

## 鉛直流方式による循環型浄化システムを用いた堆積汚泥の浄化 —その 1 水平流方式との浄化性能の比較—

### Purification of Ocean Sludge by Vertical Flow Type in Circulation Model of Purification System - Comparing the Purification Performance with Horizontal Flow Type -

○山下和浩<sup>1</sup>, 岡本強一<sup>2</sup>\*Kazuhiro Yamashita<sup>1</sup>, Kyoichi Okamoto<sup>2</sup>

Abstract: We had developed the decomposition system for ocean sludge with circulation model by micro-bubbles, which decompose and purification sludge by activating the aerobic bacteria, after creating an aerobic state by micro-bubbles. In this study, we develop a new circulation model of purification system by vertical flow type for the purification of ocean sludge. As a result, it has high purification performance like a conventional circulation model of purification system by horizontal flow type.

#### 1. 諸言

河川・海域等の閉鎖水域において、堆積汚泥が問題となっている。その一般的な処理方法として浚渫や覆砂が用いられているが、周辺環境への負荷が懸念されている。これに対して本研究室ではマイクロバブルと微生物活性剤を用いた堆積汚泥の浄化方法として循環型浄化システムを開発している。微生物活性剤としては酵素（リパーゼ・プロテアーゼ・セルラーゼ）を用いて配合比率を検討した結果、高い浄化性能が示された。<sup>2)</sup>

しかしながら、本研究室で用いてきた循環型浄化システムの水流としては水平方向のみであり、実海域を考慮すると鉛直方向の水流を確保した循環型浄化システムを構築する必要がある。<sup>1)</sup>そこで本研究では鉛直流方式による循環型浄化システムを用いて堆積汚泥の浄化を行い、水平流方式と浄化性能を比較することを目的とする。

#### 2. 実験方法

海水 30ℓと汚泥 1.0kg を用いて 2 つの水槽を設ける。1 つはマイクロバブル発生装置を設置し、マイクロバブル発生水槽とする。また海水温度を一定 (30℃) に保つため

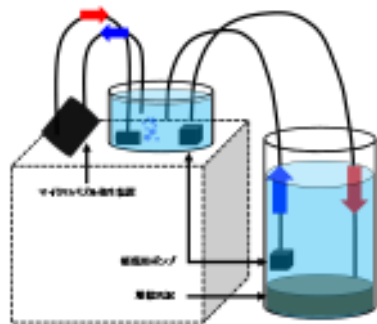


Figure 1 実験装置

に水槽用クーラーを設置する。もう一方を汚泥水槽とし水深 30cm とする。これら 2 つの水槽を鉛直方向の流れを用いて循環させるシステムとする。

測定項目は水素イオン濃度 (pH), 水温, 溶存酸素 (DO), 硫化水素 ( $H_2S$ ), アンモニア態窒素 ( $NH_4-N$ ), 亜硝酸態窒素 ( $NO_2-N$ ), 硝酸態窒素 ( $NO_3-N$ ), 全窒素 (T-N), 全リン (T-P) として, 測定は 12 時間ごとに 120 時間まで行う。微生物活性剤の投与は実験開始から 6 時間後に行い, その際には兼ねて測定も行う。

実験条件を Table 1 に示す。なお本研究における微生物活性剤は酵素と栄養分を加えたものとし, 栄養分は昆布水出汁 (500ppm) を投与した。

#### 3. 結果及び考察

##### 3.1 pH, 水温, DO

pH, 水温, DO の経時変化をそれぞれ Figure 2~4 に示す。pH は Case 0~3 とともに 7.0~8.0 でほぼ一定を示した。水温は温度管理によってほぼ 30℃ に保たれた。DO はマイクロバブルの供給によって初期値から増加した。Case 0 に関してはマイクロバブルを供給していないことから減少している。

##### 3.2 $H_2S$

$H_2S$  の経時変化を Figure 5 に示す。Case 1, 2 では実験開始 12 時間で大幅に減少し, 24 時間以降は 0 に近い数

Table 1 実験条件

Case	微生物活性剤			流量	方式
	リパーゼ	プロテアーゼ	セルラーゼ		
Case 0	0.0g	0.0g	0.0g	0L/h	鉛直流
Case 1	2.0g	0.2g	0.2g	300L/h	
Case 2	2.0g	0.2g	0.2g	900L/h	
Case 3	2.0g	0.2g	0.2g	300L/h	

1 : 日大理工・院・海建 2 : 日大理工・教員・海建

値となった。マイクロバブルの供給によって減少したと考えられる。一方で流量が少なく鉛直流方式を用いた Case 3 では実験開始 48 時間以降で 0 に近い数値を示したことから、上下混合に必要な流量が不足しているのではないかと考えられる。循環なしの Case 0 では汚泥から海水に溶出しなかったことで測定下限値を示している。

### 3.3 DIN

NH<sub>4</sub>-N, NO<sub>2</sub>-N, NO<sub>3</sub>-N の総和を DIN として経時変化を Figure 6 に示す。DIN は実験開始 120 時間で Case 1~3 で 69%, 89%, 76% の減少を示した。鉛直流方式を用いた Case 2, 3 で比較すると流量の多い Case 2 で高い浄化性能を示した。水平流方式を用いた Case 1 では実験開始 108 時間では 76% の減少を示したが実験開始 120 時間で増加している。これは微生物活性剤の効果が持続できなかったのではないかと考えられる。マイクロバブルと微生物活性剤を用いていない Case 0 に関しては 46% の増加を示しており、Figure 4 に示すように DO が低いため還元が生じているのではないかと考えられる。

