

新潟大学災害・復興科学研究所
共同研究報告書

準リアルタイム気象解析システムへの数値モデルの実装と
顕著大気現象の再現実験

研究代表者 山根 省三¹⁾
研究分担者 本田 明治²⁾

1) 同志社大学理工学部 2) 新潟大学災害・復興科学研究所

研究要旨

領域メソ気象モデルを用いて、水平格子間隔 1 km の解像度で、2012年8月6日に新潟で発生した突風事例の再現実験を行った。8月6日の日本海域は、上空に寒気が入り込み、大気下層に暖湿流がもたらされ、大気の状態が広範囲で不安定となっていた。6日正午頃に新潟市内で 10℃ 程度の急激な気温低下と局所的に 20 m/s を超す非常に強い風が観測されている。再現実験では、日本海域で発生した積乱雲群に伴って大気下層に冷氣塊が形成され、その冷氣が暖気側に流れ出る領域で強い地上風が発生する様子が計算された。そして、冷氣塊が時間とともに南下し、北陸から東北地方に渡る日本海沿岸に気温低下と強い風をもたらす様子が計算された。異なる2つの領域メソ気象モデルの計算結果は、この冷氣塊の形成と南下の時間変化において類似していた。積乱雲の再現性は数値モデルの大きな課題の1つであるが、今回の再現実験では、気象庁メソ解析値から雲水を含む初期値・境界値を作成して用いたことにより、モデル内の雲の位置が制御され、2つのモデル計算結果が類似したものと考えられる。

A. 研究目的

本研究は、豪雨や豪雪、突風などの災害をもたらす顕著大気現象の再現実験を迅速に実施するシステムを構築することを目的としている。本システムが構築できれば、顕著大気現象の再現実験のみならず、計算条件を変更した感度実験を通して顕著大気現象の発生機構の解析や過去の顕著大気現象の再検証が可能となる。本システム構築における課題の1つは、領域メソ気象モデルによる顕著大気現象の再現性にある。

顕著大気現象は積乱雲の発生や降水過程を伴うが、一般に、これらの過程のモデルによる再現性は高くない。2015年度は前年度に引き続き、領域メソ気象モデルの初期値・境界値の高度化をはかり、顕著大気現象の再現性を高めることを目指した。初期値・境界値の情報量を増やすことで、モデル内で計算される雲に制限を加え、モデルの不完全性を部分的に補おうという考えである。初期値・境界値は気象庁メソ解析 z-hybrid 面ラン

ベルト解析値を用いて作成した。この解析値は、解析雨量や人工衛星の観測値をデータ同化して生成されたものであり、雲水の3次元空間分布情報を含んでいる。2012年8月6日に新潟で発生した突風事例をもとに、初期値・境界値の高度化が顕著大気現象の再現性に及ぼす影響を調べた。

B. 研究方法

気象庁非静力学モデル (NHM: Non-Hydrostatic Model) rel-03-04 と WRF (Weather Research and Forecasting Model) version 3.7 の2つの領域メソ気象モデルを用いて、2012年8月6日に新潟で発生した突風事例の再現実験を行った。佐渡島北西沖 (北緯 38.5 度、東経 137.5 度) を中心とする 900 km 四方を領域1、300 km 四方を領域2とし、領域1を水平格子間隔 3 km、領域2を水平格子間隔 1 km で、NHM では1方向の、WRF では双方向のネスティング計算を行った。いずれの計算でも、地上から約 50 hPa までを 50 層で

分割し、積雲パラメタリゼーションは用いなかった。新潟で突風が観測された8月6日12時頃を含む8月5日21時から6日15時までの18時間を計算期間とした。再現実験の初期値・境界値は、気象研究コンソーシアムの枠組みを通じて提供された気象庁メソ解析 z-hybrid 面ランベルト解析値（水平格子間隔 5 km、鉛直 50 層、3 時間毎）から作成した。この解析値には雲水や雲氷の混合比の3次元分布の情報が含まれている。この解析値から NHM の初期値・境界値を生成するプログラムは、NHM のツール群に含まれている。本研究では、気象庁 NuSDaS (Numerical Prediction Standard Dataset System) 形式から WRF 独自の仲介ファイル形式 (Intermediate File Format) にデータを変換するプログラムを準備し、WRF の初期値・境界値を生成した。このような計算条件下で行った2つの領域メソ気象モデルの計算結果を比較するとともに、前年度の計算結果を含めて顕著大気現象の再現性について考察した。

