

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 15 日現在

機関番号：17601

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2012～2014

課題番号：24658259

研究課題名(和文)クリーン模範養豚場の作出

研究課題名(英文)Construction of the clean model pig farm

研究代表者

末吉 益雄 (Sueyoshi, Masuo)

宮崎大学・産業動物防疫リサーチセンター・教授

研究者番号：10305063

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,100,000円

研究成果の概要(和文)：豚舎消毒法の工程について、7日間の水洗、洗浄、消毒、乾燥、発泡消毒、乾燥、煙霧消毒を試験し、一般細菌、大腸菌群、ウェルシュ菌、サルモネラ属菌についてモニタリングしたところ、一般細菌は平均99.99%以上、大腸菌群は90.79%減少しました。

次に、光触媒素材を使用した豚舎内微生物の低減化試験を行ったところ、試験豚舎の浮遊細菌数および床面付着菌数は有意に減少し、試験豚舎のアンモニアおよびアセトアルデヒドの濃度は有意に減少しました。このことから、光触媒素材を畜舎構造に適合させ、有効な資材に応用することで、豚舎内の浮遊菌数の減少および消臭することが示唆され、クリーン豚舎への応用が期待されました。

研究成果の概要(英文)：We examined to washing, disinfection, drying, foaming disinfection, drying, haze disinfection to the pig house with a 7-day process. We monitored it about environmental bacteria, coliform, Clostridium perfringens, Salmonella spp.. As a result, the environmental bacteria decreased more than 99.99%, and 90.79% of coliform decreased.

Secondly, we performed a decrease in microbe in the pigpen with a photocatalyst material. As a result, the number of the floating bacteria and floor adhesion bacteria of the examination pigpen significantly decreased, and the density of ammonia and acetaldehyde of the examination pigpen significantly decreased. By the application of the photocatalyst material, a decrease in number of the floating bacteria in the pigpen and a deodorant effect were suggested, and the application to a clean pigpen was expected.

研究分野：家畜衛生学

キーワード：養豚場 衛生

1. 研究開始当初の背景

生産効率を求め、多くの養豚場で集約的飼育形態がとられている。そのような環境ではサルモネラ症など感染症が発生した際に、急速に水平伝播し、集団感染に陥るリスクがある。養豚において豚舎環境の悪化は、死産の増加や慢性的な疾病を誘発し、生産性を阻害する。また、閉鎖型の豚舎での内部環境の悪化は豚のみならず従業員の慢性気管支炎などの呼吸器疾患のリスクも高まる。農場周辺の人口が増え混住化が進む中で、畜舎から排出される臭気は畜産に係る苦情発生件数の上位を占めている。2013年は畜産経営に起因する苦情の発生戸数が1,970戸であり、この内の約6割の1,316戸は悪臭関連であった。また、この内の苦情で養豚業における悪臭関連の発生戸数は406戸であった。活用国土の限られた日本では、とくに畜舎周囲への悪臭対策が重要となる、豚の健康保持と環境の適正化は養豚衛生の両輪である。

光触媒には一般的に酸化チタン(TiO_2)が使用されており、紫外線照射により TiO_2 は励起し e^- と h^+ ができ、これに大気中の O_2 や H_2O が反応し TiO_2 表面に活性酸素種(OH^\cdot , O_2^\cdot など)を発生させ、これら活性酸素種の酸化・還元反応によって有機物を分解する。また、 TiO_2 表面の疎水性物質の分解と、表面構造の変化による表面水酸基の増加によって超親水性と呼ばれる高い親水性を示す。これらの光触媒の有機物分解能と超親水性は抗菌、抗カビ、環境浄化フィルター、外壁の防汚、曇り止めなどに利用されている。

2. 研究の目的

光触媒素材 MaSSC(Material with Strong Sterilization Capability)は、抗菌金属の入ったハイブリッド光触媒材料を使用し、低温溶射技術が活用されている。光触媒に用いられる酸化チタンは紫外線照射でのみ光触媒活性を発現させるが、ハイブリッド光触媒すなわちルチル型酸化チタンに鉄を担持することで高度な可視光応答化が可能となった。また、低温溶射技術により接着剤の無い被膜ができ、溶射表面全体に純度の高い光触媒材料の膜が形成された。これらによってウイルスや細菌さらに悪臭の原因となるアンモニアなどの臭気ガスを室内光でも効率的に分解除去が可能になった。光触媒資材や紫外線の豚舎への応用試験も報告されている。本研究では、豚舎に光触媒資材を設置し、豚舎内微生物と豚舎由来臭気ガスの減少について試験した。

3. 研究の方法

2-1. MaSSCフル装備豚舎(試験Ⅰ)

セミウィンドウレス豚舎(エコ豚舎、関越技研株)を用いて行った。試験期間は26日間実施した。豚はLWD交雑種、25日齢の離乳豚を各豚舎に5頭ずつ導入し、一方を試験群、他方を対照群とした。試験豚舎にはMaSSCを5資材に使用した。即ち、豚舎外部排気口にソーラーリアク

