

内湾浅海域の濁度の変動要因について

佐賀大学理工学部 学生会員 田代浩気 佐賀大学大学院理工学研究科 学生会員 田中宏明
九州大学大学院工学研究院 正会員 田井明 佐賀大学教育研究院 正会員 押川英夫

1. はじめに

内湾浅海域における底泥粒子などの微細懸濁物質の挙動に関して、未だにその物理・化学的特性の詳細の評価には至っていない。本研究では、閉鎖性内湾である有明海諫早湾内の浅海域を対象に流況・水質等に関する定点連続観測を実施して、懸濁物質の代表値である濁度に及ぼす乱れ・波・流れ等の影響の把握を試みた。

2. 現地観測の概要

2020年7月3日から同年9月7日にわたり、図1に示す有明海諫早湾内の測点B3(32°53'48"N, 130°12'59"E)において、各種計測器を海底設置させて連続観測を行った。使用機器と主な計測条件を表1に示す。表中の測定高さは機器設置時の海底面上のセンサーの位置である。なお、B3の平均水深は8.9mである。



図1 観測地点 (地理院地図に加筆して作成)

表1 使用機器と計測条件

測定項目	使用機器	測定高さ	記録間隔など
流速と水深	超音波式流速計 (Nortek社製, Vector, 水圧センサー付き)	28cm	1時間ごとに16Hzで128秒
濁度	クロロフィル濁度計 (JFEアドバンテック社製, Compact-CLW)	38cm	30分ごとに1Hzで30秒間

3. 観測結果と考察

Vectorにより得られた観測期間中のバースト毎の潮位に相当する圧力水頭 p の平均値 WL ，差分により求めた潮流に相当する潮位の時間変化 dWL/dt ，底層の平均流速の絶対値 $|V|$ ，乱れエネルギー k [$=(\langle u'^2 \rangle + \langle v'^2 \rangle + \langle w'^2 \rangle)/2$ ，但し， u' ， v' ， w' はそれぞれ，北方，東方，鉛直上向き方向流速(u, v, w)の変動成分， $\langle \rangle$ は時間平均]，濁度の時系列を図2に示す。これより，7月6日と7月14日の平均流速 $|V|$ と k ，濁度が大きくなっていることが分かる。2020年7月3日から31日にかけて令和2年7月豪雨が九州地方を中心に発生しており¹⁾，B3に比較的近い諫早では7月6日の降水量が最も多かった²⁾。なお，9月初旬にも台風10号の影響などで k と濁度が大きくなっている。以降では，諫早湾の懸濁物質の応答に顕著な影響を与えたイベントとして7月6日の18時頃と7月14日の12時頃に焦点を絞って検討を行う。

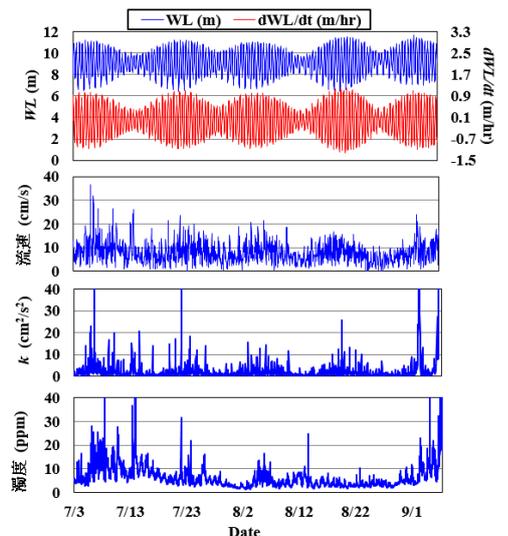


図2 各平均量の時系列(平均水深, dWL/dt , 平均流速, 乱れエネルギー, 濁度)

