

立 S 22-22

鉄ハイブリッド型砒素除去フィルターの適正化と持続化に関する研究 Study on Suiting and Sustaining of Hybrid Arsenic Removal Filter Using Iron

渡辺 浩平^a, 得地 勇亮^a, 中西 康次^b, 太田 俊明^b, 中島 淳^a,
Kohei Watanabe^b, Yusuke Tokuchi^a, Koji Nakanishi^b, Toshiaki Ohta^b, Jun Nakajima^c

^a立命館大学環境システム工学科, ^b立命館大学 SR センター

^aDepartment of Environmental Systems Engineering, Ritsumeikan University

^bThe SR Center, Ritsumeikan University

懐炉の鉄粉廃棄物を用いたヒ素汚染水からのヒ素除去メカニズムを調べるため、As 除去後の試料の As L_{2,3} XAFS 測定を行った。この結果、As は懐炉鉄粉廃棄物の表面に凝縮しており、また、その化学状態は主に 5 価の化合物であることが示された。

In order to study the removal mechanism of a hybrid arsenic removal filter using Iron, As L_{2,3} XAFS measurements of used Iron powders of a pocket body warmer, which were made to react with Arsenic contaminated water, were carried out. These results showed that the arsenic compounds were condensed on the surface of iron powders, and were mainly composed of the pentavalent state.

Keywords:, Hybrid Arsenic Removal Filter, As L-edge XAFS

背景と研究目的: 東南アジア諸国では、かつて細菌だらけの地表水（川や池の水）を飲んで下痢を起こし、死亡する子どもがあとを絶たなかった。この解決策として、1970 年代から 1980 年代にかけて、管井戸の開発が進められ、安全な地下水が利用できるようになった。しかし、近年になって、これらの地下水の多くが人体に有害なヒ素に汚染されていることが明らかとなり、深刻な問題となっている。特にバングラデシュでは、バングラデシュ政府が危険と指定した 1 リットル当たり 50 µg のヒ素含有量を超える地下水を人口のほぼ 1/4 にあたる、少なくとも 3500 万人の人が飲料水として利用している。この地下水のヒ素汚染問題はバングラデシュのみならず、インド、ネパール、ベトナム、中国、アルゼ

ンチン、メキシコ、チリ、台湾、モンゴル、そして米国や日本などにおいても飲料水にヒ素の混入した地域が見られており、全世界規模で早急な解決が求められている。

ヒ素汚染水からヒ素除去を行うには鉄を用いた化学的吸着方法が有効であることが知られており、数多くの研究がなされている[1]。我々のグループでは金属鉄をハイブリッド化した砒素除去フィルターの適正な製造と維持管理方法、およびこれを用いた持続可能なシステム構築の方法について研究を行っている。本研究の一環として、金属鉄の供給源として使い捨て懐炉の鉄粉廃棄物を用いたところ、良好なヒ素除去性が得られた。

本研究において、ヒ素の除去メカニズムを考察する一環として、鉄粉に吸着したヒ素の形態を XAFS

Table 1. 懐炉鉄粉廃棄物(HW)を用いた各ヒ素除去試料の作製条件. ヒ素汚染水の作製に用いたヒ素は、As(III)として As₂O₃、As(V)として Na₂HAsO₄・7H₂O をそれぞれ用いた。

batch	pH	HW concentration (g/L)	influent volume (mL)	HW volume (g)	As (III) (mg/L)	As (V) (mg/L)	Airation	shaking time (h)
test1	7.3-7.4	50	100	5	1000	-	×	48
test3		50	100	5	-	500	×	
test5		5	1000	5	50	-	○	
test6		5	1000	5	-	50	○	
test8		50	100	5	-	-	○	
test10		50	100	5	-	-	×	
test blank								

によって明らかにすることを試みた。

実験： As $L_{2,3}$ 吸収端XAFS (As $L_{2,3}$ -XAFS) 測定は立命館大学BL-10で行われた。分光結晶にはBeryl(10-10)を用いた。試料電流による全電子収量法(TEY)とシリコンドリフト検出器による部分蛍光収量(PFY)の同時測定を行うことで、表面近傍とバルクの情報を得た。

