

局地気象数値モデルの高解像度化における底面境界条件の影響に関する研究

環境システム工学専攻 2 年 水文気象研究室 石島 伯紀

指導教員 熊倉 俊郎

1、はじめに

新潟県をはじめとする本州日本海側の積雪地域では冬季の降雪水量が非常に多く、雪害や事故の原因となる。降水量計による降雪の観測では、測器周辺の風の影響により捕捉される降水量が少なくなる問題がある。横山ら(2003)によれば降水量計に対する雪の捕捉損失は降水量の4割以上になる。そのため、風速を観測していない地点も合わせ観測値に対して風速による捕捉率補正を行うことが必要となる。

風速の推定において、大倉(2010)によれば防災科学技術研究所雪氷防災研究センター(以下、雪氷防災研と称する)が計算した気象庁非静力学モデル(以下、JMA-NHM と称する)を用いたネスティングによる予報計算の風速推定値、JMA-NHMの高解像度化により求める力学過程のみの計算とした手法 Dynamic Adaptation (以下、DA と称する)を用いた風速推定値とアメダス風速観測値を比較した結果、DA 風速推定値が主に平野部に位置する地点において精度の向上が認められている。しかし、今まで利用してきた雪氷防災研の予報計算は、吹雪予測の改善のためモデルの地表面パラメータの地表面粗度を積雪面に対応するための条件に更新を行なった。そのため、特殊な境界条件を新たに用いることになり、DA も同時に各種パラメータの再設定が必要となる。ここで、より正確な風速の推定を行なうために国土数値情報土地利用データを用いて現実に近い地表面粗度を算出し、DA に導入した。

結果として、予報計算と同等の境界条件では、DA の境界条件を変更せざるを得ないことが明らかとなり、予報計算と同様の JMA-NHM を用いて底面境界条件の地表面パラメータの変更した風速推定の妥当性について検討した。

2、データと手法

2.1 気象庁非静力学モデル(JMA-NHM)

地上風速の推定には気象庁で防災気象情報のために現業利用されている局地気象モデルで、局地的な地形の影響を受ける風は静力学近似を行わない非静力学モデルのほうが正しく表現できる JMA-NHM を使用した。気象数値モデルは、大きいモデルの一部分を切り取り領域を取ることで、初期条件、境界条件が必須である。

2.2 使用データ

解析に使用したデータは、雪氷防災研が気象庁メソ数値予報モデル格子点値(MSM-GPV)を基に初期条件、境界条件として JMA-NHM を用いてネスティングを行い計算した新潟県周辺領域 1.2km 解像度の計算結果(以下、NS012 モデルと称する)である。この計算結果を DA の初期条件、境界条件とした。この NS012 モデルの底面境界条件の作成では、地表面パラメータに国土地理院が作成した国土数値情報 土地利用データを、地形に USGS GTOPO30 を使用している。計算期間は、2010/11 年冬季(2011 年 1 月 16 日 9 時 JST ~1 月 19 日 2 時 JST)の 66 時間を用いた。

2.3 Dynamic Adaptation

DA とは、ある時刻、ある領域での大気状態を、初期条件、境界条件一定の条件で収束計算により推定し、定常状態に達した時の大気状態を推定値とする手法である。結果的に、物理過程を省いた最低限必要なパラメータと力学過程のみの収束計算を行うことにより推定し、地形などの底面境界条件の影響が推定値に強く反映される計算である。

1)条件設定

座標系については、水平に各対象観測点を中心とした格子間隔 500m、格子数 50×50 の等距離格子、鉛直は最下層で地表に沿い、モデルの

トップで水平な高度面となる Z*座標系を用い最低層で 10 m、最上部の約 13000 m 上空で格子間隔約 700 m になる 38 層の不等間隔格子を定義した。初期条件と側面境界条件値は NS012 モデルから 1 時間毎に作成する。底面境界条件は実地形に近いデータを作成した。また、物理過程は風速推定のために最低限必要と思われる乱流過程のみを考慮した。

