

報告

台風に起因した年最大風速の 頻度の地理的分布と長期変化 傾向について

藤井 健*

On Geographical Distributions and Decadal Changes of the Annual Maximum Wind Speeds Caused by Typhoons in Japan

Takeshi FUJII*

Abstract

The annual maxima of 10-minute mean wind speed (AMW) and peak gust speed (APG) at the 150 weather stations of the Japan Meteorological Agency have been investigated for the meteorological disturbances to cause them during 40 years from 1966 to 2005. In a result, in the southwestern part of the Japanese Islands, ranging from the Nansei Islands to the Kinki district, the occurrence probabilities of both AMW and APG caused by typhoons exceeded 50% except for the Japan Sea coastal area and the inland area. Especially, in the region of the Nansei Islands and the south coastal area of the Kyushu district, they exceeded 80%. On the other hand, in the northeastern part of the Japanese Islands, ranging from the Chubu district to Hokkaido, they were under 50%. This result is useful in selection of the meteorological disturbances to be weighted on in a locally devised design for high wind disaster reduction.

The occurrence probabilities of AMW and APG caused by typhoons increased every decade, and in the last decade, 1996–2005, about halves of AMW and APG occurred at attacking of typhoons. In the monthly occurrence frequencies of AMW and APG, the two distinct peaks appear. One is from August to September when most of them were caused by typhoons, and the other is from February to April when they were caused by other meteorological disturbances. In wind direction of AMW, two peaks of SSE and W are distinct, but in that of APG, only one peak of W appears. In the last decade, the ratio of the stations exceeding 20 ms^{-1} in AMW increased to 24%, and that of APG exceeding 35 ms^{-1} attained to 31%.

* 京都産業大学理学部
Faculty of Science, Kyoto Sangyo University

本報告に対する討論は平成20年5月末日まで受け付ける。

The results obtained in this research are expected to be applicable in some programs according to local properties for reduction of high wind disaster.

キーワード：強風，年最大風速，気象擾乱，台風，強風災害防止

Key words：high wind, annual maximum wind speed, meteorological disturbance, typhoon, high wind disaster reduction

1. はじめに

強風災害を引き起こす風速の目安の一つに、年最大風速（10分間平均）や年最大瞬間風速がある。このような強風に対する防災対策を立てるに当たっては、その起因となる気象擾乱を想定することが重要である。このために、Mitsuta and Fujii (1987)は、各気象官署開設以降1980年までに観測された日最大平均風速の上位10位のうちで台風起因した頻度の地理的分布を示した。これによると、主として台風起因している強風が日本列島の2/3に及んでいた。一方、東北、北海道および日本海側では、温帯低気圧、寒冷前線など台風以外の気象擾乱通過のさいに観測されていた。しかし、この調査では、気象官署によって観測開始年が異なっていたり、移転による切断があったりして、統計年数が異なっており、それが結果に少なからず影響していたものと考えられる。当時としては、年最大風速がデータベースとして整備されていなかったため、この方法を採らざるを得なかった。ただ、このうち、切断による統計期間の短縮については、気象庁（2004）は2005年1月1日より、極値と順位値については移転があっても観測開始から求めることにしたので、改訂された順位値を用いれば解決できる。しかし、観測開始年の差は残り、また、測器の変更もあるので、あまり長期間にわたる統計では、信頼性に問題がある。

そこで、本研究では、1966年から2005年までの40年間を調査対象期間とし、各気象官署における年最大風速と年最大瞬間風速について、台風起因して発現した比率について調べた。また、10年ごとに区切り、台風起因して発現した比率がどのように変化したかについても調べた。

2. 解析方法と利用した資料

1966年から2005年までの40年間において、各気象官署（以後、「地点」と称す）で観測された年最大風速（10分間平均風速）と年最大瞬間風速を抽出し、その発現をもたらした気象擾乱について、天気図に基づいて台風と台風以外の擾乱に分けた。解析に使用した資料、対象とした地点および判定に使用した天気図は次のとおりである。

2.1 解析に使用した資料

解析のために使用した年最大風速と年最大瞬間風速は、(財)気象業務支援センターを通して入手した次のCD-ROM収録の地上気象観測日原簿データから日最大風速および日最大瞬間風速を抽出し、その中から各地点における年最大風速と年最大瞬間風速を選び出した。ただし、日最大瞬間風速は1967年以降しか収録されていないので、年最大瞬間風速の調査期間は1967～2005年の39年間である。

- ①気象庁監修『地上気象観測時日別データ（1961年～1970年）CD-ROM』
- ②気象庁監修『地上気象観測時日別データ（1971年～1990年）CD-ROM』
- ③気象庁監修『地上気象観測時日別データ（1991年～1996年）CD-ROM』
- ④気象庁監修『気象庁年報1997年～2005年CD-ROM』

2.2 解析の対象とした地点

対象とした地点は、この調査期間の大部分において継続して観測が行われた150地点である。なお、次の地点は、一部の期間において観測が欠けていたり、地点の位置が移動したりしているが、

