

ハイブリッド吸着材の気体吸着に関する研究

佐賀大学理工学部 学 〇大崎将裕 同低平地沿岸海域研究センター 正 荒木宏之 正 栖原秀朗
同大学院工学系研究科 正 三島悠一郎
日本国土開発株式会社 大野睦浩

1. はじめに 現在、各悪臭物質に対しては、周辺環境、周辺への影響の程度、事業所の事業内容、各施設の状況、脱臭装置メンテナンス能力、事業所の経営状況などを十分に考慮した上で、適切な対策を検討することが必要とされている。その対策の一つとして、研究室で新しく開発されたハイブリッド吸着材 (HB) の利用が考えられる。HB は液相の陽イオンと陰イオンを同時に吸着することができる材料であり、廃水処理への適用可能性が研究されている。本研究では、HB の気相吸着能力を明らかにするために、HB 単独利用や保冷材用ゲルを併用した条件で、悪臭物質のアンモニアとメチルメルカプタンに対する吸着性能を実験的に検討した。

2. 実験試料と実験方法

2.1 吸着材の概要 吸着材としてハイブリッド吸着材(HB)、対照としてナノサイズ層状複水酸化物(NLDH)、ゼオライト(Ze)、活性炭、保冷材用ゲル (高分子吸水性ポリマー) を用いた。HB は NLDH と Ze の結晶を 1:1.14 の割合で含む吸着材で、陽イオン、陰イオンを同時に吸着できる。HB の吸着能力の対照となる吸着材として、NLDH、Ze、活性炭も実験に用いた。NLDH は一般的な層状複水酸化物(LDH)よりも結晶子が小さな LDH であり、陰イオン交換能力を有する。一方で、Ze はガラス粉末をゼオライト化させた人工の A 型ゼオライトである。活性炭は和光純薬工業株式会社の特級試薬(粉末状)を使用した。

2.2 アンモニア吸着に関する検討 アンモニアを吸着対象とした実験では、各吸着材の吸着速度を測定する実験 1 と、繰り返し吸着能力調べるために HB と活性炭を用いた条件の実験 2 をそれぞれ実施した。

実験 1 では、720ml の瓶中に吸着材とアンモニア発生源を設置できる台座を入れたものを用意した。同物質の発生源として、アンモニア水(和光純薬工業製、特級)を純水で 100 倍希釈して希釈アンモニア水調製し、0.2mL をスポンジに吸収させて瓶中のアンモニアの初期濃度が 300ppm になるようにした。室温を 15℃に保ち、スターラーで瓶中の空気を攪拌させながら任意の時間で濃度を計測した。なお、実験に供した吸着材の条件は、(a)ハイブリッド吸着材 0.5g(HB)、(b)ハイブリッド吸着材 0.25g と保冷剤用ゲル 0.25g の混合物(HB+ゲル)、(c)活性炭 0.5g、(d)活性炭 0.25g と保冷剤用ゲル 0.25g の混合物、(e)ゼオライト 0.5g(Ze)、(f)ゼオライト 0.25g と保冷剤用ゲル 0.25g の混合物(Ze+ゲル)、(g)NLDH 0.5g(h)NLDH 0.25g と保冷剤用ゲル 0.25g の混合物(NLDH+ゲル)、(i)保冷剤用ゲル 0.5g、(j)吸着材なしの 10 種類である。

実験 2 では、実験 1 で吸着速度が同じことが示された活性炭、および HB+ゲルの二条件において、実験 1 と同様の条件で実験を行った。繰り返し吸着の操作は、180 分経過ごとに吸着材は変えず、瓶と瓶中の条件を初期条件に更新して、吸着実験を繰り返した。濃度測定は吸着が平衡に達する 180 分経過後に測定した。

2.3 メチルメルカプタン吸着に対する検討 基本的な実験条件は 2.2 に記載したとおりである。メチルメルカプタンの発生源には標準液(和光純薬工業製)をベンゼン(和光純薬工業製、特級)で 5 倍に希釈し、0.05mL をスポンジに吸収させて初期濃度が 2.5ppm になるように調整した。

以上の実験では、アンモニアおよびメチルメルカプタンを気体採取器(ガステック GV-100)で規定量採取し、ガス検知管によって両物質の濃度を測定した。

3. 実験結果および考察

3.1 各吸着材のアンモニア吸着速度 図-1 は各吸着材の瓶中のアンモニア濃度と時間経過の関係である。図から、活性炭+ゲル、活性炭、HB+ゲル、HB の 4 条件が実験開始から 60 分経過した時点で吸着が平衡状態に達した。このことから、HB 吸着速度は活性炭と同程度であり、本実験における諸条件の中では吸着速度が速いことが分かった。一方で、ゲル、Ze+ゲル、NLDH+ゲル、Ze の 4 種類は 180 分で、NLDH は 360 分で平

平衡状態に達している。NLDH と Ze は HB を構成する吸着材にも関わらず、単体状態では HB よりも吸着速度が遅く、平衡濃度も高いという結果となった。両吸着材は、単体では結晶子が団粒状態になっているため、比表面積の点で不利が生じたことが考えられる。一方で、HB の合成過程を経ることで NLDH と Ze の結晶は分散され、比表面積が向上したことで両吸着材よりも HB のアンモニア吸着能力が高くなったことが推察される。このような現象は液相吸着に関する既往の研究でも同様に確認されており、気相吸着を実施した本研究ではより明確な吸着能力の向上が確認された。

