

十周年記念講演 総説

## 家畜感染症の防疫戦略と技術開発

津田知幸

国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構  
動物衛生研究所・所長  
〒305-0856 茨城県つくば市観音台3-1-5

### 【要約】

家畜の感染症は、口蹄疫や高病原性鳥インフルエンザなど、国境を越えて容易に蔓延し大きな経済的被害をもたらす、食料の安定供給にも影響を及ぼすような「越境性動物疾病」から、乳房炎、肺炎、下痢など、日常的に多発し家畜の損耗や生産性の低下をもたらすものまで様々である。越境性動物疾病に対しては清浄化戦略によって国の清浄性を維持することが畜産業の国際競争力の維持に不可欠であり、常在感染症を制御あるいは予防することは畜産業の発展と安全な食糧の確保にとどまらず、公衆衛生の観点からも重要な戦略である。特に農場の大規模化が進む状況では、個体管理に加えて家畜集団の衛生状態を適切に管理することも求められている。こうした家畜感染症に対する防疫戦略を実現するためには常に技術の向上が必要であり、動物衛生研究所では家畜感染症の診断と予防に関する技術開発を通して国家防疫に貢献している。

**キーワード：**防疫、家畜伝染病、研究開発

### 【はじめに】

家畜の感染症は家畜の損耗や畜産物の生産性の低下をもたらすばかりでなく、ヒトの感染や食中毒の原因として公衆衛生上の問題としても注目されている。また、食料の安定供給の面からも家畜感染症は重視されており、国境を容易に越えて拡大し、発生国の産業に重大な被害をもたらすような疾病は越境性家畜疾病として国際獣医事務局（OIE）を中心とした国際協調による拡大防止がはかられている。動物から動物へと急速に伝播し、感染動物に重篤な被害を与える感染症であって、その感染を防止し集団への拡大を防ぐためには隔離や移動制限、予防接種等の強制措置を必要とするものは伝染病と呼ばれ、日本では家畜伝染病予防法等によって防

疫の目標と具体的措置が定められている。国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構動物衛生研究所は我が国唯一の動物衛生専門研究機関として、国が実施する動物衛生施策を補佐する技術開発を行っている。本稿では国内外の動物衛生事情に言及して、防疫戦略にもとづく技術開発の一部を紹介する。

### 【我が国の動物衛生事情】

#### 1) 国内の動物衛生問題と課題

国内の衛生問題で特記すべきことは、近年の重大な家畜伝染病の発生である。2000年、国内では92年ぶりの口蹄疫の発生を皮切りに、翌年の牛海綿状脳症（BSE）の初確認、2004年には79年ぶりとなるH5N1亜型インフルエンザウイルスによる高病原性鳥インフルエンザ（HPAI）が発生した。その後はほぼ数年おきに重大な家畜伝染病が相次いでおり、海外からの越境性家畜疾病の侵入の脅威がますます高

受理：2015年5月4日

まっている。一方、国内畜産業の規模拡大はめざましいものがあり、一戸当たりの平均飼養頭羽数は平成24年には乳用牛が72頭、肉用牛が41頭、豚が1,667頭そして採卵鶏が48,212羽と大規模化が著しい。これに伴って、呼吸器や消化器感染症の慢性化による下痢、肺炎の多発、あるいは発生時の被害拡大など、新たな衛生問題も現れてきている。

2010年4月に10年ぶりに宮崎県で発生した口蹄疫は、前回とは比べものにならない被害をもたらした。この時の発生件数は292件で患畜・疑似患畜が約21万頭に上った。発生当初は移動制限や家畜の処分、消毒等の防疫措置が実施されたが、その後感染拡大を防ぐための緊急ワクチン接種が実施され、特別措置法によりワクチン接種動物も処分対象となったことから、殺処分頭数は約30万頭に達した。防疫活動には全国から獣医師や畜産関係者をはじめ警察官や自衛隊員を含めてのべ約15万人が動員されるなど、日本の動物衛生史上最大の伝染病との戦いとなった。口蹄疫やその後のHPAIの発生を受けて、早期発見のための届出制度や発生農家等への支援の充実、水際検疫の強化などの措置を講じるために、2011年4月には家畜伝染病予防法（家伝法）が改正された。その要点は、家畜伝染病の発生の予防、早期の通報、迅速な初動等に重点を置いた家畜防疫体制の強化、消毒や飼養衛生管理、早期届出と診断のほか、防疫指針の見直し等であり、より確実に具体的な防疫体制が構築された。この改正では更に、病原体所持規制が加えられ、家畜病原体の取扱施設や基準などの研究開発や検査にも密接に関連する事項も規定された。

