

航空機観測によるエアロゾル-雲相互作用研究

小池真* (東大院・理)、村上正隆(気象研究所・予報研究部)、北和之(茨城大・理)
准教授

要旨:

本発表では、気象学会の航空機検討部会で検討されている、航空機を用いたエアロゾル-雲相互作用研究計画について紹介する。

1. エアロゾル-雲相互作用研究の重要性

エアロゾルと雲の相互作用は、地球の気候に関わる重要な課題である。エアロゾルは雲凝結核(CCN)や氷晶核(IN)として働くことにより、雲粒数濃度や雲の相(水雲/氷雲)を変化させる。この結果、エアロゾル量の変化は、雲のアルベドや、雲の速い応答(adjustment)を通じて鉛直積算雲水量や雲量などの変化を引き起こす。これらの雲のマイクロ・マクロな変化は、地球の放射収支や降水過程に大きな影響をおよぼすと考えられている。

これらの影響のうち、エアロゾルの水雲の微物理影響(Twomey 効果)については、比較的理解が進んでいる。一方で、水雲の雲微物理量変化が引き起こす雲層厚・雲量などのマクロな物理量への影響は、雲・降水システムのレジームごとに理解することが課題となっている。また氷雲に関しては、エアロゾルの氷晶核特性と氷晶形成(雲微物理量)への影響そのものの理解が遅れており、さらに微物理量変化による氷雲・混相雲(mixed-phase cloud)のマクロな物理量への影響の評価には大きな不確定性がある。

2. 航空機観測による具体的な研究課題

地球観測・大気観測専用の航空機の導入により、以下のような具体的な研究課題を明らかにすることが重要である。

第一に、地球の放射収支に重要な夏季の北西太平洋の下層雲(水雲)へのエアロゾルの影響を、雲や境界層の時空間的構造や物理過程・力学過程を含めて理解し、放射収支への影響を明らかとする。第二に、アジア大陸で排出された多量の人為的エアロゾルや黄砂が、春季の東シナ海・日本海・西太平洋の移動性擾乱に伴う雲・降水システムに与えている影響を評価するとともに、前線帯でのエアロゾルの上方輸送・降水除去過程を明らかとする。第三に、人工雲核・人工氷晶核の航空機からのシーディングによる意図的気象改変実験により、エアロゾルの変動に対する雲・降水システムの応答を明らかとする。

3. アジアにおける航空機観測の必要性

アジアは世界的に見てもエアロゾル濃度が高く、さらに今後も増大やその化学組成の変化などが予想される領域である。アジアはまた、アジアモンスーンに象徴されるように特徴ある気象条件の中で、様々なタイプの雲・降水システムが形成される。しかしながら、アジアでの航空機観測によるエアロゾルと雲の相互作用研究は極めて限られている。アジアの多様な気象条件において形成される雲へのエアロゾルの影響を体系的に調べていくことは、エアロゾルと雲の相互作用研究に大きな貢献ができることが期待される。

新しいサイエンスを切り開くために新しいアプローチが必要である。第一に、エアロゾル・雲相互作用の鍵となる雲微物理量(雲粒の相・形態や粒径分布)は、航空機の直接観測でしか精度良く測定することができない。しかしながら、雲微物理量の変化と雲・降水システムのマクロな様相の変化の対応づけをするためには、航空機からの雲レーダ・ライダー、あるいはマイクロ波放射計などのリモートセンシングを同時に行い、直接観測で得られた雲微物理量が雲全体の構造の中でどのような場所で観測されたものかを把握する必要がある。また気象研究所には世界最先端の雲チ

ャンバーがあり、大気中の様々なエアロゾルからの氷晶形成過程を、さまざまな大気状態をシミュレートすることにより調べることが可能である。航空機観測とこのような室内実験を組み合わせることにより、航空機観測で得られた知見(特にエアロゾルの氷晶形成過程)の確認と一般化研究を実施する。特性などの測定も今後、検討していく。

第二に、日本は GMP や CloudSAT などの世界最先端の人工衛星観測を実施しつつある。また日本は数値モデルにおいても、世界初の全球非静力モデルの開発に成功するなど世界をリードしている。しかし、この人工衛星観測で得られている雲・降水の実態の解明や、それらを支配しているプロセス理解に必要な航空機観測は世界に遅れをとっている。本研究では世界最先端の航空機観測を実施することにより、日本の人工衛星や数値モデル計算の強みを生かした統合的な研究を目指す。