

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

A Study on the Behavior of Hypoxic Water in the Offshore Hollows near
Muromi River Mouth in Hakata Bay

山崎惟義¹・渡辺亮一²・北野義則³・馬場崎正博⁴・熊谷博史⁵

Koreyoshi YAMASAKI, Ryouich WATANABE, Yoshinori KITANO
Masahiro BABASAKI and Hiroshi KUMAGAI

The behavior of the hypoxic water in the offshore hollows which were dug from 1982 ~ 1986 near Muromi River mouth in Hakata Bay, is studied. In these three years, 17 years after the construction of these hollows, the hypoxic condition of the bottom water of these hollows has been observed to be gradually worsening. Rapid formation of the hypoxic condition in June and rapid extinction in October were seen at the bottoms of the hollows in 2006. Piling up of the density layers in the sea water was thought to be the formation mechanism of hypoxic condition in June. The DO flux caused by the vertical mixing of the sea water or inflow of the sea water of high DO and high density from outside was thought to extinguish the hypoxic condition in October.

1. はじめに

我が国の沿岸域には多くの浚渫や砂利採取の窪地が存在しており、佐々木 (2007) は貧酸素水塊や青潮による生態系の破壊や水産資源の被害などの問題を指摘している。特に、東京湾幕張沖では、佐々木ら (1999) は青潮の発生メカニズムと窪地の環境条件 (特に窪地内硫化物、密度成層、吹送流) との関係について詳細な調査研究を行っている。これらの窪地を内藤ら (2006) は、局所的な窪地タイプと海底起伏の平滑化タイプに大別し、それぞれのタイプの浚渫窪地の問題点を指摘している。特に、局所的窪地は問題が多く、埋戻の必要性和埋戻に伴う課題を指摘している。このように、東京湾、伊勢湾、三河湾、大阪湾、小川原湖、中海・浚渫窪地、米子湾内等で、窪地の貧酸素や青潮問題が報告されており、これらの問題の解決が待たれる。

一方、山元ら (2007a) は博多湾においても図-1 に示したように室見川河口沖には2つ浚渫窪地があり、貧酸素化などの問題点を指摘している。このような中、アイランドシティーに通ずる東航路を14 m から15 m に浚渫する計画もあり、その際に発生する浚渫土砂による埋戻も考えられている。それに備え、現状の把握と埋戻しの効果や二次的な環境汚染の可能性などを明らかにしておく必要もある。そこで、本研究ではこれらの窪地に関する現状を十分把握することを目的とし、上記の2窪地

における貧酸素水塊の消長について調査を行った。すなわち、本窪地における貧酸素水塊の発達と長期間にわたる窪地内貧酸素水塊の継続とその解消過程を含め本窪地における貧酸素水塊の挙動を追跡した。

2. 調査海域と調査方法

(1) 調査海域の概要

図-1 に能古島以東の博多湾の概要を示した。同図から分るように、博多湾は閉鎖性の強い内湾であり、水深も平均6 m 程度とかなり浅い海域であり、さらに東部海域はアイランドシティーの埋立により複雑な海域となっている。また、福岡市はじめ博多湾流域は160万人程度の人口を擁し、大都市に隣接する他の閉鎖性海域と同様に富栄養化した海域となっている。

さらに、図-2 に示したように、室見川河口沖には姪浜・百道、両地区埋立のための土砂を採取した窪地が2つある (それぞれC12, C13 窪地と呼ぶ)。これらの窪地は周辺海域がDL-7 m 程度であるのに対して、C12 窪地はDL-6 m で、東西1.6 km, 面積31 ha 体積 $4.7 \times 10^6 \text{ m}^3$ 程度であり、C13 窪地はDL-15 m で、東西0.64 km, 面積28 ha, 体積 $2.47 \times 10^6 \text{ m}^3$ 程度である。これらの窪地では1982 ~ 1986年にわたって土砂が埋込材として採取された。

(2) 調査方法

調査地点①~⑩を図-2 に示した。C12, 13 窪地各1地点では2003年より、図-2の1~10地点では2006年4月より2006年10月まではほぼ月に1回、DO, 水温、塩分濃度を鉛直方向に1 m 間隔で測定した。各測定日には調査地点①→⑩の順に各点に調査船を投錨し表面より測定した。この間の所要時間は約2時間であった。測

1 正会員 工博 福岡大学教授工学部社会デザイン工学科
2 正会員 工博 福岡大学講師工学部社会デザイン工学科
3 正会員 工博 関東学院大学教授工学部社会環境システム学科
4 正会員 福岡市港湾局環境対策部部長
5 正会員 工博 福岡県保健環境研究所

