

領域3次元モデルを用いた北京周辺域におけるエアロゾルの変動過程の再現と排出源の領域別寄与

Modeling study on spatial and temporal variations of aerosols around Beijing

松井 仁志 [1]; 小池 真 [2]; 近藤 豊 [3]; 竹川 暢之 [4]; 宮崎 雄三 [5]; 宮川 拓真 [6]

Hitoshi Matsui[1]; Makoto Koike[2]; Yutaka Kondo[3]; Nobuyuki Takegawa[4]; Yuzo Miyazaki[5]; Takuma Miyakawa[6]

[1] 東大院・理; [2] 東大・理; [3] 東大先端研; [4] 東大・先端研; [5] 東大・先端研; [6] 東大・理・地球惑星

[1] Earth and Planetary Sci., Univ. of Tokyo; [2] Earth and Planetary Sci., Univ. of Tokyo; [3] RCAST, Univ. of Tokyo; [4] RCAST, Univ of Tokyo; [5] RCAST, U.Tokyo; [6] Earth and Planetary Sci., Univ. of Tokyo

東アジアでは近年の急速な経済発展に伴って、エアロゾルとその前駆気体などの汚染物質の排出量が著しく増加している。これらの汚染物質はエアロゾルの生成を通して、発生源やその下流域において直接的および間接的に気候・気象(放射場、大気加熱量、水循環など)や健康などに影響を及ぼす可能性があると考えられている。特に大都市域はこのような汚染物質の大きな発生源として注目されている。

本研究では、東アジアの大都市の1つである北京に着目した。北京でのエアロゾルに関するモデル研究論文はここ数年で急激に増えているが、エアロゾル全体(PM_{2.5} or PM₁₀)での変動や輸送過程を研究した例が多い。そのため発生源やその近傍でのエアロゾル各成分やその前駆気体の変動・輸送過程は十分に理解・検証されているとは言えない。そこで、本研究では領域3次元モデル(WRF-CMAQおよびWRF-chem)を用いて北京周辺のエアロゾル各成分とその前駆気体の濃度場の計算を行い、2006年8~9月に北京大学構内(Peking University; PKU)とその周辺域(北京から南に約50kmに位置するYufa)で北京大学や東大先端研などが行った大規模な集中観測の結果(CAREBEIJING-2006 campaign)から、モデル計算結果を検証することを目的とした。また、北京周辺でのエアロゾルの水平分布の特徴を理解し、北京の濃度変動を決定している化学成分排出量の時空間的な寄与を定量的に見積もることも目的とした。

およそ1ヶ月の観測期間中に低気圧の前線通過などの理由に伴って5回のエアロゾル各成分の高濃度イベントがPKUとYufa両サイトで観測された。モデル計算によってこのようなエアロゾルの変動の要因となる気象場は概ね再現され、エアロゾル各成分とその前駆気体の濃度変動もSO₂を除きある程度再現された。SO₂はモデル計算が大幅に観測を過大推定しており、使用したSO₂の排出量推計データが過大であることが推測される。また、エアロゾルが高濃度となった期間には、地上の放射観測(AERONET)や人工衛星観測(MODIS)から得られた光学的な厚み(AOD)も増大していた。モデル計算から得られたエアロゾル量をもとに簡易的にAODを計算したところ、その時間・水平的な変動が定性的にも定量的にもある程度再現されることがわかった。モデル計算によるAODの水平パターンからは、エアロゾルの高濃度イベント時に北京近郊で濃度が高くなっているだけでなく、さらに南部でも高濃度が見られ、その範囲は数100~1000kmに及んでいる様子が見られた。また、低気圧の移動などに伴い、その高濃度領域が輸送されていく様子も見られた。

このようなエアロゾルの時空間的な特徴が概ね再現されたので、次に北京のエアロゾル濃度の変動を決定している化学成分排出量の時空間的な寄与を定量的に見積もる感度実験を行った。計算領域を細かく区切り、それぞれ区切った領域で排出量を微小変化させた計算を行うことでその区切られた領域での排出量が北京の濃度に及ぼす寄与を見積もった。その結果、直接粒子として放出される1次エアロゾルやエアロゾルの前駆物質となる気体成分は北京周辺100km程度の範囲内の排出量によって北京の濃度がほぼ決定されているのに対して、輸送の過程で生成される2次エアロゾルは数100kmスケールといったより広域の排出量が北京の濃度に及ぼされることがわかった。特に高濃度イベント時にその水平スケールは大きく、最大500kmの範囲の排出量が北京の濃度に有意な影響を及ぼしていた。このことから、北京のエアロゾル濃度は局所的(100km以内)な排出量だけではなく領域的(数100km以上)な排出量によっても決定されることが推測され、濃度の削減のためには領域的な対策が必要であることを示唆している。