

# 愛知県蒲郡市竹島に分布する領家花崗岩類の帯磁率

## Initial magnetic susceptibility measurements of the Ryoike granitic rocks in Takeshima Island, Gamagori City, Aichi Prefecture, Japan

星 博幸\*・森里真希\*\*  
Hiroyuki HOSHI\* and Maki MORISATO\*\*

\* 愛知教育大学自然科学系理科教育講座 (hoshi@aeu.ac.jp)

\*\* 愛知教育大学初等教育教員養成課程理科選修

要旨: 愛知県蒲郡市竹島は, 花崗岩質岩石 (苦鉄質岩を含む) の露頭および転石に残された矢穴と刻印の存在から名古屋城石垣採石丁場の一つと考えられている。それを自然科学的手法により検証し名古屋城築城の実態解明に資する基礎データを得るために, 筆者らは竹島を構成する花崗岩質岩石の帯磁率 (初磁化率または初帯磁率) を測定した。竹島の帯磁率は最小値 ( $0.05 \times 10^{-3}$  SI) と最大値 ( $56.3 \times 10^{-3}$  SI) の差が 3 桁にも達する幅広い変化を示す。大まかに見れば片状花崗閃緑岩よりも苦鉄質岩のほうが高い帯磁率を示す傾向があるが, 苦鉄質岩でも  $0.5 \times 10^{-3}$  SI 以下のやや低い値を示す場所がある。地理的に見ると, 西側海岸の中央部付近と東側海岸の中央部付近の岩石が高い帯磁率を示す傾向があり, その高帯磁率帯のトレンド (WSW-ENE) は苦鉄質岩の分布トレンドや島北半部の片状構造の一般走向と斜交している。島の南端〜南東海岸の岩石は比較的低い帯磁率を示す傾向がある。露頭に多数の矢穴が穿たれている島北西部の海岸露頭では帯磁率が  $1 \times 10^{-3} \sim 3 \times 10^{-3}$  SI の範囲であった。

キーワード: 帯磁率 (初磁化率), 竹島, 蒲郡市, 領家帯, 花崗岩類, 名古屋城

**Key words:** initial magnetic susceptibility, Takeshima, Gamagori City, Ryoike belt, granitic rocks (granitoids), Nagoya Castle

### 1. はじめに

竹島は愛知県東部の蒲郡市にあり (図 1, 2), 周囲約 0.68 km, 面積約 0.019 km<sup>2</sup>, 最高標高 22 m の小島である (URL1)。島は主に花崗岩質岩石から構成されており, それらは島を取り巻く海岸にほぼ途切れなく露出している。島全域が日本七弁財天の一つとされる八百富神社 (竹島弁天) の境内であり, 全域が国指定天然記念物「竹島八百富神社社叢」に指定されている (URL2)。

竹島は花崗岩質岩石の露頭および転石に残された矢穴と刻印 (図 3) の存在から, 名古屋城石垣石材の採石丁場の一つと推測されている (高田, 1999)。よく知られているように名古屋城は徳川家康の令で天下普請によって築城された。城の石垣は慶長 15 年 (1610) にわずか数ヶ月で築かれたとされる (田口・佐藤, 2015)。石垣構築には加藤清正 (肥後熊本藩) や福島正則 (安芸広島藩), 前田利常 (加賀金沢藩) など豊臣恩顧の 20 の外様大名が命ぜられた (高田・加藤, 2013; 加藤, 2016)。各大名にそれぞれの担当丁場が割り当てられ, それは「名古屋城町場請取給図」(写本が名古屋城総合事務所に保管されている) から知ることができる (高田・加藤, 2013)。城の石垣には花崗岩類が多く使われているが, それらの主要産地は三河湾北岸の西浦半島・幡豆・三河島羽周辺, および竹島や前島, 沖島, 篠島などの島嶼であった (高田, 1999; 加藤, 2008, 2016; 石橋, 2014)。竹島の北西海岸の転石に刻まれている刻印は毛利秀就 (周防山口藩) のもので, 竹

島は毛利家の採石丁場だった可能性が高いという見解がある (高田, 1999)。

各大名の採石丁場を明らかにすることは, 名古屋城築城の実態を解明する上で重要である。特徴的な岩相を有する石垣石材であれば, 岩石の目視によりその産地をある程度は推定可能である (例えば兵庫県高砂市の竜山石; 奥田, 2007)。しかし, 主要な石垣石材である花崗岩類は異なる産地でもよく似た岩相を示すことがあり, そのような場合は目視による岩相調査では産地推定が容易ではなく, ある程度推定できた場合でも不確実性を伴う。石垣石材や採石丁場の岩石に残されている刻印に注目し, そのマッチングにより採石丁場を推定する試みもされている (高田, 1999)。しかし類似あるいはほとんど同じ刻印が異なる大名によって使われていることもあり (高田, 1999), 刻印による採石丁場推定も不確実性を伴う。また, 刻印が発見されていない場所ではこの方法を適用できない。

近年, 岩石の帯磁率を用いて城郭や各種遺跡の石材の比較・同定や分類, 産地推定などを試みる調査事例が国内・国外を問わず数多く報告されるようになった (例えば, Williams-Thorpe and Thorpe, 1993; Williams-Thorpe et al., 1996; Uchida et al., 1998, 2003, 2007; 先山, 2005; Bradák et al., 2009; 長, 2014, 2015, 2016)。厳密には初磁化率または初帯磁率と呼ぶべきものであるが, 国内の考古学や地質学の分野では古くから帯磁率と呼ばれることが多いため, 小論でも混乱を避けるためにそれに従うことにする。帯磁率は携帯型帯磁率計を

