

上陸台風の構造変化過程とそれに伴う暴風、豪雨、高潮の発生に関する研究

中澤哲夫、北島尚子、和田章義、益子 渉、村田昭彦、富樫正明（台風研究部）
高野洋雄（気象庁地球環境・海洋部） 山内 洋（気象衛星・観測システム研究部）

1. はじめに

2004年（平成16年）は、日本に上陸した台風が10個と記録的な数にのぼり、台風第18号による北日本を含む暴風被害、台風第22号の突風災害、台風第23号の大雨と高波災害など、200人を越える犠牲者、6000億円もの経済的被害をもたらした。このような台風災害をもたらす諸現象は、台風が中緯度傾圧帯の影響を受け温帯低気圧への構造変化過程にあって、前線に伴う広範囲の上昇流と大量の水蒸気、下層寒気や中層の乾燥空気の流入など、複雑な環境場で生じている。

気象研究所では、ただちに緊急研究を立ち上げ、上陸台風のデータ収集を行い、その概要を気象研究所技術報告^[1]としてとりまとめるとともに、引き続き本研究を翌平成17年からの3年計画で実施し、2004年に日本に接近・上陸して大きな被害をもたらした台風を中心に、中緯度における台風の構造変化過程と、それに伴う暴風、豪雨、高潮などの発生との関連を調べ、台風及びそれに伴う顕著な現象の予測精度の向上に向けた防災情報の高度化に資することをめざした。

2. 研究内容と成果

2.1. 上陸台風の移動、強度及び構造変化過程

台風の最多上陸をもたらした熱帯・亜熱帯の大気・海洋環境場の特徴を抽出するとともに上陸までの台風の強度変化に及ぼす海面水温の影響（台風通過時の海面水温低下の影響を含む）を評価することを目的とした。さらに台風から温帯低気圧への構造変化過程を調べ、中緯度擾乱（上層ジェット・前線系および下層前線）の役割の解明を目指した。

2.1.1. 2004年の上陸台風は季節内変動に原因

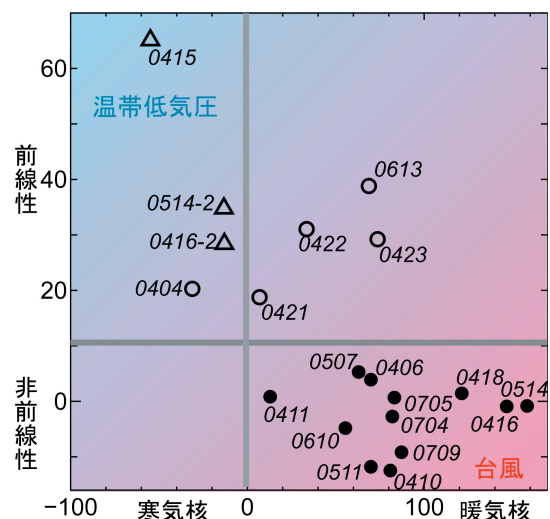
2004年に台風が日本に最多上陸した原因の一つは、熱帯季節内変動であることが明らかになった。地球を1、2ヶ月で東進する熱帯季節内変動は、熱帯の北西太平洋、フィリピン東方海上のモンスーントラフを強め、それにより台風が発生するとともに、強められたモンスーントラフに沿って台風が台湾・南西諸島に移動したため、その後転向して日本に上陸・接近しやすかったことが明らかになった。熱帯季節内変動が台風の発生に寄与しているだけでなく、台風の移動経路にも影響を与えていることがわかった^[2]。

2.1.2. 海面水温が台風の発達を促進・抑制

2004年には、日本南方海域で台風の通過経路に沿った海域で局所的な海面水温低下が多く見られた。数値実験の結果、海面水温低下が台風発達の抑制に貢献していた。1998-2004年の事例では発生から最盛期に至るまでの台風中心気圧は、海面水温よりも台風中心付近の海洋表層貯熱量と良い相関を示しており、この点を数値実験からも確認した^[3]。

2.1.3. 台風の温帯低気圧化が災害を引き起こす

2004 - 2007年に日本本土に上陸した台風について、上陸直前の構造を調べた（第1図）。西日本・東日本に6月下旬から9月上旬に上陸した台風は成熟期の台風の構造を持っていたが、それ以外の時期に上陸した台風と北日本に上陸した台風は温帯低気圧の構造を持ち始めていた。このことは、構造変化の度合いによって台風が異なる構造・特徴を持ち、事例によっては特徴的な災害の発生に関連することを示唆している。



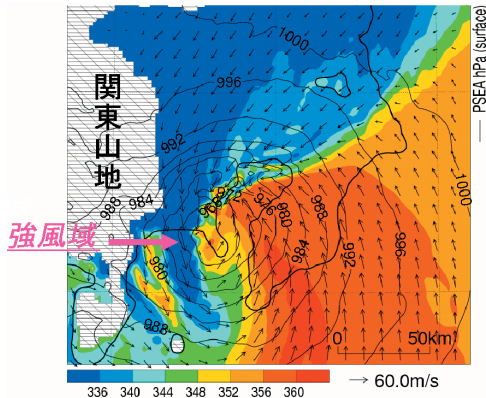
第1図 2004 - 2007年に日本本土に上陸した台風の、上陸直前の構造。図中の△は6月下旬～9月上旬の40°N以南での上陸、○はそれ以外の期間の40°N以南での上陸、●は40°N以北での上陸。斜体の数字は台風番号、"-2"は再上陸であることを表す。

2.2. 顕著現象発生と台風の構造変化との関連

この副課題では、暴風、豪雨、高潮の発生環境の特徴を抽出し、数値モデルによる再現を行い、暴風、豪雨の発生への（構造変化過程にある）台風および周辺の大気構造の影響、高潮の発生と台風の特性(台風の移動方向、速度、中心気圧、風分布等)との関連を明らかにすることを目的とした。

