

みどりの食料システム戦略実現技術開発・実証事業のうち  
農林水産研究の推進(委託プロジェクト研究)  
「総合的悪臭低減、悪臭拡散防止技術の開発」

# 農場の臭気を見える化した 臭気マップの利用

～臭気の把握と臭気対策の効果検証～



愛知県農業総合試験場

愛知県知多農林水産事務所

愛知県東三河農林水産事務所

半田市酪農組合

国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構 畜産研究部門

# はじめに

畜産経営に起因する苦情で最も多いものは悪臭です。令和3年の農林水産省畜産局の調査では悪臭関連は 54.2%を占めています。ただし、悪臭の原因となる臭気は目に見えないことから効果的な対策の検討が難しく、また対策の効果も客観的に判断することができません。臭気の強さを見ることができれば、強い臭気の集まっている箇所を臭気発生源と判断することができます。さらに詳細に臭気発生源の調査を行うことで、原因を特定して具体的な臭気対策の検討が可能となります。

近年では、地図上に臭気の強さをプロットした臭気マップにより臭気を見える化する技術が利用されています。愛知県農業総合試験場、愛知県知多農林水産事務所、東三河農林水産事務所、半田市酪農組合は、平成30年度～令和4年度にみどりの食料システム戦略実現技術開発・実証事業のうち農林水産研究の推進(委託プロジェクト研究)「総合的悪臭低減、悪臭拡散防止技術の開発」において、畜産農場(養牛、養豚)での臭気マップの作成技術の実証試験により農場から発生する臭気の把握、臭気対策(拡散防止、臭気低減)の効果の検証を行ってきました。

農場の臭気発生状況及び臭気拡散防止対策、臭気低減対策等を取りまとめましたので紹介させていただきます。

## 目 次

1. 臭気マップについて		
～臭気マップの概要と作成法～	.....	1
2. 臭気マップの利用		
～農場から発生する臭気の把握～	.....	6
3. 臭気マップの利用		
～臭気対策の効果検証～	.....	18
4. その他 参考	.....	31

# 1. 臭気マップについて

## ～臭気マップの概要と作成法～

## ■ 臭気マップとは

臭気は、人の目で見ることができません。そのため、臭気の強さを客観的に表すことができないため、地図上に臭気の強さで設定した記号(プロット)を表示した臭気マップを作成する技術\*が利用されています。臭気マップでは、強い臭気のプロットが密集しているところを臭気発生源と特定することができます。また、臭気対策の効果についても臭気マップを利用することで確認できます。

臭気発生源を特定して、効果的な臭気対策を実施することで臭気の低減や拡散防止により、住民からの苦情減少が期待されます。また、農場の臭気や臭気対策の効果等の管理が可能となります。

## ■ 臭気規制について

悪臭防止法では人の嗅覚に基づいて設定された「臭気指数」による規制が導入されました。臭気指数とは、嗅覚測定法により得られた数値で、人(臭気判定)の嗅覚で臭気を感じできなくなるまで薄めたときの希釈倍率から算出したものです。畜産に関する悪臭の基準は、敷地境界上の臭気指数になります。規制基準となる臭気指数は、市町村が定めた規制地域により確認します(37～39ページ参照)。

\*木下強ら(2018):臭気マップの作成方法と指導への応用, におい・かおり環境学会誌, 49(3), 180-186.

# 臭気マップの作成方法

## ■ 準備する機器

- ・ 畜環研式ニオイセンサ

畜産農場で発生した臭気(牛、豚、鶏、馬に対応)を検知して、臭気指数の近似値(相当値)を表示します。(以下、ニオイセンサと表記)

- ・ GPSロガー

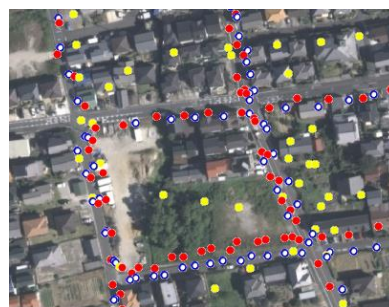
ニオイセンサで臭気指数(相当値)を測定した位置(緯度、経度)を記録します。GPSロガーには、価格は数千円から数万円のものがあります。また、測定精度が十分でないものもありますので注意が必要です。



畜環研式ニオイセンサ  
臭気指数(相当値)を表示



GPSロガー  
緯度・経度を記録



GPSロガーの比較  
●のGPSロガーは、●○から大きく外れ道路でなく住宅内にプロットがある

## ■作成方法

### ①機器の設定

ニオイセンサとGPSロガーの記録間隔(例えば、10秒で設定)を合わせます。

### ②測定開始

ニオイセンサとGPSロガーの記録開始ボタンを同時に押します。

※同じ間隔で記録しますので、臭気指数(相当値)の測定と同時にGPSロガーで緯度・経度を記録します。

### ③農場内外の臭気測定

ニオイセンサを地面から1mくらいの位置に持ち、GPSロガーを持って農場内と農場外を歩きます。この時、臭気の弱い場所(農場外等)から歩き、臭気の強い場所(ふん尿処理施設等)は、後から測定します。

※最初に臭気の強い場所を調査すると臭気の弱い場所の測定データも高い臭気指数(相当値)を示すことがあるため。

### ④測定データの収集・処理

ニオイセンサとGPSロガーをパソコンに接続して測定データを収集します。収集したデータは、地理院マップシート(国土地理院HP\*よりダウンロード)を利用して国土地理院地図(国土地理院HP)に表示できるようにデータ処理してファイルを保存します。

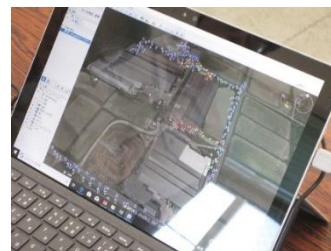
※国土地理院HP:<https://www.gsi.go.jp/>



農場内の測定の様子



稼働中のニオイセンサ



パソコンでの編集作業

### ⑤臭気マップの表示

国土地理院HPから国土地理院地図を開いて、④で作成・保存したファイルを読み込みます。GPSロガーで記録した地点に、④で設定した臭気指数(相当値)を置き換えた記号※(プロット)が地図上に表示されます。

※地理院マップシートで臭気指数(相当値)の数値ごとに記号を設定します。



アイコンの選択

汎用記号 | 施設 | 数字 | 災害 | 交通

数値に任意の記号を割り当てる

凡例	臭気指数(相当値)
●	20~40
●	15~19
●	10~14
●	1~9
○	0

例：臭気指数（相当値）20～40 が●など  
上図凡例の数値範囲を以下○●●●●と表記

### ⑥臭気マップの確認

⑤で表示された臭気マップから臭気の強い場所等を確認します。特に高い臭気指数(相当値)のプロットが密集している場所が臭気発生源と判断されます。嗅覚では臭気の強さは主観的な表現となりますが、臭気マップを用いることで客観的に表現することができます。



臭気マップ例



## **2. 臭気マップの利用**

**～農場から発生する臭気の把握～**

## ■ 臭気の把握

農場の臭気マップを作成することにより、農場内の臭気の発生状況や臭気発生源を確認することができます。

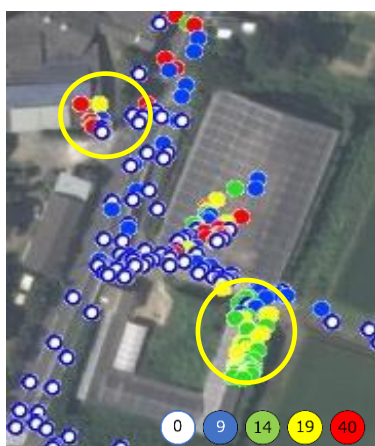
## ■ 臭気状況（気象の影響）

天候により臭気の様子が変動することから、晴天時と雨天時に臭気の調査をしました。

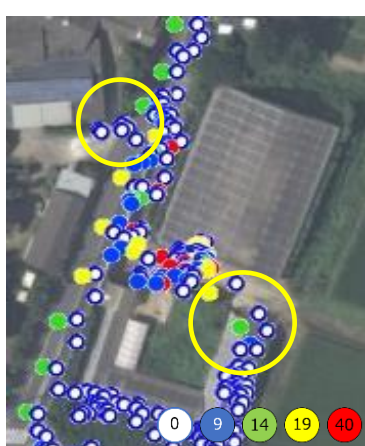
晴天時と雨天時の臭気マップを比較すると雨天時は低い臭気指数(相当値)のプロットが表示されました。降雨により臭気の拡散が抑えられていると考えられます。ただし、臭気発生源周辺では臭気を感じます。

