資料 7

CSF ワクチン接種関連のデータの解析結果について（案）

2024 年 7 月版

農研機構 動物衛生研究部門
越境性家畜感染症領域　疫学研究室

1 抗体保有状況調査について

ワクチン接種農場を対象に、概ね 6 か月毎に、農場内の 30 頭について行われている検査の結果を解析した。検査対象には繁殖豚と肥育豚が含まれており、ほとんどの場合、ELISA 検査のみが実施されていた。解析に当たっては、出生日、ワクチン接種日およびワクチン接種回数が特定できるデータのみを抽出し、検査結果が不明なデータやミニブタ、イノブタ等のデータは除いた。

なお、これらの結果は ELISA 検査の結果に基づいており、ELISA 検査で陰性の個体や ELISA 値が低い個体であっても、症状の抑制やウイルス排泄の抑制といったワクチンの効果が認められないとは限らないことに注意が必要である。

1.1 接種時日齢と抗体保有率

ワクチン接種時の日齢と、ELISA 検査に基づく抗体陽性率（SP 値 0.1 以上）の関係を比較した。農場の初回ワクチン接種以前に生まれた個体（移行抗体の影響なし：いわゆる第 1 世代）では、接種時の日齢に関わらず 90%を超える陽性率が得られていた（図 1A）。一方、ワクチン接種から 30 日以上経過してから生まれた個体（移行抗体の影響あり：いわゆる第 2 世代以降）については、60 日齢頃までに接種した場合の接種後の陽性率は 60～70%程度となっており、接種時期が 70 日齢以降の個体でやや改善していた（図 1B）。また、ワクチン接種から採血までの経過日数が 40 日、90 日以上経過した個体に限定した場合、移行抗体の影響がある個体（第 2 世代以降）では、採血時期が遅くなるほど若干陽性率が高かった。

