

## 花崗閃緑岩中の同時性苦鉄質岩の産状：志賀島花崗閃緑岩と添田花崗閃緑岩の例

Field occurrence of mafic rocks in granodiorite : examples from the Shikanoshima and Soeda Granodiorites, northern Kyushu, Southwest Japan

### Abstract

柚原雅樹\*

Masaki Yuhara\*

\* 福岡大学理学部地球圏科学科  
Department of Earth System Science,  
Fukuoka University, Fukuoka 814-0180, Japan

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

This paper reports the field occurrence and chemical compositions of mafic rocks in the Shikanoshima and Soeda Granodiorites that are Cretaceous granitic rocks in northern Kyushu. The mafic rocks in these granodioritic bodies occur as small bodies, dykes and enclaves. The mafic bodies (Shikanoshima basic rocks) are distributed at Kurose-Akase area, Osaki, Minaminoura-Misaki and Shikanoshima of Shikanoshima Island. The field occurrence of these bodies suggests that the Shikanoshima basic rocks were generated by rapid cooling of mafic magma captured by the Shikanoshima granodioritic magma. Part of quartz dioritic dykes shows feature of syn-plutonic dyke like as back-veined dyke, fragmented dyke and disrupted dyke. Part of mafic enclaves also has feature of mafic magmatic enclaves (M.M.E.). While the Shikanoshima basic rocks have chemical feature of high-Mg diorite, the quartz dioritic dykes and mafic enclaves have chemical feature of sub-alkali series and calc-alkali series.

Keywords: mafic rocks, Shikanoshima Granodiorite, Soeda Granodiorite, northern Kyushu, field occurrence, chemical compositions

### はじめに

北部九州には白亜紀に活動した花崗岩質岩が広く分布する (Fig.1). 花崗岩質岩体は、「マグマだまりの化石」とも呼ばれる (たとえば, 鎌田, 2008) ように, 火山の地下にあるマグマだまりが固結してできたものである. 現在活動を続けている火山や休止中の火山では, マグマだまりの存在や位置, その動きは, 地震観測や地殻変動観測などの間接的な手法でしかとらえられない. さらに, マグマだまり内部でのマグマの変化は, 溶岩や火山灰といった火山噴出物からの情報に頼るしかない. しかし, 「マグマだまりの化石」である花崗岩質岩体を調査することによって, 過去のマグマだまりの中のマグマの動きや変化を直接とらえることが可能である (たとえば, 鎌田, 2008). それらの情報は, 火山の地震観測や噴出物からの情報とともに, より精度の高い噴火予測に必要不可欠であると考えられる.

花崗岩質岩体には苦鉄質岩が包有岩, 包有岩体, 岩脈などとして伴われる. これらの苦鉄質岩は花崗岩質マグマの起源物質や熱源など, 広範囲に分布する花崗岩質岩の形成に深く関与している (たとえば, 吉倉・熱田, 2000). したがって, 花崗岩質マグマの形成や定置後の

分化過程を解析する上で, 苦鉄質岩の情報は不可欠である. 北部九州の花崗岩質岩には規模の大きな苦鉄質岩体を伴う岩体は少ないが, 志賀島 (Fig.1) に分布する志賀島花崗閃緑岩には多量の苦鉄質岩体が伴われることが知られている (唐木田ほか, 1994). 志賀島花崗閃緑岩に伴われる苦鉄質岩体は, 志賀島塩基性岩類 (唐木田, 1967) と呼ばれ, 斑れい岩~石英閃緑岩からなる (唐木田ほか, 1994). この岩相変化は, 斑れい岩質および粗粒玄武岩質の岩石から, 志賀島花崗閃緑岩の混成作用によって形成され, 志賀島花崗閃緑岩中に多量に存在する苦鉄質包有岩は, 岩相の類似性などから, 志賀島塩基性岩類が志賀島花崗閃緑岩マグマに取り込まれることにより生成したものであると考えられてきた (唐木田, 1967; 唐木田ほか, 1994). しかし柚原・宇藤 (2007) は, 志賀島塩基性岩類が苦鉄質岩体と石英閃緑岩岩脈に区分され, 志賀島北端の黒瀬に分布する最大の苦鉄質岩体が野外における産状と全岩化学組成から, 志賀島花崗閃緑岩マグマに取り込まれたサヌカイト質高Mg安山岩マグマ塊であることを見いだした. さらに, 志賀島花崗閃緑岩中の苦鉄質火成包有岩 (Mafic microgranular enclaves : M.M.E.) や同時性岩脈の存在も明らかにされている (吉倉ほか, 1999; 柚原ほか, 2005a, 2006).

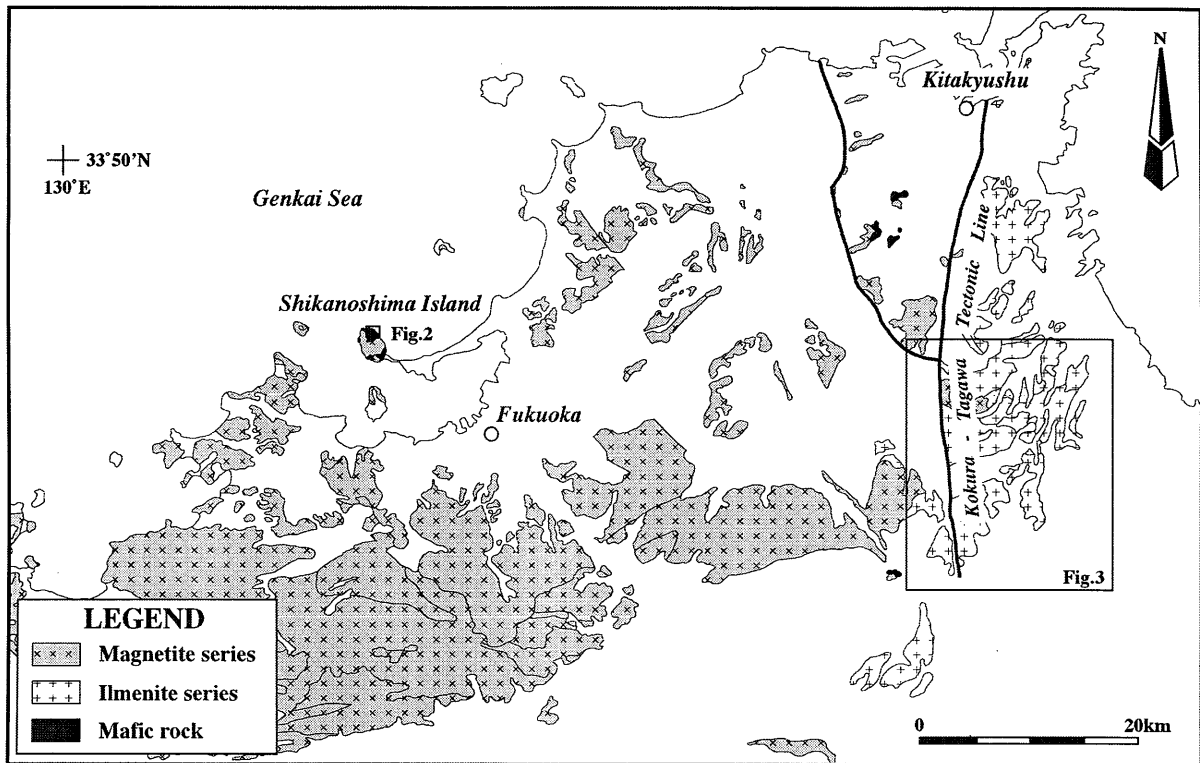


Fig.1. Distribution of Cretaceous granitic rocks in the northern Kyusyu (modified from Karakida, 1985).

2009; 柚原・宇藤, 2006). これらの事実は, 志賀島花崗閃緑岩マグマと同時に活動した様々な形態の苦鉄質マグマが存在したことを示唆する. 花崗岩質マグマと共存するそれよりも温度の高い苦鉄質マグマは, 花崗岩質マグマだまりの冷却過程やマグマの結晶分化過程に多大な影響を与えるだけでなく, 熱源として花崗岩質マグマ形成にも強く関与している可能性がある. そのため, これまで志賀島を中心に, 苦鉄質岩の産状記載と化学組成の分析を行ってきた (宇藤, 2005MS; 後藤, 2008MS; 橘, 2008MS; 平塚, 2010MS; 柚原・宇藤, 2007; 柚原・後藤, 2008, 2010; 柚原ほか, 2009; Yuhara et al., 2007) が, その結果, 志賀島花崗閃緑岩だけでなく, 添田花崗閃緑岩中にも M.M.E. や同時性岩脈が見いだされ (柚原, 2007), 現在, 詳細な産状記載と岩石記載を進めている. 苦鉄質岩は, 火成活動場と化学組成の関係がよく分かっており, 化学組成の検討から活動場を推定することが比較的容易である. 花崗岩質マグマと同時共存した苦鉄質マグマの活動場の推定は, 花崗岩質マグマの形成場の議論に制約条件を与える. しかしながら, 花崗岩質マグマに注入あるいは貫入した苦鉄質マグマは, 花崗岩質マグマと様々な相互作用を行っているため, 相互作用による両マグマの変化を詳細にとらえる必要がある. これには, 当然のことながら, 詳細な産状記載が必要となる. このことは, 現在, 火山直下のマグマだまり内で生じている

苦鉄質マグマと珪長質マグマの混交・混合現象を捉えることに直結する. さらに, 珪長質マグマだまりへの苦鉄質マグマの貫入が噴火のひきがねになり得るとされており (たとえば, Wiebe and Ulrich, 1997), 火山噴火も含めた火成活動史の解析にもつながる. 本論文では, これまでに明らかになってきた志賀島花崗閃緑岩と添田花崗閃緑岩中の同時性苦鉄質岩の産状と化学組成を報告する.

