

総説

豚熱対策の昔と今

津田 知幸

(明治アニマルヘルス株式会社)

Tsuda, T. (2023). Classical swine fever in Japan — past and present —.

Proc. Jpn. Pig Vet. Soc. 81, 1-7.

キーワード：豚熱 (Classical swine fever)、ワクチン、
清浄化、防疫の歴史

はじめに

豚熱は以前には英語名称の Hog cholera に由来する豚コレラと称されていたが、後に出現した African swine fever (ASF) (旧名称：アフリカ豚コレラ) に対応して英語名称が Classical swine fever (CSF) に統一されていたことに加えて、ヒトのコレラとの混同を避けるために2020年の家畜伝染病予防法改正により CSF は豚熱に ASF はアフリカ豚熱に名称が変更された。日本は過去にはワクチン接種によって豚熱を制圧し、撲滅を達成してワクチン非接種清浄国となった歴史がある。しかし、2018年に26年ぶりに発生した豚熱は、2022年10月3日までに17県で計84事例が発生し約35万頭が防疫対象となった。豚熱はまた野生イノシシにもまん延し32都府県で感染イノシシが確認されている。飼養豚に対する予防的ワクチン接種や、野生イノシシに対する捕獲強化と経口ワクチン散布も行われているが、依然として厳しい戦いを強いられている。そこで、この違いが生じた要因と課題を考える。本稿では清浄化を達成した2015年までを「豚コレラ」、2018年以降を「豚熱」と呼んで区別する。なお、豚熱の現状は2022年10月17日現在の状況である。

1. 豚熱 (豚コレラ) とは

豚熱はフラビウイルス科ペスチウイルス属の豚熱ウイルスによっておこる豚とイノシシの敗血症性ウイルス伝染病である。感染動物は糞や分泌物にウイルスを排泄するため、感染動物との接触によって感染が拡大する。ウイルスはまた豚肉や肉製品中でも長期間生存するため、これを摂食した豚も感染し、これが国際間伝播の原因にもなっている。豚熱は急性から慢性まで広い病型を示し、高い致死率の劇症のものから軽症や

無症状のものまで様々な病性を持つ。豚熱に感染した豚は数日間の潜伏期を経て発熱や食欲・元気消失、結膜炎や下痢などの症状を示して、うずくまってお互いに身を寄せ合うなどの行動を示す。こうした症状のあとに耳や腹部などにチアノーゼが生じて、急性のものでは1～2週間で死亡する。低病原性ウイルスの感染が妊娠期に起こった場合には、産子に先天的な持続感染が起こることもある。

2. 豚コレラの時代

2-1. 日本の豚コレラの歴史

日本の豚コレラの歴史を表1にまとめたが、1887年に米国から輸入された種豚に発生した事例が最初とされる。以来、病気の拡大に対して抗血清、石炭酸グリセリンワクチン次いでホルマリン不活化ワクチンの配布が行われた。戦後はクリスタルバイオレット不活化ワクチンが導入され大規模に使用されたが豚コレラの発生を大きく抑えるには至らなかった。1958年に熊谷が発表した END 法は、従来不可能であった豚コレラウイルスの試験管内定量を可能にし、この方法によって生ワクチン株である GPE⁻ 株が樹立されて安全で有効な GP 生ワクチンが実用化された。GP 生ワクチン

表1. 日本における豚コレラの歴史

1887年	日本での初発生
1909年	日本での病原体確認
1910年	免疫血清の配布
1922年	石炭酸不活化ワクチン ～1928年
1928年	ホルマリン不活化ワクチン ～1951年
1951年	クリスタルバイオレット不活化ワクチン～1968年
1961年	END法の確立 試験管内での定性、定量法
1969年	GP生ワクチンの実用化
1992年	日本での豚コレラの最終発生
1996年	豚コレラ清浄化5カ年計画の推進
2004年	鹿児島県豚コレラ疑似患者事例
2006年	豚コレラワクチンの全面的使用禁止
2007年	豚コレラ撲滅宣言
2015年	OIE清浄国のステータス認定
2018年	26年ぶりの豚熱発生、イノシシの感染

