

固化体からの環境影響物質溶出挙動

資源・廃棄物研究室 09T7-014 黒山 拓也
指導教員 宮脇 健太郎

1. 研究背景・目的

現在日本国内には原子力発電所が 54 基あり、国内の原子力発電所から出される低レベルの放射性廃棄物のうち、放射能レベルが比較的低い廃棄物は、青森県の六ヶ所村の埋設センターに埋設管理されている。

埋設された廃棄物は、放射性物質の放射能レベルが、安全なレベルになるまで数百年単位で、管理を行うことになっている。これらの廃棄物に放射性物質の他、環境影響物質が含まれている。放射性物質は時間と共に減衰していく一方、他の環境影響物質は減衰しないことから、環境に影響を及ぼす可能性が懸念される。

そこで本研究では、低レベル放射性廃棄物に含まれる環境影響物質（ほう素等）に着目し、それが与える長期的な環境負荷を明らかにすることを目的として、固化体からの溶出挙動に関する実験的検討を行った。

2. 実験方法

供試体を密閉容器に静置し、浸漬液 196cm³ で満たし、所定の頻度（1～10 日、2～9 週目まで週 1 回、6 か月目まで月 1 回、その後 6 か月に 1 回、700 日目まで各元素の溶出の挙動を観測する）浸せき液の全量を交換し、積算溶出量を求め、全期間について各元素の溶出の挙動を観測する。また、浸漬液組成、温度、浸漬方法などは現地環境等を配慮した条件を設定する（IAEA 試験法に準拠）。



写真 1 浸漬試験の様子

試験の条件を表 1 に示す。供試体に、アスファルト固化体、セメント固化体を用いた。固化体には、ほう素(B)、ナトリウム(Na)等、廃棄物の成分を模擬的にアスファルトまたはセメントによって固定化(B, Na, Li, Cl, Fe, SO₄) したものを使用し、10°Cの環境において浸漬試験を行った。浸漬液は、埋設環境を模擬した、セメント平衡水と純水を用いた。

表 1 供試体および浸漬条件

分析項目は、金属(ほう素(B), リチウム(Li), 鉄(Fe), アルミニウム(Al), けい素(Si), ナトリウム(Na), カリウム(K), カルシウム(Ca)), その他、塩化物イオン(Cl⁻), 硫酸イオン(SO₄²⁻), 全有機炭素(TOC)の液相分析を行った。分析は ICP-MS, AAS, イオンクロマト, TOC を用いた。また、固相分析として、浸漬したアスファルト固化体の表面観察を行った。なお、本研究では放射性物質が含まれていないものを取り扱っている。

供試体	浸漬液種類	供試体数	初期連続液交換日数
アスファルト	セメント	2 (溶出測定)	10
	平衡水	1 (表面観察)	
アスファルト	純水	1 (溶出測定)	
		1 (表面観察)	
セメント A	セメント	2 (脱気あり、 下向き)	7
	平衡水	1 (脱気なし、 上向き)	
セメント B	セメント 平衡水	1	

3. 結果・考察

3.1 固化体表面観察

写真2、写真3、写真4にアスファルト固化体表面を顕微鏡で観察した結果を示す。

浸漬前の固化体の表面は平面に近く、所々に穴があり、中に塩の析出が見られる。21日目の観察結果では、初期に見られた穴は無く、表面の凹凸が増えていた。純水とセメント平衡水では、表面の様子が異なっているように見え、セメント平衡水では、結晶の析出が観察できた。

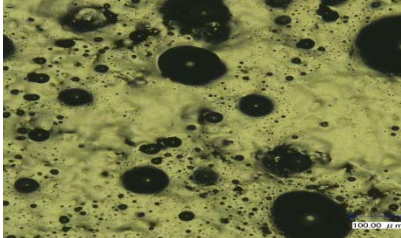


写真2 浸漬前表面
(倍率300倍)



写真3 セメント平衡水への
浸漬後21日目(倍率300倍)

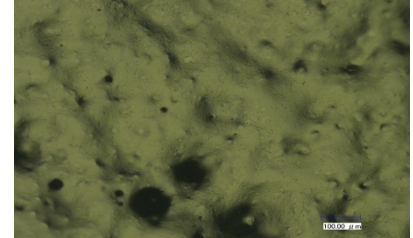


写真4 純水への
浸漬後21日目(倍率300倍)

3.2 溶出水分析結果

アスファルト固化体中に混練したほう素の溶出濃度の経日変化を図1に示す。一日目の溶出量が多く、それ以降の溶出は少なくなっている。49日現在も溶出は続いている。平衡水2の初期値が高くなった原因は、固化体表面に析出していた塩の量が多く、その溶解により濃度が高くなったためであると考えられる。

初期の平衡水と純水間での溶出挙動には差はあまりないが、21日目以降になると溶出に変化が起こった。図2に積算浸出比(積算浸出量/初期含有量)の変化を示す。純水では比較的緩やかな溶出であるが、セメント平衡水では20~40日にかけて、急な濃度上昇が見られ、溶出量の増加に繋がっていることがわかった。

以上のことから、初期の溶出は表面に析出していた塩の溶出であり、中期(20日目以降)の溶出は、平衡水の成分により、固化体表面性状が変化し、表面付近に存在していた塩の溶出であると推測された。

4. まとめ

- ・純水条件の方がセメント平衡水条件に比べ、ほう素等が溶出しにくいことが確認された。
- ・溶出と表面の状態の変化に関係性があり、浸漬後のアスファルト表面の変化が、溶出に影響を与えていると考えられる。
- ・積算浸出は全体の0.02%であることから、アスファルトによってほう素等の固定化は十分なされている。

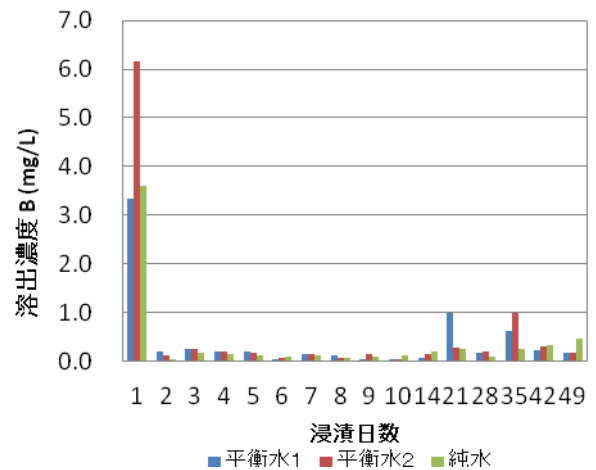


図1 ほう素の溶出濃度 (mg/L)

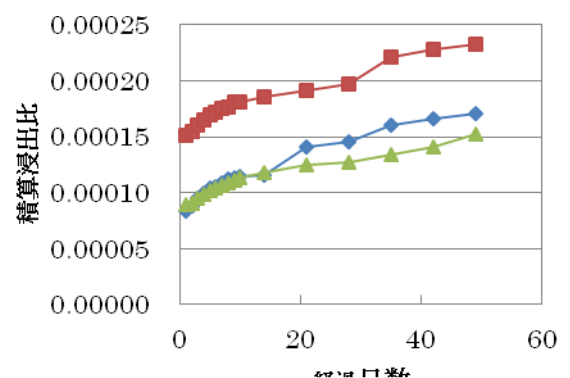


図2 ほう素の浸出特性 純水