

畜産技術

LIVESTOCK TECHNOLOGY

2004.11



ハリスコ州における放牧牛(メキシコ・グアダハラ市近郊)

(撮影:日本ハム株式会社 千田 英一)

特集 ルミノロジー研究と牛の飼養技術

提言	畜産の時代	1
研究レポート1	畜産農家保有の機械利用による飼料イネ収穫調製技術	27
研究レポート2	飼料作物圃場の土壌化学性と飼料作物の無機成分濃度の実態および問題点	30
技術情報1	食品安全基本法時代における畜産物リスク対策のあり方	34
技術情報2	兵庫県牛の育種価の予測方法の検討	38
研究所だより	東京農業大学 動物発生工学研究室	43
連載	主要家畜品種成立史(24)スパニッシュ・メリノ種(25)コリデール種	45
国内情報1	牛個体識別事業の現状と課題	49
国内情報2	大分県における高病原性鳥インフルエンザの発生と対応	53
国内情報3	京都府における高病原性鳥インフルエンザの発生と対応	56
国際協力情報	JICAが最近導入した民間ノウハウ活用型の海外技術協力スキームの概要	59
地域の動き	新たな放牧衛生対策への取り組み(沖縄県)	64
文献情報		66
用語解説	ゼネリック	67
海外統計	チリの畜産	68
国内統計	平成15年畜産の産出額(概算)	69
会員だより	福井県畜産技術連盟	70
会員だより	財団法人日本生物科学研究所	71
百舌鳥	うんちはくさい・・・	72
地方だより		73
協会だより		74
学会・研究会・シンポジウム等のお知らせ		76
人の動き		42
今月の表紙		37
グラビア	研究所だより/地域の動き	

Enjoy 地方競馬

馬の教だけ夢がある



 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。

全国25場からお届けします。



バイオサイエンス学科のある12号館の全景

東京農業大学
動物発生工学研究室



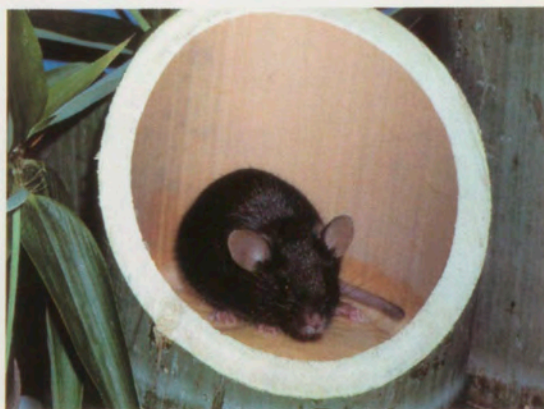
動物発生工学研究室内風景



核移植操作

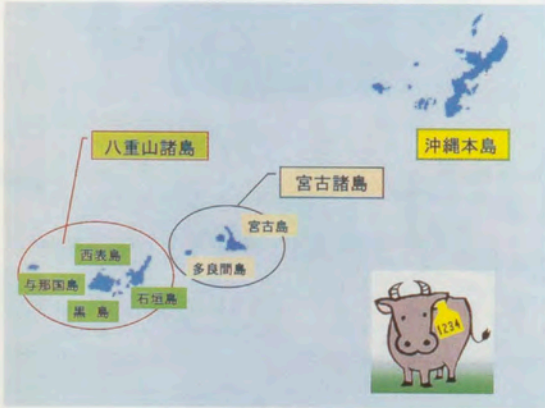


核移植操作の様子



世界で初めて誕生した単為発生マウス“Kaguya”

新たな放牧衛生対策への取り組み (沖縄県)



沖縄県の位置図



ジャイアントスターグラス草地における放牧

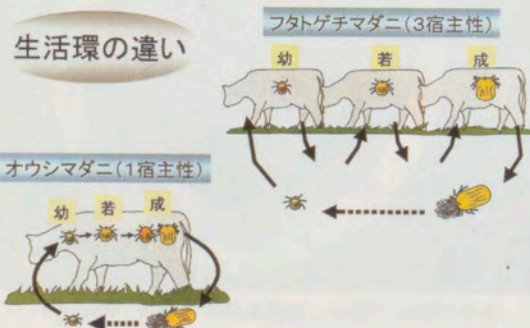


ダニ寄生状況の調査(1)



ダニ寄生状況の調査(2)

生活環の違い



ダニの生活環



放牧風景

提 言

畜産の時代



塩田 忠

(しおた ただし)
農林水産省生産局畜産部
畜産振興課 課長

価格は時の出来事を反映している。

かつては家畜の生産サイクルがトレンドを形成し、生産と価格が直結していた。生産者は、長年手塩にかけた家畜由来産物の一度限りつく価格に一喜一憂した。しかし、近頃の価格は、畜産物に限らず経験したことがない新たな動き、トレンドを示している。

今年も、かつてない台風、洪水、火山活動などが起きているが、異常気象は、従来から価格の変動要因として認識されていた。しかし、近頃は、人が、そして情報が、情報を動かし価格を形成するので、価格変動が激しい。生産のためには価格が予想できることが好ましい。

世界の様々な価格を見てみても、最近では、オイル、船賃（フレート）、穀物、そして畜産物の相場がかつてない動きを見せており、情報が価格を動かす時代である。

日本の食卓に、畜産物が並び、その占める割合が大きくなった。今後、その価格の安定のためには、消費と生産を結ぶことが重要であり、生産履歴の提供やトレーサビリティシステムにより、情報をつないでいく必要がある。さらには畜産が社会に定着することが望まれる。

わが国では米をはじめ農産物は秋の実りの行事に象徴されるように生活に根付いている。一方、海外では、畜産物は食の中心を占めることが多く、歴史的にも長く、消費は安定し、生活に定着している。

本来、食は供給も消費も「安定」が基本。

近頃は量や質の「安定」を越えて、健康と衛生が連動して「安全性」が「安心」に結びついて、その関連情報が話題となる。

畜産は家畜（家禽を含む）が命。長い年月をかけて育種し、さらに生産に至るまで長期間を要し、生産者一代の間に何サイクルも経験できない丹精こめたもの。このことをじっくりと消費者に伝え、体験し、理解してもらい、畜産を文化として定着させるのに畜産人の努力が必要である。

一方、畜産経営者・農業者はそれぞれの流儀で家畜を飼う。それをサポートする研究成果に基づく技術、科学的知見、システム、施策がかみ合うことで、生産が安定し、将来「飼料・家畜・ふん尿そして畜産物」の循環が成り立つ。

研究と行政。産官学の畜産サポート軍団が生産者と消費者に直結した時、真に畜産が定着し、時の出来事や情報に振り回されない安定が生まれる。

それまでにやることは多い。畜産の時代が来るには、まだ、しばらく時間がかかる。

ルーメン（第一胃）発酵とそれに関連する反すう動物の代謝ならびに生産機構の特殊性を明らかにする学問、ルミノロジーは牛の飼養技術の基礎として、生理、生化学、内分泌、栄養の分野から、ルーメン微生物、ルーメン発酵の人為的調節などにいたるまで広範な領域で急激に進歩しています。今回はその中の“ルーメン発酵”を中心にして、最近の話題を特集しました。ご執筆いただいた諸先生に厚く感謝いたします。

(編集委員会)

- I. ルーメン研究の最近の動向：微生物機能を中心に……………板橋 久雄
- II. 牛の飼養技術とルーメン発酵
 - 1. ルーメン発酵に基づいた乳牛の蛋白質給与設計……………相井 孝允
 - 2. ルーメン発酵を制御する乳牛の繊維・デンプン給与設計……………原 悟志
 - 3. ルーメン機能の異常による牛生産病の発生動向……………元井 霞子
- III. ルーメンからのメタン放出とその制御……………栗原 光規

I. ルーメン研究の最近の動向： 微生物機能を中心に

板橋 久雄 (いたばし ひさお) 東京農工大学農学部

1. はじめに

反すう家畜の消化や生産性がルーメン（第一胃）の機能に大きく依存することはいうまでもない。ルーメンには多くの種類の微生物が多数生息し、摂取した飼料を発酵して宿主である反すう家畜に栄養素を供給している。ルーメンに関しての動物と微生物の関係は、共生栄養生理の典型的なものであり、この分野の研究をルミノロジーという。ルーメン微生物の機能解明とその制御に関する研究は欧米では進展していたが、わが国では第二次大戦後に、多くの独自の研究が行なわれ、反す

う家畜の生産性向上に大きく貢献した。近年では、安全な畜産物の生産のためのルーメン管理に関する研究も進み、さらに畜産が環境に及ぼす弊害を克服するための研究も行なわれている。

本稿では、ルーメン微生物の機能とルーメン内の物質代謝にしまり、主にわが国の研究者による最近のトピックスを紹介したい。なお、詳細は「新ルーメンの世界」¹⁾などを参照されたい。

2. ルーメン微生物の分子生物学

これまでに、ルーメンから多数の細菌が分

究と牛の飼養技術

離され、生化学的性質や微生物の相互関係が明らかにされてきた。これらの研究はすべて培養法によって行なわれてきたが、培養法によって分離されているルーメン微生物は全体の10~20%にすぎない。そのため、分子生物学的な手法が20年前からルーメン微生物学で活用されるようになり、微生物の遺伝子解析、微生物相の解析および細菌の遺伝子組換えなどに取り入れられている。

1) 微生物の遺伝子解析

現在までに全ゲノム解析が終了している微生物は182種であるが、ルーメン細菌では1例のみが報告されている。ルーメン細菌の全ゲノム解析に先駆けて、農林水産先端技術(STAFF)研究所のグループは繊維分解菌 *Fibrobacter succinogenes* S85の遺伝子地図を作成した²⁾。これにより、各繊維分解遺伝子が染色体上に散らばっていることが初めて明らかにされた。この成果は遺伝子間の相互関係解明や遺伝子組換えに役立つことが期待される。

ルーメン細菌の遺伝子解析は、組換えに必要なベクターの開発を目的としたプラスミドの解析と繊維分解に関与する遺伝子の解析の二つのアプローチから始まった。ルーメン細菌では制限修飾系がよく発達しているため、ベクターの開発においてはルーメン細菌由来のプラスミドを用いることが重要であるため、その検索が行なわれた。これまで10年間で、全塩基配列が決定されているルーメン細菌由来のプラスミドは17個あるが、その決定にはわが国の研究者も大きく寄与した¹⁾。解析数が少ない理由は大腸菌へのクローニングがで

きないなどの困難があるためである。

繊維分解遺伝子のクローニングについては、1987年に *Ruminococcus flavefaciens* のセルラーゼの遺伝子のクローニングが最初に報告され、1989年には Ohmiya ら³⁾ が *R. albus* のセルラーゼ遺伝子の塩基配列を最初に明らかにした。その後、100個以上の繊維分解関連の遺伝子が次々にクローニングされ、塩基配列が決定された。

ルーメンのプロトゾア(絨毛虫)からは約80クローンが報告されているが、その主なものは繊維分解酵素遺伝子である。Takenaka ら⁷⁾ はプロトゾアの *Epidinium* sp. から初めて繊維分解酵素遺伝子をクローニングし、プロトゾア自身が植物繊維を分解して利用する能力をもっていることを証明した。これらの遺伝子の塩基配列は細菌由来の繊維分解酵素遺伝子と相同性が高いので、プロトゾアの繊維分解酵素は細菌から伝播した可能性がある。

真菌は、細菌やプロトゾアに比べて生息密度がはるかに低いですが、繊維分解活性が高く、さまざまな植物細胞壁分解酵素を生産することが注目されている。真菌の酵素遺伝子も集中的な解析により、約140個の塩基配列が明らかにされ、その特性が明らかになりつつある。

2) ルーメン微生物の解析

分子生物学的手法は微生物の生態解析にも用いられるようになった。細菌ではリボゾーム RNA の構成成分の16Sリボゾーム RNA 遺伝子(16SrDNA)配列が生態分析によく使われる。そして、PCR法により、細胞溶解液から16SrDNAを増幅し、クローニング後に塩基配列を解読する手法が広く用いられるよ

うになった。Tajimaら⁴⁾はウシを亜急性アシドーシス状態にした時のルーメン内の菌相の変化を調べた。濃厚飼料給与により、繊維分解菌の菌数が減少して、乳酸を利用する既知菌種が増え、さらに給与日数が進むと乳酸を利用する未知菌種が多くなった。このように、ルーメン細菌はきわめて多様に富むこと、およびまだ分離されていない細菌が多数存在することが明らかになった。

この方法は培養法に比べて迅速かつ簡便であるが、定量的な解析ではないという問題点があった。そこで、ルーメン細菌を特異的に検出する多くのプライマーが開発され、Kobayashiら⁵⁾は、この特異的検出と競合PCR法による定量法を確立した。これにより、粗飼料と濃厚飼料の比を変えた飼料を摂取したヒツジを用いてルーメン内の3種類の主要繊維分解菌の変動を明らかにした。近年では、より精度の高い定量法としてリアルタイムPCR法などが開発されている。このように、標的菌種をしぼって特異的に検出・定量を行なうことにより、ルーメン細菌の変動を詳細に追跡できるようになった。

細菌がセルロースを分解するためには、セ

ルロースへの付着が必須であることがすでにMinatoら⁶⁾の先駆的な研究により明らかにされていた。その後、細菌のセルロースへの付着機構に関する研究が進展し、いくつかの付着様式が提示された。その一つは多くの嫌気性細菌に認められるセルロソームとよばれる繊維分解酵素複合体である(図1)。細菌の表面には、この酵素複合体を含む多数の突起物が存在している。酵素複合体の周辺を覆う吸着機能をもつ物質が菌体を繊維質に固定し、繊維が分解される。この複合体は微生物がつくった分解酵素を有効に機能させるために必要なものであり、これにより繊維の分解機構が一層明らかになった。

3) 組換え細菌のルーメン内移植

遺伝子組換えルーメン細菌の作出の目的は強い機能を有するルーメン微生物をつくってルーメンに定着させることであり、10年間にわたり、遺伝子操作のためのツールが開発されてきた。そして、細胞融合法、形質転換法、形質導入法、相同的組換え法などの遺伝子操作法によって、各種の高機能組換え細菌が作出された。なお、プロトゾアや真菌においては、まだ遺伝子導入に成功していない。Kobayashiらはルーメン細菌のキシラナーゼ遺伝子を*Butyrivibrio fibrisolvens*に導入して発現させた結果、キシランの分解は元株の11倍に高まった。英国ロウエット研究所では、キシラナーゼで50倍、セルラーゼで4倍にも効力が向上し、安定かつ機能的な組換え細菌の作出に成功している¹⁾。

これらの組換え細菌をルーメンに戻した場合に、定着し消化機能が向上するかは最も重要な点である。これまでの主要な研究結果を表1に示した。Kobayashiら⁸⁾は、上記の*B. fibrisolvens*の組換え細菌をヒツジのルーメンに大量移植したが7日目には消失した。こ

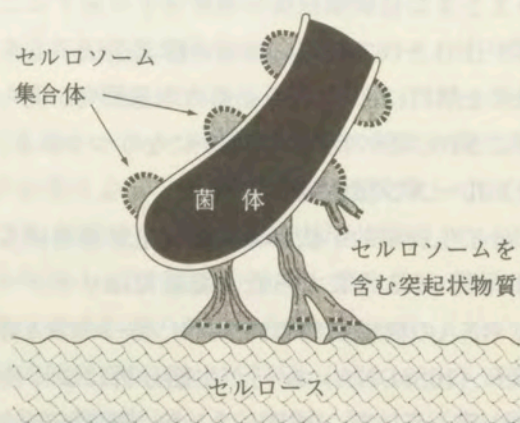


図1 セルロソーム(セルラーゼ複合体)の菌体表面における局在性を示す電子顕微鏡写真のスケッチ¹⁾

表1 ルーメンへ移植された主な組換え細菌の消長

組換え体	消長	追跡法	文献
エリスロマイシン・リファンピシン耐性 <i>R. albus</i> 組換え体	14日目に $10^{2.4}/g$ へ減少 (<i>in vivo</i>)	選択培養	Miyagiら, 1995
土壤細菌由来脱ハロゲン酵素発現 <i>B. fibrisolvens</i> 組換え4株混合体	$10^{6.7}/g$ で定着 (<i>in vivo</i>) ヒツジはモノフルオロ酢酸に耐性	PCR法	Greggら, 1998
ルーメン真菌由来キシラン分解酵素発現 <i>B. fibrisolvens</i> 組換え体	消失か $10/g$ へ減少 (<i>in vitro</i>) 28日目に検出不能 (<i>in vivo</i>)	PCR法	Krauseら, 2001
ルーメン真菌由来キシラン分解酵素発現 <i>B. fibrisolvens</i> 組換え体	$10^{2.4}/g$ へ減少 (<i>in vitro</i>) 7日目に検出不能 (<i>in vivo</i>)	選択培養 または競合PCR法	Kobayashiら, 2000, 2001 Kobayashi and Yamamoto, 2002

の原因としては、プロトゾアによる捕食やルーメン液中のバクテリオシンなどの抗菌物質が関係していると考察された。

一方、土壤細菌の脱ハロゲン酵素遺伝子を *B. fibrisolvens* に導入・発現させ、これをヒツジのルーメン内に移植し、高い密度で定着させることに成功した例もある⁹⁾。しかも、ヒツジはフルオロ酢酸に耐性を示した。南半球の各種の灌木に多く含まれるフルオロ酢酸は、家畜に中毒を引き起こすが、この組換え細菌は実用に近いものであり、大きな期待がもたれている。

3. ルーメンプロトゾアの代謝機能

プロトゾアは細菌とともにルーメン発酵を主に担う微生物であり、その役割について多くの研究が行われてきた。プロトゾアは嫌気性のためにミトコンドリアをもたないが、その代わりに類似のエネルギー生成小器官であるヒドロゲノソームをもっている。今日まで純粋培養には成功していないので、その機能解析は細菌に比べると遅れているが、生化学的な性質はかなり明らかになってきた。Onoderaら¹⁰⁾は、一連の研究の過程で、プロトゾアがリジンをジアミノピメリン酸(DAP)から合成することを発見した。このDAPは細菌の壁のペプチドグリカンに多く含まれており、細菌を主な窒素源として捕食

するプロトゾアには十分なDAPが存在することになる。細菌もDAPからのリジン合成を行なうが、細胞タンパク質中のリジンの割合はプロトゾアの方が高い。その後、プロトゾアのDAP脱炭酸酵素の精製が進められ、この酵素は、プロトゾアの体内分布から推定して、内生共生菌由来の可能性が示された¹¹⁾。これらの情報はこの分野の遺伝子解析や機能開発を進める上で重要である。

一方、プロトゾアはリジンを分解して最終産物としてピペコリン酸(Pip)を産生することが明らかにされたが、これは細菌には認められない機能である。このPipはラットの脳内では神経伝達物質であるGABA(ギャバ: γ -アミノ酪酸)の放出を促進する神経変調因子である。GABAは神経抑制性の神経伝達物質で、脳を安定化して闘争行動を鎮める作用がある。Pipは通常の飼料中に存在するので、反すう家畜は飼料よりPipを得ているが、プロトゾアがその供給量を高めていることが明らかにされた¹¹⁾。プロトゾアの存在が、家畜の脳の安定化に寄与し、家畜管理が容易にできるようになることが考えられるが、今後の検討課題である。

プロトゾアによるアミノ酸代謝については、Onoderaらによってほぼ全貌が明らかにされたが、ここではヒスチジンについて触れておきたい。培養実験の結果、プロトゾアはヒスチジンの合成能をもたず、細菌と同様であっ

表2 ルーメンにおける繊維消化(%)に及ぼすプロトゾアの影響
(Ushida&Jouany,1990およびUshidaら,1990)

飼料	繊維成分	無虫群	有虫群
アルファルファ乾草+大麦 (65/35)	ヘミセルロース	33.2	57.7
	ADF	26.3	34.1
NaOH処理ワラ+ビートパルプ (83/17)	ヘミセルロース	37.9	52.9
	ADF	47.5	50.9
アンモニア処理ワラ (90)	ヘミセルロース	60.3	72.0
	ADF	58.0	59.6
アンモニア処理ワラ+ トウモロコシ (70/20)	ヘミセルロース	26.8	57.6
	ADF	45.5	59.7

注) ヘミセルロース: 中性デタージェント繊維 (NDF) - 酸性デタージェント繊維 (ADF)

た。結局、反すう家畜は肝臓などの臓器でヒスチジンを合成し要求量を満たしていることが明らかとなった¹⁾。

プロトゾアの体表へのメタン細菌の付着については以前から知られていたが、プロトゾアの細胞内にも多くのメタン細菌が存在しているので、メタン産生が高まることになる¹²⁾。プロトゾアは繊維の消化を促進するが、セルロースよりもヘミセルロースの分解に寄与していると考えられている¹³⁾ (表2)。

また、プロトゾアは飼料中の蛋白質の分解を促進するので、ルーメン内のアンモニア濃度が高まり、小腸に流出する微生物体蛋白質量が低下する。しかし、通常の飼料には十分なバイパス蛋白質が含まれているので、プロトゾアの存在が動物の成長や生産性に及ぼす負の影響はほとんどみられない。結局、プロトゾアの存在は得失両面をもたらすが、繊維消化を高める意義が大きいので、中程度の密度でプロトゾアを維持することが重要である。

4. ルーメン細菌の代謝調節

ルーメン微生物の多くは、エネルギー源として主に炭水化物を利用して、揮発性脂肪酸を産生している。この発酵の過程で得られたエネルギーを使って微生物は増殖する。しかし、ここで生じた代謝性水素を処理しないと発酵はスムーズに進行しない。これらの微生物の代謝調節機構の研究は発酵制御法の開発

のための基礎を確立するために重要である。ルーメン細菌の代謝調節機構については、わが国ではHinoらにより精力的に研究が行なわれた¹⁾。ここでは細菌のpH耐性について述べる。

ほとんどのルーメン細菌は正常な代謝や増殖のために、細胞内pHを中性または微アルカリ性に維持しようとしている。培地のpHが低下すると、H⁺の細胞内への漏入が増加し、細胞内のpHが低下するので、細胞内のH⁺を細胞外に駆逐する必要がある。デンプン分解菌の*Streptococcus bovis*などは低pHに対して耐性をもっているが、このような細菌には細胞内pHをあまり低下しないように高い能力の菌体外へのH⁺の汲み出し機構が存在する。一方、多くの繊維分解菌はH⁺を汲み出す能力が低いので、細胞内pHが低下し、増殖できなくなる。低pH耐性菌である*S.bovis*と非低pH耐性菌では、H⁺を汲み出すH⁺-ATPアーゼ遺伝子の構造がかなり異なっていることが明らかにされている。低pH耐性機構を解明することは、繊維分解菌などの低pHに弱い細菌を低pH耐性の細菌に改変するための重要な基礎となり得るものである。

5. ルーメン内の脂質代謝

ルーメン内では、飼料中の不飽和脂肪酸を主体とする脂質は加水分解され、主に細菌により水素添加を受ける。そのため、反すう家畜によって生産された畜産物は他の家畜からの畜産物に比べて飽和脂肪酸が多く、生活習慣病の要因となることが指摘されている。

近年、共役リノール酸 (CLA) が抗ガンや血中コレステロール低下などの生理活性作用を有することが明らかにされた。CLAは反すう家畜由来の食品中に多いことから、それらの含量をさらに高める研究が行なわれている。CLAの異性体は主にシス-9,トランス-

11CLAであり、これは飼料中のリノール酸がルーメン細菌により水素添加される過程の中間産物であるが、牛乳や牛肉中のCLAにはこれとは別の産生ルートが存在する可能性がある¹⁾。これはルーメン内でトランス・11C_{18:1}が小腸に移行し、吸収後、乳腺や脂肪組織に取り込まれ、 Δ^9 -不飽和化酵素によって、シス-9,トランス-11CLAに変換されるというもので、畜産物中のCLAは主にこの経路によるとされている。一方、ルーメンで産生されるトランス-10,シス-12CLAは乳脂肪合成の阻害物質で、濃厚飼料多給時などにみられる乳脂肪率低下の原因物質であると提唱されている。畜産物中のCLAを増加させるためには、基質となるC18-多価不飽和脂肪酸が飼料中に多く存在するようにすること、およびトランス・11C_{18:1}からステアリン酸への水素添加を抑制することが考えられる。CLAの基質であるC_{18:2}は細菌にはあまり含まれていないが、プロトゾアにはやや多いので、プロトゾアを増加させることによって、CLA産生が高められる可能性もある。これについてはさらに多くの研究が望まれる。

6. おわりに

その他、ルーメンで産生されるメタンは温室効果ガスとして地球温暖化の一因となっているので、その抑制に関する研究が進められている。これについては、本特集のⅢ章で栗原により詳述されているが、ここでは添加物利用につき触れておきたい。これまで多くの研究で、ハロゲン化合物やイオノフォアの添加が抑制効果をもつことが示されているが、この方法は同時に繊維の消化率を低下することなどがあり、実用化には至っていない。BSE発生以来、畜産物の安全性が強く求められ、飼料への抗生物質の添加もなくす方向で

進んでおり、今後は、添加物としては天然物質の利用が望ましいといえる。すでに、畜産現場で悪臭などの環境問題に対して利用されているサポニン類は、消化率に影響を与えずにメタンを抑制できることが明らかになっている¹⁴⁾。また、フマル酸などの有機酸はルーメン内でプロピオン酸の産生に関連するので、メタン抑制効果が期待されている¹⁾。さらに、酵母などのプロバイオティクス（生菌製剤）の利用なども重要になると考えられる。これらの資材を組み合わせ、メタン抑制を含めたルーメン発酵の機能向上をはかることが今後の重要な方向である。

参考文献

1. 小野寺良次監修・板橋久雄編：新ルーメンの世界，農文協（2004）
2. Ogata, et al.: *Curr.Microbiol.*,35,22-27 (1997)
3. Ohmiya,K., et al.: *Appl.Environ.Microbiol.*,54,1511-1515 (1989)
4. Tajima,K., et al.: *Anaerobe*,6,273-284 (2000)
5. Kobayashi,Y., et al.: *FEMS Microbiol.Lett.*,188,185-190 (2000)
6. Minato,H., et al.: *J.Gen.Appl.Microbiol.*,12,39-52 (1966)
7. Takenaka,A., et al.: *J.Gen.Appl.Microbiol.*,45,57-61 (1999)
8. Kobayashi,Y, et al.: *Anim.Sci.J.*,72,344-346 (2001)
9. Gregg,K., et al.: *Appl.Environ.Microbiol.*,64,3496-3498 (1998)
10. Onodera,R.and M.Kandatsu : *Nature New Biology*,244,31-32 (1973)
11. Hussain-Yusuf,H., et al.: *Anim.Sci.J.*,74,87-193 (2003)
12. Itabashi,H., et al.: *J.Zootech.Sci.*,55,248-255 (1984)
13. Ushida,K.and J.P.Jouany : *Anim.Feed Sci.Technol.*, 29,153-158 (1990)
14. Lila,Z.A., et al.: *J. Dairy Sci.*,86,3330-3336 (2003)

Ⅱ. 牛の飼養技術とルーメン発酵

1. ルーメン発酵に基づいた乳牛の蛋白質給与設計

相井 孝允 (あいい たかみつ) 鯉淵学園

1. はじめに

ルーメンジュース (RJ)、あるいはRJ+尿素を入れた試験管内に木綿糸を吊し、試験管内で一定時間消化すると、木綿糸の消化率は一般に前者と比べ後者の方が高いことがよく知られている。ところで、この木綿糸の消化率を飼料成分表の中で示すと、その値はたぶん(窒素飢餓状態でない)慣行の飼料を給与した牛のルーメン内を想定した後者に近い値で表される。しかし、ルーメン内の環境は、個体、給与飼料の種類および給与後の時間などによって異なり、そして木綿糸の消化率はルーメン内環境によって変化するので、理論的には固定した木綿糸の消化率は存在しないことになる。

ところで、木綿糸の消化率と同様に、牛に給与する各飼料素材に含まれる蛋白質もルーメン内の環境条件が変わると、その分解率は大きく変化する。牛の飼料給与量の計算では消化率や蛋白質の分解率が大きな要因の一つとして関わっているので、ここでは、蛋白質の分解率をNRCの乳用牛の飼養標準2001(以下:乳用牛の飼料標準)およびCornell Net Carbohydrate and Protein System (CNCPSシステム:1994)ではどのように取り扱っているかを紹介する。

また、豚や鶏の飼養標準では、必須アミノ酸(EAA)の要求量および供給量の飼料計

算を行なっている。しかし、反すう家畜では単胃動物とは異なりルーメン内で(非蛋白態窒素化合物を含めた)給与蛋白質の一部がアンモニアにまで分解され、そしてアンモニアは再び微生物蛋白質に合成されて、給与蛋白質とは全く異なるアミノ酸(AA)組成の蛋白質となる。そのため、十二指腸に達する消化管内容物に含まれるAA組成を明らかにすることが難しく、牛の飼養標準ではEAAの要求量および供給量の設定は見送られていた。しかし、上述の二つの飼料計算方法を用いると、前者ではトリプトファン(Trp)を除く9種類のEAAの十二指腸に達する量が求められ、また後者では10種類のEAAの供給量:要求量比(充足率)を求めることができる。少し奇異に感じられることであるが、両者のEAAの計算はそれぞれ異なったAAモデルに基づき行なわれている。CNCPSシステム(この計算方法はNRCの肉用牛の飼養標準-1996に用いられている)では、J.D. O'Connorら(1993)のAAモデルを基にEAAの供給量および要求量の計算を行ない、乳用牛の飼養標準の作成にあたっては、新たにAAモデルの開発を行ない、それを基にEAAの供給量を設定している。ここでは、両者のEAAに関する報告の内容について紹介する。

