

## 茨城県大子地域のドレライト・斑れい岩の化学分析値

小泉一人<sup>1</sup>・中江 訓<sup>2</sup>・石渡 明<sup>1</sup>

Kazuto Koizumi, Satoshi Nakae and Akira Ishiwatari (2006) Chemical analysis of dolerites and a gabbro at the Daigo district in Ibaraki Prefecture, central Japan. *Bull. Geol. Surv. Japan*, vol. 57(5/6), p.191 - 195, 3 figs, 2 tables.

**Abstract:** Rock samples from dolerite and gabbro dykes intruding into cherts and sandstones of the Jurassic Ashio Terrane in the Daigo district, northwestern Ibaraki Prefecture were collected. Petrography of three dolerite and one gabbro samples were briefly described and their bulk and mineral chemical compositions were also analyzed, as shown in Tables 1 and 2.

**Keywords:** dolerite, gabbro, chemical analysis, Daigo, Ibaraki

### 要 旨

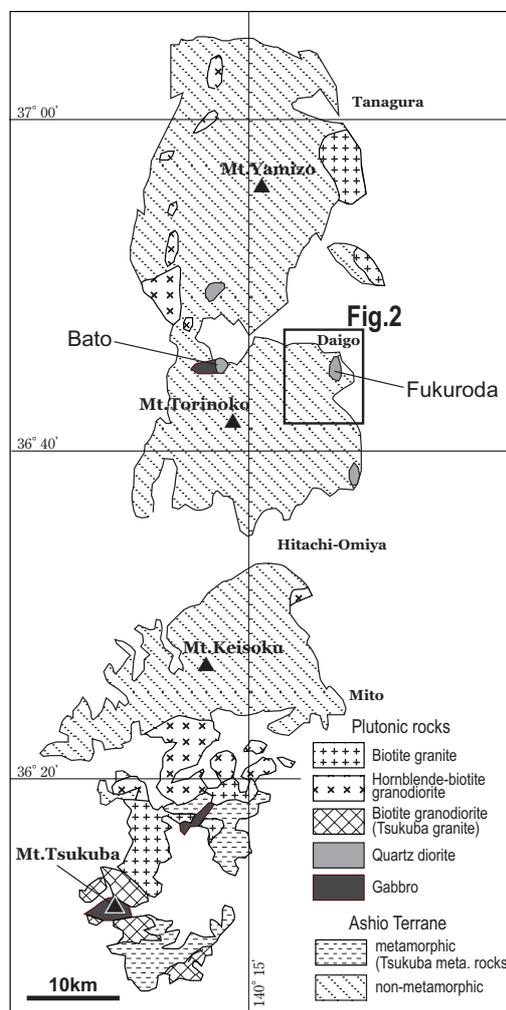
茨城県北西部に位置する大子地域において、足尾テレーンのチャート・砂岩に貫入するドレライト及び斑れい岩の岩脈から岩石試料を採取した。ドレライト3試料と斑れい岩1試料の岩石記載と全岩及び造岩鉱物の化学分析を行い、その結果を第1表及び第2表に掲げる。

### 1. はじめに

茨城県北西部と栃木県東部の県境沿いに南北に連なる八溝山地には、主に砂岩・泥岩・チャートからなる足尾テレーンが広く分布している (Kawada, 1953; 指田・堀, 2000)。これはジュラ紀に形成された付加複合体であり、石英閃緑岩・花崗閃緑岩などの花崗岩類や斑れい岩からなる深成岩体に貫入されている。花崗岩と花崗閃緑岩は 50~70 Ma の放射年代を示し、八溝山地南部の筑波山周辺では径 10~20 km 程度の比較的大きな岩体を構成している。これに対し北部の八溝山・鷲子山周辺では、約 100 Ma の放射年代を持つ石英閃緑岩・斑れい岩からなる径数 km 程度の岩体が分布している (第1図: Takahashi *et al.*, 2005)。今回、鷲子山の北東約 8 km に位置するドレライト及び斑れい岩の岩脈について全岩及び造岩鉱物の化学分析を行ったので、その結果を資料として報告する。

