

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 5 月 25 日現在

機関番号：11301

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2013

課題番号：23540554

研究課題名(和文)日本の古生代オフィオライトの多様性と沈み込み帯プロセス

研究課題名(英文)Diversity and subduction zone processes of Paleozoic ophiolites in Japan

研究代表者

石渡 明 (ISHIWATARI, Akira)

東北大学・東北アジア研究センター・教授

研究者番号：90184572

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,300,000円、(間接経費) 690,000円

研究成果の概要(和文)：東北地方の多数の古生代オフィオライト超苦鉄質岩体について、その岩石学的多様性を明らかにし、従来の宮守・早池峰岩体や中・古生代堆積岩中の碎屑性スピネルの研究結果と比較しながらその起源を考察する論文を出版した。ただし、阿武隈山地の超苦鉄質岩については、御齋所変成岩の原岩であるジュラ紀緑色岩との関係を調査する必要がある。北上山地のジュラ紀付加体についても、古生代～三畳紀緑色岩や随伴する堆積岩の特徴と分布を明らかにし、当時の海洋マグマ活動や付加体形成史に関する論文を執筆中である。また、モンゴルの古生代ブルーム型オフィオライトと日本のものとの類似点と相違点について論文を発表した。

研究成果の概要(英文)：We have published a paper on ultramafic rock bodies of the Paleozoic ophiolites in Northeast Honshu, reporting their petrologic diversity and discussing their origin in comparison with the well-studied Hayachine-Miyamori ophiolite and spinel grains in the Mesozoic and Paleozoic clastic sedimentary rocks. However, ultramafic rocks in the Abukuma Mountains are possible to be fragments of a Jurassic ophiolite of the Gosaisho zone, and further studies are needed to verify this possibility. Paleozoic and Triassic greenstones and associated sedimentary rocks were studied in the northern Kitakami Mountains, and we are preparing a paper to discuss their oceanic plateau magmatism and subsequent accretionary processes. We also published a paper on the Mongolian Paleozoic greenstones, and compared them with the well resembling Japanese examples.

研究分野：数物系科学

科研費の分科・細目：地球惑星科学 岩石・鉱物・鉱床学

キーワード：オフィオライト 超苦鉄質岩 マントルかんらん岩 付加体緑色岩 巨大火成岩区LIP 北上・阿武隈帯
モンゴル造山帯 クロムスピネル

1. 研究開始当初の背景

申請者は学生時代以来オフィオライトを研究しており、西南日本内帯の夜久野オフィオライト(石渡, 1978; Ishiwatari, 1985)をはじめとして、アルプス山脈やロシア極東地域のオフィオライトを研究し、その成果を世界に公表してきた。また、日本や世界のオフィオライトに関する総説(石渡, 1986; 1989; 2010)も公表している。そして2009年には「オフィオライトと東北アジアの地質学的研究」により日本地質学会賞を受賞した。しかし、オフィオライトは非常に巨大で複雑な研究対象であり、わかったことよりも、まだわからないことの方が多い。

