

委託プロジェクト研究課題評価個票（終了時評価）

研究課題名	現場ニーズ対応型研究のうち総合的な悪臭低減、臭気拡散防止技術の開発	担当開発官等名	農林水産技術会議事務局研究企画課 畜産局畜産振興課						
		連携する行政部局	畜産局畜産振興課（環境保全班）						
研究期間	H30～R4（5年間）	総事業費（億円）	1.9億円（見込）						
研究開発の段階	<table style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">基礎</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">応用</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">開発</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;"> </td> </tr> </table>	基礎	応用	開発					
基礎	応用	開発							

研究課題の概要

畜産農家周辺にも一般住居が進出する中、畜産経営由来に対する苦情の過半を悪臭関係が占める状況にあるなど、今後とも持続的に畜産業を経営していくためには、悪臭問題に適切に対応していく必要がある。そこで、本課題では、悪臭の発生源となりやすいふん尿処理施設・畜舎等の施設からの悪臭発生を低減させるため、農場内の悪臭を見える化し、臭気物質の農場外への拡散を減少させることで農場全体から悪臭の拡散を防止する総合的な悪臭対策技術を開発する。具体的には以下の通り。

〈Ⅰ 農場内悪臭のモニタリング技術の開発〉

臭気と連動し測定可能な粉塵等の臭気媒介物質（※1）の探索や気象条件を加味した悪臭拡散モデルを開発すると共に、都市近郊型畜産集中地帯において悪臭モニタリング手法や臭気対策技術の実証を行い、臭気拡散抑制効果や経済性について検証を行う。

〈Ⅱ 畜舎およびふん尿処理過程における臭気対策技術の開発〉

臭気発生源となりやすい堆肥化施設等について、畜産経営にすでに導入・利用されている設備等を活かしつつ容易に導入できる臭気対策技術を開発する。

1. 委託プロジェクト研究課題の主な目標

- ・農場の敷地境界において、臭気強度（※2）3.0以下（臭気指数（※3）14～16に相当）とする総合的な臭気対策技術を開発し、その効果を生産現場で実証。
- ・開発した技術を含めて生産現場での総合的な臭気低減のための生産者向け利用マニュアルを作成。

2. 事後に測定可能な委託プロジェクト研究課題としてのアウトカム目標（R10年）

悪臭対策に苦慮している自治体への導入指導や、作成した生産者向け利用マニュアルの周知による迅速な現場普及により、現状の畜産悪臭関連の苦情発生戸数（令和元年度908戸）を3割程度低減することが期待できる。

【項目別評価】

1. 研究成果の意義

ランク：A

近年の畜産経営体においては、一戸当たりの飼養頭数の増加による大規模化が進んでおり、これに伴い農場内の臭気対策が重要な課題となっている。また、住宅地の郊外への進出を背景に、畜産農家と住宅地の混在化が進んでいること等から、畜産由来の苦情発生件数のうち「悪臭」に対する苦情が過半を占めている。持続的な畜産業を経営していくためには、農場内での臭気発生を大きく低減させる技術および農場外への臭気拡散を防止する技術の開発が強く求められている。

令和2年3月策定にされた「家畜排せつ物の利用の促進を図るための基本方針」においては、「臭気に係る環境規制への更なる対応、混住化の進展等による周辺住民の苦情の深刻化に対応するため、処理高度化施設を整備することが重要である。技術開発の促進では、臭気発生源ごとに脱臭装置等臭気低減の各手法を選択し、組み合わせる最適管理手法の開発等。」と明記されたところ。

また、環境省の定める悪臭防止法では、特定悪臭物質（22種類）濃度により規制を行ってきたが、複合臭や未規制物質にも対応するために臭気指数による規制導入に向けて、平成7年に同法の一部改訂が

なされ、平成13年には規制の本格導入のための「臭気指数規制ガイドライン」が策定された。これを用いて、臭気指数による規制方法を採用する自治体の割合は増加傾向にあり、令和元年度末時点で全国470市区町村となっている。臭気指数を指標とした規制に対応していくためには、これまで以上に高度な臭気対策技術が必要となるため、引き続き、臭気対策技術向上に係る研究開発を国が推進する必要性がある。

以上のことから、臭気対策が強く求められている状況は研究開始当時と変わっておらず、悪臭のモニタリングに基づいた実用的で容易に導入できる臭気対策の技術開発の意義は非常に大きい。