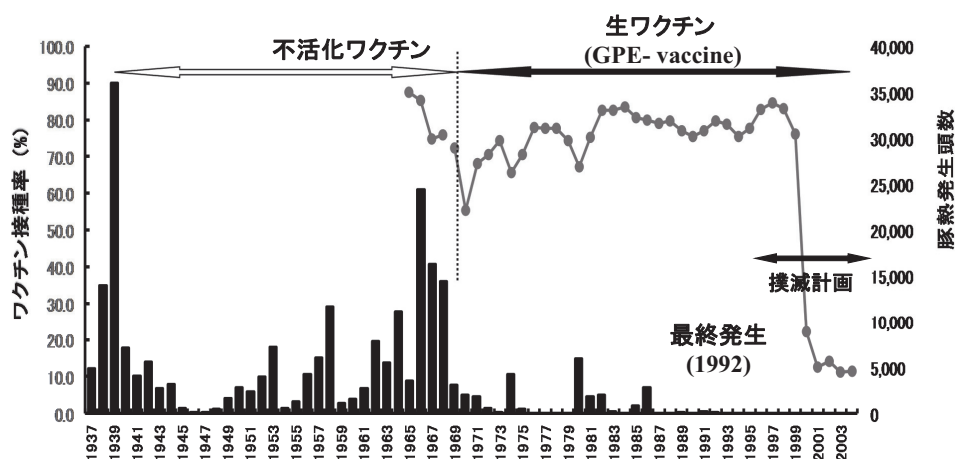


図1. 豚コレラのワクチン接種率と発生状況

の使用にあたっては、子豚の移行抗体の消失時期を考慮したワクチン接種プログラムの設定と、全国一律接種を可能にするための家畜畜産物衛生指導協会の設置により、全国の豚に対する集団免疫を形成する体制が整ったことで豚コレラの防遏が可能になった。1969年の生ワクチンの使用開始以降は豚コレラの発生は激減し、1992年の熊本県での発生を最後に国内の発生は終息した(図1)。この間に国内の養豚業は大きく発展し、畜産統計によれば2022年2月現在の1戸当たり飼養頭数は2,493頭に上るなど、豚コレラの制圧が養豚規模の拡大に貢献したことが伺われる。

2-2. 豚コレラ撲滅計画

GP生ワクチン接種によって豚コレラの発生が激減したことから、国内では豚コレラ撲滅の機運が急速に高まった。そこで、豚コレラ撲滅のための技術的課題を整理する技術検討会を経て行政主導の豚コレラ撲滅プログラムが開始された。豚コレラ撲滅プログラムは3段階に分かれた5年計画であり、当初の計画では1996年からの第1段階はワクチン接種の徹底、1998年からの第2段階は都道府県ごとのワクチン接種中止、2000年からの第3段階は全国的ワクチン接種中止と輸入検疫の強化とされた。1996年から開始された撲滅対策では、まずワクチン接種の徹底が図られ、ワクチンの推定接種率は第1段階の3年間は80%台を維持した。ワクチン接種プログラムに従って免疫された肥育豚群の中和抗体価は128倍をピークに正規分布し、感染防御効果を持つとされる16倍以上の個体が全体の80%以上になっていた。この抗体分布はワクチンプログラムに従ったワクチン接種の徹底によって、飼養豚群の集