### 3.3 T-N

T-N の経時変化を Figure 7 に示す。T-N は Case 1~3 で 85%, 73%, 84% の減少を示したことから、微生物活性剤および微生物の働きによって減少したと考えられる。  
 2) 水平流方式を用いた Case 1 と鉛直流方式を用いた Case 3 はほぼ同様な減少率を示したが、鉛直流方式において流量を多くした Case 2 で 10% 程度の差が生じた。しかしながら、数値としては測定下限値近くまで減少していることから Case 1~3 で高い浄化性能を示していると考え

られる。マイクロバブルと微生物活性剤を用いていない Case 0 では 1.0mg/L 程度で一定となっている。

### 4. 結言

鉛直流方式による循環型浄化システムを用いて、水平流方式との浄化性能の比較を行った結果、以下のことが分かった。

- T-N や DIN において水平流方式と同様に鉛直流方式においても大幅な減少を示したことから、高い浄化性能を示した。
- H<sub>2</sub>S の削減に関して鉛直流方式を用いた Case 3 で実験開始から 48 時間有したことから、循環に必要な鉛直方向への流量が不足していたのではないかと考えられる。
- 鉛直流方式で流量を多くした Case 2 で H<sub>2</sub>S, DIN の削減において高い浄化性能を示すことがわかったが、T-N に関しては減少率が Case 1, 3 と比較して 10% 程度低かったことから、今後、循環型浄化システムにおける循環の流量を検討する。

### 参考文献

- 1) 大塚耕司, 中谷直樹, 大内一之, 栗島裕治, 山磨敏夫: 五ヶ所湾における密度流拡散装置の環境修復効果, 日本船舶海洋学論文集第 6 号 2007
- 2) 山下和浩, 岡本強一: マイクロバブルと微生物活性剤を用いた堆積汚泥の浄化, 日本沿岸域学会講演概要集 No.27 2014
- 3) 曾根孝亮, 山下和浩, 岡本強一: 循環型浄化システムによる堆積汚泥の浄化過程における微生物の特定, 日本沿岸域学会講演概要集 No.27 2014

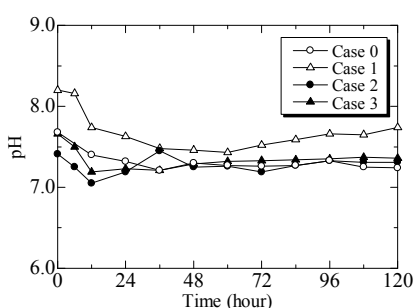


Figure 2 pH の経時変化

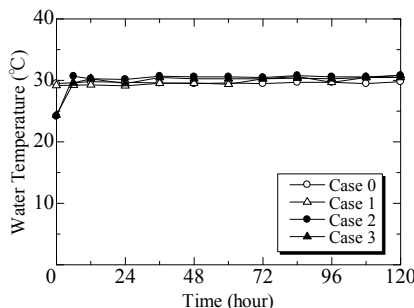


Figure 3 水温の経時変化

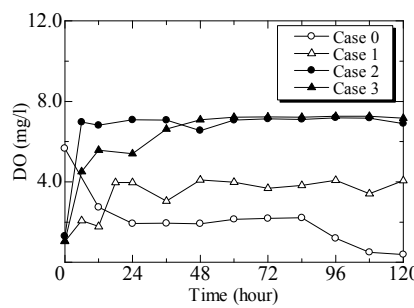


Figure 4 DO の経時変化

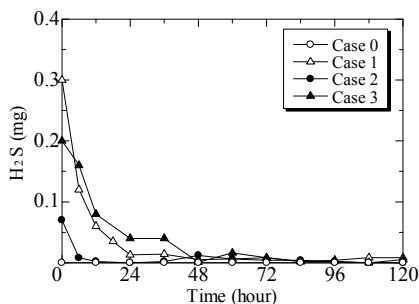


Figure 5 H<sub>2</sub>S の経時変化

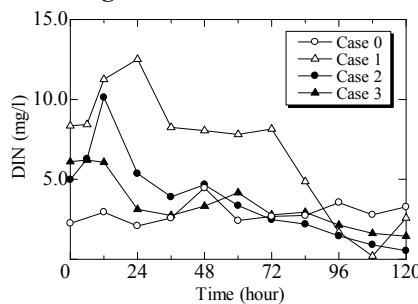


Figure 6 DIN の経時変化

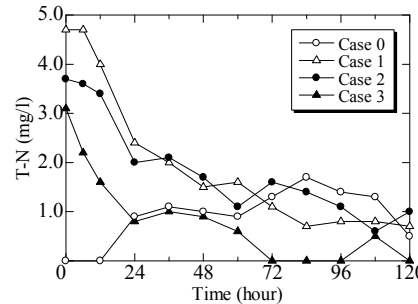


Figure 7 T-N の経時変化