

Petrological and geochemical study of the Late Paleozoic basaltic rocks in the Jurassic accretionary complexes in Japan

著者	小泉 一人
著者別名	Koizumi, Kazuto
雑誌名	博士学位論文要旨 論文内容の要旨および論文審査結果の要旨 / 金沢大学大学院自然科学研究科
巻	平成19年9月
ページ	310-314
発行年	2007-09-01
URL	http://hdl.handle.net/2297/26728

氏名	小泉 一人
学位の種類	博士(理学)
学位記番号	博甲第890号
学位授与の日付	平成19年3月22日
学位授与の要件	課程博士(学位規則第4条第1項)
学位授与の題目	Petrological and geochemical study of the Late Paleozoic basaltic rocks in the Jurassic accretionary complexes in Japan (日本のジュラ紀付加体中の古生代後期玄武岩質岩の岩石学・地球化学)
論文審査委員(主査)	石渡 明(自然科学研究科・教授)
論文審査委員(副主査)	荒井 章司(自然科学研究科・教授), 木原 國昭(自然科学研究科・教授), 杉本 幹博(教育学部・教授), 長谷部 徳子(自然科学研究科・助教授)

Abstract

The Jurassic accretionary complexes widely developed in Japan, are composed of oceanic sediments (chert, limestone, sandstone and shale) and their basaltic basement. Mode of occurrence of basaltic rocks (pillow basalt, massive basalt, dolerite and volcaniclastic rocks) are divided into two types. The major basal type occurs as a large coherent slab associated with chert and limestone. Their examined formation ages indicate three magmatic episodes within the Permo-Triassic period. Their geochemical characteristics show mostly uniform with E-MORB affinity, and a systematic temporal trend that become more alkalic and higher in Nb/Zr and La/Yb ratios with time. The minor mixed type occurs as fragmented allochthonous basaltic blocks mixed with chert, limestone and sandstone blocks in a Jurassic mudstone matrix. They are consisted of tholeiitic basalt with N-MORB affinity and tholeiitic and alkalic basalts of oceanic island or seamount origin. Geochemical characteristics of the basaltic rocks thus vary in accordance with their occurrences and formation ages, reflecting difference in topographic relief and crustal thickness of the accreted oceanic edifices. The three separate eruption episodes, wide spatial distribution, and these temporal trends of the large basaltic rocks suggest that they are an accreted oceanic plateau originated in the Permo-Triassic superplume activity. These results indicate that the accretion of a large oceanic plateau may be responsible for building accretionary complexes with abundant basaltic rocks.

日本列島は、古生代前期から現在までプレートの沈み込みによって海洋プレート上に堆積した堆積岩が日本列島の底に付加することによって形成された地質体(付加体)から構成されており、付加体の構成岩石の一つである玄武岩は過去の海洋底火成活動を知

る上で、また海洋性岩石の付加過程を明らかにする上で重要である。

付加体中の玄武岩質岩の産状は、主に層厚が 500m以上、走向方向に数 km 以上追跡することができるスラブ状の大規模玄武岩質岩体として石灰岩や珪質岩と密接に伴って産するもの（基底部玄武岩）と陸源性碎屑岩を基質とする混在岩中にチャートや石灰岩などと共に径数 cm から数 10m のブロックとして産するもの（混在岩中玄武岩）に分けられる。特に前者は、ペルム紀付加体の秋吉帯やジュラ紀付加体美濃・丹波・足尾帯などでは厚いチャート-石灰岩-玄武岩複合岩体を形成しており、これらは大規模なブルームの上昇によって形成された海台の断片である可能性が示唆されている (Tatsumi *et al.*, 2000; Ishiwatari & Ichiyama 2004 など)。しかしながら、それらが海台の付加により形成された地質体であることを証明するには、玄武岩質岩に関する地質学的・地球化学的データの蓄積が必要である。一方、日本の付加体では海洋性堆積岩の高精度の微化石研究が盛んに行われているが、玄武岩の直上に重なる海洋性堆積岩の化石年代とそれらに伴う緑色岩の化学的特徴の関係に関する系統的な研究はほとんど行われていない。よって、本論では、ジュラ紀付加体、特に美濃・丹波・足尾帯の玄武岩質岩の産状とその化学的特徴および起源を明らかにするとともに、大規模岩体として産する玄武岩に関して、今まで報告されている玄武岩に伴う石灰岩・チャートの化石年代から玄武岩の噴出年代を推定し、それらの年代と化学組成との関係について報告し、過去の海洋底火成活動とそれらの定置プロセスについて考察した。