用いて野外で簡単かつ迅速に測定可能であり、大量の数値データを短時間で取得可能である。非破壊測定であり、測定対象物に何ら影響を残さないため、国宝や天然記念物も調査可能である。もちろん人体や他の動植物への影響もない。帯磁率データだけから石垣石材の採石丁場を特定することは容易ではないが、従来からの岩相比較や刻印比較などの方法と併用することにより、従来よりも採石丁場の特定あるいは絞り込みが高い信頼度で可能になると考えられる。

筆者らは現在、名古屋城築城の実態解明に資する目的で三河湾の花崗岩質岩石を対象に調査を行っており、その一環として竹島の海岸岩石の帯磁率を詳細に調査した。小論ではそのデータを報告し、今後の名古屋城研究の一資料としたい。なお、小論で報告する帯磁率データは第二著者(森里)が愛知教育大学卒業研究の一部として取得したものである。

## 2. 地質の概要

竹島の花崗岩質岩石は領家帯に属する。竹島とその周辺の地質図は酒井ほか(1962)、浅見ほか(1982)、牧本ほか(2004)などに示されている。竹島の花崗岩質岩石はかつて三谷岩体に属するとされたが(伊藤・酒井, 1961; 酒井ほか, 1962)、近年は古期領家花崗岩類の神原トータル岩に属するとみなされてきた(領家研究グループ, 1972)。しかし最近、三河地方領家帯のジルコン U-Pb 年代が Murakami et al. (2006) と Takatsuka et al. (2018a, b) によって報告され、それに基づき竹島周辺の花崗岩質岩石の帰属が大きく修正された。三河湾北岸に分布する花崗岩質岩石は神原トータル岩(約 99~95 Ma; Takatsuka et al., 2018a, b) よりも有意に若い U-Pb 年代を示す。三河湾北岸の花崗岩質岩石を Takatsuka et al. (2018a) は「78-75 Ma (Hbl)-Bt granite」と呼称し、Takatsuka et al. (2018b) は「81-75 granitoids」と呼称している。

竹島の岩石は片状角閃石黒雲母花崗閃緑岩を主体とし(伊藤・酒井, 1961; 酒井ほか, 1962)、島のほぼ中央部を NW-SE 方向に横切るように苦鉄質岩(おそらく角閃岩)が約 30~50 m の幅で岩脈状に分布する(図 4)。苦鉄質岩と花崗閃緑岩の境界部は両者が混交した産状を示すため、この苦鉄質岩は未固結状態の花崗閃緑岩中に貫入した苦鉄質同時性岩脈(syn-plutonic mafic dike)である可能性が高い。これと同様の苦鉄質岩脈(角閃岩)は西浦半島や蒲郡市蒲郡調整池付近に産することが知られている(西浦団研グループ, 1974; 西岡, 2007)。片状構造は苦鉄質岩にも認められる。片状構造は島の北半部において NW ないし WNW 走向で南傾斜が多い(図 4)。南半部では片状構造がやや不明瞭だが、南東部で測定したデータを見る限り乱れが大ききようである。海岸に露出する花崗閃緑岩は全体的に風化が進行している。

