

令和6年度

家畜保健衛生業績発表会
集 録

石 川 県

目 次

第1部

No.

1	管内養鶏農場における高病原性鳥インフルエンザ発生時の焼却処理の検討	北部家保	高野 光 …	1
2	野生いのししにおけるアフリカ豚熱防疫措置の円滑化に向けた地理情報システムについて	北部家保	竹山 哲矢 …	7
◎ 3	令和6年能登半島地震における家畜保健衛生所の対応	南部家保	山内 由佳 …	12

第2部

4	県内で検出された牛コロナウイルスの疫学解析	南部家保	玉鉾 紗智 …	20
5	乾乳牛の第四胃左方変位整復手術の一事例について	北部家保	増原 紋加 …	25
6	母豚の中和抗体価及びELISA S/P値を用いた肥育豚の豚熱ワクチン接種日齢の検討	北部家保	吉田 恵実 …	29
○ 7	鶏卵のサルモネラ検査等におけるEgg Shell Cutter(ESC)の利用	北部家保	木村 祐太 …	36
○ 8	石川県における野生イノシシの豚熱浸潤状況および抗体保有状況	南部家保	寺尾 彩 …	40

参考資料

※ ○は東海・北陸ブロック代表、◎は全国代表

第 1 部

管内養鶏農場における高病原性鳥インフルエンザ発生時の焼却処理の検討

石川県北部家畜保健衛生所

○高野光

管内 A 町で採卵鶏約 600 羽を飼養する 1 養鶏農場において、高病原性鳥インフルエンザ (HPAI) 発生時の殺処分鶏等の埋却が困難な場合を想定し、同町内の一般廃棄物焼却処理施設 (以下、焼却施設) における焼却処理について検討を行ったのでその概要を報告する。

事前調査

令和 5 年 12 月、A 町内の養鶏農場において HPAI 発生が確認された際の殺処分鶏等の焼却処分に向けて、焼却施設、A 町役場、農林総合事務所、家畜保健衛生所などの関係機関による検討を開始した。

施設見学などの事前調査を行っていく上で、他県における殺処分鶏の焼却処理事例を示す等[1]、具体例を丁寧に説明するとともに、当焼却施設に適した搬入経路や作業手順等について意見交換を重ね、以下の事項が整理された。

1 焼却施設の概要

当焼却施設にはストーカ式の焼却炉が 2 炉あり、処理能力は 1 炉あたり 15t/日、2 炉で 30t/日である。稼働時間は 12 時間だが、焼却炉内温度の調整に時間を要するため、焼却炉への一般廃棄物投入可能時間は 9 時間程度である。

通常一般廃棄物は、ダンプトラックなどの運搬車両によって搬入され、荷台のダンプアップによって、ごみピットに投入される。その後、ごみクレーンにより攪拌された後、適量 (500kg ~ 700kg 程度) 掴み上げられ、焼却炉上部に位置するホップ内へ投入される (図 1)。ホップ投入後、90 分 ~ 120 分程度で焼却が完了する。

また、当施設は 5 階建てで、各階ごとにスキップフロアが設置され、実質 8 階層となっており、天井に物資運搬用のホイスト式クレーンが設置されている。

なお、A 町および隣接する B 市が共同で管理運営し、焼却作業については民間会社に委託されている。



図 1 通常経路のホップ投入

2 容器の搬入

殺処分鶏等を入れた感染性廃棄物容器（以下、容器）は、ごみピット内におけるごみクレーンでの攪拌や掴み上げにより破損する可能性が高く、内容漏出のリスクがあるため、通常の搬入経路とは別の搬入経路を使用し、施設 5 階に位置するホッパへ直接投入する必要がある（図 2）。そのため、ごみピットを使用せず、運搬車両から容器を人力で荷下ろし、焼却施設へ搬入する新たな搬入経路を設定した。

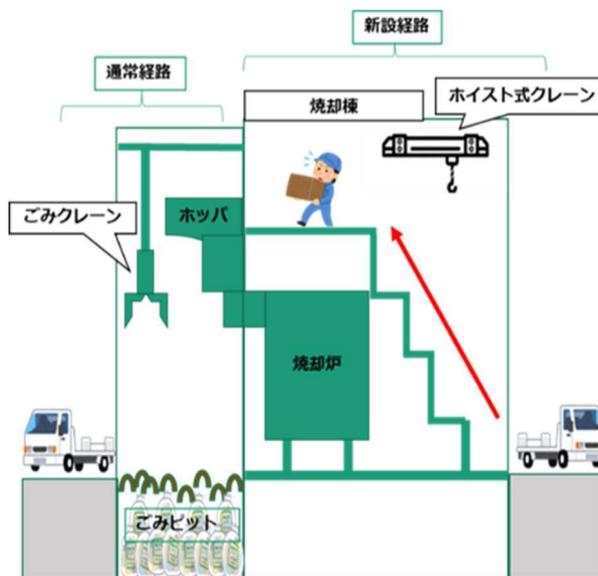


図 2 焼却施設概要

3 容器の運搬

容器をホッパへの直接投入するためには施設 5 階まで運搬する必要がある。運搬方法としては、人力またはホイスト式クレーンの使用が想定された。ホイスト式クレーンを使用する場合、容器をフレコンバック等に入れる必要があり、操作中の安全性や荷物の安定性を考慮し、フレコンバック内の 45L 容器(W×D×H:46×32×36cm)については平積みし、1 度に 4 個までとした。

4 容器の投入

ホッパ投入口の大きさや形状については横幅が 2m 程度の漏斗型で、45L 容器を並列で 3 個並べる程度の大きさであった（図 3）。そのため、1 回あたりの容器投入数量は 3 個までとした。また、ホッパがある炉室内に作業者がいる場合はごみクレーンが停止するため、通常業務への支障を考慮し、容器投入間隔は 30 分程度とし、通常の一般廃棄物と交互に投入することとなった。



図 3 ホッパの形状

5 未燃残渣等について

当焼却施設においては殺処分鶏が入った容器の焼却については前例がなく、焼却灰の未燃残渣や焼却炉内温度などへの影響を調べるため、実際の死亡鶏を用いた検証を行うことになった。

実地訓練

事前調査により整理した搬入経路や作業手順等の確認を兼ね、関係機関と連携して実地訓練を行った。実地訓練では、実際に死亡鶏の入った容器を用いて、焼却施設への搬入、5階炉室内へ運搬、ホッパへ投入、焼却までの一連の作業を関係機関と共同で行った。さらに、5羽入り容器3個および10羽入り容器3個の投入の2パターンを設定し、試験的焼却を行い、未燃残渣等への影響について調査した。

1 搬入

焼却施設入口前にブルーシート設置し、運搬車両から容器を荷下ろした。入口シャッターが閉じている状態で容器の消毒を行い(図4)、消毒作業完了後、シャッターを開け、施設内にブルーシートを設置した後、容器を焼却施設に搬入した。搬入した容器は消毒液で濡れており、施設内作業の安全上の観点より水滴の拭き取り作業を行った(図5)。すべての容器を施設内に搬入後、再度シャッターを閉めた。

搬入に際しては、一般ごみの搬入経路とは異なる経路を使用するため、施設管理職員(焼却施設職員又は委託民間会社職員)がシャッターの開閉等の補助作業を行う必要があった。

容器の水滴のふき取り作業においては、想定よりもブルーシート上が濡れ、また、容器の窪みに水分が溜まり、使用したペーパータオルでは十分に拭き取りできなかった。

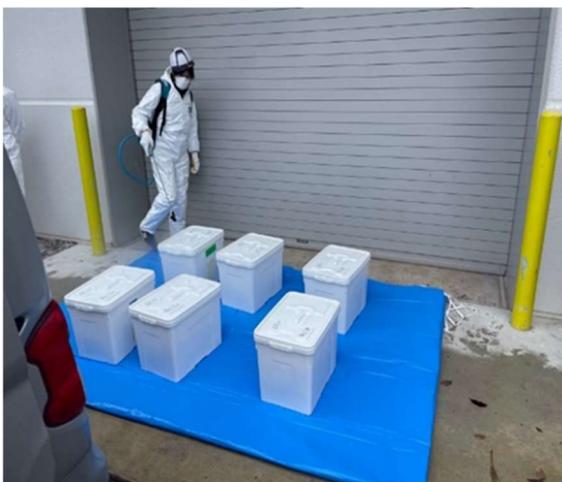


図4 搬入前の消毒作業



図5 搬入後の水滴ふき取り作業

2 運搬

施設1階から5階に容器を運搬する方法として、人カリレー方式とホイスト式クレーンの2方法(図6, 図7)を設定し、所要時間、作業負荷および難易度を比較した。人カリレー方式については、1階から5階まで階段を使用し、作業員4

人体制で容器 1 個ずつ計 3 個運搬した(図 8)。ホイスト式クレーンについては、1 階作業員 2 人と 5 階作業員 2 人の計 4 体制で行った。1 階作業員は 1 階の所定位置で容器 3 個をフレコンバックに入れ、施設 5 階でクレーン操作をしている作業員と無線機を使用し連絡を取りながら玉掛作業を行った。5 階作業員は 1 階作業員の指示の下、クレーンフックを指定の場所に降ろし、フレコンバックを釣り上げ、5 階に運搬した(図 9)。5 階に運搬した計 6 個の容器はホッパがある炉室内に人力で運搬した。作業負荷、難易度については訓練後にアンケート調査を行った(表 1)。

人力リレー方式では容器を両手で持つため、階段手摺を使用することが出来ないため危険を伴い、さらに施設内は外気温が 10 数℃であっても約 30℃となる中での作業は過酷であった。

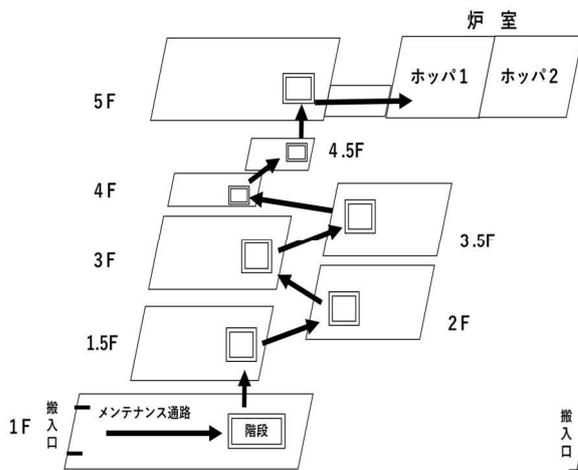


図 6 人力リレー方式概要

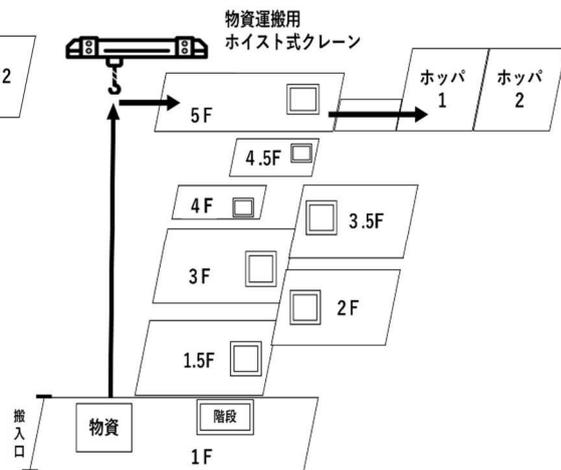


図 7 ホイスト式クレーン運搬概要



図 8 人力リレー方式運搬作業



図 9 ホイスト式クレーン運搬作業

表 1 運搬に係る調査結果

運搬方法	作業員	所要時間	作業負荷	難易度
人力リレー方式	4人	4分(3個)	大きい	安易
ホイスト式クレーン	4人	9分(3個)	少ない	やや難しい

3 ホッパ投入

ごみクレーンによる一般廃棄物のホッパ投入後に、施設管理職員がごみクレーン作業を停止させ、ホッパ内の一般廃棄物の量を確認し、訓練作業員に容器投入の指示を行った。

4 試験的焼却

試験的焼却は5羽入り容器3箱の投入と10羽入り容器3箱の投入の2クール行い、クール毎に、焼却灰の未燃残渣、焼却炉内温度、有害物質濃度および非ガス濃度について調査した。その結果、調査項目のいずれも正常範囲内で安定し、異常は認められなかった

まとめ及び課題

事前調査や実地訓練を通じて、容器の搬入は通常とは異なる搬入経路を使用し、施設管理職員の補助が必要となるため、搬入時刻や搬入量などの事前連絡が重要であることが確認できた。また、消毒後の容器の乾拭き作業員は長靴等を着用するとともに、より吸水性が高い拭取り資材を用いる必要があると考えられた。

当焼却施設の1階から5階までの運搬方法については、ホイスト式クレーンによる運搬の方が、人力リレー方式と比較して安全上や作業負荷の観点からより適切であると考えられた。また、運搬途中に容器が破損する可能性が想定されたため、現場においてどのような対応ができるかが今後の課題となった。

ホッパへの直接投入については人力で可能だが、床面から約120cm程度の投入口まで容器を持ち上げる必要があり重労働であった。また、作業時の転落事故等が発生した際の緊急停止処置のために複数人での作業が必要であることが判明した。さらに、炉内の温度状況や一般廃棄物の状態により投入間隔が変わるため、投入作業を適確に行うためには、施設管理職員との綿密な連絡が大前提となることが確認された。

試験的焼却の結果、今回の容器投入量や容器内容物では、調査項目にいずれも異常がなかったことから、10羽入り容器3箱を30分間隔で焼却できる条件設定が可能となった。この条件下で、焼却時間(最大9時間/日)や投入数(最大42個/日)を考慮すると、当該農場における殺処分鶏焼却に要する期間は2~3日と想定された。

以上を踏まえ、今後、当焼却施設における作業手順書を作成し、関係機関と共

有することで、適切で円滑な焼却処理体制の構築を推進して行きたい。

参考文献

- [1]片岡まどから：一般廃棄物焼却施設における高病原性鳥インフルエンザ殺処分鶏の搬送と焼却方法の検討. 鶏病研究会報第 50 巻 3 号, p151～155(2014)

北部家畜保健衛生所

○竹山哲矢

アフリカ豚熱 (ASF) は豚及びいのししの熱性・出血性ウイルス性感染症であり、有効なワクチン、治療法は無く、罹患動物は発症から数日のうちにほぼ 100%が斃死する。2018 年に中国に侵入後、アジア各国に感染が広がり、2025 年 2 月末現在、アジアにおいて未発生地域は台湾と日本のみである。

こうした状況の中、国内において豚熱が野生いのしし (WB) 群で感染拡大している現状を踏まえ、国内で ASF ウイルス侵入後の感染拡大を防止するために、「アフリカ豚熱に関する特定家畜伝染病防疫指針及び野生いのししにおけるアフリカ豚熱の浸潤状況の的確な把握と感染拡大防止のための基本方針 (令和 6 年 3 月 28 日公表)」が国により作成された。

その中で、ASF 陽性 WB 確認地点を中心とした半径 3km 範囲円内では、積極的な死体搜索や死体処理、同範囲円の外周付近 (緩衝地帯) では、草刈り、罠の設置、防護柵の設置等、半径 10km 範囲円内では、捕獲・サーベイランスの強化、死体対応等の防疫措置の実施について示された (図 1)。

