

氏 名 羽入 朋子

学位(専攻分野) 博士(理学)

学位記番号 総研大甲第 1998 号

学位授与の日付 平成 30 年 3 月 23 日

学位授与の要件 複合科学研究科 極域科学専攻
学位規則第6条第1項該当

学位論文題目 Initial break-up process of Gondwana, off South Africa and in
the Cosmonauts Sea off East Antarctica

論文審査委員 主 査 教授 野木 義史
准教授 外田 智千
助教 藤井 昌和
教授 沖野 郷子 東京大学 大気海洋研究
所
教授 佐藤 暢 専修大学 経営学部
主任技術研究員 富士原 敏也 海洋研究開
発機構 地震津波
海域観測研究開発センター

論文の要旨

Summary (Abstract) of doctoral thesis contents

The initial break-up of Gondwana is one of the most significant geological events to have affected the southern hemisphere in the past 200 Myr. The evolution of seafloor spreading in Indian Ocean is key to understanding the break-up process of Gondwana. Reconstruction models of Gondwana have been proposed based on the geophysical data set, however, the detailed initial break-up process of Gondwana is poorly understood because of the sparse geophysical data especially around the continental margins of the Indian Ocean. In order to reveal the initial break-up process of Gondwana, systematic vector geomagnetic surveys were conducted in the Natal Valley and Mozambique Ridge, off South Africa, and the Cosmonauts Sea, off East Antarctica.

The Natal Valley and Mozambique Ridge had been formed as a result of opening among Africa, South America and Antarctica during initial stage of Gondwana break-up, and there was an unsolved problem whether the underlying crust is continental and/or oceanic one in this region. I summarize the nature of the crust using the results of dense vector geomagnetic anomaly data, as well as satellite gravity data. Based on both inversion and forward analytical results, I identified areas of stretched continental crust, with basaltic magma intrusion in parts, as the northern Natal Valley, north part of the Mozambique Ridge, and north part of the southern Natal Valley. Oceanic crust was identified in the south part of the southern Natal Valley and south part of the Mozambique Ridge. Magnetic isochrons M0–M10 were identified in the south part of the southern Natal Valley. Clear magnetic lineations were observed in the south part of the Mozambique Ridge, where a part of these area was distorted by hotspot volcanism. Seafloor spreading between Africa and South America in the study area occurred at the chron M10 (133.5 Ma). Formation of the Natal Valley and Mozambique Ridge finished at the chron M0 (124.6 Ma), therefore I considered that the seafloor spreading between Africa and Antarctica probably started at the chron M0. The location of the continental-ocean boundary in the Natal Valley and Mozambique Ridge is newly proposed along with a four-stage model of tectonic evolution of the study area since about 183 Ma.

The Cosmonauts Sea in the western Enderby Basin, off East Antarctica, had been formed as a result of opening between Antarctica and Sri Lanka/India/Madagascar. The seafloor spreading history of this region is still poorly understood because of sparse marine geophysical data. Systematic vector geomagnetic survey of SE-NW oriented four track lines was carried out in the Cosmonauts Sea using the icebreaker *Shirase* during the 54th Japanese Antarctic Research Expedition (JARE). Other data acquired during other JARE marine geophysical surveys were used. The isochrons M10N–M3n with almost SE-NW spreading direction in the south of the Cosmonauts

(別紙様式 2)
(Separate Form 2)

Sea were newly identified with several smaller segments. Moreover, the wide-spreading continental-ocean transition zone, which has been implied by the previous study, was inferred from the results of the multiple analytical results of the vector geomagnetic anomalies, as well as satellite gravity data. The one possibility for that the Kainan-Maru Seamount, a northern portion of the Gunnerus Ridge, is divided from the Gunnerus Ridge was the replacement from the continental shelf according to the SE-NW continental extension and seafloor spreading. The seafloor spreading occurred at about the chron M10N (134.3 Ma). The transition of seafloor spreading around the 65°S probably occurred during chron M3n–M0r. Then the NNE-SSW oriented seafloor spreading started since the chron M0 (124.6 Ma) in the north of the Cosmonauts Sea.

Seafloor spreading was initiated in the chron M10 (133.5 Ma), and the change in spreading regime occurred in the chron M0 (124.6 Ma) in both of the Natal Valley and Mozambique Ridge, off South Africa, and the Cosmonauts Sea, off East Antarctica. During the initial break-up of Gondwana, the continental extension occurred before the seafloor spreading around each continental margin. The intense basaltic magma activity, which was probably related to the large igneous province (LIPs) or hotspot, was suggested prior to the seafloor spreading at some parts of the continental margins between Africa and South America. In contrast, there is no evidence of the intense magmatic activity before the seafloor spreading at the continental margins among Antarctica, Sri Lanka/India, and Australia. I organized Gondwana break-up system by compiling the spreading rate, spreading direction, initiation age of seafloor spreading, and relation of spreading ridges with hotspot or LIPs located at each continental margin based on my study and previous studies. My conclusion was that the intense volcanic activities such as LIPs and hotspot were not indispensable for the initial fragmentation of Gondwana. Configuration of the subduction zones surrounding Gondwana probably forced to the seafloor spreading in period of the chron M10 (133.5 Ma) and M0 (124.6 Ma). My new findings constrained the initial break-up process of Gondwana in the Indian Ocean, especially around the chron M10 (133.5 Ma) and M0 (124.6 Ma).

