

豚熱で失われたデュロック種豚「ボーノブラウン」の再建

鈴木 香 澄

(岐阜県畜産研究所 養豚・養鶏研究部 〒501-3924 岐阜県関市迫間 2672-1)

Suzuki, K. (2025): Reconstruction of Duroc breed pig “Buono Brown” lost by classical swine fever.

All about SWINE 67, 16-21

1. ボーノブラウンとは

ボーノブラウンとは岐阜県畜産研究所（以下、当所）で飼養しているデュロック種豚である。平成 21 年 10 月に（独）農業生物資源研究所，（社）農林水産先端技術産業振興センターとの共同研究により「ロース肉中の脂肪含量（霜降り）を高める」遺伝的な能力をもつことを特長とした種豚として公表された。一般的な豚肉のロース肉中の脂肪含量は平均 3.1%（n=158, 当所調べ）であるが，ボーノブラウンはその約 2 倍である平均 6.1%（n=60, 当所調べ）である。

ボーノブラウンの開発は，平成 10 年に食肉販売者から「霜降りが多すぎる」とクレーム返品された 5 頭に遡る。そのうち 2 頭の脂肪含量を測定したところ一般的な豚肉の 4 倍以上と高い脂肪含量を示した。これらの高い脂肪含量を示した豚肉から DNA を抽出し，DNA 解析を用いた親子判定により血縁を調査した結果，特定の種雄豚（D1）が後代の霜降りを増加させる能力を有している可能性が高いことが示された。本調査によって特定した種雄豚を用いて実験家系を構築し，「霜降り」に関する霜降り割合と関連する DNA 領域の探索

を開始した。その方法は，D1 の家系の種雄豚を大ヨークシャー種雌豚に交配して 191 頭の肉質調査豚を得て，肉質を調べるとともに，親から子への遺伝が確認できる全染色体上を網羅する 120 個のマイクロサテライトマーカー（以下，マーカー）を解析し，その関連を調査した。その結果，第 7 染色体と第 14 染色体上の 2 か所に関連するマーカーが検出された。

この 2 か所のマーカーを持ち，霜降り割合を高める遺伝的能力を持つデュロック種集団を造成するため，調査に供試した種雄を当所のデュロック種雌豚に交配した。得られた産子の DNA をさらに解析し，2 つのマーカーを保有する個体を選抜することで種豚集団「ボーノブラウン」を作成した。岐阜県内養豚農家への生体及び家畜人工授精用精液（AI 用精液）の譲渡は，平成 21 年より開始した。

その後，ボーノブラウンの AI 用精液の需要は高まり続け，平成 26 年度は，愛知県と共同で造成した系統造成豚「アイリスナガラ」との合算で 4,713 本販売した。全国の公設試験場からの販売数としては全国第 2 位の販売数であった（未公表

データ，平成 26 年当所調べ）。

2. 豚熱によるボーンブラウンの損失

平成 30 年 9 月に国内 26 年ぶりとなる豚熱が岐阜県岐阜市で発生した。初発例となった農場付近で野生イノシシへの感染も確認され，感染を拡大する要因として問題視されるようになった。これらを受けて当所も宅配弁当の中止，衛生管理区域に限らず事務所に入る人全員のシャワーイン体制の徹底など当時の人員でできる限りの防疫体制の見直しを実施した。しかし，平成 30 年 12 月に当所の飼養豚で豚熱の感染が確認され，全ての飼養豚が殺処分された。これにより「ボーンブラウン」を全て失った。

3. ボーンブラウンの再建

3-1 ボーンブラウンの避難作戦

前述のとおり，当所ではボーンブラウンを県内養豚農家に生体販売を行っていた。これにより，当所の豚熱発生後にも，ボーンブラウンが県内養豚農家において生存しており，県内養豚農家のご厚意で雄 3 頭，雌 2 頭の買戻しを行うことができた。

問題となったのは，飼養場所である。豚熱感染のリスク要因と考えられる豚熱陽性イノシシは，当所が豚を飼養していた美濃加茂市において多数観察される状況であった。また当所の飼養施設は，築 60 年近く経過した老朽化した豚舎であり，小動物等の侵入を完全に防ぐことができなかった。豚熱ウイルス侵入経路が特定されていない以上，この施設を利用することは現実的ではないと考えられた。