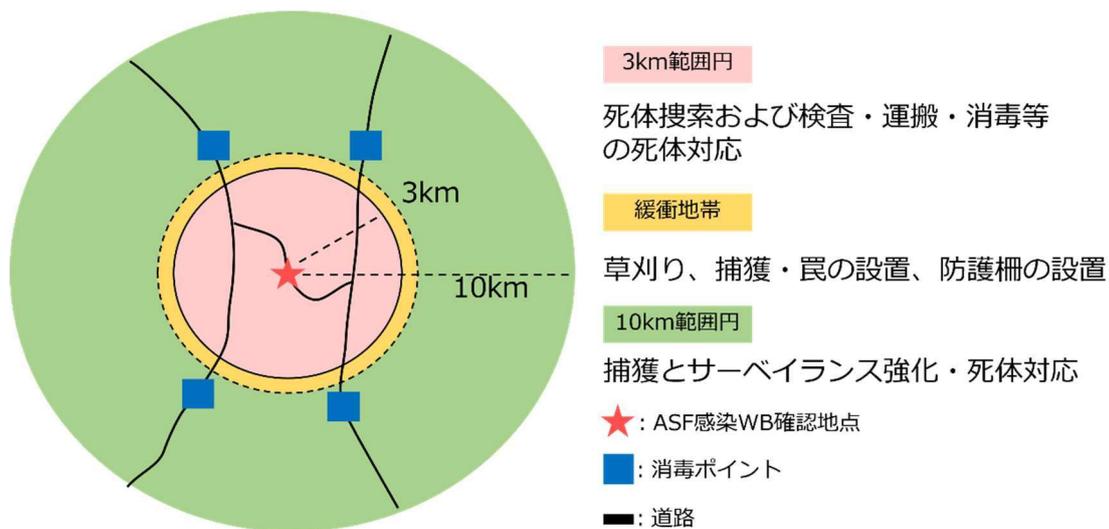


図1. 防疫措置の概要図

これらの実施については、ASF 陽性 WB 確認地点が予測できず、山林での活動が主となることから森林部局等の関係部局との協働が必須であり、それらの関係部局とともに防疫措置を円滑に行うために、新たなデータ管理および共有方法として地理情報システム (GIS) の構築を試みたので、その概要を報告する。

使用した GIS ソフト及びデータ

地理情報システム (GIS) とは、位置情報を持ったデータを個別に管理しつつ、複

数のデータを一つの地図上に統合できるシステムのことである。

今回、GIS データを取り扱うためにオープンソースソフトウェアの QGIS 3.28 を使用した。同ソフト内にはプログラミング言語である Python を利用可能な環境が整備されており、同環境を利用し一部操作の自動化を行った[1]。

また、GIS データは国土数値情報ダウンロードサイト[2]と基盤地図情報ダウンロードサイト[3]より得た GIS データおよび県が有する WB 捕獲情報や消毒ポイントの位置情報を用いた。

QGIS の活用および共有

1 レイヤの作成及び活用

本 GIS では①河川・湖沼、②行政区画線、③道路線、④等高線、⑤消毒ポイント、⑥WB の捕獲情報、⑦市町村役場及び公的集会施設のレイヤを作成し、地図上に表示されるようにした(図 2)。

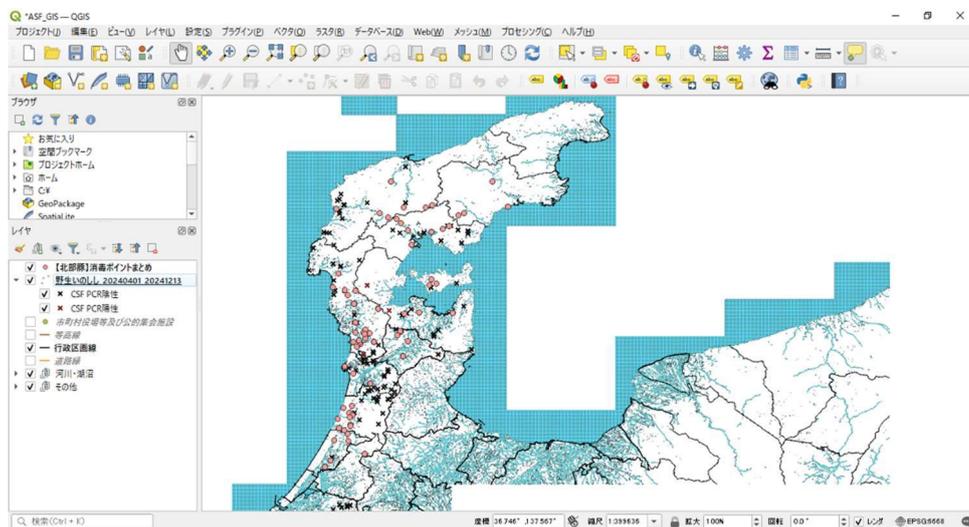


図2. QGISのメインウィンドウ

操作画面にはデータがレイヤ毎に管理されており、オン/オフの切り替えにより表示したいレイヤのみを表示させることや、レイヤの重ねる順序を変更することにより特定のレイヤの表示優先度を変更することができる(図 3, 4)。

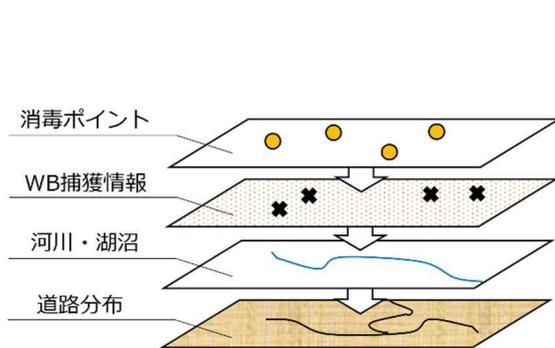


図3. レイヤのイメージ図



図4. レイヤのオン/オフ例

2 属性データの活用

操作画面内の地図上に表示される点、線、面といったオブジェクトに属性データとして、様々な情報を付加することで、情報の集約化やデータに基づいたフィルタリングをすることができる。WB 捕獲情報のデータには WB の性別、成獣・幼獣の区分及びサーベイランスの検査結果等、消毒ポイントのデータには管轄警察署や占有許可申請先を付加した。これにより、図 5 に示すように WB 捕獲情報の CSF PCRの結果に応じて、アイコンの分類ができる機能を活用することができた。

地物	値 (Value)
住所	白山市曾谷町
市町村名	白山市
緯度	36.48488
経度	136.630721
座標子エック	白山市, 金沢市
成長区分	成獣
性別	雄
体長 (c...	91
体重 (k...	40
発見者	NULL
捕獲者	猟友会
報告者所...	石川農林総合事務所
報告者氏...	土井
外貌所見	NULL
解剖時の...	NULL
CSF PCR結果 (個体)	陽性
CSF PCR	CSF陽性102
陽性番号	
CSF cPCR	NULL
実施日	

CSF PCRの結果によるフィルタ
陰性：× 陽性：×

WB捕獲情報

図5. 属性データによるフィルタリング

3 Pythonによる一部操作の自動化

QGIS では Python というプログラム言語を使用して、機能をカスタマイズすることができる。今回、ASF 陽性 WB 確認地点の緯度・経度をウィンドウに入力するだけで、ASF 陽性 WB 確認地点及び ASF 陽性 WB 確認地点から半径 3, 10km 範囲円の作成並びに、範囲円内の消毒ポイント及び公的集会施設を抽出までの一連の作業を自動化できるようにした (図 6)。

①: クリック

②: 選択

③: 実行

④: 緯度・経度入力

図6. Pythonによる自動化

4 運用例

以上の機能を活用し、任意の地点で ASF 陽性 WB が確認された場合を想定し、以下の手順により作成した地図(図 7)に基づき、防疫措置案を作成した。

- (1)入力ウィンドウに ASF 陽性 WB 確認地点の緯度・経度を入力する。
- (2)半径 3km 範囲円の道路縁と等高線を抽出する。
- (3)半径 3km 範囲円内を道路縁に基づいて区画化する。
- (4)(3)の区画に基づき検索範囲を選択する。
- (5)ASF 陽性 WB 確認地点や検索範囲に基づき防疫拠点となる公的集会施設を選択する。
- (6)アイコンや色調、レイヤの順序を調節する。

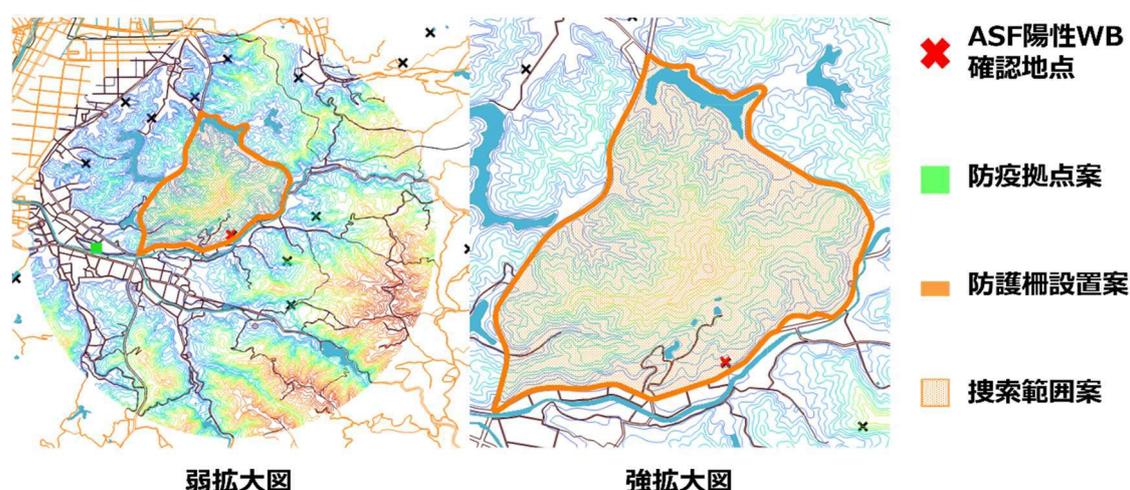


図7. GISを利用した防疫措置案の作成

ASF 陽性 WB 確認地点に最も近い公的集会施設を防疫拠点案として選出し、河川・道路分布状況等に基づき防護柵の設置案を作成した。そして、防護柵の設置案の内側を死亡WBの搜索範囲案とした。防護柵の外周は6.621km、面積は2.122km²と算出可能であった。さらに、等高線を標高に基づき色分けすることで、山間部の地図を見慣れていない者でも、死亡WBの搜索ルートを検討するための地形情報を感覚的に理解することができた。

また、今回作成したGISはQGISと共有されたGISデータに接続できるネットワーク環境があれば同一の表示形式のGISを共有することが可能であることが確認された。

まとめ及び課題

今回、QGISの機能を活用することにより、防疫措置に必要な位置情報を伴う情報を一括管理し、WBに対する防疫措置案作成に必要な範囲円や防疫拠点の抽出などを簡易な操作で得られるGISを構築することができた。

QGISと共有されたGISデータに接続できるネットワークがあれば共有できることは確認できた。しかし、その一方でQGISがない環境との共有手法が整備され

ていなかったため、その対策として、国土地理院地図へデータを重ね合わせることで共有が可能であることを確認した(図 8)。ただし、地理院地図のアイコン設定と QGIS のプロジェクトファイル間での互換性がなく、地理院地図上ではすべてのアイコンがデフォルトで表示されることから、アイコンの再設定が必要となる。

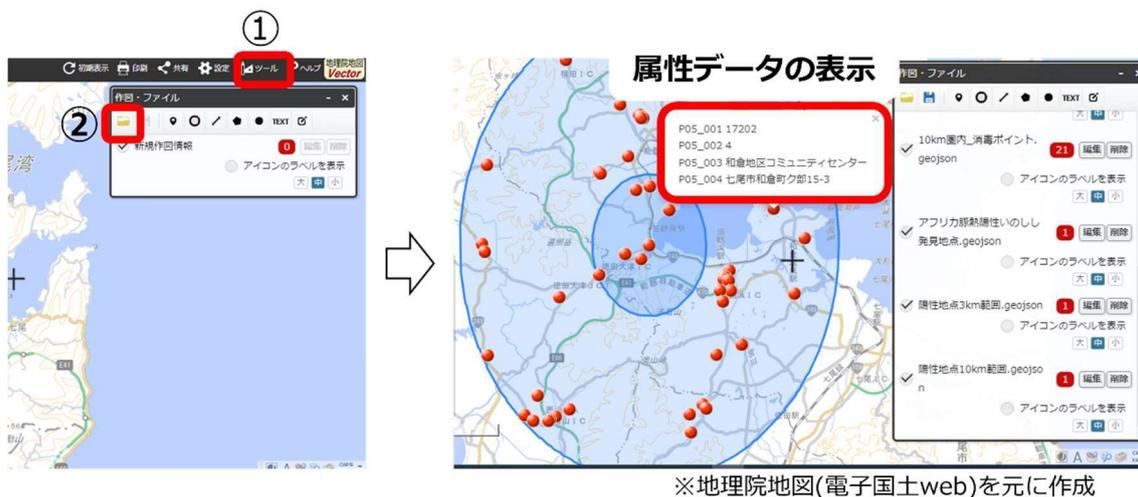


図8. 地理院地図を利用した共有方法

課題点として、複数人で GIS の管理をする場合、事前に QGIS 及び GIS データの取り扱いのルールを整備しておく必要があると思われた。二点目としては、今回使用した QGIS 以外の GIS ソフトの利用者に対して、GIS データの共有を個別に協議する必要性が挙げられた。

今後は、関係部局における QGIS の利用状況を確認した上でデータ共有に向け GIS の利用を協議するとともに、他部局の有する道路情報や森林情報の GIS との連携を検討していきたい。

参考文献

[1] Documentation for QGIS 3.34
<https://docs.qgis.org/3.34/en/docs/index.html>

[2] 国土数値情報ダウンロードサイト
<https://nlftp.mlit.go.jp/ksj/>

[3] 基盤地図情報ダウンロードサイト
<https://fgd.gsi.go.jp/download/menu.php>

令和6年能登半島地震における家畜保健衛生所の対応

南部家畜保健衛生所

○山内由佳、畑中昭、伊藤美加

北部家畜保健衛生所

中田昌和、市川雄一

北部家畜保健衛生所能登駐在所

森下康

令和6年1月1日午後4時10分ごろ、石川県能登地方を震源地とする令和6年能登半島地震が発生した。地震の規模を示すマグニチュードは7.6、県内全域で激しい地震が発生し、特に能登地区の広い範囲で震度6以上、最大震度は県内では初となる7を観測した(図1)。この地震によって、建物の倒壊や土砂崩れ、道路の損壊、液状化現象等が発生し、特に能登地区の被害は甚大で、一瞬にしてライフラインは切断され日常が一転した。死者・行方不明者数は県内全域で529人(令和7年2月25日現在)となり、多くの人的被害も発生した。

発災直後の特徴として、各所で発生した土砂崩れや道路損壊のため、被災地への救助や物資の供給が困難であったことがあげられる。奥能登地域は半島という地理的条件のため、交通アクセスが限られており、また今回の震災で海岸線が隆起し海上からのアクセスも不可能となったことから、能登方面へ向かう車両の大渋滞が発生した(図2)。

このような困難の中、県内の畜産農家についても、例外なく大きな被害を受けた。今回、この未曾有の災害に対し、家畜保健衛生所(以下、家保)を含め、県畜産関係者で協力し実施した対応について取りまとめたのでその概要を報告する。



図1 震度分布図

気象庁 HP より引用

(https://www.jma.go.jp/jma/monu/20240101_noto_jishin.html)



図2 道路崩壊と渋滞の様子

被害状況

1. **畜産農場の被害状況**：被災農場は、すべて内灘町以北に位置しており、畜種別の内訳では乳牛 27 戸、肉牛 28 戸、豚 10 戸、鶏（100 羽以上飼養）9 戸の計 74 戸で、県全体としては 8 割以上の農場が被災した（表 1）。被災農場では、畜舎の倒壊や一部損壊等が認められ、中には倒壊した畜舎の下敷きとなるなど家畜被害も確認された。また、農場周辺道路の著しい損壊により、農場への出入りが不可能となった農場も 8 件（令和 6 年 1 月 6 日時点）認められ、飼料業者や集乳車等の畜産関係車両の出入りも困難な状況が続いた。被災農場の中には、停電や断水、通信不能となった農場もあり、中でも断水被害は 50 件（令和 6 年 1 月 6 日時点）にもものぼった。家畜の飲水確保や搾乳機器等の洗浄には多くの水が必要なことから、長引く断水状態は、畜産農場にとっては経済的に大きなダメージとなった。早い段階でこれらの農場からは、発電機や給水タンク等の物資を要望する声が多くよせられていた。

表 1 畜産農場の被害状況

	乳牛	肉牛	豚	鶏 (100羽以上)	計
被災農場数 (県全体の割合%)	27 (87)	28 (80)	10 (100)	9 (60)	74 (81)
畜舎被害※	27	22	10	5	64
廃業、 再開検討※	4	3	0	1	7

