

雲の中の氷の種を探すー富士山頂での氷晶核観測 2022

村田浩太郎¹, 米持真一¹, 大河内博², 鴨川仁³

1. 埼玉県環境科学国際センター, 2. 早稲田大学, 3. 静岡県立大学

1. はじめに

雲は水滴や氷でできているが、その形成には水分の核になる大気中微粒子の存在が必要不可欠である。核になる微粒子には、水滴の核になる凝結核と氷の核になる氷晶核がある。これらは雲の構造や範囲、放射特性(雲が地球を冷やすか暖めるか)に関係し、最終的に気象や気候に影響を与えるが、とくに氷晶核についてはまだ情報が少ない点が多く、研究が求められている。

身近な現象として、氷晶核は降水に深く関係するものである。日本に暮らす我々が経験する降水の多くは上空での氷形成から始まるものであり、地上に届くまでに溶けたかどうかにより雨、雪、みぞれ、あられなど呼び名が変わる。氷の種になる氷晶核が上空にどれほど存在するのか理解することは、降水現象そのものを理解することに繋がり、ひいては将来起こりうる気象や気候の変化の予測に役立つ情報になる。

筆者らは、2019年と2021年の観測で山頂での大気中の氷晶核の濃度を計測し、その変動幅と変動要因を推定することができた。ただし、実際の雲の中に存在する氷晶核がどの程度であるかについては検討できなかった。そこで2022年度は雲の中の氷晶核濃度を明らかにすることを目的とし、雲水の中の氷晶核計測に挑戦した。

2. 方法

2022年7月18日から2022年9月3日まで富士山測候所西側に吸引式の試作雲水サンプラーを設置した。この装置は、ポンプで空気を吸引してメッシュを通し、捕捉された水を容器の中に貯めていくものである。2021年の観測から、昼間は山由来の鉱物粒子が大気中に多く巻き上げられて氷晶核となることが分かったため、その吸い込みを避けるために夜間(20時~4時)のみポンプ稼働した。本装置は方法論として確立されたものではなく、ひとまず雲水に含まれる氷晶核の濃度範囲を把握するための簡易的な装置である。合計4試料が得られた。

より確立された装置として、早稲田大学グループが継続して使用しているパッシブサンプラーで集められた雲水試料も分析した。2022年7月26日から2022年8月16日までの15試料の分析を行った。

氷晶核計測は自作の装置によりおこなった。純水を特殊な環境で冷却すれば-34℃前後まで凍結しないが、氷晶核を含む場合はそれよりはるかに高温で凍結する現象を利用した手法である。雲水試料の液滴を冷却し、温度と凍結率から氷晶核数を算出した。

3. 結果と考察

夏期の富士山頂における雲水量(1 m³の雲に含まれる水の量)は0.01~0.26(平均0.05) g m⁻³と報告されている¹⁾。この値を用いて、雲水中の氷晶核数濃度を大気中濃度に換算し、2019年と2021年の大気中氷晶核数濃度と比較した(図1)。横軸は活性化温度(氷点下何度で氷晶核としてはたらくか)、縦軸は空気 1 Lに含まれる氷晶核の数である。雲水中の氷晶核数は大気中よりも低い傾向であり、両者は必ずしも同等ではないことが分かった。また、既往研究の濃度範囲と比べたところ、富士山頂の雲水中氷晶核数濃度は低い傾向で、比較的氷晶核が少ない雲が多いことが示唆された。我々が観測したのは水滴でできた雲であるが、さらに上昇する過程を経ると氷を含む雲となる。氷晶核に乏しい雲は上昇過程において氷形成による降水(つまり、雲の破壊)が生じにくく、より発達しやすい可能性があるのかもしれない。大気と雲の氷晶核数の違いについての真相究明に加え、富士山の雲発達の要因という観点も踏まえて今後検討していきたい。

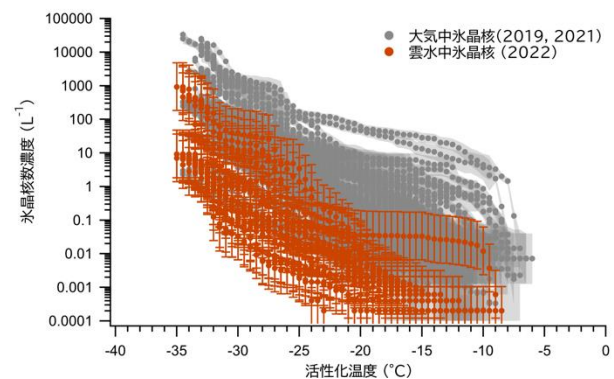


図 1 大気中氷晶核と雲水中氷晶核の濃度比較。雲水中氷晶核については、雲水の報告値の平均、最大、最小値から換算した大気中濃度をエラーバーで示した。

謝辞

試料採取にあたり、認定NPO法人富士山測候所を活用する会の山頂班の皆様にご協力いただきました。本研究は科研費22K14102, 19K14793, 19H00955, 18J01761により行われました。

参考文献

- 1) Iwamoto, Y., Watanabe, A., Kataoka, R., Uematsu, M., Miura, K. (2021). Aerosol-Cloud Interaction at the Summit of Mt. Fuji, Japan: Factors Influencing Cloud Droplet Number Concentrations. *Appl. Sci.*, **11**, 8439.