

アジア域におけるエアロゾル気候影響のシミュレーション

竹村 俊彦（九州大学応用力学研究所）

1. 序論

エアロゾルの気候に対する影響には大別して2つの効果があると言われている。1つは、エアロゾルが太陽放射や赤外放射を散乱・吸収することによって地球大気放射収支に変調をもたらす直接効果である。もう1つは、エアロゾルは雲凝結核として機能するために、エアロゾル数増減により雲粒径が変化して、雲アルベドに変調をもたらしたり、降水効率の変化により雲寿命が変化したりする間接効果である（前者は第1種間接効果・後者は第2種間接効果）。これらの効果に対して、気候変動の指標である放射強制力が多く研究者によって見積もられ、気候変動に関する政府間パネル (IPCC) でも中心的な役割を果たしている。しかし、エアロゾルの増減に伴う具体的な気候変動に関する研究は、依然として黎明期である。エアロゾルの気候影響には様々なフィードバックメカニズムが介在していると考えられ、解明を困難にしている。

本講演では、近年の急激な経済成長や人口増加に伴い人為起源温室効果気体や大気汚染物質の排出が急増しているアジア域に着目し、エアロゾル気候モデル SPRINTARS を用いたエアロゾルの放射強制力の計算結果を示す他、エアロゾルが引き起こす気候変動に関する考察を行う。

2. モデルの概要

SPRINTARS は東京大学気候システム研究センター (CCSR)/ 国立環境研究所 (NIES)/ 地球環境フロンティア研究センター (FRCGC) の大気循環モデルに結合した全球3次元エアロゾル輸送・放射モデルであり、対流圏主要エアロゾルである炭素性（黒色炭素・有機物）・硫酸塩・土壌性・海塩エアロゾルを扱う。一連の輸送過程（発生・移流・拡散・化学反応（硫酸・湿性沈着・乾性沈着・重力落下）の他に、大気大循環モデルの放射過程と結合し、エアロゾル種毎の複素屈折率・粒径分布・吸湿成長を考慮して直接効果を計算する。雲・エアロゾル相互作用のパラメタリゼーションでは、エアロゾルの数濃度・粒径分布・化学的特性や上昇流速を考慮して雲粒数濃度を診断し、雲粒径・雲水量・降水効率に変化が与えられる。放射強制力は、定義に従って、気温及び海面水温を規定して計算する。フィードバックプロセスを含めたエアロゾルによる気

候影響をシミュレーションするために、海洋混合層モデルを結合したアンサンブル平衡実験を行う。その際には、人為起源エアロゾルの影響を評価するために、産業革命以前及び現在のエアロゾル排出量データを与えた実験をそれぞれ実施する。また、定性的なエアロゾル間接効果を解析するために、風速・気温・海面水温を規定した実験も行う。モデルの詳細は、Takemura et al. (2005) を参照のこと。

3. 結果・考察

人為起源エアロゾルの多いアジア域の直接・間接効果放射強制力は、大半の地域において、対流圏界面（もしくは大気上端）及び地表で強い負の値が計算された。但し、黒色炭素の影響により、排出量の多い南アジアや低層雲が広がる北太平洋では、対流圏界面で正の放射強制力となり得ることが示された (Takemura et al. 2005)。

気象場が規定された実験では、人為起源エアロゾルの影響により、アジア域の大半で雲水量増加・降水量減少の第2種間接効果が見られた（図a）。海洋混合層を結合した平衡実験では、エアロゾル直接・第1種間接効果による地表付近の気温低下に伴い、アジア以外のほとんどの地域では雲水量減少・降水量減少となるが、東・東南アジアでは第2種間接効果の影響が強く、雲水量増加・降水量減少の傾向が示された（図b）。温室効果気体濃度の変動のみを導入した実験では、気温上昇に伴う雲水量増加・降水量増加が多く見られたが（図c）、シミュレーション結果では、温室効果気体だけではなくエアロゾルの影響を考慮すると、実際の長期観測と同傾向を示す領域が多く見られた。これらのことから、人為起源エアロゾルの多いアジア域では、気候変動を考察する際にはエアロゾルの気候影響が欠かせない要素となることが示唆される。

謝辞

本講演内容の研究は、CCSR/NIES/FRCGC の協力により行われています。

参考文献

Takemura, T., et al., 2005: J. Geophys. Res., 110, D02202, doi:10.1029/2004JD005029.

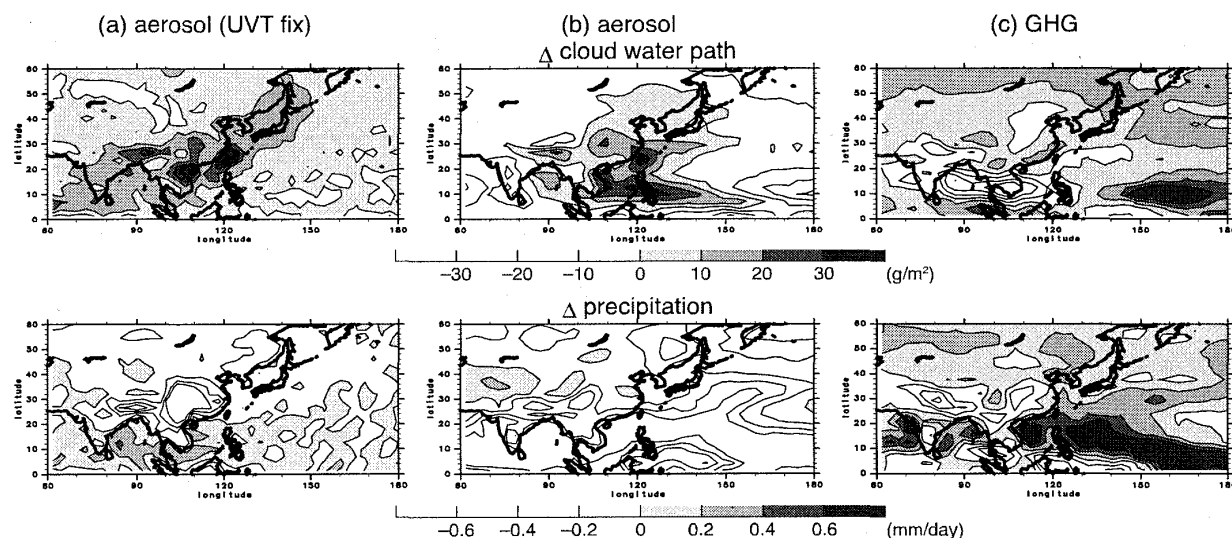


図 雲水総量（上段）と降水量（下段）の産業革命以前から現在にかけての変動 (a) 人為起源エアロゾルの影響（産業革命以前と現在とで気候場は同一） (b) 人為起源エアロゾルの影響（気候場の変動あり） (c) 人為起源温室効果気体の影響（気候場の変動あり）