

博多湾における底質の酸素消費速度の現地観測

福岡大学工学部 学生員○黒岩寛 正会員 山崎惟義 伊豫岡宏樹 渡辺亮一 浜田晃規

1. 研究背景と目的

博多湾では 1980 年代の沿岸開発の埋立て材として、室見川河口の海砂が利用されたため、二つの大きな浚渫窪地が残されており、この窪地は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いる¹⁾。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に着手している。本研究では貧酸素化の過程を明らかにするため、貧酸素化の主要要因と考えられている底質の酸素消費速度の湾内での分布を把握する現地調査を行った。また、以下の3点を目的として設定した。(1) 博多湾の底質をクラスター解析することにより小グループに分類して選出した地点と百道浜沖窪地で底質の現地観測を行い、酸素消費速度を測定する。(2) 酸素消費速度と底質の関係を明らかにする。(3) 埋め戻しによる底質の酸素消費への影響を明らかにする。

2. 研究概要

2.1 調査概要

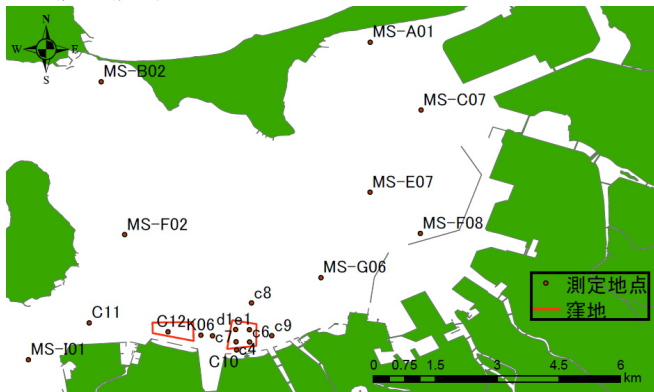


図1. 調査地点図

観測地点は底質をクラスター解析することにより抽出した湾内 11 地点、百道浜沖窪地の窪地内 4 地点および窪地周辺 4 地点の計 19 地点とした。(図1) 9月24日にC11, C12, K06, 10月10日にMS-B02, MS-F02, MS-G06, 11日にMS-A01, MS-C07, MS-E07, MS-F08, そして28日から30日までにC7, C8, C9, C10, C4', C6', D1, E1地点で調査を行った。

2.2 酸素消費速度測定装置

今回の現地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 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。多項目水質計の測定項目は水温(°C)、塩分(psu)、DO濃度(mg/l)、濁度(NTU)、水深(m)、ORP(mV)、クロロフィルa(μg/l)である。また、ベルジャー内の様子、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の水中カメラ、ベルジャー内の海水を採水するためのポンプ、およびベルジャー内のDO濃度が均一になるように攪拌機(タミヤ

製の水中モーター(型番70178,70185))を装着している。

2.3 クラスター解析について

底質特性のパターン化するために平成24年度に博多湾で採取した底質のAVS(mg/g-dry)、有機炭素量(mg/g-dry)、有機窒素量(mg/g-dry)、CN比、ORP(mV)、DO濃度(mg/l)の6項目を用いてウォード法によるクラスター解析を行い、その結果からパターンAからパターンIまでの9パターンに分類した。また、クラスター解析の結果を図2に、各パターンにおける項目ごとの平均値を表1に示す。

