

# 宮城県沿岸閉鎖性海域における貧酸素水塊発生状況について (第2報)

## Hypoxia in the Enclosed Coastal Seas of Miyagi Prefecture (2)

千葉 文博\*1 福地 信一 牧 秀明\*2 波岡 陽子\*3  
赤崎 千香子 佐藤 千鶴子\*4 佐藤 重人

Fumihiro CHIBA, Shinichi FUKUCHI, Hideaki MAKI, Yoko NAMIOKA,  
Chikako AKASAKI, Chizuko SATO, Shigeto SATO

近年の貧酸素水塊による水産業被害等を懸念し、現在、環境省にて貧酸素水塊の指標である底層溶存酸素量の環境基準化にむけて検討が進められていることから、基準化された際に行う類型指定のための予備的調査として県内の底層溶存酸素状態の調査を多項目水質計を用いて行った。

貧酸素水塊は閉鎖性海域で好発することが知られており、第1報では気仙沼湾と志津川湾について調査を行い、夏季の湾奥部で貧酸素水塊を確認した。そこで第2報では松島湾と女川湾を調査した結果、貧酸素水塊は確認されなかったものの、夏季の湾奥部において溶存酸素が比較的低値を示す傾向が確認された。今後、底層溶存酸素量に係る類型あてはめの際には、本研究のデータも参考にしたいうえでさらなる詳細調査が必要である。

キーワード：閉鎖性海域；貧酸素水塊

*Key words : enclosed coastal sea ; dysoxic water mass*

### 1 はじめに

貧酸素水塊とは、水中における溶存酸素量(DO)が極端に少ない領域の事を指し、魚介類へい死や青潮など水生生物の生息や海域環境全体へ影響を与える可能性がある<sup>1)</sup>。

環境省では現在の環境基準項目が生物の生息環境が良好であるかを必ずしも十分に表しきれていないことなどから、「魚介類等の水生生物の生息・再生産や海藻草類等の水生植物の生息に対して直接的な影響を判断できる指標」の導入の考え方にに基づき、底層溶存酸素量(底層DO)の環境基準が平成28年3月に導入された<sup>2)</sup>。

底層DOが環境基準化されると、地方自治体は類型指定を行う必要があるため、迅速な指定のためにも基準化以前から準備を進めておくことが重要である。

そこで本研究では、底層DO状況把握を目的とし、多項目水質計を用いて県内の主な湾内の調査を行った。第1報では気仙沼湾と志津川湾の調査を行い、両湾ともに夏季の湾奥部で貧酸素水塊の発生を確認した。第2報では松島湾と女川湾について調査を行ったので報告する。

### 2 調査地点および調査方法

#### 2.1 調査地点および調査日

本研究は、宮城県内の閉鎖性海域のうち、松島湾と女川湾を調査した。調査は貧酸素水塊が発生しやすい夏季と終息する秋季<sup>3)</sup>の2回実施した。調査対象湾の地理的分布状況を図1に、調査実施日を表1に示す。

各湾内の調査地点は、環境基準点および補助点に加え、潮の流れなどを考慮し、湾内を約1~2km間隔で測定した。

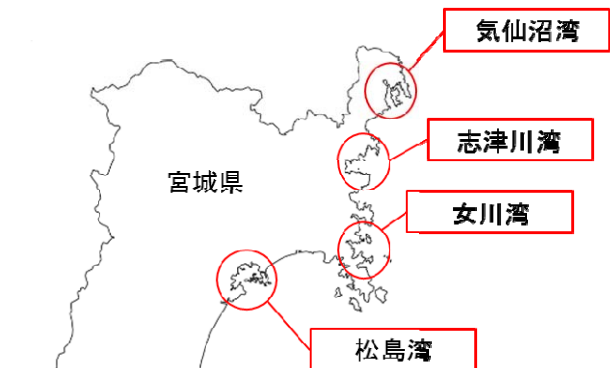


図1 調査対象湾

表1 調査実施日

調査湾	夏季調査日	秋季調査日
松島湾	平成27年8月28日	平成27年10月23日
女川湾	平成27年8月21日	平成27年10月30日

#### 2.2 調査方法

船上より湾内の各地点において多項目水質計を使用し、水質の鉛直分布調査を行った。多項目水質計は、「HydroLAB Datasonde 5」を用い、各地点での測定結果

