

第 部門 海域における底泥の酸素消費に関する研究

大阪市立大学大学院工学研究科 正会員 遠藤 徹
 大阪市立大学大学 学生会員 ○馬込 大地
 大阪市立大学大学院工学研究科 正会員 重松 孝昌

1. 背景と目的

内湾奥部に存在する港湾海域の水質環境の改善は、国家的課題のひとつである。このような海域の環境を改善するために、海水交換や鉛直循環の促進、曝気による酸素供給などが提案されている。これらの対策技術の効果予測にあたっては、溶存酸素 DO を評価指標として用いることが考えられる。このとき、底質による酸素消費に関する知見が不可欠である。これまでに、底泥の酸素消費に関する測定は行なわれているが、貧酸素化した海域において計測された例はほとんどない。また、既往の研究で測定された貧酸素化した海域における底泥の酸素消費は、日や時間オーダーで測定したものであり、詳細に酸素消費を測定できていない。そこで、本研究では、現地海域において底質の酸素消費を測定し、その時系列変化を詳細に検討することとする。

2. 海域における底泥の酸素消費の測定法

測定にはチャンバー(容積 10L, 底面の直径 30cm, 高さ 20cm)を用いた(図-1 参照)。チャンバー内の溶存酸素 DO は、スターラー付き DO 計(YSI 社製 model-58)で測定し、10分毎にメモリーに記録した。

チャンバー内の DO 変化は、底泥による酸素消費と直上水中の酸素消費の影響を受けている。そこで、予め、底層直上水を採水して暗瓶(容積 1L)内に入れて密閉した後にチャンバー付近に設置した。暗瓶内

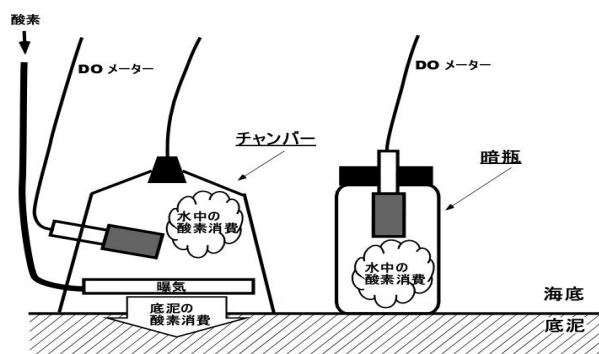


図-1 調査概念図

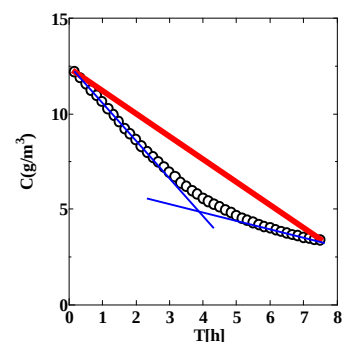
の DO 変化は、チャンバー内のそれと同様に計測・記録した。暗瓶内の DO 変化からチャンバー内直上水中の酸素消費量を推定し、これをチャンバー内 DO 変化量から差し引いた後、次式に基づいて比例定数 K_1 を求めた。

$$V \frac{dC}{dt} = -K_1 \cdot A \quad (1)$$

ことにより、底泥による酸素消費を算出した。ここに、 V および A はチャンバーの容積および底面積である。通常、この K_1 を単位面積あたりの酸素消費速度と呼んでいるが、フラックスの単位を有することから、本研究では「酸素消費フラックス」と称することにする。

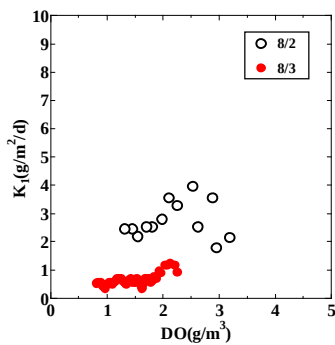
3. 調査結果

図-2 は、2006 年 9 月 21 日 17:20 ~ 24:50 に、阪南 2 区人工干潟潮感帯で計測されたチャンバー内 DO の変化(水中における酸素消費を考慮し、図-2 底質による DO 変化

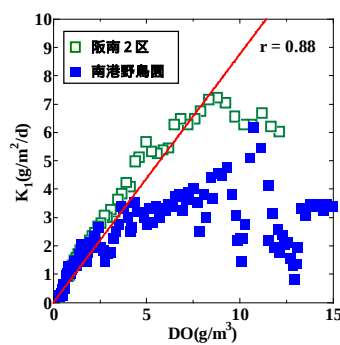


のである。計測開始時と終了時における酸素濃度から求められる図中の太直線の傾きが、通常求められる酸素消費フラックス K_1 を示す。しかし、同図より明らかなように、計測期間の初期において得られる直線と後期において得られる直線は、異なる勾配を有しており、従来の酸素消費フラックスの推定法では、酸素消費フラックスを正確に表しているとは言えない。このことは、チャンバー内の環境の変化によって酸素消費フラックスが変化する可能性を示唆するものと考えられる。

