

松山城における「登り石垣」石材中の花崗岩質岩の産地

Provenance of granitic rocks in stone walls “Nobori-ishigaki” of Matsuyama Castle, Matsuyama City, Japan

榊原正幸

Masayuki Sakakibara

愛媛大学大学院理工学研究科数理物質科学専攻
Department of Mathematics, Physics and Earth Sciences,
Graduate School of Science and Engineering, Ehime
University, 2-5 Bunkyo-cho, Matsuyama 790-8577, Japan
防災情報研究センター
Center for Disaster Management Information Research,
Regional disaster management system research division,
3 Bunkyo-cho, Matsuyama 790-8577, Japan

Abstract

Matsuyama Castle was constructed on Mt. Katsuyama between 1602 and 1627 by Yoshiakira Kato. The castle stone walls are characterized by a pair of stone walls “Nobori-ishigaki” which protected the feudal lord house. The most predominant building stone used in the stone wall is granitic rocks, but quarry sites are not recorded. In this paper, the granitic rocks have been investigated based on petrographic study.

The petrographic study carried out on stone fragments from the Nobori-ishigaki showed that they are granodiorite and granite, and macroscopically are characterized coarse-grained quartz. It is concluded that the stone originate from the Matsuyama granodiorites in the southern Ryoike belt was the source for construction material used in the stone walls in the Matsuyama Castle. Although there is no evidence to suggest a quarry production, the quarry sites are assumed to be located in the vicinity of the Miyuki and Ishite area at the northwest of the Matsuyama Castle.

Key words: Matsuyama Castle, stone wall, granitic rocks, Nobori-ishigaki, Ryoike Belt, Matsuyama granodiorites

はじめに

加藤嘉明によって1602年から1627年の間に築城された松山城には、「登り石垣」という、全国的にも珍しい貴重な石垣が知られている(内田, 2004)。「登り石垣」は、山腹から侵入しようとする敵を阻止するため、麓の二の丸と勝山山頂の本丸を、山の斜面を登る2本の石垣で連結させたものである。現在、松山城の「登り石垣」は、南側の部分はほぼ完璧な形で残っているが、北側は一部分が残存しているのみである。

さて、松山城の「登り石垣」の石材は、瀬戸内海周辺のいわゆる領家帯の花崗岩質岩であるが、その産地に関する文書記録はほとんど残されていない。一方、口伝として、廃城となった正木城(現在の伊予郡松前町に位置する)などからの石材を運び再利用したという説も広く知られている。しかしながら、正木城が

本格的な石垣城ではなかったという点を考慮すると、松山城で使用した石材を正木城から運び込んだという説は、やや信憑性に欠けると考えられる。今回、「登り石垣」の石材を岩石学的に検討し、その産地を特定することを試みた。また、その際に、築城当事(江戸時代初期)の歴史的背景を重視して、松山城の石材産地の可能性を高縄半島およびその北側の島嶼部に限定し、調査・研究を行った。

高縄半島周辺の領家帯花崗岩類

四国地方の基盤である中・古生界は、東西方向に帯状分布している。それは、北から領家帯、三波川帯、秩父累帯および四万十帯に区分される。さらに、四国地方の領家帯の南部、中央構造線に沿った地域には、上部白亜系・和泉層群が領家花崗岩類および

