

箱根火山起源諏訪原テフラ (SwS) に発見された 斑レイ岩質岩片の岩石学的性質

Petrological Notes on a Lithic Fragment of Gabbro in a Suwanohara Scoria Layer (SwS), Odawara City, Kanagawa Prefecture

山下浩之¹⁾・笠間友博¹⁾・川手新一²⁾・平田大二¹⁾

Hiroyuki YAMASHITA¹⁾, Tomohiro KASAMA¹⁾, Shin-ichi KAWATE²⁾ & Daiji HIRATA¹⁾

Abstract. A lithic fragment of gabbroic rocks was found in the tephra derived from Hakone volcano, termed Suwanohara scoria layer, with many fragments of andesitic rocks. The gabbroic fragment is petrographically defined as hornblende gabbro, consisting mainly of plagioclase, hornblende, cummingtonite and magnetite. Petrological and geochemical characters of the gabbro are similar to those of gabbroic rocks previously described in the Tanzawa plutonic complex. Those suggest that such gabbroic rock may be one of the basement rocks under Hakone volcano, probably constituting a part of middle and/or lower crust.

Key words: Hakone Volcano, Suwanohara Scoria, gabbroic fragment, Tanzawa plutonic complex, lower crust

1. はじめに

神奈川県小田原市久野諏訪原において、箱根東京テフラ (Hk-T) (町田・新井, 1992) 以降の風成テフラ層が連続露頭として出現した。このうち、箱根東京テフラのすぐ上位に新たにテフラが発見され、諏訪原テフラ (SwS) と命名された (笠間・山下, 2007)。著者らはこの SwS から斑レイ岩質岩片を発見した。箱根起源のテフラおよび、箱根火山に分布する溶岩からの、斑レイ岩質岩片および捕獲岩の報告はなされてない。本論では、SwS から産出した斑レイ岩質岩片の岩石学的・地球化学的記載を行い、その起源と意義について議論する。斑レイ岩質岩片の発見は、箱根火山の地下構造をはじめ、伊豆-小笠原弧全体の構造を考える上でも重要な資料となりうる。なお、諏訪原テフラの露頭全体の産状と詳細については、笠間・山下 (2007) を参照されたい。

2. 諏訪原テフラ (SwS)

諏訪原テフラ (SwS) の、概略は次のとおりである (笠

間・山下, 2007)。SwS は下部の褐色スコリア層 (SwS-a) と上部の灰色スコリア層 (SwS-b) から構成される。下部の褐色スコリア層 (SwS-a) は、粒径範囲が 3~8 mm、最大粒径が 10 mm 程度のスコリアからなり、磁鉄鉱、カンラン石、単斜輝石などの有色鉱物を含む。上部の灰色スコリア層 (SwS-b) は、粒径範囲が 5~15 mm、最大粒径が 25 mm 程度のスコリアからなり、カンラン石、磁鉄鉱、斜方輝石、単斜輝石などの有色鉱物を含む。また、SwS-b には、粒径 8~20 mm、最大粒径 30 mm 程度の安山岩質の岩片が含まれる。岩片として含まれる安山岩は、hyaloophitic 組織の石基を持つ。SwS-b の起源としては、富士火山と箱根火山の両方が考えられるが、古期富士テフラのスコリアと比べると粗粒であること、含まれる岩



図 1. SwS より産出した斑レイ岩質岩片。

¹⁾ 神奈川県立生命の星・地球博物館
〒250-0031 神奈川県小田原市入生田 499
Kanagawa Prefectural Museum of Natural History
499 Iryuda, Odawara, Kanagawa 250-0031, Japan
山下浩之: yama@nh.kanagawa-museum.jp

²⁾ 武蔵高等学校
〒176-8535 東京都練馬区豊玉上 1-26-1
Musashi High School
1-26-1 Toyotamaue, Nerima-ku, Tokyo 176-8535, Japan

表 1. 斑レイ岩質岩のモード組成.