図-3 は、10 分毎に記録されたチャンバー内 DO と、



(a) 北泊地



(b) 阪南2区・野鳥園

図-3 酸素消費フラックスと DO の関係

それから求められた酸素消費フラックス K_1 との関係を示したものである。

同図(a)は堺泉北港湾海域北泊地港口部(2006年8月2日11:50~14:00, 3日11:00~18:00)で得られたデータを, また, 同図(b)は前述の阪南2区人工干潟および南港野鳥園

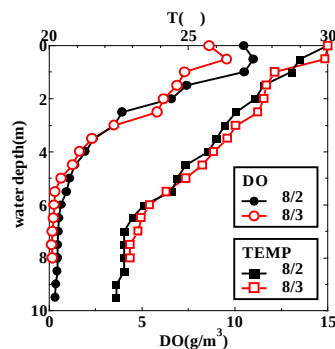
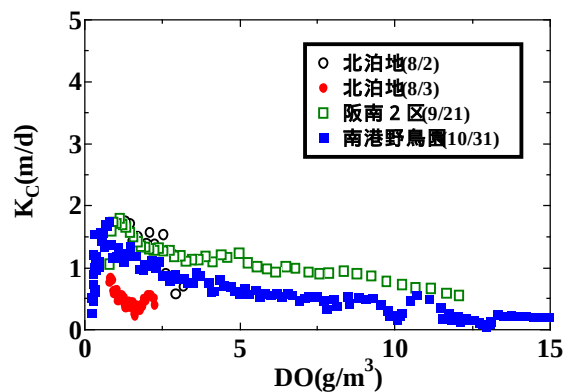


図-4 DO と水温の鉛直分布

(2006年10月31日13:50~2006年11月1日13:30)の潮間帯で得られたデータである。北泊地では, 図-4に示すように, 表層で過飽和, 底層で貧酸素状態であったので, チャンバーには中層水(水深3~4.5m)を入れて計測を行った。一方, 阪南2区および野鳥園では過飽和水をチャンバーに入れて計測を行った。図-3より, 貧酸素状態にあった北泊地では, DOが 2g/m^3 以上ではやや変動が見られるものの, それ以下ではほぼ一定の値を有することがわかる。一方, 当初は過飽和状態であった阪南2区および野鳥園では, DOが比較的低い場合には K_1 はDOの増加とともにほぼ線形的に増加することが分かる。以上より, 北泊地と阪南2区・野鳥園のDO消費メカニズムが異なるのではないかと推測される。

星加ら¹⁾は, 1988年10月と1989年12月に, 大阪港湾海域外で底質による酸素消費フラックスを求めており, 平均 $1.29\text{g/m}^2/\text{d}$ なる値を得ている。今回の計測で得られた酸素消費フラックスは, 北泊地で $0.2 \sim 4.0\text{g/m}^2/\text{d}$, 阪南2区人工干潟および南港野鳥園では最大約 $7.0 \sim 7.5\text{g/m}^2/\text{d}$ 程度の値であり, いずれも星加らが得ている値よりも数倍大きな値となった。

図-5 K_c と DO の関係

ここで, Hayakawaら²⁾に倣って, 底質による酸素消費は直上水のDOに依存すると仮定すれば,

$$V \frac{dC}{dt} = -K_c \cdot A \cdot C \quad (2)$$

が成り立つ。ここに, K_c は速度の次元を有するので, 底質による『酸素消費速度』と称することにする。図-5に, 酸素消費速度 K_c とDOとの関係を示す。同図によれば, K_c は, DOが減少するとともに緩やかに増加する傾向が見られ, いずれの海域でもほぼ同じ傾向を示すと判断できる。すなわち, K_c を用いれば, 底質による酸素消費特性を統一的に評価することが可能ではないか, と考えられる。

4. 結果

本研究で得られた結果を要約すれば, 以下の通りである。

チャンバーを用いた底質の酸素消費特性の推定方法として, 測定期間におけるDOの総変化量から酸素消費フラックスを見積もる方法では, 正確な底質の酸素消費特性を推定できないことを示した。

また, 酸素消費フラックスは海域によって傾向が異なるが, 酸素消費速度を用いれば, 海域によらず底質の酸素消費特性が統一的に推定できる可能性が示された。

参考文献

- 1) 星加 章・谷本照己(1995): 大阪湾における底層環境の酸素消費速度, 中国工業技術研究所報告, No.44, pp.39-44.
- 2) Hayakawa Y., K.Hayashizaki, and K.Watanabe (1999): Measurement of Dissolved Oxygen Consumption Rates by Bottom Sediment in an Estuary, Journal of National Fisheries University, pp. 73-80.