

夏季の諫早湾北部海域における密度成層と溶存酸素濃度との関係について

長崎大学大学院工学研究科 学生会員 田崎 航
 長崎大学工学部工学科 学生会員 松本孝明
 長崎大学工学部工学科 学生会員 宮崎厚志
 長崎大学大学院工学研究科 正会員 多田彰秀

1. はじめに

近年、諫早湾北部海域では、夏季に赤潮および貧酸素水塊（溶存酸素濃度が 2mg/l 以下の場合）が頻繁に発生しており、カキやアサリに代表される二枚貝の斃死など、水産業に甚大な影響を及ぼしている。特に、貧酸素水塊については、密度成層の形成に伴う鉛直混合の低下¹⁾や赤潮発生後のプランクトン死骸の沈降による底層での酸素消費過程が重要な発生要因であること²⁾が指摘されている。しかしながら、密度成層の形成と底層の貧酸素化現象との関係については十分に把握されていないのが現状である。

以上のようなことを踏まえ、本研究では 2018 年夏季の諫早湾北部海域を対象に実施した各種水質指標に関する隔日観測の結果に基づき、貧酸素水塊の発生と密度成層の関係について考察する。

2. 現地観測の概要

(1) 多項目水質計を用いた隔日観測

諫早湾北部海域周辺の観測点 K1,M0,M1,M2,M3,M5,M6 の計 7 地点（図-1 参照）において 2018 年 8 月 2 日から 9 月 5 日まで計 16 回の隔日観測を実施した。特に、多項目水質計（JFE アドバンテック(株) Model-AAQ1183）を用いて、水温、塩分、濁度、pH、溶存酸素濃度（以降、DO と略記）およびクロロフィル a（以降、Chl-a と略記）の鉛直分布を隔日で計測した。なお、観測時間は毎回 8:30~10:30 とした。

(2) 観測槽で計測された水質観測データ

諫早湾内に設置されている農林水産省九州農政局所管の観測槽 B3,B4,B5 および B6（図-1 参照）において、毎正時に水深方向 0.5m 毎に計測されている水温、濁度、塩分、pH、DO および Chl-a の観測データを九州農政局より情報公開によって取得し、本研究では用いている。

3. 観測結果と考察

図-2 は、気象庁のアメダスデータに基づいて作成した観測期間中の長崎市での日射量と降雨量の変化を表示したものである。観測前期の 8 月 1 日から 8 月 14 日までの降雨量は非常に少ない。一方、降雨日を除けば、日射量は多く、諫早湾内の水温は高くなっているものと予測される。

図-3 は、観測点 M5（図-1 参照）で計測された水温のイソプレットを示す。予測どおり 8 月初旬から 8 月中旬にかけて顕著な水温成層が出現していることが分かる。また、

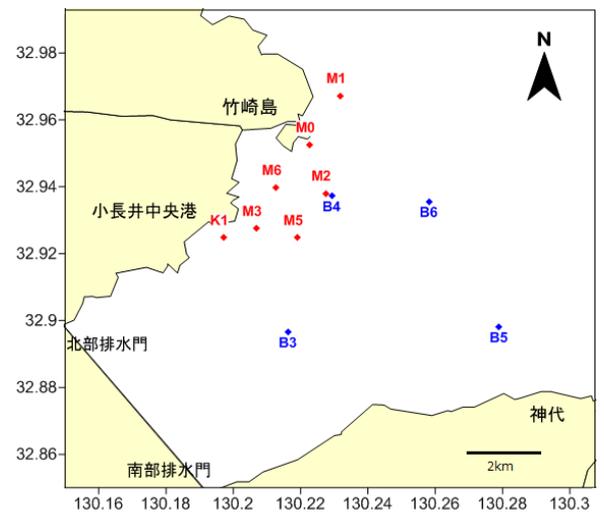


図-1 諫早湾内の観測点および観測槽の位置



図-2 日射量と降雨量(長崎市, 2018 年度夏季)

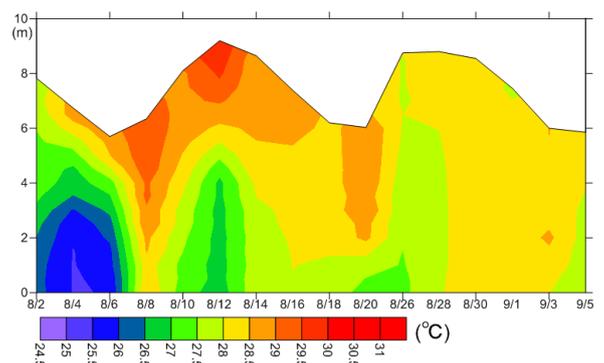


図-4 は、観測点 M5 で計測された塩分のイソプレットである。8 月初旬と 9 月初旬に塩淡水成層が出現している。これらは 7 月 29 日と 9 月 1 日の淡水流入の影響が表層部に現れたものと推察される。

