

## 石川県南部地域の手取層群に産する黒色珪質岩脈

Black-colored silica-rich veins in the Tetori Group from the southern Ishikawa Prefecture, Japan

森下知晃\* 曾田祐介\* 荒井章司\*  
脇元理恵\*\* 水田敏夫\*\*\* 石山大三\*\*\*  
佐藤比奈子\*\*\*\*

*Tomoaki Morishita\**, *Yusuke Soda\**, *Shoji Arai\**,  
*Rie Wakimoto\*\**, *Toshio Mizuta\*\*\**,  
*Daizo Ishiyama\*\*\*\** and *Hinako Sato\*\*\**

2016年3月30日受付.

2016年7月19日受理.

\* 金沢大学理工研究域自然システム学系  
Faculty of Natural System, Institute of Science and Engineering, Kanazawa University, Kakuma, Kanazawa, Ishikawa 920-1192, Japan

\*\* 日本電子株式会社  
JEOL, Akishima, Tokyo 196-0022, Japan

\*\*\* 秋田大学大学院工学資源学研究科付属環境資源学研究センター  
Center for Geo-Environmental Science, Graduate School of Engineering and Resource Science, Akita University, Akita 010-8502, Japan

\*\*\*\* 秋田大学工学大学院国際資源学研究科  
Graduate School of International Resource Sciences, Akita University, Akita 010-8502, Japan

Corresponding author: T. Morishita,  
moripta@staff.kanazawa-u.ac.jp

**Abstract: Black-colored rocks (Black-colored Rocks hereafter) occur as veins and a volcanic dike in the Tetori Group, southern Ishikawa Prefecture. The Black-colored Rocks are composed of angular lithic clasts in a fine-grained (<10–50 μm) matrix. The lithic clasts in veins are derived from the Tetori Group (mudstone, sandstone, and conglomerate), whereas those in the volcanic dike are derived from both the volcanic dike and the Tetori Group. The matrix of the Black-colored Rocks consists mainly of very fine-grained quartz (usually 10 μm in size) with minor amounts of feldspar, maghemite, and unidentified carbon-bearing fine-grains. The Black-colored Rocks contain abundant SiO<sub>2</sub> relative to the host rocks. The chondrite-normalized rare earth element (REE) pattern of the Black-colored Rocks is similar to that of their host rocks, although the REE abundance is lower in the former.**

Keywords: Black-colored silica-rich veins, Tetori Group, Petrology, XRD, Geochemistry

### はじめに

石川県南部地域に分布するジュラ紀–白亜紀の堆積岩である手取層群および手取層群に貫入する火山岩岩脈中に黒色

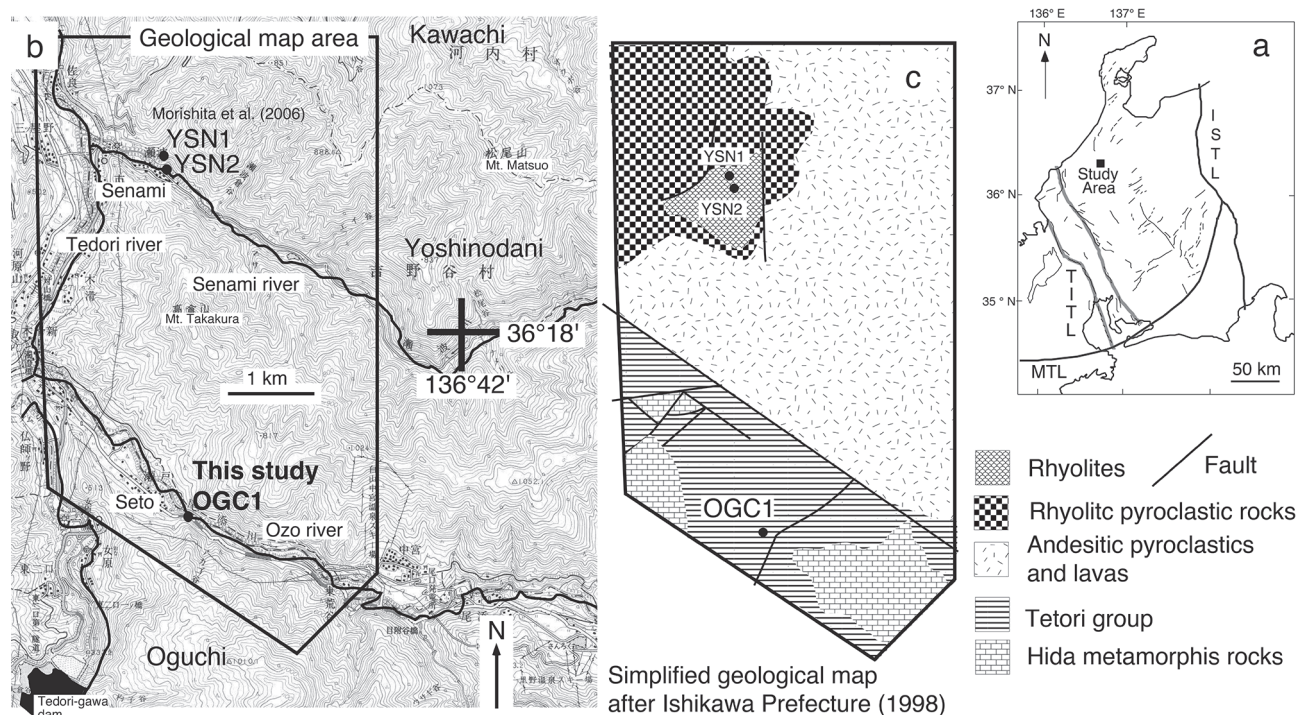
から暗褐色を呈する脈状岩石(以下、黒色珪質脈状岩石と呼ぶ)が観察された。また、本試料採取地点の近傍の手取層群の上位に位置する新第三紀火成岩類(医王山累層)が分布する地点からは、類似した特徴をもつ暗色を呈する珪質脈状岩石が報告されている(森下ほか, 2006)。