### 天候の違いが臭気に及ぼす影響

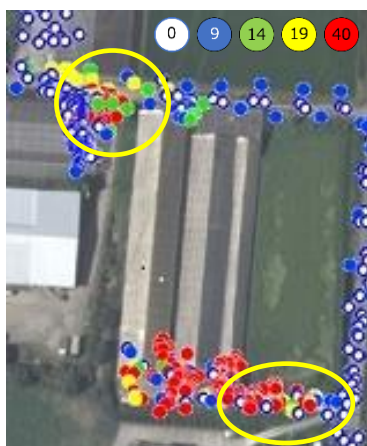
晴天時☀



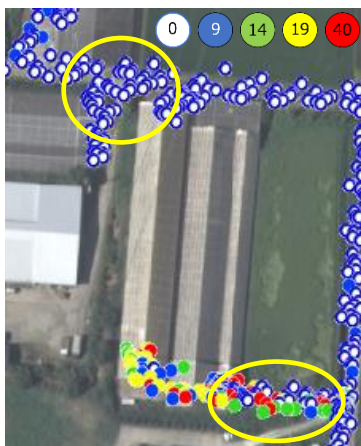
雨天時☔



晴天時☀



雨天時☔



晴天時、臭気の強かった場所で、雨天時に臭気を検知しなくなっている。

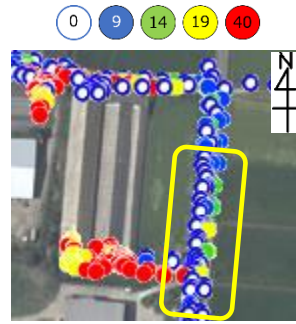
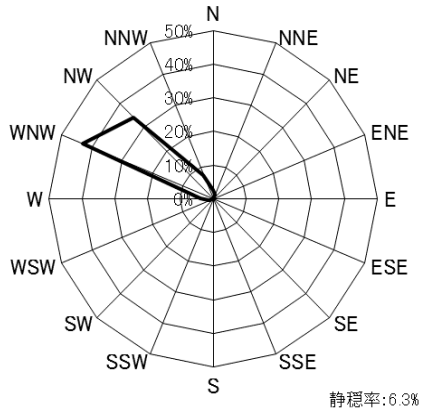
## ■ 臭気状況（風の影響）

臭気の拡散には風が大きく影響しています。そこで農場に気象観測装置を設置して風向・風速を調査し、臭気との関係を調査しました。通常臭気は、臭気発生源から風により風下に移動します。宇都宮大学の臭気拡散モデルの試験でも、臭気の拡散のシミュレーションに主に地形と風（風向・風速）を加味して計算しています（35 ページ参照）。南南東の風のシミュレーションでは北側に、北西の風のシミュレーションでは南東側に臭気が移動しています。

調査の結果、臭気発生源から風下側で臭気指数（相当値）1以上のプロットが表示され、臭気発生源の風上側は0のプロットでした。特に風速が約 1.0m/s 未満の時は、風下の離れた位置でも臭気指数（相当値）の高いプロットが表示されたことから、弱い風の時には臭気が固まって移動することが考えられるため注意が必要となります。栃木県畜産酪農研究センターの試験でも、農場（養鶏）から離れた位置で、風速が 1.0m/s 未満時に臭気指数（相当値）が上昇したという報告があります。逆に風速が強い時は臭気が散らされるためか、距離が離れるほど臭気が弱くなる傾向にあるような状況が観察されました。

### 風配図

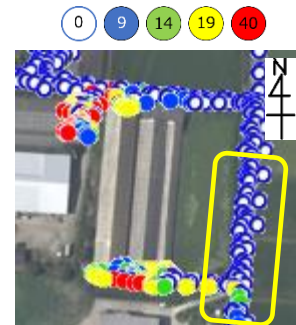
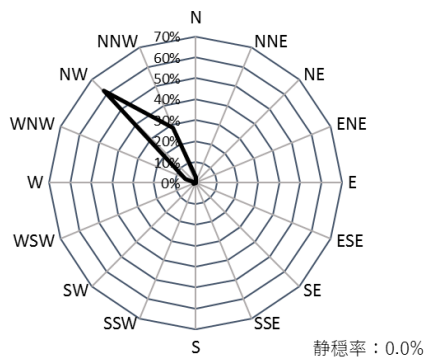
平均風速 : 1.1 ± 0.6 m/s



農場の東側で臭気指数(相当値)が高くなっている。

### 風配図

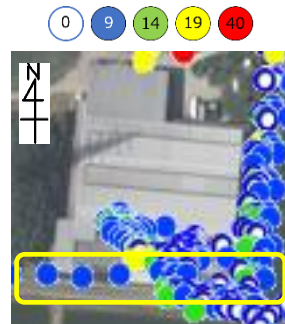
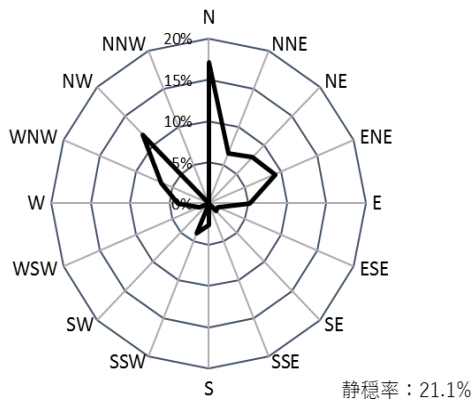
平均風速 : 3.1 ± 1.0 m/s



臭気発生源周辺は臭気指数(相当値)が高いが、離れるほど低くなっている。風速による影響を受けていると考えられる。

### 風配図

平均風速 : 0.5 ± 0.3 m/s



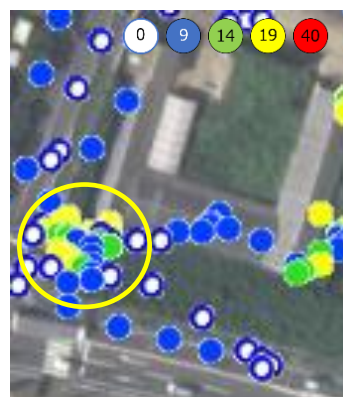
農場の南側で臭気指数(相当値)が比較的高くなっている。

## ■臭気状況（地形）

臭気の拡散の地形の影響を調査するために、農場周辺の臭気調査を実施しました。

臭気調査を行った乾燥ハウスの敷地境界に道路があります。道路は、乾燥ハウスより3m程度高い位置にあり、道路と乾燥ハウスの境界は法面または壁の状態です。道路の交差点の下は角地となっており、ここに臭気が滞留しやすい傾向がありました。

### 法面と壁による角地



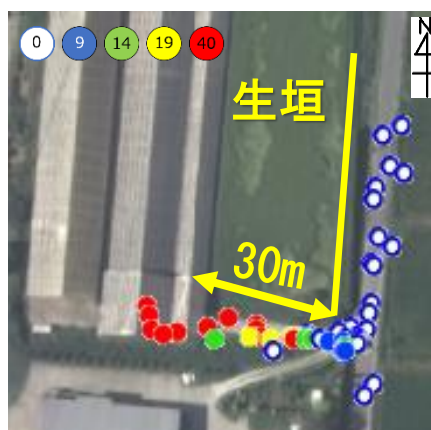
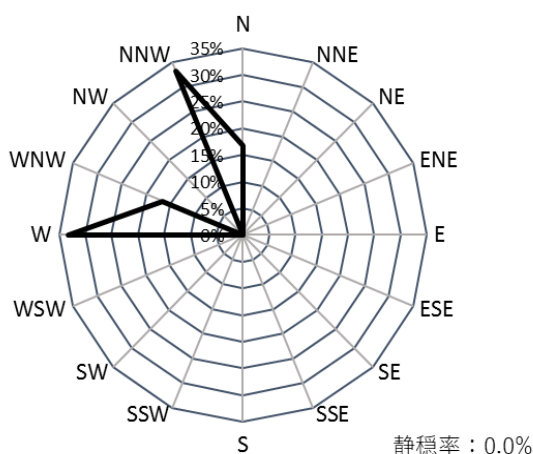
## 臭気状況（臭気発生源から敷地境界までの干渉帯）