1973年に始まったオフィオライトの海嶺起源・島弧起源に関する「都城論争」はその後この学問分野の中心的テーマとなり、当初は島弧起源説に拒否反応を示していた欧米諸国の研究者も、最近(特に2008年の都城氏逝去後)はほとんどのオフィオライトが沈み込み帯の上で形成されたとする考えに傾いている(石渡, 2010)。そして、特にテーチス海地域の典型的なオフィオライトは、海洋プレート内で沈み込みが開始された直後の、ボニナイト(無人岩)を含む特殊なマグマ活動で形成されたと考えられるようになった(同上)。オフィオライトの地質学的研究は、1970年代のプレートテクトニクスに基づく地球科学の確立に大きく貢献したが、最近の研究は現在の海洋沈み込み帯域の研究と連携しながら、沈み込みの開始と島弧海溝系形成のプロセス解明に道を開きつつある。日本列島を構成する地質体の中で、古生代のオフィオライトは、構造的に最上位を占める日本最古の地質体である。これを研究することは、日本列島の誕生期の構造発達史を明らかにするだけでなく、古太平洋の発生とそこにおける沈み込み発生プロセスを解明する糸口を与える可能性がある。しかし、従来の日本の古生代オフィオライトの研究は、このようなグローバルな視点に乏しく、また少数の大きな岩体に限られていて、点在する小岩体を網羅的に研究して広域的な変化を追う試みはあまり行われなかった。本研究は、環太平洋地域の中でも珍しい、古生代のオフィオライトが広域的に分布する日本列島において、それらの岩石学的多様性と構造的特徴を総合的に明らかにしようとするものである。私は、2002~2004年に科学研究費補助金基盤研究(C)(2)を受けて、「日本の古生代オフィオライトと高圧型変成岩類(特に上越帯)の岩石学的研究」を行った。その成果は、いくつかの国際学術誌に発表したが(本申請書8頁参照)、その後日本と東アジアの地質研究が進展し、日立変成岩の原岩がカンブリア系であることが確実になるなど(田切ほか, 2010)、当時とは情勢が変化してきた。本研究は現時点での学問的状況を踏まえ、日本全体の古生代オフィオライトの岩石学的全体像を描き出し、日本列島の地質史の最初期に

おける構造場とマグマ活動を考察するものである。この立案には、伊豆・小笠原・マリアナ前弧地域における私自身のオフィオライト質岩石の調査経験(Ishiwatari et al. 2006; 柳田ほか, 2007)及び最近のオフィオライト成因論(Dilek & Furnes, 2009; Pearce & Robinson, 2010; 石渡, 2010)の解説を参照)が起動力となっている。

2. 研究の目的

現在の日本列島を構成する地質体の中で最古のものは、構造的に最上位を占める古生代のオフィオライトである。しかし、従来研究されてきた日本列島の古生代オフィオライトは、まとまった分布域をもつ大きな岩体に限られ、広域的な岩石学的多様性の把握や列島全体のテクトニクスの解釈を行うには情報が不足していた。我々の最近の予察的調査により、日本各地から小岩体や堆積岩中の礫として古生代オフィオライト岩類が相次いで発見され、この状況を打開する道が開かれた。環太平洋地域で古生代オフィオライトがこれだけ広範囲に点在する地域は、オーストラリア以外では日本だけであり、それらの広域調査は地球のテクトニクス解明にも大きく貢献する。

3. 研究の方法

本研究は日本列島の古生代オフィオライトかんらん岩類の広域的な多様性の調査という新しい着眼点に基づいて行うものであるが、その方法は、野外地質調査、標本採集、薄片作成・観察、EPMAによる鉱物化学分析、XRFによる全岩化学分析などの伝統的な岩石学的方法を用いる。それと同時に、日本全国のこれまで公表されている超苦鉄質岩に関する鉱物化学組成のデータをまとめて、利用しやすいデータベースを構築し、本研究で新たに得られるデータと合わせて、時間的・空間的多様性を描きだすことを目指す。1年目の野外調査は主に中部地方・近畿地方について行い、2年目の野外調査は主に東北・北海道地方について行い、3年目は東北・北海道地方の調査を続けるとともに日本の古生代オフィオライトかんらん岩の岩石学的データベースを完成させ、その多様性の空間分布と当時の沈み込み帯のマントル・プロセスに関する結論を得る計画である。

4. 研究成果

本研究課題「日本の古生代オフィオライトの多様性と沈み込み帯プロセス」の3年間の研究の成果として、東北地方の北部北上帯の緑色岩ならびに砂岩、北上山地、脊梁山地、阿武隈帯の超苦鉄質岩、岐阜県美濃帯の緑色岩、そしてそれらの比較対象としてのモンゴルの付加体緑色岩、近畿地方の超丹波帯の蛇紋岩砂岩、宮城県内の新生代火山岩などの化学組成・鉱物組成について研究し、9編の論文、22編の学会発表、3編の図書の発行をお行った。また2013年9月の日本地質学会第120年学術大会(仙台)では、北上山地の前期古生代の宮守・早池峰オフィオライトへの