これらの暗色珪質脈状岩石の産状は、後述するように、断層岩の一種であるシュードタキライトの野外での産状(例えば, Sibson, 1975; 高木, 1991)に類似している。シュードタキライトとは黒色緻密なガラス質岩脈で、一般的に地震性の断層運動によって断層面に沿って形成された融解メルトが急冷され固結したものであると考えられている。また、シュードタキライトに似た黒色で貫入岩の産状を呈する岩石は、国内の他地域の破碎帯において報告されている(シュードタキライト様岩と呼ぶ)(Inokuma et al., 1989; 久保ほか, 1994; 細見・高木, 2001; 藤本ほか, 2004; 荒井・高木, 2006)。これらの破碎帯に伴う様々な岩石類は、破碎帯での破碎のプロセスと変質作用の記録が残されていると期待される。

このような暗色–黒色を呈する脈状岩石の形成場・形成メカニズムの解明、シュードタキライトやシュードタキライト様岩との区別を明瞭にする上でも、暗色–黒色脈状岩石の基礎データの報告、蓄積と共有が不可欠である。そこで、本稿では、この黒色脈状岩石の記載岩石学的・地球化学的データを報告する。

### 地質学的背景

本調査地域は石川県白山市(旧吉野谷村と旧尾口村)の手取川支流の尾添川、瀬波川に挟まれた標高約1000 m程度の山岳地帯である(Fig. 1)。本地域は南部から北部に向かって下位から上位の地層・岩層が分布している(鮎野ほか, 1970; 鮎野, 1993)。下位より本地域の基盤となる飛騨変成岩類、ジュラ–白亜系の礫岩・砂岩・頁岩からなる手取層群が分布する。これらの上位に新第三紀の火山岩類である安山岩質火砕岩類を主とする岩稲累層が広く分布し、調査地域の北西部に、流紋岩質火砕岩–溶岩を主とする医王山累層が分布している。飛騨変成岩類、手取層群、濃飛流紋岩類、岩稲累層には主に北東–南西走向の安山岩質–流紋岩質の火山岩岩脈が多数貫入している(石川県, 1998)。本地域の岩稲累層の形成年代は約18–20 Maと推定されている(藤井ほか, 1992; 鮎野, 1993)。本調査地域西部には19.5±0.6 Maの全岩Rb–Srアイソクロン年代を示す鷺ヶ岳月長石流紋岩が手取層群を不整合に覆い、岩稲累層に直接覆われている(石田ほか, 1998)。本地域全体を通して大小様々な断層が発達している。特に、飛騨変成岩類と手取層群が分布する地域



**Fig. 1.** (a) Map of the study area showing the distribution of active faults in central Japan, simplified from Kanaori et al. (1991). ISTL: Itoigawa–Shizuoka tectonic line. TITL: Tsurugawan–Isewan tectonic line. MTL: Median Tectonic Line. (b) Location of sample OGC1 in southern Ishikawa Prefecture, characterized by Black-colored Rocks in the Tetori Group. Base map is the 1:25,000 “Ichihara” topographical map of the Geographical Survey Institute of Japan. Sample localities of the dark-colored silica rich rocks (YSN1, YSN2), which are similar to the Black-colored Rocks, in Neogene rhyolites (the Iozen Formation) are also shown. (c) Simplified geological map of the local area from which samples were taken, after Ishikawa Prefecture (1998).

はそれぞれが断層によってブロック化し、複雑な分布を示す場合がある(前田, 1961). 今回報告を行う黒色珪質脈状岩石は主に手取層群が分布する地域(旧尾口村: OGC1) (Fig. 1)で見つかった. 調査地域北部の医王山累層が分布する地域の2カ所で(Fig. 1のYSD1およびYSD2), 今回報告する岩石類と産状が類似した“暗色珪質脈”が報告されている(森下ほか, 2006). 今回報告する岩石類との成因的關係については, 更なる検討が必要である.