### 2. 試料採取

八溝山地の付加複合体に貫入した石英閃緑岩と斑れい岩については、柴田ほか (1973)、Tanaka *et al.* (1987)、並びに Takahashi *et al.* (2005) が、岩石記載のほか化学分析や年代測定などを行っている。今回の

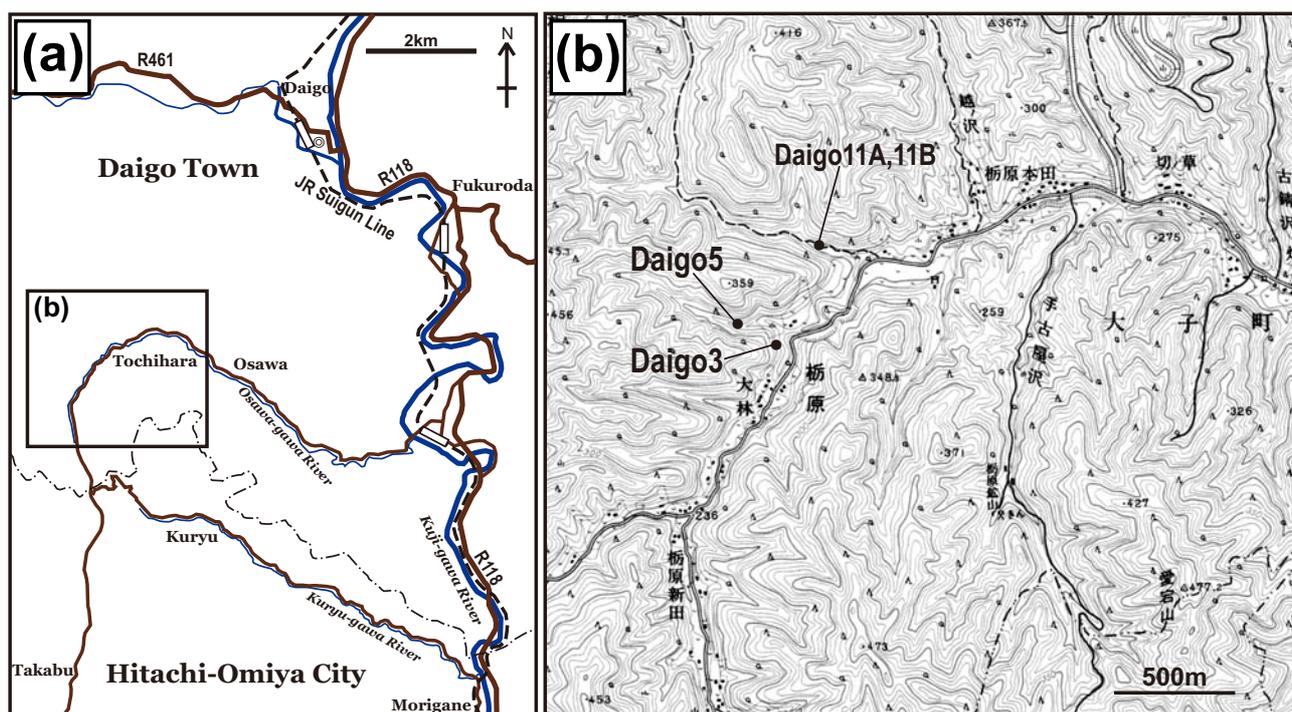


第 1 図 調査地域と八溝山地の位置図。Takahashi *et al.* (2005) を改変・簡略化。

Fig. 1 Index map showing the study area in the Yamizo mountains. Modified and simplified from Takahashi *et al.* (2005).

<sup>1</sup>金沢大学大学院自然科学研究科環境科学専攻 (Division of Environmental Science and Engineering, Graduate School of Natural Science and Technology, Kanazawa University, Kakuma, Kanazawa 920-1192, Japan).

<sup>2</sup>地質情報研究部門 (Institute of Geology and Geoinformation, GSJ).



第2図 調査地域 (a) と化学分析用岩石試料の採取地点 (b)。

Fig. 2 Study area (a) and sampling points for chemical analysis of dolerites and a gabbro plotted on a part of topographic map of "Hitachi-Omiya" at 1:25,000 scale (b).

