

論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※	第	号
------	---	---	---

氏 名 南雲 信宏

論 文 題 目 凍雨の形成機構と微物理過程に関する研究

(Formation mechanism and microphysics of ice pellets)

論文審査担当者

主 査 名古屋大学宇宙地球環境研究所 教 授 坪木 和久

副 査 名古屋大学宇宙地球環境研究所 教 授 高橋 暢宏

副 査 名古屋大学宇宙地球環境研究所 特任教授 村上 正隆

副 査 名古屋大学宇宙地球環境研究所 准教授 篠田 太郎

副 査 北海道大学 名誉教授 藤吉 康志

論文審査の結果の要旨

別紙 1-2

本論文は、凍雨について、その形成機構と微物理過程を明らかにしたものである。凍雨は一般に雪片が融解したあと再び凍結して氷粒として降る現象であり、融解層と再凍結層が温暖前線面の上下に形成されるときに発生しやすいことが知られている。しかし、地上で凍雨を観測できる機会は極めて少なく、その形成機構や微物理的特性については未解明な点が多い。また、雨滴が過冷却状態のまま地上に到達すると着氷による大規模災害をもたらすため、上空における凍雨や過冷却水滴の検知・識別と予測は、防災上非常に重要である。近年、二重偏波レーダを用いた固体降水粒子判別が進んでいるが、凍雨の幾何学的特徴がよく分かっていないため、凍雨が二重偏波レーダの偏波パラメータでどのように観測されるかが分かっていない。そこで本研究では、地上で凍雨が観測できた事例を基に、地上観測データの解析と数値モデルを用いて凍雨の形成機構を明らかにし、さらに地上観測で得られた凍雨の形状や落下姿勢などの微物理的特性を用いて、二重偏波レーダによる凍雨の判別手法を開発することを目的とした。

まず、2005年4月10日札幌市において10時間弱に及ぶ長時間の凍雨事例を解析した。このときの環境場は中層から下層にかけて存在した低湿度層で特徴付けられ、融解粒子の温度を1次元数値モデルでシミュレーションしたところ、この低湿度層内での蒸発冷却によって過冷却温度にまで達することが示された。また、非静力学数値モデルで再現した大気場を解析することで、総観規模の沈降によってこの低湿度層が降水域の南側に形成されたことが分かった。さらに、後方流跡線解析の結果、低湿度層が降水域に持続的に流入し、加えて下層大気が低温の海面上を長時間吹走することで、凍雨を発生させる環境場が形成・維持されたことが分かった。

次にこの事例について、北海道大学低温科学研究所に設置した2次元ビデオディストロメーター(2DVD)を用いた凍雨の大きさ・形状・落下速度の同時測定結果から、凍雨の落下速度には2つのモードが卓越することが示された。一つは遅い落下速度の粒子で、顕著に変形あるいは破損した粒子が多く、内部の液水が抜けた密度の小さい非球形の粒子であった。一方、速い落下速度の粒子は落下速度が雨滴の終端速度に近く、比較的球に近い形状で密度の大きな粒子であった。このことから、落下速度の遅い粒子は強い過冷却により急速に凍結し、一方、落下速度の速い粒子は弱い過冷却状態でゆっくりと凍結した粒子と考えられた。

さらに凍雨の幾何学的特性と二重偏波レーダとの関係を、2016年1月29日に関東平野で観測された事例について調べた。この事例においても、2種類の異なる落下速度の凍雨が観測された。2DVDによる観測から、これらの異なる落下速度の凍雨の幾何学的特性を調べ、二重偏波レーダのパラメータと比較した結果、凍雨が形成される再凍結層における反射因子差の増大は、速い落下速度の凍雨が長軸を横に向けた落下姿勢をとることで説明できることが分かった。

以上のように本論文は、冬季の温帯低気圧に伴う温暖前線面における凍雨の発生について、環境場の持続性、凍雨粒子の形成機構および二重偏波レーダのパラメータに影響を与える凍雨粒子の幾何学的特性を明らかにした。これらの結果は凍雨の微物理における重要な学術的意義を持つ成果であり、また、レーダによる着氷性の降水域の検知において防災上重要な知見を与える。よって本論文の提出者南雲信宏さんは博士(理学)の学位を授与される資格があるものと判定した。

