

蛇行した黒潮流路境界を有する沿岸域の流れ

広島大学大学院 学生会員 ○川嶋史郎
 広島大学 正会員 日比野忠史

1. 背景及び目的

瀬戸内海の流動・水質変動要因の1つとして、黒潮の流路 36N
 変動との関連が言われている。そこで、本研究では瀬戸内海
 の流動・水質変動に対する長期的な外的要因として、黒潮流
 路の蛇行・直進の影響を定量化できる数値モデルを提案する
 ことを目的とする。

2. 方法

瀬戸内海を含めた日本南岸域（図-1）を対象とした3次
 元流動シミュレーションモデル（1000km×1000km 程度、100×100 メッシュ）を開発し、代表的な安定流
 路（蛇行・直進）の場合について再現計算を行うことで、黒潮流路の違いによる瀬戸内海周辺の流れ場を
 検討する。

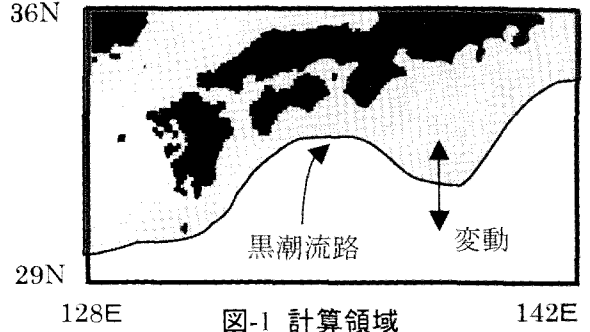


図-1 計算領域

3. モデルの特徴

モデルの特徴として以下の2つが挙げられる。

- ① 黒潮流路（流軸）を連続関数として表現（近似）できる数値モデル
- ② 地衡流（黒潮）を境界とするモデル

連続関数で与えることの利点は、流路を滑らかに表現できること、微分可能であるため任意の点で境界での流速XY方向成分が求まることである。これは、地衡流境界を考える上で非常に重要である。

流軸関数の導出では、黒潮流軸データを対象領域にプロットし、最小二乗法より求まるフーリエ余弦級数を流軸関数とした（図-2、図-3）。また計算の安定性上、流軸は領域流入部と流出部で勾配がゼロとなるようにしている。

大循環における海流などでは地球の回転によるコリオリ力（北半球で、進行方向に対して右向きに曲げようとする力）が卓越し、それが圧力勾配（水位勾配）と釣り合っている（図-4）。

$$fU = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial P}{\partial y} \quad fV = \frac{1}{\rho} \frac{\partial P}{\partial x} \quad \dots \text{地衡流での釣り合い式}$$

地衡流（黒潮）では、圧力の高い方から低い方へ水が流れるのではなく、等圧線に沿って流れるという特性がある。本モデルでは、地衡流平衡により求まる圧力勾配を境界で与えることで、地衡流を境界とした流れを表現している。以上のように黒潮の代表的な流路である蛇行・直進型を表現でき、また地衡流という特性を考慮したモデルを作成した。

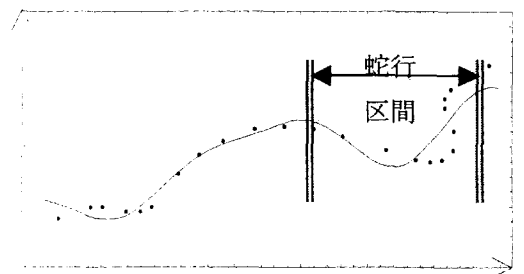


図-2 蛇行型の流軸

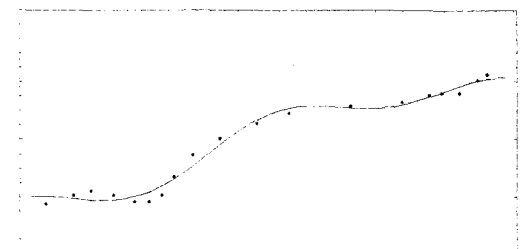
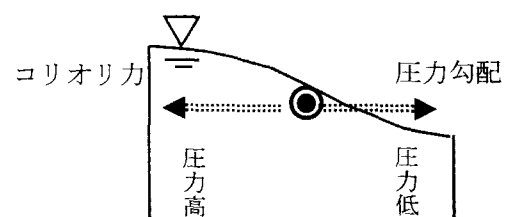


図-3 直進型の流軸
 注）・は黒潮流軸のフーリエ余弦級数近似のもの



● ・紙面に対し垂直に
 向かってくる流れ

図-4 黒潮上での力の釣り合い

4. モデル妥当性の検討

作成した1990年10月蛇行型の流軸関数を用いて行った計算結果を図-5(流速ベクトル)、図-6(水位)に示している。地衡流という流れを考慮に入れたモデルの妥当性を示すため、日本列島や海底地形による障害の無い場での検討を行った。

