

有明海湾奥部の長期水質観測と噴流式水質改善システムによる 貧酸素水塊の解消とその対策に関する研究

佐賀大学大学院工学系研究科 学○大田孝

佐賀大学低平地研究センター 正 山西博幸・荒木宏之・林重徳

SUS 株式会社 鈴谷雄二郎

1. はじめに

佐賀大学低平地研究センターでは、有明海湾奥部の干潟域にてアゲマキの人工漁場を造成し、その実証試験を行っている。しかし、夏季の成層期に沖側から流入する貧酸素水塊^{1), 2)}が水・底質環境や底生生物の生息環境に影響をもたらす。本研究では有明海湾奥部干潟域に設置した4基の観測塔からの水質データから貧酸素水塊の挙動と共に、干潟域への貧酸素水塊の流入抑制とその物理的解消策として噴流式水質改善システム(高酸素溶解噴流装置)による水質改善効果の検証を行った。

2. 実験および調査方法

2.1 モニタリング方法 佐賀県鹿島市七浦干潟で実施され、図-1のように配置された4基の観測塔に設置した自動昇降型の多項目水質測定センサー(アレック電子(株)製, AAQ1183)を用いた。(写-1参照)。この観測システムは多項目水質測定センサー、センサー移動用ウィンチ、センサー洗浄ロボット及び制御装置から構成され、1時間毎に水位、水温、塩分、濁度、クロロフィル、DO、pHを鉛直方向に一定間隔で測定する。収集されたデータは、Dopa通信にて遠隔で入手することができる。

2.2 高酸素溶解噴流装置による現地実験 実験は佐賀県鹿島市七浦沖水域(図-1参照)にて、2007年8月～9月の間に4回(実験1:8月21日(小潮)、実験2:8月28日(大潮)、実験3:9月4日(小潮)、実験4:9月12日(大潮))行った。現場で用いた機器は噴流式水質改善システム((株)ワイビーエム製, YO-020NC+JTC-24000GP)でこれを観測塔No.3(干潟前縁域)に設置し、所定の時間作動させた。また、噴流口は底泥面から1mの高さに設置した。実験中の酸素の溶解状況や周辺水域の水質への影響については、観測塔4基によりデータを取得した。

3. 調査・実験結果及び考察

3.1 モニタリング結果 図-2は、観測塔No.3における2005年の9月から2007年の12月までの水温、降水量、塩分、DO、密度及び成層強度 ϕ ³⁾の経時変化である。なお、成層強度 ϕ は成層状態にある水柱を鉛直一様にするために必要な単位体積エネルギーである(次式(1)参照)。

