

# エアレーション技術(散気)による環境改善効果の検証(2014年度)

田中 良徳、粕谷 智之、山内 康生、山口 仁士

## Inspection of the environmental restoration effect by the aeration (2014)

Yoshinori TANAKA, Tomoyuki KASUYA, Yasuo YAMAUCHI, Hitoshi YAMAGUCHI

Key words: Omura Bay, oxygen-deficient water mass, aeration

キーワード: 大村湾、貧酸素水塊、エアレーション

### はじめに

大村湾では毎年夏季に底層水の酸素濃度が低くなる貧酸素水塊が発生し、海底付近に生息する魚類の減少、底質からの栄養塩の溶出等による水質の悪化及び有害プランクトンの発生のおそれなど大村湾の水環境に悪影響を与えている。また、湾内に発生した無酸素水塊が沿岸に押し寄せると「青潮」を引き起こし沿岸の漁場に大きな被害をもたらす。<sup>1)</sup>

長崎大学では、貧酸素環境の修復を目的に 2011～2013 年度に大村湾中央部に散気管を埋設し、夏場の貧酸素水塊が発生する時期に海底から空気を送り込むことの効果(散気効果)について現場実験を行った。その結果、貧酸素水塊形成の原因となる成層化を弱めるが、上昇流の影響は表層まで達しなかったことを確認した。

今回の検証試験では、県が長崎大学から散気施設の譲渡を受け、散気手法の改良を行い、散気によって発生する上昇流による影響範囲やその効果を把握することを目的に行った。

### 調査方法

#### 1 散気施設の概要

本試験では、大村湾中央部の St16(水深約 20 m)を散気地点とし、長崎市琴海尾戸町又兵衛港から散気地点まで大村湾中央部を東へ横断する形で全長約 4 km にわたる海底にポリエチレン二層管(φ30 mm)を埋設した(図 1)。散気地点までの送気は陸上に設置したコンプレッサー(アネスト岩田製 TFP110BB-10、定格出力 11kW)2 台で行った。なお、コンプレッサー 1 台あたりの最大散気量は  $1,260 \text{ L} \cdot \text{min}^{-1}$  である。

散気地点では図 2 のように散気管を波状に設置し、直径 4 mm 程度の散気孔を 19 個開けて散気管の先端を密栓し散気を行った。散気孔は St16 を始点としそれ

ぞれの散気孔の間隔を 20 m になるように配置した。

陸上に設置したコンプレッサーによる散気は 8 月 25 日に開始した。

散気に用いた 2 台のコンプレッサーには 11 時間の連続運転後 1 時間停止するようタイマーを取り付け、2 台が同時に運転停止しないよう 1 台のコンプレッサータイマーの開始時間をもう 1 台の開始時間から 6 時間後にすることで調整して散気を行った。

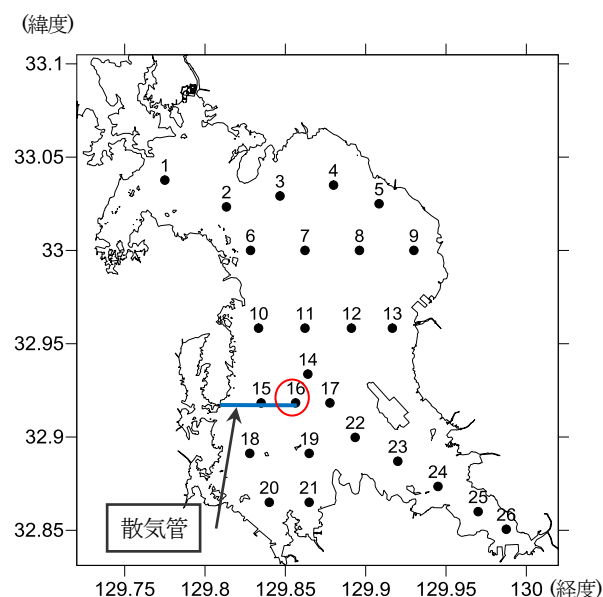


図 1 散気管配置図(○は散気地点を示す。)

