

佐賀県で確認された感染イノシシ由来の豚熱ウイルスの解析結果について

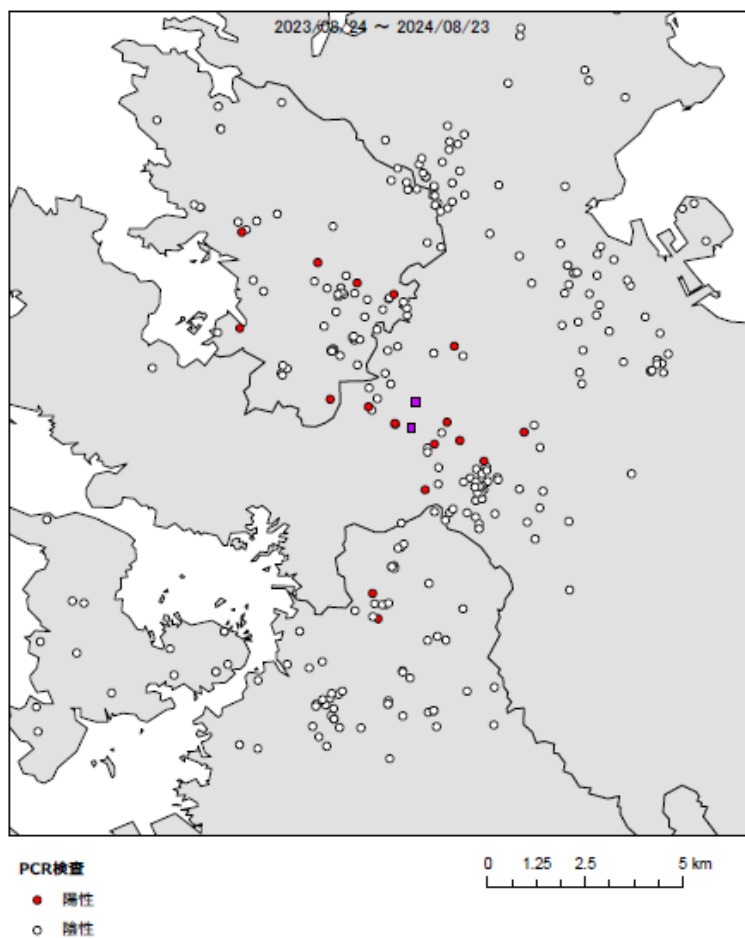
2024 年 9 月

1. 背景

佐賀県においては、2023 年 8 月に、九州で初めて、農場での豚熱の感染が近接した 2 農場で相次いで（30 日、31 日）認められた。この際、発生後に周辺地域におけるイノシシのサーベイランスが強化されたが、野生イノシシの感染は認められず、農場での発生も認められていない。その後、2024 年 5 月 30 日に、2023 年 8 月の発生農場から約 600 メートルの地点で感染イノシシが確認され、8 月現在までに周辺地域で 10 数頭の感染イノシシが確認された（図 1）。農場の感染事例と、感染イノシシの確認地点が近接しているにもかかわらず、両者の摘発時期が約 9 か月離れていること、これらの事例以外に九州での農場またはイノシシでの感染は認められていないことから、これらの事例及び、これらと関連する中国地域の感染イノシシに由来する豚熱ウイルスの全ゲノム情報を解析し、農場の感染とイノシシの感染との関連について検討した。

2. 方法

佐賀県および中国地方（鳥取県、島根県、広島県、岡山県、山口県）で確認された、感染野生イノシシおよび感染農場（佐賀県の 88 例目、89 例目感染農場のみ）に由来する豚熱ウイルス（野生イノシシについては、ウイルス遺伝子検査で陽性となった検体の一部）について、次世代シーケンサーを用いて全ゲノム情報を明らかにした。得られた全ゲノム情報を MAFFT でアライメントした後、MEGA 7.0 で最尤系統樹を作成した。また、BEAST 1.8.2 を用いて、遺伝子変異に要する時間を考慮した系統樹推定を行い、各株の最近祖先株（Most Recent Common Ancestor、MRCA）の出現時期を推定した。



