

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 25 年 6 月 12 日現在

機関番号：12601

研究種目：基盤研究（B）海外学術

研究期間：2009～2012

課題番号：21403012

研究課題名（和文）超背弧地域に産する玄武岩質マグマの成因解明：
第4のマグマ生成場として研究課題名（英文）Elucidation of basaltic magmatism in extra back-arc province:
An example of worldwide forth magmagenesis

研究代表者

折橋 裕二 (ORIHASHI YUJI)

東京大学・地震研究所・助教

研究者番号：70313046

研究成果の概要（和文）：本研究では、南米、パタゴニア地方、ソムンクラ・カンケル台地を構成する大規模玄武岩層が超背弧マグマ成因論を構築する上で模式地である点に着目し、地質調査、岩石試料の系統サンプリング、全岩化学組成およびK-Ar年代測定を実施して来た。その結果、同地域のマグマ成因論は、28～20 Maに起こったナスカプレートの急激な回転運動により、沈み込んだスラブが上方へ押し上げられ、410km以深のマントル遷移層直上部が隆起し、これがトリガーとなって含水ウォズリアイトの脱水・溶融が起これ、この含水マグマがソムンクラ・カンケル台地を形成した、とするシナリオを支持する。

研究成果の概要（英文）：As a typical “extra back-arc” province in the world, we focused on the Somuncura-Canquel province, Patagonia, Argentina, and investigated their occurrence, collected the basaltic rocks and determined both their major & trace element compositions and K-Ar ages. Our results suggest the following scenario of its magmatism; uppermost “wet” mantle transition zone beneath the region might be up-warped triggered by the slab rotation of the Farallon-Nasca plate between 28 and 20 Ma, and a hydrous melt might be produced to change hydrous wadsleyite to olivine in the up-warped parts.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	5,100,000	1,530,000	6,630,000
2010年度	7,200,000	2,160,000	9,360,000
2011年度	1,400,000	420,000	1,820,000
2012年度	900,000	270,000	1,170,000
総計	14,600,000	4,380,000	18,980,000

研究分野：地球化学・火成岩岩石学

科研費の分科・細目：数物系科学 A・地球宇宙化学

キーワード：マントル遷移層，超背弧地域，玄武岩，マグマ成因

1. 研究開始当初の背景

島弧・大陸弧-海溝系における火成作用は沈み込んだ海洋プレートから放出されるH₂Oによりプレート直上のマントルウェッジが部分熔融することで起こる。マントルウェッジ最下部ではH₂Oを固定していた含水鉱物が深さ100 km から200 km の間で完全に分解されるため、一般に島弧・大陸弧の火成作用はプレート度がこの範囲内（トレンチからの距離で平均的に300-400 km 付近）に限定される。一方、世界の主要な火山弧に着目すると、アンデス弧や東北日本弧・伊豆-小笠原弧、など、その全体の半分の火山弧において「超背弧」（トレンチから400-700km でスラブ深度が約400 km 以深）で第三紀から完新世にかけて規模の大きい玄武岩質マグマの活動が起こっている。従来、「超背弧」の火成作用はマントル熱異常もしくは小規模なマントルブルームに起因するとの考えが主流であった。

2. 研究の目的

我々は、「超背弧」の火成活動が沈み込み帯に伴う定常的なテクトニズムがトリガーとなり、410 km 以深のマントル遷移層・含水ウォズリアイトの脱水・熔融を引き起こすことで生じる、とする新しいマグマ成因論を作業仮説として提案する。これを実証するために、対象地域（模式地）の盤石な地質・岩石化学データに基づき「超背弧」マグマ成因論を構築し、「超背弧」を「中央海嶺」、「ホット・スポット」および「島弧・大陸弧」に次ぐ、地球上の第4 のマグマ生成場として確立することが本研究の目的である。

