

第Ⅳ章 考察

第1節 彦根城石垣の岩石記載と石材産地

石材使用の概要

彦根城の石垣について、①天守台、②天秤櫓下部、③鐘の丸、④天秤櫓の入口、⑤出曲輪、⑥大手門、⑦表門、⑧佐和口多門櫓について、岩石の同定を行った。それぞれの地点を図8に示す。全般的に見て、流紋岩凝灰岩・花崗斑岩・デイサイト凝灰岩の組み合わせで構成され、そのほか場所により花崗岩やチャートなどが見られる。これらのうち最も普遍的に見られるのは流紋岩凝灰岩である。以下に各箇所の岩石について記述する。

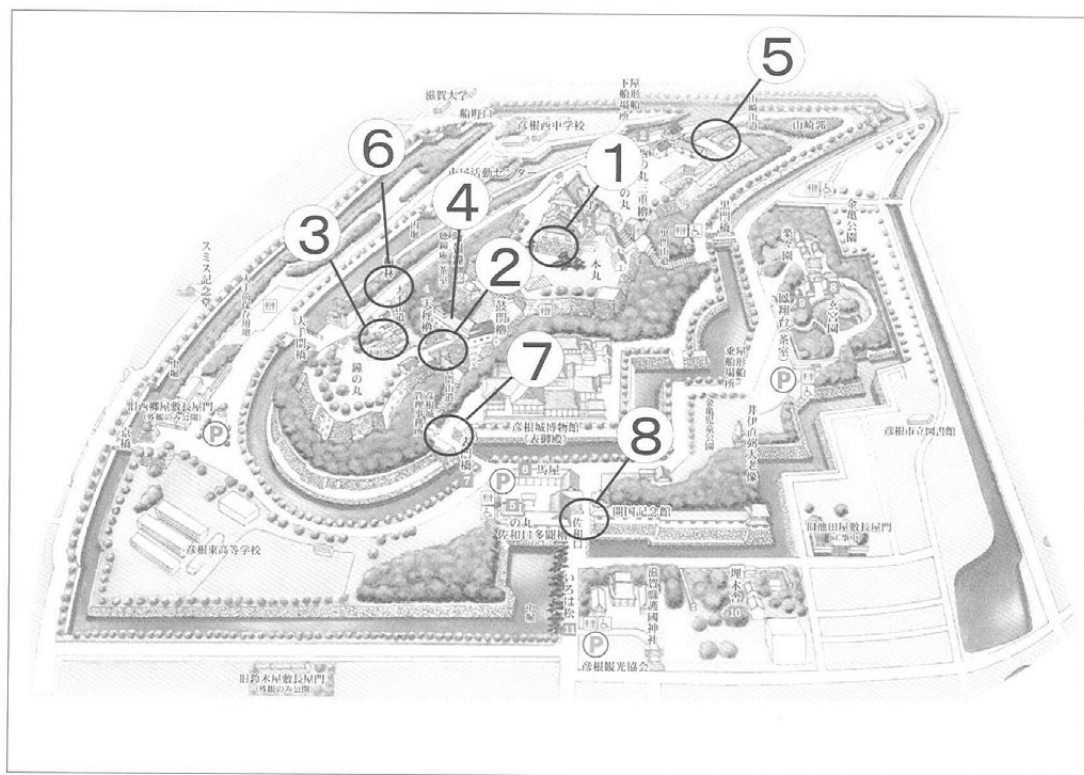


図8 彦根城内の観察地点（彦根城観光案内図（彦根市）を元に作成）

①天守台

黒色～灰色の流紋岩凝灰岩が多く、花崗斑岩、デイサイト凝灰岩を伴う。石材の隙間にはチャート、泥岩も見られる。

②天秤櫓下部

ここでは、慶長9年に建造された部分と嘉永5年に建造された部分があるが、いずれも暗灰色の流紋岩凝灰岩が主体である。慶長9年の部分ではチャートが点在し、細粒の花崗岩とデイサイトがまれに含まれているが、嘉永5年の部分ではそれらの存在が確認できなかった。