最後に、具体的な乳用牛の飼料計算方法を簡単に紹介する。

2. 蛋白質

1) 蛋白質の分解率

ルーメン内の蛋白質の分解率を理解するために、まず乳用牛の飼養標準およびCNCPSシステムともにルーメン内における各飼料素材の分解速度 (rate of degradation、消化速度) および通過速度 (rate of passage) という概念を示している。分解速度、例えば蛋白質の場合、ルーメン内に一定量のカゼインを投入すると非常に速やかに (30分以内) にアンモニアまで分解されるが、一方、粕類などに含まれている窒素化合物の分解は非常に緩やかに行なわれる。すなわち、このことは蛋白質の種類によってルーメン内の分解速度が異なることを示している。また、一つの種類の飼料素材であっても、それには分解速度の異なるさまざまな蛋白質が含まれている。

乳用牛の飼養標準では、飼料素材に含まれる蛋白質を分解速度の点から大きくA (急速にルーメン内で分解される蛋白質)、B (緩やかに分解される蛋白質) およびC (ルーメン内では分解されない蛋白質) に区分している (CNCPSシステムでは、さらにB画分をB₁、B₂およびB₃に細区分している)。したがって、給与飼料に含まれるRDP (ルーメン内分解性蛋白質、CP%) およびRUP (ルーメン内非分解性蛋白質、CP%) は、次の公式を用いて計算することができる。

$$RDP = A + B[k_d / (k_d + k_p)]$$

$$RUP = B[k_p / (k_d + k_p)] + C$$

ここで、k_dおよびk_pはそれぞれ分解速度 (%/h) および通過速度 (%/h) であり、各飼料素材のA、B、Cおよびk_dの値は飼養標準の飼料成分表の中に示されている。通過速度のk_pは、サイレージや飼料作物の生草(1)、乾燥飼料作物(2)および濃厚飼料(3)でそれぞ

れ異なり、次式で表される。

$$k_p = 3.054 + 0.614X_1 \quad \text{---(1)}$$

$$k_p = 3.362 + 0.479X_1 - 0.007X_2 - 0.017X_3 \quad \text{---(2)}$$

$$k_p = 2.904 + 1.375X_1 - 0.020X_2 \quad \text{---(3)}$$

ここで、X₁、X₂およびX₃はそれぞれDMIの体重当たり%、濃厚飼料の飼料中DM%および飼料素材のNDFのDM中%である。各飼料素材の通過速度は、例えば、濃厚飼料の通過速度は粉か粒か、粒の大きさ、密度、比重および加工方法などによって大きく異なり、一つの公式で表すことは不可能でないかと思われる。しかし、ここでは一つの公式で表しているが、このことについての懸念 (不完全性) は飼養標準の本文の中にも書かれている (なお、CNCPSシステムでは飼料素材の通過速度を求める公式は乳用牛の飼養標準とは少し異なる)。

従来、各飼料素材のRDPおよびRUPの値はそれぞれ一定であるとされていたが、新標準では上述のとおり、消化速度と通過速度の相互関係によってRDPおよびRUPの値が計算されることになる。また、各飼料素材の通過速度はそれぞれ独立しており、RUPの値は加算性を有すると仮定されている。

2) 蛋白質の要求量

蛋白質の要求量を維持および産乳に限って簡単に説明すると、次のとおりである。

乳用牛の飼養標準では蛋白質の要求量をMPシステムによって計算している。代謝蛋白質 (MP) とは微生物蛋白質およびRDPによって供給され、そして小腸から吸収される真の蛋白質として定義されており、吸収蛋白質 (AP) とは同義語である。粗蛋白 (CP) システムに比べMPシステムは優れた方法であるといわれている。維持および乳蛋白質合成に要する要求量 [MP(g/d)] は、それぞれ

$$MP(g/d) = \text{尿中内因性MP} + \text{皮膚落屑MP} +$$

ふん中MP (微生物合成にともなうMP + 内因性MP)

$$\text{MP (g/d)} = \text{乳量 (kg/d)} \times \text{乳の真の蛋白質\%} / 0.67 \times 10$$

で表される。これらの計算方法は従来とは変わりがない。

3. アミノ酸

1) アミノ酸の供給量

上述のとおり、給与飼料中の粗蛋白質の一部はルーメン内で分解されてアンモニアとなり、再び微生物蛋白質に合成される。したがって、十二指腸に流入するEAA量は飼料のRUP、微生物蛋白質および十二指腸の上部から剥脱した消化管上皮の蛋白質に含まれるそれぞれのEAAの和となる (CNCPSシステムでは剥脱蛋白質については無視している)。そこで、十二指腸に流入するあるEAA、例えばリジン (Lys) 量を予測するAAモデルを作成し、それから計算した予測値と実測値とがよく一致すると、そのAAモデルは実用的であるといえる。CNCPSシステムの基になったJ.D. O'Connorら (1993) の報告によると、彼らのAAモデルではLysを含め多くのEAAで予測値と実測値はよく一致する傾向がみられたという。しかし、アルギニンでは両値の間かなりの差が認められたことから、AA量の予測式の検討をさらに推し進めるべきだと述べている。また、乳用牛の飼養標準のAAモデルでは、検証するデータ数が少なかったために、十二指腸内の蛋白質のTrpの予測公式は作成されていないが、Trpを除く9種類のEAAは後述のとおりパソコンで計算できる。

次に、十二指腸以下の消化管内で家畜によって消化吸収されるEAA量は、①RUPに含まれるEAA×消化率から求まるEAA量、②微生物蛋白質に含まれるEAA×消化率から

求まるEAA量および③消化管から剥脱した蛋白質に含まれるEAA×消化率から求まるEAA量の和となる。このとき、RUPに含まれるEAAの組成の検討が必要である。乳牛の飼養標準では詳細な説明がないが、CNCPSシステムと同様に計算公式を見る限りRUPそのもののEAA組成を用いている。

乳用牛の飼養標準では、微生物蛋白質量を摂取TDN量から推定した微生物生産量に微生物体の蛋白質の割合を乗じて求めている。そして、微生物蛋白質および剥脱蛋白質から供給される各EAA、例えば、Lysの量は、十二指腸に流入する全Lysの流入量とRUPからのLysの供給量の差によって計算している。また、各飼料素材のRUPの消化率は成分表の中に示されており、微生物蛋白質および剥脱蛋白質に含まれるEAAの消化率は、両者とも80%と仮定して計算が行なわれる。CNCPSシステムでは、微生物蛋白質のEAA組成を一定の値を用い仮定している。さらに複雑なことに、同システムでは微生物蛋白質のAA組成を細胞壁とその他の部分のAA組成に区分している。

2) アミノ酸の要求量

乳蛋白質合成に要する各EAAの必要量は、乳蛋白質の各EAA含量をEAAの利用率で除すことによって求められる。しかし、現在はデータが不足し、各EAAの乳蛋白質への利用率の設定が困難であることから、乳牛の飼養標準では、Rulquinら (1993) の“間接的”投与-反応手法を使用し、搾乳牛のMP中のLysおよびメチオニン (Met) % についてのみ要求量の決定を行なっている。簡単にいえば、一方のEAA給与量を一定にして他方のアミノ酸給与量を徐々に増加させ、最大の乳蛋白質生産量 (率) が得られる時点のEAA量を求める方法である。結果として、Metおよび

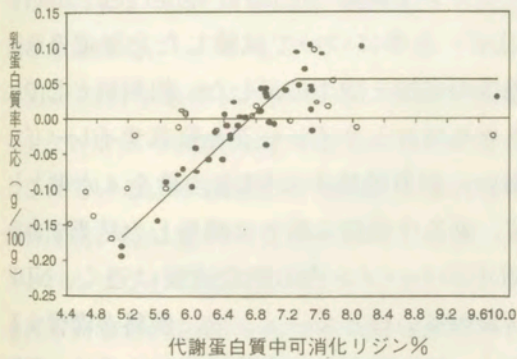
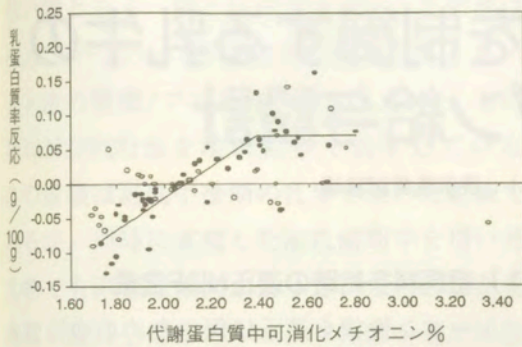


図1 代謝蛋白質中可消化メチオニンおよびリジンの%と乳蛋白質率反応との関係

Lysについてのみ検討し、搾乳牛の維持および乳蛋白質生産時におけるMPの最適利用時のMP中LysおよびMet含量はそれぞれ7.2%および2.4%であるとしている。図1にMP中の可消化MetおよびLys%と乳蛋白質率反応との関係を同標準から引用して示した。図中の直線の屈折点が最適MP中のEAA%となる。したがって、同飼養標準では十二指腸に達するTrpを除いた各EAAの量はわかるが、LysおよびMetを除いたその他の各EAAは充足しているかどうかはわからない。しかし、CNCPSシステムでは10種類の各EAAの要求量および供給量の計算ができる。

4. 給与飼料の計算

乳用牛の飼養標準の飼料計算は要求量の予測と供給量の推定の二つの部分に大別される。その内容は維持、妊娠、増体、産乳、乾物摂

取量、ミネラル、蓄積物、エネルギーおよび蛋白質の供給量、AA、給与飼料評価ならびに若齢子牛の11種類のサブモデルからなっている。これに関わる公式などは飼養標準の中で解説されているが、蛋白質およびAAの解説の一部は上述のとおりである。

飼料の計算は、まずパソコン画面上で家畜の状況、生産量および管理・環境条件を入力する。次いで、飼料素材のライブラリーから給与該当の飼料素材を選択し、それぞれの給与量の数値を入力する。後はパソコンが計算してくれる。飼料計算の結果が満足いかないものであると、給与飼料素材の組み合わせを変えるか、あるいは飼料素材の給与量を変化させ、満足ゆく結果が得られるまで、この操作を繰り返す。CNCPSシステムもほぼ同様な飼料計算の方法である。

参考文献

- 1.NRC : Nutrient Requirements of Dairy Cattle, 第7版, National Academy Press (2001)
- 2.NRC : Nutrient Requirements of Beef Cattle, 第7版, National Academy Press (1996)
- 3.Cornell Cooperative Extension Animal Science Dept. : The Cornell Net Carbohydrate and Protein System (1994)
- 4.O'Connor, J.D., et al : J.Anim.Sci., 71, 1298-1311 (1993)
- 5.Rulquin, H. and R.Verite : Recent Advances in Animal Nutrition, 55-77 (1993)

2. ルーメン発酵を制御する乳牛の 繊維・デンプン給与設計

原 悟志 (はら さとし) 根釧農業試験場

1. はじめに

飼料設計を行なう上で考慮すべきことは、ルーメンにおける発酵を安定的に維持することにより、生産効率を最大限に高めることである。これにより、ルーメン内での繊維などの消化が進み、アミノ酸組成に優れた菌体タンパク質の合成が高まって、飼料の利用効率が向上する。同時に、もっとも重要となる乾物摂取量を高く維持することも可能となる。

ルーメン発酵に大きく影響を及ぼす飼料成分は炭水化物である。そこで、炭水化物の主要成分である繊維とデンプンの給与基準に関し、北海道畜産試験場で得られた試験成績について紹介する。

2. 繊維の給与基準

繊維の主要な成分は植物の細胞壁物質であり、これは消化速度が比較的遅いので、ルーメン内に長く滞在する。また、繊維は形状が大きいために、ルーメン内で互いに絡んでマットを形成し、これが刺激となって反すうが起り、唾液の分泌が促進され、ルーメン内に流入して内容を中和して、pHが安定する。このように、ルーメンの状態を正常に保つためには繊維が必要であるが、繊維はエネルギー含量が低いので、泌乳牛では濃厚飼料によってエネルギーを供給する必要がある。特に、エネルギー要求量の高い泌乳初期では、最低限の繊維量を維持しながらも、エネルギー含量を高める飼料が求められる。

1) 粗飼料多給時の適正NDF含量

ルーメン性状を適正に保つための中性 detergent 繊維 (neutral detergent fiber: NDF) 水準について試験した北海道畜産試験場の成績を図1に示した。粗飼料としては、トウモロコシサイレージと牧草サイレージを用い、飼料乾物中のNDF含量を4水準として、泌乳中後期の乳牛に給与した結果である。NDFのルーメン内の消化速度は遅く、NDF含量が多いほどルーメン内に飼料が滞留するため、消化管容量の物理的制約を受け、乾物摂取量は少なくなる。しかし、NDF含量を25%と低めても、乾物摂取量の増加はみられない。乳量も乾物摂取量とほぼ同様な傾向を示す。NDFを40%から30%に減少すると、乳量は増加するものの、NDFを25%とさらに低めても乳量の増加はみられない。

一方、NDF40%から30%までは、乳脂率は約3.7%で正常に維持されているが、これよりNDFが少ない25%では乳脂率は3.4%と

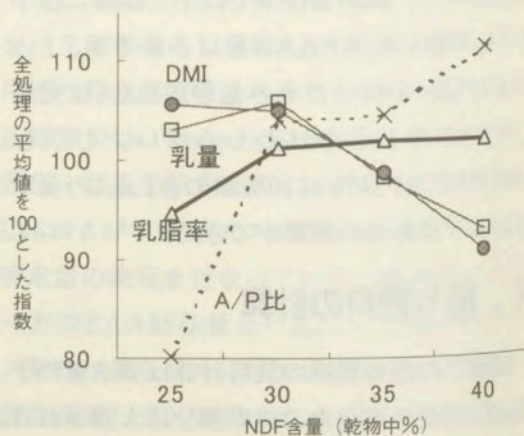


図1 飼料中のNDF含量と乳生産

低い値となる。図1に示すように、乳脂率はNDF30~25%の間で大きく変化する。ルーメン液の酢酸/プロピオン酸比（AP比）も同様にNDF30%を境に大きく低下している。この成績は泌乳中後期の乳牛を用いた成績であるが、同時に実施した泌乳前期牛を用いた成績でも同様な傾向があった。このことから、乳量を維持しながらルーメン発酵を適正に保つためには、NDF含量は30%が適当であると考えられた。

NDFの給与基準については、粗飼料割合が少ない府県の試験成績ではNDF35%が適正とされている。本試験の結果と異なる理由は、飼料構成、特に粗飼料構成の違いである。ビートパルプなどの濃厚飼料にもNDFが多く含まれているが、これらのNDFの粒度は細かいので、十分な物理性は期待できない。そのため、化学分析の値であるNDFだけでは繊維の重要な要素である物理性を十分表現することができず、NDFを指標として用いる場合には、前提となる飼料構成、特に粗飼料と濃厚飼料の割合を考慮しなければならない。

2) 有効NDF

粒度の細かい飼料はルーメンマットを形成することなく、ルーメンを通過するので反すう効果は少ない。粗飼料においても、切断長が短い場合には同様に反すう効果は少なくなる。そのため飼料の粒度などを指標にして、

各種飼料の繊維としての「有効率」が使用されるようになった。代表的な飼料のNDFの有効率および有効NDFの値を表1に示した。ビートパルプはNDF含量が高いが、NDF有効率は40%と低く、有効NDFは18%になる。適正とするNDF含量を有効NDFで示した場合、北海道および府県の成績はともに22%となり、両者は一致する。有効NDFは飼料構成にかかわらずルーメン発酵を正常に保つための繊維の優れた指標となる。

飼料の粒度、採食・反すう時間、ルーメン内のpH、さらに給与した場合の乳脂率を指標としてNDFの有効率を求めることが試みられている。表1の値は過去の飼養成績を基にして設定されているようであるが、具体的な方法は明らかでなく、やや主観的な方法で決定されていることも否めない。有効NDFの利用は実用上優れた指標であることから、今後、統一した客観的方法の確立が必要である。

3. デンプンの給与基準

エネルギー価の高いデンプンはルーメン内の消化速度が速く、多給するとルーメン内のpHを低下させるので、ルーメン発酵に大きな影響を及ぼす。

1) 適正デンプン含量

デンプンの給与水準について検討した成績を表2に示した。なお、デンプン源として、加熱圧片トウモロコシ(以下:トウモロコシ)を用い、有効NDF含量には処理間の差がないように飼料設計をした。

表1 NDFの有効率と有効NDF

飼料	NDF %/DM	有効率 %	有効NDF %/DM
トウモロコシサイレージ	49	87	43
牧草サイレージ	67	95	64
乾草	67	100	67
放牧草	40	65	26
トウモロコシ	9	60	5
大豆粕	14	23	3
ビートパルプ	45	40	18
アルファルファペレット	46	40	18
豆皮	66	20	13
全粒綿実	52	85	44

CPM dairy ver3 (2003)

表2 デンプン含量と乳生産

項目	飼料のデンプン含量 %			
	22	25	30	34
乾物摂取量 kg/日	22.9	22.6	23.2	24.3
実乳量 kg/日	29.6	29.0	29.4	27.0
4%FCM量 kg/日	28.7	27.5	26.8	25.6
乳脂肪率 %	3.76	3.69	3.46	3.71
乳蛋白質率 %	3.10	3.22	3.24	3.33

乳量が低かったNDF34%区を除き、デンプン含量が増加すると乳脂率が低下する傾向があり、NDF30%区では乳脂率が3.5%を下回った。糞中のデンプン含量は飼料中のデンプン含量が増えるとともに増加した。糞のpHはデンプン含量の増加とともに、低下する傾向があった(表3)。糞のpHは大腸などの末端消化管内の発酵量が多い場合に低下することから、ルーメンおよび小腸のデンプン消化能力を超え、未消化のまま通過する過剰デンプン量の指標となる。このため、飼料中のデンプン含量が高いほど糞中へのデンプン排泄量が多くなると推測される。

飼料中のデンプン含量が30%以上となると、未消化のデンプン排泄量が多くなるとともに、乳脂率が3.5%を下回ることから、飼料中のデンプン含量は25%が適当と考えられる。

2) デンプン源の違いの影響

同じデンプンであっても、その原料により発酵速度に差があることが知られており、乳生産に及ぼす影響は異なる。そこで、デンプン源として、トウモロコシ、マイロ、小麦および大麦を用いて、ルーメン液の性状と乳生産への影響を比較した(表4)。デンプン含量は処理効果を明確にするために、乾物中で28%とした。

乳脂率については、有意ではないが小麦区は3.26%で、これは他のデンプン源に比べて低かった。ルーメン液の性状を図2、3に示した。ルーメン液のpHは全飼料で給与3時間後に最も低い値を示した。すなわち、小麦区と大麦区はトウモロコシ区とマイロ区のpH6.2よりも低い傾向があった。ルーメン液のpHは大麦区では給与5時間後に回復したが、小麦区では回復せずに、他のデンプン源に比べても有意に低かった。酢酸/プロピオン酸比は、トウモロコシ区とマイロ区では平

表3 デンプン含量と糞の性状

糞	飼料のデンプン含量%			
	22	25	30	34
pH	6.41a	6.30ab	6.24ab	6.07b
乾物率%	14.2a	14.4ab	14.6ab	15.4b
デンプン含量%DM	4.7a	7.9b	10.6bc	11.0c

a,b,c: 異文字間に有意差あり (p<0.05)

表4 デンプン源の違いが乳生産に及ぼす影響

項目	トウモロコシ	マイロ	小麦	大麦
乾物摂取量 kg/日	20.2	20.4	19.3	19.4
実乳量 kg/日	24.0	23.3	22.4	22.9
4%FCM量 kg/日	21.3	21.3	20.0	20.6
乳脂肪率%	3.33	3.46	3.26	3.35
乳蛋白質率%	3.08	3.12	3.09	3.11

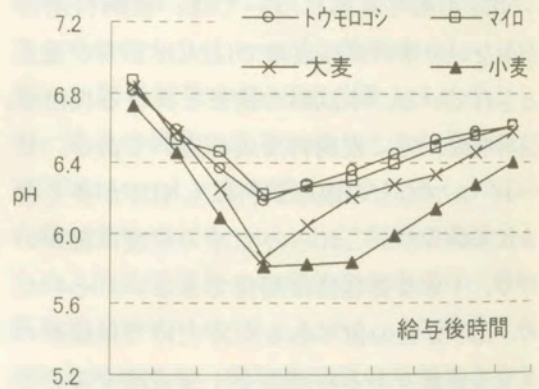


図2 デンプン源とルーメン液pH

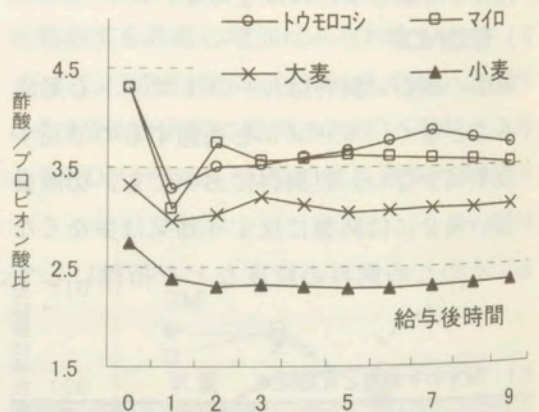


図3 デンプン源とルーメン液の酢酸/プロピオン酸比

均3.6と高く、ほぼ同じ値で推移したが、小麦区では平均2.38と低い値で推移した。大麦区は両者の中間値で推移し、平均3.10であった。このように、小麦では、他のデンプン源に

比べてpHおよび酢酸/プロピオン酸比が常に低く推移し、乳脂率が小麦区で低くなったことと一致する。大麦区も小麦区と同じ傾向ではあったが、乳脂率への影響は小麦区より少なかった。このことから、ルーメンで発酵しやすい小麦を給与する場合には、デンプン含量を低く抑える必要がある。

3) 放牧飼養時のデンプン源

ルーメン内の放牧草の蛋白質分解率は70%以上と高いことから、放牧草を最大限に利用する昼夜放牧飼養では、放牧草蛋白質の発酵特性に対応したデンプン質飼料の給与が求められる。そこで、ルーメン内のデンプン発酵速度の違いを考慮して、圧ペントウモロコシと大麦、粉碎トウモロコシを泌乳牛に給与して、その効果を比較した。給与したデンプン質飼料は次の4処理とした。すなわち、①圧ペントウモロコシのみ（トウモロコシ区）、②トウモロコシ区の34%を大麦で代替（大麦34%区）、③同じく66%を大麦で代替（大麦66%区）、④同じく50%を粉碎トウモロコシで代替（粉碎50%区）とした。

ルーメン内のpHの日内変動を図4に示した。大麦34%区と同66%区では、pHが低く

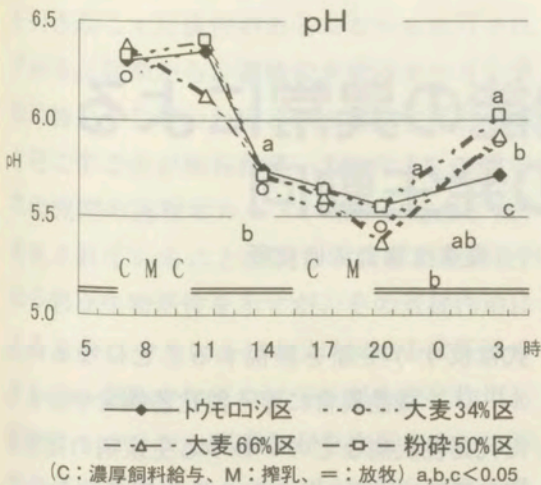


図4 昼夜放牧飼養時のデンプン質源の違いがルーメン液pHに及ぼす影響

なり、夜の濃厚飼料摂取後にはpH5.5を下回った。また、酢酸/プロピオン酸比も低く推移する傾向があった。放牧草摂取量は大麦割合が多いほど有意に低下する傾向があり、その結果、ルーメン内のpHの低下が飼料摂取量を抑制したと考えられた。

昼夜放牧では、濃厚飼料の給与回数が3回程度に限定され、また放牧草摂取と異なる時間に給与される。このため、昼夜放牧飼養時においてエネルギーと蛋白質の同調を図るためには、発酵速度の速い大麦でなく、給与後も長くルーメン内で利用される発酵の緩やかな圧ペントウモロコシが適していると考えられる。

4) バイパスデンプン

デンプン源の種類や加工処理の程度により、ルーメン内のデンプン消化率は大きく異なる。十二指腸カニューレを装着した泌乳牛を用いて、圧ペントウモロコシのルーメン内デンプン消化率を測定した結果を表5に示した。この試験では、牧草サイレージとトウモロコシサイレージの産乳性の比較を目的として、両者の比率を変えて給与した。また、給与飼料のTDN含量を等しくするために、牧草サイレージの比率に応じて、圧ペントウモロコシの割合を高めた。牧草サイレージ100%区では、すべてのデンプンは圧ペントウモロコシ由来となっている。全消化管のデンプン消化率は、処理間での差はみられないが、ルーメン内では、圧ペントウモロコシの割合が多くなるほど消化率は低下し、圧ペントウモロコ

表5 圧ペントウモロコシの消化管部位別デンプン消化率(%)

測定項目	トウモロコシサイレージ/牧草サイレージ比			
	0:100	33:67	67:33	100:0
(圧ペントウモロコシ由来デンプン割合)	100	71	43	23
ルーメン内消化率	34	55	62	69
下部消化管内消化率	64	42	36	26
全消化管内消化率	98	97	97	95

シのみ（牧草サイレージ100%区）では消化率34%と低かった。この値はやや低いと思われるかもしれないが、製品密度0.39kg/Lの蒸煮圧ペントウモロコシはルーメン内消化率が45%であるとする報告もあり、本試験で給与した圧ペントウモロコシの製品密度は0.50kg/Lであり、加工程度が少ないことを考慮すると妥当な値と考えられる。

乳牛は乳糖や乳を合成するために多量のグルコースを必要とし、乳量40kgの乳牛で1日2.9kgのグルコースが必要と試算されている。この重要なグルコースの原料は主にデンプンであり、その吸収経路には、ルーメン内の発酵によってプロピオン酸となって吸収されるものと、ルーメン内での発酵を免れて小腸に至りグルコースとして直接吸収されるもの（バイパスデンプン）の二つの経路がある。プロピオン酸経路で利用される場合は、ルーメン発酵によるメタンや発酵熱などのロスが生じるが、バイパスデンプンとして小腸で直接消化吸収される場合には利用効率が高いとされている。それゆえ、ルーメン発酵を正常に保ちながら、泌乳に必要なグルコースを多量に供給するためには、トウモロコシの加工程度が低いほうが好ましいと考えられる。し

かし、従来の成績では、ルーメン内消化率が高いトウモロコシほど乳生産が多かった。この理由として、ルーメン内でのデンプン消化率が低いほど小腸内のデンプン消化率も低くなること、小腸におけるデンプンの消化吸収能力には限界があることなどが考えられている。しかし、詳細はまだ不明であり、効率的なエネルギー供給法として、今後、デンプンの消化吸収過程、およびトウモロコシの加工処理方法について、さらに検討する必要があると考えられる。

参考文献

1. 北海道立新得畜産試験場：平成7年度北海道農業試験会議（成績会議）資料（1995）
2. 北海道立新得畜産試験場：平成9年度北海道農業試験会議（成績会議）資料（1997）
3. 北海道立根釧農業試験場：平成14年度北海道農業試験会議（成績会議）資料（1995）
4. ペンシルバニア大学：CPM dairy Ver3.04（2003）
5. National Research Council: Nutrient requirements of Dairy Cattle, 7th revised ed.（2001）
6. Nocek, J.E., et al: J. Dairy Sci., 74（1991）

3. ルーメン機能の異常による牛生産病の発生動向

元井 菫子（もとい よしこ） 農業生物資源研究所

1. はじめに

近年、わが国では牛において生産効率をあげることを目的とした濃厚飼料依存型の飼養方式が主体となっている。その反面、この方

式は反すう生理を無視することになるため、ルーメン機能異常に伴う消化器病を中心とした代謝性疾病などのいわゆる生産病の発生要因にもなっている。牛の生産現場において、ルーメン内環境の変化とそれに伴う病態を理

解し、それに対応することは、良質な畜産物の生産性向上のために重要なことである。

本稿では、紙面の都合もあるので、特に近年問題となっている、濃厚飼料、特に易発酵性穀物飼料の多給がルーメン機能に及ぼす影響と畜産業で問題となる2、3の生産病を中心に概説する。

2. 濃厚飼料多給によるエンドトキシンの産生とその影響

1) 内因性エンドトキシンの産生とその作用

易発酵性穀物飼料の多給はルーメンに生息している細菌およびプロトゾアの分布や数に影響し、発酵産物の量的・質的变化をきたす。その結果、唾液やルーメン運動などの恒常性維持因子の作用に影響を与え、それらの維持機構の破綻を導くことになり、消化器障害などの疾病を引き起こす要因になることが従来から知られている。

これらの要因のうち、グラム陰性菌の細胞壁毒素で、リン脂質を含むリピッドAに多糖体が結合したリポ多糖 (LPS) であるエンドトキシン (ET) が多様な生物活性を引き起こす物質として知られている。近年、このETは生体の代謝に影響を与え、様々な病態を引き起こす可能性のあることから注目されている。従来から、穀物の多給はルーメン発酵産物を介していわゆる穀物飽食性疾患を引き起こすことが知られていた。そして、その原因究明の過程でルーメン液中に遊離ETが産生されていることが明らかにされた。ETは多彩な生物活性を示すが、その直接作用によるものは少ない。ほとんどのETは肝臓のクッパー細胞やマクロファージなどに作用してサイトカインや酵素などを放出させ、これらのメディエーターの作用がETの生物活性としてとらえられている。さらに、放出され