※ R6.12.13時点

2. **家保の被害状況**：県内には南北 2 か所の家保が設置されており、それぞれ加賀地方、能登地方を管轄している。さらに北部家保には七尾市にある本所のほかに、能登町に設置されている能登駐在所がある。特に能登駐在所は能登地方の獣医師不足を補うため、家保の通常業務のほかに家畜診療や受精卵移植を行っている。

発災当初、病性鑑定業務を担う南部家保は、資材棚が倒れる被害があったものの建物や検査機器に被害はなかった。北部家保は、書棚や冷蔵庫等が倒れ、内部は書類や薬品が散乱していた。また、浄化槽の故障や建物と敷地境界の地盤沈下により段差が生じ、公用車を車庫から出し入れできない状態となり、コンパネ等を敷き出庫した。能登駐在所の被害はさらに深刻で、建物の基礎には亀裂と崩壊箇所が認められ、壁は傾斜し基礎から浮き上がり上部構造を支えきれない状態となり、全壊判定を受けた。施設内部では壁や天井がはがれ、多くの検査機器は落下、転倒し故障した。車庫はシャッターが破損し公用車を車庫から出すこともできない状況であった。北部家保、能登駐在所ともに長期間の断水が、加えて能登駐在所は停電も続いた。

被災した職員は会計年度任用職員を含め、北部家保、能登駐在所でそれぞれ 7/12 名、4/4 名であり、避難所から勤務する職員もいた。

各所属の対応と時系列

令和6年1月1日の発災直後より、県庁畜産振興・防疫対策課(以下、畜産課)は、農場の被害状況や不足物資について県内農場、県畜産団体及び市町等あらゆる方面より電話で聞き取り、また他部局より道路被害や啓開情報を収集した。これらの情報は畜産課で一本化し、ビジネスチャットにて家保職員

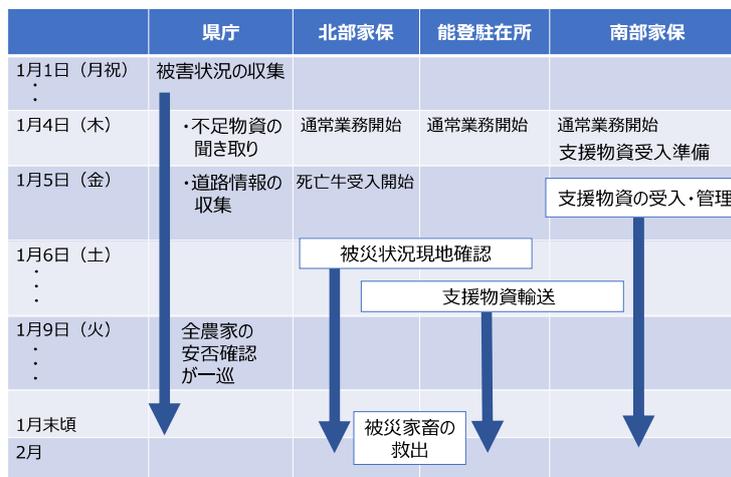


図3 時系列

に共有された。ビジネスチャットとは、以前より県職員が利用している連絡ツールで、個人のスマートフォンでも情報交換ができるシステムである。全農家の安否確認が一巡したのは1月9日であり、余震が続き、日ごとに深刻化する被害状況把握のための聞き取りには、約1か月を要した(図3)。

南部家保は1月1日に施設被害状況の確認を行い、年始休暇明けの1月4日より通常通り業務を開始した。北部家保、能登駐在所は施設の片づけをしながら1月4日には通常業務を開始、一部焼却炉点検のため、死亡牛受入業務は翌5日からの開始となった(図3)。施設が全壊した能登駐在所は、所内での業務が不能となったため、隣接する県施設の一室を間借りし体制を整えた。幸い診療車は無事だったため、破損した車庫を重機でこじ開け出庫させた。震災後初めて農家からの診療依頼があったのは1月8日であった。

災害支援活動

1. 被害状況現地確認: 1月5日時点で電話連絡がとれない農場について、畜主の安否を含め、1月6日より被害状況の現地調査を行った。これらの農場は、主に飼養頭数の少ない肉用牛農家であり、飼養場所は自宅横という農場がほとんどだった。土砂崩れや道路損壊等により孤立集落となった場所で飼養されている農場もあり、農場までの道路は遮断され、近くまで行けたとしても通行禁止の措置が取られているところもあった(図4)。余震や積雪により道路状況は刻一刻と変化しており、現地調査は畜産課からの道路情報を確認しながら二次被害が起きないように慎重に行った。このような状況下であったため、農場へのアクセスはあらゆるルートからアプローチする必要があり、農場をよく知る職員を入れた班編成とするなど工夫した。

また、通常業務の中で、立入可能な農場へは、飼養衛生管理基準遵守状況の確認も実施した。鳥インフルエンザシーズンであったことや、県内の野生イノシシにおける豚熱陽性事例の発生状況を踏まえ、主に養鶏・養豚農場について、重点的に行

った。特に施設損壊等による野生動物侵入防止措置について、畜舎や柵の破損確認をし、倒れた餌タンクや破損した畜舎周囲に対しては消石灰散布で対応した(図5)。また、全ての養鶏農家への消石灰一斉散布も行った。



図4 周辺道路の断裂



図5 破損した鶏舎への消石灰散布

2. 支援物資の管理：全国より

到着する支援物資について、速やかな管理拠点の確保が必要となった。畜産課は県内畜産関係団体と協議し、道路状況もよく、アクセスルートも豊富な金沢市に一次拠点を、奥能登の玄関口である穴水町に二次拠点を設置し、そこから能登方面の農場へと輸送する体制を構築した。各拠点での資材管理が必要となり、一次拠点の管理を南部家保が担当

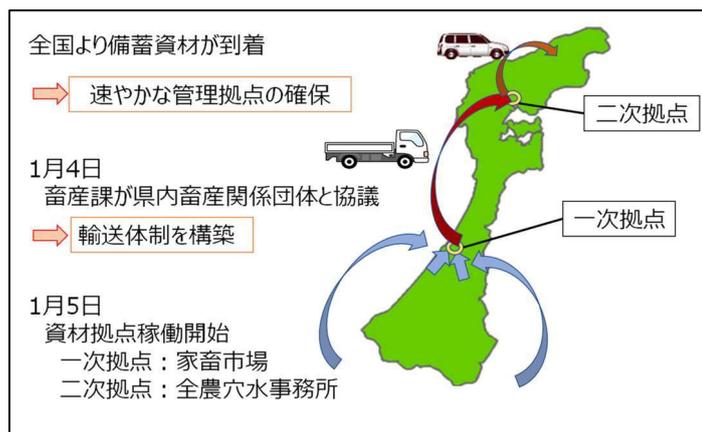


図6 支援物資の管理

した(図6)。一次拠点は南部家保の隣に位置する金沢家畜市場を使用し、1月4日に受入準備、5日より順次受入を開始した。

一次拠点では、全国から次々と到着する資材の荷受け作業、資材内容と数量の確認、管理簿の作成、二次拠点へ向かう搬出作業を行った。また能登方面へ向かう車両は渋滞回避のため緊急車両のみと規制されていたため、通行証の発行も担当した(図7)。

これらの作業は家保の通常業務と並行して実施し、管理簿作成と通行証発行については担当者を決め、トラックの到着、出発時間に合わせてその都度対応可能な職員が出役し従事した。



図7 一次拠点の作業

到着する支援物資は、国の「家畜疾病・自然災害緊急支援体制推進事業」に係る、発電機や投光器、給水タンク、簡易トイレなどの備蓄資材のほか、畜産関係団体が手配したトラックや給水車、プール水槽等の資材や寄付品等であった。また個別聞き取りに基づく不足物資やガソリン等の燃料は、南部家保職員がホームセンターやガソリンスタンドで調達し、さらに、県の物資拠点にて食料や飲用水等の生活必需品も調達し、管理した。

管理状況は随時、ビジネスチャットを利用し関係職員と共有した。ビジネスチャット内では資材輸送に関する情報のみを送受信できるよう「資材担当」グループが設定され、家保職員を含み約50名の県職員がグループメンバーとなった。

一次拠点からの搬出状況をトラック等車両の搬出台数で評価すると、1月5日から2週間の間で1日平均2~3台であり、多いときは1日5台分の搬出作業を行った。その後は緩やかに減少し、一次拠点閉鎖まで1日平均0~1台で推移した。1月5日から開設した一次拠点は、本来の用途である家畜市場が開催されるため2月1日に閉鎖、資材は1月29日~2月2日に県農林総合研究センターへ移動し、一次拠点としての運営は3月14日をもって終了した。なお、二次拠点の運営も1月5日から開始し、3月14日に終了した。

3. 支援物資の輸送：県畜産担当職員と家保職員で輸送チームを組み、1月5日より農場から要望のあった物資を中心に輸送した。輸送チームは主に二次拠点や奥能登農林総合事務所で輸送体制を再確認し、農場へと向かった。輸送スケジュールによっては、被災地に近い奥能登農林総合事務所で寝泊まりしながら輸送活動に従事した。

支援物資の内容は、停電や断水、施設損傷の応急処置として、発電機や投光器、水をいれたタンク、給水ポンプ、ブルーシート等の物資が多く、発電機の燃料としてガソリンや軽油も必要だった。また、家畜を管理するため避難所へ行けない農場主のために、簡易トイレや飲料水、食料等の生活必需品を輸送した。各農場への輸送は1度だけではなく、複数回訪問することもあり、避難せず1人とどまっている

畜主にとっては、顔見知りの職員が直接訪問することで孤立に対する不安解消に繋がった。

4. 被災家畜の救出：倒壊や損壊した牛舎から安全な牛舎へと被災家畜を救出しようという試みは被災各地で行われた。1例として畜産課と家保が主体となって行った事例を紹介する。

当該農場は、畜主が避難を余儀なくされ飼養管理が困難となった、飼養頭数3頭の肉用牛農場であり、家保と県畜産担当職員で救出チームを組み、県畜産試験場までの移送を実施した。

事前準備として、畜産課は農場防疫カルテを利用し畜舎配置図を確認、避難所にいる畜主と持参した配置図を共有しながら、牛の搬出手順の段取りや必要資材を確認した。なお、農場防疫カルテとは、家畜伝染病発生時の防疫措置について、農場の概要や畜舎配置図、人や物等の物流、消毒ポイント等の情報を記載した電子データで、平時より全農場について家保が作成し、関係者間で共有しているものである[2]。北部家保は、事前に農場を訪問し、牛の生存確認を行い、移送日まで牛の飼養管理を実施した。また、農場への道路は車両がすれ違うことが難しい山の一本道であったため、積雪状況をみながら決行日を判断した(図8)。移送日は、事前の段取りどおり牛を搬出し、牛も職員も怪我無く終えることができた。

県畜産試験場では、当該農場のほかにも数か所の農場からの避難家畜を受け入れており、当該牛も含め計61頭の避難牛の受け入れを行った。

5. その他：震災対応として、手数料の減免措置を行った。減免対象となったのは、死亡牛検査後の処理手数料、一時的な家畜飼養管理の預託・導入に係る検査手数料、予防液(豚熱ワクチン)交付手数料である。減免件数は、南北家保あわせて、それぞれ53件、294件、384件(令和6年1~3月分南北家保合計)であった。

死亡牛については、平時では死亡当日もしくは翌日搬入されるが、震災後の北部家保の死亡牛受入状況では、道路状況の悪化による死亡牛の輸送停滞で、農家によっては家保へ搬入できたのが最大で死亡から31日後であった。道路状況により死亡牛が運搬できないと電話連絡があり、ブルーシートをかけて消石灰散布を実施するよう指導した例もあった。減免対象となった死亡牛の死亡原因は、断水等の飼養環境の悪化による二次被害が多かった。

豚熱ワクチンについては、登録飼養衛生管理者に交付し保管管理されていた豚熱ワクチンが、停電により保冷状態を維持できなくなり廃棄処分となったことから再交付した件数である。

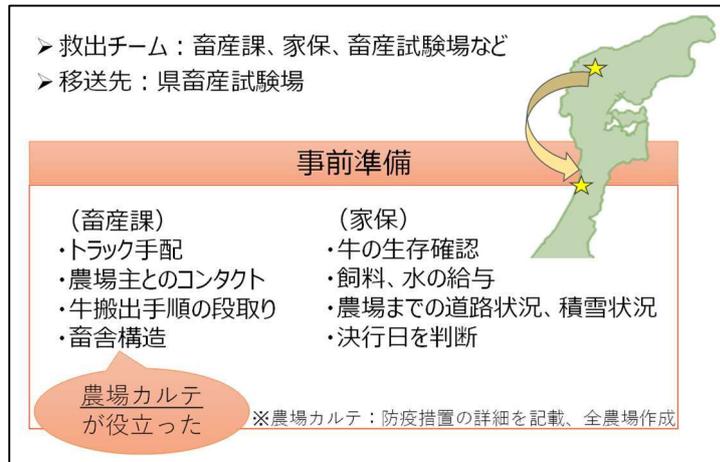


図8 被災家畜救出の1例

まとめ

石川県地域防災計画の規定及び災害時における農林水産部執務体制要領に基づき、各家保で策定している、「災害時等における家畜保健衛生所執務体制要領」では、大規模地震発生時の非常時優先業務として、家畜診療や死亡牛の処理業務の業務開始目標時間を1日後に設定している。今回これらの業務は設定どおり1日後の再開となり、他の業務は通常通り開始できる体制を早期に整えるよう努めた。これら通常業務と並行し、災害対応に従事した。

今回の震災では、被災農場の多くが能登地区の農場であったため、北部家保、能登駐在所は、管内の畜主の安否確認および被害状況の現地調査を行い、南部家保は一次拠点の資材管理を担当し、後方支援にまわった。さらに、県畜産関係職員と協力し、能登方面への支援物資輸送を行った。震災対応として被災農場へ立入した南北家保の出役者数は1月4日～2月26日までで延べ41名、1月のみでは延べ32名であった。

家保が実施した対応を振り返り、反省点や改善点もあった。南部家保では、資材搬出入作業により腰痛等の負傷者が出た。一次拠点の保管場所では、階段状になっている場所に資材を保管していたため、フォークリフト等の重機が十分に使えず、人力で重い荷物を持ち上げる必要があった。資材の管理は肉体的に負荷のかかる作業であり、職員の負担を軽減できるようなシフト編成や資材配置にすべきであった。

北部家保や能登駐在所では家族や自宅が被災しながらの勤務となった職員もあり、余震が続き緊急地震速報が頻繁に発表されるような状況の中での活動であった。シフト編成は職員の疲弊を考慮し行っていたが、希望者には生活の拠点を断水していない地域で整えるなどのケアも必要だったかもしれない。

一方、被災農家の訪問時には、短い時間でも発災時の状況や今の生活などの話を聞き、帰り際に感謝されたことは、極度の緊張状態の中で従事していた職員にとって、励みになった。また、同時に一県職員としての責任も感じた。

現在、能登地方は少しずつではあるが着実に復旧に向かっている。残念ながら、震災をきっかけに離農した農場は数戸あるが、中には再開を願う若手農家もあり、復興に向けて、意欲をもって前進している。被害の大きかった能登駐在所は令和6年7月に同敷地内にプレハブの仮設事務所を設置し、通常業務に従事している。

今後の課題

今回の震災で学んだことは、連携や情報共有、備蓄資材の重要性の再認識である。

連携については、今回、畜産課がいち早く情報収集に走り司令塔となり、指示系統を一本化した。現場は畜産担当者と連携し、二次災害が起きないように最善をつくした。今回の震災対応は決して家保だけで遂行できたことではない。これは家畜防疫においても同様であり、日頃から関係者間と連携できる体制を構築しておくことが重要であると考えます。