## 地質概説

### 1. 志賀島花崗閃緑岩

志賀島 (Fig.1) は, 志賀島塩基性岩類, 北崎トータル岩, 志賀島花崗閃緑岩および第四系からなる. 志賀島花崗閃緑岩は北崎トータル岩を貫き, 志賀島塩基性岩類や志賀島花崗閃緑岩を, 石英閃緑岩岩脈, アプライトおよびベグマタイト質岩脈が貫く.

志賀島塩基性岩類 (唐木田, 1967) は, 志賀島花崗閃緑岩に伴われる, 径 1 km 以下の小岩体群である (唐木田ほか, 1994). 唐木田ほか (1994) は, この塩基性岩類の岩質が志賀島花崗閃緑岩中の苦鉄質包有岩に類似するため, 径 10m 以上の岩塊を志賀島塩基性岩類とした. 黒崎～赤瀬 (Fig.2), 大崎, 南ノ浦岬, 志賀島付近に比較的大きな岩体が分布する (唐木田ほか, 1994). 本塩基性岩類は, 粗粒普通角閃石斑れい岩, 中粒黒雲母普通

角閃石石英閃緑岩に細分される (柚原・宇藤, 2007). 両岩に明瞭な境界は認められず, 漸移関係にある. 粗粒普通角閃石斑れい岩は, 唐木田ほか (1994) の粗粒角閃石斑れい岩および粗粒単斜輝石角閃石モンゾ斑れい岩に, 中粒黒雲母普通角閃石石英閃緑岩は中粒閃緑岩に相当する. 粗粒普通角閃石斑れい岩 (以下, 粗粒斑れい岩とする) は粗粒塊状の単斜輝石普通角閃石斑れい岩~黒雲母普通角閃石石英モンゾ斑れい岩で, 苦鉄質岩体の主体をなす. 中粒黒雲母普通角閃石石英閃緑岩 (以下, 中粒石英閃緑岩とする) は中粒塊状の黒雲母普通角閃石石英閃緑岩~石英モンゾ閃緑岩で, 主に苦鉄質岩体の周縁部に分布する (Fig.2) が, 岩体内部にも小領域として点在する. 本塩基性岩類のうち, 中粒石英閃緑岩 (唐木田ほか, 1994では中粒閃緑岩) から  $101 \pm 5.0\text{Ma}$  の K-Ar 普通角閃石年代 (唐木田ほか, 1994) が報告されている.

志賀島花崗閃緑岩 (唐木田ほか, 1962) は, 糸島半島北端の西ノ浦地域から志賀島を経て福津市に分布する. 優白質中~粗粒の普通角閃石黒雲母花崗閃緑岩~トータル岩である. 北崎トータル岩の中央部に貫入し, それと累帯深成岩体を構成すると考えられている (井沢ほか, 1985). 志賀島においては, 島の大部分を占めている. 本花崗閃緑岩は, 主岩相, 優黒質岩相, 花崗岩質岩脈に区分される. このうち, 主岩相は唐木田ほか (1994) の花崗閃緑岩主岩相およびトータル岩相に, 花崗岩質岩脈はアダメロ岩~花崗閃緑岩質岩脈に相当する. 主岩相は, 優白質中~粗粒の普通角閃石黒雲母花崗閃緑岩~トータル岩である. 優黒質岩相は, 灰色中粒の普通角閃石黒雲母花崗閃緑岩~トータル岩であり, 主岩相に貫入される. 花崗岩質岩脈は優白質中粒の黒雲母花崗岩~花崗閃緑岩からなり, 主岩相や志賀島塩基性岩類を貫く70m以下の岩脈として産する. 本花崗閃緑岩から,  $94.6 \pm 4.7\text{Ma}$  および  $98.5 \pm 4.9\text{Ma}$  の K-Ar 黒雲母年代 (唐木田・山本, 1996; 唐木田ほか, 1994),  $113 \pm 6.0\text{Ma}$  の K-Ar 普通角閃石年代 (唐木田ほか, 1994),  $107.0 \pm 0.7\text{Ma}$  の Rb-Sr 全岩-鈹物アイソクロン年代,  $96.5 \sim 95.1\text{Ma}$  のチタン石 FT 年代,  $88.9 \sim 88.2\text{Ma}$  のジルコン FT 年代,  $14.3 \sim 14.2\text{Ma}$  の燐灰石 FT 年代 (柚原ほか, 2005b) が報告されている. このうち, 志賀島に分布する岩石から得られた年代は,  $98.5 \pm 4.9\text{Ma}$  の K-Ar 黒雲母年代と  $113 \pm 6.0\text{Ma}$  の K-Ar 普通角閃石年代 (唐木田ほか, 1994) である.

石英閃緑岩岩脈は, 唐木田ほか (1994) では志賀島塩基性岩類のメンバーであるとされていたが, 志賀島花崗閃緑岩中に幅数10cm~50mの岩脈として点在すること (柚原ほか, 2005a, 2006), 必ずしも苦鉄質岩体と志賀島花崗閃緑岩との接触部付近に分布するわけではないこと, 苦鉄質岩体中にも岩脈として貫入していること, 志賀島塩基性岩類の主体をなす粗粒斑れい岩や中粒石英閃緑岩と明らかに化学組成が異なることから, 柚原・宇藤 (2007) は志賀島塩基性岩類から独立させた. 本岩は,

志賀島塩基性岩類や志賀島花崗閃緑岩の主岩相ならびに優黒質岩相に貫入し, 細粒~中粒等粒状あるいは斑状の普通角閃石黒雲母閃緑岩~石英閃緑岩からなる (柚原ほか, 2005a, 2006, 2009). 石英閃緑岩岩脈の一部には, 逆入脈岩脈, 分断岩脈, 崩壊岩脈といった特徴を有するものがあり, 志賀島花崗閃緑岩マグマ溜まりに貫入した同時性岩脈であると考えられている (吉倉ほか, 1999; 柚原ほか, 2005a, 2006, 2009; 柚原・宇藤, 2006).

アプライトは, 細~中粒の両雲母含有花崗岩であり, 志賀島塩基性岩類や志賀島花崗閃緑岩を貫く最大幅20cmの直線的な岩脈として産する. ベグマタイトは, 粗粒の黒雲母含有花崗岩で文象構造あるいはベグマタイト構造を呈する. 本岩は, 志賀島塩基性岩類や志賀島花崗閃緑岩を貫く最大幅40cmの直線的な岩脈として産し, 両側にアプライト岩脈が伴われる場合がある. ピンク色のカリ長石を特徴的に含む.

## 2. 添田花崗閃緑岩

調査地域の地質図を Fig.3 に示す. 本地域は三疊紀の田川変成岩類, 白亜紀花崗岩類, 古第三紀の堆積岩類, 中新世後期~鮮新世初期の北坂本累層, 鮮新世前期の英彦山火山岩類, 第四系からなる (久保ほか, 1993). 白亜紀花崗岩類は, 斑れい岩ならびに閃緑岩, 朝倉花崗閃緑岩, 添田花崗閃緑岩, 真崎花崗岩, 油須原花崗岩からなる.

添田花崗閃緑岩は, 主に中粒塊状の普通角閃石黒雲母花崗閃緑岩からなるが, 弱いフォリエーションの発達するものも認められる (佐古・柚原, 2004). 直径1~60cmの苦鉄質包有岩がしばしば包有される. 本花崗閃緑岩は, 田川変成岩類に貫入し, 真崎花崗岩および油須原花崗岩に貫入される. さらに, 北坂本累層に不整合に覆われる. 本岩体の西部域には, 小倉-田川構造線の南部にあたる田川断層が存在し, さらに西側には田川断層の派生断層であると考えられる駒啼川断層 (柚原・宮崎, 2008) が存在し, 田川変成岩類との境界をなしている. 添田花崗閃緑岩と同じグループであると考えられている杷木花崗閃緑岩からは,  $118.0 \pm 11.3\text{Ma}$  の Rb-Sr 全岩-鈹物アイソクロン年代 (小山内ほか, 1993) が報告されている.