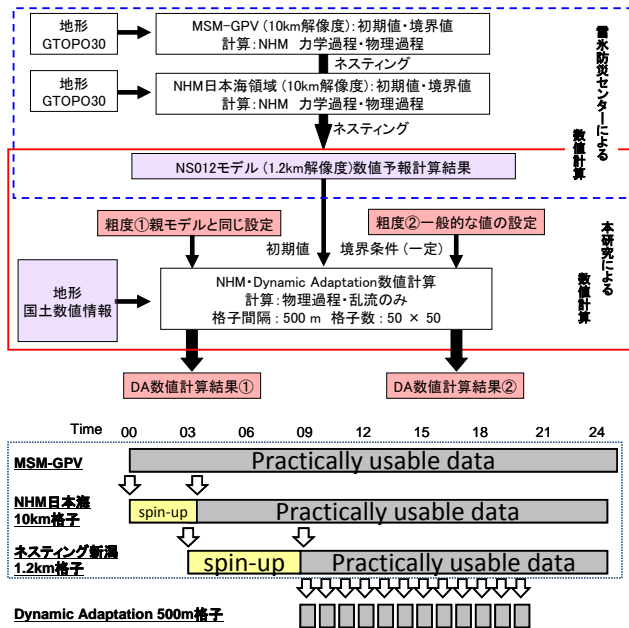


図 1 NHM と DA の数値計算フロー

2)底面境界条件の設定

地形データは、NS012 モデルに用いられている GTOPO30 の 1km メッシュを、高解像度の国土数値情報 50m メッシュ標高データを用いて、それぞれ 500m メッシュに平滑化した 2 種を作成した。さらに NS012 モデルには吹雪に対応するための粗度が用いられている。2 種の異なる粗度パラメータ(表 1)を設定した。国土数値情報土地利用データを用いて NS012 モデルと同じ設定で粗度 1、MSM で用いられている一般的とする値で粗度 2 を与えた。これらを用いて、格子に与える粗度の値は、各格子内の土地利用分類の面積比率に重み付けをした値を与えた。さらに、NS012 モデルの吹雪予測の積雪面に対応するための条件に合わせるため 11 分類の土地利用分類の内、田や交通用地など 7 分類に対して雪面

パラメータを用いた雪面粗度調整を行なった。これらを基に JMA-NHM の底面境界条件として与える地表面粗度データを図と図に示す。図は粗度 1 を、図は粗度 2 を用いて作成した。2 種を比較すると図はたいへん小さい粗度の設定になっていることがわかる。ここで、GTOPO30、国土数値情報と粗度 1、粗度 2 の組み合わせをそれぞれ G1、G2 と K1、K2 と称する。

表 1 土地利用データの分類毎に設定した粗度の値

分類	粗度①[m]	粗度②[m]	雪面調整の有無
水田	0.0010	0.3000	○
農耕地	0.0010	0.3000	○
森林	1.0000	3.0000	
荒地	0.0010	0.1000	○
建物用地	1.0000	3.0000	
交通用地	0.0010	1.0000	○
その他用地	0.0010	0.5000	○
河川湖沼	0.0002	0.0500	
海浜	0.0010	0.1000	○
海水域	0.0002	0.0010	
ゴルフ場	0.0010	0.4000	○
雪面	0.0010	0.0010	

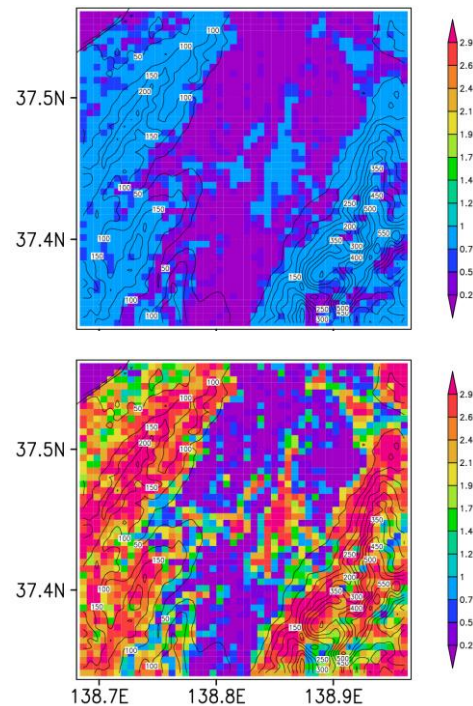


図 2 粗度①(上)と粗度②(下)の地表面粗度データ

3)対象領域

領域は新潟県内のアメダス 4 要素観測点を中心にした領域とし、平野部から長岡、山間部か

ら小出と NS012 モデルでの吹雪予測の対象域に近い巻の 3 観測地点を対象とした。以下、対象観測点に対して領域を用いて称する。

4) 収束条件の設定

格子数が同じであれば、収束時間もほぼ等しくなることと考え、2010 年 2 月 6 日 16 時〔JST〕における十日町領域の計算で得られた収束時間 30 分を各領域、各時刻の計算にも適用した。