③鐘の丸

この部分は、表面がコケに覆われているため、すべてを観察することはできなかったが、確認できた部分では、流紋岩凝灰岩であった。

④天秤櫓の入口

この部分は他の部分と異なり、花崗岩の石材を多く含み、流紋岩凝灰岩と花崗岩が同程度の量になっている。このほか、花崗斑岩や黒色のデイサイト凝灰岩が少量含まれる。また、他の個所で見られないものとして、ここでは黒色の無斑晶質の安山岩やホルンフェルスが1個ずつ確認された。

⑤出曲輪

花崗岩が比較的多く使用されている。他に細粒の凝灰岩を含む。

⑥大手門

風化が進んだ凝灰岩が多く使用されている。少量の花崗斑岩が見られる。

⑦表門

細粒の凝灰岩が大部分で、少量のチャートを含む。

彦根城で使用されている岩石

彦根城で使用されている石材は、主として流紋岩凝灰岩で、花崗斑岩、デイサイト凝灰岩、花崗岩などをとまなう。以下にそれらの岩相の特徴を示す。

流紋岩凝灰岩

火山岩の区分で、 SiO_2 成分が70%以上のものを流紋岩といい、それと同様の化学成分を有する凝灰岩を流紋岩凝灰岩という。凝灰岩はさらに鉱物片と基質のガラス質部分との量比によって分けられ、鉱物片が75%以上含まれるものは結晶凝灰岩、以下結晶ガラス質凝灰岩（75～50%）、ガラス質結晶凝灰岩（50～25%）、ガラス質凝灰岩（25%以下）と区分される。彦根城で見られる流紋岩凝灰岩は、鉱物片に富み、結晶凝灰岩または結晶ガラス質凝灰岩に属する（写真41、写真42）。

彦根城石垣の流紋岩凝灰岩は1～2mmの石英・カリ長石・斜長石の結晶片を含み、そのうちカリ長石はやや大きく、5mm前後のものも存在する。カリ長石・斜長石は白色を呈する。4cm以下の黒色で角ばった泥質岩片をしばしば含む。石材によっては岩石片が多く、火山礫凝灰岩といえるものも存在する。基質は黒灰色～灰色でガラス質～微晶質である。

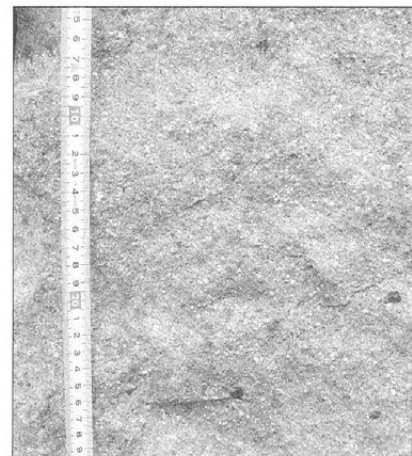


写真41 流紋岩凝灰岩の写真。
黒色の岩片が見られる。

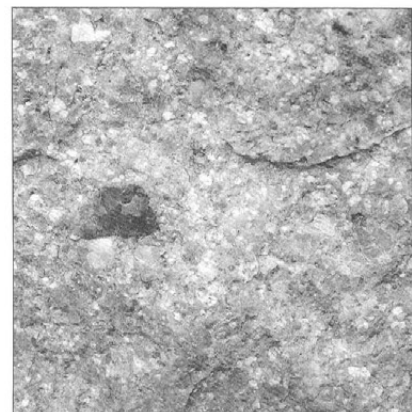


写真42 写真41の拡大写真。

この岩石は、城内のどの観察地点においても多く見られた。

花崗斑岩

一般に花崗岩と類似の石英や長石を多く含む岩石で、斑状組織を示すものを花崗斑岩と呼んでいる。彦根城の花崗斑岩は、長径2～3cm×短径0.5～1cm程度の長方形をしたカリ長石の自形結晶が特徴的で、直径1cm前後の球状の石英、細粒の黒雲母による2～3mmの集合物を斑晶として含む（写真43）。

デイサイト凝灰岩

火山岩のうち、SiO₂成分が63～70重量%のものをデイサイトといい、同等の成分を持った凝灰岩をデイサイト凝灰岩と呼ぶ。彦根城の石材を構成するデイサイト質の岩石には、凝灰岩のほか溶岩も存在するが、両者の中間的なものもあり区分が困難であるので一括して扱うこととする。これらは1mm前後の斜長石と石英斑晶を含み、黒灰色～赤褐色の石基を有するのが特徴的である（写真44）。また、流理構造が見られることもある。

