

日本における複数の成因を考慮した年最大風速分布の特性
Extreme Wind Speeds in Mixed Wind Climates in Japan

松井 正宏* Masahiro MATSUI 孟 岩** Yan MENG 日比 一喜** Kazuki HIBI

1. はじめに 年最大風速の確率分布を論じる際に、異なる成因による分布に分けて分析することの重要性を指摘したのは Gomes and Vickery(1978)である。その後、日本における年最大風速の成因別分布を宮田・吉津(1980)が、また、台風時の統計を牧野(1994)が分析して、再現期間の大きな風速については台風による年最大値を基に統計分析する必要性を指摘している。

Well-behaved wind climate については、ある程度の期間の観測が行われればその母集団の確率分布を求めることが比較的容易であるが(正確にはそのような強風を well-behaved wind climate と定義している)、襲来頻度の小さな事象については、特に、観測期間を超える再現期間の設計風速を検討しようとする場合、年最大風速以外の情報を利用した分析(台風モデルによるモンテカルロシミュレーション [1]) が利用される。

ここでは、年最大風速に影響の大きい台風時の風とそれ以外の風(非台風時の風)に分類し、両者について別々に極値分布への当てはめを試みる。

また、複数の分布を基に理論的に合成された年最大風速の確率分布では非超過確率(あるいは風速)に応じて、複数の分布を考慮すべき範囲と単一の分布が支配的である範囲が存在することを示し、それらの範囲が日本国内の気象官署でどのような関係にあるかを、明らかにする。

2. 複数の成因による年最大風速の確率分布と評価方法

複数の独立した成因を合成した年最大風速の確率分布は式(1)で表わされる [3]。

$$F_A(V) = \prod_{P=1}^Q F_P(V) \quad (1)$$

ここでは、2つの成因による場合(Q=2)を取り上げる。一つは台風によるもの、他はそれ以外の成因によるものである。

図1に複数の成因による年最大風速の確率分布を示す。図中T,Sの添え字は台風、非台風(季節風)を表わしている。Aは、すべての成因を含んだ年最大値を表わす。以下の議論は図1が2重指数確率紙上であることを前提に行う。

台風による風速の勾配が非台風に比べ大きいならば再現期間の大きな範囲では合成した年最大風速の分布は台風による年最大風速の分布に近づき、再現期間の小さな範囲では非台風の分布に近づく傾向を有する。そして、合成した分布と各要因の分布が非常に近い範囲では、年最大風速の分布はその範囲でその要因が支配的であると言えることができる。また、その中間領域に両者の影響を考慮すべき範囲が存在する。これらの境界となる標準化変数 x_T, x_S の値は、 ϵ を微小な値として、次式(2),(3)で決定されるものとした。

$$V_A(x) - V_T(x) < \epsilon \quad (x > x_T) \quad (2)$$

$$V_A(x) - V_S(x) < \epsilon \quad (x < x_S) \quad (3)$$

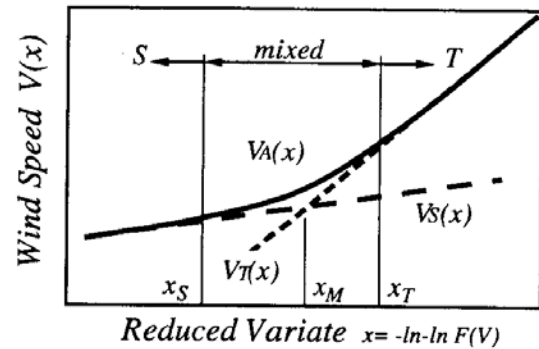


図1: 複数の成因による年最大風速の確率分布(概念図)

ただし、 x_T が観測期間を超えるような範囲である場合は参考値と考えるべきである。また、 $V_S(x), V_T(x)$ の交点を与える標準化変数 x_M は、 x_S, x_T の間に位置することが期待され、合成分布に与える台風と、非台風の影響が交代する境界である。

x_T, x_S, x_M に対応する再現期間 R_T, R_S, R_M は、設計風速を決定する際の目安を与える。つまり、設計風速を決定する際の再現期間と R_T, R_S, R_M を比較することにより考慮すべき強風の成因が明らかとなる。