3. 研究の方法

本研究の対象地域は、火山弧の「超背弧」において、a) 火山地域の規模が最大級であること、b) 島弧・大陸弧と超背弧地域の位置関係が明瞭（背弧海盆の拡大や島弧会合などがない）であること、c) 島弧・大陸弧に沈み込むプレートの運動変遷が比較的良く判っていることから、南米・パタゴニア北部に分布するソムクラ・カンケル台地を「超背弧地域」の模式的な地域として選定し、これらを構成する新生代火山岩類の産状を精査・試料採取し、噴出年代・岩石化学的特徴から同玄武岩質マグマの成因解明を図る。

4. 研究成果

本研究では、南米・パタゴニア地方、ソムクラ・カンケル台地を構成する大規模玄武岩層について、産状の記載、岩石試料の系統サンプリング、全岩科学組成およびK-Ar年代測定を実施して来た。その結果、以下のことが明らかになった；

1) 同台地およびその周辺に分布する火成活動は、ステージ I (36 Ma), ステージ II

(27-20 Ma : 噴出量が最大), ステージ III (18- 10 Ma), ステージ IV (5.6-0.34 Ma) に区分され、36-20 Maの台地玄武岩類の火成活動では、東方（トレンチからより背弧側へ）に時代とともに移行し、18-0.36 Maのポスト台地玄武岩の火成活動は西方に移行する。また、玄武岩マグマの噴出量が最大であるステージ IIは、ナスカプレートが急激に回転運動をする時期と一致する。

2) 同地玄武岩類の化学組成の特徴は、通常のプレート内玄武岩に比べ流体と親和的なLIL元素に富む傾向がある。ステージ IおよびIII~IVの玄武岩類は火山フロントの玄武岩のような顕著なNb, Taの枯渇は見られないが、それらと同様の、例えば、高いK/La比, 低いBa/Th比の特徴を示すが、ステージ IIの玄武岩類は低いK/La比, 高いBa/Th比の特徴を示し、明らかにスラブ由来の流体の特徴と異なる。現段階で、これらの特徴を説明し得るマグマ成因論は、28~20 Maに起こったナスカプレートの急激な回転運動により、沈み込んだスラブが上方へ押し上げられ、マントル遷移層直上部が隆起し、これがトリガーとなって脱水・熔融が起こり、この含水マグマがソムクラ・カンケル台地を形成した、とするシナリオである。

5. 主な発表論文等

（研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線）

〔雑誌論文〕（計 14 件）

- ① Folguera, A., J.A. Naranjo, Y. Orihashi, H. Sumino, K. Nagao, E. Polanco and V.A. Ramos, Retroarc volcanism in the northern San Rafael block (34-35°30'S), southern central Andes: occurrence, age and tectonic setting, *J. Volcan. Geotherm. Res.*, 査読有, 186, 169-185, 2009.
DOI: 10.1016/j.jvolgeores.2009.06.012
- ② Anma, R., R. Armstrong, Y. Orihashi, S. Ike, K.-C. Shin, Y. Kon, T. Komiya, T. Ota, S. Kagashima, T. Shibuya, S. Yamamoto, E.E. Veloso, M. Fanning and F. Herve, Are the Taitao granites formed due to subduction of the Chile ridge?, *Lithos*, 査読有, 113, 246-258, 2009.
DOI: 10.1016/j.lithos.2009.05.018
- ③ Jalowitzki, T.L.R., R.V. Conceicao, Y. Orihashi, G.W. Bertotto, S. Nakai, M.E. Schilling and M. Enrique, Geochemical evolution of peridotites and pyroxenites from the subcontinental lithospheric mantle of the Agua Poca Volcano, Cuyana

