

台風衰弱の新プロセス ～圏界面変動の影響～

NEW PROCESS FOR TYPHOON WEAKENING ～IMPACT OF TROPOPAUSE FLUCTUATION～

気象・気候ダイナミクス研究室 金井惇平(512324) : 指導教員 : 立花義裕教授
Jumpei Kanai

Keywords : WINNIE, WRF, Tropopause, Warm core

1. 序論

日本は台風が多数通過する国である。台風の一生は発生期, 発達期, 最盛期, 衰弱期を経るが, どの期間も台風の強度と密接な関係にある。台風の強度が予測可能ならば, 適切な防災面での対応をとることができるため, 台風強度の予測は災害に備えるうえで大変重要である。

日本に到達する台風は最盛期を過ぎて衰弱期となっていることが多い。それにも関わらず, 台風の衰弱に関する研究は数少ない。日本に到達する台風の強度を予測し, 適切な防災面の対応をとるためにも, 衰弱期の研究には非常に意義がある。

Jones et al., (2003)¹⁾によると, 台風衰弱の条件として, 一般的には, 海面水温の低下, 地形の効果, 水平風の鉛直シアの増大, の 3 つが必要である。海面水温の低下および地形の効果は下層での潜熱供給の低下のを引き起こし, 台風内部の対流を弱めその結果台風は衰弱する。一方, 水平風の鉛直シアの増大は, 台風が北上し, 中緯度の鉛直シアの大きな偏西風域帯に到達した際に, その構造が崩壊することで衰弱するとされている[Klein et al., 2000]²⁾。

しかしながら, 上記の衰弱の要因以外にも衰弱する台風も存在する。1997年8月09日に発生した台風13号は熱帯で発生した後, 北西へと移動し中国に上陸した。この台風は, 12日18時ごろに最盛期をむかえ, 13日06時から15日00時にかけて急激に衰弱した。注目すべきは台風が衰弱した時刻において, 台風周辺の海面水温は高い温度を保っており, 陸上には上陸しておらず, かつ風の鉛直シアの大きい偏西風域には到達していなかった。このことから前述した3つの要因で衰弱したのではなく, 他に要因が存在するのではないかと考えられる。

本研究では台風13号が急激に衰弱した原因を解明することで, 台風衰弱過程の新しいプロセスを提唱することを目的とする。

2. 使用データ・解析手法

本研究では, メソ気象モデル WRFv3.4.1 (Weather Research and Forecasting) を用いて, 2つの領域 (D01, D02) を設定し, D01 は 91°E-180°E, 1°N-50°N に位置する水平格子間隔

10km, D02 は水平格子間隔 6km の台風13号を約 1400km の範囲で囲う領域とした。計算手法は 2way による計算を行い, D01 の計算値を D02 の境界値に用いて D02 が計算され, さらに D02 の計算値を用いて D01 が再計算される実験を行った。2way においては, 台風の移動に伴い D02 も移動する (Moving Nest)。この実験を行うことで, 再解析データでは再現されていなかった台風内部の緻密な構造を再現することが可能である。なお,

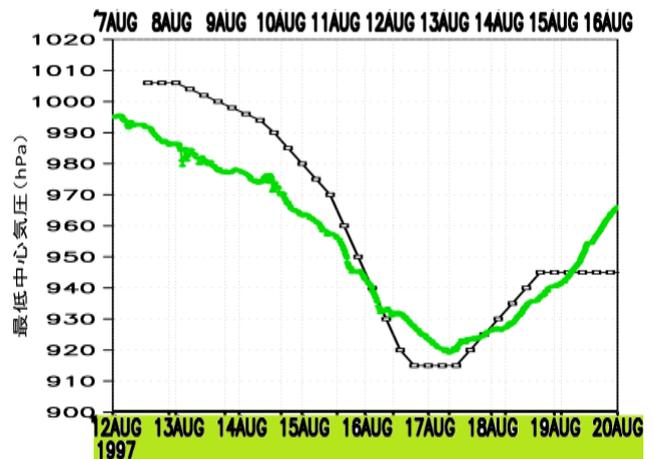


Fig.1: Typhoon intensity of best track(Black) and WRF track(Green).