$$\phi = \frac{1}{h} \int_{-h}^0 (\rho - \rho(z)) g z dz \quad (1)$$

なお、成層強度 ϕ を算出するにあたり、 $\rho(z)$ の分布型を定める必要があるが、ここでは便宜上、川西ら³⁾と同様、式(2)のような直線分布とした。

$$\rho(z) = \rho_s - (\rho_b - \rho_s) \frac{z}{h} \quad (2)$$

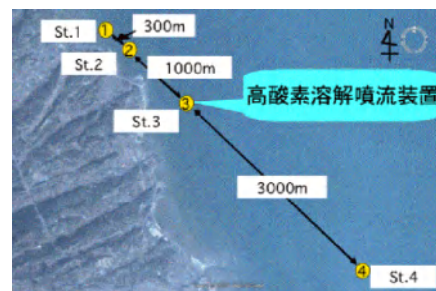
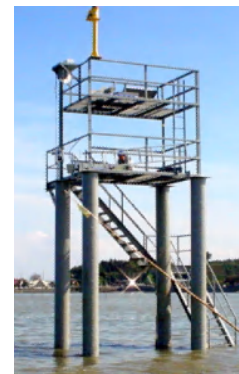
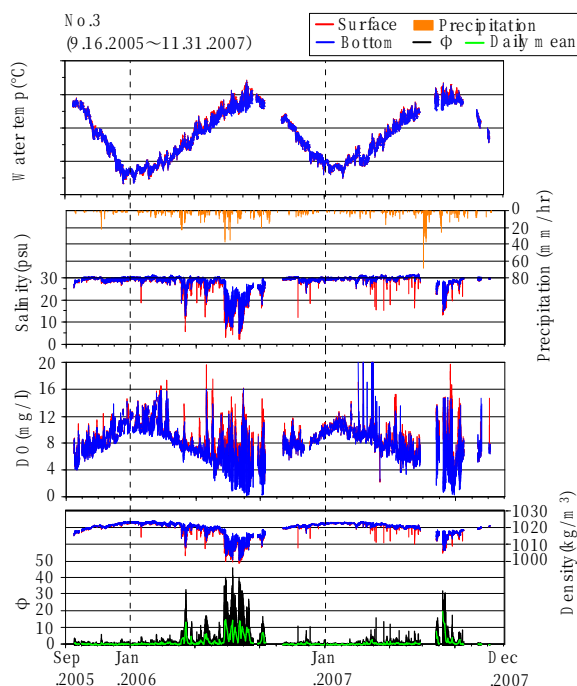


図-1 調査地点



写-1 観測塔全体

図-2 水温、降水量、塩分、DO、密度及び成層強度 ϕ の経時変化
(2006. 9.16～2007.11.31)

キーワード 有明海, モニタリング, 貧酸素, 噴流式水質改善システム

連絡先 〒840-8502 佐賀県佐賀市本庄町1番地 佐賀大学低平地研究センター (代)TEL 0952-28-8582

ここで h :水深(m), $\hat{\rho}$:水深平均密度(kg/m^3), ρ :密度(kg/m^3), ρ_s :表層密度(kg/m^3), ρ_b :底層密度(kg/m^3), z :水面を0とした上向き鉛座標軸(m),である. 図-2より,成層強度 ϕ が増加する期間では,底層部のDOが低下し,貧酸素状態となっている. また,長期間大きな ϕ が継続することも貧酸素の形成・継続に寄与する.

したがって夏季の貧酸素水塊を物理的に抑制・解消するための一方策として成層の破壊が必要で,かつ短時間で効率良くDOを供給することも重要である.

3.2 貧酸素水塊の流入抑制とDO改善に関する現地実験結果 現地での実証実験は計4回行われ,ここでは8月21日の結果についてとりまとめる. 図-3は観測塔No.3での水位とDOの経時変化を示したものである. 8月21日の装置作動は,10:00から18:00であるが,本作動前に2~3時間の試運転をしている. 図より実験開始前には底層部でDOが3mg/L程度であったものが試運転も含め4時間後(12時頃)には13mg/Lまで増加し,また底層のみならず全層にわたってDOが増加し,表層部では19mg/L程度まで上昇した. その後,表層,中層では装置の稼働停止まで十分なDOを保持していた. 一方,底層部ではゆるやかなDO減少が見られたものの9mg/L程度で落ちついた. 当日の満潮時刻は13:51(大浦港)で底層付近では徐々に流向が逆転し,干潟域からの水塊が流入しはじめたことや微細気泡と水との接触時間などDO供給のメカニズムに起因し,噴流吐出口よりも上側にある水層でDO改善効果が得られやすいと言える. しかし,装置の稼働を停止したところ(18:00以降),全層にわたって一斉にDOが減少し,底層では3mg/L程度まで低下した. 翌22日,10:00以降再び全層でDOが上昇しはじめ14mg/L程度まで到達し,16:00以降からDOの減少が観測された. DO供給後の高酸素水塊流動については,数値計算による検討を必要とするが,本調査データは高DO水塊が数十時間維持されながら流動していることを示唆するものである.

