

氷期気候系における南北エネルギーバランス

* 村上茂教・酒井孝太郎・大垣内るみ・阿部彩子（地球環境フロンティア）

1. はじめに

大気海洋結合大循環モデルによる古気候のシミュレーションは、IPCC等の温暖化予測に使われるモデルの性能テストという意義以外に、それ自身、気候系の性質を物理的に理解するための実験として重要な意味を持つ。古気候モデリング相互比較実験(PMIP)では、完新世中頃の気候最適期(約六千年前)と最終氷期極大期(LGM; 約二万一千年前)を主要なターゲットに、大気海洋(植生)結合大循環モデルを用いた第二期相互比較プロジェクト(PMIP2)を3年前に立ち上げ、今年(2005年)4月にはその結果を持ち寄る第一回会合が開かれた。ここでは、そこに提出された三つのモデルグループによるLGM実験の結果を、大域的なエネルギーバランスの観点から解析したものを紹介する。

2. モデルと実験の説明

ここでの解析に用いたのはNCAR CCSM3, ハドレーセンター HadCM3 及び CCSR/NIES/FRCGC MIROC3.2 の三つで、それぞれコントロールシミュレーションとLGMシミュレーションがある。コントロールシミュレーションは産業革命前の温室効果気体濃度と現在の地球軌道要素・陸面境界条件の下で対応の期間シミュレーションを行ったもので、LGMシミュレーションは二万一千年前の地球軌道要素、温室効果気体濃度、氷床(地形)分布(ICE-5G, Peltier 2004)、海陸分布を境界条件にシミュレーションが行われている。ただし、海洋を含めてLGMの平衡状態を得るには相当長期の積分が必要になると予想されたため、海洋のスピンアップの方法については各グループにまかされており、ここで解析した三つのシミュレーションについても、海洋が十分な(準)平衡状態に達しているかどうかは検討の余地がある。

3. 解析

図1に示したのは、MIROC3.2における大気・海洋による南北熱輸送をLGM(実線)とコントロール(波線)のそれぞれについて示したものである。大気による輸送は乾燥静的エネルギーの輸送と潜熱輸送に分けて示してあり、また大気海洋によるトータルの熱輸送も示してある。これらは大気・海洋による輸送量を直接に計算したものであるが、これとは別に大気上端及び地表境界面におけるフラックス収支から求めた海洋及び全輸送量も計算しており、両者は概ね一致する。図1によれば、LGMにおける南北熱輸送は北半球において大きく増大していることがわかる。これには大気と海洋の両方が共に寄与しているが、中緯度では大気中の水蒸気量の低下に伴う潜熱輸送の減少を補償する以上に乾燥静的エネルギーの輸送が増大していることが特徴的である。一方、南半球では大気による南向きの熱輸送への寄与が減少し、全体としての熱輸送は減少するという南北非対称性がみられる。

こうした特徴は(南北非対称が南半球の極向き熱輸送を減少させる程ではないが)気象研結合モデルによるLGM実験においても同様に見られた(Murakami and Kitoh 2005, *QJRM*, 131, 1529-1538)。これらの特徴が他のモデルにおいても見られるかどうかを調べるために、PMIP2データベースに提出された他のモデルの結果から同様の計算を行った。ただし、提出データが限定されているため、直接的な計算ではなく大気上端と地表境界面におけるフラックス収支から輸送量を求めた。その結果、HadCM3では、程度は若干小さいものの、南北非対称性の強い北半球側に偏った熱輸送の増大がみられた。一方CCSM3では、北半球の顕著な極向き熱輸送の増大は同様であるが、全熱輸送で見ると、南半球の極向き熱輸送も大きく増大しており、南北対称性の強い変化傾向を示している。ただしこの南半球の南向き熱輸送の増大は海洋の輸送の寄与が大きく、大気による輸送としては、他のモデルと同様の傾向を示している。今後、海洋による輸送の詳細や、大域的な淡水バランスに関する解析も併せて行い、氷期気候系の特徴の統合的理解を進めてゆく予定である。

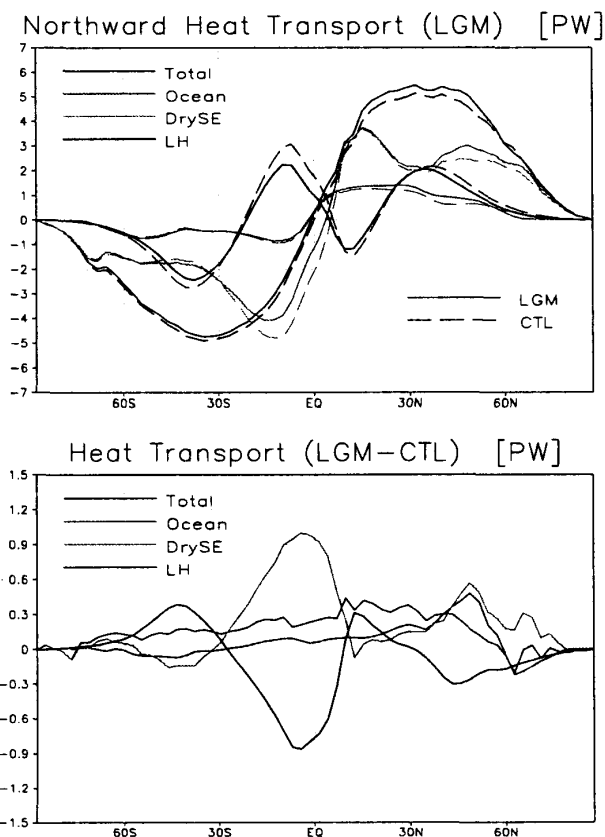


図1: MIROC3.2における南北熱輸送。上段:LGMと現在、下段:その差