

漂流ブイを用いた島原半島沿岸海域の物質輸送に関する現地観測

九州大学大学院 正会員 齋田 倫範 矢野 真一郎
九州大学大学院 学生員 田井 明 橋本 泰尚 重田 真一
九州大学大学院 フェロー 小松 利光

1. 目的: 有明海では 1990 年以降, 赤潮の増加や貧酸素水塊の大規模化などの水環境問題が生じており, これらの原因究明のために種々の分野において研究が行われている. 有明海の流動に関する研究では, 有明町と長洲町を結ぶライン上の非一様な流速分布に起因する移流分散効果が, 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可能性が矢野ら¹⁾によって指摘されている. しかしながら, これは ADCP 曳航観測から得られた流速分布によって定性的に示されたものであり, 移流分散の定量評価につながる観測は未だ行われていない. そこで, 本研究では島原半島沿岸海域における水塊の挙動を把握することを目的として, 漂流ブイを用いたラグランジュ的な観測を行った.

2. 観測の概要: 2005 年 12 月 3 日 (中潮) および 2006 年 1 月 10 日 (若潮) に, 漂流ブイを用いてラグランジュ的な潮流観測を実施した. 観測にはメモリー式 GPS (GARMIN 社製) を内蔵したブイを使用し, 測定間隔 10 秒で緯度・経度の記録を行った. ブイは GPS を取り付けるための直径 100mm の半球形のドームを設けた直径 300mm, 高さ 50mm の円柱形の浮体と幅 225mm, 高さ 450mm の塩化ビニル製の板 4 枚を十字に組み合わせた抵抗体から成る. 全高は約 700mm であり, 海水に浮かべた際に約 100mm が水面上に出るように浮力を調節した. 使用したブイは成層期の淡水の挙動や ADCP で計測できない表層流速を観測することを目的として作成されたものであるが, 本研究では抵抗体の位置を変えずにそのまま使用した.

2005 年 12 月 3 日の観測 (以下, 観測 1) では図-1 に示す地点 a に 2 個のブイ (Buoy-1A, Buoy-1A'), 地点 a から 0.5km 離れた地点 b に 1 個のブイ (Buoy-1B) を投入し, 9:50 から 15:45 までの約 6 時間の観測を行った. また, Workhorse ADCP 600kHz (RD Instruments 社製) を用いて Buoy-1B 近傍の流速分布を測定した. 2006 年 1 月 10 日の観測 (以下, 観測 2) では 図-1 に示す地点 a に 2 個のブイ (Buoy-2A, Buoy-2A'), 地点 a から 4km 離れた地点 c に 1 個のブイ (Buoy-2C) を投入し, 5:45 から 17:25 までの約 11 時間半の観測を行った. なお, Buoy-2A' は乱流拡散の大きさを検討することを目的として約 1 時間ごとに回収し, Buoy-2A の近傍に再投入した. 図-2 に大浦検潮所の観測当日の潮位変動と観測時間帯を示す. また, ブイ近傍において 15 分毎の風向風速観測, および 2 時間毎の CTD 観測を併せて実施した.

3. 観測結果と考察: 観測 1, 観測 2 とともに表層と底層の σ_t の差は 0.5 ~ 1.0 程度であり, 密度成層の弱い状況下での観測であった. 風については, 観測 1 実施時には 4 ~ 10m/s 程度の北よりの風が, 観測 2 実施時には 0 ~ 3.5m/s の風が観測された. ADCP 曳航観測で得られた表層 (水深 1.5 ~ 2.5m の層) の流速と Buoy-1B の移動速度は概ね一致していたことから, ブイに対する風の影響は小さかったものと考えられる.

両観測における各ブイの軌跡を図-3 に 移動距離の時系列を図-4 に示す. 各観測において地点 a に投入したブイの満潮近くの転流時からおよそ半周期間 (5 時間 40 分間) の移動距離は, 観測 1 で 12.8km, 観測 2 で 6.2km であり, 各日の潮差 354cm, 171cm の比にほぼ対応していた.

