

海洋や湖沼における放射性物質の除染に関する研究

香川大学 賛助会員 ○柴田慶一郎, フェロー 吉田秀典, 正会員 松本直通

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。しかしながら、効率的かつ効果的な除染技術は確立されておらず、最終的な除染完了までの見通しが立たないのが現状である。陸地の土壌だけでなく、海洋、湖沼に対しても状況は同じである¹⁾。特に水圏環境下においては、生息する生態系などが被爆すると、食物連鎖によって、やがて人間の口に入る可能性も否定できない。放射性物質によって海洋や湖沼が汚染されているのであれば除染が急がれる。そこで本研究では、除染に伴って発生する放射性物質の中間処理施設が不足することに留意し、つまり放射性物質の大幅な減容化を念頭に置き、海洋や湖沼の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

水圏環境下における除染で問題となるのが、放射性物質の不拡散と減容化という2点である。本研究では、この2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じることとした。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

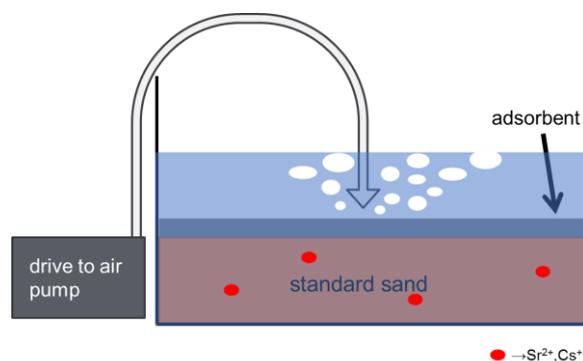


図1 エアレーション試験概略図

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の、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3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あるいは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。3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。

3. セシウムを対象とした試験

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。表1は4週、13週の放置後における溶液内のセシウムの残存量を、また、図2と図3にはそれを率として示す。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

表1 実験後の残存量(セシウム)

	4 week		13 week	
	remained amount(mg)	residual ratio(%)	remained amount(mg)	residual ratio(%)
no aeration no adsorbent	14.76	38.74	11.70	30.70
no aeration use adsorbent	15.85	41.61	11.87	31.15
use aeration use adsorbent	12.42	32.60	10.44	27.40

の残存率が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

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)とし、セシウムの場合と同様の試験を行った。表2、表3にはそれぞれ1週ならびに4週の放置後における溶液内のストロンチウムの残存量を、図4、図5はそれを率として示す。蒸留水を溶液とした場合は4週放置、塩化ナトリウム溶液を溶液とした場合は1週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 Na^+ が豊富に存在することに起因して、土壌中に固着していたストロンチウムが溶液側に遊離して出て来た可能性が考えられる。また、対流方法に改善の余地がある可能性も否定できない。吸着材の上でエアレーションを起こした場合、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通過量が少ない。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。

5. まとめ

試験結果より、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については底泥に強く固着しているが、ストロンチウムについては溶液中に多く存在している可能性があるという知見を得た。前述の通り、今回の吸着材の設置方法では、吸着材にストロンチウムイオン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、今後は放置期間の延長と試験体の増加を実施し、同時に吸着材の設置方法について検討する必要がある。

また、本研究では、セシウムを対象とした試験では最大13週、ストロンチウムを対象とした試験では最大4週しか試験を実施できていない。そのため、セシウムについては放置期間を26、52週、ストロンチウムについては13、26、52週といった長期に亘る試験を実施する必要がある。

参考文献

- 1) 原子力規制庁：平成25年度放射性物質測定調査委託費（海域における放射性物質の分布状況の把握等に関する調査研究事業），pp,28-36. 2014

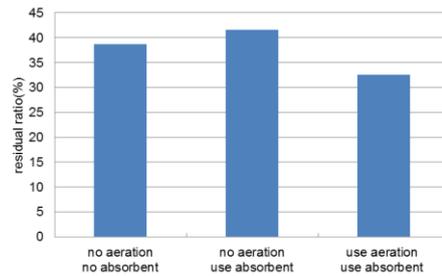


図2 セシウム残存率(4週)

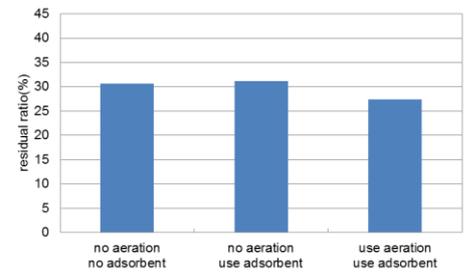


図3 セシウム残存率(13週)

表2 実験後の残存量(ストロンチウム, 1週)

	pure water		sodium chloride fluid	
	remained amount(mg)	residual ratio(%)	remained amount(mg)	residual ratio(%)
no aeration no adsorbent	2.79	55.74	3.29	65.81
no aeration use adsorbent	2.42	48.47	2.41	48.20
use aeration use adsorbent	2.19	43.86	2.05	40.93

表3 実験後の残存量(ストロンチウム, 4週)

	pure water		sodium chloride fluid	
	remained amount(mg)	residual ratio(%)	remained amount(mg)	residual ratio(%)
no aeration no adsorbent	2.58	51.56	3.76	75.29
no aeration use adsorbent	1.98	39.66	3.69	73.82
use aeration use adsorbent	1.62	32.47	2.85	57.00

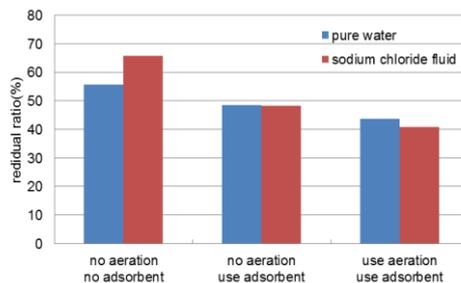


図4 ストロンチウム残存率(1週)

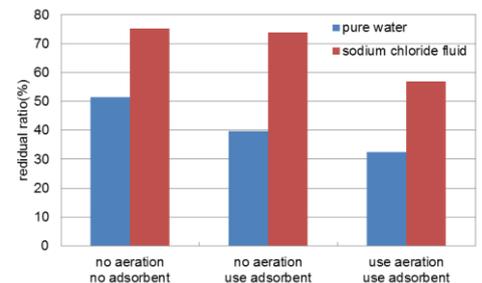


図5 ストロンチウム残存率(4週)