

簡易資材脱臭装置による鶏ふん堆肥化時発生臭気の脱臭

杉本清美・西山厚治・大泉長治*・山口岑雄*

Deodorization for Composting Layer's Wastes by an Easy Deodorization System
used Low Cost Materials

Kiyomi SUGIMOTO, Atsushi NISHIYAMA, Choji OIZUMI and Takao YAMAGUCHI

要 約

養鶏経営において、開放直線式攪拌堆肥発酵ハウスから発生する臭気を、炭・ヤシガラ・モミガラ・ナシ剪定枝チップを充填した資材吸着式脱臭装置に通すことで、アンモニアは7~8割除去できた。試験初期において散水状態が不十分だった時は脱臭性能が低かったが、装置の改修により性能が改善され、脱臭槽でのアンモニアの検出値は全期間通して発酵ハウス内部の濃度よりも低く、アンモニア軽減効果があることがわかった。発酵ハウス以外で臭気が発生する日（除ふん作業日等）を除けば、臭気3成分（アンモニア・硫化水素・メチルメルカプタン）について敷地境界線上で検出することはなかった。

緒 言

本県における畜産経営に起因する苦情発生件数の中で、悪臭関連が最も多く全体の6割以上を占めており、畜産経営の規模拡大と混住化に伴い、悪臭問題は経営の存続にも関わる切実な問題となっている。臭気対策については様々な研究が進められており、有効な方法は脱臭装置の設置とされているが、装置の設置費および維持管理費が高額で農家段階で導入している例は少ない。

そこで、畜産経営で導入しやすい簡易で低コストな脱臭装置によって臭気の低減を図る目的で、県内の養鶏経

営において、使用していない鶏舎を簡易脱臭施設へ改修した。資材を充填した脱臭槽へ堆肥攪拌発酵施設（発酵ハウス）から発生する鶏ふん堆肥化時の臭気を通気する試験を実施して、性能や設置費用を調査した。

材料および方法

1. 施設設置農場の概要

表1に当該脱臭施設を設置した採卵鶏農場の経営概況を示した。開放直線式鶏ふん発酵ハウスに隣接した使用していない旧鶏舎があったため、うち1棟を本試験の簡易脱臭施設へ改修した。

表1 農場の経営概況

所在地	東葛飾地域（市街化調整区域であるが市街化区域とほぼ隣接）
飼養羽数	成鶏 約8,000羽 大雛導入
鶏卵販売	全量直売（宅配+直売所）
鶏舎	2段ケージ式開放鶏舎10棟+旧鶏舎4棟（未使用）
鶏ふん処理	鶏舎除ふん（週2回） → 開放直線式発酵ハウス（2回攪拌/日） → 堆肥舎 副資材は戻し堆肥。堆肥は近隣耕種農家に随時販売もしくは戻し堆肥利用
備考	発酵ハウスおよび堆肥舎は、敷地境界線に隣接する位置にある。

平成25年 8月31日受付

* 元千葉県畜産総合研究センター

2. 簡易脱臭施設の概要

臭気の発生条件と周辺環境や経営状況を考慮し、当該経営にとって金銭的、労力的負担が少なくかつ効果的であると思われる脱臭施設を考えた。構造・能力等は、原田らにより開発されたヤシガラ・ロックウール脱臭装置を参考にした^{1,2,3,4)}。

作成した試験施設は図1および表2のとおりで、旧鶏舎の内部壁側に防水コンパネを貼り、床面にU字溝を上下逆に点在させ、間にもコンクリートブロックを配置し、上にグレーチングを置き、さらに防風ネットを敷いて脱臭槽として、これに資材を充填した。発酵ハウス内部の臭気をターボブロワで吸気管（ハウス内2～3ヵ所）から吸引し、チャンパーボックス（空の木箱）

内を通して、脱臭槽底面部の隙間に排気される装置を作成した。脱臭槽上には散水装置を設置して脱臭槽に散水した。

脱臭槽内へ充填する脱臭資材としては、安価で入手しやすく、通気性・保水性を勘案し、ある程度の脱臭効果が見込める資材として、炭、ヤシガラ、モミガラ、ナシ剪定枝チップの4種を選定して、下層からこの資材順に充填した。各脱臭資材の概要は表3のとおりである。