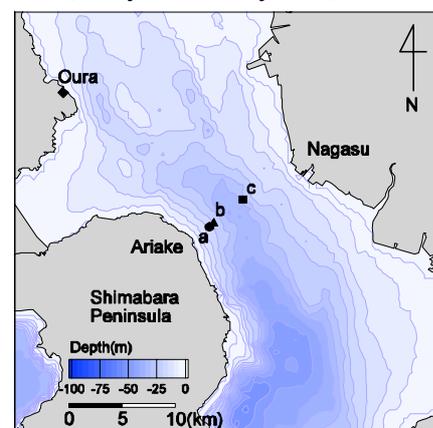


図-1 観測実施海域概略図

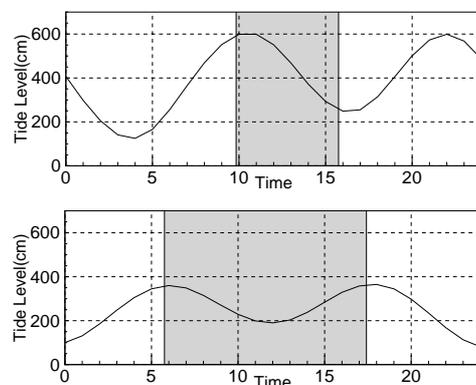


図-2 潮位変動と観測時間帯
(上段: 観測 1, 下段: 観測 2)

キーワード 有明海, 潮流, 現地観測, 漂流ブイ

連絡先 〒812-8581 福岡県福岡市東区箱崎 6-10-1 九州大学大学院工学研究院 TEL 092-642-328

観測 2 の結果より、一潮汐間（6:12 の満潮から同潮位に戻る 17:05 までの間）のブイの初期位置からの距離を求めたところ Buoy-2A では西方に 0.1km、南方に 2.7km であった。一方、Buoy-2C は西方に 1.2km、北方に 1.1km 移動していた。これらの値からラグランジュ的な残差流速を算定したところ、地点 a では南向きに 6.9cm/s、地点 c で北西向きに 4.2cm/s であった。

Buoy-1A に対する Buoy-1A'、1B の相対距離、および Buoy-2A に対する Buoy-2A'、2C の相対距離の時間変化を図-5 に示す。観測 1 で Buoy-1A とほぼ同地点に投入した Buoy-1A' は最大でも 80m しか離れなかったのに対して、初期の相対距離が約 0.5km の Buoy-1B は時間とともに相対距離が大きくなり、約 1km 離れた後にはその距離を保って移動した。これは Buoy-1B が投入地点から約 3km 移動した時点で島原半島沿いの大きな潮流帯に入ったことにより、Buoy-1A との速度差が小さくなったためと考えられる。また、観測 2 で初期の相対距離が約 4km の場合は 7km まで離れた後に相対距離が小さくなるようなブイの挙動がみられた。

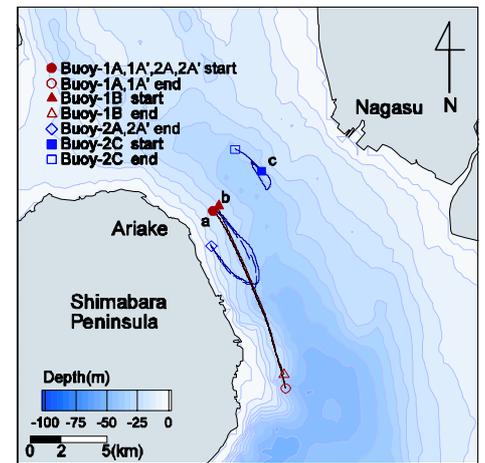


図-3 ブイの軌跡

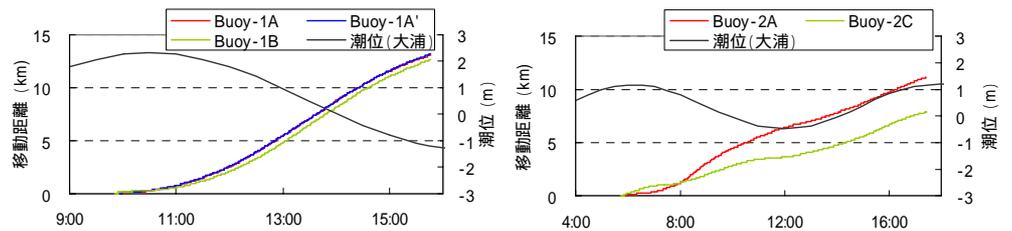


図-4 ブイの移動距離の経時変化(左図:観測 1, 右図:観測 2)

