

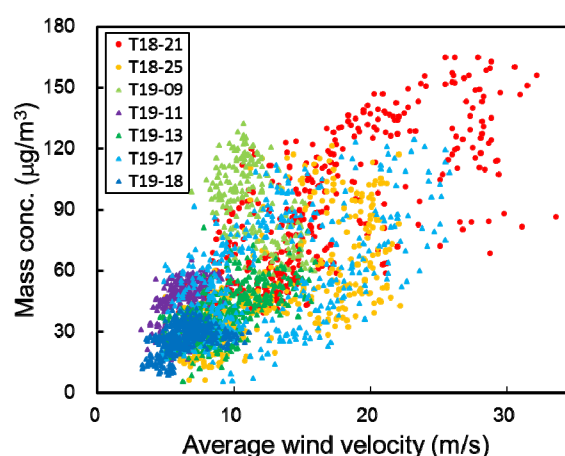
雲・エアロゾル過程

大雲・降水粒子とエアロゾルは、生成消滅過程において、お互いに密接に関連しており、これらはともに大気中の水循環、積乱雲や台風などの擾乱の発生・発達、および地球の放射過程において重要な役割を持っている。しかしながら、これまで雲・降水粒子とそれに関わる大気水循環や気象擾乱については、旧地球水循環研究センターで、エアロゾルとその化学過程については旧太陽地球環境研究所で、それぞれ異なる分野として研究されてきた。この融合研究ではこれらの研究者が協力して、エアロゾルと雲・降水粒子について、フィールド観測と数値モデリング研究を実施してきた。

雲・エアロゾルの観測的研究

・波しぶき粒子の観測： 波しぶきはその一部が大気中で蒸発し、大気に水蒸気とエアロゾルを供給し、雲・降水システムの発達過程に影響する。その観測方法として、ドローンにより雲粒子ゾンデを吊り下げて観測する方法を考案した。2016年8月に沖縄県多良間島で、ドローンの飛行試験と雲粒子ゾンデを吊り下げた観測実験を実施し、小さい風速の範囲であるが、波しぶきの粒子を観測できることを示した。

・アラブ首長国連邦（UAE）における雲・エアロゾル観測： エアロゾル・雲・降水測定装置を搭載した航空機を用いて、乾燥域からなる UAE 上空で大気エアロゾルの物理化学特性および雲・降水の微物理構造観測を実施した。エアロゾルの雲核能・氷晶核能も含めたデータと雲・降水の内部構造データから、エアロゾルの雲・降水影響を詳細に解析するとともに、開発した雲・エアロゾルモデルの検証に用いた。



台風通過時に光学式粒子計数器で測定した直径 0.3 から 10 ミクロンのエアロゾル粒子の全重量濃度と平均風速の関係。

・沖縄地方における雲・エアロゾルの観測： 2018年より、名古屋大学、琉球大学、長崎大学が共同で琉球大学においてエアロゾルの観測を実施し、夏季から秋季に光学式粒子計数器を用いたエアロゾル粒径分布の測定を行った。2018年および2019年に沖縄近海を通過した合計7個の台風について、台風接近時の風速とエアロゾル粒子(直径0.3-10ミクロン)の重量濃度の関係について調べたところ、平均風速が10 m/s増加するに従い、エアロゾル粒子(主に海塩粒子)の重量濃度が50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 程度増加することが分かった(図)。また、台風時を含め継続的に大気エアロゾルを採取し、海塩および溶解有機炭素(DOC)濃度を調べた。大気エアロゾル中の海塩含有量は、風速とよい正の相関を示した。また、本研究において異なる風速条件下で採取したエアロゾル中のDOC濃度とエアロゾル中の海塩の割合から、実際の大気エアロゾルにおける海洋起源DOCは約700倍濃縮されていることが示唆された。

雲・エアロゾルの数値モデリング

・超水滴法の雲解像モデル CReSS への導入と暖かい雨に対するエアロゾルのインパクト： 兵庫県立大学の島先生が開発した超水滴法を CReSS に導入し、暖かい雨に対するエアロゾルのインパクトを調べた。超水滴法ではエアロゾル量を変えることができ、エアロゾルが多い場合と少ない場合で、雲や降水の量が大きく変わることが示された。エアロゾルが特に少ない場合は、暖かい雨だけでも80 mmhr⁻¹を超えるような強い雨がもたらされることが分かった。

・エアロゾル過程のモデル化と雲解像モデル CReSS への導入： 大気中および雲・降水粒子に取り込まれた各種エアロゾル(海塩・鉱物ダスト・硫酸塩・無機炭素・有機炭素など)を予報変数とするエアロゾル・雲・降水統一雲微物理パラメタリゼーションを実装した CReSS-4ICE-AEROSOL を開発し、性能確認のため強い上昇流を伴うスーパーセル積乱雲の理想化実験を行い、人為起源エアロゾル(硫酸塩・無機炭素・有機炭素)の多寡が雲の微物理構造に及ぼす影響を調べた。人為起源限エアロゾルを一桁増加させることによって、積乱雲に伴うアンビル内の氷晶の数濃度、および混合比が数倍増加することが示された。さらに全球エアロゾルモデル SPRINTARS からのエアロゾル情報を初期値・境界値として取り込むことで、実際の雲・エアロゾル過程のモデリングが可能となった。