

# 畜産技術

LIVESTOCK TECHNOLOGY

2006.4



牧場の下で牧草を食む乳牛：岩手県 小岩井農場

(撮影：東北農業研究センター 田村 良文)

## 特集 高病原性鳥インフルエンザについて

提言	昨今の肉用牛生産について思うこと	2
研究レポート1	乳房炎に関与するブドウ球菌の酪農場における生態	19
研究レポート2	草地土壌の窒素溶脱防止機能の検証	23
技術情報1	堆肥吸着による家畜ふん尿堆肥の悪臭防止と窒素回収技術	27
技術情報2	集約放牧酪農のための圃場レイアウト作成の留意点	31
研究所だより	OIE高病原性鳥インフルエンザリファレンスラボラトリー	34
連載	日本の伝統文化と家畜 (1) 闘牛	37
国内情報	家畜・家禽の主要組織適合遺伝子複合体 (MHC) 研究の現状と展望	40
地域の動き	$\alpha$ -リノレン酸を多く含む豚肉の生産 (石川県)	44
文献情報		46
用語解説	フリーク評点とV-スコア (サイレージ発酵品質の評価)	47
海外統計	畜産統計にみる世界と日本：羊毛の主要生産国と輸出入	49
国内統計	平成16年個別経営の営農類型別経営統計 (酪農・肉用牛・養豚・採卵養鶏・ブロイラー養鶏経営)	50
会員だより	京都府畜産技術連盟	51
会員だより	財団法人 畜産生物科学安全研究所	52
百舌鳥	「雪に願うこと」を観て	53
地方だより		54
協会だより		26・55
学会・研究会・シンポジウム等のお知らせ		39
今月の表紙		30
グラビア	研究所だより／地域の動き	

# Enjoy 地方競馬

馬の熱だけ夢がある



 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22場からお届けします。



北海道大学大学院獣医学研究科の外観



高度封じ込め施設 (BSL-3) における感染実験



稚内大沼における水禽類糞便材料の採取

## OIE高病原性鳥インフルエンザ リファレンスラボラトリー

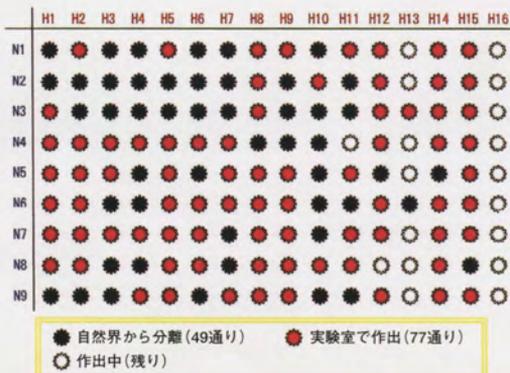
北海道大学大学院獣医学  
研究科微生物学教室



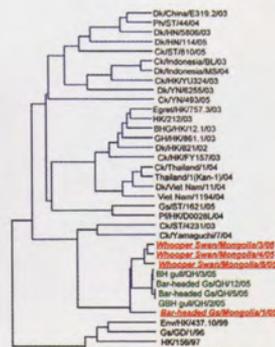
高病原性鳥インフルエンザウイルスの感染により  
死亡したニワトリ



動物インフルエンザ診断トレーニングコースの開催



鳥インフルエンザウイルスの系統保存



モンゴルの白鳥から分離された  
高病原性鳥インフルエンザウイルスの遺伝子解析

# $\alpha$ -リノレン酸を多く含む豚肉の生産 (石川県)



アマニ油などを添加した飼料給与豚の飼養風景



アマニ油などを添加した試作ベレット状飼料



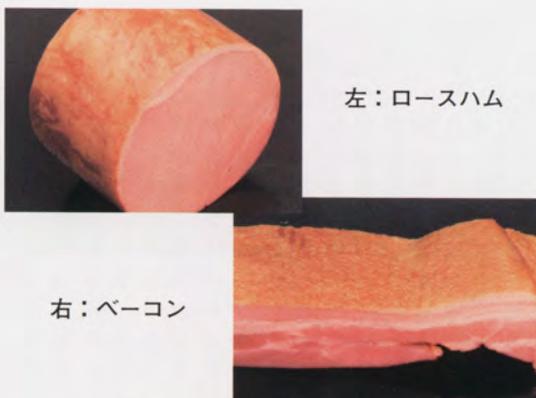
機能性豚肉発表・試食会



機能性豚肉を使った料理



食味官能試験の風景



左：ロースハム

右：ベーコン

機能性豚肉からの試作加工品

## 提 言

# 昨今の肉用牛生産について思うこと



清家 英貴  
(せいけ ひでき)  
農林水産省生産局  
畜産部  
畜産企画課長

国内のBSE発生に対応して創設した牛トレサビリティ制度を通じた信頼回復、平成15年12月の米国産牛肉の輸入停止といった追い風を受け、牛肉の卸売価格や子牛価格はともに高騰の状況が続いている。マルキンは平成15年度第4四半期以降発動がなく、子牛生産者補給金も17年度第3四半期は全ての品種で発動がないなど、肉用牛経営の収益性は極めて良好である。

しかしながら、こうした状況を手放しで喜んでばかりもいられない。小売価格はジリ高の状況が続いている。安全・安心への関心は高まったとはいえ、消費者が食品を購入する上で、依然として「価格」は重要な選択条件である。牛肉の高値が長期化すれば、消費者の牛肉離れが起こりかねない。すでに小売りの現場ではそうした現象が広がりつつあると聞く。生産者の利得は消費者の負担で賄われていると理解すべきである。

枝肉卸売価格や子牛価格の高騰は、需給のバランスが崩れていることによる。適正な需給バランスを取り戻すこと、さらに言えばマーケットへの供給を増やししながら価格を徐々に引き下げ、同時に需要を喚起していく姿が望ましい。そのためには、肉専用種の繁殖基盤を拡大し、国産牛肉の生産拡大を進めていくしかない。

繁殖牛は平成5年のピーク以降、長期的な減少基調にある。確かに繁殖もと牛の導入や施設整備など増頭には相当の資金調達が必要であり、投資資金の回収にも長期間を要するため、増頭といっても事は容易ではない。しかし、子牛生産者自身が現下の高価格に甘んじて増頭に向けた努力を怠ってはいないだろうか。収入、所得水準が高い今こそ、増頭に向けた効率的な投資を考えるべきではないだろうか。

近年、耕作放棄地などに繁殖牛を放牧する取り組みが増加しつつある。土地や草資源の有効活用、獣害の防止、景観の保全といった効果もある。

こうした技術をはじめ、あらゆる知恵を駆使しながら、消費者の国産牛肉に対する真の信頼感、共感を得るため、繁殖牛の増頭、生産基盤の強化に向けて関係者が一丸となって取り組むことが今まさに求められている。

アジアで発生した高病原性鳥インフルエンザは、世界各地に広がり、今やその防疫は世界的課題となっています。わが国においても、2004年に高病原性鳥インフルエンザが発生し、2005年には弱毒タイプ鳥インフルエンザが大きな問題になりました。鳥インフルエンザについては、各種の雑誌などのメディアでも取り上げられているので、本特集では、やや異なる側面も取り入れて、高病原性鳥インフルエンザウイルスの性状から国際的な防疫への取り組みまでをまとめてみました。ご多忙にもかかわらず、ご執筆くださった方々に厚くお礼申し上げます。

(編集委員会)

- I. 世界における高病原性鳥インフルエンザの発生：これまでの動向と現況  
.....藤田 陽偉
- II. 鳥インフルエンザウイルスについて  
.....喜田 宏
- III. わが国の高病原性鳥インフルエンザの防疫対策  
.....鈴木 明子
- IV. 高病原性鳥インフルエンザ防疫のための国際的な取り組み  
.....藤田 陽偉

## I. 世界における高病原性鳥インフルエンザの発生：これまでの動向と現況

藤田 陽偉 (ふじた てるひで) 国際獣疫事務局(OIE)アジア太平洋地域代表

### 1. 世界的課題である鳥インフルエンザ対策

アジアで発生した高病原性鳥インフルエンザ (Highly Pathogenic Avian Influenza、以下：HPAI) は、その病原性の強さ、伝播地域の広さともに前代未聞の大流行となった。HPAIの発生報告は、2003年末から国際獣疫事務局 (OIE、本部パリ) に入りはじめた。一方、各国の公式発表の前の同年の夏ごろから、病勢の強い鳥の伝染病がアジアの国で発

生しているという噂があったので、OIEではその情報収集に腐心していた。

今回のHPAIの発生は、東南アジア、極東アジア、中国、モンゴル、ロシア、さらにヨーロッパ地域、中近東、アフリカなどでも流行した。そして、鳥のみならず人にも被害がでたことから、家禽の死亡や防疫上の殺処分などの農業面における問題ばかりでなく、公衆衛生などの社会的問題としても注目を集めている。今や、HPAIは世界的課題として、その防疫にあらゆる努力がなされている。

# ンフルエンザについて

## 2. 最近の世界における鳥インフルエンザの発生状況と経済的被害

鳥インフルエンザウイルスのH5N1亜型によるHPAIの発生は、2003年12月の韓国の報告を皮切りに、2004年にはタイ、カンボジア、日本、ラオス、ベトナム、インドネシア、中国、マレーシアと続き、2005年に入ってからフィリピン、ロシア、モンゴル、カザフスタン、トルコ、ルーマニア、クロアチア、そしてウクライナからも報告されている。2006年2月12日現在、イラクやアフリカのナイジェリアでも発生が確認されている。

H5N1亜型によるHPAIの発生に対する防疫には、各国とも大変な努力を重ねている。わが国や韓国のように、いち早く撲滅に成功した国もあれば、中国、ベトナム、インドネシアなどのように、防疫に長時間を要し苦慮している国もある。全土で発生があったタイでは、毎週のごとくフォローアップ報告書をOIEに提出しているが、2006年1月末の時点では陽性鳥の報告はない。

東南アジアやトルコでは、農村部の貧困家庭における庭先養鶏のように小規模飼養されている家禽も貴重な収入源であり、また重要な動物性タンパク質食品でもある。そのため、HPAIの発生は農家にとって大きな経済的打撃となり、借金の累積などの生活不安をもたらしている。また、大規模養鶏を行なっている経営体でも、HPAIの侵襲により生産維持が困難となるために経営が不安定になる可能性がある。このように、HPAIの発生は計り

知れない脅威を含んでいる。

H5N1亜型によるHPAIの発生は、各国において家禽類の生産や流通が困難となって混乱をもたらしている。HPAI感染により死亡した鳥や防疫のために殺処分された鳥は、全世界で1億5,000万羽を優に超えるとみられている。2004年と2005年のアジアでの発生において、発生国の直接的な経済損失は880億円～1,320億円と試算されている。これは鳥の死亡、防疫のための殺処分・消毒などの費用のほかに、HPAI発生による貿易阻害などの損害も含まれている。

HPAIのように国をまたがって容易に伝播する疾病は国際防疫上の大きな問題となっている。HPAIの発生により、国内では家禽類やそれらの生産物の移動が制限され、貿易相手国からは輸入禁止措置などを受けて国際貿易が途絶えることから、輸出志向型で養鶏が発展してきた国の被害は特に大きいものとなる。逆に、家禽類やそれらの生産物を恒常的に輸入している国では、HPAI発生国からの輸入規制によって、動物性タンパク質の食品の供給が減少し、国民の栄養上の問題となることも指摘されている。

HPAIの発生は人への影響もあるので、世界のツーリズムにも計り知れない損害をあたえると試算されている。また、野生動物を含む環境にも大きなマイナスの印象を与え、例えばタイの動物園で多数のトラがHPAIに感染した例は関係者に大きなショックを与えている。一方、同じH5グループではあるが、H5N2亜型による弱毒タイプ鳥インフルエンザが台湾、韓国、日本、カナダ、メキシコ、

南アフリカで報告されている。H7亜型による鳥インフルエンザの発生は、パキスタン(H7N3、2004年)、イタリア(H7N1、2002年)、オランダ(H7N7、2004年)、米国(H7N2、2003年)、北朝鮮(H7、2005年)から報告されている

### 3. 人の健康への影響

HPAIの発生と流行が世界的に問題となっている理由の一つに、本疾病ウイルスが人に感染して病気を引き起こすだけでなく、死に至らしめることにある。HPAIは、鳥類の伝染病であるばかりでなく、人を含む哺乳類にも感染力がある疾病(人獣共通感染症)であることが、ほかの一般的な家禽疾病と異なるところである。

最近の人におけるHPAIの感染状況(2006年2月12日時点:WHOによる検査室確認例のみ)は、中国では11件の発生が確認され7名が死亡、カンボジアでは4件の発生確認で4名死亡、インドネシアでは23件の発生確認で16名死亡、イラクでは1件の発生確認で1名死亡、タイでは22件の発生確認で14名死亡、トルコでは12件の発生確認で4名死亡、そしてベトナムでは93件の発生が確認され42名が死亡している。すなわち、世界における人での感染は合計166件の発生が確認され、そのうち88名が死亡している。

人がHPAIに罹った鳥や死亡した鳥に触れて感染することは知られているが、これまでのところ、人から人へのHPAI感染は確認されていない。

### 4. 防疫の困難性とその理由

HPAIは各国政府などの関係者の努力にもかかわらず、東南アジア諸国や中国などで猖獗<sup>しょうけつ</sup>を極め、その後中近東、アフリカなどに

も波及し、その防疫には大きな困難を伴っている。防疫の難しさには種々の要因があるが、その主なものを以下に述べる。

第1は、発生国における家畜伝染病の防疫に関する法令の未整備、人材や資金の不足、診断施設などインフラストラクチャの未整備である。そのため、HPAIの診断やサーベイランスの能力が十分ではなく、発生時の対応が迅速にとれないことである。そこで、関係国、特に開発途上国における獣医サービスの強化(判断・防疫能力の向上)が急がれている。また、関係法令がある場合でも、法的規制と防疫実態との間にギャップがあることも指摘されている。

第2は、HPAIの発生情報を早急に把握するシステムが不十分な点である。加えて、疾病発生の公表に時間がかかり、その間に対応が遅れて疾病が広がることも否定できない。

第3は、HPAIには野生鳥が関係しているため、家禽への感染を防ぐバイオセキュリティが難しいことである。輸出を目的として大規模に飼養する経営体と東南アジアに多くみられる数羽の庭先養鶏の小規模農家では、バイオセキュリティの面で大きな差がある。一般的に大規模経営体では外部からの人や資材の出入りなどに防疫上の十分な注意が払われている。しかし、庭先養鶏の農家では自然環境下に家禽が自由に動き回り、本疾病ウイルスに暴露されやすい状態にあり、HPAIに容易に感染するおそれがある。さらに、感染した家禽、特にアヒルはウイルスを排出しつづけている可能性が高く、HPAIの感染源となりうる。

第4は、家禽の生体市場の存在である。特に、東南アジアでは生きた家禽を取り引きする市場(ウエット・マーケット)が広く存在し、HPAIの伝播の場となっている。一方、

ウェット・マーケットを制限して、HPAIの防疫に効果をあげているところもある。

第5は、防疫上必要とされる殺処分に対する政府の補償の問題である。タイのように、殺処分される鳥に対して市場価格の75%が支払われるケースもあるが、多くの国では補償額が少なく、農民を満足させる額ではない。そのため、農民の協力が得られないこともHPAIの発生報告を遅らせる要因となっている。

第6は、HPAIの防疫を難しくしているものに渡り鳥の関与がある。野生の渡り鳥、特に水禽類の間は本疾病ウイルスに感染したまま極めて遠距離を飛来し、沼などをウイルスで汚染すると考えられる。そこで、世界的に渡り鳥の飛翔地域では、本疾病に対する警戒感が強まっている。

第7は、ワクチン使用に対する国際的な論議であるが、これについては以下に述べる。

## 5. ワクチンの使用

HPAIの防疫にあたって、ワクチン使用の可否が世界的論議となっている。その理由は、①現在使われているワクチンは、症状を和らげてウイルス排出量を減らす効果はあるが、本疾病の感染を完全には阻止できないこと、②十分に安全であるワクチンを生産するため

の科学的条件を満たさないで生産されたワクチンはむしろ感染を広げるおそれがあること、③HPAIの防疫にはHPAIに感染した鳥や感染鳥と接触した鳥を殺処分(stamping-out policy)することが原則であるが、ワクチンの使用により症状が不明瞭となるために、感染鳥の発見が遅れ、感染鳥から排泄されたウイルスがほかの鳥へ伝播することを助長しかねないことがある。このように、ワクチンの品質がHPAIの防疫に大きく影響するので、多くの国際会議においてOIEの国際基準にしたがって製造すべきとの勧告が出されている。

前述のように、HPAIの防疫は感染鳥の殺処分が原則であるが、やむをえずワクチンを使用する場合には、①stamping-outとの組み合わせが欠かせないこと、②stamping-outのみでは防疫が不可能と判断される高危険度地域で使用すること、③政府の監督下でモニタリングなどが実施されること、④本疾病の発生は家禽産業のみならず社会的影響も大きいので生産者、政府、その他の国民との間で十分な対話を行なうこと、などが国際的な認識となっている。ワクチン使用の是非は、その国の疫学的状態を踏まえて各国が判断することとなっている。こうした状況のなか、研究をさらに進めて、より効果的なワクチンが開発されることが強く望まれている。



# Ⅱ. 鳥インフルエンザウイルス について

喜田 宏 (きだ ひろし)

北海道大学人獣共通感染症リサーチセンター・センター  
北海道大学大学院獣医学研究科疾病制御学講座

## 1. はじめに

2003年末からアジアで高病原性鳥インフルエンザ (HPAI) が発生し、家禽に甚大な被害を及ぼしている。病因のH5N1亜型の高病原性鳥インフルエンザウイルス (HPAIV) は、渡り鳥が北方圏の営巣湖沼から持ち込む非病原性の鳥インフルエンザウイルスがニワトリに伝播し、感染を繰り返す間にニワトリに対する病原性を獲得したものである。越冬中の渡り鳥には、このH5N1亜型HPAIVに感染し、北の営巣湖沼に辿り着く前に中国北部やモンゴルなどで斃死したものがあ

る。タイ、ベトナム、カンボジア、インドネシア、中国およびトルコでは、これまで170余名のヒトがH5N1亜型HPAIVに感染し、90名近くが死亡している。このような背景の下で、H5N1亜型HPAIVがヒト集団に侵入し、新型インフルエンザウイルスとして猛威を振るうことが想定されている。わが国を含め、先進諸国とWHOはこれに備えて、H5N1亜型HPAIVに対するヒト用不活化ワクチンを生産して備蓄するなどの緊急計画を策定した。H5N1亜型HPAIVがヒトの新型インフルエンザウイルスとしてインフルエンザの大流行を起こす可能性を否定するものではないが、H5N1亜型HPAIVのみに目を奪われて、他の亜型のインフルエンザウイルスも新型として出現する可能性があることを忘れ

るべきでない。HPAIは古代から世界各地の家禽に発生しているが、その原因ウイルスがヒトに伝播して拡がり、インフルエンザの大流行を起こしたという事実は知られていない。他方、ヒトのインフルエンザウイルスは家禽に感染しない。さらに、HPAIVの“病原性”はあくまでも、ニワトリに対するそれであり、ヒトに対するものではない。

## 2. 鳥インフルエンザの疫学

インフルエンザA型ウイルスはヒトを含む哺乳動物と鳥類に広く分布する。なかでも、水禽からはすべてのヘマグルチニン (HA) とノイラミニダーゼ (NA) 亜型 (それぞれH1-H16とN1-N9) の鳥インフルエンザウイルスが分離されている。家禽、家畜とヒトのインフルエンザA型ウイルスの遺伝子はすべてカモの鳥インフルエンザウイルスに起源がある。カモは夏季にシベリア、カナダやアラスカの北極圏に近い営巣湖沼で鳥インフルエンザウイルスに水系経口感染し、結腸陰窩の上皮細胞で増殖した鳥インフルエンザウイルスを糞便と共に排泄する<sup>1)</sup>。カモが排泄した鳥インフルエンザウイルスは、水を介して他の水禽に伝播する。秋になると、カモは南方に渡る。カモに害を及ぼすことなく受け継がれている鳥インフルエンザウイルスは家禽や家畜に伝播して、それに対する病原性を獲得することがある。カモの鳥インフルエンザウイルスが

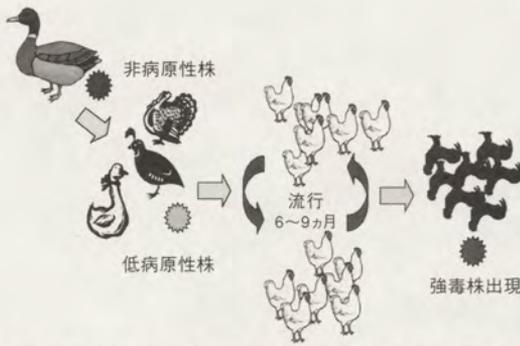


図1 ニワトリ群におけるインフルエンザウイルスの病原性獲得

シチメンチョウ、ウズラやガチョウを介してニワトリ集団に入り、数ヵ月にわたってニワトリからニワトリに感染を繰り返すと、ニワトリに対する病原性を獲得することがある(図1)。これがHPAIVであり、そのHA亜型はH5またはH7に限られている。

カモに受け継がれている鳥インフルエンザウイルスの抗原性と遺伝子は高度に保存されている<sup>2)</sup>。北方のカモの営巣湖沼が鳥インフルエンザウイルスの貯蔵庫であり、カモの大腸で増殖して、糞便と共に排泄された鳥インフルエンザウイルスは、カモが渡りに飛び立った後、冬の間、湖沼水中に凍結保存される<sup>3)</sup>。アラスカのカモから分離された鳥インフルエンザウイルスは北米大陸で家禽と家畜が保有するインフルエンザウイルスと近縁であり、シベリアのカモから分離された鳥インフルエンザウイルスはアジアで分離されたインフルエンザウイルスと近縁である。すなわち、新型インフルエンザウイルスの登場舞台である南中国に飛来するカモはシベリアの湖沼から鳥インフルエンザウイルスの遺伝子を持ち込んでいる<sup>4)</sup>。