【図 1】 2023 年 8 月から 2024 年 8 月までの感染イノシシの摘発状況。紫色の四角は 2023 年 8 月の発生農場

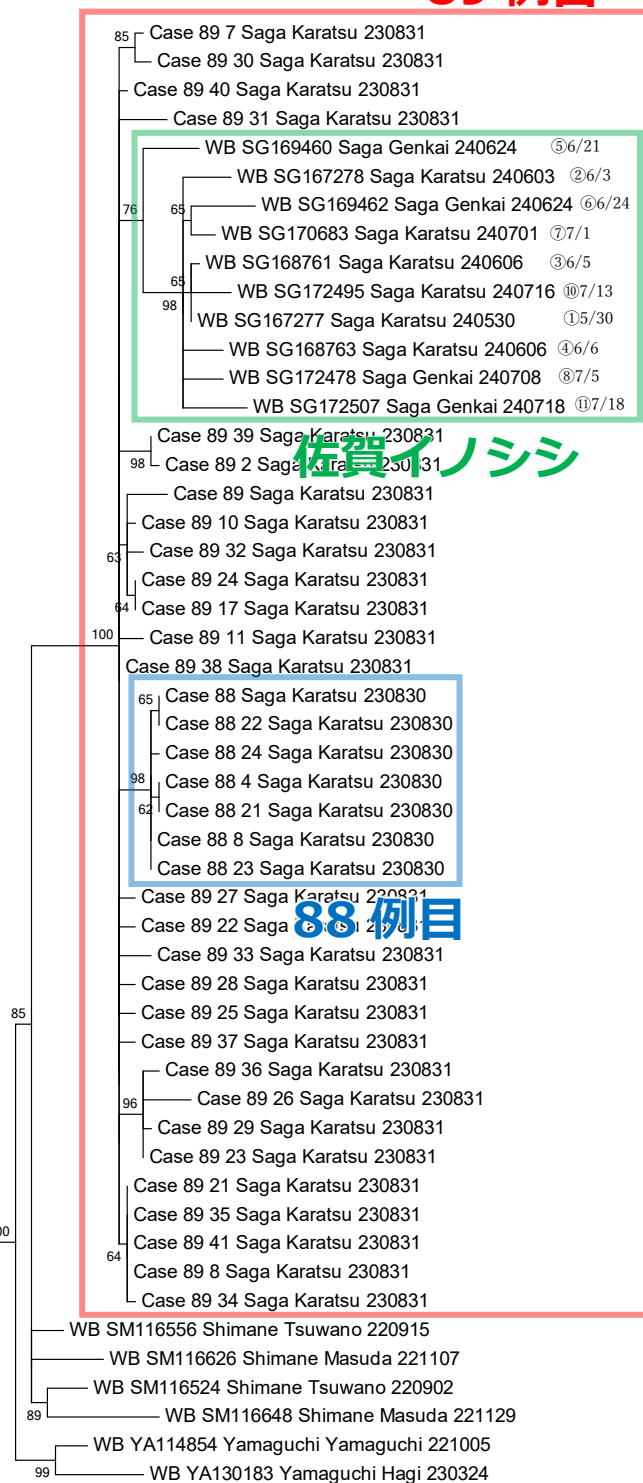
3. 結果

(1) 変異時間を考慮しない最尤系統樹

中国地方の感染イノシシ由来株と佐賀県の 2 か所の感染農場由来株を、佐賀県の感染イノシシ由来株 10 株とともに最尤系統樹を作成した。佐賀県の 2 農場由来株については、それぞれの農場に由来する株と佐賀県のイノシシに由来する株の遺伝的関係を詳細に解析するため、88 例目については 7 株、89 例目については 28 株をそれぞれ解析に含めた。

