

領域台風モデルによる台風強度に関する擬似温暖化実験

岐阜大学 正会員 ○吉野 純
岐阜大学 学生会員 荒川 悟
岐阜大学 正会員 小林 智尚

1. はじめに

IPCC第4次報告書は、地球温暖化によって台風の強度が増大する可能性を指摘している。台風強度と海水面温度の間には高い相関があり、温暖化がゆらぎを伴いながら進行することで、より強大な台風が来襲する可能性が高まっている（Emanuel, 2005 ; Websterら, 2005）。そのため、台風常襲地帯である我が国では温暖化による台風強大化を見据えて、ハード対策とソフト対策の両面から防災・減災計画の見直しが急務となる。

しかしながら、現状の全球・領域気候モデルは、台風の強度（中心気圧および最大風速）を適切に表現できる精度レベルには達しておらず、その予測精度は未だに経験的・統計的な予測手法を超える精度レベルには達していない（杉, 2013）。誤差の原因として、用いる気候モデルの1) 空間解像度、2) 物理過程、3) 台風初期値化、などに技術的問題が残されている点が挙げられ、台風の強度や内部構造を適切に表現できる数値モデルの開発・改良は火急の課題である。

そこで本研究では、台風強度の推定精度を向上させることを目的として、高解像度な領域台風モデルを構築し、2004年（現在気候）に発生した全29個の台風の強度解析を行うことを目的とする。また、SRES A1Bシナリオの2099年9月を想定した擬似温暖化実験も実施することで、将来気候における台風強度の変化についても考察する。

2. 領域台風モデル

本研究で開発した領域台風モデルは、ペン

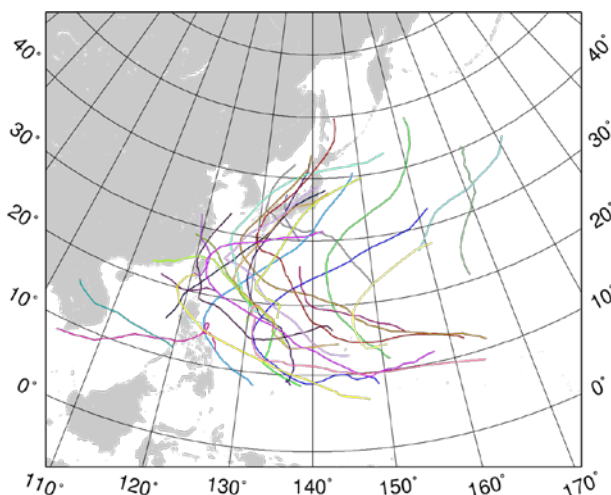


図-1 2004年全29個の台風の観測進路と計算領域。

シルバニア州立大学PSUと米国大気科学研究センターNCARにより開発された3次元領域気象モデルMM5をベースとしている（Dudhia, 1993）。MM5は、非静力学平衡・完全圧縮・非膨張系プリミティブ方程式系モデルであり、台風内部の3次元構造の時間発展を複雑地形の影響も考慮しながら高精度に予測できる（吉野ら, 2006）。本研究では、このMM5に対して、猛烈な勢力を有する台風を表現する上で不可欠となる、「3次元海洋混合層モデル」、「粘性散逸加熱過程」、および「波飛沫蒸発過程」といった海面境界物理過程を組み込む。更に、「自動移動ネスティング領域」をも導入することで、低解像度な親領域中を移動する台風を高解像度なネスティング領域が常に自動追尾し、台風の発生から消滅までその強度や内部構造を高効率かつ高分解能に表現することを可能にする。

計算領域は、図-1に示す範囲で設定し、台風環境場の変化や台風の移動を表現する親領域（D1）は27kmメッシュとし、台風強度や台風の内部構造を表現する自動移動ネスティング領域（D2）は9kmメッシュとする。初期条件・境界条件・同化条件には、 $1^{\circ} \times 1^{\circ}$ メッシュのNCEP全球客観解析データ（6時間毎）を使用する。現実的な台風進路が再現されるよう、ナッジングによる4次元データ同化をD1のみに適用する。

3. 2004年（現在気候）の台風強度評価

開発された領域台風モデルを用いて、まず、現在気候の計算として、2004年に北西太平洋上で発生した全29個の台風（図-1）の発生から消滅（温低化）までの再現計算を実施した。

図-2と図-3は、それぞれ、全29個の台風強度の観測値（気象庁ベストトラック）と推定値（領域台風モデル）の時系列を示す。並みの強さの台風から猛烈な勢力の台風まで、全体としてかなり高精度に予測できていることが分かる。図-4は、全29個の台風強度の観測値（気象庁ベストトラック）と推定値（領域台風モデル）の散布図を示す。平均的な推定精度に関しては、相関係数0.85、バイアス誤差0.7hPa、RMS誤差13.2hPaとなった。この領域台風モデルは、台風環境場（海水面温度や風の鉛直シアなど）の時々刻々の変化を考慮

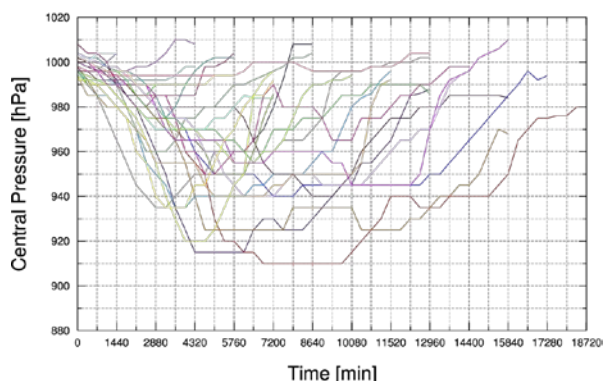


図-2 2004年全29個の台風の観測中心気圧の時系列.