### 3. 家禽の臨床症状

HPAIは、インフルエンザA型ウイルスの感染によって起こる家禽の全身性疾病である。

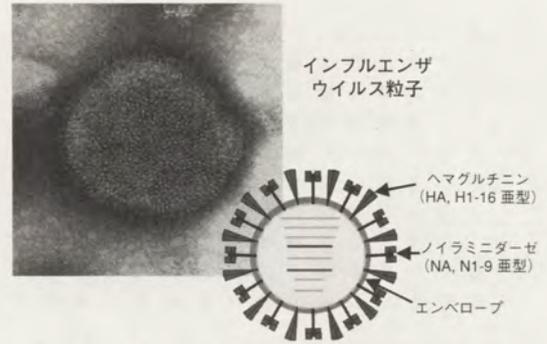


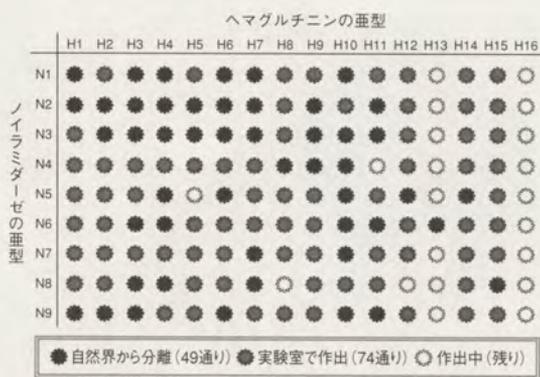
図2 インフルエンザウイルス粒子の電子顕微鏡像と模式図

アヒルやガチョウなどの水禽は鳥インフルエンザウイルスに感受性が高いが、感染しても症状を現わさないのが普通である。ニワトリがHPAIVに感染すると甚急性経過をとるものは症状を呈さずに、あるいはショック様症状で急死し、慢性、または持続感染経過をとらない。一般的には元気と食・飲水欲の消失、産卵率の低下、衰弱、咳、くしゃみ、ラッセル呼吸音、流涙、羽毛逆立、顔面、肉冠と肉垂の浮腫とチアノーゼ、神経症状や下痢などがみられる。HPAIVはH5またはH7亜型のHAをもつが、H5およびH7亜型HPAIVが高病原性であるとは限らない。HPAIVはそのHAが宿主体内の細胞に普遍的に存在する蛋白分解酵素によって開裂活性化するので全身で増殖する。

### 4. 病原体

インフルエンザウイルスにはA、BおよびC型がある。鳥類と哺乳動物にはインフルエンザA型ウイルスのみが感染する。

鳥インフルエンザウイルスはオルトミクソウイルス科(Orthomyxoviridae)インフルエンザウイルスA属(Influenzavirus A)のネガティブ一本鎖RNAウイルスである。HAとNA糖蛋白がエンペロープを貫通してウイルス粒子表面に突出している(図2)。インフ



各亜型のA型インフルエンザウイルス株および遺伝子をワクチン製造および診断用抗原として系統保存

図3 OIE高病原性鳥インフルエンザリファレンスラボラトリー(北大)における鳥インフルエンザウイルス株のライブラリー(グラビア参照)

ルエンザA型ウイルスはさらにHAおよびNAの抗原特異性に基づいてそれぞれH1~H16およびN1~N9の抗原亜型に分けられる(図3)。

HAは気道や腸管粘膜上皮細胞表面のシアル酸レセプターに結合してウイルスの宿主細胞への吸着に関与するとともに、細胞内に取り込まれたウイルスのエンベロップとエンドソーム膜との融合を媒介してウイルス遺伝子を細胞質に侵入させる。NAは細胞内で複製、成熟したウイルスが細胞質膜から発芽する際、HAとNAに結合しているシアル酸を切断し、感染性ウイルス粒子として遊離させる。M1蛋白がウイルスエンベロップの内張をしている。

インフルエンザウイルスの一本鎖RNA遺伝子は8分節に分かれており、1種類または2種類のウイルス蛋白をコードする。それぞれの遺伝子分節にはその複製に必要な核蛋白(NP)、ポリメラーゼ(PB2、PB1とPA)複合体、M1およびN2蛋白が結合している。したがって、2つの異なるインフルエンザA型ウイルス株が同時に1つの細胞に感染すると、計16の遺伝子分節はそれぞれ独立に複製される。その結果、両ウイルスに由来する遺伝子分節を様々な組み合わせで持つ子孫ウイルス粒子が細胞から放出される。これが遺伝

子再集合(genetic reassortment)で、ヒトのインフルエンザウイルスとカモ由来の鳥インフルエンザウイルスの遺伝子分節が再集合して生じたウイルスの中で、ヒトに伝播し流行を起こしたものがヒトの新型インフルエンザウイルスである。

## 5. 検査

診断の基本はインフルエンザウイルスの分離である。抗原または遺伝子の検出が補助手段として用いられる。家禽からのウイルス分離材料には、呼吸器および総排泄腔のスワブまたは臓器組織乳剤を用いる。10日齢の鶏胚の尿・羊膜腔内に接種して35℃で培養する。胚が死亡したとき、または48時間後に、尿・羊膜腔液の鶏赤血球凝集能を検査する。陽性のときはその胚の尿・羊膜乳剤とインフルエンザA型ウイルスに対する抗血清との間で寒天ゲル内沈降反応を行なう。ウイルス内部蛋白抗原による沈降線が形成されれば、次にHAとNAの亜型を決定する。亜型の決定は血球凝集抑制(HI)試験およびNA抑制(NI)試験による。また、血球凝集活性を示す尿膜腔液を電子顕微鏡で観察し、ウイルス粒子が確認されたときは、ヌクレオカプシドの径(9nm)からパラミクソウイルス(大きさ18nm)と鑑別できる。血清診断では、ペア血清について特異抗体の産生または上昇を検出する。

## 6. 感染源と伝播様式

生鳥の小売り市場が鳥インフルエンザウイルスの伝播、遺伝子再集合と病原性獲得の場となっている。自然界のカモでは水系経口感染によって伝播する。ニワトリは鳥インフルエンザに感染した鳥との接触や飛沫の吸入により、呼吸器感染する。ちなみにウマ、ブタも呼吸器感染する。

潜伏期はニワトリでは1～2日、感染2～5日後に斃死する。感染期間が7日を超えることは稀である。

鳥インフルエンザウイルスに対するヒトの感受性は、レセプター特異性が異なるため、極めて低い。

## 7. 予防・発生時対策の基本方針

家禽の通年の定期的モニタリングによる感染家禽の早期摘発・淘汰が基本である。鳥インフルエンザウイルス感染家禽を早期に摘発、淘汰することによって、家禽の被害を最小限に食い止め、ヒトの健康と食の安全を守ることが鳥インフルエンザ対策の基本である。すなわち、輸入検疫、日常の臨床、ウイルス検査および抗体検査の徹底による感染家禽の早期摘発と淘汰が重要である。

鳥インフルエンザワクチンには、環境に排泄される鳥インフルエンザウイルスの量を減少させる効果が認められるので、メキシコ、中国、ベトナムやインドネシアなどで用いられたが、ワクチン接種は本疾病の清浄化に寄与していない。不活化ワクチンには、「発症の予防」効果を期待できても、「感染を予防する」免疫を誘導する力はないためである。

## 8. 流行時対策

感染した家禽の早期摘発と感染群の迅速な淘汰によってのみ清浄化が可能である。家禽のモニタリングおよび野鳥のグローバルサーベイランス、感染家禽の早期摘発、淘汰、情報公開、輸出入検疫の徹底が、国際獣疫事務局(OIE)および各国間の基準として取り決められている。

## 9. 治療

鳥インフルエンザ感染家禽の治療は行なわ

ない。高病原性で、伝播力が極めて強いので、感染家禽の早期摘発・淘汰によって清浄化を進める。

## 10. 新型インフルエンザウイルス出現のメカニズム

新型インフルエンザウイルスとは、過去数十年間ヒトが経験していないヘマグルチニン(HA)またはノイラミニダーゼ(NA)亜型のインフルエンザA型ウイルスのことである。新たなHA亜型の鳥インフルエンザウイルスがヒトに伝播する性質を獲得すれば、ヒトにインフルエンザの大流行が起こる。前世紀、新型インフルエンザウイルスは3回出現し、そのたびに多くの人命が失われ社会機能が麻痺した。一方、HPAIは、野鳥を家禽化した古代から発生していたに違いないが、その原因ウイルスがヒトに伝播して拡がり、インフルエンザの大流行を起こしたことは知られていない。過去の新型インフルエンザウイルス出現のメカニズムを踏まえ、これから出現する新型インフルエンザウイルスに備える対策を確立しておかなければ、同じことが繰り返されるであろう。家禽、家畜とヒトのインフルエンザA型ウイルスの遺伝子はすべてカモの腸内の鳥インフルエンザウイルスに由来する。鳥インフルエンザウイルスはおそらく人類が地球上に現れる前から水禽の間で静かに安定的な宿主・寄生体関係を確立し、水系伝播を繰り返しながら存続してきたのであろう。カモの鳥インフルエンザウイルスが家禽、家畜を介してヒトのインフルエンザウイルスと遺伝子を交換し、ヒトに伝播したものがヒトの新型インフルエンザウイルスである。

ブタの呼吸器上皮細胞は、その表面にヒトのインフルエンザウイルスに対するレセプターばかりでなく、鳥類のインフルエンザウイ

ルスに対するレセプターもある<sup>5)</sup>ので、カモの鳥インフルエンザウイルスにも感染する。ヒトのインフルエンザウイルスとカモの鳥インフルエンザウイルスがブタに同時感染すると、両ウイルスの遺伝子再集合体が生ずる<sup>6)</sup>。そのなかで、カモの鳥インフルエンザウイルスに由来するHA遺伝子を持ち、ヒトに伝播したものが新型インフルエンザウイルスである。H1からH15まで何れのHA亜型の鳥インフルエンザウイルスもブタの呼吸器で増殖する。したがって、何れの亜型のHA遺伝子をもつ再集合体もブタの呼吸器で産生され、新型インフルエンザウイルスとして出現する可能性がある。

1968年に出現した新型インフルエンザウイルスA/ホンコン/68 (H3N2) 株はカモがシベリアの営巣湖沼から家禽に持ち込んだ鳥インフルエンザウイルスとそれまでヒトに流行していたH2N2亜型インフルエンザウイルスが中国南部でブタの呼吸器に共感染して生じた遺伝子再集合体である<sup>7)</sup>。カモ、中国南部のアヒルおよびブタが、それぞれインフルエンザウイルスの供給、伝播および遺伝子再集合体産生の役割を果たした<sup>8)</sup>。すなわち、H3亜型のHA遺伝子の導入経路は、カモ→アヒル→ブタ→ヒトである。1957年の新型H2N2亜型インフルエンザウイルスも同様の経路で出現したものと推定される。1918年にスペインインフルエンザを引き起こしたH1N1亜型インフルエンザウイルスは北米大陸の系統の鳥インフルエンザウイルスを起源とする<sup>9)</sup>。同年に米国イリノイ州から拡がったブタインフルエンザウイルスに由来するものと考えられる。

## 11. 高病原性鳥インフルエンザウイルスの出現メカニズム

HPAIとは、インフルエンザA型ウイルスの感染による致死的な家禽の疾病である。1997年に香港で18人に感染して6人を死亡させたH5N1亜型HPAIVの起源は、シベリアからカモが持ち込んだ鳥インフルエンザウイルスがニワトリに伝播し、感染を繰り返す間にニワトリに対する病原性を獲得したものである<sup>4)</sup>。この事件を契機に、生鳥の小売りマーケットが鳥インフルエンザウイルスの温床、遺伝子プール、異種鳥への感染と遺伝子再集合、病原性獲得、そしてヒトへの偶発的な伝播の場として主要な役割を果たしていることが明らかとなった。東南アジア、中国、アメリカ合衆国ならびに中南米において、頻繁に発生、流行が見られるHPAIでも、その起因ウイルスの多くは、生鳥マーケットに由来するものと推定される。

2003年以来アジアに流行しているHPAIの病因であるH5N1亜型HPAIVが2005年4～6月に中国北部で、その後モンゴルでガン、ハクチョウなどの野生水禽の斃死体から分離され、これが家禽に再侵入して被害を拡大することが危惧されている<sup>10,11)</sup>。実際、ロシアでは家禽にHPAIが発生し、13万羽を殺処分し、またカザフスタン、トルコやルーマニアの家禽にもHPAIが拡がっている。自然界、特に北方の渡りガモの営巣湖沼にHPAIVが持ち込まれ、定着し、毎年カモがこれを南方に運ぶようになり、インフルエンザウイルスが存続することが最悪のシナリオであろう。これを監視するため、野生水禽における鳥インフルエンザのグローバルサーベイランスが極めて重要である。

## 12. 高病原性鳥インフルエンザウイルスと新型インフルエンザウイルス対策

アジアでは、未だにH5N1亜型HPAIVによる家禽の被害が続いている。2003年末から2006年2月末までに、タイ、ベトナム、カンボジア、中国、インドネシアとトルコで、H5N1亜型HPAIVのヒトへの感染例170余名、うち90名近くの死亡が確認されている。すべて家禽からヒトに感染したもので、明らかなヒトからヒトへの伝播は認められていない。鳥インフルエンザ感染家禽の早期摘発、淘汰によって、被害を最小限に食い止め、ヒトの健康と食の安全を守ることが鳥インフルエンザ対策の基本である。

これまでに出現した新型インフルエンザウイルスは、以上に述べたように、カモの腸内の鳥インフルエンザウイルスが家禽を経て、ブタの呼吸器でヒトのインフルエンザウイルスの遺伝子を獲得した再集合体である。したがって、鳥インフルエンザウイルスの自然宿主である渡りガモ、家禽、家畜（特にブタ）とヒトのインフルエンザのグローバルサーベイランスを常に実施し、それぞれで優勢に分布するインフルエンザウイルスの亜型を明らかにするとともに、ウイルスの生態、宿主域、哺乳動物に対する病原性、生物性状およびヒトの免疫状態を精査した上で、H5N1亜型

HPAIVを含め、何れが新型インフルエンザウイルスとして登場する可能性が高いかを評価、予測する必要がある。さらに、調査で分離されるインフルエンザウイルスのなかから、抗原性、生物性状と遺伝子の解析成績に基づいて各HA亜型のワクチン候補株を選出、保存しておけば、新型インフルエンザウイルスの出現に際して、ワクチンと診断のための的確なウイルス株を直ちに提供できることになる。

#### 参考文献

1. Kida,H., R.Yanagawa, Y.Matsuoka : Infect. Immun., 30, 547-553 (1980)
2. Kida,H., et al: Virology, 159, 109-119 (1987)
3. Ito,T., et al.: Arch. Virol., 140, 1163-1172 (1995)
4. Okazaki,K., et al.: Arch. Virol., 145, 885-893 (2000)
5. Ito,T., et al.: J. Virol., 72, 7367-7373 (1998)
6. Kida,H., et al: J. Gen. Virol., 75, 2183-2188 (1994)
7. Kida,H., K.F.Shortridge, R.G.Webster : Virology, 162, 160-166 (1988)
8. Yasuda,J., et al.: J. Gen. Virol., 72, 2007-2010 (1991)
9. Tausenberger,J.K., A.H.Reid, T.G.Fanning : Virology, 274, 241-245 (2000)
10. Liu,J., et al. : Science, 309, 1206 (2005)
11. Chen,H., et al. : Nature, 436, 191-192 (2005)

## Ⅲ. わが国の高病原性鳥インフルエンザの防疫対策

鈴木 明子（すずき あきこ） 農林水産省消費・安全局 動物衛生課課長補佐

### 1. はじめに

平成16年、我が国で79年ぶりに山口県、大分県及び京都府で発生した高病原性鳥インフ

ルエンザ（H5N1亜型、強毒タイプ）の発生に引き続き、昨年6月、茨城県を中心とした高病原性鳥インフルエンザ（H5N2亜型、弱毒タイプ）が発生した。

山口県、大分県及び京都府で発生したウイルスは、血清亜型がH5N1亜型で鶏に対する病原性の強い強毒タイプであった。このため、感染した鶏が急性経過で死亡したため、異常を発見することが容易であった。一方、今回茨城県で確認されたウイルスは、H5N2亜型で、鶏に感染しても本病に特徴的な臨床症状を示さない弱毒タイプであり、症状だけで本病の感染を疑うことが極めて難しい事例であった。

我が国では、鳥インフルエンザウイルスのうちH5亜型とH7亜型については、鶏に感染した場合、弱毒タイプであっても、感染が繰り返されるうちに強毒タイプに変異する可能性があるため、H5亜型とH7亜型のものすべて高病原性鳥インフルエンザとして取り扱うこととしている。

本病の防疫対策は、摘発・とう汰を基本とし、殺処分によりその撲滅を図り、早期に清浄化を達成することが重要である。一昨年の本病の発生を踏まえて、よりの確なまん延防止措置が講じられるよう、家畜伝染病予防法（以下：法）の一部改正を行うとともに、高病原性鳥インフルエンザに関する特定家畜伝染病防疫指針（以下：指針）の公表等を行ってきた。以下に、法改正の概要及び本病の防疫対策の概要について説明する。

## 2. 法改正の概要

一昨年の発生では、一部の飼養者が異常があったにもかかわらず、通報を行わず、また、鶏の大量死が確認された後も食鳥処理場への出荷を続けたことから、初動防疫に大きな混乱を引き起こすといった事態が生じた。また、まん延防止のために実施した移動制限措置が広範囲かつ長期間にわたり、移動制限の対象となった農家の経営に大きな影響が生じた。

さらに、畜産の大規模化に伴い、防疫業務の円滑な実施に当たり、防護服等の衛生資材の購入、鶏の死体や汚染物品の焼却・埋却等に多額の費用を要した。そのため、これらの経験を踏まえ、よりの確な防疫措置を実施するため、①疾病発生時の届出義務違反に関するペナルティの強化、②移動制限命令に従った畜産農家に対する助成措置の制度化、③都道府県の防疫事務費用の一部負担を盛り込んだ家畜伝染病予防法の一部改正を行った。

### (1) 家畜伝染病発生時の届出義務違反に関するペナルティの強化

#### ア 手当金の不交付（法第58条第1項）

家畜伝染病予防法では、患畜等の殺処分や汚染物品の焼却など法に基づくまん延防止措置を講じた家畜等の所有者に対し、助成的、奨励的な性格を有するものとして、国が手当金を交付することとしている。

こうした趣旨を踏まえれば、法に基づく届出義務を履行しないなど、家畜伝染病の発生予防又はまん延防止措置を適切に講じなかった家畜の所有者に対しては、患畜等の手当金を交付するのは適当ではないと考えられる。

このため、法もしくは法に基づく命令、その他家畜衛生関係法令に違反して、家畜の伝染性疾病の発生予防又はまん延防止のために必要な措置を講じず、疾病の発生又はまん延を招いたと認められる者に対しては、手当金を交付しないこととされた。

#### イ 届出義務に違反した所有者に係る罰則の強化（法第63条及び第64条）

法の規定に基づく患畜等の届出は、家畜伝染病の発生時における迅速かつ的確なまん延防止措置の実施のために極めて重要なものである。特に、近年の畜産における飼養規模の拡大、交通手段の発達に伴う畜産物の流通の広域化等により、わずかな対応の遅れが広域

的な感染拡大を招き、地域の畜産経営に重大な影響を及ぼすおそれもあることから、確実な届出を確保することが必要となっている。

このため、届出義務に違反した所有者に対する罰則について、法における最も重要なまん延防止措置である殺処分の命令に違反した場合等と同様の、3年以下の懲役又は100万円以下の罰金へと引き上げられた。

## (2) 移動制限命令に従った畜産農家に対する助成措置の制度化(法第60条第2項)

先般の高病原性鳥インフルエンザの発生時には、本病のまん延を防止するため、法の規定に基づき、移動制限区域内の農家における鶏や鶏卵の出荷を広範囲かつ長期間に制限した。養鶏経営の場合、他の畜産経営に比べて、生産の回転が極めて早いことから、生産物の価値の低下やコストの増加を招き、畜産経営に大きな影響が生じた。

こうした状況を踏まえ、早期通報による家畜伝染病のまん延措置を円滑に進めるとともに、今般の改正において、地域の畜産業の発展に重大な影響が及ぶことがないように、法に基づく移動制限により畜産経営に重大な影響が及ぶ家畜等の所有者に対して、当該制限に起因する家畜等に係る売上げの減少額又は飼料費その他の保管、輸送若しくは処分に要する費用の増加額を都道府県が交付する場合、国がその2分の1を負担することとされた。

## (3) 都道府県の防疫事務の費用に対する国の負担(法第60条第1項)

近年の畜産経営規模の拡大に伴い、家畜伝染病が発生した場合に迅速かつ的確にまん延防止措置を実施するためには、従前以上に多くの人員や器具・機械等の資材が必要となっている。

このような状況を踏まえ、都道府県の防疫事務の円滑な実施を図るため、従来から国が

負担しているものに加え、都道府県知事又は家畜防疫員が法を執行するために必要な費用のうち、衛生資材の購入費や賃借料、家畜防疫員が自ら患畜等の死体や汚染物品の焼却・埋却を行った場合の費用について、国がその2分の1を負担することとされた。

### ア 衛生資材の購入費又は賃借料(第7号)

畜産経営規模の拡大がみられる中で、高病原性鳥インフルエンザなどの伝播力の強い家畜伝染病が発生した場合、発生農場では多数の人員、器具、機械等による大がかりな防疫措置を実施する必要がある。また、家畜の移動の広域化等に伴い、多数の周辺農場、疫学関連農場等を対象とした広範囲に及ぶ防疫措置が必要となっている。

このため、迅速かつ円滑に消毒、検査、処分等を行う観点から、農林水産大臣が指定する衛生資材の購入費又は賃借料の2分の1を国が負担することとされた。

### イ 家畜防疫員が自ら行う患畜等の死体や汚染物品の焼却・埋却の費用(第8号)

高病原性鳥インフルエンザなどの家畜伝染病が発生した場合には、発生農場における多数の患畜等を直ちに殺処分し、迅速にそれらの死体等の焼却又は埋却を行うことがまん延防止を図る上で不可欠であることから、患畜等の死体の所有者には、法に基づき、焼却又は埋却の義務が課せられている。また、その場合において、当該所有者が焼却又は埋却に要した費用については、法に基づき、国がその2分の1を交付することとされている。

一方、近年の畜産経営規模の拡大に伴い、所有者のみでは迅速かつ的確な焼却又は埋却を実施することが困難で、家畜防疫員が所有者に代わって、これらの防疫措置を実施することが必要となった場合も、農林水産大臣の指定する焼却又は埋却に要した費用の2分の