### 黒色珪質脈状岩石の産状と組織

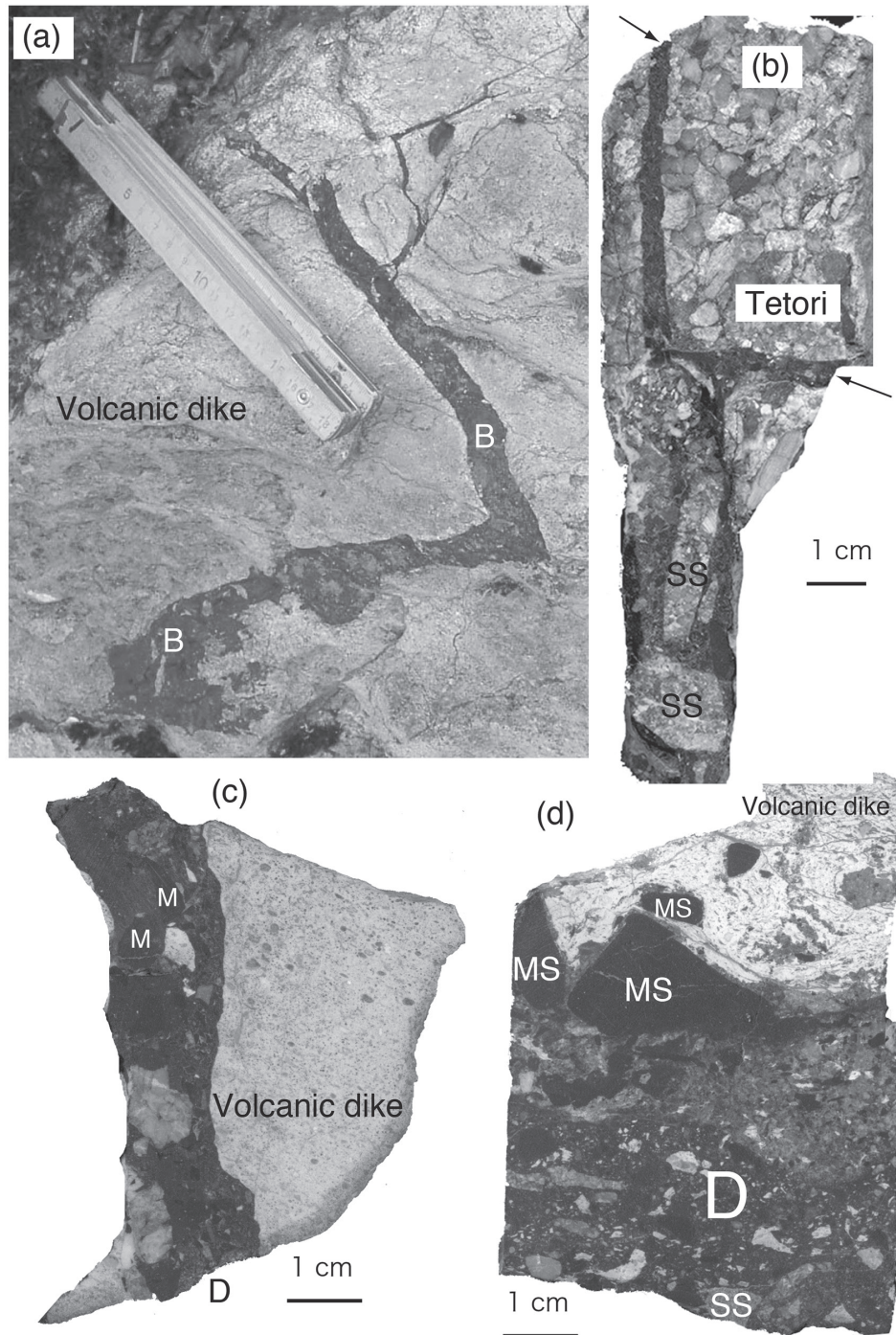
#### 1. メソスケール

OGC1地点は尾添川南岸で(Fig. 1), 手取層群が主に分布する. 本地域の手取層群は, 砂岩・頁岩が層厚数cmから1mで互相(砂岩優勢)し, 北東走向北傾斜である. 頁岩は黒色頁岩及び砂質頁岩で, 砂岩に比べて層厚が薄く, しばしば貝化石が密集している. また, 最大直径5cm程度(多くは2cm以下)の円礫・垂円礫を含むような礫岩もこれらの砂岩・頁岩と互層するように産する. 礫岩中の礫種は珪質岩, 頁岩, 砂岩からなる. これらの堆積岩類は手取層群石徹白亜層群上部桑島層に相当する. 本地点は小断層(北西走向南傾斜)がしばしば観察される. 前田(1961)は本調査地域を含む石川県南部地域の野外調査に基づき, 火山岩岩脈が断層に沿って貫入していると指摘している. 調査地域南東部には, 飛騨変成岩類が分布しているが, 手取層群のメンバーで

飛騨変成岩類を不整合に覆うと考えられている五味島礫岩層相当の地層が観察されない(Fig. 1).

黒色珪質脈状岩石は, 手取層群中の白色を呈する火山岩岩脈の一つに厚さ最大3cmの脈状岩石(Fig. 2a)として産する場合と, 周囲の手取層群中にも黒色珪質脈状岩石が堆積構造を切るようにネットワーク状に産する場合がある(Fig. 2b). 黒色珪質脈状岩石の貫入を受けている火山岩岩脈について特に, 他の火山岩岩脈と区別するために白色火山岩脈と呼ぶ. 白色火山岩脈中に産する黒色珪質脈状岩石の分布に規則性はなく, 枝分かれや, 直角に近い急角度で方向が変わるように産する場合もある(Fig. 2a). この黒色珪質脈状岩石はこの白色火山岩脈中で最長1mは連続している.