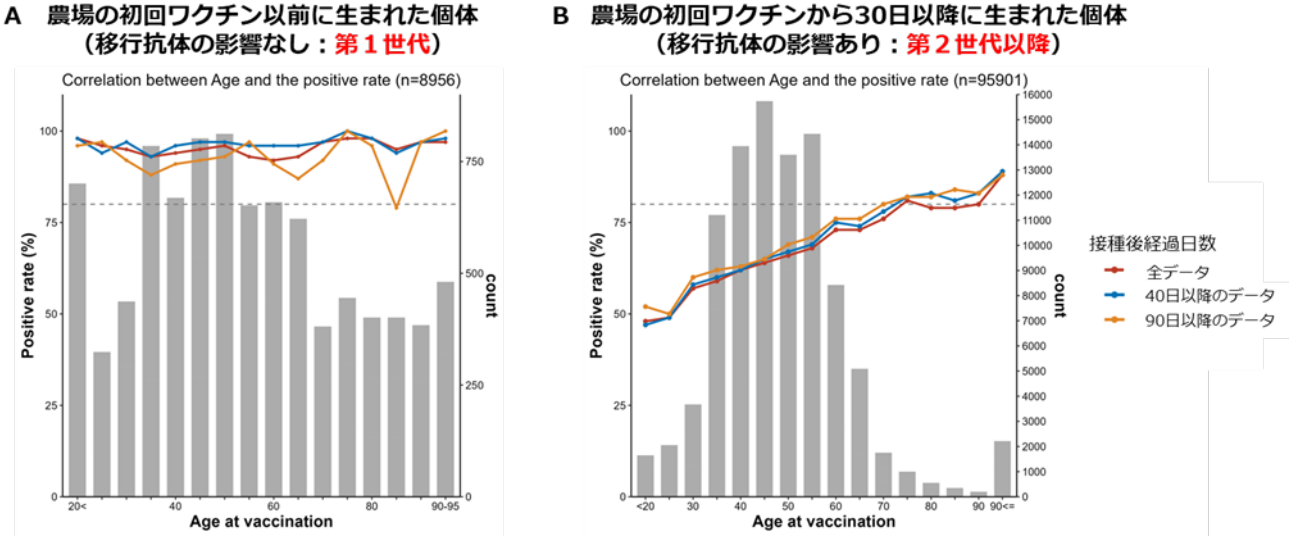

図 1　ワクチン接種時の日齢と陽性率

A は移行抗体の影響がない第 1 世代の結果であり、B は移行抗体の影響がある第 2 世代以降の結果を示している。灰色の棒グラフは、接種日齢別の検査個体数の分布を示す。折れ線グラフは ELISA 検査の陽性率を示し、赤色はすべての検体の結果を、青色、黄色は、接種後 40 日及び 90 日以降に採材された検体のみの結果を示す。これは、接種直後の検査では抗体が陽転していない可能性を考慮したもの。点線は陽性率 80%を示す。

1.2 第 1 世代と第 2 世代以降の抗体価の比較（繁殖豚、複数回接種のみ）

農場の初回ワクチン接種以前に生まれた繁殖豚（第 1 世代）と、農場の初回ワクチン接種から 30 日以上経過してから生まれた繁殖豚（第 2 世代以降）について、ELISA 検査の SP 値を比較した。この際、複数回のワクチン接種を受けている個体かつ、最終ワクチン接種日からの接種後経過日数が 30 日以上の個体に限定した。第 1 世代では、抗体価の分布は 1.0 付近で明らかなピークを持っていた。一方、第 2 世代以降では、抗体価の分布に明瞭なピークは認められず、0～1.1 程度の間に広く分布していたが、接種後 150 日以上を経過したグループでは 0～0.3 程度にピークを認めた。

