

気象－海象結合モデルの構築とその再現性に関する一考察

名古屋大学大学院工学研究科 学生会員 ○ 鈴木 一輝
(株)ハイドロソフト技術研究所 正 会 員 川崎 浩司
名古屋大学大学院工学研究科 学生会員 岡本 英久

1. はじめに：内湾の流動構造や水質構造の変動を把握するために、数値解析に基づく研究が数多く実施されている。しかし、その多くは季節変動や経年変動など長期的な変動を対象としており、大規模出水時など短期的な変動を対象とした研究は、村上ら（2004）など僅かである。村上らは、気象・海象場を結合系として一体的に扱うことが可能な数値モデルを用いることで、沿岸海域の流動・密度構造の短期的な変動を忠実に再現できることを実証している。しかし、同モデルは、計算負荷の高い領域気象モデルを利用するため、数ヶ月以上の長期計算には不向きである。そこで、本研究では、沿岸海域の物理環境場の短期的変動から長期的変動を一貫して計算できる気象－海象結合モデルを構築することを目的とする。そして、伊勢湾海域を対象とした長期再現計算および短期再現計算を実施し、その再現性について検討する。

2. 気象－海象結合モデルの構築：本研究で構築する気象－海象結合モデルは、大気－海洋－波浪結合モデル（村上ら，2004）を基に、気象 GPV-MSM データをはじめ、様々なモデルを新たに組み込んだモデルである。最大の特徴は、沿岸海域で生じる様々な時間スケールの変動を、本モデル一つで解析できる点にある。図-1 に示すように、本モデルは、気象モデル、海象モデルの 2 つのモデルから構成される。気象モデルには、経験的台風モデル、領域気象モデル MM5、気象 GPV-MSM データを、海象モデルには、多重座標系海洋モデル CCM、第三世代波浪推算モデル SWAN、日本周辺海洋潮汐モデル NAO.99Jb、JCOPE2 再解析データを用いた。なお、気象モデルと海象モデルの選択によっては、大気－海洋－波浪結合モデルと同様に、気象・海象場の海面相互作用を考慮できるように構築している。

3. 計算条件：伊勢湾海域を対象に、2009 年～2010 年の 2 年間の長期計算と 2010 年夏季の短期計算を行った。長期計算の計算期間は、2009 年 1 月 1 日～2011 年 12 月 31 日とし、2010 年夏季の短期計算では、2010 年 8 月 1 日～8 月 28 日を計算期間とした。短期計算の初期値には、長期計算による計算値を与えた。長期計算では、気象モデルに気象 GPV データを、海象モデルには海洋モデル CCM を用いて計算を行った。一方、短期計算では、気象モデルに領域気象モデル MM5 を、海象モデルには海洋モデル CCM と波浪モデル SWAN を用いて、気象・海象場の相互作用を考慮した計算を実施した。また、両計算ともに外洋境界値に、JCOPE2 再解析データによる水温・塩分、NAO.99Jb による推算潮位を課し、伊勢湾海域に面する主要 10 河川の流入量を河川境界値として設定した。CCM の計算領域は、図-2 に示す伊勢湾海域全域（水平解像度： $\Delta x = \Delta y = 810$ m，鉛直解像度： $\Delta z = 0.2 \sim 60$ m，26 層）を設定し、長期計算と短期計算で同じ領域を用いた。

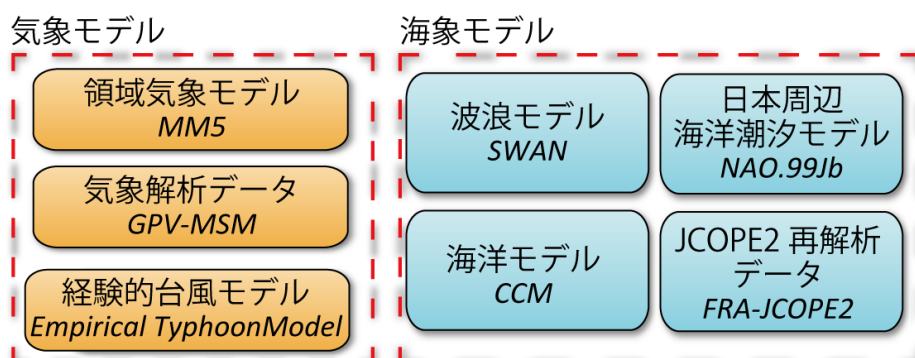


図-1 気象－海象結合モデル

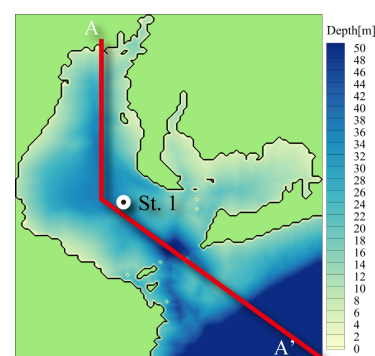


図-2 CCM の計算領域

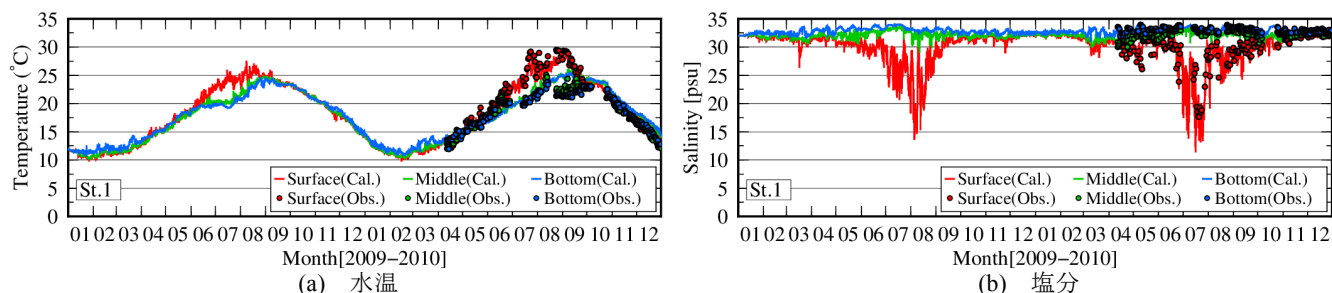


図-3 湾中央部St.1における計算値と観測値の比較 (2009年～2010年)