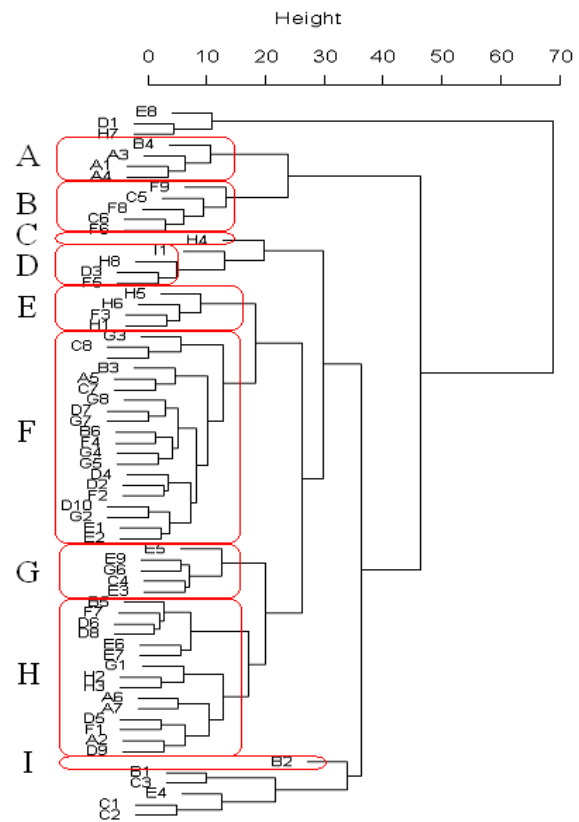


図2 クラスター解析による結果

表1 各パターンにおける項目ごとの平均値

項目	AVS(mg/g-dry)	有機炭素量(mg/g-dry)	有機窒素量(mg/g-dry)	CN比	ORP(mV)	溶存酸素(底層)(mg/l)	抽出した地点
A	0.29	40.18	3.51	11.68	433	4.69	MS-A01
B	0.17	42.93	1.84	23.66	431	5.03	MS-F08
C	0.08	24.68	1.24	19.87	413	4.81	C11
D	0.12	23.51	1.03	23.34	430	4.99	MS-I01
E	0.15	16.69	1.41	12.16	424	5.24	C12, K06
F	0.31	17.59	1.75	10.44	431	5.05	MS-C07, MS-F02
G	0.13	20.31	1.40	15.78	436	5.14	MS-G06
H	0.24	29.01	2.49	12.44	433	4.92	MS-F07
I	0	4.23	0.29	14.59	441	5.9	MS-B02

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

測定を行う際にベルジャー内に空気が混入していないか、また着底時に底泥の巻き上がりがないかに注意

しながらベルジャーを海底面に設置し、ベルジャー内に設置した多項目水質計によってベルジャー内の DO 濃度を測定した。また、ベルジャーに設置したポンプを用いて採水したベルジャー内の海水を船上で多項目水質計を用いて DO 濃度を測定した。このとき、採水した水は多項目水質系のキャップに入れ、多項目水質計に取り付けて測定した。また、キャップは採水した水が直射日光によって光合成が起きて DO 濃度が変化しないようにキャップの周りをアルミ箔で覆い遮光しておく。それぞれの測定は 30 分間行う。

3.2 底質の分析

今回酸素消費速度の測定を行った 19 地点で、測定時にエクマンバージを用いて底質の表層を 1cm 程度の採取し、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、AVS、含水比(%), 強熱減量(%)、有機炭素量、有機窒素量、CN 比を測定した。AVS はガステック製ヘドロテック S を用いて、含水比は JIS A 1203、強熱減量は JIS A 1226、有機炭素量(C)、有機窒素量(N)、CN 比は CN 分析計(ヤナコ社製 CN CORDER MT-700)を用いて測定した。

4. 酸素消費速度算出方法

底質の酸素消費速度 v は測定時間の最初の 5 分を除いた溶存酸素濃度の測定値を使う。算出方法は以下とおりである。

$$v = \left(\frac{\partial C_w}{\partial t} - \frac{\partial C_b}{\partial t} \right) \frac{V}{A} \cdots (\text{式 1})$$

ここに v : 底質の酸素消費速度($\text{g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{day}^{-1}$)、 V : ベルジャーの容積(m^3)、 A : ベルジャーの底面積(m^2)、 C_b : ベルジャー内の溶存酸素濃度(mg/l)、 C_w : 水塊の溶存酸素濃度(mg/l)、 t : 観測時間(day)である。また今回用いたベルジャーの容積は 0.131m^3 、底面積は 0.0706m^2 である。

5. 結果

百道浜沖窪地の酸素消費速度はどの地点においても比較的低い値を示しており、 $0.37 \sim 1.95\text{g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{day}^{-1}$ を示し、平均値は $1.1\text{g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{day}^{-1}$ で、平成 24 年度の平均値 $2.29\text{g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{day}^{-1}$ に比べて非常に低かった。同様に底質の分析結果から今回の結果と平成 24 年度の結果(図 3)を比較すると今回の底質の分析項目の結果は全体的に低かった。一方それ以外の湾内 11 地点で酸素消費速度は $0.67 \sim 9.27\text{g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{day}^{-1}$ となった。

また、底質による酸素消費速度と強熱減量及び有機炭素量の関係を図 4、図 5 に示す。図 3 では強熱減量が 6~14%の間で正の相関が見られ、図 4 では有機炭素量が $4.00 \sim 12.00\text{mg/g-dry}$ の間で相関が見られた。

6. 考察と結論

MS-B02 と MS-A01 ではホトトギス貝のマットが確認されたため酸素消費速度が高かったと考えられる。一般的に底質の酸素消費は底質に存在する有機物が影響している。強熱減量と有機炭素量はどちらも水中の有機物量の目安となる。図 3、図 4 より強熱減量や有機炭素量が高いほど酸素消費速度が高くなっていることから、有機物が多ければ酸素消費速度が高いことを表してい