ゲルの有無によるアンモニア濃度を比較すると、いずれの吸着材を使用した条件でも、ゲルを併用した場合には濃度が低くなった。これはゲル中の水分にアンモニアが溶解したことによるものであると考えられる。さらに、HB や Ze を用いている条件では、溶解したアンモニアがゼオライト結晶の細孔だけでなく、イオン交換能でも吸着され、濃度がより低くなったと考えられる。

3.2 活性炭と HB の吸着耐久性に関する検討 図-2 は活性炭と HB の 180 分ごとの平衡濃度と時間経過の関係である。図から、両条件ともに時間経過とともに平衡濃度の上昇が観られ、360 分経過後から二条件の平衡濃度に差が表れ始めた。また、両条件は 1500 分が経過した時点から平衡濃度の上昇が緩やかになっていることから、吸着が飽和に近づいていることを示唆している。

1080 分経過後では HB+ゲルの平衡濃度が一時的に低下した。このときに、少量ではあるものの水蒸気と考えられる水滴が瓶に付着していたことから、ゲルから生じた水蒸気にアンモニアが溶け、瓶の表面にアンモニアが固定されたため一時的に濃度が低下したことが推察される。この現象を考慮すると、両条件の平衡濃度の差異は、長期間の吸着実験によってゲル中の水が蒸発し、HB+ゲルの条件では十分なアンモニア吸着が継続されなかったと言える。

3.3 メチルメルカプタン吸着に関する検討 図-3 は各吸着材の瓶中のメチルメルカプタン濃度と時間経過の関係図である。図-3 から活性炭、活性炭+ゲルは 10 分経過後には検出下限値の 0.25ppm より低い濃度を示していることから、吸着速度および平衡濃度の観点から吸着能力が極めて高いことが分かった。一般的に活性炭は疎水性の物質を吸着できる性質を持ち、HB を含む NLDH や Ze は親水性の物質を吸着しやすい性質を持つ。メチルメルカプタンは水への溶解度が低い性質を持っているため、他の吸着材と比較しても活性炭の同物質に対する吸着能力が卓越したといえる。

4. 結論 本研究から、ハイブリッド吸着材のアンモニアおよびメチルメルカプタンの吸着について、また、保冷材用のゲルを併用する効果について、以下の知見が得られた。

HB のアンモニア吸着速度は活性炭と同程度であり、単体の NLDH や Ze よりも速い。また、ゲルを併用することでアンモニアの濃度が低下しやすいことが分かった。一方で、吸着量は活性炭の方が多いと考えられる。

メチルメルカプタンの吸着では、HB よりも活性炭の吸着能力が極めて高く、ゲルの有無にかかわらず HB では十分な除去効果は得られないことが示された。

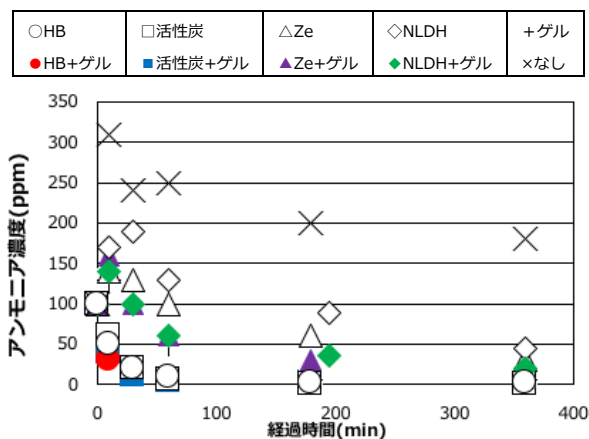


図-1 アンモニア濃度と時間経過

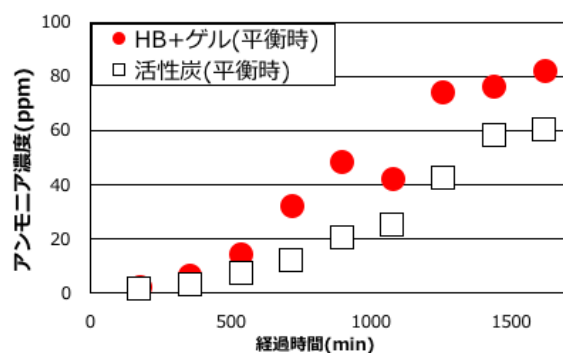


図-2 アンモニア濃度と時間経過

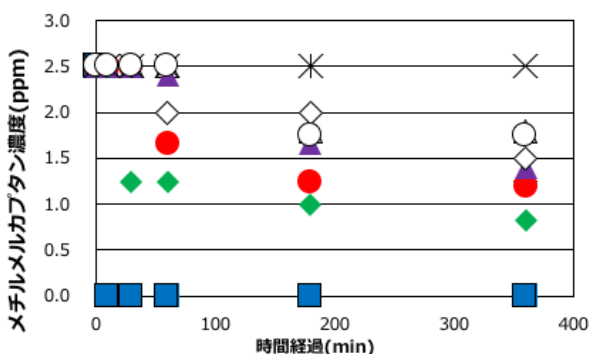


図-3 メチルメルカプタン濃度と時間経過