次のように処理した。

- ①父島気象観測所は1966～1968年の観測資料が上記 CD-ROM に収録されておらず、入手が無理なので、1969年以降の資料を使用した。
- ②館山測候所(地点番号47672)が創設されたのは、1968年4月1日である。それまでは、南南西に約7 km 離れた富崎測候所(地点番号47673)で観測が行われていたが、館山測候所創設にともない、1968年3月31日で閉鎖された。気象庁では、これを移転としていないが、約7 km しか離れていないので、継続しているとみなした。なお、地点が切り替わった1968年には、近隣の勝浦測候所の年最大風速が1月13日に、年最大瞬間風速が2月16日に発現しており、富崎でも同日に発現しているので、この年は富崎の資料を用いた。
- ③沖永良部測候所は1969年5月1日に北東へ16.5km 移転し、地点番号が47941から47942に変わっているが、継続しているとして使用した。なお、移転した年の1969年には、付近の那覇や名瀬において、8月20日から21日にかけて年最大風速と年最大瞬間風速を観測しており、移転後の沖永良部でも同様に8月20日に観測しているので、この年は、移転後の値を使用した。
- ④与那国島、石垣島、宮古島、那覇、南大東島の年最大瞬間風速は1967年以前、久米島の年最大瞬間風速は1968年以前の観測資料は、上記 CD-ROM に収録されていない。それで、年最大瞬間風速については、前者の5地点は1968年以降、久米島は1969年以降の資料を使った。
したがって、年最大風速について解析の対象とした地点数は、1966～1968年の3年間で149地点、1969年以降が150地点となる。また、年最大瞬間風速については、1967年が143地点、1968年が148地点、1969年が149地点で、1970年以降が150地点となる。

2.3 使用した天気図

気象擾乱の判定には、次の資料に掲載されている地上天気図(09時)に基づいた。

- ①1966～1970年の地上天気図：『1966～'70年天気図5年集成』(半井, 1971)
- ②1971～1975年の地上天気図：『1971～'75年天気図5年集成』(半井, 1976)
- ③1976～1980年の地上天気図：『1976～'80年天気図集成』(大野, 1982)
- ④1981～1985年の地上天気図：『1981～'85年天気図集成』(青木, 1989)
- ⑤1986～1990年の地上天気図：『1986～'90年天気図集成』(与五沢, 1993)
- ⑥1991～1995年の地上天気図：『1991～'95年天気図集成』(与五沢, 1996)
- ⑦1996～2001年の地上天気図：『気象年鑑1997年版～2002年版』(日本気象協会, 1997～2002)
- ⑧2002～2005年の地上天気図：『気象年鑑2003年版～2006年版』(気象庁, 2003～2006)

2.4 風向風速計の変遷の影響

気象庁(1990)によると、平均風速の観測において、本調査の開始年に当たる1966年ころは三杯風速計が使用されていた。一方、瞬間風速の観測にはダインス式風圧計が用いられていたが、1961年1月1日より風車型風速計(または三杯風速計)に順次切り替えられた。その後、1975年1月1日(室戸岬は1969年9月1日)からは、風車型自記風向風速計により平均と瞬間の風向・風速を測定するようになった。また、官署の移転により、風速計設置高度が高くなった地点があり、後で述べるように、大阪や広島では地上高100m 近くに移設された。このような変遷は、本研究において、起因となる気象擾乱の判別、発現月、風向などへの影響は少なく、大きな影響を受けるのは、異なった年の間における風速の比較に関する調査のみであると考えられる。

3. 台風に起因した比率

解析の対象とした期間において、台風に起因して発現した年最大風速および年最大瞬間風速の回数について、全回数に対する比率(「台風起因比率」と称す)として表し、各地点における値を図1に示す。

