

# エアレーション技術(散気)による環境改善効果の検証(2015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 (2015)

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ことが危惧されている。<sup>1)</sup>

本県では、貧酸素環境の修復を目的として2014年度に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い、その結果、上昇流により底層の水塊が成層を乱しながら表層まで達していること、加えて、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ることを確認し、下降流が底層のDO濃度を上昇させることが示唆された。<sup>2)</sup>

本年度は、引き続き海底から空気を送り込み、上昇流による影響範囲やその効果を把握し、貧酸素環境改善手法としての実用化への事業展開を図ることを目的に行った。

### 調査方法

#### 1 散気施設の概要

散気施設は2014年度に実施したもの<sup>2)</sup>と同様とし、散気地点では図2のように散気管を波状に設置し、直径4mm程度の散気孔を19個開けて散気管の先端を密栓したうえで散気を行った。散気孔はSt16を始点としそれぞれの散気孔の間隔を20mになるように配置した。

湾内の成層が強くなる前における散気の影響の把握と散気を一旦停止し成層が再び形成されたときにおける影響の把握の2つを目的に、2015年7月14日から8月10日を第1散気期とし、2015年9月9

日から10月30日までを第2散気期として実施した。

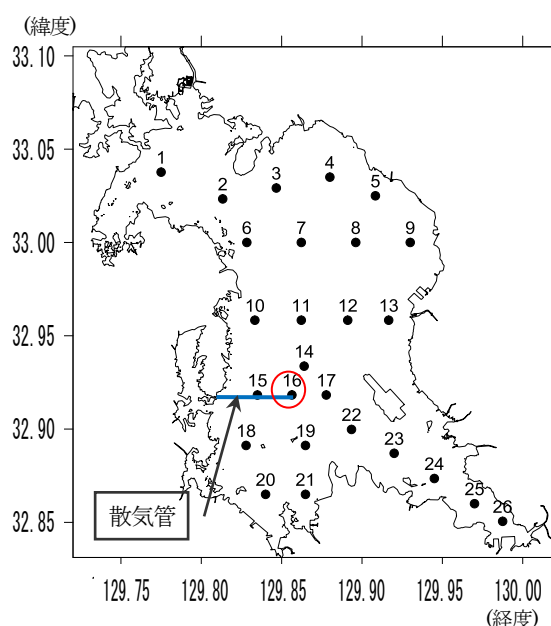


図1 散気管配置図(○は散気地点を示す。)及び全湾観測地点

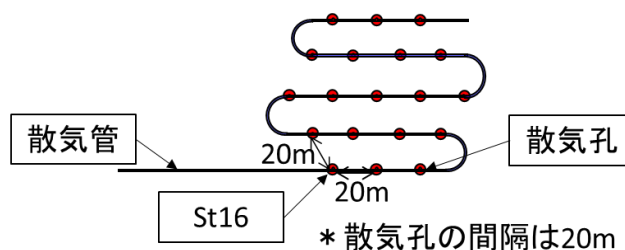


図2 散気地点における散気孔配置平面図

## 調査内容

### 1 全湾観測調査

散気実施前後の湾内の水質状況を把握するため、図1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。

### 2 集中観測調査

散気開始前後の水質の変化を詳細に確認するため、散気地点 St16 の東西及び南北に集中観測地点を9か所設け（図3）、多項目水質計を用いて水温、DO、塩分、密度を測定した。

また、集中観測地点には水温、DO 及び塩分の連続観測用係留系を設置し観測を行った。

係留系においては、集中観測地点の水深3 m、7 m、11 m、15 m、19 m に耐圧防水温度計測データロガー（Onset Computer Cooperation 社製 TidbiT v2）を設置した。また、散気地点 P 及び周辺地点 N2 の水深12 m、14 m、16 m、18 m に溶存酸素計（JFE アドバンテック製 ADOW-CMP）を設置し、水深3 m 及び19 m に塩分計を設置した。データの取得は水温、DO、塩分ともに30分毎とした。

