

# 畜産技術

LIVESTOCK TECHNOLOGY

1996.1



雪の兵庫牧場

(撮影：全国競馬・畜産振興会 前 理雄)

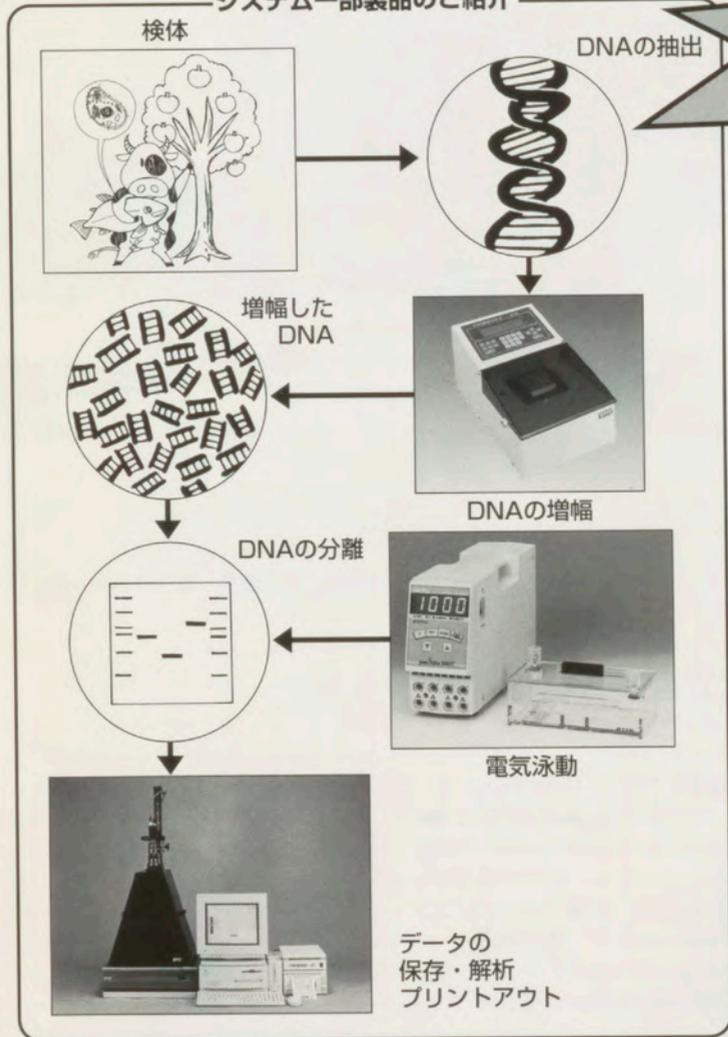
<b>特集</b>	<b>牛の設計図はどこまでわかったか</b>	2
提言	明日の畜産技術のために	1
研究レポート1	嗜好試験の舞台裏(2)	27
研究レポート2	新生子牛の造血機能の低下とその改善法	35
技術情報	オランダとデンマークにおける畜産環境技術	39
研究所だより	宮崎県優良家畜受精卵総合センター	43
国内情報1	国際協力の2課体制について	45
国内情報2	乳用牛評価成績(1995-II)の発表について	47
地域の動き	県産畜産物の銘柄確立に向けて(栃木県)	54
海外統計	世界の豚生産及び消費動向	56
国内統計	畜産経営のあとつぎ等の状況(95年センサス)	57
会員だより	山形県畜産技術連盟	58
会員だより	(社)全国乳質改善協会	59
百舌鳥	21世紀も間近か	60
地方だより		61
人の動き		46
今月の表紙		38
グラビア	研究所だより/地域の動き	

# アトーの遺伝子診断システム

癌、変異遺伝子の検出  
 家畜感染症、雌雄判定  
 個体種別・鑑定  
 食品微生物、環境微生物の検出  
 あらゆる分野におけるDNA、RNAの研究に！

DNA増幅装置～電気泳動装置、ゲル乾燥処理装置、データ検出・保存・解析に至るまで完全システムをご用意できるのはアトーだけです。

## システム一部製品のご紹介



遺伝子診断システムはアトーにおまかせください！

AB-1820型  
 DNA増幅装置  
 「ザイモリアクターⅡ」  
 ¥780,000

AE-6100型  
 電気泳動装置  
 「サブマージ・アガロース」  
 ¥30,000

AE-8450型  
 電気泳動用電源  
 「パワーステーション1000VC」  
 ¥150,000

AE-6920-MF型  
 データ保存・解析装置  
 「デンストグラフ」  
 ¥4,500,000

詳細カタログ・資料の用意がございます。弊社営業部機器営業課までお問合せ下さい。

ライフサイエンス/バイオテクノロジー研究開発の情報誌

THE FRONTIER ELECTROPHORESIS ㉞

電気泳動 最前線 ㉞

THE FRONTIER CHROMATOGRAPHY ㉞

クロマトグラフィー 最前線 ㉞

ATTOでは「ライフサイエンス/バイオテクノロジー研究開発の情報誌」を発行しております。ご希望の方は弊社までご請求下さい。



ライフサイエンス/バイオテクノロジー研究開発を支援する

アトー株式会社

□本社 〒113 東京都文京区本郷7-2-3 ☎(03)3814-4861  
 □大阪支店 〒530 大阪市北区南森町2-1-7 ☎(06)365-7121



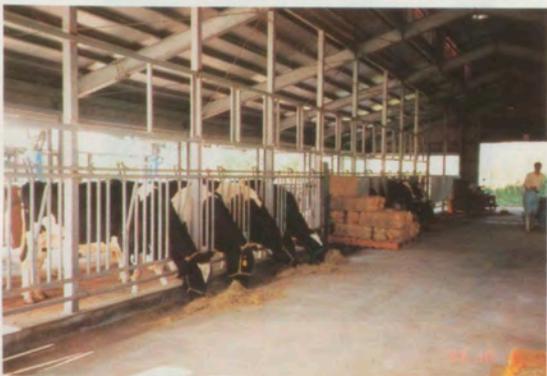
受精卵センター本館

受精卵移植技術の県内普及定着をめざして

## 宮崎県優良家畜受精卵総合センター



黒毛和種供卵牛舎



ホルスタイン種供卵牛舎



受精卵採取室



受精卵の検査・処理室(クリーン・ルーム)



PCR法による雌雄判別(バイオPCR処理)

# 県産畜産物の銘柄確立に向けて(栃木県)



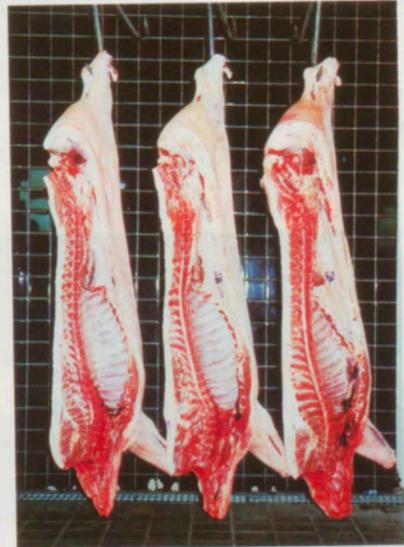
ブランド牛「とちぎ和牛」



系統豚「トチギシ」



栃木シャモ



トチギシポーク

## 提言

### 明日の畜産技術のために



信國卓史  
(TAKAFUMI  
NOBUKUNI)  
農林水産省畜産局  
家畜生産課長

年が改まって、二十世紀もあと五年と迫って来た。歴年なり年齢の区切りとして種々のものがある中で、生身の人間として経験できる最長のものが、世紀の区切りであろう。その勢もあって二十一世紀がどういう世紀になるかワクワクした思いが湧いて来るが、わが国畜産に関し思いを至す時、今迄以上に技術に根ざしたものになるであろうし、その為には技術者としての心構えも新たにすることがあろう。筆者としては、次の諸点に留意して取組みたいと考えている。

#### 1. その先にある技術を夢見たい

技術の進展には限りがない。今取組んでいるその先を想像することで、当面の課題を解くエネルギーとしたい。ET技術が各種の胚操作技術の開発に連なっている例を想起したい。

#### 2. 新技術の適用可能性を追求したい

ET技術が普及段階に入って二十年、家畜改良増殖の現場でも相当使われるようになって来た。しかし乳用種雄牛は殆んどがET牛であるが肉用牛は少ない。肉用牛の検定にもっと使えないか、ETを十分に行うためには受卵牛の整備が必要であるが、その対策等々は技術の適用可能性に比べ、実用は未だしと感じられてならない。

#### 3. 技術の論理、特性を大事にしたい

個別技術には、その技術を成り立たせている論理があり、そこにその技術の特性がある。成立条件を無視した技術は却ってその技術を貶めることにもなり得る。技術の論理が判ればより広範な活用の道が開けて来る。ふん尿処理における生物資材の例がこれに当たろう。

#### 4. 技術活用のため体制を整備したい

TMRが普及しつつある。この技術が成功するためには周辺の体制整備が必要である。適正な給与が行われているかを見るためには、農家側の成績が常に把握される必要があるし、粗飼料等の頻繁な分析体制も必要になる。畜産技術のインフラともいべき牛群検定、飼料・土壌分析、衛生指導等の整備が急がれる所以である。

#### 5. 平均でなく変異を大切にしたい

農家は一律ではない。従ってある技術が導入され、平均的には成果が上がってもそこには農家ごとの変異がある。その変異の中にその技術の特徴と改善のためのヒントが隠されている。

技術に根ざした畜産の隆盛を期したい。

近年の牛ゲノム研究の進展は目覚ましいものがあるので、最近の研究成果及び現在取り組んでいる研究課題について知りたいとの声がある。そこで、この分野における世界のリーダーに執筆を依頼し、それを特集に組むこととした。

翻訳を動物遺伝研究所の杉本喜憲氏にお願いした。

(編集委員会)

はじめに	廣川 治
ロズリン研究所(英)	ウィリアムス
国立畜産研究所(INRA)(仏)	レヴィティエール
科学・工業研究機構(CSIRO)(豪)	ヘッチェル
リエージュ大学(ベルギー)	ジョージス
国際畜産研究所(ILRI)(ケニア)	杉本喜憲
農務省食肉研究センター(USDA-MARC)(米)	ヴィーティー
動物遺伝研究所(H)	杉本喜憲

## 1. はじめに

廣川 治 (OSAMU HIROKAWA) 畜産局家畜生産課

### 本特集のねらい

「ヒトゲノム計画」の名で人類の遺伝子地図作りの国際プロジェクトが発足して5年経ちますが、家畜においても、牛、豚、鶏を対象に遺伝子地図作りとそれに基づいた育種法の確立に向けた研究・開発が世界中で進んでいます。この特集では、牛について、それらの活動の中心的役割を果たしている7つの研究所のDNA分野でのリーダーに各研究所の活動の現状と今後の方向について紹介してもらっています。いずれも先端分野の第一線の科学者であり、耳慣れない用語も多いと思いますが、第一線の雰囲気と牛のDNA分野の研究・開発のおおよその方向が伝われば幸いです。

### ゲノム(遺伝子)地図とは

物質の最小単位をアトム(原子)と呼ぶように個体の遺伝情報の最小単位をゲノムとよんでいます。牛について染色体レベルでい

ば、29対の常染色体の片一方ずつとX、Y染色体を合わせて31本の染色体が1ゲノムです。この1ゲノムについてどんな遺伝子(あるいはDNA断片)が染色体のどこにあるのか地図のような形で示したものがゲノム地図あるいは遺伝子地図と呼ばれるものです。

### ゲノム地図には4種類ある。

一口にゲノム地図といっても下の4つの概念に分かれます。

- ① 連鎖地図
- ② 物理地図
- ③ 比較地図
- ④ 配列地図

①の連鎖地図は複数のDNA断片(遺伝子)の遺伝的な連鎖関係をもとにそれらが相互にどの程度離れているかを数学的に求めたもので、牛でいえば、1ゲノムに相当する31のグループのDNA断片群の位置関係が概念的に示されています。

# 図はどこまでわかったか、

②の物理地図は、特定のDNA断片の染色体上の位置を物理的に調べて作るものです。実際の作業では連鎖及び物理地図作成を並行的に行い進度を早めています。

③の比較地図は、動物種ごとに作られている連鎖及び物理地図を比較したもので、牛においては、先行している人類やマウスの成果を利用できる利点があります。現実にも人類やマウスでわかっている遺伝的疾患関連遺伝子を使って牛の遺伝子を探す仕事が進んでいます。

④の配列地図は、ゲノム地図上の該当部分にDNA配列が記載されたもので、1ゲノム分すべての場所にDNA配列が記載されれば、ゲノム地図づくりはとりあえず終着点となります。

## ゲノム地図づくりには解析材料として特別の牛群が必要

遺伝についての研究なので、数世代の能力、成績、血統のはっきりした家畜群を解析対象とする必要があります、この家畜群のことをリファレンス・ファミリーと呼んでいます。

## 世界の動き

現在、世界では2つの勢力が牛ゲノム地図を作成しています。1つは国際牛ゲノム連鎖地図と呼ばれるもので、欧州牛ゲノム計画(BouMap)を中核にオーストラリア、イスラエル、国際畜産研究所、米国の大学と日本の動物遺伝子研究所が参加しています。もう1つは米国農務省が独自に進めているものです。両者は別々に開始されましたが、現在はその合体が図られています。

これらの努力の結果、現在、1000を超える

DNAマーカー(連鎖地図上に位置付けられたDNA断片)が得られており、多くの研究グループは次の段階であるDNAマーカーアシスト選抜と呼ばれるDNAマーカーを使った選抜法の開発に目を向けています。従って各国(研究グループ)は、協調関係から競争関係に入ってきています。また、DNAマーカーアシスト選抜に使われるDNAマーカー探しには、そのための特別なリファレンスファミリーを確保(造成)する必要があり、多くの科学者たちは頭をいためています。

## 我が国の動き

我が国の牛ゲノム関連研究・開発は、欧米にやや遅れて開始されたものの、杉本レポートにあるとおり、地図作りに貢献することができ、また、そのお陰で(世界中で開発されたDNAマーカーを利用できたため)、次の段階であるDNAマーカーアシスト選抜の実用化のための国、道県が協力したプロジェクトを開始させるにいたっています。また、更に精度の高い解析をするために家畜改良センターにおいて、和牛と欧州牛を基礎とするリファレンス・ファミリーづくりが開始され和牛の持つ遺伝的特性を活かしたプロジェクトに供されることになっています。

## 本特集で紹介する海外6研究所の活動

### 英国ロズリン研究所(Roslin)

従来から英国のみならず世界の家畜遺伝学研究の中心地の1つで、レポートをよせてくれたJ. Williamsは、欧州牛ゲノム計画の提唱者・推進者です。ここでは国際牛ゲノム連鎖

地図 (欧州牛ゲノム計画もふくまれる。) プロジェクトに参加する他、マーカーアシスト選抜法開発に向けて、ホルスタインとシャロレーを使ったレファレンス・ファミリーづくりに入っています。また、特定の遺伝疾患についての遺伝子地図作りも開始しています。

### フランス国立畜産研究所 (INRA)

ヨーロッパを代表する畜産分野の総合研究所で、欧州牛ゲノム計画実行のコーディネイターをつとめており、精力的に地図作りに取り組んでいます。また、非常に難しいとされていた牛の染色体の識別(カリオタイプング)技術を開発し、地図作りの基礎技術開発に貢献しています。

### 豪州科学・工業研究機構 (CSIRO)

豪州随一の国立総合研究所で国際牛ゲノム連鎖地図プロジェクトの本部がここにおかれています。具体的には牛連鎖地図のデータベースがここにおかれ、このプロジェクトに参加している研究所は、開発したDNAマーカーをここに提供・登録することになります。また、マーカーアシスト選抜のためのDNAマーカー探しも開発しています。

### ベルギー、リエージュ大学

この仕事は、米国の私企業においてDNAの分野でめざましい活動を行ったMichel Georgesのリーダーシップにより推進されています。経歴から推察されるとおり、DNA解析のための新規な技術開発や産業に直結するDNA解析といった儲かる技術開発を目指しているユニークな研究グループです。

### 国際畜産研究所 (ケニア・ILRI)

前身の1つである国際家畜疾病研究所のころからアフリカで最重要の人畜共通疾病であるトリパノソーマの第一線の研究を行っており、DNA解析もそのために利用すべきものとして位置付けられています。従って、

トリパノソーマ耐性を持つことで有名なN'Dama種をレファレンスファミリー造成の基本とし、研究もトリパノソーマの遺伝的な意味についてとことん調べる方向で進んでいます。

### 米国農務省食肉研究センター (USDA MARC)

ネブラスカに議員立法で作られた由緒ある肉牛の総合研究所で、研究所1つで独自の地図作りを進め、1研究所としては最大の仕事量をこなしてきています。地図作りのみならず今後のDNA解析事業においても豊富な物量を背景に多大な成果をあげることが予想されています。

## 用語解説

### DNAマーカー

(マイクロサテライト、多型性、異型接合率、アンカー、蛍光in situ ハイブリダイゼーション (FISH)、センチモルガン)

塩基配列が明らかで、連鎖地図または物理地図上に位置が決められているDNA断片のことです。このうち2塩基の単純な繰り返しが続くDNA断片をマーカーとしている場合マイクロサテライトマーカーと呼びます。

せっかく位置の決められたDNAマーカーもその型の種類が少なくでは有効ではないので、多くの種類(多型性)があるかどうか、また、その種類に片寄りがないか(異型接合率が高い)が、問題になります。

マーカーのうち染色体上の物理的な位置が決められ、連鎖地図を作る際の基準となっているマーカーのことをアンカーと呼んでいます。これはランドマークと呼ばれることもあります。

また、あるDNA断片の染色体上の位置を

物理的に決める方法が**蛍光in situ ハイブリダイゼーション(FISH)**と呼ばれるものです。

連鎖地図ではDNAマーカー間の距離を**センチモルガン(cM)**と言う単位で表しており、この数字が小さいほど近いということになります。染色体により長短はありますが、100センチモルガンがおおよそ染色体1本に相当します。

### QTL (量的形質遺伝子座)

単純なメンデル遺伝ではなく複数の遺伝子座を想定しないと説明できない形質の遺伝子座のことで、DNAマーカー開発の進展により、特定の遺伝形質と複数のDNAマーカーとの相関についての報告がなされるようになっていきます。

**YAC, BAC, コスミド (ライブラリー)**  
DNA研究の第1歩として、1個体分のD

NAを多数の断片とした後、断片の1つ1つを大量複製 (**クローニング**) しておくことをします。これが**DNAライブラリー**と呼ばれるもので、大量複製する際に酵母を用いたものが**YAC**、バクテリアを用いたものが**BAC**、コスと呼ばれるプラスミドを用いたものが**コスミド**です。

### ポジショナル・クローニング

遺伝子の推定存在位置 (ポジション) から遺伝子を特定していく手法のことで、調べたい遺伝子について連鎖地図を作成することがその第1歩です。人類の遺伝病遺伝子を捕まえるのに使われており、家畜でもその貢献が期待されています。

さて、これだけの予備知識でどこまで理解できるか挑戦してみてください。

## II. イギリス(ロズリン研究所)における牛ゲノムのマッピング

ジョン・ウィリアムス (John Williams)    ジョン・ウーリアムス (John wooliams)  
ロズリン研究所    スコットランド (翻訳 杉本喜憲)

### 背景

ロズリン研究所はイギリスにおける家畜の遺伝学的研究の中心機関で、家畜生産に関連する量的遺伝学と統計理論、行動研究、生理学から基礎的な分子生物学にわたる分野において貢献している。科学的な研究の質の高さにおいてロズリンは量的形質に関与する遺伝子を同定するためのゲノムマッピングの開発と応用する上で理想的な立場にある。

このことは遺伝形質の生理学をより理解し、家畜生産を改良することに役立つと思われる。当研究所には、主な家畜である牛、豚、鶏のゲノムマッピング計画がある。

すべてのゲノムマッピング計画は3つの明らかな段階に分けられる。第1段階では、親か

ら子へ伝えられた染色体の領域を効果的に追跡できるような異形接合率の高いマーカーでゲノム連鎖地図を作ることである。第2段階では、そのゲノム連鎖地図と興味ある形質の分離する家系を用いて、その形質を制御している遺伝子に連鎖するマーカーを見だし、効果的なマーカーアシスト選抜計画に応用し、最終的には遺伝子そのものを同定することである。

主な家畜の大まかなマップの作成はほぼ完成しており、今や第2段階に入りつつある。ロズリンでの牛ゲノムマッピング計画は、国際的な牛ゲノム地図 (Barendse et al., 1994) に貢献して来、現在第2, 第3段階にある。次章から、牛ゲノムマッピングの3つの段階への私たちの研究成果について述べる。

## 第1段階：牛ゲノムマップの作成

### マイクロサテライト座

国際牛ゲノム連鎖地図は、牛全兄弟で構成された共通の国際牛リファレンスファミリーパネル (IBRP) のDNA型判定を行うことで作成された。オーストラリア、アフリカ、ヨーロッパ及び米国からリファレンスファミリーは提供され、解析されたデータはオーストラリアに集められた (Barendse et al., 1994b)。

ロズリンでは、大きなDNA断片を持つコスミドクローンをを使ってマイクロサテライトマーカーを捜した。これらのマーカーは国際牛ゲノム連鎖地図上にマップされた (たとえば, Williams et al., 1995)。40kb程度のインサートをこれらのコスミドクローンは持っているので蛍光 *in situ* ハイブリ (FISH) によって容易に染色体へマップできる。そこで、ロズリンで開発したマーカーを遺伝的に連鎖解析でマップし、そのマーカーのあるコスミドを Ferretti ら (イタリア) がFISHでマップするという共同研究を行った (Mezzelani et al., 1995)。現在、国際牛ゲノム連鎖地図には600以上のマーカーがマップされており、そのうちロズリンでマイクロサテライト50種以上をマップした。私たちは、SSCP法 (一本鎖DNA構造多型検出法) も使い、物理的にマップされてもマイクロサテライトに多型性のないマーカーを遺伝的にマップしている。

### 発現DNA配列

ある遺伝型質が染色体に位置づけられても、遺伝子そのものを見つけるのは困難な仕事である。一つの方法として、種間で保存されているシンテニーを使って候補遺伝子を同定することが上げられる。ヒトの場合多くの遺伝子が調べられ位置も決められているので、ヒトと牛のゲノム連鎖地図の間の保存されているシンテニーについて詳細な情報があれば、

牛で同定された染色体の領域をヒトのそれと合わせ有力な遺伝子を捜すことができる。現在、国際牛ゲノム連鎖地図のマップされたマーカーの80%以上が種に特異的なマイクロサテライトマーカーである。したがって、次の段階は遺伝子をゲノム地図上に並べ、他種のゲノム地図の情報を利用できるようにすることである。

私たちは、牛の遺伝子をマップするために二つの方法を使っている。一つは、EMBLのデータベースに登録されている牛の遺伝子の配列の多型性をDGGE法 (変性勾配ゲル電気泳動法) やSSCP法で調べる (たとえば, Lester et al., 1995)。DGGE法はSSCP法と比べてより大きなサイズのPCR生成物の多型を調べることができるが、多数の試料の型判定には向いていない。もう一つは、cDNAライブラリーからクローンを無作為に拾い、配列を調べる。これらの配列をEMBLデータベースに登録されている他種の既知の遺伝子との類似性を比較する、現在の50%の配列に既知の遺伝子の配列との類似性が認められている、そこで、SSCP法で多型を調べ、そのマーカーをゲノム連鎖地図に載せる予定である。

### DNA型判定パネル

牛ゲノムの第一期の連鎖地図は今や詳細にマーカーが並べられ、20cMの間隔で遺伝形質の連鎖解析を行なうに十分なレベルに到達している。私たちは、ゲノム連鎖地図からゲノム全体を20cMの間隔でカバーするようにマーカーを選び、現在次に示すようなQTLのマッピングを行なっている。予備実験の結果から、国際牛ゲノム連鎖地図 (Barendse et al., 1994; Bishop et al., 1994; Georges et al., 1995) にマップされているマーカーの50%は、多型性が低かったり、PCRで増幅できないため使えなかった。したがって、マッ

ピングのためのマーカーのセットを選ぶのは容易なことではないと言える。

## 第2段階：形質に関わる遺伝子座の同定

形質に関わる遺伝子座の同定には、その形質の分離が見られる家系が必要である。解析にふさわしい牛群を国の牧場から見つけるか、その目的のための育種計画の基づいて家系を作成するかである。国の牛群を使う利点は既に動物が存在していることであるが、形質の検定は国のそれまでの記録方法に依存しており、目的とする形質を調べるに十分ではないかもしれない。また、頭数が限られていることと、環境の違いによる効果を見逃すことが考えられる。育種計画に基づく家系の作成は、適当な家系を作成できるような交配ができ、一定の条件下で多くの検定成績を得ることができるという利点がある。しかし、その家系作成には長期間のプロジェクトが必要である。

### 既存の家系

乳牛において、国の保有している頭数、後代検定の規模、成績記録の計画など、QTLのマッピングの研究には十分とはいえない。しかし、私たちは、ほか（たとえば、Georges et al., 1995）から発表された遺伝子座についてその効果をイギリスの父方半兄弟の大きな家系で調べるつもりである。そのため、DNAバンクを設立し、イギリス国内の後代検定にかけられたすべての種雄牛を集めている。肉牛では、主要なイギリスの育種会社の後代検定の牛群を4つの品種について候補遺伝子座を調べる。また、イギリス固有の品種で多発する遺伝的な致死性欠損、これは一つの遺伝子によると考えられるが（Usha et al., 1995）、この病因遺伝子をマップする研究も始めた。

## 経済的形質研究のための家系

ロズリンでは肉牛と乳牛の両方の部門で、経済的に重要な遺伝形質の連鎖解析を目的とした育種計画を開始した。形質の違いをできるだけ大きくするため肉牛種と乳牛種の間で交配して家系を作成する予定である。ホルスタインは、乳牛として多くの極めて優れた性質を有するので、当然、乳牛種として選ばれた。肉牛種の選択は困難であった。イギリスでは、リムジンは最も速く人気を高めたが、牛肉としての優れた性質は経費のかかる解体処理をしないとわからない。シンメンタールもイギリスでは人気のある品種であるが乳肉両用種である。ベルジアンブルーは優れた増体を示すが、他の研究室で解析されたようにダブル筋肉遺伝子として知られる単一の遺伝子によってもたらされていると思われる。シャロレーはイギリスで確立された品種で、増体、成長、気性に関して最も優れている。

したがって、マッピングのための家系は、ホルスタイン/シャロレーの交配で作成することにした。これから5~10年かけて、400頭のF2あるいはバッククロスを作成してゆく。現在は、研究所の牧場でF1の生まれた段階で、最初の役に立つF3あるいはバッククロスは1996年に得られるだろう。成長、飼料効率、肉質などのデータは、さらに4年後2000年に得られ、ミルク生産に関しては3~8年後の1992~2004年に得られるはずである。

## 第3段階：遺伝形質の詳細なマッピングと遺伝子の同定

遺伝形質を含む染色体の領域が見つければ、マーカーアシスト選抜計画に使われるだろうが、それは家系の中で組み換えが問題にならないほど遺伝子とマーカーの距離が近くなければならない。理想的には、遺伝子の同定によって選抜のための最良のマーカーがわかる。

また、遺伝子の同定によってその役割の研究ができるので、その遺伝形質での生理学的な役割を理解する助けになると思われる。

ある形質に影響している遺伝子を見いだす最も容易な方法は、先に述べたように、比較地図を使って候補遺伝子の検討をつける方法かも知れない。候補遺伝子がなければ、ポジショナルクローニングが必要である。そのためには、まず、調べるべき領域を大きな断片のDNAクローンでつなぐことである。現在、牛の大きなDNA断片のライブラリーはあるが、誰でも使える状態にはない。したがって、ロズリンでは牛のYACライブラリーと最近開発されたBACライブラリーを作り始めた。このプロジェクトは、M. Georges (リエージュ), R. Fries (ミュンヘン), R. Miller (バブラハム), H. Lerach (ベルリン) 達との共同研究である。1996年の末までには良質なライブラリーが完成し、既にマップされた遺伝形質(たとえば, Georges et al., 1995)を含む領域の地図作りに使われるだろう。

### まとめ

1998年に徐々に始められた牛ゲノムマッピングの研究は、ようやく勢いがついてきた。ヨーロッパでは、第22回国際動物遺伝学会(ミシガン州イーストラランシング)でロズリンのWilliamsとSpoonerによって始められたBovMap計画へのEUの後援がプロジェクトの原動力になった。現在、BovMapはフランスのINRAで調整されている(Leveziel et al., 1995)。1994年5月の国際ゲノム地図には250マーカーだったが、18ヵ月後には650位上になっている。国際的にもロズリンでも、いまや、家畜生産に関する遺伝形質のバラツキに影響する遺伝子座を同定するため、この地図を使う時にある。

### 文献

- Barendse, w, et al. (1994a) A genetic linkage map of the bovine genome. *Nature Genetics* 6, 227-235.
- Barendse, w, et al. (1994b) A linkage map of the bovine genome. *Anim, Genet.* 25, suppl. 2, p44.
- Bishop, M. D. et al. (1994) A genetic linkage map for cattle. *Genetics* 136, 619-639
- Georges, M. et al. (1995) Mapping quantitative trait loci controlling milk production in dairy cattle by exploiting progeny testing. *Genetics* 139. 907-920.
- Leveziel, H. et al. (1995) Development of genetic and physical marker maps of the bovine genome (Bovmap project). *Biotechnology (1992-1994) Progress Report 1994 Vol 2: Detailed Presentations* (edited by P. de Taxis du Poet, A. Vassaroti and J. Baselga de Elorz). Published by the Commission of the European Communities, Directorate-General XII-Science, Research and Development [ISBN 92-826-913-6] pp 294-300.
- Mezzelani, A. et al. (1995) Chromosomal localisation and molecular characterization of 53 cosmid-derived bovine microsatellites. *Mammalian Genome* (in the press).

