

伊那領家変成帯，勝間石英閃緑岩，非持トータル岩および落合花崗岩の主成分ならびに微量元素組成

Major and trace elements compositions of the Katsuma Quartzdiorite, Hiji Tonalite and Ochiai Granite in the Ina district of the Ryoke Metamorphic Belt, Southwest Japan Arc

柚原雅樹*

Masaki Yuhara*

平成28年11月30日受理

* 福岡大学理学部地球圏科学科
〒814-0180 福岡市城南区七隈8-19-1
Department of Earth System Science, Faculty of
Science, Fukuoka University, 8-19-1 Nanakuma,
Jonan-ku, Fukuoka 814-0180, Japan

Corresponding author; M. Yuhara,
yuhara@fukuoka-u.ac.jp

Abstract

Major and trace elements compositions of the Katsuma Quartzdiorite, Hiji Tonalite and Ochiai Granite in the Ina district of the Ryoke Metamorphic Belt were determined using X-ray fluorescence spectrometer at Fukuoka University. Rare earth elements (REE: La, Ce, Eu, Tb, Yb, Lu) and trace elements (Cs, Hf, Ta, U) compositions of a sample of the Katsuma Quartzdiorite also were determined by instrumental neutron activation analysis at Ehime University. K_2O , Cr, and V contents of the Hiji Tonalite are lower than that of the Katsuma Quartzdiorite, whereas most of major and trace elements compositions of them overlap one another. The Ochiai Granite has higher SiO_2 content, and plotted on extension of change trend of the Katsuma Quartzdiorite. C-1 chondrite-normalized REE pattern of the Katsuma Quartzdiorite is enriched in LREE, and depleted in HREE, and shows negative Eu anomaly.

Key Words: Katsuma Quartzdiorite, Hiji Tonalite, Ochiai Granite, major and trace elements, rare earth element, Ryoke metamorphic belt.

はじめに

柚原・加々美 (1995) は、伊那領家変成帯に分布する勝間石英閃緑岩の Rb-Sr 全岩アイソクロン年代と全岩-鉍物アイソクロン年代を報告し、岩体の冷却過程と伊那領家変成帯の熱史の解析を行った。さらに、柚原ほか (2000) は、非持トータル岩の Rb-Sr および Sm-Nd 全岩アイソクロン年代と全岩-鉍物アイソクロン年代を報告し、それらの意義について考察を行った。しかし、これらの論文は、放射年代の報告とそれらを用いたマグマ活動の時期ならびに冷却過程の解析が中心であった。そのため、柚原・加々美 (1995) は全岩化学組成 (主成分・微量元素) を報告するものの、それらの詳細な検討は行わず、柚原ほか (2000) は同位体分析を行った試料の全岩化学組成を報告していない。その後、分析機器の発達に伴い、これらの論文で報告した元素数よりも多くの微量元素の測定が可能になり (柚原・田口, 2003a, b; 柚原ほか, 2004; 高本ほか, 2005), さらに詳しい岩石学的検討が可能になった。花崗岩類の微量元素組成や希土類元素組成は、マグマの起源や分化過程の解析に極めて重要であり、異なる花崗岩体間でのそれら化学組成の比較や広域変化の検討を行うためには、これらデータの蓄積が欠かせない。特に、同位体比組成とセットになったデータは極めて重要であると考えられるが、そのような研究

は非常に少なく、十分にデータが蓄積されているとは言い難い。そのため、過去に分析値を報告した試料の蛍光 X 線分析装置による再測定作業を行ってきた (柚原, 2008, 2011a, b, 2016)。

本論文では、勝間石英閃緑岩、非持トータル岩および落合花崗岩について、新たに測定した主成分・微量元素組成と、勝間石英閃緑岩の希土類元素組成 (La, Ce, Eu, Tb, Yb, Lu) を報告する。

地質概説

伊那領家変成帯東部にあたる伊那市高遠町から駒ヶ根市東部にかけての伊那山地は、領家変成岩類とそれに貫入する領家花崗岩類より構成され、ほぼ南北にのびる中央構造線 (M.T.L.) を境に三波川変成岩類と接する (Fig.1)。領家花崗岩類は、非持トータル岩、南向花崗閃緑岩、勝間石英閃緑岩、落合花崗岩、高遠花崗岩に区分される。本地域の領家変成帯の地質および岩石については、Hashimoto (1957), Hayama (1959, 1960), 河内ほか (1983), 高木 (1984) などによる研究がある。

領家変成岩類は泥質～砂質変成岩とそれにレンズ状に挟在する少量の石灰岩およびチャート起源変成岩、角閃岩から構成される。調査地域は Morikiyo (1986) の変成分帯の VIa～VII 帯に相当し、泥質変成岩は、

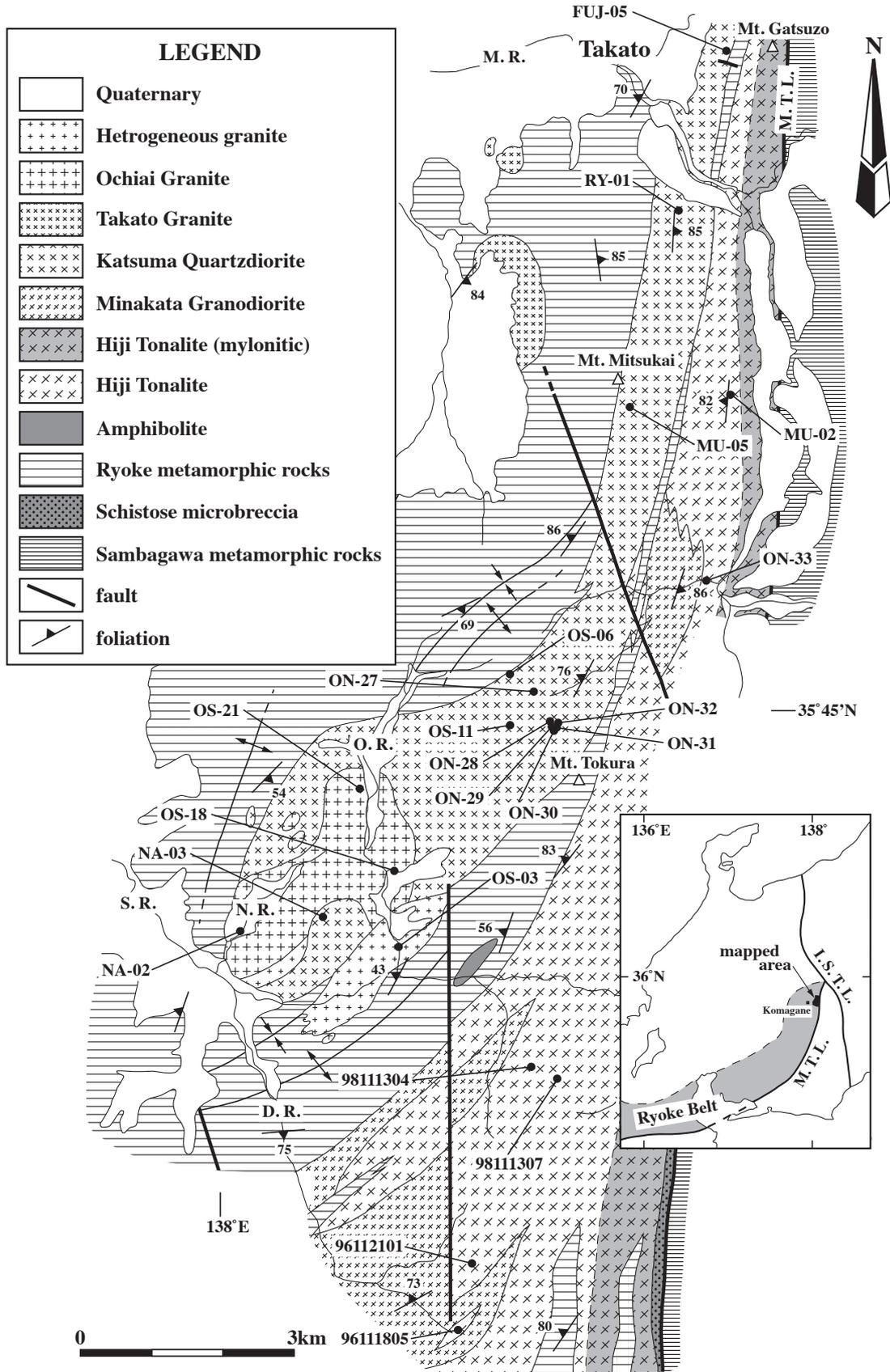


Fig.1. Geological map of the Hiji Tonalite, Katsuma Quartzdiorite and Ochiai Granite, and sample localities (after Yuhara and Kagami, 2006 and Yuhara et al., 2000).

