

令和元年6月17日現在

機関番号：32629

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2016～2018

課題番号：16H03116

研究課題名(和文) 19世紀の全国灯台気象観測記録にもとづく天気図と台風経路の復元

研究課題名(英文) Reconstruction of 19th century Japanese weather maps and typhoon events based on lighthouse meteorological records.

研究代表者

財城 真寿美 (ZAIKI, Masumi)

成蹊大学・経済学部・准教授

研究者番号：50534054

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,000,000円

研究成果の概要(和文)：19世紀末の日本各地の灯台において行われていた気象観測の記録について、1878年1月から1882年12月までの、気温・気圧・風向風速・降水量などの数値データのデジタル化を実施した。補正均質化および品質管理の完了したデータは、日々の天気図作成に使用した。さらに、当時、日本に接近・上陸した台風の経路や強度の詳細な評価を行った。その結果、19～20世紀における日本への接近台風の事例は、1870-80年代、1970-1980年代、2000年代に少ない傾向にあることが分かった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本課題で扱った19世紀末の日本各地の灯台における気象観測記録は、1877年(26灯台)に始まる。一方で、同年の気象官署は全国で3カ所しかなかった。その後、気象官署の数は増えたが、1880年時点でも8測候所に対して、灯台は35カ所あり、観測密度は灯台がまさっていた。本研究では気象庁による天気図作成開始までの7年間(1877～1882年)について、灯台気象観測記録のデジタル化を行い、毎日の天気図を復元した。これにより、19世紀末の日本付近の気圧場の変動特性に関して詳細な検討が可能となった。さらに、19世紀末に日本に上陸・接近した台風について、個々の事例を経路や強度について、詳細な考察を行った。

研究成果の概要(英文)：Old meteorological records (from January 1878 to December 1882) taken at Japanese lighthouses in the late nineteenth century have been digitized. The records contain sub-daily readings of temperature, atmospheric pressure, wind force and direction, and precipitation.

Corrected and homogenized data were used for reconstruction of daily weather maps in the 19th century around Japan, and analysis of typhoons affecting Japan. It was also revealed that typhoon landfall frequencies were relatively less during 1870-1880s, 1970-1980s and 2000s.

研究分野：気候学

キーワード：灯台気象観測記録 気候復元 台風 気象災害 19世紀 データレスキュー

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

IPCC (気候変動に関する政府間パネル) の第 5 次評価報告書では、地球規模の温暖化が人為的要因による可能性が高まったことが指摘されている。一方で、19 世紀以前の気候変動には、人為的要因よりも太陽活動や火山活動などの自然的要因が大きく働いていた可能性が高い。しかも、地域的な気温や降水量の変動は、グローバルな大気大循環の変動に支配されるローカルな気圧分布 (例えば、日本付近の気圧配置) の変動を通して引き起こされると考えられる。したがって、気候変動に及ぼす人為的要因の小さい 19 世紀における大気循環場と気候要素との関連を明らかにすることは、人間活動の影響が強まる将来の気候を的確に予測するためにも重要である。

しかし、19 世紀以前の気象観測データが得られるのは、主に欧米地域に限定されるため、日本付近の大気循環場が 19 世紀以降、どのように変動してきたのかは、ほとんど解明されていない。ローカルな大気循環場を表現する天気図を例にとれば、日本では 1883 年 3 月 1 日のものが最古とされているが、全国 22 地点の測候所 (気象官署) の観測データにもとづいて簡略的な等圧線が引かれているに過ぎない。そのため、当時日本に接近・上陸した台風についても、強度や経路などの詳細な情報は明らかになっていない。また、当研究グループの最近の研究で、気象庁が観測を開始する以前の 1820 年代～1870 年代の非公式気象観測記録から長崎、東京、横浜、大阪、水戸、函館などの気温データをデジタル化し、1850 年代～1870 年代に一時的な温暖期の存在が明らかになった。しかしながら、気圧データの地点数が少ないため、日本付近の気圧場に変動があったか否かは明らかでない。

