

# 1877年-2019年に日本に上陸した台風の長期変動

久保田尚之<sup>1</sup>, 松本淳<sup>2</sup>, 財城真寿美<sup>3</sup>, 三上岳彦<sup>2</sup>

1:北海道大学, 2:東京都立大学, 3:成蹊大学

## 1. はじめに

近年 2018 年台風 21 号や 2019 年台風 19 号などの強い台風が日本に相次ぎ上陸している。地球温暖化によって日本に接近する台風が強くなるとの予測も出される中(IPCC 2013), 実際に台風がどのように年々変化しているのかを明らかにするためには、台風に関する長期データが欠かせない。西部北太平洋域では 1945 年以降、4 つの気象機関によって台風の位置や強度に関する情報が提供されている。

一方で、過去の気象データを復元する「データレスキュー」の取り組みを国際共同で実施している。これまで日本に上陸した台風は 20 世紀はじめまで遡り復元してきた(Kubota 2012; 熊澤ら 2016)。本研究では、さらに 19 世紀まで遡り台風経路情報や気象データ、灯台での気象データを収集し、100 年スケールの台風の長期変動の解明に向けた研究 (Kubota et al. 2021) を報告する。

## 2. データと解析手法

現在台風は中心付近の最大風速が 17.8m/s 以上の熱帯低気圧と定義している。台風の最大風速と中心気圧には関係があり(Atkinson and Holiday 1977)、解析期間を通して地上気圧を用いて台風を再定義した(Kubota and Chan 2009)。日本に上陸した台風に着目し、陸上で 1000hPa 以下を観測し、上陸地点の両側の観測点の風向きの変化が逆になった場合を台風上陸と定義し、20 世紀の台風データを復元してきた(熊澤他 2016)。本研究では 1877 年-1886 年の灯台で観測した気象データを合わせて用いることで 1877 年まで遡り解析を進めた。上陸地点は、本州・北海道・九州・四国を対象としている。復元した日本に上陸した台風に関するデータは、日亜気候データ計画 (Japan-Asia Climate Data Program) のホームページ (日本語 <https://jcdp.jp/reconstructed-typhoon-data-jp/>, 英語 <https://jcdp.jp/reconstructed-typhoon-data/>) で公開している。

台風強度は陸上での最低海面気圧を用いて、最大風速を求め、Annual Power Dissipation Index(APDI:最

大風速 3 乗を年積算)を利用した。

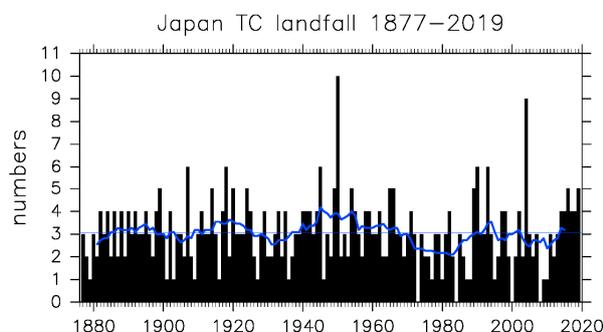


図 1: 1877 年～2019 年に日本に上陸した年間台風数 (棒グラフ)。青細線は期間平均 3.04、青太線は年間上陸数の 11 年移動平均。

## 3. 結果

1877 年から 2019 年に日本に上陸した年間の台風数を図 1 に示す。年間平均約 3 個の台風が上陸し、1950 年の 10 個が最も多い。2014 年以降は上陸数が多く、20 世紀後半は上陸数が少ない傾向にあり、それ以外の期間は 19 世紀も含めて上陸数が多くなっている。一方で、長期増加傾向は見られず、数十年周期で変動している。

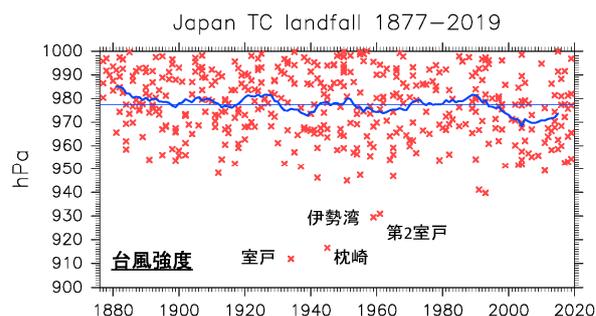


図 2: 上陸地点に最も近い気象台や灯台で観測した最低気圧 (×印)。期間平均は 977.5hPa(細線)。年間平均の最低気圧の 11 年移動平均を太青線で示す。昭和の 4 大台風の「室戸」台風、「枕崎」台風、「伊勢湾」台風、「第 2 室戸」台風。

