

現地直接測定手法による底泥の酸素消費速度の測定 —博多湾における実測結果をもとに—

福岡大学工学部 学生員○吉良知陽 正会員 山崎惟義, 伊豫岡宏樹, 渡辺亮一

1. はじめに

福岡市では 1982~1986 年の沿岸開発の埋立て材として、博多湾海底の海砂を利用したため、2つの大きな浚渫窪地が室見川河口に残されているこれらの窪地は、博多湾で夏季に毎年のように発生している。貧酸素水塊の原因の一つであると考えられており¹⁾、国土交通省でも平成 23 年度より、博多湾航路の浚渫土砂を利用して段階的に百道浜沖窪地の埋め戻し事業の着手し始めた。また博多湾の生態系を持続的に保全するためには、博多湾の貧酸素の形成過程を明らかにする必要がある。貧酸素化の要因として底質による酸素消費が占める割合が大きいと考えられており³⁾底質の酸素消費を把握する事は貧酸素化の対策として非常に重要である。よって本研究では以下の 3 点を目的として設定した。(1) 博多湾の百道浜沖窪地及び東防波堤の酸素消費速度の現場での実測を行う。(2) 酸素消費速度と採泥した底質の関係性を明らかにする。(3)土砂投入による底質の酸素消費への影響を明らかにする。

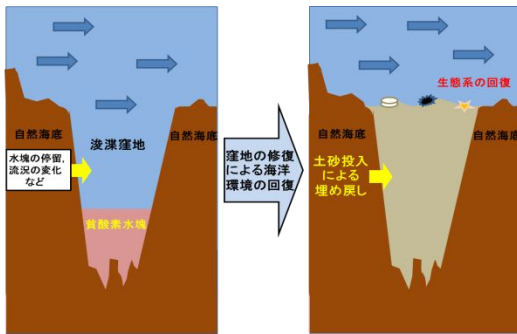


図-1 窪地の埋め戻し修復効果を示す図

2. 研究概要

調査に用いた酸素消費速度測定装置(ベルジャー)は、多項目水質計 (HYDROLAB 社製 DS5) に塩化ビニル樹脂製の容器を組み合わせたもので、海底で密閉状態を保てる構造となっている。(写真 1) 測定項目は水温、塩分、溶存酸素、濁度、水深、酸化還元電位 (ORP)、クロロフィル a 濃度である。ベルジャーの内の容積は 13.1ℓ、底面積は 706.5cm²で装置内の様子、着底した際の底泥の巻き上がり、観測中の観測装置の様子を確認するために水中カメラ、海水を採水するためのポンプを装着している。また、ベルジャー内部の水質を均一にするため攪拌機を装着させた。酸素消費速度は、海底におけるベルジャー内の酸素濃度と合わせてベルジャー内から採水した水を用いて船上で酸素濃度を測定するこ



写真 2 ベルジャー

とで底質による寄与分と水塊による寄与分を分離した。また、同時にエクマンバージを用いて表層 1cm 程度の底質採取を行い、現場で ORP を測定した後クーラーボックスに入れて持ち帰り、酸揮発性硫化 (AVS)、含水比、強熱減量(IL)、土粒子密度、有機炭素量、有機窒素量、CN 比を測定した。有機炭素量、有機窒素量の測定の際には、無機炭素の影響をなくするため塩酸を数滴添加し反応が終了した後に測定を行った。調査地点は百道浜沖窪地の窪地内 4 地点と窪地周辺 4 地点、東防波堤 6 地点の計 14 地点である。(図 2) 10 月 9 日に C7, C8, C9, C10, 10 日に A1, A2, A3, A4, 11 日に D1, C4, 24 日に C6, E1, A5, A6 地点で調査を実施した。また窪地内の E-1 地点は本年度 9 月に一部埋め戻しを行った地点である。