分析に用いた試料は、柴田ほか (1973) が放射年代を報告した袋田岩体 (石英閃緑岩) と、Tanaka *et al.* (1987) が化学分析と年代測定を行った馬頭岩体 (角閃石斑れい岩) のほぼ中間地点にあたる、茨城県久慈郡大子町栃原から採取した (第2図)。

試料はすべて、チャートあるいは砂岩に貫入した幅1~2 m (最大3 m) の岩脈から採取したものであり、細粒の角閃石ドレライトないし粗粒の角閃石斑れい岩からなる。試料Daigo3は、県道西側の沢川左岸に露出したチャートに貫入した幅2~3 m の岩脈から採取した。これより約200 m 西北西に位置する試料番号Daigo5と、約500 m 北北東に位置する試料Daigo11A並びにDaigo11Bは、林道沿いの砂岩に貫入している岩脈から採取した。Daigo3, 5, 11Aは岩脈の中央部、Daigo11Bは岩脈の周縁部である。これらの岩脈の貫入方向は北西-南東ないし東西 (卓越方向はN70°W) で、チャートあるいは砂岩とは明瞭でほぼ垂直な境界面で接し、境界面近傍では急冷周縁相が認められる。

### 3. 岩石記載

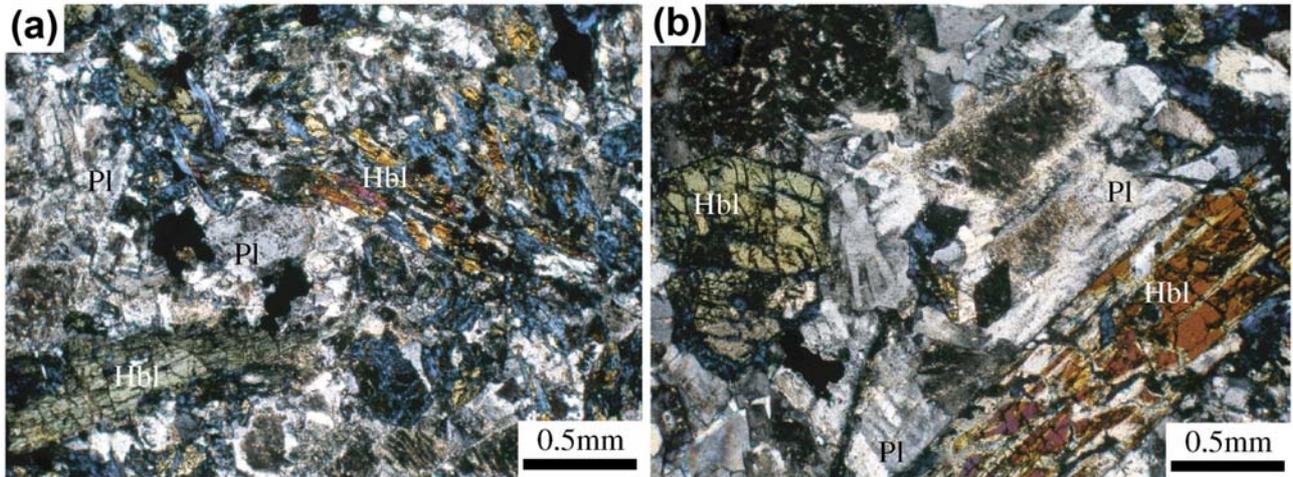
角閃石ドレライトの構成鉱物は、斜長石、普通角閃石を主とし、単斜輝石、石英を伴う。副成分鉱物として不透明鉱物、燐灰石、クロムスピネルを含む。普通角閃石

は褐色から淡緑色の多色性を示し、自形-半自形で、長径0.2~1 mmの短冊状の形が特徴的である (第3図a)。斜長石は径0.2~0.5 mmの半自形ないし自形結晶からなり、累帯構造や双晶が認められる。変質の程度は、すべての試料において斜長石はソーシュライト化しており、普通角閃石の周縁部の多くはトレモラ閃石や緑泥石に置換されている。二次鉱物としてトレモラ閃石、緑泥石、緑簾石、絹雲母、方解石、チタン石が認められる。