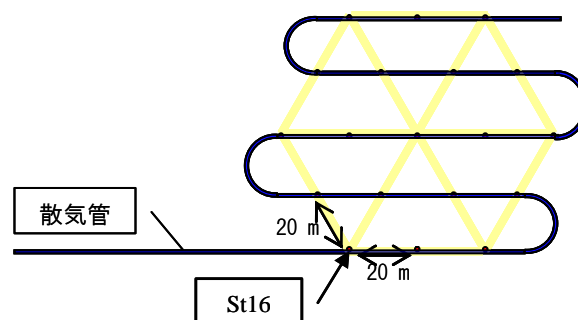


図 2 散気地点における散気孔配置平面図

2 調査内容

(1) 全湾観測

散気実施前後の湾内の水質状況を把握するため、図3に示した大村湾内26地点において多項目水質計（JFEアドバンテック製AAQ-RINKO（AAQ171））を用いて水温、溶存酸素（DO）、塩分、密度を測定した。

観測日：散気前 8/12

散気後 8/27、9/2、9/5、9/9、9/30、10/7

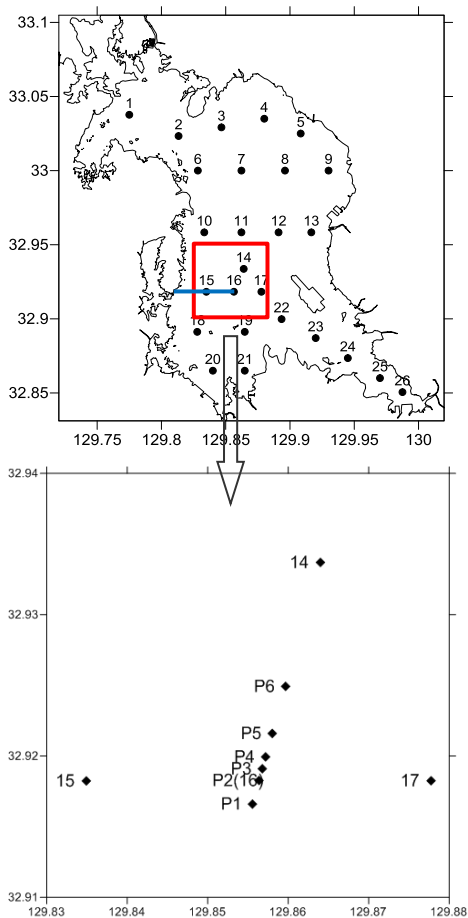


図3 全湾観測地点(上)及び集中観測地点(下)

(2) 集中観測

散気開始前後の水温の変化を詳細に確認するため、散気地点 St16 の南 200 m、散気地点 St16、北に 100 m、200 m、400 m、800 m の 6 地点を集中観測地点（P1～P6）とし水質観測を行った。集中観測地点では全湾観測調査時に多項目水質計を用いて水温、DO、塩分、密度を測定した。

観測日：散気前 8/12

散気後 8/27、8/29、9/2、9/5、9/9、9/30  
10/7

また、集中観測地点に水温連続計測用係留系を図4のように設置し、水深3m、7m、11m、15m、19mの水温の連続観測を行った。水温の計測は耐圧防水温度計測データロガー（Onset Computer Cooperation社製 TidbiT v2）を用い30分毎に記録した。

係留系による連続観測は2014年8月19日から10月15日まで行った。

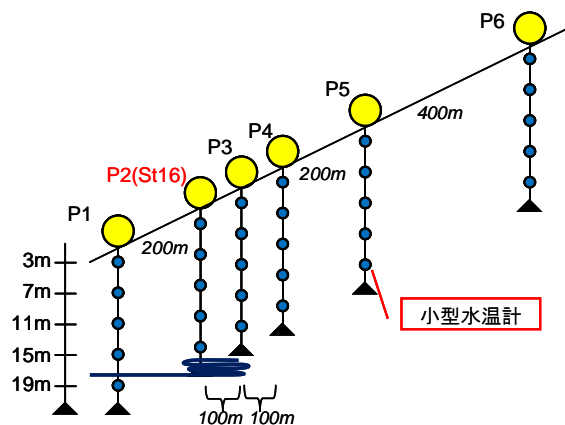


図4 水温連続観測用係留系配置図

結果

1 全湾観測結果 (図5)

湾内の水温は散気開始前から9月上旬までは表層で27～28℃、底層で約25℃と水温差が生じていたが、9月下旬には表層と底層の水温差が小さくなり、10月には表層と底層の水温差はなくなった。

塩分は散気開始前から散気開始直後の9月上旬まで表層で概ね30未満、底層で湾奥部を除き31.5～32程度と差が生じていたが、9月下旬には差がほとんどなくなった。

海底上1mにおけるDO飽和度について、散気開始前にDO50%以下の貧酸素水塊は湾内に見られなかった。これは8月8日から10日にかけて台風が接近し<sup>2)</sup>強風により湾内の水が攪拌され鉛直混合が進み、一時的に貧酸素水塊が解消されたためと推測される。