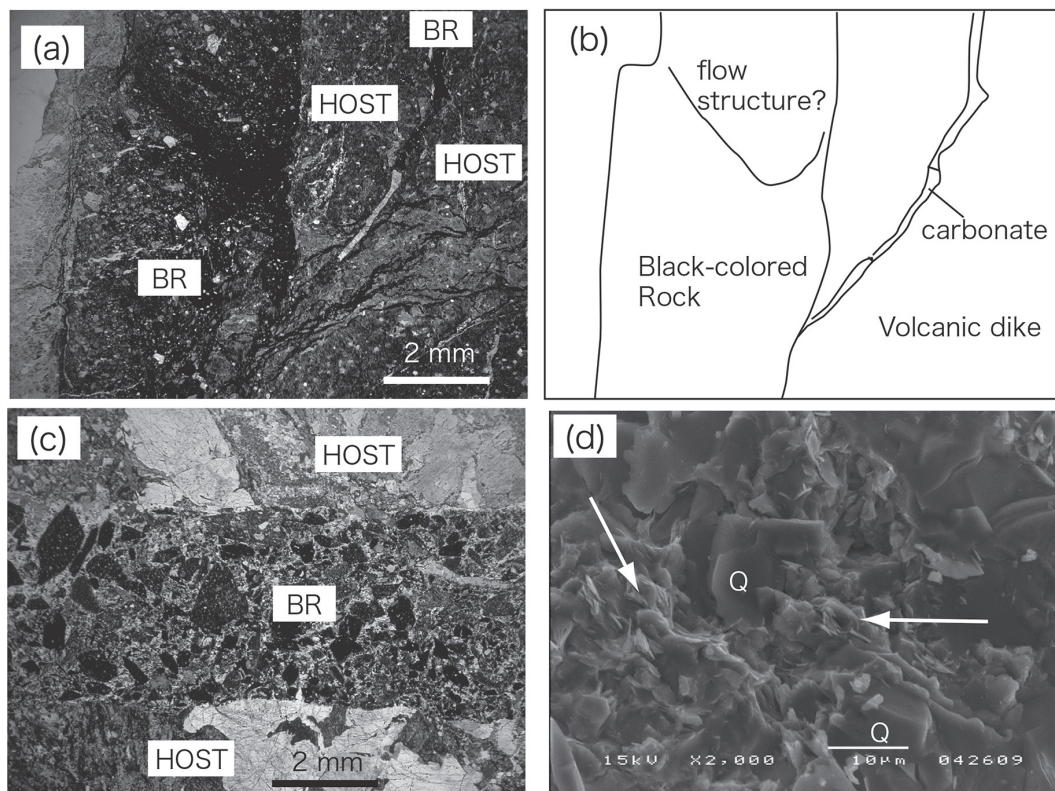
白色火山岩脈中に産する黒色珪質脈状岩石の暗色基質中には肉眼で確認できる程度の様々なサイズの岩片が含まれている(Fig. 2c). この岩片は母岩である白色火山岩脈に由来するものだけでなく, 手取層群の頁岩・砂岩・礫岩に由来する岩片も多く含まれている(Fig. 2c). 手取層群起源の岩片は最大で長径1.5cm程度で, 角礫から垂円礫を呈する. 白色火山岩脈起源の岩片は不定形である. 手取層群中に産する黒色珪質脈状岩石にも角礫から垂円礫を呈する岩片が多く含まれており, この場合, 含まれている岩片は手取層群に由来する頁岩・砂岩・礫岩のみである. いずれの岩相中の黒色珪質脈状岩石も, その脈の一部がしばしば炭酸塩鉱物で占められている.



**Fig. 2.** Photograph of an outcrop showing the occurrence and macro-texture of the Black-colored Rocks at the OGC1 locality. B: Black-colored Rocks. (a) Field occurrence of the Black-colored Rocks in a white-colored volcanic dike that intrudes alternating layers of sandstone, mudstone, and conglomerate of the Tetori Group. The Black-colored Rock vein bends sharply at a high angle. (b) Cut surface of Black-colored Rock in a conglomerate from the Tetori Group. D: Black-colored Rock. SS: sand stone. (c) Black-colored Rock situated in the white-colored volcanic dike. Note that lithic clasts in the Black-colored Rocks are derived from both the host dike and the Tetori Group. D: Black-colored Rock. MS: mud stone. (d) Black-colored Rock at a contact between the white-colored volcanic dike and alternating layers of sandstone, mudstone, and conglomerate of the Tetori Group. Note that lithic clasts, which are derived from the white-colored volcanic rock fragments and the Tetori Group (T), are randomly distributed throughout the Black-colored Rock matrix. A large white-colored volcanic dike clast (at the top of the photograph) is deformed and includes lithic clasts of the Tetori Group.

手取層群と白色火山岩脈の両方を切るように産する黒色珪質脈状岩石も確認できる。また、白色火山岩脈と手取層群の

境界付近に黒色珪質脈状岩石の基質の中に白色火山岩脈・手取層群由来の岩片が混在する (Fig. 2d)。この場合、白色火



**Fig. 3.** Microstructures of the Black-colored Rocks. Photomicrograph (a) and accompanying sketch (b) of the Black-colored Rocks from within the white-colored volcanic dike at the OGC1 sample locality. Flow structure is observed locally. (c) Photomicrograph of Black-colored Rock from the Tetori Group at the OGC1 sample locality. Note that the Black-colored Rocks consist mainly of angular lithic clasts from the Tetori Group. (d) Secondary electron microscope image of a broken surface of Black-colored Rock from the OGC1 sample locality. Note the presence of angular quartz (Q) and clay minerals (white arrows). BR: Black-colored Rock. HOST: host rock.

山岩脈に由来する岩片はしばしば著しく変形しており、手取層群起源の岩片を包有していることがある (Fig. 2d)。

## 2. マイクロスケール

黒色珪質脈状岩石のマイクロスケールの観察は金沢大学理学部設置の光学顕微鏡と電子顕微鏡 (JEOL-JSM5200LV) 及び金沢大学共同利用研究センター設置の電子顕微鏡 (JEOL-JXA8800) を使用して行った。鉱物の化学組成は JEOL-JXA8800 を使用し測定した (加速電圧 15 kV, 電流値 20 nA ビーム系 3  $\mu\text{m}$ )。