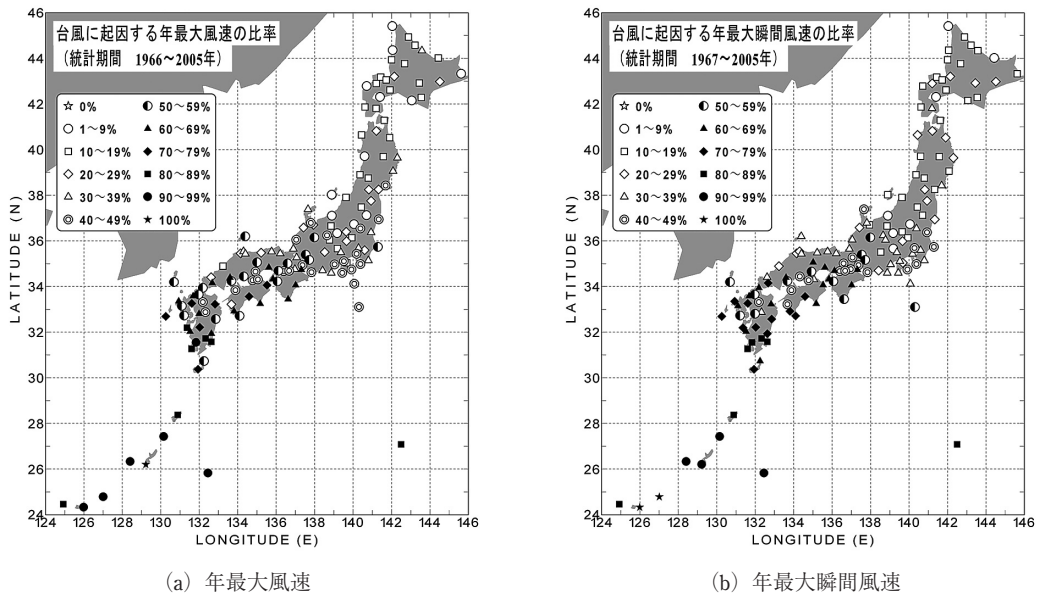


図1 台風起因比率の地理的分布

この図に基づくと、年最大風速の台風起因比率の地理的分布については、おおむね次のような傾向が見られる。南西諸島から近畿地方に至るまでの西南日本では、日本海側や内陸部を除いて、ほとんどの地点で50%を超えており、台風起因の年の方が多く、とくに、九州南端部より南では、80%を超えている。一方、中部地方から北海道に至るまでの東北日本および中国・近畿の日本海側と内陸部では50%未満であり、台風以外擾乱に起因する年の方が多い。地点別の最大は那覇であり、40年間の年最大風速のすべてが台風に起因している。また、最小は日光であり、40年間で台風に起因したのは1年のみ(台風8210号)である。

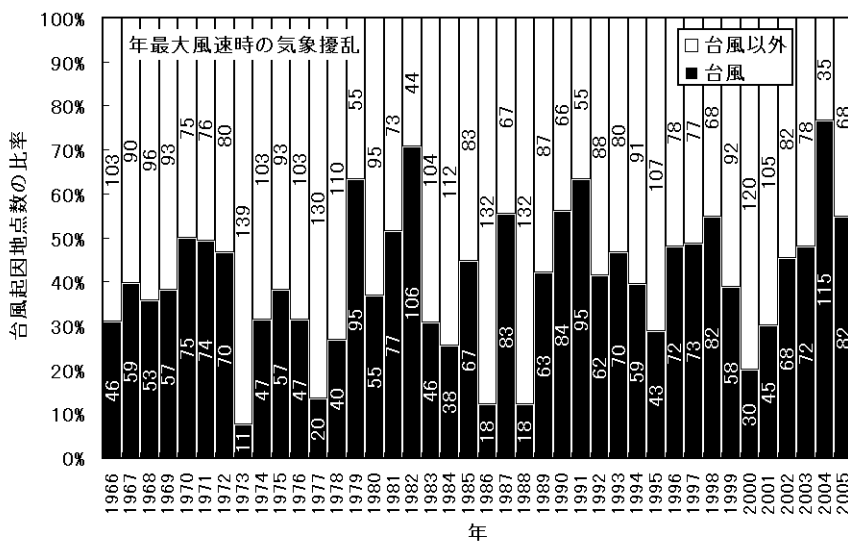
年最大瞬間風速の台風起因比率の地理的分布についても同様な傾向が見られる。ただし、台風起因比率9%以下の地点は、年最大風速の12地点に比べて、年最大瞬間風速では少なく、7地点にすぎない。なお、石垣島と宮古島では、調査の対象とした1968~2005年の37年間において、年最大瞬間風速のすべてが台風に起因して発現している。

ここで、注目すべきは宇和島の年最大風速であり、台風起因比率は23% (40年間で9例) に過ぎ

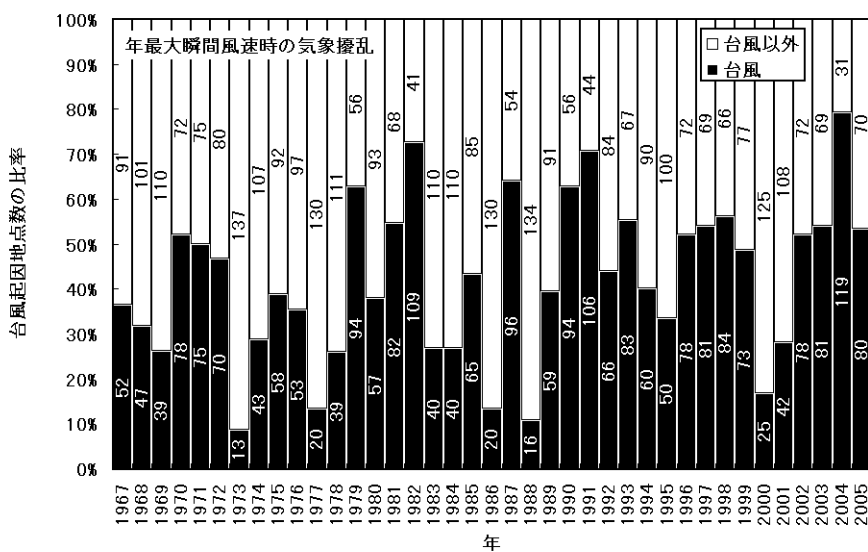
ない。これは、日本海側の萩や鳥取と同じ程度の比率である。宇和島は、低気圧が接近しているとき、「わたくし風」と呼ばれる東よりの強風が吹くことで知られている(例えば、松山地方気象台ホームページ)が、東よりの風は東北東の風の3例に過ぎず、22例が西北西、9例が西である。したがって、周辺の地点に比べて、台風起因比率が低いのは「わたくし風」の発現によるものとは考えられない。一方、宇和島における年最大瞬間風速のうち台風起因比率は49%であり、松山や多度津とほとんど変わらない。なお、本調査期間より前の1964年であるが、宇和島では、台風6420号の後面に発生した小擾乱(いわゆる pressure dip)により突風が吹き、 72ms^{-1} の最大瞬間風速が観測されている(山元・他, 1965; 光田, 1968)。

