Kobe University Repository : Kernel

PDF issue: 2025-05-04

小氷期における東アジアの強風災害とその変動

田上，善夫 ； デマレー，ガストン ； ミリエ，パスカル ； ベイヴェール，パトリック ； 三上，岳彦 ； 財城，真寿美 ； 塚原，東吾 ； 平野，淳平

(Citation)
地学雑誌,127(4):513-529

(Issue Date)
2018

(Resource Type)
journal article

(Version)
Version of Record

(URL)
https://hdl.handle.net/20.500.14094/90005664

地学雑誌　Journal of Geography（Chigaku Zasshi）　127（4）513–529 2018　doi:10.5026/jgeography.127.513

小氷期における東アジアの強風災害とその変動

田　上　善　夫[*+]　ガストン・デマレー[**]　パスカル・ミリエ[**]
パトリック・ベイヴェール[***]　三　上　岳　彦[****]　財 城 真 寿 美[*****]
塚　原　東　吾[******]　平　野　淳　平[****]

Strong Wind Hazards and Their Variations in East Asia during the Little Ice Age

Yoshio TAGAMI[*+], Gaston R. DEMARÉE[**], Pascal MAILIER[**],
Patrick BEILLEVAIRE[***], Takehiko MIKAMI[****], Masumi ZAIKI[*****],
Togo TSUKAHARA[******] and Junpei HIRANO[****]

［Received 14 July, 2017; Accepted 14 February, 2018］

Abstract

Climate variations in East Asia during the Little Ice Age are reconstructed using wind records together with chronicles of weather disasters in Japan and China, as well as weather observations from Okinawa in the 1850s. The results of analyses are as follows: (1) On the basis of numerous records that remain for the southern coast of Japan and the south-eastern coast of China, it appears that many rainstorm disasters occurred during the summer period in both Japan and China. They usually took place one or two months later in Japan than in China; (2) Observations in Naha show that, when air pressure drops considerably, wind speed is very high and its direction rotates. Following unusual air pressure falls in Naha, strong winds caused disasters in China or in Japan. It is thought that these events are linked to movements of typhoons; (3) Increases in windstorm damage occurred during different periods in Japan and China. This may be related to changes in atmospheric circulation. Cool summer periods are observed around 1705, 1740, 1765, 1785, 1830, and 1845. The year 1855 marks a turning point between periods with prevailing cool states and periods with prevailing warm states.

Key words：climate variation, Little Ice Age, East Asia, typhoon, wind disaster, weather observation

キーワード：気候変動，小氷期，東アジア，台風，風災，気象観測

[*] 富山大学人間発達科学部
[**] ベルギー王立気象研究所
[***] フランス国立科学研究センター
[****] 帝京大学文学部
[*****] 成蹊大学経済学部
[******] 神戸大学院国際文化学研究科
[+] 現所属：富山大学名誉教授
[*] Faculty of Human Development, University of Toyama, Toyama, 930-8555, Japan
[**] Royal Meteorological Institute of Belgium, B-1180 Brussels, Belgium
[***] French National Center for Scientific Research, Japan Research Center, Ecole des Hautes Etudes en Sciences Sociales, 75006 Paris, France
[****] Faculty of Liberal Arts, Teikyo University, Hachioji, 192-0395, Japan
[*****] Faculty of Economics, Seikei University, Musashino, 180-8633, Japan
[******] Graduate School of Intercultural Studies, Kobe University, Kobe, 657-8501, Japan
[+] Present address: Emeritus Professor, University of Toyama, Toyama, 930-8555, Japan

I. はじめに

歴史時代の気候変動は，初期の気象観測資料を用いて，また代替資料による復元や数値モデルによる再現など，さまざまな方法により解明されてきた。ただし，それらの結果には相異がある。歴史時代でも近世の小氷期は，さまざまなアプローチが可能であり，その開始時期から終了時期まで，さまざまに解明されている。それらは相互に詳細な検討を必要とするが，文書史料に記された気象災害記録は，歴史時代の気候変動の復元への，十分な時間的精度や空間的広がりを有するため，とくに重要である。また，日本や中国などの多くの気象災害史料を用いることができる。

これまでに気象災害記録を用いて，小氷期の広域の気候変動が復元されている。たとえば，日本と中国の明の時代の気象災害記録から，14–15 世紀の年・季節ごとの広域の気候災害分布図がつくられ，気候変動が復元されている。とくに 1440 年代と 1480 年代の飢饉などの災害増加が指摘されている（田上, 2015a）。また藤木久志（2007 年）による『日本中世気象災害史年表稿』を利用して，16 世紀初頭の気象災害記録が分析され，この頃の冬・春季の寒冷や夏季の温暖が指摘されている（田上, 2015b）。これらでは，気象災害一般を対象とし，旱魃や暑夏，また霖雨や冷夏，などの各年の気候災害の分布の特色から，おもに寒暖が判別されている。南と北の地域間で，寒暖の分布が対照的になることが多いが，このことは循環系の変動によるものと推定されている。

一方小氷期でも 19 世紀頃になると，多くの初期気象観測記録が残されるようになる。気候要素の風に関する記録に基づくと，循環系のより直接的な復元が可能となる。たとえば日本でも沖縄で，フュレ（Louis Théodore Furet）により気象観測が行われたが，気圧や風の記録から台風のような強風を推定することができる。それらには，日本や中国の強風災害との関係がみられ，強風災害記録から気象観測以前の循環系の変動の復元を行うことができる。

本論では長期間にわたり広域から得られる強風災害記録と，短期間ではあるが直接の気象観測記録を用いる。この両者の比較検討により気候復元の有効性を確認し，さらに東アジア周辺の長期間の循環系の変動を復元する。それに基づき，19 世紀中頃とされる小氷期から温暖化期への移行時における，詳細な気候変動およびその要因の解明を試みる。

II. 資料と方法

1）気象災害の史料・資料

1-1）日本の災害記録

日本でも歴史時代の気象災害が，多くの年代記などにまとめられている。そのなかでも多数の古文書から，気象災害記録が『日本気象史料』（中央気象台・海洋気象台, 1939）にまとめられている。なかでも暴風雨に関する記録は多数あり，ここでは同書を基本的に用いる。同書では気象災害が種類別にまとめられ，グレゴリオ暦換算日付も併記されている。

また日本でも 19 世紀には各地で気象観測が行われ，たとえば天保九（1838）年から安政元（1854）年までの，江戸での気象観測記録である「霊憲候簿」をはじめ，北海道から九州の各地で気象観測記録が残されている。ここでは日本でも中国にもっとも近い那覇での観測記録を用いる。

1-2）中国の災害記録

中国では，紀元前から清代までの気象災害記録が『中国三千年気象記録総集』にまとめられている。4 分冊にされ，第 1 冊は元代以前，第 2 冊は明代，第 3，4 冊には清代の記録を収めている（張, 2004a, b）。清代は 1644 年以降にあたるが，記録はそれ以前の年代に比べて非常に多い。

同記録では年ごと，省・市・自治区ごとに，災害がまとめられている。災害記録の日付は中国暦によるが，グレゴリオ暦への変換には，兩千年中西暦轉換[1] を使用した。

1-3）那覇での気象観測

那覇で 19 世紀の半ばに，風向・風力を含む気象観測が行われた。仏人宣教師のフュレは，仏国のフリゲート艦ラ・シビル（La Sibylle）に乗船して，1855 年 2 月 26 日に那覇に到着した。そ

の後長崎，香港，韃靼海峡などに出かけて那覇に戻り，さらに長崎に移って1869年10月に日本を離れ仏国に戻る。この頃仏国は，クリミア戦争（1853–1856年）のさなかにあり，日本も1854年3月に米国と和親条約を結び，さらに同年10月には英国と，翌1855年2月に露国と和親条約を結ぶという変動期であった。

フュレは那覇に1856年10月26日に戻り，1856年12月18日から1858年9月30日にかけて，自身により気象観測を行った。すなわち毎日，地方時で06，10，13，16，22時の5回，気圧，気温，乾球・湿球温度計による水分状態，天空状態，風向・風力，雲量と雲の状態，さらに台風や地震について観測した（Demarée *et al*., 2015）。

