

氷晶核測定装置の測定精度の検証（その2）

*斎藤 篤思・村上 正隆（気象研・物理）、David C. Rogers（NCAR/RAF）

1. はじめに

気象研究所では、「意図的・非意図的気象改変に関する研究」の一環として、氷晶核測定装置を製作し、氷晶発生メカニズムの同定と定量化のため、実験的研究を行っている。本研究で用いる氷晶核測定装置は、Rogers(1988)の Continuous Flow Diffusion Chamber の改良型で、これまで各種制御の自動化などの機能拡張を行い、効率的に氷晶核数濃度の活性化スペクトラムを自動計測することができるようになった。

二本の同心円筒に囲まれ内壁に氷の貼られたチャンバー（全長 107cm）は、上部を占める成長槽（49cm）と下部を占める蒸発槽（33cm）に機能が分かれる。成長槽では、内筒と外筒の氷面温度をそれぞれ制御し温度差を付けることで試料空気の温度・過飽和度が設定され、試料空气中に含まれるエーロゾルが水滴や氷晶として活性化しさらに成長する。蒸発槽では、理想的には温度を成長槽と同じに保ち、外筒に氷を貼らないことで、水に対する未飽和状態を作り水滴は蒸発するものの氷晶はそのまま計測部に到達することになり、こうして活性化した氷晶（氷晶核）の数濃度を計測することができる。通常、効率的に活性化スペクトラムを観測する際に行う実験手順設定ファイルを使ったプログラム観測では、温度と過飽和度を順次連続的に変化させるが、周囲環境温度やチャンバー壁面温度の変化速度の影響による蒸発槽内の温度上昇によって、過度に氷晶を蒸発させてしまう可能性があるため、測定精度への影響が懸念される。本稿では、蒸発槽内の壁面温度計測を行い、理論的な考察との比較に基づいた実証的な測定精度の検証を行ったので報告する。

2. 実験方法

本研究で用いる氷晶核測定装置は、2004 秋、2006 秋、2008 春に報告した室内実験用氷晶核測定装置である。2011 秋には、成長槽について測定精度の検証を行うため、当該装置のチャンバーを改造してレーザ光と観察窓を使った実験を行い、活性化した水滴とそのタイミングを観察することで、設定温度に対し過飽和の環境を作り出す成長槽の性能を確認した。このたび、蒸発槽の性能を明らかにするため、蒸発槽内の壁面に熱電対配線を固定した上で感部を接着して、蒸発槽外筒（塩ビ管）の表面温度を計測し、その結果を熱・水蒸気の拡散と粒子の成長・蒸発を解く 1D モデルに反映して、試料空気の温度・過飽和度および活性化

した粒子の粒径の時間変化をシミュレートする。

3. 結果

図 1 には、実測された蒸発槽外筒の、試料空気の設定温度毎の水・水飽和時、成長槽外筒との温度差を示す。当該装置の蒸発槽は、外筒の断熱効果に頼り温度制御を行わないため周囲環境の温度影響を受け、設定温度・過飽和度毎に -5°C ~ $+25^{\circ}\text{C}$ に渡って温度差が生じていた。このことは蒸発槽での温度上昇によって過度に氷晶を蒸発させる可能性を示唆している。図 2 には、蒸発槽外筒の温度計測に基づく 1D モデル解析により、実際の活性化スペクトラムの観測における、試料空気の温度・過飽和度および活性化した粒子の成長・蒸発を計算した時系列の結果を示す。このように、これ以上の蒸発槽での温度上昇があると、過度な蒸発によって活性化した氷晶を検知（粒径閾値： $2 \mu\text{m}$ ）できなくなる問題が提起された。

4. まとめ

蒸発槽の温度実測値に基づく 1D モデル解析により当該装置の蒸発槽性能を明らかにした。この結果、蒸発槽の温度上昇に伴い活性化した氷晶を過度に蒸発することによる測定精度への影響が確認された。今後は、蒸発槽の温度上昇を考慮し取得データに対し再解析するとともに、活性化した氷晶の過度な蒸発を抑えるための装置改良を行い、更なる測定精度の向上を図りたいと考える。

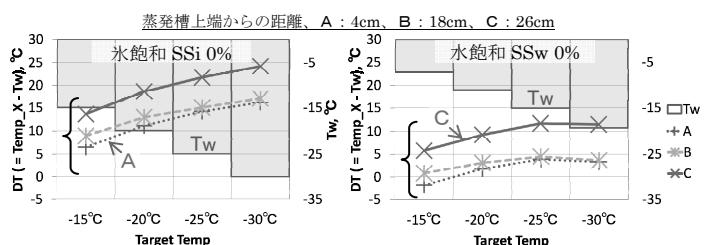


図 1：実測された蒸発槽外筒の、試料空気の設定温度毎の水・水飽和時、成長槽外筒 (T_w :基準値) との温度差

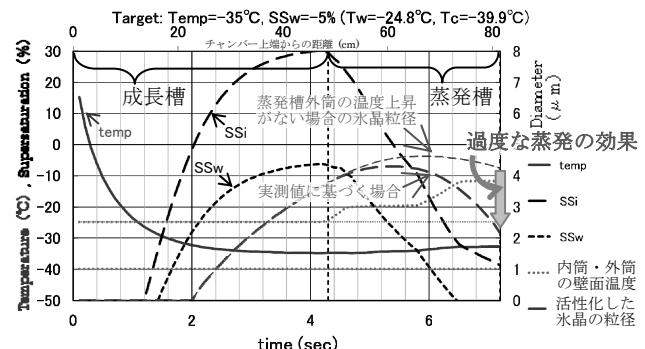


図 2：蒸発槽温度計測の実測値に基づき、試料空気の温度・過飽和度および活性化した氷晶の成長・蒸発を計算した時系列（設定温度： -35°C 、水に対する過飽和度： -5% ）