\*1 現 環境政策課 \*2 国立環境研究所 \*3 現 業務課

\*4 現 仙南・仙塩広域水道事務所

は、平面・断面図解析ソフトウェア「HydroGraph2」を用いて底層 DO 分布図の作成を行った。

測定項目は、貧酸素状態の判定に用いる DO の他、pH、塩分、水温、クロロフィル a とした。

なお、貧酸素状態の判定は、環境省で検討されている案である DO 値 4.0 mg/L 未満<sup>4)</sup>とした。

### 3 結果及び考察

#### 3.1 松島湾

松島湾は北西側が湾奥側となり、南東側が外洋と接している。調査地点を図2、夏季の結果を図3、秋季の結果を図4に示す。

この結果は、湾内の海底付近の DO 値を凡例によって示したものである。また、図中の数値は実測値である。

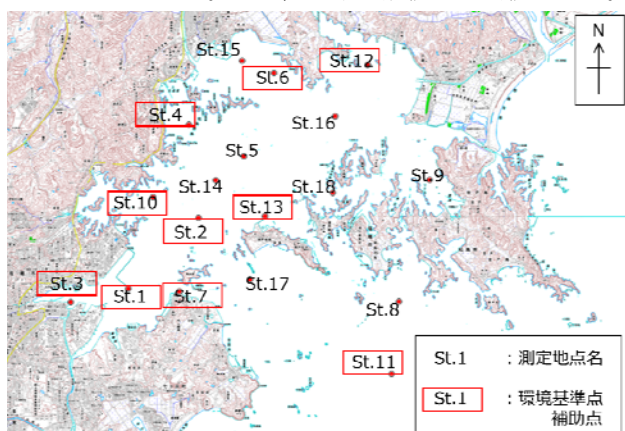


図2 調査地点（松島湾）

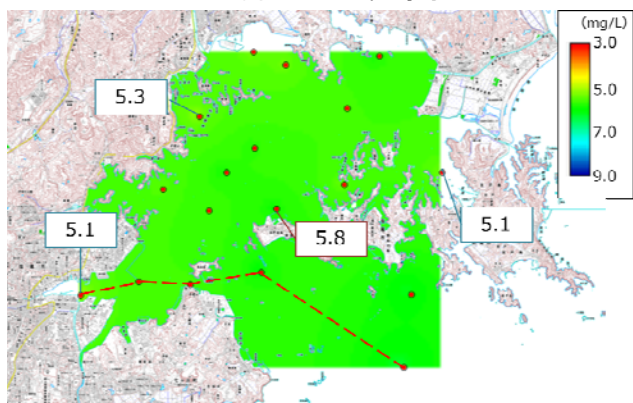


図3 夏季における底層 DO の水平分布（松島湾）

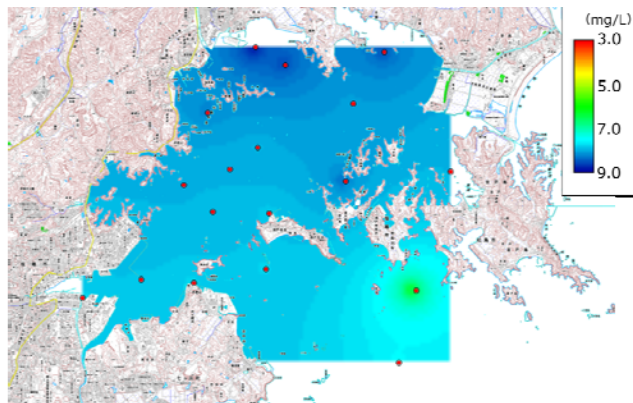


図4 秋季における底層 DO の水平分布（松島湾）

今回の調査では、いずれの地点でも DO 4.0 mg/L を上回り、貧酸素水塊は確認されなかったが、夏季の湾奥

部の St.3, St.4 および入り組んだ地点 St.9 で比較的低値を示す結果となった。また、夏季と秋期の比較では、いずれの地点においても秋季より夏季で低い DO 値を示した。これらの結果より、地点としては湾奥側、時季としては夏季に DO が低値を示し<sup>3)5)</sup>、閉鎖性海域における一般的な傾向が、松島湾においても見られることが示唆された。