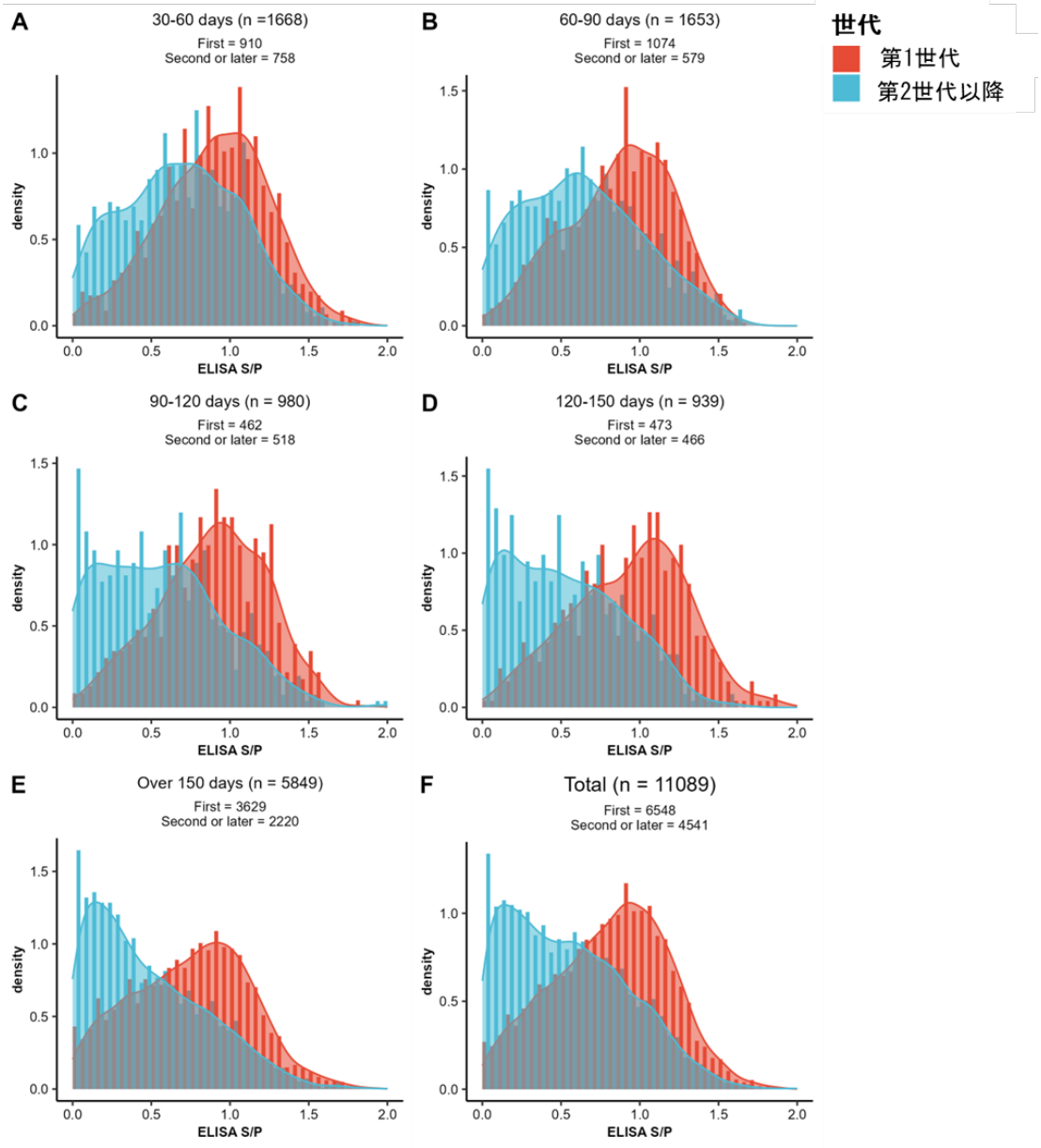

図 2　第 1 世代と第 2 世代以降の繁殖豚の抗体価

赤色は農場の初回ワクチン接種以前に生まれた個体（第 1 世代）、青色は農場の初回ワクチン接種から 30 日以上経過してから生まれた個体（第 2 世代以降）を示す。棒グラフは個体数の比率を示し、色付きのエリアは棒グラフの形状をなめらかにしたもの。各グラフのタイトルは、ワクチン接種からの経過日数を示し、F は全ての接種期間の合計を示す。

1.3 ワクチン接種後経過日数と抗体陽性率の推移

（第 1 世代および第 2 世代の前後期、100 日齢以下でワクチン接種、1 回接種のみ）

農場の初回ワクチン接種以前に生まれた個体（第 1 世代）、農場の初回ワクチン接種から 30 日以上経過してから生まれた個体（第 2 世代以降）について、個体のワクチン接種から採材までの経過日数に伴う、ELISA 検査の抗体陽性率の推移を世代間別に比較した。第 1 世代では、接種後 30 日以降は全体に高い陽性率を示したが、第 2 世代以降の場合には、接種後 90 日程度までは、接種後の日数が経過するほど陽性率が高くなる傾向が認められた。