巡検を小澤一仁・前川寛和両氏とともに組織し、案内書を出版した。この巡検は外国人6人を含む多数の参加者を得て台風の直後に恙なく実施され、好評だった。さらに、同大会において、英語による国際シンポジウム「環太平洋オフィオライト：沈み込み、付加作用、マントル・プロセス」を宮下純夫氏とともに組織し、外国人3人を含む7人の第1線の研究者の講演と多数の聴講者を集め、成功させた。一方、日本の付加体と比較しながら、その延長である中央アジア造山帯のモンゴル国ハンガイ山地において古生代デボン紀の付加体緑色岩の研究を学生の G. Erdenesaihan 君と行ってきたが、その結果を2013年9月に筑波大学で開催された日本鉱物科学会で発表するとともに、論文を *Jour. Min. Petr. Sci.* 誌に出版することができた。最近では、2014年4月に中国北京で開催された国際オフィオライト・マントルプロセス・関連鉱床ワークショップに招待され、「プルーム型オフィオライト、巨大火成岩区と地球型惑星の地質」という題で講演を行い、好評を博した。

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 9 件)

1. Erdenesaihan, G., Ishiwatari, A., Orolmaa, D., Arai, S., Tamura, A. (2013) Middle Paleozoic greenstones in the Hangay region, central Mongolia: Remnants of an accreted oceanic plateau and forearc magmatism. *Journal of Mineralogical and Petrological Sciences*, 108, 303-325. (査読有)
2. Li, Y.-B., Kimura, J.-I., Machida, S., Ishii, T., Ishiwatari, A., Maruyama, S., Qiu, H.-N., Ishikawa, T., Kato, Y., Haraguchi, S., Takahata, N., Hirahara, Y., Miyazaki, T. (2013) High-Mg adakite and low-Ca boninite from a Bonin fore-arc seamount: implications for the reaction between slab melts and depleted mantle. *Journal of Petrology*, 54, 1149-1175. (査読有)
3. Bazylev, B. A., Ledneva, G. V., Kononkova, N. N., Ishiwatari, A. (2013) High-pressure ultramafics in the lower crustal rocks of the Pekulney complex, central Chukotka Peninsula. 1. Petrography and mineralogy, 2. Internal structure of blocks and ultramafic bodies, geologic and geodynamic setting of rock formations. *Petrology*, 21, 221-248, 336-350. (査読有)
4. 宮本毅・蟹澤聰史・石渡明・根本潤 (2013) 仙台の大地の成り立ちを知る。地質学雑誌, 119, 補遺, 27-46. (査読有)
5. 小澤一仁・前川寛和・石渡明 (2013) オルドビス紀・デボン紀島弧系の復元と発達過

程：岩手県早池峰宮守オフィオライトと母体高圧変成岩類。地質学雑誌, 119, 補遺, 134-153. (査読有)

6. 町田怜史・石渡明 (2013) クロムスピネルの化学組成から推察する東北地方の小規模超苦鉄質岩体のテクトニクス。岩石鉱物科学, 42, 1-11. (査読有)
7. 石渡明 (2012) 日本のオフィオライト研究史。地質学史懇話会会報, 39, 3-10. (査読有)
8. Ichiyama, Y., Ishiwatari, A., Kimura, J.-I., Senda, R., Kawabata, H. & Tatsumi, Y. (2012) Picrites in central Hokkaido: Evidence of extremely high temperature magmatism in the Late Jurassic ocean recorded in an accreted oceanic plateau. *Geology*, 40, 411-414. (査読有)
9. 石渡明・辻森樹 (2012) 東アジアの 250 Ma 大陸衝突帯と日本：八重山プロモントリー説再考(討論)。地学雑誌, 121, 460-470. (査読有)