- Terrane, Argentina, Pesquisas Geociencias, 査読有, 37, 2, 143-167, 2010.
<http://www.pesquisasemgeociencias.ufrgs.br/3702/06-3702.pdf>
- ④ Kobayashi, C., Y. Orihashi, D. Hirata, J.A. Naranjo, M. Kobayashi and R. Anma, Compositional variations revealed by ASTER image analysis of the Viedma Volcano, southern Andes Volcanic Zone, Andean Geol., 査読有, 37, 2, 433-441, 2010.
<http://www.scielo.cl/pdf/andgeol/v37n2/art09.pdf>
- ⑤ Shinjoe, H., Y. Orihashi and T. Sumii, U-Pb zircon ages of syenitic and granitic rocks in the Ashizuri igneous complex, southwestern Shikoku: Constraint for the origin of forearc alkaline magmatism, Geochem. J., 44, 4, 275-283, 2010.
<http://svr4.terrapub.co.jp/journals/GJ/pdf/4404/44040275.pdf>
- ⑥ Tokunaga, S., S. Nakai and Y. Orihashi, Two types of adakites revealed by ^{238}U - ^{230}Th disequilibrium from Daisen volcano, southwestern Japan, Geochem. J., 44, 2, 379-386, 2010.
<http://www.terrapub.co.jp/journals/GJ/pdf/4405/44050379.pdf>
- ⑦ Gervasoni, F., R.V. Conceicao, T.L.R. Jalowitzki, M.E. Schilling, Y. Orihashi, S. Nakai and P. Sylvester, Heterogeneities of the subcontinental lithospheric mantle at southern South American Plate: Influence of current slab and interactions of lithosphere-asthenosphere beneath Pali-Aike Volcanic Field, Pesquisas Geociencias, 査読有, 39, 3, 269-285, 2012.
<http://www.pesquisasemgeociencias.ufrgs.br/3903/5-3903.pdf>
- ⑧ 岩野英樹・折橋裕二・檀原徹・平田岳史, 同一ジルコン結晶を用いたフィッシュョン・トラックと U-Pb ダブル年代測定法の評価ー島根県川本花崗閃緑岩中の均質ジルコンを用いてー, 地質学雑誌, 査読有, 118, 6, 365-375, 2012.
 DOI: 10.5575/geosoc.2012.0006
- ⑨ Orihashi, Y., R. Anma, N. Harada and N. Abe, Preface: Geoscience dynamics in the Patagonia Archipelago - Southern Pacific Ocean, Geochem. J., 査読有, 47, 2, 93-95, 2013.
<http://www.terrapub.co.jp/journals/GJ/pdf/4702/47020093.pdf>
- ⑩ Orihashi, Y., R. Anma, A. Motoki, M.J. Haller, D. Hirata, H. Iwano, H. Sumino and V.A. Ramos, Evolution history of the crust underlying Cerro Pampa, Argentine Patagonia: Constraint from LA-ICPMS U-Pb ages for exotic zircons in the Mid-Miocene adakite, Geochem. J., 査読有, 47, 2, 235-248, 2013.
<http://www.terrapub.co.jp/journals/GJ/pdf/4702/47020235.pdf>
- ⑪ Shinjoe, H., Y. Orihashi, J.A. Naranjo, D. Hirata, T. Hasenaka, T. Fukuoka, T. Sano and R. Anma, Boron and other trace element constraints in Quaternary volcanic rocks from the Southern Volcanic Zone of the Andes, Geochem. J., 査読有, 47, 2, 185-200, 2013.
<http://www.terrapub.co.jp/journals/GJ/pdf/4702/47020185.pdf>
- ⑫ Anma, R. and Y. Orihashi, Shallow-level melt eduction due to ridge subduction: LA-ICPMS U-Pb igneous and detrital zircon ages from the Chile Triple Junction and the Taitao Peninsula, Chilean Patagonia, Geochem. J., 査読有, 47, 2, 149-166, 2013.
<http://www.terrapub.co.jp/journals/GJ/pdf/4702/47020149.pdf>
- ⑬ Iwano, H., Y. Orihashi, T. Hirata, M. Ogasawara, T. Danhara, K. Horie, N. Hasebe, S. Sueoka, A. Tamura, Y. Hayasaka, A. Katsube, H. Ito, K. Tani, J. Kimura, Q. Chang, Y. Kouchi, Y. Haruta and K. Yamamoto, An inter-laboratory evaluation of OD-3 zircon for use as a secondary U-Pb dating standard, Island Arc, 査読有, in press, 2013.
- ⑭ 平田岳史・坂田周平・岩野英樹・折橋裕二・岡林識起・横山隆臣・牧賢志・昆慶明・服部健太郎・小宮剛・飯塚毅・檀原徹・丸山茂徳, レーザーアブレーション ICP 質量分析法による U-Pb 年代測定, 月刊地球, 査読無, in press, 2013.
- [学会発表] (計 16 件)
- ① Jalowitzki, T.L.R., R.V. Conceicao and Y. Orihashi, G.W. Bertotto and F. Gervasoni, Phlogopite-bearing fossil plume and EM II component evidences in Patagonia, registered in alkaline basalts from Southern