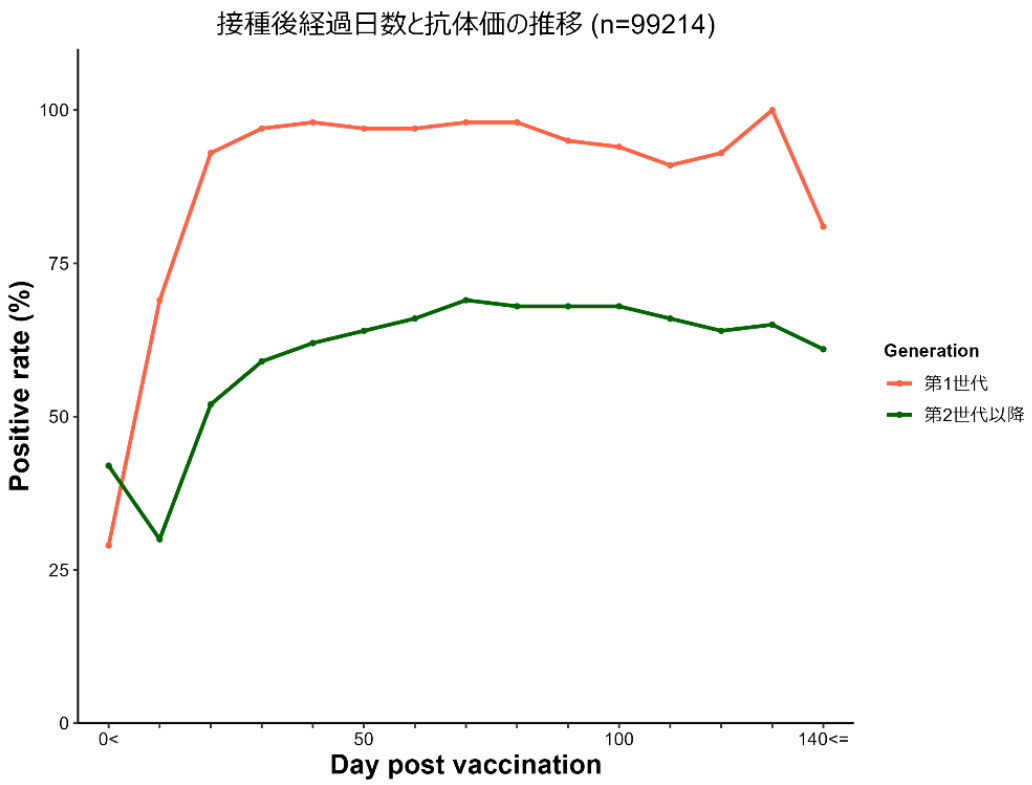

図 3　接種後経過日数と抗体陽性率

赤色は農場の初回ワクチン接種以前に生まれた個体（第 1 世代）、緑色は農場の初回ワクチン接種から 30 日以上経過してから生まれた個体（第 2 世代以降）を示している。

2 ワクチン接種適齢期調査について

適切なワクチン接種日齢を検討するため、県有施設などで実施されている調査の結果を解析した。当該調査では、ワクチン接種を受けた母豚とその子豚について、親子関係を対応させて、母豚と子豚の両方について経時的に採血を行い、ELISA 法と中和抗体検査により抗体価を測定した。

ワクチン接種後 40 日以上にわたって検査結果が得られた 9 県 11 農場の肥育豚 609 頭のデータについて、ワクチン接種後 30 日ごとの時点における中和抗体価を、各農場の実際の検査日における中和抗体価と、これらのデータから推定された抗体の半減期（10.2 日）に基づいて推定した。推定された中和抗体価から、

ア、推定される移行抗体価よりも血中の中和抗体価が 4 倍以上高かったこと

イ、推定される移行抗体価の消失以降、血中の中和抗体価が 2 倍以上を示したこと

のいずれかを継続して満たすことを基準として、抗体獲得が成立したかを個体ごとに判定した。判定結果から、ワクチン接種時の日齢と、ワクチン接種時の推定抗体価でグループ分けして、接種後経過日数に伴う抗体獲得率の推移を検討した。なお、調査対象農場では、豚群ごとの抗体検査の結果に基づいて、適宜接種日齢を調整している可能性があるため、日齢別の抗体獲得率はこうした調整を行わない場合よりよくなっている可能性がある。

2.1 ワクチン接種時の子豚の推定抗体価と、接種後の抗体獲得率の推移

推定された接種時の中和抗体価を 7 群に分けて、中和抗体価と接種後の抗体獲得率の推移の関係を示した。ワクチン接種時の中和抗体価の値に応じた明瞭な関係が認められ、接種時抗体価が低いほど抗体獲得率が高かった。中和抗体価 16 倍以下であった場合、120 日後の抗体獲得率 75%以上に達し、32 倍及び 64 倍の場合でも接種後 120 日でそれぞれ 65%及び 56%となった。128 倍以上の 6 個体は 4 個体が免疫獲得したと判定されたため、抗体獲得率は 67%と判定されたが、他の抗体価のグループが 30 頭以上検査されているのに対し検査頭数が限られていること、抗体獲得した 4 頭はいずれも同一農場に由来することから、偶然の結果である可能性も考えられた。

