

内湾浅海域における懸濁物質濃度の応答特性について

九州大学大学院 学生会員 ○吉武竜馬 佐賀大学 正会員 押川英夫
九州大学 正会員 田井明 佐賀大学 正会員 速水祐一

1. はじめに

底質の輸送現象は、栄養塩物質の輸送や底生生物の生息環境などの沿岸域環境を形成する重要な要素の一つである。近年、有明海において水産資源の減少や水質環境の劣化への対応が迫られている。そこで本研究では、有明海諫早湾内における底泥動態の解明を目的とし、濁度・流況等に関する定点連続観測を実施して、湾内での土砂動態に及ぼす乱れ・波・流れの影響の把握を試みた。

2. 現地観測の概要

観測は、図-1 に示す九州農政局による水質自動観測櫓がある2地点(B3, B6)で実施された。観測期間は2015年2月15日から同年3月27日迄である。使用機器と主要な計測条件を表-1 に示す。測定高さは設置時の海底面上のセンサーの位置である。なお、機器撤去時のB3における表層底泥の中央粒径は $d_{50}=35\mu\text{m}$ 、B6においては $d_{50}=34\mu\text{m}$ であった。

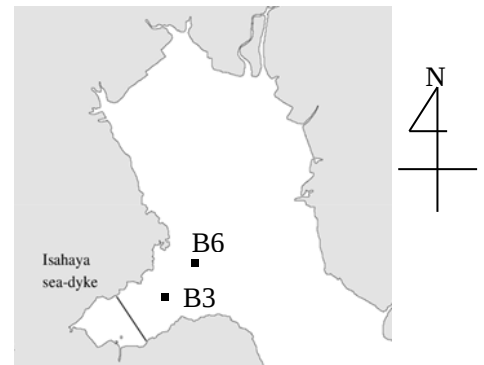


図-1 有明海の概略図と観測地点

表-1 使用機器と計測条件

設置地点	測定項目	使用機器	測定高さ	記録間隔など
B3	流速	超音波式流速分布計(Nortek社製, Aquadopp profiler 2000kHz)	55cm	10分おきに1Hzで1分間
	波と水深	超音波式波高計(アイオーテック社製, Wave Hunter04-Σ)	50cm	1時間おきに5Hzで20分間
	濁度	クロロフィル濁度計(JFEアドバンテック社製, Compact-CLW)	15cm	30分おきに2Hzで30秒間
	砂面	超音波式砂面計(沿岸海洋調査社製, USR-10)	20cm	30分おきに1セット
B6	流速	超音波式流速分布計(Nortek社製, Aquadopp profiler 1000kHz)	15cm	20分おきに1Hzで1分間
	波と水深	水圧式波高計(アイオーテック社製, Wave Hunter04)	60cm	1時間おきに5Hzで20分間
	濁度	多項目水質計(YSIナノテック社製, YSI6600)	25cm	10分おきに1セット

3. 観測結果および考察

得られた長期観測データを代表して、図-2(a), (b)に、観測地点 B3, B6 における有義波高 $H_{1/3}$ 、有義波周期 $T_{1/3}$ 、波高計による毎正時前後の計20分間の平均水深(WS)、濁度の時系列を示した。なお、濁度の値は器差補正等を行っていない標準検定結果で、バースト毎の前後1時間の移動平均値である。B6の波高は水圧式の結果で、超音波式と比較して精度が低くなる。そこで、地点毎の波高の比較を容易にするために、B3の波高計に併設されている超音波式と水圧式の結果を基に、B6の $H_{1/3}$ は水圧式の結果を比例増幅させている。

以下に図-2を概観して認められる知見を列挙する。2015年冬季のB3では、大潮の時期に加えて、2月27日の $H_{1/3}$ が比較的大きな時期に濁度が突発

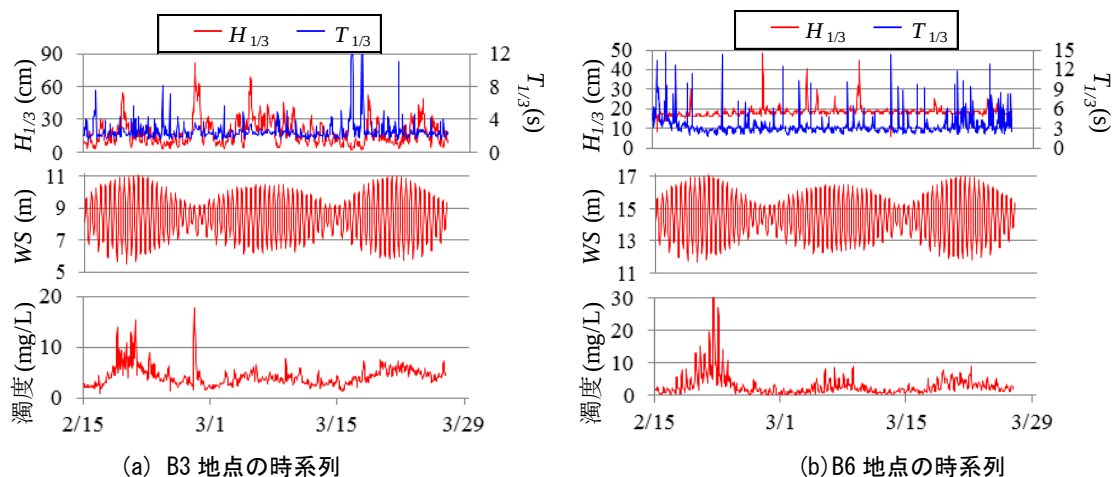


図-2 各平均量の時系列（有義波、 WS 、濁度）

表-2 濁度を目的変数とした重回帰分析の結果 (p : p-value, **: $p < 0.01$, *: $p < 0.05$)

