

臭気マップによる悪臭評価手法の開発

臭気マップによる悪臭評価手法の開発

栃木県畜産酪農研究センター 企画情報課 畜産環境研究室
木下 強

1. はじめに

栃木県における畜産経営に起因する畜産環境汚染問題の苦情は、悪臭の割合が最も大きく、苦情全体の約62%（69件中41件：平成28年度¹⁾）を占めている。特に養豚経営における悪臭に対する苦情の発生割合は、他の畜種と比較して大きい傾向にある。

臭気問題は、時に経営の存続にかかわることもあり、農場主をはじめ関係者にとっては悩みの種となっている。では、なぜ、農場主や関係者を悩ませているのか？その大きな理由の一つは、臭気（臭気物質）そのものを、人間の視覚でとらえることが出来ないからであると考えられる。

そこで、当センターでは畜環研式ニオイセンサで測定した農場内各ポイント（点）の臭気指数（相当値）を、その値に応じて色分けし、地図（面）に表示することで農場内の臭気発生状況を一目で確認（見える化）できる臭気マップを考案した。現在、農林水産省委託プロジェクト研究「家畜ふん尿処理過程からの悪臭低減技術の高度化」の課題の一つとして、GPSロガーと組み合わせ、より簡単に臭気マップを作成できる方法を現地で活用しながら検討しているので、その活用事例も含めてご紹介する。

臭気指数(相当値)測定結果

No.	調査地点	臭気指数 (相当値)
1	肥育豚舎北西	10
2	肥育豚舎南西	7
3	子豚舎西	16
4	分娩舎西	16
5	ストール豚舎西	6
6	ストール豚舎南	4
7	ストール豚舎南東	0
8	分娩舎東	0
9	子豚舎東	0
10	スクレーパー出口	23
11	肥育豚舎北東	9
12	肥育豚舎北	18
13	強制発酵施設搬出口	21
14	強制発酵施設中央	30
15	強制発酵施設投入口	26
16	堆肥施設内	23
17	強制発酵施設北	23
18	自宅前	6
21	ストール豚舎東	1
22	子豚舎西	0
23	子豚舎中央	1
24	子豚舎東	9
25	強制発酵施設東	14



【従来のデータ】

- ・データの羅列
- ・データの解析が困難
- ・農場主への説明も困難

【臭気マップ】

- ・データが見える化
- ・直感的にデータを理解しやすい
- ・農場主への説明も容易

図1 臭気マップによる「見える化」のイメージ

2. 使用する主な機材

(1) 畜環研式ニオイセンサ

臭気マップ作成の要となる畜環研式ニオイセンサ（以下「ニオイセンサ」）は、（財）畜産環境整備機構畜産環境技術研究所が市販のポータブル型電子式ニオイセンサで畜産臭の臭気指数を表示できるよう独自の変換式²⁾を組み込んだものである。価格は30～40万円とやや高額であるが、①軽量で乾電池（AC電源も可）でも動作するため持ち運びが簡単、②リアルタイムで臭気指数（相当値）を表示出来る、③データの記録機能がありデータをパソコンに利用できるなどの特徴がある（写真1）。



写真1 畜環研式ニオイセンサ
（下段はGPSロガーとボールペン）

本来、臭気指数の測定には複数のパネルを必要とし、1日に数十カ所の測定を行うためには、多くの労力と時間を要するため、農場全体の臭気の状態を把握することが困難な作業となる。しかし、本機器を活用することにより少ない労力で迅速に農場内の臭気測定（公定法では無いことに留意）が可能となる。

(2) GPS ロガー

臭気マップを作成するために必要なもう一つの機器がポータブル型GPSロガーである。近年はスマートフォンやデジタルカメラなど、身の回りのあらゆる製品にGPS機能が搭載され、比較的高精度の製品が安価で入手できるようになってきている。臭気マップの作成に用いたGPSロガーもレジャー用に市販されている1万円程度のものであり、一定時間ごとにGPS位置情報を電子データとして記録できる機能を備えている。