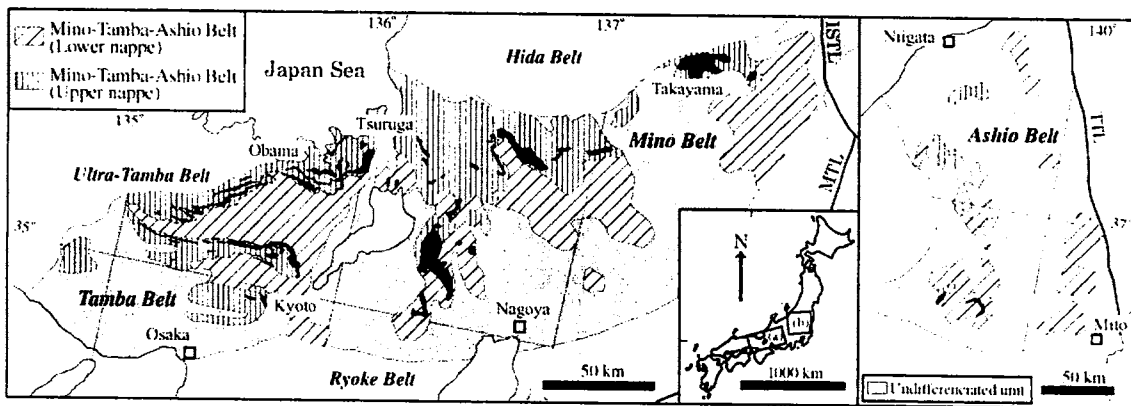


Fig. 1 Distribution of the Jurassic Mino-Tamba-Ashio accretionary complex and major Permo-Triassic basaltic slabs (black) in Southwest Japan. Simplified from Wakita (1988), Kamata (1996), Nakae (2000), Ishiwatari and Nakae (2001) and Hara and Kashiwagi (2004). ISTL, Itoigawa-Shizuoka Tectonic Line; MTL, Median Tectonic Line; TTL, Tanakura Tectonic Line.

美濃・丹波・足尾帯は、年代や構成岩石を基に構造的上位（上部ナップ）と構造的低位（下部ナップ）のナップ群に区分され（石賀 1983 など）、さらに両ナップはいくつかのサブナップに区分される（中江 2000）。特に上部ナップは、玄武岩類が石炭紀やペルム紀、三畳紀の石灰岩やチャートと密接に伴って、大規模岩体として断続的に東西方向に分布している（Adachi 1976）（Fig. 1）。玄武岩は主に枕状溶岩や塊状溶岩、岩脈、火山碎屑岩から

構成され、これらは低緯度地域において形成され、その後の海洋プレートの移動によりジュラ紀に大陸に付加したものであると考えられている (Hattori & Hirooka, 1979 など). 海洋性堆積物から得られる化石から推定される基底部玄武岩の噴出年代は、ペルム紀前期、ペルム紀中期の後半、三畳紀中期から後期のおそらく3回の火成活動のピークがあったことを示す。それらの分布はペルム紀玄武岩が多くを占め、三畳紀玄武岩はわずかであり、厚い石灰岩層の基底を構成する玄武岩の多くはペルム紀前期の年代を示す。混在中玄武岩は基底部玄武岩の上位に発達し、上部ナップは基底部玄武岩と混在岩中玄武岩から構成されるのに対し、下部ナップは混在岩中玄武岩のみから構成される。

玄武岩の鏡下での特徴は、カンラン石はすべて仮像であり、斜長石はすべて曹長石化しているがクロムスピネルや単斜輝石は残存している。基底部玄武岩は多くは輝石カンラン石玄武岩、ドレライトが占め、ペルム紀中期以降の岩石には、チタンオーゾイト、ケルスート閃石、黒雲母を含むアルカリ玄武岩を含み、その他にベイサナイト、ピクライト、アンカラマイトが認められる。混在岩中玄武岩は輝石玄武岩・ドレライト、カンラン石玄武岩よりなり、一部にチタンオーゾイトを含む。

