

海底酸素消費量測定装置の試作

福岡大学工学部 学生員○坂本明洋 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 福岡大学工学部 正会員 伊豫岡宏樹

1. はじめに

博多湾のように湾口幅が狭い閉鎖性の強い内湾では、海水交換がなされにくいいため、富栄養化による赤潮の発生、貧酸素水塊の発生、窒素やリンなどの栄養塩類の濃度バランスの変動などにより博多湾の生物の生息に影響を及ぼすことが問題となっている。また、水・底質海面は様々な物質交換の場となっており、そこでの物質輸送フラックスを把握することは水質の管理や生態系の理解のために重要である。特に底質による酸素消費速度 (Sediment Oxygen Demand) は溶存酸素の動態のみならずリンの溶出量にも関連している事が知られており¹⁾²⁾、その定量的な把握は非常に重要である³⁾。

酸素消費に関しては様々な研究がなされており、生物・化学的な観点からの研究、物理的な影響に着目した研究としては、巻き上げの影響を論じたものがある。また、現地においてどのような流れが底泥直上に存在し、それにより酸素消費量がどれだけ変動しうるのかという点は重要な問題である³⁾。しかし、酸素消費の現地調査を海底直上において計測することは容易でないこともあって、現段階で実際に酸素消費速度を海底で実測した例は少ない。そのため有機汚染の著しい博多湾における酸素消費速度も未だ不明確なままである。

2. 目的

本研究では将来的に博多湾における酸素消費量を調べるために、米国 HYDROLAB 社製水質チェッカー DS5 を用い、現地調査として海底の底泥直上で正確に酸素消費量を計測できる装置を開発することを目的とする。装置の改良としては、実験を重ね、その時に発生した問題点を解決していくものとする。

3. 装置の概要

写真-1 は海底酸素消費量測定装置の初期段階での概観を示す。これは、上部分の水質チェッカーと下部分のベルジャーという塩化ビニル樹脂製の円筒を組み合わせたもので、海底において閉鎖系の状態を保てる構造となっている。水質チェッカー DS5 では、水温、塩分濃度、溶存酸素、濁度、水深、ORP、クロロフィル



写真 - 1 海底酸素消費量測定装置

を計測することが可能である。ベルジャーの内側の体積は 14340.6cm^3 、底面積は 754.8cm^2 となっている。ベルジャー方式で求められる海底酸素消費量は、底泥が消費する量と直上水が消費する量の和であり、本来ならばこれらを別々に計算する必要があるが、本研究ではベルジャー内部の総酸素消費量しか測定できない。しかし、既往の研究によると、底泥が海底酸素消費量の約 9 割を占めているとみなして良いことがわかった⁴⁾⁵⁾。したがって、ベルジャー内の酸素消費が全て底泥によるものとしても、それほど大きな誤差は生じないと考えられる。

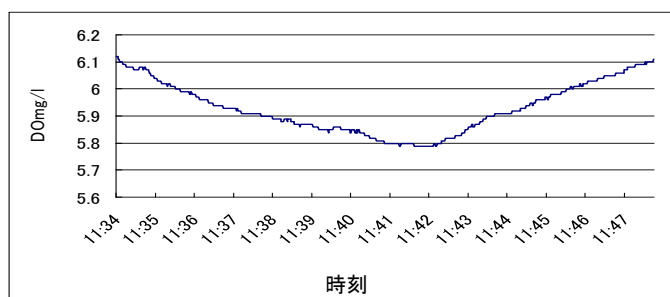


図-1 姪浜における酸素消費の計時変化

4. 装置の改良

5月2日、初期実験として姪浜漁港において酸素消費の測定を行った。そのデータが図-1 に示したものである。このデータによると計測から8分間は酸素が消費していると言えるが、8分を境に酸素が上昇している。原因として海底の地形が凸凹になっていたか、植物の影響でベルジャー内が閉鎖系になっていなかったと考えられる。

底泥のみの酸素消費を測るためには、閉鎖系にすること、底泥直上が巻きあがらないように装置を降ろすこと、ベルジャー内が濁っていないことが条件である。しかし、海底の状況がどのようなになっているか海上からは分からない。そこで、装置の改良策として、ベルジャー内の様子を確認できるように水中カメラを取り付けた。写真-2 に示すものが改良後のベルジャーである。真ん中は水質チェッカーのセンサーで、その横に水中カメラがついている。実験の際には、写真-2 改良後のベルジャーカメラ映像を見ながら装置を降ろし、海底付近にな



写真 - 2 改良後のベルジャー

ったら底泥が巻きあがらないようゆっくり着底させる。降ろした後に、巻きあがっていないか、底泥直上が濁っていないかを確認する。

5. 予備実験概要

十分な大きさのバケツに博多湾で採取した底泥と海水を入れ、それをエアレーションで曝気した状態で行うものとした。予備実験では、計測中もベルジャーの外側で酸素を供給し、ベルジャーの内側に酸素が入ってこないかを確認、かつ底泥直上の状況を水中カメラで撮影できるかどうかを検討する。