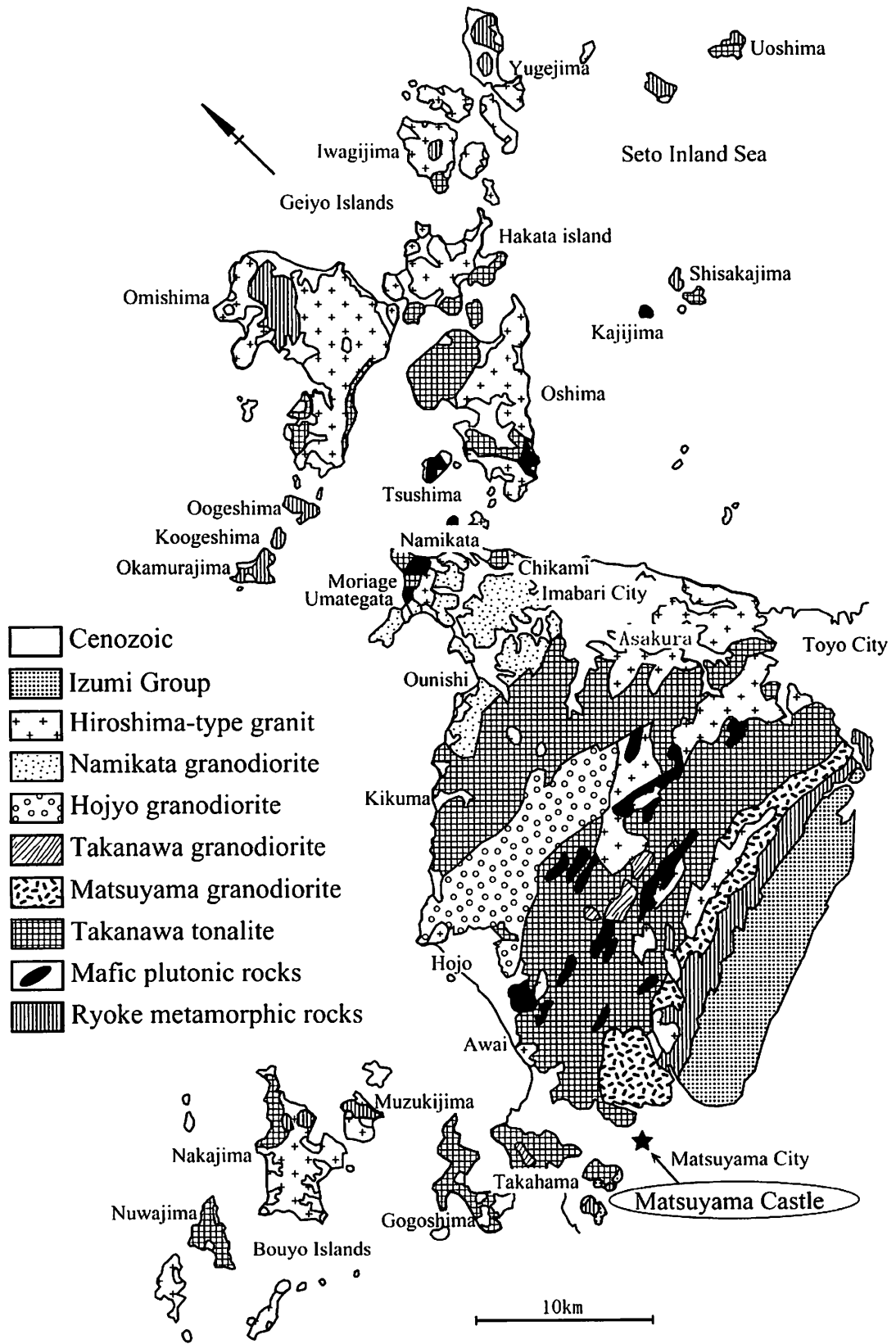


Fig. 1 Geologic map of the Takanawa Peninsula, northwestern Shikoku, Japan (adapted from Ochi (1982)).

領家変成岩を不整合に覆って東西に細長く分布する(たとえば, 須鍵ほか, 1986)。

愛媛県北部の高縄半島周辺には, 領家帯の花崗岩質岩および変成岩類が基盤岩として広く分布している。花崗岩岩質岩は, 古いものから順に領家古期・領家新期・広島花崗岩に区分される。また, 高縄半島の南部には領家変成岩が分布している(越智, 1982)(Fig. 1)。

高縄半島地域の花崗岩類は, 領家古期・領家新期・広島期の3つの形成時期に区分されている(岡村, 1967; 宮久・平岡, 1970; 永井ほか, 1980)。宮久・平岡(1970)は高縄半島に分布する領家花崗岩類を, 領家古期の菊間型片状花崗閃緑岩, 領家新期の松山型花崗閃緑岩・北条型花崗岩・湯ノ山型花崗岩に区分した。

これに対し, 越智(1982)は, 菊間型片状花崗閃緑岩と松山型花崗閃緑岩のトータル岩質な部分を併せて, トータル岩質岩とし, 領家古期に相当すると解釈した。また, 松山型花崗閃緑岩中の花崗閃緑岩質の部分のうち, 松山付近に分布するものを松山花崗閃緑岩, 高縄山付近のものを高縄花崗閃緑岩と呼び, これを領家新期に相当するとした。このほかの領家新期の花崗岩類は, 北条花崗閃緑岩および波方花崗閃緑岩に区分される(越智, 1982)。以下, 本論文では, 越智(1982)の区分に従って述べる。

越智(1982)によると, 高縄半島の花崗岩類は, ①トータル岩質岩, ②花崗閃緑岩, ③花崗岩の3タイプに大別される。全体的な傾向として, ①から③に向かってマフィック鉱物(普通角閃石, 黒雲母および磁鉄鉱)が減少し, カリ長石中のパーサイト構造が顕著になる傾向が認められている(越智, 1982)。これら