(3) 臭気マップ作成用パソコン

ニオイセンサとGPSロガーで記録した位置情報を各々の機器から読み込み、表計算ソフト（エクセル）の散布図機能を利用して臭気マップを表示する（図2）。

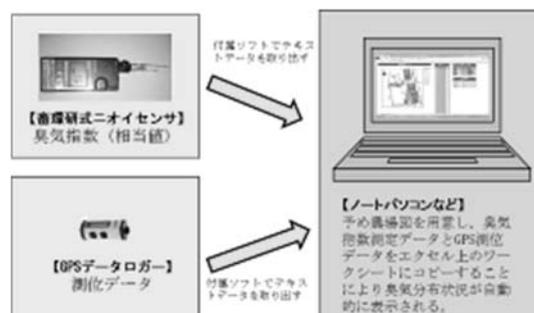


図2 臭気マップ作成法の概要

3. 臭気マップの作成方法

(1) 農場図の準備

臭気マップのベースとなる農場図は、調査対象農場から予め入手しておく必要がある。農場図が入手出来ない場合は、国土地理院の地図（<http://mapps.gsi.go.jp/>）なども利用可能である。なお、印刷物を配布する場合は利用規程を遵守する必要がある。

(2) 機器の設定

各々の機器でデータ記録間隔が同じになるように予め設定をしておき、現地で記録開始ボタンを同時に押すことで、測定者が農場内を歩いた各地点における一対のGPS位置情報（緯度、経度）データとニオイセンサによる臭気指数（相当値）データを得ることができる。

(3) 農場内の臭気測定

現地に到着したら臭気のない場所でニオイセンサのゼロ合わせを行う。正しくゼロ合わせができていない場合は苦勞して測定したデータが意味のない数字になってしまうばかりでなく、機械内部でマイナスレベル扱いの電気信号が全てゼロとして表示されるので注意が必要である。

測定の準備ができたならニオイセンサと GPS ロガーの記録を同時にスタートさせ、農場内を歩きながら測定作業を行う。なお、ニオイセンサは内蔵センサの劣化具合によって反応速度が変わるので、センサの数字が安定するのを表示画面で確認しながら、適宜歩く速度を調整する必要がある。なお、歩く速度に対し、記録間隔が短い場合は臭気マップ上のプロットが重なってしまうため、注意が必要である。

(4) データの読み込み

測定したデータは、各々の機器に付属しているデータ読み込みソフトでパソコンに読み込む。読み込まれた電子データは、CSV ファイルなどエクセルでも読み込めるテキストファイル形式で保存されるので、臭気マップを表示するためのソフトもエクセルの散布図機能を利用して作成した。

なお、GPS 測位データ（緯度、経度）について、デフォルトでは人間が感覚的に理解しやすいよう DMS (Degree Minute Second) 形式で表示されるが、エクセルのグラフ機能を利用するためには、十進数に変換する必要がある。それが DEG (Degree) 形式と呼ばれるものであり、エクセル上に変換式を組み込むことも可能であるが、GPS ロガー付属のソフトで簡単に変換することが出来る。参考までに当センターの位置情報を DEG 形式に変換すると表 1 のとおりになる。

表 1 GPS 位置情報表示形式の違い

形式	緯度	経度
DMS	北緯36度55分22秒4544	東経139度56分39秒43824
DEG	北緯36.922904度	東経139.9442884度

(5) データのプロット

臭気マップを表示するためのエクセルワークシートは、①データ入力部、②設定部、③マップ表示部を一枚のシート上に配置したものであり、前の手順で保存した2つのデータファイルからカット&ペーストでデータテーブルに数値を転記すればプロットが色分けされて表示される（図3）。色分けの区分は凡例設定テーブル（設定部下段）の数字を変更することで、利用目的に応じて変更できるようになっているが、デフォルトの色分けは、敷地境界における栃木県の規制値設定範囲（15～18）を黄色で示し、これより高い値を赤色のマーカーで表示した（規制値未满是緑色）。こうすることで臭気発生源やその強さがどの程度なのか、直感的にデータを読み解くことが可能となる。

