

〔県からの話題提供〕

肥育豚舎の新たな脱臭方法の開発； 「閉鎖型豚舎の空冷化」と「複合型脱臭装置」

寺 田 圭・大 谷 利 之・杉 山 典・大 竹 正 剛

(静岡県畜産技術研究所 中小家畜研究センター

〒 439-0037 静岡県菊川市西方 2780)

Terada, K., Ohtani, T., Sugiyama, T. and Otake, M. (2022):

Development of new deodorization method for finishing pig house;
Air-cooling for closed pig house and Combined deodorization equipment

All about SWINE 61, 27-31

1. はじめに

静岡県では東日本大震災以降、津波対策で沿岸部から内陸への移住が増加し、養豚経営体の近隣まで宅地開発が進んでおり、臭気問題が顕在化しています。県内の畜産経営体への苦情発生要因の75%は悪臭関係であり、畜種別にみると、豚が最も多くなっています。さらに、臭気問題により経営規模の縮小を余儀なくされる事例もあり、養豚産業を振興していく上での阻害要因となっています。養豚経営体の臭気問題は行政において、人口減少対策を行っていく上での政策的な課題にもなっており、当研究センターは技術的支援を求められています。

当研究センターでは、本課題を解決すべく、令和元年から3年まで静岡県独自の競争的研究費制度である新成長戦略研究事業にて、「無臭養豚管理技術の開発に関する研究」に取り組みました。この研究で得られた成果を活用することにより、養豚経営体の臭気問題を解決し、規模拡大だけで

なく隣接地域への企業誘致が可能となり、県全体の養豚を含めた産業産出額の向上に寄与すると考えられます。本報告では、この研究の概要と開発した肥育豚舎用脱臭装置について紹介します。

2. 無臭養豚管理技術の研究概要

本研究の概要を説明します。本研究では当研究センターの肥育豚80頭を収容できる肥育豚舎を対象に実施しました。この豚舎は外部に開口している開放型豚舎であったため、臭気が拡散しやすい構造でした。そこでこの豚舎を閉鎖化し臭気を閉じ込める構造にしました(図1)。閉鎖型豚舎には暑熱対策が必要になりますが、これまでの対策では主に大風量の換気が実施されてきました。暑熱期の最大換気量は後期肥育豚で最大 $6.38\text{m}^3/\text{分}/\text{頭}$ が必要であるため(呉 克昌 2002)、本研究で用いる肥育豚80頭規模の豚舎では $6.38 \times 80 = 510\text{m}^3/\text{分}$ の風量が必要であると試算されました。一方で、排気側に取り付ける



図1 開放型豚舎を閉鎖化した外壁パネル（左）、閉鎖型豚舎の内部（右）

吸着材等を用いた脱臭装置は、排気量の増加に合わせて2次関数的にイニシャルコストが上昇することが共同開発の脱臭メーカーによって試算され（図2）、500 m³/分の風量を脱臭する装置のイニシャルコストは1億2千万円と見積もられました。このため、既存の大風量による暑熱対策は実用的ではないことから方針を転換し、閉鎖型豚舎をエアコンによって空冷することで必要な換気量を最小限にし、低コストな脱臭装置により肥育豚舎からの排気は無臭化する方法を考案しました。なお、本研究は豚舎からの排気量最大 80 m³/豚舎、脱臭装置の本体価格 1 千万円以下を目標としました。

3. 豚舎の閉鎖化と空冷化

当研究センターの肥育豚 80 頭が収容可能な肥育豚舎の開放部を断熱性のあるガルバニウム鋼板サンドイッチパネルで塞いで閉鎖型豚舎とし、さらに農業用ヒートポンプ式エアコン（クボタ空調株式会社製 KBHP-GP112-S2）を 3 台設置しました（図 3, 4）。なお、糞尿処理は豚舎の下にあるピットに水を張り糞尿を一定期間集め洗い

