

わが国沿岸における気象・海象要素の極値と変動域の推定

愛媛大学工学部 正員○山口正隆

愛媛大学工学部 大福 学

(株)復権エンジニアリング 岩城 賢治

1. はじめに：わが国では、多種多様な気象・海象要素（風速、気温、波高等）の観測資料に対する極値統計解析に基づいて、各要素の再現確率値を推定する研究が数多く行われてきた。しかし、これらの研究はそれぞれ別個に行われたものであり、同じ手法を用いて広範囲かつ包括的に各要素の極値の特性を調べた研究事例はほとんどない。そこで本研究では、合田の最小2乗法に基づく極値統計解析システムの適用によって、わが国沿岸部における各種気象・海象要素の再現確率値とその変動域を統一的に推定し、これらの沿岸分布特性を検討する。

2. 研究手順：(1)極値資料の作成；現在まで、気象庁、海上保安庁、運輸省港湾局、県庁、電力会社など様々な機関が長期にわたる気象・海象観測を行い、観測資料を取得している。本研究では、表-1に示す10種類（風速1、風速2は観測資料の違いによる）の気象・海象要素を取り上げ、観測資料から各要素の極値資料を作成した。作成した極値資料は表-2のとおりであるが、極値資料の種類はそれぞれの資料の整理法や入手の容易さに依存して決まっている。(2)解析方法；それぞれの極値資料の順序統計量に対しGumbel分布、3母数Weibull分布($k=0.75, 1.0, 1.4, 2.0$)の計5種類の候補確率分布の母数推定を最小2乗法により行い、確率分布の未超過確率に対する標準化変量と順序統計量の相関係数 ρ が最大の確率分布を最適確率分布として選択し、これに基づいて再現確率値とその標準偏差を算出した。また、気象擾乱別極値資料が得られる場合には、個々の値を合成することによって全体としての再現確率値と標準偏差を求めた。

3. 解析結果：(1)図-1、図-2は全体年最大風速資料（要素：風速2、地点：佐田岬）に対する確率分布へのあてはめ結果および観測値と推定値のQ-Qプロット図である。これらの図が示すように、観測値と推定値との相関係数 ρ および資料に対する理論確率分布の適合度はかなり高い。また、風速だけでなくその他の要素についても、同様に高い相関係数と確率分布への良好なあてはめ結果が得られている。しかし、最小2乗法によるシステムでは、候補確率分布のうち最も尖鋭な分布を形状母数 $k=2.0$ のWeibull分布としているために、年最高気温のように変動幅が小さく、したがって尖鋭な資料分布の場合には、必然的に $k=2.0$ のWeibull分布を最適分布として判別するので、適合度は不十分であり、相関係数の値も相対的に低い。つまり、最小2乗法に基づく極値統計解析システムの適用性を拡張するために、現行の形状母数の上限（ $k=2.0$ ）より大きい k に対する定式

表-1

要素	使用資料	地点数
風速1	日原簿観測資料(気象庁)	66地点
風速2	灯台観測資料(海上保安庁)	23地点
日降水量	"	"
年降水量	"	"
最高気温	"	"
最低気温	"	"
気温日較差	"	"
高潮偏差 (台風起因)	潮位観測資料(気象庁)	44地点
気圧 (台風起因)	気圧観測資料(気象庁)	26地点
波高	波高観測資料(運輸省他)	54地点

表-2

要素	作成した極値資料
風速1	全体年最大値
風速2	全体年最大値 全体極大値, 台風極大値, 季節風極大値
最高気温	全体年最大値
最低気温	"
気温日較差	"
高潮偏差	台風年極大値
気圧	"
波高	全体年最大, 台風年最大, 季節風年最大 全体極大値, 台風極大値, 季節風極大値

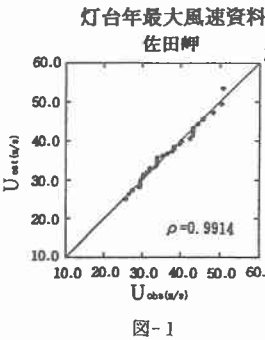


図-1

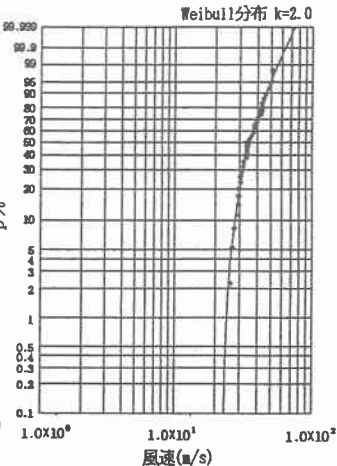


図-2

化が必要である。(2)気象擾乱別極大値資料から推定した100年確率値および標準偏差の合成値は、卓越する側の値に支配されるが、両者が同程度の値をとる場合には合成値は増加する。また、合成100年確率値は、全体年最大値資料や極大値資料から推定した100年確率風速より若干大きい地点が多い。ただし、台風の影響が顕著でない日本海沿岸のような地点では、台風別極値資料の極値統計解析から得られた標準偏差は異常値を示すことがある。(3)図-3は100年確率風速およびその標準偏差の沿岸分布の一例である。日本沿岸部において極値を生起する気象擾乱

