昭和33年5月26日　第3種郵便物認可
平成16年3月1日発行（毎月1回1日発行）586号
ISSN 0389-1348

畜産技術

LIVESTOCK TECHNOLOGY 2004.3

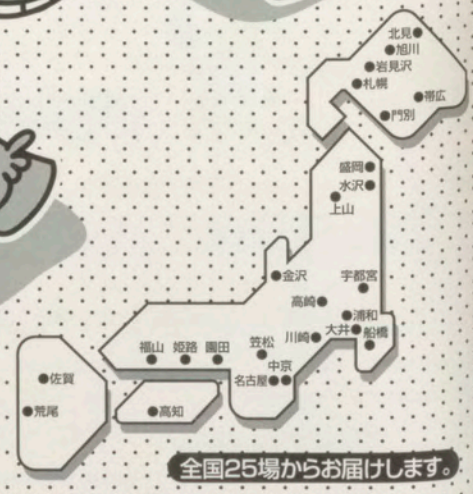
水を運ぶH'Mong族の少女と小型在来馬（ベトナム）　（撮影：畜産草地研究所　古川　力）

提言　「知」の時代を動かす畜産技術と畜産業 — 1
研究レポート1　ルーメン真菌の機能と役割 — 2
研究レポート2　バイオプシー胚のガラス化保存のための保存液組成の比較 — 6
技術情報1　肉用牛用混合飼料の栄養価評価技術 — 9
技術情報2　水田における放牧と稲作の輪換利用技術 — 13
研究所だより　「人と牛と環境にやさしい酪農」に向けて：北海道立根釧農業試験場 — 17
連載　主要家畜品種成立史（15）デイリーショートホーン — 19
海外情報1　非定型BSEをめぐる状況 — 22
海外情報2　第3回国際牧草芝草分子育種シンポジウムの概要 — 26
国内情報　牛の親子判定へのDNA解析技術の利用 — 30
地域の動き　仲良し女性グループの堆肥で町づくり実践記録（高知県） — 34
文献情報 — 36
用語解説　パピローマ（乳頭腫） — 37
海外統計　マラウイの畜産 — 38
国内統計　平成15年牛乳生産費調査結果の概要 — 39
会員だより　神奈川県畜産技術協会 — 40
会員だより　財団法人　畜産近代化リース協会 — 41
百舌鳥　投書をお待ちします — 42
地方だより — 43
協会だより — 12・44
学会・研究会・シンポジウム等のお知らせ — 16
平成16年度予算概算決定の重点事項（生産局：畜産関係）・（消費・安全局：家畜衛生関係） — 45
今月の表紙 — 25
グラビア　研究所だより／地域の動き

社団法人　畜産技術協会

Enjoy 地方競馬

馬の数だけ夢がある



NAR 地方競馬全国協会

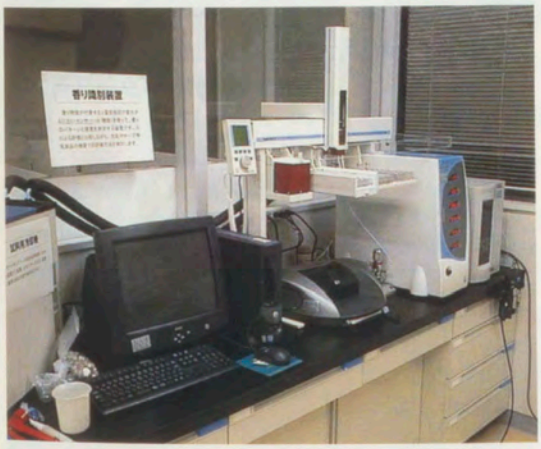
地方競馬の収益金を活用して全国の畜産の振興のために補助金を交付しております。

「人と牛と環境に
やさしい酪農」に向けて

北海道立
根釧農業試験場

新研究庁舎の全景

搾乳ロボット（自動搾乳装置）



香り成分分析装置

低コスト・個別型バイオガス・プラント

フリーストール牛舎に設置された
自動計量器付飼槽と自動給餌装置

代謝試験装置

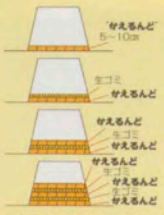
仲良し女性グループの堆肥で町づくり実践記録（高知県）

生ゴミ分解促進剤「かえるんど」と
花に囲まれたヤングスマイルクラブのメンバー

「かえるんど」の利用を説明するクラブ員

●生ゴミ処理容器を利用して

① "**かえるんど**" を底に5～10cmの厚さで敷きつめます。
②生ゴミの水分をよくきり①の上に均一に広げます。
③生ゴミ重量の2～3割の "**かえるんど**" を②の上にふりかけます。
④その後は②～③のくり返しで**かえるんど**＋生ゴミ＋**かえるんど**…とサンドイッチ状に使用して下さい。
⑤生ゴミ処理器が満杯になった後、1ヶ月もすると良質の堆肥ができあがります。（生ゴミ処理器はとなりに移動して①～④をくり返します。）



「かえるんど」を使った生ゴミ堆肥の作り方

生ゴミ堆肥での野菜づくり

第１回生ゴミ堆肥コンテストの花作りの部の会場

第１回生ゴミ堆肥コンテストの堆肥の部の会場

提言

「知」の時代を動かす畜産技術と畜産業

佐藤　英明
（さとう　えいめい）
東北大学大学院農学研究科教授
日本繁殖生物学会理事長

畜産というと牧歌的な産業と捉えられる。しかし、畜産は多くの技術によって動かされ、さらに生殖細胞の操作や体細胞クローン技術など新しい技術をつぎつぎに生み出し、今や、最先端科学を担う一つの母体に成長したと私は考えている。また、生み出された技術は、食糧としての家畜の生産のみならず、医薬品やヒトへ移植可能な臓器の生産、ヒトの不妊治療、希少動物の増殖あるいは生命科学の基礎研究にも影響を与えている[1)]。畜産は科学のフロンティアを担っている。フロンティアの可能性を最大限に追求することが、わが国を発展させる原動力になる。

一方、長い歴史にわたって、飢餓や栄養不足に苦しむ多くの人々を救い、健康で力強いヒトを生み出し、進化させてきた畜産物の役割は、未来永劫、変わることはないだろう。人畜共通感染症、環境汚染など畜産には逆風もあるが、困難な状況に耐え、反省すべき点は反省し、地道に技術開発を行うことが、人々に支持される強固な畜産業を生み出すことになる。

さらに、畜産は技術のみではなく、文化や人々の心にも影響を与える産業である。ヒトは生きるために食事をする。しかし、人々にとって食事はただ食べ、エネルギーを摂取するだけのものではない。また、みた目の美しさ、おいしさを追求するにとどまらない。食材は、食材を生み出す地域の自然と文化を消費者に伝える役割をもっている。各地で銘柄家畜をつくる動きが広がっているが、この動きは目的を明確にすることによって着実に成果を収めるだろう。地域の自然と文化を家畜を通して細やかに発信することが、新しい文化の創造につながる。

また、畜産は、家畜の生命を殺めることを前提とする産業である。殺生を忌み嫌い、肉など食しない人々もいる。このような人々の心と対峙する努力は、畜産をより洗練された産業に成長させるとともに、殺生に対する日本人の独特な心をより深化させることにつながるだろう。

21世紀は「知」の時代といわれる。畜産技術と畜産業の現状を踏まえ、今回述べた技術開発への挑戦、文化の創造、日本人の心との対峙を強く意識することにより、畜産技術と畜産業は「知」の時代を動かすフロントランナーになりうると私は考えている。

参考文献

1. 佐藤英明：アニマルテクノロジー，東京大学出版会（2003）

研究レポート1

ルーメン真菌の機能と役割

松井　宏樹
（まつい　ひろき）
三重大学
生物資源学部

1．はじめに

ルーメン真菌（以下：真菌）は細菌・古細菌・プロトゾアと共に、ルーメン微生物生態系を構成する微生物の１グループである。この真菌は、現在知られている唯一の絶対嫌気性真菌で、草食動物の消化管に生息し、家畜および野生の反芻動物やロバ、ウマ、カンガルー、ゾウ、ラクダ、サイなど反芻動物以外の草食動物からも単離されている（表１）。このように様々な草食動物に分布していることから、真菌が草食動物や草食性と密接な関係にあることは容易に想像できる。反芻動物は植物細胞壁分解能を持った微生物をルーメン内に住まわせることで草食性を獲得しているが、真菌も細胞壁分解能を有する微生物である。ルーメン内の粗飼料片を顕微鏡で観察すると、断面に真菌の遊走子嚢が多数付着している様子を見ることができる。これらのことから、真菌とルーメンの主要な機能である細胞壁の分解との関連について注目を集め、数多くの研究がなされている。また、非常に活性の高いセルラーゼを生産すること[1]から、細胞壁関連酵素の研究も数多くなされている。本稿ではルーメン内における真菌の機能と役割について概説する。

表１　ルーメン真菌の分離源

反芻動物	反芻動物以外の草食動物
ウシ科	ラクダ科
ヒツジ（*Ovis aries*）	ヒトコブラクダ（*Camelus dromedarius*）
ヨーロッパ牛（*Bos taurus*）	フタコブラクダ（*Camelus bactrianus*）
インド牛（*Bos indicus*）	ビクーニャ（*Vicugna vicugna*）
ヤギ（*Capra hircus*）	リャマ（*Lama glama*）
バーバリーシープ（*Ammatragus lervia*）	
ガウル（*Bos gaurus*）	奇蹄類・長鼻類
ジャコウウシ（*Ovibos moschaturs*）	ウマ（*Equus caballus*）
ムフロン・ゲンヨウ（*Ovis ammon musimon*）	ロバ（*Equus asinus*）
アジアスイギュウ（*Bubalus arnee*）	シマウマ（*Equus spp.*）
アラビアオリックス（*Oryx leucoryx*）	インドゾウ（*Elephas maximus*）
ブルーダイカー（*Cephalophus monticola*）	アフリカゾウ（*Loxodonta africana*）
ボンゴ（*Taurotragus euryceros*）	クロサイ（*Diceros bicornis*）
ネジレツノレイヨウ（*Tragelaphus strepsiceros*）	インドサイ（*Rhinoceros unicornis*）
ローンアンテロープ（*Hippotragus equinus*）	
	齧歯類
シカ科	マーラ（*Diplochotis patagonum*）
アカシカ（*Cervus elephus*）	モルモット（*Cavia aperea*）
インパラ（*Aepyceros melampus*）	
トナカイ（*Rangifer tarandus*）	カンガルー科
キバノロ（*Hydropotes inermis*）	ハイイロカンガルー（*Macropus giganteus*）
	ワラルー（*Macropups robustus*）
	アカクビワラビー（*Macropus rufogriseus*）
	オグロワラビー（*Macropus bicolor*）

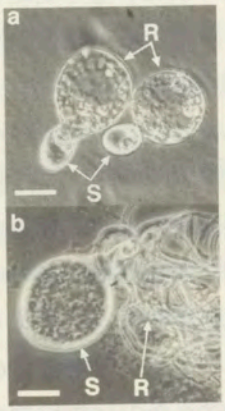
2．ルーメン真菌の概要

真菌は鞭毛菌亜門ツボカビ菌綱ネオカリマスチクス目ネオカリマスチクス科に分類されている。その下に*Neocallimastix*、*Piromyces*、*Caecomyces*、*Orpinomyces*、*Anaeromyces*の5属が確立され、これまでのところ17種が知られている[2]（表2）。図1に特徴的な形態の二つの真菌の顕微鏡写真を示す。図のaは*Caecomyces*属の真菌で、球状の仮根（R）を形成することが大きな特徴であり、bは仮根状菌糸体を発達させる*Neocallimastix*属の真菌である。*Caecomyces*属以外は*Neocallimastix*属のように高度に発達した菌糸体を形成する。真菌は遊走子嚢（S）の中で遊走子を形成し、成熟した遊走子は遊走子嚢から放出された後、鞭毛により液相を遊泳する。遊走子は可溶性糖類に対して正の走化性を示すことが知られており、摂取された牧草などの飼料片から溶出した糖類を感知しながら遊泳し、飼料片へたどり着くと考えられている。

先に述べたように、真菌は絶対嫌気性の微生物であり、草食動物の消化管内という嫌気環境の中で生息している。これまでのところ、他の環境からは単離されていない。真菌は生後10日後にルーメン内に出現し[3]、成獣ではルーメン内容物1 ml中に10^3～10^6個程度の密度に達する。また、ルーメンのみならず消化管全体に分布し、第2胃・第3胃・第4胃・小腸・大腸の各内容物や糞の中に培養可能な状態で存在することが知られており、表3に示すような密度で存在している[4]。驚くべきことに、pHがかなり低いにも関わらず、第4胃でも比較的密度は高い。菌体密度は飼料の組成によって影響され、一般に、粗飼料主体の飼料を与えた場合、真菌の密度は高く保たれ、濃厚飼料主体の場合では低くなる傾向がある。ただし、適量の濃厚飼料を粗飼料に添加すると、粗飼料のみの場合よりも菌密度は高くなる。これは濃厚飼料の添加によりエネルギーレベルが高まることや、増殖を促すような成分が増えることで、菌密度を高く維持できるからであると思われる。

表2　ルーメン真菌の種類と形態的特徴

属およびその形態的特徴	種名
Neocallimastix	*frontalis*
単心性	*patriciarum*
遊走子の鞭毛は多数	*huleyensis*
仮根状菌糸体	*variabilis*
Piromyces	*communis*
単心性	*mae*
遊走子の鞭毛は1本	*dumbonicus*
仮根状菌糸体	*rhizinflatus*
	minutus
	spiralis
	citronii
Orpinomyces	*joyonii*
多心性	*intercalaris*
遊走子の鞭毛は多数	
仮根状菌糸体	
Caecomyces	*communis*
単心性あるいは多心性；	*equi*
遊走子の鞭毛は1本	
球状の仮根	
Anaeromyces	*mucronatus*
多心性	*elegans*
遊走子の鞭毛は1本	
仮根状菌糸体	



a. *Caecomyces* sp.、b. *Neocallimastix* sp.
S；遊走子嚢、R；仮根、スケールは20 μm

図1　ルーメン真菌の顕微鏡写真（京都府立大学農学部牛田一成先生のご好意による）

表3 ウシ消化管各部位および糞中におけるルーメン真菌密度Thallus Forming Unit/g内容物）

部　位	pH	密　度
第1～2胃	5.7～6.7	10^{4-5}
第3胃	6.3～6.6	10^{4-5}
第4胃	3.3～4.9	10^{3-4}
小　腸	5.7～7.0	10^{2-4}
盲　腸	6.7～7.0	10^{3-4}
大　腸	6.6～6.9	10^{3-4}
糞	6.5～6.9	10^{3-4}

3．ルーメン内における真菌の役割

①草食動物に広く分布すること、②牧草を40～70%程度分解できること、③活性の高い植物細胞壁分解酵素群を生産すること、などから真菌はルーメン内における植物細胞壁の分解に対して重要な役割を持つことが示唆されている。

真菌が植物組織上でコロニーを形成して仮根を発達させると、組織の物理的強度が低下して飼料片の崩壊が促進されることにより、細胞壁分解が促進されると考えられている。真菌は細胞壁分解の初期段階でヘミセルロースに富む2次細胞壁を好んで利用し、後にセルロースが多く含まれる1次細胞壁を分解利用することが示唆されている。ヘミセルロースは構造が複雑であり、またリグニンと結合していることから、比較的分解されにくい成分である。真菌によって細胞壁分解の初期段階でヘミセルロースが多く分解されることでセルロースが露出すれば、他の繊維分解性のルーメン微生物による分解も促進されるであろう。

真菌は厚壁組織や木部など、リグニン化した組織へ好んでコロニーを形成するようである。真菌は世代時間が比較的長いため[6]、分解されにくく比較的長時間滞留するような飼料片上で生育したほうが、ルーメン内で定着するためには都合が良いと考えられる。ほとんどの真菌はペクチン分解酵素の生産能を持っていない。ペクチンは細胞間充填物質であり、組織構造の維持に重要である。真菌にペクチン分解能が欠如していることは、付着した組織の構造を崩さないようにして、ルーメン内で長時間滞留するための戦略であるという見方ができる。抗真菌剤を投与してヒツジのルーメンから真菌を除去すると、繊維の消化率と飼料摂取量は有意に減少し、その後真菌を再接種すると消化率や摂取量はもとのレベルに回復することが報告されている。一方で、真菌を除去すると繊維の消化率が上がるという正反対の結果も出ている。このように矛盾する結果が得られているのは、真菌は植物細胞壁の分解速度と、ルーメン内における滞留時間の確保との間にバランスをとる必要があるからではないかと思われる。つまり細胞壁の分解速度が高すぎては付着した飼料片がルーメンから早く流出してしまうので定着できず、反対に低すぎれば生育速度が低下し、他の微生物との競合に負けてしまい生存できなくなる。真菌は両立できるポイントを保ちながら生息しているのであろう。このポイントというのは、必ずしも真菌による細胞壁分解に対する貢献度が最大になるところではないので、これまで一致した結論が得られていないのではないかと考えている。しかしながら、真菌の細胞壁分解能を考えると低品質の粗飼料を多給するような飼養条件ではルーメン内における細胞壁分解に対する貢献度は高いと考えられる。

真菌の生産するセルラーゼの比活性が非常に高いことが報告[1]されてから、真菌の細胞壁分解酵素が注目されるようになった。これまで酵素学的な研究や、遺伝子解析が数多く行なわれてきている。真菌は、セルラーゼやキシラナーゼなどの繊維分解酵素群、β-グルコシダーゼ、α-L-アラビノフラノシダーゼなどのグリコシダーゼ群、アセチルキシランエステラーゼ、パラクマロイルエステラーゼ、フェルロイルエステラーゼなどのエステラーゼ群を生産する。ただし、先に述べたように、ペクチン分解酵素を生産する真菌はほとんどいない。このように、真菌は多様な細胞壁分解関連酵素を生産する能力を持っているため、基質の変化に対して適応能力が高い

と考えられる。繊維分解能の高い細菌の一部にセルロソームと呼ばれる酵素複合体を生産するものがいる。細胞壁の分解に必要な種々の酵素で構成されていることや、複合体の骨格となるタンパク質や酵素タンパク質に炭水化物結合能を示す領域があるなど、セルロソームは細胞壁を効率よく分解することに適した機構を持つ。真菌もセルロソームを生産することが明らかとなり[5]、真菌が高い細胞壁分解能を示す理由の一つであると考えられている。ルーメン内における細胞壁分解に対する真菌の貢献度を推定するには、セルロソームについてさらに詳しく研究し、真菌による細胞壁分解のメカニズムを明らかにする必要があるだろう。

4．細胞壁分解における相互作用

ルーメン微生物生態系では、多種多様な微生物が高密度で生息しているため、微生物間の相互作用が存在することは明らかである。ルーメン内のような非常に複雑な微生物生態系で、ある微生物の機能や役割を知るためには、相互作用を明らかにすることが重要である。ここでは細胞壁分解過程における、真菌と他のルーメン微生物との間にある相互作用について述べる。

真菌とメタン生成菌の共培養系は、真菌の純粋培養系よりも有意に高い繊維の分解率を示す[7]。真菌は代謝産物としてギ酸や水素を生成する。一方、メタン生成菌はギ酸あるいは水素を利用してメタンを生成し、その過程でエネルギーを獲得する。両者の共培養系では、真菌の代謝産物はメタン生成菌によって消費されるので蓄積せず、代謝産物抑制が起こらないため、真菌の生育や繊維の分解が促進されるのである。真菌の仮根にメタン生成菌が付着しているところがよく観察されているので、両者の共培養系で得られる結果は、ルーメン内におけるイベントをよく反映しているものと思われる。