フュレによる記録は，観測値のほか月ごとにまとめられ，各月の平均の気温，露点温度，相対湿度が示されている（Demarée *et al*., 2016a）。その気圧の更生値 H（= p_corrected）は，観測値 h（= p_observed）に基づき，$H = h$（1 − T/6196）で表される（Demarée *et al*., 2016b）。ここでは気圧に関して，1856年12月から1858年9月の更生値としてFuret_pression_atmospherique_v3[2]を用いる。

2）強風災害の分析

2-1）強風の名称

災害をもたらす強風はさまざまであり，また多くの名称で記録されている。日本での強風災害は，おもに熱帯低気圧，台風によるものである。日本では，台風と呼ばれる以前には「颱風」「颶風」，また古くは「野分」と呼ばれてきた。

このうち颶風は，とくに中国の中部から南部の沿岸において使われている。台湾では，颶風とならび台風とも呼ばれている。はじめに，これら強風の名称の由来について検討する。

2-2）初期欧州人の呼称

日本付近へ欧州からの来航初期に，強風が「トゥファオ（tufão）」として記された。すなわち，ガスペル・ダ・クルス（Gasper da Cruz）は，ポルトガル語で以下のように記した。「1555年9月に大風雨があり，風は全方向から吹いた。中国ではトゥファオと呼んだ。多年にわたり吹くが，年間には1度である。風が荒れ狂い，航海中の船を陸に打上げて大穴をあけ，人は自分の足では立てずに互いにもたれかかり，物を驚くべきものにしてしまう」[3]。さらに，1614年には「tuffon」，1695年には「tifone」とも記され，「typhoon」と綴られるのは17世紀末からという（Hirth, 1880）。

このトゥファオは，19世紀にはアラビア語起源と考えられた。「ttúffân」は，アラビア語のみならず，ペルシャ語，トルコ語，ヒンドスタン語，マレー語の辞書にもあり，「ttôf」は溢れること，大洪水を示している。さらにマレー語辞書では「tufan」はアラビア語起源の大嵐とされ，欧州人がトゥファオと呼んだのは，マレー人を介したためと考えられている（Hirth, 1880）。

2-3）中国南部での呼称

ただしタイフーンに似た名称は，中国語にもみられる。海南島や雷州半島では，「ta-fung」あるいは「tai-fung」（大風）が崇められる。台湾の年代記では，1694年に，沿岸部での強風を「t'ai-fung」（颱風）とよんだ。「kü」（颶）は強い風で，突然吹いて突然止み，2月から5月に出現する。その強いものが「t'ai」（颱）で，日夜吹き，6月から9月に出現する。三月二十三日の媽祖颶の後に南風となり，秋の白露からは北風となる。どの方角からも吹くのが颱である。台湾海峡の両岸で「ty」というが，地方に限られ，颱風は一般的な名称ではないとされる（Hirth, 1880）。

広州では，海風四面からのものを颶風といい，颶風は虹蜺多く颶母という（瑞, 1966）。ただし，この『廣州府志』では颱風にはふれられていない。また福建南部では，古くから「タイホン」と呼ばれていたが，颱の字は新たにつくられたものという。

2-4）台湾の颶風と颱風

台湾では，明治30（1897）年から昭和3（1928）年の32年間では，77回の損害を伴う暴風があり，年間2回ほどである。ただし大正3（1914）年には7回，明治36（1903）年に6回と多かったが，明治40（1907）年と大正5（1916）年は皆無で，明治41（1908）年と大正

4（1915）年には1回であった。月別出現率は，5月1％，6月7％，7月23％，8月38％，9月22％，10月9％であり，8月を中心に多くなる（臺灣總督府, 1929）。

また台湾では，年間の颶風の日が定められている（表1）（蔣, 1985）。強風災害が夏季に集中するのに対して，颶風の日は年間を通して定められていることからも，颶風とは必ずしも台風ではなく，強風の総称にあたることを示している。

1685年に編纂が開始された『臺灣府志』では，台風について以下のように記される。「風大而烈者為颶　又甚者為颱　颶常驟發　颱即有漸　颶或瞬發倏止　颱即常連日夜或数日而止　大約正二三四月發者為颶　五六七八月發者為颱　九月即北風初烈　或至接連累月俗称為九降　風間或有颱即驟至如春颶　船在洋中　遇颶猶可為　遇颱不受也（蔣, 1985）」すなわち颱は颶に比べてとくに強く，現れることは少ないが長く続き，五月から八月に多く，海上で遭遇してはならないとされ，颱と颶は明瞭に区別されている。

2-5）tufão と颱風

上述のように台風に関連した用語について，16–17世紀頃より多くの記録が残されている。相互に類似しているが，用語は時代や地域により不統一であった。これは，当時のこの地域の状況によると考えられる。すなわち，欧州からの来航の後，台湾は1624年よりオランダが統治したが，明の滅亡後の1661年に台湾入りした鄭氏が支配し，さらに1683年に清朝下となった。この間に用語が変化している。

それ以前より，航海者の間で台風は重要な関心事であり，南アジアから東アジアにかけて，アラビアのttúffân，マレーのtufan，中国南部のtai-fungなど類似の用語が存在していた。それが欧州からの来航者により，tufão，tuffon，tifoneなどのように記された。中国でも陸上では洋上に比べて台風への関心は薄く，台風は颶風のなかに含まれていたが，清が台湾に進出するにあたり，新たに颱の字がつくられて，颱風は颶風とは別のものとして明確に区別されるようになった。そのよみから，タイフーンの綴りとなったと考えられる。ただし，最初の記述にあるtufãoは定着していないことから，それが颱風になったわけではないと考えられる。

東アジアが欧州と交渉するなかで，台湾も清の支配下となった。そのためこの時代以降とくに台湾付近で，台風を明確に記録することにつながったと考えられる。

表1　台湾における暦の上での颶風の日.

Table 1　*Gufu*（Hurricane）day on the calendar in Taiwan.

月	日	颶[*1]	颶[*2]
正月	初四日	接神颶	接神颶
正月	初九日	玉皇颶	玉皇颶
正月	十三日	関爺颶	劉将軍颶
正月	十五日	–	上元颶
正月	二十九日	烏狗颶	烏狗颶
二月	初二日	白髭颶	白髭颶
三月	初三日	元帝颶	元帝颶
三月	十五日	眞人颶	眞人颶
三月	二十三日	媽祖颶	媽祖颶
四月	初八日	佛子颶	佛子颶
五月	初五日	屈原颶	屈原颶
五月	十三日	関爺颶	関帝颶
六月	十二日	彭祖颶	彭祖颶
六月	十八日	彭祖婆颶	彭婆颶
六月	二十四日	洗炊籠颶	–
六月	二十九日	–	文丞相颶
七月	十五日	鬼颶	中元颶
八月	初一日	灶君颶	竈君颶
八月	十五日	魁星颶	魁星颶
九月	十六日	張良颶	張良颶
九月	十九日	観音颶	観音颶
十月	初十日	水仙王颶	水仙王颶
十月	二十六日	翁爹颶	翁爺颶
十一月	二十七日	普菴颶	普庵颶
十二月	二十四日	送神颶	送神颶
十二月	二十五日	天神下降颶	–
十二月	二十九日	火盆颶	火盆颶

[*1] 蔣（1985），[*2] 伊能（1965）.
[*1] Chiang（1985），[*2] Ino（1965）.

