

九州大学大学院理学研究院

研 究 報 告

地球惑星科学

第 24 卷 第 1 号

令和 3 年 3 月

九州大学大学院理学研究院

目 次

福岡城上之橋御門石垣石材の岩石記載とその産地についての考察 (福岡城上之橋御門石垣石材調査報告)	宮本知治・中村啓太郎・星野恵美・島田允堯 1~17
--	---------------------------------

編集委員会

委員長 寅丸 敦志
委員 池田 剛

福岡城上之橋御門石垣石材の岩石記載とその産地についての考察 (福岡城上之橋御門石垣石材調査報告)

宮本知治*・中村啓太郎**・星野恵美**・島田允堯*

Petrography of building stones used for a stone-wall of the Kami-no-hashii Gateway of Fukuoka Castle,
and considerations of their origins.

Tomoharu Miyamoto*, Keitaro Nakamura**, Megumi Hoshino**, Nobutaka Shimada*

Abstract

Researching the origin of stone materials used in the Fukuoka Castle is important for clarifying the movement and transportation capacity of supplies at the time of the castle building, and will lead to understanding the details of its construction history. Furthermore, it will supply basic information for considering the political background such as the financial power of the owner of the castle during the construction and the influence on the surrounding area. In order to research the origin of the rock used for the stone wall of Fukuoka Castle, therefore, the available rock samples from the walls were observed microscopically. For most of them, their chemical composition were analyzed by XRF. These results were compared with the petrographical data and chemical compositions of the rock samples of the possible origin.

The building stones used for the stone-wall of the Kami-no-hashii Gateway of Fukuoka Castle include granitic rocks primarily and mafic plutonic rocks secondarily, together with small amount of alkali basalt, serpentinite, conglomerate, sandstone, and silicified wood. Most of the granitic rocks have leucocratic surface with pale-pink colored porphyritic potassium feldspar, with minor amounts of dark brown tabular crystals and columnar crystals with dark green color, while a few of the rocks had grayish surface. The leucocratic granitic rocks were classified as common hornblende-biotite granodiorite to adamellite, in the QFM diagram. On the other hand, most of the mafic plutonic rocks were grouped into common hornblende quartz diorite. Major element compositions of the granitic rocks and mafic plutonic rocks used for the stone-wall are similar to those of the Shikanoshima granodiorites and Shikanoshima basic rocks, respectively, occurred on the north and west areas of the Hakata Bay, Fukuoka City. The stone-wall of the Kami-no-hashii Gateway of Fukuoka Castle also includes alkali basalt and serpentinite which have the same chemical composition as those found around the Hakata Bay area, similar to the plutonic rocks. These occurrences and chemical signatures suggest that most of the building stones of the wall were probably provided from the exposures of Shikanoshima granodiorites and Shikanoshima basic rocks of the northwestern Hakata Bay, and minor various types of rocks were supplementary from neighbor areas of the bay.

Keywords: Stone wall of Fukuoka Castle, granodiorite, mafic plutonic rock, mineral assemblage, chemical compositions, Shikanoshima.

* 九州大学大学院理学研究院地球惑星科学教室
〒819-0395 福岡県福岡市西区元岡744

** 福岡市
〒810-8620 福岡県福岡市中央区天神1-8-1

* Department of Earth and Planetary Sciences, Faculty of Science, Kyushu University
Motooka 744, Fukuoka, 819-0395 JAPAN

** Fukuoka City Hall
Tenjin 1-8-1, Fukuoka, 810-8620 JAPAN

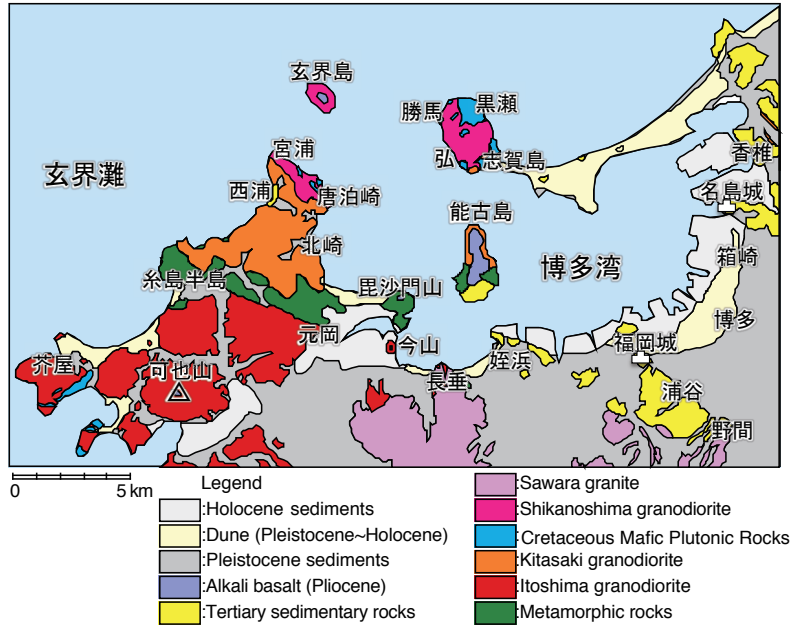


Fig. 1. General geology around Fukuoka Castle with representative local name. The map was compiled and simplified from the relevant area of Kubo *et al.* (1993) and Karakida *et al.* (1994).

I. はじめに

慶長6年(1601年) - 同12年(1607年)に築城された福岡城は初代藩主の黒田長政主導で整備された広大な城郭で、複数の曲輪を有する。7年におよぶ築城史の中で曲輪毎に構築時期は異なり普請や作事は複雑な履歴を辿ったと考えられ、用いた資材の供給場所も時期によって変化したと思われる。城郭石垣を構成する石材が何処で採取されたものかを探ることは、築城当時の物資の動きや輸送能力を解明する糸口となり築城履歴の詳細を明らかにすることにつながる。さらには、築城中の領主の財力や周辺への影響力などの政治的背景を考察する基礎資料となる。

これまでに実施された福岡城石垣の石材調査において、種子田(1983)は福岡城址内堀外壁石垣の石材についてその岩石種と構成比を報告し、それらの産地を博多湾周辺の深成岩・火山岩と推定したが、各種石材の正確な採取地を決定ないし推定するためには周辺地域の詳細な地質調査と更に精細な岩石学的研究が必要であり、それは今後の研究課題であるとも述べている。唐木田(1997)は福岡城中堀石垣石材調査報告にて、福岡市地質図幅(唐木田ほか1994)の内容を踏まえ、石垣を構成する岩石の存在比から石材産出地を博多湾北部・西部の露岩域と判定した。加えて、名島城や元寇防塁、その他の古代遺跡からの石材転用の可能性も示唆している。

福岡城が築かれた博多湾は湾口部が狭いため閉鎖性が高く、土砂等の陸域からの流入物が堆積して海岸には干潟や砂浜が発達しやすい(Fig. 1)。そのため、博多湾岸で石垣石材に使用されうる岩石を採取できる場所は限定されるが、湾内の波は湾外の玄界灘と比較して穏やかで採石作業は容易と思われる。実際

に博多湾周辺では慶長期以降の採石場跡が数カ所で見られ、その様な場所で採石された岩石が福岡城でも石材として利用された可能性は高い。しかし、石材産地と特定するためには、やはり石材そのものを、採石場跡を含めた石材供給の可能性が有る岩体の岩石と岩石学的に比較してその対比の可能性を検討する必要がある。

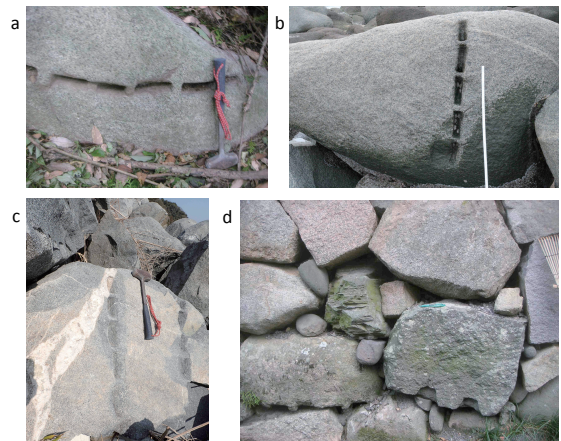


Fig. 2. Rocks and building stones with cracking holes observed during field survey and at Nakatsu Castle, Oita Prefecture. a: Itoshima granodiorite with cracking holes observed at a quarry ruin on the hillside of Mt. Kaya, Itoshima city. b: Kitasaki granodiorite with cracking holes observed in front of Hakusan Shrine, Imazu coast, Fukuoka city. c: Shikanoshima basic plutonic rock observed in Karadomarizaki, Fukuoka city. At the same area, Shikanoshima granodiorite with cracking holes were also observed commonly. d: Stone material observed in wall stone of Nakatsu Castle, Oita Prefecture. All of them have cracking holes with a width of 10 cm and a depth of 5 to 7 cm.

今回の石材産出地調査の対象である福岡城の上之橋御門石垣（Fig. 3a, b, c）は築城時に普請された遺構だが、福岡県西方沖地震（2005年3月20日発生）において石垣にゆるみが生じ将来的に崩壊の恐れが生じたため2012–2014年にかけて修復が企画された箇所である。石垣を構成していた800を超える石材は全てクリーニングされて再利用され、修復後は普請当時の姿を現す予定であった。しかし、築城後の時間経過で破損した石材もあり、それらは一部もしくは全部が旧に復すことなく保管されていた。そこで今回は石垣石材の現場観察に加え、これらの保管石材試料および産地と考えられる岩体の岩石試料について、(1) 表面観察、(2) 薄片観察、ならびに(3) 全岩化学組成分析してそれらの結果を比較検討した。その結果、おおよそではあるが産地を特定するための情報が得られたため、ここに報告する。

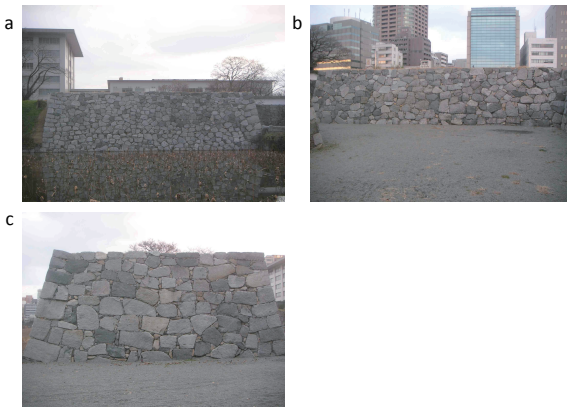


Fig. 3. Overview of the restored wall rocks of the Kami-nohashi Gateway of Fukuoka Castle. a: North side, b: South side, c: West side. The stones were cleaned by the restoration, and the surface of the stones can be observed well.

