

諫早湾における夏季の水質・流動特性について

建設技術研究所 正会員○関根 章雄

東京電機大学 正会員 橋本 彰博

東京電機大学 正会員 有田 正光

1. はじめに

近年、有明海では潮汐効果の減少に伴う成層化や赤潮発生件数の増加、海底での貧酸素水塊の形成といった水質の変化が報告されている。特に底層の貧酸素化は、底生生物の活動を困難にするため、水質浄化機能が低下して、更なる水質悪化をもたらす可能性がある。しかしながら同湾内の貧酸素水塊の形成や挙動は不明な点が多く、現象の理解のためには、水質の多面的な観測が必要である。そこで、本研究は有明海北部海域において実施された現地観測と農水省による定点観測の結果を使用して、諫早湾における底層 DO 値の変動特性を明らかにすることを目的とした検討結果について報告するものである。

2. 観測方法

観測は有明海北部海域の全体観測と諫早湾内での長期観測があわせて実施された。全体観測は2002年7月31日に実施したが、一潮汐間の水質変動を把握するため、干潮・上げ潮・満潮・下げ潮の計4回、有明海北部を網羅するように観測を行った(図1)。長期観測ではI1～I13の諫早湾内13地点(図2)において2002年7月から9月に大潮・小潮の満潮に10回の観測を実施した。また、本報では今回実施した現地観測の他に農水省による諫早湾北部のS-1、B-3、B-4の定点観測地点で観測された2002年7月から8月の1時間毎の水質連続観測結果(鯉渕ら：2003海講、第50巻参照)も併せて考察する。

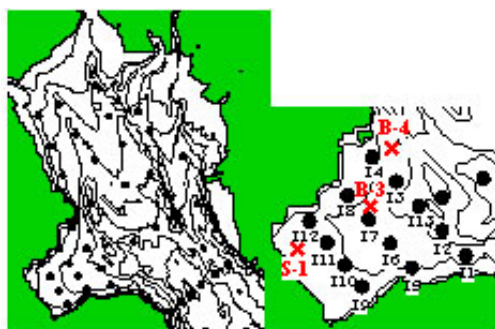


図1. 2002年全体観測地点 図2. 長期連続観測地点

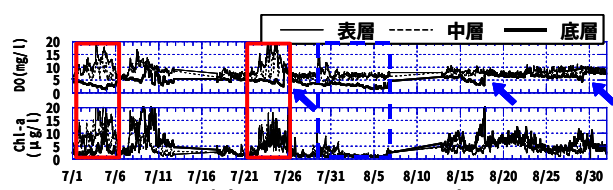


図3. B-3地点におけるDOとChl.aの時系列

3. 水質の変動特性

図3はB-3地点のDOとChl.aの時系列の一例を示している。同図より、貧酸素化に至るプロセスの一つとして、赤潮発生後の植物プランクトンの分解にともなう酸素消費がある事は明らかである。しかし、7月28日から植物プランクトンの増殖が少ないにもかかわらず、大規模で長期間にわたる貧酸素化が発生している。これは貧酸素化が赤潮発生以外の原因でも発生しうることを示している。そこで、本研究ではその他の原因として成層の形成を貧酸素化の原因の一つであると考え、この点に着目した検討を以下に実施した。

3-1. 海域による水質特性分類

2002年長期観測結果より、湾口、湾中央、湾奥を南北2地点ずつの計6地点を対象にして海域の成層状態を分類した。分類に当たっては図4に示す様に鉛直方向のDO鉛直分布形状をタイプ①、②、③に分類し、それぞれの発生回数を調べた(図5)。図5より、全域でタイプ①が最も多いが、南北で比較すると南部でタイプ③の発生が多