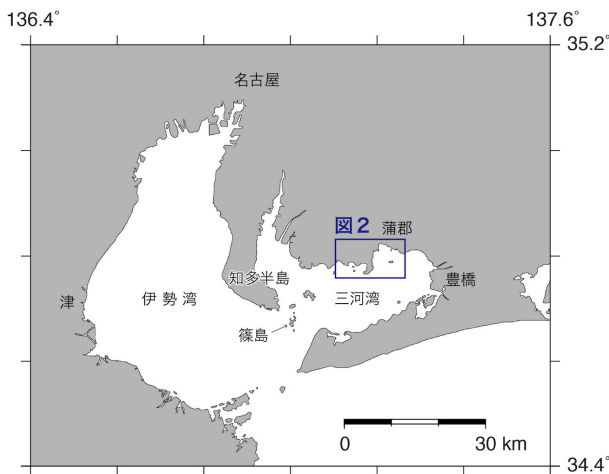


図1 広域位置図。竹島とその周辺の位置については図2を参照。



図2 竹島の位置(赤色破線)。地理院地図(電子国土 Web; URL3)により作成。

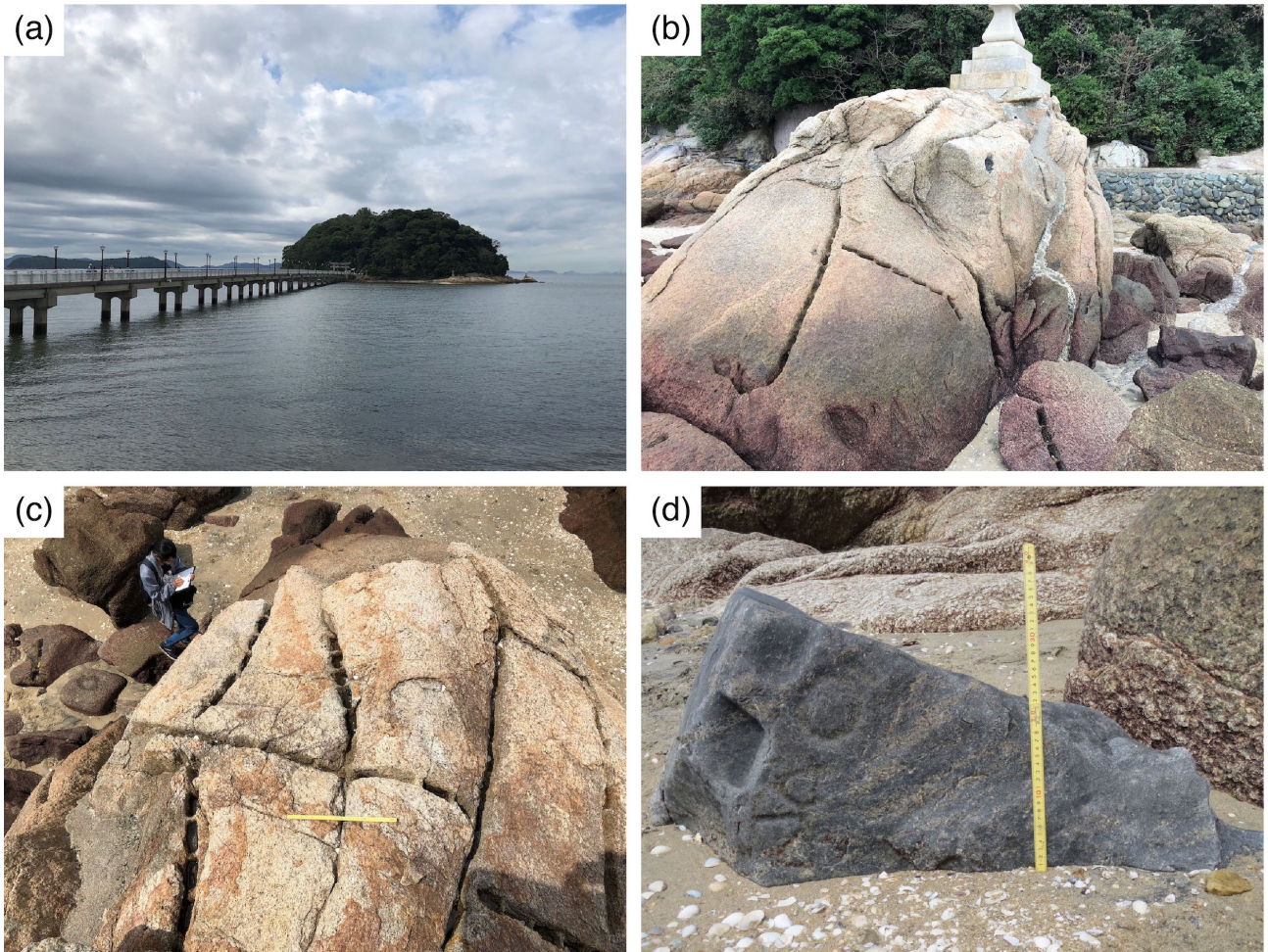


図3 a) 北方から見た竹島。竹島橋を渡って徒歩で行くことが可能。b, c) 竹島北西側の花崗閃緑岩露頭に見られる多数の矢穴。位置は図4の「矢穴多数」と書かれた地点。高田 (1999) の巻頭写真 18 および図 220 の地点と同じ。写真 c 中央下のスケールは 40 cm。d) 写真 c, d の矢穴露頭の近くにある苦鉄質岩の転石。矢穴と刻印が認められる。高田 (1999) の巻頭写真 16 と同じ。スケールは 40 cm。

矢穴と刻印は竹島の西側海岸で多く確認されている。矢穴は露頭にも転石にも認められるが、露頭に穿たれた矢穴は北西部に集中している (高田, 1999; 図4に「矢穴多数」と示した付近)。矢穴は花崗閃緑岩と苦鉄質岩の両方に確認される (図3b, c, d)。刻印は苦鉄質岩の転石に確認されており (図3d)、花崗閃緑岩では未確認だが風化により失われ確認できなくなっている可能性もある。

### 3. 方法

帯磁率測定は竹島の海岸沿いに見られる岩石露頭および転石を対象にして行った。方法は伊藤・星 (2011) および星・太田 (2012) と基本的に同じである。測定には Explorarium 製の携帯型帯磁率計 Kappameter KT-9 を用いた。KT-9 の特性については星・亀井 (2003) が報告している。測定ではできるだけ平滑な露頭面 (測定面) を選び、測定誤差が小さくなるように努めた。露頭面の凸凹の影響を最小限にするために測定はピンモード (pin mode) で行った。同一地点内で少しずつ場所を変えて、1 地点につき 3 回または 6 回測定し、平均を求めた。1 地点の地理的範囲 (面積) は 1~4 m<sup>2</sup> 程度

とした。地点位置測定はスマートフォン (Apple iPhone 7) の位置情報機能を使用した。位置測定には最大 25 m 前後の誤差があると推測される。

### 4. 結果と解釈

合計 150 地点で帯磁率を測定し、各地点の算術平均と常用対数平均を算出した (表 1)。表 1 で \*1~\*5 を付した 5 地点では同じ地点内で異なる岩石種が認められたため、それぞれについて測定して平均を求めた。平均の最小値は  $0.05 \times 10^{-3}$  SI (地点 18100731)、最大値は  $56.3 \times 10^{-3}$  SI (地点 18101096) で、いずれも岩石は花崗閃緑岩であった。同種の岩石であるにもかかわらず、この最小値と最大値の間には 3 桁にも達する差があった。

