

博多湾浚渫窪地の貧酸素水塊の動き

東亜建設工業(株)	正会員	○武田将英	東亜建設工業(株)	正会員	玉上和範
東亜建設工業(株)		高瀬和彦	東亜建設工業(株)		岡部 格
福岡大学	正会員	山崎惟義	福岡大学	正会員	渡辺亮一

1. はじめに

九州北部に位置する半閉鎖的な内湾の博多湾では、1982～86年にかけて、地行・百道地区（現：地行浜・百道浜）と姪浜（現：愛宕浜）・小戸地区を埋め立てる博多湾西部埋立事業が実施された。現在、その土取場であった図-1に示す室見川河口沖には、自然海底地盤より深く掘り下げられた2つの浚渫窪地が存在する。これらの窪地では、夏季に強い貧酸素水塊が発生すること、窪地周辺の海域でも貧酸素水塊が存在することが、吉岡¹⁾、山崎ほか²⁾、渡辺ほか³⁾などが実施した調査によって報告されている。また、この2つの浚渫窪地の周辺海域に存在する貧酸素水塊は、周辺海域の海底から発生しているのではなく、窪地内で発生した貧酸素水塊が周辺海域に溢れ出して主に北東方向に広がっていくことが、渡辺ほか³⁾の現地観測によって明らかになりつつある。

本研究では、この2つの浚渫窪地のうち、図-1に示す東側窪地を対象に、2009年夏季に現地観測を行った結果、窪地内の成層が強まる時期に、窪地内の水温が潮汐よりも短い周期で上昇と下降を繰り返す場合があることが分かった。そこで、窪地を簡略化した断面二次元モデルにより、窪地内部の密度場について数値解析を行い、現地観測で見られた水温変動の要因について検討を行った。

2. 現地観測の概要

(1) 観測方法

2009年夏季に実施した現地観測では、窪地の水温の連続観測と窪地周辺の鉛直観測を実施した。連続観測は、図-2に赤い破線で示す東側窪地の水深-10.4mの地点で、2009/7/24から9/17までの期間に5分間隔の水温記録を取得した。窪地と自然海底地盤の境界（以下、窪地境界）は水深-6mであったため、自記式水質計を水深-4、-5、-6、-7、-8、-9mの位置に設置した。鉛直観測は、2つの窪地を東西に横切るような測線上の14地点で、7/24から9/17までの期間に、投込式水質計を用いて、約1週間間隔で実施した。測定項目は、深度・水温・塩分・D0である。

(2) 観測結果

図-2に鉛直観測で得られた溶存酸素濃度と密度の分布を示す。窪地の内部には密度成層が形成され、底層の高

密度水塊が貧酸素水塊になっていた。また、東側窪地の東側海域には、貧酸素水塊が広がっていた。

次に、図-3に示す7/24～25の窪地内の水温には、潮汐

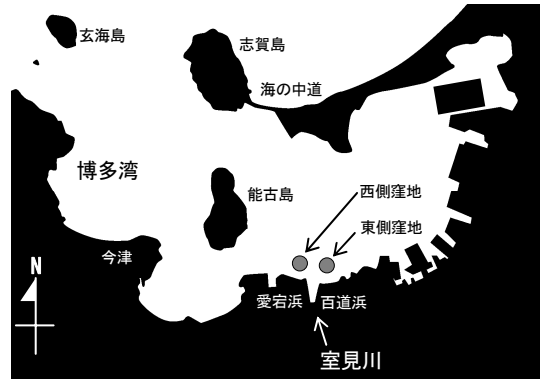


図-1 博多湾窪地の位置

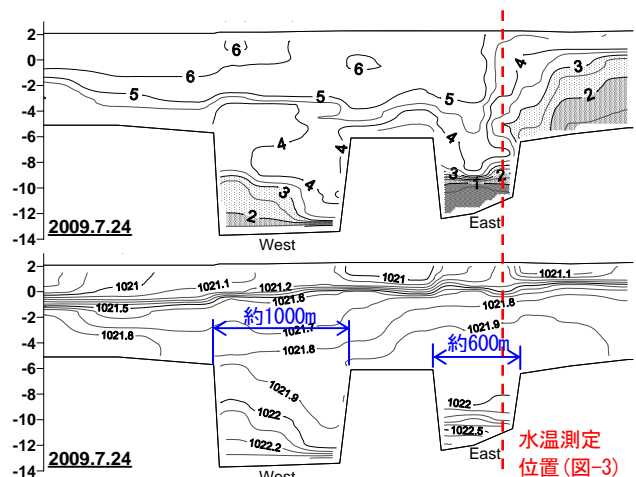


図-2 溶存酸素濃度・密度分布(2009/7/24)

