

新生代寒冷化における南極氷床形成の影響に関する数値実験

The influence of Antarctic glaciation on Cenozoic climate change

小倉 知夫 [1], 阿部 彩子 [1]

Tomo'o Ogura [1], Ayako Abe-Ouchi [1]

[1] 東大・気候センター

[1] CCSR, Univ. Tokyo

<http://www.ccsr.u-tokyo.ac.jp/~ogura/>

新生代の気候変動の特徴として中・高緯度域が寒冷化したことが挙げられる。特に3600万年前は南極域に急激な寒冷化が起り、大陸氷床が形成されたことが地質学的データから示されている。本研究では新生代寒冷化の中で南極氷床形成が果たした役割に注目して数値実験を行なった。即ち、大気大循環モデルに混合層海洋モデルを結合させたものを用いて南極氷床の有無が周囲の気候に与える影響を調べた。その結果、氷床の存在によりモデルの高緯度域の年平均気温、海面水温が数度低く保たれることが確認された。南極氷床形成が新生代の高緯度海面水温低下要因として重要である可能性がある。

(1) はじめに：白亜紀の終りから現在にかけて新生代(6500万年前～現在)の気候は中・高緯度域が寒冷化したことが知られている。特に3600万年前は南極域に急激な寒冷化が起り、大陸氷床が形成されたことが地質学的データから示されている。新生代全体の寒冷化の要因としては大気中二酸化炭素濃度や大陸配置の変化の他に氷床形成自体が寒冷化に果たした役割が大きいことが考えられる。そこで、本研究では南極氷床形成が周囲の気候形成に与える影響に注目して数値実験を行なった。氷床の有無を想定した境界条件を与えて大気大循環モデルの平衡応答を調べ、比較を行なった。また今までなされた研究(Spelman and Manabe1984)から、氷床形成の気候へ与える影響は、その時の大気中CO₂濃度によることが予想される。そこで本研究では大気中CO₂が現在の1倍、4倍それぞれの場合で氷床除去に対する系の応答を調べ、系の応答感度が大気中CO₂濃度にどのように依存するかを調べた。(2) モデル・数値実験設定：モデルは大気大循環モデル CCSR/NIES AGCM5.4(T21,L11) (Numaguti and others 1996) に混合層海洋モデルを結合したものを使用した。境界条件として、季節変化する海洋熱輸送収束を与えSST・海水厚分布を予報した。海洋熱輸送収束はどのような気候のもとでも不変であると仮定した。境界条件の"南極氷床なし"とは南極大陸の標高を0[m]、地表面タイプを「ツンドラ」とすることに相当する。(3) 実験結果：氷床を無くした際のモデルの気候の応答は以下のようにまとめられる。1. 氷床の無い条件下では、氷床のある条件下に比べて南極環海で海水厚が小さく、SSTが高い。SSTの違いは経度平均で最大3.8度である。これは3600万年前の極域水温低下の推定値と同程度であり、氷床形成が3600万年前の水温低下の要因として重要である可能性がある。2. SSTの違いは主に、氷床を無くした方が海面の下向き長波吸収が大きいことによる。これは対流圏下層気温が高いこと、大気の光学的厚さが大きいことによる。3. SSTの応答感度はCO₂濃度が高い方が大きいことが確認された。これは南極沿岸における海水分布の違いが応答プロセスに影響するためである。4. 海水は夏の融氷、冬の乱流熱輸送促進といったプロセスを通して氷床除去に対するSSTの応答を妨げるはたらきをする。以上のことは、CO₂濃度が現在の4倍程度の温暖な気候の方が現在に比べて、南極氷床形成が沿岸の海面水温へ与える影響が大きいことを示している。5. モデルの南極大陸上では大気中CO₂濃度が現在の1倍か4倍に関わらず、氷床があるケースでは雪が越年し氷床が無いケースでは雪が越年しない。このことは氷床の存在自体が氷床の維持を助ける「自己維持機能」が働くことを示している。雪が越年しない要因としては、雪氷の減少に伴うアイスアルベドフィードバック、及び大気の光学的厚さが大きいことが挙げられる。