

マダガスカル東部地域における太古代クラトンの再変動

市來孝志¹、石川正弘¹、小山内康人²、中野伸彦²、足立達朗²、木村純一³、仙田量子³
¹横浜国大・環境情報、²九州大・比較社会文化、³JAMSTEC・IFREE

Reworking of Archean craton in the eastern Madagascar

Takashi ICHIKI¹, Masahiro ISHIKAWA¹, Yasuhito OSANAI², Nobuhiko NAKANO², Tatsuro ADACHI²,
Jun-Ichi KIMURA³ and Ryoko SENDA³

¹Yokohama National University, ²Kyushu University, ³JAMSTEC / IFREE

The island of Madagascar occupies the eastern edge of the East African Orogen, which is the keystone position to understand the formation of the Gondwana supercontinent. We conducted geochemical and geochronological study of the metamorphic rocks from eastern Madagascar, and suggest eastern Madagascar is the fragment of Archean Dharwar Craton in India and it has reworked through the formation of the Gondwana supercontinent. These processes are as follows; (1) the subduction of the Mozambique Ocean in front of the East African continent to the central-east Madagascar and the subduction related igneous activity at ca. 750-800 Ma, (2) the collision between East African continent and the central-east Madagascar at ca. 650 Ma, and (3) post orogenic back-arc rifting and alkaline magmatism.

マダガスカルは東-西 Gondwana 大陸の衝突縫合帯に相当する東アフリカ造山帯の東端に位置するとされる (Stern, 1994)。Tucker et al. (2011) は地質学的・年代学的研究に基づき、新たにマダガスカルにおける Gondwana 大陸の形成プロセスを説明するモデルを提唱した。それによると、マダガスカル東部地域はインドの東-西ダルワールクラトンとともに太古代クラトンを形成しており、原生代後期のリフト形成、海盆への堆積物の堆積、バイモーダルな火成作用を被り、その後の東アフリカ大陸との衝突に伴い、マダガスカル中央部・東部地域に対して南部地域が東側へ衝上したと考えている。しかしながら、リフト形成の証拠や本地域に産する変成岩類の原岩についての成因的・年代学的な議論はされておらず十分ではなかった。そこで本研究では、マダガスカル東部地域に産する変成岩の原岩および形成場を明らかにするために、全岩化学組成分析および全岩希土類元素組成分析を行った。また変成岩の原岩の形成年代を明らかにするために、変成岩中のジルコンのコアの LA-ICP-MS U-Pb 年代測定を行った。その結果と野外産状観察、岩石記載、地質構造の結果と先行研究により得られている変成条件および変成年代のデータを併せ、Tucker et al. (2011) の提示したモデルが新たな地球化学的・年代学的データを加味した場合に説明できるか検討を行った。

マダガスカル東部地域は、岩相および原岩年代からマスラドメインおよびアンタナナリボドメインに区分される (Tucker et al., 2011)。我々は地質構造、変成度、構成岩石種に基づきさらにマスラドメインを南から北へ Unit-A, B、アンタナナリボドメインを西から東へ Unit-I, II, III と区分した。

マスラドメイン

Unit-A：主に変成堆積岩から構成され、少量の超苦鉄質変成岩、苦鉄質変成岩、石英長石質変成岩を含む。苦鉄質変成岩の原岩は島弧玄武岩と考えられる。

Unit-B：主に変成トロニウム岩から構成され、少量の苦鉄質変成岩、変成堆積岩、および非変成の超苦鉄質岩、花崗岩質岩を含む。トロニウム岩中のジルコンは自形かつオシラトリゾーニングを示し、また捕獲結晶として見られるものがある。Upper Intercept 年代として約 33 億年前の年代が得られ、Lower Intercept 年代として約 6 億年前の年代が得られる。Upper Intercept 年代はトロニウム岩の初期火成活動年代を示し、Lower Intercept 年代は変成作用による鉛損失と考えられる。苦鉄質変成岩の原岩は N-MORB および島弧玄武岩と考えられる。