ルーメン細菌の生産するある種のタンパク質は真菌によるセルロース分解を抑制する[8, 9]。このタンパク質はセルラーゼ複合体の形成や基質との結合を妨げたり、セルラーゼの立体構造を変化させたりすることで、真菌によるセルロース分解を抑制すると推定されている。大型の繊毛虫が飼料片に付着した真菌の遊走子や胞子嚢を捕食している姿が電子顕微鏡により観察されており、繊毛虫は真菌の密度に直接影響を与えると考えられている。

5．おわりに

真菌に関する研究は数多くなされているが、未だに生態や機能について不明な点が多い。真菌の機能や役割を明らかにするためには、遺伝子から生態まで、幅広く研究する必要がある。植物組織あるいは細胞内に侵入して植物体の成分を分解することから、真菌は植物病原性糸状菌や木材腐朽菌と対比することができる。このような観点から研究を行なえば、興味深い結果が得られるのではないかと考えている。

参考文献

1. Wood,T.M., et al. : FEMS Microbiol. Lett., 34, 37-40(1986)
2. Trinci,A.P.J., et al. : Mycol. Res., 98, 129-152(1994)
3. Fonty,G., et al. : J. Gen. Microbiol., 133, 1835-1843(1987)
4. Davies,D.R., et al. : J. Gen. Microbiol., 139, 1395-1400(1993)
5. Raghothama,S., et al. : Nat. Struc. Biol., 8, 775-778(2001)
6. Lowe,S.E., et al. : J. Gen. Microbiol., 133,1815-1827(1987)
7. Joblin,K.N., A.G.Williams : Lett. Appl. Microbiol., 12, 121-124(1991)
8. Bernalier,A.G., et al. : J. Gen. Microbiol., 139, 873-880(1993)
9. Kopecny,J., et al. : Lett. Appl. Microbiol., 23, 199-202(1996)

研究レポート2

バイオプシー胚のガラス化保存のための保存液組成の比較

福見　善之
（ふくみ　よしゆき）
徳島県立農林水産総合技術センター畜産研究所、共同試験参加８機関代表*

１．はじめに

牛胚の性判別技術はPCR法やLAMP法の応用により実用化段階になっている。胚から性判別用試料をバイオプシー（生検）で採取すると、胚の耐凍性が低下し、その結果、移植後の受胎率が低下する。近年開発されたガラス化保存法について、各試験研究機関が胚をガラス化液に浸漬するときの温度や時間などの平衡条件および融解時の耐凍剤の除去方法を改良し、これにより胚の生存性が向上した。さらに、超急速ガラス化法も開発され、胚の高い生存性が得られるようになった。

平成10年度にスタートした「受精卵移植普及定着化事業（雌雄産み分け型）の性判別胚の凍結保存技術の開発」では、共同試験参加機関が「ガラス化保存法」を統一課題として、共通した手法で取り組んでいる。本稿では、平成13年度[1]につづき、平成14年度に行なった成績から、雪印・宮崎のガラス化（VSED）保存法と㈱家畜改良センターが開発したガラス化（GESX）保存法の比較検討について報告する。

２．試験方法

１）供試胚：過剰排卵処理を行なった牛から回収し、性判別を目的として細胞試料をバイオプシーで採取した後の胚のうち、A、A'およびBランクのものを供試した。

２）胚の発育ステージ：後期桑実期胚（CM）、初期胚盤胞期胚（EB）、胚盤胞期胚（BL）、拡張期胚盤胞期胚（ExB）の４発育ステージに分類した。

３）性判別胚のランク分け：

（1）凍結前（バイオプシー・修復培養後）：次の４段階に分け、A～Bの胚をガラス化凍結保存に供試した。

A：胞胚腔の再形成（＋）、輪郭が明瞭でほとんど変性部位なし

A'：胞胚腔の再形成（＋）、輪郭が明瞭で変性部位が10%以下

B：胞胚腔の再形成（＋）、輪郭が明瞭で変性部位が10%以上

C：胞胚腔の再形成（－）

（2）凍結後（凍結融解・培養後）：次の４段階に分け、A～Bを生存胚とし、その一部を移植に用いた。

A：凍結前の形態を維持し、肉眼的に発育が認められ、形態が良いもの

A'：一部細胞の脱落があるが、肉眼的に発育が認められ、形態が良いもの

B：一部細胞の脱落があるが、肉眼的に発育が認

められ、形態に難あるもの

C：一部細胞の脱落があるが、肉眼的に発育が確認できず、形態は維持されているもの

4）性判別胚の凍結保存・融解方法：次の2方法の凍結保存・融解について検討した。性判別用試料をバイオプシーした後の胚の凍結・融解前後について、胚の生存性と胚移植後の受胎成績を、胚の発育ステージと胚の状態ランク別に検討した。

(1)雪印・宮崎法によるガラス化(VSED)保存

25%エチレングリコールと25%DMSOを含むVSEDガラス化液を用いた。胚を50%VSEDガラス化液中に入れ、室温で1分間平衡を行なった。この胚をVSEDガラス化液で平衡してからストローを封入するまでの処理時間は30秒間にした。次に、ストローを液体窒素容器の上に2分間おいて予備冷却した後に、液体窒素内に投入した。融解は、凍結保存胚を37.5℃の保温した4%と2%グリセリン溶液および無グリセリン融解液に各2分間づつ入れて行なった。次いで、20%FCSと100μモルβMEを含むTCM199培養液内で、5%CO_2下、38.5℃で3～5時間培養後、生存していると判定されたBランク以上の胚を移植に用いた。

(2) 家畜改良センターの開発したガラス化（GESX）保存法

表1に示したように、グリセリン、エチレングリコール、ショ糖、キシロース、ポリエチレングリコールの濃度をそれぞれ変えたGESXガラス化液（VS1、VS2、VS3）を用いて検討した。胚を室温においてVS1、VS2でそれぞれ5分間づつ平衡後、VS3に入れてからストローを封入し、液体窒素に投入した。VS3に入れてから液体窒素投入までの処理時間は1分以内にした。融解は凍結保存胚を室温で、0.5Mショ糖と0.25Mショ糖にそれぞれ5分間入れて行なった。次いで、(1) と同様に培養後、生存性を判定し、Bランク以上の胚を移植に用いた。

表1　ガラス化溶液（組成）

	GLY	EG	Suc	Xyl	PEG (w/v)
VS1	10%	—	0.1M	0.1M	1%
VS2	10%	10%	0.2M	0.2M	2%
VS3	20%	20%	0.3M	0.3M	3%

注）GLY：グリセリン、EG：エチレングリコール、Suc：蔗糖、Xyl：キシロース、PEG：ポリエチレングリコール

3．成　績

雪印・宮崎のガラス化（VSED）保存法と㈱家畜改良センターが開発したガラス化保存法（GESX）について、凍結胚の融解処理後の生存性と受胎性の成績を表2、3に示した。胚の生存率は両区ともに高く、VSED区が74.3%、GESX区が86.9%であり、有意差はなかった。また、移植後の受胎率はVSEDが35.3%、GESXが30.6%で両区の間に有意差はなかった。

次に、ガラス化保存前の胚の発育ステージと胚の状態のランク別についての受胎率を表4、5に示した。VSED法ではEBからExBまでの発育ステージの胚の受胎率が高く、GESX法ではBL胚の受胎率が高い傾向はあったが、統計上の有意差はなかった。胚の状態のランク別の受胎率では、VSED法ではA、A'ランク胚の受胎率が、GESX法ではAランク胚の受胎率が、それぞれBランク胚に比較して有意に高かった。

ガラス化保存と融解処理の間で起こる胚の発育ステージと胚の状態のランクの変化、およびその受胎率を表6、7に示した。これらに

表2　凍結保存方法別における融解処理後の胚の生存性

凍結方法	融解胚数	生存胚数	死滅胚数	胚なし	生存率(%)
VSED	109	81	25	3	74.3
GESX	107	93	14	0	86.9

表3　凍結保存方法別における受胎成績

凍結方法	移植頭数	受胎頭数	受胎率(%)
VSED	68	24	35.3
GESX	62	19	30.6

表4　ガラス化保存前のステージ別受胎率

ガラス化方法	発育ステージ	移植頭数	受胎頭数	受胎率(%)
VSED	CM	26	7	26.9
	EB	20	9	45.0
	BL	21	7	33.3
	ExB	1	1	100.0
	(計)	68	24	35.3
GESX	CM	22	5	22.7
	EB	19	4	21.1
	BL	16	10	62.5
	ExB	5	0	0
	(計)	62	19	30.6

表5　ガラス化保存前のランク別受胎率

ガラス化方法	ランク	移植頭数	受胎頭数	受胎率(%)
VSED	A	35	15	42.9[a]
	A'	17	8	47.1[a]
	B	16	1	6.2[b]
	(計)	68	24	35.3
GESX	A	31	13	42.0[a]
	A'	19	4	21.1[ab]
	B	12	2	16.7[b]
	(計)	62	19	30.6

(※異符号間に有意差あり)

表6　ガラス化保存前と融解処理後のランクの変化による受胎率

ガラス化方法	ランク(前～後)	移植頭数	受胎頭数	受胎率(%)
VSED	A～A	13	7	53.8
	～A'	12	4	33.3
	～B	10	4	40.0
	～C	5	1	20.0
	A'～A'	11	7	63.6
	～B	1	0	—
	B～B	14	1	7.1
	～C	1	0	—
	～A	1	0	—
	(計)	68	24	35.3
GESX	A～A	18	9	50.0
	～A'	9	2	22.2
	～B	7	3	42.9
	A'～A'	11	3	27.3
	～B	5	0	—
	B～B	11	2	18.2
	～A	1	0	—
	(計)	62	19	30.6

表7　ガラス化保存前と融解処理後のステージの変化による受胎率

ガラス化方法	ステージ(前～後)	移植頭数	受胎頭数	受胎率(%)
VSED	CM～CM	9	1	11.1
	～EB	14	5	35.7
	EB～EB	20	8	40.0
	～BL	3	2	66.7
	～ExB	1	1	100.0
	BL～BL	19	5	26.3
	～ExB	1	1	100.0
	ExB～ExB	1	1	100.0
	(計)	68	24	35.3
GESX	CM～CM	11	2	18.2
	～EB	9	3	33.3
	～BL	6	2	33.3
	EB～EB	8	1	12.5
	～BL	8	2	25.0
	BL～BL	15	7	46.7
	～ExB	2	2	100
	ExB～ExB	3	0	0
	(計)	62	19	30.6

ついては、VSED法およびGESX法の間には有意差はなかった。両方法ともに凍結保存前に胚の状態のランクがA、A'の胚は融解後に1ランクまで低下しても、受胎率には影響がなかった。また、融解後から移植までの間に発育が進んだ胚では受胎率が高い傾向があった。

以上の結果から、ガラス化保存液の比較試験では、GESX法とVSED法の間には胚の生存性および移植後の受胎性には有意な差はなかった。性判別試料の採取のために、バイオプシーされた胚の保存法として、これまで、われわれの共同試験で用いていたVSED法と同様に、GESX法も有効なガラス化保存法と判断された。

4．今後の共同試験

参加機関の協議により、平成15年度は、凍結保存した胚の受胎性の安定と向上、および融解手法の簡易化を図ることを目的に、①バイオプシーされたウシ胚における超急速ガラス化保存法の検討、②ガラス化保存されたウシバイオプシー胚の簡易融解手法に関する検討、③VSED法によるガラス化保存前・後の性判別の検討、について共同試験を行なっているところである。

5．おわりに

本稿は、平成14年度受精卵移植普及定着化事業（雌雄産み分け型）の共同試験成績（グループ1）をまとめたものである。本事業には、県単独事業参加機関を含め、下記の7機関*（担当者の敬称略）が参加した。本試験に対してご助言、ご支援をしてくださった㈱家畜改良センターの的場係長をはじめ関係者に深謝を申しあげる。

参考文献

1. 藤田達男ほか：畜産技術, 573, 26-29(2003)
2. 飛田府宣ほか：栃木県酪農研報
3. 有安則夫ほか：岡山総畜セ研報, 12, 9-12(2001)
4. 野田準一ほか：静岡県畜試研報, 26, 54-57(2000)
5. 井上直弘ほか：第10回西日本胚移植研究会大会講演要旨, 31(1999)

＊共同試験参加機関

岩手県農業研究センター畜産研究所（児玉英樹）、新潟県農業総合研究所畜産研究センター（藤原信子）、鳥取県畜産試験場（大下雄三）、島根県畜産試験場（佐々木惠美）、山口県畜産試験場（小川賀雄）、福岡県農業総合試験場畜産研究所（上田修二）、熊本県農業研究センター畜産研究所（守永正秀）

技術情報
1

棟加登　きみ子
（むねかど　きみこ）
福岡県農業総合試験場
畜産環境部

肉用牛用混合飼料の栄養価評価技術

1．はじめに

肉用牛には、成育ステージに対応して、デンプン含量が高い穀類と中性デタージェント繊維（以下：NDF）含量が多い粗飼料を組み合わせて給与している。これらの飼料の種類やその組み合わせが大きく異なった場合、あるいは繊維成分含量が低い場合には、可消化養分総量（以下：TDN）や粗濃比が同じでも、飼料摂取量が変動する。この原因は、給与飼料中の栄養成分や栄養バランスが異なると、TDNの内容と性質が変化するためと考えられる。肉用牛用の低エネルギー飼料や高エネルギー飼料の炭水化物画分の栄養バランスが飼料摂取量や増体量などの生産的価値にどのように影響するかについては、未解明な部分が多い。

そこで、①肥育の各期における牛からのルーメン液が飼料を構成している原料の消化率にどのように影響をしているか、②混合飼料中のNDF含量とデンプン含量の比率（NDF含量／デンプン含量）からのTDN含量推定法、③NDF含量／デンプン含量が乾物摂取量、TDN摂取量および増体量にどのように影響するかについての解析、および④給与飼料のNDF含量／デンプン含量の肥育成績に及ぼす影響を検討したので、その概要を紹介する。

2．肥育の各期のルーメン液の飼料原料の消化率に及ぼす影響

高TDN飼料の給与が、飼料を構成している各種原料の消化率に及ぼす影響を検討した。乳用種去勢牛の肥育前期、中期および後期のルーメン液を用いたブンゼン・バルブ（B－IVDMD）法、およびアミラーゼ、アクチナーゼ、セルラーゼを用いた酵素（E－IVDMD）法を行なった。試験飼料には、加熱圧ぺんトウモロコシ、皮付き圧ぺん大麦、一般フスマ、専管フスマ、乾燥ビール粕、イナワラおよびアルファルファヘイキューブを用い、それらの乾物消化率（IVDMD）を用いた試験をした。B－IVDMD法の測定に用いたルーメン液は、混合飼料中のTDN含量を上記の７種類の飼料原料の構成を変えることにより、肥育前期が約70%、中期が約77%、後期が約82%とした飼料を給与した乳用種去勢牛から採取した。

その結果、B－IVDMD法では、肥育前期と中期の消化率はほぼ同等であった。しかし、肥育後期の消化率は肥育前期の約87ないし96%に低下し、特にイナワラにおける低下が顕著であった。これにより、牛の肥育の各期間において、ルーメン液による飼料の消化性が変化していることが示唆された。E－

IVDMD法とB－IVDMD法の成績を比較すると、濃厚飼料である製造粕類、穀類および糖糠類では、E－IVDMD法の成績がB－IVDMD法の成績よりも相対的に高く、一方、粗飼料では、E－IVDMD法での成績が低かった（表1）。

3．混合飼料中のNDF含量とデンプン含量を指標としたTDN含量推定法

肉用牛用の混合飼料における栄養価を評価

表1　飼料原料の成分と乾物消化率　（原物%）

	項目	加熱圧ぺんトウモロコシ	皮付圧ぺん大麦	一般フスマ	増産フスマ	乾燥ビール粕	イナワラ	アルファルファヘイキューブ
飼料成分	TDN	92.3	84.1	72.3	85.0	71.8	42.8	55.2
	CP	8.8	12.7	16.9	13.0	28.0	4.9	15.8
	CF	1.5	2.8	9.2	3.3	9.3	28.8	26.5
	NDF	8.8	16.4	38.9	18.3	66.6	63.1	44.0
	デンプン	66.4	61.5	17.7	39.0	3.7	2.6	0
	NDF/デンプン	0.1	0.3	2.2	0.5	17.9	24.1	—
乾物消化率	【B-IVDMD】							
	肥育前期	90.8	85.7	67.7	84.0	62.1	42.7	60.3
	肥育中期	88.3	85.0	68.6	84.2	61.1	42.1	59.4
	肥育後期	82.6	82.3	—	—	58.4	37.1	56.1
	【E-IVDMD】	94.1	89.7	70.9	88.9	72.3	35.5	58.2

注：B-IVDMDに用いたルーメン液の採取は、乳用種去勢牛16頭の前期（10ヵ月齢）、中期（13ヵ月齢）、後期（20ヵ月齢）に実施。専管フスマと一般フスマは急激な発泡により欠測

表2　肉用牛用混合飼料の原料構成　（原物%）

項目	A	B	C	D	E
皮付圧ぺん大麦	20.0	20.0	20.0	20.0	30.0
コーングルテンフィード	0.0	10.0	0.0	0.0	0.0
加熱圧ぺんトウモロコシ	35.0	42.0	60.0	60.0	50.0
一般フスマ	24.0	15.0	7.0	7.0	7.0
大豆粕	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
大豆皮	18.0	10.0	10.0	7.0	7.0
脂肪酸カルシウム	0.0	0.0	0.0	3.0	3.0
炭酸カルシウム	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0

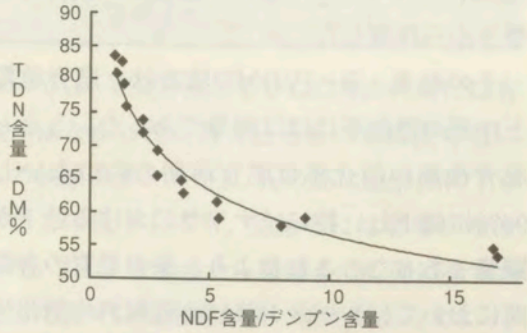


図1　NDF含量/デンプン含量とTDN含量

するために、NDF含量とデンプン含量を指標として、TDN含量を推定する方法を検討した。表2に示した濃厚飼料とペレニアルライグラスストローからなる粗飼料を用い、それらの割合が異なる17種の試験用飼料（粗濃比90：10～25：75、NDF含量67.9%～30.6%、デンプン含量4.2%～30.9%、TDN含量53.8%～83.5%）を調製し、めん羊を用いて、消化試験を実施した。

その結果から、混合飼料中に含まれる粗飼料の割合が異なり、またデンプン含量とNDF含量が互いに反比例して増減する場合には、NDF含量とデンプン含量の比率（NDF／デンプン）を説明変数とする曲線回帰式を用いて、TDN含量が推定可能であった（図1）。

TDN含量＝－10.8×ln（NDF含量/デンプン含量）＋81.2

（R^2：0.914　SE：2.6）

TDN含量はデンプン含量とNDF含量を説明変数とする重回帰式を用いても、精度良く推定できた。

TDN含量＝－0.098×デンプン含量－0.840×NDF含量＋111.3

（R^2：0.987　SE：1.2）

4．NDF含量およびデンプン含量の比率と乾物摂取量、TDN摂取量および増体量との関連解析

次に、NDF含量とデンプン含量を指標として、乾物摂取量およびTDN摂取量の推定法を検討した。乳用種の去勢牛18頭に、混合飼料を前期にはTDN含量を71.3%～75.1%、中期にはTDN含量を78.1%～83.5%、後期にはTDN含量を84.2%として調製し、飽食給与した（表3）。そして、NDF含量とデンプン

含量の比率（NDF／デンプン）と乾物摂取量、TDN摂取量および増体量との関連解析を行なった。

この結果から、乳用種去勢牛の乾物摂取量とTDN摂取量はNDF／デンプンを説明変数とする曲線回帰式および単回帰式により、推定ができた。

{曲線回帰式}（図２）

乾物摂取量(g/体重^0.75/日)＝37.9ln(NDF含量/デンプン含量)＋101.0

(R^2：0.915　SE：6.1)