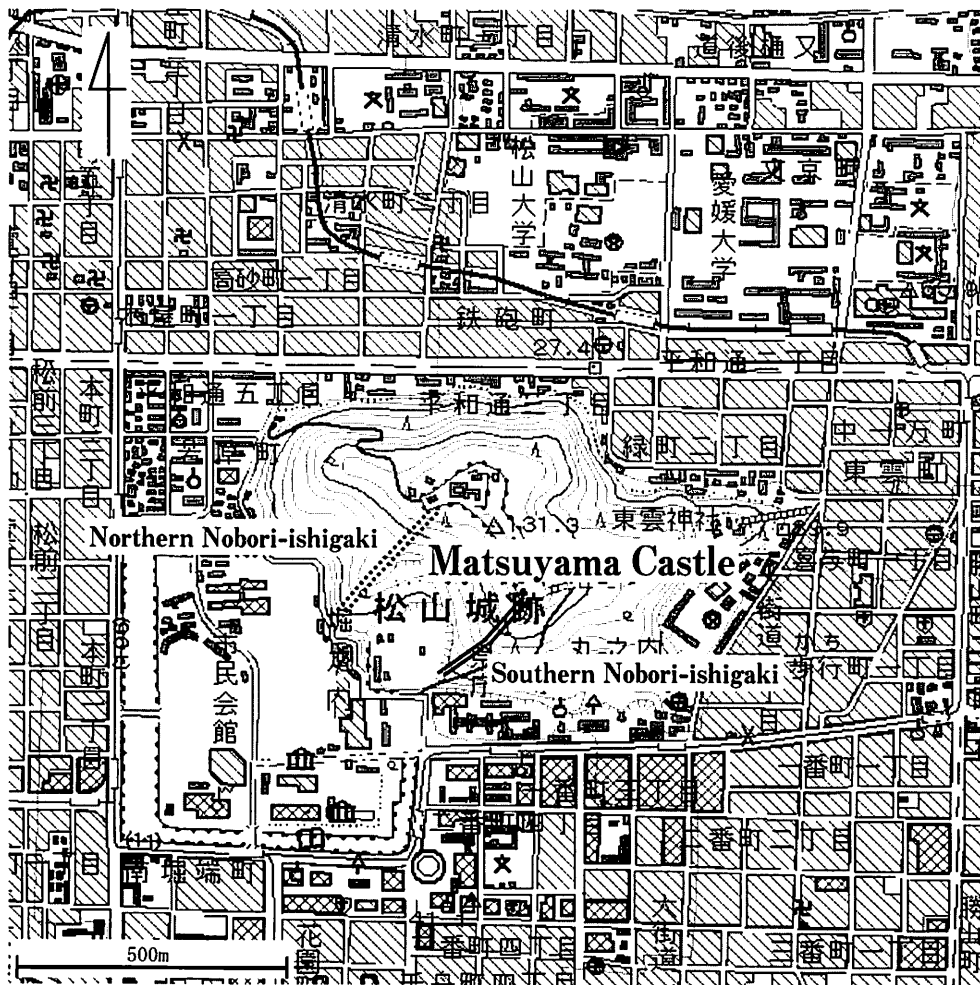


Fig. 2 Locality of "Nobori-Ishigaki" in the Matsuyama Castle. Original map is a part of 1:25,000 topographic map of "Matsuyama-hokubu" published by Geographical Survey Institute of Japan.

の貫入順序は、トータル岩、花崗閃緑岩および花崗岩の順である。以下、それぞれの岩石学的特徴を簡潔にまとめる。

1. トータル岩質岩

トータル岩質岩は高縄半島の面積の50%以上を占め (Fig. 1)、多様な岩相を示す。このタイプは、構成鉱物のモード比に基づくと、トータル岩～花崗閃緑岩の組成を示す。色指数は、多くが20前後であるが、場所によって50以上のものも認められる。片麻状構造の発達する部分もあり、それに含まれる暗色包有物は扁平化する傾向がある。塩基性深成岩類を暗色包有物として多数含む。

主成分鉱物は普通角閃石・黒雲母・斜長石・石英で、少量の単斜輝石およびカリ長石を含む。単斜輝石は自形～半自形で、普通角閃石を包有するものもある。普通角閃石は自形～半自形で、核部にカミングトン閃石を含む場合もある。石英は、塊状の優黒質部では間隙充填的であるが、より優白質部では3～7mm程度の丸みを帯びたプールを形成する。カリ長石は一般に間隙充填的であるが、花崗閃緑岩や花崗岩の付近では1～5cmの斑状のものも点在する。副成分鉱物として、褐レン石・燐灰石・ジルコン・不透明鉱物などを伴う。

トータル岩質岩は、越智(1982)によると、森上岩体、近見岩体および高縄岩体が知られている。

2. 花崗閃緑岩

花崗閃緑岩は、トータル岩質岩と比較してやや粗粒優白質である。後述するように、松山城昇り石垣の石材はこのタイプの岩石に相当する。カリ長石にはパーサイト構造が見られ、カリ長石と斜長石の境界に接する斜長石の外縁にはアルバイトのリムが発達する場合がある。花崗閃緑岩は東西方向に帯状に分布する傾向があり、波方花崗閃緑岩、北条花崗閃緑岩、松山花崗閃緑岩および高縄花崗閃緑岩に区分される。

(1) 波方花崗閃緑岩

波方から大西付近に分布する粗粒な花崗閃緑岩体で (Fig. 1)、波方付近では塊状、大西付近では片麻状である。塊状部では長径1～1.5cm程度の丸みを帯びた石英のプールやカリ長石の結晶 (いずれも周縁部では間隙充填状) が斑状に点在し、大きさ3～5mmの自形普通角閃石および黒雲母を含む。片麻状構造の発達する部分では、普通角閃石・黒雲母や斜長石に変形・破片化や、石英のプールの扁平化およびサブグレイン化が認められる。

(2) 北条花崗閃緑岩

北条花崗閃緑岩は北条市付近から玉川町鈍川にかけて分布する、東西約15km、南北約5kmの岩体である (Fig. 1)。この花崗閃緑岩は、自形～半自形の普通角閃石、黒雲母、累帯構造の著しい斜長石、直径1.5～2cm程度の丸みを帯びた石英プール、自形カリ長石 (肉眼的には自形だが、偏光顕微鏡下では周縁部は間隙充填状である) によって特徴づけられる。

(3) 松山花崗閃緑岩

松山花崗閃緑岩は、松山市御幸付近から東予市西方にかけて東西約25km、南北最大幅約4kmの帯状の岩体である。この岩体は北側の高縄トータル岩質岩と領家変成岩類に挟まれるように分布している (Fig. 1)。北側のトータル岩質岩との境界は不明瞭である。

この岩体は北条花崗閃緑岩体よりもやや細粒で、斑状のカリ長石を含まない。最大5mm程度の自形～半自形の普通角閃石、黒雲母、長さ5～9mm程度の自形～半自形斜長石、丸みを帯びた5mm程度の粒状のプール状石英、これらの鉱物粒間を充填するカリ長石によって特徴付けられる。

後述するように、この松山花崗閃緑岩が、松山城の「登り石垣」の石材と岩石学的に酷似している。

(4) 高縄花崗閃緑岩

高縄花崗閃緑岩は、高縄山付近から東予市西方にかけて東西方向に分布する小規模な岩体である (Fig. 1)。高縄花崗閃緑岩の記載岩石学的特徴は、松山花崗閃緑岩体のそれと類似しているが、カリ長石に明瞭なマイクロクリン構造が認められる点で異なっている。

3. 花崗岩

花崗岩は高縄半島各地に点在する岩体で、その多くは中～細粒である。岩体の大きさは数百m～数千mで、岩株状もしくは岩脈状である。一般に塊状であるが、鈍川付近では片麻状構造も認められる。主要鉱物は黒雲母・斜長石・石英・カリ長石で、まれに普通角閃石が含まれる。カリ長石はパーサイト構造が発達し、ストリング状のアルバイトが30～40%も占める。花崗岩は湯ノ山花崗岩・大井野花崗岩・笠松山花崗岩・粟井花崗岩・山ノ内花崗岩・石風呂花崗岩・糸山花崗岩の7岩体が知られている (越智, 1982)。