たサイトカインは生体内でサイトカインネットワークのなかに入って相互に働くので、ETの作用はさらに複雑になっている。

牛のルーメン内には、ETを産生するグラム陰性菌が常時、しかも多数生息している。適切な飼料給与のもとでは、ルーメン内環境の恒常性が保たれ、産生されるET濃度も低く安定している。しかし、穀物飼料などの発酵性の高い飼料を急激にしかも大量給与すると、ルーメン内の優性菌がグラム陰性菌から乳酸産生グラム陽性菌にとって代わる。このため、乳酸の産生により、pHが急激に低下してグラム陰性菌が死滅・崩壊する。そして、グラム陰性菌の細胞壁を構築しているETが死滅菌体からルーメン液上清に大量に遊離・放出される。これを内因性ETという。濃厚飼料多給試験では、ルーメン液中のET濃度は普通飼料給与時の約10倍濃度、ルーメン静脈血では200倍濃度、末梢血では4~5倍の濃度に上昇することが証明されている。

2) 牛に対するETの影響

濃厚飼料多給により環境が悪化したルーメンでは、遊離ETがルーメン粘膜から消化管静脈や門脈を介して肝臓に流入し、クッパー細胞やマクロファージなどで処理される際に前述のサイトカインなどを産生し、さまざまな病態の発生原因になる。さらに、肝臓に処理限界を超える高濃度ETが継続的に流入した場合、あるいは低濃度でも何らかの理由でクッパー細胞などの細網内皮系細胞に機能低下がある場合には、ETの処理が不能となり、他臓器あるいは全身臓器に直接的・間接的に障害を与えると考えられている。ET濃度の高いルーメン液の上清を牛の門脈系消化管静脈から少量ずつ長時間にわたって持続的注入すると、発熱や元気消失、食欲不振などの臨床症状を示し、心機能、肝機能、糖代謝に異

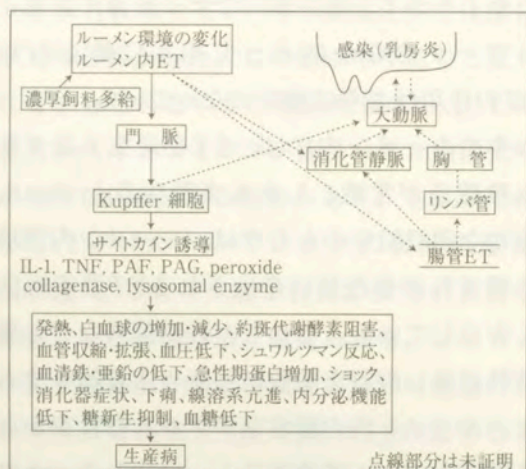


図1 牛における内因性エンドトキシン (ET) の流入経路と障害との関係

常がみられることが判明している。さらに、ETはルーメン運動や第四胃平滑筋運動を抑制する作用のあることも証明されていて、後述する第一胃および第四胃疾患の原因の一つになっていると考えられている。このETは血管やリンパ管などの循環系を経由して乳腺組織や蹄などにも影響を与える可能性もある。このようにみても「給与飼料→ルーメン環境・一次的産生物→循環系・二次的産生物→生体各部での病態発生」(図1)と連結していると考えられる。すなわち、代謝病や生産病は単なる局所的な病態ではなく、飼料とルーメン機能を出発点として、生体全体に及んで、各部位で異なった病態を発生している可能性がある。

3. 消化器病などの生産病の発生動向

1) 乳牛における疾病発生動向

農林水産省の最新の家畜共済統計によると、平成14年度の乳牛の死産事故総頭数は約12万頭である。病類別にみると循環器病、運動器病、消化器病、さらに泌乳器病が全体の70%

表1 乳牛の主な生産病の死産および病傷事故別頭数(平成14年度)

死産事故別頭数		病傷事故別頭数	
病名	頭数(%)	病名	頭数(%)
第一胃食滞	143 (0.1)	第一胃食滞	38499 (2.9)
急性鼓脹症	4834 (3.9)	急性鼓脹症	7146 (0.5)
ルーメンアシドーシス	179 (0.2)	ルーメンアシドーシス	2400 (0.2)
第四胃変位	7475 (6.2)	第四胃変位	48304 (3.6)
左方変位	2552* (34.1)	左方変位	32027* (66.3)
右方変位	4923* (65.9)	右方変位	16277* (33.7)
肝炎	2578 (2.1)	肝炎	7000 (0.5)
脂肪肝	1128 (0.9)	脂肪肝	3102 (0.2)
乳熱	4104 (3.4)	乳熱	58627 (4.4)
ダウナー症候群	6436** (5.3)	ダウナー症候群	17467** (1.3)
合計	26877 (22.1)	合計	182545 (13.7)
事故総頭数	121536	事故総頭数	1329497

() は死産事故総数に対する% () は病傷事故総数に対する%
*第四胃変位総数に対する割合
**ダウナー症候群で分娩時損傷を除く (農林水産省家畜共済統計より)

を占めている。給与飼料やルーメン環境の変化と最も関係がある消化器病の死産率は、このうち約26%と高率になっている。さらに、治療の対象となったいわゆる病傷事故総頭数130万頭のうち、乳房炎に代表される泌乳器病が全体の30%を占めているが、消化器病も約16%と高率な治療対象となっている。消化器病の死産事故頭数の疾病内訳をみると圧倒的に第四胃変位と急性鼓脹症が多く、さらに乳熱などの周産期疾病も多い。病傷事故においても死産発生と同じ傾向があるが、第四胃変位とともに第一胃食滞が増加している(表1)。これらは、いずれも濃厚飼料多給が発生要因の一つとして考えられ、畜産業において問題になっている疾病である。

第四胃変位とは、第四胃が正常な位置から左方、右方あるいは前方に位置を変え、慢性的消化障害や栄養障害を起こす疾病である。コーンサイレージの多給や濃厚飼料多給による繊維不足によって多発し、第四胃アトニーが先行し、その結果起こる第四胃の拡張とガスの蓄積が原因とされている。第四胃アトニーや第四胃の運動抑制の機序は明確ではないが、従来から、濃厚飼料多給時にルーメン内に多量に産生されるVFAである酪酸やプロピオン酸により、消化運動が抑制されること

が原因として考えられている。最近では、前項で述べたように、濃厚飼料多給時ルーメン内で産生されるETが第四胃の平滑筋運動を抑制し、アトニー状態を惹起することが明らかにされ、内因性ETも本病の原因の一つとして考えられる。

乳牛の場合、妊娠末期の濃厚飼料の過給はオーバーコンデションとなることが多い。その結果、肥満状態となり、分娩後に乳熱やそれに継発するダウン症候群、脂肪肝、ケトosisなどのいわゆる肥満牛症候群などの周産期疾病が発生するが、第四胃変位はこれらの疾病と併発することが多い。妊娠末期の濃厚飼料の過給は、これらの生産病ばかりでなく受胎率の低下、卵巢活動開始および発情回帰の遅延や胎盤停滞などの繁殖障害の原因ともなる。さらに、飼料中の各成分の量的・質的变化はルーメン環境を変化させ、遺伝的能力はあっても、飼料のバランスが不適當な場合には乳量や乳質の低下を招くことになる。

2) 肉用牛における疾病の発生動向

平成14年度の肉用牛の死産事故総頭数は約7万頭である。病類別にみると消化器病、新生子異常、呼吸器病や循環器病が全体の83%を占めている。また、病傷事故総頭数は約100万頭で、消化器病、呼吸器病、生殖器病で82%を占めている。死産、病傷いずれも消化器病の発生が最も多く、全体の約30~40%を占めている。死産事故別の内訳は、濃厚飼料多給やルーメン機能異常に起因する急性鼓脹症、脂肪壊死症、尿石症、肝炎、第四胃変位、ルーメンアシドーシスなどの疾病によるものが多く、これらは約20%にも達している。病傷事故では、第一胃食滞、急性鼓脹症や肝炎などの消化器疾病が主体である(表2)。

ルーメンアシドーシスは、ルーメンの運動機能を低下させ、第一胃炎や肝膿瘍の発生要

表2 肉用牛の主な生産病の死産・病傷事故別頭数(平成14年度)

死産事故別頭数		病傷事故別頭数	
病名	頭数(%)	病名	頭数(%)
第一胃食滞	284 (0.4)	第一胃食滞	23430 (2.2)
急性鼓脹症	6413 (9.3)	急性鼓脹症	10371 (1.0)
ルーメンアシドーシス	310 (0.4)	ルーメンアシドーシス	2866 (0.3)
第四胃変位	970 (1.4)	第四胃変位	2037 (0.2)
左方変位	356* (36.7)	左方変位	1105* (54.2)
右方変位	614* (63.3)	右方変位	932* (45.8)
肝炎	2170 (3.1)	肝炎	15007 (1.4)
肝膿瘍	617 (0.9)	肝膿瘍	426 (0.0)
尿石症	1397 (2.0)	尿石症	7919 (0.8)
脂肪壊死症	1684 (2.4)	脂肪壊死症	3274 (0.3)
合計	13845 (20.0)	合計	65330 (6.2)
事故総頭数	69093	事故総頭数	1051433

() は死産事故総数に対する% () は病傷事故総数に対する%
*第四胃変位総数に対する割合 (農林水産省家畜共済統計より)

因になることから、牛にとっては注目すべき疾病である。ルーメンアシドーシスでは、穀物飼料などの易発酵性炭水化物の多給によってルーメン内の乳酸産生菌が増殖し、ルーメン内のpHが5以下に低下する。このpHの低下とともにグラム陰性菌が崩壊し、これらの菌の死骸からETが放出される。ETは前述したようにさまざまな生物活性を有し、肝機能や心機能ばかりでなくルーメン運動も低下させることから、急性アシドーシスの病態が発生することは乳酸だけでなく、ETの産生も関与していると思われる。そこで、乳酸とETの生体に対する毒性の相乗的関係をマウスを用いて調べてみると、乳酸はETの致死毒性作用を助長することが判明した。すなわち、ルーメンアシドーシスによる宿主の障害には、乳酸とETの相乗的な影響が示唆される。

肉用牛としては、輸入牛肉と品質的な競合を招く乳用種よりむしろ、品質、市場価格や嗜好性の面で輸入牛肉に優る黒毛和種の飼育が増えている。その飼育も独特な方法が行なわれている。すなわち、一定の肥育期間内にビタミンAやβ-カロチンの含有量の少ないフスマや大麦類などを多給することにより、飼料中のビタミンAを制御し、脂肪交雑のよく入った肉質にする方法が普及している。し

かし、この飼養技術は農家の経験に基づいて発展したもので、技術の理論的な確認がなされないまま普及したため、盲目症、発育不良、筋肉水腫や尿石症などのビタミンA欠乏に関係した症状が引き起こされる。

乳肉生産の向上は経済動物に課せられた宿命であるが、濃厚飼料の多給、粗飼料寡給により、一時的にはその生産物が量的・質的に満たされたとしても、牛の生理機能の疲弊から生産病の発生を招き、結果的には生産物の量的減少や質の低下につながり、畜産物の安全・安心確保の障害になると考えられる。さらに、牛が草食動物であるということと、わが国が草資源大国であるということを再認識し、これらの地域資源を活用していくことが、生産病の防除ばかりでなく、地球環境を守るうえでも重要な課題であると考えられる。

参考文献

1. 板橋久雄：反芻動物の栄養生理学，佐々木康之監修，農文協，東京，90-94（1998）
2. 増田和夫：日本畜産再生のために－飼料構造と地域の視点から，農文協，東京，94-120（2004）
3. Motoi, Y., Y. Obara, K. Shimabayashi: Jpn. J. Vet. Sci., 46, 309-314（1984）
4. 元井霞子：獣畜新報, 47, 143-147, 235-239（1994）
5. 元井霞子：新ルーメンの世界 微生物生態と代謝制御，小野寺良次監修，農文協，東京，560-576（2004）
6. 小原嘉昭，元井霞子，林光昭：栄養生理研究会報, 27, 141-148（1982）
7. 須田久也，平松 都，元井霞子：日畜会報, 65, 1143-1149（1994）
8. 谷川久一：エンドトキシン臨床研究の現状と展望，織田敏次監修，羊土社，東京，9-25（1989）
9. 若松脩継，広瀬 昶，元井霞子ら：獣畜新報, 45, 327-330（1992）

Ⅲ. ルーメンからのメタン放出とその制御

栗原 光規（くりはら みつのり）畜産草地研究所 反すう家畜代謝研究室

1. エネルギーロスおよび温室効果ガスとしてのメタン

牛が摂取した飼料エネルギー（GE）の利用性を向上させるためには、本特集のⅡ章で紹介されているような飼養管理技術を活用してルーメンでの繊維の消化性を高めること、および摂取した蛋白質や炭水化物の過剰な分解を抑制して消化管全体での消化率を高めて

可消化エネルギー（DE）摂取量を増やすことが重要である（図1）。同時に、発育、肥育、妊娠、泌乳などの生産や生体維持に利用される代謝エネルギー（ME）の摂取量を増やすために、尿中の成分やあい気中のメタンとして排出されるエネルギーの損出を低減することが重要である。飼料のGE価に対するME価の割合（ME/DE、代謝率）が高いほど、MEが生体維持と生産に利用されるとき

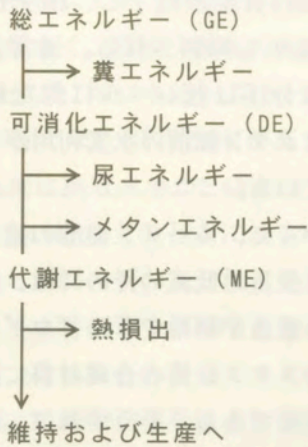


図1 飼料エネルギーの利用

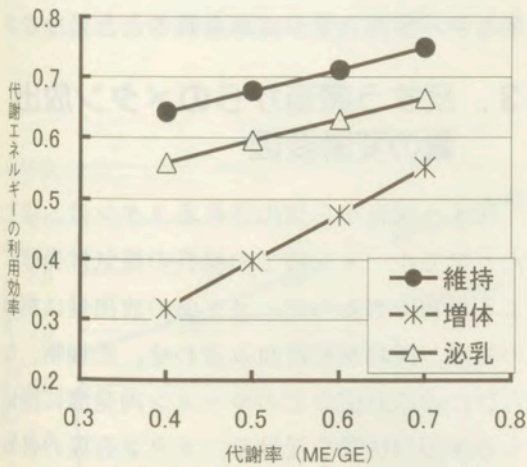


図2 飼料の代謝率 (ME/GE) と代謝エネルギーの利用効率 (ARC, 1980)

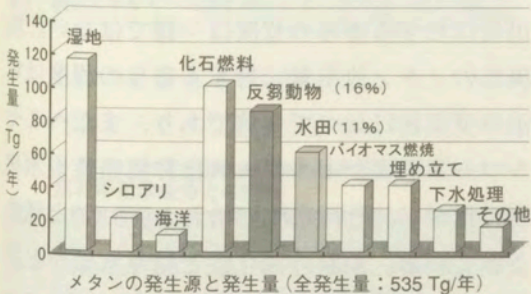


図3 メタンの発生源と発生量 (IPCC, 1995)

の効率が高いことが知られている (図2)。さらに、尿へのエネルギー損出はGE摂取量の3~5%で小さいが、その反面、メタンとしてのエネルギー損出量はGE摂取量の2~

12%もあると報告されている。したがって、ME摂取量とエネルギーの代謝において、飼料の利用効率を高めるためには、消化効率を高めること、およびメタンとして排出されるエネルギー損出量を低減することがポイントになる。

一方、メタンは、1997年の気候変動枠組条約第3回締約国会議 (COP3:京都会議) において、二酸化炭素、亜酸化窒素、フロンなどとともに、地球温暖化に寄与する温室効果ガスとして削減対象に指定され、日本の削減目標は6%とされた。日本の温室効果ガスの排出量は全世界の5%であり、米国 (24%)、中国 (12%)、ロシア (6%) に次いで4番目である。温室効果ガスのほとんどは化石燃料の燃焼に伴う二酸化炭素であり、メタンの寄与は約2%である。しかし、世界的には、メタンの温室効果への寄与は17%とされ、二酸化炭素の55%に次いで大きな寄与率である。メタン発生源としては、反芻家畜のルーメン発酵のほか、水田、湿地、化石燃料採掘、バイオマス燃焼などがある (図3)。

このような背景から、反芻家畜のメタン放出制御に関する研究は、飼料エネルギーの利用性向上という家畜飼養上の目的に加え、地球温暖化を加速する温室効果ガスの低減という新しい視点からも行なわれている。

2. ルーメンにおけるメタン産生

反芻家畜では、二酸化炭素は主に呼吸活動に由来するが、メタンのほとんどは、ルーメン内での嫌気性発酵によって産生される。ルーメン内のメタンは、微生物がその産生の主役であり、炭水化物の消化過程で発生する代謝性水素、二酸化炭素およびギ酸から主につくられる (図4)。その他にも、産生量はわずかであるが、酢酸、メタノール、メチル

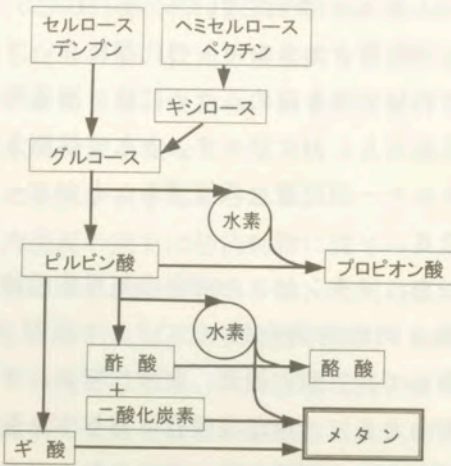


図4 ルーメン内での炭水化物発酵経路 (Demeyer&Degraeve,1991を改変)

アミンなどからメタンを合成する微生物もある。ルーメン内のメタン細菌としては、*Methanobrevibacter ruminantium*、*Methanomicrobrium mobile*、*Methanosarcina barkeri*など6種類が知られている。さらに、まだ分離・培養されていないメタン細菌が多数存在することが、分子生物学的手法によって予測されている。ルーメン内では、メタン細菌以外にも、デンプン分解菌、繊維分解菌、タンパク分解菌、脂質利用菌などの細菌、プロトゾア、真菌などが密接に関連しながら、飼料の消化と発酵に重要な役割を果たしている。細菌による嫌気性発酵の過程で、酢酸、プロピオン酸、酪酸などの揮発性脂肪酸、さらに水素と二酸化炭素が産生される。プロトゾアはメタンを産生しないが、繊維や蛋白質の消化に関係して比較的多くの水素を産生するので、水素を利用するメタン細菌がその体表や細胞内に生息している。真菌もメタンを産生しないが、難分解性繊維質の消化時に水素やギ酸を産生するので、メタン細菌によるメタン産生と間接的に関係している。

一方、ルーメン内で産生される代謝性の水素が細菌やプロトゾアの増殖を阻害するので、

微生物蛋白質量が低下し、揮発性脂肪酸やATPの産生も抑制される。通常、ルーメン内の水素分圧は低レベルに保たれているが、それにはメタン細菌の水素利用が大きな役割を担っている。

したがって、ルーメン発酵の適正な維持とメタン産生量の低減のためには、代謝性水素を反すう家畜が利用できるプロピオン酸や酪酸などのメタン以外の合成材料に捕獲させることが重要である。そうすれば、反すう家畜においてメタンの産生が抑制され、かつ、人間が利用できない繊維などの栄養源からのエネルギー獲得効率が高められることになる。

3. 反すう家畜からのメタン放出量の変動要因

反すう家畜から放出されるメタンは、ほとんど全てルーメン内での飼料の嫌気性発酵による産物であるので、メタンの放出量は飼料の種類、飼料原料の組み合わせ、添加物、ならびに給与方法などのルーメン内発酵に関係する要因の影響を受ける。メタン合成の材料である水素と二酸化炭素は主に飼料の炭水化物由来である。水素と二酸化炭素の材料となる飼料の構成成分によって、飼料のメタン放出量に対する寄与の程度は一様ではない。粗繊維のメタン放出量に対する寄与の程度は可溶無窒素物に比べて8倍であり、またヘミセルロースおよびセルロースは非構造性炭水化物に比べて、それぞれ3.5倍および5.3倍と報告されている。飼料の消化性と給与水準がどの程度メタン放出量に寄与するかという関係については、Blaxter & Clappertonの式(1965)がよく知られている。

$$CH_4(\%GE) = 1.30 + 0.122D + L(2.37 - 0.05D)$$

D=維持におけるGE消化率、L=飼料摂取水準
この式によれば、飼料の摂取水準を維持水準

のときの2.44倍にしたときには、飼料のGE消化率に関係なく、反すう家畜からのメタン放出量はGEの7.1%になる(図5)。一般的な飼料給与時では、GE消化率が高まるほど、メタン放出量は摂取水準が2.44倍以下のときに増加し、2.44倍以上のときに減少する。メタン放出量と飼料の質および加工処理の関係をみると、イネ科乾草を細切すると消化率が高まるので、それにともなってメタン放出量も変化する。この細切乾草による消化率への影響は2番刈り乾草よりも1番刈り乾草のほうが大きい。メタン放出量(%GE)と飼料中の化学成分の関係について、飼料摂取水準

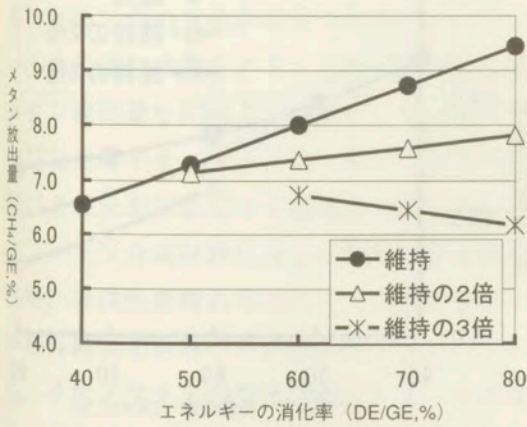


図5 飼料エネルギーの消化率とメタン放出量 (CH₄/GE, %) (Blaxter, Clapperton, 1965)

表1 メタン放出量 (CH₄, MJ/100MJ GE摂取量) と飼料中化学成分との関係

飼料摂取レベル	範囲	推定式
<1.5・維持	4.5~10.4	CH ₄ =15.82-0.351・CP-0.155・CF
1.5~2.5・維持	3.8~8.9	CH ₄ =1.48-0.202・CP+0.079・NFE+0.206・CF
>2.5・維持	3.3~7.9	CH ₄ =6.10-0.668・CP+0.269・CF

CP: 粗蛋白質, CF: 粗繊維, NFE: 可溶無窒素物, 単位:%DM (栗原, 2002)

表2 環境温度が乳牛からのメタン放出量(L)に及ぼす影響

乾物摂取量kg	5	10	15	20
18℃	174	312	450	587
30~32℃	197 (113%)	331 (106%)	465 (103%)	599 (102%)

(栗原ら, 1996)

を考慮して検討した結果(表1)では、全ての飼料摂取水準において、粗蛋白質にはメタン放出量を下げる効果があった。これは、ルーメン内の微生物体が水素受容体として働くことから、粗蛋白質の摂取によってルーメン内の分解性蛋白質の供給量が増加して微生物体が増加すると、メタン細菌に振り向けられる水素が減少するためである。粗繊維については、その摂取水準が維持水準のときの1.5倍以下ではGE摂取量あたりのメタン放出量が下がるが、摂取水準が高くなるとメタン放出量が増加する。このことは、高泌乳牛のように飼料摂取水準が高くなるほど、飼料中の繊維含量がメタン放出量に大きく影響することを意味している。さらに、飼料中の粗脂肪は、その含量は少ないが、粗蛋白質以上にルーメンからのメタン放出を抑制することが明らかになっている。

メタン放出量と環境条件の関係(表2)をみると、給与飼料が同じ場合でも、高温時にメタン放出量が増加する。乳牛に維持水準の飼料を給与すると、気温30~32℃では18℃のときに比べてメタン放出量が約10%高くなる。この理由として、高温時にはルーメン運動が低下して、内容の下部消化管への流出速度が遅くなるので、①ルーメン内で消化される繊維類の量が増えて水素の産生が高まること、②下部消化管へ流出するメタン細菌が減少すること、および③メタン細菌増殖のための時間が長くあることなどが考えられる。一方、高温時のメタン放出量は飼料の質に影響される。泌乳牛の乾物摂取量あたりの高温時のメタン放出量は、乾物消化率63%の飼料では約10%増加するが、乾物消化率68%の飼料ではほとんど変化しない。

4. 反すう家畜からのメタン放出量の制御

わが国における家畜からのメタン放出量(図6)は、平均的な乾物摂取量から、次のように推定されている。すなわち、泌乳牛>肉用牛(乳用種)>育成牛(乳牛、2歳以上)>乾乳牛(乳牛)>肥育牛(和牛、1歳以上)>肉用繁殖雌牛>肥育牛(和牛、6ヵ月~1歳)>めん羊である。国レベルでのメタン放出量削減は各個体からの放出量の削減と個体数の削減を組み合わせることで達成できる。また、ルーメン内のメタン産生は、飼料と微生物との相互作用の結果であることから、その制御には飼料側と微生物側からのアプローチが必要である。

1) 飼料の消化性改善による低減

ルーメンからのメタン放出量は、本章の3の項で述べたように、給与飼料の化学組成によって変動する。メタン放出量は高蛋白飼料および高脂肪飼料の給与時に低く、高繊維飼料の給与時に高くなる。しかし、生体の要求量以上の過剰な蛋白質を摂取すると糞尿への窒素排泄量の増加という別の環境問題が引き起こされる。また、過剰な脂肪給与はルーメン内の微生物活性を阻害して繊維の消化を低下させるので、保護油脂を除いて、飼料全体で粗脂肪含量は5%以下が推奨される。このような条件で粗飼料の給与割合を変更した試験(表3)を行なった結果では、粗飼料の給与割合を少なくして乾物消化率を高くした場合に、GE摂取量あたりのメタン放出量は乾乳牛で増加し、一方泌乳牛では減少する。これらの関係はBlaxter & Clappertonの式の結果を裏付けている。

一方、乾乳牛では、消化率が低くなるほどGE摂取量あたりのメタン放出量が低くなる

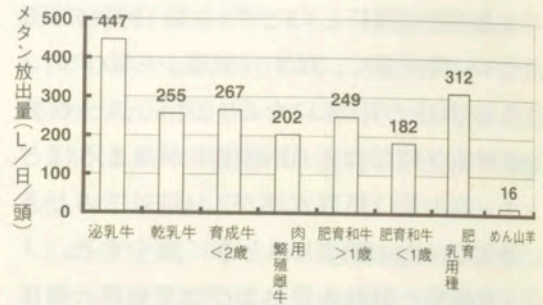


図6 わが国の家畜からのメタン放出量 (Shibata et al., 1993)

表3 粗飼料給与割合が乳牛からのメタン放出量に及ぼす影響

粗飼料割合%	乾乳牛				泌乳牛		
	100	80	60	40	70	50	30
乾物消化率(%)	58	67	71	76	63	66	67
メタン放出量(%GE)	7.8	7.8	8.9	9.0	7.3	7.1	5.8
φ (%DE)	13.6	11.6	12.5	11.9	11.6	10.7	8.7

(栗原ら, 2002)

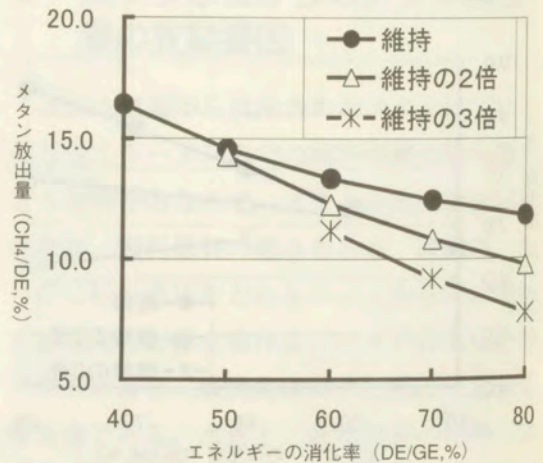


図7 飼料エネルギーの消化率とメタン放出量 (CH₄/DE, %) (Blaxter, Clapperton, 1965を改変)

が、体重維持のために摂取しなければならないGE量が増える。そのため、個体レベルでのメタン放出量抑制には、どのような飼料が良いか理解しにくいところがある。そこで、可消化エネルギー(DE)摂取量に対するメタン放出量(CH₄)の割合をみたところ、乾乳牛および泌乳牛ともに、エネルギーの消化率が高まるほどDE摂取量に対するメタン放出量が低くなる傾向があり、この傾向は泌乳牛でより明瞭であった。このことは、家畜の

生産レベルが同一の場合には、個体レベルのメタン放出量はエネルギー消化率の高い良質飼料給与により抑制できることを示している。図7は、この関係を一般化したものである。この観点から、わら類などの消化性の低い農業副産物の飼料利用して、メタン放出量を制御するには、わら類の①カセイソーダ処理、②アンモニア処理、③サイレージ化、④切断などを行なうこと、また、尿素、ミネラル、デンプンなどの補給による栄養バランスの改善などにより、効果が得られる。

2) ルーメン発酵制御による低減

ルーメン内の発酵を制御するには、①代謝性水素をメタン以外の物質にして除去すること、および②メタン細菌自体の増殖を抑制することの二つの方法が考えられる。

①の代謝性水素をメタン以外の物質にしてメタン放出量を抑制する方法として、モネンシンなどのイオノフォアは、ルーメン内の発酵パターンをプロピオン酸型にすることにより、メタン合成材料となる代謝性水素を減らして、単位生産物あたりのメタン放出量を5~15%抑制できることが知られている。しかし、イオノフォアの効果は報告によって異なり、また給与粗飼料によっても一定ではない。粗飼料の給与割合が少ないとイオノフォアによるメタン放出抑制効果は小さく、また継続した抑制効果がないことが報告されている。そのほかに、代謝性水素をメタン以外の物質にしてメタン放出量を抑制する効果がある化学物質として、フマル酸、ジアリルマレイン酸などがあるが、実用化に至っていない。