散気開始直後(8/27)には湾中央部にDO10%以下の貧酸素水塊が確認され、その後湾内全体に広がった。

9月下旬には台風による強風の影響により<sup>2)</sup>貧酸素水塊は湾奥部に見られるのみとなり、10月には再度接近した台風により<sup>2)</sup>湾内の水が攪拌され貧酸素水塊は消滅した。

全湾観測結果では、散気による明確な等値線の盛り上がりは確認されず、広域の観測結果からは散気による成層の変化は明確に見られなかった。

## 2 集中観測結果 (図6)

集中観測地点付近の DO 濃度は、散気開始後の 8 月 27 日に  $3.0 \text{ mL}\cdot\text{L}^{-1}$  ( $4.3 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ) 以下の貧酸素水塊が水深 15 m 以深で確認され、9 月中旬まで集中観測地点付近の水深 15 m 以深では一定の貧酸素状態が継続していた。

散気開始後、散気地点 P2 の底層付近及び水深 5～10 m において DO 濃度が周辺の同じ深度層よりも低い層が確認され等値線の盛り上がりが見られた。また、P3 では底層付近及び水深 5 m 付近で DO 濃度の等値線の盛り下がりが見られた。

9 月 9 日の観測では P2 の中層で等値線の盛り上がりが見られ、P3 の中層付近ではわずかであるが DO 飽和度の等値線の盛り下がりが見られた。

9 月下旬になると全湾観測での結果と同様に集中観測地点付近では貧酸素水塊が確認されず、10 月には表層と底層の酸素濃度の差がなくなった。

## 3 係留観測結果 (図7)

散気開始直前の散気地点付近における水温の等値線はほぼ一様であった。

散気開始後に散気地点 P2 (St16) において水温の等値線の盛り上がりが見られ始め、散気開始翌日には P2 の水深 3 m における水温が他の観測地点と比べ  $0.2^\circ\text{C}$  低くなり水温成層が乱される傾向が見られ、最大  $0.5\sim 0.7^\circ\text{C}$  低くなった。また、P3、P4 では表層から中層にかけて水温の等値線の盛り下がりも見られた。

散気開始後は、P2 での水温の等値線の盛り上がりが見られ水温成層を持ち上げている状況がしばしば確認された。

## 考 察

今回実施した散気試験の結果から大村湾に発生する貧酸素水塊に対する散気の効果について、全湾観測の結果では散気による水温、塩分等の成層の変化及び DO 濃度分布の変化は見られなかった。

なお、2013 年度にも県は大村湾の全湾観測で散気地点周辺での観測を実施しており<sup>3)</sup>、2013 年 8 月における St16 の水温、塩分は本年度よりいずれも低い値であった。2014 年度は広域で塩分の低下が見られ

るなど湾内の海況が大きく変化していたことから、本年度の調査だけで判断することは難しいと思われる。

散気地点周辺で実施した集中観測結果では、散気開始後に散気地点直上で上昇流が発生していること、その上昇流により底層にあった低温の海水が表層へ持ち上げられることが確認された。また、上昇流の影響は表層まで達していることが示唆され、上昇流の影響範囲は散気地点から 100 m 程度と推測された。

更に表層まで達した上昇流の影響範囲周辺では表層の海水が底層方向に沈みこんでいる現象が見られ、その影響は散気地点から 400 m 程度まで及んでいると推測された。

散気による DO 濃度への影響について、水温連続計測用係留系から得られたデータをもとに、多項目水質計で観測した水温と DO の相関図を図 8 に示す。この相関図から水温と DO 濃度には高い正の相関が見られ。この回帰式を用いて水温を DO 濃度に換算し、8 月 30 日における集中観測地点の DO 濃度鉛直断面図を作成した結果を図 9 に示した。

水温と DO の相関と鉛直断面図から P3 及び P4 の DO 濃度は周辺の同じ深度層よりも高くなると推測される。図 16 の回帰式と集中観測における深度 15 m の水温の実測値 (P2:  $25.49^\circ\text{C}$ 、P3:  $25.72^\circ\text{C}$ 、P4:  $25.68^\circ\text{C}$ ) から深度 15 m の DO 濃度を算出すると、P2 で  $3.03 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 、P3 で  $3.77 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 、P4 では  $3.64 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$  と見積もられることから、海底からの散気が周辺海域の DO 濃度を上昇させる可能性があることが示唆された。