89 例目の農場由来株は島根県、山口県のイノシシ由来株の下流に位置しており、単一の株から派生したと考えられた。また、88 例目農場由来株は、89 例目農場由来の単一の株から派生したと考えられた。同様に、佐賀県のイノシシ由来のすべての株は、89 例目の農場由来の単一の株から派生したと考えられた。佐賀県のイノシシ由来の株の中では、6 月 24 日に玄海町で確認されたイノシシ由来の株が最も上流に位置していた。

89 例目

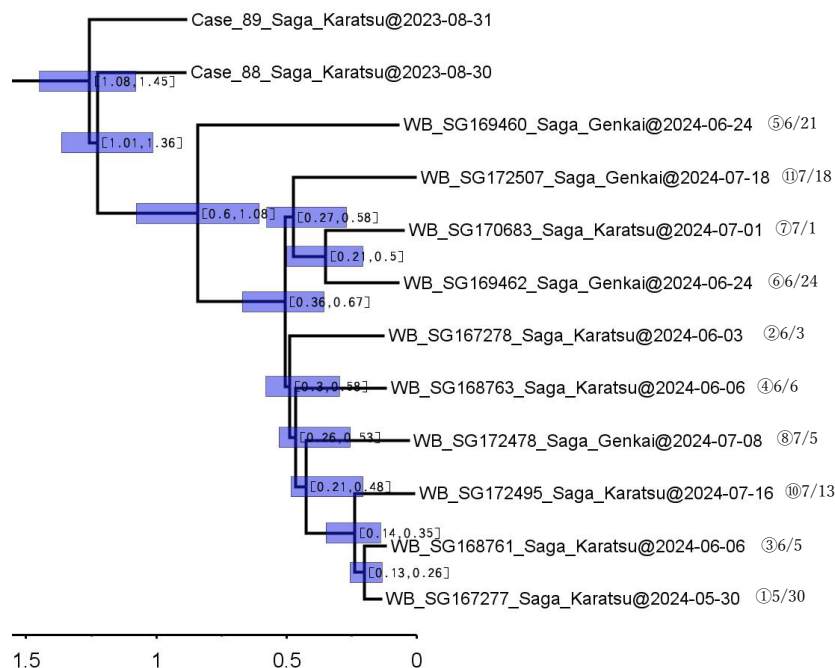


【図 2】中国地方の感染野生イノシシと、佐賀県の感染農場（88 例目、89 例目）および佐賀県内の感染イノシシ由来株について作成した最尤系統樹の一部。佐賀県関連株とその上流の近縁株のみを抜粋。分岐点の数字は分岐の信頼性について 1000 回のブートストラップ検定を行った結果（%）を示す。

(2) 変異時間を考慮した系統樹

野生イノシシでは原則として、感染個体から近隣の個体に感染が起こり、罠での捕獲時や死亡時に検査されるのに対し、感染農場では、非常に多くの個体が1度に感染し、農場の摘発時に同時に検査されることから、野生イノシシ群内における単位時間あたりの変異の速度と、感染農場における単位時間あたりの変異の速度は大きく異なると考えられる。このため、(1)の解析株のうち、農場由来株については、それぞれ1株ずつを抽出し、BEASTによる系統樹の推定を行った。

