

養豚農家の 密閉縦型堆肥化装置排気中 アンモニアの回収と有効利用 標準作業手順書

(これはサンプル版です)



目次

はじめに	1
免責事項	2
I 密閉縦型堆肥化装置と排気に含まれるアンモニア	3
1. 密閉縦型堆肥化装置	3
(1) 堆肥化とは	
(2) 密閉縦型堆肥化装置の特徴	
2. 密閉縦型堆肥化装置の排気に含まれるアンモニア	4
参考情報 1	5
参考情報 2	6
II アンモニア回収装置の概要	7
1. アンモニア回収装置	7
2. 密閉縦型堆肥化装置の特徴に合わせた配管構造	8
III アンモニア回収装置の設置手順	9
1. アンモニア回収装置の設置レイアウト	9
2. 密閉縦型堆肥化装置の排気配管との接続と設置作業	9
IV アンモニア回収装置の作業手順	10
1. 原料リン酸溶液の準備	10
2. アンモニア回収装置の稼動と原料リン酸溶液の交換	11
V 密閉縦型堆肥化装置からのアンモニア回収導入事例	13
1. アンモニア回収導入事例の概要	13
2. 密閉縦型堆肥化装置の排気からのアンモニア回収性能	13
VI 密閉縦型堆肥化装置排気アンモニアを回収した液の性状	15
1. 回収液の性状	15

2. 回収液の肥料としての利用性	16
参考情報 3	18
VII 普及のための参考情報	19
1. アンモニア回収システムの経済性	19
2. 普及対象	19
3. 密閉縦型堆肥装置におけるアンモニア回収システム運用上の留意点	20
用語解説	22
参考資料	23
担当窓口、連絡先	24

はじめに

畜産業は生物を飼養している産業であることから、産業廃棄物（用語解説参照、p. 22）としてふん尿が毎日発生し、その量は乳・肉・卵といった畜産物の生産量の数倍に達します。近年、畜産農家一戸あたりの飼養頭数は増加し続け、ふん尿処理にかかる負担も大きくなっています。わが国では、このふん尿の大部分を堆肥化により処理し、土壌改良材や肥料などに資材化して利用しています。堆肥化過程では、微生物の働きによってふん尿中の有機物が分解されますが、その過程でアンモニアが発生します。発生したアンモニアは、堆肥への空気の供給や攪拌（切り返し）作業などに伴って環境中へ放出され、悪臭苦情の原因になるだけでなく、肥料成分としての窒素を損失することにもなります。

本技術で対象としている養豚農家には、近年、密閉縦型堆肥化装置が普及しています。これは、密閉した装置内で堆肥化をすることによって、比較的短時間で堆肥化が進展するもので、発生したガスは排気配管内に集約することから臭気のコントロールも比較的しやすいという特徴があります。半面、排気配管内の臭気濃度は高く、特にアンモニアは高いときで数千 ppm の濃度に達し、季節や処理状況によっては、高濃度で環境中に排出される可能性があります。養豚農家に対する悪臭苦情は、全畜種・全苦情種類の中でも最も多い項目の一つであり、堆肥化過程で発生する臭気の環境中への放出を抑制する必要があります。また、密閉縦型堆肥化装置では排気に粉じんが含まれることがあり、これが実際のアンモニアの回収に影響を与えます。

本作業手順書で紹介するアンモニア回収システムは、養豚農家に普及している密閉縦型堆肥化装置を対象にして、発生するアンモニアを回収して排気中の濃度を低減させるだけでなく、窒素成分として肥料利用することを目的として開発されました。また、養豚農家は回収したアンモニアを肥料として利用するための自給飼料生産圃場を所有していないことが多いため、回収液を肥料として販売することを想定する必要があります。従って、本手順書ではリン酸を使用して肥料登録可能な性状でアンモニア回収する手法と、その際に問題となる「肥料成分の固結」への対策についても併せて示しています。

■ 免責事項

- 本手順書は、特許第 4418886 号に基づいて制作された装置を用いた結果を記載したものです。異なるアンモニア回収装置を用いた場合には、本手順書に記載された結果と異なり得ます。
- 本手順書で紹介されたアンモニア回収装置の効果は福島県岩瀬郡の養豚農家における例であり、畜種・堆肥化装置の運転条件および地域や気候条件等により変動することにご留意ください。農研機構は、本手順書に記載された技術を利用したこと、あるいは技術を利用できないことによる結果について、一切責任を負いません。
- 本手順書で紹介されたアンモニア回収液については、上記の養豚農家での回収例であり、本手順書に記載された技術を利用することにより肥料登録を保証するものではありません。
- 本手順書に記載の図Ⅱ-1・図Ⅲ-1・表Ⅵ-1・表Ⅵ-2・図Ⅵ-2 は小島ら、農業施設、50 (2)、64-72 (2019) より引用し、改変されたものです。
- 本手順書に記載の図Ⅱ-2 は普及成果情報：養豚農家の密閉縦型堆肥化装置ら発生するアンモニアガスの肥料利用 (2020) より引用し、改変されたものです。