2. 研究目標（アウトプット目標）の達成度及び今後の達成可能性

ランク：A

①最終の到達目標に対する達成度

本研究課題の最終到達目標として、敷地境界における臭気強度を3.0以下（臭気指数14～16に相当）とする総合的な臭気対策技術を開発し、マニュアル等を作成して提示することを目指しており、これまでに以下の具体的成果が得られている。

〈Ⅰ 農場内悪臭のモニタリング技術の開発〉

- ・臭気の強弱の分布を可視化できる臭気マッピング手法（※4）の高度化では、粉塵等の臭気媒介物質の農場地図上へのマッピング技術と臭気の広域拡散を防止する悪臭モニタリング技術を開発するために、養鶏農家と養豚農家で設置式のニオイセンサなどを用いて臭気指数を調査し、悪臭モニタリング可能なことを実証するとともに、悪臭発生源とされた乾燥ハウスの側面に消臭メッシュシートを施し、3割程度の悪臭低減効果があることを確認したが、気象条件などの環境要因により低減効果は変動した。今後、悪臭のセンシング結果による効率的な臭気制御が可能かを検証し、効果が得られた事例については臭気対策事例集としてとりまとめ、公表する予定である。
- ・農場周囲の気象条件を加味した悪臭拡散モデルの開発では、日本のような複雑な地形に対応するために、CFDシミュレーション（※5）を用いた解析を行い、約80%の高い精度で臭気拡散状況が把握できるシステムを開発した。今後、複数の農家における測定データとシミュレーションデータを突合させ、精度の検証を行い、悪臭拡散モデルを提示する予定である。

〈Ⅱ 畜舎およびふん尿処理過程における臭気対策技術の開発〉

- ・新たな畜舎換気制御手法の開発では、悪臭物質であるアンモニアを40%削減すること（臭気指数30以下相当）を目指しており、アンモニアセンサを新たに組み込んだ換気制御を行うことで、畜舎からアンモニアを22%削減できたが、引き続き除塵フィルターを併用することにより、さらなる削減を行う予定である。
- ・新たな畜舎用臭気除去装置の開発と基本管理の効果検証では、畜舎から発生する臭気を50%削減すること（臭気指数30以下相当）を目指しており、既存畜舎に設置可能な装置（ルーフファン設置型）を開発し、排気を装置に通すことにより臭気を40%以上削減できたが、引き続きさらなる臭気低減に向けた改良を進める予定である。また、飼養管理方法の違い等による臭気低減効果の検証を行い、ミスト噴霧中は臭気を40～50%程度低減できること等を明らかにした。
- ・堆肥化・メタン発酵複合処理からの新たな臭気低減技術の開発では、乳牛ふん尿をスクリュープレス（※6）で固液分離した固形分を堆肥化することにより、元のふん尿をそのまま堆肥化する場合に比べてアンモニア揮散を55%削減でき、さらに固形分に重量割合3%の廃食用油を添加して堆肥化することで、元のふん尿の堆肥化に比べてアンモニア揮散を約80%削減できることを明らかにした。また、メタン発酵処理後に排出される消化液を肥料として散布する装置の開発では、消化液の圃場散布時の周辺環境が臭気指数16以下となる低コスト（250万円以下）な装置開発を目指しており、走行速度に応じて散布量を制御する部分を独自に開発し散布装置に組み込むことにより、目標値以下の230万円程度で開発できることを明らかにした。
- ・密閉縦型堆肥化装置の臭気低減技術の開発では、生産される堆肥の臭気物質を30%低減することを目指しており、通気量の最適化による発酵促進と乾燥処理を行うことで、40%程度臭気が低減されることを明らかにした。

- ・新たな生物脱臭装置の開発では、アンモニア除去率8割（臭気指数15以下相当）を目指しており、脱臭資材に竹チップを使用することにより、アンモニア除去率が9割以上になることを明らかにした。
- ・堆肥舎の出入り口に液体を噴霧できる流体カーテンによる悪臭拡散制御技術の開発では、堆肥舎での繰り返し作業に伴うエアロゾル（※7）の拡散が9割以上抑制されること（臭気指数20相当）を目指しており、流体カーテンシステムを堆肥舎に導入することにより、エアロゾルの拡散が5～9割低減され、農場の敷地境界での臭気指数が流体カーテン作動なし時の27から作動時の17まで低減されることを明らかにした。