また、湾奥部から湾口部の垂直方向の DO の分布を把握するため、図3破線で示したラインに沿った水質の断面分布を図5に示す。

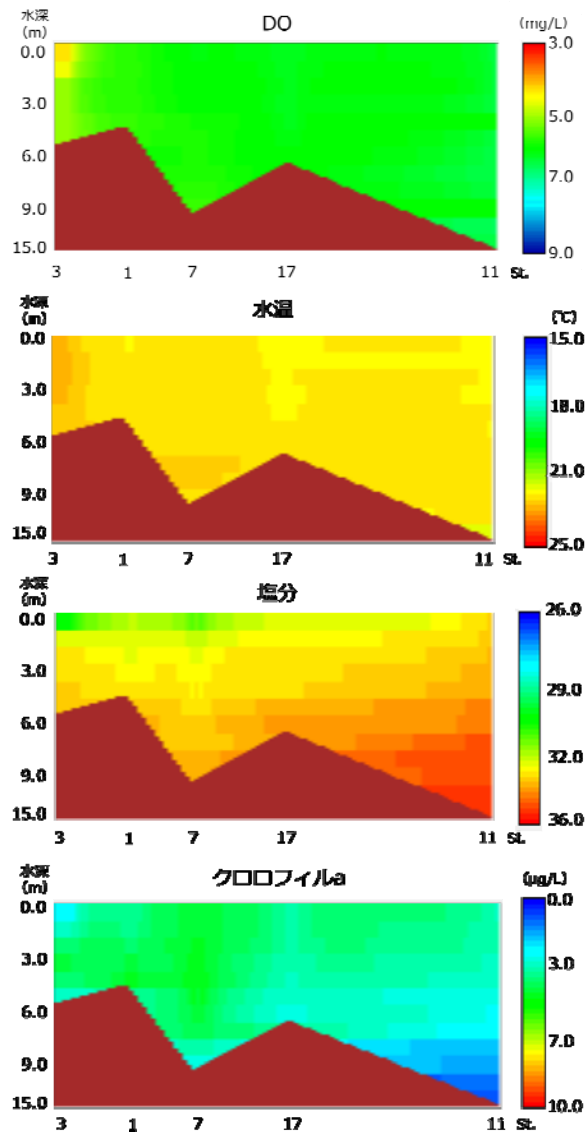


図5 夏季における断面分布図（松島湾）

この結果から、顕著な水温および塩分躍層の形成は確認されず、クロロフィル a についても大きな変化は見られなかった。なお、St.11 の底層で塩分とクロロフィル a が低値となっているのは、この地点が外洋であるためと考えられる。

しかし、DO について見ると、St.3 の表層で低値を示していることが確認できる。また、St.3 から St.7 にかけて表層塩分が比較的低値を示していることも同時に確認できる。そのため、St.3 についての鉛直方向の解析を