試料番号	SwS (本研究)	丹沢深成岩体 (Kawate & Arima, 1998)			
	NL0000999	Doshi	Otana	Otaki*	Kumaki**
Quartz	-	1.7	1.6	1.6	10.3
Plagioclase	52.9	56.9	55.3	57.6	54.3
Hornblende	40.9	29.3	33.5	30.4	14.4
Cummingtonite	2.4	4.1	2.7	5.5	5.4
Orthopyroxene	-	0.0	1.1	0.0	0.8
Clinopyroxene	-	1.5	1.2	0.0	0.1
Olivine	-	0.0	0.0	-	1.7
Biotite	-	0.1	0.0	0.2	-
Opaque minerals	3.8	5.5	4.4	4.2	3.5
Apatite	0.0	0.0	0.1	0.4	0.2
Chlorite	-	0.9	0.1	0.1	0.6

* Otaki = Otakizawa, **Kumaki = Kumakizawa

片が箱根の溶岩と類似する安山岩であることなどから、その起源を箱根火山と判断した。

3. 斑レイ岩質岩片の岩石学的特徴

SwS-b より発見した斑レイ岩質岩片は 1 点のみで、長径が 30 mm ほどの亜円レキであった (図 1) (資料番号 KPMNH-NL0000999)。斑レイ岩は細粒から中粒 (0.5 ~ 2 mm 程度) で、斜長石、普通角閃石、カミングトン角閃石および不透明鉱物からなり、副成分鉱物として、アパタイトを含む (図 2)。モード組成は、斜長石が 52.9 %、普通角閃石が 40.9 %、カミングトン閃石が 2.4 %、不透明鉱物が 3.8 % であった (表 1)。カンラン石、単斜輝石および斜方輝石は含まず、角閃石斑レイ岩に分類される。

斑レイ岩中の斜長石は累帯構造を示し、薄い反応縁を持つ。比較的大きな結晶はほぼ自形を示し、融食されていることが多い。普通角閃石はほとんどが他形であるが、半自形を示すこともあり、ときに比較的小さな斜長石を包有することがある。角閃石の一部はカミングトン角閃石に置換されている場合がある。カミングトン角閃石は、単独に存在することもあり、その場合はほとんどが他形である。不透明鉱物は普通角閃石やカミングトン角閃石に伴うことが多い。また、斜長石の粒間に存在することもある。組織は等粒状組織で、集積岩の特徴も見られる。

表 2. 斑レイ岩質岩の全岩化学組成.

試料名	NL0000999
Major elements (wt.%)	
SiO ₂	46.48
TiO ₂	0.78
Al ₂ O ₃	20.99
Fe ₂ O ₃	12.70
MnO	0.22
MgO	7.29
CaO	11.35
Na ₂ O	1.29
K ₂ O	0.08
P ₂ O ₅	0.06
total	101.24
Trace elements (ppm)	
Ba	52
Ce	5.6
Cr	54
Nb	1.2
Ni	17
Pb	2.6
Rb	6.0
Sr	227
V	343
Y	17
Zn	63
Zr	32

4. 斑レイ岩質岩片の全岩化学組成

斑レイ岩質岩片の全岩化学分析値を表 2 に示す。全岩化学分析は神奈川県立生命の星・地球博物館設置の蛍光 X 線分析装置 (XRF) (島津製作所 XRF-1500) を用いた。また、全岩化学分析のうち、主要元素の分析方法については、小出ほか (2000) に従った。

斑レイ岩質岩片の主要元素は、SiO₂ = 46.48 wt.%, TiO₂ = 0.78 wt.%, Al₂O₃ = 20.99 wt.%, Fe₂O₃ = 12.70 wt.%, MnO = 0.22 wt.%, MgO = 7.29 wt.%, CaO = 11.35 wt.%, Na₂O = 1.29 wt.%, K₂O = 0.08 wt.% で、比較的 SiO₂ に乏しい。

5. 北部伊豆 - 小笠原弧における斑レイ岩類との比較

北部伊豆 - 小笠原弧における斑レイ岩類の報告は、丹沢深成岩類 (滝田, 1980, Kawate & Arima, 1998 など)、富士火山 (安井ほか, 1998 など)、伊豆大島 (一色, 1984)、三宅島 (坂本ほか, 1999)、御蔵島 (一色, 1980)、八丈島 (一色, 1959) などがある。このうち、丹沢深成岩体以外の斑レイ岩は、輝石を含み、角閃石はわずかに含

