

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

大同大学大学院 学生会員 齋藤知一
 大同大学 正会員 堀内将人

1. はじめに

昨年度の年次講演会において、Sb()溶液に対し、水酸化鉄 - 酸化ビスマス混合焼成剤(配合比 1 : 1)の吸着効果が最も高く(除去率 99.987%,液固比 20 : 1), Sb()に高い吸着能を持つことを報告した⁽¹⁾。しかし、水酸化鉄のみでもほぼ同程度(除去率 99.990%,液固比 20 : 1)の除去効果を発揮した。本研究ではコスト面を考え、酸化ビスマスを除いた水酸化鉄のみで吸着剤を作成し、Sb()の吸着効果を詳細に検討した。また、Sb()よりも環境中に多く存在する Sb()の吸着効果についても同様の検討を行なった。

2. 溶液・吸着剤の調製と実験方法

2-1 溶液の調製

- ・Sb()溶液...精製水に三酸化アンチモンを添加し、濃度約 2mg/L の Sb()溶液を作成した後、水酸化ナトリウム溶液を用いて溶液 pH を 7 に調整した。
- ・Sb()溶液...精製水にヘキサヒドロキソアンチモン()カリウムを添加し、濃度約 2mg/L の Sb()溶液を作成した後、水酸化ナトリウム溶液を用いて溶液 pH を 7 に調整した。

2-2 吸着剤の調製

水酸化鉄(Fe₂O₃・3H₂O)(粉末 ナカライテスク)に、以下の処理を施した。

- ・焼成のみ...電気炉を用いて 400 で 4 時間 30 分焼成する。
- ・焼成あり pH7...焼成処理後、吸着剤を濃度 0.5mol/L の希硝酸中でマグネチックスターラーを用いて 1 時間撪拌したのち濾取し、精製水を通水して硝酸を洗浄する。得られた吸着剤を精製水中でマグネチックスターラーを用いて撪拌しながら、水酸化ナトリウム溶液で pH7 に調整し濾取する。
- ・焼成なし...水酸化鉄に何も手を加えない。
- ・焼成なし pH7...水酸化鉄と精製水を混合し、マグネチックスターラーを用いて撪拌しながら、水酸化ナトリウムで pH7 に調整し濾取する。

2-3 実験方法

200mL ビーカーに表 - 1 の条件で吸着剤と Sb 溶液を入れ、マグネチックスターラーを用いて撪拌し

表 - 1 実験条件

液固比	Sb()	Sb()	吸着剤
20:1	150mL		7.5g
100:1			1.5g
500:1			0.30g
1000:1			0.15g

ながら、Sb 溶液 1 mL を 10 分経過まで 2 分間隔で、以後 30 分、60 分、90 分、120 分後に採取し 0.45μm のメンブレンフィルターで濾過後、溶液中のアンチモン濃度を ICP 質量分析器(Agilent 7500ce)により測定した。同時に溶液の pH と ORP も測定した。

3. 結果および考察

3-1 Sb()の吸着(液固比 20 : 1)

溶液中 Sb 濃度の時間変化を吸着剤別に図 - 1 に示す。除去率はすべての吸着剤で 99.9%以上と高く、焼成あり pH7 の吸着剤で最大除去率 99.990%(溶液中 Sb 濃度 0.188 μg/L)を得た。すべての吸着剤で、撪拌して 30 分以降は反応がほぼ平衡状態になっていることが読み取れる。

実験開始から 10 分までの濃度変化を図 - 2 に示す。実験開始 2 分後で溶液中 Sb 濃度は急激に低下しており、すべての吸着剤で水質環境基準要監視項目指針値 20μg/L を下回った。また、焼成した吸着剤の方が、濃度低下が顕著であり、反応速度が速いことがわかる。さらに、吸着剤を中性付近にした方が、除去効果が期待できると言える。

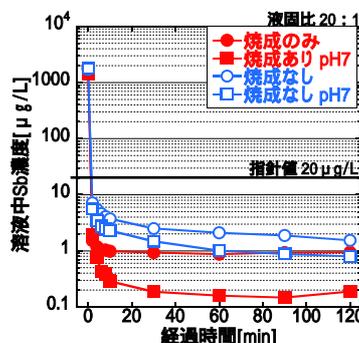


図 - 1 Sb()濃度の時間変化

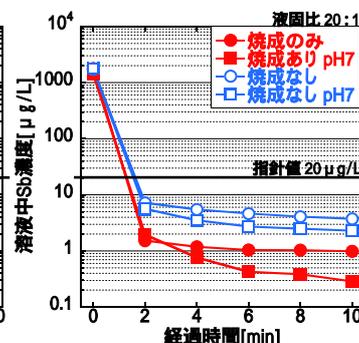


図 - 2 実験開始後 10 分まで Sb()濃度変化

キーワード アンチモン(Sb), 吸着剤, 水酸化鉄, 焼成, 回分実験

連絡先 〒457-8532 愛知県名古屋市中区白鳥町 40 大同大学大学院 工学研究科 TEL 052-612-5571

3-2 Sb()の吸着 (液固比 20 : 1)

溶液中 Sb 濃度の時間変化を吸着剤別に図 - 3 に示す。

Sb()同様、除去率はすべての吸着剤で 99.9%以上と高かった。焼成あり pH7 の吸着剤で最大除去率 99.967% (溶液中 Sb 濃度 0.719 μg/L) を得た。図 - 3 から、2 時間を超えてもさらに溶液中 Sb 濃度が低下する傾向が読み取れる。また、pH を 7 に調製した方が Sb()に対しては除去効果が高いことがわかる。