〔学会発表〕(計 32 件)

1. 木本和希・石渡明 (2014) 宮城県岩沼市に見られる玄武岩質安山岩複合溶岩流の内部分化過程：分結脈から柱状節理へ。日本地球惑星科学連合 2014 年大会、SMP48-08 (口頭)、2014年5月2日、横浜パシフィコ。
2. 町澄秋・石渡明・森下知晃・早坂康隆・Ledneva, G.V.・Sokolov, S.D.・Palandzhyan, S.A.・Moiseev, A.V.・Bazylev, B.A. (2014) ロシア極東、ウスチペラヤ・オフィオライトの2つのタイプのウェブステライト：その起源と意義。日本地球惑星科学連合 2014 年大会、SCG61-05 (口頭)、2014年5月2日、横浜パシフィコ。
3. 佐藤景・石渡明 (2014) 溶岩中の板状節理の形成メカニズムに関する野外地質学的考察。日本地球惑星科学連合 2014 年大会、SCG61-06 (口頭)、2014年5月2日、横浜パシフィコ。
4. 佐藤勇輝・石渡明 (2014) 御齋所変成岩中に露出する超苦鉄質岩の岩石学：御齋所変成岩は沈み込み帯オフィオライトか？日本地球惑星科学連合 2014 年大会、SCG61-P04 (ポスター)、2014年5月2日、横浜パシフィコ。
5. Ishiwatari, A. (2014) Plume-type ophiolites, large igneous provinces, and geology of the Earth-like planets. International Workshop on: Ophiolites, Mantle Processes and Related Ore Deposits. (招待講演) 2014年4月14日、中国北京、国誼賓館。
6. Desta, M. T., Ishiwatari, A., Machi, A., Ledneva, G. V., Sokolov, S. D., Moiseev, A.V., Bazylev, B. A. (2013) A comparative petrological study of the Siberian and Ethiopian Large Igneous Provinces (LIPs) and a case study on Triassic mafic rocks in Chukotka, NE Russia. American

Geophysical Union 2013 Fall Meeting, Control ID: 1480853, Dec. 13, 2013. San Francisco, California, USA.

7. Ishiwatari, A. (2013) Plume-type ophiolites in Japan, Russia and Mongolia: peculiarity and global importance. 日本地質学会第 120 年学術大会, S2-0-11 (国際シンポジウム、世話人) 要旨集 p. 5, 2013 年 9 月 16 日, 仙台市青葉区東北大学。
8. 名取孝人・石渡明 (2013) 北部北上帯の緑色岩の岩石学的特徴とその起源。日本地質学会第 120 年学術大会, R2-P-5、要旨集 p. 223, 2013 年 9 月 16 日, 仙台市青葉区東北大学。
9. 佐藤勇輝・石渡明 (2013) 阿武隈高原に分布する小規模超苦鉄質岩体の岩石学。日本地質学会第 120 年学術大会, R2-P-4、要旨集 p. 223, 2013 年 9 月 16 日, 仙台市青葉区東北大学。
10. 佐藤景・石渡明 (2013) 板状節理の形成メカニズム。日本地質学会第 120 年学術大会, R13-0-12、要旨集 p. 108 (ハイライト発表), 2013 年 9 月 16 日, 仙台市青葉区東北大学。
11. 渡邊寛也・石渡明 (2013) 東北日本・北部北上帯付加体砂岩における長石の曹長石化。日本地質学会第 120 年学術大会, R9-P-4、要旨集 p. 259, 2013 年 9 月 15 日, 仙台市青葉区東北大学。
12. 久保田将・石渡明 (2013) 岐阜県谷汲地域に産する美濃帯緑色岩の産状、地球化学的性質及びその起源：舟伏山・久瀬両ユニットでの違い。日本地質学会第 120 年学術大会, R14-P-12、要旨集 p. 283, 2013 年 9 月 15 日, 仙台市青葉区東北大学。
13. Erdenesaihan, G.・石渡明・Orolmaa, D. (2013) モンゴル、ハンガイ山地のデボン紀付加体から鉄ピクライトと高 Mg 安山岩の発見。日本鉱物科学会 2013 年年会, 要旨集 p. 166. 2013 年 9 月 12 日、茨城県つくば市筑波大学。(石渡が日本語で発表)。
14. 木本和希・石渡明 (2013) 宮城県岩沼地域に見られる安山岩溶岩の柱状節理と石基結晶の付随事実。日本地球惑星科学連合 2013 年大会, SCG61-P11. 2013 年 5 月 22 日、千葉市美浜区幕張メッセ。
15. Ishiwatari, A., Desta, A., Ayalew, D. (2013) High-Ti picrite from the Lalibela area, Ethiopian LIP. (国際セッション、英語発表)。日本地球惑星科学連合 2013 年大会, SIT05-07. 2013 年 5 月 21 日, 千葉市美浜区幕張メッセ。
16. Ishiwatari, A., Ichiyama, Y., Erdenesaihan, G. (2013) Plume type ophiolites in Japan, East Russia and Mongolia: Peculiarity of the Late Jurassic examples (solicited). European Geosciences Union General Assembly 2013 (TS6.9/GMPV25, EGU2013-13609). (招待講演) 2013 年 04 月 11 日、Vienna, Austria.
17. Erdenesaihan, G., Ishiwatari A., Orolmaa D. (2012) Geochemistry and

