

地域海洋モデルの開発と日本周辺海域への適用

(財)電力中央研究所 環境科学部 正 ○坪野考樹, 正 仲敷憲和

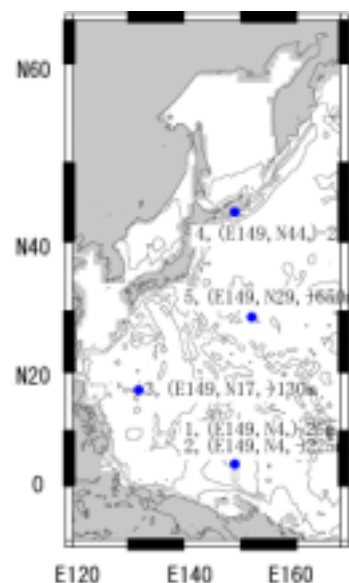
1. はじめに

大気中のCO2濃度増加にともなう温暖化については、全球大気・海洋結合モデルにより、気温上昇等が予測されており¹⁾、この温暖化影響による、日本周辺海域の流動変化は、沿岸の流動や水温の変動等に大きな影響を及ぼすことが予測される。現在、北太平洋規模の海洋循環の再現には、全球海洋モデルが用いられているが、計算時間の制限により計算格子が粗いため、海底地形や対馬海峡等を再現することが難しく、各地域の流動特性の再現は不十分である。仲敷が開発したFree-Surface全球海洋モデル²⁾は、流速を順圧成分と傾圧成分にモード分離せずに計算するために、計算領域に開境界が存在する場合でも境界条件の設定が比較的容易に行える。そこで、本研究では、全球海洋モデルの計算結果を境界条件とした地域海洋モデルの構築を行い、日本周辺海域への適用結果を観測結果と比較することにより、再現性について基礎的な検討を行った。

2. モデルの概要

本研究で構築した地域海洋モデルは、全球海洋モデル²⁾と同様である。本モデルで用いた基礎式は、球面座標系での流体の運動方程式に、Thin Shell Approximation、Hydrostatic Approximation、Bousinesq Approximationの仮定を用いた式である。

図1に、本研究で用いた計算領域と海底地形を示す。計算領域は、深度方向に-6000mから表層まで、緯度方向に9.66°Sから66.34°N、および経度方向に112.33°Eから162.33°Eまでの日本周辺を対象とした。水平方向のメッシュ間隔は、緯度、経度方向ともに、ネスティング手法の検討に使用する全球海洋モデル(2°×2°、33層)のメッシュ間隔の1/3となる2/3°とした。また、深度方向の計算メッシュは、全球海洋モデルのメッシュ間隔と同様とし、海表面で10m、海底面で500mとなる不等間隔メッシュ(33層)とした。地域海洋モデルの計算点の総数は、約30万点(75×114×33)である。また、時間ステップは $\Delta t=2$ minとした。水面での境界条件は、Hellerman & Rosenstein³⁾のデータを用いて、図1 計算領域 月毎の風応力を与えた。また、水温、塩分は、最上層の境界条件として、拡散項に保存式(1)の右辺3項目の緩和項を用い、全球モデルの月毎の値を空間補間したスカラー量(ポテンシャル水温・塩分)を与えた。側方の境界条件としては、全球モデルの月毎の値を空間補間して与えた。また、両モデルの計算メッシュ重複部分には式(1)中の緩和項を導入し、水温・塩分の連続性を維持しつつ、安定して計算できるよう工夫した。



$$\text{スカラー量の保存式} \quad \frac{dF}{dt} = K_H \Delta F + K_V \frac{\partial F}{\partial z} + \gamma(F_S^* - F) \quad (1)$$

ここに、F:スカラー量(ポテンシャル水温、塩分)、*:観測値、 γ :緩和時間=(1/day)、 K_H, K_V :水平、鉛直方向の渦動拡散係数(m^2/s)である。

3. 結果および解析

全球海洋モデル²⁾で、計算された月毎の流動・水温・塩分を境界条件として地域海洋モデルを駆動し、その

キーワード：地域海洋モデル, ネスティング, 数値計算, 海流

連絡先：〒270-1194 千葉県我孫子市我孫子 1646 (財)電力中央研究所 我孫子研究所 TEL:0471-82-1181, FAX:0471-83-2966

