

## 九州東部大野火山岩類の全岩化学組成（補遺）

新正裕尚・折橋裕二・外西奈津美

Whole rock composition of the Ohno volcanic rocks in Eastern Kyushu (supplement)

Hironao SHINJOE, Yuji ORIHASHI, and Natsumi HOKANISHI

### Abstract

Whole rock major and trace element compositions analyzed by XRF are reported for two andesites and three rhyolitic welded tuffs including Shiraiwasan pyroclastic flow deposit from Ohno volcanic rocks, one of the member of the Setouchi Volcanic Rocks in SW Japan. Our data of present and previous studies on Ohno volcanic rocks suggest the absence of Y-depleted type felsic rocks which are generally found from the Setouchi Volcanic Rocks of the other regions.

### はじめに

大野火山岩類は、九州東部大分県の大野川流域に分布する中新世火山岩類であり（小野, 1963; 寺岡ほか, 1992）、高 Mg 安山岩の産出（Shiraki et al., 1995; Tatsumi et al., 2003）、およびその放射年代（柴田・小野, 1974; 巽ほか, 1980; Tatsumi et al., 2003）から瀬戸内火山岩類の一員と考えられている。

前報（新正・角井, 2014）において、九州東部の大野火山岩類の全岩化学組成について報告し、その特徴を既報データとあわせて議論した。本報告では前報において欠落していた、大野火山岩類の下部を占める層準から得た試料を含めた新規の全岩化学組成データを提示し、その意義について簡潔に論じる。

### 地質概説と試料

大分県竹田市から豊後大野市犬飼町にかけての東西約 30 km の範囲に分布する大野火山岩類は、松本（1933）により「大野火山区」と呼ばれたものを、小野（1963）が大野火山岩

九州東部大野火山岩類の全岩化学組成（補遺）

類として再定義し、さらに小野の区分を寺岡ほか（1992）が下位より、白岩山火砕流堆積物、小倉木凝灰岩、代三五山安山岩、および三宅山火砕流堆積物と改称し、以降その区分が用いられている。また瀬戸内火山岩類を特徴づける岩相の一つである高 Mg 安山岩の岩脈は三宅山火砕流堆積物を切って産出し、より後期のものであるとみられる（小野，1963）。

新正・角井（2014）で既報データをまとめたように、大野火山岩類の放射年代は、10.5～15.9 Ma にわたり、おおむね他地域の瀬戸内火山岩類の年代範囲（11～16 Ma; Tatsumi et al., 2003）に入るが分散が大きく、今後より精密な手法での活動年代の再検討が必要である。

大野火山岩類のなかでも高 Mg 安山岩および代三五山安山岩については主成分、微量元素を含む全岩化学組成が報告されていた（Tatsumi et al., 2003 など）。新正・角井（2014）では加えて三宅山火砕流堆積物についても全岩化学組成を報告した。今回は大野火山岩類の最下部の白岩山火砕流堆積物を含む 5 試料について新たに蛍光 X 線分析による全岩化学分析を行った。これで、大野火山岩類の主要な岩相についての全岩組成の概要が揃うことになる。

