

諫早湾口南部海域における流動特性の現地観測

九州大学工学部 学生員 ○田辺智子 九州大学大学院 学生員 齋田倫範・橋本泰尚・田井明
九州大学大学院 正員 矢野真一郎・藤田和夫 フェロー 小松利光

1. はじめに

2000 年冬季に発生した大規模な養殖ノリの色落ちを契機に、有明海の水環境問題は大きな社会問題へと発展した。これまでも国・地方自治体・大学・市民団体などにより、有明海の水環境悪化の原因究明のための研究が進められてきている。小松ら¹⁾によると、島原半島に沿った海域では、他の区間よりも最大流速の出現する時刻が早くなっており、潮流に位相差が存在することが示唆されている。同様の特徴は、諫早湾口南部においても生じていることが中村ら²⁾や齋田ら³⁾によっても報告されている。この潮流の位相差によって生じる移流分散効果が北部有明海の海水交換や物質輸送に大きな役割を果たしていると考えられる。

そこで、本研究では2005 年7 月に有明町と長洲町を結ぶライン（以後、有明 - 長洲ライン）から諫早湾口南部にかけての流動構造、およびこの領域での潮流の位相差を把握することを目的として、従来より時空間的に密に ADCP 曳航観測を行った。加えて、島原半島沿岸における潮位観測を並行して実施したので、それらの結果を報告する。

2. 観測概要

2005 年7 月7 日（中潮）に一潮汐間に渡り計7 回の ADCP 曳航観測を実施した。図 - 1 に示す有明 - 長洲ラインから諫早湾口南部までの計5 断面で行った。上げ潮最強時および下げ潮最強時である1, 4, 7 回目は測線 C, S2, S3, S4 の4 断面を、転流前後の2, 3, 5, 6 回目は測線 S0, S1, S2, S3, S4 の5 断面を観測した。ただし、測線 S0 は測線 C 上にあり、測線 C の始点から約 3.1km までの区間である。観測では2 艘の観測船が用いられ、航行速度を5 ~ 6knot に保ち、DGPS により測線の確認を行いながら、図 - 1 の矢印の向きに断面流速分布を測定した。使用した ADCP は観測船の対地速度を計測して流速を補正できるボトムトラッキング機能の付いた RD-Instruments 社製 Workhorse ADCP 600kHz, 1200kHz の2 台である。また、同日の満潮時・干潮時に図 - 1 に示す12 点で CTD 観測を、2005 年6 月1 日 ~ 7 月28 日の約2 ヶ月間に図 - 1 に示す5 点で潮位観測を併せて実施した。観測結果については、各測点での平均潮位を0 とし、平均潮位は全測点で一致するものとして考察を行った。