情報共有について、農場防疫カルテは防疫措置のみならず、災害時にも活用できた。県内では鳥インフルエンザや豚熱等の家畜伝染病発生時の防疫措置は経験した

ことはないが、これまで重ねてきた各農場のデータが災害時にも活用可能であることが明らかとなり、常に最新情報に更新することの重要性を再認識した。さらに、今回利用したビジネスチャットは、指示事項や刻一刻と変化する道路状況など、情報連絡ツールとして有用であった。今後、家畜伝染病発生時においても、現場との情報共有ツールとして有効であると考えられる。

また、長引く停電や断水により、畜産農家では発電機や給水ポンプ、タンク等あらゆる物資が必要となった。平成 19 年に発生した新潟県中越沖地震では、停電等のライフライン切断による畜産農家の被害に対し、発電機の必要性を述べており [3]、平成 23 年に発生した東日本大震災においても、非常時の発電機等の動力源の確保の重要性を述べている [1]。また、平成 30 年に北海道で発生した胆振東部地震の教訓から、北海道庁では、災害時における酪農危機管理対策マニュアルを策定し、停電・断水を中心に事前の備えや災害時の対応を詳細に整理している [4]。今回、全国からの支援物資を輸送したが、今後は本県においても災害時を想定した資材の備蓄や、輸送体制の構築が必要ではないかと考えられる。

大規模災害時において、家畜の命を守り、畜主支援を優先する一方で、通常の状態ではない中でも、家保は家畜衛生サイドからの視点で家畜伝染病の発生にも注視する必要がある。今回、震災対応中に、家畜伝染病の発生は認められなかったが、今後、自然災害発生時の防疫対応についてシミュレーションすることも必要である。そして、何より大切なのは、災害による農家の失望感を共感し、気持ちが前向きになるよう寄り添うことだと考える。

最後に、今回の震災において犠牲になられた方々のご冥福を祈るとともに、被災農場への支援を含め、能登の復興に向けて全国からの様々な支援や温かい言葉に深く感謝申し上げる。今回の経験を取りまとめることで、今後国内でいつ起こるかわからない自然災害に対しての一助になれば幸いである。

引用文献

- [1] 大久範幸, 安達芳則, 千葉正則, 遠藤潤, 石澤勝嘉, 石橋拓英, 真鍋智, 阿部洋平, 佐沢公子, 平内瑞希, 西川彰子, 柴崎卓也, 荻原康則, 横山亮一, 黒田洋子, 竹田百合子, 鈴木徳彦, 曾地雄一郎, 谷津直子:平成 23 年度宮城県家畜保健衛生業績発表会収録, 7-11 (2011)
- [2] 多々見晋一, 松田達彦:平成 20 年度石川県家畜保健衛生業績発表会収録, 15-18 (2008)
- [3] 牧井賢充, 小野島学, 村山和範, 松本和之, 佐藤将典:平成 19 年度新潟県家畜保健衛生業績発表収録, 39-41 (2007)
- [4] 災害における酪農危機管理対策マニュアル(平成 31 年 2 月), 北海道農政部(2019)

第 2 部

県内で検出された牛コロナウイルスの疫学解析

南部家畜保健衛生所

○玉鉾紗智

石川県農業開発公社

沖 尚子

畜産振興・防疫対策課

福田藤子

牛コロナウイルス (BCoV) は、コロナウイルス科ベータコロナウイルス属に分類される、エンベロープを有するプラス 1 本鎖 RNA ウイルスである。BCoV は国内に広く分布しており、子牛の下痢、成牛の冬季赤痢および牛呼吸器病症状候群の一因となり、増体効率の低下や、泌乳量の減少につながり、農家に経済的損失をもたらす[4]。

BCoV の病原性や宿主域の決定に関与するとされるスパイク蛋白質遺伝子中には、ウイルス株により遺伝子多様性を示す配列である polymorphic region(411bp) が存在する。この領域を用いた分子系統樹解析により、BCoV は 4 つの遺伝子型 (I、II、III および IV 型) に分類される [2]。

今回、令和 3 年から令和 6 年に検出された 6 症例の BCoV について、polymorphic region を対象に分子系統樹解析を実施し、BCoV の疫学的関連性や侵入経路を調査した。

発生概要

症例 1：令和 3 年 5 月 7 日、県内の酪農団地（以下、団地）内の A 農場において黒毛和種の子牛 1 頭、ホルスタイン種の子牛 2 頭およびホルスタイン種の育成牛 2 頭が鼻汁漏出や発咳を呈した。

症例 2：令和 3 年 5 月 17 日、団地内の B 農場において、黒毛和種の子牛 5 頭および育成牛 7 頭が、鼻汁漏出を呈した。

症例 3：令和 4 年 12 月 15 日、団地内の C 農場において、ホルスタイン種の成牛 2 頭が下痢を呈した。

症例 4：令和 5 年 3 月 27 日、団地内の A 農場において、ホルスタイン種の成牛 13 頭が下痢を呈した。

症例 5：令和 5 年 12 月 19 日、県内の乳肉複合農場において、黒毛和種の肥育牛 10 頭が鼻汁漏出および下痢を呈した。

症例 6：県内の黒毛和種肥育農場において、令和 5 年 11 月に子牛 1 頭が肺炎症状を、また同年 12 月に子牛 1 頭および肥育牛 1 頭が肺炎症状を示し、各々が断続的に治療されていた。さらに、翌年 2 月に複数頭の子牛または育成牛が発咳を呈し、令和 6 年 3 月 4 日、11 月に発症した 1 頭、12 月に発症した 2 頭および 2 月に発症した 7 頭の病性鑑定を実施した。

以上の症例において、病性鑑定に供した牛の概要を表 1 にまとめた。

表 1 病性鑑定に供した牛の概要

症例	発生時期	品種	発育区分	頭数	臨床症状	
					下痢	呼吸器
1	R3.5	黒・ホル	子牛・育成牛	5	—	○
2	R3.5	黒	子牛・育成牛	12	—	○
3	R4.12	ホル	成牛	2	○	—
4	R5.3	ホル	成牛	13	○	—
5	R5.12	黒	肥育牛	10	○	○
6	R5.11～R6.3	黒	子牛・育成牛・肥育牛	10	—	○

黒：黒毛和種、ホル：ホルスタイン種、○：症状有、—：症状無

材料および方法

材料は、ウイルス分離株 8 検体、糞便 1 検体および鼻腔スワブ 10 検体の計 20 検体（症例 1 は 1 検体、症例 2 は 2 検体、症例 3 は 2 検体、症例 4 は 1 検体、症例 5 は 3 検体、症例 6 は 10 検体）を用いた。

分子系統樹解析は動物衛生研究部門へ依頼した。菅野らの方法[2]に準拠し、スパイク蛋白質遺伝子中の S1 領域を増幅するプライマーセットを用いて RT-PCR を行い、ダイレクトシーケンス法により塩基配列を決定した。その後、polymorphic region を対象に遺伝子解析ソフト MEGAX による分子系統樹解析を実施し、遺伝子型別および塩基配列の相違に基づきウイルスタイプの分類を行った。

疫学調査は、畜主からの聞き取りおよび牛の個体識別情報を基に実施した。

成績

RT-PCR で検出された BCoV の特異遺伝子の分子系統樹解析の結果、BCoV は遺伝子型Ⅲ型またはⅣ型に大別され、さらに塩基配列の相違に基づき 5 種類のウイルスタイプ（以下、タイプⅢ-1、Ⅲ-2、Ⅲ-3、Ⅳ-1 およびⅣ-2）に分類された（図 1）。なお、同一のウイルスタイプに分類された BCoV の塩基配列は、100%一致していた。症例 1～5 ではそれぞれ 1 種類、また症例 6 では 3 種類のウイルスタイプが検出された（表 2）。

疫学調査において、各症例の発生農場における関連業者を調査した結果、全症例において特定の牛輸送業者が、また症例 1～4 では飼料業者、敷料業者および堆肥の搬出先が、症例 1～5 では集乳業者が、症例 5 および 6 では一部の飼料業者が共通していた。

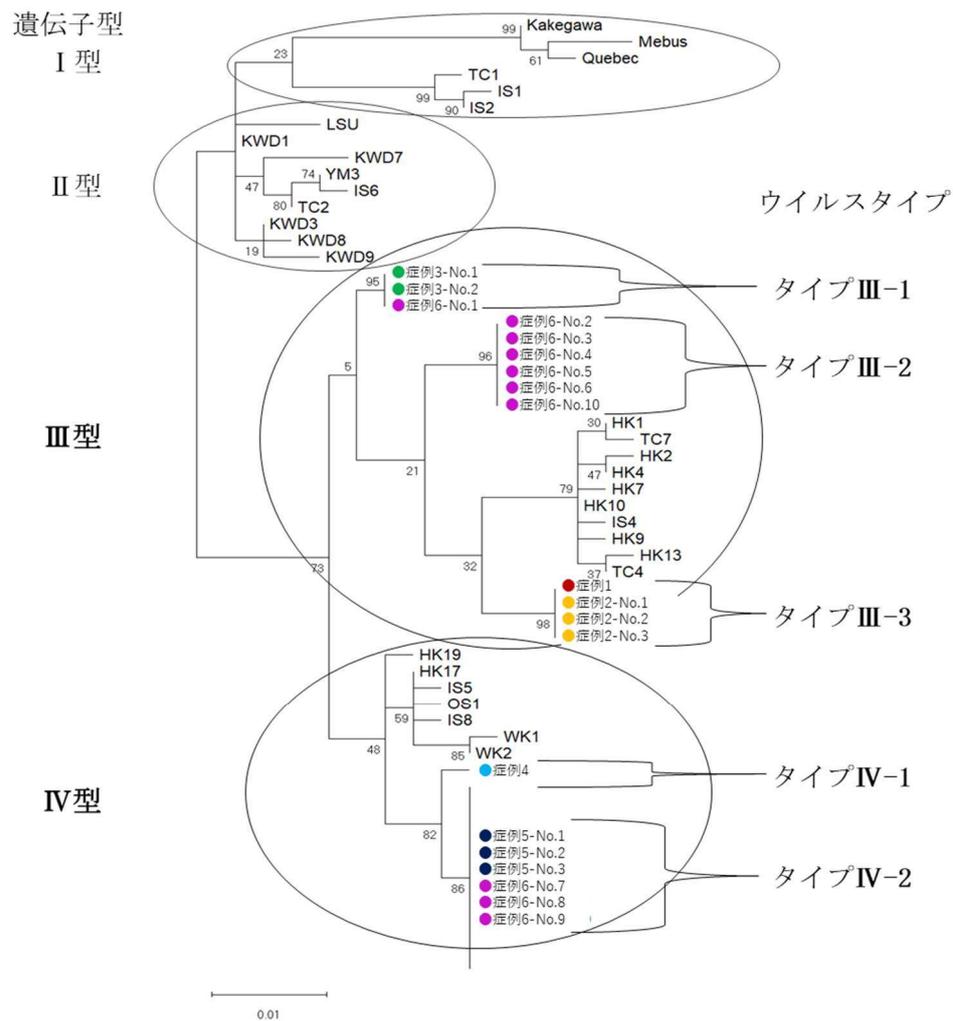


表 2 各症例のウイルスタイプおよび検出数

症例	ウイルスタイプ(検出数/解析数)
1	III-3 (1/1)
2	III-3 (3/3)
3	III-1 (2/2)
4	IV-1 (1/1)
5	IV-2 (3/3)
6	III-1 (1/10)
	III-2 (6/10)
	IV-2 (3/10)

考察

今回、BCoV の分子系統樹解析を実施し、県内における遺伝子型およびウイルスタイプの分布が明らかになった。同一のウイルスタイプに分類された BCoV は、解析領域の塩基配列が 100%一致したことから、同一の BCoV と推察された。

症例 1 および 2 は、同時期かつ同一団地内の農場における発生であり、タイプ III-3 が共通して検出された。両農場間において発生前に特に交流はなかったが、団地内の各農場は、1 本の道路を挟み、各牛舎の入口が向き合うように位置している。そのため、関連業者の車両および各農場作業者の動線が交差せざるを得ない。これらのことから、BCoV は人または車両等の持ち込みによって伝播した可能性が示唆された。

症例 3 および 4 は、それぞれ BCoV の単独感染による下痢症であった。症例 3 の初発牛は牛舎入口付近に飼養されていたことから、人または物を介して牛舎外から BCoV が侵入した可能性が示唆された。症例 4 は症例 1 と同一農場であったが、検出された BCoV の遺伝子型は異なっていたことから、症例 4 は症例 1 とは別の BCoV が牛舎外から侵入したと考えられた。

症例 5 の全検体および症例 6 の 3/10 検体において、タイプ IV-2 が共通して検出された。症例 5 は、発生 13 日前に症例 6 の農場から黒毛和種 4 頭が導入されていた。当時発症した 10 頭は、全て在来牛であり、導入牛の発症は認められなかった。しかし、過去にも同様の報告があることから [3]、症例 5 においても、導入牛により BCoV が持ち込まれたと考えられた。

症例 6 は、令和 5 年 11 月から翌年 3 月まで呼吸器症状の散発が認められた。当該農場は頻繁に牛を導入しており、解析に供した 10 頭は、令和 5 年 10 月、12 月および翌年 2 月の 3 回に分けて導入されていた。10 月導入牛からは主にタイプ III-2 が検出され、12 月導入牛からは主にタイプ IV-2 が検出された (表 3)。このことから、複数回の牛導入に伴い、異なる BCoV が侵入していた可能性が示唆された。

症例 6 の 1/10 検体において検出されたタイプ III-1 は症例 3 と同一であった。両症例の発生時期は、令和 4 年 12 月から令和 5 年 11 月と約 1 年の間があった。また、症例 6 でタイプ III-1 が検出された牛は、症例 3 の C 農場と同じ団地内にある農場で令和 5 年 8 月に出生していた。BCoV は容易に常在化するといわれており、牛の感染実験において複数年に渡り BCoV 遺伝子が鼻汁から検出されたとの報告がある [1]。このことから、BCoV が地域内で持続的に存在し、牛の移動や寒冷ストレスによって再び顕在化した可能性が疑われた。しかし、今回は環境中の BCoV 検出や持続感染牛の確認検査は実

表 3 症例 6 で解析に供した 10 頭の導入時期およびウイルスタイプ

個体	導入時期	発症時期	ウイルスタイプ
1	R5.10	R5.11	III-1
2	R5.10	R5.12	III-2
3	R5.10	R5.12	III-2
4	R5.10	R6.2	III-2
5	R5.10	R6.2	III-2
6	R5.12	R6.2	III-2
7	R5.12	R6.2	IV-2
8	R5.12	R6.2	IV-2
9	R5.12	R6.2	IV-2
10	R6.2	R6.2	III-2

施していなかったため、さらなる調査が必要である。

今回解析した BCoV のウイルスタイプの分布から、発生年次または農場を跨いだ BCoV の伝播が示唆された。今後、飼養衛生管理基準の遵守を指導するとともに、BCoV 感染経路の考察を裏付けるため、環境中の BCoV 検出や持続感染に関する詳細な調査を行い、感染対策の強化に役立てたい。

稿を終えるにあたり、分子系統樹解析ならびにご助言いただいた、農研機構動物衛生研究部門衛生管理研究領域病理・生産病グループ札幌研究拠点の鈴木亨先生に深謝する。

引用文献

- [1]菅野徹：家畜診療、602、459-464 (2013)
- [2]菅野徹、畠間真一、石原涼子、内田郁夫：Journal of General Virology、88、1218-1224 (2007)
- [3]白石忠明、原田清志、高瀬守史、垣崎一則、栗原宏治、原文男、岩田明敏：日獣会誌、33、70-74 (1980)
- [4]Suzuki T, Otake Y, Uchimoto S, Hasebe A, Goto Y: Viruses、12、183 (2020)

乾乳牛の第四胃左方変位整復手術の一事例について

北部家畜保健衛生所 登駐在所

○増原 紋加

乳牛の第四胃変位は分娩後に発生しやすく、食欲不振や乳量低下等を示す消化器疾患で、その原因はいくつかの要因が複合的に関与することが知られており、経済的損失の大きい疾病である[3]。