III. 近世の強風災害

1）強風災害の出現地域と時期

1-1）強風の種類

日本では強風災害は，おもに暴風雨を中心に記録されている。

一方中国では，強風災害の表現は極めて多い。『中国三千年気象記録総集』からは，約 1,000 通りの気象災害が抽出される。そのうち強風に関して，約 200 通りの表現がある（表 2）。もっとも記録の多いのは，大風あるいは大風雨に関するものである。同様に颶風に関するものも，多数出現する。そのほか，風に関する表現は多岐にわたる。強い風として暴風，狂風，疾風，烈風，旋風などがある。異常な風として驟風，飄風，震風，异風などがある。色彩で風を表す黄風，黒風，紅風などがある。高温の風として熱風，炎風，飈風などがある。

1-2）出現地域

日本の 19 世紀の暴風雨記録を，関東，近畿など 9 地方ごとに集計する。1801–1887 年に暴風雨の記録は 367 件あり，関東から九州の，太平洋岸を含む地方で多い。一方，中国地方，東北，北海道では少ない（図 1）。

中国では 1801–1900 年には，計 2,567 件の風災が記録されている。記録数を 31 の省・特別市・自治区および台湾について集計すると，山東省，広東省，浙江省，河北省ではとくに多い。

この強風災害のなかには，颶風による災害が 389 件含まれている。颶風を内数として図に示す。颶風は，広東省を中心に，浙江省，海南省，上海市，福建省などで多い。すなわち長江以南の沿岸部に多い。

さらに，台湾を中心にして計 11 件の台風が記録されている。台風は，1850 年代以降に現れており，台湾で 9 件，福建省で 1898 年に 1 件，遼寧省で 1896 年に 1 件ある。

なお台湾では颶風災害は，19 世紀の前半には 5 件，後半には 6 件記録されている。

1-3）出現時期

強風災害のなかでも，とくに熱帯低気圧にかかわると考えられる，日本では暴風雨など，中国では颶風などを対象とする。19 世紀での記録数は，日本で 262 件，中国では 389 件である。

日本の暴風雨と中国の颶風の出現数を月別に集計し，季節変化を比較する。いずれも夏季に多いが，日本の暴風雨災害は 9，8，10 月に多く，また中国の颶風災害は 9，8，7 月に多い（図 2）。ただし，台湾などの台風災害は計 11 件と少ないため，これには含めていない。

中国に比べて日本では，強風災害の出現時期が 1–2 か月遅れる。現在でも日本での災害は中国より遅く現れるが，本集計結果も同様であり，抽出された記録がおよそ台風に関連することを示している。

2）那覇での気象観測と日中の強風災害

2-1）気圧と風の変化

II 章 1)節のように，19 世紀半ばの那覇での気象観測記録を用いる。観測の実施は時刻により必ずしも均一ではなく，欠測の多い時刻もある。欠測は，06 時は 4.6%，10 時は 16.1%，13 時は 35.3%，16 時は 35.4%，22 時は 2.8%であり，とくに午後の，13 時と 16 時に集中している。また，七曜による差異は明瞭ではない。このことは観測を行ったフュレの他の用務によると考えられるが，詳細は不明である。

気圧について，期間中のすべての観測記録を図示する。気圧は夏季に低く 755 mmHg（1007 hPa）となり，冬季に高く 765 mmHg（1020 hPa）程度となる年変化がみられる（図 3）。

2-2）気圧の異常低下と強風

気圧は短期的には 3–4 日の総観周期の変化が大きいが，変動の幅は 10 mmHg（13.3 hPa）以内にとどまることが多い。しかし，しばしば急速な昇降がみられる。とくに，1857 年 5 月 18 日には 40 mmHg（53 hPa）低下し，同日 16 時には 721.6 mmHg（962.1 hPa）を記録した。それより小さなものを含め，この期間には計 8 回の異常な気圧低下がみられる。

気圧と同時に，風向・風力も観測されている。気圧の異常低下時には，風力は 4–5 に達することが多い。またそのとき風向は，いずれの方位も

表 2　中国の強風災害の名称と出現数.

Table 2　Names and number of appearances of strong winds in China.

風	出現数	大風	出現数	風雨	出現数	強風	出現数	颶風	出現数	他（含色彩）	出現数	他（含高温）	出現数
黄風大作	1	大風	104	風雨	11	風潮陡発	1	颶風	73	台風淋雨	1	熱風	1
海風大作	1	大風起	1	風雨狂驟	1	風雪殺晩稲	1	颶風作	6	風驟起	1	炎風日作	1
狂風	3	大風雨	58	風雨大作	11	風声如雷	1	颶風大作	33	風雨驟至	1	炎風如炙	1
疾風甚雨	2	大風雨雷電	2	風雨大至	1	風翔	1	颶風陡作	1	驟風雨	1	炎風如火	1
疾風猛雨	1	大風雨震電	1	風雨暴作	2	暴風	12	颶風异常	1	飄風狂驟	1	風日如火	1
旋風	2	大風雨抜木	2	風雨暴至	2	暴風雨	1	颶風灾	1	飄屋瓦	1	颱風猝起	1
旋風大作	1	大風雨海溢	1	風雨交作	1	暴風雷雨	1	颶風壊堤	1	飄瓦抜木	1	風炙	1
风	3	大風折苗	1	風雨不時	1	暴風怒髪	1	颶風抜木	2	震風凌雨	1	発屋走石	1
風刮	2	大風折木	3	風雨調和	2	暴風吹折考棚	1	颶風揚沙	1	黄塵蔽天	1	抜木	1
風霾大作	3	大風傷禾	2	風雨害稼	1	朔風大作	1	颶風害稼	2	屋瓦皆飛	1	飛沙迷空	1
風霾障天	1	大風傷麦	1	風雨海嘯	1	北風大作	2	颶風傷禾	1	吹沙昼晦	1	飛雪	1
風霾傷麦	1	大風傷稼	1	風雨連綿	1	北風甚寒	1	颶風坏禾	1	异風	2	揚沙折木	2
風折豆苗	1	大風損禾	2	風雨寒	1	烈風	6	颶風損坏民屋	1	天黄黒	1	揚沙蔽天	1
風雹	2	大風偃禾	1	雷電風雨	1	烈風雨雹	1	颶風激浪	1	黒風大作	2	龍見南方	1
風雹傷麦	1	大風坏麦	1	大雷電風雨	1	烈風甚雨	1	颶風大雨	10	黒風抜木	1	民多溺死	3
風雹尤巨	1	大風坏屋	1	大風雷雨	1	烈風暴雨	5	颶風驟雨	1	黒風驟起	1	海風大発	1
風大雹小	1	大風伐屋	2	大風冰雹	1	怪風陡起	1	颶風甚雨交作	1	黒風弥天	1	雷電以風	1
風土蔽天	1	大風坏民居	1	大風雨雪	2	烈風経旬	1	颶風暴雨	3	黒風揚沙	1	大雷電以風	1
風気怒号	1	大風大雨	1	大風雨坏	1	烈風抜木拆屋	1	颶風霪雨	1	黒風如烟	1	大雷雨以風	1
風雷暴作	1	大風浹旬	1	大風沙	1	疾風	1	颶風霖雨大作	1	大黒風	5	風如磷火	1
風潮灾	1	大風潮	14	大風圮石坊二	1			颶風大水	1	黒旋風	1	風中如磷火	1
風潮漫溢	2	大風摧隕	1	雨雹大風	1			颶風海溢	2	黒気一団	1	風不烈	1
風潮海嘯	1	大風覆舟	1					颶風涌潮	1	黒紅大風	1	風調玉	1
風潮汹涌	1	大風抜起	1					颶復起	1	紅風	1	圮于風	1
風潮狂猛	1	大風抜木	31					颶突作	1	赤風昼晦	1	五風十雨	1
被風被水	1	大風抜樹	2					颶帯雨	1	黄風	1	風乃止	1
		大風掀揭	1					暴颶	1	黄風傷麦	1	恒風	1
		大風霾	12					大颶	2	狂風大作	1		
		大風雷雨雹	1					大颶抜木	1	狂風抜木	1		
		大風飄瓦	1					大颶抜木坏屋	1	狂風抜樹	2		
		大風竟夜	1					陡起颶風	1	狂風抜巨木	1		
		大風寒	2							狂風大雨	1		
		大寒風	1										
	37		256		46		41		155		39		30