図 5 は岩石種別の帯磁率ヒストグラムである。花崗閃緑岩 (128 地点) に比べて苦鉄質岩 (23 地点) の地点数が少ないことに注意する必要があるが、苦鉄質岩のほうが全体的に高い帯磁率を示すことがわかる。アブライト (4 地点) は地点数が少ないためヒストグラムを示していないが、平均の最小値は  $0.05 \times 10^{-3}$  SI (地点 18101012)、最大値は  $2.19 \times 10^{-3}$  SI

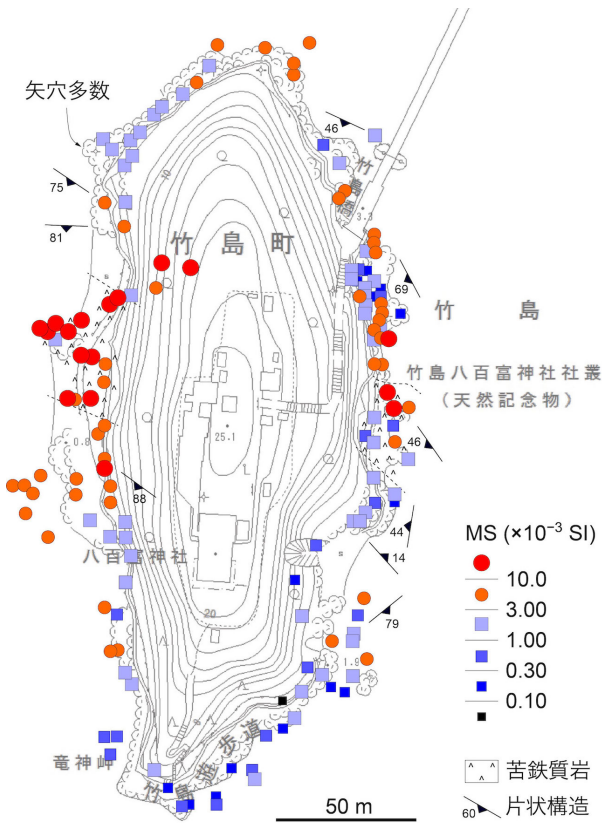


図4 竹島の帯磁率 (MS)。海岸における苦鉄質岩の分布と片状構造の走向・傾斜も示す。背景地図は蒲郡市都市計画図 (URL4) を使用。

(地点 18101070) であった。

図4には各地点の帯磁率をその大小に応じて記号と色を分けて示した。図4では  $3.00 \times 10^{-3}$  SI を境に記号の種類を分けてあるが (○と□; 境界値の  $3.00 \times 10^{-3}$  SI は○に含めてある), これは花崗岩類の磁鉄鉱系列とチタン鉄鉱系列 (Ishihara, 1977) の境界を近似するとされる値 ( $3 \times 10^{-3}$  SI; 例えば Ishihara, 1990) に対応させるためである。

調査した地点の半数以上 (約 60%) が  $3 \times 10^{-3}$  SI より低いチタン鉄鉱系列に相当する帯磁率を示した (表1, 図5)。これは領家帯の花崗岩類が基本的にチタン鉄鉱系列に属する事実 (金谷・石原, 1973; Ishihara, 1977) と整合する。三河湾北岸の他地域, 例えば西浦半島先端部 (星・太田, 2012) や東幡豆から三河鳥羽にかけての海岸 (伊藤・星, 2011) でも花崗岩類は  $3 \times 10^{-3}$  SI より低い帯磁率を示すことが多く, 今回の結果はその事実とも共通している。竹島で特に低い帯磁率が見られたのは島の南端から南東にかけての海岸であり, 最小値の地点もこのエリアに位置していた。露頭に矢穴が多数穿たれている北西部 (図4の「矢穴多数」付近) の花崗閃緑岩の帯磁率も  $1 \times 10^{-3} \sim 3 \times 10^{-3}$  SI の範囲であった。

一方, 西側海岸の中央部付近と東側海岸の中央部付近の岩石は比較的高い帯磁率を持つ傾向が見られた (図4)。東側海岸中央部付近では  $3 \times 10^{-3}$  SI 以上の帯磁率を持つ地点とそれより低い帯磁率の地点が混在していたが, 西側海岸中央部付近ではほとんどの地点が  $3 \times 10^{-3}$  SI 以上の帯磁率を示し