HPAIは2004年のH5N1亜型インフルエンザウイルスによる発生に続き、同亜型ウイルスによる発生が2007年および2010年にも起きている。その間、2005年と2009年にはそれぞれH5N2亜型およびH7N6亜型ウイルスによる低病原性鳥インフルエンザの流行も起こった。2010年のHPAIは11月から翌年3月までの間に9県の24農場で発生し、約183万羽が処分されるなどの大きな被害をもたらした。この時期の国内で分離されたウイルスはいずれも遺伝学的に極めて近縁であり、渡り鳥や野鳥からも確認されていることから、渡り鳥によって国内

に持ち込まれた可能性が示された。家伝法改正後では、2014年4月にH5N8亜型ウイルスによるHPAIが発生し、更に12月から翌年1月にかけて同ウイルスによる発生が4県5農場で起こった。H5N8亜型ウイルスによるHPAIは2012年秋には韓国での大流行に加えて、国内の野鳥からもウイルスが検出されており、国内への侵入が危惧されていたところである。この発生は迅速な防疫対応の結果、いずれも単一の農場での発生にとどまった。一方、2009年にメキシコと米国でヒトへの感染が確認され、その後世界的に流行して大きな社会的混乱をもたらしたH1N1亜型パンデミックインフルエンザウイルスは、豚で循環していたウイルスに由来するとされ、動物インフルエンザは動物衛生のみならず公衆衛生上も重要な家畜の感染症と認識されている。

牛海綿状脳症（BSE）は2009年1月に36頭目が摘発されて以降、新たな発生は起こっていない。2001年の国内初確認を受けて、飼料規制、BSE検査やトレーサビリティ等の対策が導入された結果、2013年5月にはOIEは日本を「無視できるBSEリスク」の国に認定したが、非定型BSEについては未解明の部分も残されている。

ヨネ病は潜伏期間が極めて長く、複雑かつ多様な病態を示す難治性の慢性持続性感染症で、国の撲滅対象疾病として清浄化対策が進められている。牛白血病ウイルス（BLV）によって起こる地方病性牛白血病（EBL）は、近年農場での浸潤度が高くなっていることが明らかにされ、まん延防止および清浄化のために牛白血病に関する衛生対策ガイドラインが策定され、農場ごとのウイルス浸潤状況に応じた伝播防止対策や隔離、淘汰などの感染源対策などの実践が求められている。

牛のアルボウイルス感染症については、西日本を中心に見られていたアカバネ病が東北地方へも拡大したほか、生後感染による麻痺等も報告されており近年の気候変動による媒介節足動物の活動域の変化に加えて、ウイルスの病原性の変化も考えられている。欧州で2011年に牛やめん羊に異常産を起こすシュマレンベルクウイルスが確認されたが、これはアカバネウイルスと同属のウイルスであり、アルボウイルス感

染症の脅威は国際的にも高まっていると考えられている。

畜産現場には依然として家畜の生産性に大きな影響を与える様々な感染症が頻発しており、生産性向上と健全な畜産物供給の両面からこれらの疾病対策が急務となっている。とりわけ若齢家畜の慢性肺炎と下痢は多種類のウイルス、細菌、寄生虫等が関与する複合感染症であるとともに、飼養環境が複雑に関係する日和見感染症の側面も併せ持つ防除が困難な症候群である。また、農場の大規模化や施設の集約化に加えて、家畜、畜産物あるいは飼料等の流通が高速化、広域化している現在、新たな疾病の侵入と被害拡大を防止するための飼養衛生管理基準の遵守と農場バイオセキュリティの強化もますます重要になっている。

2013年10月に国内では7年ぶりに確認された豚流行性下痢（PED）は、その後8月末までに38道県に発生が拡大し、817農場で約127万頭の感染と哺乳豚を中心とした約40万5千頭の死亡をもたらした。防疫マニュアルの策定や適切なワクチン使用もあり、2014年9月以降は発生数、死亡頭数とも減少しているが、流行ウイルスが過去のウイルスと異なる株であることも判明しており、疫学や病原性、防除法についてはさらに検討が必要である。

