

上空風の情報を考慮した地形因子解析による風況推定に関する研究

徳島大学 正会員 ○野田 稔

徳島大学 フェロー 宇都宮英彦

徳島大学 正会員 長尾 文明

高田機工株式会社 山本 貴之

四国八洲薬品株式会社 安芸 朋子

1. はじめに 構造物の大規模化が進むことによる風況推定の重要性は高まる一方である。また、風力発電や強風災害などに対する関心が高まるにつれて、任意地点の風況を推定する技術はますます重要になっている。任意地点の風況を推定する既存の手段としては、現地観測、風洞試験、数値流体解析、地形因子解析の4つが挙げられるが、この中で地形因子解析は、時間的、経済的な面で他の手法と比較しても風況推定の簡易的な手法として工学的に意義深い手法と考えられる。従来の研究でも、任意地点の代表風速の推定¹⁾、風向別の風況推定²⁾、局所地形の影響の評価³⁾などが試みられてきたが、局所地形の影響などの評価において十分な精度に到達したとは言い難い状況であった。この理由の一つとして考えられるのは、従来の地形因子解析では、目的変数を観測された風速値としている点である。

2. 従来の地形因子解析の問題点 一部の局地風のように温度場が主体となるようなものを除けば、地上で観測される強風は、概ね気圧場で決定される大域的な場の風に、大小様々な地形の影響が加わって生じており、基本的には場の風速に地形の影響を乗じて決定されると考えられる。ところが、従来の地形因子解析のように目的変数を風速値そのものとしてしまうと、「場の風」×「地形の影響」である風速値を地形因子で表現しようとする事になり、全ての地点で場の風が同じでない限り、地形因子は地形の影響だけを評価できない。この点を改善するためには、目的変数を、地上で観測された風速値を場の風速で除した「風速比」にすれば良いと考えられる。ここで、場の風速として何を与えるかということが問題となるが、現在では、領域客観解析データを容易に入手できる。本研究では、領域客観解析データより場の風、すなわち上空風の情報を求め、AMeDASによる風観測データと併せて、風速比による地形因子解析について検討した。

3. 地形因子解析の概要 ここで、地形因子解析の対象地点は図1に示す四国内の28カ所のAMeDAS気象観測地点である。1997年1月1日～1999年12月31日の3年間のAMeDAS観測データ⁴⁾と領域客観解析データ⁵⁾を解析対象期間とし、領域客観解析データが12時間毎(00UTC, 12UTC)であるため、ここではAMeDASのデータから領域客観解析データと同時刻のものだけを抽出し解析に使用した。なお、今回の検討では850hPa気圧面の風速データを上空風としている。使用した地形因子は、従来の地形因子解析⁶⁾にも用いてきた海岸距離(上下流)、障害距離(上下流)、障害度(上下流)、海度(上下流)、遮蔽度(上下流)、走度、谷度(上下流)、山度(上下流)に、さらに風速計高さと標高を加えた計17種類である。これらの地形因子を説明変数として、目的変数を平均風速、または上空風に対する地上の風速比とすることで、ステップワイズ法による地形因子解析を実施した。ここで、風速比は、地上における16方位の各風向について最小自乗法により求め、上空風速と地上風速の相関係数が0.5以上の風速比のみを解析対象とした場合と、全ての風速比を解析対象とする2通りの検討を行った。

4. 風速比導入の効果 表1に、平均風速、相関係数を考慮しない風速比、相関係数0.5以上の風速比、をそれぞれ目的変数とした場合の解析結果として、重相関係数、各地形因子に対する偏回帰係数 β および t 値を示す。各目的変数に対する重相関係数をみると、相関係数0.5以上の風速比の場合が最も高い0.89となっており、風速比、特に上空風速に対して相関性の高いデータに解析対象を限定することで、効果的に地形の影響を評価できていることがわかる。それぞれ

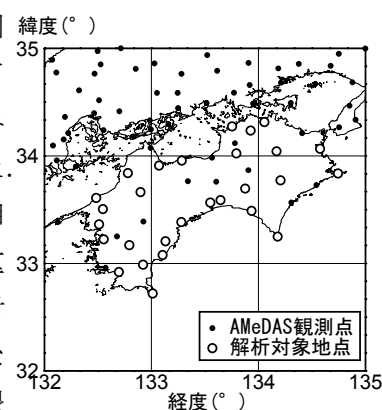


図1 解析対象地点

キーワード 地形因子解析, 上空風, AMeDAS, 領域客観解析データ

連絡先 〒770-8506 徳島県徳島市南常三島町2-1 徳島大学工学部建設工学科 TEL 088-656-7323

の係数について比較すると、増速因子としての作用が期待される

海度や風速計高さが、平均風速を目的変数とした場合には減速因子として評価され、矛盾したものになっているのに対して、風速比を目的変数とした場合には適切に増速因子として評価されている。また、増速因子として役割が期待される谷度についても、前者では採用されていないが、後者では増速因子として採用されている。以上より、目的変数を風速比、特に上空風速と相関性の高いもののみを使用することによって、地形の影響が成因とならないような情報は取り除かれ、風況に対する周辺地形の影響が適切に評価された。