2007年12月末からブロワを攪拌発酵機の稼働に合わせ1日13時間、2010年9月からは24時間稼働した。これらの作成・改修は当該養鶏経営および東葛飾農林振興センター（現東葛飾農業事務所）で行った。

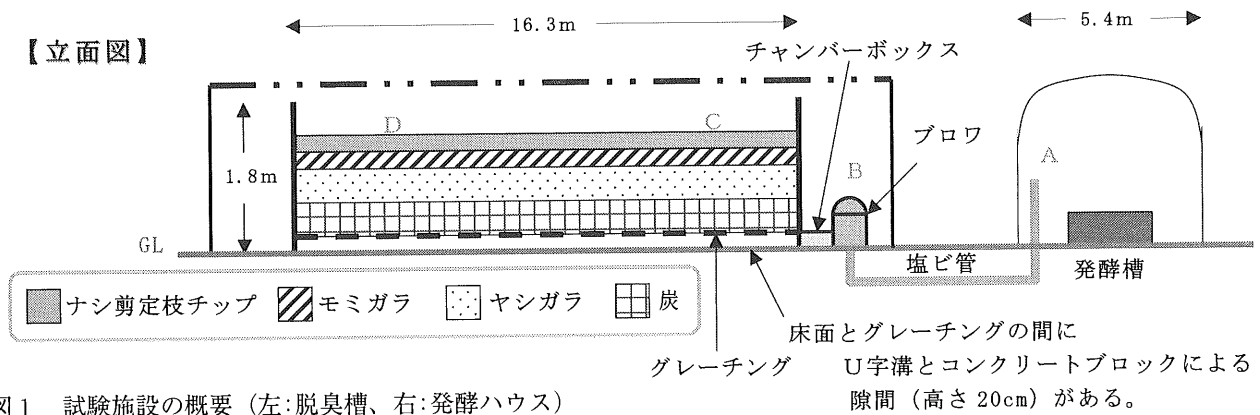


図1 試験施設の概要（左：脱臭槽、右：発酵ハウス）

表2 試験施設・装置

項目	内容
発酵ハウス	間口5.4m×奥行50m×高さ3～4m T社製開放直線式攪拌機械（堆肥堆積高さ0.7m）
脱臭槽	間口4.3m×奥行16.3m×高さ1.8m、屋根部分一部開放、資材充填部高さ1.0m
吸引ファン	5.5kWターボプロア（S社製耐腐食性ケミカルブロワ、インバータで60%出力制御） 実測定値（吸引ダクト部、発酵ハウス内吸入口3ヵ所設置期間の平均）： 風速8.1m/秒、風量2,640m ³ /時、静圧-37.0mm H ₂ O 換算：発酵ハウス内換気2.8回/時、脱臭槽内見掛け風速11.0mm/秒、充填資材接触時間91秒
配管設備	φ300mm VP塩ビ管、塩化ビニール製ダクト（発酵ハウス内・吸引部）
散水装置	1期（2008.1～2008.6）：100L×2～3回/週、エンジンポンプ 2期（2008.7～2008.10）：100L×2回/日 3期（2008.11～2010.8）：300L×1回/日、ノズル改修 4期（2010.9～）：300L×2回/日、1.5kWマグネットポンプ（タイマー付き）

表3 充填脱臭資材の概要

充填資材	内容	入手先	価格	かさ比重 (t/m ³)	通気抵抗* (mm H ₂ O)	充填量
炭	合板等を高温で炭化したもの。 大きさは3～4cm角程度。	松戸市内の 販売会社	12,000円 /m ³	0.138	0.095	30m ³
ヤシガラ	ヤシ科果実の殻を細断したもの （特許品）。 大きさは2～5cm角程度。	東京都内の 販売会社	19,000円 /m ³	0.086	0.090	22m ³
モミガラ	脱臭資材の増量材。 2011年2月に追加充填	我孫子市の 水稻農家	無償	0.109	2.0	15m ³
ナシ剪定枝 チップ	日本ナシの剪定枝をチョッパー で棒状に切断、破碎したもの。 2008年4月および2010年5月に追 加充填	船橋市内の ナシ農家	無償	0.315	9.8	7m ³

