

養豚施設における堆肥化施設からのアンモニア回収と利用方法の検討

群馬高専 学生会員 ○小保方 拓哉 群馬高専 正会員 宮里 直樹
群馬高専 学生会員 安部 友裕

1. はじめに

1. 1 研究背景と目的

群馬県は豚の産出額が全国6位であり、全国でも有数の養豚県である¹⁾。しかし、全国的に見ると、約1割の養豚場において近隣住民から苦情が出てきており、そのうち約7割は豚舎や糞尿から発生する悪臭が原因のものである。現状では、コストを惜しまず、ウインドレス畜舎等で密閉化して空気を制御できれば十分な臭気低減は可能であるが、低コストでの臭気低減技術は開発中である²⁾。また、群馬県は糞尿処理として堆肥化を進めているが³⁾、これも悪臭発生源の一つとなっている。

そこで本研究では養豚場の糞尿脱臭処理槽からの排気ガスよりアンモニアを回収し、養豚飼料としての植物の栽培に利用することを目的に実験を行った。

1. 2 先行研究のまとめと本研究の位置づけ

養豚場における糞尿の堆肥化時に発生する臭気成分の大半はアンモニアであり、この発酵ガスを曝気させることでほぼ完全な脱臭が可能であると報告されており⁴⁾、本研究においても確認できた。また養豚飼料作物として栽培する植物には、生育速度が速いことや、離乳豚の下痢対策に有効である粗繊維と成長に必要な粗蛋白質が多く含まれていることからオオアカウキクサを選定した。

オオアカウキクサにはアナベナが共生し貧栄養下でも生息することができるが、先行研究では下田池に生息しているオオアカウキクサには一度もアナベナを観測することはできず、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度0mg/Lである水道水でオオアカウキクサを栽培したときもアナベナを観測できなかった。

$\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度20mg/Lの水で栽培したオオアカウキクサは水道水で栽培したものより生育が悪かった。これは栽培水中の栄養素が $\text{NH}_4\text{-N}$ に限られたためであると考えたことから、使用する水を養豚排水に変えて行った。養豚排水はリン(P)を含んでおり、アンモニア(NH_3)を加えることで生育に適したものになると考える。

そこで本研究ではアンモニアを植物栽培の栄養源として利用するために脱臭槽からの排水にアンモニアを含む発酵ガスを曝気しアンモニアの回収実験を行う。

2. 実験方法

2. 1 オオアカウキクサの栽培実験

脱臭槽の排水を水道水で2倍希釈した試料水とそれに炭酸水素アンモニウムを $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度20mg/Lになるように溶解させた溶液を10Lずつ用意し、下田池より採取したオオアカウキクサを湿潤質量で30gずつ計りプラフネで栽培し、電子天秤で湿潤重量の経日変化を計測した。

2. 2 アンモニアの回収実験

発酵ガスに含まれるアンモニアをどの程度回収できるか調べるため、また発酵ガス中にはアンモニアのほかに水溶性の気体である二酸化炭素が多く含まれ水質に影響を与える可能性があるため、北川式検知管を用い、脱臭槽から放出されるガスの二酸化炭素とアンモニアの濃度を計測する。

曝気を行う円筒型曝気装置と貯留タンクに養豚排水を2倍希釈した水を循環させ、円筒型曝気装置で、脱臭槽から放出される発酵ガスを曝気し、曝気後の大気に放出する気体に含まれる二酸化炭素とアンモニアの濃度を計測する。

また循環水の貯留タンクのpHと電気伝導度を一日に一度計測し、循環水を採水してオートアナライザーにより $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度を計測する。

円筒型曝気装置によるアンモニアの回収実験は二度行った。まず始めの実験では円筒型曝気装置一つで2倍希釈した養豚排水50Lに対して発酵ガスを8L/min曝気させ循環させた。この実験では円筒型曝気装置内の水量を一定に保つのが困難であったため、水頭差を利用し水量を一定に保てるよう改造した円筒型曝気装置二つで二度目の実験を行った。改良後の実験では水10Lに対して発酵ガスを15L/min曝気させ循環させた。

これらのアンモニアの回収実験はA牧場の脱臭槽の上で行った。

3. 実験結果

3. 1 オオアカウキクサの栽培実験

重量の経日変化を見ると、養豚排水を用いて栽培した

キーワード アンモニア回収,オオアカウキクサ, $\text{NH}_4\text{-N}$,養豚排水,曝気

連絡先 〒371-0845 群馬県鳥羽町580 群馬工業高等専門学校 TEL:027-254-9191

E-mail: nmiyazato@cvt.gunma-ct.ac.jp

オオアカウキクサは30gから53gへ順調に成育したのに対して、炭酸水素アンモニウムをNH₄-N濃度20mg/Lになるように溶解させた水で栽培したオオアカウキクサは30gから37gまでしか成育しなかった。この成育不良は濃度障害*1)とみられる。