petrology of greenstones from the Erdenetsogt formation, central Mongolia: New evidence for a mid-Paleozoic mantle plume. American Geophysical Union 2012 Fall Meeting, #2341 (Poster), 2012 年 12 月 7 日, San Francisco, USA

18. Desta, M.T., Ishiwatari, A., Machi, S., Ledneva, G.V., Sokolov, S.D., Moiseev, A., Bazylev, B.A. A comparative petrological study of the Siberian and Ethiopian Large Igneous Provinces (LIPs) and a case study on Triassic mafic rocks in Chukotka, NE Russia. American Geophysical Union 2012 Fall Meeting, #2337 (Poster) 2012 年 12 月 7 日, San Francisco, USA

19. 石渡明・Desta, M.T. (2012) シベリア・エチオピア両 LIP の地質学的、岩石学的、地球化学的比較論日本鉱物科学会 2012 年年会要旨集 p. 191 (R6-09), 2012 年 09 月 19 日 京都大学。

20. Ishiwatari, A. (2012) Time-space distribution and genetic diversity of ophiolites, accreted greenstones and alpine peridotites in Japan. 日本地質学会第 119 年学術大会, 国際ワークショップ "The Geology of Japan", W-0-2 2012 年 09 月 16 日 大阪府立大学

21. Ishiwatari, A. (2012) Three modes of mantle plume ascension to form picrite flows, ophiolites and alpine peridotite intrusions International Geological Congress, #1552 (Oral) Plaza Meeting Room 7. 2012 年 08 月 07 日, Brisbane, Australia.

22. 石渡明・菅森義晃 (2012) 兵庫県川西市の超丹波帯から含蛇紋岩礫岩の発見：ペルム紀前弧域に大江山オフィオライトが露出？日本地球惑星科学連合 2012 年大会 S-GL44: 地域地質と構造発達史 2012 年 05 月 23 日 千葉市美浜区幕張。

23. Desta, M.T., Ishiwatari, A. (2012) A comparative geochemical and petrological study of the Siberian and Ethiopian large igneous provinces (LIPs). 日本地球惑星科学連合 2012 年大会 S-GC55: 固体地球化学・惑星化学. 2012 年 05 月 23 日, 千葉市美浜区幕張。

24. Erdenesaihan, G., Ishiwatari, A. & Orolmaa, D. (2012) Mineralogy and petrology of the basalts from the Erdenetsogt Formation, Hangay-Hentey fold belt of central Mongolia. 日本地球惑星科学連合 2012 年大会, S-GC55: 固体地球化学・惑星化学 2012 年 05 月 23 日 千葉市美浜区幕張。

