | 滝川試験地               | 073-0026 | 滝川市東滝川 735                          |
| 山 路 康    |                     | 076-0033 | 富良野市新富町 3-1                         |
| 山 田 渥    | 北海道立畜産試験場           | 081-0038 | 上川郡新得町新得西 5 線 39                    |
| 山 田 豊    | 農業技術研究機構北海道農業研究センター | 062-8555 | 札幌市豊平区羊ヶ丘 1                         |
| 山 田 正 美  | 浜中町農業協同組合           | 088-1350 | 厚岸郡浜中町茶内市街                          |
| 山 本 直 幸  | 農業技術研究機構北海道農業研究センター | 062-8555 | 札幌市豊平区羊ヶ丘 1                         |
| 山 本 裕 介  | 北海道立畜産試験場           | 081-0038 | 上川郡新得町新得西 5 線 39                    |
| 矢 用 健 一  | 農業技術研究機構北海道農業研究センター | 062-8555 | 札幌市豊平区羊ヶ丘 1                         |
| 八代田 千 鶴  | 北海道立畜産試験場           | 081-0038 | 上川郡新得町新得西 5 線 39                    |
| 八代田 真 人  | 岐阜大学農学部             | 501-1193 | 岐阜市柳戸 1-1                           |
| 湯 浅 亮    | 酪農学園大学              | 069-8501 | 江別市文京台緑町 582                        |
| 湯 藤 健 治  | 北海道立根釧農業試験場         | 086-1153 | 標津郡中標津町桜ヶ丘 1-1                      |
| 横 濱 道 成  | 東京農業大学生物産業学部        | 099-2493 | 網走市字八坂 196                          |
| 吉 田 悟    | 北海道立畜産試験場           | 081-0038 | 上川郡新得町新得西 5 線 39                    |
| 吉 田 忠    | 清水町役場               | 089-0104 | 上川郡清水町南 3 条西 2 丁目 4-2 地公宅 203 号     |
| 吉 田 義 則  | (株)ジェネティクス北海道       | 062-0052 | 札幌市豊平区月寒東 2 条 13 丁目 1-12            |
| 米 田 裕 紀  |                     | 073-0027 | 滝川市東滝川町 4 丁目 18-27                  |
| 米 道 裕 弥  | 北海道立畜産試験場           | 073-0026 | 滝川市東滝川 735                          |
| リベラ ダヤラル | クリーン化学工業㈱           | 061-1433 | 恵庭市北柏木町 3-172                       |
| 渡 邊 竜 也  |                     | 997-0802 | 鶴岡市伊勢原町 22-40 ガーデン伊勢原 205           |
| 渡 辺 智 正  | 北海道大学大学院農学研究科       | 060-8589 | 札幌市北区北 9 条西 9 丁目                    |
| 渡 部 敢    | 北海道立畜産試験場           | 081-0038 | 上川郡新得町新得西 5 線 39                    |

## 学 生 会 員 (2002 年 3 月現在)

| 氏 名     | 所 属           | 郵便番号     | 研 究 室    |
|---------|---------------|----------|----------|
| 新 宮 裕 子 | 北海道大学大学院農学研究科 | 060-8589 | 家畜栄養学講座  |
| 西 道 由紀子 | 北海道大学大学院農学研究科 | 060-8589 | 畜牧体系学研究室 |
| 藤 本 陽 子 | 帯広畜産大学        | 080-8556 | 草地利用学研究室 |
| 春 上 結希乃 | 東京農業大学        | 099-2493 | 動物資源学研究室 |
| 朴 修 範   | 酪農学園大学        | 069-8501 | 家畜栄養学研究室 |
| 高 在 弘   | 北海道大学獣医学研究科   | 060-0818 | 実験動物学研究室 |
| 松 岡 洋 司 | 酪農学園大学        | 069-8501 | 家畜育種学研究室 |