1を国が負担することとされたところである。

### 3. 高病原性鳥インフルエンザに関する特定家畜伝染病防疫指針

本病は、以前より、香港、中国等、我が国の周辺諸国で発生していたことから、平成15年9月に「高病原性鳥インフルエンザ防疫マニュアル」(平成15年9月17日付け15消安第1736号消費・安全局衛生課長通知)(以下：マニュアル)を作成し、異常家きんを認めた際の家畜保健衛生所への早期届出と診断、発生農場における防疫措置、周辺農場へのまん延防止措置、農場のモニタリング措置等について詳細に取り決め、関係者に周知していた。一昨年1月から3月にかけて山口県、大分県及び京都府において4件の発生の際には、本マニュアルに基づいた防疫措置が功を奏し、国内へのまん延を最小限に食い止め、関係府県や関係機関等のご尽力もあり、短期間で封じ込めることができた。

平成16年11月には、一昨年の防疫対応の経験を活かし、本マニュアルを土台として、「高病原性鳥インフルエンザに関する特定家畜伝染病防疫指針」を公表した。

#### (1) 基本方針

本病が国内で発生した際には、まずは、殺処分によりその撲滅を図り、常在化を防止することが重要である。そのため、すべての関係者が一体となって侵入防止による清浄性の維持と早期発見のための監視体制の強化を図るとともに、発生時には迅速かつ的確なまん延防止対策が講じられるよう、危機管理体制を構築しておくことが必要である。

#### (2) 防疫措置

ア 異常家きん等の発見の通報から病性決定までの措置

都道府県の家畜防疫員は、本病に関する知識の普及・啓発に努め、本病を疑う症例を発見した旨の通報等を受けたときは、直ちに立入検査を実施する。また、臨床症状を示す家きん及び死亡した家きんを対象に、家畜保健衛生所は独立行政法人動物衛生研究所と連携し、病性鑑定を実施し、早期診断(病性決定)を行う。

#### イ 病性決定時の措置

病性決定時には、関係機関等と連絡をとりつつ、都道府県と農林水産省双方で公表し、それぞれ対策本部を設置する。必要に応じ、他都道府県の家畜防疫員、農林水産省の防疫専門家等も動員する。防疫措置の実施に当たっては、公衆衛生部局と連携し、防疫作業に従事する者は、感染防止に努めるよう十分留意する。

#### ウ 発生農場における防疫措置

患畜等の殺処分、死体や汚染物品の焼却、畜舎の消毒等の必要なまん延防止措置を早急に実施する。

#### エ 疫学関連農場における防疫措置

患畜と同居歴のある家きんが飼養されている農場等においては、その農場からのまん延を防止するために所要な措置を実施する。

#### オ 移動の制限及び家畜集合施設における催物の開催等の制限

発生農場を中心とした原則半径10km以内の区域について移動制限区域とし、家きん、その死体、鶏卵、飼料、排せつ物等病原体をひろげるおそれがある物品について、移動を制限する。移動制限区域内の農場等については、立入検査を実施し、清浄性を確認する。なお、本病の発生状況、清浄性の確認状況等をみながら、農林水産省と都道府県が協議の上、例外措置(清浄性の確認された農場からの鶏卵やブロイラーの出荷)をとることができる。

制限期間は、原則として最終発生に係る防疫措置の完了後21日以上期間とする。

カ 清浄性の確認のための検査等

防疫措置完了後、原則2回の清浄性確認検査（ウイルス分離検査、抗体検査等）を行い、清浄性が確認された場合に制限区域の縮小や解除を行う。

キ ワクチン

ワクチンは、原則として、同一の移動制限区域内の複数の農場で本病が連続発生し、発生農場の飼養家さんの迅速なうたが困難となり、又は困難になると判断される場合に接種を検討することとなるが、使用に当たっては、都道府県は事前に農林水産省と協議し、計画的な接種を行う。接種を行った家さん等については、接種を行った旨の標識を付し、その移動を制限するとともに、接種農場においてはモニタリングを実施する。

ク 感染経路の究明

発生時には、関係機関が連携し、感染経路の究明のための網羅的な疫学調査を実施する。

### (3) 防疫対応の強化

ア 危機管理体制の強化

日頃から農林水産省、都道府県及び市町村の各段階で、関係機関が連携し、本病発生時の通報・連絡体制を確認するなど危機管理体制を構築する。また、万一の発生の際に円滑な防疫措置を講じることができるよう、隣接都道府県や都道府県内の関係者の参加を幅広く求め、防疫演習等を実施する。

イ 試験研究機関との連携

農林水産省は、独立行政法人動物衛生研究所や大学等の試験研究機関との連携を強化し、本病に関する研究を積極的に推進する。

ウ 監視体制の維持

本病の発生を迅速に発見し、防疫措置を適切に実施するため、家畜保健衛生所において

モニタリング（毎月1回、1家畜保健衛生所当たり1農場、1農場当たり10羽以上）を実施する。

## 4. おわりに

我が国では、平成16年のH5N1亜型の強毒タイプ、平成17年のH5N2亜型の弱毒タイプという2回の大規模な本病の発生を経験した。海外では、東南アジアを中心に流行を繰り返していたH5N1亜型の強毒タイプの発生が、ヨーロッパやアフリカでも確認されている。広範囲にわたる本病の発生は、鶏のみならず、鶏から人、さらには人から人への新型インフルエンザの出現を危惧するものである。そのため、我が国においても、昨年11月に厚生労働省が中心となり、新型インフルエンザ対策行動計画を策定した。新型インフルエンザ対策は、農場段階でのコントロールが重要なポイントである。そのため、従来からの防疫対策をより徹底するため、上述した指針に基づくモニタリングに加え、千羽以上のすべての採卵鶏農場の検査を年間通じて実施することとし、その他にも、野鳥の侵入防止対策、農場の消毒など農場の自衛的な取組の強化、本病を疑うケースが確認された場合の早期通報の徹底、大規模発生に備えた防疫資材の備蓄等に取り組んでいる。また、我が国への本病の侵入を防止するために、発生国からの家さん等の輸入を停止するとともに、主要空港での発生国からのすべての入国者に対する靴底消毒を行っている。

本病の防疫対策は、国、都道府県、関係機関等と連携した取組が不可欠であり、今後とも迅速かつ確かな防疫措置が講じられるよう、体制整備の充実に努めてまいりたい。

# IV. 高病原性鳥インフルエンザ防疫のための国際的な取り組み

藤田 陽偉 (ふじた てるひで) 国際獣疫事務局(OIE)アジア太平洋地域代表

## 1. 国際的な対応

高病原性鳥インフルエンザ(以下:HPAI)の防疫にあたっては、Iの項で述べたように、各国の防疫体制の整備が必要不可欠である。防疫体制には、HPAI発生時に早期に信頼性の高い診断ができること、およびサーベイランス制度が充実していることが基本である。そして、HPAIの感染が確認されたときには直ちに包み隠すことなく公表すること、および早期に防疫措置をとることである。HPAIの防疫措置には、感染鳥の動物愛護の精神にそった殺処分、環境保護を考慮した死体処理と消毒、感染鳥やそれに関連した生産物の移動制限などが含まれる。

HPAIは国をまたがって伝播する疾病であるので、その防疫と撲滅については単一国の対応のみでは困難であり、発生地域内の国々の協力や国際的な支援が必須である。HPAIの防疫と予防のために活動している国際専門機関には3組織がある。その一つは、世界的な動物衛生(人獣共通感染症を含む)の改善の役割を担っている国際獣疫事務局(OIE、本部パリ)である。二つ目は動物衛生に関して、食料・農業面からアプローチする国連食糧農業機関(FAO、本部ローマ)、三つ目は人獣共通感染症と人の健康に関係し、人への疾病のパンデミックな流行の予防に取り組んでいる世界保健機関(WHO、本部ジュネーブ)である。

動物衛生の専門機関であるOIEは、加盟国167カ国で構成され、世界の157カ所の動物疾病専門研究機関(OIE指定世界リファレンス・ラボラトリー)と連携して動物衛生に関する科学的情報を提供し、また世界的な専門科学者による検討を経て動物疾病の防疫に関する国際基準を定めている。HPAIについては、世界で6カ所の研究所を「世界リファレンス・ラボラトリー」として指定し、アジア太平洋地域では日本の北海道大学獣医学部(喜田教授)とオーストラリアに2カ所の指定研究所がある。

## 2. GF-TADs 国際的な防疫対応システム

FAOとOIEは両機関が共同して新しいプログラム(事業)を開始し、国をまたがって伝播し、大きな影響を及ぼす動物疾病の防疫と予防にあたることを決定した。この事業はGF-TADs(Global Framework for progressive control of Transboundary Animal Diseases)と呼ばれている。主な目的は、動物疾病の防疫にあたって、世界の異なった地域におけるそれぞれの疫学的状況を重要視して、その地域での連携強化を図り、またその地域の関係機関における診断・防疫能力などの機能強化である。HPAIはこの事業で対象としている動物疾病に含まれている。

FAOとOIEによるこの新しい事業では、それぞれの地域において疫学と診断の両面か

らのネットワークを構築することを重視している。そして、このネットワークを地域的にとりまとめる組織 (Regional Support Units) を地域の機関 (例えば東南アジア諸国連合: ASEAN) などの傘下におくことにしている。

アジア太平洋地域におけるGF-TADsの政策は、その地域委員会で決定されてから推進される。その地域委員会の構成は、選出された国々の獣医当局の代表、FAO、OIE、ASEANなどの国際的あるいは地域の機関、世界銀行 (WB)、アジア開発銀行 (ADB)、さらに日本、米国などのドナー国の代表からなっている。地域委員会の運営母体としての恒久的な事務局はOIEアジア太平洋地域事務所 (在東京) におかれている。このアジア太平洋地域のGF-TADsには、アジア太平洋地域でのHPAIの防疫とこの地域の防疫に関するさまざまな調整の役割が課せられている。

### 3. 鳥インフルエンザ防疫のための国際会議

HPAIの防疫にあたっては、国際的な協力と協調が重要であることから、2004年1月のタイにおける「鳥インフルエンザ防疫閣僚会議」を皮切りに、HPAIの防疫に関して国際的なアプローチが図られた。その後、各地でHPAIの防疫のための地域会議や国際会議が多数開催されている。その代表的な会議は、OIE、FAOおよびWHOによる「鳥インフルエンザ防疫会議 (ローマ: 2004年2月)」、OIE、FAOの主催 (WHOの協力) による「緊急防疫会議 (第1回バンコク: 2004年2月、第2回マレーシア: 2005年7月)」、OIE、FAOによる「鳥インフルエンザ防疫国際科学会議 (パリ: 2005年4月)」、WB主催の「防疫会議 (ワシントン: 2005年8月と10月)」、WHO、FAO、OIE、WBによる「鳥インフ

ルエンザと人のパンデミック・インフルエンザ会議 (ジュネーブ: 2005年11月)」、中国、WB、EU主催の「鳥インフルエンザと人のパンデミック・インフルエンザ・プレッジ大匠会議 (北京: 2006年1月)」などである。

2006年1月の北京会議には、100カ国以上から約700人の代表団が参加した。そして、アジア、中近東、アフリカ、ヨーロッパなどにおけるHPAIと人のパンデミック・インフルエンザへの防疫対応が検討され、この防疫対応に協力する支援国や支援機関が今後の協力方針と協力資金額を提示した。協力資金としては、米国が3億3,400万ドル、ドイツやフランスなどを含むEUが2億6,000万ドル、日本が1億5,900万ドルを申し出た。さらに、ロシアが4,500万ドル、オーストラリアが4,300万ドル、中国が1,000万ドルを申し出た。支援国や支援機関からの協力申し出金額の合計は19億ドルに達したが、このうち10億ドルが無償資金協力であり、残る9億ドルは有償資金協力となっている。

### 4. 鳥インフルエンザ防疫の国際的な共通認識

HPAIは鳥だけでなく、人を含む哺乳動物に感染し重篤な症状と死亡を起させるために、産業面や経済面に大きな影響を与えるばかりでなく、また社会的混乱を引き起こすことから、世界的に大きな関心が向けられている。そのため、HPAIの発生国の防疫対策とHPAI発生国の危険のある国における予防対策は、国家的な緊急かつ重要な課題となっている。そこで、HPAIの発生実態、伝播と疫学、家禽の飼養形態との関連、国家防疫戦略、防疫実施状況、予防対策実施状況などを検証する必要に迫られている。次に、国際的な

HPAIの防疫についての共通的認識を紹介する。

まず、それぞれの関係国がHPAIの国家防疫計画を策定することが先決問題である。そして、防疫の実施にあたっては、各国の獣医当局の機能を強化し、HPAI発生を早期に見つけて直ちに発生情報を発するとともに、迅速な防疫対応をとることが不可欠である。各国の獣医当局が的確に診断できる体制とサーベイランスの機能を強化するためには、検査室の整備、人材の育成と訓練が重要課題である。さらに、HPAIの予防と防疫に関係する法的なフレームワークを整備し、それに基づいて的確な国境防疫、移動制限などの防疫措置をとることも求められている。

HPAI防疫では、発生情報の時宜を得た通報と透明性を持った公開が基本であり、情報公開は市民との円滑な対話の促進にもなる。また、動物衛生部門と公衆衛生部門の連携を図るうえで、両部門間の情報交換は欠かせない。分離されたウイルスの情報を動物衛生・公衆衛生部門間や関係国間で交換することは、ウイルス型の確認や性状調査、動物用や人用ワクチンの開発にも貢献する。

HPAIの防疫には、バイオセキュリティの確保が必須である。いわゆる庭先養鶏による飼養管理方式や生きた鳥の市場はバイオセキュリティのレベルが低いうえに、社会構造的な問題も含むので防疫対応が難しいが、一層前向きに取り組んでいかなければならない課題である。

渡り鳥がHPAIウイルスの伝播に重要な役割を果たしていることを強く認識し、国レベ

ルや地域レベルの野外疫学調査などのサーベイランスを行なうことがHPAI防疫には欠くことができない。また、HPAIの円滑な防疫と予防措置のために、さらに本疾病ウイルスのさまざまな生態を明らかにし、的確な診断やワクチン開発に結びつくように、さらなる研究の推進が望まれる。

## 5. 国際協力の必要性

HPAIについては、各国において防疫を推進するとともに、同時にそれらの国が属する地域ぐるみで協調して防疫対応をとるべきであるという観点、およびHPAIの人への感染の機会を阻止しなければならないという観点から、家禽の生産段階でのHPAIの的確な診断とサーベイランスのシステムの樹立を早急に進めることが重要課題である。各国の獣医当局の防疫対応をレベルアップするとともに、地域的な疫学ネットワークと診断ネットワークを構築することも必要である。

今や、世界的にHPAI防疫のための国際協力を強化すべきとの機運が高まっている。特に、アジアでは、鳥インフルエンザウイルスがある地域に定着し、HPAIの発生と流行が繰り返されている状況であり、他地域にも脅威を与えていることから、この地域での国際的協力が一層重要となっている。こうしたことから、各国がHPAIについて、国家防疫計画を策定して防疫・予防対策を推進するとともに、GF-TADsなどの既存の防疫体制を活用して、国際的、地域的な協調と連携を一層強化して、防疫にあたることが求められている。

研究  
レポート1

秦 英司\*  
(はた えいじ)

動物衛生研究所  
臨床疫学研究室

# 乳房炎に関する ブドウ球菌の 酪農場における生態

## 1. はじめに

牛乳房炎は酪農家に大きな経済的損失を及ぼす疾病であり、そのほとんどは細菌感染が原因である。牛乳房炎に関係する病原体には、ブドウ球菌、レンサ球菌、大腸菌をはじめとして、多種類の細菌が知られている。そのなかでも、黄色ブドウ球菌（以下：SA）は抗菌剤などによる治療効果が低く<sup>1,2)</sup>、泌乳器官に、一旦、感染すると排除が困難なことから、重要な乳房炎原因菌と認識されている。

SAはエンテロトキシン (SEs) やトキシックシンドロームトキシン (TSST-1) などの外毒素、コアグラーゼ、莢膜成分をはじめとして、さまざまな病原因子を産生することが知られ、牛乳房炎との関係が検討されている<sup>3)</sup>。これら病原因子については、抗原性や遺伝子配列の違いにより複数のタイプが知られている。そして、これらの細菌学的特性を明らかにすることが、SAの自然界での生態解明に貢献すると考えられる。また、パルスフィールドゲル電気泳動（以下：PFGE）や制限酵素断片長多型解析 (RFLP) などの手法は、従来の表現型に基づく型別法と比較し、より高い多型能を持つことから、近年はヒトならびに

家畜由来の菌株の分子疫学的解析に用いられ、さまざまな知見が得られている。

我々は、SAが原因菌である牛乳房炎が多発している一酪農家（以下：農場）において、さまざまな材料から、長期間にわたりSAの分離を行ない、PFGE解析により、それらの農場におけるSAの生態の解明を試みた。さらに、それぞれのPFGE型のSAの代表株について、コアグラーゼ血清型ならびに毒素遺伝子保有状況についても検討した。今回、それらの概要を紹介する。

## 2. 材料と方法

### 1) 供試材料

今回の調査では、搾乳牛約60頭を飼養する農場を対象とした。SA分離用の材料には、延べ183頭の搾乳牛からの乳汁、バルク乳、搾乳終了後の搾乳器具（ミルクローラーのライナーゴムとミルクチューブ）および搾乳者や獣医師の手袋と靴底を用い、またSAの分離経歴のある搾乳牛については、搾乳前の乳頭口と乳房、牛床ならびに使用しているウォーターカップからも採材した。さらに、牛舎内の環境に関係して、牛舎通路、おがくず台車、換気扇、飼槽、同一牛舎内の子牛のベ12頭、出

入りしている猫と犬のそれぞれのべ12頭、および浮遊塵埃からも検査材料を採取した。材料採取は2004年4月、6月、9月および12月に行なった。これらの材料からは、1サンプルあたり最大4株のSAが分離され、得られた合計234株を試験に供した。

## 2) PFGE

PFGEに供するゲノムDNAはIchiyamaら<sup>4)</sup>の方法によって調製した。調製したゲノムDNAを制限酵素SmaIによって処理し、電気泳動装置にCHEF Mapper (Bio Rad)を用いて、次の条件で泳動を行なった。すなわち、switch times 5-40sec、5.3V/cm、120°で22時間、buffer温度は10℃とした。そして、電気泳動の結果をTenoverらの基準<sup>5)</sup>にしたがって解析した。

## 3) コアグラゼ血清型

SAのコアグラゼ血清型はブドウ球菌コアグラゼ型別用の免疫血清「生研」(デンカ生研)を用いて検査した。

## 4) 毒素遺伝子検出

SAの毒素遺伝子の検出はPCR法によって行なった。sea、seb、sec、sed、see、およびtsst-1遺伝子はMehrotraら<sup>6)</sup>、seg、seh、およびsei遺伝子はJarraudら<sup>7)</sup>、sej遺伝子はMondayら<sup>8)</sup>の報告にしたがって検出した。

# 3. 結果

## 1) 乳汁からのSA分離と臨床型乳房炎発生状況

4回の検査で延べ183頭の搾乳牛の乳汁について細菌分離を行ない、そのうち29頭(15.8%)の乳汁からSAが分離された。乳汁からSAが分離された牛のうち15頭(表1のa~o)について、さらに検査したところ、2回以上連続してSAが分離された牛が8頭(53.3%)あった。表には示さなかったが、分

房別の乳汁についてみると、6月の調査でSAが分離された15分房中7分房の乳汁(46.7%)は9月の調査でもSAが分離された。また、9月にSAが分離された8分房中2分房の乳汁(25.0%)は12月にも分離された。4回の検査でSAが分離された29頭のうち、SA分離時に臨床型の乳房炎が認められた牛は2頭(6.9%)のみであった。

## 2) 搾乳器具、搾乳者、SA保菌経歴牛周辺環境からのSA分離状況

いずれの調査時においても、搾乳終了後の搾乳器具からSAが分離された(表1)。手袋からは4月の調査時のみにSAが分離された。また、SA保菌経歴のある搾乳牛のうち、いずれかの牛で全調査時に搾乳前の乳頭口と乳房からSAが分離された。また、牛床からは9月の調査時、ウォーターカップからは12月の調査時に、それぞれ、SAが分離された。

## 3) 牛舎内環境からのSA分離状況

猫と牛舎通路からは、9月の調査時にSA

表1 農場内分離株のPFGE型

採材部位(a~o:牛番号)	採材日			
	4/21	6/1	9/14	12/14
a	A	A	nd	nd
b	A	A	A	—
c	A	A	A	A
d	nd	A	—	nd
e	nd	—	A	nd
f	—	—	nd	A
g	A	A	A	A
h	A	A	A	nd
i	nd	—	A	A
j	nd	A	nd	nd
k	nd	—	A	A
l	—	A	nd	nd
m	A	A	—	—
n	—	B	nd	—
o	—	—	—	A
バルク乳	A	A	A	A
搾乳関連	A	A	A	A
搾乳者(手袋)	A	—	—	—
SA分離保菌経歴牛関連	A	A	A	A
乳頭口	A	A	A	A
乳房	A	A	A	A
牛床	—	—	A	—
ウォーターカップ	—	—	—	A
牛舎内環境	—	—	A	—
猫	—	—	E	—
牛舎通路	—	—	—	—
子牛	A	—	—	F
犬	—	—	CH	CEG
落下細菌	—	—	—	CD

A~H: PFGE型、—: SA分離無し、nd: 検査せず

が分離された(表1)。子牛からは4月と12月の調査時に、犬からは9月と12月の調査時に、浮遊塵埃からは12月の調査時に、それぞれSAが分離された(表1)。

#### 4) 分離菌のPFGE型

分離されたSAの合計234株は、PFGEにより8系統、12のPFGE型に区別された(図)。40検体の乳汁からの219株のPFGE型はA1型が1株、A2型が218株であり、1検体の乳汁からの4株がB型であった。乳汁由来株で高頻度に認められたA型に属する菌株は、搾乳器具、搾乳者の手袋、SA保菌経歴のある搾乳牛の乳頭口と乳房、その牛床とウォーターカップ、子牛の4月の調査時ならびに猫から分離された。子牛の12月調査時の分離株はF型、牛舎通路由来株はE型、犬由来株は9月の調査時がC、H型、12月の調査時がC、E、G型、浮遊塵埃由来株はC、D型で、いずれも牛の乳汁由来株とは異なっていた(表1)。

以上のことから、SAの主な感染源は搾乳牛のSA感染乳房からの乳汁、SA保菌経歴牛周辺の環境であり、さらに搾乳器具や搾乳者が農場内におけるSAの伝播に関わっていることが示された。一方、SA保菌経歴牛周辺の環境要因以外の牛舎内環境から分離されたSAは牛乳房炎への関与は低いと考えられた。

