Meteorological Society of Japan

P174

人工降雨シーディング用吸湿性粒子の雲凝結核特性

*山下 克也・田尻 拓也・村上 正隆（気象研）

1. はじめに

科学技術振興調整費「渇水対策のための人工降雨・降雪に関する総合的研究」の一環として、温かい雲に対する吸湿性粒子シーディングの効果を定量化するための研究を行っている。これまで、人工降雨シーディングに使用する吸湿性粒子の物理化学特性を把握するために、電子顕微鏡解析や雲生成チェンバー実験を行ってきた。しかし、吸湿性粒子の低過飽和度での雲凝結核(Cloud Condensation Nuclei、以後CCN)特性はあまりよく分かっていなかった。そこで、低過飽和度でのCCN数濃度を測定できる凝結核カウンターを使用して吸湿性粒子のCCN特性を調査したので、その結果について報告する。

2. 雲凝結核(CCN)カウンター

使用した凝結核カウンターは、過飽和度をコントロールする機構を 2 つ持った米国 DMT 社製のもので、同時に 2 つの CCN 数濃度と雲粒粒径分布(粒径範囲 0.75-10um)を測定することができる装置である。この装置では、熱と水蒸気の拡散速度の差と、水で湿らせた過飽和度生成チェンバー内壁の温度差を利用して必要とする過飽和度を作成している(Roberts and Nenes, 2005)。制御可能な過飽和度範囲は 0.07-2%であり、時間分解能 1 秒の連続測定が可能である。

3. 実験方法

振動式乾燥粒子発生装置から発生した吸湿性粒子を、バッファーを介し凝結核カウンター、SMPS(TSI:Model3936)及びOPC(Rion:KC01-E)で測定した。また、凝結核カウンターの 2 つのうちの 1 つの機構は、参照用に室内空気の CCN 数濃度の測定を行った。

過飽和度スペクトル測定時には、バッファー内に室内空気が入らないようにしておき、測定終了後は、バッファー内に室内空気の供給を行い、室内空気と吸湿性粒子が混在する状態を作り、過飽和度 0.07%で雲粒粒径分布の計測を行った。同時に室内空気の計測も行い、両者を比較することで、吸湿性粒子が低過飽和度で活性化した場合に起こる雲粒粒径分布の変化を調べた。

なお、実験用の吸湿性粒子には、イスラエルで人工降雨実験に実用されているNaCl微粒子が主成分の粉末(Micro Powder、以後MP)を用いた。MPの粒径範囲は 0.3-20um(ピーク 2um)であり、NaCl微粒子同士が付着して固結するのを防ぐために不水溶性のSiO_2と$Ca_3(PO_4)_2$の微粒子(主にサブミクロンに分布)が 5%(重量比)程度含まれている。このように、MPには吸湿性粒子ではない粒子も含まれているが、今回はその点に関して考慮していない。

4. 結果と今後の課題

図 1 は、同時に計測したMPと室内空気の過飽和度スペクトルを示したものである。室内空気のものは、対数－対数図上で右上がりの直線のような分布をしており、天然に存在する CCN の過飽和度スペクトルと似た形の分布であった。一方、MP のものは、過飽和度が変化しても CCN 濃度がほぼ一定であった。これは、発生した粒子中に含まれている CCN 全てが過飽和度 0.07%で活性化していることを示すものである。また、過飽和度スペクトル計測時には、粒径分布(0.75-10um)と10um 以上の粒子の数濃度が得られており、過飽和度 0.07%でも、半分以上の粒子が 10um より大きな粒子であったということが分かった。以上より、MP は、人工降雨シーディングに適した特性である低過飽和度で大きな雲粒になる性質を持っているということが確認できた。

図 2 は、過飽和度 0.07%で計測した室内空気と MP が混在した気塊と、室内空気の雲粒粒径分布を示したものである。混在したものは、室内空気のものと比較すると 5um より大きい粒径で濃度が高いことがわかる。過飽和度スペクトルを計測したときに得られた過飽和度 0.07%の雲粒粒径分布(図 2 の一点鎖線)も、5um より大きい粒径では、室内空気と MP が混在したものと同様の分布を示していた。これらより、MP が混ざることにより 5um 以上の粒子の濃度が高くなっていると考えられる。

室内空気に混ぜる MP の量を変化させて同様な実験を行ったところ、濃度が高くなるにしたがって 5um 以上の粒子の濃度も高くなる傾向があった。今後は、シーディング効果を定量化するために、MP の付加量に対する雲粒粒径分布の変化量を調べる必要がある。また、今回の実験では MP に含まれている不水溶性粒子が及ぼす効果を考慮していないので、今後、不水溶性粒子の凝結核特性を調査する必要もある。さらに、10um 以上の粒子に関しては、粒径情報が得られていないので、凝結核カウンターを雲生成チャンバーに取付け、他の測器から得られる雲粒粒径分布と比較を行うことで、10um 以上の粒子の粒径情報も含んだ初期雲粒粒径分布の変化量を見積もる必要がある。

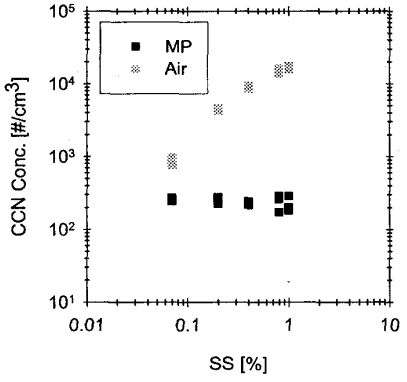

図 1 同時に計測した MP(黒色)と室内空気 (灰色)の過飽和度スペクトル。

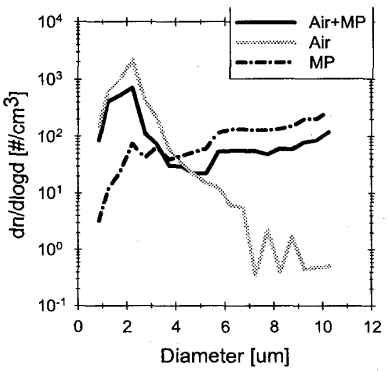

図 2 過飽和度 0.07%の雲粒粒径分布。黒線は室内空気と MP の混在状態、灰色の線は室内空気のみ、黒色一点鎖線は MP のみの場合。

NII-Electronic Library Service