松山城登り石垣の石材の記載岩石学的検討

松山城・登り石垣は、山上の本丸と山麓の二の丸を結ぶ形で、北東-南西方向に2本存在する (Fig. 2)。それらは、南側の「南登り石垣」と北側に位置する「北登り石垣」である。前者は、総延長232mにおよぶ石

垣で、現存もほぼ完全な形で現存している。一方、後者は、北端の一部と南端の東西方向の石垣のみが現存している（内田，2004）。

これらの石垣を構成する石材は、主たる石垣石材の隙間を埋める詰め石を除けば、①花崗岩質岩、および②礫岩からなる。本論文において、岩石学的に検討を行った石材の岩石試料は、松山市の許可を得て、石垣を構成する主たる石材と同質の詰め石から外観および石垣本体に影響のないように少量のみ採取した。採取した岩石試料は計20個である。これらの試料の岩石薄片を作成し、偏光顕微鏡を用いて、岩石記載を行った。以下にそれらの肉眼観察および岩石記載結果を簡潔にまとめる。

1. 花崗岩質岩

(1) 肉眼的特徴

「登り石垣」の主要な岩石で、全体の99%以上を占める。花崗岩質岩の粒度は粗粒で、粒径は普通角閃石で最大7mm程度、斜長石・カリ長石では1cm以上に達する。色指数は10～20である。自形の普通角閃石および斜長石、間隙充填状のカリ長石およびカリ長石中のプール状石英によって特徴付けられる（Fig. 3）。

石材として使用されている花崗岩質岩のうち、全体の数%にいわゆる暗色包有物が含まれている（Fig. 3）。暗色包有物とは、花崗岩質岩に含まれる明瞭に細粒（粒径1mm以下）でかつ微密な岩石である。その3次元的形態は、球状のものからやや扁平なコロッケ状のものまで様々である。それらの長径は1cm程度から10cm程度である。

偏光顕微鏡観察によれば、松山城・登り石垣から採取した石材の花崗岩質岩は、瀬戸内海の島嶼部（香川県小豆島、岡山県北木島、愛媛県大島および広島

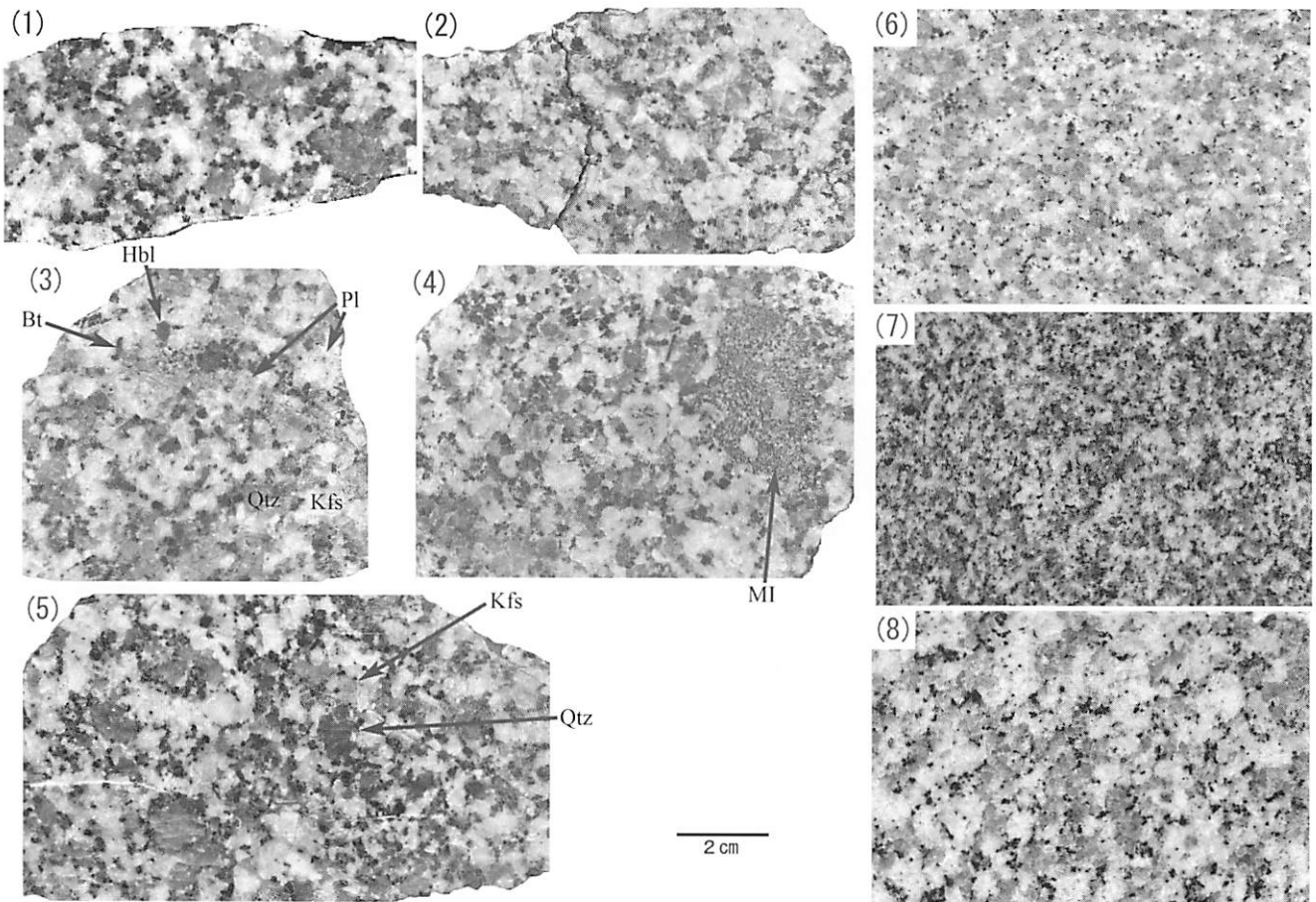


Fig. 3 Photographs of polished samples of granitic rocks.

