

天然鉱物系複合資材の重金属吸着特性

武島俊達¹大島健太¹和田信彦¹

1:株式会社アステック 〒132-0035 東京都江戸川区平井 5-21-3-2F E-mail: tokyo@astec-go.co.jp

The characteristic of Heavy metal adsorption on natural mineral compound materials

Toshikatsu TAKESHIMA¹, Kenta OSHIMA¹, Nobuhiko WADA¹

1: Astec Co., Ltd. 5-21-3 Hirai, Edogawa-ku, Tokyo, 132-0035 Japan

Abstract

The natural zeolite has been used as Heavy metal adsorption material, because it has the characteristic of cation exchange function. But, arsenic doesn't adsorb behavior and the zeolite as a negative ion underground. Then, we did the heavy metal adsorption experiment by using natural mineral compound materials that mixed the volcanic soil and Magnesium content hydroxide calcium with the zeolite. And, we find it that the ability of the natural mineral compound materials is higher for a single zeolite as the heavy metal adsorption material.

Key Words: Natural zeolite, natural mineral compound materials, adsorption

はじめに

汚染土の対策技術として、重金属などの有害物質を土中で安定化させ、溶出しないようにするいわゆる「不溶化技術」がある。この不溶化技術では重金属を吸着する資材が使用され、その資材としては人工物質も天然物質も利活用されてきた。その中の一つに天然ゼオライト（以下、ゼオライト）がある。ゼオライトは、陽イオン交換機能を有していることから主に陽イオンとして存在する重金属の吸着資材としては有効であり、さらに天然鉱物であることから自然に対する低負加・低コスト型資材として、これまで数々の実績を重ねてきた。しかし、重金属の中には砒素のように陰イオンとして挙動する物質があり、ゼオライト単独の資材では吸着資材としての機能は充分では無いとされてきた。このことを踏まえ、本研究では、ゼオライトのみの「ゼオライト単独資材」と、非晶質物質または低結晶性粘土鉱物を多量に含むことから重金属吸着特性を有すると火山性風化粘性土さらに陽イオン交換機能を有する苦土消石灰をゼオライトに混合した「天然鉱物系複合資材」を使用した重金属吸着実験を行うことにより、天然鉱物系複合資材がゼオライトの重金属吸着資材としての能力を補足することが可能であり、重金属吸着資材としての優位性を有していることを証明する。

実験方法および実験結果

吸着実験方法

1. 下記の手順で砒素、鉛、水銀、カドミウムそれぞれが2.00mg/lとなるように混合標準溶液（以下、標準溶液）を作成した。
 - ① 50.0ml のメスフラスコに砒素、鉛、水銀、カドミウムの標準試薬（いずれも和光純薬工業株式会社製、1000mg/l）を10.0ml 滴定し、標線まで水を加えた（200mg/l）。
 - ② 1000ml のメスフラスコに10.0ml の標準溶液（200mg/l）を滴定し、標線まで水を加えた（2.00mg/l）。
2. 吸着資材試料を100g ずつ秤量した。試料の選定は下記の通りとした。
 - ① ゼオライト（100g）（φ2mm 以下）

- ② 天然鉱物系複合資材（ゼオライト 45g, 苦土焼石灰 5g, 火山性風化粘性土 50g）（φ2mm 以下）
3. 試料（100g）と標準溶液（2.00mg/l・10）を分液ろうとに入れた。
4. 分液ろうとを振とう機で一定の速度（200rpm）で振とうした。振とう機は1回に6本まで設置可能。0.5時間、1.0時間、3.0時間、6.0時間、24時間の振とう試料を作成した。
5. 振とう終了後、目開き 75μm のステンレス製ふるいでろ過を行い、残渣をサンプル容器に封入し、公定法分析機関にて砒素、鉛、水銀、カドミウムの溶出量試験（環境省告示第46号）を行った。
6. 濾水を遠心分離機に20分間（3000rpm）かけた。
7. 上澄み液をサンプル容器に封入し、公定法分析機関にて砒素、鉛、水銀、カドミウムの溶液中の濃度測定を行った。（fig.1）

