

2010年1月13日に新潟県に暴風雪をもたらしたメソスケール擾乱の事例解析 A case study on the meso-scale disturbances causing the severe snowstorm in Niigata Prefecture on 13 January 2010

荒木 健太郎^{1*}, 猪上 華子², 林 修吾², 中井 専入³
Kentaro Araki^{1*}, Hanako Inoue², Syugo Hayashi², Sento Nakai³

¹ 銚子地方気象台, ² 気象研究所, ³ 雪氷防災研究センター

¹Choshi Local Meteorological Observatory, ²Meteorological Research Institute, ³Snow and Ice Research Center

冬季北陸地方の平野部での豪雪・突風の要因のひとつとして、日本海上で発生・発達するメソスケールの渦状擾乱が知られている(山岸ほか, 1992)。この渦状擾乱は、ユーラシア大陸から寒気が日本海に吹き出した時に形成される日本海寒帯気団収束帯(JPCZ, Asai 1988)上で発生し、メソアルファスケールやメソベータスケールなどの異なる規模の擾乱(以下、それぞれMASD, MBSD)に発達することがある。これらの渦状擾乱の発生・発達機構や内部構造の理解は防災上の観点から非常に重要である。

本研究では、2010年1月13日に北陸地方に接近したMBSDについて事例解析を行い、発達機構と三次元的な構造を調べた。気象庁アメダスの佐渡市相川では13日8時7分(以下、時刻はJST)に前10分平均最大風速30.4m/s、7時45分に最大瞬間風速40.0m/sを観測し、新潟県では暴風雪による停電や交通事故が相次いだ。気象庁全国合成レーダーを用いると、13日0時から12時までに5個のMBSDを確認でき、先行して北陸地方に接近したふたつのMBSDは東北東進し、他は南東進した。暴風雪は南東進した2つのMBSDに伴うものであると推測される。また、それらのMBSD中心の東側では周辺のアメダス観測点に比べて3~4K温かい領域があり、これはMBSDのWarm Coreと思われる。

MBSDの構造について議論するため、気象庁非静力学モデル(JMANHM)を用いて再現実験を行った。初期値・境界値には水平分解能20kmの気象庁全球解析と気象庁全球モデルの予想結果を用い、水平分解能20km(20km-NHM)、水平分解能5km(5km-NHM)、水平分解能2kmのNHM(2km-NHM)の順に単方向にネスティングして実行した。湿潤過程としては、氷相を含むバルク法の雲物理過程を用い、20km-NHMではKain-Fritschスキームの対流パラメタリゼーションを併用した。

実験の結果、5km-NHMと2km-NHMともに東北東進するMBSDや暴風雪をもたらしたMBSDに対応していると思われる擾乱を再現していた。暴風雪をもたらしたMBSDについては、再現された降雪粒子はスパイラル状に分布しており、レーダー観測で得られた擾乱の水平スケールよりも規模が大きかった。進路は実況よりもやや南を指向し、新潟県に上陸するタイミングも約2時間早かった。しかし、再現されたMBSD付近の風速や気圧低下、Warm Coreの存在は観測事実と一致することから、概ね再現に成功していると考えられる。

ここで、Warm Coreの存在は、過去の研究においても報告されており(Ninomiya et al. 1990; 大久保 1995)、その形成には南岸低気圧の循環に伴う高相当温位気塊の移流、凝結に伴う非断熱加熱、下降流に伴う断熱昇温が重要であると指摘されている(村上ほか 2005)。再現されたWarm Coreの成因を調べるために後方流跡線解析を行った結果、南岸低気圧からの高相当温位気塊の移流がないことがわかった。また、Warm Coreに対応する明瞭な下降流は見られず、反射強度が強く顕著な上昇流を持った降雪雲にWarm Coreは対応していた。非断熱加熱のMBSD発達過程への影響を調べるために、ドライモデルで感度実験を行った。その結果、南東進するMBSDは再現されたが、Warm Coreの形成や擾乱に伴う風速の強まりは見られなかった。さらに、感度実験の初期場からWarm Coreの構造を持っていた東北東進するMBSDは、その構造を維持したまま新潟県の海上で停滞し、南東進するMBSDがそのWarm Coreに接近して風速の強まりがみられた。これにより、本事例での暴風雪をもたらしたMBSDが持つWarm Coreの形成要因には凝結に伴う非断熱加熱が重要であることがわかり、MBSDの発達には非断熱加熱が大きな役割を果たしている可能性が示唆される。また、上層寒気トラフに対応する高渦位域の垂れ下りが確認でき、MBSDはその真下に位置していた。MBSDの発達に上層擾乱が関連している可能性も示唆される。

キーワード: 渦状擾乱, 非静力学モデル

Keywords: vortical disturbances, NHM