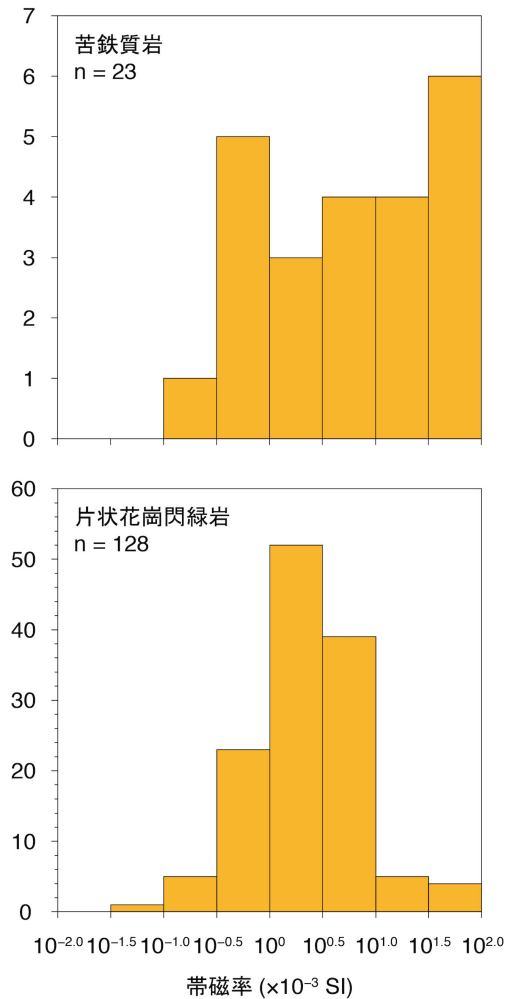


図5 苦鉄質岩と片状花崗閃緑岩の帯磁率ヒストグラム。

た。特に西側海岸の苦鉄質岩分布域では測定地点の半数以上が  $10 \times 10^{-3}$  SI 以上の帯磁率を示し, これは東側海岸の苦鉄質岩分布域で高帯磁率地点と比較的低い帯磁率の地点が混在していた事実と一致しない。むしろ西側海岸と東側海岸の高帯磁率域が苦鉄質岩の分布トレンド (WNW-ESE) や島北半部の片状構造の一般走向 (NWないしWNW) と斜交してWSW-ENE方向に伸びていることが興味深い。また, 島の北端付近の花崗閃緑岩も比較的高い帯磁率を示した。

一般に三河地方の領家帯花崗岩類の帯磁率は日本の花崗岩類の中で最も低い部類に属することが知られている (金谷・石原, 1973; Ishihara, 1979)。それなのに竹島では多くの地点で磁鉄鉱系列に相当する高い帯磁率が得られた。それだけでなく,  $3 \times 10^{-3}$  SI より低い帯磁率を示したエリアでも帯磁率には地点間で10倍以上に達する差があった。これらの「異常」は岩石形成後に二次的に生成した強磁性鉱物の量が場所によってかなり異なっているためと筆者らは推測している。星・太田 (2012) は西浦半島先端部の片状トータル岩とそれに貫入するアプライト・ペグマタイト岩脈の岩石磁気を調査し, 二次的に生成した磁鉄鉱や磁硫鉄鉱がこれらの岩石中に含まれていることを示した。アプライトやペグマタイトは一般に苦鉄質鉱物をごくわずかしか含まないため帯磁率が低い, 西浦半島ではそれらの岩石種でも最大約  $25 \times$

