

冬季、山形県庄内平野における強風の解析

佐々木ありな(京大院理)、竹見哲也(京大防災研)、古田泰子・宮島亜希子(株式会社NTTドコモ)

1. はじめに

日本海に面した山形県庄内平野では、冬季に強風事象が多く観測されている。建物や農作物への被害といった災害が生じることもあり、強風の詳細な発生機構を知ることが必要である。

強風の出現特性は、局地的な地形にも影響される。庄内平野は一見すると平坦な平野部ではあるが、地面の起伏や粗度の違いに応じた風速分布が得られるとの報告もある[1]。したがって、強風の発生機構を知るためには、強風の詳細な空間分布の性状を把握する必要がある。

近年、NTTドコモの環境センサーネットワークは、全国で細密な気象データを提供するものとして、そのデータ(以下、NTTドコモデータとする)の活用が期待される。本ネットワークにより細密な観測データを得ることができ、瞬間的な風速の変化が捉えられると期待される。

本研究では、NTTドコモデータを用いて風の空間分布について調べた。さらにWRFモデルを用いて高解像度の数値シミュレーションを行うことで突風発生時の環境について調べた。

2. 地上気象観測

庄内平野にはアメダス観測地点が4か所に設置されている。そのうち、酒田測候所は特別気象観測所に指定されており、1分毎に平均風速・風向・最大瞬間風速のデータを得ることができる。はじめに酒田測候所の観測データを解析し、庄内平野での突風の特性について調べた。

対象期間は2012年11~12月と2013年1~3・11~12月である。Wakimoto[2];小林[3]を参考に以下のピーク風速 W_c を突風と定義した。

$$W_c \geq 8m/s \quad (1)$$

$$W_c \geq W_{+ave} + 4m/s \text{ and } W_c \geq W_{-ave} + 4m/s \quad (2)$$

$$W_c \geq 1.25W_+ \text{ and } W_c \geq 1.25W_{-ave} \quad (3)$$

$$W_{+ave} \leq 1.5W_{-ave} \quad (4)$$

ただし、 $W_{-ave}(W_{+ave})$ は前(後)6分間の毎分最大瞬間風速の平均値とした。期間中422事例を抽出した。最大瞬間風速25m/sを超えるような強い風が観測された事例も多数あり、その多くが西北西の風であった。また突風率は一般的に1.5~2の範囲にあることが知られているものの、抽出された事例では3を超えるような突風率が観測されることもあった。

平野部での風の特性を知るために、NTTドコモデータを利用した。使用したデータは風向・風速デ

ータ(10秒値・10分値)および最大瞬間風速データ(10秒値・10分値)である。用いた観測地点は14箇所であり、庄内平野および周辺の山間部に位置している。NTTドコモデータの観測地点は、地上2~4mの地点に配置されているため、近郊のアメダス地点と比較すると風速が弱く観測される傾向があった。そのため平均風速と最大瞬間風速のそれぞれの時系列データから酒田測候所とNTTドコモ観測地点との間で相関係数を求めることにより風の変動を比較した。

平均風速については酒田測候所に近い観測地点では相関係数が大きかった。一方、山中にある観測地点では相関係数が小さかった。図1は、2013年2月の平均風速を対象として、酒田測候所での観測データと山中にあるNTTドコモ観測地点でのデータを比較したものである。両時系列データの相関係数は0.17である。

次に、最大瞬間風速のデータにより酒田測候所とNTTドコモ観測地点との相関性を調べた。図2は、最大瞬間風速について図1と同様に時系列データを示す。最大瞬間風速の相関係数は0.72と大きいことが分かった。このような高い相関性は、他の地点でも同様に見られた。このことより、最大瞬間風速は山中にある観測地点でも平均風速の場合と比較すると強い相関があることが分かる。

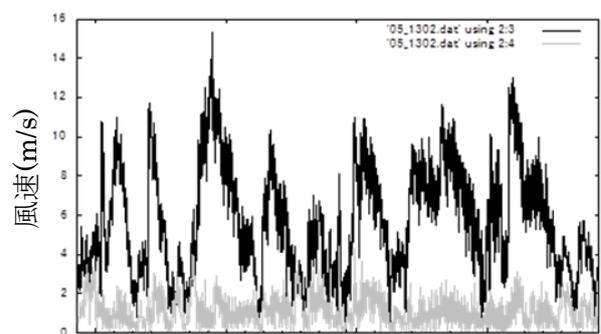


図1 酒田測候所(黒色)およびNTTドコモ山間部地点(灰色)での平均風速の比較

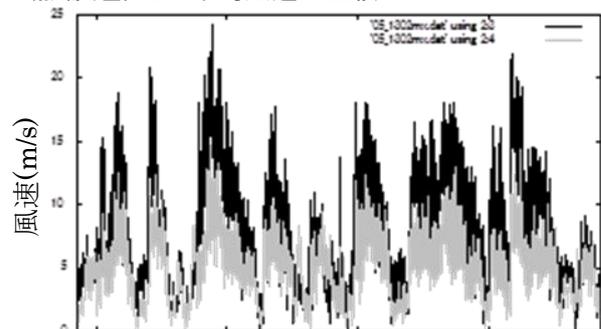


図2 図1と同様、ただし最大瞬間風速の比較

3. WRF を用いた再現実験

本研究で用いた領域気象モデルは、米国国立大気研究センター(NCAR)を中心に開発が進められている WRF モデル ARW バージョン 3.6.1 である。初期値・境界値は NCEP Final Analysis を用いた。計算領域は、日本列島をカバーするように親領域(1305km×1485km、水平格子幅 $\Delta=15$ km)をとり、4重ネスティングで計算領域を細密化する。第2領域は 465km 四方($\Delta=3$ km)、第3領域は 150km×159km($\Delta=1$ km)、第4領域は解析対象領域である庄内平野周辺地域とその周辺の山間部 44km×54km($\Delta=200$ m)とした。計算領域上端高度は 50hPa、鉛直格子点数は 53 としして下層の格子点を多く設定している。