土質	酸素消費速度($\text{g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{day}^{-1}$)	含水比(%)	強熱減量(%)	AVS($\text{mg} \cdot \text{g-dry}^{-1}$)	ORP(mV)	溶存DO($\text{mg} \cdot \text{g-dry}^{-1}$)	C/N	泥分率(%)
D1	平成25年 1.07	95.8	7.46	0.10	-49	3.98	0.39	10.23
	平成24年 2.27	269.5	12.69	0.94	-278	21.38	2.49	8.64
E1	平成25年 0.37	94.7	8.45	0.21	-72	6.68	0.75	8.95
	平成24年 0.81	199.4	10.28	0.43	-237	13.95	2.53	9.69
C4	平成25年 1.07	110.5	9.47	0.10	-325	8.29	0.99	8.35
	平成24年 2.48	252.1	13.25	2.03	-327	26.88	1.49	10.81
C6	平成25年 1.10	179.5	12.49	0.71	-160	8.58	1.02	8.45
	平成24年 2.14	222.4	12.77	0.86	-242	26.18	1.76	10.34
C7	平成25年 0.61	112.6	10.87	0.20	-237	7.3	0.74	9.8
	平成24年 2.86	134.6	11.29	0.44	-190	15.02	1.14	10.1
C8	平成25年 1.95	117.1	9.92	0.42	-41	7.05	0.73	9.71
	平成24年 2.84	137.7	10.10	0.26	-170	16.31	2.3	9.28
C9	平成25年 1.28	110.4	9.41	0.46	-64	6.49	0.79	8.19
	平成24年 0.83	118.8	9.66	0.28	-163	14.7	2.47	12.93
C10	平成25年 1.34	126.2	9.87	0.50	-220	5.72	0.58	9.88
	平成24年 2.65	155.8	12.03	0.60	-169	26.85	1.44	11.65

図 3 平成 25 年度と平成 24 年度の底質の比較

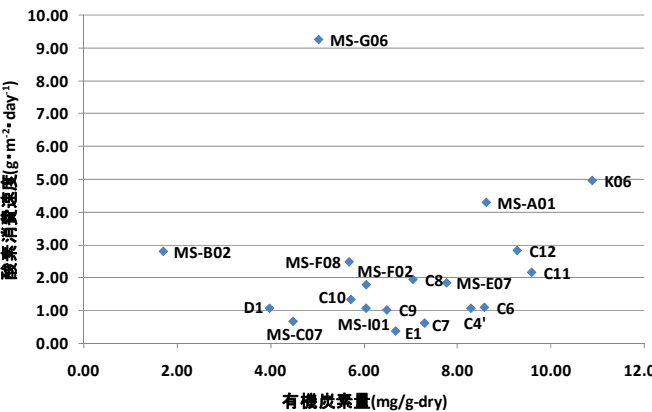


図 4 酸素消費速度と強熱減量の関係図

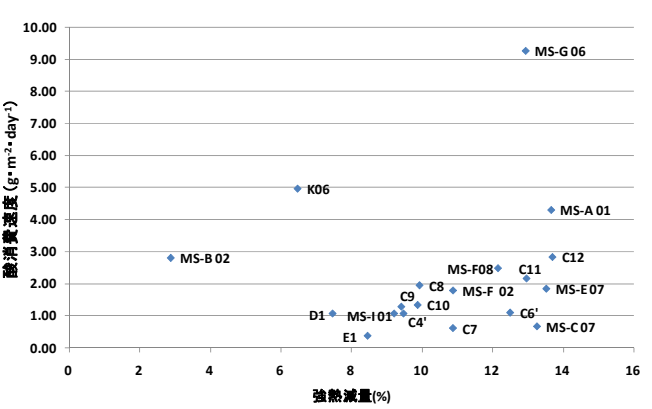


図 5 酸素消費速度と有機炭素量の関係図

る。このことから、博多湾の底質の酸素消費も底質に存在する有機物に影響していることから、概ね一般的な傾向に合致する。

また、今年度の百道浜沖窪地に関して酸素消費速度及び土質分析の結果が平成 24 年度の結果より比較的低かったことから、百道浜沖窪地内 4 地点において浚渫土砂による埋め戻しを行った影響が出た可能性が考えられる。

7. 謝辞

この研究の一部は、科学研究補助金(基盤研究 C: 研究番号 21560575, 研究代表者: 渡辺亮一)の助成を受けて行われたものである。ここに記して謝意を表する。

8. 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.