

地域気象モデルを用いたやまじ風の発生メカニズムの解明とそのモデル化

その1 気象モデルによる発生メカニズムの解明

○ 東京大学	正会員	山口 敦
東京大学	正会員	石原 孟
東京大学	フェロー	藤野陽三

1. はじめに

四国山地北部では、台風や低気圧が日本海を北上する際に「やまじ風」と呼ばれる強い南風が吹くことが知られている。四国山地北部の法皇山脈(図1)では四国電力により1994年以来風速計が鉄塔に設置され、常時風観測が行われているが、1999年の台風18号到来時には70m/sという風速を記録している。このような強風は大きな災害をもたらす恐れがあるが、やまじ風発生時の強風について工学的に必要な精度で定量的に評価した例はない。

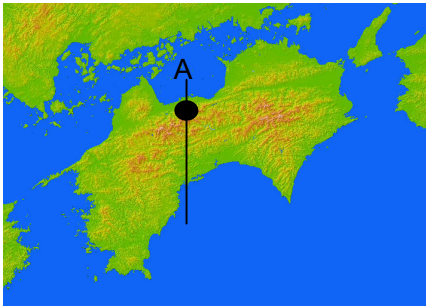


図1 法皇山脈の位置

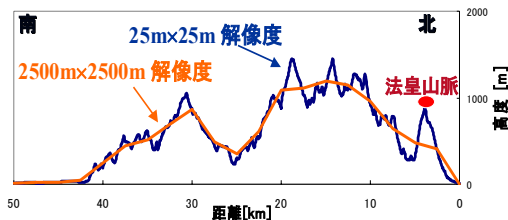


図2 四国山地中央部の地形断面図

気象学の分野ではやまじ風などの成層大気の山越え気流に関する研究は従来から行われてきた[1]。しかしながら気象モデルによる数値解析は非定常計算が基本であり、解析時間の制約から水平解像度は2km程度となっている。風工学の分野で複雑地形中の局所風を予測するためには、10m程度の水平解像度が必要であると言われており、2kmの水平解像度では微小な複雑地形を再現できず、風速の定量的な評価は不可能である。図2に2km、25mそれぞれの解像度で作成した図1中のA断面の地形断面図を示すが、2kmの解像度では四国山地をかなり粗く再現するにとどまり、法皇山脈を始めとする複雑地形は再現されていない。このことか

ら、やまじ風による強風災害の実態については十分解明されているとは言えない。また、日本全国的设计風速マップの作成など、设计風速の評価のためには、計算時間の観点から気象モデルを使用することはできず、工学モデルを使う必要がある。

そこで本研究では、メソスケール気象モデルによる超高解像度の解析を行い、やまじ風による法皇山脈での強風発生メカニズムを明らかにする(その1)とともに、従来の工学モデルを拡張し大気の成層の効果を考慮できるようにする(その2)。

2. 気象シミュレーションの概要

本研究では、94年以来最も強い70m/sという最大瞬間風速を記録した1999年の台風18号到来時を対象として、シミュレーションを行った。本研究で用いたメソスケール気象モデルRAMS[2]はナビエ-ストークス方程式を基本とし、雲・放射過程、陸面過程がモデル化されている。初期条件、境界条件にはヨーロッパ中期気象予報センター(ECMWF)による客観解析値(6時間ごと)を内挿して用いた。

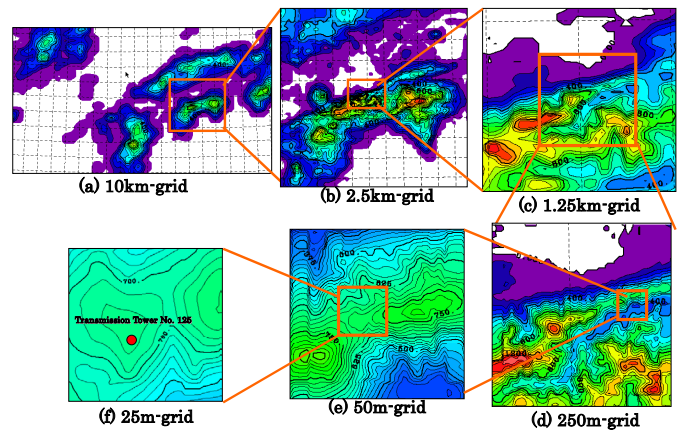


図2 ネスティングされた各グリッドの計算領域

また、工学的に必要なとされる現象を再現するため本研究では最小解像度を従来の研究の約100倍である25mとし、図3に示すような6段階にネスティングさせた計算領域を用いた。計算領域は外側から順番に、西日本全域を含む格子間隔10kmの領域、四国全域を含む格子間隔2.5kmの領域、四国山地中央部を含む格子間隔1.25kmの領域、四国山地北面を含む格子間隔250m

キーワード：やまじ風，地域気象モデル，局地風

連絡先：〒113-8656 東京都文京区本郷7-3-1 TEL 03-5841-6096 FAX 03-5841-7454

の領域，法皇山脈全体を含む格子間隔 50m の領域，観測地点近傍の格子間隔 25m の領域となっている。

3. やまじ風の解明

3.1 やまじ風の時間的変化

台風到来に伴うやまじ風発生時の上空風を明らかにするために，気象シミュレーションによる上空 1300m の風速・風向を四国近傍の米子，潮岬の高層気象観測データと比較した。