不飽和脂肪酸を飼料に添加すると、ルーメン内の水素が不飽和脂肪酸の二重結合に添加されて消費されるために、メタン生産量が低減する。理論的には、二重結合を三つもつりノレン酸を1モル投与すると0.75モルのメタ

ンが減少する。ただし、多量の脂肪酸を投与すると、微生物活性が阻害されるので消化率が低下する。そこで、脂肪酸をカルシウム塩にして、微生物への悪影響を最小限にする方法が開発されている。オレイン酸(40%)とリノール酸(30%)を主体に含む脂肪酸カルシウムを乾乳牛に1日あたり300g給与するとメタン放出量が8%減少、また泌乳牛に500g給与するとメタン放出量が6%減少する。いずれも消化率や生産性への悪影響はなかったと報告されている。この技術は家畜のエネルギー摂取量の増加にも寄与するため、次の3)項に述べる生産性向上にもつながる技術でもある。しかし、脂肪酸カルシウム塩を給与する場合でも、ルーメン発酵を正常に維持するために、飼料中の粗脂肪含量を7%以下に抑えることが重要である。

②のメタン細菌増殖の抑制法としては、メタン細菌と共生しているプロトゾアの除去や、中鎖脂肪酸などのサイクロデキストリン化合物、アリルイソチオシアネート、プロムクロロメタン、ワサビ、およびユッカ抽出物などの投与により、直接的にメタン細菌の増殖を抑制することが検討されている。現在までのところ、畜産現場で無プロトゾア牛を維持する技術は実用化されていない。また、これらの化合物の多量使用による繊維の消化率低下の問題も報告されている。

3) 生産性向上による低減

畜産現場では、反すう家畜からの温室効果ガスの放出量低減技術において、生産性の向上と温室効果ガス放出量の低減の両立が不可欠である。泌乳牛では、4%脂肪補正乳(FCM)量が15kgから30kgに増加すると1日あたりのメタン放出量は30%増加するが、FCM量1kgあたりでみると35%減少している(図8)。また、肥育牛では、増体日量が

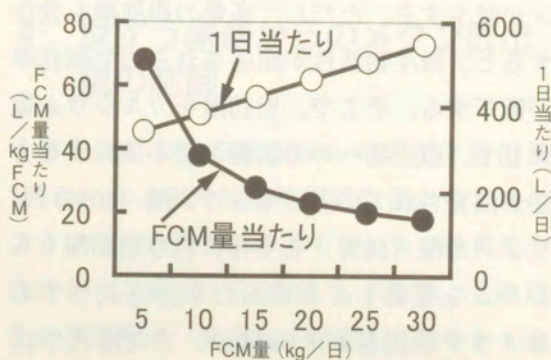


図8 4%脂肪補正乳 (FCM) 量とメタン放出量との関係 (Kurihara et al.1997を改変)

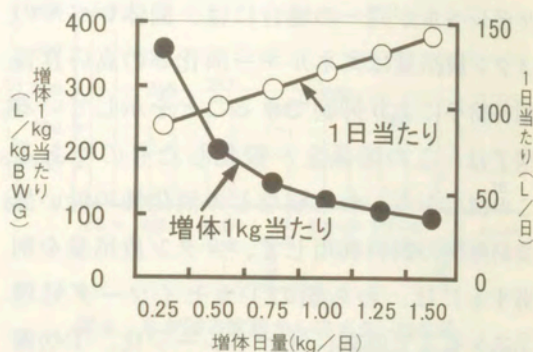


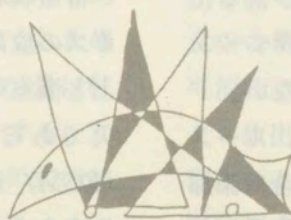
図9 増体日量 (kg/日) とメタン放出量との関係 (Kurihara et al.1998を改変)

0.75kgから1.25kgに増加すると1日あたりのメタン放出量は20%増加するが、増体量1kgあたりでみるとメタン発生量は30%減少している (図9)。つまり、乳牛でも肉牛でも生産性が高まると、生産物量の単位あたりのメタン放出量が減少し、また、摂取した飼料エネルギーのうち、メタンとして損失するエネルギー量も生産物量の単位あたりでは減少すると理解できる。

したがって、家畜の生産性向上とメタン放出量の抑制は相反することではなく、十分に両立可能である。農場および国レベルで、畜産物の生産量を維持しながら、メタン放出量を低減するためには、ここで述べた栄養学的方法のほかに、選抜育種による家畜の生産性向上、繁殖成績の改善、疾病防除などがある。

これらにより、畜産経営全体の生産性を高めると、年間のメタン放出量の削減に効果があると考えられる。

さらに、ルーメン内でのメタン産生を直接的に抑制する技術の開発には、①家畜への安全性、②乳肉への残留性、③実用 (簡易) 性、および④経済性を考慮することが重要である。各国では、この観点を踏まえて検討が進められている。特に、オーストラリアやニュージーランドでは、畜産業からのメタン放出量が多いため、家畜からのメタン放出量の抑制は重要な研究課題である。その状況を本誌の2002年4月号と2003年9月号に詳述してあるので、本報告とあわせてご一読いただければ幸いである。



畜産農家保有の機械 利用による飼料イネ 収穫調製技術

1. はじめに

わが国の飼料作の収穫時の作業技術体系はフォレージハーベスタを用いる体系とロールベアラを用いる体系の二つに大きく分けることができる。以前は、主にフォレージハーベスタを用いて収穫してタワーサイロに保存していたが、現在では、ロールベアラを用いてストレッチフィルムにより密封してロールベールサイレージにする技術が用いられている。都道府県では、水田を利用して栽培される飼料作物は牧草よりもトウモロコシのほうが多いので、フォレージハーベスタによる新たな収穫システムの開発が求められている。

稲発酵粗飼料（イネホールクロップサイレージ）として用いる飼料イネの栽培は、新たな補助金が導入されたことから、現在非常に注目されている。そして、試験栽培や実用栽培を含めると全国的に拡大している。今後、飼料イネの導入が見込まれる地域は非常に広範囲にわたり、その条件也多岐にわたると見込まれる。そこで、あらゆる地域、種々の条件における飼料イネの栽培技術や収穫作業技術の体系化が緊急の課題である。特に、稲発酵粗飼料として利用するための飼料イネの収

穫作業は、従来の米（もみ）生産の場合とは異なり、茎葉部分も含めて収穫する必要があるため、全く新しい収穫技術の開発が求められている。

本稿では、畜産農家が所有するフォレージハーベスタによる飼料イネの収穫システムについて紹介する。

2. 飼料イネのフォレージハーベスタによる収穫システム

飼料イネの収穫作業体系は、耕種側が収穫する場合と畜産側が収穫する場合に大別される。畜産側が収穫する場合には、収穫作業には従来の飼料用作業機を用いる場合と専用機を用いる場合がある。現在、飼料イネの収穫作業体系の大部分はロールベール体系であり、フォレージハーベスタ体系は大区画、大規模な作業に資材費の削減などの多くの利点があるが、未だ確立された体系になっていない。そこで、大区画化、大規模化した飼料作に対応でき、しかも汎用利用と高能率化により低コストで、予乾・収穫ができるリバース走行トラクタ（図1）を基幹としたフォレージハーベスタによる飼料イネ収穫システムを開発した。



図1 リバーストラクタ



図2 前装モアコンディショナ(刈幅2.4m)による刈り取り作業(作業速度:1.2m/s)

1) システムの概要

フォレージハーベスタを用いた収穫に先立ち、刈り取り、予乾を行なう必要がある。刈り取りには直装型モアが最適であるが、わが国では大型トラクタに装着できる高能率のモアは市販されていないので、モアコンディショナを用いている。モアコンディショナでは、コンディショナ部のタイン爪を除いて粉の脱粒を防ぐ必要がある。さらに、イネの稈が長い場合には、コンディショナ部の軸への稈の巻付きに注意しなければならない(図2)。モアによる刈り取り前に、枕地の手刈りをするときには、トラクタの旋回時の内外輪差を考慮して、隣接条まで刈り取る必要がある。

本システムでは、後向きに着座できるリバース走行トラクタに、トウモロコシの3条用処理能力を持つ直装型フォレージハーベスタとボンネットワゴンを取付けてある。収穫作業時には振向く必要がなく、しかも一人作業が可能なので、自走式フォレージハーベスタに匹敵する操作性が期待できる(表1)。トウモロコシ収穫用から飼料イネの収穫用に変



図3 飼料イネのフォレージハーベスタを予乾収穫システムとして使用

表1 フォレージハーベスタ(3条刈り能力)の諸元

リバース走行トラクタ	
+直装型フォレージハーベスタ (中型自走式フォレージハーベスタ相当)	
質量: 8040kg、長さ: 8.5m	
1.トラクタ(N社: 8360ベース)	
機関出力: 100kw/2200rpm	全高: 2816mm
全幅(リヤ輪距): 2304mm	質量: 6040kg
2.フォレージハーベスタ(S社: MFH5000改造)	
直装専用機 ピックアップアタッチ	
適応機関: 66~88kw	質量: 1500kg
3.ボンネットワゴン(S社: MHW1510)	
容量: 4.5m ³	最大積載質量: 1500kg
質量: 500kg	

更するときには、フォレージハーベスタのトウモロコシ収穫用の3条用ロークロープアタッチを簡単な作業により取り外し、飼料イネ収穫用のピックアップアタッチの取り付け、および駆動部伝動チェーンの付け替えができ



図4 スタックサイロによるサイレージ調製
(ローダでの転圧、 $6\text{m}^3/10\text{a}$)

る(図3)。

飼料イネの刈り取り直後もしくは数日の予乾後に、刈り倒した飼料イネをピックアップアタッチで拾い上げてハーベスタ本体で細断し、トラクタのボンネットワゴンに吹き込む。ボンネットワゴンが一杯になったときに、圃場内もしくは圃場外で運搬車に積み替えて農家の庭先に運び、ビニールスタックサイロに保管する(図4)。

飼料イネのフォレージハーベスタによる切断長は、2 cm以下が72%、3～5 cmが23%、5 cm以上が5%である。このサイレージは細断されているので給餌が容易であり、品質も良好である。

2) システムの問題点と今後の対応

3年間にわたって、飼料イネのフォレージハーベスタによる収穫システムの検討を行なった。その結果、作業能率は向上したが、刈

り取り作業時のダイレクト収穫への検討、および労力を要するスタックサイロの調製を地下角形サイロの利用による効率的作業にすることを検討する必要がある。

現状では、飼料作の収穫は、飼料用作業機を用いて行なわれるので、飼料イネ以外にも、牧草やトウモロコシの飼料作の収穫に汎用利用できる本システムは低コストな収穫システムと考えられる。

過去には多くのフォレージハーベスタの機種が市販されていたが、現状ではトウモロコシの作付面積が減少したために、2条用の小型機種が市販機のメインとなっている。そして、3条用のフォレージハーベスタのピックアップアタッチメントも、すでに市販が中止されている。そのために、本システムを容易に構築できないこともありうる。

飼料イネは10ha単位で作付けて、年中途絶えることなく必要な量を確保できることが望ましい。また、フォレージハーベスタによる飼料イネ収穫システムは、今後、農家が容易に利用でき、かつバリエーションに富んだシステムに展開していくことが必要である。

今回のフォレージハーベスタによる飼料イネ収穫システムは、フォレージハーベスタが汎用利用できるのもので、大区画・大規模の飼料作における収穫作業の低コストで機械化された体系の確立に道を開くものであろう。



飼料作物圃場の土壌化学性 と飼料作物の無機成分 濃度の実態および問題点

1. はじめに

近年、自給飼料の増産や自給率向上が求められているが、酪農経営における実態は規模拡大に伴い1戸あたりの家畜ふん尿の産出量が増大し、飼料畑へのふん尿投入量が過剰となっている。そのため、過剰施用に起因する自給飼料の品質悪化と環境への負荷増大が危惧されている。特に、耕地の拡大を伴わないで頭数を増加させている酪農経営では、自給飼料生産の労力不足と相まって、飼料畑がふん尿の捨て場と化し、飼料作物の作付けが敬遠されている事例も見受けられる。このような状況下、①飼料作物の無機成分や土壌の化学的性状がどのような実態にあるのか、また、②多くの飼料畑・圃場では強害雑草の繁茂が著しいが、雑草の侵入・発生・分布とふん尿施用や土壌の化学性との関係について、生産現場から検討や対策の確立が要望されている。

そこで、スラリーおよび堆肥などの圃場への還元利用を主体とする酪農家について、飼料作物圃場の土壌化学性、ならびに飼料作物の無機成分濃度の実態を調査し、その問題点をとりまとめたので報告する。

2. 調査地域と分析方法

調査地域は全国でも有数の酪農地帯である栃木県の県北地域で、調査対象は酪農農家などである。また、調査期間は1999年から2002年までの4年間、圃場は合計14カ所である。

飼料作物のサイレージは調査地域の酪農農家などで生産されている14点を収集した。長大型飼料作物の草種はトウモロコシ、ソルガム、ライムギおよびライグラス類である。ふん尿処理別の内訳は、スラリーを還元している農家8戸、堆肥を還元している農家3戸、未熟堆肥を還元している農家2戸、固液分離液を還元している農家1戸である。なお、堆肥を還元している農家3戸中2戸からはトウモロコシサイレージ用の原材料も収集した。これらのサンプルは風乾・粉碎後、常法による分析に供した。一方、採取したサイレージの原材料を作付した圃場の夏作跡地から20～25cmの深さまでの土壌を1カ所につき5点(1ha以下の圃場では3点とした)ずつ採取した。採取した土壌は室内で風乾し、2mm目の円孔ふるいで篩別した後、常法により分析した。

3. 結果および考察

1) 飼料畑の土壌化学性の実態と問題点

飼料畑圃場の土壌化学性の分析結果を表1に示した。土壌のpHの平均値は診断基準値³⁾の適正範囲内(6.0~6.5)にあるが、下限値を下回った圃場が5点あった。交換性Caは平均値が適正範囲(15~24)の下限値を下回っており、大部分の圃場で石灰質資材の施用不足が認められた。交換性Mgの平均値は大部分の圃場で適正範囲内(2~6)にあったが、一部の圃場ではCaと同様に明らかに不足していた。交換性Kの平均値は適正範囲内(0.3~1.0)の上限値にあり、やや過剰とみられた。上限値を上回った圃場が3点あり、なかには基準値の4倍と高く、早急に施肥対応が必要な圃場もあった。塩基バランスをみると、Ca/Mgの平均値は適正範囲内(4~8)にあったが、下限値に近い圃場が多く、しかも下限値を下回る圃場が2点あった。Mg/Kの平均値は適正範囲内(2~8)の上限値に近かった。

陽イオン交換容量は大部分の圃場が適正

(20以上)であった。Ca飽和度の平均値は適正範囲(40~70%)にあったが、適正範囲の上限値を上回る圃場が5点もあり、陽イオン交換容量の低い圃場で高くなる傾向が示された。塩基飽和度の平均値は適正範囲(60~80%)を超えており、最高値は200%以上と明らかな塩基過剰の状態であった。塩基飽和度はCa飽和度と同様に陽イオン交換容量の低い圃場で高かった。有効態リン酸は8圃場で適正範囲内(10~30)の上限値を上回るなど、リン酸質資材の過剰施用が認められた。

2) 飼料畑圃場の土壌化学成分の変化動向

1980年にほぼ同じ地域の土壌化学性を調査した結果²⁾があったので、今回の結果と比較しながら土壌化学性の変化動向を検討した(表2)。なお、調査点数の関係からスラリーを施用している酪農家について、分析値の平均値で比較した。その結果、スラリーを還元利用している飼料畑圃場では20数年前に比べて有効態リン酸の蓄積が顕著に認められるとともに、交換性Ca、MgおよびKは20数年前よりも下がる傾向があったが、塩基バランスのCa/MgとMg/Kは逆に上昇傾向を示した。

表1 飼料作圃場の土壌化学性の実態

(乾土100gあたり)

	pH H ₂ O	交換性塩基(mg当量)			塩基バランス(当量比)		CEC* mg当量	Ca飽和度	塩基飽和度	有効態リン酸
		Ca	Mg	K	Ca/Mg	Mg/K		%	%	P ₂ O ₅ mg
平均値	6.0	13.9	3.2	1.1	4.8	5.7	24	67	87	36
最大値	6.5	28.2	6.7	4.1	6.0	10	33	160	202	134
最小値	5.2	4.2	0.7	0.1	3.0	1.0	14	15	18	10
土壌診断 基準値**	6.0~6.5	15~24	2~6	0.3~1.0	4~8	2~8	20以上	50~70	60~80	10~30

注1) *: 陽イオン交換容量、**: 関東東海地域における飼料畑圃場の火山灰土壌の診断基準値(1988)

注2) 有効態リン酸はトルオーグ法による測定値

表2 スラリー施用酪農家圃場における土壌化学性の変化動向

(乾土100gあたり)

年次	pH H ₂ O	交換性塩基(mg当量)			塩基バランス(当量比)		有効態リン酸
		Ca	Mg	K	Ca/Mg	Mg/K	P ₂ O ₅ mg
1980年	6.6	13.9	3.8	0.8	3.7	4.9	14
2000年	6.2	12.3	3.3	0.6	4.3	7.2	30
検定	ns	ns	ns	ns	ns	*	*
診断 基準値**	6.0~6.5	15~24	2~6	0.3~1.0	4~8	2~8	10~30

注1) 診断基準値および有効態リン酸については表1と同じである

注2) 検定の*印は、5%水準で有意を意味する

3) 飼料作物の無機成分濃度の実態と問題点

飼料作物サイレージの無機成分濃度の結果を表3に示した。無機成分濃度を評価するために、日本飼養標準(1999年版)¹⁾における乳牛の要求量(乳量は1日あたり30kgのレベル)を対照とした。

N濃度とP濃度は農家間の差が小さく、各サンプルのP濃度およびその平均値は要求量よりもかなり低い値であった。K濃度は無機成分の中で最も濃度が高く、農家間の差もかなり大きい、平均値は要求量のおよそ2倍も高い値であった。しかも、K濃度はトウモロコシに比べて、ライムギやグラス類の方が高かった。CaとMg濃度はともに要求量よりも低いが、Ca濃度の方が低かった。Ca濃度が要求量の約1/10と低い農家では、明らかな石灰質資材の施用不足がうかがえた。ミネラルバランスK/[Ca+Mg]比はおよそ半数の農家で目安とされる2.2を超えているが、これはKの高濃度、もしくはCaやMg成分の低濃度が影響しているものと考えられた。土壌中のKは作物によって贅沢吸収されるが、CaとMgの吸収はKの吸収と拮抗するので、土壌中のK濃度が高いほどCaとMgの吸収は低下する。したがって、Kの過剰吸収による作物体内の塩基比(K/[Ca+Mg])は上昇し、家畜のグラスタニー(低Mg血症)発生の危険性を高めることになる。グラスタニーとは、反すう家畜の胃内でのMgの吸収が阻害されて血液中のMg濃度が低下するために、

家畜が興奮やけいれんなどの神経症状をあらわす疾病である。一般に飼料作物中の(K/[Ca+Mg])比は2.2以下を目標としている。また、最近注目されているのがイオンバランス・DCAD(Dietary Cation-Anion Difference)であるが、これは飼料中の陽イオンと陰イオンの差(イオンバランス)を示す値である。この値は飼料中の[K+Na]-[Cl+S]から求められるが、ここでポイントとなる成分はやはりKである。乳牛の乾乳後期における陽イオンであるK濃度の高い飼料の給与はCaの代謝に悪影響を及ぼし、乳熱や起立不能などの疾病を引き起こす要因になるとされている。

硝酸態窒素(NO₃-N)濃度は0.29~0.002%の範囲にあり、農家間の差が大きい。NO₃-Nは反すう家畜に対して硝酸塩中毒といわれる酸素欠乏を生じさせ、家畜を急死(急性中毒)させる原因物質である。硝酸塩の急性中毒をもたらす飼料中のNO₃-N濃度の許容限界は乾物あたり0.2%以内と考えられているが、最近ではNO₃-Nによる慢性中毒の危険性が危惧されている。しかし、慢性中毒に対する許容限界についてはまだ明らかにされていない。1点のみ急性中毒の許容限度とされる0.2%を超えていた。

飼料作物の生育には微量元素が必要であり、これらは作物体内に必要なかつ過剰にならない濃度で含まれていなければならない。一方、飼料作物の生育には必須ではないが、家畜に

表3 トウモロコシおよびソルガムサイレージの無機成分濃度の実態

	N	P	K	Ca	Mg	K/(Ca+Mg)	NO ₃ -N 乾物%	mg/乾物kg			
								Fe	Mn	Zn	Cu
平均値	1.06	0.25	1.44	0.17	0.13	2.1	0.10	159	24	27	5.7
最大値	1.18	0.29	2.25	0.28	0.22	3.4	0.29	310	46	43	7.1
最小値	0.96	0.22	1.04	0.07	0.07	1.1	0.01	63	12	13	4.1
乳牛の飼養 標準(1999)の 要求濃度**	—	0.37	0.80	0.61	0.20	2.2	0.2	50	40	40	10

注) *: 乳牛の飼養に必要な飼料中の望ましい濃度(日本飼養標準・乳牛1999年より)

対して必須な微量元素があり、微量元素を考える時、植物栄養としてのレベルと家畜の飼料としてのレベルの両面から検討することが重要である。微量元素類には、作物体内の酵素の構成成分として、主に栄養代謝を助ける働きがある。家畜では、微量元素類は栄養障害や繁殖障害などに深い関わりを持っている。微量元素類は作物や家畜の要求量が微量なために、わずかな欠乏または過剰であっても、生体が敏感に反応し、特徴ある欠乏症状や過剰症状が出現する。Fe濃度は63~1,590mg/kgの範囲にあり、全サンプルで要求量である50mg/kgを満たしていた。一方、ある牧場のグラスサイレージのFe濃度は1,590mg/kgで、泌乳牛の中毒発生限界とされる1,000mg/kgを超えていた。Mn濃度は14~59mg/kgの範囲に、Zn濃度は13~43mg/kgの範囲にあり、両成分では大部分のサンプルで要求量（Mn濃度：40mg/kg、Zn濃度：40mg/kg）以下の濃度であった。また、Cu濃度も4.1~9.4mg/kgの範囲にあり、全サンプルで要求量（Cu濃度：10mg/kg）以下の濃度であった。

3. おわりに

飼料作物圃場の土壌化学性と飼料作物の無機成分濃度を調査した結果、以下の実態と問題点が明らかになった。

1) 飼料畑圃場における土壌化学性はほぼ正常な性状であるが、一部の農家では適正範囲からはずれており、交換性Kや有効態リン酸は蓄積し、交換性Caは不足していた。交換性Ca、MgおよびK成分間のバランスはほぼ良好であった。

2) 自給飼料の無機品質を調査した結果、硝酸態窒素濃度は大部分が急性中毒の許容濃度とされる0.2%以内であったが、これを越えたものもあった。無機成分濃度では、K以外のP、CaおよびMg成分はともに乳牛の要求量に満たなかった。また、微量元素濃度も長大型の飼料作物では低濃度となりやすく、乳牛の要求量に対してかなり低かった。

土壌化学性については、圃場によって過不足のレベルが異なることから、成分の過不足の実態に応じた減肥および増肥による対策を講じる必要がある。飼料作物の無機成分濃度は土壌の養分状態を反映するので、施肥による対策を行なうことで、無機成分濃度の改善が期待される。

参考文献

1. 中央畜産会：日本飼養標準（乳牛），38~39（1999）
2. 畠中哲哉，倉島健次，木村武：草地試研報，25，48~59（1983）
3. 農林水産省草地試験場：草地試験場資料，No.62-15，30~37（1988）



中嶋 康博
(なかしま やすひろ)

東京大学大学院
農学生命科学研究科

食品安全基本法 時代における 畜産物リスク 対策のあり方

1. はじめに

BSE(牛海綿状脳症)問題は、わが国の食品安全制度を大きく揺るがし、2003年に行なわれた食品安全制度の改革を引き起こすことになった。そして、今でも世論調査を行なうと人々の関心はBSE問題に向かっている。

この数年、世界的に食品の衛生安全制度の改革が進められてきたが、もちろんBSE問題だけが理由ではない。食をめぐる90年代に現れた様々な現実が改革の背景にある。

これまで食品の安全確保対策は、必ずしも社会の正面には現れることなく、一般の消費者が気づかないうちに進められてきた面がある。衛生安全対策は当然の条件であって、取り立ててアピールするものではなかったのかもしれない。しかし、ここにきて一段と高レベルな安全・衛生管理が社会的に求められる

ようになり、それと同時に対策の内容を国民に説明する責任が求められるようになってきた。このような姿勢の変化には、今般の食品安全行政の中核にすえられた以下に述べる消費者第一主義とリスク分析の原則が影響している。

2. 近年の食品安全行政の改革動向

この10年、先進国を中心に食品安全・衛生行政について、次の3原則を基礎にした抜本的な改革が進められている。

第1の原則は、消費者第一主義の遵守である。安全確保は常に消費者の利益を第一にした対策を取ること、消費者に理解されるような内容を採用すると同時に、それを分かりやすく説明していくことが重要である。消費者はどんな些細な被害であっても、心理的に大きなダメージを受ける。このために安全対策は、予防的な措置が支持されることになる。

第2の原則は、「農場から食卓まで」のアプローチの採用である。食品製造業や大量調理施設のような加工部門だけでなく、農水産業、そして流通業者などの食料・食品を扱うすべての食品事業者に安全衛生管理を行なう責務があると認識されるようになった。そして、多くの国でそのことが法的に定められるようになってきた。

第3の原則は、リスク分析体制の適用である。安全対策の行動と機能のあり方について定めている。具体的には、リスク評価とリスク管理、リスクコミュニケーションの3部門を明確にして、専門性を高めて最新の科学技術・知識を動員した高度な安全管理を行なっていくこと、リスク評価とリスク管理を分離して独立した判断が行なえるようにすること、国民に対して十分に説明しながら実践してい

くことである。

わが国は2003年夏に食品安全基本法を制定し、また食品衛生法など関連重要法律の改正を行なって、新しい時代の食品安全行政の枠組みをスタートさせた。きっかけはBSE問題であったが、食品安全制度にこのような新しい取り組みが必要とされたのは、現代のフードシステムへの対処への必要性がその根本的な理由である。このことは世界的に同様な状況にある。

農産物・食品の生産から消費までにかかわる農業、食品加工業、流通業などの産業活動をまとめてフードシステムとよぶ。このフードシステムは絶え間なく進歩を続けており、その高度なシステムに支えられながら、われわれの食卓は確実に豊かになってきた。しかし、このフードシステムと食生活の発展が、畜産物を含めた食のリスクの問題へとつながっている。

農と食の距離が広がったとか、フードシステムが長くなったといわれることがある。この象徴的な表現は、文字通りの長距離輸送だけでなく、多量で様々な加工が行なわれている事実を意味している。時間空間両面で多様・多彩な食品の加工と流通が日常的に行なわれ、様々な業種分野の人々が関与する可能性がある。どんな食品でも加工が入ると格段に安全管理が複雑になってくる。しかも、このことは、こと食品衛生だけの問題にとどまらないのである。

3. 畜産分野におけるリスク構造

乳製品、食肉、鶏卵などの畜産物では、ヒトに健康被害をもたらす病原体が繁殖しやすいことなどから、畜産由来の食品について特別な衛生・安全管理が求められてきたが、畜産をめぐるリスクはそれだけではない。大き

く3領域のリスクの管理が課題となっている。

- 1) 動物衛生：家畜の伝染病。口蹄疫などが典型であるが、急速に病気が広まって家畜が斃死したり生産性が落ちたりして、畜産農家への経済的打撃が大きい。
- 2) 食品衛生・公衆衛生：腐敗や病原性微生物などによる食中毒。
- 3) 環境安全：畜産廃棄物による環境汚染。特に大規模畜産基地から集中的な廃棄が起きた時の生態系への影響が懸念される。

これらのリスクに関する対策は、長い歴史の中でそれぞれ経験と知見が蓄積されていて、いずれの対策についても確立したマニュアルがある。

しかしここに来て、これまでの対策マニュアルではカバーできない広領域な安全管理が必要とされるようになってきた。図に示すように、畜産をめぐるそれぞれの衛生・安全領域が重なり、公衆衛生問題につながるリスクが複雑に現れるようになってきた。異なった次元のリスクが相互に関連している。一体的にリスクへの対策を講じることが求められるようになった。

特に、懸念されるのは動物衛生・公衆衛生両方の領域に関わる人畜共通伝染病の広がり、

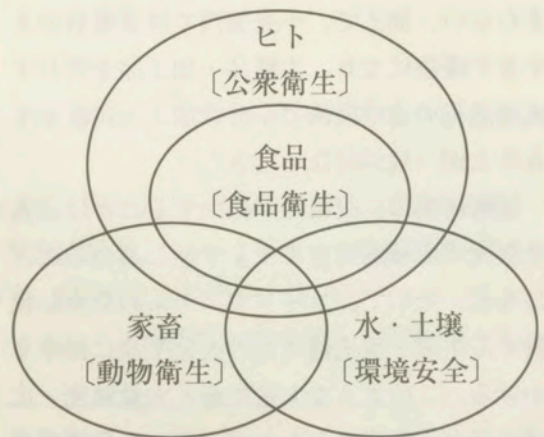


図 畜産物リスクの位相

動物・畜産物を媒介した病原性大腸菌O157の発生、異常プリオンが原因といわれるBSEなどの存在である。一方、家畜に給与された成長促進用薬品や投与された獣医用薬品などが畜産物中に残留すること、家畜排せつ物が水や土壌中を通してヒトの健康に影響を及ぼすことなども懸念されている。