## 同時性苦鉄質岩の産状

### 1. 志賀島塩基性岩類

志賀島塩基性岩類は, 志賀島北東端の黒瀬周辺 (Fig.2) のほか, 大崎, 南ノ浦岬, 志賀島付近に分布する. 志賀島北東端の黒崎を中心として分布する岩体の西端部の中粒石英閃緑岩には志賀島花崗閃緑岩が貫入する (Fig.4a). それらは, ストック状に貫入し, 不規則な境界をもつ中粒の普通角閃石黒雲母トータル岩~花崗閃緑岩と, 直線的な境界をもつ中粒の黒雲母花崗閃緑岩~花崗岩からなる岩脈からなる (柚原・宇藤, 2007). 本

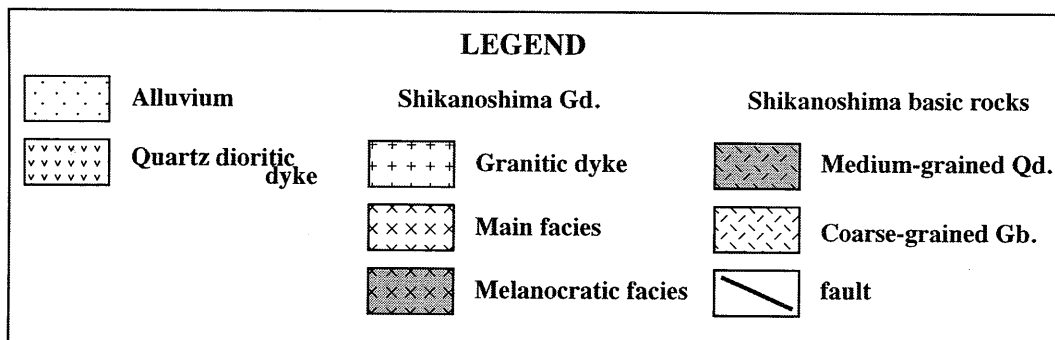
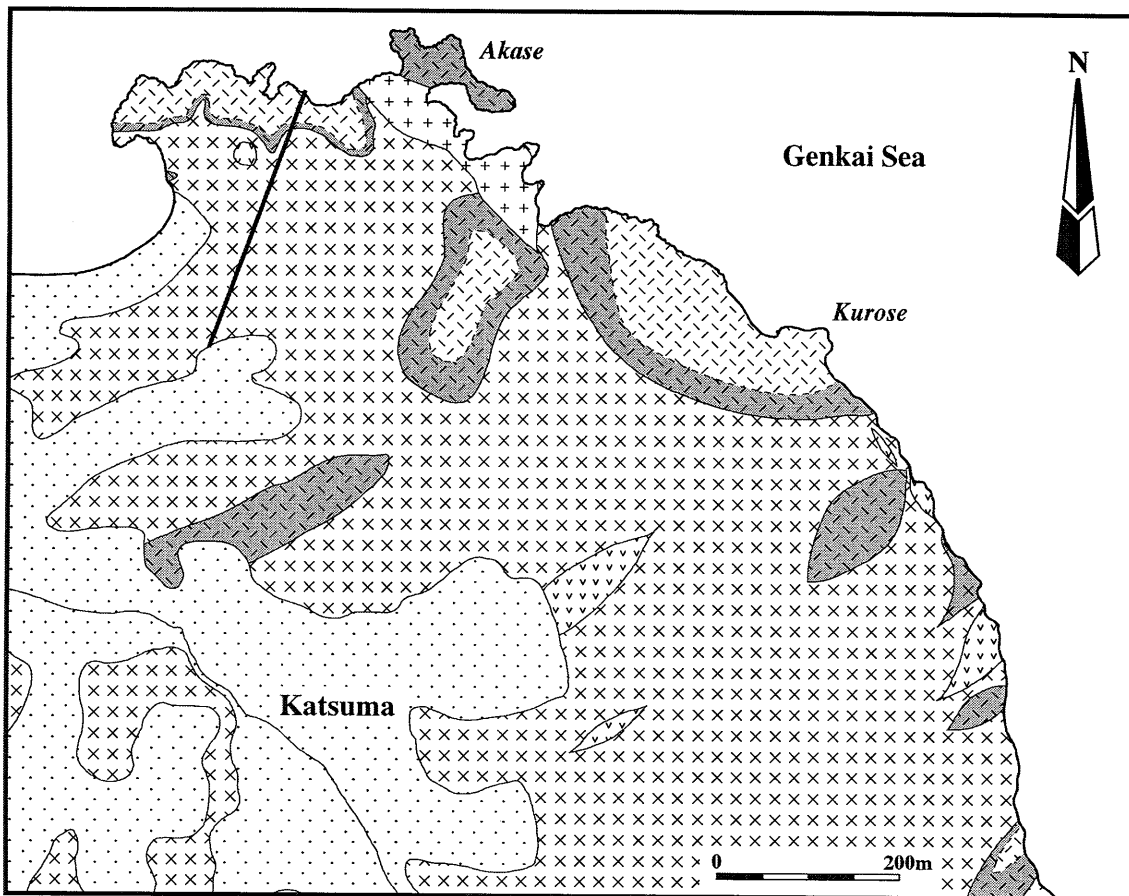


Fig.2. Geological map of northeastern part of the Shikanoshima Island.  
Gd.: granodiorite, Qd.: quartz diorite, Gb.: gabbro.

論文では、前者を普通角閃石黒雲母花崗閃緑岩、後者を黒雲母花崗岩と呼ぶ。普通角閃石黒雲母花崗閃緑岩は、最大幅9mの岩脈状に中粒石英閃緑岩に貫入しており、黒雲母花崗岩に貫かれる (Figs.4a, b)。普通角閃石黒雲母花崗閃緑岩と中粒石英閃緑岩との接触部は明瞭で不規則な形態を示し、中粒石英閃緑岩側に急冷周縁相をもつ (Figs. 4c, d, e)。急冷周縁相は数mm ~ 20cmで、存在しない場合もある (Figs.4c, d, e)。普通角閃石黒

雲母花崗閃緑岩中には、中粒石英閃緑岩質包有岩が包有される (Figs.4b, e, f) が、中粒石英閃緑岩中に花崗閃緑岩の包有岩は見出されない。中粒石英閃緑岩質包有岩は不定形で、急冷周縁相をもつものもたないものがある (Figs.4b, e, f)。さらに、急冷周縁相は包有岩の周囲を完全に囲んでおらず、部分的に認められる場合が多い。急冷周縁相のみからなる包有岩も認められる。包有岩と普通角閃石黒雲母花崗閃緑岩の境界部は明瞭な

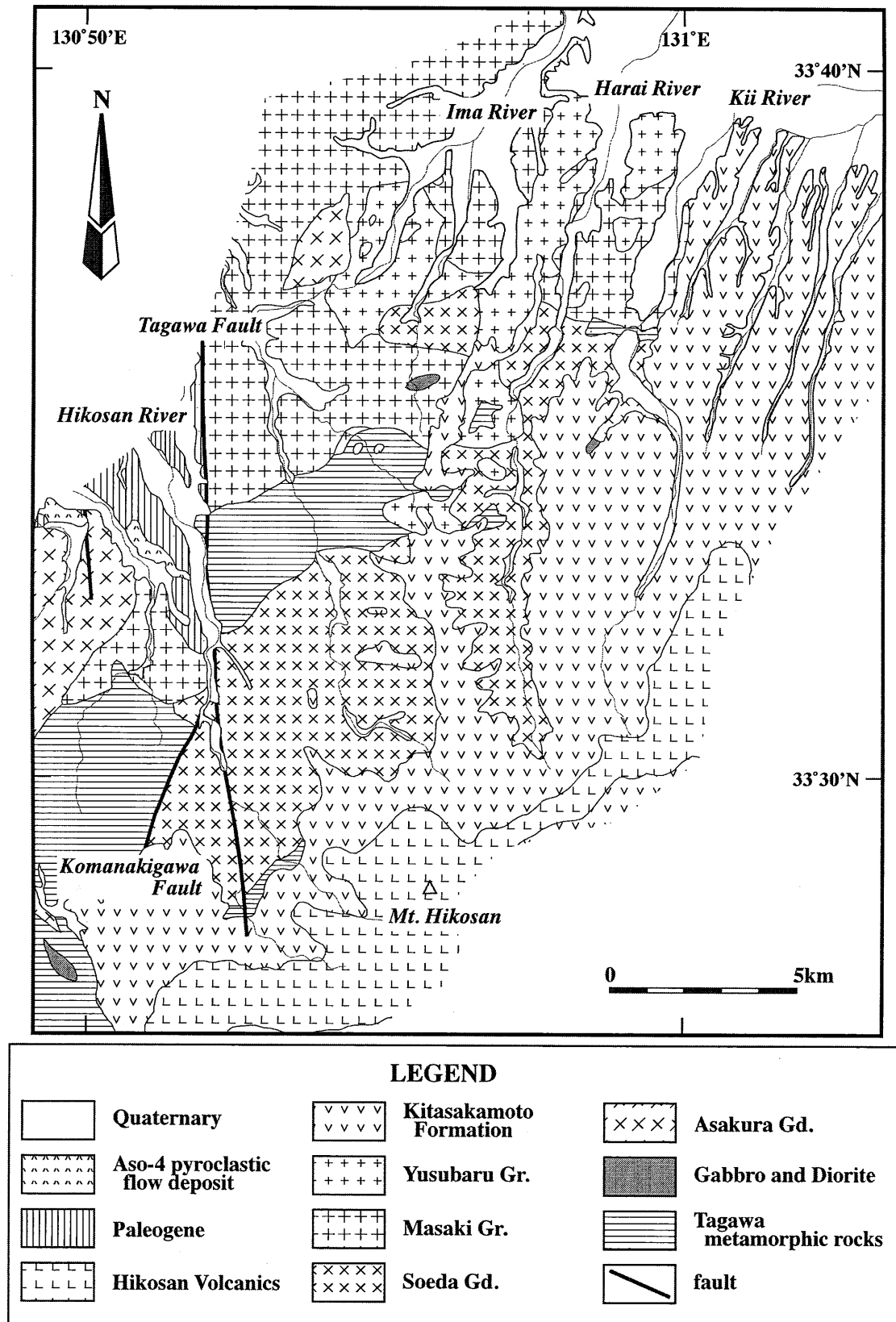


Fig.3. Geological map of the Hikosan river and Kii river basins (modified from Kubo et al., 1993).