悪臭防止法において畜産に関する悪臭の基準は、敷地境界上の臭気指数になります。臭気発生源となる施設等で臭気指数(相当値)が高くても敷地境界まで離れることで拡散による空気希釈により、敷地境界では基準値以下でなることも考えられます。臭気マップで確認した臭気発生源から敷地境界までに約 30mある農場で、空気希釈により臭気低減ができる緩衝帯になりうるか調査しました。

調査した農場の臭気発生源(乾燥ハウス)は、乾燥ハウス内のファンが南を向いていることとハウス側面がほぼ閉鎖していることから、特に南側の入口(東西に開口部)から臭気が排出されます。風は北西、西風が多いことから、乾燥ハウス入口から約 30mの距離にある東側(風下)の敷地境界まで臭気指数(相当値)を調査しました。入口から東に約 10m位置で臭気指数(相当値)は約 10 低下し、敷地境界では0または 10 未満であり、悪臭防止法の基準以下になりました。空気希釈により臭気を低減できる緩衝帯になると考えられました。ただし、乾燥ハウスの攪拌機が入口に近づく際は臭気指数(相当値)が急上昇するため、注意が必要です。また、1.0m/s 未満の弱い風の際にも、敷地境界まで強い臭気が移動することも考えられるため注意する必要があります。

### 風配図

平均風速 :  $1.2 \pm 0.4$  m/s

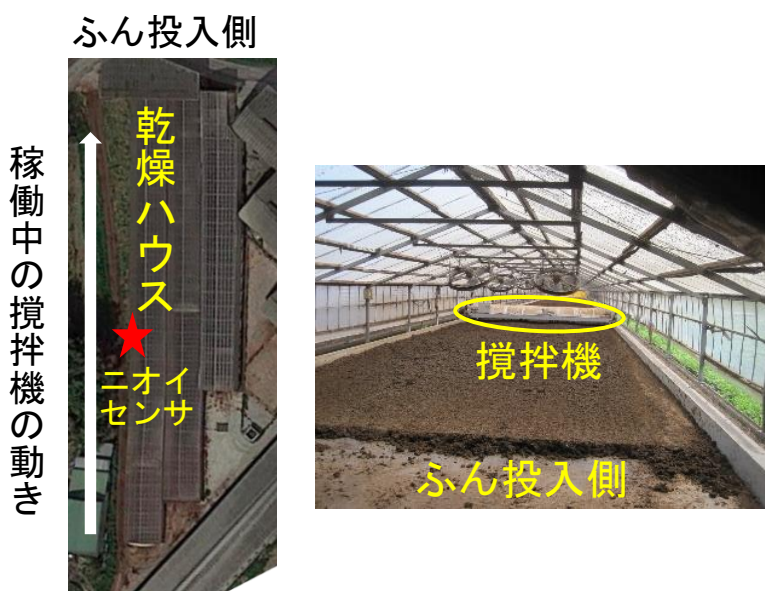


臭気発生源周辺は高い臭気指数(相当値)のプロットが表示されているが、東側の敷地境界では0または 10 未満のプロットの表示である。

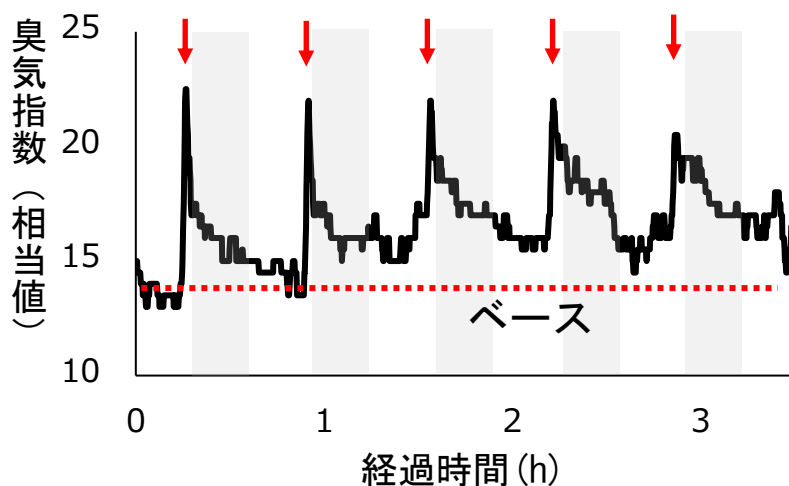
## ■ 臭気状況（堆積物の攪拌）

臭気マップでは乾燥ハウス周辺で高い臭気指数(相当値)のプロットが表示されました。そこで、ニオイセンサを設置して臭気の変動を調査しました。

ニオイセンサを乾燥ハウス内中央に設置し、攪拌機がふん投入側を攪拌した時に臭気指数(相当値)が大きく上昇しました。また、ニオイセンサ位置付近はある程度ふんの乾燥が進んでおり、攪拌機が横を通過しても急激な数値上昇は無かったもののベースは高いことが分かりました。このことから、乾燥ハウスにおいては乾燥具合が進んだふんから常に発生する臭気と、生ふん攪拌時に発生する臭気それぞれを対策する必要があると考えられます。



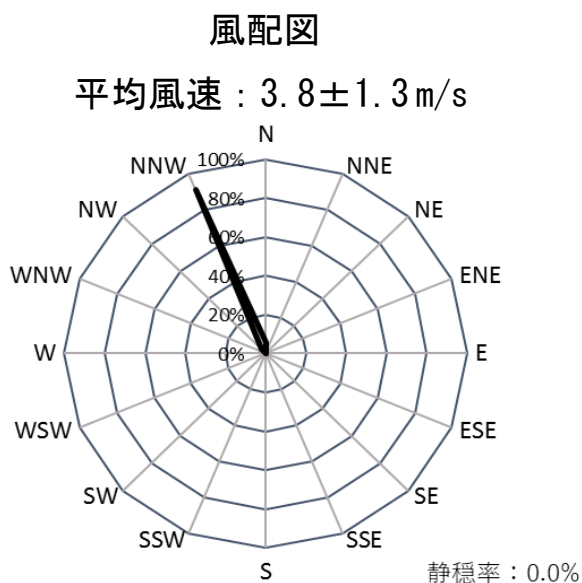
下矢印: 攪拌機がふん投入側で攪拌した時  
背景: 灰色帯は攪拌停止中、それ以外は攪拌中



## ■ 臭気状況（堆積物の攪拌）

発酵槽の攪拌機が稼働している時の臭気の調査をしました。調査時の風は、北北西で気象観測装置の平均風速は 3.8m/s ですが、発酵槽周辺は 1.0m/s 前後でした。

発酵槽の攪拌機による堆積物の攪拌時には、風下にあたる南側に高い臭気指数（相当値）のプロットが集まり刺激臭がしたことからアンモニアガスが発生していたと考えられます。発酵槽が工作物（屋根、壁）で囲われているため、風下に移動した場合でも施設の外側への臭気拡散は防がれていました。





## ■ 臭気状況（飼養管理作業）

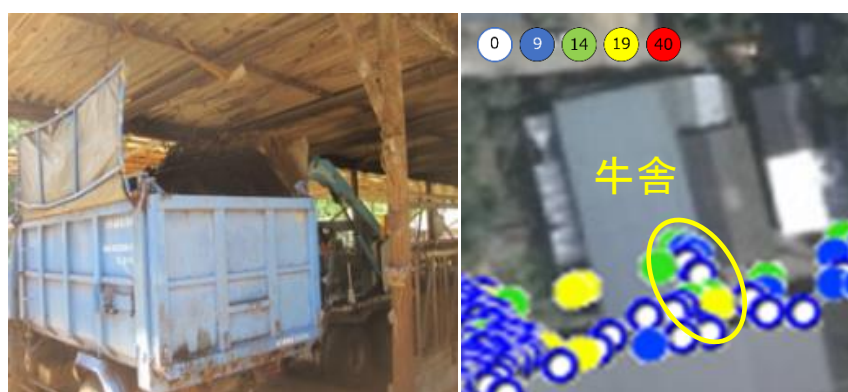
飼養管理において、敷料は居住性の確保、ふん尿の処理等の面から必要なものです。また、敷料の機能を確保するためには定期的な交換が求められます。交換時の敷料にはふん尿が混ざっており、交換作業時に臭気の発生が想定されることから、臭気調査をしました。

通常の飼養時の臭気指数(相当値)は0でした。敷料の交換作業において、敷料の搬出作業時、特に運搬車への敷料の搬入時に臭気指数(相当値)15～19 程度の強い臭気が発生しました。

