

## 要旨

日本を含む東アジアでは、冬季に西高東低の気圧配置により大陸からの北西季節風が卓越する。その季節風は、朝鮮半島北部にある山脈によって2分され、風下である日本海で再び合流し、収束帯を形成する。これを日本海寒気団収束帯 (Japan sea Polar air mass Convergence Zone; JPCZ) とよび、JPCZ では強い収束に伴う活発な積雲対流が発達する。2018年1月10~12日に北陸地方では、JPCZの南端が停滞することで記録的な豪雪となった。本研究では、この豪雪事例を客観解析データや気象レーダデータ、数値シミュレーション等により詳細に調べた。

国交省の運用する気象観測レーダ (XRAIN) では、石川県・富山県で降水が強くなった時間帯に、降水システムが渦を巻きながら上陸している様子が捉えられていた。その渦状の降水システムは、北陸に上陸後に進行速度が大きく低下して停滞し、同じ場所に降水を供給し続けていた。この降水システムに伴う循環場を、気象庁が提供するメソ数値予報モデル (Meso Scale Model; MSM) の解析値 (初期場) を用いて調べたところ、朝鮮半島北西部から日本海中部海域にかけての JPCZ に対応するシアライン上に、強い渦擾乱が発達し、それが降水を伴って時間とともに発達しながら南下して北陸地域に到達後、停滞したことが分かった。

この降水を伴う渦擾乱の詳細な内部構造を調べるため、理化学研究所計算科学研究センターが開発した数値気象モデル (SCALE-RM) を用いて再現実験を行った。数値実験においても、日本海上の渦状の降水システムの発達と、北陸への上陸、更にその後の北陸地方での停滞等の特徴がみられた。このデータを用いて渦状の降水システムの構造の時間変化を調べると、渦擾乱の発達には3つのステージがあることを確認できた。まず始めに、シアラインがブレイクダウンすることで、正の値と負の値をもつ小さな渦がそれぞれ発生する。その後、それらの渦が吸収・併合し合い、水平スケールが約9kmの渦へ強化される。そして更に周囲の渦を吸収するようにして約14kmまで達し、コンマ型の大きな渦状擾乱へと発達した。この渦状の擾乱と降水・降雪の対応を調べると、シアライン上の特に正の渦度が強い領域で降雪が生じていた。このため渦の発達には、非断熱的な効果も重要な役割を果たしていることが示唆される。しかし、一旦大きな渦まで発達すると、その中心というよりはその周辺で降雪が強化されていた。

温暖化が進行した場合に、今回のような豪雪事例がどのように変化するかを調べるために、本研究では海面温度を1K上げた擬似温暖化実験も行った。この擬似温暖化実験と元々の数値実験の結果を比べると、沖合から北陸地方沿岸部にかけて発達する JPCZ とその周辺で降雪量が特に強化された一方で、その他の場所では、顕著な降雪量の差は見られなかった。このことから、温暖化が進んだ場合において、JPCZ に伴う豪雪災害は特に注意が必要であることが推察される。