

縮尺地形模型による局所地形の風況特性に及ぼす影響調査

徳島大学 学生会員 ○塩田 和司

神戸大学 鳥田 俊平 徳島大学 正会員 長尾 文明

1. はじめに

平成 30 年に発生した台風 21 号は、9 月 4 日徳島県南部に上陸し、徳島県東部を南から北に縦断したのち、紀伊水道を北上して、神戸市に再上陸した。アメダス観測所、海陽 日和佐 蒲生田 徳島において、風向の急変と急激な風速低下後の吹き返しの比較的強い風が観測された。台風が南方から徳島県に接近中（上陸前や上陸直後）において作用した東風によって強風被害が発生した。中でも海部郡美波町伊座利地区では興味深い現象が起きており、上空の主風向は東寄りであったが、被害からは西から東に吹き飛ばされた倉庫、屋根瓦等が存在していた。本研究では伊座利地区で発生した風況特性の変化について、縮尺地形模型を作製し、当時の増速率や風向を再現して解析・考察を行うことで、これからの防災に役立てると考えている。

2. 実験概要

本研究は風洞実験により「地形による風の増速効果」という現象の支配する主たる地形因子を抽出し、それらを見出していくことで伊座利地区での風況特性の変化を考察していくものである。伊座利地区の縮尺 1/1000 の地形模型を作成し(図 1)、対象地形に 16 点の測定点を決定した(図 2)。被害を受けた地点を参照し小旗を設置。模型を 11.25° ずつ回転させ、各風向と測定点において 5,10,15,20,25,30 mm の高さでの増速率・風向を測定し、最も増速率が大きい角度に注目した。ここで、風向 0° は南からくる風を表し、90° は東から吹いてくる風を表す。また、ここで取り扱う風は、海からの風に相当するべき指数 $\alpha = 0.1$ を目指したが装置の都合上 $\alpha = 0.15$ のなだらかな陸上の風を想定して取り扱うものとした(図 3)。この図において縦軸は風速を、横軸は高さをそれぞれ対数軸にしたものである。増速率は各測定点の風速を地形の影響を受けない海上で測定した風速で除した値である。



図 1 全体の完成模型図

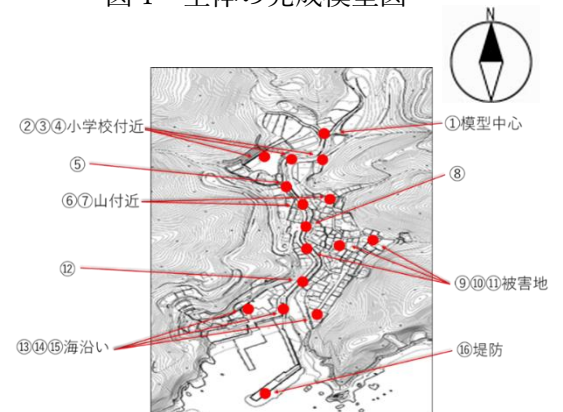


図 2 測定点

3. 結果及び考察

今回の実験から得られた各測定点・高さにおける増速率を図 4（次ページ）に示す。図より 45° 付近で増速率が 2.0 前後の値を取っており、被害発生地の④や⑪では風向角 11.25° ~ 33.75° が対応しているといえる。この結果から東側の尾根が段階的に風況特性に影響を与えていると予測できるため、被害発生地の風向角は 11.25°、22.5° と判断した。

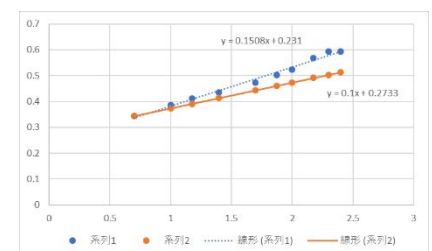


図 3 風速分布

4. 複雑地形での予測式による風況推定

半島状の特殊な地形では、水平軸を有する渦状の流れが発生する¹⁾。それについては単純地形を用いた予測式が提案されておりその予測式を伊座利地区の地形に適用するにあたって、東側の尾根筋は複雑な地形となっているため、図5に示すように3段階に分けて予測式を適用していく。予測式は以下の式である。ここで、 S は増速率、 θ は先端勾配、 ψ_F は上流側の法面勾配、 ψ_R は下流側法面勾配、 β は主風向、 L/H は模型高さで基準化した天馬長さである。対象とする尾根筋は大まかに3段階で高さが上がっていることに注目し、予測式をより正確に適用するために分けた。またその地点は航空写真や等高線図、作成模型から適用する際に妥当である地点を絞り込み決定した。

図6には決定した3点の位置から、尾根先端までの角度・距離、上流側と下流側の角度等を簡略化して求めたものを示す。図7では予測式適用時の座標軸を示す。Y軸は尾根筋を決定し、それに平行且つ下流側尾根裾を通るように決定し、X軸は、尾根先端部を通るように決定した。ここで η は巻き込み渦による増速が発生する領域を示す角度、 ξ はy軸と座標原点と増速率が最も大きいピーク発生点を結ぶ線分と尾根筋都のなす角である。

図8には以下にあるピーク発生点の予測値を求める予測式より求めた風向き $\beta=11.25^\circ$ での増速率分布を示しており、赤色の実線が増速率の実験値を示し、赤点が予測値を示している。図を見ると、おおよそ被害地⑪などと良い一致が見られる。しかし複雑地形のモデル化にはまだまだ問題があるので、解決できるようにさらに研究していく必要がある。

●増速率予測式

$$S=1+1.60 \cdot (1-0.2 \theta \pi / 180^\circ) \cdot \sin(\psi_F+30^\circ) \cdot \sin \psi_R \cdot \sin(2.5 \beta) \cdot \exp \{-0.3(L/H)\} \quad (\exp x=e^x)$$

●ピーク発生地点予測式

$$f(\beta)=1/2 \cdot (90^\circ - \beta) = \eta$$

$$f(\beta)=1/5 \cdot (90^\circ - \beta) = \xi$$

$$(Y/H)_{\text{peak}}=0.77/\tan \{1/5 \cdot (90^\circ - \beta)\}$$

謝辞

本研究は、2019年度科学研究費補助金19H02410（代表、野田稔）の補助を受けて行った。ここに記して謝意を表す。

参考文献

1) 宇都宮、長尾、斎藤、半島状地形背後における強風の発生予測について、第11回風工学シンポジウム論文集、287-292、1990

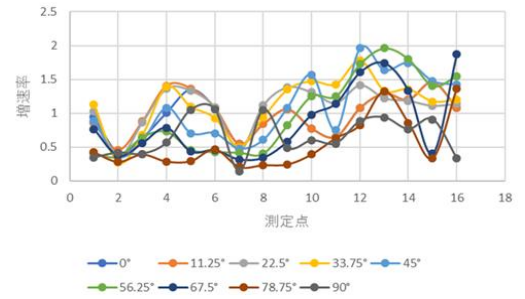


図4 風向ごとの増速率変化(高さ10 mm)



図5 3段階に分けた位

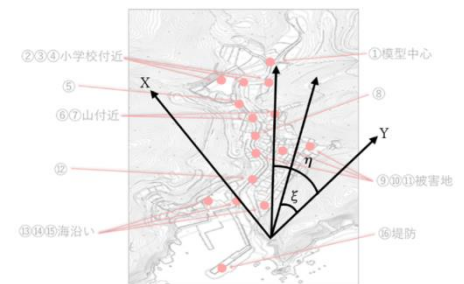


図7 予測式適用時の座標



図6 各パラメーター



図8 $\beta=11.25^\circ$ の風速分布の比較