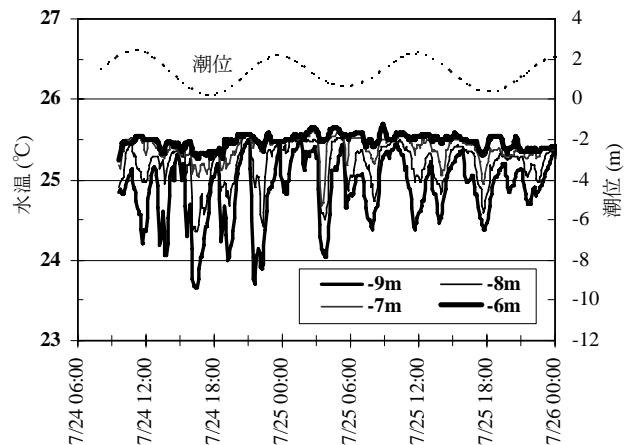


図-3 窪地内の水温(2009/7/24-25)

キーワード 貧酸素水塊, 浚渫窪地, 内部セイシュ, スロッシング, 現地観測, 数値解析

連絡先 〒230-0035 横浜市鶴見区安善町 1-3 東亜建設工業(株) TEL 045-503-3741

よりも短い約120~180分周期の振動が見られた。水温の振幅は底層に近づくほど大きくなっており、日照による熱の供給が得られない夜間にも窪地内の水温が上昇と下降を繰り返していることが理解できる。このような成層期の水温の振動は、深山ほか⁴⁾の有明海奥部の水質計測でも報告されており、内部セイシュによるものとされている。しかし、深山ほか⁴⁾の報告では、ある水深1点のみでの水温記録であることと測定地点が窪地ではないため、窪地底層に向かうほど水温の振幅が大きくなるような事象は報告されていない。そこで、窪地内部の密度場の数値解析を行い、この原因について検討を行った。

3. 窪地内部の密度場の数値解析

(1) 解析方法

支配方程式は、非静水圧近似の運動方程式、非圧縮流体の連続式、水温・塩分の移流拡散方程式、海水の状態方程式(UNESCO)である。これらに、直交座標系の3次元自由水面モデルを適用した。今回の検討では、外力は潮位変動のみとし、他の外力や風・波・降雨・河川水・日照などの環境条件は一切除いた簡易モデルを用いた。格子モデルを図-4に示す。全計算領域の塩分は33.3PSU、窪地境界より上の水温は25.5℃と一定にした。窪地内は、7/24を参考に、深度に比例して水温が低くなる水温分布を初期条件とした。左右の境界から7/23-27の博多湾の潮位変動を与え、奥行1格子の断面2次元計算を行った。

(2) 解析結果

水深約10.4mの場所での水温の時系列を図-5に示す。窪地内の水温は上昇と下降を繰り返し、その振幅は底層ほど大きくなるという現地観測と同様の傾向が得られた。ただし、周期と振幅の絶対値は全く合っておらず、今後の課題とする。また、密度分布の変化を図-6に示すが、貧酸素水塊を模擬した窪地内の密度水塊には、スロッシング現象が見られた。加えて、底層の高密度水塊と窪地上層の低密度水塊では、明確ではないもののスロッシングの周期に違いが見られた。窪地底面の斜面形状と窪地内部の密度差のいずれもが関係しているものと推測される。

4. 結論

- 1) 2009年夏季の現地観測の結果、東側窪地内部に密度成層が形成された時期には、窪地内部の水温は上昇・下降を繰り返し、その振幅は底層ほど大きくなっていった。
- 2) 簡易な数値モデルにより、窪地内部の密度場を解析した結果、潮位変動によって窪地内部の貧酸素水塊がスロッシングし、水温が上昇・下降していたことが分かった。