TDN摂取量(g/体重^0.75/日)＝17.4ln(NDF含量/デンプン含量)＋74.5

(R^2：0.793　SE：4.9)

{単回帰式}

乾物摂取量(g/生体重１kg/日)＝13.8×(NDF含量/デンプン含量)＋8.7

(R^2：0.808　SE：2.5)

TDN摂取量(g/生体重1kg/日)＝7.3×(NDF含量/デンプン含量)＋9.3

表３　肉用牛用混合飼料設計　（%）

区分	高N低デ区		中N中デ区		低N高デ区		共通
	前期	中期	前期	中期	前期	中期	後期
ペレニアルライグラスストロー	25.0	13.0	25.0	13.0	25.0	13.0	10.0
配合A	75.0	—	—	—	—	—	—
配合B	—	87.0	75.0	—	—	—	—
配合C	—	—	—	87.0	75.0	—	—
配合D	—	—	—	—	—	87.0	—
配合E	—	—	—	—	—	—	90.0
TDN	71.3	78.1	73.2	80.3	75.1	83.5	84.2
CP	12.2	13.2	12.1	11.6	10.8	11.2	11.5
NDF	36.8	29.7	34.4	25.8	31.1	24.3	23.2
デンプン	30.1	39.9	34.5	46.9	40.5	46.8	47.4

注　N：窒素　デ：デンプン

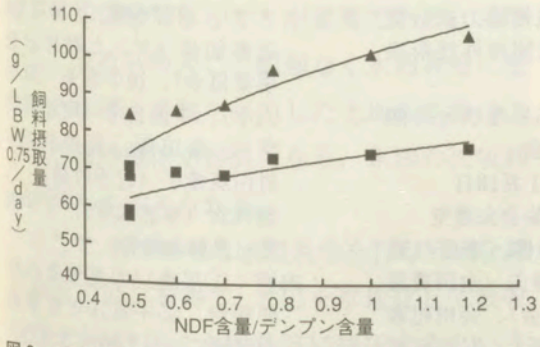


図２　NDF含量/デンプン含量と乾物（▲）、TDN（■）摂取量

（R^2：0.688　SE：1.9）

増体量(kg/頭/日)＝7.3×(NDF含量/デンプン含量)＋9.3

（R^2：0.808　SE：0.2）

５．NDF含量とデンプン含量の比率が肥育成績に及ぼす影響

乳用種去勢牛18頭を用いて、給与した混合飼料中のTDN含量と粗飼料の栄養価の割合がほぼ同じ場合のNDF含量とデンプン含量の比率が肥育成績に及ぼす影響を検討した。NDF含量とデンプン含量の比率（NDF／デンプン）の調節は、主に一般フスマと乾燥ビール粕の混合割合で行なった。NDF／デンプンが①肥育前期1.25→中期0.55→後期0.38、②肥育前期1.48→中期0.64→後期0.38および③肥育前期1.72→中期0.64→後期0.38の３試験区をもうけた。肥育期間は前期を生後７～12ヵ月齢、中期を12～16ヵ月齢、後期を16～19ヵ月齢とした。

その結果、肥育終了時における体重は各試験区ともに700～720kgで差はなかった。増体量、乾物摂取量およびTDN摂取量についても、各試験区の間に大きな差はなかった。枝肉成績では、ビール粕混合割合とNDF／デンプンを、前期がそれぞれ20%と1.7、中期が10%と0.6、後期が０%と0.4程度にするとバラ肉が厚く、脂肪交雑や肉色が良くなり、良質な牛肉が生産された（表４）。

表４　肥育成績

		１区	２区	３区
肥育成績	終了時体重(kg)	717	720	700
	日増体重(kg)	1.08	1.09	1.05
	乾物摂取量(kg)	9.8	10.5	9.4
	TDN摂取量(kg)	7.6	7.8	7.2
	NDF摂取量(kg)	2.5	2.8	2.7
	デンプン摂取量(kg)	3.9	3.8	4.1
枝肉成績	ロース芯面積(cm^2)	40.5	37.8	40.0
	バラ厚(cm)	5.9	5.8	6.3
	脂肪交雑(BMS No)	2.8	2.6	3.8
	肉色(BCS No)	4.3	4.2	3.5
	３等級出現率(%、頭)	33(2/6)	40(2/5)	50(3/6)

6．おわりに

現在、肉用牛における栄養価評価技術には多くの未解明部分があるが、栄養管理指標と飼料給与基準が徐々に整ってきている。地域や個々の農家における生産目標値は異なるので、それぞれの生産環境下で最も効率のよい生産を行なえる栄養管理指標と飼料給与基準を選んで飼養することが必要である。今回の栄養価評価試験では、NDF含量とデンプン含量の比率から、混合飼料のTDN含量、乾物摂取量、TDN摂取量および増体量の推定が可能なことが示された。NDF含量とデンプン含量の比率は肉質にも関係し、その影響は想像以上に大きいと思われる。今後、さらに繊維画分や非構造性炭水化物についても機能的特性が解明されると、栄養価評価のための技術はますます充実し、大家畜の効率的生産にさらに役立つことが期待される。

協会だより

研究開発第２部

○事業名：畜産先端技術確立普及推進事業
会議名：平成15年度肉用牛ゲノム研究・開発技術推進委員会
日時：平成16年１月21日
会場：動物遺伝研究所会議室
出席者：猪子英俊（東海大学医学部）、菅野純夫（東京大学医科学研究所）、新山正隆（家畜改良センター）、野村哲郎（京都産業大学工学部）、安江博（農業生物資源研究所）、奥地弘明・鈴木学（農林水産省）
内容：①附属動物遺伝研究所の研究の全体計画、②平成15年度までの主要成果、③平成16年の研究計画、④都道府県のDNA育種の確立などについて検討した。

海外技術交流部

○事業名：畜産技術協力総合支援事業（先進国海外技術協力情報収集）
会議名：ラオス国現地調査（畜産開発）
日時：平成15年12月14日～12月21日
調査団：藤田陽偉（畜産技術協会）、千葉壽夫（全国農業協同組合連合会）、会田紀雄（肥飼料検査所）、古賀政男（家畜改良センター）、中島一平（農林水産省）
内容：過去の畜産関連調査結果を踏まえ、家畜飼養管理技術と飼料給与・利用技術分野を中心にラオス国関係当局との今後の具体的協力内容の協議と現地調査を行なった。

○事業名：畜産技術協力総合支援事業（先進国海外技術協力情報収集）
会議名：平成15年度ラオス国現地調査報告会
日時：平成16年１月18日
場所：畜産技術協会会議室
出席者：藤田陽偉（畜産技術協会）、千葉壽夫（全国農業協同組合連合会）、会田紀雄（肥飼料検査所）、古賀政男（家畜改良センター）、中島一平・島崎和久・谷本憲一（農林水産省）、星野和久（国際協力機構）
内容：平成15年12月14日～21日のラオス国現地調査の帰国報告を行なった。

緬山羊振興部

○会議名：畜産振興対策支援事業（めん山羊生産振興・普及推進事業）第２回専門部会
日時：平成16年２月10日
場所：畜産技術協会会議室
出席者：金子新勝（北海道酪農畜産協会）、川村修（宮崎大学）、河野博英（十勝牧場）、近藤知彦（ダンと町村記念事業協会）、田中智夫（麻布大学）、中西良孝（鹿児島大学）、藤田優（長野牧場）、村田亜希子（岩手牧場）、八巻邦次（東北大学）、寺井禎貴（農林水産省）
内容：①平成15年度事業の中間報告、②平成16年度事業の計画について検討された。

技術情報
2

東井　滋能
（あずまい　しげよし）
京都府畜産技術センター
碇高原牧場

水田における放牧と稲作の輪換利用技術

1．はじめに

放牧は、和牛繁殖経営の省力化と低コスト化に有効な方策である。しかし、放牧地の確保が困難であり、放牧地を新規造成するには多大な費用が必要になる。この解決方法として、遊休している水田を草地化して放牧に利用することは有効手段の一つである。複数の水田の土地を集積し、放牧地として利用する場合は、借地の利用が多くなるので、水稲作にうまく復帰できることが重要である。すなわち、放牧利用後に、問題なく水稲栽培に復帰できれば、借地を利用した土地の集積による放牧地の確保が容易となり、水田の放牧利用が進むと考えられる。

そこで、和牛繁殖と水稲栽培を行なう複合経営農家の協力を得て、水田を草地化して放牧利用し、その後に水稲栽培に復田するという輪換利用技術について検討したので紹介する。

2．水田の草地化

水田を放牧場に利用する場合に草地化が必要になる。そこで、水田に適した牧草の種類と播種時期を検討した。その結果、トールフェスクとペレニアルライグラスの混播で824kg/10aの乾物収量（表1）が得られた。このことから、水田の草地化は可能であり、さらに、耐湿性の高いリードカナリーグラスを加えた混播（表2）では良い成績が得られることが確認された。草地化作業はロータリーで耕起後、散粒器や動力噴霧器で播種した（写真1）。丁寧な耕起であれば鎮圧は省略す

表1　秋播種の収量

播種日	播種量(kg/10a)			乾物収量
	OG	TF	PR	(kg/10a)
2000.9.22	1.0		1.0	470
		1.0	1.0	824

OG：オーチャードグラス、TF：トールフェスク、PR：ペレニアルライグラス
収量調査日：2001.4.26　放牧開始：2001.4.30

表2　水田草地化の標準播種量　(kg/10a)

草　種	播種量
オーチャードグラス	1.5
トールフェスク	1.5
ペレニアルライグラス	1.0
シロクローバ	0.3
リードカナリーグラス	1.0

表3　春播種の収量

播種草種	播種量	乾物収量　(kg/10a)		
	(kg/10a)	播種草種	その他	計
ペレニアルライグラス	4.0	114	143	257

播種日：2000.4.13
収量調査日：2000.6.28
「その他」はタデ、メヒシバ、広葉雑草など

写真1　散粒器による播種作業

ることができ、また、排水溝を掘ると排水が良くできた。早春から放牧利用し、かつ雑草対策を考えるならば、秋に播種することが望ましい。しかし、4月13日（4月中旬の平均気温13℃）に播種しても、6月下旬に放牧利用が可能（表3）であった。そこで、秋に播種ができない場合でも、春の早期に播種すれば草地化は可能と考えられた。

3．放牧利用

草地化した水田に放牧するときに、必要な施設と放牧方法を検討した。牧柵には有刺鉄線牧柵および電気牧柵ともに有効であった。電気牧柵線は地上50～60cmと90～100cmの高さに二段に設置すると脱柵が防止された。電気牧柵の設置に要する時間と費用は有刺鉄線牧柵のそれらの1/2であった（表4）。電気牧柵を5年で償却すると年約24,000円ですむことになる。下草管理が容易にできる場所では、電気牧柵が有利であると判断された。

草地化した水田を牧柵で囲み、簡易水槽と飼槽を設置した。放牧は昼夜通して行ない、また観察のためや人に馴れるようにするために、毎日、濃厚飼料（1kg/1頭）を給与して、牛が集まるようにした。放牧を1牧区で行なった場合は、繁殖成雌牛2頭で年間放牧日数は19日/10aであったが、2ヵ所の草地に交互に放牧すると、休牧中の牧区の草勢が回復するため、年間30日/10aの放牧ができた（図1）。

表4　水田20aへの牧柵設置の時間および費用

牧柵線種類	設置時間	資材	単価	費用
有刺鉄線柵	21.0時間	支柱 有刺鉄線	2,100円/本 31円/m	223,520円
電気柵	9.2時間	支柱 電柵機 牧柵線	710円/本 37,000円/台 15円/m	117,850円

支柱間隔2m、牧柵線2段掛けで20a(周囲210m)に牧柵を設置した場合の試算

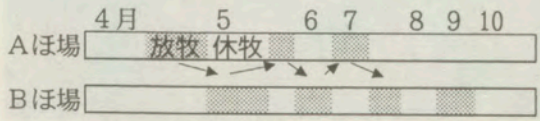


図1　2牧区交互利用による放牧の例

4．水稲作への復田

水稲栽培に復田した場合には、収穫される米の収量と食味が重要である。そこで、施肥量と収量、食味の関係を検討した。

復田試験は、水稲を栽培していた11aの水田を2000年4月に耕起し、牧草を播種して2001年まで2年間放牧利用した草地（写真2、3）で行なった。ここでは2000年は3頭の繁殖成雌牛を1日のみ放牧したが、2001年は4月から7月の間に2頭の繁殖成雌牛を延べ25日間放牧した。ふん尿排せつ量を26.7kg/日・頭とすると、2001年には約1.2トン/10aが草地に施用されたと推定される。放牧が終

写真2　水田放牧（2000～2001年）

写真3　復田、水稲作（2002年）

了した2001年の11月に耕起し、翌年春に田植えをした。栽培品種には京都府奨励品種である「どんとこい」を用いた。水田を6分割して、異なる施肥量について栽培試験を行なった（表5）。放牧地内の残草、残根および有機物の分解促進のための石灰窒素を施用しないときのそれぞれ異なる追肥（穂肥）量の3区、および石灰窒素を施用したときのそれぞれ異なる穂肥量の3区を設定した。石灰窒素は秋の耕起時に施用した。なお、穂肥量のチッソ4kg/10aとカリ4kg/10aは試験実施地域の「コシヒカリ」の標準施用量である。

水稲栽培の概要を表6に示した。石灰窒素と穂肥の施用量とそれらに関する作業以外は試験協力農家の通常の方法で行なった。放牧利用後の復田に関して特別に行なった作業は、畦畔の水漏れ予防のための2回の代かきのみであった。

表5　復田試験の施肥区分　（10a当たり）

石灰窒素	穂肥
0kg	チッソ0kg　カリ0kg
	チッソ2kg　カリ2kg
20kg	チッソ4kg　カリ4kg

表6　水稲の栽培概要

水稲品種	どんとこい	
石灰窒素施用	2001年11月8日（11月10日耕起）	
土壌改良資材・基肥（10a当たり）	ケイカル	160kg
	ヨウリン	60kg
	リンカアン14号	24kg
播種	2002年4月21日	
田植え	5月17日	
穂肥施用	7月18日（60%量）	
	7月25日（40%量）	
刈り取り	9月13日	

この試験結果では、水田を2年間放牧利用後に復田した場合、水田機能は保持され、牧草の再生や雑草化もなく、畦畔からの水漏れもないことが示された。穂肥量が多くなるほど10a当たりの粗玄米収量は多くなる傾向があった。石灰窒素と穂肥を共に施用すると600kg/10a以上となった。玄米千粒重はチッソ2kg・カリ2kg区が最も重かった。石灰窒素の施用とチッソ4kg・カリ4kgの穂肥の施用を行なった区では、登熟割合が低下した。食味は穂肥がチッソ4kg・カリ4kgの区が低く、食味推定値は石灰窒素を施用し、穂肥をチッソ2kg・カリ2kgとした区が77.8点の最も高い成績で、この区の玄米は1等級に格付けされた（表7）。

以上のことから、穂肥量を調節して食味推定値を75点以上にすることが可能であった。今回の試験条件では、放牧利用後の水稲作への復田には、収量、食味の観点から秋耕起時に20kg/10aの石灰窒素を施用し、基肥は通常、穂肥はチッソとカリをそれぞれ標準の半量の2kg/10aとすることで良い成績が得られると考えられた。

5．おわりに

今回の成績は1ヵ所の水田を2年間の放牧利用後に復田し、1品種の水稲を栽培するという試験のものであるが、2年間の放牧利用後においても水田機能は保持され、穂肥を減量する

表7　水稲（どんとこい）の収量および食味推定値

施肥区分 石灰窒素 kg/10a	穂肥(kg/10a) チッソ	カリ	収量 ワラ kg/10a	粗玄米重 kg/10a	千粒重 g	登熟割合 %	玄米等級	食味推定値 点
0	0	0	658.6	448.9	21.5	87.1a	2	76.3
	2	2	659.3	567.4	22.7	82.9	2	67.6
	4	4	731.7	662.9	22.0	85.7	2	61.7
20	0	0	694.7	508.8	21.7	88.5a	1	72.1
	2	2	723.7	621.7	23.0	88.9a	1	77.8
	4	4	752.3	649.5	21.6	77.5b	2	64.7
有意差のある区間					穂肥2kg＞4kg 穂肥2kg＞0kg			穂肥2kg＞4kg 穂肥0kg＞4kg

水分14.5%に補正。異符号間に有意差あり（$P<0.05$）

ことで良好な食味の米の収穫ができることが示された。このことから、水田における放牧と水稲栽培の輪換利用が可能と考えられた。

京都府内では、ほとんどの和牛繁殖農家は水稲栽培を行なっているので、田植えと稲刈りの時期における家畜管理は大変である。農繁期に水田放牧を行なうことで、この時期の家畜管理が省力化でき、水稲の作業に集中できるとの声も聞かれ、水田放牧により労力が分散できることが示された。

水田の放牧利用と水稲栽培の輪換利用が可能になれば、放牧に広い土地が確保でき、遊休田の有効活用が推進できる。水田と地続きの農・林地も一体的に放牧利用できれば、和牛の放牧とともに、農・林地の保全もできると考えられる。

学会・研究会・シンポジウム等のお知らせ

○2004年度日本草地学会大会（第59回発表会，第50回総会）および日本草地学会創立50周年記念式典・日中韓シンポジウム
日　時：平成16年３月24日～27日
会　場：広島大学（東広島市）
連絡先：広島大学大学院生物圏科学研究科内
2004年度日本草地学会大会運営委員会
TEL:0824-24-7964　FAX:0824-24-0791
E-mail:jsgs2004@hiroshima-u.ac.jp
畜産草地研究所内　日本草地学会事務局
TEL・FAX:0287-37-7684
E-mail:sgakkai@ngri.affrc.go.jp
ホームページ：http://grass.ac.affrc.go.jp/

○第81回日本養豚学会大会（創立40周年記念大会）
日　時：平成16年３月26日～27日
会　場：麻布大学
連絡先：日本養豚学会事務局（祐森・栗原）
TEL:046-270-6586・6584
FAX:046-270-6585
ホームページ：http://youton.ac.affrc.go.jp/index.html

○第４回ダチョウ・走鳥類研究会大会
日　時：平成16年３月27日
会　場：東京農工大学　２号館（東京都府中市）
参加費：非会員2000円（＋大会資料代1000円）
連絡先：日本ダチョウ・走鳥類研究会事務局
神　勝紀
TEL:0265-77-1421
E-mail:kkkohss@gipmc.shinshu-u.ac.jp
ホームページ：http://www.tuat.ac.jp/Gaiyou/trafficjp.html

○在来家畜研究会・日本動物遺伝育種学会合同シンポジウム
日　時：平成16年３月28日
会　場：東京農工大学
連絡先：鹿児島大学農学部　前田芳實
TEL・FAX:099-285-8588
E-mail:maeda@agri.kagoshima-u.ac.jp

○第28回ルーメン研究会
日　時：平成16年３月28日
会　場：東京農工大学農学部（東京都府中市）
連絡先：北海道大学大学院農学研究科家畜栄養学分野　小林泰男
TEL・FAX:011-706-2814
ホームページ：http://www.tuat.ac.jp/

○日本畜産学会第103回大会
日　時：平成16年３月29日～31日
会　場：東京農工大学農学部、府中市民会館「ルミエール府中」
連絡先：東京農工大学農学部畜産学研究室
鎌田寿彦
E-mail:kamada@cc.tuat.ac.jp

○第137回日本獣医学会学術集会
日　時：平成16年４月２日～４日
会　場：日本大学生物資源科学部（湘南キャンパス）
連絡先：TEL:0466-84-3642
E-mail:nuvet2@brs.nihon-u.ac.jp

