

諫早湾内における夏季の流況観測

多田彰秀* ・ 中村武弘** ・ 矢野真一郎*** ・ 武田 誠****
橋本彰博***** ・ 染矢真作***** ・ 齋田倫範*****

潮受け堤防からの排水や湾口中央部の採砂跡地に発生する貧酸素水塊などの移流・拡散に大きな影響を及ぼす諫早湾内の流動特性については、未だに十分な現地観測がなされていないのが現状である。そのようなことから、著者らは2004年夏季の小潮期に ADCP による曳航観測と多項目水質計による水質観測、並びに諫早湾湾口部での潮流流速と溶存酸素濃度の長期連続観測を実施した。その結果、上げ潮時には島原半島に沿った流れが卓越していることが認められた。さらに、E-E'ラインおよびI1-I1'ライン上の竹崎島側では1潮汐間を通じ、ほとんどの時間帯で、有明海から諫早湾内へ流入する傾向にあることが確認できた。

1. はじめに

2000年冬季に発生した養殖のりの色落ち現象によって顕在化した有明海の問題、とくに潮受け堤防建設後の有明海の流動特性を明らかにするため、著者らは竹崎島(佐賀県)～神代(長崎県)の諫早湾湾口部で ADCP を用いた曳航観測(中村ら, 2002, 2003; 多田ら2004)を実施してきた。

一方、諫早湾干拓事業によって建設された潮受け堤防からの排水や湾口中央部の採砂跡地に発生する貧酸素水塊などの移流・拡散に大きな影響を及ぼすと予想される諫早湾内の流動特性については、未だに十分な現地観測もなされていないのが現状である。このようなことから、著者らは2004年夏季(2004年8月8日)の小潮期に ADCP による13時間連続観測と多項目水質計による水質観測、並びに諫早湾湾口部での潮流流速と溶存酸素濃度(以後、DO と略記)の長期連続観測を実施した。本研究では、それらの観測結果に基づいて、諫早湾内の流動特性を明らかにするとともに、貧酸素水塊や赤潮との関係について考察する。

2. 流況観測の概要

諫早湾の概略を図-1に示す。2004年夏季に実施した現地観測は、(1)諫早湾内の3測線(図-1のE-E'断面、I1-I1'断面およびI2-I2'断面)上で ADCP を用いた曳航観測、(2)同3測線上での多目的水質計による水質観測および(3)採砂跡地を含む湾口部3箇所での潮流流速と DO に関する50日間連続観測とに区別される。

* 正会員 博(工) 長崎大学教授工学部社会開発工学科
** 正会員 博(工) 長崎大学教授環境科学部環境科学科
*** 正会員 博(工) 九州大学大学院助教授工学研究院
**** 正会員 博(工) 中部大学助教授工学部土木工学科
***** 正会員 博(工) 東京電機大学助理工学部
***** 学生員 長崎大学大学院生産科学研究科
***** 学生員 修(工) 九州大学大学院工学研究院

(1) ADCP を用いた曳航観測

諫早湾の概略および観測点を図-1に示す。小潮期の諫早湾内における流動特性を明らかにするため、E-E'ライン(約9km)、I1-I1'ライン(約8km)およびI2-I2'ライン(約6.5km)の3測線上で、2004年8月8日に ADCP による曳航観測を行った。観測に際しては、各測線毎に1隻の観測船を割り当て、Workhorse-ADCP1200 kHz(RD Instruments 社製)を観測船の舷側に取り付け、90分間隔で1潮汐間に9回行った(図-2参照)。観測船の航行速度は約6ノットに保ち、E-E'ラインを約50分間、I1-I1'ラインを約45分間、I2-I2'ラインを約40分間かけて計測した。

(2) 多目的水質計による水質観測

多項目水質計(ACL1183PDK および YSI6600)を用いた水質観測は、P1～P5点とQ5～Q7点、a1～f1点およびa2～f2点の計20地点において、ADCPの曳航観測と同時に実施された。a1～d1点およびa2～d2点は、それぞれI1～I1'ラインおよびI2～I2'ライン間の五等分点に相当している。なお、観測点の緯度と経度は、表-1に示すとおりである。計測項目は水温、塩分、濁度およびクロロフィルa(以後、Chl-aと略記する)等である。水質の計測時に、各点において、透明度および風向・風速の計測も行った。なお、図-2に2004年8月8日の

