

光触媒を用いた硫化水素含有ガスの処理に関する研究

岩手大学 学生会員 ○高橋知大

(財)岩手県下水道公社 佐々木正之

岩手大学 正会員 伊藤歩、石川奈緒、海田輝之

1. はじめに

消化ガスの乾式脱硫方式では、消化ガスに含まれる硫化水素 (H_2S) は脱硫剤である酸化鉄 (Fe_2O_3) への吸着によって除去される。 H_2S を除去した後の酸化鉄は廃棄物として処分されており、その廃棄物量を減らすために酸化鉄を用いない新たな乾式脱硫法の開発が望まれている。そこで、光触媒による消化ガスの脱硫処理に関する基礎的知見を得るために、硫化水素と窒素ガスの混合ガスを用いた場合での二酸化チタン光触媒による硫化水素除去の効果について回分実験により検討を行った。

2. 実験材料及び実験方法

反応容器は、本体がアクリル製で、上部に紫外線が透過するホウケイ酸ガラス (パイレックス) 製の窓 (UV-A 透過率：約 90%) がある光触媒評価試験リアクター (柴田科学(株)：容積約 450mL) を用いた。実験に使用した試験ガスは、硫化水素と窒素ガスの混合ガスである。消化ガスの硫化水素濃度は、一般に 200~800ppm であると報告されている¹⁾。そこで、本研究では硫化水素濃度を約 500ppm に調整したものをを用いた。実験に用いた光触媒は二酸化チタン (TiO_2 ：アナターゼ型) であり、溶射法により TiO_2 造粒物をアルミ製金属板 (1mm×49mm×100mm (有効長さ：約 90mm)) にコーティングしたものである (写真-1)。紫外線の光源としてはブラックライト (東芝、FL40S BLB、40W) を用い、反応容器上部約 8cm に設置した。

測定は、テドラーバッグ (1L、コック付き) に N_2 ガス 100mL を入れ、次にマイクロシリンジ(1mL)を用いて反応容器内から採取した試験ガスを入れ、希釈を行った。その後、検知管 (H_2S 検出濃度範囲：1~6ppm または 0.2~2ppm) を用いて希釈ガスの硫化水素濃度を測定し、その濃度に希釈率を乗じたものを容器内のガス濃度とした。

実験方法は、まず TiO_2 の板 3 枚を反応装置の中央部に設置して、パイレックスガラスで蓋をし、装置両脇の通気孔の一方から試験ガスを入れた後、通気孔をシリコン製のセプタム (ガス採取場所) で蓋をし、さらに、ガス漏れを防ぐためにシール剤で密封した。試験ガス封入の 2 時間後と 4 時間後に測定した硫化水素濃度が同程度であり、ガス漏れがないことを確認した後、紫外線を照射して回分式の光触媒反応実験を開始し (写真-2)、経時的にガスの採取および濃度測定を行った。その後、硫化水素濃度が 1ppm 程度になった時点で光の照射を止め、その 0.5~2 時間後に再度ガスの採取および濃度測定を行い、ガス漏れが無いことを確認した。実験は室温条件で行い、温度範囲は 15~20℃であった。

実験条件としては、初期の硫化水素濃度の影響 (紫外線強度：1.8mW/cm²) と、紫外線強度の影響 (0.7 および 1.8mW/cm²) について検討した。

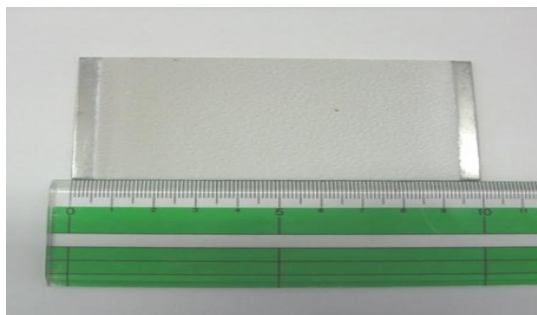


写真-1 光触媒材料

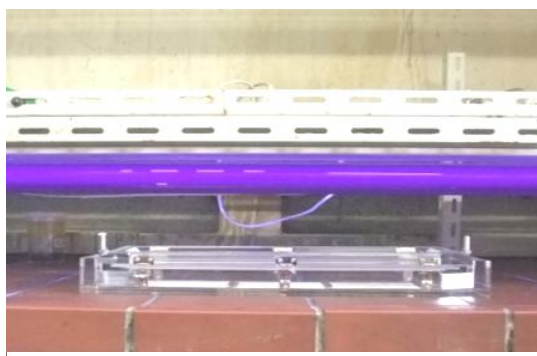


写真-2 実験装置

キーワード：脱硫、硫化水素、光触媒

連絡先：岩手大学 (盛岡市上田 4-3-5 TEL・FAX 019-621-6449)

3. 実験結果及び考察

図-1 に異なる初期濃度での硫化水素濃度の経時変化を示す。なお、図中の点線部分は紫外線を照射していない時間帯を表す。紫外線の照射なしでは硫化水素濃度は減少しなかったことから、硫化水素ガスの容器外への漏出や反応容器内壁への吸着などによる硫化水素濃度の減少は無かったことが分かる。また、光触媒を設置せずに紫外線 ($1.8\text{mW}/\text{cm}^2$) の照射だけを行った場合、硫化水素濃度は減少しなかった。このことから、紫外線照射だけでは硫化水素濃度は減少しないことが分かった。一方、紫外線を照射している時間帯（実線部分）では、時間の経過とともに徐々に硫化水素濃度が減少していることが分かる。紫外線を照射していない間、硫化水素濃度は変化しなかったため、光触媒により硫化水素が他の物質に変換されたといえる。