Gr.: granite, Gd.: granodiorite.

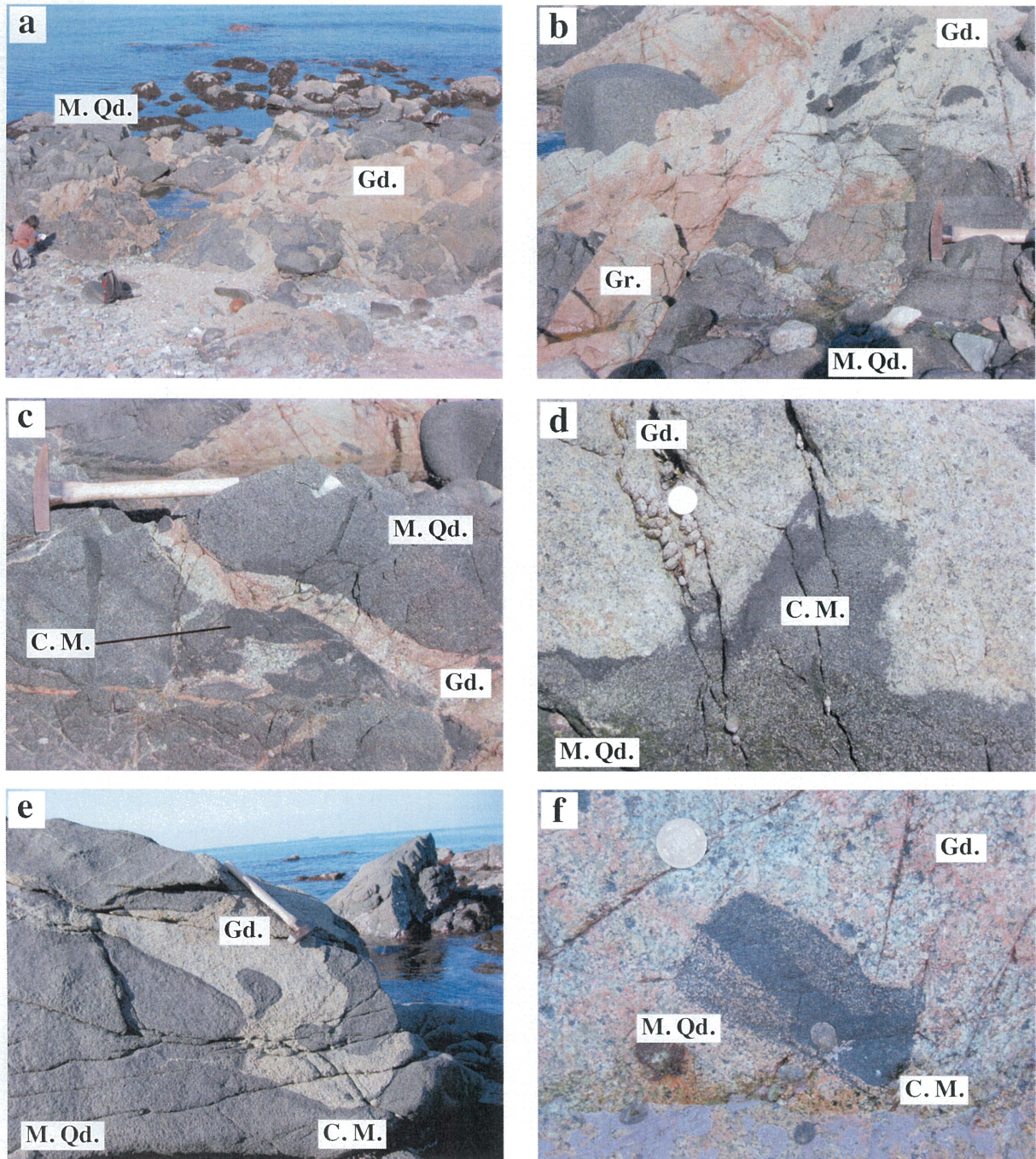


Fig.4. Photographs showing field occurrence of the Shikanoshima basic rocks at Kurose.

Gd.: hornblende-biotite granodiorite, Gr.: biotite granite, M.Qd.: medium-grained quartz diorite, C.M.: chilled margin, Ap.: aplite.

場合が多いが、不明瞭な場合もある。中粒石英閃緑岩は、普通角閃石黒雲母花崗閃緑岩との接触部から離れるに従って粒形が大きくなる。さらに、岩体中心部に向かって粒径を増し、粗粒斑れい岩に漸移する。黒雲母花崗岩は、幅10～20cmの岩脈として、中粒石英閃緑岩および普通角閃石黒雲母花崗閃緑岩に貫入する (Fig.4b)。黒雲母花崗岩と中粒石英閃緑岩の接触部は明瞭で、中粒石

英閃緑岩側に急冷周縁相は認められない。さらに、黒雲母花崗岩と接触する中粒石英閃緑岩の粒径の変化も認められない。黒雲母花崗岩中の中粒石英閃緑岩質包有岩は、ブロック状～不定形で、境界部は明瞭で、直線的である。粗粒斑れい岩は岩体内部に広く分布するが、岩体内部には中粒石英閃緑岩も小領域として点在する (柚原・宇藤, 2007; 柚原ほか, 2009)。これらも、花崗閃緑岩岩脈と

接している部分に急冷周縁相を持つことが多い。急冷周縁相やその内側の中粒石英閃緑岩は、志賀島塩基性岩マグマに、より温度の低い志賀島花崗閃緑岩マグマが貫入したことにより、志賀島塩基性岩マグマが急冷したため形成されたと考えられる (柚原・宇藤, 2007)。したがって、志賀島塩基性岩類は、志賀島花崗閃緑岩マグマに取り込まれた苦鉄質マグマ塊であると考えられる。志賀島塩基性岩類は、志賀島花崗閃緑岩の貫入直前に活動し、その後固結前に志賀島花崗閃緑岩マグマに取り込まれたのであろう。

大崎に分布する志賀島塩基性岩類は、唐木田ほか (1994) では南北150mにおよぶ岩体とされていた。しかし、再調査の結果、中粒石英閃緑岩からなる厚さ40m以下の小岩体であることがわかった (後藤, 2008MS)。詳細は稿を改めて報告する予定であるが、唐木田ほか (1994) で志賀島塩基性岩類とされていた岩体の北半部は、高Mg安山岩マグマと石英閃緑岩岩脈マグマの混合によって形成されたと考えられる (後藤, 2008MS; 柚原・後藤, 2008, 2010)。志賀島塩基性岩類は、志賀島花崗閃緑岩に挟まれて産する。両者の境界は明瞭でややうねる。志賀島塩基性岩類に急冷周縁相は認められないが、岩体の南側に向かって細粒化する傾向が認められる。塩基性岩類中には、中粒花崗閃緑岩の岩脈が認められる。

南ノ浦岬に分布する志賀島塩基性岩類は、粗粒斑れい岩と中粒石英閃緑岩からなる。両者の関係の詳細については未調査であるが、岩体南部には中粒石英閃緑岩が分布する。岩体内には花崗閃緑岩や花崗岩が貫入しており、一部は不規則な形態で貫入し、塩基性岩側に急冷周縁相が認められるものもある (柚原ほか, 2009)。

志賀島の分布する志賀島塩基性岩類は、中粒石英閃緑岩からなる。露出状況が悪く、唐木田ほか (1994) に示されているほどの分布範囲を有するかや、志賀島花崗閃緑岩との直接的関係は不明である (柚原ほか, 2009) が、黒瀬周辺や大崎のように、分布範囲が狭い可能性が高い。

## 2. 志賀島花崗閃緑岩中の同時性石英閃緑岩岩脈

志賀島南端部に認められる同時性岩脈は、幅約25mで、志賀島花崗閃緑岩主岩相に貫入している (柚原ほか, 2005b)。岩脈と志賀島花崗閃緑岩との接触部には、明瞭な急冷縁は認められないが、接触部付近は内部に比べて細粒である。さらに岩脈が崩壊して苦鉄質火成包有岩 (M.M.E.) 化している (Fig.5a, b)。M.M.E.も接触部と同様に細粒である。さらに岩脈の内部には厚さ最大20cm、長さ1.5mの優白質なレンズが認められる (Fig.5c)。周囲の石英閃緑岩との境界はあまり明瞭ではない。優白質レンズは、aおよびb軸方向に大きく成長した黒雲母を含み、唐木田ほか (1994) のメタプラスチック岩に相当すると考えられる (柚原ほか, 2005a)。同様の岩相は、大崎の中粒石英閃緑岩や、添田花崗閃緑岩中のパイプ状苦鉄質岩体内にも認められる。

南ノ浦岬の岩脈は、志賀島花崗閃緑岩優黒質岩相に走向N24°W傾斜32°Wで貫入している (柚原ほか, 2009; Fig.5d)。長さ2.5m以上、厚さ25~35cmで、先端部で分岐している。逆入脈が認められる部分や分断化している部分があり、崩壊してM.M.E.化している部分もある (Fig.5e, f)。さらに、志賀島花崗閃緑岩起源の捕獲結晶も認められる。この他、志賀島花崗閃緑岩体の各所で、同時性岩脈と考えられる岩脈が多数見いだされている (宇藤, 2005MS)。