最後に、本研究の一部は、平成21年度科学研究費補助金(基盤研究:(C), 課題番号:21560576, 研究代表者:山崎惟義)の助成を受けて実施されたものである。ここ

に記して謝意を表す。

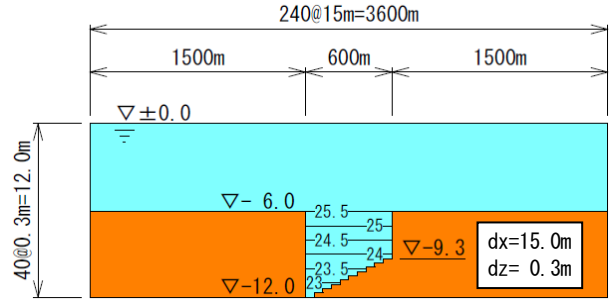


図-4 解析モデルと初期水温分布

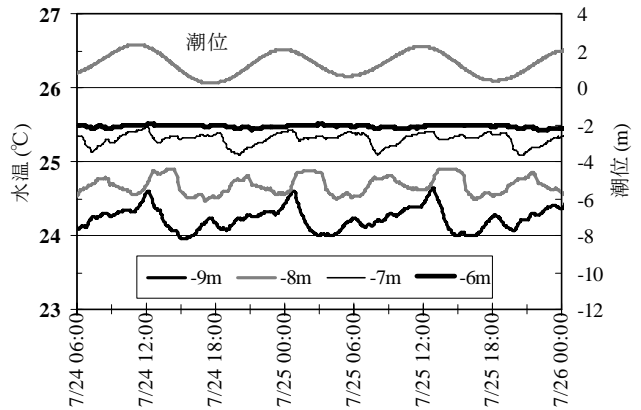


図-5 窪地内の水温(数値解析)

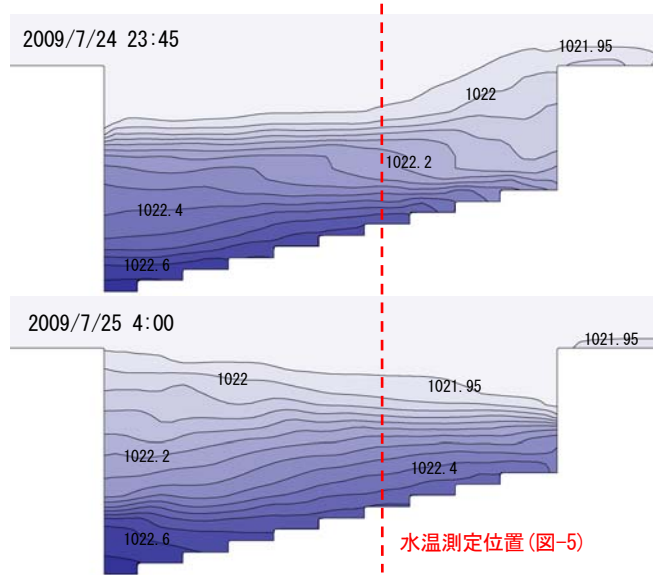


図-6 密度分布の変化(数値解析)

参考文献

- 1) 吉岡直樹：福岡湾における夏季貧酸素水塊の消長，福岡水技研報，第13号，pp.93-101，2003。
- 2) 山崎惟義，渡辺亮一，北野義則，馬場崎正博，熊谷博史：博多湾室見川河口沖窪地の貧酸素水塊の挙動に関する研究，海岸工学論文集，第54号，pp.986-990，2007。
- 3) 渡辺亮一，山崎惟義，北野義則，貞方健志，濃野浄見；室見川河口沖窪地における貧酸素水塊の拡がりに関する研究，海洋開発論文集，第25巻，pp.539-544，2009。
- 4) 深山顕寛，磯部雅彦，鯉淵幸生；有明海奥部における貧酸素水塊の動態に関する現地観測，海岸工学論文集，第52巻，pp.951-955，2005。