

夏季および冬季伊勢湾における大気－海洋－波浪結合モデルの精度検証

名古屋大学大学院 正会員 ○村上智一 名古屋大学大学院 正会員 川崎浩司
 名古屋大学大学院 正会員 水谷法美 岐阜大学大学院 フェロー 安田孝志

1. はじめに

沿岸域では、外洋との海水交換の影響が大きいことに加え、風による吹送流、風波砕波による海水混合、日射による成層化、降水・蒸発等の気象場からの影響が支配的となる。そのため、沿岸域において海水流動計算を高精度で行うには、外洋との海水交換および気象場からの影響を適切に評価できるモデルが必須となる。

外洋との海水交換を適切に扱うためには、大水深の外洋から沿岸までを連続的に計算する必要がある。従来、このような条件に対して複雑な海底地形を正確に表すことができる σ 座標系の海洋モデル POM(プリンストン大学)などが用いられて来た。しかし、 σ 座標系では鉛直格子間隔が水深に連動して増減するので大水深の外洋において鉛直差分精度が極めて悪くなり、その外洋水が沿岸域に進入することで、そこでの海水流動計算にも大きな数値誤差が生じ問題となっている。

気象場からの影響を正しく評価するには、風、日射、降水等の面的気象情報が必要となるが、空間・時間的に情報量が少ない海洋観測データではこの要求に応えられず、気象モデルによって算出されたデータが用いられるようになって来た(灘岡ら, 1999 など)。しかし、摩擦速度、潜熱、顕熱などの海面フラックスは、大気安定度(海面水温と気温に依存)や波浪による粗度などが互いに影響し合っており、より高精度に気象場からの影響を評価するには、大気・海洋・波浪場を結合系として一体的に扱う必要がある。

そこで本研究では、複雑な海底地形を正確に表した上で水深に関係なく差分精度を一定に保つことができる多重 σ 座標系沿岸海洋モデル CCM(Coastal ocean Current Model; 村上ら, 2004)を用い、これに気象モデル MM5(ペンシルベニア州立大学・米国大気研究センター) および波浪モデル SWAN(デルフト工科大学)を結合させて、大気、海洋、波浪場を1つの系として一体的に扱うことのできる大気－海洋－波浪結合モデルを構築する。そして、夏季および冬季の伊勢湾を計算し、その精度について検討した。

2. 大気－海洋－波浪結合モデルの概要

本研究で構築した大気－海洋－波浪結合モデルの概要を図-1 に示す。気象場の計算には気象モデル MM5、海洋場の計算に海洋モデル CCM、波浪場の計算には波浪モデル SWAN を用いた。そして、これらのモデルを PC-Linux 上のシェルスクリプトで結合させて、風速、摩擦速度、潜熱・顕熱フラックス、短波・長波放射、蒸発・降水量、気圧、海面水温、流速、水面変位、波浪による粗度高さ、波齢を海面境界過程として扱える大気－海洋－波浪結合モデルを構築した。

結合モデルの精度検証を目的として、夏季(2001 年 7 月 10 日～8 月 10 日)および冬季(2002 年 2 月 1 日～28 日)の伊勢湾を計算した。その際、国立天文台で開発された日本周辺潮汐モデル NAO99Jb を用いて潮位を計算し、それを海洋モデルの開境界条件として与えた。また、伊勢湾の主要 9 河川の境界値は、国土交通省中部地方整備局による河川流量データを与えた。

3. 計算結果

図-2 は、MT 局(中部空港沖側観測点)における海面上 10m の風速の観測値と計算値の比較を示したものである。これより、計算値は観測値を精度良く表していることがわかる。ただし、冬季の大気境界層内の鉛直混合に伴う風速増加時にやや過小評価の傾向が見られるが、数日スケールの海洋場変動を計算するには十分な精度であると考えられる。

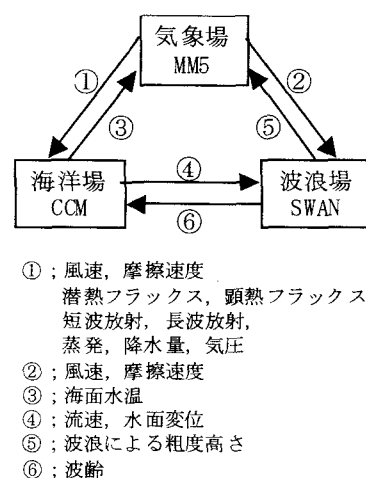


図-1 大気－海洋－波浪結合モデルの概要

図-3 は、鳥羽における潮位の観測値と計算値の比較を示したものである。計算値と観測値は、ほぼ一致しており、実用レベルの良い精度で潮位を計算できることがわかる。これは、CCM の潮位の開境界条件を与える日本周辺潮汐モデル NAO99Jb の精度の良さに加えて、潮位に影響を及ぼす気圧や風などの気象場の計算および海洋モデルの海水流動計算が適切に行われていることを示すものである。

図-4 は、MT 局における有義波高の観測値と計算値の比較を示したものである。これより、計算値は観測値の変動の傾向を良く表していることがわかる。ただし、有義波高が 0.1m 以下の時では、その波浪が再現できず、有義波高の値が 0 近傍まで低下している。これは、SWAN の風から波へのエネルギー輸送項に quasi-linear 理論を用いているためであり(小林ら, 2003)、今後、詳細に検討していく必要がある。