## 3. 志賀島花崗閃緑岩中の苦鉄質包有岩

志賀島花崗閃緑岩中の苦鉄質包有岩は、志賀島における花崗閃緑岩体分布域のほぼ全域にわたり包有されているが、白瀬南東の二見岩付近や弘の北西海岸をはじめ各所で、数~数10mの範囲内に密集して包有される (Fig.6a)。また、包有岩岩脈を形成する場合もある (Fig.6b)。密集帯の傾度は志賀島東海岸で高い傾向にある。苦鉄質包有岩は、円形、楕円形、菱形、不定形を呈し (Figs.6c, d, e, f)、母岩の花崗閃緑岩との境界は明瞭なものが多いが、不明瞭になるものもある。境界の形態も直線的なものは少なく、曲線的なものや不規則なものも多く、火炎状の境界を持つ場合もある。苦鉄質包有岩は、主に細粒の黒雲母普通角閃石石英閃緑岩~石英モンゾ閃緑岩からなるが、志賀島塩基性岩類からもたらされたと考えられる。中粒石英閃緑岩と同じ岩相を呈する包有岩 (Fig.6f) も認められる。等粒状のものと斑状のものがあり、斑状の包有岩の一部では、母岩からもたらされたと考えられる斜長石捕獲結晶を有するものも認められる。したがって、苦鉄質包有岩の多くはM.M.E.であると考えられる。

## 4. 添田花崗閃緑岩中の石英閃緑岩岩脈

添田花崗閃緑岩に貫入する石英閃緑岩岩脈のうち、同時性岩脈と考えられるものは、みやこ町下伊良原の祓川河床で見いだされている (柚原, 2007)。本岩脈は、西北西-東南東方向にほぼ垂直に貫入しており、幅20~30cmで15m連続している (Fig.7a)。岩脈の両端は、包有岩化している。全体的に細粒であるが、岩脈の両側数cmはより細粒化しており、この部分は急冷周縁相であると考えられる。岩脈の外側には、細粒のトータル岩が存在し、これにより岩脈は分断されている (Fig.7b)。さらに、それを添田花崗閃緑岩が貫く。したがって、本岩脈は分断岩脈であると考えられる。この岩脈の近傍には、パイプ状岩体と考えられる同時性苦鉄質岩も見いだされている。

同様な同時性岩脈は、同町上伊良原の祓川河床や添田町津野の今川支流奥山川河床、築上町本庄の城井川河床においても確認されている。上伊良原の岩脈は、厚さ約45cmで、北西-南東走向、約40°南西傾斜を示す (Fig.7c)。明瞭な急冷周縁相は認められないが、境界はうねっており、逆入脈が認められる (Fig.7 d, e)。

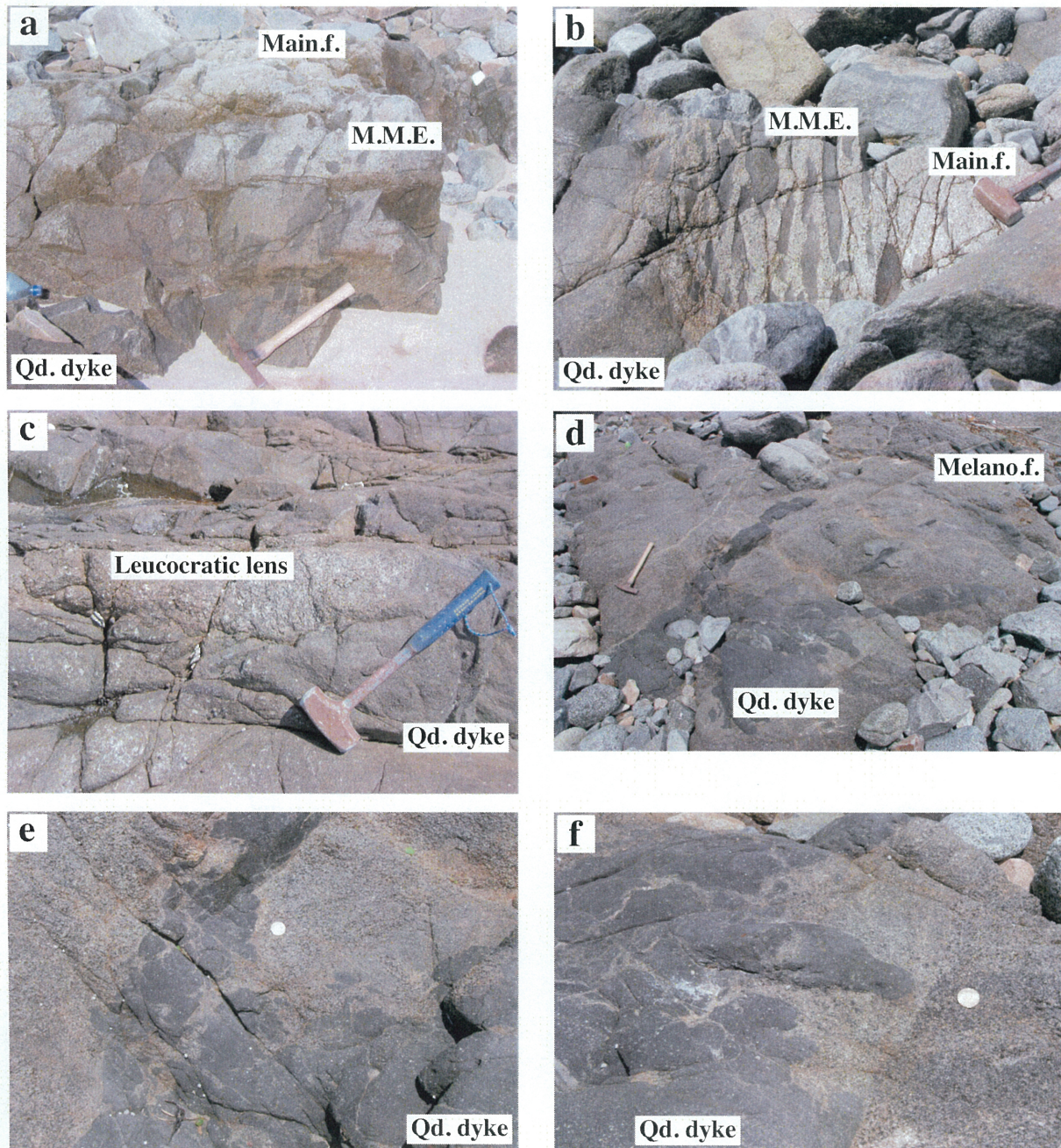


Fig.5. Photographs showing field occurrence of the Quartz dioritic dykes in the Shikanoshima Granodiorite.

a, b, c: Shikanoshima, d, e, f: Minaminoura-misaki.

Main f.: main facies of the Shikanoshima Granodiorite, Qd. Dyke: Quartz dioritic dyke.

添田町津野の奥山川河床の岩脈は分断岩脈であり、幅最大70cmで2mほど連続が追える。細粒で、外側に細粒花崗岩を伴い、これに分断されている (Fig.7f)。約1cmの急冷周縁相が認められる。これらの同時性岩脈ならびに岩体の産状や岩石記載の詳細については、現在、4年生の眞崎君が研究を進めている。

#### 5. 添田花崗閃緑岩中の苦鉄質包有岩

添田花崗閃緑岩中の苦鉄質包有岩は、岩体のいたるところで認められるが、志賀島花崗閃緑岩ほど頻度は高くなく、密集帯を形成していることはほとんどない。苦鉄質包有岩は、円形、楕円形が多く、不定形のものも認められる (Figs.8a, b, c, d, e)。母岩の花崗閃緑岩との境界は明瞭なものが多いが、不明瞭になるものもある。