上記の臭気対策技術の成果を基に、論文掲載2件、学会発表6件、シンポジウム1件、アウトリーチ活動10件、新聞掲載1件が行われており、着実な成果が得られている。

②最終の到達目標に対する今後の達成可能性とその具体的な根拠

農場内悪臭のモニタリング技術の開発では、順調に開発が進んでおり、最終年度までに悪臭拡散モデルを提示できる見込みとなっている。また、畜舎およびふん尿処理過程における臭気対策技術の開発では、個別課題の数値目標に対して概ね80%以上達成しており、研究計画に基づいた進捗状況となっている。

今後、農場でのデータの蓄積による農場内悪臭モニタリング技術の精度向上に加えて、農場の臭気分布状況に基づいた臭気対策の効果の検証を複数農家で進めていくことで、各農家に適した臭気対策技術を提供できる態勢が整うため、最終到達目標である農場の敷地境界において臭気強度3.0以下（臭気指数14～16に相当）となる臭気対策技術の開発は達成可能である。また、これらの実証試験を通して、様々な農場や畜種において臭気対策事例を蓄積することで、生産者向けの悪臭対策マニュアルや臭気対策事例集の作成が可能である。

3. 研究が社会・経済等に及ぼす効果（アウトカム）の目標の今後の達成可能性とその実現に向けた研究成果の普及・実用化の道筋（ロードマップ）の妥当性	ランク：A
---	--------------

① アウトカム目標の今後の達成の可能性とその具体的な根拠

本研究課題で開発された農場内外の臭気分布・拡散予測モデルおよび臭気低減技術は、既存の畜舎や広く農家に導入実績のある堆肥化施設等に対して、容易かつ効果の高い脱臭機能を追加できるものとなっている。この技術は、悪臭対策が喫緊の課題となっている多くの畜産農家に広く導入が可能であるため、生産者に向けたマニュアルや、開発技術の製品化、また技術指導を通して公知化されることで、全国の悪臭対策に苦慮する自治体・生産者に迅速に普及し、活用されることにより、現状の畜産悪臭関連の苦情発生戸数（令和元年度908戸）を令和10年度には3割程度低減することが期待できる。

以上の研究開発状況から、アウトカム目標は十分達成できると見込まれる。

② アウトカム目標達成に向け研究成果の活用のために実施した具体的な取組内容の妥当性

研究成果を現場に普及しやすいものとするため、県の農林水産事務所、養鶏・養豚・養牛農家等との連携体制を構築し、年に10回程度の意見交換を行うとともに、畜産農家で構成される組織を対象とした勉強会の実施などを通して現場における問題把握を行いながら、研究を推進していることから、普及・実用化に向けた取り組みは妥当である。

③他の研究や他分野の技術の確立への具体的貢献度

研究で開発された技術は、畜産農家由来の悪臭低減に対する活用だけでなく、工場等から排出される臭気が問題となっている他分野での活用や、悪臭と共に家畜排せつ物処理過程において問題となっている温室効果ガスの発生の低減といった他の研究分野への貢献も期待できる。

4. 研究推進方法の妥当性

ランク：A

① 研究計画（的確な見直しが行われてきたか等）の妥当性

本課題の研究目標は、農場内からの臭気発生の低減と拡散防止技術の開発であり、その達成に向けて農場内の効率的な臭気対策を可能とする臭気の「見える化」や拡散予測、畜舎や堆肥化施設から発生する臭気的大幅な低減技術開発を研究計画に沿って推進しているところ。また、畜舎換気制御技術の開発を加速化するために信州大学を、消化液散布装置の精度向上及び低コスト化を図るために東京大学を新たにコンソーシアムに加えるなどの計画の見直しを随時行っており、研究計画は妥当と考えられる。

② 研究推進体制の妥当性

外部専門家や関係行政部局で構成される運営委員会（5回実施）で進捗状況について、指導・助言・検討等を行うとともに、県の農林水産事務所、養鶏・養豚・養牛農家等を交えた定期的な意見交換を行うなど、研究推進体制は妥当である。

③ 研究の進捗状況を踏まえた重点配分等、予算配分の妥当性

畜舎の新たな換気制御技術の開発では、鶏舎での悪臭低減効果を集中的に検証する必要があるため、信州大学をコンソーシアムに加えて重点的な予算配分を行っている。他の課題についても計画通りに研究が進捗しており、予算配分は妥当である。

