

新しい風況精査手法の提案と実測による検証 その1 力学・統計的局所化手法

A new approach for wind climate assessment and its verification

Part 1 Dynamical Statistical Downscaling Method

○石原 孟¹⁾

山口 敦²⁾

鵜野 伊津志³⁾

藤野 陽三⁴⁾

Takeshi ISHIHARA¹⁾

Atsushi YAMAGUCHI²⁾

Itsushi UNO³⁾

Yozo FUJINO⁴⁾

1. はじめに

風力発電を導入する際には、建設地点の風況を事前に把握することが重要である。現在全国をカバーする風況マップは数10kmに1点の気象官署の観測データを内挿して作られたものであるため、局所地形の影響を反映しておらず、詳細風況として使うことができない。そのため、現状では最低1年間の風観測による風況精査を行う必要がある。風況精査は開発時間の半分以上を占めるため、迅速な風況精査手法の確立が急務と言える。本研究その1では地域気象モデルを利用した新しい風況精査手法(力学・統計的局所化)を提案し、その2では実測データを用いた検証を行う。

2. 気象モデルを利用した風況精査手法

現在までに提案された、観測を行わずに気象モデルを用いて風況精査を行うための方法は、ネスティング(Nesting method)と呼ばれる手法と統計・力学的局所化(Statistical Dynamical Downscaling)と呼ばれる手法に大別される¹⁾。両手法と本研究で提案した力学・統計的局所化手法の特徴を表1に示す。

表1 各風況精査手法の比較

手法	特徴
ネスティング	各スケールの物理現象を厳密に取り扱える。統計処理をしないため、計算時間が膨大
統計・力学的局所化	総観スケール(数百km)の現象を統計処理することにより、計算時間を短縮できるが、局地循環を再現できない。
力学・統計的局所化	局地循環を再現し、メソスケール(数km)の現象を統計処理することにより、計算時間を短縮できる。

ネスティング手法では全球モデルの結果を境界条

件として、順次高解像度の小さな領域をネスティングさせることにより、局所風況を予測する。NEDOのグループ²⁾は地域気象モデルと工学モデルを最小格子間隔10mのグリッドまで5段にネスティングさせることによって局所風況を予測した。この方法ではネスティングされた全領域に対し、最低1年分の時系列計算を行う必要があり、計算時間が膨大となるため、6日おき、1日4回の計算のみを行った。しかし、このように計算した風況は実際とは異なる。CRCのグループ⁴⁾も同様に気象モデルを最小格子間隔500mまでネスティングさせることによって風況精査を行う手法を提案している。しかし、日本において急峻な地形上の流れ場を正しく予測するためには最低でも50mの格子を用いる必要があり⁵⁾、500mの格子間隔は本研究で対象とした竜飛岬では明らかに不十分である。

一方、統計・力学的局所化手法として、Frank et al.⁶⁾は全球モデルの解析結果を統計処理し、それぞれのケースに対し力学的に地域風況を予測し、さらに局所的な地形、地表面粗度の影響を考慮に入れた局所風況への変換のために、線形風況予測モデルWAsPを用いた。しかしこの手法は、海陸風などの局地循環を再現できず、また局所風況の予測に線形モデルWAsPを用いているため、急峻な地形が多い日本には適用できないという問題点がある。

図1には本研究で提案する手法の概要を示す。全球モデルの計算結果を初期条件ならびに境界条件として地域気象モデルをその内側に順次ネスティング

1) 東京大学大学院工学系研究科社会基盤工学専攻 助教授
Associate Professor, Dept. Civil Eng. Univ. Tokyo

2) 東京大学大学院工学系研究科社会基盤工学専攻 大学院生
Graduate Student, Dept. Civil Eng. Univ. Tokyo

3) 九州大学応用力学研究所 教授
Professor, R. I. A. M. Kyushu University

4) 東京大学大学院工学系研究科社会基盤工学専攻 教授
Professor, Dept. Civil Eng. Univ. Tokyo

させ、1年分の時系列計算を行う。最も内側の計算グリッドは格子間隔を1~2km程度とする。このようにして計算された1年分の風速場に対し統計処理を行い、地域風況を求める。地域風況には大地形や局地循環の効果は含まれているが、1~2kmの格子で解像できない小地形の効果は考慮されていない。そこで小地形の影響を考慮するために著者らが開発した非線形局所風況予測モデル MASCOT を用い、地域風況を局所風況に変換する。

