

## ブラックカーボンの混合状態を表現したモデルによるエアロゾルの光学特性と雲凝結核特性

Optical and CCN properties of black carbon aerosols calculated using a mixing state resolved aerosol model

# 大島 長 [1]; 小池 真 [2]; 近藤 豊 [3]; 茂木 信宏 [4]; 宮崎 雄三 [5]; 竹川 暢之 [6]; 駒崎 雄一 [7]

# Naga Oshima[1]; Makoto Koike[2]; Yutaka Kondo[3]; Nobuhiro Moteki[4]; Yuzo Miyazaki[5]; Nobuyuki Takegawa[6]; Yuichi Komazaki[7]

[1] 東大・理・地球惑星; [2] 東大・理; [3] 東大先端研; [4] 東大・理・地球惑星; [5] 東大・先端研; [6] 東大・先端研; [7] 海洋研究開発機構・地球フロンティア

[1] Earth and Planetary Sci., Univ. of Tokyo; [2] Earth and Planetary Sci., Univ. of Tokyo; [3] RCAST, Univ. of Tokyo; [4] Earth and Planetary Sci., Tokyo Univ; [5] RCAST, U.Tokyo; [6] RCAST, Univ of Tokyo; [7] none

大気中に存在するブラックカーボン (BC) エアロゾルは太陽放射を効率的に吸収することから、気候影響を評価する際に最も重要なエアロゾルの一つとして知られている。このBCの放射影響の大きさは、BCが他のエアロゾル成分にどの程度被覆されているかという混合状態に強く依存する。BCは燃焼過程により疎水性で被覆がない粒子として大気中に排出されるが、硫酸塩アンモニウムなどの水溶性エアロゾル成分によって被覆されることにより、BCの光吸収率と湿性沈着に伴う除去率が增大する。BCの混合状態は大気中の被覆過程 (特に凝縮過程) によって支配されていると考えられている。本研究では、エアロゾルの各成分量を、粒径と粒子中のBCの質量比率に対して与える新しいエアロゾル表現をエアロゾルモジュールMADRID (Model of Aerosol Dynamics, Reaction, Ionization, and Dissolution) に導入することで、BCの混合状態を陽に表現した新しいボックスモデルMADRID-BCを開発した。また、様々な粒径のBC粒子やBCを含まない粒子が共存した状態での凝縮成分の分配を正確に計算する質量輸送の計算手法を本モデルに導入した。

2004年3月に日本周辺で実施されたPEACE-C (Pacific Exploration of Asian Continental Emission phase C) 航空機観測では、名古屋都市域から大気境界層内を通過して海上を水平輸送された空気塊中で、厚く被覆されたBC粒子の質量割合の増大が観測された。開発したMADRID-BCボックスモデルを用いて、気体濃度やエアロゾル総量が観測値と一致するような束縛条件下で計算を行った結果、モデルは観測された厚く被覆されたBC粒子の質量割合の時間的な変化を良い精度で再現した。このことは、BCの混合状態の変化が主に凝縮過程により説明可能であることを示唆している。観測においては、ある閾値よりも被覆が厚いBC粒子の情報のみが得られるが、本研究ではモデル計算から個々のBC粒子の被覆量 (被覆の厚さ) の変化を求めることにより、BCの混合状態の変化を初めて定量的に明らかとした。

PEACE-C航空機観測との比較を行った事例でのBCの混合状態に基づき、エアロゾルをコア・シェル型として扱うミー理論を用いて、エアロゾルの光学特性の計算を行った。この結果、BCの光吸収率はBCが被覆されることにより被覆がないBCと比較して、発生源から輸送された直後の空気塊中では38%、海上を半日程度輸送された空気塊中では59%とそれぞれ増大していた。また、全てのエアロゾル成分がBCを被覆していると仮定した計算を行った結果、吸収係数と単一散乱アルベドをそれぞれ大幅に過大評価、過小評価した。これらの結果は、BCの混合状態やエアロゾル光学特性を見積もる上で、BCを含むエアロゾルだけでなく、BCを含まないエアロゾルをモデルで考慮することが本質的に重要であることを示している。

また、観測との比較を行った事例でのBCの混合状態に基づき、ケーラー理論を用いて雲凝結核特性の推定を行った。その結果、発生源から輸送された直後と海上を半日程度輸送された空気塊中においては、全BC質量のうちそれぞれ55%および83%が過飽和度0.05%で雲粒化することが明らかとなった。BCが自由対流圏中での速い水平風により広域輸送されるためにはまず境界層内から上方輸送される必要があるが、本研究で得られた結果は、発生源近傍でのBCの鉛直輸送がBCの長距離輸送にとって重要であることを示している。