

横浜国立大学 宮田 利雄
 “ 齊藤 善昭
 “ 岡村 徹

1 まなびき

本報告では、従来行ってきた強風の成因別極値解析^{1,2)}の成果をさらに発展させることを目的として、成因別強風の再現期待値に関する地形因子に基づく多重相関解析を行ったので、その一つの結果を述べるものである。実際に構造物が建設される地点では過去に風速データが観測されていないのが普通で、何らかの方法でこうした未観測データ地点の風速を推定することが求められている。これに対して、風速に影響を及ぼす地形因子をいくつか定め、既観測地点における風速の再現期待値とこれらの地形因子との単、重相関関係から、任意地点の地形因子をあてはめるとの風速再現期待値を推定する方法が度々用いられている^{3,4,5)}。ここには、台風、低気圧・前線性の風および季節風の三種類の成因別、あるいは従来の成因別に扱わない場合の再現期待値を用いて、地形因子に基づく多重相関解析を行い、それぞれの回帰式を作成して検討を加えた。設定すべき地形因子については、風速との相関が高く、他の因子との内部相関が低いものを選定することにできるが、どのような種類、規模の地形が風速との相関が高いかは実際のところ不明なところが多い。そこで、風速に影響すると考えられる因子を多数設定し、種類によってはその評価範囲を数段階に変化させるなどして、最適な因子を選定し得るかどうかを検討してみることにした。こうした目的のためには、従来この種の調査で行われてきた地形図からの手作業による読み取りでは多大の労力と時間を要するの、今回、国土地理院の作成した国土数値情報を利用して地形因子を機械的に算出する方法を採用することにした。この方法によれば、日本全国任意地点の地形因子がいくつでも短時間に、自動的に読み出せることになる。

2 解析方法と地形因子設定

本研究では、多重相関関係としての多重線形回帰式に従うこととし、この回帰式決定用地点と回帰式検証地点については、すでに再現期待値を成因別に求めたある気象官署^{1,2)}の中から、とりあえず関東地方以西の87地点を選び、後者の回帰式検証地点としてランダムに21地点を、残りの66地点を前者用に割り当てた。

地形因子については、とりあえず既往の諸調査^{4,5,6)}の成果を参照することとし、各地点の地理学的な位置、地表の凹凸、海陸の影響、地形の傾斜、曲率、開放状況などの諸量がある範囲で選択できるようにした。すなわち、1) 経度、緯度、2) 標高、3) 起伏度……対象地点を中心とする半径50, 40, 30, 20, 15, 10, 5, 1 kmの円内の最高地点と対象地点の標高差、4) 陸度……半径50, 40, 30, 20, 10 kmの円内の陸地の占める割合、5) 海岸度……半径8, 5, 3 kmの円内の海の占める割合、6) 海岸距離……対象地点から海岸までの最短距離、7) 障害距離……対象地点より標高が200 m以上高い地域を障害域とし、対象地点からそこへの最短距離、8) 勾配……半径20, 15, 10, 5 kmの円内の最高地点と対象地点との距離dと標高差hによる傾き $\theta = h/d$ 、9) 傾斜……対象地点の南北各5 km地点の標高差を南北の傾斜、東西各5 km地点の標高差を東西の傾斜、10) 曲率……対象地点の南北各5 km地点の南北傾斜の差を南北の曲率、東西各5 km地点の東西傾斜の差を東西の曲率；正值は凹、負値は凸地形を表わす、11) 合成曲率……南北、東西の各曲率の和、12) 開放度……半径40, 30, 20, 10 kmの円内で、対象地点より標高が200 m以上高い障害域に対し対象地点より接続を引いたときの開いた角度の総和、の合計34因子である。

これらの地形因子に対して、国土数値情報の標高データファイルから87地点の数量化を行った。標高データファイルは2万5千分の1地形図を縦横10等分したナッシュを基本に、これらをさらに縦横4等分したナッシュ

エの各格子点について、すなわち日本の中付近で約 250m 毎 4 段標高が与えられている。したがって、地形因子の数量化に際しても、この情報の性格上からくる制約を受けることは止むを得ない。