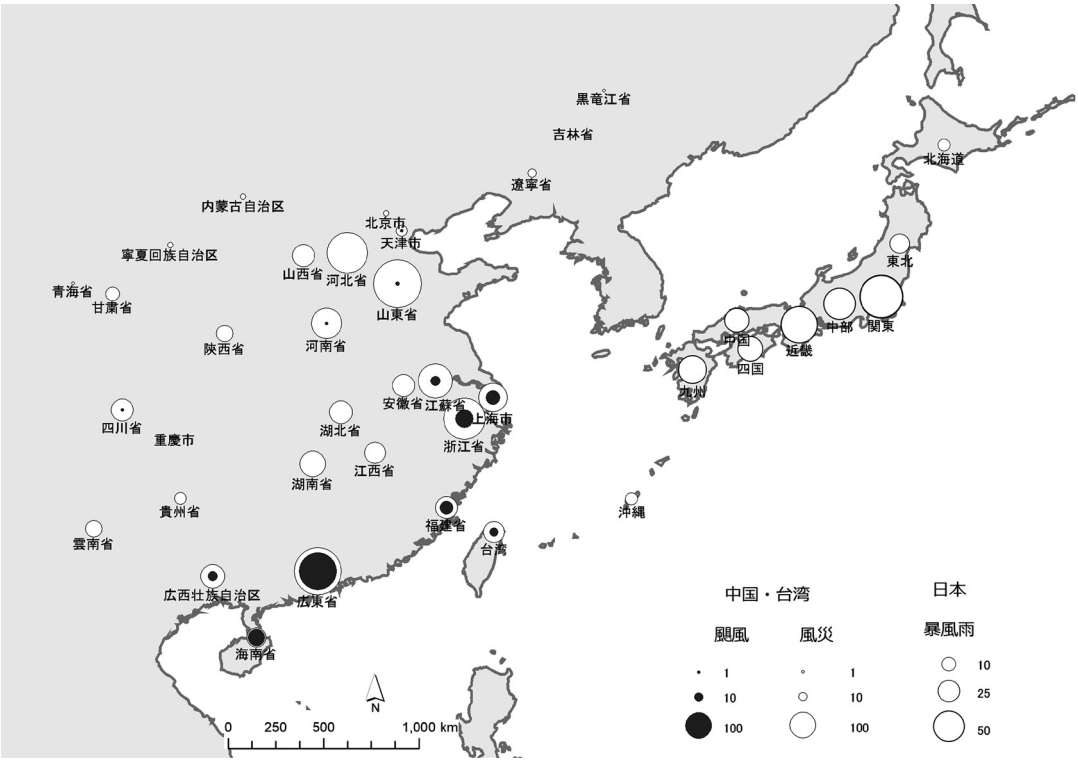

図 1　日本と中国の 19 世紀の風災記録数分布．日本気象史料および中国三千年気象記録総集から抽出し，変動の解析に使用した数を示す．

Fig. 1　Number of strong wind hazard records of Japan and China in the 19th Century. Data chosen from “The weather data of Japan” and “China 3000-year weather record” used for the analysis.

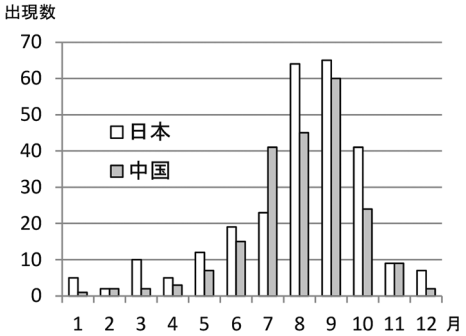

図 2　強風災害の月別出現数の変化．19 世紀，日本：暴風雨，中国・台湾：颶風．

Fig. 2　Annual changes in strong wind hazards. 19th Century, Japan: strong winds, China and Taiwan: *Gufu*.

現れる。上述の 8 回の気圧の異常低下時について，前後 3 日間の気圧変化と，毎日午前 6 時の風向・風力を示す（図 4 ）。

とくに著しい強風であった 1857 年 5 月 18 日には，24 時間に風向が反時計回りに変化した。強風が北方から吹いている。このことは熱帯低気圧が南方を東進したことを示している（図 4a）。なお，この 1857 年は安政四年にあたる。風向の反時計回りの変化は，8 月 19 日でも同様であるが，風力はやや弱い（図 4d）。また 9 月 6 日（図 4f），1858 年 8 月 19 日（図 4h）にも，風向は反時計回りに変化し，これらでは最強風時には，風向は南西となっている。1858 年 8 月 6 日も同様である（図 4g）。このことは，熱帯低気圧が東方を北進したことを示すとみられる。

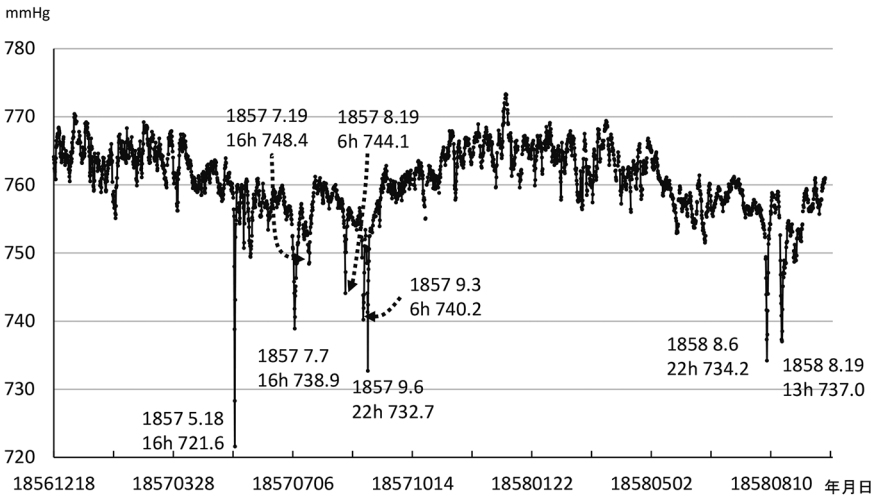

図 3　那覇の気圧変化と異常な気圧降下日.

Fig. 3　Air pressure changes in Naha and days with unusual pressure falls.

またとくに強風となった 1857 年 7 月 7 日前後には，風向は時計回りに変化している（図 4b）。このことは熱帯低気圧が西方を北進したものとみられる。風向の時計回りの変化は，9 月 3 日もほぼ同様である（図 4e）。このようなときには，強風の風向ははじめ北より，後に南よりになる。非常に強風となることが考えられるが，気圧の低下はそれほど大きくないことに示されるように，台風の進路はやや離れていたことが考えられる。

また 7 月 19 日も同様に，風向が時計回りに変化する（図 4c）。この場合には熱帯低気圧が，北方を東進したものとみられる。沖縄付近は熱帯低気圧の進路の転向点にあたるため，熱帯低気圧は西進，北進，東進するなどが現れる。またそのコースは沖縄の東方，南方，西方，北方のいずれにも現れるために，風向の変化はさまざまとなる。

このことから気圧の異常低下は，台風ないし熱帯低気圧の接近にかかわるものと考えられる。なおこのほかにも，多くの熱帯低気圧が那覇周辺を通過した可能性がある。

2-3）強風災害記録との対応

フュレによる那覇での気象観測期間は，日本では安政四年と五年にあたり，中国では清の文宗の咸豊七年，八年にあたる。同期間内に，日本と中国で多くの強風災害が記録されている。

日本では大風雨や洪水などが，夏季を中心に関東，近畿，九州などで計 6 件記録されている。また中国では，颶風などが夏季を中心に多く記録されている。颶風に関連して，長江以南での沿岸部で計 5 件記録されている。すなわち，颶風があり，狂潮が起こり，大飢となり，雨漲となり，大樹が吹き倒される，などの災害が記録されている（表 3）。

これらの強風災害の起日は，上述の那覇における気圧の異常低下の起日と必ずしも同じではないが，以下のように近いものも認められる。

1857 年 7 月 19 日に那覇で気圧低下したとき（図 3，4c）には，江戸では風雨があった。これには梅雨末期の台風と前線活動の影響が考えられる。

1857 年 8 月 20 日には四国，近畿諸国で，大風雨，洪水が記録されている。那覇ではその前日の 19 日 06 時に 744.1 mmHg（992.0 hPa）を記録しており，同じ熱帯低気圧が移動したことが考えられる（図 3，4d）。