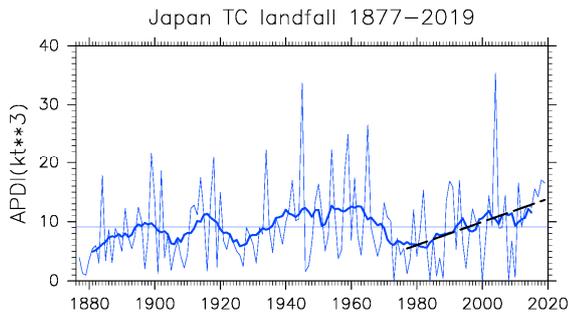


図 3：ADPI に基づいた上陸した台風の年間積算強度( $kt^3$ , 細青線)。期間平均は  $9.09kt^3$ (細青線)。値は  $10^5$  で割っている。11 年移動平均は太青線。1977-2019 年の線形トレンドを黒破線で示す。

上陸時の最低気圧の年間平均は、上陸地点に最も近い気象台や灯台で観測した結果、1990 年代以降は下がって強い台風が上陸しているが、昭和の 4 大台風に匹敵する台風の上陸は近年もない(図 2)。ADPI で見る台風強度は、1970 年代以降有意な増加傾向が見られ、強度は 44 年間で 37% 増加していた(図 3)。一方で、1930 年代から 1960 年代も台風強度は強い傾

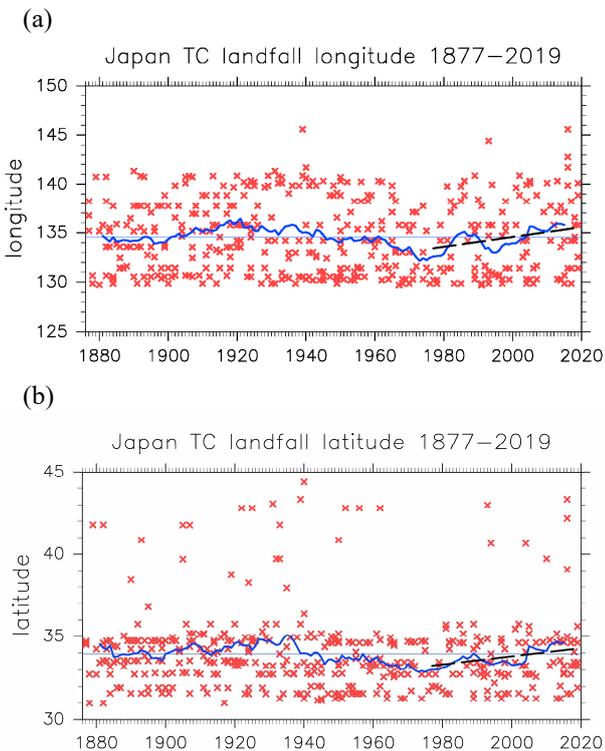


図 4：上陸地点に最も近い気象台や灯台の経度(a)と緯度(b)(×印)。期間平均は東経 134.5 度、北緯 33.9 度(細線)。年間平均の上陸地点の 11 年移動平均は太青線で示す。1977-2019 年の線形トレンドを黒破線で示す。

向が見られ、近年の増加傾向は、数十年周期の変動の一部を捉えている可能性が示唆される。

台風の上陸地点に最も近い気象台や灯台の位置の東西分布(図 4a)と南北分布(図 4b)の時系列を示す。1970 年代以降は平均的に上陸地点が東と北へシフトする傾向が見られ、99% 有意である。台風が東日本、北日本に多く上陸する傾向が見られる。一方、1970 年代に南西方向にシフトし、20 世紀前半には北東方向にシフトしていることから、上陸地点が約 100 年周期で北東と南西方向に変化する傾向が明らかになった。東北や北海道での上陸数は 20 世紀後半に少なかっただけで、今後も上陸数が増えることが危惧される。