今回、令和6年能登半島地震の被災農場において、妊娠6ヶ月のホルスタイン種の第四胃変位事例に遭遇したので、その概要を報告する。

発症牛の概要

症例は83ヶ月齢（令和6年1月1日現在で80ヶ月齢）のホルスタイン種経産牛で、頭数80頭規模のフリーストール牛舎で飼養されていた。令和5年9月8日人工授精され、令和6年6月15日分娩予定の5産目であった（表1）。

表1 発症牛の概要

飼養形態	フリーストール（搾乳頭数80頭規模）
品 種	ホルスタイン
月 齢	83ヶ月齢
人工授精日	R5. 9. 8（R6. 6. 15分娩予定）
産 次	5産

発症までの経緯

令和6年1月1日、能登半島地震が発生し、農場では発災から停電と断水が続き、10日間の絶水を余儀なくされ、飼料は少量の乾草のみ給餌されている状況であった。同月10日からは給水車により絶水は解消されたが、牛への給水量が制限され、自由飲水ではなかった。給水後は乾草の他にTMR（完全混合飼料）を加え、徐々に給餌量は震災前に戻されていった。また断水のため2週間は搾乳が実施できず、搾乳できる状況になっても当該牛は全く乳量が出なかったため、妊娠5ヶ月であったが、2月中旬に早期乾乳された（図1）。

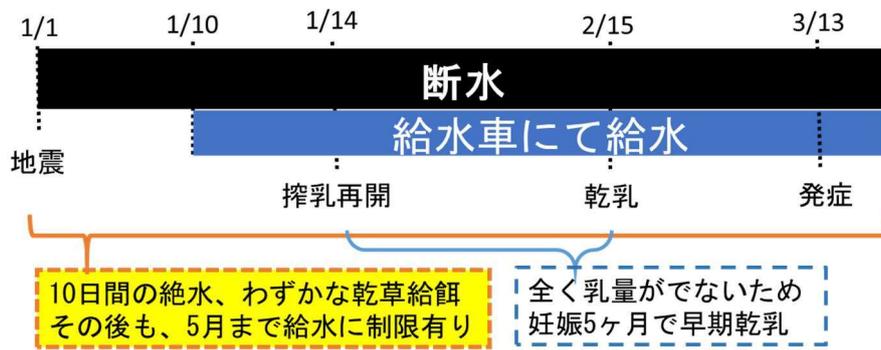


図1 令和6年能登半島地震発生から発症までの経緯

3月13日食欲不振との稟告で診療依頼があり、第1病日は左臍部から肋部にかけて金属性有響音が聴取され、第四胃左方変位と診断し、内科的処置を施した。第2病日、体温が低下し症状が悪化したため外科的処置に切り替え、立位右臍部切開大網固定術を実施した。

立位右臍部切開大網固定術の方法

妊娠月齢と大きさの関係は、おおよそ体長が(妊娠月齢)×(妊娠月齢+2)cmになる。今回の症例は妊娠6ヶ月の胎仔が体長48cm、体重12kgと推定され、通常より5cm上方に25cm切開した(図2)。

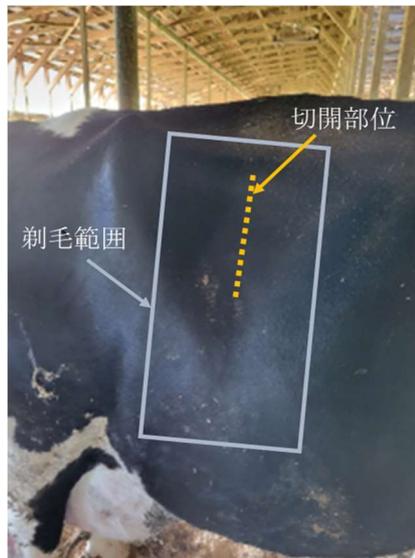


図2 右臍部切開部位



図3 第四胃ガス抜き

また、第四胃内に貯留したガスを除去する際、術者に踏み台を用いることにより胎仔を避け第一胃背囊越しに左手を入れられるよう工夫した(図3)。第四胃のガス除去後、四胃の位置が通常的位置に戻ったのを確認した後、右腹腔よりアプローチして幽門付近の大網と腹膜および腹横筋を固定した。術後は14日目に抜糸し、その際は食欲も改善し経過は良好であった。6月13日には雌のホルスタインを分娩し、泌乳最盛期である8月には1日乳量30kgまで回復した。また10月

12日人工授精し、その後40日で受胎していることを確認した。

考察

通常、第四胃は正中よりやや右寄りの腹底に位置し、正常な位置から左方または右方に変位することで発症する（図4）。

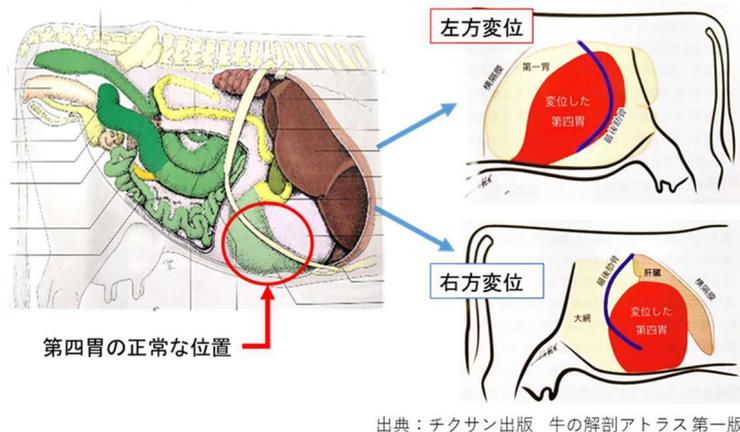


図4 正常牛と第四胃変位発症牛における第四胃の位置

第四胃変位の原因は、腹腔内の空隙、消化運動の低下、第四胃アトニー、第四胃内のガス等、複数の要因が複合的に関与していると考えられている[1]。特に、分娩後は子宮の収縮による腹腔内の空隙、低カルシウム血症による平滑筋の収縮不全が起これ消化運動の機能低下、乾乳期から泌乳期への飼料変更によりガスが発生しやすくなることから第四胃変位が多発すると考えられている[2]。

今回の症例は、震災による飲水と給餌の制限、搾乳停止等の飼養環境の悪化によるストレスおよび胎児の成長に伴う子宮増大等が要因と推察された。

第四胃変位の治療法は、内科的処置と外科的処置とがあり、内科的処置は整腸剤、生菌剤、カルシウム剤等を経口または静脈内に投与し、胃内環境を改善し消化器運動を促進させる。内科的処置は治療回数が多くなり、ガスが抜けたとしても再発しやすいという欠点がある。一方、外科的処置では第四胃内のガスを強制的に除去し正常な位置に戻した上で外科的に固定を行う。妊娠した牛への外科的処置は、子宮の大きさから処置は困難となるが、今回、術者の手の挿入位置を調整したことで、ガスを容易に抜くことが可能となった。また外科的処置は治療回数を減らし、乳量の減少による経済的損失を最小限にとどめることができるためメリットは大きいと考える。

第四胃変位は国内で年間4万件以上の発生が見られ、ホルスタイン種経産牛以外にも育成牛、黒毛和種肥育牛でも発生がある。ここ数年当所では、第四胃変位に対しては内科的処置のみであったが、今回、外科的に第四胃を整復固定し術後良好な成績が得られたことから、今後は外科的処置も有効な選択肢として積極的に取り入れ対応していきたい。

最後に、今回の震災は多くの農家に被害をもたらしたが、このような中でも今回の症例をはじめ、診療の観点から少なからず農家に貢献できたと思っている。

奥能登の家畜診療を主たる業務とする当所の役割の重要性を再認識する経験となった。

引用文献

- [1]元井菫子：生産獣医療における牛の生産病の実際，内藤善久，浜名克己，元井菫子，80-84，文永堂，東京（1999）
- [2]田口清，田幡欣也：家畜診療，45，429-442(1998)
- [3]家畜共済の診療指針 I：全国農業共済協会，106-124（2003）

母豚の中和抗体価及び ELISA S/P 値を用いた子豚の豚熱ワクチン接種日齢の検討

北部家畜保健衛生所

○吉田恵実

平成 30 年 9 月の岐阜県での豚熱発生を受け、石川県では令和元年 10 月より飼養豚への豚熱ワクチンの接種を開始した。この時、子豚の接種日齢は県内一律 30-40 日齢であったが、ワクチンブレイクが多発したことを受け、令和 2 年 5 月より 40-60 日齢に変更し、同年 9 月からは国が推奨する 50-60 日齢とした。

令和 4 年 7 月、農林水産省の第 88 回牛豚等疾病小委員会において、各都道府県の免疫付与状況確認検査の解析結果から、「全国一律に日齢を示すのではなく、都道府県ごと、農場ごとに、母豚の抗体価の分布や、子豚の抗体価の推移等の傾向を把握し、適切なワクチン接種日齢を柔軟に検討することが望ましい」とされた[1]。

これを受け、石川県では同年 9 月に農場毎に接種日齢を検討し、半数の農場で接種日齢を 40-50 日齢に変更した。以降、と場採材陽性率は全ての農場で 80%以上を達成していた。

令和 6 年度、令和 4 年の接種日齢見直しから 2 年が経ち、各農場の母豚抗体価の分布の変化や全体的な低下が確認されたことから、子豚での早期の移行抗体消失が予想された。

そこで、母豚中和抗体価の分布の解析に加え、シミュレーションモデルを用いることで、農場毎の接種日齢を再度検討したのでその概要を報告する。

材料及び方法

1 材料

令和 4 年度及び 6 年度の免疫付与状況確認検査で得られた管内 8 戸（A-H 農場）の母豚延べ 439 頭の中和抗体価及び ELISA S/P 値を用いた。

2 方法

(1) 中和抗体価の分布の解析

4 年度と 6 年度で管内の母豚群の変化の有無を検証するため、各年度の全ての母豚の中和抗体価を 2^x と表記した場合の x について、その平均値の差の検定として Welch の t 検定を実施した。P 値が 0.05 未満で有意差ありとした。また、各年度の各農場の中和抗体価について分布を描画し、その差を比較するため Wilcoxon 順位和検定を実施した。Welch の t 検定同様、P 値が 0.05 未満で有意差ありとした。その他、農場毎に各年度の x の分散、中和抗体価の中央値、80 パーセンタイル（%ile）を調べた。80%ile から、半減期を 11 日[2]として子豚の 80%が移行抗体価 64 倍以下[3]となる日齢を算出した（80%テイク日齢）。さらに農場毎に検査対象の母豚の中で中和抗体価が 16 倍以下の母豚が占める割合（16 倍以下母豚割合）と 1024 倍以上の母豚の有無を確認した。

(2)シミュレーションモデルによる接種適期の推定

岐阜県で開発されたシミュレーションモデル[4]を使用した。このシミュレーションでは母豚の S/P 値を使用して、子豚の移行抗体価を推測する。S/P 値を中和抗体価に換算するため、岐阜県のデータに基づく ROC 解析で得られた表 1 が用いられる。例えば、移行抗体で防御可能な中和抗体価 32 倍に相当する S/P 値は 0.194、ワクチンテイクしたと判定される中和抗体価の下限値 2 倍に相当する S/P 値は 0.042 となる (表 1)。

表 1 岐阜県のデータに基づく中和抗体価と S/P 値のカットオフ値[4]

中和抗体価 (以上)	S/P 値 (以上)	感 度 (%)	特異度 (%)
2	0.042	88.5 (154/174)	100.0 (3/ 3)
4	0.046	90.9 (149/164)	100.0 (13/ 13)
8	0.081	91.9 (136/148)	100.0 (29/ 29)
16	0.095	94.8 (128/135)	93.9 (39/ 42)
32	0.194	92.6 (100/108)	88.4 (61/ 69)
64	0.318	89.6 (69/ 77)	89.0 (89/100)
128	0.484	86.5 (45/ 52)	89.6 (112/125)
256	0.556	96.6 (28/ 29)	87.8 (130/148)
512	0.809	100.0 (13/ 13)	97.0 (159/164)
1024	0.875	100.0 (2/ 2)	94.3 (165/175)

本県のシミュレーションにおいても表 1 を基準として移行抗体での防御の可否、ワクチンテイクの可否を判断した。

出生後の各日齢でワクチン接種を実施し、全子豚のうち 80% 以上の子豚がワクチンテイクする接種日齢を接種適期とした。各年度の実際の接種日齢とシミュレーションモデルにより推定された接種適期 (モデル接種適期) を比較した。

成績

4 年度と 6 年度の管内全体の母豚の中和抗体価の対数 x の平均値はそれぞれ 6.8、6.0 であり、Welch の t 検定の結果、これら平均値には有意差があった ($P = 0.0000036$)。全農場の母豚の中和抗体価の中央値は 4 年度で 128 倍であったが、6 年度には 64 倍に低下した。

各農場の母豚中和抗体価の分布より、A、D、E 農場は 4 年度と 6 年度で母豚中和抗体価のバラつきに大きな変化はなかった (図 1)。B、F、H 農場は 4 年度に比べ 6 年度でバラつきが小さくなった (図 1)。反対に、C 農場は 4 年度に比べ 6 年度でバラつきが大きくなっており、16 倍以下の母豚が 1 頭から 9 頭に増加した (図 1)。G 農場は 4 年度と 6 年度でバラつきに大きな変化はなかったが、ピークが 256 倍から 64 倍に低下していた (図 1)。4 年度の母豚中和抗体価の最大値は A、C 農場で 512

倍、B、D、F、G、H農場で1024倍、E農場で2048倍であったが、6年度にはA、B、C、F、H農場で256倍、D、G農場で512倍、E農場で1024倍となった（図1）。

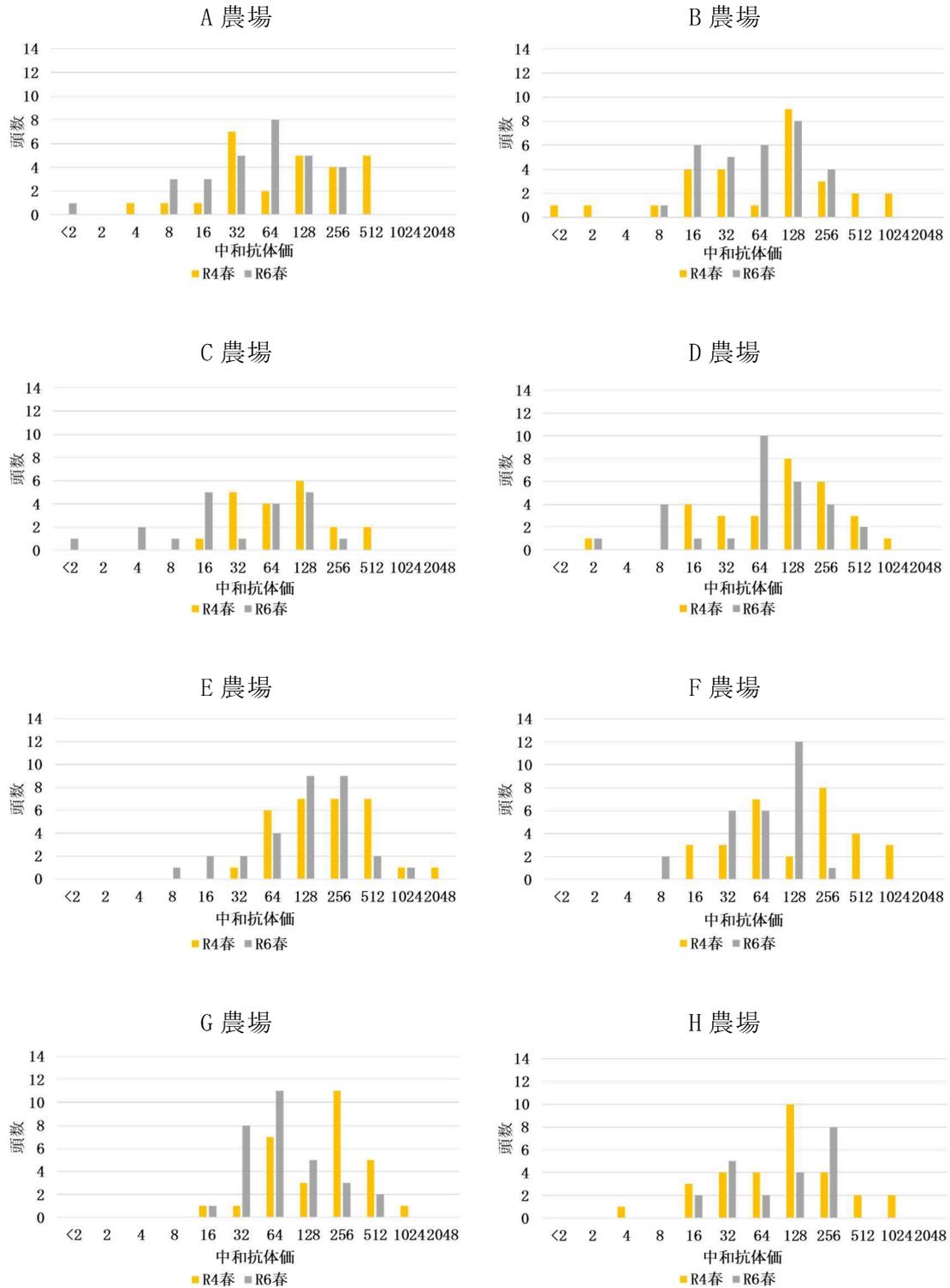


図1 農場毎の母豚中和抗体価の分布

Wilcoxon 順位和検定において 4 年度と 6 年度の中和抗体価の分布の変化を比較

したところ、A、B、D、E、H農場は有意差がなく、C、F、G農場では有意な差が認められた（表 2-1）。中和抗体価の分散は、A、B、D、F、G、H農場では4年度に比べ6年度で小さくなったが、C、E農場では大きくなった（表 2-1）。中和抗体価の中央値が変化しなかった農場はH農場のみ、80%ileが変化しなかったのはC、H農場のみであり、その他の農場では低下した（表 2-1、2-2）。また、16倍以下母豚割合が20%以上の農場は、4年度にB農場1戸のみであったのに対し、6年度にはA、B、C、D農場の4戸に増加した（表 2-2）。特にC農場は分布で確認されたように、16倍以下母豚割合が5%から45%に増加した（表 2-2）。分布の結果と同様に、1024倍以上の母豚は4年度にB、D、E、F、G、H農場の6戸で確認されたが、6年度にはE農場1戸でのみ確認された（図 1、表 2-2）。