【総括評価】

ランク：A

1. 委託プロジェクト研究課題全体の実績に関する所見

- ・畜産業は臭気発生が問題になりやすく、社会的にも非常に重要な研究課題である。
- ・近隣住民との悪臭問題は畜産に限らず、他の農産物、事業でも抱えている問題であり、成果の波及効果は非常に高く、研究に対する期待は大きい。
- ・悪臭のモニタリング技術や、ふん尿を処理過程での臭気対策技術と共に、悪臭の低減のための施策を示しており、生産者向けのマニュアル作成を整備するなど、最終目標の達成が確実である。
- ・アウトリーチ活動が非常に多く実施されている点も、高く評価する。

2. 今後検討を要する事項に関する所見

- ・コスト削減の観点だけでなく、農家と周辺住民の関係改善を後押しする技術として農家のメリットをアピールするなど、様々な観点からの研究成果の普及に努めていただきたい。
- ・開発された脱臭剤、フィルターなどの新素材が、新たな環境負荷に繋がらないよう技術の安定性、持続性について配慮いただきたい。

[研究課題名] 現場ニーズ対応型研究のうち総合的な悪臭対策、臭気拡散防止技術の開発

用語	用語の意味	※ 番号
臭気媒介物質	粉塵やエアロゾルなど、臭気物質をその表面に付着させて移動する物質。ガス態の臭気物質が移動中に希釈されて臭気強度が低下するのに対し、臭気媒介物質は移動により希釈されず、衣類や鼻腔内に付着することで、悪臭発生源から遠く離れた場所でも不快臭が感知される場合がある。	1
臭気強度	臭気の強度を定量的に表す尺度。わが国では6段階臭気強度が使われており、臭気強度2（何のにおいか分かる弱いにおい）、臭気強度3（らくに感知できるにおい）、臭気強度4（強いにおい）と規定されており、悪臭防止法では臭気強度2.5から3.5間で規制基準が決定される。	2
臭気指数	臭気物質を含む気体を空気で希釈し、臭気が感知できなくなるまで希釈した場合の希釈倍数（臭気濃度）の対数に10を乗じた値。畜産における臭気強度3に対応する臭気指数は、14～16に相当。	3
臭気マッピング手法	畜環研式ニオイセンサとGPSロガーを同時に携帯し、農場内を移動しながら、臭気指数（相当値）と位置情報を自動的に記録。パソコン上で当該農家の地図データ上にプロットすることで臭気の強弱の分布を可視化する手法。農場内の臭気分布の傾向を把握することが可能となる。	4
CFDシミュレーション	Computational Fluid Dynamicsの略。計算流体力学。地形や気象を考慮して大気中の乱流や物質拡散等を計算すること。	5
スクリープレス	スクリープレスは、円筒形のスクリーンとスクリー羽根で構成された脱水機である。材料をスクリーとスクリーンの間に供給し、スクリーを回転し材料を移動させることで、重力ろ過、スクリーによる圧搾力、回転によるせん断力により連続的に脱水が行われる。	6
エアロゾル	気体とその気体中に浮遊する固体もしくは液体の粒子。	7

⑩ 総合的な悪臭低減、臭気拡散防止技術の開発

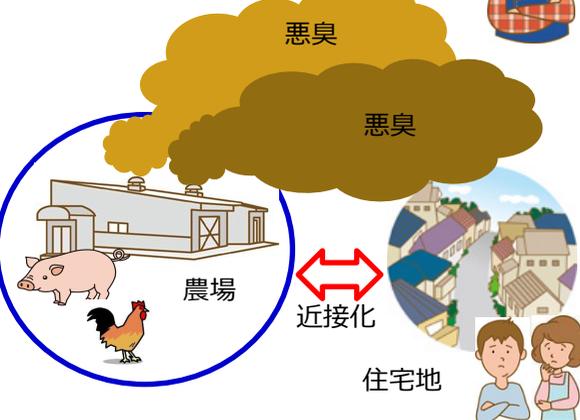
- 農家あたりの飼養規模の拡大や地域における住宅地と畜産生産基盤の混在化の進行などによって、畜産経営に起因する苦情発生件数の過半を悪臭関係が占める状況となっており、畜産業の健全な発展のためには、悪臭問題を可能な限り減少させていく必要がある。
- そこで、**農場全体の臭気発生状況、拡散状況を把握し、臭気を「見える化」する技術を開発するとともに、発生源となる個々の施設（畜舎、堆肥舎など）に対する悪臭発生・拡散防止手法や技術を開発する。**
- これらの技術を組み合わせることで、農場内の悪臭発生の低減や、農場外への拡散を防止する。