II. 福岡城築城の時代背景

福岡城築城の経緯は周知の歴史的事実であるので詳細は他の歴史資料に委ね、ここでは簡略に述べるに留める。

慶長5年（1600年）の関ヶ原の戦いにより、東軍にて戦功のあった黒田長政はそれまでの豊前中津12万5千石から加増・移封され、筑前52万石の太守となった。慶長6年（1601年）に名島に入城した長政は、旧領豊前に入府した細川氏（当時の国主は細川忠興）と緊張状態にあったため、新領防衛のために豊前との国境を主とした筑前西方に若松城・黒崎城・鷹取城・益富城・小石原城（松尾城）・麻氏良城の支城群（筑前六端城）を整備するとともに、博多西方の福崎の地に新たに築城を始めた。前述の支城群は早々に竣工するも、本城の完成はやや遅れて大坂冬の陣前の慶長12年（1607年）となった。これが福岡城である。その一方で、長政は徳川幕府の命にて江戸城ほかの天下普請に「お手伝い」の形で合力せざ

るを得なかった。言わば、福岡城築城は、関ヶ原の戦い、九州では藩祖黒田如水による九州制圧の緒戦による軍資金消費後の、慣れない新領統治を始めて前途多難な時期に、他の危急の支出を捻出しながら進められた、大規模な土木工事だった事が想像される。

III. 博多湾周辺の地質

博多湾周辺には大まかに、古生代低温高压型変成岩類（三郡変成岩類）、白亜紀深成岩類、新生代（古第三紀（旧成紀）・新第三紀（新成紀））堆積岩類、新生代（新第三紀（新成紀）後期–第四紀）玄武岩類、現世堆積物が分布しており（Fig. 1）、唐木田ほか（1994）が詳述している。その記述を基本に、福岡城築城に用いられた可能性のある博多湾周辺の岩相を以下に概説する。この中で古第三紀（旧成紀）始新世–漸新世に堆積した野間層・浦谷層の上に福岡城は築かれている。なお、脆くて石垣石材とするには不適である現世堆積物については、ここでの説明を省く。

3.1. 古生代低温高压型変成岩類（三郡変成岩類）

博多湾周辺の主要な古生代低温高压型変成岩類は三郡変成岩で、香椎周辺および能古島、糸島半島、脊振山中腹に分布する。博多湾近傍に分布する主な岩相は福岡市東部の香椎と同北部–西部の能古島–糸島半島における結晶片岩・変成斑れい岩・変成蛇紋岩である。結晶片岩は主に砂質・泥質片岩からなり塩基性片岩を伴う。砂質・泥質片岩は主に石英・斜長石・白雲母・緑泥石からなるが、後述の白亜紀花崗岩類との接触部に近づくると黒雲母が産するようになる。一方、塩基性片岩は主に斜長石・緑泥石・アクチノ閃石・緑簾石からなり、接触変成作用の影響を受けると細粒の青緑色–褐色普通角閃石が産するようになる。結晶片岩類はこの熱変成作用に因り程度の多少はあるもののホルンフェルス化して、片理は顕著ながら膠着していることがある。変成斑れい岩は能古島と糸島半島に見られる。岩体中央部は塊状で長さ1–2 mmの不規則な短柱状の普通角閃石が認められるが、周縁部の岩相は細粒で片状となり、普通角閃石は0.1–0.2 mmの長柱状となる。普通角閃石以外の主要構成鉱物は斜長石・緑簾石で、アクチノ閃石を伴い、部分的に単斜輝石が認められる。副成分鉱物は、磁鉄鉱・緑泥石・方解石・電気石・スフェーン（クサビ石）である。変成蛇紋岩は香椎と糸島半島に分布する。主に蛇紋石と磁鉄鉱からなり、緑泥石・炭酸塩鉱物を伴う。カンラン石や単斜輝石の残存鉱物を伴うこともある（唐木田ほか1994）。

3.2. 白亜紀深成岩類

博多湾及び周辺地域で認められる主要な白亜紀深成岩類は、糸島花崗閃緑岩、北崎花崗閃緑岩（トー

ナル岩), 志賀島花崗閃緑岩・塩基性深成岩, 早良花崗岩である(唐木田ほか 1994). 内陸には福岡花崗岩・三瀬花崗岩が, 北東に位置する早良花崗岩と南西の糸島花崗閃緑岩の間に貫入している(大和田ほか 1999). それぞれの深成岩の代表的な岩相を以下に述べる.

3.2.1. 糸島花崗閃緑岩

北部九州の西部に広く分布する. 博多湾岸には直接して分布しないが, 糸島半島中央部から西方および南部には広く見られる. 可也山中腹の採石場跡は有名で, 日光東照宮の大鳥居(石華表)を作った石材もここを産地とし(貝原 1688, 山村 1995), 今も矢穴の穿たれた花崗閃緑岩が見られる(Fig. 2a). 岩相は主に粗粒-中粒で, 無色鉱物の斜長石・石英・カリ長石の他, 有色鉱物の黒雲母・普通角閃石を伴う. 斜長石の量比が多く, 次いで石英が多いため, IUGS深成岩分類図(Streckeisen 1976)では主に花崗閃緑岩-トータル岩に区分される. 代表的な副成分鉱物としてクサビ石を伴う. 灰白色だが, 部分的に優白色になる. 片状構造を示すことがあり, しばしば暗色包有物を伴う. ベグマタイトやアプライトを伴うことも多い(唐木田ほか 1994).

3.2.2. 北崎花崗閃緑岩(トータル岩)

博多湾の能古島北半-糸島半島東方, および香椎東方の内陸域に分布し, 志賀島南端にもわずかに産する. 岩相は主に粗粒から中粒で, 石英・斜長石・カリ長石の他, 黒雲母・角閃石を伴う. 斜長石の量比が多く, 次いで石英が多いため, 主にトータル岩-花崗閃緑岩に区分される. 唐木田(1965)によると, (1)長石が無数の塵埃状包有物を含むため肉眼的に暗色(時に紫色)を帯びる, (2)黒雲母は角閃石より大きく多量でいちじるしく湾曲している, (3)普通角閃石の中核に単斜輝石が含まれることがある, (4)石英中に毛状のルチルが多い, (5)ランプロファア・電気石アプライトの岩脈を伴うことがある, といった特徴が有る.

なお, 福岡市西区今津北崎海岸-長浜海岸の白山神社前には過去に採石された痕跡が今でも観察でき, 上之橋御門石垣石材に散見される矢穴に似た矢穴痕の有る北崎花崗閃緑岩が点在している(Fig. 2b).

3.2.3. 志賀島花崗閃緑岩

志賀島を模式地として産し, 糸島半島宮浦の北東部や玄界島基部にも産する. 岩相は主に中粒-粗粒で, 石英・斜長石・カリ長石が多くそのため優白色を呈し, 有色鉱物として黒雲母・普通角閃石を伴う. 有色鉱物は無色鉱物よりも細粒である. カリ長石は淡桃色で, 時に粗粒化して斑状となる. 鏡下では格子状双晶を示す微斜長石として認識されることが多い. 斜長石・石英が多いため, IUGS深成岩分類図(Streckeisen 1976)では主に花崗閃緑岩-アダメロ岩

に区分される. 普通角閃石は淡緑黄色から濃緑青色を示し, 細粒黒雲母を包有することがある. 志賀島では弱い流理構造をしめすこともある.

3.2.4. 志賀島塩基性深成岩

志賀島や糸島半島には志賀島花崗閃緑岩と隣接して志賀島塩基性深成岩が分布する(唐木田 1967, 唐木田ほか 1994). 玄界島からの報告例は無い. 岩相としては, 粗粒角閃石斑れい岩, 中粒閃緑岩, 細粒閃緑岩, 粗粒単斜輝石モンゾ斑れい岩, 石英閃緑岩からなる. いずれも普通角閃石と斜長石を主要構成鉱物とし, 石英・カリ長石・黒雲母を伴う. 細粒の単斜輝石を伴うこともある. それらの量比および粒径の違いが岩相を変化させるが, あわせて岩石の組成差にも影響する. 粗粒の普通角閃石は自形性が強く, 六角-八角短柱状の結晶形が明瞭となる. 斜長石・石英・カリ長石は普通角閃石結晶の間を充填して産する. 副成分鉱物は磁鉄鉱・クサビ石・燐灰石などで, まれに緑簾石が粒間に産する. また, 変質した黒雲母や普通角閃石の末端部を緑泥石が置換することがある.

なお, 糸島半島宮浦の唐泊崎周辺の海岸の砂浜近辺には, 上之橋御門石垣石材に散見される矢穴に似た矢穴痕の有る志賀島塩基性深成岩および志賀島花崗閃緑岩が点在している(Fig. 2c).

3.2.5. 早良花崗岩

福岡市とその周辺部に広く分布する. 博多湾岸では姪浜-今宿にかけて分布する. 概ね粗粒で, 石英・カリ長石・斜長石が多くそのため優白色を呈し, 有色鉱物として黒雲母を伴う. カリ長石は淡橙-淡紅色で, 10-20 mmまで成長して斑状を示す. 斜長石・石英が多いため, 主にアダメロ岩-花崗閃緑岩に区分される. 黒雲母は無色鉱物よりも粒径が細かい. 時に少量の白雲母やモナズ石を伴う. 早良花崗岩がそれ以前に貫入していた糸島花崗閃緑岩に貫入した接触部分には, 細粒のザクロ石や含Li鉱物(リチア雲母・リチア電気石など)を伴うことがあり, 長垂に分布する岩体はベグマタイトを形成して福岡県指定の天然記念物となっている.

3.2.6. 福岡花崗岩

福岡市南西の脊振山地に岩株状に露出する. 主岩相は中粒の花崗岩で灰色から白色を示し, 弱い流理構造が認められる. 周縁部には細粒な花崗閃緑岩が包有される. 主岩相・包有岩相ともに斜長石・石英・カリ長石および少量の黒雲母から構成される(大和田ほか 1999). 黒雲母は無色鉱物より細粒で, その端部が緑泥石に置換されることがある. 副成分鉱物としてまれにザクロ石を伴う.

3.2.7. 三瀬花崗岩

脊振山地の中, 福岡花崗岩の南に隣接して岩株状に産する. 主に斜長石・石英・カリ長石と少量の黒

雲母から構成される。およその鉱物は細～中粒だが、カリ長石は斑状に成長している。岩体の形に沿って弱い流理構造が認められる（大和田ほか 1999）。黒雲母は無色鉱物より細粒で、その端部は緑泥石に置換されることがある。

3.3. 新生代堆積岩類

新生代堆積岩類は福岡県中～北部に広く分布し、福岡市周辺では古第三紀（旧成紀）の始新世中期に堆積した粕屋層群の臼井層（主な分布域は福岡市東部）・高田層（同北部・東部）・宇美層（同北部・東部）、同時期の福岡層群の残島層（福岡市能古島南部）・野間層（福岡市中央部）、始新世後期～漸新世前期に堆積した志免層群の名島層（同北部）・新原層（同北東部）・須恵層（同北東部）、同時期の早良層群の浦谷層（同中央部）・愛宕層（同中央部）、漸新世後期に堆積した姪浜層群の姪浜層（同中央部）、そして新第三紀（新成紀）鮮新世の能古砂礫層（福岡市能古島中央部）に区分される（唐木田ほか 1994）。その中で、博多湾近辺には、香椎周辺の高田層（砂岩・礫岩が主。石炭層を挟む）・宇美層（砂岩、含礫砂岩が主。薄炭層・珪化木を伴う）、能古島の残島層（礫岩・砂岩が主。薄炭層を含む）、西公園～野間の野間層（主に細粒堆積岩相で珪化木を伴う。ただし、下位に砂岩・礫岩層が伏在する）、名島の名島層（主に礫岩。挟在する珪化木は「檣（ほぼしら）石」として有名）、六本松～野間にかけて野間層を部分的に不整合に覆う浦谷層（砂岩・礫岩が主）、愛宕山周辺の姪浜層（砂岩が主）、そして能古島の能古砂礫層（未固結～弱固結の砂・礫混じり堆積層）が分布する（愛宕層はかつての炭田として有名だが、博多湾の底に位置しており、陸上では認識されない）。福岡城は、博多湾に向かって延びる野間層・浦谷層からなる舌状台地の北端部に築かれている。