表 2-1 農場毎の母豚の中和抗体価の分布についての各指標（*は有意差あり）

農場	Wilcoxon	対数 x の		中和抗体価（倍）	
	順位和検定 P 値	分散		中央値	
		R4	R6	R4	R6
A	0.10	3.71	3.28	128	64
B	0.41	5.74	2.05	128	64
C	0.028*	1.85	4.25	96	48
D	0.20	3.76	3.66	128	64
E	0.12	1.89	2.4	256	128
F	0.029*	3.22	1.48	192	64
G	0.00082*	2.51	1.51	256	64
H	1	3.24	2.06	128	128

表 2-2 農場毎の母豚中和抗体価の分布における80%ileと中和抗体価毎の割合

農場	中和抗体価（倍）		80%テイク日齢		16倍以下		1024倍以上	
	80%ile		（日齢）		（%）		（%）	
	R4	R6	R4	R6	R4	R6	R4	R6
A	256	128	22	11	11	23	0	0
B	256	128	22	11	25	23	7	0
C	128	128	11	11	5	45	0	0
D	256	192	22	17	17	20	3	0
E	512	256	33	22	0	10	6	3
F	512	128	33	11	10	7	10	0
G	384	128	28	11	3	3	3	0
H	256	256	22	22	13	9	6	0

実際の接種日齢は4年度と6年度で大きな差はなく、いずれの農場も40-60日齢程度で接種を行っていた（表 3）。モデル接種適期は4年度において、C、D農場で

20-30 日齢、A、B、E、F、H 農場で 30-40 日齢、G 農場で 35-45 日齢を示し、農場間で大きな差は見られなかった（表 3）。6 年度のモデル接種適期は、A 農場で 0-10 日齢、D 農場で 10-20 日齢、B、F 農場で 15-25 日齢、C、E 農場で 20-30 日齢、G、H 農場で 30-40 日齢を示し、農場間でバラつきがあった（表 3）。モデル接種適期が 4 年度と 6 年度で差がなかったのは C、H 農場のみであり、その他の農場は 4 年度に比べ 6 年度でより低い日齢となった（表 3）。

表 3 農場毎の接種適期推定結果（日齢）

農場	実際の接種日齢		モデル接種適期	
	R4	R6	R4	R6
A	40-55	40-60	30-40	0-10
B	50-65	40-50	30-40	15-25
C	40-60	50	20-30	20-30
D	44-62	38-60	20-30	10-20
E	44-60	44-58	30-40	20-30
F	40-60	40-50	30-40	15-25
G	42-52	40-60	35-45	30-40
H	40-55	42-49	30-40	30-40

A、B、D、E、F 農場は 6 年度の 80% テイク日齢とモデル接種適期に大きな差はなかったが、C、G、H 農場は 10-30 日程度の差があった（表 2-2、表 3）。

考察及びまとめ

今回、管内全体の母豚の中和抗体価を解析したところ、Welch の t 検定で 4 年度と 6 年度の間に有意な差が認められた。このことから、管内の母豚群の構成は 4 年度と 6 年度で変化したと考えられ、再度各農場の接種日齢を検討する必要があることが明らかとなった。

農場毎に接種日齢を検討した結果、A、B、D、E、F 農場は 6 年度の 80% テイク日齢、モデル接種適期の結果が概ね一致していたため、モデル接種適期の日齢まで接種日齢を前倒しすることが推奨された。

ただし、A、D 農場についてはモデル接種適期が 0-10 日齢、10-20 日齢だが、前者では中和抗体価 128 倍以上の母豚が 29 頭中 9 頭（31%）、後者では 256 倍以上の母豚が 29 頭中 6 頭（21%）認められた。よって、A 農場は 11-20 日齢、D 農場は 22 日齢前後での接種が望ましいと考えられた。

C 農場は 4 年度と比較して 6 年度で分散が大きくなり、中央値が低下、16 倍以下母豚割合が 5% から 45% に増加した。一方で、80% ile は変化していなかったことから、4 年度に比べ、6 年度で中和抗体価の低い母豚が増え、中和抗体価の低い母豚間でのバラつきが大きくなったことが推測される。これに加え、80% テイク日齢と

モデル接種適期が一致していないことで明確な接種適期を推定できなかった。

G農場は4年度と6年度で分布のピーク位置が変化し、Wilcoxon順位和検定で有意な差が認められたことから、4年度から6年度で母豚群の構成が変化したと考えられた。また、中央値や80%ileの低下から免疫空白期間の発生が予想された。しかし、4年度から6年度にかけて中和抗体価に基づく80%テイク日齢は17日早まったのに対し、S/P値に基づくモデル接種適期は5日のみ早まった。これは、6年度において中和抗体価とS/P値が相関していなかったことによるものと考えられた。中和抗体価256倍以上の母豚が30頭中5頭（17%）認められたことから、半減期を考慮して30-40日齢で接種するのがよいと推察された。

H農場については、唯一中央値、80%ileともに変化がなく、4年度と6年度で母豚群の構成が変化していないことが推測された。ただし、いずれの年度でも接種適期の各推定結果の間には8-18日の差があり、シミュレーションの過程でこの差が生じたことが予想された。同農場は他の農場と比べ、ELISA検査において0.95を超えるS/P値を示した母豚が多く、これらの母豚は岐阜県のカットオフ値を用いると、中和抗体価1024倍以上と推定されたが、実際には1頭も検出されておらず、20-30日齢での接種が望ましいと考えられた。

中和抗体価とS/P値の比例関係は都道府県によって大きく異なることが指摘されており[2]、岐阜県の比例関係と石川県の比例関係には差があることが予想され、今後は本県でのカットオフ値、ワクチン接種後の抗体価の推移を追ったデータを基に、本県の実態に即したシミュレーションモデルを作成することで、より精度の高い接種適期の推定を行いたいと考える。

今回の結果は免疫付与状況確認検査の結果から計算により導き出されたものであり、必ずしも現状と一致するとは限らない。また、母豚の中和抗体価にバラつきのある農場での早期（10日齢程度）のワクチン接種は1回のみで80%以上の免疫付与率を得ることが難しく、追加のワクチン接種が必要となる可能性がある。よって、接種日齢を一度に推奨接種日齢まで引き下げるのではなく、と場採材陽性率や飼養衛生管理の状況を考慮しながらの段階的な引き下げが必要であると考え。特に現時点でと場採材陽性率が90%以上で、かつ推奨接種日齢が30日齢以下の農場については、まずは離乳豚舎へ移動した直後から40日齢以下での接種を目標とするのがよいと考える。また、いずれの農場についてもワクチン接種前の子豚への豚熱感染予防対策の徹底を改めて指導することで、本県における豚熱の発生予防に寄与していきたい。

謝辞

農場毎の接種適期を推定するため、シミュレーションをご実施いただいた岐阜県中央家畜保健衛生所 桑田桂輔氏に感謝申し上げます。

参考文献

[1] 牛豚等疾病小委員会：第88回牛豚等疾病小委員会資料（2022）

- [2] 牛豚等疾病小委員会：第 60 回牛豚等疾病小委員会資料（2020）
- [3] 清水実嗣：豚病会報、29、2-13（1996）
- [4] 桑田桂輔、浮田真琴、加藤 智、國永尚稔、田中英次、迫田義博、蒔田浩平：
日獣会誌、76、e274-e282（2023）

鶏卵のサルモネラ検査における Egg Shell Cutter の利用

北部家畜保健衛生所

○木村祐太 吉田恵美 河合愛美

鶏卵は日本において最も自給率の高い畜産物であり、食品衛生の観点からサルモネラの汚染防止は極めて重要である。鶏卵のサルモネラ汚染経路は、産卵後の卵殻に付着し時間経過とともに卵殻内に菌が侵入する on egg、保菌鶏体内で産卵前に菌が卵内に内包される in egg の 2 種類が知られている [1]。

当所では養鶏農場内におけるサルモネラ汚染防止対策として年に 1 度、管内全ての養鶏農場から環境材料と各 5 個の鶏卵を採材し、卵殻、卵白、卵黄からサルモネラ菌分離検査を実施している。鶏卵のサルモネラ検査（以下、鶏卵検査）は検査に長大な時間を要し、検査員の負担となっていたことから、市販の卵調理器具 Egg Shell Cutter (ESC) を用いた新たな作業法を考案し、その所要時間を比較検討した。

現状と課題

鶏卵検査は、結果判定まで 4 日間を要するため [2]、週初めの採材が適しており、複数の農場をまとめて検査を実施できれば効率的であるものの、防疫上、複数の農場へ連続して立入らないこととしており、検査時間を考慮すると 3 農場/日が上限となる。当所で検査を実施する際は 2~3 農場を同時に検査しているのが現状である。

これまでの卵白・卵黄の採材は滅菌したハサミ等を用いて卵殻に適切な径の孔を開け、卵殻除去を行うとされている。

（従来法）。従来法は、力加減や孔径の調整に熟練を要し、1 個ずつ作業を行うため、1 農場あたり 30~45 分程度を要していた（図 2）。

このため同検査は、検査員 2 名で対応し 2~3 農場あたり 30~45 分の作業時間を要

していた。卵殻除去作業のために他の検査の作業を遅らせる、中断する等の対応が必要であり、効率的な業務の実施に支障を来していたことから、用具等の工夫により作業時間の短縮および検査員の削減が可能であると考えた。

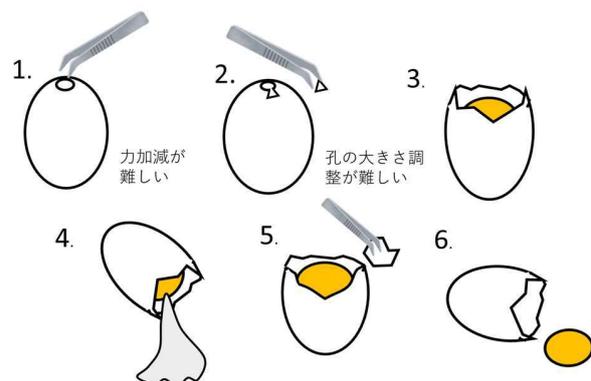


図 1：従来法の詳細図

1 農場（鶏卵 5 個）あたり



図 2：検査に係る作業時間

材料と方法

1. ESC の選定

卵殻除去作業の効率化にあたり、無菌的操作が確実に実施され、簡便かつ同作業の所要時間が従来法の 1/2 以下となることを条件として使用器具について検討したところ、卵殻を破碎せず、器具の一部が卵の中に入らない、火炎滅菌が可能な金属製で入手が容易な器具として、ゆで卵をスプーンで喫食する際に用いられる器具 Egg Shell Cutter (写真 1) を利用することとした。

ESC は卵尖部に円状に切り込みや亀裂を入れることにより卵殻を切除するが、その方法は多岐にわたり、刃を突き刺すもの、衝撃を加えるもの、レーザーを用いるものなど様々である。今回は入手が容易で、器具の一部が卵の中に入らず、衝撃により卵殻除去を行う ESC (衝撃タイプ) を採用することとした。衝撃タイプの中でも一般に販売されているものは、付属するばねにより衝撃を与えるもの (ばね式: 図 3) と、付属の鉄球を振り下ろすもの (鉄球重り式: 図 4) の 2 つがある。

今回この両方を購入し、市販の鶏卵を用いて、卵殻除去作業の比較を行った。ばね式は、卵尖部に円状にひびがはいるのみで、卵殻を除去するには別途ピンセットなどが必要であった。一方鉄球重り式は卵殻を滑らかに切除でき、切除した卵殻は本体に抱え込まれ、ESC のみで卵殻除去が可能であったことから、鉄球重り式が卵殻除去作業に最適であると判断した。



写真 1 : Egg Shell Cutter

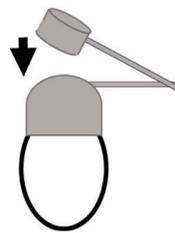


図 3 : ばね式 ESC

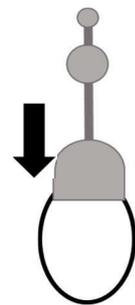


図 4 : 鉄球重り式 ESC

2. ESC の使用方法

ESC は加熱された鶏卵に用いる器具であるため非加熱の鶏卵に通常の使用法で用いると卵白があふれ出す。これを利用し卵殻除去と同時にあふれだす卵白を採取する以下の方法 (ESC 法) を考案した (図 5)。

- (1) 卵尖部に ESC をあてがう。
- (2) 重りを 2 回振り下ろす。
- (3) 卵と ESC を持ち上げ容器の上に移動

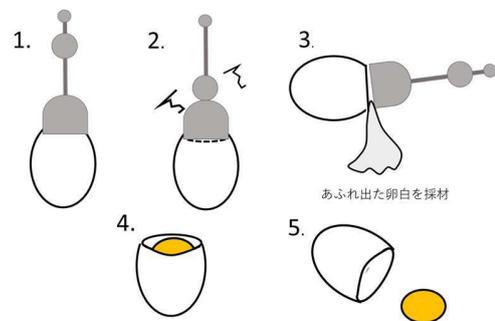


図 5 : ESC 法詳細図

- し、ゆっくりと卵をあけ、あふれ出る卵白を採材する。
- (4) 完全に卵を開ける。
- (5) 卵黄を採材する。

3. ESC 法と従来法との比較

ESC 法と従来法との作業時間を比較し、さらに、両法によって採取された卵白・卵黄について、無菌的操作の確認を行った。

(1) 迅速性試験

作業に不慣れな検査員（検査員 A）と習熟した検査員（検査員 B）が市販の鶏卵を用いて ESC 法、従来法で 1 個ずつ卵殻除去作業を実施し、ESC 法は ESC が卵殻に触れた瞬間から卵黄を取り出すまで、従来法はピンセットが卵殻に触れてから、卵黄を取り出すまでの時間を計測した。

