

春季東アジアのエアロゾルの雲物理への影響評価 : WRF-Chem 数値モデルの A-FORCE 観測による比較検証 Simulation of aerosol-cloud interactions in spring over East Asia using WRF-chem model : Comparison with aircraft obs.

高谷 怜^{1*}, 小池 真¹, 松井 仁志¹
Ray Takatani^{1*}, Makoto Koike¹, Hitoshi MATSUI¹

¹ 東京大学大学院・理学系研究科

¹ University of Tokyo

1. はじめに

エアロゾルは雲凝結核として働き雲粒数を増減させることにより、放射強制力や雲のフィードバックを引き起こす重要な要素である。近年、東太平洋（カリフォルニア沖、チリ沖）の下層雲については大規模な観測プロジェクトと詳細なモデル計算によりエアロゾルと雲の関係に関する研究が進展している。しかし東アジアは世界的にみてもエアロゾルの多い地域であるにもかかわらず、エアロゾルの雲物理量への影響を評価した研究は十分ではない。

本研究では、エアロゾルの雲物理量への影響を陽に表現した領域3次元モデル WRF-Chem を用いて、東アジアのエアロゾル数・雲粒数を計算した。本研究の目的は、この計算結果を A-FORCE 航空機観測により得られたエアロゾル・雲粒数濃度により検証し、その妥当性を評価することである。

2. A-FORCE 航空機観測

2009年3月から4月に東シナ海で、雲頂高度2km以下の非降水性の下層雲を対象として、雲粒数と雲直下のエアロゾル数の航空機観測を9回実施した [Koike et al., 2012]。本研究ではこの9例について比較を行った。

3. WRF-Chem モデル計算

本研究の数値計算には WRF-Chemv3.4 を用いた。計算期間は A-FORCE 観測に合わせ、2009年3月21日~2009年4月26日とした。水平解像度はそれぞれ108km格子、36km格子、12km格子の3ドメインを用い、一番外側のドメインがアジア全体を含み、一番内側のドメインが A-FORCE 観測領域を含むように設定した。鉛直は46層、最下層は30mとした。化学成分のエミッションは人為起源・バイオマス燃焼を考慮し、エアロゾルの数・粒径分布や化学反応の計算には CBMZ/MOSAIC 8 ピンスキームを、雲微物理には Morrison の 2 モーメントスキームをそれぞれ用いた。観測との比較においては、観測された場所・時間でのモデル計算値を用いた。

4. 結果

まず下層雲において雲粒へと活性化すると期待される乾燥直径130nm以上のエアロゾルの数濃度に注目してみると、モデル計算はエアロゾル数濃度を平均して27%過小評価していた。ただしエアロゾル数濃度の観測値とモデル計算値は正の相関を示しており ($r_2=0.32$)、エアロゾル数濃度の時空間変動を引き起こす基本的なメカニズム(大陸からの人為起源エアロゾルの輸送など)は再現していると考えられる。一方、雲粒数濃度についても観測値とモデル計算値は正の相関を示しているものの ($r_2=0.83$)、その絶対値は約1.9倍過大評価していた。特にエアロゾル数の多いイベントでの過大評価が大きい傾向にある。

次にエアロゾルの雲物理量への影響を定量化するために、乾燥直径130nm以上のエアロゾル数濃度と雲粒数濃度の関係を比較した。この結果、観測されたエアロゾル数と雲粒数の正相関はモデルでも再現することができた。具体的には、人為起源エアロゾルの増大により雲粒数濃度が比較的高くなっていったケース(フライト10など)とエアロゾル・雲粒数濃度が共に相対的に低いイベント(フライト18など)のコントラストを再現することに成功した。しかし、エアロゾル数に対する雲粒数の比率は約2.7倍過大評価している。これらの原因はまだ解析中であるが、エントレインメントの過小評価やエアロゾルから雲粒への活性化の過大評価などの可能性が考えられる。

キーワード: エアロゾル, 雲, 間接効果, 数値モデル計算

Keywords: aerosol, cloud, indirect effect, numerical simulation