タ、豚舎壁面にゼオライトボード、豚舎内部に空気清浄機、外気吸入口に空気浄化ユニット、豚舎床面にSUSメッシュを設置した。

浮遊細菌数と浮遊粒子状物質数、拭き取り検査による豚舎内付着菌数、臭気ガスと低級脂肪酸の測定を行った。浮遊細菌数と浮遊粒子状物質数の測定は0.5あるいは1.0 μm の直径でリアルタイム細菌ディテクタIMD(Azbil BioVigilant, Inc, Tucson, Arizona)を用いて測定した。付着細菌の拭き取り検査は各豚舎内の天井、壁面、床面10 cm^2 を綿棒で拭い、一般細菌を対象としてMueller-Hinton Agar(MHA, 関東化学)、腸内細菌群を対象としてDHL寒天培地(DHL, ニッスイ)、真菌を対象としてポテトデキストロス寒天培地(PD, ニッスイ)に塗抹して、37 $^\circ\text{C}$ 、24時間培養後、生菌数を測定した。測定は飼育期間中7回行った。臭気ガス測定にはアンモニア、アセトアルデヒド、酢酸、 CO_2 および同時測定因子(水蒸気量、気圧)を測定可能な光音響マルチガスモニタ1412i-5(INNOVA, Copenhagen, Denmark)およびマルチポイントサンプリャ1309(INNOVA, Copenhagen, Denmark)を用いた。測定箇所は①試験豚舎内、②ソーラーリアクター入口、③リアクター出口、④対照豚舎内、⑤対照豚舎排気口、⑥豚舎周辺部、⑦豚舎周辺物置内(分析装置周辺)とした。低級脂肪酸の測定は豚舎内の空気を50L捕集し、アルカリビーズ法により行った。測定はノルマル酪酸、ノルマル吉草酸、イソ吉草酸、イソ酪酸およびプロピオン酸等を対象とし、飼育10、15および23日目の計3回行った。

2-2. 循環式ソーラーリアクタと豚舎床面SUSメッシュの選択的使用(試験Ⅱ)

試験期間は35日間で行った。豚はLWD交雑種、35日齢の離乳豚を試験豚舎と対照豚舎に5頭ずつ飼育した。試験区豚舎にはMaSSCを2資材に使用した。即ち、豚舎外部排気口に循環式ソーラーリアクタ(排気循環路にアフターダンパー)および豚舎床面にSUSメッシュを設置した。浮遊細菌、浮遊粒子状物質、拭き取り検査、臭気ガス、および低級脂肪酸の測定は前述の方法で実施した。

4. 研究成果

3-1. MaSSCフル装備豚舎(試験Ⅰ)

① 浮遊細菌数と浮遊粒子状物質数

試験豚舎における直径0.5 μm 浮遊細菌数と浮遊粒子数はそれぞれ8.6 $\times 10^2 \pm 6.84$ 個/Lと1.6 $\times 10^4 \pm 137.90$ 個/Lであり、対照豚舎は2.6 $\times 10^3$ 個/Lと7.3 $\times 10^4$ 個/Lであり、有意に低下していた(平均値 \pm SE, $p < 0.01$)。

② 床面拭き取り検査

床面の一般細菌数の平均値($\log_{10}\text{CFU/mL}$)は試験豚舎(対照豚舎)では3.5(5.6)で、腸内細菌群数は2.6(5.0)で、真菌数は3.4(4.9)であった(平均値 \pm SE, $p < 0.01$)。

③ 臭気ガス

アンモニアの試験豚舎内と対照豚舎内の全期間中平均濃度はそれぞれ $1.1 \pm 0.01 \text{ ppm}$ と $9.3 \pm 0.08 \text{ ppm}$ であった(平均値 \pm SE、 $p < 0.01$)。アセトアルデヒドの試験豚舎内と対照豚舎内の全期間中平均濃度はそれぞれ $0.0 \pm 0.0 \text{ ppm}$ と $0.2 \pm 0.0 \text{ ppm}$ であった(平均値 \pm SE、 $p < 0.01$)。低級脂肪酸のノルマル酪酸濃度の平均値は試験豚舎で $4.0 \pm 1.4 \text{ ppb}$ であったのに対して、対照豚舎では $13.6 \pm 4.3 \text{ ppb}$ であった(平均値 \pm SE、 $p < 0.1$)。ノルマル吉草酸の平均値は試験豚舎で $0.62 \pm 0.3 \text{ ppb}$ で、対照豚舎では $2.98 \pm 1.1 \text{ ppb}$ であった(平均値 \pm SE、 $p < 0.1$)。イソ吉草酸の平均値は試験豚舎で $0.68 \pm 0.1 \text{ ppb}$ で、対照豚舎では $2.06 \pm 0.5 \text{ ppb}$ であった(平均値 \pm SE、 $p < 0.1$)。

