

数値モデルによる台風の予測の研究

○上野 充、村田昭彦、和田章義、益子 渉(台風研究部)

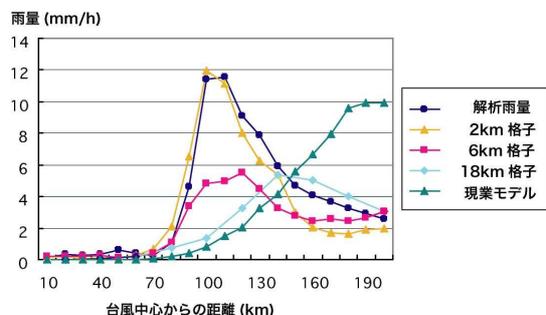
1. はじめに

台風による諸災害を防止・軽減するために、より精度の高い台風予報を提供していくことは防災官庁である気象庁の役目の1つである。その台風予報の基本となるのは台風の進路予報と強度予報である。進路予報の精度については、台風移動が主として大規模場に支配されていることから、現業数値予報モデルの予報精度の向上とともに着実に向上してきている。しかし、高い精度の強度予報を実現するためには、モデルの高解像度化、台風と海洋の相互作用の導入、高解像度モデルに見合う台風初期値作成法の開発など、基本的な部分でモデルの改良が必要である。それとともに、台風予報に大きな影響を与える物理過程の不確実性を減らすことや、台風のメカニズムについて理解を深めることも必要である。本研究は、これらのことに総合的に取り組み台風予報の精度向上に貢献することを目的に行った。

2. 結果

2.1. 移動多重格子台風モデル

台風中心部の高解像度表現を効率的に実現するために、気象研究所・数値予報課統一非静力学モデル(MRI/NPD-NHM)をベースにして移動多重格子モデルを開発した。移動多重格子モデルは台風の中心部を最も細かいメッシュの格子で覆い、台風の周辺部については比較的粗いメッシュを用いて台風の予報を行う。その際、異なるメッシュ間では相互に情報交換を行いながら時間積分を進める2ウェイネスティングの技法を採用した。2ウェイネスティング技法の開発に当たっては、2次元線形移流方程式に基づく数値計算や

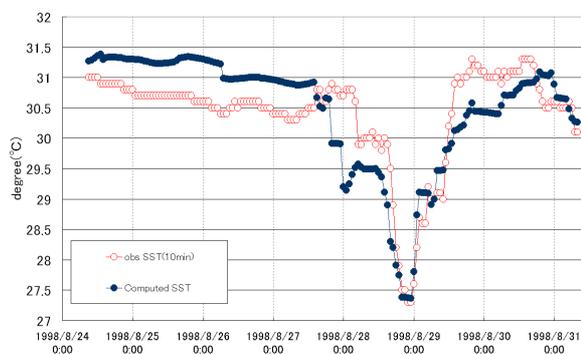


第1図 予測雨量と解析雨量の比較

地形を含む3次元断熱版による山岳波の数値実験を行い、その有効性を確認した。移動多重格子モデルに湿潤、陸面等の物理過程を導入して台風RUSA(0215号)の再現実験を行った結果、台風中心部の格子幅を6kmにした場合と2kmにした場合ではコア域の降雨構造がかなり異なり、2kmの方が観測データから推定されたものに近かった(第1図)。また、台風の中心気圧の深まりも2kmメッシュ格子が最もよく再現した。

2.2. 海洋混合層モデル

台風によって引き起こされた海面水温の低下は顕熱・潜熱のフラックスの減少を招き台風のその後の強度変化に少なからず影響する。この台風・海洋間の相互作用を台風予報に導入するために海洋混合層モデルの開発を行った。モデルを検証するために、風応力の強さ、台風の移動速度、海面における熱フラックス、水温の鉛直構造などの違いに対する基礎的な応答実験や、台風REX(9804号)のケースについて客観解析で得られた海上風を与えた実験を行い、海上気象観測データなどから得られた水温変化を良好に再現することを確認した(第2図)。また、台風BILIS(0010号)のケースについて気象庁現業台風モデルとの結合予報実験を行い、海洋混合層モデルを結合した場合は、台風・海洋相互作用による海面水温の低下が起こり、結合しない場合に比べ、海面からの潜熱・顕熱のフラックスや台風に伴う降水量が減少した。結合した場合は、台風の発達も抑制され、これまで観測やモデル研究から台風・海洋相互作用の効果について得られている知見と矛盾のない結果が得られた。