角閃石斑れい岩は、鉱物径が0.3~5 mmであり等粒状組織を呈する (第3図b)。主に斜長石、普通角閃石、石英から構成され、若干のカリ長石を含む。副成分鉱物として不透明鉱物、燐灰石、ジルコンが認められる。ドレライトと同様に斜長石はソーシュライト化し、普通角閃石の多くはトレモラ閃石や緑泥石に置換され、二次鉱物としてトレモラ閃石、緑泥石、絹雲母、方解石、チタン石が認められる。斜長石は自形から半自形を呈し、しばしば弱い累帯構造が認められる。普通角閃石は長柱状の半自形-自形結晶からなり、褐色から淡褐色の多色性を示す。石英は他形で他の鉱物の粒間を充填し弱い波動消光が認められる。

### 4. 化学分析結果

ドレライト3試料 (Daigo3, 5, 11B)、斑れい岩1試料



第3図 採取した岩石試料の薄片写真(クロスニコル).  
(a) 角閃石ドレライト, (b) 角閃石斑れい岩. Hbl: 普通角閃石, Pl: 斜長石.

Fig. 3 Photomicrographs of rock samples (cross-polarized light).  
(a) hornblende dolerite, (b) hornblende gabbro. Hbl: hornblende, Pl: plagioclase.

(Daigo11A)の4試料について, 全岩主要元素並びに微量元素を分析した. 分析用の試料としては主要元素・微量元素ともに, チップ状に切断した約200 gの岩石を蒸留水で洗浄乾燥させた後, 純鉄製のハンマーと台を用いて粉碎し, 炭化タンゲステンの振動ミルで粉末化したものを使用した. 分析は, 金沢大学理学部に設置されている蛍光X線分析装置(理学電機製3270型)を用い, 加速電圧50 kV, 電流20 mAで行った. 主要元素分析用の試料として, 岩石粉末0.5 gと4硼酸リチウム5 g(メルク社製)を混合し, ビードサンプラ(理学電機製)によって約1,100 °Cで融解した後に冷却させたガラスを用いた. 微量元素分析用の試料として, 岩石約5 gにポリビニルアルコール水溶液を若干混合し, 圧縮成形したペレットを用いた. 検量線は, 産総研・地質調査総合センターの標準試料(JG-1a, JG-2, JG-3, JB-1a, JB-2, JB-3, JA-2, JA-3, JR-1, JGb-1)を用いて作成した. 以上の分析結果を, 第1表に示す. 更に鉱物の化学組成は, 金沢大学理学部に設置されたエネルギー分散型X線分光装置(明石製 $\alpha$ -30A SEM-EDAX9100)を使用し, 加速電圧20 kV, 試料電流1 nAで分析した. 分析結果は第2表に示す.

すべての試料は, SiO<sub>2</sub>含有量が47~48 wt.%の塩基性岩である. MgOは斑れい岩で6 wt.%, ドレライトで8~11 wt.%であり, 特にドレライトはMgO, Ni, Crに富む. FeO\*/MgO比は特にドレライトで低く0.90~1.07の範囲であり, 斑れい岩では1.76である. Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>Oはドレライトで4~5 wt.%, 斑れい岩では5 wt.%を越える. ドレライトのAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>含有量は13~15 wt.%と比較的低く, 斑れい岩はドレライトに比べてAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, K<sub>2</sub>O, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>に富む. ドレライト, 斑れい岩ともにSr, Ba

などのLIL元素に富み, Nb, Zr, TiなどのHFS元素に乏しいことから, これらの岩石を形成したマグマは未分化なややアルカリに富む島弧玄武岩マグマであったと考えられる.

