

## 明治初期以降に日本に上陸した台風の変化を解明

～ペリー艦隊の航海記録から江戸時代に日本に接近した台風経路も正確に復元～

### ポイント

- ・明治10（1877）～令和元（2019）年に日本に上陸した台風の数・強さ・上陸地点を初めて解明。
- ・台風の上陸数、強度は近年増加傾向であるが、数十年周期の変動の一部である可能性を示唆。
- ・台風災害に備えるために、約100年周期で変動する台風への視点も重要。

### 概要

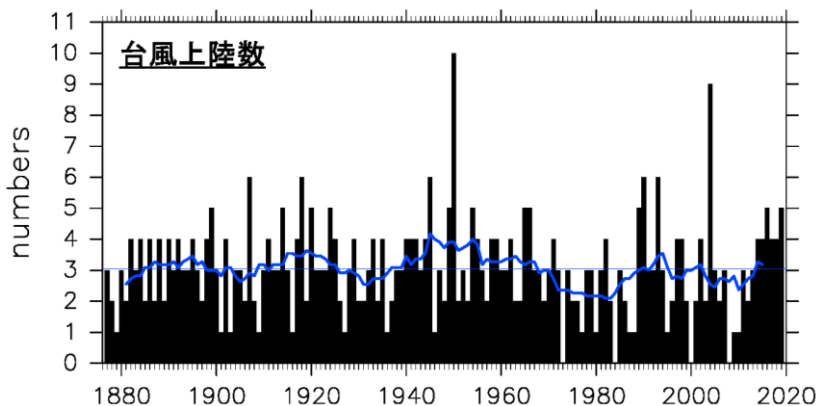
北海道大学大学院理学研究院の久保田尚之特任准教授，東京都立大学都市環境科学研究科の松本 淳教授，成蹊大学経済学部の財城真寿美教授，神戸大学大学院国際文化科学研究科の塚原東吾教授，東京都立大学の三上岳彦名誉教授らの研究グループは，明治10（1877）～令和元（2019）年に日本に上陸した台風の数や上陸地点を初めて明らかにしました。この解析には，台風経路データや，気象台と灯台で観測した気象データを復元し，期間を通して同じ台風の定義を用いました。

本研究の結果，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にあり，それ以外の期間は19世紀も含めて多くなっていますが，長期増加傾向は見られませんでした。上陸台風の強度は，1990年代後半以降強くなっていますが，昭和の4大台風\*<sup>1</sup>に匹敵する強さの台風の上陸は近年ありません。上陸地点は1970年代以降北東方向に変化し，東日本，北日本に多く上陸する傾向が見られますが，約100年周期で北東方向と南西方向に変化していることがわかりました。

さらに，日本の気象台での公式な気象観測が始まる前の江戸時代末期に日本に接近した台風について，日本に来航した外国船の航海日誌に記録された気象データを入手して調査しました。今回はアメリカ海軍ペリー艦隊の航海日誌を用いて，1853年7月に沖縄近海を通過した台風経路を明らかにしました。外国船の航海日誌に記録された気象データを利用して江戸時代に日本に接近した台風経路を正確に復元したのは初めてで，江戸時代の気候解明に有効なデータであることを初めて示しました。

なお，本研究成果は，2021年2月5日（金）公開の *Climatic Change* 誌に掲載されました。

Japan TC landfall 1877–2019



1877年～2019年に日本に上陸した年間台風数（棒グラフ）。青線は年間上陸数の11年移動平均。

## 【背景】

2018年に近畿地方に被害を出した台風21号や、2019年に東日本に被害を出した台風19号など近年強い台風が日本に上陸しています。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、実際に台風がどのように変化しているのかを明らかにするには、台風に関する長期のデータが欠かせません。

気象庁では1951年から台風の位置や強度に関する統計データを作成しており、1970年代以降、台風の強度を気象衛星データから推測する方法（ドゥボラック法<sup>\*2</sup>）を用いていますが、人の解析技術や気象衛星の解像度の進歩具合から、特に台風強度の長期変化を正確に把握することは未だ困難です。