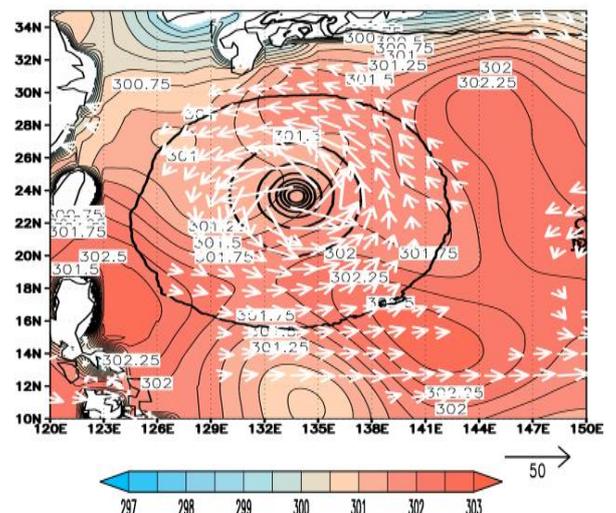


Fig.2: Surrounding environment of the model typhoon. Contour shows sea level pressure(hPa), shade shows sea surface temperature(K) and wind velocity on 500hPa surface(vector)

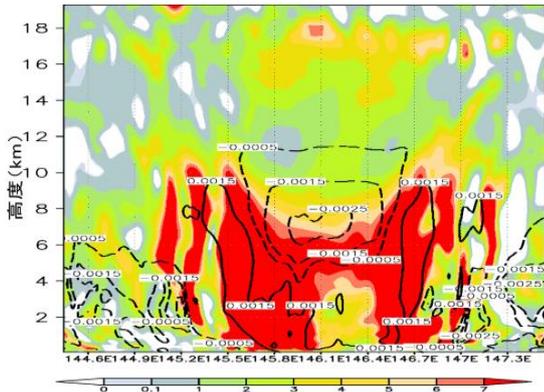


Fig.3: Vertical cross section of the typhoon center in 17 August 00UTC.
Contour shows horizontal mixing ratio(kg kg⁻¹) and shade shows potential vorticity.
(PVU : 1PVU = 10⁻⁶ m² s⁻¹ K kg⁻¹)

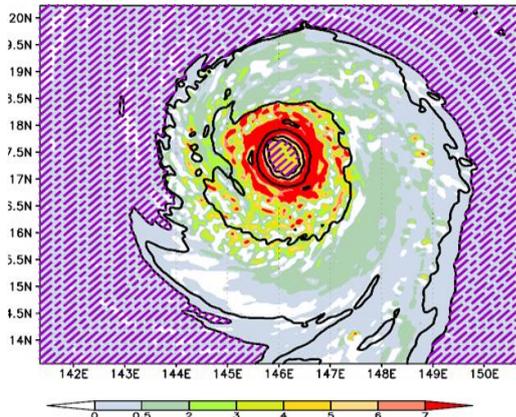


Fig.4: Horizontal field of Typhoon above 8km in 17 August 00UTC.
Contour(mixing ratio), potential vorticity(shade)
Hatch indicates dry air having mixing ratio less than 0.0015 kg kg⁻¹

初期値・境界値にはERA-interimを用い、1997年8月12日00時(UTC)から8月20日00時まで計算を行っている。

3. 結果

Fig. 1にWRFによる再現強度(緑)とベストトラック(黒)を示し、時間軸下はWRF、時間軸上はbesttrackの時間を示す。WRFによって再現された強度はベストトラックの傾向をよく再現しており、衰弱の開始時刻はWRFでは17日08時、ベストトラックでは13日18時であった。Fig. 2はモデルの台風の衰弱が始まる前(8月17日00時)の環境場(海面気圧(SLP):コンター, 水平風:ベクトル, 海面温度(SST):シェード)を示している。この図より、台風中心付近の海面水温は28°Cを超えている。また、台風の鉛直シアの大きさを

$$U_{shere} = \sqrt{(u_{200} - u_{850})^2 + (v_{200} - v_{850})^2}$$

u: 東西風 v: 南北風

としてD02の領域で計算すると、台風が衰弱する直前の16日21時~17日03時では7.71m/sと小さい。Fig.3は台風中心の水平混合比偏差と等渦位線の鉛直断面図を示している。圏界面からの等渦位線が台風の暖気核に相当する位置に侵入して

