

台風強度長期再解析 (TyRA) Typhoon intensity long-term reanalysis (TyRA)

○伊藤耕介・川端康弘・嶋田宇大・山口宗彦・相澤正隆

○Kosuke ITO・Yasuhiro KAWABATA・Udai SHIMADA・Munehiko YAMAGUCHI・Masataka AIZAWA

Using Aizawa's formula, which accurately converts CI numbers derived from satellite imagery into central pressure, together with the CI number reanalysis and operational analyses conducted in recent years by the Japan Meteorological Agency, we attempted to construct a homogeneous long-term typhoon reanalysis (Typhoon intensity ReAnalysis; TyRA). The results indicate that no significant long-term trend is observed in the number of intense typhoons. In addition, when TyRA is used as a reference, the typhoon intensity forecast errors show little change from 1992 through the mid-2010s, followed by a marked decrease.

1. はじめに

地球温暖化が進行する中であって、長期的な台風強度変化傾向は重要な監視対象である。しかし、台風強度の推定値には大きな不確実性があり、その解析の根拠や品質は、時代とともに変わってきた。北西太平洋の台風は、1987 年までは、米軍合同台風警報センター(JTWC)によって航空機観測が実施されていた場合が多かった。1987 年以降は、衛星画像から CI 数を決め、それを台風強度に変換するドボラック法が主な手法として採用されている(Dvorak 1984; Koba et al. 1990)。しかし、航空機観測終了後のベストトラックの品質も、長期的に変化してきた可能性がある。

現状を踏まえると、可能な限り均質な台風強度の長期再解析を実施することが望ましい。気象庁は近年 1981-1986 年の強い台風(徳野ら 2009)と 1987-2016 年の台風(Nishimura et al. 2023)の CI 数再解析を行った。Kawabata et al. (2023) は、1987-2016 年の CI 数再解析データを基に、北西太平洋全体でみて、強い台風の数が長期的に変化していないことを示した。CI 数再解析を用いれば、均質な台風強度再解析が作成可能である。

さらに、台風強度の品質向上のためには、CI 数を台風強度に直す変換式も改善する必要がある。気象庁では、木場の関係式(木場ら 1990)を用いてきたが、Aizawa et al. (2024) は事例の精査、CI 数再解析の利用、飛行高度と中心気圧の関係式の修正、説明変数の追加に関する調査を行い、強度解析精度を 20%以上向上させる式を提案した。

本研究では、気象庁のドボラック再解析と現業解析に、Aizawa et al. (2024) を組み合わせ、多

用途に利用可能な台風強度長期再解析(Typhoon intensity ReAnalysis; TyRA)を構築中である。

2. データ及び手法

本研究では、Aizawa et al. (2024) の TEST2 に関して JRA-3Q で最適化を施した式を用いる。この定式化では、CI 数の 2 乗、CI 数、CI 数の過去 24 時間における変化(データがない場合は 0 とする)、台風中心のベストトラック上の緯度、JRA-3Q(Kosaka et al., 2024)における方位角平均接線風速 10 m/s 以上の半径(100 km 未満の場合は 100 km とする)、R+100 km から R+300 km の範囲における JRA-3Q の平均海面気圧を説明変数とする回帰式を求める。