3. 潮汐および成層状況について

潮汐の状況について、潮位観測の結果を代表して Sta.2 における潮位の時系列(7 月7 日)を図 - 2 に示す。また、図

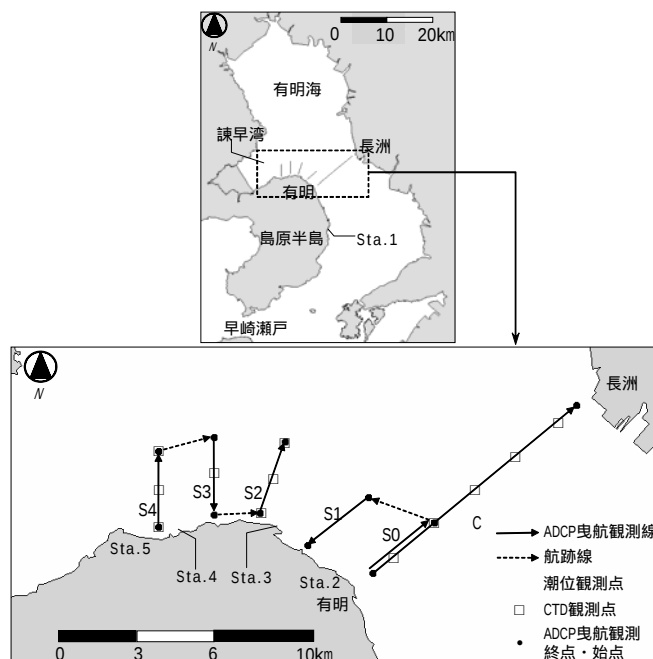


図 - 1 観測実施海域の概略図

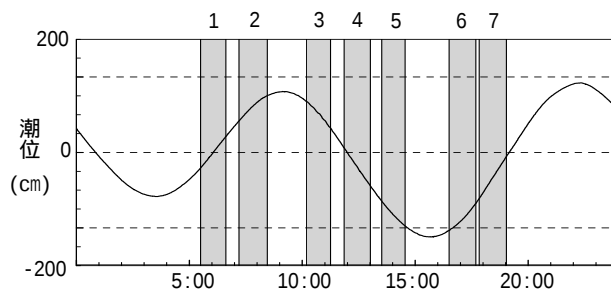


図 - 2 有明漁港 (Sta.2) における観測当日の潮位変動

中のハッチ部分は ADCP 曳航観測の観測時間帯を、その上の数字は観測番号を表している。成層状況は満潮時に測線 C の長洲側の領域に淡水が一時的に偏在していたものの、その他の海域における表層と底層の σ_t の差は、満潮時、干潮時ともに 1.0 ~ 1.5 程度であり、顕著な密度躍層は見られなかった。このことから、本観測は密度成層の弱い条件のもとでの観測であったといえる。

4. 流動構造について

得られた観測結果のうち代表的なものとして、2 回目および5 回目の水深平均された水平流速ベクトル図を図 - 3, 図 - 4 に各々示す。陸岸近傍ではすでに転流が起こり始めており、2 回目の観測では測線 S1 の陸岸から沖に 1km までの区間では逆流が生じている。このことから、島原半島沿岸において、陸岸近傍の潮流は沖側の潮流に比べて位相が進んでいると推察される。そこで、陸岸近傍の潮流と沖側の潮流との間の位相差を把握するために、位相の進みが特

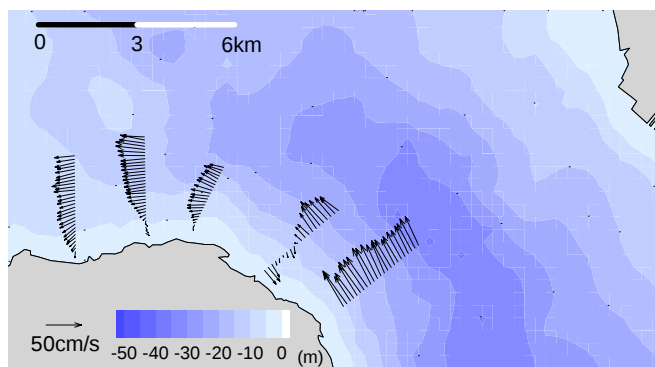


図-3 2回目の水深平均流速のベクトル図

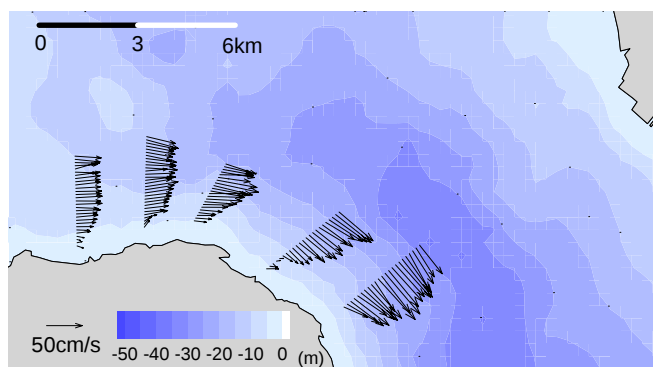


図-4 5回目の水深平均流速のベクトル図

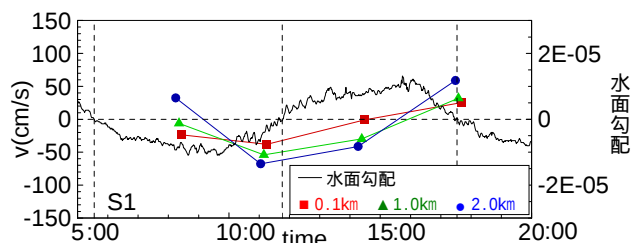
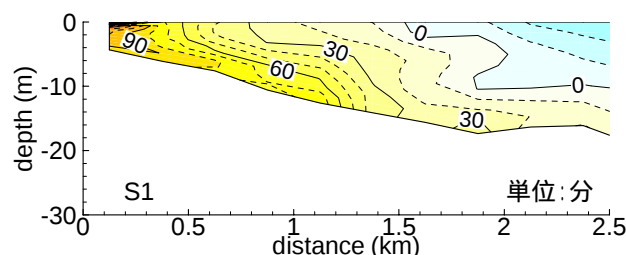
図-5 測線 S1 における断面直交成分の流速 v および水面勾配の時系列

