

伊勢湾の流動構造と河川出水の影響に関する研究

1294222T 黒田泰介

担当教員：内山 雄介

1. 背景

三重県と愛知県に挟まれて位置する伊勢湾は、湾内に 8 本の一級河川が流入しており、これらの河川の流出は湾内流動などに影響を及ぼしていると考えられる。本研究では、この河川の流出によって湾内の流れがいかに変化するかについて検討した。

2. 方法

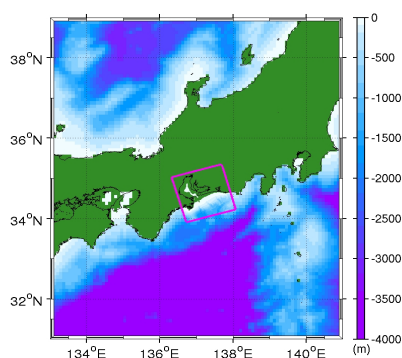


図-1 本研究での解析範囲および水深分布

今回の解析には新世代の領域海洋循環モデルの ROMS を使用し、解析期間を 2010 年 6 月 1 日から 2010 年 11 月 30 日で行い、解析範囲を 128km×128km、

また JCOPE2 を使用し、初期条件と境界条件を与えて計算を行った。境界条件は解析範囲外からの海水および浮力(塩分、水温)の出入量である。JCOPE2¹⁾とは、JCOPE により構築された海洋予測システムで、入手可能なほぼ全観測データと現地観測データを照らし合わせることで得られた精度が高いモデルのことである。この解析は水平解像度 10km 程度の JCOPE2 から水平解像度 500m×500m の解像度に ROMS を使用しダウンスケールさせることによって、水平に 500m×500m の 256×256、鉛直に 24 のメッシュに切り分け、メッシュごとに出入の計算を行った。川のデータは河川データベースから河川ごとの一時間ごとの流量を与え、地形データとして海底のデータには J-EGG500 というモデルを与え、風のデータには気象庁の数値予報 GPV-MSM というモデルを用いた。また、熱放射も考慮する必要があり、過去 30 年間の 1 ヶ月ごとの熱放射の平均値を計算に使用した。これらの数値を ROMS に代入して計算することにより、計算間隔 25 秒のデータが得られるが、数値を出すときは 2 時間平均値の数値を使用する。

3. 結果

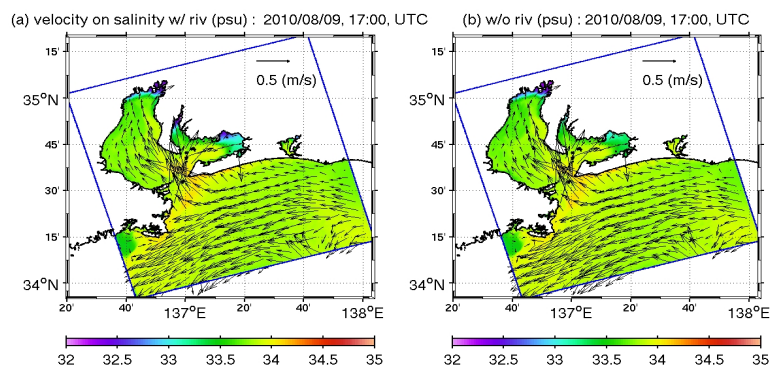


図-2 2010 年 8 月 9 日における河川あり(左図)と河川なし(右図)の解析範囲での塩分と海水の流れ

図-2 より河川ありと河川なしを比較すると流量が非常に多いとされている木曽川付近の海域では塩分に違いがほとんどないが、矢作川、豊川の河口付近では河川からの流水により塩分濃度に違いが出ている。

湾内全体を見たときにはほとんど塩分濃度の違いが見受けられない。また湾内の水の流れにも河川ありと河川なしにおいて違いがあまり見受けられない。よって、河川からの淡水の流出によって河川付近の

塩分濃度には影響が出るが、湾内の流動にはほとんど影響を及ぼすことはない。しかし、図-2において湾口部での流れが非常に強い流れをしている。この流れは湾内の海水交換を行っている流れであると考えられ。この大きな海水交換での海流の流れがいかなるものなのかを次で検討してみよう。

4. 海水交換

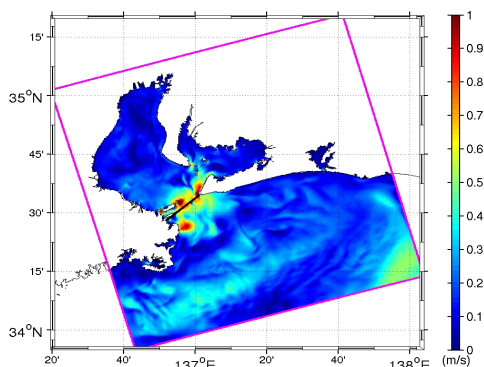


図-3 黒実線：海水交換解析における伊勢湾口ライン

次にモデルを用いて伊勢湾湾口部における海水交換特性について解析した。ここでは、ある湾口ライン(図 3)での断面積とそこを通過する流速から湾口通過体積フラックス(通過流量)を求め、そこから通過流量を周波数ごとに成分分解することにより、周期ごとの通過流量を解析した。(図-4)

