

## 流れ場における底泥の酸素消費に関する研究

福岡大学工学部 学生員 溝口佑輔 福岡大学工学部 正会員 渡辺亮一  
 福岡大学工学部 正会員 山崎惟義 九州大学工学部 学生員 上田晋也  
 九州大学工学部 フェロー 楠田哲也

### 1. はじめに

湖沼や内湾、河川河口部には多くの有機物を含む底泥が堆積しており、水質に与える影響は極めて大きい。特に、風や潮流などの流れの影響により底泥が巻き上がった際には、堆積状態よりも多くの溶存酸素を消費すると考えられ、流れ場における底泥の酸素消費を把握することは重要であると考えられる。しかしながら、室内実験施設において理想的な流れ場を再現することは非常に難しく、バッチテストや直線水路、シミュレーション等でしか底泥の酸素消費について扱えていないのが現状である。そこで、当研究室では理想的な流れ場を再現可能な干潟生態系再現分析装置を製作し、底泥の酸素消費に関する実験を行った。その結果、流れ場での堆積泥および浮遊泥の酸素消費に関して若干の知見を得ることができたので報告させていただく。

### 2. 実験概要

#### 2.1 実験方法

実験に用いた干潟生態系再現装置（写真1：円形回転水路）は、直径5m、水路高0.4m、幅0.2mであり、上部の環状リングと下部の円形水路から構成されている。

実験に用いた試料は佐賀県六角川中流部で採取した。試料の物性値は真密度  $2640 \text{ kg/m}^3$ 、強熱減量 18%、中央粒径  $1.4 \mu\text{m}$ 、粒度組成は粘土分約 78%、シルト分約 22%であり地盤工学の三角座標分類では粘土に属する。水路内での底泥の形成には、 $1025 \text{ kg/m}^3$  の塩水で調整した懸濁液（濃度  $20(\text{g/l})$ ）を水路内に水深  $28 \text{ cm}$  となるように注入し、所定の期間圧密させ、底泥層を形成させた。巻き上げ

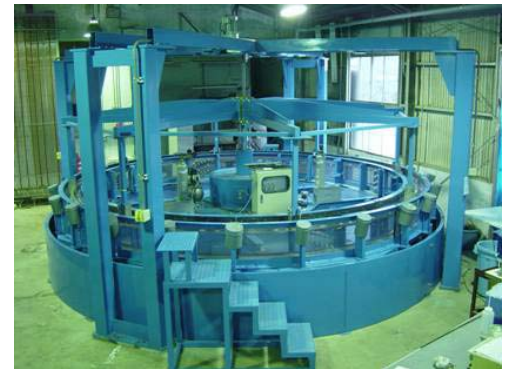


写真1 干潟生態系再現装置

実験の前日に酸素ガスを水路内でバブリングし、上層水の酸素を飽和させた後、実験を開始した。表1は実験条件を示している。実験開始後1~3時間せん断応力を表1のように変化させ、底泥を巻き上げた。この時、経時的に採水を行い、装

表1 実験条件

置内のSS濃度とDO濃度を求めた。

	条件	圧密期間(日)	水温(°C)	層厚(cm)	せん断応力(Pa)								
RUN1	明	14	17.9	3.6	0.4	0.5	0.6	0.7	1.0	1.5			
RUN2	暗	14	14.9	3.7	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	1.0	1.5	2.0	1.5
RUN3	暗	7	11.2	3.5	0.2	0.3	0.5	0.7	1.0	1.5			

#### 2.2 解析方法

泥による酸素消費を1次反応で表せると考えると、水路内の酸素濃度について式(1)が成り立つ<sup>1)</sup>。

$$V \frac{dC}{dt} = -KAC - kVSC \quad (1)$$

ここでVは水量(l)、Cは酸素濃度(mg/l)、Aは水と接している堆積底泥層の表面積( $\text{m}^2$ )、Sは浮遊泥濃度(g/l)、tは経過時間(h)、Kは底泥層単位表面積当たりの酸素移動係数(m/s)、kは浮遊泥による酸素消費速度係数( $1/h \cdot \text{SSg/l}$ )である。浮遊泥によるkはあらかじめバッチテストを行い求めた。式(1)の解は

$$C = C_0 \exp\left\{-\left(KA/V + kS\right)t\right\} \quad (2)$$

となる。堆積泥の酸素移動係数K以外は既知であるので実験値と計算値を比較して酸素移動係数Kを求めた。

### 3. 実験結果および考察

図1と2にRUN1のDOとSS濃度の経時変化を示している。図1から、実験値と計算値はよく一致していることがわかる。また、約400分の時に、せん断応力を1.5Paに設定したため、底泥が一挙に巻き上がりSS濃度が急速に増加し、酸素濃度が急激に低下した。この現象は、洪水時などに、一挙に底泥下層まで巻き上がった際の状態を表していると考えられる。

図3は摩擦速度と酸素移動係数Kの関係を表している。図中には、細井<sup>1)</sup>が徳島市内河川より採取した底泥を矩形循環式官水路で実験を行った結果(A~F)をプロットしている。この図から、摩擦速度が大きくなると、底泥層表層付近の水の交換が促進されるため、酸素消費も大きくなる傾向が見られる。しかしながら、RUN3に関してはほぼ一定の値となっている。これは、RUN3を行ったときの水温が11.2であり、RUN1(17.9)とRUN2(14.9)に比べると水温が低かったためであると考えられる。また、摩擦速度が増加していくと、一定値に漸近していく傾向が認められる。さらに、六角川と新町川底泥でKの値を比較すると、新町川底泥の方がかなり大きい値になっている。これは、実験に用いた試料の性状、実験装置・方法の違い等の影響であると推察される。