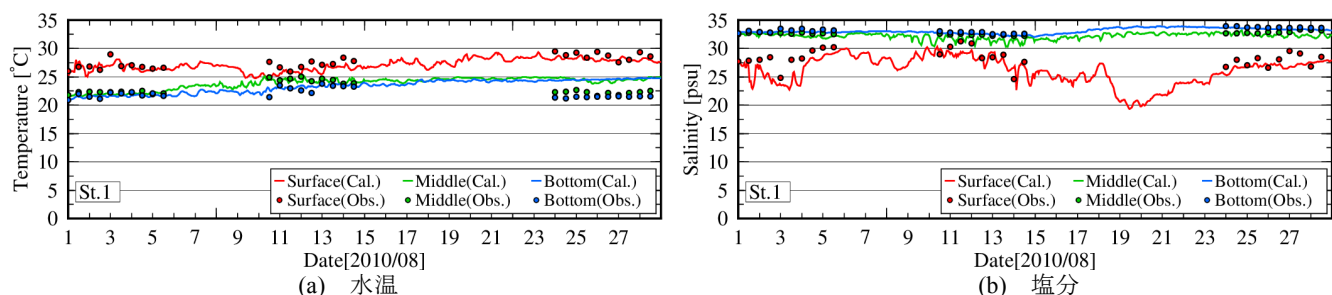


図-4 湾中央部St.1における計算値と観測値の比較 (2010年8月)

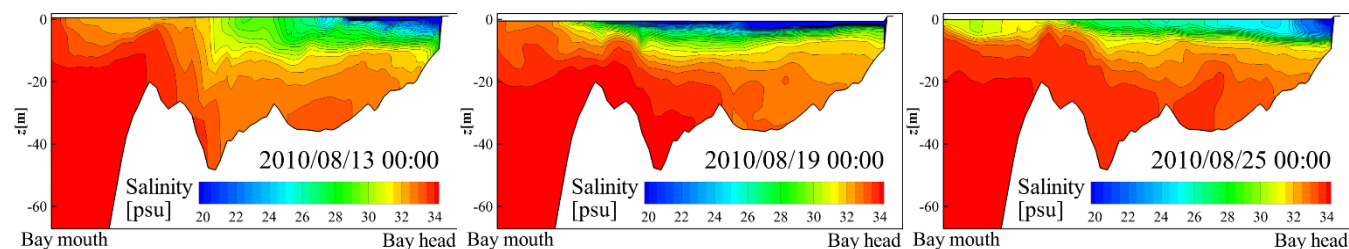


図-5 夏季におけるAA'断面の塩分分布の時間変化

4. 計算結果および考察：長期計算に対する本モデルの妥当性を検証するために、図-3に伊勢湾の湾央 St.1

(図-2 参照) での水温および塩分の計算値と観測値の比較を示す。なお、観測値には、2010 年 4 月より観測が開始された伊勢湾環境データベースによる値を用いた。図-3(a)から、冬季に水温が低下し、夏季に水温が上昇するといった水温の年間変動を精度良く計算できていることがわかる。さらに、水温成層の形成・解消時期は観測値と概ね一致しており、水温構造を良好に再現できている。図-3(b)に示す塩分についても、夏季における河川流量の増大に伴う表層塩分の低下など、計算値は観測値の時間変動を良好に捉えている。次に、短期計算に対する妥当性について検証する。図-4 は 2010 年夏季における伊勢湾の湾央 St.1 での水温と塩分の計算値と観測値の比較を示したものである。図-4(a)に示す水温変動をみると、8 月 23 日以降の中層・底層で若干過大評価しているものの、計算値は観測値の変動を概ね再現できている。塩分に関しては、図-4(b)に示すように、いずれの水深においても、計算値は観測値の変動を良好に再現している。水塊挙動の一例として、図-5 に 2010 年夏季における AA'断面 (図-2 参照) の塩分分布を示す。同図より、8 月 13 日では、河口が位置する湾奥の表層で低塩分水塊が存在している。8 月 19 日では、河川出水に起因して伊勢湾のほぼ全域で表層が低塩分化し、塩分成層が形成されている。このとき、外洋から高塩分水塊が海底地形に沿って湾内に進入する様子が確認できる。8 月 25 日では、図-4(b)からもわかるように、8 月 19 日以降の高塩分水塊の底層進入の影響により、表層の塩分が湾内で全体的に上昇し、塩分成層が弱まっている。

5. まとめ：本研究では、気象-海象結合モデルを新たに構築し、伊勢湾海域を対象とした長期再現計算と 2010 年夏季の短期再現計算を実施した。計算値と観測値の比較から、本結合モデルによる長期計算および短期計算の再現性・妥当性を検証するとともに、本結合モデルは海域の物理環境場の短期変動から長期変動を一貫して計算可能なモデルであることを示した。

参考文献：[1]村上智一・安田孝志・大澤輝夫 (2004)：気象場と結合させた湾内海水流動計算のための多重座標モデルの開発，海岸工学論文集，第 51 巻，pp.366-370。