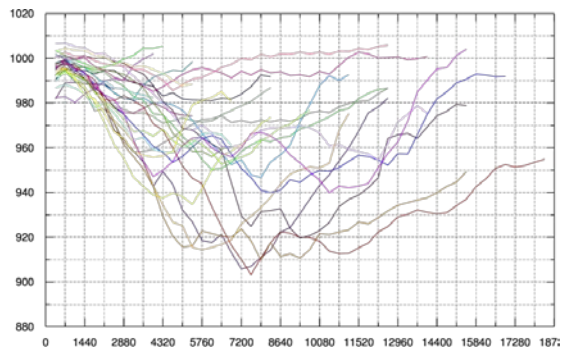


図-3 2004年全29個の台風の推定中心気圧の時系列.

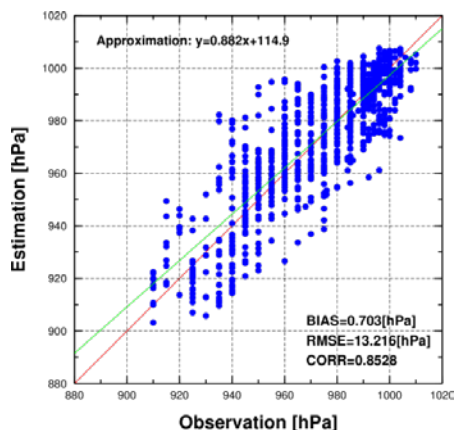


図-4 台風の中心気圧の観測値と推定値の散布図.

し、台風内部の非軸対称構造を陽に表現できるため、発生から消滅までの台風の一生涯にわたって、かなり良好な精度で台風の強度と内部構造を予測できることが明らかとなった。

4. 2099年（将来気候A1B）の台風強度評価

次に、現在気候の推定結果に基づき、同じく2004年に発生した全29個の台風を対象として、台風強度に関する擬似温暖化実験を行う。具体的には、CMIP3マルチ気候モデルデータ（計21モデル）の中のSRES A1Bシナリオ2004年9月と2099年9月の北西太平洋上における海面温度の平均昇温量（2.0℃）を、一律に現在気候の海面温度に加算することで、再度、全29個の台風強度評価を行う。

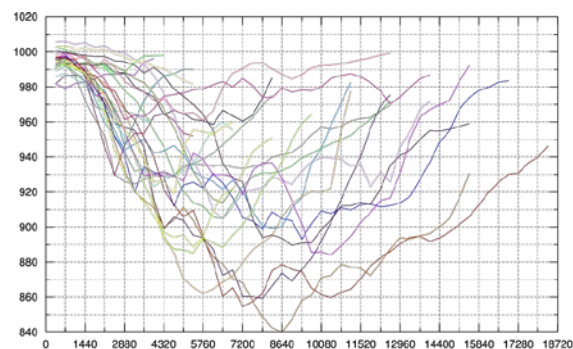


図-5 将来気候台風の推定中心気圧の時系列.

図-5は、擬似温暖化実験による想定29台風の台風強度の推定値（領域台風モデル）の時系列を示す。現在気候（図-2および図-3）に比べて、全体的に台風強度が増大（中心気圧が低下）していることが分かる。特に猛烈な勢力を有する台風の強大化は著しく、その一部は中心気圧880hPaを下回り最大風速60m/sを超えるスーパー台風へと発達している。今後、地球温暖化の進行に伴い、台風強度の増大とそれに伴う沿岸災害の激甚化が懸念される。

5. 結語

本研究では、台風強度評価に特化した新たな領域台風モデルを構築し、2004年における全29個の台風の強度推定を行った。その結果、弱い台風から強い台風まで、その発生から消滅までの強度を高精度に推定できることが明らかとなった。また、A1Bシナリオの2099年9月における海面温度の上昇量を考慮した擬似温暖化実験を行うことで、今後、地球温暖化によりスーパー台風が頻発する可能性があることが明らかとなった。

参考文献

- 1) Emanuel, K., 2005: Increasing destructiveness of tropical cyclones over the past 30 years. *Nature*, 436, 686-688.
- 2) Webster, P. J., G. J. Holland, J. A. Curry, and H.-R. Chang, 2005: Changes in tropical cyclone number, duration, and intensity in a warming environment. *Science*, 309, 1844-1846.
- 3) 杉正人, 2013: 台風概説, 気象研究ノート（台風研究の最前線（上）—台風力学—）, 第226号, pp. 1-26.
- 4) Dudhia, J., 1993: A nonhydrostatic version of the Penn State-NCAR mesoscale model: Validation test and simulation of an Atlantic cyclone and cold front, *Mon. Wea. Rev.*, 121, pp. 1493-1513.
- 5) 吉野純・村上智一・林雅典・安田孝志, 2006: 高潮計算精度に及ぼす入力台風気象場の再現性の影響, 海岸工学論文集, 第53巻, 1276-1280.