

## 循環型浄化システムを用いた堆積汚泥からの放射性セシウムの除去に関する研究 塩化カリウムを用いた場合の溶出性能

### Study on removal of radioactive cesium from sludge using a circulating purification system Elution performance when using potassium chloride

○稲村 綾人<sup>1</sup>, 坂間 一貴<sup>1</sup>, 堀内 嵩之<sup>1</sup>, 岡本 強一<sup>2</sup>

\*Ayato Inamura<sup>1</sup>, Kazuki Sakama<sup>1</sup>, Takayuki Horiuchi<sup>1</sup>, Kyoichi Okamoto<sup>2</sup>

Abstract: Fukushima Daiichi nuclear accident contaminated soil and water, and also ocean sludge in Tokyo Bay is contaminated by flowing from rivers. Here, it cannot be easily removed the cesium which is adsorbed to the sludge. Methods for decontamination of radioactive cesium in the sludge is not. Because the results are not stable in analyzing cesium, our experiments are selected the potassium by the similar in property to cesium. As the experiment, it was possible to elute the potassium from the sludge.

#### 1. 緒言

2011年3月11日の東日本大震災において発生した福島第一原子力発電所事故により、大量の放射性物質が大気中に放出され、河川を通じて東京湾に流入し、堆積汚泥を汚染した。堆積汚泥に凝集した放射性セシウムを除染する必要がある。<sup>1)</sup>

溶液中の放射性セシウムはゼオライト等によって固定させることが可能であるが、凝集している放射性セシウムを溶出する方法はまだない。

さて、本研究室ではマイクロバブルによって好気の状態をつくり、好気性菌を活性化させることにより堆積汚泥を分解・浄化する循環型浄化システムを開発している。このシステムを用いてセシウムを溶出させることができれば、溶液中のセシウムは既存のゼオライト等の技術で固定できるので、結果として除染可能となる。<sup>2)</sup>しかし、セシウムのイオンクロマトグラフィーによる分析では結果にばらつきが生じ、安定しないことが分かっている。

そこで本研究では、セシウムの代わりに比較的性質の近いカリウムを使用することを考えた。カリウムはセシウムと同じ第1族元素のアルカリ金属であり、1価の原子で+1の陽イオンになり、化学的性質が似ている元素は水中でイオンになる時、似た性質を示す。本報では堆積汚泥に凝集したカリウムを用いて循環型浄化システムによる溶出実験を行い、カリウムの溶出性能について調べた。

#### 2. 実験方法

2つの水槽を用意し、片方にはマイクロバブル(MBと略記)発生装置を設置し、他方には堆積汚泥を入れる。

Figure 1のように、これらが互いに循環させるシステムになっている。

実験開始12時間以上前に、汚泥を入れる水槽に塩化カリウム100ppmを投入して、カリウムを汚泥に吸着させる。実験開始と同時にMB発生装置を稼働させる。微生物活性剤は実験開始6時間後に投与する。なお、海水30ℓ、汚泥1kgとした。またMBありとMB無し両方の別ケースを作り、時間毎に海水と汚泥をろ紙等で分け、その汚泥を乾燥させ、汚泥の重量とカリウム量をEDXによって測定する。

測定は実験開始12時間までは6時間おきに、その後は24時間おきに行い、120時間まで行う。

測定項目は、水温、pH、溶存酸素(DO)、硫化水素(H<sub>2</sub>S)、アンモニア態窒素(NH<sub>4</sub>-N)、亜硝酸態窒素(NO<sub>2</sub>-N)、硝酸態窒素(NO<sub>3</sub>-N)、全窒素(T-N)、カリウムイオン(K<sup>+</sup>)、カリウム(K)である。

#### 3. 実験条件

実験の場合分けとしてとして、3ケース用意した。

Case1はMBあり、循環ありの循環型浄化システムの場合とし、カリウムイオン濃度100ppmとなるよう

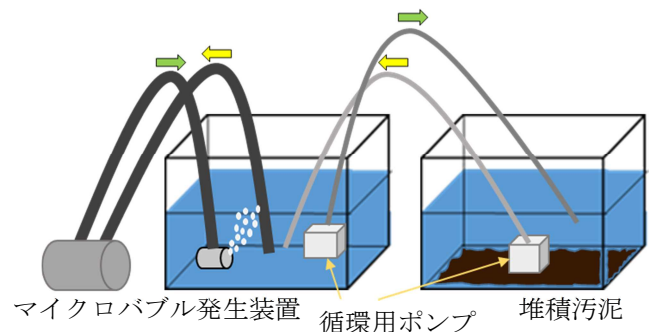


Figure 1 循環型浄化システム

に塩化カリウムを添加した。

Case2 は MB あり，循環ありの循環型浄化システムの場合とし，塩化カリウムはなしとした。

Case3 は MB なし，循環なしでカリウムイオン濃度 100ppm となるように塩化カリウムを添加した。水槽の周りに水を浸しヒーターによって 30°C を保つようにした。なお微生物活性剤は全ケースに投入した。

### 3. 実験結果及び考察

#### 3. 1 水温, pH, DO

水温, pH, DO の経時変化を Figure 2~4 に示す。水温は 6 時間以降全てのケースで 30°C を示し，ほぼ一定である。pH は全ケースとも 7.0~8.0 の間ではほぼ一定である。DO は MB ありのケースでは 6 時間以降 7.0 前後の値を示し一定である。MB 無しの Case3 では 1.0 前後の値を示し一定である。