Teres, V. et al. (1995) Finding informative SSCPs using primers for microsatellites that show no length polymorphism. Trends Genet. (submitted).

Usha, A. P. et al. (1995) Excluding mutations in the transmembrane region of FGFR3 as the cause of dominantly inherited Dexter dwarfism (achondrop-

lasia) in cattle.

Mammalian Genetics and Development Workshop. London, November 1995.

Williams, J. L. et al. (1995) Three bovine chromosome 15 microsatellite markers.

Anim, Genet. 26:124.

## III. ヨーロッパ(フランス)における牛ゲノムマッピング

ウーベルト・レヴィティエール (Hubert Leveziel)  
(INRA, フランス) (翻訳, 杉本喜憲)

### はじめに

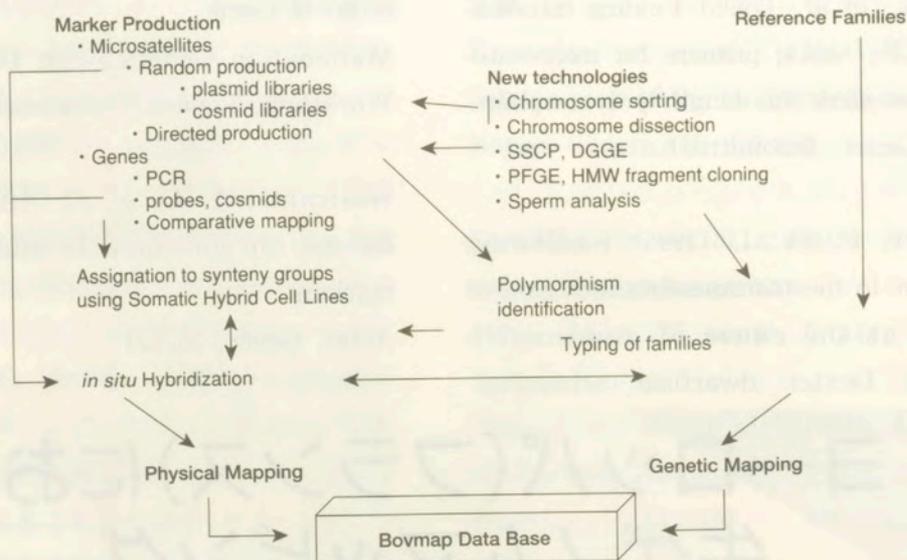
過去3年間、ヨーロッパでもフランスでも牛ゲノムのマッピングのために非常に多くの努力がなされてきた。この小論では最近なされたヨーロッパまたはフランスでの主な研究成果について報告する。

### BovMapプロジェクト

ヨーロッパBovMapプロジェクト (EU B 102 CT-920359) である「牛ゲノムの遺伝的物理的マーカーによる地図の作成」は、バイオテクノロジー計画 (欧州連合, DGXII, H. Bazin) の一部として3年計画 (1993—1995) で始まった。33の研究室, 14カ国 (ECが10カ国, EFTAが4カ国) が参加し, 牛ゲノムの連鎖地図の作成のためマッピングを行なった。BovMapプロジェクトは, 国際動物遺伝学会 (ISAG) の後援のもとで行なわれている。BovMapプロジェクトの目的は, 既知のマーカーをマップすることと新たにマーカーを分離し牛ゲノムの大まかな地図を作成することである。具体的には, 1) 連鎖地図を作成するためのリファレンスファミリーパネルを構

築する。2) 多型性の高い多くのマーカーを分離し, リファレンスファミリーでのそれらを解析して, セグリゲーションを調べる。3) ハイブリッド細胞パネルを用いてマーカーのシンテニックグループへの帰属を明らかにし, またin situハイブリによってランドマークになるマーカーの染色体上での位置を詳しく決めた物理地図を作成する。4) 新しい技術を開発する。5) 統計学的処理法やコンピュータシステムを改良する。ヨーロッパの育種現場は, 全兄弟牛を作って提供し, このプロジェクトの最初の必須な仕事であるリファレンスファミリーパネルの作成に貢献した。7人の委員と6人の科学コーディネーターによる委員会を含む運営システムが設立され, リファレンスファミリーの作成, マーカーの生産, 連鎖解析, 物理的マッピング, 新技術, データベースに関する活動の調整を計った。採用された戦略は図に示している:

最終的な目標は, 量的形質 (QTL) のマッピングとさらに標的遺伝子のクローニング, 他の動物種との比較マッピング, マーカーア



シスト選抜するためのDNAマーカーによる地図を作成することである。これらの目的を達成するためには次のような3段階に分けて考えられるが、ここでの計画は第1段階に絞られている：1) 大まかな連鎖地図の作成，2) 技術解析用の集団または家系の改良，3) 結果の育種戦略への応用。

### フランスのプロジェクト

フランスでは、INRAにおいて1991年以来多くの努力がなされてきた。動物遺伝学部門 (B. Bibe) のいくつかの研究室は、牛ゲノムマッピングプロジェクトに協力し、分子細胞遺伝学研究室 (P. Martin) は、前述のすべての研究領域に貢献している。

### 主な結果

1992年と1993年の間にDNAマーカーによる遺伝的連鎖地図および物理地図作成のための材料の準備と方法の確立を行なった。1年目の終わりに開かれた第3回BovMap会議 (オスロ，1994年2月4日～6日) で、プロジェクトは1) リファレンスファミリーのDNA型判定では主にランダムに作ったマイクロサテライトを用いる，2) 物理的にマッ

プしたコスミドクローンからマイクロサテライトマーカーを得る，ことに焦点を合わせるようになった。第2年目の間，進展は第24回国際動物遺伝学会 (プラハ，1994年7月23日～29日) と第4回BovMap会議 (ダブリン，1995年2月17日～18日) で確認された。ヨーロッパPigMapプロジェクトのように，他の牛ゲノムのマッピンググループとの国際的な協力を効果的に行なうため，オーストラリア，イスラエル，ケニア，USAのそれぞれの代表とPigMapのコーディネーターを第4回BovMap会議に招いた。プラハの学会では最優先のテーマとして連鎖グループの染色体上での方向を決めるためコスミッドから得られたマーカーのマッピングがとり上げられた。今日，次のような主な成果が報告されている。

#### 1) リファレンスファミリー

国際リファレンスファミリーパネル (IBRP) は、330頭のDNA試料，21の全兄弟家系から構成されているが，ヨーロッパ (フランス，ドイツ) からその内80頭，7家系が提供されている。ヨーロッパ担当のINRAから，このIBRPは22ヶ所のBovMap研究室に

分与されている。IBRPを受け取った研究室は、自ら開発したマーカーまたは他のグループの開発したものを精力的にDNA型判定した。それらのデータは、オーストラリアにあるCGD (the Cattle Genome Database) に集められている。95種のマーカーは当初ヨーロッパの家系でのみ解析されていたので、IBRPを用いてすべての解析データを整え、それからはヨーロッパの研究室も新しく開発したマーカーをIBRPで型判定し国際連鎖地図の作成に協力してきた。

## 2) マーカーの開発

最初の年は、2塩基繰り返しのマイクロサテライトマーカーは、主に、プラスミドから採られていたが、物理地図と連鎖地図を合わせるためin situハイブリ (FISH) で染色体上に詳しく場所が決められたコスミドからマーカーを開発することになった。いくつかの研究室、特に、ノルウェー、イタリア、フランスは、コスミドクローンから350種以上のマイクロサテライトを開発し、その内200種(オスロのDr. I. Olsakerによって開発された)は他の共同研究者達に配付され、型判定を行なうか、FISHを行なうかされた。さらに、他の様々なやり方、ファージ、cDNA、染色体特異的ライブラリー、分散配列-PCRを用いて、マーカーの開発が行なわれ、タンパクをコードしている配列の多型性も調べられた。合計205種のプラスミッドと308種のコスミドが分離され、250種のマイクロサテライトが得られた(180種のプラスミッドと70種のコスミドクローンはフランスで調べられた。125種のマイクロサテライトは、フランスで開発されたものである。2~3の研究室では、3塩基や4塩基の繰り返しを持つマイクロサテライトのクローニングや、染色体の特定の領域に的を絞ったマーカーの開発も始めた。また、個体

識別や親子判定にマイクロサテライトを用いる試みもなされている。これはゲノム研究の成果の一つで、近い将来ルーティン化された識別法として畜産の世界に導入されることになるだろう。さらに、牛、羊、ヤギの間に高い類似性があることから、牛で達成された成果はすみやかに他の動物の研究の役に立つだろう。たとえば、牛から採られたマイクロサテライトの約50%は羊やヤギのマッピングや親子判定に使用できることから小動物の研究コストを下げることになる。牛の遺伝的バラツキを調べるためのマーカーが多く開発されたことから、BovMapへの参加者の間では彼らの努力を共有することが決められた。連鎖解析のためのマーカーの第一段階のセットを選び、使用すれば、共通のツールによる情報が蓄積され、新しい発展や家畜育種の方法の改善などがもたらされるだろう。

## 3) 連鎖地図へのマーカーのマッピング

新しいマイクロサテライト157種(プラスミドから100種、コスミドから46種; それらのうち94種はINRAで開発された)、データバンクの牛遺伝子の配列からマイクロサテライト7種、タンパクをコードする領域から6種の多型性部位が、IBRPを用いて型判定され、連鎖地図に載せられた。したがって、ヨーロッパのBovMapグループは、国際牛連鎖地図の1995年3月版(IRF12)で記載されている595種のマーカーのうち170種をマップし、2つの連鎖・物理地図(第3染色体、第11染色体)を報告したことになる。データは3ヵ月毎に更新されて参加している研究室に配付される。世界でマッピングに参加している26研究室で昨年356種のマーカーがマップされたが、その内ヨーロッパの16研究室で164種のマーカーをマップした。

#### 4) 物理地図へのマーカーのマッピング

最も経験のある研究室 (R. Fries, チューリッヒ) によって解析されマップされたコスミドが標準試料として、いくつかの研究室に配付され、物理地図へのマッピングが一斉にできるようになった。第1年目が過ぎて8研究室でFISHができるようになり、BovMapにとって貴重なデータを供給する体制が整った。約205種のマーカー (マイクロサテライトを含むコスミド173種、遺伝子32種) がFISHによって場所が調べられ、10の新しい連鎖が明らかになった。当研究所では、42種のコスミッドをFISHで調べ、3つのシンテニックグループをRバンディングした染色体に位置づけた (U2を第9染色体に、U27を第12染色体に、U8を第29染色体に)。これらのFISHで物理的に位置づけられたマーカーをゲノム連鎖地図上にマップした最初の地図は、プラハのISAG学会で発表され、現在では論文になっている。こうした合計49種のFISHで位置を決められたマーカー (コスミド46種、遺伝子3種) を連鎖地図載せるといふ努力、これはヨーロッパの重要な成果でもあるが、シンテニックグループと連鎖グループのすべてが染色体上に位置づけられ、ほとんどの染色体の方向も定まった。2つの体細胞ハイブリッドパネルを用いた研究で、370種以上のマーカーや遺伝子の位置がそれぞれ31のシンテニックグループに決められた。当研究所では、36種のハムスター・牛ハイブリッド細胞で構成されるパネルを精力的に使い、INRAで開発したマイクロサテライト108種、共同研究グループの138種、遺伝子74種の合計320種以上のマーカーなどの位置を決めた。R. Friesのグループは、26種のハイブリッド細胞によるパネルで決め、サラゴサ (スペイン) では別のハイブリッドパネルを使い、52種の

マーカーの位置を決めた。これら2つの研究室は、新しいマーカーや遺伝子のマッピングをするサービスを提供している。

#### 5) 新技術

いくつかの新しい方法の開発により、マーカーアシスト選抜やポジショナルクローニングのためのマップの解析の向上やより詳細な特定領域の地図の作成が可能となった。精子によるマーカーのマッピングに最初に成功したのはノルウェーのグループだった。また、染色体のソーティングについて、牛の場合染色体間の違いが少ないため困難とされていたが、豚の染色体のソーティングで成功したことのあるG. Frelatのグループとの共同で、牛の染色体の2次元フローカリオタイプリングがフランスで確立された。ピークはPCRで作成したプローブで染色体ペインティングで同定した。22種の染色体は純品として得られた。この結果は極めて重大である。なぜなら、この試料を使えば染色体特異的なマーカーの開発が可能になるからであり、すでにいくつかのマイクロサテライトが採られている。ヒトやマウスなどで同様のことを行なっている研究室によれば、この方法の効率はさらに改良されている。M. Schwerinのグループは、最近、牛の染色体の特異的な断片をDOP-PCRで増幅させ、プラスミッドにクローニングするという画期的なことに成功した。染色体の断片特異的なライブラリーがFISHによって位置を特定され、これらのライブラリーからタイプ1とタイプ2の両方のマーカーを得ることができる。ヨーロッパの研究室では、いまや特定の領域からのマーカーの開発や興味ある領域 (連鎖地図のいまだにギャップの存在する領域、あるいはQTLや主要遺伝子の存在する領域) から遺伝子をクローニングする方向にある。巨大DNA断片のクローニングに

も努力がなされ、酵母人工染色体(YAC)や細菌人工染色体(BAC)の利用も報告されている。

## 6) 比較地図の作成

5000種以上の遺伝子がヒトでマップされているので、この情報を利用するための比較地図作りは重要なことである。興味ある遺伝形質のQTLが染色体のある領域にマップされたとき、もし比較地図の情報があれば、その形質に関する候補遺伝子の同定は可能だろう。近縁の種同士、たとえば牛、羊、ヤギ間でなければ、進化の間マイクロサテライトの配列が保存されていることは考えられない。したがって、異なった種間の比較地図は遺伝子の局在場所に依らなければならない。そこでBovMapの研究室はこの分野において協力し、40以上の遺伝子をマップし(物理的に29種、遺伝連鎖で17種(SSCPで多型性を調べた)、両方の方法で3種)、いわゆる「アンカー」遺伝子座マップの作成を行なった。様々な組織や臓器(牛副腎皮質、肝臓、リンパ球、乳腺、胎盤)からcDNAライブラリーが作成され、発現している遺伝子や配列が調べられ、マップされている。また、画期的なことに、ヒト染色体特異的DNAライブラリーをプローブとする牛の染色体のペインティングが2つの研究室で行なわれ、ヒトと牛の間で保存されている56ヶ所の大きな染色体部分があることが示された。

## 7) データベース

豚ゲノムマッピングプロジェクト(Pig-Map)やBovMapプロジェクトに必要な統計学やコンピュータシステムの開発をBBSRC(Roslin)とINRA(Jouy-en-Josas)の共同研究は、ヨーロッパゲノムマッピング情報基盤(GEMINI)プロジェクト(CEE BIO2-CT92-0451)によって行なわれた。BOVMAPはオープンされているデータベースで、データ

システム ORACLEを使った Jouy-en-Josas (CTIS) のUnixサーバー上で使用できる。1993年にBovMapがオープンされてから、牛のマップされた遺伝子やマーカーの情報を提供してきた。利用者は、遺伝子座、対立遺伝子、連鎖地図、物理地図、多型性、類似性(比較地図)、プローブ、プライマーなどの情報を検索できる。BOVMAPは2年目の間改良され、図での情報の提供をし、いろいろな種の連鎖地図や物理地図との比較もできるようになっている。データベースへは、World Wide Web (<http://locus.jouy.inra.fr>) を経て、INRA (Jouy-en-Josas) のモザイクサーバーにアクセスできる。1995年3月にはBOVMAPはほぼ900遺伝子座についての情報を持った。オスロでのBovMap会議(1994年2月)での決定はISGA学会(プラハ、1994年7月)で確認され、BOVMAPは、牛ゲノムを研究している研究者にとっての唯一の有用なデータベースであることは明らかである。ダブリンでのBovMap会議では、定期的に情報をUS BOVMAPデータベースへ移してゆくことが決められている。

## 今後の展望

1995年に行なうべきことからは、ダブリンでの最後のヨーロッパBovMap会議(1995年2月17-18日)で話し合わせ、次のようにまとめられた; 1) マイクロサテライトを含むコスミドをマップし、物理地図と連鎖地図を統合する、2) まず連鎖地図に存在する25cM以上の隙間を埋めるため、特定の領域からマーカーを開発し、つぎに、興味深い染色体の領域の高密度連鎖地図を作成する、3) 型判定の能率を向上させるためDNAシーケンサーによる解析に適したマーカーを選ぶ。たいていの研究室では、牛肉やミルクの生産に関するQTL(最近、リエージュ大学のM.

Georgesのグループによってmh遺伝子がマップされた)の検出プロジェクトを始めようとしているか、すでに始めているかの段階にある。これには非常に多数の牛のDNA型判定が欠かせない。そのために、ロボットの使用、蛍光標識プライマーによるPCR反応の実施、PCR生成物の自動DNAシーケンサーによるサイズの決定、得られた情報のデータベースへの自動転送などの備わったDNA型判定の自動化方法を確立して、マイクロサテライトの多型性を解析する必要がある。ダブリンの会議で、BovMapの研究室は共同して努力の無駄使いを避けることにした。

#### 主目な発表

Charlier, C. et al. (1995) The mh gene causing double-muscling in cattle maps to bovine chromosome 2.

Mammalian Genome 6 (in the press).

Ciampolini, R. et al. (1995) Individual multilocus genotypes using microsatellites polymorphisms to permit the analysis of the genetic variability within and between Italian beef cattle breeds.

J. Animal Sciences 73 (in the press).

Eggan, A. and Fries, R. (1995) Integrated cytogenetic and meiotic map of the bovine genome.

Anim. Genet. 26, 215-236.

Glowatski-Mullis, M. L. et al. (1995) Microsatellite-based parentage control in cattle.

Anim. Genet. 26, 7-12.

Hayes, H. (1995) Chromosome painting

with human chromosome-specific DNA libraries reveals the extent and distribution of conserved segments in bovine chromosomes.

Cytogenet. Cell Genet. 71, 168-174.

Lien, S. et al. (1993) A simple and powerful method for linkage analysis by amplification of DNA from single sperm cells. Genomics 16, 41-44.

Mezzelani, A. et al. (1995) Chromosomal localization and molecular characterization of 53 cosmid-derived bovine microsatellites. Mammalian Genome (in the press).

Solinas-Toldo, S. et al. (1995) Comparative genome map of human and cattle. Genomics 27, 489-496.

Schmitz, A. et al. (1995) The bovine bivariate flow karyotype and peak identification by chromosome painting with PCR-generated probes.

Mammalian Genome 6, 415-420.

Vaiman, D. et al. (1995) A genetic and physical map of bovine chromosome 3. Anim. Genet. 26, 21-25.

Vaiman, D. et al. (1994) A set of 99 cattle microsatellites: characterization, synteny mapping and polymorphism.

Mammalian Genome 5, 288-297.

#### キーワード

牛ゲノム, マップ, DNAマーカー, マイクロ

サテライト, リファレンスファミリー, 遺伝的マッピング, 遺伝的連鎖関係, 体細胞ハイブリッド株, in situハイブリ, 物理的マッピング, 比較地図, BOVMAPデータベース。

European BovMap Participating Laboratories:

- 1 LEVEZIEL H. (Coordinator)  
INRA  
Jouy-en-Josas, F
- 2 GROBET L.  
Faculte de Médecine Vétérinaire-ULG  
Liège, B
- 3 THOMSEN P.D.  
The Royal Veterinary and Agricultural  
University  
Frederiksborg, DK
- 4 VARVIO S.I.  
University of Helsinki  
Helsinki, SF
- 5 MAKI-TANILA A.  
Department of Animal Breeding  
Jokioien, SF
- 6 ERHARDT G.  
Justus-Liebig-Universität Giessen  
Giessen, D
- 7 GEORGOUDIS A.  
Aristotle University  
Thessalonaki, GR
- 8 ENNIS S.  
University College  
Dublin, IRL
- 9 FERRETTI I.  
I.D.V.G.A.-CNR  
Milan, I
- 10 LENSTRA H.  
Faculty of Veterinary Medicine  
Utrecht, NL
- 11 VAGE D.I.  
Agricultural University of Norway  
As, N
- 12 OL SAKER I.  
Norwegian College of Veterinary Medicine  
Oslo, N
- 13 ARRUGA M. V.  
Facultad de Veterinaria  
ZARAGOZA, E
- 14 DOLF G.  
University of Berne  
Berne, CH
- 15 FRIES R.  
Technischen Universität München  
Freising-Weihenstephan, D
- 16 WILLIAMS J.  
BBSRC Rosin Institute  
Midlochan, UK
- 17 Van de WEGHE A.  
State University Ghent  
Merelbeke, B
- 18 HOLM L.E.  
National Institute of Animal Science  
Tjele, DK
- 19 EPPLEN J. T.  
Ruhr-Universität Bochum  
Bochum, D
- 20 SCHWERIN M.  
Research Institute for Biology of Farm  
Animals  
Dunmerstorf, D
- 21 ROTTMANN O.J.  
Technischen Universität München  
Freising-Weihenstephan, D
- 22 HARLIZIUS B.  
Hannover School of Veterinary Medicine

- Hannover, D
- 23 LOOFT C.  
Christian Albrecht Universität  
Kiel, D
- 24 GELDERMAN H.  
Universität Hohenheim  
Stuttgan, D
- 25 CREIGHTON P.  
University of Dublin  
Dublin, IRL
- 26 ZANOTTI M.  
Facolta di Medicina Veterinaria  
Milan, I
- 27 RANDO A.  
Istituto Produzione Anmale  
Potenza, I
- 28 BRASCAMP P.  
Wageningen Agricultural University  
Wageningen, NL
- 29 MILLER J. R.  
The Babraham Institute  
Cambridge, UK
- 30 SKIDMORE C.J.  
University of Reading  
Reading, UK
- 31 BRADLEY D.  
University of Dublin  
Dublin, IRL
- 32 RODELLAR C.  
Facultad de Veterinaria  
ZARAGOZA, E
- 33 CHOWDARY B.  
Swedish Univ. of Agricultural Sciences  
Uppsala, S

## IV. オーストラリアにおける牛ゲノム研究

ジェイ・ヘッチェル (Jay Hetzel) (センターリーダー), ウィリアムス・バレンジェ (Williams Barendse), ロジャー・ドリンクウォーター (Roger Drinkwater), ステファン・モア (Stephen Moore), ジェラルド・デイブス (Gemail Davis)

CSIRO, 分子動物遺伝学センター (MAGiC) 動物生産部門 (オーストラリア, ブリスベン) (翻訳, 杉本喜憲)

センターの目的は、産業上重要な動物の発生や成長に関連する遺伝子を分離し、解析することである。形態学的・生理学的な遺伝形質と関係している遺伝子や染色体の領域は、分子遺伝学的手法、たとえば遺伝子マッピング、ポジショナルクローニング、ディファレンシャルRNA-PCRディスプレイ、候補遺伝子分析などの方法でつきとめることができる。

### 遺伝子マッピング

私たちのセンターを本部とする国際牛ゲノムマッピング共同研究組織は、牛のゲノム連鎖地図を作成する努力を続けてきた。今や、牛のゲノム地図は、染色体断片や染色体切断点を他の哺乳動物や無脊椎動物のそれらと比

較することで分子レベルの進化の様相の理解にも貢献している。急速に充実しているヒトやマウスのデータベースをこのような比較地図のデータに基づいて使えば、牛の標的とする遺伝子周辺の詳細なマップを作ることができる。また、牛のYACライブラリーは、リュージェ大学との共同で作成している。3番目のプロジェクトは、量的形質 (QTL) に関する主な遺伝子を効率的に検出するための統計学的手法の開発である。回帰法とモンテカルロマルコフチェーン法の両方について検討している。

### 牛の発生・成長

牛の品種によって、成長速度、形態、病気

や寄生虫に対する抵抗性、増体や肉質のような形質は大きく異なっている。品種間あるいは品種内において認められるこれらの表現型の差や遺伝的なバラツキに關与している遺伝子を同定する試みがなされている。染色体の領域には、QTL解析で、生後体重、成牛の体重、骨盤の大きさ、筋肉の発達、脂肪の付き方などの形質に連鎖するものがあることが示されている。これらのQTLは、巨大DNAインサートを持つライブラリーを用いた詳細なマッピングやポジショナルクローニングによるアプローチと、候補遺伝子の解析と両方の方向から研究されており、牛のマーカースト選抜のための遺伝子マーカーの開発に取り組んでいる。

#### エビのゲノム研究

クルマエビの一種*P. japonicus*は、現在、養殖が試みられている。遺伝子工学的方法を用いた選抜のための試験的なプロジェクトが始められた。この種のエビの成長の形質と連鎖する染色体の領域を調べるための研究を行っている。ゲノムの比較マッピングについても行なう予定である。

#### 最近の成果

1. Georges, M. et al. (1993) Microsatellite mapping of a gene affecting horn development in *Bos taurus*. *Nature Genetics* 3, 206-210.
2. Lanneluc, I. et al. (1994) Genetic markers for the Booroola fecundity (FEC) gene in sheep. *Mammalian Genome* 5, 26-33.
3. Barendse, W. et al. (1994) A genetic map of the bovine genome. *Nature Genetics* 6, 227-235.
4. Cockett, N. E. et al. (1994) Chromosomal localization of the callipyge gene in sheep (*Ovis aries*) using bovine DNA markers. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 91, 3019-3023.
5. Johnson, S. E. et al. (1995) The cosmid CSSM25 assigns syntenic group U2 to bovine chromosome 9 and is localized to ovine chromosome 8. *Mammalian Genome* 6, 529-531.