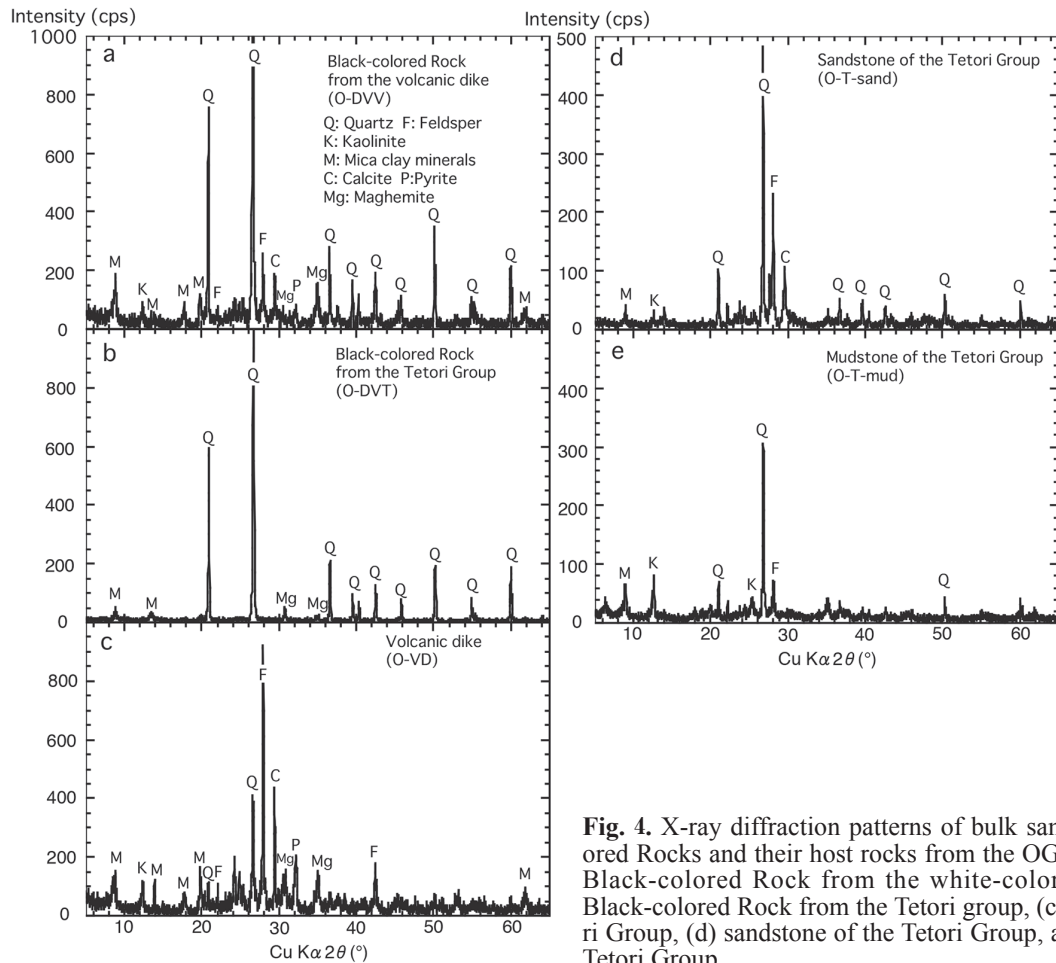
**2.1. 白色火山岩脈と手取層群** 白色火山岩脈の斑晶鉱物は自形から半自形の斜長石で、石基には斜長石が観察される。いずれの斜長石も変質している。また、本来空隙であったと思われる部分に石英や方解石が形成されており、黄鉄鉱を伴う。茶褐色のマフィック鉱物起源の変質物質も普遍的に産する。黒色珪質脈状岩石の近傍では二次的な石英・炭酸塩鉱物の形成が普遍的に観察される。手取層群中の頁岩は雲母を多く含み、砂岩は主に石英・長石類と少量の雲母で構成されており、粒間に方解石が存在する。

**2.2. 黒色珪質脈状岩石** 黒色珪質脈状岩石中には cm スケールの岩片の他に、1 mm 以下の様々なサイズの手取層群および白色火山岩脈起源の角張った砂 (岩片) が含まれている (Fig. 3a, 3b)。厚さ 1 cm 以下の細脈であっても、その大部

分をこのような岩片が占めているものがある (Fig. 3c)。また、50  $\mu\text{m}$  から 1 mm の大きさのやや角張った石英片が多く含まれている。黒色珪質脈状岩石の内部は一般的に無構造であるが、一部に流理構造のようなものが観察されることがある (Fig. 3a, 3b)。無構造部分・流理構造部分とも 10  $\mu\text{m}$  以下の石英と少量のアルカリ長石 (アルサイト  $\text{An}_2\text{Ab}_{98}\text{Or}_2$  およびカリ長石  $\text{An}_{41}\text{Ab}_{11}\text{Or}_{89}$ ) の 2 相存在が主である。電子顕微鏡による反射電子像観察において、1  $\mu\text{m}$  以下の少量の反射率が高い物質も伴う。また、方解石がしばしば脈状・レンズ状に産する (Fig. 3a, 3b)。黒色珪質脈状岩石をハンマーで粉砕して、その破砕面を電子顕微鏡で観察すると、不定形から角張った石英の周囲を葉片状の粘土鉱物が取り囲んでいる (Fig. 3d)。

## X 線粉末回折分析

黒色珪質脈状岩石と母岩の構成粒子を特定・比較するために、金沢大学理学部設置の Rigaku-RINT 1200 を使用し X 線粉末回折 (XRD) 分析を行った。それぞれのサンプルに対して、バルク粉末試料とそれとは別に変質鉱物の検出を行う目的で、風乾した試料をコクサン製遠心機 H-26F を用いて、粒径 2  $\mu\text{m}$  以下 - 0.2  $\mu\text{m}$  以上の粒子を分離・濃集したものをスライドガラスに塗布し、乾燥させた試料を用意した。ま



**Fig. 4.** X-ray diffraction patterns of bulk samples of the Black-colored Rocks and their host rocks from the OGC1 sample locality: (a) Black-colored Rock from the white-colored volcanic dike, (b) Black-colored Rock from the Tetori group, (c) mudstone of the Tetori Group, (d) sandstone of the Tetori Group, and (e) mudstone of the Tetori Group.