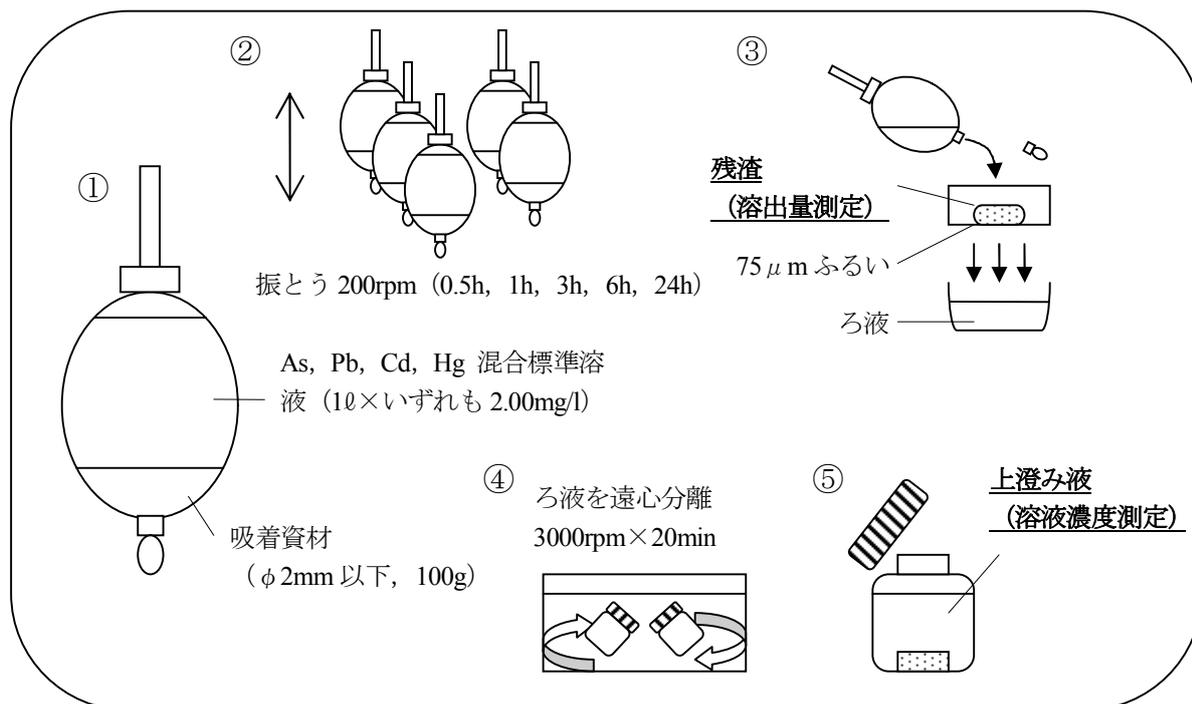


Fig.1 Method of experiment

実験結果

吸着実験の結果、当初 2.00mg/l であった砒素、鉛、水銀、カドミウムがそれぞれ振とう時間とともに減少し、24 時間後に最も濃度が低下した。砒素、鉛、水銀、カドミウムのうち、最も多く吸着および固定化された物質は鉛であり、それ以外では、カドミウム、水銀、砒素の順で多く吸着・固定化がみられた。また、ゼオライト単体と複合資材の比較においては、砒素、鉛、水銀、カドミウムいずれにおいても複合資材の方が吸着量・固定化量が多いことが判明した (Table.1)。

単位 : mg/L	実験前	24時間後		重金属低下量比率 複合資材/ゼオライト	最終溶液濃度比 ゼオライト/複合資材
		ゼオライト単独	複合資材		
Cd濃度	2.00	0.022	0.001	101%	22
Pb濃度	2.00	0.005未満	0.005未満	—	—
As濃度	2.00	0.900	0.004	181%	225
Hg濃度	2.00	0.045	0.010	102%	4.5

Table.1 Comparison of amounts of making to fixation of zeolite and compound materials

吸着量・固定化量の算出方法は、下記の通りとした。吸着量・固定化量は、Table.2 で一覧表に示す。

1. 吸着量 (mg/l) = 2mg/l (標準溶液濃度) - (実験後上澄み液濃度)
2. 固定化量 (mg/kg) = {吸着量 (mg/l) - 残渣溶出量 (mg/l)} × {溶液重量 (l)} / {資材重量 (100g)}
 (≒10)