- Argentina (36°S-44°S), June 19-26, 2009, 19th Goldschmidt Conference, Davos, Switzerland.
- ② Orihashi, Y., M. Magnani, S. Machida, N. Neo, A. Yasuda and K. Tamaki, Geochemical variation of fresh quenched glass in axial MORB along 15-18°S, Central Indian Ridge, June 19-26, 2009, 19th Goldschmidt Conference, Davos, Switzerland.
- ③ 折橋裕二・マニヤーニマルコ・町田嗣樹・根津夏紀・安田敦・玉木賢策, 中央インド洋, 南緯 15-18°の中央海嶺軸に産する玄武岩質急冷ガラスの全岩化学組成の多様性, 2009年9月17日, 2009年日本地球化学会第56回年会, 広島大学理学部.
- ④ Matsumoto, T., Y. Orihashi, C. Miyakawa and K. Tamaki, Anomalously low ³He/⁴He ratios in lavas from the Great Dodo Plain on the Central Indian Ridge axis, June 13-18, 2010, 20th Goldschmidt Conference, Knoxville, USA.
- ⑤ Orihashi, Y., A. Motoki, M.J. Haller, H. Sumino, K. Nagao, D. Hirata, K. Mibe, S. Honda, T.L.R. Jalowitzki, H. Iwamori and R. Anma, Petrogenesis of Somuncura plateau basalt in an extra-back arc province: Dehydration-induced melting of hydrous wadsleyite beneath northern Patagonia, 8-12 August, 2010, Meeting of the America, AGU, Brazil.
- ⑥ 原田尚美・阿部なつ江・Lange Carina・安間了・折橋裕二・岩森光, 南太平洋及び沈み込み帯における地質学・地球物理学的研究 ならびに チリ沖における古海洋環境変動復元研究 「みらい」 MR08-06 航海概要, 2010年9月8日, 2010年日本地球化学会第57回年会, 立正大学熊谷校舎.
- ⑦ 角野浩史・折橋裕二・元木昭寿・平田大二・ハラーミゲール・コンセシオンロムロ・安間了・長尾敬介, 南米パタゴニア溶岩台地のアルカリ玄武岩とマントル捕獲岩の希ガス同位体比, 2010年9月8日, 2010年日本地球化学会第57回年会, 立正大学熊谷校舎.
- ⑧ 小林千明・折橋裕二・平田大二・ナランホホセ・小林淳・安間了, 人工衛星搭載 ASTER センサを用いたチリ共和国 Viedma 火山における SiO₂ 量推定, 2010年9月8日, 2010年日本地球化学会第57回年会, 立正大学熊谷校舎.
- ⑨ 折橋裕二・新正裕尚・ナランホホセ・元木昭寿・安間了, 定常的な沈み込み帯から中央海嶺沈み込みに至る南部アンデス弧 (SVZ) 火山岩類の化学組成の変遷, 2010年9月8日, 2010年日本地球化学会第57回年会, 立正大学熊谷校舎.
- ⑩ 安間了・申ギチヨル・折橋裕二・中野孝教, 海嶺沈み込みと大陸地殻の成長: チリ海嶺沈み込み帯の例, 2010年9月8日, 2010年日本地球化学会第57回年会, 立正大学熊谷校舎.
- ⑪ 松本拓也・折橋裕二・宮川千絵・根津夏紀・町田嗣樹・玉木賢策, 中央インド洋 (15-18° S) の中央海嶺軸産玄武岩の希ガス同位体組成, 2010年9月8日, 2010年日本地球化学会第57回年会, 立正大学熊谷校舎.
