

有明海・八代海結合数値モデルによる河川プリュームの再現性の検討

九州大学工学部 学生会員 ○久野彰大 九州大学大学院 Herawaty Riogilang
九州大学大学院 正会員 矢野真一郎・田井明

1. はじめに

2000 年冬の養殖ノリの色落ちに端を発する有明海異変については、最大の争点であった諫早湾干拓事業について、司法判断と政治的な判断により開門調査が実施されることとなっている。当初は、締切堤の建設によるバロトロピックな潮汐の減少が潮流の減少を招き、鉛直混合能力の減少が発生したため底層への酸素供給の減少から底質の還元状態やそれに伴う貧酸素水塊の発生などが起こったと考えられていた。しかし、これまでの調査研究より、締切堤の影響は、18.6 年周期の M2 潮振幅の変動や外海から入射する潮汐の減少と較べると小さいことが示されている。ただし、これらの結果はあくまでもバロトロピックな潮汐・潮流に限定された結論であり、塩淡成層や水温成層に起因するバロクリニックな流れへの影響は不明である。

そこで、本研究ではバロクリニックな流れの検討を行うために、数値モデルの開発を行っている。本報告では、その一環として、2006 年に行った筑後川からの河川プリュームのラグランジュ的な観測結果の再現計算を試みたので、その結果について紹介する。

2. 解析方法について

本研究では、汎用沿岸域 3D 流動モデルである Delft3D を適用し、有明海と八代海を結合したモデル [矢野ら (2010)] を作成した。図-1 に本モデルの計算領域を示す。本モデルの主な特徴は、水平解像度が 10「間隔 ($\Delta x=250\text{m}$ 程度) の直交座標系、鉛直方向には σ 座標系 (今回の計算では、10 層を適用し、上層 3 層を 5%、中層 4 層を 10%、底層 3 層を 15% ずつとした) を適用し、水平渦動粘性係数は SGS モデル、鉛直渦動粘性係数は成層型 $k-\epsilon$ モデルで評価し、干潟モデル (干出-水没モデル) の組み込み、開境界で 40 分潮成分を与える、などである。

淡水の流入については、有明海と八代海に流入する 1 級河川 8 本 (諫早湾干拓地調整池へ流入する本明川を除く)、主要な 2 級河川 9 本 (塩田川、鹿島川、関川、坪井川、氷川、大坪川、佐敷川、湯浦川、水俣川)、ならびに調整池からの排水を考慮した。2 級河川の流量については、近隣の 1 級河川流量データから流域面積比で推定したものを与えた。流量は、最下流の流量観測点における 1 時間平均流量について、そこから下流へ流入する残流域の寄与分を流量観測地点までの流域面積と全流域面積の比率から補正して、河口地点で与えた。筑後川については、早津江川との分派比を計画高水流量の設定