19 世紀中頃から後半にかけての気候変動に及ぼす半球スケールの大気循環場の変動を明らかにするためには、多地点での信頼できる気圧観測データ (できれば長期間) が必要となるが、前述したように気象官署 (測候所) のデータでは不十分である。ところが、最近になって、19 世紀後半以降に全国 133 力所の灯台で行われていた気象観測記録の原簿がマイクロフィルムで気象庁に保管されていること、そしてその大半が画像ファイル (TIF) として DVD に記録保存されていることが研究協力者を通じて判明した。この灯台気象観測記録の存在は、研究協力者によってすでに報告されていたが、記録の原簿画像ファイルが保存されていることが明らかになったのは最近のことである。

1869 年 (明治 2 年)、イギリス、フランスの技術的指導のもとで、日本初の洋式灯台が観音崎に建設されて以来、次々と全国に灯台が建設され、同時に気象観測も行われるようになった。気象庁に残されていたのは 1877 年 (26 灯台) 以降の観測記録で、同年の気象官署は全国で 3 力所しかなかった。その後、気象官署の数は増えたが、1880 年時点でも 8 測候所に対して、灯台は 35 力所あり、観測密度は灯台がまさっていた。本研究では気象庁天気図が作成される前後までの 6 年間 (1877～1882 年) に限定して観測記録のデジタル化を行い、毎日の天気図を復元する。1870 年代後半～1880 年代前半は、気象庁による公式気象観測記録が少なかったが、本研究により日本付近の気圧場の変動特性に関して詳細な検討が可能となる。またこの時期には、甚大な被害をもたらした台風災害が数事例 (例えば 1878 年 9 月 15 日、1880 年 10 月 4 日、1884 年 8 月 25-26 日) あるが、多地点における詳細な気象観測データにもとづいて、気象・気候学的な評価が可能となる。

2. 研究の目的

(1) 19 世紀後半以降に全国の灯台で行われた気象観測の記録について、内容を詳細に分析し、デジタル化する観測項目 (気圧、気温、風向風速など) を選別する。具体的な方法については後述するが、1877 年 (一部 1878 年)～1882 年の 6 年間について得られる 35 灯台のデータを初年度にデジタル化する計画である。デジタル化された各観測項目について、各種補正・単位変換を行い、クオリティチェックを施す。

(2) 初年度にデジタル化と補正・単位変換等を行ったデータを用いて、翌年度は、対象とする 8 年間の毎日の天気図を復元する。そして、復元された天気図をもとに、天気図型 (気圧配置型) の分類とその季節別出現特性を明らかにする。特に、夏季～秋季に日本列島に接近・上陸した台風について、その規模・強さ、経路を復元し、近年の台風規模・強さや進行経路との比較を行う。最終的に、天気図・台風経路などから特徴付けられる 19 世紀後半の大気循環場の変動特性を明らかにする。

3. 研究の方法

(1) 1877～1882 年の全国 35 地点における灯台気象観測記録原簿に記載されている毎日の観測データ (気圧、気温、風など) をデジタル化する。

(2) デジタル化された観測記録について、補正・均質化と単位変換を行った後、天気図を復元する。台風の接近・上陸時については、別途経路図を作成する。

(3) 毎日の天気図を分類し、季節別の出現頻度やその変動特性を明らかにし、半球スケールの大気循環場、1850 年代以降の温暖期との関連を考察する。甚大な被害をもたらした台風事例について、台風の強度・経路と被害の分布状況と考察をおこない、台風災害の評価を実施する。

4. 研究成果

(1) 日本の灯台における 19 世紀末の気象観測記録の画像データをもとに、1877～1882 年の記録に含まれる、気温・気圧・風向風速・降水量の数値について、デジタル化が完了した。同時に、これらの記録についてのメタデータの整備も行った。デジタル化が完了したデータについては、補正および均質化を実施したのち、異常値の抽出などのクオリティチェックを行い、データセットを完成させた。