2.4 計算結果の除外処理

DA により求めた風速を用いて捕捉率補正を行なう場合、風向・風速の挙動の再現性が良い状況でないとき正しい結果が得られない。そこで、推定風速の利用をしても正しい結果を得ることの出来ないと考えられる時刻については、水平面図により共通して見られる除外する現象と計算による風速の増減幅から定める除外する閾値の 2 種の規則を定め除外処理をした。

3. 結果と考察

数値計算は親とするモデルと同じ設定を用いて解析を行なう。NS012 モデルと同じ底面境界条件 G1 で実験を行なったところ、あまり良い結果を得ることができなかった。そこで、一般的な値とする粗度 2 と国土数値情報 50m メッシュ標高データを地形に用いて解析を行った。全体的に風速の強い 2011 年 1 月 16 日 9 時〔JST〕～19 日 2 時〔JST〕までの長岡領域の K1 と K2 の風速推定結果について図 3 に示す。また、縦軸は風速(m/s)、横軸は時間(hr)を示す。図中の凡例は上からアメダス風速観測値、NS012 モデル、K1 の DA 推定値、K2 の DA 推定値の順に示している。長岡領域では平均誤差(ME)は K1 の 1.1m/s と K2 の -0.4m/s、平均二乗平方根誤差(RMSE)は K1 の 2.4m/s と K2 の 2.0m/s の結果で、風向風速の挙動の再現性は過去の研究から見ると低い。

ここで、正しい結果とする時刻で DA 推定風速値の検討をするために、除外処理を行った。長岡領域での除外対象となる時刻の例図を図 4 に示す。図 4 は領域の境界から強い風が流れ込む状況と中心付近が徐々に弱くなっていく状況である。再現性が非常に悪い状況については、過

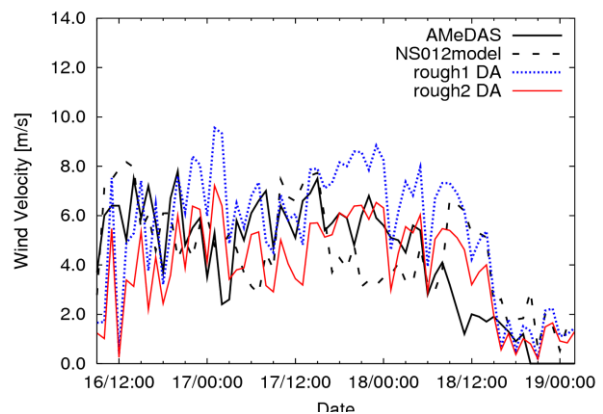


図 3 長岡・K1 と K2 の DA 推定風速時系列比較

去の風速が比較的弱い研究では見られていないため、狭領域の計算に対する、初期値と DA の組み合わせが強風時に本当に妥当なのかという問題が起きていることが推測される。このような状況の時刻には共通する現象が確認できたことから、風速の推定値に対して利用できない可能性のある計算時刻とした。さらに、各実験結果において高度 10m の風速を初期値から定常推定値を領域平均で増減をとったところ、長岡領域では 6m/s も減少する時刻があり、5m/s 増加する時刻もあった。ここでは、各時刻で高度 10m、中心付近の 10×10 格子の領域平均として初期値に対する風速の増減幅を算出し、水平面図から判定される再現性の悪い結果を全て取り除くものとして、±2m/s を除外する閾値として設定した。

除外処理を長岡領域と巻領域の K1 と K2 に対して行った結果として表 2 に除外処理後の ME の比較を示す。ME は推定値の観測値からの系統的な偏りを示すもので、0 に近いほうが精度が高い指標であるため、除外後は ME のみで評価を行った。長岡領域では K2 の ME は約 0.1m/s に、巻領域では K2 の ME は 0.0m/s に精度が向上した。RMSE については、除外処理において閾値を ±2m/s と設定していることから、結果的に RMSE は 2m/s 以下を示すため、その評価は行っていない。表 2 の除外後の ME に関しては、長岡・K1 は 66 時間中、44 時間、K2 では 46 時間を採用した。巻・K1 は 52 時間、K2 では 57 時間と同じ様な傾向が見られた。全ての実験において採用さ

れたサンプル件数は異なっているため、AMeDAS 平均値と NS012 モデルの値もそれぞれ異なる値である。図 5 に結果的に採用した時間による時系列比較を示す。

結果的に、大倉 (2010) では長岡や巻の様な平野部では精度が良くなるとしている。しかし、本研究での粗度 1 を用いた実験では ME は悪くなっている。そのため、粗度の値を大きくした粗度 2 を導入し実験を行ったところ、ME の値が良くなっていることから、親モデルから地表面パラメータを引き継いで計算することが出来ないことがわかった。これらの要因として考えられることは、親モデルの問題とモデルのシステムの問題がある。親モデルはとても小さい粗度を用いていること、システムは狭領域に対応できない可能性があることが挙げられる。