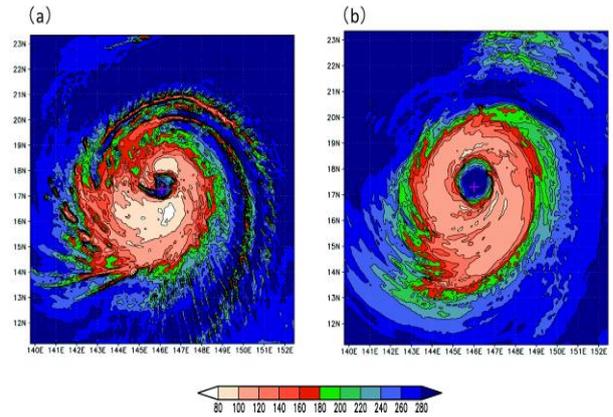


Fig.5: Outgoing longwave radiation on development(a):16 August 00UTC and weaking(b):17 August 12UTC stage respectively.

おり、それに対応して負の混合比偏差(乾燥領域)が分布していた。Fig. 4は8km上空の台風中心付近の渦位と混合比及び乾燥領域を示している。この図から、台風中心に乾燥空気が独立して存在していることが確認された。Fig. 5は発達期(a)、衰弱期(b)それぞれの外向き長波放射を示している。この図より、衰弱期では発達期よりも中心付近の外向き長波放射の大きい領域が広がっている。

4. 考察

以上の結果より、衰弱過程を考察する。台風が衰弱する直前に、台風内部の暖気核に上空からの乾燥した空気が流入している。上空からの下降気流により台風中心の気柱が圧縮され、半径が大きくなる。角運動量保存則より、半径が大きくなるほど接線風は小さくなるため、台風が衰弱することが考えられた。その結果、台風の中心で対流の不活発領域が広がり、台風の衰弱を促す一連のプロセスを支持する結果となった。

5. 謝辞

本研究を進めるにあたり、ご指導を頂きました立花先生をはじめ、小寺邦彦氏、山崎孝治氏、名古屋大学の吉岡真由美西川特任助教には気象の専門知識、研究手法等の助言を数多く賜りました。

また、西川はつみ氏、小松謙介氏、堀口桃子氏、川崎健太氏、研究室の皆様には多くの助言を頂きました。ここに感謝の意を表します。

参考文献

- (1) Jones, S., P.A. Harr, J. Abraham, L. F. Bosart, P. J. Bowyer, J. L. Evans, D. E. Hanlev, B. N. Hanstrum, R. E. Hart, F. Lalaurette, M. R. Sinclair, R. K. Smith, and C. Thorncroft, 2003: The extratropical transition of tropical cyclones, *Weather and Forecasting*, Vol18, 1052-1092.
- (2) Klein, P. M., P. A. Harr and R. L. Elsberry, 2000: Extratropical transition of western North Pacific tropical cyclones: An overview and conceptual model of transformation stage, *Weather and Forecasting*, Vol15, 373-396
- (3) Rienecker, M.M., M.J. Suarez, R. Todling, J. Bacmeister, E. Liu, M.G. Bosilovich, S.D. Schubert, L. Takacs, L. Takacs, G.-K. Kim, S. Bloom, J. Chen, D. Collins, A. da Silva, et al. 2011: MERRA: NASA's Modern-Era Retrospective Analysis for Research and Applications, *Journal of Climate*, Vol 24, 3624-3648.