分析に供した試料は、下記の通りである。

ON10 豊後大野市大野町光昌寺北方の白岩山火砕流堆積物（試料位置，33°03'37.7"N，131°32'25.5"E）

ON11 豊後大野市大野町宮原の白岩山火砕流堆積物（試料位置，33°03'11.1"N，131°31'10.9"E）

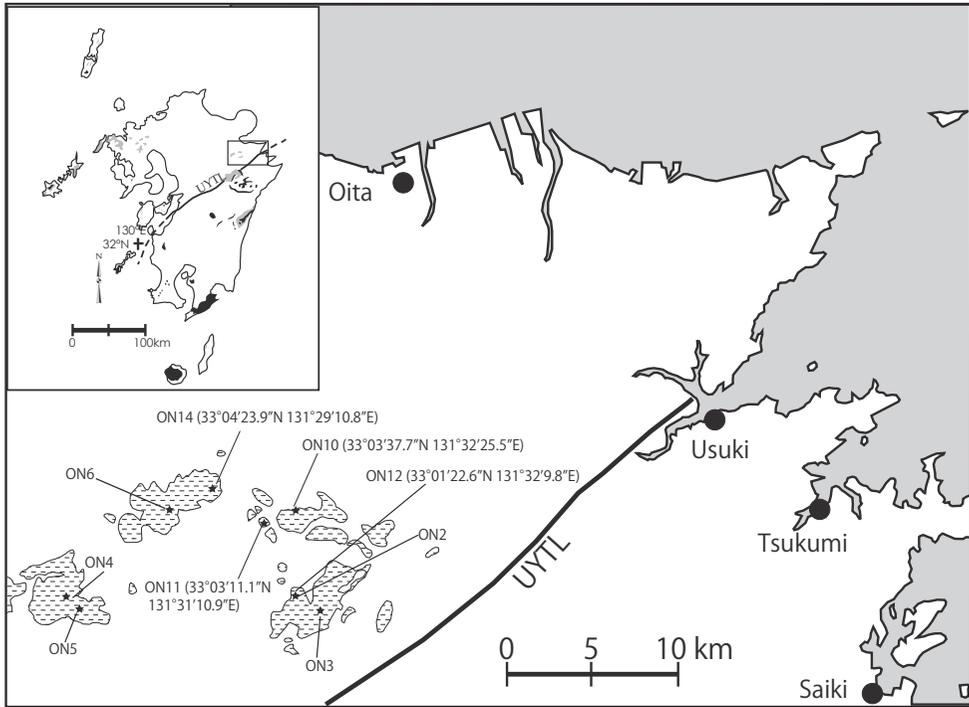
ON12a, ON12b 豊後大野市大野町片島の代三五山安山岩（試料位置，33°01'22.62"N，131°32'09.83"E）

ON14 豊後大野市四辻峠西方の三宅山火砕流堆積物（試料位置，33°04'23.9"N，131°29'10.8"E）

Figure 1 に大野火山岩類の分布と試料採取位置を前報の試料採取位置とともに示した。

## 分析方法

先述した大野火山岩類の 5 試料について、蛍光 X 線分析により全岩の主成分と微量元素組成の分析を行った。蛍光 X 線分析は、三倍希釈のガラスビードを用いて東京大学地震研究所の蛍光 X 線分析装置（RIGAKU ZSX Primus II）を用いて測定を行った。測定方法の詳細は谷ほか（2002）に基本的に従った。



**Figure 1** Index map of the Ohno volcanic rocks (modified from Teraoka et al., 1992). Sample localities of the present study and previous report are also shown. The inset shows the distribution of Middle Miocene igneous rocks in Kyushu (modified from Hamasaki, 1997) and location of the main map (box). UYTL: Usuki-Yatsushiro Tectonic Line.

