バークによるアンモニア脱臭特性に関する研究

山口大学　(学)○南充由士、(正)浮田正夫、(正)樋口隆哉
(正)関根雅彦、(正)今井剛

1. 研究背景・目的

近年、我が国では、都市の発展に伴い畜産農業は主に山間部に見られる状況となっている。大規模化が進む畜産農業からの環境負荷は様々な側面に及ぶ。環境影響としては、悪臭の問題が随分前から指摘されている。そこで本研究では畜産農業から発生する主な悪臭物質の一つであるアンモニアのバークによる効果的な抑制対策を検討する。

2. バークの吸着能力の把握

湿潤状態および乾燥状態のバークによるNH_3飽和吸着量を把握することを目的として、次の実験を行った。

2-1　実験方法

本実験では下水汚泥等の堆肥化を行っている山陽三共有機株式会社の建屋内ガス脱臭槽でサンプリングしたバークを用いた。この脱臭槽の概要は幅7m、長さ20m、高さ2mであり、ガスを150m^3/minで下から通気している。湿潤状態バークの吸着能力を把握するため、脱臭槽中層(表面から70cm)の含水率54.6%のバーク10gと乾燥状態バークの吸着能力を把握するため、上層(同10cm)のバークを105℃で24時間乾燥させたものを10gそれぞれ別々の容積1Lのポリエステルバッグに入れ、清浄空気800mLとNH_3ガスをそれぞれ100mL、10mL注入し密閉した。その後、攪拌して20分間放置しバッグ内のNH_3濃度を検知管で測定した。測定後、新たにNH_3ガスをそれぞれ50mL、10mL注入し、同様の作業を行った。この作業は湿潤状態バークを用いた方は全注入NH_3量350mL、乾燥状態バークを用いた方は全注入NH_3量90mLになるまで繰り返し行った。

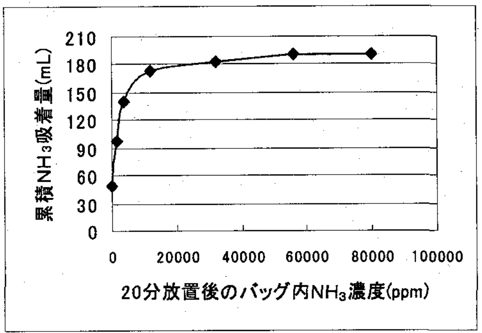

図1　室温21℃における吸着等温線(湿潤状態バーク)

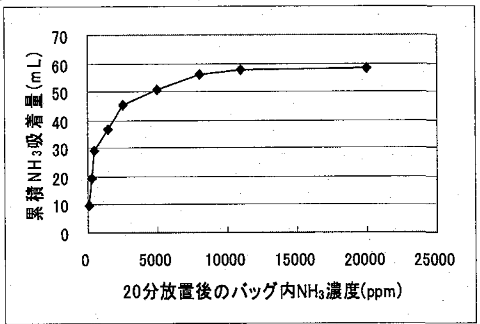

図2　室温22℃における吸着等温線(乾燥状態バーク)

2-2　結果及び考察

湿潤・乾燥状態バークにおける吸着等温線を図1,2に示す。ここで、Langmuir吸着等温式に図1,2のデータを当てはめてみると、以下の式が得られた。

Langmuir吸着等温式：$V=(a\times b\times C)/(1+a\times C)$

ここで、VはNH_3吸着量（mL）、aは吸着定数、bは飽和吸着量（mL）、Cはバッグ内NH_3濃度（ppm）である。

図1に適用した場合：$V=(7.9\times10^{-4}\times190\times C)/(1+7.9\times10^{-4}\times C)$

図2に適用した場合：$V=(1.5\times10^{-3}\times60\times C)/(1+1.5\times10^{-3}\times C)$

したがって、今回使用したバークの吸着によるNH_3飽和吸着量は湿潤状態で19mL/g-wet(15mg/g-wet)、乾燥状態で6.0mL/g-dry(4.5mg/g-dry)という値が導きだされた。