(2) デジタル化の完了したデータを使用して、日々の気圧配置図を作成した。合わせて、日々の気温や風向・風速の分布図も作成した。これらをもとに、19 世紀末に日本に接近・上陸した個々の台風について、経路の復元と台風の強度について考察を行った。その結果、特に強度の強い大型の台風について、上陸地点や詳細な経路が気圧配置と風向風速の空間分布の変化より復元可能であることが分かった。

(3) 19 世紀の接近・上陸台風の頻度、20 世紀の上陸台風の頻度の長期変動を考察した結果、19 世紀においては 1870～1880 年代に頻度の低い時期が、20 世紀においては 1970～1980 年代と 2000 年代に低い時期があったことが明らかとなった。さらに 20 世紀については、特に強い台風が 1930～1960 年ごろに集中していることや、1990 年代以降は上陸する台風が平均して強まる傾向にあることが明らかとなった。

(4) 灯台気象記録のほかに、新たに 19 世紀の気象観測記録 2 点の所在が明らかとなった。1 つは、米国人宣教師 J.C. Hepburn による 1863～1869 年の横浜における降水量の月統計値の一覧表である。そのデータを分析した結果、1868 年の夏季降水量が他の年に比べて多く、極端な多雨年であったことが分かった。もう一つは、1882 年 8 月～1883 年 12 月に横浜の米国海軍病院にて行われた日々の気象観測記録であり、デジタル化を実施した。

< 引用文献 >

Michael J. GROSSMAN, 財城 真寿美, 三上 岳彦, Cary MOCK, Reconstructing Typhoons Affecting Japan in 1877, 地学雑誌, 127, 457-470.

5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計 22 件)

- (1) 財城真寿美, 江戸は小氷期で寒く冬は雪景色だった, PRESIDENT, 査読無, 2018, 20.
- (2) 財城真寿美, 歴史資料から俯瞰する日本の過去の気候, 科学, 査読無, 2018, 88 巻, 13-15.
- (3) 財城真寿美, 三上岳彦, 平野淳平, Grossman M.J., 久保田尚之, 塚原東吾, 関東東南部における気象観測記録からわかる 19 世紀幕末期以降の気候の特徴, 地学雑誌, 査読有, 2018, 127 巻, 447-455.
<https://doi.org/10.5026/jgeography.127.447>
- (4) 平野淳平, 三上岳彦, 財城真寿美, 広島の古日記天候記録による 1779 年以降の夏季気温の復元, 地理学評論, 査読有, 2018, 91 巻, 311-327.
- (5) 久保田尚之, 18 世紀末から 19 世紀の北海道周辺での気象観測記録, 細氷, 査読有, 2018, 64 巻, 6-7.
- (6) Mikami, T., Zaiki, M., Hirano, J., Morishima, W., Overview of the Special Issue "Meteorological Disasters and Climate Variations in Historical Times", Journal of Geography, 査読無, 2018, 127 巻, 439-442.
- (7) Kubota, H., Comparison of tropical cyclones Haiyan and Talas with tropical cyclones having similar tracks in the past 120 years, Journal of Geography, 査読有, 2018, 127 巻, 471-482.
<https://doi.org/10.5026/jgeography.127.471>
- (8) Hirano, J., Mikami, T., Zaiki, M., Nishina, A., Analysis of Precipitation Data at Yokohama, from 1863 to 1869 observed by J.C. Hepburn, Journal of Geography, 査読有, 2018, 127 巻, 531-541.
<https://doi.org/10.5026/jgeography.127.531>
- (9) Grossman, M.J., Zaiki, M., Mikami, T., Mock, J., Reconstructing Typhoons Affecting Japan in 1877, Journal of Geography, 査読有, 2018, 127 巻, 457-470.
<https://doi.org/10.5026/jgeography.127.457>
- (10) Hayakawa, Y.S., Zaiki, M. 他, Characteristics of debris avalanches deposits inferred