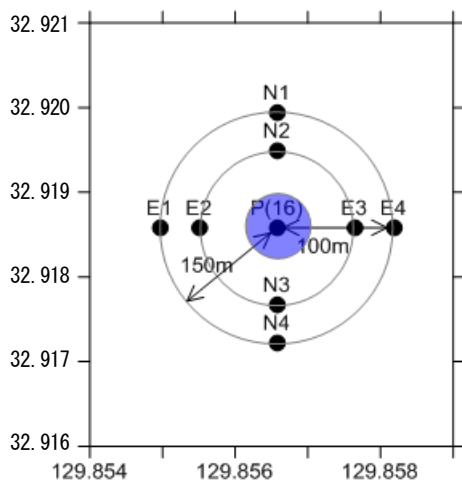


図3 散気地点周辺での集中観測地点

### 3 プランクトン調査

散気開始前後における湾内のプランクトン組成の変化を確認するため、図1に示す散気地点 St16 の南北4地点(St4、St 11、St 16、St 21)で散気開始前及び散気期間中のプランクトン調査を行った。検体は表層と多項目水質計で調査地点の深度毎のクロロフィル蛍光度を測定し極大値を示した深度（中層）の海水をバンドーン採水器で採取したものをを用いた。

調査日：2015年7月4日、7月10日、

7月24日、8月5日、9月16日

## 結果及び考察

陸上に設置したコンプレッサーによる散気は2015年7月14日に開始した。当初の計画では、散気地点への送気は2台のコンプレッサーを同時運転させ実施する予定であったが、散気開始の翌日（7/15）にコンプレッサーの1台に不具合が発生したため、期間中の散気は1台で実施した。コンプレッサーは9時間の連続運転後3時間停止するようタイマーで管理を行った。

観測期間中の湾内は、第1散気期では散気開始前は中西部で弱い貧酸素水塊が形成されていたが、散気開始直後に台風11号(7/16)及び台風12号(7/26)に伴う強風により一時的に成層が弱くなった。散気期間の後半の8月上旬になると水温、密度の成層が強くなり、湾中央部から南部にかけて貧酸素水塊が形成された。（図4）

第2散気期では、散気開始前の9月上旬に湾中央部から北東部及び湾奥部に貧酸素水塊が形成されていたが、散気開始直前から散気開始直後の強い北風により湾内の水が混合され表層と底層の水温差が小さくなるとともに貧酸素水塊が縮小した。（図5）

散気地点周辺で実施した集中観測結果では、第1散気期中の7月24日の観測において、散気地点で水温、密度、DOの等値線が上方に盛り上がる傾向がわずかに見られたことから、表層と底層の水温差が小さい時期においては散気地点直上で発生した上昇流により、底層にあった低温の海水が表層へ持ちあげられることが示唆された。また、上昇流の影響範囲は鉛直断面図より散気地点から100m程度と推測され、2014年度と同様の結果であった。<sup>2)</sup>（図6）

第2散気期の散気開始前の9月4日の集中観測結果では、表層と底層の水温差は1~1.5℃程度で、塩分、密度の成層が水深5m付近に見られた。（図7）

集中観測地点付近の水温、DOの連続観測結果では、第1散気期の散気開始直前から散気地点周辺の表層と底層の水温差が小さくなり（図8）、散気開始直後の底層では散気地点Pと散気地点から100m離れた周辺地点N2の水温に差が見られたが、両者のDO飽和度に大きな差は見られなかった。散気開始直前の強い南風及び散気開始直後の強い北風により湾内の水が混合された影響が散気の影響よりも大きく働いたため、散気開始直後は散気の影響が明瞭に

見られなかったものと推測される。湾内の風が弱まり表層と底層の水温差が小さい時期が続いた7月下旬になると、海底上2m(水深18m)において散気地点のDO飽和度が低下したのに対して周辺地点ではDO飽和度が10~30%相対的に上昇したが、海底上4m(水深16m)よりも浅い水深では散気地点と周辺地点のDOに大きな差は見られなかった。26年度の試験では、散気により散気地点直上で発生した上昇流により、底層にあった水塊を上方へ持ち上げる現象が見られ、その影響は表層まで達したが、本年度散気地点及び散気地点周辺のDOが変化する水深の幅が小さくなった原因の一つとして散気地点への送気量が2014年度の半分の量であったことが推測される。