M.R.: Mibu River, S.R.: Shingu River, N.R.: Nakasokura River, O.R.: Osokura River, D.R.: Dodomeki River.
M.T.L.: Median Tectonic Line, I.S.T.L.: Itoigawa-Shizuoka Tectonic Line.

堇青石-黒雲母, 珪線石-堇青石-黒雲母, ざくろ石-堇青石-珪線石-黒雲母などの鉱物組み合わせをもつ。これらの変成岩類は北北東-南南西~北東-南西方向の軸をもつ背斜状構造, 向斜状構造を形成している (Fig.1).

非持トータル岩は, 調査地域東縁を中央構造線沿いに南北にのびる優黒質中粒~粗粒の弱片状~片麻状の普通角閃石-黒雲母トータル岩~花崗閃緑岩である。比較的均質な岩相と縞状構造を呈する岩相が認められ, 前者は岩体の西部域に広く分布し, 後者は岩体中央付近に南北に細長く分布する (高木, 1984)。縞状構造を呈する岩相は, 優黒質な層と優白質な層との互層からなり, 各層の層厚は数 mm から数 cm である。均質な岩相には, 数 mm から数十 cm 規模のレンズ状ないし棒状の優黒質包有物が包有されることがある。中央構造線沿いでは, 幅約 1km のマイロナイト帯を形成する。本トータル岩から, 64.4~59.1Ma の Rb-Sr 全岩-鉱物アイソクロン年代 (山田ほか, 1974; 柚原ほか, 2000), 164~86Ma の Sm-Nd 全岩-鉱物アイソクロン年代 (柚原ほか, 2000), 72.3~70.4Ma の K-Ar 普通角閃石年代 (柴田・高木, 1988; Yuhara et al., 2000), 65.2±2.0Ma の K-Ar 黒雲母年代 (柴田・高木, 1988), 59.3±1.9Ma の K-Ar カリ長石年代 (柴田・高木, 1988), 70.0±1.0Ma の Ar-Ar 普通角閃石年代と 63.0~61.6Ma の Ar-Ar 全岩年代 (Dallmeyer and Takasu, 1991), 57.0~50.1Ma の FT ジルコン年代 (柴田ほか, 1993; Tagami et al., 1988), 12.2~9.28 Ma の FT 燐灰石年代 (Tagami et al., 1988; Tagami and Shibata, 1993) が報告されている。

南向花崗閃緑岩は, 調査地域南部および非持トータル岩中に露出する粗粒斑状の普通角閃石-黒雲母花崗閃緑岩であり, 領家変成岩類ならびに非持トータル岩に貫入する。本花崗閃緑岩は, 弱い面構造を呈する。中央構造線に近い部分および調査地域南部の領家変成

岩分布域において弱いマイロナイト化を被っている。本花崗閃緑岩からは, 68.1±0.9Ma の Ar-Ar 普通角閃石年代, 66.1±0.5Ma の Ar-Ar 黒雲母年代が報告されている (Dallmeyer and Takasu, 1991)。

勝間石英閃緑岩は, 調査地域の北方にあたる伊那市高遠町長藤北方から駒ヶ根市東部の新宮川・中曾倉川流域にかけて帯状に分布する (Hashimoto, 1957; Hayama, 1959; 蟹沢, 1961; 柚原・加々美, 1995)。領家変成岩類に貫入しており, 大局的に見ると, 岩体北部は周囲の変成岩類の構造にほぼ調和的に分布し, 南部では変成岩類の構造を切って分布している (Fig.1)。変成岩類と接する岩体周縁部においては, 変成岩類の片理を切って貫入しており, 変成岩類のブロックを包有する。さらに, 直径 1m 以下の斜長岩のブロックも包有する (Fig.2A)。本石英閃緑岩は, 中粒の黒雲母-普通角閃石石英閃緑岩~トータル岩であり, 岩体北部では弱い面構造が発達し, 南部では塊状となる。本岩からは, 70.6~66.3Ma の K-Ar 普通角閃石年代 (柴田・高木, 1988; Yuhara et al., 2000), 62.8Ma の K-Ar 黒雲母年代 (柴田・高木, 1988), 62.7~57.8Ma の Rb-Sr 全岩-鉱物アイソクロン年代 (柚原・加々美, 1995) が報告されている。

落合花崗岩は, 中曾倉川から大曾倉川流域に, 勝間石英閃緑岩中の小岩体として露出する。勝間石英閃緑岩との関係は不明である。本花崗岩は, 塊状の中~粗粒黒雲母~両雲母花崗岩である。新宮川, 大曾倉川流域では, 変成岩類のブロックを多量に包有する不均質な岩相を呈する (Fig.2B)。柚原・加々美 (1995) は, これを不均質花崗岩と呼んだ。落合花崗岩からは, 65.5Ma の Rb-Sr 全岩-白雲母・黒雲母アイソクロン年代 (岡野, 1982) が報告されている。

高遠花崗岩は, 調査地域北端の高遠から北に分布する中粒塊状の黒雲母-普通角閃石トータル岩~花崗閃緑岩である (柚原・加々美, 1999)。領家変成岩類に

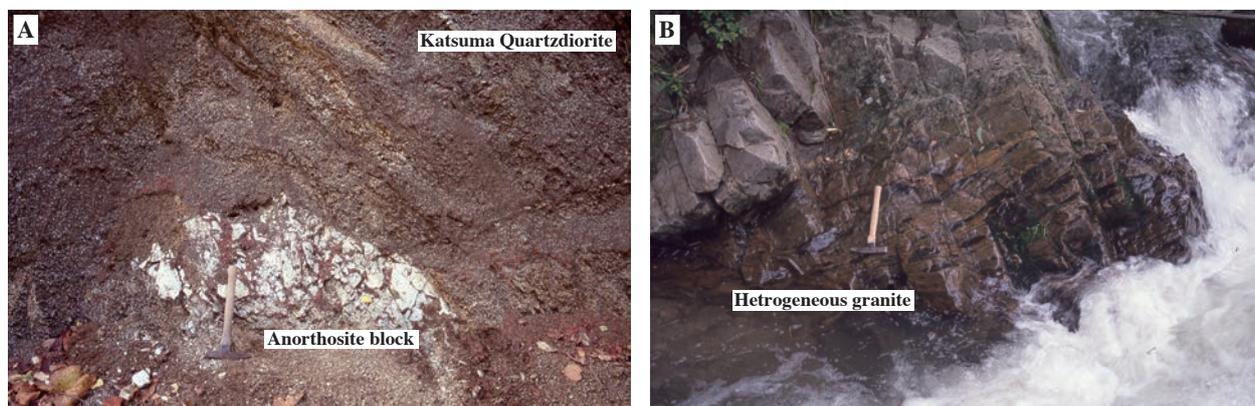


Fig.2. Photographs of anorthosite block in the Katsuma Quartzdiorite and heterogeneous granite.