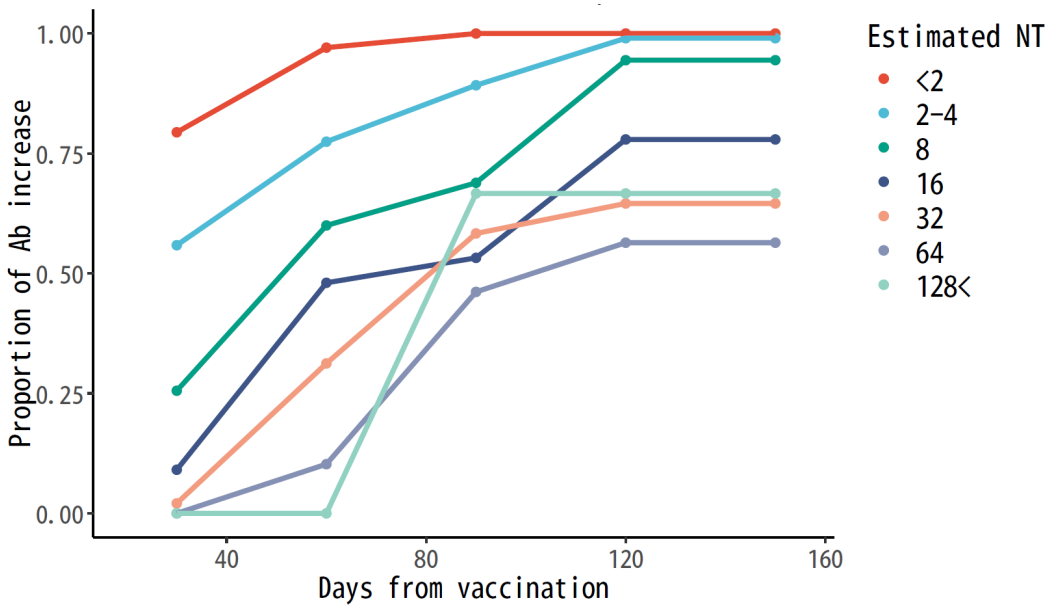

図 4　接種時推定抗体価と接種後の抗体獲得率（全個体）

ワクチン接種後の経過日数を x 軸、本調査で推定した接種後の抗体獲得率を y 軸に示す。

2.2 ワクチン接種時の子豚の日齢と、接種後の抗体獲得率の推移

接種時の子豚の日齢を 4 段階に区分して、接種後の抗体獲得率を接種後経過日数別に比較した。30～60 日齢で接種した場合は、接種後 120 日の抗体獲得率は 80%以上に達し、60～70 日齢で接種した場合も接種後 120 日で 68%に達した。