#### 3. 2 硫化水素 (H<sub>2</sub>S)

H<sub>2</sub>S の経時変化を Figure 5 に示す。MB ありでは 24 時間以降ほぼ 0 を示している。これは酸素が供給されたことによるものだと考える。MB 無しでは安定していないものの増加傾向にある。

#### 3. 3 DIN

DIN の経時変化を Figure 6 に示す。DIN は，MB ありのケースでは 48 時間まで増加傾向で以降は減少傾向を示している。120 時間後には 30% 以上の浄化性能を示した。MB 無しでは 3.0 前後の値で一定であった。

#### 3. 4 全窒素 (T-N)

T-N の経時変化を Figure 7 に示す。MB ありの場合では，12 時間後まで増加傾向にあるが 120 時間後には

50% 程度の浄化性能となった。MB 無しでは安定していないが増加傾向にあり 30% 程度増加した。

### 3. 5 カリウム

K<sup>+</sup> の経時変化を Figure 8 に示す。MB ありでは，平均して 20% 増加し溶出性能を示した。一方，MB 無しでも，10% の増加で溶出されているが初期値が高く汚泥に吸着しづらい上，吸着せず時間が経ち溶出してしまったのではないかと考えられる。

固相における K の経時変化を Figure 9 に示す。MB あり無しでは違いがあり，MB ありでは 45% 程度の減少傾向にあり，汚泥中からカリウムが減っていると考えられる。MB 無しでは，ゆるやかであるが増加傾向にある。

### 4. 結言

循環型浄化システムを用いたカリウムの溶出実験を行った結果，MB を用いた場合，カリウムの溶出を確認できた。MB なし場合と比べて，MB を使うと 2 倍の性能の違いを示した。固相の分析結果から，45% の溶出性能を示した。

### 5. 参考文献

- [1] 古田哲央:「水環境における放射性物質モニタリングについて」, 東日本大震災後の水環境における放射性物質の挙動講演資料集, 第 58 回日本水環境学会セミナー, pp.1-3, 2013
- [2] 岡本強一, 遠山岳史:「海の除染: マイクロバブルと微生物活性を利用した海底堆積汚泥からの放射性セシウムの除去」, 日本船舶海洋工学会講演会論文集, 平成 26 年春季講演会, 2014

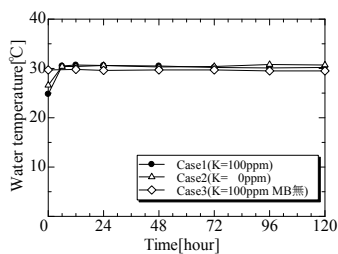


Figure 2 水温の経時変化

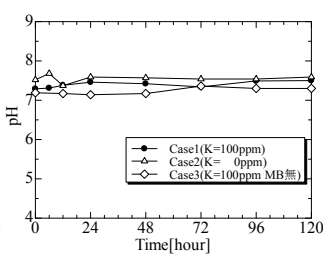


Figure 3 pH の経時変化

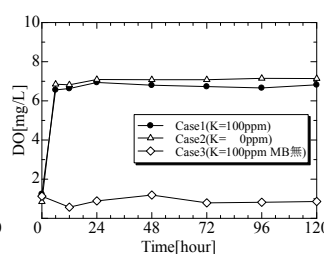


Figure 4 DO の経時変化

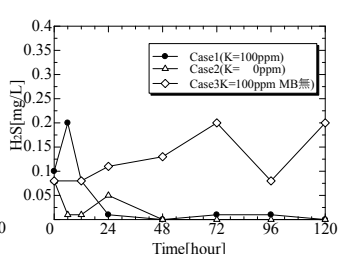


Figure 5 H<sub>2</sub>S の経時変化

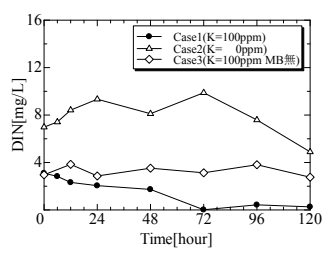


Figure 6 DIN の経時変化

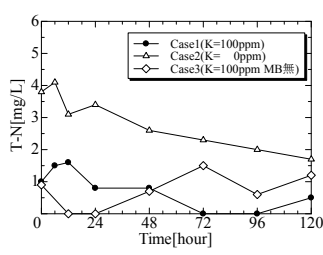


Figure 7 T-N の経時変化

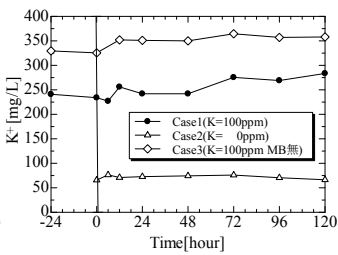


Figure 8 K<sup>+</sup> の経時変化

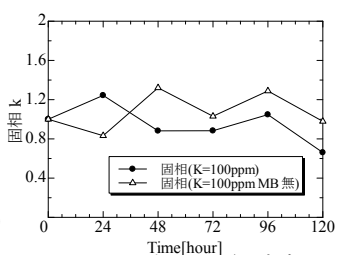


Figure 9 固相 K の経時変化