

酸化鉄を用いた汚染土壌・排水からの重金属の除去 Removal of Heavy Metals from Soil and Water Using the Iron Oxide Material

橋本洋平^a,
Yohey Hashimoto^a

^a東京農工大学大学院
^aTokyo University of Agriculture and Technology

本研究では、マグネタイト・鉄粉混合材に対して、6価セレンの模擬汚染水、4価セレンの模擬汚染水それぞれを用いたバッチ式処理試験を行い、その処理能力を評価し、処理後の残渣についてX線吸収微細構造(XAFS)分光法によるセレンの化学形態の分析をおこなった。今回の結果からマグネタイトと鉄粉の混合材は、6価セレンを0価セレンならびに4価セレンとして処理することが確認された。

キーワード： セレン、重金属類, XAFS

背景と研究目的：

セレンは、コピー機の感光ドラム、太陽電池、ガラスの着色剤や合金の添加材として用いられており、土壌汚染対策法において、第2種特定有害物質「セレン及びその化合物」として指定されている。セレンの化学形態は、-2、0、+4、+6の価数を取り、水中では4価の亜セレン酸イオン(以下4価セレン)、6価のセレン酸イオン(以下6価セレン)の形で存在する。4価セレンは、平面的な構造をしており、酸化鉄や活性アルミナ等による吸着反応や鉄塩による共沈反応で処理できるが、6価セレンは、一般的に処理が難しいとされ、還元反応により4価セレン又は0価の金属セレン(以下0価セレン)として除去する方法が知られている。

本研究では、マグネタイト・鉄粉混合材に対して、6価セレンの模擬汚染水、4価セレンの模擬汚染水それぞれを用いたバッチ式処理試験を行い、その処理能力を評価し、処理後の残渣についてX線吸収微細構造(XAFS)分光法によるセレンの化学形態の分析をおこなった。

実験：

試薬から調整した6価セレン模擬汚染水、4価セレン模擬汚染水に対して、マグネタイトと鉄粉の混合材(以下混合材)によるセレン処理試験を行った。材料濃度は10 g/L(液固比100)とし、模擬汚染水は脱気した脱イオン水にセレン酸ナトリウムまたは亜セレン酸ナトリウムの試薬をセレン濃度として10 mg/Lになるよう溶解し、pH 7に調整した。反応は鉄粉から溶解した溶解性鉄の酸化による酸化鉄の吸着を防止するため、窒素を水中に吹き込みながら、硫酸又は水酸化ナトリウム試薬でpH 7に調整し、28°Cで6時間維持した。処理後の検液は遠心分離後、0.45 μmメンブレンフィルターでろ過した液を回収し、硝酸でpH 1程度にした後、ICP-MSでセレン濃度を測定した。吸着態は凍結乾燥後、XAFS法による化学形態の分析を行った。セレンが吸着した資材は、メノウ製のすり鉢で粉碎後、25 mm四方のジップロック袋に梱包して測定に供した。セレンは結晶面Si(111)のSe K端、蛍光法により測定した。

結果および考察：

処理後ろ液のSe濃度と溶解性鉄濃度の測定結果を表1に示す。混合材は、6価セレンを0.013 mg/Lまで処理し、4価セレンの処理後濃度より低い値を示した。還元反応により6価セレンの処理が進んだと考えられる。溶解性の鉄濃度は、初期Seが4価の場合には0.01 mg/L以下に低下したのに対し、初期セレンが6価の場合には0.07 mg/Lとなった。いずれの酸化数のセレンも、混合材によって溶液中からほとんど除去されることが確認された。

表 1 バッチ式処理試験結果

材料	初期 Se 価数	溶解性鉄濃度鉄濃度 (mg/L)	処理後 Se 濃度 (mg/L)	Se 処理量 (mg/材料 kg)
混合材	4	< 0.01	0.039	1000
	6	0.07	0.013	1000

図 1 に処理後残渣の Se XAFS スペクトルを示す。混合材は初期のセレンの価数に関わらず、0 価セレンと 4 価セレンとして処理されることがわかった。別途実施した pH-Eh 図による解析結果は、XAFS の結果と Se の主要な化学種が異なることが示された。今後検討を進める必要があるが、現時点では、Se が 0 価に還元される前に混合材に吸着され、吸着固定化された状態では還元は進まないものと推察された。

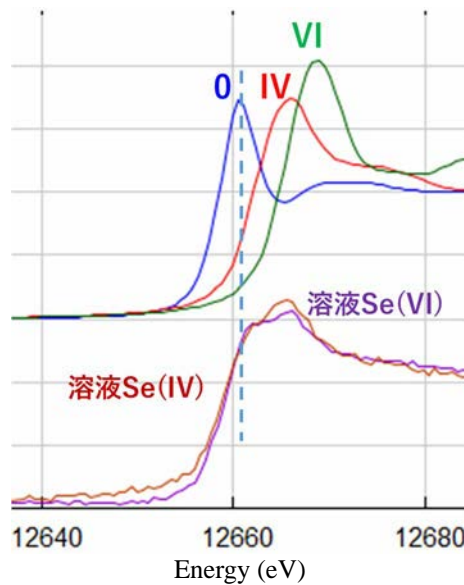


図 1 混合剤によって処理された Se の XANES スペクトル

今後の課題：

今回の結果からマグネタイトと鉄粉の混合材は 6 価セレンを 0 価セレン、4 価セレンとして処理することが確認された。今後は混合材の構成物質であるマグネタイトと鉄粉のそれぞれについても検討を進め、混合材によるセレンの吸着機構を明らかにしていく予定である。

謝辞

本研究の一部は、石原産業株式会社との共同研究によって実施された。