貫入し、鉱物組み合わせおよび全岩化学組成から、南部の高遠トータル岩と北部の高遠花崗閃緑岩に区分される(柚原・加々美, 1999)。調査地域内では小岩体として露出する。高遠花崗岩南部に分布する高遠トータル岩からは65.8~63.9MaのK-Ar普通角閃石年代(Yuhara et al., 2000), 59.3~53.6MaのRb-Sr全岩-鉱物アイソクロン年代(柚原, 2011b)が、北部に分布する高遠花崗閃緑岩からは、85.2±6.6MaのRb-Sr全岩アイソクロン年代(柚原・加々美, 1999)が報告されている。

岩石記載

非持トータル岩は、半自形粒状組織(Fig.3A)~ポーフロクラスティック組織(Fig.3B)を呈し、主に斜長石、石英、普通角閃石、黒雲母とごく少量のカリ長石からなり、副成分鉱物として褐れん石、チタン石、緑れん石、燐灰石、ジルコン、不透明鉱物を含む。斜長石は自形~半自形で、累帯構造を示す。石英は他形で、他鉱物間を充填し、波動消光も認められる。普通角閃石は自形~半自形で、褐色~青緑色の累帯構造を示す。黒雲母は自形~半自形で、褐色、一部緑泥石化

している。中央構造線沿いではマイロナイト化により、長石の破断、石英、普通角閃石、黒雲母の多結晶化などの脆性~塑性変形を被っており、ポーフロクラスティック組織を示す。そのような岩石では、斜長石のポーフロクラストの周囲を細粒な石英、普通角閃石、黒雲母が取り囲むように配列し、面構造を形成している。このマイロナイト化による変形は、中央構造線から離れたところではかなり弱まるものの、調査地域内では西方約2.5km程度まで認められる。

勝間石英閃緑岩は、半自形粒状組織を呈し(Figs. 4A, B), 主に斜長石、普通角閃石、石英、黒雲母と少量のカリ長石からなり、副成分鉱物として燐灰石、ジルコン、チタン石、不透明鉱物を含む。斜長石は自形~半自形で、累帯構造が認められる。普通角閃石は自形~半自形で、中心部が淡褐色、周縁部が淡緑色の累帯構造を示す。黒雲母は自形~半自形、赤褐色で、一部緑泥石化している。石英とカリ長石は他形で、他鉱物間を充填する。石英には波動消光が認められる。

勝間石英閃緑岩中に包有される斜長岩(Fig.2A)は、半自形粒状組織を呈し(Fig.4C), 主に斜長石と少量の石英、普通角閃石、黒雲母からなり、副成分鉱物として燐灰石、不透明鉱物を含む。斜長石は自形~半自

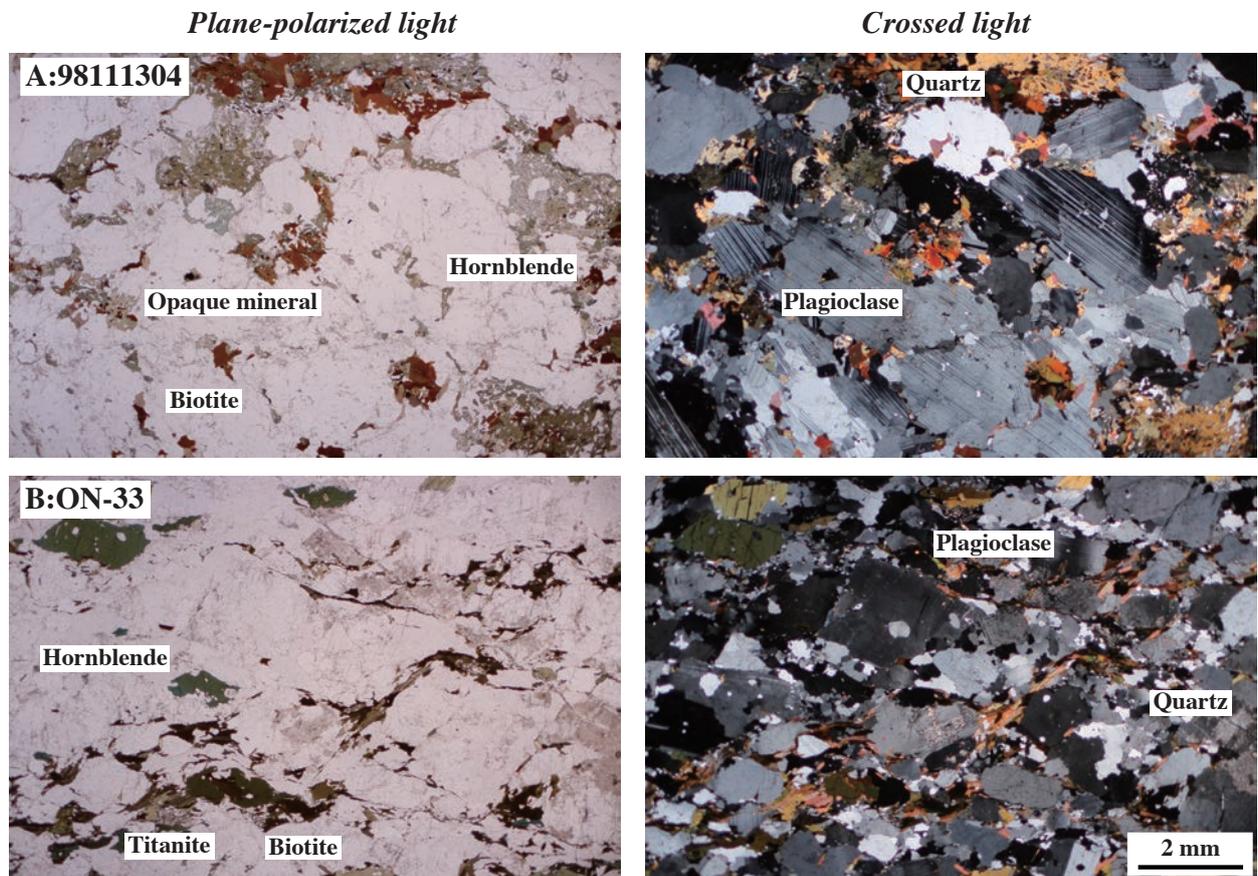


Fig.3. Photomicrographs of the Hiji Tonalite.

形で, 累帯構造が認められる. 石英は他形で, 斜長石間を充填する. 普通角閃石は半自形~他形で, 中心部が淡褐色, 周縁部が淡緑色の累帯構造を示す. 斜長石を包有する場合や, 斜長石間を充填する場合がある. 黒雲母は半自形~他形, 赤褐色で, 斜長石間を充填する場合もある.

落合花崗岩は, 半自形粒状組織を呈し (Figs.5A, B), 主に斜長石, 石英, カリ長石, 黒雲母と少量の白雲母からなり, 副成分鉱物として燐灰石, ジルコン, 不透明鉱物を含む. 斜長石は自形~半自形で, 累帯構造が認められる. 石英は他形で, 他鉱物間を充填し, 波動

消光が認められる. カリ長石は他形で, 他鉱物間を充填する. 時に大きく成長し, ポイキリティックに他鉱物を包有する場合もある. 黒雲母は自形~半自形, 褐色で, 一部緑泥石化している. 白雲母は自形~半自形である.