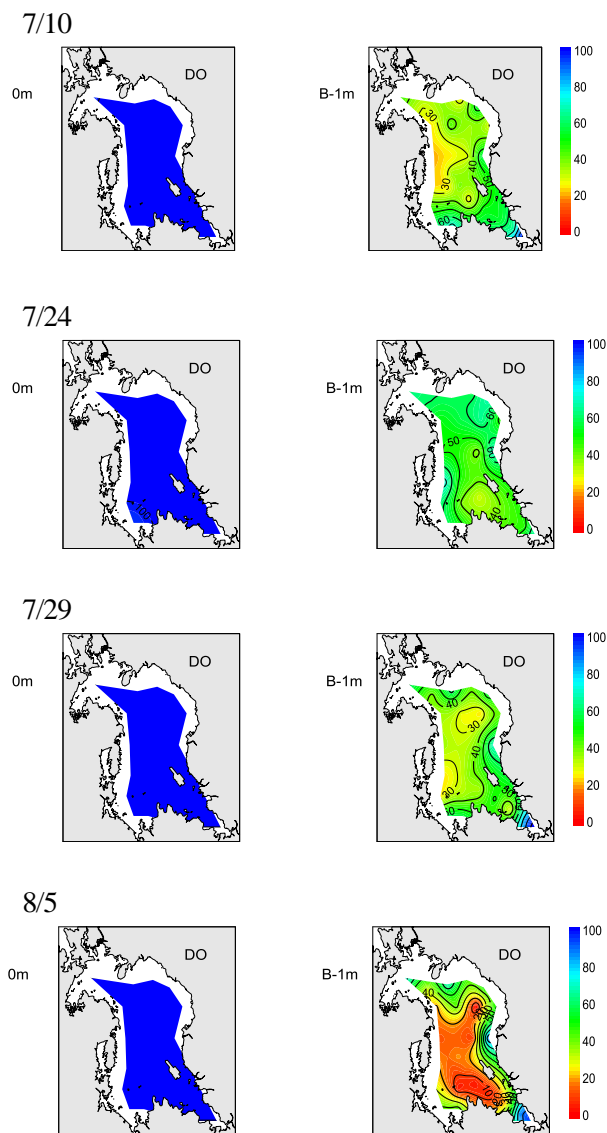


図4 全湾観測 DO (第1散気期)

第2散気期では、散気開始前の表層と底層の水温の差は散気地点P、周辺地点N2ともに0.5℃程度(図9)と第1散気期よりも小さく、散気開始後も表層と底層の水温差はほとんど見られなかった。散気開始後に散気地点Pと周辺地点N2のDO飽和度の差がほとんど見られなかったことから、湾口部から外部の海水が湾内に入り込み、貧酸素水塊が中央部から湾奥部に移動、縮小する時期(鉛直対流期)になると散気の影響を検出することは難しいと思われる。

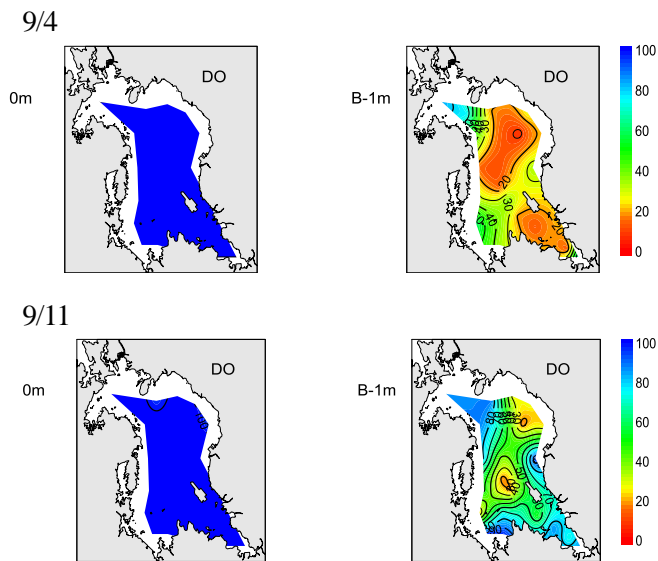


図5 全湾観測 DO (第2散気期)