*は乾燥物1m堆積、20mm/秒通気時

3. 簡易脱臭施設の脱臭能力試験

簡易脱臭施設の脱臭能力を測るため、2008年1月から2010年12月まで月1回の間隔で30回臭気成分濃度等の測定を行った。

臭気成分は、ガステック社製ガス検知管により臭気成分濃度（アンモニア、硫化水素、メチルメルカプタン）を、新コスモス社製ニオイセンサにより臭気の強さを測定した。

測定箇所は、密閉した発酵ハウス内部（地上高1m、ふん投入口付近・ハウス中央付近・堆肥搬出口付近の3カ所、図1A）、ブロワ吸引部（図1B）、脱臭槽表面（脱臭資材から1cm高、2～9カ所、図1C～D）および敷地境界線（発酵ハウスから5m部、2カ所）で行った。

臭気成分は、天候や発酵装置の攪拌状況、除ふん作業状況や散水後経過時間等によって大きく変動するため、測定条件を一律に整えることは困難であることから、調査時点での発生状況として測定・調査し、臭気物質の脱臭槽への流入部（ブロワ吸引部）と脱臭槽表面を比較した。

4. 簡易脱臭施設の設置コストと改修状況、稼働コスト

旧鶏舎以外の材料すべてを購入した場合における、簡易脱臭施設の設置コストおよび稼働コストを試算した。

5. 使用後資材の堆肥化試験

2年間脱臭槽に充填して使用したナシ剪定枝チップ2kgを鶏ふん5kgと混合し、小型堆肥化装置（F社「かぐやひめ」）において堆肥化した（2年使用区）。対照区として、未使用ナシ剪定枝（加水調整）と置き換えた区（未使用区）を設けて比較した。測定項目は、堆肥化発酵温度とアンモニア発生濃度とした。さらに、2年使用チップを加水調整しながら60℃の環境下に置いてアンモニアの発生濃度とニオイセンサ値を測定した。

結果および考察

1. 簡易脱臭施設の脱臭能力

(1) アンモニア濃度

図2に、ガス検知管によるアンモニア濃度の測定結果を示した。

発酵ハウス内部およびブロワ部におけるアンモニア濃度の推移を見ると、全期間の平均値は、発酵ハウス内で82ppm、吸引ブロワ部で152ppmであった。測定30回中、数回高濃度で検出された。これは、鶏ふん堆肥化副資材として一時期小麦ダストを使用したことや、攪拌時間の変更、発酵処理に適した気温条件等により発酵が活発化したことなどが要因と考えられる。

一方、脱臭槽上では、発酵ハウス内部での濃度推移に沿う傾向が見られつつも、全期間として発酵ハウス内部より低かった。全期間における脱臭槽上のアンモニア濃度平均値は30ppmであり、ブロワ部に対するアンモニア除去率は80.7%であった。ただし、脱臭槽上で発酵ハウス内部もしくはブロワ部と同程度のアンモニアを検出した時があった。脱臭槽の散水部分ではアンモニア除去率は82.1%と高かったが、乾燥部分では45.3%と低く、雨（屋根部分一部開放）や散水の影響を強く受けていることが原因と考えられた。試験開始初期には脱臭槽全面にしっかり散水できていなかったことがあり、その結果、脱臭槽内に乾燥した部分が出て臭気が抜けやすい状況が生まれたと思われる。この結果を見て、散水装置を2回改修し散水効果を向上させた（表2）ことで、その後は脱臭槽全面に散水できたため、脱臭効果も向上した。なお、散水による脱臭槽からの排汁は出ていない。また、2回ナシ剪定枝チップの追加充填を脱臭槽表層に行った（表3）ため、脱臭槽上のアンモニア濃度は減少した。