## V. ベルギー（リエージュ大学） における牛ゲノム研究

ミッシェル・ジョージス (Michel Georges)  
ベルギー、リエージュ大学獣医学部遺伝学教室 (翻訳、杉本喜憲)

家畜育種家達は、もっとも優れた個体を次世代の両親として選び、興味ある形質に影響する遺伝子座の好ましい対立遺伝子の頻度を増やすと同時に好ましくない対立遺伝子の頻度を減らす努力を何世紀もかけて行ってきた。1950年代になると、複雑な計量学的方法が、任意の個体およびその近縁の育種価の評価に導入され、いわゆる「大量選抜法」がき

わめて効果的な手法として確立されていった。そのような育種理論のおかげで、今世紀後半に見られる家畜の生産効率の劇的な向上が達成できたと言っても過言ではない。

このような育種戦略によって個々の対立遺伝子の頻度は直接左右され、その結果改良が現実のものとなるのであるが、その標的となった遺伝子の正確な分子レベルでの性質は

全くわからない。実際、量的遺伝学者達は、彼らが結果として操作している遺伝子のプールを知ることのできないゆえ「ブラックボックス」と見做している。しかしながら、分子遺伝学における最近の進展によって、人工的選抜のための遺伝子の分離・性格付けが可能な目標として考えられるようになってきた。家畜の生産形質遺伝子の同定は、それらはほとんどの場合遺伝学的に複雑であるが(ヒトでも同じように)、挑戦に値する主要な科学的な成果であるだけでなく、いわゆる「マーカーアシスト選抜」によるより効率的な育種計画に貢献すると考えられる。それらの遺伝子をつきとめるには多くの方法が利用されるが、今日最もよく使われているのはポジショナルクローニングである。この方法の本質は、ゲノム全体をカバーするDNAマーカー群を用いる連鎖多析を行ない、興味ある遺伝子の染色体体上の位置を決めることである。次に、その領域のさらに詳細な連鎖地図や物理地図を作成し、標的とする遺伝子を最終的にクローニングする。ポジショナルクローニングによる方法が成功すれば、「マーカーアシスト選抜」を行なう育種計画において必要なDNAマーカーが利用されるようになるだろう。

世界の他のグループと同様、リエージュ大学獣医学部遺伝学研究室ではこの領域において成果を上げてきた。私たちの計画は、次のような3つの主な部分から構成されている：

## 1. ツールの開発

ツールの開発では、連鎖解析の方法とゲノムの高密度マッピング法を特に重視した。マルチポイント「同祖対立遺伝子(identity-by-descent)」マッピングのアルゴリズムは、家畜の劣性遺伝病座の解析のために開発した(Farnir et al.,投稿準備中)。この方法は、牛syndactyly座の解析に用いられマッピングに

成功した(Charlier et al.,投稿中)。畜産の分野にヒトゲノムの豊かな情報を生かすため、ヒトと家畜の間に「無意味な(anonymous)エキソンの比較マッピング」と言われる高密度相互参照(cross-referencing)地図を作っている。また、私たちは平均550kbのインサートを持ち33000個の独立クローンからなるYACライブラリーを作成した(Schoeberlein et al.,投稿準備中)。発現の違いの解析(Representational Difference Analysis)から新しくY染色体特異的な配列を見いだした(Grobet et al.,投稿中)。

## 2. 単一遺伝子形質のゲノム解析

私たちは、ベルジアンブルーに明らかに固定されている形質のダブル筋肉に興味を持ち、遺伝的解析を行なっている。遺伝的形質の分離の試験で、主要遺伝子で決定されているという強い証拠が得られた。この仮説は、最近、連鎖解析で筋肥大遺伝子座(muscular hypertrophy)が牛の第2染色体にマップされて確証された(Charlier et al., 1995a)。これは、私たちの研究室の主要な目的の一つであるポジショナルクローニングへの第一歩である。羊におけるもう一つの筋肥大であるcallipyge遺伝子の研究をユタ州立大のN. Cocket教授と共同で行なっている(Cocket et al., 1994)。この形質の面白いところは、メンデルの分離の法則に従わないことで、おそらくまだ不明のインプリンティングが関係しているかもしれないし(Cocket et al.,投稿中)、経済的形質のマッピングによって「ブラックボックス」に光を当てることができるかもしれないことである。これら2つの形質に加え、私たちは、最近、白雌牛病(White Heifer Disease)に関するroan遺伝子座(Charlier et al., 1995b)、ホルスタイン種にmulefoot病を起こすsyndactyly遺伝子座

(charlier et al.,投稿中), 他の研究室でも報告されているが, 黒/赤の原因となる遺伝的変異を起こすメラノサイト刺激ホルモンレセプター ( $\alpha$ -MSHレセプター) に相当するred factor座 (Charlier et al.,投稿準備中) などのマッピングに成功した。

### 3. ポリジーン形質のゲノム解析

私たちは, オランダとニュージーランドの研究室との共同でミルク生産に影響する量的形質 (QTL) を後代検定の家系を用いてマップし, それぞれ異なる効果を示す少なくとも6種のDNAマーカーを明らかにした (Georges et al., 1995)。この研究は, 何代にもわたって行なわれてきた改良にも拘わらず経済的効果を与える遺伝子はエリート集団の中でも分離しうることを示している。私たちは, さらにそれらのDNAマーカーの連鎖について確認する実験を始めている。これらの結果から, QTLの情報を取り込んだ育種計画を推進する可能性が大いに高まってきた。私たちは, マーカーアシスト選抜に向けてボトムアップ法を提案した (Mackinnon et al.,投稿中)。

最後に, 家畜の生産において最も重要な形質をDNAレベルで明らかにするという急速に展開している分野に貢献していることを, 私たちはたいへん誇りに思っている。これらの新しい展望は, そう遠くない将来の家畜の

遺伝的品種改良に劇的な変化が起こることを示唆している。そして, 世界の人工爆発に対し食料の面で解決の手掛かりを与えることになるかもしれない。

### 文献

Barendse, W. et al. (1994) A genetic linkage map of the bovine genome. *Nature Genetics* 6, 227-235.

Charlier, C. et al. (1995a) The mh gene causing double-muscling in cattle maps to bovine chromosome 2. *Mammalian Genome* (in the press).

Charlier, C. et al. (1995b) Microsatellite mapping of a major determinant of White Heifer Disease : the bovine roan locus. *Mammalian Genome* (in the press).

Cocket, N. E. et al. (1994) Chromosomal localization of the callipyge gene in sheep (ovis aries) using bovine DNA markers. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 91, 3019-3023

Georges, M. et al. (1995) Mapping quantitative trait loci controlling milk production by exploiting progeny testing. *Genetics* 139, 907-920.

## VI. ケニア (ILRI) における牛ゲノム解析とマッピング

杉本喜憲 (YOSINORI SUGIMOTO) 動物遺伝研究所

この報告は, 国際畜産研究所 (ILRI) のトリパノゾーマ症と反芻動物遺伝学プログラムのヘッドであり, 牛の抗病性形質の解析で成

果を上げているアラン・ティール (Alan Teale) 博士が, 本来書くべきものであるが, 本人の依頼により私が代わりに書く次第と

なった。その内容は、平成6年9月にティール博士の書いたスイスのベルン会議のための報告書を骨格としている。それは、国際家畜疾病研究所 (ILRAD) と国際家畜研究アフリカセンター (ILCA) が合同してILRIを設立するためのものである。さらに、その後の進展に関して、平成7年8月に博士が当研究所を訪問された際の討論などを付け加えたものである。

## ILRIの挑戦

家畜の優れた遺伝学的素質をもとに選抜を行ってきた従来の育種手法では、人口の急速な増加による食料需要の増大に対処することが困難になってきた。遺伝学の選歩により、家畜の抗病性だけでなく、他の重要な形質である成長速度、ミルクや卵の生産、肉質、繁殖性などは、比較的小数の遺伝子によって影響を受けていることがわかってきた。ところが、これらの生産性に関する遺伝形質は、品種間あるいは個体間で異なっており、最も望ましい遺伝子の型をすべて有する個体は実際には存在しない。気温の極端な変動、乾燥、疾病感染のたえずの脅威という厳しい自然環境に適応する家畜を選抜するのは容易なことではない。そのためには、世界の家畜品種に存在している最良の適応性や生産性を表わす遺伝子を組み合わせ、その環境に相応しい育種改良を行なってゆく必要がある。ILRIの遺伝学的研究部門であるトリパノゾーマ症と反芻動物遺伝学プログラムでは、特に、抗病性、高温や乾燥への適応性、飼料の効率的な利用、高い成長速度などの遺伝形質についての改良を目指している。そのためには、つぎの3つの点が必要とされる：(1)ターゲットとなる遺伝子の存在する染色体の領域を同定するためのツールを開発しなければならない。(2)それらの遺伝子を同定するため、新しい遺伝学的

ツールを有用な遺伝子を持つ家畜群に適用しなければならない。(3)未来の畜産で潜在価値のある遺伝子を保持するため、家畜の多様性を守らなければならない。

## 牛ゲノム連鎖地図の作成

世界共通のゲノム連鎖地図を作成するため、ILRIは他の研究機関、北アメリカ、ヨーロッパ、イスラエル、日本やオーストラリアと共同研究を行なった。ILRIは、1993年までに100種以上のマイクロサテライトマーカーを開発し、その後はマッピングとマーカーの解析を始めた。マーカーの解析の結果、牛だけでなくそのほとんどは羊やヤギでも有用なことがわかった。タイプ1のマーカーであるアンカー遺伝子の開発も始めており、他の研究室との共同で連鎖地図と物理地図の関係性を明らかにしてゆくことになる。マーカーのマッピングは、オーストラリアのCSIROと共同で行なっているが、1995年までに、約300頭からなる国際牛リファレンスファミリーパネルに73種のマイクロサテライトマーカーをマップすることに成功した (Kemp et al., 1995)。これらのILRIでマップしたマーカーは、世界共通の牛ゲノム連鎖地図に利用されることになる。

## トリパノゾーマ症抵抗性形質の解析

トリパノゾーマ症は、アフリカのサハラ地方の一部の地域の畜産の生産性に最も大きな影響を与えている疾病の一つである。この家畜の病気に対して、現在、a) 薬の使用、b) ツェツェバエの根本的駆除、c) トリパノゾーマ抵抗性の家畜の育種、という対策が執られている。しかしながら、薬剤耐性のための薬の使用の意味は薄れており、ツェツェバエの根絶も当然のことながら困難である。また、病気を治すこと自体が難しいケースがしばしばある。西アフリカ土着の牛のN'Damaのよ

うにトリパノゾーマ症に対し抵抗性を示す品種が存在するが、数は少なく、畜産現場で求められる他の経済的形質において劣るという問題がある。そこで、トリパノゾーマ症抵抗性の形質に関係する遺伝的マーカーを捜し、遺伝子そのものを同定すれば、トリパノゾーマ症抵抗性に加えて経済的形質も合わせて改良することが将来できるかもしれない。

トリパノゾーマ症抵抗性の形質の解析のため、ILRIでは抵抗性を示すN'Dama牛とアフリカ土着の牛だが感受性のBoranとの交配を行ない、F1交配で1994年8月には全兄弟家系を合わせて116頭のF2が得られ、また39頭の妊娠が認められた。生まれた牛について、Trypano-soma congolenseに感染したツェツェバエをかけ、抗病性について検定している。DNAマーカーのタイピングや連鎖解析は、今後、動物遺伝研究所との共同研究として行なっていくつもりである。

### マウスモデル系を用いたトリパノゾーマ症抵抗性の解析

純系マウスの内、T. congolenseに対し抵抗性と感受性のものが存在することを利用して、F2リファレンスファミリーを作成した。このF2集団にT. congolenseを感染させて抵抗性を調べ、連鎖解析を行なったところ、マウスでのトリパノゾーマ症抵抗性は、染色体の1番、5番、17番にマップされた。これら3つの領域によって、抵抗性の40%を説明できた。これは、感染症に対する抗病性量的形質を明らかにした最初の例である。これらの領域の内、第17番染色体の遺伝子座に着目した。既に、腫瘍壊死因子 $\alpha$  (tumor necrosis factor  $\alpha$ , TNF- $\alpha$ ) は直接トリパノゾーマを溶かすことが知られていたこと、TNF- $\alpha$ は第17番染色体にマップされていたからである。TNF- $\alpha$ 遺伝子の配列を抵抗性マウスと感受

性マウスの間で比較し、TNF- $\alpha$ 遺伝子の発現を調節するプロモーター領域に抗病性と相関する変異を見いだした。この事実は、さらに、コンジュニックマウスとリコンビナントマウスの実験でも確かめられた。したがって、トリパノゾーマ症抵抗性にTNF- $\alpha$ 遺伝子の発現が関係していることが考えられるが、もう2ヶ所にマップされた遺伝子は何かをさらに同定し、牛におけるトリパノゾーマ症抵抗性の解析に利用していくつもりである。

### まとめ

アフリカにおけるトリパノゾーマ症は、ヒトにも家畜にも甚大な被害を及ぼしている。トリパノゾーマは、その表面タンパクの構造を、抗トリパノゾーマ薬剤の使用、ツェツェバエの駆除剤の散布、発症による畜産への影響などを合わせると、年間500億ドルの損害になり、アフリカにとってけっして座視できるものではない。しかしながら、トリパノゾーマ症抵抗性を示す牛の品種が存在し、さらに、DNAマーカーによるゲノム解析の発展によって、抵抗性と経済的長所を合わせ持つ牛の育種改良が現実のものとなりつつある。新しい組織になったILRIは、今後も、熱帯地域の畜産への貢献を主要な目標として活動していくきたい。

### 文献

Kemp, S. J. et al. (1995) A panel of polymorphic bovine, ovine and caprine microsatellite markers. Anim. Genet. 26, 299-306.

# VII. 米国(MARC)における牛ゲノム研究

クレイグ・ヴィーティー (Craig Beatie)

米国農務省 (USDA), 農業研究担当局 (APS), 米国肉畜研究センター (US-MARC) (翻訳, 杉本喜憲)

USDAの牛ゲノム地図 (USDA-MARC地図) には現在物理的なアンカーを含む30の連鎖グループに帰属された1,100種のマーカーがマップされている。その97%以上はマイクロサテライトである。雄性雌性で平均した全体のゲノム解析地図は、現時点で3062cMをカバーし、これは牛ゲノムの95%以上に当たる。マップしたマーカーの62%に当たる681種はMARCで独自に開発されたものである。38%は、国際牛ゲノムマップ共同研究グループ (ICBovMap) によって開発されたもので、国際牛リファレンスファミリーパネル (IBRP) でもマップされている。1,100種のマーカーはすべてUSDA-MARCリファレンスファミリーで型判定されているので、USDAのマップとICBovMapのマップとは、比較的高い解明度をもつゲノムマップとして組み合わせることができる。さらに、300種以上のマーカーをUSDAのリファレンスファミリーで解析すれば、近い将来共通のマップとして利用することができるようになる。

現在、USDA-MARCグループは、ゲノムのマップを改良するため、USDAとICBovMapの2つのマップの統合、近縁の家畜との間の比較連鎖地図作成、多型性マーカーの物理的なマッピングなどに取り組んでいる。このようなマップができあがって使用されるならば、マーカーアシスト選抜 (MAS) によって経済的な形質を改良してゆくのに役に立つだろう。既にマップされた多型性の高いマイクロサテライトのような短い繰り返し配列を次のよう

に用いる。1) 直接 in situ シングルコピー PCR (DISC-PCR), 2) DNAマーカーによる大きなインサート (コスミッド, ラムダ, 酵母人工染色体 (YAC)) のクローニング, 蛍光 in situ ハイブリ (FISH) によるマップ, 3) マイクロディセクトし、マイクロクローニングした染色体領域の使用による多型性DNAマーカーの開発。牛科の近縁種ではマイクロサテライトの配列が牛のそれと類似しているため、牛の多型性DNAマーカーをいろいろな動物種に適用して高密度のゲノム解析地図を作ることができるだろう。

この戦略では、さらに、私たちが最近作成したYACライブラリーが役に立つと思われる。このライブラリーの平均インサートは600 kbであり、キメラ率が低く、ゲノム全体の大きさの6倍をカバーしている。したがって、畜産における重要な経済的形質のゲノム解析に重要な連鎖地図のさらなる改良がもたらされるだろう。

MARCでは、*Bos taurus* と *Bos indicus* を交配し、F1 半兄弟の大きな家系を作成しており、現在2,000頭以上になっているが、この家系を用いて連鎖解析し、肉やミルクの質、繁殖性、生産効率などの経済的形質のマーカーアシスト選抜を行なう予定である。ダブル筋肉をもたらし筋肥大のような形質では単一の遺伝子が関与しているが、このような形質についてもいくつかを比較的大きな家系 (500頭以上) を用いて取り組んでいる。

# VIII. 日本における牛ゲノム研究の現状

杉本喜憲 (YOSINORI SUGIMOTO)

飼畜産技術協会附属動物遺伝研究所

## はじめに

家畜の育種は、近年の数理統計学や集団遺伝学の応用で大幅な発展がなされてきた。肉質やミルク生産などの経済的形質について改良目標を定め、その目標に近い能力を示す個体を選抜して交配し、形質の固定を図るという方法である。最近、低コストで短時間、より確実な育種の手法として、DNAマーカーによる育種の可能性が注目を集めている (Hetzel, 1993; Beattie, 1994)。農林水産省畜産局ではこのような流れを踏まえ、DNA解析技術を畜産の分野、特に我が国特有の優れた遺伝資源である和牛に積極的に取り入れることを目的とした事業を平成3年度より開始し、平成4年度に家畜改良センター敷地内に新しく家畜ゲノム解析を目的とする動物遺伝研究所の設立に至った。欧米など牛ゲノム研究の先進国では、大規模な家系の作成、多型性DNAマーカーのクローニングやゲノム上へのマッピングなどゲノム解析に不可欠な基礎研究が既に行なわれていた (詳しくは、本特集の他の記事を参照してください)。このような国際的な協力で行なわれるゲノム研究に日本として十分な貢献をしつつ、もう一方では国内の和牛の競争力の強化をもたらす成果をいかにして産み出すかという二つの課題を持って当研究所はスタートしたわけである。それ以来約2年半が経過し、和牛の生産に関わっている行政機関、関連団体、道県の試験場との緊密な協力関係ができ、そのおかげで当研究所は徐々にではあるが国際的な家畜ゲ

ノム研究の世界で拠点のひとつになりつつある。本特集に寄稿していただいた研究者はいづれもそれぞれその国あるいはその地域の牛ゲノム研究のリーダーであり、大切な友人でもある。彼らと協力して、今後さらなる国内の畜産業の発展だけではなく海外へも貢献できるような研究を期してゆきたいものである。この小論では当研究所はどのような成果を上げて来、今後どのような課題に挑戦してゆくのかについて述べてみたい。

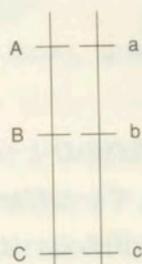
## 連鎖解析の原理

当研究所の研究のほとんどは、DNAマーカーを利用する連鎖解析を行ない、マーカーアシスト選抜による育種改良を目的としている。それでは、連鎖解析とはいったいどのようなものであろうか。5~6年前からヒトやマウスのゲノム研究の進展に伴い、多型性DNAマーカーによるゲノム連鎖地図を用いて、任意の表現型に連鎖するマーカーからその関連する遺伝子を捜す連鎖解析というアプローチが可能になってきた。連鎖解析の原理について図に示す：

ゲノム上の十分に離れた任意の多型性DNAマーカーA (A, a) B (B, b), C (C, c) の3座を結ぶと、それら3座間では、必ず、50%の確率で組換えが起こり、3座のDNAマーカーの型の組み合わせは起こりうる8通りすべて同じ確率で出現することになる。ところが、DNAマーカーBに極めて接近しているX (X, x) を想定すると、(B, b) (X, x) 間の組換えの確率は低くなるので、

連鎖解析の原理

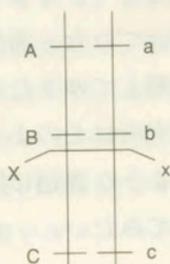
多型性DNAマーカー、A, B, C



DNAマーカーの型

A	A	A	A	a	a	a	a
B	B	b	b	B	b	B	b
C	c	C	c	C	C	c	c

遺伝子座A, B, C間の組換え頻度、50%



A	A	A	A	a	a	a	a
B	B	b	b	B	b	B	b
X	X	x	x	X	x	X	x
C	c	C	c	C	C	c	c

遺伝子座B, X間の組換え頻度、<10%

B-X, b-xという組み合わせがほとんどの個体で見られる。すなわち、ある遺伝形質を発現している個体では、その形質に影響している遺伝子Xの近傍に位置するDNAマーカーBの特定の対立遺伝子 (allele; B, b) を高い確率で持つことになる。このBのようなマーカーの対立遺伝子の型からXの影響を予測できることになり、育種に応用できる。そこで当研究所では、実用に値する牛ゲノム連鎖地図を作成するため国際BovMapグループに参加し、独自に開発したマイクロサテライトDNAマーカー42種と米国農務省 (USDA) の開発したマーカー23種の計65種のゲノムのマッピングを行なった (Inoue-Murayama et al., 1995; Watanabe et al., 1995; Hirano et al., 1995)。平成7年8月の時点ではマップしたマーカーの数において世界で2番目に当たる。このような努力が各国の研究機関で行なわれ、実用的な連鎖地図が完成した。今後、この連鎖地図が各国で利用されることになる

はずである。

連鎖解析のために

それではどのようなことにこの連鎖地図が役に立つであろうか。牛への応用としてまず考えられるのは、劣性遺伝病の診断、および経済的形質の霜降りや抗病性などと連鎖するDNAマーカーを指標とする育種であろう。後者の場合、量的形質 (QTL) を対象とする未知の、しかし、興味深い領域である。DNAマーカーを用いたQTLの連鎖解析には、次のようなものを調える必要がある。

1. 牛のゲノム連鎖地図

統計学的に有意な連鎖関係のあるDNAマーカーを見つけるためには、ゲノム上にDNAマーカーを20cM以内の距離で配置した牛のゲノム連鎖地図を作る必要がある。牛の場合、私たちを含む国際グループと米国USDAによりそれぞれゲノム連鎖地図が作成されてきた。このゲノム連鎖地図から、常染色体29本上 (3,213cM) に約200種のDNAマー

カーを平均15.0cMの間隔に配置した連鎖解析用の実用的なゲノム地図を作った。

## 2. 家系の作成の試み

劣性遺伝病家系：遺伝病の発症した子牛を中心に、キャリアと考えられる両親の牛、全兄弟や半兄弟牛からなるグループを数組集め家系とする。現在、72頭からなる家系を揃え、DNA型判定の途上にある。

抗病性家系：小型ピロプラズマ抵抗性・乳房炎抵抗性など遺伝性と思われる形質を持つ集団を中心とした家系とする。家系を構築しつつある段階にあり、関係機関と協力して取り組んでいる。また、ケニアの国際家畜研究所 (ILRI) との共同で、トリパノゾーマ症抵抗性に関する遺伝子座のマッピングを行なう予定である。

和牛の間接検定システム：和牛の産肉能力検定の調査牛、年間約1,000頭、計6,000頭からなる父系半兄弟家系である。これは、当研究所にとって最も重要なプロジェクトであり、この牛群のDNA型判定、連鎖解析などのためのベストのシステムを目指している。

和牛-乳牛間のF1父系半兄弟家系：和牛を雄とする乳牛との間のF1の父系半兄弟家系である。

和牛父系半兄弟家系：競りにかけられる和牛の血液を屠場で集め、血統に基づいて、汎用されている種雄牛の子牛からなる200~1,000頭の規模の父系兄弟家系である。

和牛リファレンスファミリー：家畜改良センターでは、平成7年度からリファレンスファミリーの作成に取り掛かり、平成17年度に約200頭のF2の検定を終了する。その内容は、まず、和牛♂2頭とリムジン♀2頭からのF1を受精卵移植で作成する。次にF1インタークロスによりF2約200頭を作成する。このようなリファレンスファミリーの作成は外

国でも牛では例がなく、肉質の指標となるDNAマーカー探索の優れた系になると思われる。

## 3. DNA型判定の省力化

DNA型判定の手順としては、和牛血液からのDNAの分離、PCR反応、DNAシーケンサーによる分離、PCR生成物のサイズの判定、である。約1,000頭のDNAについて200種のDNAマーカーを調べるには、20万回以上のPCRとサイズの解析が必要になる。そこで、私たちは、96穴のマイクロタイタープレート、ロボット、DNAシーケンサーを用いる自動化システムの開発を行なっている。100~300塩基対に4種類のサイズとPCR生成物ができるように設定し、それぞれ3種類の蛍光色素で標識し、12種のDNAマーカーをを組み合わせさせて1つのレーンで同時に調べる。19組の組み合わせで約200種のマーカーを解析する。それぞれマルチプレックスPCRが可能ならば、PCR反応チューブの数を減らせる。

## 4. 連鎖関係の求め方

DNA型判定の結果は牛の検定成績と照合し、連鎖するDNAマーカーの型を明らかにする。ロッド得点法による連鎖解析には、最近、近交系でない品種間の交雑における最小二乗法を用いたQTLのマッピング法がブタに適用され、成果が上げられている (Haley et al., 1994; Andersson et al., 1994)。また、乳牛のミルクの量と質に関して連鎖するDNAマーカーが検出され、種雄牛の選抜に応用され始めた (Georges et al., 1995)。しかし、間違ったモデル、適当でない仮定を用いると、真の連鎖関係は得られないおそれがある。この点を改善するため、親子で問題の形質の遺伝している個体を集めて調べる対立遺伝子共有法 (Allele-Sharing Method) や、血縁関係を無視して同じ形質を示す同一品種内の個体を集

め高頻度の対立遺伝子を調べる方法 (Association Studies) が行われている (Lander and Schork, 1994)。これらの方法を用いることで、偽陽性の結果が得られるのが避けられるかも知れない。

最近、県との協力で、肥育をかけた和牛についての解析を行ない、いくつかのDNAマーカーとの連鎖を認めることができた。頭数を増やし、調べるマーカーの数を増やすことでより確からしい連鎖を明らかにできるかもしれない。

### 展望

1993年の4月に動物遺伝研究所が開所した頃、世界的にはウシゲノム連鎖地図ができかけており、米国のジョージスら (現在、ベルギー) は不十分ながらもホルスタインのミルク生産についての連鎖解析を始めていた (Georges et al., 1995)。1994年のプラハで開かれた国際動物遺伝学会での牛ゲノムのセッションは、当初、50人程度の部屋が用意されていたがどんどん人が集まり、結局1,000人も収容できるメイン会場で行なわれた。世界的に盛り上がっている現状を見ると、家畜のQTLの連鎖解析という難問題もやがてクリアできるかもしれない。

### 文献

Andersson, L. et al. (1994) Genetic mapping of quantitative trait loci for growth and fatness in pigs. *Science* 263, 1771-1774.