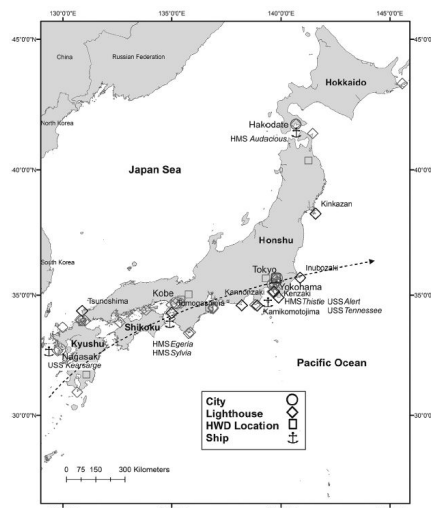


Fig. 4 Same as Fig. 1 except for the October 11 typhoon.

図 1: 1877 年 10 月 11 日に上陸した台風の推定経路およびデータの所在地 (Grossman et al., 2018)

from source volume estimate and hummock morphology around Mt. Ercies, central Turkey, Natural Hazards and Earth System Sciences, 査読有, 2018, 18 巻, 429-444.
DOI: 10.5194/nhess-18-429-2018

- (11) Tsukahara, T. New Currents in Science: The Challenge of Quality, examining the discrepancies and incongruities between Japanese techno-scientific policy and the citizens' science movement in post-3/11 Japan, Futures, 査読有, 2017, 91, 84-89.
<https://doi.org/10.1016/j.futures.2017.04.008>
- (12) 塚原東吾, 気象談話室: 科学史のなかでの気象学史「歴史の科学化」と社会史視点という両輪. 天気, 査読無, 2017 年, 64 巻, 625-630.
- (13) Kubota, H., Shirooka, R. 他, Tropical cyclone influence on the long-term variability of Philippine summer monsoon onset. Progress in Earth Planetary Science, 査読有, 2017, 4 巻, 1-12.
<https://doi.org/10.1186/s40645-017-0138-5>
- (14) 平野淳平, 歴史イベントと気候との関りをどう教えるか - 歴史気候学からの視点 -, 地理の研究, 査読無, 2017 年, 197 巻, 9-17.
- (15) 財城真寿美, 日本の気象観測の礎を築いたシーボルト, 地理, 査読無, 2016, 61(8) 巻, 15-22.
- (16) 三上岳彦, エルニーニョ, ラニーニャ現象とアジア・太平洋地域の天候異常, 地理の研究, 査読無, 2016, 195 巻, 33-41.
- (17) 三上岳彦, 史上最大規模の「シーボルト台風」, 地理, 査読無, 2016, 61(8) 巻, 23-29.
- (18) 塚原東吾, 蘭学における医学の意味を < 藤井文庫コレクション > から再考する, 東洋学報, 査読無, 2016, 97 巻, 491-493.
- (19) 塚原東吾, シーボルトは何をした人物なのか: 近年の歴史研究の最前線から, 地理, 査読無, 2016, 61(8) 巻, 4-14.
- (20) Grossman, M.J., Zaiki M., and Oettle S., An Analysis of Typhoon Tracks around Japan Using ArcGIS. Papers in Applied Geography, 査読有, 2016, 2, 352-363.
- (21) 熊澤里枝, 筆保弘徳, 久保田尚之, 1900 年から 2014 年における日本の台風上陸数, 天気, 査読有, 2016, 63 巻, 855-861.
- (22) Nagata, R., Mikami, T., Changes in the relationship between summer rainfall over Japan and the North Pacific subtropical high, 1901-2000. International Journal of Climatology, 査読有, 2016, 37, 3291-3296.
<https://doi.org/10.1002/joc.4915>

〔学会発表〕(計 32 件)