## 2) 海外の動物衛生事情

アジア諸国の急速な経済発展とともに高まった畜産物の需要を満たすために、家畜飼養頭数と畜産物の生産量は飛躍的に増加しており、これに伴って家畜疾病の発生リスクも急速に高まっている。中国では豚肉、鶏肉および牛乳の需要が急速に伸びており、家畜飼養頭数の増加も著しいが、同時に口蹄疫やHPAIの発生も相次いで報告されており、十分な疾病制御がなされていないことがうかがわれる。口蹄疫は中国ではOタイプに加えてAsia1とAタイプが相次いで発生しており、ワクチンが使用されているものの完全な制圧には至っていない。韓国では、2010年11月に発生した口蹄疫が国内各地に拡大したため、全国的にO、AおよびAsia1タイプの混合ワクチンの定期的な予防接種を行い、2014年5月にワクチン接種清浄国に認定されたところであったが、同年7月にOタイプの新たな発生が認められた。さらに、12月

より口蹄疫発生は拡大を続けており、2015年4月現在で牛豚合わせて185件に達し160万頭以上の家畜が処分されている。そのほか、モンゴル、ロシア、台湾等でもOタイプによる口蹄疫の発生が相次いでいる。

HPAIに関しては、中国ではワクチンが使用されており流行状況が十分に把握されていない。韓国では2014年1月からH5N8亜型ウイルスによるHPAIの発生がアヒル農場を中心に相次いでおり、2015年4月現在、家きんで352件の発生が確認され、1,800万羽以上が処分されている。

豚コレラについては、日本はワクチンを接種していない清浄国としてのステータスを維持しているが、アジア地域は世界的にも豚の飼養頭数が極めて多く、いまだに豚コレラの発生が認められている。また、同地域には豚繁殖・呼吸障害症候群（PRRS）ウイルスで極めて致死率が高い高病原性株の存在も確認されている。2006年頃に、ジョージアに侵入したアフリカ豚コレラは、ロシア、ウクライナ、ベラルーシを経て、リトアニア、ポーランド、ラトビアおよびエストニアで発生している。このように、わが国の周辺国を中心に重大な脅威となる家畜感染症が広く蔓延しており、国内への侵入防止を図ることが、わが国畜産を守る最優先課題と認識されている。

### 【家畜伝染病に対する防疫戦略】

家畜感染症は急性の全身感染症から、繁殖障害、下痢、肺炎及び脳炎等様々な症状を起こすものまで、数多く存在する。国内での発生が少なく、発生しても散発的にとどまるようなウイルス感染症を除いて、多くのものは家伝法によって家畜伝染病（法定伝染病、28疾病）あるいは届出伝染病（71疾病）として監視伝染病に指定され、法律に基づいて防疫が進められる。家伝法では、病性、発生状況、予防・治療法の有無、畜産情勢等を勘案し、発生とその後の蔓延を防止するために殺処分等の強力な措置を講ずる必要があるものとして、①侵入または発生した場合の経済的損失が非常に大きい、②伝播力が非常に強い、③予防・治療法がない、④人への影響が大きい、をあげて、家畜伝染病に指定している。一方、届出伝染病の一部やそ

他のウイルス感染症については、その特徴や経済性を考慮して、飼養管理の中で病原体の制御を行い、大きな発生を防止するという対策が求められている。

監視伝染病に指定されている家畜感染症には、国内に存在しない海外伝染病と国内に存在し急性あるいは慢性の疾患を起こすものがある。前者のうち一旦発生すれば国内畜産及び国際貿易に重大な損害をもたらす恐れのある口蹄疫、HPAI やアフリカ豚コレラ等は海外悪性伝染病として法定伝染病に指定され、その防疫は、国家レベルで清浄性を維持することが基本で、国際貿易における優位性を確保することを目的としている。一方、わが国の畜産業が大規模化していることは前記したとおりであるが、養豚業では繁殖から肥育までの一貫経営が多いという特徴があり、酪農や肉用牛農場でも、子牛から育成、成牛が多数混在する状況が増えている。急性あるいは慢性の感染症は、若齢から成畜までの全日齢で感染して被害を起こすものから、日齢によって被害の程度が異なるものまで様々である。こうした感染症に対しては、個体毎の損耗低減の取り組みに加えて、群としての衛生状態の向上によって生産性を高める必要があり、経営と密着した農場単位での取り組みが必要となるため、疾病によってそれぞれの防疫手法や防疫の目標が異なってくる。

#### 【動物衛生研究所における研究開発】

動物衛生研究所は国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構（農研機構）に所属する研究所で、我が国唯一の動物衛生専門研究機関である。法人の業務は国が定める中期目標に沿って制定された中期計画で定められ、その運営は国からの交付金に依存していることから、動物衛生に関する研究開発方向も国の動物衛生事情と防疫方針を反映して設定されている。

