筑後川から有明海に流入する河川水の挙動に関する現地観測

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・重田 真一
九州大学大学院 フェロー 小松 利光

1. 目的

九州西岸に位置する有明海はわが国を代表する閉鎖性内湾である.かつては高い生産性を誇っていたが, 1990年以降水環境が悪化し、赤潮の大規模化やそれに伴うノリの色落ち等が深刻な社会問題となっている. 赤潮の主要因として河川由来の栄養塩類が挙げられているが(堤ら,2003)、栄養塩類の動態のみならず有明 海に流入した河川水の挙動すら未だ十分に把握されていない.したがって,有明海の水環境を考える上では流 入した河川水の挙動を理解することが重要と考えられる.そこで、本研究では筑後川から有明海へ流入した河 川水の挙動を把握することを目的として、夏季成層期に漂流ブイを用いた流動観測を実施した.

2. 観測概要

観測は2006年6月7日,および2006年7月21日に有明海湾奥部において実施した.観測にはメモリー式GPS(GARMIN社製)を内蔵した漂流ブイを使用し,測定間隔30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の塩化ビニール板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整した.いずれの観測においても満潮時に図-1に示す地点Aにブイを投入し,一潮汐間に渡ってブイを追跡した.また,観測時の成層状況,ならびに水質の経時変化を把握するために,流ブイの近傍において多項目

水質計 YSI6600 (YSI ナノテック社製) による 30 分毎の水 質観測を実施した.15 分毎の風向風速観測も併せて実施した.

表-1 に示すように両観測実施時の潮差は同程度であっ たが,筑後大堰直下の日平均流量は6月7日の観測(以下, 観測1)では64 m³/s,7月21日の観測(以下,観測2)で Chikugo 4 River N Oura Depth(m) -50-40-30-20-10 0 0 5 10(km)

図-1 観測実施海域の概略とブイの投入地点

表 - 1 観測実施日の大浦における潮位(T.P.)

	観測1		観測 2	
満潮	1.60m	(5:17)	1.55m	(4:56)
干潮	-1.09m	(11:41)	-1.12m	(12:05)
満潮	1.54m	(18:17)	1.74m	(18:48)

()内は時刻

は 1,678m³/s と大きく異なっていた.このことから,両観測は潮汐条件がほぼ等しく河川流量の大きく異なる 観測であったと考えられる.風は観測1の前半は 0~3m/s の北風,後半は 0~6m/s の西風であった.一方,観 測 2 では前半は 0~4.5m/s の北風,後半は 0~3m/s の南東風であった.

3. 結果と考察

各観測におけるブイの軌跡を図-2 に示す. 観測 1 において満潮時に投入されたブイは,下げ潮流によって 8.77km 南下した後に再び筑後川河口付近まで輸送された.一方,観測 2 では下げ潮流によって南下すると同時に西方へ輸送され,一潮汐間で佐賀県太良町沖まで輸送されることが確認された.一潮汐後のブイの位置からラグランジュ的な残差流速を算定すると方向はほぼ同じであったが,観測 1 で 0.10m/s,観測 2 で 0.29m/s となり,大きさに顕著な違いがみられた. -457-

キーワード	有明海,河)	川水,漂流ブイ,	現地観測	
連絡先	₹819-0395	福岡県福岡市西区	元岡 744 九州大学大学院	TEL 092-802-3411

次に,河川水に作用する主な力として圧力傾度力,コリオリカ,風応 力を考えると,運動方程式は次式で表される.

$$\frac{Du}{Dt} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial P}{\partial x} + fv + F_{wx} \quad (1)$$
$$\frac{Dv}{Dt} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial P}{\partial y} - fu + F_{wy} \quad (2)$$

ここで、u、vはそれぞれx、y軸方向の流速、 ρ は流体の密度、pは圧力、 fはコリオリパラメータ、 F_w は風応力項である.なお、座標は**図**-2 に示 すように河川水の流出方向をy軸とし、それに直角かつ西向きにx軸を 設定した. Broche et al. (1998)の検討にならい、観測データから式(1), (2) の加速度項、コリオリカ項、風応力項を見積もることで河川水に作 用する力の関係を検討した.圧力勾配項については、加速度項から コリオリカ項と風応力項を引いた差として見積もった.

各項の時系列を図-3,4 に示す.図中では圧力勾配項,コリオリ 力項をそれぞれ F_{p} , F_{c} と表記している. x 軸方向については, 両観 測ともに転流時を除いてコリオリカ項が圧力勾配項より大きく,変 動傾向が加速度項と概ね一致している.このことから x 軸方向(河 川の流出方向に直角な方向)の運動に対してはコリオリカが支配的 であると考えられる.一方, y軸方向については, 転流時の数時間前 にコリオリカ項の極大値が現れ、その値は圧力勾配項より大きい. しかしながら、観測1のそれ以外の時間帯では圧力勾配項がコリオ リカ項より大きな値をとる傾向が見られ, y 軸方向(河川の流出方向) の運動に対しては圧力傾度力が支配的であると考えられる. 観測 1,2 で圧力傾度力が大きく異なるのは、流入した淡水と海水の密度差に 起因する現象によると推察される.実際に、観測実施時の表層と底 層の σtの差は観測1で2.0~4.6,観測2で20.8であり、観測2にお いては、水深 1m 付近に顕著な密度躍層が生じていることが確認さ れた. また, 観測 1,2 でブイの移動距離が大きく異なるが, 加速度 項が同程度であることから y 軸方向の移動距離の差は主に河川流量 の違いに伴う y 方向の初速度(観測 1:0.11m/s, 観測 2:0.57m/s) の差によるものと考えられる. x軸方向の移動距離の差については x 方向初速度(観測 1:0.00m/s, 観測 2:0.09m/s) に差があまりない こと,観測前半における y 軸方向の流速差が大きいことより, y 軸方 向の初速度差に伴うコリオリカの差によるものと考えられる.

4. まとめ

本研究により,満潮時に筑後川から有明海に流入した河川水の移 動距離は河川流量によって大きく異なり,出水時には一潮汐間で佐 賀県太良町沖まで輸送されることが確認された.このことは河川流





5:0 9:00 13:00 17:00
図-3 式(1)における各項の経時変化
(上段:観測 1,下段:観測 2)

fide level (ou ra)



量がさらに大きい場合には,流入した河川水が一潮汐間で諫早湾付近まで到達する可能性を示唆している. 参考文献

・堤ら(2003):有明海奥部海域における近年の貧酸素水塊および赤潮発生と海洋構造の関係,海の研究, Vol.12, No.3, pp.291-305.

• Broche et al. (1998): Experimental study of the Rhone plume. Part I: physics and dynamics, Oceanologica Acta, Vol.21, No.26, pp.725-738.