(a) B3 地点の結果の例		(b) B6 地点の結果の例		(c) 閾値を用いた B6 地点の結果の例	
独立変数	標準偏回帰係数	独立変数	標準偏回帰係数	独立変数	標準偏回帰係数
波パワー WP	0.42**	波パワー WP	-0.14**	波パワー WP	-0.04*
底層平均流速 V	0.30**	潮位 WS	-0.13**	潮位 WS	-0.16**
重相関係数	0.51	底層平均流速 V	0.37**	底層平均流速 V	0.24**
		重相関係数	0.42	重相関係数	0.55

的に増加している。B6 においても、基本的には大潮の時期に濁度が増加している。また、 $H_{1/3}$ が比較的小さな値を示しており、B6 では波浪が卓越していないことが分かる。

懸濁物質の代表値と考えられる濁度に影響を与える独立な物理量とそれらの寄与の程度を把握するために、波浪の指標として $H_{1/3}$ 、 $T_{1/3}$ 、波パワー ($WP \equiv 0.5 H_{1/3}^2 T_{1/3}$)、平均流や潮流の指標として底層平均流速、 dWS/dt 、および WS 等の物理量を独立変数として重回帰分析を実施した¹⁾。従属変数は濁度である。試行錯誤的に行った重回帰分析の結果の中で、重相関係数が比較的高かった結果を表-2(a)～(c)に示す。ここで、値は $p < 0.05$ で統計的に有意と判定されたもののみを表示している。

表-2(a)で B3 地点の重回帰分析の結果を見ると、濁度には WP が主に寄与しており、次に底層平均流速が寄与している。重相関係数は 0.51 である。

表-2(b)で B6 地点の重回帰分析の結果を見ると、濁度には底層平均流速が大きく寄与しており、次に WP、WS が影響していることが示唆されている。WS の標準偏回帰係数が負値となるのは、水深が深いほど流れや波の影響が生じ難いことを踏まえると妥当なものと考えられる。一方、WP の寄与率が負となることは考え難いことから、実質的な寄与は無いものと推測される。

そこで次に、B3 および B6 の底質の移動限界を簡便に考えることとする。観測期間中に見られた波高の最大値は B3 地点の $H_{1/3} = 0.82\text{m}$ 、その時の $T_{1/3}$ は 3.6s で (図-2(a) 参照)、その波と B3 の底質の中央粒径 $35\mu\text{m}$ を用いて石原・樫木の初期移動限界水深²⁾を求めると $h_c = 8.1\text{m}$ であった。B3 の平均水深は図-2(a)より 8.4m であることから、干満も考慮すれば、B3 において波の効果が顕著なことが理解できる。一方、B6 では、上記の最大の波と B6 の底質の中央粒径 $34\mu\text{m}$ を用いて h_c を求めると 8.1m で、B6 の平均水深 14.4m が h_c よりもかなり深いことから、本研究で観測されたレベルの波浪のみの効果では底質移動が生じないことが理解される。

最後に、B6 において波浪が卓越している時期が少ないことから (図-2(b) 参照)、 $H_{1/3}$ に閾値を設けて重回帰分析を再度行った。 $H_{1/3}$ が 20cm 以上の時系列データのみを用いた重回帰分析の結果を表-2(c)に示す。これより、閾値を設けることで WP の負の寄与(-0.04)が表-2(b)の-0.14 よりも小さくなっていることが分かる。従って、前述の移動限界水深の議論も踏まえると、水深が深い B6 において、実質的に WP は濁度に寄与していないことが理解される。

4. おわりに

内湾浅海域における懸濁物質の特性を把握するために有明海諫早湾内の現地データの解析を行った。浮遊懸濁物質の代表量として濁度を用いて重回帰分析を行った結果、比較的水深が浅い B3 地点の底面付近の濁度には風波が主に影響し、次に潮流等の平均流が寄与していることが明らかとなった。一方、水深が比較的深い B6 地点の底面付近の濁度には平均流が大きく寄与し、次に水深が影響していることが確認された。したがって、内湾浅海域の土砂動態の評価・予測においては、潮流だけでなく波浪の影響を考慮する必要性が改めて示された。

謝辞：本研究の一部は有明海地域共同観測プロジェクト(COMPAS)の援助の下に行われた。ここに記して深甚なる謝意を表します。

参考文献

- 1) 樫木亨・出口一郎：新編海岸工学，共立出版，pp.38-41，1996。
- 2) 服部昌太郎：海岸工学，コロナ社，pp.136-139，1987。