○第45回日本哺乳動物卵子学会
日　時：平成16年５月15日～16日
会　場：ピアザ淡海　県民交流センター
連絡先：滋賀医大産婦人科　竹林浩一
TEL:077-548-2269

○第25回動物臨床医学会年次大会
日　時：平成16年11月19日～21日
会　場：大阪国際会議場
連絡先：(財)鳥取県動物臨床医学研究所内　動物臨床医学会年次大会事務局
TEL:0858-26-0851　FAX:0858-26-2158
E-mail:dorinken@apionet.or.jp

研究所だより

「人と牛と環境にやさしい酪農」に向けて：

北海道立根釧農業試験場

水島　俊一（みずしま　しゅんいち）
北海道立根釧農業試験場　場長

グラビアA頁

1．生い立ちと歴史

昭和２年、未開の原野の真ん中に当時としては、珍しい鉄筋コンクリート造り一部３階建ての建物が姿を現しました。根釧農業試験場の前身である北海道農事試験場根室支場の庁舎でした。堂々たるその建物は、国内各地から移住してきて開拓に取り組んでいた人々に、安心感を与えたといわれています。以来、75年の歳月を経た現在、根釧原野は31万頭の乳牛が飼養され、全国生乳生産量の15%のシェアを有する一大酪農地帯となっています。

開拓の初期には穀類や豆類の栽培が主でありましたが、瘠薄な土壌と冷涼な気象という厳しい自然条件のもとで、度重なる凶作に苦しんでおりました。そうした状況を打開するために、支場の創立早々から家畜を導入した混同農業を、さらには酪農を取り入れた主畜農業を提唱し、あわせて飼料作物の選定や栽培方法の調査・研究をすすめました。このことが、今日の根釧酪農への道筋を方向づけたものといえるかと思います。

戦後、昭和25年の農業試験研究機関の整理統合に伴って道立農業試験場根室支場となり、昭和39年には本支場制廃止により道立根釧農業試験場となって今日に至っております。その間、パイロットファーム事業や新酪農村建設事業などの大プロジェクトに場をあげて参加し、技術的支援や調査・研究に取り組んできました。

なかでも昭和33年から継続して進めてきた、良質なサイレージを安定して大量にかつ省力的に調製する技術や、牧草サイレージを主体とした乳牛飼養法の各種試験で得られた成果が広く普及して、根釧地域の特色である大規模・草地型酪農となって定着しています。

2．再編・整備後の新たな出発

近年、農畜産物の自由化と国際化が急速に進展し、本道の農業と畜産が大きな転換期を迎えている状況を受けて、平成10年に「道立農業試験場新研究基本計画」が策定され、道立農試10場の研究推進方向、再編・整備の基本方向と計画を定めました。これらの計画に基づいて、平成12年に衛生・バイテクなどの部門を除いた酪農関係の研究を根釧農試に集中化し、酪農の専門場としての性格を明確にしました。あわせて地域対応として釧路・根室圏を分担しています。

同時に昭和２年以来、慣れ親しんできた庁舎の老朽化、狭隘化が著しいことから、現在地での新庁舎建設が開始され、４年越しの工

事を経て平成15年10月に完成しました。研究庁舎および試験牛舎ともこれまでの約3倍の広さとなり、美しいデザインと機能性を持った施設と、最新の高度な研究備品が多数装備されました。

3．職員、組織の概要

現在、職員数は73名（研究職員32名、技能職員28名、専門技術員4名、事務職員9名）です。敷地面積は281ha（牧草地など143ha、庁舎1棟4,500㎡、牛舎3棟7,970㎡、その他施設29棟延べ9,140㎡）あり、乳牛160頭、めん羊14頭が飼養されています。

組織としては研究部に7つの研究科が（乳牛飼養科、乳牛繁殖科、乳質生理科、酪農施設科、経営科、草地環境科、作物科）設置されて、全道的な視野で酪農に関する総合的な試験研究を行っており、今は特に環境に配慮しながら省力かつ低コストで安全・高品質な牛乳の生産技術の開発に力をおいています。

また、平成12年に新設された技術普及部は従来の専門技術員室として行なってきた農業改良普及センターへの指導・支援に加えて、研究職員の次長の下に技術体系化チームを配置して、新技術の総合化と現地実証試験に取り組んでいます。総務課と管理科は研究業務の円滑な遂行を支援しています。

4．酪農のさらなる発展に向けて

農産物の自由化や市場原理の導入など、北海道の稲作や畑作が大きな困難に直面している中で、酪農は生産量、農家所得ともに今なお伸びている元気な部門と見られています。しかしながら、消費者の食品の品質や安全性への見方が厳しくなる一方で、BSEの発生や偽装表示などを契機として安心と信頼も求められるようになっています。

酪農のいっそうの発展に向けて、根釧農業試験場では「人と牛と環境にやさしい酪農」を研究の理念とし、柱として7本のテーマを掲かかげています。それらを列記すると①資源循環と環境調和、②乳牛の健康増進、③安全でおいしい牛乳、④高品質粗飼料の生産、⑤省力と低コスト、⑥新技術の普及と実証、⑦地域農業の活性化です。

このたびの新庁舎の完成で供用される先端的な施設や備品は、上記のテーマにそった酪農研究の高度化や効率的な推進の大きな力となります。例えば、「香り成分分析装置」は牛乳や乳製品の風味の解析と向上のための研究に欠かせません。牛を個体識別して採食量や採食時間をリアルタイムで記録し、給餌制限もできる「自動計量器付き飼槽」は、群管理での個体ごとの採食量や異なる飼料に対する採食性の比較ができます。

「搾乳ロボット」の活用技術は酪農労働の軽減と時間短縮のための画期的な道具として「バイオガスプラント」はふん尿の処理と有効利用に向けて、また呼気分析を備えた「代謝試験装置」は地球温暖化ガスであるメタンの発生量の抑制に向けて、これまではできなかった試験の実施を可能にしてくれました。

新しい試験場に対して地元の生産者をはじめ、関係機関や団体の関心も非常に高く、すでに2,600人を超える視察者を受け入れて試験場のみならず酪農に対する理解を深めることに役立っています。

連載

主要家畜品種成立史

(15)デイリーショートホーン

伊藤　晃（いとう　あきら）　畜産システム研究所

1．起源

ショートホーン（Shorthorn）種は、イギリス・イングランド東北部のダーラム、ノーザンバランド、ヨーク諸州が原産地である。ティース川にまたがるヨークシャーおよびダーラムの沃野で品種として成立した。かつて、アメリカにおいて、ショートホーン種のことがダーラム（Durham）と呼ばれたのは、このためである。なお、ショートホーン種という名称は、初期の育種家が選抜と育種によって、原産地地方にいたロングホーンの牛の角を短くしたことからきている。

ショートホーンの起源は、古くはイングランドに侵攻したローマ人が持ち込んだ牛およびノルマン民族やノルウェー人が侵入した際に連れてきた牛などが基となって土産牛が作られ、これにオランダ牛などの多くの牛が交配されて、その祖先牛が作られたものと考えられている。この祖先牛は、平凡で均一性を欠いた集団であったといわれる。1740～1750年ごろまでの本種は、後に改良されたものに比べるときわめて粗野で、被毛色もいろいろな色の混った牛であったと記録されている。

1780年ごろには、かなり有名な育種家がすでに活躍していて、1822年に初めて発行された本種の登録簿（Coates's Herd Book of Shorthorn Cattle）にその名が載っている。

ここで、18世紀から19世紀にかけての家畜改良の流れについて、概観してみよう。18世紀の半ばに始まったイギリスの産業革命の影響で、都市に人口が集中するのにともなって畜産物の消費が増大し、それに対応するために家畜の生産性向上が強く求められた。そのために、野草地の牧野化、飼料作物と根菜類の栽培などが促進され、家畜の飼養条件の改善に努力が払われるとともに、家畜の生産能力の改良が強く要求された。このような背景のもとに登場したのがROBERT BAKEWELL（1725～1795年）である。彼は178haの農地を所有するレスター州の紳士農（gentleman farmer）である。

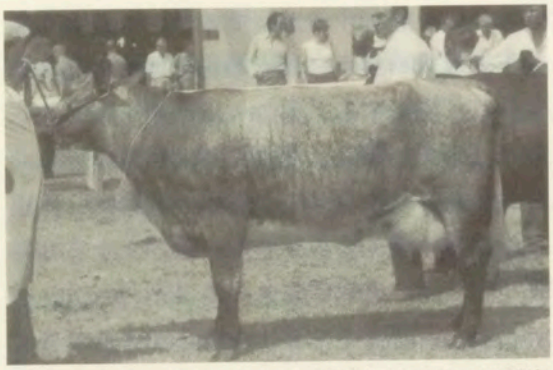


写真1　デイリーショートホーン種 雌牛(内藤元男氏提供)

彼の改良技術は、その当時までの改良家や繁殖家の成功例を彼なりにまとめ、それに彼自身の独創を加えたものと考えられる。それらを要約すると、家畜の骨髄標本や防腐液浸標本を作って研究するとともに、

1）改良目標を定める。

2）それを実現するために目標に近い形質・能力を示す個体を雌雄ともに重視して選

抜し交配する。

3）当時忌避されていた近親交配を行ない形質の固定をはかり、その際思いきった淘汰を実施する。

4）よいと思われる家畜を国内のみならず外国からも買い入れ、自己の集団に加え育種素材として利用する。

5）後代検定を有効に実施する。そのためには、雄を売却する際、その子孫の能力を調査し、成績の良かったものを買い戻す権利を保有して売却する。

などと要約される。彼は、肉牛のLonghorn種やめん羊のLeicester種などの品種を作出した。彼は多くの弟子を持ったが、よく知られているのは肉用ショートホーン（Beef Shorthorn）種を作り上げたCOLLING兄弟とデイリーショートホーン（Dairy Shorthorn）種（写真1）のBATESである。

COLLING兄弟の兄であるCHARLES COLLINGがBAKEWELLを最初に訪れたのは1783年といわれ、近親繁殖を中心とした改良技術を学び、ショートホーンの本格的な改良がスタートした。BAKEWELLが確立した改良技術を駆使したCOLLING兄弟の努力により、肉用ショートホーンが育種され、有名な種雄牛Comet号を作出し、COLLING畜群を確立させた。

次いで、THOMAS BATES（1775～1849年）はこのCOLLING畜群の血統を詳しく調べ、乳用資質を兼備したものを作出するために、泌乳能力の高いダチェス号（雌）とその孫娘ダチェス3世号を1804年に選び出した。そして、これらを中心に強い近親繁殖を行なって、泌乳能力に秀でたダチェス家系を作りあげた。現在の乳用ショートホーンの多くは、血統をさかのぼるとそのほとんどがBATESの畜群に帰するといわれている。

本種は1885年に公認され、1912年に協会が

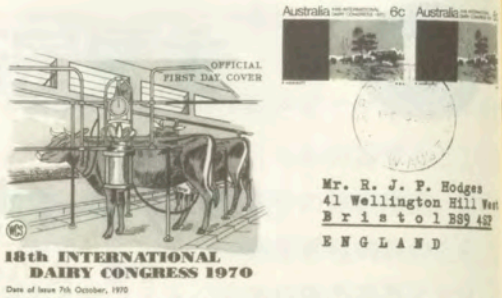


写真2　第18回国際酪農会議の際発行された記念切手を貼付した初日カバー

設立された。

なお、乳用のショートホーンとしては、19世紀の初めにイギリスからオーストラリアへの移民船で運ばれたショートホーンのなかから、オーストラリアのニューサウスウェールス州イラワラで、多乳のものを選び分離したイラワラショートホーン（Illawarra Shorthorn）種がある。写真2は、1970年10月12～16日にオーストラリアのシドニーで開催された第18回の国際酪農会議（International Dairy Congress）を記念して発行された切手を用いた初日カバー（Official First Day Cover）である。切手には、イラワラショートホーンの放牧風景と牛乳・乳製品関係と思われる研究室とが描かれ初日カバーにはミルクメーターによる乳量検定の様子が印刷されている。

2．分　布

かつては世界で広く飼われており、ヨーロッパ諸国をはじめ多くの国に、イギリスから多数輸出されていたが、現在はイギリス、アメリカ、オーストラリア、南アフリカなどに飼われているに過ぎない。その原因は、産乳性および産肉性ともにさしたる特色がなく中途半端であるためと考えられる。現産地であるイギリスにおいても、1908年には搾乳牛の71%を占めていたが、漸次減少を続け、特に第2次世界大戦後急速に減少し、1966年に

は搾乳牛の6％に減少するまでとなった。その後も漸減を続け2000年の牛群検定では3.7％を占めるのみである。また、アメリカでは、六大乳用種に数えられていたが、2000年の検定記録によると0.1％以下（全検定牛432万5000頭中3,672頭）を占めるに過ぎない状態になっている。

3．外貌上の特徴および被毛色

頭は短く、幅広く、額と顔とがおおむね等しい長さを呈する。角は有角のものと無角のものがある。

被毛色は、純白および暗赤色の一枚のもの、赤白斑のもの、白地に褐糟毛を混ずるものなどかなりの変異がみられるが、白地に濃赤色糟毛のものが最も普通である。

4．体格・体型の特徴

体型は頚が短く太く、前胸は広く前方に突出し、胸は深く、肋骨の彎曲が大で、肩の肉付がよい。背は広く、短く、腰は丈夫で十字部にかけて幅広く、肉付がよい。四肢は比較的短く、乳房は大きく発達している。側望は矩形で肉用型を示すものと、ホルスタインに酷似した楔形を呈するものとがあり、変異に富みさまざまである。

体格は、雌で体高130cm、体重600kg、雄で体高145cm、体重900～1,000kgぐらいである。

5．泌乳能力の特徴

泌乳能力は、乳量4,000kg（1970年ごろのイギリスにおける牛群検定の平均4,145kg）、乳脂率3.6％ぐらいといわれていた。その後、アメリカにおける急速な遺伝的改良の影響を受けて向上した。2000年のICAR（家畜の能力検定に関する国際委員会）のまとめでは、平均でイギリスでは乳量5,695kg、乳脂率3.85％、乳蛋白質率3.29％、アメリカではそれぞれ7,669kg、3.62％、3.25％、オーストラリアのイラワラショートホーンで5,032kg、4.05％、3.43％を示している。

6．わが国との関係

わが国には、明治4～5（1871～72）年にイギリスからの輸入が初めてとされるが、記録として明らかなのは、明治6（1873）年にエドウィン・ダンがショートホーン種など40頭を開拓使第3官園（東京・麻布）へ輸入したのが初めである。エドウィン・ダンは、これらの家畜をつれて北海道に移った。次いで明治10（1877）年には、宮内省下総種畜場にアメリカから雌15頭が輸入された。このように、明治初期にはこの品種が産乳利用の目的で各地で飼養された。特に、北海道では広く飼養・繁殖されていた。明治44（1911）年の北海道の供用種雄牛についての統計では、ショートホーン純粋種雄牛60数頭が繁殖に供されていた。しかし、本種は乳用目的にしろ、肉用目的にしろ、さしたる特徴がなく中途半端であったために、乳牛としての需要が乏しく、産乳量の多いホルスタインに次第に圧倒されて減少を続け、最後まで純粋種を維持していた北海道でも、昭和40年前後に純粋種としては絶滅した。

以上のように、本種は乳用種としては芳しくなかった。しかし、肉用種としては南部牛の改良に用いられ、日本短角種の成立に寄与した。その発端は、明治18(1855)年に南部牛の改良のために、宮内省下総種畜場および北海道から雄牛が導入されたことにあるといわれている。

なお、乳用種として戦後間もない昭和27(1952)年に、オーストラリアからイラワラショートホーン種70頭余りが長崎県に輸入された。しかし、輸送時のトラブルなどから、繁殖成績および産乳量に問題があり、昭和40年前後に絶滅した。

非定型BSEをめぐる状況

小野寺　節（おのでら　たかし）東京大学大学院農学生命科学研究科応用免疫学教室

1．はじめに

国際プリオン病会議が2003年10月8日から10日まで、ドイツのミュンヘンで開催された。約50の講演と300以上のポスター発表があり、650人を超える参加者があった。

BSEは牛に異常プリオン蛋白質が蓄積することにより発生する病気である。もともと体内に存在する正常プリオン蛋白質が何らかの原因により異常化し、その構成分子の立体構造が変わり、脳に蓄積して神経症状を引き起こす。異常プリオン蛋白質は蛋白質分解酵素のプロテオーゼKによる分解に抵抗性を示す。BSE罹患牛の脳材料をこの酵素で処理すると正常プリオン蛋白質は分解されても異常プリオン蛋白質は残っているので、ELISAやウエスタンブロッティング（WB）、免疫組織化学的検査で検出ができる。また、BSE発症牛の脳材料の病理組織学検査で特徴的な空胞状の変化が観察される。

BSEは、英国に昔からあるスクレイピーという病気に罹った羊からの臓器などが混った肉骨粉が牛に給与され、その異常プリオン蛋白質が伝達されて発生したと考えられた。この異常プリオン蛋白質に汚染された肉骨粉が多くの国へ輸出されて、世界全体にBSEが拡散したので、その病原体は異常プリオン蛋白質の安定した単一の株であると考えられていた。

しかしながら、この国際プリオン病会議において、実は、BSEの病原体の異常プリオン蛋白質には何種類かある可能性があり、イタリア、フランスおよび日本から、今までの従来型BSEとは異なる異常プリオン蛋白質によると考えられる非定型BSEの存在が明らかにされた。これらの非定型BSEの病原体が新たなものなのか、従来型BSEと同じプリオン蛋白質によるのかは、さらに研究が必要である。

2．世界の非定型BSEに関する状況

この国際プリオン病会議や日本からのWebsiteを通して、新たに明らかにされた非定型BSEのWBにおけるパターンは従来型BSEと異なっていた。しかも、イタリアの非定型BSEと日本で発生した非定型BSEについても微妙に異なっていた。

イタリアでは、積極的な監視により2例の非定型BSEが発見された。トリノにあるイタリア政府の動物衛生研究所にあるマリア・カラメリ博士のグループは、食肉処理場におけるELISAによるBSEの一次検査で陽性を示した110頭の牛の脳材料について、WBを用いて詳細に検査した。その結果、11歳と15歳の牛の脳材料に、今までにない型のプリオン蛋白質のバンドを発見した。この異常プリオン蛋白質のWB型は従来型BSEの異常プリオン

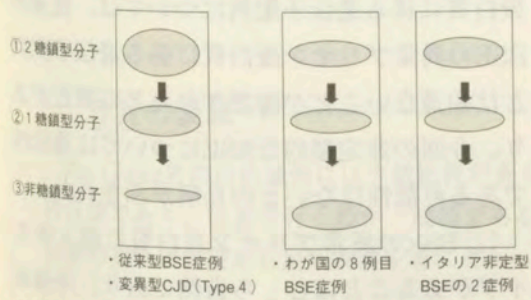
蛋白質のWB型とわずかに異なっていた。BSEの病原体の異常プリオン蛋白質は蛋白分解酵素（プロテナーゼK）による分解に対して抵抗性で、この処理をしても残るので、プロテナーゼK処理材料についてWBを行なった。その結果、従来型のBSEの異常プリオン蛋白質では2本糖鎖のところのバンドが最も濃くなる。それに対し、この2頭の牛からの異常プリオン蛋白質では、無糖鎖と1本糖鎖のところのバンドが濃くなっていた（図1）。すなわち、従来型BSEのWB型では2本糖鎖バンド（分子塊）が質量の大部分を占めるが、非定型BSEのWB型では1本糖鎖バンド（分子塊）が質量の大部分を占めていた。さらに、イタリア例では、無糖鎖のバンドは、分子量の小さいところに位置していた。また、この非定型BSEにはプリオン遺伝子の変異はみられなかった。

