

循環型浄化システムにおいて微生物直接投入による堆積汚泥からの放射性セシウム除去 Removal of Radioactive Cesium from Ocean Sludge by Directly Throwing Microorganisms using the Decomposition System with Circulation Type

○風間博貴¹ 宮本颯¹ 小森谷友絵² 岡本強一³*Hiroki Kazama¹, So Miyamoto¹, Komoriya Tomoe², Kyoichi Okamoto³

Abstract: Fukushima Daiichi nuclear accident contaminated around the soil and water, and also ocean sludge in Tokyo Bay is contaminated by flowing from rivers. It cannot be easily removed the cesium which is adsorbed to the sludge. Now we have developed the decomposition system for ocean sludge with circulation type. It is considered that radioactive cesium can be eluted, after decomposing the deposited sludge by using this system. If the cesium will be eluted in the water, we can fix the cesium by using the existing technology such as Zeolite. In this study, our objects is to check the removal efficiency of radioactive cesium after the decomposition of the ocean sludge, by directly throwing microorganisms using this system. As the experimental results, we pointed out the purification efficiency by the elution of the cesium from the sludge.

1. 緒言

原発事故により放射性セシウムが河川から東京湾へ流出し、堆積汚泥に吸着しており、除染が必要となっている。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、好気性細菌を活性化させることで、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おり、本浄化システムを用いて堆積汚泥を分解し、セシウムを溶出できればゼオライトで固定し、除去が可能になると考えられる。^[1]

本浄化システムでの浄化に係わる微生物として *Alcaligenes faecalis* が特定されている。^[2]この *Alcaligenes faecalis* を本浄化システムに直接投入することによってより高い浄化効果が期待できるため、*Alcaligenes faecalis* の直接投与について実験を行う。

Alcaligenes faecalis を直接投与することによって良好な浄化効果を発揮することが出来れば微生物活性剤を用いるより安価である。

そこで本研究では循環型浄化システムにおいて微生物 *Alcaligenes faecalis* を直接投与した場合の浄化性能を調べることを目的とする。

2. 実験方法

2.1 実験装置

海水 30L, 汚泥 0.5kg, を投入した循環型浄化システムを準備する。(Figure.1)

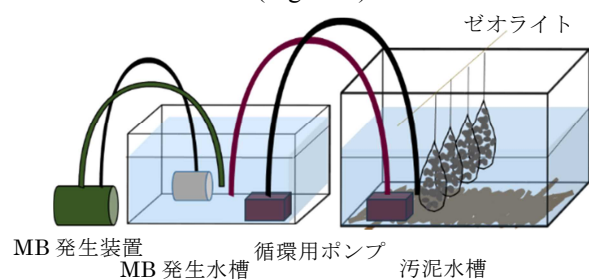


Figure 1. 循環型浄化システム

2.2 実験手順

寒天培地より *Alcaligenes faecalis* の菌体を 37℃ に設定した恒温機内で振とう機にかけ、3 日間培養する。

循環型浄化システムを 3 つ準備し、塩化セシウム 100ppm となる分量を投入する。24 時間放置し、セシウムを汚泥に吸着させる。

水槽用ヒーターを用いて水温 30℃ で一定にする。マイクロバブル発生装置を起動し、ゼオライト 1kg を投入する。この時を実験開始 0 時間目とする。

実験開始 6 時間後、循環型浄化システムの 1 つに微生物活性剤を投入し、これを Case3 とする。

実験開始 12 時間後に液相の測定を行なう。

実験開始 24 時間後、測定を行ない、*Alcaligenes faecalis* の液体培地(生菌数濃度 15×10^8 cell/ml)を 0.1ml, 3 つのケースに投入する。この時、*Alcaligenes faecalis* の液体培地の生菌数濃度はマクファーランド比濁法により 15×10^8 cell/ml に調製した物を用いる。

その後 24 時間おきに、実験開始 120 時間後まで測定を行い、固相の乾燥を行う。EDX によってセシウム濃度を測定する。Case2 には実験開始後 48 時間後に栄養分として昆布出汁 500ppm 分を投入する。

2.3 実験条件

Table1 にケースごとの *Alcaligenes faecalis* の投与量、微生物活性剤の投与量について記載する。

Table 1. 実験条件

	微生物活性剤 (ppm)	<i>Alcaligenes faecalis</i> 微生物量 (15×10^8 cell/mL)
Case1	0	0.1mL
Case2	0	0.1mL
Case3	100	0.1mL

3. 実験結果及び考察

3.1 pH, DO

pH, DO の経時変化を Figure2~3 に示す。pH は全ケースとも最初の数値からほぼ一定である。DO は全ケース MB 発生以降上昇し、ほぼ一定の値を示している。

3.2 硫化水素 (H₂S)

H₂S の経時変化を Figure4 に示す。全ケース共に 12 時間までに急激に減少し、24 時間以降ほぼ 0 を示している。これは MB 発生による酸素供給のためだと考えられる。

