

長期水質観測による有明海湾奥西部水域の水環境特性に関する研究

佐賀大学低平地研究センター 正○山西博幸
基礎地盤コンサルタンツ(株) 大田 孝

1. はじめに 有明海では近年、赤潮の発生頻度の増加や夏季に沖側から流入する貧酸素水塊などにより、水・底質環境や底生生物の生息環境に影響を与えている。本研究は、佐賀県鹿島市七浦干潟周辺水域で実施した長期的な水理・水質モニタリングから夏季の貧酸素水塊の挙動や周辺水域での懸濁物の輸送について検討した。

2. 調査方法 現在、調査地点の佐賀県鹿島市七浦干潟周辺水域には4つの観測塔が設置されている。また、各観測塔には自動昇降型の多項目水質測定装置(JFEアレック社製, AAQ1183)が備えられている。本装置は毎正時に20cm刻みの水質(水温, 塩分, 濁度, クロロフィル, DO, pH)分布を測定することができる。得られたデータは, Dopa 通信を介して研究室のパソコンにメール形式で送られるようになっている。さらに各観測塔付近に超音波式ドップラー流速計(Nortek社製, Aquadopp Profiler, 2MHz)を設置した。

3. 結果及び考察 図-1は観測塔 No.3での2005年9月から2008年12月までの水温, 塩分, DO, 密度及び成層強度 ϕ 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として定義される。

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

ここで h :水深(m), $\hat{\rho}$:水深平均密度(kg/m^3), ρ :密度(kg/m^3), z :水面を0とした上向き鉛直座標軸(m), である。図より, 水温は年間を通して約5~30℃の変化を有し, 冬季から夏季の水温上昇率は約3.2(℃/月), 秋季から冬季の水温低下率は約4.1(℃/月)であった。また, 上下層の水温差は春季から夏季にかけて

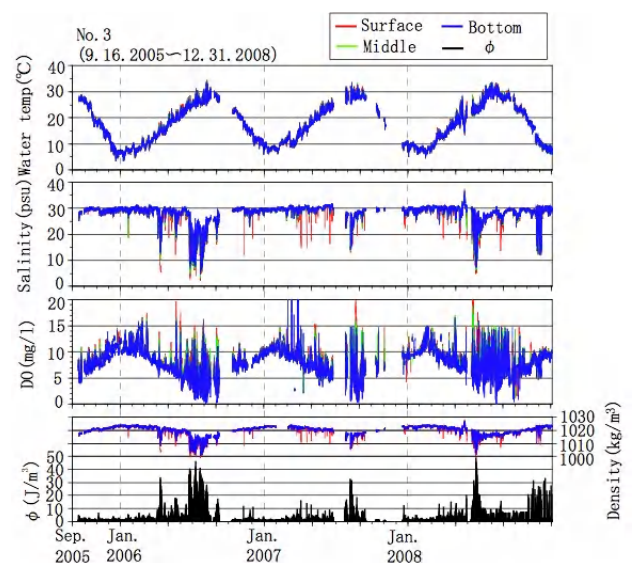


図-1 観測塔 No. 3 における水温, 塩分, DO, 密度及び成層強度の経時変化

大きくなる。1日の変化を見ると夏季に最大で約8℃の変動幅を有していた。塩分は梅雨期にあたる5~7月にかけて急激な低下が見られ, 陸域から流入する淡水に依存する変動を有している。これらの現象は, 夏季の密度成層の形成に大きく関係し, 上下層の混合抑制を促すと考えられる。そして上下層の混合抑制は海水面からの供給を主とするDOに大きな影響をもたらす。

図-2は観測塔 No.3での夏季における水温, 塩分, DO 及び成層強度 ϕ の空間分布である。大潮では上下層の混合が促進され, 流速, 水温, 塩分ともに鉛直方向の分布はさほど見られないものの小潮では鉛直混合が緩和され, 成層化しやすい。このことは,

