

NHM-LETKF による台風予測研究

和田章義、国井 勝(気象研究所)

1.はじめに

台風強度推定精度の向上及び台風予測精度向上に向けた大気初期値の改善を図る上で、気象庁非静力学モデル(NHM)及びアンサンブルカルマンフィルターを用いた大気データ同化システム(NHM-LETKF: Kunii 2014)により、台風 0813 号(Sinlaku)の予測可能性に関する調査を実施している(和田&国井 2014)。最近の活動として、気象研究所計算機システムの更新(FUJITSU PRIMEHPC FX100& CX2550M1)に伴い、本システムの移植を行い、動作試験を行った。

Sinlaku は T-PARC, TCS-08, DOTSTAR といったプロジェクト観測期間中、ターゲット台風としてドロップゾンデ観測が実施された(中澤, 2013)ことから、他の台風に比べて現場観測が充実しており、事例研究として適切と考えられる。本事例及びデータ同化に関する先行研究として、海面水温場に摂動を与えることにより、台風 0813 号(Sinlaku)の予報が改善されることが示されている(Kunii and Miyoshi 2012)。

本研究では NHM 部分に非静力学大気波浪海洋結合モデル(Wada et al. 2010)を導入し、大気海洋結合システムを構築し、解析を実施することにより、大気海洋結合モデルで計算された海面水温変動及び摂動が台風解析へ与える効果を明らかにすることを目標とする。ここでは大気海洋結合 NHM-LETKF の概要と計算事例について紹介する。

2. NHM-LETKF システムと実験設定

NHM-LETKF 実験は 2008 年 9 月 1 日 1200UTC から 19 日 1800UTC の期間、6 時間サイクル、50 メンバーで実施した。解析及び予報モデルの水平解像度は 15km である。コントロール実験は気象研究所北太平洋海洋データ同化システム(水平解像度 0.5°、以下 MOVE: Usui et al. 2006)の日別解析値を海面水温として用いる。4 サイクルに 1 回、海面水温の値が置き換わる。結合実験は大気波浪結合モデルを予報モデルとして用いた実験と大気波浪海洋結合モデルを用いた実験を実施した。それぞれ予報時においては結合モデルとして計算し、次の予報の際はコントロール実験と同じ海面水温初期値を用いている。

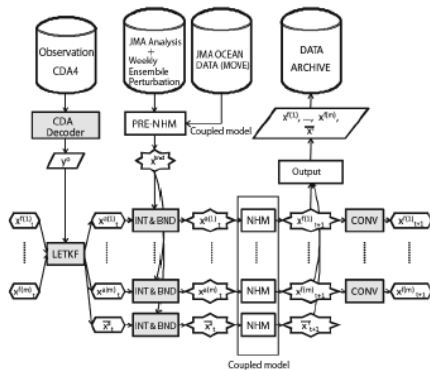


図 1 本研究で用いた NHM-LETKF の概略図。

3. 結果

台風 Sinlaku の発達期における NHM-LETKF による中心気圧の解析結果及び気象庁ベストトラック解析を図 2 に示す。予報部分に大気モデルのみ(図 2 a)、大気波浪海洋結合モデル(図 2 b)及び大気波浪海洋結合モデル(図 2 c)を適用した計算結果について比較した結果、中心気圧の変化率に違いは見られるものの、中心気圧に大きな違いは見られない。この結果は Wada and Kunii(2015)と異なる。この理由は、海洋結合モデルにおいて海面熱収支の式を解く際、これまでは海面の層の厚さを 1m 程度としており、これは海洋混合層の厚さと比較して非常に薄かったことから、潜熱放出による海面水温低下が過度に大きくなり、これにより台風の中心気圧は高くなった。この層の厚さを 5m と設定したことにより、海面水温が低下しにくくなり、それによる中心気圧の上昇も抑制された。また予報部分はたかだか 6 時間程度の計算であり、海面水温変動は比較的小さい。この 2 つの要因により、実験間で最低中心気圧の差は明瞭でなくなった(図 2)。