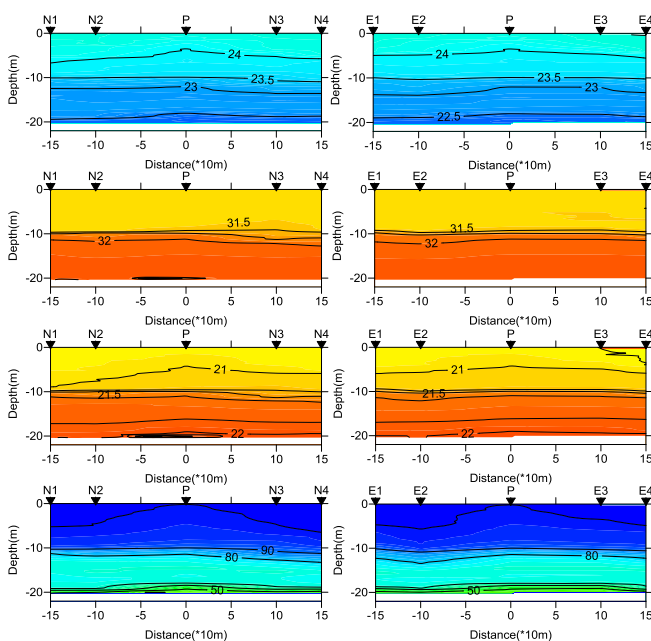


図6 集中観測地点の水温、塩分、密度、DO飽和度の鉛直断面図(7/24、左:南北方向、右:東西方向)

散気開始前後に実施したプランクトン調査では、散気開始後に有害赤潮の原因となる渦鞭毛藻類等は増加しておらず、(図 10) 散気地点と他の調査地点を比較しても地点間の出現種の変化は顕著に見られなかった。

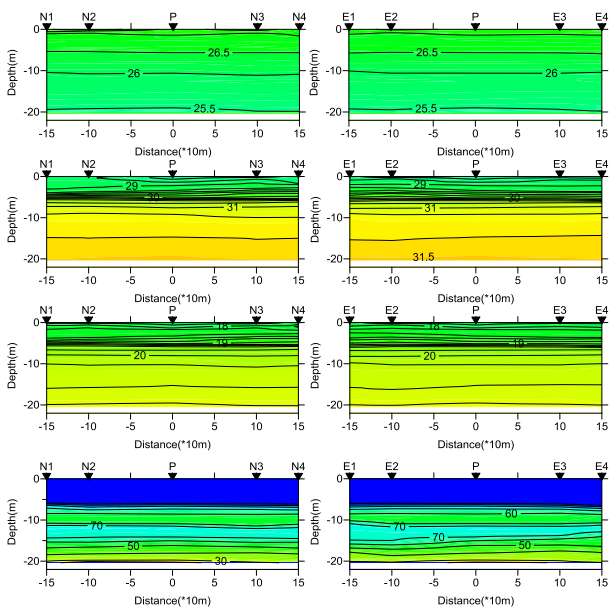


図7 集中観測地点の水温、塩分、密度、DO飽和度の鉛直断面図 (9/4、左：南北方向、右：東西方向)