## 【研究手法】

研究グループは、世界中で埋もれている気象資料を収集、電子化するデータレスキュー<sup>\*3</sup>の取り組みを通じて、19世紀後半からの台風経路データや、気象台と灯台で観測した気象データを収集しました。収集したデータは、現在の気象データとの比較に耐えうる品質かどうかのチェックを経て、解析に利用できるデータに復元しました。台風とは、北西太平洋や南シナ海に存在する最大風速17.8m/s以上の熱帯低気圧のことを指しますが、本研究では、気象台と灯台で観測した地上気象データの気圧と風のデータを用いて台風を再定義<sup>\*4</sup>しました。

この解析手法によって、期間を通して同じ方法で台風データを復元することが可能となり、明治10（1877）～令和元（2019）年までに日本に上陸した台風データを復元しました。上陸地点は、気象庁と同じ本州・北海道・九州・四国を対象としています。なお、日本に上陸した台風に関するデータを復元したものは、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/>）で公開しています。

## 【研究成果】

1877年から2019年に日本に上陸した年間の台風数をp.1に示していますが、年間平均3個の台風が上陸し、1950年の10個上陸が最高です。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ますが、長期増加傾向は見られず、数十年周期で変動していることがわかりました。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年代以降は下がり強い台風が上陸していますが、昭和の4大台風に匹敵する台風の上陸は近年もありません。

台風の上陸地点に最も近い気象台や灯台の位置は、1970年代以降北東寄りの傾向が顕著で、台風が東日本、北日本に多く上陸する傾向が見られます。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りました。東北や北海道での上陸数は20世紀後半に少なただけで、今後も上陸数が増えることが危惧されます。

1872年に函館で日本初の公式な気象観測が行われましたが、気象測器によるそれ以前の気象データは非常に少なく、現在に至る気候の長期変動の研究が困難でした。本研究では、日本に来航した外国船が気象測器で気象観測を行っていたことに着目し、外国船の航海日誌を入手して記録された気象データを調査し、2つの台風事例を解析しました。まず、アメリカ海軍ペリー艦隊10隻の航海日誌を入手し、沖縄近海を1853年7月21～25日に通過した台風経路を明らかにしました（図1）。さらに、イギリス海軍11隻の航海日誌を入手し、薩英戦争時の1863年8月15～16日に九州の西を北上した台風の経路を明らかにしました（図2）。本研究結果により、台風が薩英戦争の戦況にどのような影響を与えたのかが解明されることにも期待しています。

## 【今後への期待】

本研究では、様々な気象データを復元しましたが、世界中で気象データを復元している機関や大学と協力し、全球の気圧や気温・降水量、海上気象の100年以上のデータセットを作成しています。復元したデータを用いて、19世紀以降の全球3次元の気象データセット（20世紀再解析データセット）\*<sup>5</sup>を作成し、産業革命後に地球温暖化がどのように進んだのか明らかにする研究に貢献しています。

一方、アジア域では1860～1870年代に気象台の観測が始まりますが、それ以前の江戸時代末期は、欧米と比較して気象データがない空白域となっています。欧米ではその頃、大航海時代で多くの外国船が気象測器を搭載し、日本だけでなくアジア周辺海域を航行していましたが、本研究により、外国船の航海日誌が日本周辺での台風など解析に有効なデータであることを初めて示しました。アジア域の19世紀の気候は、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明らかにできると期待され、各国と協力して取り組んでいきます。

