

地形因子による風況推定における ニューラルネットワークの教師データの選別方法に関する検討

徳島大学大学院 学生員 ○楠原孝明 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 非会員 重永雄大

1. はじめに

近年、構造物は長大化、高層化の一途をたどっており、構造物に対する風の影響も大きくなっている。そのため、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。筆者らは未観測地点の風況特性を推定する方法の1つとして、地形因子解析に注目してきた。そして、ニューラルネットワークを導入することで、推定精度の良い結果が確認された¹⁾。また、地上風速と上空風速の相関係数を指標として教師データを選別することにより、効率よくニューラルネットワークの学習を行うことが確認された²⁾。

本研究では、用いる地形因子の変化に伴い教師データを選別する指標について再考察した。さらに、ニューラルネットワークを用いた地形因子解析の実用性についての検討をした。

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、1日2回の計2015サンプル。2002年から2006年までの5年間のデータ、1日4回の計7303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³⁾を用い、地上風速のデータはAMeDASのデータ⁴⁾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・山度・谷度・障害度・障害距離・海岸距離の6個の地形因子に、風軸上流・下流方向を考慮した12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14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5)に記す。また、解析対象地点は、表-1、図-1に示す四国30ヶ所のAMeDAS観測地点である。

3. 解析方法

地形因子の解析方法として、1997年から1999年の3年間と2002年から2006年の5年間を合わせた8年間を対象として、推定精度の影響を考察する。

そして、教師データを選別する以下に示す4つの指標を用いて指標ごとに解析を行い、最も効率よく学習することのできる指標を選別する。本研究ではその指標として、上空風速と地上風速の風速比、地上風速、上空風向と地上風向との同時発現頻度、上空風速と地上風速の相関係数をとりあげる。教師データの選別方法は、設定した閾値より大きい

指標のデータを教師データとしてニューラルネットワークを学習させ、設定した閾値より小さいデータを非教師データとし、非教師データを未観測の推定対象地点と扱って学習したニューラルネットワークの推定精度を検証する。各指標において解析を行う際に設定した閾値とその時の全データに対する教師データの割合との関係を図-2に示す。

また、実用性の検討においては、四国四県のうち一県を非教師データすなわち未観測地点として、残りの三県を教師データとし、各県ごとに解析した。

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	16	73406	宇和	208	18.5
2	71106	徳島	2	6.5	17	73442	宇和島	2	13.7
3	71231	蒲生田	10	17.5	18	74136	大榎	210	33.1
4	71251	木頭	330	6.5	19	74181	高知	1	6.5
5	72086	高松	9	6.5	20	74187	御免	12	15.4
6	72111	多度津	4	16.6	21	74271	安芸	6	6.5
7	72121	滝宮	60	13.2	22	74296	梶原	415	6.5
8	72146	引田	12	6.8	23	74311	須崎	4	6.5
9	73076	今治	2	6.5	24	74361	窪川	205	6.5
10	73126	丹原	13	6.5	25	74371	室戸岬	185	6.5
11	73136	新居浜	6	14	26	74381	江川崎	60	41.8
12	73166	松山	32	34.5	27	74436	佐賀	3	6.5
13	73256	長浜	1	20.5	28	74447	宿毛	2	6.5
14	73276	久万	511	15.6	29	74456	中村	8	17.8
15	73306	大洲	17	6.5	30	74516	清水	31	6.5

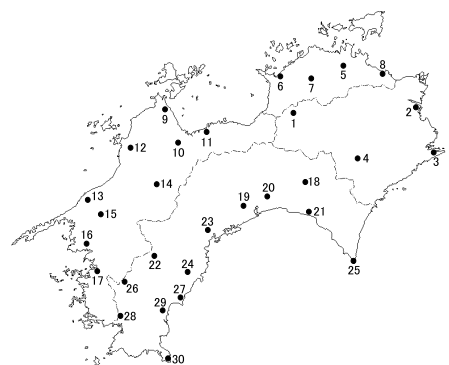


図-1 解析対象地点

4. 解析結果と考察

まず、4つの指標を用いた解析結果として、教師データの割合と実測値と推定値の相関係数の関係を(a)全データ、(b)非教師データとして図-3に示す。

(a) 全データにおいて、教師データの割合が0.3以下では、上空風速と地上風速の相関係数を指標に用いた場合の精度が、他の指標を用いた場合より若干落ちているが、全般的にどの指標を用いても非常に良い推定精度であるといえる。

(b) 非教師データにおいて、上空風向と地上風向の同時発現頻度を指標に用いた場合の推定精度が、残りの3つの指標

を用いた場合と比べると非常に良いことが見てとれる．同時発現頻度以外の3つの指標は，実測値と推定値の相関係数が0.4から0.6の間に収まっている．一方，同時発現頻度においては，教師データの割合が0.2以下で実測値と推定値の相関係数が0.8近くまである．教師データの割合が0.3から0.6までは，推定精度が下降しているが他の指標と比べると最も良い推定精度である．教師データの割合が0.7以上では，実測値と推定値の相関係数が0.8を超えており非常に良い推定精度である．

