

## エアロゾル気候モデルを用いた最終氷期極大期における大気ダストの全球分布シミュレーション

### Simulation of global atmospheric dust distribution in the Last Glacial Maximum by a aerosol climate model

江頭 未央 [1]; # 竹村 俊彦 [2]; 大石 龍太 [3]; 阿部 彩子 [4]

Mio Egashira[1]; # Toshihiko Takemura[2]; Ryouta O'ishi[3]; Ayako Abe-Ouchi[4]

[1] 九大・総理工・大海; [2] 九大・応力研; [3] 東大気候システム; [4] 東大 CCSR

[1] ESST, Kyushu Univ.; [2] RIAM, Kyushu Univ.; [3] CCSR; [4] CCSR, Univ. Tokyo

氷床コア等のデータから、氷期には間氷期と比較して大気中の土壌性エアロゾル(ダスト)の量が多かった傾向にあることが知られており、特に約2万1千年前の最終氷期極大期(Last Glacial Maximum(LGM))でのダスト量の増加は顕著である。Vostok氷床コアのデータから、LGMでの大気中の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。また、アフリカから熱帯・亜熱帯大西洋へのダスト輸送量が現在の3~5倍、極域でのダスト沈着量は現在の2~20倍であったと推定されている。LGMでのダスト増加の主な原因として、風速増加による発生量や輸送フラックスの増加・降水量低下・ダスト発生域の拡大等が挙げられる。

氷期の低温は、地軸傾斜角の変動に伴う太陽放射量の減少やCO<sub>2</sub>濃度の低下に起因していると言われていたが、上述のように氷期のダスト量が多いために、ダストの直接効果(大気中の微粒子が太陽・赤外放射を散乱・吸収する効果)により、地表に到達する太陽放射量が減少したことも一因として考えられる。そこで本研究では、まず、全球3次元エアロゾル輸送・放射モデルSPRINTARSを用いて、LGMでのダストの全球分布シミュレーションを行った。計算結果を検証するために、氷床コアや海洋堆積物コアのデータとの比較を実施した。さらに、LGMの気候形成に対するダストの寄与を評価するために、海洋混合層モデルを結合したシミュレーションを行い、その結果を解析した。

本研究で使用したSPRINTARSは、対流圏主要エアロゾルである黒色炭素・有機炭素・硫酸塩・土壌性・海塩エアロゾルの輸送過程・放射過程・気候との相互作用を扱う全球モデルである(Takemura et al. 2000, 2002, 2005)。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)の海洋大気結合モデルMIROCをベースとしている(K-1 Model Developers 2004)。ダスト発生フラックスは、植生データ・地表風速・土壌水分・積雪量・葉面積インデックスを用いてモデル内部で計算される。輸送過程には、発生後、主に移流・拡散・除去があり、除去過程には湿性沈着(雨滴との衝突および雲水への取り込み)・乾性沈着・重力落下がある。エアロゾル直接効果は、エアロゾルの種類毎の吸湿成長・粒径分布・波長依存の複素屈折率を考慮して、消散係数・吸収係数・前方散乱因子・非対称因子を計算し、太陽・赤外放射とともにMIROCの放射過程と相互作用することにより導入されている。SPRINTARSにはエアロゾル間接効果(エアロゾルが雲凝結核・氷晶核になることにより雲の特性を変化させる効果)の過程も含まれている。人工衛星・地上・航空機からの観測データとの詳細な比較により、SPRINTARSにより妥当なエアロゾル分布のシミュレーションが可能であることが確認されている。

本研究では、陸面モデルとして、バケツモデルよりも詳細な過程を考慮したMATSIRO(Takata et al. 2003)を使用した。また、気候状態に依存した植生をシミュレートすることが可能な動態植生モデルから出力された結果を境界条件として使用することにより、現在とLGMとでの植生分布の相違を考慮した。境界条件として与える海面水温(SST)と海氷の月平均気候値や初期値は、Paleoclimate Modeling Intercomparison Project(PMIP)に準拠している。ただし、海洋混合層モデル結合実験では、SSTと海氷は境界条件として与えずに予報変数となる。また、LGM時の温室効果気体濃度と太陽定数を考慮する。

LGM時の年間合計ダスト発生量は、現在気候時と比較して全球平均で約2.2倍という計算結果となり、特にサハラ砂漠やアジア域の砂漠からの発生量増加が顕著であった。その原因として、LGM時の方が風速が大きいこと他に、アジアでは乾燥域が現在よりも北方へ拡大していたことが挙げられる。大気中のダスト濃度は、発生量増加に伴いLGMの方が全般的に高くなった。特に北半球極域の濃度上昇が顕著であり、これは前述のアジアの乾燥域の拡大の他に、強風速によるダスト輸送フラックスの増加やツンドラの乾燥化が原因として挙げられる。氷床コアや海洋堆積物コアのデータベースであるDIRTMAPとシミュレーション結果を比較すると、概ね良好な一致が見られており、動態植生モデルの結果を導入したことが重要であることが分かった。より詳細な計算結果や海洋混合層結合実験の結果は講演で述べる。

#### 参考文献

K-1 Model Developers (2004), K-1 Tech. Rep., 34 pp., CCSR, Univ. Tokyo.

Takata, K., et al. (2003), *Global and Planetary Change*, 38, 209-222.

Takemura, T., et al. (2000), *J. Geophys. Res.*, 105, 17853-17873.

Takemura, T., et al. (2002), *J. Clim.*, 15, 333-352.

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