3.4. 新生代（新第三紀（新成紀）後期～第四紀）玄武岩類

新第三紀（新成紀）鮮新世～第四紀更新世に活動した玄武岩類として、アルカリ玄武岩が博多湾内の能古島頂部を覆い火道が海岸部に認められる。その他に、アルカリ玄武岩は博多湾岸では福岡市西区横浜の今山、今津の毘沙門山の頂部、玄界島頂部にも産する。また、博多湾から離れるが、糸島半島の可也山頂部、津屋崎の薬師岳、そして相島にも同時代のアルカリ玄武岩が産する。カンラン石や単斜輝石、磁鉄鉱を斑晶として含み、能古島や相島、津屋崎薬師岳では不透明鉱物の集合体であるオパサイト縁を持つ角閃石斑晶を伴うこともある（松本ほか 1992、森ほか 2016）。石基は斜長石・カンラン石・単斜輝石・磁鉄鉱からなるが、石基が細粒になると鉱物種の同定が困難になる。産地による斑晶鉱物・石基鉱物の量比の違いで、岩石の組成に若干の差がある（松本ほか 1992）。

IV. 上之橋御門石垣石材の調査・分析結果

4.1. 目視による上之橋御門石垣石材の特徴

上之橋御門石垣に使用されている石材および石垣内の割栗石として目視で確認できた岩石種は概ね、①花崗岩類（花崗閃緑岩・アダメロ岩・トータル岩含む）、②苦鉄質深成岩類、③蛇紋岩、④玄武岩、⑤礫岩・砂岩、⑥珪化木である。これらのいくつかには幅10 cm・奥行5～7 cmの矢穴痕が見られるが（Fig. 4b, c）、同等の矢穴痕は中津城（Fig. 2d）や小石原城（松尾城）にも残っており（木島 2008）、慶長期以前の黒田家普請集団の石材加工技術を物語る痕跡である。

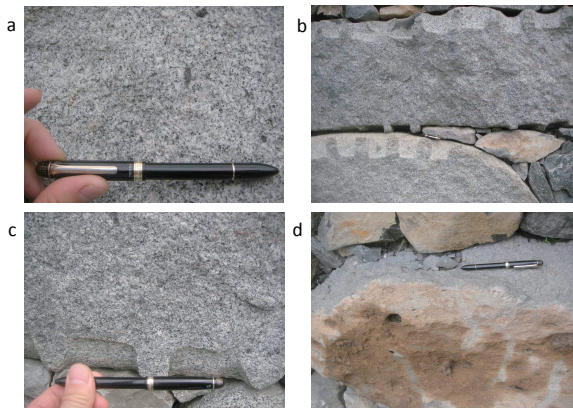


Fig. 4. Characteristics of rock materials found on a stone wall of the Kami-no-hashigata Gateway of Fukuoka Castle. a: Leucocratic surface of granodiorite with fine black sheet and/or columnar crystals surrounded by coarse colorless minerals. b: Cracking holes found on stone walls. c: Cracking holes drilled on a granodiorite. d: Basaltic material on stone walls with a surface that has turned gray and brown due to weathering.

①花崗岩類（花崗閃緑岩・アダメロ岩・トータル岩含む）

主要な石垣石材である花崗岩類は全体的に優白色で、部分的に淡桃色で10 mm大の粗粒な長石結晶が目立つ（Fig. 4a, b, c）。有色（暗色）結晶は少なく、白色・淡桃色結晶に比べて細粒である。この有色結晶は板状もしくは短柱状で、板状結晶は若干赤色を帯びた黒色、柱状結晶は若干緑色を帯びた黒色を呈しており、それぞれ黒雲母・普通角閃石と考えられる。

石垣石材の花崗岩類には、後述の苦鉄質深成岩ほどの優黒色は示さないものの主要な花崗岩類よりもやや暗色で有色鉱物が多くて淡赤桃色結晶が少ない岩石、あるいは全体的に灰色に見える岩石も存在する。

②苦鉄質深成岩類

苦鉄質深成岩類石材は優黒色で、1～5 mm大で緑色～暗緑色普通角閃石の六～八角形の自形結晶が目立つ。それらの結晶径が粗粒化すると、自形性が強くなる傾向がある。普通角閃石結晶の粒間は相対的に細粒な白色結晶が充填する。

③蛇紋岩

蛇紋岩は全体的に暗緑色を示し、部分的に淡緑色の細脈を伴うことがあり、細脈は網目状に発達することもある。細粒ゆえ深成岩類のような粒状の表面は示さない。

④玄武岩

玄武岩は緻密で表面は灰色だが (Fig. 4d)、これは風化による変色で、割れ口を見ると暗灰色から優黒色を示す。切断面は鋭利となることが多い。斑晶は小さく、少ない。

⑤礫岩・砂岩

礫岩は、2-6 mm径の礫の間を砂質-粘土質の基質が充填する。礫は丸みを帯びていることが多いが、細長く伸びている粒子も少量存在する。おおよそ黄土色から黄灰色を示す。砂岩はより細粒だが、礫岩と同様の産状を示すことが多く、基質が卓越する。

⑥珪化木

上之橋御門で石材として観察された珪化木は暗い黄土色で、年輪とおぼしき幅1 mmほどの間隔で褐色の平行な縞模様が認められる。

4.2. 上之橋御門石垣石材の岩石学的解析

上之橋御門石垣修復の際に再利用されなかった岩石片 (Table 1) を対象として、(1) 表面研磨試料の観察 (Fig. 5a)、(2) 石材試料薄片の鏡下観察 (Fig. 5b)、(3) 全岩化学組成分析、を実施した。

4.2.1. 表面研磨試料の観察

表面研磨試料 (Fig. 5a) を観察するに、解析した試料の大部分は深成岩であった。その中で、J-4、J-50、J-100、J-140、KS-2、L-54、L-82、L-151、L-190、L-252、L-253、L-258、L-338、L-454、LS-21、LS-35、N-2、FCS-1、FCS-2、FCS-3、FCS-5、FCS-6、No-chordの23石材試料は肉眼で優白色であり、花崗岩類と判定された。そのほとんどが粗粒-中粒の無色-淡桃色鉱物から成り、少量の相対的に

細粒な有色 (暗赤色・暗緑色・黒色) 鉱物から構成される岩石であった。なかには、ほぼ細粒鉱物から成る優白色岩石も存在した (J-100)。粗粒の淡桃色鉱物は、10 mm大まで成長することがあった (FCS-6)。この中に、上之橋御門石垣石材の目視観察で観察された、やや暗色で有色鉱物が多く淡赤桃色結晶が少ない花崗岩類や全体的に灰色に見える花崗岩類は、残念ながら認められなかった。

J-151、J-153、L-233、FCS-4、FCS-7、Guri-2の6石材試料は優黒色の苦鉄質深成岩だった。ただし、試料間で粒径に差があり、比較的細粒 (最大径1-2 mm) な石材 (J-153) から、暗緑色多角形結晶が5-6 mm大まで粗粒化している石材 (Guri-2) があった。

深成岩以外の石材試料として、FCS-8は玄武岩で、黒色緻密で斑晶が小さく (1 mm以下) その量が少なかった。Guri-3は蛇紋岩で、暗緑色の岩石で黄緑色の脈が存在し、なめらかな表面をしていた。L-459は含礫砂岩で、1-2 mm大の緑色粗粒砂が少量の2-5 mm大の細礫とともに粒子支持で緻密に重なっており、その間を優白色-淡緑色の基質が充填していた。Guri-1は珪化木で、暗赤褐色を示すも乾燥すると黄土色を示し1 mm幅の年輪が明瞭であった。

4.2.2. 石材試料薄片の顕微鏡観察

薄片試料 (Fig. 5b) に関する偏光顕微鏡観察においては組織観察と鉱物同定を行うと共に、深成岩 (花崗岩類、苦鉄質深成岩類) についてはポイントカウントして構成鉱物の量比を求めた。その結果をTable 2およびFig. 6に示す。

研磨片の肉眼観察によって花崗岩類と判定した石材試料は、共通して斜長石・石英・カリ長石を主要構成鉱物とし、いずれも斜長石が最も多く、次いで石英が多いことがわかった (Table 2, Fig. 6)。石材表面で粗粒化して見える淡桃色鉱物はカリ長石で、部分的に格子状双晶やパーサイト構造を有した。有色鉱物としては褐色から緑褐色の黒雲母を普遍に含

Table 1. Rock samples of a stone-wall of the Kami-no-hashii Gateway of Fukuoka Castle used for this petrological analysis.

Location	North Face (of stone wall)	South face	West face	East face	Rubble stone*1	Others*2
Granite	L-54, L-82, L-151, L-190 (FUA71), L-252, L-253, L-258, L-338, L-454, LS-21, LS-35	J-4, J-50, J-100, J-140	KS-2	N-2 (FUA70)		FCS-1, FCS-2, FCS-3, FCS-5, FCS-6, No-chord
Mafic plutonic rocks	L-233	J-151, J-153			Guri-2	FCS-4, FCS-7
Alakli basalt						FCS-8
Serpentinite					Guri-3	
Sandstone	L-459					
Silicified wood					Guri-1	

The sample codes were assigned at the restoration work of the stone-wall of the Kami-no-hashii Gateway of Fukuoka Castle, excluding rubble stones and other stones.

※ 1: For the Rubble stones (割栗石), three characteristic samples with well preservation (Guri-1, 2 and 3) were selected from all preserved. Sample numbers were coded during this analysis.

※ 2: For the other stones, FCS-1 to -8 were well-preserved samples stored at outdoor after the restoration work. The "No-chord" sample was stored indoor. Each sample codes were given at the time of sample analysis.