25. Ishiwatari, A. Japanese ferropicrites and Martian rocks: geochemical comparison. Planetary Exploration Research Center, Chiba Institute of Technology, Planetary Geology Field

Symposium, 2011年11月5日, 北九州市小倉, 北九州国際会議場

26. 伊集院勇・石渡明 (2011) 未分化玄武岩と極端に分化した玄武岩。日本地質学会・日本鉱物科学会 2011 年年会合同学術大会、(B)R7-0-5、2011年9月11日、茨城県水戸市茨城大学。

27. 町田怜史・石渡明 (2011) 東北地方中央部の小規模超苦鉄質岩体中に見られるクロムスピネル。日本地質学会・日本鉱物科学会 2011 年年会合同学術大会、(B)R7-0-7、2011年9月11日、茨城県水戸市茨城大学。

28. 町澄秋・石渡明・森下知晃・早坂康隆・Ledneva, G.V.・Sokolov, S.D.・Palandzhyan, S.A.・Moiseev, A.V.・Bazylev, B.A. (2011) ロシア極東、Ust'-Balaya オフィオライトかんらん岩から見てきた前弧域かんらん岩の多様性。日本地質学会・日本鉱物科学会 2011 年年会合同学術大会、(C)T5-08、2011年9月10日、茨城県水戸市茨城大学。

29. 石渡明 (2011) M9 巨大地震とオフィオライト・高圧変成帯の衝上。日本地質学会・日本鉱物科学会 2011 年年会合同学術大会、(C)T8-06、2011年9月9日、茨城県水戸市茨城大学。

30. 石渡明 (2011) 北陸～東北の中新世火山岩のマグマ成因。日本地質学会・日本鉱物科学会 2011 年年会合同学術大会、(B)T14-0-6、2011年9月9日、茨城県水戸市茨城大学。

31. 佐藤景・石渡明 (2011) 宮城県北部・岩手県南部の中期中新世の石越安山岩：“洪水玄武岩”との比較。日本地質学会・日本鉱物科学会 2011 年年会合同学術大会、(B)T14-0-4、2011年9月9日、茨城県水戸市茨城大学。

32. 寺本拓摩・石渡明 (2011) 仙台市西部に産する FeO* に富む後期中新世玄武岩質安山岩マグマの成因。日本地質学会・日本鉱物科学会 2011 年年会合同学術大会、(B)T14-0-5、2011年9月9日、茨城県水戸市茨城大学。

〔図書〕(計 3 件)

1. 石渡明・宮本毅・平野直人(共著)(2013) 東日本大震災 被害の実態と要因(3. 被害の諸相 第4章 仙台付近の墓石転倒率調査結果)。平川新・今村文彦・東北大学災害科学国際研究所編著「東日本大震災を分析する第1巻 地震・津波のメカニズムと被害の実態」, p. 263-277. 明石書店。

2. 高橋正樹・石渡明(共著)(2012) 火成作用。共立出版(フィールドジオロジーシリーズ第8巻) 202 p. (執筆部分: iv-v, 1-21, 99-191)。

3. 石渡明・磯崎行雄(共著)(2011) 東北アジア 大地のつながり。東北大学出版会 94 p. (執筆部分: i-iii, 27-94)。

〔産業財産権〕

出願状況(計 0 件)

名称:

発明者:
権利者:
種類:
番号:
出願年月日:
国内外の別:

取得状況(計 0 件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
取得年月日:
国内外の別:

〔その他〕

ホームページ等

http://www.cneas.tohoku.ac.jp/labs/geo/ishiwata/index_j.htm

6. 研究組織

(1) 研究代表者

石渡 明 (ISHIWATARI, Akira)

東北大学・東北アジア研究センター・教授

研究者番号: 90184572

(2) 研究分担者

()

研究者番号:

(3) 連携研究者

()

研究者番号: