昭和33年5月26日　第3種郵便物認可
平成20年2月1日発行（毎月1回1日発行）633号
ISSN 0389-1348

畜産技術

LIVESTOCK TECHNOLOGY 2008.2

放牧地に向かう水牛：タイ国チャヤプーン郊外　（撮影：(社)畜産技術協会　西村　博）

提言	循環型社会と畜産	1
研究レポート1	ウシ末梢神経におけるＢＳＥプリオンの蓄積時期	2
研究レポート2	牧草の低温耐性を誘導する遺伝子の単離および遺伝子座の同定	6
技術情報1	家畜中毒診断オンラインマニュアルの紹介	10
技術情報2	ウシ生体卵子吸引―体外受精技術の進展	14
研究所だより	愛媛県畜産試験場	19
連載1	動物用電子タグとその応用（4）動物用電子タグのＩＳＯ規格	21
連載2	日本の伝統文化と家畜（12）日本の動物園にみられる動物慰霊碑	24
国内情報1	第９回全国和牛能力共進会 肉牛の部にみる和牛改良	28
国内情報2	第13回動物遺伝育種シンポジウムと第８回日本動物遺伝育種学会のトピックス	34
国内情報3	食品表示と検査技術	38
地域の動き	宮城県における飼料自給率向上の取り組み（宮城県）	41
文献情報		43
用語解説	セルフクローニング、ナチュラルオカレンス、シスジェニック	44
海外統計	開発途上国における貧困の現状	45
国内統計	平成18年度牛乳生産費（全国）	46
会員だより	神奈川県畜産技術協会	47
会員だより	社団法人 日本養鶏協会	48
百舌鳥	「食育」の原点は命とともに学ぶ農畜産にあり	49
読者の広場	飼料穀物高騰下における肉牛生産	50
地方だより		51
協会だより		13
学会・研究会・シンポジウム等のお知らせ		52
人の動き		37
今月の表紙		20
グラビア	研究所だより／地域の動き	

社団法人 畜産技術協会

Enjoy 地方競馬

馬の数だけ夢がある

NAR 地方競馬全国協会

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

愛媛県畜産試験場

畜産試験場の本館

中ヨークシャー種の種雄豚

ヤギの栄養価測定

乳牛の出納試験

竹ペレット

細断型ロールベーラ

現地研修会

場内開放での乳搾り体験

豚肉の官能検査会場

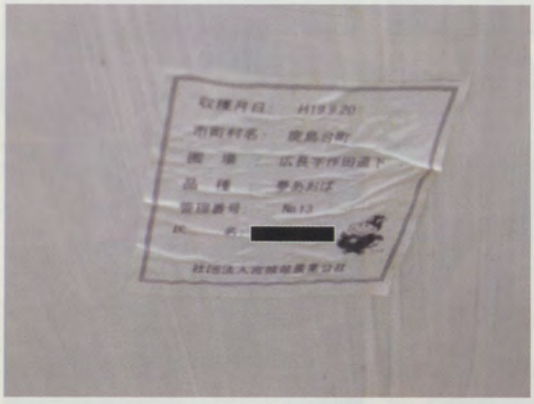
宮城県における飼料自給率向上の取り組み（宮城県）

飼料用イネ品種（右）と食用イネ品種（左）

飼料用イネの収穫

飼料用イネのラッピング

平成19年産の稲発酵粗飼料



ロールに表示された生産履歴

稲発酵粗飼料の給与

提言

循環型社会と畜産

杉浦　勝明
（すぎうら　かつあき）
農林水産消費安全技術センター　理事

独立行政法人農林水産消費安全技術センター（ＦＡＭＩＣ（ファミック））は、昨年４月に、検査技術という共通の基盤をもつ農林水産消費技術センター、肥飼料検査所、農薬検査所の３独立行政法人が統合して新法人として発足しました。農場から食卓までのいわゆる「フードチェーン」の各段階で、食品や農業資材の検査を通じて、食の安全と消費者の信頼の確保に技術で貢献しています。

この「フードチェーン」については、農場から食卓の一方向のみ注目されがちですが、近年、循環型社会の形成に向けて生物系廃棄物の再利用が進められるなか、食卓から農場への逆方向も含めた双方向に着目する必要が生じています。

生ゴミ、食品工業汚泥、し尿汚泥などは従来から肥料として利用されてきましたが、これらの汚泥肥料については、流通量が増加するとともに原料が多様化しています。また、多様な食品残さを利用したいわゆるエコフィードについても、飼料自給率を向上させるための行動計画のもと、着実にその製造が進められています。

このような農業資材の原料の多様化は、新たなリスク要因となる可能性があり、十分なリスク管理が必要となっています。有害物質を含む可能性の高い汚泥肥料については、平成11年に肥料取締法が改正され、普通肥料として登録することが義務づけられました。ＦＡＭＩＣでは肥料の製造業者の立入検査を通常業務の一つとして実施していますが、最近では汚泥肥料に重点をおいて検査・分析を実施し、リスク管理の一端を担っています。エコフィードについては、一昨年８月に農水省消費・安全局により安全性確保のためのガイドラインが定められました。

ところで、年間10万トンも生産される肉骨粉については、平成13年のＢＳＥの発生に伴い、飼料、肥料としての再利用が禁止されましたが、６年経った今でも依然として大部分は再利用されず焼却されています。ＦＡＭＩＣにおいても飼料や飼料原料中の動物性蛋白質の検査業務は大きな比重を占めています。しかし、このような禁止措置は、環境に大きな負担をかけていることも事実です。ＢＳＥの清浄化が進むなか、そろそろ体系的なリスク評価を行い、コスト・ベネフィットに基づいた措置に向けて見直しをする時期がきているのではないでしょうか。

研究レポート1

ウシ末梢神経における BSEプリオンの蓄積時期

横山　隆（よこやま　たかし）、
舛甚　賢太郎（ますじん　けんたろう）
動物衛生研究所
プリオン病研究センター

1．はじめに

牛海綿状脳症（BSE：Bovine Spongiform Encephalopathy）は、感染性蛋白質「プリオン」が原因の中枢神経系の退行変性疾患で、感染後4～6年以上の潜伏期の後に発病する。

発症牛は、脳に神経細胞の脱落による海綿状変性が認められ、死に至る。BSEの起源は明らかにされていないが、プリオンに汚染した動物性蛋白質飼料（肉骨粉など）が蔓延の原因となったといわれている。プリオンは異常プリオン蛋白質（PrP^{Sc}：Scrapie Isoform of Prion Protein）を主要な構成成分としているが、その本態は明らかではない。BSEの診断は、脳におけるPrP^{Sc}の有無を指標に行なわれている。しかし、飼料とともに経口により摂取されたプリオンが、どのような体内伝播経路を経て脳に至るかは明らかにされていないこと、およびBSE感染牛の脳でのPrP^{Sc}の蓄積は感染の中期から末期に至るまで認められないことから、BSEプリオンが蓄積する危険性のある組織を特定危険部位（SRM： Specified Risk Materials）と定め、BSE検査陰性の牛でもヒトの食用から排除されている。わが国では、舌、頬肉を除く頭部（脳、眼、三叉神経節、扁桃）、脊髄、脊柱（背根神経節）、回腸遠位部をSRMとし、すべての月齢のと畜牛が対象とされている[1)]。

2．BSE研究とストックポイント

BSE感染牛の生前診断は困難であり、と畜あるいは死亡後の脳幹部（延髄）を用いて、診断が行なわれる。

欧州各国の死亡牛検査では、牛がBSEと診断された時には、と体はすでに肉骨粉に加工されている。BSE感染牛の脳幹部以外の生体試料を入手することは困難で、SRMの定義に関わるBSEプリオンの体内分布の知見は、少数の実験感染牛の成績に基づいている。

一方、わが国の死亡牛検査では、検査結果が得られるまで牛の死体を冷蔵保管するための「ストックポイント」と呼ばれる施設が活用されている。BSE検査で陰性のと体のみがレンダリング工場に運ばれるが、検査で陽性と判定された牛のと体は、家畜保健衛生所で焼却処分される。このため、ストックポイントに保管されている感染牛の材料を用いて、野外症例におけるBSEプリオンの分布を調べることが可能である[2)]。

3．野外のBSE症例でのPrP^{Sc}の分布

わが国の死亡牛検査でBSEと診断された牛8頭について、PrP^{Sc}の分布を解析した。採材には、北海道庁および家畜保健衛生所、動物衛生研究所北海道支所のご協力をいただいた。これらの牛は、いずれも市販のELISA（Enzyme-Linked Immunosorbent Assay）キットを用いた検査で強陽性（吸光度>2.4）を示し、またウエスタンブロットおよび免疫組織化学検査でもPrP^{Sc}が確認され、定型的なBSEと診断された症例である。

その結果、PrP^{Sc}は脳、脊髄、三叉神経節、視神経、下垂体、背根神経節（以上、すべてSRMに分類）から検出された。さらに、リンタングステン酸によるPrP^{Sc}濃縮[3]を行なった試料では、星状神経節、交感神経幹、迷走神経、舌下神経、坐骨神経、副腎からもPrP^{Sc}が検出された。SRM以外の神経組織、副腎におけるPrP^{Sc}の蓄積パターンに規則性は認められなかったが、迷走神経（材料が採取できたBSE症例6検体中5例でPrP^{Sc}を検出：5/6）、交感神経幹（6/6）、副腎（4/5）で高い陽性率を示した。なお、リンパ組織および筋肉組織からは、PrP^{Sc}は認められなかった。

以上の結果は、少なくとも、感染末期のBSEプリオンの分布はSRMに限局していないことを示している。現行のSRMの定義の妥当性ついて議論するためには、これらのPrP^{Sc}が検出された組織からの伝達性の有無、さらにBSE感染後いつごろから末梢神経にPrP^{Sc}が蓄積されるかについて明らかにする必要がある。

4．PrP^{Sc}陽性の末梢神経におけるプリオンの伝達性

プリオンの伝達試験には、マウスやハムスターなどの実験動物が活用されている。正常プリオン蛋白質（PrP^{C}：Cellular Isoform of Prion Protein）をコードするプリオン蛋白質遺伝子は、動物種を越えて高度に保存されており、その相同性も高い。しかし、プリオン蛋白質には、動物種間で数アミノ酸の置換が存在しているので、伝達効率の低下や著しく長い潜伏期などの差、いわゆる「種の壁」と呼ばれる現象が認められる。

末梢神経におけるBSEプリオンの伝達性の検証には、牛型PrP^{C}を過剰発現し、かつマウスのPrP^{C}を欠損した遺伝子組換えマウス（TgBoPrP/$PrP^{0/0}$）を用いた。このマウスは、BSEプリオンを脳内接種した場合、約220～230日の潜伏期で発症が認められる[4]。本マウスは、野生型マウスに比べて約1,000倍、牛を用いた伝達試験に比べて約10倍も高感度にBSEプリオンを検出できることが知られている。

PrP^{Sc}が検出された迷走神経および副腎の10%乳剤をTgBoPrP/$PrP^{0/0}$マウスの脳内に接種したところ、迷走神経を接種したマウスは313日後、副腎を接種したマウスは355日後に発症し、これらの組織中に伝達性のプリオンが存在することが明らかとなった。プリオンの潜伏期と感染価の間には負の相関があることから、潜伏期を指標にして感染価を推定したところ、末梢神経と副腎に存在するBSEプリオンは、中枢神経系に比べて1/100～1/300の感染価と考えられた（表1）。

表1　PrP^{Sc}陽性の末梢神経および副腎の伝達性

試　料	発症数/接種数	潜伏期（平均日数±標準偏差）
迷走神経	5/5	313.6±40.6
副腎	2/5	355.5±23.3
脳（BSE陰性）	0/8	（600日以上観察）
脳（BSE陽性）	11/11	223.5±13.5

各組織の10%乳剤をTgBoPrP/$PrP^{0/0}$マウスの脳内に20 μl脳内接種した
発症したマウスの脳内にはPrP^{Sc}の蓄積が認められた

5．BSE実験感染牛における経時的な解析

英国獣医学研究機構（Veterinary Laboratory Agency）との共同研究により、BSE実験感染牛の試料を用いて、末梢神経と副腎におけるPrP^{Sc}の蓄積時期を明らかにする試験を行なった。

BSE発症牛の脳を100gまたは1gを、それぞれ経口的に投与した実験感染牛の各組織を検査した。脳幹部の検査でPrP^{Sc}が確認されたのは、100g投与群および1g投与群で、それぞれ投与後30ヵ月および44ヵ月であった。

そこで、各投与群のPrP^{Sc}陽転時期前後の牛から検体を採取した。100g投与群は、投与後27～42ヵ月の31頭（BSE検査陽性：11頭、陰性：20頭）、1g投与群は投与後36～51ヵ月の14頭（陽性：2頭、陰性：12頭）の計45頭について、それぞれ脳幹部、脊髄、背根神経節、内臓神経、橈骨神経、坐骨神経、星状神経節、副腎におけるPrP^{Sc}の有無を検査した（表2）。

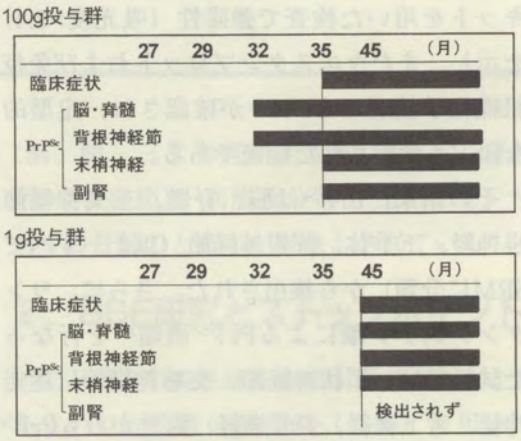
100g投与群では、投与35ヵ月後より知覚過敏、歩様異常などの臨床症状が観察され、脳・脊髄および背根神経節でのPrP^{Sc}蓄積は32ヵ月後より検出された（30ヵ月後の牛は、中枢神経系の検体がなく、実施できなかった）。投与36ヵ月後の副腎、内臓神経、坐骨神経、星状神経節からもPrP^{Sc}が検出された。末梢神経と副腎でPrP^{Sc}が検出された個体は、すべて脳のBSE検査結果が陽性の牛であった（図）。

1g投与群では、臨床症状および脳・脊髄、背根神経節、末梢神経のPrP^{Sc}は、44ヵ月後と51ヵ月後の牛のみに認められた。すなわち、SRM以外の末梢神経や副腎にPrP^{Sc}が検出された個体は、すべて脳幹部のBSE検査陽性であった[5]。

表2　末梢神経におけるPrP^{Sc}出現時期の同定に供したBSE実験感染牛

	BSE陽性	陰性	計
100g投与群			
27ヵ月	0	5	5
30ヵ月	1	5	6
32または33ヵ月	3	3	6
35または36ヵ月	4	3	7
42ヵ月	3	4	7
1g投与群			
36ヵ月	0	6	6
42ヵ月	0	6	6
44ヵ月	1	0	1
51ヵ月	1	0	1

BSE陽性・陰性は延髄（閂部）での検査結果を示す



BSE感染脳100g投与群（上）および1g投与群（下）の臨床症状の出現時期と各組織でのPrP^{Sc}の蓄積が検出された時期を示す

図　実験感染牛における臨床症状および脳・脊髄、背根神経節、末梢神経、副腎のPrP^{Sc}出現時期

このことは、末梢神経でのPrP^{Sc}検出は、中枢神経系でPrP^{Sc}が検出された後であることを示している。これらのPrP^{Sc}は前述のとおり、TgBoPrP/$PrP^{0/0}$マウスで伝達性が示されているので、BSEプリオンと言い換えることができる。

6．BSE検査の意義

今回の成績は、実験感染例、野外症例を問わず、BSE感染牛の体内のプリオン分布はSRMに限局しないこと、すなわち末梢神経や副腎にもBSEプリオンの蓄積があることを示している。しかし、SRM以外の組織におけるBSEプリオンの蓄積は、いずれも中枢神

経系におけるPrP^{Sc}の検出時期と同時か、それ以後であった。BSEは長い潜伏期の後に発症するが、中枢神経系にPrP^{Sc}が検出されるまでは、検査による感染牛の摘発は困難となっている。このことが、いわゆるBSE検査不要論の根拠となっている。

われわれの成績は、①SRM除去対策だけでは、BSEプリオンのすべてのリスクを排除することができないこと、②現行の脳幹部のBSE検査により感染牛を摘発し、ヒトの食用から排除することで、SRM以外の部位におけるBSEリスクを除去することができることを示している。この点で現行のBSE検査は牛肉の安全性の保証に役立っているといえよう。

7．残された課題

めん羊や山羊のスクレイピーでは、経口投与したプリオンは十二指腸および回腸に付属するリンパ組織で最初に検出され、次第に消化管におけるプリオンの蓄積部位が広がっていく。さらに、プリオンは迷走神経や内臓神経を上行性に伝播し、脊髄および脳に至ることが知られている。

しかし、BSEでは、この消化管から中枢神経系への経路は未だに不明なままである。BSEプリオンをマウスや羊に伝達すると、PrP^{Sc}の蓄積は中枢神経系のみならず、リンパ組織にも認められる。これはBSEを起源とする変異型クロイツフェルト・ヤコブ病の患者でも、扁桃と虫垂にPrP^{Sc}が検出されることに類似している。

BSE感染牛の病態を他の実験動物では再現することは不可能であり、BSEプリオンの分布やリスク評価に必要な情報は、牛を用いた研究でしか得ることができない。

今回の研究において、ウエスタンブロット法により、中枢神経系から下降性に伝播したと考えられる末梢神経のPrP^{Sc}を検出することができた。BSEの発病機構の解明のためには、BSEプリオンの感染初期から中期にかけて、牛の体内を上行性に伝播するプリオン、またはPrP^{Sc}の検出が課題である。プリオンに関する国民の不安を払拭するためにも、BSEの発病機構を明らかにすることが重要である。

謝辞

BSE実験感染牛の試料を提供してくださった英国の Veterinary Laboratory Agency の Danny Matthews博士とGerald Wells博士、国内のBSE陽性検体の採材にご支援・ご協力くださった農林水産省消費・安全局動物衛生課、北海道庁畜産振興課、北海道庁各家畜保健衛生所、動物衛生研究所業務推進室、動物衛生研究所北海道支所、BSE材料の採材・検査に協力くださった北海道立畜産試験場、動物衛生研究所プリオン病研究センター、そしてご指導・ご助言をくださった元プリオン病研究センター長の品川森一氏と現プリオン病研究センター長の毛利資郎氏に深謝いたします。

参考文献

1．横山　隆：臨床神経科学, 24, 279-281（2006）
2．Iwamaru,Y., et al.：Prions-Food and Drug Safety, p179（2005）
3．Shimada,K., et al.：Microbiol. Immunol. 49, 801-804（2005）
4．Yokoyama,T., et al.：Jpn. J. Inf. Dis., 60, 317-320（2007）
5．Masujin,K.,et al.：J. Gen. Virol., 88, 1850-1858（2007）

研究レポート2

牧草の低温耐性を誘導する遺伝子の単離および遺伝子座の同定

田村　健一
（たむら　けんいち）
北海道農業研究センター
寒地飼料作物育種
研究チーム

1．はじめに

寒冷地におけるイネ科牧草の育種では、越冬性の向上が大きな目標の一つである。これまでに、公的研究機関や民間企業によって、いくつかの越冬性に優れるイネ科牧草の品種が開発されている。しかし、いまだに越冬性が十分ではなく、さらなる越冬性の向上が望まれる草種もある。

越冬性は雪腐病抵抗性や耐凍性などの複数の要因が関与した複雑な形質である[1)]。特に、北海道東部地域などの寒冷・寡雪地帯では、耐凍性が重要な形質である。従来の牧草育種では、越冬性の選抜は主に圃場で越冬した後の冬損や再生の評価により行なわれてきた。この手法では、一年に一度しか評価できないこと、および地理的条件や年次の気象変動が大きく影響することから、精度の高い評価が難しいという問題点がある。

そこで、優れた越冬性と連鎖するDNAマーカーを利用した正確で簡易な越冬性の選抜技術が望まれている。このようなDNAマーカーを開発するためには、越冬性に関与する遺伝子領域あるいは遺伝子の同定が必要である。

ここでは、その候補として、ペレニアルライグラスより単離・同定した低温耐性を誘導する*CBF*遺伝子について報告する[2, 3)]。

2．低温耐性誘導転写因子CBF

牧草をはじめとする多くの植物は、越冬前の低温環境下において、低温馴化というプロセスにより耐凍性などの低温耐性が向上する。この低温馴化に関わる最も重要なタンパク質として、C-repeat binding factor（CBF）/ dehydration-responsive element-binding factor 1（DREB 1）（以下：CBF）があげられる。

図1　*CBF*を介した植物の低温馴化のモデル

CBFは低温に応答して転写レベルで発現が誘導されるとともに、転写因子として多くの低温ストレス耐性に関与する遺伝子の発現を誘導する。その結果、植物が耐凍性を含む低温耐性を獲得することがシロイヌナズナの研究などで明らかになっている[4]（図1）。

一方、コムギとオオムギの研究から、*CBF*遺伝子は20程度の遺伝子ファミリーを形成し、これらの遺伝子はクラスター（かたまり）を形成してゲノム上に存在することがわかっている[5]。さらに、ムギ類の遺伝解析により、越冬性や耐凍性に関する量的形質遺伝子座（QTL）である*Fr-2*が*CBF*遺伝子クラスター近傍に位置することが明らかになり、*CBF*遺伝子が越冬性や耐凍性の候補遺伝子として考えられている[5]。我々は、寒冷地の放牧用の高品質草種として利用され、耐凍性の向上が期待されているペレニアルライグラスから、*CBF*ホモログ遺伝子を単離した。そして、この*CBF*ホモログ遺伝子に関する基礎的情報を蓄積することで、この遺伝子の越冬性DNAマーカーとしての利用について検討することにした。

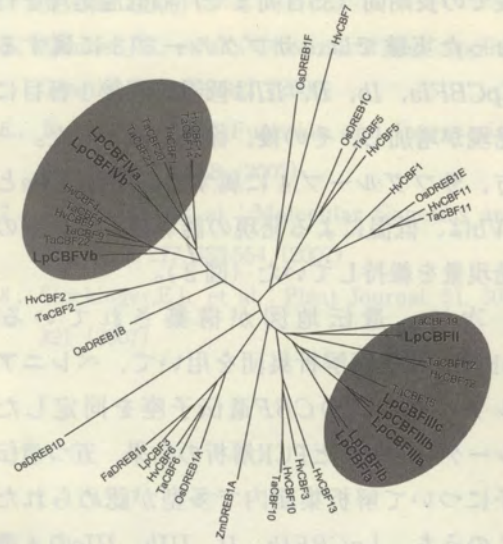
3．方法および結果

オオムギ由来*CBF*遺伝子の配列情報を利用して、ペレニアルライグラス低温処理cDNAライブラリーより10種類の遺伝子を単離した。これらの推定アミノ酸配列はAP2ドメインをはじめとする*CBF*遺伝子特有のモチーフを有していることから、*CBF*遺伝子のホモログであることが示唆された。これらの遺伝子を配列の類似性から*LpCBFI*、*II*、*III*、*IV*、*V*の五つに分類した。

このうち9種の*LpCBF*の推定アミノ酸配列について、他のイネ科作物由来*CBF*遺伝子とともに、アミノ酸配列の類似性に基づく系統関係を明らかにするために、近隣結合法による分子系統解析を行なった。今回、単離したペレニアルライグラス由来*CBF*遺伝子は、大きく、①*LpCBFIa*、*Ib*、*II*、*IIIa*、*IIIb*、*IIIc*と②*LpCBFIVa*、*IVb*、*Vb*の二つのグループに分類された（図2）。ムギ類で提唱されている分類に従うと、前者がサブグループ3、後者がサブグループ4に分類された[5]。

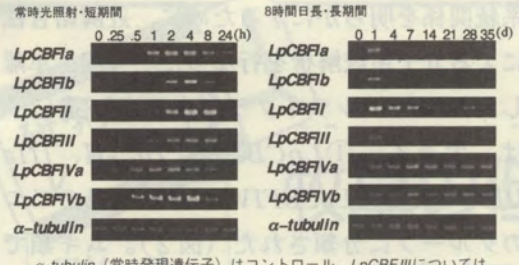
次に、*LpCBF*遺伝子の低温に対する応答を調べるために、遺伝子発現の解析を行なった。25℃、12時間の日長で3週間養成したペレニアルライグラス幼苗を4℃に移した後、経時的にサンプリングし、各遺伝子特異的プライマーを用いてRT-PCRを行なった。

いずれの遺伝子も25℃ではmRNAの発現がほとんど認められなかった。常時光照射下で、短期間（24時間まで）低温処理を行なった実験では、4℃に移すと30分以内に、いずれの遺伝子も発現が誘導された。そして、これらの遺伝子発現は2～4時間後にピークに



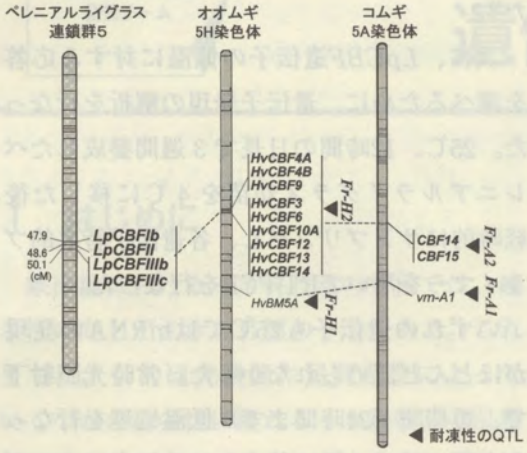
太字は本研究で単離した遺伝子。
Lp：ペレニアルライグラス由来、Fa：トールフェスク由来、
Ta：コムギ由来、Os：イネ由来、Zm：トウモロコシ由来

図2　イネ科由来*CBF*アミノ酸配列の分子系統樹



α-tubulin（常時発現遺伝子）はコントロール。LpCBFIIIについてはIIIa、IIIb、IIIcに共通配列をプライマーとして使用した

図3　*LpCBF*の低温下（4℃）でのRT-PCRによる発現解析



オオムギ連鎖地図は参考文献5より、コムギ連鎖地図は6より引用、一部改変した

図4　ペレニアルライグラスの*CBF*遺伝子座とオオムギ、コムギ5番染色体との関係

達し、その後、徐々に低下した。8時間の日長での長期間（35日間まで）の低温処理を行なった実験では、サブグループ3に属する*LpCBFIa*、*Ib*、*II*、*III*は低温処理後1日目に発現が増加し、その後、徐々に減少した。一方、サブグループ4に属する*LpCBFIVa*と*IVb*は、低温による発現の誘導後も、一定の発現量を維持していた（図3）。

次に、遺伝地図が構築されているp150/112連鎖解析集団を用いて、ペレニアルライグラスの*CBF*遺伝子座を同定した。シーケンシングとPCR解析の結果、五つ遺伝子について解析集団内で多型が認められた。このうち、*LpCBFIb*、*II*、*IIIb*、*IIIc*の4遺伝子が連鎖群5の2.2cMの範囲にクラスターを形成して座乗することが明らかになった（図4）。

4．考察および今後の展望

本研究で単離された*CBF*ホモログ遺伝子は、転写因子としての機能を解析していないが、他種植物の*CBF*遺伝子の配列との類似性から、*CBF*遺伝子と判定してほぼ間違いないと考えられる。

ムギ類の*CBF*遺伝子は、耐凍性の候補遺伝子と考えられ、20程度の遺伝子ファミリーを形成している。そのため、個体間の耐凍性の違いに寄与している*CBF*遺伝子がどれであるかが研究の課題になっている。

本研究では、ペレニアルライグラスから10個の遺伝子が単離された。これらの遺伝子の中には、他のグループが単離した遺伝子（*LpCBF 3*、図1）が含まれていないことなどから、今回のスクリーニングの方法で単離できなかった遺伝子が存在する可能性がある。

分子系統解析の結果、本研究で単離された遺伝子は、ムギ類の中で比較的最近に分化したと推定される*CBF*遺伝子と相同性が高かった。

コムギとオオムギの研究では、耐凍性に優れる秋播品種と耐凍性に劣る春播品種を比較すると、秋播品種は*CBF*遺伝子の発現量が多いことが知られている。特に、最近分化したと推定される*CBF*遺伝子は、比較的古い段階で分化した*CBF*遺伝子と比較すると、秋播品種と春播品種における発現量に大きな差があると報告されている[7]。このことからも、今回単離された*CBF*遺伝子は耐凍性のマーカーとして期待できる。

今回単離された遺伝子の中には、配列が非常に似ている遺伝子（*LpCBFIa*、*Ib*など）が含まれている。遺伝子単離に用いたライブラリーが複数個体に由来すること、およびペ

レニアルライグラスは他殖性でヘテロ接合度が高いことから、これらは対立遺伝子の関係にある可能性もある。しかしながら、配列が非常に似ている*LpCBFIIIa*と*IIIc*は、連鎖解析集団の解析により、それぞれ異なる遺伝子であることが示唆された。

この2遺伝子は、分子系統解析の結果から、ムギ類との種分化よりも後に、ゲノムの重複化などによりできた遺伝子と推察される。オオムギでは、*CBF*遺伝子の重複化が*CBF*遺伝子の発現量や耐凍性に影響を及ぼすという報告[8]がある。これは、耐凍性の候補遺伝子の選定の参考になる興味深い報告である。

遺伝子発現解析において、*LpCBFIVa*と*IVb*は低温条件で長期間にわたり持続的に発現していた。低温馴化は数週間にわたるプロセスであることから、これらの遺伝子と低温順化の関係については、さらに検討する価値がある。

ムギ類の*CBF*遺伝子は、クラスターを形成して5番染色体に座乗し、その近傍に耐凍性QTLが位置する。今回ペレニアルライグラスでも、ムギ類で*CBF*遺伝子が座乗する染色体と同祖染色体の関係にある連鎖群5に、*CBF*遺伝子がクラスターを形成して座乗することがわかった。すなわち、*CBF*遺伝子座のムギ類－牧草間のシンテニー（類似性）が認められた。

しかし、耐凍性QTLと*CBF*遺伝子座の関連性については、今回用いた連鎖解析集団では認められなかった。より耐凍性の解析に適した集団を用いて遺伝子解析を行ない、耐凍性QTLと*CBF*遺伝子座の関係を明らかにする必要がある。

以上述べたように、ペレニアルライグラスにおける*CBF*遺伝子に関して様々な基礎的知見が得られた。しかし、本研究の最終目的である越冬性と連鎖するDNAマーカーとしての利用のためには、耐凍性QTLと*CBF*遺伝子座の関係の解明など検討すべき課題が残っている。

今後、研究の進んでいるムギ類などの他種作物の情報をうまく利用して、遺伝子レベルから越冬性マーカーの研究を進展させ、牧草育種に利用できる成果に結びつけたいと考えている。

なお、本研究は北海道大学北方生物圏フィールド科学センター山田敏彦教授との共同研究により行なわれたものである。

参考文献

1．北海道農業研究センター：パンフレット「低温農業研究のことば」, http：//cryo.naro.affrc.go.jp/pamph/teion_nogyo/index.html
2．Tamura,K., T.Yamada：Theoretical and Applied Genetics, 114, 273-283（2007）
3．田村健一ら：平成18年度北海道農業研究成果情報, 130-131（2007）
4．Thomashow, M.F.：Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology, 50, 571-599（1999）
5．Skinner,J.S., et al.：Theoretical and Applied Genetics, 112, 832-842（2006）
6．Baga,M., et al.：Function and Integrative Genomics, 7, 53-68（2007）
7．Badawi,M., et al.：Molecular Genetics and Genomics, 277, 533-554（2007）
8．Stockinger,E.J., et al.：Plant Journal, 51, 308-321（2007）

技術情報
1

宮﨑　茂
（みやざき　しげる）
動物衛生研究所
安全性研究チーム

家畜中毒診断オンラインマニュアルの紹介

1．はじめに

最近の家畜共済統計によれば、牛の中毒の件数は毎年1,000件程度で推移している（表）。しかし、家畜の中毒による経済的損失は、原因が明確でない事例を含めて、少なくないと思われる。

家畜の中毒の原因は多様であるため、原因ごとに診断法が異なる。また、中毒を疑う事例が確定診断に至らないことがあり、その発生実態は明らかになりにくい。そのため、適切な予防対策をとれないことが多く、家畜衛生関係者からは、「家畜中毒診断マニュアル」の作成が求められていた。

我々は、家畜の中毒や飼料の安全性に関する最新情報を提供するウェブサイト「家畜中毒情報」を1997年に開設し、随時更新してきた。2000年には、畜産技術協会から「写真で見る家畜の有毒植物と中毒」を刊行し、これを2003年にHTML化してウェブ上で公開している。

表　牛の中毒発生数
（家畜共済統計における乳牛の廃等および肉用牛等の中毒件数）

中毒名	年度				
	2001	2002	2003	2004	2005
ワラビ中毒	10	9	25	11	15
アセビ中毒	1	2	2	2	1
ドクゼリ中毒	0	0	0	0	1
キョウチクトウ中毒	13	3	7	4	6
タマネギ中毒	1	0	2	0	3
その他の植物中毒	63	78	92	89	95
農薬中毒	9	3	1	9	6
除草剤中毒	2	2	0	4	12
殺そ剤中毒	4	1	0	1	0
防腐剤中毒	0	0	0	0	0
飼料添加剤中毒	31	33	38	41	55
石油・石油製品中毒	0	1	0	0	10
消毒薬中毒	11	1	4	7	3
その他の薬物中毒	26	23	37	11	24
鉛中毒	0	1	1	4	0
銅中毒	0	0	1	0	2
リン中毒	0	0	0	1	0
塩化ナトリウム中毒	0	1	0	0	1
尿素中毒	0	0	1	4	10
硝酸塩中毒	113	115	87	126	149
青酸中毒	0	0	0	0	0
カビ毒中毒	323	328	445	363	448
蛇毒中毒	24	10	12	21	14
ガス中毒	0	0	0	1	0
その他の中毒	267	298	295	283	364
合　計	898	909	1050	982	1219

これらの情報は、家畜の中毒の診断に重点をおいていないので、現場で家畜の中毒を診断するためには十分でなかった。今回、家畜の中毒診断のための「マニュアル」を作成した。この「マニュアル」を内容の修正や追加ができ、また外部からの参照が容易なウェブ上で公開したので紹介する。

2．家畜の中毒情報

1996年に、オーストラリアから輸入したオーツヘイ（エン麦乾草）に混入していた一年生ライグラスによる「一年生ライグラス中毒」（ARGT）が、山形県と愛媛県で発生した。翌1997年には、我々はアメリカオレゴン州から輸入したペレニアルライグラスストローによる「エンドファイト中毒」の発生を各地で確認した。それまで、これらの粗飼料による中

毒により大きな被害のあることが海外で報告されていたが、わが国では確認されていなかった。そして、粗飼料を海外から輸入しているわが国にも、これまで経験のなかった輸入粗飼料による中毒が発生するようになってきた。

わが国の家畜の中毒に関する唯一のテキストとして、「家畜中毒－診断と治療－」（飯塚三喜、長沢成吉、農山漁村文化協会、1988）があり、広く利用されてきた。しかし、これまで経験がなかった上記のような中毒には対応していないので、現場で家畜衛生に携わる技術者に、何らかの形で最新情報を提供する必要があった。

一方、輸入粗飼料による中毒事例がみられはじめた1990年代後半には、インターネットが普及しはじめ、ウェブ上の情報発信が盛んになってきた。そこで、家畜中毒に関する最新情報を、主に家畜保健衛生所の獣医師を対象に発信するためのウェブサイトを構築して、1997年６月に「家畜中毒情報」（http：//niah.naro.affrc.go.jp/disease/poisoning/index.html）を公開した（図１）。

本ウェブサイトでは、最新の家畜の中毒と飼料の安全性に関するさまざまな情報を可能な限り迅速に提供するとともに、他の有用なウェブサイトにもリンクを張り、効率的に情報を収集できるよう努めている。公開後も随時更新を続け、登録ファイル数はおよそ80である。

３．写真で見る家畜の有毒植物と中毒

有毒植物による牛の中毒が依然として散発しているが、その多くは、放牧地へ侵入した有毒植物によるものではなく、畜主が有毒植物と知らずに刈り取った雑草や剪定枝によるものである。したがって、有毒植物による家畜の中毒を予防するためには、有毒植物に関する情報を提供していくことが重要である。

家畜に中毒を起こす可能性のある有毒植物に関しては、古典的名著としての「家畜有毒植物學」（宮本三七郎、大川徳太郎著、克誠堂、1942）があるが、最新の情報を紹介したテキストは存在しなかった。そこで、動物衛生研究所東北支所の和田氏が撮影した写真をもとに、「写真で見る家畜の有毒植物と中毒」（畜産技術協会、2000）を刊行した。しかし、印刷部数が限られ、希望者に十分配布できなかったので、畜産技術協会の許可を得て、掲載植物の追加や修正を行ない、2003年11月にウェブ上で提供した（http：//niah.naro.affrc.go.jp/disease/poisoning/plants/index.html）（図２）。

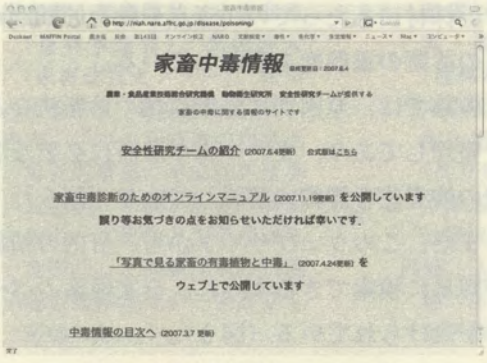


図１　家畜中毒情報トップページ

オナモミの項目

図２　写真で見る家畜の有毒植物と中毒のページ

ウェブ上での公開後、10回余りの更新を行ない、内容のブラッシュアップを図っている。現在登録されている有毒植物は38種であるが、農林水産省消費・安全局の助成を受けて、さらに掲載植物を追加するために、写真撮影とテキストの作成を進めており、近日中に大幅な更新を行なうこととしている。

4．家畜中毒診断のためのオンラインマニュアル

これまで述べてきたように、我々は家畜の中毒に関する各種の情報をウェブ上で提供してきた。しかし、これらの情報は、中毒の原因やその背景などに関する情報が中心で、中毒の診断法に関する情報ではなかった。海外では、大動物の臨床獣医師向けに中毒診断のテキストがいくつか刊行されている。これらのテキストでは、中毒の原因別に症状や診断法、治療法などを整理してあり、また毒物や症状別の索引が完備しているものもある。そこで、家畜の中毒を診断するための日本語の「マニュアル」を作成し、すでにウェブ上で構築されている「家畜中毒情報」および「写真で見る家畜の有毒植物と中毒」と有機的に連携させたオンラインマニュアル（http：//niah.naro.affrc.go.jp/disease/poisoning/manual/）を、2005年12月から公開した（図３）。

我々が管理しているウェブサイトのデータ構造を図４に示した。「家畜中毒情報」のすぐ下に、「写真で見る家畜の有毒植物と中毒」と並列して、この「マニュアル」を配置してある。

「マニュアル」は総論と各論から構成されている。総論では、中毒診断の基本的考え方や試料の採取法などを解説している。中毒の診断では、特定の検査項目の結果（例えば毒性物質の検出）で確定診断できることは少な

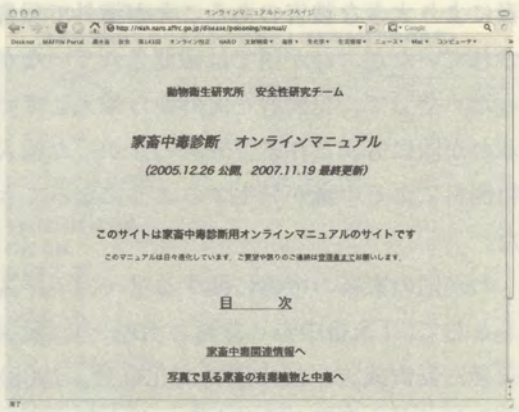


図３　オンラインマニュアルのトップページ

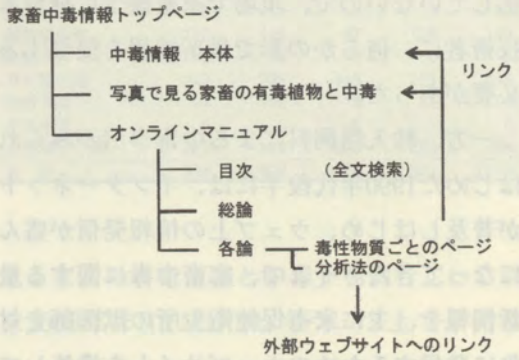


図４　家畜中毒に関するウェブサイトのデータ構造

く、多くは臨床症状、病理所見、給与飼料の情報、飼養環境、および類似症状を呈する他の病気の否定などから、総合的に判断しなければならない。一般には、家畜の異常に際してはまず感染症が疑われ、検査材料の採取も感染症に関係にしたものが主体となり、中毒検査用の材料が十分でないことが多い。そこで、採材にあたっての注意点や総合的観点からの診断の重要性を解説している。

各論では、原因別に臨床症状や診断法などを整理してあり、また中毒の診断に必要な各種の検査法を詳細に解説している（図５）。

また、このウェブサイトから、目的の情報が容易に検索できるように、全文検索のページが設けられている（図６）。

さらに、「マニュアル」内のページから、

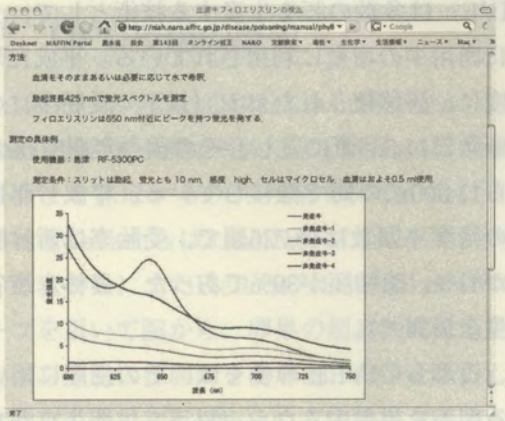


図5　血清中のフィロエリスリン分析のページ

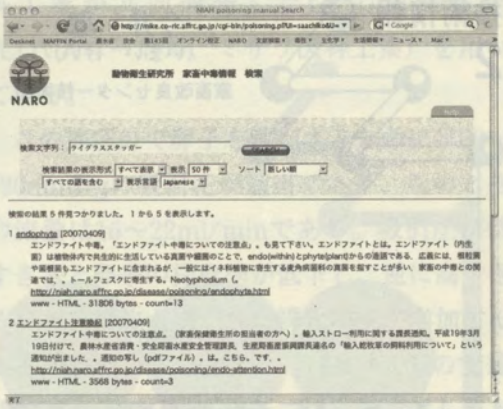


図6　全文検索のページ

必要に応じて「家畜中毒情報」および「写真で見る家畜の有毒植物と中毒」へリンクすることができ、外部の有用サイトへのリンクも設定され、必要な情報を効率よく収集できるよう配慮されている。

5．おわりに

「マニュアル」の公開からおよそ2年が経過したが、今後も内容の充実のために努力していきたい。各種の分析法については、わかりやすく、より正確な検査ができるように、写真や図表などを充実させた情報を提供し、また多くの実際の中毒事例に基づく有用情報を紹介する予定である。

「マニュアル」を利用されるユーザーの意見、要望、指摘、そして経験した家畜の中毒事例などを遠慮なくお知らせいただければ幸いである。

協会だより

研究開発第1部

○題名：平成20年度に委託する研究開発課題の一次評価会議
期日：平成20年1月11日
場所：畜産技術協会会議室
出席者：頼田勝見・小泉和生（農林水産省）、高橋博人（家畜改良センター）、松川正他19名（畜産技術協会）
内容：①畜産新技術の開発活用促進事業の平成20年度委託課題に応募があった61課題の一次評価と②平成19年度委託した継続課題の11課題の進捗状況の一次評価を実施した。

企画情報部

○題名：豚コレラ清浄化記念出版に係る編集委員会
期日：平成19年12月21日
場所：畜産技術協会会議室
出席者：今井正男（元農林水産省）、小倉弘明・山本実・関口秀人・荻窪恭明（農林水産省）、石井達郎・宮島成郎（全国家畜畜産物衛生指導協会）、古内　進（共立製薬）、福所秋雄（日本獣医生命科学大学）、津田知幸（動物衛生研究所）
内容：入稿した原稿（案）に基づき今後の編集・出版計画を検討した。

○題名：畜産技術情報企画委員会
期日：平成20年1月8日
場所：畜産技術協会会議室
出席者：吉泉　努・水野和彦（畜産草地研究所）、矢野隆司（動物衛生研究所）、西元薫（家畜改良センター）、安武正秀（日本馬事協会）、蓮尾隆子（家庭栄養研究会）、柏崎　守．松川　正・小堤恭平（畜産技術協会）
内容：畜産技術等情報提供推進手法、消費者向けリーフレットの構成、「畜産技術」誌2月号・3月号編集案、4月号・5月号企画案などについて検討した。

技術情報
2

今井　敬
（いまい　けい）
家畜改良センター技術部

ウシ生体卵子吸引—体外受精技術の進展

1．はじめに

わが国では、牛における体外受精（以下：IVF）は多数の胚を生産する技術として、主に肉用牛の増産に利用されている。平成12年度に、胚移植されたウシ（以下：受胚牛）の頭数は11,663頭に達し、その後も年間8,000から11,000頭の間で推移している。平成17年度の受胚牛頭数は10,726頭で、受胎率は新鮮胚が41%、凍結胚が39%であった（農林水産省生産局調べ）。

これらのIVF胚の多くは、その生産に用いる卵子を提供するウシ（以下：供卵牛）が食肉処理場で処理されたものであるため、この供卵牛を遺伝資源として繰り返して使うことはできない。そこで、ウシの育種改良には、主に過剰排卵処理を実施したウシから採取した生体由来胚が使用されている。

生体の卵巣から卵子を繰り返して採取する方法として、生体卵子吸引（Ovum pick-up、以下：OPU）が最も普及している。そして、OPUとIVFを組み合わせてIVF胚が生産されている（図１）。ここでは、OPU-IVF技術について、これまでの進展状況と現状について解説する。

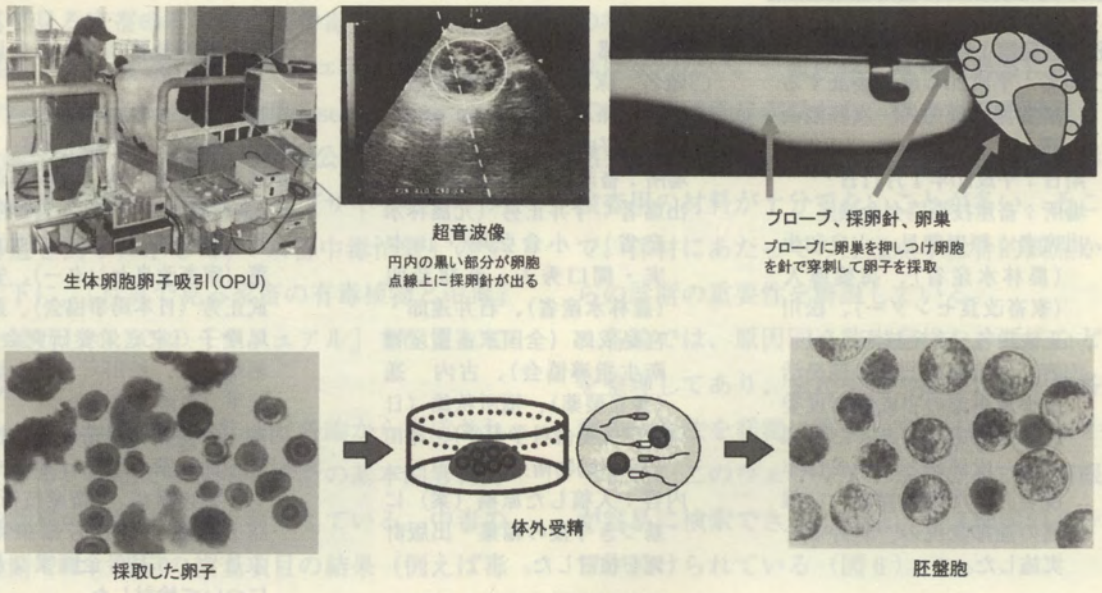


図１　OPU-IVF技術の概要

2．OPU技術の歴史

1987～88年に、CallsenらとPietersenら[1]は超音波診断装置を用い、ウシ生体の卵巣から卵子を採取するOPU技術を開発した。このときCallsenらは3.5MHzのプローブを用いて体表から、またPietersenらは5 MHzのプローブを用いて腟から、卵巣の超音波画像を見ながら卵胞に採卵針を誘導し、卵子を吸引して採取した。Pietersenらの方法はヒト卵子の吸引採取法をウシに応用したもので、のちに「経腟採卵」として日本に紹介された。そして、ウシ用の採卵器具および採卵技術が開発された。

1990年代の初頭、OPUは5 MHzプローブの超音波診断装置を用いて実施されていた。その後、7.5MHzプローブの超音波診断装置、走査線の増加したモニター、経腟用（コンベックス型）プローブが開発され、より鮮明な卵胞の画像が得られるようになった。これにより、OPUを用いて、小さな卵胞からも卵子の採取ができるようになった。現在では、10MHzのプローブが接続できる超音波診断装置も開発されている。

採卵針は、長さ600mm前後の針（長針）と長さ50～100mm前後の針（短針）に分けられる。著者が1997年に訪問したオランダとドイツでは、20Gのカテラン針装着プローブが用いられ、この器具がOPU用器具の最大の改良点とされていた。

一方、わが国でも短い採卵針の開発が試みられたが、やがて長針が用いられるようになった。採卵針は、形状あるいはフラッシング方式によって、one-wayとtwo-wayに分けられる。

現在では、針の切れ味と製造コスト面から、多くの技術者は家畜改良センターとミサワ医科工業が共同開発したOPU用採卵針（COVAニードル、ミサワ医科工業）を用いている。

この採卵針で卵子を吸引するときには90～120mmHgの吸引圧が適当であり、このときの流量は16～22ml/minである。吸引圧が低すぎると卵子の採取率が低下し、逆に高すぎると卵丘細胞が剥がれた裸化卵子が増加する。家畜改良センターでは、当初、OPUの実施時に採卵針の穴の向きをプローブに対して上向きにしていたが、現在は卵子採取率の良い下向きにしている。ただし、採卵針の穴を下向きにすると、卵胞に穿刺しにくいために、針先が卵巣表面を滑ることが多くなる。

卵胞穿刺は卵巣の超音波画像を見ながら実施する。卵胞は超音波診断装置のモニターに黒い画像として映し出される。卵巣の位置を動かして卵巣画像上の採卵針の先に近い卵胞、すなわち図2の1、2、3、4の卵胞を点線上に誘導して、採卵針の動きが最小限になるようにして、それらの卵胞を穿刺する。

遠くに位置する卵胞、すなわち、6、7、8、9の卵胞には、無理して穿刺しない。遠くにある卵胞は採卵針の穿刺部と卵胞の間に黄体や卵巣実質などがあり、卵巣内の採卵針の通過距離が長くなるので卵巣の保定ができず、卵胞穿刺が難しい。この場合は、卵巣を

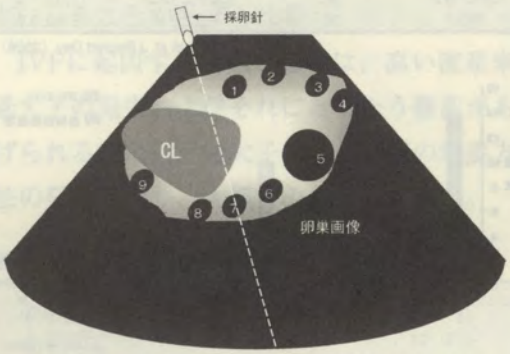


図2　超音波画像と卵胞穿刺の順序

180℃反転してプローブをあてると、モニター上に遠くに位置していた卵胞が採卵針の近くに映される。

OPUの普及の当初には、卵子が卵胞液と共に腹空内に流出しないように、卵巣に採卵針を深く刺して遠くの卵胞を穿刺していた。この方法は卵子の吸引が難しく効率も良くないので、現在は採卵針の先に卵胞を誘導し、針の動きを最小限にして卵胞穿刺する方法が推奨されている。

3．OPU-IVF技術の現状

1）OPU-IVFによる胚生産効率

OPUを10日以上の間隔を空けて行なったホルスタイン種の乾乳牛において、1995年に延べ40頭について行ない、1頭あたりの1回の採取卵子数が平均9.4±4.6個、胚盤胞の発生数が平均1.7±1.9個であった。しかし、2003年から2005年にOPUを行なった延べ60頭では、1頭あたりの1回の採取卵子数が平均36.7±18.3個、胚盤胞の発生数が平均11.8±7.6個（表1）で、1995年と比較すると、採取卵子数が3.9倍、胚盤胞の発生数が6.9倍となった。

また、2003年から2005年までの60頭についてみると、胚盤胞の発生率は平均41.6±18.4%であった。胚盤胞が発生しなかったのは1頭（1.7%）のみであり、56頭（93.3%）では3個以上の胚盤胞が発生した。しかし、胚盤胞の発生割合は供卵牛によって差があり、胚盤胞が3個以上発生する率は、16.2%（6/37）のウシから88%（22/25）のウシまであった。

同時期に実施した一般的な過剰排卵処理による採胚成績では、採取胚数が平均9.3±8.5個、正常胚数が平均6.4±6.3個であり、OPU-IVFの方が多くの胚を生産できた。

過剰排卵処理では、採取胚数が0～2個の個体が最も多く、採取胚数が多い個体が少ない傾向があった。一方、OPU-IVFで生産された胚の個数は9～11個をピークとしたほぼ正規分布となり、生産された胚の個数が少ない供卵牛の頭数は少なかった（図3）。

このことから、OPU-IVFによる胚生産技術は、多くの供卵牛に応用可能であることが明らかになった。

2）供卵牛として利用可能なウシ

家畜改良センターでは、繁殖が困難な雌牛を対象にOPU-IVFを実施している（表2）。卵子の採取は性成熟前の6ヵ月齢ないし9ヵ月齢から可能である。この場合、胚盤胞の発生率は成牛よりは低くなる。また、これらの胚盤胞を受胚牛に移植したところ高い受胎率（50%～76%）を記録し、実用化が十分に可能であると判断された。

過剰排卵処理に対して反応の悪い牛やリピートブリーダー牛についてOPU-IVFを実施

表1　家畜改良センターにおけるOPU-IVF成績

胚生産方法	OPU回数	採取卵子数／採取卵数	杯盤胞数／正常杯数
OPU-IVF	60	36.7±18.3	11.8±7.6
SOV	36	9.3±8.5	6.4±6.3

Imai et al, J Reprod Dev（2006）

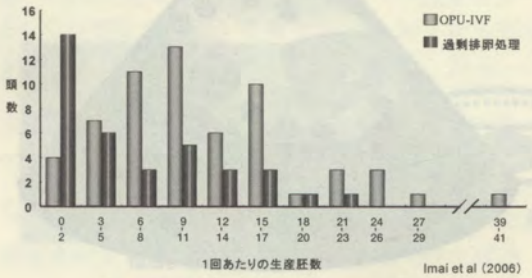


図3　生産胚数によるドナーの分布

表2　様々なドナー牛におけるOPU-IVF成績

ドナー牛	採取卵子数	胚盤胞数
若齢牛（6ヵ月齢）	32.5	5.0
（9ヵ月齢）	29.8	5.0
過剰排卵処理無反応牛	33.8	8.5
リピートブリーダー牛	29.4	6.4
妊娠牛（胎齢60-90日）	39.3	12.3

したところ、それぞれ平均8.5個および6.4個の胚盤胞が作製できた。そこで、OPU-IVFを用いることで繁殖困難な牛からIVF胚を作製し、受胚牛に移植することで後代を得られることが証明できた。

また、妊娠牛について、胎齢60～90日の間に7日間隔で4回のOPUを実施した（表2）。その結果、非妊娠期のウシと比較して、胚盤胞の生産効率は低下しなかった。このことから、少なくとも妊娠90日まではOPUができると考えられた。

3）供卵牛へのFSH投与

効率的なOPUを行なうために、供卵牛に対してFSH投与による前処置が行なわれる。FSH投与は若齢牛、妊娠牛および老齢牛のOPUの前処置として有効と報告されている。一方、FSH投与を反復すると卵胞数が減少し、無処置でOPUを実施したのと同等になるという報告もある。

一般的に、供卵牛へのFSH投与は無処置よりも、OPU-IVFによる胚盤胞の発生数が多くなると考えられている。これは、FSH投与に次の二つの利点があるためである。

一つは卵胞がFSHに反応して大きくなるので、吸引が容易になることである。採卵針での穿刺は、3～5mmの小卵胞よりも10mm前後の大卵胞のほうが、熟練した技術がなくても、容易に行なえる。

もう一つは卵胞の発育が進むことで卵子の品質が向上することである。6～8mmの卵胞から採取した卵子は、2～5mmの卵胞から採取した卵子よりも、胚盤胞への発生率が高いと報告されている。我々もFSHを漸減しながら投与した供卵牛から採取した卵子は胚盤胞へ高率（約70%）で発育することを確認している。

4）OPU-IVFにより作製した胚盤胞の受胎性

OPU-IVFにより作製した新鮮胚の移植では受胎率が75%であり、高い受胎性が示された（表3）。さらに、8細胞期に透明帯除去後にピペッティング操作でバラバラにした割球を二分した割球分離胚、あるいは性判別処理をした胚も十分な受胎性を有していた。

IVF胚は体内受精胚より受胎率が低いと考えられていたが、OPU-IVFで作製したIVF胚の受胎率は70%以上あり、体内受精胚と比較しても高い受胎性を有することが示された。

OPU-IVFで作成した胚の凍結保存後に融解したときの生存性は、融解後72時間における脱出胚盤胞の割合が74%であり、食肉処理場で処理されたウシの卵巣から採取した卵子を集合培養して得た胚盤胞の77%と差がなかった。これらの胚盤胞のガラス化保存時の生存率は100%近くなった。

今後、OPU-IVFによる胚の凍結保存後に融解して移植したときの受胎成績を検討する予定である。

5）OPU-IVFの課題と留意点

OPU-IVFを利用するときに、OPU とIVFそれぞれに起因する問題に留意する必要がある。OPUに起因する問題としては、連続してOPUの実施により採取される卵子数が減少すること、および供卵牛の発情周期が不規則になることがあげられる。

IVFに起因する問題としては、高い流産率、過大子の発生およびそれにともなう難産があげられる。最近、過大子の発生は胚の培養方法の発達により、大幅に改善されてきた。

表3　OPU-IVFで作成した胚盤胞の移植成績

移植胚	移植頭数	受胎頭数（%）
新鮮胚	24	18（75）
♀新鮮胚	21	12（57）
割球分離胚	21	16（76）
計	66	46（70）

さらに、細菌感染による子宮内膜炎や出血による卵巣癒着の可能性もあるが、これらの発生頻度は低いと考えている。

なお、OPU-IVFには、超音波診断装置、CO_2インキュベーターなどの高額機器が必要となる。

4．おわりに

OPU-IVFは条件さえそろえば、過剰排卵処理よりも、効率的に胚を作製できる。OPU-IVFは、過剰排卵処理をしたウシから胚を採取する場合と異なり、胚盤胞の発生までの全過程をコントロールできる。

今後、性判別精子のIVFへの応用や卵胞の発育制御が可能になれば、OPU-IVFの有効性はさらに高まると考えられる。

現状では、OPU-IVFは、ウシの育種改良や黒毛和種の増頭において、過剰排卵処理による採胚の補完的技術の意味合いが強い。しかし、近い将来には、OPU-IVFが過剰排卵処理による採胚と肩を並べるように、さらに技術開発を進めたいと考えている。

参考文献

1．Pieterse, M.C., et al.：Theriogenology, 30, 751-762（1988）

全国畜産関係者名簿
2007年度版
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・みずほ銀行本郷支店
普通No.504117
三菱東京UFJ銀行 本郷支店
当座No.112354
郵便振替・00110-6-176486

研究所だより

愛媛県畜産試験場

沖本　宏（おきもと　ひろし）
愛媛県畜産試験場 経営室

グラビアA頁

1　はじめに

愛媛県畜産試験場（以下：当場）は、昭和12年に県立種畜場南予分場として業務を開始しました。昭和17年に県立野村種畜場、32年に県立種畜場と改称、48年には現在の畜産試験場となり、昨年、創立70周年を迎えました。

当場が所在する西予市は、県西南部の中山間地に位置し、盆地特有の気候で、特に秋から冬にかけては深い霧に包まれることで有名です。また、県内で有数の畜産地帯でもあり、西予市だけで、県内畜産総生産額の約1/4を占めています。畜産は県内農業産出額の22.6%（平成16年度）を占め、果樹に次ぐ重要な基幹作目です。

2　組織・研究概要

現在の組織は、総務課、経営室および飼養技術室からなり、経営室には、企画経営班、飼料環境班および受精卵移植班、飼養技術室には酪農班、肉牛班および養豚班があります。職員は事務職３名、研究職18名、技能労務職７名、その他２名の計30名です。

現在の主な研究課題は、生産現場に密着した飼養管理や飼料生産技術等の確立、受精卵移植技術等を利用した家畜の改良、テーブルミートに適した愛媛銘柄豚の開発などです。

多様化する消費者ニーズに的確に対応できるように、低コスト・高品質生産、安全・安心な畜産物の生産に関する研究に取り組んでいます。

3　主な研究課題

1）県独自の新品種、新技術の開発

養豚班では、味や香りの優れた家庭向きの精肉専用の銘柄豚肉生産を目的として、国内では希少価値の中ヨークシャー種を基礎豚に、肉質・脂質が優れた新品種豚の開発に取り組んでいます。中ヨークシャー種は、繁殖能力と成長速度はやや劣りますが、従来の大型種と交配して、産子数や成長速度などを向上できました。今後は、銘柄豚用の専用飼料の開発をすすめ、２年以内を目処にして、愛媛独自の銘柄豚肉を消費者に提供する予定です。

肉牛班と受精卵移植班では、愛媛大学の遠藤教授が開発した「コムギ胚芽無細胞タンパク質合成系」を用いて、受胎率向上に有効な牛妊娠認識物質（インターフェロン・タウ（bIFNτ）の合成を研究しています。この合成技術の確立により、純度の高いbIFNτを得て、畜産生産現場での効果的な活用方法を探っていきます。

2）低コスト生産、生産性向上技術

飼料環境班では、TMRの保存性向上と自給飼料の利用促進を目的として、発酵TMRの調製と乳牛への給与試験に取り組んでいます。現在までに、乳量や乳成分、消化性などに発酵TMRによる悪い影響はみられていません。この発酵TMRは、従来保存が困難であった高水分の製造粕類からも、保存可能な飼料が調製できるため、食品副産物の利活用範囲が大幅に拡大することが期待されます。

3）食品加工副産物などの利用による地域循環型農業の確立

酪農班では、地域で排出される食品加工副産物を家畜飼料に利用するため、未利用の副産物の栄養成分を明らかにし、それぞれの副産物に適した調製方法と給与方法を検討しています。これまで、ミカンジュース粕、ショウユ粕、トウフ粕、ケールジュース粕などを検討しました。ケールジュース粕については、栄養成分や嗜好性がヘイキューブと同等の泌乳牛用飼料にするサイレージ調製技術を確立しました。現在、西予市内にあるケールジュース工場内に、サイレージ調製施設を設けて近隣の酪農家に販売しています。最近は、飼料価格が高騰しているために、酪農家からの購入希望が増加しています。

近年、問題となっている放棄竹林対策として、竹のペレット加工技術を有する県内のメーカーと共同で、竹類を乳牛用飼料にする技術の開発に取り組んでいます。竹単独では、乳牛用飼料としての栄養価が低いため、ショウユ粕やトウフ粕を添加して栄養価を向上させて、ヘイキューブの代替飼料にする技術を確立しました。この竹ペレット飼料に対しても、酪農家の関心は高く、数戸の農家で試験的給与を行なっています。

4　おわりに

今後も、普及組織や農業団体、農家との連携を強化して、現場ニーズに的確に対応した試験研究を推進していきます。当場が開発、あるいは改良した技術の普及指導体制を強化し、本県の畜産技術の開発拠点施設としての確固たる地位を築いていきます。

なお、当場に関心のある方は、ホームページ（URL：http：//www.pref.ehime.jp/chikusan/index.htm）に、ぜひアクセスしてみてください。

今月の表紙

東北タイのチャヤプーン郊外の農村部で見かけた少年が水牛を追っている風景。この地方では、朝、水牛を稲刈り後の稲田などの放牧地に追って行き、自由に採食させる。そして、夕方には自宅周辺の水牛小屋に連れ戻してくる。

（（社）畜産技術協会　西村　博）

連載1

動物用電子タグとその応用

(4)動物用電子タグのISO規格

中村　雄有（なかむら　かつなり）　（社）畜産技術協会

1．はじめに

本連載の（2）「電子タグの動作原理」と(3)「電子タグの種類と電波法」では、すべての電子タグに共通する基本的な事柄を述べたが、今回からは動物用電子タグに係わる事柄を述べる。その最初として、ISO（国際標準化機構）で制定されている動物用電子タグに係わる国際規格について述べる。

2．動物電子タグに関する国際規格の成立

1980年代後半になって、ヨーロッパを中心に自動車の組立ラインなどにおいて、電子タグの利用が活発になった。畜産においても、電子タグは烙印や入れ墨に代わる識別方法として、また人間を介さないで自動的に家畜を認識する手段として使用されていたが、国際的な共通的規格がなく、各メーカーの独自規格で製作されていた。そこで、国際的な共通規格を作成することを目的に、ISOの農業用機械専門委員会（TC23）の分科委員会である農業用電子機器分科委員会（SC19）の中に、畜産用電子タグに関する規格原案作成グループとして個体識別グループ（WG３）が編成され、第１回会議が1991年９月にオランダで開催された。わが国は1992年９月のイギリスにおける第５回会議ではオブザーバとして、また1993年１月のアメリカでの第６回会議では正式メンバーとして参加している。

電子タグのコード体系を規定するISO11784は1991年９月のオランダの第２回のWG３会議で原案が作成され、1994年５月に第一版が発行された。

電子タグの通信のプロトコルなどを定める技術要件のISO11785の作成については、すでに独自仕様で電子タグの市場を確立しているメーカーやペットに利用している団体などの利害が絡み、統一規格制定への調整作業が難航した。また、委員会の発足当時は、牛や山羊などの家畜を対象とした規格の作成作業が行なわれていたが、すでに欧米においては国際間の流通の盛んな犬や猫などのペット、動物園動物および希少動物も対象に加えるべきであるとの意見が出された。ペットなどの自動識別は、目的もシステムの仕様も家畜対象のものと異なるので、同一規格にするべきではないという意見もあったが、1993年９月のイギリスにおける第８回WG３で投票の結果、家畜、ペット、動物園動物などを含めたすべての動物を対象とすることが決まった。ISO11785の原案は1996年１月のスイスにおける第13回のWG３で承認され、1996年10月に第１版の発行に至った。

ISO11784の第１版が畜産を対象としたものであったので、すべての動物を対象としたものに改定し、1996年１月に第２版として発行された。

3．電子タグのコード体系の規格

動物用電子タグのコード体系の規格として下記の規格が制定されている。

・ISO 11784動物用電子識別―コード体系（1996-08-15）
（Radio-frequency Identification of Animals-Code structure）

・ISO 11784動物用電子識別―コード体系修正1（2004-11-15）
（Radio-frequency Identification of Animals-Code structure amendment 1）

この規格では、動物の識別コードの構造と情報内容を規定している。電子タグの中に記憶される情報量の合計を64ビットとし、その個体識別番号が世界で一つの存在であるという唯一性を保証することができる体系となっている。ビット番号27～64の国内識別コード（National ID Code）は各国に責任において使用方法を決めることになっている。また、ビット番号17～26の国コード（Country Code）には、ISO 3166で決められているコードを使う。日本は「392」である。但し、国内識別コードの体系が確立されていない場合は、国コードの位置に製造者コードを入れることになっている。製造者コードはICAR（国際動物登録協会）による審査に合格した電子タグのメーカーに与えられるものである。日本では富士平工業株式会社に「973」の製造者コードが与えられている。

<ISO11784 コード体系/修正1>

ビット番号	1	2～4	5～9	10～15	16	17～26	27～64
組合せ数	2	8	32	64	2	1024	274,877,906,944
内容	Application bit	Retag counter	Use information field	Reserved field	Extra data block	Country code	National ID code

<日本の National ID Code 体系>

Country Code	National ID Code	
	動物コード	個体識別番号
392	(2桁)	(10桁)

392：日本　10:牛，11：馬，14：ペット

図1　ISO 11784のコード体系と日本の国内識別コード体系

2004年にISO11784の修正1が決められ、電子タグが脱落したときなどに再発行する場合のビット番号2～4のRetag counter、および動物に対する情報を入れるビット番号5～9のUser information field が予備フィールドから割り当てられた。

わが国の国内識別コードでは、12桁の内の2桁を動物コードに割り当てている。現在、牛、馬、ペットの動物コードが決められている。図1にISO11784のコード体系と日本の国内識別コードを示す。

4．電子タグの通信に関する技術の規格

動物用電子タグの通信に関する規格として下記の規格がある。

・ISO 11785動物用電子識別―技術要件（1996-10-15）
（Radio-frequency Identification of Animals-Technical Concept）

ここでは電子タグを起動する方法およびタグに記憶された情報をリーダに伝送する方法を規定している。電子タグとリーダとの通信方式として、FDX（全二重通信）とHDX（半二重通信）が適用され、それぞれの方式に対する起動周波数、変調方式、応答周波数、誤り検出方法などの交信の共通化に必要な内容が規定されている。リーダはFDXとHDXの両方の通信方式の電子タグと交信できることが必要とされている。

この規格で適用されている通信方式のFDXは、起動期間中のタグからリーダに情報が伝送され、HDXは休止中のタグからリーダに情報が伝送されるものである。図2にFDXとHDXの通信タイムチャートを示す。

また、この規格が発行された時点で、すで

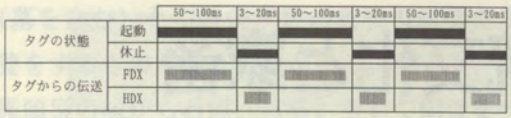


図２　FDXとHDXの通信タイムチャート

表　ISO11785の要約

	FDXシステム	HDXシステム
起動周波数	134.2kHz	134.2kHz
変調方式	AM-PSK	FSK
応答周波数	129.0kHz to 133.2kHz	124.2kHz
	135.2kHz to 139.4kHz	134.2kHz
誤り検出	CRC	CRC
伝送ビット数	128ビット	112ビット
情報ビット数	64ビット	64ビット
備考	規格成立後、2年間だけ使用を認められているFDX-Aと区別して、FDX-Bとも呼ばれる。	

FDX：全二重通信方式 HDX：半二重通信方式
AM：振幅変調、FSK：周波数シフトキーイング、PSK：位相シフトキーイング
CRC：巡回冗長検査

に使用されていた電子タグがこの規格へ円滑に移行できるように、付属文書Aに、要件を満たす電子タグはこの規格成立後２年間は使用できるという措置がとられている。これらのタグはFDX-Aと呼ばれている。表にISO11785の要約を示す。

この規格に準拠する電子タグシステムは他の電子タグシステムと比較して下記のような特徴を持つ。

1）64ビットの情報のリードオンリー型である。

2）134.2kHz帯を使用しているので、通信距離は長くはないが、通信可能な領域が広く、タグの姿勢による影響も少ない。また、情報の通過性にも優れ、タグを動物の体内に埋め込んでも異常なく通信が可能である。

	動物コード		個体識別番号									
（十進の桁番号）	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
（下限）	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	～											
牛	1	0	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
馬	1	1	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	～											
ペット	1	4	ディーラコード		*	*	*	*	*	*	*	*
	～											
（上限）	2	7	4	8	7	7	9	0	6	9	4	4

図３　ISO11784に基づく日本の国内識別コード体系

5．日本における国内識別コード

ISO11784で各国の責任で定めることが要求されている国内識別コードについては、わが国では平成17年６月に設立された「ISO規格動物用電子タグ協議会」において明確にされた。

図１に示すように、12桁の国内識別コードの内のはじめの２桁を「動物コード」とし、ペット用としては従来から運用されていた「14」が確認され、牛、馬に対してはそれぞれ「10」と「11」が決められた。なお、ペット用については、個体識別番号のはじめの２桁がディーラコードとして各ディーラに与えられている。図３に現在までに決められている日本の国内識別コード体系を示す。

なお、現在、わが国のすべての牛に装着されているバーコード付き耳標には、チェックデジット（検査数字）を含む10桁の個体識別番号が印字されているが、これはそのまま電子タグのコードとして使用できるように決められている。

連載2

日本の伝統文化と家畜

(12) 日本の動物園にみられる動物慰霊碑

正田　陽一（しょうだ　よういち）　人と動物の関係学会顧問

1．はじめに

「第11回人と動物の関係に関する国際学会」(IAHAIO 2007 Tokyo) のワークショップにおいて、ペンシルバニア大学のサーペル (James A. Serpell) 教授は日本人と欧米人の動物に対する態度が対照的に異なっている例として、①鯨食の問題、②伴侶動物の安楽死の是非、③動物のメモリアルの存在の三つを取り上げて講演された。

クジラを食用に供する日本の食文化は、動物性蛋白を主として魚に求めていた日本人は海産物の一種としてクジラを食べることに何の抵抗も感じないが、クジラ（特にイルカ）が怜悧な哺乳動物であり、人間の友人であると意識する欧米人には許しがたい暴挙とうつるのは容易に理解できる。

動物の安楽死については、人間とその他の動物の間に厳然と一線を画すキリスト教の信者は、飼えなくなったペットを安楽死させることに躊躇しないし、苦しい生活を強いるよりもその方が慈悲だと考える。

一方、日本人は仏教の輪廻の思想から、動物たちとの間を連続したものととらえて、その生命を奪うことができないで、動物を遺棄することを選んでしまう。南極越冬隊員が連れ帰ることができずに、残した橇犬のタロウとジロウの例もこの一つだ。日本人の間では、厳しい極地の冬を生き抜いた犬たちを称賛する声が大部分であるが、欧米の人たちの受け止め方は異なっていて当然であろう。安楽死させるべきであったという意見が主流であり、持ち込まれた外来生物としてのイヌが南極の自然生態系に与える影響を問題視する人もいるに違いない。

「動物のメモリアルの存在について」については、日本の動物園の特色の一つである動物慰霊碑の存在と慰霊祭について述べることにするが、その前に広く一般の動物塚について触れておきたい。

2．日本の動物塚

依田賢太郎氏は、著書「ペット埋葬の源流・動物塚－どうぶつのお墓をなぜ作るのか」(社会評論社2007) において、自身の調査した日本各地の155例の動物塚を①神仏の祭地、②人間への教訓、③忠節への報恩、④使役への報恩、⑤犠牲動物の供養・慰霊、⑥食用動物への供養慰霊、⑦伝説、⑧平和運動などのモニュメント、⑨ペットの供養・慰霊、⑩その他、と建立の趣旨によって分類し、写真を添えて説明している。

日本人の心には、古来のトーテミズムに仏教の輪廻の思想や殺生戒、神道の鎮魂、儒教の祖霊信仰などが複雑に入り交じった独特な動物観が形成され、他国ではあまり類をみない沢山の動物塚が建立されることになった。

動物塚には、特定の動物個体を葬ったもの

(墓を含む) と不特定多数の動物の慰霊や供養をするものとの2種類がある。形式も、土饅頭型の塚から石碑、石塔、そして銅像まで様々である。対象となる動物も、家畜、野生動物を問わず、分類学的にも、哺乳類から無脊椎動物にいたるまで多様を極める。

建立の趣旨についても前述のようにいろいろあるが、依田氏は俳句、詩歌、小説に登場する動物に関するものを⑩その他のところにまとめておられる（例えば、立石寺のせみ塚、漱石公園の猫塚など)。これらは、文学碑のジャンルに入れるべきもので、動物碑とは若干性格が異なるように思われる。一般にせみ塚、猫塚と呼ばれているとすれば、二次的に動物塚的な存在になったと考えても良いかもしれない。

後者の猫塚は、漱石の没後に遺族が飼っていた猫や小鳥を供養するために建てたものだそうだから、「我が輩は猫である」の文学碑というよりはペットの慰霊碑である。

私の冬期のバードウオッチングのスポットである上野公園の弁天島には、十指にあまる石碑や石塔が立っている。そのなかには、四基の動物塚、すなわち鳥塚（東京食鳥鶏卵商業協同組合、昭和44 (1969) 年)、魚塚（東京魚商業協同組合、昭和51 (1976) 年)、ふぐ供養塔（ふぐ料理連盟、昭和40 (1965) 年)、スッポン感謝之塔（村上友次郎、昭和42 (1967) 年）がある。

私が関わった動物塚のうち、依田氏の著書に漏れているものが二つある。一つは茨城県の東京大学付属牧場にある畜魂碑であり、もう一つは九段の靖国神社境内にある鳩魂塔である。付属牧場の畜魂碑は、牧場の正門を入ってすぐ左手の樹間にある自然石の石碑で、昭和56 (1981) 年12月の建立である。自然石の表に、「動物慰霊の碑」の6文字が刻まれている。

鳩魂塔は、任務中に猛禽や銃弾に倒れた伝書鳩の霊を慰めるために、昭和4 (1929) 年3月24日に、東京市中野区（当時）の陸軍通信学校の前庭に建立されたものである。学校の移転にあたって、その管理が東京市に移管されて上野動物園に移動したが、戦争中に破損してしまったので、昭和56 (1981) 年9月に小林小左衛門氏が上野動物園の古賀忠道園長（当時）と鳩魂塔奉賛会を設立し、基金350万円を集めて復元・再建したもので、現在は靖国神社に移転している。

私は、中学から高校にかけて通学していた学習院で、伝書鳩部に所属していた。鳩舎は目白の高台に建つ校内の一角にあり、昭和17 (1942) 年4月18日の昼間の米軍艦載機による東京初空襲を、この場所で、鳩舎の掃除をしながら体験した。伝書鳩とのこんな縁から、私は、古賀先生の没後数年間、鳩魂塔奉賛会の会長を務めさせていただいた。毎年9月15日に塔の前で、神職を招いて、盛大な慰霊祭が行なわれた。現在も継続しているはずである。

3．日本の動物園の慰霊碑

日本の動物園や水族館の一つの特徴として、死んだ展示動物を弔う慰霊碑があることは、従来から、多くの人によって指摘されてきた。

数年前、日本へ留学中だったイアン・ミラー氏（Ian Miller：現アリゾナ大学准教授）と上野動物園を歩いていて、慰霊祭に出会ったことがあった。花で飾られた慰霊碑の前に、多数の来園者が献花のための長い行列を作っている様子に、氏はたいへん驚かれて「欧米の動物園で、このような光景に出会ったことは一度もない。日本の動物園では、どこでもこのような行事を行なっているのか？」と質

問された。

上野動物園の慰霊碑は、象舎の前の藤堂家の墓地に隣接して建てられている。磨き上げられた黒御影石の表に、古賀忠道元園長の揮毫で「動物よ安らかに」の文字が刻まれ、上部に1羽のフクロウと飾り結びのリボンのブロンズ象が乗っている。リボンは動物に対する愛情と弔意を表しており、フクロウは動物たちの御霊を見守る象徴である。

毎年、秋の動物愛護週間の1日に慰霊碑の前に、折り紙の千羽鶴が飾られ、祭壇が作られて慰霊祭が行なわれる。この1年間の間に死んだ主な動物たちの遺影が碑の背後に並べられて、園長はじめ職員や飼育動物の代表(おとなしいラマやロバ)、来園者の献花の行列が続く(写真1)。

慰霊碑は昭和6(1931)年に、現在のシロテテナガザル舎の位置に作られた碑(写真2)が、昭和50(1975)年の園内大改装の際に、現在地に移されたものである(写真3)。

広島市安佐動物公園の大丸秀士氏は、平成14(2002)年に日本動物園水族館協会加盟の168園館を対象に「動物慰霊や動物愛護のモニュメントについてのアンケート調査」を行なっている。

その結果を見ると、回答のあった118園館(70.2%)の中で慰霊碑を設置している園館は61ヵ所(51.7%)で半数を超えていた。動物園と水族館に分けると、動物園では69.6%に慰霊碑があるのに対して、水族館は26.5%であり、設置率が低かった。

設置してない園館の中では、理由として「公立の施設であるため、宗教色のある設置は問題がある」としている所が2ヵ所あった。また、同じ理由でわざわざ園域外に設置している園館もあった。

しかし、上野動物園を始めとして、慰霊碑を設置している園館は、どこでも宗教色は排除しているし、慰霊祭も決して宗教的な行事として行なっているわけではない。ただし、前章で述べた鳩魂塔で行なわれる慰霊祭は神職の手で執り行なわれ、「降神の儀」に始まり、「帰神の儀」で終わる神式の行事である。これは設置場所が靖国神社の境内であることから当然のことであろう。

写真1　上野動物園の慰霊祭の動物代表・ラマの拝礼

写真2　昭和6年に建立された上野動物園の動物慰霊碑

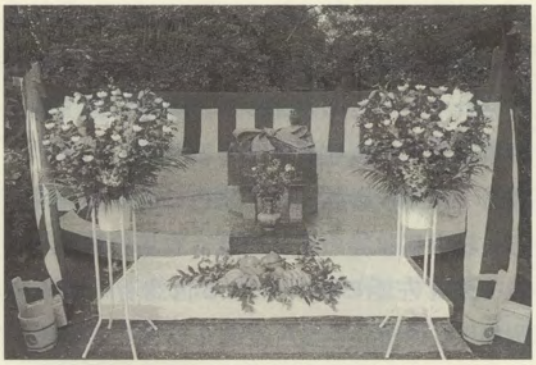


写真3　現在の上野動物園の動物慰霊碑

そもそも日本人—私を含めてごく一般的な日本人—は、クリスマスにはジングルベルを歌って聖夜を祝い、大晦日にはテレビで放映される全国の寺社の除夜の鐘を聞きながら来る年を迎え、年が明ければ神社に初詣して破魔矢をいただくという生活を、何の矛盾を感ずることなく送っている。宗教に無関心というか、無節操というか、あるいは寛容というべきか、こんな国民性が世界に類を見ない動物塚大国（ツカツクリ文化？）になったことの根底にあるのかもしれない。

上野動物園の慰霊祭が春秋の彼岸のような宗教との関わりを感じさせる日を避けて、動物愛護週間の一日に開かれているのも、宗教色排除の意志の表れの一つであろう。

大丸氏の調査報告にも、慰霊碑が設置してある園館の配慮が様々述べられており、なかには、「慰霊碑」の言葉も霊の存在を認める宗教的な言葉だから、「記念碑」の方が相応しいとする意見もあった。

慰霊祭は回答のあった118園館中58園館（49.2%）で、ほぼ半数で実施されていた。動物園と水族館に分けて比較すると、動物園では、66.7%、水族館では24.5%であり、動物園の方が高かった。これは慰霊碑設置率と同じ傾向であるということができる。

慰霊祭の目的は、死んだ飼育動物の慰霊や追悼のためが中心であり、動物への感謝や愛護思想の啓発を加えている所も多い。

献花、黙禱など特定宗教との関わりのない内容の式典が多いが、なかには、拍手、拝礼の神式や読経、焼香など仏式で行なわれる場合もあるようだ。

4．おわりに

大丸氏のアンケート調査では、現存する慰霊碑のうち、最古のものは豊橋総合動植物公園に、昭和12（1937）年6月に設置されたもので、次いで徳山市立動物園（昭和14（1939）年11月設置）となっているが、前述の上野動物園では、これより前の昭和6（1931）年11月に建立されている。この年は上野動物園の開園50周年に当たっており、大丸氏の報告ではその記念行事として計画されたものと記録されている。

そのことは事実に違いないのだが、私には昭和6年という年は上野動物園のサル山ができた年としての意識が強い。上野動物園の昭和初期の大改造計画は、昭和2（1927）年のホッキョクグマ舎（日本で最初の無柵放養式展示）、昭和3（1928）年のアシカ池にはじまり、サル山でほぼ完了する。

日本の動物園の一大特色である展示動物の慰霊碑の建立は、この大改造計画（朝日新聞で一般に報告されたのが、昭和2（1927）年3月31日で、奇しくも私の誕生日である）の完工の記念のように思われてならない。

国内情報 1

向井　文雄
（むかい　ふみお）
神戸大学大学院農学研究科

第9回全国和牛能力共進会肉牛の部にみる和牛改良

1．はじめに

第９回全国和牛能力共進会の最終審査が、平成19年10月11日から14日にかけて、和牛の登録審査のルーツともいえる鳥取県において、地元関係者や出品道府県の和牛関係者だけではなく、多数の一般参観者を迎えて盛会に行なわれた。今日のように、食の安全・安心に厳しい目が向けられる時機には、和牛の育種改良だけではなく、わが国の肉牛生産の現状を多くの方々に知っていただく好機となった。

今次の全国和牛能力共進会（全共）は、地域の基盤を作ってきた系統を再構築すべく**「和牛再発見！－地域で築こう和牛の未来－」**をメインテーマに掲げ、従来にはない第４区系統雌牛群が導入されるなど、和牛の持続的生産のために、遺伝的多様性の維持拡大を産地から盛り上げた祭典となった。

2．全共における肉牛の部の変遷

「和牛は肉用牛たりうるか」というセンセーショナルなテーマで、第１回全共が1966年に岡山において開催された。以来、肉牛の部として、全出品牛の枝肉の同時比較審査が採用されたのは、1987年に開催された第５回島根全共の第13区去勢肥育牛にさかのぼる。

その後、

第６回大分全共　**「めざそう国際競争に打ち勝つ和牛生産」**

第７回岩手全共　**「育種価とファイトで伸ばそう和牛生産」**

第８回岐阜全共　**「若い力と育種価で早めよう和牛改良、伸ばそう生産」**

と回を重ねて、今回の第９回鳥取全共にいたった。

これまで掲げられてきた開催テーマは、和牛の育種改良と肉牛生産の変遷を色濃く反映している。第５回全共は、牛枝肉取引規格の改正を翌年にひかえ、全国一律の肉質肉量の２元評価による枝肉格付の有用性を確認する最初の場となり、以後、全共は枝肉形質の改良の出発点となる重要な全共となった。

1991年には、牛肉輸入が自由化され、輸入牛肉との差別化のために一層の肉質の改良が急務となり、生産現場で蓄積される枝肉情報を用いたアニマルモデルBLUP法による育種価評価事業が開始された。そして、1992年の第６回大分全共では、現場後代検定の可能性を検証する場として、去勢肥育牛の部が設定された。

その後、育種価評価の全国的な展開をうけて第７回岩手全共では、初めて枝肉形質の育種価が出品条件に取り入れられた育種価全共として記憶に新しい。

21世紀最初の第８回岐阜全共では、改良上

重要な世代交代を促進し、さらに和牛の総合能力の改良を図るために、枝肉形質に加え、分娩間隔の育種価や種雄牛の年齢に厳しい制限が課せられた。

このように、区の出品条件の設定も、時代の要請を先取りした意欲的なものへと見直されてきた。5年を区切って、全国の生産現場での育種改良の推進や生産技術の普及を図り、その成果を全共の場で競い、全和牛集団の向上につなげることが、壮大なエネルギーを投下して開催される全共の意義といえる。

今回の第9回鳥取全共の肉牛の部では、和牛の能力を再認識すべく、前回から導入された産肉能力と繁殖能力の育種価条件を課した総合評価群（第7区）、種雄牛の早期造成をねらった若雄後代検定牛群（第8区）が設定された。また、肉質の評価を脂肪交雑だけではなく、脂肪酸組成や脂肪の融点などの科学のメスを取り入れるべく、第9区去勢肥育牛が復活した。この3区は独立したものではなく、**「早期にかつ計画的に種雄牛造成が可能か」**、**「早期に造成された種雄牛は枝肉形質だけではなく優れた種牛性を備えているか」**、さらには**「食味性の優れた牛肉へのさらなる育種改良」**へのステップが、それぞれの区の出品条件に反映されたものとして、成績を眺めてみる必要がある。

3．歴代全共の成績比較

第6回全共以降の肉牛の部における枝肉成績を表1に示した。参考のために、平成18年に全国で取り引きされた黒毛和種去勢牛の格付成績を併記した。

と畜月齢は23.4ヵ月程度と第8回全共と変化はないが、枝肉重量とロース芯面積は顕著に増加し、バラの厚さを含む肉量面での向上が認められた。脂肪交雑に関しても、対応する区の比較では、いずれも増加している。さらに、3区ともに、昨年度に一般出荷された黒毛和種去勢牛の格付結果と比較しても、月齢の差を反映した枝肉重量を除き、全く遜色はない。

全国に比べ、6ヵ月若齢牛の肉質については、種々の議論があるところである。事実、熟度の不十分な枝肉が散見されたが、これは全国の枝肉市場においてもよく見かける現象である。素牛の導入時期を考慮した肥育技術の改善により、十分に対応できた出品も多数認められた。図に、肉質のなかでも重要視される肉のしまり・きめ、肉の色沢などを加味した肉質等級の分布を示した。4～5等級ともに、平成18年に一般出荷された黒毛和種去勢牛の格付成績を大きく上回っている。通常、熟度の不足により肉のしまり・きめや色沢が

表1　全共における枝肉形質の推移

項　目	第6回 (1992) 去勢肥育牛	第7回 (1997) 父系去勢肥育牛群	第8回 (2002) 総合評価群 (8区)	第8回 (2002) 後代検定牛群 (9区)	第8回 (2002) 父系肥育牛群 (10区)	第9回 (2007) 総合評価群 (7区)	第9回 (2007) 後代検定牛群 (8区)	第9回 (2007) 去勢肥育牛 (9区)	全国*
頭　数	123	150	36	51	99	42	63	76	—
と畜月齢（月）	23.7	23.5	23.4	23.4	23.4	23.4	23.3	23.4	29.8
枝肉重量（kg）	429.0	418.6	419.3	409.5	411.8	440.2	429.0	435.4	457.2
ロース芯面積（cm²）	47.6	51.5	52.4	50.4	52.1	53.1	53.0	55.4	53.9
バラの厚さ(cm)	6.8	7.5	7.2	7.2	6.9	7.3	7.3	7.5	7.6
皮下脂肪厚(cm)	2.8	2.2	2.3	2.2	2.4	2.1	2.2	2.3	2.4
歩留基準値	72.3	73.9	73.7	73.7	73.5	73.8	73.9	74.1	73.6
脂肪交雑基準値	1.71	2.03	1.77	1.69	1.82	2.14	1.81	1.96	1.48
(BMS No.)	(6.1)	(7.1)	(6.3)	(6.1)	(6.5)	(7.2)	(6.5)	(6.9)	(5.4)

* 平成18年における日本食肉格付協会公表のデータ

劣ることから、脂肪交雑の等級よりも、肉質等級が下がる格落ちが20%に上るといわれている。今回は、これが11%に止まり、5等級から4等級へは3頭と少数であった。単に脂肪交雑程度の上昇だけではなく、24ヵ月未満の枝肉でも総合的な肉質が向上しており、肥育技術の改善の成果がうかがえる。

第9区は、すでに能力の判明した基幹種雄牛の産子の単品出品であり、3区のなかでは最も優れた成績が期待された。しかしながら、枝肉重量および脂肪交雑ともに第7区が上回り、育種組合のある産地、特に雌牛集団のレベルの高さを反映しているようであった。さらに、第8区についても、4歳から7歳までの若い種雄牛の能力を判定する後代検定区であるにもかかわらず、第9区に匹敵する成績を示したことは、全国の和牛集団の能力水準の着実な向上をうかがわせる。

前回との比較では、5年間の差異なので、わずかな向上にしか見えないかもしれないが、第6回と第9回の去勢肥育牛を比較すれば、1世代経過した成果がたどれる。さらに、37年前、牛の世代にして3世代前の理想肥育牛の能力と比較してみよう。

1970年に、鹿児島で開催された第2回全共において、肉牛の部の理想肥育類として生体での予選を勝ち抜き、鹿児島会場に出品された15頭の去勢牛の枝肉成績と比較してみる。

と畜月齢は25.2ヵ月と類似し、枝肉重量が415.9kg、ロース芯面積は41.8cm²と記録されている。なお、ロース芯面積は現在の切開部位である第6～7胸椎間ではなく、第7～8胸椎での測定値であり、当然、後躯へ移行するほどロース芯面積は大きくなる。それにもかかわらず10cm²以上大きくなっている。脂肪交雑基準値は3.2と記載されているが、評価法が異なるため注意が必要であるが、現在の検定場における間接検定の脂肪交雑基準値の平均が3.6弱であることを考えれば、肉量肉質の進歩の跡は歴然としている。この改良量は、世界中の家畜・家禽の育種改良の成果と比較して勝るとも劣ることはない。

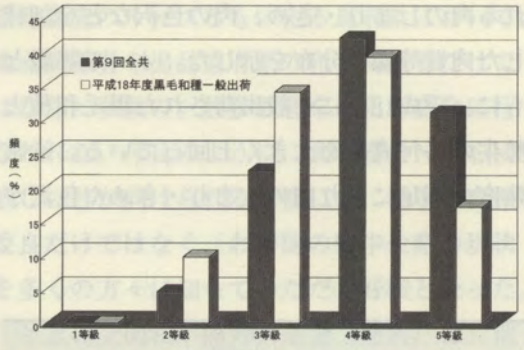


図　肉牛の部および一般出荷された黒毛和種去勢牛の肉質等級の分布

4．育種価の判明率

育種価評価体制の整備の進展が肉牛の部での育種価判明率にどのように反映しているかを見てみる。

表2には、育種価の判明状態、すなわち両親ともに推定育種価が判明、父は推定育種価・母は（和牛関係者の間で使用されている）期待育種価、母は推定育種価・父は期待育種価、両親とも期待育種価、両親とも不明、の

表2　予測育種価判明率（%）

区　分	両親の推定育種価判明	父は推定育種価・母は期待育種価	母は推定育種価・父は期待育種価	両親とも期待育種価	両親とも不明
第7区（総合評価群：42頭）	69.0	23.8	4.8	2.4	0.0
第8区（若雄後代検定牛：63頭）	23.8	12.7	36.5	11.1	15.9
第9区（去勢肥育牛：74頭）	48.6	17.6	9.5	2.7	21.6
全　体（179頭）	44.7	17.3	17.9	5.6	14.5

5種類に分類して区ごとの判明率を示した。なお、以後は両親が不明な場合を除いて、いずれの場合にも出品牛の予測育種価ということにする。

出品区ごとに判明状態とその率が異なっており、区の設定の趣旨を反映した差異であると理解できる。総合評価群は、各産地の総合力を評価する区であり、およそ70%の出品牛の両親がすでに育種価評価済みであるので、総ての出品牛の予測育種価が判明している。

次いで、第9区では、約50%の両親が育種価評価を受けている一方で、22%程度の両親の育種価が不明となっている。肥育が中心の産地からの出品牛が多数含まれていることから当然の結果といえる。

第8区については、母の推定育種価が判明し、父は期待育種価あるいは推定育種価という分類が多くなっている。若い雄牛の造成を目指した後代検定区であれば、このような分布になることは、産地の種牛の年齢構成から納得できる。

育種価をテーマに掲げた第7回全共では期待育種価の判明率が45%、第8回全共ではおおよそ80%、今回は、正確度はともかくとして、予測育種価を持つ出品牛が85%程度に達している。これから、育種価評価事業の着実な進展がうかがわれ、枝肉形質の育種価判明率が平衡状態に近づきつつある。

5．予測育種価から推定した枝肉形質

先の判明率は枝肉になった個体の予測育種価であるが、種牛候補の選定の場面に置き換えて考えてみよう。予測育種価の選抜指標としての重要な役割は、誕生から最終選抜までの多岐にわたる選抜段階の初期に、すなわち直接検定候補牛の選定や雌牛の更新時に優れた個体が確実に保留できる指標であり、生産された子牛の予測育種価から将来の能力がどのように推定できるかである。

全国和牛登録協会では、登録証書に枝肉形質の推定育種価が集団中でどの位の順位にあるのかを示す目安として、A、B、Cの指標を表示している。かりに、枝肉形質の予測育種価が集団のAおよびB区分以上の個体を種牛候補として選定した場合、それらの個体の産肉能力はどのようになっているのであろうか。表3に、予測育種価が判明した出品牛141頭を上位1/4以上（A）、1/4未満平均以上（B）、平均未満（C）の3段階に区分し、実際の枝肉形質の平均値を比較した。

脂肪交雑基準値を例にとれば、A：2.39[a]、B：2.05[ab]、C：1.78[b]と、BMS No.にすれば、それぞれ1ランクの差がある。予測育種価の高い個体が、枝肉になれば、現実に優れた脂肪交雑を示している。厳密には、A区分とB区分は肩文字に'a'を、B区分とC区分は'b'を共有していることから、それぞれ高度な有意差はないと理解していただきたい。

他の形質についても、A区分の個体がいずれも優れた産肉能力を有していることがわかる。さらに、A区分を上位10%のように厳しく設定すると、すべての形質でA区分が統計的にも最も優れたグループとなった。

表3　予測育種価の大きさにより3段階に区分した枝肉実測値の平均値

能力区分表示	枝肉重量 (kg)	ロース芯面積 (cm^2)	バラの厚さ (cm)	皮下脂肪厚 (cm)	歩留基準値	脂肪交雑基準値
A（36頭）	452[a]	56.6[a]	7.7[a]	1.9[a]	74.7[a]	2.39[a]
B（35頭）	445[a]	53.4[ab]	7.5[a]	2.3[b]	73.8[b]	2.05[ab]
C（70頭）	416[b]	52.6[b]	7.1[b]	2.4[b]	73.7[b]	1.78[b]

異なる肩文字をもつ平均値間に高度な有意差あり

以上のように、予測育種価は目的とする能力が発現する前、極論すれば授精した段階で、将来の能力をかなりの確度でランク付けできる指標であることがわかる。このような選抜の物差しがいずれの産地においても整備され、種牛の選抜あるいは肥育素牛選定の強力な武器として機能し、歴代全共の産肉能力の上昇の原動力となっていることは間違いない。

6．世代間隔の短縮

改良速度は、一定期間に繁殖集団の世代がどれだけ交代できるかによって決まり、世代間隔の短縮が重要な要素となる。第8回全共では、世代交代の促進がメインテーマとして掲げられたが、その取り組みが、その後の産地の育種活動に定着しているかを見る重要なバロメータでもある。

表4には、父および母から出品牛への世代間隔と全共開催時の種雄牛の年齢を示した。出品時の種雄牛の年齢制限は、第7区が10歳、第8区が8歳、第9区が12歳以下である。いずれの区でも、2歳程度若くなっており、「若い力・・・」をテーマとした第8回全共よりも若齢化が進み、両親から出品牛への世代間隔が半年近く短縮されている。

現在、全国の和牛集団の世代間隔は10年程度である。遺伝子の伝達経路のなかでも父牛から息牛への経路が12～13年と最も長く、この短縮が改良速度を高めるために重要であり、第8区の若雄牛後代検定牛が設定されている所以である。

今回の第9回全共における第8区の父牛から出品牛への間隔は3.3年となっているが、これはあくまで産子が肥育牛の場合であり、「種雄牛として選抜―計画交配―種牛候補の誕生」という過程を経れば、おおむね6年となる。

このような理想的な過程を経ているのが第7区であり、その6.2年は今後の目標となる数値であろう。このような実績を積み重ね、和牛集団の世代間隔は7～8年という時代がくることを期待したい。

7．おわりに

第3回の宮崎全共以降、全共は、定期的に5年という年限を切り、時代時代における和牛の現状と展望を見据えた課題を設定し、それを開催テーマとして取り組むべき目標を出品区として具体化し、出品条件を吟味することにより、和牛に課された課題を乗り越え、新たな展開への挑戦の場となってきた。

産肉能力が、育種価評価事業の進展により、飛躍的な向上を示したことは、歴代全共の成績を比較すれば明らかである。ただ、肉牛の出品条件のなかで、出品月齢24ヵ月未満という条件については、多くの関係者から見直しの意見が聞かれる。

歴史的に振り返れば、今日でこそ、わが国の肉牛生産の主流となっている去勢肥育方式であるが、由来をひもとけば、その歴史は60

表4　肉牛の部における世代間隔の推移

項　目	第8回※			第9回※※		
	総合評価群（8区）	後代検定牛群（9区）	父系肥育牛群（10区）	総合評価群（7区）	後代検定牛群（8区）	去勢肥育牛（9区）
父牛から出品牛(年)	6.5	4.1	7.8	6.2	3.3	7.1
母牛から出品牛(年)	7.7	7.2	6.3	6.6	7.3	6.1
両親から出品牛(年)	7.1	5.7	7.0	6.4	5.3	6.8
父牛の年齢(歳)	8.4	6.1	9.7	8.1	5.3	9.0

※　第8回：岐阜全共（平成14年9月26日）
※※第9回：鳥取全共（平成19年10月11日）

年程度しかない。

1954年に、第1回の去勢肉牛研究会が開催され、肥育仕上げ月齢や目標体重、さらには去勢月齢の検討の必要性など、牛肉の生産性の向上が検討されはじめた。そして、1957年以降、黒毛和種去勢牛の若齢肥育試験が重ねられ、「若齢肥育」は哺乳中の生後2～3ヵ月齢で去勢、生後6ヵ月齢で離乳し、これを約12ヵ月間育成肥育して体重420～450kgの肉牛に仕上げて、出荷する方式として定着した。その後、24ヵ月未満で目標体重を650kgまでに増加させた去勢牛の理想肥育技術が確立された。

ちなみに、1970年に開催された第2回鹿児島全共の肉牛の部の出品月齢は、第1類の産肉能力群が19ヵ月未満、第2類の若齢肥育類が18ヵ月齢未満、第3類の理想肥育類では24ヵ月未満となっていた。時代の要求によって、肥育形態が見直されてきた事例であり、今後の肉牛生産基盤や食を取り巻く環境を見据えた、育種や肥育方式の追求が必要となる。

近年、地球温暖化による異常気象や穀類を用いてのバイオ燃料の生産拡大による穀類価格の上昇、さらには中国をはじめ経済成長が著しい新興国における資源輸入量の急増など、食を巡っての課題が山積し、従前のように、穀類を自由に高価な燃料を使って輸入することが困難な時代が到来する。食料自給率が40%を切り大きな話題となっているが、濃厚飼料自給率にいたっては10%にも満たない現状である。このような環境下では、飼料の多くを輸入に依存するわが国の肉牛生産を持続させるための育種改良と肥育技術の改善は欠かせないであろう。また、消費者も有限な資源を有効に活用した食料生産に極めて強い関心を寄せている。厳しさを増す社会情勢のなかで、安価で豊富な飼料供給を前提とした絶対的な肉質追求が今後とも許容されるかどうか、今一度考える必要がある。

・和牛には、現状より早期に現状と同じ肉質になる遺伝子はないのか？
・和牛を現状より早期に現状と同じ肉質に仕上げる肥育技術はないのか？

いずれの答えも「否」である。肉牛の各部で首席に輝いた枝肉だけではなく、多くの優等賞を受賞した枝肉の資質がそのことを雄弁に物語っている。限られた期間内に現状以上の肉質に仕上げる、要すれば、一定の肉質に到達する月齢も重要な経済形質であるという認識が必要であろう。

さらには、消費者は真にどのような牛肉を求めているのか？という問いかけを絶やしてはならない。多様な要求を新たな育種目標として捉え、日常の活動として展開することが最も重要であり、「目標の設定－実践－評価－目標の見直し」という作業が育種改良の過程であり、社会の要求からはずれると、品種としての存続にも関わる重大事に至るということだけは忘れてはならない。

鳥取全共の興奮が醒めやり、改めて全共の果たす役割を再発見できれば、さらなる5年が和牛の改良にとって貴重な時間となり、またその先導となる新たなテーマ探しに、和牛関係者が一丸となって取り組んでいただくことを期待している。

国内情報 2

平野　貴
（ひらの　たかし）
畜産技術協会附属
動物遺伝研究所

第13回動物遺伝育種シンポジウムと第8回日本動物遺伝育種学会のトピックス

1．はじめに

平成19年11月25日に、茨城県つくば市のつくば国際会議場（エポカルつくば）で第13回動物遺伝育種シンポジウムが「先端的ツールと動物遺伝育種研究の新たな展開－先端的遺伝子関連ツールは動物遺伝育種研究にどのように活用できるか？」をテーマとして開催された。その前日の11月24日には、同会場で第8回日本動物遺伝育種学会が開催された。

本稿では、シンポジウムにおける四つの講演を紹介するとともに、第8回日本動物遺伝育種学会についても簡単にふれることにする。

2．第13回動物遺伝育種シンポジウム

1）ヒトゲノムコピー数多型の全容（石川俊平：東京大学先端科学研究センター・東京大学大学院医学系研究科）

ヒトの細胞には、父由来と母由来の遺伝子が2個（2コピー）あると考えられてきた。しかし、最近になって、個人によっては存在する遺伝子が1コピー、または3コピー以上あるなど数に違い（コピー数多型＝Copy Number Variation：CNV）があることがわかってきた。CNVは1kb以上のDNA断片がコピー数の違いを示すものと定義づけられており、こういったCNVがHIVの感染効率に関連するという報告や、自己免疫疾患である全身性エリテマトーデスにおける糸球体腎炎の発症リスクと関連すると報告されている。このように、CNVは生活習慣病を含む多くの形質に関連する可能性もあり、注目されている。ヒトゲノム構造多型コンソーシアムによって作成されたヒトゲノムコピー数多型概要地図が示され、ヒトゲノム全体で1,447個のCNVが存在することや、それらは全体で約360Mb（ヒトゲノムの12%以上）の広い領域にわたり、2,909個の既知遺伝子が含まれることが示された。また、セントロメアやテロメア領域に大きなCNVの頻度が高いことも示された。ヒトにおいて、CNVは大きな多型であることがわかり、疾患関連解析に利用できる可能性が高いが、そのためには、より高精度で柔軟なプラットフォームの開発が必要であると講演された。ウシでも、CNVの存在が示されており、これらがヒトと同様にウシの形質に影響したり、解析に利用できたりするかもしれない。

2）黒毛和種経済形質のゲノム解析（高須賀晶子：動物遺伝研究所）

動物遺伝研究所と21道県および家畜改良事業団の共同研究で、和牛のゲノム解析が進められている。その中で行なわれた経済形質に関するQTLマッピングで、190頭以上の産子からなる父方半きょうだい家系15家系の解析

結果をまとめた論文がMammalian Genome誌（Takasuga et al. 2007, 18, 125-136）に掲載された。今回は、そのマッピングされた多くのQTL領域の中で、ポジショナルクローニングが試みられている二つの枝肉重量に関するQTL（*CW-1*、*CW-2*）の現状について紹介された。

*CW-1*は、まず相関解析を行なうことで責任領域を1.1Mbにまで狭められた。この領域には、三つの遺伝子が存在するが、これらの遺伝子にはアミノ酸置換を伴う変異は検出されなかった。また、枝肉重量増加効果を示す*Q*ハプロタイプを有する個体と効果を示さない*q*ハプロタイプを有する個体間で、各遺伝子の発現量の比較を行なったが、責任遺伝子を特定することはできなかった。そこで、これら三つの遺伝子について、トランスジェニックマウスを作製した。現在、これらトランスジェニックマウスの表現型について調べているところである。

*CW-2*は、黒毛和種3家系、褐毛和種2家系でマッピングされたQTLである。各父方半きょうだい家系の種雄牛における*CW-2*領域の*Q*ハプロタイプを比較することにより、責任領域をこれらの種雄牛が共通のハプロタイプを示す600kbの領域に狭めた。この領域に存在する四つの遺伝子について、SNPを探索したところ、五つのアミノ酸置換を伴うSNPが検出され、その中の一つは、これら5家系の種雄牛全てにおいてヘテロであり、枝肉重量と有意に相関していることが示された。今後は、このSNPが存在する遺伝子を候補遺伝子として、機能解析を行なうとのことである。

3）ヒト・マウスのゲノム・トランスクリプトーム解析で同定された内在性アンチセンス転写産物の発現解析（清澤秀孔：理化学研究所バイオリソースセンター・筑波大学大学院生命環境科学研究科）

近年、分子生物学的解析によって、ヒトやマウスなどの哺乳動物に関して、遺伝子の総数や転写産物の複雑さがわかってきた。現在では、遺伝子座数は2万個を超える程度と考えられており、その数は線虫やシロイヌナズナなどとほとんど変わらず、一つの遺伝子座から複数タイプのタンパク質を産生させることができる選択的スプライシングによる発現の複雑化が哺乳動物における機能の複雑化をカバーしていると考えられている。

また、遺伝子のセンス鎖だけではなくアンチセンス鎖もRNAに転写される、つまりDNAの二本鎖が両方とも転写される遺伝子も多い。その中には、タンパク質をコードしないRNA（non-coding RNA；ncRNA）が多数存在し、このncRNAがセンス鎖RNAの発現を制御すると考えている報告もある。

アンチセンス鎖RNAには、センス鎖RNAと同じエクソンを共有して相補性を示すものと、エクソンを共有せずに相補性を示さないものに分けられる。エクソンを共有するものは、センス鎖もアンチセンス鎖も同じ組織で発現している傾向が見られることから、センス鎖とアンチセンス鎖が相補性を示す部分で二本鎖を形成し、互いに発現を制御している可能性が示された。

アンチセンス鎖の転写はほとんどの生物で見られる現象であり、現在ではcDNAレベルで、ヒトでは5,248対、マウスでは6,141対が確認されている。当時、インプリント遺伝子座にアンチセンス鎖の発現が多いといわれていたが、それらのマッピングの結果、X染色体には少ないものの、全染色体に万遍なく存在し、インプリント領域は偏っていないことが示された。

4）疾患モデルとしてのメダカ：突然変異体の解析とアレイによるヒレ再生の解析（工藤　明：東京工業大学大学院生命理工学研究科）

メダカは飼育が容易で多産であり、世代サイクルが3ヵ月と短く、胚が透明で、発生速度が速く、哺乳類と同等の器官、組織を備えていることから、遺伝学または発生工学的研究に適している。また、器官形成が哺乳類と類似していることから、ショウジョウバエや線虫などを用いた解析の限界を補うことができる。同様のモデルとして、ゼブラフィッシュがあるが、魚類の系統関係からメダカとは遠い関係にある。さらに、フグにはメダカの方が近いという関係にあり、よりヒトに近いとされる。また、ゲノムサイズもゼブラフィッシュよりも小さい約800Mbであり、塩基配列もほぼ決定されている。これらの有用性から、演者らは、メダカの突然変異体の単離を進めている。

また、再生のメカニズムを解明するために進められているメダカのヒレ再生に関する研究も紹介された。ヒレの再生は、切断後3日目には再生芽の形成が見られ、10日目には再生が完了する。再生特異的な遺伝子を網羅的にスクリーニングするために、cDNAマイクロアレイを作成した。その解析結果から、関連する遺伝子を3,000個から7個に絞り込むことができた。今後、メダカの突然変異体の解析によって、様々な結果が得られると思われる。家畜の経済形質に関する解析の中で、成長に関わる形質に、その結果が利用できるかもしれない。

3．第8回動物遺伝育種学会

第8回動物遺伝育種学会は特別講演、ランチョンセミナー、教育講演、ポスター発表（一般演題：39演題）から構成されていた。

特別講演では、招待されたアメリカ農務省のTad S. Sonstegard博士がウシの58K SNPアレイについて講演され、ウシにもCNVが存在することが示された。

ランチョンセミナーでは、株式会社キアゲンがPCR技術、DNAチップ研究所が受託解析サービス、上述のウシ58K SNPアレイを発売するイルミナ株式会社が全ゲノムSNP解析アレイの開発について、それぞれ、紹介した。

教育講演では、東京女子医科大学の鎌谷直之教授が遺伝的多型の統計解析の問題点と対策について講演された。その中でパラメトリック連鎖解析、ノンパラメトリック連鎖解析、連鎖不平衡解析などの特徴にふれ、パラメトリック連鎖解析による遺伝子効果の大きい形質の解析はほぼ完了し、現在では全ゲノムを対象とした連鎖不平衡解析による遺伝子効果の小さいポリジーンの検出が主流となっていることが示された。

一般演題では、家畜家禽に関する発表だけではなく、水産系の発表も多数見られた。ここでは、家畜の経済形質に関する発表のうちのいくつかについて紹介したい。

農業生物資源研究所の美川らは、デュロックと金華豚によるF2家系およびイノシシと大ヨークシャーによるF2家系の両方で、6番染色体上の同じ領域にマッピングされた肉色に関するQTLのファインマッピングを行なった。両家系で最も有意であった約4Mbと予測される領域を責任領域とした。この領域に存在する遺伝子から、NUDT7遺伝子を候補遺伝子としてあげていた。

京都大学の山田らは、これまでに検出した黒毛和種とホルスタイン種の間で発現量の異なる遺伝子の中から、これまでに報告された

黒毛和種の脂肪交雑QTL領域に位置した遺伝子の機能情報や近傍マーカーを用いた解析などから、脂肪交雑と関連すると思われる12個の遺伝子を選抜してSNPを探索した。検出されたSNPを用いて相関解析を行ない、TTN遺伝子と新規遺伝子を脂肪交雑の候補遺伝子とした。さらに、この新規遺伝子を*MBL 1*（*MarBL 1*）と名付けた。今後、検出されたSNPの遺伝子機能への影響などを調べる予定とのことである。

佐賀大学の和田らは、脂肪交雑との相関が報告されているEDG 1 遺伝子のSNP（A/G）およびThyroglobulin（TG）遺伝子のプロモーター領域のSNP（C/T）と佐賀県内の16頭の種雄牛および17頭の繁殖雌牛の育種価推定値との相関を調べた。EDG 1 遺伝子のSNPは、脂肪交雑およびロース芯面積と相関がみられ、脂肪交雑の育種価推定値はG/G型が他の型よりも有意に高かった。

TG遺伝子のSNPは、ロース芯面積および歩留基準値と相関が検出され、両形質ともC/C型が他の型よりも育種価推定値が低かった。

TG遺伝子のSNPとロース芯との相関については、岐阜県肉用牛研究所の松橋らの報告でも再現されていたが、こちらの発表ではBMS No.と粗脂肪含量もC/C型以外が高く、相関があったことが示されていた。また、胸最長筋内脂肪酸組成との相関は検出されていなかった。

4．おわりに

これまで、遺伝子はゲノムのある特定の位置に存在し、タンパク質をコードしていることを前提として、家畜の様々な形質に関連する遺伝子の同定を試みてきた。しかし、今回のシンポジウムで示されたCNVやアンチセンス鎖RNAだけではなく、マイクロRNAをはじめとしたncRNAといったものが、家畜の経済形質に関わっている可能性がある。実際に、マイクロRNAがヒツジの豚尻形質（callipyge）に関係しているとの報告もある。

ゲノム中で起こっている現象で、まだ明らかになっていないことが多数存在すると思われる。今後、新たな現象がますます解明されると考えられ、こういった様々なことを想定しながら解析を進めることが必要だと感じた。

人の動き

（農林水産省　平成20年１月17日付）

佐藤　正典　消費・安全局長（大臣官房総括審議官）

国内情報

3

植木　隆
（うえき　たかし）
農林水産消費安全技術センター 表示監視部

食品表示と検査技術

1．はじめに

スーパーマーケットの売り場には、様々な国の生鮮食品が原産地表示とともに並んでおり、特定の銘柄であることを強調した食品も増えている。また、技術の進歩にともなって様々な工夫がなされた加工食品が生み出されており、それらがどのような原材料で作られているのかを伝える表示の役割が大きくなってきている。

近年、不適切な表示が露見する事案が続発しているが、食品は消費者にとって一番身近で大切な商品であり、欺いたり誤解を与える表示があってはならない。そのため、（独）農林水産消費安全技術センター（以下：FAMIC）では、食品表示が適正かどうかのチェックを行なっている。ここでは、表示に関する制度全体の概要と表示をチェックするための検査技術について説明する。

2．食品表示に関する制度

主要なものはJAS法（農林物資の規格化及び品質表示の適正化に関する法律）と食品衛生法であり、前者は一般消費者の選択に資すること、後者は飲食に起因する衛生上の危害の発生の防止を目的としている（表）。

その他、健康増進法（栄養に関する表示は、タンパク質、脂質、炭水化物、Na、熱量と併せて表示するなど）、薬事法（医薬品的な効能効果の表示禁止）、不当景品類及び不当表示防止法（虚偽、誇大な表示の禁止）、計量法（内容量の適正な表示）、製造物責任法（PL法：静かにお開け下さいなどの注意表示）がある。

さらに、「和牛等特色ある食肉の表示に関するガイドライン（食肉の表示に関する検討会：平成19年３月）」などのガイドラインが作成されている。

1）原産地（原料原産地）の表示

ＪＡＳ法に基づいて定められる品質表示基準は、社会ニーズを踏まえて見直されてきた。

生鮮品の原産地表示は、平成８年に輸入が増えていた５品目（根しょうが、にんにく、さといも、ブロッコリー、生しいたけ）を対象に義務化された。平成10年に４品目が追加され、平成12年に全ての生鮮品（農産物、畜産物、水産物）が対象となった。

加工食品は、従来、ＪＡＳ規格がある品目だけに名称、原材料名、内容量、賞味期限（または消費期限）、保存方法、製造業者など

表　ＪＡＳ法と食品衛生法（主な表示事項）

項　目	法　律
・生鮮食品（名称、原産地）	JAS法
・加工食品（名称、原材料名、内容量、消費期限〔賞味期限〕、保存方法、製造業者名等）	JAS法、食品衛生法
・遺伝子組換え食品	JAS法、食品衛生法
・アレルギー物質	食品衛生法

英国の一般のスーパーで販売されているホウレンソウ草の表示

図1　海外の表示例

の表示が義務付けられていたが、平成12年に全ての加工食品が対象となった。

加工食品の原料原産地の表示は、平成13年に梅干し、らっきょう漬けについて義務化された。平成14年と15年に品目が追加され、平成16年に生鮮品に近い20食品群が対象となった（原材料に占める重量割合が50%以上の主な原料が対象、実施は平成18年から）。

2）海外の状況

米国では、2002年より水産物の原産地表示が制度化されており、2008年の秋からは生鮮食品全体（鶏肉を除く）が対象となることになっている。また、英国のスーパーでは、すでに原産地表示がなされており（図1）、生産履歴の情報開示は世界の流れである。

3．表示監視のための検査技術

食品の偽和鑑別は昔から行なわれており、品目や目的に応じて様々な検査方法がある。

FAMICは、理化学分析や、比較的新しい技術であるDNA分析、元素組成解析、安定同位体比の分析などにより、食品表示が適切かどうかを確認している。これらの結果、疑義がある場合は事業者の調査を行ない、伝票や帳簿などのチェックを行なっている。

1）理化学分析など

緑茶にグルタミン酸を添加したり、そばに小麦粉を使用した場合は原材料として表示しなければならない。表示が適正かどうかは、それぞれグルタミン酸とアスパラギン酸の比、アミノ酸組成から容易に判定できる。

油脂類は脂肪酸組成によってその由来（オリーブ、牛乳など）を、畜肉加工製品は抗原抗体反応を利用したエライザ法により畜種を判別することが可能である。

また、しょうゆ製造時に大豆などを分解したアミノ酸液を使用することがあるが、分解時に発生するレブリン酸を分析することで判別可能である（この場合、名称は「○○しょうゆ（本醸造）」ではなく「○○しょうゆ（混合醸造）」となる）。

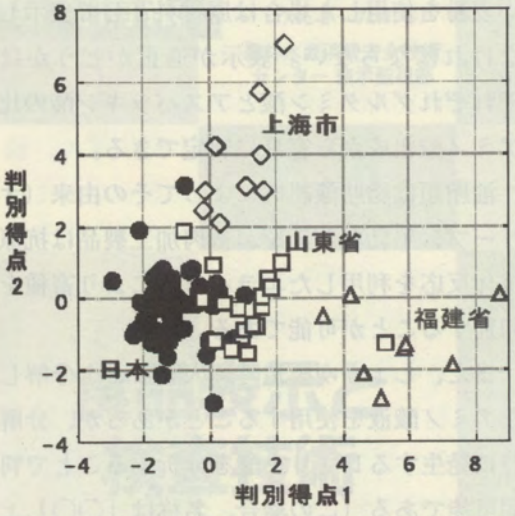
2）DNA分析（PCR法）

特定の種に固有な遺伝子を増幅できるプライマーを使用して、DNAの一部分を増幅し、制限酵素で切断して、電気泳動でそのパターンを比較することにより、動物種などを判別することができる。

畜産物では「黒毛和種、ホルスタイン種およびその交雑種」の判別が、水産物では「スズキ、タイリクスズキ、ナイルパーチ」、「マグロ属魚類」および「マダイ、チダイ、キダイ」の判別が可能である。

また、遺伝子組換え食品は、「遺伝子組換え食品に関する品質表示基準」に基づく表示が求められている。FAMICは食品総合研究所と共同で遺伝子組換え食品の検査方法を開発しており、定量PCR法は、ISO21570のAnnexに採用されている。

なお、DNA分析は食品以外にも広く使われている。いちご、小豆、製茶、米飯、おうとう（さくらんぼ）などの品種鑑別手法（農林水産省品種登録情報ページ参照）、飼料中の動物由来組織の検査法（FAMICホームページ参照）もPCR法である。



Na,P,K,Ca,Mg,Mn,Fe などの20元素を分析。90%以上の精度で判別可能
（20元素を解析することから、産地間の重なりはグラフより小さい）

図２　ICP（誘導結合プラズマ）を用いたネギの原産国判別

３）元素組成解析

農作物は土壌や水などの違いにより、その元素組成に僅かな違いが生じる。最近では、誘導結合プラズマ発光分析装置や誘導結合プラズマ質量分析装置を使用すれば多元素を一度に分析できることから、原産地判別に活用されている。FAMICではネギ、たまねぎ、ショウガ、ニンニク、黒大豆（丹波黒）、梅干しについて、各産地の農産物のデータを分析して原産国判別マニュアルを作成している（図２）。

４）安定同位体比分析

炭素の質量数は12（^{12}C）であるが、自然界には質量数13の炭素（^{13}C）が約1.1%存在

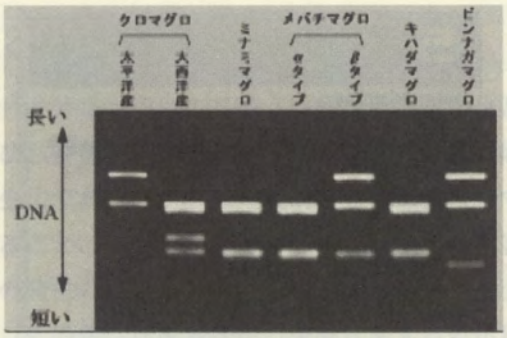
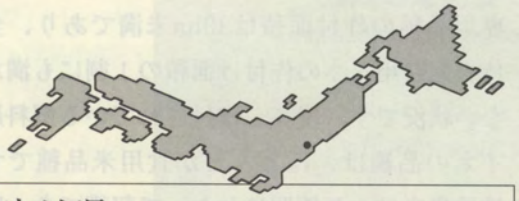


図３　マグロ生鮮品の魚種判別

する。また、植物には光合成のタイプからC_3植物とC_4植物があり、C_4植物は^{13}Cの割合がごく僅かに高い。C_4植物であるとうもろこしを原料とした異性化糖は、比較的安価なことから広く使われており、食品中の^{12}Cと^{13}Cを分析することで、異性化糖の添加とその量が算出できる。これを利用して、はちみつや果実飲料への異性化糖添加、もちへのトウモロコシでんぷん添加の有無を判定し、表示との整合性をチェックしている。

４．おわりに

FAMICでは、上述の方法を含む様々な手法で年間約６千点の食品の表示のチェックを行なうとともに、PCR法や元素組成解析を用いた各種判別マニュアルを作成して公表しており（http：//www.famic.go.jp/technical_information/）、これらを通じて食品表示に対する消費者の信頼の確保に取り組んでいる。



宮城県

宮城県における飼料自給率向上の取り組み

豊島　稔（とよしま　みのる）
宮城県農林水産部畜産課

グラビアB頁

1．はじめに

最近、バイオエタノール向けのトウモロコシの需要が拡大し、また海上運賃が上昇していることから、配合飼料の価格が高騰しています。さらに、輸入乾草も同様に高値が続いております。このために、畜産農家は大変厳しい状況にあります。この状況を解決するためには、畜産農家は購入飼料への過度な依存から脱却し、飼料自給率を向上させることが急務となっています。

当県では、飼料自給率の向上のために、水田転作を活用した飼料用イネなどの粗飼料生産や水田放牧、桑園などの耕作放棄地を活用した簡易放牧など、さまざまな取り組みを行なっております。そのなかで、稲発酵粗飼料の生産が急激に伸びてきていることから、県内における稲発酵粗飼料生産の取り組みを紹介します。

2．飼料用イネの作付け

当県の飼料用イネの作付は、平成12年ごろからはじまりました。当初の作付面積は9haほどでしたが、平成15年に190ha、平成18年に249haと順調にのび、平成19年には前年の約2倍の500ha近くになる見込みです。このように、飼料用イネの作付面積は急速に拡大しており、全国的にも有数の飼料用イネの作付地帯になってきました。

飼料用イネの作付が増加した要因として、耕種農家側に、①従来の水稲栽培技術で栽培できること、②麦・大豆栽培による連作障害のクリーニングクロップとしての利用が可能なことおよび③収穫時には収穫調製できる機械体系が整備されていることがあります。さらに、④当県には、飼料用イネの収穫調製作業の受託組織が整備されていることが、一番

大きな要因であると考えられます。その収穫受託組織として、社団法人 宮城県農業公社（以下：農業公社）があります。

3．特徴的な受託組織

農業公社では、平成13年度から飼料用イネの収穫調製作業を受託しています。受託面積の増加にあわせて、飼料用イネの専用収穫機を導入しております。現在、専用収穫機６台、ラッピングマシン７台の体制で、収穫調製作業を行なっています。収穫作業は８月中旬から約２ヵ月間行なわれます。耕種農家は「産地づくり交付金」や「耕畜連携水田活用対策事業」を活用しながら、収穫作業を農業公社に委託しています。農業公社は、平成19年には、県内の飼料用イネの作付け面積の半分近くの214haを受託し、収穫作業を行ないました。

作業料金は、専用機で「刈り取りからラッピング」までの作業を行なったとき、①標準仕様が10aあたり25,200円、②団地仕様（４ha以上）が10aあたり22,700円です。

飼料用イネの収穫後、調製された稲発酵粗飼料を、農業公社が買い取って公社牧場で給与するケースや畜産農家にあっせんするケースなどがあります。あっせん価格は、①ほ場渡しの場合は、ロール１個につき3,000円、②畜産農家の庭先渡しの場合は、ロール１個につき4,000円（県内）です。

農業公社では、平成18年度から、稲発酵粗飼料の生産履歴（トレーサビリティ）が確認できる体制を整えました。すなわち、ラッピングされた稲発酵粗飼料に生産履歴を記載したシールを貼って、畜産農家が“安心”して牛に稲発酵粗飼料を給与できるようにしています。このことから、畜産農家は稲発酵粗飼料に対して高い信頼をもつようになりました。また、購入飼料の価格が高騰しているので、稲発酵粗飼料に対する人気が高まり、平成19年には11,000個のロールが完売されました。

4．おわりに

近年、当県では、飼料用イネの作付が急速に伸びています。しかし、稲発酵粗飼料用の専用品種の作付面積は30ha未満であり、全体の飼料用イネの作付け面積の１割にも満たない状況です。現在、作付されている飼料用イネの品種は、ほとんどが食用米品種です。耕種農家は、長期間にわたって収穫でき、収穫量の多い飼料用イネを望んでいることから、今後は稲発酵粗飼料用の専用イネ品種の普及と作付け面積の拡大を図っていくことが重要と考えています。

このため、平成19年12月に、稲発酵粗飼料用のイネの県奨励品種を定めました。そして、平成20年度から、その普及に努めていきます。

今後は、飼料用イネの収穫・調製用の機械の導入に関しては、補助事業などにより支援して飼料自給率の向上に努めていきます。また、畜産経営の安定のために、畜産農家においても、稲発酵粗飼料の利用促進を図っていくことにしています。

文献情報

スペインの乳牛における繁殖性と分娩の難易度に対する近交退化

(Inbreeding Depression on Female Fertility and Calving Ease in Spanish Dairy Cattle)

O.Gonzalez-Recio, E.Lopez de Maturana and J.P.Gutierez

J. Dairy Science, 90, 5744-5752 (2007)

近親交配と繁殖性の関係は昔から関心が高い課題であった。この論文はスペインの乳牛について、繁殖性と分娩の難易に対する近親交配の影響を調べた報告である。近交の指標は、一般的な近交係数（F）と近交の増加速度（ΔF）であり、ΔFは、$\Delta F = (F_t - F_{t-1}) / (1 - F_{t-1})$で与えられる。$F_t$はt世代のF。近交係数が余り高くない母から近交係数が高い娘が生まれるような場合はΔFは大きくなることがわかる。

解析に用いたデータは、スペイン国内3地域のホルスタイン協会から得たもので、繁殖性については雌牛49,497頭、分娩の難易については62,134頭の記録である。記録は1994年から2006年にわたる。繁殖性は受胎までの授精回数、分娩の難易は技術者によるスコアで評価されている。

近交の進んだ雌牛は、受胎性がよくなく、難産の傾向も示した。近交係数（F）が6.25～12.5%の雌は平均して1.87%受胎率が低下した。しかし、この程度の近交では難産の頻度を増加させるとはみられなかった。F値が12.5%を越えると近交退化現象は顕著になり、F値が25%を越えるとF値が低い雌に比べて受胎率は6.37%低下し、難産率は1.67%増加していた。

一方、ΔFは雌の受胎性に有意に影響する。0.01のΔFは、同じ世代のF値5.62%に相当するが、受胎率を1.5%低下させた。しかし、難産に対する影響は実質的にゼロであった。F、ΔF共に両形質に対する影響の傾向は似たものであったが、ΔFの方が繁殖には影響が大きいようである。

以上のことから、FよりΔFを用いる方が近交の影響を分析する際には適当だと述べている。

この程度の受胎率の低下なら、日本の現状では、近交による受胎率の低下という点に関しては余り心配はいらないと言うことかもしれない。

なお、アメリカと北海道におけるホルスタイン雌牛の平均近交係数の年次推移、このことに関連すると見られる諸事象については河原孝吉氏による興味深い優れた論説がある（デイリーマン、2007年10月号）。

（畜産技術協会　松川　正）

用語解説

セルフクローニング、ナチュラルオカレンス、シスジェニック

高溝　正（たかみぞ　ただし）
畜産草地研究所・飼料作物育種工学研究チーム

セルフクローニングは「当該細胞が由来する生物と同一の分類学上の種に属する生物の核酸のみを用いて組換え体を作出すること」、ナチュラルオカレンスは「自然条件において当該細胞に由来する生物の属する分類学上の種との間での核酸の交換」を意味する。

このようにして得られた組換え体は、いずれもカルタヘナ法（遺伝子組換え生物等の使用等の規制による生物の多様性の確保に関する法律）における遺伝子組換え生物等の使用の規制から除外されている。しかし、カルタヘナ法はいわば憲法のようなものであり、その運用は各国の国内法に委ねられている。セルフクローニングやナチュラルオカレンスにより作出された組換え体がカルタヘナ法の規制から除外されるか否かの判断はまだ事例が少ないため、わが国では、当面の間、専門の学識経験者の意見を聴いて個別に検討している。実例として、山口大学などがセルフクローニングにより作出した清酒酵母が2001年にカルタヘナ法の規制からの除外が承認されている。その後も食品添加物や医薬品などの生産に用いる微生物やウィルスについて、セルフクローニングやナチュラルオカレンスの承認がなされている。

一方、近年、海外ではバレイショを始めとして各種作物でもシスジェニック（Cisgenic）と呼ばれる類似技術が応用され始めた。シスジェニックとは、例えばある作物に近縁な野生種から耐病性などの有用形質のみを導入したい場合に、当該有用遺伝子のセット（プロモータ、ターミネータおよびイントロンを含む）のみを遺伝子組換え技術を用いて導入するなどの技術である。従来育種では、このような場合は戻し交配を行なっていた。しかし、耐病性などの有用遺伝子と野生種が持つ劣悪遺伝子が極めて隣接していると、それらを分離するために育種に長年月を要し、あるいは分離が困難であった。もし、耐病性遺伝子が単離されれば、その遺伝子だけを導入でき劣悪な形質も持ち込まずにすみ、育種年限が大幅に短縮される。

また、宿主由来や近縁種由来の遺伝子であっても、ある遺伝子に別の遺伝子のプロモーターを連結して、自然界では起きないような人工的な発現をさせた遺伝子はシスジェニックに含めない。あくまで、自然界における遺伝子の挙動を尊重するわけである。

2006年の半ばにNature Biotechnology誌にオランダの研究グループがシスジェニックを、セルフクローニングやナチュラルオカレンスと同様に、カルタヘナ法の規制から除外するよう提案し、熱い論議が展開されたことがあった。もし、シスジェニック作物がカルタヘナ法の規制から除外されれば、従来の遺伝子組換え作物手法に比べて、実用化までの年限が大幅に短縮されるであろう。

なお、カルタヘナ法からの除外規定に加えるべきシスジェニックは今のところ植物のみを対象としていることを付記しておく。

DATA 海外統計

開発途上国における貧困の現状

1．はじめに

2000年9月の国連ミレニアムサミットで、21世紀の国際社会の目標である国連ミレニアム宣言が採択された。この宣言は、平和と安全、開発と貧困、環境、人権とグッドガバナンス（良い統治）、アフリカの特別ニーズなど、21世紀の国連の役割を明確に提示している。この宣言と1990年代の主要な国際会議やサミットで採択された国際開発目標を一つの共通枠組みでまとめたものが、ミレニアム開発目標（Millennium Development Goals：MDGs）で、極度の貧困と飢餓の撲滅などの8目標が示されている。海外協力の必要性の説明や海外協力関連業務の従事者に役立つように、MDGs2007報告書から、開発途上国の貧困、栄養不良などの統計を紹介する。

2．開発途上国の貧困の現状

1日1ドル未満で生活している人口の割合は、2004年にはサブサハラ・アフリカが41.1%で突出して高く、次いで南アジアが29.5%、他の地域は1桁台である（表1）。1990年に比較すると、西アジアを除き、貧困層は減少傾向にある。

世界の平均体重を下回る5歳未満の子供の割合は、2005年には南アジア、サブサハラ・アフリカ、東南アジアが他の地域より高くなっているが、全地域において、1990年よりは改善している（表2）。5歳未満児の死亡数も、貧困層が最も多いサブサハラ・アフリカ地域で、生存分娩1,000人当り166人と多く、最悪の状況にある（表3）。

初等教育の純就学率は、改善傾向にある。しかし、なお水準が低い地域がある（表4）。

非農業部門の女性の賃金労働者の割合は、南アジア、北アフリカ、西アジアが低い状況にあり（表5）、女性の非農業部門への雇用促進が望まれる。

（畜産技術協会　西村　博）

表1　1日1ドル未満の生活費の人口の割合　（単位：%）

地域	1990年	1999年	2004年
サブサハラ・アフリカ	46.8	45.9	41.1
南アジア	41.1	33.4	29.5
東アジア	33.0	17.8	9.9
ラテン・アメリカ、カリブ海地域	10.3	9.6	8.7
東南アジア	20.8	8.9	6.8
西アジア	1.6	2.5	3.8
北アフリカ	2.6	2.0	1.4
南・東ヨーロッパ移行国	<0.1	1.3	0.7
CIS	0.5	5.5	0.6
開発途上国地域（平均）	31.6	23.4	19.2

CIS=Commonwealth of Independent States　出所：国連のミレニアム開発目標2007報告書

表2　平均体重以下の5歳未満児の割合　（単位：%）

地域	1990年	2005年
南アジア	53	43
サブサハラ・アフリカ	33	29
東南アジア	39	28
北アフリカ	10	8
ラテン・アメリカ、カリブ海地域	11	7
西アジア	11	7
東アジア	19	7
開発途上国地域（平均）	33	27

出所：国連のミレニアム開発目標2007報告書

表3　生存分娩1,000人当りの5歳未満児の死亡数　（単位：人）

地域	1990年	2005年
サブサハラ・アフリカ	185	166
南アジア	126	82
CIS（アジア）	81	72
オセアニア	80	63
西アジア	68	55
東南アジア	78	41
北アフリカ	88	35
ラテン・アメリカ、カリブ海地域	54	31
東アジア	48	27
CIS（ヨーロッパ）	27	17
南・東ヨーロッパの移行国	29	17
開発途上国地域の平均	106	83

CIS=Commonwealth of Independent States
出所：国連のミレニアム開発目標2007報告書

表4　初等教育の純就学率　（単位：%）

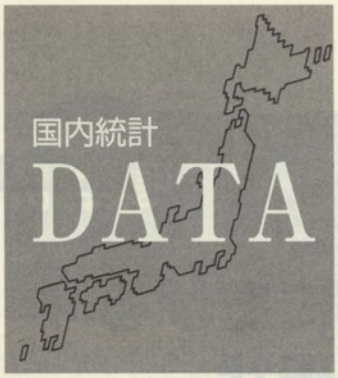
地域	1991年	1999年	2005年
サブサハラ・アフリカ	54	57	70
オセアニア	75	81	78
西アジア	81	85	86
CIS（ヨーロッパの）	91	83	90
南アジア	74	81	90
東南アジア	94	92	94
CIS（アジアの）	89	93	94
東アジア	99	99	95
北アフリカ	82	90	95
ラテン・アメリカ、カリブ海地域	87	94	97
開発途上国地域（平均）	80	83	88

CIS=Commonwealth of Independent States　出所：国連のミレニアム開発目標2007報告書

表5　非農業部門の女性賃金労働者の割合　（単位：%）

地域	1990年	2005年
南アジア	13	18
北アフリカ	20	20
西アジア	16	21
サブサハラ・アフリカ	28	32
オセアニア	28	38
東南アジア	38	39
東アジア	38	41
ラテン・アメリカ、カリブ海地域	37	42
開発途上国地域（平均）	44	47
CIS	49	51
世界	36	39

CIS=Commonwealth of Independent States
出所：国連のミレニアム開発目標2007報告書



今月の統計

平成18年度牛乳生産費（全国）

1．平成18年度の搾乳牛通年換算1頭当たり（以下：搾乳牛1頭当たり）の資本利子・地代全額算入生産費（以下：全算入生産費）は67万4,114円で、前年に比べて0.7%増加し、生乳100kg当たり（乳脂肪分3.5%換算）の全算入生産費は7,450円で、前年に比べて1.6%増加した。

2．搾乳牛1頭当たりの全算入生産費が増加したのは、労働時間の減少から労働費が減少したものの、飼料価格の上昇により飼料費が増加したことや、乳牛取得価格の上昇などにより乳牛償却費が増加したことなどによる。

3．搾乳牛1頭当たりの粗収益は、乳価の低下および搾乳牛1頭当たりの搾乳量が減少したことにより前年に比べて2.2%減少し、71万7,922円となった。

平成18年度牛乳の生産費および収益性

区分		搾乳牛通年換算1頭当たり		乳脂肪分3.5%換算乳量100kg当たり	
		実数（円）	対前年増減率（%）	実数（円）	対前年増減率（%）
生産費	物財費	525,687	2.3	5,809	3.2
	うち飼料費	301,717	2.2	3,332	3.0
	うち乳牛償却費	93,800	3.9	1,036	4.8
	労働費	173,055	△2.8	1,911	△2.1
	費用合計	689,742	1.0	7,720	1.8
	生産費（副産物価額差引）	628,388	0.8	6,944	1.6
	支払利子・地代算入生産費	640,043	0.8	7,073	1.6
	資本利子・地代全額算入生産費	674,114	0.7	7,450	1.6
粗収益		717,922	△2.2	-	-

飼料費には、配合飼料価格安定制度の補てん金は含まない。

神奈川県畜産技術協会

○もっと知って神奈川の畜産「かながわ畜産フェスティバル」

激しい都市化などにより、神奈川県内の畜産物の生産は年々減少してきている。それでも、牛乳は県民の230万人分、豚肉は60万人分、鶏卵は203万人分が生産されている。このような状況を背景にして、もっと多くの県民に神奈川の畜産を知ってもらい、県民とともに都市畜産を推進するため、平成３年から毎年「かながわ畜産フェスティバル」が開催されている。

平成19年度は、畜産関係の７団体が主催、神奈川県、相模原市などが後援して「かながわ畜産フェスティバル」が県内の３ヵ所の会場で盛大に開催された。

１．トントンまつり

「トントンまつり」は９月30日に相模原市渕野辺の麻布大学で開催された。朝から雨が降り続く生憎の天気にもかかわらず、約2,000名が参加した。豚肉のバーベキュー、豚モツ煮込みの試食、ソーセージ作り教室、豚の絵はがきコンクール、トントン絵合わせ、子豚と一緒の写真撮影、県内畜産物の販売などが実施され、会場は終日活気に満ちていた。

２．家畜に親しむつどい

「家畜に親しむつどい」は10月28日に、県畜産技術センターと県家畜集合センターで開催された。台風一過の秋晴れのもと、約3,500名が参加し、盛大であった。畜産技術センター会場では、当センターの施設公開、県畜産のＰＲ、牛の乳搾りや餌やり体験、鶏の体重当てクイズ、子豚との写真撮影、骨密度測定、ふれあいポニー、たまご料理教室、牛乳乳製品展示と販売、豚汁の試食、堆肥配布、蜜蜂展示、蜂蜜と卵の販売、クイズラリー、小学生によるトントンまつりや地域畜産ふれあい体験のときの豚や牛の絵の展示、中央農業高校生による太鼓演奏など盛り沢山の内容であった。畜産技術センター会場からシャトルバスが連絡している家畜集合センター会場では、牛共進会、子牛との写真撮影、乳牛うそ・ほんとクイズなどが行なわれた。

３．大野山フェスティバル

このイベントは、11月３日に県西部に位置する大野山の標高723ｍの山頂付近にある神奈川県乳牛育成牧場で開催された。朝のうちは曇っていたが、オープニングの11時には、富士山がはっきり見える心地よい秋晴れとなり、約2,500名が参加した。恒例の県内産牛肉のバーベキューや牛乳の試食、乳牛の親子やポニーとのふれあい、地場産農産物の即売、アルプスホルンの演奏が行なわれた。牧場内にある「まきば館」では牛の絵の展示、牛舎周辺では植樹が行なわれ、賑やかな１日となった。

４．かながわ畜産フェスティバルの反応

この三つのイベントでは、約8,000名もの大勢の県民の皆さんが、間近で家畜を見たりふれたり、そして家畜のふんの臭いも経験しながら終日楽しんでいた。このような、家畜とのふれあいを通して、都市の中で頑張っている神奈川の畜産に対して、親しみをもち、理解が深まっていくことを期待している。

（(社) 神奈川県畜産会　萩原　茂）

社団法人 日本養鶏協会

1．組織の概要

本会は昭和24年に公益法人として認可された養鶏生産者団体である。また、各県養鶏協会および日本鶏卵生産者協会、全農、全鶏連、日鶏連などの中央団体を会員とする生産者組織でもある。主な事業内容は、需給安定、消費拡大、情報の収集・提供および鳥インフルエンザ生産者互助基金事業などである。

2．協会の事業活動を巡る最近の主な情勢

1）高病原性鳥インフルエンザ問題

業界の当面の最重要課題は鳥インフルエンザ問題である。平成16年の山口県下での79年ぶりの発生以来、すでに７県に及ぶ国内発生がある。発生農場の殺処分、周辺地域の移動制限および風評被害などにより流通に大きな混乱が発生することから、養鶏生産者などの経営に不安を与えないことを基本に各種の取り組みを行なっている。

2）アニマルウェルフェア（動物福祉）問題

ＥＵにおいては、すでに2003年から従前のケージの新築が禁止され、2012年以降は使用も禁止となる。わが国でも、この対応として農林水産省などが本年度から採卵鶏の当該指針案検討のためのアンケート調査に入っている。本会としては、当該指針内容が養鶏産業の将来の足枷とならないよう、この取り組みに参加し、全面的に協力している。

3）鶏卵の需給問題

昭和49年から約30年近くにわたり、行政主導で実施してきた鶏卵の計画生産が平成16年４月から廃止されて、大都市圏を中心とした大規模な生産・供給の拡大が進み、さらに需給緩和による卵価低迷に加え、バイオエタノール問題から派生した飼料価格高騰などにより、現在はほとんどの生産者がコスト割れとなる厳しい経営環境になっている。本会としては、需要に見合った生産および直販を含めた付加価値卵の生産・販売の必要性をあらゆる機会を通じて働きかけている。

4）サルモネラ対策

国内にサルモネラ食中毒が発生すると、マスコミを通じて鶏卵との関係が安易に喧伝されるのが実態である。鶏卵の賞味期限は生食可能期間を示しているため、サルモネラ問題を消費者に正確に啓発していくためのパンフレットなどを作成し、この普及・啓発に努めている。

5）コレステロール問題

長年にわたり、鶏卵のコレステロールと心臓病との関係が喧伝されてきたが、欧米では、すでに科学的にも誤りであることが十分に浸透しているのが実態である。このため、本件に実績のある米国の栄養学者を招聘し、国内の医学関係者も参加しての国際フォーラムをすでに３年にわたり全国（５ヵ所）で開催している。今後も引続き継続して開催していくことが必要と考えている。

6）鶏卵に係る公正競争規約の設定について

平成16年に、公正取引委員会から当該規約の設定を勧告された。このため、すでに３年にわたって関係業界や関係者と規約案を作成し、公正取引委員会との調整を進めている。

今後、この運営実施機関としての公正取引協議会を設立する方向で、現在、事務的な作業を進めている。

（専務理事：島田　英幸）

百舌鳥

「食育」の原点は命とともに学ぶ農畜産にあり

平成18年の「食育推進基本計画」決定のもとで、「食育」が国民運動として全国各地で取り組まれている。その中でも目につくのが、外食産業や食品企業による「食育」の実践活動が学校・保育園の場で展開されていることだ。言葉は悪いが、子供たちの教育の場である学校が「食育」を食品企業に丸投げしているとしか思えないこの「活用」はいかがなものかと危惧している。

「食育」の必要性が問われている要因の一つに、「食の乱れ」があげられる。例えば、ハンバーガーに象徴されるファストフードの席巻が、栄養面での偏り、画一化した味覚の醸成、最たる食の簡便化、立ち食いや歩き食いに見られる食のマナーの喪失、食料自給率から見ると１％にも充たない外国への依存食品、「より早く」が育てた３分間しか待てない子供たち等々。「食・農教育」から見ると、悪しき「食文化」を作り上げてきたといえなくもないからだ。

いま、本当に求められている子供の心と体を育むための「食育」は「食・農教育」であると永年提言し、これを活動の基盤としてきた筆者だが、その意をさらに強くした情報に出会った。

その教育の現場は、東京都下瑞穂町の都立瑞穂農芸高等学校だ。東京都には６校の農業高校があるそうだが、畜産を学べるのはここだけとあって、都全域から生徒が集まってくる。10万平方メートルという広大なキャンパスに、畜産科のほか、農芸化学科、食品科、家政科などがあり、放牧場、畜舎、温室、畑が広がっている。

放課後の当番実習では、受け持ちの動植物の世話を１年から３年生までが一緒にやるという。700キロを超す乳牛の乳搾りも「すごく楽しい」と生き生きとした明るい笑顔で応える生徒たち。生徒たちは牛の分娩までの経過観察や分娩処置の実習を体験して命の誕生に感動し、また死産という哀しい場にも直面する。どの乳牛も、一生懸命に世話されていて手入れが行き届き、品評会で受賞したり、乳牛共進会で何度も優勝しているとのことである。共進会や毎年各県で開催されるB&Wショウでは、生徒たちが担当牛のリードマンとして参加している。そして、たくさんの牛に接し、プロの酪農家あるいは畜産農家の人たちと交流し、多くのことを学んでいるという。

生徒たちは、乳房内で真っ赤な血液が真っ白な牛乳になることから動物の体の神秘さを学び、また豚の出産では母豚の乳頭数以上の子豚は兄弟であっても生存競争により育たないという現実から、人間の手による助けが必要という思いやりを学ぶ。

さらに、瑞穂高校は、サル、タヌキ、ワラビーなど約40種類の動物がいて、ちょっとした動物園。生徒たちが飼いたいということから増えていったそうだ。イヌやウサギ、ハムスターなどは保育園や小学校に出張する移動動物園の主役。そして、人間的にも大きく成長していく生徒たちの姿に「農業の持つ可能性は教育の財産」と語る先生たち。「食育」の原点を今一度考える時ではないのだろうか。

（TH）

読者の広場

飼料穀物高騰下における肉牛生産

萬野　修三（まんの　しゅうぞう）
(有)上旭肉牛牧場　全国肉牛事業協同組合副理事長

平成18年９月以降、米国産トウモロコシ価格の高騰や２年連続の豪州干ばつによる大麦価格の高騰で、肉牛用飼料原料の多くを占めるトウモロコシと大麦の価格が高騰したことから、飼料コストが大幅に上がっています。配合飼料価格安定基金の発動で価格アップのスピードは緩和されていますが、この状況が長期化すると飼料価格の上昇は年率約16%となります。中長期的にみると３年間で約50%アップになります。原因とされるエタノール需要も原油価格が余程下落しないかぎり、減少するとは考えられません。飼料穀物価格が下落する条件は、

①2008年度も米国産トウモロコシが大豊作
②2008年度に中国、ブラジル、アルゼンチンでもトウモロコシが大豊作
③2008年度にＥＵ、豪州の小麦、大麦が大豊作
④原油増産による原油価格の大幅な下落

であり、この４条件が全てそろわないと飼料穀物価格が下落するとは思えませんが、４条件が全てそろう確率は高くありません。

現在、農林水産省では国産粗飼料の増産、食品残渣等の利用促進を実施していますが、主エネルギー源となるトウモロコシや大麦に代わる飼料原料には、対策が実施されていません。一部、飼料米生産の啓蒙をしていますが、価格はトウモロコシの数倍となっています。現状では、肉牛生産費の飼料コストがアップした部分を子牛の生産コストで押さえるしかない状況です。この状況が続くと肥育経営および子牛生産経営は立ち行かなくなり、結果的に生産量の減少につながると思われます。今、行政に即効性ある下記の飼料対策を望みます。

①飼料用トウモロコシ、大麦への直接補助による流通飼料価格の低減
②備蓄米の低価格での放出

また　中長期的には下記の対策を望みます。

①どのような自給飼料体制を構築するか、そして、そのために必要な飼料米、飼料麦、飼料用とうもろこしの生産推進および価格補助等の対策
②エコフィード（特に牛用のＡ飼料）の規制の緩和、そして新規エコフィードの開発

日本の肉牛生産が直面している状況は食料供給安全保障上極めて厳しい。地方農村地域の活性化、国土保全をも組み込んで、日本の肉牛生産の安定的で再生産可能な基盤を作り、なおかつ国民が納得できる品質および価格の牛肉供給を実現できるようになることを強く望みます。

たより

地方だより

北海道

○道産若牛を首都圏でＰＲ

酪農の盛んな北海道では、乳牛から産まれた雄子牛の肉用への育成肥育もまた盛んで、ホルスタイン牛肉（道産若牛）の大産地である。手ごろな価格で、買いやすい道産若牛を首都圏でＰＲしようと、北海道の国産牛肉市場開拓緊急対策事業でのキャンペーンに、生産者も参加した。

平成19年10月１日に、道産若牛の生産者でつくる北海道肉用牛生産者協議会の役員、事務局員およびホクレン職員が、東京の大手町のメトロスクエアの出展会場に出向いて、昼休み時間に訪れたサラリーマンや主婦の皆さんにビーフシチューや焼肉の試食を行なったところ、大人気であった。さらに、安全な生産管理のしくみも、一緒にＰＲした。こうした取り組みが道産若牛肉の消費拡大に結びつくことを期待している。

（北海道酪農畜産協会　田村　千秋）

写真　ステージから道産若牛をＰＲ

◇　◇　◇

鳥取県

○中国四国ブロック養豚セミナーの開催

中国四国ブロック養豚協議会では、養豚経営の活性化のために、養豚経営を取り巻く諸問題について、養豚経営に携わる女性の視点で意見交換を行なうセミナーを各県持ち回りで、毎年開催しています。

今年度は鳥取県が当番となり、「今後の養豚経営はどうあるべきか」をテーマに、平成19年11月16～17日に湯梨浜町で開催しました。各県から約60名が参加しました。

初日は、日本養豚協会の伊藤政美常務理事の基調講演の後、３分科会に分かれ活発に討論しました。最後に全員が１会場に集合し、分科会報告と総合討論を行ないました。

２日目は県内の農業関係施設の視察など、県境を越えて交流深め、盛会裏のうちに閉会し、大変有意義なセミナーでした。

（(社)鳥取県畜産推進機構　安住　正雄）

写真　中国四国ブロック養豚セミナー

学会・研究会・シンポジウム等のお知らせ

○平成19年度日本獣医師会：学会年次大会（香川）

期　日：平成20年２月９～11日
会　場：サンポート高松（香川県高松市）
連絡先：香川県獣医師会事務局
TEL:087-874-1877 FAX:087-870-6380

○平成19年度畜産関係新技術発表会：新技術発表と講演「家畜管理の精密化とアニマルウェルフェアについて（仮題）」

期　日：平成20年２月21日
会　場：北農ビル（札幌市）
連絡先：北海道酪農畜産協会内　北海道畜産技術連盟（石岡香苗）
TEL:011-209-8551 FAX:011-209-8560
E-mail:kanae@rakutiku.or.jp

○第89回日本養豚学会大会

期　日：平成20年３月17～18日
会　場：東京農業大学厚木キャンパス（神奈川県厚木市）
参加費：会員2,000円 非会員3,000円 学生無料
連絡先：日本養豚学会事務局（祐森・池田）
TEL：046-270-6586・6583
FAX：046-270-6585
ホームページ：http://youton.ac.affrc.go.jp/index.ht

○日本畜産学会第109回大会

期　日：平成20年３月27～29日
会　場：常盤大学（水戸市）
連絡先：茨城大学農学部内　日本畜産学会第109回大会運営委員会
TEL＆FAX：029-888-8576
E-mail：chiku@mx.ibaraki.ac.jp

○第36回ルーメン研究会：ルーメン発酵を考慮したとうもろこしサイレージの高度利用技術とその普及

期　日：平成20年３月28日
会　場：常盤大学R棟004ミニシアター（水戸市）
連絡先：北海道大学大学院農学研究院　家畜栄養学研究室内ルーメン研究会（小林泰男）
TEL&FAX 011-706-2476
ホームページ：http://nichiku.agr.ibaraki.ac.jp/koutsu%20anai.htm

○平成20年家畜栄養生理研究会春季集談会

日　時：平成20年３月28日
会　場：常盤大学R棟001ミニシアター（水戸市）
参加費：1,000円
連絡先：畜産草地研究所内　家畜栄養生理研究会事務局
TEL:029-838-8645
E-mail:JSANM_jimukyoku@ml.affrc.go.jp

農畜産振興機構から次のお知らせがありました。

「畜産業振興事業」事業実施主体公募のご案内

独立行政法人農畜産業振興機構では、平成20年度に実施する「畜産業振興事業」について、事業実施主体を公募します。

1．畜産業振興事業とは

農畜産業振興機構では、畜産物の生産・流通の合理化等を図るための事業である「畜産業振興事業」を実施する民間団体・企業に対して、その経費を補助しています。

今回、公募対象となる事業の① 事業名及び内容、② 事業ごとの事業実施主体（民間団体・企業）の要件等は、あらかじめ農畜産業振興機構が定める公募要領により示されます。（おって、当機構ホームページに掲載します）

農家の皆様へ

公募制の導入は、事業実施主体の選定の透明性確保の見地から実施されるものであり、これにより事業内容が変わるものではありません。農家の皆様は、安心して従来どおり積極的に各事業へご参加ください。

2．事業実施主体になるには

提出期間内に申請書類を当機構に提出（応募）し、審査を受けていただきます。（公募の日程は、現時点では未定ですが、平成19年度内に公募を行う予定です。なお、提出期間の具体的な日程や申請書類の様式は、おって当機構が作成・公表する公募要領で各事業ごとに示しますので、当機構ホームページをご確認下さい）

審査の結果、事業実施主体候補者に選ばれた団体は、「補助金等に係る予算の執行の適正化に関する法律」及び事業実施要綱に基づき、あらためて補助金交付申請書等を作成していただきます。

（参考）事業実施までの流れ

公募から事業の実施までの基本的な流れは以下のようになります。

公募

公募要領で

（応募対象事業
応募団体の要件
補助金額
提出期間）

が示されます。

⇒

審査

当機構に、外部有職者を中心とした審査委員会を設置し、審査します。

審査の観点
①事業実施能力
②管理体制
③成果の公益利用

⇒

事業実施主体候補者の決定

審査結果の通知
すべての応募団体に対して審査結果をお知らせします。

⇒

事業実施

あらためて補助金交付申請書等を提出していただき補助金の交付を決定します。

3．問い合わせ

詳細は、当機構ホームページ（http：//alic.lin.go.jp/）をご覧いただくか、当機構畜産振興部（電話03-3583-4874、坂西、道免）までお問い合わせ下さい。

昭和三十三年五月二十六日　第三種郵便物認可
平成二十年二月一日発行（毎月一回一日発行）
斎産技術　第六三三号
編集・発行人　山下喜弘
印刷　株式会社アイキ
発行所　社団法人　斎産技術協会　東京都文京区湯島三の二〇の九
電話（〇三）三八三六―二三〇一

バイオ機器、試薬の専門商社

PCR System

PCRの成功の鍵を握る、
信頼のサーマルサイクラー

GeneAmp®
PCR System 9700シリーズ

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

NucleoSpin® Blood QuickPure

血液、その他体液からのゲノムDNAの精製

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

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

極めて迅速な
操作方法！
操作時間＜10分

FRONTIX

フロンティックス株式会社
代表取締役　前田雅広

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

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