(2) 無菌的操作の確認

ESC 法、従来法を用いて市販鶏卵 1 個から、卵白、卵黄を採取し、それぞれ滅菌生理食塩水で 2 倍希釈し破碎、混合した。その後、羊血液寒天培地（栄研化学）に卵白液、卵黄液をそれぞれ 100 μ l 接種し、滅菌コンラージ棒を用いて塗抹後、5% CO₂ 下、37℃で 24 時間培養を行った。

結果

検査員 A は従来法では 260 秒を要したが、ESC 法では 55 秒に作業時間を短縮した。同様に検査員 B も 120 秒から 30 秒に作業時間を短縮し、検査員に関わらず ESC 法を用いると作業時間は従来法の 1/4 以下に短縮した（表 1）。また、無菌的操作の確認では 2 法とも培地上に細菌は発育しなかった。

表 1：迅速性試験結果（単位：秒）

方法	検査員	1回目	2回目	平均
従来法	A	240	280	260
	B	120	120	120
ESC法	A	60	50	55
	B	30	30	30

考察および今後の展望

以上の結果から、ESC 法は、作業時間を短縮し、無菌的操作にも問題がない作業法であることが示唆された。ただし、卵殻に亀裂の入った卵に ESC を使用すると、卵全体が破碎されることがしばしば生じた。これを防ぐためには、実施前の亀裂の有無の確認が重要となる。また、今回の試験では、卵殻除去のみに要する時間を計測したが、実際の作業では、鶏卵 1 つ作業するたびに、器具の火炎滅菌などの準備が必要である。

従来法で行われた鶏卵検査において検査員 B の作業には、卵殻除去のためのピンセットの洗浄や器具の火炎滅菌が含まれており、2~3 農場あたり、60~90 分の時間を要していた。一方、検査員 B のような熟練した検査員が ESC 法で検査した場合、構造上の理

由から ESC は洗浄の必要がなく、器具の火炎滅菌作業だけが加わるため、2～3 農場あたり、15～20 分程度の時間で完了できると考えられた。従来は検査員 2 名で、2～3 農場あたり、30～45 分の時間を要していたことから、今後は ESC 法の導入・活用により検査作業時間と検査員数を削減し、業務の効率化を図りたい。

糞便の寄生虫検査における 0 リング法等、本来検査器具ではない物品を活用して作業効率化を図った事例は少なからず存在する。ESC 法も普遍的な作業法となるよう、更なる検討、改良を重ねていきたい。

参考文献

- [1] 内閣府食品安全委員会：食品健康影響評価のためのリスクプロファイル～ 鶏卵中のサルモネラ・エンテリティディス ～（2006）
- [2] 厚生労働省：鶏卵のサルモネラ検査総合対策指針（2006）

石川県における野生イノシシの豚熱浸潤状況および抗体保有状況

南部家畜保健衛生所

○寺尾彩、上地正英、田中孝一

平成 30 年 9 月、岐阜県の養豚場において国内で 26 年ぶりとなる豚熱が発生し、養豚場周辺の野生イノシシにおいても豚熱の感染が確認された。これを受け、本県では平成 30 年 9 月から死亡イノシシ、令和元年 7 月から捕獲イノシシの豚熱浸潤状況確認検査を開始し、その 1 か月後の令和元年 8 月より野生イノシシに対する豚熱経口ワクチンの散布を開始した。今回、令和 6 年 11 月までに実施した野生イノシシの豚熱検査結果をとりまとめるとともに、検査データについて解析したので、その概要を報告する。

背景

1 野生イノシシの豚熱検査体制

本県での野生イノシシの豚熱検査は、野生イノシシ専用検査室にて実施している。この検査室は、当所から約 500 メートル離れた県農林総合研究センター農業試験場の実験室を借り受け、リアルタイム PCR 装置やクリーンベンチ等の検査機器を設置して、令和元年 9 月に新たに整備された [14]。捕獲イノシシでは県農林総合事務所またはジビエ施設の職員が箱わな等で捕獲されたイノシシの血液を採取し、死亡イノシシでは家畜保健衛生所の職員が死体から扁桃、脾臓および腎臓を採取する。採取された材料は、野生イノシシ専用検査室に直接、あるいは郵送により持ち込まれる。検査室では家畜保健衛生所の職員が血液および臓器を処理し、豚熱検査を実施している。家畜保健衛生所では、死亡イノシシの採材および検査を実施する職員と、養豚場に立入る職員または飼養豚の検査を実施する職員を区別し、野生イノシシと飼養豚で検査室および業務を担当する職員を分けることにより、豚熱ウイルスの交差汚染を防止している。

2 野生イノシシに対する豚熱経口ワクチンの散布

豚熱経口ワクチン散布における農林水産省の当初の方針は、全国へのウイルスの拡散を防止するために、重点的に経口ワクチンを散布する防疫帯（ワクチンベルト）を構築することであった [5]。本県においては、令和元年 8 月から県内のすべての養豚場が所在する、かほく市以北に野生イノシシの豚熱感染が拡がらないように、ワクチンベルトの一部として、中能登・加賀北部エリア（かほく市、津幡町、宝達志水町、羽咋市、志賀町、中能登町、七尾市）と富山県との県境付近や県内の養豚場の周辺で経口ワクチンの散布を開始した。令和元年 8 月下旬には、加賀中部エリアに位置する白山市で県内初の豚熱感染イノシシが確認され、令和 2 年 3 月以降には津幡町などのワクチン散布市町において豚熱感染イノシシが確認されるようになった。全国的にワクチンベルトの構築や野生イノシシの豚熱サーベイランス等の豚熱感染拡大防止対策は実施

されていたが、野生イノシシにおける豚熱の感染確認地域は徐々に拡大した。本県では、令和3年3月からは穴水町および能登町、令和3年5月からは輪島市の奥能登エリアの養豚場の周辺において経口ワクチン散布を開始した(図1 令和3年度)。令和4年度からは、農林水産省のワクチン散布の方針である、地域における環境中のウイルス濃度の低減および養豚場への野生イノシシを介した豚熱感染リスクの低減を目的として、養豚場周辺概ね5 kmの範囲でワクチン散布を実施することとした(図1 令和4~5年度)。令和6年度は、令和6年能登半島地震の影響により、穴水町、能登町および輪島市でのワクチン散布は中止され(図1 令和6年度)、代替措置として、その地域の養豚場周囲への消石灰の散布により、防疫対策の強化を図った。



図1 豚熱経口ワクチンの散布エリアの変遷

材料および方法

1 検査材料

(1) 捕獲イノシシ

捕獲イノシシから採取された血液 2,701 検体を、3,000rpm、10 分間遠心して血清を分離し、検査に供した。

(2) 死亡イノシシ

死亡イノシシから採取された扁桃、脾臓および腎臓 37 検体を、アキュディアTMイーグル MEM 培地(島津ダイアグノスティクス株式会社)を用いて 10% 乳剤とし、3,000rpm、10 分間遠心して分離した上清を検査に供した。

2 豚熱遺伝子検査

(1) コンベンショナル PCR

令和4年10月中旬までは、血清または上清から、High Pure Viral RNA Kit (Roche)を用いて RNA を抽出後、Vilcek らのプライマー[12]を用いて OneStep RT-PCR Kit (QIAGEN) により RT-PCR を実施した。増幅産物(284bp)は制限酵素 Bgl I および EcoRV (New England Biolabs) で 37°C、15 分間処理し、243bp

および 41bp の 2 断片に切断された場合を陽性とした。

(2) リアルタイム PCR

令和 4 年 10 月中旬以降は、血清または上清から、Lysis Buffer S または Solution N (タカラバイオ) により核酸を粗抽出し、CSFV/ASFV Direct RT-qPCR Mix & Primer/Probe (タカラバイオ) およびリアルタイム PCR 装置 (Thermal Cycler Dice® Real Time System III (タカラバイオ)) を使用してリアルタイム RT-PCR を実施した。

(3) 遺伝子解析

県内で確認された豚熱ウイルス 21 株は、農研機構動物衛生研究部門にて、ウイルスの全ゲノム領域を標的とした RT-PCR を行い、得られた増幅産物の塩基配列を決定した。得られた全ゲノム配列を、参照配列 (全ての株の祖先と考えられる配列) および他県の野生イノシシから検出された豚熱ウイルスの全ゲノム配列と比較し、塩基の変異により第 7 層までグループ分けを行い、地図上に描写した (豚熱ウイルス全ゲノム地図) [13]。

3 豚熱抗体検査

捕獲イノシシの血液から分離された血清を、56℃で 30 分間非働化処理し、豚熱エライザキット (株式会社ニッポンジーン) を用いて ELISA 法を実施した。得られた成績のうち、経口ワクチン散布エリア内外の抗体保有率についてはカイ二乗検定による統計解析を行った。

4 地域区分



石川県の地形と豚熱経口ワクチンの散布エリアを考慮し、県を「奥能登」、「中能登・加賀北部」および「加賀中部・加賀南部」の 3 つの地域に区分した (図 2)。「奥能登」には、珠洲市、輪島市、能登町、穴水町、「中能登・加賀北部」には志賀町、七尾市、中能登町、羽咋市、宝達志水町、かほく市、津幡町、「加賀中部・加賀南部」には内灘町、金沢市、野々市市、白山市、川北町、能美市、小松市、加賀市が含まれる。県内のすべての養豚場は「奥能登」および「中能登・加賀北部」に所在し、豚熱経口ワクチンの散布は「奥能登」および「中能登・加賀北部」において実施している。

図 2 地域区分

成績

1 野生イノシシの豚熱 PCR 検査結果

県内の野生イノシシの豚熱 PCR 検査結果を表に示した（表 1）。捕獲イノシシの検体数は、令和 3 年度以降のジビエ利用の増加により、年々増加傾向にあったが、PCR 陽性率は 2.1%~4.2%で推移していた。死亡イノシシの検体数は令和 3 年度より減少し、PCR 陽性率は 66.7%以上と高値であった。

表 1 野生イノシシの豚熱 PCR 検査結果

		平成30年度	令和元年度	令和2年度	令和3年度	令和4年度	令和5年度	令和6年度 (~11月)	計
捕獲 イノシシ	検体数	0	238	367	237	672	750	437	2,701
	(うちジビエ利用)	0	0	0	198	636	729	418	1,981
	PCR陽性数	0	10	14	5	17	26	10	82
	PCR陽性率	0	4.2	3.8	2.1	2.5	3.5	2.3	3.0
死亡 イノシシ	検体数	3	17	12	2	3	0	0	37
	PCR陽性数	0	12	12	2	2	0	0	28
	PCR陽性率	0	70.6	100.0	100.0	66.7	0	0	75.7

農林水産省ホームページに掲載されている、野生イノシシ検査情報の地図 (<https://www.maff.go.jp/j/syouan/douei/csf/wildboar/inosisitaisaku.html>) を用いて、野生イノシシの豚熱 PCR 検査結果の推移を年度別に示した（図 3）。PCR 陽性イノシシは、令和元年度は「加賀中部・加賀南部」、令和 2 年度は「中能登・加賀北部」、令和 3 年度は「奥能登」を中心に県内を北上するように確認され、令和 4 年度以降は県全域で PCR 陽性が確認されるようになった。

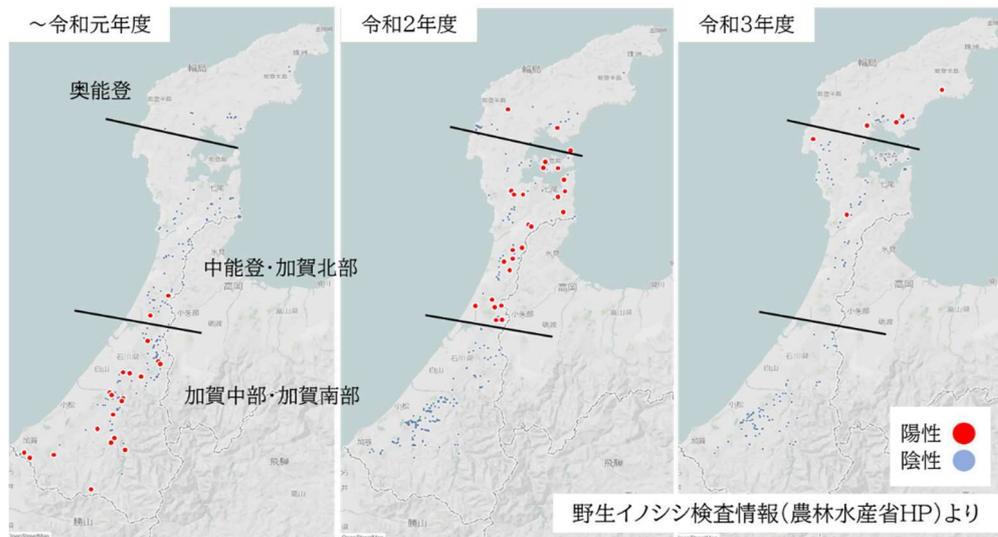


図 3 野生イノシシの豚熱 PCR 検査結果の推移（年度別）

3 捕獲イノシシの豚熱検査結果

捕獲イノシシのPCR検査および抗体検査の結果を月毎にグラフに示した(図5)。捕獲イノシシのPCR陽性率は令和2年4月に最大40%となったが、令和2年7月以降は18.2%以下で推移し、令和6年7月以降は1%以下で推移した。抗体保有率は令和3年12月までは0%~100%の間で大きくばらつきがみられたが、令和4年1月から令和5年12月までは12.1%~42.9%、令和6年1月は低下がみられたものの、令和6年3月から11月までは39.3%~60.9%の間でばらつきが小さく推移していた。また、PCR陽性率が増加した直後には、抗体保有率も増加する傾向がみられた。

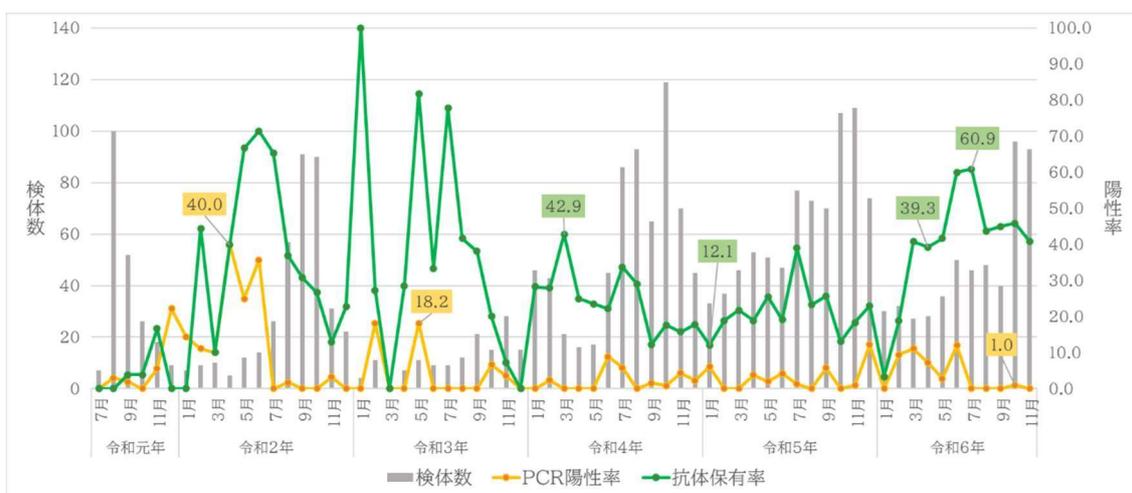
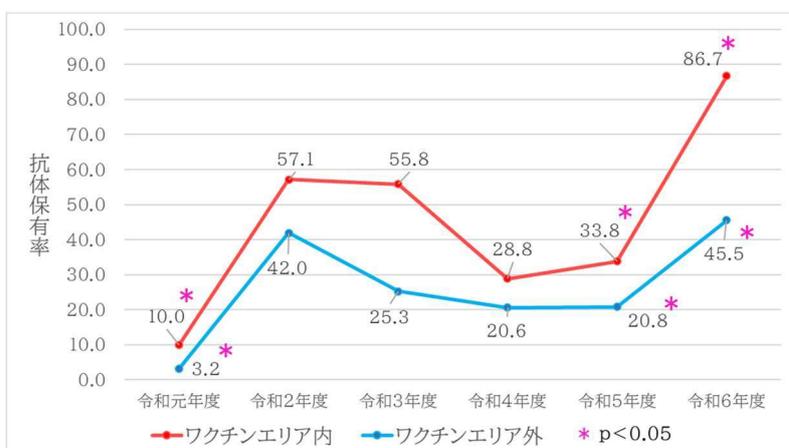


