

Microsoft® Excel による臭気マップの作成方法と指導への応用

木下 強¹⁾、高柳晃治、加藤大幾²⁾、前田綾子¹⁾

1)現 那須農業振興事務所、2)現 農政部畜産振興課

要 約

畜産臭気対策における現地指導の支援ツールとして、臭気マップ作成手法を考案した。畜環研式ニオイセンサで測定した農場内各ポイントの臭気指数（相当値）を、その値に応じて色分けし、地図上に表示することで農場内の臭気発生状況を一目で確認できるようになった。データ記録間隔を同期した畜環研式ニオイセンサと GPS ロガーを携帯して、農場内の臭気を測定し、記録したデータをパソコン上の臭気マップ表示シート（Microsoft® Excel）に取り込むことで、迅速に臭気マップを作成することができた。

目 的

栃木県における畜産経営に起因する畜産環境関連の苦情は、悪臭の割合が最も大きく、苦情全体の約 60%（62 件中 37 件：平成 29 年 12 月 1 現在 第 1 位）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割合は、他の畜種と比較して大きい傾向にある¹⁾。

地域の中で畜産経営を続けるためには、今や臭気対策は必要不可欠であるが、効果的な対策の取組みは進まず、経営者をはじめ関係者にとっては悩みの種である。その大きな理由の一つは、臭気（臭気物質）そのものを人間が視覚でとらえられないため、効果的な対策を講じにくいと考えられる。

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）できるいわゆる臭気マップを考案した。さらに、平成 27 年度からは、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が作成できる方法を現地で活用しながら検討した。

材料及び方法

1. 臭気マップ作成方法の概要

臭気マップを作成するための核となるニオイセンサは、臭気評価法の分類では機器分析法のうち簡易法に分類される方法であり、臭気排出事業者の自主管理を目的とした臭気評価に適した方法とされている²⁾。当初は筆者らも農場内の測定ポイントを決め、一定期間ごとにニオイセンサで臭気を測定し、畜産農場にデータを示しながら結果を説明していたが、大きな畜産農場では測定ポイント

も多くなるため、データの整理や結果の説明に費やす労力が増え、説明資料も煩雑で分かりにくいものになってしまった。そこで、筆者たちが考えた方法が臭気測定値に応じて色分けし、農場地図上にプロットする方法である。さらに、迅速かつ効率的に臭気マップを作成するため、携帯 GPS 測位装置を併用することとした。

具体的にはデータ記録間隔を同期化した畜環研式ニオイセンサと GPS ロガーを携帯して、農場内の臭気を測定し、記録したデータをパソコン上の臭気マップ表示シート（Microsoft® Excel）に取り込んで臭気マップを作成した（図 1）。

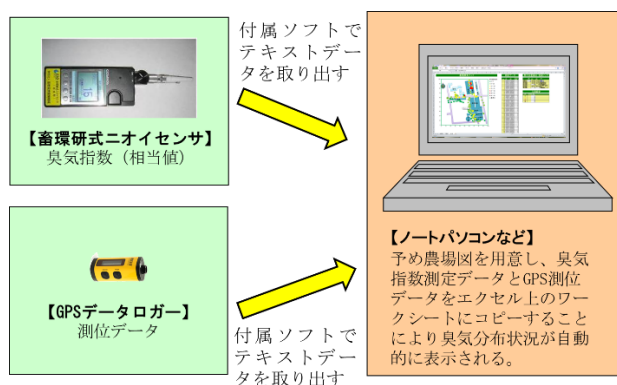


図 1 臭気マップ作成方法の概要

2. 使用する主な機材

2.1 畜環研式ニオイセンサ

（一財）畜産環境整備機構畜産環境技術研究所が市販の携帯型電子式ニオイセンサ（高感度酸化インジウム系熱戦型焼結半導体センサ、新コスモス XR-329ⅢR）で畜産臭の臭気指数を表示できるような独自の変換式³⁾を組み込んだものであり、①軽量で乾電池（単 3 電池 4 本で