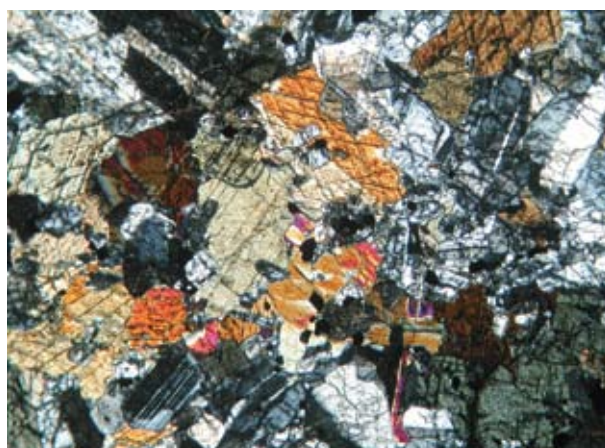
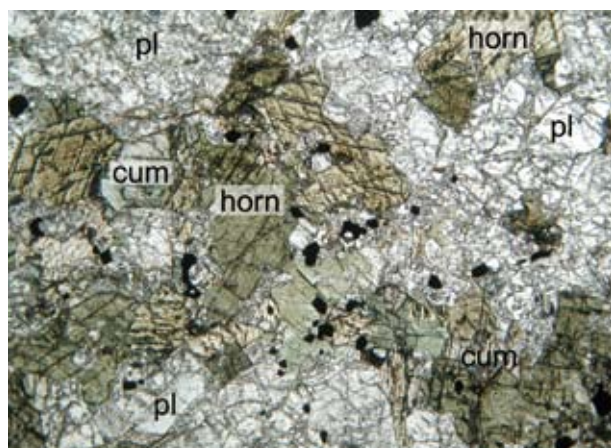


図 2. SwS 中の斑レイ岩質岩の偏光顕微鏡写真 (左: オープンポーラー、右: クロスポーラー). pl: 斜長石, horn: 普通角閃石, cum: カミングトン閃石. 写真の横幅は 3.5 mm.

