

直接・間接効果の高精度推定に向けた詳細エアロゾルモデルの開発と検証

*松井 仁志（東大院・理）

はじめに

エアロゾルの放射（直接効果）や雲・降水過程（間接効果）に対する影響は、将来の気候変動予測における最大の不確定要因の1つである。しかしながら、現状の全球モデルではエアロゾルを簡易的に表現しているものが多く、その影響評価の不確定性を減らすことは容易ではない。特にエアロゾルの数・粒径・混合状態は、エアロゾルの直接・間接効果を評価する上で重要なパラメータであるにもかかわらず、十分に表現されているモデルはほとんどない。私の研究では、これらのパラメータを支配する新粒子生成やブラックカーボン（BC）の混合状態を物理化学法則に基づいて表現する領域3次元エアロゾルモデルを開発し、実大気観測による詳細な検証を行ってきた。

新粒子生成モデルの開発と検証

エアロゾルの粒径を直径1 nmから10 μm まで20のビンにわけて表現し、新粒子の生成・成長を理論的に計算するエアロゾルモデルを開発した。このモデルを領域3次元モデルWRF-chemに導入し、2006年の8～9月に北京で行われた地上集中観測（CARE-Beijing 2006キャンペーン）の期間に適用した。モデル計算は、観測の新粒子生成イベントのタイミング（新粒子生成が起こった日と起こらなかった日の違い）と新粒子の100 nm付近までの急速な成長を再現することに成功し、これら新粒子の凝縮成長（硫酸ガス濃度）と凝集除去（既存エアロゾル粒子の表面積）の計算によって表現可能であることを示した。

また、一次粒子の削減に伴うエアロゾル・雲凝結核（CCN）数の感度を見積もる感度実験を行ったところ、排出量の削減率ほどエアロゾル・CCN数が減少しないことがわかった。この結果は、エアロゾルの間接効果や削減対策効果を正しく評価する上で、新粒子生成の精度の

良い表現が重要になることを示している。

BC混合状態モデルの開発と検証

エアロゾルの粒径とBCの混合状態を表現した2次元ビンスキームを開発し、WRF-chemに導入した（粒径が12ビン、混合状態が10ビンの合計120ビン）。このモデルをA-FORCE 航空機観測（黄海および東シナ海上空）が行われた2009年3～4月の約1ヶ月間について適用し、SP2によって観測されたBCの混合状態を用いて検証を行った。モデル計算は、BCを含む粒子数の全粒子数に対する割合、BC粒子に対する散乱性成分の被覆量（シェル・コア比）、それらの時間変動・粒径依存性など、観測されたBCの混合状態の特徴を再現した。また、これらを再現するためには凝縮・凝集の両過程を計算することが不可欠であることがわかった。

詳細な混合状態を考慮した場合と考慮しなかった場合（従来のモデルのように各粒径について単一の混合状態を仮定）についてエアロゾルの光学・放射特性の違いを計算した。詳細な混合状態を考慮した場合に比べ、単一の混合状態を仮定した計算では、境界層内の吸収係数や大気加熱率を30～40%程度、地上でのエアロゾルの放射強制力の絶対量を約10%（約3 Wm^{-2} ）過大推定すると見積もられた（東アジア域の計算期間平均）。これらの結果は、BCの加熱効果を考える際の混合状態の重要性を示している。

発表では、これらの研究成果を中心に、エアロゾルモデル開発の現状について述べたい。

参考文献

- Matsui et al. (2011), J. Geophys. Res., 116, doi:10.1029/2011JD016025.
- Matsui et al. (2013), J. Geophys. Res., 118, doi:10.1029/2012JD018446.