

豪雨と暴風をもたらす台風の力学的・熱力学的・雲物理学の構造の量的解析

Dynamical, thermodynamical and cloud-microphysical studies of violent wind and heavy rain-producing tropical cyclones: Quantitative improvement of intensity estimations/forecasts

課題番号：16H06311

坪木 和久 (TSUBOKI, KAZUHISA)

名古屋大学・宇宙地球環境研究所・教授



研究の概要

台風は風水害の最大の要因であり、地球温暖化に伴いその激甚化が懸念されている。しかし台風強度の推定と予測には大きな不確実性があり、本研究はこの問題を解決するため航空機を用いて台風の直接観測を実施する。2017、2018年には2つのスーパー台風の航空機観測に成功し、直接観測により正確な強度を測ると共に、観測値を用いた強度・進路予測の改善を示した。

研究分野：社会・安全システム科学、自然災害科学・防災学、気象学

キーワード：気象災害、自然災害予測・分析・対策、台風、航空機観測

1. 研究開始当初の背景

台風は我が国における風水害の最大の要因であり、その暴風と豪雨は気象災害の主要因となっている。さらに地球温暖化に伴い、台風の強度の増大が懸念されている。台風の進路だけでなく、強度の高精度推定と予測精度の向上については、社会的要請が大きい。

一方、米軍による台風の航空機観測が1987年に終了して以来、台風の強度は衛星の雲パターンから間接的に推定されており、現状は特に、非常に強い台風で強度誤差が大きいという問題がある。また、台風予測については、進路予測の改善が進んでいるのに対して、強度予測にほとんど改善がみられないという問題が世界の気象予報機関に共通してある。

2. 研究の目的

上記の二つの大きな問題を解決するために、本研究では航空機を用いて、甚大な災害をもたらす台風の直接観測を実施する。これにより台風の強度を正確に測定し、そのデータを台風の数値予報モデルに与えることによって、台風の進路だけでなく強度についても予測を改善することを目的とする。

それとともに地表面付近の水蒸気やエアロゾルが台風の強度に与える効果を、観測と数値モデルによって明らかにする。さらに強風環境下における海の波しぶきの台風強度に与える効果を調べるために、ドローンを用いた波しぶき観測という挑戦的実験も実施する。これらにより台風強度の高精度推定と予測の改善を達成し、台風によって起こる甚大な災害の軽減を目指す。

3. 研究の方法

次の2項目を軸として研究を実施する。
1) 台風が発生し日本に接近・上陸する可能性が高まったとき、台風ジェット機を飛ばして、高高度からドロップゾンデを投下して直接観測を行う。このデータを数値予報モデルに取り込んで台風の進路・強度の予測の改善を目指す。
2) 沖縄本島および南西諸島で、最先端の雲・降水レーダを用いた台風の観測、海面近くの水蒸気の観測、およびエアロゾル観測を行う。さらにドローンを用いた強風環境下における海の波しぶきの観測を行い、近年問題となっている雲、エアロゾルおよび波しぶきが台風の発達にどのような効果を与えるかを明らかにする。

4. これまでの成果

1) 航空機観測における最も重要な観測法であるドロップゾンデシステムを、一から新規国産開発し、試験飛行でその精度を検証した。
2) 2017年の台風第21号と2018年の台風第24号の航空機観測を実施し、これら2つのスーパー台風について、それぞれ2日間と4日間の連続した航空機観測を行うことで、台風の強度を直接観測した。
3) 上記2つの台風について、高度約14kmで、2017年は3回、2018年は6回の眼への貫入観測に成功した。図1は2017年の台風第21号の眼とその周辺の航空機観測である。これが日本の研究者がはじめて台風の眼に入ってドロップゾンデによる直接観測を行ったもので、当初計画にはなかった成果である。