アンタナナリボドメイン

Unit-I：主に変成堆積岩から構成され、少量の苦鉄質変成岩、石英長石質変成岩および非変成のアルカリ花崗岩を含む。苦鉄質変成岩の原岩は島弧玄武岩であると考えられる。3 試料の石英長石質変成岩の原岩はそれぞれ花崗岩、モンゾ花崗岩および花崗閃緑岩である。これらの石英長石質変成岩中のジルコンは自形を示し、オシラトリゾーニングおよびセクターゾーニングを示す。2 試料の変成岩からコンコーディア年代として約 7.6 億年前の年代が得られ、これは初期火成活動年代を示すと考えられる。また残りの 1 試料の変成岩からはコンコーディアおよびディスコーディア年代は得られず、主に約 25 億、約 8 億および約 5 億年前の年代が得られる。この変成岩は約 7.6 億年前の初期火成活動年代が得られた変成岩と比較すると、主要元素は異なるが、その微量元素パターンは類似する。以上のことから、この石英長石質変成岩の年代の解釈として、約 8 億年前の年代は初期火成活動の年

代を示し、約 25 億年前の年代は約 8 億年前の火成岩の起源物質中に含まれるジルコンの年代、約 5 億年前の年代は変成年代を示すと考えられる。

Unit-II: 主に変成堆積岩から構成され、少量の苦鉄質変成岩、石英長石質変成岩および非変成の花崗岩質岩を含む。苦鉄質変成岩の原岩は島弧玄武岩であると考えられる。石英長石質変成岩の原岩は珪長質沈積岩であると考えられる。この変成岩中のジルコンは自形かつオシラトリゾーニングを示し、また捕獲結晶として見られるものがある。Upper Intercept 年代として約 27 億年前の年代、Lower Intercept 年代として約 11 億年前の年代が得られる。Upper Intercept 年代は珪長質沈積岩の初期火成活動年代を示すと考えられる。また本地域には粗面安山岩を原岩とする変成岩が産する。この変成岩中のジルコンは帯状組織を示し、コンコーディア年代として約 6 億年前の年代が得られる。これは粗面安山岩の初期火成活動年代を示すと考えられる。

Unit-III: 主に変成堆積岩から構成され、少量の石英長石質変成岩、苦鉄質変成岩および非変成の花崗岩質岩を含む。Unit-B と同じく粗面安山岩を原岩とする変成岩が産する。

これらの結果より、約 7.6-8 億年前の火成活動と約 6 億年前のアルカリマグマの火成活動について議論する。まず約 7.6-8 億年前の火成活動について述べる。マスラドメインに産する火成岩起源と考えられる石英長石質変成岩は、約 8 億年前の火成活動年代を示す (BGS et al., 2008)。一方でマスラドメインに産する石英長石質変成岩は、約 7.5 億年前の火成活動年代を示す。これらの変成岩の原岩形成場は地球化学的特徴に基づき島弧であると考えられる。これは東アフリカ大陸の前縁部に位置するモザンビーク海のマダガスカル中央部・東部地域への沈み込みに起因すると考えられる (e.g. Handke et al., 1999; McMillan et al., 2003)。次に約 6 億年前のアルカリマグマの火成活動について述べる。アンタナナリボドメインの Unit-I には非変成のアルカリ花崗岩が産する。また Unit-II および Unit-III には、粗面安山岩を原岩とする変成岩が産する。Unit-I に産する非変成のアルカリ花崗岩は、Nédélec et al., (1994, 1995) で報告されているアルカリ花崗岩の地球化学的特徴と類似する。Nédélec et al., (1994, 1995) では、マダガスカルに広く分布するアルカリ花崗岩の成因を検討し、その結果アルカリ花崗岩は下部地殻の部分溶融によって生じたこと、その原因として大量のマントル起源マグマの貫入が考えられること、それらは引張場におけるシントニックな定置であったことを報告している。これらのアルカリ花崗岩の定置年代はウラン-鉛ジルコンに基づき、約 6.3 億年前である (Paquette and Nédélec, 1998)。粗面安山岩は約 6 億年前の火成活動年代を示すこと、明らかに変成作用を被っていることから、引張場におけるシントニックなマントル起源マグマの貫入によるものであると考えられる。また本地域に産する角閃岩の原岩を検討した結果、MORB 起源のものはマスラドメインの Unit-B のみに産し、マスラドメインの Unit-A およびアンタナナリボドメインの Unit-I および Unit-II には島弧玄武岩起源のものが産することがわかった。さらに地質構造と変形構造に基づく変形作用の解析の結果、Unit-I および Unit-II の境界域には上盤が西に動く低角の正断層センスを示す塑性剪断帯が発達していることがわかった。これらの結果は、引張場における背弧リフトの形成とそれに伴う正断層群の発達を示唆すると思われる。背弧拡大、粗面安山岩の貫入、アルカリ花崗岩の貫入、低角の正断層センスを示す塑性剪断帯の活動が約 6.3-6 億年前に起こったと考えられる。これは、約 6.5 億年前の東アフリカ大陸およびマダガスカル中央部・東部地域の衝突 (Collins and Pisarevsky, 2005) 後に起こったと考えられる。