4. 台風起因比率の長期変化傾向

年最大風速および年最大瞬間風速のうち、台風に起因した地点数の経年変化を図2に示す。この地点数は両風速とも年によって大きく異なっており、年最大風速については、最大が2004年の115地点(全地点に対する比率77%)、最小が1973年



(a) 年最大風速



(b) 年最大瞬間風速

図2 台風に起因して発現した地点数の比率と地点数(図中の数値)の経年変化

の11地点(7%)である。また、年最大瞬間風速については、最大は2004年の119地点(79%)、最小は1973年の13地点(9%)で、最大と最小の年は、いずれも年最大風速の年と一致している。台風起因最大は10個の台風が上陸した2004年である

が、この年は全国的に台風による強風の影響を受けたことを意味している。なお、1個の台風で年最大風速が最も多く発現したのは9119号の82地点であり、年最大瞬間風速も同じく9119号の94地点である。

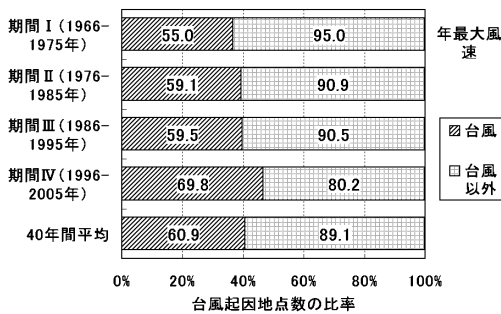
次に、この比率の長期の変化傾向を見るために、解析の対象とした期間を10年ごとの4つの期間に分けて、平均値を求めた。この10年ごとの期間は、1966～1975年を「期間Ⅰ」、1976～1985年を「期間Ⅱ」、1986～1995年を「期間Ⅲ」、1996～2005年を「期間Ⅳ」と称することにす。

年最大風速および年最大瞬間風速について、台風に起因して発現した地点数を期間ごとに集計し、全地点に対する比率として図3に示す。年最大風速については、台風起因地点数の比率は10年ごとに増えており、期間Ⅰの37%から、期間Ⅱには39%、期間Ⅲには40%、期間Ⅳには47%と増加し、期間Ⅰに比べて期間Ⅳでは10%も増加している。一方、年最大瞬間風速については、期間Ⅰでは35%、期間Ⅱでは40%、期間Ⅲでは43%、期間Ⅳでは49%であって、年最大風速に比べて増加の

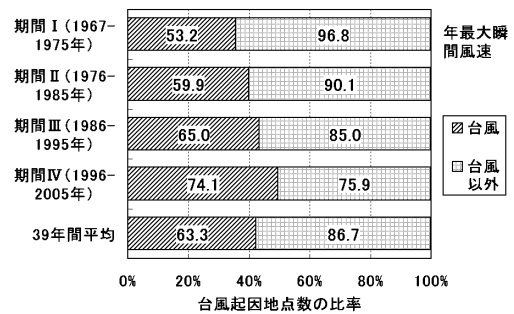
割合が大きい。このように、最近の10年間である期間Ⅳでは、両風速とも、約半数の地点において台風に起因して発現している。また、年最大風速と年最大瞬間風速の台風時の発現比率を比較すると、期間Ⅰにおいては年最大風速の方が大きいですが、期間Ⅱ以降は、年最大瞬間風速の方が大きくなっている。

5. 発現月の長期変化傾向

期間ごとに、年最大風速および年最大瞬間風速が発現した月を全地点について集計し、平均年間地点数として図4に示す。両風速ともに、2～4月と8～9月の2つのピークがある。10年ごとの変化を見ると、2～4月のピークでは、3～4月の地点数が減少している。一方、8～9月のピークでは、9月の地点数の増加が目立っており、年

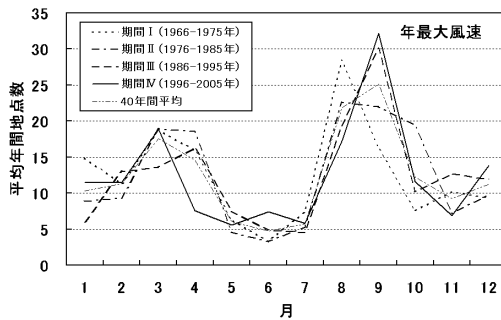


(a) 年最大風速

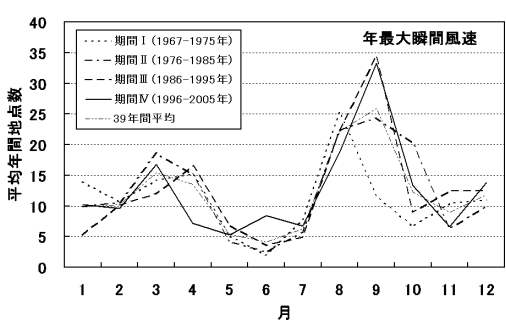


(b) 年最大瞬間風速

図3 台風に起因して発現した地点数の比率と平均年間地点数 (図中の数値)