3 解析結果と考察

多重相関解析を行うに当って、まず各地形因子と風速の再現期待値との間の単相関係数を求めた。これによる定性的に次のようなことが分る。すなわち、1) 台風については緯度の低い地域ほど強いが、季節風、および低気圧・前線性の風は必ずしもそうではない、2) 台風については標高が低いほど強くなる傾向にある、3) 起伏度が小さいほど強い、4) 陸度が小さいほど、海岸度が大きいほど強く、この影響は大きい、また海岸に近いほど強い、5) 台風は大きいスケールの勾配が小さいほど強い、6) 季節風は東風の傾斜が大きいほど強い、7) 上に向かって凸凹地形ほど強い、8) 開放度が大きい(障音が少ない)ほど強い。また、同じ地形因子でもスケールの大小について比較すると、1) 小スケールの起伏度より大スケールの方が風速との相関は大きい、2) 陸度、海岸度ではその範囲の大小にはほとんど関係しない、3) 小スケールの開放度より大スケールの方が相関が大きい。全般的に見ると、季節風との関係性が強い因子の数がワタタシの目につき、低気圧・前線性の風、さらに台風については数が多い。また、

地形因子については相互の従属性を見とくことが必要になるが、各因子間の内部相関マトリクスを作成すると、内部相関に特に高いのは標高と勾配、海岸距離、傾斜、起伏度と開放度、勾配、傾斜、そして陸度と開放度などである。陸度、海岸度、開放度、海岸距離、起伏度などは風速との相関性が比較的大きい因子であるが、いずれにしても、従属関係にある因子は回帰式を求める際にむづらさを消去してもよいことになる。実際は 66 地点の諸数値に基づいて回帰式を推定するに当って、変数増減法によって重相関係数が 0.7 程度以上になることを一つの目安として因子数を調整した。この結果、100 年再現期間のものについて、因子数はそれぞれ、季節風……起伏度 (15km)、陸度 (50km)、勾配 (20km と 5km)、傾斜 (E-W)、開放度 (40km と 30km) の 7 個、低気圧・前線性の風……起伏度 (15km と 1km)、海岸度 (8km)、勾配 (15km)、開放度 (40km と 30km) の 6 個、台風・成因に合けない場合……経度、緯度、海岸度 (5km)、勾配 (5km) の 4 個となっている。台風の場合の因子数が少なく、しかも地理学的位置を表わす経度、緯度が係わることは特異なことと考へられる。

求められた回帰式の有意性については、検討の結果、いずれも高度に有意と判定されているが、任意地点に対してどの程度の適用性があるかを検証してみることにし、21 地点について回帰式による推定値と実際に得られた 100 年再現期待値との差を計算し、その平均値と標準偏差を求めた。また、回帰式の決定に用いた 66 地点についても同様に計算した。100 年再現期間に対しては次のようになっているが、回帰式の決定、検証用の両地点について

	低気圧・前線性の風		季節風		台風		成因に合けない	
平均 (m/s)	0.00	0.12	0.00	0.86	0.00	-0.07	0.00	-0.06
標準偏差 (m/s)	2.8	3.1	2.4	3.2	4.8	4.0	4.7	3.9
	決定地点	検証地点	決定地点	検証地点	決定地点	検証地点	決定地点	検証地点

ほぼ同一程度の誤差になっている。台風の場合の誤差が大きいことが特に目につく。したがって、さらに、決定地点について推定値の誤差分布を調べてみると、台風の場合の誤差が特に大きい地点が存在することになる。このような地点については、地形因子を用いた回帰式による推定に依らず、他の要因分析が必要ではないかと考へるものである。

本研究において、国土情報整備事業の一環として建設省国土地理院において作成された標高に関する国土数値情報を使用した(国土地理院発第 518 号)。また、文部省科学研究費の補助を受けた。

参考文献 1) 宮田、吉津、風工学シンポジウム論文集、1980、2) 宮田、斎藤、藤田、風工学シンポジウム論文集、1982、3) 斎藤ほか、気象庁研究時報、Vol. 11, No. 9, 1959、4) 石原、山岸、送電線建物技術資料第 19 集、1973、5) 建設省土木研究所、日本気象協会、設計基本風速調査に関する報告書、1977。