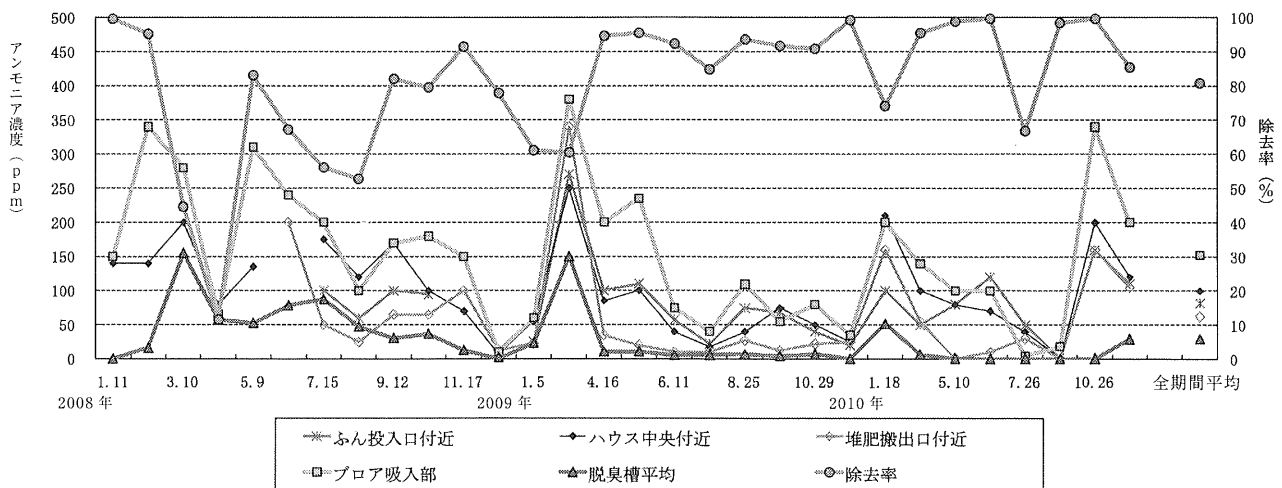


図2 アンモニア濃度の測定状況

(2) 硫化水素濃度

硫化水素は、発酵ハウス内部（ふん投入口付近が主）もしくはプロア部で30回中11回0.01～4ppmを検出した。

脱臭槽上では全期間通していずれの測定箇所でも検出しなかった。

(3) メチルメルカプタン濃度

メチルメルカプタンは、発酵ハウス内部もしくはプロワ部で30回中10回0.1～12ppmを検出した。

脱臭槽上では7回0.1～5.0ppmを検出したが、うち2回は発酵ハウス内部およびプロワ部より高かった。

(4) ニオイセンサによる臭気の強さ

図3に、ニオイセンサによる臭気の強さの測定結果を示した。

ニオイセンサによる臭気の強さの測定は2008年4月から実施したが、全期間の平均値は、発酵ハウス内で297、プロア部で378であった。

脱臭槽上では103であり、ほとんどの期間で脱臭槽上の測定値が発酵ハウス内部の測定値を下回り、その低減率は期間平均で72.9%であった。

ニオイセンサは、畜産臭気に限らず、脱臭資材自体が持つ臭気にも反応する。2008年4月、2010年5月に低減率が低かったのは、ナシ剪定枝チップを追加充填した後であるためセンサがチップの臭気に反応したことが原因と考えられた。