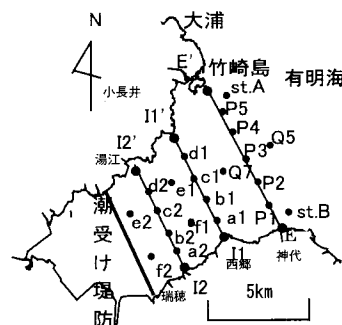


図-1 諫早湾の概略および観測点

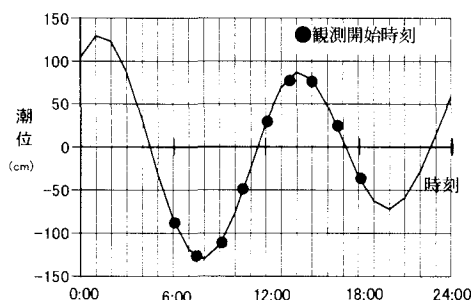


図-2 2004年8月8日の潮位(大浦)

表-1 観測点の位置(世界測地系:WGS)

観測点	北緯	東経
E	32.88139	130.26955
E'	32.94944	130.21833
I1	32.87500	130.26000
I1'	32.92806	130.20194
I2	32.86472	130.22500
I2'	32.91306	130.1775
Q5	32.93472	130.28056
Q7	32.89639	130.20778
St.A	32.93567	130.23217
St.B	32.88533	130.28450
e1	32.90111	130.20861
e2	32.89111	130.17639
f1	32.88778	130.22250
f2	32.86528	130.19667

大浦での潮位(気象庁, 2004)を示す。この日の潮差は約2.5 mであった。

(3) 湾口部3箇所での潮流流速とDOの長期連続観測

st.A, st.Bの底層およびQ7(2003年度の観測のst.Pと同一地点;採砂跡地)の溝の中の3地点において、2004年7月24日から同年9月11日まで約50日間にわたって潮流流速、DOおよび濁度の連続観測を行った。st.Aとst.BにはそれぞれADCP(RD社製)と小型メモリーDO計(Compact-DOW, アレック電子社製)、ワイパー付きの後方散乱光式メモリー濁度計(Compact-CLW)各1台を架台に取り付けて沈設した。一方、平均水深が約10 mのQ7地点(st.P)には、採砂跡として海底面から深さ4 m掘り下げされた溝がある。この溝の底にADCP(Nortek社製 Aquadopp Profiler1000 kHz)を1台沈設するとともに、単管で槽を組んで海底面下3 mおよび2 m(以後、st.P+1 m, st.P+2 mと略記)にDO計を1台ずつ設置した。

3. 観測結果およびその考察

(1) Q7地点(St.P)での潮流楕円

採砂跡地のQ7地点(st.Pと同一)に多数残る深さ約

4 mの溝の中にADCPを沈設し、約50日間に渡って流速の連続観測を行った。鉛直方向の計測点は、海底面下3 m(溝の底から1 m)の地点から上方へ1.0 m間隔で、水深の約85%までの範囲であった。1分間隔で流速を計測し、10分間の平均値を収録させている。得られた海底面下2 m, 海底面および海底面上7 mにおける観測データを調和分解して求めた主要4分潮(M_2 , S_2 , K_1 , O_1)の潮流楕円を図-3に示す。これらの比較より、溝の中での潮流楕円の長軸の向きは、ほぼ溝の掘られている方向(北東-南西方向)に一致していることが分かる。さらに、長軸の向きは溝の底から上方へ離れるに従って時計廻りに回転し、西北西-東南東方向へと向きを変えている。これらは、2002年夏季および2003年夏季の観測結果(中村ら, 2003; 多田ら, 2004)と同じ傾向であった。

