

水酸化鉄を用いた廃水中アンチモンの吸着除去法に関する実験的検討

大同大学大学院 学生会員 ○稲山 琢也
(株)マキノ 齋藤 知一
大同大学 正会員 堀内 将人

1. はじめに

アンチモン (Sb) には 3 価と 5 価があり、難燃助剤など身近なところで使われている。水質環境基準では指針値 $20\mu\text{g/L}$ が設定されているが、除去法として確立されたものはなく、効率的な除去法の開発が望まれている。

当研究室では、2009 年度の土木学会年次講演会において、3 価 5 価ともに溶液中 Sb の吸着除去には水酸化鉄焼成剤が有効であることを報告している¹⁾。本研究では、水酸化鉄焼成剤による廃水中 Sb の吸着反応に対して溶液 pH や共存イオンが及ぼす影響、ならびに粒状吸着剤の吸着能等について検討した。

2. 粉末吸着剤による Sb 吸着への pH および共存物質の影響

2-1 Sb 溶液と吸着剤の調製

・Sb 溶液・・・精製水に、3 価は Sb_2O_3 を、5 価は $\text{K}[\text{Sb}(\text{OH})_6]$ を添加し、 2mg/L の Sb 溶液を作製した。pH の影響については 1mol/L の HCl または NaOH を用いて所定の pH (pH3, 7, 11) に調整した。共存物質の影響については、 Na^+ または Ca^{2+} が 0.1mol/L となるよう NaCl または CaCl_2 を添加した。

・吸着剤・・・水酸化鉄 (ナカライテスク, $\text{FeO}(\text{OH})$) を、電気炉で 400°C 4 時間半焼成して吸着剤を得た。

2-2 実験方法

2-1 で調製した Sb 溶液を用いて、以下の通り吸着実験を行った。

200mL ビーカーに所定の液固比 (100 : 1, 500 : 1, 1000 : 1) になるよう Sb 溶液 150mL と吸着剤を入れ、マグネチックスターラーを用いて攪拌する。攪拌開始後 10 分間は 2 分間隔で、それ以降は 30 分, 60 分, 90 分, 120 分経過時に上澄み液を 1mL 採取し、採取液を $0.45\mu\text{m}$ メンブレンフィルターで濾過後、ICP-MS (Agilent 7500Ce) で Sb 濃度を定量した。

2-3 実験結果および考察

実験結果を図-1, 2 に示す。図-1 より、3 価 5 価とも液固比に関わらず、pH3 の溶液で Sb 濃度が最も低下しているのが分かる。pH3 の溶液では、液固比 100:1 で 3 価 5 価共、実験開始から 10 分以内に Sb 濃度が指針値 ($20\mu\text{g/L}$) を下回っている。液固比 1000:1 で Sb 濃度が指針値を下回ったのは、3 価では pH3 と pH7, 5 価では pH3 の溶液だけであった。

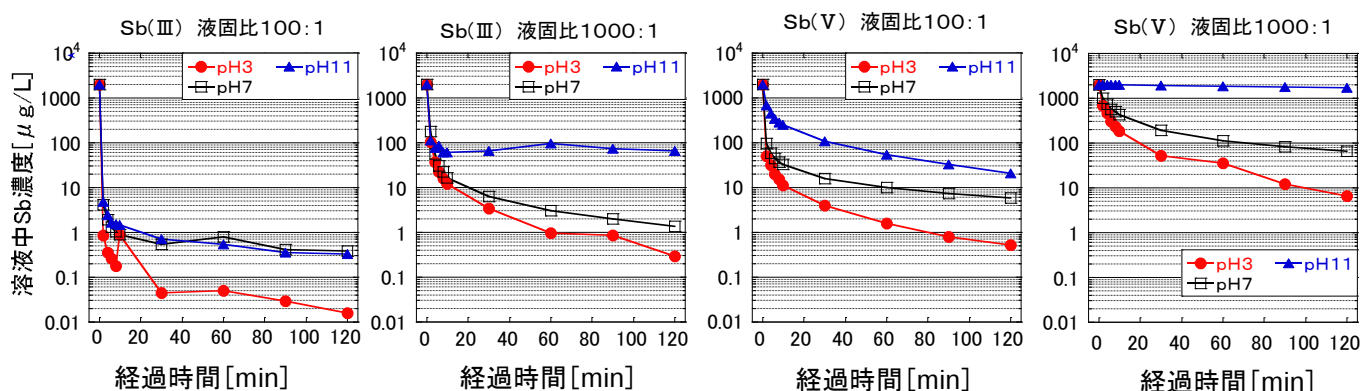


図-1 Sb 吸着への溶液 pH の影響

キーワード アンチモン, 吸着除去法, 水酸化鉄, 工場廃水, 溶液 pH, 共存物質,

連絡先 〒457-8532 愛知県名古屋市南区白水町 40 大同大学 TEL052-612-5571

図-2 より、いずれの場合も Sb 吸着への共存物質の妨害は見られず、むしろ Sb の吸着効果をやや高めるような結果となった。

3. 粒状吸着剤による Sb 吸着

3-1 造粒方法

造粒機（アズワン株式会社，型式 DPZ-01R）を 80rpm で回し，水のみを添加して粒径約 1mm の粘土球に粉末吸着剤を付着させ造粒した．ただし，造粒途中及び造粒終了時の 2 回，吸着剤を電気炉に入れ 400℃で 2 時間，さらに 800℃で 2 時間の連続焼成を行った．作成した平均粒径約 3.6mm の粒状吸着剤は強い力でこねても壊れにくく，ビーカーに入れて 3 日間水に浸漬してもほとんどはがれることはなかった．

