

有明海におけるバロクリニック構造の 長期変動検討のための数値シミュレーション

九州大学工学部 学生員○西村 圭右 九州大学大学院 学生員 久野 彰大
九州大学大学院 正会員 矢野 真一郎・田井 明

1. はじめに

2000 年の養殖ノリの色落ち問題から社会問題となった、いわゆる有明海異変について、現在まで様々な研究機関により研究が行われてきた。しかし、現在でもその原因は確定するに至っていない。その原因として、これまでは、諫早湾の湾奥に建設された締切堤により湾内の容積が減少し、さらに有明海の湾軸が短くなることで共振潮汐が弱まり、有明海内での潮流(バロトロピックな流れ)が弱まったという仮説が有力視されていた。しかし、ここ数年で新たに研究がされた結果、締切堤の建設は諫早湾を除いては大きな影響を与えておらず、有明海本体部分においては潮流の減少への寄与は少ないということが示されている[田井・矢野(2008)]。

このようにバロトロピックな流れについては、ある程度の結論が得られている。これに比べて密度成層に起因するバロクリニックな流れの構造は未だ不明な点が多く、特に淡水流入条件や潮汐条件により変化する成層や密度流等のダイナミックな構造の近年の変化傾向を明確に示した研究は存在していない。諫早湾締切堤などが有明海のバロクリニック構造に与えた影響を明らかにするためには、潮汐・河川流量・風・日射などの実際の物理条件を時系列的に与えた長期間のハインドキャスト・シミュレーションを行う必要がある。また、18.6 年周期を持つ月の昇降点運動による起潮力の変動についても考慮するためには、20 年程度の長期的なシミュレーションを行う必要もある。そこで本研究では、それらの検討を行う第一歩として、数値モデルの精度確認のために行った計算について報告する。

2. 数値シミュレーションの概要

(1) 数値モデルについて

本研究では、矢野ら(2010)や久野ら(2012)が開発した汎用的な沿岸域 3 次元流動モデルである Delft3D を用いた数値モデルを用いた。計算領域は有明海と八代海を結合した範囲とした。水平解像度は 10" 間隔 ($\Delta x = 250\text{m}$ 程度)の直線直交座標系、鉛直方向 σ 座標系(上層から順に 5%×3 層, 10%×4 層, 15%×3 層の計 10 層)を適用した。水平渦動粘性係数は SGS モデル、鉛直渦動粘性係数は $k-\varepsilon$ モデルで評価している。開境界は鹿児島県の阿久根と長崎県の樺島水道を結んだ線上で、両端の既存の調和定数をもとに主要 4 分潮のみ振幅と遅角のチューニングを行い、計 40 分潮成分を与えている。なお、両端の間は振幅と遅角を線形補間した。

(2) 計算期間及び淡水流入条件

計算期間は 2006 年 4 月 1 日 0 時から 2006 年 9 月 1 日 0 時までの 5 ヶ月間である。淡水流入として河川流量及び諫早湾締切堤の南北排水門からの流量を考慮している。河川流量には 8 つの一級河川(筑後川, 矢部川, 嘉瀬川, 六角川, 菊池川, 白川, 緑川, 球磨川)と 9 つの二級河川(塩田川, 鹿島川, 関川, 坪井川, 氷川, 大坪川, 佐敷川, 湯ノ浦川, 水俣川)からの流量を考慮している。一級河川には国交省水文水質データベースから得られた非感潮域で河口に最も近い観測所の毎時流量を用いた。また、観測所より下流に流入する分の流量を考慮するために、河川の全流域面積を観測所の集水面積で割って求めた係数を観測所流量にかけて補正した。二級河川の流量については直近の一級河川との流域面積比から算出した。また、風・日射の影響は今回の計算では考慮していない。

3. 計算結果及び考察

計算結果を用いてモデルの計算精度について検討した。比較に用いたのは、図 1 に示すような測点での九州農政局による観測データである。これらの観測点では毎正時に海面から 0.5m 間隔で水質観測を行なっているが、今回の考察では塩分濃度の鉛直分布についての観測データを用いた。比較は 2006 年 7 月 19 日 0 時 00 分から 2006 年 7 月 29 日 0 時 00 分までの間で行った。この期間には、図 2 に示すように筑後川から 3,000m³/s 規模の大きな出水があった。