4、結論

雪氷防災研が行った吹雪予測のために更新した NS012 モデルを初期条件、境界条件として、NHM を用いた Dynamic Adaptation による風速の推定を長岡、小出、巻の 3 地点で行い、底面境界条件 (地表面粗度、地形データ) の影響の把握と妥当性の検討について、次の結果を得た。

- 除外後の ME は長岡・K1 で 0.8m/s と K2 で 0.1 であり差が 0.7m/s、長岡・K2 ではアメダス平均風速 3.4m/s に対し、ME=0.1m/s の結果を得た。巻・K1 で 0.5m/s と K2 で 0.0m/s であり差が 0.5m/s と、粗度 2 を用いたほうが過大評価を低減できた。
- 粗度の値を大きくした粗度 2 を導入し、ME の値が良くなっていることから、親モデルから地表面パラメータを引き継いで計算することが出来ないことがわかった。
- この NS012 モデルは吹雪が発生しやすい平野部での精度向上を目的とする地表面パラメータを適用している。そのため、Dynamic Adaptation にこの NS012 モデルを初期条件、境界条件を用いるためには、地表面パラメータを検討の上、推定する対象に合わせ地表面パラメータや領域の設定が必要である

と考える。

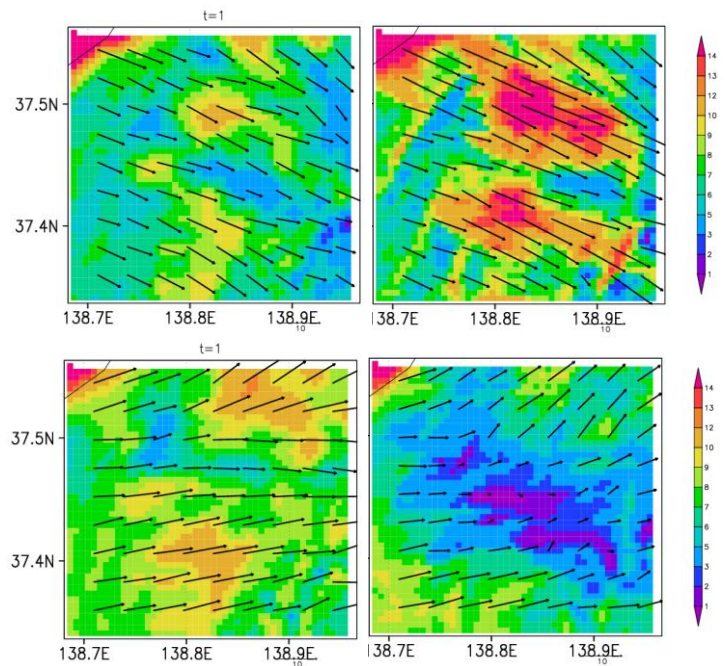


図 4 長岡・K1 の除外処理対象例

(上図)初期値(左)から推定値(右)増加する状況
(下図)初期値(左)から推定値(右)減少する状況

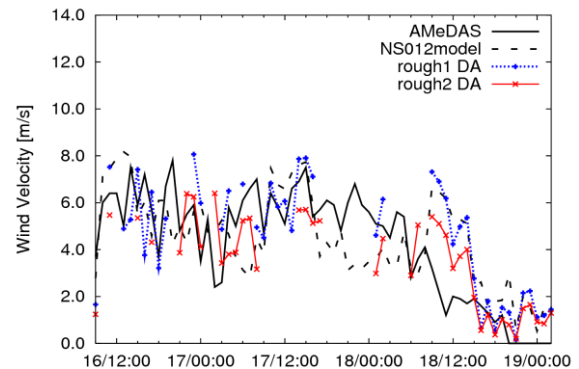


図 5 除外処理後の長岡・K1 と K2 の時系列結果

表 2 除外処理後の ME による比較

観測地点	風速 [m/s]					
	除外前			除外後		
	AMeDAS 平均値	NS012	DA	AMeDAS 平均値	NS012	DA
長岡 粗度①	4.3	0.2	1.1	3.8	0.7	0.8
			-0.4			
巻 粗度①	7.4	0.4	1.0	7.5	0.3	0.5
			0.0			

5、参考文献

- 大倉 (2010) : 高解像度化した局地気象数値モデルによる地上風速の推定に関する研究