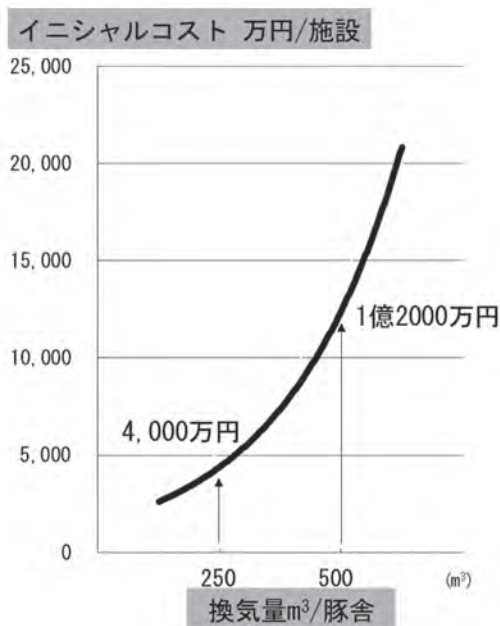


図2 豚舎の換気量と脱臭装置イニシャルコストの関係

流す「ため水式糞尿処理」です。2021年6月15日から7月10日まで、エアコンにより豚舎内気温を20℃に設定した閉鎖型豚舎に肥育豚を50頭導入し、温暖気温での前期肥育豚の必要換気量 0.7 m³/分/頭と後期肥育豚換気量 1.0 m³/分/頭の

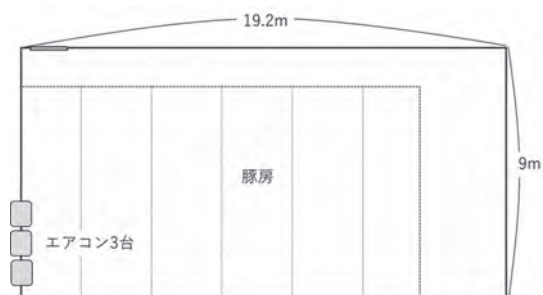


図3 閉鎖型豚舎の規模と豚房・エアコンの配置図



図4 閉鎖型豚舎に設置した農業用ヒートポンプ式エアコン

平均値 $0.8 \text{ m}^3/\text{分}/\text{頭}$ (呉 克昌 2002), すなわち $40 \text{ m}^3/\text{分}$ ($0.8 \text{ m}^3/\text{分}/\text{頭} \times 50 \text{ 頭}$) の換気量に設定した豚舎内環境試験を実施しました。調査項目は二酸化炭素濃度とアンモニア濃度とし、定期的に測定しました。図5に閉鎖型豚舎内の二酸化炭素濃度とアンモニア濃度の推移を示しました。二酸化炭素濃度は全期間を通して 800 ppm 以下に保つことができ、アンモニア濃度は 15 ppm 以下で維持されました。二酸化炭素濃度について最大許容範囲は $5,000 \text{ ppm}$ (畜産悪臭対策マニュアル 2020) であり、また人の活動においては $1,000 \text{ ppm}$ 以下が望ましい (東 賢一 2018) とされていることから閉鎖型豚舎における二酸化炭素濃度は許容範囲に保たれていると考えられまし