- ⑫ Orihashi, Y. R. Anma, A. Motoki, M.J. Haller, V.A. Ramos and D. Hirata, Geochronological fingerprint revealed the evolution of the crust underlying Cerro Pampa adakite, Argentine Patagonia, 14-19 August, 2011, 21st Goldschmidt Conference, Czech Republic.
- ⑬ Gervasoni, F., R.V. Conceicao, T.L.R. Jalowitzki and Y. Orihashi, Mantle heterogeneities beneath Laguna Timone volcano, Pali Aike volcanic field, Southern Chile, 14-19 August, 2011, 21st Goldschmidt Conference, Czech Republic.
- ⑭ Machida, S., Y. Orihashi, N. Neo, M. Tanimizu, S.C. Unsworth and K. Tamaki, Sr, Nd, and Pb isotopes of basalts along hotspot-influenced Central Indian Ridge, 14-19 August, 2011, 21st Goldschmidt Conference, Czech Republic.
- ⑮ 町田嗣樹・折橋裕二・マルコ マニヤーニ・根尾 夏紀・サマンサ アンスワース・谷水雅治・玉木賢策, 中央インド洋海嶺とレユニオンホットスポットの相互作用による中央海嶺玄武岩の組成変化, 2011年9月15日, 2011年日本地球化学会第58回年会, 北海道大学学術交流会館と大学院地球環境科学研究院.
- ⑯ 折橋裕二・安間了・元木昭寿・ハラーミゲール・平田大二・岩野英樹・角野浩史・ラモス・ビクター, 年代学的指紋から見出されるアルゼンチン・パタゴニア, セロ・パンパ地 域直下の地殻発達史: 中期中新世アダカイトに混在する外来ジルコンの LA-ICPMS U-Pb年代からの制約, 2012年9月11日, 2012年度日本地球化学会第59回年会, 九州大学箱崎キャンパス文系地区, 福岡.

[その他]

ホームページ等

<http://www.geocities.jp/oripachi/folder/Welcome.html>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

折橋 裕二 (ORIHASHI YUJI)
東京大学・地震研究所・助教
研究者番号：70313046

(2) 研究分担者

中井 俊一 (NAKAI SHUNICHI)
東京大学・地震研究所・教授
研究者番号：50188869
(H22→H24：連携研究者)
角野 浩史 (SUMINO HIROCHIKA)
東京大学・理学系研究科・助教
研究者番号：90332593
安間 了 (ANMA RYO)
筑波大学・生命環境科学研究科・講師
研究番号：70311595
(H24：連携研究者)

(3) 連携研究者

三部 賢治 (MIBE KENJI)
東京大学・地震研究所・助教
研究者番号：10372426
本多 了 (HONDA SATORU)
東京大学・地震研究所・教授
研究番号：00219239
長尾敬介 (NAGAO KEISUKE)
東京大学・理学系研究科・教授
研究番号：40131619
平田大二 (HIRATA DAIJI)
神奈川県立生命の星・地球博物館・学芸部・学芸部長
研究番号：70132917
岩森 光 (IWAMORI HIKARU)
東京工業大学・理工学研究科・教授
研究者番号：80221795