また 1857 年 9 月 3 日には，浙江省で颶風，高

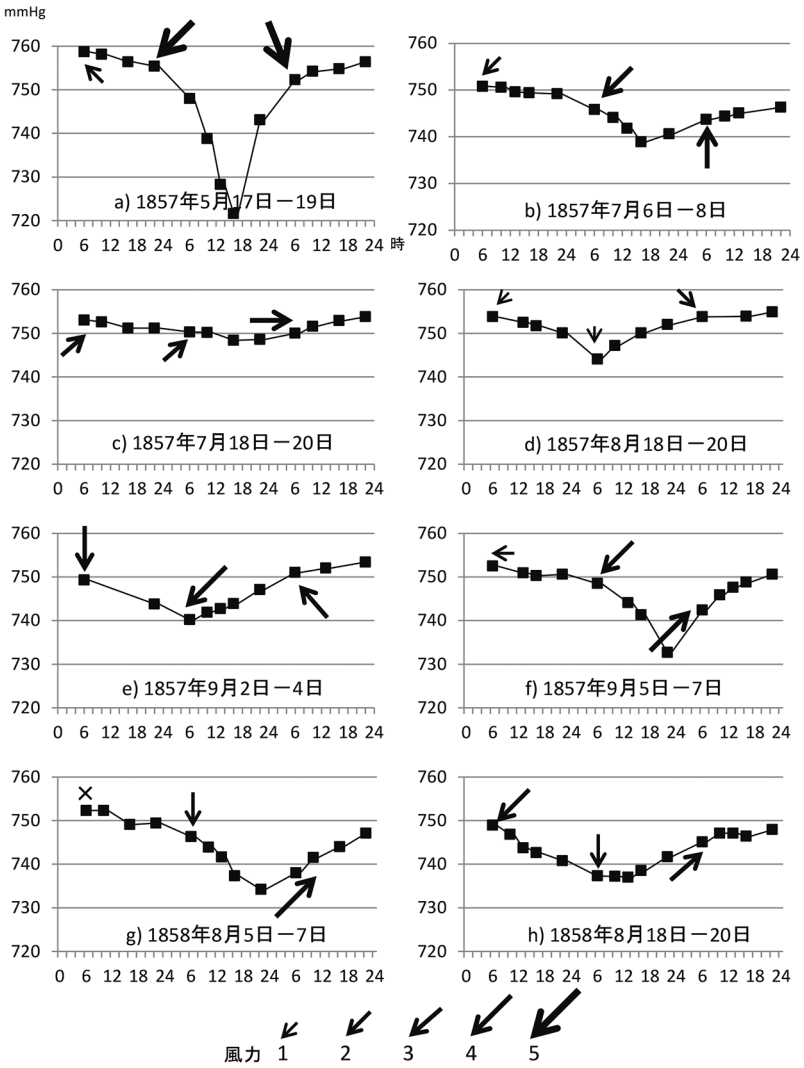

図 4　那覇の異常気圧低下時の風向・風力の変化．Furet の観測（1856–1858, 06 h）による．

Fig. 4　Changes in wind direction and velocity at unusually low pressures in Naha. Observed by Furet (1856–1858, 06 h).

潮が記録されている。那覇では同じ 3 日の 06 時に，740.2 mmHg（986.8 hPa）を記録している（図 3，4e）。風向の変化から熱帯低気圧は西進し，中国に上陸して災害がもたらされたと考えられる。

1858 年 8 月 8 日には，九州で暴風雨が記録されている。那覇ではその 2 日前の 6 日 22 時に，734.2 mmHg（978.9 hPa）の気圧低下があった（図 3，4g）。このときには風向からは，沖縄西方を熱帯低気圧が北進したとみられ，同じ熱帯低気圧の影響と考えられる。

これらのように那覇での気象観測記録と，日本と中国の強風災害の記録には，台風あるいは熱帯低気圧の移動を示すとみられるものがある。このことから，気象観測，気象災害のいずれの記録にも，十分な信頼性があるとみることができる。

表 3　那覇の異常気圧低下時の日本と中国の強風災害（1856.12–1858.9）.

Table 3　Strong wind hazards in Japan and China with an unusual air pressure depression in Naha（1856.12–1858.9）.

那覇の気圧					日本の暴風雨				中国の颶風災害				
年	月	日	時	気圧（mmHg）	月	日	国	風災	月	日	省	県	颱風関連記載内容
1857	5	18	16	721.6									
					6	14	下総国	大風					
	7	7	16	738.9									
	7	19	16	748.4	7	19	江戸	風雨					
	8	19	6	744.1									
					8	20	四国，近畿諸国	大風雨，洪水					
	9	3	6	740.2					9	3?	浙江省	上(虞)県	七月望，颶風（復）作，狂潮怒発
	9	6	22	732.7									
					9	17	摂津国	大風雨					
									10	5	上海市	宝山県	八月十八，九日，颶風
1858					1	9	江戸	風雨					
	8	6	22	734.2									
					8	8	筑後	暴風					
	8	19	13	737.0									
									8	24	福建省	達江県	七月十六日，颶風大作，凱大飢
									9	21	広東省	潮陽県	秋八月十五夜，颶風大作，雨漲，其烈（尖）数十年所未有
											海南省	(弥)山県	八月十五日，颶風大作，数百大樹倶吹倒，為向来所未有，時称為“鉄颶”，幸一日遂止，損傷未甚大

3）18–19 世紀の強風災害出現の変化

暴風雨や颶風のような強風災害が，実際の熱帯低気圧の通過に伴うとみられることに基づいて，強風災害出現の変化から長期的な気候変動の復元を試みる。18–19 世紀の，強風災害の年ごとの出現数とその移動平均を示す。なお，約 11 年周期の太陽活動の変動の影響を除くため，11 年の移動平均を示す。

日本では暴風雨災害は，1730，1780 年頃と 1840 年頃に増大している（図 5）。一方で，1750，1800，1870 年頃には減少している。

中国の強風災害は，颶風災害の出現と同様の傾向である。熱帯低気圧には，颶風災害が対応すると考えられるため，颶風災害の変化を示す。颶風災害は 1720，1860 年頃などに顕著な増加がみられる（図 6）。そのほかにも，1750，1770 年頃には多い。一方で，1740，1760，1790，1840，1890 年頃には少ない。

IV．小氷期の再検討

1）強風災害による気候復元

1-1）強風災害記録

旱魃や冷夏，また不作・飢饉の記録を用いて，気温状態や水分状態，さらに降水量が復元されてきた。気温や降水量とならび風向・風速は，大気状態を示す主要な気候要素である。気候変動の成因の解明には，大気循環を明らかにする必要があるが，風は大気循環にもっとも直接的に結びつい

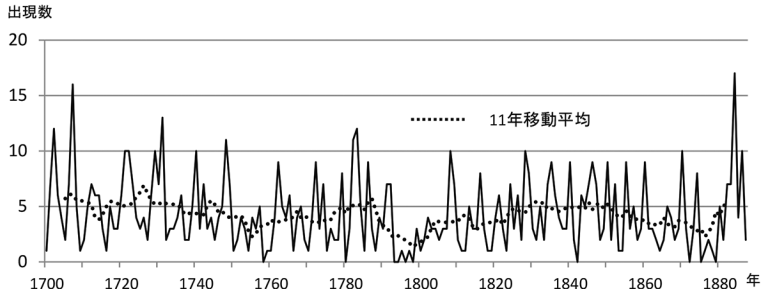

図 5　日本の 18–19 世紀の強風災害の変化.

Fig. 5　Changes in strong wind hazards in Japan during the 18–19th Century.

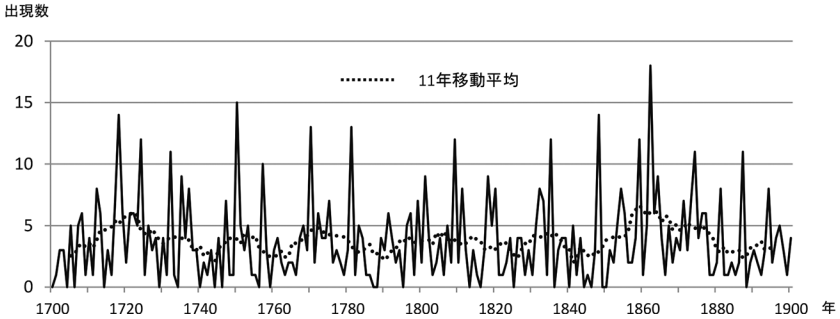

図 6　中国の 18–19 世紀の颶風災害の変化.

Fig. 6　*Gufu* hazard changes in China during the 18–19th Century.

