

地磁気三成分異常から推定される南アフリカ沖ナタルバレー及びその周辺海域でのゴンドワナ初期分裂過程

羽入朋子¹、野木義史²、Wilfried Jokat³

¹ 総合研究大学院大学

² 国立極地研究所

³ アルフレッドウェゲナー極域海洋研究所

Early break-up process of Gondwana around the Natal Valley, off South Africa, deduced from vector magnetic anomalies

Tomoko Hanyu¹, Yoshifumi Nogi², Wilfried Jokat³

¹*The Graduate University for Advanced Studies*

²*National Institute of Polar Research*

³*Alfred Wegener Institute for Polar and Marine Research*

The break-up of Gondwana is the important geological event to have affected the southern hemisphere in the past 200 Myr. The Natal Valley and the Mozambique Ridge are considered to be conjugate with the Riiser-Larsen Sea and the Lazarev Sea off Droning Maud Land, East Antarctica, and the Falkland Plateau off South America in supercontinent Gondwana and formed during the initial breakup. The sea floor spreading history mainly deduced from the magnetic anomaly lineations in the Natal Valley and the Mozambique Ridge is key to understanding of the initial breakup process of Gondwana. However the magnetic anomaly lineations are less well defined because the geophysical survey data are still poor in this region.

To reveal more detailed initial breakup process of Gondwana, the shipboard three components magnetic survey were carried out for the first time in the Natal Valley and the Mozambique Ridge off South Africa, using R/V Pelagia, 2009. Vector magnetic anomalies were obtained and the 2-D magnetic boundary strikes were calculated. Total intensity of magnetic anomaly map are made by total intensity of magnetic anomaly calculated by vector magnetic anomalies in this study combined with leveled marine magnetic anomalies from National Geophysical Data Center and 2-arc-minute resolution of Earth Magnetic Anomaly Grid (EMAG2) for onshore area (Figure 1). Crustal magnetization intensity was also estimated from the compiled total intensity of magnetic anomalies. ETOPO1 topography data and offshore global sedimentation model are taken into account for the estimation of crustal magnetization intensity. Crustal thickness was also deduced from satellite derived gravity anomalies for offshore area, and GOCE gravity field model for onshore area combined with ETOPO1 topography and global sedimentation model.

In the northern Natal Valley (NNV), the dominant trend of magnetic boundary strikes is NE-SW. The trends of strikes are different from those of previously reported isochrones. Positive magnetic anomalies structure at 28°S-30°S seems to connect with onshore positive magnetic anomalies. The onshore positive magnetic anomalies most likely originate from a part of the Karoo flood basalt. Moreover, pronounced negative and positive free-air gravity anomaly pattern is elongated from the Mozambique Coastal Plain at the east coast of African continent to the NNV. Estimated crustal thickness in the NNV is more than 2km thicker than that of the normal oceanic crust, namely 6-8 km. Therefore we conclude that the NNV is the extended continental crust associate with subsequent intrusion of Karoo basalt during initial break-up process of Gondwana.

In the southern Natal Valley (SNV), dominant trend of magnetic boundary strikes is NW-SE direction. Estimated crustal thickness in the SNV indicates the normal oceanic crustal thickness. Magnetic boundary strikes are offset around 31°S/33°E-35°S/29.5°E and this indicate that the SNV is divided into NW region and SE region by the offset. And in SE region, there is no magnetic anomaly lineations linked with the previously identified isochrones just off the west coast of South Africa. These results show the existence of the fracture zone almost parallel to the coast around 31°S/33°E-35°S/29.5°E. We present result of vector magnetic anomalies, magnetic boundary strikes, crustal magnetization intensity, and crustal thickness obtained around the Natal Valley, and discuss the sea floor spreading process in this region during the initial breakup of Gondwana.

ゴンドワナ大陸の分裂は過去約2億年の間では南半球における重要な地質学的イベントであり、南大洋における地球物理学的観測を用いた海底拡大史の解明は初期ゴンドワナ大陸分裂の過程を明らかにするための鍵となるものである。ゴンドワナ大陸において南アフリカ沖ナタルバレー及びモザンビークリッジは南極海 Riiser-Larsen sea 及び Lazarev sea との共役対であり、ゴンドワナ初期分裂の過程を知る上で重要な海域である。これまでに、北ナタルバ

レーには約 125.3Ma に活動を停止したとされる東西方向に走る拡大中心と、その南北に M4y と M10No のアイソクロンが報告されている。また、南ナタルバレーには北西から南東方向の、M12 から M0 までのアイソクロンが報告されている。しかし、これらの年代同定に用いられた測線は非常に粗く、海底拡大の詳細を明らかにするための十分なデータは得られていない。南アフリカ-南極間の初期 Gondwana 大陸分裂過程の詳細を知るためには、この海域でのより密な測線データが必要である。