表1 竹島の帯磁率データ。

地点	緯度 (°N)	経度 (°E)	岩石 種	測定 数	帯磁率平均 (10 <sup>-3</sup> SI)	対数の 平均	地点	緯度 (°N)	経度 (°E)	岩石 種	測定 数	帯磁率平均 (10 <sup>-3</sup> SI)	対数の 平均
18100701	34.811581	137.232239	G	3	4.45	0.65	18101046	34.809758	137.231525	G	3	0.32	-0.50
18100702	34.811558	137.232244	G	3	5.43	0.73	18101047	34.809747	137.231492	G	3	0.59	-0.24
18100703	34.811556	137.232239	G	3	6.85	0.84	18101048	34.809800	137.231453	G	3	0.20	-0.71
18100704	34.811550	137.232244	G	3	2.07	0.31	18101049	34.809858	137.231386	G	3	1.58	0.19
18100705	34.811522	137.232247	G	3	3.16	0.49	18101050	34.809928	137.231217	G	3	0.84	-0.08
18100706	34.811481	137.232189	G	3	0.84	-0.08	18101051	34.809961	137.231192	G	3	0.59	-0.23
18100707	34.811444	137.232175	G	3	1.85	0.26	18101052	34.809967	137.231250	G	3	0.59	-0.25
18100708	34.811442	137.232194	M	3	0.31	-0.51	18101053	34.810128	137.231297	G	3	2.44	0.39
18100709	34.811422	137.232211	A	3	1.99	0.28	18101054	34.810164	137.231275	G	3	2.70	0.43
18100710	34.811397	137.232211	G	3	3.70	0.57	18101055	34.810239	137.231242	G	3	4.86	0.69
18100711	34.811397	137.232200	G	3	3.28	0.52	18101056	34.810261	137.231208	G	3	3.51	0.55
18100712	34.811392	137.232211	A	3	1.00	0.00	18101057	34.810353	137.231250	G	3	0.86	-0.08
18100713	34.811381	137.232244	M	3	0.48	-0.32	18101058	34.810378	137.231186	G	3	3.37	0.53
18100714	34.811361	137.232286	G	3	3.06	0.48	18101059	34.810475	137.231289	G	3	2.07	0.32
18100715	34.811294	137.232289	M	3	0.54	-0.30	18101060	34.810553	137.231311	G	3	2.22	0.35
18100716	34.811286	137.232292	G	3	2.28	0.36	18101061	34.810597	137.231283	G	3	1.48	0.17
18100717	34.811261	137.232272	G	3	10.19	1.00	18101062	34.810606	137.230967	G	3	4.91	0.69
18100718	34.811250	137.232275	G	3	1.80	0.26	18101063	34.810689	137.230878	G	3	3.89	0.58
18100719	34.811178	137.232236	G	3	3.93	0.59	18101064	34.810747	137.230917	G	3	3.89	0.59
18100720	34.811078	137.232311	G	3	46.07	1.66	18101065	34.810775	137.230889	G	3	3.77	0.58
18100721	34.811025	137.232331	M	6	10.39	0.69	18101066	34.810778	137.230831	G	3	3.85	0.58
18100722	34.810986	137.232258	G	3	1.29	0.11	18101067	34.810811	137.230942	G	3	5.65	0.75
18100723	34.810928	137.232247	M	3	1.50	0.14	18101068	34.810803	137.231089	G	3	2.48	0.39
18100724	34.810814	137.232242	G	3	2.03	0.31	18101069	34.810739	137.231081	G	3	4.91	0.69
18100725	34.810664	137.232211	G	3	0.88	-0.06	18101070	34.810678	137.231147	A	3	2.19	0.34
18100726	34.810578	137.232039	G	3	0.77	-0.11	18101071	34.810619	137.231233	G	3	2.01	0.30
18100727	34.810478	137.231953	G	3	0.27	-0.56	18101072	34.810664	137.231281	G	3	2.92	0.46
18100728	34.810364	137.231975	G	3	1.68	0.22	18101073	34.810711	137.231225	G	3	4.82	0.68
18100729	34.810267	137.232089	G	3	3.89	0.59	18101074	34.810769	137.231208	G	3	4.11	0.61
18100730	34.810192	137.232008	G	3	0.98	-0.01	18101075	34.810825	137.231181	G	3	18.07	1.26
18100731	34.810094	137.231878	G	3	0.05	-1.27	18101076	34.810864	137.231189	G	3	6.35	0.80
18101001	34.811517	137.232211	G	3	2.74	0.44	18101077	34.810939	137.231178	G	6	8.34	0.92
18101002	34.811461	137.232219	G	3	0.79	-0.11	18101078	34.810972	137.231181	G	3	7.62	0.88
18101003	34.811483	137.232175	G	3	2.09	0.32	18101079	34.811044	137.231086	M	3	6.81	0.83
18101004 <sup>1</sup>	34.811458	137.232219	M	3	0.32	-0.49	18101080	34.811042	137.231064	M	3	18.83	1.27
18101004 <sup>1</sup>	34.811458	137.232219	G	3	0.36	-0.45	18101081	34.811061	137.231139	M	3	20.37	1.31
18101005	34.811453	137.232261	G	6	2.10	0.29	18101082	34.811117	137.231181	G	3	3.25	0.51
18101007	34.811408	137.232272	G	3	0.37	-0.44	18101083	34.811158	137.231192	G	6	4.05	0.58
18101008 <sup>2</sup>	34.811386	137.232269	G	3	1.38	0.12	18101084	34.811200	137.231100	G	6	11.80	1.05
18101008 <sup>2</sup>	34.811386	137.232269	M	3	0.50	-0.30	18101085	34.811272	137.230953	G	3	52.23	1.72
18101009	34.811350	137.232233	G	3	2.18	0.34	18101086	34.811264	137.230978	G	3	14.77	1.17
18101010	34.811325	137.232228	G	3	2.05	0.31	18101087	34.811250	137.231006	M	3	2.63	0.42
18101011	34.811325	137.232283	G	3	3.75	0.57	18101088	34.811275	137.231042	M	3	31.37	1.50
18101012 <sup>3</sup>	34.811339	137.232347	A	3	0.05	-1.32	18101089	34.811294	51.600000	M	3	14.10	1.14
18101012 <sup>3</sup>	34.811339	137.232347	G	3	0.27	-0.64	18101090	34.811292	137.231114	M	3	38.27	1.58
18101013	34.811264	137.232244	M	3	3.40	0.53	18101091	34.811203	137.231136	M	3	46.80	1.67
18101014	34.811253	137.232250	G	3	2.76	0.43	18101092 <sup>5</sup>	34.811367	137.231225	G	3	35.67	1.55
18101015 <sup>4</sup>	34.811239	137.232292	G	3	13.60	1.13	18101092 <sup>5</sup>	34.811367	137.231225	M	3	50.80	1.70
18101015 <sup>4</sup>	34.811239	137.232292	M	3	46.37	1.67	18101093	34.811378	137.231317	G	3	2.74	0.44
18101016	34.811175	137.232264	G	3	2.44	0.38	18101094	34.811375	137.231256	M	3	50.73	1.71
18101017	34.810653	137.232178	G	6	1.46	0.14	18101095	34.811417	137.231381	G	3	9.43	0.97
18101018	34.810700	137.232228	G	3	1.39	0.14	18101096	34.811492	137.231411	G	3	56.30	1.75
18101019	34.810728	137.232261	G	3	0.67	-0.18	18101097	34.811603	137.231283	G	6	4.77	0.67
18101020	34.810750	137.232319	G	3	2.81	0.44	18101098	34.811686	137.231189	G	3	5.50	0.74
18101021	34.810867	137.232386	M	3	2.64	0.42	18101099	34.811694	137.231272	G	3	2.19	0.34
18101022	34.810911	137.232372	M	3	3.76	0.57	181010100	34.811800	137.231267	G	3	2.52	0.40
18101023	34.810978	137.232342	M	3	0.96	-0.02	181010101	34.811861	137.231211	G	3	2.64	0.42
18101024	34.811031	137.232328	M	3	19.50	1.29	181010102	34.811894	137.231197	G	3	2.04	0.31
18101025	34.811014	137.232386	G	3	5.89	0.77	181010103	34.811842	137.231297	G	3	2.39	0.38
18101026	34.810717	137.232336	G	3	0.40	-0.43	181010104	34.811886	137.231292	G	3	2.49	0.40
18101027	34.810672	137.232200	G	3	1.10	0.03	181010105	34.811914	137.231331	G	3	2.05	0.31
18101028	34.810403	137.232231	G	3	8.00	0.90	181010106	34.811972	137.231378	G	3	1.09	0.03
18101029	34.810358	137.232183	G	3	0.71	-0.15	181010107	34.811992	137.231417	G	3	1.91	0.28
18101030	34.810303	137.232172	G	3	2.76	0.44	181010108	34.812025	137.231486	G	3	2.89	0.46
18101031	34.810289	137.232178	G	3	2.44	0.39	181010109	34.812094	137.231561	G	3	3.78	0.58
18101032	34.810219	137.232217	G	3	3.18	0.50	181010110	34.812142	137.231608	G	3	2.37	0.37
18101033	34.810161	137.232175	G	3	2.52	0.40	181010111	34.812183	137.231639	G	3	4.52	0.66
18101034	34.810097	137.232131	G	3	0.36	-0.45	181010112	34.812200	137.231825	G	3	4.01	0.60
18101035	34.810125	137.232072	G	3	0.38	-0.43	181010113	34.812181	137.231997	G	3	5.92	0.77
18101036	34.810153	137.232067	G	3	2.53	0.40	181010114	34.812136	137.231942	G	3	3.37	0.52
18101037	34.810108	137.231975	G	3	1.74	0.24	181010115	34.812106	137.231947	G	3	9.01	0.95
18101038	34.810036	137.231953	G	3	1.13	0.05	181010116	34.811900	137.232064	G	3	0.99	-0.01
18101039	34.810006	137.231894	G	3	0.21	-0.70	181010117	34.811911	137.232258	G	3	1.40	0.15
18101040	34.809978	137.231836	G	3	0.55	-0.26	181010118	34.811808	137.232100	G	3	1.84	0.26
18101041	34.809844	137.231786	G	3	1.73	0.23	181010119	34.811731	137.232150	G	3	3.70	0.57
18101042	34.809867	137.231786	G	3	0.88	-0.06	181010120	34.811689	137.232122	G	3	3.63	0.56
18101043	34.809864	137.231681	G	3	0.34	-0.47							
18101044	34.809742	137.231642	G	3	0.83	-0.09							
18101045	34.809778	137.231633	G	3	0.26	-0.58							