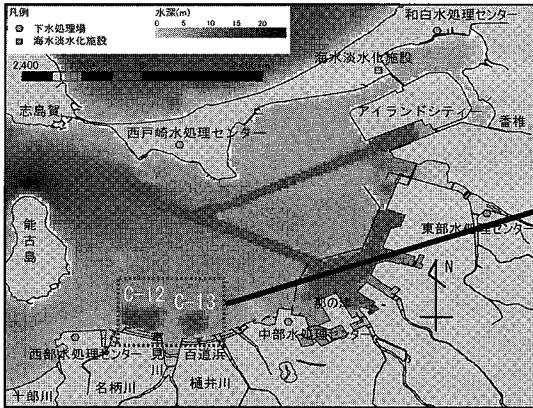


図-1 博多湾の概要

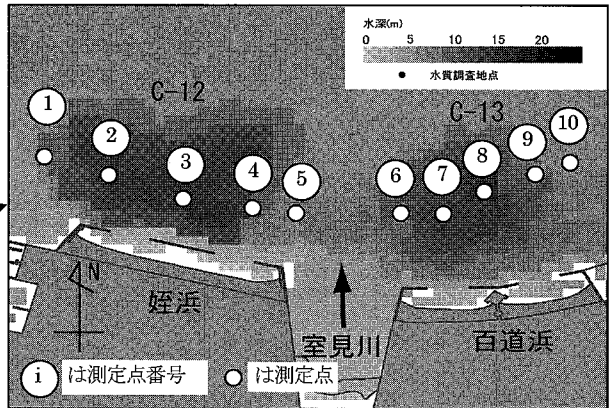


図-2 窪地と調査地点

定には多項目水質測定器 HydroLab Instrumental DS5を用いた。

3. 調査結果と考察

(1) 窪地底部の溶存酸素濃度の経年変化

図-3にC13窪地底部(海底上0.1m)のDO濃度の経年変化を示した。この図から分かるように、測定開始の2003年より底層酸素濃度の全体的な低下傾向と貧酸素状態から無酸素状態へ、そして無酸素状態の長期化がみられる。これは窪地形成(1986)より17年を経過しても底層酸素濃度の低下が継続している可能性をうかがわせる。

また、同図より、2005～6年冬季のデータ欠損期を除き、酸素濃度はかなり短い期間(大体1ヶ月の間)に変化していることが分かる。すなわち、窪地底層の貧酸素濃度は徐々に変化するのではなく、貧酸素状態あるいは無酸素状態が急に発生しかつ急に解消していることが分かる。

(1) 溶存酸素濃度分布

山崎ら(2005)にしたがい、C12, 13窪地の2006年における溶存酸素濃度の、図-2に示した測線に沿った鉛直断面分布の経月変化を図-4に示した。ただし、10月は1週間置いて2度の測定結果を示した。

これから分かるように、4月28日の時点では、底層の酸素濃度はC12, 13窪地ともに 6 kg/m^3 以上であり、表層では、 10 kg/m^3 以上となっており、全体に十分な酸素がいきわたっている。そのとき、表層、底層の差は 4 kg/m^3 程度であり、成層状態を示しているがさほど強くはない。その2ヶ月後の6月24日、底層では 1 kg/m^3 以下となっており、(1)にも述べたように、かなり急激に貧酸素化している。また、このとき表層は 8 kg/m^3 以上の酸素濃度で、底層との差は 8 kg/m^3 程度であり、強い成層状態で分布していることがわかる。

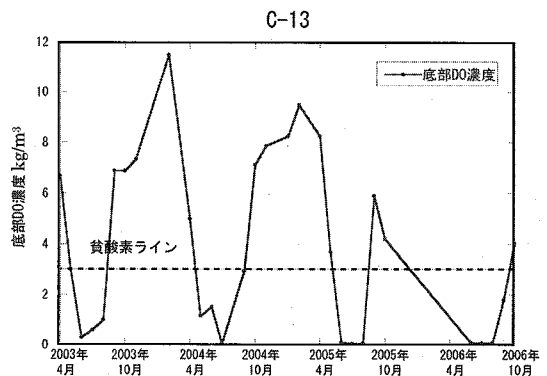


図-3 窪地底層DOの経年変化

その後、9月12日まではほぼ同様の濃度分布を示している。これが、10月20日の時点では、底層の酸素濃度が 2 kg/m^3 程度まで回復しているもののまだ貧酸素の状態で成層構造を有している。その7日後の10月27日には 4 kg/m^3 まで回復している。