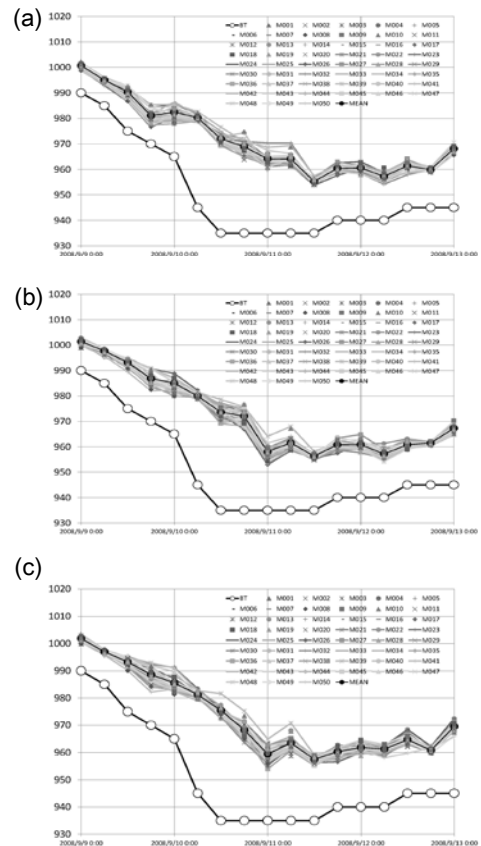


図 2 2008 年 9 月 9-13 日の期間における台風 Sinlaku の気象庁ベストトラック中心気圧の時間変化と NHM-LETKF により解析された各メンバー及びメンバー平均中心気圧の時間変化。(a)は大気モデルのみ、(b)は大気波浪海洋結合モデル、(c)は大気波浪海洋結合モデルを予報計算に使用した。

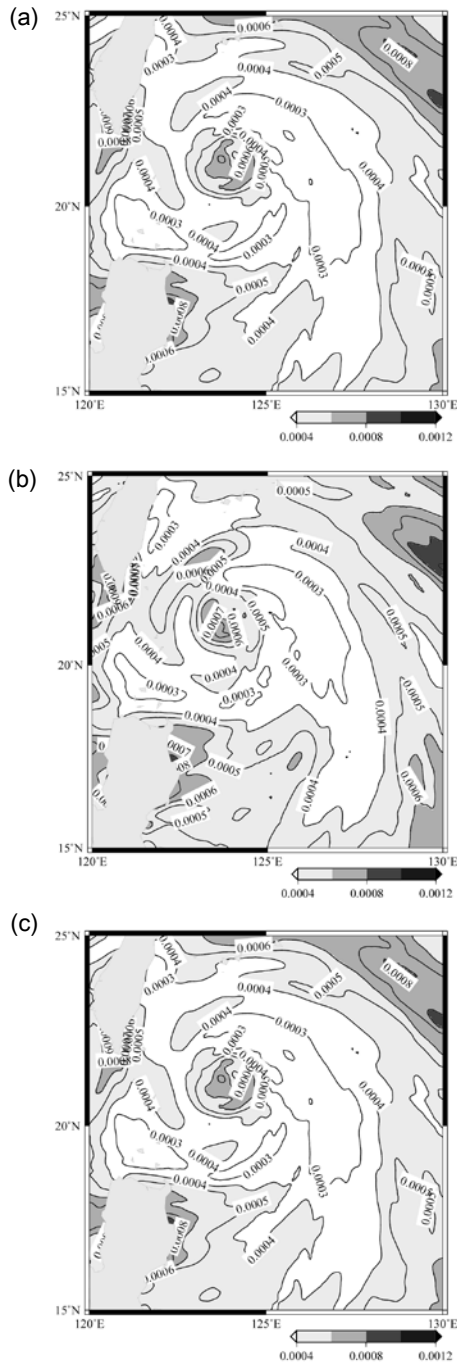


図3 2008年9月11日0000UTCにおける20-1480m間で重み付け平均した気圧のスプレッドの分布。(a)は大気モデルのみ、(b)は大気波浪海洋結合モデル、(c)は大気波浪海洋結合モデルを予報計算に使用した。