た、粘土鉱物をより詳しく同定するために、エチレングリコール処理(EG処理)を施した試料を用意し測定した。

サンプルとして、白色火山岩脈中の黒色珪質脈状岩石から粗粒な白色火山岩脈・手取層群起源の礫を含まないもの(O-DVV)、手取層群中の黒色脈状岩石からなるべく手取層群起源の礫や粗粒な石英脈、方解石脈を取り除き無構造な部分だけを集めたもの(O-DVT)を用意し、母岩として白色火山岩脈(O-HV)、手取層群中の泥岩(O-T-mud)、砂岩(O-T-sand)を採取した。それぞれのサンプルに対して、バルク粉末用試料と粘土鉱物用試料を準備し、測定した。

白色火山岩脈中の黒色珪質脈状岩石(O-DVV)は石英の回折線強度が最も強く、長石類、雲母類粘土鉱物、カオリン鉱物、方解石の回折線が認められた(Fig. 4a)。また、黄鉄鉱、マグヘマイトの回折線も確認される(Fig. 4a)。手取層群中の礫を取り除いた無構造部分のサンプル(O-DVT)は、石英の回折線強度が最も強く、雲母類粘土鉱物、マグヘマイトの回折線も観察される(Fig. 4b)。このことから、反射電子像観察での極微小物質はマグヘマイトである可能性が高く、マグヘマイトと下記の化学分析測定法で簡単に述べるように、極微小な炭質物の存在が、本岩石が暗色を呈する一因であると考えられる。非晶質物質やガラス質物質の存在を示す低角側の幅広い盛り上がりを示すバンド(例えば、Lin, 1996)は認めら

れない。白色火山岩脈は石英よりも長石類の回折線強度が強い(Fig. 4c)。また、雲母類粘土鉱物、カオリン鉱物、方解石、黄鉄鉱、マグヘマイトなどの回折線も認められる。手取層群中の砂岩(O-T-sand)は石英、長石類、カオリン鉱物、雲母類粘土鉱物、方解石が確認できた(Fig. 4d)。手取層群の泥岩(O-T-mud)は石英、長石類、雲母類粘土鉱物、カオリン鉱物が確認できた(Fig. 4e)。また粘土鉱物同定により、ハロイサイト、パーミキュライト/緑泥石が確認できた。

**全岩化学組成**

XRD分析で作成した粉末を使用して、黒色珪質脈状岩石(O-DVV, O-DVT)および、手取層群の泥岩(O-T-mud)、砂岩(O-T-sand)、白色火山岩脈状岩石(O-V)の主要・微量元素(O-DVVは除く)組成を測定した(Table 1)。全岩主要元素組成は、金沢大学理学部設置の蛍光X線分析装置(Rigaku System3270)を使用して測定した(Table 1)。分析方法は石田ほか(1998)に従い、岩石粉末試料0.5g、四ホウ酸リチウム5gの希釈ガラスビードを用いた方法で行った。強熱減量(LOD)は金沢大学理学部設置の差動型示唆熱天秤(Rigaku Thermoplus TG8120)を使用し、0.01gの試料をN<sub>2</sub>雰囲気室温から1000°Cまで10°C/minの割合で加熱し、そのうち80°C-1000°Cの減量として求めた。全岩

**Table 1.** Whole-rock major and trace element compositions of the Black-colored Rocks and their host rocks.

Sample Name rock type wt. %	O1 (Oguchi-Mura)					
	O h 0-3 v.d. (0-3)	O h 3-9 v.d. (3-9)	T002 m.s.	T003 s.s.	O-DV1 DV in T.	O-DV2 DV in v.
SiO <sub>2</sub>	46.31	45.77	55.49	61.53	90.15	67.61
TiO <sub>2</sub>	0.88	0.89	1.14	0.40	0.13	0.67
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	18.66	18.69	20.22	12.18	5.17	15.70
FeO*	7.88	7.99	7.54	1.74	0.45	2.41
MnO	0.12	0.12	0.06	0.14	0.02	0.05
MgO	2.65	2.80	3.44	1.02	0.52	0.84
CaO	5.44	6.13	0.70	9.53	0.99	2.23
Na <sub>2</sub> O	2.17	2.16	1.44	2.83	0.13	1.00
K <sub>2</sub> O	3.17	3.21	4.44	3.12	1.15	3.59
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.29	0.29	0.19	0.09	0.03	0.12
LOI	12.39	12.90	5.76	8.96	2.55	5.95
total	99.96	100.95	100.42	101.54	101.29	100.17

FeO\*: total iron. v.d. (0-3): volcanic dike at 0–3 cm from the Black-colored Rock (O-DV2). v.d. (3-9): volcanic dike at 3–9 cm depth from the Black-colored Rock (O-DV2). m.s.: mudstone of the Tetori Group. s.s.: sandstone of the Tetori Group. DV in T: Black-colored Rock from the Tetori Group. DV in v.: Black-colored Rock from the volcanic dike. LOI: loss on ignition.

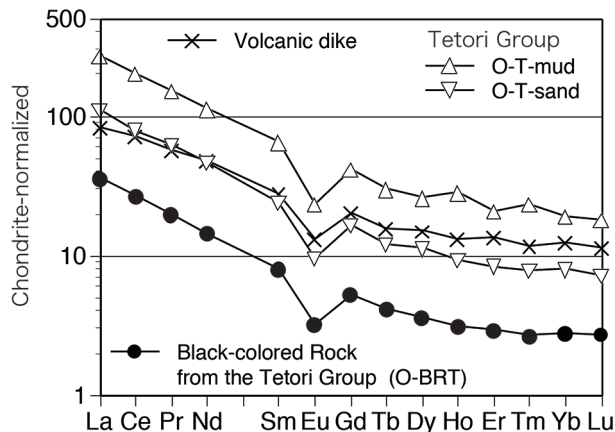
微量元素組成は、秋田大学工学資源学部設置の誘導結合プラズマ質量分析装置 (VG Elemental, PQ) を使用して測定した。測定方法は佐藤ほか(1999)に従い、岩石粉末試料 100 mg を酸分解した溶液による標準添加法で測定した。微量元素測定の際には未知試料として地質調査所の JB-1a も測定し、測定元素において推奨値の 10% 以内に収まった。全岩微量元素分析の酸分解時に O-DVT において、残存物質が認められた。このことから、金沢大学設置の NCS 元素分析装置 (株式会社アコム製, NA2500) においてバルク試料を用いて予想的な測定を行ったところ、1 wt.% を超える炭素濃度が検出された。よって、O-DVT においては、極微細な炭質物が含まれていると言えるが、その詳細については現在検討中である。また、微量元素測定における炭質物の影響については考慮していない。