動物衛生研究所は家畜の感染症ばかりでなく、代謝障害、繁殖障害、中毒等、家畜疾病全般に関する研究開発を行っている。第3期中期計画期間の研究は研究大課題「家畜重要疾病・人獣共通感染症等の防除のための技術開発」の中で、12の中課題に分けて実施している。

#### 動物衛生研究所で実施している研究課題

大課題：

家畜重要疾病・人獣共通感染症等の防除のための技術開発

中課題：

- ①ウイルス感染症の発症機構の解明と防除技術の確立
- ②細菌・寄生虫感染症成立の分子基盤の解明と診断・防除のための基盤技術の開発
- ③国際重要伝染病の監視技術の高度化と蔓延防止技術の開発・評価
- ④インフルエンザの新たな監視・防除技術の開発
- ⑤プリオンの異常化機構の解明と BSE 等のプリオン病の清浄化技術の開発
- ⑥罹病家畜の病態解明と発病監視技術の開発
- ⑦先端技術を利用した新しい疾病防除技術の確立
- ⑧飼料等の家畜飼養環境の安全性確保技術の開発
- ⑨農場の微生物汚染低減を目指した日本型家畜飼養管理システムの開発
- ⑩家畜重要疾病の疫学解析及び監視技術の高度化による動物疾病対策の確立
- ⑪乳房炎等の大規模酪農関連疾病の診断・防除法の開発
- ⑫アルボウイルス感染症等の亜熱帯地域に多発する疾病の防除法の開発

研究課題の多くは家畜感染症を対象にしているが、これは感染症対策における技術開発の重要性を反映したものである。①ウイルス感染症の発症機構の解明と防除技術の確立、②細菌・寄生虫感染症成立の分子基盤の解明と診断・防除のための基盤技術の開発、そして③国際重要伝染病の監視技術の高度化と蔓延防止技術の開発・評価の三つの課題では、国内に存在する家畜感染症から口蹄疫のような国内に存在しない感染症までを対象として防除技術の開発を進めている。この課題では、国内の家畜感染症として地方病性牛白血病や牛ウイルス性下痢粘膜炎、豚流行性下痢、豚繁殖・呼吸障害症候群、豚コレラ、ロタウイルス病、ニューカッスル病等のウイルス感染症のほか、ヨーネ病、サルモネラ症、牛豚の細菌性肺炎、ミツバチ腐蛆病、

ピロプラズマ病等の細菌や寄生虫感染症の防除法の研究を行っている。この課題の目標は新たな診断法、特に迅速・確実な診断法の開発、感染症の実態解明、そして伝播防止策の開発等、感染症対策に利用可能な技術開発であり、感染症の特徴に応じて設定されている。④インフルエンザの新たな監視・防除技術の開発、⑤プリオンの異常化機構の解明とBSE等のプリオン病の清浄化技術の開発の課題では、インフルエンザおよびプリオン病が人獣共通感染症として社会的にも極めて重要であることから設定した課題であり、動物衛生に加えて公衆衛生の観点からも研究目標が設定されている。⑥罹病家畜の病態解明と発病監視技術の開発、⑦先端技術を利用した新しい疾病防除技術の確立、の課題ではセンサー技術等を利用した異常畜の検出や新技術によるワクチン開発を目指している。⑧飼料等の家畜飼養環境の安全性確保技術の開発では、カビ毒や化学物質汚染、食中毒細菌等の家畜飼養現場で生じる危害要因の排除を目指した課題である。⑨農場の微生物汚染低減を目指した日本型家畜飼養管理システムの開発、の課題は大規模化された農場を想定して、農場への病原体の侵入および蔓延を防止するためのいわゆる農場バイオセキュリティのための技術開発を目指したものである。⑩家畜重要疾病の疫学解析及び監視技術の高度化による動物疾病対策の確立の課題は、家畜感染症を中心として疫学解析やシミュレーションによって予防や防疫をより効果的にすることを目的とするものである。⑪乳房炎等の大規模酪農関連疾病の診断・防除法の開発、および⑫アルボウイルス感染症等の亜熱帯地域に多発する疾病の防除法の開発は、それぞれ北海道支所および九州支所を拠点とする研究課題であり、前者が我が国の酪農集中地域に、後者が我が国のアルボウイルスの侵入門戸である地域に立地することから設定した課題である。

このように、動物衛生研究所では家畜感染症について、その病気の特性と我が国の防疫戦略に沿った研究開発を進めているが、ここでは我が国への侵入防止を目指した口蹄疫に関する研究と、人獣共通感染症としてのインフルエンザ研究を紹介する。