2.2.1. “地峡風”による暴風発生

2004年10月9日の台風第22号の通過に伴い、関東地方南部に局地的な強風をもたらした現象の再現実験を行った。再現実験はドップラーレーダー等の観測データとよく整合していた。その結果、台風と関東山地の位置関係により、下層に存在していた冷気が流路幅の狭まる流れを形成し、それに対応して強風が発生していたことが明らかとなった(第2図)。この強風は、一般に言われている“地峡風”と同等のメカニズムであったことが示された^[4]。



第2図 高度250mにおける相当温位(色彩域)と風ベクトル(矢印)。等値線は海面更正気圧、灰色は高度250m以上の地形を示す。

2.2.2. 豪雨

台風21号の影響で2004年9月29日に起きた紀伊半島での豪雨を、数値シミュレーション結果と観測データをもとに解析した。その結果、停滞する降水系と移動する降水系があることが分かった。重要な物理過程として、地形性上昇流による対流不安定の解消、東風と南東風の境界における強い水平風による水蒸気輸送の増大、レインバンドに伴う冷氣プールによる水平風の収束、が挙げられる。降水量を水蒸気フラックス収束で除したもので定義した降水効率は、停滞する降水系に移動してきた降水系が融合したときに大きくなった。これは、移動降水系内の背の高い積雲による雨水が、停滞降水系内の比較的背の低い積雲の雲水を捕捉するためである。

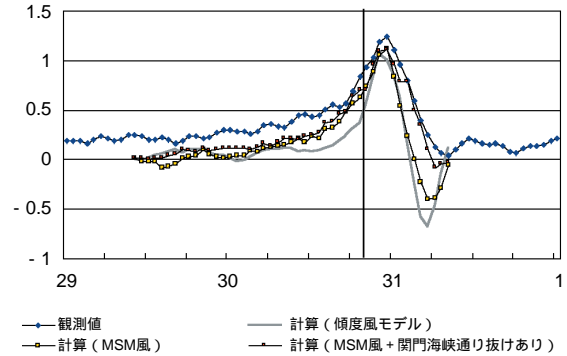
2004年の台風第23号は、西日本を中心に大雨と暴風災害などをもたらした。台風上陸の前日から日本付近には前線が停滞していたが、接近した台風の北東側で前線帯が変形・強化されたために、太平洋沿岸だけでなく瀬戸内海側などでも降水が持続した。さらに、前線強化に伴って下層寒気が比較的暖かかった日本海を南下したことも、台風の北西側の日本海側の降水に寄与したと考えられる。

2.2.3. 瀬戸内海での高潮の再現実験

2004年には台風第16号により、瀬戸内海で大きな高潮災害が発生したほか、台風第23号により室戸岬で高波災害のほか大きな高潮も観測された。

台風第16号による高潮は、瀬戸内海の地形の影響を強く受けたため、高松などでは最大偏差が台風通過後2時間以上たってから発生したこと、また、関門海峡からの海水流入が重要な働きをしていたこと等が明らかになった^[5](第3図)。

台風第23号による室戸岬の高潮は、同時刻に高波が押し寄せており、波浪の影響を強く受けていたことがわかった。



第3図 高松における2004年8月29-31日の高潮偏差(m)。a)観測値、b)傾度風モデル結果、c)MSMの風の結果、d)MSMの風+関門海峡の通り抜け。縦線は、最低気圧を観測した30日午後8時。

3. まとめ、今後の課題

本研究では、2004年に日本に接近・上陸して大きな被害をもたらした台風を中心に、「なぜ2004年には上陸台風が多かったのか」「台風の構造変化過程と、暴風、豪雨、高潮などの発生との関連は？」といった問いに答えることを目的として、3年間取り組んできた。全所的な取組みの中で、現在進行中の台風の中心付近のメソ渦や内部重力波、竜巻などの解析も含めて、多くの貴重な成果を上げてきている。

その一方で、台風の温帯低気圧化についてのさらなる研究が求められること、災害を引き起こす局所的現象の実態解明には、観測の充実に加え、数値実験を行うに足る時間・空間分解能の高い初期値が要求されること等、今後解決されなければならない課題も新たに出てきている。今後、これらの課題にも挑戦し、台風及びそれに伴う顕著な現象の予測精度の向上に向けた防災情報の高度化に貢献していきたい。

参考文献

- [1] 台風研究部, 2006: 気象研究所技術報告, 第49号, pp 36.
- [2] Nakazawa, T., 2006: SOLA, 2, 136-139.
- [3] Wada, A. and N. Usui, 2007: J. Oceanogr., 63, 427-447.
- [4] Mashiko, W., 2007: J. Meteor. Soc. Japan, submitted
- [5] 高野洋雄ほか, 2006: 「天気」, 53, 845-856.

(なお、上記[1][2][5]はWebから参照することができます)

※本研究は、融合型経常研究「上陸台風の構造変化過程とそれに伴う暴風、豪雨、高潮の発生に関する研究」(平成17~19年度)として、台風研究部、予報研究部、気象衛星・観測システム研究部が共同で実施したものである。研究代表者: 榊原均*1、富樫正明*2、研究分担者: 上野充、村田昭彦、高野洋雄、和田章義、益子渉、國井勝、中澤哲夫、北畠尚子、楠原一、別所康太郎、星野俊介(台風研究部)、吉崎正憲*1、中村誠臣*2、加藤輝之、藤部文昭(予報研究部)、中里真久、鈴木修、山内洋(気象衛星・観測システム研究部)

*1: 平成17年度, *2: 平成18, 19年度