・帯磁率は携帯型帯磁率計 (Kappameter KT-9) を用いて露頭で測定  
 ・岩石種: A = アブライト, G = 花崗閃緑岩, M = 苦鉄質岩  
 ・アスタリスク (\*) を付した5地点では同一地点内で2種類の岩石種を測定

$10^{-3}$  SI に達する帯磁率が得られ、二次的に生成した強磁性鉱物が相当量含まれることがその原因と考えられている(星・太田, 2012)。今回、竹島のアプライト岩脈でも上述のように  $2.19 \times 10^{-3}$  SI というアプライトとしては高い帯磁率が認められた。竹島でも西浦半島と同様のことが起こっているのではないかと。この可能性を検証するには岩石磁気実験が必要であり、今後の検討課題として残る。また、竹島中央部を WSW-ENE 方向に伸びる高帯磁率帯の原因追究も興味深い課題である。この原因には節理や断層が関係しているかもしれないが、節理・断層の調査も必要である。

## 5. 謝辞

株式会社 C-ファクトリーの佐藤好司氏と田口一男氏には調査の初期段階で竹島に同行していただき、矢穴や刻印についてご教示いただいた。佐藤氏には竹島の地形図と関連文献も提供していただき、また小論のドラフトにも目を通していただき貴重なご意見を頂いた。本研究の一部には JSPS 科研費 (17K05680) を使用した。以上の方々ならびに関係機関に感謝します。