流軸を連続関数で与えているため、蛇行した流路が滑らかに表現できており、モデルの特徴①である流路を関数で与えることは達成できている。また、特徴②の地衡流を境界とした流れという点からみると、等圧線に沿って水位の高いほうを右手に見ながら水が流れているのがわかる。これは、海流に見られる地衡流平衡状態にあることを示しており、地形を考慮しない場でのモデルの妥当性が確認できる。

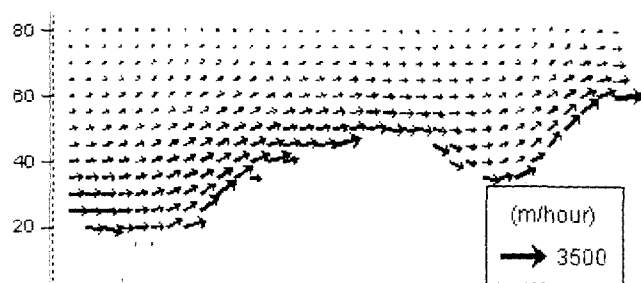


図-5 実際の流軸を用いた時の流れ(流速ベクトル)

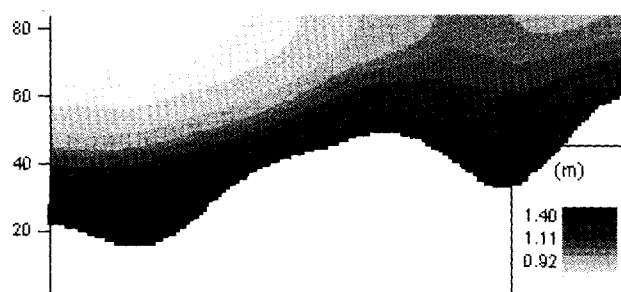


図-6 実際の流軸を用いた時の流れ(水位)

5. モデルを用いた瀬戸内海周辺での流れ場の再現

作成したモデルを用いて再現計算を行った。今回の計算では密度を考慮できなかったため、水温・塩分等から黒潮による瀬戸内海への影響は評価できない。そのため、水位(串本 - 土佐清水)から黒潮流路の違いによる影響を評価する。潮位データの解析によると黒潮蛇行時には串本 - 土佐清水間での水位差は殆ど無いが、黒潮直進時には串本で水位が約6・8cm程高くなることが判明した。モデルによる計算結果を図-7(蛇行時)、図-8(直進時)に示した。黒潮蛇行時には串本 - 土佐清水間の水位差は見られず、直進時に串本で約2cm水位が高くなるという結果が得られた。黒潮の暖水塊を考慮した場合、この水位差は多少大きくなるものと思われ、実際の観測結果と似た計算結果が得られた。

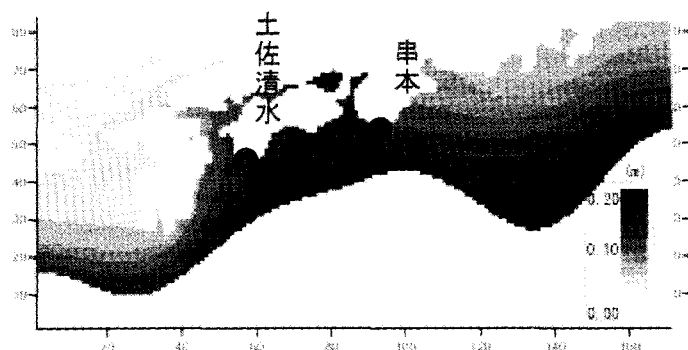


図-7 モデルによる計算水位(蛇行時)

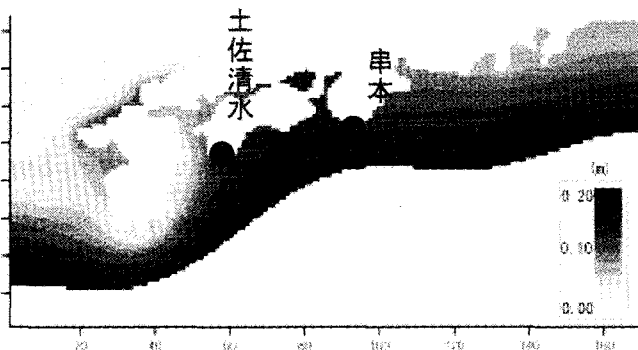


図-8 モデルによる計算水位(直進時)

6. 成果・結論

- ・境界をなめらかに、そして境界で圧力勾配を与えるモデルを提案し、蛇行した黒潮を境界とした流れ場が再現できた。
- ・典型的な安定流路である蛇行と直進の場合について計算を行い、計算時間が短いものの豊後水道沿岸(土佐清水)と紀伊水道沿岸(串本)の潮位差の傾向が表せていることが確認された。