

## 海洋や湖沼の底泥に含まれる Cs および Sr の除去に関する研究

香川大学 学生会員 ○柴田慶一郎, フェロー会員 吉田秀典  
正会員 松本直道, 末永慶寛

### 1. はじめに

2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震にともなって発生した津波により、東京電力福島第一原子力発電所にて事故が発生し、これによって放出、拡散された放射性物質の除染が急務とされている。特に、水圏環境下においては、水産物への被曝、そして、食物連鎖によってヒトに被害が及ぶことが考えられる。そのため、国や民間企業によって様々な除染方法が提案されている。例えば、水圏環境における除染方法の一つに、超音波とジェット噴射による底泥分級浄化工法がある。この手法では、海洋や湖沼の底泥をスクリーンで巻き上げ、さらに、超音波で放射性物質を多く含む細粒分が分級・回収される。しかしながら、この手法には二つの問題点がある。一つは攪拌によって放射性物質が拡散すること、もう一つは細粒分を回収することによって浚渫土が発生することである。汚染土の保管場所不足が深刻化しており、汚染した浚渫土を回収しても、保管ができないのが現状である。そこで、本研究では、上記の問題点に留意し、海洋や湖沼における底泥の浚渫を行わずに除染する手法を提案することを目的とした。

### 2. 実験および分析手法

本研究では、上述した二つの問題点を解決するために、放射性物質を吸着する吸着材と、放射性物質を移動させる手段について考えることとした。前者については新たにヒドロキシアパタイト (HAp) を主成分とする吸着シートを開発し、後者についてはエアレーションという対流手段を講ずることとした。提案手法の妥当性や有用性を検討するために、提案手法によるセシウム、ストロンチウム吸着試験を実施した。海洋や湖沼における除染を想定していることから、円筒試験容器の底部に豊浦標準砂を敷き、そこにセシウム(38.1mg)、あるいはストロンチウム(5mg)を添加して、その上に吸着シートならびに対流装置を設置する(図1参照)。そこに、湖沼を想定した場合は蒸留水を、海洋を想定した場合は塩化ナトリウム溶液を投入した。シートを設置したのみのも、シートと対流装置を設置したもの、さらには吸着の程度を評価するために、シートも対流装置も設置しないものという三種類の試験体について、一定時間放置するという試験を行った。試験後、豊浦標準砂に含まれるセシウム/ストロンチウムを洗い出し、その洗い出した溶液に対し、前者については原子吸光分析装置を、後者については ICP 発光分析装置を用いてそれぞれの溶液中の残存量を測定した。三種類の試験体の各残存量を比較することで、エアレーションの対流効果ならびに吸着材の吸着効果について検証した。

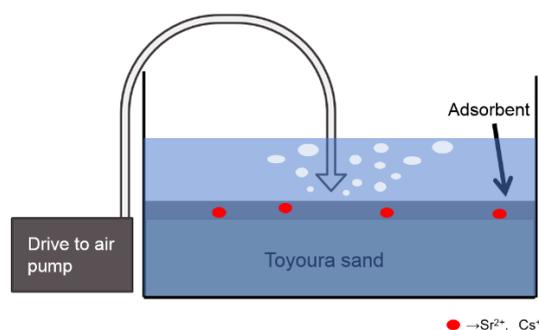


図1 エアレーション試験

### 3. セシウムを対象とした試験結果

セシウムを対象とした試験について、試験時間を変化させた場合における各試験結果および考察を示す。本試験で用いた溶液は蒸留水のみである。図2に、4週、13週の放置後における溶液内のセシウムの残存率を示す。試験期間4週と13週の結果を比較すると、残存率は両者のインターバルである9週間で低下している。しかしながら、エアレーションも吸着材も無いパターンでの残存率は、9週間で低下している。この理由として、温度、湿度等の条件の違いが原因である可能性が考えられる。何も施さずにセシウムの残存量が減少している理由が明確でないため、シートならびに対流装置を設置した効果の評価は難しい。今後、試験体ならびに試験時間を延長するなど、追加の試験が必要である。