(1)-(3) granitic rocks from the Nobori-ishigaki, (4) and (5) Matsuyama granodiorite, (6) granite from the Kitakijima Island, Okayama Prefecture, (7) granite from the Ooshima Island, Ehime Prefecture, and (8) granite from the Kurahashijima Island, Hiroshima Prefecture. Bt: biotite, Hbl: hornblende, Pl: plagioclase, Qtz: quartz, Kfs: K-feldspar, and MI: mafic inclusion.

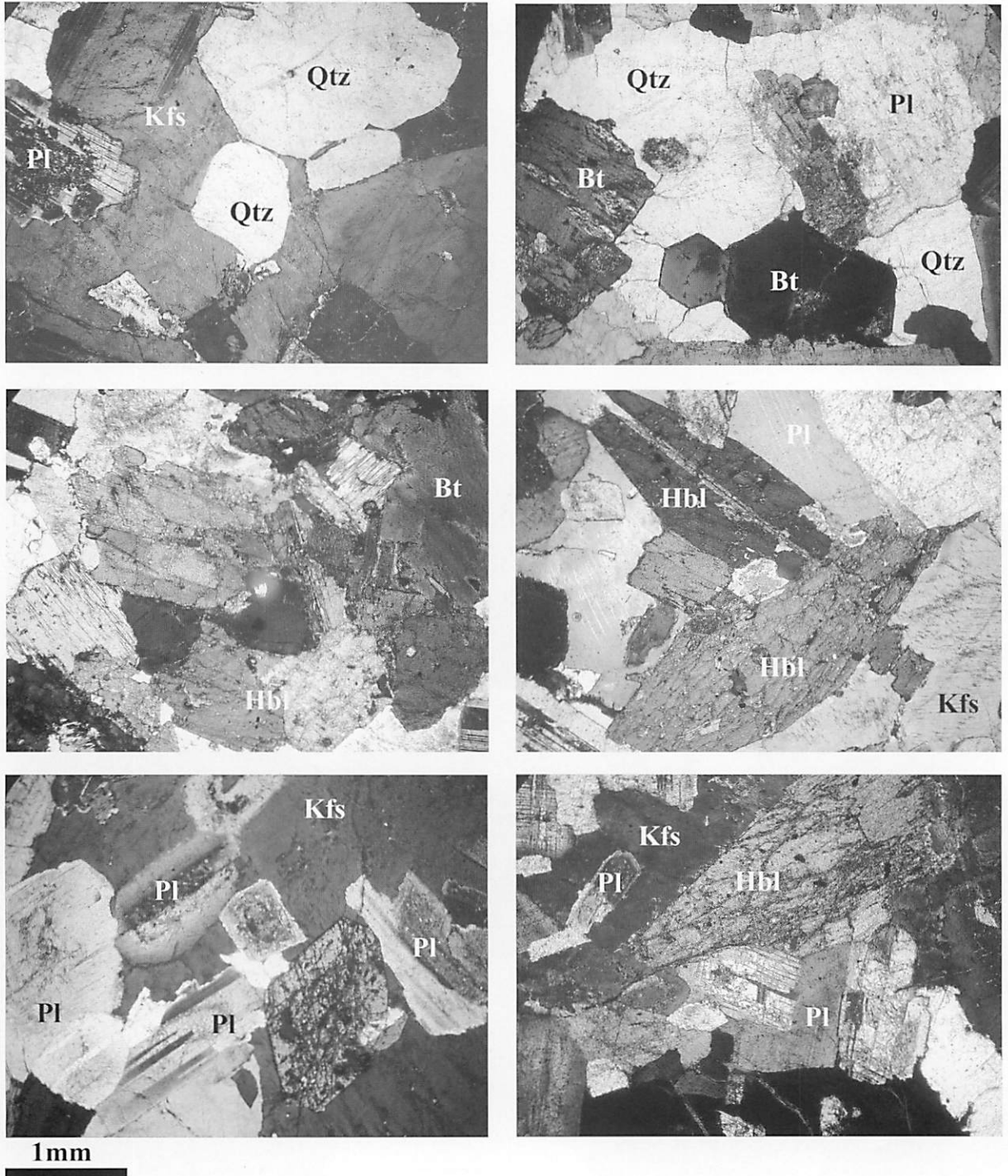


Fig. 4 Photomicrographs of granitic rocks from the Nobori-ishigaki (crossed Nicol).

(1) No.II-1-1, (2) No. M-1, (3) No. I-X-3, (4) No. I-W-2, (5) No. I-N-1, and (6) I-C-1. Qtz: quartz, Pl: plagioclase, Kfs: K-feldspar, Bt: biotite, and Hbl: hornblende.