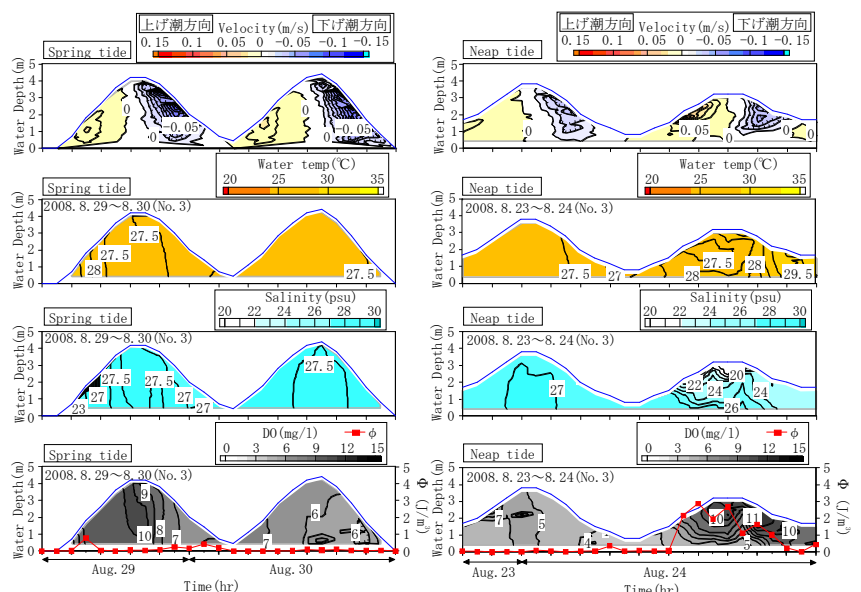


図-2 観測塔 No. 3 の流速, 水温, 塩分, DO 及び成層強度の空間分布
[左図:2008年8月29-30日(大潮), 右図:2008年8月23-24(小潮)]

キーワード: 有明海, 長期モニタリング, SS, 貧酸素水塊, 物質輸送

連絡先住所: 〒840-8502 佐賀市本庄町1 佐賀大学低平地研究センター TEL:0952-28-8582

図-2の成層強度 ϕ の変化からも明らかで、小潮期の ϕ の値が大きい期間では、底層部のD0が低下し、貧酸素状態となっている。また、大きな ϕ 値が継続されることも貧酸素水塊の形成維持に関わるといえる。

次に各観測塔を通過する懸濁物の輸送について検討した。各観測塔における水平方向のSSフラックスは式(2)より求めた。

$$S(t) = \int_0^h c(z,t)u(z,t)dz \quad (2)$$

ここで、 $S(t)$: 単位幅あたりの断面フラックス(kg/m/s)、 c : 濃度(kg/m³)、 u : 4つの観測塔が設置された方向の成分流速(m/s)、 h : 水深(m)である。このとき、 T_s : 冠水開始時刻、 T_e : 冠水終了時刻とすれば、冠水時間($T_s \sim T_e$)で $S(t)$ の時間積分を行えば、一潮汐間における各断面でのSS輸送量(W)が求められる。

$$W = \int_{T_s}^{T_e} S(t)dt \quad (3)$$

ここで、 W : 一潮汐間に各観測塔の断面を通過したSS量

(kg/m)である。また、各地点間の方向成分の W の差引により、その区間のSS輸送特性について評価できる。この時、各区間でのSS輸送に関する増減量 F が次式によって求められる。

$$F = \Delta W / (\Delta L \cdot \Delta t) \quad (4)$$

ここで、 F : 各区間での巻き上げ・沈降に関する正味のフラックス(kg/m²/hr)、 ΔW : 各区間での W の差引量(kg/m)、 ΔL : 各区間の水平距離(m)、 Δt : 冠水時間(hr)である。さらに W の累積量を W_a とした。図-3は観測塔方向の断面フラックス S と累積量 W_a を経時的に示したものである。図よりいずれの断面においてもSS輸送量は上げ潮期より下げ潮期の方が大きく、常に正味下げ潮方向に輸送される。また、その差は大潮期に顕著となり、下げ潮期に小さくなる。図-4は、 W_a の平均的な時間変化率から各地点における一潮汐あたりのSS輸送量を概算したものとこれを用いて各区間の増減量 F を算出したものである。また、図-5は図-4同様、2006年の1年間に各区間を通過した総SS輸送量と、これから算出した正味の巻き上げ・沈降フラックスである。両図より2006年では、観測塔No. 1, 2よりもNo. 3での通過量が大きく、この2つの区間で懸濁物が巻き上げ・流動傾向にあることがわかる。このとき、観測塔No. 1とNo. 2の区間で0.74(kg/m²/day)、No. 2とNo. 3の区間で0.05(kg/m²/day)の巻き上げフラックスが換算できる。さらに、現在の干潟形成から幅を約700mとして観測塔No. 3の年間の総SS輸送量を概算したところ、約38万tとなった。結果として、この周辺水域では正味、沿岸に沿って南下するようにSSが輸送されているといえる。