Beattie, C. W. (1994) Livestock genome maps. *Trends Genet.* 10, 334-338.

Georges, M. et al. (1995) Mapping quantitative trait loci controlling milk production

in dairy cattle by exploiting progeny testing.

*Genetics* 139, 907-920.

Haley, C. S. et al. (1994) Mapping quantitative trait loci in crosses between outbred lines using least squares.

*Genetics* 136, 1195-1207.

Hetzl, J. (1993) Livestock genome research on the march.

*Nature Genet.* i, 327-328

Hirano, T. et al. (1995) Characterization of 42 bovine microsatellite markers. (submitted for publication).

Inoue-Mumayama, M. et al. (1995) Five bovine polymorphic dinucleotide microsatellite loci, (DIK008, DIK010, DIK015, DIK016 AND DIK020).

*Anim. Genet.* (in the press).

Lander, E. S. and Schork, N. J. (1994) Genetic dissection of complex traits. *Science* 265, 2037-2048.

Watanabe, T. et al. (1995) Five bovine polymorphic dinucleotide microsatellite loci (DIK021, DIK023, DIK024, DIK026 AND DIK028).

*Anim. Genet.* (in the press).

## 嗜好試験の 舞台裏(2)

渡辺晴彦 (HARUHIKO WATANABE)  
春日重光\*(SHIGEMITSU KASUGA)  
我有 満 (MITSURU GAU)

長野県畜産試験場  
草地試験場

### 4. 糖について

ソルガムの特性のひとつに、茎葉部に大量の糖を蓄積する性質がある。甘味に反応して牛の採食性が向上することが知られており、ソルガムでも稈汁ブリックスの高いタイプの嗜好性がよいとする通説がある。また、ソルガムやトウモロコシの茎葉部の消化性に品種間差のあることや、糖含量と消化性の間に正の相関があることが明らかにされて、糖に注目した育種や品質評価の必要性が提起されている。我々の経験でも、稈汁ブリックスが20%に達するものや乾物中の約50%が可溶性物質と推定される系統がある。当初、甘ければ良いサイレージができるであろうし牛も喜ぶであろうと考えていたが、試験を重ねるにつれて糖の評価に様々な疑問が生じた。たとえば、鳥害を受けやすい品種に防鳥区と放任区を設けたとき、鳥害を受けた放任区は、子実収量が低下する一方で茎葉収量が増加した。加えて、顕著な稈汁ブリックスの上昇が見られ、茎葉部の消化性も向上した(41, 243-244)。調製したサイレージは有機酸の生成が進んでpHが低下したが(41, 237-238)、牛は防鳥区との差を識別しなかった(40, 215-216)。ここで注目されるのは、多くの形質に変化があったなかで、茎葉部に含まれる不溶性の可消化物と不消化物の単位面積収量に差がなかったことである(41, 243-244)。ソルガムは変異が大きく、生産した有機物の蓄積形態には顕著な差があるが、構造的炭水化物の構成は鳥害を受け始める乳熟期までには相当程度完成しているらしい。嗜好性にも関連して、乳熟期前後は飼料特性を評価する時の分岐点になりそうだ。図4にはソルガムの茎葉部の消化性について、ナイロンバッグ法で測定した乾物消失率を示した(41, 241-242)。縦軸は

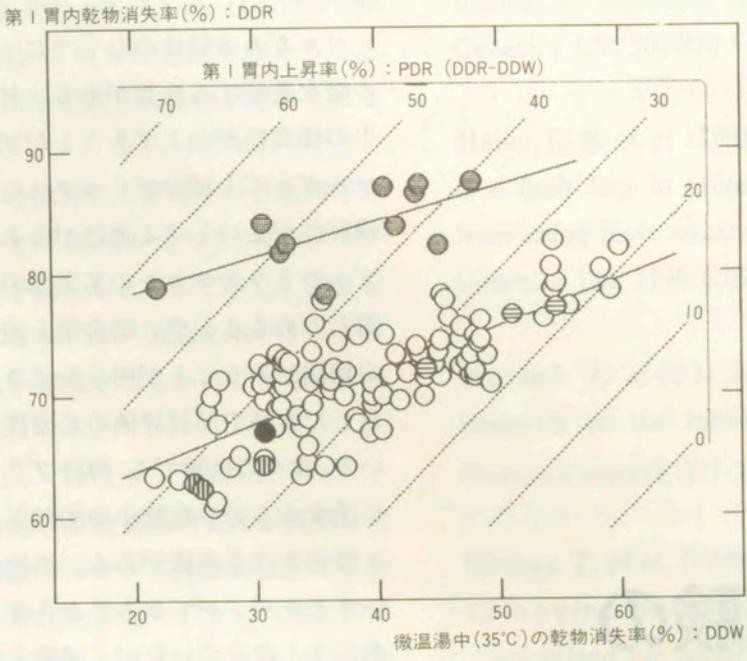


図4 ナイロンバッグ法によるソルガム茎葉部の第1胃内乾物消失率、微温湯(35℃)中の乾物消失率および第1胃内上昇率の関係  
 ●: bmr系統, ○: 普通品種系統, ●: トウモロコシ("P3352"), ⊕: 防鳥区, ⊖: 放任区

牛の第1胃内に72時間懸垂したときの乾物消失率(DDR), 横軸は35℃前後の微温湯に同時浸漬したときの乾物消失率(DDW)を示している。また両者の関係から、第1胃内における乾物消失率の上昇割合(PDR)も示した。収穫時の稈汁ブリックス、DDWおよびDDRの間にはいずれも有意な正の相関があって、稈汁ブリックスは単少糖類などの可溶性物質の多寡を反映して茎葉部の消化性に影響するとした従来の知見に一致した。ここではbmr形質を持つ高消化性系統が、一般のソルガムとは著しく異なる分布を示すことに注目できる。bmrは茎葉のリグニン形成を抑制し、茎では構造的炭水化物の形成も抑制する作用があるとされ、糖に依存しない消化性向上の可能性がうかがわれる。ここで得られた高消化性系統の乾物消失率は、同一条件下で測定した

子穂の消失率に近いものだった。流通品種の多くでは、葉鞘と稈の消化性がソルガムの飼料価値を低下させる原因とされているが、扱う変異を広げれば、変わったソルガムが存在する。多くの場合、糖含量の高いことが肯定的にとらえられているが、飼料として利用する場合の糖による消化性の向上を疑問とする意見もある。茎葉に大量の糖を含んでいても、サイレージ調製にともなう発酵の度合いには限界があり、多くの糖質が残留する。甘いタイプのサイレージは給与に際して扱いにくい。水分含量の高い物も多く、発酵に加えて廃汁への移行の形で養分の損失が懸念される。茎葉部の消化性の評価は、扱う素材の変異と育種目標や利用する側の要求に係わる問題のように思われる。扱う変異を広げれば、当然差も生じる。我々にとって糖の評価は、嗜好性

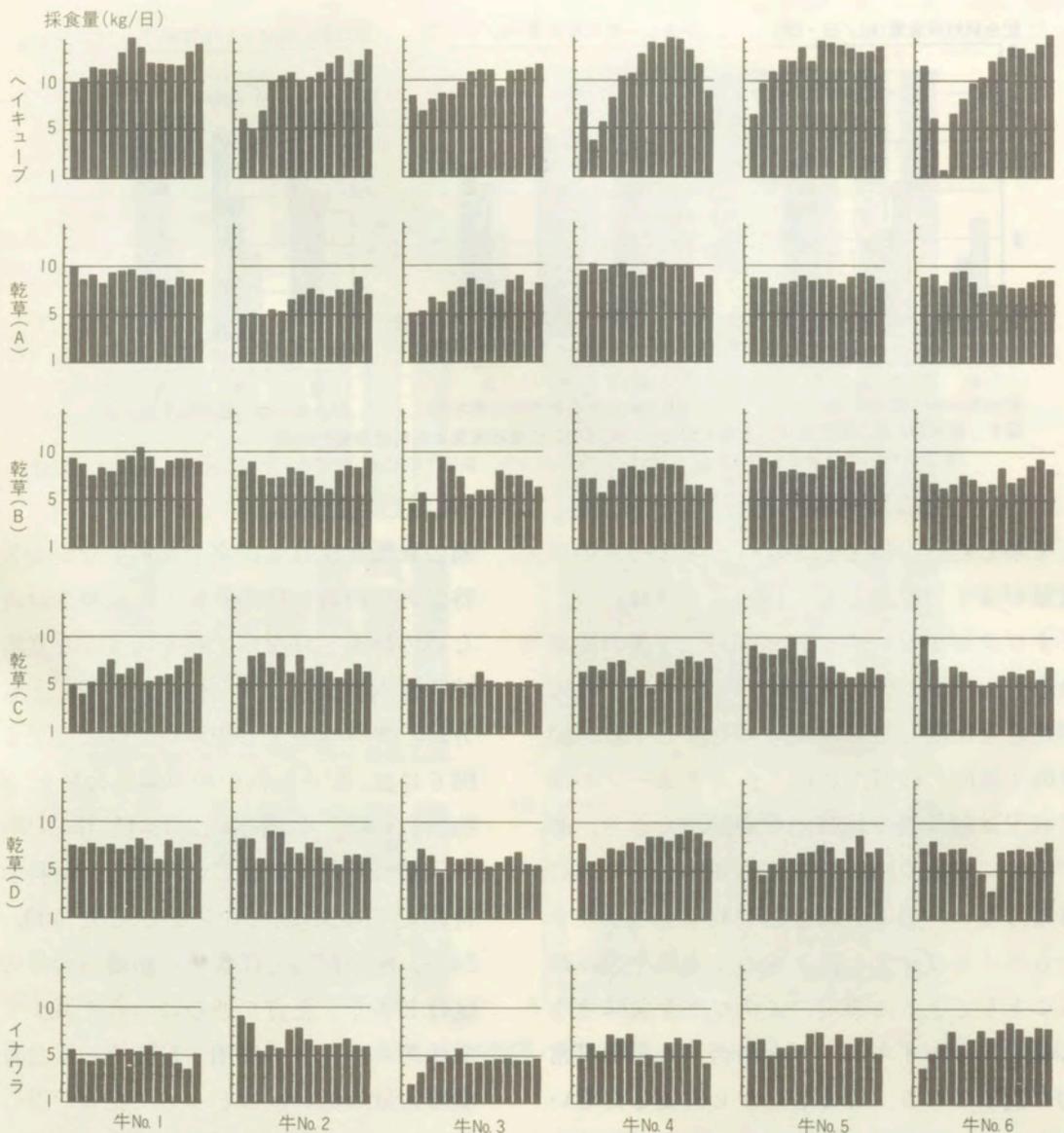


図5 黒毛和種の繁殖牛に粗飼料を単味給与した時の採食量の変化(6×6のラテン方格法, 1期は2週間, 飼料別および牛別に並び変えてある)

の定義とならんで、終始悩みの種になっている。さらに、見かけの消化率の向上が、家畜の生産性の向上に結び付くかどうかは検討されていない。新品種の評価が生草収量から乾物収量や栄養収量へと進化するのだから、単位面積あたりの増体量や牛肉生産量で評価するところまで行きたいものだ。

## 5. 嗜好性? 選択性? 採食性?

物言わぬ家畜が対象であるためか、嗜好性

のとらえ方や定義には様々ある。嗜好試験の手法にも定番はなく、採食量、採食速度、選択頻度、採食率など様々なものが測定対象にされている。現場で語る時には、評価の対象が何であるのか、すっきりしないものが付きまとう。この稿でも嗜好性、採食性、選択性などの言葉をあいまいに使っている。図5には6種の粗飼料を単味で給与した時の採食量の変化を示した。試験は6×6のラテン方格法で実施したが、牛個体別、飼料別に並べ変

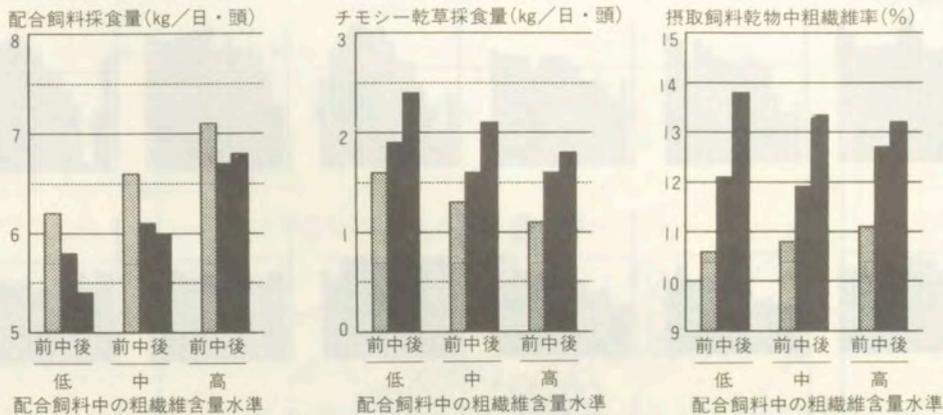


図6 黒毛和牛種去勢肥育牛における配合飼料乾物中の粗繊維含量と飼料摂取量の関係

(配合飼料中の粗繊維含量は低区:3.9%, 中区:5.1%, 高区:6.4%。肥育前・中期:168日, 同後期:152日)

えて示した。全体としてはヘイキューブの採食量が多く(乾物として10kg/日・頭以上)、イナワラが少ない(同5kg前後)。4種の乾草は中位に位置して(同5~10kg),それぞれの消化性を反映した結果になった。しかし,前半の1週間に注目すれば,ヘイキューブの採食状況は個体差や経時的な変動が大きく,必ずしも採食性や嗜好性に優れるという結果にはならない。第1胃内容物が乾草やイナワラからヘイキューブに置き変わる過程を読み取ることもできる。事実,イナワラを美味そうに食う牛やヘイキューブを拒否する牛は日常的に観察される。好ましいから採食したというよりは,消化性が高く,消化管内通過速度が早いことによって,腹が減るから食ったという結果にはならないか。畜産分野では家畜の意向を無視して嗜好性が論じられる。結果として生産性の向上に結び付けば良いのだから,これも嗜好性が高いという評価になるのかもしれない。家畜の栄養摂取量は飼料の栄養価と採食量によって決定される。栄養価は様々なかたちで評価されるから,残る採食性を知りたい。しかし,実際の飼養場面では,単一の飼料によって長期間飼養される状況は考えにくい。自然採食量は飼料構成や飼養経

過の影響を受ける。完全飼料でないかぎり,特定の飼料の自然採食量という概念は成立しないのかもしれない。我々のような立場では,消化管内の通過速度を何らかの形でとらえる方が,アプローチしやすいようにも思える。図6には,配合飼料中の粗繊維含量を,高(乾物中6.4%),中(同5.1%),低(同3.9%)の3段階に変えて肥育した時の配合飼料および併用した乾草の採食量を示した(39, 241-242)。配合飼料の採食量は粗繊維含量の高い区ほど多く,肥育が進むにつれて減少する傾向にある。一方,併用した乾草の採食量は粗繊維含量の低い区ほど多く,肥育が進むにつれて増加する傾向にある。摂取した飼料全体の粗繊維率を見ると,区間に大きな差はなく,肥育が進むにつれて各区ともに増加する傾向にある。肥育牛に濃厚飼料と粗飼料をフリーアクセスさせたとき,レイシヨンの粗繊維率が一定の範囲に収まるように採食比率が変化することが知られている。蛋白質などの他の成分でも同様の報告がある。図6に示す反応が飼料中の粗繊維含量に影響されていることは明らかで,嗜好というよりは健康を維持するうえで好ましくない食生活を強制されたときの生理的反応とは言えないか。単調な飼料

採食比率(%)

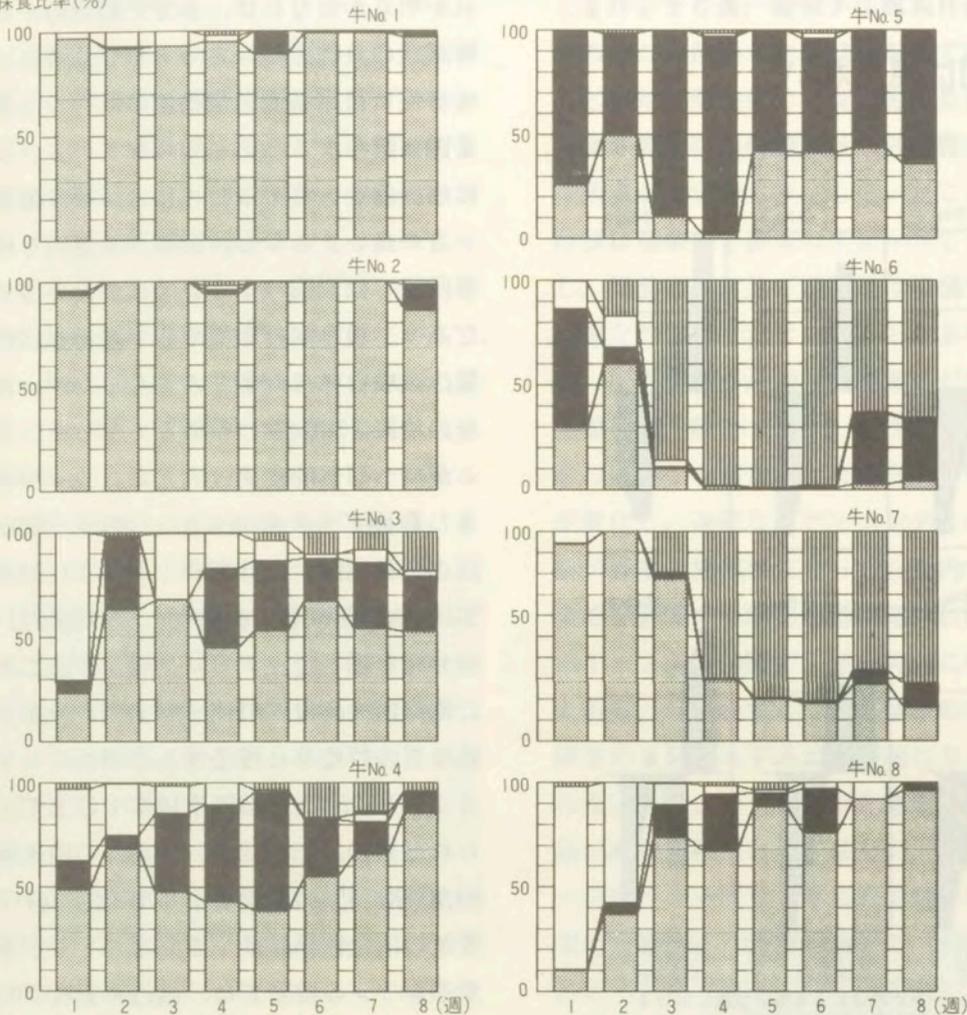


図7 黒毛和牛種去勢肥育牛における単味穀類の選択性 (●: 大麦, ■: 飼料米, □: トウモロコシ, ▨: マイロ)

構成が長期に渡る肥育牛では異嗜などの異常行動も頻繁に観察される。事実、キャフェテリア法による短期間の比較試験では、粗繊維含量の低い配合飼料の選択性が高い。図7には大麦、飼料米、トウモロコシおよびマイロの4種の穀実をキャフェテリア法で自由採食させた時の採食比率を示した。このような嗜好差の狭い組合せの比較試験では、選択性に個体差を確認できる。もっとも、どの穀物を主体にしても、肥育成績に大きな差は生じないから、牛の意向を気にする必要はないかもしれない。同様に、図8にソルゴー型を中心

にしたソルガムの嗜好試験の結果 (39, 209-210) を示した。ここでも個体による反応の差が見られる。人の官能検査では個人差の存在を前提として評価される場合が多い。一方、家畜では画一的に機械のように扱われることが多く、嗜好性について個体差を問題にすることは少ない。嗜好は適応の結果という側面もある。生産性第一の畜産分野では、個体差が生じるような小さな嗜好差は無視できるかもしれないが、牛飼いとしては興味がそがれる。このように、何を嗜好性と呼んで、どのように生産性と関連させるのか、現場のかか

える問題は多い。「食う、食わない」という現実には、毎日直面して一喜一憂させられる。

## 6. 要因は見えない

ソルガム育種にとって最終的に必要なのは、

ソルガムの嗜好性に影響する要因である。これが明らかになれば、多労で経費のかさむ飼養試験の負担を減らすことができる。しかし、嗜好性には家畜側と作物側の双方から様々な要因が関与することが知られている。実験的に嗜好差をとらえるためには、扱う変異は広い方が良い。しかし、影響する要因を検討する段階では、関与する要因は少ない方が容易だろう。扱う素材を増やして変異を広げた結果、試験自体はおもしろくなったが、自分自身の位置と方向をつかめなくなった。ソルガムが持つ形質的変異は大きい。我々が今回扱った範囲でも、稈長：67~389cm、乾物率：21.0~44.3%、稈汁ブリックス：1.9~19.4%、乾物穂重割合：0.0~64.5% (40, 221-222) の分布を示した。ナイロンバッグ法で測定した乾物消失率は、61.6~89.9%に分布して、低品質の牧乾草に相当するものからトウモロコシ ("P3352") を数%上回るものまでが認められた (40, 221-222)。茎葉部の消失率も、60.8~87.4%の変異を示して (41, 241-242)、茎葉の消化性の評価が必要なことも示された。サイレージの段階では、詰込み密度：422~802kg/m<sup>3</sup> (39, 101-102)、pH：3.70~4.88、酢酸含量：0.23~0.83%、乳酸含量：0.0~

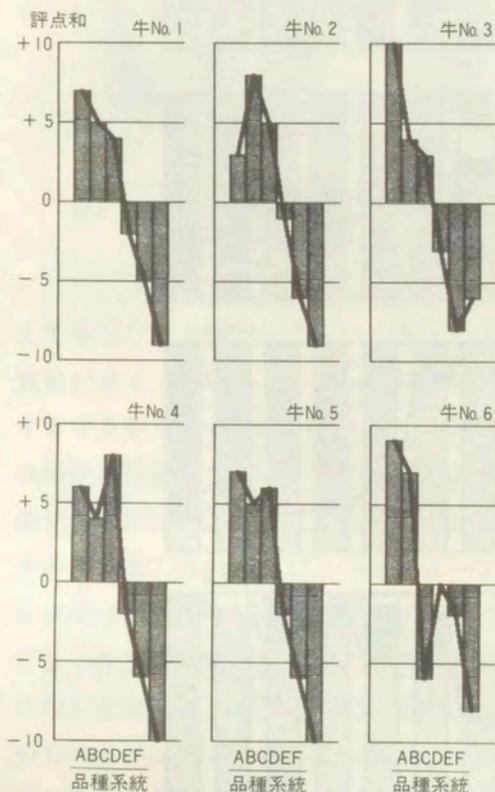


図8 一対比較法による嗜好試験における牛個体別の選択行動の差

表2 平均嗜好度と関連形質の相関関係

		①嗜好度	②穂割合	③ブリックス	④茎葉
①平均嗜好度	単相関		+0.542**	-0.161ns	-0.694**
	偏相関( $r_{1x2}$ )		.....	+0.376**	-0.515**
	( $r_{1x3}$ )		+0.614**	.....	-0.719**
	( $r_{1x4}$ )		+0.007ns	+0.304**	.....
②乾物穂重割合	単相関	+0.542**		-0.708**	-0.776**
③稈汁ブリックス		-0.161ns	-0.708**		+0.505**
④茎葉収量		-0.694**	-0.776**	+0.505**	