主成分・微量元素組成

非持トータル岩 6 試料, 勝間石英閃緑岩 10 試料, 勝間石英閃緑岩中の斜長岩ブロック 2 試料, 落合花崗岩 4 試料について, 主成分ならびに微量元素を福岡大

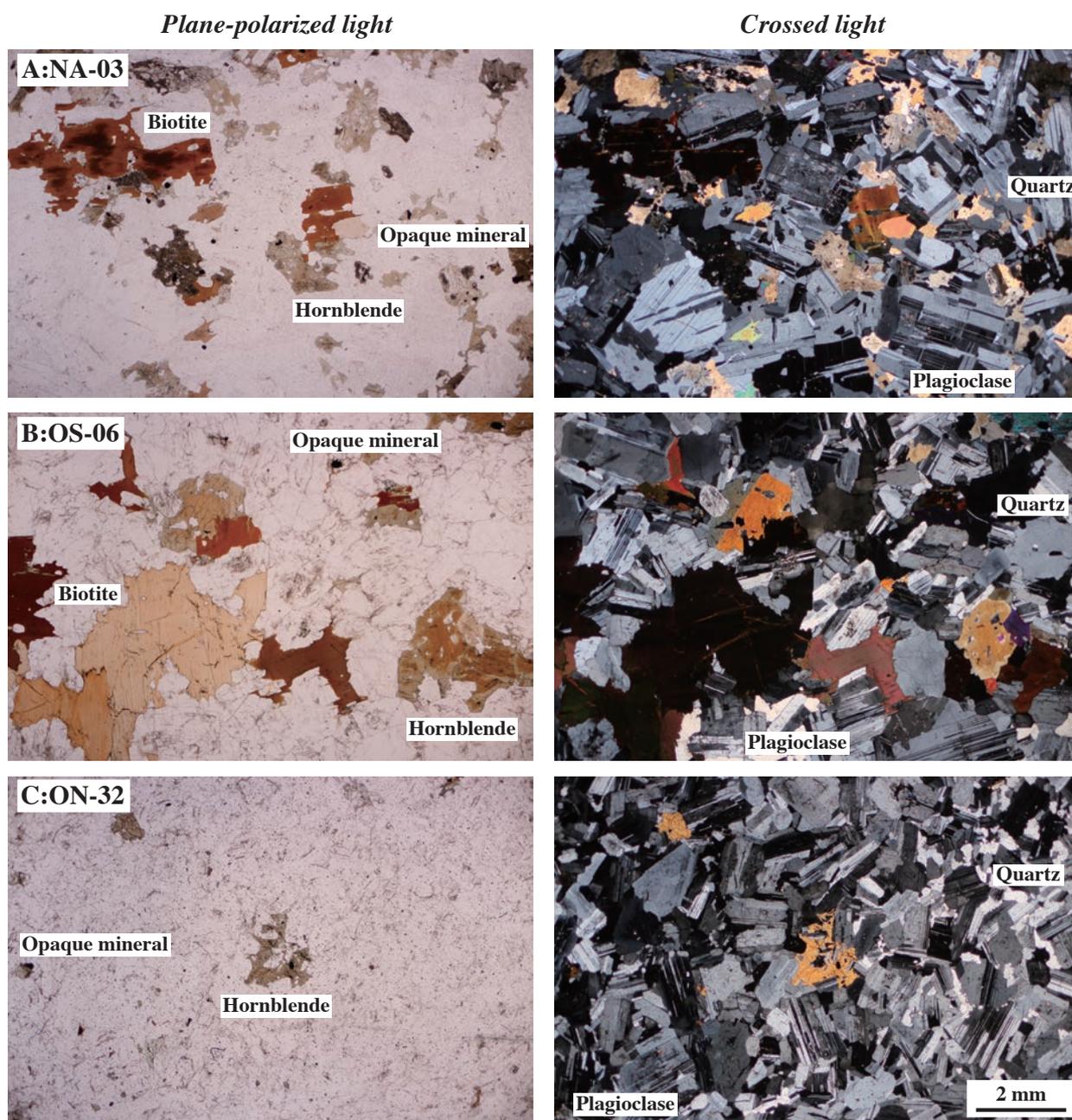


Fig.4. Photomicrographs of the Katsuma Quartzdiorite and anorthosite block.

理学部に設置の理学電機工業社製蛍光X線分析装置 ZSX100e により測定した。試料調整および測定方法は、柚原・田口 (2003a, b), 柚原ほか (2004), 高本ほか (2005) に従った。測定結果を Table 1, 2 に示す。

非持トータル岩, 勝間石英閃緑岩および落合花崗岩の SiO₂ 含有量はそれぞれ, 57.8~63.6wt.%, 52.0~62.3wt.%, 68.1~76.5wt.% であり (Tables 1, 2), 非持トータル岩が狭い組成範囲を示すのに対し, 勝間石英閃緑岩と落合花崗岩の組成幅は広い。また, 非持トータル岩と勝間石英閃緑岩はオーバーラップするが, 落合花崗岩はこれらと大きく異なり, 高い値を示す。牧野・道林 (1997) は, 非持トータル岩の様々な岩相の主成分元素組成を測定しているが, これによると, SiO₂ 含有量は 51~74wt.% の広い組成範囲を示す。したがって, 今回分析を行った試料は, これらのうちの苦鉄質組成の岩石であると考えられる。SiO₂ 含有量の増加とともに, 勝間石英閃緑岩の TiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃*, MgO, CaO, Cr, V, Zn は減少し, Ba, Rb, Zr は増加, Na₂O, K₂O, Sr, Y はほぼ一定である (Figs. 6, 7)。落合花崗岩も同様の变化傾向を示し, TiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃*, MgO, CaO, Cr, V, Zn は減少, Rb は増加, Na₂O, K₂O はほぼ一定であるが, Sr, Zr は減

少し, Y は増加, Ba はばらつく (Figs.6, 7)。いずれの場合も, 勝間石英閃緑岩の变化傾向の延長方向に落合花崗岩がプロットされる。非持トータル岩の多くの元素は, 勝間石英閃緑岩の組成とオーバーラップし, 同様な变化傾向を示す。しかし, K₂O, Cr, V は, 勝間石英閃緑岩よりも低く, K₂O は SiO₂ 含有量の増加とともにわずかに増加する。勝間石英閃緑岩のほとんどと非持トータル岩の A.S.I. (aluminum saturation index) は 1.0 以下で, メタアルミナスな組成を示すのに対し, 落合花崗岩の A.S.I. は 1.0 以上で, パーアルミナスな組成を示す (Fig.8)。斜長岩は, 勝間石英閃緑岩に比べ Al₂O₃, Na₂O, K₂O, Sr に富み, TiO₂, Fe₂O₃*, MgO, Cr, V, Y, Zn に乏しい (Figs.6, 7)。この組成は, 柚原・加々美 (1995) でも指摘されているように, 斜長石の化学組成に類似している。したがって, 斜長岩の化学組成の傾向は, 斜長石に富む (Fig.4C) ことによると考えられる。伊那領家変成帯に分布する苦鉄質岩体には, 斜長岩を伴う岩体が存在する (手塚・福沢, 1980; 手塚, 1982; 小木曾, 1984a)。したがって, 勝間石英閃緑岩マグマの上昇時にそれらを捕獲した可能性が高い。これらの斜長岩のうち, 全岩化学組成が報告されているのは, 飯田市南