以上より，今回用いた地形因子の組み合わせ(平均標高・山度・谷度・障害度・障害距離・海岸距離)では，上空風向と地上風向の同時発現頻度を指標に用いた場合，ニューラルネットワークが最も効率よく学習できているといえる．このことから，参考文献2)ではニューラルネットワークが最も効率よく学習する指標は上空風速と地上風速の相関係数であったため，用いる地形因子に伴い最適な指標が変化すると考えられる．

次に四国の一県を未観測地点とした場合の解析結果を図4に示す．(a)徳島県，(b)香川県を未観測地点とした場合において，大きい誤差はなく良い推定精度といえる．しかし，(c)愛媛県，(d)高知県を未観測地点とした場合では，誤差の大きい推定結果が現われた．この理由としては，(a)徳島県，(b)香川県を未観測地点として解析をしたときより，教師データの数が少ないことが考えられる．加えて，(c)愛媛県では，やまじ風や肱川あらしなどの局地風が影響していることが考えられる．以上より，まだ実用性に関しては十分な推定精度を得ることができない地点もあり，今後観測地点を増やし更なる検討が必要である．

5. おわりに

今回用いた地形因子の組み合わせで解析すると，上空風向と地上風向の同時発現頻度を指標に用いた場合がニューラルネットワークを最も効率よく学習させることができた．さらに，解析に用いる地形因子の変化に伴い，最適な指標も変化すると考えられるため，今後，地形因子の組み合わせを変えて解析を行う必要がある．また，実用性に関しては，良い推定精度を得た地点もあったが，悪い推定精度の地点もあり，今後観測地点を増やし更なる検討が必要である．

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) 楠原，長尾，野田：ニューラルネットワークを用いた地形因子による風況推定の精緻化，土木学会第62回年次学術講演会演説概要集 pp 330-340
- 3) 気象業務支援センター：領域客観解析データ (CD-ROM) 1997-1999, 2002-2006
- 4) 気象業務支援センター：AMeDAS 観測データ (CD-ROM) 1997-1999, 2002-2006
- 5) 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

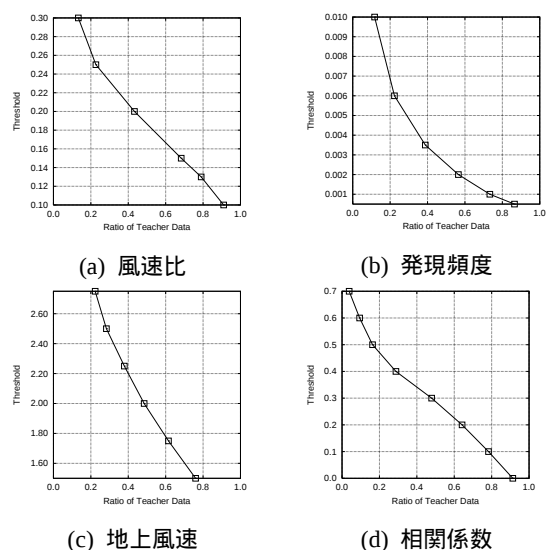


図-2 教師データの割合に対する閾値

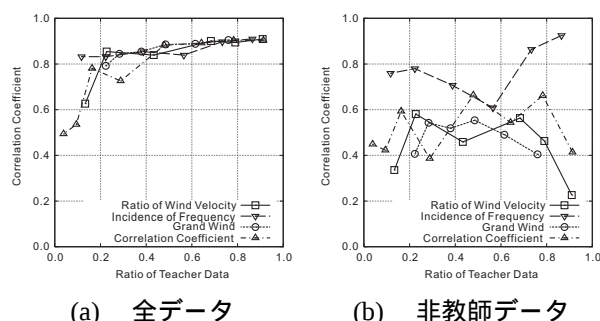


図-3 各指標ごとの教師データの割合に対する相関係数の推移

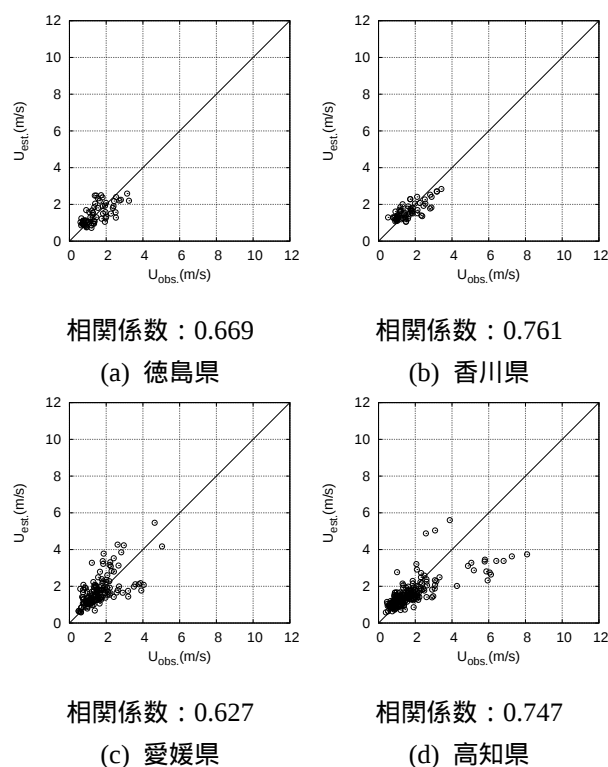


図-4 四国一県を未観測地点とした場合の未観測地点における実測値-推定値の相関