3.3 全無機態窒素(DIN)

DIN の経時変化を Figure5 に示す。DIN は全ケースで減少傾向を示し、120 時間後には全ケースにおいて 0 を示した。

3.4 全窒素 (T-N)

T-N の経時変化を Figure7 に示す。全ケースで減少傾向を示しているが、それぞれのケースの浄化性能に差があった。それぞれのケースでの減少率は、Case1 が 75.0%、Case2 が 80.6%、Case3 が 83.9% となっている。Case1, Case2 の浄化性能の差は栄養分投入の有無による微生物の活動の差によるものと考えられ、栄養分によって浄化性能が上昇したことが考えられる。Case3 は Case2 よりも高い浄化性能を示している。このことにより栄養分の投入よりも微生物活性剤の投入を行う方が微生物の活動を活発にしたことが考えられる。

3.5 セシウム

固相セシウムの経時変化を Figure7 に示す。Case2 が 61.8%減少し、次いで Case1 で 58.5%減少した。Case3 に関しては値が上昇した。そのため、今後は実験例を増やして除去性能について検討していくことが必要であると考えられる。

4. 結言

循環型浄化システムに *Alcaligenes faecalis* 0.1ml(生菌数濃度 15×10^8 cell/ml)を投入する実験を行った結果、以下のことが分かった。

1) T-Nにおいて、

- ・微生物活性剤を共に用いた場合、83.9%
 - ・48 時間目で栄養剤を投入した場合、80.6%
 - ・栄養分を与えなかった場合、75.0%
- であった。

3) セシウムの除去において、Case2, Case1 では除去性能を示したが、Case3 では値が上昇してしまった。

5. 参考文献

- [1] 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性能」, 日本船舶海洋工学会講演会論文集, 第 20 号, 521~524 ページ, 2015.5
- [2] 岡本強一, 小森谷友絵:「循環型浄化システムを用いた微生物の投与による堆積汚泥の浄化実験-微生物活性によって特定された微生物を用いた場合-」, 日本沿岸域学会, 2015.7

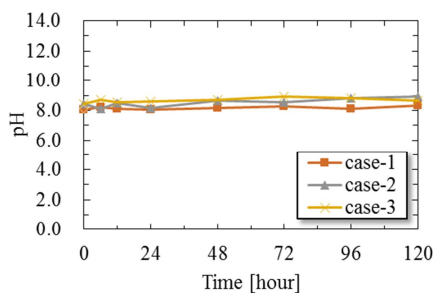


Figure 2. pH の経時変化

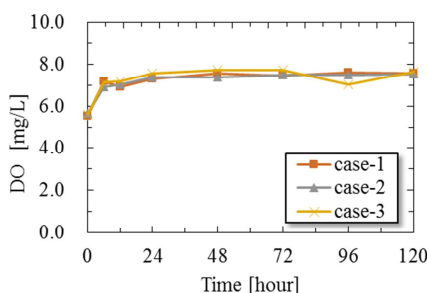


Figure 3. DO の経時変化

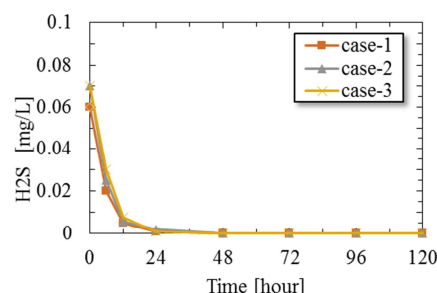


Figure 4. H₂S の経時変化

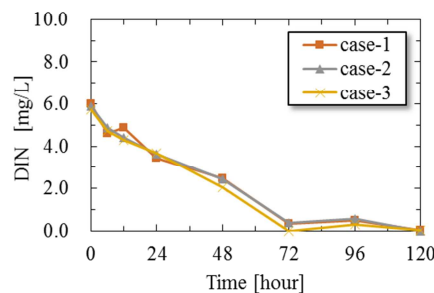


Figure 5. DIN の経時変化

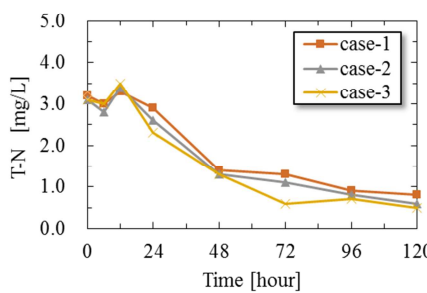


Figure 6. T-N の経時変化

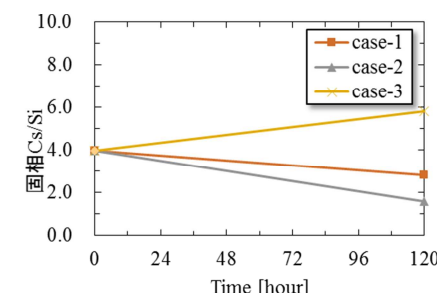


Figure 7. 固相 Cs/Si の経時変化