

日本における複数の成因を考慮した年最大風速確率分布の特性

正会員 ○ 松井 正宏 *
同 孟 岩 *
同 日比 一喜 *

設計風速、台風、季節風、確率分布

1 はじめに 再現期間の大きな設計風速を設定する場合、台風モデルを用いたシミュレーション手法が利用されることがある。このような手法が有効であるためには、対象とする設計風速は台風によって決まるという前提が必要である。

日本における強風の統計を成因別に扱ったこれまでの研究として、宮田ら [4]、牧野 [5] の研究があり、台風を対象とした分析の重要性が指摘されてきた。確かに、各気象官署の年最大風速の要因は台風によって決まる場合が多いが、台風が年最大風速に及ぼす影響をどのように評価したら良いのか、また、再現期間がそれ程大きくない場合、台風のみを考慮すれば十分であるか、といった疑問が残る。

ここでは、Gomes and Vickery(1978) の手法に基づき、日本における気象官署の風速を台風時のものとそれ以外のものに分けて取り扱うことにより台風の影響が支配的な再現期間の範囲を明らかにすることを目的とする。

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。台風によるものおよび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, A の添え字は台風、非台風 (季節風) およびすべての成因を含んだ分布を表わしている。以下の議論は図 1 の 2 重指数確率紙上で行う。

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、合成した分布と各成因の分布が非常に近い範囲では、その成因が支配的であると言えることができる。また、その中間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規準化変数 x_T, x_S の値は、 $V_A(x)$ と $V_T(x), V_S(x)$ の差が非常に小さくなる位置として定めることができる。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、 $V_S(x), V_T(x)$ の交点を与える規準化変数 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。

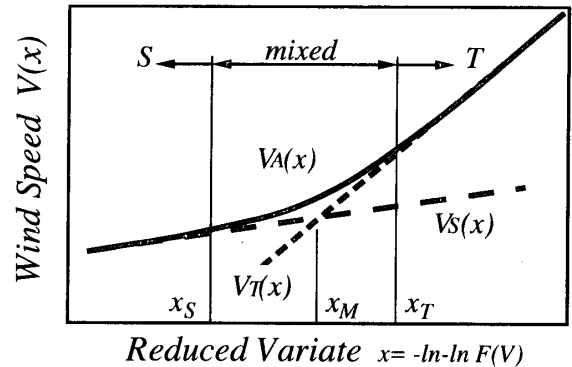


図 1: 複数の成因による年最大風速の確率分布 (概念図)

さらに、設計風速を決定する際の再現期間と x_T, x_S, x_M に対応する再現期間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 気象台における文献 [7] 1961-1995 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場合の日最大風速を基にした。また、非台風時の年最大風速は、それ以外の日最大風速の年最大値をその値とした。

記録の均質化は、文献 [8],[9] に従い、現在の測定高度、測器の特性にあわせた。気象台の粗度区分およびべき指数は文献 [10] に従った。粗度の経年変化は考慮していない。

非台風時の分布は求積法により Gumbel 分布に当てはめた。また、文献 [11] では台風の記録のない年を考慮して、上位のデータに直線を当てはめたが、本研究では、台風の発生にポアソン分布を用いた。

$$F_T(V) = e^{-\nu(1-P_T(V))} \quad (2)$$

ここで、 $P_T(V)$ は、一つの台風の最大風速の確率分布で、Gumbel 分布を用いた。 ν は台風の年平均発生数である。

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。非台風の分布は、観測の範囲でほぼ直線で表わされている。一方、台風の分布では、