### 1. 主成分元素

黒色珪質脈状岩石が貫入している白色火山岩脈は LOI が 12–13 wt.% に達する。手取層群中の礫を取り除いた黒色珪質脈状岩石の無構造部分 (O-DVT) は LOI が小さく SiO<sub>2</sub> が 90 wt.% 程度で、マイクロスケールの観察通り、ほぼ石英によって構成されており、少量の長石類を伴い、雲母類粘土鉱物や方解石の量は少ないと言える。いずれにしても、黒色珪質脈状岩石は母岩である手取層群、白色火山岩脈の組成とは大きく異なり SiO<sub>2</sub> に富んでいる。

### 2. 微量元素

コンドライト値で規格化した希土類元素 (REE) のパターンは黒色珪質脈状岩石、手取層群のサンプルも、その含有量の差はあるがよく似た軽希土類 (LREE) に富み Eu の負の異常を示す (Fig. 5)。ただし、REE 含有量は黒色珪質脈状岩石のものが低い値を示す。他の微量元素の含有量は、元素ごとの系統だった変動は見られないが、基本的に黒色珪質脈状岩石中のものが少ない。白色火山脈状岩石の REE パターンも類似した特徴を持つが、より LREE/HREE 比が他と比較



**Fig. 5.** Chondrite-normalized rare earth element patterns of the Black-colored Rocks from the Tetori Group (O-BRT), the white-colored volcanic dike, sandstone of the Tetori Group (O-T-sand), and mudstone of the Tetori Group (O-T-mud). Chondrite reference values are from McDonough and Sun (1995).

して小さい (Fig. 5)。

## ま と め

石川県南部地域の手取層群とそれに貫入する火成岩脈中に脈状・ネットワーク状に産する褐色–暗褐色を呈する緻密な岩石 (黒色珪質脈状岩石) についてその記載を行い、地球化学的特徴を明らかにした。黒色珪質脈状岩石は様々なサイズの母岩起源の岩片と主に細粒の石英で構成されているマトリクス部分によって構成されている。黒色珪質脈状岩石は母岩と比較して明らかに石英成分に富んでいる。手取層群中に産する黒色珪質脈状岩石中のマトリクス部分の希土類元素パターンは母岩である手取層群の泥岩・砂岩の希土類元素パターンと類似しているが、その含有量は黒色珪質脈状岩石のほうが母岩よりも少ない。

## 謝 辞

本研究は平成 13 年度金沢大学理学部地球学科野外調査実習の結果の一部をもとになっている。梅香 賢、藤沢亜希子、盛一慎吾、大世古光弘、佐野直樹、松本なゆた、高田盛生、南 大樹、森 尚仁、山崎まゆ、山本真也は地質調査の一部を行った。大村明雄、加藤道雄、石渡 明、長谷川卓、佐藤 努の各氏には石川県南部地域の地質についてご教示いただいた。奥野正幸氏には X 線回折分析を指導していただいた。葛木建大、渡邊弘明、大谷祐介、巻田光央の各氏には XRF・EPMA 分析の際にお世話になった。匿名の査読者と編集者の大和田正明さんのコメントにより本稿は改善された。以上の方々に厚く御礼申し上げる。

## 文 献

荒井雄祐・高木秀雄 (Arai, Y. and Takagi, H.), 2006, 石英脈を利用して発達した小断層帯—瀬戸内海手島の例—。地球惑星関連合同大会 2006 年大会講演要旨 (Japan Geosci. Union Meet.

- 2006, *Abstr.*), J162–P011.
- 藤井昭二・鮎野義夫・中川登美雄(Fujii, S., Kaseno, Y. and Nakagawa, T.), 1992, 北陸地域における新第三系の層序対比と新第三系古地理. 地質学論集(*Mem. Geol. Soc. Japan*), no.37, 85–95.
- 藤本光一郎・重松紀生・大谷具幸・金川久一・高木秀雄・小澤佳奈(Fujimoto, K., Shigematsu, N., Ohtani, T., Kanagawa, K., Takagi, H. and Ozawa, K.), 2004, 浪江周辺の畑川破砕帯. 日本地質学会第111年学術大会見学旅行案内所(114th Ann. Meet. *Geol. Soc. Japan, Excursion Guidebook*), 35–55.
- 細見幸信・高木秀雄(Hosomi, Y. and Takagi, H.), 2001, 花崗岩中に存在する断層活動に関連した暗色貫入角礫岩. 日本地質学会第108年学術大会講演要旨(108th Ann. Meet. *Geol. Soc. Japan, Abstr.*), 255p.
- Inokuma, S., Hara, I., Sakurai, Y., Toyoshima, T. and Ohtomo, Y., 1989, Deformation of granitic rocks in the Ryoke belt III. Pseudotachylite-like rocks. *DELP Publ.*, 28, 58–61.
- 石川県(Ishikawa Prefecture), 1998, 土地分類基本調査. 白峰・白川村・下梨(石川県分) (*Basic Investigation of Land Classification. Shiramine, Shirakawa-mura, Shimonashi of Ishikawa Prefecture*)\*. 石川県農林水産部農地整備課(Section of Management for Agricultural land, Division of Agriculture, Forestry and Fisheries of Ishikawa Prefectural Government), 46p.
- 石田勇人・石渡明・加々美寛雄(Ishida, H., Ishiwatari, A. and Kagami, Y.), 1998, 新第三系北陸層群の鷺走ヶ岳月長石流紋岩質溶結凝灰岩. 地質雑(*Jour. Geol. Soc. Japan.*), 104, 281–295.
- Kanaori, Y., Kawakami, S. and Yairi, K., 1991, Space-time distribution patterns of destructive earthquakes in the inner belt of central Japan: active intervals and locations of earthquakes. *Engin. Geol.*, 31, 209–230.
- 鮎野義夫・山崎正男・中西信弘・松尾秀邦・大村一夫(Kaseno, Y., Yamazaki, M., Nakanishi, N. and Omura, K.), 1970, 白山地域の地質(*Geology of the Hakusan Area*). 石川県の自然, 石川県(Nature of Ishikawa Prefecture, Ishikawa Prefecture), 1–50.
- 鮎野義夫(Kaseno, Y.), 1993, 石川県地質誌. 新版・石川県地質図(10万分の1)説明書. (*Geology of Ishikawa-ken, Japan, With Geological Maps*). 321p.
- 久保和也・柳沢幸夫・吉岡敏和・高橋浩(Kubo, K., Yanagisawa, Y., Yoshioka, T. and Takahashi, H.), 1994, 浪江及び磐城富岡地域の地質. 地域地質研究報告(5万分の1地質図幅) (*Geology of the Namie and Iwaki-Tomioka District. With Geological Sheet Map at 1: 50,000*), 地質調査所(*Geol. Surv. Japan.*), 104p.
- 前田四郎(Maeda, S.), 1961, 白山地域の手取層群の層序と構造(その2地質構造). 地質雑(*Jour. Geol. Soc. Japan.*), 67, 133–142.
- McDonough, M. F. and Sun, S.-s., 1995, The composition of the Earth. *Chem. Geol.*, 120, 223–253.
- 森下知晃・荒井章司・脇元理恵・水田敏夫・石山大三・佐藤比奈子・梅香賢・藤沢亜希子・盛一慎吾・大世古光弘・森尚仁・山崎まゆ・山本真也(Morishita, T., Arai, S., Wakimoto, R., Mizuta, T., Ishiyama, D., Sato, H., Umeka, M., Fujisawa, A., Morichi, S., Ozeko, M., Mori, T., Yamazaki, M. and Yamamoto, S.) 2006, 石川県南部地域の第三紀流紋岩(医王山累層)中に産する暗色珪質脈の岩石学的特徴. 地質雑(*Jour. Geol. Soc. Ja-*