### 通常時



### 敷料交換作業時

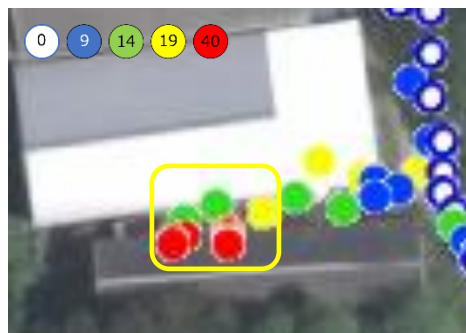


## ■ 臭気状況（サイレージの管理）

農場のラッピングしたサイレージ(発酵飼料)置場の周辺についても臭気の調査を行いました。

農場のサイレージ置場の周辺で高い臭気指数(相当値)のプロットが表示され酸っぱい臭気を感じました。高い臭気指数(相当値)のプロットは、サイレージ臭が原因の1つではあるのですが、サイレージ臭がする要因は複数考えられます。フィルムがしっかりと巻かれていても発酵ガスが隙間から漏れる場合もありますし、単純なラッピングの破れによる場合もあります。そのためサイレージ臭を強く感じるローラーは早く利用すること、運搬時にフィルムに傷がついた場合はガムテープ等で補強すること、カラス等により穴を開けられる被害がある場合は、防鳥ネット等による対策の検討が必要です。

### サイレージ



## ■ 臭気状況（飼養管理：エサ）

牛舎において、サイレージ(発酵飼料)を与えている時に発酵飼料特有の酸っぱいにおいが漂うことから、臭気調査をしました。

サイレージを与えている時は、牛舎の周辺で高い臭気指数(相当値)のプロットが表示されました。ふん尿のような不快度が強い臭気ではありませんが、臭気の間じ方は人により異なりますので注意が必要です。

サイレージ未給与時



サイレージ給与時



## ■ 臭気状況（生垣への影響）

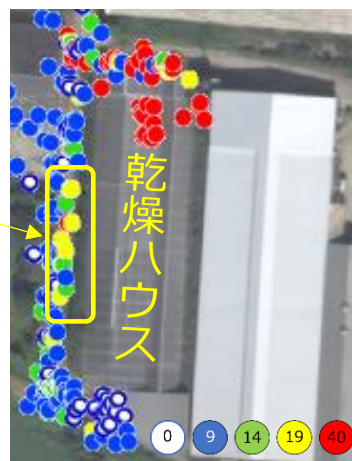
乳牛のふん尿乾燥ハウス通路側の側面に、臭気拡散防止を目的に樹木を植樹したと思われませんが、樹木は枯死した状態でした。乾燥ハウスから発生したガスにより枯死したと考えられました。この乾燥ハウスはふん尿搬入側で高い臭気指数(相当値)の表示がありますが、通路上ではそこまでの数値には至りませんので、風向が影響しているかもしれません。

ふん処理施設内で嫌気発酵が生じた場合は硫化水素等植物に悪影響を及ぼす可能性のあるガスが発生します。施設付近に植樹する際は、万が一嫌気発酵してしまうことも考慮し、発生ガスの影響を受けないよう少し離れた位置に植樹する等の措置が必要かもしれません。

乾燥ハウス側面  
生垣は発生ガスにより枯死の可能性



臭気指数（相当値）  
最大 22



# **3. 臭気マップの利用**

## **～臭気対策の効果検証～**

## ■ 臭気対策効果の検証

新たに臭気対策を実施する場合には、臭気低減効果について対策実施前後の臭気マップを比較することにより効果を確認することができます。また、農場内にある既設の臭気対策についても、対象施設の周辺を調査することにより臭気の拡散防止効果について確認することができます。

臭気マップを利用することで今まで嗅覚で判定していたものを視覚により客観的に確認することができます。

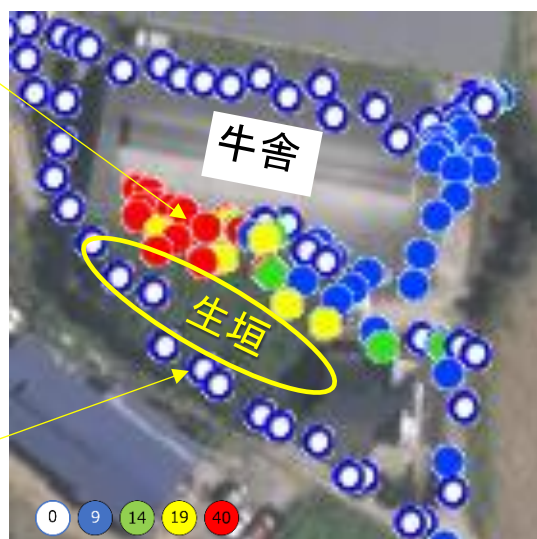
## ■ 臭気拡散防止（生垣）

### 乳肉複合経営

敷地境界に樹木(アカメガシ)を植樹して生垣を設置している農場において、臭気拡散防止の効果を調査しました。調査時は、風が牛舎側から生垣側に吹いていました。

生垣の内側は高い臭気指数(相当値)のプロットが密集し、外側の臭気指数(相当値)は0のプロットで臭気も感じませんでした。生垣に臭気拡散防止の効果があることを確認しました。

### 生垣の内側（牛舎側） 臭気指数（相当値）21～23



### 生垣の外側 臭気指数（相当値）0



## ■ 臭気拡散防止（生垣）

肉牛経営：踏み込み式肥育牛舎

敷地境界に樹木(アカメガシ)を植樹して生垣を設置している農場で、臭気拡散防止の効果を調査しました。調査時は、牛舎の一部で敷料の交換作業をしていました。

生垣の内側は臭気指数(相当値)の 10 未満のプロット、外側の臭気指数(相当値)は0のプロットで臭気も感じませんでした。生垣に臭気拡散防止の効果があることを確認しました。

生垣の内側（牛舎側）  
臭気指数（相当値）6～10



生垣の外（敷地境界外）  
臭気指数（相当値）0





## ■ 臭気拡散防止（生垣）

肉牛経営：踏み込み式肥育牛舎

敷地境界に樹木（アカメガシ）を植樹して生垣を設置している農場において、臭気拡散防止の効果を調査しました。調査時は、牛舎側から生垣側に向けて弱い風が吹いていました。

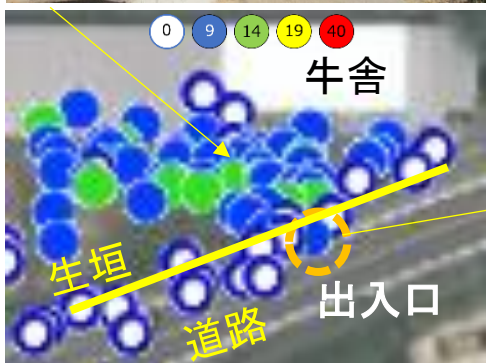
生垣の内側は臭気指数（相当値）の 10～14 のプロット、外側の臭気指数（相当値）は0のプロットでした。生垣に臭気拡散防止の効果がありましたが、生垣の切れた箇所（出入口）では臭気を感じました。

生垣の内側（牛舎側）  
臭気指数（相当値）10～14



生垣

生垣の切れた箇所（出入口）  
臭気指数（相当値）1～9



生垣の外側（敷地境界外）  
臭気指数（相当値）0



## ■ 臭気拡散防止（シートによる遮断）

### 乳肉複合経営

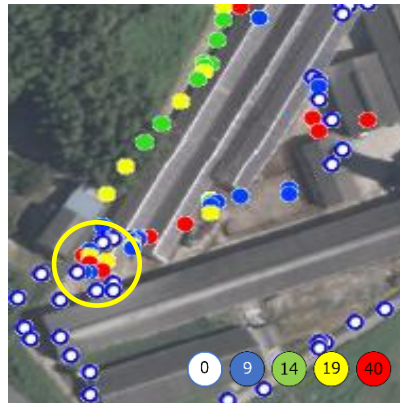
乾燥ハウスの堆積物出口側にビニールシートを取り付けている施設の臭気拡散の防止の調査をしました。

シートが開いている時は、高い臭気指数(相当値)のプロットが集まっていました。シートを閉じた際は、10 未満の臭気指数(相当値)のプロットでした。シートの遮断による臭気拡散防止効果を確認しました。