(a) 年最大風速



(b) 年最大瞬間風速

図4 年最大風速と年最大瞬間風速が発現した月の平均年間地点数

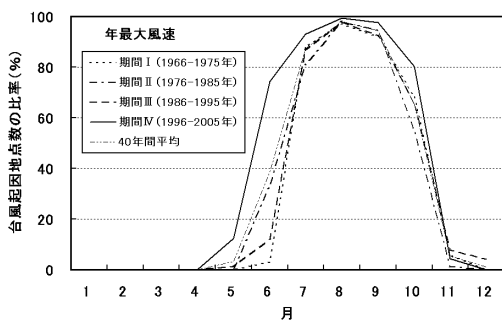
最大風速については、期間Ⅰに年間16地点であったのが、期間Ⅱでは22地点、期間Ⅲでは30地点、期間Ⅳでは32地点であり、期間ⅠとⅣの間の30年間に2倍も増加している。これに対して、8月は、逆に減少の傾向があり、期間Ⅰでは年間28地点であったのが、期間Ⅱでは23地点、期間Ⅲでは19地点、期間Ⅳでは、17地点と減少傾向にある。

年最大瞬間風速についても、同様に2～4月と8～9月の2つのピークがある。9月は期間Ⅰが年間12地点であったのが、期間Ⅱでは24地点、期間Ⅲでは34地点、期間Ⅳでは33地点であり、期間ⅢとⅣでは、期間Ⅰに比べて3倍近くも増加している。一方、8月は、年最大風速と同様に減少の傾向があり、期間Ⅰでは年間25地点であったのが、期間Ⅱと期間Ⅲでは、いずれも22地点、期間Ⅳでは19地点となっている。

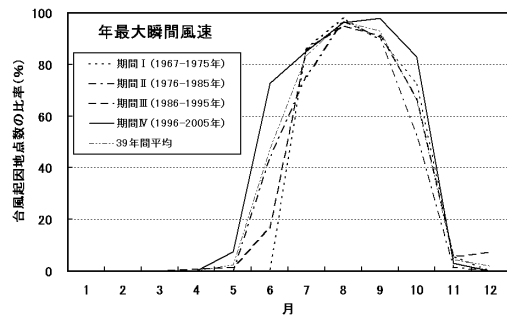
これらのピークの起因を調べるために、各月に発現した年最大風速と年最大瞬間風速のうちで台風起因した地点数の比率を図5に示す。1～4月においては、両風速とも、すべての期間において台風以外の気象擾乱により発現しており、したがって、図4の2～4月のピークは台風以外の気象擾乱によるものである。5月になると、台風に起因するものが現れ、その比率は期間ごとに増える傾向にある。両風速とも、6月は、期間Ⅰでは比率が0%に近かったが、期間Ⅳでは70%を超えている。両風速とも、7月になると、いずれの期

間においても80%前後となり、8月には90%を超えており、年間での最大となる。9月には、両風速とも、期間Ⅰ～Ⅲでは90%に減少するが、期間Ⅳでは8月とほとんど変わらず、95%に達している。10月になると、両風速とも、期間Ⅰ～Ⅲでは70%以下に減少するが、期間Ⅳでは80%程度である。図4によると、両風速ともに9月と10月においては、期間ⅢとⅣの平均年間地点数がほとんど変わらないにもかかわらず、期間Ⅳにおいて台風起因比率が増加しているのは、台風起因した頻度が増え、他の擾乱による頻度が減少していることを意味している。11～12月になると、両風速とも、台風起因の場合はほとんどなくなり、4つの期間ともに10%以下となる。

なお、図4によると、期間ⅢおよびⅣでは9月の発現頻度が高くなっていくのに対して、8月の発現頻度が減少してきているのは、強い台風の来襲頻度が8月には減少し、9月には増加していることを示しているのではないかと考えられる。この点について、さらに詳細に調べるために、台風起因して8月と9月に年最大風速と年最大瞬間風速が発現した地点を年ごとに抽出し、その地点数の経年変化を図6に示す。これらの図によると、年最大風速と年最大瞬間風速ともに、1989年までは8月に発現する地点が多いが、1990年以降は9月に発現する地点の方が多くなる傾向が見られる。1990年には9019号、9020号、1991年には9119号が9月に上陸しており、これを契機に8月



(a) 年最大風速



(b) 年最大瞬間風速

図5 台風起因して発現した地点数の比率の年変化

よりも9月に来襲する台風起因して年最大風速と年最大瞬間風速が発現する傾向が強く現れている。ただし、この傾向が今後も続くかどうかについては明らかではない。

6. 風向の長期変化傾向

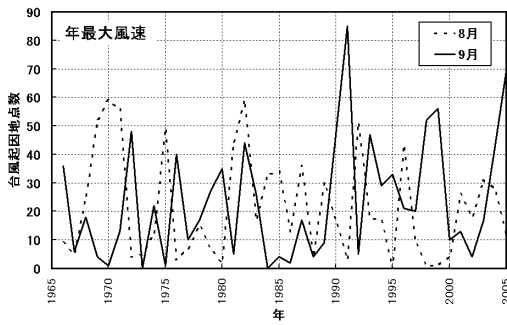
各地点の年最大風速と年最大瞬間風速について風向ごとに集計し、平均年間地点数を求め、図7に示す。年最大風速の場合、2つのピークがあり、西の風向を中心とする頻度が最も高く、次いで、南南東を中心とするピークである。10年ごとの変化を見ると、西のピークは、期間IIIには減少したが、期間IVでは増加している。一方、南南東のピークは、期間III以降、それ以前に比べて増加している。