(2) 流速ベクトルの平面分布に関する時間変化

2004年8月8日(小潮期)に実施されたADCPによる曳航観測のデータに基づいて、E-E'ライン、I1-I1'ラインおよびI2-I2'ライン上での流速ベクトルの水平分布(表層:水深2 m)を図-4に示す。図-4(b)の上げ潮最強時には、E-E'ライン上で神代側(E)から約2 km地先で最大流速が出現し、諫早湾内に海水が流入していることが確認できる。さらに、I1-I1'ライン上でもE-E'

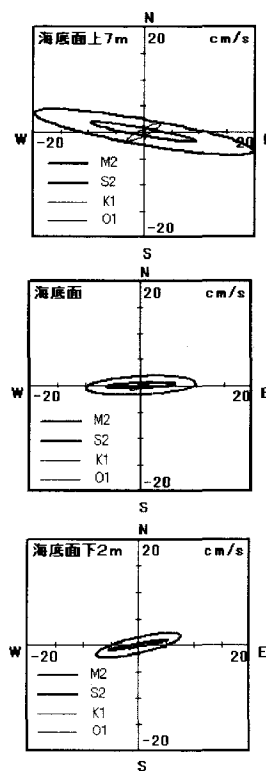


図-3 採砂跡地(Q7地点)の潮流楕円

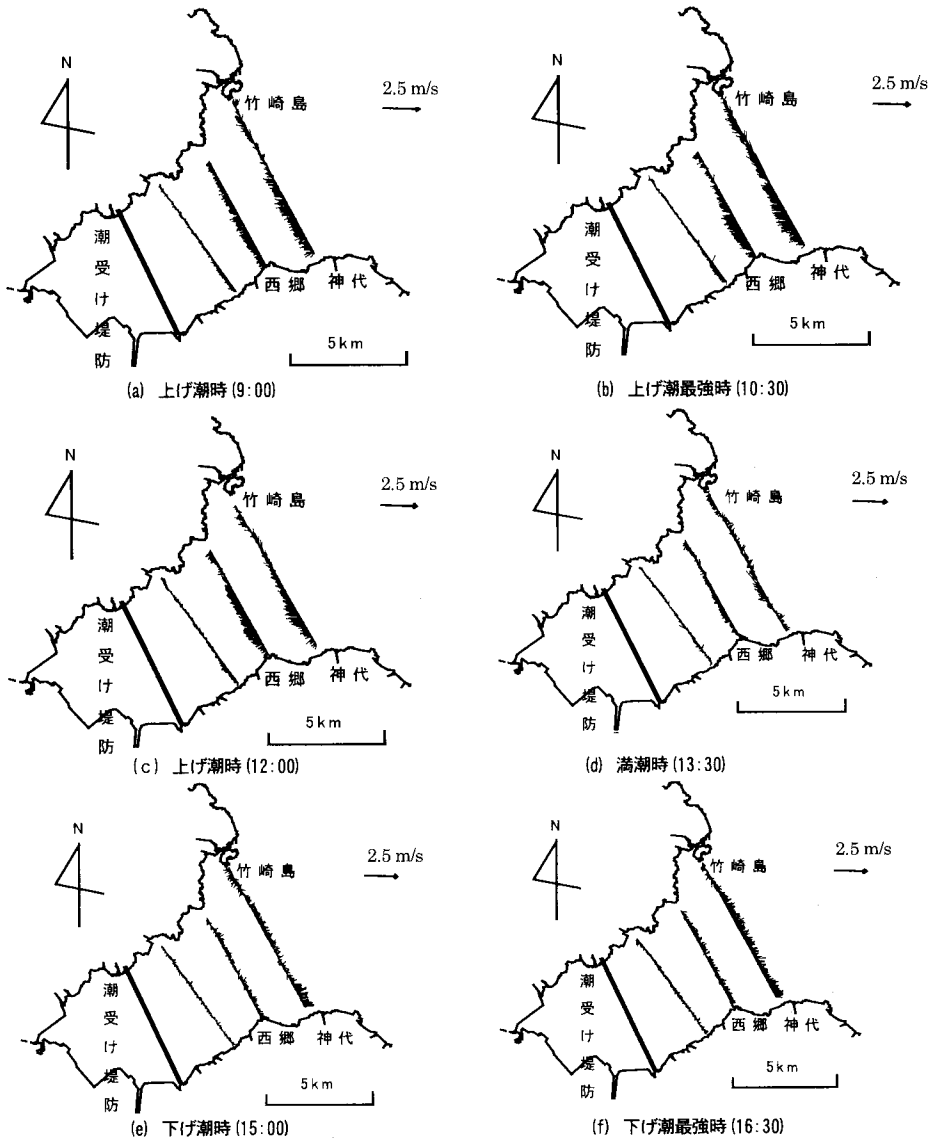


図-4 流速ベクトルの水平分布

ラインと同様に西郷側(I1)から約2 km 地先で最大流速が出現している。これらのことより上げ潮最強時の諫早湾内の流動は、島原半島に沿った流れが卓越しているものと判断される。また、下げ潮最強時(図-4(f))にもE-E'ライン上で神代側(E)から約2 km 地先で最大流速が認められ、2002年夏季の現地観測(大潮期:中村ら, 2003)と同様な最大流速に関する特性が確認できた。なお、同図(図-4(f)参照)の竹崎島から約1 km 沖合までの区間で、流速が小さいながらも諫早湾内への流入傾向が認められる。