4. 新しい取り組みにおける基本

以上のことから、現代の畜産物の安全対策は、垂直的な安全管理体制を基本フレームとしている。具体的には、加工プロセスに適用されてきたHACCP(危害分析・重要管理点)型の衛生管理手法をフードシステム全体に拡張することであり、あらゆる生産・加工・流通過程において、危害分析と重要管理点の識別および管理水準の決定を行なっていくことが理想である。EU(欧州連合)では、そのための法制度の準備が進められている。

そのようなアプローチが求められる背景には、市場経済の拡大と活発化がある。最新の情報技術および物流技術に支えられて、取引は高度化し、そのスピードは驚くほど速くなっている。また、冷蔵技術や包装技術が進歩して、生鮮品に近い商品形態での広域流通が一般的になってきた。その範囲は国内にとどまらない。加えて、小売部門では量販店がますます優勢になり、生鮮品・加工品を問わず流通過程の途中段階で小分け加工・包装をすることが一般的になってきた。

量販店型の小売販売が拡大することは、大量販売・広域販売をますます推し進めることになる。そして、フードシステムの川上に位置する生産・製造部門での大量生産に拍車をかける。このような大量生産・大量販売・広域販売が常態化するならば、確かな危機管理への備えが必須である。そのために、いざこ

とが発生した時、迅速で正確な回収を実行するためのトレーサビリティシステムを構築しておかなければならない。

大量生産・大量販売で事故が発生した場合、たとえ危機管理がうまくいったとしても、ビジネス上の損失は非常に大きなものとなる。例えば、海外から時間をかけて運んできた食品が検疫で引っかかったりすると、商品の品揃え戦略に大変な障害をもたらすことになる。代替りの商品を急に調達しようとしても対応は難しい。

このようなことから、事後的なリスク対策だけでなく、問題が起こらないようにするための事前のリスク対策がますます重要視されている。事前対策へシフトすることで、ビジネスの計算性と予測性を高め、損失回避を含めて総体的なコストを削減できる。品質保証制度はこの事前対策の原則と統合的なフレームを提供してくれる。HACCPは、衛生管理面での品質保証制度そのものである。国際標準化機構は、現在ISO22000シリーズの検討を行なっている。

市場経済の拡大問題は畜産製品の衛生・安全管理だけでなく、家畜生体の検疫にも大きく関連している。家畜の移動は速く広域に行なわれるようになってきているので、動物衛生上の問題が発生した時、できるだけ迅速な対処が必要とされる。国単位でなく国境内で地理的範囲を厳格に定めた新しい防疫管理が必要となる場合もあるだろう。そのモデルとなるのはEUの制度である。

現在、自由貿易協定(FTA)や経済連携協定(EPA)の検討が進められている。このことは検疫体制の規制緩和に直接つながることはないが、しかし海外との取引がより活発になるにつれて、どうしても簡素化され、しかも効果的な検疫制度が求められてくるで

あろう。

5. おわりに

BSE問題は、この数年のわが国の安全・安心問題の発火点であった。国民が注視するなか、畜産物の安全管理について、今後も注意深く改革に取り組まなければならないであろう。

一方で安全・安心への関心が偽装表示事件によって高まっていること、そして最近の偽装表示事件のほとんどが農産品（青果物）で発生していることからすると、とりあえず国内のBSE対策が一段落した状態にある今は、ある意味でこれらは対岸の火事だと見る向きもあるかもしれない。しかし、現代の安全安心問題はすべてが連関していて、たとえ青果物の問題であっても、それが畜産物に飛び火する可能性は否定できない。BSEの全頭検査問題への対処の仕方を誤ると、牛肉への信頼感は再び揺らぐかもしれないという認識を持っているべきではないだろうか。

前述したように、HACCPなどの品質保証制度を利用した事前の対策が、衛生・安全管

理の主流になりつつある。しかも、第3者認証制度をも組み込んだ総合的な品質保証制度は、的確で適正な表示を実現してくれるから、偽装表示などによって失墜した食の信頼感の回復にも貢献するであろう。

加えて、倫理面でも品質保証制度の役割が注目されている。ヨーロッパでは、この食品倫理の問題に強い関心が向けられていて、動物福祉制度は食品衛生・安全制度と同じくらい重要である。それ以外にも、人権、遺伝子組換え体など倫理に関わる問題は山積している。認証制度と表示制度は、適切な倫理的対応を保障するための制度として期待されているのである。

参考文献

1. 亀和田光男ほか編：食の安全と企業戦略－食品安全基本法と食生活への貢献，幸書房（2004）
2. 中嶋康博：食の安全と安心の経済学，コープ出版（2004）
3. 新山陽子編：食品安全システムの実践理論，昭和堂（2004）

今月の表紙


メキシコシティーから太平洋側に下った標高約1000mの位置にあるハリスコ州は畜産の盛んな州で、豚、牛、鶏の国内随一の生産地である。写真は褐毛「リムジン種」の自然交配繁殖群の放牧風景である。この牧場は、母牛1500頭規模で、各種肉用牛の繁殖と肥育を行っていた。

（日本ハム株式会社 千田 英一）

藤中 邦則

(ふじなか くにのり)

兵庫県立農林水産技術総合センター 畜産技術センター



兵庫県牛の育種価 の予測方法の検討

1. はじめに

ほぼ全国の道府県で、黒毛和種の改良に育種価による種牛評価が利用されている。兵庫県でも黒毛和種の改良に育種価に基づく種牛選抜を取り入れているが、古くから閉鎖育種が行なわれ、また「神戸ビーフ」の要件として肥育牛の出荷先が県内の枝肉市場に限られるという特殊性が存在している。

枝肉市場は育種における枝肉形質に影響を与える変動因と考えられ、黒毛和種の育種価の予測モデルの主効果に取り上げられている。評価対象となる種牛の後代が各枝肉市場に均等に出荷されていれば問題はない。しかし、肥育農家は肥育牛の仕上がり具合によって、枝肉市場を選ぶ傾向がある。たとえば、枝肉重量が大きく、よい肉質が期待できる肥育牛は、買産人が多く、高いセリ値が期待できる

枝肉市場に出荷される。すなわち、枝肉重量の育種価が大きい種牛の後代は、重量の重い枝肉が集まる市場に多く出荷され、またその逆もあると予想される。この場合、種牛による出荷先の偏りが育種価予測値に影響する可能性がある。そこで、後代の出荷市場の偏りとその偏りが育種価予測値に及ぼす影響を把握し、偏りのない育種価予測をする方法を検討した。

2. 材料と方法

1988～2000年の13年間に、兵庫県内の5枝肉市場（A～E市場）に出荷された22,756頭の純粋な兵庫県産黒毛和種肥育牛の枝肉記録と、その牛から補助登記まで遡った血統記録について検討した。分析の対象とした枝肉形質は、枝肉重量（CW）、ロース芯面積（RE）、バラの厚さ（RT）、皮下脂肪の厚さ（SFT）、歩留基準値（YE）と脂肪交雑（BMS）の6形質とした。

この中から肥育農家あたりの記録数が5以上、または出荷市場・年度・農家の副次級記録数が3以上になるように記録を抽出し、分析用のデータセットを作成した。本稿では、それぞれのデータセットをf5およびm3と記載することとし、データ数はf5データセットが22,578頭分、m3データセットが21,259頭分であった。

各データセットにおいて、主効果として出荷市場を含むモデル、および出荷市場を含まないモデルの二つについての育種価を予測した。二つのモデルで予測した育種価間に差があるかどうかを見るために、各データセット中に直接の後代を1頭以上もつ父牛あるいは母牛について、出荷市場を含むモデルで予測した育種価から出荷市場を含まないモデルで予測した育種価を引いた値（以下：育種価差）

を1頭ごとに計算し、偏りの指標とした。対象となった父牛数は94頭、母牛数はf5データセットが15,670頭、m3データセットが15,019頭であった。

3. 結果と考察

1) 出荷市場と枝肉形質の関係

表1に、出荷市場別の出荷頭数と各枝肉形質の平均値を示した。出荷頭数はA市場とB市場が中心で、D市場とE市場にも全体の約2%が出荷されていた。出荷市場別に各枝肉形質の平均値をみると、枝肉重量(CW)はA市場で重く、D市場では軽かった。一般に肥育農家は仕上がり状態の良い肥育牛をA市場に出荷する傾向があり、また肥育農家の一部は仕上がり状態の良くない肥育牛をD市場に出荷するといわれていることと一致していた。ロース芯面積(RE)、バラの厚さ(RT)、皮下脂肪の厚さ(SFT)もおおむね同様の傾向であった。すなわち、肥育農家が肥育牛の仕上がり具合に応じて、その出荷先を選択

していることがわかれた。このことから、種牛によって後代の出荷先に偏りが生じている可能性があった。

そこで、表2に後代数200頭以上の父牛14頭について、それぞれの後代の市場別出荷割合と、枝肉重量(CW)平均値を示した。全データでは、A市場への出荷割合は38%、D市場への出荷割合は2.5%であったが、後代数200頭以上の父牛に限ってみるとA市場への出荷割合は31~52%、D市場への出荷割合は0~8%の範囲内にばらついていた。また、D市場への後代の出荷割合が、5%を超える父牛が2頭あり、それらの後代の枝肉重量(CW)の平均値は348~366kgで、他の父牛の後代と比較して軽い傾向であった。すなわち、父牛によって後代の出荷先に偏りがあり、また、後代の枝肉重量が軽い父牛はその後代がD市場に多く出荷される傾向があった。このようなケースにおいて、出荷市場を考慮して育種価を予測すると、その育種価がゆがめられると予想される。たとえば、D市場への

表1 枝肉市場別の出荷頭数および枝肉形質と出荷日齢の平均値

枝肉市場	頭数 頭	枝肉重量 kg	ロース芯面積 cm ²	バラの厚さ cm	皮下脂肪の厚さ cm	歩留り基準値 %	脂肪交雑	出荷日齢 日
A	8,603	385 ^a	49.4 ^a	6.84 ^a	2.10 ^b	73.7 ^a	6.8 ^b	975 ^b
B	13,043	379 ^b	48.3 ^b	6.71 ^b	2.06 ^c	73.5 ^b	6.5 ^c	966 ^c
C	26	359 ^c	46.6 ^{bc}	5.82 ^d	1.62 ^d	73.4 ^b	7.5 ^a	1011 ^a
D	568	338 ^d	44.9 ^c	5.97 ^d	1.57 ^d	73.6 ^a	5.4 ^d	951 ^d
E	516	342 ^d	49.8 ^a	6.11 ^c	2.29 ^a	73.6 ^a	7.2 ^a	1004 ^a

a, b, c, d: 同じ列の異符号間に有意差あり(P<0.05)

表2 200頭以上の後代を持つ種雄牛の各枝肉市場への後代の出荷割合と枝肉重量の平均値

種雄牛	後代数	A~E市場への後代の出荷割合(%)					枝肉重量(kg)
		A	B	C	D	E	
1606	3,793	42	54	0	2	2	389
774	3,732	36	59	0	3	2	373
575	2,893	42	54	0	2	2	392
875	2,033	34	60	0	4	1	368
1304	2,011	33	63	0	2	1	387
10787	1,861	33	64	1	2	1	370
1742	1,817	44	47	0	1	8	384
1605	1,060	34	60	0	3	4	379
870	685	31	59	0	6	4	366
2508	392	41	59	0	0	1	365
10328	282	52	47	0	1	0	382
290	268	40	58	0	1	0	376
1303	221	34	58	0	8	0	348
2661	211	46	53	0	0	1	371

後代の出荷割合が高い種牛では、出荷市場を含むモデルで予測した育種価は真の育種価よりも重く、過大評価される可能性がある。

2) 主効果としての出荷市場の育種価予測値への影響

そこで、データの選択基準が異なる2データセットで、主効果としての出荷市場の有無が育種価予測値にどの程度影響しているかをみた。すなわち、各データセット中に1頭以上の後代を持つ父牛あるいは母牛の育種価差の中で最大値と最小値との差、およびその差の標準偏差に対する比率を計算して示した(表3)。育種価差の最大値は出荷市場を含むモデルでの育種価予測値の方が大きい種牛であり、育種価差の最小値は出荷市場を含まないモデルでの育種価予測値の方が大きい種牛の値である。この育種価差の最大値と最小値の差の値が大きいことは、そのデータセットで育種価を予測する時、モデルに出荷市場を含むか含まないかによって育種価予測値の変動が大きいことを意味している。育種価差の最大値と最小値の差の標準偏差に対する比率は、父牛ではf5データセットの歩留基準値(YE)の8.8%からm3データセットのバラの厚さ(RT)の34.5%の範囲、母牛ではf5データセット歩留基準値(YE)の16.4%からm3データセットの脂肪交雑(BMS)の68.2%の範囲にあった。すなわち、出荷市場を含む

モデルで予測した育種価の方が大きい種牛とその反対に出荷市場を含むモデルで予測した育種価の方が小さい種牛があり、しかも両者の差は無視しえない程度に大きかった。この傾向は枝肉形質によって異なること、母牛の育種価でその傾向が強いこともうかがわれた。また、表3の値をデータセット間で比較すると、おおむねm3データセットで大きい傾向があった。このことは、出荷市場を年度×農家と組み合わせた場合には、種牛の育種価予測値が変動しやすいことを示している。

3) 父牛の育種価差と出荷市場別の出荷割合の関連

データの選択基準やモデル中の枝肉市場の有無によって、育種価予測値に差があることが示されたが、どの方法で予測した育種価が真の育種価に近いのかは明らかでない。そこで、育種価差と、その種牛の後代の市場別の出荷割合との間に関連があれば、市場を含む育種価予測値が市場による偏りを含んでいると考えられるので、両者間の関連性を検討した。まず、図1はf5データセット中に直接の後代を持つ父牛94頭について、f5から計算した枝肉重量(CW)の育種価差を縦軸にとり、横軸に各父牛の後代のA市場へのお荷割合をとったものである。プロットは右下がりの様相で、出荷割合が高い父牛において、育種価差が負の値をとる傾向があった。すな

表3 育種価差(市場を含むモデルで予測した育種価から含まないモデルで予測した育種価を引いた値)が最大の父牛(または母牛)の育種価差から最小の父牛(または母牛)の育種価差を引いた値とその値の標準偏差に対する比率

データセット	枝肉重量 kg	ロース芯面積 cm ²	バラの厚さ cm	皮下脂肪の厚さ cm	歩留り基準値 %	脂肪交雑
括弧内の値は標準偏差に対する比率(%)						
父牛						
f5	10.8 (26.6)	0.84 (12.3)	0.17 (22.3)	0.11 (16.8)	0.10 (8.8)	0.19 (8.9)
m3	11.5 (28.2)	1.78 (26.1)	0.26 (34.5)	0.14 (22.3)	0.31 (28.7)	0.44 (20.0)
母牛						
f5	15.8 (38.8)	1.37 (20.2)	0.32 (41.5)	0.20 (31.7)	0.18 (16.4)	0.47 (21.8)
m3	24.0 (58.9)	4.32 (63.5)	0.40 (52.8)	0.38 (59.5)	0.68 (61.8)	1.49 (68.2)

わち、後代のA市場への出荷割合が高い種牛は、出荷市場を含んで予測した場合、枝肉重量(CW)の育種価が相対的に低く評価されることを示している。

他の形質や他の市場への出荷割合との関連をみるために、表4に各データセットに1頭以上の後代を持つ父牛の育種価差とそれぞれの後代の各市場への出荷割合との相関係数を示した。相関係数が負の場合、出荷市場を含んで予測した育種価は出荷割合が高い父牛にとって過小評価になる傾向があることになる。図1に示した散布図での相関は表4では左上の-0.38にあたるが、A市場の出荷割合との相関は、形質やデータセットにかかわらず、おおむね負の値であった。逆にD市場出荷割合では、特にf5データセットで、歩留基準値(YE)を除く5形質で高い正の相関がみられた。皮下脂肪の厚さ(SFT)を含めて、大きい枝肉がA市場に集まり、小さい枝肉がD市場に集まることを反映したものと考えられる。A市場およびD市場ともに、m3データ

セットではやや相関係数の絶対値が小さい傾向であった。先に示した表3では、父牛においても育種価差の最大値と最小値の差はm3データセットにおいてやや大きい傾向であった。この差の大小は、後代の出荷先の偏りとの間には関連がなく、主効果として出荷市場×年度×農家を採用した場合に、出荷市場による偏りが小さく抑えられると考えられる。C市場とE市場にはこのような相関はみられず、この両市場に関しては、肥育農家が種雄牛による後代の出荷先の選択をしないで、偏りのない出荷をしていたと推察される。

4) 母牛の育種価予測値

母牛について同様に相関係数を計算したところ、おおむね類似した値であった。近年、各道府県では母牛の育種価を予測し、これを改良に利用しつつある。従来の体型審査などに依存した改良と比較すれば隔世の感があり、今後の改良への貢献が大いに期待される場所である。母牛は後代数が少なく、その育種価の正確度は種雄牛と比較すれば劣るのは当然である。しかし、一旦その母牛の育種価として予測されると、種雄牛のそれと同等に扱われる傾向がある。また、その牛自体は予測値を持たず、両親の育種価平均値を期待育種価として持っている場合でも、同様の傾向がみられる。それだけに、母牛の育種価予測値はできるだけ偏りのないように努力する必要があり、考えられる環境要因を安易に主効果

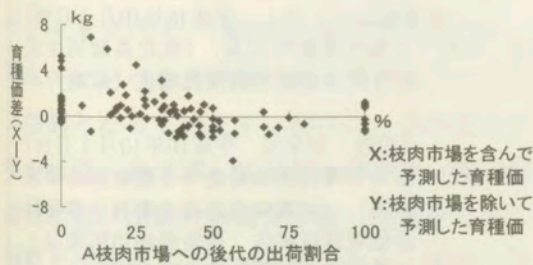


図1 種雄牛におけるA枝肉市場への後代の出荷割合と枝肉重量の育種価差との関係

表4 種雄牛の後代の各市場への出荷割合と育種価差(市場を含むモデルで予測した育種価から含まないモデルで予測した育種価を引いた値)との相関係数

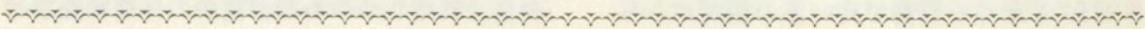
枝肉市場	データセット	枝肉重量	ロース芯面積	バラの厚さ	皮下脂肪の厚さ	歩留り基準値	脂肪交雑
A	f5	-0.38	-0.43	-0.34	-0.16	-0.33	-0.12
	m3	-0.21	-0.08	-0.19	-0.14	-0.05	-0.11
B	f5	0.10	0.16	0.04	-0.17	0.50	-0.24
	m3	0.16	0.01	0.19	0.15	0.04	0.07
C	f5	0.07	0.06	0.07	0.12	-0.09	0.08
	m3	-0.04	0.04	-0.01	0.01	0.03	-0.06
D	f5	0.47	0.45	0.45	0.53	-0.28	0.61
	m3	0.14	0.17	0.03	-0.01	0.05	0.15
E	f5	0.06	0.03	0.14	0.10	-0.04	0.03
	m3	-0.09	-0.09	-0.07	-0.03	-0.07	-0.18

としてモデルに取り入れるべきではないであろう。

5) 出荷市場による偏りのない育種価予測

以上の結果から、兵庫県産黒毛和種の育種価予測にあたり、枝肉市場を主効果として取り上げると、各枝肉形質の育種価予測には出荷市場による偏りが生じることが示された。枝肉重量 (CW) に関しては、各枝肉市場の秤は正確に検査されており、同一の枝肉の枝肉重量 (CW) を異なる市場で測定しても、測定値に差は生じないと考えられるので、育種価を予測する場合に、市場間の変動を母数効果として考慮する積極的な理由はみあたらない。また、脂肪交雑 (BMS) を除く 4 形質

についても、測定者の主観が極めて入りにくいと考えられることから、育種価を予測する場合、主効果としての市場を除外することにより、このような偏りを小さくできると考えられる。脂肪交雑 (BMS) についても、出荷市場による偏りが生じる点は他の形質と同様である。しかし、これを判定する判定員は市場によって異なることから、変動因としての出荷市場を除外することは適当でない。この場合においては、枝肉記録を出荷市場・年度・農家の副次級の記録数で選択し、主効果として出荷市場×年度×農家をモデルに含む方法で育種価を予測することにより、出荷市場による偏りが生じにくくなると考えられる。



人の動き	
	(生産局 平成16年 9月30日付)
沖田 賢治	畜産企画課畜産専門官 大臣官房秘書課併任、(畜産振興課畜産専門官兼畜産企画課)
高瀬 久男	畜産振興課畜産専門官、(独立行政法人家畜改良センター技術協力専門役)
葛谷 好弘	大臣官房国際部国際経済課国際専門官、(畜産企画課畜産専門官兼大臣官房秘書課兼農林水産大臣政務官秘書官事務取扱)
池内 豊	退職〔独立行政法人農畜産業振興機構畜産振興部審査役へ〕、(近畿農政局企画調整室長)
	(生産局 平成16年10月1日付)
宮田 茂	畜産振興課課長補佐〔草地整備事業第二班担当〕、(九州農政局生産経営流通部畜産課課長補佐〔草地〕)
佐々木勝憲	畜産振興課飼料専門官、(畜産振興課乳牛班乳牛改良係長)
	(家畜改良センター 平成16年10月1日付)
飯田 雅昭	十勝牧場衛生課長、(東北農政局生産経営流通部畜産課課長補佐〔草地〕)
	(消費・安全局 平成16年10月1日付)
大石 弘司	衛生管理課課長補佐〔小動物獣医療班担当〕、(内閣府食品安全委員会事務局評価課課長補佐〔残留動物用医薬品・化学物質・汚染物質等担当〕)
永井 英貴	衛生管理課課長補佐〔監視指導班担当〕衛生管理課併任、(動物医薬品検査所企画連絡室企画調整課長兼衛生管理課)
小嶋 規純	衛生管理課課長補佐〔指導班担当〕、(動物検疫所名古屋支所小松出張所長)

東京農業大学 動物発生工学研究室

小川 英彦 (おがわ ひでひこ)、尾畑 やよい (おばた やよい)、河野 友宏 (こうの ともひろ)

東京農業大学 動物発生工学研究室



グラビアA頁

1. はじめに

東京農業大学は、私立大学で唯一の農学に関する総合大学であり、今年で創立113年を迎えました。1891年、東京農大の原点「徳川育英会農業科」は、現在のJR中央線の飯田橋駅の地で産声を上げ、東京都文京区に移転して、東京農学校として設立されました。その後、東京農業大学となり、第二次世界大戦後に世田谷区の今のキャンパスがある場所に移りました。1989年に北海道網走市にオホーツクキャンパス、1998年に神奈川県厚木市に厚木キャンパスが開設され、現在3キャンパス体制となっています。同時に、農学部は改組されて、農学部、応用生物科学部、地域環境科学部、国際食料情報学部、生物産業学部、短期大学部の6学部19学科となり、学生・院生ら13,000名が学ぶ農学の総合大学に成長しました。応用生物科学部に属するバイオサイエンス学科は、本学では最も新しい学科として平成10年に新設され、今年で7年目を迎えました。本学科は、4分野（微生物、植物、動物、生体機能分子）、6研究室で構成されています。遺伝子工学・分子生物学などの先端の分野の技術を駆使し、生命現象を細胞・分子レベルで解明し、それらを応用に結びつ

ける研究・教育を行なっています。

2. 研究室紹介

我々の所属する動物発生工学研究室は、二つある動物分野の研究室のうちの一つです。平成16年度の研究室の構成要員は、教員3名（河野友宏教授、小川英彦講師、尾畑やよい講師）、ポスドク3名、大学院生13名（博士課程4名、修士課程9名）、学部生27名の総勢46名の大所帯です。研究テーマは、次の四つに集約されます。①クローン動物の発生特性および特異的発現遺伝子の網羅的検索、②哺乳動物の個体発生過程における雌雄ゲノムの機能解析、③生殖細胞形成過程におけるゲノム修飾機構の解明とその人為的調節、④インプリント遺伝子の発現調節機構とその機能です。

3. 研究室の最近の話題

当研究室のキーワードは、生殖細胞（卵子および精子）です。哺乳動物では、卵子と精子が受精することが子孫を残す唯一の手段です。つまり、正常な個体発生には卵子のゲノムと精子のゲノムが一つずつ必要なのです。その証拠として、哺乳動物では単為生殖（片親のゲノムしか持たない個体）は、この世に

生まれることはなく必ず致死することが1980年代後半に示されました。その後の研究により、哺乳動物で単為生殖が不可能である最大の理由は、卵子由来のゲノムと精子由来のゲノムとでは、異なる働きがあることに起因することがわかりました。通常、哺乳動物の遺伝子は、それぞれのゲノムから対等に発現しますが、一部の遺伝子は一方のゲノムからしか発現しないのです。このように、卵子由来のゲノムと精子由来のゲノムとの間で、異なる発現を示す遺伝子はインプリント遺伝子と呼ばれています。現在までに、80種類余りのインプリント遺伝子が見つかっており、卵子由来ゲノムでのみ、あるいは精子由来ゲノムでのみ発現する遺伝子がほぼ同数あります。このようなインプリント遺伝子の性ゲノム特異的な発現は、卵子形成過程および精子形成過程において、それぞれ特異的なゲノム上へのマーキング（「ゲノムの刷り込み」と呼んでいます）により誘導されます。さらに、我々の研究の結果、インプリント遺伝子の発現制御のほとんどが卵子形成過程におけるゲノムの刷り込みによるとわかってきました。それならば、刷り込みを受けていない非成長期卵母細胞のゲノムは精子と同じような働きをするのでは？それが、単為発生由来産子作出の出発点でした。実際には、ゲノム刷り込みを受けていない非成長期卵母細胞とゲノム刷り込みを完了している成長した卵子のゲノムとからなる単為発生胚は、発生の延長がみられたものの、産子には至りませんでした。

その要因の一つが、卵子形成過程における刷り込みによって発現制御を受けない（本来精子形成過程における刷り込みによって発現制御を受ける）インプリント遺伝子を発現させることがどうしてもできないことでした。そのようなインプリント遺伝子の一つがインスリン様成長因子（*Igf2*）です。*Igf2*は、胎児の発育に重要な成長因子です。そこで、*Igf2*の発現を誘導するように遺伝子を改変したマウス由来の非成長期卵母細胞を用いた結果、劇的な発生延長が認められ、世界で初めて卵子ゲノムしかもたない産子が得られたのです。この産子は"Kaguya"と名付けられました。"Kaguya"は順調に発育し、性成熟に達しました。そして、生殖能力があり、子供も得られています。これまで、哺乳動物の個体作出には受精系とクローン系しかありませんでしたが、加えてこれらの成果で示された単為発生系が利用できるようになったことは、今後の新たな個体作出技術と位置づけられるだけでなく、家畜の新たな育種・改良法として応用されることが期待されます。

4. おわりに

私たちは、哺乳動物において、唯一、次世代への子孫を残すことが可能な生殖細胞の無限のパワーに魅せられながら、生殖細胞のゲノム特性の解明および新たな個体作出技術に向けて日々研究を行なっています。生殖細胞の秘密の謎解きに少しでも貢献したいと願っています。



(24) スパニッシュ・メリノ種

三上 仁志 (みかみ ひとし) 農林漁業金融公庫

1. 原産地と歴史

スパニッシュ・メリノ (Spanish Merino) 種はイベリア半島南部を発祥の地とする細毛の羊で、現地ではMerinaと呼ばれている。そのウールはきわめて高品質であり、本品種を基にして、数多くのメリノ・タイプの品種が作出され、世界中で広く飼養されている。本品種の起源は、メソポタミア時代 (紀元前2,000年ごろ) に西アジアで家畜化された古代羊で、地中海経由で移住者によって、スペインに持ち込まれたとされる。その微細な羊毛はスペインにとって経済的にきわめて重要な生産物であった。そして、18世紀までは、法律により生体での輸出が禁止されていた。政府の組織的な保護政策により品種の改良が進められ、また高品質な飼料を給与できるように広範囲な遊牧が奨励された。

その後、各国の要望に応じて国王は外国へのメリノ種の普及を許可した。ドイツには1765年、フランスには1767年、英国には1785年、南アフリカには1789年に輸出が始まった。現在、多くのメリノ・タイプの羊が飼われているオーストラリアには、1797年以降、南アフリカのケープタウンから導入された。オーストラリアン・メリノ、ジャーマン・マトン・メリノ、ポーリッシュ・メリノなど、メリノの名を残した品種はもちろん、プレコース、ラムブイエ、コリデール、カンサー・アルバ

イン・ファインウール (甘肅高山細毛羊) などの細毛品種のほとんどがスパニッシュ・メリノ種を起源としている。スパニッシュ・メリノ種を祖先とする細毛の羊は、世界中で2億頭以上飼養されているといわれている。

世界中でのメリノ種の普及、さらに人工繊維の急速な普及の影響もあり、スペインにおけるウール生産のリーダーシップは失われた。そして、スパニッシュ・メリノの飼養頭数は減少し、経済的重要性も小さくなった。ウール需要の減少にともない、育種目標も産毛量、繊維の細さ、密度、長さなどのウールに関する形質から、繁殖性、発育、枝肉歩留まり、肉質などの肉生産に関する形質に変更されている。そのため、メリノ・プレコース、フライシャフ、ランドシャフ、イル・ド・フランス、ベリション・ド・シェール、シャルムオワーズ (Charmoise) 種などの雄がメリノ種の雌に交配され、純粋のスパニッシュ・メリノ種が危機的な状況に陥っている。現在は、メリノ系の羊はスペイン南西部のエストレマドゥーラ地方とアンダルシア西部に多く飼養されており、1986年のスペインの統計では総飼養頭数は約330万頭で、羊の18.6%を占めている。スペインでの純粋種の繁殖用雌の登録頭数は、2000年末で114農場、6,300頭となっている。内種として、Andalusian、Barros、Leonese、Serena、Serrana種が知られている。