団免疫が十分成立していることを示すものである。プログラムの第1段階の期間中は豚コレラウイルスに対する抗体保有状況調査と豚の病性鑑定の実施推進も図られた。抗体保有状況調査ではイノシシ約1,500頭を含め豚244,621頭で実施され、病性鑑定も1,073件2,539頭が実施されたが、豚コレラウイルスの存在を疑わせるような成績は得られなかった。豚コレラ撲滅プログラムは都道府県ごとに清浄性を確認しながら、接種を中止していくことになっており、1999年からは第2段階がスタートし、2000年までに32県がワクチン接種を中止した。しかし、都道府県ごとにステークホルダーの合意を得ることは困難を極め、知事の許可のもとでワクチン接種を認めるという事態に落ち着いた。そうしたなか、2004年に鹿児島県で生ワクチン株と近縁のウイルスによる疑似患畜事例が発生し、5戸3,588頭が処分された。この事例では、防疫措置完了後の抗体検査による清浄性確認において、ワクチン接種豚が存在したことから陰性確認に困難を極めた。鹿児島県が取りまとめた「豚コレラ疑似患畜確認事例検証報告書」でワクチン接種の全面中止が提言されたことが、その後のワクチン接種中止に大きく動ききっかけとなった。2006年には全国的なワクチン接種中止が達成され、翌2007年には豚コレラ撲滅が宣言された。国際獣疫事務局(WOAH)の清浄国認定対象疾病に豚コレラが指定されたのは2014年であるが、日本は2015年に清浄国認定を受けた。清浄国に認定されたことにより、日本は豚コレラ発生国やワクチン接種国からの豚生体や豚肉製品等に対する検疫強化が図られ、貿易による海外からの豚コレラウイルスの侵入リスクは大きく低減した。

2-3. ワクチンによる撲滅成功の要因

豚コレラの撲滅は米国や英国等でも達成されていたが、これらは摘発淘汰を基本としていたため多くの処分頭数と多額の補償費を伴うものであった。一方、日本は時間がかかったもののワクチン接種のみによって撲滅を達成した唯一の国である。ワクチン接種における撲滅がなぜ可能であったかについては表2に示す通りのが考えられる。まず、病気の性質として当時の豚コレラは急性型が中心であったことから、発見が比較的容易であり、致死率が高く感染持続期間も短いことで2次的伝播も限定されていたことである。これに加えて、最も大きな要因は有効性と安全性に優れたGP生ワクチンが開発されたことであり、これを適切に接種するためのワクチンプログラムと衛生指導協会に代表される自衛防疫が組織化されたことも大きい。当時の豚コレラの感染リスクは、非加熱で豚に給餌される残飯や調理残渣が主であったとされる。海外からのウイルス侵入も汚染豚肉によるものであると考えられており、多くの豚コレラワクチン接種国からも豚肉輸入が行われていたことも、国内発生で分離されたウイルスの遺伝子型が多様であるという説明にもつながる。残飯給与の対象は主に成豚であることから、母豚でほぼ100%、肥育豚で80%以上のワクチンによる免疫があったことから豚コレラの発生は十分に予防できたと推察される。また1984年には茨城県下で見つかった瀕死の野生イノシシが豚コレラに感染していたことが確認されているが、野生イノシシの感染確認はこの例のみであり、豚コレラ撲滅計画中の抗体調査でもイノシシでの抗体保有は認められていないことから、野生イノシシへの豚コレラの定着は起こっていなかったと考えられる。当時の豚コレラの発生はワクチン未接種あるいは抗体不十分の豚群での発生がほとんどであり、発生時にはワクチン未接種豚群の処分と周辺豚の緊急ワクチン接種が防疫措置として実行された。

表2. ワクチンによる豚コレラ撲滅成功の要因

- ・発見の容易さ(顕性感染)
- ・感染の持続期間が短い(高致死率)
- ・小規模で個体管理が中心
- ・侵入リスクは主に残飯給与
- ・野生イノシシへの感染なし
- ・感染防御能を持った生ワクチン
- ・ワクチンプログラムと自衛防疫体制

3. 豚熱の時代

2018年に新たに発生した豚熱は過去の豚コレラとは多くの点で異なっており、そのために防疫措置も従来とは違った対応が要求されることとなった。その概要を表3、4、5に整理して以下に説明する。