畜産農場内には、畜舎や堆肥化施設、汚水処理施設など臭気の発生源となり得る多くの施設が点在しており、優先的に対策すべき施設を絞り込むことにより短期間で効果的な対策が期待できる。

(6) 農場地図の取り込み

現在、可能な範囲で自動化を検討しているところであるが、現時点ではワークシート上で農場地図枠とグラフ枠（透過グラフ）を重ね合わせて臭気マップを完成させるという手順になる。なお、グラフ上のプロットについては、設定部（上段のテーブル）の数字を変更することで、縮尺や位置の微調整が可能である（図3）。

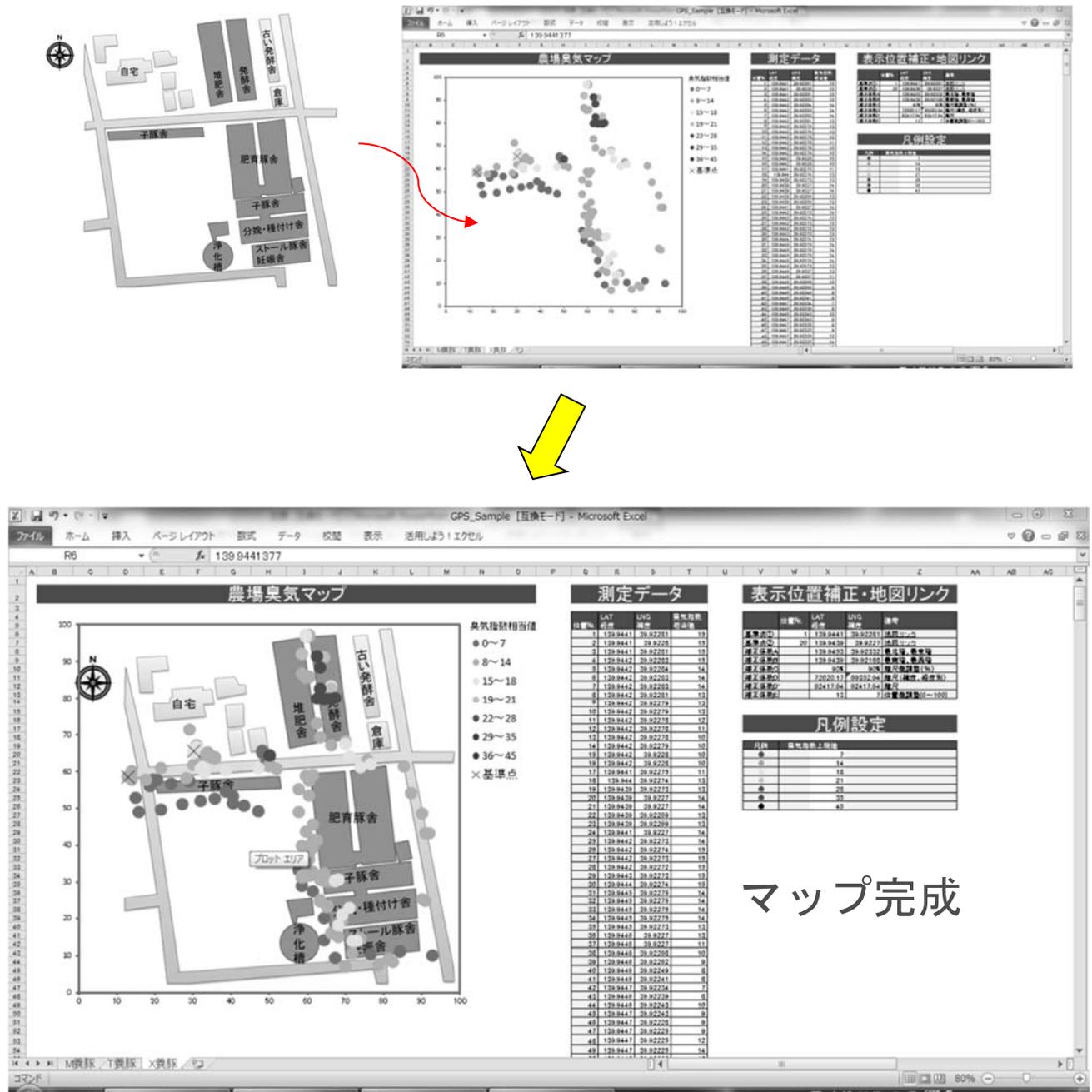


図3 臭気マップ表示ワークシートへの農場図取り込み
（図中のGPSデータは加工してある）

(7) 臭気測定の留意点

臭気マップは農場内の臭気分布を一枚のシートに表示したものであるが、実際には臭気測定地点の点と点の間に時間のズレがある。「臭気が漂う」という言葉で表現されるように、臭気物質は刻々と動いているため、測定する時間帯は農場内の作業や気候条件に極力変化がないというのが前提条件となる。

また、ニオイセンサは臭気物質以外の化学物質（消毒用アルコール、排気ガスなど）に反応することやセンサの劣化などにより反応速度が変化すること、GPS 衛星の電波が遮られる建物の影では位置情報に誤差が生じるなど、機器の特性をよく把握して利用する必要がある。

4. 現地における活用事例

(1) 畜産臭気低減対策推進事業

栃木県では平成 27 年度から栃木県養豚協会を事業実施主体として「畜産臭気低減対策推進事業」を実施している。この事業は年間 5 戸の農場の臭気低減対策に取り組み、効果のあった取組を研修会などを通じて広く普及することを目的としている。この事業では、まず臭気低減対策を効果的に実施するため、対象農場内の臭気発生状況について事前調査を実施して、対策を講じるポイントの絞り込みを行う。この絞り込み作業に、臭気マップを取り入れることにより、併せて、臭気マップ作成手法の改良や検証作業を進めている。

(2) 活用事例

図 4 は、栃木県内 A 農場における臭気マップであるが、堆肥化施設付近（丸囲い部分）で強い臭気が発生していることがわかる。この事例では堆肥化施設が開放構造となっている、施設の側面に消臭ネットを設置して、臭気が外部に拡散しないよう対策を実施した（図 5）。図 6 は消臭ネット設置後における施設内外の臭気成分濃度を示しているが、堆肥化施設の側面に消臭ネットを設置することにより、施設外に拡散する臭気成分濃度（各成分事に臭気強度に換算）が低減されていることがわかる。