## 論文情報

論文名	Tropical cyclones over the western north Pacific since the mid-19th century (19世紀中期からの西部北太平洋域での台風)
著者名	Hisayuki Kubota <sup>1</sup> , Jun Matsumoto <sup>2,3</sup> , Masumi Zaiki <sup>4</sup> , Togo Tsukahara <sup>5</sup> , Takehiko Mikami <sup>2</sup> , Rob Allan <sup>6</sup> , Clive Wilkinson <sup>7</sup> , Sally Wilkinson <sup>7</sup> , Kevin Wood <sup>8</sup> , Mark Mollan <sup>9</sup> ( <sup>1</sup> 北海道大学大学院理学研究院, <sup>2</sup> 東京都立大学都市環境科学研究科, <sup>3</sup> 海洋研究開発機構地球環境部門, <sup>4</sup> 成蹊大学経済学部, <sup>5</sup> 神戸大学大学院国際文化科学研究科, <sup>6</sup> イギリス気象庁, <sup>7</sup> CSW アソシエーツデータサービス, <sup>8</sup> アメリカ海洋大気庁, <sup>9</sup> アメリカ海軍歴史センター)
雑誌名	<i>Climatic Change</i> (気候学の専門誌)
DOI	10.1007/s10584-021-02984-7
公表日	2021年2月5日(金) (オンライン公開)

## お問い合わせ先

北海道大学大学院理学研究院 特任准教授 久保田尚之 (くぼたひさゆき)

T E L 011-706-3567 F A X 011-706-2760 メール hkubota@ep.sci.hokudai.ac.jp  
U R L <https://www2.sci.hokudai.ac.jp/faculty/researcher/hisayuki-kubota>

成蹊大学経済学部 教授 財城真寿美 (ざいきますみ)

T E L 0422-37-3595 F A X 0422-37-3874 メール mzaiki@econ.seikei.ac.jp  
U R L <https://researchmap.jp/zaikimasumi>

神戸大学大学院国際文化科学研究科 教授 塚原東吾 (つかはらとうご)

T E L 078-803-7435 F A X 078-803-7435 メール togotsukahara@harbor.kobe-u.ac.jp  
U R L <http://tsukaken2.world.coocan.jp/>

## 配信元

北海道大学総務企画部広報課 (〒060-0808 北海道札幌市北区北8条西5丁目)

T E L 011-706-2610 F A X 011-706-2092 メール kouhou@jimuhokudai.ac.jp

東京都立大学管理部企画広報課 (〒192-0397 東京都八王子市南大沢1-1)

T E L 042-677-1806 F A X 042-677-1830 メール info@jmm.tmu.ac.jp

成蹊学園企画室広報グループ (〒180-8633 東京都武蔵野市吉祥寺北町3-3-1)

T E L 0422-37-3517 F A X 0422-37-3704 メール koho@jim.seikei.ac.jp

神戸大学総務部広報課 (〒657-8501 兵庫県神戸市灘区六甲台町1-1)

T E L 078-803-6678 F A X 078-803-5088 メール ppr-kouhoushitsu@office.kobe-u.ac.jp

【参考図】

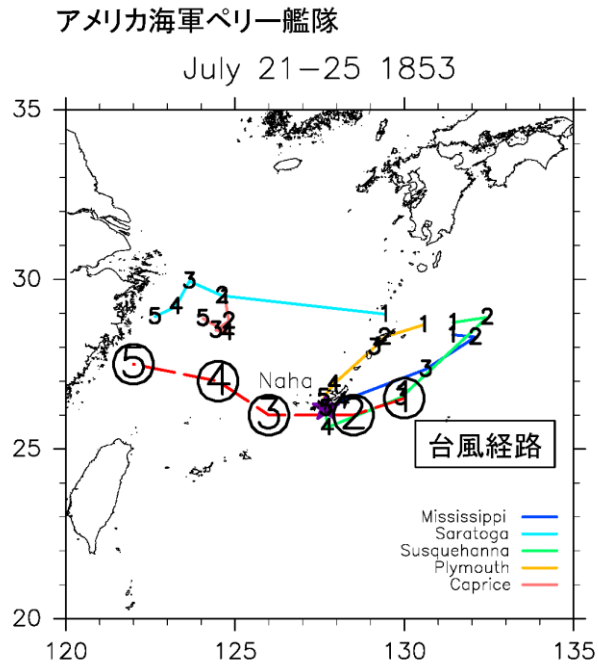


図 1. 推定した 1853 年 7 月 21 日～25 日正午の台風位置 (丸数字)。経路は赤破線、アメリカ海軍ペリー艦隊の航路はその他の色の実線で、1～5 の数字は 21 日～25 日の各日正午の位置を示す。