結果について検討を行った。Spin-upの手順としては、初期値として各メッシュに全球海洋モデルの計算結果の補間値を与え、緩和項を用いて診断的に2年間の計算を行い、その後1年間かけて海洋内部での緩和係数を徐々に0にした。そして、計算が定常状態になるまで、7年間予報的に計算を行った。図2に図1に示した各点での水温・塩分の時間変化を示す。図2より、10年目にほぼ定常に達しており、発散することなく計算が終了していることが分かる。そこで、本研究では、10年目の計算結果について検討を行う。図3に、全球海洋モデルによる計算結果(年平均した流速結果)、本モデルで得られた計算結果を年平均した結果(流速(海面下30m))、表層プイから推定された結果(流速)を示す。地域海洋モデルで得られた黒潮域の流動結果は、高解像度化の効果により、全球海洋モデルの結果に比べて、流速、流路幅、流軸位置等が改善され、漂流プイから得られた観測値に近い値が得られた。また、日本海では、全球海洋モデルでは再現が困難であった、対馬暖流が日本沿岸に沿う流れ(沿岸分枝流)と韓国東岸沿いに北上する流れ(東韓暖流)に分かれる様子を再現することが可能となった。

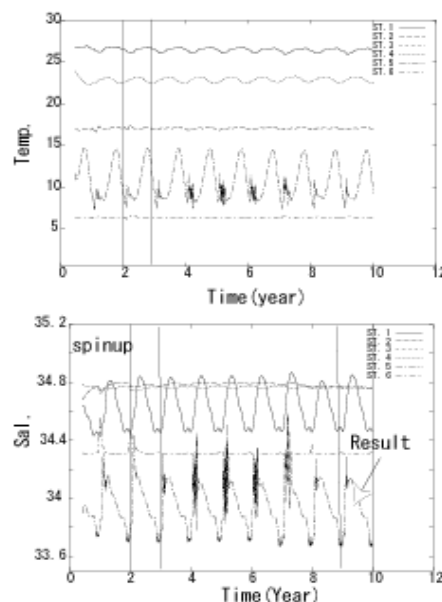


図2 水温・塩分の時間変化

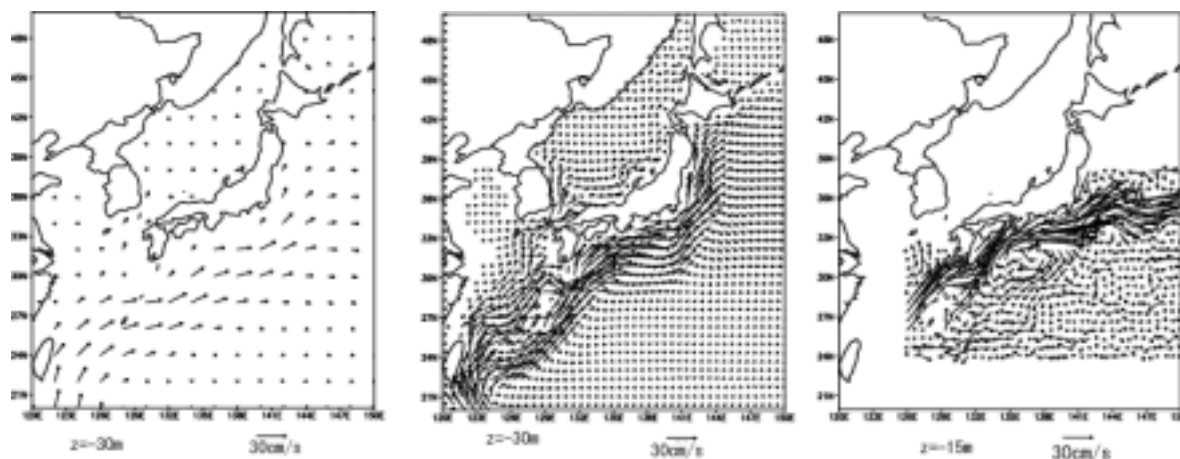
4. まとめ

ネスティングにより日本周辺海域を高解像度化した地域海洋モデルは、流動の再現性の向上に有効であると考えられる。しかしながら、本モデルの解像度では黒潮の離岸点および親潮の再現性に問題がある。そこで今後、日本周辺での海流の再現性を向上させるため、海底地形や陸地をより詳細に再現出来るように、モデルの一層の高解像度化を行う。また、渦動粘性係数を小さくするために、粘性項の計算に Eddy-resolving を採用する等のモデルの改良を行う。

参考文献：1) 平口博丸，筒井純一，丸山康樹，仲敷憲和：NCARの大気・海洋結合モデルによる温暖化予測実験，第6回地球環境シンポジウム講演論文集，pp.187-192,1998

2) Nakashiki, N. (1996), "Application of regional of models to ocean disposal of CO₂", Ocean Storage of CO₂ Workshop1-Ocean Circulation

3) Hellerman, S. and M. Rosenstein (1983), "Normal Monthly Wind Stress Over the World Ocean with Error Estimates", Jour. of Phys. Oceanogra. Vol.13, No.2, pp.1,093-1,104



・全球海洋モデルの計算結果 ・地域海洋モデルの計算結果 ・漂流プイから得られた結果

図3 表層付近での流速結果 (結果は年平均化して表示している。)