

アジア域における大気化学・エアロゾル・陸域植生結合場の変動とその気候影響

Changes in atmospheric chemistry, aerosols, and land use in Asia and their complex impacts on climate

須藤 健悟 [1]; 高田 久美子 [2]; 安成 哲三 [3]

Kengo Sudo[1]; Kumiko TAKATA[2]; Tetsuzo Yasunari[3]

[1] 名大院・環境・地球環境; [2] FRCGC/JAMSTEC; [3] 名大・地球水循環

[1] Grad. School of Environ. Studies, Nagoya Univ.; [2] FRCGC/JAMSTEC; [3] HyArc, Nagoya Univ.

<http://www.env.nagoya-u.ac.jp/profile/467e.html>

二酸化炭素などの長寿命温室効果気体の増加は、気候変動への影響も大きく近年の地球温暖化の象徴ともなっている。しかしながら、大気中の浮遊粒子（エアロゾル）や対流圏でのオゾンなどの短寿命微量成分も、全球的な気候変動に関して重要な役割を演じていることが最近の研究で明らかになりつつある（IPCC 第4次報告書）。人間活動（工業・交通・農業など）に伴う黒色炭素（煤; ブラックカーボン; BC）の排出量増加は顕著な正の放射強制力（ 0.5 W m^{-2} ）を持ち温暖化を加速させる一方、二酸化硫黄（ SO_2 ）や炭化水素類の排出増加に伴う硫酸塩や有機炭素（OC）などの吸湿性エアロゾルの濃度上昇は太陽光反射や雲・降水過程の変調を引き起こし負の放射強制力（地球冷却効果）を持つとされている（Hansen and Sato, 2001; Takemura et al., 2005）。特に東アジア域での影響に注目した場合、これらのエアロゾルが夏季アジアモンスーンの挙動に影響を与える可能性も最近の研究により示唆されている（Ramanathan et al., 2005, Lau et al., 2006）。

本研究では、全球化学気候モデルを用い、アジア域を中心とした大気化学場変動、エアロゾル変動について、陸域植生変動との関係も交え、気候影響を評価した。エアロゾルに関しては、農業活動や土地利用変化などの陸域植生変動と関連性の強い硝酸塩エアロゾルと2次有機エアロゾル（SOA）の変動に特に着目し、これらの気候影響を評価する。用いたモデルはCCSR/NIES/FRCGC気候モデルに、大気化学モデルCHASER（Sudo et al., 2002）およびエアロゾルモデルSPRINTARS（Takemura et al., 2005）が結合された化学・エアロゾル結合気候モデルである。本研究では、硝酸塩エアロゾルのシミュレーションを行なうため、本気候モデルにエアロゾル熱力学平衡計算を新たに導入した。硝酸塩は全球平均ではそれほど大きな放射強制力を及ぼすことはないと考えられるが、アジア域に関しては、硝酸塩の前駆気体である農業起源の NO_x およびアンモニア（ NH_3 ）のエミッションが多いため、硫酸塩と同様に重要な役割をしている可能性がある。上記モデルを用い、実際に硝酸塩全球分布の計算を行なったところ、境界層内では中国、北米、ヨーロッパで高濃度の硝酸塩エアロゾルが存在していることが分かり、さらに自由対流圏については、南アジア域（インド、バングラディシュ等）で硝酸塩エアロゾルの顕著な濃度極大が見られた。南アジア域の高濃度硝酸塩は上述の通り、主に農業起源の NO_x および NH_3 に起因する。さらに、硝酸塩増加の放射強制力を計算したところ、当領域には -1 W m^{-2} 以上の強い負の冷却強制が見られた。また、硝酸塩は硫酸塩と同様に吸湿性エアロゾルであるため、雲・降水への影響（間接効果）を介した冷却および降水影響も示唆される。

一方、森林から農地への転換のような大規模な土地利用変化は、陸域植生からの非メタン炭化水素類（NMVOCs）のエミッションを大きく減少させると考えられる。植物起源のNMVOCsは2次有機エアロゾル（SOA）の重要なソースであるので、過去から現在までの土地利用変化が、SOAの減少を通じて、正の放射強制力を生じさせていた可能性がある。本研究では、主に森林から放出されるテルペン類について、1850-2000年の間の土地利用変化に伴うエミッション変動を定量化し、そのSOA濃度への影響および放射強制力を評価した。この結果、アジア域だけでなく、北米や中央ユーラシア（ロシア）においても、1850-2000年の間に60~70%の顕著なSOA減少傾向が計算され、放射強制力としては、全球平均で $+0.05 \text{ W m}^{-2}$ と見積もられた。アジア域では、 $+1 \text{ W m}^{-2}$ に達する正の放射強制力が見られ、これは上述の硝酸塩増加による冷却効果を打ち消している可能性がある。