約8時間稼働)でも作動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記録データをパソコンに読み込んで利用できるなどの特徴がある。

2.2 GPS ロガー

安価で入手しやすい製品として、レジヤ用市販品(Holux 社製 M-241)を使用した。1万円以下と比較的安価で入手可能であるが、DGPS (MSAS)に対応しており測定誤差も比較的少ない(CEP 2.2m)。また、一定時間ごとにGPS位置情報を電子データとして自動記録し、パソコンに読み込んで利用する機能を備えている。

なお、GPS測位データ(緯度、経度)は、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。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。

3.3 臭気マップ作成用パソコン及びソフト

畜環研式ニオイセンサ情報とGPSロガーで記録した位置情報を各々の機器から付属ソフトを利用してパソコンに読み込みこむ。なお、畜環研式ニオイセンサ、GPSロガーとも付属ソフトはWindows(7、10で動作確認済み)のみとなっている。また、畜環研式ニオイセンサでは、入出力コネクタがRS-232Cとなっているので、Windowsのバージョンに合わせたUSB変換コネクタを用意する必要があり、使用可能なパソコン側のCOMポート番号も5番までとなっているので他の機器と競合しないような配慮が必要である(図2)。

ノートパソコン等に取り込んだ測定データを臭気マップに表示するためのソフトは、体裁よりも汎用性を重視し、利用者が必要に応じて改良を加え易くするため、表計算ソフト(Microsoft® Excel)の散布図機能をGISソフト的に利用して臭気マップを表示することとした。

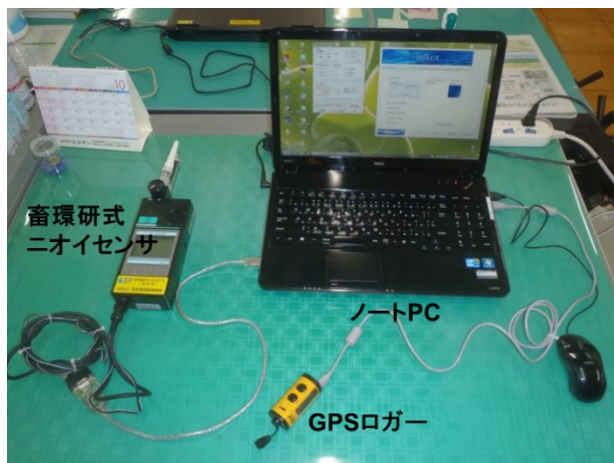


図2 臭気マップ作成機材

結果及び考察

1. 作成した臭気マップ表示ワークシート

1.1 臭気マップワークシートの構成

臭気マップを表示するためのExcelワークシートは、①データ入力部、②マップ表示部、③マップ表示部を一枚のシート上に配置した(図3)。なお、散布図を表示するためのデータ加工用テーブル(標準関数のみ使用)は、同じワークシート上のスクロールしなければ表示できない位置に配置し、必要に応じて変更を加えられるよう配慮した。

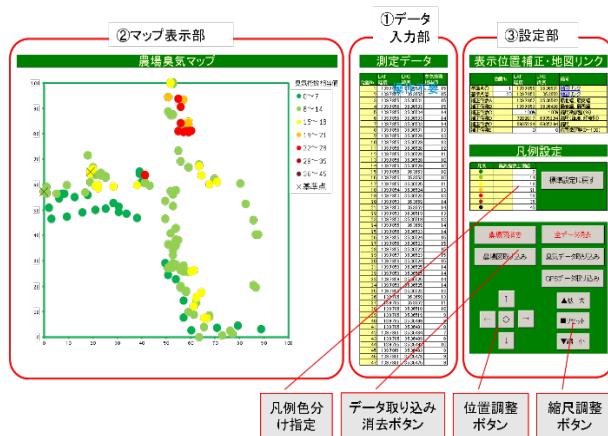


図3 臭気マップ表示ワークシート

1.2 臭気マップシートの仕様

ニオイセンサ及びGPSロガーから取り出したCSVファイルから測定データテーブルに数値を転記(カット&ペースト対応)すればプロットが自動的に色分けされて表示され、別途入手した農場地図(電子データ)をプロットに重ね合わせることで臭気マップが作成出来る(図4)。