3. データ分析

3.1 使用した記録と分析方法

気象庁気象台観測記録磁気媒体 SDP テープ 1961~1995 年の日最大風速を風の母集団とした。台風時の年最大風速は、対象地点を中心に半径 500km 以内に台風の中心が存在する日最大風速の年最大値とした。また、非台風時の年最大風速は、台風時以外の日最大風速の年最大値をその値とした。

均質化については測器と観測高さについて行った。測器および観測高さの履歴は文献 [8] を参考にした。測器の特性は文献 [9] に従い現在の風車型の特性にあわせた。観測高さの補正は、粗度区分およびべき指数を文献 [10] に従い、現在の観測高さにあわせた。粗度の経年変化は考慮しなかった。

極値 I 型分布への当てはめに対して台風時の記録は上位 2/3 を用いた。これは、台風の襲来頻度が小さいため記録のない年を考慮したものである。

3.2 分析結果と考察

図2に主な気象台における台風時と、非台風時の年最大風速の分布を示す。同図中には式(1)による合成分布を実線で併記した。いずれの観測地点でも非台風の分布は、ほぼ直線で表わされ、観測の範囲で、極値 I 型分布が妥当である。台風の分布は、高緯度の襲来頻度が小さな地域では、台風による年最大風速が記録されない年が存在し、ポアソン過程の様相を強く表わすが、上位の分布は直線上に