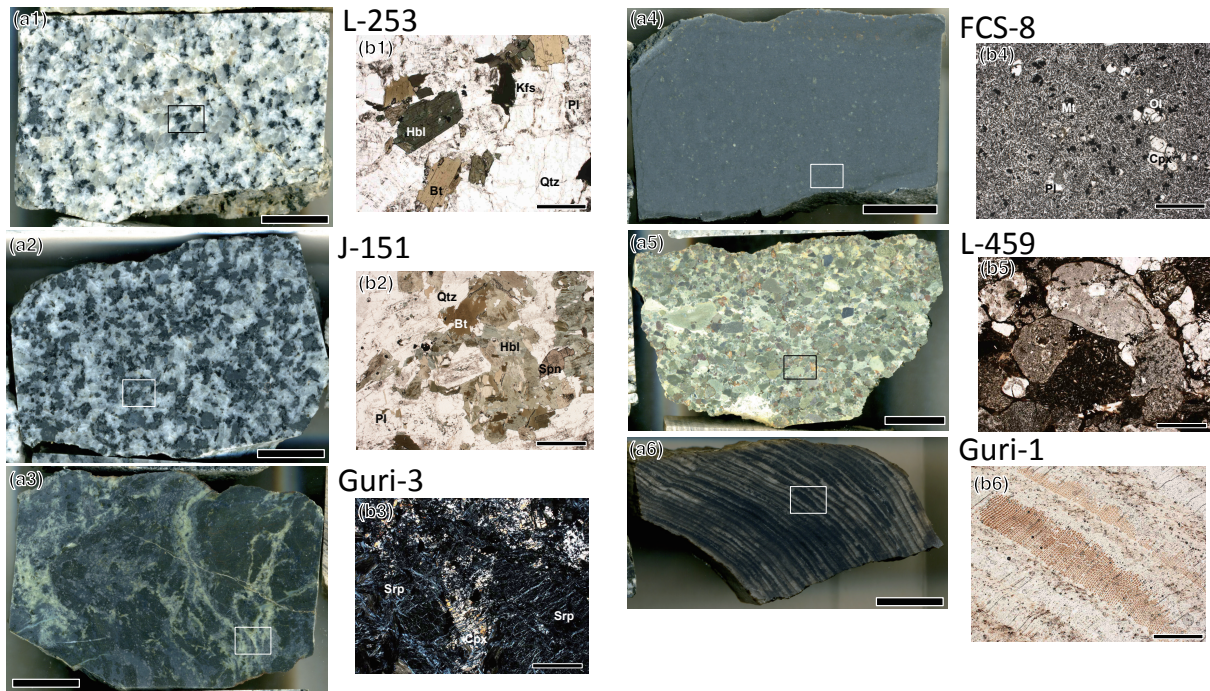


Fig. 5. a; Polished surface of hand specimens of the representative rock samples used for a stone wall of the Kami-no-hashii Gateway of Fukuoka Castle. a1: Granodiorite (L-253), a2: mafic plutonic rocks (J-151), a3: serpentinite (Guri-3), a4: basalt (FCS-8), a5: sandstone with granules (L-459), and a6: silicified wood (Guri-1). Scales are 1 cm. b; Photomicrographs for thin section of squared area marked in Fig. 5a. b1, 2, 4, 5 and 6 were taken under plane-polarized light, and b3 was under crossed polar. In those photomicrographs (b1-6), Bt: biotite, Cpx: clinopyroxene, Hbl: hornblende, Kfs: K-feldspar, Mt: magnetite, Pl: plagioclase, Ol: olivine, Qtz: quartz, Spn: sphene, and Srp: serpentine. Scales are 1 mm.

Table 2. Mode composition of plutonic rocks used for a stone-wall of the Kami-no-hashii Gateway of Fukuoka Castle.

薄片製作試料	石英	カリ長石	斜長石	黒雲母	角閃石	クサビ石	不透明鉱物
J-4	◎	○	◎	○	△	R	R
J-50	◎	○	◎	○	△	R	R
J-100	◎	○	◎	△	R	R	R
J-140	○	○	◎	○	△	R	R
J-151	○	△	◎	○	○	R	R
J-153	○	△	◎	○	○	R	R
KS-2	◎	○	◎	○	R	R	R
L-54	○	○	◎	○	△	R	R
L-82	◎	○	◎	○	△	R	R
L-151	◎	○	◎	○	△	R	R
L-190 (FUA71)	◎	○	◎	○	R	R	R
L-233	○	○	◎	○	◎	R	R
L-252	◎	○	◎	○	△	R	R
L-253	○	○	◎	○	△	R	R
L-258	◎	○	◎	○	△	R	R
L-338	◎	○	◎	○	△	R	R
L-454	◎	○	◎	○	△	R	R
LS-21	○	○	◎	○	△	R	R
LS-35	◎	○	◎	○	△	R	R
N-2 (FUA70)	○	◎	◎	○	△	R	R
Guri-2 ¹	R	○	◎	R	◎	R	R
FCS-1	○	○	◎	○	△	R	R
FCS-2	◎	○	◎	○	△	R	R
FCS-3	◎	○	◎	○	○	R	R
FCS-4	○	△	◎	○	◎	R	R
FCS-5	◎	◎	◎	○	△	R	R
FCS-6	○	○	◎	○	△	R	R
FCS-7	○	△	◎	○	○	R	R
No-chord	◎	○	◎	○	R	R	R

*1: 微量 (<1%) の単斜輝石を伴う。

◎: 25% or more, ○: 5% or more and less than 25%, △: 1% or more and less than 5%, R: less than 1%, ×: not included.

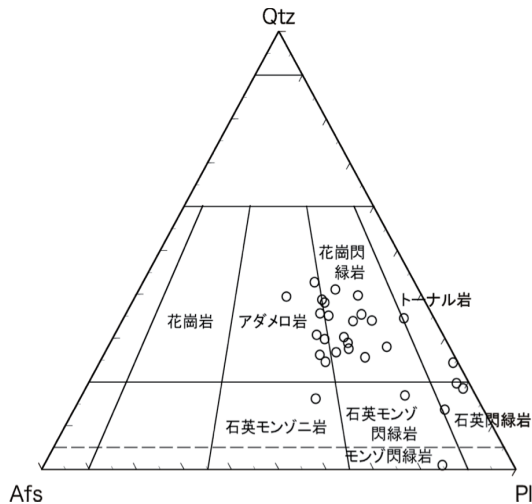


Fig. 6. Classification of plutonic rocks used for a stone wall of the Kami-no-hashii Gateway of Fukuoka Castle. The classification is based on the plutonic rock classification (Streckeisen 1976) of the International Union of Geological Sciences (IUGS).

み、緑色の普通角閃石が少量伴われるが、普通角閃石がまれにしか産しない岩石もあった (J-100, No-chord). 代表的な副成分鉱物はスフェーン (クサビ石) であった。いくつかの試料では普通角閃石が黒雲母を包有した (L-54 など)。黒雲母の端部が緑泥石に変化している岩石もあった (FCS-6 など)。IUGS 深成岩分類図 (Fig. 6) において、深成岩類の鉱物量比から、花崗岩類は主に花崗閃緑岩とアダメロ岩に分類された。

苦鉄質深成岩石材試料については、鏡下観察に於いて普通角閃石と斜長石が主要な構成鉱物であることがわかった (Table 2)。その他、主要構成鉱物として少量の石英とカリ長石、黒雲母、まれに細粒の単斜輝石から構成され、スフェーン (クサビ石) を代表とする副成分鉱物を伴うことがわかった。カリ長石は、部分的に格子状双晶やパーサイト構造を有した。普通角閃石が粗粒化すると、その自形性も強くなった (Guri-2)。そしてその粒間を、斜長石やカリ長石、細粒な石英が充填して産した。IUGS 深成岩分類図 (Fig. 6) において主に石英閃緑岩に分類された。

玄武岩石材 (FCS-8) は、主として長柱状結晶の斜長石と、より細粒で少量の単斜輝石や磁鉄鉱からなる石基から構成され、斑晶としては 0.1–0.5 mm 径のカンラン石、粒状の単斜輝石と不透明の磁鉄鉱、そして量的にわずかだが斜長石を伴った。肉眼観察でも認識できたようにそれらの斑晶は少量で、斑晶の粒間を石基が充填していた。流理構造は認められなかった。

蛇紋岩石材 (Guri-3) は淡黄色–淡黄緑色の蛇紋石が主要構成鉱物で、それらはカンラン石・単斜輝石残晶の割れ目を縫うように網状に産することもあった。また 0.2 mm 大までの磁鉄鉱が主として蛇紋石からなる脈部に産した。

含礫砂岩石材 (L-459) を構成する粗粒砂・細礫の種類は安山岩・玄武岩が多かった。細礫中にて斑晶・微斑晶として産する斜長石長柱状結晶は比較的明瞭に観察されたが、苦鉄質鉱物の斑晶 (輝石・カンラン石などと思われる) や石基は変質して仮像となるなどの状態ゆえ同定困難だった。また粗粒砂として、1–2 mm 大の石英・長石単結晶およびその集合体も含まれ、その後背地を推定する情報が読み取れる (後背地解析は、本報告の主旨ではないので割愛する)。含礫砂岩の基質は極細粒で粘土質であり、鏡下観察による鉱物種の同定は困難であった。

珪化木 (Guri-1) は鏡下で木質の繊維状組織が明瞭に残っており、細粒石英が細胞壁に囲まれていた空間を充填していた。残念ながら、その組織からは元の植物種は同定できなかった。

4.2.3. 上之橋御門石垣石材の化学分析結果

一定量の試料量が確保される風化の影響が認められない福岡城上之橋御門石垣の石材試料については全岩化学分析し主要元素組成を求めた。また比較検討のため、3.2 節にて述べた岩相を示す糸島花崗閃緑岩を糸島市可也山中腹の採石場周辺にて、矢穴痕の有る北崎花崗閃緑岩を福岡市今津にて、志賀島花崗閃緑岩を同市志賀島東部の黒瀬と北部の勝馬にて、早良花崗岩を那珂川市五ヶ山にて、石材起源調査時に吟味して採取し、石垣石材と同時に化学分析した。分析に際しては九州大学理学部の蛍光 X 線分析装置 Rigaku Primus IV を用い、中田ほか (1985) の手法に従って検量線を定義して定量した。分析した試料および分析結果は Table 3 に示す。

石垣石材の中で、深成岩 (花崗岩類、苦鉄質深成岩類) の化学組成を Fig. 7 に示す。石垣石材の花崗岩類の化学組成は $\text{SiO}_2 = 66.8 - 73.2 \text{ wt.}\%$ 、 $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} = 7.0 - 8.0 \text{ wt.}\%$ を示した。その他の元素組成を含めて志賀島花崗閃緑岩・早良花崗岩のそれに類似し、特に志賀島花崗閃緑岩の組成域とはほぼ同じ領域を占め、共通性は K_2O 含有量と Fe/Mg 値に顕著であった (Fig. 7)。

一方、苦鉄質深成岩石材 (J-151, J-153, FCS-4, FCS-7, Guri-2) の化学組成は $\text{SiO}_2 = 55.0 - 57.3 \text{ wt.}\%$ 、 $\text{MgO} = 5.3 - 10.2 \text{ wt.}\%$ 、 $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} = 3.3 - 5.3 \text{ wt.}\%$ を示した。このような組成を持つ苦鉄質深成岩は博多湾周辺において志賀島塩基性深成岩に代表されるが、それらの中で相対的に珪長質な岩石の組成が、苦鉄質深成岩石材と酷似していた (Fig. 7)。

玄武岩試料 (FCS-8) は 1 データのみだが、 $\text{SiO}_2 = 45.3 \text{ wt.}\%$ 、 $\text{MgO} = 6.8 \text{ wt.}\%$ 、 $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} = 4.6 \text{ wt.}\%$ を示し、アルカリ玄武岩であることが明らかになった。博多湾周辺に産するアルカリ玄武岩組成の報告例と比較すると、玄武岩石材の組成は、今山、毘沙門山、そして相島、津屋崎に産するアルカリ玄武岩の組成と類似した (Fig. 8)。

蛇紋岩試料 (Guri-3) も併せて化学組成を求めたが、 SiO_2 量が少なく ($\text{SiO}_2 = 36.7 \text{ wt.}\%$)、 MgO 量が多く

(MgO = 35.7 wt.%), 典型的な超苦鉄質岩の組成を示した。

V. 上之橋御門石垣の石材産地についての考察

福岡城上之橋御門石垣の特徴はその表面の白さである (Fig. 3, およびFig. 4)。部分的に灰色-暗色・黒色の深成岩が石材として用いられているものの、概ね優白色の花崗岩類岩石が多用されていることがその所以である。それゆえ、まずは花崗岩類と苦鉄

質岩深成岩類を主とする深成岩石材についてその産地を考察し、次いでその他の石材の産地について考察する。

5.1. 深成岩石材の産地について

既述のように、福岡城を中心とする博多湾周辺に分布する花崗岩類は、主に糸島花崗閃緑岩・北崎花崗閃緑岩 (トータル岩)・志賀島花崗閃緑岩・早良花崗岩である (唐木田ほか 1994)。内陸には、福岡花崗岩・三瀬花崗岩の小岩体が、糸島花崗閃緑岩とその北東に位置する早良花崗岩との間に貫入してい

Table 3. Major element composition of plutonic rock, basalt, and serpentinite used for a stone-wall of the Kami-no-hashii Gateway of Fukuoka Castle.