測定されたドレライトと斑れい岩の普通角閃石の鉱物化学組成は, Mg# (Mg/(Mg+Fe<sup>2+</sup>)原子比)がドレライト中(8粒測定)で0.65~0.73, 斑れい岩中(5粒測定)で0.65~0.67を示す. また, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>含有量はそれぞれ13.60~15.66 wt.%, 14.19~14.94 wt.%, TiO<sub>2</sub>含有量は1.30~1.56 wt.%, 1.55~1.78 wt.%, K<sub>2</sub>O+Na<sub>2</sub>O含有量は2.92~3.47 wt.%, 3.11~3.71 wt.%である. Leake *et al.* (1997)の分類によれば, パーガス閃石質普通角閃石に分類される. 斑れい岩中の斜長石はAb<sub>56.5</sub>An<sub>39</sub>Or<sub>4.5</sub>であり, 非常にカリウムに富む. ドレライト中のみ含まれる単斜輝石(4粒測定)のMg#は0.83~0.85, TiO<sub>2</sub>含有量は0.17~0.34 wt.%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>含有量は2.74~3.27 wt.%, Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>含有量は0.39~0.89 wt.%である. ドレライトに含まれるクロムスピネルのCr# (Cr/(Al+Cr)原子比)は0.73, Mg#は0.70, TiO<sub>2</sub>含有量は0.28 wt.%である. Arai (1992)の区分図によると島弧玄武岩の領域にプロットされる.

**謝辞:** 海洋科学技術センターの宿野浩司博士には, 蛍光X線分析の微量元素組成計算プログラム(TRCAL)を作成して頂いた. 金沢大学の町澄秋, 山崎亮の両氏には試料採取に協力して頂いた. また, 地質情報研究部門の高橋浩氏並びに地質調査情報センターの牧本博氏には査読の労をとって頂いた. 以上の方々にお礼申し上げます.

第1表 採取した岩石試料の全岩化学分析値.

Table 1 Whole-rock chemical analyses of rock samples. FeO\* is total iron as FeO.

Rock	dolerite	dolerite	dolerite	gabbro
Sample name	Daigo3	Daigo5	Daigo11B	Daigo11A
major elemets (wt.%)				
SiO <sub>2</sub>	48.10	47.92	47.06	48.19
TiO <sub>2</sub>	0.76	0.83	0.80	0.69
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	14.68	14.56	13.43	16.76
FeO*	9.00	9.78	9.53	9.90
MnO	0.21	0.19	0.19	0.16
MgO	8.44	10.07	10.55	5.64
CaO	7.95	5.73	10.92	7.27
Na <sub>2</sub> O	2.84	2.46	2.38	2.33
K <sub>2</sub> O	1.94	1.50	1.39	2.97
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.34	0.33	0.31	0.51
Total	94.26	93.37	96.56	94.42
FeO*/MgO	1.07	0.97	0.90	1.76
Na <sub>2</sub> O+K <sub>2</sub> O	4.78	3.96	3.77	5.30
major elemets (wt.%)				
SiO <sub>2</sub>	51.03	51.32	48.74	51.04
TiO <sub>2</sub>	0.81	0.89	0.83	0.73
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15.57	15.59	13.91	17.75
FeO*	9.55	10.47	9.87	10.49
MnO	0.22	0.20	0.20	0.17
MgO	8.95	10.79	10.93	5.97
CaO	8.43	6.14	11.31	7.70
Na <sub>2</sub> O	3.01	2.63	2.46	2.47
K <sub>2</sub> O	2.06	1.61	1.44	3.15
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.36	0.35	0.32	0.54
Total	100.00	100.00	100.00	100.00
Mg#	0.63	0.65	0.66	0.50
trace elements (ppm)				
Ni	132	193	176	37
Cu	75	100	66	204
Zn	78	84	71	70
Th	2	3	3	1
Rb	41	32	25	75
Sr	905	691	769	868
Y	21	23	23	25
Zr	84	82	70	97
Nb	7	8	7	10
Co	38	43	44	38
Cr	563	747	730	42
V	242	259	280	224
Ba	675	472	265	459

文 献

Arai, S. (1992) Chemistry of chromian spinel in volcanic rocks as a potential guide to magma chemistry. *Mineralogical Magazine*, **56**, 173-184.  
 Kawada, K. (1953) Geological studies on the Yamizo,

Torinoko and Toriashi mountain blocks and their neighborhood in the northeastern Kwanto district. *Sci. Rep., Tokyo Bunrika Daigaku, ser.C*, **2**, 217-307.

