

# 博多湾における現地調査と室内実験による 底質の酸素消費速度の測定

福岡大学工学部 学生員○貞方貴宏 フェロー会員 山崎惟義 正会員 伊豫岡宏樹

## 1. はじめに

閉鎖性の内湾では全国的に貧酸素化による生態系の悪化が進行している。博多湾においても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が、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、底質の酸素消費を把握する事は貧酸素化の対策を策定するうえでも重要である。しかし、底泥による酸素の消費速度の測定は問題点も多くかつ高コストであることから、必ずしも十分に実施されていない。

また、博多湾では土取り跡窪地による貧酸素化の問題が指摘されてきたが、百道浜沖窪地においては埋め戻しが終了、愛宕浜沖窪地においては埋め戻しが計画されている。

そこで本研究では以下の4点を目的として設定した。(1)埋め戻し前後の窪地、並びに周辺の底泥の酸素消費速度のベルジャー型酸素消費速度測定装置による現場実測と室内実験によりその違いを明らかにし埋め戻し効果を明らかにすること。(2)酸素消費速度と底泥質の関係を明らかにすること。(3)昨年度のベルジャー型酸素消費速度測定装置で指摘された水塊のみの酸素消費速度測定の改善。(4)現地調査と室内実験の比較をし、両手法の妥当性を明らかにすること。

## 2. 研究概要

### -1 現地調査

底泥の酸素消費速度の測定ならびにサンプリングポイントは愛宕浜沖窪地内3地点と窪地周辺3地点と百道浜沖窪地の窪地内4地点と窪地周辺4地点、計14地点である。(図1) 2015年10月5日から22日にかけて調査を行った。

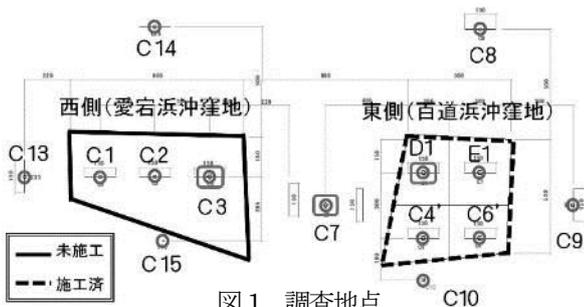


図1 調査地点

底泥質分析のための資料採取と分析方法は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)、泥分率を測定した。

### -2 室内実験

室内実験は、まず図1に示す窪地及びその周辺(愛宕浜・百道浜沖窪地)のC3, C7, D1の3地点において、潜水士によりアクリルパイプ採泥器(直径10cm)を用いて不攪乱の柱状採泥試料を採取し、採取した柱状コア試料は、上下のシリコン栓で密栓し、搬入した。また、試験水としては、調査地点付近の海水をバンドーン式採水器で採取した。1地点につき3本ずつの海水入り底泥試料と0.45 $\mu$ mフィルターでろ過した海水を試験水として用い、図2に示す試験装置を設定し、試験開始後72時間までの溶存酸素量(DO)について、測定を行った。柱状コア内の海水の酸素濃度を均一にするために攪拌用にペリスターポンプ(WM-205U/CA)を用いた。溶存酸素量(DO)の測定は、(1)ウィンクラー法(JIS K 0102(2010)32.1)と(2)フランビンに採水直後の酸素固定前に、蛍光式DOメーター(2FD454 蛍光式携帯型溶存酸素計 MultiLine FDO 925)での測定、(3)蛍光式溶存酸素計(LDO HQ30d)による72時間15分おきの連続観測により分析した。実験は10月16, 17, 18日の三日間で実施した。

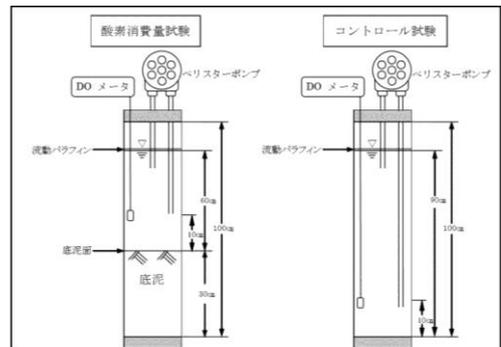


図2 室内実験用酸素消費速度測定装置の概要

## 3. 調査方法

### -1 現地調査

#### 3.1.1 ベルジャー内の酸素消費速度の測定方法

ベルジャー内の酸素消費速度の測定は※前報(※平成25年度 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一福岡大学工学部 学生員 吉良知陽の卒業論文)の通りである。

#### 3.1.2 水塊による酸素消費速度の測定方法

1) ベルジャーによりポンプアップした海水で多項目水質計(DS5)のキャップを満たし、特に空気が入らないようにセ

ンサー部を密閉する。2) 海底まで降下させ、着底させる。3) ベルジヤーと同期させてキャップ内の水質を記録する。

## -2 室内実験

1) 水温は夏場を想定し (25°C) に設定した。また、試験水はあらかじめ曝気し、現場の溶存酸素濃度よりもやや高めに調整した。2) 試験装置は、柱状コア恒温装置内に設置し、柱状コア内の直上水を 1) で溶存酸素濃度を調整した試験水に、底質表面を攪乱しないように入れ替えた。植物プランクトンの光合成の影響を避けるため、実験は暗条件下での試験とし、試験中は水温が概ね一定であることを確認。3) 室内実験は、DO メーター及び循環装置を取り付け、図 2. 示したような酸素消費速度試験装置を組んだ。4) 実験中は、攪拌機により採取底質が巻き上がらないよう試験装置内の試験水を攪拌し、DO メーターにより試験水の溶存酸素濃度の変化を経時的に記録した。時間を横軸に、DO 濃度から求めた DO 量を縦軸に取った経時変化図から酸素消費速度を算出した。5) コア内の底泥中に底生生物等が生息している場合は試験終了後、底質中の底生生物について、その大まかな量や種類など概要を記録した。