口蹄疫ウイルスには7つの血清型が存在し、これが容易に遺伝子変異を起こし、多様な病原性の変化を起こすことから、従来の抗原や遺伝子検出法が常に有効とは限らない。また、現行法の検証とともに新たな診断法の開発や現場で使用可能な簡易診断法も望まれている。さらに、蔓延防止策として用いられるワクチンの利用法、特にワクチン接種動物と感染動物の識別技術や抗ウイルス剤の探索なども防疫を実践するための重要な技術である。この目標達成のために、口蹄疫の診断技術の研究開発では、モノクローナル抗体を用いた抗原検出ELISAやイムノクロマトグラフィーによる簡易診断法等の開発を実施している。口蹄疫ウイルスの性状解明と蔓延防止技術の開発研究では、抗ウイルス剤の有効性評価やワクチン抗体と感染抗体の識別法の検証を行っている。また、これまでの発生ウイルス株について動物種ごとの病原性試験も行っている。

近年の鳥インフルエンザ対策には、より迅速で確実な防疫措置と正確な情報の早期提供が求められるようになってきている。HPAIおよび低病原性鳥インフルエンザでは防疫措置はほとんど同じであるが、ウイルスの性状を明らかにしなければ両者の判定は不可能である。これまで、HA亜型の判定には赤血球凝集抑制試験が、NA亜型の判定にはノイラミニダーゼ阻試験が用いられ、それぞれ5時間と3日間を要していた。また、病原性試験にはHA開裂部位の遺伝子配列の読みとりと鶏への接種試験が必要で、その観察期間には10日間を要した。検査に要する時間短縮を図るため、動物衛生研究所では次世代シーケンサーを導入して遺伝子解析の高速化を実現しており、公定法を補助する検査手法としての定着を目指している。さらにインフルエンザ研究では、高度封じ込め施設を活用した動物接種試験によって、野鳥へのHPAIウイルスの侵入とそれに伴う病原性の変化を明らかにすることを目指している。

#### [おわりに]

国内外には依然として様々な家畜感染症が発生しており、国内畜産業の大きな脅威となっている。こうした家畜感染症に対する防疫は家伝法等で規定され、行政から農家までの各段階で

実施体制も構築されている。家畜伝染病の防疫は、国内の清浄性維持のための侵入と蔓延防止、病原体の排除と撲滅、家畜の損耗防止と被害低減など家畜感染症によって戦略目標が設定されているが、診断や予防法等の防疫技術の進展はその戦略にも大きく影響する。動物衛生研究所は防疫戦略の目標を達成するための技術開発を使命としているが、飼養環境の変化によって家畜感染症の発生動向も異なることを念頭に動向に合わせた研究課題の設定を柔軟に行う必要がある。加えて、革新的な技術開発につながるような研究も必要であり、これからも技術開発と基盤研究の調和のとれた動物衛生研究を進めていく。

#### [参考文献]

1. 農林水産省消費安全局 HP, 家畜の病気を防ぐために (家畜衛生及び家畜の感染症について), [http://www.maff.go.jp/j/syouan/douei/katiku\\_yobo/index.html](http://www.maff.go.jp/j/syouan/douei/katiku_yobo/index.html)
2. 農研機構 HP, 動物衛生研究所研究成果情報, <http://www.naro.affrc.go.jp/project/results/laboratory/niah/index.html>

## A control strategy and development research of the infectious animal diseases

Tomoyuki Tsuda

National Institute of Animal Health  
National Agriculture and Food Research Organization  
Kannondai 3-1-5, Tsukuba, Ibaraki 305-0856, Japan

### **[Abstract]**

Contagious animal disease such as Foot-and -Mouth disease, highly pathogenic avian influenza easily beyond the border and bring about the socioeconomic damages to the affected countries. On the other hand, Infectious diseases of domestic animals cause a loss of animals and animal products. The countermeasures to these diseases are selected and determined depending on the characteristics of each disease and socioeconomic circumstances. The eradication strategy is taken to the exotic animal diseases for getting the disease-free-status which is advantageous for international trade. Control and preventive strategies are taken to the domestic or endemic animal diseases for improving the productivity of the livestock industry and for retaining the food safety. In addition to the disease control, development of biosecurity and animal hygiene are also indispensable on the large herds. To achieve the strategic measures, new innovative technologies are required for the diagnosis, prevention and control of disease under the recent large herd farming system. The National Institute of Animal Health, NARO conducts the research on such animal diseases for getting the new techniques and knowledge and contributes to the policy of MAFF.

**Key words:** Disease Control, Infectious Animal Diseases, Reserch