Leake, B. E., Woollery, A. R., Arps, C. E. S., Birch, W. D., Gilbert, M. C., Grice, J. D., Hawthorne, F. C.,

大子地域のドレライト・斑れい岩の化学分析値(小泉ほか)

第2表 採取した岩石試料の角閃石・単斜輝石・クロムスピネルの鉱物化学組成。  
Hbl: 普通角閃石, Cpx: 単斜輝石, Spl: クロムスピネル。

Table 2 Mineral chemistry of representative amphiboles, clinopyroxene and Cr-spinel in rock samples.  
Hbl:hornblende, Cpx:clinopyroxene, Spl:Cr-spinel.

Rock	dolerite	dolerite	dolerite	gabbro	dolerite
Sample name	Daigo3	Daigo3	Daigo3	Daigo11A	Daigo11B
mineral	Hbl	Cpx	Spl	Hbl	Hbl
(wt.%)					
SiO <sub>2</sub>	41.25	53.34		39.85	41.19
TiO <sub>2</sub>	1.49	0.22	0.28	1.78	1.30
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	13.95	3.27	12.89	14.54	13.85
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.10	0.74	51.79	0.02	0.08
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>			8.28		
FeO	10.83	5.23	11.23	12.38	12.53
MnO	0.14	0.19	0.46	0.11	0.23
MgO	15.32	15.69	14.64	13.85	13.99
CaO	11.81	22.46		11.90	11.91
Na <sub>2</sub> O	2.24	0.17		1.93	2.00
K <sub>2</sub> O	1.18	0.03		1.37	1.20
Total	98.31	101.34	99.58	97.73	98.28
O=	23	6	4	23	23
Si	6.040	1.930		5.926	6.077
Ti	0.163	0.006	0.007	0.199	0.144
Al	2.406	0.139	0.484	2.548	2.408
Cr	0.012	0.021	1.304	0.002	0.009
Fe <sup>3+</sup>			0.198		
Fe <sup>2+</sup>	1.326	0.158	0.299	1.539	1.546
Mn	0.018	0.006	0.012	0.013	0.029
Mg	3.341	0.846	0.695	3.068	3.076
Ca	1.853	0.870		1.895	1.882
Na	0.635	0.012		0.557	0.572
K	0.220	0.001		0.261	0.226
Total	16.015	3.990	3.000	16.008	15.969
Mg#	0.72	0.84	0.70	0.67	0.67
Cr#			0.73		

Kato, A., Kisch, H. J., Krivovichev, V. G., Linthout, K., Laird, J., Mandarino, J. A., Maresch, W. V., Nickel, E. H., Rock, N. M. S., Schumacher, J. C., Smith, D. C., Stephenson, C. N., Ungaretti, L., Whittaker, E. J. W. and Youzhi, G. (1997) Nomenclature of amphiboles: Report of the subcommittee on amphiboles of the international mineralogical association, commission on new minerals and mineral names. *American Mineralogist*, **82**, 1019-1037.

指田勝男・堀 常東 (2000) 八溝山地の中生界とユニット区分. 地質学論集, no.55, 99-106.

柴田 賢・蜂須紀夫・内海 茂 (1973) 八溝山地の花崗岩類の K-Ar 年代. 地調月報, **24**, 513-518.

Takahashi, Y., Kagashima, S. and Mikoshiba, U.M. (2005) Geochemistry of adakitic quartz diorite in

the Yamizo mountains, central Japan: Implications for Early Cretaceous adakitic magmatism in the inner zone of Southwest Japan. *Island Arc*, **14**, 150-164.

Tanaka, H., Huang, C., Nakamura, Y., Kurosawa, E. and Nobusaka, M. (1987) Petrology of an epizonal gabbroic suite: The Batow pluton, Yamizo mountains, central Japan. *Jour. Japanese Assoc. Mineral. Petrol. Econ. Geologists*, **82**, 419-432.

(受付: 2006年7月4日; 受理: 2006年9月21日)

重要地名

Yamizo 八溝, Daigo 大子, Tochihara 栃原, Bato 馬頭, Fukuroda 袋田