花崗岩

粗粒の石英・カリ長石・斜長石を主体とする。彦根城では天秤櫓の入口と出廓に多く使用されている。優白質な黒雲母花崗岩で、カリ長石が白色を呈する（写真45）。

チャート

チャートは切り出された石材としてより、自然石に近い形で使用されていることが多く、大型のものより石材のすき間を埋める形で小片が使用されることが多い。

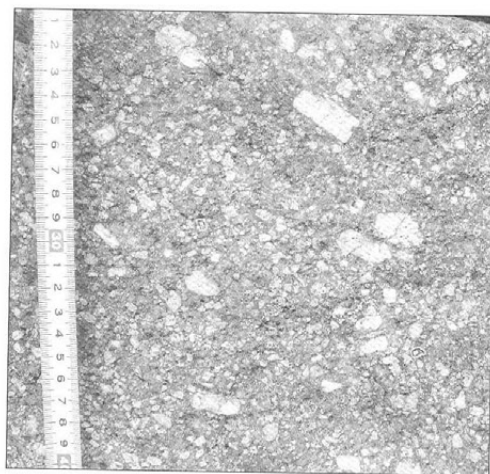


写真43 花崗斑岩の写真。
長方形のカリ長石が目立つ。

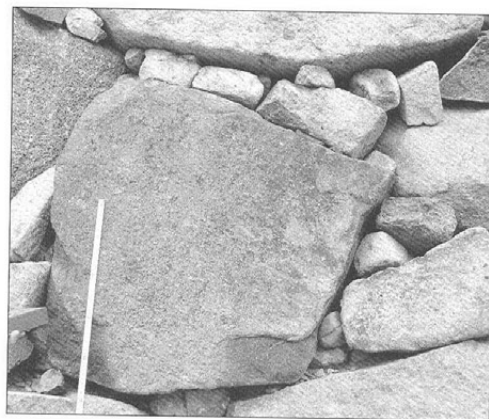


写真44 デイサイト凝灰岩の写真



写真45 花崗岩の拡大写真

石材の帯磁率

岩石の区分は、その組織・構造と構成物の量比・大きさで決められる。そのため、多くの場合、肉眼観察に加えて、顕微鏡での記載や鉱物分析などをおこなって判断される。しかし

ながら一般に石造物の同定は非破壊でおこなうことが必要で、肉眼による同定のみに頼ることになるが、表面の汚れや風化などのため正確な判断がむづかしい場合が多い。そこで、本調査では岩石の帯磁率を測定した。

ある物質に磁場を与えると磁気を帯びる(すなわち磁化する)。そのときの磁化の強度をM、与えられた磁場の強さをHとしたとき、Hが弱ければ $M = \chi H$ の関係があり、そのときの比例定数 χ を帯磁率または磁化率という。鉱物はその磁性により強磁性鉱物(磁鉄鉱・磁赤鉄鉱・磁硫鉄鉱など)、常磁性鉱物(主に黒雲母・角閃石・輝石などの苦鉄質鉱物、チタン鉄鉱など)、反磁性鉱物(主に長石・石英などの珪長質鉱物)に分けられ、岩石の帯磁率の大きさはそれらの量によって支配される。したがって、帯磁率の測定結果は、対象とする岩石の鉱物比をある程度反映していると考えられる。

帯磁率の測定は携帯用帯磁率計(田中地質コンサルタント製ポケット帯磁率計WSL-B型)を用い、石材の帯磁率をもとめた。この方法の長所は携帯用帯磁率計を使用するため、岩石を非破壊で検討できることである。

以下に、彦根城石垣の岩石の帯磁率を記述する。

流紋岩凝灰岩： $4.4 \sim 12 \times 10^{-5}$ SI。測定場所による差異は少なく、いずれの岩石も非常に低い帯磁率を示す。

花崗斑岩：天守台の花崗斑岩については、 $14 \sim 16 \times 10^{-5}$ SIで、流紋岩凝灰岩よりやや高い帯磁率を有する。他の部分のものは測定していない。