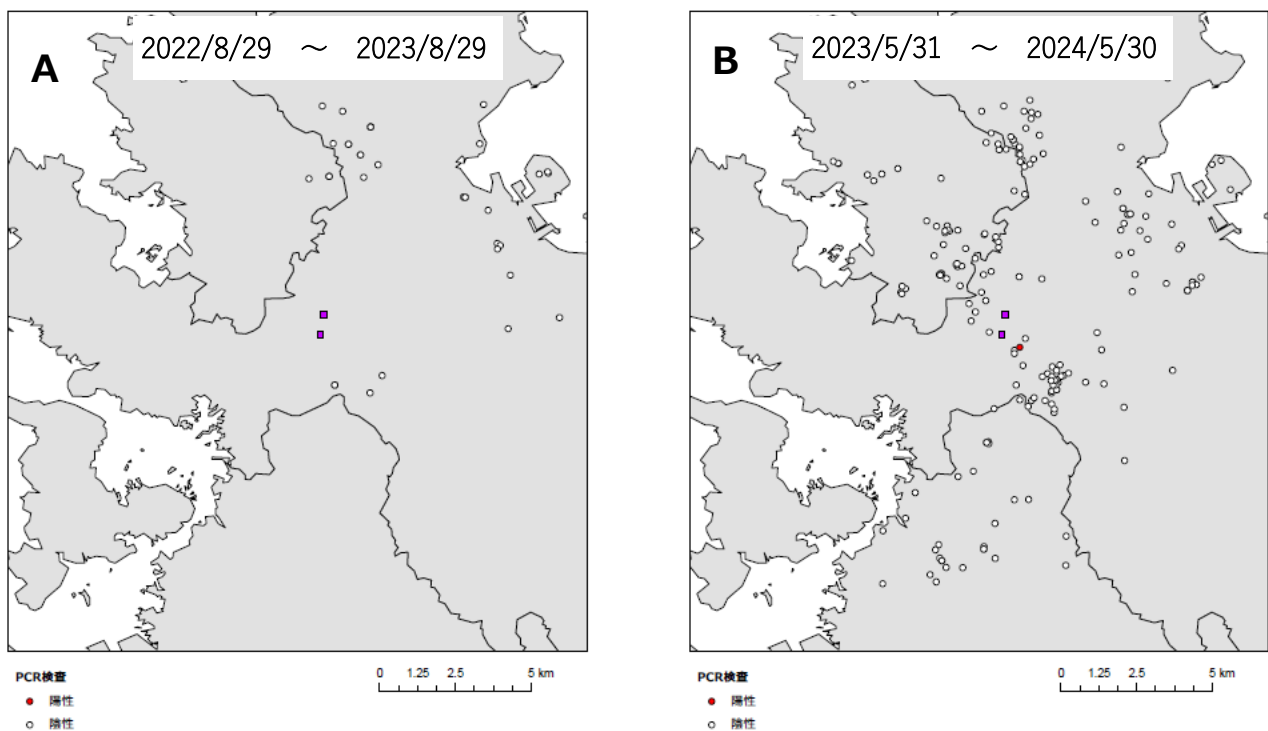
佐賀県の感染野生イノシシに共通する祖先株は、最も新しいイノシシの摘発（2024年7月18日）の0.609～1.080年前に生じたと考えられた。これを年月日に換算すると、2023年6月から2023年12月までの期間と推定され、89例目の発生農場が摘発された2023年8月31日を含んでいた。



【図 3】 中国地方の感染野生イノシシと、佐賀県の感染農場（88 例目、89 例目）および感染イノシシ由来株について作成した、変異時間を考慮した系統樹の一部。佐賀県の発生農場と感染イノシシに関連する部分のみを抜粋した。単位時間の塩基変異確率は遺伝子ごとに異なると仮定した。青い矩形と矩形の右側の角括弧内の数値は各分岐が起こった時期の 95%事後確率区間（推定区間）を示す。数値の単位は年で、最新の株（2024 年 7 月 18 日）からの遡り期間を示す。

4. 考察

最尤系統樹の結果から、佐賀県内における野生イノシシの一連の感染事例は、2023 年 8 月 31 日に摘発された、89 例目の感染農場に由来するウイルスに感染したことで起こったと考えられた。また、全てのイノシシ由来のウイルスは、単一の分岐に由来していたことから、イノシシへのウイルスの侵入は 1 回のみであり、当該株がイノシシ群内に感染拡大した可能性が高いと考えられた。すなわち、同一の感染源から野生イノシシ群への継続的な感染や新たな感染源の存在を示唆するような証拠はみられなかった。