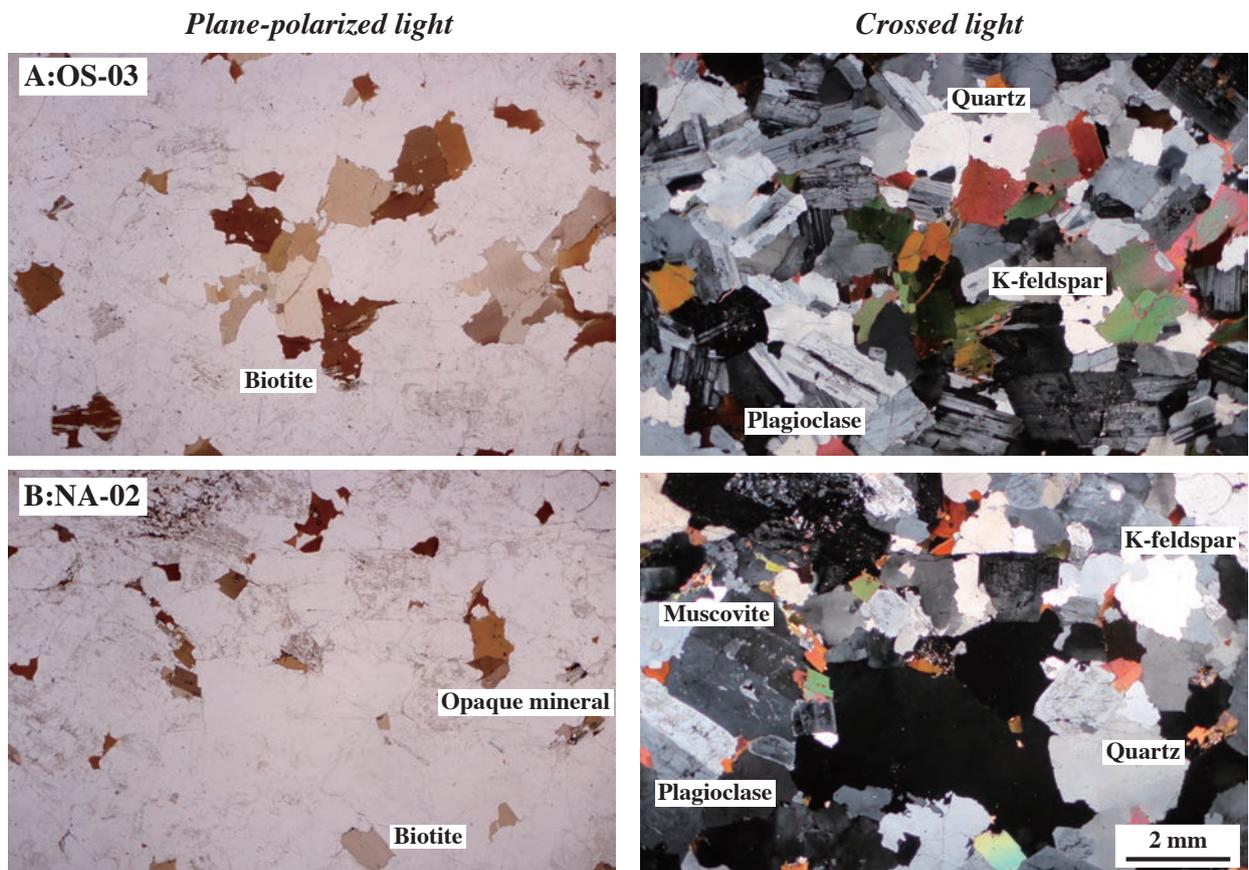


Fig.5. Photomicrographs of the Ochiai Granite.

Table 1. Whole-rock chemical compositions of the Hiji Tonalite.

Sample No.	MU-02	ON-33	96111805
SiO ₂ (wt.%)	62.58	59.63	62.20
TiO ₂	0.58	0.99	0.69
Al ₂ O ₃	15.99	16.47	16.98
Fe ₂ O ₃ *	6.11	8.26	5.95
MnO	0.15	0.13	0.11
MgO	2.95	1.78	1.91
CaO	5.07	5.78	5.16
Na ₂ O	3.86	3.95	3.66
K ₂ O	1.57	1.45	2.15
P ₂ O ₅	0.07	0.21	0.16
L.O.I.	0.85	0.99	0.53
Total	99.78	99.64	99.50

As(ppm)	n.d.	<4	n.d.
Ba	107	436	453
Cr	81	7	13
Cu	n.d.	<4	n.d.
Ga	20	24	23
Nb	11	22	11
Ni	13	<4	<4
Pb	11	11	13
Rb**	71.2	39.4	87.9
S	n.d.	79	n.d.
Sr**	217	366	424
Th	5	6	<4
V	98	89	63
Y	27	72	28
Zn	86	131	94
Zr	93	286	228

Sample No.	96112101	98111304	98111307
SiO ₂ (wt.%)	63.39	57.75	63.59
TiO ₂	0.67	0.88	0.74
Al ₂ O ₃	16.67	17.54	15.86
Fe ₂ O ₃ *	5.26	8.00	5.91
MnO	0.08	0.15	0.09
MgO	1.65	2.76	2.07
CaO	4.79	7.02	5.30
Na ₂ O	3.71	3.45	3.40
K ₂ O	1.99	1.26	1.56
P ₂ O ₅	0.14	0.16	0.11
L.O.I.	1.03	0.53	0.93
Total	99.38	99.50	99.56

As(ppm)	n.d.	<4	n.d.
Ba	453	348	323
Cr	11	24	19
Cu	n.d.	5	n.d.
Ga	23	22	21
Nb	12	14	11
Ni	<4	n.d.	<4
Pb	12	10	8
Rb**	84.5	41	58.2
S	n.d.	184	34
Sr**	456	359	390
Th	<4	6	9
V	52	92	64
Y	25	28	27
Zn	84	101	77
Zr	191	148	192

*: total iron as Fe₂O₃, **: determined by isotope dilution method (Yuhara et al., 2000), L.O.I.: loss on ignition, n.d.: not detected.

部の三穂地域のみである (小木曾, 1984b). 三穂地域の斜長岩は, カンラン石や角閃石などの苦鉄質鉱物を多く含み, 勝間石英閃緑岩中に包有される斜長岩とは鉱物組み合わせが大きく異なる. さらに, SiO₂ 含有量が 43.3~46.0wt.% とかなり低い. 勝間石英閃緑岩中の斜長岩の起源を明らかにするためには, 他の苦鉄質岩体に伴われる斜長岩の岩石記載や全岩化学組成を明らかにし, それらを比較する必要がある.

勝間石英閃緑岩の希土類元素組成

勝間石英閃緑岩の 1 試料 (ON-29) について, 中性子放射化分析により希土類元素 (La, Ce, Eu, Tb, Yb, Lu) ならびに微量元素 (Cs, Hf, Ta, U) の測定を愛媛大学において行った. 測定方法は, 佐野ほか (1995) に従った. 測定結果を Table 3 に示す. 同表には, 柚原・加々美 (1995) により同位体希釈法で定量された Sm と Nd 含有量も示した.

分析試料が 1 岩体につき 1 試料と, データ数が少ないため, 岩体間や岩体内での比較は難しい. しかし, 伊那領家変成帯に分布する花崗岩類のこれらの微量元素組成 (柚原, 2008, 2011b, 2016; 本研究) は, 領家変成帯の花崗岩の組成範囲 (Ishihara and Wu, 2001; Kutsukake, 2002; Ishihara, 2003; Ishihara and Chappell, 2007) 内にある (Fig. 9).

C-1 コンドライト (Anders and Grevesse, 1989) で規格化した勝間石英閃緑岩の希土類元素パターン (Fig. 10) は, 軽希土類元素 (La-Sm) に富み重希土類元素 (Tb-Lu) に乏しい右下がりのパターンを示す. さらに, 負の Eu 異常が認められる. このパターンは, 領家変成帯の花崗岩類のパターン (Ishihara and Wu, 2001; Kutsukake, 2002; Ishihara, 2003; Ishihara and Chappell, 2007; 柚原, 2008, 2011b, 2016) と類似する.

謝 辞

中性子放射化分析は愛媛大学教育学部の佐野 栄教授にいただいた. 立正大学地球環境科学部の川野良信教授には査読をしていただき, 有益な助言をいただいた. 以上の方々に記して感謝の意を表します.

Table 2. Whole-rock chemical compositions of the Katsuma Quartzdiorite and Ochiai Granite.