図4に浮遊泥と堆積泥による酸素消費の比較を示している。この図から、SS濃度が小さいうちは堆積泥による酸素消費の割合が多いが、SS濃度が0.7(g/l)付近を越えると浮遊泥による酸素消費が顕著に現れることが分かった。

### 4. 終わりに

本研究では、干潟生態系再現装置を用いて理想的な流れを再現し底泥による酸素消費について実験を行った。底泥の上層水に流れが生じると、それに伴って堆積泥による酸素消費が増加するが、摩擦速度が約2.7(cm/s)を超えると変化しなくなる傾向が分かった。また、巻き上げられたSS濃度が約0.7(g/l)を超えると浮遊泥による酸素消費が堆積泥による酸素消費よりも顕著に増加し、浮遊泥の酸素消費が支配的になることが明らかとなった。

#### <参考文献>

- 1) 細井由彦、村上仁士、上月康則：底泥による酸素消費に関する研究、土木学会論文集 No.456/ -21 pp.83-92、1992.11.
- 2) 松藤 明：博多湾における底泥の酸素消費に関する研究、福岡大学卒業論文 pp.52-61、2002.
- 3) 宮元英樹：干潟生態系再現分析装置を用いた底泥の巻き上げと沈降に関する研究、福岡大学卒業論文、pp.20、2003.

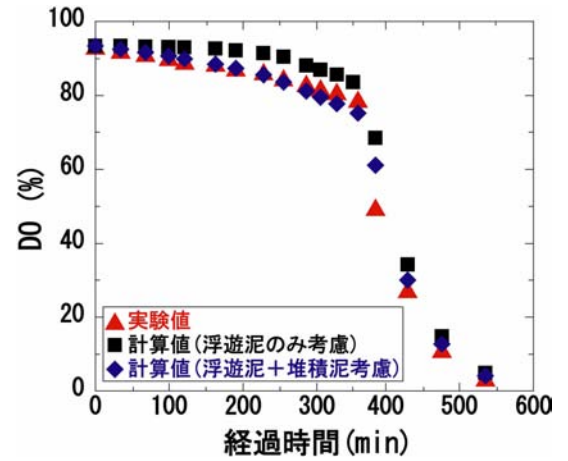


図1 水路内のDO濃度

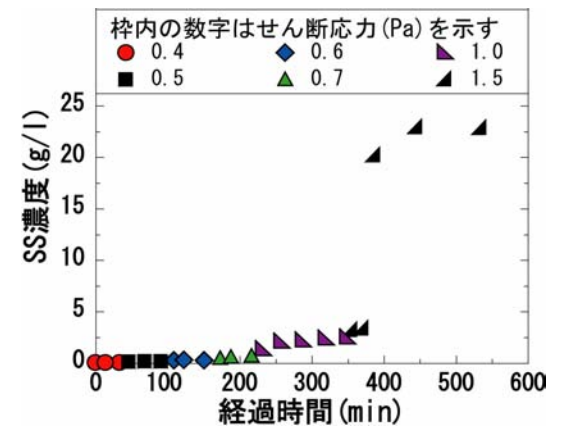


図2 水路内のSS濃度 (RUN1)

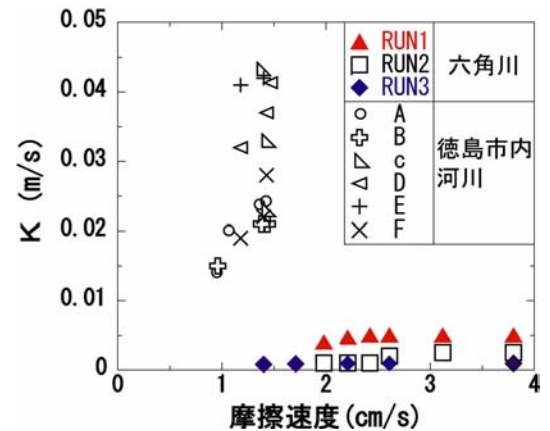


図3 摩擦速度と酸素移動係数の比較

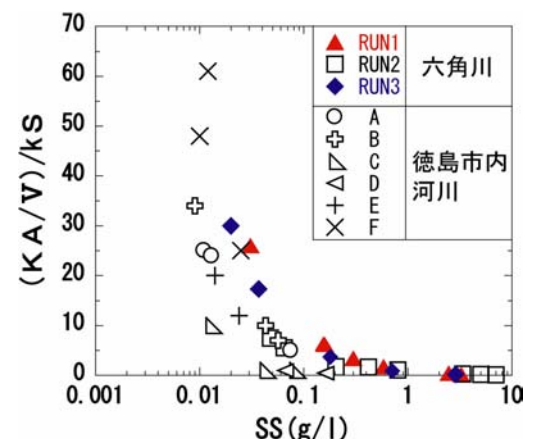


図4 浮遊泥と堆積泥による酸素消費の比較