年最大瞬間風速の場合、風向は1978年以降しか

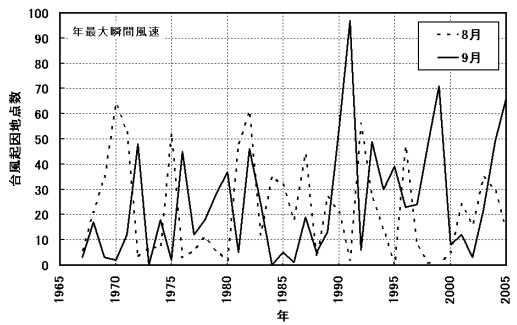
公表されていない。そこで、統計は期間II以降であり、しかも、期間IIは1978~1985年の8年間の平均である。年最大風速で見られた西の風向を中心としたピークは期間IIとIVでは存在しているが、期間IIIでは明瞭ではない。一方、風向が南南東のピークは、あまり明瞭ではない。

7. 風速の長期変化傾向

各地点の年最大風速と年最大瞬間風速について、 5ms^{-1} ごとの階級に分け、期間ごとに集計し、各階級において地点数が占める比率として図8に示す。この図において、横軸は風速の小さい階級順に並べた場合の累積相対度数で表してある。年最大風速の10年ごとの統計では、風速 20ms^{-1} 以上の地点が占める比率が最も高いのは期間Iである。気象官署では、1975年1月1日か

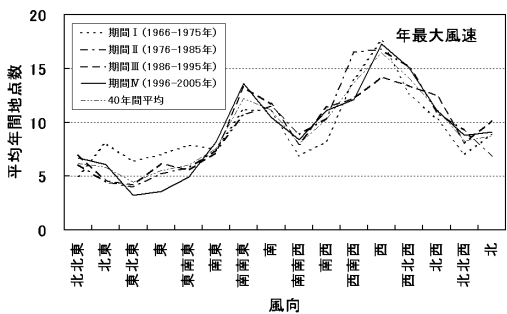


(a) 年最大風速

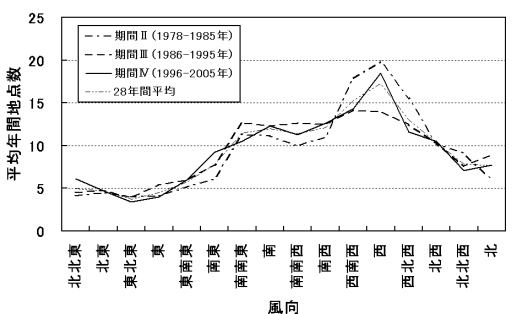


(b) 年最大瞬間風速

図6 8月と9月に発現した地点数の経年変化



(a) 年最大風速



(b) 年最大瞬間風速

図7 年最大風速と年最大瞬間風速が発現したときの風向の平均年間地点数

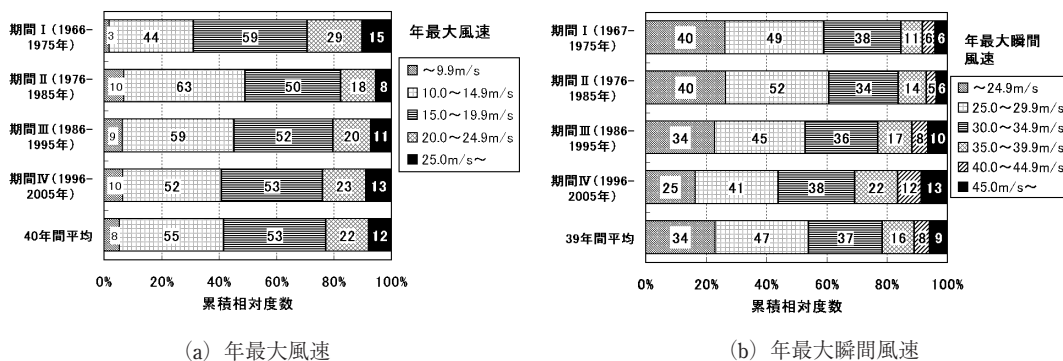


図8 年最大風速と年最大瞬間風速が発現したときの風速の年間平均地点数（図中の数値）と全地点に対する比率（累積相対度数で表す）

ら平均風速の観測が三杯型から風車型に切り替えられたが、気象庁観測部統計課（1979）の調査によると、この測器変更により平均風速の全国平均値が約10%減少したことが示されている。一方では、図8(b)に示した年最大瞬間風速では、期間IとIIの間で、ほとんど差がない。これらのことから、期間Iで年最大風速観測値が大きいのは、三杯風速計が使われていたことによるものと考えられる。その根拠としては、三杯風速計の場合、鉛直成分に反応すること（気象庁観測部統計課、1979）や変動風に対しては回転しすぎて、真風速よりも大きな値を計測すること（藤谷、1990）が挙げられている。

