

最終氷期極大期におけるエアロゾルの分布および気候影響に関するシミュレーション

竹村 俊彦¹, 江頭 未央², 一條 寛典³, 大石 龍太³, 阿部 彩子³

1: 九州大学応用力学研究所 2: 九州大学大学院総合理工学府 3: 東京大学気候システム研究センター

1. 序論

氷床コアや陸上・海洋堆積物のデータから、大気中の土壌粒子（ダスト）の沈着量は氷期と間氷期とで大きく異なっていたことが示されている。例えば、現在から約2万1千年前の最終氷期極大期(Last Glacial Maximum (LGM))において、ダスト濃度は現在よりも1~2桁大きかったと推定されている(Petit et al. 1999)。LGMでのダスト濃度の増大の原因として、現在気候よりも強い風速や広い乾燥域により発生量や輸送フラックスが増加していたことが考えられる。

江頭ら(日本気象学会 2006 年秋季大会)は、全球3次元エアロゾル輸送・放射モデル SPRINTARS を用いて、LGM における全球ダスト分布の再現実験およびその解析を行った。今回の講演では、LGM 気候におけるエアロゾルのシミュレーションに関するその後の研究の進捗状況について報告する。境界条件である植生分布データの更新に伴う再実験を行った他、海塩エアロゾルを含めた LGM でのエアロゾルの放射強制力および気候に対する影響の定量的な解析を行っている。

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)の大気大循環モデル(AGCM)に結合したエアロゾル気候モデルであり、対流圏主要エアロゾルである炭素性(黒色炭素・有機炭素)・硫酸塩・土壌性・海塩エアロゾルを扱う(Takemura et al. 2005)。一連の輸送過程(発生・移流・拡散・化学反応(硫黄)・湿性沈着・乾性沈着・重力落下)の他に、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。また、エアロゾルの数濃度から雲粒・氷晶数濃度を算出し、雲粒径・雲水量・降水効率に変化が与えられる(間接効果)。

LGM 気候を再現する際に必須となる海面水温・海水等の境界条件は、海洋大気結合モデル MIROC の月平均出力結果を使用する他、地球の離心率・地軸傾斜角・近日点を適切に設定する。また、ダスト発生の計算に重要となる植生分布および葉面積指数(LAI)は、動態植生モデル(LPJ-DGVM)の出力結果を使用する。

3. 結果・考察

LGM と現在(PRE)でのダストの発生量および沈着量を比較すると、全球平均で LGM の方が2.4倍大きいというシミュレーション結果が得られた。領域別では、サハラ2.5倍、中近東1.6倍、アジア・ヨーロッパ4.4倍であり、特にアジア・ヨーロッパは LGM での乾燥域の拡大に伴い大きく増大している。その結果、北半球でのダストの沈着量は LGM の方が大きく、熱帯大西洋での海洋堆積物からのダスト沈着量推定値とも定量的に整合性がある。一方、南半球からのダストの発生は現在の方が大きく計算され、南極氷床コアのデータから得られている LGM での大きな沈着量との整合的な結果は得られなかった。この原因については、今後追求していく必要がある。以上の傾向は、図に示す質量鉛直積算値からも分かる。

LGM での海塩エアロゾルの発生量は、全球平均で現在の87%であるという結果が得られた。これは、LGM での風速増大に伴い熱帯域では発生量が微増している一方、その他の領域では LGM での海水の拡大に伴い海塩が発生可能な

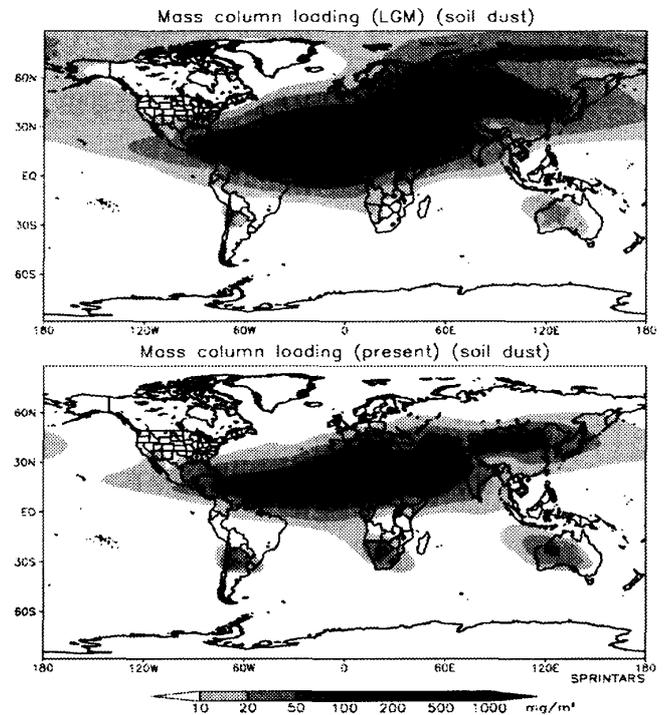


図 年平均ダスト質量鉛直積算値 (上) LGM (下) 現在。

海面が少ないためである。

LGM と現在での直接効果放射強制力を定量的に比較すると、表に示す通り、発生量・沈着量の差とほぼ対応していることがわかる。LGM でのダストの全球平均値は、大気上端で -0.02 W m^{-2} 、地表面で -0.43 W m^{-2} 、海塩の全球平均値は大気上端で -0.29 W m^{-2} 、地表面で -0.05 W m^{-2} と算出された。

さらに、海洋混合層を結合した実験を行うことにより、ダストおよび海塩の直接効果による LGM での気候形成に対する影響を評価した。ダストは太陽放射をいくらか吸収するため、直接効果による気温の変化は、地表アルベドに大きく依存する。地表面が海水もしくは氷床に覆われている程度により、ダストの気候影響は大きく異なることがシミュレーションからわかってきた。

参考文献

- Petit et al., Nature, 399, 429-436, 1999.
- Takemura et al., J. Geophys. Res., 110, 2004JD005029, 2005.

謝辞

SPRINTARS は CCSR/NIES/FRCGC AGCM をベースに構築されています。

表 大気上端(TOA)・地表面でのダストによる全天大気における全球平均直接効果放射強制力および LGM/PRE 比 (SW:短波放射, LW:長波放射) (W m^{-2})。

	TOA		surface	
	SW	LW	SW	LW
LGM	-0.23	+0.21	-0.88	+0.45
PRE	-0.10	+0.09	-0.38	+0.18
LGM/PRE	2.4	2.3	2.3	2.5