

地形因子を用いた風況推定に対するニューラルネットワークの適用性

徳島大学 正員 長尾文明 徳島大学 正員 野田稔
徳島大学大学院 学生員 ○楠原孝明

1. はじめに

近年、土木技術の発展により、構造物は長大化、高層化の一途をたどっている。そのため、構造物に対する風の影響も大きなものとなっており、建設地点等の未観測地点の風況特性を知ることが重要となっている。この未観測地点の風況特性を推定する方法の1つとして、地形因子解析法が挙げられる。さらに、従来は重回帰分析法で行われていた地形因子解析に、ニューラルネットワークを導入することにより、推定精度の良い結果が確認された¹⁾。しかし、ニューラルネットワークを用いた地形因子解析では、入力値を多くすると推定値が教師データに特化してしまい、未観測地点の中で精度の悪い地点が出てくるという問題点も存在する。

そこで、本研究ではニューラルネットワークを用いた地形因子解析において、推定精度を維持し地形因子の数を減少させるため、適切な地形因子の選別を行い検討する。

2. 解析データ及び解析対象地点

解析データは1997年から1999年までの3年間のデータであり、1日2回の計2015サンプルが対象である。上空風速のデータは850hPa気圧面の領域客観解析データ²⁾を用い、地上風速のデータはAMeDASのデータ³⁾を用いる。また、地形データは国土地理院の50mメッシュの標高データを用いる。

次に、本研究で用いる地形因子は、平均標高・起伏度・山度・谷度・遮蔽度・障害度・障害距離・走度・海度・海岸距離の10個の地形因子に、風軸上流・下流方向を考慮した20個の地形因子である。これに、方位に無関係な観測地点の標高・風速計高さの2個の地形因子を加えた合計22個の地形因子を用いる。なお、地形因子の詳細については参考文献⁴⁾に記す。

解析対象地点は、表-1、図-1に示す四国31ヶ所のAMeDAS観測地点である。

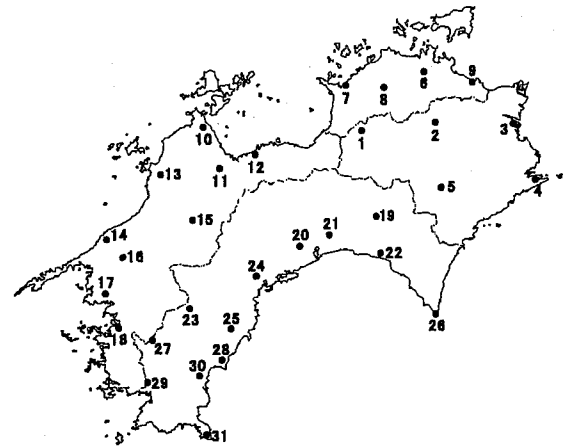


図-1 解析対象地点

3. 解析方法

地形因子を選別する方法として、先に述べた22個の地形因子同士の相関を調べ、相関の高い地形因子同士を重複させないようにした。地形因子同士の相関を調べると、平均標高と起伏度、海度と海岸距離がそれぞれ相関が高い結果となった。この2組の類似の地形因子をそれぞれ組み合わせることにより、4パターンの解析を行いより良い地形因子の組み合わせがどのような組み合わせなのかを検討した。

また、ニューラルネットワークで解析を行う際には、ある程度選別したものを教師データとして与えた方が効率よくニューラルネットの学習をさせることができるものと考えられ、上空風速と地上風速の相関係数を指標として用い、設定した閾値より大きいものを教師データ、閾値よりも小さいものを非教師データとして解析を行った。図-2に閾値に対する教師データの割合を示す。閾値が大きくなると、教師データの割合は減少していくことが分かる。