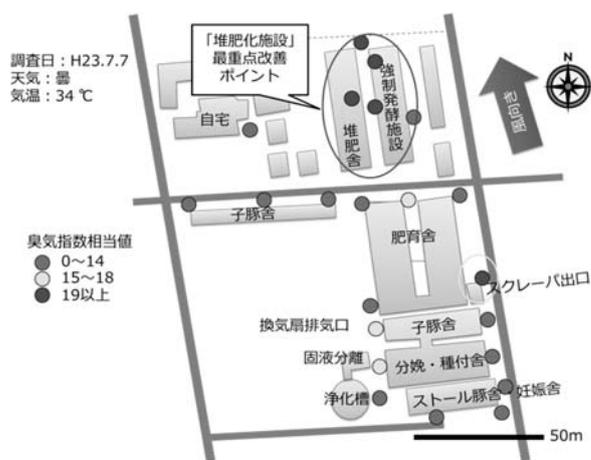


図 4 A 農場の臭気マップ



【対策前の堆肥化施設】
施設の側面が開放構造のため、堆肥から発生する臭気が拡散していた。



【対策後の堆肥化施設】
施設の側面に消臭ネットを設置することにより、臭気の拡散が抑制された。

図 5 堆肥化施設への消臭ネット設置状況

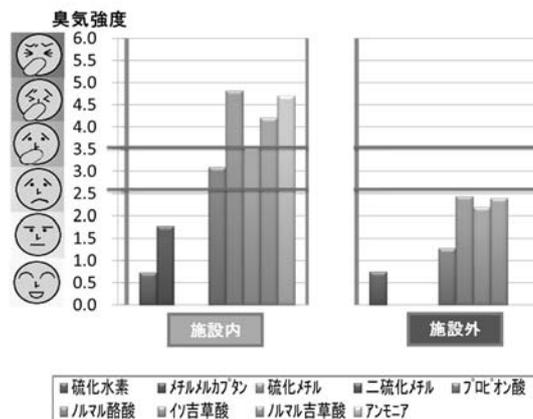


図 6 消臭ネット設置効果

(3) その他の事例

臭気マップを活用したこれまでの主な取組事例は表2のとおり。

取り組んだ対策が全て数字に現れる臭気低減効果に結びついていないわけではないが、臭気分布マップを作成することで、生産者および指導者などの関係者が臭気発生場所を客観的に確認し、共通の認識を持つことで、改善に向けた一歩を踏み出すきっかけになったのではないかと考えている。

表2 臭気マップを活用した主な取組事例

農場名	対策内容	効果
A農場	強制発酵施設に塩ビ樹脂製消臭ネットを設置した。	施設外への臭気拡散が抑制された
B農場	換気扇に塩ビ樹脂製消臭ネットを設置した。	施設外への臭気拡散が抑制された
C農場	縦型強制発酵装置脱臭槽内のオガクズが劣化していたため交換した。	発酵槽の通気性が改善された。
D農場	縦型コンポストの水洗脱臭槽にオイルミスト散布装置を追加した。	臭気低減には繋がらなかったが、マスキング効果が得られた。
F農場	豚舎換気扇側敷地境界の塀上部に消臭シートを設置した。	敷地境界の臭気は不検出であり、景観面もプラスとなった。
G農場	整腸作用が期待される経口資材を給与した。	一定の効果が得られ、意識啓発にもつながった。
H農場	脱臭槽への臭気低減資材（2種類）散布した。	明確な効果は得られなかったが、意識啓発につながった。
I農場	原尿槽全面をポリカ波板で覆い密閉化した。また、原尿の固液分離施設にカーテンを設置し、密閉化した。	比較的多額の費用が発生したが、顕著な効果が得られた。

5. 最後に

今回紹介した GPS ロガーと畜環研式ニオイセンサを組み合わせた臭気マップ作成法については、まだ、機器の取り扱いや測定条件、データ処理方法など、検討すべき課題が残されているが、リスクを考慮しつつ積極的に現地支援のツールとして活用していくことが、生産現場における臭気対策の課題解決につながるものと考えている。

6. 参考文献

- 1) 栃木県農政部畜産振興課. 資源循環型畜産確立対策資料. 平成27年3月.
- 2) 山本朱美、古谷修、小堤恭平、小川雄彦比古、吉栄康城. 2008. 畜産臭気における臭気指数と市販ニオイセンサ指示値との関係. 日本畜産学会報 79(2), 235-238.

本資料より転載・複製する場合は国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構の許可を得てください。

畜産研究部門 平 29-3 資料

平成 29 年度家畜ふん尿処理利用研究会資料

編集・発行 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
企画管理部企画連携室

Tel.029-838-8593、 Fax.029-838-8606

〒305-0901 茨城県つくば市池の台 2

発行日 平成 29 年 11 月 9 日

印刷所