

(I-15) 地形解析を考慮に入れた台風時の地表の風向・風速を算定する実験式の作成

千葉工業大学 学生員 山田 弘道  
 千葉工業大学 正会員 小泉 俊雄

1. 目的及び方法

本研究は、台風時の上空風向・風速と地形因子との関係に基づいた地表の観測点での風力(風向・風速)を算定する実験式を流体力学の理論を基に定め、実地に適用し地表の観測点の風力を算出することを目的とした。

2. 解析理論

本研究で考慮した地形は図1に示すように、観測点の標高  $H_p$ 、観測点から風上側  $L$  km 離れた点から主要山頂までの距離  $L_s$  (ただし、 $L$  km 以内に海が存在する場合は海岸までの距離とする)、主要山頂から観測点までの距離  $L_M$  である。主要山頂とは観測点を中心に8方位を考え、半径  $L$  km 以内で山頂までの距離  $l$  を 1.5 乗した値に対する標高差  $H$  の比  $(H/l^{1.5})$  が最大の山頂である。風力算定式の考え方は、図1に示すようにまず台風時の上空風速  $V_G$  を算出し、 $V_G$  を観測点の標高における風速  $V_H$  に変化させる。次に、 $V_H$  は主要山頂までの地表面の粗度により風速  $V_s$  に変化する。更に  $V_s$  は主要山頂の影響で観測点での風速  $V$  になるというものである。

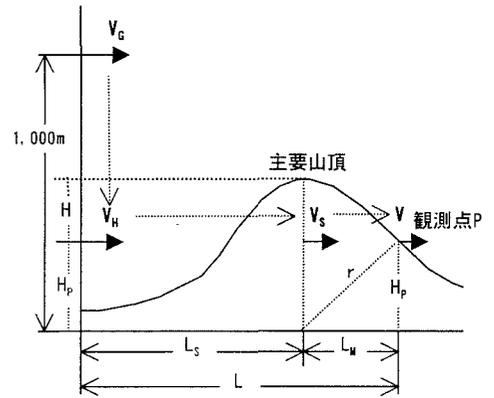


図1. 地形効果による風の変化

3. 風力算定式

3.1 上空風向・風速の算出

(1) 上空風速  $V_G$  の算出

上空風速は光田<sup>1)</sup>の台風域内における傾度風速の式を上空風速と仮定し、次式より算出した。

$$V_G = \frac{C \cdot \sin B - rf}{2} + \sqrt{\left(\frac{C \cdot \sin B - rf}{2}\right)^2 + \frac{r}{\rho} \cdot \frac{\partial P}{\partial r}} \quad \begin{matrix} C: \text{台風の進行方向} & B: \text{台風の進行方向と観測点との角度} \\ r: \text{観測点と台風中心との距離} & f: \text{コリオリパラメータ} & \rho: \text{空気の密度} \end{matrix} \quad \dots \textcircled{1}$$

(2) 上空風向  $D_G$  の算出

上空風向は理論的には台風を中心とする円の接線方向であるが、その風向が地表に到達する場合、一般に気圧の等圧線と  $\beta$  の偏角をなして、高压部から低压部へ吹き込むことになる。本論文では  $\beta$  を  $35^\circ$  とした。

$$D_G = B + \gamma - 35^\circ \quad \gamma: \text{台風の中心位置を中心として北方向と台風の進行方向との角度} - 90^\circ \quad \dots \textcircled{2}$$

3.2 上空風速を観測点の標高に変換した風速  $V_H$  の算出

上空風速  $V_G$  を測点から 40km 離れた地点において測点と同じ標高へ変換する。本研究では風速の鉛直分布における 1/4 乗のべき法則を用い③式を仮定した。

$$V_H = V_G \left( \frac{H_p}{1000} \right)^{1/4} \quad \dots \textcircled{3}$$

3.3 主要山頂までの風速  $V_s$  の算出

観測点の標高に変換した風速  $V_H$  は、海面や地表面粗度の影響を受け減速する。ここでは、粘性流体の平板に沿う境界層の近似解を仮定して、風速を求める式とした。

キーワード：風力, 地形解析, 台風

連絡先：〒275-0016 千葉県習志野市津田沼 2-17-1 千葉工業大学 土木工学科 Tel: 0474(78)0450 FAX: 0474(78)0474

$$V_s = \sqrt{\frac{\alpha_1}{2\beta_1\nu}} \times V_H \times H_p \times \sqrt{\frac{V_H}{L_s}} \quad \alpha_1, \beta_1: \text{係数} \quad \dots \textcircled{4} \quad \text{ここで, } K = \sqrt{\frac{\alpha_1}{2\beta_1\nu}}, X = V_H \times H_p \times \sqrt{\frac{V_H}{L_s}} \text{ とおき, また本研究では}$$