3-1. 豚熱の発生状況

2018年9月に岐阜市の一貫生産養豚場で豚熱の発生が確認された。この事例に続き岐阜県内の養豚場等でも発生が相次いだ。養豚場での最初の発生が確認された後、当該農場から7.4km離れた用水路で発見された死亡野生イノシシが豚熱に感染していることが確認された。その後、野生イノシシの豚熱感染が相次いで確認されその地域も徐々に広がったことから、イノシシの地域間の移動を阻止するための防護柵の設置が試みられたが、その効果は不十分であった。養豚場での豚熱の発生は翌年には愛知県でも起こり、出荷先である他府県の農場にも波及するなど、大規模で広域的な発生となった。発生はさらに拡大し、2019年9月には長野県や埼玉県にまで達した。養豚場での感染拡大を受けて飼養豚への予防的ワクチン接種が決定され、10月より豚熱に関する特定家畜伝染病防疫指針に基づき12県がワクチン接種推奨地域に指定された。2020年1月にはこれまでの発生地域から遠く離れた沖縄県でも発生し、4月の収束までに7例を数えた。沖縄県では野生イノシシの感染は確認されておらず、疫学調査の結果、国内感染地域のウイルス汚染肉を食品残渣として非加熱のまま飼養豚に与えたことが初発例の発生原因と推定された。一方、野生イノシシの豚熱感染確認地域は徐々に広がり、2022年10月17日現在で32都府県に及んだ。沖縄県を含むワクチン接種推奨地域においては接種プログラムに従って予防的ワクチン接種が行われたが、飼養豚での豚熱発生は同地域でも起こり、2020年9月以降の59例目から84例目までの発生はすべてワクチン接種農場であった。

3-2. 豚熱の病性と疫学

豚熱の初発生を受けた疫学調査の結果、この農場で豚熱が確定したのは9月9日であったが、農場での異常はひと月前から起こっており、さらに農場へのウイルス侵入期はさらに遡って7月上～8月上旬であると推定された。1例目の農場では8月20日に複数の豚で異状(食欲廃絶、衰弱)があったが、熱射病によるものと診断され、それ以前の豚の臨床症状は明確ではな

表3. 豚熱の昔(～2007)と今(2018～)の比較

	昔(豚コレラ)	今(豚熱)
	～2007	2018～
ウイルスgenotype	Genotype 1, 2, 3	Genotype 2.1
病原性	急性、亜急性、(慢性)	亜急性、慢性
症状	発熱、白血球減少、チアノーゼ、出血病変、	発熱、白血球減少
致死率、経過日数	高、10日以内	低、約1カ月
農場での発生の特徴	急激な死亡の増加、成豚の急死	慢性疾病との混同、子豚の死亡
届出の経緯	死亡、と畜検査	死亡の増加、病性鑑定
防疫措置	ワクチン未接種豚の処分と緊急ワクチン接種	全頭殺処分

かったということである。農場におけるウイルス侵入初期の症状の不明確さは、その後の発生でもしばしば報告され、結果的に農場からの届け出が遅れる要因となった。疫学調査では、発生農場の豚や野生イノシシから分離されたウイルスの遺伝子を分析したところ、いずれも極めて類似しており、過去に国内で流行したウイルスや過去に国内で使用されていたワクチン株とは異なっていた。この結果から、豚とイノシシにおける一連の豚熱は、新たなウイルスが海外から侵入して感染拡大したことによって起こったと考えられた。さらに、ウイルス遺伝子の分析の結果、原因となったウイルスの遺伝子タイプは Genotype 2.1 で、近年中国において検出されている弱い病原性を示す豚熱ウイルスと同じタイプに属していることが判明した。同タイプのウイルスは東アジア地域の各国でも流行していると考えられ、日本の発生原因となったウイルスは、中国またはその周辺国から侵入したウイルスであると推定された。疫学調査の結果、海外から野生イノシシ群にウイルスが侵入し、それが養豚場の飼養豚に伝播した可能性が高いと考えられた。野生イノシシの豚熱感染は海外から違法に持ち込まれた畜産物による可能性が高く、動物検疫所における携帯品検査でも輸入禁止品の持ち込み事例があったこともこの推定を裏付けている。飼養豚への感染は、野生イノシシの豚熱感染が確認されている地域では、イノシシ由来のウイルスが人や作業器具あるいは野生動物を介して農場内に侵入し感染が起こったと考えられた。また、子豚の出荷や養豚場密集地帯での豚の移動や農場間伝播による発生も確認されている。一方、野生イノシシの感染が確認されていなかった地域での発生は、他の地域から野生イ