| 氏 名            | 所 属            | 郵便番号     | 研 究 室      |
|----------------|----------------|----------|------------|
| 石 村 博 之        | 酪農学園大学         | 069-8501 | 土壤植物栄養学研究室 |
| 鈴 木 貴 博        | 北海道大学          | 060-0818 | 獣医学部       |
| 大 林 敏 郎        | 酪農学園大学         | 069-8501 | 家畜育種学研究室   |
| 浅 田 洋 平        | 酪農学園大学         | 069-8501 | 家畜育種学研究室   |
| Nguyen Huu Van | 帯広畜産大学         | 080-8555 | 家畜栄養学研究室   |
| 菊 地 和 美        | 酪農学園大学         | 069-8501 | 肉製品製造学研究室  |
| 竹 井 悠          | 北海道大学大学院農学研究科  | 060-8589 | 畜牧体系学研究室   |
| 三 嵯 健 司        | 北海道大学大学院農学研究科  | 060-8590 | 畜牧体系学研究室   |
| 仙 田 晶 嗣        | 岩手大学大学院連合農学研究科 | 080-8555 | 生物資源化学講座   |
| 藤 田 千 賀 子      | 帯広畜産大学         | 080-8555 | 家畜育種学研究室   |
| 青 木 春 佑        | 酪農学園大学         | 069-8501 | 家畜繁殖学研究室   |
| 石 原 毅 士        | 酪農学園大学         | 069-8501 | 家畜繁殖学研究室   |
| 岸 田 理 恵        | 酪農学園大学         | 069-8501 | 家畜繁殖学研究室   |
| 張 山 綾 子        | 酪農学園大学         | 069-8501 | 家畜繁殖学研究室   |
| 藤 澤 泰 之        | 酪農学園大学         | 069-8501 | 家畜繁殖学研究室   |
| 藤 原 多 映        | 酪農学園大学         | 069-8501 | 家畜繁殖学研究室   |
| 前 村 敦 子        | 酪農学園大学         | 069-8501 | 家畜繁殖学研究室   |

## 賛 助 会 員

| 会 員 名            | 郵便番号     | 住 所                        | 営 業 項 目                                                         |
|------------------|----------|----------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| 安積濾紙株式会社 札幌営業所   | 065-0043 | 札幌市東区苗穂町 3 丁目 4 番 31 号     | 牛乳専用濾過紙, 乳房清拭紙, 乳頭仕上用ペーパー                                       |
| 井関農機株式会社 営業北海道支店 | 006-0805 | 札幌市手稲区新発寒 5 条 1 丁目 5 番 1 号 |                                                                 |
| エーザイ株式会社 札幌支店    | 003-0021 | 札幌市白石区栄通 4 丁目 3-1          |                                                                 |
| 小野田リンカル販売株式会社    | 060-0003 | 札幌市中央区北 3 条西 1 丁目 ナショナルビル  |                                                                 |
| 株式会社アース技研        | 080-0048 | 帯広市西 18 条北 1 丁目 17 番地      | 微生物混合飼料製造販売                                                     |
| 株式会社コーンズエージェー    | 061-1433 | 恵庭市北柏木町 3 丁目 104 番地 1      | 酪農機器輸入販売, 作業機輸入販売, ミルキングロボット, バイオガスプラント                         |
| 株式会社三幸商会         | 063-0062 | 札幌市西区西町南 17 丁目 2-44        | 科学機器販売, 乳加工用機器器具販売, 乳加工用乳酸菌, レンネット販売                            |
| 株式会社土谷製作所        | 065-0042 | 札幌市東区本町 2 条 10 丁目 2-35     |                                                                 |
| 株式会社酪農総合研究所      | 060-0003 | 札幌市中央区北 3 条西 7 丁目 酪農センター   | 調査研究, 経営診断, 酪農講座, 図書販売                                          |
| 北原電牧株式会社         | 065-0019 | 札幌市東区北 19 条東 4 丁目          | 放牧施設生産販売施<br>工, 酪農用品販売, アプリケーションソフト<br>製作販売, 自動給餌機<br>等システム製作販売 |
| ジェネティクス北海道       | 062-0052 | 札幌市豊平区月寒東 2 条 13 丁目 1-12   |                                                                 |
| 全農札幌支所           | 060-0061 | 札幌市中央区南 1 条西 10 丁目         |                                                                 |