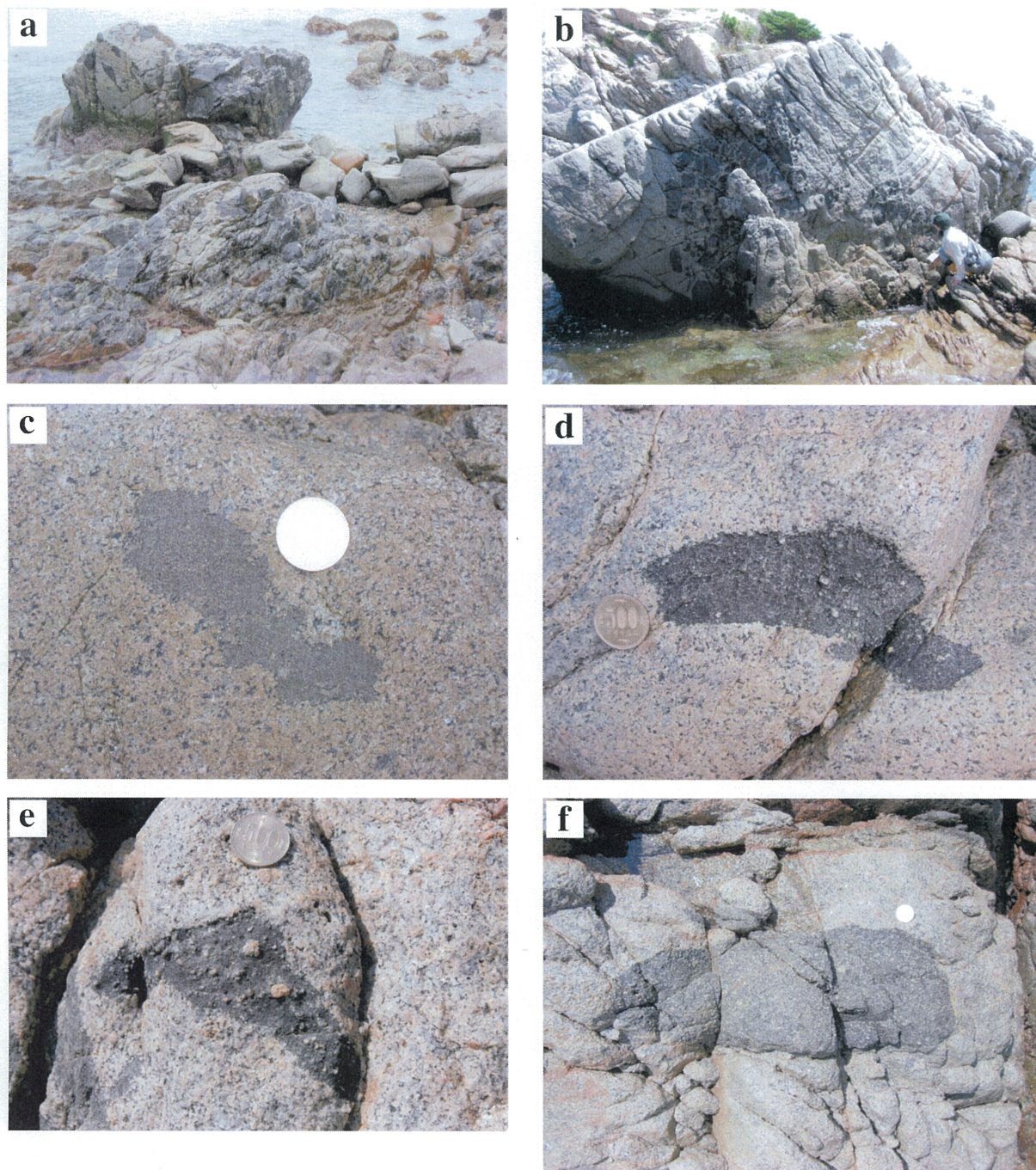


Fig.6. Photographs of mafic enclaves in the Shikanoshima Granodiorite.  
a, c, d: Futamiwa, b, f: Shirase, e: Osaki.

境界の形態も直線的なものは少なく、曲線的なものや不規則なものが多い。苦鉄質包有岩は、主に細粒の黒雲母普通角閃石英閃緑岩からなる。等粒状のもの (Figs.8a, b, c) が多いが、斑状のもの (Figs.8d, e) がある。斑状の包有岩では、母岩の斜長石が包有岩に取り込まれつつあるもの (Fig.8f) も認められることから、斑状の包

有岩中の斜長石斑晶などは、母岩からの捕獲結晶であると考えられる。そのような苦鉄質包有岩はM.M.E.であると考えられる。

#### 苦鉄質岩の化学組成

志賀島花崗閃緑岩および添田花崗閃緑岩中の苦鉄質岩

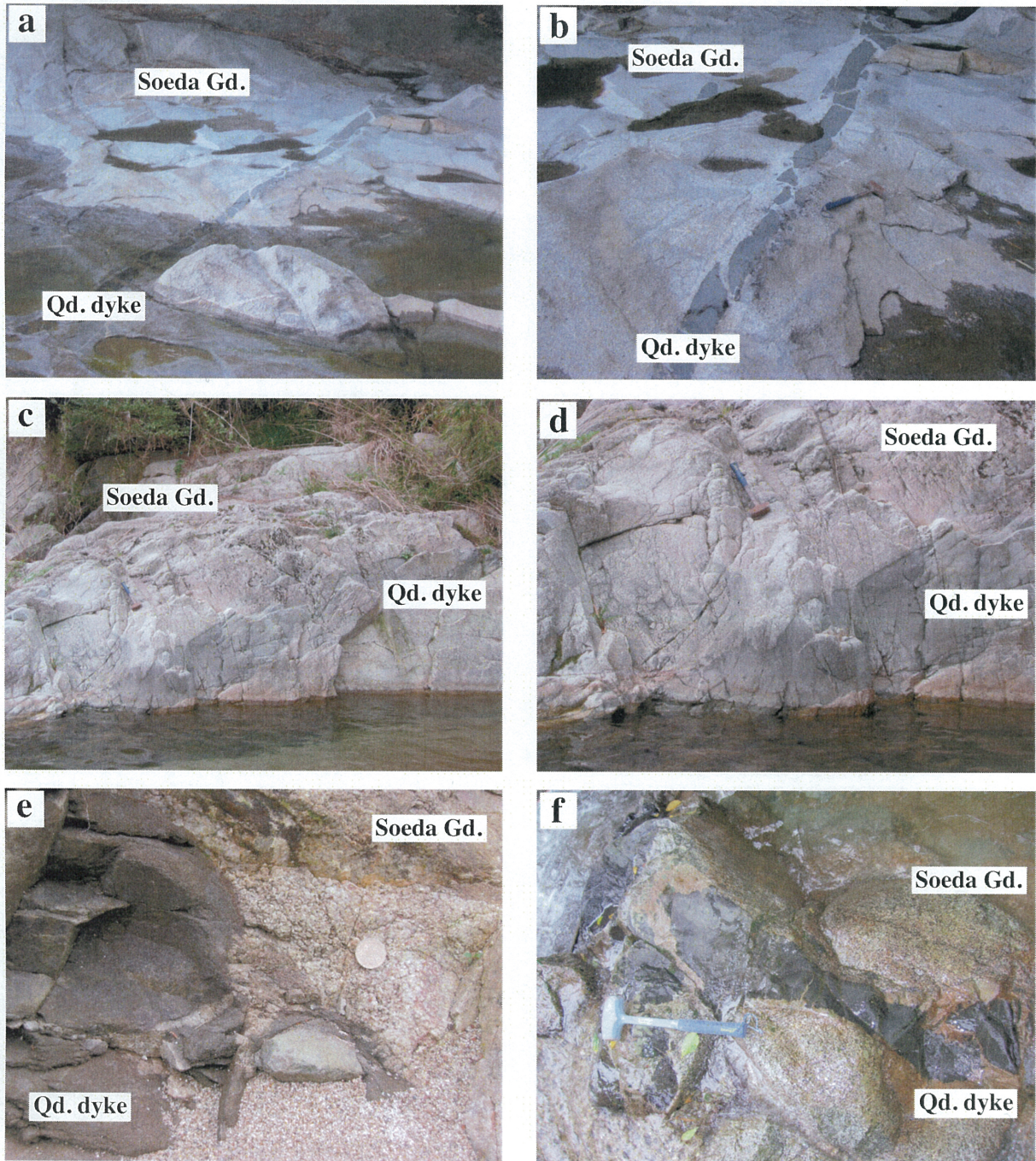


Fig.7. Photographs showing field occurrence of the quartz dioritic dykes in the Soeda Granodiorite.

a, b: Shimoirahara, c, d, e: Kamiirahara, f: Tsuno.

Gd.: granodiorite, Qd. Dyke: quartz dioritic dyke.

のSiO<sub>2</sub>含有量は、45～66wt%と幅広い組成範囲を示す。志賀島塩基性岩類は、柚原・宇藤(2007)や柚原ほか(2009)でも指摘されているように、他の苦鉄質岩よりも高いMgO含有量とやや低いFe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>\*含有量を示す(Fig.9)。中カリウム系列ならびにカルクアルカリ系列の分化トレンドを示す。さらにこの化学組成は、サヌカイト質高

Mg安山岩質マグマからもたらされたと考えられている北部九州の高Mg閃緑岩(Kamei et al., 2004)と類似している(Fig.9)。平塚(2010MS)によって一部検討されているが、志賀島塩基性岩類の中粒石英閃緑岩と粗粒斑れい岩の全岩化学組成はオーバーラップするが、若干異なり、岩体内部では両者の分布に規制された元素濃