生産現場の課題

- ・ 畜産地域への住宅地の進出等により、農場と住宅の混在化が進んでいる。農場からの臭気に関する苦情が多く困る。
- ・ 臭気対策には労力やコストがかかる。効率的に対策する方法はないか。



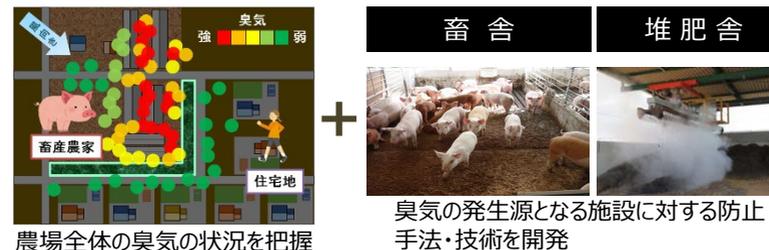
<イメージ>



生産現場の課題解決に資する研究内容

- ・ 農場内外の悪臭をセンサとGPSロガーを用いて「見える化」する技術を高度化。
- ・ 悪臭の原因となる対象施設（ふん尿処理施設・畜舎など）からの悪臭発生と拡散を低減する技術を開発。
- ・ 農場の立地・気候条件を加味した上で、これらの技術を効果的に組合せ、農場全体からの臭気拡散を防止する総合的な臭気対策技術を開発。

<イメージ>



農場全体を対象とする総合的臭気対策技術を開発

社会実装の進め方と期待される効果

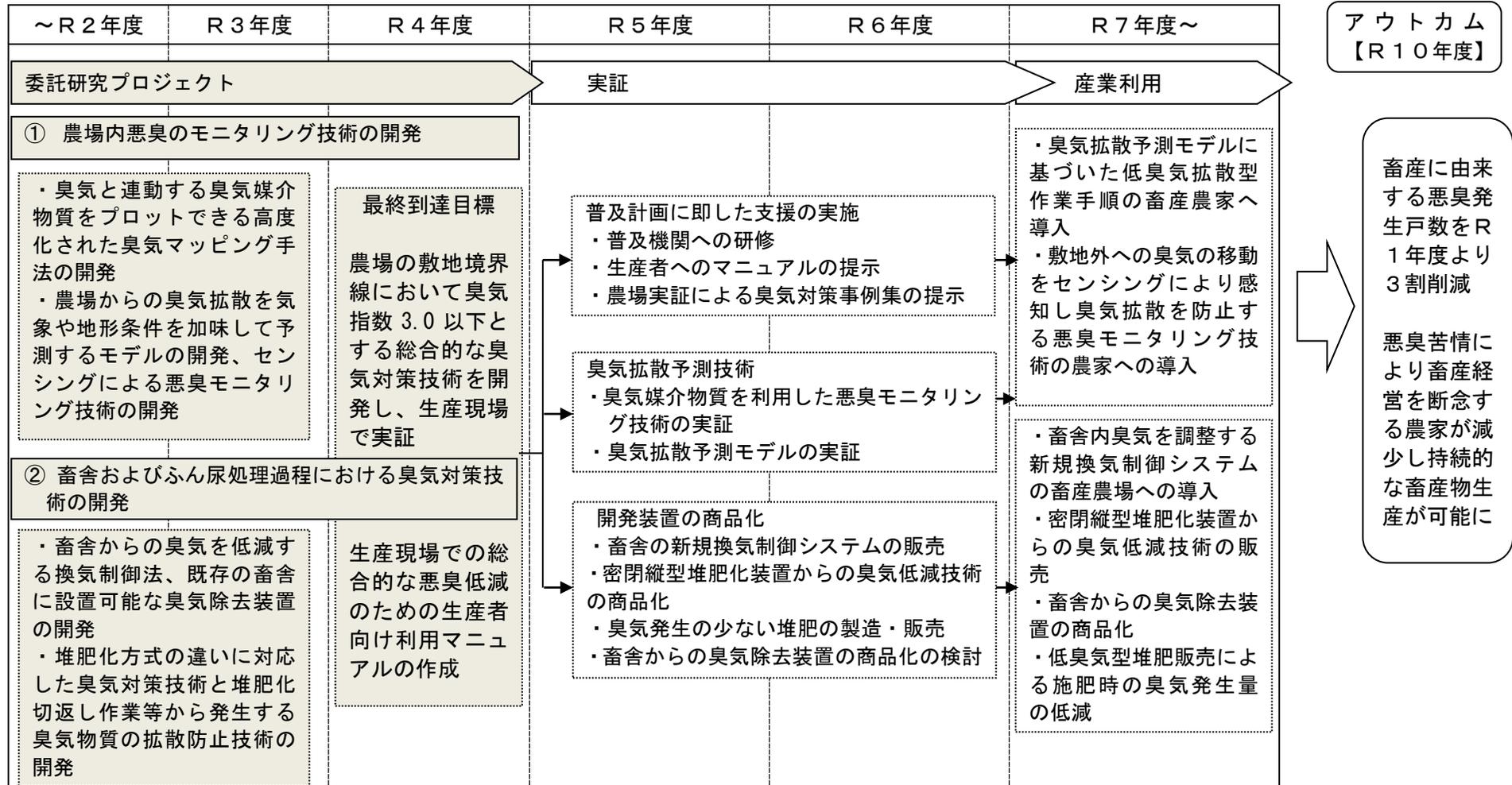
開発した技術について現場実証を行い、生産者向けのマニュアルを作成し、畜産農家に普及。