県倉橋島)の採石場の花崗岩類とは、以下の点で異なっている；

①有色鉱物に富む。特に、自形の粗粒な普通角閃石に富む、②高縄半島に最も広く分布するトータル岩質岩とは岩石組織が異なっている。

一方、松山市御幸から石手川にかけて分布する松山花崗閃緑岩は、①自形の粗粒な普通角閃石に富む、②間隙充填状カリ長石、③カリ長石中のプール状石英の存在、という点で、肉眼的に松山城の「登り石垣」の石材と酷似している。

(2) 岩石記載

松山城・登り石垣の石材である花崗岩質岩の主要構成鉱物は、普通角閃石、黒雲母、斜長石、石英およびカリ長石で、少量の褐レン石、燐灰石、ジルコンおよび不透明鉱物を含む。二次鉱物として、緑泥石、方解石、緑レン石、チタナイトおよびセリサイトを含む。

普通角閃石は自形柱状もしくは菱形で、大きさは最大で7mmに達する。色は淡黄緑色～緑色で、強い多色性を示す (Fig. 4)。また、普通角閃石は単純双晶

を示し、普遍的に微細な燐灰石および磁鉄鉱を包有する。変質しているものは、普通角閃石は緑泥石や方解石によって置換されている。

黒雲母は自形～半自形板状で、大きさは最大で約5mmである。色は淡黄色～濃褐色で、多色性が著しい。一般に、燐灰石やジルコンを包有する。また、黒雲母は採取した全試料において、多少にかかわらず緑泥石化 (+チタナイト) が認められる。斜長石は自形～半自形柱状もしくは卓状である。累帯構造が発達し、時に包有物を累帯構造に調和的に含む。アルバートーカールスバド双晶が普遍的に認められる。斜長石はアルバイト成分に富む周縁部によって縁取られている (Fig. 4)。斜長石の核部には、二次鉱物として微粒なセリサイトが散在する。

カリ長石は不定形で、自形の普通角閃石・黒雲母・斜長石の粒間を間隙充填状に埋めている。また、カリ長石はストリング状に10%程度のアルバイトが分布するパーサイト構造が発達する (Fig. 4)。また、カリ長石はプール状石英を特徴的に含む。

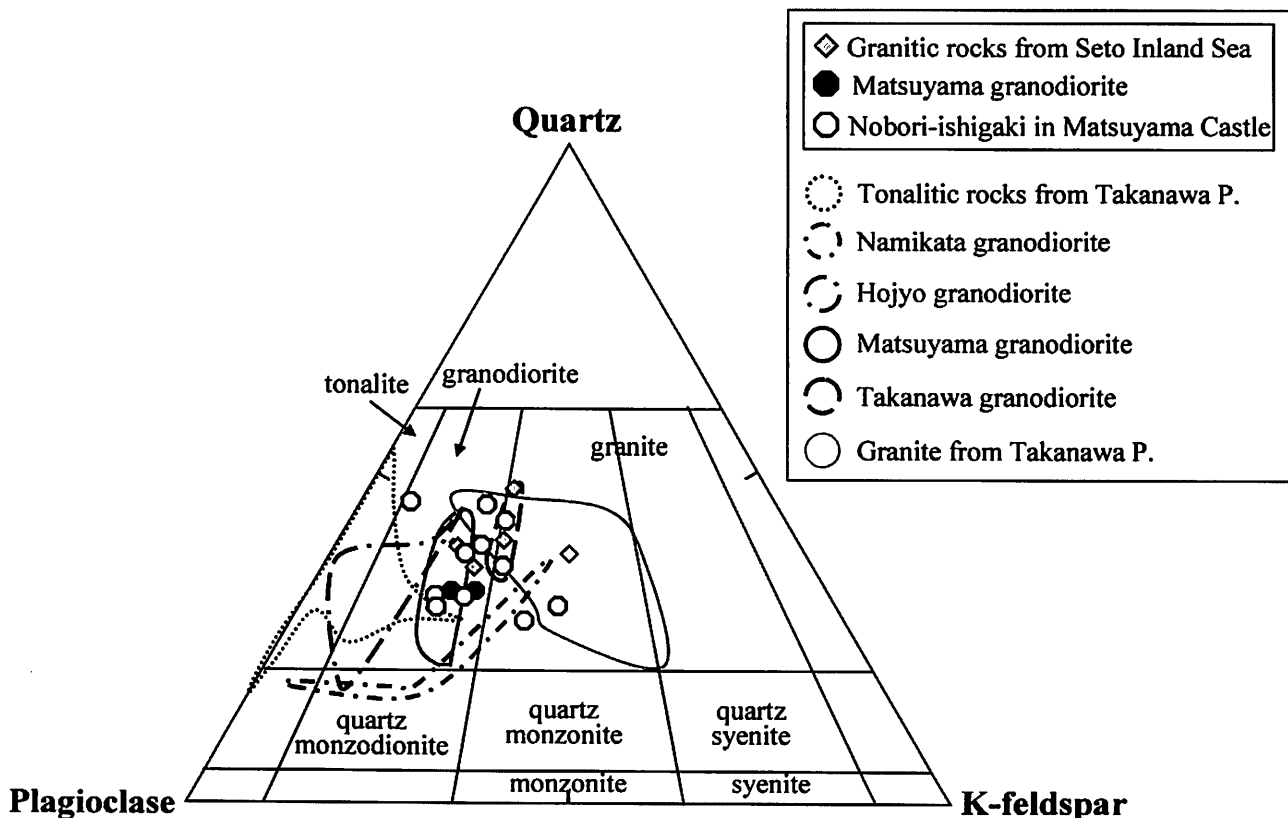


Fig. 5 Q quartz - A alkali feldspar - P plagioclase diagram of granitic rocks from the Nobori-ishigaki of the Matsuyama Castle, the Takanawa peninsula, and islands from the Seto Inland Sea. Data of tonalitic rocks, granodiorite and granite from the Ryoike Belt are from Ochi (1982).