3-2 カラム実験

3-2-1 実験目的

吸着塔を模擬したカラム吸着実験を行い，流出液中 Sb 濃度の変化を調べることで，粒状吸着剤の吸着能を評価するとともに，吸着反応速度について知見を得ることを目的とした．

3-2-2 実験方法

内径 2.6cm のガラスカラムに定流量ポンプで Sb 溶液（2mg/L，3 価，pH7）を上部より滴下させ，カラム流出液をフラクションコレクターにより一定時間間隔で採取した．得られた流出液は pH を測定し，ICP-MS で Sb 濃度を定量した．実験は通水速度を変化させ 3 回行った．それらの実験条件を表-1 に示す．

3-2-3 実験結果および考察

実験結果を図-3 に示す．通水速度 7mL/h の Run1 では通水初期の濃度上昇がなく，効果的に吸着処理ができていると言える．一方，流速の速い Run2，Run3 では，吸着反応が平衡に達する前に Sb が流出してしまっていると言える．

流出液中 Sb 濃度が流入液中 Sb 濃度の 50%（1000 μ g/L）に達した時点を破過点と考え，カラム実験での粒状吸着剤の吸着能を推定した．破過点は，Run3 で 3800mL 通水時になるので，Sb 吸着能は約 0.95mg/g を有すると推定される．図-1 の液固比 1000 : 1 の吸着実験結果（pH7）から，粉末吸着剤の吸着能は約 2mg/g を有すると推定される．以上より，本研究で作成した粒状吸着剤は，粉末吸着剤の 50%程度の吸着能を持つと考えられる．

4. まとめ

本研究で得られた結果を以下に要約する．

- (1) 水酸化鉄焼成剤は，廃水 pH が酸性の場合，より高い Sb 吸着能を示した．
- (2) NaCl，CaCl₂ が共存していても，水酸化鉄焼成剤の Sb 吸着をほとんど妨害しない．
- (3) 本研究で作成した粒状吸着剤はカラム実験系において，バッチ吸着実験で得た粉末吸着剤の吸着能に比べて 50%程度の吸着能を持つと推定される．

参考文献

- (1) 齋藤知一，堀内将人：アンチモン除去吸着剤としての水酸化鉄の有効性に関する実験的検討，土木学会第 64 回年次学術講演会 第Ⅶ部門，pp.137-138，2009 年

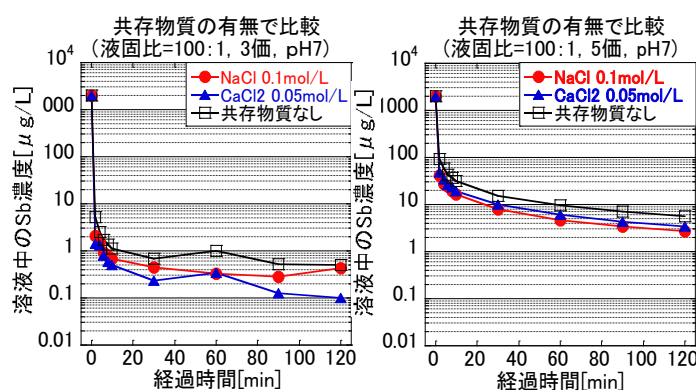


図-2 Sb 吸着への溶液中共存物質の影響

表-1 カラム実験条件

	Run 1	Run 2	Run 3
通水速度 (mL/h)	7.0	15	60
断面平均流速 (cm/h)	1.3	2.8	11
吸着剤充填量 (g)	8.0		

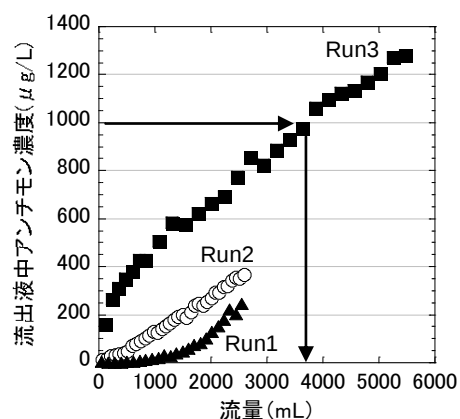


図-3 カラム実験における
流出液中 Sb 濃度の変化