行ったので結果を図6に示す。

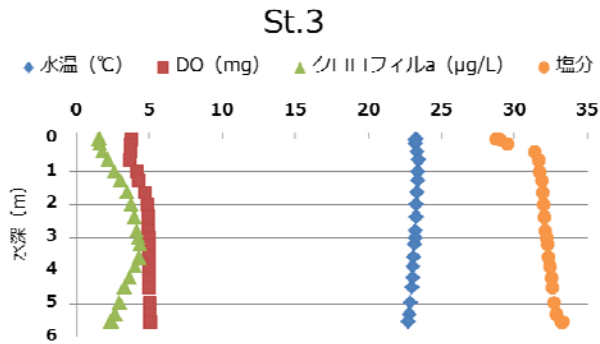


図6 鉛直方向解析結果（松島湾）

通常、水深と比例してDO値は減少する傾向であるが、このグラフから、St.3では水深と比例してDOと塩分が増加している。表層のDOが3.8 mg/Lと、この地点での最低値を示しているが、この原因として考えられる要因に、St.3付近から河川の流入が挙げられる。この河川水の影響により表層で塩分が減少したと考えられる。また、DOについてもこの影響が一因として考えられるが、詳細なメカニズムの解析にはこの河川の調査等さらに追加調査を行う必要がある。

### 3.2 女川湾

女川湾は西が湾奥側となり、東側が外洋と接している。調査地点を図7、夏季の結果を図8、秋季の結果を図9に示す。この結果も松島湾と同様に、湾内の海底付近のDO値を凡例によって示したものである。

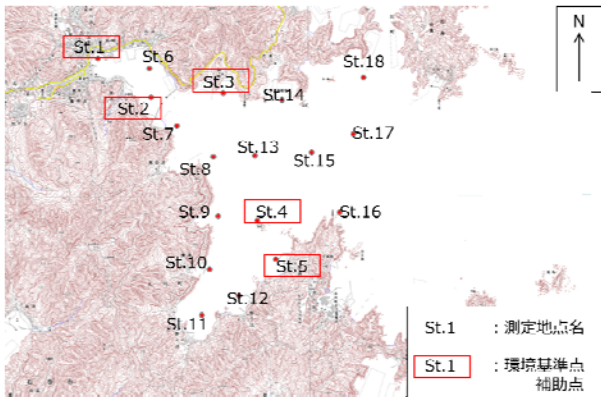


図7 調査地点（女川湾）

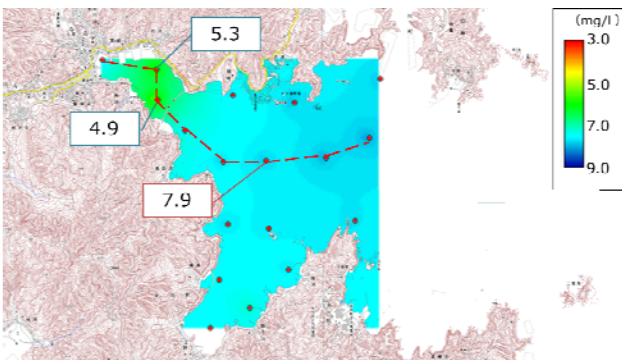


図8 夏季における底層DOの水平分布（女川湾）

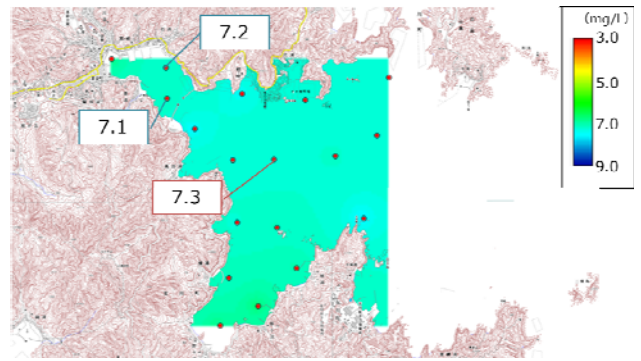


図9 秋季における底層DOの水平分布（女川湾）

今回の調査では、いずれの地点・時期においてもDO 4.0 mg/Lを上回り、貧酸素水塊は確認されなかったものの、松島湾同様、夏季の湾奥部のSt.2, St.6で比較的低値を示す結果となった。また、夏季と秋季の比較では、湾奥部において秋季より夏季でDOが低値を示した。この結果より、松島湾同様女川湾でも閉鎖性海域における一般的傾向が見られることが確認された。