野生イノシシにおける豚熱陽性例から可能な限

り距離を取ることができ，イノシシが近隣に出現しづらいと考えられる平地である岐阜県海津市の就農支援センターの一画を利用し，買戻したボーンブラウンの飼養を開始した（写真）。



（写真）避難施設の様子
写真は防鳥ネットの設置前の様子

飼養開始にあたって，豚舎周辺を害獣防止柵と高さ約 2 m の隙間のない壁状の小動物防止柵で囲い小動物を含めた野生動物の侵入を完全に遮断した。周辺住民への臭気配慮のために脱臭装置を設置した。飼料や物品を燻蒸するための燻蒸庫として利用するために，2 方向から開閉できるよう特別に発注した物置を設置した。また豚の飼養管理者のシャワーイン・シャワーアウトが可能となる管理棟を設置した。

豚の飼養は気密性が高く緻密な換気制御が可能であるコンテナ豚舎（ナーサリーコンテナ，イワタニ・ケンボロー社）を種豚用に改良したものを利用した。暑熱対策としてクーリングパッド，寒冷対策としてコルツヒーターを用いて飼養を行った。豚舎と豚舎への通路および管理棟は，豚熱陽性イノシシの浸潤状況変化に迅速に対応するため移動可能なコンテナトレーラー上に設置した。鳥類の侵入を防ぐため，施設全体を網で覆った。

この避難施設で計4回の分娩を行い、後述するボーノブラウン再造成の素材を得ただけでなく、市販の作成キット（Ready to use 精子凍結用溶液キット，広島クライオプリザベーションサービス社）を用いて凍結精液を作成した。

3-2 再造成するボーノブラウンの改良目標

現段階では再造成するボーノブラウンの改良目標を次のように設定している。

一日平均増体重：1150 g 以上

背脂肪の厚さ：体長 1/2 部位で 2.0 から 2.2 cm
（体重 120 kg 到達時）

ロース芯面積：体長 1/2 部位で 40 cm²（体重 120kg 到達時）

飼料要求率：種豚ボーノブラウンで評価するのではなく、ボーノブラウンを止め雄として使用する農場において農場要求率 2.8，肉豚要求率 2.4

ロース肉中の脂肪含量：8.0%以上

これらの達成に向けて、系統造成は行わず，開放系の育種を実施していく予定である。

3-3 ボーノブラウンの再造成（種豚導入）

ボーノブラウンの再造成にあたり，前述した避難作戦によって飼養していたボーノブラウンの直系から後代を得て，妊娠豚5頭を導入した。

さらに民間種豚会社及び県内のデュロック飼養者に依頼をして候補豚 883 頭の DNA 解析を実施し，霜降り割合と関連するマーカーの有無を確認した。この解析によりボーノブラウンと同等以上の能力と考えられる種豚を選抜し，交配を依頼し，妊娠豚を5頭導入した（令和6年度末現在）。

3-4 帝王切開の実施

ボーノブラウンの再造成にあたり，SPF 豚協会の認定を受けることはできないものの，それに可能な限り準じた「岐阜県版 SPF」の状況で飼養することを目標としている。

したがって，種豚集団への豚の導入は，プライマリー豚作成のために年2から4回帝王切開を実施して行うこととした。妊娠が確認できた豚を対象として衛生検査を実施した後に，敷地内ではあるが，SPF エリア外に設置した隔離豚舎に一度導入し，併設された手術室で帝王切開を行った。帝王切開に関する知見及び技術は株式会社ファームテック（宮崎県）による技術指導を受け，当所での練習を繰り返した。これにより，現在までに実施した8腹全てで無事に産子を得ることができている。また，帝王切開後，最短17日目に発情回帰が確認できた例もある。このように，獣医学的観点からも十分満足できる疼痛管理や術部の感染予防措置を取ることができたと考えている。

帝王切開を行い SPF 化に取り組むことが決まった際には獣医師は1人体制であり，他の職員は種類を問わず「手術」を見たことがない状況であった。このような状況にも関わらず，よい成績を上げることができたのは日頃から業務の中で作上げたチームワークによるものであると考えている。

4. 再編整備による新設豚舎の完成

前述のとおり，当所の従来の豚を飼養する施設は築60年近くが経過し，老朽化が進んでいた。このことから豚熱の発生の有無に関わらず再編整備の計画があった。

再編整備計画の遂行にあたり，豚熱を含めた感

感染症の発生により二度と種豚を失わないよう、また産業に悪影響を与えないよう、防疫を最重要項目として取り組んだ。そのほとんどは日本 SPF 豚協会が定める農場認定制度に準じる形とした。

特筆すべきは車輛消毒シャワーゲート（以下、車輛ゲート）と豚舎間の通路である。車輛ゲートはその全長を屋根と壁で覆った。これは雨天時でも雨などで消毒薬を薄めることなく、十分な消毒効果を期待するためである。さらに消毒効果が現れる前に車輛が侵入することを防ぐために、消毒液噴射後、規定時間が経過しないと通行できないようにバーを設置した。さらに車輛ゲートにも運転手などを対象とした人用のシャワールームを設置することで、口蹄疫やアフリカ豚熱などの海外悪性伝染病が発生した際に、一段階防疫レベルを上げることができるようにした。

豚舎間の通路は、消防法が許す限り豚舎間を通路でつなぐことで、外気に触れず豚の移動が可能となった。

これに加え、3重の柵で豚舎を囲ってある。一番豚舎側の柵は高さ2.4メートルある壁状でネズミなどの小動物が登りづらいう、スムーズな面となっているだけでなく、コーキング剤などで侵入経路を徹底的に封じてある。

ソフト面では、豚舎やエリアごと作業時に着用するつなぎや長靴の色を分けたほか、豚舎の入り口ごとに手指消毒アルコールやグローブを設置した。このことによりルール遵守状況が見える化された他、グローブを取りに戻るなどの「面倒くさい作業」が省力化されたことで、ルールを遵守しやすい体制を構築している。

5. 再造成するボーノブラウンをパワーアップ

～抗病性育種への取り組み～

再造成するボーノブラウンをこれまでに研究してきた抗病性育種を用いて「感染症に強い」種豚にする取り組みを実施しているので紹介したい。

これまでに養豚業に携わってきた中で、農場では同腹の中で「1頭だけ消瘦している」「1頭だけスス病」になるという状況をしばしば見てきた。この時に子豚の両親、豚房や給水口、餌箱などの住環境がほぼ同じであり、同じ条件で病原体に暴露されているはずであるにも関わらず、感染症の発症の有無、死亡の有無が分かれることに疑問を持ち、その原因を探る研究を行ってきた。

まず初めに調査対象としたのは、当所で過去にサーコウイルスに起因する豚離乳後多臓器性発育不良症候群（以下、PMWS）が流行した時期に飼養していたデュロック種1577頭である。これらはいずれも血統情報、生年月日、死亡日、各日齢の体重が明らかな個体であり、それぞれの肉片が保管されていた。この1577頭を対象にPMWSによる死亡しやすさを育種価として評価し、育種価の高低332頭ずつからDNA抽出を行い、PMWSに関連した生死とDNA塩基配列の関係を調査した。

すると第13染色体上にPMWSによる死亡と関連する新しい遺伝領域を発見した。当該領域のはたらきは不明であるが、PMWSとの関連についての報告はこれまでに存在しないこと、ウイルス抵抗性との関連が期待されることからEIR（Enhancer of Immune function and Resistance to diseaseの略）と名付けた。また、令和2年に特許出願を行い、令和7年4月に特許登録を行った（特許7674635号）。

また農研機構では、感染初期の病原体認識において重要な分子であるパターン認識受容体遺伝子に着目し、アミノ酸配列の変化を引き起こす一塩基多型 (SNP) を利用した抗病性改良 DNA マーカー (抗病性マーカー) の開発に取り組んできた。このうち NOD2 (Nucleotide binding oligomerization domain 2) は、細菌の構成成分の一部を認識することが知られており、NOD2 遺伝子の塩基配列において、2197 番目のアデニン (A) がシトシン (C) に置き換わる変異では受容体としての機能が促進されることが報告されている。前述の PMWS による死亡が多く見られた当所のデュロック集団においてこの変異との関係を調査した。その結果、PMWS 流行時において NOD2 の型が疾病への抵抗性が強いと考えられる CC 型であると、それ以外の型と比較して生存率が 25 ポイント高いことが明らかになった。すなわち、生き残りやすさに違いがあると考えている。

またと畜場に出荷された一般肉豚の肺病変を評価したところ、NOD2 以外のパターン認識受容体でも抗体価や病変の大きさに差が見られることを確認した。ただし、全ての農場で差が見られるとは限らず、農場の感染症による汚染度合いによっ