	J-4	J-100	J-151	J-153	KS-2	L-82	L-190	L-338	LS-21	N-2
SiO ₂	68.70	73.19	56.53	55.36	69.63	68.11	70.94	67.98	68.26	70.86
TiO ₂	0.38	0.21	0.84	1.10	0.37	0.42	0.30	0.42	0.40	0.19
Al ₂ O ₃	15.52	13.88	15.29	14.99	14.84	15.55	14.83	15.47	15.41	15.28
Fe ₂ O ₃ *	2.79	1.54	7.38	7.64	2.69	3.02	2.26	3.16	3.09	1.44
MnO	0.06	0.05	0.13	0.13	0.07	0.07	0.05	0.07	0.07	0.03
MgO	1.05	0.58	5.35	6.37	1.49	1.39	0.71	1.69	1.78	0.71
CaO	2.99	1.63	6.99	7.26	2.75	3.16	2.27	2.99	2.92	2.25
Na ₂ O	3.96	3.49	2.99	2.98	3.83	3.85	3.65	3.85	3.64	3.87
K ₂ O	3.25	4.50	2.26	2.06	3.47	3.21	3.82	3.39	3.39	3.97
P ₂ O ₅	0.12	0.06	0.25	0.31	0.12	0.14	0.10	0.14	0.14	0.06
Total	98.83	99.13	98.01	98.19	99.26	98.91	98.94	99.15	99.10	98.65

	FCS-1	FCS-2	FCS-3	FCS-4	FCS-5	FCS-6	FCS-7	FCS-8	Guri-2	Guri-3
SiO ₂	66.80	69.43	68.28	57.26	69.53	69.49	56.48	45.27	55.09	36.65
TiO ₂	0.47	0.36	0.42	0.94	0.36	0.36	0.85	2.97	0.73	1.15
Al ₂ O ₃	16.19	15.03	15.50	12.59	15.28	15.16	15.15	14.72	12.27	5.73
Fe ₂ O ₃ *	3.51	2.64	3.16	7.27	2.62	2.63	7.43	14.22	7.72	13.49
MnO	0.08	0.06	0.07	0.13	0.06	0.07	0.14	0.20	0.15	0.16
MgO	1.29	0.78	1.46	7.95	1.38	1.11	5.95	6.80	10.22	35.66
CaO	3.62	2.76	3.14	8.15	2.62	2.77	7.02	9.25	10.53	1.30
Na ₂ O	4.26	4.11	4.09	3.18	3.87	4.03	3.02	3.21	2.12	0.00
K ₂ O	2.88	3.45	3.26	1.38	3.76	3.43	2.31	1.38	1.26	0.01
P ₂ O ₅	0.16	0.11	0.13	0.24	0.12	0.11	0.27	0.89	0.14	0.06
Total	99.27	98.74	99.50	99.10	99.59	99.15	98.63	98.89	100.24	94.17

	131227-01	131227-05B	131227-08	141007-03	Sawara Granite	
SiO ₂	59.99	60.01	68.42	65.89	71.24	上段・中段は、福岡城上之橋御門石垣石材
TiO ₂	0.77	0.73	0.39	0.55	0.33	(試料番号については本文参照)
Al ₂ O ₃	16.86	17.43	15.43	15.11	15.08	
Fe ₂ O ₃ *	6.36	5.54	2.79	4.04	2.49	下段は石材調査時に採取した岩石試料(産地)
MnO	0.12	0.10	0.05	0.08	0.06	131227-01: 北崎花崗閃緑岩(福岡市今津)
MgO	2.84	2.18	0.89	2.34	0.39	131227-05B: 志賀島花崗閃緑岩(福岡市志賀島黒瀬)
CaO	5.68	5.36	2.92	3.81	2.30	131227-08: 志賀島花崗閃緑岩(福岡市志賀島勝馬)
Na ₂ O	3.30	3.94	3.75	3.57	4.06	141007-03: 糸島花崗閃緑岩(糸島市可也山)
K ₂ O	2.78	2.28	3.77	3.13	3.15	Sawara Granite: 早良花崗岩(那珂川町五ヶ山)
P ₂ O ₅	0.23	0.26	0.13	0.14	0.10	
Total	98.95	97.84	98.54	98.65	99.22	

Fe₂O₃*: Total Fe (FeO + Fe₂O₃)

The compositions were determined by X-ray fluorescence spectrometry (XRF: Rigaku Primus IV) in the Faculty of Science, Kyushu University, following calibration techniques using glass discs (Nakada *et al.* 1985). In the table, the chemical compositions of typical Itoshima granodiorite, Kitazaki granodiorite (tonalite), Shikajima granodiorite, and Sawara granite, which were collected and analyzed during this research, are also listed.

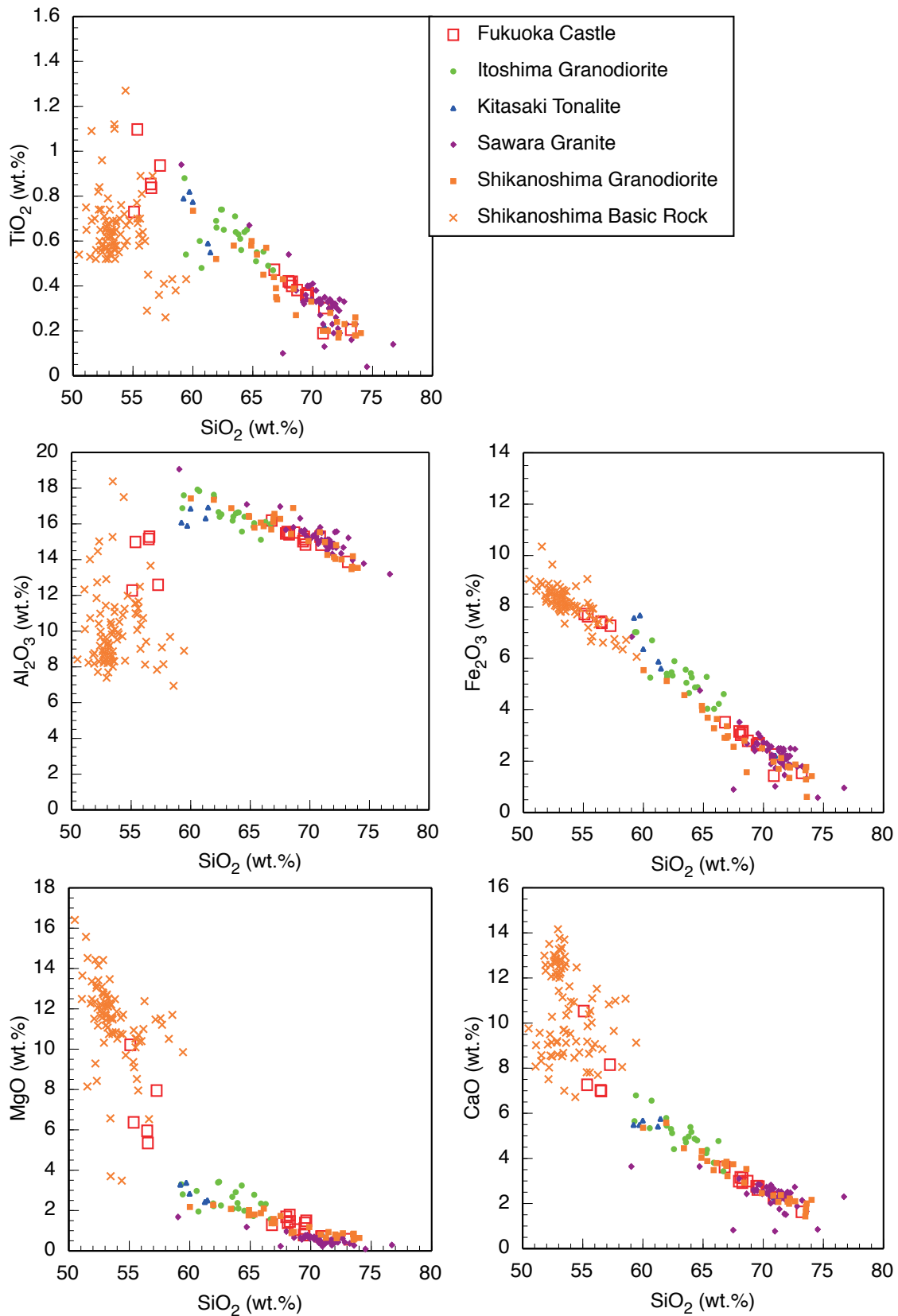
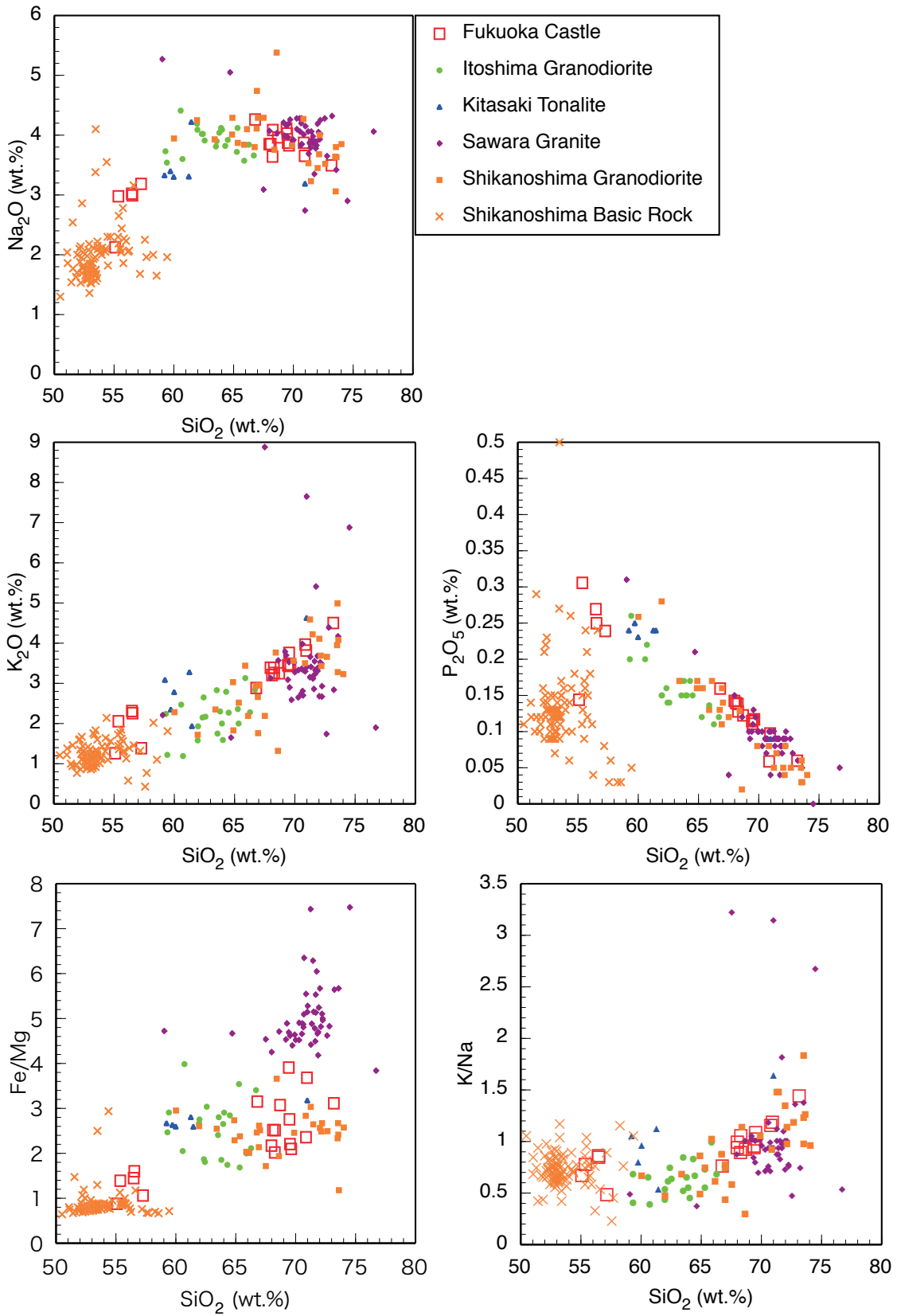