I . 密閉縦型堆肥化装置と排気に含まれるアンモニア

1. 密閉縦型堆肥化装置

(1) 堆肥化とは

堆肥化とは、好気性微生物の働きにより、家畜のふん尿など有機性廃棄物中の有機物を分解し、安定化させる工程を指します。良好に堆肥化がなされた堆肥は、1) 悪臭や汚濁感がなく、2) 低水分で取扱性がよく、3) 雑草種子が死滅し、有害物質の生成がなく、施用後に有機物の急激な分解が起こらないこと等により作物へ悪影響を与えないなど、土壌改良材や肥料として有用な資材となります。

(2) 密閉縦型堆肥化装置の特徴

密閉縦型堆肥化装置は、断熱された円筒状の密閉装置の中でふん尿を堆肥化する装置で、養豚や養鶏といった中小家畜を中心に全国で 6000 基程度普及しています（図 I -1）。本装置は装置内で発酵・乾燥した堆肥に、新たなふん尿を投入して装置内で混合しながら連続的に堆肥化するシステムで、通常堆肥化する際に必要な、オガクズなどの副資材が不要です。断熱された容器内で処理することから放熱が少なく、原料 1 m³ 当たり 100～200 L/分と、一般的な堆肥化方式の 2～10 倍程度の通気を行うことから、2～3 週間と比較的短い期間で一次発酵が終了します。また、含水率が 40 %以下と低水分で、よく混合された堆肥が生産されます。



図 I -1 密閉縦型堆肥化装置

2. 密閉縦型堆肥化装置の排気に含まれるアンモニア

密閉縦型堆肥化装置では副資材を使用しないことから、ふん尿由来の成分が希釈されず、窒素・リン酸・加里（NPK）といった肥料成分濃度が比較的高い堆肥が生産されます。その反面、堆肥化中にアンモニアを主体とする臭気成分が発生し、排気配管に集約されることから配管中の臭気成分濃度が極めて高くなります。同じく堆肥化に伴って発生する熱や水蒸気と合わせて、高温・高湿度・高アンモニア濃度の排気が常時発生することになります（図 I -2）。

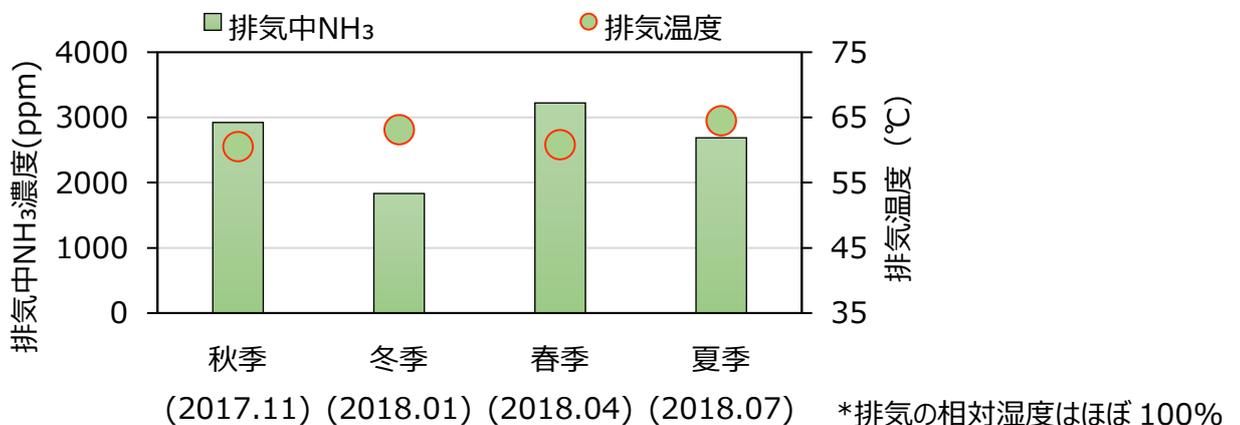


図 I -2 季節ごとの密閉縦型堆肥化装置の排気温度とアンモニア濃度

通常、密閉縦型堆肥化装置では、併設された土壌脱臭やロックウール脱臭といった生物脱臭施設により排気を処理している場合が多いですが、一時的にアンモニアなどの臭気物質を高濃度に含む排気が発生する場合や、冬季など処理能力が低下する場合に、臭気を処理しきれないことがあります。養豚農家への悪臭苦情は、全畜種・全苦情種類の中でも最も多い項目のひとつであり、密閉縦型堆肥化装置では臭気対策として主たる悪臭原因物質であるアンモニアの除去が求められています。また、アンモニアが揮散すると、肥料成分が散逸してしまうことにもなります。その量は、平均的な飼養規模の養豚農家（母豚 200 頭規模）で、年間 4.5 t（窒素換算）になると試算されます。

