

高解像度台風－高潮結合モデルによる台風 1330 号の災害外力に関する再現実験

岐阜大学 学生会員 ○豊田将也
 岐阜大学 正会員 吉野 純
 岐阜大学 正会員 小林智尚

1. はじめに

地球温暖化による海水面温度の上昇は、台風強度を増加させるものと考えられ、将来的に現在よりも強大化した台風が勢力を維持したまま日本に襲来する可能性がある。その前兆ともいえる台風が、2013年11月にフィリピンを襲った台風1330号である。

台風1330号は、温暖な熱帯海上で発生し、最盛期には中心気圧895hPaにまで発達し、勢力を維持したままフィリピン中部を横断したため、タクロバンをはじめとするレイテ湾沿岸地域に高潮災害等の甚大な被害をもたらした。しかし観測データの不備のため、台風1330号の発達や高潮の発生メカニズムについては十分に理解されているとはいえない。

そこで本研究では、高解像度台風－高潮結合モデルを構築することで、台風1330号の発生から消滅までの再現実験を行う同時に、レイテ湾における高潮発生との再現実験も行うことを目的とする。

2. 数値計算の方法

本研究では、まず、台風1330号の発生から消滅までの内部構造とそれに伴う高潮を高解像度に再現することを目的として、高解像度な台風モデルと高潮モデルを結合した「高解像度台風－高潮結合モデル」を構築する。台風モデルは、メソ気象モデルMM5(Dudhia, 1993)をベースとして、台風強度を高精度に再現する上で不可欠な複数の海面境界物理過程を導入しているだけでなく、台風の発生から消滅までの内部構造を高効率かつ高分解能に再現できるよう自動移動ネスティングを適用している(吉野ら, 2013)。台風モデルの計算設定は表-1に示す。高潮モデルは、1層非線形長波方程式モデルを用いることで、高解像度台風モデルの出力値(地表面風速および地表面気圧)を海面境界条件として、さらに潮汐モデルNAOの出力値(天文潮位)を側面境界条件として15分間

隔毎に入力する。高潮モデルの計算設定は表-2に示す。

表-1 高解像度台風モデルの計算設定

計算領域	D1	D2	D3	D4	D5
対象台風	2013年台風30号(Haiyan)				
対象時間	2013年11月4日0時Z-2013年11月11日6時Z				
水平解像度	27km	9km	3km	9km	3km
水平格子数	250×250	91×91	31×31	91×91	31×31
時間間隔	90秒	30秒	10秒	30秒	10秒
鉛直解像度	24層(1000-70hPa)				
初期・境界・同化条件	NCEP Final Analyses (1°×1°格子間隔、 6時間間隔)	D1(27km)	D2(9km)	D1(27km)	D4(9km)
自動移動ネスティング	Off	On(15分毎)	On(15分毎)	On(15分毎)	On(15分毎)
台風ボーガス	風速17.2m/s ランキン渦				
ナッジング(4DDA)	On	Off	Off	Off	Off
積雲対流過程	Kain-Fritsch cumulus	Off	Off	Off	Off
雲微物理過程	Reisner graupel				
大気境界層過程	Mellor-Yamada Level2.5 Eta PBL				
放射過程	Cloud radiation				
陸上表面過程	5-layer soil				
海洋混合層過程	Shade and Emanuel(1999)				
波飛沫蒸発過程	Fairall et al.(1994)				
粘性散逸加熱過程	Jin et al.(2007)				

表-2 高潮の計算設定

対象台風	2013年台風30号(Haiyan)
対象時間	2013年11月7日0時Z-2013年11月9日0時Z
水平解像度	1km
時間間隔	1秒
鉛直解像度	1層
海底地形	海底地形:ETOPO1(1分×1分格子) 海岸線:USGS Landuse(30秒×30秒格子)
初期条件	ゼロ値(u=0, v=0, h=0)
気象外力	高解像度台風モデルD5(3km格子;15分間隔)
境界条件	潮汐モデルNAO(15分間隔)

3. 計算結果

高解像度台風－高潮モデルを用いることで、台風1330号の全生涯の内部構造と、それに伴うレイテ湾沿岸地域の高潮を再現した。まず、自動移動ネスティングの空間解像度の効果を確認するため、9km格子(D2)と3km格子(D2+D3)の2種類の感度実験を行った。4次元同化ナッジングの適用により、台風1330号の進路を正確に表現できている(図-1)。D2