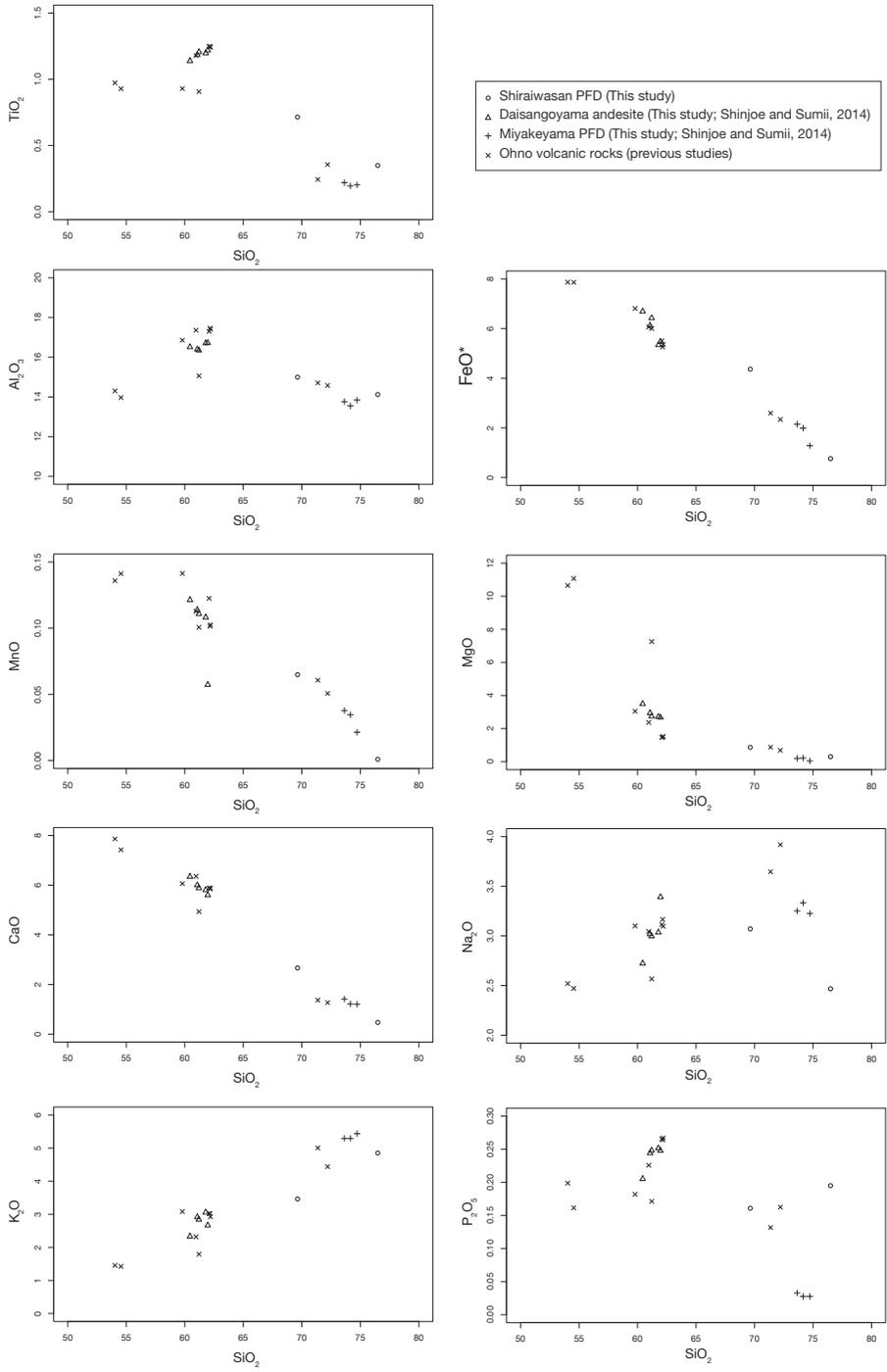
## 結果と議論

蛍光 X 線分析の結果を Table 1 に示した。主成分元素についてのハーカー図を Figure 2 に示した。比較のために、大野火山岩類についての過去の文献値（新正・角井, 2003; Tatum et al., 2003; 新正・角井, 2014）を併せてプロットした（全鉄を FeO に、酸化物の総計を 100 wt % に換算している）。前報でも述べたように、ハーカー図上で大野火山岩類は、おおむね 3 つのグループに分かれる。すなわち SiO<sub>2</sub> 量が 55 wt % 前後の高 Mg 安山岩、SiO<sub>2</sub> 量が 60~62 wt % の代三五山安山岩、SiO<sub>2</sub> 量が 70~75 wt % の珪長質火成岩である。今回分析した代三五山安山岩の 2 試料は前報の 3 試料のうち 1 試料と採取場所も近接しており、前報の分析値と良く合致している。流紋岩組成を持つ三宅山火砕流堆積物の 1 試料も前報の分析値と良く合致している。白岩山火砕流堆積物は、三宅山火砕流堆積物と比較して、同じ SiO<sub>2</sub> 量で、TiO<sub>2</sub>、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> にとみ、Na<sub>2</sub>O、K<sub>2</sub>O に乏しい。従って両者は同源のマグマから由来したものではないとみられる。