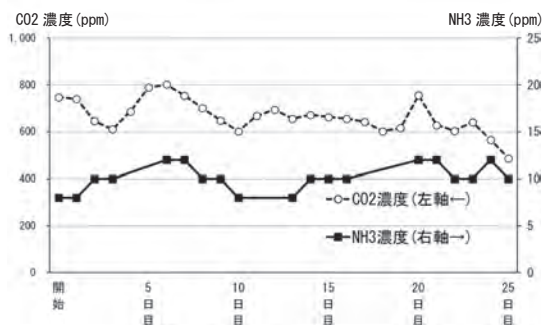


図5 閉鎖型豚舎における二酸化炭素濃度およびアンモニア濃度の推移

た。また、アンモニア濃度は開放型の豚舎と比較して高い (長田ら 2004) と考えられるものの最大許容範囲 50 ppm 以下 (畜産悪臭対策マニュアル 2020) であったため、アンモニアにおいても許容範囲に保たれていると考えられました。豚舎外の温度は $22.3 \pm 1.9^\circ\text{C}$ 、湿度は $82.2 \pm 6.4\%$ であったのに対し、豚舎内温度は $19.8 \pm 1.4^\circ\text{C}$ 、湿度は $62.7 \pm 1.7\%$ でした。エアコンの消費電力は3台で平均 $3.7 \text{ kw}/\text{日}$ でした。肥育豚 50 頭 を $40 \text{ m}^3/\text{分}$ の換気量で飼育した場合、閉鎖型豚舎内の環境は許容範囲に保たれていると考えられたため、肥育豚 80 頭 の場合は $64 \text{ m}^3/\text{分}$ の換気量で肥育豚を飼育できると試算されました。暑熱対策を大流量の換気で対応する場合は $510 \text{ m}^3/\text{分}/\text{豚舎}$ の換気が必要であるので、エアコンによる空冷化で換気量を $1/8$ に低減することが可能となりました。

4. 新たに開発した脱臭装置「複合型脱臭装置」

閉鎖型豚舎をエアコンで空冷化し、豚舎内環境を肥育豚を飼育可能な環境に制御しつつ、排気量を $1/8$ に抑制することができたため、次に肥育豚舎からの排気は無臭化する脱臭装置の開発に取

り組みました。この脱臭装置は、次亜塩素酸水による酸化分解で脱臭を行う洗浄塔（図6）と活性炭等の吸着材で脱臭を行う吸着塔（図7）からなる2段階の脱臭を行う装置で、「複合型脱臭装置」（図8）と命名しました。閉鎖型豚舎内の臭気はアンモニアと低級脂肪酸が主と考えられる（寺田2021, 大谷と杉山2020）ため、洗浄塔の次亜塩素酸水でアンモニアを、吸着塔で低級脂肪酸を吸着するという2段階で脱臭します。吸着塔に充填している吸着材に通気をするためには80 m³/分の風量が必要であると試算されたため、実証試験として、67頭の肥育豚を収容している閉鎖型豚舎から風量80 m³/分で換気し、複合式脱臭装置にて96時間連続で脱臭を行いました。表1に肥育豚舎内、洗浄塔出口および吸着塔の排気口の時間ごとのアンモニア濃度、畜産環境式ニオイセンサ（XP-329ⅢR）の臭気指数値を示しました。肥育豚舎内は、アンモニア濃度は8～10 ppmであり、

畜環式臭気指数は28～32で非常に臭気が強い空間であることが示されました。洗浄塔出口において、アンモニア濃度はいずれの時間においても0であり、洗浄塔ではアンモニアが取り除かれていることが示されました。洗浄塔出口においては低級脂肪酸等の臭気成分が残存していると考えられ、畜環式臭気指数は0にはなりませんでした。吸着塔の排気口ではアンモニア濃度、畜産式臭気指数がいずれの時間においても0であり複合式脱臭装置を経過した排気は無臭化していることが示されました。なお、96時間連続で複合式脱臭装