Katsuma Quartzdiorite										
Sample No.	ON-30	NA-03	ON-31	ON-27	ON-29	OS-11	FUJ-05	OS-06	RY-01	MU-05
SiO ₂ (wt.%)	51.96	54.59	54.79	56.28	56.37	58.19	58.94	59.17	61.20	62.26
TiO ₂	1.04	1.03	1.02	0.94	0.81	0.88	0.85	0.77	0.77	0.81
Al ₂ O ₃	18.01	18.38	18.25	17.86	19.24	16.98	16.63	17.17	16.64	16.13
Fe ₂ O ₃ *	10.28	8.53	8.72	8.15	6.76	7.38	7.65	6.91	6.44	6.93
MnO	0.18	0.13	0.14	0.13	0.11	0.12	0.12	0.11	0.09	0.12
MgO	5.02	4.05	4.16	4.02	3.28	3.66	3.73	3.32	2.87	2.61
CaO	8.75	7.85	7.81	7.52	7.95	7.02	3.86	6.63	6.14	5.96
Na ₂ O	3.04	3.04	3.09	3.00	3.35	2.86	3.43	2.99	3.02	3.45
K ₂ O	0.86	1.20	0.91	1.06	0.96	1.47	2.24	1.60	1.17	0.76
P ₂ O ₅	0.13	0.15	0.15	0.13	0.11	0.12	0.11	0.10	0.10	0.11
L.O.I.	0.83	0.62	0.89	0.91	0.90	0.73	2.73	0.88	1.33	0.68
Total	100.10	99.57	99.93	100.00	99.84	99.41	100.29	99.65	99.77	99.82
As(ppm)	<4	<4	<4	<4	<4	<4	n.d.	11	<4	<4
Ba	252	265	237	287	236	363	564	340	533	292
Cr	45	47	38	42	34	48	52	40	34	29
Cu	31	7	13	13	9	4	10	7	5	n.d.
Ga	20	21	21	20	22	19	18	19	19	20
Nb	9	9	9	8	8	8	9	7	5	9
Ni	16	15	15	15	11	10	16	12	11	12
Pb	6	7	8	7	9	8	10	11	5	8
Rb	23.3**	39.8**	26.4**	34	29.6**	52.7**	87	55.8**	37.5**	29
S	4	315	n.d.	6	n.d.	86	n.d.	62	n.d.	<3
Sr	401**	424**	418**	411	452**	365**	336	369**	401**	417
Th	<4	<4	<4	<4	6	<4	<4	9	<4	5
V	161	164	178	163	130	149	147	134	124	129
Y	19	21	24	20	23	21	27	21	13	25
Zn	104	87	89	85	71	75	74	74	63	85
Zr	21	126	177	51	101	94	186	141	173	251

Anorthosite block			Ochiai Granite			
Sample No.	ON-28	ON-32	OS-03	NA-02	OS-21	OS-18
SiO ₂ (wt.%)	58.72	57.09	68.14	74.65	76.18	76.48
TiO ₂	0.21	0.15	0.59	0.17	0.05	0.04
Al ₂ O ₃	23.8	25.93	15.16	14.01	13.12	13.01
Fe ₂ O ₃ *	0.99	0.77	4.44	1.29	0.99	0.80
MnO	0.02	0.02	0.07	0.03	0.03	0.02
MgO	0.47	0.44	1.95	0.32	0.06	0.05
CaO	7.36	9.36	3.72	1.37	0.73	0.64
Na ₂ O	5.33	5.06	2.97	3.10	3.48	3.62
K ₂ O	0.59	0.34	1.92	4.58	4.99	4.91
P ₂ O ₅	0.00	0.00	0.07	0.00	0.00	0.00
L.O.I.	2.20	0.51	0.67	0.48	0.45	0.50
Total	99.69	99.67	99.70	100.00	100.08	100.07
As(ppm)	<4	<4	59	52	<4	<4
Ba	128	127	358	918	72	58
Cr	10	5	29	8	5	3
Cu	5	4	<4	<4	n.d.	<4
Ga	21	26	18	16	19	20
Nb	<5	<5	8	6	10	11
Ni	7	10	9	8	13	9
Pb	13	14	11	28	29	33
Rb	16	13	120	138	200	244
S	n.d.	n.d.	43	3	8	35
Sr	577	660	245	157	22	14
Th	5	<4	<4	19	22	26
V	20	17	75	19	<4	5
Y	<6	<6	14	21	37	26
Zn	14	10	56	18	23	23
Zr	23	n.d.	152	140	85	71

*: total iron as Fe₂O₃, L.O.I.: loss on ignition, n.d.: not detected.

** : determined by isotope dilution method (Yuhara and Kagami, 1995)

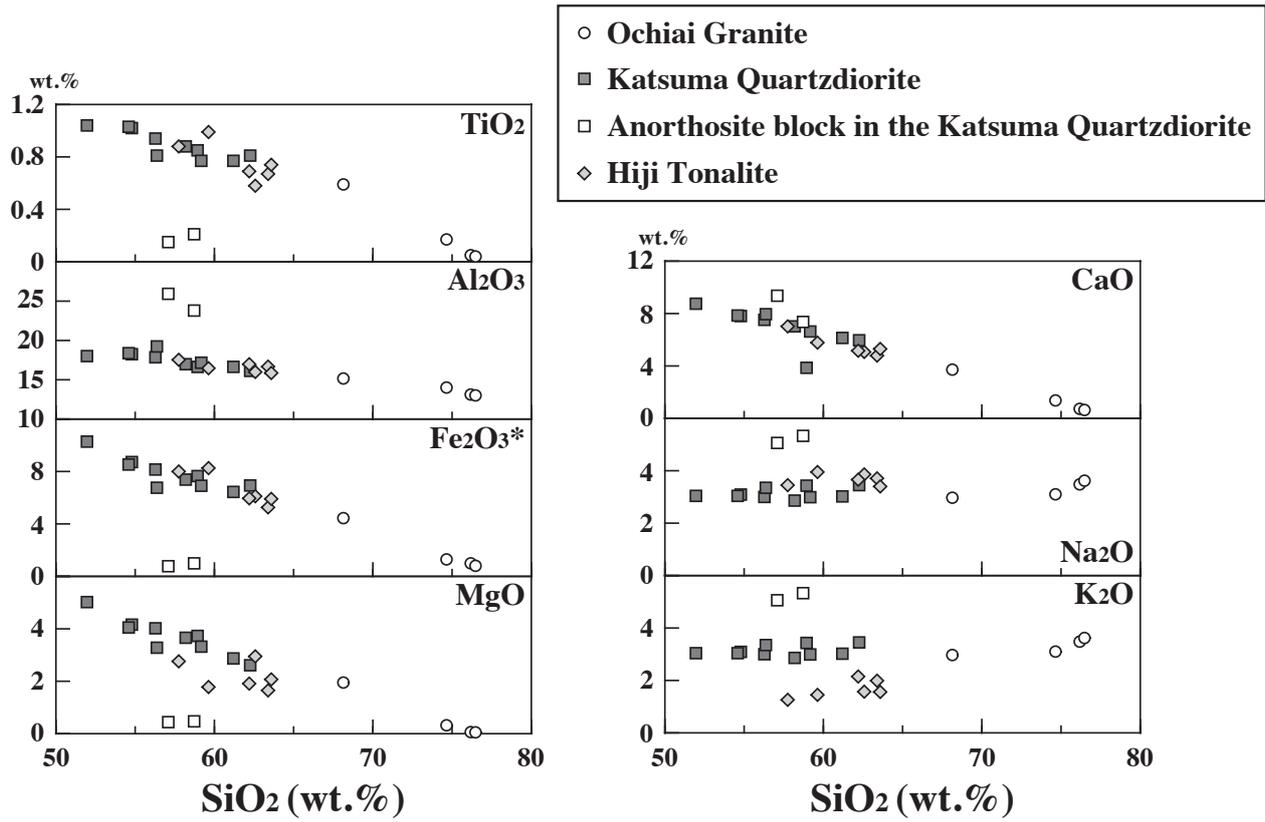


Fig.6. SiO₂-major elements diagrams of the Hiji Tonalite, Katsuma Quartzdiorite and Ochiai Granite.