ている。

ただし観測時代以前の自然の代替資料に残るのは，高温・低温，多雨・少雨，のような極端状態が影響している場合が多い。風向や風速は自然の代替資料には残りにくいが，文書記録では，強風に関して多くの記録があり，循環系の復元には大きな可能性を含んでいる。

また強風災害の記録は古代に遡るため，それから長期間の気候変動を復元することができる。

1-2）熱帯低気圧と颱風

強風をもたらす大気の擾乱として，さまざまなスケールのものがあるが，東アジアに顕著なものとして，熱帯低気圧がある。とくに日本や中国に接近・上陸する熱帯低気圧は，季節が限られ，またその被害の程度や規模が大きく，災害記録からも熱帯低気圧は明瞭に判別される。

近世以前には熱帯低気圧を颱風と呼ぶのは，台湾周辺に限られていたが，前章で扱った強風災害記録では，颶風が長江以南の沿岸部に集中して現れている。そのため，颶風はおよそ熱帯低気圧をさすとみることができる。

1-3）中国での台風変動

明代以降，すなわち 1470 年から 1931 年の広東省の 22 市/郡について，上陸台風が明らかにされている。データは Qiao と Tang が 1993 年に村・市・郡・省の行政記録からまとめたもので，洪水や風災が同日また後続日である場合は一つとしている。記録数は後世ほど増加するが 3 期に区分され，1470–1667 年にはやや少，1668–1790 年には少，1791–1931 年には多くなる（Chan and Shi, 2000）。

1945 年から 2004 年での，中国南部・ベトナム・フィリピン，中国東部，朝鮮半島・日本の 3 地域での熱帯低気圧上陸数の変動には，2–8 年周

期が卓越する。さらに 16–32 年周期があり，地域ごとに異なる場合がみられる（Chan and Xu, 2009）。

福建・浙江・江蘇の 3 省の，政府歴史報告書と特別歴史報告書から，1450 年から 1949 年の台風の上陸数の変動を分析すると，10–30 年の変動は ENSO：El Niño-Southern Oscillation（エルニーニョ・南方振動）や PDO：Pacific Decadal Oscillation（太平洋十年規模振動）と関係がみられる。北太平洋西部の北緯 20–30 度では PDO が負のときに偏東風が卓越して熱帯低気圧は西方に移動して中国東部で台風上陸数が増大するが，これはラニーニャ期に顕著となる（Chan *et al*., 2012）。

すなわち二千年紀後半には，中国の台風上陸数が大きく変動し，ENSO や PDO との関係がみられる。ENSO のラニーニャ期間，また PDO の負期間に台風上陸数が増加する。Chan *et al*.（2012）は地上付近でなく 500 hPa を用いて 7–9 月の風の偏差分布を示すが，それは太平洋高気圧の西偏を示唆しており，中国への台風上陸の増加に加えて気温上昇の可能性がある。

上記 Chan らの一連の研究では，東アジアの台風の出現が対象とされている。そこでは，周期による変動の特色，また太平洋の大気・海洋系の変動とのかかわりが明らかにされている。対象期間は 1450–1949 年であり，そこには小氷期の主要期間が含まれている。ただし，台風出現の変動と小氷期とのかかわり，すなわち小氷期内の厳寒期や小氷期の終了などの関係には言及されない。

台風出現の変動は気候変動として重要であるが，気候変動は台風出現の変動だけからでは十分に解明できない。そのため，台風の変動を気候変動の一要素とし，そのほかの大気現象の変動も含めて，多面的に気候変動を分析する必要がある。さらに東アジアにおける気候変動は，地球規模での気候変動とのかかわりから理解を進める必要がある。

2）小氷期の循環系の変動

2-1）台風と循環系

III 章 1-3）節のように，熱帯低気圧によると考えられる強風災害の出現季節は，中国ではより早く日本ではより遅い傾向がみられる。これは太平洋高気圧が本州付近より西に勢力を拡大すると台風の進路は西方の中国に向かうが，東に勢力が後退すると台風の進路は東よりになって日本に向かうことによると考えられる。

18–19 世紀における出現の変化にみられる，中国と日本での相反する傾向は，中国での強風災害の増大時に太平洋高気圧が本州付近より西に勢力を拡大し，日本での強風災害の増大時に東に勢力が後退することが関わると考えられる。

2-2）日中の変化の相違と循環の変動

上述の，18–19 世紀の日本の暴風雨と中国の颶風の出現について，相違を比較する（図 7）。中国，とくに日本の変化には 20 年以上の周期の変動が明瞭であり，それらの変動をみるため 11 年の移動平均を示す。日本と中国では変化が相反する傾向があり，日本がより多くなるのは，1710，1740，1780，1840，1880 年頃である。

この相違の背景には，循環の変化すなわち夏季の太平洋高気圧の盛衰の長期的傾向が影響すると考えられる。たとえば，1840 年頃には，太平洋高気圧が東偏し，日本付近では勢力が後退していたと考えられる。それに対し，1860 年頃には，太平洋高気圧が西偏し，日本付近では勢力が拡大していたと考えられる。

循環の変化すなわち夏季の太平洋高気圧の長期的盛衰は，さらに気温の変動にもかかわることが考えられる。1840 年頃に想定したような，太平洋高気圧の東偏と勢力後退なら，夏季の冷涼が推測され，1860 年頃に想定したような，太平洋高気圧の西偏と勢力拡大なら，夏季の温暖が推測される。

この長期的傾向を前提とすると，1705，1740，1765，1785，1830，1845 年前後は冷涼であることが考えられる。これらの期間には元禄，天明，天保の飢饉が含まれる。

2-3）暴風雨の変動と小氷期

長期間の暴風雨記録を，洪水と旱魃の年別出現数の変動を比較する。『日本気象史料』より抽出した暴風雨，洪水と旱魃の出現の変動を 11 年移

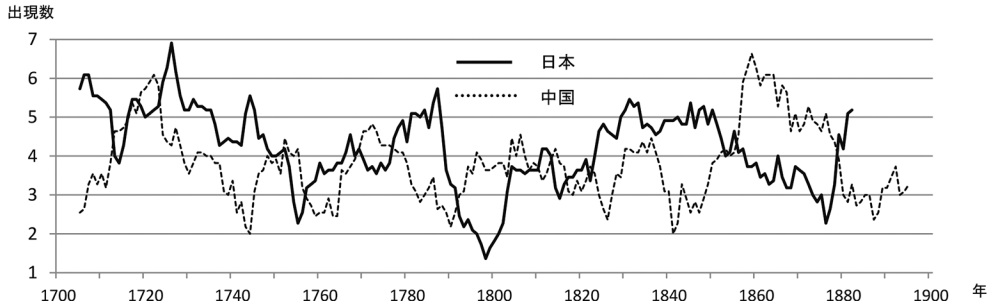

図 7　日本の暴風雨と中国の颶風の出現の変化．11 年移動平均を示す．

Fig. 7　Changes in strong wind hazards in Japan and *Gufu* hazards in China. Shown by 11-year running mean.

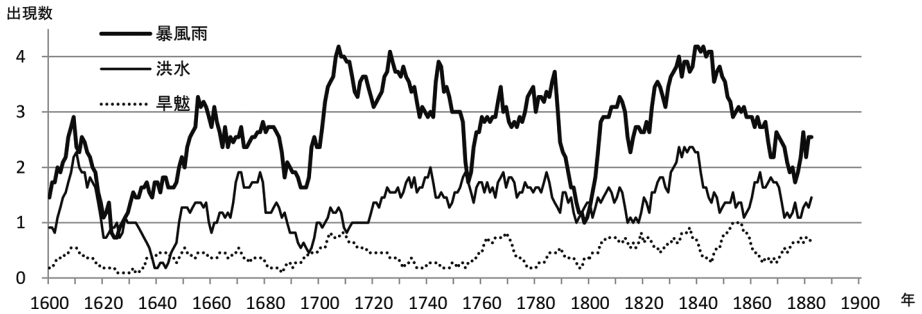

図 8　日本の暴風雨，洪水と旱魃の出現の変化．11 年移動平均を示す．

Fig. 8　Changes in strong winds, floods and droughts in Japan. Shown by 11-year running mean.