として、関東以西太平洋沿岸～南西諸島、東シナ海沿岸では台風、日本海沿岸では季節風、関東以北太平洋沿岸～オホーツク海沿岸では低気圧の3つを挙げることができる。この図から、台風の影響が卓越する地域の100年確率風速が、他の気

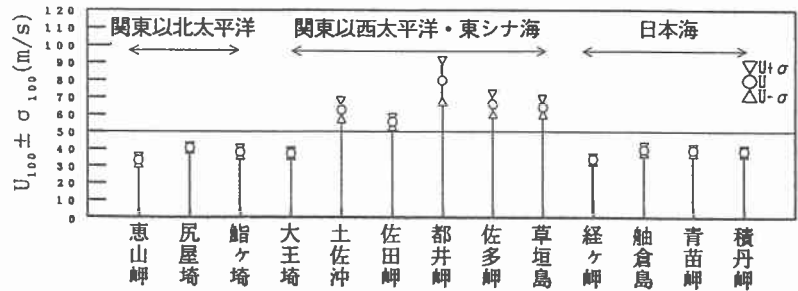


図-3

象擾乱が卓越する地域の値よりも大きい傾向にあることがわかる。標準偏差も同様に、台風の影響が卓越する地域の値がその他の地域の値より大きい。このほか、波高、年降水量、年最大日降水量についても同様の傾向が現れており、日本沿岸では、台風による各種気象・海象要素の極値に及ぼす影響が特に卓越する。

(4)気象庁風速観測資料によるわが国沿岸での100年確率風速は21～67m/s、海上保安庁灯台風速観測資料によるものは30～79m/sと広い範囲に分布する。100年確率風速が大きい地点では、その標準偏差も大きい傾向にあり、それぞれ1～13m/sおよび2～13m/sの値をとる。また、年最大風速資料および極大風速資料から推定した100年確率風速は同程度の値をとる地点が多いが、後者による標準偏差は必ずしも前者による標準偏差より小さいとは限らない。(5)100年確率年最高気温は27.5～38.0℃、100年確率年最低気温は-17.6～0.4℃、100年確率年最大日較差は17.4～29.3℃の範囲に分布する。もちろん、高温地域は太平洋岸西南部や東シナ海沿岸部、低温地域は東北地方から北海道に位置する。しかし、100年確率年最大日較差の大きい地点および小さい地点は北海道や日本西南部のそれぞれ近接した地点で出現する。標準偏差は1℃前後の地点が多いが、年最低気温や日較差の場合には、1.5℃あるいはそれ以上の値をとる地点もある。(6)100年確率年最大日降水量は152～755mmの間に分布するが、年最大日降水量の多い地点は日本北部と日本西南部に集中する。また、100年確率年降水量は1390～3890mmにわたり、全般的に、日本西南部で多く、東北地方や北海道で少ない。(7)台風に伴う100年確率気圧およびその標準偏差は909～967hPaおよび3～15hPaの範囲にある。周知のように、確率気圧は日本西南部で低く、北東部で大きいという地域特性を示す。しかし、巨大台風の通過の有無によって近接する地点間における差が大きい。(8)台風に伴う100年確率高潮偏差は0.65～3.12mの範囲にあり、2mを越す地点は名古屋、大阪など7地点にすぎず、期間最大高潮偏差の再現期間がほぼ200年を越える地点はない。また、過去に異常な高潮が生じた地点の極大高潮偏差資料は形状母数 $k=0.75$ のWeibull分布で近似される場合が多いことから、超長期の再現期間に対する確率高潮偏差やその標準偏差はかなり大きい値をとる。(9)100年確率波高およびその標準偏差は、台風の影響が卓越する関東以西の太平洋岸、東シナ海沿岸および南西諸島で12～15mおよび1.5～4.0m、低気圧の影響が強い関東以北の太平洋岸で7～10mおよび1.0～1.5m、季節風の影響が支配的な日本海沿岸で7～10mおよび0.5～1mという範囲にあると推測される。

4. まとめ：(1)わが国沿岸における気象・海象要素の極値と変動域は上述のように推定される。(2)最小2乗法による極値統計解析システムは、各種気象・海象要素の再現確率値および標準偏差の推定において、実用上有効であるが、その適用性を拡張するためには、Weibull分布における形状母数の値をより大きくとる必要がある。