- (1) 平野淳平, 歴史天候記録による台風経路復元に向けた展望と課題, 日本地理学会, 2019.
- (2) 三上岳彦, 財城真寿美, The climate of Hakodate (Hokkaido) in 1850-60s and the global warming, 北方圏国際シンポジウム, 2019.
- (3) 久保田尚之, 松本淳, 三上岳彦, 財城真寿美, 日本に上陸した台風の長期変動に関する研究(1881-2018), 日本地理学会, 2019.
- (4) 久保田尚之, 松本淳, 赤坂郁美, 財城真寿美, 小林茂, フィリピンの降水量データレスキューから発展した夏季アジアモンスーン変動研究, 日本地理学会, 2018.
- (5) 久保田尚之, Allan R., Wilkinson, C., Brohan, P., Wood, K., Mollan, M., 江戸時代後期に来航した外国船の航海日誌の気象データから復元する日本周辺の気候, 日本気象学会, 2018.
- (6) 三上岳彦, 平野淳平, 気候変動による諏訪湖「御神渡」発生頻度の激減, 日本地理学会, 2018.
- (7) Zaiki, M., Grossman, M., Tsukahara, T., Mikami, T., Reconstruction of climatic conditions and typhoons around Japan in the late 19th century based on instrumental meteorological records. 11th ACRE Meeting, 2018.
- (8) Tsukahara, T., Preliminary Research in Japan's War-time Meteorological Record, 11th ACRE Meeting, 2018.
- (9) Kubota, H., Matsumoto, J., Zaiki, M., Mikami, T., Hirano, J., Tsukahara, T., Grossman, J., Overview of Recent Progress of ACRE Japan Data Rescue of Typhoons and Ship Logs Activities, 11th ACRE Meeting, 2018.
- (10) Kubota, H., Historical Tropical Cyclone Landfall in Japan Back to Mid-19th Century, Asian Extremes Climate, Meteorology and Disaster in History, 2018.
- (11) Kubota H. 他, Using the weather observations in US Naval Japan Expedition ship logs of Perry's fleet for understanding the climate in east Asia during 1850s. American Geophysical Union Fall Meeting, 2018.
- (12) Kubota H. 他, Observation study for understanding the relationship between lightning activity and tropical cyclone intensity in the Philippine Sea, Asia Oceania Geosciences Society, 2018.
- (13) Kubota H., Zaiki M. 他, Climate Variability in the Asian monsoon region during the

past 200 years through the data rescue activities, Japan Geosciences Union Meeting, 2018.