初期 Gondwana 大陸分裂の詳細を明らかにするために、2009 年に行われた観測船 Pelagia 航海において南アフリカ沖ナタルバレー及びモザンビークリッジでの系統的な船上地磁気 3 成分の観測を行った。本航海では南ナタルバレー側で測線間隔 36km、北ナタルバレー側では測線間隔 18km で南北方向のデータを取得し、更に北ナタルバレーでは測線間隔 36km で東西方向にもデータを取得した。得られた地磁気 3 成分データから地磁気 3 成分異常を求め、更に磁化構造の走向を推定した。また、地磁気 3 成分異常から計算した全磁力異常と、NGDC の海洋地磁気異常及び陸上の 2 分グリッドの地磁気異常モデル EMAG2 を合わせて、この地域の全磁力異常図を作成した (図 1)。この全磁力異常データを用いて地殻の磁化強度を計算した。ここでは 1 分グリッドの全球地形データ ETOPO1 と、海洋域では ETOPO1 から堆積層の厚さモデルを差し引いたものを磁化層の上面と仮定した。また、海洋域では衛星高度計によるフリーエア重力異常を、大陸域では GOCE の地球重力モデルを用いて密度境界面の起伏が重力異常に与える重力効果を取り除き、ブーゲー異常を計算した。密度境界面の起伏には ETOPO1 と堆積層の厚さモデルを用いた。得られたブーゲー異常の原因が全て地殻の厚さ変化によるものと仮定して地殻の厚さを計算した。

北ナタルバレーでは、磁化構造の走向は非常に複雑になっているが、その主だった方向は北東から南西方向である。この走向はこれまでに報告されている活動を停止した拡大中心及び地磁気年代の走向とは異なっている。また、南緯 28°から南緯 30°付近にかけての強い正の地磁気異常が陸上の正の地磁気異常に続いているように見える。この陸上の正の地磁気異常はカルー洪水玄武岩に由来するものであると考えられる。フリーエア重力異常では、北ナタルバレーから南アフリカ大陸東部のモザンビーク海岸平原にかけて、はっきりとした正と負の重力異常のパターンが続いている。また、一般的な海洋地殻の厚さは 6km から 8km であるが、この海域の地殻の厚さは一般的な海洋地殻に比べ 2km 以上も厚くなっている。これらの事から、この海域は大陸初期分裂時の地殻の引き延ばしとその後のカルー火成活動に伴う玄武岩の貫入によって形成されたのではないかと考えられる。

南ナタルバレーでは、南ナタルバレーの南東とモザンビークリッジの一部で北西から南東方向の連続した磁化構造の走向が確認出来る。地殻の厚さから、この海域は一般的な海洋地殻であると考えられる。磁化構造の走向は南緯 31°東経 33°から南緯 35°東経 29.5°付近を境に北西部と南東部で分断されており、南東部には先行研究で示された南アフリカ海岸沿いの地磁気縞模様につながる地磁気異常が見られない事から、先行研究で示唆された南アフリカ南東部の海岸とほぼ平行なフラクチャーゾーンが、南緯 31°東経 33°から南緯 35°東経 29.5°付近に存在している事が本研究で確認出来た。

本講演では、これらの結果から解釈される Gondwana 初期分裂時のナタルバレー及びその周辺海域の形成過程について議論する。

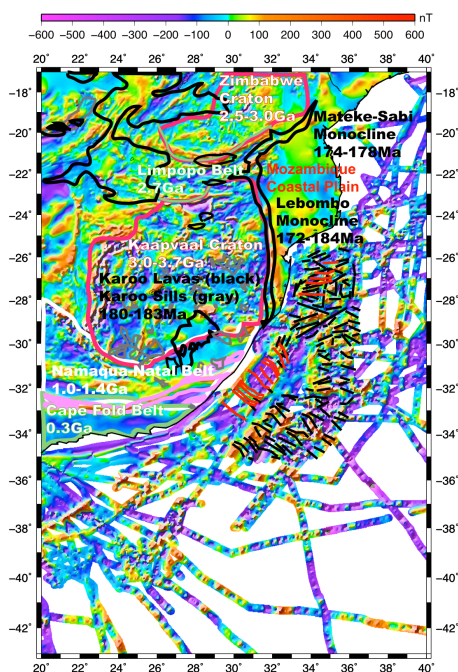


Figure1. Compiled total intensity of magnetic anomaly map in this study. Magnetic isochrones suggested by previous studies are indicated by red lines. Main trend of magnetic boundary strikes are shown by black lines. Main geological units are also presented by white, black, gray, red, green, pink lines in onshore area.