イタリアにおける免疫組織化学的検査では、従来型BSEの病変、非定型BSEの病変ともにプリオン蛋白質に対するモノクローナル抗体（6H4）で染色可能であった。しかし、脳における病変形成部位は従来型BSEと非定型BSEでは異なっていた。従来型BSEでは、英国の典型的なBSEと全く同じ像を示し、延髄の神経細胞やグリア細胞に面状あるいは顆粒状に異常プリオン蛋白質（PrP^{sc}）が沈着していた。それに対し、非定型BSEの脳組織の検査では、大脳前頭葉の皮質と皮質・髄質中間部に大型のアミロイド斑がみられた[1]。

イタリアが発表した非定型BSEの異常プリオン蛋白質は従来のELISAやWBを用いた一次検査により検出が可能ということであった。

わが国において非定型BSEとされた症例は茨城県内の食肉処理場で解体された若い牛であった。このBSE症例の異常プリオン蛋白質は蛋白分解酵素のプロテナーゼKによる分解のしやすさ、およびその分解産物の大きさなどが、従来型BSEの異常プリオン蛋白質とは異なっていた。このBSE症例の異常プリオン蛋白質のバンドとイタリアにおける非定型BSEのものとは、糖鎖パターンに若干相違があるが良く似ており、プリオン遺伝子にもイタリアの症例と同様に変異はみられなかった。脳の組織学的検査では、イタリアの非定型BSEの脳組織にみられたアミロイド斑はなく、国際プリオン病会議でも様々な議論がなされた。

わが国で発生したこのBSE症例は「従来型BSEの病原体の異常プリオン蛋白質とは異なる性質を持つ異常プリオン蛋白質によるBSE」と判定された。厚生労働省の専門家会議では、これを「非定型」とし、感染性などについての検討が必要であるとされた。



わが国の8例目およびイタリアの非定型BSEは、従来型BSE（Type 4）に比べて分子量の小さい分子（②、③）の割合が多く、糖鎖のない分子（③）がより下方に移動している。

図1　異常プリオン蛋白質のウェスタンブロッティング法による型の違い

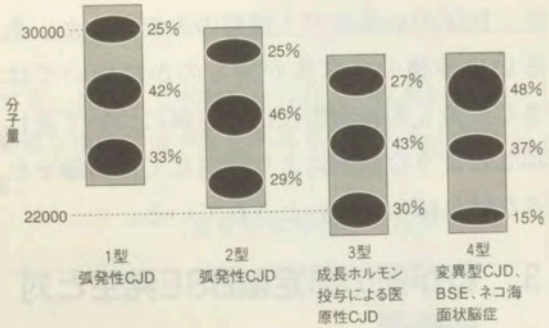


図2　ウェスタンブロッティング法による4種の糖鎖型

表　非定型BSEの異常プリオン蛋白質が従来型BSEの異常プリオン蛋白質と異なることを証明する方法

1. 数系統の異常プリオンを接種したマウスの脳の病変分布をみる（brain profile）
2. 数系統の異常プリオンを接種したマウスの臨床症状をみる
3. 数系統の異常プリオンを接種したマウスの潜伏期の長さをみる
4. 数系統の異常プリオンを接種したマウスの脳内におけるプロテアーゼK抵抗性のプリオンの型をウェスタンブロット法でみる（マウスを用いたWB法）

英国のコリンジ博士は人の異常プリオン蛋白質を4種類に分類している（図2）。この分類を牛の従来型BSEの異常プリオン蛋白質にあてはめてみると第4型に属し、またBSEとの関係が強く疑われている人の変異型クロイツフェルト・ヤコブ病（vCJD）の異常プリオン蛋白質も第4型に属している。この型には、分子量に多少の差はあるが、羊のスクレイピーの異常プリオン蛋白質も属している。

この会議では、フランスからも2頭の非定型BSEが報告された。フランスから報告された症例も第4型に属していた。しかし、従来型BSEの異常プリオン蛋白質より、無糖鎖のバンドが高い分子量のところに位置していた[2)]。

一方、イタリアと日本の非定型BSEは、コリンジ博士の分類における4種の型には属さず、第5型として分類される可能性がある。

なお、非定型BSEの問題は、2003年11月にスイスとドイツ、12月にフランスにおいて、それぞれOIE（世界獣疫機構）の会議で、重点的に議論された。その結論として、BSEの診断にあたっては、非定型BSEの発生もあるという可能性を考慮しなければならない。また、BSEの病原体が1種類のみであるか、あるいは多種の病原体があるのかについては、さらに多くの非定型BSEの症例について表に示したような試験により検討して、結論を出さなければならないとされている。

3．わが国の非定型BSE発生と対応経過

2003年10月6日：茨城県内の食肉処理場で解体された牛が8例目のBSEとして確認され非定型と判断された。

2003年10月7日：農林水産省はBSE技術検討会の結果を受け、茨城県に畜主が患畜としての届出をするように指導した。同時に、福島県、栃木県においても、当該牛が飼われていたところから、関係する7農場に牛の移動制限が指示された。

10月9日：青森県、岩手県、群馬県および鹿児島県で、BSE患畜と関連ある牛がいることが確認され、これらの牛の移動の自粛あるいは移動制限の措置がとられた。

10月10日：患畜についてのDNA鑑定により、出生農場が特定され、患畜と同居した事実がない牛の移動制限が解除された。

10月15日：福島県内の農場には、1歳まで生後1年以内の患畜と同居し、患畜と同じ飼料を給与された牛は、現在、いないことから移動制限が解除された。栃木県の患畜が出生した農場では、1歳まで生後1年以内の患畜と同居し、同一の飼料を給与された牛2頭が特定されたので、それ以外の牛の移動制限が解除された。

10月22日：農林水産省でBSE技術検討会が開催された。その結論の概要を次に示す。

(1)今回の非定型的なBSEの異常プリオン蛋白質に係る遺伝子配列については、従来のBSEの異常プリオン蛋白質に係る遺伝子配列とは相違ないことが確認されたとの報告があり、今回の非定型的なBSEについては遺伝性である可能性はないとの見解が示された。

(2)BSEの異常プリオン蛋白質に様々なタイプがあることはむしろ自然であり、今回の非定型的なBSEについても、従来と同様の対応を行なうべきとの見解が示された。

(3)今回の非定型的なBSEの感染原因・感

染経路に係る調査については、従来のものと同様、飼料が重要であり、9月30日に報告されたBSE疫学検討チームによる疫学的分析結果報告のシナリオに沿って、飼料の製造から給与までの交差汚染の可能性などについて調査すべきとされた。

(4)今回の非定型的なBSEとイタリアおよびフランスの事例との関係については、イタリアの事例とは糖鎖パターンに相違があり、フランスの事例については、従来のタイプとは異なるとの見解が示され、今回の事例を含め、新たなタイプのBSEについては、諸外国や国際機関とも連携し、調査を進めて行くべきとの見解が示された。

4. ミュンヘン会議におけるその他の興味ある報告

もし、プリオン蛋白質がin vitroで増幅できるなら、診断の感度が飛躍的に上昇し、体液による診断や生体での診断が可能になると考えられる。今までのプリオン蛋白質の *in vitro* 増幅法の原理は、スクレイピーの異常プリオン蛋白質（PrP^{sc}）を超音波や稀釈によって小さな分子に分解して核にし、新たな分子の凝集塊を形成させるものである[1)]。この方法により、分子が凝集塊を形成して異常プリオン蛋白質になっていく分子生物学的な過程が明らかにできると考えられる。しかし、この方法による分子凝集塊形成はハムスターのプリオン蛋白質を用いての実験では可能であったが、牛や人では成功していない。

正常プリオン蛋白質（PrP^{c}）がPrP^{sc}に変換する際には、未知の因子protein Xの介在が考えられている。しかし、Supattapone氏はこの変換過程には、ある種のRNAが介在するという仮説を発表し、異常プリオン蛋白質が産生される時には、ある種のRNAの転写に宿主遺伝子が関与するかもしれないと報告した。

プリオニクス社のKuhn氏はモノクローナル抗体15B3はPrP^{sc}と特異的に反応し、PrP^{sc}とスパイクした血液中の異常プリオンを高感度で検出できるので、BSEをはじめ様々なプリオン病の生体診断が可能になることを発表した。

参考文献

1. Deleault, et al.: Nature, 425, 717(2003)
2. Biacabe, A. G., et al.: Embo. Rep., 5, 110-115(2004)

今月の表紙

Ha Giang省の山岳地帯には少数民族が多く居住する。谷底まで水を汲みに行くのは若い女性の日課であり、徒歩で行くのが一般的であるが、裕福な家庭では小型在来馬を利用する。少数民族の女性は普段から民族衣装を身にまとっている。

（畜産草地研究所　古川　力）

第3回国際牧草芝草分子育種シンポジウムの概要

高溝　正（たかみぞ　ただし）畜産草地研究所　育種工学研究室

1．はじめに

国際牧草芝草分子育種シンポジウム（Molecular Breeding of Forage and Turf, Third International Symposium：MBFT）は、1998年3月に草地試験場（現、畜産草地研究所）で行なわれた国際ワークショップ「Utilization of transgenic plant and genome analysis in forage crops」が端緒となったシンポジウムである。2000年11月にはオーストラリアラトローブ大学において第2回「Molecular Breeding of Forage Crops 2000」が開催された。今回は牧草だけでなく芝草類まで対象を広げ、米国テキサス州ダラスにおいて、2003年5月18日～22日に開催された。当シンポジウムの講演要旨はホームページ（http://www.register-for.com/MBFT/）で見ることができる。今回のシンポジウムの主催者はサミュエルロバーツノウブル財団（SRNF）で、テキサスA&M大学の協力も得ていた。登録した参加者は全部で330人ほどで、そのうち130人がアメリカ、日本は2番目に多く、15人が参加した（図）。ここでは主な講演とポスター発表について紹介する。

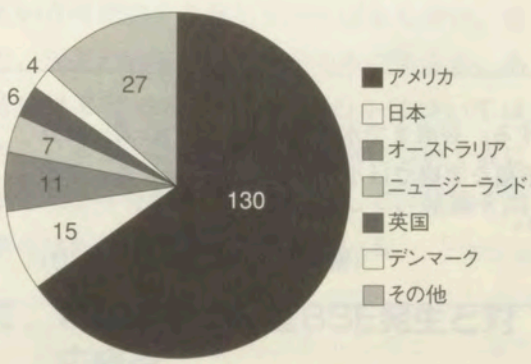


図　MBFTシンポジウムへの各国からの参加者数

2．シンポジウムの内容

基調講演はSRNFのR.A. Dixon博士とオーストラリアのラトローブ大学のG. Spangenberg博士が行なった。

Dixon博士は、「GenomicsからGMOへ」と題して、バイオテクノロジーによりアルファルファの消化性や嗜好性を向上させる研究を博士自身が長年続けてきたこと、今後はゲノム研究のためのマメ科モデル植物として*Medicago truncatula*の重要性がより増すであろうこと、さらに家畜の健康・福祉に資するとともに家畜排泄物や温室ガスを減少させしかも環境に優しい組換え飼料作物の開発が待ち望まれることを力説した。

一方、Spangenberg博士は、牧草芝草類における遺伝子単離、発現解析、メタボローム解析およびそれらを用いた分子育種に関して近年開発されたハイスループットな技法とそれによる最新成果を紹介した。

続いて講演に入り、畜産草地研究所の藤森主任研究官により、ライグラス類の耐病性DNAマーカーの研究レビュー、さらに冠さび病抵抗性遺伝子に極めて密接に連鎖するマ

ーカーの単離について報告がなされた。同様の研究はペレニアルライグラスを用いてベルギーなど諸外国で行なわれており、この報告は高い関心を集め、ティータイムなどで議論に花が咲いた。

国際農林水産業研究センターの中川研究交流科長（前畜産草地研究所）は連鎖解析とBACライブラリーを用いたギニアグラスのアポミクシス遺伝子の単離に関する最新成果を報告した。アポミクシス遺伝子は母親と全く同一遺伝子型の子供を大量に増やすことができる遺伝子で、もしこの遺伝子が単離されて形質転換により、他作物での発現が可能となればトウモロコシなどのF_1品種のヘテロシスをただちに固定できるので、育種に及ぼすインパクトは極めて大きい。同様の研究を行なっていると思われる会場の聴衆から、進捗状況について鋭い質問が浴びせられていた。

その他のわが国からの報告としては、宮崎大学の明石研究室グループが暖地型牧草を中心とした組換え体作出技術の改良やシバの多型解析について、畜産草地研究所の筆者らが硝酸性窒素低減のためのCLC遺伝子導入のアプローチについて、北海道農研イネ科牧草育種研究室のグループが北海道大と共同でペレニアルライグラスの低温誘導性の遺伝子の解析について、日本草地畜産協会飼料作物研究所のグループがイタリアンライグラスのマッピングについてポスター発表した。

先般、茨城県の谷和原村では、一般農家の栽培する組換えダイズが組換え作物反対派活動家らにより、不法に土中に鋤きこまれてしまったが、同様の事例は欧州では古くより事欠かない。また、チャールズ皇太子が組換え作物を否定したことも大きく影響してか、欧州では組換え作物のPA（パブリック・アクセプタンス）がなかなか得られず、研究は停滞気味である。デンマークの牧草種子会社のDLF-Trifoliumでは、飼料作物独自（ペレニアルライグラスから）のプロモータ単離など、この分野での先端を行く成果を出しているが、具体的な品種への実用化については全く見通しが立たないと研究員は嘆いていた。そうはいいながらも、組換え体研究を続けている数少ないヨーロッパの企業として、今回はシロイヌナズナとほとんど同じゲノムサイズで、新たなイネ科実験モデル植物として期待される*Brachypodium distachyon*の効率的な形質転換系確立を報告した。

一方、アメリカでは組換え体作出に対する規制がはるかに緩いので、SRNFのZ. WangやA. Hopkinsらにより、トールフェスク組換え体を野外でいろいろな距離に配置して、どのくらい花粉が飛散するかというアメリカならではの大胆な実験が行なわれ、国情の違いを大いに感じさせられた。しかし、最近ではアメリカでも、USDAの研究機関は組換え実験に対してかなり慎重な態度を示すようになってきたとの情報もある。そんな状況を反映してか、芝草類でbarnase遺伝子、あるいはイネの花粉特異的遺伝子のアンチセンスを導入して、雄性不稔を人工的に起こさせ、組換え体の花粉を作らせないようにする実験も民間企業のHybriGeneにより報告されていた。同様な視点から、マンチェスター大学とニュージーランドのベンチャー企業が共同で、ペレニアライグラスにおいて葉緑体DNAによる形質転換法（葉緑体を通じてしか遺伝しないので遺伝子拡散がほとんどない）を開発中とのことであった。

WangのグループのChenはリグニンの生合成に係る酵素（CAD, COMT）のアンチセンス遺伝子をトールフェスクに導入し、消化性が改善できたと報告した。しかし、発表終了

後に個人的に交わした会話では、消化性が改善されて、なおかつ、他の農業的特性も優れたものを量産するには、プロモータの改良などが必要であり、まだ時間がかかるであろうとのことだった。

この他に組換え技術により牧草の消化性や嗜好性にかかわる形質を改変した例としては、二次代謝の各種酵素を改変してプロアントシアニジンを作らせて鼓張症を回避したり、家畜や人にとってより健康的な脂肪酸を牧草に作らせる例（ニュージーランドAgResearch社など）が報告されていた。

また、除草剤耐性やBtによる耐虫性のように生産者だけにメリットがある組換え体から、腎臓病患者が食べると人工透析が不要になる米のようにユーザーにメリットがある第二世代組換え体の開発が急務となっている。そこで、ラトローブ大学のグループは牧草類において花粉アレルゲンを減少させたイタリアンライグラスを報告した。さらに、アルファルファにフィターゼなどのいろいろな酵素を大量に作らせるいわゆるmolecular farmingについてもウィスコンシン大学などから報告があった。

組換え体研究とならぶ、もう一つの重要な牧草ゲノム研究の柱は育種へのDNAマーカー利用である。そのためには、各作物で連鎖地図の作成やQTL解析が必要となるが、最近では、そのためのマーカーはほとんどSSRやAFLPが用いられ、RFLPやRAPDはほぼ廃れたようであった。詳細な連鎖地図を作って、染色体上のどこに目的とする遺伝子が存在するかを明らかにし、さらに*in situ hybridization*を用いて実際に目で確認もするというのが一つのルーティンワークとなりつつある。例えば、メドウフェスクでは春化を制御する遺伝子は第4番染色体にあることがノルウェー農科大学のグループにより明らかにされた。

多くの牧草類は、特にヨーロッパでは古くから野生している場合が多いので、野生の個体群の由来や変遷を明らかにするためにDNAマーカーを用いる研究がいくつか紹介されていた。例えば、これも同じグループによるが、ノルウェーの野生メドウフェスク集団はAFLP解析の結果から3群に分類され、1群は陸続きで伝播し、2群、3群はそれぞれ別の海岸経由で中西部と南部にもたらされたものと結論していた。

その他に特筆すべき分野としては、エンドファイト（牧草の根などに共生して養分をもらう一方で、宿主植物に耐旱性や耐虫性などの有用形質を付与する菌類）について、オーストラリア、ニュージーランドの研究者が盛んに分子生物学的な研究をしていた。それらはEST-SSR配列の変異の解析やエンドファイトが産生するアルカロイドの遺伝子の単離などさまざまであった。

3．おわりに

会場となったテキサス州ダラスのホテルには4台のラップトップパソコンによる無料のインターネットコーナーが設けられ、国外からの参加者には大人気であった。筆者もそこでプロジェクト研究の重要な連絡などができ、さらに日本国内の研究者に配信することができて助かった。会議の3日目はSRNFの見学旅行日で、発表会場からバスで2時間以上かかったところのだだっ広い平野に、広大な温室群や大規模圃場を備えた立派な研究施設群があり、アメリカの底力を見せつけられた。今回、主催者のSRNFから参加した35人のうちの1/3近くはWangやChenを始めとして中国やバングラデシュなどアジア系の研究者

であり、随所で彼らのエネルギッシュな活動が際立っていた。

日本からは15人の参加者があり、アメリカに次いで多かったが、ポスター発表の内容は参加者数の少ない他国に比べて全体的にレベルが低く、研究の加速の必要性を大いに感じて帰途に着いた。なお、次回は2005年の6月26日からアイルランドで開催される国際草地学会のサテライトシンポジウムとして、7月3日～5日に英国ウェールズ州アベリストゥウィスの英国草地環境研究所（IGER）で行なわれる予定である（http://www.igc2005.com/post_congress.htm）。少し気が早いが、その次（2007年）は再びわが国での開催が内々に検討されている。IGERといえば古くより牧草研究のメッカとして知られ、わが国からも留学あるいは訪問した研究者は多い。2005年も引き続き本シンポジウムに世界各国から多数の牧草ゲノム研究者が参加することを期待する。

平成16年度　財団法人伊藤記念財団助成応募要項

1　助成の目的

この助成は、食肉に関する研究または調査を行なう大学等の研究機関に対して助成金を交付し、研究などの推進を通じて畜産業および食品産業の振興と国民食生活の安定に資することを目的としております。

2　一般研究調査

(1) 一般研究または調査の範囲は、次のとおりとします。

①食肉の処理、加工および保存技術の向上などに関する研究または調査

②食肉および食肉製品の食品的価値（機能性、栄養性、物性、安全性など）の向上などに関する研究または調査

③食肉および食肉製品の品質向上などに寄与する家畜生産（増殖、飼養、飼料、疾病、環境など）に関する研究または調査

④食肉および食肉製品の流通などに関する研究または調査

⑤その他助成の趣旨に照らして当財団が必要と認める事項に係る研究または調査

(2) 助成金額

1件当たりの助成金額は、概ね50万円以上250万円以下の範囲とします。

3　特定研究調査

(1) 特定研究調査の課題は、次のとおりとします。

「食肉および食肉製品の高齢者対応食品に関する開発研究について」

(2) 助成金額

1件当たりの助成金額は、250万円を限度とします。

4　助成の対象者

助成の対象者は、2および3に揚げる研究または調査を行なう大学などの研究機関とします。

5　助成金の使途

研究または調査の目的および計画に照らして合理的な範囲とします。

6　応募方法

(1) 当財団所定の申請用紙に必要事項を記入し、正副各1部を当財団あてに送付してください。

(2) 申請用紙の請求は、申請用紙送付先の郵便番号、住所、研究機関名、役職および氏名などを明記のうえ、当財団あてにFAXまたはE-mailで行なってください。当該請求書を受信後、申請用紙をご送付いたします。