図-5および図-6は、それぞれ上げ潮最強時(10:30)および下げ潮時(15:00)のE-E'ライン、I1-I1'ライ

ン、I2-I2'ライン上の流速ベクトルの鉛直分布である。図-4(e)で確認されたE-E'ライン北側での諫早湾内への流入は、表層から底層にわたって出現していることが図-6(a)より分かる。さらに、I1-I1'ライン上の鉛直断面でもE-E'ラインと同様な流入傾向の流れが認められる。なお、このようなE-E'ライン北側での流況は2002年および2003年の観測結果から認められなかった。

(3) 透明度および風向・風速の時間変化

図-7は、諫早湾内の透明度および風向・風速の時間的変化を示したものである。観測点での透明度が低い程、○印内の黒色が濃くなるようにプロットされている。また、→は風速ベクトルを示している。図より観測当日の

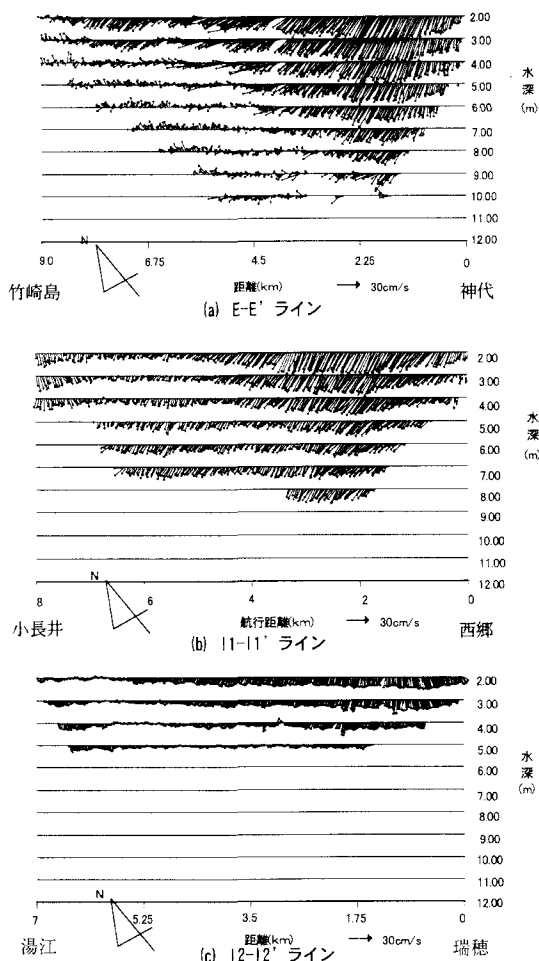


図-5 上げ潮最強時の流速ベクトルの鉛直分布

午前中は南西の風であったものが、午後から北東の風に変化したことがわかる。さらに、竹崎島周辺海域では、常に海水の透明度が低いことが確認できる。これはP5点付近から竹崎島(E')にかけて、終日赤潮が発生していたことに起因するものと判断される。