期間II以降では、風速 20ms^{-1} 以上の地点が占める比率が高くなっていく傾向がある。年最大風速について、風速 20ms^{-1} を超える比率は期間IIが18%であるのに対して、期間IIIでは20%、期間IVでは24%に増加している。一方、年最大瞬間風速については、風速 35ms^{-1} を超える頻度は期間IIが16%であるのに対して、期間IIIでは23%、期間IVでは31%に増加しており、期間IIに比べて2倍近く増加している。気象官署で観測される風速が増加の傾向にある一因として、合同庁舎などへの移転により風速計設置高度が高くなったことが挙げられる。解析対象期間において、風速計設置高度が50.0m以上になった官署は8地点あるが、その変遷を図9に示す。これによると、期間Iでは大阪、期間IIでは東京、仙台、

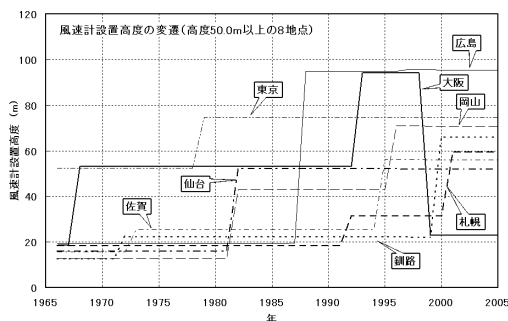
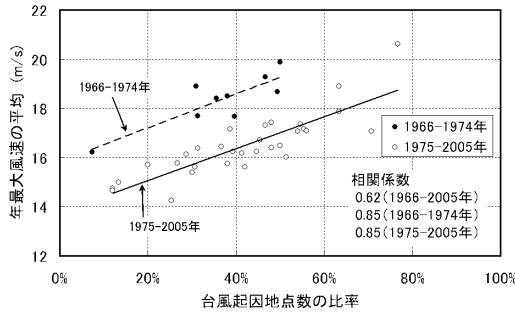


図9 風速計設置高度が50.0m以上になった8地点の風速計設置高度（各年12月31日現在）の変遷、資料は『気象庁編、気象庁年報2005年CD-ROM』による。

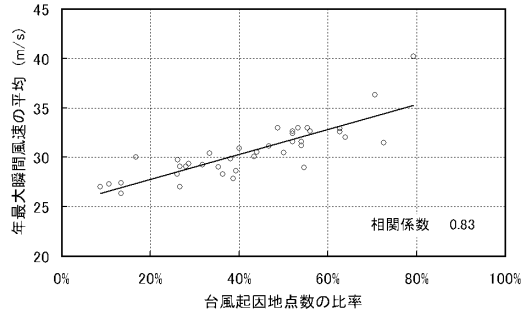
岡山、期間IIIでは広島、大阪、佐賀、期間IVでは岡山、釧路、札幌において、20m以上高くなっている。なお、大阪は、1999年に別の建物に移設され、94.2mから22.9mへと低くなった。

これに加えて、1990年ころから強い台風が多く上陸することも風速増加の一因であると考えられる。これは、地球温暖化の影響がどうかについては、現在のところ明らかにされていない。

次に、年最大風速と年最大瞬間風速について、年ごとの全地点風速平均値を求め、その年に台風起因した地点数の比率との関係を図10に示す。まず、年最大風速については、相関係数が0.62でばらつきが大きい。そこで、三杯風速計の期間1966~1974年と風車型風向風速計の期間1975~2005年に分けて示



(a) 年最大風速



(b) 年最大瞬間風速

図10 各年における台風起因の地点数の比率と風速の全地点平均値との関係

すと、風速平均値と台風起因比率の間の相関係数は1966～1974年では0.85、1975～2005年では0.85で、強い相関関係にある。これらの各期間について、線形近似を行って図示してあるが、これに基づく、年間台風起因地点数の同じ比率に対して、風車型風向風速計観測時の方が 2 ms^{-1} 程度小さくなっている。

一方、年最大瞬間風速については、全期間にわたっての相関係数は0.83で強い相関関係にある。また、線形近似を行うと、台風起因比率が30%の年には年最大瞬間風速平均値は 29 ms^{-1} 程度であるが、60%になると 33 ms^{-1} 程度に増加する。これらの値は、風車型風向風速計観測時における年最大風速の1.8倍程度である。

なお、台風起因比率が大きい年には、両風速とも全地点平均値が大きくなることは、台風以外に起因する風速よりも、台風に起因する風速の方が強いことを意味している。

8. まとめ

気象官署の年最大風速および年最大瞬間風速の起因となった気象擾乱について、過去40年間の資料に基づく調査によると、台風に起因して発現した比率の地理的分布と長期変化傾向として、次のような結果が得られた。

(1) 西南日本における強風は、日本海側や内陸部を除いて、半数以上の年で台風に起因して発現している。これに対して、東北日本では、

台風以外の気象擾乱、すなわち、温帯低気圧、寒冷前線などの通過のさいに観測される年の方が多。したがって、西日本を中心とした強風災害の対策は、台風に重点をおいて考えれば、ほぼ目的を達することができよう。一方、東北日本や西日本の日本海沿岸域、内陸部では、冬季から春にかけて襲う発達した温帯低気圧などを考える必要がある。