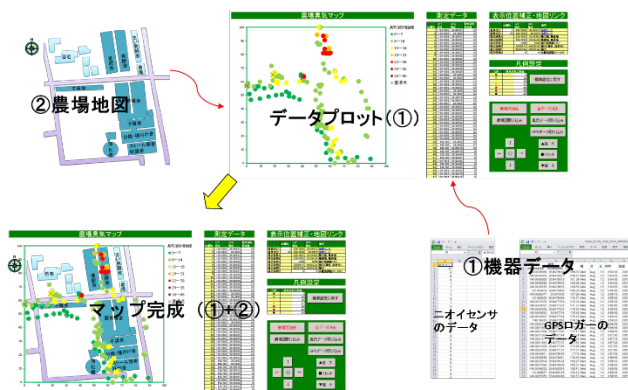


図4 臭気マップ作成のフロー

デフォルトの色分けは、敷地境界における栃木県の臭気規制値設定範囲 (15~18) を黄色で示し、これより高い値を赤色系のマーカで表示した (規制値未満は緑色系)。このように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。なお、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、プロットの縮尺は設定部の値を操作することで変更できる。

基本的に Excel のワークシート機能のみで操作できるが、より簡単に操作できるようにするため、操作ボタン (マクロ機能) を追加した (図3)。

2. 臭気マップ作成上の留意点

2.1 農場内作業や気象条件の影響

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象条件に極力変化がないというのが前提条件となる。

図5は春と秋に同じ養豚場の臭気を測定し、臭気マップを作成したものである。季節は異なるが、いずれも無風で気温も18℃であるが、堆肥化施設が稼働することで、農場内の臭気の分布状況が大きく異なっており、測定作業中に作業条件が変化すると的確な測定ができなくなる恐れがある。

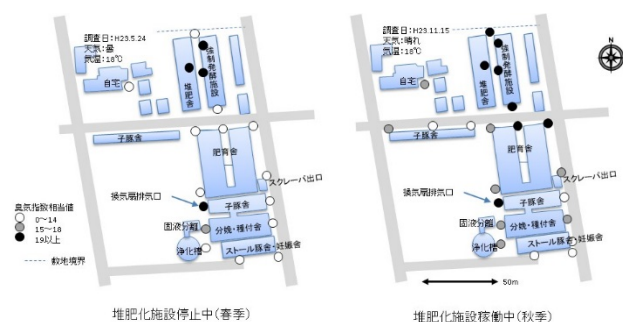


図5 堆肥化施設の稼働による臭気マップの変化

2.2 畜環研式ニオイセンサの特性

また、畜環研式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²⁾、GPSロガーは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。

また、畜環研式ニオイセンサでは、機械内部でマイナスレベル扱いの電気信号 (ディスプレイ表示はマイナス) が全てゼロとして記録されるため、測定前のゼロ点調整が重要である。

3. 測定条件の検討

3.1 測定作業に要する時間の検討

栃木県北部の養豚場内に畜環研式ニオイセンサ15台 (外部バッテリー接続) を定点に設置し、測定間隔60秒で24時間、臭気指数 (相当値) を測定した (図6)。測定した15ポイントのデータを1時間ごとに平均し、1時間ごとの瞬時値との関係を調べたところ、高い正の相関が ($r=0.89$) 見られた。また、図には示していないが、測定ポイントごとでは相関係数 ($r=0.54\sim 0.95$) にばらつきがあるが、全て正の相関であったことから、1時間以内の測定条件であれば農場内臭気の分布状況を一定の水準 (現場活用レベル) で把握することが可能であると考えられた (図7)。