暗色包有物は母岩の花崗閃緑岩と同様な鉱物組み合わせで、細粒の自形～半自形普通角閃石、黒雲母、斜長石および磁鉄鉱の細粒を石英およびカリ長石が埋めている。

(3) モード組成

石英－斜長石－カリ長石の図では、松山城「登り石垣」の石材の大部分は、花崗閃緑岩の領域にプロットされ、一部は花崗岩に分類される (Fig. 5)。 (石英＋カリ長石)－斜長石－有色鉱物の図では、花崗閃緑岩とトナル岩の中間的な領域にプロットされる (Fig. 6)。 また、 (斜長石＋石英＋カリ長石)－黒雲母－普通角閃石の図では、松山城「登り石垣」の石材は高縄半島・領家帯の花崗岩質岩のトレンドにほぼ乗っている。特に、普通角閃石に富むという点で、松山花崗閃緑岩と類似している (Fig. 7)。

以上の肉眼観察および偏光顕微鏡による岩石記載に基づくと、松山城登り石垣の花崗閃緑岩は特徴的で、松山平野北東側の山麓周辺 (松山市御幸から石手川にかけての地域) に分布する松山花崗閃緑岩に極めて類似している。

2. 礫岩

礫岩は「北登り石垣」の最上部周辺で僅かに見出される。礫岩中の礫は、主に砂岩、泥岩、花崗斑岩および花崗岩で、円礫～亜円礫である。基質は細粒な礫岩もしくは砂岩である。礫径は最大約10cm程度である。全体に褐色がかっており、やや風化が進行している。

この「登り石垣」に石材として使用されている円礫岩は、松山城山頂周辺に露出する白亜系和泉層群の礫岩層と肉眼的に極めて似ている。また、松山城南西部の石垣付近には、上記の礫岩と同様な石材が多数積まれている。

考 察

上述のように、記載岩石学的に検討した結果に基づくと、松山城の「登り石垣」の石材の主要岩石は花崗閃緑岩および花崗岩である。この岩石は、記載岩石学的特徴に基づくと (たとえば、Fig.4 および 5), 松山市御幸から石手にかけて分布する領家帯の松山花崗閃緑岩に類似している。また、このような特徴を有

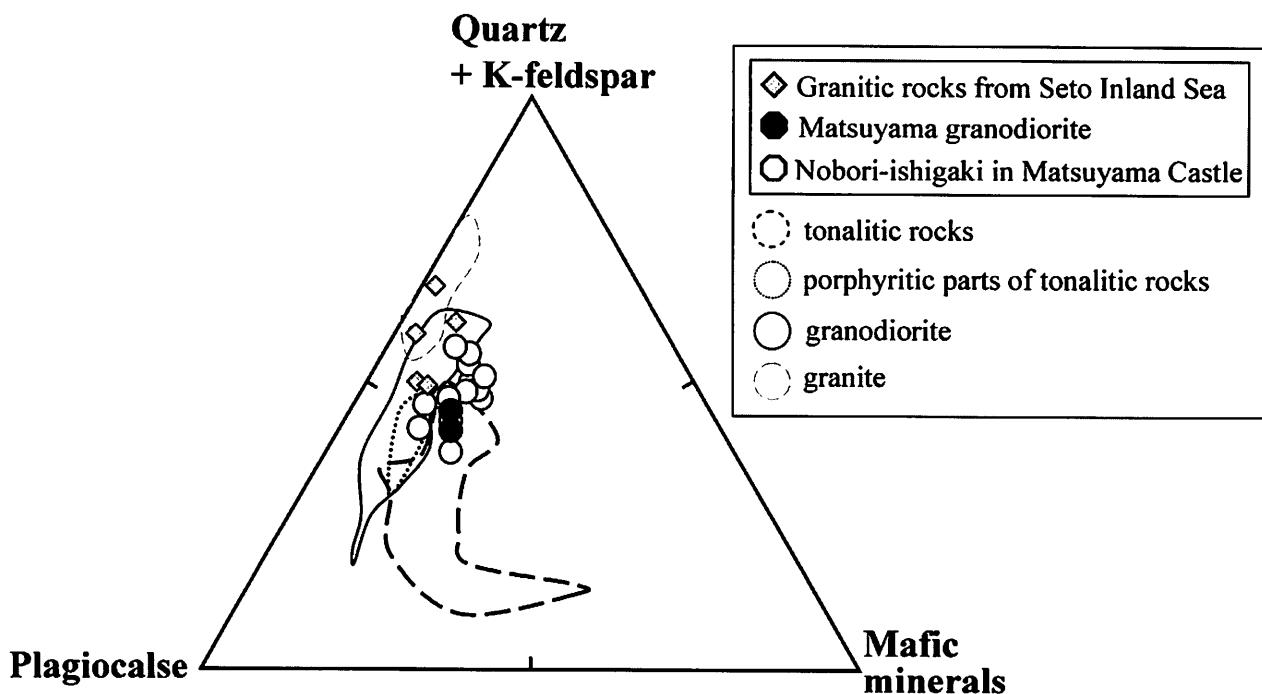


Fig. 6 (quartz+alkali feldspar) - plagioclase - (mafic minerals) diagram of granitic rocks from the Nobori-ishigaki of the Matsuyama Castle, the Takanawa peninsula, and islands from the Seto Inland Sea. Data of tonalitic rocks, granodiorite and granite from the Ryoke Belt are from Ochi (1982).