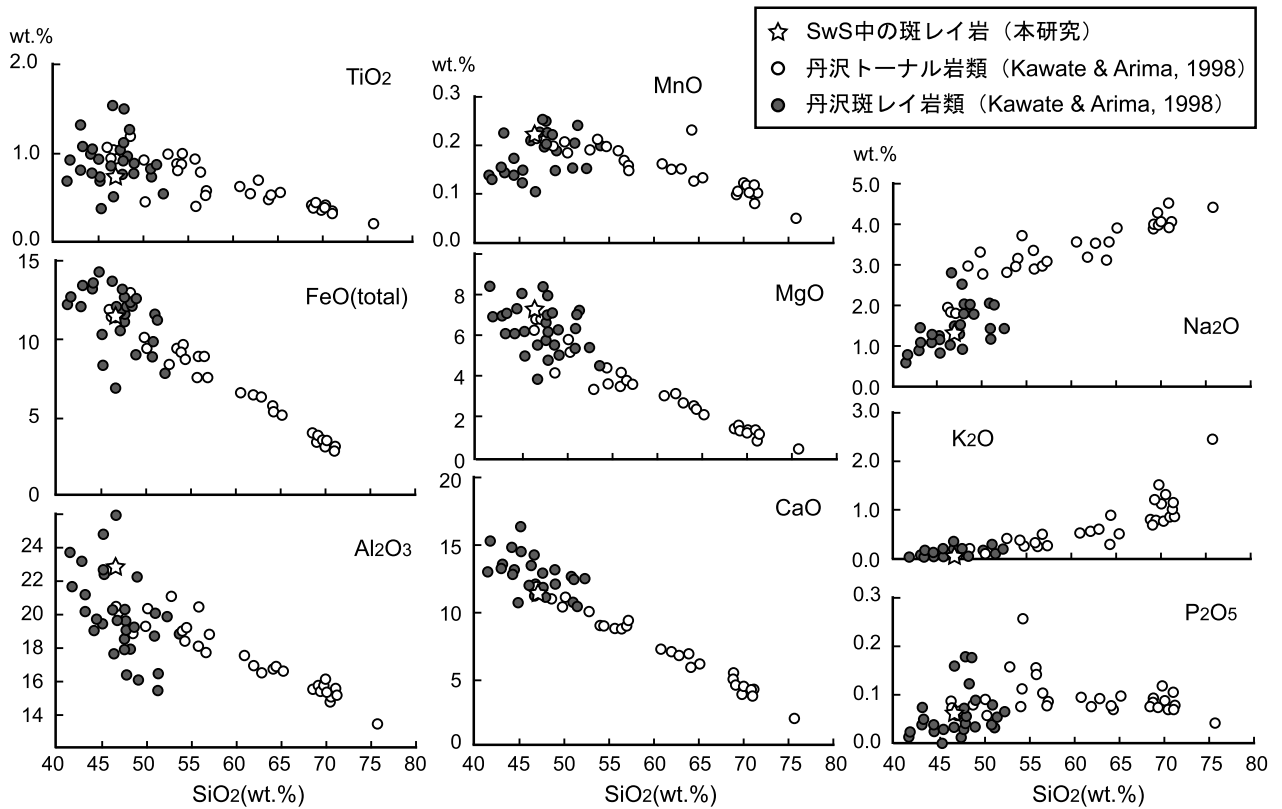


図3. SwSの斑レイ岩質岩片と丹沢深成岩類との比較（主要元素）。

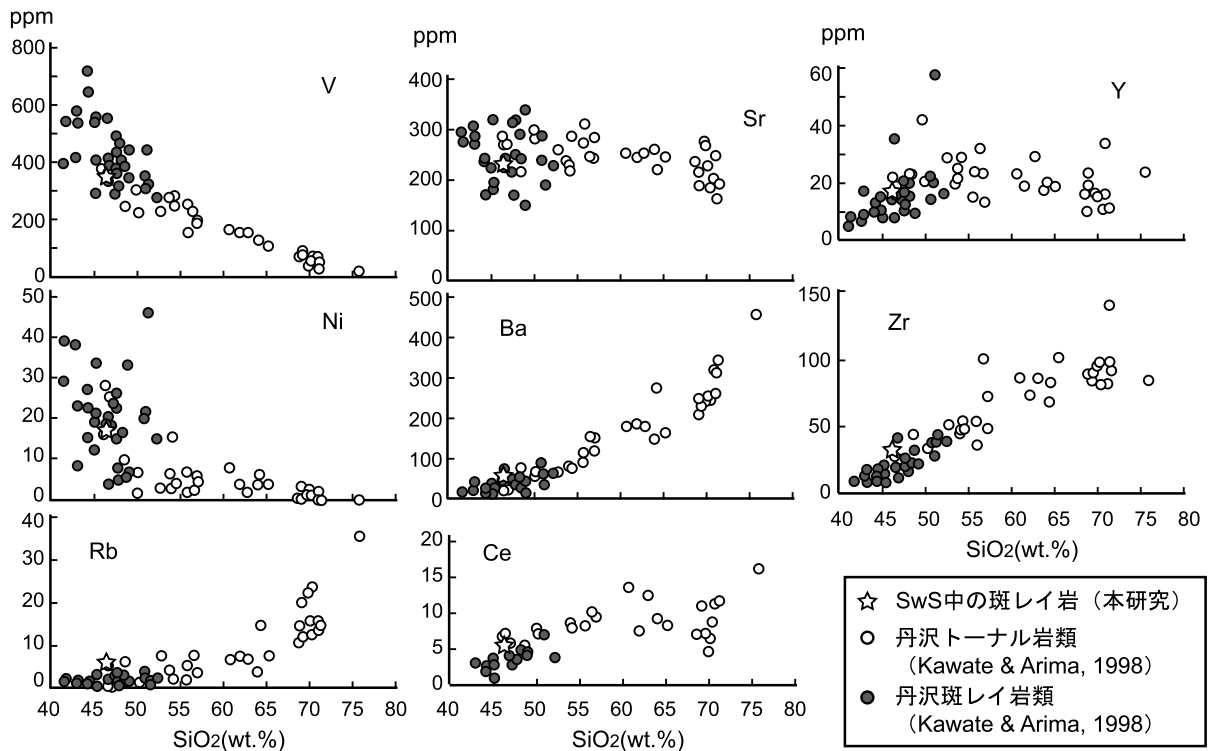


図4. SwSの斑レイ岩質岩片と丹沢深成岩類との比較（微量元素）。

まれるか、もしくは含まれない。また、カミングトン角閃石については、丹沢以外の岩体では認められない(表1)。従って、SwS-bの斑レイ岩質岩片は丹沢深成岩体と比較するのが妥当である。