図6 畜環研式ニオイセンサ定点測定ポイント

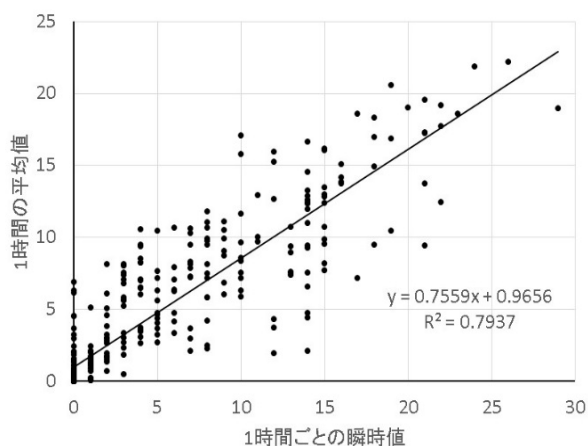


図7 畜環研ニオイセンサの1時間ごとの平均値と瞬時値の比較

3.2 記録間隔の設定

畜環研式ニオイセンサ記録間隔は、1～60秒の間で設定できるが、表1のとおり歩く速さによって臭気測定ポイントの間隔が変わるためGPSの測定誤差(CEP2.2m)を考慮して設定する必要がある。畜環研式ニオイセンサ(XP-329ⅢR)の応答速度は30秒～数分とされている2)が、記録間隔を30秒として時速4kmで歩行した場合は、ポイント間隔が33.3mとなり、建物の配置に対し間隔が広すぎると考えられたため、測定精度が犠牲になるが、中間地点の傾向を把握することを優先して10秒に設定した。

なお、センサの劣化等で応答速度が遅くなる場合は、センサの値を確認しながら適宜、記録間隔や歩行速度を調整する必要がある

表1 畜環研式ニオイセンサの記録間隔と測定ポイント

記録間隔(秒)	歩行速度別測定ポイント間隔(m)	
	4km/時	2km/時
1	1.1	0.6
3	3.3	1.7
10	11.1	5.6
30	33.3	16.7
60	66.6	33.3

4. 農家指導への応用

4.1 X養豚場における活用例

図8は、栃木県内X養豚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2mmメッシュの樹脂製ネットを設置して、臭気が外部に拡散しないよう対策を実施した(図9)。また、図10は消臭ネット設置後における施設内外の臭気成分濃度(各成分事に臭気強度に換算)であるが、堆肥化施設の側面に消臭ネットを設置することによ

り、施設外への拡散が抑制されていることがわかる。



図8 X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9 堆肥化施設への消臭ネット設置状況

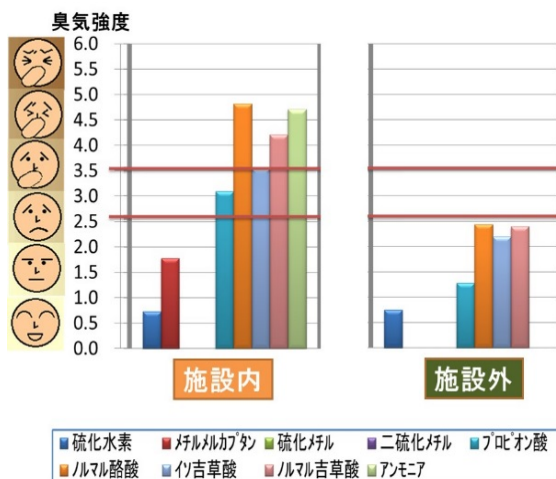


図10 樹脂製ネット設置効果

4.2 その他の臭気マップ作成事例

図11は栃木県内における4農場(A～D養豚場)の臭気マップ作成事例である。

丸囲いの部分で高い臭気指数(相当値)を示すプロットが密集していた。A養豚場では、いずれもふん尿処理施設設置場所付近であり、堆肥化施設(ロータリー攪拌式)では、原料搬入口及び製品搬出口に扉がないため、開放部分が主要な臭気発生源となっている。また、養豚場の西側