参考情報 1 養豚農家におけるふん尿処理

養豚農家では、発生したふん尿は固形状の「ふん」と尿や飲水のこぼれなどの排水を含む「尿汚水」として排出される場合が多いです。このうち尿汚水は、污水浄化施設によって微生物（汚泥）により処理され河川等に放流されますが、処理後の余剰汚泥は固液分離され固形状の「脱水汚泥」として排出されます。養豚農家の密閉縦型堆肥化装置では、このふんと脱水汚泥が堆肥原料として処理される場合が多いです。本作業手順で示した実証農場のような母豚 200 頭規模の養豚農家では、1 日 3 t 程度のふんと 1 t 程度の脱水汚泥が発生します。ふんの成分は水分 72 %、窒素 4 % 程度であり、脱水汚泥は水分 80 %、窒素 5 % 程度です。

一般的な堆肥化方式では 4～8 週間の一次発酵期間が必要であるのに対して、密閉縦型堆肥化装置では、2～3 週間で 1 次発酵が完了します。ただ、難分解性有機物（セルロースなど）を多く含有する場合には、1 次発酵後（用語解説参照、p. 22）に数週間～数か月堆積し、2 次発酵（用語解説参照、p. 22）も別におこないます。



養豚農家の污水処理施設の例

参考情報 2 密閉縦型堆肥化装置で利用される生物脱臭技術

密閉縦型堆肥化装置では、生物脱臭装置が併設されていることが多いです。生物脱臭装置は排気を装置内に通気し、臭気成分を水や脱臭材料へ吸着した後、装置内に生息する微生物の働きによって無臭な成分に変換することで脱臭する方式です。主な生物脱臭技術である土壌脱臭とロックウール脱臭について以下で説明します。

1) 土壌脱臭

悪臭成分を土壌及び土壌中の水分に吸着し、土壌中の微生物による脱臭手法です。黒ボク土が最も適しており、土壌の下に砂利や玉石などを敷き詰めることでガスが装置内に均一に拡散し、処理される構造です。臭気に対して適切な規模の土壌脱臭装置を併設すると長期間脱臭性能を維持できます。



土壌脱臭装置の例

2) ロックウール脱臭

土壌の代わりに水耕栽培などで用いられているロックウール（RW）を材料とした担体を用いて、担体に生息する微生物により脱臭する手法です。土壌よりも通気性が良いことから高く堆積することができ、結果として面積当たりの処理能力の向上が見込めます。

上記方法が十分な臭気除去性能を発揮するには排気に含まれるアンモニア濃度 200 ppm 以下、排気温度 40 °C 以下である必要があります。一方、図 I-2 に示した通り密閉縦型堆肥装置からの排気は 40 °C 以上でアンモニア濃度も非常に高いため、外気による希釈などの操作が必要となり、脱臭処理に必要な風量が増加し脱臭装置の処理面積が広く必要となる場合があります。しかし、本稿のアンモニア回収装置によりアンモニア濃度が低下するため、生物脱臭装置の面積を減らすことができます。

用語解説

産業廃棄物：事業活動に伴って排出された廃棄物のうち、家畜ふん尿の他、汚泥や紙くず、家畜の死体など、政令で定めるものを指す。

一次発酵：堆肥化過程のうち有機物分解を主目的とする段階。主として好気性細菌に働きにより易分解性有機物が分解され、その代謝熱により堆肥の温度は 60 °C 以上に上昇する。易分解性有機物が少なくなり、材料温度が低下するようになったら一次発酵が終了したと判断する。

二次発酵：堆肥化過程のうち性状の安定化を主目的とする段階。一次発酵が終了し、材料温度が 40 °C 付近まで低下すると糸状菌の増殖が始まり、難分解性有機物であるセルロースやリグニンが分解される。また、硝酸化成も活発になり堆肥中の硝酸性窒素が増加する。

低級脂肪酸：環境省が定める特定悪臭物質 22 物質のうち、プロピオン酸、ノルマル酪酸（n-酪酸）、ノルマル吉草酸（n-吉草酸）、イソ吉草酸のことを指す。そのほか、酢酸やギ酸も含まれる。

担当窓口、連絡先

外部からの受付窓口：

農研機構 畜産研究部門 研究推進室

029-838-8618 koho-nilgs@naro.affrc.go.jp



「農研機構」は、国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構のコミュニケーションネーム（通称）です。