デイサイト凝灰岩： $140 \sim 790 \times 10^{-5}$ SI。石材の中では最も高い値を示す。

花崗岩：天秤槽入口のものは、 $5.6 \sim 6.8 \times 10^{-5}$ SI。出廓のものは風化が著しいため、参考のために測定したところ、同様に低い値であった。これらに対して天秤槽下部の石垣で使用

	天守台	天秤槽下部 (慶長)	天秤槽下部 (嘉永)	鐘の丸	天秤槽入口	出廓	大手門	表門	佐和口多 門櫓
流紋岩 凝灰岩	◎ 5.7×10^{-5} SI	◎ 6.8×10^{-5} SI	◎ 9.3×10^{-5} SI	◎ 7.4×10^{-5} SI	○ 7.6×10^{-5} SI	◎	◎ 7.2×10^{-5} SI	◎	◎ 6.6×10^{-5} SI
花崗斑岩	○ 15×10^{-5} SI				△		△		
デイサイト 凝灰岩	○ 560×10^{-5} SI	○ 210×10^{-5} SI			△ 380×10^{-5} SI				
花崗岩		△ 240×10^{-5} SI			○ 6.3×10^{-5} SI	○			
チャート	△	△					△	△	
その他					安山岩・ホルン フェルス				

表4 彦根城内の場所ごとの使用岩石と帯磁率。

◎：石垣の多くの部分を占めるもの。○：石垣の中に普通に見られるもの。

△：数個以内しか含まれていないもの。数字は各岩石の平均帯磁率。

されている花崗岩は、 $120 \sim 340 \times 10^{-5}$ SIと高い帯磁率を示した。

これらの帯磁率と石垣に使用された岩石の一覧を表4にまとめる。

安土城の石材

彦根城の石垣石材について、これまで安土城の石材を転用したとされている。そこで、現在安土城跡に残されている石材について、同様の岩石記載と帯磁率の測定を行った。

(1) 南山裾帯郭の虎口

流紋岩凝灰岩、花崗斑岩、流紋岩溶岩からなる。このうち流紋岩凝灰岩は結晶凝灰岩で、黒色岩片を多く含み、見かけの岩相は彦根城に見られるものと似ているが、一部に岩片や石英片が多く、やや岩相の異なるものも存在する。帯磁率は $6.4 \sim 17 \times 10^{-5}$ SIで、彦根城のものと似た値を示す。花崗斑岩は最大 $2.5\text{cm} \times 1\text{cm}$ のカリ長石斑晶を有し、その帯磁率は $12 \sim 17 \times 10^{-5}$ SIである。デイサイト凝灰岩は赤褐色の石基で、 $1 \sim 2\text{mm}$ の石英・斜長石斑晶を含み、帯磁率は $400 \sim 550 \times 10^{-5}$ SIと高い値を示す。

(2) 天守台周囲の石垣

流紋岩凝灰岩、花崗斑岩、デイサイト凝灰岩、細粒凝灰岩からなる。このうち流紋岩凝灰岩、花崗斑岩、デイサイト凝灰岩は、南山裾帯郭の虎口に見られるものとほぼ同様の岩相を示す。その帯磁率も、流紋岩凝灰岩： $13 \sim 14 \times 10^{-5}$ SI、花崗斑岩： $16 \times \sim 25 \times 10^{-5}$ SI、デイサイト凝灰岩： 710×10^{-5} SIで、南山裾帯郭の虎口のものと近い値を示す。

一方、細粒凝灰岩は天守台以外の部分では確認できていない。細粒凝灰岩は、緑灰色～青灰色で均質な岩石で、岩片や大型の鉱物片が見られない。帯磁率は 150×10^{-5} SIで、他の部分で見られる凝灰岩類と比べて高い値を示す。

(3) 天守台の礎石

ほとんどが凝灰岩類からなっている。そのうち 1mm 以下の鉱物片や黒色の岩片を含むものは $11 \sim 18 \times 10^{-5}$ SIの値を示すが、岩片や大型結晶を含まないものでは、 $470 \sim 360 \times 10^{-5}$ SIの高い帯磁率を有する。これらには、岩石表面に赤色の鉱物が沈着しており、特にその近くでは 1200×10^{-5} SIという著しく高い帯磁率を示す。この赤色鉱物が何であるかは、採集が不可能であることもあり同定ができていないが、その色相からは辰砂の可能性はある。