3. バークに付着したNH_4-N,$NO_{2,3}$-Nの抽出方法の検討

アンモニアの硝化・脱窒速度を把握するにあたって、バークに付着したNH_4-N,$NO_{2,3}$-Nの抽出方法について検討した。

3-1　実験方法

まず、初期状態のバークのNH_4-N、$NO_{2,3}$-Nを5%及び10%塩化カリウム溶液100mLで抽出した。ここで同じ条件で4度繰り返し溶出させた。また、バーク10gを入れた容積1Lのポリエステルバッグの中に、清浄空気800mLとNH_3ガス100mLを注入して20分静置し、バッグ内のバークについて同様の方法で抽出を行った。

3-2　結果及び考察

5%及び10%塩化カリウム溶液で抽出した場合のN分の収支結果を図3,4に示す。ここでのN分はNH_3ガス中のN分とサンプル液中のNH_4-N,$NO_{2,3}$-Nの合計をmgで表したものである。5%塩化カリウム溶液で抽出した場合、初期状態の約70%分のN分が回収できているのに対し、10%塩化カリウム溶液で抽出した場合、初期状態N分の約90%の

N分が回収できている。

4. 硝化・脱窒速度の把握

バークによる硝化速度・脱窒速度を把握するため、次のような実験を行った。ここで、硝化速度・脱窒速度は、それぞれ時間経過ごとのNH_4-N減少速度、NH_4-N, $NO_{2,3}$-Nの総量の減少速度で表すことにした。

4-1 実験方法

持ち帰った上・中層それぞれのバークを1Lビーカーに250g詰めてよく攪拌した後、バーク10gを容量500mLのビーカーに取り出し、10%塩化カリウム溶液100mL加え、バーク中のNH_4-N, $NO_{2,3}$-Nを溶出させた。同じ条件で4度繰り返し溶出させた。その抽出液を10分間遠心分離(3500rpm)にかけ、吸引濾過したものをサンプルとして用いた。その後、一部嫌気状態をつくり、脱窒菌の活性を高めるため、6時間静置し、再度攪拌し同様の作業を行った。この実験は12時間後、24時間後、36時間後、48時間後にも同様の作業を行った。作成したサンプルを用いて、インドフェノール法・ヒトラジン法によりNH_4-N, $NO_{2,3}$-Nを測定した。

4-2 結果及び考察

上層・中層のNH_4-N(mg)の経時変化を**図5,6**に、NH_4-Nと$NO_{2,3}$-Nの総量(mg)の経時変化を**図7,8**に示す。**図5,6**より上層バークにおいては、時間経過ごとにNH_4-Nが減少している傾向が見られる。中層バークについては、はっきりとした硝化傾向が見られなかった。上・中層バーク共に、実験開始から6時間後の間で硝化速度が大きく、上層バークで0.095mg/h・g-wet、中層バークで0.15mg/h・g-wetである。この原因として、サンプリングの際、温度が低い状態のバークをポリ容器にいれ、密閉して持ち帰ったので、バーク中に存在する微生物の活性が低かったが、実験を開始する際、暖かい外気に触れて、微生物の活性が急に高まったためと考えられる。**図7,8**より、上層バークは時間経過と共に、脱窒していることが分かる。中層バークも、ばらつきがあるものの初期状態と比べると、各時間経過で脱窒が進んでいることがわかる。上・中層共に実験開始から6時間後の間と、12時間後から24時間後の間で脱窒速度が大きく、上層バークで0.12mg/h・g-wet、中層バークで0.24mg/h・g-wetである。