Fig. 7. Harker diagram for whole rock compositions of plutonic rocks used on a stone wall of the Kami-no-hashii Gateway of Fukuoka Castle. In the figure, the composition of plutonic rocks found around Hakata Bay which were previously reported (Karakida *et al.* 1994, Kawano and Yuhara 2008, Yamada 1986, Yuhara *et al.* 2003, 2006, 2007, 2009) are also shown for references. The legend is common for all diagrams (Fukuoka Castle: 福岡城上之橋御門石材, Itoshima Granodiorite: 糸島花崗閃緑岩, Kitasaki Tonalite: 北崎花崗閃緑岩 (トータル岩), Sawara Granite: 早良花崗岩, Shikanoshima Granodiorite: 志賀島花崗閃緑岩, Shikanoshima Basic Rock: 志賀島塩基性深成岩).



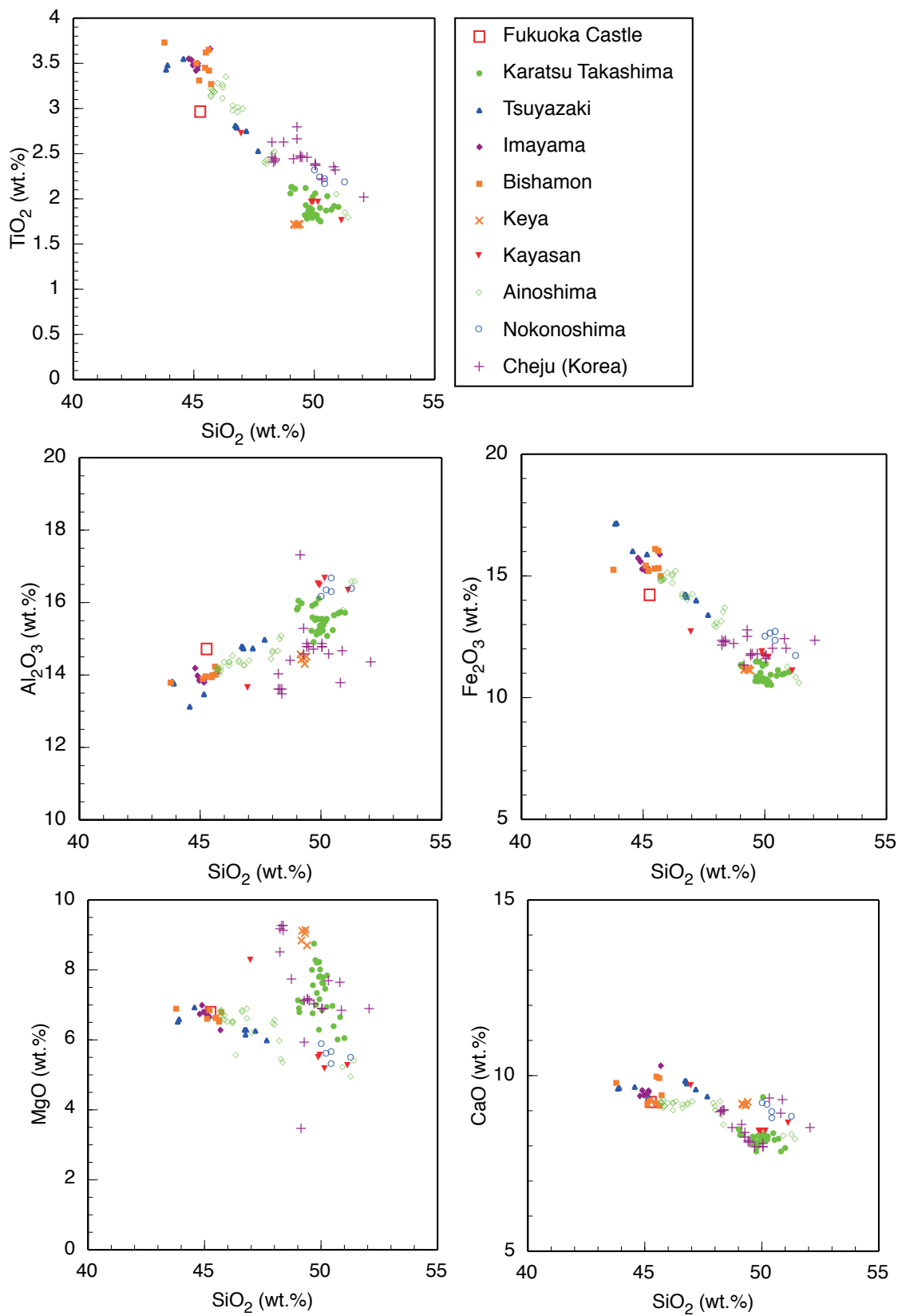
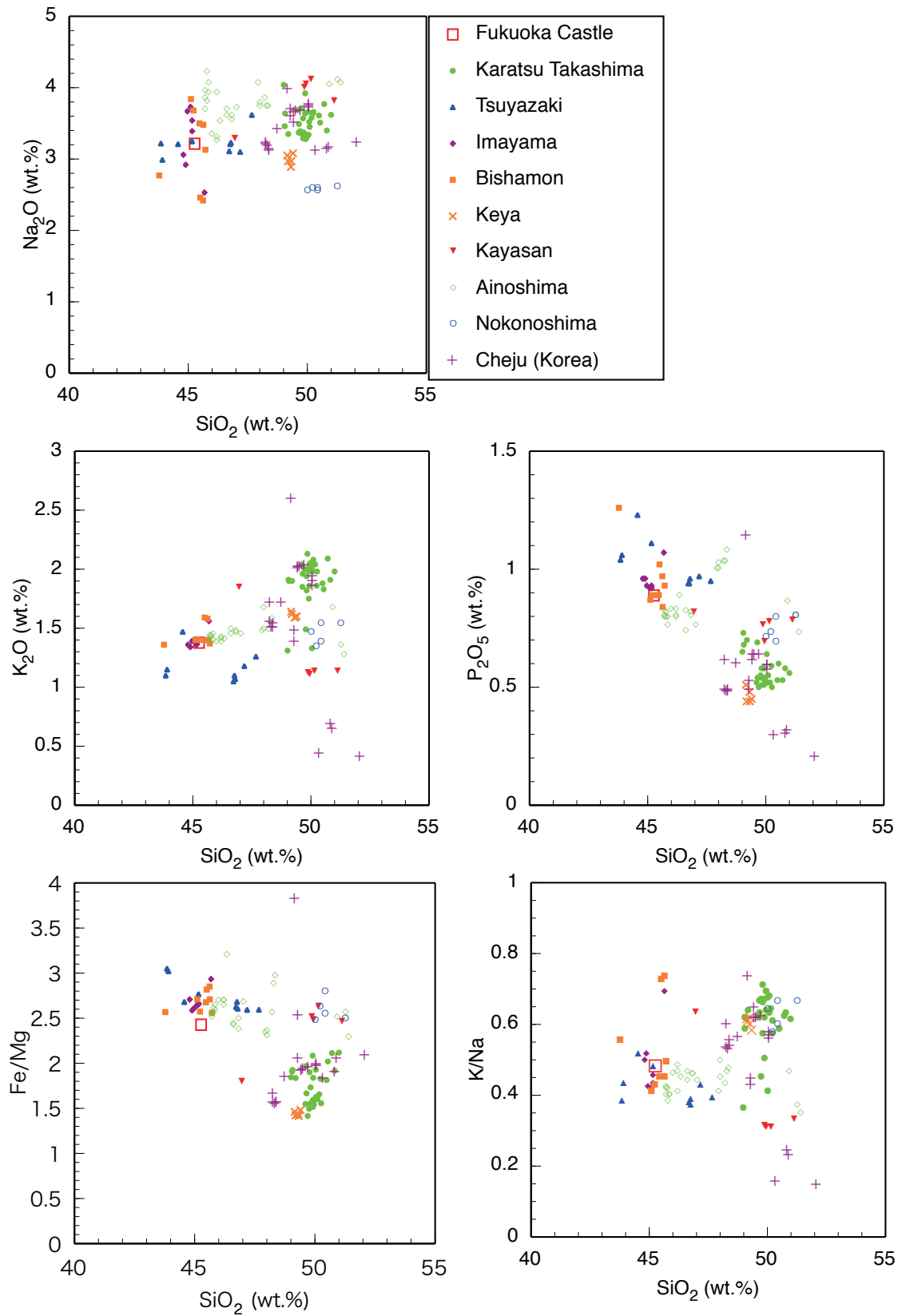


Fig. 8. Harker diagram for a whole rock composition of basalt used on a stone wall of the Kami-no-hashii Gateway of Fukuoka Castle. In the figure, the compositions of alkali basalt found around Hakata Bay and a few reference areas which were previously reported (Kokubu *et al.*, 1957; Matsumoto *et al.* 1992, Matsuyama 1996, Toh 2007) are also shown for comparison. The legend is common for all diagrams (Fukuoka Castle: 福岡城上之橋御門石材, Karatsu Takashima: 唐津市高島, Tsuyazaki: 福津市津屋崎, Imayama: 福岡市今山, Bishamon: 福岡市毘沙門山, Keya: 糸島市芥屋, Kayasan: 糸島市可也山, Ainoshima: 新宮町相島, Nokonoshima: 福岡市能古島, Cheju (Korea): 韓国濟州島).