図 3 に B3 地点と B4 地点におけるシミュレーションと観測から得られた塩分のイソプレットを示す。これ

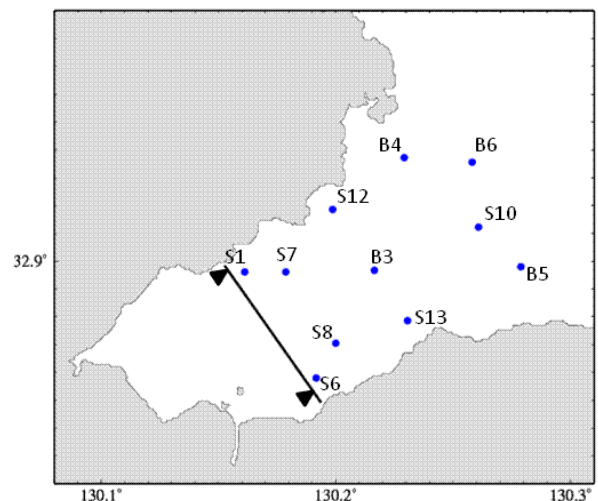


図 1 諫早湾における観測点

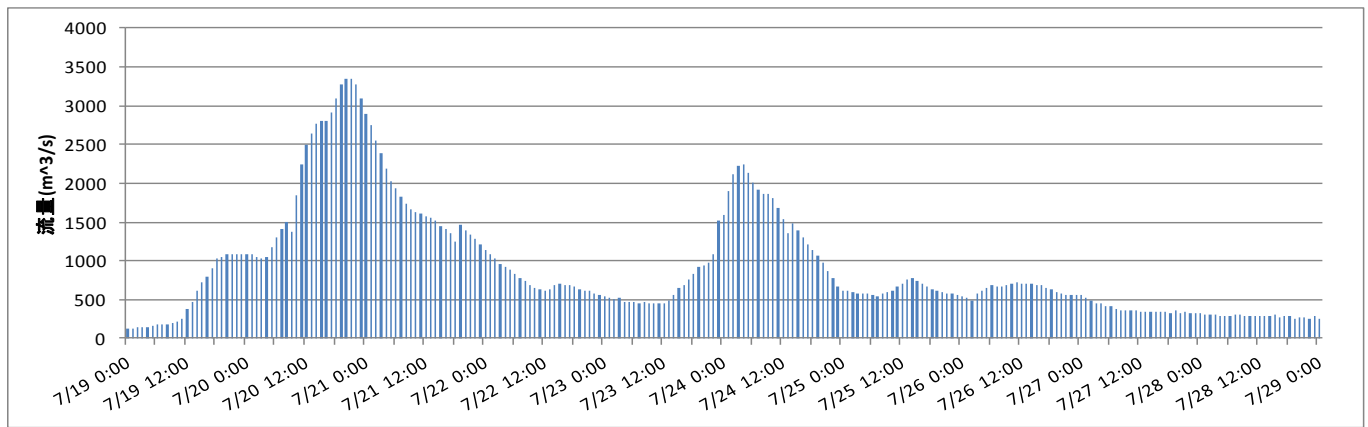


図2 筑後川における 2006 年 7 月 19 日から 28 日までの流量変動 (瀬ノ下)