2. 日本への導入

日本には、1869年（明治2年）に米国から雌6頭、雄2頭が輸入された。また、1872年（明治5年）にも、米国から雌3頭、雄3頭が輸入されたが、広く普及するには至らなかった。大正から昭和初期にかけての日本の代表的な品種であったメリノ種は、オーストラリアン・メリノとランブイエ種の交雑によるものである。

3. 特徴

スパニッシュ・メリノ種は小型（雄でも50kg以下）であるとする文献が多いが、最近のEAAP（European Association for Animal Production）のデータ・ベースによると、雄の体重が83kg、雌の体重が52kgと中型の数値が示されている。毛色は白色で、顔面以外には被毛が密生している。雄はらせん状に巻く角を有し、雌は無角である。耳は短く水平に保持されている。以下に紹介する本品種の生産能力は、Florencio Barajas（Asociacion Nacional de Ganado Merino）の報告による。

1) 肉生産

ウール生産が主目的であったころは、子羊は草地で放牧され、6～8ヵ月齢で屠殺された。このようにして生産された肉は赤味が強く、硬くて臭いも強いいため不評であった。しかし、主目的が肉生産に変わってからは、集約的な管理下で濃厚飼料が多給されるようになった。そして、70～90日齢で生体重22～25kgのときに屠殺され、柔らかで低脂肪のパラ色の高級肉が得られるようになった。子羊の体重は、30日齢で雄が11.0kg、雌が9.5kg、90日齢で雄が32.0kg、雌が27.5kgで、その間の日平均増体重は雄が302g、雌は

250gである。枝肉の歩留まりは体重23～25kgの羊で48～50%である。

2) ウール生産

この数十年の間に、スペインを含む少なからぬ国で、経済的な理由から肉生産への用途変更が進められている。しかし、現在でも本品種は代表的なウール生産用品種としての名声を保っている。産毛量は、雄が5.2kg、去勢雄が4.0kg、雌が3.4kg、毛長は、雄が7.1cm、去勢雄が6.9cm、雌が7.1cm、直径は、雄が22 μ 、去勢雄が21.4 μ 、雌が21.0 μ である。スパニッシュ・メリノのウールは、ヘアー（直毛）やケンプ（剛直毛）が混じらず、高密度で均一性が高く、毛質では他の品種の追随を許さない。

3) 乳生産

ウール生産を目的に草地で粗放管理されていた時代には、泌乳量は少なく、自分の子供を育てるのにも十分でなかった。したがって、限られた農場で離乳後の15～20日間のみ、自家消費のチーズ生産のために搾乳するにすぎなかった。しかし、現在では、栄養的に優れた給餌システムが採用され、乳量が増加し、また離乳が早まったこともあり、搾乳をする農場が増加している。分娩後60日間は子羊に哺乳する。そして、その後の50～70日間搾乳し、この期間の1頭あたりの乳量は30～50リットルで、乳脂率7～11%、乳たんぱく質率5～7%、固形分率19～21%である。ただし、乳生産に関する選抜は行なわれていないため、個体間の遺伝的変異は大きい。乳はそれぞれの地方特産のチーズに加工されている。

4. 遺伝的改良

スパニッシュ・メリノのスペインにおける遺伝的な改良プログラムは、後代検定データを利用したBlup法による種雄羊の評価に基

がいて行なわれている。プログラムは、メリノ種の質朴さと特徴を維持しながら、肉とウールの生産性を向上させることを目的として

いる。このプログラムには2000年末で26農場が参加し、1,151頭の種雄、24,213頭の種雌および24,213頭の子羊が評価されている。

(25) コリデール種

三上 仁志 (みかみ ひとし) 農林漁業金融公庫

1. 原産地と歴史

コリデール (Corriedale) 種はニュージーランドにおいて、メリノ種の雌とリンカーン種、レスター種、ロムニー・マッシュ種など長毛種の雄を交配して作出されたウールと肉の兼用種である。本品種は、ニュージーランド農業の歴史を語る上で欠かすことのできない重要な品種である。古くから、ニュージーランドにとって、ウールは重要な輸出産物であった。しかし、20世紀に入ると英国への羊肉輸出が盛んになり、羊肉生産の重要性が増したため、ウールと肉生産に適した兼用種の必要性が高まった。また、ニュージーランドには、メリノ種が飼養されている貧弱な草地とロムニー種やその他の英国の長毛種の飼養に適した豊かな草地との中間の草地が多くある。そこで、ニュージーランドでは牧羊が始

まったときから、メリノ種と長毛種の雑種を生産することが考えられていた。

メリノ種と長毛種との1代雑種は、比較的斉一な子が生まれるので、生産者に受け入れられたが、雑種間の交配による後代の変異が大きいため、実用性に乏しかった。そのため、雑種に斉一性を求めた育種が、1863年にスコットランドから移住したジェイムズ・リトルによって始められた。彼は、ニュージーランドの南島のノース・オタゴにある“Corriedale”と“Balruddery”農園で、メリノ種とロムニー種の交雑集団に強い選抜を加えて改良を進め、その後、ノース・カンタベリーでメリノ種とリンカーン種の交雑育種も進めた。そして、造成された品種には最初に育種を開始した牧場に因んで、コリデールという品種名がつけられた。登録協会は1910年に創立され、1924年に登録簿が発行されている。本品種は多元的に育種が進められたため、種々の系統が認められている。コリデール種は肉とウール生産の両方に優れ、雄は発育とウールの品質改善のために、ロムニー種やベレンデール種との交雑に用いられている。

本品種の特徴は、環境への適応性に富むことで、そのため南北アメリカ、アジア、南アフリカなど世界中に普及している。現在では、メリノ種に次ぐ世界的な品種となっている。オーストラリアン・コリデール、カナディア



写真 コリデール種の雄

ン・コリデール、アスカニアン (Askanian) ・コリデール、カザフ (Kazakh) ・コリデールなどが知られている。ニュージーランドにおける頭数は、本品種に最も適した地帯での普及に留まっているため、ニュージーランドでは約280万頭であるが、世界全体では1億頭以上と推定されている。

2. 日本への導入

わが国には、1914年 (大正3年) 以降連続して輸入され、強健性や生産性で生産者から高い評価を得た。また、1929年 (昭和4年) に、オーストラリアがメリノ種の輸出を禁止したこともあり、コリデール種の頭数が次第に増加した。そして、本品種は1940年 (昭和15年) には、わが国の羊の総飼養頭数 (165,000頭) の約90%を占めるまでになった。戦後は羊の飼養頭数が着実に増加し、1957年 (昭和32年) には実質百万頭を越えたが、そ

の大部分がコリデール種とその雑種であった。1949年 (昭和24年) に日本綿羊登録協会が設立され、わが国の日本の代表的な羊品種であったコリデール種は日本コリデール種として登録された。しかし、牧羊の目的が次第にウール生産から肉生産に変わり、昭和50年代以降はサフォーク種が中心を占めるようになった。

3. 特徴

本品種は体重が、雄85~105kg、雌65~80kgの大型の羊で、環境への適応性が高く、強健である。頭部は大きく、雌雄とも無角である。ウールは白色で厚く密生し、光沢があり、顔面と四肢には欠け、頭部では目の位置まで被っている。発育が早く、屠体長は長く、赤肉割合が高い。産毛量は4.5~6.5kgと多く、毛長7.5~12.5cm、直径28~33 μ で、その生産物は多くの用途に適している。

全国畜産関係者名簿

——2005年版——

好評発売中!!

毎日のお仕事に
役立ちます

定価 8,400円 (消費税・送料込)

発行所 (社) 畜産技術協会

〒113-0034 東京都文京区湯島3-20-9

電話 (03) 5817-7455 FAX (03) 3836-2302

取引銀行・みずほ銀行本郷通支店

普通No.504117

UFJ銀行本郷支店

当座No.112354

郵便振替・00110-6-176486

鈴木 一男

(すずき かずお)

(独)家畜改良センター
個体識別部

牛個体識別事業の 現状と課題

1. 「牛の個体識別情報の管理および伝達に関する特別措置法」の制定

わが国で初めてBSEが確認された平成13年の秋以降、BSEのまん延防止について数々の取り組みがなされてきました。BSE関連牛の迅速な特定や流通する牛肉の履歴を明らかにするために、従来実施されていた牛の個体識別事業を拡充強化し、独立した法制度「牛の個体識別情報の管理および伝達に関する特別措置法」が制定され、そのもとでの運用が昨年（平成15年）12月から開始されました。同法は、BSEのまん延防止措置の的確な実施と牛肉の安全性に対する信頼回復を図ることを目的としています。そして、牛を個体識別番号により一元管理するとともに、生産から流通・消費の各段階において、個体識別番号を正確に伝達する制度を構築するた

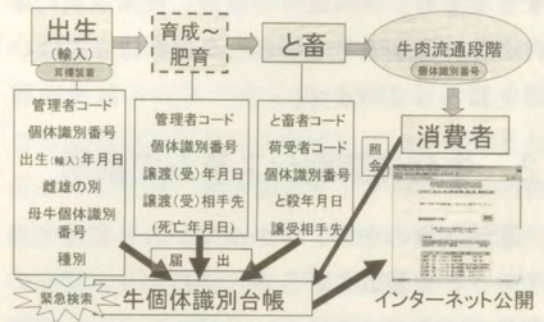


図1 牛個体識別システムの概要

めのものであります。すなわち、これまでの個体識別事業が出生からと畜までの履歴管理であったのに対し、牛肉の流通まで含めたトレーサビリティシステムへの展開を図ろうというものです。

また、耳標の装着や報告についても、法律上で具体的に規定されたことにより、牛の管理者、輸入者、と畜者など関係者の義務が明確にされました（図1）。

1) 牛の管理者の義務

本法によれば、牛の管理者は、出生の届出、耳標の装着、牛の譲受け、譲渡し、および死亡の届け出を行なうこととされています。耳標の装着を行なわなかったり、出生などの届出をしなかったり、または虚偽の届出を行なった場合などの罰則が設けられています。

また、地方農政事務所の職員による立ち入り検査の規定や牛肉のDNA鑑定もあわせて実施されることとされており、正確な牛の登録を確保するための措置が担保されることとなっています。

2) 流通段階の措置

本年（平成16年）12月からは、と畜段階まで耳標によって伝達された個体識別番号をと畜以降の牛肉販売業者などを經由して、最終的に牛肉を購入した消費者が確認することが可能となります。

また、外食事業者のうち特定の料理を提供

する業者も、メニューや店頭で使用された牛肉の個体識別番号を表示しなければならないことになっています。

2. 牛個体識別システムの業務

本法制度の中で、牛の出生からと畜までのデータの集積および公表に至る部分（従来の個体識別事業が担っていた部分）は、「牛個体識別システム」と位置づけられています。本システムの円滑な実施を図るため、個体識別番号（耳標）の配番、装着データの登録などを行なう機関として、(独)家畜改良センターが農林水産大臣から委任を受け業務を実施しています。また、これまでの個体識別関連事業の実施主体である(社)家畜改良事業団（家畜個体識別センター）も、引き続き家畜改良センターと連携して業務を運営しています。

さらに、法に基づく立入検査などの実施機関である地方農政局・農政事務所とは、イントラネット網を介した緊密な連携を行ない、制度的確な運用をめざしています。

1) BSE関連牛の履歴遡及

法律の目的の一つであるBSE関連牛の検索においては、まん延防止措置が的確に実施できるよう、同病陽性牛の情報をもとにした迅速で正確な検索を行なうためのシステムの充実やシステムエンジニアの常駐などの体制整備を図っています。

2) 届出の状況

本法に基づき牛の出生、移動または死亡時に管理者が行なう届出手段として、かつてはファクシミリ報告が全体の約半分を占めていましたが、最近では、電話応答報告、パソコンからの報告システムなどの普及により、約3割程度までに減少してきました。また、牛の管理者だけでなく、法律の義務づけはないも

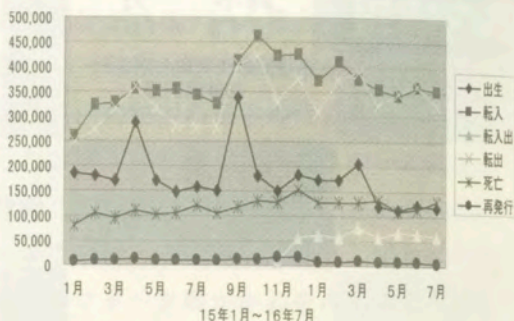


図2 事項別届出件数の推移

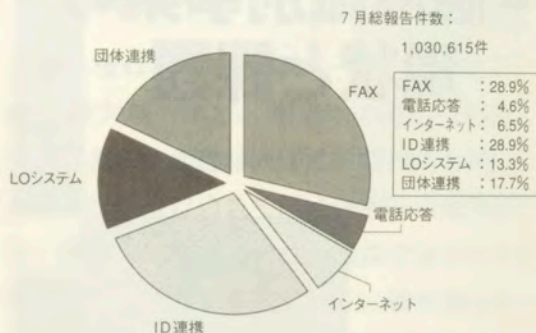


図3 報告方法別割合（平成16年7月）

の、家畜市場や家畜商など取引現場からの報告も徐々に増えており、現在一日約3万件の各種報告が寄せられています（図2、3）。

3) 集積データの公表

牛個体識別台帳には、法律施行日に存在していた牛（既存牛）の再届出データの整理が完了した平成16年5月末現在で約450万頭の牛の個体情報が集積しており、これらのデータの一部については、平成14年10月よりインターネットによる公開が行なわれています。現在では、1日に4～5万頭の個体識別情報検索のためのアクセスが行なわれています（図4）。

最近の家畜市場やと畜場での取引では、その牛の種別や飼養履歴、出生年月日などがインターネットで公開されていることが前提とされています。また、登録されている内容に不備や齟齬がある場合には、上場できない例も出てきており、関係者の本制度に対する関

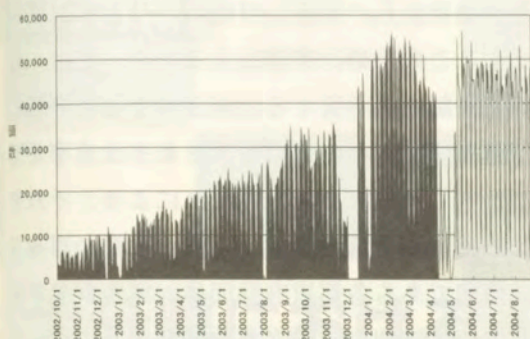


図4 インターネットの1日あたりの検索頭数(平成14年10月～16年8月)

心の高さがうかがわれる結果となっています。

3. 課題と対応

前述のように、本年12月からは牛肉の流通段階を経て消費者にまで、個体識別番号が伝達されるために、データの信頼確保や消費者からのデータ照会への対応が必要となっています。このため、今後の課題として取り組まなければならない事項として、①登録データの精度向上と、②消費者などへの情報照会システムの充実があげられます。また、これまではデータベースの早急な構築を最大の課題として、如何にしてデータを収集するかというところに力点が置かれていましたが、今後は③蓄積されたデータの有効利用による生産現場へのメリットの還元も大きな課題の一つとしてあげられます。

1) 登録データの精度向上

登録データの精度向上対策としては、牛の管理者が自分の飼養する牛の登録内容を確実に把握することが重要です。このため、具体的には、①データを正確に登録するための手段の充実、②登録時に自分のデータが正確に登録されているか否かを確認する手段の充実、③登録に誤りがあった場合に早急にその解消を行なう手段の充実などが必要と考えています。①については、一方通行の通信手段であ

るファクシミリから、登録内容を確認しながら登録を行なう電話応答システムや、登録内容が翌日メールで返るWeb報告など電子的な登録手段の普及に力を注いでいます。また、②については、現在あるインターネットの検索手段を、パソコンだけでなく、農家の庭先や市場などで利用できる携帯電話からも検索できるように充実し、今後はファクシミリ応答を利用した照会手段などを検討していきたいと考えています。さらに、③については、登録データの修正や報告エラーの解消について、家畜改良センターだけでなく地方農政事務所に配備したシステム(ROシステム)でも、一部可能となるよう関係当局と協議を行なっています。しかし、正確なデータを登録する上で最も重要なことは、これらの手段の充実よりも牛の管理者などのデータ登録者の意識向上であることはいうまでもありません。

2) 流通・消費段階からの情報照会システム

現在実施しているインターネット情報検索については、本年12月以降消費段階まで個体識別番号が伝達されるため、この照会数が格段に増加していくことが考えられます。このため、コンピュータサーバ群の充実などに加え、小売店の店頭など多様な検索要望に耐える情報照会システムを検討することとしており、本年5月より開始した携帯電話による検索手段の追加もその一つです(図5)。



図5 携帯電話による牛個体識別情報検索

3) 蓄積情報の有効利用

(1) 飼養管理データベースとの連携

牛個体識別システムにより構築されたデータベースは、前述のように牛の基本情報を登録し、その履歴を追跡できるよう情報を蓄積しています。このデータベースを核として飼養給与履歴や投薬履歴などと結びつけ、消費者などに提供するシステムの構築・運用が始まっています。

この仕組みは、個体識別番号をもとにインターネットで検索、表示される異動履歴に設定される農場からのリンクを通じて、飼養管理情報表示サイトに移動し、そこで給与飼料や衛生関係の情報データベースとの連携により情報を閲覧するものです。同様な仕組みは、一部の流通業界や農業団体で独自に先行的に実施されているところですが、今後は全国各地の生産段階の飼養管理情報が牛肉を購入した消費者などによって検索できることとなります。

(2) 各種制度データベース(DB)との連携

牛個体識別システムの基本方針によれば、構築されたデータベースに集積されたデータを、品種登録、経営支援、能力の改良、技術向上などを業務とする畜産関連団体に提供し、家畜飼養者の経営の向上に役立ててもらふこ

とが当初からの重要な目的の一つとされています。このため、家畜改良センターでは、各種基金制度を所管する全国団体などと連携し、情報提供サーバの運用管理を家畜改良事業団とともに開始しました。これにより、それぞれの団体が所管する各種制度、事業の事務委託機関である各都道府県団体、家畜飼養者などで個体識別のデータを有効利用してもらうことが可能になりました。

今後も各種の制度や関連団体の業務との連携を強め、結果的に家畜生産現場へメリットが還元されるよう努めていきたいと考えております。

4. おわりに

牛個体識別システムは、牛肉のトレーサビリティを支える基盤であり、平成9年度から開始されたモデル事業を経て、平成13年度の耳標の一斉装着と、それに続く法制化までのわが国畜産関係者の取り組みは、諸外国からも賞賛される成果となっています。しかし、長い歴史を有する欧州など先進諸国に比べれば、まだスタートしたばかりの制度であり、今後とも本システムに対し、関係者の皆様のご支援ご協力をお願いします。

★ 「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。

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：jita@group.lin.go.jp

大分県における 高病原性鳥イン フルエンザの 発生と対応

1. はじめに

平成16年2月17日に、大分県の臍にあたる九重町において、愛玩鶏のチャボに高病原性鳥インフルエンザ（以下：HPAI）の発生が確認された。今回のHPAI発生に対してスムーズな対応ができたのは、発生規模が小さかったことが一つの要因である。しかし、日頃から家畜伝染病の発生に備え、消毒液や防护服などの資材を備蓄していたことに加えて、平成16年1月の山口県での発生以降、本県の関係部局と危機管理体制を構築し、防疫組織体制の再確認、家畜保健衛生所職員へのインフルエンザワクチン接種など、事前に防疫体制に取り組んでいたことが大きく貢献したと考えている。

2. 発生から清浄性確認までの経緯

1) 発生の状況

チャボ13羽とアヒル1羽を飼養している愛玩鶏の飼養者宅で、2月14日の午前中に1羽のチャボが死亡、午後には2羽が死亡した。そこで、飼養者は15時ごろに役場の畜産担当者に電話し、役場を経由して現地の家畜保健衛生所（以下：家保）に連絡が入った。当日は休日であったが、家保の担当者が16時ごろに現地に到着し、検査のために死亡した2羽のチャボを病性鑑定課に持ち込んだ。ただちに、病理解剖とウイルス分離などの検査が行われた。

さらに、2月16日に飼養者宅でチャボ4羽の死亡が確認された。一方、同日15時に発育鶏卵の尿漿膜腔液から鶏の赤血球を凝集する抗原が分離され、これについてはニューカッスル病（ND）ウイルスが否定された。そこで、インフルエンザ簡易キットで検査した結果、インフルエンザウイルスA型であることが確認された。最終的にHPAIと診断するには、ウイルスの同定検査を行なうことが必要である。しかし、それまでの経過から判断して、疾病のまん延防止のために、残りのチャボ6羽とアヒル1羽の処分を現地家保に指示した。その夜、農林水産省の防疫マニュアル（高病原性鳥インフルエンザマニュアル）に沿って円滑に措置を講じるため、家保所長を中心とした緊急の防疫会議を開催し、次の事項について協議し、確認を行なった。

1) 確定診断のため、2月17日に(独)農業・生物系特定産業技術研究機構動物衛生研究所（以下：動衛研）に材料を送付。

2) 車輦などの通行制限などの防疫措置の準備。

3) 半径30km以内の養鶏業者のリストアップと飼料の購入先、雛の導入先、廃鶏・ブロイラーの出荷先などの確認。

4) 市町村を通じて半径30km以内の愛玩鶏飼養者のリストアップ。

5) 血清亜型が判明した時点での公表。

6) 国および九州各県へ疑わしい症例があった旨の連絡を行なう。

さらに、人へのHPAIの感染例もあることから、ただちに県健康対策課は飼養者家族、および病鳥と接触した職員の健康チェックを2月16日の夜を徹して実施した。

2) 高病原性鳥インフルエンザの確定

家保職員が2月17日に飛行機と県東京事務所の公用車を乗り継ぎ、同日13時に動衛研に材料を持ち込み、16時30分ごろにH5亜型と判明した。

県畜産課と現地家保では最悪の結果を想定して、2月17日に早朝より、防疫対策本部を仮設置し、まん延防止対策などの準備を粛々と行なっていた。すでに、発症鶏の飼養者宅における鶏舎の消毒や残りの鳥の処分など、一定の措置を講じてあったので、山口県の場合と同様に、血清型の判別結果を待って公表することを予定していた。しかし、昼前の全国版のニュースで「大分県でHPAIが発生」と報道されたので、急遽、13時にHPAIの疑わしい症例が発生した旨を公表した。同日16時30分、動衛研において、血清亜型がH5と判別されたとの報告が入ったことから、HPAI感染と決定された。そして大分県HPAI防疫対策本部、同現地对策本部、大分県HPAI健康危機管理対策本部が設置された。食の安全確保推進本部会議を開催し、全庁が連携して対応することが確認された。

一方、現地の家保では、発生現場周辺を2月17日の早朝から再度消毒し、さらに車輛などの通行規制の準備をしていた。そこに、昼前より現地家保と発生飼養者宅には報道陣が押しかけ、上空にはヘリコプターが舞い、本

来の防疫業務に支障をきたす状態になった。そして、マスコミの取材攻勢にさらされ、職員の不眠不休での対応が始まった。このような中で、検査結果の判明後からは、清浄性確認のための巡回調査に着手し、翌2月18日には、朝から鶏舎の消毒と解体、および埋却を行ない、夕方には作業が終了した。発生規模が小さかったことが幸いし、極めて短時間の初動防疫によって今回の発生を終息させることができた。

3) 清浄性の確認

市町村などの協力のもとに、半径30km以内の養鶏農家や愛玩鶏飼養者をリストアップし、2月19日に本格的な清浄性確認検査と消毒ポイントでの車輛消毒を始めた。第1次清浄化確認検査として、臨床症状を主体とした検査が4,268戸の鶏飼養者を対象に行なわれ、2月23日に終了した。また、ウイルス検査は164戸を対象に2月24日に採材・培養を行ない、27日には、全ての検査材料が陰性であることが確認された。

そこで、農林水産省と協議後、発生から12日目の2月28日の午前0時をもって、搬出制限区域が発生飼養者宅を中心に半径30km以内から5km～30kmの範囲に変更された。

第2次清浄確認検査は2月29日から実施され、3月3日には125戸の全ての養鶏農家、愛玩鶏飼養者において、ウイルス検査が陰性であることが確認された。そこで、同2月29日19時をもって、搬出制限区域が解除された。

県独自の第3次清浄性確認検査を3月8日から実施し、清浄性が確認されたので、初動防疫終了から21日目の3月11日をもって、全ての移動制限区域が解除された。

3. 移動制限に伴う影響と対応

清浄性が短期間で確認され、移動制限区域

を早い時期に解除することができた。保管卵については、加工用液卵として出荷するなどの対応ができたため、移動制限に伴う直接的な損害については、ほとんど問題は起こらなかった。しかし、本県の場合、銘柄地鶏や自然卵などの差別化商品を生産している農家が多いため、これらの生産物の移動制限に伴う損害については、農林水産省の支援策による基準ではカバーできず、県独自の上乗せの支援策を講じる必要があった。

4. HPAI発生による影響と対応

1) 総合相談窓口開設とホームページによる情報提供

県民からの相談窓口として、2月17日に畜産課内に3本の直通電話を設置した。山口県のHPAI発生以降、県庁ホームページに鳥インフルエンザについての情報提供特設コーナーを設けていたが、これを拡充して、県の対応状況などを逐一掲載した。

2) 発生現場周辺住民のケア

東南アジアではHPAIの人への感染例が報道されているので、2月17日から周辺住民を対象に、保健所の戸別訪問による健康調査とメンタル面でのフォローを行なった。

3) 教育現場などへの対応

学校などで、飼育している鳥が連続して死ぬなどの異常がみられた場合の対応について、関係省庁が定めた対応方針「学校などで飼育されている鳥が死亡した場合の取扱について」を周知した。

4) 捨て鳥と野鳥問題への対応

県内の各地で、ペットとして飼われていた鳥が捨てられる事例が相次いでみられた。そこで、あらゆる媒体を通じて県民に、動物愛護の観点からも冷静な対応をするように要請

した。また、「放置された家きんなど愛玩鳥および野鳥への当面の対応について」と題した対応策を定め、家保、保健所、地方振興局林業（水産）課（鳥獣110番）の責任分担を明確化し、それぞれが手分けして対応した。

5. おわりに

最後に、今回のHPAI発生の経験から、気がついたことをあげてみた。

1) 平時の備えとして、定期的な防疫に係る机上演習、県独自のマニュアルの作成、また備えあれば憂いなしのごとく、防疫資材の備蓄などが必要である。

2) 防疫を実施する上で隣県の協力が必須であるので、日頃から他県とたえず情報交換をしておくことが必要である。

3) HPAI発生以後、全国で鳥を捨てる事例が急増したが、勝手に鳥を処分をする行為を慎むべきであり、緊急時にも冷静な対応ができるように、飼育者のマナー向上が望まれる。

これらのうち、県独自のマニュアルについては8月12日付けで策定された。これは①防疫対策実施要領、②防疫等作業マニュアル、③危機管理体制、④様式集の4部から構成されている。防疫対策実施要領は国の防疫マニュアルをベースとして作成された。しかし、疑わしい事例の発生時の初期対応など、国のマニュアルにはない事項は県独自の対応策が記載された。また、国のマニュアルでは分かりづらい箇所は図などを用いて、より具体的に記載し、現場での利用に即戦力となるよう作成された。なお、①と④の内容は大分県のホームページに掲載されている。

京都府における 高病原性鳥イン フルエンザの 発生と対応

1. はじめに

私は本年4月まで、発生農場を管内に持つ京都府南丹家畜保健衛生所（以下：当所）に所長として勤務していたので、本稿では現地で経験したことを現場の目線でレポートすることとしたい。

昨年12月、韓国で高病原性鳥インフルエンザが発生して以来、当所は養鶏農家にリーフレットを配布したり、農家巡回や電話で異常の有無を聞き、異常があれば直ちに通報するよう注意を喚起していた。また、人間にも感染するおそれがあることから、小規模な鶏飼育者への対策も重要と考え、「高病原性鳥インフルエンザ南丹地域防疫対策会議」を開催し、回覧板や全戸配布ビラで住民に注意を呼びかけるよう、市町の担当者に依頼していた。その矢先、当所管内の丹波町で鳥インフルエンザが発生した。誰も経験したことのない、

20万羽を越える大規模養鶏場での発生、しかも、京都府への通報が遅れ、すでに鶏の大量死が始まっていた状態で、以後、連日、手探りの緊急対策に追われることになった。

2. 匿名電話で現地へ急行

2月26日、午後7時30分ごろ、当所にかかってきた一本の匿名電話から、高病原性鳥インフルエンザとの46日間に及ぶ戦いが始まった。内容は「浅田農産船井農場（以下：船井農場）で数千羽の鶏が死んでいる」というものだった。即座に府畜産課へ報告するとともに、職員2名を現地に急行させ、鶏舎内の様子を確認させようとした。しかし、農場には誰もおらず、農場責任者と連絡がつかないため、職員は小雪がちらつく現場で何時間も待機することになった。午後11時を過ぎて浅田社長と電話が繋がり、社長に①事実確認をするとともに、②現場責任者を至急、船井農場へ向かわせるよう依頼し、③鶏や卵の出荷を自粛するよう要請した。27日午前0時過ぎ、現場責任者が農場へ到着。待機していた当所職員は、鶏舎に入り、鶏の臨床症状などを調査したが、特徴的な症状とされている顔面の浮腫などは認められなかった。しかし、一見して死亡鶏が多く、聞き取り調査で3日間（24～26日）で約10,000羽の鶏が死亡しており、匿名電話の内容と一致していることを確認した。

