

大循環モデルを用いた氷期の大気場のシミュレーション —東アジア・北太平洋域の大気変動メカニズム

柳瀬 亘¹・阿部 彩子^{1,2}

¹東京大学気候システム研究センター、²海洋研究開発機構地球環境フロンティア研究センター

1. 研究目的

将来の温暖化での気温や降水量などの変化を予測するツールとしての大循環モデルについて、観測事実による検証や変動のメカニズムの理解が重要となっている。このため、IPCC/AR4 関連の PMIP2 では、大気循環の変化パターンとその原因となるフォーシングについての地質データが比較的豊富にある最終氷期（LGM）に注目してシミュレーションを行ない、気候変化のメカニズムの研究や、モデルと地質データとの相互比較を行なっている。東京大学気候システム研究センターを中心としたグループでも大気海洋結合大循環モデル(CGCM)の MIROC3.2 を用いて関連実験を行い、IPCC/AR4 と PMIP2 にデータを提供してきた。

本研究ではその CGCM の結果を解釈するために、環境研のスパコンを用いて大気大循環モデルによる感度実験を行い、特に日本の気候に大きな関連のある東アジア・北太平洋地域に注目して研究を進めてきた。

2. 研究概要

我々のグループのこれまでの研究では CGCM によって地質データと整合的な LGM の気候が再現できることを確認してきた。今回の研究では大気循環の変動を議論するため、海洋は熱の収支だけを考慮した簡単な混合層を仮定することで計算コストを減らし、数多くの実験を行なうことを実現した。大気モデルでは物理法則に基づいた基礎方程式系に従って風や温度の3次元分布を計算している。

LGMの設定として、北米と北欧に氷床を置き、CO₂濃度を現在（産業革命前）の値 280 ppmから氷期の値 185 ppmに下げて与えた。氷床は山岳のように大気の流れを変形する効果と、太陽放射を反射して地表面を冷やす効果がある。その他、地球軌道要素の変化に伴う太陽放射の変化も考慮したが影響は小さかったために以下では議論しない。LGMの実験では氷床やCO₂濃度を同時に変えて与えるが、ここでは各強制の寄与を個別に調べるために、CO₂濃度だけを変える実験や、氷床を地域別に与える感度実験を行なった。

3. 研究成果

図1は年平均した地表面気温の変化量を示す。CO₂減少の効果は全球気温を比較的に一様に下げるのに対し（図1左）、氷床はその周囲の地表面気温を大きく下げるが（図1右）全球平均するとCO₂減少の効果の半分程度の寄与であった。氷床の周りで気温低下が起きるのは、太陽放射の反射による冷却と、地表面の高度が上がり上層の低い気温を反映したためである。図2は北半球の夏（6,7,8月）で平均した海面気圧の変化量を示す。CO₂濃度減少の効果（図2左）に比べて氷床の効果（図2右）が大きいことがわかる。これは、CO₂濃度は比較的に水平一様に大気場を強制するのにに対し、氷床は非一様にはたらくことで循環場への寄与が大きくなるためである。夏と冬とは太陽放射や流れの基本場が異なるため氷床の影響の仕方も異なるが、CO₂濃度に比べて氷床の方が循環場に与える影響が大きいという特徴は両季節で共通している。本研究では、氷床が太陽放射を反射する効果と、地形が高くなる効果なども切り分けた詳細な解析も行ない、理論的な研究と結び付けてLGMの気候変動の解釈を試みている。

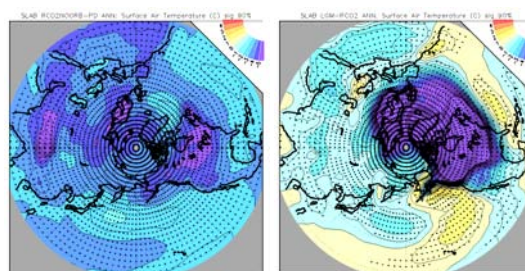


図1 年平均した地表面気温の変化(単位は℃)。(左)CO₂濃度減少の効果、(右)氷床の効果。

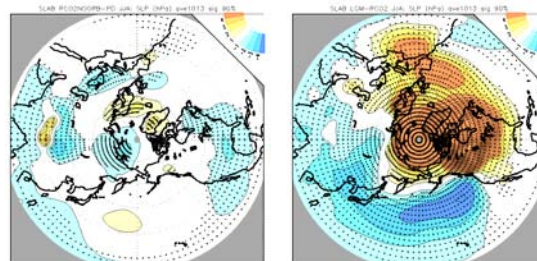


図2 北半球夏(6,7,8月)の海面気圧の変化(単位はhPa)。(左)CO₂濃度減少の効果、(右)氷床の効果。