## ま と め

今回の散気試験の結果を下記のとおりまとめる。

- 1 散気で生ずる上昇流によって底層の水塊は成層を持ち上げながら表層まで達していることが確認され、上昇流の影響範囲は散気地点から 100 m 程度と推測された。
- 2 上昇流の影響範囲周辺では下降流が二次的に発生していた。
- 3 貧酸素水塊が観測される期間において水温と DO 濃度の間に高い相関関係が見られた。
- 4 散気で生ずる上昇流及び下降流により散気地点周辺の水深 15 m における DO 濃度は最大  $0.6\sim 0.7 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$  上昇することが示唆された。

参考文献

1) 長崎県: 第 2 期大村湾環境保全・活性化行動計画 (2009 年 3 月)

2) 気象庁ホームページ 気象統計情報 過去の台風資料

[http://www.data.jma.go.jp/fcd/yoho/typhoon/route\\_map/in](http://www.data.jma.go.jp/fcd/yoho/typhoon/route_map/in)

dex.html

3) 田中良徳 他: 大村湾における夏季貧酸素水塊観測結果について(2013 年度), 長崎県環境保健研究センター所報 59, 77~79, (2013)

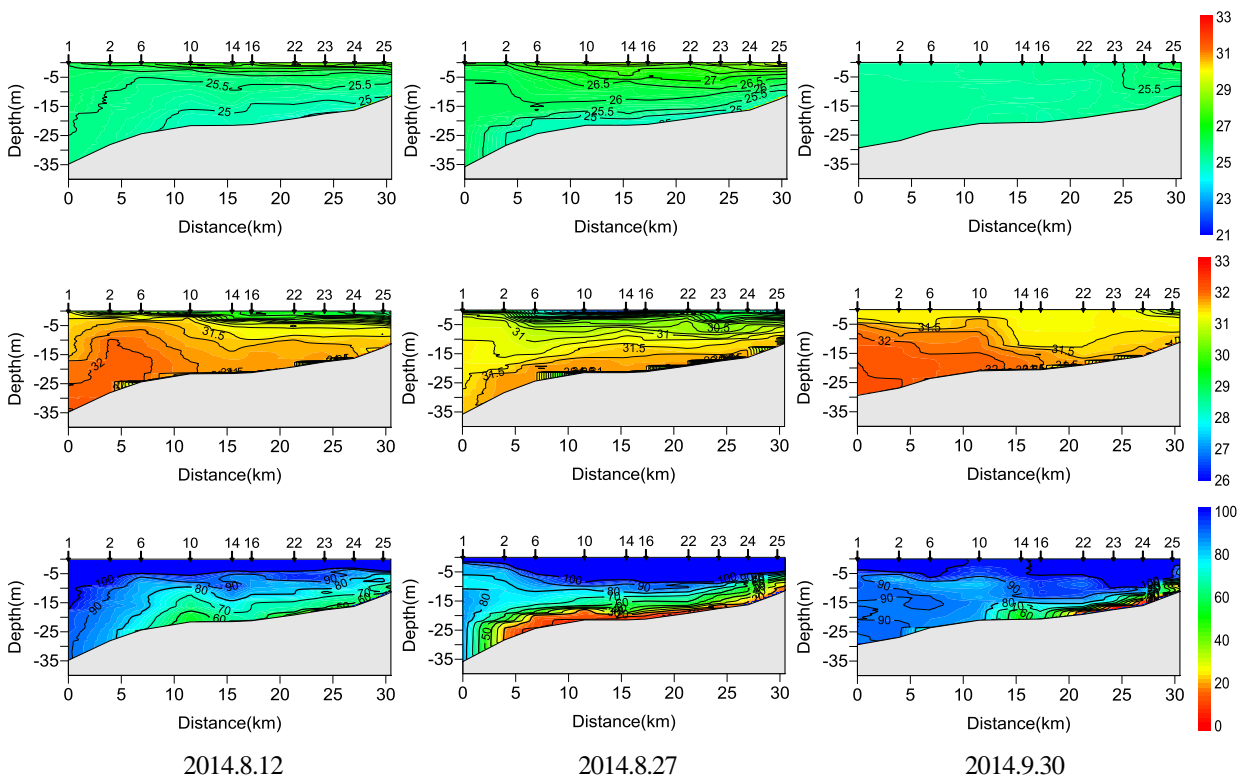


図5 全湾観測結果に基づく鉛直断面図 (上:水温(°C)、中:塩分、下:DO飽和度(%))