ノシシのウイルスが車両等により遠距離を運ばれて農場周辺に到達し、さらにこれが農場内に伝播して感染が起こったと推定された。

3-3. 豚熱防疫上の問題点

1) 病性

飼養豚での発生状況や実験感染の結果から、新たに日本で発生した豚熱は豚やイノシシで臨床症状を引き起こすものの、その病原性は従来の豚コレラのものより低いことが確認された。豚熱の初期症状は発熱や食欲不振、元気消失といった他の疾病でもよく見られるものであり、全身性の出血病変やチアノーゼなどの重篤な症状を示さない場合には豚コレラに比較して早期の発見は困難であった。また、感染後も数週間は生存することから、この間に他の感受性動物へのまん延に繋がりやすく、特に野生イノシシへの定着をもたらした。

2) 伝播

豚熱に感染した野生イノシシの死体は環境を汚染し新たな感染源になることに加えて、感染期間中の排泄物や分泌物中にもウイルスが含まれていることから、これが直接接触やヌタ場等での間接接触によって他の野生イノシシに感染したり、ネズミなどの野生小動物を介して養豚場への侵入が起こっていると考えられた。近年の大規模経営では豚コレラの発生時に比較して豚熱の被害は特に甚大となる。豚コレラでは農場における発生は非加熱で給与される汚染豚肉が主な感染原因であったが、豚熱では感染野生イノシシに由来する汚染環境が感染源であり、これが機械的に農場に持ち込まれることにより発生が起こっていると考えられた。

表4. 豚熱対策の昔(～2007)と今(2018～)の比較

	昔(豚コレラ)		今(豚熱)
	～2006	2007～2018	2018～
豚熱関連国境措置	豚肉製品輸入可	輸入禁止	輸入禁止
国内清浄性	ワクチン接種	清浄化	一部ワクチン接種
水際検疫	豚肉輸入可	輸入禁止	輸入禁止
イノシシの感染	1件確認、 終末伝播(死亡)	無し	常在化
飼養衛生管理	個体管理 低レベル	群管理に移行 侵入防止中心	飼養衛生管理基 準の強化
イノシシワクチン	無し	無し	確認地域
イノシシ対策	無し	サーベイランス	ワクチン、 サーベイランス、 捕獲強化

表5. ワクチン接種農場での発生態様

	豚コレラ	豚熱
感染源	感染豚、汚染肉	イノシシの死体や排泄物による汚染環境
感染ルート	汚染肉の厨芥残渣、残飯	ヒトや野生動物による機械的伝播
易感染群(感染リスク)	肥育豚、成豚	離乳豚、若齢豚
発生状況(通報)	成豚の発症・死亡	離乳豚の死亡数の増加
防疫への影響	早期通報(成豚の急死)	通報の遅れ(慢性疾病との混同)
農場内でのまん延	成豚間では起こりにくい	ワクチン未接種・感受性豚で蔓延

3) 農場防疫

大規模一貫生産養豚場では繁殖から肥育までの日齢の異なるサイズの大きな豚群を管理する群管理が主体であるが、豚熱に対する感受性も群ごとに異なる。豚熱の発生初期には農場での発生の多くは分娩舎や離乳舎から起こっていたと推定され、小動物やヒト、汚染した器具や機材、汚染した通路などが農場への侵入要因とされた。飼養豚への予防的ワクチン接種開始後も農場での豚熱の発生は起こったが、ワクチン未接種豚群の発生以外ではワクチン接種前後の離乳豚群が最初の感染と推定された。母豚からの移行抗体が減少し、ワクチンによる能動免疫が成立する前の離乳豚は感受性が高く、この時期の離乳豚をどの様にして感染から守るのが重要である。豚コレラの主な感染要因は汚染厨芥であり防御対象は主に成豚であったが、豚熱では環境からのウイル