表 1 各目的変数に対する解析結果

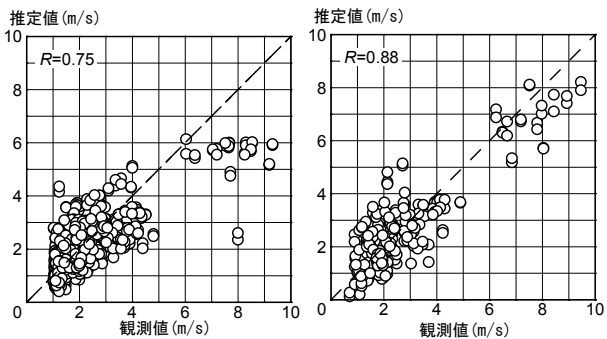
目的変数	平均風速		風速比(相関無視)		風速比(相関0.5以上)		
重相関係数	0.757		0.776		0.891		
説明変数	$\beta \times 1000$	t値	$\beta \times 1000$	t値	$\beta \times 1000$	t値	
海岸距離	上流	6.815	3.412	0.939	3.610	1.408	2.738
	下流	***	***	0.456	1.796	1.030	3.065
障害距離	上流	-2.669	-1.839	***	***	***	***
	下流	***	***	***	***	***	***
障害度	上流	***	***	-0.379	-2.226	-1.009	-2.814
	下流	-2.033	-1.811	-0.315	-1.846	***	***
遮蔽度	上流	-0.479	-1.577	-0.195	-5.183	***	***
	下流	-0.442	-1.651	-0.089	-2.669	***	***
走度		0.262	2.866	***	***	***	***
谷度	上流	***	***	0.048	3.620	0.068	2.685
	下流	***	***	***	***	***	***
山度	上流	-0.225	-1.905	***	***	-0.076	-2.406
	下流	-0.166	-1.430	***	***	-0.065	-2.304
海度	上流	-2.350	-1.708	0.569	3.732	0.752	2.653
	下流	2.021	1.740	0.541	3.552	***	***
風速計高さ		-19.449	-2.303	8.005	14.490	12.993	15.244
標高		***	***	0.234	5.747	0.319	4.556

5. 回帰式による風速推定 図2に、平均風速および相関係数を考慮した風速比を目的変数として得られた回帰式によって地形因子より推定した推定平均風速と観測値との関係を示す。平均風速による回帰式で推定された値は高風速域で風速が高まっておらず、推定精度は十分とはいえない。一方、風速比による回帰式の推定値は、高風速域でもほぼ観測値に対応した値になっており、推定精度が向上していると判断できる。

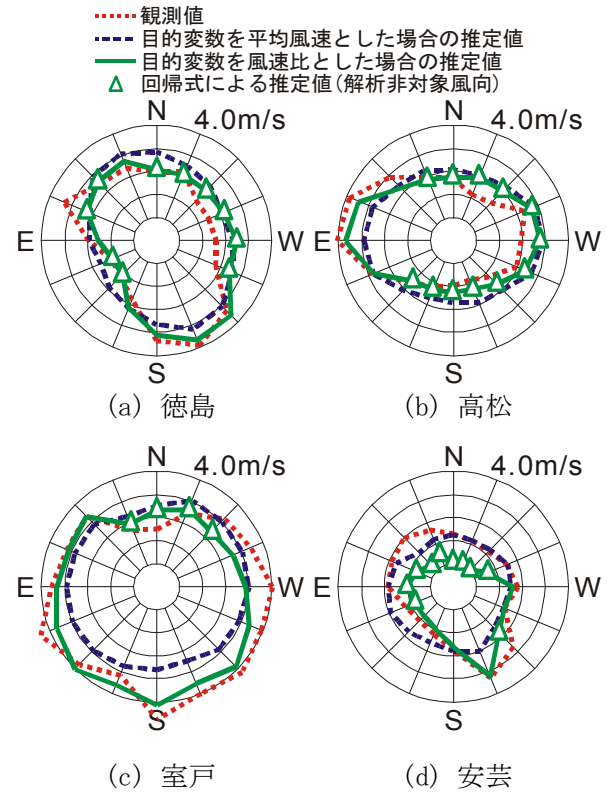
次に、上空風速と地上風速の相関が低く解析対象にならなかった風向についても得られた回帰式によって推定値を求めた結果を図3に示す。図中の三角形の記号で示されているのが解析に用いられなかった風向であるが、徳島、高松については地形の影響を強く受けていると思われる風向においても良い対応を示している。また、室戸については従来の平均風速による回帰式では過小評価となっていた点も改善されている。しかし、安芸のように大幅に過小評価となるケースが、主に山岳部に位置する地点で多くみられた。今後は、このような点に対して、共通する地形的特徴を適切に表現できる地形因子を見出していく必要がある。

6. まとめ 本研究では、場の風すなわち上空風の情報を地形因子解析に取り入れることにより、推定精度が大幅に改善されることが確認された。上空風の情報を取り入れることにより場の風の違いを排除し地形の影響のみをより適切に評価できることが期待できることから、今後は解析対象となる期間や地域を広げて実用的な精度を持った簡易風況推定式の構築を目指す予定である。

参考文献 1) 村上・小峰, 第6回風工学シンポジウム論文集, pp. 357-364, 1980. 2) 宮田・柳原, 第9回風工学シンポジウム論文集, pp. 37-42, 1986. 3) 宇都宮ら, 第13回風工学シンポジウム論文集, pp. 73-78, 1994. 4) 気象庁監修, アメダス観測年報. 5) 気象庁, 領域客観解析データ. 6) 氏本ら, 土木学会年講概要集第I部(B), Vol. 54, pp. 640-641, 1999.



(a) 平均風速による回帰式 (b) 風速比による回帰式
図 2 回帰式による推定値と観測値との関係



(a) 徳島 (b) 高松 (c) 室戸 (d) 安芸
図 3 風向別平均風速の回帰式の適用例