4. おわりに 本研究では、水位変動を有する干潟浅水域での長期水質調査に関する膨大な観測データの一部から夏季の貧酸素水塊の挙動と干潟上を出入する懸濁物の輸送量を算出した。なお、本研究を遂行するにあたり、平成20年度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。ここに記して謝意を表す。

[参考文献] 1) 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.

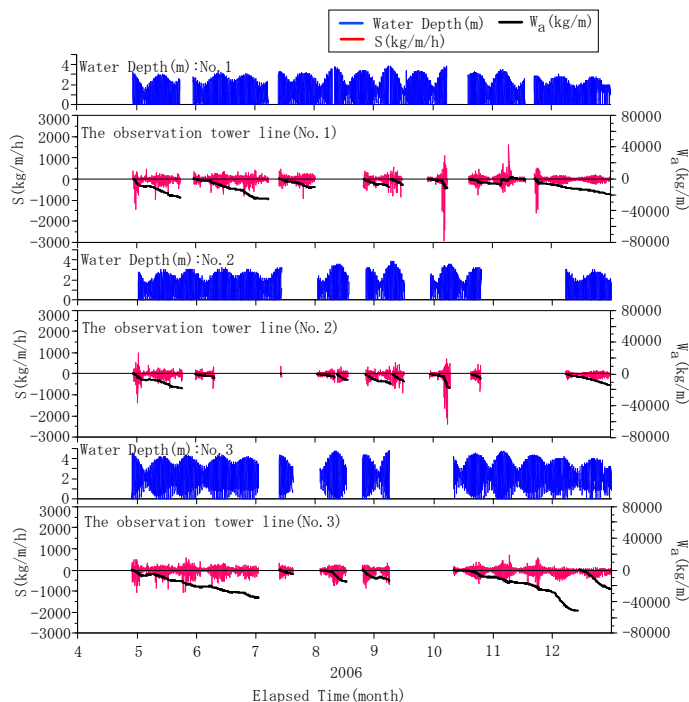


図-3 水位、各観測塔方向の断面フラックス及び累積量の経時変化(2006年)

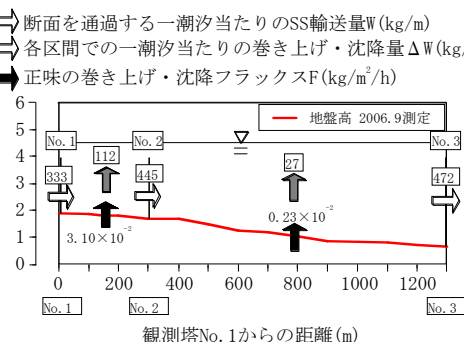


図-4 各観測塔間の一潮汐あたりに換算した懸濁物輸送量

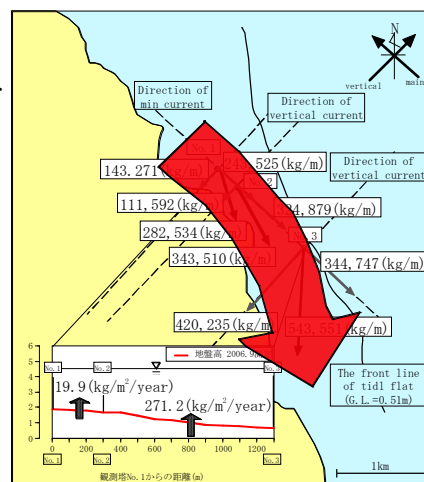


図-5 年間に各観測塔間を通過する懸濁物輸送量(2006年)