乾燥ハウス  
シート開放時



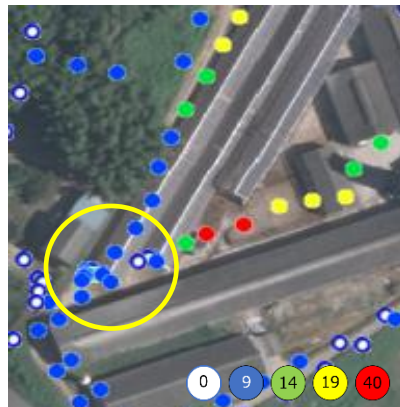
臭気指数（相当値）  
16～22



乾燥ハウス  
シート閉鎖時



臭気指数（相当値）  
2～4



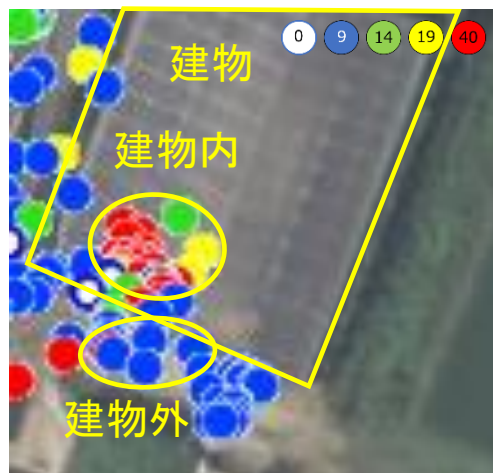
## ■ 臭気拡散防止（工作物による遮断）

### 乳肉複合経営

発酵槽と堆肥の保管施設の周囲を屋根、壁により囲っている施設の臭気拡散防止の効果を調査しました。

建物内は発酵槽の攪拌機が稼働中で建物におよそ 10m 入った位置で臭気指数（相当値）のプロットが高まりました。建物の外は、臭気指数（相当値）10 未満のプロットでした。屋根、壁の遮断による臭気拡散防止効果を確認できました。

### 建物内発酵槽の攪拌機稼働 臭気指数（相当値）20～26



### 建物外 臭気指数（相当値）10 未満



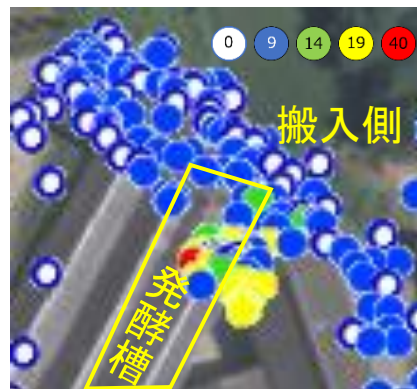
## ■ 臭気拡散防止（工作物による遮断）

### 乳肉複合経営

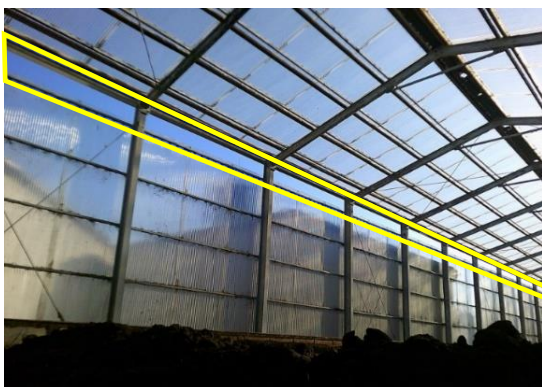
発酵槽の周囲を屋根、壁により囲い、側面を上部の開口部がある施設の臭気拡散防止の効果を調査しました。

発酵槽の攪拌機による攪拌終了後に調査したところ、搬入側で高い臭気指数（相当値）のプロットが集まり、刺激臭がしたことから臭気の多くがアンモニアガスと考えられました。施設の外側では臭気指数（相当値）は 10 未満でした。アンモニアガスは空気より軽く、また屋根と壁で遮断されていたことから上部の開口部から出て、空気により希釈され周辺部で臭気が低減されたと考えられました。

### 蒸気の状態



### 発酵槽上部の開口部



### 搬入側



## ■ 臭気拡散防止（樹木帯）

### 乳肉複合経営

農場ほとんどが樹木(竹、雑木等)で囲われています。この樹木帯が、臭気の拡散を防止しているか確認するため調査しました。

農場内の臭気は、樹木帯で遮断されて外への拡散を防いでいました。ただし、樹木のない箇所が風下になっている場合は、そこからは臭気が出て農場外でも臭気指数(相当値)10未満のプロットが表示されることもありました。

### 農場内 臭気指数（相当値）15～20



### 農場外 臭気指数（相当値）10未満



## 臭気拡散防止（カーテンによる遮断）

### 酪農経営

調査農場のふん尿乾燥ハウスの入口側をカーテンで塞ぎ、敷地境界への臭気の拡散抑制を試みました。その結果、ふん尿乾燥ハウスから漏れ出る臭気の強さが一定程度抑えられ、敷地境界の臭気指数(相当値)は10未満となりました。

乾燥ハウス  
カーテン開放時



乾燥ハウスから敷地境界まで  
臭気指数（相当値） 1～40



乾燥ハウス  
カーテン閉鎖時



乾燥ハウスから敷地境界まで  
臭気指数（相当値） 1～12



定置測定のためプロットが少ない。

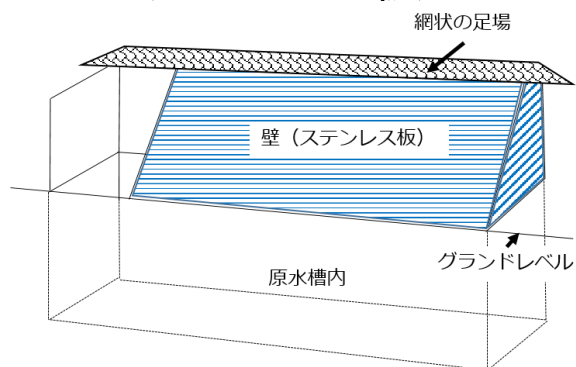
## 臭気拡散防止（壁）

### 養豚経営

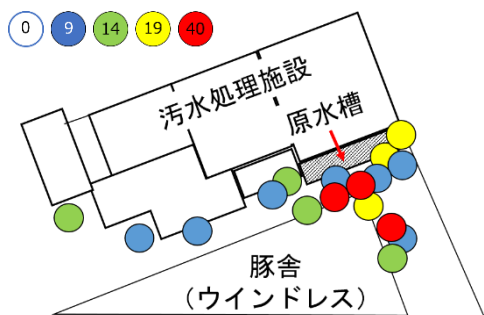
汚水処理施設の原水槽には豚舎から排出された尿が流れ込み、臭気の発生源となっています。原水槽を一部覆うように壁を取り付け、臭気の状態を調査しました。

壁設置前は周辺で臭気指数(相当値)20 以上を計測していましたが、壁設置後では14 以下まで下がっています。壁の内部は20 以上で検知されていますので、物理的に拡散抑制されていることがわかります。

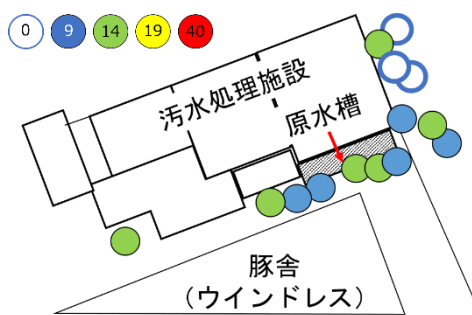
### 原水槽上部に設置された壁 (ステンレス板)