6. 予備実験結果

カメラを取り付けている部分の窪みに空気が溜まり、画像が綺麗に見えないことがこの実験において判明した。改良策として海底に沈める前に装置を逆さにし、空気を抜くことを試みた。尚、焦点距離については問題なく、ベルジャー内が濁っていなければ海底の様子がわかる。予備実験の結果を図-2に示した。微量ではあるが、酸素は消費され、消費速度は $0.0014(\text{g}/\text{m}^2/\text{day})$ という結果が得られた。

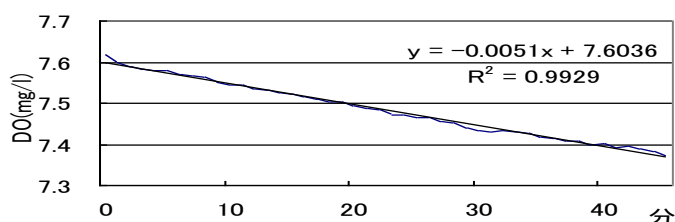


図-2 底泥における酸素消費の計時変化

7. 姪浜漁港における実験概要

改良した装置を用い、12月17日と19日に姪浜漁港において、停泊している漁船の船尾から水中カメラで海底を確認しながら装置を降ろし、酸素消費を計測することとした。天候は雪で両日ともに風の強い日であった。

8. 実験結果

①12月17日の実験結果を図-3に示す。風が強く揺れる船尾の影響で、海底に沈めた装置が転倒し、酸素消費のデータとしては未解明なデータとなったが、転倒した時間を濁度とカメラ映像から解析すると、14時54分に転倒し、巻きあがりと同時に急激に酸素消費していることがわかった。このことより、底泥の酸素消費を計測するためには底泥が巻きあがらないような状態が必要だと言える。

②12月19日の実験結果を図-4に示す。14時38分に装置を降下開始、14時40分に着底したものである。この結果は濁度が0のまま一定で急激な変化も見られなかったため、酸素消費のデータとして確かなものと見受けられる。この地点での酸素消費速度は $0.0005(\text{g}/\text{m}^2/\text{day})$ であった。

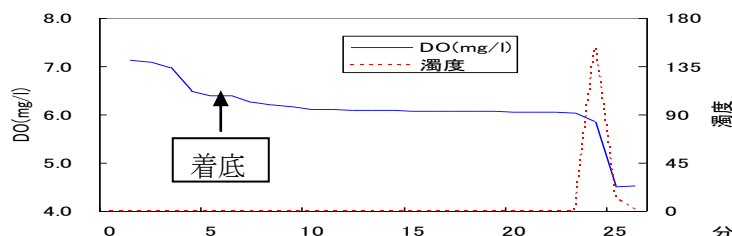


図-3 12月17日姪浜における酸素消費の計時変化

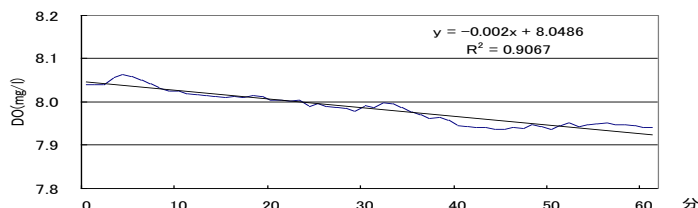


図-4 12月19日姪浜における酸素消費の計時変化

9. 考察

姪浜漁港における調査結果は、 $0.0005(\text{g}/\text{m}^2/\text{day})$ となり、他の海域での酸素消費速度(広島湾冬季 $1.31 \text{ g}/\text{m}^2/\text{day}$, 大阪湾冬季 $0.79 \text{ g}/\text{m}^2/\text{day}$)に比べ非常に遅い値となった。これは、密閉しているベルジャー内において、ほとんど鉛直攪散が起きないため、底泥によるDO消費をうまく捉えることができなかった可能性がある。海底の底泥を正確に計測するという目的には未だ途中段階である。

10. 課題

今後の現地調査では、博多湾海域において船が揺れる状況である。それに対応するためには姪浜漁港内での実験で確実に成功させておかなければならない。これからの課題として、ベルジャー内に攪拌機を取り付け、計測前及び計測中にベルジャー内部を鉛直攪拌させるように装置を改良する必要がある。更に、装置の転倒を防ぐために底面部分を改良し、一刻も早く博多湾海底を調査及び水中カメラで撮影していきたいと試みている。

11. 参考文献

- 1). Ishikawa, M. and Nishimura, H. (1989) Mathematical model of phosphate release from sediments considering the effect of dissolved oxygen in overlying water, *Water Research*, 23, 351-359.
- 2). 細見正明(1993)底質からの窒素及びリンの溶出とその制御, 水環境学会誌, 16, 91-95.
- 3). 中村由行: 底質の酸素消費過程における濃度境界層の役割, 水環境学会誌, 第16巻第10号, pp.732-741, 1993
- 4). 星加章, 谷本照巳: 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.40, pp.39-44, 1995
- 5). 野村宗弘, 千葉信男, 徐開欽, 須藤隆一: 志津川湾における貧酸素水塊の形成, 沿岸海洋研究, Vol.33, No.2, pp.203-210, 1996