キーワード 台風1330号, 高解像度台風モデル, 海洋混合層厚さ, 高潮

連絡先 〒501-1193 岐阜市柳戸1-1岐阜大学大学院工学研究科環境エネルギーシステム専攻自然エネルギー研究室

TEL 058-293-2439 FAX 058-293-2431

では台風1330号の急速強化や最盛期の強度を過小評価しているものの、D2+D3ではより現実的に台風強度を表現できることが明らかとなった(図-2)。

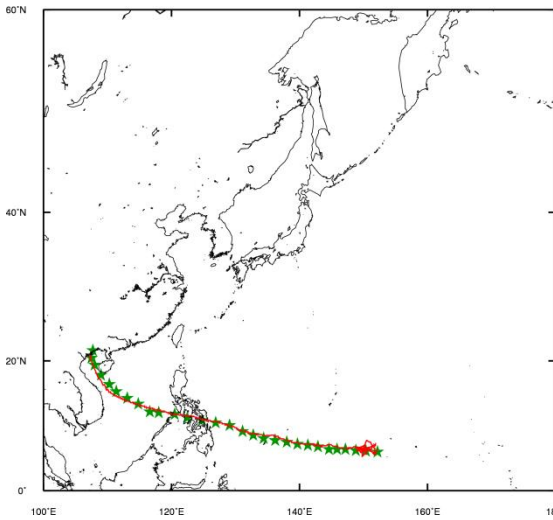


図-1：台風進路(星印：気象庁ベストトラック、実線：計算値)

表-3：5種類の計算について

計算名	海洋混合層厚さ
CASE1	10m
CASE2	20m
CASE3	30m
CASE4	40m
CASE5	50m

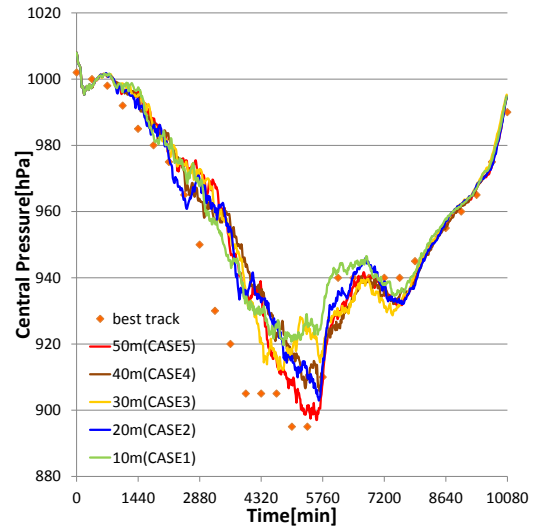


図-3：台風1330号の中心気圧の時系列(点線：気象庁ベストトラック、実線：CASE1~CASE5)

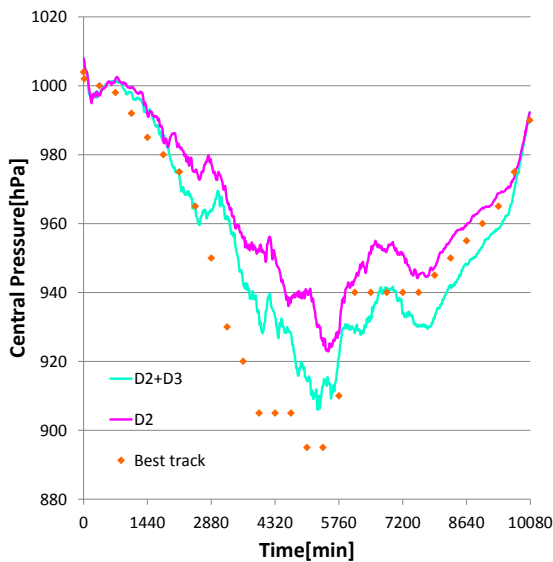


図-2：台風1330号の中心気圧の時系列(点線：気象庁ベストトラック、実線：D2, D2+D3)

また、入力値の1つである海洋混合層厚さの効果を確認するため、フィリピン東部の海洋混合層厚さの異なる5種類の感度実験を行った(表-3)。海洋混合層厚さを気候値で設定した場合(図-2)、フィリピン東部の海洋混合層厚さは30m程度であるが、D2+D3であっても台風強度を依然過小評価している。一方、海洋混合層厚さが50mとなるCASE5の場合(図-3)、最盛期における観測された中心気圧(895hPa)に近い台風強度を再現できており、ラニーニャに近い状態にあった2013年11月には海洋混合層厚さは少なくとも50m以上に発達していたと推定される。

CASE5の台風気象場を気象外力として、再現された高潮は、タクロバンにおいて3mを超える結果となり(図-4)、河合ら(2014)による波浪推算結果約2mを考慮すれば現地調査の痕跡高とよく一致することが明らかとなった。

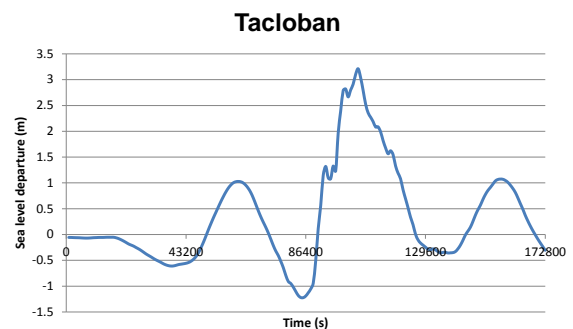


図-4 タクロバンにおける潮位の時系列

4. 結語

本研究で開発した高解像度台風-高潮結合モデルを用いることで、台風1330号の現実的な台風強度と高潮を再現できることが明らかとなった。また、高精度な台風災害外力の評価のためには、リアルタイム観測に基づき、高解像度台風-高潮結合モデルに正確な海洋混合層厚さを入力する必要があると結論づけられる。