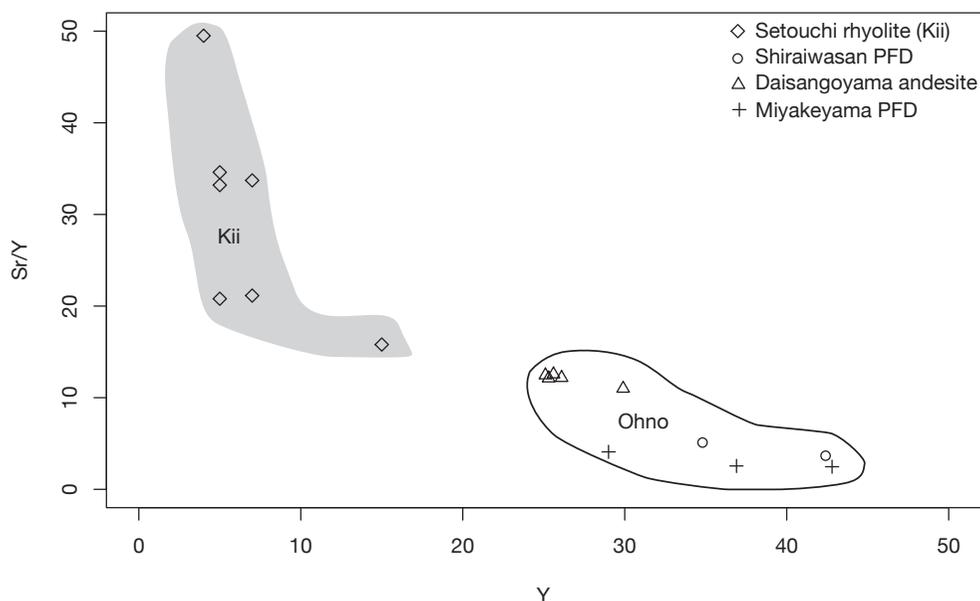
**Table 1** Results of XRF analysis

Sample code	ON10	ON11	ON12a	ON12b	ON14
Rock body	SH	SH	DA	DA	MY
SiO <sub>2</sub>	76.16	67.58	61.69	60.53	72.88
TiO <sub>2</sub>	0.35	0.69	1.20	1.19	0.19
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	14.06	14.56	16.68	16.33	13.32
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> *	0.84	4.71	5.92	5.93	2.17
MnO	0.00	0.06	0.11	0.06	0.03
MgO	0.30	0.84	2.72	2.62	0.22
CaO	0.47	2.59	5.80	5.47	1.20
Na <sub>2</sub> O	2.46	2.98	3.03	3.31	3.28
K <sub>2</sub> O	4.83	3.36	3.05	2.60	5.20
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.19	0.16	0.25	0.24	0.03
total	99.65	97.53	100.43	98.29	98.51
(ppm)					
Sc	7.6	11.6	16.2	16.2	7.6
V	18.7	54.7	96.7	90.1	11.1
Cr	11.7	28.6	35.6	36.6	1.5
Co	0.2	10.6	15.8	15.6	2.7
Ni	8.5	17.4	15.6	17.8	5.2
Zn	40.5	69.2	74.9	58.9	51.4
Ga	18.8	19.7	19.7	19.3	19.3
Rb	198	125	107	89.4	177
Sr	156	178	329	307	94.2
Y	42.4	34.8	29.9	25.3	36.9
Zr	170	288	228	213	240
Nb	12.1	14.4	14.0	13.2	15.7
Ba	457	572	538	461	891
Pb	23.3	20.8	17.4	15.0	29.3
Th	9.8	15.3	8.5	7.8	15.3

\*Total Fe as Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. SH: Shraiwasan pyroclastic flow deposit DA: Daisangoyama andesite, MY: Miyakeyama pyroclastic flow deposit



**Figure 2** Harker variation diagrams for the major element compositions of the Ohno volcanic rocks. Previously reported data of Ohno volcanic rocks (taken from Tatsumi et al., 2003, Shinjoe and Sumii, 2014 and compilation by Shinjoe and Sumii, 2003) are also plotted for comparison. FeO\*, total Fe as FeO.



**Figure 3** Sr/Y versus Y diagram of the Ohno volcanic rocks. Data of the Setouchi rhyolite in Kii peninsula (Shinjoe et al., 2007) are also plotted for comparison.

Figure 3にY量に対してSr/Y比をプロットした。このプロットは、沈み込んだスラブがマントル深度でざくろ石を融解残渣として部分融解して生じたメルトに由来するとされる、アダカイトの判別にしばしば用いられる（たとえば Defant and Drummond, 1990）。

瀬戸内火山岩類の流紋岩の中には極めてYおよび重希土類元素に乏しいものが見られる。それらの岩石は希土類元素パターンでEu負異常が小さいか欠けることが多く、斜長石が存在せずざくろ石の存在する融解残渣でのメルト生成が示唆される（新正ほか, 2007）。しかし、それらはK<sub>2</sub>Oに富む流紋岩組成なので、沈み込む海洋地殻を構成する玄武岩質の岩石ではなく、スラブ上面の堆積物がマントル深度で融解したものであることが提案されている（Shimoda and Tatsumi, 1999；新正ほか, 2007, 2008）。

Figure 3において、Yに枯渇する紀伊半島の瀬戸内流紋岩と大野火山岩類は明確に区別され、白岩山火砕流堆積物、代三五山安山岩、三宅山火砕流堆積物ともにYの枯渇が見られない。