## 4. 算出方法

### -1 現地調査

底質の酸素消費速度は※前報と同様に算出した。

### -2 室内実験

1) 各地点の酸素消費速度の測定は機器測定による測定を 1 検体、ウィンクラー法による分析を 2 検体実施した。機器測定による溶存酸素量の時間変化は、連続観測 (15 分毎 72 時間) とした。ウィンクラー法は、開始直後 1, 2, 3, 6, 12, 24, 36, 48, 72 時間後に実施した。得られた溶存酸素量の時間変化からそれぞれ酸素消費速度を算出した。2) 実験のコントロールとしては、試験水のみ試験装置を設定し、水塊の酸素消費速度を溶存酸素量の時間変化 (72 時間の全データ) から最小二乗法で線形回帰した傾きから算出した。3) 底泥の酸素消費速度は 1) から 2) の値を差し引いて算出した。

## 5. 結果

調査結果を図 3、表 1、表 2 に示した。

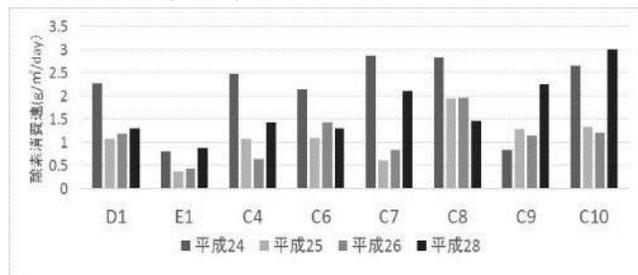


図3 各年度による百道浜沖窪地の酸素消費速度の比較

表1 ベルジヤー各試験結果

地点	酸素消費速度 (水塊考慮)	含水比	IL平均	泥分率	ORP	AVS
-	g/m <sup>2</sup> /day	%		%		
C14	1.17	130	9.4	92.1	-149	0.09
C15	2.99	125	10.1	75.7	-233	0.50
C13	1.93	78	9.9	77.9	-118	0.05
C1	1.73	274	13.4	99.4	-304	0.74
C2	2.49	305	13.9	99.7	-317	0.99
C3	2.41	273	13.8	98.9	-367	1.02
C7	2.11	109	10.2	86.1	-124	0.20
C8	1.46	117	9.3	91.0	-123	0.17
D1	1.31	74	4.2	33.5	-109	0.03
E1	0.89	125	7.6	53.1	-111	0.20
C4'	1.43	185	9.0	96.7	-176	0.22
C6'	1.31	93	5.8	53.1	-91	0.15
C9	2.25	121	9.5	87.0	-147	0.37
C10	3.01	159	11.7	90.4	-111	0.35

表2 室内実験の各項目酸素消費速度測定結果

各サンプル	(1)ウィンクラー法 による測定 (平均値)	(2)DOメーターによる測定 (採水時) (平均値)	(3)DOメーターによる連続観測 (15分毎72時間) (平均値)
	(g/m <sup>2</sup> /day)	(g/m <sup>2</sup> /day)	(g/m <sup>2</sup> /day)
-	1.13	0.76	-
C3-1	-	-	1.02
C3-2	0.68	0.79	-
C3-3	0.75	0.73	-
D1-1	-	-	0.36
D1-2	0.02	0.05	-
D1-3	0.96	0.78	-
C7-1	-	-	0.38
C7-2	0.11	0.33	-
C7-3	-	-	-

## 6. 考察と結論

(1) 図3より、百道浜沖窪地内(C4', C6', E1, D1)の酸素消費速度は本研究室がベルジヤーによる現地観測をはじめた平成24年度の値に比べ今年度の値が低下しており、また現地調査と室内実験の両結果でも周辺地点と比べ値が低かったことから埋め戻しの効果が出ていることが確認できた。  
(2) 表1より、IL(強熱減量)の高い値であった愛宕浜沖窪地内(C1, C2, C3)C15, C10では酸素消費速度が高かったことから、今回も有機物の量が底質に大きく影響していることが改めて確認された。  
(3) 昨年度問題であった現地観測での水塊の酸素消費測定は多項目水質計のキャップの改善によって、DO測定の誤動差を減少させることにより改善することができた。(4) 現地調査と室内実験の比較により、多少の差はあったもののC3 > C7 > D1となっていたことから傾向は同じであることが確認された。

改善点として表2より、室内実験では同じ地点で採取し、同じ手法で測定したサンプルでもD1-1とD1-3のように酸素消費速度の値に差が確認された。このことから、現地調査での精度向上のためにも、1地点での観測回数の複数回実施をすることが挙げられる。

### 参考文献

- 気象庁, 海洋観測指針(第一部), P48-P56, 1999.
- 河川水質試験方法(案), P408, P409, P414-P417, 1997.
- 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塊構造, 海洋開発論文集, 第26巻, p627, 2010.
- 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.