\*\* :  $p < 0.01$

3.04% (41, 237-238) の変異を示して、ソルガムの一語では片付けられない様々なサイレージが調製された。表2には簡易化した一対比較法で求めた平均嗜好度と、稈汁ブリックスを始めとする嗜好性に関連しそうな形質との相関係数を示した。穂と茎葉、収量性と消化性などの形質は相反関係にあるものが多く、結論を見えにくくしている。表面的には、穂重割合の高い短稈のソルガムの嗜好性が高く、従来から注目されてきた糖は、むしろ負の要因に見える (40, 215-216, 221-222)。しかし、穂重割合や茎葉収量が一定なら、稈汁ブリックスは嗜好性に対して正の効果を現わす。茎葉収量が一定なら、穂重割合の効果は認められない。茎葉収量の効果は、穂重割合や稈汁ブリックスの影響を受けにくく、穂重割合が一定なら、茎葉収量と稈汁ブリックスの間に相関はない。結局、量と質とを掛け合わせれば答えは常に一定のように見える。このように考えると、ソルガムサイレージの嗜好性に影響する要因のひとつとして、茎葉の構造性炭水化物に何かがありそうだが……。だとすれば、収穫時の熟度や早晚生によって嗜好性に差がでること (40, 229-230) も説明できそうに思える。サイレージの有機酸含量と嗜好性に表面上の相関がないこと (41, 237-238)、一部の晩生系統や未熟なサイレージに対する忌避行動が嗅覚によるらしいことも気にかかる。最近、我々の嗜好度と消失率が近赤外分析法で説明できることが確認できて、要因の解明に期待がふくらむ。しかし、今は証明する材料が整わない。

## おわりに (トウモロコシか? ソルガムか?)

我々の周辺でも、組織的にコーンサイレージが普及された経過があり、酪農から肥育、

繁殖へと拡大して現在に至っている。肥育はともかくとして、繁殖への導入にはとまどいがあった。危惧したのは、零細で高齢化が進んでいた繁殖農家の投資と労働負担、そして何より、適確な飼料設計サービスを行なえる技術者が決定的に不足していたことだ。飼料計算は無条件で農家にアピールできる。しかし、飼養標準対比で過不足は指摘できても、適確な改善案を示せないことが多い。診断(批判)はできても、設計(提案)ができない。極端な話「配合3キロ、ワラ5キロ」でも標準に適合する場合がある。日々、養分要求量の変化し、適確なボディコンディションの維持が必要な繁殖牛にとって、舎内で飼育者が全てを管理する飼養形態は意外に難しい。年に1~2度の診断が、悪い方向に導くことさえある。日を経ずして、繁殖牛の過肥と繁殖障害の多発が県下各地で問題になった。もちろん、コーンサイレージと繁殖障害の因果関係が証明されたわけではない。我々自身、コーンサイレージを主体にして11ヵ月台の分娩間隔を維持した経験があって、優れた飼料であることを実感している。それ故、これを農家に持ち込んだときに起こりそうな問題は容易に予測できた。収穫適期として推奨された黄熟期は案外短い。水田の収穫作業と競合する。機械の協同利用が難しい。秋雨と重なれば家族の休日労働も期待できない。繁殖成績向上のためとして早期離乳が推奨されるなかでは、コーンサイレージを利用しにくい維持期が延長する。繁殖成績のよくない農家ほど維持期が長いという問題にも直面する。利用量を考慮せずに設置された大口径のサイロが多給傾向を助長した。高エネルギー飼料の利用は、その対極でイナワラなどの必要性を増す。イナワラに代替するものがない。繁殖農家が多く立地する山間地ではイナワラの収集

も容易でない。乾草調製はさらに難しい。加えて、野性動物による被害が深刻な問題にもなった。個々の技術情報はそれぞれに正しくても、それらの組み合わせが個々の農家に与える影響を予測することは難しいようだ。繁殖障害の対策が急がれるなかで、すでに投資されたサイレージ関連の機械と施設を無駄にはできず、対策のひとつとしてソルガムに注目した。しかし、トウモロコシ関連のいくつかの問題は解決できても、技術者不足が解消されたわけではない。同じ轍を踏む可能性があった。対象地域を選び、現地に出かけて農家との対話も重ねた。結局、「トウモロコシで失敗した皆さんは……」の枕詞付きで、新しいタイプのソルガムを試作に展開した。今にして思えば、技術屋の責任放棄の感は否めない。今も我々の周辺には「トウモロコシ悪者論」と「ソルガム無用論」がある。同じ土俵で比較するなら、ソルガムはまだトウモロコシの域に達していまい。二者択一の議論は他に任せて、違う土俵でソルガムに注目して行きたい。筆者Aが筆者Bに要求するソルガムのイメージは、「風立」の草姿はそのままに、高消化性形質を導入して、可消化乾物収量が高く、しかも栽培しやすいソルガム」という欲張ったものだ。筆者Bは「できる!」と言っている。筆者Aは、「無理難題か!」と思いつつ、高消化性系統で和牛を肥育するチャンスを待っている。国際的な穀物需給関係や日本経済の先行きなどの不安な材料が多い。もっとも恐いのは、大量の穀物を迂回生産に投じていることに対する外交的な批判ではなかろうか。せめて肉牛くらい、輸入穀物依存から卒業させてやりたい。それで「A5」が作れたら牛飼いに冥利に尽きる。畜産、それも高品質という狭い範囲では、ソルガムの将来展望は開けそうにない。扱う対象を広くとらえ、様々な選択肢



を用意していくことが必要だろう。食料（飼料）、エネルギー原料、工業原料を目的としたソルガム育種が日本にあってもよさそうだ。資源を持たない国の資源になる可能性がある。この10年余、我々周辺のソルガムを取り巻く環境には変化があった。結果、筆者Aの独占利用の夢は破れて、東山交10号・11号は“天高”・“風立”として農林登録された。日々牛に接している繁殖農家や一部技術員には支持されたものの、現場から遠い人の理解を得ることは難しい。我々の手を離れたところで、独り歩きも始まった。繁殖肉牛用と称するトウモロコシやソルガムが登場するに及んで、わからなくなってきた。

# 新生子牛の造血機能の低下とその改善法

久米新一 (SHINICHI KUME)

農林水産省畜産試験場栄養部

## はじめに

ガット・ウルグアイ・ラウンド農業合意による乳製品の関税化、牛肉関税率の引き下げ等に伴い、現在、我が国の酪農家や肉用牛農家に対しては、国際競争力の強化のために低コスト・高品質畜産物の生産が強く求められている。その技術開発の一つとして、近年、受精卵移植技術による双子牛の生産が牛肉資源の拡大策として大きな期待がもたれている。

一般に、受精卵移植技術では乳用牛や肉用牛を受卵牛とした肉用牛の子牛生産が盛んに行われているが、双子牛は出生後の生存率が低い<sup>1)</sup>ため、双子牛の生存率を向上させる方法の開発が畜産現場から強く要望されている。そこで、筆者らは出生直後の双子牛に貧血発生率が高いことに着目し、子牛の血中ヘマトクリット (Ht) およびヘモグロビン (Hb) を指標にして、新生子牛の造血機能の低下要因を明らかにするとともに、その適正な改善方法を開発した<sup>1-3)</sup>。

## 新生子牛の生存率と造血機能の関係

出生直後の新生子牛の生存率を低下させる最大の要因は難産であり、その影響は双子牛で顕著である<sup>4)</sup>。したがって、新生子牛、特に双子牛の生存率向上のためには正確な分娩予知と助産がまず第一に必要なといえるが、出生直後の新生子牛は生体防御機構が十分発達していないため、外部環境からの有害微生物等の侵入を防ぐことも生存率を向上させるための重要な点である。

一般に、新生子牛の生存率低下と造血機能の関係は、次のように説明される。血中Hbは体細胞へ必要量の酸素を供給して、体温の恒常性維持に不可欠なことから、恒温動物である牛では適正値を維持することが最も重要な

血液成分の一つといえる。しかし、出生直後の新生子牛は体温を一定に保持することが困難なため、造血機能を活発にして恒温を保つことが一層必要になるが、子牛が貧血になると細胞への酸素の供給が減り、エネルギー代謝の低下に伴って体温の恒常性を維持できなくなる。それが原因となって、有害微生物が子牛体内に侵入しやすくなり、下痢、肺炎等の発生により子牛の生存率が低下する。このように、新生子牛の貧血発生は子牛の直接的な死因としてよりも、間接的な影響が大きいものと考えられている。

しかし、出生直後の新生子牛の致死率と造血機能の関係を調べると、造血機能の低下(貧血発生)が新生子牛の直接的な死因となっている可能性も高い。約2万頭の子牛のデータから、出生後2日以内に死産となった要因を調べた報告<sup>4)</sup>では、初産牛から生まれた子牛の致死率(10.7%)が経産牛から生まれた子牛の致死率(6.4%)より高く、雄子牛(単子)の致死率(8.7%)が雌子牛の致死率(5.95%)より高く、また双子牛では初産牛から生まれた子牛の致死率(32%)も経産牛から生まれた子牛の致死率(27%)も非常に高くなっている。

これらの結果は、筆者らが調べた新生子牛の血中Ht及びHbの変動と非常によく一致している(表1および2)。生後1日齢の子牛の血中Ht及びHbは、双子牛が単子牛よりも、初産牛から生まれた子牛が経産牛から生まれた子牛よりも、また雄子牛が雌子牛よりも低いことが認められた。また、初産牛から双子牛が生まれると極度の貧血になり、その後の生存率が著しく低下することも報告<sup>5)</sup>されている。

子牛の生存率の低下と造血機能の低下がなぜこのようによく一致するのか、あるいは貧

表1 生後1日齢および6日齢のホルスタイン種新生子牛の血液成分

生後	産次					性	
	初産	2産	3産	4産	5産以上	雄	雌
例数	20	7	10	7	5	28	21
生時体重, kg	38.6	42.4	43.6	43.2	44.8	43.6	41.4
Ht, %	34.5 <sup>d</sup>	39.6 <sup>c</sup>	43.2 <sup>ab</sup>	41.8 <sup>a</sup>	44.3 <sup>a</sup>	40.7	40.7
6日	31.4 <sup>d</sup>	36.7 <sup>c</sup>	39.2 <sup>b</sup>	40.6 <sup>ab</sup>	40.9 <sup>a</sup>	37.4	38.0
Hb, g/dl	10.2 <sup>d</sup>	11.6 <sup>c</sup>	12.6 <sup>ab</sup>	12.4 <sup>a</sup>	13.2 <sup>a</sup>	11.8 <sup>b</sup>	12.2 <sup>b</sup>
6日	9.4 <sup>c</sup>	11.0 <sup>b</sup>	12.1 <sup>a</sup>	12.4 <sup>a</sup>	12.4 <sup>a</sup>	11.4	11.5

<sup>a,b,c,d</sup> P<.05, <sup>a,b</sup> P<.05

表2 分娩直後の母牛および生後1日齢の新生子牛の血液成分

	母牛			子牛		
	初産単胎	経産単胎	経産双胎	初産単胎	経産単胎	経産双胎
例数	5	16	10	5	20	18
月齢,	25.9 <sup>b</sup>	54.5 <sup>a</sup>	48.1 <sup>a</sup>			
生時体重, kg				31.1	34.4	30.8
Ht, %	33.6	34.7	35.6	35.8	41.3 <sup>a</sup>	32.6 <sup>b</sup>
Hb, g/dl	12.1	12.2	12.5	11.8	13.1 <sup>a</sup>	10.0 <sup>b</sup>
Fe, ppm	1.14	1.07	1.16	0.97	0.84	0.69

<sup>a,b</sup> P<.05

注) 子牛は受精卵移植による肉用子牛。

血が妊娠中や出生直後の子牛にどのような悪影響を及ぼしているのかなど、まだ不明な点も多い。しかし、鉄による免疫能への関与なども認められていることから、新生子牛の生存率の低下には造血機能の低下が関与し、また子牛の生存率向上には造血機能の改善が必要なことが指摘されよう。

### 新生子牛の造血機能の低下

新生子牛の造血機能を改善するためには、まず造血機能が低下した原因を解明することが必要である。新生子牛は妊娠中に母体から胎盤を経て、あるいは分娩後に初乳からの摂取を経て、必要な生体防御成分や栄養素を体内に取り込んでいる。出生直後の新生子牛に発生する貧血はほとんど鉄欠乏性貧血であることから、新生子牛の造血機能の低下には母体あるいは初乳からの鉄の移行が不十分であることが影響している。

母体からの鉄の移行では、分娩前後の初産

牛と経産牛に明らかな差異がみられ、血中Ht及びHbは初産牛が経産牛より高いのに対して、血漿中鉄濃度は初産牛が経産牛より低かった。このことは、初産牛が成長のための活発な体内代謝を維持するために、優先的に体内の鉄を母体のHb合成に振り向け、その結果子牛には十分な鉄が移行しなかったことによるものと考えられた。また、双子分娩では子豚における貧血発生と同様に母体からの鉄の移行が双子に対しては不十分なことが影響していると考えられるが、雄子牛の造血機能の低下についてはまだ明らかではない。

初乳中の鉄含量は子牛の鉄要求量の1/10以下と非常に低く、また6日齢の子牛の血中Ht及びHbが1日齢よりも急激に減少していることから、初乳給与だけでは子牛の造血機能は一層減退する(表1)。初乳中の含量が低いものとしては銅も挙げられるが、一般に新生子牛では肝臓中の銅蓄積量が非常に多いため、出生直後には初乳よりも肝臓中の銅を有効利用して血漿中銅濃度を高めている<sup>1)</sup>。しかし、子牛では臓器中の鉄蓄積量は少ないため、銅でみられたような代償機能は働かず、貧血状態で生まれてきた子牛は初乳給与によりさらに貧血が悪化する。

一般に、初乳中には免疫グロブリンが大量に含まれているように、生体防御成分や栄養素が豊富に含まれている。しかし、鉄に関していえば、鉄は子牛に必須な栄養素ではあるものの、大腸菌などの有害微生物の増殖にも不可欠なため、子牛の生存性を高めるためには初乳中の鉄含量を少なくすることが適していたものと思われる。したがって、新生子牛は出生後しばらくの間は鉄を十分に摂取できなくても、妊娠中に母体から移行した必要量の鉄を有効利用して、血中Hbを適正に維持する生体防御機構が発達したと考えられる。し

かし、育種改良に伴う初産月齢の早期化や受胎卵移植による双子分娩などでは、子牛が本来保持していたそのような機構が破綻し、生存率の低下を招いたものと推察される。

## 新生子牛の造血機能の改善

出生直後の新生子牛の造血機能の改善には、妊娠中に母体から胎児への鉄の移行を増加させる方法と、出生後に子牛の血中Hbを増加させる方法が考えられる。しかし、妊娠中の母牛に鉄を要求量以上給与しても、母牛の血中HtとHbが増加しないだけでなく、新生子牛の血中HtとHbも改善されないことから、妊娠中に母体の栄養的な制御から子牛の造血機能を改善することは効果の少ないことが認められた。したがって、新生子牛の造血機能の改善には出生後の効果的な改善方法を開発することが重要といえる。

一方、子牛に鉄を大量投与すると、消化管における大腸菌などの有害微生物の増殖や過酸化促進作用による組織の損傷が生じるため、子牛に対しては必要最低限の鉄給与が望まれる。そこで、生後1日齢の子牛に鉄を硫酸第一鉄として20mg/日および40mg/日で5日間投与したところ、20mg/日投与ではほとんど改善されないのに対して、40mg/日投与で改善効果が高い(表3)こと、また鉄投与によ

表3 Fe投与牛の血液成分

	生後	Fe投与牛		
		無投与牛	20mg/日	40mg/日
例数		18	6	6
Ht, %	1日	40.1 <sup>a</sup>	36.4	34.9 <sup>a</sup>
	6日	37.3 <sup>b</sup>	36.7	36.4 <sup>a</sup>
	10日	—	37.6	39.1 <sup>b</sup>
Hb, g/dl	1日	12.3 <sup>a</sup>	11.7 <sup>a</sup>	10.7 <sup>a</sup>
	6日	11.7 <sup>b</sup>	12.3	11.7 <sup>b</sup>
	10日	—	12.6 <sup>b</sup>	12.3 <sup>c</sup>

<sup>a,b,c</sup> P<.05 (採取日間)

注) 子牛は受精卵移植による肉用子牛で、生後1日齢から5日間投与した。

り子牛の健康状態に悪影響を及ぼさなかったことから、子牛に対しては出生直後から鉄を40mg/日投与することが造血機能の改善に効果的なことが認められた。

しかし、この実験では鉄投与直後に血漿中鉄濃度の一過性の急上昇がみられたこと、また血中Hbの改善効果に時間がかかることなどの問題が残された。そこで、初乳中に多量含有される鉄結合性蛋白質で、鉄吸収促進作用のあるラクトフェリン (Lf) を利用して、生後1日齢の子牛に鉄を40mg/日と鉄40mgに加えてLfを5g/日で5日間投与した。その結果、鉄+Lf投与区では投与直後の血漿中鉄濃度の急上昇が抑制され、また血中Hbの改善効果も促進された(表4)ことから、鉄とともにLfを投与すると、新生子牛の造血機能の改善に早期の著効が得られるとともに、鉄による毒性等の副作用を緩和できることが認められた。

実際の農家段階ではLfを添加物などとしては利用できないが、経産牛の初乳中にはLfが多量含まれているため、出生直後から鉄を40mg/日投与することに加えて、経産牛の初乳を有効利用することが造血機能の改善に効果的と思われるが、この点についてはさらに検討が必要と思われる。一方、従来、牛の栄養管理においては消化管における栄養素の吸収率の改善に重点がおかれていたが、本実験

表4 Fe+Lf投与牛の血液成分

	生後	Fe投与牛		
		無投与区	Fe投与区	Fe+Lf投与区
例数		12	12	12
Ht, %	1日	35.3	35.5	34.7
	6日	32.4 <sup>b</sup>	33.7 <sup>b</sup>	35.4 <sup>a</sup>
	10日	32.0 <sup>b</sup>	36.5 <sup>a</sup>	36.9 <sup>a</sup>
Hb, g/dl	1日	10.6	10.4	10.2
	6日	9.9 <sup>c</sup>	10.5 <sup>b</sup>	11.1 <sup>a</sup>
	10日	9.9 <sup>b</sup>	11.2 <sup>a</sup>	11.3 <sup>a</sup>

<sup>a,b,c</sup> P<.05 (同行異符号間)

注) 牛はホルスタイン種子牛で、Fe区はFeを40mg/日、Fe+Lf区はFeを40mgとLfを5g/日、生後1日齢から5日間投与した。

のように体内の恒常性維持に焦点をおいて、改善目標とする組織等へ栄養素を優先的に移行させることも可能であったことから、今後は体内における栄養素の有効利用を図るような飼養管理技術の開発が一層必要と考えられる。

#### 参考文献

- 1) KUME, S. and S. TANABE : J. Dairy Sci., 76, 1654-1660, 1993.
- 2) KUME, S. and S. TANABE : J. Dairy Sci., 77, 3118-3123, 1994.
- 3) 久米新一・田辺 忍 : 第90回日畜大会講演要旨, 97, 1995.
- 4) BERRY, S. L. et al. : J. Dairy Sci., 77(Suppl. 1), 379, 1994.
- 5) ADAMS, R. et al. : Cornell Vet., 83, 13-29, 1993.

#### 今月の表紙

兵庫牧場における先輩達の育種改良努力の成果が「はりま1号」「はりま2号」となり、唯一の国産ブロイラーとして注目されています。

また、各県が開発した「高品質鶏」の元親の育種牧場としても期待されています。

## はじめに

近年、訪れる機会に恵まれた欧州の畜産環境への取り組みについてご報告したい。しかし、何分知る限りの範囲での話であり、網羅的でなく、体系的でない点は前もって謝っておきたい。内容的には研究の方向や情勢が伝われば幸いである。

## オランダにおける畜産環境技術について

オランダの環境に対する政策が、おそらく世界のどの国家よりも積極的であって、その打ち出す方針の大胆さがよく知られている。狭く、水位の高いオランダの国土を保全する必要性から、欧州で最も古くから環境研究を

# オランダとデンマークにおける畜産環境技術

開始した国家の一つであり、その膨大な成果によって環境政策が支えられている点は学ぶに値する。ふん尿のみを施用した10年にも及ぶ作物栽培試験などの地道な努力がなされ、現在も続いている。1993年に行われた農業試験研究課題のなかで、畜産環境問題関連課題を資料1に示した。

現在の主な技術の問題点の指摘は、ドイツ等の他の欧州諸国の場合とほとんど同じであるが、別表に示した。大別してみると、ひとつは、ふん尿の適正な利用で環境負荷を抑制する技術である(表1)。この対策技術は、排泄されたふん尿の利用効率(含有栄養塩類等の肥料としての植物体への利用)を高める事で、環境負荷を減少させる。気体(アンモニア揮散)や流亡(地下浸透や表面流去による

長田 隆 (TAKASHI OSADA)

農林水産省畜産試験場飼養技術部

資料1 オランダ農業自然管理漁業省研究機関 (DLO-NL) における  
1993年度実施の畜産環境関連研究課題一覧

No.	research program	coordinator
48	agro-ecology and integrated agriculture (農業生態系と集約農業)	H.van Keulen (IMAG-DLO)
57	bioconversion, agrification, processing of waste and product development on the basis of vegetables materials (廃棄物の生物変換と農産物加工, および野菜栽培材料)	H.J.Huizing
74	utilization of nutrients from feed, and measurement of the nutrient requirement of livestock (飼料中の栄養素の利用と家畜栄養要求量の測定)	A.M. van Vuuren
79	treatment and processing of manure (ふん尿肥料の取り扱いと加工)	P.J.L.Derikx (IMAG-DLO)
114	nutrient load of groundwater and surface water in rural areas (農村地域の地下水および表流水の栄養塩負荷)	P.E.Rijtema
124	quality of grass in relation to feed intake and nitrogen utilization (飼料摂取と窒素の利用に関わる牧草の質)	H.G. van der Meer (IMAG-DLO)
129	economic analysis of emission and environmental problems (揮散と環境問題の経済分析)	J.C.Blom
150	treatment of manure on the farm (農家におけるふん尿処理)	J.H.M.Metz
151	use of animal manures as fertilizers in agriculture (農業系における家畜ふん尿の肥料としての利用)	J.J.Neetsen
178	nitrogen flow in grassland ecosystems (牧草地生態系における窒素の流れ)	F.Berendse H.G. van der Meer
187	nitrogen fertilization and nitrogen dynamics in soil and crops (土壌と作物における窒素施肥と窒素の動力学)	J.J.Neetsen
188	the agricultural value and environmental effects of manure and waste products (家畜ふん尿と廃棄物の農業的価値と環境への影響)	P.A.I.Ehlert
195	guidelines for agricultural use of manure substances and their environmental effects (家畜ふん尿の農業利用のガイドラインと環境への影響)	P.A.I.Ehlert
200	decrease in manure production of pigs and poultry (豚と鶏のふん尿排泄量の低減)	A.W.Jongbloed

表1 ふん尿の適正な利用で環境負荷を抑制する技術（取扱いによる抑制）

	技術の特徴と問題点	
	研究開発段階	実用化段階
◎適正なふん尿選元量算定のための土壌診断技術	<ul style="list-style-type: none"> <li>・技術的問題はないが、分析法は簡易ではない。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・農業検査官が分析を担当する。</li> <li>・土壌分析がふん尿の適切な利用の前提条件と認識され推奨されている。</li> <li>・植物が根を張る範囲（0～90cmまでの深さ）に残存している窒素（<math>\text{NH}_4\text{-N}</math>と<math>\text{NO}_x\text{-N}</math>）を測定でき、必要投与量を算定できる。</li> </ul>
◎適正な栄養塩類施用のための散布液肥の成分判定	<ul style="list-style-type: none"> <li>・技術的問題はないが、全栄養成分分析法は簡易ではない。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・農業検査官が分析を担当。</li> <li>・迅速測定法（<math>\text{NH}_4\text{-N}</math>を検出）が開発され、5～10分で判定可能なので液肥の散布量の検討が可能である。</li> </ul>
◎作物吸収を高める液肥散布技術	<ul style="list-style-type: none"> <li>・有機成分については、その肥効が明らかではなく、散布時期選定の考慮にはいっていない。</li> <li>・ふん尿散布による病原菌問題を指摘するも、試験未実施。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・散布を作物栽培時期に限定している。</li> <li>・主要作物別にふん尿散布の適正時期と量を、試験結果に基づき、規定している。また散布時の注意事項が細やかに策定され、ふん尿使用が容易になっている。</li> <li>・走行による作物の損傷、騒音や悪臭等を低減する散布車の規定（タイヤ幅や空気圧、散布方式等）がある。特にアンモニア揮散（窒素ロス）を防止するための技術（ドラッグホース法、鋤込み法等）を推奨する。</li> <li>・上記機器は非常に高価。</li> </ul>
◎畜舎における環境負荷を抑制する技術	<ul style="list-style-type: none"> <li>・アンモニア揮散抑制のためのこの形状や、貯留溝に酸をまく等の試験を実施。</li> <li>・悪臭に対する技術は、まだ立ち後れている。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ふん尿貯蔵スペースの地下は、不透水性シートが敷かれている。</li> <li>・アンモニア揮散等を、硝酸による地下水汚染ほど問題視していない。</li> <li>・悪臭はふん尿の適正管理によって防止でき、適正な管理下での発生を大目に見てもらいたい（農家）との姿勢。特に対策施設の導入は考えていないのが大勢である。</li> </ul>

表2 家畜からの汚濁負荷物質の排出を減少させる技術（量的抑制のための飼料技術）

	技術の特徴と問題点	
	研究開発段階	実用化段階
◎必要な各栄養元素の量の確認と、その推奨・実行	<ul style="list-style-type: none"> <li>・豚の場合、アミノ酸（特にイソロイシン、バリン、メチオニン、トリプトファン）の必要量は不確か。</li> <li>・栄養素間の必要最少量の相互関係も研究未完了。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・適切な飼料給与指導には、コンサルティング費用などが必要。</li> </ul>
◎各肥育ステージ別の適正飼料給与	<ul style="list-style-type: none"> <li>・飼料給与を2段階、3段階と切り替えることで、豚1頭の仕上がりまでの全排泄窒素量、りん量が減少する報告。</li> <li>・計算上、肥育期間短縮と給与飼料の減少によるコスト低減も計れることになる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・実際の適用事例が不足。まだ、実際の農家での試験的導入を試みる段階。</li> <li>・上記と同様なコンサルティングの問題</li> </ul>
◎各種アミノ酸の給与による窒素排泄量の減少	<ul style="list-style-type: none"> <li>・燕麦よりも小麦の給与が、アミノ酸給与の観点からは遥に適当であり、窒素排泄量を20%削減できる報告あり。</li> <li>・連邦研究機関が検討しているが、肥育効率との両立が難しいとの指摘もある。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・アミノ酸の単価が高い。</li> <li>・食品廃棄物等の餌利用との共存の問題</li> </ul>
◎フィターゼ添加によるりん吸収効率の向上によるりん排泄量の減少	<ul style="list-style-type: none"> <li>・飼料中のりんの多くがフィテン酸であり、その飼料中に含まれるフィターゼ（フィテン酸のりんの分解酵素）が不足しているため、りんの利用効率が悪く、多量の排泄りんがでる。</li> <li>・フィターゼの添加で、肥育成績に悪影響を与える事無く、利用効率が改善される。</li> <li>・フィターゼは生物工学的手法で生産できる。</li> <li>・フィターゼ自体の安定性が課題。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・フィターゼの単価が高い。</li> <li>・飼料添加物である酵素使用した畜産物が消費者に受け入れられるか疑問。</li> <li>・オランダ、ドイツで、例外的に飼料添加物として、最近許可された。</li> </ul>
◎成長促進剤の使用による飼料コスト削減	<ul style="list-style-type: none"> <li>・成長促進剤が生体重の増加と飼育期間の短縮をもたらすことは既存の研究で証明済み。</li> <li>・排泄窒素、りんも減少できる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・こういった添加物に対し、消費者の多くが拒否反応を示すため、使用は難しいのではない。</li> </ul>