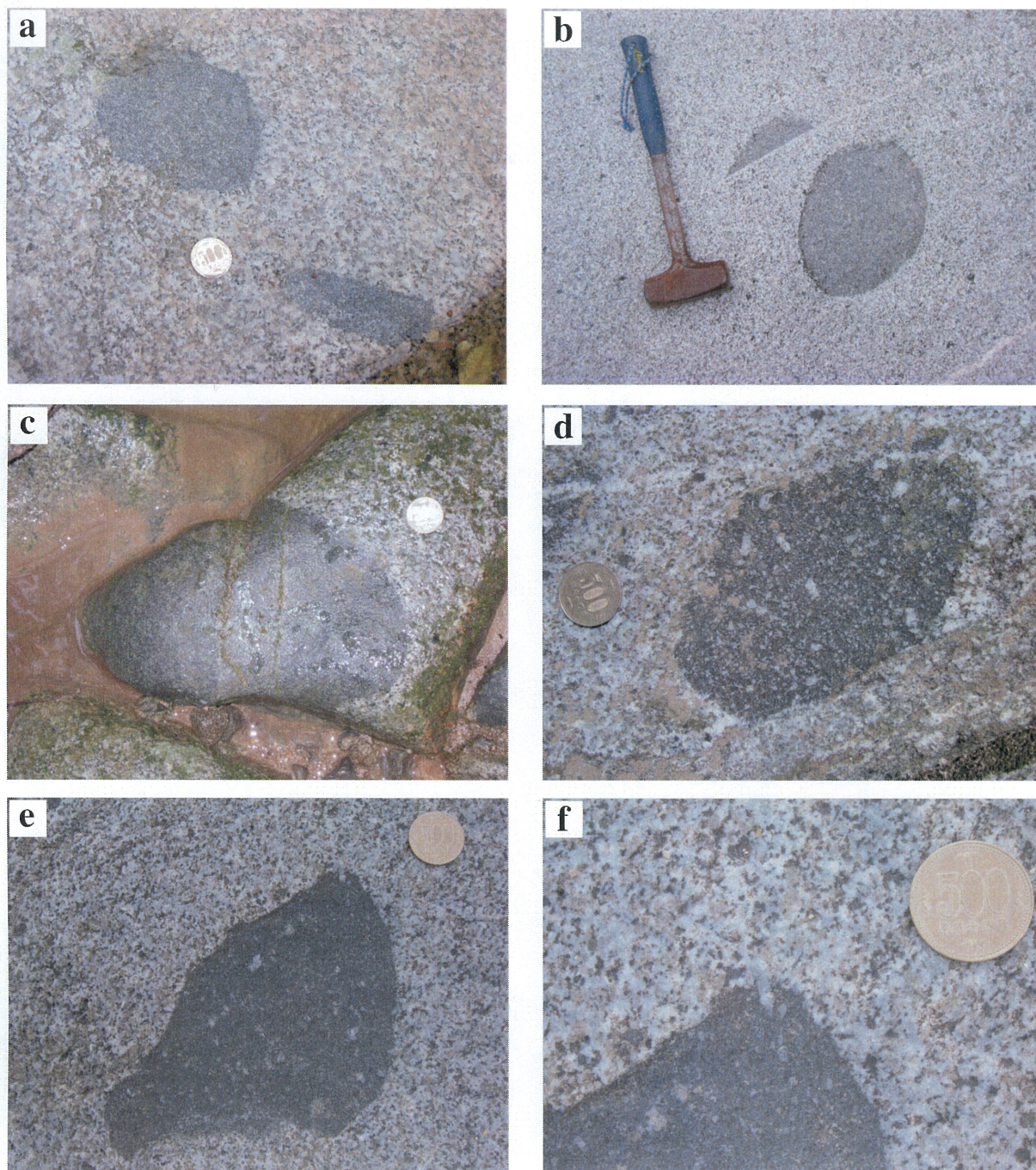


Fig.8. Photographs of mafic enclaves in the Soeda Granodiorite.  
a, c: Kamiirahara, b, d, e, f: Shimoirahara.

度分布を示す。これは、マグマの結晶作用と志賀島花崗閃緑岩マグマに取り込まれた際の鉱物の移動によるものであると考えられる。これに対し、志賀島の石英閃緑岩岩脈や添田花崗閃緑岩中の苦鉄質岩脈の多くは、中カリウム～高カリウム系列の分化トレンドを示し、一部シヨシヨナイト系列の分化トレンドを示す (Fig.9)。すなわち、大部分が非アルカリ系列に属し、それらはカルクア

ルカリ系列の分化トレンドを示す。苦鉄質包有岩は、志賀島の石英閃緑岩岩脈や添田花崗閃緑岩中の苦鉄質岩脈と類似した化学組成を有する。このことは、苦鉄質包有岩がこれらの岩脈からもたらされたことを支持する。したがって、花崗閃緑岩マグマと同時期に活動した苦鉄質マグマには、化学組成すなわち成因の異なるものが2種類以上含まれている可能性が高い。岩脈の化学組成の変

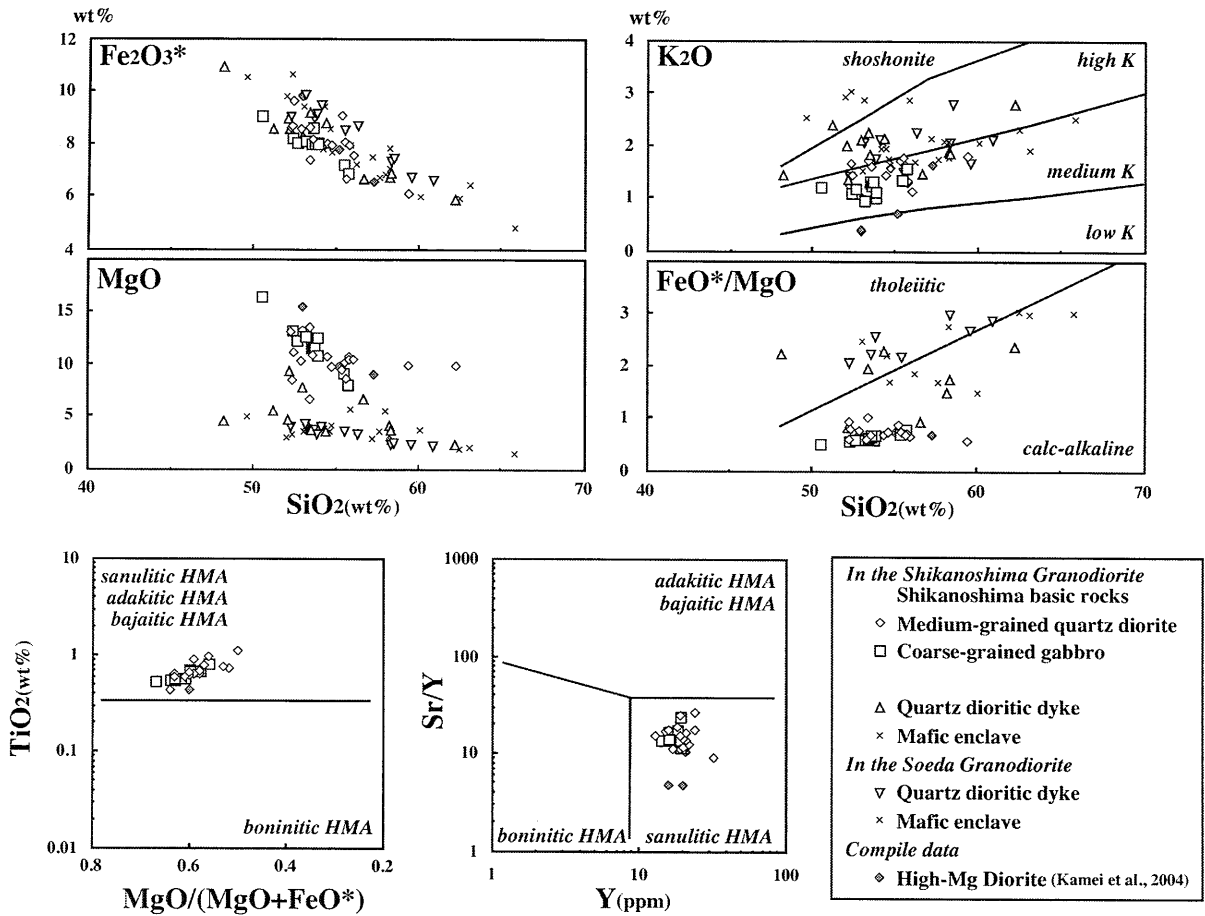


Fig.9. Major and trace element diagrams of mafic rocks in the Shikanoshima and Soeda Granodiorites.

Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>\* is total iron as Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. FeO\* is total iron as FeO.

Data sources : Yuhara and Uto (2007), Yuhara et al. (2005a, 2006, 2007).

化傾向は、花崗閃緑岩マグマ中に貫入（あるいは注入）した苦鉄質マグマの化学組成のバリエーションのほか、柚原ほか（2005a）で示されているような厚い岩脈内におけるマグマ分化や注入するマグマの組成変化によると考えられる。さらに、母岩の花崗閃緑岩からの捕獲結晶の影響も含まれている可能性がある。したがって、この組成変化のより詳細な検討のためには、より多くの岩脈の産状記載に基づいた試料分析が必要である。

まとめ

北部九州に広く分布する白亜紀花崗岩類に伴われる大きな苦鉄質岩体は少ない。中でも比較的大きな岩体として知られていた志賀島塩基性岩類は、野外における調査の結果、より小さな岩体が点在するのみであることが分かり、関連する岩体とともに志賀島の地質の再検討の必要性が出てきた。さらに、志賀島塩基性岩類は、これまで考えられていた成因ではなく、志賀島花崗閃緑岩

マグマにわずかに先行し活動したサヌカイト質高Mg安山岩質マグマが、マグマの状態の花崗閃緑岩マグマに取り込まれたものであることが分かってきた。また、志賀島花崗閃緑岩には、同時性苦鉄質岩であるM.M.E.や同時性岩脈が存在することが指摘されていた（吉倉ほか、1999）が、その再確認と産状の記載も進んでいる。同様な同時性岩脈やM.M.E.は、添田花崗閃緑岩中にも見いだされ、その産状記載が進められている。このことは、北部九州の花崗岩質岩体に同時性苦鉄質岩が普遍的に伴われる可能性を示唆するものである。今後、同時性苦鉄質岩が花崗閃緑岩にのみ伴われるのか？他の花崗岩質岩体にも付随するものなのか？を明らかにしていく必要がある。マグマだまりへの組成の異なるマグマの注入は、マグマの動きや変化に大きな影響を与えるため、苦鉄質マグマの注入による花崗岩質マグマだまりの変化をより詳細に解析していくことが今後のメインテーマとなるであろう。このことは、火山の噴火予測に大きく貢献する

