

大陸縁辺部の深度分布に対する現在・過去の氷床荷重の影響

奥野 淳一¹、野木 義史¹、三浦 英樹¹

¹ 情報・システム研究機構 国立極地研究所

Effects of present and past ice sheet loads on ocean depth variations of continental margin

Jun'ichi Okuno¹, Yoshifumi Nogi¹ and Hideki Miura¹

¹National Institute of Polar Research

The depth of the continental margin around the Antarctica is about 500-900 m depth, and that is very deep in comparison with the its values in the mid- to low-latitude. This is because the Antarctic ice sheet as a surface load makes the Earth deform. Accordingly, the growth and decay history of Antarctic ice sheet through the Cenozoic era affects the evolution of the continental shelf in the Antarctic margin. However, very few numerical studies have been reported on the relation between the depth of continental margin and the Antarctic ice sheet. Here, we use the glacial isostatic adjustment (GIA) modelling, and estimate the effects of the ice sheet loading on the depth distribution of the continental shelf around Antarctica.

南極大陸およびその周縁地域の地形発達には、南極氷床盛衰の影響が色濃く残っている。南極氷床と南極大陸の地形発達史の関係を考察するためには、陸域および周辺海域における地形地質データおよび数値シミュレーションを用いての多角的な解釈が必要不可欠である。南極大陸の周縁域の地形的な特徴として、世界的に見ても広い大陸棚が連なっていることが挙げられる。まず大陸棚の幅であるが、地域的に大きく異なり、西南極大陸沿岸では、200 km を越えるところが多く存在する。一方で、西南極大陸にくらべると東南極大陸の沿岸に連なる大陸棚の幅は狭いが、平均すると、東経 60 度より東では約 100 km、西では約 60 km 程度である。さらに注目すべきところはその外縁の深さで、世界の他の海域の大陸棚にくらべて異常に深く、表面の地形が起伏に富み、その沿岸部の海面が棚氷に覆われていることは、南極大陸周縁の大陸棚に見られる顕著な特徴である。南極大陸の周縁に広がる大陸棚の外縁の深さは、一般には 500-900 m であり、ところによっては 1000 m にも達するところがある (Figure 1: 深さ 1000m のコンターを表示している)。中・低緯度地帯に広がる大陸棚はもとより、外縁の深さがおおむね 400-500 m である北極海、およびその周縁海域に広がる大陸棚とくらべても、はるかに大きい (例えば、吉川, 1997)。また現在の南極大陸の地形に関して、地球物理学的観点から従来考えられていることとして、大波長の地形においてはアイソスタティックにはおおむね平衡状態に達していることが挙げられる (松本, 1986)。したがって、世界の他の海域の大陸棚にくらべて南極大陸周縁の大陸棚が異常に深いのは、巨大な氷床の荷重によって、大陸棚を含む南極大陸全体がアイソスタティックに沈降しているからであろうという考えが、早くから存在した (Stagg, 1985)。しかしながら、それらの詳細な因果関係についての定量的な評価は、いまだ不足しているのが現状である。

現在の南極大陸は、約 3000 万 km³ の氷床に覆われており、この氷床量は、海水面を約 60 m ほど押し上げる量である。最終氷期最盛期 (Last Glacial Maximum: LGM) の南極氷床は現在よりさらに拡大していたと考えられているが、その量として約 20-30m の海水面を上昇させるほどの氷床が南極に蓄えられていた (例えば Nakada *et al.*, 2000)。そして LGM の南極氷床末端は、当然現在の大陸棚縁辺部付近にまで進んでいたとされている。これは、南極氷床の拡大領域に関する代表的な研究として、1981 年にアメリカでまとめられた約 2 万年前の世界各地における LGM の氷床分布図が示された「世界の第四紀古気候に関する研究計画 (CLIMAP)」(CLIMAP members, 1981) で最初に示された。しかし、この当時の南極氷床変動に関する地形地質学的観測値は、西南極のロス海周辺のわずかなものに限られており、南極氷床は、北半球氷床の発達に伴う海水準の低下によって、受動的に大陸棚の末端まで拡大したと考えられた。この考え方により、南極における LGM の氷床拡大範囲は、南極大陸縁辺部の大陸棚末端の位置をつなぐ線によって復元されている (例えば、Anderson *et al.*, 2002)。しかし、前述したように、南極大陸外縁部の大陸棚末端の深度は 500-900 m と深く、氷期における約 150m 程度の海水準低下では、氷床は大陸棚末端まで着底することはできないという問題が生じる。このように、過去南極氷床の拡大範囲の規定には、周縁大陸棚の深度分布が重要な鍵となる。