7　応募締切日

平成16年4月30日（金）必着とします。

8　決定通知

採否の結果は、平成16年6月下旬に通知します。

9　助成対象者の義務

(1) 平成17年4月22日（金）までに助成研究調査成果報告書および助成金の使途についての収支報告書をご提出していただきます。

この成果報告書は、毎年発行する「食肉に関する助成研究調査成果報告書」などにおいて公表いたします。

(2) 研究成果を発表する場合には、当財団の助成を受けたことを付記していただきます。

※応募のお問合せ、申請用紙請求先、申請書送付先

財団法人　伊藤記念財団

〒105-0001　東京都港区虎ノ門5丁目3番20号　仙台山アネックス501

電話：03-3434-1186　FAX：03-3434-1256

E-mail：jimu@itokinen-zaidan.or.jp

（URL：http://www.itokinen-zaidan.or.jp）

国内情報

森田　光夫
（もりた　みつお）
㈳家畜改良事業団
家畜改良技術研究所
遺伝検査部

牛の親子判定へのDNA解析技術の利用

1．はじめに

近年、DNA解析技術は畜産の分野においても急速に発展し、遺伝病遺伝子の検査や親子の判定などに利用されている。また、肉質や増体量などの経済形質に関連する遺伝子の検査法についても一部で利用されつつある。さらに、研究開発が進められており、近い将来DNA解析によって、より多くの遺伝子が検査され、利用されるものと考えられる。

家畜改良事業団（以下：事業団）がDNAによる検査を開始したのは、平成４年（1992年）にホルスタイン種の遺伝病であるBLAD（牛白血球粘着不全症）からである。牛の親子判定にDNA技術を利用する取り組みは、平成５年の第１回国際比較試験への参加から始まり、また同試験への参加を通して技術の向上が図られてきた。

平成６年からは、近い将来のDNA型データベースの構築に備えて、種雄牛や供卵牛などの検査用試料の収集を開始した。血液型については、種雄牛や供卵牛について、これまで数十年にわたり構築されたデータベースがあり、多くの場合、生産牛のみの血液を送付してもらえば親子判定を行なうことができたDNA型においても、親子判定をスムーズに行なうためには、このようなデータベースが必要となる。そのため、平成９年から家畜遺伝子解析技術利用推進事業が開始され、DNA型データベースの構築に取り組んできた。このデータベースがかなり充実してきたため、平成16年４月１日より主にDNA型での検査を予定している。本稿ではこれまでの準備の状況や現状について概説する。

2．DNA型検査のメリット、デメリット

これまでの牛の親子判定では、赤血球抗原型（以下：血液型）および血液タンパク質型を利用してきたが、これらの方法で検査精度を向上させるためには、新たな抗血清の作製、多型を持つ血液タンパク質型検査の追加などが必要である。親子判定の精度を向上させるための努力は世界各国で、過去数十年にわたり行なわれてきたが、近年はあまり向上せず、従来の技術での精度の向上は困難であると考えられる。

牛の親子判定のためのDNA型検査には、多型性に富むマイクロサテライト領域が利用されるが、これらの領域はすでに数千ヵ所が確認されているので、これらの中から安定して検出でき、より多型性に富む領域を探し出して検査項目に追加し、検査精度を向上させることが可能である。また、DNA型の検査には、血液ばかりではなく、毛根、精子および肉などあらゆる有核細胞が利用できること

から細胞レベルでの個体識別や親子判定、肉の遺伝的同一性の確認などにも拡大できる長所もある。さらに、血液型では生後数週間までの血液では赤血球への抗原の発現が悪いため、約1ヵ月齢以上での採血試料の送付をお願いしているが、DNA型での検査では生まれてすぐの試料であっても何ら問題はない。

しかし、DNA型検査にはDNAアナライザーを始め、高価な設備や特許料を支払う必要があることやこれまで数十年間蓄積してきた血液型のデータベースに代わり、新たにDNA型のデータベースを構築しなければならないという短所がある。

3．国際動物遺伝学会主催による牛DNA型国際比較試験

DNA解析技術を畜産の分野に利用しようという国際的な気運の高まりによって、平成4年にスイスで開催された国際動物遺伝学会（以下：ISAG）で、DNA型での国際比較試験が計画され、平成5年に検査用試料が送付された。この結果は、平成6年にチェコで開催されたISAGでのワークショップで討議された。その後、表1に示すようにほぼ2年に1度開催され、これまでに6回の比較試験が実施された。事業団はわが国からの唯一の参加機関として、検査に使用するDNA型の絞り込みや、参加機関の検査技術の向上に貢献してきた。

表1　国際動物遺伝学会による牛DNA型国際比較試験の開催

	開催年	学会開催国	参加機関数	検査項目*
第1回	1993～1994	チェコ	17	3項目、乳タンパク質
第2回	1994		17	31項目について検討
第3回	1995～1996	フランス	18	31項目について検討 9種類の推奨項目を選抜
第4回	1997～1998	ニュージーランド	28	14項目について検討 推奨項目を6種類とする
第5回	1999～2000	アメリカ	39	11項目について検査 推奨項目を9種類とする
第6回	2001～2002	ドイツ	48	11項目について検査

* 検査項目は、第1回の乳タンパク質以外は全てマイクロサテライト領域の検査である

平成8年にフランスで開催されたISAGでは、参加各国が牛の親子判定用に推奨した31種類の検査項目から、国際的に共通して使用する検査項目として9種類が選抜された。しかし、その後の比較試験結果から、9種類の内の一つが入れ替わり現在に至っている。

4．国際的動向

表1に示したように、第3回までの牛DNA型国際比較試験では、主に血液型の比較試験に参加してきた機関の中で、比較的大きな機関のみが参加していて限定的であった。しかし、第4回以降はDNA解析技術の普及に伴い、従来の血液型への参加機関の多くがDNA型への対応に取り組んだために、参加機関が増加してきたものと考えられる。

わが国が凍結精液や受精卵を輸入しているのはアメリカ、カナダ、オランダおよびフランスであるが、これらを利用した生産牛の親子判定は輸入先の検査機関で発行された型を利用することとなるため、輸入元の検査機関のDNA型検査の採用が欠せない。

オランダでは平成10年（1998年）にDNA型を採用し、カナダ、フランスがそれに続いたが、アメリカでの採用は遅れ、平成15年（2003年）1月からの採用であった。これはアメリカホルスタイン協会がDNA型検査への移行に慎重であったからである。アメリカでのDNA型の採用が遅れたことから、現状ではアメリカからの輸入受精卵などについては、血液型のみでDNA型データのないものが多いが、いずれ解消されるものと考えられる。

5．事業団での検査項目

事業団では、国際動物遺伝学会（ISAG）が推奨している9種類の検査項目の他に国際

的に多数の研究室で採用されている２項目、さらに畜産技術協会が黒毛和種を用いて開発した２項目を含む13項目を基本検査項目として、全ての検査に使用している。そして、これらの項目による種雄牛や供卵牛のDNA型データベースを構築してきた。

しかし、上記の項目による基本検査によって判断のつかないような場合には、さらに11項目の補完検査によって検査を行なうこととしている。

6．検査精度

表２に黒毛和種とホルスタイン種のDNA型検査による親子判定の精度を示した。親子判定の精度は父権否定率（母子関係が正しいと仮定した場合に誤った父を検出できる確率）で示されるが、基本検査13項目では黒毛和種で0.99987、ホルスタイン種で0.99994であり、従来の血液型検査（父権否定率は約0.985、血液タンパク質型を含む）に比べ大幅に精度が向上することとなり、これまで実際には親子関係が間違っていても、間違いだと言えなかったケースでも、的確に間違いを指摘できるようになる。

また、基本検査では親子関係の間違いを明確に指摘できない場合、すなわち疑わしい場合、さらに11項目の補完検査をすることでより正確な結果を申込者に返すことができるようになる。

7．DNA型データベース整備状況

平成10年度から、それまで蓄積した種雄牛や供卵牛の試料を用いてDNA型の検査を開始し、平成15年９月末日までに約14万頭（交雑種は除く）の血統情報を持つ個体の検査を実施した。表３にその内訳を示したが、種雄牛については約１万２千頭、供卵牛で約２万９千頭、その他として約10万２千頭を検査した。その他の検査の中には、将来種雄牛や供卵牛として使用される個体も含まれている。これらの検査済みの個体の試料は、全てDNAあるいは血液で保存してあり、再調査することが可能である。

このデータベースに登録された個体（父や母牛）のDNA型を利用して親子判定を実施した場合、表４に示すように黒毛和種で88.5%、ホルスタイン種で78.4%がDNA型のみで対応できる状況である。黒毛和種の中で対応できない牛の多くは、母牛のDNA型が未検査であるためであり、父牛が未検査のものはごく僅かである。特に、検査件数の多い受精卵移植生産牛の母牛すなわち供卵牛にDNA型検査のされていないものが多い。ホルスタイン種の場合も同様に母牛のDNA型が未検査で対応できないものが多いが、その約30%はアメリカからの輸入受精卵で、アメリカがDNA型を昨年まで検査していなかったため、血液型の情報しか手に入らなかったためである。アメリカから凍結精液で輸入さ

表２　DNA型検査による牛の親子判定の精度　（父権否定率）

	検査項目	黒毛和種	ホルスタイン種
基本検査	国際動物遺伝学会推奨項目（９項目）	0.99725	0.99850
	独自の項目（４項目）	0.95120	0.96056
	小　計（13項目）	0.99987	0.99994
補完検査	11項目	0.99948	0.99968
合　計		0.99999	0.99999

表３　DNA型検査頭数　（平成15年９月30日現在）

	黒毛和種	その他の肉用種	ホルスタイン種	その他の乳用種	合　計
種雄牛	7,132	490	4,196	169	11,987
供卵牛	23,981	174	4,749	67	28,971
その他	86,823	574	14,639	85	102,121
合　計	117,936	1,238	23,584	321	143,079

表４　親子判定の申し込みのうちDNA型で対応できる比率　（平成15年８月31日現在）

検査の種類	黒毛和種	ホルスタイン種
登録申請雄牛の親子判定	94.4%	67.7%
供卵牛の親子判定	90.9%	77.6%
受精卵移植生産牛の親子判定	85.7%	65.9%
後代検定の親子判定	98.2%	98.9%
全検査	88.5%	78.4%

れる種雄牛についても血液型の情報しか手に入らなかったが、事業団が独自に凍結精液を購入しDNA型を検査してきたことから、父牛が未検査のものはごく一部となった。

DNA型検査で対応できない親子判定の申し込みについては、引き続き血液型で対応する予定である。

8．遺伝子型検査等技術審議会

事業団では、大学や研究機関の専門家および登録協会関係者で構成される標記の審議会を組織し、「家畜のDNA型検査指針」を作成している。そして、施設や検査員の基準などを定めると共に、「牛のDNA型検査基準」を作成し、検査法や判定の基準などを定め、正確で信頼される検査の実施に努めている。

9．おわりに

冒頭でも述べたが、事業団は平成16年４月１日よりDNA型での親子判定に移行する予定である。しかし、DNA型が未検査の父母牛があるため、一部の申し込みについては血液型検査も継続する必要がある。

血液型検査の場合、血液が必要であるが、DNA型検査では毛根試料でも検査が可能である。毛根の場合であれば採血手数料は必要なくなることから、申込者の負担を軽減することができる。現在は、血液型で対応せざるを得ないものも相当あるため、当面検査試料は血液とするが、近い将来、DNA型データベースがより充実されれば、毛根試料による検査に移行したいと考えている。そのためには未検査牛の検査を進めることおよび毛根試料の採取技術において関係者の理解を深めることなどが必要であることから、関係機関による一層の協力をお願いしたい。

★「学会・研究会・シンポジウム等のお知らせ」記事の募集

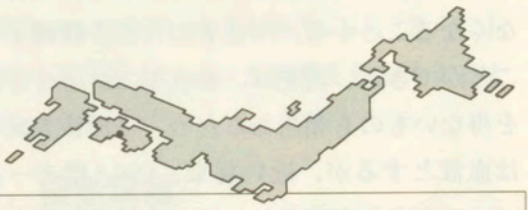
本誌の「学会・研究会・シンポジウム等のお知らせ」に畜産・獣医技術に関する学会・シンポジウムなどの催し物の予定を６カ月前から掲載し、畜産関係者の便に供しております。

もしご予定がありましたら、行事名、日時、会場、連絡先を編集事務局宛に、随時、お送り下さい。

★ 写真の募集

「畜産技術」誌の表紙の写真を募集しています。
カラープリント、または、カラースライド写真でご送付ください。
タイトルと100字程度の簡単な説明、撮影者名などをつけてください。
編集事務局では送付された写真の中から選んで掲載したいと思います。
掲載した場合には薄謝をさしあげます。

送り先：（社）畜産技術協会　企画情報部
〒113-0034　東京都文京区湯島3-20-9　緬羊会館
TEL：03-3836-2301　FAX：03-3836-2302
E-メール：jlta@group.lin.go.jp



高知県

仲良し女性グループの堆肥で町づくり実践記録

安藝　秀実（あき　ひでみ）
高知県畜産課

グラビアB頁

1．はじめに

高知県では、頑固者は「いごっそう」と呼ばれる。ところがこの「いごっそう」達を頭くいなしてしまう女性達がいる。彼女たちを私たちは敬愛して「はちきん」と呼んでいる。

高知の中西部を流れる四万川の上中流地域の窪川町には、町ぐるみで地元堆肥センターの牛ふん堆肥をベースに生ごみ分解処理剤を製品化し、生ごみの堆肥化とその堆肥を使った花づくりを展開させた「はちきん」グループがある。そんな彼女達の活動を紹介してみよう。

2．ヤング・スマイル・クラブ（YSC）の発足

ヤング・スマイル・クラブは平成元年12月にJA窪川町（現JA四万十）ショウガ青年部の婦人13名の「仲良しグループ」として発足し、農業簿記の継続的な学習や農業施設・青果物市場の施設研修を重ねていた。その過程で自分たちが農業経営に「たんなる労働力の提供者」としてしか関わってなかったことを反省するようになってきた。この反省から今後は「経営の良きパートナー」になることが必要であると痛感し、農業の原点である「土づくり」、「堆肥づくり」の学習を始めた。この過程で地元の堆肥センターと密接な関わりをもつことになった。

3．生ゴミ分解促進剤「かえるんど」を堆肥センターに提案

「堆肥づくり」の学習成果として、主婦の立場から毎日家庭から出る生ゴミを手軽に堆肥にできる「生ゴミ分解促進剤」を堆肥を原料として開発することを堆肥センターに提案した。堆肥センターでは、この提案を受け

何度かの試作品を製造し、ヤング・スマイル・クラブが生ゴミ分解効果の確認作業を行ない、平成6年3月に生ゴミ分解促進剤「かえるんど」が商品化された。

4. 大きな反響と薄かった地元の関心

この「かえるんど」の発売と前後して、ヤング・スマイル・クラブは「生ゴミの堆肥化リサイクル運動」を提唱し、県内外の婦人部や市民団体・消費者団体から講師として招かれるようになった。この運動は広くマスコミでも取り上げられ、新聞・雑誌・テレビなどの取材攻勢を受けるようになった。ところが、一番大事な地元の関心は薄かった。

窪川町は昭和61年に、県下でもいち早く補助により2年間で、町内に1,861個の家庭用生ゴミ処理容器を導入した実績をもっていた。しかし、これら容器の本来の機能を活かしきれず、投入された生ゴミが悪臭を放っている状況にあった。この状況を改善しようと何度も町役場に足を運んだが、当時はほとんど関心を示してもらえなかった。

5. 町ぐるみで「花いっぱい運動」

地元住民に、生ゴミ処理容器を活用した「生ゴミ堆肥化リサイクル」に関心を向けてもらうために、「花いっぱい運動」に結びつけられて啓蒙が行なわれた。平成7年5月、地域をあげてこの運動に取り組むために、町役場、商工会、森林組合、普及センター、JA四万十に呼びかけて、推進協議会が設置された。そして、「生ゴミ堆肥を利用した町内花いっぱい運動」（略称：R&F運動＝リサイクル・アンド・フラワー運動）が展開されることになった。

活動の成果としては、①商店街に花苗を植えた多数の容器を年2回設置し、美化とやすらぎの場が生まれたこと、②商店街の人々も設置された花を大切に育てるようになったことである。そして、③それまでどちらかというと疎遠だった農家と一般町民との間に、花を通して交流が生まれたことが一番大きな成果といえる。ヤング・スマイル・クラブと商工会の女性部はこの運動を通して交流の輪を広げ、生ゴミ分解促進剤「かえるんど」を使った生ゴミ堆肥化の実演講習や花の育て方の勉強会などを繰り広げている。

この運動がマスコミなどでも紹介されると、町内のあちらこちらでも花を飾る家がでてきて、道行く人々の目を楽しませてくれるようになった。

平成11年にJAフレッシュミズが中心になって「台地は憩いの花祭り」と題した花フェスタが盛大に開催された。これには、高校生も参加し、300人近い参加者があった。この花フェスタは年を追って賑わいを増し、商店街をはじめ地域の活性化にも貢献している。昨年（平成15年）の11月には、生ごみ堆肥コンテストと生ごみ堆肥を使った花の品評会も開かれ、年ごとに運動が拡がっている。

6. おわりに

女性達の発想で生ゴミ分解促進剤「かえるんど」が開発され、花を通して農家と一般町民との間に交流が生まれた。この交流に端を発した町づくり活動も10年になろうとしているが、さらに、発展していくことが期待される。

「ヤングスマイルクラブは永遠よ」彼女たちは明るく言う。

文献情報

豚の筋肉成長に大きなQTL効果を持つIGF２遺伝子の調節性突然変異

A regulatory mutation in *IGF2* causes a major QTL effect on muscle growth in the pig
Van Laere, A-S., M.Nguyen, M.Braunschweig, C.Nezer, C.Collette, L.Moreau, A.L. Archibald, C.S.Haley, N.Buys, M.Tally, G.Andersson, M.Georges, L. Andersson
Nature, 425 (OCT. 23), 832-836(2003)

今回紹介する論文は、量的形質に関与する遺伝子が解明された数少ない成功例の一つである。多くの量的形質や疾病では、多因子性の背景を持ち、個々の遺伝子座では表現型の変動を部分的にしか説明できないため、量的形質の基盤となる遺伝子変異の同定は難しい。これまでブタの産肉性、脂肪蓄積、心臓の大きさに影響を及ぼす量的形質遺伝子座（Quantitative Trait Loci、QTLs）は、ブタ第２番染色体短腕末端部に存在すること、および父親からの対立遺伝子だけが発現して効果を現すこと（ゲノム刷り込み現象）から、*IGF２*（インシュリン様増殖因子２：Insulin-like Growth Factor 2）遺伝子が有力候補と考えられていた。本論文は、上記形質に関与する責任遺伝子の一つを*IGF２*であると特定して、量的形質の原因となる遺伝子変異を検出し、さらにその違いに起因する遺伝子発現調節機構まで検討している点で非常に興味深い。今後、これらの形質における育種計画を立てる上では、*IGF２*遺伝子の遺伝子型情報と父方からのゲノム刷り込み現象を考慮する必要があろう。