#### 5) 毒素遺伝子とコアグララーゼ血清型の成績

毒素遺伝子を分離されたSAのうち、17株について検査した。PFGEによりA型、C~F型およびH型に型別された14株、ならびにG型2株中1株からは毒素遺伝子が検出されなかった。B型の1株では毒素遺伝子の*sec*、*seg*、*sei*が検出され、G型の1株では*sec*が検出された(表2)。

上記の17株について、コアグララーゼ血清型を検査した。PFGEのA型の5株とB型の1株がコアグララーゼ血清型のVI型で、C型の1



図 農場内分離株の系統樹、PFGE型、分離株数

表2 SAのPFGE型と毒素遺伝子、コアグララーゼ血清型

PFGE型	毒素遺伝子	コアグララーゼ血清型	供試菌株数
A	—	VI (5), ut (1)	6
B	<i>sec sec</i> , <i>seg seg</i> , <i>sei sei</i>	VI (1)	1
C	—	III (1), ut (3)	4
D	—	ut (1)	1
E	—	ut (1)	1
F	—	ut (1)	1
G	<i>sec sec</i> (1), — (1)	ut (2)	2
H	—	I (1)	1

—: 毒素遺伝子検出せず ( ): 株数、ut: 型別不能

株はIII型、H型の1株はI型であった。これらの8株以外ではコアグララーゼ血清型の型別はできなかった。

## 4. 考察

調査した農場における搾乳牛の乳汁から分離されたほとんどのSAは、特定のPFGE型を示し、同一搾乳牛から継続して分離されたSAのPFGE型は同じであった。このことは、農場内のSA感染源はもともと一つで、水平伝播によって農場内に蔓延し、長期間定着することを示している。

最初は、乳房炎発生農場のSAが導入牛、獣医師、および集乳車などによって、農場内に持ち込まれた可能性が高い。SAは一旦農場内に侵入すると排除が困難なので、SAを持ち込まないことが乳房炎の防疫対策の第一歩である。

農場内におけるSAの継続調査から、SAは感染した牛体、乳房、乳汁において長期間に

わたり持続感染することが明らかになった。しかも、SAに感染した牛が臨床型乳房炎を示すケースは少ないことから、多くの無症状の保菌牛が感染源になっていると推測された。さらに、乳汁からSAが分離された牛やSA保菌経歴牛の周辺環境にも重要な感染源があることが示された。

牛体と乳汁由来のSAのほとんどが同一のPFGE型であった。一方、牛舎通路、犬、浮遊塵埃などからのSAは全く異なるPFGE型であった。このことから、農場内には牛に感染して定着しやすい株とそうでない株が存在し、感染・定着しやすい株が乳房炎の原因となる可能性が考えられた。今回の農場では、牛舎内環境から分離されたSAは牛乳房炎への関与が少ないと思われた。しかし、乳房炎牛の乳汁から分離された株と同一のPFGE型の株が牛舎内環境を汚染していた農場が報告されている<sup>9)</sup>。

以上のことから、農家ごと、個体ごとの乳汁についての定期検査、乳房炎経歴牛の記録、および牛乳房炎牛の乳汁由来SAの細菌学的特性を知ることが感染源を明らかにする上で重要であろう。

乳汁由来株と同一のPFGE型が搾乳器具や搾乳者から高頻度に分離されたことから、農場内のSA感染の蔓延には、搾乳作業が主要な役割を担っていると思われた。また、乳房炎牛からの乳を哺乳子牛へ給与することにより、子牛にSAが定着することが考えられた。農場内におけるSAの蔓延防止には、SAに感染している牛と非感染牛との接触を避けることが重要である。搾乳器具や手袋などをSA感染牛と非感染牛に分けて使用し、乳房炎牛からの乳を子牛に与えないことが理想的である。

SAが原因の牛乳房炎が発生している農場について、PFGEによって本菌の生態を解析した。ほとんどの乳汁由来株は同一のPFGE型であったことから、農場内には特定のPFGE型のSAが蔓延していることが示された。そして、搾乳器具から長期間にわたって高頻度に本菌が分離されたことから、搾乳作業が蔓延に主要な役割を果たしていることが示唆された。そこで、適正な衛生管理をされた搾乳作業を行なうことが農場内のSA蔓延の阻止に有効であると考えられた。

**謝辞：**ご協力いただきました長野県松本家畜保健衛生所の中島博美氏、兵庫県姫路家畜保健衛生所の清水優花氏をはじめ、関係各位に感謝いたします。

#### 参考文献

1. Erskine,R.J., P.C.Bartlett, P.C.Crawshaw, et al. : J. Dairy Sci., 77, 3347-3353 (1994)
2. Kamata,S., T.Matsunaga, K.Uchida, et al. : Jpn J. Antibiot., 43, 1698-1712 (1990)
3. Ferens,W.A., W.C.Davis, M.J.Hamilton, et al. : C. Infect. Immun., 66, 573-580 (1998)
4. Ichiyama,S., M.Ohta, K.Shimokata, et al. : J. Clin. Microbiol., 29, 690-6955 (1991)
5. Tenover,F.C., R.D.Arbeit, R.V.Goering, et al. : J. Clin. Microbiol., 33, 2233-2239 (1995)
6. Mehrotra,M., G.Wang, W.M.Johnson : J. Clin. Microbiol., 38, 1032-1035 (2000)
7. Jarraud,S., G.Coizon, F.Vandenesch, et al. : J. Clin. Microbiol., 37, 2446-2449 (1999)
8. Monday,S.R., G.A.Bohach : J. Clin. Microbiol., 37, 3411-3414 (1999)
9. 江口正志, 西森敬 : 家畜診療, 404, 5-15 (1997)

**\*共同研究者：**小林秀樹(動物衛生研究所臨床疫学研究室)、近藤寧子、香本穎利(千葉県農業共済組合連合会)、江口正志(動物衛生研究所北海道支所)

## 5. 要約

研究  
レポート2

寶示戸 雅之  
(ほうじと まさゆき)

松波 寿弥\*  
(まつなみ ひさや)

畜産草地研究所  
草地生態部

# 草地土壌の 窒素溶脱防止機能の 検証

## 1. はじめに

わが国の農耕地面積あたりの純窒素収支は大幅な輸入過剰であり<sup>1)</sup>、農耕地における窒素負荷は非常に大きくなってきている。余剰窒素がすべて余剰降水量中に溶出すると仮定した時、わが国の農耕地の土壌浸透水に溶脱する窒素濃度は平均7.8mgN  $l^{-1}$ と推定され、しかも都道府県により大きな差があると考えられている<sup>2)</sup>。ふん尿が過剰に産出されている畜産地帯の一部では、草地飼料畑にふん尿の投棄的な施用をしている実態がある。すなわち、草地飼料畑は過剰に産出されたふん尿窒素の重要な受容体となっている。

一旦、圃場に施用されたふん尿窒素のうち、作物に吸収された無機態窒素以外は余剰窒素として土壌に残存する。土壌の無機態窒素は有機化(無機態窒素が再び土壌細菌に取り込まれ不溶性菌体タンパクになる)、吸着(物理的に無機態窒素が土壌粒子に取り込まれる)、脱窒(硝酸態窒素が嫌気状態と有機炭素の共存条件下で脱窒菌の作用で窒素ガス[ $N_2$ ]に変化する)などの作用を受ける。また、一部の施用窒素は土壌浸透水中に溶脱し、水系の汚染を引き起こしている。このため、多

量のふん尿が施用された場合、どの程度の量の窒素が、施用後のどの時点で土壌浸透水に溶脱するかを把握することが非常に重要である。今回、施用窒素の土壌浸透水への溶脱状況を実験的に検証したので、その成績を紹介する<sup>3)</sup>。

## 2. 調査の方法

調査は2001年9月から2004年8月まで実施した。1997年から1999年に行なった「ソルガム-ライコムギに対するスラリー連用試験」に使用し、1995年に土壌を充填したコンクリート製ライシメーター(W300×D300×H230cm)を用いた。

調査における植生としては、オーチャードグラス(*Dactylis glomerata* L.: ナツミドリ)を用いた。

窒素の施用はスラリー(全N含有率3.8gN kgFW<sup>-1</sup>)を0、60および80Mg ha<sup>-1</sup>で施用した跡地に、それぞれ、硫酸を窒素量換算で250kgN ha<sup>-1</sup>(以下:250kg区)、500kgN ha<sup>-1</sup>(以下:500kg区)および1000kgN ha<sup>-1</sup>(以下:1000kg区)の3試験区に分けて、2001年9~11月に施用した。

硫酸の施用は各試験区ともに並行して2

系統で行ない、そのうちの1系統には、初年(2001年9月)に<sup>15</sup>N標識硫安を施用した。標識硫安中の<sup>15</sup>N濃度は、250kg区が10.40 atom%、500kg区が5.43 atom%、1000kg区が2.87atom%であった。標識硫安を施用したそれぞれの試験区には、翌春(2002年3月)以降は非標識硫安を施用した。

非標識硫安系統および標識硫安系統の各試験区ともに、初年(2001年9月)の施用後、翌年以降の3月下旬~7月に上記施用量の4分の1量、9~11月に4分の3量を施用した。施用は、各年の春先(3月下旬~4月上旬)と試験開始後2年(2002年)と3年(2003年)の11月以外は、作物体(オーチャードグラス)の収穫直後に行なった。

作物体からは、1年目(2001年9月から2002年9月)は秋2回(10、11月)、春~夏3回(5、7、9月)の年5回、2年目以降(2002年9月から2004年8月)は各年の秋1回(10月)、春~夏3回(5、7、9月、2004年は8月)の年4回の採材をした。作物体は、地際から5cmを残して刈り取り、収量を計量後、70℃で48時間以上通風乾燥した。作物乾燥試料は、ワイレー型粉碎機で粗粉碎した後、高速振動ミル(CMT Co. LTD: model TI-series)を用いて微粉碎した。サリチル硫酸過酸化水素分解法とインドフェノール法を組み合わせて全窒素量を測定、さらに質量分析計(Finnigan mat: Tracer Mat)により<sup>15</sup>N濃度を測定した。

土壌試料は、試験開始直前(2001年8月)と試験開始後3年(2002年9月から2004年8月)までの毎年9月(2004年は8月)の作物体刈り取り直後に、それぞれの試験区の土壌の各層から3試料ずつ採取した。直径3cmの半円形オーガー(Daiki DIK-100A)を用いて、土壌表層から深さ20cmごとに200cmまでの

土壌、さらに200~230cmの土壌を採取した。採取した土壌の硝酸態窒素量をオートアナライザーで、全窒素量をCNコーダー(ヤナコMT-600)で測定し、土壌風乾試料の一部については、質量分析計で<sup>15</sup>N濃度を測定した。

1ヵ月に1回、ライシメーター下端より流出した全土壌浸透水のすべてを貯留させて採取した。採取した土壌浸透水は計量後に2ℓボトルに貯蔵し、オートアナライザーにより、硝酸態窒素濃度とアンモニア態窒素濃度の測定、および質量分析を行なった。なお、年間降雨量は2001年が1,797mm、2002年が1,663mm、2003年が1,382mmであり、降雨量に対する土壌浸透水量の割合は、それぞれ、59.9~62.5%、62.9~76.6%、42.4~58.1%であった。

### 3. 結果の概要

地表から深さ240cmのライシメーター下端より流出した土壌浸透水の硝酸態窒素濃度は、1000kg区でのみ、窒素施用1年後(2002年7月)から上昇し、特に無植生の1000kg区では著しく高くなった(図1)。しかし、250kg区と500kg区では2年目(2003年9月)以降も10mgℓ<sup>-1</sup>以下であった。

初年(2001年9月)に施用した標識硫安の窒素(<sup>15</sup>N)の土壌浸透水中の割合は、1000kg区では施用1年後(2002年7月)から急激に上昇したが、500kg区と250kg区では上昇はみられなかった(図2)。

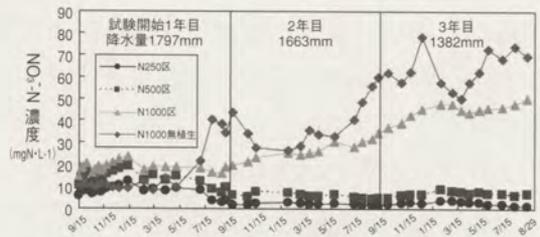


図1 降水量と土壌浸透水の硝酸態窒素濃度

土壌中の硝酸態窒素量は、1000kg区では全層で高値を示したが、500kg区では低値であり、250kg区ではごくわずかであった。1000kg区では、施用後3年(2004年8月)でも、標識窒素(<sup>15</sup>N)が有機態として土壌表層に存在していた(図3)。

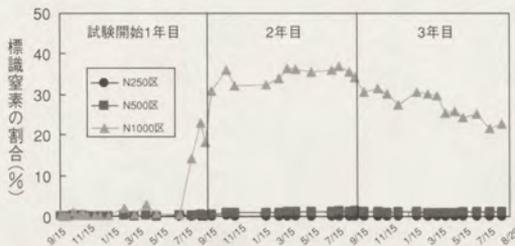
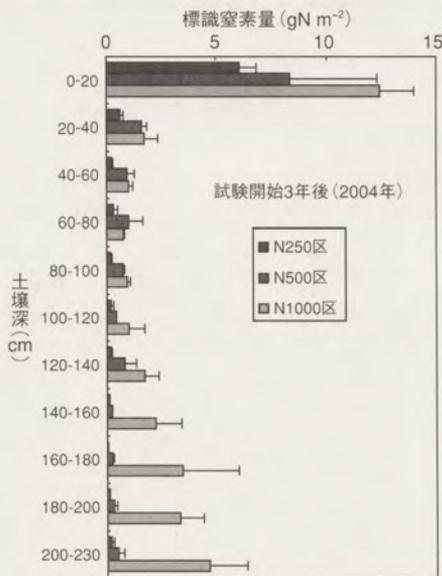


図2 土壌浸透水中の窒素に占める標識窒素の割合



- 注1 施用標識窒素濃度は250kg区:10.4、500kg区:5.2、1000kg区:2.6 excess atom%である  
 注2 標識硫酸を年間6回に分け、9~11月に75%を施用した  
 注3 1000kg区では2年目以降、オーチャードグラスが衰退しメヒシバが優先した

図3 施用3年後の標識窒素の土壌内分布

標識硫酸施用後の3年間(2001年9月から2004年8月)に溶脱した窒素(<sup>15</sup>N)は、1000kg区では220kgを越えるが、500kgでは1.4kg、250kg区では0.1kgであった。また、施用窒素量が500kg kg/ha以下では、その8~10%が脱窒・揮散により除去されたと推察された(表)。

以上のことから、牧草収奪、土壌における有機化、脱窒・揮散による溶脱防止機能が有効に働くために、500kg/ha以下の施用窒素量では3年以内に浸透水に窒素が溶出することはないが、1000kg/haの施用窒素量では施用窒素の多くが下層に向けて溶脱するといえる。

この結果のうち、特に注目すべきは植生存在の重要性である。図1に示すように、1000kg区は植生の有無で浸透水の窒素濃度に大きな差がみられた。この場合、植生区は2年目以降、過剰な窒素施用による生育障害のために、必ずしも生育は順調ではなかったが、それでもこの程度の差が認められた。草地植生のもつ溶脱防止機能である。また、正常な生育が維持された250kg、500kg区で、施用窒素の多くが表層土壌にKCl非交換性(つまり有機態)として留まったこと(図3、表1)および脱窒・揮散の割合が8~10%であったことは、草地植生による溶脱防止機能を示したものである。

この結果は、草地植生の溶脱防止機能を示

表 標識窒素の収支(2001年9月3日~2004年8月29日:3年間)

対象期間	N250		N500		N1000		
	(gN M <sup>-2</sup> )	(%)	(gN M <sup>-2</sup> )	(%)	(gN M <sup>-2</sup> )	(%)	
標識窒素投入量	開始時	25.00	100.0	50.00	100.0	100.00	100.0
作物(地上部)による吸収	3年間合計	14.08	56.3	30.33	60.7	38.74	38.7
溶脱	3年間合計	0.01	0.0	0.14	0.3	22.54	22.5
土壌蓄積	3年後時点	8.33	33.3	15.29	30.6	33.42	33.4
上記のうちKC1非交換性部分	3年後時点	8.16	32.6	13.65	27.3	20.54	20.5
株・根の保持量*	3年後時点	0.04	0.2	0.06	0.1	0.05	0.0
脱窒・揮散**	3年間合計	2.54	10.2	4.17	8.3	5.25	5.3

\*地上部吸収量の6.8%が株・根に分配されたとした推定値、\*\*差し引きによる推定値

すとともに、250kg、500kg/haの窒素施用量条件下では、浸透水に窒素が溶脱することはないことを示している。今回は3年間の実験条件であり、さらに長期的な視点で考えると、500kgレベルが安全圏とは断言できない。なぜなら、3年後の時点の重窒素(<sup>15</sup>N)の土層分布において、500kg区では140cm土層まで、わずかながら窒素の移動が観察されており、数年後に浸透水の窒素濃度が上昇する可能性は皆無ではないからである。

#### 参考文献

1. 袴田共之：農業土木学会誌, 69, 1249-1252 (2001)
2. 寶示戸雅之ほか：土肥誌, 74, 467-474 (2003)
3. 松波寿弥, 寶示戸雅之：土肥誌, 76, 609-617 (2005)

\*現：森産業株式会社 (080-1263 北海道河東郡士幌町 字中音更基線168番地)

## 協会だより

### 第3回畜産技術研究開発奨励賞の受賞者決定

畜産技術研究開発奨励賞は、畜産分野の技術開発を活性化し、研究者や技術者の開発意欲を高めるために平成15年度から新たに始まった畜産技術協会独自の表彰事業です。中央畜産会が実施している畜産大賞の研究開発部門の応募事例の中から優れた畜産技術開発や研究開発事例を1～2点選定して表彰します。

第3回畜産技術研究開発奨励賞の選考は、平成17年度畜産大賞研究開発部門の応募事例の中から、研究開発部門最優秀賞及び優秀賞を除いた事例を対象に選考され、下記の2事例に授与することに決定いたしました。

第3回畜産技術研究開発奨励賞表彰式は、第40回優秀畜産技術者表彰式と併せて平成18年6月15日(木)に全国家電会館5階講堂において開催する予定です。

#### 記

ダニの吸血を阻害する抗ダニワクチンの開発

(代表者 小沼 操：抗ダニワクチン開発グループ)

筋肉内脂肪と軟らかさ重視の系統豚しもふりレッドの開発と普及

(代表者 鈴木 啓一：系統豚しもふりレッド造成グループ)



# 堆肥吸着による 家畜ふん尿堆肥の 悪臭防止と 窒素回収技術

## 1. はじめに

畜産経営に起因する苦情発生件数のなかで、最も大きい割合を占めるのが悪臭関連である。平成14年度の畜産に関係した苦情発生件数全体の64%が悪臭問題であり、その多くはふん尿に起因するものである。悪臭問題は地域住民の生活環境に影響を及ぼすことから、多くの苦情を招くことになる。そこで、畜産経営は悪臭防止対策をとり、地域住民の生活環境の保全に努めなければならない。家畜ふん尿の堆肥化過程では、アンモニアを主成分とした悪臭のある臭気(以下：臭気)が高濃度に発生する。このうち、硫黄化合物や低級脂肪酸による臭気は堆肥化を好氣的に進めることによりかなり抑制できる。しかし、蛋白質などの窒素を含む物質が分解されて発生するアンモニアの抑制は困難である。アンモニアは

表 脱臭方法の特徴と管理上の留意点

脱臭方法	化学脱臭	生物脱臭	堆肥吸着
原理	酸・アルカリ液を用いて化学反応で除去	微生物の働きで無臭化	吸着(生物、化学)
特徴	化学反応なので臭気を安定した形で捕足、多湿、高温ガスにも適用可	ほとんどの臭気に対応、適切は負荷条件で運転すれば脱臭効率が高い	ほとんどの臭気に対応、脱臭効率が高い
管理内容	薬液の調製・補充管理、廃液の的確な処理	水分補給、入気濃度、温度の管理	維持管理が容易、定期的に交換
設備費	安価	高価	安価
ランニングコスト	高価	安価	安価
入気NH <sub>3</sub> 濃度	高濃度にも対応	200ppm以下に希釈	高濃度にも対応
回収成分	液肥として一部可能	利用不可能	利用可能
NH <sub>3</sub> 回収費用(円/kg)	600	500	319
問題点	硫酸などの取り扱い、廃液処理対策、薬品代	設備費、負荷条件などの管理	管理は容易であるが、定期的に交換が必要

水溶性なので、大気に揮散すると雨などに溶けて地上に降り注いで土壤に吸収され、土壤微生物の働きで硝酸態窒素に変化し土壤に悪影響を与える。

悪臭問題の解決には、堆肥化で発生した高濃度のアンモニアを含む臭気を低コストに脱臭できる装置が望まれる。しかし、既存の多くの脱臭装置は高価であり、ランニングコストも高額である。このことが、農家が脱臭装置を導入することの妨げになっている。希硫酸洗浄などの化学脱臭は設備費が比較的安価ですむが、薬液代や廃液処理などのランニングコストが高くなる(表)。一方、生物脱臭は設備費が高額であるが、ランニングコストは安価である。そこで、設備費とランニングコストがともに安価で、しかも管理作業が容易な脱臭システムを開発したので紹介する。

## 2. 堆肥脱臭の概略

完熟堆肥は臭気を吸着する能力を有するので、これに臭気を通過させるという簡単な方法で、低コストに脱臭ができる(図1)。牛ふん尿とオガクズを重量比で4:1程度の割合で混合した堆肥の原材料(以後：原材料)を1週間ごとに発酵槽を移し替えて切り返しを行なう堆肥化方式(図2)では、原材料1tから約1kgのアンモニアが発生する。特に、

堆肥化開始後2週間に発生するアンモニア量は全期間に発生するアンモニア量の9割を占めるので、堆肥化開始後1～2週間に一次発酵槽から発生する臭気を処理すると、低コストで効果的に悪臭を低減できる。堆肥に吸着

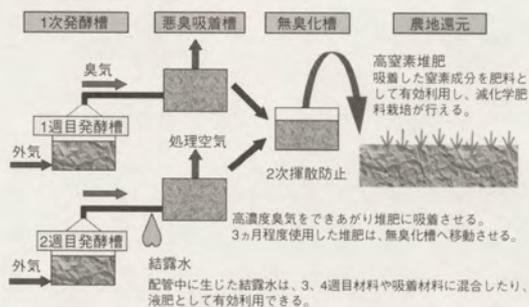
したアンモニアは、堆肥中の微生物により無臭化され、また脱臭に用いた堆肥は窒素濃度が増加するため、肥料としての価値が高まる。

