

報告番号	※	第	号
------	---	---	---

## 主 論 文 の 要 旨

論 文 題 目 冬季日本海沿岸における降水システムの強化過程および  
突風形成過程に関する観測的研究

氏 名 猪上 華子

## 論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、冬季日本海沿岸における降水システムの強化過程と突風形成過程に関する研究である。冬季日本海上では、大陸からの寒気の暖かい海面への吹き出しに伴いメソスケールの降水システムが発達する。これらの降水システムは、海陸の境界である沿岸部で熱的コントラスト、地表面粗度差や内陸地形の影響を受けることで強化され局所的な降雪の集中をもたらすとともに、しばしば突風をもたらす。本論文では、主にデュアルドップラー解析によって降水システム内部の対流セルの挙動と気流の構造を解析することで、降水システムの強化の力学的過程を調べるとともに、より高い時空間分解能で観測されたドップラーレーダーデータを用いて降水システム内部の微細な気流構造を解析することで、これまで観測が困難であった突風をもたらす降水システム内の竜巻等の渦の特性、構造と発達過程、上陸時の変化過程を調べた。

降水システムの強化過程については、2001年1月28日から29日に北陸地方で観測された複数の降雪バンドを対象として、その詳細な力学過程を調べた。その結果、内陸地形による一般風の迂回効果によって沿岸の下層に寒冷な南西風層が形成され、一般風の西風との間にメソスケールの収束線が形成されていたこと、この収束線上で活発な対流セルが発達することで、降水システムが強化されていたことが分かった。またこの収束線上での対流セルの発達には、下層収束だけでなく、収束線上での傾圧的な水平渦の効果が効いていたことが示唆された。さらには、降水システムの発達に伴い、対流による混合で収束線が不明瞭化するとともに、降水システムの通過後、南西風の移流により収束線が再形成されるといった詳細な収束線の変化過程を明らかにした。

竜巻等の突風形成過程については、山形県庄内平野に竜巻等の突風をもたらした、2007年12月2日のF0スケールの竜巻事例と、2007年12月31日の突風事例の2事例を対象として解析を行った。降水システムの形態は、前者が渦状、後者が海岸に平行

なバンド状であり、両事例とも冬型の気圧配置下で発達していた。また、両事例とも降水システム内の下層の収束線上に複数の渦が形成されており、後者については時間と共に渦が下層から上層に発達したことから、水平シア不安定によって生じた鉛直渦が降水システム内の上昇流によって引伸ばされて発達したことが示唆された。観測された渦の直径は 400m~2400m であり、竜巻の代表的な直径(~200m) に比べ、やや大きかった。また、最大接線風速が 7~18  $\text{m s}^{-1}$  と比較的弱かったのに対し、移動速度が 9~14  $\text{m s}^{-1}$  と速く、最大接線風速と同程度であった。このことから、速い速度で移動する降水システム内でノンスーパーセル型竜巻と同様の過程で比較的弱い渦が発達することで、渦の進行方向の片側の強風域に伴って突風がもたらされていたと考えられる。

両事例において渦の発達過程を調べた結果、渦は上陸に際して異なる変化を示していた。渦状の降水システムに伴う竜巻事例では、上陸に伴って最大接線速度が減少に転じていた。これは、過去の室内実験や観測による研究結果と整合的であり、地表面粗度の増加に伴う渦の減衰を示唆するものである。一方、バンド状の降水システムに伴う突風事例では上陸に伴い渦の最大接線速度は増加していた。このような渦の変化は降雪バンド内の降水コアの降下に伴う下層の水平収束の増加と対応していたことから、渦の引き伸ばしによるものだと考えられた。

本研究では、冬季日本海沿岸で地形効果により形成された収束線によって降水システムが強化されたこと、およびその詳細な力学的過程を示した。また、速い速度で移動する降水システム内で比較的弱い渦が発達することで、竜巻等の突風がもたらされていたことを明らかにするとともに、これらの渦が上陸する際に、従来指摘されてきた地表面粗度差だけでなく、降水システムの挙動に伴う下層風の変化の影響を受けていたことを示した。