図-2 に硫化水素濃度と照射時間との関係を示す。硫化水素濃度と照射時間との関係は1次の回帰直線 ($R^2: 0.98$ 以上) で近似できるので硫化水素濃度の減少は0次反応モデルに従うと考えられる。そこで回帰直線の傾きを硫化水素濃度の減少速度とし、その速度と初期硫化水素濃度との関係を図-3 に示す。この結果から、硫化水素濃度の減少速度は、初期硫化水素濃度が高いほど小さくなる傾向があるといえる。この点についてはさらに検討する必要がある。

図-4 に異なる紫外線強度での硫化水素濃度の経時変化を示す。紫外線強度が小さいと、硫化水素濃度の減少速度が小さくなり、反応が遅くなることが分かった。

4. まとめ

硫化水素濃度の減少速度は、初期濃度が高いほど小さくなることが分かった。また、紫外線強度が小さいと硫化水素濃度の減少速度が小さくなることが分かった。以上より、光触媒を用いた消化ガスに含まれる硫化水素の除去の可能性が示された。今後は、実際の消化ガスを用いた実験や、光触媒による硫化水素の反応生成物の分析について検討する予定である。

〈参考文献〉

1)(社)日本下水道協会、下水道施設計画・設計指針と計画、2001

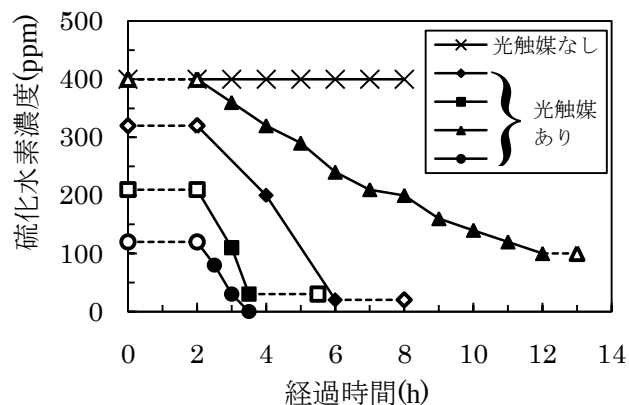


図-1 異なる初期濃度での硫化水素濃度の経時変化

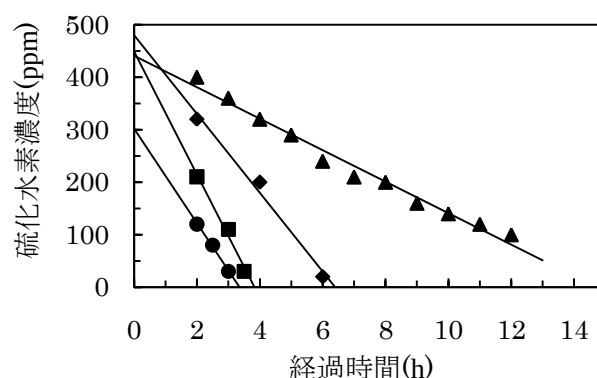


図-2 紫外線照射時での硫化水素濃度と照射時間との関係

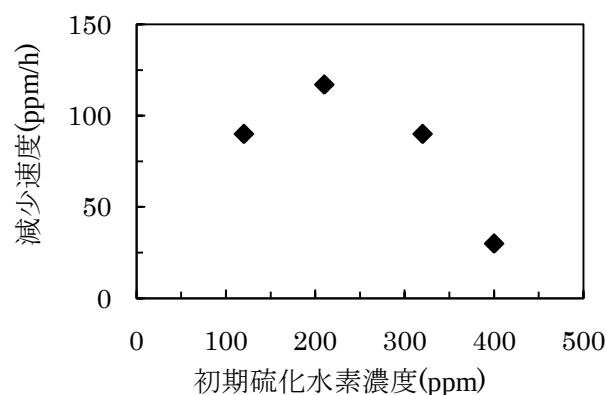


図-3 初期硫化水素濃度と硫化水素の減少速度の関係

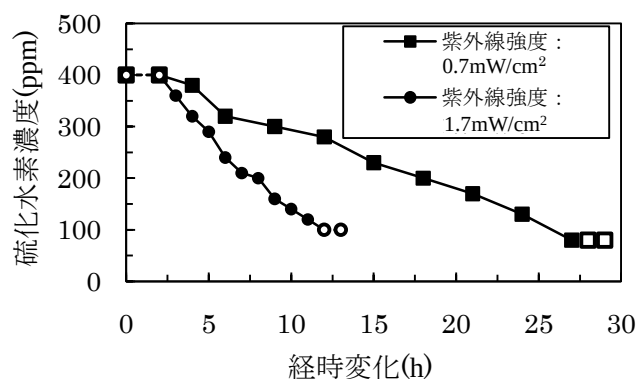


図-4 異なる紫外線強度での硫化水素の経時変化