また、女川湾においても湾奥部から湾口部の垂直方向のDOの分布を把握するため、図8破線で示したラインに沿った水質の断面分布を図10に示す。

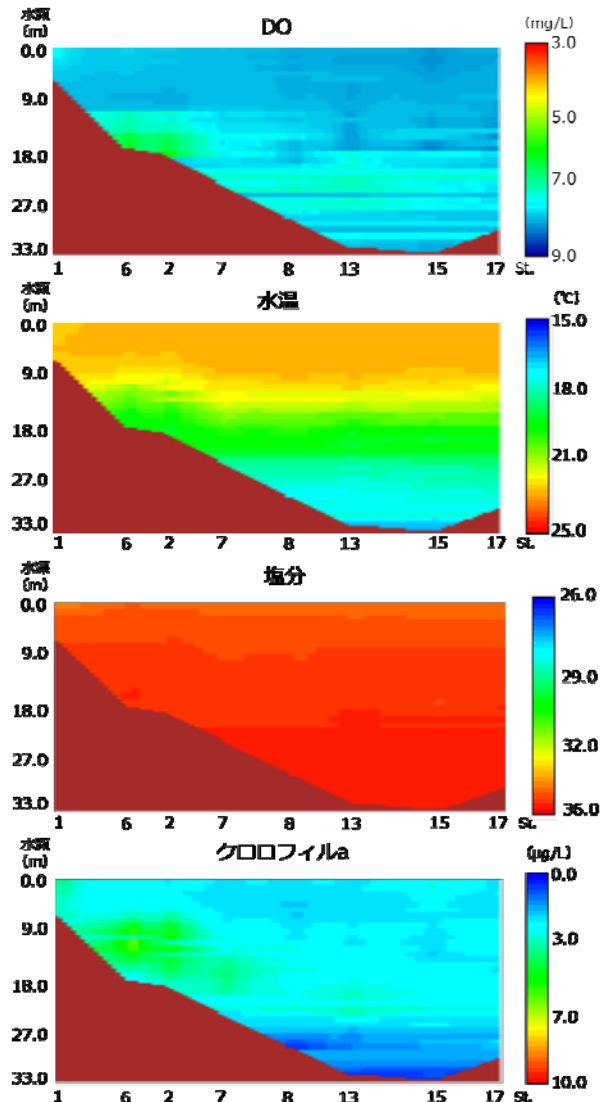


図10 夏期における断面分布図（女川湾）

この結果から、水深10~20m付近に水温躍層が形成されていることが確認できる。この躍層により、鉛直方向の混合が阻害され、貧酸素水塊が発生しやすい状態になり、湾奥部のSt.2, St.6ではDOが比較的低値を示した可能性がある。

しかし、その他の地点においては、同じく水温躍層は発生していたがDO値の低下は確認されなかった。そこで、湾奥部のSt.2, St.6と、対照として湾中央部のSt.13の鉛直方向の解析を行ったので図11に示す。