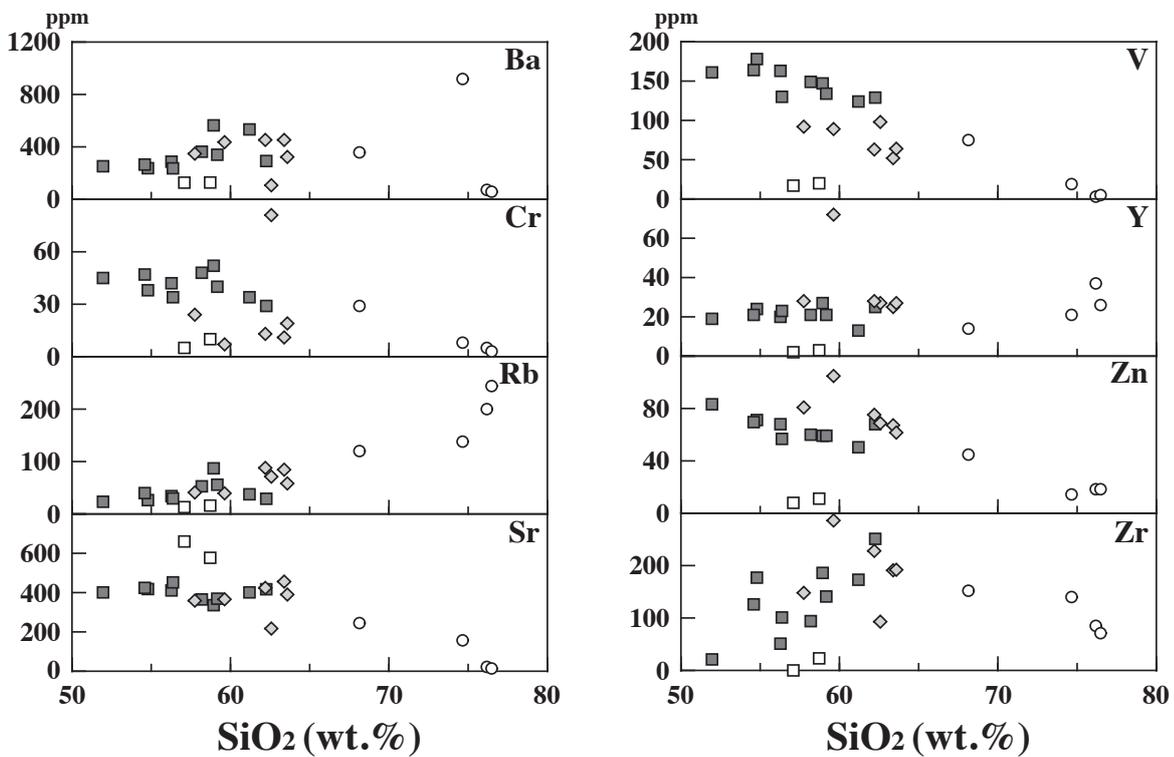


Fig.7. SiO₂-trace elements diagrams of the Hiji Tonalite, Katsuma Quartzdiorite and Ochiai Granite.

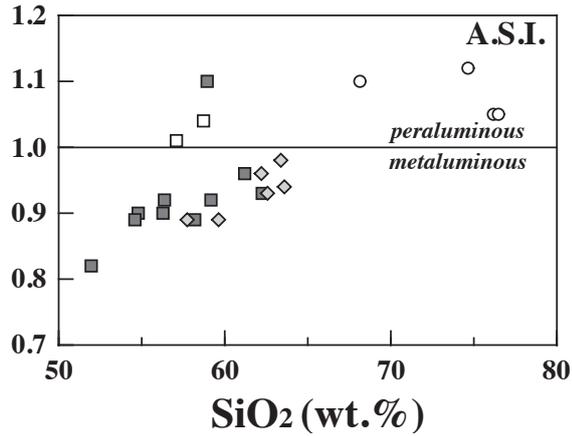


Fig.8. SiO₂- A.S.I. (aluminum saturation index) diagram of the Hiji Tonalite, Katsuma Quartzdiorite and Ochiai Granite.

Table 3. Whole-rock rare earth element compositions of the Katsuma Quartzdiorite.

Sample No.	ON-29
Cs(ppm)	1.90
La	15.55
Ce	32.88
Nd*	19.1
Sm*	4.42
Eu	1.12
Tb	0.76
Yb	2.02
Lu	0.29
Hf	2.86
Ta	0.94
U	1.07

*: determined by isotope dilution method (Yuhara and Kagami, 1995).

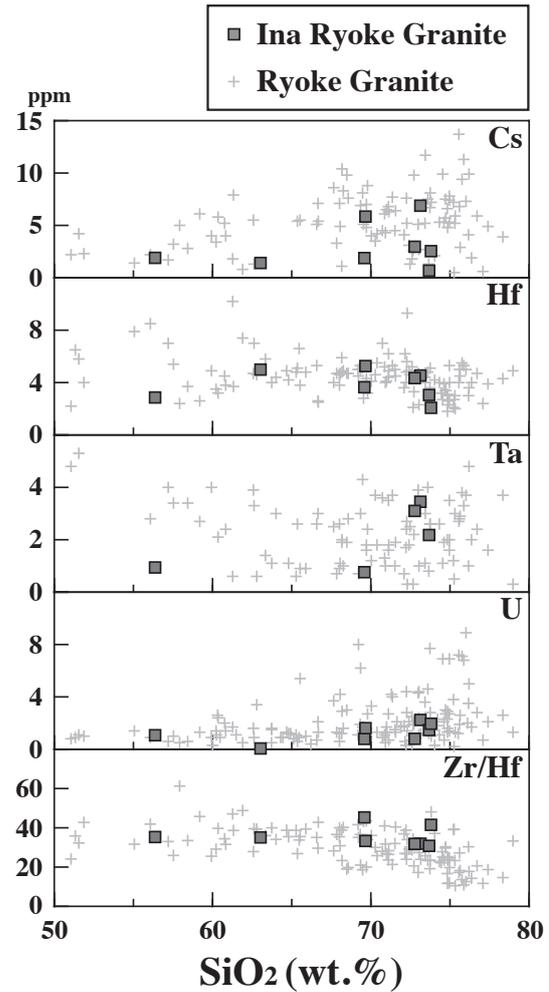


Fig.9. SiO₂-trace elements diagrams of granites in the Ryoke metamorphic Belt.

Data source: Ishihara and Wu (2001), Kutsukake (2002), Ishihara (2003), Ishihara and Chappell (2007), Yuhara (2008, 2011b, 2016) and this study.

文 献

Anders, E. and Grevesse, N., 1989, Abundances of the elements: Meteoritic and solar. *Geochim. Cosmochim. Acta*, **53**, 197-214.

Dallmeyer, R. D. and Takasu, A., 1991, Middle Paleocene terrane juxtaposition along the Median Tectonic Line, southwest Japan: evidence from ⁴⁰Ar/³⁹Ar mineral ages. *Tectonophysics*, **200**, 281-297.

Hashimoto, M., 1957, On the basic plutonic rocks of Miwa and Inasato district, Nagano Pref., Central Japan. *Bull. Nat. Sci. Mus.*, **3**, 137-155.

Hayama, Y., 1959, The Ryoke granitic rocks in Komagane district, Nagano Pref., Japan. *Jap. Agric. Jour., Tokyo Univ. Agric.* **5** (2), 1-35.

Hayama, Y., 1960, Geology of the Ryoke metamorphic belt in the Komagane district, Nagano Prefecture, Japan. *Jour. Geol. Soc. Japan*, **66**, 87-101.

Ishihara, S., 2003, Chemical contrast of the Late Cretaceous granitoids of the Sanyo and Ryoke Belts, Southwest Japan: Okayama - Kagawa transect. *Bull. Geol. Surv. Japan*, **54**, 95-116.

Ishihara, S. and Chappell, B. W., 2007, Chemical compositions of the Late Cretaceous Ryoke granitoids of the Chubu District, central Japan - Revisited. *Bull. Geol. Surv. Japan*, **58**, 323-350.

Ishihara, S. and Wu, C., 2001, Genesis of Late Cretaceous - Paleogene granitoids with contrasting chemical trends in the Chubu District, central Japan. *Bull. Geol. Surv. Japan*, **52**, 471-491.

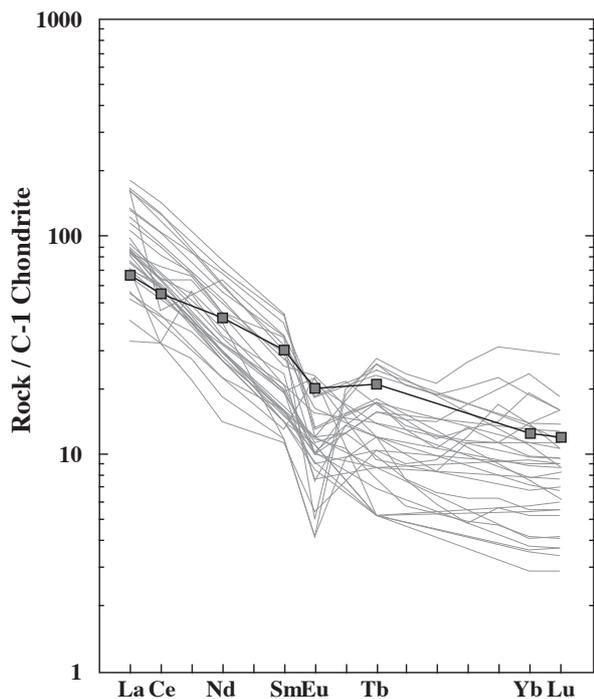


Fig.10. C-1 chondrite-normalized rare earth element abundances of the Katsuma Quartzdiorite.