(4) 水温およびChl-aの鉛直分布の時間変化

図-8および図-9は、湾口部E-E'ライン、I1-I1'ラインおよびI2-I2'ライン上の鉛直断面内の水温[°C]およびChl-a[μg/l]の分布を示したものである。図中の数字は観測値である。E-E'ライン上の竹崎島側(P5)では神代側(P1)に比べ、常にChl-aの値が高いことが確認できる。とくに、上げ潮最強時(図-5(a)および図-5(b)参照)には、E-E'ラインとI1-I1'ラインにおいて、竹崎島側(P5)および小長井側(d1)の表層部で高水温の海水が認められるとともに、Chl-aの値が急上昇している。一方、I2-I2'ライン上の湯江側(d2)では、そのような変化は認められない。このようなことから、上

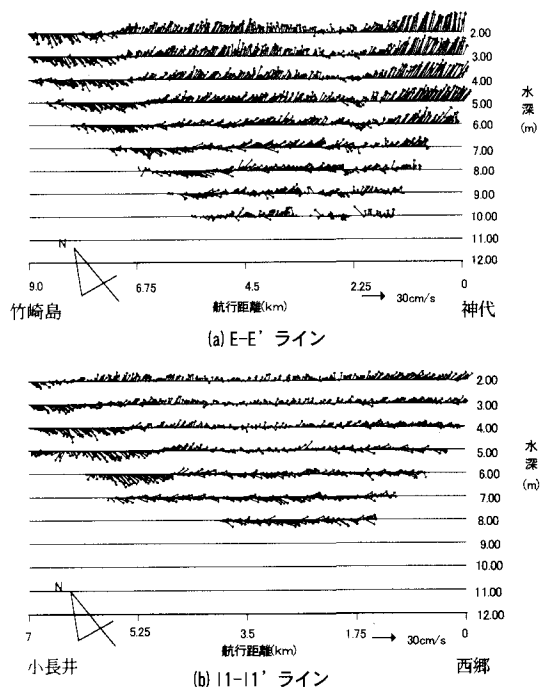


図-6 下げ潮(第7回)時の流速ベクトルの鉛直分布

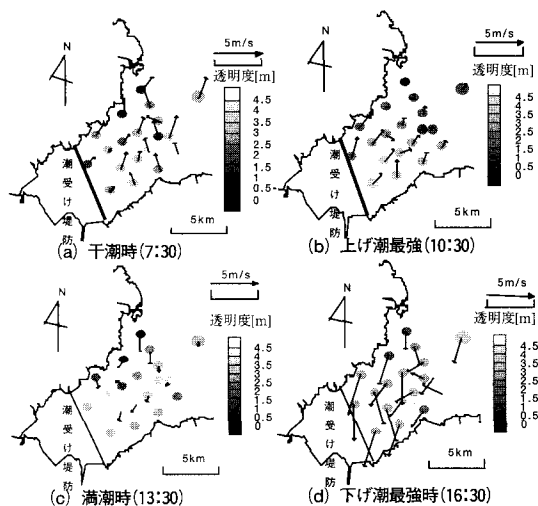


図-7 透明度と風向・風速の時間的変化

げ潮時には、有明海から高水温でChl-aの値が高い海水が諫早湾内に流入していたものと考えられる。なお、I1-I1'ラインでは下げ潮最強時、I2-I2'ラインでは干潮時に水質計のトラブルが発生したため、データが収集できなかった。

