



やさしい解説
-気象学動静-

1071:501 (航空機観測; ドロップゾンデ)

航空機観測により明かされる 台風の「目」の実像

山 田 広 幸*

1. 台風の直接観測プロジェクト「T-PARC II」

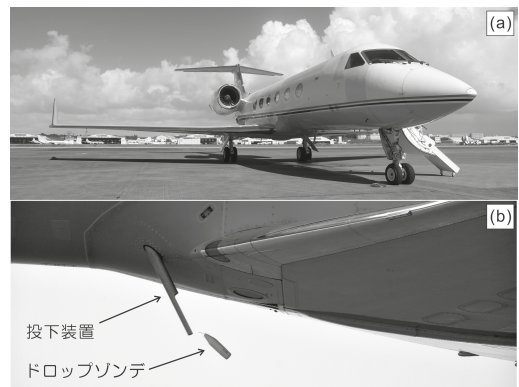
台風が日本に接近するとき、気象庁は「中心気圧」と「最大風速」という2つの値を使って台風の勢力を表します。中心気圧が低いほど最大風速が大きく、警戒のレベルが上がります。ところで、海洋上には気象観測点が無いのに、どうやって台風の中心気圧を得るのか、ご存じでしょうか？ 北西太平洋では、1980年代まで米軍の航空機が台風に突入して気圧を直接測っていましたが、現在は気象衛星の画像を用いて雲の形状から勢力を推定する方法が主に用いられています。ただ、推定される中心気圧がどれだけ正確なのかは、直接観測の値が無いので誰もわかりません。近年は高解像度の数値モデルを用いた台風のシミュレーションが盛んに行われていますが、計算結果の正しさを検証するための品質の良い直接観測データが無い状態にあります。

この状況を打開するため、航空機を用いて台風を直接観測する日本のプロジェクト「T-PARC II」(ティー・パーク・ツー)が行われています。小型ジェット機で高度約14kmの上空を飛行し、気温、気圧、湿度、風を1秒間隔で測る「ドロップゾンデ」を上空から投下し(第1図)、海面に到達するまでの約15分間に観測データを得るものです。ドロップゾンデはラジオの電波によりデータを航空機に送信します。航空機からは衛星通信により気象庁にデータを提供することができます。

航空機観測については、米国がハリケーンに対して継続的に実施していますが、プロペラ機を使用するため高いところを飛ぶことができず、通常は3 km 付近

を飛ぶため、ドロップゾンデではそれより下でしかデータが得られません。対流圏上層から海面までの深い層のデータを得るのが、日本の航空機観測の特徴です。

台風の中心でデータを得るには、最も強い風が吹く壁雲を通過する必要があります。台湾の航空機観測 DOTSTAR では、壁雲の外側を周回するだけで中心には行きません。壁雲を通過することの安全性は実証されていませんが、非常に強い勢力の2017年台風第21号を観測するための飛行において、操縦士と相談の上で試してみたところ、強い揺れに遭うことなく壁雲を通過することができました。得られた目の中のデータにより、台風予報の検証(Ito *et al.* 2018)や、目と壁雲の構造の調査(Yamada *et al.* 2021)を行うことができました。これ以降の飛行でも壁雲を貫通する飛行を行っています。



第1図 (a) 航空機 Gulfstream-IV (那覇空港にて筆者が撮影) と、(b) 機体底部の投下装置から射出されるドロップゾンデ (ダイヤモンドエアサービス社提供)。

* Hiroyuki YAMADA, 琉球大学理学部.

yamada@sci.u-ryukyu.ac.jp

© 2023 日本気象学会

2. 「スーパー台風」の観測

「スーパー台風」という名称は、米軍合同台風警報センターにおいて、最も強い勢力の階級として使用されています。これは気象庁の「猛烈な勢力」に概ね相当します。2022年には、台風第14号がスーパー台風に該当し、T-PARC II ではこの台風の急速な発達時と最盛期に合計2回の観測飛行を実施しました。第2図は最盛期の雲の特徴です。衛星画像ではほぼ点に見える小さな目の中には、背の低い層積雲が存在し、それを取り囲むように壁雲がほぼ直立しています。測った中心気圧は917.5hPaでした。目の中の気温（第3図）は、台風の周囲に比べて10度以上高く、これを「暖気核」とよびます。逆転層が明瞭に現れているので、目の中を下降する空気の断熱昇温により暖気核が現れることがわかります。暖気核の形成は以前から知られていますが、スーパー台風では暖気核が対流圏下層のかなり低いところまで達しているのが直接観測で明らかになりました。2018年の台風第24号の観測では、台風の勢力が弱まると暖気核も弱まり、上から押さえつけられていた層積雲が上空へ発達して積乱雲に成長することが