Summary of the results of the doctoral thesis screening

本博士論文は、南アフリカ沖ナタール・バレーおよびモザンビーク・リッジ、さらに東南極沖コスモノーツ海において、観測で得られた地磁気異常データや重力異常データ等の解析を行い、それぞれの海域における海底の年代や地殻の起源等を明らかにし、 Gondwana 大陸初期分裂過程の推定を行ったものである。

本論文は全 5 章から構成され、第 1 章では研究の背景として、プレートテクトニクスと Gondwana 大陸分裂に関するこれまでの研究の概要および、本研究の目的を述べている。

第 2 章では、南アフリカ沖ナタール・バレーおよびモザンビーク・リッジでの地磁気異常や重力異常データ等の解析結果がまとめられている。まず、本海域における研究の背景および解析手法が述べられ、続いて新たな観測データ等の解析結果が示されている。これらの解析結果に基づき、北ナタール・バレーが引き延ばされた大陸地殻に火成活動による貫入を受けた地域である事を明らかにした。一方、南ナタール・バレーは海洋地殻であり、この地域で新たに約 1 億 3 千万年から 1 億 2 千万年前の海洋底の年代を同定している。また、モザンビーク・リッジに関しても、ナタール・バレー同様に、北側と南側で地殻の起源が異なる事を明らかにした。北モザンビーク・リッジは、北ナタール・バレーと同様に大陸地殻が火成活動による貫入を受けた構造であるのに対し、南モザンビーク・リッジは海洋地殻であり、海洋底拡大とホットスポットのような火成活動が同時に起こった可能性を指摘している。これらの結果を海洋底拡大史としてまとめ、アフリカ、南アフリカおよび南極大陸間の新たな大陸分裂初期過程モデルを提案している。

第 3 章では、東南極沖コスモノーツ海における研究背景および解析手法を述べ、南極観測船「しらせ」で得られた新たな地磁気異常データを中心とした解析結果がまとめられている。本海域で新たに約 1 億 3 千万年から 1 億 2 千万年前の海洋底の年代を同定するとともに、引き延ばされた大陸地殻の分布域等を明らかにしている。また、約 1 億 2 千万年前に海洋底拡大方向の変化と、それに伴うブロックの回転運動があった可能性を示している。これらの結果をもとに、インド、スリランカおよび南極大陸間の初期大陸分裂に関わる、本海域での新たな海洋底拡大史を提案している。

第 4 章では、南アフリカ沖および東南極沖の Gondwana 大陸初期分裂過程に伴う海洋底拡大史をまとめ、Gondwana 大陸分裂に関わるインド洋および南大西洋でこれまでに得られている結果を統合し、大陸初期分裂過程における、海洋底拡大速度や方向の変化に関する議論を行っている。特に南アフリカ沖および東南極沖の両海域で得られた、約 1 億 3 千万年の海洋底拡大開始と、1 億 2 千万年前の海洋底拡大方向の変化に着目し、これらがそれぞれ、海洋底沈み込み帯の再配置および、太平洋—オーストラリア間の沈み込みの停止に関係している可能性を指摘している。また、インド洋でこれまでに得られている一部の結果は全体的な Gondwana 大陸分裂過程と整合的でなく、再検証の必要性を指摘している。続く第 5 章において、本論文全体の結論についてのまとめを行っている。

本論文は、新たに得られた地磁気異常データや重力異常データ等の解析結果から、それぞれの海域における海洋底拡大史に基づく、新たな Gondwana 大陸初期分裂モデルを提案し、Gondwana 大陸分裂過程における海洋底拡大速度や方向の変化の原因に関する考察を

(別紙様式 3)

(Separate Form 3)

行っている。本論文の新たな知見は、固体地球ダイナミクスの大きな問題である、大陸分裂の原動力の解明に大きく寄与するものである。また、本論文の第 2 章は、主著として査読付き国際学術誌に出版されている。以上より、審査委員会では、本論文は博士学位論文として、十分な水準である事が、審査員全員一致で認められた。

総合研究大学院大学複合科学研究科における課程博士及び修士の学位の学位授与に係る論文審査等の手続き等に関する規程第 10 条に基づいて、口述による試験を実施した。口述による試験を実施した結果、出願者はその博士論文を中心としてそれに関連がある専門分野及びその基礎となる分野について博士（理学）の学位の授与に十分な学識を有するものと判断し、合格と判定した。