学習にあたっては、1981~1986 年の JTWC の航空機観測とその期間の徳野ら(2009)の CI 数再解

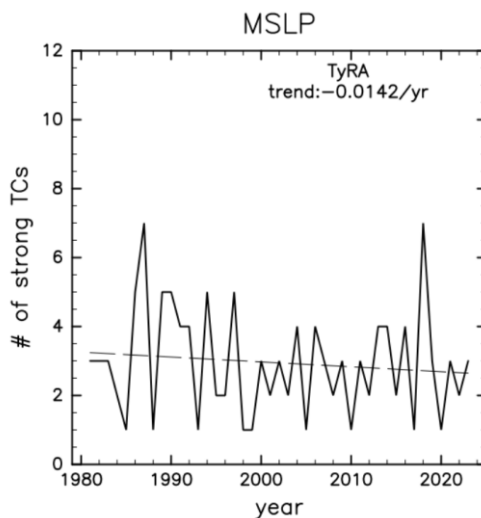


図 1. TyRA において生涯最低中心気圧が 920 hPa となった台風の数。

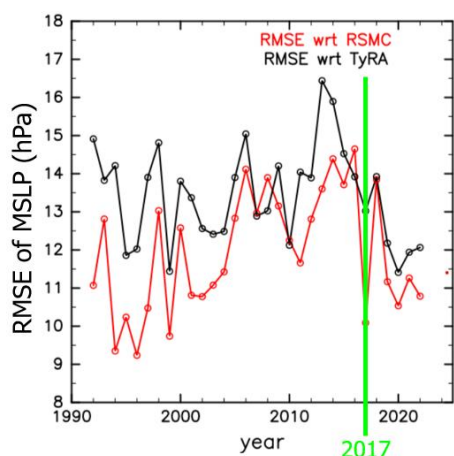


図2. 24時間中心気圧予報誤差. RSMC Tokyo ベストトラックと TyRA を参照値とした.

析を用いた. Nishimura et al. (2023) のドボラック再解析の対象期間は 1987-2016 年であるが, 2017-2023 年についても現業ドボラック解析の事後解析結果を利用した. 中心気圧予報誤差の評価については, 1992-2022 年について行った. ドボラック解析が利用可能なのは 6 時間おきであるため, TyRA も 6 時間おきに構築した.

3. 結果と今後について

図1に強い台風(生涯最低中心気圧 920 hPa 以下)の発生数を示している. TyRA で強い台風の数を目立った長期変化は検出されていない. これは, Kawabata et al. (2023) と整合的である. TyRA の結果を JTWC と気象庁太平洋アジア気象防災センター(RSMC Tokyo)のベストトラックと比較すると, 以下の特徴がある. (1)1987 年以前: ベストトラックの強い台風の数よりもやや少ない, (2)1987 ~2000 年度半ば: TyRA における強い台風発生数は JTWC と RSMC Tokyo ベストトラックのあいだ (3)2000 年代半ば以後: 推定値は類似している.

図2に中心気圧の24時間予報誤差を示している. Ito (2016)は, 1992-2014 年の RSMC Tokyo の強度予報誤差に長期増加傾向があることを示していたが, 参照値を RSMC Tokyo ベストトラックから TyRA に変更することにより, そのような傾向は不明瞭になった. また, TyRA と RSMC Tokyo のいずれで測った誤差を見ても, 2017 年以降の強度予報改善は明瞭である.

今後, 上陸時や温低化が進む台風などに例外処理を適用するとともに, 最大風速の推定を実施し, TyRA の公開に向けて作業を進めていく.

謝辞

本研究は, 令和 7 年度防災研究所共同研究 (2025GC-06) の支援のもと進められています. また, CI 数の再解析データ及び現業解析データは RSMC Tokyo からご提供いただきました.

参考文献

Aizawa, M., K. Ito, and U. Shimada, 2024: Revisiting Koba's relationship to improve minimum sea-level pressure estimates of western North Pacific tropical cyclones. *Journal of the Meteorological Society of Japan*, 102, 377-390.

Dvorak, V. F., 1984: Tropical cyclone intensity analysis using satellite data. Vol. 11, US Department of Commerce, National Oceanic and Atmospheric Administration, National Environmental Satellite, Data, and Information Service.

Ito, K., 2016: Errors in tropical cyclone intensity forecast by RSMC Tokyo and statistical correction using environmental parameters. *SOLA*, 12, 247-252.

Kawabata, Y., U. Shimada, and M. Yamaguchi, 2023: The 30-year (1987-2016) Trend of Strong Typhoons and Genesis Locations Found in the Japan Meteorological Agency's Dvorak Reanalysis Data. *Journal of the Meteorological Society of Japan*, 101, 435-443.

Koba, H., T. Hagiwara, S. Osano, and S. Akashi, 1990: Relationships between CI Number from Dvorak's technique and minimum sea level pressure or maximum wind speed of tropical cyclone. *J. Meteor. Res*, 42, 59-67.

Kosaka, Y., and Coauthors, 2024: The JRA-3Q reanalysis. *Journal of the Meteorological Society of Japan*, 102, 49-109.

Nishimura, S., M. Sasaki, N. Nonaka, and M. Ueno, 2023: JMA 30-year Dvorak Reanalysis for the Western North Pacific. *RSMC Tokyo - Typhoon Center Technical Review*, 26, 1-12.

徳野正己, 吉田資朗, 小司晶子, 酒井誠, 広畑雅哉, 2009: 台風再解析 CI 数と中心気圧及び最大風速の関係, 日本気象学会秋季大会, 福岡