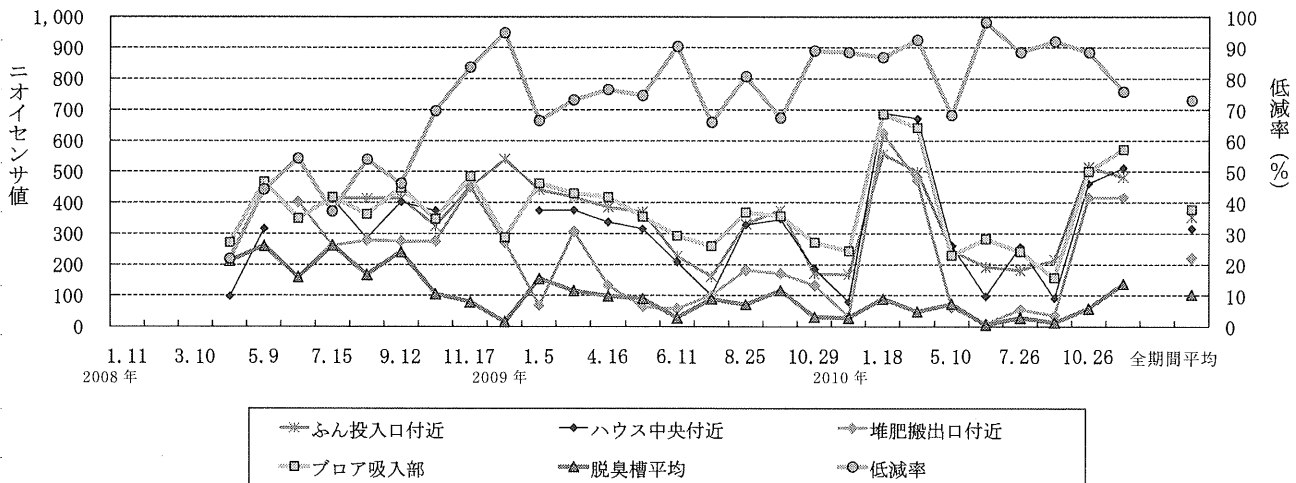


図3 ニオイセンサの測定状況

(5) 敷地境界線上での臭気測定結果

敷地境界線上では、アンモニア濃度で4回0.8～2.0ppmを検出した。この時期は、堆肥化副資材として小麦ダストを使用していたことに加え、脱臭資材への散水量が足りなかったこと、散水範囲が脱臭槽の全面積を覆えていなかったこと、除ふん作業時の測定だったため堆肥舎からの臭気も検出されてしまったことが原因と思われる。

なお、他の臭気成分は、上記のアンモニアが4回検出された月以外では検出されなかった。

ニオイセンサ値は、ほとんどの時点で0であったが、3回ほど10を超えた時があり、それは発酵ハウス内部もしくはプロワ部におけるアンモニア、メチルメルカプタン、硫化水素のいずれかの測定値が高い時であった。何らかの臭気成分濃度が高まった時、仮に敷地境界線上においてアンモニアが規制濃度を超えていなく

ても、極弱ではあるものの臭気を感じる事が示唆された。

2. 簡易脱臭施設の設置コストと改修状況、稼働コスト
簡易脱臭施設の設置コストは、表4のとおりであった。

2008年1月から本格稼働した簡易脱臭施設は、同年3月末の時点で約177万円（人件費含む）の設置コストがかかった。その後、試験終了まで故障による補修は無いが、散水管や給水ポンプの改善、吸気管へのダクト設置による吸気口の増設など、改修した結果、当該試験における簡易脱臭施設の総設置コストは約200万円（うち、在庫資材で賄った額約21万円含む）となった。

また、稼働コストは主にプロワの電気代で、インバータにより出力を6割に抑えているが、1か月当たりの電気代の平均額は約1万円と試算された。

表4 簡易脱臭装置の設置コスト

項目	金額 (千円)	内容	備考
脱臭槽 壁面作り	63	コンパネ	試算
ブロワ設置・吸気管 設置	703	ターボブロア・塩ビ管	
脱臭槽 床面作り	84	U字溝・グレーチング	
散水ホース 設置	89	既存ポンプ	
ブロワベース 作り	11	コンクリ打設	
人件費	148	工事費	
脱臭資材 購入・充填	674	炭代・ヤシガラ代・運搬搬入費	
散水装置等 改修	214	自動散水装置に変更	
合計	1,986		

3. 使用後資材の堆肥化試験結果

約2年間散水しながら発生臭気を通した資材の形状は図4のように変化した。そのうち最も形状変化が大きかったナシ剪定枝チップを分析したところ、含水率は未使用時の17.7%から82.1%となっていた。未使用の剪定枝チップと2年使用したチップをふるい分けしたところ、粒径は、長径の割合が減少して細かくなっていた(図5)。ちなみにケルダール法による窒素含量は未使用時の1.6%(乾物)から1年後に2.4%、2年後には