【図 4】佐賀県の発生農場周辺における野生イノシシサーベイランスの実施状況。紫色の四角は発生農場、白丸は陰性野生イノシシ、赤丸は陽性野生イノシシを示す。A は 88 例目農場の摘発前の 1 年間、B は最初の野生イノシシの摘発前 1 年間の検査結果。

さらに、変異時間を考慮した系統樹の解析結果から、佐賀県における一連の野生イノシシ由来株に共通する祖先株は、2023 年 6 月から 2023 年 12 月までの期間に存在した可能性が高いと推定され、感染源と考えられる 89 例目の摘発時期（2023 年 8 月）を含んでいた。このことから、89 例目の殺処分前に当該農場内に存在していたウイルスが、何らかの経路で野生イノシシの感染を起こしたと考えられた。

一方、発生農場の周辺においては、2024 年 7 月までにイノシシの感染が認められた地域を含めて、当該農場（89 例目）の摘発以前（図 4A）やイノシシの摘発まで（図 4B）の 1 年間において、イノシシの検査が実施され、感染イノシシが摘発されていなかったのに対し、2024 年 5 月 30 日の最初のイノシシの感染確認からおよそ 2 か月で着実に感染範囲が広がっていること（図 1）を考慮すると、2023 年 8 月の 89 例目の発生時点にイノシシの感染が起こっていたとすれば、2024 年 5 月まで摘発されないとは考えにくい。つまり、89 例目の発生農場に由来するウイルスによる感染は、89 例目の農場における防疫措置の完了後、一定の期間を経過してから起こった可能性が高いと考えられる。

89 例目の農場の飼養豚は摘発後に全て殺処分され、これらの死体や農場内の飼料などの汚染物品は、農場に隣接する埋却地に埋却されている。また、農場の豚舎などの施設は、殺処分の終了後に清掃され、徹底した消毒を受けており、農場での防疫措置の終了後に、農場内にウイルスが残存した可能性は低いと考えられる。したがって、殺処分の終了後にイノシシへのウイルスの暴露が起こりうる具体的な経路としては、主に次の 2 つ考えられる。まず、1 つ目は、89 例目の農場で殺処分された豚

の死体などを埋めた埋却地から、何らかの形でウイルスが漏洩した可能性が考えられる。実際に当該農場については、殺処分終了後に埋却地からの滲出水の漏出が認められたため、浄化施設を設置するなどの対策が行われている。また、埋却地の周辺は、野生動物などの侵入を防止するためのフェンスに囲まれていたが、2024年6月6日には、フェンス内の埋却地脇で感染イノシシが死亡していたのが発見されている。さらに、感染イノシシの摘発後に実施された埋却地の調査では、フェンス内部にイノシシの足跡などの痕跡が認められたほか、埋却穴を被覆するブルーシートの一部に、小動物によると思われる破損が認められた。89例目はワクチン未接種農場であるとともに、感染から通報まで長期間経過していると推測されたため、埋却地にはウイルスが大量に増殖した感染豚が多数埋却されているという高リスクな状況であることを考慮すると、今後、埋却地等への野生動物の侵入防止対策の徹底や滲出水の漏出防止対策の工夫を検討することも必要であろう。なお、これまで行った検査においては滲出水や埋却地環境材料から豚熱ウイルスの検出はない。

2つ目は、防疫措置で処理されなかった汚染物品が何らかの形で残存し、その汚染物品から直接又は間接的にイノシシへ感染した可能性が考えられる。この場合、野生いのしし群への感染時期が比較的最近であると考えられる中、どのようにしてウイルスが長期間感染性を維持したのか、また、どのような具体的経路でイノシシへ感染したのかの推定が困難である。したがって、今回の事例について更なる具体的対策を示すことは困難であるが、89例目の防疫措置の完了確認や農場での清浄性確認方法について検証し、今後、防疫対策に漏れがなかったか、改めて確認し、必要に応じて防疫措置のさらなる高度化に取り組むことも検討すべきである。

農研機構動物衛生研究部門
越境性家畜感染症研究領域