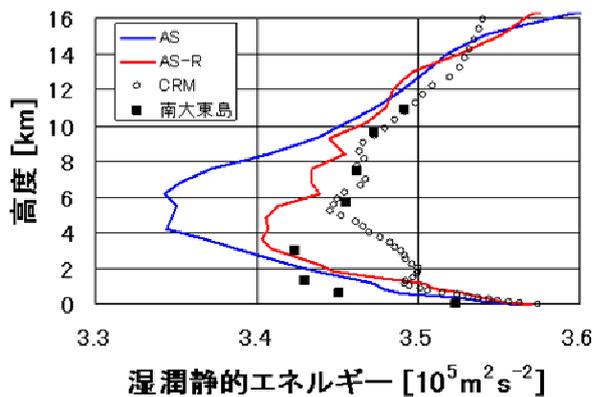


第2図 気象観測船および海洋混合層モデルにより得られた海面水温の時系列

※本研究は、経常研究「数値モデルによる台風の予測の研究(H12-16)」および「非静力学モデル(NHM)を用いたシビア現象の予測・再現に関する研究(H16-18)」のサブ課題「非静力学台風モデルを用いた台風強度変化の予測・再現に関する研究」の一環として行われた。主任研究者:上野充、研究担当者:村田昭彦、高野洋雄(H15-)、和田章義、益子渉、國井勝(H15-)、釜堀弘隆(H12-13)、筒井裕次(H14)。

2.3. 物理過程

モデル台風の振る舞いに大きな影響を与える物理過程の1つに積雲対流パラメタリゼーション(積雲スケールより粗い水平解像度の数値モデルで積雲対流の効果を近似的に表現する手法)がある。本研究では、気象庁現業モデルで使用されているArakawa-Schubertスキームのエントレインメント率(対流活動に伴い積雲の外の気塊が雲中に取り込まれる割合)に着目し、雲解像モデルを用いて得られた知見に基づいて、その改訂版を作成した。改訂版Arakawa-Schubertスキーム(AS-R)を水平格子間隔20kmのMRI/NPD-NHMに組み込み、台風SAOMAI(0014号)の事例に適用した結果、従来版(AS)で見られた対流圏全層に渡る過度の乾燥(低湿潤静的エネルギー)状態が大きく改善された(第3図)。図には比較のため南大東島でのゾンデ観測データから計算された湿潤静的エネルギーの値と雲解像モデル(CRM)の結果もプロットしてある。



第3図 台風に伴うレインバンド中の湿潤静的エネルギーの鉛直分布

2.4. 台風の移動機構

台風の移動機構および台風移動の積雲対流パラメタリゼーションへの依存性を調べるために理想実験を行い、異なるスキームを用いることによって得られた台風進路の違いは、指向流の違いだけでなく、地上気圧の傾向方程式に基づいて算出されるステアリング荷重(鉛直各レベルの指向流が台風移動に寄与する度合)の違いを考慮することによって説明できることが分かった。このステアリング荷重は台風の熱力学的構造に応じて決まる量で、積雲対流の計算方式に大きく依存するものの、環境風にはあまり依存しなかった。また、理想実験や実際の台風を対象にした数値実験から各スキームに含まれるチューニングパラメータ(緩和時間、雲底高度、エントレインメント率)に対する感度実験を行った結果、どのパラ

メータについても静的不安定をより解消しやすい(にくい)ように値を変更した場合、最大風速半径ないし強風半径がより大きな(小さな)ものになった。台風外域の風分布の違いはベータ効果(コリオリ力の緯度変化)を通じて台風移動に大きな違いをもたらすことが知られている。

3. 結論

本研究では、数値モデルによる高精度の台風強度予報を実現する上で欠かせない、モデルの高解像度化、台風と海洋の相互作用の導入、高解像度モデルに見合う台風初期値作成法の開発といった基本的な開発項目の中で、高解像度化を経済的に実現できるモデルとして移動多重格子台風モデルを開発した。また、台風モデルに台風海洋間の相互作用の効果を取り込むためのモデルとして海洋混合層モデルを開発した。本研究ではこの他、物理過程のうち積雲対流パラメタリゼーションについて改訂版を作成した。また、積雲対流の起こりやすさを支配するパラメータとシミュレーションで得られた台風の最大風速半径の間にある一定の関係があることを明らかにした。今後は、台風予報に大きな影響を与える物理過程や台風初期値の改善を進めるとともに、移動多重格子台風モデルと海洋混合層モデルを結合し多くの事例について予報実験を積み重ねていく必要がある。

参考文献

- Ueno, M., 2003: Steering weight concept and its application to tropical cyclones simulated in a vertical shear experiment. *J. Meteor. Soc. Japan*, 81, 1137-1161.
- Murata, A., K. Saito and M. Ueno, 2003: The effects of precipitation schemes and horizontal resolution on the major rainband in typhoon Flo (1990) predicted by the MRI mesoscale nonhydrostatic model. *Meteor. Atmos. Phys.*, 82, 55-74.
- Wada, A., 2002: The processes of SST cooling by typhoon passage and case study of Typhoon Rex with a mixed layer ocean model. *Pap. Meteorol. Geophys.*, 52, 31-66.