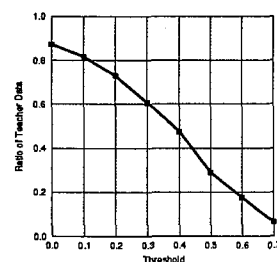


図-2 閾値に対する教師データの割合の割合

表-1 解析対象地点の詳細

整理番号	観測地点番号	地点名	AMeDAS		整理番号	観測地点番号	地点名	AMeDAS	
			標高(m)	風速計高さ(m)				標高(m)	風速計高さ(m)
1	71066	池田	205	6.5	17	73406	宇和	208	13.7
2	71066	穴吹	56	6.5	18	73442	宇和島	2	33.1
3	71106	徳島	2	17.5	19	74136	大板	210	6.5
4	71231	蒲生田	10	6.5	20	74181	高知	1	15.4
5	71251	木頭	330	6.5	21	74187	後免	12	6.5
6	72086	高松	9	16.6	22	74271	安芸	6	6.5
7	72111	多度津	4	13.2	23	74296	猪原	41.5	6.5
8	72121	津宮	60	6.8	24	74311	須崎	4	6.5
9	72146	引田	12	6.5	25	74361	窪川	205	6.5
10	73076	今治	2	6.5	26	74371	室戸岬	185	41.8
11	73126	丹原	13	14	27	74381	江川崎	60	6.5
12	73136	新居浜	6	34.5	28	74436	佐賀	3	6.5
13	73166	松山	32	20.5	29	74447	宿毛	2	17.9
14	73256	長浜	1	15.6	30	74456	中村	8	6.5
15	73276	久万	511	6.5	31	74516	清水	31	13.7
16	73306	大洲	17	18.5					

4. 解析結果と考察

はじめに、相関の高い2組の類似した地形因子からそれぞれ1つずつ地形因子を取り上げ、(平均標高×海岸距離)、(平均標高×海度)、(起伏度×海岸距離)、(起伏度×海度)という4つの組み合わせを解析した結果について検討する。

解析結果を縦軸に実測値と推定値の相関係数、横軸に閾値をとり (a) に全データ、(b) に非教師データとして、図-3に示す。図-3の (a) 全データでは閾値が0.0から0.3まではどのパターンも実測値と推定値の相関が0.85近くまであり、非常に精度よく推定ができている。しかし、閾値が0.4以上では推定精度が低下する傾向にあり、かつ地形因子の組み合わせに応じて推定精度にばらつきが見られる。図-3の (b) 非教師データを見ると図-3の (a) 全データと同様にそれぞれの組み合わせで実測値と推定値の相関に差ができており、非教師データの部分で推定精度にばらつきが生じたと考えられる。ここで、精度に差が現れた閾値0.4での(平均標高×海岸距離)、(平均標高×海度)の実測値と推定値の相関関係を見るために、縦軸に推定値、横軸に実測値をとり、プロットした結果を図-4に示す。すると、図-4の (a) (平均標高×海岸距離) では精度良く推定できていることが分かるが、図-4の (b) (平均標高×海度) を見ると、丸で囲まれた実測値が2m/s付近で推定値が過大評価されている点が見受けられる。この過大評価された点により推定精度に差が現れたと分かる。

以上より、(平均標高×海岸距離) が全ての閾値において精度良く推定できており、最も有効な組み合わせであるといえる。地形因子同士の相関を考慮して地形因子の数を減少させることにより、精度の良い推定結果を維持したまま22個使用していた地形因子を、18個に減らすことができた。

次に、閾値0.2の時を用いて、(平均標高×海岸距離)の組み合わせの実用性についての検討を行った。16方位のうち直交方向の4方位を教師データから除き、この4方位を未観測地点とし、未観測地点の評価を行った。これを除く風向を順次変更していき、計4パターンの解析を行った。

解析結果は、未観測地点の実測値と推定値の相関が4つのパターンを平均しておよそ0.8と精度の良い推定結果を得ることができた。しかし、1つのパターンだけ他のパターンより精度の悪い結果になった。そこで精度の良かったパターンの未観測地点の実測値と推定値の相関を図-5(a)、精度の悪かったパターンを図-5(b)に示す。