3. 防疫対策本部の立ち上げ

当所職員は病性鑑定のため、気管や直腸から採取した検査材料と鶏6羽を確保して午前3時、当所へ戻り、待機していた京都府中央家畜保健衛生所（以下：中央家保）職員へ検査材料を渡した。精密病性鑑定施設を有する中央家保で簡易検査とウイルス分離に着手し

たところ、午前9時、簡易検査で鳥インフルエンザの陽性が確認された。これに先立ち、京都府は27日午前6時30分に「高病原性鳥インフルエンザを疑う事例が船井郡丹波町の採卵養鶏場において発生し、現在、調査中」と記者発表するとともに、午前9時には知事を本部長とする「高病原性鳥インフルエンザ京都府対策本部」、現地を所管する園部地方振興局長を本部長とする「現地対策本部」を立ち上げた。あわせて、経験のない大規模な防疫作業を府民に不安を与えないように実施するため、2日後の3月1日には「京都府高病原性鳥インフルエンザ専門家会議」（以下：専門家会議）を設置した。

4. 知事の現地視察と初動防疫

28日午前9時、知事は丹波町長とともに船井農場の全ての鶏舎を視察し、多数の鶏が死亡している凄惨な状況を目のあたりにして、迅速なまん延防止措置の必要を痛感した。知事の現地入りと同時に、当所は他の家保職員の応援を得て、鶏舎外壁の消毒作業を開始し、農場入り口の町道に消毒ポイントを設け、農場へ出入りする全ての車両の消毒を開始した。あわせて、発生農場の防疫作業に一切タッチしないクリーンな当所獣医師2名を確保して、半径30km圏内で1,000羽以上の養鶏農家の立ち入り調査を開始し、29日までに発生農場以外の全ての養鶏農家で異常鶏が認められないことを確認した。また、28日深夜にウイルスがH5亜型であることが確認されたため、京都府は29日午前10時に家畜伝染病予防法（以下：家伝法）第17条に基づく殺処分命令書を浅田社長に手渡し、即日、家保職員を中心とする20名の体制で鶏の殺処分を開始した。同時に京都府は家伝法第32条に基づき、30km圏内の養鶏農家に対して移動制限を発動させ

た。

5. 多数の府職員を現地に派遣

少人数で殺処分を開始したが、知事の決断で3月1日から連日200名規模で府職員を現地に投入する体制が確立された。その結果、非常に多くの府職員が役職や職場を越え、必死で鶏の処分に取り組み、さらには、国、他府県、市町村、自衛隊からの応援も得て、防疫作業の大幅なスピードアップを図ることができた。こうした大規模な防疫作業にあたっては、多数の作業員の確保もさることながら、これを指導する家畜防疫員の確保が不可欠であり、国や他府県から即座に派遣いただいた家畜防疫員の活躍により、防疫作業の早期終了が可能になった。

6. 高田養鶏場での続発

3日午前9時ごろ、船井農場から約4km離れた肉用鶏15,000羽を飼養する高田養鶏場から当所に異常鶏発生の通報があった。一つの鶏舎で20羽の死亡が確認されたため、検査材料を中央家保に送った。午後9時30分に簡易検査で鳥インフルエンザが陽性になったことから、京都府は本病のまん延を緊急に防止するため、ウイルス分離を待たずに自主的淘汰を経営者に要請した。4日早朝、了解が得られ、家伝法に基づく手当金交付対象の疑似患畜として殺処分することを国と調整した。同日午後3時10分、殺処分命令書を経営者に手渡し、直ちに作業を開始した。

7. 埋却場所の決定

船井農場では、河川への影響などを考慮して農場に隣接した地元所有の山林を町が借り受け埋却する案を地元を示し同意が得られた。また、高田養鶏場の場合は府立丹波自然運動

公園に隣接していることから、地元自治会の同意のもと、公園内の府有地に埋却することが決まった。しかし、同意に際して、大量のフレコンバックやビニール袋に詰められた埋却鶏などについて、家伝法が定める3年間の発掘禁止期間終了後に取り出し、処理して欲しいとの強い要望が両地区から出され、現地での埋却が最終処理ではないという大きな課題が残されている。

8. 鶏糞処理と防疫措置の完了

船井農場の鶏糞や発酵途中の堆肥は量が多量にも膨大で、現地で埋却することが困難なため、専門家会議の意見や国との協議を踏まえ、鶏糞や堆肥の上に約15cmの厚さに消石灰を散布し、その上をビニールシートで覆う、家伝法施行規則による「発酵消毒」で鶏糞を処理することとした。このため、全国から関係企業などの協力により、約1,300トンの消石灰や散布用機材が緊急に集められた。また、鶏糞が堆積された鶏舎の床下で、消石灰の白い煙が立ちこめる過酷な条件下でのビニール張り作業について、丹波町がボランティアを募集したところ、地元を中心に101名の応募があった。一日も早く事態を終息させようとする地元住民や関係者の熱意が、約1週間で石灰散布とシート張り作業を終わらせ、3月22日、午後5時30分、船井農場における全ての防疫措置が完了した。その後も、これらの鶏糞や堆肥については、4月と5月に2回のウイルス検査を実施し、いずれも陰性であったことから、京都府は鶏糞の消毒が完了したことを確認した。船井農場の防疫措置完了後、30km圏内の養鶏農家から抽出した153戸について2回の清浄性確認検査を実施し異常が確認されなかったため、国と協議の上、4月13日午前0時をもって移動制限区域を解

除し、終息を宣言した。

9. 課題と教訓

都道府県が緊急対策として防疫措置を実施したとき、その費用負担をどこが行なうのかが不明であり、また、移動制限を受ける農家の損失補てんが不十分であることなど、家伝法の問題点が浮き彫りになったため、京都府は国に対して制度の改正を緊急に要望した。この結果、家伝法が改正され、都道府県が実施した防疫費用に対する国の負担や移動制限により経済的被害を受けた農家への一定の助成も制度化された。しかしながら、おとり鶏を用いたモニタリングを実施して清浄性確認のため長期間、無収入を余儀なくされる発生農家に対しての休業補償が措置されていないなど、農家の受けた損害から見ればなお不十分であり、いち早く発生を確認し、現地対応を進めるためには、発生農家が通報をためらうことがないように、経済的負担の解消を国の制度として確立する必要がある。さらに、船井農場の鶏糞処理や3年後に最終処分の必要がある埋却物の処理方法、費用負担についても未決着であり、今後、町に協力する形で、専門家会議の意見も聞きながら、国と協議を進め、府民の理解と納得の得られる方法で最終処理ができるよう努めていきたいと考えている。





JICAが最近導入した民間ノウハウ活用型の海外技術協力スキームの概要

西村 博 (にしむら ひろし) (社)畜産技術協会

1. はじめに

JICAは従来のプロジェクト方式技術協力の他に、わが国の民間のノウハウと経験を活用する「提案型技術協力事業」を平成14年9月より導入した。この新事業は海外技術協力に情熱を持ち、開発途上国の開発戦略や開発技術を調査・研究し、集積された知識と技術を持つ団体に対して、JICAスキームでの海外援助に参画する機会を提供するものであり、我々畜産技術者にとっても強い関心を引くものである。

また、JICAは、これと同時期に政府開発援助(ODA)の一環として、国際協力への参加意志を持つわが国のNGO、大学、地方自治体および公益法人などの組織による開発途上国地域住民を対象とした協力活動を促進・助長することを目的に、「草の根技術協力事業」を開始している。この支援事業は、日本の人材から現地の人材への技術指導を中心に置いており、NGOなどの提案団体の発意をできる限り尊重し、より効果の高い案件形成を促進することを目指している。海外での技術協力に参加することを希望する畜産団体にとって、このJICAの草の根技術協力事業も極めて重要かつ高い関心をそそるものと

考えられる。

以上のことから、JICAの公表資料を用いて、海外技術協力に強い関心を有する方々の参考にしていただくために、これら二つのJICA新事業の概要を紹介する。

2. 提案型技術協力事業の概要

1) 提案型技術協力事業の種類

提案型技術協力事業(以下:PROTECO)は要請対応タイプ(タイプA)と課題開発タイプ(タイプB)の二つに分かれ、それらの特徴は次のとおりである。

(1) 要請対応タイプ(タイプA): 開発途上国政府から正式要請書が提出されているプロジェクトについて、JICAが実施条件を公示して、民間よりプロポーザル(以下:事業提案書)を募る。そして、最良の事業提案書を提出した団体(事業提案書提出者)とJICAがプロジェクト実施準備のための調査、相手国政府との協議を行なった上で、プロジェクトの実施計画を策定する。その後、相手国政府と国際約束を締結し、JICAと相手国関係機関との間でプロジェクトの実施方針を確認した後に、事業提案書提出者にプロジェクトの実施が任される。

(2) 課題開発タイプ(タイプB): 民間の創

意とノウハウをプロジェクトの形成段階から具体的に反映するため、JICAが対象国と開発課題を実施条件として公示し、事業提案書を募る。そして、最良の事業提案書を提出した団体とJICAがプロジェクトの形成のための調査などを行ない、相手国関係者とともにプロジェクトの計画案を策定する。この計画案に基づく相手国政府からの正式要請書を取り付けた後に事業提案書提出者とJICAでプロジェクトの実施準備のための調査を行ない、プロジェクトの最終的な実施計画を策定する。その後、相手国政府と国際的約束を締結し、JICAと相手国関係機関との間でプロジェクトの実施方針を確認した後に、事業提案書提出者にプロジェクトの実施が任される。

2) 対象国

PROTECOの受益国は、JICA事務所のある国（平成15年10月現在：71の国と地域）となっているが、課題開発タイプについては、これらの国々の内、国際約束の形成が困難と予測される国は除外されている。

3) 公示内容

PROTECOに関する案件の公示はJICAの広報室での掲示とインターネットのJICAホームページで行なわれているが、その際の公示内容は次のとおりである。

(1) 要請対応タイプ：開発途上国からの要請書に基づいて、プロジェクトの要請内容、目的、協力の実施条件、要請の背景などが公示される。

(2) 課題開発タイプ：対象国、開発課題、背景などは公示されるが、主な公示対象分野は人口・保健医療、社会保障、自然環境保全、ジェンダー/WID、貧困軽減、農村開発、平和構築、政府機関・地方自治体、大学などの組織制度づくり・実施能力向上などの知的支援である。

4) 対象者と資格

日本のNGO、私立大学、公益法人、地方自治体の国際交流団体などで、JICAの技術協力プロジェクトを実施する能力のある団体が対象となっている。しかし、現在までのところ、国立機関、独立行政法人、地方自治体は除外されている。

5) プロポーザル審査の項目

JICAでの要請対応タイプおよび課題開発タイプの事業提案書審査における重視項目は①団体としての経験・能力、②提案された事業の内容、③当該事業実施のための諸条件、④事業責任者（リーダー）の経験・能力などとなっている。

6) プロジェクトの流れ

PROTECOプロジェクトでは、公示からプロジェクト実施までの期間は要請対応タイプで約10ヵ月、課題開発タイプで約12ヵ月とみられている。なお、プロジェクトを提案する際に、複数の団体による共同提案が認められているほか、事業提案書内に本邦研修を盛り

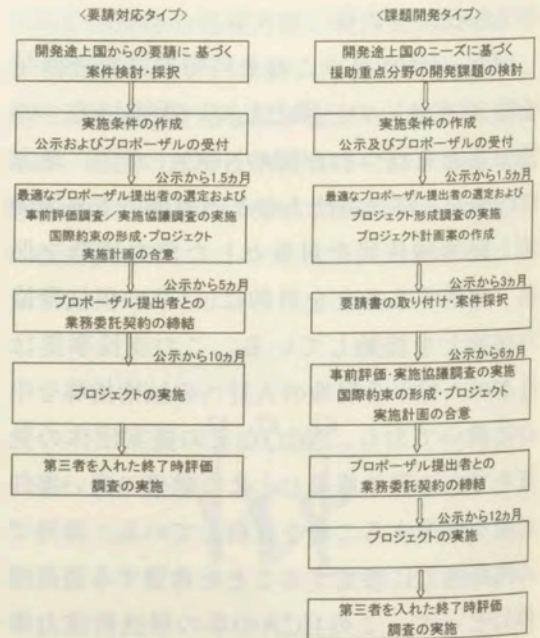


図1 PROTECO（提案型技術協力）の流れ

込むことができる(図1)。

7) 現在までにJICAが実施したPROTECOプロジェクトの公示状況

JICAの本事業導入後の2002年11月の第1回公示以降、第3回まで公示がなされ、公示件数は合計16である。このうち、課題開発タイプが13件(81.3%)、要請対応タイプが3件(18.7%)である。分野別に見ると農村開発は1件(12.5%)と少なく、社会開発分野が最も多く7件(43.7%)である。地域別にみると、アジアが11件(68.8%)と最大である。このように、畜産分野の単独案件の公示が無いなかで、今後JICAでセクター支援協力が推進強化されていることを考慮すると、将来的にもこのような傾向の公示内容となることは必至である。このため、畜産関係団体がPROTECO公示案件に応募する場合は、畜産部門を組み入れた農村開発プロジェクトの内容での事業提案書作成が求められることとなる。

8) 畜産関係者がPROTECOプロジェクトに寄せる期待

PROTECOプロジェクトでは、落札団体はプロジェクト実施枠組内で自前の専門家団と技術をフルに活用して事業を展開することが可能となる。そこで、海外協力事業に強い参加を希望する団体にとっては、組織強化、発展の観点からも魅力的な事業といえる。要請対応タイプでは畜産開発プロジェクトが要請・公示される可能性が多少なりとも存在する。しかし、課題開発タイプでは他分野を包含したセクター・アプローチ的援助システム、すなわち農業・農村開発的プロジェクトとなるため、畜産は多分野の一角を僅かに構成するに過ぎないものになると考えられる。したがって、畜産関係団体がPROTECOプロジェクト案件への参入を果たすには、一般農

業分野の他団体との業務連携をも眼中に入れつつ、海外協力に関する国内外の情報収集・分析を行ない、日頃より広い視野に立った業務展開をしておくことがますます重要となるものと予想される。

3. JICAの草の根技術協力事業の概要

1) JICAの草の根技術協力事業の種類

(1) 草の根協力支援型：この事業形態は、国内での活動はあるものの、開発途上国への支援実績が少ない、NGOなどの団体が実施したいと考えている国際協力活動をJICAが支援する事業である。アイデアの段階からJICAが相談に応じ、対象国にあるJICA在外事務所からの情報も参考にしながら、当該国のNGOと共同で事業提案書を作り上げる。JICAは開発途上国への貢献に関するアイデアをNGOなどの団体から随時募集し、案件形成の相談に応じている。

(2) 草の根パートナー型：この事業形態は、開発途上国への支援について、一定の実績を有しているNGOなどの団体が、これまでの活動を通じて蓄積した経験や技術に基づいて提案する開発途上国への国際協力活動をJICAが支援する事業である。JICAは、NGOなどの団体が自ら作成した事業提案書を、年1~2回の頻度で受け付け選考する。原則として、案件形成から事業提案まではNGOなどの団体が独自で行ない、採択内定後、事業の実施の過程でJICAがパートナーとして相談に応じるものである。

(3) 地域提案型：この事業の実施は地方自治体を対象にしているため、ここでは省略する。

2) 対象分野・重視される事業内容

開発途上国の人々の生活改善・生計向上に直接役立つ分野で、草の根レベルのきめ細や

かな活動を行なう事業が対象となっている。それらの具体的な分野は、コミュニティ開発（農・山・漁村などの開発を含む）、社会的弱者支援、ジェンダー平等促進、保健医療 所得向上支援、人材育成、公害対策、自然資源の持続的利用などである。また、草の根技術協力事業では、人を介した「技術協力」であること、復興支援などの緊急性の高い事業／対象地域であること、日本の市民に対して国際協力への理解・参加を促す機会となることの3点が特に重視されている。

3) 対象者と資格

(1) 草の根協力支援型：開発途上国での活動は十分ではないが、国際協力活動の実施を希望し、日本国内に主な拠点を持つ団体（NGOなどの非営利団体、大学、その他公益法人）が本事業の対象団体となる。海外での経験年数は問われないが、団体の「組織」としての能力や継続性を判断する目安として、国内外での活動実績が2年以上あることが、応募の資格要件となっている。

(2) 草の根パートナー型：開発途上国での活動実績をある程度有し、国際協力を活かせる技術や経験を持つ、日本国内に主な拠点がある団体（NGOなどの非営利団体、大学、その他公益法人）を対象としている。「途上国での活動実績をある程度有する」ことを測る目安として、海外での国際協力活動の実績が2年以上あることを資格要件としている。また、団体の能力・運営基盤に応じて事業を実施できるよう、直近2年間の支出実績の年平均が、提案する事業費概算総額の各年平均（提案する事業概算総額を事業実施予定年数で割った額）と同額以上であることも要件となっている。

4) 事業の規模・期間

草の根協力支援型では1案件あたり、3年

以内で事業総額が1,000万円以下、草の根パートナー型では1案件あたり3年以内で事業総額が5,000万円以下である。

5) 対象国

事業実施の対象国は開発途上国におけるJICA在外事務所の所在する国で、かつ本事業の受入を了承している国である。

6) 応募方法

(1) 草の根協力支援型：JICAは最寄のJICA国内機関（全国に17カ所）を通じて相談に応じるとともに所定の様式による事業提案書での応募を随時受け付けている。事業提案書に記載される内容は団体としての経験・能力、案件の概要、業務従事者の経験・能力と事業概要の要約である。これは草の根パートナー型も同様である。

(2) 草の根パートナー型：JICAはホームページ、JICA本部のJICA広報室に選考スケジュール（関心表明書提出締切日、事業提案書提出締切日（通常は7月と12月）、第1次選考結果連絡、最終結果連絡）を公示する。草の根協力支援型と同様、JICAは最寄のJICA国内機関で所定の様式での事業提案書を受け付ける。関心表明書提出から事業提案書提出締切日までの期間は2週間である。事業提案書の評点項目の配点目安は、①団体としての経験・能力（25点）、②案件の概要（65点）、③事業従事者の経験・能力など（10点）である。

7) 事業の流れ

草の根協力支援型では、アイデア相談、事業提案書の提出後、採択内定までの期間は2～6ヵ月、草の根パートナー型では、事業提案書提出後の審査、選考に2ヵ月の所要期間が予測されている（図2）。

8) 現在までにJICAが採択した草の根技術協力事業数

JICAが草の根技術協力事業を開始して以

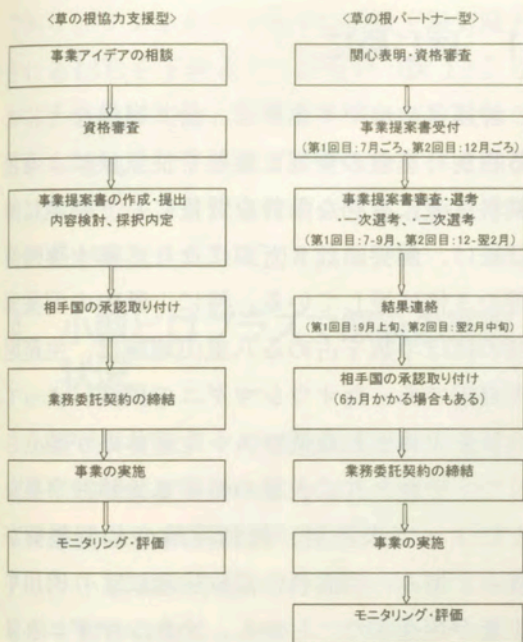


図2 草の根技術協力事業の流れ

来、現在までに採択された草の根技術協力案件数は草の根協力支援型が21件、草の根パートナー型が36件の計57件である。そのうち、農村開発が15件で、26.3%を占めている。また、地域別分布はアジア地域が78.2%と最も高い割合である。

9) 畜産技術協力へのJICAの草の根技術協力事業の有効性

(1) 事業予算規模は小さいが、事業実施がJICAに承認されれば、自前の専門家と蓄積してきた開発協力ノウハウをJICAベースの開発協力事業で活用できるほか、事業展開の間にさらに開発計画の経験の蓄積、技術の研鑽となるため、より大規模な開発協力事業にさらに参入できる可能性を与えてくれる。

(2) 畜産分野で考えられるプロジェクト分野：貧困軽減を推進していくには、事業開始後、直ちに参加住民の収入増が確保できることが重要であり、この観点から「畜産を加味した複合経営（人工池を組み入れた魚養殖、養鶏、養豚、野菜、きのこ、果樹栽培）」、小規模酪農経営（小規模乳製品加工施設の組み込み）、牛、水牛、豚糞尿利用バイオガス施設を導入した家畜飼育（生産されるメタンガスの料理燃料、動力源、電気発電源と副産物である発酵後汚泥・液の肥料利用）などが応募する際のメニューの一つに考えられる。

★ 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：jita@group.lin.go.jp

1. はじめに

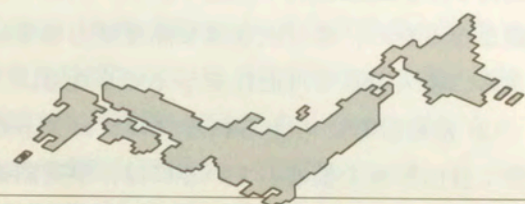
沖縄県の肉用牛生産は、公共事業などによる粗飼料基盤の整備と亜熱帯性気候による粗飼料生産に有利な条件を背景にして順調に伸び続け、飼養頭数8万頭になり、本土復帰当時の3倍に達している。特に、県内の飼養頭数のほぼ半数を占める八重山地域は、生産阻害要因であったオウシマダニの撲滅によって、放牧を主体とした低コスト生産体系が確立された。それと共に大型の畜産基地建設事業などによって未利用、低利用地の基盤整備が着々と進み、粗飼料の高位生産により肉用牛生産が躍進した。しかし、オウシマダニとは生活環が異なるフタトゲチマダニの棲息が確認され、放牧を推進する上で新たな問題となっている。

2. 背景

従来、フタトゲチマダニは寒地生息型のダニで、南限は鹿児島県トカラ列島の口之島とされていた。フタトゲチマダニは3宿主性で、牛以外に広範囲な野生動物にも寄生するため、牛体駆除のみでの撲滅は困難である。事実、全国各地で実施している対策は、ダニ媒介性の疾病の小型ピロプラズマ病の防除を主目的としている。本県では、小型ピロプラズマ病の被害がないために、これまで対策をとっていなかった。今後、牧野での本ダニ汚染の高濃度化と蔓延が危惧される。本県の放牧体系に適した「放牧衛生プログラム」の作成に資するため、亜熱帯地域のフタトゲチマダニの発生活長および小型ピロプラズマ感染状況を調査した。

3. フタトゲチマダニの発生活長

八重山は年平均気温24℃、周年温暖な気候



沖縄県

新たな放牧衛生対策 への取り組み

大城 守 (おおしろ まもる)
沖縄県家畜衛生試験場

であり、フタトゲチマダニの活動下限気温とされる13℃を下回ることはない(図1)。しかし、当地域では、牛群寄生率と寄生数は3月から増加して7月にピークとなり、その後漸減して12~2月にはほぼ消失するという季節的消長が確認された(図2)。

4. 小型ピロプラズマ感染の被害状況

小型ピロプラズマの感染状況はダニ発生の消長に相関していた。しかし、小型ピロプラズマ陽性の子牛は陰性子牛に比べて、ヘマトクリット値はやや低いが(図3)、貧血症状を示す個体はなく、DGへの影響もみられなかった。小型ピロプラズマの被害がみられない理由として、①若年齢抵抗性；周年放牧のため、初感染となるのが感染に対して抵抗性を示すと推察される子牛である、②抵抗性品種；比較的感染抵抗性のある黒毛和種牛が放牧されている、③温暖な気候条件のためにストレスが少ない、などが考えられる。しかし、ダニ対策を講じないと牧野のダニの生息密度が高くなり、清浄地域から導入した牛に小型ピロプラズマ病が発生する危険性がある。

5. 放牧衛生プログラムの検討

フタトゲチマダニが媒介する小型ピロプラズマ病は放牧衛生上最も重要な疾病である。各県では様々なダニ対策がなされているが、放牧形態が多種多様なために普遍的な放牧衛生プログラムは存在していない。今回の調査成績を参考にして、本県の放牧体系にあった

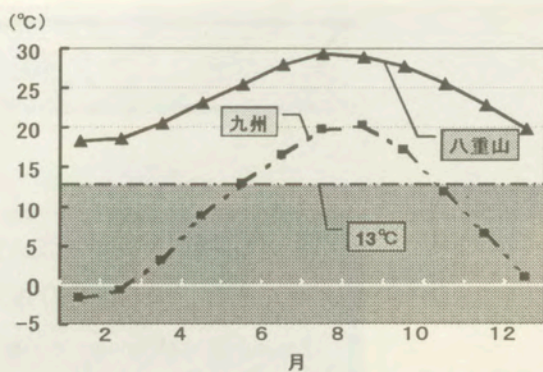


図1 フタトゲチマダニの活動下限気温・年平均気温の比較

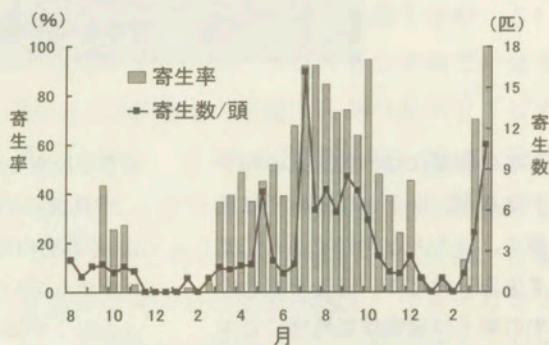


図2 フタトゲチマダニの牛群寄生率および1頭あたりの平均寄生数

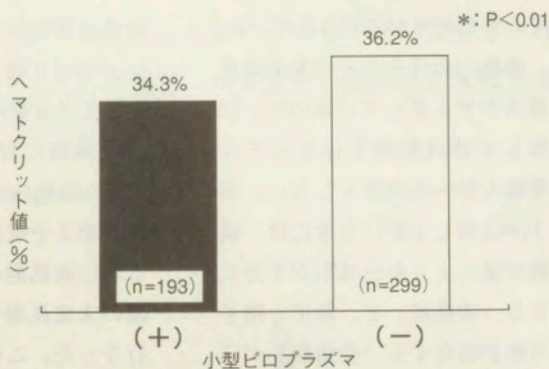


図3 小型ピロプラズマ陽性・陰性子牛のヘマトクリット値

省力的かつ効果的な「放牧衛生プログラム」の確立にむけて作業しているところである。



未成長卵子からの核移植により再構築した牛卵子の体外受精後の発育

Development of bovine oocytes reconstructed with a nucleus from growing stage oocytes after fertilization in vitro

Siqin Bao, Hitoshi Ushijima, Annu Hirose, Fumihiko Aono, Yukiko Ono, Tomohiro Kono
Theriogenology, 59, 1231-1239 (2003)

牛の卵巣には約12万個の卵子があるが、産子となる卵子は数個で、ほとんどの卵子はそのまま生涯を終える。優秀な能力の牛の卵子は過剰排卵処理により、子牛生産に利用されるが、その数は多くても数百個である。残りの未利用卵子の遺伝資源としての有効利用が求められている。

卵巣内のほとんどの卵子は成長途中で止まっているので、採取して体外受精を行っても、受精も胚への発生もしない。卵子が受精して胚になるには、減数分裂により染色体数が半分になる「成熟能」と、卵子と精子の核が融合する「受精能」が必要である。これらの能力は直径110 μ m以上の卵子にはあるが、ほとんどの未成長卵子の直径はこれ以下である。未成長卵子を卵胞ごと長期間培養して成熟させる試みでは成功例が少なかった。このグループは未成長卵子の核を成熟能のある除核卵子、次いで受精能のある除核卵子に移植して、成熟能と受精能を付

与する技術を開発した。

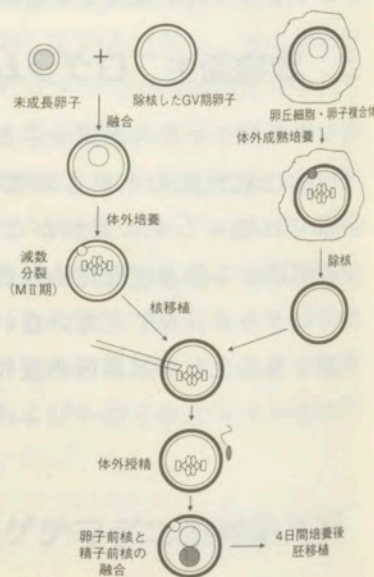
成熟能の付与は直径2~5mmの卵胞内の減数分裂前で、核が休止しているGV (germinal vesicle; 胚胞) 期の卵子から核を取り除き、これに未成長卵子を融合して、体外培養をして行なった。移植された未成長卵子の核は減数分裂して染色体数が半分のM II期 (metaphase II: 第二成熟分裂中期) になった。

受精能の付与は直径2~5mmの卵胞内の卵丘細胞に包まれた卵子を成熟培養後に除核し、これに成熟能が付与されたM II期の未成長卵子の核を移植して行なった。この再構築した卵子を体外受精により胚発生させ、移植した受胚牛3頭は妊娠したが、中絶や分娩事故により生存子牛は得られなかった。しかし、この手法により未成長卵子からの子牛生産の可能性が示された。

子牛に伝達する遺伝子の半分は母牛由来なので、卵子側の遺伝的能力は育種・改良に重要である。能力の優秀な牛の多くの

卵子が利用できれば、効率的な遺伝的改良ができる。この報告では成体から未成長卵子を採取したが、子牛や胎子の未成長卵子による世代間隔を短縮した改良も可能となる。この技術は東京農大の河野教授グループの哺乳類の単為発生マウス作成の基礎技術になった (本誌43ページ研究所だより参照)。

(畜産草地研究所 山口 学)