壁設置前  
臭気指数 (相当値) 最大 25



壁設置後  
臭気指数 (相当値) 15 未満



## ■ 臭気低減（敷料交換）

### 乳肉複合経営

臭気調査時に肥育牛舎の周辺に高い臭気指数(相当値)がプロットされました。この肥育牛舎周辺について引き続き臭気調査をして、臭気の変動を確認しました。

肥育牛舎周辺を臭気指数(相当値)が低下している日がありました。牛舎の敷料が比較的新しくなっていました。敷料を交換することで、臭気が低減することを確認しました。



敷料交換前  
臭気指数（相当値）20～25



敷料交換後  
臭気指数（相当値）10 未満



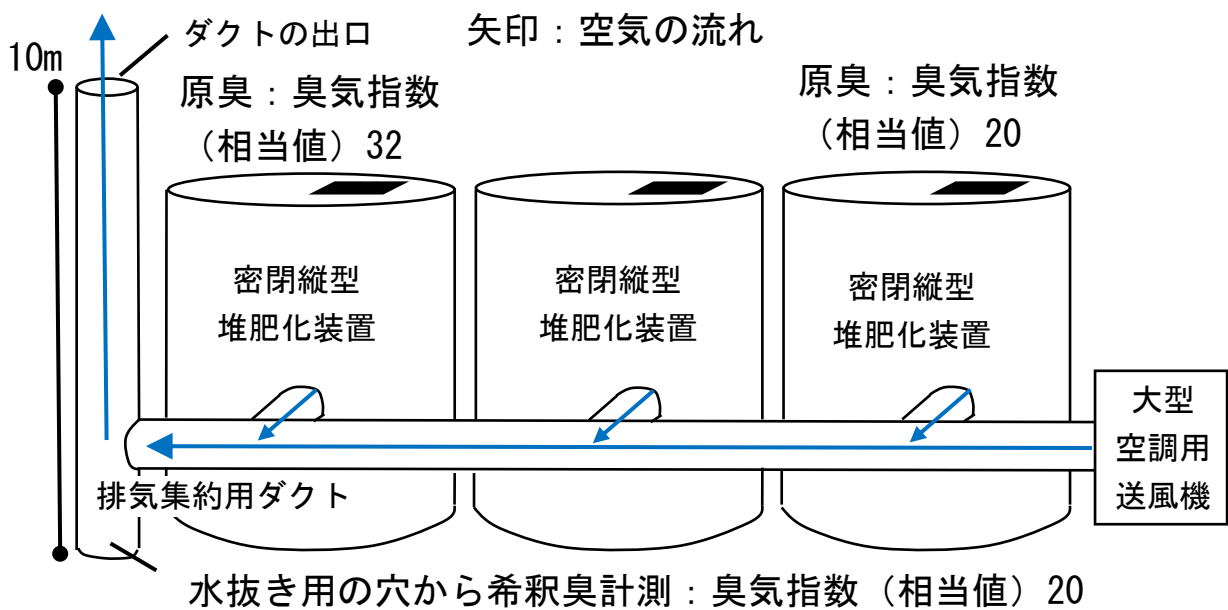


## ■ 臭気低減（高所に伸ばしたダクトによる排気）

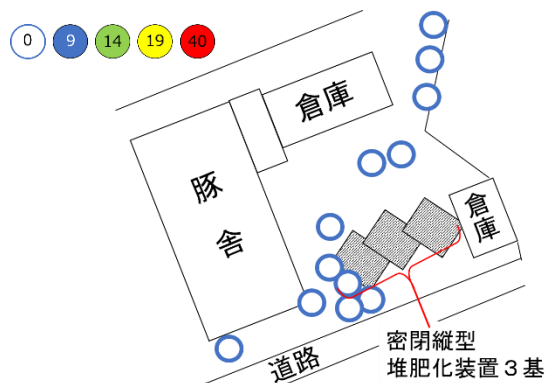
### 養豚経営

密閉縦型堆肥化装置から排出される臭気に空気を大量に送り希釈し、高所に伸ばしたダクトから排気する事例について調査しました。

装置内部の臭気は臭気指数(相当値)20、32 で計測され、合計3基の排気を 1 本のダクトに合流させた後、大型空調用送風機で約4倍希釈した臭気は臭気指数(相当値)20 となりました。該当農場では高さ 10mまでダクトを伸ばし排気します。地面到達時の臭気指数を排出高さ等の数値を利用し算出した結果、臭気指数2となりました。臭気マップにおいても臭気指数(相当値)は 0 でした。なお導入を検討する場合、気象条件等により排出された空気が塊となって地面に落ちる可能性もあること、排出口高さが15 m以上の場合は臭気排出強度を指標とする考え方も出てくること等を考慮しておく必要があります。



密閉縦型堆肥化装置周辺  
臭気指数（相当値）0



## 4. その他 参考

## ■ 臭気低減、拡散防止（消臭シートの設置）

### ふん尿処理施設（乾燥ハウス）

臭気調査で乾燥ハウスから臭気が出ていることを確認しました。攪拌機稼働時には臭気指数(相当値)は20を超えることもありました。特に乾燥ハウス側面から出ていることから、消臭シートを乾燥ハウス側面に設置しました。敷地境界に近い片側の出口側から半分までの距離に設置しました。

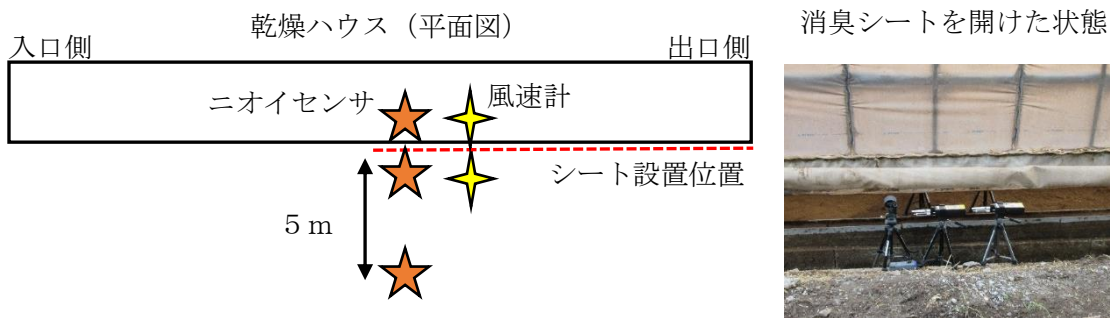
消臭シートを設置した状態で、ニオイセンサにより臭気を調査しました。ハウス内外の消臭シートに近い位置とハウスから約5m離れた位置にニオイセンサを設置して経時的に臭気を計測しました。調査日によっては、ハウス外の消臭シートに近い位置に設置したニオイセンサの横に風速計もあわせて設置しました。

消臭シートに近いハウス内外の臭気の状態は、ハウス内外で強さの大小が一定ではない場合、同等の場合が計測され、特定の傾向が見られませんでした。

消臭シートはメッシュ状で空気が通過してしまうことから、ハウス外でも臭気が検知されることはあり得ます。ただ、消臭シート直近の臭気の数値は高めであったことから、今回の調査条件下では消臭効果は不明瞭なものとなりました。一方、消臭シートは風を抑制する傾向にあったため、壁のような役割を持つことが示唆されました。これにより、風の動きがハウス内外で異なるような環境になりえます。ハウス内臭気よりハウス外臭気の方が高かった事例は、次のような状況であったと推測されます。ハウス外では、消臭シート付近で風の影響が少なく、少しでも漏れ出る臭気とその場に留まり強めの数値が検知された状況と考えられます。ハウス内では、シートのない方角からの自然風の影響を強く受け、風の抜け道へ流れて薄まりハウス外より弱めの数値が検知された状況と考えられます。

消臭シート直近位置で臭気を検知していることから、施設外へ臭気が漏出することを防ぐのは難しいと考えられます。しかし、消臭シートは風を抑制する傾向にあるため、風の強い環境であっても臭気等の遠方拡散を抑制する可能性があるかもしれません。