(左側) 敷地境界線上には、高さ2m程度の塀が設置されており、プロット色の分布状況から、塀を境目として臭気の拡散が抑制されていることがうかがえる。

B養豚場では豚舎の排気ダクト付近、C養豚場では堆肥舎及び堆肥保管施設が主要な臭気発生源となっていることが臭気マップから読み取れる。また、D養豚場の豚舎はセミウインドレス豚舎であるが、測定時(7月)は気温も高く、豚舎側面のカーテンを巻き上げていたため、豚舎間の臭気指数(相当値)が著しく上昇していた。

これらの結果は、畜産技術者にとっては、ごく一般的な事象かもしれないが、臭気マップを作成することで、生産者や指導者など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ていると考えている。また、現地支援時の応用として、農場主に機材を託して測定作業を委ねることにより、家畜防疫上のリスク軽減を図ることも可能である。

5. 今後の方針

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、現地支援のツールとして積極的に活用しながら、改良を加えていく予定である。

現在、臭気マップ作成マニュアルの整備を進めており、栃木県内の指導機関や生産者団体と連携を図りながら普及定着を図りたいと考えている。

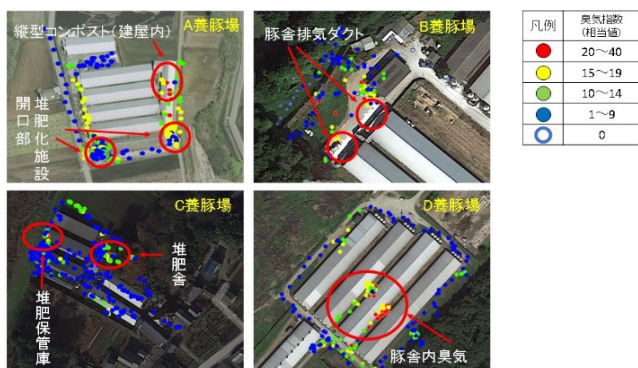


図 11 臭気マップ作成事例

引用文献

- 1) 栃木県農政畜産振興課. 2018. 資源循環型畜産確立対策資料. 1-4
- 2) (社)におい・かおり環境協会測定評価部会(臭気簡易評価技術標準化研究会). 2003. 臭気簡易評価技術の活用に関する報告書. 3-26
- 3) 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.

Making method on Odor Map and the applicability to the guidance by Microsoft® Excel

Tsuyoshi KINOSHITA**, Koji TAKAYANAGI*, Daiki KATO***, Ayako MAETA**

* Tochigi Prefectural Livestock and Dairy Experimental Center
298 Senbonmatsu, Nasushiobara, Tochigi, 329-2747 Japan

** Tochigi Prefectural Nasu Agriculture Promotion Office
2-2828-4 Honcho, Ohtawara, Tochigi, 324-0041 Japan

*** Tochigi Prefectural Department of Agriculture Livestock Promotion Division

We devised odor map creation new method, which is intended to be utilized as a support tool for livestock farmers to take measures odor control.

The invented method is a technique to make it possible to easily check the occurrence of odor in the farm. This technique is to measure the odor index (equivalent value) of each point in the farm with an odor sensor (New Cosmos Electric XP-329ⅢR), and plotted on the map according to the odor index Color-coded.

The method we developed synchronizes the data recording intervals of this odor sensor and the GPS logger (Holux m-241) when carrying out odor measurement and carries them together and records them.

As a result, it was possible to create a quick odor map by automatically recording the position information of the measured point and incorporating it into the odor map display sheet created by Microsoft® Excel.