以上のことから、我々はマダガスカル東部地域が太古代クラトンの一部であり、(1) 約 7.6-8 億年前におけるモザンビーク海のマダガスカル東部地域への沈み込みに伴う島弧火成活動、(2) 約 6.5 億年前の東アフリカ大陸およびマダガスカル東部地域の衝突、そして (3) 背弧拡大、およびリフト形成、アルカリマグマの火成活動、低角正断層 (剪断帯) の発達、によって太古代クラトンが再変動を被ったものと提案する。

Reference

Tucker, R. D., Roig, J. -Y., Delor, C., Amelin, Y., Goncalves, P., Rabarimanana, M. H., Ralison, A. V., and Belcher, R. W., Neoproterozoic extension in the Greater Dharwar Craton: the reevaluation of the “Betsimisaraka suture” in Madagascar, *Can. J. Earth Sci.*, 48, 389-417, 2011.

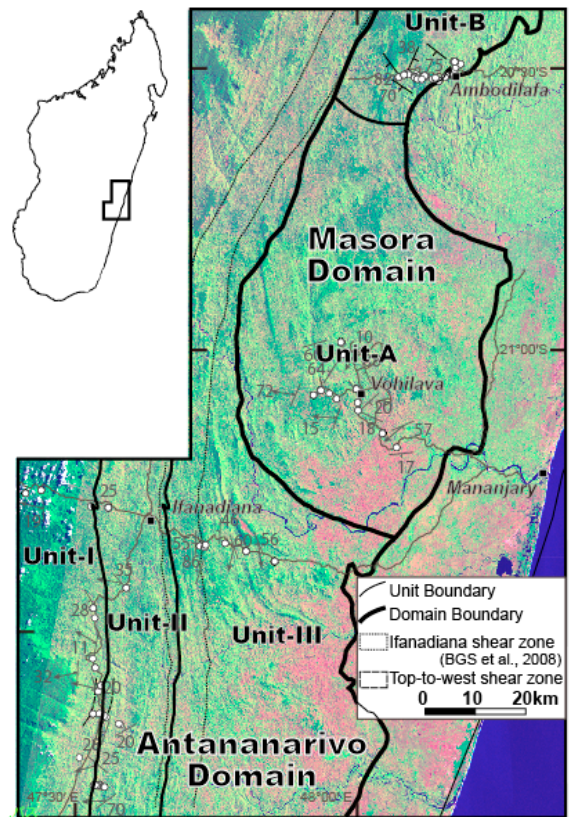


Fig.1 マダガスカルのテクトニックドメイン区分と衛星写真から判別できる明瞭な地質構造を示す。