3.3%と増加した。

2年使用したチップを鶏ふん堆肥化の副資材としたところ、未使用チップに比べ温度の立ち上がりが早く(図6)発酵が促進されたが、アンモニアの発生も多かった(図7)。

また、このチップを60℃の環境下においたところ4週間にわたり平均67ppmのアンモニアが測定され、吸着したアンモニアの再揮散によるものと考えられた(図8)。

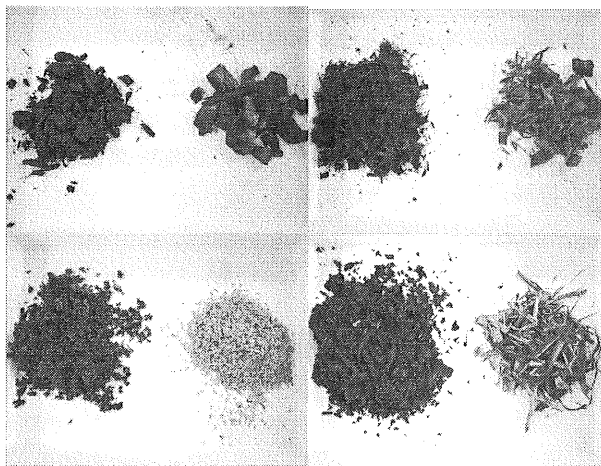


図4 資材の形状変化状況(左上:炭、右上:ヤシガラ、左下:モミガラ、右下:ナシ剪定枝チップ、いずれも左が2年使用後、右が未使用)