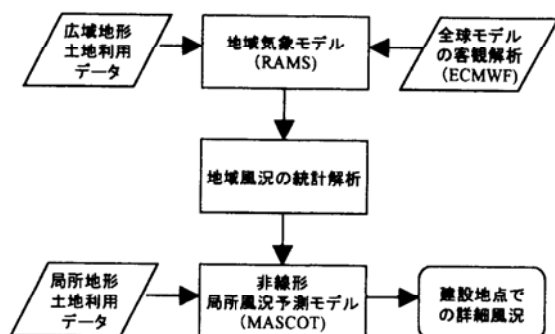


図1 力学・統計的局所化の流れ

この手法は、まず地域気象モデルをネスティングさせ、力学的に風速場の時系列データを求める。次に、統計解析により地域風況を求め、最後に局所風況への変換を行う。本研究では、この手法を力学・統計的局所化手法(DSD: Dynamical Statistical Downscaling)と呼ぶ。

3. 計算結果

本研究では地域気象モデルとして非静水圧大気力学モデル RAMS を用い、境界条件にはヨーロッパ中期気象予報センター(ECMWF)による1997年の客観解析値を用いた。図2に地域気象モデルによって計算された竜飛岬を含む津軽海峡付近での西風の時の流れ場を示す。また図3には、それぞれの時期に対応する温位の鉛直分布を示し、夏季には大気は安定成層しているのに対して、冬季には地表面付近で大気の状態が中立である。図2(a)には夏季の代表的な風速場を示し、大気の状態が安定のため、流れが岬を回りこむことにより、津軽海峡に風が集中し強くなっていることが分かる。一方、図2(b)には冬季の代表的な風速場を示し、大気の状態がほぼ中立のため、流れが岬を回りこむことなく、山を越えてい

る。このように、地域気象モデルによる時系列解析結果は風速場に大地形や大気安定度が与える影響を正しく反映していることがわかる。地域気象モデルにより得られた地域風況を局所風況に変換する手法については、その2で詳しく述べる。

4. まとめ

本研究では観測によらない新しい風況精査手法、すなわち力学・統計的局所化手法を提案し、以下の結論を得た。

- 1) 地域気象モデルを用いることにより、大地形や大気の安定度の影響を反映した地域風況の予測に成功した。
- 2) 本研究で提案した手法により風観測によらず全国任意地点の詳細風況の予測が可能になった。



図2 地域気象モデルによって計算された風速場

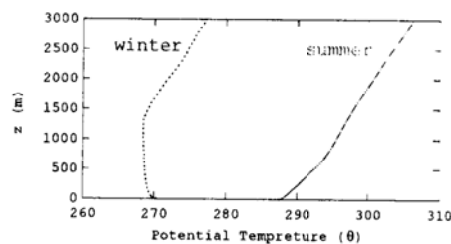


図3 竜飛岬での冬季と夏季の温位の鉛直分布

参考文献

- 1) F. Frey-Bunes et al., *Theor. Appl. Climatol.*, vol. 50, pp. 117-131, 1993.
- 2) 村上周三ほか, 日本風工学会誌, No.91, pp.9-16, 2002.
- 3) 谷川亮一ほか, 第24回風力エネルギー利用シンポジウム, pp. 119-122, 2002.
- 4) 石原孟, 山口敦, 藤野陽三, 第22回風力エネルギー利用シンポジウム, pp. 63-66, 2000.
- 5) H. P. Frank et al., *The Numerical Wind Atlas - the KAMM/WAsP Method*, Risoe National Laboratory, 2001.