SwS-bの斑レイ岩と丹沢深成岩体 (Kawate & Arima, 1998) の全岩化学組成を比較した(図3、図4)。主要元素においては、すべての元素で丹沢深成岩体(斑レイ岩

類)と同領域にプロットされる。微量元素においては、RbおよびZrの含有量がやや高めではあるが、他の元素においては丹沢深成岩体(斑レイ岩類)と同領域にプロットされる。すなわち、地球化学的には丹沢深成岩体(斑レイ岩類)と類似した特徴を持つ。鉱物組合せにおいては、輝石やカンラン石を含まず、斜長石、角閃石、カミングトン角閃石および磁鉄鉱の組合せからなるSwS-bの

斑レイ岩質岩片と同様の斑レイ岩が丹沢深成岩体の大滝沢型や熊木沢型の岩体中に存在する。従って、SwS-bの斑レイ岩質岩片は丹沢深成岩体と岩石学的・地球化学的に特徴が類似したものと言える。このことは、箱根火山の中部もしくは下部地殻に、丹沢深成岩体と類似した深成岩の存在を示唆する。

6. 斑レイ岩の意義

伊豆－小笠原弧の地下構造は、Suehiro *et al.*, (1996) により地震波を用いた断面図が提案され、中部地殻（6～7 km/s 層）がトーナル岩質岩で、下部地殻（7～7.5 km/s 層）が斑レイ岩質岩もしくは角閃岩からなることが推定されている。中部地殻および下部地殻が地表に露出したものが丹沢深成岩体と考えられ、これらのことから、Taira *et al.*, (1998) や平ほか (1998) は伊豆－小笠原弧の発達モデルを3次的に考察している。このモデルでは、丹沢トーナル岩類のような深成岩が箱根地域から伊豆半島さらには伊豆諸島にかけて分布していることを示唆している。しかし、これまでは箱根地域および伊豆半島において、中部地殻もしくは下部地殻を構成すると考えられる物質を得られなかったため、地球物理学的に推定する以外の方法はなかった。今回、箱根火山の噴出物中から、下部地殻に相当するような斑レイ岩が報告されたことは、伊豆－小笠原弧の中部～下部地殻の物質を研究する上で重要な手がかりになる。ただし、SwS-bからは、斑レイ岩質岩片しか見つかっておらず、伊豆－小笠原弧の上部～中部地殻に相当する、凝灰岩類やトーナル岩類、変成岩類が見つかっていない。残念ながら諏訪原の露頭は工事に伴いコンクリートで覆われてしてしまったが、諏訪原以外にも SwS テフラが露出する露頭は存在する。今後さらに SwS から異質岩片を採集し、議論を深める必要がある。

7. まとめ

箱根火山起源の諏訪原テフラ (SwS) から産出した斑レイ岩質岩片は、斜長石、角閃石、カミングトン角閃石、磁鉄鉱からなる角閃石斑レイ岩であった。SwSの斑レイ岩質岩片は、岩石学的・地球化学的に丹沢深成岩と類似する。このことは、箱根火山の中部もしくは下部地殻に、丹沢深成岩体と類似した深成岩が存在する可能性を意味する。今回、箱根火山の噴出物中から、下部地殻に相当するような斑レイ岩が報告されたことは、伊豆－小笠原弧の中部～下部地殻の物質を研究する上で重要な手がかりになる。

摘 要

山下浩之・笠間友博・川手新一・平田大二, 2007. 箱根火山起源諏訪原テフラ (SwS) に発見された斑レイ岩質岩片の岩石学的性質. 神奈川県立博物館研究報告 (自然科学), (36): 25-28. (Yamashita, H., T. Kasama, S. Kawate & D. Hirata, 2007. Petrological Notes on a Lithic Fragment of Gabbro in a Suwanohara Scoria Layer (SwS), Odawara City, Kanagawa Prefecture. *Bull. Kanagawa prefect. Mus. (Nat. Sci.)*, (36): 25-28.)