図5 捕獲イノシシの豚熱検査結果 (月毎)

4 捕獲イノシシの豚熱抗体保有状況 (経口ワクチン散布エリア内外)

経口ワクチン散布地点から 2km² 以内のエリアを「ワクチン散布エリア内」、それ以外のエリアを「ワクチン散布エリア外」として、抗体保有率を比較した。



抗体保有率はすべての年度で「ワクチン散布エリア外」と比較して、「ワクチン散布エリア内」で高く、令和元年度、5年度および6年度では有意差がみられた(図6)。

図6 捕獲イノシシの豚熱抗体保有状況 (経口ワクチン散布エリア内外)

5 捕獲イノシシの豚熱抗体保有状況（地域別）

抗体保有率を「奥能登」、「中能登・加賀北部」および「加賀中部・加賀南部」で比較した。「加賀中部・加賀南部」では、令和元年度から2年度にかけてのPCR陽性率の低下にあわせて、抗体保有率は令和2年度の51.1%から令和3年度の20.9%まで大きく低下し、令和4年度および5年度で低下傾向が続いた後、令和6年度には41.0%に増加した。「中能登・加賀北部」では、令和2年度から3年度にかけてのPCR陽性率の低下にあわせて、抗体保有率は令和2年度の49.2%から令和4年度の30.5%までしか低下せず、令和6年度には60.7%に増加した。「奥能登」では、令和3年度から4年度にかけてのPCR陽性率の低下にあわせて、抗体保有率は低下することなく、令和6年度の58.3%に達するまで徐々に増加していた（図7）。

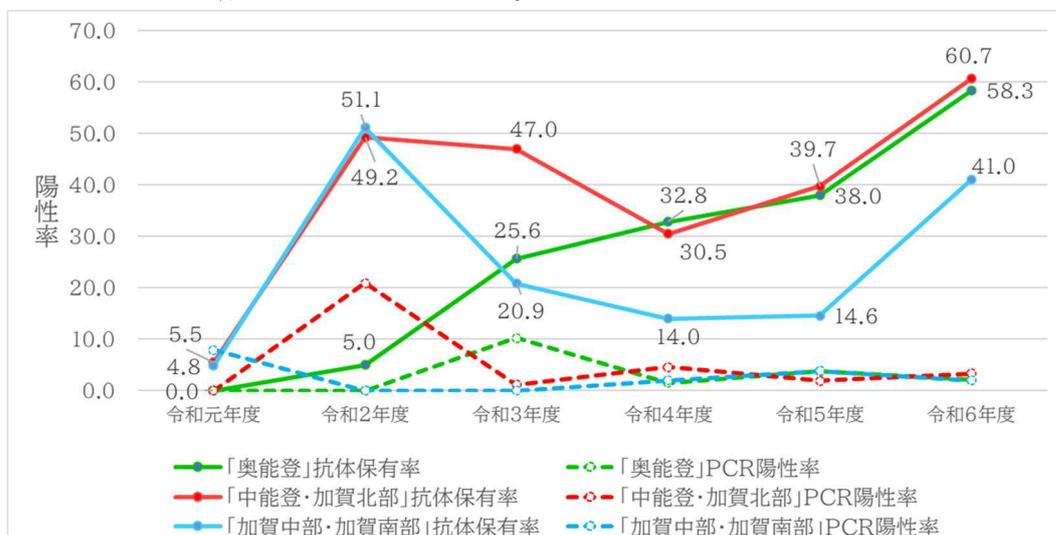


図7 捕獲イノシシの豚熱抗体保有状況（地域別）

6 捕獲イノシシの豚熱抗体保有状況（成獣・幼獣）

抗体保有率を成獣と幼獣で比較した。成獣の抗体保有率には時期による傾向はみられなかったが、幼獣の抗体保有率は6月から7月頃に増加し、11月から12月頃に低下する傾向がみられた（図8）。

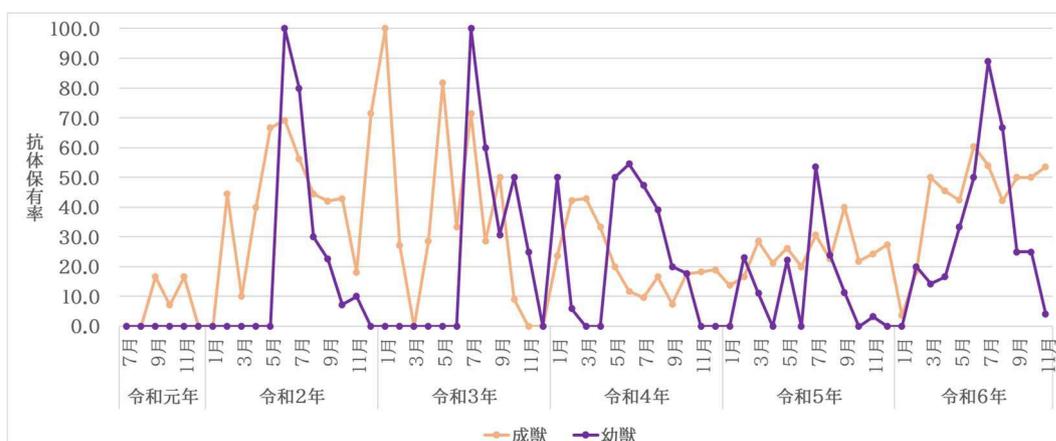


図8 捕獲イノシシの豚熱抗体保有状況（成獣・幼獣）

ELISA 検査において陽性となった検体の平均 S/P 値を成獣と幼獣で比較したところ、幼獣は成獣よりも平均 S/P 値が低い傾向にあった。また、令和 4 年度以降は幼獣の平均 S/P 値に増加傾向がみられた（図 9）。

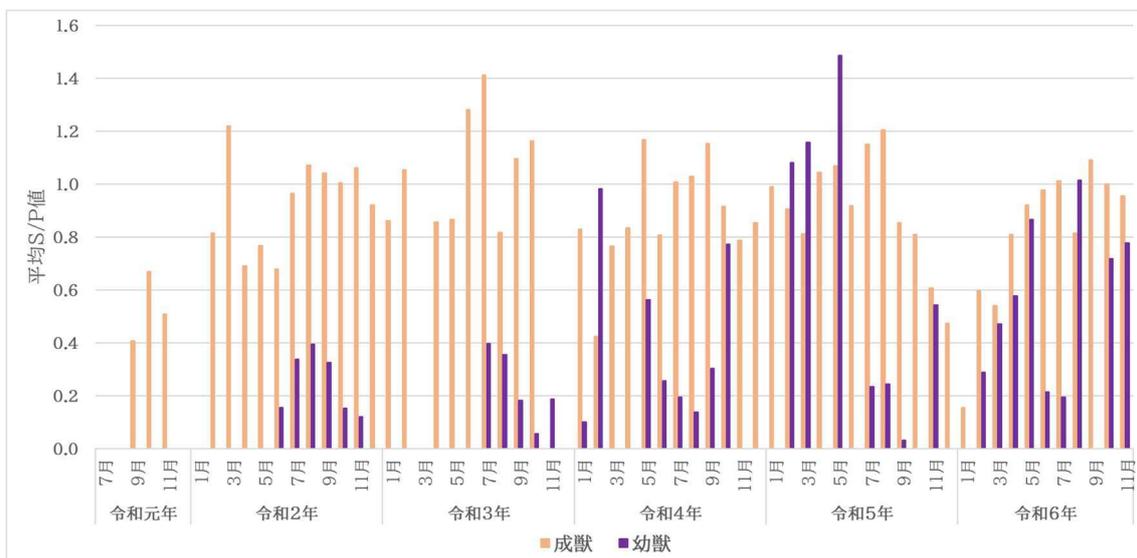


図 9 捕獲イノシシの豚熱 ELISA 陽性検体の平均 S/P 値（成獣・幼獣）

まとめおよび考察

県内の野生イノシシにおいて、令和 6 年 11 月までに 2,738 検体の豚熱検査を実施した。豚熱 PCR 陽性確認地点は令和元年度から令和 3 年度で県内を北上するように確認され、令和 4 年度以降は県全域で確認された。県内の豚熱ウイルス株は全ゲノム解析により、富山県および岐阜県に分布する A-C グループと福井県および岐阜県に分布する A-B グループに属していたことが判明し、豚熱ウイルスは富山県および福井県の両側から本県に侵入したと推察された。イノシシは標高 500m までの地域に分布が多いとみられ、積雪深 30cm 以上の日が 70 日以上続くことが生息を制限する目安と言われている [2]。岐阜県との県境は標高 2,702m の白山をはじめとする 2,000m 程度の山地が続くことから、イノシシの生息に適さない環境であると考えられ、岐阜県から本県へのイノシシおよび豚熱ウイルスの侵入は困難であると思われた。

捕獲イノシシの PCR 陽性率が令和 2 年 7 月以降に低下して推移した要因としては、豚熱感染個体の死亡や、感染または経口ワクチンの摂取による抗体保有個体の増加により、感染個体が減少した可能性が考えられた。また、令和 3 年度から、適切な衛生対策が講じられた施設において処理され、豚熱の遺伝子検査で陰性が確認された個体に由来するジビエ肉は出荷が可能となった [9]。これにより、県内のジビエ利用は増加し、検体数に占めるジビエ利用の割合は令和 3 年度で 8 割以上、令和 4 年度以降では 9 割以上となっている。豚熱感

染確認区域におけるジビエ利用の手引き[11]では、捕獲時の留意事項として、外見や挙動に異常がみられる個体を処理加工施設に持ち込まないよう示されていることから、豚熱感染が疑われるような個体がジビエ施設において採材されず、県内の豚熱感染が疑わしい個体の検査数が減少している可能性は否定できない。しかし、ジビエ利用が検体数の9割以上を占めている状況においても、PCR陽性率の上昇がみられる場合はあり、外見や挙動に異常がみられない弱毒化した豚熱ウイルスに感染した個体が増加している可能性が示唆された。また、イノシシは豚熱感染が広がっていない地域においても、生後3年間の死亡率が47.7～69.2%と極めて高いことが報告される[3,6]ように、世代交代が早い動物であるため、数年単位で新たな世代に豚熱感染が広がることでPCR陽性率が上昇することが考えられた。

捕獲イノシシの抗体保有率については、令和3年度までは豚熱感染イノシシが県内を北上していた時期であり、地域および月毎に感染率は大きく異なり、検体数も月毎に大きな差があったため、令和3年12月までの抗体保有率には、0%～100%の間での大きなばらつきがみられたと考えられた。令和4年度以降は県内全域で豚熱陽性イノシシが確認されるようになり、抗体保有率は安定化し、令和6年5月以降は40%以上で推移していた。欧州委員会のガイドライン[1]において野生イノシシの豚熱の感染拡大を防止するために必要とされる抗体保有率40%を保っていることから、令和6年7月以降のPCR陽性率は1%以下で維持されたと推察された。

野生イノシシが豚熱抗体を保有していたとしても、それが感染によるものか、経口ワクチンの摂取によるものかは判別することができない。しかし、経口ワクチンの散布エリア内とエリア外の抗体保有率を比較したところ、すべての年度で散布エリア内での抗体保有率は高く、経口ワクチンの散布が抗体保有率の増加に寄与した可能性があった。また、地域別の豚熱抗体保有状況では、経口ワクチンを散布している「中能登・加賀北部」および「奥能登」は、経口ワクチンを散布していない「加賀中部・加賀南部」と比較して、PCR陽性率の低下にあわせて、抗体保有率が大きく低下しなかったことから、経口ワクチンの散布が地域での継続的な抗体保有に貢献した可能性が考えられた。令和6年度の抗体保有率は「中能登・加賀北部」で60.7%、「奥能登」で58.3%、「加賀中部・加賀南部」で41%とすべての地域で令和5年度から増加しており、すべての地域での直前のPCR陽性率の上昇が大きな要因と考えられるが、「中能登・加賀北部」および「奥能登」では「加賀中部・加賀南部」よりも抗体保有率は高く、経口ワクチンの散布が影響している可能性があった。しかし、七尾市、中能登町、羽咋市および宝達志水町と接する富山県氷見市において、令和6年9月から11月までに25頭の豚熱PCR陽性イノシシが確認され、PCR陽性率は急増していた（富山県ホームページ「豚熱(CSF)に関する情報について」<http://www.pref.toyama.jp/1612/kurashi/seikatsu/shokuseikatsu/kj00020094.html>）ため、石川県内では同時期にPCR陽性率の増加はみられないものの、県内に感染イノシシが侵入し、「中能登・加賀北部」および「奥能登」の抗体保有率を上昇させたことが考えられた。

イノシシは4月から7月頃に出産し[7]、離乳は100日齢から120日齢頃

である [8, 10] ことから、6 月から 9 月頃は授乳期にあたる。豚熱抗体を獲得したメス個体が出産した場合、出生子は母個体からの初乳を介した移行抗体を得るが、1、2 か月程度で抗体は消失する [7]。授乳期の幼獣は経口ワクチンを摂取しないことから、幼獣の抗体保有率が 6 月から 7 月頃に増加し、11 月から 12 月頃に低下して、幼獣の平均 S/P 値が成獣よりも低い傾向にあったのは、豚熱感染や経口ワクチンの摂取ではなく、移行抗体により抗体を獲得した個体が多かったためと考えられた。幼獣と成獣の区別は体表の縞模様の有無で判断しているが、縞模様が完全に消失するのは半年から 1 年と個体により異なる [4]。そのため、令和 4 年度以降の授乳期以外の時期での幼獣の抗体保有率の増加や平均 S/P 値の増加傾向は、感染または授乳期を終えた幼獣での経口ワクチンの摂取による抗体獲得が増えていた可能性が推察された。

石川県における野生イノシシの抗体保有率は、令和 6 年 11 月現在、40%以上を維持し、PCR 陽性率は 1%以下を保っているが、今後も野生イノシシの豚熱検査と経口ワクチンの散布、検査データの解析を実施し、県内の感染状況を把握するとともに、養豚場での適切な豚熱ワクチン接種と飼養衛生管理基準の遵守徹底を継続し、養豚場で豚熱を発生させないことに注力したい。

引用文献

- [1] EUROPEAN COMMISSION: Guidelines on surveillance/monitoring, control and eradication of classical swine fever in wild boar (1977)
- [2] 石川県生活環境部自然環境課：第 3 期石川県イノシシ管理計画 (2022)
- [3] Jezierski W: Acta Theriol, 22, 377-348 (1977)
- [4] 環境省：イノシシの保護管理に関するレポート (平成 25 年度版) (2014)
- [5] 菊池栄作：日本豚病研究会報, 76, 8-14 (2020)
- [6] 小寺祐二：日本豚病研究会報, 74, 21-17 (2019)
- [7] 栗山武夫, 大田康之: 兵庫ワイルドライフモノグラフ, 15-6, 60-71 (2023)
- [8] 楠本華織, 鈴木信彦, 仲谷淳: 佐賀大学農学部彙報, 99, 21-31 (2014)
- [9] 永田知史: 日本豚病研究会報, 79, 8-17 (2022)
- [10] Nakatani J: Journal of the Mammalogical Society of Japan, 19, 45-55 (1994)
- [11] 農林水産省：豚熱感染確認区域におけるジビエ利用の手引きについて (令和 5 年 4 月 3 日 4 消安第 7390 号・4 農振第 3575 号消費・安全局長・農村振興局長通知) (2023)
- [12] Vilcek S, Herring A J, Herring J A, Nettleton P F, Lowings J P, Paton D J: Arch Virol, 136, 309-323 (1994)
- [13] 山本健久: 畜産技術, 811, 35-41 (2022)
- [14] 山内由佳, 林みち子: 令和 2 年度石川県家畜保健衛生業績発表会集録, 17-21 (2020)