また、アナベナを観測することはできなかった。

3. 2 アンモニアの回収実験

図3に結果を示す。この結果から曝気により、脱臭槽から大気中に放出されるアンモニアはほぼ完全に回収することができることがわかった。また、循環させている水のpHはほぼ中性に保たれたことや曝気後の気体中のCO₂濃度が発酵ガス中のCO₂濃度の1/2程度になっていることから、アンモニアの他にCO₂も循環水に溶解していることが分かった。

貯留タンク内のNH₄-N濃度は、曝気装置一つで行った実験では173時間で約122mg/Lになり、曝気装置二つで行った実験では68時間で約3245mg/Lになった。それぞれの実験のアンモニア回収量を図4に示す。

4. 考察

4. 1 オオアカウキクサの栽培実験

先行研究では、NH₄-N濃度が0mg/Lである水道水のような貧栄養下でオオアカウキクサは成育する結果であったことから、アンモニアを溶解させた養豚排水では栄養過多となり濃度障害が生じたと考えられる。

4. 2 アンモニアの回収実験

発酵ガスの曝気によるアンモニア回収は有効であるが、曝気後の循環水のNH₄-N濃度は急激に上昇するため、植物の栽培には適さない。これを植物栽培に利用するにはアンモニア濃度を薄める調整が必要である。

5. まとめ

本研究ではアンモニアを含むガスを曝気させ回収し、回収したアンモニアに含まれる窒素を栄養分に植物を栽培することが目的であるため、アンモニアが溶解した養豚排水で成育の悪いオオアカウキクサは栽培に適さない。十分な栄養で良く成育する、オオアカウキクサに代わる植物を探すべきであると考えられる。

補注

*1 栄養過多により発生する障害。根を傷めたり、葉が黄変したりして、成育不良や枯れる原因になる。

参考文献

- 1) 小此木伸一：群馬県の養豚業の現状と課題、http://www.gunma-eri.or.jp/research/pdf/jisseki201611_2.pdf, 2016
- 2) 農林水産省生産局畜産部：養豚農業をめぐる現状と課題，2014年
- 3) 群馬県環境森林部環境政策課：環境白書，2017年
- 4) 安部友裕：養豚業における堆肥化施設からの臭気原因物除去と回収・利用システムの開発，第24回専攻科特別研究I発表会講演予稿集，2017年

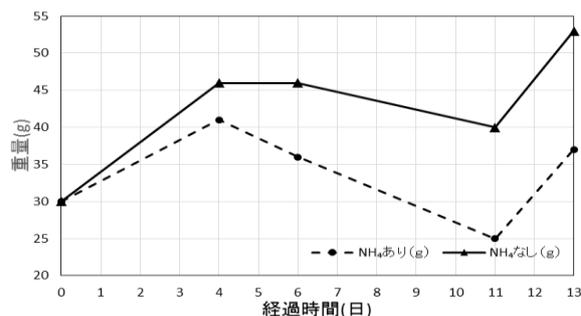


図1 オオアカウキクサの経日重量変化

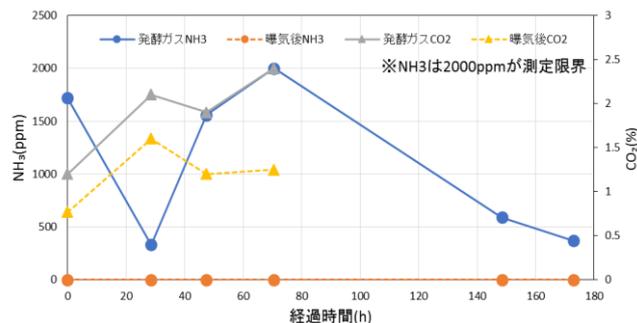


図2 曝気装置一つでの曝気による気体濃度変化

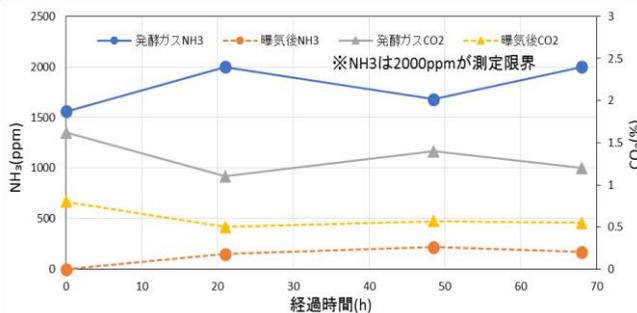


図3 曝気装置二つでの曝気による気体濃度変化

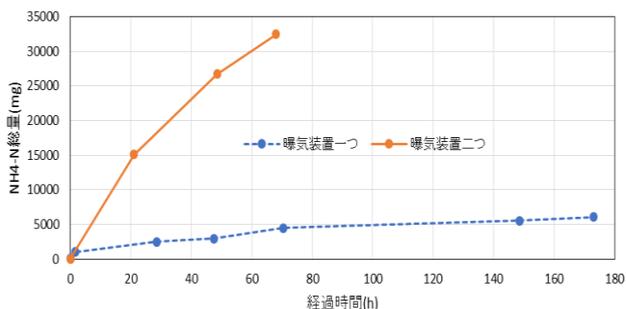


図4 NH₄-N回収量