#### 4. 議論

日本の気象台は 1872 年に函館ではじまり、1907 年には 100 地点を超えた。時期により地点数に差があるため、地点数と観測頻度による台風検出の品質検証を行った。観測地点や頻度が少ない 1882 年の条件を全期間に適応し検証した。1970 年代以降の台風強化傾向は 1882 年の条件でも同様に有意であり、地点数や観測頻度に依らないことが裏付けられた。

日本近海に接近する台風数と南シナ海に進む台風数には逆相関の関係があり、日本近海は 1940 年代 - 1960 年代と 1990 年代後半以降に増加している(Sun et al. 2019, Liu et al. 2021)。このため日本に上陸する台風の数十年周期変動は、大規模場の循環の影響を受けていることが考えられる。

夏季太平洋高気圧の西への張り出しに長期変動があり、20 世紀前半が日本の北東方向に張り出し、後半が南西方向に張り出す傾向がある(Nagata and Mikami 2017)。台風の上陸地点が 20 世紀前半の東日本増加、20 世紀後半の西日本増加と対応していると考えられる。

#### 5. まとめ

過去の気象データを復元する「データレスキュー」の取り組みを通して 19 世紀まで遡り台風経路データや気象データ、灯台データを用いて 1877-2019 年に日本に上陸した台風を明らかにした。

台風上陸数は 2014 年以降多く、20 世紀後半は上陸数が少ない傾向があり、それ以外の期間は 19 世紀も含めて多くなっているが、長期増加傾向は見られなかった。上陸台風の強度は 1990 年代後半以降強く

なっているが、昭和の4大台風に匹敵する強さの台風の上陸は近年もない。上陸地点は2000年代や20世紀前半が北東方向に多く、20世紀後半や19世紀後半は南西方向に多い。上陸地点が約100年周期で北東と南西方向に変化する傾向が明らかとなった。

日本に上陸する台風の長期変動は太平洋高気圧や大規模循環場による自然変動の影響が考えられる。

1870年代以前は日本には気象台がないが、欧米の外国船が気象測器を搭載してアジア周辺域を航行していた。今後は外国船の航海日誌に記録された気象データを復元することで、江戸時代末期の台風について明らかにできると期待される。

#### 参考文献

Atkinson GD, Holliday CR (1977) Tropical cyclone minimum sea level pressure/maximum sustained wind relationship for the western North Pacific. *Mon. Weather Rev.* 105:421–427

IPCC (2013) Fifth Assessment Report: Climate Change 2013 (AR5) <https://www.ipcc.ch/report/ar5/wg1/>

Kubota H (2012) Variability of typhoon tracks and genesis over the Western North Pacific Cyclones: Oouchi K, Fudeyasu H (ed) Formation, Triggers and Control, Nova Science Publishers, Inc., 95-114

Kubota H, Chan JCL (2009) Interdecadal variability of tropical cyclone landfall in the Philippines from 1902 to 2005. *Geophys Res Lett* 36:L12802. doi:10.1029/2009GL038108

Kubota H., Matsumoto J, Zaiki M, Tsukahara T, Mikami T, Allan R, Wilkinson C, Wilkinson S, Wood K, Mollan M (2021) Tropical cyclones over the western north Pacific since the mid-19th century. *Clim Change* 164:29 <https://doi.org/10.1007/s10584-021-02984-7>

熊澤里枝 筆保弘徳 久保田尚之 (2016) 1900年から2014年における日本の台風上陸数. *天気* 63:855-861

Liu KS, Chan JCL, Kubota H (2020) Meridional oscillation of tropical cyclone activity in the western North Pacific during the past 110 years. *Clim Change* 164, 23 <https://doi.org/10.1007/s10584-021-02983-8>

Nagata R, T Mikami, (2017) Changes in the relationship between summer rainfall over Japan and the North Pacific subtropical high, 1910-2000. *Int J Climatol* 37:3291-3296. DOI: 10.1012/joc.4915

Sun J, Wang D, Hu X, Ling Z, Wang L (2019) Ongoing poleward migration of tropical cyclone occurrence over the western North Pacific Ocean. *Geophys Res Lett* 46:9110–9117. doi:10.1029/2019GL084260

謝辞: 本研究は、JSPS 科研費(20K20328, 18H01278, 19H00562, 16H03116)の支援により実施した。