#### 4. ストロンチウムを対象とした試験結果

ストロンチウムを対象とした試験について、試験時間を変化させた場合における各試験結果および考察を示す。本試験では、溶液に蒸留水と塩化ナトリウム溶液を用いている。試験時間を1週(7日), 4週(28日), 13週(91日)とし、セシウムの場合と同様の試験を行った。図3および図4に、それらの試験結果を残存率として示す。蒸留水を溶液とした場合は13週間放置、塩化ナトリウム溶液を溶液とした場合は1週間放置した試験体において、残存率は小さい値を示している。この理由として、塩化ナトリウム溶液を用いた試験体に関しては、溶液中の $\text{Na}^+$ が豊富に存在することに起因して、土壤中に固着していたストロンチウムが、時間経過とともに溶液側に遊離して出て来た可能性が考えられる。溶液等の対流については、その方法等に工夫が必要であると思われる。吸着材を土壌の上に設置した上で鉛直方向にエアレーションを施した場合、土壌中のストロンチウムは吸着材を通過することになるが、当初より溶液に遊離しているストロンチウムについては、こうした設置方法では吸着材を通過するとは限らない。したがって、土壌中ならびに溶液中のストロンチウムの両者を効率よく吸着出来るような吸着材の設置を検討する必要があると考えられる。

#### 5. 結論

本研究では、海洋や湖沼における底泥の浚渫を行わないで、セシウムあるいはストロンチウムを除染する手法を提案することを目的として、**HAp**を主成分とする吸着シートを用い、その上でエアレーションを施す、あるいは施さない試験等を実施した。試験結果より、蒸留水を対象とした試験では、単に放置した試験体と、エアレーションと吸着材を組み合わせた試験体の残存率の差分が、セシウムを用いた場合に比べて、ストロンチウムを用いた場合の方が大きいことが分かった。このことからセシウムの方がストロンチウムよりも土壌に固着している割合が多いものと思われる。一方、今回の吸着材の設置方法では、吸着材にストロンチウムを効率よく吸着できていなかった可能性も否定できない。そのため、吸着材の配置方法を変化させる等の実験を追加する必要がある。また、本研究では、セシウムおよびストロンチウムを対象とした試験で最大13週間しか試験を実施できていない。そのため、それぞれの試験における放置期間を26, 52週といった長期に亘る試験を実施し、傾向を把握する必要がある。

参考文献：佐藤健二，瀧内伸，角田美里ら：福島第一原子力発電所事故による汚染土壌からの放射性セシウムの除去と吸着，分析化学，vol. 62, No. 6, pp. 535-540, 2013

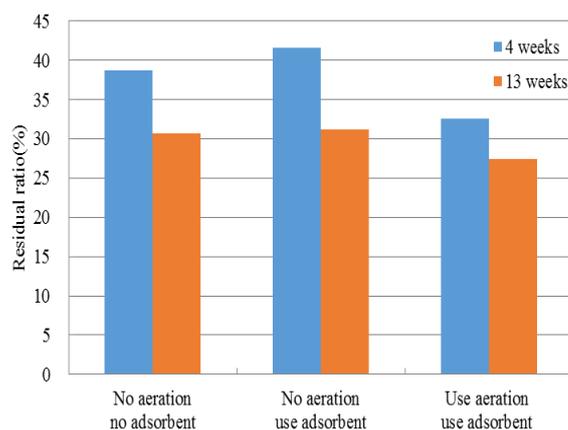


図2 各試験体の4, 13週間後のセシウム残存率

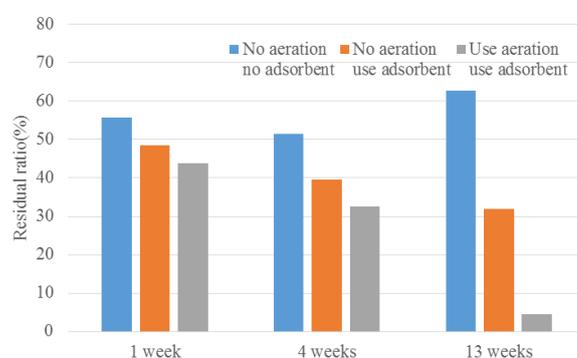


図3 蒸留水を用いた場合における各試験体の1, 4, 13週間後のストロンチウムの残存率

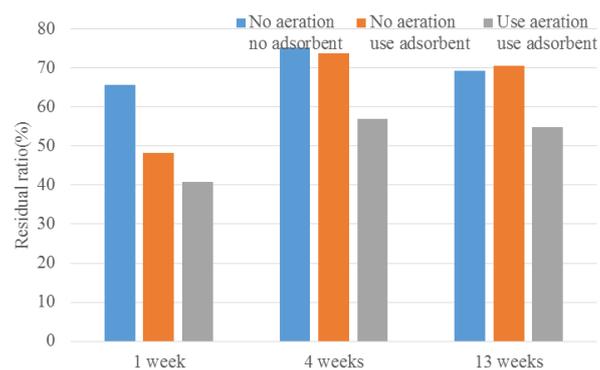


図4 塩化ナトリウム溶液を用いた場合における各試験体の1, 4, 13週間後のストロンチウム残存率