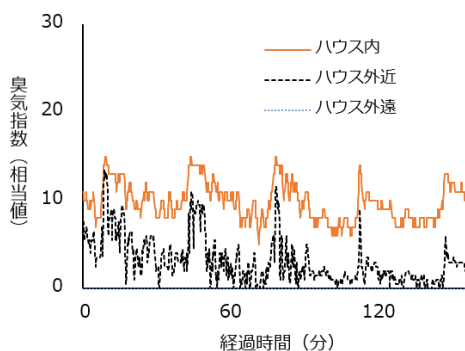
## ハウス内、ハウス外でのニオイセンサによる計測概要図



### ハウス内外の臭気指数（相当値）と風速の推移

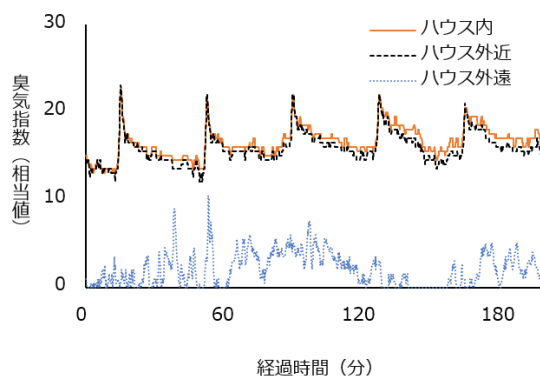
臭気指数（相当値）

ハウス内 > ハウス外



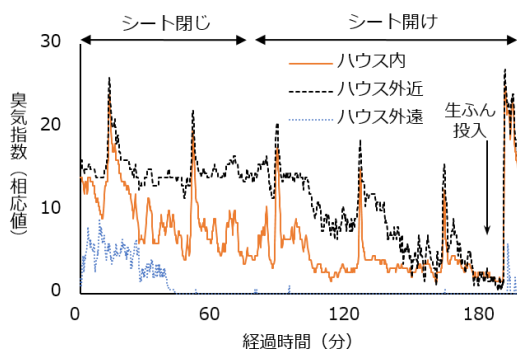
臭気指数（相当値）

ハウス内 ≒ ハウス外

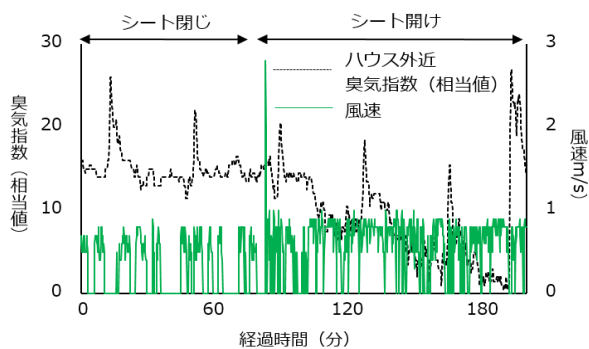


臭気指数（相当値）

ハウス内 < ハウス外



臭気指数（相当値）と風速



- ・ グラフ凡例のハウス外近は消臭シート直近位置、ハウス外遠は約5m離れた位置に設置したニオイセンサの数値
- ・ 各図上部に「シート閉じ、シート開け」表記が無いものは消臭シートを閉じた状態
- ・ 右下図：消臭シートを開けてから風速が激しく変化したことから、風の流れが強くなったと確認

## ■ 粉じんの状況

臭気の拡散には粉じんも関係しています。粉じんに臭気物質が付着していると、臭気の強さが維持されて遠方へ運ばれ、到達地で強い臭気を発する可能性があります。そのため粉じんの拡散抑制を試みることは臭気拡散抑制にもつながります。今回、粉末状の物質が拡散する可能性のあるふん尿乾燥ハウスにメッシュシートを設置して粉じん濃度を調査しました。

粉じんは粒径が小さいため、メッシュシートでも通過してしまいます。そのため、粉じんを運ぶ要因となる風をどれだけ抑えられるかが重要であると考えられます。

攪拌機稼働中の粉じん濃度はメッシュシートを介すことで、乾燥ハウス外で低減されました。先に紹介したように、臭気の漏出は防げませんが、このように風を抑制することで粉じんの漏出について抑制傾向に働く可能性があります。

乾燥ハウス側面に設置した  
メッシュシート



攪拌機稼働中の粉末飛散状況



攪拌機稼働状況に応じたふん尿乾燥ハウス内外の  
粉じん濃度 (mg/m<sup>3</sup>)

	攪拌機停止時	攪拌機稼働時
ハウス内	0.003	0.039
ハウス外	0.003	0.008

ハウス外計測場所はシートを介した位置

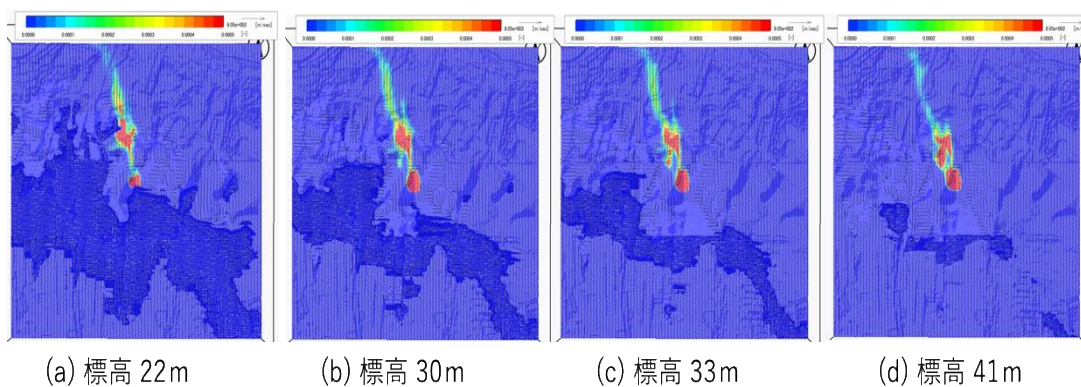
## ＜参考＞ 悪臭拡散モデルと農場内悪臭モニタリング技術の開発

実施機関：宇都宮大学

数値流体力学により、地形や気象(風向、風速)を加味して臭気の拡散を予測するシステムの開発と検証を行うもの。このシステムを利用することにより、気象状況から臭気の拡散を予測して注意することができます。

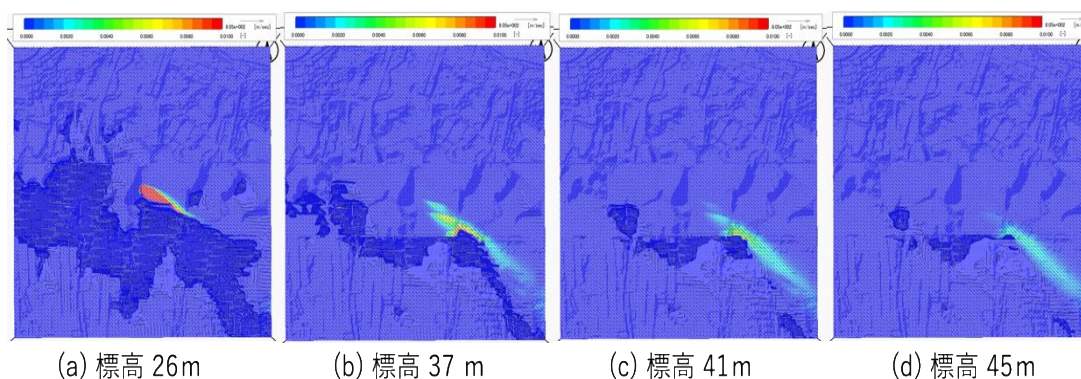
### 南南東の風による臭気の拡散でシミュレーション

場所：愛知県半田市 基準風速：上空 10m で 5 m/s



### 北西の風による臭気の拡散でシミュレーション

場所：愛知県半田市 基準風速：上空 10m で 5 m/s



## <参考> 養牛現場由来の臭気寄与成分調査について

臭気に含まれる物質は様々です。そこで、どの臭気物質がにおいの感じ方に強く影響しているかを調査しました。その調査結果を下に示します。令和2年の日本畜産学会で発表されたものの抜粋（一部改変）です。

日本畜産学会第128回大会

演題：畜産現場から発生する臭気寄与成分の調査

農研機構畜産研究部門発表

### 【目的】

畜産現場では適切な家畜飼養管理と糞尿処理により臭気を一定程度低減できる。一方、嗅覚で検知できる不快臭が残存していることも明らかになってきている。そこで、畜産経営に起因する臭気の寄与成分を調査した。

### 【方法】

密閉豚舎、密閉鶏舎、肥育牛舎、乳牛ふん乾燥ハウス、鶏ふん発酵施設を対象とした。におい嗅ぎ GC/MS により臭気の寄与成分を見出し、加熱脱着 GC/MS を用い各成分の半定量値を求めた。また、三点比較式臭袋法により臭気濃度を測定した。臭気に影響する成分の把握のため各成分の閾希釈倍数を算出した。

### 【結果と考察】

臭気濃度は無臭になるまでに要した希釈倍数であり、閾希釈倍数は臭気成分濃度をその成分の嗅覚閾値濃度で割った値である。閾希釈倍数の合計は肥育牛舎で臭気濃度の約8割となり、臭気に影響する成分がある程度把握できた。乳牛ふん乾燥ハウスではにおい嗅ぎ GC/MS で検知されたが加熱脱着 GC/MS で検出限界以下となる成分が多かった。畜産臭気の寄与成分は、特定悪臭物質のアンモニア、トリメチルアミン、低級脂肪酸、p-クレゾールなどであり、発生源別の組成の違いが認められた。今回明らかとなった臭気成分を対象とすることでより効率的な臭気対策技術開発が可能になると考えられる。本研究は日本中央競馬会の畜産振興事業として実施した。