5. まとめ

静的吸着実験より、今回用いたバークのNH_3飽和吸着量は湿潤状態で15mg/g-wet、乾燥状態で4.5mg/g-dryであることが分かった。抽出方法の検討実験より、バーク中に存在するNH_4-N, $NO_{2,3}$-Nを抽出するには、10%塩化カリウム溶液で4回繰り返し溶出させるのが妥当であると考えられた。硝化・脱窒速度の把握実験では、上・中層バーク共に、実験開始から6時間の間が硝化・脱窒速度が大きいということが分かった。しかし、その6時間までの間での硝化・脱窒速度はまだ把握できていないので、もっと短いスパンでの硝化・脱窒速度を把握する必要がある。また、硝化・脱窒が継続して行われなかった。今後は、効率よく反応を継続するための影響因子を把握することが必要である。

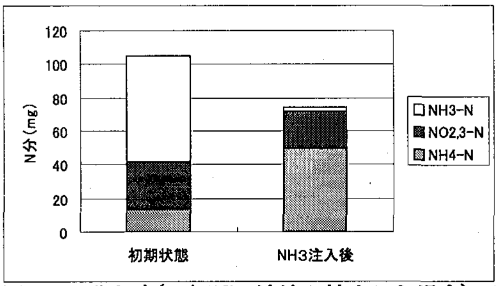

図3 N分収支(5%KCl溶液で抽出した場合)

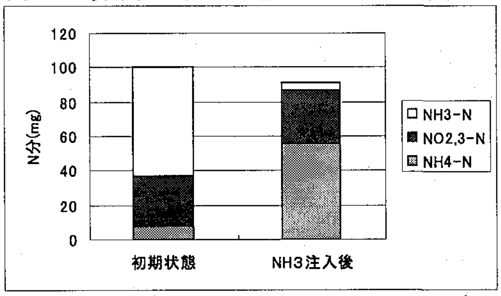

図4 N分収支(10%KCl溶液で抽出した場合)

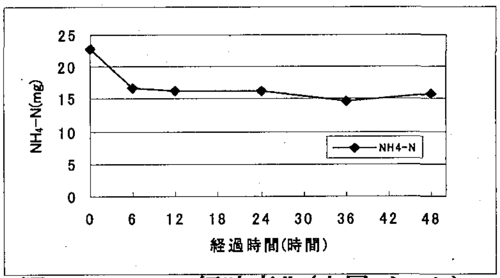

図5 NH_4-Nの経時変化(上層バーク)

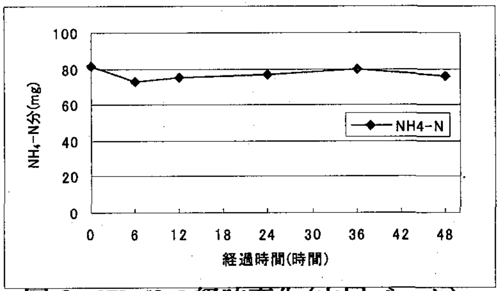

図6 NH_4-Nの経時変化(中層バーク)

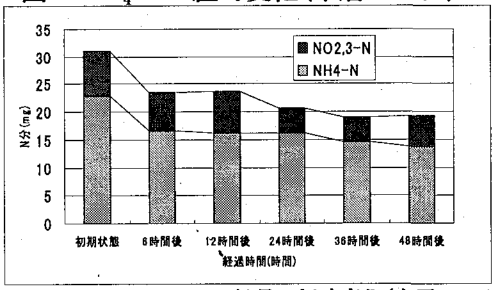

図7 NH_4-Nと$NO_{2,3}$-Nの総量の経時変化(上層バーク)

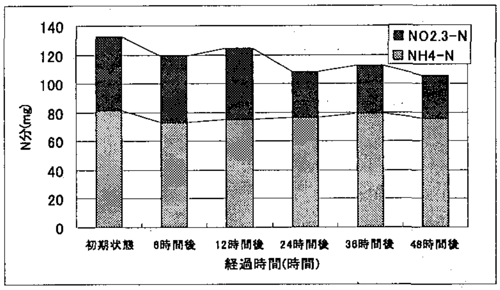

図8 NH_4-Nと$NO_{2,3}$-Nの総量の経時変化(中層バーク)