図2より，2020年7月6日18時は濁度が21.5 ppmと比較的高く，大潮の上げ潮時 ($WL=7.72$ m, $dWL/dt=0.753$ m/hr)に相当しており，潮流の影響が顕著なものと考えられる。底層の平均流速は $|V|=36.8$ cm/sであるが，他の大潮期と比較してもこの値は一段と大きい。潮流による平均流速は通常規則的であることも踏まえると，この底層の平均流速の増加には潮流以外の要因も影響しているものと考えられる。

7月6日18時に計測された物理量の瞬時値の経時変化を図3に示す。圧力水頭 p は水面変位にほぼ相当する。図3では， p と各流速成分が応答していないことから，波浪の影響は小さいものと考えられる。実際，このバーストの有義波高は11.6 cmで小さかった。また，図3の各方向の流速の平均的な値からも推定できるように， $\langle u \rangle = -15.3$ cm/s, $\langle v \rangle = -33.2$ cm/s, $\langle w \rangle = 4.17$ cm/sで南西方向の平均流が卓越している。

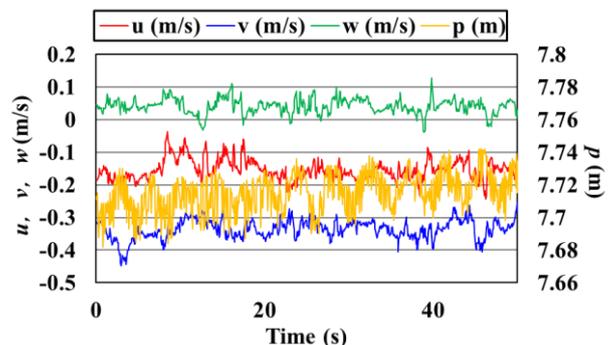


図3 流速と水圧の瞬時値の時系列 (7月6日18時)

図1中に示された有明海に流入する筑後川の若津観測所の

水位³⁾と久留米の時間雨量²⁾の時系列を併せて図4に示す。これより、6日から7日にかけて最大で時間雨量40mmの降雨が発生して筑後川に流入したために、干満の影響が顕著な下流部の水位が上昇していることが理解できる。従って、豪雨によって有明海に流入した大量の土砂を含む河川水の影響により、諫早湾内のB3地点の平均流速と濁度が大きくなっていったものと考えられる。

図2より、2020年7月14日12時の濁度は47.1ppmと高いものの、小潮期(WL=8.73m, dWL/dt=0.305m/hr)に相当していることから潮流の影響は小さいものと考えられる。一方、底層の|V|は26.2cm/sであるが、他の小潮期と比較するとこの値は著しく大きい。既述したように潮流による平均流速は一般に規則的であることから、この顕著な底層の平均流速の値には潮流以外の要因も影響していると考えられる。

7月14日12時の各方向の流速と圧力水頭の瞬時値の時系列変化を図5に示す。これよりpと各流速成分が応答していないことから、底層流速への波浪の影響は小さいものと考えられる。各方向の平均流速は<u>=0.578cm/s, <v>=26.1cm/s, <w>=-1.79cm/sで顕著な東向き(西向き)の平均流が発生している。

図5に示した瞬時値の時系列データをスペクトル解析した結果を図6に示す。Fu(f), Fv(f), Fw(f), Fp(f)はそれぞれ, u, v, w, pのスペクトルである。図6中のFp(f)には水面波による小規模なピークが0.28Hzに見られるものの、その影響は流速スペクトルには認められない。一方、小潮で潮流が小さいにもかかわらず、流速スペクトルには5/3乗則に従う慣性小領域が認められ、乱流が発達していることが理解できる。その結果、k=8.4cm²/s²と小潮期の値としては大きくなっている

図1中に示された本明川の河口付近の不知火観測所地点の水位³⁾と諫早湾潮受け堤防からの排水量⁴⁾の時系列を併せて図7に示す。既述したように、付近の諫早では6日に多量の降雨が見られていることも踏まえると²⁾、図7より大量の河川水が本明川に流入して河口付近の水位が上昇した際に、潮受け堤防からの多量の土砂を含む排水で底層の平均流速と濁度が顕著に増加したものと考えられる。