考察

(1) 彦根城と安土城の比較

前述のように、彦根城の石材は流紋岩凝灰岩、花崗斑岩、デイサイト凝灰岩の組み合わせを主体とする。同様に、安土城跡の石垣にもこれらの岩石が含まれている。そこで、両者の帯磁率を比較したのが、図9である。

この図から明らかなように、彦根城と安土城の両方に分布する岩石は、両者の間でほぼ同じ帯磁率を示す傾向がある。このことは、両者の岩石が似た性質を持っていることを示して

いる。

このことをさらに検討するため、最も普遍的に分布する流紋岩凝灰岩を対象に、鉱物容量比を求めることとした。ここでは、岩石を非破壊で検査するため、マクロ撮影した画像上で検討する。流紋岩凝灰岩に含まれている鉱物片としては石英・斜長石・カリ長石があるが、今回の調査では容易に判別できる長石と他の部分の量比（長石／岩石全体）を検討する。なお、斜長石とカリ長石は区別していない。

彦根城の天守台の流紋岩凝灰岩3個について、（長石／岩石全体）比を求めた結果、それぞれ16.8%、11.8%、11.3%となった。同様に安土城の流紋岩凝灰岩について測定したところ、（長石／岩石全体）比は16.3%、11.2%、10.0%であり、彦根城のものと近い値であった。

凝灰岩類の鉱物容量比は、初成的には火山噴出時のマグマの化学組成に依存するが、噴出の規模や様式、堆積の仕方、噴出孔からの距離などさまざまな要因が影響し、個々の層準や地域により異なる。さらに帯磁率の違いは、マグマの化学組成に加えて形成時の酸化程度によっても異なってくる。たとえば同じ化学組成の岩石であっても、山陰側の岩石は高い帯磁率を示すのに対して、山陽側の岩石は低い帯磁率を有する（Ishihara, 1979）。さらに同じ地域であっても、層準の違いなどに対応して異なることがあり、その値はさまざまである（先山, 2005）。これらのことを考慮したとき、彦根城と安土城の流紋岩凝灰岩が帯磁率・鉱物容量比ともに同じであること、両城の石垣を構成する岩石に同じ組み合わせのものが存在すること、しかもそれらが同じ帯磁率を示すことは特筆すべきことである。これらの事実は両城の石垣の岩石が同じ産地または近隣の産地からもたらされたことを強く示唆する。

ただし、このことは両者の石材の産地が同じであることを示すだけであり、彦根城の石材が直接安土城からもたらされたことを示すわけではない。また、安土城に存在する比較的帯磁率の高い細粒凝灰岩が彦根城では見当たらないこと、逆に彦根城で目にする花崗岩類が安土城ではほとんど見られないことなど、両者で異なる部分も存在する。建造時期との関係を、より詳細に押さえていくことが必要であろう。