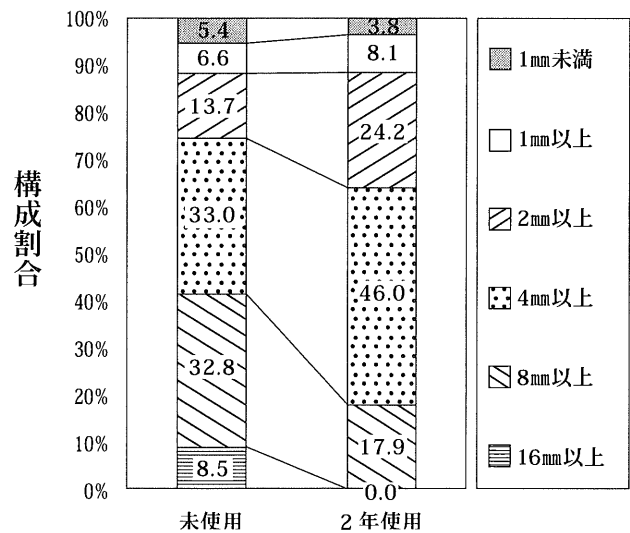


図5 ナシ剪定枝チップの粒径の変化

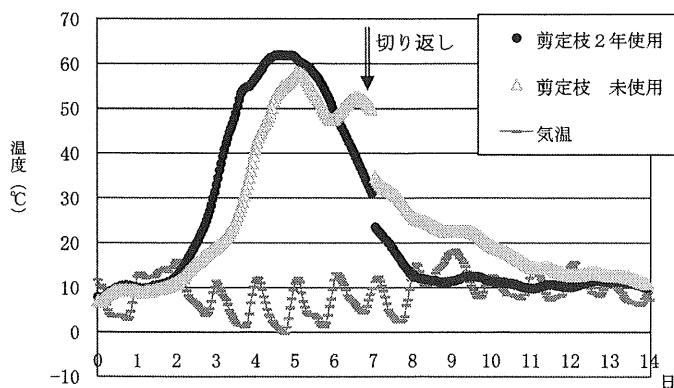


図6 ナシ剪定枝チップの鶏ふん堆肥化時発酵温度の推移

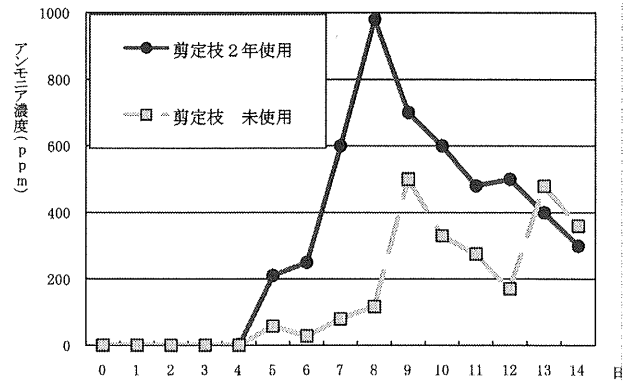


図7 ナシ剪定枝チップの鶏ふん堆肥化時アンモニア発生状況

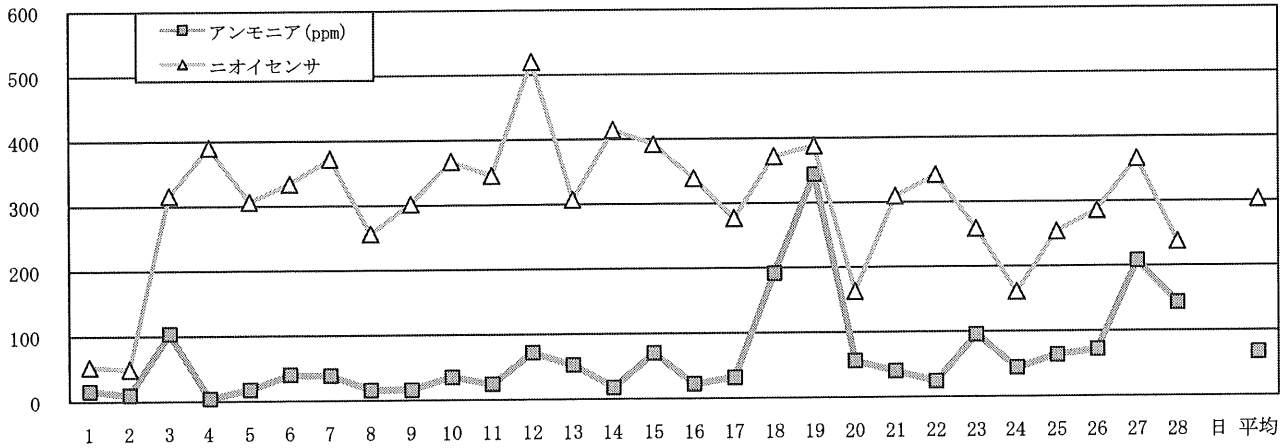


図8 2年使用ナシ剪定枝チップから発生した臭気の推移 (60℃環境下)

以上の結果より、本試験の資材吸着式脱臭装置で脱臭することで、アンモニア濃度は、全期間として発酵ハウス内部およびブロワ吸引部よりも低く推移し、7~8割除去でき、簡易脱臭施設としてアンモニア軽減効果があることがわかった。発酵ハウス以外で臭気が発生する日(除ふん作業日等)を除けば、測定した臭気3成分について敷地境界線上で検出することもなかった。特に鶏ふんで発生が多いアンモニアの脱臭は、散水による影響が大きいため、脱臭槽表面だけでなく内部まで均一に散水することが重要である。アンモニア濃度が高いと脱臭能力も低下するので、希釈する等の対策が必要となる。脱臭資材としてナシ剪定枝チップを利用するには、それ自体の分解による細粒化が進み目詰まりの恐れがあることと、利用した後に堆肥化する場合にはアンモニアの再揮散に注意する必要がある。

簡易脱臭施設を稼働して数年を経過するが、2013年の現在までに大きなトラブルは発生していない。しかし、粉塵によるブロワ内や脱臭槽下層の目詰まりおよび脱臭資材の分解による目詰まり、ショートパス現象の多発、機械や資材の劣化(水漏れ、臭気漏れ)など注意すべき項目があるので、経過を見守りメンテナンスを行う必要がある。

当該養鶏経営では、周辺住民に配慮し飼養羽数を極力抑えている。また、良好な発酵処理により生産した

鶏ふん堆肥の品質は良く、売れ行きも好調である。更に、地域の自治会等に積極的に参加する等経営外においても地域へ貢献することで周辺住民への理解を図っており、都市部での経営存続に努力している。臭気対策には家畜やふん尿の管理に対する対策も重要であるが、それだけでなく地域と共存する経営のあり方が必要と思われる。

最後に、試験に協力していただいた養鶏経営の方々および東葛飾農林振興センター(現東葛飾農業事務所)の皆様へ感謝申し上げます。

引用文献

- 1) 原田泰弘・道宗直昭・古山隆司(2005)、低濃度の悪臭ガスに対する生物脱臭技術の開発(第1報) - 生物脱臭材料としてのヤシガラチップの特性とその基本性能、農業施設36(3):11-18、農業施設学会
- 2) (社)畜産技術協会・新農業機械実用化促進(株)(2004)、緊プロ型ロックウール脱臭装置ガイドブック
- 3) 新農業機械実用化促進(株)(1997)、家畜ふん尿脱臭装置の効果
- 4) 新農業機械実用化促進(株)(1997)、家畜ふん尿脱臭装置の改造と性能