- ・ 敷地境界における臭気強度3.0以下（臭気指数14～16）に低減。
- ・ 畜産臭気が減少し、畜産業の健全な発展を実現。



【ロードマップ（終了時評価段階）】

総合的な悪臭低減、臭気拡散防止技術の開発

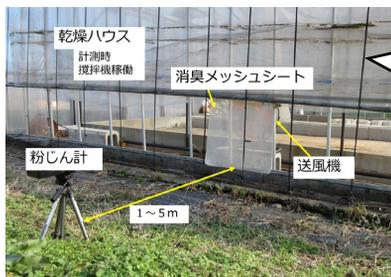


課題名：総合的な悪臭低減、臭気拡散防止技術の開発

研究概要

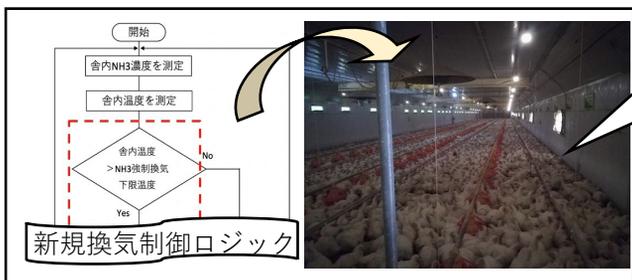
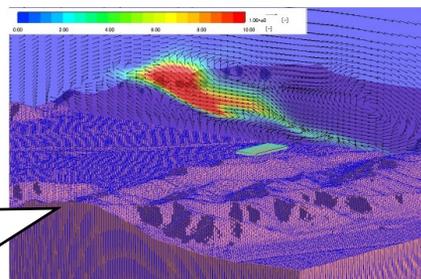
高度な悪臭モニタリングや臭気発生源からの拡散低減等により、敷地境界における臭気強度を3.0以下とする総合的な臭気対策技術を開発する。

主要成果



乾燥ハウスの側面に消臭メッシュシートを施すことで3割程度悪臭低減。

農場発生臭気が近辺地域にどのように拡散するのかを地形や気象条件から8割の高精度で予測。



畜舎内の換気を制御する新規ロジックを開発し舍内アンモニア濃度を22%低減。

既存畜舎に設置可能な臭気除去装置を開発。臭気を40%低減。



メタン発酵消化液の臭気低減技術の開発では、均一施肥が可能な低コスト散布装置を開発。



密閉縦型堆肥化装置では通気量の最適化による発酵促進と乾燥処理を行うことで40%程度臭気を低減。

生物脱臭資材に竹チップを利用することにより、アンモニアを9割除去。



堆肥化切返し時のダスト拡散を抑える流体カーテンシステムを開発。エアロゾル拡散を9割抑制。

今後の方針

- 高度化された臭気マッピング手法のマニュアル化と実証事例集の作成。
- 気象条件等から臭気拡散を予測して対策技術と連動させるシステムの開発。
- 開発した臭気低減技術の既存装置への付加等による製品化。