| 会 員 名             | 郵便番号     | 住 所                              | 営 業 項 目                             |
|-------------------|----------|----------------------------------|-------------------------------------|
| 全酪連札幌支所           | 060-0003 | 札幌市中央区北 3 条西 7 丁目 酪農センター内        |                                     |
| デーリィマン社           | 060-0004 | 札幌市中央区北 4 条西 13 丁目 1 番 39        |                                     |
| 十勝農業協同組合連合会       | 080-0013 | 帯広市西 3 条南 7 丁目 14                |                                     |
| 日優ゼンヤク株式会社        | 065-0022 | 札幌市東区北 22 条東 9 丁目                |                                     |
| ニチロ畜産株式会社         | 063-8510 | 札幌市西区西町北 18 丁目 1-1               | 食肉製造販売, 食肉加工品製造販売                   |
| 日本配合飼料株式会社 北海道支社  | 060-0031 | 札幌市中央区北 1 条東 1 丁目 明治生命ビル         |                                     |
| ホクレンくみあい飼料株式会社    | 060-0004 | 札幌市中央区北 3 条西 3 丁目 1-2 新光ビルディング   | 飼料製造                                |
| ホクレン農業協同組合連合会     | 060-8651 | 札幌市中央区北 4 条西 1 丁目                |                                     |
| 北海道オリオン株式会社       | 003-0027 | 札幌市白石区本通 18 丁目北 3-66 号           | 酪農機器販売, 酪農施設販売, 糞尿処理機器販売, 畜産環境施設販売  |
| 北海道草地協会           | 060-0042 | 札幌市中央区大通西 7 丁目 2 酒造会館内           |                                     |
| 北海道農業開発公社         | 060-0005 | 札幌市中央区北 5 条西 6 丁目 1-23 農地開発センター内 |                                     |
| 北海道富士平工業株式会社      | 001-0027 | 札幌市北区北 27 条西 9 丁目 5-22           | 獣医畜産機器販売, 理化学機器販売, 牛乳分析器販売, 土壌分析器販売 |
| 北海道ホルスタイン農業協同組合   | 001-0015 | 札幌市北区北 15 条西 5 丁目 20             |                                     |
| 明治乳業株式会社 北海道事業本部  | 003-0001 | 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   | 059-1373 | 苫小牧市真砂町 38-5                     |                                     |
| 森永乳業株式会社 北海道酪農事務所 | 003-0030 | 札幌市白石区流通センター 1-11-17             |                                     |
| 雪印種苗株式会社          | 062-8650 | 札幌市豊平区美園 2 条 1 丁目 2-1            | 飼料作物種子生産販売                          |
| 雪印乳業株式会社 酪農部      | 065-0043 | 札幌市東区苗穂町 6 丁目 1-1                | 配合飼料製造販売                            |

## 計 報

朝日田康司名誉会員が、去る 2001 年 9 月 18 日にご逝去されました。  
茲にお知らせし、謹んで御冥福をお祈り致します。

## 北海道畜産学会編集委員会

|     |             |
|-----|-------------|
| 委員長 | 宮川 栄一(酪農大)  |
| 委員  | 新名 正勝(道立地試) |
|     | 前田 善夫(根釧農試) |
|     | 押尾 秀一(北農研)  |
|     | 柏村 文郎(帯畜大)  |
|     | 島崎 敬一(北大農)  |

編集幹事 堂地 修(酪農大)

### 編集後記

本年度も、関係者の皆さまのご協力により、第44巻を発行することができました。ご寄稿・ご投稿いただきました著者各位ならびに査読を快くお引き受けいただきました審査員の方々に心より感謝いたします。

来年度も内容の充実に努めたいと考えておりますので、会員の皆さまのご協力を賜りますようよろしくお願い申し上げます。

(編集幹事)

#### 複写をされる方に

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

〒170-0052 東京都港区赤坂9-6-41 乃木坂ビル

学術著作権協会 (TEL: 03-3475-5618 FAX: 03-3475-5619)

E-mail: kammori@msh.biglobe.ne.jp)

アメリカ合衆国における複写については、次に連絡して下さい。

Copyright Clearance Center, Inc. (CCC)

222 Rosewood Drive, Danvers, MA 01923, USA

Phone: (978)750-8400 Fax: (978)750-4744 www.copyright.com

#### Notice about Photocopying

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

Except in the USA

Japan Academic Association for Copyright Clearance (JAACC)

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

TEL: 81-3-3475-5618 FAX: 81-3-3475-5619 E-mail: kammori@msh.biglobe.ne.jp

In the USA

Copyright Clearance Center, Inc. (CCC)

222 Rosewood Drive, Danvers, MA 01923 USA

Phone: (978)750-8400, Fax: (978)750-4744, www.copyright.com

# スーパースト 900

優れた解像力で

測定作業の効率化が計れます

肥育牛への利用；コア芯面積の測定

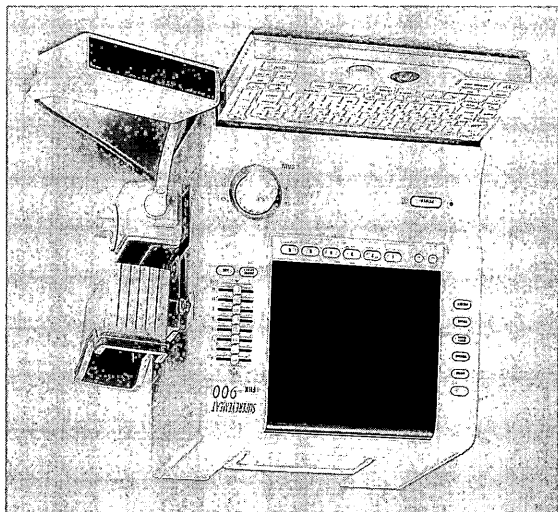
脂肪交雑（サシ）の判定

繁殖雌牛への利用；背脂肪、各部位の脂肪厚

の測定

豚への利用；コア芯面積の測定

皮下脂肪厚の測定



**FHK**

北海道富士平工業株式会社

本社：〒001-0027 札幌市北区北27条西9丁目5番22号  
電話(011) 726-6576(代表) ファクシミリ(011) 717-4406  
支店：〒080-0802 帯広市東2条南3丁目7十勝館ビル  
電話(0155) 22-5322(代表) ファクシミリ(0155) 22-5389