ゼネリック

大島 慧 (おおしま さとし)

社団法人 日本動物用医薬品協会

ゼネリック (generic) とは、「商標登録による保護を受けていない、一般名称で販売されている医薬品」のことです。すなわち、商品名の右肩に®がない医薬品です。つまり、ブランド品と同一成分の後発医薬品です。後発医薬品は、先発医薬品の特許が切れた後に、または再審査が終了した後に、先発品との生物学的同等性を証明する資料を提出することで承認されます。研究開発費用があまりかからず、日本では生物学的同等性試験と安定性試験の費用だけで製品を出せるので、ヒット製品の特許が切れると、多数のゼネリックが多くの企業から発売されます。

最近では、日本でもゼネリックという用語がよく使われるようになりましたが、かつては「ミーター (me too) 製品」あるいは「ゾロ品」と呼ばれていました。ヒト用医薬品は、同じ成分の同じ含量でも、後発品の健康保険薬価が低いので、後発品の使用が奨励されています。しかし、先発品に比べて製品に付随して提供される情報が少ないとか、先発品に比べて安定供給に難があるといわれて、なかなか普及していません (まだ、全体の5%台とされています)。それでも、徐々にゼネリックが伸びていくと思われます。

余談になりますが、新しい医薬品を見つけるために化合物を合成し、薬効のスクリーニングをし、毒性や安全性を調べ、合格したら

対象動物 (ヒト用はヒトで) で安全性試験や臨床試験をします。合成された化合物が医薬品として世に出る確率は一万数千分の一といわれています。出てきた医薬品の中で、全く新しい化学構造 (母核) を持つものを「ピカ新」といい、すでに医薬品になっている母核に枝をつけたり、新たな塩にした新製品を「ゾロ新」と呼んでいます。たとえば、合成抗菌剤は何年もピカ新が出ず、フルオロキノロン系の母核を修飾したゾロ新がほとんどです。ですから、この系統に対する耐性菌が出ないように、ヒト医療でも、獣医療でも慎重な使用が求められています。幸いにして、今のところ問題になるほどの耐性菌増加は見られていません。





チリの畜産

チリは南米大陸の西岸に位置する南北に細長い国である。南北は約4,300km、東西は平均177kmである。緯度により気候に差があり、4地域に大別される。

北部地域は乾燥地帯となっている。また、中部地域は夏季と冬季の温度差が大きい地域である。灌漑が可能で土壌も比較的良好なので、輸出用の果樹やワインが生産されている。畜産では、養豚と養鶏が盛んである。中南部の地域は農業と林業が盛んで、牛乳生産高と牛肉生産高はチリ全体の6割以上を占めている。南部地域は草

原で、牛と羊の粗放的牧畜が行なわれている。なお、国土の12%が松とユーカリの森林地帯である。

輸出量に占める農林水産物の割合は27%であり、またGDPに占める農業生産の割合は4.3%である。農業就労者は総人口の15%を占め、果樹、ワイン、穀物および畜産物が重要な輸出産物である。

牛の約80%以上が小規模農家の所有であり、飼養頭数は平均12頭である。しかし、小規模農家における牛乳生産量と牛肉生産量はチリ全体のそれらの生産量の30%以下である。これには飼養技術が未

熟であること、および資金が不足していることが影響している。

このような小規模農家の状況から、チリ政府は日本に対し小規模酪農の生産性向上のための技術協力を要請してきた。そして、1999年10月から5年間の技術協力プロジェクトが実施されている。この技術協力のプロジェクトサイトは牛乳生産がチリ全体の約5割を占める第10州におかれている。その成果がチリ全体の畜産に効率よく普及されることを期待している。

(家畜改良センター 海外協力課 古賀 政男)

表1 地域別家畜飼養頭数 (1996/1997年)

(単位:1,000頭)

	牛	羊	豚	山羊	馬	ロバ	ラバ	アルパカ	リヤマ
北部	50,540	142,544	14,620	363,616	30,930	6,041	19,351	40,848	77,092
中部	819,129	473,768	1,145,858	196,890	200,536	2,366	2,761	2,727	1,087
中南部	2,922,325	818,491	549,472	153,409	150,959	252	101	659	1,115
南部	306,444	2,261,259	6,931	13,395	25,761	0	0	1,010	0
全国計	4,098,438	3,696,062	1,716,881	727,310	408,186	8,659	22,213	45,244	79,294

表2 畜種別食肉生産量

(単位:1,000トン)

	1995年	1996年	1997年	1998年	1999年	2000年	2001年	2002年
牛	257,792	259,487	262,105	256,343	226,361	226,364	217,644	199,957
去勢	135,557	131,993	130,466	129,455	117,002	115,686	120,445	110,442
雌	60,997	66,501	62,523	59,312	50,671	49,828	40,986	39,699
雄	24,899	21,030	24,558	21,982	15,825	15,785	15,181	13,843
未経産雌	34,723	37,893	42,680	43,923	41,004	43,469	39,660	34,649
子牛	1,616	2,070	1,878	1,672	1,859	1,596	1,372	1,324
羊	10,289	8,789	9,811	11,335	12,753	11,141	10,884	9,857
豚	172,410	184,698	208,703	235,014	243,693	261,477	303,006	350,721
馬・ロバ・ラバ	10,831	11,535	11,965	11,213	9,512	9,491	10,770	11,055
山羊	74	39	47	71	39	27	23	32

表3 国民1人当たり食料消費量

(単位:kg/人・年)

	1993年	1994年	1995年	1996年	1997年	1998年	1999年	2000年
食肉	49.8	54.3	58.0	60.7	62.7	64.3	64.2	67.4
牛肉	19.6	21.0	22.8	23.6	24.7	23.2	22.0	22.3
羊肉	0.7	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.6	0.5
豚肉	10.4	11.2	12.0	12.7	13.6	15.0	15.9	16.4
鶏肉	18.6	21.0	21.9	23.1	23.0	24.8	25.1	27.5
馬・山羊肉	0.5	0.5	0.8	0.8	0.8	0.8	0.6	0.6
牛乳	122.0	122.7	126.7	133.5	129.3	133.2	126.0	128.2
砂糖	33.9	38.2	46.7	42.0	43.1	45.1	42.8	42.6
小麦	133.1	140.3	142.1	135.7	127.7	140.1	121.2	130.5
米	9.0	9.5	10.3	10.4	10.9	9.2	9.8	10.2

資料:チリ農業省調査政策部

国内統計

DATA

平成15年畜産の産出額 (概算)

1. 平成15年の農業総産出額（概算）は8兆9,011億円で、前年に比べ0.3%減少した。

これは、米などの産出額は増加したものの、畜産などの産出額が減少したことによる。

2. 畜産部門の産出額は、2兆2,937億円（構成比25.8%）で、前年に比べ7.4%減少した。

3. 畜種別の産出額は次のとおりである。

1) 肉用牛の産出額は3,960億円（構成比4.4%）で、前年に比べ15.1%減少した。

これは、生産量が減少したことなどによる。

2) 生乳の産出額は6,931億円（構成比7.8%）で、前年に比べ1.4%増加した。

これは、価格が上昇したことによる。

3) 豚の産出額は4,313億円

（構成比4.8%）で、前年に比べ16.5%減少した。

これは、価格が低下したことによる。

4) 鶏の産出額は6,069億円（構成比6.8%）で、前年に比べ7.1%減少した。

これは、鶏卵の産出額が価格の低下により減少したことによる。

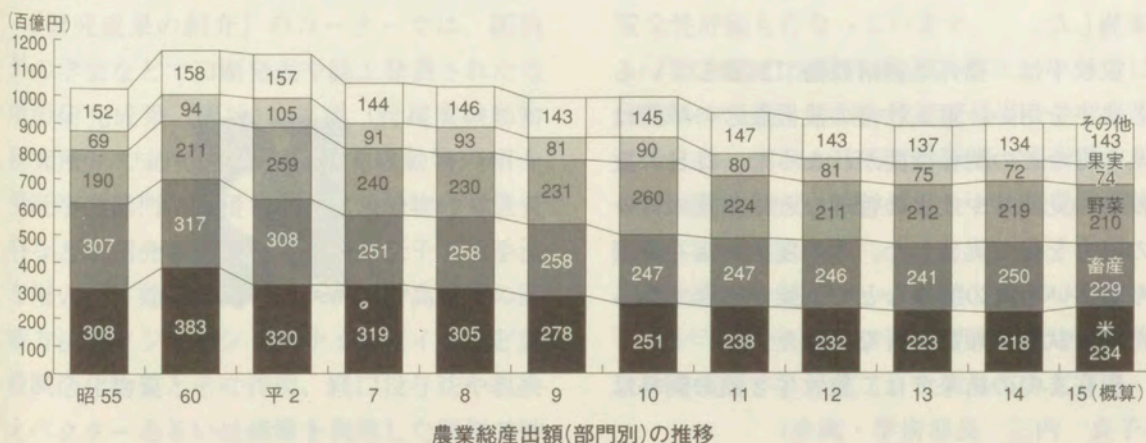
畜種別の産出額

(単位: 億円, %)

	肉用牛		乳用牛		豚	鶏		その他畜産物	畜産計	農業総産出額
			生乳				鶏卵			
平成11年	4,400(▲1.4) <4.7>	7,707(▲1.8) <8.2>	6,879(▲1.9) <7.3>		4,802(▲2.6) <5.1>	7,050(4.8) <7.5>	4,237(6.0) <4.5>	711(▲0.3) <0.8>	24,670(▲0.1) <26.3>	93,638(▲10.4) <100.0>
12	4,564(▲3.7) <5.0>	7,675(▲0.4) <8.4>	6,822(▲0.8) <7.5>		4,616(▲3.9) <5.3>	7,023(▲0.4) <7.7>	4,247(0.2) <4.7>	718(1.0) <0.8>	24,596(▲0.3) <26.9>	91,295(▲2.5) <100.0>
13	4,369(▲4.3) <4.9>	7,721(0.6) <8.7>	6,758(▲0.9) <7.6>		5,007(8.5) <5.0>	6,349(▲9.6) <7.1>	3,862(▲9.1) <4.3>	679(▲5.4) <0.8>	24,125(▲1.9) <27.2>	88,813(▲2.7) <100.0>
14	4,662(6.7) <5.2>	7,779(0.8) <8.7>	6,836(1.2) <7.7>		5,168(3.2) <5.8>	6,532(2.9) <7.3>	3,944(2.1) <4.4>	642(▲5.4) <0.7>	24,783(2.7) <27.8>	89,297(0.5) <100.0>
15(概算)	3,960(▲15.1) <4.4>	7,966(2.4) <8.9>	6,931(1.4) <8.8>		4,313(▲16.5) <4.8>	6,069(▲7.1) <6.8>	3,483(▲11.7) <3.9>	629(▲2.0) <0.7>	22,937(▲7.4) <25.8>	89,011(▲0.3) <100.0>

資料: 農林水産省「平成15年農業総産出額(概算)」

注: () は対前年増減率、< > は総産出額を100とした場合の構成比。



福井県畜産技術連盟

○若狭牛の放牧による獣害防止への取り組み

福井県の畜産は、畜産農家戸数、飼養頭羽数ともに全国の下位のほうに位置することから、どのような方向で畜産を振興していくか模索しているところである。そのなかで、今回は福井県産の和牛のブランドである若狭牛を活用した新たな取り組みについて紹介する。

近年、本県では、イノシシやシカによる農産物・森林被害が拡大してきている。特に、イノシシの被害が京都府側の嶺南から県内全域に急速に広がり、平成15年度のイノシシによる農作物被害金額は1億円を超える事態となっている。このため、県では、部局連携による総合的な鳥獣害対策として、本年度から「鳥獣害のない里づくり推進事業」を実施している。この事業の一環として、イノシシ、シカなどの獣害被害地域の山際と農地（耕作地）の間にある休耕田（耕作放棄地）を獣害緩衝地帯にして、ここに若狭牛を放牧することによって、休耕田の有効利用と獣害防止を両立させるための実証試験を実施した。

試験は、6月22日から9月27日まで、嶺南地域に位置する三方郡美浜町の休耕田約1haに妊娠している2頭の若狭牛を放牧して実施した。

放牧牛は、福井県嶺南牧場で飼養している若狭牛を用い、電気牧柵の設置などの準備は県や町などの関係機関が行なった。毎日の放牧牛の見回りや飲水の管理などは集落の方々の協力を得て実施した。本年度は、福井豪雨や数多い台風の襲来などで天候が不順であったが、試験は順調に行なわれた。

現在までの結果では、放牧牛2頭の飼料は

休耕田の雑草で十分であり、乾草などの給与の必要はなかった。放牧牛にはダニやアブの付着があったが、パイチコールの塗布などにより防止できた。放牧牛の健康状態は良好で、11月には分娩の予定である。そして、放牧地周辺の農地では、農作物の獣害被害がみられなくなった。

若狭牛を用いて実証試験をしている放牧地には、多くの見学者が訪れて、また放牧地に設置したアンケートに回答するなど、この技術だけでなく若狭牛のPRにもなった。

今回の実証試験について、10月中旬に実証試験地域の集落にアンケートを実施し、その結果を詳しく分析する予定である。そして、来年度は、このアンケートの結果を踏まえて、放牧による未利用地の有効利用と獣害防止対策の技術を発展させ、さらにその効果を実証していくつもりである。この技術によって、若狭牛生産のますますの振興を期待している。

なお、7月の福井豪雨の際には、全国から災害ボランティアの方々をはじめ、多くの方々からご支援をいただいた。本稿をお借りして厚くお礼申し上げる次第である。

（福井県農畜産課 伊達 毅）



財団法人 日本生物科学研究所

○NIBSホームページへようこそ

財団法人日本生物科学研究所（NIBS）は、その前身である社団法人日本生物科学研究所の公益部門を継承して、昭和34年（1959年）に設立された文部科学省、農林水産省共管の学術研究機関です。当研究所は、生物科学、特に動物の生理および病理の研究・調査を通じて、学術の振興と人類の福祉増進に寄与することを目的とし、研究部、実験動物部、受託事業部を中心に、様々な活動を行なっています。

平成10年に畜産情報ネットワーク（LIN）に参加し、ホームページを立ち上げました。

「日生研たより」のコーナーでは、機関誌「日生研たより」を全文掲載しています。本誌は当所の研究成果の広報普及、ならびに日本獣医病理学会の病理研修会の記録誌として、国内外の大学、研究機関、関係公官庁、第一線の技術者などに配布されています。ホームページでは、病理研修会記事の病理組織標本がカラー写真でご覧いただけます。さらに、当所の研究論文、研究会の講演内容、最近の研究成果なども掲載されています。平成11年からは、バックナンバー、そして過去の記事もご覧いただけます。

「研究成果の紹介」のコーナーでは、国内外の学会などで口頭発表や誌上発表された当所の研究成果（要旨）、支所（付属実験動物研究所）で維持されている実験動物の紹介、受託事業部門に蓄積された実験動物の背景資料などが紹介されています。遺伝子工学手法を用いて、効果の高いワクチンや高精度の診断方法、アジュバントやサイトカインなど免疫賦活化物質とその作用、経口投与方法や組換えベクターあるいは核酸を利用した簡便で効

果の高い投与方法、野外の感染症の診断や病態解析、遺伝子改変動物や実験動物の遺伝性疾患の病態解析、各種化学物質や環境ホルモンなどの影響、などの研究が紹介されています。当支所で確立・維持されている近交系動物、クローズドコロニー、疾患モデル動物などの特性も掲載されています。NIBSミニブタは医療機器の評価、薬効試験（特に皮膚の薬物動態試験）、イヌやサルに代わる毒性試験、臓器移植ドナーなどへの利用が期待されています。ニホンウズラは野生鳥類の代表でもあり、環境汚染のバイオマーカーとして期待され、アルビノ系ニホンウズラはAWE（アルビノ）系雄とWE（野生色）系雌の交雑種で、胎仔～雛の時期に羽毛色から雌雄鑑別でき、内分泌攪乱化学物質のスクリーニングに利用されています。ヒト疾患と同様な病態を示す疾患モデル動物として、視覚障害ニワトリ、減耗ウサギ、ミエリン低形成ハムスター、自己免疫性甲状腺炎ニワトリ、糖原病Ⅱ型ニホンウズラなどが維持され、薬物の有効性評価などへの利用が期待されています。さらに、受託事業部門は、国内外の機関からの依頼による各種医薬品・農薬・化学品などの安全性評価も行なっています。

「技術協力活動の紹介」のコーナーでは、国内外の長期・短期の技術研修者や見学者の受け入れ、講師や技術者の派遣、当所所有の研究材料の譲渡、病性鑑定などの活動の紹介をしています。

現在、より見やすい、利用しやすいホームページへとリニューアル中で、本年中には完成の予定です。一度アクセスしてみてください。

（企画・学術部長 三内 貞子）



うんちはくさい・・・

平成14年の畜産経営に起因する苦情発生戸数は2,501戸でした。苦情内容を見ると第1位は悪臭で57%、さらにその内訳を畜種別に見ると乳牛、豚、鶏、肉用牛の順でした。悪臭の原因が不適切な糞尿処理に由来するならば、速やかに適切な対策を講じることが経営者としての基本的なモラルであるといえます。それにしても、糞尿の臭いを完全になくすことは可能でしょうか。ヒト用のトイレの消臭剤が家畜にも必要とは到底思えません。

動物は糞尿を排泄し、排泄された糞尿はくさい。その当たり前のことがどうして一般に理解されないのか不思議な気がします。ヒトの糞尿でも同じであることを忘れていませんか、としばしば思います。本当は、畜産経営の規模拡大よりも水洗便所の普及率の方が身近な悪臭の発生率と高い相関があるのではないか、という気もしますが、どうなのでしょう。

もう一つ、畜産経営が規模拡大とともに郊外へ移転するケースが増加していますが、そのことが消費者と畜産の物理的な距離を広げているばかりでなく、精神的な距離も広げているのではないかという気もします。昔は身近にいた牛や豚や鶏が、今は動物園でしか見られなくなったとか…。そう考えると、畜産環境問題への消費者の理解を得るためには、生産者と消費者の気持ちの距

離を縮めることが必須ではないかと思えます。

最近、小規模移動放牧、水田放牧が各地で注目されています。この技術体系には家畜管理の省力化、飼料費の節減、自給率向上、耕作放棄地の解消等々の行政や畜産業側のメリットだけでなく、地域の皆さんや観光に訪れた都市からの消費者に、牛を身近な生き物として馴染んでもらう効果も大きいと思われまます。ある放牧農家を訪問したとき、「牛が逃げることはありませんか」との質問に「逃げそうになった時、近所の方からの連絡で未然に防げた」ことや、近所のおじいさんが「今年はいつから牛を放すのか」と楽しみにしていることを話されました。牛は産業動物であると同時にコンパニオンアニマルでもあるようです。そういえば、日本には家畜と一緒に住んでいた南部曲がり屋のような伝統もあったのだと…。

畜舎を小学生や中学生に開放している酪農家、積極的に畜産体験教室やグリーンツーリズムに取り組んでおられる皆さん等々、消費者との距離を縮めるために努力している農家の方々がたくさんおられます。ちょっと手前みそになりますが、当協会が発行している「生産と消費をつなぐ身近な畜産技術」もそういったことへの一助となっていると信じています。

(へえ～)



地方だより

埼玉県

○彩の国畜産フェア2004の開催

彩の国畜産フェア2004（安全と安心の食の祭り）が、県畜産会、JA、その他の畜産団体などで構成される実行委員会の主催により、江南町にある埼玉県農林総合研究センター畜産研究所のふれあい広場で、平成16年11月27日（土）の午前10時から開催されます。今年で6回目の開催ですが、来場者も年々増加し、畜産のイベントとしてすっかり定着しています。フェアでは、県産畜産物の試食・販売、地元農産物の販売、動物ふれあいコーナー、

獣医師によるペットの飼い方の相談コーナー、牛の乳しぼり体験、畜産関係試験研究成果の紹介、ロールペールへの落書きコーナーなど、盛りだくさんのコーナーが用意されます。子供から大人まで楽しみながら、畜産を身近なものとして理解できるように工夫してあります。また、当日は、牛乳・乳製品フェアと第41回埼玉県乳牛共進会も同時に開催されますので、皆様のご来場をお待ちしています。

（埼玉県畜産安全課 山品 恒郎）

熊本県

○荒尾競馬場において「競馬教室」の開催

熊本県と福岡県の県境にある荒尾市には、昭和初期に設立された「荒尾競馬場」があります。開催運営は、「荒尾競馬組合（荒尾市と熊本県で構成する一部事務組合）」が実施しています。ところで、昔から“灯台もと暗し”と言われるように、本県の畜産技術関係職員の中には、「荒尾競馬場」の名前は知っていても、実際に行った人は意外と少ないのです。ならば・・・と、去る5月30日に「荒尾

競馬教室」を開催しました。大人や子供など総勢80名が参加し、競走馬を間近に見て、その均整の取れた美しい姿に感嘆の声を上げ、また疾走する馬に一生懸命声援をおくるなど、賑やかな一日でした。

ほとんどの地方競馬が極めて厳しい経営状況ですが、関係者は知恵を出し合って存続のための努力をしています。私たちも、県産馬の振興と畜産事業推進のため、荒尾競馬の発展を心から願っています。

（熊本県畜産振興課 福永 逸子）

協会だより

研究開発第2部

- 事業名：肉用牛DNA育種技術
実用化事業
題名：第10回動物遺伝育種シ
ンポジウム「動物ゲノム解
析と新たな家畜育種戦略」
平成16年度家畜ゲノム国際
ワークショップ
共催：(社)農林水産先端技術産
業振興センター
日時：平成16年9月16日～17日
場所：如水会館
出席者：(講師)Larry B.Sch-
ook (米国イリノイ大学)、
Jeremy F.Taylor (米国ミズ
ーリ大学)、Luis Gomez-
Raya (米国ネバダ大学)、
Patrick Chardon (フランス
INRA)、富樫研治 (北海道
農業研究センター)、渡邊敏
夫 (動物遺伝研究所)、林武
司 (農業生物資源研究所)、
岡本信明 (東京海洋大学)、
聴衆約150人
内容：上記講師による講演と
質疑が行なわれた。

緬山羊振興部

- 題名：第49回秦野市畜産共進
会
日時：平成16年10月6日
場所：神奈川県秦野市「秦野
市なでしこ運動広場」
内容：秦野市畜産共進会に
「めん羊」の審査員として参
加した。
- 事業名：畜産振興対策支援事
業 (めん山羊生産振興・普
及推進事業) (全国競馬・
畜産振興会助成事業)
題名：山羊生産物の消費拡大
に係る展示会
日時：平成16年10月10日
場所：北海道清水町「食の安
全まつり」会場
内容：山羊生産物、山羊肉料
理の展示試食会が行なわれ
た。
- 事業名：畜産振興対策支援事
業 (めん山羊生産振興・普
及推進事業) (全国競馬・
畜産振興会助成事業)
題名：中央高等研修 (めん羊

の飼養管理及び生産物利用
に係る技術研修)

- 日時：平成16年10月12日～15日
場所：(独)家畜改良センター中
央畜産研修施設
出席者：研修参加者17名
内容：めん羊の飼育管理、ラ
ム肉の生産技術、羊毛利用
などについて、講義、実習
を行なった。

企画情報部

- 題名：拡大企画会議
日時：平成16年10月12日
場所：畜産技術協会会議室
出席者：喜田宏 (北海道大学)、
高崎智彦 (国立感染症研究
所)、寺門誠致 (農林漁業金
融公庫)、深澤吉明 (北海道
酪農畜産課)、藤田陽偉 (O
IEアジア太平洋地域代表)、
村上洋介 (動物衛生研究所)、
柏崎守 (畜産技術協会)
内容：「新興再興疾病の現状と
対応」について話し合った。

畜産技術協会のホームページ

畜産技術協会ではインターネットでも畜産技術に関する情報を提供しています。
下記のアドレスでご覧になれます。

<http://group.lin.go.jp/jlta/>

アクセスしてみてください。

平成17年度に委託する研究開発課題を募集します

(社)畜産技術協会では、平成17年度に委託する畜産技術に関連した研究開発課題を次のとおり募集(平成16年度内に募集、審査を実施)します。

1. 対象課題

「食料・農業・農村基本法」により国が定める畜産に関連する各種の計画や目標に対応し、食料の自給率向上、安定供給及び農業の持続的発展、農村振興に資する次のような目的・目標の課題。

- 1) 畜産の生産性向上
- 2) 高品質・安全で特色ある畜産物の生産
- 3) 環境にやさしい畜産
- 4) ゆとりある安定的な畜産

2. 委託の期間及び金額

原則として、1課題につき2年間の総額で500万円以内(単年度の場合は250万円以内)とします。

委託契約・委託費の交付は単年度毎に行い、当協会内の「審査委員会」の評価及び課題担当者の自己評価により、評価し得る成果が得られる見込みがあると判定された場合には、次年度分の委託を継続するものいたします。

3. 委託の条件

- 1) 委託する研究開発課題の担当者の所属は、大学・民間企業・団体等としますが、委託契約等は、当協会と担当者が所属する機関の代表者との間で締結します。
- 2) 委託した当該年度毎に、所定の報告書を当協会あてご提出いただきます。
- 3) 委託期間終了後学会誌等に、得られた成果を当協会からの支援によったことを記載した論文等により公表することといたします。なお、課題の性格によっては、その成果がマス・メディアに取り上げられる等により広報あるいは商品として発売されることを条件といたします。
- 4) 他の公的機関等が募集する同種のものへ応募している場合、あるいは既に外部から同一課題で委託を受けている場合は、委託できません。
- 5) この資金により特許権等を取得し、当該特許により収益を得た場合は、その一部を納付していただくことがあります。
- 6) 20万円以上の備品を購入することはできません。

4. 応募方法

応募要領と所定の申込み様式を下記問い合わせ先に請求またはホームページからダウンロードの上、平成16年12月17日(金)[当協会必着]までに郵便にてお申し込み下さい(ファクス及び電子メールでの受付はいたしません)。

5. 応募課題の審査方法

当協会内部で一次評価を行った上、「企画審査委員会」の審査を経て選定します。選考は提出書類によります。必要に応じ現地調査等を行います。

応募課題の採否については、平成17年3月上旬を目処に応募者本人あて文書にて直接ご連絡いたしますが、ご応募いただいた書類等の返却はいたしません。

6. 採択された場合の手続き等

採択することが内定した研究開発課題につきましては、当協会が定める委託等実施要領の規程により、平成16年度中に事業実施計画書のご提出をいただき、平成17年4月以降に委託契約の締結、委託費の交付等事務手続きを行うことといたしております。

採択課題の担当者名等は、原則として契約締結・委託費交付後に公表いたします。

【この応募要領に関するお問い合わせ先】

〒113-0034 東京都文京区湯島3-20-9
社団法人 畜産技術協会 研究開発第一部 担当 ふくかわ 福川・すぎむら 杉村
Tel : 03-5818-8852 Fax : 03-3836-2302
E-mail : jlta_3c@r4.dion.ne.jp
ホームページ : <http://group.lin.go.jp/jlta/>

学会・研究会・シンポジウム等のお知らせ

○家畜栄養生理研究会創立50周年記念大会

日時：平成16年11月6日

会場：東北大学農学研究科第一講義室

(記念式典：KKR仙台ホテル)

連絡先：東北大学大学院農学研究科動物生

理科学内 家畜栄養生理研究会創立50

周年記念大会実行委員会 小原 嘉昭

TEL:022-717-8700 FAX:022-717-8701

E-mail:yobara@bios.tohoku.ac.jp

東京農工大学農学部内 家畜栄養生

理研究会 板橋 久雄

TEL:042-367-5802 FAX:042-367-5801

E-mail:hita@cc.tuat.ac.jp

○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

○EFAFF2004 (第5回 農林水産環境展)

「人と自然との共生を目指して」

日時：平成16年11月24日～26日

会場：日本コンベンションセンター

(幕張メッセ) 国際展示場

展示ホール7

入場料：一般 1,000円／学生 500円 (高校・

大学)／団体 800円 (10名以上)

連絡先：環境新聞社 事業部

TEL:03-3359-5349 FAX:03-3359-7250

E-mail:efaff@kankyo-news.co.jp

ホームページ：<http://www.emn.jp/efaff/>

○家畜衛生フォーラム2004「ヨーネ病の現状と防疫対策」

日時：平成16年11月26日

会場：国立オリンピック記念青少年総合センター

参加費：4,000円(会員：3,000円、学生：2,000円)

連絡先：日本獣医畜産大学 日本家畜衛生

学会事務局 鎌田・柿市・田中

TEL:0422-31-4151 (内線-256,257)

FAX:0422-30-7502

○平成16年度畜産環境保全技術開発研究成果発表会

日時：平成16年12月15日

会場：JAビル 千代田区大手町

参加料：1,000円

連絡先：(財)畜産環境整備機構 成果発表会係

TEL:03-3459-6300 FAX:03-3459-6315

○第5回日韓中ジョイントルーメンシンポジウム

日時：平成17年7月4日～8日

場所：中国内蒙古自治区フフホト市

演題募集：「効率的な反芻家畜生産のための

ルーメン機能の強化」をテーマに、ル

ーメン・消化管微生物学、動物栄養

学、草地学の幅広い分野から演題を

募集。演題募集と参加要領の詳細

は本会議のホームページ参照のこと。

連絡先：畜産草地研究所 消化管微生物研究室

ルーメン研究会事務局 三森 眞琴

TEL:029-838-8660 FAX:029-838-8606

E-mail:mitumori@affrc.go.jp

ホームページ：<http://jsrmp.ac.affrc.go.jp/joint5j.html>



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、パフィーコート、血小板、体液（例：羊膜液）
- 10⁷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。

QuickPureの操作手順 標準的な操作方法



極めて迅速な
操作方法！
操作時間<10分



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

フロンティア株式会社

代表取締役 前田 雅広

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