期間中、Wakimoto[2];小林[3]によって抽出された突風のうち最も強い風が観測された 2012 年 12 月 6 日について、シミュレーションを行い、突風発生の原因について調べた。この日、酒田測候所では 8:37 に 30.2m/s の突風が観測されている。気象モデルの特徴から突風のような瞬間的な風速をとらえることは困難であるが、気象擾乱や地形の構造などに対応した変動は表現されていると考えられる。

モデルでの再現実験の結果、同日 11:00~12:00 にかけて温度差 3°C 程度の微細規模の前線通過が確認できた。第3領域での 11:30 の出力結果を図3に示す。また、この前線の通過に伴う風速と風向の変化について図4に示す。前線の通過に伴い、風速と風向の急変が起こっていた。気象モデルによるシミュレーションには誤差が避けられないことから、実際の時刻に起こった変動を正確に再現することは難しいが、突風の一つの原因として微細規模の前線が挙げられると考えられる。

4. まとめ

基準地点で用いた酒田測候所での観測結果から、

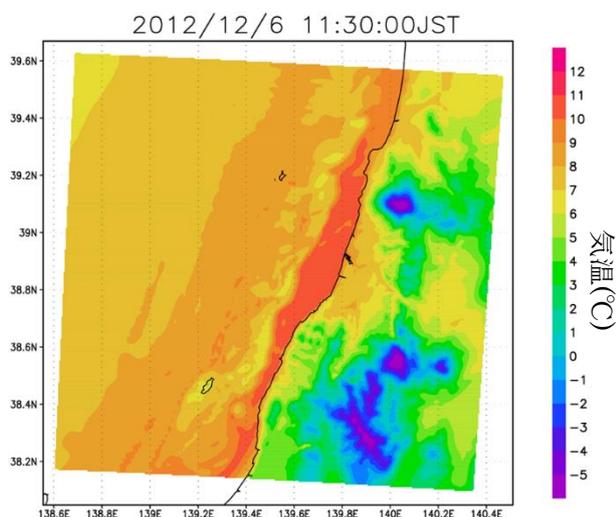


図3 地上2mでの気温の空間分布(第3領域)。

最大瞬間風速 25m/s を超えるような風が吹くこと・主に西北西の風であること・3 を超えるような突風率が発生しうることが確認された。

NTT ドコモデータによると、地形や土地利用の影響を反映して平均風速の酒田測候所との相関係数は特に山間部で小さくなったと考えられる。一方で最大瞬間風速の相関係数は、平均風速の相関係数と比較して大きく多くの地点で突風を捕捉できているのではないかと考えられる。

WRF を用いて 2012 年 12 月 6 日の事例について再現実験を行った結果、微細規模の前線の通過が見られ、突風の原因の一つであると考えられる。庄内平野で発生する突風については微細規模渦による強風の解析も行われている[4][5]。今後はより多くの事例を解析することによって、発生原因とその環境場の特性について調べる。

参考文献

- [1]竹見哲也, 辰己賢一, 石川裕彦. "高分解能領域気象モデルによる気象擾乱に伴う風速の極値の解析" 風工学シンポジウム論文集 21.0 (2010): 19-24.
- [2]Wakimoto, Roger M. "Forecasting dry microburst activity over the high plains." *Monthly Weather Review* 113.7 (1985): 1131-1143.
- [3]小林文明, 白岩馨, 上野洋介. "降雪雲に伴う突風の統計的特徴: 北陸沿岸における観測." 天気 55.8 (2008): 651-660.
- [4]楠研一, 今井俊昭, 保野聡裕, 竹見哲也. "小型ドップラー気象レーダーによる鉄道安全運行のための突風探知システムの基礎的研究, 平成 21 年度研究成果報告書, 鉄道運輸機構, 127pp.
- [5] 竹見哲也, 他. "メソ気象擾乱に伴う地上近傍の強風変動に関する高解像度気象モデル解析." 風工学シンポジウム論文集 20.0 (2008): 5-5.

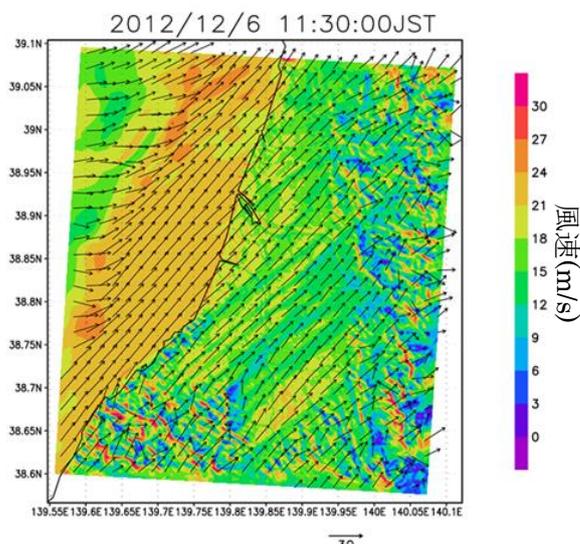


図4 地上10mでの風速の空間分布(第4領域)。