ス侵入に対する防御対象が大きな群サイズの離乳豚であることも大きな課題といえる。

3-4. 豚熱対策の課題

豚熱はこれまで日本が経験したことがない時間と規模で広がりを見せており、その侵入と蔓延には人や物の国際間移動や国内の畜産環境、そして野生動物の関与など様々な要因が関与している。一方、まだ国内での発生はないものの多くの国々で甚大な被害をもたらしているアフリカ豚熱も、万が一国内に侵入すれば豚熱と同様の要因でまん延する危険性をはらんでいる。こうした要因に対する豚熱対策の課題は次の通りである。

1) 水際検疫

豚熱の国内への侵入要因として、海外からの汚染畜産物の持ち込みが疑われているが、近年の入国者

の増加に伴ってそのリスクは格段に上昇している。これまでも空港や海港における入国者の靴底消毒・車両消毒や旅客への注意喚起が行われていたが、2020年に家畜伝染病予防法が改正されて、家畜防疫官による出入国者に対する質問及び携帯品の検査や、違法畜産物廃棄権限の付与などの検疫強化が図られた。また、全国で検疫探知犬の増頭が図られ、2021年3月末までに140頭に達している。携帯品検査や国際郵便物検査の厳格化によって逮捕事例も出てきているが、入国者が肉製品等を持ち込まないようにするための更なる効果的な取組が求められている。

2) 農場バイオセキュリティ

農場飼養豚の豚熱感染を防ぐためには、農場内へのウイルス侵入を防ぐ農場バイオセキュリティの強化が不可欠である。農場バイオセキュリティの強化のために飼養衛生管理基準が改訂され、2021年9月に公布された。飼養衛生管理基準は当初は衛生管理の方法として定められたものであるが、現在は単なるガイドラインでなく防疫措置準備を加えた農家を守るべき基準となっている。そのため、飼養家畜の頭羽数及び飼養に係る衛生管理の状況等を所有者が定期的に報告することになっており、2020年の法改正によって、家畜の所有者は衛生管理区域ごとに飼養衛生管理者を選任することが義務付けられた。さらに、農林水産大臣は飼養衛生管理指導等指針を作成し、都道府県がその指針に即して飼養衛生管理指導等計画を作成して、計画的な指導を行う制度も定められた。こうした法的、制度的な規制はあるものの、農場へのウイルス侵入を防止し豚熱の発生を予防するためには、個々の農場の規模や状況に応じたバイオセキュリティの具体化が必要である。農場の物理的隔離と豚舎毎のリスクに応じた作業動線の整備は農場の規模や人員に応じて大きく異なる。農場や豚舎出入り時の更衣やシャワー、物品の消毒や衛生管理作業はほぼ共通であるが、個々人の意識による相違もあることから教育や記録が重要である。現在、飼養豚に対する予防的ワクチン接種も行われているが、これは衛生管理の補完的な措置である。ワクチン接種による100%の免疫付与は不可能であり、離乳豚における移行抗体の消失と免疫付与の狭間のハイリスク状態も避けることができないことから、農場への侵入防止を目的とした外的バイオセキュリティに加えて、農場内の高リスク豚群を守るための内的バイオセキュリティも構築する必要がある。

3) 野生イノシシ対策

野生イノシシ対策については、豚熱発生当初は岐阜県内で防護柵を設置して野生イノシシの周囲への拡散防止が図られたが、防護柵の外側でも野生イノシシの感染が確認されるようになったことから、経口ワクチンの散布が始められ、現在32都府県で使用されている。経口ワクチンは欧州では使用実績があるものの日本では初めての使用であった。欧州と異なり日本の場合は急峻な山林が連なった地形に加えて、耕作放棄地の増加や山林の荒廃によって、野生動物の生息密度が急速に増加しているといわれている。2022年10月までに豚熱感染野生イノシシの確認地域は東西に広がり、本州と四国のほぼ全域で確認されている。感染野生イノシシの確認は予防的ワクチン接種推奨地域の選定にも影響することから、イノシシの感染状況を迅速に把握する野生イノシシのサーベイランスが進められている。また、感受性となる幼若イノシシや移動による拡散を起こす成熟イノシシの数を減らすための捕獲強化も進められている。しかしながら、豚熱の感染拡大は必ずしもイノシシの移動によらない事例も起こっており、人が関与した可能性もあることから山林に立ち入った後の汚染拡大防止等に関する注意喚起を含めたリスクコミュニケーションも重要である。