振とう時間(h)		0.5	1	3	6	24	
Cd	ゼオライト 単体	吸着量	1.830	1.760	1.933	1.968	1.978
		固定化量	18.25	17.50	19.13	19.48	19.58
	複合資材	吸着量	1.997	1.999	1.999	1.999	1.999
		固定化量	19.92	19.94	19.94	19.94	19.94
Pb	ゼオライト 単体	吸着量	1.998	1.998	1.998	1.998	1.998
		固定化量	19.95	19.95	19.95	19.95	19.95
	複合資材	吸着量	1.998	1.998	1.998	1.998	1.998
		固定化量	19.95	19.95	19.95	19.95	19.95
As	ゼオライト 単体	吸着量	0.500	0.600	0.800	1.000	1.100
		固定化量	4.57	5.41	7.01	9.00	9.90
	複合資材	吸着量	1.907	1.921	1.943	1.957	1.996
		固定化量	19.05	19.19	19.41	19.54	19.93
Hg	ゼオライト 単体	吸着量	0.900	1.000	1.630	1.740	1.955
		固定化量	8.84	9.83	16.00	17.14	19.40
	複合資材	吸着量	1.978	1.991	1.990	1.991	1.990
		固定化量	19.78	19.88	19.88	19.89	19.90

Table.2 Amount of Adsorption and fixation of natural Zeolite and natural mineral compound materials for Cd, Pb, As, Hg

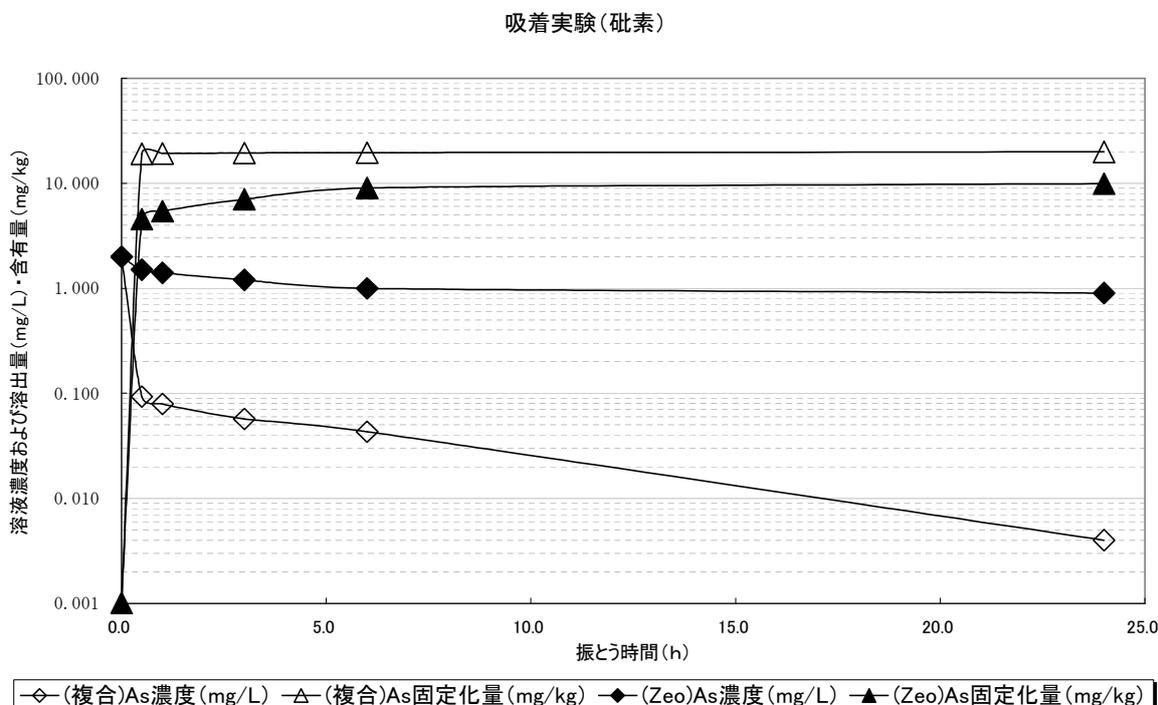


Fig.2 Result of experiment on adsorption of arsenic on zeolite and natural mineral compound materials