て影響される可能性があることに注意が必要である。

EIR や NOD2 を抗病性マーカーとし、種豚改良の新たなツールとすることができないのではないかと考え、(一社)家畜改良事業団において受託検査が可能となる体制を整えた。毛根や全血、肉片や断尾した組織片、精液などの DNA を含む材料を送付すると、抗病性マーカーの判定が可能である。詳細は家畜改良事業団のホームページを参照されたい。



(一社)家畜改良事業団 ホームページ QR

6. 再び産業に貢献できる種豚を目指して

種豚「ボノプラン」の従来の特長であった霜降割合を高める能力に加え、現在は施設整備と岐阜県版 SPF 化にも取り組むことで、防疫レベルの高い施設において高能力の種豚を飼養すること

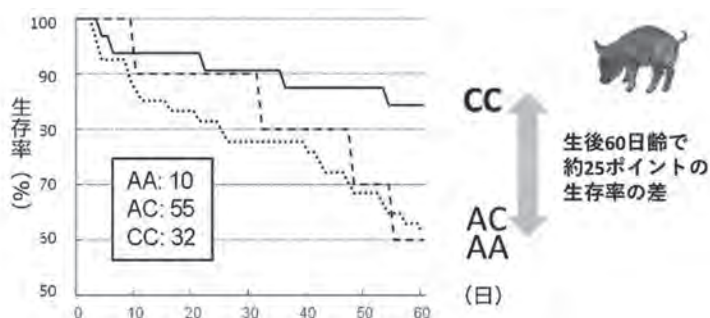


図 PMWS 流行中の異なる NOD2 型を持つ子豚の生存曲線
供試頭数は AA 型 10 頭、AC 型 55 頭、CC 型 32 頭であった。

ができるようになった。さらに抗病性能を付与する育種を重ねるよう、日夜研究に励んでいる。

令和4年度にはAI用精液、令和5年度には生体譲渡を開始し、再び岐阜県内の養豚産業を支えることができる種豚となる一步を踏み出している。今後とも進化し続けるポーノブラウンにご指導ご鞭撻のほどお願い申し上げます。

謝辞

種豚導入に協力いただいた株式会社ファームテック様、農事組合法人富士農場サービス様、株式会社シムコ様にこの場を借りて深謝申し上げます。

る。

帝王切開に関する技術や知識を余すことなく伝授くださった株式会社ファームテックの皆様にご感謝申し上げます。

抗病性研究にご協力いただいた民間種豚場の皆様、国内の養豚農家の皆様、東北大学の皆様、農研機構の皆様、家畜改良事業団の皆様にも感謝申し上げます。

また本稿で紹介した研究は生研支援センター「イノベーション創出強化研究推進事業」(JPJ007097)及びJRA畜産振興事業の支援を受けて実施した。

〔ピラミッドからの話題提供〕

空中散水による豚舎内の落下細菌への影響

小 柳 理恵子

(日本農産工業株式会社 畜産技術センター)

Koyanagi, R. (2025): Effect of aerial water spraying on falling bacteria in pig houses

All about SWINE 67, 22-24

はじめに

空中に散水することによる落下細菌の減少効果を日本農産工業(株)試験豚舎で検討しました。弊社ピラミッドに所属する某農場は、呼吸器病の予防のため豚舎の洗浄・乾燥・消毒の徹底、適切な換気、ストレスの少ない飼養管理に努めています。それに加え、豚舎内のエアロゾルに含まれる病原体による感染を防ぐため、動力噴霧器による消毒薬の空中散布や細霧装置の利用も検討しましたが、コストに対して見合うだけの効果があるのかという疑問がありました。そんな中、「空中へ水

を撒くだけでも一定の効果がある」といった話を耳にし、効果の程度を確認したいと思ったのが今回の検討のきっかけです。

なお、本稿でご紹介する検討は、現場での参考やヒントとなることを目的としたものであり、正式な試験や客観的評価に基づくものではありません。あくまで一例としてご理解いただき、今後の取り組みの一助となれば幸いです。

空中散水による落下細菌への影響

検討は2025年3月、弊社畜産技術センター試



図1 飼育室レイアウト

験豚舎 第Ⅱ肥育室にて行いました。飼育室レイアウトは図1の通りです。豚舎内通路1か所と空き豚房1か所で、シャワーノズルによる空中散水を各2分間実施しました（図2）。散水は作業者の肩の高さから斜め上に向かって、天井を濡らさない程度の水圧で行いました。散水の前と後で、床面に敷いた紙の上に普通寒天培地を置