る(大和田ほか 1999)。内陸の山間部からの岩石の移動、特に石垣石材としての大きさを維持した岩石の輸送は多大な労力を要する。一方、海岸付近に分布する岩石は、その移動に浮力が活用できるため、古代から諸々の石材として利用されている(森ほか 2016)。その上、福岡城築城時は、その北側は海に開けていた状況であり、海上輸送による石垣石材調達は多用されていたと考えられる。実際に、今津半島の北崎周辺の海岸、およびその北方の唐泊崎周辺の海岸には矢穴痕のある岩石が散在する(Fig. 2b, c)が、これらは上之橋御門石垣石材に散見される矢穴に似た形状を示す。また、可也山中腹には採石場跡があり、ここでも矢穴痕の有る花崗閃緑岩を観察することができる(Fig. 2a)。加えて、福岡城築城時の事情(膨大な戦費・築城に関わる支出・隣国との確執など)を考えると、労力的にも時間的にも入手の容易な博多湾周辺の海岸近辺から重点的に石材を調達したと考えられる。それゆえ、種子田(1983)や唐木田(1997)も考察したように、本考察でも博多湾周辺に産する岩石類を優先的に起源候補として比較検討する。

石垣に多く見られる優白色の花崗岩石材の特徴として、淡桃色の粗粒結晶としてカリ長石を伴うことが挙げられる。この特徴は、志賀島花崗閃緑岩・早良花崗岩に認められる。また、石材に有色鉱物として黒雲母の他に1-4 mm大の黒色(粗粒結晶では暗緑色に見えることもある)を呈する長柱状-短柱状の普通角閃石が散見されることも特徴である(Fig. 4)。この普通角閃石をその多寡は問わず主要構成鉱物として普遍に伴う博多湾周辺の花崗岩類は、糸島花崗閃緑岩、北崎花崗閃緑岩(トータル岩)、そして志賀島花崗閃緑岩である。その中で、肉眼で観察される石垣の花崗岩類石材が優白色に見える特徴と無色鉱物の中に淡桃色の粗粒な斑状カリ長石結晶を伴う特徴、および角閃石を伴う特徴に共通する博多湾周辺の花崗岩類は、志賀島花崗閃緑岩である。

石垣石材の薄片観察では、花崗岩類について、ほぼ斜長石・石英・カリ長石・黒雲母・普通角閃石から構成されることがわかった(Table 2)。この結果は、普通角閃石が副成分鉱物並に少ない石材もあったが、石垣石材の肉眼鑑定の結果と調和的である。石英・斜長石・カリ長石の量比によると、花崗閃緑岩-アダメロ岩に区分された(Fig. 6)。この区分も志賀島花崗閃緑岩と共通する。

肉眼観察による結果を支持するように、花崗岩類石材の化学組成的特徴(Fig. 7)は志賀島花崗閃緑岩の組成的特徴と一致し、それ以外の糸島花崗閃緑岩・北崎花崗閃緑岩(トータル岩)のそれとは異なる。早良花崗岩の組成とは一部元素で類似する特徴を有するが、化学組成全体を見て、特にFe/Mg値の違いなどを考慮するとその共通性という点では早良花崗岩は志賀島花崗閃緑岩に劣る。また、早良花崗岩には花崗岩石材と異なり角閃石が伴わないという相違点も存在する。

福岡花崗岩・三瀬花崗岩については、それらに弱い流理構造が認められること、そして構成鉱物に普通角閃石が含まれない事が、上之橋御門石垣石材の岩相と異なる。有色鉱物としての黒雲母も概観して少ない。化学組成の比較を行っていないものの、産地が山間で労力的に入手が容易ではないであろうことも考慮すると、上之橋御門石垣に石材として供給された可能性は低いだろう。

上之橋御門石垣石材の苦鉄質深成岩類石材は、表面が暗緑色-優黒色を呈しており、粗粒結晶は六角形の暗緑色を示すこともある。この多角形結晶は自形の普通角閃石結晶であった。これら自形の普通角閃石結晶の周囲を、少量ながらカリ長石が斜長石や石英と共に充填するという特徴が、苦鉄質深成岩類石材には認められた。

博多湾周辺に産する苦鉄質深成岩は、志賀島塩基性深成岩もしくは三郡変成岩中の変成斑れい岩である。いずれも普通角閃石を伴うが、自形の粗粒普通角閃石結晶を普遍に伴うのは志賀島塩基性深成岩である。さらに、カリ長石は志賀島塩基性深成岩には含まれるが、変成斑れい岩には含まれない。鉱物の産状から考察すると、上之橋御門石垣石材の苦鉄質深成岩類石材を供給した岩体は、志賀島塩基性深成岩体の可能性が高い。

苦鉄質深成岩類石材の化学組成については、三郡変成岩中の変成斑れい岩の組成が不明であるため苦鉄質深成岩石材と変成斑れい岩とで比較評価できないが、少なくとも苦鉄質深成岩石材と志賀島塩基性深成岩の組成的特徴とは類似する。その中でも相対的に珪長質な組成を有する志賀島塩基性岩と共通する要素が多い。肉眼観察と化学組成上の共通点より、上之橋御門石垣を構築する深成岩石材の大部分が志賀島花崗閃緑岩および共存する志賀島塩基性深成岩の岩体から供給された可能性が高いことが示唆される。

このように、上之橋御門石垣石材の深成岩と同じ岩石と推定される志賀島花崗閃緑岩・塩基性深成岩は、模式地の志賀島とその西方対岸の糸島半島宮浦に産する。矢穴が穿たれた志賀島花崗閃緑岩・塩基性深成岩は、糸島半島宮浦の唐泊崎およびその北部の海岸に今も点在する。その周辺からこれらの岩石が石材として運ばれたことは十分に考えられる。

なお、今回比較検討のために引用した志賀島塩基性深成岩の全岩組成は志賀島北東部の黒瀬周辺に産する試料に由来するデータが相対的に多かったが、今後その他の地域に産する志賀島塩基性深成岩の全岩組成データが蓄積すると、その組成差が大きいゆえにその組成差を根拠に、より詳細に石材採取地点について検討することができるようになるとと思われる。加えて、現在は港湾施設が整備され露頭が現れていない唐泊漁港周辺にも、志賀島花崗閃緑岩は分布している(久保ほか 1993)。これら港湾施設の整備・拡張により、福岡城築城時には石材供給地点であった場所が埋没したことが考えられる。或いは、志賀

島花崗閃緑岩の模式地である志賀島でも、志賀島漁港・弘・勝馬の集落の発展、および周回する県道の敷設整備時に、石材供給地点であった場所が埋没した可能性がある。今後これらの地域が再開発などにより掘削等行われる際には、岩石の基盤等に残された石材調達の痕跡（矢穴の存在など）の有無が調査されることを期待する。

また、肉眼で観察した深成岩の石垣石材の中には、今回、岩石学的解析した石材試料とは見た目の異なる深成岩試料が散見されている（例えば、目視で表面が灰色に見える花崗岩など）。これらについては薄片観察や化学分析ができなかったため産地を検討できなかったが、志賀島花崗閃緑岩にその起源を求めるのは困難と思われる。それゆえ、上之橋御門石垣石材の産地を、志賀島花崗閃緑岩・塩基性岩体のみ限定することはできないだろう。例えば、志賀島花崗閃緑岩と判定した主要な花崗岩類よりもやや暗色で有色鉱物が多く淡赤桃色結晶が少ない石材は北崎花崗閃緑岩に似ており、その北崎花崗閃緑岩は博多湾西部の今津にて認められる。上之橋御門石垣普請時は志賀島花崗閃緑岩の産地を主な石材供給地としながらも、その周辺地域にて入手容易な石材を調達したのかもしれない。

5.2. 玄武岩・蛇紋岩・礫岩・砂岩・珪化木石材の産地について

深成岩以外の岩石については、試料数、特に薄片作製・化学分析に用いることのできた石材試料が少なかった。それゆえ先述の深成岩石材ほど詳細に比較検討して産地を特定することは困難であるが、その特徴を総合的に概観して供給源を推定する足がかりを得たい。

深成岩以外の石材として蛇紋岩が割栗石として使用されているが、蛇紋岩は、博多湾周辺では変成蛇紋岩として香椎と糸島半島に分布することが報告されている（唐木田ほか 1994）。博多湾に直接する変成蛇紋岩としては、今津の浜崎山に比較的大きな岩体が存在し、香椎浜の御島に若干が露出する。糸島半島宮浦にて花崗岩類の石材を採取した際に經由地の今津にて蛇紋岩を石材として採取した、もしくは名島城の石材を再利用したときに御島から利用可能な石材を確保したのかもしれない。

アルカリ玄武岩は博多湾岸北西部の今山、毘沙門山や能古島、玄界島に産する。また博多湾からは離れるが、芥屋、可也山、相島、津屋崎半島にも産する。更に離れると唐津高島、済州島（Cheju Is.）にも産する。それらはいずれもアルカリ玄武岩で、カンラン石・輝石、オパサイトなどの不透明鉱物を斑晶として含む。その中で能古島や相島、津屋崎薬師岳ではオパサイト縁を持つ角閃石斑晶を伴うこともあり（松本ほか 1992、森ほか 2016）、そのような玄武岩は比較対象から外すことはできる。一方、石材の化学組成を比較すると、その組成的特徴は、今山、毘沙門山、相島、津屋崎半島の玄武岩組成に似る（Fig.

8）。相島や津屋崎は博多湾から遠く、玄武岩中に斑晶としてオパサイト縁を伴う角閃石が産するという特徴を考慮し、さらに前述の労力的に入手の容易な博多湾周辺の海岸近辺からの石材調達の比率が高かったであろうとの考察が妥当ならば、今山や毘沙門山が石材の起源である可能性が高くなる。今山や毘沙門山の玄武岩は古来より石材として利用されていたとの経緯もあり（田尻義了准教授（九州大学比較社会文化研究院）私信、および足立ほか 2015、2017）、変成蛇紋岩の場合と同様に、花崗岩類の石材を採取した際に併せて今山や毘沙門山にてアルカリ玄武岩を石材として採取したのかもしれない。しかし、今回解析した玄武岩石材は1試料のみである。狭い露岩域で採取された複数の岩石間で組成差が有ることもあるので、玄武岩石材の起源解明には今後のさらなる岩石学的解析が必要であろう。

種子田（1983）は、堆積岩石材が福岡市付近の姪浜層や野間層に属する堆積岩に類似すると報告したが、今回解析した含礫砂岩の起源について、姪浜層は砂岩を主とし野間層には礫岩が伏在するという特徴があるため、今回の調査結果とも調和的である。或いは、野間層を不整合に覆う浦谷層にその起源を求めても良いかもしれない。珪化木は博多湾周辺では名島層の橋石が有名だが、これまでの地質調査ではその他に宇美層・野間層中にも存在することが報告されている（唐木田ほか 1994）。宇美層は含礫砂岩層を伴うという特徴も併せ持つ。しかし、福岡城そのものが野間層・浦谷層の上に築城されているため、城地とその周辺を整地した際に生じた礫岩や砂岩、珪化木を普請に用いた可能性は高いと思われる。また、名島城の石材を転用した際に、珪化木などが再利用された可能性もある。今回の解析のみでは産地の特定は困難だが、福岡城周辺の堆積岩が上之橋御門普請に使用されたと考えても無理は無いだろう。