（2）周辺の地質との関係

仮に彦根城の石材が安土城からもたらされたにしても、安土城築城時の石材はどこから達

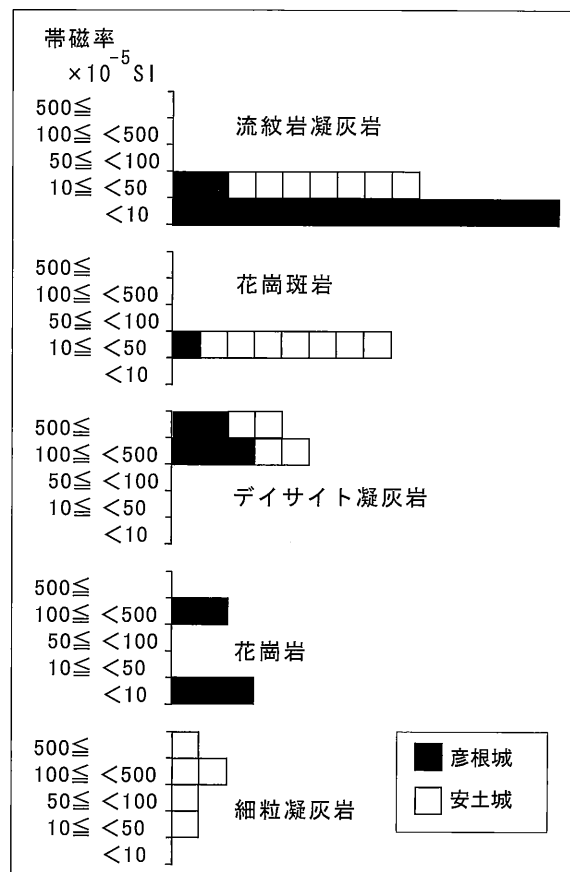


図9 彦根城と安土城での帯磁率の比較

したのが問題となる。彦根～近江八幡地域の山塊には湖東流紋岩と呼ばれる火山碎屑岩類が分布している。5万分の1地質図「彦根西部」(石田ほか, 1984) および「近江八幡」(吉田ほか, 2003)によると、それらは流紋岩質～デイサイト質の凝灰岩類を主とし、花崗岩と花崗斑岩を伴う。これまでの研究により凝灰岩類は多くの層準にわけられているが、本報告では大きく流紋岩質のものとデイサイト質のものにわけ、コンパイルしたものを図10に示す。

調査地域全体を見たとき、彦根城と安土城の石垣を構成している流紋岩凝灰岩・デイサイト凝灰岩・花崗斑岩・花崗岩は、図10に示した地質図の範囲内ですべてまかなえる。特に近江八幡市の長命寺山から奥島山北方に至る山塊や沖島地域は、奥島山溶結凝灰岩と呼ばれる角閃石黒雲母流紋岩溶結凝灰岩を主体とするが、花崗斑岩やデイサイト質な溶結凝灰岩を伴い、限られた範囲で全ての岩相が産出する。産出する岩石の組み合わせが合致することと、湖岸に面しており船の便利が良いことから、石材の産地として最も可能性のあるのは、現時点でこの地域である。今後、彦根城と安土城で比較したのと同様の比較を、現地の露頭について実施する必要がある。

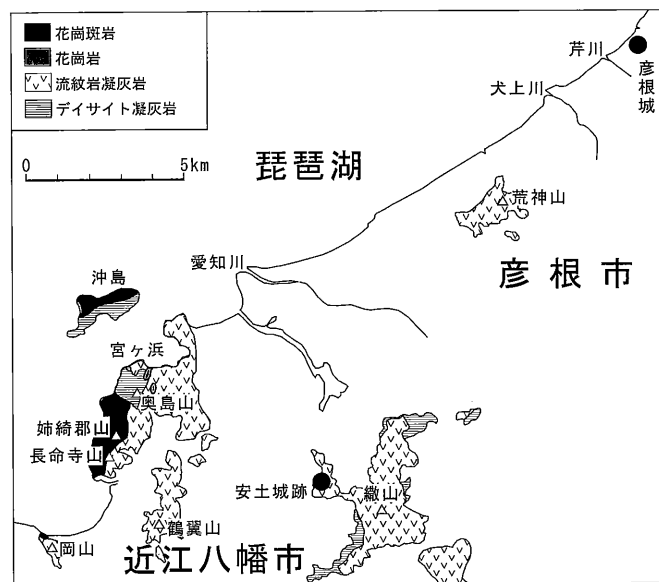


図10 湖東流紋岩類と関連する貫入岩類の分布。

【参考文献】

1. 石田志朗・河田清雄・宮村 学「彦根西部地域の地質」『地域地質研究報告(5万分の1図幅)』地質調査所 1984 (P121)
2. Ishihara, S. 「Lateral variation of magnetic susceptibility of the Japanese Granitoids」『Jour. Geol. Soc. Japan』 vol.85 1979 (P 509-523)
3. 先山 徹「近畿地方西部～中国地方東部における白亜紀～古第三紀火成岩類の帯磁率一帯状配列の検討と歴史学への適用一」『人と自然』 no.15 2005 (P 9-28)
4. 吉田史郎・西岡芳晴・木村克己・長森英明「近江八幡地域の地質」『地域地質研究報告(5万分の1図幅)』産業技術総合研究所 2003 (P83)