動平均から比較する。なお出現の日時・地域の類似するものは同一の災害として集計した。次の 2-4)節でも同様である。

暴風雨と洪水の変動はよく類似する。一方で旱魃とは変動が反対になる傾向がみられる（図 8）。このことは，先述のように暴風の変動が循環の変動と結びついており，気温・水分状態の変動とかかわることを示している。

さらに暴風雨は，江戸の四大飢饉といわれる，17 世紀の寛永，18 世紀の享保，天明，19 世紀の天保の飢饉の頃に増大している。このことは，暴風雨の増大期間には夏季に太平洋高気圧が東偏，また勢力後退して，冷夏がもたらされた上に，台風災害が重なる傾向が考えられる。

2-4）小氷期の変動

暴風雨の出現の変動をさらに 13 世紀まで遡ると，小氷期における気候変動が明らかである（図 9）。ただし記録数は 16 世紀以前と，17 世紀以降では差がある。1230，1360，1420 年から 1490 年頃にはとくに増大している。

3）天候記録・他の災害記録とのかかわり

3-1）天候記録からの復元

水越允治による『古記録による天候記録』には，京都を中心とする地域の古日記から抽出した天候記録が，11–16 世紀の 600 年間についてまとめられている。それに基づく，冬季（12，1，2 月）の降雪率，および夏季（6，7，8 月）の降水日率の変化からは，冬季には 1140，1160，1260，1330，1380，1460 年頃に寒冷が示され，一方夏季には 1140，1450，1560 年頃に冷涼が示される（田上, 2016）。

このことは前節の暴風雨の変動とも対応してい

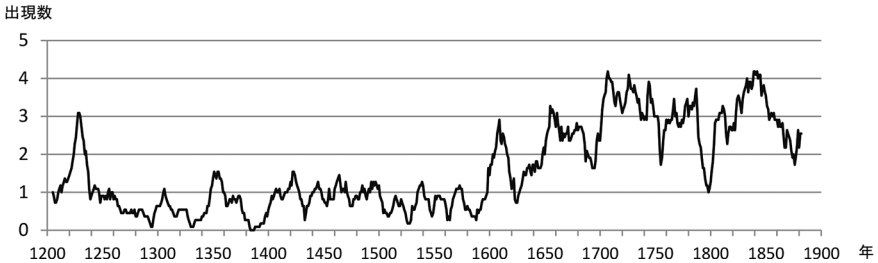

図 9　日本の暴風雨の出現の変化．11 年移動平均を示す．

Fig. 9　Changes in strong winds in Japan. Shown by 11-year running mean.

る。夏季の降水日率の変動にも循環系の変化，太平洋高気圧の変動はかかわっており，太平洋高気圧が西偏し勢力を拡大した場合には暑夏の傾向となり，東偏し勢力が後退した場合には冷夏の傾向となるものと考えられる。

3-2）海難と強風の記録

台湾周辺では，清代初以降多数の海難記録が残される（伊能, 1965）。発生年月日と概要を一覧にまとめる（表 4 ）。その多くは，中国暦での六月から九月にかけて起きており，台風によると考えられる。

この海難の発生は，17 世紀から 19 世紀前半には少ないが，19 世紀後半には急増している。これには対象となる船舶数や記録条件がかかわるため，一概にはいえないが，この時期の太平洋高気圧の西偏と勢力の拡大もその一因と考えられる。

前述の日本と中国の強風災害の変動からは，19 世紀後半には，太平洋高気圧の発達が推定された。台湾周辺の海難事故にも，およそ対応する結果が示される。そのため 19 世紀後半に循環系に大きな変化があったことが考えられる。

強風災害は洪水や干ばつともかかわるため，19 世紀後半にはさらに気温状態，水分状態の変化も考えられる。すなわち，1855 年を境界として 1845 年頃と 1870 年頃の対照は顕著であるが，小氷期の冷涼状態が終了して温暖化期に向かった頃であり，この頃に循環系の変化があったことが考えられる。

V. おわりに

本論では東アジアの小氷期を対象として，強風災害記録に基づいて気候変動を復元することを目的とした。多くの気象災害記録のまとめられた『日本気象史料』，『中国三千年気象記録総集』，さらに那覇で仏人宣教師のフュレが 19 世紀半ばに行った気象観測記録を用いた。その主要な成果は以下のようにまとめられる。

災害をもたらす強風は，南アジアや東アジアの沿岸部では ttúffân，tufan，tai-fung などと呼ばれていたが，16 世紀以来欧州からの来航者により tufão，tuffon，tifone のように記された。17 世紀末の『臺灣府志』では颱の字が用いられ，それ以来 t’ai-fung，typhoon となったものと考えられる。

颱風に相当する名称として，日本の暴風雨記録は関東から九州の太平洋岸を含む地方で多く，中国の颶風記録は，広東省を中心に浙江省から海南省の長江以南の沿岸部に多い。両者の出現はいずれも夏季に多いが，中国に比べて日本では 1–2 か月遅れ，これは現在の台風の出現と調和する。

那覇の気象観測記録では，気圧の異常低下時には風力は大きく，24 時間に風向が時計回りにあるいは反時計回りに変化する。このことは熱帯低気圧が那覇の周辺を移動したことを示している。那覇での異常気圧低下に前後して，九州で暴風雨が記録され，また浙江省などで颶風や高潮が記録される。それぞれは同じ熱帯低気圧が移動した影響と考えられる。これらのように那覇での気象観

表 4　台湾周辺での強風による海難記録.

Table 4　Ship wreck caused by strong winds around Taiwan.

西暦	中暦	月日	海難
1603	萬暦三十一年		オランダ船が台湾海峡で颶風により澎湖に避難
1641	崇禎十四年	九月	スペイン船が基隆で風浪により転覆
1662	康熙初年		海賊船が四角嶼で風浪により打壊
1665	康熙四年		鄭氏が澎湖で颶風大により各船漂散
1667	康熙六年		福建民船が澎湖大嶼で風により飄壊
1672	康熙十一年		オランダ船が台湾に漂到
1691	康熙三十年	八月	臺江で大風により漂碎
1717	康熙五十六年		安南小舟が澎湖で颶風により飄流
1721	康熙六十年	八月十三日	船隻が臺江で暴風雨により撃破
1722	康熙六十一年	五月	安平水師営が浙江に漂う
1728	雍正六年	七月・閏七月	台湾南部沿海で熱風：火颱により船舶破る
1741	乾隆六年		蘇禄船が臺灣で颶風により漂泊
1750	乾隆十五年	八月	全臺で大風雨により商船撃破
1751	乾隆十六年	正月	福建で大風により漂没
1757	乾隆二十二年	正月	澎湖沖で風により沈没
1758	乾隆二十三年		澎湖大嶼沖で風により撃碎
1765	乾隆三十年	九月二十三日	西嶼で颱風により商船三十余艘難破
1766	乾隆三十一年	八月	澎湖近海で大風により船舶覆溺
1770	乾隆三十五年	秋	臺灣海峡で風により船難破
1784	乾隆四十九年	八月	臺灣西岸で大風雨により海舶破碎
1786	乾隆五十一年		澎湖沖で風により淹没
1790	乾隆五十五年	六月六日	澎湖で大風雨により洪水暴溢
1813	嘉慶十八年	七月二十日	臺江で海船沈没
1815	嘉慶二十年	大風	吉貝嶼で外国船撃碎
1816	嘉慶二十一年	八月	英国船 Nerbudda が臺灣沖で風により難破
1817	嘉慶二十二年	二月	英国船 Ann が臺灣西岸で破碎
1832	道光十二年	八月二十二日	大風により澎湖で舟覆る
1848	道光二十八年	十月	英国船 Kelpie が臺灣海峡で沈没？
1849	道光二十九年		英国船 Sarah Trottman が臺灣南部で失跡
1850	道光三十年		英国船 Larpent が臺灣南部で難破
1850	道光三十年	六月十二日	淡水で大雨、海に暴潮漲る
1852	咸豊二年	六月	颱風により澎湖草嶼で船難破
1859	咸豊九年	夏	大風により澎湖で船覆る
1860	咸豊十年	八月	澎湖で颶風により船舶撃碎
1864	同治三年	五月四日	北部で暴風により船隻撃碎
1864	同治三年	秋	朝鮮漁民が淡水に漂着
1865	同治四年	秋	颱風により臺灣海峡で商船沈没
1866	同治五年	九月	英国船 Kuang Fong が臺灣海峡で遭難
1871	同治十年	八月十六日	颱風により澎湖で船隻砕
1874	同治十三年	九月十日	澎湖西嶼で風により官船沈没
1874	同治十三年	十月二十五日	澎湖大山嶼で英国軍艦 C.M.S.N.C. の短艇転覆
1876	光緒二年	四月十五日	澎湖で颶風により船舶覆る
1878	光緒四年	春	暴風により澎湖吉貝嶼で小船往来不能
1885	光緒十一年	四月	仏国軍艦 Triomphante が大山嶼で一岩に擱觸
1885	光緒十一年	五月	英国汽船 Welcome が大山嶼で一岩に擱觸
1887	光緒十三年	六月四日	颱風により臺灣沖で英国汽船 Laptek 難破
1892	光緒十八年	六月二十六日	澎湖で風狂雨猛
1892	光緒十八年	十月十日	英国汽船 Bokhara が颱風により臺灣海峡で沈没

* 伊能（1965）.
* Ino（1965）.