神奈川県小田原市久野諏訪原において箱根東京テフラのすぐ上位の諏訪原テフラ (SwS) から、斑レイ岩質岩片が発見された。斑レイ岩質岩片は、斜長石、角閃石、カミングトン角閃石、磁鉄鉱からなる角閃石斑レイ岩であった。岩石学的・地球化学的研究から、角閃石斑レイ岩は丹沢深成岩体と類似することがわかった。角閃石斑レイ岩の発見は、伊豆－小笠原弧の中部～下部地殻を研究する上で重要な手がかりになる。

謝辞

神奈川県立生命の星・地球博物館ボランティアの野村平二氏、入江和夫氏、新藤誠一郎氏、蛭子貞二氏、中村良氏、富田道恵氏、深沢良子氏には、岩石プレパラートおよび岩石細粉作業のお手伝いをして頂いた。記してお礼申し上げる。

引用文献

- 一色直記, 1959. 5 万分の 1 地質図幅「八丈島」および同説明書. 58pp, 地質調査所.
- 一色直記, 1980. 御蔵島地域の地質. 地域地質研究報告 (5 万分の 1 地質図幅), 35pp, 地質調査所.
- 一色直記, 1984. 大島地域の地質. 地域地質研究報告 (5 万分の 1 地質図幅), 133pp, 地質調査所.
- 笠間友博・山下浩之, 2007. 神奈川県小田原市久野諏訪原で確認された斑レイ岩質岩片を含む諏訪原スコリア (新称). 神奈川県立博物館研究報告 (自然科学), (36): 17-24.
- Kawate, S. & M. Arima, 1998. Petrogenesis of the Tanzawa plutonic complex, central Japan: Explored felsic middle crust of the Izu-Bonin-Mariana arc. *The Island Arc*, 7: 342-358.
- 小出良幸・山下浩之・川手新一・平田大二, 2000. 蛍光 X 線分析装置による岩石主要元素の分析精度の検証. 神奈川県立博物館研究報告 (自然科学), (29): 107-125.
- 町田 洋・新井房夫, 1992. 火山灰アトラス. 276pp. 東京大学出版, 東京.
- 坂本 泉・平田大二・藤岡換太郎, 1999. 伊豆・小笠原弧の基盤岩. 神奈川県博物館調査研報 (自然科学), (9): 21-39.
- Suyehiro, K., N. Takahashi, Y. Arii, Y. Yokoi, R. Hino, M. Shinohara, T. Kanazawa, T. Hirata, H. Tokuyama & A. Taira, 1996. Continental crust, crustal underplating, and low-Q upper mantle beneath an oceanic island arc. *Science*, 272: 390-392.
- 平 朝彦, 1998. 造山帯と大陸の成長. 平 朝彦・徐 垣・鹿園直建・廣井美邦・木村 学, 岩波講座・地球惑星科学 13 巻, 地球進化論, pp.155-258. 岩波書店, 東京.
- Taira, A., S. Saito, K. Aoike, S. Morita, H. Tokuyama, K. Suyehiro, N. Takahashi, M. Shinohara, S. Kiyokawa, J. Naka & A. Kilas, 1998. Nature and growth rate of the Northern Izu-Bonin (Ogasawara) arc crust and their implications for continental crust formation. *The Island Arc*, 7: 395-407.
- 滝田良基, 1980. 丹沢山地の斑レイ岩質岩類の岩石学的研究－特にトーナル岩との成因的關係について－. 地質学雑誌, 86(6): 369-387.
- 安井真也・富樫茂子・下村泰裕・坂本晋介・宮地直道・遠藤邦彦, 1998. 富士山・1707 年降下火砕堆積物中の斑レイ岩質岩片の岩石学的性質とその起源. 火山, 43(2): 43-59.