試料として、人工のヒ素汚染水に浸した懐炉鉄粉廃棄物を準備した。その詳細な作製条件はTable 1に示した。

結果、および、考察： Figure 1にAs化合物のAs $L_{2,3}$ -XAFSスペクトル、hydrotalciteのMg K-XAFSスペクトル、ならびに、Test blankとTest1試料のXAFSスペクトルを示す。Fig. 1より、MgのK吸収端とAs $L_{2,3}$ 吸収端はそれが非常に近いことが分かる。Test blank試料は懐炉鉄粉廃棄物そのものであるが、hydrotalcite様のスペクトルが観測されたことから、懐炉鉄粉廃棄物中に水酸化マグネシウムの局所構造をもつMgが存在していることが分かった。また、Test blankのFYスペクトルはTEYスペクトルと比較すると若干の自己吸収の効果が見られる。これより、Test blank中の水酸化マグネシウムのMg化合物はある程度の塊として存在していることが考えられる。

Test 1試料のXAFSスペクトルをTest blank試料と比較すると、Test blank試料のMg由来のスペクトルとAs L端由来のスペクトルが足しあわされていることがわかる。また、Test 1試料のFYとTEYスペクトルを比較すると、TEYの方がAsの特徴が強く現れており、吸着したAsは粉末状のTest blank試料の表面に凝

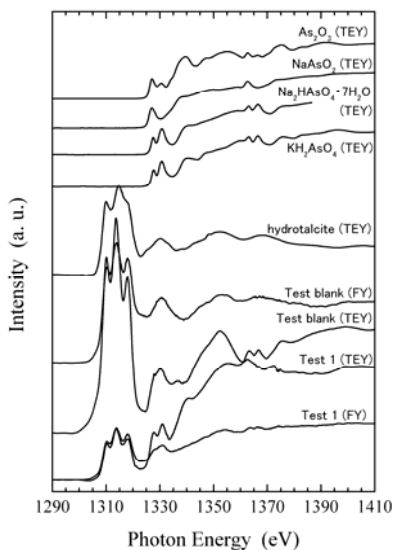


Figure 1. 観測されたAs化合物のAs $L_{2,3}$ -XAFS スペクトル、hydrotalcite のMg K-XAFS スペクトル、ならびに、Test blank とTest1 試料の XAFS スペクトル. これらのスペクトルは規格化されていない。

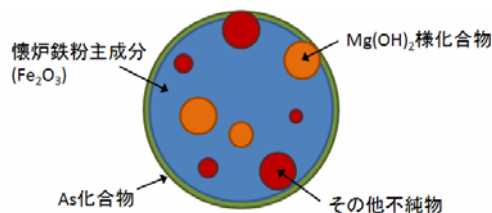


Figure 2. 懐炉鉄粉廃棄物へのAsの吸着モデル.

集していることがわかる。これらの結果を受けて、As吸着モデルをfigure 2に示した。

Figure 3にTest 1~Test 10、ならびにAs標準試料のTEYモードで測定されたAs L_{3} -XAFSスペクトルを示す。各Test試料はAsのエッジジャンプで規格化した。図中の破線 aは3価のAsのピーク位置、破線 bと破線 cはそれぞれ5価のAsに特徴的なピーク位置である。これより、いずれのTest試料においても、Asの価数は主に5価であることが示唆された。しかし、3価と5価Asのエネルギーシフトはわずかであること、また、このエネルギー位置にはMg由来のピークが重なっていることなどから、3価のAsがわずかに混じっていても判別が困難である。より詳細な価数判定にはAs K端XAFSやX線光電子分光など、他の測定手法を用いた分析が必要であると考えられる。

参考文献

[1]例えば、見島伊織：“ Bangladeshでの地下水ヒ素汚染への取り組み ー現地調査に参加してー”，平成20年度埼玉県環境科学国際センター講演会。

伊田健司 他：“ヒ素の水環境中における存在形態とその挙動”，埼玉県環境科学国際センター報第5号。など。

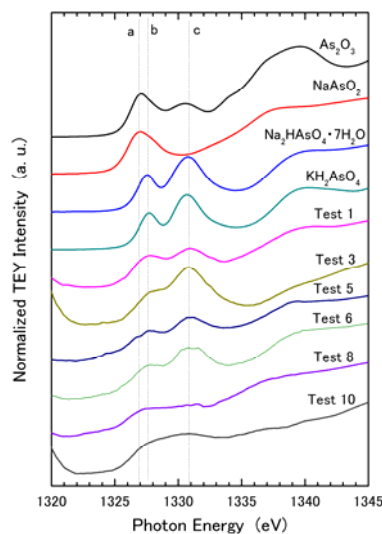


Figure 3. Test 1~Test 10 試料とAs化合物のAs L_{3} -XAFS スペクトル.