図-5 は、観測点 M5 で計測された DO のイソプレットである。図-3 と図-4 を比較すると、水温成層が出現している 8 月上旬に底層で貧酸素水塊の発生が認められる。一方、8 月 12 日に表層部で DO が 9mg/l 以上と高い値を示している。これは、8 月 10 日に有明海の鹿島市地先から太良町地先にかけて発生した赤潮³⁾ が諫早湾北部海域に移動し、表層部に DO の過飽和状態が形成されたものと判断される。また、8 月下旬は、水温、塩分および DO の鉛直分布に大きな変化が見られない。これは、大潮による鉛直混合が卓越し、密度成層が消滅したものと推察される。これらより、貧酸素水塊の発生は、日射量の増加に伴う水温成層の形成と淡水流入に伴う塩淡水成層による密度成層の形成が大きな要因であることは明らかである。そこで、密度成層が形成される深度によって底層 DO の低下度合いに相違が現れるのではないかと仮説を立て、それを立証するために、密度成層の形成深度と底層の DO を対象として統計解析を行った。

4. 密度成層深度と底層の DO の統計解析

本研究では、短い時間間隔で計測されている観測櫓 B3,B4,B5 および B6 において取得された連続観測データ(2008 年~2018 年までの 7 月と 8 月のデータ)を用いて海底面直上の DO と密度成層の出現位置との関係を分散分析によって検討した。特に、密度成層の出現位置を特定するために、「成層深度」を新しく導入している。ここで、「成層深度」とは水表面から密度成層が出現する領域までの水深と定義される。例えば、成層深度 4m とは、密度差が最大となる領域が水表面から 3m~4m の間に存在するものと解釈される。なお、分散分析の前提として正規性と等分散性の検討が必要である。検定結果に基づけば、正規性・等分散性共に担保されていなかった。よって、その場合に適用することができる Games-Howell 法によって多重比較検定を再度実施した。その結果が図-6 に示されている。B3,B4,B5 および B6 の各点において成層深度 4m,5m で底層 DO の低下のピークを迎え、成層深度 1m,2m と成層深度 4m,5m との間に有意差を確認することができた。

5. まとめ

本研究では 2018 年夏季の諫早湾北部海域で実施した隔日観測および観測櫓での連続観測の結果に基づき、貧酸素水塊の発生と密度成層の関係について考察した。その結果、(1)表層付近で密度成層が形成される場合、海底面直上に貧酸素水塊の出現は見られないこと、(2)観測櫓 B3,B4,B5 および B6 共に密度成層が水深 3m~5m の領域に形成される場合に底層の DO が低下し易いことが明らかになった。【参考文献】1)日本海洋学会:「有明海の生態系再生をめざして」恒星社,2)環境省有明海八代海総合調査評価委員会報告書(2006),3)佐賀県 農林水産部: <https://www.pref.saga.lg.jp/kiji00320278/index.html>

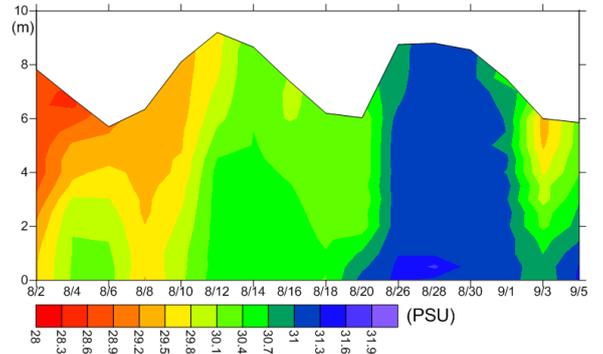


図-4 観測点 M5 における実用塩分のイソプレット

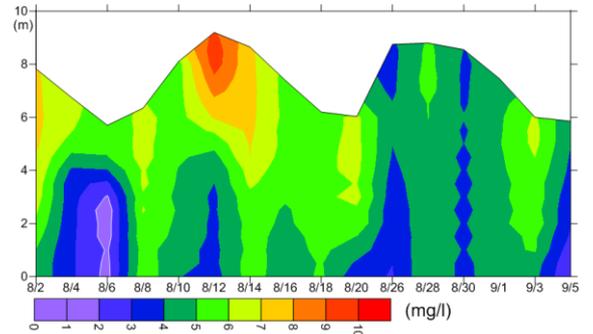


図-5 観測点 M5 における DO のイソプレット

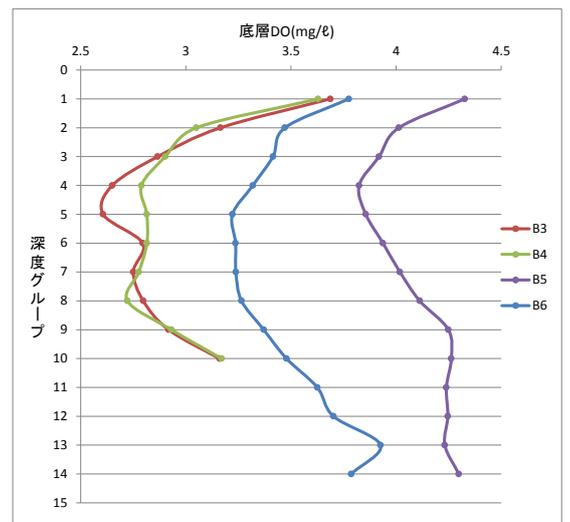


図-6 底層の DO-密度成層深度