

エアロゾル環境がダスト粒子の雲凝結核としての働きに及ぼす影響

*齋藤哲彦, 早坂忠裕, 岩渕弘信 (東北大院理)

1. はじめに

気候システムの中でエアロゾルと雲は水循環や放射収支に影響を与える最も重要な要素であるが、様々な気候要因が関わるため、その理解は十分ではない。近年、東アジア域では産業の発達に伴い大気汚染物質が増加しており、本来疎水性であるダストが親水性の人為起源エアロゾルとの混合による変質を経るため、雲凝結核としての働きを評価することが求められている。

本研究では東アジア・サハラ砂漠域を対象に、衛星観測データ、化学輸送モデルの結果、放射コードを用いて、ダスト・エアロゾルによる雲微物理特性や放射収支の変化を調べ、その変化を引き起こす要因について考察した。

2. データと解析方法

データには Terra・Aqua 衛星に搭載された MODIS Level 1 データから 11, 12 μ m の輝度温度、Level 2 データから雲・エアロゾルの微物理量を用いた。まず、雲マスクにより水雲を取り出し、Split Window 法により、ダストを含む雲(Mix Cloud)と含まない雲(Cloud)の 2 種類に分けた。そして、5°×5° 領域で雲とダストが混じっていることを MODIS と化学輸送モデル CFORS で鉛直分布を確認し、解析領域を決定した。解析領域内で、雲粒数濃度とダスト粒子数濃度を算出し、雲凝結核として有効なダスト粒子の割合を導出した。また、ダスト・エアロゾルの影響によって生じた雲微物理特性の違いが放射効果への程度影響するか解析するために放射コード mstrnX を用いて大気上端での正味の下向き放射効果を計算した。ここでは ECMWF、MODIS、CFORS のデータをパラメータとして用いた。

3. 結果

東アジア域ではダストを含む雲で雲粒有効半径が小さく、雲粒数濃度は高い傾向があり、サハラ砂漠域ではダストを含む雲と含まない雲に雲粒有効半径の一貫した変化の傾向はないものの、ダストを含む雲で雲粒数濃度は高い傾向が見られた。Fig.1 に示すように、東アジア域では、雲粒有効半径はダストを含む雲に含まれる硫酸塩濃度と相関が見られ、硫酸塩濃度が高いほど雲粒有効半径は小さい傾向が見られるが、ダストを含まない雲では硫酸塩濃度との間に明瞭な相関は見られない。このことから、硫酸塩の影響を受けたダストが雲凝結核として働いて雲粒有効半径を変化させていることが示唆される。雲粒数濃度とダスト粒子数濃度から、雲凝結核として有効なダスト粒子の割合を算出した結果、東アジア域では 0.69~22.42%

で、サハラ砂漠域では 0.17~7.69%であった。また雲粒有効半径と雲の光学的厚さの相関パターンから、サハラ砂漠域に比べて、東アジア域の雲ではダスト・エアロゾルによる影響が支配的で、雲粒数濃度が高い環境にあることが示された。東アジア域とサハラ砂漠域のエアロゾル環境の大きな違いとして人為起源エアロゾルの存在が挙げられ、ダスト粒子が吸湿性エアロゾルの影響を受けているかどうか、雲凝結核としての働きを促進する重要な要素となることが示唆される。

放射計算を行った結果、東アジア域のダストを含む雲と含まない雲の水雲微物理特性の変化は、間接放射効果を引き起こす傾向があることが示され、雲粒数濃度と正の相関が見られた(Fig.2)。一方、ダストが雲層以上の高さにあり、雲が一定以上の光学的厚さをもつときは、大気の放射吸収量(Atmospheric column absorption: Acol)が増加することが示された(Fig.3)。ダストと雲の相互作用においては、硫酸塩など人為起源エアロゾルの存在が雲微物理特性へのダストの影響に作用し、またダスト層と雲相の鉛直分布や雲微物理特性の違いが、ダストの大気放射収支への影響を評価する上で重要であると考えられる。

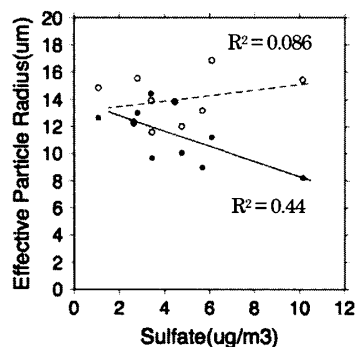


Fig. 1 東アジア域の雲粒有効半径と硫酸塩濃度の相関図

白丸は Cloud、黒丸は Mix Cloud を示す

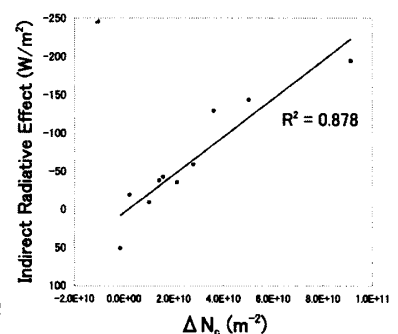


Fig. 2 雲粒数濃度の増加量と間接放射効果の関係

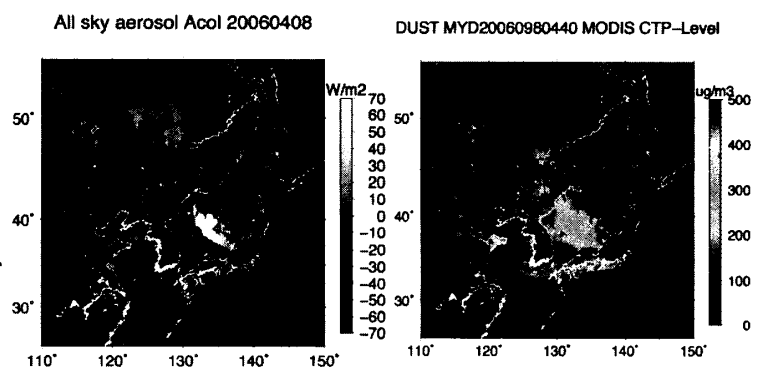


Fig. 3 大気の放射吸収量(左図)とMODIS雲頂気圧面でのダスト濃度(右図)