玄武岩の化学的特徴はそれらの産状または年代により異なる。以前の全岩化学組成の報告 (Jones *et al.* 1993 など) を含めて比較検討すると、多数を占めるペルム紀前期の厚い石灰岩・チャート基底の緑色岩は一般に一般的な海嶺玄武岩に比べ液相濃集元素に富む海嶺玄武岩 (E-MORB) に類似した組成を示すのに対し、それ以後の年代を示す基底部玄武岩は、スーパーブルーム活動を示唆する液相濃集元素に非常に富む HIMU (高 $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 同位体比 >20.5) 超苦鉄質岩 (Ichiyama & Ishiwatari 2005; Ichiyama *et al.* 2006) や苦鉄質岩、海洋島ソレイト・アルカリ岩を含め高 Nb/Zr, La/Yb 比によって特徴付けられる (Fig. 2)。一方、混在岩中玄武岩は通常の液相濃集元素に乏しい海嶺玄武岩 (N-MORB) と液相濃集元素に富む海洋島玄武岩 (OIB) に類似した組成をもつ玄武岩から構成される。鉱物化学組成によると、基底部玄武岩の単斜輝石、クロムスピネルは Mg# がそれぞれ 0.85-0.55, 0.75-0.35 であり、

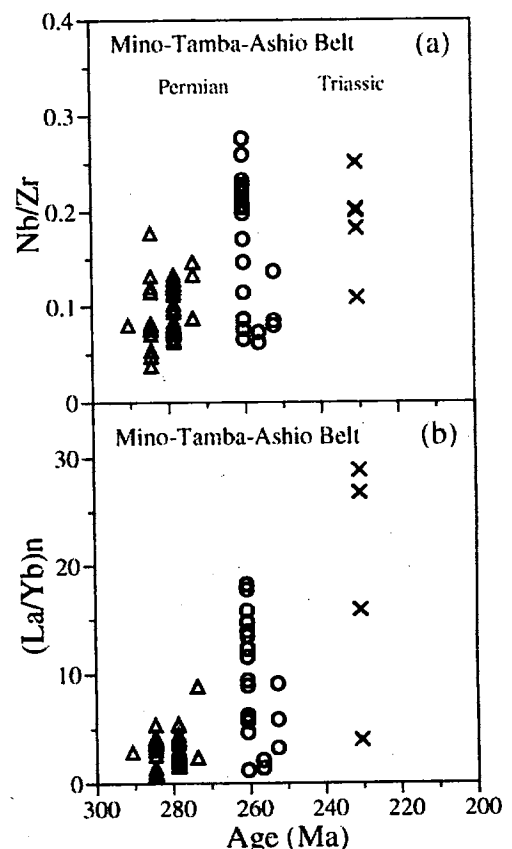


Fig. 2 Variations of (a) Nb/Zr and (La/Yb)_n (normalized to chondrite) of basaltic rocks in the Mino-Tamba-Ashio Belt with age. Chondrite values are after Anders and Grevesse (1989).

年代の若い玄武岩はMg#に対してTiO₂含有量に富む傾向が認められる。混在岩中玄武岩の単斜輝石のTiO₂含有量は多様な組成を示し、Arai (1992)のクロムスピネルのテクトニック区分図によるとMORBとプレート内玄武岩領域にプロットされる。

以上のことから、ペルム紀前期に礁石灰岩を形成するような E-MORB 的な組成を示す大規模な火成活動が厚い海台を形成し、その後の、ペルム紀中期以降に小規模な海洋島や海山起源の火成活動があったことが示唆される。また、美濃・丹波・足尾帯の玄武岩の産状と化学組成との関係は、N-MORB 的組成を示す比較的薄い海洋地殻や海洋地殻上に発達した小規模 OIB が海溝での破断・変形により陸源性堆積物と混合しやすいのに対し、大規模玄武岩はプルーム活動によって肥大化した厚い海台に由来するために、それほど破断・変形を受けずに付加体中に取り込まれたことを示す。このことは美濃・丹波・足尾帯の形成において大規模な海台が付加したことを示唆する。