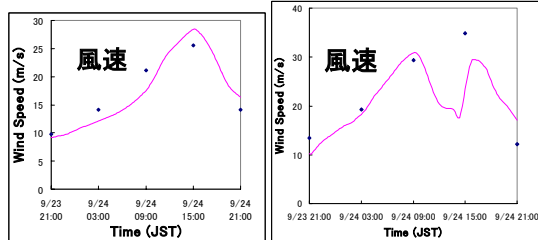


図4 気象モデルにより計算された風速と観測値との比較
(左：潮岬，右：米子)

図4のプロットは観測値，実線は計算結果を示し，左図が潮岬，右図が米子である。潮岬では台風が接近するに伴い風速が増大し，台風通過後に風速が減少に転じているが，この現象を気象モデルはよく再現している。また，米子は台風中心に近かったため，台風最接近時に風速が減少している。この現象もよく再現されている。風速の2回目のピーク値に違いが見られるが，米子は台風の中心に極めて近く，台風進路の少しの誤差が風速値の大きな誤差につながり，予測が難しいためと考えられる。

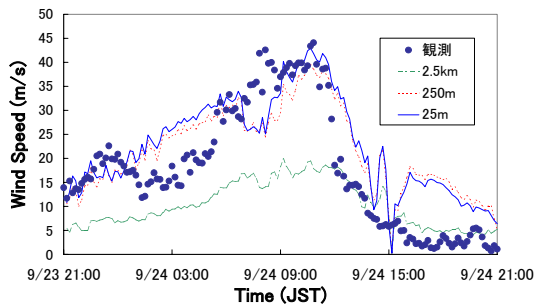


図5 各解像度を用いた場合の風速の時系列変化

図5には，やまじ風が発生した法皇山脈山頂での風速の時間変化を示す。黒丸が観測値，実線が最も細かい解像度である25m格子による計算結果，鎖線が250m格子，一点鎖線が2.5km格子間隔によるものである。観測値から，風速が増大するときは比較的ゆっくり増大するのに対し，最大風速記録後は急激に風速が減少していることがわかる。気象モデルの結果は25mメッシュや250mメッシュを用いた場合にはこの現象を定量的に正しく評価しているが，2kmメッシュを用いた場合には風速を半分以上過小評価している。このことから，やまじ風による強風を定量的に予測するために

は最低でも250mメッシュを用いる必要があることがわかる。

3.2 やまじ風の空間構造

図6に鉄塔を通る南北断面図の風速の変化を示す。最も強いやまじ風が観測された6時間前には四国山地の頂部の風速が最も強いことがわかる。しかし，風速が強くなりやまじ風が発生すると，四国山地背後の法皇山脈に風速の極大値が現れることがわかる。この原因を詳しく見るために，やまじ風が発生した時の温位分布を図7に示す。四国山地背後で温位勾配が大きくなる層が地形に沿った形になっているのがわかる。温位勾配が大きくなる層より上では，鉛直方向の大気の運動は抑えられ，一種の「ふた」の効果をしているため，結果的に法皇山脈での風速の増大がもたらされたと考えられる。

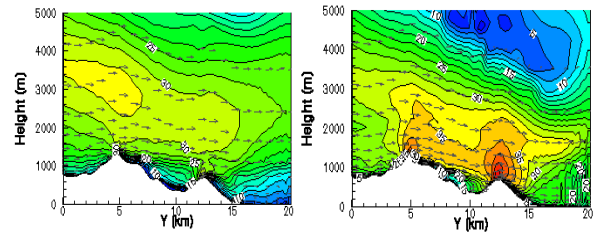


図6 鉄塔を通る南北断面図の風速の変化

(左：最も強いやまじ風が観測される6時間前。右：最も強いやまじ風が観測された時)

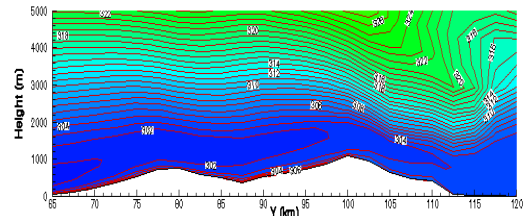


図7 最も強いやまじ風が発生した時の温位分布

4. まとめ

本研究ではやまじ風発生時を対象として超高解像度の気象シミュレーションを行い，以下の結論を得た。

- 1) 気象シミュレーションにより，台風による上空風を精度よく再現することができる。また，地表面付近の風を精度よく評価するためには，従来の気象シミュレーションの10倍から100倍の分解能が必要である。
- 2) やまじ風発生時の法皇山脈における風速の局所的な増大は大気の成層による「ふた」の効果の結果である。

謝辞 本研究を進めるにあたり，四国電力(株)に観測データを提供して頂いた。

参考文献

- 1) Saito, K., J. Meteor. Soc. Japan, 72, pp.301-328, 1994
- 2) R. A. Pielke et al., Meteorol. Atmos. Phys. 49, 69-91, 1992