### 3. 完熟堆肥による脱臭方法

1) 一次発酵槽の第1週発酵槽と第2週発酵槽は集気のため密閉構造とした(図3)。堆肥化開始後、切り返しは1週間ごとに各発酵槽を移し替えて行ない、第1週発酵槽と第2週発酵槽からの臭気を、発酵槽入気量の約4倍の流量の能力をもつターボブロワを用いて、臭気吸着槽へ送る構造にした。臭気吸着槽は一次発酵槽とほぼ同じ大きさのものを2槽使用した。

2) 臭気吸着槽は、臭気吸着用堆肥には原材料と同体積の完熟堆肥を用い、床面から臭気を完熟堆肥内に吹き込む構造とした。この臭気吸着槽の立ち上げ時に約2%の割合で活性汚泥を完熟堆肥に混合し、以後の臭気吸着用堆肥交換時には、約10%の臭気吸着済堆肥を残して、これを交換用完熟堆肥と混合した。

3) 一次発酵槽から臭気吸着槽への配管内には、臭気の温度が高く水分も多いために、約800ppmのアンモニアを含む結露水が生じた。この結露水は、夏期には堆肥化開始後第



1次発酵1、2週目発酵槽からの臭気を、できあがり堆肥に吸着させて低減化する。

図1 堆肥脱臭システムの概略



図2 堆肥脱臭システム(山鹿バイオマスセンター)

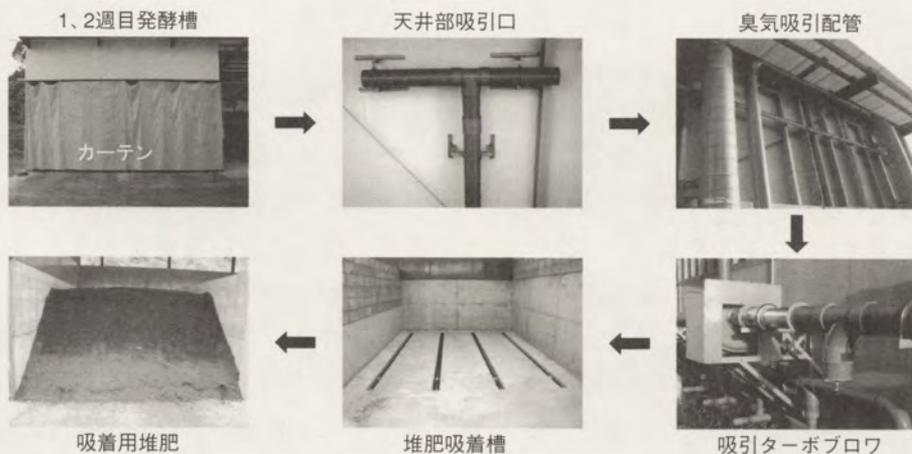


図3 悪臭吸着システム

3週発酵槽と第4週発酵槽の堆肥に、また冬期には臭気吸着槽の臭気吸着用堆肥に混合し、肥料成分として有効利用した。結露水の量は原材料1tあたり、冬期で6ℓ/t/週、夏期で2ℓ/t/週程度であった。しかし、配管を断熱施工することにより、冬期で1ℓ/t/週、夏期で0.2ℓ/t/週程度まで低減できた。

4) 臭気吸着槽でアンモニアを吸着した堆肥は、後述のように好気状態を保つと、好気性微生物の作用により約1週間で硝酸態窒素に変わり無臭化された。さらに、数ヵ月間好気状態を続けると有機態窒素に変換された。

#### 4. 堆肥脱臭法の脱臭能力

堆肥脱臭法は、アンモニアと硫黄化合物を高い効率で除去できる(図4)。アンモニアの除去率は97%で、季節による変動は少なく、年間を通じて安定して除去できた。アンモニアの次に排出量の多いメチルメルカプタンも、約95%の除去が可能であった。低級脂肪酸では、プロピオン酸は増加していたが、その他の成分は50~60%が除去された。堆肥化開始後第1週と第2週の発酵槽からの臭気の治療だけでも、悪臭問題の解決に貢献できると考えられた。

#### 5. 臭気吸着済堆肥の二次揮散防止

臭気吸着済堆肥は、アンモニアが高濃度に吸着されているので、アンモニアの二次的揮散を防止する必要がある。臭気吸着槽内の臭気吸着済堆肥に弱く通気して好気状態を保つと、好気性硝酸菌や亜硝酸菌によって、約1週間でアンモニウム態窒素の90%が硝酸や亜硝酸などの硝酸態および亜硝酸態窒素に変換されて無臭化された。この硝酸態窒素は、さらに数ヵ月間好気状態を続けると有機態窒素に

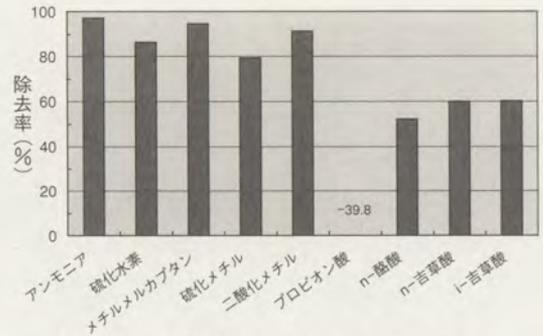


図4 堆肥脱臭による年平均悪臭成分除去率

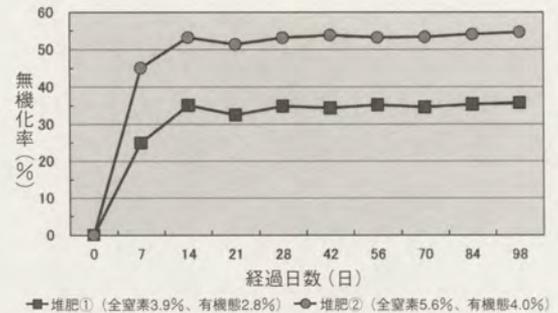


図5 有機体窒素の無機化率

変わった。好気状態で含水率を約50%に保つと脱窒しないので、回収した窒素成分をほぼ100%含んでいるため、良質肥料として圃場に還元できた。

#### 6. 高窒素堆肥の無機化率

臭気吸着槽内の臭気吸着済堆肥は、通気前の嫌気状態では有機態窒素が20%、無機態窒素が80%で無機態窒素の割合が高くなっていたが、通気して好気状態を保つと次第に有機態窒素の割合が増加した。また、有機態窒素が無機化する割合は、全窒素濃度が乾物重当たり約4%の堆肥(図5の堆肥①)で34%、また5.6%まで高めた堆肥(図5の堆肥②)で55%であった。臭気吸着済の高窒素濃度堆肥は、化学肥料と同じような即効性と通常堆肥の土壤改良効果をもつので、作物の減化学肥料栽培に適した堆肥である。

## 7. 設備費など

今回開発した堆肥による臭気吸着法は、既存の脱臭装置に比較して、設備費やランニングコストが安価である。一次発酵槽の原材料1tの臭気からアンモニア1kgを回収するためにかかる費用は設備の減価償却費とランニングコストを含めて319円であった。これは希硫酸洗浄法の600円、生物脱臭法の500円の1/2～2/3の費用である。乳牛100頭用堆肥舎の設置には1600万円を要したが、そのうち、この堆肥による臭気吸着法の脱臭装置の設備費は432万円であった。

## 8. 施工上の留意点

1) 一次発酵槽の第1週発酵槽と第2週発酵槽からの臭気を堆肥に吸着させるためには、一次発酵槽と同じ大きさの臭気吸着槽が2槽必要である。一次発酵槽の第1週および第2週発酵槽は密閉構造のために壁面が結露するので、耐水性の軽カル板などを用いる。

2) 一次発酵槽から臭気吸着槽までの配管を短くし、配管内結露を少なくするために断熱施工する。

3) 臭気吸着槽の床面の臭気吹き込み口付近は結露するので、この結露水を排出して外

部タンクに貯留する。

4) 一次発酵槽から臭気吸着槽へ臭気を送る配管の通気量は一次発酵槽内通気量の約4倍になるので太い管を用いる。また、臭気を臭気吸着槽へ送るためのターボブロワは連続運転するので、吹込み時の臭気吸着槽内の抵抗を計算して適正能力の機器を選定する。

5) 臭気吸着済堆肥のアンモニアを好気性微生物の働きで無臭化するため、臭気吸着槽内へ強制通気を行なう。

## 9. 運転上の留意点

1) 臭気吸着用堆肥には、立ち上げ時に約2%の割合で活性汚泥を添加し、以後の交換時には約10%の臭気吸着済堆肥を残し、これに交換用完熟堆肥を混合する。

2) 臭気吸着済堆肥は窒素成分が増加するので、3～4ヵ月ごとに交換する。なお、臭気吸着済堆肥の含水率は使用開始時よりも若干減少する。

3) 一次発酵槽から臭気吸着槽への配管の結露水はアンモニアを多く含んでいるので、夏期には堆肥化開始後第3週あるいは第4週発酵槽内の堆肥に混合し、また冬期には臭気吸着済堆肥に混合して、良質肥料として有効利用する。

### 今月の表紙

東北の春は遅く、桜の時期になっても、小岩井牧場から望む南部富士（岩手山）には雪が残っている。春風はまだ冷たかったが、満開のさくらの下で乳牛たちがのんびりと牧草を食べていた。

（東北農業研究センター 田村 良文）

# 集約放牧酪農 のための 圃場レイアウト 作成の留意点

## 1. はじめに

集約放牧は放牧地を電気牧柵などで小さな牧区に区切って、毎日輪換放牧することにより、短草状態の高栄養の牧草を牛に採食させ、生産性を高める放牧方法である。十分な放牧地があれば、生産コストを低減させ、農業所得を高め、ゆとりある酪農経営が期待される。

搾乳牛を放牧した場合、牛は毎日搾乳のために牛舎と放牧地間を往復するので、牧区、通路(牛道)、飲水場(水槽)などの配置(レイアウト)は省力管理と草地の効率利用のために重要である。このレイアウトについては、①通路は牛が円滑に牛舎に向かうように進行方向に注意する、②どの牧区でも牛が水を飲むようにし、牧区が隣接している場合は両方の牧区間に飲水場を配置する、などの基本的なものが提示されているが、酪農家の立地

条件により、最適なレイアウトが困難であることが実状である。

そこで、北海道の主に十勝地域で集約放牧をしている酪農家を対象にして、放牧地、通路、飲水場などの配置を調査し、その事例を参考にして、効率的に管理できるレイアウト作成のための留意点をまとめた。

調査対象は、放牧期に昼夜放牧もしくは半日放牧を行なう放牧依存度が高い酪農家とした。調査した39戸のうち十勝南部地域の酪農家が18戸であった。また、多くの酪農家の放牧地は平坦地であった。

## 2. 調査した酪農家の放牧地面積

調査した酪農家1戸あたりの経産牛飼養頭数は59頭、放牧専用地13.6ha、採草放牧兼用地5.5ha、採草地26.3haで、放牧専用牧区数は11.4牧区である。1頭当たりの放牧専用地面積は0.24ha、採草後に放牧利用する採草放牧兼用地も含めると0.35haである。放牧専用地面積が1頭あたり0.2ha以下と少ない酪農家では、放牧時間中も牧区の出入り口を開放して、パドックで放牧牛にサイレージや乾草を自由に採食させている例が多かった。調査した酪農家では、いずれも放牧期間中に粗飼料としてサイレージもしくは乾草を併給していた。

夏期以降は放牧草の成長が低下するので、春期と同様に放牧主体で飼養するためには、放牧専用地と同程度の面積の採草放牧兼用地が必要である。本調査では、1頭当たりの放牧地面積、特に採草放牧兼用地面積が狭いことから、春期と夏～秋期間では放牧の仕方を変えて対応することが必要な酪農家が多かった。

放牧地は、一般道路を通行しないで牛舎と放牧地を行き来できるように、牛舎のまわり

に接していることが望ましい。実際には、調査した酪農家の約3分の1では、放牧地へ行くために25~70頭の牛が道路を通行していた。一方、交通量が多い道路では、横断することが困難なことから放牧地の拡大が妨げられている酪農家もあった。

### 3. 飲水場と庇陰林

牛がほぼすべての牧区で水を飲めるように、飲水場を配置している酪農家は12戸と少なかった。また、飲水場をパドックだけに配置している酪農家が10戸、パドックと通路に複数ヵ所の飲水場を配置している酪農家が11戸であった。放牧頭数が70頭以上の酪農家では、各牧区に飲水場を配置していた。調査した39戸のうち、各牧区に庇陰場所を配置しているところは、防風林を活用した1戸のみで、放牧地に庇陰場所がほとんどないところは10戸であった。飲水場の配置が不適当だと、放牧牛は放牧地と飲水場のある場所を、あるいはパドックのみに飲水場があるときは放牧地とパドックを往復することになる。飲水場の設置には、十分な飲水量を確保するとともに、放牧牛の通行や放牧地の管理面からも十分な配慮が必要である。牛の通行が多い場所では、整備が不十分だと泥濘化しやすい。また、北海道でも夏期には高温の日が多いので、庇陰場所のある牧区にローテーションを変更したり、夜間放牧をするなどの対策がとられている。

### 4. レイアウト作成のための留意点

既存のデータと今回の調査結果をもとに、集約放牧のレイアウト作成のための留意点を表に示した(一部省略)。ここでは、牧柵で区切った各牧区を毎日輪換する放牧を想定し

表 集約放牧レイアウト作成の留意点

□:チェックポイント ※:選択と対応

1) 放牧形態と牧区数の設定
□1頭当たり面積
※a 10a/頭以下:パドック放牧
b 10~20a/頭:時間制限放牧、兼用地はなし、粗飼料供給必須
c 20~40a/頭:昼夜放牧または時間制限放牧、兼用利用を考慮
d 40~50a/頭:昼夜放牧、兼用利用必須
e 50a/頭以上:昼夜放牧、兼用利用必須、晩秋用放牧地や低投入型管理も視野に
□牧区数の設定 1牧区面積は2a×放牧頭数が基本(昼夜放牧)
※a 牧区数過大:兼用利用もしくは採草専用地の設定
b 牧区数過小:b1 牧区を狭め、時間制限放牧導入 b2 牧区数はそのまま併給粗飼料給与(植生悪化は別途対応)
2) 牧区の配置
□牧区の縦と横の比は1:4以下を推奨
※牧区の形と作業性などについて
a 縦長1列:資材がかかるが、機械作業がしやすい(事例②の南側)
b 縦横差小・2列配置:北側の牧区は防風林、林地に庇陰効果を期待できない(事例①、事例②の東側)
3) 通路の配置
□牛群の先頭と最後尾で進行方向が逆となることはないか
※牧区内の場合は出入り口の増設(事例⑤、事例⑭)
※通路ではやむを得ない場合迂回し、先頭の牛が見えない方が望ましい(事例③、⑩、⑬)
※牛舎の位置と通路
a 放牧地中央に牛舎配置→放射状に牧区配置・通路最小(事例⑨)
b 牛舎から2方向に通路設置→泥濘化軽減・牛群観察が容易(事例②)
□通路途中に日陰や窪地はないか
※ある場合
a 対象物の伐採・撤去、窪地の砂利・火山灰による埋設、測溝設置などにより排水促進
b 通路の迂回もしくは関係箇所の閉鎖(牧柵で包囲)(事例⑩)
□トラクタ用の通路を併設することも可(事例②)
□防風林の反対側に配置した方が日当たりがよい(事例①、②)
□配管(電気・水)の通路横断・埋設は最小限に
□牛舎に近い方が毎日の出入り口の閉鎖作業には便利(事例⑤)
4) 水槽の配置
□各牧区で飲水可能か(牧区間に1個でも可)
※不可能な場合
a 通路に配置し、数牧区で共用(事例⑦、⑪、⑮、⑯)
b 牛舎に戻らないように手前で出入り口を閉鎖(事例⑦、⑮)
c パドックへ配置。飲水・食草量低下、草地利用率低下、通路利用頻度増による路面状態の悪化を見込む
□庇陰林、飼槽と重複していないか(事例⑥ではいずれも近いため泥濘化)
□泥濘化防止を考慮しているか
※通路への配置は高く日当たりのいい場所に(事例⑮)、水槽数増や固形塩設置箇所との分離による利用頻度軽減、土工(丸砂利・火山灰・固化剤投入)
□配管は最短か、漏水事故時に途中で止水可能なバルブが要所にあるか、終牧時に配管内排水可能か
5) 牛の道路の横断(道路向こう側草地の放牧利用)
a 道路両側に牛の滞留場所を設け、一気に横断(牛舎と横断場所が近い事例②)
b 夜間横断を回避するため、道路向こうは昼間放牧地として使うこともある
6) 庇陰場所
□各牧区にあるか
※全部にはない場合:
a 泥濘化に注意しつつ、放牧地の中に共用の庇陰林を配置(事例⑫)
b 一部の牧区にある場合は夏季は放牧牧区の順序を変更(事例③)
c 南側に防風林等があれば、庇陰時間・面積を確認して利用(事例①、②)
d ない場合、日中は牛舎に。ただし通気を良好に、ファンも利用(事例④、⑤、⑨、⑩、⑬、⑭、⑰)
7) パドック(省略)

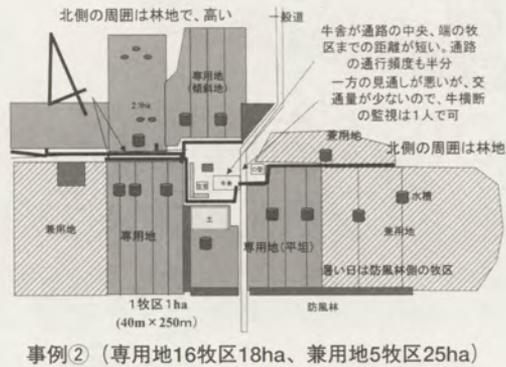


図 酪農家のレイアウト (2事例)

た。標準的な牧草生産力の放牧地に放牧すると、1頭当たり、採草放牧兼用地も含めて、30~50aを確保すれば、昼夜放牧が可能である。1牧区の面積は、[1頭当たり2a×放牧頭数]である。牧区数が多いと余剰草が生じ栄養価も低下するので、一部を採草にまわすほうが良い。

表ではわかりやすいように、事例①~⑰の酪農家のレイアウトを参照して示した。なお、図には事例①と②を示し、③から⑰は省略した。事例①では、以前は南側に通路を配置し、約50m×300mの細長い牧区としていたが、放牧草の採食ムラがあり、また通路が放牧地より低く日陰にあった。そこで、現在は図に示したように通路を中央にして、縦横の差が小さい牧区を2列に配置した。反面、北側の牧区に入ったとき日陰となる場所が無い。事例②では、牛舎が放牧地の中央に位置し、放牧牛を観察しやすい。また、通路が牛舎の左右に分かれているので、牛が毎日続けて通行

する場所が少なく、泥濘化対策には適している。

## 5. おわりに

今回の調査では飲水場と庇陰林の配置が不十分な酪農家、および放牧牛が道路を横断して移動しなければならない放牧地のある酪農家が比較的多かった。個々の酪農家では、その立地条件・経営条件に応じた放牧が十分可能であるが、さらに生産性を高めるためには、放牧地の設備、施設などを効率よく管理ができるレイアウトに整備することが望まれる。

ここでは、調査結果を参照した集約放牧のレイアウト作成の留意点を示したが、これに加えて、数値基準によって補完された、より実用的なレイアウト作成の手引が必要である。さらに起伏のある丘陵地の放牧地では、土地の傾斜および標高差が飲水場や通路の配置に影響するので、丘陵地の放牧地にも対応したレイアウト作成のための留意点リストも必要である。



# OIE高病原性鳥インフルエンザ リファレンスラボラトリー

(北海道大学大学院獣医学研究科微生物学教室)

迫田 義博 (さこだ よしひろ)

北海道大学大学院獣医学研究科微生物学教室 助教授



グラビアA頁

## 1. はじめに

日本国内でも、2004年にH5N1亜型の高病原性鳥インフルエンザが発生し、国際獣疫事務局(OIE)リストA疾病の恐ろしさを実感したことは記憶に新しいかと思えます。H5N1亜型の鳥インフルエンザウイルスによる本疾病の発生はとどまることを知らず、アジア地域だけでなくヨーロッパ地域にまで拡大しています。高い致死率を伴う、H5またはH7亜型の鳥インフルエンザウイルスを原因とする疾病を高病原性鳥インフルエンザと呼びます。北海道大学大学院獣医学研究科微生物学教室は、喜田 宏教授を責任者とし、「OIE高病原性鳥インフルエンザリファレンスラボラトリー」としての責務を担っています。

## 2. 沿革

1910年、札幌農学校(現在の北海道大学の前身)に獣医学講座が開設されました。1952年には国立大学唯一の獣医学部として農学部から独立しました。1995年、北大獣医学部は大学院にその重点を移行し、正式名称を北海道大学大学院獣医学研究科とし、研究重視を制度面でも支える体制となりました。現在の微生物学教室の前身である家畜衛生学講座は

1920年に設置されました。1994年に就任しました喜田教授を中心とした動物のインフルエンザウイルスの長年の研究活動が評価され、当教室が2003年に「OIEのリファレンスラボラトリー」に指定され、現在に至っています。

## 3. 組織と施設

現在、当研究室の教官は教授と助教授の2名体制です。教室には博士課程の大学院生が4名、学部学生が5名在籍しています。さらに、特別研究員、客員研究員が共に研究に携わっています。そのほか、事務補助員、実験補助員を含め、17名で構成されています。研究室には一般の実験室に加え、低病原性鳥インフルエンザウイルスを取り扱うバイオセーフティーレベル(BSL)2の実験室および高病原性鳥インフルエンザウイルスを取り扱うBSL3の実験室を備えています。また、獣医学研究科にはBSL3の動物実験施設を備えてあり、ニワトリへの高病原性鳥インフルエンザウイルス接種試験を行なうことができます。鳥インフルエンザウイルスの研究・診断に必須な発育鶏卵は、毎週1000個程度が使用されています。

