

## 論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※	第	号
------	---	---	---

氏 名 折 笠 成 宏

論 文 題 目 Study on microphysical properties of midlatitude cirrus  
clouds observed by hydrometeor videosonde

(雲粒子ゾンデ観測による中緯度域巻雲の  
微物理特性に関する研究)

### 論文審査担当者

主 査 名古屋大学地球水循環研究センター 教 授 坪木 和久

副 査 名古屋大学環境学研究科 教 授 柴田 隆

副 査 名古屋大学地球水循環研究センター 教 授 上田 博

副 査 名古屋大学地球水循環研究センター 准教授 篠田 太郎

## 論文審査の結果の要旨

## 別紙 1-2

巻雲を構成する氷晶の数濃度と氷晶タイプの観測は放射特性や降水形成機構の理解に不可欠であるが、観測が困難なため観測例は少なく、高さ方向に高解像度で観測した例はほとんどなかった。本研究は、巻雲内の氷晶の数濃度と氷晶タイプを測定するために、新型の雲粒子ゾンデ (HYVIS) を開発し、種々の巻雲に新型 HYVIS を飛揚して、巻雲内の氷晶の鉛直分布特性を明らかにしたものである。

数濃度の低い雲粒子の粒径分布を精度良く評価できなかった従来の HYVIS に、吸引用の小型ファンを付加することにより十分なサンプリング体積を確保した新型 HYVIS を世界に先駆けて開発した。捕捉率の理論的計算から、新型 HYVIS は直径  $10\ \mu\text{m}$  以上の粒子を全て捕捉することが推定された。他の航空機用測器との室内比較実験を行い、新型の HYVIS は、捕捉率がファクター 2~3 以内の不確定性に収まり、直径  $10\ \mu\text{m}$  以上の氷晶の粒径分布を高度 250m 間隔で精度良く決定できることを明らかにした。

この新型 HYVIS を 1994-2007 年の観測期間につくばから飛揚し、37 事例のデータセットを取得した。観測した巻雲は、総観規模の低気圧に伴う温暖前線や停滞前線と関連した事例であり、氷晶の鉛直分布は、雲頂温度  $-33\sim-72^\circ\text{C}$ 、雲底温度  $-3\sim-49^\circ\text{C}$  に及ぶものであった。氷晶数濃度の値は  $10^1\sim 10^2$  個/L のオーダーに分布し、数濃度の中央値は温度や鉛直位置に因らず、典型的には数十個/L 程度であった。雲頂付近で数濃度が最大となる事例が時々あり、雲底付近で最大となる事例もあった。雲底付近は昇華過程による氷晶の断片化によって数濃度が増加する場合があることが示唆された。本研究で測定した数濃度と均質核形成による巻雲発生初期の数値シミュレーションから得られている氷晶数濃度とを比較した結果大きい差が認められたが、測定された数濃度は、二次氷晶形成、重力沈降、乱流混合のような一次氷晶形成以外の物理過程の影響を含む現象を反映したものであると考えられた。また、比較的暖かい温度域 ( $-25^\circ\text{C}$  以上) において、本研究で測定された数濃度では、先行研究による不均質核形成の式にみられる強い温度依存性はどの温度域にも見られなかった。

観測された氷晶タイプの出現頻度の温度特性を調べた結果、 $-60\sim-20^\circ\text{C}$  の温度範囲では単一砲弾の結晶、 $-20^\circ\text{C}$  以上の温度では角板型、 $-60^\circ\text{C}$  以下の温度では角柱または砲弾集合の結晶が卓越した。低温下での正確な湿度データが不足しているため湿度依存性まで詳細に議論できないが、最近の室内実験や野外観測の結果と総合的な氷晶タイプの分布が得られた。角柱と砲弾タイプの結晶の軸比の分布は、氷晶粒径の増大につれて減少するという粒径依存性があったものの、角柱タイプの結晶の軸比には、明らかな温度依存性は見出されなかった。氷晶の面積比は識別された 6 つの氷晶タイプにおいて、先行研究の結果と同程度の値であった。

これまでほとんど観測のない、巻雲内における直径  $100\ \mu\text{m}$  以下の小さな氷晶の数密度と氷晶タイプを高精度で測定し、氷晶タイプの鉛直分布特性と氷晶の粒径分布特性の温度依存性を明らかにした本研究は、巻雲内の氷晶の微物理特性研究に新たな知見を与えたものである。よって、本論文の提出者折笠成宏さんは博士 (理学) の学位を授与される資格があるものと判定した。