瀬戸内火山岩類における特徴的な岩石として古くより強調される、高Mg安山岩は、当時西南日本弧下に沈み込むフィリピン海プレート（四国海盆）が高温であったため、スラブが融解したメルトが、上位のマントルウェッジかんらん岩と反応することで生成したことされている（巽, 2003）。先述の通り、紀伊半島、小豆島・高松地域、松山周辺でみられる高いSr/Y比をもつデイサイト～流紋岩（新正ほか, 2008）もその起源がスラブ上面の堆積物の融解に求められる。従ってこれらの岩石が、沈み込むスラブが高温であったという、瀬戸

内火山岩類のテクトニックな背景に対応するものであるとみなされる。

今回報告したように、大野火山岩類には、高 Mg 安山岩は出現するが、スラブ上面の堆積物の融解による珪長質火山岩類が欠けている可能性が高く、紀伊半島や四国と当時沈み込んだスラブの温度構造が異なっていた可能性を示唆する。

## 謝 辞

本研究の取りまとめに要した費用の一部は2013年度の東京経済大学個人研究助成費（13-15）による援助を受けた。蛍光 X 線分析については、東京大学地震研究所の共同利用プログラムの援助によるものである。上記して感謝の意を表したい。

## 文 献

- Defant, M.J., and Drummond, M.S. (1990) Derivation of some modern arc magmas by melting of young subducted lithosphere. *Nature*, **347**, 662-665.
- 浜崎聡志 (1997) 熊本県天草地域の火成活動の K-Ar 年代と九州内帯・外帯における中新世マグマ活動のレンジの比較. *資源地質*, **47**, 121-129.
- 松本唯一 (1933) 似而非阿蘇熔岩類 (其の一). *火山*, **1**, 1-16.
- 小野晃司 (1963) 5 万分の 1 地質図幅「久住」および説明書. *地質調査所*, 106 p.
- 柴田 賢・小野晃司 (1974) 九州中部, 大野火山岩類の K-Ar 年代. *地調月報*, **25**, 663-666.
- Shimoda, G., and Tatsumi, Y. (1999) Generation of rhyolite magmas by melting of subducting sediments in Shodo-Shima island, Southwest Japan, and its bearing on the origin of high-Mg andesites. *Island Arc*, **8**, 383-392.
- 新正裕尚・折橋裕二・和田穰隆・角井朝昭・中井俊一 (2007) 紀伊半島中新世珪長質火成岩類の全岩組成の広域的变化. *地質雑*, **113**, 310-325.
- 新正裕尚・折橋裕二・和田穰隆・角井朝昭・中井俊一 (2008) 瀬戸内火山岩の流紋岩質岩の起源について—「紀伊半島中新世珪長質火成岩類の全岩組成の広域的变化」への討論に対する回答. *地質雑*, **114**, 384-386.
- 新正裕尚・角井朝昭 (2003) 西南日本前弧の中期中新世火成岩体カタログ: その 3 九州地方. *東京経済大学人文自然科学論集*, **115**, 31-71.
- 新正裕尚・角井朝昭 (2014) 九州東部大野火山岩の全岩化学組成. *東京経済大学人文自然科学論集*, **135**, 145-155.
- Shiraki, K., Yoshioka, K., and Matsumoto, Y. (1995) Magnesian andesites in the Oono volcanic rocks, central Kyushu: westward continuation of the Setouchi volcanic belt. *Jour. Geol. Soc. Japan*, **101**, 387-392.
- 谷 健一郎・折橋裕二・中田節也 (2002) ガラスビードを用いた蛍光 X 線分析装置による珪酸塩岩石の主・微量成分分析: 3 倍・6 倍・11 倍希釈ガラスビード法の分析精度の評価. *東京大学地震研究所技術報告*, **8**, 26-36.
- Tatsumi, Y., Shukuno, H., Sato, K., Shibata, T and Yoshikawa, M. (2003) The petrology and geochemistry of high-magnesium andesites at the western tip of the Setouchi Volcanic Belt, SW

九州東部大野火山岩類の全岩化学組成（補遺）

Japan. J. Petrol., **44**, 1561-1578.

巽 好幸（2003）安山岩と大陸の起源，東京大学出版会，213 p.

巽 好幸・鳥居雅之・石坂恭一（1980）瀬戸内火山岩類の火山活動時期および分布範囲について—瀬戸内火山岩類の年代測定，その5—。火山，**25**，171-179.

寺岡易司・宮崎一博・星住英夫・吉岡敏和・酒井 彰・小野晃司（1992）犬飼地域の地質。地域地質研究報告（5万分の1地質図幅），地質調査所，129 p.