3-2. 循環式ソーラーリアクタと豚舎床面 SUS メッシュの選択的使用(試験II)

① 浮遊細菌数と浮遊粒子状物質数

試験豚舎の直径 $0.5 \mu\text{m}$ 浮遊細菌数および浮遊粒子数はそれぞれ $1.13 \times 10^3 \pm 8.60$ 個/L および $1.11 \times 10^4 \pm 205.08$ 個/L であった。対照豚舎の浮遊細菌数および浮遊粒子数はそれぞれ $1.59 \times 10^3 \pm 9.61$ 個/L および $2.08 \times 10^4 \pm 108.57$ 個/L であった(平均値 \pm SE、 $p < 0.01$)。

② 床面拭き取り検査

床面の一般細菌数の平均値($\log_{10}\text{CFU/mL}$)は試験豚舎(対照豚舎)で $4.1(7.6)$ (平均値 \pm SE、 $p < 0.1$)であり、腸内細菌群数($\log_{10}\text{CFU/mL}$)は $1.8(7.1)$ (平均値 \pm SE、 $p < 0.1$)で、ブドウ球菌数($\log_{10}\text{CFU/mL}$)は $3.8(7.8)$ (平均値 \pm SE、 $p < 0.1$)で、真菌数($\log_{10}\text{CFU/mL}$)は $3.4(5.9)$ (平均値 \pm SE、 $p < 0.1$)であった(平均値 \pm SE、 $p < 0.1$)。

③ 臭気ガス測定

試験豚舎内と対照豚舎内の全期間中平均アンモニアの濃度はそれぞれ $5.9 \pm 0.05 \text{ ppm}$ と $37.3 \pm 0.34 \text{ ppm}$ であった(平均値 \pm SE、 $p < 0.01$)。アセトアルデヒド平均濃度は $0.0 \pm 0.01 \text{ ppm}$ と $0.2 \pm 0.01 \text{ ppm}$ (平均値 \pm SE、 $p < 0.01$)で、低級脂肪酸のノルマル酪酸濃度は 2.7 ppb と 11.8 ppb であった。

結語として、光触媒は住宅関連、電化製品、車両、道路関連、水処理、衣料、生活用品あるいは医療分野などさまざまな用途に使用されており、現在、畜舎への応用チャレンジが開始された。今回、光触媒資材が豚舎に応用できるかどうかを確認するために、実際に養豚場使用されているセミウィンドウレス豚舎に MaSSC をフル装備し、装置を同時稼働させた。その結果、試験豚舎は対照豚舎に比べて浮遊細菌、浮遊粒子、付着菌、アンモニア、アセトアルデヒドおよび低級脂肪酸が低下しており、MaSSC は養豚においてセミウィンドウレスタイプ豚舎と組み合わせることによって、十分に効果があることが示された。次のステップとして、畜舎への MaSSC のフル装備のランニングコストは殆どかからないが、

イニシャルコストが高額であることから、コスト削減のため MaSSC の選択的使用を試みた。その結果、循環式ソーラーリアクタはアンモニア、低級脂肪酸、浮遊菌、浮遊粒子および付着菌を低減させた。

以上のことから、豚舎内の汚染空気を浄化するソーラーリアクタを豚舎に設けることは畜舎由来の悪臭や微生物を殺菌し、減数させるために有用であると考えられた。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 0 件)

[学会発表] (計 3 件)

- 1) Sato S., Uemura R., Sasaki Y., Sueyoshi M., Yamamoto K., Yakiyama N., Sakaguchi S., Yoshinaga. High sterilization material MaSSC[®] for the reduction of the odor and microorganisms from pig houses. The 23rd International Pig Veterinary Society Congress., (June 8-11, 2014, Cancun, Mexico)
- 2) 佐藤俊介、上村涼子、佐々木羊介、末吉益雄、山本清司. 高殺菌素材 MaSSC[®]による豚舎由来臭気と微生物の減少. 平成 26 年度日本産業動物獣医学会(九州). (2014.10.4.鹿児島市)
- 3) 佐藤俊介、上村涼子、佐々木羊介、山本清司、末吉益雄. 豚舎由来悪臭と微生物の低減化試験－高殺菌素材 MaSSC[®]の豚舎への応用－. 第 101 回日本養豚学会大会. (2014.10.30. 宮崎市)

[図書] (計 0 件)

[産業財産権]

○出願状況 (計 0 件)

名称:

発明者:

権利者:

種類:

番号:

出願年月日:

国内外の別:

○取得状況 (計 0 件)

名称:

発明者:

権利者:

種類:

番号:

出願年月日:

取得年月日:

国内外の別:

[その他]

ホームページ等

6. 研究組織

(1)研究代表者

末吉益雄 (Sueyoshi, Masuo)

研究者番号：10305063

(2)研究分担者

上村涼子 (Uemura, Ryoko)

研究者番号：90529190

(3)連携研究者 ()

研究者番号：