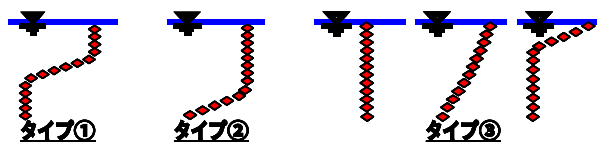


図4. DO鉛直分布の分類形状

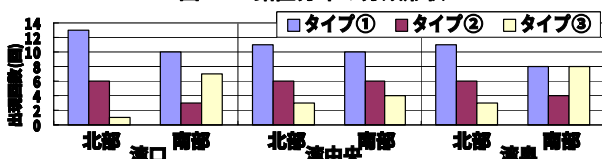


図5. 鉛直分布形状の出現回数

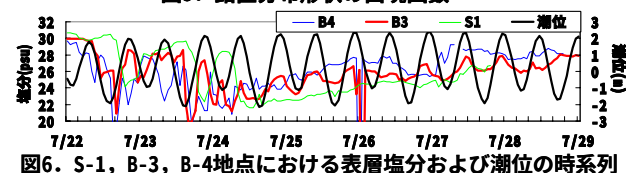


図6. S-1、B-3、B-4地点における表層塩分および潮位の時系列

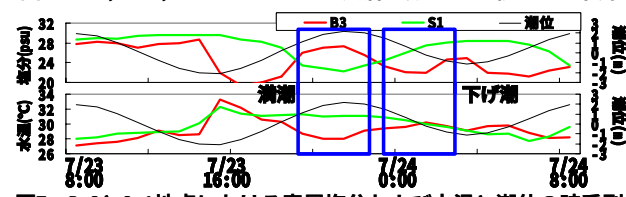


図7. B-3とS-1地点における表層塩分および水温と潮位の時系列

キーワード 諫早湾、成層、貧酸素水塊

連絡先 〒350-0394 埼玉県比企郡鳩山町大字石坂 Tel:049-296-2911 FAX:049-296-6501

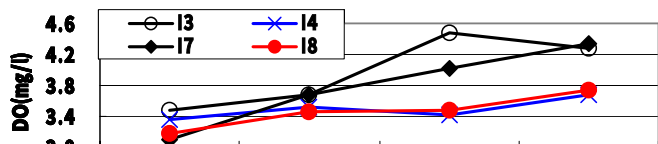


図8. 湾口および湾中央北部における底層DOの時系列

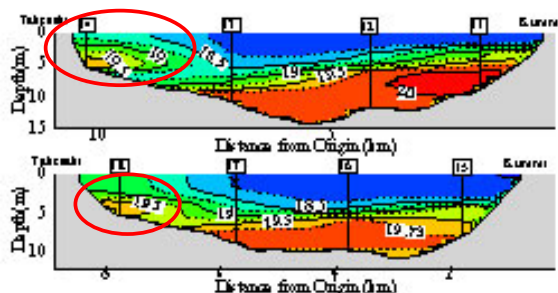


図9. 湾口および湾中央部における密度横断分布

い事が分かる。ここで、タイプ①と②が多いことは成層化によって貧酸素水塊が発生し易いことを意味し、タイプ③が多いことは鉛直混合が促進され貧酸素水塊が発生しにくいことを意味している。つまり、北部は南部より貧酸素化し易いことが分かる。そこで、以下ではさらに北部に着目した検討を実施する。

3-2. 諫早湾北部の水質特性

図6に諫早湾の成層の形成されやすい北部海域に位置する観測地点、S-1、B-3、B-4地点の表層塩分時系列を示す。同図より、7月17日の降雨後に22日から各地点で表層塩分が減少し始めていること、その影響は湾口に設置されたB-4地点で最も大きい事が分かる。また、24日以降は湾奥ほど塩分が低くなるとともに、25日よりB-3地点で潮汐に対応した変動が顕著になっていることが分かる。この事は湾内における水塊の移動を示していると考えられる。この事をより明らかにするために23日～24日のより詳細な時系列を図7に示す。同図より、満潮時のS-1と下げ潮時のB-3の塩分・水温がともにほぼ等しいが、これは両地点で同水塊を観測したものと考えられる。つまり、両地点間を低塩分水が潮汐に応じて移動していると考えられる。以上のことから、諫早湾北部は上げ潮による塩分上昇が弱いだけでなく、降雨後は低塩分水が潮汐によって湾内を移動するので、湾外より塩分濃度の低い水塊が表層付近に長期間滞留する可能性がある。

3-3. 貧酸素水塊の形成過程

前述した7月28日からの貧酸素水塊形成の原因を解明するために、7月31日の湾口および湾中央北部における底層DO値を図8に示す。同図より北部に位置するI4、I8地点のDO値は他の地点より低く、また、全潮時で同程度の値で推移している。このメカニズムの解明のために湾口の横断面密度分布を図9に示す。図9より、北部において不連続で低

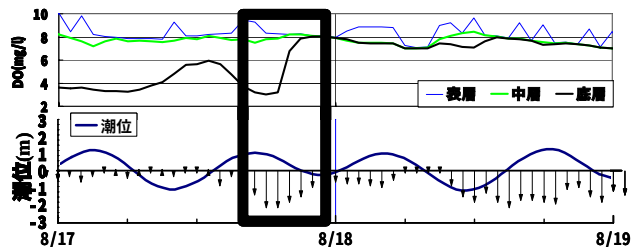


図10. B-3地点のDOおよび風向・風速と潮位の時系列

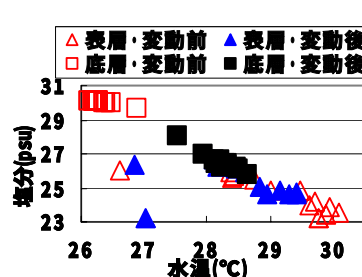


図11. B-3水温と塩分の相関図(7/25)

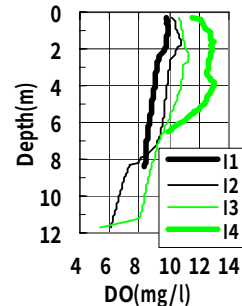


図12. 湾口部におけるDO鉛直分布(8/17)

密度の水塊の形成が認められる。一方、ここでは紙面の都合で割愛するが、同期間に有明海北西部の底層に大規模な貧酸素水塊が形成され、また、諫早湾北部海域に貧酸素水塊が達していることが分かっている。これらの知見を総合すると上述の諫早湾北部で観測された貧酸素水塊は有明海北西部から流入したものであると考えられる。

4. 風にもなう水質変動

諫早湾北部海域で貧酸素化が生じ易いことについて記述したが、図3の8月17日の時系列に示されるように底層DO値が表層とほぼ同程度の値にまで急上昇するケースがある。観測中に同様の変動が3回観測されているが、気象の変動に原因があると考えられた。この点を検証するために図10に風向・風速と潮位の時系列を示す。検討結果によれば、大潮、小潮に関係なく全て北風が吹き始めた下げ潮時に生ずる現象であることが明らかになった。また、7月25日における表層と底層の水温と塩分の相関(図11)からも、この現象後には表層と底層の水質が類似になっていることから鉛直混合が生じたと考えられる。さらには、図12によると北部に近い地点ほどDOが高いが、これは表層のエクマン輸送の結果、北岸沿いで沿岸沈降現象が生じ、表層の水塊が底層へ供給され、全水深でDOが高くなったと推測される。このように同水域において風は水質変動に大きく関わっていることが明らかにされた。

5. まとめ

諫早湾北部海域に着目して水質の変動特性を検討した。その結果、貧酸素水塊の形成過程と移動特性など、諫早湾の水質を論ずる上で重要ないくつかの知見を得た。

参考文献

鯉淵他：海岸工学論文集，第50巻，pp.971-975，2003