雪印種苗株式会社



「健士健民」は我が社の理念  
より良き種子の開発、採種、流通  
より良き飼料の研究、製造、供給



# くみあい配合飼料

最新の栄養学に基づいて設計した高品質飼料をお届けします！

ニューリードシリーズ・パワーリードシリーズ

- 空胎日数の短縮・受胎率の向上が期待できるミネラル（有機）を増強しています。
- アメリカ最新推奨値に基づきビタミンADEを添加しています。

〒060-8651 札幌市中央区北4条西1丁目

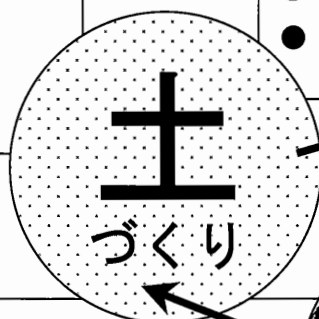
ホクレン農業協同組合連合会 飼料養鶏課

TEL 011-232-6185

※ 詳しくはお近くのJA・ホクレンにお問い合わせ下さい。

- 土壌分析、診断
- 施肥設計
- 飼料作物専用肥料の供給
- 堆肥発酵促進剤の供給

- 栽培技術 ● 優良作物種子
- オリジナル作物種子
- 国産粗飼料増産指導



- 直営工場での  
高品質配合飼料製造
- 外国産粗飼料の供給
- 資材の供給
- コンピューターによる  
飼料計算
- 給与評価システム

●お問い合わせは

Your Partner 全酪連

札幌支所 Tel 011-241-0765 道北事務所 Tel 01654-2-2368 釧路事務所 Tel 0154-52-1232

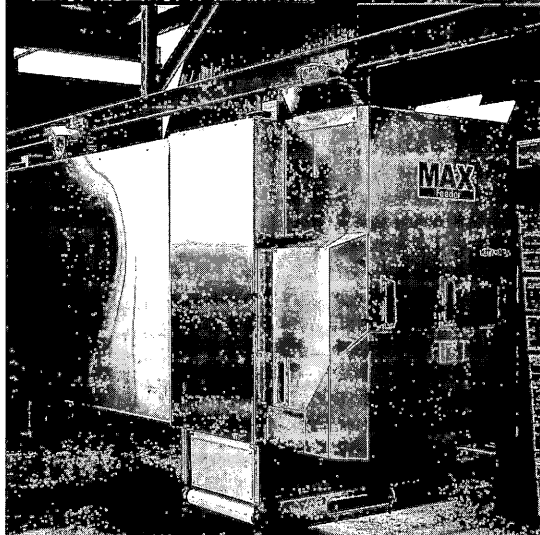
帯広事務所 Tel 0155-37-6051

北見駐在所 Tel 0157-26-5900

# MAX Feeder

粗飼料配合飼料自動給餌機

マックスフィーダー



**つなぎのままで、既存投資を生かしながら、  
100頭まで規模拡大ができます。**

- 50頭規模の酪農家が同じ労働時間で80頭まで増頭できます。
- 10頭増頭すれば、MAX投資分を5年で償却できます。
- MAXを導入すれば、給餌作業から解放され、70才まで酪農を続けられます。

## 新発売 フリーストールMAX

フリーストール用MAXです。群毎にサイレージ・配合飼料などを計量・混合し、給餌します。圧倒的な省力化と群別TMRをカンタンに実現できます。

### 北原電牧株式会社

■本社/〒065-0019 札幌市東区北19条東4丁目 ☎011-711-6136 ☎011-741-7253  
■盛岡営業所/〒020-0122 盛岡市みたち4丁目25-1 第1グリーンビル ☎019-641-3623 ☎019-641-4543



0120-033-887

ホームページから各種カタログをダウンロードできます。  
URL [kitaharadenboku.com](http://kitaharadenboku.com)

オリオンの各販売店、  
または、弊社まで  
お問い合わせください。

## 北海道畜産学会報 第44巻

2002年3月31日 発行

発行人 岡 本 全 弘

発行所 北 海 道 畜 産 学 会

〒069-8501 江別市文京台緑町582

酪農学園大学酪農学部酪農学科内

TEL 011-388-4797

FAX 011-387-5848

郵便振替口座番号 02770-4-4947

印刷所 (株)アイワード