次に波浪モデル結合の効果を考える。波浪モデル結合により、中心気圧の変化率に違いがわずかながら生じた(図2a,b)。図3で示した大気境界層における重み付け平均を施した気圧のスプレッドの分布から、波浪モデルの結合により、スパイラル上に分布したスプレッド分布の台風の中心域付近への巻き込みが、より強調されていた。このことは地表面摩擦の違いに伴う動径方向におけるインフローの強化により、中心気圧が深まる強化プロセスが働いたことを示唆するものと考えられる。このようなスプレッドの分布は気圧のみに見られ、水平・鉛直風、水蒸気比湿、気温の重み

付け平均を施したスプレッドの分布には見られなかった。むしろ台風域にスプレッドが大きい場所は集中していた(図示せず)。

4. 今後の予定

今回の実験は、予報計算された海面水温や波浪の情報を次の解析に引き継いでいないことから、海面水温予報値を引き継ぐよう、システムを変更して実験を行う計画である。注意しなければいけないこととして、海洋モデルにおける海面水温のバイアスにより計算が破綻することから、海面における熱収支及び大気モデルから海洋モデルに引き継ぐ風応力のチューニング等、モデル予報部における水平解像度に依存する問題について、慎重に取り扱う必要がある。

予報部分に用いた海洋層モデル内の海面水温日変化スキームにおいて、日中に日射を吸収する層厚を薄く設定していたため、海面水温は過度に上昇した。また水平解像度が比較的粗いことから海上風が過少評価となり、結果として混合が弱く、海面水温は冷えにくくなっていた。これら2つの要因により海面水温正バイアスが生じ、結果として図2b,c間の中心気圧差が小さくなった可能性がある。海洋層モデルの2つの問題を改善することにより、海面水温のバイアスは改善されていることを、本稿執筆時に確認した。つまり風応力が弱いことで、乱流混合は弱く、海面は冷却されず、そのため日射による海面水温の上昇を抑えることができなかったためにバイアスが生じたのであった。同様の問題により、国井(2015)はリチャードソン数の閾値を変更したと考えられる。

将来、海面水温を制御変数としたシステムを構築し、現場・衛星海面水温観測データを同化することにより、台風解析を実施し、海面水温が台風解析に与える影響について調査することを検討している。

参考文献

- Kunii, M. (2014). Mesoscale data assimilation for a local severe rainfall event with the NHM-LETKF system. *Weather and Forecasting*, (2013). <http://dx.doi.org/10.1175/WAF-D-13-00032.1>.
 - Kunii, M. and Miyoshi, T. (2012). Including uncertainties of sea surface temperature in an ensemble Kalman filter: a case study of Typhoon Sinlaku (2008). *Weather and forecasting*, 27(6), 1586-1597.
 - 国井勝, 伊藤耕介, 和田章義(2015), 領域大気海洋結合モデルを用いたアンサンブルカルマンフィルタの構築(第2報), 2015年度気象学会秋季大会, D153, 163.
 - Usui, N., Ishizaki, S., Fujii, Y., Tsujino, H., Yasuda, T. and Kamachi, M. (2006). Meteorological Research Institute multivariate ocean variational estimation (MOVE) system: Some early results. *Advances in Space Research*, 37(4), 806-822.
 - Wada, A., Kohno, N. and Kawai, Y. (2010). Impact of wave-ocean interaction on Typhoon Hai-Tang in 2005. *SOLA*, 6A, 13-16.
 - 和田 章義, 国井 勝 (2014). NHM-LETKFを用いた台風0813号(Sinlaku)の予測可能性. 2014年度春季大会講演予稿集 P328, 304.
- 謝辞: 本研究はJSPS 科研費若手研究 B(26800247)及び基盤研究 C(15K05292)の助成を受けました。