

# 冬季の寒冷前線に伴って発生した突風の雲解像モデルを用いたシミュレーション実験

2005年12月25日に山形県で羽越本線特急の脱線転覆事故を起こした事例について

\* 坪木和久<sup>1</sup>・榊原篤志<sup>2</sup>

(1:名古屋大学 地球水循環研究センター, 2:(株)中電シーティーアイ)

## 1. はじめに

2005年12月25日、寒冷前線に伴う降雨帯が通過したとき、山形県でJR羽越本線特急の脱線転覆事故が発生した。この事故は突風によるものであるが、夜間に観測のないところで起こった局所的現象であるため、その発生原因は明確になっていない。発達した積乱雲がこの突風をもたらしたと考えられるが、それにはダウンバーストや竜巻などさまざまな可能性が考えられる。本研究では雲解像モデル CReSS を用いて予報実験を行い、この突風がどのような現象によりもたらされたのか、またそれは雲解像モデルによりどの程度再現することができるのかを調べた。

## 2. 突風発生時の気象状況

JRの事故は25日19JST過ぎに発生した。北海道西岸沖日本海上では低気圧が急速に発達し、その西側には強い北西風寒気の吹き出しが見られた。その先端は寒冷前線を形成し、前線の南側には相当温位の高い南西風がみられた。寒冷前線とその南側の南西風領域には降雨帯が形成されていた。

## 3. 実験の設定

初期値(2005年12月25日00JST)と境界値を気象庁領域モデルRSM(データ解像度40km)から与え、CReSSを用いて解像度4kmの実験を行い、その結果を初期値・境界値として、解像度400m、さらに解像度70mの実験(格子数:水平2819×2307、鉛直67)を行った。鉛直格子は大気下層が詳細に表現できるように、高度1km以下に18層を設定した。

## 4. シミュレーションの結果

シミュレーションでは寒冷前線の降雨帯が日本海上を東進し、突風の発生した時刻に山形県付近に到達するのが再現された。70m解像度の実験の結果では、秋田・山形県の西方海上に降雨帯が形成されている(図1)。この時刻では高度1kmの鉛直速度は最大でも $-6\text{m s}^{-1}$ 程度であった。一方で渦度を調べると、降雨帯に沿って $0.1\text{s}^{-1}$ を超える渦が多数みられた。渦度と気圧偏差の積が $-20\text{Pa s}^{-1}$ を超える渦を竜巻の指標として、図1に円で検出された渦の位置を示す。この時刻にはT1からT6までの6個の竜巻が検出された。このうちT1がもっとも強く、渦度 $0.2\text{s}^{-1}$ 、気圧偏差 $1.6\text{hPa}$ で、渦中心の南側に、 $34\text{m s}^{-1}$ の強風を伴っていた。この竜巻の寿命は少なくとも6分以下の短寿命であった。同様の渦は、1854~1933JSTの間に少なくとも21個検出されたが、そのほとんどは同程度の強さで、寿命は6~9分以下であった。T3についてみると(図2)、直径が数100m程度で、移動速度は、東北東に約 $22\text{m s}^{-1}$ であった。渦に相対的な速度場は対称性のよい渦をしており、絶対風速の分布は南北非対称で、南側では $30\text{m s}^{-1}$ に達している。東西鉛直断面(図3)をみると、竜巻は東に傾いており、上昇流の中に形成していることが分かる。

## 5. まとめ

2005年12月25日の寒冷前線に伴う突風について、雲解像モデルを用いて予報実験を行った。解像度70mの実験で、寒冷前線の降雨帯に多数の竜巻に対応する渦が検出された。一方でダウンバーストのような強い下降流は見られなかった。竜巻は前線に多数発生しており、これらの一つが突風をもたらしたことが、また、前線に沿って複数の竜巻が発生していたことが示唆される。

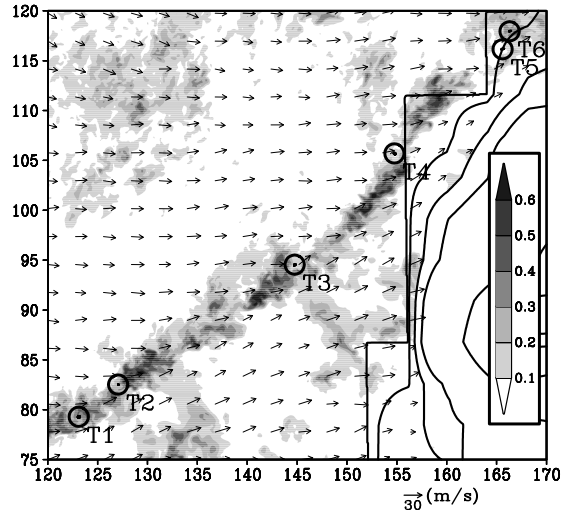


図1: 水平解像度70m実験から得られた2005年12月25日1900JSTの高度66mの降水混合比(階調,  $\text{g kg}^{-1}$ )と水平風(矢印)。等値線は海岸線と地形で、表示領域は秋田・山形県の鳥海山西方海上、座標の単位はkm。図中の円と添字は竜巻の位置と名前。

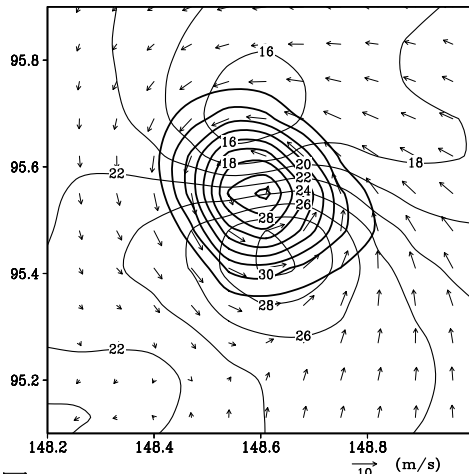


図2: 2005年12月25日1903JSTの高度66mの渦度(太実線,  $0.02$ から $0.02\text{s}^{-1}$ 毎)と水平風速(細実線,  $\text{m s}^{-1}$ )および竜巻に相対的な水平風ベクトル。

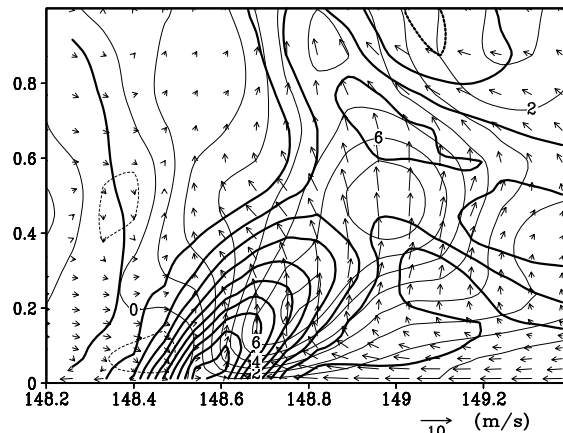


図3: 図2に示した竜巻の中心付近を切る東西鉛直断面。太実線は渦度で、 $0.02\text{s}^{-1}$ から $0.02\text{s}^{-1}$ 毎、細線は鉛直速度( $\text{m s}^{-1}$ )、矢印は竜巻に相対的な東西風・鉛直速度ベクトル。