公共水系の硝酸汚染)による無駄な損失を防ぐためにふん尿の取り扱いのすべての過程に慎重な配慮をめぐらす事である。個々の知識・技術を組み合わせ、相互の調和を図ることでふん尿の利用効率を高め、結果的に環境に対する負荷を減少させるのである。この対策技術は、言い換えれば、家畜生産に関わる物質の循環を合理的にすることであるが、循環する物質自体は減少しない。もうひとつの対策技術は、飼養動物から排出されてくる栄養塩類(汚濁物質)を減少させる技術である(表2)。前述の利用技術に対し、ここでは家畜生産に関わる物質の循環量、そのものを減らす。特に標的となるのは主要な栄養元素である窒素・りんであるため、肥育の効率を落とさずに、これらの飼料給与絶対量を低く抑えることが技術目的である。表2に上げたように、前述の利用技術に比べると、まだ全体に開発途上の技術である。特にアミノ酸の給与に関しては、各種必須アミノ酸の真の要求量が、未だ検討の段階であると言われ、肥育効率を落とさない条件を満たす技術の導入には研究集積の必要な段階である。これに対し、肥育ステージ別の飼料給与は農家への導入も近いと考えられる。また、フィターゼの使用は極めて効果的にりん排出量を削減でき、肥育効率に影響しないとされるため、画期的な環境負荷軽減技術と考えられている。りんは窒素に比べて排泄物中の絶対量は少ないものの、懸念されている富栄養化現象防止について最も効果的な削減物質と言われるからである。りんを規制対象物質としているオランダが、いち早くこの研究に着手し、使用許可を国として認めた(おそらく欧州ではオランダのみ)ことは理解しやすい。飼料効率の改善が、家畜飼養頭数を減らさずに環境負荷物質の排出量を減少させる数少ない選択肢であることは

確かである。フィターゼキャリアを販売するNatuphos製品(BASF社製)のパフレットの一部に見られるメーカーのデータによれば、鶏で42%、豚で35%ものりんの排出量が削減できる計算である。また、約500単位の製品が、1gの磷酸カルシウム供給に相当するとのことである。大量のりんを節約でき、かつ公害防止効果があり、さらには農業利用されるりんを課税対象としているオランダでは、コスト的にも引き合う技術であるとのことであった。また、オランダではドイツ等とは違い、遺伝子工学で作ったフィターゼに関する宗教的拒否反応がない模様であり、普及も早いと考えられる。

## デンマークにおける畜産環境技術について

100%の飲料水を地下水に依存する国として当然の対策・研究が実施されている。しかし、入手資料を読む限りにおいて、欧州全体オランダの研究課題と共通のものが多く(蘭英、仏との共同プロジェクト等)、特徴的な関連研究課題は見あたらない。この国で現在実施されている嫌気性消化による有機性廃棄物処理(メタン発酵)と地域集中暖房を結びつけたシステムに畜産廃棄物処理も含めて実施していこうというプロジェクト(1991年で10基の施設で結論を出し、さらに1995年に6基を追加して、経済性とシステム改良についてのフォローアップ・プログラム実施中)は、注目に値する。試験プラントの一部が、以前失敗した経験を克服した上での実用化推進と言う意味で、実現性の高い技術が期待される。

# 受精卵移植技術の県内普及定着をめざして 宮崎県優良家畜受精卵 総合センター

岩崎英昭 (HIDEAKI IWASAKI)  
宮崎県優良家畜受精卵総合センター所長



## 1. はじめに

宮崎県の農業は、火山性土壌や台風災害、大消費地から遠隔地にあるなどの不利な条件があるものの、1年中太陽の輝きを受ける温暖多照な気候や海拔0mの沿海部から1,000mに及ぶ九州山地にまで農地が存在するという恵まれた自然条件のなかで、県の基幹産業として地域経済に大きく貢献するまでに発展しています。

中でも畜産は、農業粗生産額において本県農業の46%を占めており、ブロイラーのシェアが全国2位、豚が全国2位、肉用牛が全国3位と上位に位置しています。

## 2. 沿革と概要

本県における牛の受精卵移植技術は、昭和58年に最初の受精卵移植を実施し、昭和60年に受精卵産子第1号が誕生して以来、新鮮卵移植、凍結卵移植、2卵移植、分割卵移植、体外受精等について畜産試験場及び家畜保健衛生所で実用化に向けて事業を推進してきました。このうち、新鮮卵移植及び凍結卵移植の受胎率が平成元年度には約50%に達するようになったので、この技術を普及するために平成2年度に県の南西部、霧島の山麓に位置

する県畜産試験場のなかに県優良家畜受精卵総合センターが開設されました。

職員は、研究職4名（県畜産試験場との兼務5名）、事務職兼務4名、現業職2名（兼務24名）で、受精卵の供給、繋養する供卵牛の管理、受精卵移植技術に関する応用試験及び研究、受精卵移植技術の指導等を主な業務としています。

## 3. 業務の概要

### ① 受精卵の供給

現在、黒毛和種供卵牛50頭、ホルスタイン種供卵牛10頭を繋養しており、これから採取した受精卵を県内の農家へ供給しています。

供給する受精卵の価格は、黒毛和種が1個2万円、ホルスタイン種受精卵は交配した種雄牛と供卵牛の能力により価格を設定しており、1個3万円から5万円が主体となっています。

受精卵は、県内3ヶ所の家畜保健衛生所を通じて、県内71ヶ所の家畜人工授精所に供給し、93名の移植技術者が農家の受卵牛に移植しています。

平成6年度までの採卵成績は、黒毛和種では延べ530頭に過剰排卵処理を実施し、1頭平均9.8個の受精卵を回収、1頭当たりの正常卵

表 供給された受精卵の移植成績

年度	移植頭数	受胎頭数	受胎率
2	159	57	35.8
3	792	393	49.6
4	681	328	48.2
5	592	288	48.6
6	620	318	51.3

数（移植可能卵数）は6.8個でした。ホルスタイン種では延べ83頭に処理を実施し、1頭平均11.4個の受精卵を回収、1頭当たりの正常卵数は6.5個でした。

供給された受精卵の年度移植成績は表のとおりです。

平成2年11月から平成7年3月までに2,844頭に移植し、1,384頭が受胎しており受胎率は通算で48.7%となっています。

これは前述のとおり、多くの移植技術者の平均の成績であり、全国でもトップレベルにあるものと自負しています。

受精卵の産子も平成7年7月現在ですでに1,045頭生まれております。現在、これらの子牛は受精卵産子として高い評価を受けており、最近では農家からの優良受精卵供給の要望が多いため、需要に供給が追いつかない状況にあります。

また、平成6年度からは受精卵移植技術の簡易化技術で、当センターで開発した宮崎シンプル法（ストロー内1ステップ融解法で直接移植が出来る。）による凍結ストローの供給を開始しました。これにより受精卵の農家段階での利用がさらに便利になり、受精卵移植技術の普及に大きく貢献できるものと期待されています。

## ② 受精卵の雌雄判別

受精卵の段階で雌雄判別が出来ていれば、その利用価値がさらに向上することから、当センターではPCR法による雌雄鑑別の研究

を行っています。

平成7年7月には、この方法により雌と判定した乳用種子牛の出産にも成功しました。

現在、実用化に向けて受精卵のバイオブシー後の培養並びに凍結保存技術の試験研究を実施しています。

## ③ 受精卵移植技術の普及定着

受胎率が良好な成績であることは前述のとおりですが、移植技術者個人毎にみるとまだ技術レベルにかなりの差がみられます。

また、現地採卵も各地域で始まっており採卵技術の研修の必要性も高まっています。

当センターでは、県内における受精卵移植技術の普及定着を促進するために、実際に採卵や移植を実施している獣医師や家畜人工授精師を対象として短期間の実務者研修を実施しています。現在までに36回172人が研修を受講され、地域の優良技術者として受精卵移植技術の普及定着に貢献されています。

## 4. おわりに

畜産をとりまく情勢が、年々厳しさを増す中で本県畜産の活性化を図り、ブランド確立のための一つの有力な手段として受精卵移植技術を位置づけ活用していくために、当センターは受精卵の供給や技術指導を通じて県内への普及定着を推進しています。

# 国際協力の2課体制について

昭和38年1月から32年間続いた国際協力課が平成7年11月1日付けて発展的に解消し、国際協力計画課と技術協力課の2課体制となった。

国際協力計画課は、地域別・分野別の援助方針の策定等農林水産業協力を計画的に実施するための立案業務を行うとともに、FAO等国际機関に関連した業務や資金協力を行うこととしている。一方、技術協力課は、国際協力事業団の事業を中心としてプロジェクト方式による技術協力の推進、研修コースの設定、技術交流の実施等、技術協力を遂行する課として特化していくこととなる。

国際協力課の拡充については、長年の悲願であったが、今回、農林水産省全体の組織改正の中で、拡大化しかつ複雑化し続けるODA事業に的確に対応していくためにもより望ましい形となり、これを機会に国際協力を充実させ、開発途上の方々に真に喜ばれる事業の推進が期待できるようになった。

ただし、これまでは1つの課で終結していた業務が2課に分かれたことによって、今後、両課の調整が重要になる局面も出てくるとみられる。

ここで、これまでの国際協力課の歩みを紹介すると、国際協力関係の業務は、当初、大臣官房総務課が所管していたが、昭和38年1月に経済局国際協力課が発足し、定員24名、予算額2,648万円でスタートしている。その後、昭和43年に国際部が設置され、国際部国際協力課となり昭和50年4月には、現在の技術協力課の母体である海外技術協力室が設置されて今日に至っている。平成7年3月における国際協力課の定員は58名、予算額は15億円となっており、32年間の間にODAの顕著な拡大とともに国際協力課も目覚ましい発展を遂げてきた。

米田勝紀 (YOSHINORI YONEDA)

農林水産省経済局国際部技術協力課

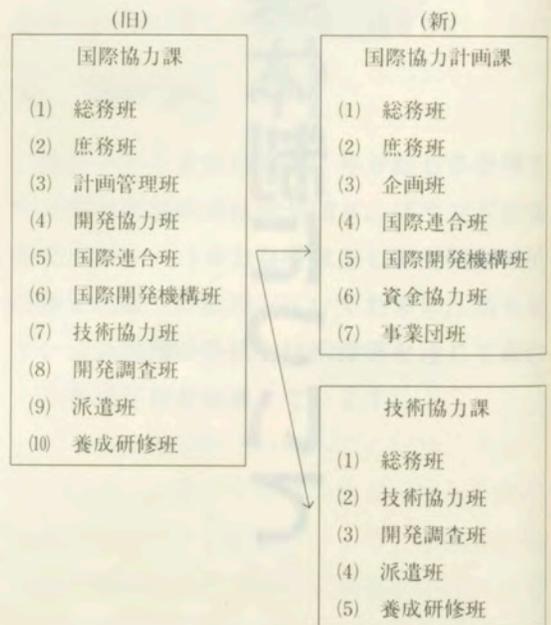
二つの課の班構成は別図のとおりであるが、それぞれの所管業務について簡単に紹介すると、国際協力計画課は、総務班が農水省全体のODA予算のとりまとめを行う他、経済協力審議会、食糧援助等の窓口となる。企画班では、国際協力に関する全般的な情報収集、国別・分野別援助方針の策定等政策課題の企画立案を行うとともに、技術協力課との橋渡しを行う重要な役割を担っている。国際連合班は、国際課時代と同様、FAO等の国際機関関連の業務を遂行する。国際開発機構班は、CGIAR (国際農業研究協議グループ)、IFAD (国際農業開発基金)、APO (アジア生産性機構) に関する業務を実施する。資金協力班では、OECD (海外経済協力基金) や円借款に関する業務を行うとともに、従来、海外技術協力室の技術協力班が所掌していた無償資金協力関連業務を行うこととなった。事業団班は、国際協力事業団に対する指導監督の総括的窓口となり、JICA窓口という意味で技術協力課と密接な関連を持つ他、JICAの3号投融資(民間協力)事業や青年招聘事業を行うこととしている。

一方、技術協力課は、総務班が課全体のとりまとめを行い、対内的、対外的総括窓口となる。技術協力班は、技術協力に関する企画立案、連絡調整を行う他、JICAプロジェクト方式技術協力に関する業務やNGO関連補助事業等を実施することとしている。開発調査班は、JICAの開発調査や現在インドネシアでスタートさせようとしているアンブレラ方式協力の遂行に当たる。派遣班は、JICAの個別

専門家派遣事業、青年海外協力隊関連の業務を行い、養成研修班は、JICA等の受入研修事業、専門家養成確保事業、日韓、日中、日ロの農業技術交流を遂行することとしている。

技術協力課については、無償資金協力が計画課に移管する一方で、国協課時代に計画管理班がAICAF補助事業として実施していたNGO事業、東欧関連事業、専門家養成確保事業を取り込み平成7年度からその遂行に当たっている。

このように2課体制によって、両課の調整を要する局面が今後頻発すると見られるものの、巨大化したODA事業を効果的効率的に実施していくための体制の基礎が出来上がり、今後、ODA事業が質的に充実していくことが期待できよう。



### 人の動き

(農林水産省12月1日付)

鶴見 義朗 草地試験場育種部育種素材研究室長  
(北海道農業試験場地域基盤研究部  
適応生態研究室長)

# 乳用牛評価成績(1995-11) の発表について

農林水産省家畜改良センター

家畜改良センターでは、アニマルモデルによる乳用牛の遺伝的能力評価を平成4年秋に実用化し、その評価成績の発有を行っております。評価成績は春、秋の年2回発表することとしており、今回は平成7年秋(8月～9月)に発表しました種雄牛、雌牛評価成績についてご紹介します。

評価成績が発表された頭数は種雄牛が1,458頭、雌牛が391,866頭となっています。このうち、現在供用可能である種雄牛123頭の成績と牛群検定参加牛(雌牛)のうち経済効果上位100頭の成績(無登録牛、自家検定牛、3回搾乳牛及び平成7年2月以降初産分娩した牛は除く)を所有者の了解を得て別紙リストの通り掲載いたしました。供用可能な種雄牛123頭のうち、今回新たに供用される種雄牛(02後検牛、03後検牛)は5頭でした(略号の前にN記号を付記)。

評価値は従来通り遺伝的能力をETA(推定伝達能力)として表示しています。なお、今回のETAのベースは、前回と同様に種雄牛評価における1987年に生まれた検定牛の平均値をゼロとしています。ただし、経済効果の計算に伴う係数は、毎年秋に見直しを行っており、生乳取引価格の変更等に伴い以下の係数を用いています。

$$\text{経済効果} = \text{乳量ETA} \times 15.50 + \text{乳脂量ETA} \times 882 + \text{SNF量ETA} \times 422$$

今回の評価成績の概要を表1、2にまとめました。表1には、評価頭数とETAの平均、標準偏差を示しました。前回の値と比較すると、頭数については種雄牛評価の発表牛は22頭の増、雌牛評価の現検定牛は7,850頭の減となっています。また、平均値については、前回と比較して種雄牛評価の発表牛、検定牛、雌牛評価の現検定牛ともほぼ同じ値か多少高い値となっています。表2には、経済効果及

び乳量のETAの度数分布を示しました。種雄牛の経済効果を見ますと、40,000円以上の種雄牛は現在ほとんど供用されていることがわかります。また、雌牛については、種雄牛では経済効果70,000円以上、乳量ETA+800kg以上の牛は存在しませんが、雌牛にはこれら高能力のものが見られます。今後、種雄牛、

雌牛とも評価値を用いて、優良種雄牛の作出等、改良のために有効に利用していくことが重要と思われます。

これら、評価成績のさらに詳しい分析は、「家畜改良センター乳用評価報告」として取りまとめお知らせすることとしています。

表1 評価頭数とETAの平均±標準偏差

	種雄牛評価				雌牛評価		
	発表牛		検定牛/審査牛		現検定牛		
	頭数	ETA	頭数	ETA	頭数	ETA	
泌乳	乳量(kg)	1458	-27±277	1388354	-45±224	391866	47±202
	乳脂量(kg)	1458	0±12	1388354	-2±9	391866	4±8
	無脂固形分量(kg)	1389	-2±23	1221396	-2±18	391508	5±16
	乳蛋白質量(kg)	1196	2±8	874597	1±6	390760	4±6
	乳脂率(%)	1458	0.02±0.14	1388354	0.00±0.13	391866	0.03±0.13
	無脂固形分率(%)	1389	0.01±0.10	1221396	0.00±0.09	391508	0.03±0.09
	乳蛋白質率(%)	1196	0.02±0.07	874597	0.01±0.06	390760	0.02±0.06
体型	決定得点	1082	-0.08±0.24	217294	0.01±0.18		
	乳用牛の特質		-0.06±0.25		0.00±0.17		
	体積		-0.17±0.36		-0.01±0.28		
	乳器		-0.02±0.20		0.00±0.13		

表2 経済効果及び乳量のETAの分布  
経済効果(千円)

以上 ~ 未満	種雄牛		雌牛
	発表牛 (供用牛)	現検定牛	現検定牛
+120 ~			4
+110 ~ +120			5
+100 ~ +110			10
+ 90 ~ +100			17
+ 80 ~ + 90			24
+ 70 ~ + 80			69
+ 60 ~ + 70	4 ( 4 )		205
+ 50 ~ + 60	6 ( 6 )		825
+ 40 ~ + 50	19 ( 16 )		3583
+ 30 ~ + 40	92 ( 53 )		15166
+ 20 ~ + 30	153 ( 29 )		46587
+ 10 ~ + 20	219 ( 13 )		91392
0 ~ + 10	223 ( 2 )		105484
- 10 ~ 0	203		74954
- 20 ~ - 10	191		35905
- 30 ~ - 20	138		12664
- 40 ~ - 30	85		3543
- 50 ~ - 40	39		859
- 60 ~ - 50	16		173
- 70 ~ - 60	1		38
~ - 70			1
合計	1389 ( 123 )		391508

乳量kg

以上 ~ 未満	種雄牛		雌牛
	発表牛 (供用牛)	現検定牛	現検定牛
+1200 ~			17
+1100 ~ +1200			11
+1000 ~ +1100			23
+ 900 ~ +1000			40
+ 800 ~ + 900			132
+ 700 ~ + 800	1		414
+ 600 ~ + 700	14 ( 7 )		1226
+ 500 ~ + 600	22 ( 11 )		3506
+ 400 ~ + 500	60 ( 25 )		10016
+ 300 ~ + 400	86 ( 29 )		24000
+ 200 ~ + 300	115 ( 24 )		46102
+ 100 ~ + 200	183 ( 16 )		68452
0 ~ + 100	193 ( 7 )		78905
- 100 ~ 0	208 ( 4 )		69719
- 200 ~ - 100	197		46998
- 300 ~ - 200	140		25592
- 400 ~ - 300	103		11016
- 500 ~ - 400	61		4068
- 600 ~ - 500	48		1226
- 700 ~ - 600	20		301
- 800 ~ - 700	6		73
- 900 ~ - 800	1		25
~ - 900			4
合計	1458 ( 123 )		391866

(注)種雄牛 : データが採用された雌牛(検定牛)の父牛。  
発表牛 : 種雄牛のうち発表基準(5牛群に15頭以上の娘牛を有する)を満たす種雄牛。  
供用牛 : 平成7年8月現在、供用可能な種雄牛。

略号	名号	経済効果		泌乳形質 (E.T.A.)				体形形質 (E.T.A.)			乳器				
		列果 (円)	信頼度 (%)	乳量 (kg)	乳脂肪 (%)	無脂固形分 (%)	乳蛋白質 (kg)	決定点	特質	体積					
1	H-479	シエトイレイブン 8-A-J-イ-イ-イ	+67,830	83	+568	+3.30	+50	+0.08	+25	+0.09	+0.12	+0.19	+0.01	+0.10	
2	H-406	ヘイブスワビロ 7-10イ-イ-イ	+65,552	90	+641	+3.10	+67	+0.18	+30	+0.11	0.00	+0.06	+0.07	+0.05	
3	P542	エーブル7 7-A-J-イ-イ-イ	+62,522	91	+656	+3.12	+53	-0.01	+19	-0.03	-0.08	-0.08	-0.10	-0.01	
4	HB-814	ヘイブスワビロ 7-A-J-イ-イ-イ	+62,046	88	+629	+2.99	+61	+0.04	+24	+0.02	+0.15	+0.28	+0.27	+0.11	
5	HB-823	ウエブル7 7-A-J-イ-イ-イ	+59,606	89	+589	+2.99	+59	+0.14	+23	+0.04	-0.03	-0.02	-0.62	+0.25	
6	P1129	ホウリンコ 7-A-J-イ-イ-イ	+55,981	74	+662	+2.60	+26	+0.02	+19	+0.01	65	+0.01	+0.19	-0.26	+0.05
7	P5644	ウエブル7 7-A-J-イ-イ-イ	+52,829	77	+659	+2.20	+55	-0.04	+21	-0.06	69	+0.39	+0.32	+0.38	
8	J-86	ウエブル7 7-A-J-イ-イ-イ	+52,021	69	+419	+3.21	+41	+0.11	+16	+0.02	70	+0.26	+0.33	+0.32	
9	T-931	ヘイブスワビロ 7-A-J-イ-イ-イ	+50,852	87	+581	+2.40	+49	-0.02	+20	+0.01	79	+0.30	+0.45	+0.24	+0.25
10	H-404	ウエブル7 7-A-J-イ-イ-イ	+48,100	83	+607	+2.20	+52	0.00	+20	-0.01	72	+0.19	+0.31	+0.28	+0.16
11	H-3038	ウエブル7 7-A-J-イ-イ-イ	+48,757	82	+688	+1.90	+49	-0.14	+24	0.00	79	+0.50	+0.45	+0.47	+0.26
12	H-437	ウエブル7 7-A-J-イ-イ-イ	+48,054	89	+544	+2.10	+50	+0.12	+21	+0.06	80	+0.23	+0.17	+0.27	+0.16
13	HB-8049	ウエブル7 7-A-J-イ-イ-イ	+47,094	78	+408	+2.99	+36	+0.00	+18	+0.02	71	+0.30	+0.24	+0.26	+0.26
14	P562	ウエブル7 7-A-J-イ-イ-イ	+46,475	93	+551	+2.10	+46	-0.02	+16	-0.04	+0.04	+0.05	-0.36	+0.36	+0.36
15	P564	ウエブル7 7-A-J-イ-イ-イ	+45,884	88	+508	+2.30	+23	+0.07	+42	+0.02	81	0.00	+0.08	+0.16	+0.01
16	P630	ウエブル7 7-A-J-イ-イ-イ	+44,054	84	+437	+2.60	+13	+0.03	+15	0.00	79	+0.01	+0.28	-0.20	+0.16
17	HB-812	ウエブル7 7-A-J-イ-イ-イ	+43,879	98	+490	+2.20	+40	+0.00	+14	-0.07	94	-0.07	+0.08	+0.18	+0.03
18	P549	ウエブル7 7-A-J-イ-イ-イ	+43,282	90	+360	+2.60	+35	+0.09	+18	+0.08	87	+0.39	+0.48	+0.25	+0.35
19	HB-115	ウエブル7 7-A-J-イ-イ-イ	+42,679	99	+467	+2.20	+38	-0.02	+13	-0.05	95	-0.29	-0.14	-0.98	-0.17
20	P5633	ウエブル7 7-A-J-イ-イ-イ	+42,625	83	+466	+2.10	+42	+0.01	+20	+0.03	77	+0.08	+0.22	-0.18	+0.19
21	H-428	ウエブル7 7-A-J-イ-イ-イ	+41,783	84	+471	+1.90	+42	+0.05	+16	+0.01	76	+0.39	+0.55	+0.77	+0.18
22	T-915	ウエブル7 7-A-J-イ-イ-イ	+41,530	84	+477	+2.10	+37	-0.05	+14	-0.04	71	+0.21	+0.44	-0.23	+0.28
23	P548	ウエブル7 7-A-J-イ-イ-イ	+41,362	99	+293	+2.50	+35	+0.15	+20	+0.03	98	+0.07	+0.03	+0.04	+0.31
24	HB-88	ウエブル7 7-A-J-イ-イ-イ	+41,271	99	+438	+1.90	+42	+0.08	+19	+0.05	99	0.00	+0.12	-0.33	+0.07
25	P5682	ウエブル7 7-A-J-イ-イ-イ	+40,982	85	+501	+1.90	+39	-0.06	+14	-0.07	80	+0.08	+0.06	+0.06	+0.33
26	T-910	ウエブル7 7-A-J-イ-イ-イ	+40,471	89	+379	+2.20	+36	+0.10	+21	+0.11	81	+0.18	+0.26	+0.47	+0.07
27	H-407	ウエブル7 7-A-J-イ-イ-イ	+39,192	90	+440	+1.90	+37	-0.01	+16	+0.01	82	-0.04	+0.14	-0.24	+0.18
28	P1046	ウエブル7 7-A-J-イ-イ-イ	+39,109	90	+494	+1.70	+39	-0.01	+17	0.00	83	-0.02	-0.13	-0.30	-0.03
29	P547	ウエブル7 7-A-J-イ-イ-イ	+39,047	90	+218	+2.80	+26	+0.10	+15	+0.09	85	+0.16	+0.29	+0.13	+0.12
30	HB-817	ウエブル7 7-A-J-イ-イ-イ	+39,042	91	+460	-0.01	+38	0.00	+12	-0.04	87	-0.09	+0.03	-0.25	+0.15
31	P5668	ウエブル7 7-A-J-イ-イ-イ	+39,008	77	+448	+2.20	+30	-0.10	+14	-0.03	67	+0.25	+0.18	-0.04	+0.38
32	P596	ウエブル7 7-A-J-イ-イ-イ	+38,752	87	+325	+2.10	+36	+0.13	+15	+0.03	76	+0.04	-0.01	-0.10	+0.16
33	P573	ウエブル7 7-A-J-イ-イ-イ	+38,747	82	+347	+2.30	+31	+0.03	+16	+0.06	73	+0.12	+0.37	-0.07	+0.25
34	P1135	ウエブル7 7-A-J-イ-イ-イ	+38,578	75	+393	+2.20	+31	+0.03	+16	+0.03	67	+0.12	-0.06	-0.14	+0.06
35	HB-378	ウエブル7 7-A-J-イ-イ-イ	+38,047	93	+334	+2.10	+34	+0.09	+16	+0.07	92	+0.16	+0.30	-0.01	+0.35
36	P5651	ウエブル7 7-A-J-イ-イ-イ	+37,796	75	+293	+2.00	+37	+0.19	+22	+0.17	70	+0.04	-0.09	-0.17	+0.17
37	H-420	ウエブル7 7-A-J-イ-イ-イ	+37,633	86	+478	+1.80	+34	-0.10	+13	-0.05	76	+0.43	+0.33	+0.66	+0.16
38	H-3056	ウエブル7 7-A-J-イ-イ-イ	+37,193	77	+363	+2.00	+33	+0.05	+17	+0.03	73	+0.25	+0.36	+0.34	+0.19
39	P614	ウエブル7 7-A-J-イ-イ-イ	+37,008	83	+225	+2.70	+29	+0.29	+16	+0.11	72	+0.02	-0.01	-0.05	+0.10
40	H-377	ウエブル7 7-A-J-イ-イ-イ	+36,372	88	+456	+1.60	+36	-0.04	+15	-0.01	81	-0.07	+0.24	+0.03	-0.03
41	HB-830	ウエブル7 7-A-J-イ-イ-イ	+36,273	81	+363	+1.80	+35	+0.07	+16	+0.04	70	+0.10	+0.17	+0.06	+0.23
42	P586	ウエブル7 7-A-J-イ-イ-イ	+36,032	80	+256	+2.20	+30	+0.12	+14	+0.05	72	+0.03	0.00	+0.02	-0.02
43	HB-110	ウエブル7 7-A-J-イ-イ-イ	+36,019	99	+495	+1.30	+40	-0.02	+14	-0.04	99	+0.49	+0.54	+0.70	+0.38
44	T-907	ウエブル7 7-A-J-イ-イ-イ	+35,831	91	+515	+1.10	+43	+0.07	+20	+0.05	86	+0.13	+0.17	-0.10	+0.11
45	H-397	ウエブル7 7-A-J-イ-イ-イ	+35,815	88	+294	+2.30	+26	+0.05	+15	+0.07	79	+0.21	+0.19	+0.59	+0.10
46	H-458	ウエブル7 7-A-J-イ-イ-イ	+35,781	81	+450	-0.11	+39	+0.01	+16	-0.02	71	+0.22	+0.28	+0.11	+0.24
47	H-3002	ウエブル7 7-A-J-イ-イ-イ	+35,593	82	+250	+2.40	+25	+0.07	+13	+0.04	76	+0.30	+0.17	+0.24	+0.40
48	N H-3117	ウエブル7 7-A-J-イ-イ-イ	+35,288	68	+480	+1.10	+43	+0.03	+17	-0.02	74	+0.08	-0.06	-0.12	+0.26
49	HB-8061	ウエブル7 7-A-J-イ-イ-イ	+35,260	81	+320	+2.00	+30	+0.06	+16	+0.06	72	+0.29	+0.43	+0.55	+0.29
50	H-3060	ウエブル7 7-A-J-イ-イ-イ	+34,943	83	+391	+1.60	+35	+0.02	+15	-0.01	77	+0.24	+0.35	+0.07	+0.25