おわりに

WOAH規則の清浄国認定を得るための条件は、飼育豚(domestic pigs)及び飼育イノシシ(captive wild pigs)で豚熱の発生が12カ月間ないことである。野生イノシシあるいは野生豚での感染があれば、その情報と野生イノシシ・野生豚から飼養豚への感染を阻止するための方策に関する情報が認定に必須とされている。現在、国内では一部の飼養豚に対する予防的ワクチン接種を行っているため、清浄化に向かうためには、まずワクチン接種を中止する必要があるが、そのためには農場へのウイルスの侵入を確実に防ぐことが鍵となる。野生イノシシによる農場へのウイルスの侵入防止のために防護柵の設置が進められているが、これまでの疫学調査でも、発生農場にイノシシが侵入して豚に直接接触感染させた事例よりも、農場周囲の防護柵の外側から汚染物が人や器具、野生動物を介して農場内に侵入した可能性が多く、事例で指摘されていることから、防護柵と同時により強固な農場バイオセキュリティ手段の構築が必要である。前述の通り、ワクチン

接種による100%の免疫付与は不可能であり、離乳豚における移行抗体の消失と免疫付与の狭間のハイリスク状態は避けることができないことを認識したうえで、農場内の高リスク豚群を守るためのバイオセキュリティの構築が最も重要である。感染源対策については、感染イノシシをなくすことが最も重要で、野生イノシシの間での感染を遮断できればイノシシ間のまん延防止は可能となる。野生イノシシの個体数が削減できれば、他の個体や他の感受性個体群との接触を減らすことで感染抑制が図られると思われる。また、経口ワクチン散布による免疫付与も、感受性個体を減らして感染拡大を抑えることに役立つ。こうした、いくつかの手法を効果的に組み合わせて豚熱対策に繋げるためには、野生イノシシの生態について理解を深めていくことが重要である。

利益相反状態の有無

著者に開示すべき利益相反はない。

参考文献

- 1) 熊谷哲夫 (2009) 日本の豚コレラ (概説). 豚コレラ防疫史編集委員会編 豚コレラ防疫史, p3-19, 全国家畜畜産物衛生指導協会・畜産技術協会, 東京.
- 2) 豚コレラ防疫史編集委員会 (2009) 我が国における豚コレラ防疫の歴史、行政機関の取り組み. 豚コレラ防疫史編集委員会編 豚コレラ防疫史, p 20-66, 全国家畜畜産物衛生指導協会・畜産技術協会, 東京.
- 3) 清水悠紀臣 (2009) 我が国における豚コレラ防疫の歴史、研究開発の歴史. 豚コレラ防疫史編集委員会編 豚コレラ防疫史, p67-87, 全国家畜畜産物衛生指導協会・畜産技術協会, 東京.
- 4) 古市進 (2009) 我が国における豚コレラ防疫の歴史、豚コレラワクチンの開発. 豚コレラ防疫史編集委員会編 豚コレラ防疫史, p88-122, 全国家畜畜産物衛生指導協会・畜産技術協会, 東京.
- 5) 清水実嗣 (2009) 海外における豚コレラの清浄化. 豚コレラ防疫史編集委員会編 豚コレラ防疫史, p148-162, 全国家畜畜産物衛生指導協会・畜産技術協会, 東京.
- 6) Sakoda Y, et al. (1999) Genetic heterogeneity of porcine and ruminant pestiviruses mainly isolated in Japan. Vet Microbiol, 65: 75-86. doi: 10.1016/s0378-1135(98)00284-3
- 7) Kumagai T, et al. (1958) Detection of hog cholera virus by its effect on Newcastle disease virus in swine tissue culture. Science, 128: 366. Doi: 10.1126/science.128.3320.366
- 8) 農林水産省 拡大豚コレラ疫学調査チーム (2019) 豚コレラの疫学調査に係る中間取りまとめ. <https://www.maff.go.jp/j/syouan/douei/csf/pdf/index-281.pdf> (2022年10月17日閲覧)