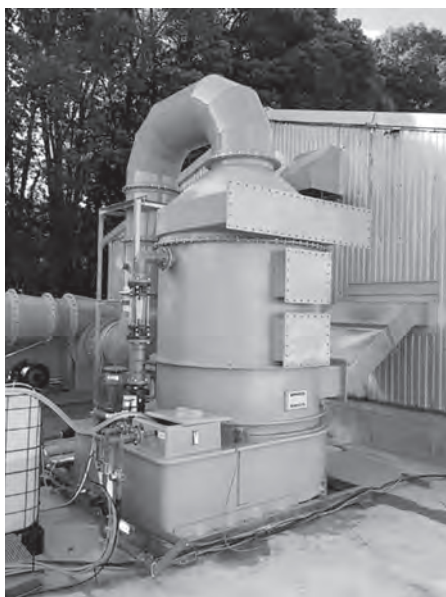


図6 次亜塩素酸水で脱臭を行う洗浄塔の外観

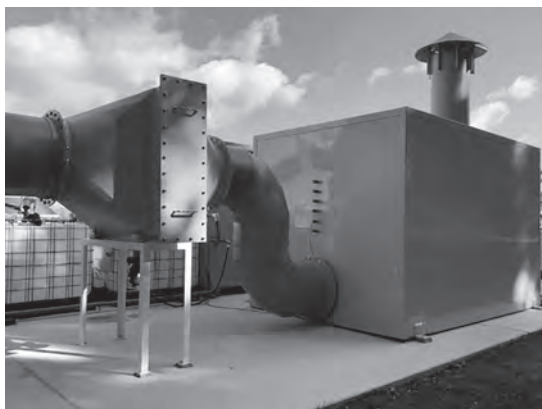


図7 吸着材で脱臭を行う吸着塔の外観



図8 複合式脱臭装置の全体図

表1 複合式脱臭装置からの排気におけるアンモニア濃度と畜産式臭気指数

経過時間	肥育豚舎内		洗浄塔出口		吸着塔排気口	
	アンモニア (ppm)	畜環式臭気指数	アンモニア (ppm)	畜環式臭気指数	アンモニア (ppm)	畜環式臭気指数
開始	8	32	0	15	0	0
6時間	8	28	0	10	0	0
24時間	10	31	0	20	0	0
48時間	8	31	0	10	0	0
72時間	8	28	0	13	0	0
96時間	8	31	0	10	0	0

置を稼働しても肥育豚舎内のアンモニア濃度は減少していないため、肥育豚舎内の臭気は排気により減少しても、相当量が新たに発生し続けているのではないかと考えられました。複合式脱臭装置のイニシャルコストは概ね1千万円（豚舎の閉鎖化およびエアコン設置費用は除く）であり、本研究の目標を達成しました。

5. 今後の展望

本研究により、既存の開放型豚舎を閉鎖化し脱臭装置を取り付けることで無臭化を実施できることが実証されました。しかしながら80頭規模の豚舎でも脱臭装置のイニシャルコストが1千万円ほどかかり、閉鎖化、空冷化のコストを考えると実際の養豚経営体の既存の開放型豚舎を改造するためにはさらなるコストダウンが必要です。現在、複合式脱臭装置の開発で得た知見を活かし、イニシャルコストをさらに抑えた脱臭装置を開発中です。また、作動タイミングや換気量の制御等でランニングコストを低下させる方法も併せて開発しています。脱臭技術に関しては各養豚経営体の状況等を勘案してその地域に適合した装置を設置する必要があります。今後は静岡県内の養豚経

営体に脱臭技術を普及し、地域や環境と調和した養豚業を振興していきます。

参考文献

- 東 賢一. 2018. 室内環境中における二酸化炭素の吸入暴露によるヒトへの影響. *Indoor Environment* 21, 2, 113-120.
- 畜産悪臭対策マニュアル. 2020. 一般社団法人畜産環境整備機構.
- 呉 克昌. 2002. 離乳舎での成績を最適化する飼養管理. *Proceedings of the Japanese Pig Veterinary Society* 40, 18-21.
- 長田 隆, 猫本健司, 白石 誠, 石橋 誠, 原正之, 干場信司, 鈴木一好, 羽賀清典, 代永道裕. 2004. 畜舎内のアンモニア, メタンおよび亜酸化窒素の濃度. *におい・かおり環境学会誌* 35, 1, 1-7.
- 大谷利之, 杉山 典. 2020. 豚舎からの悪臭除去技術の開発. *静岡県畜産技術研究所 研究報告* 13, 15-16.
- 寺田 圭. 2021. 肥育豚舎内の臭気を数値化する新たな臭気センサの検証. *畜産技術* 796, 16-20.