この研究は、第２番染色体上に産肉性に関するQTLが検出された二つの品種間交雑家系とこの染色体領域にQTLの検出されない家系を収集・分析した。これらの複数の個体について、染色体ごとのQTL対立遺伝子をQ型またはq型に分類し、それぞれの型の遺伝子の塩基配列の28,600塩基対を対立遺伝子間で比較した。その結果、*IGF２*遺伝子の第３イントロンのたった一つのヌクレオチドが置換されていた。すなわち、*IGF２*遺伝子の第３イントロン中の3072番目の塩基がQ型対立遺伝子ではグアニンであるのに対し、q型ではアデニンであった。さらに、他の家系や品種を含めた解析においても、この遺伝子変異は全く矛盾しなかった。

一方、梅山豚型（q型）対立遺伝子は、背脂肪厚を増加させる効果を持ち、商業用品種には少なく、突然変異で生じた祖先型と考えられる。この変異は非コード領域に存在して、骨格筋においては低メチル化されており、進化上よく保存されたCpGアイランド（メチル化されない配列の安定化に関与）内に存在している。この変異があると*in vitro*では、核因子（おそらく抑制因子）との相互作用が起こらなくなる。それゆえ、出生後の筋肉組織では*IGF２*のメッセンジャーRNAの発現量には３倍もの差があり（Q型が高発現）、生成されたIGF２タンパクにより、筋肉の生産が３～４％程度促進している。このような結果は、調節性変異が表現型の変動の調節に重要な役割を果たすという従来の見解を支持し、これまでのブタの育種改良において、筋肉量を増やし脂肪量を減らしてきたこととも一致し、*IGF２*遺伝子中の１塩基置換とQTL効果との間に因果関係のあることを証明するものである。

（家畜改良センター技術部　小林　栄治）

用語解説

パピローマ（乳頭腫）

石崎　宏（いしざき　ひろし）
畜産草地研究所　放牧管理部

この病気は、DNAウイルスであるパポーバウイルス科のパピローマウイルスが、皮膚や粘膜に感染して、慢性増殖性の腫瘍、いわゆるイボを形成します。粘膜部に見られる尖圭コンジローマに代表される一群の腫瘍もこのウイルスが原因です。

パピローマウイルスは上皮組織のみで増殖するという他のウイルスにはない独特な性質を持っています。パピローマウイルス以外にも、皮膚や粘膜に病変を起こすウイルスは多数あり、これらのほとんどのウイルスは血液やリンパに入り、他の臓器や組織に病変が拡大します。パピローマウイルスはこのような経路はたどらず、主に創傷部の上皮層の基底細胞に感染したウイルスが、上皮細胞の分化にあわせてゲノムを複製してウイルス粒子を産生して増殖します。さらに、特記すべき点は、パピローマウイルスはヒト、ウサギ、ハムスター、反芻獣、ウマ、イヌ、ネコ、サルなどの哺乳類、鳥類を含むすべての脊椎動物、および無脊椎動物の一部にも存在し、しかも、高い種特異性と組織特異性を持つことです。

さて、ウシ乳頭腫の病巣は全身の皮膚や消化器、泌尿・生殖器などの粘膜に形成され、年齢、性別、品種に関係なく発生します。ウシパピローマウイルス（BPV）は１～６型の６タイプが存在します。さらに、その抗原性、病原性および遺伝子サイズなどから２つのサブグループに分類されます。一般的に１、２および５型BPVは皮膚に線維性乳頭腫を、３型と６型BPVは皮膚に重層上皮性の乳頭腫、４型BPVは消化器、膀胱に扁平上皮性の乳頭腫を形成します。病巣部は原発部位から徐々に広がり、特に、乳頭や乳房の病巣は搾乳時の障害となり、また他牛への感染源になるので問題となります。１、２および６型BPVの乳頭腫は、感染後半年から１年で免疫抗体ができて消失する傾向がありますが、３～５型BPVでは自然退化する確率が少ないといわれています。感染は罹患したウシやBPVに汚染した器具・機材などから皮膚の創傷に感染し、４～６週間の潜伏期を経て発症します。また、１および２型BPVは例外的にウマに類肉腫（サルコイド）を起こします。

治療は、重症例では外科的切除や凍結スプレーにより切除します。自家ワクチンによる予防措置もありますが、ワクチン製造に多量の材料が必要で、その効果にも問題があり、現実的ではありません。海外では２型や４型BPVに対するサブユニットワクチンや中空のウイルス粒子を応用したワクチンが試験されていますが、実用化には至っていません。現状では、本症に対する有効な予防法は、罹患牛を導入しない、発症牛を隔離する、管理器具・機材および集団検査施設の消毒などの基本的な衛生管理しかありません。

参考文献

1. 清水ら編：獣医伝染病学第５版，近代出版（東京）（1999）
2. 清水編：パピローマウイルスによる腫瘍，文光堂（東京）（2000）
3. Campo, M. S.: Clin. Dermatol., 15, 275-83（1997）

DATA
海外統計

マラウイの畜産

マラウイは南部アフリカの内陸国で、マラウイ湖の西岸から南岸に位置している。国土は細長く、高原地と台地に大別される。

農業は経済の基盤であり、GDPの約40%、輸出の90%を占めている。労働人口の85%が農業とその関連事業に従事している。農家戸数の75%は耕地面積1ha以下の小規模農家で、自給作物としてのトウモロコシや商品作物のキャッサバ、大豆などを生産している。農業生産額に占める畜産の割合は10%以下である。

近年、畜産物需要は急速に増加しているが、牛を飼育している農家は12～14%程度であり、牛飼養頭数は伸び悩んでいる。その理由は、盗みや無法な屠殺、目先の現金にとらわれた繁殖用牛の屠畜などである。

食料安保計画の推進により、山羊や家禽の頭羽数は増加している。山羊のシェアは高原地帯より台地の方が多い。農家の50%以上が山羊や羊を飼育し、それらは土地条件や季節によって、群飼いや繋ぎ飼いをしている。しかし、ほとんどの飼養農家は繁殖管理を行なっていない。

この国の家禽には、鶏、アヒル、ホロホロ鳥、ハト、七面鳥などが含まれる。農村地方では、80～85%の家庭が鶏を飼っている。飼養されている鶏の90%は在来鶏で、残り10%が外来改良種（採卵鶏とブロイラー）である。企業的養鶏では、資本の回転が良いブロイラー産業が急速に成長している。

畜産物の消費量は、近隣諸国に比べかなり低く、子供達の56%が栄養失調状態にある。また、畜産物の生産が消費に追いつかず、不足分は輸入に依存している。

マラウイには、かなり多くのJICA専門家や青年海外協力隊員が派遣され、家畜繁殖や獣医技術分野で活躍し、畜産の向上に努力している。

（家畜改良センター海外協力課
古賀　政男）

表　家畜飼養頭数　（千頭羽）

年	牛	山羊	羊	豚	家禽
1980	819	691	93	583	10,781
1985	802	799	85	508	9,847
1990	836	853	92	513	10,486
1998	619	1,598	103	496	11,784
2002	768	1,670	115	570	12,639

国内統計
DATA

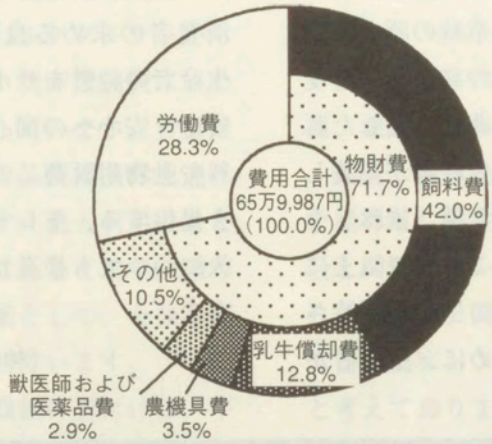
今月の統計

平成15年牛乳生産費調査結果の概要

1．平成15年の搾乳牛通年換算１頭当たり（以下：搾乳牛１頭当たり）の資本利子・地代全額算入生産費（以下：全算入生産費）は、64万3,767円で、前年に比べ1.1%増加し、生乳100kg当たり（乳脂肪分3.5%換算）全算入生産費は7,286円で、前年に比べ1.2%減少した。

2．搾乳牛１頭当たり全算入生産費が増加したのは、労賃単価の低下から労働費が減少した一方、飼料価格の上昇から、飼料費が増加したこと、乳牛償却費が増加したことによる。

3．搾乳牛１頭当たり粗収益は72万4,512円で、乳量の増加などにより主産物価額が増加したことから、前年に比べ3.0%増加し、搾乳牛１頭当たり所得は22万7,394円で、1.6%減少した。



主要項目の構成割合（搾乳牛１頭当たり）

○平成15年牛乳の生産費および収益性

（単位：円、%）

区分		搾乳牛通年換算１頭当たり		生乳100kg当たり	
		実数	対前年増減率	実数	対前年増減率
生産費	物財費	473,484	5.2	5,358	2.8
	労働費	186,503	▲3.4	2,111	▲5.6
	費用合計	659,987	2.6	7,469	0.3
	生産費（副産物価額差引）	600,406	1.1	6,795	▲1.2
	支払利子・地代算入生産費	612,334	1.2	6,930	▲1.2
	資本利子・地代全額算入生産費	643,767	1.1	7,286	▲1.2
収益性	粗収益	724,512	3.0	—	—
	所得	227,934	▲1.6	—	—

資料：農林水産省「平成15年牛乳生産費（全国、速報）」

神奈川県畜産技術協会

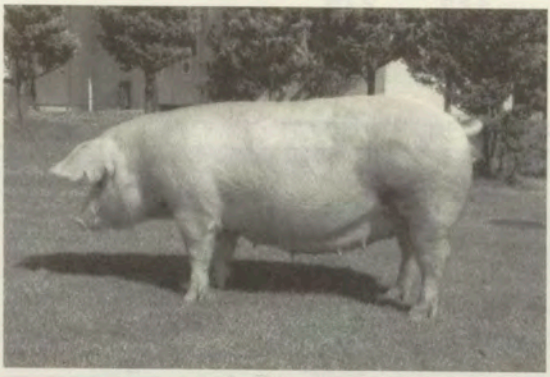
○ついに完成！系統豚「ユメカナエル」

神奈川県畜産研究所では、平成７年度から８年間をかけて、繁殖性と強健性の改良を目的として、ランドレース種の系統造成を行なってきました。その結果、産子数が多く、丈夫で、足腰の強いランドレース種の系統豚が完成しました。一般からの投票により「ユメカナエル」と命名され、昨年７月、㈳日本種豚登録協会から系統豚として認定されました。「ユメカナエル」は、平成３年度に同畜産研究所が造成した系統豚「カナガワヨーク」の交配相手にすることを前提に造成されました。「カナガワヨーク」は発育性と産肉性に優れ、「ユメカナエル」は繁殖性と強健性に優れた能力を有しています。この２系統の豚を交配して生まれてくる雌豚は両親の高い能力を受け継ぎ、肉豚を生産するのに非常に適した豚となります。この雌豚に県内生産者が飼養している肉質の優れたデュロック種（雄豚）を交配した三元交雑種の肉豚はこれまで以上に生産性が高く、おいしい豚肉の生産が期待されます。この期待の実現のために、生産者がこれらの系統豚を効率的に利用できるように①畜産研究所が計画的交配による系統豚の安定供給、②㈳神奈川県養豚協会が系統豚の育成と生産者への配布、③県内生産者がこの系統豚を基礎豚にして銘柄肉豚を生産、という生産体制が確立されました。

昨年12月から県内生産者へ「ユメカナエル」の定期的な配布が行なわれているので、この系統豚を利用した豚肉が来年の年末には食卓にのぼることでしょう。

今後、畜産研究所では系統豚を長期にわたり安定的に供給するため、受精卵移植などの新技術を活用した系統豚の維持方法を検討する計画です。県としては、系統豚を活用して消費者の求める良質な豚肉の生産を実現し、生産者の経営をサポートするとともに、食の安全・安心への関心の高まりに対応して、飼料や動物用医薬品の使用履歴などの生産情報を提供する、トレーサビリティシステムの導入についても推進していきたいと考えております。

（神奈川県畜産課　石田　聡）



ユメカナエルの雌豚

財団法人 畜産近代化リース協会

当協会は昭和50年に設立され、平成17年には30周年を迎えることになります。

主な業務は、①畜産振興上必要な施設機械の貸付け事業、②地方競馬の用に供する施設機械の貸付け事業、③乗馬関係施設機械の貸付けその他の乗馬普及に関する事業、④畜産振興に関する調査・研究または新技術の開発に関する事業となっています。

これらのうち、①の畜産関係施設機械の貸付け事業は最も大きな割合を占めており、地方競馬全国協会からの助成金を原資に、毎年60億円程度の貸付けを行なっています。貸付け機械の種類は、飼料生産用のトラクター、ハーベスター、プラウや生乳生産貯蔵用のパーラー、搾乳ロボット、バルククーラーから畜産物流通関係の冷凍機、洗卵選別機にいたるまで広い範囲をカバーしています。貸付け対象者は畜産農家が主体で、関係団体を通じて貸付けを行なっています。個人利用はもとより機械の更新需要にも対応しており、国等の補助事業を補完する事業として、今後も広く利用されることを期待しています。

②の地方競馬関係施設機械の貸付けは、平成3年度から始まった事業ですが、㈶全国競馬・畜産振興会および地方競馬全国協会からの助成金を原資に、地方競馬主催者等に対して、トータリゼータシステム、映像装置、トラック等競馬の開催に必要な機械を貸付けています。事業費は年によって異なりますが、最近は20～30億円程度となっています。

③の乗馬関係施設機械の貸付けは、中央競馬会からの助成金を原資に㈳全国乗馬倶楽部振興協会を通じて、全国の乗馬クラブに馬運車、ウォーキングマシン、乗鞍等を貸付けています。また、乗馬関係では、地方公共団体等に対し、中央競馬会から資金の提供をうけて国体等に使用される施設に対する助成も行なっています。

④の調査研究関係は、昭和51年から続いている事業で、企業に委託して畜産経営や畜産物流通の合理化に資する機械の実用化に係る調査研究等を実施しており、食鶏の脱骨装置（トリダス）や家畜用超音波診断装置等が実用化されています。現在は、㈶全国競馬・畜産振興会からの助成を受けて豚肉脱骨システム等4課題について研究開発を行なっています。

以上のように、当協会の業務は畜産から競馬、乗馬にいたるまで多岐にわたっています。

最近、畜産をめぐる情勢はBSEや環境問題を始めとして厳しいものがあり、また、当協会と関係の深い競馬も以前のような元気がありませんが、関係施設機械の貸付け等を通じて畜産農家および関係業界のお役にたてればと考えております。

当協会は、銀座線の溜池山王駅または南北線の六本木一丁目駅から徒歩数分のところにありますので、近くにお出の際は是非お立ち寄り下さい。

（理事　藤井　博）

百舌鳥

投書をお待ちします

初めてヘレフォード種の半丸枝肉を見たとき、それまでに見た牛の枝肉との形状の違いに驚いた記憶がある。それまでに私が見た枝肉は黒毛和種とホルスタイン種のもののみで、半丸にしてぶら下げたときは、サイズの違いはあるものの、形は両品種でほとんど違わない。ところがヘレフォードの枝肉ときたら、寸づまり、骨太、背骨についている棘突起は長く幅が広い、皮下脂肪が厚い、腎周囲脂肪が小さい。枝肉の形状の違いにびっくりしていたころ、外国のある科学雑誌に、こういう趣旨の論文が載った。曰く、寒い地方で進化した牛は、餌の少なくなる寒い冬に備えるために保温をかねて皮下脂肪としてエネルギーを蓄えるようになり、逆に暑い地方では暑い乾期に餌が少なくなるため、体の内部に脂肪を蓄積するように進化した、と。しかし、これには畜産の人から反論があった。皮下脂肪の厚くなる代表的な品種、ヘレフォード、アンガス、ショートホーンはいずれも典型的なビーフタイプの牛という共通点がある。長い間、肉牛の改良には体型審査が重視されてきて、横から見て長方形で、体表がなめらかで、体幅のあるものが優れた肉牛とされてきた。そのような方向への選抜の一つの結果が、脂肪を体表に優先的に沈着する牛の出現である。以上の趣旨であった。脂肪についてはこれで説明がつく。骨についてはどうだろう。

私はある国で、そこの在来牛やインド由来のゼブ牛の研究をしたことがある。肉牛の枝肉の筋肉対骨の値を調べることがはやっていたころであった。そこで、在来牛やインド牛の何品種かについてこの比を調べてみると、それらの中ではもっとも小型である在来牛でこの値が大きいという結果が得られた。雌の成熟時体重が200kg～250kg程度の牛である。肉牛としての選抜の歴史はない。日本では、ホルスタインより黒毛の方がこの値が大きいという報告があった。これらをあわせ考えると、枝肉の筋肉対骨の比の大小は牛のサイズの違いに起因する部分が大きいのではないか。体重を支えるに必要な骨は、体重に比例した骨の量（容積）ではなく、体重に比例した骨の断面積であろう。つまり、体重Wと骨の断面積kR^2の間に$W:kR^2=1$が保たれている場合、Wが大きくなるにつれて、$W:k'R^3$は小さくなる。牛のサイズが大きくなればなるほど、枝肉中の骨の割合は大きくなるという理屈である。ヘレフォードは幅のある牛なので、体高や体長の割には体重がある。骨の面積も大になり、枝肉中の骨の割合も黒毛和種より大になるに違いない。

さて、これに対しては、いい加減なことを言うなという反論がありそうだ。かつては研究者の端くれであった私も、今では調べもせずにいい加減なことを言うようになったと自覚している。反論を投書下さると本誌「読者のひろば」というページに掲載できる。最近このページへの投書がないのは寂しい限りなのである。もう一つ。冒頭にあげた論文には未だに未練があって、ゼブ牛をうんと肥育したら、脂肪はどこにたまるのだろうと考えている。瘤にたまるという人もいるのだが。誰か教えて下さい。

（老兵）

たより

地方だより

東京都

○「アニマルセラピーに関する研究の動向と実際」の研修会開催

最近畜産分野でも話題となっているアニマルセラピーについての理解を深めるために、東京都畜産技術連盟主催で「アニマルセラピーに関する研究の動向と実際」というテーマでの研修会が12月15日に東京都文京区の家電会館で開催された。

東京大学大学院農学生命科学研究科の林良博教授から「アニマルセラピーに関する研究の動向」、社会福祉法人「のゆりの会」理事長で、きさらづ小児発達センターのぞみ牧場学園施設長の津田望施設長から「のぞみ学園でのアニマルセラピーの実践」について、それぞれ講演をしていただいた。70名以上の参加者があり、アニマルセラピーへの関心の高さが示された。質疑応答では、アニマルセラピーのこれからの課題や実践での問題などについて活発な意見が交わされた。

（畜産技術協会　木村　和生）

◇　◇　◇

大阪府

○「大阪地玉子ふれあい塾」を開催

平成15年11月20日に大阪府農林会館で、㈳大阪府畜産会主催の「大阪地玉子ふれあい塾」が開催され、消費者、養鶏生産者、関係機関から40名が参加しました。大阪府鶏卵品評会に出品された大阪産の地玉子が展示され、また大阪の養鶏の現状、鶏卵の品質の見方についての検討会が開かれました。そして、鶏卵の鮮度指標として、ハウユニット、卵黄係数、賞味期限、卵殻などが分かりやすく説明されました。品質検査の実演は好評で、大阪地玉子の鮮度や品質の良好なことが注目されました。生産者との交流会では、地玉子の入手先、安全・安心・鮮度へのコスト、スーパーなどでの特売、卵黄の色などについて質問があり、生産者および食とみどりの総合技術センターと家畜保健衛生所の職員が対応していました。

（大阪府畜産会　石崎　隆則）

協会だより

第38回優秀畜産技術者表彰の受賞者決定

（五十音順、敬称略）

伊藤　裕和　（愛知県農業総合試験場　畜産研究部　家きんグループ　主任研究員）

主として、愛知県特産のウズラにおけるPCR法によるサルモネラ迅速診断法、種卵の殺菌法の開発などの顕著な業績をあげるとともに免疫増強機能を有する飼料を活用した地域特産鶏の無投薬飼養法の開発に大きく貢献した。