図-4は各観測塔で得られた水質項目のうち,水温,塩分及びDOについて縦断方向の等値線図を経時的に示したものである. 図より装置稼働前には沖側底層で高塩分・低水温で貧酸素状態の水塊が見られるものの,装置稼働とともに観測塔No.3から高濃度のDOが供給され,貧酸素水塊の干潟域への流入抑制および改善が図られていることがわかる. また,上げ潮の岸側では塩分や水温の成層もやや緩和される傾向にあった. しかし,下げ潮でのDO分布を見ると沖側底層部での貧酸素状態の改善にはあまり期待できないといえる. しかしながら,対象とする水質改善域や気泡発生装置を設置する場所次第でその抑制は可能である.

4. おわりに

本研究では高酸素溶解噴流装置による現地実証実験を通して,水域のDOの改善効果についてその一部を明らかにした. 紙面の都合上,割愛した内容や未だ十分に検討できていない点もあり,これらに関しては今後随時報告していく予定である. 本研究を遂行するにあたり,科学技術振興調整費(代表:楠田哲也・北九大教授)より補助を受けた. また,現地調査では,佐賀県有明海漁協,(株)ワイビーエム・宮本・大坪両氏および佐賀大学・末次講師にご協力いただいた. ここに記して謝意を表す.

[参考文献] 1) 大田ら(2007):「有明海湾西部水域における長期モニタリングと底泥の酸素消費に関する研究」,土木学会第62回年次学術講演会概要集(第7部門),pp.265~266. 2) 古賀ら(2007):「泥干潟における水質の空間分布と懸濁物質の輸送特性に関する研究」,平成18年度日本水環境学会九州支部研究発表会講演要旨集,pp17-18. 3) 川西ら(2007):「河川干潮域における浮遊土砂の輸送過程」,沿岸海洋研究,44, No.2, pp203-210.

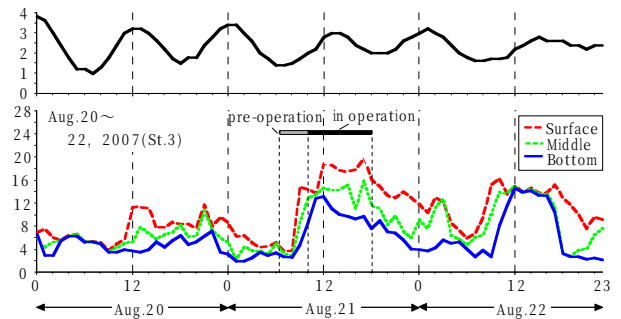


図-3 観測塔No.3における水位DOの経時変化(2007.8.20-22)

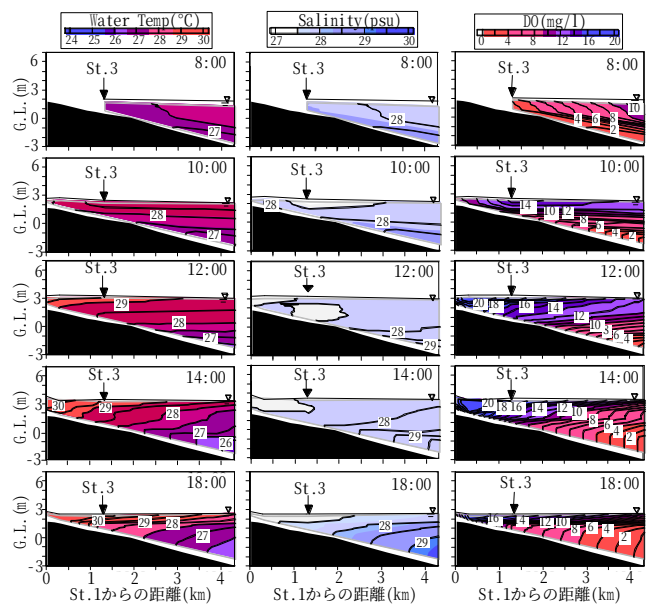


図-4 水温, 塩分及びDOについて縦断方向の等値線図