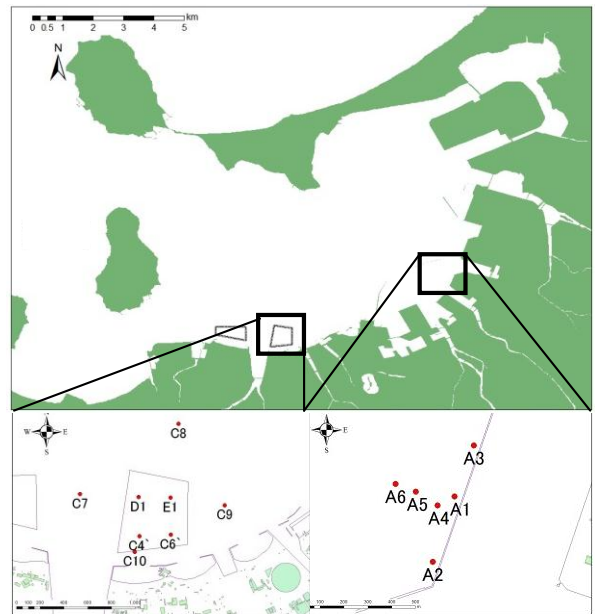


図-2 調査地点図

3. 調査方法

3.1 ベルジャー内の酸素消費速度の測定方法

- ①ベルジャー内に空気が入らないよう注意しながら水中に沈める。
- ②海底までベルジャーを降下し、静かに着底させる。着定後水中カメラおよび水質計の濁度に関する指示値より、ベルジャー内の生物の有無および底質の巻き上げを確認する。巻き上げが顕著な場合や、大型の生物が確認された場合は再度設置する。
- ③採水ポンプでベルジャー内の海水を採水し、水塊による酸素消費速度の準備をする。(3.2 参照)
- ④ポンプを停止し、ベルジャー内を密閉状態に保ち、ベルジャー内の水質のログを開始する。(約 30 分間) 測定中は、適宜ベルジャーの転倒や底質の巻き上げがないか、水中カメラおよび水質計の指示値を確認する。

3.2 水塊による酸素消費速度の測定方法

- ①多項目水質計(MS5)のキャップに 3.1 により採取された海水を満たし、空気が入らないようにセン

サー部を密閉する。

②光を遮断した容器に底層水を満たし、キャップをしたセンサー部を浸して、急激な温度上昇と光合成による DO の変化を防ぐ。

③ベルジャーと同時進行でキャップ内の水質のログを開始する。(約 30 分間)

4. 酸素消費速度算出方法

底質による酸素消費速度はベルジャー内の溶存酸素変化速度 a_1 と水塊のみの溶存酸素変化速度 a_2 を用いて式(1)より算出した。

$$U = \frac{(a_1 - a_2) \cdot V}{1000 \cdot A} \dots(1)$$

酸素消費速度 : U ($g/m^2/day$)
 ベルジャーの容積 : $V=13.1$ (l)
 ベルジャーの底面積 : $A=0.0706$ (m^2)
 溶存酸素変化速度 : a_i ($mg/l/day$)
 a_1 ベルジャー内の溶存酸素変化速度
 a_2 水塊の溶存酸素変化速度

5. 調査結果

今回調査を行った百道浜沖窪地の 8 地点、東防波堤の 6 地点、全 14 地点の酸素消費速度の測定結果を図 3 に示す。東防波堤の酸素消費速度の平均値は $1.54 g/m^2/day$ で、百道浜沖窪地の酸素消費速度の平均値の方が $2.29 g/m^2/day$ と高い。最も酸素消費速度が小さかった点は今年埋め立てを行った E1 地点の $0.81(g/m^2/day)$ で、最も大きかった地点は室見川の河口である C7 地点の $2.86(g/m^2/day)$ であった。窪地内である C4', C6', D1, E1 地点の酸素消費速度を比較してみると明らかに E1 地点のみ酸素消費速度が小さくなった。また、東防波堤の底質には貝殻が非常に多かった。東防波堤の酸素消費速度を比較してみると A1 地点のみ少し大きかったが全体を見ても大きな差は無かった。