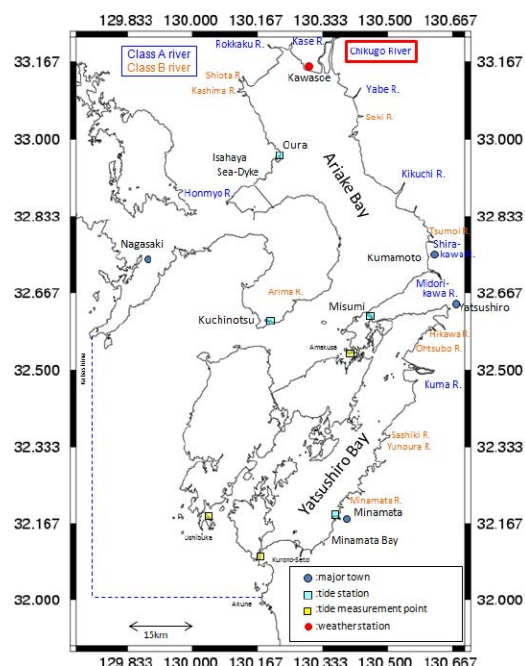


図-1 計算領域と考慮した河川の位置

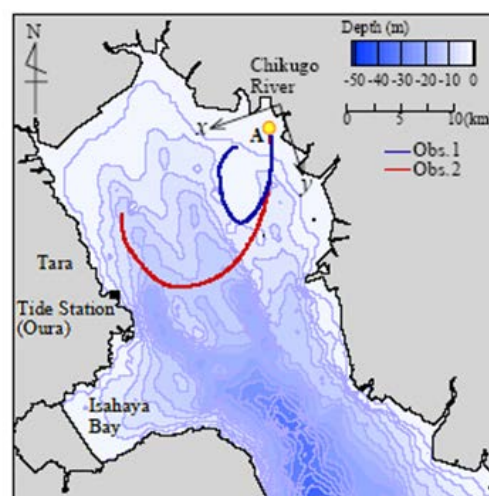


図-2 ブイの軌道の測定結果 [齋田ら(2008)より]

から 7:3 と設定した。

計算は、助走計算として 2006 年 3 月下旬から 2 ヶ月間の計算を行い、最終結果を初期条件にして、河川プリュームの再現計算を行っている。なお、今回の計算では水温成層の効果は考慮していない。また、ブイの挙動については、風の影響を強く受ける可能性がある。その影響を入れた計算も行ったが、風の有無による明確な違いは現れなかったことから、ここでは風は与えていない。

3. 筑後川の河川プリュームについて

齋田ら(2008)により、2006 年 6 月 7 日と 7 月 21 日に

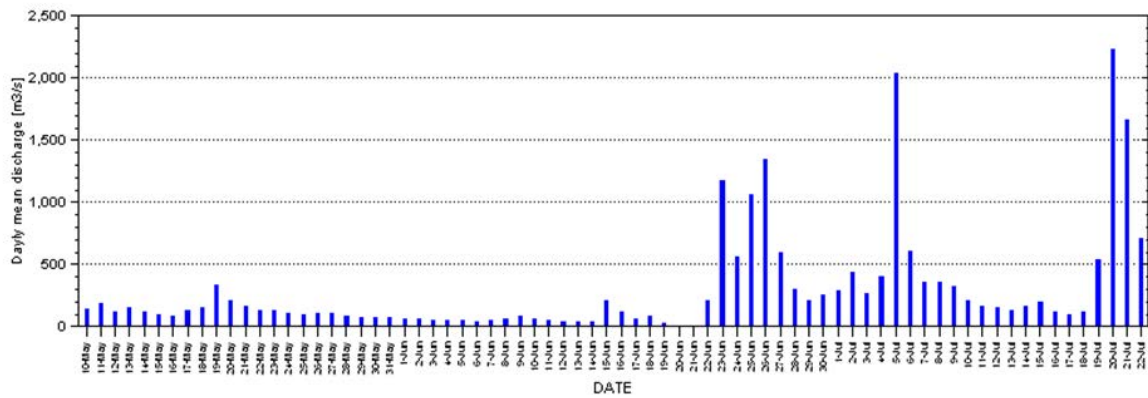


図-3 筑後川の日流量の変動 (5/10～6/22)

筑後川河口周辺海域から漂流ブイを投入してラグランジュ的な河川起源淡水の挙動に関する現地観測が実施された。両日の条件は、それぞれ 6/7 が筑後川の日流量： $64\text{m}^3/\text{s}$ で潮汐は中潮、7/21 が $1,680\text{m}^3/\text{s}$ で中潮であった(図-3 に筑後川の日平均流量を示す)。したがって、6/7 は平常時、7/21 は中規模の出水時であったといえる。ブイは最満潮時に放流され、1 周期後の最満潮時あたりまで測定を継続した。ブイの位置は、ブイ上面に取り付けられた GPS により緯度経度を連続的に取得することで得られている。図-2 に各観測におけるブイの軌跡を示している。出水時には、筑後川の河川水が諫早湾湾口周辺海域まで進行する様子が分かる。