Normalization value by Anders and Grevesse (1989).

Grey lines indicate patterns of granitic rocks in the Ryoke metamorphic belt (Ishihara and Wu, 2001; Kutsukake, 2002; Ishihara, 2003; Ishihara and Chappell, 2007; Yuhara, 2008, 2011b, 2016).

蟹沢聡史, 1961, 長野県高遠地方の領家深成岩類. 岩鉱, **46**, 111-118.

河内洋佑・湯浅真人・片田正人, 1983, 市野瀬地域の地質. 地域地質研究報告 (5 万分の 1 図幅), 地質調査所, 70p.

Kutsukake, T., 2002, Geochemical characteristics and variations of the Ryoke granitoids, Southwest Japan: petrogenetic implications for the plutonic rocks of a magmatic arc. *Gondwana Res.*, **5**, 355-372.

牧野剛士・道林克禎, 1997, 中部地方中央構造線沿いに露出するマイロナイトの全岩主成分元素組成. 静岡大学地球科学研究報告, **24**, 1-13.

Morikiyo, T., 1986, Hydrogen and carbon isotope studies on the graphite-bearing metapelites in the northern Kiso district of Central Japan. *Contrib. Mineral. Petrol.*, **94**, 165-177.

小木曾勝弥, 1984a, 長野県飯田市三穂地域の塩基性岩類 (I) - 野外の産状と岩石学的性質 -. 岩鉱, **79**, 187-199.

小木曾勝弥, 1984b, 長野県飯田市三穂地域の塩基性岩類 (II) - 岩石化学的性質 -. 岩鉱, **79**, 239-248.

岡野 修, 1982, 長野県駒ヶ根地域領家帯の日曾利花

崗岩体の Sr 同位体比. 三鉱学会昭和 57 年秋季連合学術講演会要旨, 88.

佐野 栄・田崎耕市・田村洋子・中野幸広・武内孝之, 1995, 中性子放射化分析法による標準岩石試料の分析. 愛媛大学教育学部紀要, 第 III 部, 自然科学, **16**, 21-29.

柴田 賢・高木秀雄, 1988, 中央構造線沿いの岩石および断層内物質の同位体年代 - 長野県分杭峠地域の例 -. 地質雑, **94**, 35-50.

柴田 賢・高木秀雄・稲崎富士・内海 茂, 1993, 赤石山地, 青崩峠地域の戸台構造帯の花崗岩類とその放射年代. 地質雑, **99**, 135-144.

Tagami, T., Lal, N., Sorkhabi, R. and Nishimura, S., 1988, Fission track thermochronologic analysis of the Ryoke belt and the Median Tectonic Line, Southwest Japan. *Jour. Geophys. Res.*, **93**, 13705-13715.

Tagami, T. and Shibata, K., 1993, Fission track ages on some Ryoke granitic rocks along the Median Tectonic Line, Southwest Japan. *Geochem. Jour.*, **27**, 403-406.

高木秀雄, 1984, 長野県高遠～市ノ瀬地域における中央構造線沿いの圧砕岩類. 地質雑, **90**, 81-100.

高本のぞみ・柚原雅樹・古川直道, 2005, 福岡県東部, 今川・祇川流域の元素濃度分布. 福岡大学理学集報, **35** (2), 41-66.

手塚恒人, 1982, 伊那山脈領家帯資料 安康南沢苦鉄質岩体から見いだされたエメリー様捕獲岩ほか 8 点. 下伊那教育会自然研究紀要, **5**, 53-72.

手塚恒人・福沢 宏, 1980, 安康南沢苦鉄質岩体について. 下伊那教育会自然研究紀要, **3**, 81-111.

山田直利・片田正人・端山好和・山田哲雄・仲井 豊・杓掛俊夫・諏訪兼位・宮川邦彦, 1974, 中部地方領家帯地質図 (20 万分の 1), 地質調査所.

柚原雅樹, 2008, 讚岐領家変成帯, 庵治花崗岩の微量元素ならびに希土類元素組成. 福岡大学理学集報, **38** (2), 45-51.

柚原雅樹, 2011a, 伊那領家変成帯に産する変成岩の微量元素ならびに希土類元素組成. 福岡大学理学集報, **41**, 39-50.

柚原雅樹, 2011b, 伊那領家変成帯, 高遠花崗岩の微量元素ならびに希土類元素組成. 福岡大学理学集報, **41**, 207-215.

柚原雅樹, 2016, 伊那領家変成帯, 太田切花崗岩類の微量元素ならびに希土類元素組成. 福岡大学理学集報, **46**, 69-76.

柚原雅樹・古川直道・田口幸洋, 2004, 粉末ペレット法による珪酸塩・炭酸塩岩石の微量元素の蛍光 X 線分析. 福岡大学理学集報, **34** (1), 43-49.

柚原雅樹・加々美寛雄, 1995, 勝間石英閃緑岩の冷却

史. 地質雑, **101**, 434-442.
柚原雅樹・加々美寛雄, 1999, 伊那領家帯, 高遠花崗岩の年代学的, 同位体岩石学的研究. 地質雑, **105**, 181-192.
Yuhara, M., Kagami, H. and Nagao, K., 2000, Geochronological characterization and petrogenesis of granitic rocks in the Ryoke belt, Southwest Japan Arc: constraints from K-Ar, Rb-Sr and Sm-Nd systematics. *The Island Arc*, **9**, 64-80.

柚原雅樹・原 文宏・加々美寛雄, 2000, 非持トータル岩の Rb-Sr, Sm-Nd 年代とその意義. 地質学論集, no. 56, 241-253.
柚原雅樹・田口幸洋, 2003a, 蛍光 X 線分析装置 ZSX100e による珪酸塩岩石の主成分および微量元素の定量分析. 福岡大学理学集報, **33** (1), 25-34.
柚原雅樹・田口幸洋, 2003b, ガラスビード法による珪酸塩岩石の Co および S の蛍光 X 線分析. 福岡大学理学集報, **33** (2), 77-81.

(要 旨)

柚原雅樹, 2017, 伊那領家変成帯, 勝間石英閃緑岩, 非持トータル岩および落合花崗岩の主成分ならびに微量元素組成. 福岡大学理学集報, **47**, 33-44.

(Yuhara, M., 2017, Major and trace elements compositions of the Katsuma Quartzdiorite, Hiji Tonalite and Ochiai Granite in the Ina district of the Ryoke Metamorphic Belt, Southwest Japan Arc. *Fukuoka Univ. Sci. Rep.*, **47**, 33-44.)

蛍光 X 線分析装置を用いて, 勝間石英閃緑岩, 非持トータル岩および落合花崗岩の主成分ならびに微量元素組成を分析した. さらに, 勝間石英閃緑岩について, 中性子放射化分析により希土類元素 (La, Ce, Eu, Tb, Yb, Lu) ならびに微量元素 (Cs, Hf, Ta, U) 組成も分析した. 非持トータル岩と勝間石英閃緑岩の組成はオーバーラップするが, 非持トータル岩の K_2O , Cr, V 含有量は, 勝間石英閃緑岩よりも低い. 落合花崗岩はこれらよりも高い SiO_2 含有量を示し, 勝間石英閃緑岩の組成変化トレンドの延長上にプロットされる. C-1 コンドライトで規格化した勝間石英閃緑岩の希土類元素パターンは, 軽希土類元素に富み, 重希土類元素に乏しい右下がりのパターンと負の Eu 異常を示す.