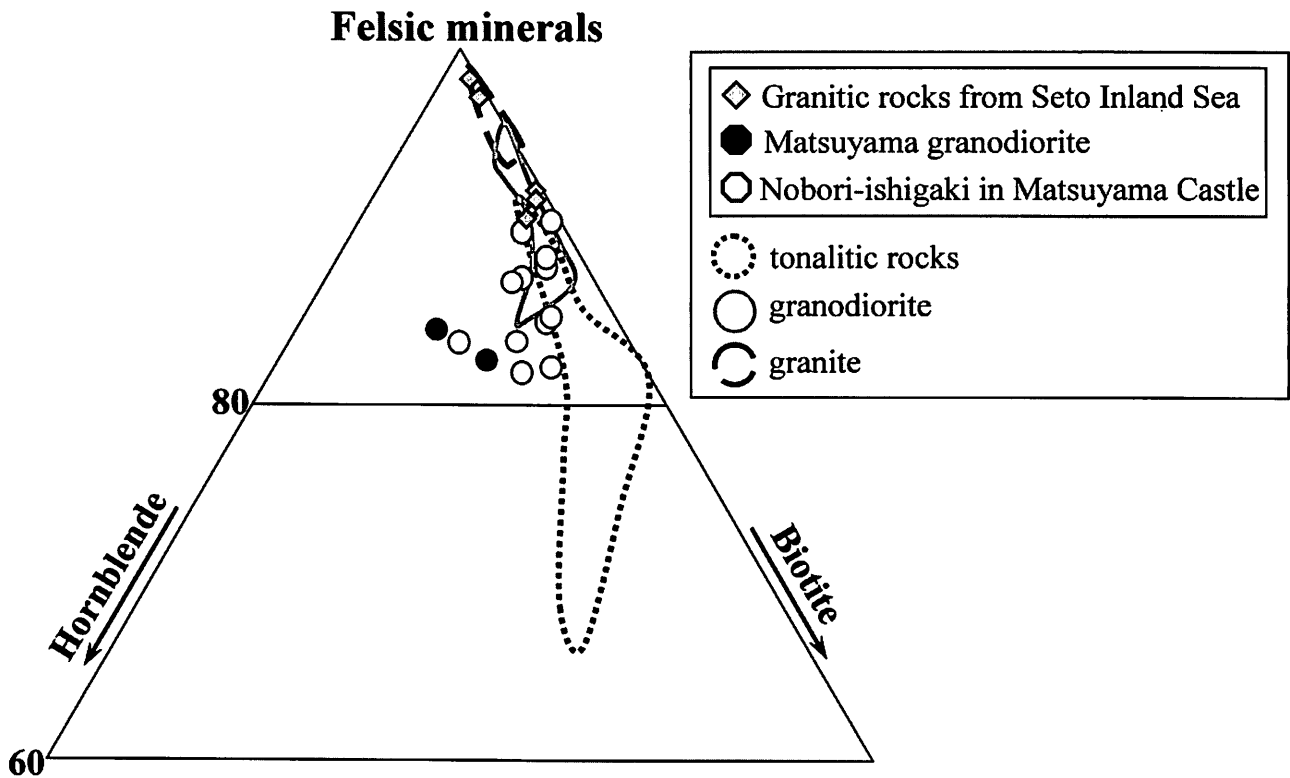


Fig. 7 (felsic minerals) - hornblende – biotite diagram of granitic rocks from the Nobori-ishigaki of the Matsuyama Castle, the Takanawa peninsula, and islands from the Seto Inland Sea. Data of tonalitic rocks, granodiorite and granite from the Ryoke Belt are from Ochi (1982).

する岩石は、高縄半島の海岸や島嶼部では見出されない。さらに、その当時、他藩の築城に使用された石材産地である愛媛県大島、広島県の島嶼部（たとえば、倉橋島）、岡山県の北木島および香川県小豆島の花崗岩質岩とも岩石学的に比較検討を行ったが、どの地域の花崗岩質岩も松山城「登り石垣」の花崗閃緑岩とは異なっている（Fig.4, 5および6）。ただし、倉橋島の花崗閃緑岩は記載岩石学的にやや類似している。しかしながら、①カリ長石が淡黄桃色を示すこと、②プール状石英が存在しないという点で、異なっている。

以上の検討結果に基づくと、松山城の「登り石垣」を構築する際に使用した石材は、松山花崗閃緑岩体から切り出したものであると推定される。今後は、この地域から採石場の場所が特定されることが期待される。

また、「登り石垣」に使用されていた和泉層群の円礫岩は、①勝山周辺で露出する礫岩層と類似している、②登り石垣の最上部でしか見出されない、という事

実から、松山城築城の際に除去した勝山の頂上部から採石された可能性が高い。

謝 辞

今回の調査は、平成15年度の松山市からの受託研究「松山城登り石垣調査事業」（研究代表者：愛媛大学法文学部人文学科・内田九州男教授）の一部として行われた。愛媛大学法文学部人文学科・内田九州男教授には、本研究を行う貴重な機会をいただいた。本論文は、「松山城登り石垣調査報告書」（愛媛大学法文学部人文学科内田研究室編集・発行）中の石材調査報告部分を一部改定し、論文化したものである。

本研究を実施するにあたり、松山市経済部観光施設経営管理課、松山城総合事務所および松山市教育委員会文化財課から、ご指導・ご援助いただいた。また、礫石材振興会の高岡政次氏には貴重な文献、石材および情報を提供していただいた。愛媛大学理学部・赤松博美氏には、岩石薄片を作成していただい

た。愛媛大学理工学研究科（現在の所属は榊東建ジオテック）の砂田大樹氏には、現地調査および室内作業の際に協力していただいた。また、愛媛大学理学部地球科学研究会の学生には、現地調査の際に協力していただいた。

以上の方々に記して謝意を表す。

文 献

- 宮久三千年・平岡卓郎，1970，四国西部領家帯の花崗岩体群の相互関係。愛媛大学紀要，自然科学，D（地学），Vol. IV，21-34.
- 永井浩三・堀越和衛・佐藤信次・宮久三千年・鹿島愛彦・高橋治郎・土井清麿・平岡俊光，1980，20万分の1愛媛県地質図（第3版）。愛媛地学会，榊トモエヤ。
- 越智秀二，1982，四国高縄半島の領家花一岡岩類。地質学雑誌，88，511-522.
- 岡村義彦，1967，瀬戸内海西部の領家花崗岩類。柴田秀賢教授退官記念論文集，53-62.
- 須鎗和巳・岩崎正夫・鈴木堯士，1986，日本の地質8「四国地方」，pp.266.
- 内田九州男，2004，松山城登り石垣調査報告書。青葉図書，pp.46.