*pan.*), 112, 273–283.

Sibson, R. H., 1975, Generation of pseudotachylite by ancient seismic faulting. *Geophys. Jour. R. Astron. Soc.*, 43, 775–794.

佐藤比奈子・石山大三・水田敏夫・石川洋平(Sato, H., Ishiyama, D., Mizuta, T. and Ishikawa, Y.), 1999, プラズマイオン源質量分析法(ICP-MS法)による岩石試料および熱水試料の希土類元素分析. 秋田大学工学資源学部研究報告(*Sci. Tech. Fac. Engin. Res. Sci., Akita Univ.*), 20, 1–8.

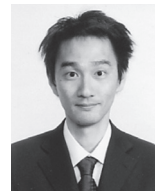
高木秀雄(Takagi, H.), 1991, 地震の化石—シュートタキライト. 地質ニュース(*Chishitu News*), no. 437, 15–25.

\* English translation from the original written in Japanese.

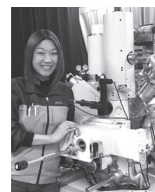
#### (著者プロフィール)



**森下知晃** 金沢大学理工研究域自然システム学系教授. 93年 金沢大学理学部卒, 99年 金沢大学大学院自然科学研究科博士後期課程修了(博士(理学)). 99年 日本学術振興会特別研究員, 01年金沢大学理学部助教, 07年 金沢大学フロンティアサイエンス機構特任准教授, 12年から現職. 研究内容: 地球深部起源物質科学. 本研究では, 地質調査・総括・原稿執筆を担当. E-mail: moripta@staff.kanazawa-u.ac.jp.



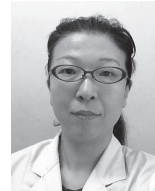
**曾田祐介** 金沢大学理工研究域自然システム学系博士研究員. 99年 早稲田大学教育学部卒, 01年アジア航測株式会社, 07年早稲田大学大学院理学院博士課程修了, 08年早稲田大学教育学部助手, 11年から現職. 研究内容: 構造地質学. 特に蛇紋岩類の岩石組織および変質過程の研究. 本研究では, 野外調査を担当. E-mail: nahco3@staff.kanazawa-u.ac.jp.



**脇元理恵** 日本電子株式会社FS事業部R&DBS. 04年 金沢大学大学院自然科学研究科博士後期課程修了(博士(理学)), 08年九州大学大学院生物資源環境科学特別研究員, 10年から現職. 本研究では, X線粉末回折分析による粘土鉱物の同定を担当. E-mail: rwakimoto@jeol.co.jp. URL: <http://www.jeol.co.jp>.



**水田敏夫** 秋田大学名誉教授. 73年東京大学理学系研究科修士課程修了. 75年より熊本大学理学部助手. 89年より秋田大学鉱山学部助教授を経て, 97年より秋田大学教授. 13年より秋田大学特任教授. 本研究では化学分析と考察を担当. E-mail: mizutt@gipc.akita-u.ac.jp



**佐藤比奈子** 秋田大学国際資源学部技術専門員. 94年 文部技術官. 06年から現職. 10年秋田大学工学資源学研究科博士後期課程修了. 本研究ではICP-MS分析を担当. E-mail: hinako@mine.akita-u.ac.jp

科学論文では, 学説の検証可能性を保証することが重要です. そのため, 地質学雑誌掲載論文には, 重要な証拠となった試料がどこで得られたかを示しているものがあります. 言うまでもないことですが, 見学や採取を行う場合, 各自の責任において地権者や関係官庁への連絡と許可の取得の必要があることにご注意下さい. 詳しくは, 以下のサイトをご覧ください.

<http://www.geosociety.jp/publication/content0073.html>