4. 計算結果および考察

図-4 に出水時である 7/21 の満潮時(05:00)とその次の干潮時(12:00)における表層の塩分分布の計算結果を示す。このときの出水は、図-3 に示すように 2 日前の 7/19 から始まり、前日の 7/20 には日平均流量 $2,400\text{m}^3/\text{s}$ 、ピーク流量 $3,354\text{m}^3/\text{s}$ 規模の出水となっていたことから、有明海湾奥部に淡水が停滞していたのが分かる。また、干潮では有明海奥部の淡水が諫早湾へ侵入している様子が見られる。

図-5, 6 に各観測日に対応したブイの軌跡の計算結果を示している。ここでは、観測で実際にブイを放出した地点(赤線)に加えて、その周辺からも複数のブイを放出して計算を行った結果(ピンクなど)も同時に示している。総合すると、筑後川河口周辺海域の淡水の挙動は概ね再現されているが、放出地点の微妙な違いにより挙動が異なる場合もあり、精確な水深データや塩分計算の精度向上を試みてブイの挙動の再現性を上げる必要がある。

謝辞：本研究は科学研究費基盤研究 (C) (研究代表者：矢野真一郎) により実施された。ここに記し、謝意を表す。

参考文献：1) 矢野ら(2010): 土木学会論文集 B2,66(1),341-345., 2) 齋田ら(2008): 水工学論文集,52, 1327-1332.

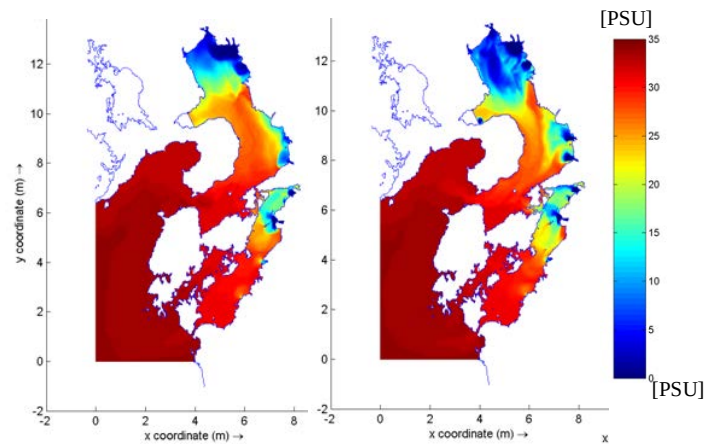


図-4 出水時(7/21)の表層塩分分布の計算結果
[左図：満潮時(05:00), 右図：干潮時(12:00)]

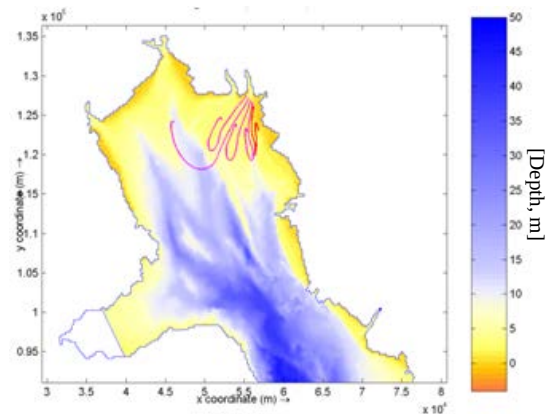


図-5 平常時(6/7)におけるブイ軌跡の計算結果

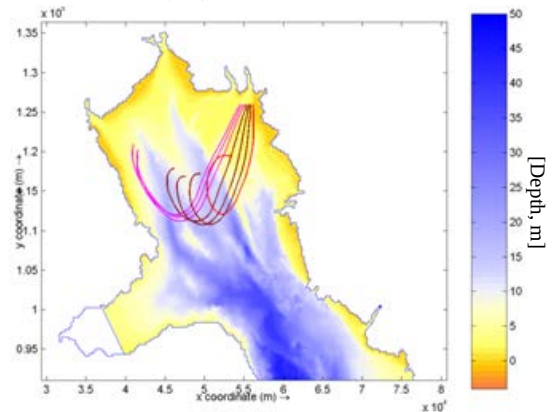


図-6 出水時(7/21)におけるブイ軌跡の計算結果