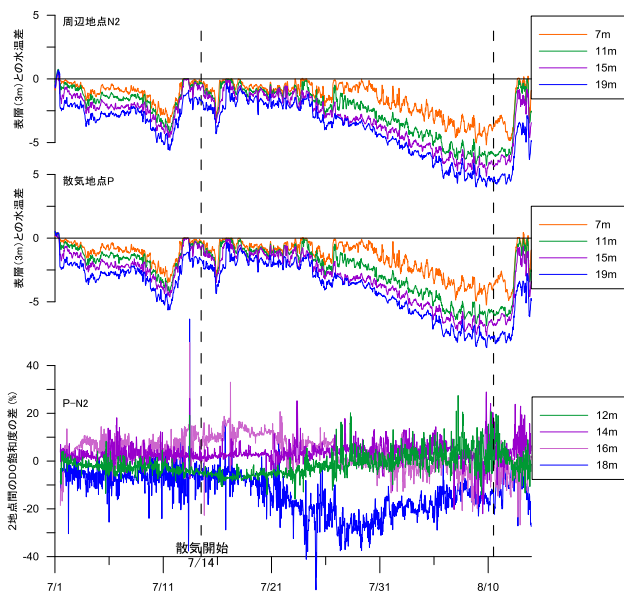


図8 第1散気期における表層3mとの水温差(上段：周辺地点N2、中段：散気地点P)と散気地点と周辺地点のDO飽和度の差(下段)

長崎県水産試験場が掲載している赤潮情報 (<http://www.marinelabo.naga-saki.nagasaki.jp/index.html>) によると、散気実施中に大村湾中央部で赤潮は発生していないことから、散気の実施によって渦鞭毛藻類等の有害プランクトンは増加しないと思われる。

以上のことから今回の散気試験の結果を下記のとおりまとめる。

- 1) 本年度の試験において、散気地点への送気量が2014年度の半分であったため、それによって発生する上昇流も弱かったものと推測される。
- 2) 貧酸素水塊の形成前(7月下旬)には、散気地点周辺の底層で散気に伴う上昇流の影響を受けたと考えられる散気地点と100m離れた周辺地点のDOの変化が認められた。

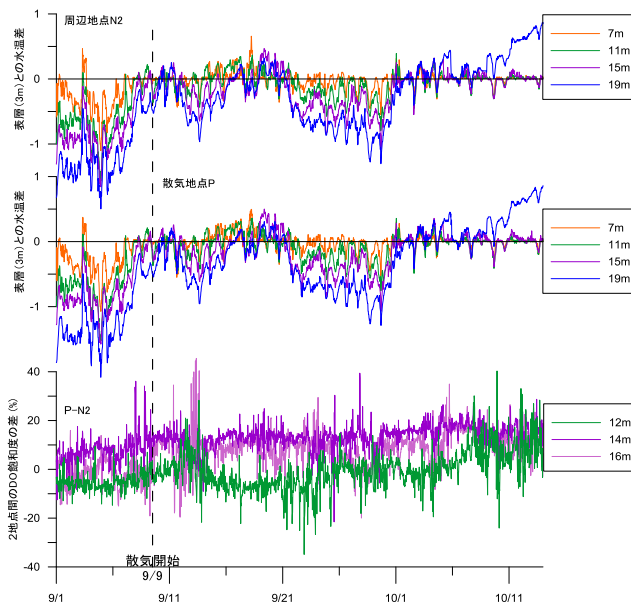


図9 第2散気期における表層3mとの水温差(上段：周辺地点N2、中段：散気地点P)と散気地点と周辺地点のDO飽和度の差(下段)

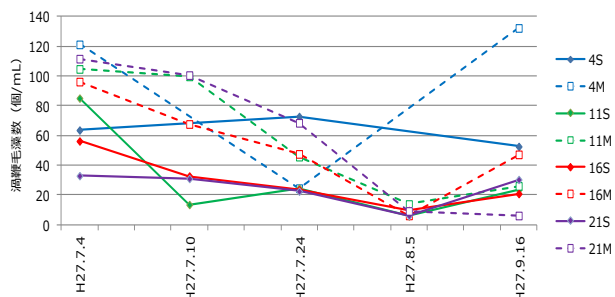


図10 プランクトン調査地点毎の渦鞭毛藻類細胞数

- 3) 水温、塩分の成層が強くなると散気の影響は明瞭でなかった。
- 4) 貧酸素水塊が縮小する時期（鉛直対流期）においては、水温・塩分等の上下差が小さく、散気の影響を検出することが難しい。
- 5) 散気によって有害プランクトンの増加などのプランクトン組成の変化は見られない。

#### 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) 田中良徳 他: 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), 長崎県環境保健研究センター所報 **60**, 100~104, (2014)