明らかになっています (Hirano *et al.* 2021)。今後も、航空機観測により台風の「目」の実像を明らかにしていきたいと考えています。

略語一覧

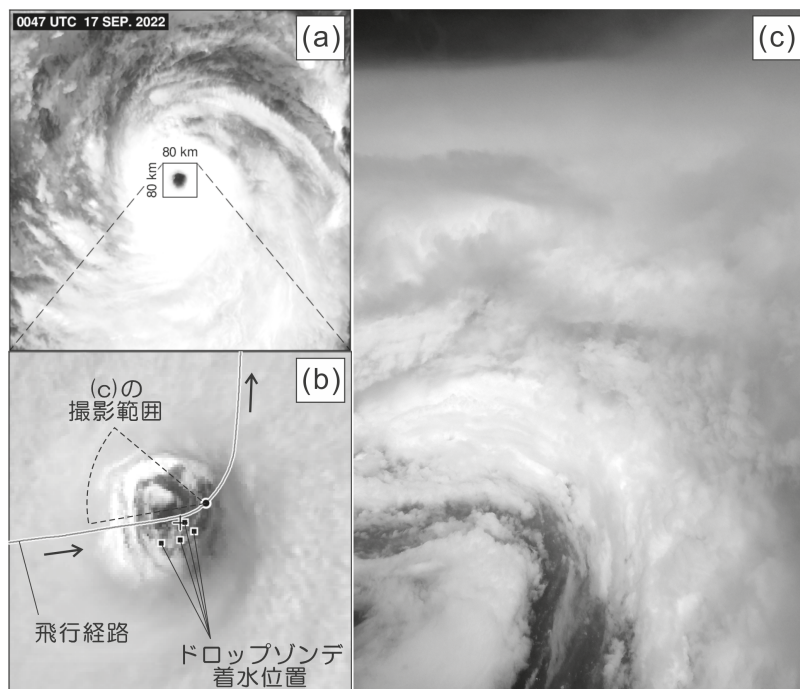
T-PARCII : Tropical cyclones-Pacific Asian Research Campaign for Improvement of Intensity estimations/forecasts

DOTSTAR : Dropwindsonde Observations for Typhoon Surveillance near the Taiwan Region

参考文献

Hirano, S., K. Ito, H. Yamada, S. Tsujino, K. Tsuboki and C.-C. Wu, 2021: Deep eye clouds observed in Tropical Cyclone Trami (2018) during T-PARCII dropsonde observations. *J. Atmos. Sci.*, **79**, 683-703.

Ito, K., H. Yamada, M. Yamaguchi, T. Nakazawa, N. Nagahama, K. Shimizu, T. Ohigashi, T. Shinoda and K. Tsuboki, 2018: Analysis and forecast using dropsonde data from the inner-core region of Tropical Cyclone Lan (2017) obtained during the first aircraft missions of T-



第2図 台風第14号の貫通飛行時における (a) 赤外画像, (b) 拡大した可視画像, (c) 航空機から撮影した目の中の低い層積雲と直立した壁雲の様子. (b) の“+”印は台風の推定中心位置, “■”印は目の中に投下した4つのドロップゾンデが海上に着水した位置を示す.

PARCII SOLA, 14, 105-110.

Yamada, H., K. Ito, K. Tsuboki, T. Shinoda, T. Ohigashi, M. Yamaguchi, T. Nakazawa, N. Nagahama and K. Shimizu, 2021: The double warm-core structure of Typhoon Lan (2017) as observed through the first Japanese eyewall-penetrating aircraft reconnaissance. J. Meteor. Soc. Japan, 99, 1297-1327.

山田広幸

琉球大学理学部物質地球科学科地学系教授

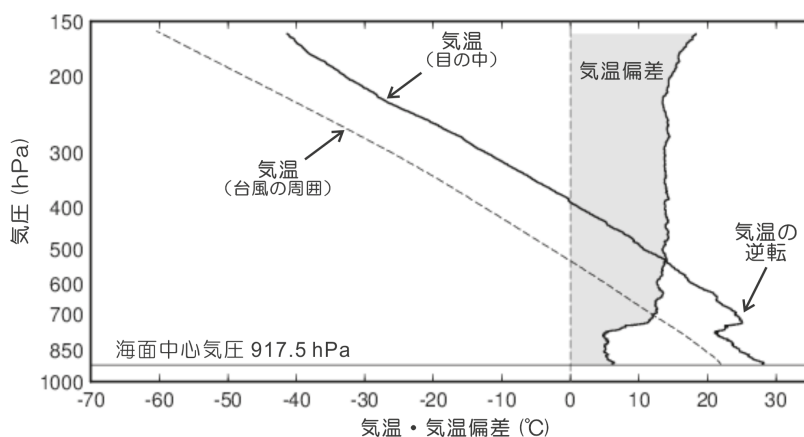
北海道大学理学研究科修了 博士（理学）

学生の頃は日本海の筋状雲に魅せられ、雪国の大学院で

研究しましたが、指導教員の「熱帯でも5キロより上空では雪雲なので、雪雲の知識は地球のどこでも役立つ」という言葉にのせられ、上はチベット高原、南は赤道インド洋まで様々な観測プロジェクトを渡り歩き、対流性の雲を追いかけてきました。その過程で台風に興味を持ち、沖縄に移り住みました。沖縄で痛感するのは、対流性降水の予測の難しさです。降水確率0%でも朝9時前から土砂降りになることがあります。一様に広がる不安定成層のもとで、対流のトリガーとなるものは何か？という問いに答えるべく、地の利を生かした観測研究を進めています。

参考：琉球大学気象学研究室ホームページ

<https://metrq.skr.u-ryukyu.ac.jp/>



第3図 目の中に投下した4つのドロップゾンデから得た気温の最大値と、台風の周囲における気温、両者の差で定義される気温偏差の鉛直分布。