*清水建設(株)技術研究所, Institute of Technology, Shimizu Corporation,

**同 工博

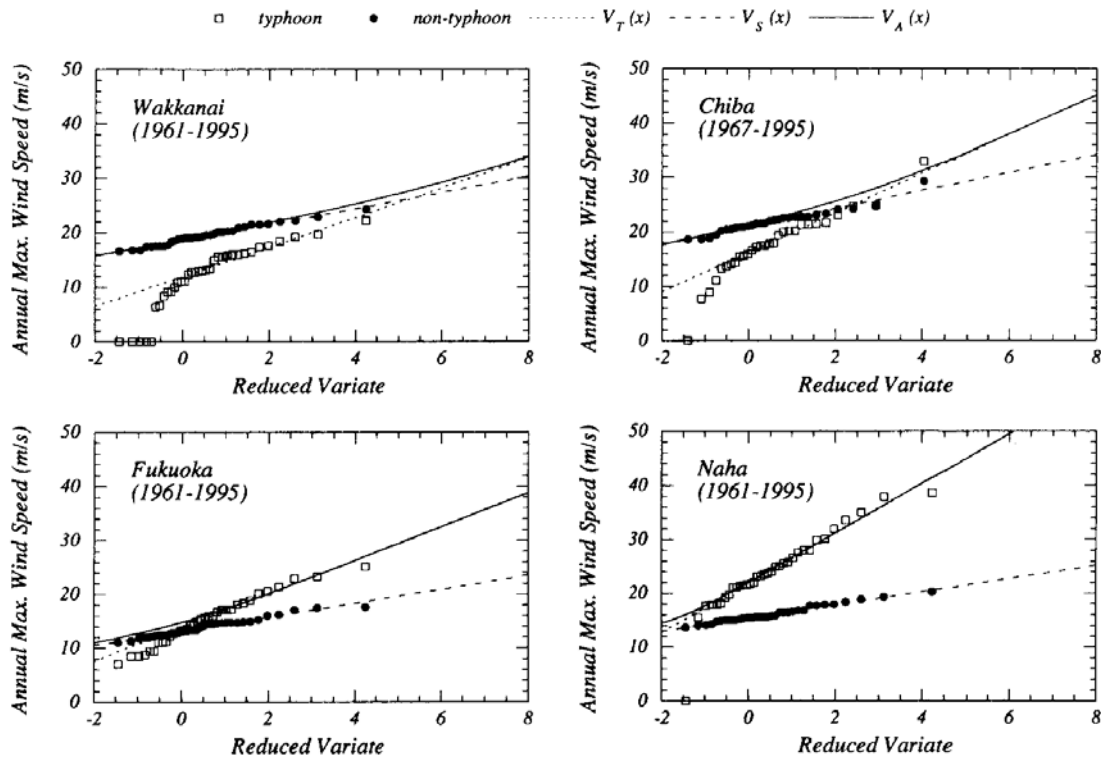


図 2: 気象官署における複数の成因による年最大風速の確率分布

分布している。

どの観測地点でも、台風の影響が非台風のそれに対し大きくなり、再現期間が大きくなると台風の影響が支配的となる。しかし、非台風時の分布の地域による変化に比べ、台風時の分布は地域格差が大きく、地域によって台風と非台風の分布が支配的な範囲が異なる。そこで、式(2)(3)に基づき、台風と非台風が支配的となる規準化変数(再現期間)の範囲(x_S, x_M, x_T)を求め、図3に示した。 ϵ の値は 0.5ms^{-1} とした。図3より、再現期間100年では、北海道、東北地方では、台風と非台風、両者の影響が見られる。それ以外の地域では再現期間100年を超える強風は台風が支配的であることがわかる。一方、比較的頻度の高い再現期間数年～数十年の設計風速では、台風だけでなく非台風の影響も含んだ混合分布になっている。

4 まとめ

1. 気象台で観測される年最大風速分布を成因別に求め、合成分布を作成した。

2. 台風が支配的となる再現期間の傾向を明らかにした。再現期間100年の設計風速を想定する場合、大きく分けると、北海道、東北地方は台風、非台風の混合分布、それ以外は台風の影響が支配的である。

References

- [1] 松井、孟、日比：設計風速の設定に用いる台風シミュレーション手法、JCOSSAR'95 論文集、1995
- [2] N.J.Cook, The Designer's Guide to Wind Loading of Building Structures, Part1, Butterworth, 1985
- [3] L.Gomes and B.J.Vickery, Extreme Wind Speeds in Mixed Wind Climates, Journal of Industrial Aerodynamics and Wind Engineering, 2, 1978, pp.331-344
- [4] 宮田、吉津：風速の成因別再現期待値に関する一評価、第6回 風工学シンポジウム、1980

- [5] 牧野：台風の影響の強い地域における台風による強風の極値分布、日本建築学会構造系論文集、第458号、1994
- [6] 気象庁、気象要覧
- [7] 気象庁、気象観測SDPテープ
- [8] 日本気象協会：気象官署観測環境資料集、1992
- [9] 花房、藤谷、加藤、深井：風測器変更に伴う風速値について、日本風工学会誌 第55号、1993
- [10] 日本建築学会、建築物荷重指針・同解説、1993

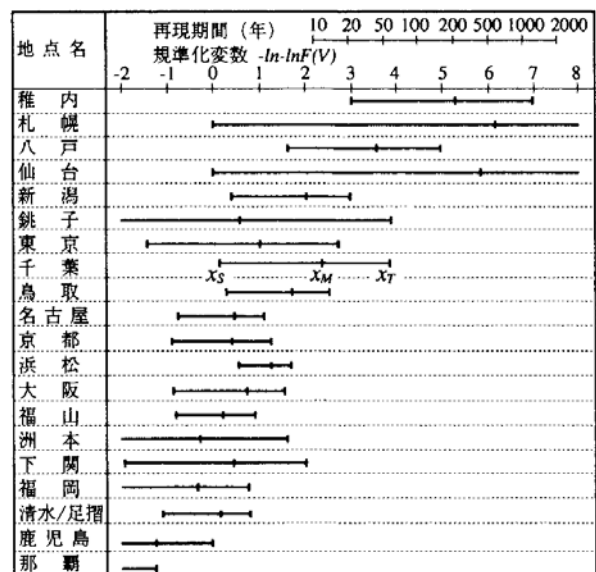


図 3: 気象官署における台風と非台風の影響する範囲