- (14) 財城真寿美, 19 世紀の在箱館ロシア領事館における気象観測記録, 日本気象学会気象学史研究会, 2017.
- (15) 財城真寿美, 塚原東吾, 平野淳平, 三上岳彦, 日本における 19 世紀気象観測記録の収集とデジタル化, 日本地理学会, 2017.
- (16) 三上岳彦, 財城真寿美, 観測所の移転による気温日変化の補正-19 世紀・函館(ロシア領事館)気象観測データの事例, 日本地理学会, 2017.
- (17) 三上岳彦, 財城真寿美, 灯台観測データによる 19 世紀の台風天気図復元, 日本地理学会, 2017.
- (18) 平野淳平, 三上岳彦, 北半球における冬季気温変動と大気循環場の関係, 日本地理学会, 2017.
- (19) 久保田尚之, 日本近海でのモンスーンジャイアの形成と台風活動-2016 年, 1950 年の事例-, 日本地理学会, 2017.
- (20) 久保田尚之, 2016 年 8 月の台風環境場と 1950 年 8 月の事例との比較, 日本気象学会, 2017.
- (21) Zaiki, M., Mikami, T., Grossman, M., Kubota, H., Hirano, J., Nagata, R., Reconstruction of climatic conditions and typhoons around Japan in the late 19th century based on instrumental meteorological records, European Meteorological Society Annual Meeting, 2017.
- (22) Mikami, T., Zaiki, M., Hirano, J., Reconstruction of the intensity and track of historic typhoon of 17 September 1828 based on meteorological observations from Nagasaki, Japan. European Meteorological Society Annual Meeting, 2017.
- (23) Hirano, J., Mikami, T., Zaiki, M., Reconstruction of Summer temperature since the 18th century in western Japan. European Meteorological Society Annual Meeting, 2017.
- (24) Kubota, H., Recovery of tropical cyclone activity in the western North Pacific in 1950, Asia Oceania Geosciences Society, 2017.
- (25) Kubota, H., Data rescue of station and tropical cyclone track data in East and Southeast Asia, ACRE workshop 11, 2017.
- (26) Tsukahara, T., Zaiki, M., From Dutch Colonial-Scientific Empire, British Imperial Media-Network, to the Japan's Great East Asia Co-Prosperity Sphere, Workshop: Weather Science, Extreme Weather and Disaster Histories, 2017.
- (27) Zaiki, M., Japan Climate Data Project (JCDP) - The 19th century meteorological records and the lighthouse meteorological data in Japan, ACRE CHINA Workshop, 2016.
- (28) Zaiki, M., Reconstruction of Weather Maps and Typhoon Tracks in the 19th Century based on the Lighthouse Meteorological Observations in Japan, International Workshop on "Meteorological observations and typhoon tracks in Japan during the 19th century", 2016.
- (29) Hirano, J., Unusual heavy rainfall in 1868 observed by J.C.Hepburn, International Workshop on "Meteorological observations and typhoon tracks in Japan during the 19th century", 2016.
- (30) Mikami, T., Several attempts at reconstructing typhoon intensities and tracks in the 19th century from meteorological data and historical documents, International Workshop on "Meteorological observations and typhoon tracks in Japan during the 19th century", 2016.
- (31) Kubota, H., Kumazawa, R., Fudeyasu, H., Tropical cyclone landfall in Japan during 1900-2014. 32th AMS Conference on Hurricanes and tropical Meteorology, 2016.
- (32) Kubota, H., Matsumoto, J., Zaiki, M., Ishii, M., Kumazawa, R., Fudeyasu, H., Akasaka, I., Japan Climate Data Project (JCDP) -Data Rescue of Weather Station and Tropical Cyclone Track Data Along the Coast of East and Southeast of Asia, ACRE CHINA Workshop, 2016.

[図書](計 2 件)

- (1) 塚原東吾編, 勁草書房, 帝国日本の科学思想史, 2018, 448
- (2) Zaiki, M., Mikami, T., Springer, Tokyo as a Global City, 2018, 35-52.

[その他]

ホームページ等
<https://jcdp.jp/>

6. 研究組織

(1) 研究分担者

研究分担者氏名：三上 岳彦
ローマ字氏名：MIKAMI Takehiko
所属研究機関名：帝京大学
部局名：文学部
職名：教授
研究者番号（8桁）：10114662

研究分担者氏名：塚原 東吾
ローマ字氏名：TSUKAHARA Togo
所属研究機関名：神戸大学
部局名：国際文化学研究科
職名：教授
研究者番号（8桁）：80266353

研究分担者氏名：久保田 尚之
ローマ字氏名：KUBOTA Hisayuki
所属研究機関名：北海道大学
部局名：理学研究院
職名：特任准教授
研究者番号（8桁）：40359211

研究分担者氏名：平野 淳平
ローマ字氏名：HIRANO Junpei
所属研究機関名：帝京大学
部局名：文学部
職名：准教授
研究者番号（8桁）：80567503

(2)研究協力者

研究協力者氏名：GROSSMAN Michael
ローマ字氏名：GROSSMAN Michael

研究協力者氏名：DEMAREE Gaston
ローマ字氏名：DEMAREE Gaston

研究協力者氏名：BEILLEVAIRE Patrick
ローマ字氏名：BEILLEVAIRE Patrick

研究協力者氏名：JONES Phil
ローマ字氏名：JONES Phil

研究協力者氏名：津村建四郎
ローマ字氏名：TSUMURA Kenshiro

研究協力者氏名：饒村 曜
ローマ字氏名：NYOMURA You