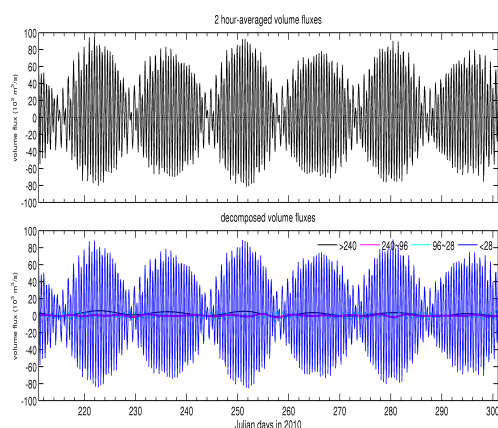


図-4 伊勢湾港ラインを通過する体積フラックスの時系列。(上)2 時間平均値、(下)周波数分解された体積フラックス。下段では、周期 28 時間以下の成分(青)、28～96 時間の成分(水色)、96～240 時間の成分(ピンク)、240 時間以上の成分(黒)に分解した。

本解析では、周期 28 時間以下、28～96 時間、96～240 時間、240 時間以上の成分に分けることにより、計 4 成分に分解し解析を行った。図-4 下から明らかなように振幅が大きいのは 28 時間以下の成分であり、ピーク時の通過流量は約毎秒 $10^5 m^3$ である。逆にその他成分の流量の振幅は非常に小さいこともわかる。

またここで 28 時間以下の成分が伊勢湾の海水交換において大きな影響を及ぼすことはわかったが、どの海水交換周期の影響が大きいのか検討するため、また影響が大きい周期に対してその他の周期がどの程度なのかを検討するために、次に湾口通過体積フラックスと通過周期の関係を示した図を図-5 に示した。

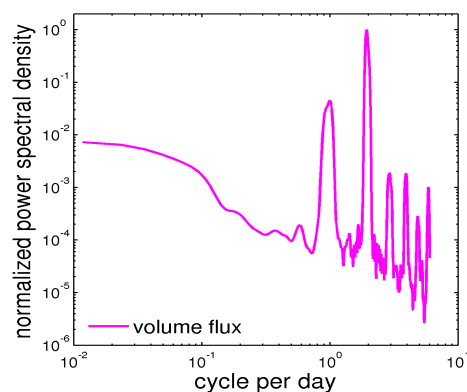


図-5 湾口通過体積フラックスと通過周期の関係

図-5 のスペクトルのグラフについて、横軸は周期を取り、縦軸には PSD(パワースペクトル密度)という無次元量を取っており、log スケールとなっている。今回の研究であれば周波数が $2 \cdot 10^0$ であるとき、つまり周期 $1/2$ 日のときの縦軸の最大値を 1 となるようにしたとき、ほかの周期はどのようになるかが見えるグラフとなっている。

図-5 から通過流量の中で目立っている周期は $1/2$ 日のときであり、伊勢湾の海水交換はこの周期で行われるときが一番多い。その他の周期においては 1 より 1 オーダー、2 オーダー小さいので非常に小さい値を取ることもわかる。

境を決めているのは河川出水ではないだろうか。

5. 考察

まず、最初に本研究の最初の目的は河川が湾の流れにどのような流れを生んでいるかであった。今回の研究では河川の存在の有無によって表層塩分に影響は見られたが、流動においては影響ないと言える結果となった。このように河川があったとしても流動が変化しなかった原因として伊勢湾の強い潮汐に影響があるのではないか。図-2 において湾口付近で顕著に表れていた非常に強い流動は潮汐によるもので、潮汐の力に比べ河川の流出の力は無視できるほど小さいとする。それならば今回の研究で使用した程度の河川からの流出の力では伊勢湾の潮汐の力を上回ることが出来ないため、湾内の流動はほとんど変化しなかったと理解できる。

次に湾口付近の流動に目をつけ、その流動による伊勢湾の海水交換についての解析を行った。その結果、海水交換は28時間以下の周期が主原因であることが明らかとなった。これは、スペクトルの解析でも明らかとなっており、伊勢湾の海水交換は主に周期 $1/2$ 日の流動が原因であり、つまり湾内の海水交換は潮汐によって行われていることが明らかとなった。

ここで、伊勢湾の潮汐による海水交換はピーク時で毎秒 $10^5 m^3$ であるのに対して、湾内の8本の一級河川の合計出水はピーク時で毎秒 $3000 m^3$ を超え、平均でも毎秒約 $400 m^3$ の出水がある。この二つの数値は海水交換のスペクトル解析のグラフでも見られたと考えられる。まず、湾内からの水の流出量を Q_{out} とし、潮汐による流出量を Q_{tide} 、その他を Q_{etc} とする。そのとき $Q_{out} = Q_{tide} + Q_{etc}$ という関係である。スペクトルのグラフを見ると Q_{out} は Q_{tide} よりわずかに大きく共におよそ毎秒 $10^5 m^3$ である。 Q_{etc} を28時間以下以外の周期の流出と考えると Q_{etc} の値はおよそ $10^2 \sim 10^3 m^3$ である。これは河川出水の量と近いので、これらのスペクトルが河川出水による海水交換と考えられる。

河川出水量は潮汐による海水交換量に比べ非常に低い値を取るが、近年工場排水や下水処理場が河川から海に流れ込み海水環境を侵している。水量で考えるとあまり影響はなさそうだが、実際湾内の海水環

参考文献

- 1) 乙部順子、宮沢泰正：研究開発協力、ForeCast Ocean + Plus、2010