(2) 10年ごとに統計をとると、台風に起因する比率が増えてきており、最近の10年間では、約半数の年で台風に起因して発現している。これは日本を襲う強い台風が増えてきていることを意味している。

(3) 月別の発現比率には、年最大風速と年最大瞬間風速ともに、2～4月と8～9月の2つのピークがある。2～4月には、すべてが台風以外の気象擾乱により発現しており、8～9月には、ほとんどすべてが台風に起因して発現している。また、台風起因比率の大きい月は、1990年ころを境に8月から9月に移っている。

(4) 風向別の発現比率では、年最大風速には、南南東と西の2つのピークがあるが、年最大瞬間風速には、西のピークのみである。

(5) 年最大風速が 20 ms^{-1} を超える比率は期間Ⅱが18%であるのに対して、期間Ⅲでは20%、期間Ⅳでは24%と増加の傾向にある。また、年最大瞬間風速については、風速 35 ms^{-1} を超える比率は期間Ⅱが16%であるのに対して、期

間Ⅲでは23%, 期間Ⅳでは31%に増加しており, 期間Ⅳでは, 期間Ⅱに比べて2倍近く増加している。

以上のように, 強風の起因となる気象擾乱は, 地域によって大きく異なっており, また, 10年ごとの強風の特徴は, 変化しつつある。この長期変化傾向については, 地球温暖化の影響によるものであるかどうかは, 現在のところ明らかではない。

地理的分布や長期変化傾向について得られた結果は, 強風災害対策において, 重点をおくべき気象擾乱の予測に有効に利用できるものと考えられる。また, 強風が発現する季節, 強風の風向や風速についても参考となるものと考えられる。なお, 今後の課題としては, 強風発現季節, 卓越風向, 風速の極値の地理的分布を作成することが残されている。

謝 辞

本研究の遂行に当たって, 京都産業大学理学部学生の大 邦昭(現在, 神戸大学大学院自然科学研究科)および宗和孝幸(現在, 飯田女子高等学校教諭)の両君に協力をいただいた。また, 2名の査読者からは, 有益なご意見をいただいた。さらに, 本報告おける解析には, (財)気象業務支援センターを通して入手した気象庁の地上気象観測資料を使用した。ここに記して, 厚く感謝の意を表したい。

参考文献

青木 忠(編): 1981~'85年天気図集成, 日本気象協会, 181p., 1989.
 藤谷徳之助: 構造工学における風観測資料の利用について-気象庁観測資料を中心に-, 日本風工学会誌, 第44号, pp. 85-97, 1990.
 気象庁観測部統計課: 風の測器変更に伴う統計の接続問題について, 測候時報, 46巻, pp. 139-142, 1979.
 気象庁: 地上気象観測統計指針, 付録1-18, 日本気象協会, 1990.
 気象庁(監修): 気象年鑑2003年版, 気象業務支援センター, 265p., 2003.
 気象庁(監修): 気象年鑑2004年版, 気象業務支援セ

ンター, 273p., 2004.
 気象庁(監修): 気象年鑑2005年版, 気象業務支援センター, 271p., 2005.
 気象庁(監修): 気象年鑑2006年版, 気象業務支援センター, 257p., 2006.
 気象庁: 気象データの統計方法を変更します-平成17(2005)年1月1日から-, <http://www.data.kishou.go.jp/mdrr/shishin/change.pdf>, 2006年8月29日閲覧
 松山地方気象台: 愛媛県の気象について, <http://www.osaka-jma.go.jp/matuyama/ehime/tokusei.htm>, 2007年1月8日閲覧
 光田 寧: 暴風災害を考える際の小規模擾乱の重要性, 京都大学防災研究所年報, 第11号A, pp. 499-506, 1968.
 Mitsuta, Y. and T. Fujii: Analysis and synthesis of typhoon wind pattern over Japan, Bull. Disas. Prev. Res. Ins., Kyoto Univ., Vol.37, pp.169-185, 1987.
 半井範明(編著): 1966~'70年天気図5年集成, 日本気象協会, 155p., 1971.
 半井範明(編著): 1971~'75年天気図5年集成, 日本気象協会, 155p., 1976.
 日本気象協会(編): 気象年鑑1997年版, 大蔵省印刷局, 273p., 1997.
 日本気象協会(編): 気象年鑑1998年版, 大蔵省印刷局, 270p., 1998.
 日本気象協会(編): 気象年鑑1999年版, 大蔵省印刷局, 277p., 1999.
 日本気象協会(編): 気象年鑑2000年版, 大蔵省印刷局, 281p., 2000.
 日本気象協会(編): 気象年鑑2001年版, 財務省印刷局, 302p., 2001.
 日本気象協会(編): 気象年鑑2002年版, 財務省印刷局, 314p., 2002.
 大野光男(編): 1976~'80年天気図集成, 日本気象協会, 155p., 1982.
 山元龍三郎・光田 寧・宮田賢二・田平 誠: 台風20号にもなった暴風について, 京都大学防災研究所年報, 第8号, pp. 593-604, 1965.
 与五沢和良(編): 1986~'90年天気図集成, 日本気象協会, 174p., 1993.
 与五沢和良(編): 1991~'95年天気図集成, 日本気象協会, 187p., 1996.

(投稿受理: 平成18年10月20日
 訂正稿受理: 平成19年4月18日)