$\nu$ : 動粘性係数

座標系を図2のようにとることで8方位について考えるため④式は

$$V_{si} = K_i \times X_i \quad (i=1\sim 8) \dots \textcircled{5} \text{ となる.}$$

### 3.4 観測点の風向・風速の算出

#### (1) 観測点の風速 $V$ の算出

主要山頂から観測点までの影響については、粘性流体の流線が一つの軸を含む平面上にあるという軸対称流れを仮定する。

$$V^2 = \sum v_{xi}^2 + \sum v_{yi}^2 + \sum v_{zi}^2 \quad \dots \textcircled{10}$$

#### (2) 観測点の風向 $D$ の算出

観測点の風向は、図2の主風向、つまり上空風向  $D_G$  に  $\theta$  を加えたものとなる。すなわち、

$$D = D_G + \theta \quad \left( \theta = \tan^{-1} \frac{\sum v_{xi}}{\sum v_{yi}} \right) \quad \dots \textcircled{11}$$

### 4. 解析結果

本研究で考慮した地形は千葉県全域で、観測点を気象官署及びアメダスの計14箇所とした。台風は各観測所までの距離200km以内を通過し、上空風速が10m/s以上の台風のデータを使用した。地形解析には国土地理院発行の数値地図50mメッシュを用い、抽出半径  $L=40\text{km}, 1\text{km}$  の場合について地形解析を行なった。本研究では各時間毎の台風および各観測所の計840データを用い、まず  $L=40\text{km}$  の場合の重回帰分析を行い、算出された  $V$  及び  $D$  を  $L=1\text{km}$  の場合の  $V_G, D_G$  として重回帰分析を行なった。  $L=40\text{km}$  の重回帰分析の風速の結果を図3に、  $L=40\text{km}, 1\text{km}$  の全体及び各観測所毎の重回帰係数を表1に、風向の方位差(16方位)の誤差の割合を表2に示す。

### 5. 結論

$L=40\text{km}$  の全体の相関係数で0.772を得ていることから考えると風力算定式は実地へ適用し得ると思われる。風向に関しては16方位での差が2までで全体の9割を占めている。これは8方位で考えると1方位分の範囲であるので、大まかな予測は可能であると言える。  $L=1\text{km}$  の解析では多少精度は向上したものの、あまり差は見られなかった。これは地形解析での主要山頂の抽出を観測点との勾配によって決定しているため、千葉県のように比較的平坦な地形では抽出半径を縮小することによる主要山頂の変化が見られなかったためであると考えられる。

#### 参考文献

- 1) 光田 寧, 文字 信貴, 浅井 東洋; 八重山群島を襲った台風5号(7705)の気象学特性について, 京都大学防災研究所年報, 第21号B-1(1978)

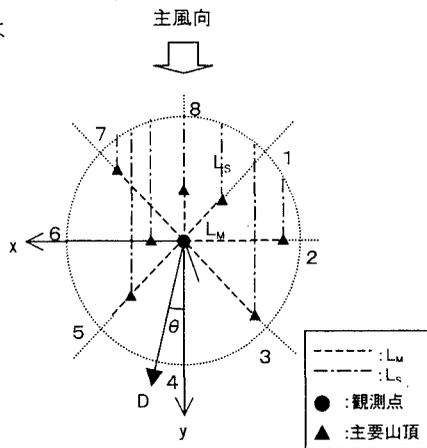


図2. 観測点と8方位の位置関係

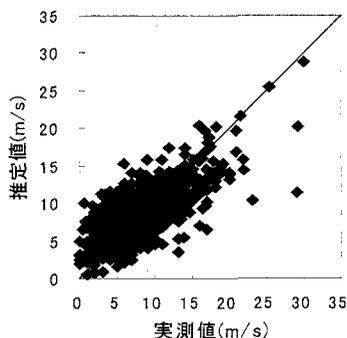


図3. 重回帰分析結果

観測所	40km	1km
千葉	0.368	0.535
銚子	0.755	0.845
勝浦	0.424	0.442
館山	0.666	0.719
佐原	0.252	0.289
我孫子	0.536	0.432
船橋	0.731	0.692
佐倉	0.519	0.605
横芝	0.584	0.575
茂原	0.548	0.503
木更津	0.708	0.689
牛久	0.595	0.544
坂畑	0.684	0.651
鴨川	0.719	0.654
全体	0.772	0.785

表1. 重相関係数

誤差	割合(%)	
	40km	1km
0	31.7	32.4
1	45.7	46.6
2	13.2	13.3
3	4.6	4.4
4	1.3	1.2
5	1.2	1.2
6	0.7	0.7
7	1.1	0.7
8	0.5	0.4

表2. 風向