測記録と，日本と中国の強風災害の記録とには一致がみられることから，強風災害記録は気候変動の復元に有効と考えられる。

日本では暴風雨災害の出現は，1730，1780 年頃と 1840 年頃に増大している。一方，中国の颶風災害は 1720，1860 年頃などに顕著な増加がみられる。日本の暴風雨と中国の颶風の出現は，変化が明瞭に相反している。強風の出現季節は，中国ではより早く日本ではより遅い傾向があるが，台風が西方の中国に向かうのは夏季に太平洋高気圧が西偏し勢力を拡大するときにかかわり，東方の日本に向かうのは東偏し勢力が後退するときにかかわると考えられる。強風災害の出現の経年的な変動が中国と日本で相反する傾向も，中国での颶風災害増加は太平洋高気圧の西偏と勢力の拡大にかかわり，日本での台風災害の増加は太平洋高気圧の東偏と勢力の後退にかかわると考えられる。

日本と中国の強風災害の変動の相違からは，1705，1740，1765，1785，1830，1845 年頃には低温状態が推定される。1855 年を境に 1845 年頃と 1870 年頃の相異は顕著であり，この頃の小氷期の終了から温暖化期の開始には，循環系の変化がかかわっていることが考えられる。

注

1）中央研究院資訊服務處（2015）：兩千年中西曆轉換.［Academia Sinica Department of Information Technology Services（2015）: *2000 Years China-West Calendar Conversion*.（in Chinese）*］ http://sinocal.sinica.edu.tw/［Cited 2016/7/23］.

2）Demarée, G.R. and Mailier, P.（2016）: Furet_pression_ atmospherique_v3.（1856.12.18–1858.09.30）. not published.

3）da Cruz, G.（1569）: *Tractado em que se cõtam muito por estêso as cousas da China, cõsuas particularidades, êassi do reyno dormuz*. Hathi-Trust.（in Portuguese） https:// catalog.hathitrust.org/Record/009289700［Cited 2017/5/3］.

文　献

Chan, J.C.L. and Shi, J-E.（2000）: Frequency of typhoon landfall over Guangdong Province of China during the Period 1470–1931. *International Journal of Climatology*, **20**, 183–190.

Chan, J.C.L. and Xu, M.（2009）: Inter-annual and inter-decadal variations of landfalling tropical cyclones in East Asia. Part I: time series analysis. *International Journal of Climatology*, **29**, 1285–1293.

Chan, J.C.L., Liu, K-S., Xu, M. and Yang, Q.（2012）: Variations of frequency of landfalling typhoons in East China, 1450–1949. *International Journal of Climatology*, **32**, 1946–1950.

蔣　毓英編（1985）：臺灣府志．中華書局出版（北京）『臺灣府志 三種 上』，1–246.（初出：蔣　毓英編：臺灣府志．清康熙二十四（1685）年）［Chiang, R. ed.（1985）: *Taiwan Regional Geography*. Zhonghua Book Company, Beijing, 1–246.（in Chinese, first published in 1685）*］

中央気象台・海洋気象台編（1939）：日本気象資料．770p，付録 103p.［Central Meteorological Observatory and Marine Meteorological Observatory ed.（1939）: *The Weather Data of Japan*（*Nihon Kisho Shiryo*）. 770p, appendix 103p.（in Japanese）*］

Demarée, G.R, Beillevaire, P., Tsukahara, T., Mikami, T., Zaiki, M. and Tagami, Y.（2015）: The story of the meteorological observations of Jean Barthe, physician on the French Frigate La Sibylle, and of Father Furet, Apostolic Missionary in Okinawa. *Bulletin des Séances de Académie Royale des Sciences d'Outre-Mer*, **61**, 469–487.

Demarée, G.R, Beillevaire, P., Tsukahara, T., Mikami, T., Tagami, Y. and Zaiki, M.（2016a）: Les séismes à Okinawa: les observations du Père Louis Furet, missionnaire apostolique. *Ciel et Terre*（*Bulletin de la Société Royale belge d'Astronomie, de Météorologie et de Physique du Globe*）, **132**（1）, 2–10.

Demarée, G.R, Mailier, P. and Beillevaire, P.（2016b）: The atmospheric pressure observations by Father Furet, Naha, 1856–1858. *International Workshop 'Meteorological Observations and Typhoon Tracks in Japan during the 19th Century'*. Seikei University, Tokyo, **132**（1）, 18p.

Hirth, F.（1880）: The word "Typhoon"; Its history and Origin. *Journal of the Royal Geographical Society of London*, **50**, 260–267.

伊能嘉矩（1965）：臺灣文化志中．刀江書院，963p.（初出：伊能嘉矩（1928）：臺灣文化志　中）［Ino, Y.（1965）: *Taiwan Cultural Geography Second Volume*（*Taiwan Bunkashi Chu*）. Tokoshoin, 963p.（in Japanese, first published in 1928）*］

田上善夫（2015a）：小氷期初期の東アジアの気候変動．富山大学人間発達科学部紀要，**9**（2），97–116.［Tagami, Y.（2015a）: Climate variation of Eastern Asia in the early Little Ice Age. *Memoirs of the Faculty of Human Development University of Toyama*, **9**（2）, 97–116.（in Japanese with English abstract）］

田上善夫（2015b）：小氷期中期の日本列島の気候変動．富山大学人間発達科学部紀要，**10**（1），161–173.［Tagami, Y.（2015b）: Climate variation of Japanese Islands in the middle Little Ice Age. *Memoirs of the Faculty of Human Development University of Toyama*, **10**（1）, 161–173.（in Japanese with English abstract）］

田上善夫（2016）：11–16 世紀の日本の気候変動の復元．

富山大学人間発達科学部紀要，**10**(2)，205–219.［Tagami, Y.（2016）: Reconstruction of climate variation of Japan from 11th to 16th Century. *Memoirs of the Faculty of Human Development University of Toyama*, **10**(2), 205–219.（in Japanese with English abstract）］

臺灣總督府（1929）: 臺湾事情. 587p.［Taiwan Governor's Office（1929）: *Situation of Taiwan*（*Taiwan Jijo*）. 587p.（in Japanese）*］

瑞　麟編（1966）: 廣州府志（1）. 成文出版社（台北），870p.（初出:瑞　麟編（1879）粤弯書院『廣州府志』）［Rui, L. ed.（1966）: *Guangzhou Regional Geography*（*1*）. Written Press, Taipei, 870p.（in Chinese, first published in 1879）*］

張　徳二主編（2004a）: 中国三千年気象記録総集 第3冊 清代気象記録（上）. 鳳凰出版社（南京），1643–2670.［Zhang, D. ed.（2004a）: *China 3000-year Weather Record 3, Qing Dynasty Weather Record*（*First Volume*）. Phoenix Publishing Company, Nanjing, 1643–2670.（in Chinese）*］

張　徳二主編（2004b）: 中国三千年気象記録総集 第4冊 清代気象記録（下）. 鳳凰出版社（南京），2673–3666.［Zhang, D. ed.（2004b）: *China 3000-year Weather Record, 4, Qing Dynasty Weather Record*（*Second Volume*）. Phoenix Publishing Company, Nanjing, 1643–2670.（in Chinese）*］

* Title etc. translated by Y.T.