図-6 測線 S1 における土黒 (Sta.3) の潮位との位相差の断面分布図

に顕著であった測線 S1 上の 3 点 (ADCP 曳航観測線の始点から 0.1 km, 1 km, 2 km の 3 点) における断面直交成分である流速 v (湾奥方向を正) および水面勾配の時系列を図-5 に示す。なお、2 つの潮位観測点における潮位差を 2 点間の直線距離で割ったものを水面勾配とし、湾奥方向に海水を流すように圧力傾度力が働くことになる湾奥方向へ下がる勾配を正とした。水面勾配の算定に使用した潮位観測点は、Sta.2 と Sta.3 (2 点間の距離: 2.87 km) である。縦の破線は水面勾配が 0 となる時刻を表す。この結果から、測線 S1 の水面勾配が負である 2 回目の観測では、測線 S1 の 2.0 km 地点では流速は 32.5 cm/s と正であるのに対して、0.1 km 地点では流速は -23.6 cm/s であり、既に転流が生じていた。また、測線 S1 の水面勾配が正である 5 回目の観測では、2.0 km 地点では流速は -41.2 cm/s と負であるのに対して、0.1 km 地点では流速はほぼ 0 となっており転流が起こり始めている。同様の傾向は他の測線においても見られており、島原半島沿岸において陸岸近傍の潮流は沖側の潮流に比べて位相が進んでいることが確認できる。次に潮位変動と流速変動の位相差についてさらに詳細な特性を把握するために、土黒漁港 (Sta.3) の潮位を基準とした場合の潮位変動との位相差の断面分布図を図-6 に示す (代表して測線 S1 のみ示す)。なお、位相差は流速変動と潮位変動の時間変化を最小二乗法を用いて正弦関数で近似することにより算定した。この結果より、上層の位相に比べて底層の位相のほうが進んでいることがわかる。位相の進んだ領域が海底面に沿って分布していることから、これらの現象は海底摩擦による振動流境界層の影響であると考えられる。特に陸岸側では水深が小さく、位相の進んでいる層が海面に達していることに加えて、陸岸境界層の影響も受けることから、これが陸岸沿いの位相の進んだ潮流の出現要因と

なっていると考えられる。

5. まとめ

本研究によって得られた結果をまとめると以下のようになる。

- 1) 島原半島沿岸において、陸岸近傍の潮流は沖側の潮流に比べて位相が進んでおり、小松らによって報告されている有明町沖の大きな潮流流速もこの特徴を有している。
- 2) 諫早湾口南部海域においては、上層の位相に比べて底層の位相の方が進んでおり、陸岸側の浅い領域においては、海底摩擦による振動流境界層の存在が陸岸沿いの潮流の位相を早める要因となっているものと考えられる。

本研究で観測された水平方向の位相差等によって生じる非一様な水平流速分布は、移流分散効果をもたらすことによって物質輸送に対して大きな役割を果たしている。このことは、沿岸域の水環境を考える際には海域全体の流況だけではなく、局所的な流況の変化も十分考慮する必要があることを示唆している。特に、北部有明海は地形変化が大きく、地形によって生じる局所的な現象を考慮することも非常に重要となる。このことから、局所的な流況を精度良く把握・再現できる高い空間解像度を持った現地観測や数値シミュレーションが強く望まれる。

参考文献

- 1) 小松ら: 北部有明海における流動・成層構造の大規模現地観測, 海岸工学論文集, 第 51 巻, pp.341-345, 2004.
- 2) 中村ら: 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, 2002.
- 3) 齋田ら: 大規模一斉観測データを用いた諫早湾口周辺の流動特性の検討, 海岸工学論文集, 第 52 巻, 2005.