実験開始から 10 分までの濃度変化を図 - 4 に示す。pH7 に調整した 2 つの吸着剤は、2 分後に指針値を下回っている。pH 調整していない 2 つについても 4 分後には指針値を下回るが、常時 pH7 の吸着剤よりも Sb 濃度が高い。よって、Sb()に対しては吸着剤の pH を中性付近に調整した方が高い除去効果を期待できると言える。

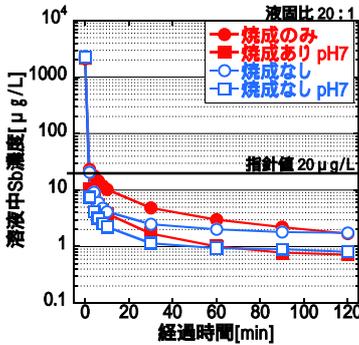


図 - 3 Sb()濃度の時間変化

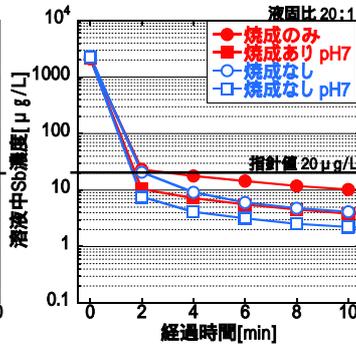


図 - 4 実験開始後 10 分まで Sb()濃度変化

3-3 液固比の違いによる Sb 除去率の比較

液固比 100 : 1 で実施した吸着実験の結果を図 - 5, 6 に示す。

Sb()では液固比 20 : 1 と同様、焼成あり pH7 が最も除去率が高く 99.991%を示した。また、液固比 100 : 1 でも焼成した方が、Sb()を除去しやすい傾向を示した。

Sb()も液固比 20 : 1 と同様、焼成あり pH7 が最も除去率が高く 99.838%を示した。しかし、全体的に除去率がやや低下した。実験開始直後の Sb 濃度低下は

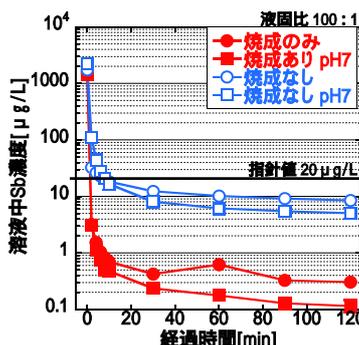


図 - 5 Sb()濃度の時間変化

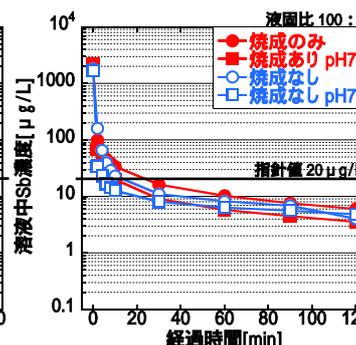


図 - 6 Sb()濃度の時間変化

pH7 の 2 つの吸着剤が顕著であり、吸着剤の中和は反応速度を速める効果があると言える。図 - 5, 6 より、それぞれの Sb 溶液に対して、焼成あり pH7 の吸着剤が最も高い除去効果を発揮すると言える。この吸着剤の効果をさらに詳しく検討するため、液固比 500 : 1, 1000 : 1 で実施した吸着実験の結果を図 - 7, 8 に示す。

Sb()溶液に対しては、1000 : 1 でも指針値を約 1/10 下回り、良好な吸着除去が期待できる。しかし Sb()溶液では、液固比 500 : 1 で指針値を約 2 倍超過し、1000 : 1 では約 7 倍超過した。このことから、液固比が大きくなるほど、Sb の酸化数によって除去率に大きな違いが生じることがわかった。

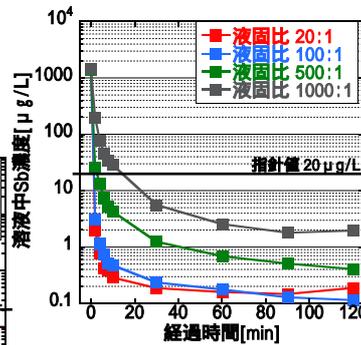


図 - 7 Sb()濃度の時間変化 (吸着剤: 焼成あり pH7)

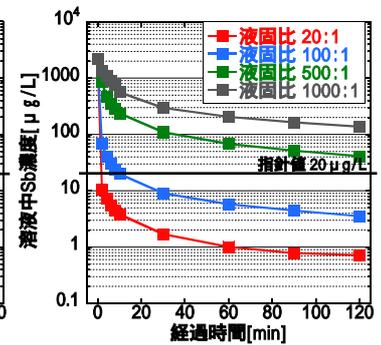


図 - 8 Sb()濃度の時間変化 (吸着剤: 焼成あり pH7)

4. おわりに

Sb()溶液に対し、酸化ビスマスを混合しない吸着剤を用いた吸着実験でも、既報と同様に非常に高い Sb 除去率を得た。また、今年度の新たな取り組みとして実施した Sb()溶液を用いた吸着実験でも、Sb()溶液より除去率はやや劣るが、吸着剤としての高い除去効果を発揮した。Sb()と Sb()溶液を用いた実験の結果を踏まえ、焼成を行い pH7 に調整することで除去効果が最も発揮されるという結果を得た。焼成あり pH7 の吸着剤で液固比を変化させた実験から、Sb()に対しての方が、除去効果が高いことを示した。

今後の課題として、塩類や As, Pb 等の共存物質を含む溶液で実験を行ない、Sb の選択的吸着能に関する検討を実施したいと考えている。

参考文献

- (1) 堀内将人, 森俊介, 成瀬泰樹; アンチモン除去吸着剤を用いた排水処理に関する基礎研究, 土木学会第 63 回年次学術講演会第 部門 pp.299-300, 2008 年

本研究の実験に協力していただいた加藤万理氏, 神田侑果氏に感謝の意を表します。