## 4. 現在の主な研究活動

### 1) 動物インフルエンザのグローバルサーベイランス

これまでの喜田教授の長年の研究成果により、ヒトと鳥獣のインフルエンザウイルス遺伝子の起源が渡りカモの腸内のインフルエンザウイルスにあること、ならびに新型インフルエンザウイルスの出現メカニズムと伝播経路を明らかにしてきました。現在、鳥インフルエンザウイルスの生態を継続的に調査するため、自然宿主である野生水禽類が保有する鳥インフルエンザウイルスの分離と同定を行っています。本活動は日本国内に留まらず、これらの水鳥の営巣地であるシベリア、中国、モンゴル、アラスカなどでも実施され、これまでに大きな成果を上げています。一昨年は南半球オーストラリアでの疫学調査も実施し、まさに世界規模で動物のインフルエンザのサーベイランスを行なっています。

インフルエンザのA型ウイルスはその表面に存在するヘマグルチニン(H)とノイラミニダーゼ(N)の抗原性の違いから、H1~H16およびN1~N9の亜型に区分されます。このHとNの組み合わせは理論的に合計144通り存在しますが、我々はこれまでに自然界から49通りのインフルエンザウイルスを分離同定し、系統保存しました。これらのインフルエンザウイルスを基に実験室内でさらに77通りのインフルエンザウイルスを作出し、これにより合計126通りのインフルエンザウイルスの系統保存を完了しました。これは今現在、そして将来流行する可能性のあるインフルエンザウイルスのほとんどすべての亜型のウイルス株を先回りして準備していることとなります。

### 2) 鳥インフルエンザのワクチン開発

上述のように、様々な亜型の鳥インフルエ

ンザウイルスが当研究室にライブラリーとして系統保存されています。これらの鳥インフルエンザウイルスは診断用抗原や、ワクチン製造株としての利用が期待されています。現在、国内のワクチンメーカーとの共同事業として、鳥インフルエンザのワクチン開発を進めていますが、ワクチン候補株はすべてこのウイルスライブラリーから選抜されています。もちろん鳥インフルエンザの防疫は、ワクチンを使わず、早期の摘発淘汰が基本です。しかし、不測の事態にそなえ、国産の安全で高力価のワクチンを備蓄することが望まれているので、研究を加速させています。当教室でのワクチン開発は、現行の注射による方法だけでなく、鼻腔内に接種することによって粘膜免疫を誘導する新しいタイプのワクチンの開発も行なっています。

### 3) 鳥インフルエンザウイルスの病原性の分子基盤の解明

2004年に日本でも高病原性鳥インフルエンザが発生しました。本ウイルスがニワトリに対して高い病原性を示すことは野外でも確認されました。しかし、ニワトリ以外の鳥類や哺乳動物に対する病原性は不明でした。鳥インフルエンザウイルスの伝播経路の解明やヒトの新型インフルエンザウイルス出現の予測のために、山口県で分離された鳥インフルエンザウイルスをさまざまな動物に接種しました。その結果、ニワトリと同様にウズラとインコは全身感染後斃死しましたが、カモは全身感染したにもかかわらず臨床症状を示さず耐過しました。さらに、山口株は、調べたすべての鳥類で全身感染しましたが、病原性は鳥種により差があることがわかりました。また、ミニブタには感染しないこともわかりました。これらの成績は鳥インフルエンザウイルスの伝播様式の解明に役立つ重要な成績と

して高く評価されました。

#### 4) 国際貢献(診断と研修)

OIEリファレンスラボラトリーの一つ重要な任務は海外から依頼された病性鑑定の実施と、技術研修の実施です。2005年8月、モンゴルの湖で野鳥の大量死が発見されました。モンゴル政府は自国での診断技術では不十分と判断し、当研究室に病性鑑定を依頼しました。行政機関およびOIE東京事務所のご支援により、診断材料は速やかに日本に搬送され、高病原性のH5N1亜型インフルエンザウイルスが分離同定されました。迅速な診断対応はモンゴル政府およびOIE本部から高く評価さ

れました。アジア各国を中心に年間数名の研究者がインフルエンザの診断技術習得のために、当研究室で研修を受けています。また、数年おきに動物のインフルエンザの診断トレーニングコースを大規模に実施しています。

#### 5. おわりに

鳥インフルエンザとの闘いはまだ始まったばかりです。アジア地域における本疾病の制圧のために、今後も力を注いでいきます。関係機関の皆様の御理解・御協力を今後ともよろしくお願い致します。

---

#### ★ 写真の募集

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

#### ★ 「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ヵ月前から掲載し、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：info@jlta.lin.go.jp

## (1) 闘牛

正田 陽一（しょうだ よういち） 人と動物の関係学会顧問

本誌では、連載方式による記事を掲載しておりますが、このたび、東京大学名誉教授でおられ、人と動物の関係学会顧問の正田陽一先生に家畜に係るさまざまな日本の伝統文化の歴史や由来などを紹介していただくことにしました。ご執筆をご快諾くださった先生に深くお礼を申し上げます。

(編集委員会)

## 1. はじめに

「…初秋の大きい雲の湧く空の下で、3百貫の牛と牛とが力と力を競っている。ああ、この素朴な格闘！これは、東洋の、日本の、荒波に取り巻かれた八丈島の、そこに昔から行われている闘牛。血腥さのみじんもない 併し、勇猛な競技。」

これは井上靖が1950年に発表した「闘牛」という詩の後半の一節である。八丈島の闘牛は平成2年以降中止されているが、わが国で現在でも闘牛が行なわれている場所が6ヵ所ある。新潟県の旧山古志村周辺、島根県の隠岐島、愛媛県の宇和島、鹿児島県の徳之島、そして沖縄県の本島、八重山群島である。

何れの土地の闘牛も牛と牛との力くらべて、スペインの国技の闘牛のように、絢爛たる衣装のマタドール（闘牛士）が剣を持って牛と対決するものとは違って、華麗でもなく刺激的でもない。

試みに、広辞苑で「闘牛」の項を引いてみると、①牛と牛とを戦わす力比べ、牛合（うしあわせ）、②（corida de toros スペイン）徒歩または騎乗の闘牛士と牛との決死的競技、



写真 「闘魂」旧山古志村池田にて  
(平成15年6月撮影、田野養一氏)

ギリシャ・ローマで行なわれたが、今はスペインの国技として知られる、とわけて記述されていて、両者は全く性格を異にする競技である。

日本の闘牛は「牛相撲」とか「角突き」の呼び名の方が相応しく、“のどか”でどこか“間の抜けた”感じさえ与えかねない競技である。しかし、牛と掛け声を掛ける勢子が気持ちを一つにして戦うさまは、農民と牛との日常生活における深い結びつきを感じさせるし、1トン近い牛の巨体が全力でぶつかり合う迫力は、なみなみならぬものがある。

## 2. 日本の闘牛の起源

わが国の闘牛が何時の時代に始まったのかは定かではない。

牛科の動物たちには、繁殖期を迎えると雄同士が角を突き合わせて戦い、お互いの順位を確認しあう習性がある。鳥羽僧正の「鳥獣戯画」(1253年頃)にも牛の角突きの様子が描かれているが、家畜となった牛にも、当然、この本能は伝わっていて、農民たちは自分の飼っている役牛を仲間同士で戦わせて勝敗を競い楽しむ風習が、各地で自然発生的に生まれたものと考えられる。

しかし、越後には先住民族であったアイヌの祭事としての闘牛が遺風として伝えられたものという口伝があり、また、中国の東北地方や朝鮮半島にも同様な風習があるので、それらとの関係も考えられるが、確たる証拠は無い。

文献の上で一番古い闘牛の記録は、1221年に承久の乱に敗れて隠岐島へ流された後鳥羽上皇をお慰めするために島民が行なったものとされている。

## 3. 闘牛大会の形式

闘牛の形は土地によって若干異なる点があるが、基本的には同一で牛と牛の力比べであり、相手から逃げ出したりしたらもちろん、舌を出して喘いだり押されっぱなしの状態になれば負けである。

闘牛大会は牛の土俵入りから始まる。隠岐島では、清めの塩を撒く「塩振り」に先導されて、芝切り、小結、関脇、大関、横綱と番付の下位のものから順番に、出場する全ての牛が飾りたてられて登場する。なかでも純白の横綱を角に巻いて、金糸銀糸で刺繍された絢爛たる衣装で正装した横綱は堂々たる風格

が他を圧する。

取り組みは、牛の実力・経歴をみて相応しい相手を主催者が決定する。闘牛場の中央で見合った牛は、次の瞬間、巨体をぶつけ合って激しく戦う。隠岐島では引き綱(鼻綱)をつけたまま最後まで戦うルールだが、徳之島と沖縄の闘牛は闘いが本調子になったところを見計らって鎌で綱を切る。山古志は最初から鼻綱なしで戦わせるしきたりで、両牛が全力を出し切ったところで、あるいは優劣が見極められた時点で牛を引き分けるのが決まりになっている。これは勝敗が完全に決まってしまうと負けた牛は、その後闘争意欲を失ってしまい、闘牛としての資質を失ってしまうからである。闘いが続いている猛牛を引き分けるのは至難の技で、先ず後肢に綱をかけて牛の動きを制御してから若者が飛び込んで鼻綱を付ける。勇気と技術を必要とする見せ場の一つである。

隠岐島では、勝負の決着が付いた時には、勝った牛の周りには男衆が歓声をあげて駆け寄り、われ先にと牛の背に飛び乗って手荒い祝福をする。

## 4. 闘牛の基本技

一見、単純な力比べに見える牛同士の闘いにも、良く見ると牛たちはいろいろ細かい技を駆使しており、それを知って観戦すると興趣は一層深くなる。

押し：人間の相撲同様「押さば押せ、引かば押せ」は基本中の基本技で、頭と頭を合わせ、角をガッチリ組んで、力一杯押し合う。

あげ：一瞬の隙をついて回り込み、相手の首筋、前足の付け根、脇腹を突き上げる。

ほじり：向き合ったまま、相手の額や角の付け根をキリモミのように連続して抉る。

ねじり：自分の角の内側を相手の角の外側

にあてがい、内側に力まかせに振じる。

**はらき（向こう突き）：**正面から相手の角を左右に払いつつ、相手の額を攻める。

**持たせ込み：**自分の首を相手に持たせ込んで体重をかけ疲労させる技。ボクシングのクリンチに相当する。

**横打ち：**角先で相手の耳の後ろや耳の周囲の柔らかい所を横から打つ。かなり威力があり、与えるダメージも大きい。

## 5. 伝統文化としての闘牛

闘牛はここにあげた6ヵ所のほかにも岩手県や八丈島など各地で行なわれていたが、田畑の耕作に役牛が利用されなくなり、数を減らしたことから衰退して消滅した。

また、明治・大正時代には繰り返し禁止令や規制が行なわれ、昭和23年には連合軍指令部（GHQ）から動物愛護の理由などにより禁止命令が出されている。

しかし、日本の闘牛はスペインの闘牛とは

異なり、「牛の角突き」であり「牛相撲」であって、決して残忍な競技ではない。闘鶏や闘犬にみられるような賭博行為ともほとんど無縁である。これは隠岐島や越後の闘牛が神事として行なわれていることにも関係しているのだろうし、越後の闘牛のように勝負を決着させずに終わってしまっただけでは賭け事も成立しない。

わが国で、唯一、国の重要無形文化財に指定されている越後の旧山古志村の闘牛を観戦して、私は「これは飼い主としての農民と飼育されている牛とが気持ちを一つにして、力比べをしている伝統的な遊びである」との感を深くした。日ごろの農民と牛との付き合いがしのばれて、秋空の下で行なわれている運動会の一行事のような印象を強く受けたのである。

日本の闘牛が、これからも健全な形で発展し、伝統文化として次の世代へと引き継がれていくことを心から願っている。

---

## 学会・研究会・シンポジウム等のお知らせ

○第11回人と動物の関係に関する国際会議（IAHAIO 2007 東京大会）

「人と動物：共生へのパートナーシップ」

日 時：平成19年10月5～8日

会 場：京王プラザホテル（東京・新宿）

連絡先：iahaio.tokyo@convention.co.jp

ホームページ：http://www2.convention.co.jp/iahaio.tokyo/index\_i.html

# 家畜・家禽の主要 組織適合遺伝子 複合体(MHC) 研究の現状と展望

## 1. はじめに

MHC (主要組織適合遺伝子複合体、Major Histocompatibility Complex) は、軟骨魚類よりも高等な脊椎動物において確認されており、ゲノム上で最も多様性に富む領域として知られている。本稿では、MHCの構造と機能について概観するとともに、家畜、特にウシ、ブタおよびニワトリにおけるMHC研究の現状と将来展望について、最新の情報に筆者らのブタMHCに関する最近の研究内容を加えて概説する。

## 2. MHCの構造と機能

最初、MHCは腫瘍組織や皮膚組織を移植した際に同一個体では生着するが、ほかの個体では生着しにくいこと、すなわち自己と非自己の識別に関係するゲノム上の領域として同定された。さらに、組織移植のほかにも、

病原体や異物などが生体へ侵入したときの免疫反応に関係する領域であることも明らかにされた。その分子的メカニズムが解明されたのは約30年前である。例えば、細胞内でウイルス(非自己)由来のタンパク質などが断片化された短いペプチド(タンパク質の断片)を捕捉して、細胞表面に提示する分子(MHC分子)がこの領域にコードされている。この提示された分子を認識したT細胞と呼ばれるリンパ球(細胞傷害性T細胞)がウイルス感染細胞などを始末するために活動する。このように、MHCは生体における病原体・異物の侵入や組織移植などに対する免疫反応に関係し、その役割の最も重要な部分を担っている。

MHC領域は、ゲノム上でも最も遺伝子密度の高い領域の一つであり、クラスI、クラスIIおよびクラスIIIと呼称される三つの領域に大別される。ペプチドを提示するMHC分子として、クラスIおよびクラスII領域に存在する遺伝子の産物(MHCクラスI分子、クラスII分子)が知られている。これらのMHC分子は極めて多型性が高く、細菌、ウイルス、腫瘍などに由来する多様なペプチドを提示したり、自己と非自己の識別をする役割をもっている。また、MHCクラスIとクラスII分子の構造には違いがある。

MHCクラスI分子は、MHC領域とは異なる領域の遺伝子の産物のほとんど多型性がない $\beta$ 2-ミクログロブリンと呼ばれる分子と会合して、細胞表面に存在している。クラスI遺伝子のゲノム上での構造は動物種間で大きく異なるので、クラスI遺伝子の動物種間の対応関係は明確にされていないことが多い。

クラスII分子は、 $\alpha$ 鎖と $\beta$ 鎖という二つの異なるMHC遺伝子の産物が会合している。クラスII遺伝子の構造は各動物種とも比較的よく保存されているので、少なくとも哺乳類

のなかでは、動物種間の対応関係がわかりやすいことが多い。しかし、ゲノム上で欠失、挿入、逆位が起こるために、各動物種でユニークな構造になっている。クラスII遺伝子のタイピング法は古くから研究され、遺伝子配列に特異的なプライマーを用いる方法など、さまざまな手法が開発されている。

クラスIII領域には、ペプチドの提示を行なう分子はコードされていない。補体やサイトカイン遺伝子など、免疫系の機能や制御に関わる多くの遺伝子が含まれている。

多くの感染症やアレルギー疾患などの発症や進行にMHC領域が関連していることが知られ、ヒトやマウスにおける疾病とゲノム領域との連鎖解析では、多くの疾病はMHC領域と多少なりとも関連がみられている。そのほか、哺乳動物において、雌の交尾相手の選択がMHCと関連していることが知られており、MHC領域にある遺伝子、例えばMHCのクラスI領域側の近傍にある嗅覚受容体遺伝子との関連が推測されている<sup>2)</sup>。

### 3. 家畜・家禽のMHC

ウシのMHCはウシ白血球抗原 (Bovine Leukocyte Antigen : BoLA) と呼ばれ、遺伝子は第23染色体上に存在する (図)。BoLAのクラスI遺伝子では、アレル (対立遺伝子) が多数あり、また異なるアレルと遺伝子座位の区別が困難なために、クラスI遺伝子の領域全体の配列は完全には解明されていない。ウシのクラスII領域はほかの哺乳動物と異なり、クラスIIbと呼ばれる一群の遺伝子が存在する領域が同一染色体上ではあるがBoLA領域本体から離れたところにあることが特徴である。本体側 (クラスIIa領域) には、DR、DQといった一般的なクラスII分子がコードされている。本体から離れたクラスIIb領域には、DM、DOといった多型性の少ないクラスII分子のほかに、反芻動物でのみ存在がはっきり確認されているDYのようなクラスII分子がコードされている (ブタではDYBの痕跡が存在)。

BoLAの多型性と乳房炎やウシ白血病などの疾病との関連について、精力的に研究されている。ごく最近、クラスIIb領域の塩基配列の詳細な解析結果が公表されている<sup>3)</sup>。



主として抗原提示に関わる遺伝子 (MHCクラスI、クラスII分子をコードする遺伝子) の場所

ヒト、ブタの全配列、マウスのほとんどの配列、およびニワトリの主要部分 (B-locus) については全塩基配列の解析が行なわれて詳細な構造が明らかになっている。ウシのクラスI領域、およびニワトリのB-locus以外の領域については構造に不明な点が多い。ニワトリではMHC領域内にNK受容体、またMHC領域近傍にCD1遺伝子 (図には示さず) が存在するところが哺乳類と異なっている

図 ヒト、マウスおよび家畜・家禽のMHC領域の模式的な構造

ブタのMHCは、ブタ白血球抗原 (Swine Leukocyte Antigen : SLA) と呼ばれ、その遺伝子は第7染色体上で約2 Mb以上の領域を占めている (図)。SLA領域の特徴としては、SLAクラスIIおよびクラスIII領域の間がセントロメアで分断されていることである。SLA領域の全塩基配列はすでに解読が完了し、その詳細がまもなく明らかにされることになっており、家畜のなかで、MHC領域全体の情報が最も豊富な動物種といえる<sup>4)</sup>。SLA領域内には、偽遺伝子を含めて150~160個程度の遺伝子が含まれていると想定される。クラスI領域内には、多型性の高い古典的クラスI遺伝子、多型性の低い非古典的クラスI遺伝子がそれぞれクラスターを形成して存在している。クラスII領域は基本的にはヒトのMHC (Human Leukocyte Antigen : HLA) のクラスII領域と相同性が高いが、DP遺伝子に相当する遺伝子が確認できないなどの違いがある。

古くから、SLAと旋毛虫 (トリヒナ) 感染時の免疫反応や悪性黒色腫の発症との関連が知られている。筆者らの研究グループ (農業生物資源研究所、STAFF研究所) は、SLA前縁配列の解読を行なったフランス国立農業試験場 (INRA) および東海大学との共同研究で、SLA領域中に、ヒトにおいてHLAと形質の相関解析に用いられていると同様の密度のマイクロサテライト (2塩基程度の繰り返し配列) マーカーを40個以上設計することに成功した<sup>5)</sup>。これらのマーカーを用いて、SLAとワクチン接種時の応答や肺炎病変の性状との関係についての詳細な解析を計画している。近年、ブタは実験動物としての利用が注目されており、NIHミニブタやクラウンミニブタなどのMHC遺伝子型が揃ったブタは免疫学的研究に重要な素材であると考えられる。

ニワトリのMHC研究の歴史は、ヒト、マウスと同様に非常に古い。ニワトリの血液型の一つであるBシステムが、ほかの個体からの移植組織の拒絶に関わっていることが1960年代に知られていた。このBシステムこそ、ニワトリのMHCそのものであり、第16染色体上にあつてB-locusと呼ばれている (図)。1999年に、B-locusの主要部分の全塩基配列が報告され、ニワトリのMHC領域は、3 Mb以上あるヒトのHLA領域と比較して極めて小さく、わずか92kbであることがわかった。また、確認された遺伝子数はわずか19個であることから、「minimal essential (必要最小限の) MHC」と呼ばれている<sup>6)</sup>。

B-locusの近傍や同一染色体上のB-locusから離れた位置にあるY-locusにも、MHC遺伝子が存在している。Y-locusに含まれるMHC遺伝子の数は、ハプロタイプ (遺伝子型のセット) が違うニワトリでは、全く異なることが示唆されている<sup>7)</sup>。そして、異なるハプロタイプでのMHC領域の塩基配列の比較ができること期待されている。

脂質分子をT細胞に提示するMHC関連分子のCD1は、哺乳動物ではMHCとは全く異なる位置にあるが、ニワトリではB-locusのごく近傍に存在することが最近示された<sup>8)</sup>。また、NK (ナチュラルキラー) 細胞と呼ばれるリンパ球の表面にあつて、MHC分子を認識するNK受容体のいくつかは、B-locusおよびY-locusにコードされていることも哺乳動物とは異なっていて、進化学的にも非常に興味深い。

ニワトリでも、MHCと疾病との関連についての研究は古くから行なわれている。ラウス肉腫の退縮やマレック病に対する抵抗性などで、疾病とMHCの関連が明らかになっている。また、特定のMHCの遺伝子型が抗病性の強弱と関係することも示唆されている。

## 4. 家畜・家禽研究におけるMHC研究の展望

近年、ヒトゲノム全塩基配列の解読をはじめとする全ゲノム解読の動きは、家畜・家禽においても著しく進展している。ニワトリとウシでは、すでに全ゲノムのドラフト塩基配列が公開されている。ブタでも、筆者らが参加する国際コンソーシアムが塩基配列解読に着手している。しかしながら、MHC領域は塩基配列の繰り返しが多く、ほかの領域と比べて塩基配列決定にかかる労力が非常に大きい領域である。全ゲノムを対象にした塩基配列決定の戦略とは別に、この領域を対象にした塩基配列解読のための努力が必要である。

SLAの塩基配列の概要が明らかになっているブタやB-locusの主要部分が詳細に解析されているニワトリにおいても、異なるハプロタイプにおけるMHC領域の塩基配列の差異については、今後の詳細な解析が待たれる。

前述のように、MHC領域は疾病に関係する多くの形質と関連することが示されている。本来、MHCは生体へのさまざまな侵襲物に柔軟な対応ができるように多様性が確保されていて、侵入してきた病原体や異物などを非自己と認識して、生体を守る防衛システムと考えられている。そのため、抗病性のある家畜の育種にあたっては、特定のMHC遺伝子型の家畜のみを選抜するよりも、特定の疾病に対して抵抗性の低い個体のMHC遺伝子型を特定し、その型の個体を淘汰することが望ましい。また、疾病抵抗性の低いMHC遺伝子型の個体に対しても抵抗性を付与できるようにワクチンを工夫することも考えられる。