図2 散水の様子

き、各1分間の暴露にて落下細菌を採材しました（図3）。

培地を37℃で24時間培養した後の写真が図4です。通路では空き豚房に比べ散水前後ともコロニー数が多い傾向が見受けられました。肉眼的には通路、空き豚房ともに、散水後はコロニー数が減少したように見受けられましたが、コロニー数が計測可能範囲を超えたため数値的な評価はできませんでした。

検討中に気づいたこととして、散水直後の豚房・通路はどことなく雨上がりのようなさっぱりとした感覚がありました。あくまで個人の感想になりますが、空気中の埃が水で流されたことによる影響かと思います。空き豚房より通路でコロニーが多く見受けられた要因として、通路の先にある換気扇が気流を生み、埃などの微粒子が舞いやすかったことが考えられます。散水によって一時的に空気中の細菌が減少したとしても、豚の動きや風の流れによって常に新たなエアロゾルが生じますので、時間が経てば元に戻ることは避けられないものと思われます。



図3 採材の様子 ①通路（矢印） ②空き豚房

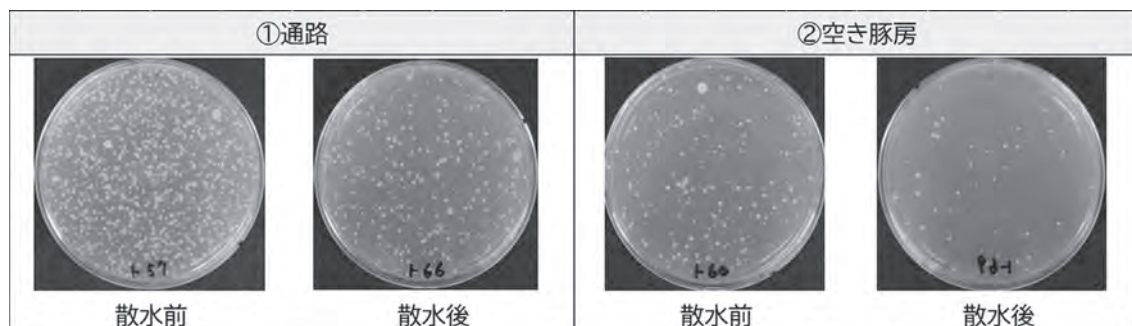


図4 培養後の培地の様子

豚舎内エアロゾルについて

豚舎内のエアロゾルの80～90%は飼料、2～8%は排泄物、2～12%は豚の体から発生し、このエアロゾルに細菌やウイルス等の病原体が付着することで疾病の伝播に関与するとされています⁽¹⁾。SPF豚農場の排除疾病である豚マイコプラズマ肺炎やPRRSの病原体は、エアロゾルによって9 km以上の長距離を移動し、空気感染を生じる可能性があることが知られています⁽²⁾。

また、畜産農場のエアロゾルに含まれる微生物は動物の健康だけでなく人の健康にも影響を与えるとされます。国内の養豚場での調査において豚舎内のエアロゾルに含まれる薬剤耐性ブドウ球菌が、豚に対する抗菌薬の使用と関連する傾向があるという報告があります⁽³⁾。エアロゾルを減らすことで豚と人の両方に利点があると言えます。

まとめ

今回は散水のみの検討でしたが、細霧装置や動力噴霧器を用いて消毒薬を噴霧すれば、呼吸器病の予防効果はより高まると思われます。乾燥する時期であれば加湿の効果が期待できます。注意点

として、照明など電気系統の設備が防水仕様でない場合は、水がかからないようにする必要があります。また、豚を飼養中の空間で消毒薬を散布する際は、豚体に付着しても問題のない製品であること、休薬期間が設定された製品では休薬期間を確認することが重要です。

参考資料

- (1) Yoshino, T. et al. (2024). Mitigation of aerosol and microbial concentration in a weaning piggery by spraying nanobubble ozone water with an ultrasonic sprayer. *Animals*, 14(5), 657.
- (2) Otake, S. et al. (2010). Long-distance airborne transport of infectious PRRSV and *Mycoplasma hyopneumoniae* from a swine population infected with multiple viral variants. *Vet. Microbiol*, 03, 028.
- (3) Kobayashi, S. et al. (2023). The association between farm-level antimicrobial usage and resistance of *Staphylococcus* spp., as the major genus isolated from aerosol samples, in Japanese piggeries. *Front. Vet. Sci*, 10, 1127819.