そのときの台風 21 号の眼の内部を図 2 に示す。台風の巨大な眼のなかの渦と高度 15km に達する非常に発達した眼の壁雲が見える。

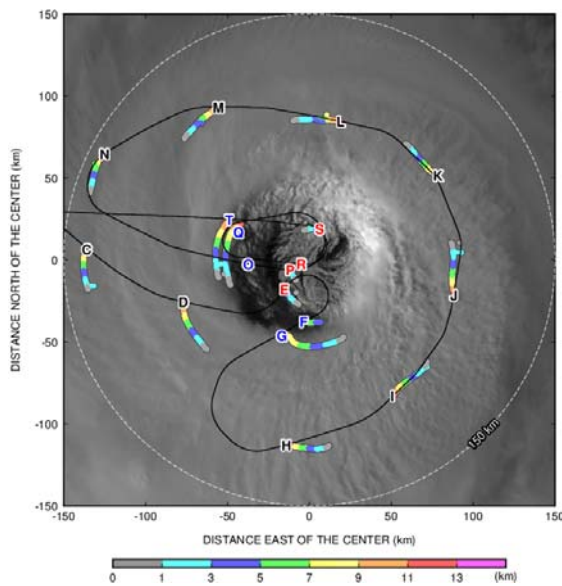


図 1 : 2017 年 10 月 21 日の台風第 21 号の衛星画像。眼内部とその周辺の航空機観測の経路(黒実線)と航空機から投下したドロップゾンデの軌跡をカラーの太線で示した。そのカラーはゾンデの高度を示す。



図 2 : 図 1 の台風の眼内部の航空機から撮影した下層雲の渦と眼の壁雲(山田氏撮影)。

- 4) 上記のドロップゾンデデータを数値予報モデルに取り込んで、予報実験を行った結果、台風の進路だけでなく、強度予測の改善が示された(業績[1]日本気象学会論文賞受賞)。
- 5) 2018 年の台風第 24 号の観測では、航空機から直接全世界の気象予報機関へドロップゾンデ観測データのリアルタイム送信に成功した。気象庁や欧米の予報機関の台風予測には、この観測データが利用された。
- 6) 本研究の航空機観測は台湾中央気象局と共に実施され、さらに台湾、米国、韓国、フィリピンとの国際共同観測に発展している。

5. 今後の計画

- 1) 2019 年、2020 年にかけてさらに航空機を用いて、非常に強い台風について直接観測を

実施する。さらにそのデータを数値予報モデルに取り入れることで、台風の進路・強度予測の改善について検証する。

- 2) 2020 年には沖縄の南西諸島から台湾にかけての領域で、日本、台湾、米国による、台風を主対象とした国際共同観測を実施する。
- 3) 航空機からのドロップゾンデ観測データは、リアルタイムで全世界の気象予報機関へ送信し、台風予測の精度向上に貢献する。
- 4) 沖縄本島および南西諸島で、台風のレーダ観測を行う。エアロゾル観測とその台風へのインパクトを数値モデルにより明らかにする。さらにドローンを用いた強風環境下における波しぶきの観測にも挑戦する。

6. これまでの発表論文等(受賞等も含む)

主要論文・著書

- [1] Ito, K., H. Yamada, M. Yamaguchi, T. Nakazawa, N. Nagahama, K. Shimizu, T. Ohigashi, T. Shinoda, K. Tsuboki: Analysis and Forecast Using Dropsonde Data from the Inner-Core Region of Tropical Cyclone Lan (2017) Obtained during the First Aircraft Missions of T-PARCII. *SOLA*, **14**, 105-110, 2018.
- [2] Hung Duc Nguyen, Yu Liu, K. Mori, Experimental Study for Aerodynamic Performance of Quad-rotor Helicopter, *Transactions of JSASS*, **Vol.61**, pp.29-39, 2018.
- [3] Nakayama, T., Y. Matsumi, K. Kawahito, Y. Watabe, Development and evaluation of a palm-sized optical PM2.5 sensor. *Aerosol Sci. Technol.*, **52**, 2-12, 2018.
- [4] Tsujino, S., K. Tsuboki, and H.-C. Kuo: Structure and Maintenance Mechanism of Long-lived Concentric Eyewalls Associated with Simulated Bolaven (2012). *J. Atmos. Sci.*, **74**, 3609-3634, 2017.
- [5] Ito, K.: Errors in tropical cyclone intensity forecast by RSMC Tokyo and statistical correction using environmental parameters, *SOLA*, **12**, 247-252, 2016.
- [6] 筆保弘徳, 山田広幸, 宮本佳明, 伊藤耕介, 山口宗彦, 金田幸恵, 2018: 台風についてわかっていること知らないこと, ベレ出版。

受賞

日本気象学会 SOLA 論文賞受賞(上記論文[1], Ito et al.), 2019 年 2 月

7. ホームページ等

http://www.rain.hyarc.nagoya-u.ac.jp/~tsuboki/kibanS/index_kibanS_jpn.html