ゲノム上でMHC遺伝子の近傍に存在する別の遺伝子で支配される形質をもつ家畜を選抜するときは、高度な選抜により家畜集団内

のMHC遺伝子型が偏り、集団としての抗病性の減退も起こりうるので注意が必要である。ヒトとマウスでは、どの遺伝子型のMHC分子がどのようなペプチドを提示するかについて、多くの詳細な研究がある。家畜でもこの点の解明が進み、将来、治療法などに役立つことが期待される。

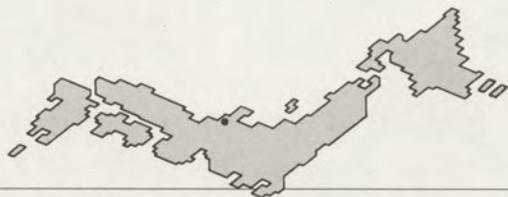
## 5. おわりに

MHC領域は、脊椎動物のなかのどの種においても、この領域からゲノム解析がスタートしているように、大変興味をもたれている領域である。さらに、MHC領域は生体防御のほかに、交尾行動などの繁殖形質とも関連することが指摘されている。家畜では、MHCの概要が明らかになってきたので、応用研究に比重が移りつつある。

今後、MHC研究は疾病に関係する形質との関連性の解析をはじめ、治療法の開発や抗病性家畜の育種などに向けて、さらに進展するとみられる。折しも、家畜・家禽から愛玩動物までを含めたMHC研究者のために、動物MHC研究会 (<http://www.riken.jp/lab/virus/animalMHC.htm>) が発足したところであり、さまざまな動物におけるMHC研究の発展が期待される。

### 参考文献

1. Paul, W. E. ed : Fundamental Immunology (5th Edition), Lippincott Williams&Wilkins (2003)
2. Ziegler, A., et al. : Trends Immunol., 26, 496-502 (2005)
3. Childers, C. P., et al. : Anim. Genet., *in press*
4. Renard, C., et al. : Genomics, *in press*
5. Tanaka, M., et al. : Immunogenetics, 57, 690-696 (2005)
6. Kaufman, J., et al. : Nature, 401, 923-925 (1999)
7. Miller, M. M., et al. : Immunogenetics, 56, 261-279 (2004)
8. Porcelli, S. A. : PNAS, 102, 8399-8400 (2005)



石川県

## $\alpha$ -リノレン酸を多く含む豚肉の生産

東 和彦 (ひがし かずひこ)  
石川県畜産総合センター

### 1. はじめに

近年、食生活の変化に伴い生活習慣病が増加してきている。生活習慣病の一因として食品から摂取する脂質の脂肪酸バランスが指摘され、その予防にはリノール酸などのn-6系列脂肪酸と $\alpha$ -リノレン酸などのn-3系列脂肪酸の摂取比率(以下:n-6/n-3比)を4以下にすることが重要といわれている。

一般的に豚肉の脂肪酸組成は、n-6系列多価不飽和脂肪酸が比較的多く、n-3系列多価不飽和脂肪酸が少ないため、n-6/n-3比が20前後となっている。

### 2. 機能性を持った豚肉生産

石川県畜産総合センターでは、豚肉の多価不飽和脂肪酸組成のバランスの改善を目的として、平成9年度から北陸学院短期大学(金沢市)および日清オイリオグループ株式会社と共同研究を行ってきた。そのなかで、生活習慣病の予防効果があるとされる $\alpha$ -リノレン酸が多く、比較的安価なアマニ油を用いて、三元交雑豚で給与試験を実施した。その結果、アマニ油に加えて、ビタミンEと大豆レシチンの一定量を一定期間給与すると、 $\alpha$ -リノレン酸を通常の豚肉の5倍以上含み、n-6/n-3比が4程度で、ビタミンEが多く栄養面でも優れた食味の良い豚肉が生産できた(図1、図2)。

### 3. 特許出願

平成15年3月に、この $\alpha$ -リノレン酸の多い豚肉の生産技術を共同研究した3機関で特許出願を行ない、現在、審査請求の手続きが進められている。

### 4. 普及に向けて

平成16年10月に、養豚農家、食肉流通業者および消費者などに参加してもらい、「機能性豚肉発表試食会」を開催した。「脂肪酸と健康」と「機能性豚肉の生産技術」の講演の

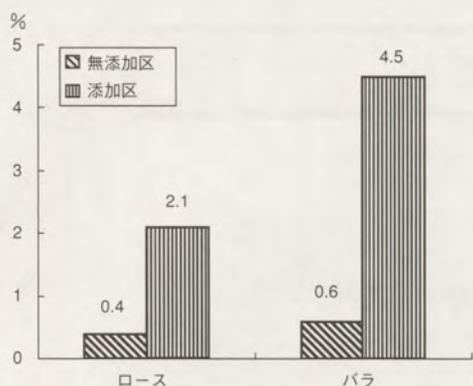


図1  $\alpha$ -リノレン酸含量

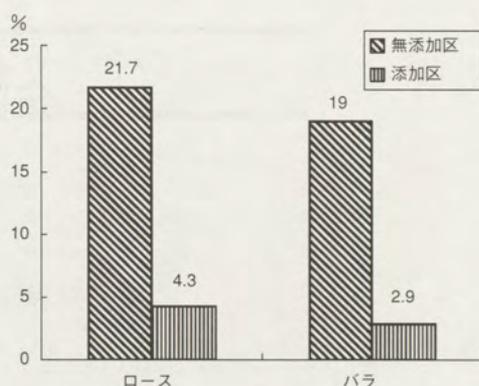


図2 n6/n3比

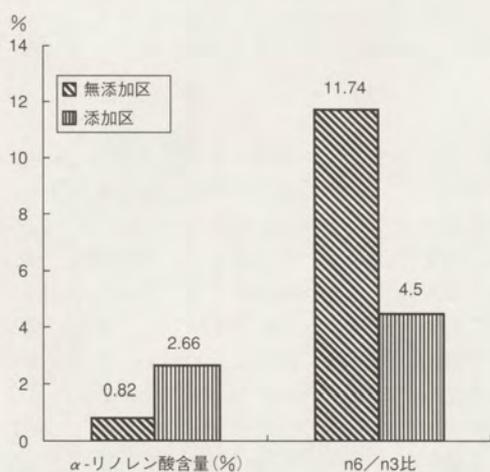


図3 ベーコンの脂肪酸組成

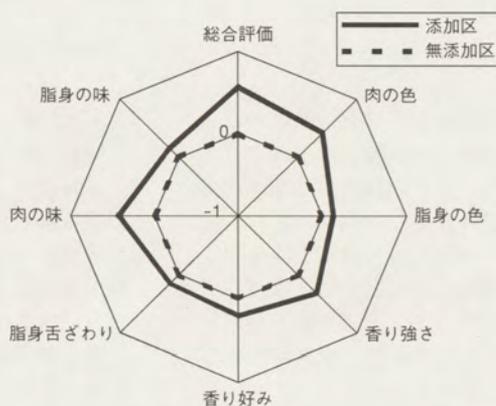


図4 食味の官能検査 (生ベーコン、n=29)

後、この $\alpha$ -リノレン酸の多い豚肉のしゃぶしゃぶやトンカツを試食した。参加者からは「柔らかくて美味しい」、「脂身があっさりとして旨味がある」と好評であった。

## 5. 加工品としての評価

平成17年6月に、本技術の農家普及を見据えて、肉豚肥育用飼料の原料にアマニ油などを添加したペレット状飼料を調製して給与試験を行なった。その結果、発育成績および枝肉成績とも良好であった。この豚肉をハム、ソーセージ、ベーコンに加工して、脂肪酸組成を測定したところ、ベーコンの $\alpha$ -リノレン酸は3倍以上となり、n-6/n-3比は4程度になった(図3)。さらに、食味官能検査の

結果でも、ハム、ソーセージ、ベーコンともに通常の豚肉からのものと遜色ないと評価され、特にベーコンは、全ての評価項目で通常の豚肉からのものを上回った(図4)。

## 6. おわりに

現在、県内の養豚農家にこの生産技術を普及させるため、関係機関や食肉流通業者と連携して、生産技術のPR、技術導入および商品化のための課題を検討している。この生産技術を普及して、石川県の新ブランド「 $\alpha$ -リノレン酸を強化した、脂質バランスに優れた豚肉」を食卓に提供できるように取り組んでいる。

## 家畜共済における臨床検査要領

B5版 686ページ

平成17年10月改定

全国農業共済協会

定価：11,000円

家畜疾病の診断のための臨床病理検査の重要性は認識されていたが、その技術普及がまだ十分ではなかった昭和53年に、初めて家畜共済における診療および治療の指標として「家畜共済における臨床検査要領」が制定された。そして、家畜臨床の現場における指針として、利用しやすく、かつ、応用価値が高い本書の初版が刊行された。その後、飼養形態の変化、疾病の多様化、そして検査技術の進歩などにもない昭和62年と平成9年に全面改定された。

近年、飼養規模の拡大、流通の国際化、安全・安心な畜産物生産のための衛生指導の必要性など畜産をめぐる状況が変化し、また新しい検査機器の開発や臨床病理検査技術も格段に進歩してきた。そのため、臨床現場において多岐にわたる診療技術や衛生指導が必要となっている。

このような背景のもと、農林水産省では臨床病理検査要領の内容を全体的に見直すことになり、日本大学の酒井健夫教授を座長として、試験研究機関、農業共済団体および学識経験者からなる検討委員会が設置され、各県の農業共済組合からの意見

をもとに検討を重ね、平成17年に改定された。

本書は第1章の本編と第2章の参考事項からなり、巻末には参考文献と付録として臨床病理検査用機器などの便覧が載っている。病名は家畜共済事故病類別表と家畜伝染病予防法の記載に統一され、さらに検査の意義や新しい知見が追加され、将来的に現場に導入が見込まれる技術も記載されている。図やカラー写真などが取り入れられて、わかりやすく記述されている。

第1章の本編には、家畜共済診療点数表(平成15年3月)に示された項目別の検査技術が掲載されている。第1節「一般臨床学的診断」、第2節「血液一般検査」、第3節「血液生化学検査」、第4節「ホルモン検査法」、第5節「乳汁検査」、第6節「尿検査」、第7節「第一胃内容液検査」、第8節「寄生虫検査」、第9節「細菌検査」、第10節「ウイルス検査」、第11節「直腸検査・雌生殖器検査」、第12節「生体穿刺法と細胞診」、第13節「画像診断」、そして第14節「心臓の検査」まで、現場ですぐに導入できるように具体的に書かれている。

第2章の参考事項では、畜産

現場で多発している疾病別の検査要領が新しい知見を加えて記載されている。第1節「乳房炎」、第2節「牛の呼吸器病」(新設)、第3節「子牛の消化器病」、第4節「運動器病」(新設、跛行検査の要点)、第5節「種雄畜繁殖障害」(新設)、第6節「遺伝性疾患と免疫疾患」、第7節「子豚の疾病」(新設)、そして第8節「家畜群管理法」(新設)と、それぞれの疾病の検査技術、診断方法などから、家畜管理法までが具体的に示され、診療だけでなく衛生指導にも役立つ内容になっている。

近年、畜産現場における疾病が増えており、これらの疾病による損害防止が急務となっている。獣医師が経済的な診療を行なう上で、診療や検査の無駄、治療の有効性などの評価が必要であり、本書は効率的な診療のために役立つと思われる。

本書は臨床獣医師だけでなく、動物を扱う研究者、学生、畜産技術者、そして家畜疾病の予防、診断、治療に関わる行政の方々などにも役立つので、座右の手引書として利用されることを期待している。

(動物衛生研究所 堀野 理恵子)

## フリーク評点とV-スコア (サイレージ発酵品質の評価)

蔡 義民 (さい いーみん)

畜産草地研究所 飼料調製研究室

サイレージは、新鮮な飼料作物や牧草をサイロで調製した発酵飼料である。その品質のうちの発酵が関係している部分(発酵品質)は、サイロ内に詰め込まれた材料草がどのような状態で保存されていたのかによって異なっている。サイレージの発酵品質は、外観の官能検査、pH、微生物の種類と構成、有機酸の割合、全窒素に対する揮発性塩基態窒素の割合(VBN/TN)などによって評価される。ここでは、サイレージの発酵過程で生成された有機酸の割合によって評価するフリーク評点(Flieg score)、およびVBN/TNと揮発性脂肪酸(VFA)を指標として評価するV-スコア(V-SCORE)について紹介する。

サイレージは、多くの種類の飼料作物や牧草が材料となり、多種多様の微生物が関係した複雑な発酵機序によって調製される。このサイレージの発酵過程では、大きく二つの物質変化がある。

その一は、可溶性炭水化物の減少と有機酸の増加である。サイレージの発酵初期には、植物自体の呼吸と好気性細菌の増殖により、材料草の炭水化物が水と炭酸ガスに分解されて減少する。この分解は材料草を早期に密封し、発酵を促進させることでかなり抑制できる。また、乳酸菌の働きによって乳酸などの有機酸が生成されてpHが低下するが、この時にヘテロ発酵型乳酸菌が増殖すれば酢酸も生成される。

その二は、タンパク質のアミノ酸やアンモ

ニアへの分解である。タンパク質は、植物自体の酵素によりアミノ酸に分解する。この分解は、通常、完全に抑えることはできない。さらに、アミノ酸が分解して、主にアンモニア態窒素が多量に生成される。pHの低下が不十分なときには、酪酸菌が増殖して酪酸やプロピオン酸などのVFAも生成される。

したがって、サイレージの発酵品質は、サイレージ発酵過程の生成物である有機酸割合、VBN、そしてpHによって評価できる。

フリーク法はサイレージ発酵によって生成された有機酸組成の割合による評価法である。日本では1966年に改訂された方法がよく使われている。サイレージから水蒸気で抽出した有機酸を滴定法で定量分析し、換算式により乳酸、酢酸、酪酸の含量の推定値を求め、それらの重量比を基に評点を算出する<sup>1)</sup>。現在は、ガスクロマトグラフィーや液体クロマトグラフィーでの分析によるサイレージ中の有機酸の定量値をフリーク法の算出法に当てはめて評価している<sup>1,2)</sup>。評点はサイレージ中の全有機酸に対する乳酸、酢酸および酪酸の重量比を表1からそれぞれ算出し、それらの合計で表す。サイレージの発酵品質は優(81~100)、良(61~80)、可(41~60)、中(21~40)、下(0~20)の5段階の等級に分けられている(表3)。

フリーク法は、本来、高水分サイレージの評価であるため、予乾した低水分サイレージや有機酸添加による発酵制御型サイレージの

表1 フリーク評点の点数配分(1966改訂版)

乳酸(重量比%)	点	酢酸(重量比%)	点	酪酸(重量比%)	点
0.0 ~ 25.0	0	0.0 ~ 15.0	20	0.0 ~ 1.5	50
25.1 ~ 27.5	1	15.0 ~ 17.5	19	1.6 ~ 3.0	30
27.6 ~ 27.5	2	17.6 ~ 20.0	18	3.1 ~ 4.0	20
31.0 ~ 32.0	3	20.1 ~ 22.0	17	4.1 ~ 6.0	15
32.1 ~ 34.0	4	22.1 ~ 24.0	16	6.1 ~ 8.0	10
34.1 ~ 36.0	5	24.1 ~ 25.4	15	8.1 ~ 10.0	9
36.1 ~ 38.0	6	25.5 ~ 26.7	14	10.1 ~ 12.0	8
38.1 ~ 40.0	7	26.8 ~ 28.0	13	12.1 ~ 14.0	7
40.1 ~ 42.0	8	28.1 ~ 29.4	12	14.1 ~ 16.0	6
42.1 ~ 44.0	9	29.5 ~ 30.7	11	16.1 ~ 17.0	5
44.1 ~ 46.0	10	30.8 ~ 32.0	10	17.1 ~ 18.0	4
46.1 ~ 48.0	11	32.1 ~ 33.4	9	18.0 ~ 19.0	3
48.1 ~ 50.0	12	33.5 ~ 34.7	8	19.1 ~ 20.0	2
50.1 ~ 52.0	13	34.8 ~ 36.0	7	20.1 ~ 30.0	0
52.1 ~ 54.0	14	36.1 ~ 37.4	6	30.1 ~ 32.0	-1
54.1 ~ 56.0	15	37.5 ~ 38.7	5	32.1 ~ 34.0	-2
56.1 ~ 58.0	16	38.8 ~ 40.0	4	34.1 ~ 36.0	-3
58.1 ~ 60.0	17	40.1 ~ 42.5	3	36.1 ~ 38.0	-4
60.1 ~ 62.0	18	42.6 ~ 45.0	2	38.1 ~ 40.0	-5
62.1 ~ 64.0	19	45.0以上	0	40.0以上	-10
64.1 ~ 66.0	20				
66.1 ~ 67.0	21				
67.1 ~ 68.0	22				
68.1 ~ 69.0	23				
69.1 ~ 70.0	24				
70.1 ~ 71.2	25				
71.3 ~ 72.4	26				
72.5 ~ 73.7	27				
73.8 ~ 75.0	28				
75.0以上	30				

発酵品質は過小評価される傾向がある。また、変敗サイレージやサイレージの家畜採食性の評価はできない。

V-スコアは、柁木氏より提案されたサイレージの発酵品質を化学的に評価する方法である。この方法は酢酸と酪酸およびVBN/TN比から計算した配点によって評価する(表2)。評価基準は良(80以上)、可(60~79点)、不良(59点以下)である(表3)。

全窒素を測定できない場合のためのVBNとVFAによるサイレージの発酵品質の簡易評価法(V2-SCORE)も柁木氏より提案されている。この方法について、関連文献<sup>1)</sup>を参照されたい。

V-スコアは低水分サイレージから高水分サイレージまでを化学的に評価ができ、日本での各種サイレージの評価に多く使われ、好評であった。しかし、開封後好気性変敗やカビが発生したサイレージは評価対象にならな

表2 V-スコアの点数配分計算式(新鮮物中%)

VBN/T-N(%)=A	A≤5	5~10	10~20	20<
点数 A'	50	60-2A	80-4A	0
酢酸+プロピオン酸含量=B	B≤0.2	0.2~1.5	1.5<	
点数 B'	10	(150-100B)/13	0	
酢酸以上のVFA含量=C	C=10	0~0.5	0.5<	
点数 C'	40	40-80C	0	

V-SCORE=A'+B'+C

表3 フリーク評点とV-スコアの点数計算例

サイレージ(新鮮物%)	総酸に対する重量比	フリーク評点	V-スコア
pH4.4			
乳酸0.8%	57.14	16	
酢酸0.4%	28.57	12	B'=(150-100×0.4)/13=8
酪酸0.2%	14.29	6	C'=40-80×0.2=24
総酸1.4%			
VBN/TN6.5%			A'=60-2×6.5=47
計		34	79
評価等級		中	可

い。また、サイレージの発酵品質と家畜の採食性の関連性は今後の課題として残っている<sup>1)</sup>。

サイレージの発酵品質の家畜への影響では、極端なpH低下やVBNの増加による採食量の減少、過発酵による乳酸アシドーシスの発症、酪酸の過多によるケトーシスの発症などがあ

る。サイレージ総合的品質は栄養価、発酵品質、採食性などが影響するので、それぞれの項目を独立して評価しても総合的品質の評価にはならない。今後、サイレージの衛生管理状態や家畜の採食性も反映できる評価基準の開発が望まれる。

参考文献

1. 飼料品質評価研究会編：粗飼料の品質評価ガイドブック, 日本草地畜産種子協会(2001)
2. 日本草地学会編：草地科学実験・調査法, 畜産技術協会・全国農村教育協会(2004)



## 畜産統計にみる世界と日本： 羊毛の主要生産国と輸出入

羊毛はれっきとした畜産物であるが、食肉や牛乳ほどには家畜生産物というイメージがわからない。世界のめん羊の飼育状況は本誌2004年6月号でも紹介したが、その飼養目的は地域により、また国により異なり、①羊毛の生産、②乳の利用、③肉や毛皮の利用などに大別できる。羊毛の生産量の多い国ベストテンをFAO資料から抜粋して表にあげた。生産量は必ずしもめん羊の飼育頭数の多寡とは一致しない。国によって上記②と③の比重が高かったり、あるいは個体の生産性にもよるだろう。

羊毛の生産に利用されるめん羊は一般に改良種であるメリノ種、コリデール種およびロムニマーシュ種が多いが、中近東やアフリカなどの途上国や山岳地帯では、いろいろの種類の在来種が見受けられる。前者の改良種の羊毛はいわゆる紡績の過程を経て毛織物として広く衣類などの原材料となり、後者の在来

種も糸に紡いで加工生産される絨毯や毛糸の材料となる。

羊毛の生産量をみると、オーストラリア、中国、ニュージーランドの3カ国が桁違いに多く、これら3国で全世界の生産量の半分(50.2%)を占め、オーストラリアだけで世界の総生産の約1/4に達する。一方、輸出はオーストラリアとニュージーランドが主役で、全体の57.3%を占める。オーストラリアでは国内生産量の約65%を、ニュージーランドでは90%以上を輸出していることになる。次いで英国、中国と続く。

輸入では、中国をトップにインド、イタリア、英国などが続く。日本はようやく第9位に顔を出す。ベルギー、ドイツ、フランス、トルコの輸入量には及ばない。日本では、戦前は英国、ドイツ、イタリアについて、世界有数の毛織物の輸出国(羊毛を輸入して加工、再輸出)であったが、近年は衰退し、現在

は国内消費を含めて製品の輸入が主体となっている。

なお、本表で示す羊毛には、剪毛したままの脂付羊毛と剪毛のあと脱脂洗浄した洗上(あるいはあげ)羊毛が含まれ、ウールトップ(梳毛紡績したもの、原毛を糸にするまでの中間製品)など半加工品以降の製品は含まれない。成めん羊1頭から1年に生産される羊毛は洗上羊毛にして平均2.5kgとすれば、日本の年間輸入量は約650万頭分に相当し、これに衣類生地や毛糸、絨毯などの製品輸入を加えると、膨大な頭数のめん羊に支えられていることは想像に難くないだろう。

日本では戦後、食料不足、衣料不足を反映して農家のめん羊飼育熱が高まり、1957年のピーク時には100万頭以上のめん羊を飼育したこともあったが、飼育頭数は次第に減少してマイナーな家畜となってしまった。

(畜産技術協会 緒方 宗雄)

表 羊毛の主要生産国と輸出入

(単位：千トンまたは千頭)