4. おわりに

本研究では、諫早湾内の流動特性を明らかにするため

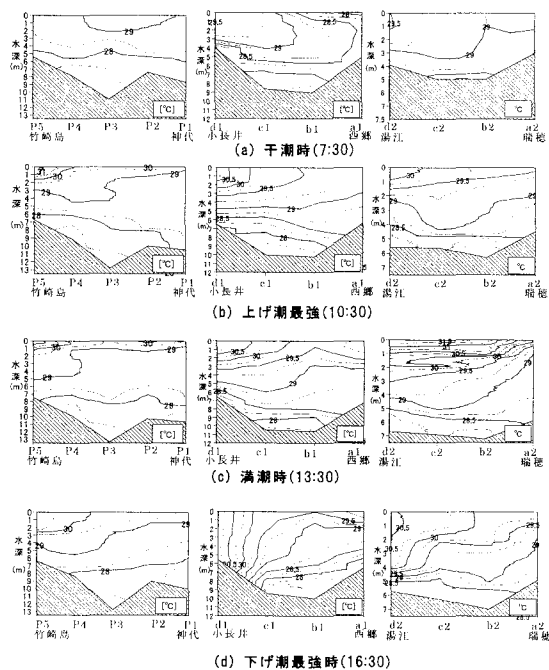


図-8 水温の鉛直分布の時間的変化

に、小潮期に ADCP による13時間連続観測と多項目水質計による水質観測、並びに諫早湾湾口部での潮流流速と DO の長期連続観測を2004年夏季に実施した。観測結果より以下の点が明らかとなった

- (1) 上げ潮時には島原半島に沿った流れが卓越していることが認められた。
- (2) 観測当日は、午前中に南西の風、午後から北東の風に変化していたことが確認された。さらに、上げ潮時の竹崎島周辺海域では有明海から諫早湾内に高い値の Chl-a を含む高水温の海水が流入していることも明らかとなった。
- (3) 採砂跡地で求められた潮流楕円については、台風10号の来襲があったものの、2002年および2003年夏季の観測結果とはほぼ同一の傾向が確認された。

謝辞：本研究に対して、文部科学省科学研究費補助金基盤研究 A（代表者：小松利光，課題番号14205075），文部科学省科学研究費補助金基盤研究 S（代表者：中田英昭，課題番号13854006）および（社）土木学会の平成16年度「重点研究課題（研究助成金）」（研究代表者：矢野

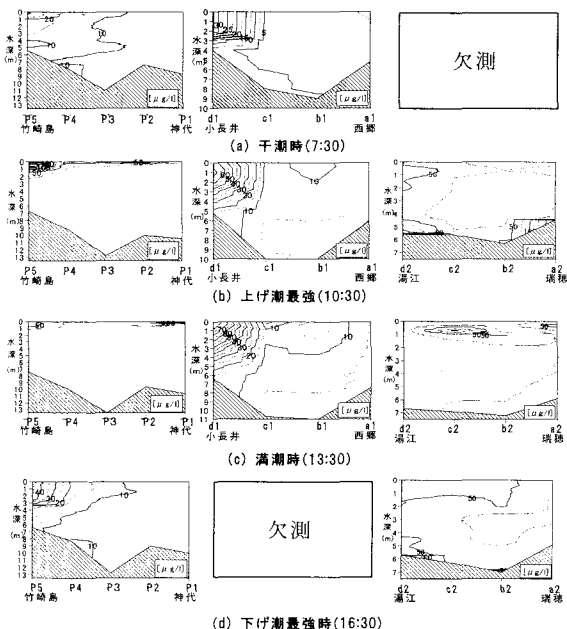


図-9 Chl-a の鉛直分布の時間的変化

真一郎) の援助を受けた。また、本研究を遂行するにあたり、国土交通省九州地方整備局筑後川河川事務所からは筑後川の流量データをご提供頂きました。観測当日は、長崎大学大学院生産科学研究科の柳瀬夏樹君、猶木昌史君、工学部卒業生の尾崎公一君および鳥飼大佑君、環境科学部卒業生の坂田陽子君および平田啓太郎君らから多大なご協力を頂きました。さらに、瑞穂漁協、神代漁協、土黒漁協、有明漁協および小長井漁協には現地観測に際してご協力を頂きました。ここに記して深甚なる謝意を表します。

参考文献

- 気象庁(2004)：ホームページ，<http://www.data.kishou.go.jp/>。
 多田彰秀・中村武弘・矢野真一郎・武田 誠・藤本大志(2004)：諫早湾湾口部における潮流流速と溶存酸素濃度の現地観測，海岸工学論文集，第51巻，pp. 901-905。
 中村武弘・多田彰秀・矢野真一郎・武田 誠・野中寛之(2003)：諫早湾湾口部における夏季の流況観測，海岸工学論文集，第50巻，pp. 371-375。
 中村武弘・矢野真一郎・多田彰秀・野中寛之・亀井雄一(2002)：諫早湾湾口部における流況の現地観測，海岸工学論文集，第49巻，pp. 396-400。