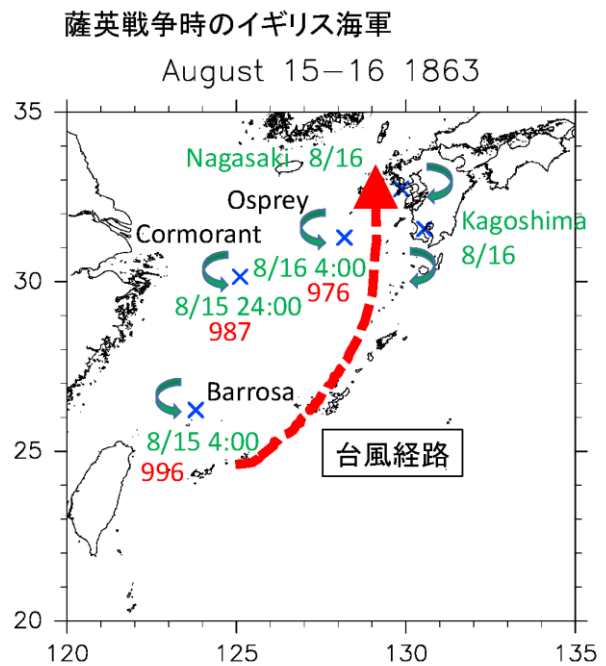


図 2. 推定した 1863 年 8 月 15 日～16 日の台風経路 (赤破線)。イギリス海軍の軍艦の位置と鹿児島、長崎を青×印で示す。赤文字の最低気圧を観測した日時を緑で、風向の変化は緑矢印で示す。

【用語解説】

- \* 1 昭和の 4 大台風 … 昭和 9 (1934) 年の室戸台風, 昭和 20 (1945) 年の枕崎台風, 昭和 34 (1959) 年の伊勢湾台風, 昭和 36 (1961) 年の第 2 室戸台風のこと。
- \* 2 ドゥボラック法 … 気象衛星データから得られる台風の形と航空機観測の実測値から経験的に台風強度を推定した手法のことで, Dvorak (1975 と 1984) が提案した。
- \* 3 データレスキュー … 各国の気象機関が紙やマイクロフィルムのまま保存している観測記録を, デジタルデータとして保存, 整備していくプロジェクトや研究のこと。国際的なデータレスキュープロジェクト ACRE (Atmospheric Circulation Reconstruction over the Earth) に参画し, 日本の研究者間で ACRE Japan を 2017 年に立ち上げ, 気象データを復元する活動を続けている。
- \* 4 再定義 … 北西太平洋や南シナ海に存在する最大風速 17.8m/s 以上の熱帯低気圧を台風と定義しているが, 1950 年代以前の最大風速データがないため, 本研究では, 上陸地点に最も近い気象台と灯台の最低気圧が 1000hPa を下回り, かつ上陸地点の両側の観測点の風向きの変化が逆になる特徴を用いて台風を再定義した。
- \* 5 全球 3 次元の気象データセット (20 世紀再解析データセット) … 気象データや海洋データを用いて, 全球 3 次元のグリッド状に再解析して作成した気象データセットのこと。日本の JRA55 をはじめ, 海外でも多く作成されているが, 気象海洋データが豊富な 1950 年代以降を対象としている。一方で, アメリカ海洋大気庁が作成した 20 世紀再解析データセットは, 地上気圧と海面水温のみで作成した全球 3 次元の気象データセットであり, 使用データの増減の影響が小さく, 気候変動研究に適している。