6. 考察および結論

最も酸素消費速度が小さかった E1 地点は、本年度 9 月に浚渫土砂の投入が終了した地点で、また、底質は C4', C6', D1 地点と百道浜沖窪地内で比較しても含水比、IL、有機炭素量(図 5~7)で低い値を示した。よって E1 地点の底質は有機物が窪地内で比較しても少なかったため底質による酸素消費量は小さくなったと考えられる。また東防波堤では A1 地点のみ酸素消費速度が $2.0 g/m^2/day$ を上回ったが、百道浜沖の調査地点と比較して全体的に低い値となった。東防波堤では百道浜沖窪地より酸素消費速度が全体的に低く ORP と負の相関が見られた(図-4)。一方で図-5、図-6 から強熱減量、有機炭素量は東防波堤では百道浜沖窪地よりも高かった。貧酸素化の原因とされる底質の酸素消費は底質に生息する有機物によるものだと考えられているが、今回の結果では強熱減量、有機炭素量が百道浜沖窪地よりも高いのにも関わらず酸素消費速度が小さくなった。酸素消費が底質でなく貧酸素化に伴う硫化物の溶出など化学的な要因での消費された可能性³⁾や、有機物が難分解性有機物であった可能性も考えられる。よって貧酸素化は底質に生息する有機物の影響や化学的な反応により引き起こされる可能性がある事が分かった。

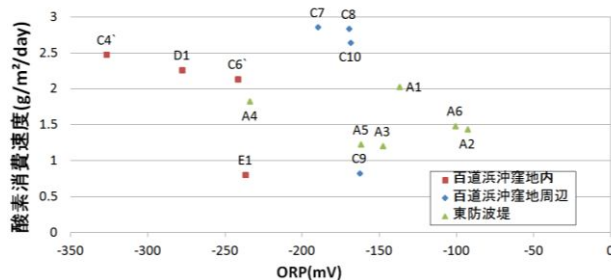


図-4 酸素消費速度と強熱減量の関係

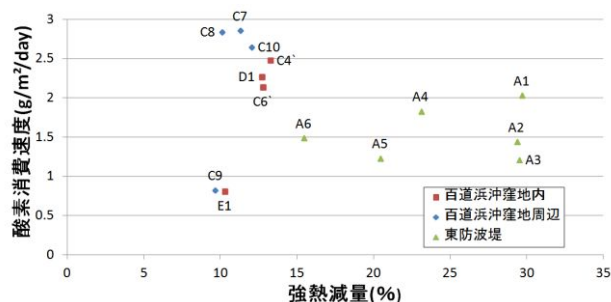


図-5 酸素消費速度と強熱減量の関係

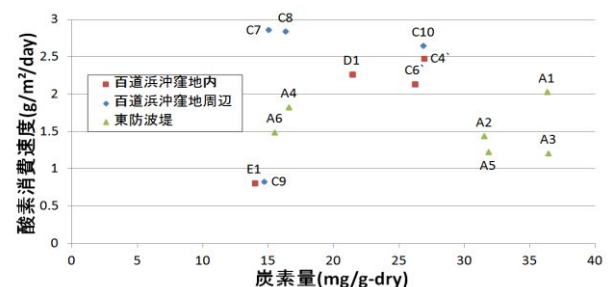


図-6 酸素消費速度と炭素量の関係

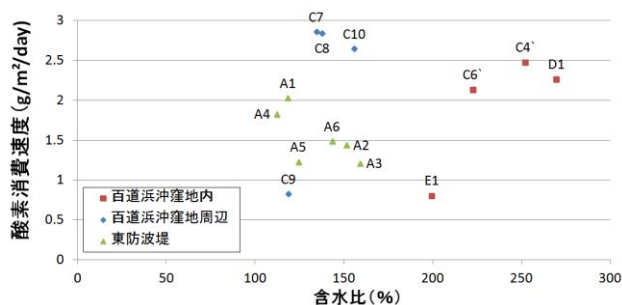


図-7 酸素消費速度と含水比の関係

参考文献

- 1) 武田将英, 山崎惟義, 渡辺亮一, 五明美智男, 玉上和範, 高瀬和彦, 岡部格: 2009年夏季における博多湾浚渫窪地の水温構造, 海洋開発論文集, 第 26 巻, p627, 2010.
- 2) 中村泰男, 東博紀, 牧秀明: 貧酸素水塊の形成機構と生物への影響評価に関する研究, 独立法人国立研究所, pp1-34, 2010.
- 3) NATACHA RYCKELYNCK, HILMAR A. STECHER III, CLARE E. REIMERS: Understanding the anodic mechanism of a seafloor fuel cell: interactions between geochemistry and microbial activity Biogeochemistry 76, pp113-139, 2005.