表 畜産現場から発生する畜産臭気寄与成分

		肥育牛舎	乳牛ふん乾燥ハウス
閾希釈倍数が1以上の成分	窒素化合物	アンモニア トリメチルアミン	アンモニア
	ケトン類	ジアセチル	
におい嗅ぎGC/MSで強く感じられた(強さ3)ものの、加熱脱着GC/MSで検出されず、閾希釈倍数は算出不可の成分	低級脂肪酸	n-酪酸	酢酸 n-酪酸 i-吉草酸
	フェノール類		p-クレゾール

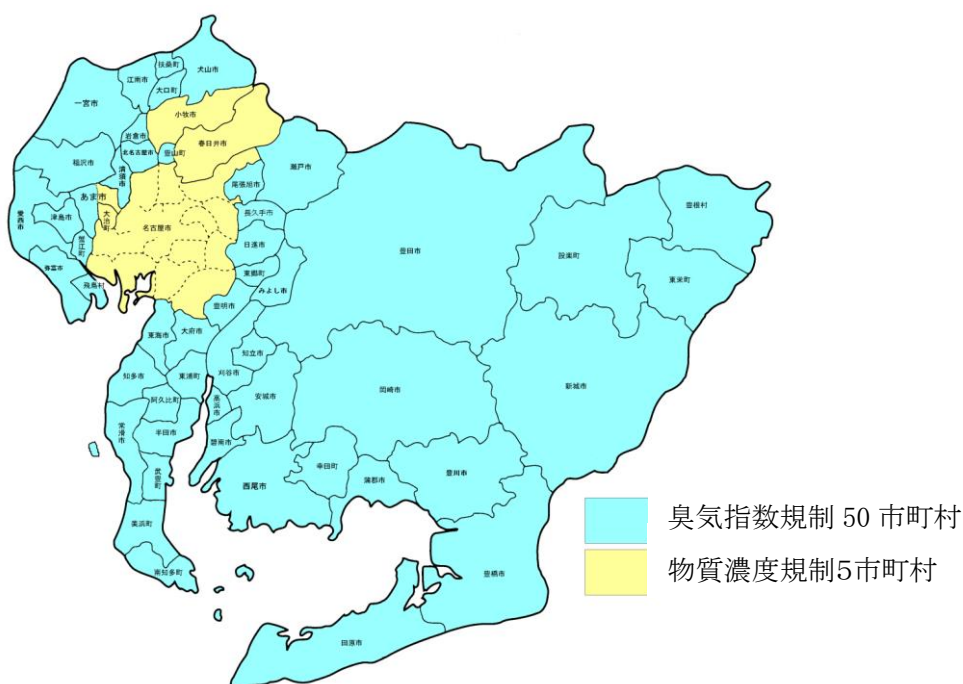
## 悪臭防止法

悪臭防止法は、工場その他の事業場の事業活動に伴って発生する悪臭について、必要な規制を行うとともに、その他の悪臭防止対策を推進することにより、生活環境を保全し、国民の健康の保護に資することを目的として制定された法律です。

規制地域内のすべての工場・事業場には、特定悪臭物質の濃度又は臭気指数による規制が行われており、事業者は当該地域における規制基準を遵守することとされています。

愛知県は、県内全域が規制地域に指定されており、県内すべての工場・事業場が悪臭防止法の対象となります。市町村別の悪臭規制は、下図のとおり平成 31 年4月1日現在では臭気指数規制 50 市町村、物質濃度規制5市町となります。

なお、規制地域の指定及び規制基準の設定は各市の事務となっています(町村部分は愛知県)。

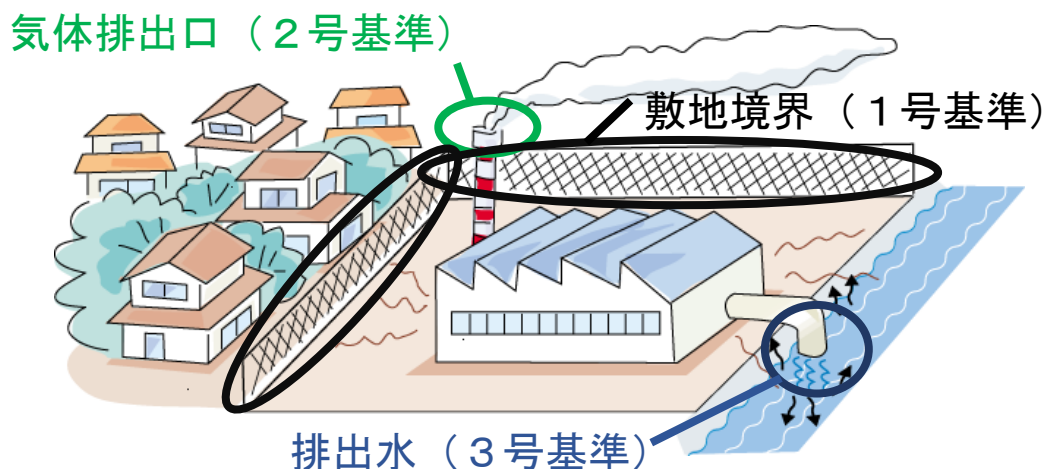


(愛知県 HP 悪臭規制のあらましから抜粋)

<https://www.pref.aichi.jp/kankyo/mizutaiki/car/souon-sindou-akusyuu/akusyuu.pdf>



悪臭の規制基準には、敷地境界線の規制基準（1号基準）、気体排出口の規制基準（2号基準）、排出水の規制基準（3号基準）の3つがあります。



3つの規制基準の基礎となる敷地境界線の規制基準(1号基準)について、悪臭防止法では、6段階臭気強度表示法による臭気強度(臭気の感覚的な強さ)の 2.5 から 3.5 までの範囲に相当する、特定悪臭物質の濃度又は臭気指数が規制基準となっています。

### 6段階臭気強度表示法

臭気強度	0	1	2	3	4	5
	無臭	やっと感知 できる臭い	なんのにおいであるか わかる弱いにおい	らくに感知 できるにおい	強いにおい	強烈なにおい

愛知県では、各市及び愛知県が土地利用状況や悪臭に対する順応性を考慮して、規制地域を第1種地域、第2種地域、第3種地域の3つに区分し、敷地境界(1号基準)の規制基準を以下のとおり定めています。

第1種地域⇒臭気強度 2.5 に相当する特定悪臭物質の濃度又は臭気指数

第2種地域⇒臭気強度 3.0 に相当する特定悪臭物質の濃度又は臭気指数

第3種地域⇒臭気強度 3.5 に相当する特定悪臭物質の濃度又は臭気指数

## 臭気指数の規制基準

### 敷地境界線の規制基準（1号基準）

畜産経営の規制基準は1号基準になります。

臭気指数について、敷地境界線の許容限度として次のとおり定めています。

区分	第1種地域	第2種地域	第3種地域
臭気指数	12	15	18

第1種地域：主に住宅等の地域

第2種地域：第1種地域と第2種地域の中間的地域

第3種地域：主に工場等の地域

臭気指数とは、人の嗅覚を用いて悪臭の濃度を数値化したものです。具体的には、環境試料については臭気が感じられなくなるまで無臭空気で希釈した時の希釈倍率（臭気濃度）から、次式により算出します。

$$\text{「臭気指数」} = 10 \times \log_{10} (\text{「臭気濃度」}) + 10(r_1 - 0.58) / (r_1 - r_0)$$

+以下は三点比較式臭袋法における正答率に係る項目

愛知県では、平成18年10月から新しい規制方式として臭気指数規制を導入しています。主な特徴は次のとおりです。

- ① 人間の嗅覚を用いてにおいの程度を数値化
- ② 未規制物質に対応可能
- ③ 複合臭に対応
- ④ 住民の被害感覚に一致

**[参考]**試験で利用した畜環研式ニオイセンサは、畜産臭(牛・馬・豚・鶏)を対象とした畜産事業用の簡易臭気測定器です。本体内部に、畜産臭専用の臭気指数変換テーブル(財団法人畜産環境整備機構が開発)が組み込まれていて、人が感じる臭気の強さを臭気指数(相当値)として数値化することができます。

農場の臭気を見える化した臭気マップの利用  
～臭気の把握と臭気対策の効果検証～  
令和5年2月発行

編集・発行 愛知県農業総合試験場

〒480-1193

愛知県長久手市岩作三ヶ峯1-1

電 話 0561-62-0085

F A X 0561-63-7855

<http://www.pref.aichi.jp/nososi/>