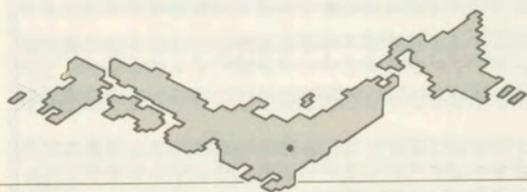
略号	名号	経済効果 (円)			泌乳形質 (E.T.A)			体形形質 (E.T.A)			乳器			
		信頼度 (%)	乳量 (kg)	無脂固形分 (%)	乳脂肪 (%)	乳蛋白 (%)	決定得点	特質	体積					
101	H-388	ハルビユ・ネイト・ホーイ・リツナリ	90	+219	+12	+0.01	+21	+0.04	+13	+0.05	+0.20	+0.30	+0.18	+0.13
102	HB-8058	フナイタネ・セヨ・イ・イ	77	+279	+9	-0.09	+25	+0.01	+12	0.00	-0.18	-0.09	-0.16	+0.01
103	H-471	フシヤシキ・クイタス・ワケコ	86	+44	+20	+0.25	+10	+0.13	+8	+0.07	-0.27	-0.11	-0.62	-0.06
104	H-333	ハソコ・ミツヤシキ・イ	83	-55	+23	+0.43	+6	+0.21	+10	+0.16	+0.05	+0.03	+0.10	+0.19
105	H-3047	アホレ・ウツ・アツ・アツ	89	+177	+12	+0.07	+18	+0.06	+12	+0.07	+0.13	+0.20	-0.16	+0.14
106	H-415	ウホ・クイ・マウ・マツ・シ	86	+233	+8	-0.06	+23	+0.06	+11	+0.01	+0.43	+0.48	+0.83	+0.23
107	T-922	フナイタネ・イ・イ・ウ・ウ・ア・ア・リ	85	+22	+19	+0.28	+7	+0.11	+9	+0.12	+0.14	+0.02	+0.19	+0.02
108	T-909	ハルビユ・ネイト・ホーイ・リツナリ	92	+190	+8	0.00	+23	+0.11	+9	+0.03	+0.43	+0.30	+0.48	+0.41
109	H-393	ハルビユ・ネイト・ホーイ・リツナリ	79	+28	+18	+0.33	+7	+0.14	+9	+0.14	+0.49	+0.26	+0.67	+0.39
110	T-917	ハルビユ・ネイト・ホーイ・リツナリ	99	+302	+11	-0.01	+11	-0.16	+7	-0.06	+0.05	+0.02	-0.56	+0.46
111	H-336	シエツ・アツ・アツ・アツ	78	-15	+18	+0.30	+8	+0.17	+9	+0.12	+0.06	-0.02	+0.37	+0.11
112	T-9042	ヒヨコ・アツ・アツ・アツ	93	+193	+10	+0.05	+17	+0.03	+10	+0.04	-0.24	-0.20	-0.42	-0.14
113	HB-401	ホミ・エ・ヒ・ヒ・ヒ	76	+271	+7	-0.08	+16	-0.08	+11	-0.01	+0.28	+0.27	+0.33	+0.23
114	H-3025	ミツヤシキ・クイタス・ワケコ	99	+198	+6	-0.03	+20	+0.05	+15	+0.07	+0.30	+0.37	+0.25	+0.25
115	P518	ヒトツ・リ・ヒ・ヒ・ヒ	96	+185	+14	+0.07	+1	-0.19	+2	-0.10	+0.33	+0.30	+0.31	+0.29
116	H-403	ホミ・エ・ヒ・ヒ・ヒ	87	+68	+12	+0.09	+9	+0.05	+7	+0.03	+0.12	+0.18	+0.35	+0.25
117	T-920	アツ・アツ・アツ・アツ	79	+131	+7	+0.03	+14	+0.10	+10	+0.07	+0.52	+0.30	+0.38	+0.57
118	H-3066	アツ・アツ・アツ・アツ	83	+219	+1	-0.14	+18	0.00	+10	-0.01	-0.15	-0.19	-0.80	-0.01
119	HB-8055	アツ・アツ・アツ・アツ	99	-38	+14	+0.20	+0	+0.07	+4	+0.05	+0.09	+0.25	+0.13	0.00
120	* H-297	アツ・アツ・アツ・アツ	99	+11,067	+5	-0.01	+11	+0.02	+6	-0.01	+0.17	+0.10	-0.16	+0.46
121	P517	アツ・アツ・アツ・アツ	89	+9,772	+3	-0.03	+12	+0.02	+6	-0.01	+0.48	+0.43	+0.37	+0.44
122	HB-832	アツ・アツ・アツ・アツ	75	+8,220	+6	+0.01	+4	-0.05	0	-0.06	+0.26	+0.11	+0.30	+0.20
123	ABS961	アツ・アツ・アツ・アツ												

注1) 選べば一コースは1987年に生まれ検査事業に参加していない一般供用種牛の平均。注2) \*印は後代検査事業に参加してない一般供用種牛であり注意が必要。注3) Nは新たに供用される後代検査標準の変更に伴い、一般外観は評価されていない。  
 注4) E.T.Aは推定遠産能力。注5) 泌乳形質の信頼度は乳量、体形形質の信頼度における値。注6) 平成6年4月からの審査標準の変更に伴い、一般外観は評価されていない。

順位	登録番号	名	号	父牛名	母牛名	生年	経済効果 (円)	信頼度 (%)	乳量 (kg)	乳脂肪 (%)	E.T.A.		養糞地	所有者			
											無脂固形分 (%)	乳蛋白質 (%)					
1	4525304	オミ	11	オミ	オミ	1986	146,570	71	1667	74	+0.12	+132	-0.11	47	-0.05	北海道 訓子府町	龍田 弥太郎
2	4533893	オミ	12	オミ	オミ	1986	137,392	76	1532	71	+0.16	+121	-0.15	44	-0.05	北海道 二七二町	高橋 守
3	4257450	オミ	13	オミ	オミ	1985	126,743	64	1712	68	-0.05	+117	-0.33	43	-0.14	北海道 音更町	三樹 正一
4	4467048	オミ	14	オミ	オミ	1985	120,348	59	1591	62	-0.12	+119	-0.22	46	-0.06	北海道 音更町	三樹 正一
5	5723504	オミ	15	オミ	オミ	1991	119,795	56	1324	69	+0.17	+112	+0.01	43	+0.01	北海道 音更町	寺本 幸男
6	5516157	オミ	16	オミ	オミ	1988	113,095	53	1112	65	+0.28	+95	-0.02	44	+0.08	北海道 西興部村	森田 英一
7	5687620	オミ	17	オミ	オミ	1990	113,331	57	1233	62	+0.02	+115	+0.15	47	+0.10	北海道 訓子府町	龍田 弥太郎
8	4085850	オミ	18	オミ	オミ	1984	111,668	69	1355	69	+0.01	+111	-0.04	39	-0.03	北海道 新冠牧場	新冠牧場
9	4537832	オミ	19	オミ	オミ	1986	110,190	64	1320	66	-0.04	+117	+0.01	44	0.00	北海道 弟子居町	坪井 哲典
10	3832170	オミ	20	オミ	オミ	1982	107,638	69	1603	61	-0.23	+109	-0.34	42	-0.14	北海道 音更町	三樹 正一
11	5305496	オミ	21	オミ	オミ	1990	106,932	55	1307	63	+0.06	+113	+0.01	41	-0.02	北海道 訓子府町	村岡 裕一
12	5626432	オミ	22	オミ	オミ	1991	104,097	56	1054	61	+0.26	+81	-0.16	34	-0.04	北海道 今金町	山本 清彦
13	5314243	オミ	23	オミ	オミ	1990	103,981	60	1174	61	+0.12	+96	-0.04	37	-0.02	北海道 訓子府町	龍田 弥太郎
14	5340148	オミ	24	オミ	オミ	1988	103,325	60	1014	61	+0.15	+101	+0.15	40	+0.09	鳥取県 鳥取市	田中 泰彦
15	5350224	オミ	25	オミ	オミ	1989	102,521	61	1037	67	+0.23	+86	-0.05	35	+0.02	北海道 二七二町	高橋 守
16	5200009	オミ	26	オミ	オミ	1989	102,010	61	1202	66	+0.02	+101	-0.04	39	+0.01	北海道 羽幌町	安井 清孝
17	4083767	オミ	27	オミ	オミ	1984	101,720	73	1440	62	-0.17	+101	-0.28	32	-0.17	北海道 早来町	富野 傳八郎
18	4725818	オミ	28	オミ	オミ	1987	101,649	60	1295	60	-0.08	+110	-0.07	33	-0.11	北海道 新冠牧場	新冠牧場
19	5662640	オミ	29	オミ	オミ	1991	100,546	57	1285	66	+0.10	+115	+0.06	41	-0.01	北海道 帯広市	吉川 要
20	5714020	オミ	30	オミ	オミ	1987	99,380	65	916	64	+0.20	+88	+0.10	37	+0.08	北海道 帯広市	佐藤 牧場
21	5209682	オミ	31	オミ	オミ	1989	98,701	60	928	65	+0.25	+85	+0.09	32	+0.04	北海道 訓子府町	龍田 弥太郎
22	4874124	オミ	32	オミ	オミ	1991	97,997	62	1287	68	-0.11	+108	-0.04	34	-0.04	北海道 大塚 正彦	大塚 正彦
23	5676854	オミ	33	オミ	オミ	1987	97,958	50	702	68	+0.59	+64	+0.03	27	+0.07	北海道 帯広市	白井 正彦
24	4910607	オミ	34	オミ	オミ	1988	97,661	63	1018	65	+0.21	+79	-0.09	30	-0.04	北海道 訓子府町	龍田 弥太郎
25	4475473	オミ	35	オミ	オミ	1985	97,172	69	1154	63	+0.03	+98	-0.02	35	-0.01	北海道 音更町	三樹 正一
26	2775058	オミ	36	オミ	オミ	1978	96,908	75	1006	62	+0.19	+84	-0.02	31	-0.04	北海道 別海町	森 博志
27	5742674	オミ	37	オミ	オミ	1991	96,292	51	1186	61	-0.10	+98	-0.06	37	-0.06	北海道 訓子府町	龍田 弥太郎
28	5200002	オミ	38	オミ	オミ	1989	95,943	62	1039	69	+0.10	+87	-0.02	33	-0.03	北海道 二七二町	堀 力夫
29	5561131	オミ	39	オミ	オミ	1991	95,926	57	1087	66	+0.02	+90	-0.02	35	-0.01	北海道 訓子府町	龍田 弥太郎
30	3147508	オミ	40	オミ	オミ	1979	95,477	67	604	62	+0.37	+74	+0.08	22	+0.02	鳥取県 鳥取市	田中 泰彦
31	5365035	オミ	41	オミ	オミ	1990	93,544	58	856	62	+0.25	+81	-0.12	36	+0.12	北海道 紋別市	水峰 勝利
32	5742675	オミ	42	オミ	オミ	1991	93,426	51	1068	64	+0.05	+90	0.00	36	+0.01	北海道 訓子府町	龍田 弥太郎
33	5019314	オミ	43	オミ	オミ	1988	93,115	62	842	65	+0.28	+75	+0.01	30	+0.04	北海道 羽幌町	木下 義太郎
34	3693814	オミ	44	オミ	オミ	1982	92,694	69	1172	66	-0.09	+102	-0.08	31	-0.08	北海道 北見市	信本 憲治
35	4910737	オミ	45	オミ	オミ	1988	91,773	64	969	64	+0.08	+90	+0.05	37	+0.06	北海道 剣淵町	村岡 裕之
36	5826510	オミ	46	オミ	オミ	1992	90,363	68	972	65	+0.11	+85	+0.01	40	+0.06	北海道 西興部村	森 啓隆
37	5137086	オミ	47	オミ	オミ	1988	88,824	62	1144	63	-0.15	+99	-0.01	37	+0.02	北海道 音更町	三樹 正一
38	5796491	オミ	48	オミ	オミ	1991	88,792	50	1024	62	+0.06	+84	-0.06	33	-0.03	北海道 訓子府町	龍田 弥太郎
39	5350223	オミ	49	オミ	オミ	1989	88,779	61	916	69	+0.16	+107	-0.05	30	+0.01	北海道 羽幌町	木下 義太郎
40	4207913	オミ	50	オミ	オミ	1985	88,300	65	874	64	+0.23	+63	-0.13	20	-0.09	北海道 増加内町	小川 雅昭
41	4773207	オミ	51	オミ	オミ	1986	87,045	62	1085	68	-0.03	+86	-0.12	27	-0.11	北海道 別海町	佐々木 善直
42	4680239	オミ	52	オミ	オミ	1986	86,093	60	1266	60	-0.30	+117	+0.05	37	-0.06	北海道 浦幌町	佐々木 美穂子
43	5785489	オミ	53	オミ	オミ	1992	85,969	53	936	65	+0.10	+75	-0.11	31	-0.02	北海道 英中町	田中 裕作
44	4761438	オミ	54	オミ	オミ	1987	84,747	60	1028	68	+0.03	+83	-0.06	29	-0.01	北海道 幕別町	山田 敬明
45	4385580	オミ	55	オミ	オミ	1985	84,621	65	1148	67	-0.14	+102	+0.06	32	0.00	北海道 清水町	石田 光男
46	5318129	オミ	56	オミ	オミ	1987	84,578	56	977	63	0.00	+84	+0.02	32	+0.02	北海道 佐呂間町	海老名 忠
47	5386235	オミ	57	オミ	オミ	1986	84,091	52	741	64	+0.28	+73	+0.12	28	+0.07	北海道 旭志村	田中 誠行
48	5293016	オミ	58	オミ	オミ	1989	83,941	60	852	65	+0.15	+75	+0.04	28	+0.02	北海道 長沼町	向 弘行
49	5516158	オミ	59	オミ	オミ	1989	83,206	56	916	67	+0.25	+71	-0.02	29	-0.04	北海道 西興部村	合田 康彦
50	4207913	オミ	60	オミ	オミ	1985	83,010	65	874	64	+0.23	+63	-0.13	20	-0.09	北海道 増加内町	小川 雅昭

順位	登録番号	名	号	父牛名号	生年	経済効果 (円)	信頼度 (%)	乳量 (kg)	乳脂肪 (%)	無脂固形分 (kg)	乳蛋白質 (%)	繋養地	所有者
51	4738363	ワグワグ	ワグワグ	ワグワグ	1987	82,836	59	840	45.0	72	27.0	北海道	佐藤牧場
52	4931258	ワグワグ	ワグワグ	ワグワグ	1988	82,004	61	881	40.0	79	28.0	北海道	佐藤牧場
53	5455142	ワグワグ	ワグワグ	ワグワグ	1989	81,929	59	731	48.0	68	29.0	北海道	佐藤牧場
54	5204551	ワグワグ	ワグワグ	ワグワグ	1989	81,184	60	860	42.0	73	29.0	岡山県	岡田牧場
55	4231415	ワグワグ	ワグワグ	ワグワグ	1984	80,987	69	822	40.0	78	29.0	北海道	佐藤牧場
56	5737372	ワグワグ	ワグワグ	ワグワグ	1991	80,605	53	877	42.0	71	30.0	北海道	佐々木善則
57	*254672	ワグワグ	ワグワグ	ワグワグ	1985	80,601	68	830	38.0	80	27.0	高知県	中島 隆二
58	5672303	ワグワグ	ワグワグ	ワグワグ	1990	80,526	58	951	37.0	79	25.0	北海道	三島 正一
59	4196289	ワグワグ	ワグワグ	ワグワグ	1984	80,285	63	1047	34.0	82	23.0	北海道	唐沢 健康
60	5135199	ワグワグ	ワグワグ	ワグワグ	1988	80,219	60	721	44.0	71	27.0	北海道	鈴木 進
61	*4158993	ワグワグ	ワグワグ	ワグワグ	1984	79,772	65	1028	30.0	88	32.0	北海道	石山 誠
62	4938670	ワグワグ	ワグワグ	ワグワグ	1988	79,760	59	817	43.0	68	29.0	宮城県	千代窪 春吾
63	5294961	ワグワグ	ワグワグ	ワグワグ	1989	79,653	58	814	44.0	68	23.0	北海道	磯野 健一
64	5017119	ワグワグ	ワグワグ	ワグワグ	1988	79,595	57	893	40.0	73	23.0	北海道	富良野市 好野 孝行
65	4758589	ワグワグ	ワグワグ	ワグワグ	1987	79,576	64	1007	30.0	90	33.0	北海道	帯広市 中井 正明
66	5250081	ワグワグ	ワグワグ	ワグワグ	1989	79,539	62	813	37.0	81	34.0	北海道	初山別村 北日本牧場
67	5807541	ワグワグ	ワグワグ	ワグワグ	1990	78,987	47	987	32.0	84	33.0	北海道	清里町 橋田 義久
68	4684705	ワグワグ	ワグワグ	ワグワグ	1987	78,848	65	932	36.0	78	30.0	北海道	別海町 宗像 宏充
69	5438735	ワグワグ	ワグワグ	ワグワグ	1989	78,721	48	655	47.0	64	28.0	兵衛県	樺山 文男
70	4230253	ワグワグ	ワグワグ	ワグワグ	1984	78,344	65	1001	33.0	79	20.0	北海道	富良野市 中野渡 幸吉
71	5195322	ワグワグ	ワグワグ	ワグワグ	1989	78,160	57	1040	25.0	96	34.0	北海道	浦幌町 佐々木 美穂子
72	*5200001	ワグワグ	ワグワグ	ワグワグ	1989	78,095	62	742	44.0	67	29.0	愛知県	山田 裕司
73	5627391	ワグワグ	ワグワグ	ワグワグ	1991	78,007	52	765	44.0	64	26.0	北海道	釧路市 龍田 弥太郎
74	4762584	ワグワグ	ワグワグ	ワグワグ	1987	77,310	59	701	43.0	67	26.0	北海道	新設牧場
75	4846976	ワグワグ	ワグワグ	ワグワグ	1987	77,276	63	565	51.0	55	27.0	北海道	高橋 守
76	5806814	ワグワグ	ワグワグ	ワグワグ	1991	77,124	51	895	36.0	74	29.0	北海道	七戸町 高橋 守
77	5543436	ワグワグ	ワグワグ	ワグワグ	1990	76,882	58	882	31.0	85	34.0	北海道	樺内市 寺本 昇
78	5243926	ワグワグ	ワグワグ	ワグワグ	1989	76,827	58	1025	30.0	81	23.0	北海道	生田原町 福山 智明
79	5104864	ワグワグ	ワグワグ	ワグワグ	1989	76,797	60	949	31.0	83	30.0	北海道	大樹町 山本 茂一
80	5670111	ワグワグ	ワグワグ	ワグワグ	1991	76,673	57	880	35.0	76	31.0	北海道	樺内市 寺本 幸男
81	5713923	ワグワグ	ワグワグ	ワグワグ	1991	76,651	52	992	33.0	76	29.0	北海道	早来町 早来町 優八郎
82	5677009	ワグワグ	ワグワグ	ワグワグ	1991	76,442	52	831	39.0	68	27.0	北海道	樺内市 寺本 幸男
83	5375767	ワグワグ	ワグワグ	ワグワグ	1990	76,162	59	617	48.0	58	24.0	北海道	湧別町 松田 一夫
84	4846688	ワグワグ	ワグワグ	ワグワグ	1987	75,889	61	980	32.0	77	27.0	北海道	早来町 早来町 優八郎
85	52495496	ワグワグ	ワグワグ	ワグワグ	1989	75,869	56	451	55.0	48	20.0	北海道	帯広市 白井 正進
86	5483854	ワグワグ	ワグワグ	ワグワグ	1987	75,795	48	1099	32.0	73	22.0	北海道	小井 忠彦
87	4682814	ワグワグ	ワグワグ	ワグワグ	1986	75,687	64	802	40.0	65	28.0	北海道	幕別町 福家 康芳
88	5093861	ワグワグ	ワグワグ	ワグワグ	1988	75,174	61	748	42.0	63	28.0	北海道	門別町 岡田 一夫
89	5633593	ワグワグ	ワグワグ	ワグワグ	1991	74,971	55	745	38.0	71	22.0	北海道	湧別町 松田 一夫
90	4978236	ワグワグ	ワグワグ	ワグワグ	1988	74,848	66	586	44.0	55	25.0	北海道	湧別町 松田 一夫
91	5204464	ワグワグ	ワグワグ	ワグワグ	1989	74,756	61	837	34.0	74	27.0	北海道	鹿追町 中野 繁幸
92	4945539	ワグワグ	ワグワグ	ワグワグ	1987	74,695	62	891	31.0	79	31.0	静岡県	富士宮市 丸山 満幸
93	4988252	ワグワグ	ワグワグ	ワグワグ	1988	74,643	62	988	30.0	77	34.0	北海道	湧別町 渡辺 守彦
94	5368334	ワグワグ	ワグワグ	ワグワグ	1990	74,591	59	637	46.0	57	26.0	北海道	北村 是 哲雄
96	4762066	ワグワグ	ワグワグ	ワグワグ	1989	74,591	57	599	50.0	51	24.0	北海道	帯広市 北村 是 哲雄
97	5183701	ワグワグ	ワグワグ	ワグワグ	1987	74,491	66	914	26.0	89	33.0	北海道	剣淵町 岡田 裕之
98	5214300	ワグワグ	ワグワグ	ワグワグ	1988	74,298	64	693	41.0	66	29.0	北海道	帯広市 吉川 要男
99	4656506	ワグワグ	ワグワグ	ワグワグ	1992	74,241	47	751	39.0	66	25.0	兵衛県	樺本市 吉川 要男
100	5871365	ワグワグ	ワグワグ	ワグワグ	1986	74,162	65	834	38.0	67	22.0	北海道	鹿追町 中野 繁幸
					1992	74,098	52	793	38.0	67	22.0	北海道	二七町 高橋 守

注1) 無登録牛，自家検定牛，3回搾乳牛および平成7年2月以降初産分娩した牛は含まれない。注2) \*印は初産検定成績が欠測していることを示す。

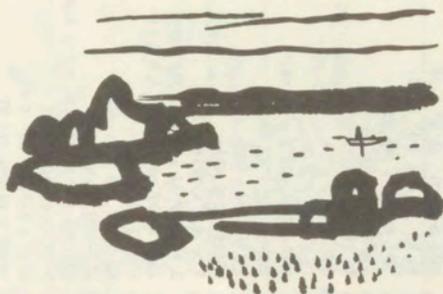


栃木県

# 県産畜産物の 銘柄確立に向けて

斉藤 総幸 (FUSAYUKI SAITO)

栃木県畜産課



## はじめに

本県の農業は、恵まれた自然条件と首都圏に位置するという有利な地理的条件を生かし、米麦、園芸、畜産の3部門のバランスのとれた生産構造を目指す「首都圏農業」を推進しており、平成6年の農業粗生産額は約3,031億円と順調に推移しております。