4. まとめ

有明海諫早湾内の浅海域の懸濁物質の挙動に影響を与える物理現象を把握するために、濁度の大きいイベントについて検討を行った。その結果、底層付近の平均流速と濁度の増加には周囲の河川や排水門からの排水が大きく影響していることが改めて示された^{5),6)}。

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。記して謝意を表します。

参考文献 1)気象庁: 令和2年7月豪雨(jyun_sokuji20200703-0731.pdf)

2)気象庁 過去の気象データ検索(<http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php>)

3)国土交通省 水文水質データベース (<http://www1.river.go.jp>)

4)九州農政局 諫早湾干拓調整池からの排水実績について (<https://www.maff.go.jp/kyusyu/seibibu/isahaya/haisuizisseki.html>)

5)李洪源・松永信博・馬場歩: 諫早湾における筑後川起源水の流入特性, 平成22年度 土木学会西部支部研究発表会 講演概要集, pp.273~274, 2011.

6)小森田智大・梅原亮・田井明・高橋徹・堤裕昭: 諫早湾調整池から排水された高濁度水の湾内における短期的な挙動の解明, 海の研究, 23(1), pp.1-12, 2014.

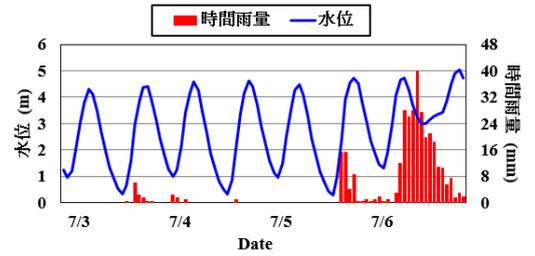


図4 筑後川の水位³⁾と時間雨量²⁾

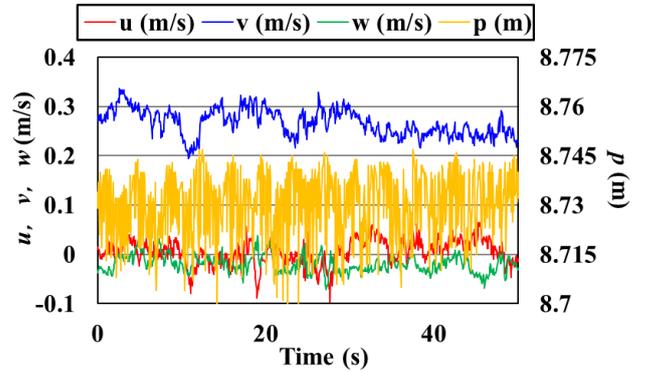


図5 流速と水圧の瞬時値の時系列 (7月14日12時)

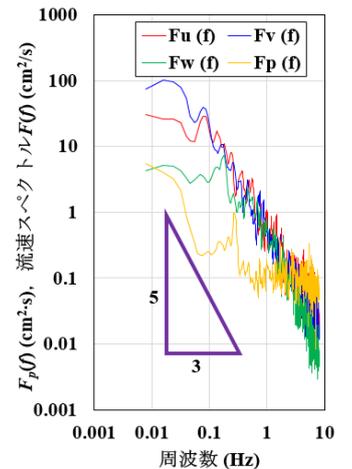


図6 周波数スペクトル

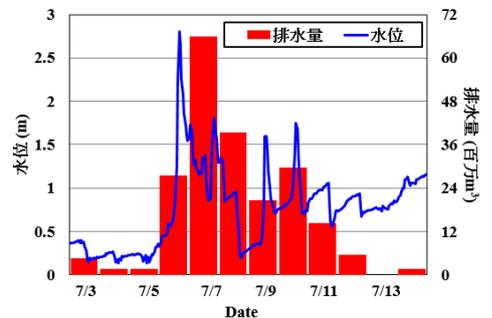


図7 本明川の水位³⁾と潮受け堤防からの排水量⁴⁾