(1) 密度分布

溶存酸素濃度分布と同様に、2006年の密度鉛直分布を図-5に示した。この図から分かるように、4月28日の時点では密度差は 2 kg/m^3 程度であったが、その2ヶ月後の6月24日には 12 kg/m^3 程度に拡大している。7月22日、8月11日と底層の密度が減少する形で密度差は小さくなっているが、9月12日まではどちらかという、表層の密度が増大する形で密度差が小さくなっている。その後、10月20日、10月27日と表層、底層とも密度が増大し、10月27日では、図-5の表示では密度差はほとんど見られない。

(1) 窪地における低酸素化とその解消

4月から6月にかけて、底層の温度は 14°C から 22°C に上昇しており、また、図-4から分かるように、酸素濃度の成層化が進行している。これらは、底層における

酸素消費の増加と表層からの酸素拡散の減少を示唆しており、これにより底層における低酸素化が進行したと思われる。その後、10月20日までは溶存酸素の成層と窪地底部における 2 kg/m^3 以下貧酸素状態が継続している。すなわち、この間約5ヶ月間、窪地底層では貧酸素あるいは無酸素の状態のままである。このような状態で、山元(2007b)はこれらの窪地では底泥中のAVSも高く、冬季から春季にはシズクガイが若干見られるものの、夏季には底生生物はほとんど見られないことを示している。

一方、10月20日～27日では、底層の酸素濃度も4

kg/m^3 程度までに回復し、表層でも 6 kg/m^3 程度と成層もほぼ消滅している。

この間の窪地の状況を検討するため、表-1に10月20日～27日の水面下50 cm(表層)と海底上10 cm(底層)の塩分、温度、密度を示した。この間、底層では密度が上昇し、かつ酸素濃度も上昇して入る。これは高密度高酸素濃度の海水が窪地へ流入したことを意味している。