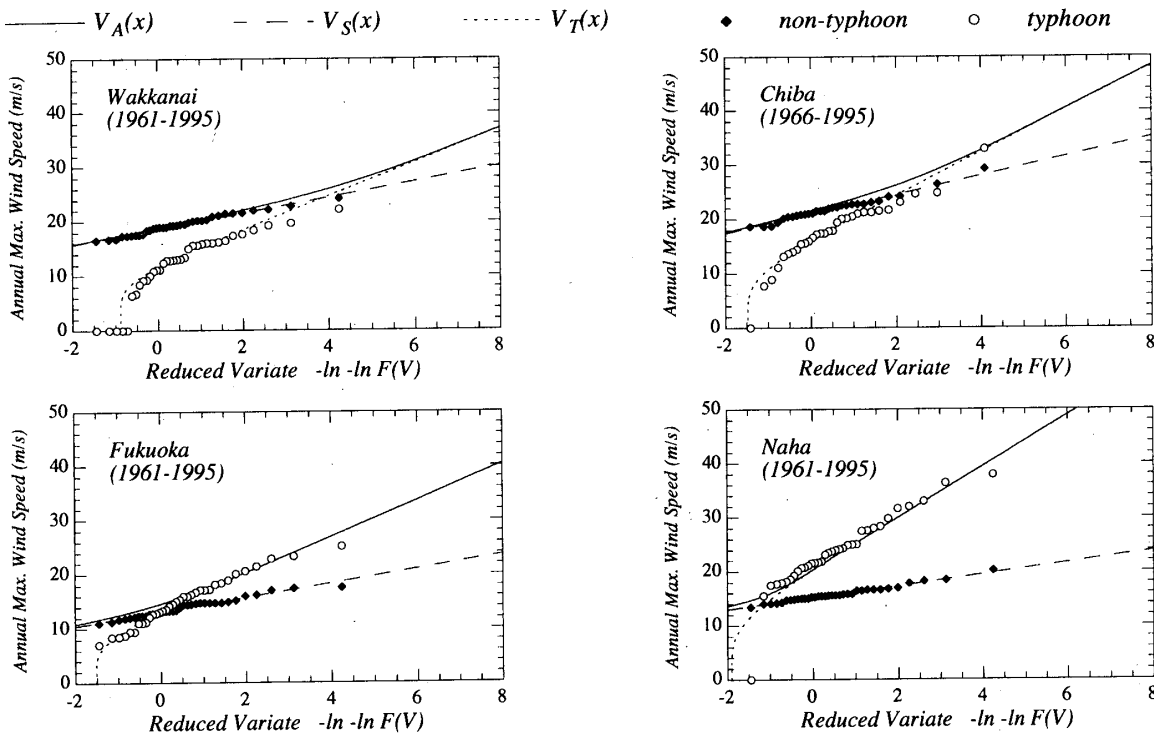


図 2: 気象官署における複数の成因による年最大風速の確率分布

高緯度の襲来頻度が小さな地域において、台風による年最大風速が記録されない年が存在する様子が、ポアソン分布を用いたことにより、よく表現されている。

どの観測地点でも、台風の勾配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、合成分布に与える台風と非台風の影響が異なる。そこで、台風と非台風が支配的となる規準化変数(再現期間)の範囲を求め、図3に示した。ここでは、合成分布と各成因の分布の差が 0.5ms^{-1} 以下となった位置を境界 (x_S, x_T) とした。図3より、再現期間100年では、北海道および東北の一部では、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. 気象台における台風による年最大風速分布と、非台風による年最大風速を別々に求め、Gomes and Vickery にならい、理論的に得られる合成分布を作成した。この合成分布と元となった台風、非台風の分布の関係から、各々が影響する範囲を評価する方法を示した。

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、他は台風の影響が支配的である。

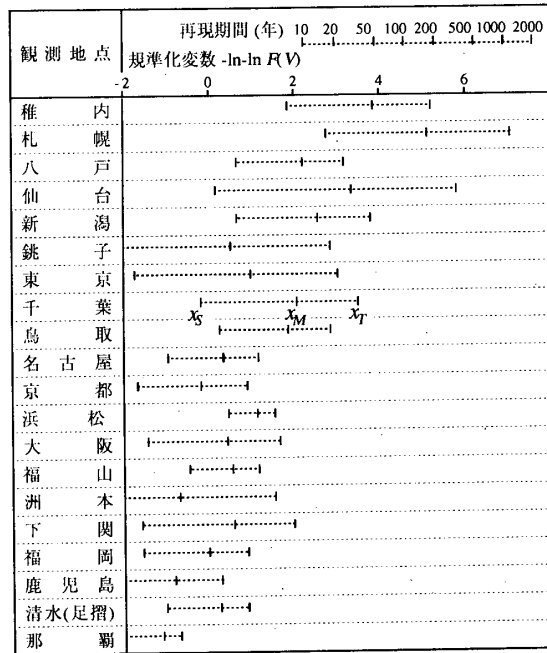


図 3: 気象官署における台風と非台風の影響する範囲

[1] 松井他: 設計風速の設定に用いる台風シミュレーション手法, 第13回風工学シンポ, '94 [2] N.J.Cook, The Designer's Guide to Wind Loading of Building Structures, Part1, '85 [3] L.Gomes & B.J.Vickery, Extreme Wind Speeds in Mixed Wind Climates, JAWC, 2, '78 [4] 宮田他: 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, '80 [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, '94 [6] 気象庁: 気象要覧 [7] 気象庁: 地上気象観測編集データ [8] 日本気象協会: 気象官署観測環境資料集, '92 [9] 花房他: 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, '93 [10] 日本建築学会: 建築物荷重指針, '93 [11] 松井他: 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, 風工学会年次大会, '97