国名	生産量	輸出量	輸入量	飼養頭数
1 オーストラリア	316.8	① 211.9		② 94,500
2 中国	195.0	④ 20.9	① 132.9	① 155,731
3 ニュージーランド	137.8	② 129.6		⑥ 40,049
4 イラン	45.0			④ 54,000
5 アルゼンチン	36.0	⑥ 15.0		12,450
6 英国	36.0	③ 36.2	④ 44.3	⑦ 35,500
7 インド	30.8		② 74.3	③ 62,500
8 トルコ	27.9	⑧ 10.5	⑧ 21.5	⑨ 25,000
9 スーダン	27.6			⑤ 48,000
10 ロシア	27.0	5.2	⑩ 15.9	14,669
日本	—	—	⑨ 16.3	11
世界・計	1,295.3	595.5	602.5	1,058,601

注：1 羊毛生産量と飼養頭数は2004年、輸出量と輸入量は2003年のFAO Production Yearbookから作表  
2 国名は羊毛生産量の多い順にならべた。輸出入と飼養頭数欄の○印内の数字は、その項目での当該国の順位を示す  
3 輸出と輸入欄が空欄の国は、ベストテンに該当しない国



## 平成16年個別経営の営農類型別経営統計 (酪農・肉用牛・養豚・採卵養鶏・ブロイラー養鶏経営)

- 1 平成16年の全国の酪農経営農家1戸当たりの農業粗収益は3,464万円、農業経営費は2,663万円で、農業粗収益から農業経営費を差し引いた農業所得は802万円となった。また、この農業所得に農業生産関連事業所得、農外所得、年金等の収入を加えた総所得は946万円となった。
- 2 繁殖牛経営農家1戸当たりの農業粗収益は509万円、農業所得は179万円、総所得は441万円となった。一方、肥育牛経営は農業粗収益が4,194万円、農業所得が905万円、総所得が1,087万円となった。
- 3 養豚経営農家1戸当たり農業粗収益は4,081万円、農業所得は872万円、総所得は1,017万円となった。
- 4 採卵養鶏経営農家1戸当たり農業粗収益は2,999万円、農業所得は166万円、総所得は431万円となった。
- 5 ブロイラー養鶏経営農家1戸当たり農業粗収益は6,847万円、農業所得は567万円、総所得は664万円となった。

表 酪農・繁殖牛・肥育牛・養豚・採卵養鶏・ブロイラー養鶏経営農家の経営概要(全国・1戸当たり) (単位:万円)

区 分	酪農	繁殖牛	肥育牛	養豚	採卵養鶏	ブロイラー養鶏
農業粗収益	3,464	509	4,194	4,081	2,999	6,847
農業経営費	2,663	330	3,289	3,209	2,833	6,280
農業所得	802	179	905	872	166	567
(参考) 共済・補助金等を除いた農業所得	695	164	721	753	104	485
農業生産関連事業 <sup>注1</sup> 所得	6	1	—	—	—	—
農外所得	80	153	112	94	196	56
年金等の収入	58	108	71	51	69	40
総所得	946	441	1,087	1,017	431	664
家族農業労働1時間当たり農業所得(円)	1,509	797	2,988	2,178	386	1,708
経営概況						
月平均農業経営関与者 <sup>注2</sup> (人)	2.62	2.24	2.27	2.40	2.51	2.12
飼養頭羽数(頭、羽)	37	10	88	656	10,832	147,620
自営農業労働時間(時間)	5,700	2,304	3,246	4,714	5,609	4,052

資料: 農林水産省「平成16年個別経営の営農類型別経営統計」

注1: 農業生産関連事業とは、農業経営関与者が経営する農産加工、農家民宿、農家レストラン、観光農園、市民農園等の農業に関連する事業であって次の規定のいずれかに該当するものをいう。

- ① 従事者がいること
- ② 当該農家で生産した農作物を使用していること
- ③ 当該農家が所有又は借り入れている耕地もしくは農業施設を利用していること

注2: 農業経営関与者とは、農業経営主婦及び年間60日以上当該農家の農業に従事する世帯員である家族をいう。なお、15歳未満の世帯員及び高校・大学等への就学中の世帯員は、年間の自営農業従事日数が60日以上であっても農業経営関与者とはしない。

## 京都府畜産技術連盟

### ○「京都生まれ・京都育ち」の和牛肉増産をめざして

京都府では、牛の像のある神社がみられ、また牛祭りもあるなど、牛は古くから農業や庶民生活と強く結びついています。「国牛十図」という古文書には「丹波牛」が優れた肉質の逸品であると紹介され、また明治初期には、すでに京都市内に牛肉屋やすき焼店がありました。このように、京都には古くから牛肉を食べる習慣がありました。和牛は飼料資源の豊富な府北部地域で繁殖（役利用）、京都市周辺で肥育（役肉利用）、そして牛肉は京都市という大消費地に出荷され、京都の食文化を支えてきたという伝統をもっています。

現在では、和牛は所得を得る手段以外にも、放牧による荒廃地解消、獣害防止、および景観保全などの多面的な効果が期待され、また消費者の食への関心の高まりを背景に、安全で生産者の顔が見える府内産牛肉の需要が増加すると考えられています。

京都府には、和牛の繁殖用雌牛は約1,100頭、肥育牛は約5,400頭が飼養されています。肥育経営では、素牛導入が活発で飼養頭数も増加傾向にありますが、繁殖農家では、高齢化などにより繁殖雌牛の飼養頭数が減少しており、子牛生産基盤の強化が重要な課題となっています。新たな「京都府酪農肉用牛生産近代化計画」では、肉用牛生産を土地基盤と結びつけた資源循環型産業として引きつぎ発展させるとともに、府内での一貫生産を推進することとしています。特に、具体的な和牛増頭推進施策について、生産者や関係団体の意見を聞いて、「肉用牛振興プログラム」

として取りまとめ、毎年、評価と見直しを行なって計画を達成することとしています。

この振興プログラムでは、京都で生まれ・京都で肥育された和牛肉の増産を最重要課題として、受精卵移植技術、育種価、放牧技術を最大限に活用して、乳牛へのETによる和牛子牛生産の拡大、妊娠牛譲渡制度の拡充、基幹種雄牛の造成、荒廃農地を活用した放牧の推進、空き牛舎の有効活用、新規参入促進、およびヘルパー支援体制の充実などを進めるために、現在、具体的な取り組みを検討しています。

（京都府畜産課 東井 滋能）



放牧と水稲の2年ごとの輪換利用  
写真1 水田放牧



半永久的利用が可能なシバ草地での放牧  
写真2 林間放牧

## 財団法人 畜産生物科学安全研究所

### ○畜水産物の安全安心を目指して

#### 1. はじめに

財団法人畜産生物科学安全研究所(略称「安全研」)は、医薬品、飼料および畜産物の安全性などに関する研究、検査を行ない、学術の発展と畜産業の振興を図るとともに、食品衛生および公衆衛生の向上に寄与することを目的に、昭和49年に設立された農林水産省および厚生労働省共管の公益法人です。神奈川県相模原市にあり、獣医師、薬剤師などの研究者を含め約80名の職員が、畜水産物の安全安心を目指して以下のような業務を実施しています。

#### 2. 動物用医薬品や農薬の残留検査

本年5月より、食品衛生法に基づき、動物用医薬品、飼料添加物あるいは農薬が残留する食品の販売を原則禁止とする制度(いわゆるポジティブリスト制度)が導入されます。本制度における残留基準値は、承認申請時の残留試験データやコーデックスの国際基準などを準用しているほか、データがないものについては0.01ppmの一律基準値が採用されています。このため、安全研では、検査法の感度を上げたり、一度に何種類もの検査が可能となる効率的な方法の開発をしています。

#### 3. 病原体の汚染検査

畜水産食品には、食中毒や病気を起こす微生物などが付着していることがあります。安全研では生産者や消費者の依頼を受けて、畜水産食品のサルモネラ、病原性大腸菌O157、

Q熱などの検査も実施しています。また、鳥インフルエンザの発生に伴い、生産者からの依頼で、抗体検査やウイルス分離を実施しています。昨年末には、畜水産物ではありませんが、キムチの寄生虫卵検査も依頼されました。

#### 4. 動物用医薬品や飼料添加物の有効性と安全性の確保

製薬会社などが開発する動物用医薬品や飼料添加物について、安全研ではその有効性と安全性を保証するために、ラットなどを用いた毒性試験、対象家畜を用いた安全性試験、残留試験や臨床試験を実施しています。

#### 5. 国からの委託試験

ポジティブリスト制度の導入に伴い、農林水産省は、動物用医薬品を使用した後、家畜を出荷してはいけない期間(休薬期間)を決めなければなりません。安全研では農林水産省からの委託を受け、休薬期間を決定するための残留試験を行ってきました。また、厚生労働省からの委託を受け、食品中の動物用医薬品の検出方法を確立する試験研究を行ってきました。

#### 6. おわりに

安全研では、このように畜水産物の安全安心のために様々な研究検査を行なっています。ホームページ(<http://www.riasbt.or.jp>)もあわせてご参照下さい。

(専務理事 平山 紀夫)



## 「雪に願うこと」を観て

先日、映画「雪に願うこと」の試写会に参加する機会を得ることができた。この映画は、第18回東京国際映画祭で、グランプリ・監督賞・最優秀男優賞・観客賞の4賞を独占した未公開の新作映画である。あらすじは、北海道帯広生まれの全く違う道を進んだ2人の兄弟が13年ぶりに再会して、繰り広げるドラマである。弟は、東京の商社に就職後、脱サラして会社の社長まで上りつめたあと事業に失敗して無一文になり、借金に追い立てられて逃避行の末、帯広に戻り、兄が経営する「ばんえい競馬」の調教厩舎で働くことになる。厩舎で再起に賭けるばんえい競走馬と出会い、その馬に自分の人生をダブらせる。そして、その馬が好きになり、調教に必死になる。厩舎での厳しい生活の中に、人との、そして馬との暖かいふれあいを通じて失意の弟は気力を取り戻していく。厩舎の屋根に雪だるまをのせて、それに願いごとを託す素朴な姿は、経済至上主義の殺伐とした都会の生活との対比で、人間としての生き方を考えさせてくれる。この映画ができあがったのは昨年の夏で、まだ「ホリエモン」騒動が始まる前であったが、人の心はお金で買えると豪語した堀江元社長の人生観が如何にむなしいものであるかを改めて示している。

この映画は最優秀男優賞をとった兄貴役の「佐藤浩市」、弟役のデビュー間もない「伊勢谷友介」のふたりのすばらしい演技

の中に、言葉に表さない深い絆の兄弟愛がにじみ出ている。と同時に、ばんえい馬「ウンリュウ」も馬が如何に人間と通じ合う心をもっているかを改めて教えてくれる。凍てつく十勝の雪原で朝日に向かって、そりを引くばんえい馬の吐く白い息が、幻想的に映し出される映像は感動のシーンであった。人と馬が織りなす、すばらしいドラマで、東京国際映画祭で4賞独占したことも当然と納得させられた。

この映画を観ながら、私は田舎にいる兄貴のことを思いだし、また我々の人生には金で買えない人とのふれあいなど、「こころ」が大きなウエイトを占めることを思い知らされ、さらに、「馬」が人間の心を如何に癒してくれるかを改めて実感させられた。

この映画の一般公開は今年の5月ごろとのことである。皆さんにもぜひ観ていただきたい映画である。この映画の公開を機に、一般の人々が、改めて馬ひいては家畜とのふれあいが人の心を如何に癒してくれるかを実感し、「競馬」はもとより、「乗馬」、ホースセラピー、ホーストレッキングなど「馬」にかかわるビジネスが少しでも拡大し、馬産の衰退に歯止めがかかることを願う一人である。

(KOTTUTEUSI)



## 地方だより

### 岩手県

#### ○南部かしわ研究会

本研究会は岩手県が開発した特産肉用鶏「南部かしわ」に係る関係者相互の連絡協力を密にし、情報交換や生産技術の開発を図り、消費拡大や生産体制の確立を目的として設立され、毎年開催されています。平成17年度は、18回目の研究会が岩手県農業研究センター畜産研究所で2月22日に開催されました。

研究会には養鶏生産者をはじめ関係団体、料理研究家、試験研究機関など、約40人が参加し、①「南部かしわ」と天然記念物「岩手地鶏」を活用した新特産肉用鶏の素雛需給調整、②「新特産肉用鶏」試食アンケート結果、③天然記念物「岩手地鶏」の特徴(岩手日本鶏研究会)、④衛生対策(岩手県中央家畜保健衛生所)、⑤生殖系キメラ鶏作出の研究

(岩手大学)の報告があり、現状と課題について意見交換をしました。また、新特産肉用鶏の試食では、旨味があり美味しいと好評でした。今後は、「南部かしわ」と「新特産肉用鶏」の普及推進のために、さらなる品質向上と安定した供給に努めていきます。

(岩手県農業研究センター畜産研究所 吉田 登)



写真 岩手地鶏(赤笹)

### 茨城県

#### ○新しい茨城の銘柄畜産物「筑波地鶏」の生産が本格化

茨城県では、昭和60年から特産地鶏の「奥久慈しゃも」が生産され、高い評価を受けておりますが、新たに茨城県畜産センターが父系にホワイトコーニッシュ、F1母系に比内鶏♂×大型ロードアイランドレッド種♀の交雑鶏を用いた三元交雑鶏を開発しました。そして、県内の肉用鶏農家の組織が平成15年に「筑波地鶏」として、特定JAS規格の認定を取得し、生産を開始しました。現在、畜産センターがF1母系の種卵を民間種鶏場に供給し、民間種鶏場がふ化と父系種鶏との交配を行ない雛を供給しています。名称は茨城県のシンボルで、万葉集にも数多く歌われている筑波山をモチーフにして、「筑波地鶏」としました。

この筑波地鶏を80日以上かけて体重3kg

以上(雄雌平均)に肥育して出荷しています。鶏肉は保水性が高く、歯ごたえの中に柔らかさ・ジューシーさを兼ね備え、煮る、焼く、揚げ、炒めるなどいろいろな料理に適しており、一般家庭からも好評です。平成17年の出荷羽数は約19,000羽ですが、年々増加しており、今後の生産拡大が期待されています。

(茨城県畜産センター 御幡 壽)



写真 筑波地鶏

## 協会だより

### 研究開発第2部

- 事業名：先端技術を活用したBSE対策技術開発研究推進事業

題名：牛肉の品種鑑定技術開発検討委員会

日時：平成18年2月3日

場所：東京都鉄二健康保険組合会館

出席者：椎名 隆（東海大学）、高橋博人（家畜改良センター）、谷口幸雄（京都大学）、辻 莊一（神戸大学）、津曲公夫（日本食肉格付協会）、安江 博（農業生物資源研究所）、吉村豊信（全国和牛登録協会）、万年英之（神戸大学）、太鼓矢修一（農林水産省）

内容：①事業の成果と②最終取りまとめについて検討した。

- 事業名：肉用牛DNA育種技術実用化事業

題名：平成17年度 肉用牛ゲノム研究・開発技術推進委員会

日時：平成18年2月23日

場所：動物遺伝研究所

出席者：猪子英俊（東海大学）、野村哲郎（京都産業大学）、松尾昌一（家畜改良センター）、安江 博（農業生物資源研究所）、日田吉則（農林水産省）

内容：①ウシゲノム解析用ツールの開発、②ウシ遺伝性疾患の解析、③有用性ゲノム情報の開発、④平成17年度研究成果と平成18年度研究計画について検討した。

- 事業名：肉用牛DNA育種技術実用化事業

題名：平成17年度 肉用牛ゲノム研究・開発推進委員会

日時：平成18年3月2日

場所：東京ガーデンパレスホテル

出席者：伊藤克己（競走馬理化学研究所）、木下良智（家

畜改良センター）、小島信男（全国畜産関係場所長会）、佐々木義之（京都大学）、柴田正貴（畜産草地研究所）、辻 莊一（神戸大学）、新山正隆（家畜改良事業団）、菱沼 毅（農畜産業振興機構）、福原利一（全国和牛登録協会）、藤山秋佐夫（国立情報学研究所）、菅野純夫（東京大学）、太鼓矢修一・日田吉則（農林水産省）

内容：①動物遺伝研究所の牛ゲノム研究開発成果、②今後の牛ゲノム研究方向と成果活用法、③次年度事業について検討した。

### 海外技術交流部

- 事業名：平成17年度海外畜産・農村開発推進事業

題名：畜産技術協力の推進に向けた農業・農村開発研修会

日時：平成18年2月20～24日

場所：家畜改良センター中央研修所

出席者：畜産技術協会登録専門家29名

内容：JICAが農業分野の海外援助に採用している農村開発援助手法の研修など。

- 事業名：平成17年度海外畜産振興実態調査事業

題名：海外調査報告会

日時：平成18年2月28日

場所：鉄二健保会館

出席者：農水省生産局畜産部所管課、事業受託団体、当協会団体会員などの計39名

内容：調査を受託した7機関よりの海外調査結果の報告。

### 縮山羊振興部

- 題名：先進地域研修

日時：平成18年2月20～24日

場所：小岩井農場（岩手県）

出席者：研修生（10名）、羽鳥和吉（畜産技術協会）

内容：めん羊の分娩期の母子管理理論と技術を研修した。

### 初生雛鑑別部

- 題名：平成18年度初生雛鑑別師養成所 初等科選考試験

日時：平成18年3月1日

場所：畜産技術協会会議室

出席者：山下喜弘・川又勝男・赤松勇二・斉藤整一・宮田 斉・野寺 厚

内容：受験者16名中 合格者10名、補欠1名、不合格者5名であった。

### 企画情報部

- 事業名：食品安全緊急対策事業

題名：牛海綿状脳症のステータス評価手法に関する調査；EUで行なわれているBSEステータス評価について

日時：平成18年2月21日

場所：赤坂エクセルホテル東急

出席者：Bart Goossens（European Food Safety Authority）、吉川泰弘（東京大学）、山本茂貴（国立医薬品食品衛生研）、山口道利（京都大学）、境 政人・菊池栄作（食品安全委員会）、緒方宗雄・藤田陽偉（畜産技術協会）

内容：B. Goossens博士によるBSEの国別リスク評価手法の説明と相互討論を行なった。

- 題名：畜産技術情報企画委員会

日時：平成18年3月1日

場所：畜産技術協会会議室

出席者：西元 薫・島田和宏（畜産草地研究所）、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・緒方宗雄・針生程吉（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、メールマガジンの運用、「畜産技術」誌4月号・5月号編集案、6月号・7月号企画案などについて検討した。

## 協会だより

### 第40回優秀畜産技術者表彰の受賞者決定

(五十音順、敬称略)

- ☆安宅 倭 (農林水産省大臣官房 企画評価課企画官)  
アニマルモデルによる乳用牛の遺伝的能力評価法の開発・改善などに貢献し、また、わが国のインタープル参加に寄与した。
- 足立 憲隆 (茨城県畜産センター 先端技術研究室長)  
受精卵移植技術の改善・普及や研究成果の日本飼養標準への引用など、乳牛管理技術向上に貢献した。
- 阿部 正八郎 (大分県農林水産研究センター畜産試験場 中小家畜・環境担当主幹研究員)  
畜産における悪臭防止や汚水処理の研究をはじめ、総合的な畜産環境保全対策に貢献した。
- 阿部 則夫 (青森県農林総合研究センター畜産試験場 研究管理員)  
豚糞への窒素、リンの排泄量低減化などの環境汚染研究などにより、養豚の振興に貢献した。
- ☆石橋 和樹 (福岡県中央家畜保健衛生所 病性鑑定課長)  
吸血昆虫媒介ウイルスの疫学的解析などにより、牛異常産の流行対策などに関する家畜衛生技術向上に貢献した。
- 河原崎 達雄 (静岡県中小家畜試験場 主任研究員)  
豚の人工授精技術の改善・普及をはじめ、体細胞クローン豚の作出など、豚における繁殖技術向上に貢献した。
- 坂口 慎一 (岐阜県畜産研究所飛騨牛研究部 主任専門研究員)  
種雄牛造成を始め、受精卵移植の研究など、和牛の育種改良に貢献した。
- 谷口 雅律 (熊本県農業研究センター畜産研究所 研究参事)  
受精卵移植技術、受精卵や耳由来線維芽細胞からの体細胞クローン牛作成など先端技術開発および生産基盤確立に貢献した。
- 野田 昌伸 (兵庫県立農林水産技術総合センター北部農業技術センター 研究主任)  
肉用牛の産肉能力検定の効率化をはじめとする改良や飼育技術の開発および現場への技術指導などに貢献した。
- 守川 信夫 (沖縄県畜産試験場 飼料研究室長)  
暖地型牧草の栄養特性評価や農家への普及などにより、粗飼料生産の推進に貢献した。

(注) ☆印は特別賞受賞者

### 第40回優秀畜産技術者表彰式

第40回優秀畜産技術者表彰式は第3回畜産技術研究開発奨励賞表彰式と併せて平成18年6月15日(木)に全国家電会館5階講堂において開催する予定です。

# 畜産技術協会

社団法人 畜産技術協会  
Japan Livestock Technology Association

# メールマガジン

# をご利用下さい!!

畜産技術に関する最新情報・知って得する豆知識など幅広い情報をE-mailでお届けします!

## メールマガジンってどんな記事が配信されるの?



お店にならんでいる安全で  
おいしいお肉や乳などの畜産物は  
どうやって生産されているの?



## ご意見・ご質問を お聞かせ下さい!

家畜の生産技術を  
教えて  
ほしい!



畜産を身近に感じるための情報が満載!  
今までよく知らなかった「おいしく安全な畜産物」、  
「かわいい家畜」の情報をお届けします。  
畜産についての様々な質問にもお答えします。  
是非、一度お読みください。

牛、豚、鶏、  
めん羊、山羊などの  
家畜のことを  
もっと知りたい!



## 登録方法は?

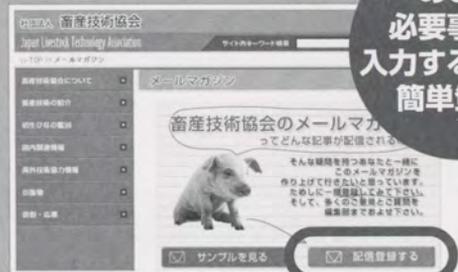
畜産技術協会のホームページから **カンタン** 登録!

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



トップページの  
「メールマガジン  
登録」をクリック

CLICK



あとは  
必要事項を  
入力するだけで  
簡単登録!

CLICK

社団法人 畜産技術協会

〒113-0034 東京都文京区湯島3-20-9  
TEL (03) 3836-2301 FAX (03) 3836-2302 E-mail info@jlta.lin.go.jp

この広告は、畜産技術実用化開発支援体制整備事業で作成しました。

# 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)
- 10<sup>7</sup>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

QuickPureの操作手順 標準的な操作方法



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