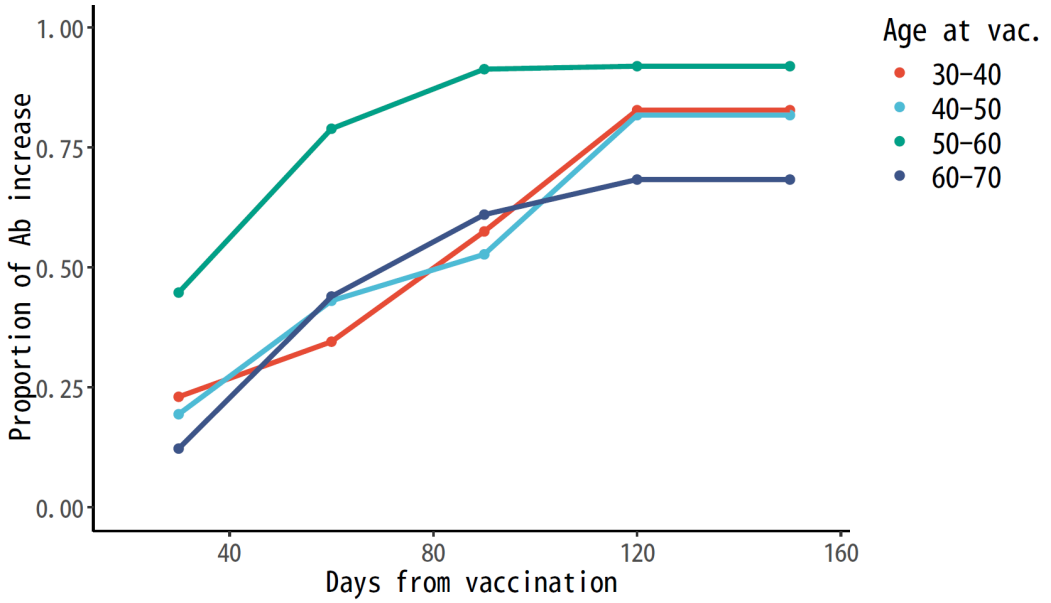

図 5　接種時日齢と接種後の抗体獲得率

ワクチン接種後の経過日数を x 軸、抗体を獲得したと判定された個体の割合を y 軸に示す。凡例の「30-40」は、30 日齢以上、40 日齢未満であることを示す。

2.3 抗体獲得の有無と中和抗体価、ELISA の SP 値の関係

ワクチン接種後の個体の検査結果と抗体獲得の判定の関係を検討するため、各個体の最後の採材の時点における中和抗体価と ELISA の SP 値を、最終的な抗体獲得の判定別に示した。中和抗体検査で陰性（2 倍未満）となった個体には、抗体獲得したと判定された個体はいなかったのに対し、ELISA 陰性（SP 値 0.1 未満）個体のうち 58%（81/139）は抗体獲得したと判定された。

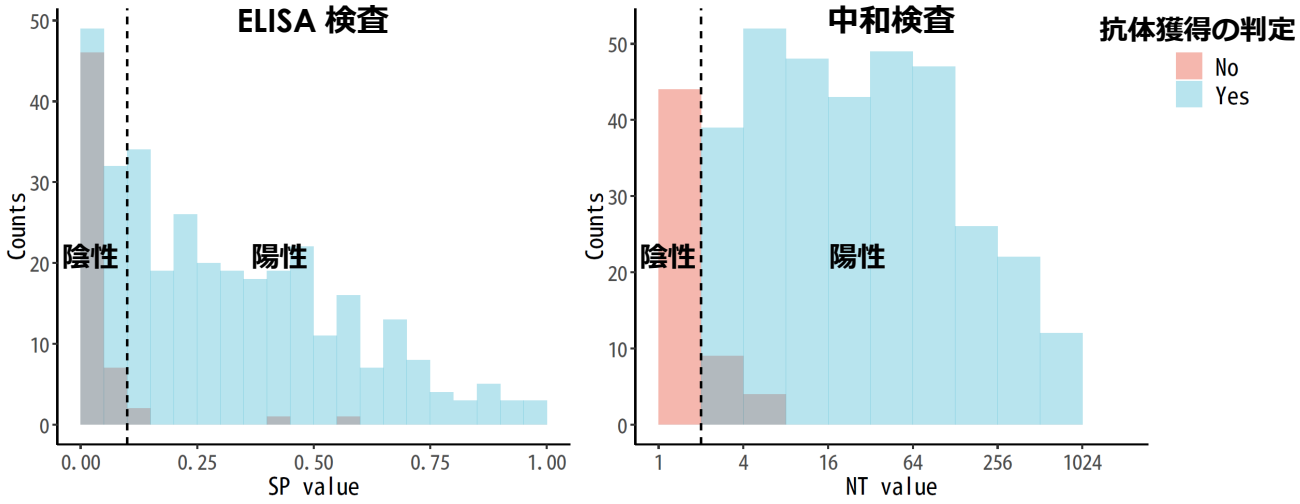

図 6　抗体獲得の有無と ELISA 検査の SP 値（左）及び中和抗体価（右）

棒グラフの赤色は最終的に抗体獲得していないと判定された個体、青色は抗体獲得したと判定された個体を示す。垂直の点線は陽性判定値を示し、点線より右が陽性の結果を示す。