図-5(a)を見ると精度にばらつきはあるものの、大きく精度を落としている点はなく、精度の良い推定結果であることが分かる。一方、(b)を見比べてみると1点が過大評価されており、実測値2から4m/sの範囲で過小評価されている点があり、これらの点が精度を下げてしまった原因であることが分かる。実用化に向けては、このケースにおいて過大評価された原因を詳しく検討し、新たな地形因子の創出などの取り組みが必要になると考えられる。

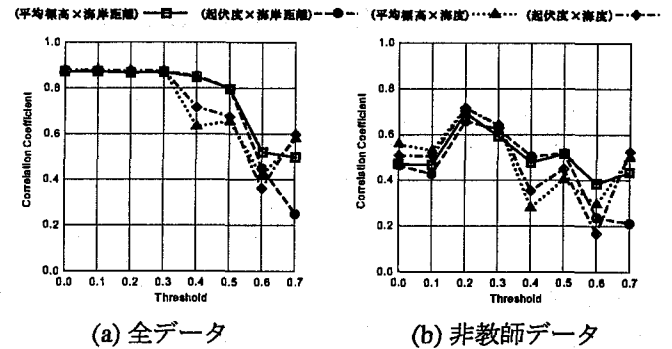


図-3 閾値の変化に伴う相関係数の推移

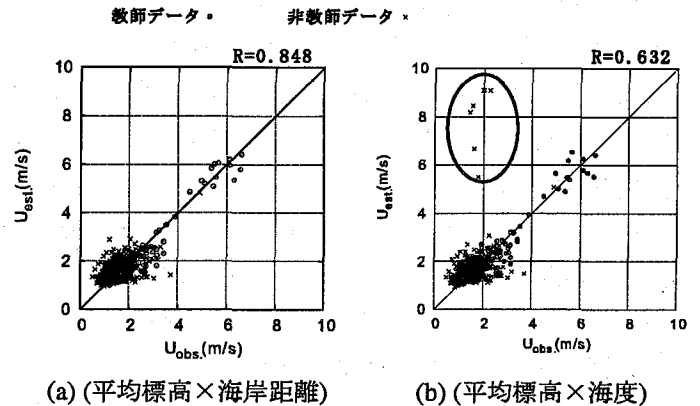


図-4 地形因子の組み合わせによる推定結果例

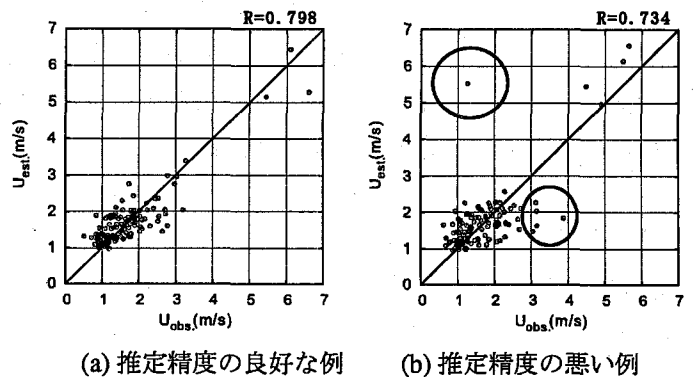


図-5 全体の1/4を無作為に非教師データとした場合の推定結果例

5. おわりに

地形因子同士の相関を求め、相関の高い地形因子同士を重複させないようにすることで、用いる地形因子の数を減らすと、精度の良い推定結果を得ることができた。しかし、実用化には一部の推定精度には依然として問題が含まれており、今後観測地点を増やし、追加すべき地形因子の検討等の更なる検討をしていく必要がある。

参考文献

- 1) 野田, 長尾, 近江, 宇都宮: 上空風の情報を考慮した地上風の風況推定に関する検討, 第19回風工学シンポジウム論文集, pp 31-36, 2006.
- 2) 気象業務支援センター: 領域客観解析データ (MT), 1997-1999
- 3) 気象業務支援センター: AMeDAS 観測データ (CD-ROM), 1997-1999
- 4) 氏本, 宇都宮, 長尾, 野田: 地形因子解析による局所地形周辺の風況推定, 土木学会年次学術講演会概要集, vol.54, pp 640-641, 1999