古大洋域における火成活動に注目したならば、白亜紀の海台であるオントンジャワ海台やケルゲレン海台の火成活動は、初期にプルームヘッドの溶融により多量の低 Nb/Zr, La/Yb 比をもつマグマの大規模な火成活動が海台を形成し、その後はプルームテイルの溶融によるアルカリ岩（高 Nb/Zr, La/Yb 比）を含む小規模な火成活動によって特徴付けられる (Tejada *et al.*, 1996; Frey *et al.*, 2000)。これらの海台の火成活動の特徴は、美濃・丹波・足尾帯で認められるペルム紀前期から三畳紀の火成活動の特徴及びその変化パターンと類似する。ジュラ紀～白亜紀に活動したオントンジャワ海台やカリブ海台などに比べ、ペルム紀～三畳紀の火成活動によって形成された海台の報告は少ないが、ペルム紀～三畳紀の火成活動で形成された海台が付加した例として北米大陸に付加した Wrangellia テレーンや Angayucham テレーンなどがある。これらの海台の化学組成や火成活動の年代は美濃・丹波・足尾帯の玄武岩と一致し、ペルム紀～三畳紀における古大洋域でのスーパープルーム活動を示唆する。

美濃・丹波・足尾帯の玄武岩を日本のペルム紀付加体秋吉帯やジュラ紀付加体の北部秩父帯、北部北上帯、南部秩父帯の三宝山帯の厚い石灰岩を伴う玄武岩と比較すると、低 Nb/Zr, La/Yb 比を持つペルム紀前期玄武岩に対して、その他の年代の緑色岩は高 Nb/Zr, La/Yb 比によって特徴付けられる。このことは推定される緑色岩の噴出年代によって緑色岩の化学組成が明瞭に異なることを示唆する。また、ペルム紀～三畳紀のプルーム活動は、白亜紀のオントンジャワやケルゲレン海台のように長期で複数回の活動を示し、ジュラ紀後期の短期間のスーパープルーム活動とは異なる。これはジュラ紀後期のプルーム活動場が比較的大陸縁に近いこと (Ishiwatari & Ichiyama 2004) に起因する。

太平洋地域では 700-600 Ma よりスーパープルーム活動があると考えられているが (Maruyama *et al.* 1994)、日本の付加体はスーパープルーム活動に関連した玄武岩質岩の厚

い岩体を含む付加体と海嶺や島弧火成活動に特徴付けられる岩石を含む玄武岩質岩に乏しい付加体から構成される。このことは、厚い玄武岩質岩を含む付加体の形成するためにはスーパーブルームに関連した大規模海台の付加が重要であることを示す。

学位論文審査結果の要旨

本論文は、日本列島のジュラ紀付加体中に多産する緑色岩（変玄武岩）に関する研究をまとめたもので、野外調査による地質図作成を基本として、採集した多数の岩石標本の顕微鏡記載と化学分析を行い、大陸や海洋底の LIP（大規模火成岩区）玄武岩のデータと比較しながら、緑色岩が古生代後期のスーパーブルームに由来する海台起源であることを実証的に解明した。白亜紀のマグマ活動が特に活発だったことは現在の海洋底に残る多数の白亜紀 LIP（海台）が示しているが、ジュラ紀以前の海台は既にプレート運動によってマントルに沈み込んでしまったため、先ジュラ紀の海洋域のマグマ活動を知るには付加体に残存する緑色岩を研究しなければならない。本論文第 1 章では、変質作用で変化しにくい元素を用いて海洋域の岩石と比較し、丹波帯の基底部緑色岩が海台の玄武岩に最も類似し、地質学的産状と化学組成や地質年代との関係から海台の形成・付加プロセスを考察した。第 2 章では、日本全国のジュラ紀を含む様々な地質時代の付加体について、精力的な標本採集、化学分析、文献調査によって緑色岩組成の時間的な変化を描き出し、海台の付加作用はジュラ紀付加体に最も顕著で、玄武岩の時間的な組成変化パターンも白亜紀海台と合致することを示した。第 1 部は既に国際誌に印刷されてよく読まれており、第 2 部も投稿準備中で、既公表の副論文も多い。よって本論文は博士(理学)の学位に値すると判断される。