考察および結論

鉛は、ゼオライト単独および複合資材いずれの場合においても溶液中の濃度が大きく減少しており、定量下限値を下回っていたため、両資材の能力比較は難しかった。一方、砒素、カドミウム、水銀においては、ゼオライト単独に比べ複合資材の優位性が明らかであった (Table.1, Table2, Fig.2)。

天然ゼオライトの重金属吸着特性については、和田ほか (2004) などこれまで様々な研究がおこなわれてきたが、本研究により、天然鉍物系複合資材が、ゼオライト単独資材よりも吸着効果が上がり、なおかつ砒素のように陰イオンとして挙動する物質に対しても優れた吸着効果を発揮する資材となりうるということが証明された。

今後の課題としては、ゼオライトをはじめ、日本全国に分布する重金属吸着能の優れた天然鉍物系資材を産地ごとに研究し、それぞれの吸着量・固定化量データの集積をおこなう。さらに、それぞれの組合せによる配合設計を考案し、より高度な不溶化技術の確立を目指す。

引用文献

- 江橋俊臣・丸茂克美, 2002, アロフェン, ハロイサイト, ゼオライト, モンモリロナイトへの有害元素吸着能, 資源地質学会第 52 回年会講演会講演要旨集, O-28
- 江橋俊臣・丸茂克美・成沢昇, 2002, 自然由来のヒ素・鉛の不溶化, 第 12 回環境地質学シンポジウム講演論文集, 133-136
- 松澤市太郎・和田信彦・亀和田俊一・和田信一郎・小田原孝治, 2003, 重金属汚染農用地の改良試験—改良施工と稲作管理, 第 13 回環境地質学シンポジウム講演論文集, 143-146
- 丸茂克美, 2001, アロフェン・イモゴライトを用いた環境浄化例, 2001 年国際シンポジウム環境地質工学における天然資源の活用「環境対策技術交流会」, 20
- 丸茂克美, 2003, 鉍物を用いた地質汚染浄化, 資源環境地質学
- 丸茂克美, 鉍物利用による汚染浄化, AIST 丸茂克美研究室ホームページ
<http://staff.aist.go.jp/k.marumo/siryoku/pdf/clayreport.pdf>
- 丸茂克美, 天然素材利用による砒素等重金属汚染土の処理法基礎研究データに基づく考察, AIST 丸茂克美研究室ホームページ, <http://staff.aist.go.jp/k.marumo/siryoku/pdf/arsenic.pdf>
- 湊秀雄・和田信彦・森本辰雄, 2000, 天然鉍物資源による重金属類の不溶化 2—原理と理論—, 第 10 回環境地質学シンポジウム講演論文集, 245-248
- 湊秀雄・森本辰雄, 2001, 汚染水および汚染地質の鉍物類を使用した処理技術—日本における事例, 2001 年国際シンポジウム環境地質工学における天然資源の活用「環境対策技術交流会」, 12
- 湊秀雄・森本辰雄, 2001, 汚染土壌処理法としての鉍物類の活用”シーリングソイル工法”の最近の実績—付 2001 年国際シンポジウム 環境地質工学における天然資源の活用—, 第 11 回環境地質学シンポジウム講演論文集, 149-154
- 和田信彦・湊秀雄・森本辰雄, 2000, 天然鉍物資源による重金属類の不溶化 1—実験と実績—, 第 10 回環境地質学シンポジウム講演論文集, 241-244
- 和田信彦・武島俊達, 2001, 砒素汚染土の改良施工例—方法と手順—, 第 11 回環境地質学シンポジウム講演論文集, 155-158
- 和田信彦・松澤市太郎・亀和田俊一・和田信一郎・小田原孝治, 2003, 重金属汚染農用地の改良試験—産米中の Cd 濃度と試験意義, 第 13 回環境地質学シンポジウム講演論文集, 147-150
- 和田信彦・武島俊達・小原英之, 2004, カラム試験による天然ゼオライトの重金属吸着特性, 第 14 回環境地質学シンポジウム講演論文集, 241-244