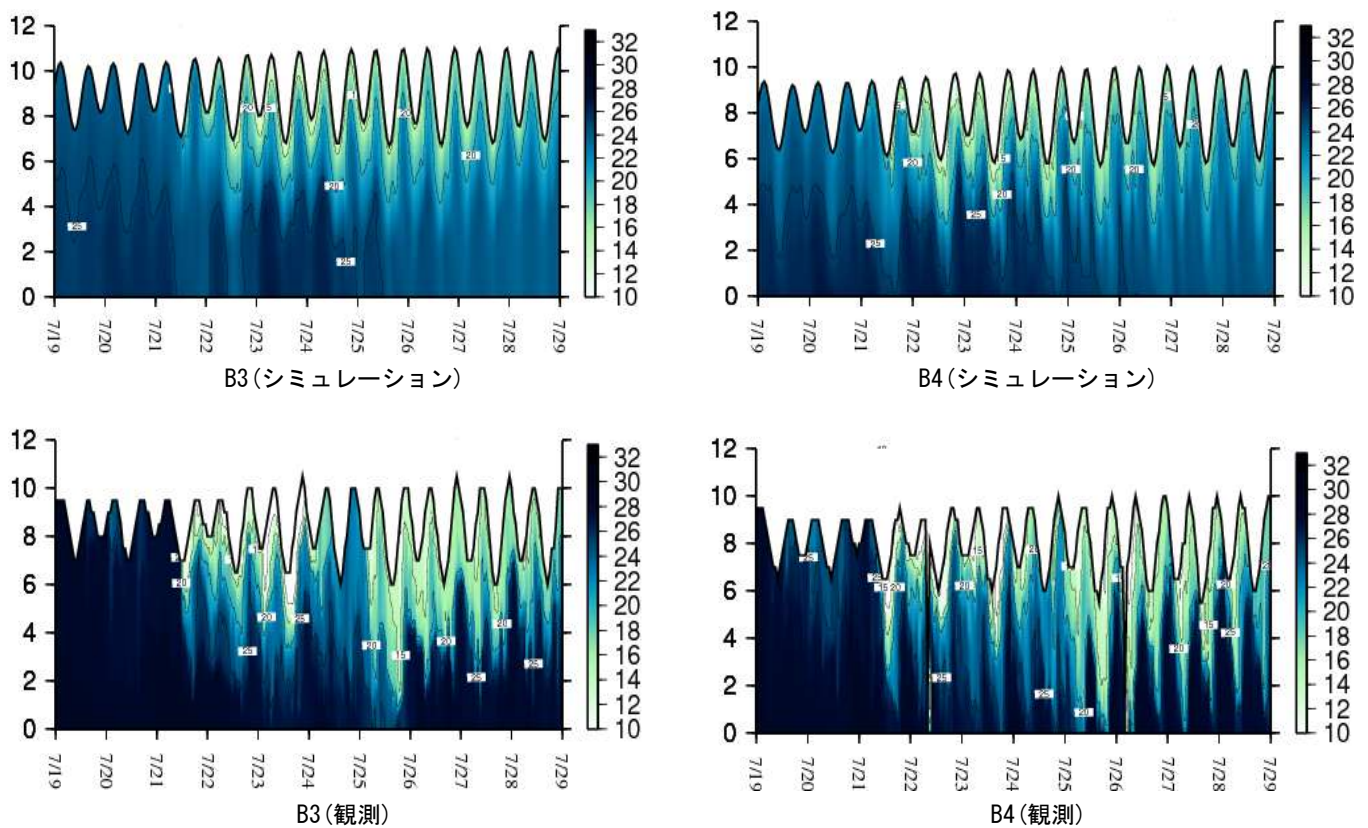


図3 B3 地点と B4 地点における塩分のイソプレット (縦軸は海底面からの高さ (m))

らから、両方の観測点においてシミュレーションと観測ともに低塩分水が上層に流入してくるタイミングがほぼ同じであることが分かる。このことから、筑後川等の河川や排水門から流入する淡水の挙動については、風・日射を考慮していないモデルでもある程度は再現が行えたと考えられる。また、低塩分水が到達した後も成層構造は同様の傾向性を持って変化していた。さらに、シミュレーションでは躍層より下の塩分濃度が全体的に薄くなっていたが、原因としては計算期間が 4 月 1 日からということもあり、初期の成層状態を作り出すための助走計算や開境界における塩分の与え方（ここでは、流入時一定値を与えている）などが考えられる。加えて、今回の計算では淡水流入のみを考慮しており、風や日射の影響は考慮していない。諫早湾の塩淡成層構造には風が強く影響することが報告され

ている [李・松永 (2011)] ので、今後は風などを考慮することで計算精度の向上は期待できると考えている。

4. まとめ

淡水の影響のみを考慮した有明海のパロクリニック構造の数値シミュレーションを行った。定性的な再現性は確認できたが、今後は風や日射の影響を取り入れ、数年～数十年の長期間に亘る計算を行うことで、近年のパロクリニック構造の変化特性を評価したい。

謝辞：本研究は平成 24 年度科学研究費基盤研究 (B) [課題番号: 24360200, 研究代表者: 矢野真一郎] による助成を受けた。ここに記し感謝の意を表する。

【参考文献】 1) 田井・矢野 (2008) : 海の研究, 17(3), 205-211., 2) 矢野ら (2010) : 土論 B2, 66(1), 341-345., 3) 久野ら (2012) : 平成 23 年度西部支部概要集, 293-294., 4) 李・松永 (2011) : 土論 B1, 67(2), 86-91.