

北半球における大規模な大陸氷床発達前後の深層水循環の変遷

槇尾 雅人 [1]; 佐藤 雅彦 [1]; 大野 正夫 [1]; 林 辰弥 [2]; 藤田 周 [1]; 北 逸郎 [1]; 桑原 義博 [1]
[1] 九大・比文・地球変動講座; [2] 御船町恐竜博物館

Evolution of deep water circulation in the North Atlantic after intensification of Northern Hemisphere glaciation

Masato Makio[1]; Masahiko Sato[1]; Masao Ohno[1]; Tatsuya Hayashi[2]; Shu Fujita[1]; Itsuro Kita[1]; Yoshihiro Kuwahara[1]
[1] Division of Earth Sciences, SCS, Kyushu Univ.; [2] Mifune Dinosaur Museum

Ice sheets linked with ocean circulation play an important role in global climate change. Here we show millennial-scale rock magnetic records together with ice rafted debris (IRD) counts indicating links between ice sheet collapse and ocean circulation after the intensification of Northern Hemisphere glaciation (NHG). We report an abrupt change in the activity of water circulation associated with an IRD event in Marine Isotope Stage (MIS) 104 weakened to a similar degree to that occurred in MIS 100, the first pronounced glacial period in which widespread glaciation occurred in the northern hemisphere at the intensification of NHG.

We analyzed a sediment core IODP Site U1314 in the Gardar Drift in the North Atlantic. In this study, we analyzed sediments from 239.5 to 245.5 mcd (m composite depth) at 2 cm resolution, which corresponds to the age between 2.58 and 2.62 Ma according to the age model by Hayashi et al. (2010). This interval includes MIS 104, which is a prior glacial interval to MIS 100. We compare the result in MIS 104 to that in MIS 100 in the preceding study (Ohno et al., 2013, SGEPSS).

Magnetic hysteresis parameters, S-ratio (Mr_{-100mT}/Mr_{1T}) and IRM (isothermal remanent magnetization) acquisition experiments were done by using an Alternating Gradient Magnetometer (MicroMag 2900, Princeton Measurement Corporation). We sieved 0.5 g sediments and counted IRDs larger than 150 μ m. As a result, two IRD events were confirmed at about 2.602 Ma and 2.610 Ma.

Rock magnetic records showed 2 types of changes: a long-term change with glacial-interglacial cycle and a short-term change associated with an IRD event. Long-term change in magnetic coercivity (H_c) occurred at 2.58-2.61 Ma (for thirty thousand years) with an amplitude of 5 mT (from 20 to 15 mT). Short-term change associated with an IRD event occurred at 2.602 Ma and the value of H_c decreased by 7 mT (from 18 to 11 mT) for about thousand years. Then it increased to the value before the event after a time interval of 10 thousand years.

In our previous study in MIS 100, we reported repetition of sudden decrease and gradual increase of magnetic coercivity associated with IRD events. We interpreted these changes in magnetic coercivity with the change in the intensity of deep water circulation. It is well known that the continental ice sheets grew much larger in MIS 100 compared to in MIS 104. However, our study suggests the comparable level of decrease in deep water circulation occurred at not only in MIS 100 but also in MIS 104. It may be related with the difference in distribution of continental ice sheets between in MIS 100 and in MIS 104.

大陸氷床の発達・崩壊は気候変動に大きな影響を及ぼすと考えられているが、約 2.75 Ma に北半球に氷床が出現し、その後発達していった時期の詳細な気候変動については未解明な点が多い。本研究では、北大西洋で採掘された堆積物コア試料についてミレニアルスケールの岩石磁気測定を行い、その結果と氷山起源の漂流岩屑 (IRD) カウントの結果を比較することで、深層水循環と氷床量変動との関係について議論を行う。既に同堆積物コア試料について、大陸氷床が初めて大規模に発達したとされる海洋酸素同位体ステージ (MIS) 100 付近 (2.50- 2.55 Ma) の分析結果が報告されている (大野ほか 2013, SGEPSS)。そのため、本研究ではその直前に当たる MIS104 付近 (2.58- 2.62 Ma) の試料について、測定・解析を行った。岩石磁気測定と IRD 数カウントの結果、MIS104 においても約 2.602 Ma に氷床の崩壊に伴う北大西洋深層流の変化が確認された。

測定に用いた試料は、IODP 第 306 航海においてアイスランド南方のガーダードリフトで採取されたコア試料 (Site U1314: 北緯 56 度 22 分、西経 27 度 53 分、水深 2820 m) である。この海域周辺は、アイスランド北方で形成された北大西洋深層流の流路となっている。本研究では、239.5-245.5 mcd (m composite depth) の堆積層を 2 cm 間隔毎で分析した。Hayashi et al. (2010) の年代モデルを適用すると、約 2.58-2.62 Ma の間を約 100 年間隔で分析したことに相当し、堆積速度は約 10 cm/kyr となる。

岩石磁気測定は、凍結乾燥させた試料 (約 5- 10 mg) を 10 mm x 8 mm のアルミ箔に包み行った。交番磁場勾配磁力計 (MicroMag 2900, Princeton Measurement Corporation) を用いて、磁気ヒステリシス測定、S-ratio 測定 (Mr_{-100mT}/Mr_{1T})、等温残留磁化 (IRM) 獲得曲線測定を行った。IRM 獲得曲線測定では、交流消磁の後、1 mT- 1 T まで 30 段階で測定を行った。また、堆積物試料 0.5 g あたりの IRD (粒径 150 μ m 以上) 数をカウントした。

IRD 数カウントの結果、IRD の堆積するイベントが 2 回、約 2.602Ma と約 2.610Ma に確認された。これに対し、岩石磁気測定の結果、氷期・間氷期サイクルに対応する長周期の変化と、約 2.602Ma の IRD イベントに対応する急激な変化の 2 種類の変化が確認された。長周期の変化としては、2.58- 2.61Ma の約 3 万年間に振幅約 5 mT (20- 15 mT) の保磁力の変化が確認できた。また、約 2.602 Ma の IRD イベントに対応する変化として、約 1000 年間に振幅約 7 mT (18-11 mT) の急激な保磁力の低下が起こり、その後、約 1 万年間かけて緩やかに IRD イベント前の値に増加していくことが確認で

きた。一方で、約 2.610Ma の IRD イベントの前後では、大きな保磁力の変化は確認できなかった。また、ガウス・松山地磁気逆転境界において、約 5 千年間に振幅約 2.7 mT (19.5-16.8 mT) 程度の保磁力の低下が確認された。これまでの研究から、これらの保磁力の低下は、北大西洋深層水の流れが弱くなったことを表していると解釈される。

IRD イベントの際に確認された保磁力の変化は、MIS100 付近の堆積物試料でも確認されており、その保磁力変化は最大で約 5 mT(17-12 mT) である。MIS104 で確認された変化は MIS100 における変化と振幅・絶対値において同程度の値である。したがって、大陸氷床量が MIS100 よりも少なかったとされる MIS104 においても、MIS100 と同様な氷床の崩壊に伴う北大西洋深層流の変化が起こったと考えられる。これらの現象は MIS100 と MIS104 における大陸氷床の分布と密接に関係している可能性がある。