また、観測 2 で初期の相対距離が約 4km の場合は 7km まで離れた後に相対距離が小さくなるようなブイの挙動がみられた。

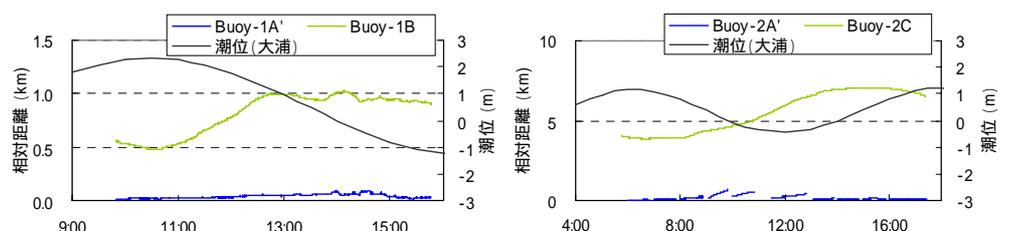


図-5 ブイの相対距離の経時変化(左図:観測 1, 右図:観測 2)

次に、Buoy-2A と Buoy-2A'、2C との相対距離の時間変化率の経時変化を図-6 に示す。この結果より、Buoy-2A' については下げ潮最強の時間帯にピークが見られる。これは、島原半島沿いの強い流れによって生じる水平シアの影響で相対距離が小さくてもブイの速度差が大きくなるためと考えられる。上げ潮時に同様のピークが確認できないのはブイが、陸岸側に流されたことによって Buoy-2A と Buoy-2A' がともに陸岸近傍の強い潮流帯に入ったためと考えられる。一方、Buoy-2C は転流時にもピークが見られる。これは齋田ら²⁾によって報告されている空間的な潮流の位相差によって、ブイの転流時刻に差が生じたことによる影響が支配的であると考えられる。これらのことから、島原半島沿岸の時空間的な流れの変化が物質の輸送、ならびに分散に大きく影響しているものと考えられる。

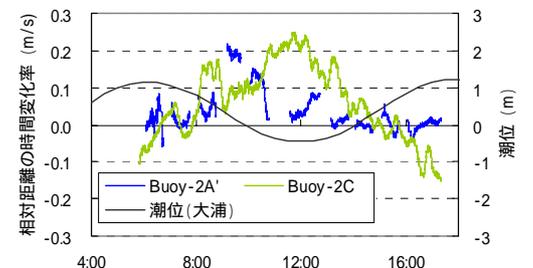


図-6 相対距離の時間変化率の経時変化(観測 2)

4.まとめ:島原半島沿岸海域において、水塊の挙動をラグランジュ的に把握するために漂流ブイを用いた観測を実施した。得られた主な結果として、島原半島沿岸海域の Tidal excursion は中潮期であっても 10km 以上に及び、大潮期にはさらに大きな Tidal excursion が生じると考えられること、漂流ブイの移動距離から算定した残差流速は有明町沖の陸岸近傍では南下流、陸岸から約 4km 沖合では北上流であること、島原半島沿岸の時空間的な流れの変化によって生じる水平シアが分散効果をもたらす可能性が示唆された。本研究で得られた結果は有明海の流動をラグランジュ的に捉えた貴重なものである。今後も継続して同様の観測を行うことによって、基礎情報の蓄積、ならびに水平渦拡散係数の推定へと研究を展開する予定である。

参考文献: 1) 矢野ら: 有明海における潮汐条件に対する流動・成層構造の変化, 海岸工学論文集 51 巻, 2004.11, pp.341-345

2) 齋田ら: 島原半島北部沿岸における流動構造の現地観測, 水工学論文集第 50 巻, 2006.3, pp.1447 - 1452