と思われる。さらに、苦鉄質岩の岩石学的な研究は、白亜紀における北部九州地域の火成活動の解明に様々な制約条件を与えると期待される。北部九州、特にその東部地域は、花崗岩質岩の様々な研究が進んでいるとは言えない。とにもかくにも、地道な地質調査が必要である。

### 謝 辞

本論文は宇藤千恵 (平成16年度)、後藤寛之 (平成19年度)、橘 翔 (平成19年度)、平塚晃大 (平成21年度)、眞崎求一 (平成22年度) の福岡大学理学部地球圏科学科における卒業研究ならびに著者の研究の一部をまとめたものである。卒業研究を進めるにあたり、福岡大学理学部地球圏科学科の田口幸洋 教授、奥野 充 博士、鮎沢潤 博士には様々な御意見、御討論をいただいた。以上の方々には心から感謝いたします。

### 文 献

- 後藤寛之, 2008MS, 志賀島北西部, 大崎に分布する志賀島塩基性岩類の岩石学的特徴. 平成19年度福岡大学理学部地球圏科学科地学分野卒業論文, 108p.
- 平塚晃大, 2010MS, 志賀島塩基性岩類の結晶化作用の岩石学的解析. 平成21年度福岡大学理学部地球圏科学科地学分野卒業論文, 121p.
- 井沢英二・唐木田芳文・島田允堯・高橋正好・成富雅史, 1985, 福岡市の北崎-志賀島累帯深成岩体. 三鉱学会昭和60年秋期連合講演会講演要旨集, 37.
- 鎌田浩毅, 2008, マグマの地球科学. 中央公論新社, 262p.
- Kamei, A., Owada, M., Nagao, T. and Shiraki, K., 2004, High-Mg diorites derived from sanukitic HMA magmas, Kyushu Island, southwest Japan arc: evidence from clinopyroxene and whole rock compositions. *Lithos*, 75, 359-371.
- 唐木田芳文, 1967, 福岡市北方, 志賀島の平尾花崗閃緑岩に伴う塩基性岩類と暗色包有岩. 西南学院大学文理論集, 8, 27-74.
- 唐木田芳文, 1985, 北九州花崗岩の地質学的分類. 日本応用地質学会西日本支部会報, 6, 2-12.
- 唐木田芳文・富田幸臣・下山正一・千々和一豊, 1994, 福岡地域の地質, 地域地質研究報告 (5万分の1地質図幅). 地質調査所, 192p.
- 唐木田芳文・山本博達, 1996, 渡半島の火成岩類. 津屋崎町史, 資料編下巻 (二), 24-56.
- 久保和也・松浦浩久・尾崎正紀・牧本 博・星住英夫・鎌田耕太郎・広島俊男・中島和敏, 1993, 20万分の1地質図 福岡. 地質調査所.
- 小山内康人・正尾 敏・加々美寛雄, 1993, 中部九州内帯花崗岩類のRb-Sr全岩アイソクロン年代. 地質学論集, no.42, 135-150.
- 佐古有希枝・柚原雅樹, 2004, 小倉-田川構造線, 田川断層周辺の添田花崗閃緑岩に発達する断層系. 福岡大学理学集報, 34 (2), 45-58.
- 橘 翔, 2008MS, 志賀島, 黒瀬に分布する志賀島塩基性岩類の結晶作用. 平成19年度福岡大学理学部地球圏科学科地学分野卒業論文, 41p.
- 宇藤千恵, 2005MS, 志賀島花崗閃緑岩に包有される暗色包有岩の岩石学的研究. 平成16年度福岡大学理学部地球圏科学科地学分野卒業論文, 94p.
- Wiebe, R.A. and Ulrich, R., 1997, Origin of composite dikes in the Gouldsboro granite, coastal Maine. *Lithos*, 40, 157-178.
- 吉倉紳一・熱田真一, 2000, 花崗岩体に記録されたマグマ混交・混合現象. 月刊地球 号外, no.30, 140-145.
- 吉倉紳一・熱田真一・山本哲也・山本隆広・村井政徳・島田和明・山本定雄, 1999, 花崗岩-苦鉄質マグマ同時共存の広域的証拠と苦鉄質岩の岩石学的特徴. 日本地質学会第106年学術大会講演要旨, 232.
- 柚原雅樹・鮎沢 潤・森重沙織・阿部宏子・砂押智浩・村上恵理・久保有未・片淵康隆・村上敬太郎・丹 孝博・宮崎友紀・丸尾寛人・田中 晋・山崎真理奈・松岡文和・三角拓也・白石 融・守安 誠・安部佑輔・河本広美・西川角人・上野勝美, 2006, 福岡市志賀島北西部の志賀島花崗閃緑岩中に発達する断層系. 福岡大学理学集報, 36 (2), 63-81.
- 柚原雅樹・鮎沢 潤・大平寛人・西 奈保子・田口幸洋・加々美寛雄, 2005b, 福岡県福津市渡半島に分布する白亜紀花崗岩類の放射年代から見た熱水活動の時期. 岩石鉱物科学, 34, 275-287.
- 柚原雅樹・鮎沢 潤・宇藤千恵・吉塚雅輝・福島千晴・江藤雅佳子・植田康一・梶原良兵・八塚禎也・足立兆玄・福井祥規・菱川一磨・小路泰之・原 啓二郎・島田 優・岡 大翼・古賀奏子・小川秀和・中原慎太郎・石原与四郎・田口幸洋, 2005a, 福岡県志賀島南端部の白亜紀深成岩中に発達する断層系. 福岡大学理学集報, 35 (2), 67-84.
- 柚原雅樹・後藤寛幸, 2008, 志賀島北西部, 大崎における志賀島塩基性岩類の産状. 日本地球惑星科学連合2008年大会予稿集, K130-P015.
- 柚原雅樹・後藤寛幸, 2010, 志賀島北西部, 大崎に分布する志賀島塩基性岩類の全岩化学組成. 日本地球惑星科学連合2010年大会予稿集, SCG082-P14.
- 柚原雅樹・後藤寛幸・橘 翔, 2009, 志賀島塩基性岩類および石英閃緑岩岩脈の産状と化学組成. 福岡大学理学集報, 39, 123-140.
- 柚原雅樹・宮崎桂輔, 2008, 福岡県添田町, 駒啼川に沿う断層 (駒啼川断層) に伴われる断層岩の産状. 第154回日本地質学会西日本支部例会講演要旨集, P12.
- 柚原雅樹・宇藤千恵, 2006, 志賀島花崗閃緑岩中の苦鉄質岩脈と苦鉄質包有岩の産状. 地球惑星科学関連学会2006年大会予稿集, K104-P012.
- 柚原雅樹・宇藤千恵, 2007, 志賀島北端で見出された志賀島花崗閃緑岩と志賀島塩基性岩類の関係: 高Mg閃緑岩マグマと花崗閃緑岩マグマの同時共存. 地質雑, 113, 519-531.
- Yuhara, M., Uto, C., Goto, H. and Tachibana, S., 2007, Mode of occurrence and chemical features of mafic plutonic rocks in granodioritic bodies, Northern kyushu, Southwest Japan Arc. *International Association for Gondwana Research Conference Series*, no.4, 199-200.

(要 旨)

柚原雅樹, 2010, 花崗閃緑岩中の同時性苦鉄質岩の産状: 志賀島花崗閃緑岩と添田花崗閃緑岩の例. 福岡大学研究部論集, C: 理工学編, 2, 77-90. (Yuhara, M., 2010, Field occurrence of mafic rocks in granodiorite: examples from the Shikanoshima and Soeda Granodiorites, northern Kyushu, Southwest Japan. *The Bulletin of Central Research Institute, Fukuoka University, Series C: Science and Technology*, 2, 77-90.)

この論文では, 北部九州白亜紀花崗岩質岩である志賀島花崗閃緑岩と添田花崗閃緑岩中の苦鉄質岩の野外における産状と化学組成を報告する. これらの花崗閃緑岩中の苦鉄質岩は, 包有岩体, 岩脈あるいは包有岩として産する. 苦鉄質岩体である志賀島塩基性岩類は, 志賀島の黒瀬-赤瀬地域, 大崎, 南ノ浦岬, 志賀島に分布する. これらの岩体の産状は, 志賀島塩基性岩類が志賀島花崗閃緑岩マグマに取り込まれた苦鉄質マグマの急冷によって形成されたことを示唆する. 石英閃緑岩岩脈の一部は, 逆入脈岩脈, 分断岩脈, 崩壊岩脈といった同時性岩脈の特徴を示す. 苦鉄質包有岩の一部も苦鉄質火成包有岩 (M. M. E.) の特徴を有する. 全岩化学組成からみると, 志賀島塩基性岩類は高Mg閃緑岩の化学的特徴を有するが, 石英閃緑岩岩脈と苦鉄質包有岩は非アルカリ系列およびカルクアルカリ系列の特徴を有する.