一方で、約 2 億年前の南極大陸は、その周りを現在のアフリカ大陸、インド、南アフリカ大陸、オーストラリア大陸と結合して、ゴンドワナ大陸の一部をなしていた。その後、約 1 億 6000 万年前によりアフリカ大陸、インド、さらに約 1 億年前にオーストラリア大陸が順次分裂して、現在のような大陸分布になったと考えられている

(例えば Storey, 1995) . 一般的に、大陸分裂前の接合部であったそれぞれの地域の大陸棚深度は、同じようなテクトニックな作用を経験したと考えられるため、同じ深度になると予想される。しかし、南極大陸は Gondwana 大陸分裂から約 6000 万年後の 3400 万年前に起こった気候変化により寒冷化が進み、巨大な氷床に覆れ、それ以来氷の大陸となった。この南極大陸を覆った氷床が、地球に対する荷重として働き、縁辺部をアイソスタティックに沈降させていることが、大陸棚深度が深くなる大きな原因と考えられる。これを定量的に評価するために、まず、Gondwana 大陸分裂後の氷床発達の影響が現れると予想される大陸のペアとして、南極大陸とアフリカ、インド、オーストラリア大陸間での深さ 1000 m 以浅の大陸棚深度の比較を行った。その結果、南極以外の大陸の深度はおおむね 150 m より浅い部分に集中し、150 m 以浅の大陸棚が発達しているのに対して、南極大陸縁辺部では、そのピークは 500 m で、その差約 350 m に達することが明らかになった。本講演では、これらの結果に加え、過去氷床があったとされる北半球の氷床地域とグリーンランド大陸沿岸部の大陸棚深度についても比較検討し、過去・現在の氷床の存在が大陸棚深度に与える影響を定量的に評価する。さらに glacial isostatic adjustment (GIA) モデルを用い、粘弾性地球の変形という観点から数値的に大陸棚深度を再現することで、大陸棚深度の地域性について、現在・過去の個々の氷床分布との関連性を考察する。

References

- Anderson, J. B., S. S. Shipp, A. L. Lowe, J. S. Wellner and A. B. Mosola, The Antarctic Ice Sheet during the Last Glacial Maximum and its subsequent retreat history: a review. *Quat. Sci. Rev.*, 21, 49-70, 2002.
- CLIMAP Project Members. Seasonal reconstruction of the Earth's surface at the last glacial maximum. *Geological Society of America, Map and Chart Series*, C36, 1981.
- 松本 剛 (1986) 南極大陸の重力異常とアイソスタシー. *南極の科学 :5 地学*, 古今書院, 258-261, 1986.
- Nakada, M., R. Kimura, J. Okuno, K. Moriwaki, H. Miura and H. Maemoku, Late Pleistocene and Holocene melting history of the Antarctic ice sheet derived from sea-level variations. *Marine Geology*, 167, 85-103, 2000.
- Stagg, H. M. J. The structure and origin of Prydz Bay and MacRobertson shelf East Antarctica. *Tectonophys.*, 114, 315-340, 1985.
- Storey, B. C., The role of mantle plumes in continental breakup: case histories from Gondwanaland. *Nature*, 377, 301-308, 1995.
- 吉川虎雄, 大陸棚-その成立ちを考える, 古今書院, 258-261., 1997.

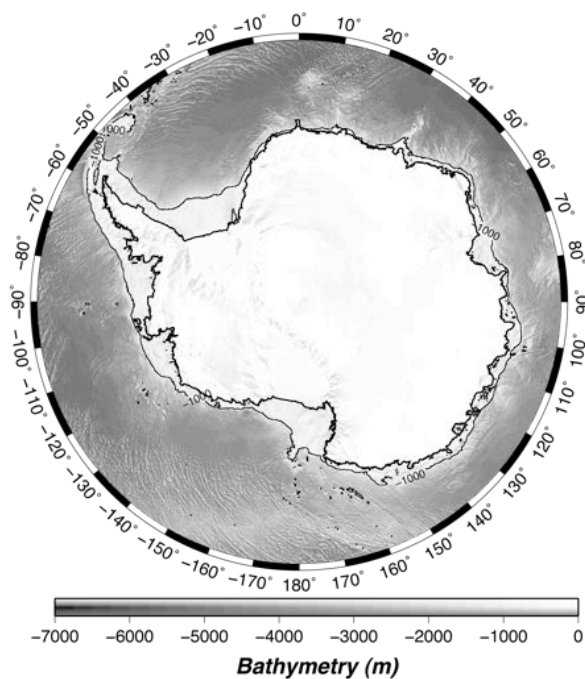


Figure 1. Bathymetry map around the Antarctica.