

大気大循環モデルを用いた古気候再現と地質記録の比較 - 鮮新世中期を例に -

釜江陽一・植田宏昭（筑波大学大学院生命環境科学研究科）
鬼頭昭雄（気象研究所気候研究部）

近年、過去に存在した氷期・間氷期サイクルをはじめとした気候変動の再現のため、当時の大気組成や軌道要素といった外部強制力を大気大循環モデル（General Circulation Model; GCM）に与え、再現結果と当時の地質記録を比較する、古気候再現研究が盛んに行われている。従来の古気候再現研究の主な対象であった完新世中期、最終氷期に加え、温暖な気候が長期に渡り持続した鮮新世中期（約300 万年前）も注目されている。寒冷化が進行する新生代後期において、鮮新世中期は、全球的な気候が現在よりも温暖であった時期として最も近い期間であることが知られている。次期古気候モデリング相互比較プロジェクトPMIP3（Paleoclimate Modeling Inter-comparison Project）では、鮮新世中期が新しい対象期間の一つとして設定されている。鮮新世の古環境を復元する試みとして、アメリカ地質調査所USGS（United States Geological Survey）による鮮新世復元プロジェクトPRISM（Pliocene Research, Interpretation and Synoptic Mapping）では、浮遊性有孔虫、珪藻、貝虫類、花粉、葉化石などの代替記録を用いて、鮮新世中期（329～297 万年前）の植生、標高、海面水位、海面水温分布（図1a）といった全球的な古環境復元が行われてきた。

本研究では、PRISMにより復元された大気組成・陸面・海洋データを用いて、鮮新世中期における大気・水循環の再現を行った。モデルは気象研究所大気海洋結合モデルMRI-CGCM2.3.2の大気モデルを用いた。境界条件として、PRISM3により提供されている海面水温・海水分布、植生分布、標高を使用した。大気中の二酸化炭素濃度は405ppmv に設定した（Haywood et al. 2010）。

鮮新世中期の海面水温分布は、低緯度で変化が小さく、中・高緯度で顕著な昇温を示し、南北温度勾配が小さい。また低緯度においては、湧昇流による冷水塊と暖水塊の東西温度勾配も小さい（図1a）。これにより、南北のハドレー循環は弱化し、上昇流域が南北に拡大していたことが示された。また、主に太平洋・インド洋におけるウォーカー循環が弱化し、低緯度における降水分布は現在と比較してぼんやりと拡大していたことが示された。これにより、地質記録から示されているアフリカ気候の特徴と整合的な、アフリカ大陸上の降水量の増加傾向がもたらされた。この結果は、ヒトの進化を考える上でも重要な、アフリカにおける鮮新世-更新世気候変動に当時の海面水温分布が重要な役割を果たしていたことを示している。

GCMを用いた古気候再現実験により推定された、当時の降水量、気温、日射量を用いて、静的地理植生モデルBIOME4によって当時の植生の再現を行い、当時の地質記録と比較を行った。図1(b)はGCMにより再現された変数を入力として、BIOME4により推定した当時の植生分布が変化した。主に低緯度における降水域の拡大、中・高緯度における昇温によって植生分布が変化している。鮮新世中期に限らず、地質記録から示される当時の植生分布や気候と、当時の強制力に対するGCMの応答（古気候再現実験）、さらには植生分布モデルによる推定との比較を行うことは、過去に存在した地表環境や気候システムの検証のみならず、GCMを用いた将来の気候変動予測に対しても重要な知見が提供されることが期待されている。

参考文献：Haywood, A. M., et al. 2010: *Geosci. Model Dev.*, **3**, 227-242.

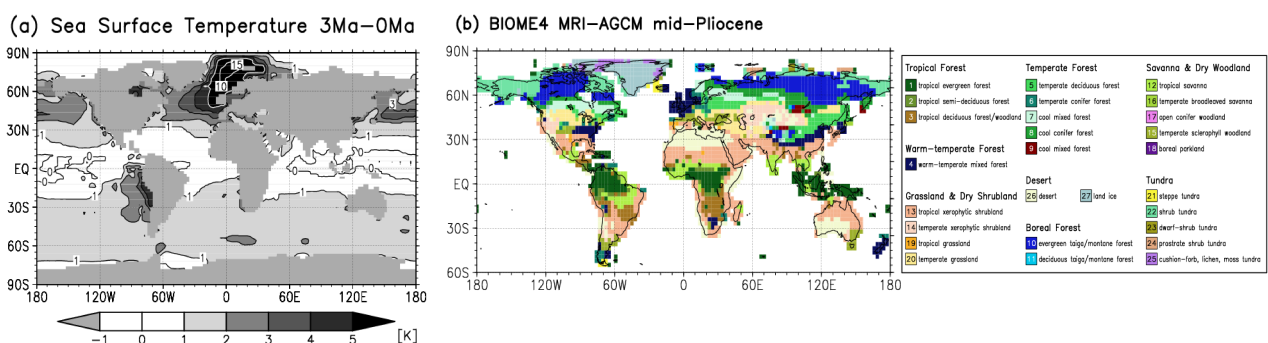


図1. (a) PRISM3によるSST復元（年平均）. (b) BIOME4による鮮新世中期の植生再現結果.