宇田　三男　（茨城県畜産センター　主席研究員兼酪農研究室長）

主として、高泌乳牛の分娩後の繁殖機能回復に関与する微量要素の研究に従事し、β-カロテン、ビタミンEおよびセレンの要求量を明らかにし、日本飼養標準に採用されるなど高泌乳牛の繁殖性を改善する飼養技術の開発・普及に大きく貢献した。

古賀　照章　（長野県畜産試験場　酪農部　研究員）

主として、高泌乳牛の飼養技術開発研究に従事し、食品製造粕の給与設計指標、デンプンを含む飼料の測定法、飼料給与設計ソフト開発などに顕著な業績をあげるとともに高泌乳を維持しながら窒素排泄量を低減できることを明らかにし、環境保全型飼養技術開発に貢献した。

桜井　和巳　（山梨県農政部　農業技術課　課長補佐）

主として、高泌乳牛の飼養管理技術開発に従事し、泌乳前期の給与蛋白水準、バイパス蛋白の効果、飼料の物理性の最適水準策定に顕著な業績をあげ、日本飼養標準に採用されるなど高泌乳牛の飼養技術改善に大きく貢献した。

☆杉本　真由美　（独立行政法人家畜改良センター　技術部　技術第３課　調査役）

乳牛の遺伝病である横隔膜筋症のDNAマーカー解析により保因牛のDNA欠損領域を同定し、遺伝子診断法の開発に大きく貢献し、また、乳房炎感受性に関与する遺伝子の染色体領域を明らかにし、乳房炎抵抗性育種への貴重な情報提供という顕著な業績をあげた。

住尾　善彦　（熊本県農業研究センター　畜産研究所　生産基礎技術研究室　研究参事）

褐毛和種の成長に伴う骨格、筋肉、体脂肪の体構成や枝肉構成の変化の解析に基づく褐毛和種の標準発育曲線を作成し、肥育技術の基礎の確立に顕著な業績をあげるとともに産肉特性を活かした粗飼料利用型肥育技術の確立に大きく貢献した。

馬場　武志　（福岡県農業総合試験場　畜産環境部　飼料チーム　専門研究員）

暖地に適した低水分サイレージの調製技術、ラップサイレージの適正フィルム素材、保管技術など暖地のサイレージ品質安定化に顕著な業績をあげるとともに暖地サイレージ向き牧草の草種・品種選定と栽培技術確立に大きく貢献した。

☆藤野　幸宏　（埼玉県農林総合センター　畜産研究所　飼養管理担当　主任研究員）

豚の受精胚移植技術に早くから取り組み、受精胚の凍結保護剤や冷却速度の改良による受胎率向上、外科的採卵・移植技術、耐凍性の個体差推定法の開発など、豚の受精胚移植技術の受胎率向上、安定化に大きく貢献した。

森本　正隆　（北海道立畜産試験場　技術普及部　主任専門技術員）

北海道における黒毛和種の育成・肥育技術の先進事例の解析結果をもとに研究部門と連携した現地試験を実施し、北海道で初めての肥育マニュアル策定の中心的役割を果たすとともに子牛市場や枝肉成績、育種価の情報システム構築に大きく貢献した。

渡辺　千春　（滋賀県農業総合センター　畜産振興センター　バイテク・環境担当　主任主査）

家畜ふんの堆肥化過程で大きな課題である悪臭の抑制技術として、通気性に優れた全面メッシュバッグの堆肥化技術の開発、堆肥化過程での大腸菌の消長解析に基づく安全な堆肥化技術、悪臭の発生しない畜舎内家畜管理技術など、実用的な環境対策技術の開発に大きく貢献した。

（注）　☆印は特別賞受賞者

第38回優秀畜産技術者表彰式

第38回優秀畜産技術者表彰式は、平成16年６月17日（木）に全国家電会館５階講堂において開催する予定です。

平成16年度予算概算決定の重点事項（生産局：畜産関係）

農林水産省　生産局　畜産部

昨年末閣議決定された平成16年度政府予算案は、前年度同様の歳出改革路線を堅持し、歳出について実質的に前年度の水準以下に抑制する一方、予算内容についてはメリハリをつけることで重点的・効率的な予算配分が行われている。

その重点化・効率化にあたっては、引き続き「人間力の向上・発揮－教育・文化、科学技術、IT」、「個性と工夫に満ちた魅力ある都市と地方」、「公平で安心な高齢化社会・少子化対策」、「循環型社会の構築・地球環境問題への対応」の４分野が重点事項とされた。

農林水産予算については、米改革の着実な推進、担い手の育成支援等の農業構造改革を促進するとともに、食の安全・安心の確保、都市と農山漁村の共生・対流の促進等を展開するとの観点から、重点施策に思い切った予算配分を行うなど、新たな政策展開が図られるよう編成されている。

以下に、生産局（畜産部関係）の重点事項を紹介する。〔（　）内は平成15年度〕

１．畜産振興のための総合的な施策の実施

効率的な畜産経営、自給飼料の増産、家畜の改良増殖、畜産新技術の実用化、家畜個体識別システムの高度利用、生乳及び食肉等流通の合理化等のための技術実証、施設・機械の整備等を実施。

（生産振興総合対策事業のうち畜産振興総合対策事業　8,968（4,961）百万円）

２．和牛のみなもと再生・強化対策の推進

安全・安心な牛肉の安定的な供給を図る観点から、肉用牛生産の“みなもと”となる和牛繁殖経営地域の活性化と育成を図るため、「人」、「牛」、「草」の確保対策を総合的に推進。

(1)「人」：担い手の確保対策

超早期離乳等新たな生産方式の普及、子牛のほ育・育成の外部化、経営継承・新規就農促進のための研修施設の整備、水田地域及び酪農地域での肉用牛繁殖経営の育成のための飼養管理施設の整備等を推進。

(2)「牛」：優良種畜の確保対策

広域後代検定（県域を越えて行う能力評価）等により優良な種雄牛を作出するとともに、優良な繁殖雌牛群の整備と農家への導入を推進。

(3)「草」：飼料基盤の確保対策

水田飼料作物・稲わらの広域流通、労働力軽減や耕作放棄地の畜産的利用を図るための日本型放牧（各地域の自然条件に適応した放牧）の推進、担い手への土地利用集積を伴う草地整備改良等を推進。

（生産振興総合対策事業のうち和牛のみなもと再生・強化対策関連　2,039（1,805）百万円の内数）

（畜産担い手育成総合整備事業　8,747（0）百万円の内数）

３．畜産環境対策の促進

平成16年10月末を期限とする家畜排せつ物法に基づく管理基準の猶予期限内に、家畜排せつ物の管理の適正化が図られるよう、家畜排せつ物処理施設の整備を推進。

（家畜排せつ物処理のための施設整備等の整備　23,670（11,163）百万円）

(1) 地域ごとの条件に対応して、家畜排せつ物等有機性資源の利活用に必要なたい肥化施設、たい肥散布機械等の共同利用施設・機械の整備を実施。

(バイオマス利活用フロンティア整備事業
8,883百万円の内数)

(2) たい肥還元用草地等と一体的に家畜排せつ物処理施設の整備を実施。

(資源リサイクル畜産環境整備事業(公共)
7,887百万円)

(3) 無利子貸付を通じた都道府県公社等による家畜排せつ物処理施設等をリース。

(経営構造改革緊急加速リース支援事業
6,900百万円)

(関連事業)

・中山間地域等における農業集落の環境を保全管理するための施設整備、農業関係排出物等の処理施設の整備等
223,228百万円の内数
うち生産局計上分
飼料基盤(草地、飼料畑)の整備と併せて、家畜排せつ物処理施設の整備を実施。
(飼料基盤活用促進事業(非公共)
1,200(0)百万円の内数)
(草地畜産基盤整備事業(公共)
10,893(12,568)百万円の内数)

(参考)

・このほか、畜産物価格の決定にあわせ家畜排せつ物処理施設等の1/2補助付きリース事業についても検討。
(15年度予算額210億円)

4．飼料増産対策の実施

輸入飼料への依存から脱却し、安全で安心な畜産物を生産する自給飼料に立脚した生産構造に転換。

(1) 流通・供給体制の整備

作業受託組織(コントラクター)等を核とした飼料作物の生産からTMRの調製・供給(混合飼料宅配)までを行う地域センターの整備、水田地域から畜産地域への粗飼料の流通体制の確立等を実施。

(2) 飼料生産基盤の整備

担い手への土地利用集積の加速化と遊休農地等の畜産的利用の促進等に対応した草地等の整備改良を実施。

(自給飼料増産総合対策事業
1,162(1,163)百万円)
(耕種作物活用型飼料増産対策事業
206(254)百万円)
(飼料基盤活用促進事業 1,200(0)百万円)
(草地畜産基盤整備事業(公共)
10,893(12,568)百万円)

5．鶏卵生産の構造改革の推進

従来の『行政指導の羽数枠管理による計画生産』から『生産者の主体的判断に基づく生産』への円滑な移行に向け、卵価安定基金への助成を行うとともに、中小規模経営の共同化や高品質化の取組を促進。

(鶏卵価格安定対策事業 1,341(0)百万円)
(鶏卵安全・品質向上推進事業
42(0)百万円)
(食肉等流通体制整備事業(ハード鶏卵分)
189(0)百万円)

平成16年度予算概算決定の重点事項（消費・安全局：家畜衛生関係）

農林水産省　消費・安全局

昨年7月に、消費・安全局が立ち上げられるなど、農林水産省の組織も改組され、新たな体制で食の安全と安心の確保に取り組むこととなった。衛生関係の組織も、従来の衛生課に飼料、魚類の衛生、安全性確保の機能を加えて名称を衛生管理課とし、畜産水産関係の衛生問題を取り扱うこととなった。また、食品安全基本法、BSE特措法、牛肉トレサ法の制定に加え、家畜伝染病、薬事法、飼料安全法、食品衛生法等家畜衛生に関わる法律の改正も相次いで行われた。平成16年度予算は、このような情勢の中、消費・安全局衛生管理課として、はじめての予算編成となった。衛生管理課所管の予算では、死亡牛のBSE検査に要する施設整備が終了したことから、全体では減となったが、死亡牛BSE全頭検査の完全実施、新たに策定される衛生管理基準や防疫指針の普及・指導、食品衛生法改正によるポジティブリスト制導入に伴う飼料での残留基準値や動物用医薬品の使用基準の見直しなどに要する経費について新規・拡充が認められた。以下に、家畜衛生関係の重点事項を紹介する。〔（　）内は平成15年度〕

1．監視体制強化施設整備事業（地方ハード）

家畜防疫活動の基幹となる都道府県家畜保健衛生所の機能を全国的に一定水準以上に保つことを目的に、迅速診断対応施設、高度診断対応施設、バイオハザード防止関連施設、緊急病性鑑定機材の整備、地域の家畜防疫体制、疾病の監視体制及び危機管理対応の強化を図る。

（家畜衛生対策事業のうち監視体制強化施設整備事業　131（85）百万円）

2．BSE検査・清浄化推進事業（地方ソフト）

BSE特別措置法に定められている24か月齢以上の死亡牛のBSE検査を全国で適切かつ確実に実施するために、家畜伝染病予防事業（後述）の助成対象外となっている経費について支援を行い、BSEの浸潤状況の正確な把握、防疫対策の実効性の評価等リスク管理を科学的に実施する体制を確保する。なお、死亡牛の検査体制については、本年1月現在で41県で全頭検査できる体制が整備されており、年度内には全都道府県で全頭検査を実施できる体制が整備されることになっている。

（家畜衛生対策事業のうちBSE検査・清浄化推進事業　606（577）百万円）

3．家畜伝染病防疫対応強化事業（地方ソフト、民間ソフト）

昨年7月の家畜伝染病予防法改正により、家畜飼養者が遵守すべき飼養衛生管理基準の制定や特定家畜伝染病防疫指針の策定・公表が定められたが、この飼養衛生管理基準に沿った飼養管理の推進や防疫指針の普及のため、地方段階での講習会、農家指導、中央段階での講習会、パンフレット作成等を実施する。なお、飼養衛生管理基準や防疫指針については、食料・農業・農村政策審議会消費・安全分科会の中に家畜衛生部会が設置され、現在その検討が行われている。

（家畜衛生対策事業のうち家畜伝染病防疫強化事業　地方ソフト201（0）百万円、民間ソフト　44（0）百万円）

4．家畜伝染病予防事業

家畜伝染病予防法に基づき都道府県が行う防疫活動に要する経費の一部負担、家畜伝染病発生時、家畜の殺処分等を行う際の手当金等の交付を行う。16年度については、飼養衛生管理基準（前述）の遵守状況の監視、死亡牛のBSE検査の全頭検査完全実施のための必要な増額が認められた。

（家畜伝染病予防費負担金1,354(1,055)百万円、
患畜処理手当等交付金　450(291)百万円）

5．流通飼料対策事業（地方ソフト）

飼料の安全性確保のための畜産農家の指導、講習会開催、業者届出等のデータベース化と国・都道府県のとの情報の共有システムの構築のよる業者情報の一元管理体制の整備を行うとともに、遺伝子組換え体利用飼料の検査体制の整備、抗菌性物質のリスク管理区管理体制を整備するための残留試験、耐性菌の発現調査等を実施する。

（流通飼料対策事業費　13(13)百万円）

6．人畜共通感染症等の危機管理体制整備

人畜共通や振興の感染症などの家畜の伝染性疾病について、サーベイランスの実施による監視、予察、新たな診断手法等の実用化等万一の発生に備えた危機管理体制の整備・強化を図るとともに、緊急接種用の動物用ワクチンを備蓄する。

（人畜共通感染症危機管理体制整備調査等委託費　76(0)百万円、
人畜共通感染症危機管理体制整備事務費
（動物検疫所計上）　31(0)百万円）

7．牛トレーサビリティ制度の確実な実施

法に基づく牛トレーサビリティ制度で必要となる耳標装着、出生等の届出、食肉販売事業者等による個体識別番号の表示等の検査、指導を行うとともに、牛肉の流通段階における個体識別番号の適正な伝達をDNA鑑定により確認する。

（牛肉トレーサビリティ業務事務費
87(70)百万円
牛肉トレーサビリティ業務委託費
787(1,074)百万円）

8．動物用医薬品使用基準設定等委託事業

食品衛生法の一部改正により、原則として全ての動物用医薬品に残留基準値が設定され、残留基準値を超える食品の製造、販売等が禁止されることから、この残留基準値に対応した動物用医薬品の使用金の設定、見直しのため、残留試験を実施する。

（動物用委託品使用基準設定等委託費
120(36)百万円）

9．飼料の有害物質等残留基準設定等委託事業

食品衛生法に基づき定められる残留基準値に対応した飼料中の残留基準値を設定するため、必要な飼養試験を実施する。

（飼料の有害物質等残留基準値設定等委託費
325(0)百万円）

平成16年度予算衛生管理課主要事項一覧　（千円）

	16'	15'	差引増△減
Ⅰ．補助金	3,591,447	4,822,786	△1,231,339
家畜衛生対策事業（ハード）			
うち監視体制強化施設整備	130,575	84,613	45,962
家畜衛生対策事業（地方ソフト）			
うちBSE検査・清浄化推進事業	605,877	576,878	28,999
家畜伝染病防疫対応強化事業	201,513	0	201,513
養殖衛生管理体制整備事業	69,980	69,980	0
家畜衛生対策事業（民間ソフト）			
うち家畜伝染病防疫対応強化事業	43,570	0	43,570
家畜伝染病予防費			
家畜伝染病予防費負担金	1,354,148	1,054,877	299,271
患畜処理手当等交付金	449,816	291,242	158,574
	16'	15'	差引増△減
Ⅱ．委託費	1,539,987	1,346,780	193,207
人畜共通感染症等危機管理体制整備調査等委託費	6,327	0	76,327
承認された水産用医薬品の承認対象目間の残留検証事業委託費	11,850	0	11,850
魚類防疫技術対策事業委託費	36,000	36,000	0
動物用医薬品使用基準設定等委託費	120,323	36,471	83,852
飼料の有害物質等残留基準設定等委託費	325,227	0	325,227
養殖衛生対策センター事業委託費	96,419	99,401	△2,982
	16'	15'	差引増△減
Ⅲ．事業事務費	299,507	242,337	57,170
家畜衛生部会費	12,971	0	12,971
牛肉トレーサビリティ業務事務費	86,674	70,319	16,355
動物リスク管理実施状況等調査事務費	8,358	0	8,358
	16'	15'	差引増△減
Ⅳ．その他	30,649	0	30,649
人畜共通感染症等危機管理体制整備事務費（緊急接種用ワクチン備蓄費）【動物検疫所計上】	30,649	0	30,649

バイオ機器、試薬の専門商社

PCR System

PCRの成功の鍵を握る、
信頼のサーマルサイクラー

GeneAmp®
PCR System 9700シリーズ

◆加熱・冷却新方式により、サイズを小型化しました。
◆Peltier一体化型サンプルブロックは、交換可能です。
インストール時には、サンプルブロックを搭載しています。
・GeneAmp PCR System 9700　0.2ml,96サンプル
本タイプのサンプルブロックには、ゴールドコーティングシルバーシルバーおよびアルミニウムがあります。
・Dual 384-Well GeneAmp PCR System 9700
0.02ml,2×384サンプル
本タイプのサンプルブロックには、ヒートカバーが電動開閉するタイプもあります。
・0.5ml GeneAmp PCR System 9700 0.5ml ,60サンプル
◆バックライト方式のグラフィカルインターフェイスの採用により、プログラミングや反応のモニタリングが容易です。

NucleoSpin® Blood QuickPure

血液、その他体液からのゲノムDNAの精製

対象サンプル
- 全血（ヒトあるいは動物の血液）
- クエン酸やEDTA、ヘパリンで抗凝固処理した全血
- 血清、血漿、バフィーコート、血小板、体液（例:羊膜液）
- 10^7個までのリンパ球
- 培養細胞

特徴
・精製方式:シリカメンブレンを用いた遠心ろ過法
・PCR阻害物質を完全に除去できます。
・そのまま使用できるDNAを20分以内に精製できます。
・サンプル量:≦200μl　・一般的な回収量:4～6μg DNA
・容出量:25～50μl
・洗浄ステップと乾燥ステップを統合しました。
・遠心ろ過法と吸引ろ過法の両方の操作が可能です。

**極めて迅速な
操作方法！
操作時間＜10分**

FRONTIX

フロンティックス株式会社

代表取締役 前田 雅広

本社
〒333-0861　埼玉県川口市柳崎4-24-1-403
TEL:048-268-5578（代）FAX:048-264-3600
E-mail: frontix@green.ocn.ne.jp

東関東営業所
〒277-0827　千葉県柏市松葉町2-28-3
TEL:0471-37-1663　FAX:0471-37-1668
E-mail: frontix@green.odn.ne.jp

細胞融合装置ET3 悟空

Embryonic Cell Fusion System GOKU

・正確な時間制御：高性能電源部・パルス発生部を新開発
　　正確なパルス発生制御、安定したパルス波の発生。
・即時に融合条件を把握：融合液のインピーダンスをリアルタイムに測定。
・高性能波形モニターを用意。
・優れた操作性と、国産機としてのきめ細かいサポート体制安心して使用出来ます。

FHK

富士平工業株式会社
〒113-0033 東京都文京区本郷６丁目11番６号
電話 東京(03)3812-2271 ファクシミリ(03)3812-3663

北海道富士平工業株式会社
本 社：〒001-0027 札幌市北区北27条西9丁目5番22号
電 話(011)726-6576(代表) ファクシミリ(011)717-4406
支 店：〒080-0802 帯広市東2条南3丁目7 十勝館ビル
電 話(0155)22-5322(代表) ファクシミリ(0155)22-5339