一方、この間底層では温度、塩分ともに低下している。また、27日では表層より底層の温度が高く、この間、

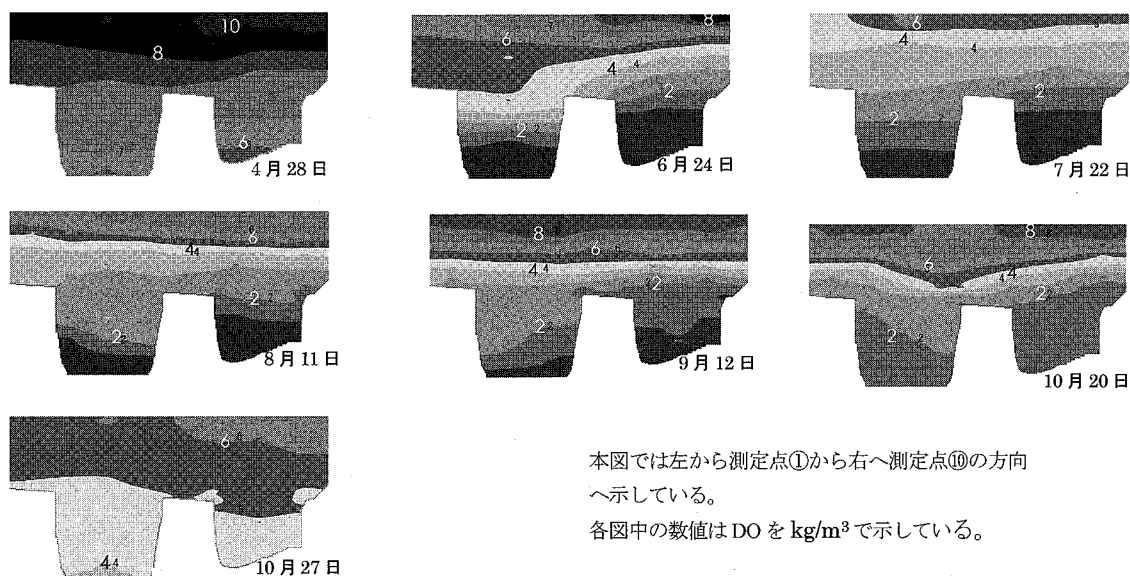


図-4 博多湾室見川河口沖窪地におけるDO鉛直分布

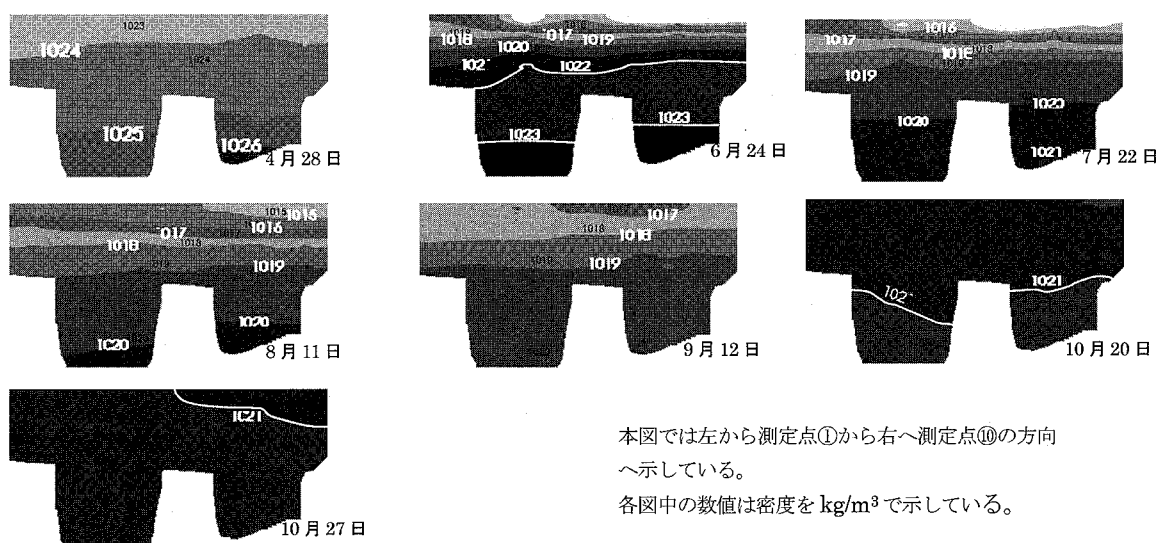


図-5 博多湾室見川河口沖窪地における密度の鉛直分布

底層では温度低下が遅れていることが分かる。このことは、10月20日の窪地内の海水に比較し、低温、低塩分、高密度、高DOの海水が窪地に流入したと考えられる。この流入については、窪地海域以外の海域から潮汐によって流入した可能性と、窪地海域において表層温度の低下により鉛直混合が強化されることによって上層から下層へ輸送された可能性、ならびにその両方が生じた可能性が考えられる。しかし、現時点ではこれらを分別することはできていない。

表-1 10月20日、27日の表層・底層の塩分、温度、密度

		塩分 PSU	温度℃	密度 kg/m ³
10月20日	表層	33.09	22.54	1021.18
	底層	34.29	22.42	1022.06
10月27日	表層	33.54	21.15	1022.05
	底層	34.11	21.51	1022.31

4. 結 論

博多湾の室見川河口沖には姪浜・百道、両地区埋立のための土砂を採取した窪地が2つあるが、この窪地の貧酸素水塊の挙動に関し本研究により得られた結論は以下の通りである。

これらの窪地は窪地形成(1986)より17年を経過しても底層酸素濃度の低下が継続している可能性がある。

この貧酸素化については、1ヶ月以内に生成され、1週間以内消滅しており、かなり急激に発生、消滅していると考えられる。

貧酸素化は窪地の海域において、密度成層が生じ、これによって底層への酸素の輸送が減少することによって考えられる。

消滅のメカニズムとしては、窪地外からの高密度・高酸素海水の流入によると考えられるが、それは外海からの流入、窪地海域での上下混合による表層からの酸素の輸送、ならびにその両方が考えられる。

本研究を進めるに当たって、調査並びにデータ整理など福岡大学工学部水圏システム研究室 2006 年度卒論生の山元真弥君には大変お世話になり、また、文部科学省科学研究費補助金基盤 (C) 課題番号 16560487 および基盤 (B) 課題番号 18360254 を受けた。ここに深謝する。

参 考 文 献

- 佐々木克之(2007): 伊勢湾・三河湾をめぐるいくつかの環境問題, 海の研究, Vol. 16, No. 2, pp. 151-154.
- 佐々木淳・磯部雅彦・藤本英樹(1999): 東京湾における青潮簡易予測手法の開発, 海岸工学論文集, Vol. 46, No. 2, pp. 1006-1010.
- 内藤了二・中村由行・今村均・佐藤昌宏(2006): 浚渫跡地の修復に関する施工上の影響と研究開発課題の抽出, 海洋開発論文集, Vol. 22, pp. 649-654.
- 山崎惟義・渡辺亮一・熊谷博史・藤田健一・北野義則(2005): 博多湾の底層酸素濃度とホトトギス貝の分布に関する研究, 環境工学論文集, 第42巻, pp. 503-512.
- 山元真弥・山崎惟義・渡辺亮一・馬場崎正博(2007a): 百道浜・姪浜沖の2つの窪地に関する研究, 平成17年度土木学会西部支部研究発表会, pp. 1043-1044.
- 山元真弥(2007b): 百道浜・姪浜の2つの窪地に関する研究, 平成18年度福岡大学工学部社会デザイン工学科卒業論文。