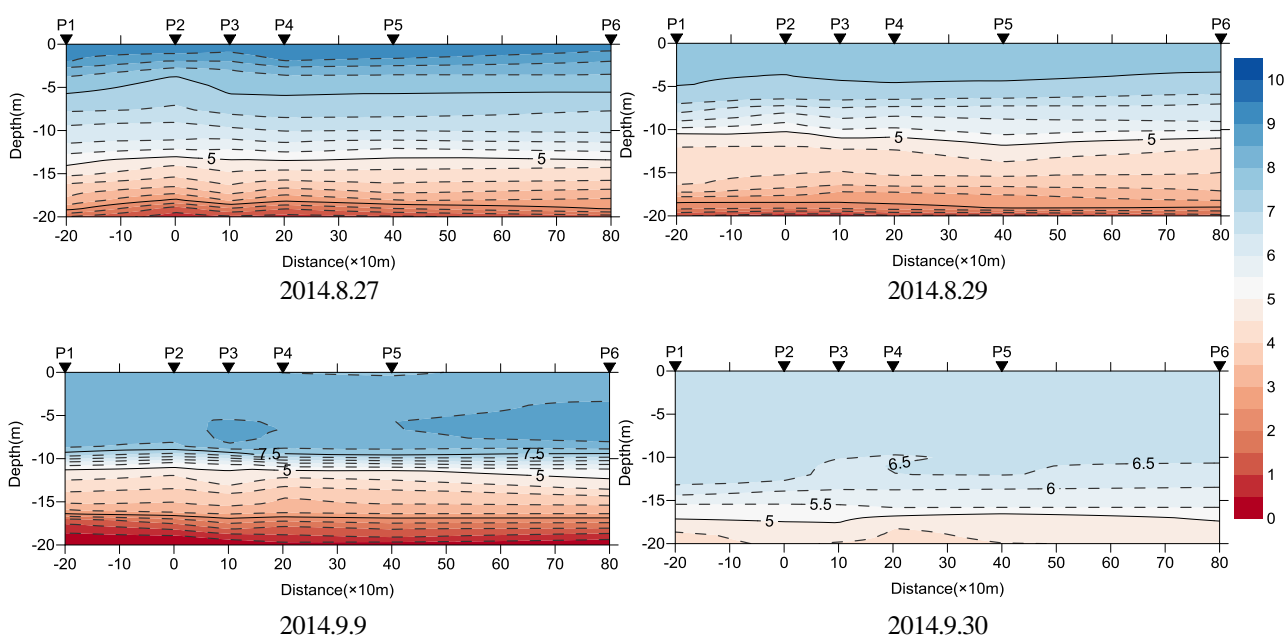


図6 集中観測結果に基づく鉛直断面図 (DO(mg·L<sup>-1</sup>))