唐木田（1997）は福岡城中堀石垣の石材について、博多湾岸の露岩域の全てから供給された可能性を述べた上で、その産地が博多湾北部と西部、特に能古島である可能性を強調している。今回の岩石観察・化学分析の結果から考察される主要な産地とはやや異なるが、普請時期の違いに基づく供給源の変化に因ることは十分に考えられる。すなわち、福岡城普請の場合、当初は名島城遺構の石材および近辺の石材を使用し、使用可能な石材が枯渇するとより遠い能古島、そして志賀島や糸島半島宮浦に石材を求め、その時期に上之橋御門が普請され、福岡築城後に必要となった石材は可也山などで確保されたと考えてもよいであろう。一般的な城郭では、本丸などの重要施設が優先的に構築され、同心円的に築城が進められたと考えられる。福岡城もおそらく同様の築城履歴を有すると思われ、その上、築城時の時代背景を考慮すると、近隣の入手可能な石材を集めて使用した状況が十分に想像できる。実際、本丸天守台の内側には礫岩や玄武岩が多用されており、築城時期

の違いを反映していると考えられる。その他の各曲輪についてもそれぞれ石垣石材の調達場所が推定されれば、築城の履歴がさらに詳細に判明できると思われる。

VI. 結語

福岡城上之橋御門石垣に用いられている石材は、深成岩、特に優白色花崗岩類が多く、苦鉄質深成岩類も含まれ、割栗石も含めると若干量の玄武岩や蛇紋岩、礫岩・砂岩・珪化木を伴う。優白色花崗閃緑岩は、淡桃色粗粒カリ長石を斑状に含むことが多かった。岩石学的に解析できた石材試料としては、普通角閃石-黒雲母花崗閃緑岩・アダメロ岩が多く、次いで普通角閃石-石英閃緑岩に分類される深成岩が多かった。これらの記載岩石学的特徴や化学組成的特徴は、志賀島花崗閃緑岩・志賀島塩基性深成岩と一致した。また、玄武岩や蛇紋岩を伴うことから、上之橋御門普請に際しては、糸島半島宮浦からその南側にかけての礫浜、そして博多湾口の志賀島を主な石材供給地とし、その周辺（能古島・今山、および福岡城・名島城周辺の転石）から随時石材を調達したと思われる。

謝辞

本研究は、文化庁の国宝重要文化財等保存整備費補助金の支援を受けた。福岡市経済観光文化局の赤坂亨氏には、解析に用いる石材試料をご準備いただいた。九州大学大学院比較社会文化研究院の足立達朗博士にはプレレビューしていただき、有益な助言を多数いただいた。また、寅丸敦志教授・池田剛准教授には本稿を編集していただいた。特に寅丸教授には編集にあたって本稿修正のための有益な助言をいただいた。白神加奈子女史には文章の推敲にご助言いただいた。ここにその御礼を申し上げます。

参考文献

- 足立達朗・田尻義了・中野伸彦・小山内康人 (2015) : 地球科学的精密分析に基づく今山系石斧石材に関する新たな展開. 日本文化財科学会第32回大会研究発表要旨集, 236-237.
- 足立達朗・田尻義了・中野伸彦・小山内康人 (2017) : 今津遺跡および今宿遺跡群出土玄武岩製石斧の地球科学的高精度分析. 九州考古学会・平成29年度総会 (福岡市).
- 貝原益軒 (1688) : 黒田家譜. 全15巻.
- 唐木田芳文 (1965) : 福岡市能古島・香椎の北崎花崗閃緑岩と三郡変成岩. 西南学院大学文理論集, vol.6, 19-44.
- 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物. 西南学院大学文理論集, vol.8, 27-74.
- 唐木田芳文 (1997) : IV 石材鑑定 - 福岡城中堀石垣 (大名一丁目) の石材鑑定 - . 福岡城跡-福岡城中堀跡の調査 - (福岡市埋蔵文化財発掘調査報告第498集). 福岡市教育委員会. p 10-14.
- 唐木田芳文・富田宰臣・下山正一・千々石一豊 (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, 193p.
- 川野良信・柚原雅樹 (2008) : 福岡県那珂川上流, 白亜紀花崗岩類の年代学的, 同位体岩石学的研究. 地質雑, 114, 218-230.
- 木島孝之 (2008) : 筑前小石原城. 歴史群像, 学研, 78, 2-7.
- Kokubu, N., Watanabe, S. and Ide, Y. (1957) : Liquid inclusions in the amygdaloidal cavities of olivine-basalt from Imazu, Hukuoka City, Japan. Mem. Fac. Sci. Kyushu Univ., ser. C, vol. 2, 151-160.
- 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 (1993) : 20万分の1地質図幅「福岡」. 地質調査所.
- 松本徂夫・山縣茂樹・板谷徹丸 (1992) : 北部九州および下関市産玄武岩類のK-Ar年代と主化学組成. 松本徂夫教授記念論文集, 247-264.
- 松山ひろみ (1996 MS) : 北部九州ホットスポット型玄武岩. 九州大学理学部地球惑星科学専攻・修士研究論文, 114p (九州大学).
- 森康・井浦一・石橋秀巳 (2016) : 福岡県産オパサイト (角閃石) 玄武岩の全岩化学組成: 考古学への応用. 日本鉱物科学会2016年年会講演要旨 (R7-10).
- 中田節也・柳哮・前田俊一・方大赫・山口勝 (1985) : けい光X線による珪酸塩岩石の主成分分析. 九大理研報 (地質) 14 (3) 103-115.
- 大和田正明・亀井淳志・山本耕次・小山内康人・加々美寛雄 (1999) : 中・北部九州, 白亜紀花崗岩類の時空分布と起源. 地質学論集, 53, 349-363.
- Streckeisen, A. (1976) : To each plutonic rock its proper name. Earth-Science Reviews, 12, 1-33.
- 種子田定勝 (1983) : 第5章 城壁に使われている石材. 「福岡城址」福岡市高速鉄道関係埋蔵文化財調査報告III, -内堀外壁石積の調査- (福岡市埋蔵文化財調査報告書第101集). 福岡市教育委員会. p 66-72 (図版2枚).
- 藤垂希子 (2007 MS) : Nb-Zr-Yマンントル識別図とアルカリ岩の起源について. 九州大学理学部地球惑星科学科・卒業論文, 32p (九州大学理学部).
- 山田尚一郎 (1986 MS) : 糸島花崗閃緑岩中の火成岩および変成岩捕獲岩類の岩石学的研究. 九州大学理学部地球惑星科学専攻・修士研究論文, 104p (九州大学).
- 山村信榮 (1995) : 筑前黒田藩と石鳥居の奉納. 大日光, 66号, 大日光発行所 (日光東照宮).

- 柚原雅樹・鮎沢潤・古川直道・毛利順子・江川貴司・木村靖幸・関友美子・黨洋一郎・猪俣拓郎・加治屋佑・伊藤裕之・押川美佳・瀬戸間洋平・高橋美佳・前垣内勇作・田中聖太・中村良司・高本のぞみ・沖聡・久次賢介・佐志篤史・稲永康平・川添司・中村浩則・藤木道雄・中村賢司・杉原薫・杵山哲男（2003）：福岡県津屋崎，北崎トータル岩中に発達する断裂系．福岡大学理学集報，33，65-76.
- 柚原雅樹・祐徳信武・宇藤千恵・小路泰之（2006）：那珂川上流，五ヶ山地域の金探鉱跡周辺の熱水変質早良花崗岩の元素含有量．福岡大学理学集報，36，43-53.
- 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閃緑岩マグマと志賀島花崗閃緑岩マグマの同時共存．地質学雑誌，113，519-531.
- 柚原雅樹・後藤寛幸・橋 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.

既刊一覧

(Back Issues)

九州帝国大学理学部研究報告 地質学之部

Science Reports of the Faculty of Science, Kyushu Imperial University. Geology

Vol.1 No.1 (Aug., 1941), No.2 (June, 1943), No.3 (Jan., 1944).

九州大学理学部研究報告 地質学之部

Science Reports of the Faculty of Science, Kyushu University. Geology

Vol.2 No.1 (Oct., 1947), No.2 (Sept., 1950).

Vol.3 No.1 (Sept., 1949), No.2 (Mar., 1951).

Vol.4 No.1 (Dec., 1952), No.2 (Feb., 1953).

Vol.5 No.1 (Mar., 1960), No.2 (Feb., 1961), No.3 (Mar., 1961), No.4 (Nov., 1961).

Vol.6 No.1 (Mar., 1962), No.2 (Jan., 1963), No.3 (Mar., 1964).

Vol.7 No.1 (Mar., 1964), No.2 (Aug., 1966).

Vol.8 No.1 (Jan., 1965), No.2 (Nov., 1965), No.3 (Feb., 1967), No.4 (Mar., 1968).

Vol.9 No.1 (Mar., 1969).

Vol.9 Special Issue, No.1 (Nov., 1967), No.2 (Feb., 1969).

九州大学理学部研究報告 地質学

Science Reports, Department of Geology, Kyushu University

Vol.10 No.1 (Feb., 1969), No.2 (Nov., 1969), No.3 (Jan., 1971).

Vol.11 No.1 (Oct., 1971), No.2 (Dec., 1973).

Vol.12 No.1 (Oct., 1974), No.2 (Nov., 1975), No.3 (Feb., 1977).

Vol.13 No.1 (Nov., 1978), No.2 (Feb., 1980).

Vol.14 No.1 (Jan., 1981), No.2 (Dec., 1981), No.3 (Jan., 1985), No.4 (Jan., 1986).

Vol.15 No.1 (Mar., 1987).

Vol.16 No.1 (Jan., 1989), No.2 (Jan., 1990).

九州大学理学部研究報告 地球惑星科学

Science Reports, Department of Earth and Planetary Sciences, Kyushu University

Vol.17 No.1 (Jan., 1991), No.2 (Jan., 1992), No.3 (Dec., 1992).

Vol.18 No.1 (Dec., 1993), No.2 (Dec., 1994).

Vol.19 No.1 (Dec., 1995), No.2 (Dec., 1996).

Vol.20 No.1 (Jan., 1998), No.2 (Dec., 1998), No.3 (Dec., 1999).

九州大学大学院理学研究院研究報告 地球惑星科学

Science Reports, Department of Earth and Planetary Sciences, Kyushu University

Vol.21 No.1 (Dec., 2000), No.2 (Feb., 2002).

Vol.22 No.1 (Feb., 2005), No.2 (Feb., 2007), No.3 (Mar., 2009), No.4 (Mar., 2011).

Vol.23 No.1 (Feb., 2012).

Vol.24 No.1 (Mar., 2021).

訂正 (Corrigenda of Vols. 17-21)

正 (Read) ISSN 1348-0545 誤 (For) ISSN 0916-7315

この出版物は不定期に発行される。(This publication is published irregularly.)

九州大学大学院理学研究院研究報告 地球惑星科学

第24巻 第1号

令和3年3月26日 発行

編集者兼
発行者 九州大学大学院理学研究院
編集 株式会社ミドリ印刷

Published by

Faculty of Sciences, Kyushu University

Hakozaki 6-10-1, Higashi-ku
Fukuoka 812-8581, Japan

SCIENCE REPORTS
DEPARTMENT OF EARTH AND PLANETARY SCIENCES
KYUSHU UNIVERSITY

Vol. 24, No. 1

CONTENTS

- Petrography of building stones used for a stone-wall of the Kami-no-hashii
Gateway of Fukuoka Castle, and considerations of their origins.
……Tomoharu MIYAMOTO, Keitaro NAKAMURA, Megumi HOSHINO, Nobutaka SHIMADA ……1–17

FUKUOKA, JAPAN

March, 2021