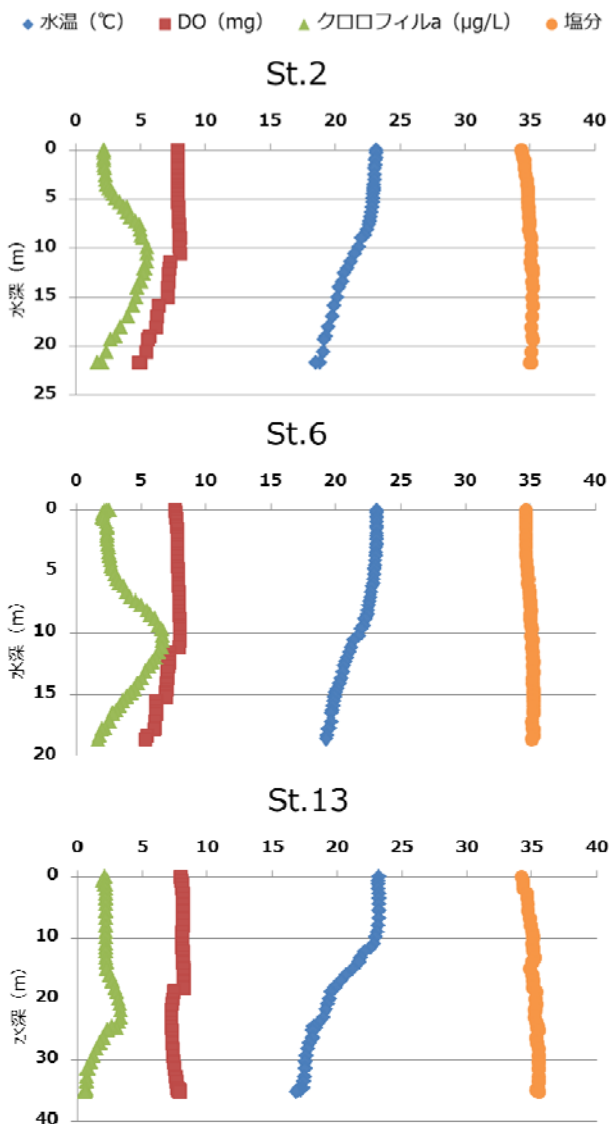


図11 鉛直方向解析結果（女川湾）

図11の結果から、St.2とSt.6に特徴的なものとして、水深10m付近でクロロフィルaが上昇し、それ以上ではDOと共に減少していることが挙げられる。このような挙動を示すメカニズムとして、プランクトンの増殖により水深10m以上では日光が届かなかったこと、増殖したプランクトンが底層に沈降して分解される時にDOを消費すること、および、水温躍層による鉛直方向の混

合阻害が起きたことがあると考えられる。

なお、このような挙動は気仙沼湾での貧酸素水塊発生地点でも確認されており（第1報で報告）、これら二湾は同様のメカニズムで貧酸素が起きる可能性も考えられる。

#### 4 まとめ

- 1) 底層DOの新規環境基準化に係る類型指定に向け、その予備的調査として県内4閉鎖性海域（気仙沼湾、志津川湾、松島湾、女川湾）について多項目水質計を用いた底層DO分布調査を行った。
- 2) 平成26年度は気仙沼湾と志津川湾、平成27年度は松島湾と女川湾の調査を行った。
- 3) 気仙沼湾と志津川湾では夏季の湾奥部で貧酸素水塊が確認された。また、松島湾と女川湾では、貧酸素水塊は確認されなかったが、夏季の湾奥部でDOが比較的低値を示した。
- 4) 松島湾の断面図による解析の結果、湾奥部St.3で表層ではあるがDO 3.8 mg/Lを示しており、この地点から流入している河川の影響によるものと考えられる。
- 5) 女川湾の断面図による解析の結果、調査範囲全域に水温躍層の形成に加え、比較的低値を示した地点でのクロロフィルaとDOの同一挙動が確認された。これにより、鉛直混合の阻害やプランクトンの呼吸による酸素消費などが、DO低下を引き起こす一因であると考えられる。また、気仙沼湾の貧酸素であった地点と同じ挙動であり、これら二湾は同一のメカニズムでDO低下が起こる可能性が示唆された。
- 6) 今回調査した四湾ではいずれも夏季の湾奥部で比較的低DOが低下していることが確認された。これは、閉鎖性海域に見られる一般的な特徴と一致していた。
- 7) 今後、底層DO環境基準の類型あてはめの際には本研究のデータも参考に、さらなる詳細調査が必要である。

#### 参考文献

- 1) 今後の閉鎖性海域対策を検討する上での論点整理：今後の閉鎖性海域対策に関する懇談会，環境省（2007）
- 2) 水質汚濁に係る環境基準 についての一部を改正する告示（平成28年環境省告示第37号）：環境省
- 3) 丸茂恵右，横田瑞郎：貧酸素水塊の形成および貧酸素の生物影響に関する論文調査，海生研研報，第15号（2012）
- 4) 水質汚濁に係る生活環境の保全に関する環境基準の見直しについて：環境省
- 5) 柳哲雄：貧酸素水塊の生成・維持・変動・消滅機構と化学・生物学的影響，海の研究，第13巻15号（2004）