4. おわりに

沿岸域の海水流動を高精度で計算するために、大気-海洋-波浪結合モデルを構築した。そして、夏季および冬季の伊勢湾において精度検証を行い、風速、潮位、有義波高を精度良く計算できることを明らかにした。また、大気-海洋-波浪結合モデルは、初期値を除いて観測値を必要としないことから予測計算が可能であり、高潮や赤潮等による自然災害の予測や対策に役立つものと考えられる。

謝辞：海洋観測データは愛知県企業庁・中部国際空港株式会社より、河川流量データは国土交通省中部地方整備局からそれぞれご提供頂いた。ここに併せて謝意を表する。

参考文献

- 村上智一他(2004)：気象場と結合させた湾内海水流動計算のための多重 σ 座標モデルの開発, 海岸工学論文集, 第 51 巻, pp.366-370.
 小林智尚他(2003)：波浪推算モデルによる中部国際空港人工島の波浪場への影響, 海岸工学論文集, 第 50 巻, pp.196-200.
 灘岡和夫他(1999)：高度化した沿岸流動数値計算法を用いた原油流出シミュレーション, 海岸工学論文集, 第 46 巻, pp.461-465.

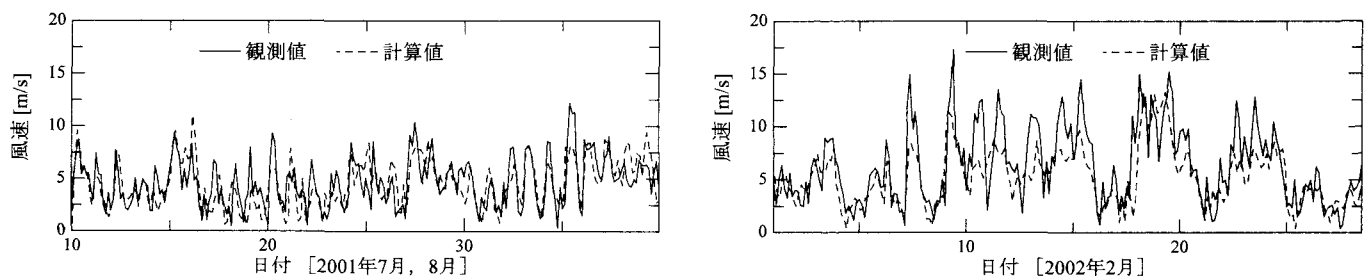


図-2 MT 局における海面上 10m の風速の観測値と計算値の比較；(左図)夏季 (右図)冬季

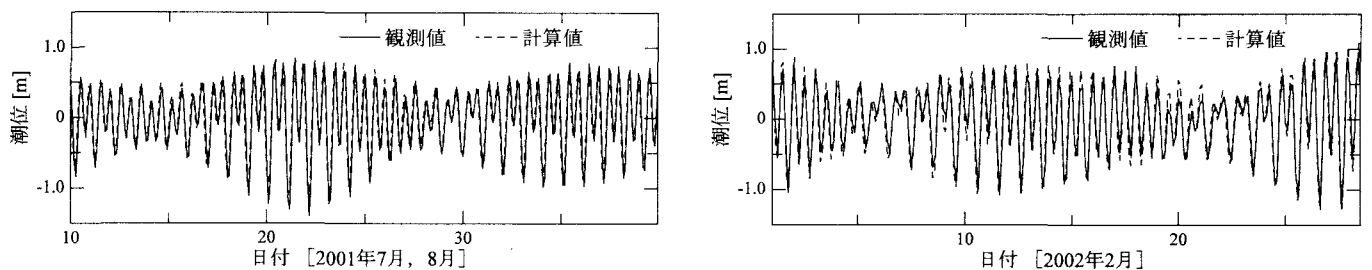


図-3 鳥羽における潮位の観測値と計算値の比較；(左図)夏季 (右図)冬季

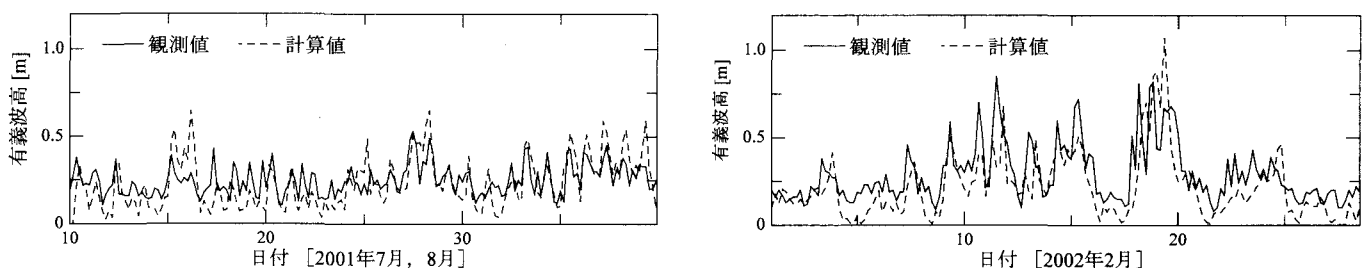


図-4 MT 局における有義波高の観測値と計算値の比較；(左図)夏季 (右図)冬季