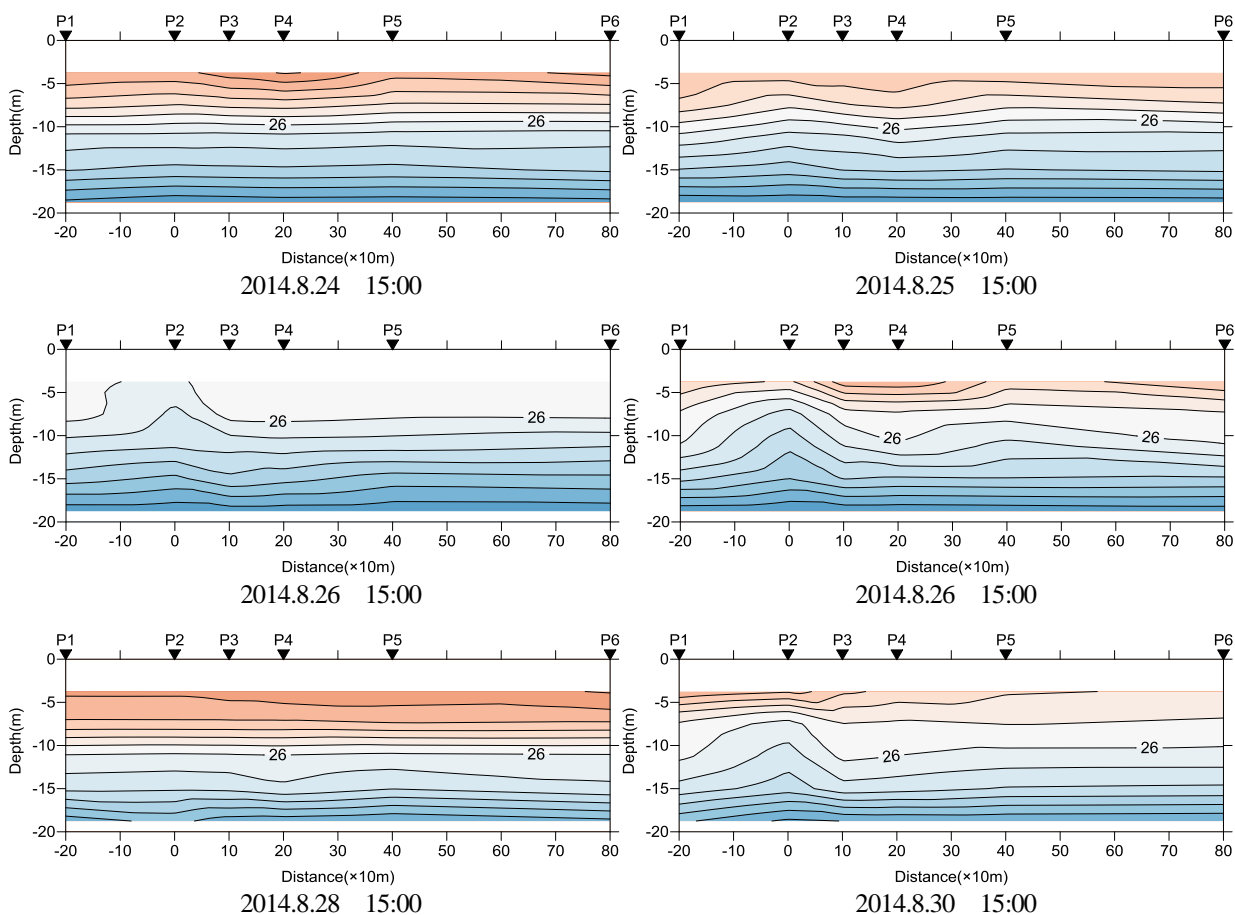


図7 係留観測結果に基づく水温鉛直断面図

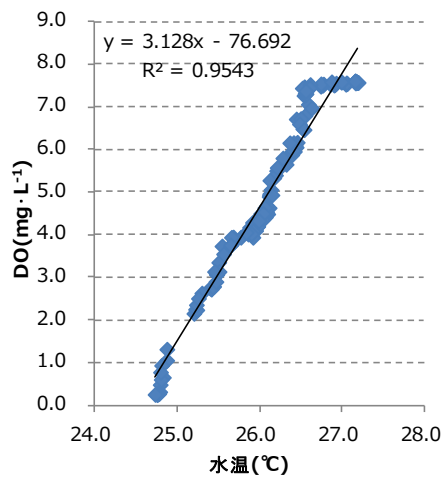


図8 多項目水質計観測結果に基づく水温-DO濃度相関図 (8/29)

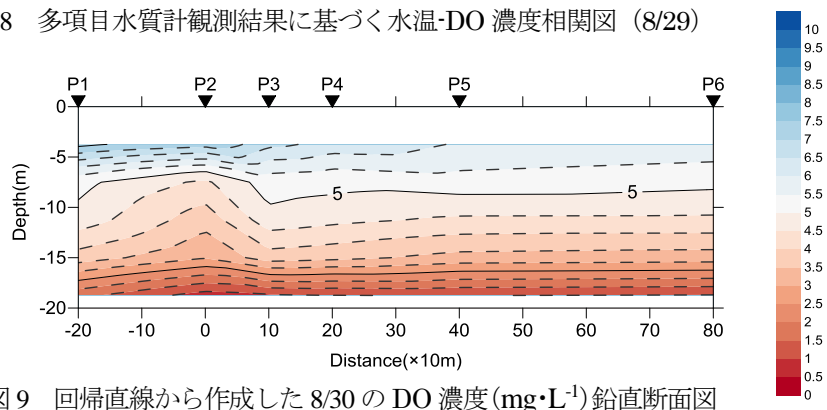


図9 回帰直線から作成した8/30のDO濃度(mg·L<sup>-1</sup>)鉛直断面図