畜産については、平成6年の粗生産額が約702億円と農業全体の23.2%を占め本県農業の基幹部門となっているとともに、全国レベルからみても平成7年度の飼養頭数で乳用牛の第4位、肉用牛の第8位、豚の第10位と有数の生産県となっており、県内をはじめ首都圏への新鮮な畜産物の供給基地として重要な役割を担っております。

このような中であって、本県畜産においても食生活の多様化、高度化などから、消費者ニーズにきめ細かく対応し、付加価値の高い畜産物を生産・提供することが、畜産農家に最も求められ、ひいては経営安定に結び付くことと思います。こうした中で、本県において取り組んでいる銘柄確立の取組みを紹介します。

### ブランド牛「とちぎ和牛」

本県の肉用牛は飼養頭数第8位と全国でも上位に位置していますが、その内42,700頭の黒毛和種が飼養されており、平成5年には首都圏を中心に16,500頭が出荷され、その優れた肉質は流通関係者や消費者から大変好評を得ております。

その中で、県産和牛をより質の向上を図り銘柄を確立するために、県・生産者団体・流通関係者により構成されている県肉用牛振興協議会と生産者が一体となってブランド化に取り組み、昭和63年に「とちぎ和牛」と命名し、生産と販路拡大に努めております。

「とちぎ和牛」は協議会が指定した指定生産者(平成7年10月現在215戸)で肥育された黒毛和種のうち、格付「A-5」「B-5」のもので瑕疵のないものを厳選し、「とちぎ和牛」

の表示を付けて消費者に届けております。

また、消費者に広く「とちぎ和牛」を知ってもらうために、県内外の41店舗を取扱指定店として認定し、更なる販路の拡大や消費の拡大を図っています。

さらに、枝肉共進会等を通して生産者の肥育技術の向上と肉質の向上を図るとともに、指定店との情報交換会やイベント等を通して消費者の意見集約に努めています。

### 系統豚「トチギL」を活用した肉豚生産

豚肉に関しては、養豚農家の規模拡大と豚肉の加工・流通の大量・規格化の進展に伴い、生産者と流通の両方から良質かつ斉一性の高い豚肉生産のための基幹品種であるランドレース種の育種改良が求められてきました。

そこで、県畜産試験場ではこの要望に応えるために、オランダから輸入した能力の優れたランドレース種を基礎豚の中心として、昭和59年度から系統造成に取り組み、平成5年3月に完成し、ランドレース系統豚「トチギL」として認定を受けました。

県ではさらに、雄型系統豚の導入に対する助成を行うなど、「トチギL」を活用した肉豚生産システムの確立にむけて事業を展開し、平成7年10月には系統豚間交配(LWD：ランドレース×大ヨークシャー×デュロック)ではじめて生産された肉豚の枝肉共進会・試食会「トチギLポークフェア」を開催し、枝肉の斉一性や肉質において生産者・流通関係者の高い評価を得ています。

また、消費者との交流イベントで「豚肉しゃぶしゃぶまつり」を実施し、県産豚肉のPRを行いました。

### 「栃木シャモ」

畜産試験場では、消費者ニーズに応えるために、昭和61年度から美味な鶏肉として定評のある「シャモ」を利用し、本県独自の肉用鶏の開発に取り組むとともに、昭和63年度からは県経済連等で組織する「栃木シャモ普及

推進協議会」を設立し、「栃木シャモ」の名称で、本県の特産物としての普及と生産販売の促進に取り組んでいます。

平成6年度には、より美味しく飼料効率を高めるために、フランス原産の「プレノール」を交配した新たな組み合わせ(シャモ×(プレノール×ロードアイランド))として完成し、県内各地のむらづくり運動での特産品として生産されるなど、生産は拡大しつつあります。

また、県内のホテルなどで「栃木シャモ」の素材を生かした料理として鍋料理などに利用されています。

### おわりに

このように、さまざまな取り組みを通して高品質畜産物の生産・提供に努めておりますが、県産畜産物が首都圏のみならず全国の食卓に届くことを願い、生産者をはじめとし、関係者が一体となって更なる活動を展開して参ります。

表-1 農業粗生産額(平成6年度)(単位:百万円)

区分	粗生産額	構成比
農業合計	303,137	100.0
畜産	70,193	23.2
肉用牛	17,200	5.7
乳用牛	27,654	9.1
豚	14,354	4.7
鶏卵	7,679	2.5
ブロイラー	3,041	1.0
その他畜産物	265	0.1

表-2 家畜の飼養状況(単位:戸、頭、1000羽、%)

畜種	飼養戸数	飼養頭羽数	1戸当たり頭羽数	頭羽数全国順位
乳用牛	1,570	64,100	40.8	4
肉用牛	2,680	103,900	38.8	8
豚	410	303,500	740.2	10
採卵鶏	170	3,472	20.4	21
ブロイラー	24	543	22.6	34

畜産統計 平成7年2月1日現在(ブロイラーは平成6年)

注) 採卵鶏の飼養羽数は成鶏めす羽数



# 世界の豚生産及び消費動向

95年初頭における豚在庫は、前年比2%増の7億6220万頭と見込まれる。

95年は、主要生産国のうち中国、フランス、米国、カナダ、メキシコ等による生産増により、生界全体で、74.7百万トン(対前年比7%増)

の生産が見込まれる。これは、91年に比べて18%の増加である。

96年の豚肉生産は、中国で5%増、米国で3%増が見込まれる一方、旧ソ連、台湾、日本で減少が見込まれることから、世界全体では引き続き増加するものの、そ

の伸びは緩やかなものとなろう。

世界の豚肉消費は、中国、東欧諸国の消費の伸びに呼応し、96年に向けて引き続き増加基調にある

96年において、EU、日本では若干の減少、旧ソ連では90年以来引き続き減少が見込まれる。

主要国における豚生産及び消費動向 (枝肉ベース) (単位:千トン)

生産	1991	1992	1993	1994	1995(見込み)	1996(見通し)
北米						
カナダ	1,129	1,209	1,192	1,234	1,255	1,250
メキシコ	820	830	870	900	960	890
米国	7,257	7,817	7,751	8,027	8,108	8,329
小計	9,206	9,856	9,813	10,161	10,323	10,469
ブラジル	1,150	1,200	1,250	1,300	1,400	1,500
EU						
デンマーク	1,272	1,383	1,527	1,539	1,520	1,540
フランス	1,918	1,994	2,034	2,126	2,170	2,190
独	3,320	3,124	3,180	3,030	2,972	2,914
イタリア	1,340	1,342	1,371	1,369	1,370	1,371
オランダ	1,591	1,584	1,750	1,673	1,635	1,650
スペイン	1,877	1,918	2,088	2,107	2,080	2,080
英国	984	983	1,025	1,053	1,024	1,031
小計	14,419	14,533	15,314	15,323	15,201	15,211
東欧計	4,610	4,124	3,360	3,331	3,228	3,332
旧ソ連	4,611	3,972	3,573	3,170	2,765	2,535
アジア						
中国	24,523	26,353	28,544	32,048	37,000	39,000
香港	15	10	9	10	10	9
日本	1,483	1,432	1,433	1,390	1,350	1,315
韓国	623	752	773	786	784	820
フィリピン	690	710	690	715	743	798
シンガポール	81	83	85	87	88	91
台湾	1,126	1,113	1,135	1,204	1,235	1,175
小計	28,541	30,453	32,669	36,240	41,210	43,208
世界計	63,114	64,738	66,567	70,115	74,704	76,836

## 消費

	1991	1992	1993	1994	1995(見込み)	1996(見通し)
北米						
カナダ	875	932	913	959	981	955
メキシコ	859	881	917	978	1,009	952
米国	7,438	7,926	7,902	8,087	8,108	8,301
小計	9,172	9,739	9,732	10,024	10,098	10,208
ブラジル	1,140	1,165	1,218	1,277	1,368	1,462
EU						
デンマーク	334	350	396	346	340	340
フランス	2,110	2,148	2,088	2,089	2,095	2,100
独	3,880	3,833	3,924	3,806	3,772	3,719
イタリア	1,812	1,860	1,902	1,900	1,910	1,915
オランダ	651	639	822	673	685	695
スペイン	1,937	1,958	2,090	2,067	2,065	2,062
英国	1,398	1,328	1,391	1,351	1,312	1,324
小計	13,906	13,956	14,533	14,231	14,203	14,192
東欧計	4,450	4,082	3,330	3,393	3,199	3,282
旧ソ連	5,074	3,997	3,636	3,380	3,035	2,835
アジア						
中国	24,255	26,236	28,394	31,853	36,800	38,790
香港	239	207	216	227	228	227
日本	2,083	2,087	2,074	2,097	2,130	2,120
韓国	644	731	767	798	850	905
フィリピン	695	710	687	715	753	833
シンガポール	99	103	107	108	110	113
台湾	802	810	852	873	908	880
小計	28,817	30,884	33,097	36,671	41,779	43,868
世界計	63,138	64,423	66,135	69,560	74,264	76,435

資料: USDA, FAS

"Livestock and Poultry: World Markets & Trade" Oct., 1995.

国内統計

DATA

# 畜産経営のあとつぎ等の状況 (95年センサス)

1. 畜産の単一経営における主副業別農家数をみると、主業農家は酪農で9割、養豚で8割、養鶏で7割と高いが、肉用牛は4割と低い。また、主業農家のうち65歳未満の農業専従者がいる農家の割合も同様の傾向。肉用牛経営では、準主業農家、副業的農家がいずれも3割程度。

なお、稲作では主業農家は1割、副業的農家は6割となっており、また、販売のあった農家全体では、主業、準主業農家が3割、副業的農家が4割程度。

2. あとつぎの状況をみると、15歳以上の同居あとつぎが農家の割合をみると、酪農、養豚で6割、養鶏で5割、肉用牛で

はやや低く4割程度であり、稲作や販売のあった農家全体では6割程度。

また、15歳以上の同居あとつぎが農家のうち、農業が主の男のあとつぎが農家の割合は酪農で4割、養鶏で3割程度、販売のあった農家全体では1割程度、稲作では1割以下。

○農業経営組織別にみた主副業別農家数（販売農家・平、7）

単位 { 実数：1,000戸  
構成比：% }

農業経営組織別	計	実数					構成比					
		主業農家	65歳未満の農業専従者がいる	準主業農家	65歳未満の農業専従者がいる	副業的農家	計	主業農家	65歳未満の農業専従者がいる	準主業農家	65歳未満の農業専従者がいる	副業的農家
販売のあった農家	2483	676	572	693	218	1114	100.0	27.2	23.1	27.9	8.8	44.8
単一経営	酪農	29	26	26	2	1	100.0	88.8	87.5	6.3	4.9	4.9
	肉用牛	27	12	11	7	4	100.0	44.2	40.2	28.0	15.3	27.9
	養豚	7	5	5	1	0	100.0	78.6	76.7	10.5	7.4	10.8
	養鶏	6	5	4	1	1	100.0	74.1	71.6	11.5	8.3	14.5
	稲作	1374	146	87	416	79	813	100.0	10.6	6.3	30.2	5.7

資料：農林水産省「1995年農業センサス結果概要」

注：1、主業農家とは、農業所得が主（農家所得の50%以上が農業所得）で、65歳未満の農業従事者60日以上の方がいる農家。

2、準主業農家とは、農外所得が主で、65歳未満の農業従事者60日以上の方がいる農家。

3、副業的農家とは、65歳未満の農業従事者60日以上の方がいない農家。

4、農業専従者とは、調査期日前1年間に農業に150日以上従事した者をいう。

○農業経営組織別にみたあとつぎ予定者の就業状態別農家数（販売農家・平、7）

単位：1,000戸

農業経営組織別	計	15歳以上の同居あとつぎがいる					15歳以上の同居あとつぎがない			
		小計	男のあとつぎ			女のあとつぎ	他出あとつぎがない			
			農業が主	その他の仕事	仕事に従事していない		自営農業に従事した	自営農業に従事しなかった		
販売のあった農家	2483	1424	160	930	166	167	1060	166	246	
単一経営	酪農	29	16	7	5	2	2	13	1	2
	肉用牛	27	11	2	6	1	1	15	2	4
	養豚	7	4	1	1	1	0	3	0	1
	養鶏	6	3	1	1	0	0	3	0	1
	稲作	1374	800	45	564	94	97	574	95	126

資料：同上

注：あとつぎ予定者とは、満15歳以上の世帯員のうち、次の代でその家の生計責任者になる予定の者をいう。

また、他出あとつぎ予定者とは、その家からよそに出ている者で、将来その家のあとつぎになる予定の者をいう。

## 山形県畜産技術連盟

当連盟は、畜産に関する技術の向上発展と技術者相互の連絡協調を図り、畜産の振興に寄与することを目的として平成2年10月に設立され、事務局は畜産試験場にあります。

現在の会員数は108名で、大部分が県職員であり、団体等の会員数の拡大が課題であります。

昨年度の事業は、全国畜産技術協会の補助事業として地域畜産技術研修会を平成7年2月に開催いたしました。

内容は、「畜産コンサルタント事業から見た畜産経営の現状と改善方向」及び「海外の受精卵の流通状況と今後の改良について」であり、多数の会員等の参加を得て理解を深めました。

本年も、関係団体及び世話人等と連携を図りながら、より一層効果的な研修会を開催して、畜産振興に努めたいと考えております。

### 山形県の畜産

山形県の畜産粗生産額は、約370億円（平成5年次）で、農業粗生産額の約13%を占め、複合部門として農業経営に取り入れられ、次のような地域的な特徴があります。

庄内地方は、伝統的に稲作プラス豚が中心で、そのため、豚のみを対象とした県立養豚試験場が酒田市にあり、今年度から2回目の系統豚造成事業に着手しております。

一方、内陸地方では、水稻、果樹プラス畜産として発展し、平地は、酪農、肥育牛、中山間は繁殖肉牛であります。

近年、酪農の多頭化、専門化が目立ち、粗飼料の確保と家畜排泄物の処理が課題であります。肉用牛、なかでも肥育牛については「米沢牛」としての名声が高く、昭和37年以来「総

称山形牛」としての銘柄の確立にとり組んできておりますが、肥育素牛を他県に依存しており、県内産の素牛の生産拡大による純粋の「山形牛」のブランド確立が課題であります。

これらの課題の解決をはかるため、大家畜を対象としていた県立畜産試験場が、今年の7月より新庄市に移転整備され、先進技術等を主体として再出発しております。

次に本県の試験研究期間で、数年を要し独自に作出した種（肉）畜について紹介します。

○種雄牛（和牛）平成7年8月山形県立畜産試験場作出 名号：「貴平3」 生年月日：平成2年12月12日（5歳） 血統：父「王将」（兵庫系）、母の父「第20平茂」（鳥取系） 特徴：兵庫系の肉質の良さと、鳥取系の繁殖性・発育の良さを合わせ持つ。 検定結果：直接検定：DG 1.35 間接検定：脂肪交雑2.5（BMS8.5）

○出羽路どり（肉用鶏）平成4年12月山形県立畜産試験場作出 素材：白色コーニッシュ、オーストラロップ、白色レグホーンの3元交配。 特徴：肉は赤みを帯び、適当な歯応えがあつてうま味に富む。鍋料理にも、フランス料理にも適している。

○系統豚（雌系繁殖豚）山形県立養豚試験場作出、平成6年3月認定 名称：「ヤマガタL」 繁殖の特徴：産子数が安定し、連産性が良い。離乳頭数が多く、子豚の育成率高い。泌乳性に優れ、子豚の発育が良い。産肉の特徴：発育が良好で、揃っている。脂肪の付着が適度である。ロースの太さが大きく、揃っている。

（山形県畜産技術連盟 小松 文嗣）

## 社団法人全国乳質改善協会

### 1. 設立の経緯

社団法人全国乳質改善協会は昭和42年8月に設立され、同年11月に社会法人の許可を得ております。昭和40年加工原料乳生産者補給金等暫定設置法（不足払い法）が制定され、指定生乳生産者団体による生乳の一元出荷多元販売という制度が発足いたしました。この一元集荷多元販売の仕組みの中では、乳業者が良質な生乳を確保するために、育成した従来の集乳地盤の生乳が自社の工場に入る保障はないわけです。この結果は、乳業者は生産者に対する従来の乳質改善の助成を止め、生産者は乳質改善に対する意欲を失い、乳質の低下を来すことが憂慮されました。現に、不足払い法執行後、生乳中の細菌数が多くなる傾向がみられました。

このような乳質の低下は、生産者、乳業者双方にとって損失であり、協力して乳質改善を推進するための組織として当協会が設立されました。

### 2. 会員

当協会は、昭和42年に中央酪農会議及び都道府県指定生乳生産者団体を会員として設立されたが、平成3年度に定款の変更を行い県一円を事業区域とする生乳検査協会等を正会員に加えるとともに、畜産振興事業団が出資会員として入会した。この結果、現在の会員は出資会員1、都道府県指定生乳生産者団体46、道県生乳検査協会（家畜畜産物衛生指導協会を含む）16、酪農関係中央団体4、合計67会員です。このほかに、賛助会員として酪農・乳業関係の中央団体、乳業者などの協力を得ております。

### 3. 業務の概況

#### 1 乳質改善指導

当局は、①生乳の品質の改善向上、検査に関する指導及び調査、②指定生乳生産者団体が行う乳質改善事業に関する相互の連絡調整、③生乳の品質向上についての情報収集を主な事業としており、乳質改善指導の基礎的勧告を行っております。生産者に対する直接の指導は、指定生乳生産者団体が担当することにしております。

多くの学識経験者のご協力を得て、衛生的乳質の改善、成分的乳質の向上対策、乳房炎の防除対策、さらには、生乳の評価方法、生産環境衛生の改善を含めた総合的評価等について問題点を整理し提言を行っております。指定生乳生産者団体もこれらの提言を採用しており、乳質改善指導についてはおおむね全国統一した方針が取られているものと考えております。

#### 2 測定機器の精度管理

能率の良い生乳の検査機器が開発され、殆どの検査に光学式の検査機器が用いられています。その数は検査期間で140カ所、機械の台数は、成分測定器を初めとして約2百数十万台が使われています。当協会は財団法人日本乳業技術協会と協力して、校正のための標準資料を配布するとともに、春秋2回共通試料によるクロスチェックを実地して測定機器の測定精度維持をに努めております。

この事業によって検査機器の検査精度が維持され、生乳検査に対する関係者の信頼を得ております。

（常務理事 酒井 格）

## 21世紀も間近か



平成7年もあつという間に過ぎ、新しい年を迎えたが、21世紀もいよいよ秒読みの段階である。

1990年代は、まだ半ばであるが、畜産にとってみても大きく国際化が進展している時期のように思える。90年代前半は、91年4月から牛肉の輸入が自由化され、我が国の畜産に種々の影響を及ぼした。一方、牛肉の消費は大きく拡大しており、最近においても非常に高い消費の伸びがみられる。また、90年代後半は、URの新しい貿易ルールの下で、乳製品の関税化等が95年4月から実施された。UR合意の実施は、牛肉の輸入自由化の時程の影響を及ぼすことはないものとみられる。なお、この合意に基づき、牛肉と豚肉で緊急措置が確保されたが、さっそく、両部門とも今年度に発動された。牛肉については冷凍牛肉について、7年度第1四半期の輸入数量が発動基準数量を超えたため、8月1日から発動し、関税が50%に引き上げられた。また、豚肉については第2四半期までの累計輸入数量が、発動基準を超えたため、11月1日から発動され、基準輸入価格が引き上げられた。

国際化がますます進展し、21世紀には農産物についてもますますボーダーレス化することも予想されるが、国内生産については、そのメリットを活かしつつ、可能な限りの生産の効率化を図っていくことが求められよう。食料の輸入大国が、将来的にも各国から歓迎されることには一定の疑問を持つ人が多いことも年頭に置かねばならないのでは。

経済成長が絶対的価値であった1972年に、

社会への警告を目的とした「成長の限界」という本が出版され、話題を呼んだ。内容は、世界人口や工業化など現在のような成長を続ければ、今後100年間のうちに地球上の成長は限界に達すると予想され、但し、これまでのような成長傾向を改めれば、遠い将来にかけて持続可能な生態的・経済的安定状態を確立することも可能であるというものであった。この本自体には、賛否両論があったが、地球環境に関する国際的な取組みなどの出発点にもなったようである。

この本を手がけたスタッフが、20年経過した時点でその見直しを行い、数年前に公表している。それによると、この20年間で、様々な分野で成長傾向が改まらず、自然破壊など事態は20年前よりも深刻化しているらしい。従って、物質やエネルギーのフローを大幅に削減しない限り、1人当たり食料生産量やエネルギー消費量などは何10年か後には制御できない形で減少傾向を余儀なくされる。但し、物質の消費や人口を増加させるような政策や慣行を大幅に改め、原料やエネルギーの利用効率を速やかに改善すること等により、この減少を避けることは可能であり、そのためには、公平さ、生活の質などに対する認識を改めることも必要であると主張している。

こうした分析に対する認識は、千差万別であろうが、このような問題を真剣に受け止め、それぞれの立場で努力している人も多いのは事実である。

(夢追い人)

# たより



## 地方だより

### 茨城県

#### ○第6回世界湖沼会議 霧ヶ浦'95の開催

平成7年10月23日～27日の5日間、つくば、土浦両市において「人と湖沼の調和—持続可能な湖沼と貯水池の利用を目指して—」をテーマに、約70の国や地域から8200人が参加して「第6回世界湖沼会議」が開催されました。

会議では、記念講演、基調講演、7つの分科会での425題にのぼる口頭やポスターによる論文発表、また湖沼の抱えている主要な課題に対する意見発表やパネルディスカッションをする「霧ヶ浦セッション」等、研究者、行政担当者、市民、企業が同じ舞台に立ち、21世紀にむけて湖沼の保全と持続可能な利用について、活発な討議が行われました。

元東大農学部教授田淵俊雄氏の基調講演では、湖沼・貯水池の過栄養化が進行しているが、それは人間活動が起こした環境破壊の象徴的な事象であり、過栄養化の原因は、湖沼の窒素やリンなどの栄養塩類の増大によるもので、流域からの流入にあるとしている。過栄養化を防ぐためには、工業事業所や生活排水さらに畜産、水産養殖、農業による付加量の削減が必要である。

畜産においては、家畜ふん尿の堆肥化や農業利用、それに適正な飼育頭数、施肥密度、さらに土地利用制度など単なる汚水処理では済まされない対策が必要である。

(畜産課 矢口長彦)

### 和歌山県

#### ○「くろしお牧場」竣工について

平成7年9月1日、和歌山県西牟婁郡すさみ町畜産試験場内に「くろしお牧場」が完成、仮谷志良県知事以下、県議会議員、関係各団体の出席のもと盛大に竣工式が行なわれました。

本牧場は、本県特産の熊野牛(高品質黒毛和牛)やPCR法で雌雄判別した乳牛(スーパーカウ)の受精卵を酪農家の乳牛に移植し、生産された子牛を引きとり哺育・育成し、和牛は熊野牛繁殖農家に、乳牛は酪農家に譲渡し、熊野牛繁殖基盤充実と乳牛の資質向上を図ります。

なお、本牧場の草地面積は4.35ha、管理道路1,075m、牧柵1,948m、牛舎475㎡で供卵牛17頭、育成牛25頭飼養予定で、草地には、白クローバ、トールフェスク、ペニアライグラス、バヒアグラスを播種し、将来は県民いきいこの場としての活用も期待されています。

(和歌山県畜産技術連盟

伊丹哲哉)

### 山口県

#### ○アイガモの肥育と肉の加工

豊浦郡菊川町では、レインボー稲作研究会(会員20名)が米の無農薬栽培の1方法として約7haの水田にアイガモ水稲同時作を行って、米は消費者に「アイガモ米」として人気が出ている。

アイガモは、水田から引き上げた後の処理が課題で、直ちに販売が困難なため近くのビニールハウスに移動して8月下旬から10月下旬まで、1200羽を豆腐粕や野菜屑を与えて肥育しているが、現在、県畜産試験場において飼料給与、肥育期間、加工等の方法について検討して貰っている。

当面、肥育終了後の利用については同町の生活改善グループが農業改良普及センターの指導を受けてソーセージや燻製品づくりに挑戦している。年末にはこれらの試作品や美味しい鴨鍋・鴨汁が食べられるものと、肥育と加工の成果に期待が高まっている。

(山口県西部家畜保健衛生所

宗綱良治)

出荷で今までの苦勞が水の泡！  
なんてことにならないように

# 生まれた **ルビックス S** は

出荷用ルーメンバイパス混合飼料



●包装規格  
400gアルミ袋×10袋  
ダンボール箱入り(経口投与器付き)

こんなに

- 肉色をおとさない
- きめ・しまりをおとさない
- 出荷牛の歩留まり向上
- 羔牛輸送ストレスを軽減できる

素晴らしい！

だから

- うまく与えれば出荷も安心
- 上手な使い方があります
- 詳しくは下記までご相談ください



大切に育てた  
あなたの牛が  
その実力どおりに  
評価されます。

JAグループ

供給 **農協** **全農** 経済連

製造販売 **株式会社 科学飼料研究所**

●お問い合わせは **株科学飼料研究所**  
本社 ☎03-3258-1891  
札幌事業所 ☎011-214-3656 東北事業所 ☎0196-92-1371 関東事業所 ☎0273-46-9079  
西日本事業所 ☎0791-66-0811 九州事業所 ☎0982-53-5661 南九州事業所 ☎0994-82-3044

## 人材登録事業に是非ご参加を！

●畜産分野における技術協力の要請は着実に増大するばかりでなく、その内容も多様化しております。(社畜産技術協会としては、畜産に携わっている技術者の皆様方に、海外技術協力に対するご理解を一層深めていただくとともに、自ら派遣専門家として海外に赴き、より多くの開発途上国の人々と技術交流を通じた相互理解を深め、さらにその体験をもとに日本の畜産の発展に貢献していただければと思っております。

●(社畜産技術協会は、畜産に関する国際協力を事業目的の一つとしており、海外派遣のための人材登録の業務を行っています。

海外での畜産技術協力に参加したい方々、将来参加しようと考えている方々には是非登録されることをお奨めします。

●具体的には「海外における畜産技術協力専門家派遣についての意向調査票」に記入いただき、当会にご提出いただければ登録されます。調査票については、下記にお問い合わせ下さい。

社団法人 畜産技術協会

〒113 東京都文京区湯島 3-20-9 綿羊会館内

Tel.03-3836-2301(代表) Fax.03-3836-2302