C. 研究結果

8月6日の日本海域は、偏西風の蛇行により上空に寒気が入り込み、沖縄周辺を北上する台風の影響により大気下層に暖湿流がもたらされ、広い範囲で大気の状態が不安定となっていた。人工衛星による雲画像から、この日の早朝に日本海上でアーチ状に並ぶ雲とテーパリングクラウドの形成が確認できる。このテーパリングクラウドに関連する大気擾乱が南下して正午頃に新潟に到達し、新潟市内で 10°C 程度の急激な気温低下と局所的に 20 m/s を超す強い風が観測されている。

2つの領域メソ気象モデルによる再現実験では、ともに、日本海域で発生した積乱雲群に伴って大気下層に冷気塊が形成され、その冷気が暖気側に流れ出る領域で強い地上風が発生する様子が計算された。そして、冷気塊が時間とともに南下し、北陸から東北地方に渡る日本海沿岸に気温低下と強い風をもたらす様子が計算された。計算された冷気塊の温度は周囲よりも 5°C 以上低く、厚さは約 1 km であった。冷気が流れ出る領域で水平温度傾度が非常に大きくなり、積乱雲が次々に発生し、常に 15 m/s を超す強い地上風が吹いていた。テーパリングクラウドに対応する大気擾乱の形成とその南下も計算され、その様子は現実

と定性的に類似していたが、最も強い大気擾乱が到達する場所は新潟とはならなかった。計算領域や計算期間、モデルの物理過程、海面水温などの計算条件を変えて行った実験では、冷気塊の形成とその南下の時間変化の様子は概してよく一致していた。

D. 考察

2つの領域メソ大気モデルの計算結果は、冷気塊の形成とその南下の時間変化においてよく一致していた。また、計算条件を変えた実験においても、これらの時間変化は概してよく一致していた。前年度に行った再現実験では、NHM と WRF の計算結果は、突風の発生機構は同じものを示していたが、冷気塊の発生場所は両者の間で 100 km 程度ずれており、南下の様子も1時間程度ずれていた。前年度も気象庁メソ解析値からモデルの初期値・境界値を作成していたが、WRF 計算の初期値・境界値は、水平格子間隔 10 km、鉛直 16 層 (1000 hPa~100 hPa) の格子点値 (GPV-MSM) から作成していた。このメソ解析格子点値は、一般に WRF 計算でよく使われているものであるが、今回の計算で用いたメソ解析値に比べると、水平・鉛直の解像度が粗く、大気上端の高さが低い。また、メソ解析格子点値には雲水に関するデータは含まれていない。前年度の計算結果との比較から、初期値・境界値を高度化することで、顕著大気現象の再現性を高めることができたと考えられる。一般に、顕著大気現象は大気の状態が不安定な領域で発生する現象であり、そのような領域で発生・発達する積乱雲をモデル計算で再現することは容易ではない。モデル内の雲微物理過程の計算は多くの近似式や経験式を使っており、モデル開発において大きな課題の1つとなっているという現状もある。雲のない状態からモデル内で雲を発生させるよりも、初期値・境界値を通して部分的にでも雲の情報をモデルに与えた方がモデル内で計算される顕著大気現象の再現性は向上すると期待される。また、計算条件を少し変えた実験において計算結果が大きく変わるという状況を防ぐことができ、顕著大気現象のモデル計算を安定化させる作用があると考えられる。以上の考察は、今後、事例数と計算数を増やして検証する必要がある。

E. 結論

2つの領域メソ気象モデルを用いて、水平格子間隔 1 km の解像度で、2012年8月6日に新潟で発生した突風事例の再現実験を行った。2つのモデルの計算結果は、ともに、日本海上の積乱雲の発達とそれに伴う冷氣塊の形成、そして、その冷氣が暖気側に流れ出る領域での強い地上風の発生を示した。計算条件を変えた実験においても日本海上の冷氣塊の形成とその南下の様子は同様に見られた。モデル計算の初期値・境界値に雲水を含めたことにより、モデルで計算される雲の位置に制限が加わり、顕著大気現象の計算が安定化し、再現性が高められたものと考えられる。

F. 研究発表

畠山光, 本田明治, 岩本勉之, 浮田甚郎: 冬季日本海側に発生した帯状降雪雲の特徴—2013年1月9日の事例—, 日本気象学会 2015年秋季大会, 京都, 2015年10月29日.

G. 知的財産権の出願・登録状況 (予定を含む)

なし