## 6. 文献・URL

- 浅見正雄・星野光雄・宮川邦彦・諏訪兼位, 1982, 幡豆-本宮山地域の領家変成帯における十字石片岩の形成条件. 地質学雑誌, **88**, 437-450.
- Bradák, B., Szakmány, G., Józsa, S. and Přichystal, A., 2009, Application of magnetic susceptibility on polished stone tools from Western Hungary and the Eastern part of the Czech Republic (Central Europe). *Journal of Archaeological Science*, **36**, 2437-2444.
- 長 秋雄, 2014, 筑波花崗岩と旧筑波町に残る石造物の帯磁率. 地質調査研究報告, **65**, 37-43.
- 長 秋雄, 2015, 金沢城石垣(戸室石)の帯磁率: 自然石積石垣・割石積石垣・粗加工石積石垣. 地質調査研究報告, **66**, 25-40.
- 長 秋雄, 2016, 帯磁率ヒストグラムによる石垣石材の採石地同定. 月刊地球号外, **66**, 76-82.
- 星 博幸・亀井春美, 2003, 陸上に露出する無層理堆積物の初磁化率(帯磁率)による対比: 静岡県, 更新統佐浜泥部層の例. 地質学雑誌, **109**, 697-709.
- 星 博幸・太田貴子, 2012, 領家変成帯に産する高い初磁化率を示すアプライト岩脈. 豊橋市自然史博物館研究報告, **22**, 1-12.
- 石橋伊鶴, 2014, 名古屋城と篠島の石垣採石地. 伊勢湾考古, **23**, 177-204.
- Ishihara, S., 1977, The magnetite-series and ilmenite-series granitic rocks. *Mining Geology*, **27**, 293-305.
- Ishihara, S., 1979, Lateral variation of magnetic susceptibility of the Japanese granitoids. *Journal of the Geological Society of Japan*, **85**, 509-523.
- Ishihara, S., 1990, The Inner Zone batholith vs. Outer Zone batholith of Japan: Evaluation from their magnetic susceptibilities. *University Museum, The University of Tokyo, Nature and Culture*, **2**, 21-34.
- 伊藤秀敏・星 博幸, 2011, 愛知県三河湾北岸に分布する領家変成帯構成岩類の初期磁化率. 名古屋地学, **73**, 1-8.
- 伊藤通義・酒井栄吾, 1961, 愛知県蒲郡市南部の三谷および三都橋両岩体について. 地質学雑誌, **67**, 417.
- 金谷 弘, 石原舜三, 1973, 日本の花崗岩質岩石にみられる帯

- 磁率の広域的变化. 岩石鉱物鉱床学会誌, **68**, 211-224.
- 加藤安信, 2008, 八貫山・前島・沖島他の矢穴石. 幡豆町史編さん委員会編, 幡豆町史 資料編 1 原始・古代・中世. 愛知県幡豆郡幡豆町, 399-416.
- 加藤安信, 2016, 名古屋城の築城と幡豆地域. 西尾市史編さん委員会編, 幡豆町史 本文編 2 近世, 愛知県西尾市, 24-33.
- 牧本 博・山田直利・水野清秀・高田 亮・駒沢正夫・須藤定久, 2004, 20 万分の 1 地質図幅「豊橋及び伊良湖岬」. 産業技術総合研究所地質調査総合センター.
- Murakami, M., Kosler, J., Takagi, H. and Tagami, T., 2006, Dating pseudotachylyte of the Asuke Shear Zone using zircon fission-track and U-Pb methods. *Tectonophysics*, **424**, 99-107.
- 西岡芳晴, 2007, 神原トール岩中に見出された苦鉄質同時性岩脈の産状. 日本地質学会第 114 年大会講演要旨, 454.
- 西浦団研グループ, 1974, 愛知県西浦半島の領家変成岩類, とくに変成岩脈について. 地球科学, **28**, 71-85.
- 奥田 尚, 2007, 竜山石. 季刊考古学, **99**, 26-29.
- 領家研究グループ, 1972, 中部地方領家帯の花崗岩類の相互関係. 地球科学, **26**, 205-216.
- 酒井栄吾・大谷 充・伊藤久幸・伊藤道義, 1962, 三河地方における花崗岩質岩体の侵入順序について. 愛知学芸大学研究報告 (自然科学), **11**, 99-109.
- 先山 徹, 2005, 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: 帯状配列の検討と歴史学への適用. 人と自然, **15**, 9-28.
- 田口一男・佐藤好司, 2015, 名古屋城石垣採石丁場の新発見. 名古屋地学, **77**, 1-8.
- 高田祐吉, 1999, 続・名古屋城叢書 2 名古屋城石垣の刻紋. 名古屋城振興協会, 213p.
- 高田祐吉・加藤安信, 2013, 名古屋城の丁場割と石垣の刻印. 新修名古屋市史資料編編集委員会編, 新修名古屋市史 資料編 考古 2, 名古屋市, 888-907.
- Takatsuka, K., Kawakami, T., Skrzypek, E., Sakata, S., Obayashi, H. and Hirata, T., 2018a, Age gap between the intrusion of gneissose granitoids and regional high-temperature metamorphism in the Ryoke belt (Mikawa area), central Japan. *Island Arc*, **27**, 1-15.
- Takatsuka, K., Kawakami, T., Skrzypek, E., Sakata, S., Obayashi, H. and Hirata, T., 2018b, Spatiotemporal evolution of magmatic pulses and regional metamorphism during a Cretaceous flare-up event: Constraints from the Ryoke belt (Mikawa area, central Japan). *Lithos*, **308-309**, 428-445.
- Uchida, E., Cunin, O., Shimoda, I., Suda, C. and Nakagawa, T., 2003, The construction process of the Angkor monuments elucidated by the magnetic susceptibility of sandstone. *Archaeometry*, **45**, 221-232.
- Uchida, E., Cunin, O., Suda, C., Ueno, A. and Nakagawa, T., 2007, Consideration on the construction process and the sandstone quarries during the Angkor period based on the magnetic susceptibility. *Journal of Archaeological Science*, **34**, 924-935.
- Uchida, E., Ogawa, Y. and Nakagawa, T., 1998, The stone materials of the Angkor monuments, Cambodia. *Journal of Mineralogy, Petrology and Economic Geology*, **93**, 411-426.
- Williams-Thorpe, O., Jones, M. C., Tindle, A. G. and Thorpe, R. S., 1996, Magnetic susceptibility variations at Mons Claudianus and in Roman columns: A method of provenancing to within a single quarry. *Archaeometry*, **38**, 15-41.
- Williams-Thorpe, O. and Thorpe, R. S., 1993, Magnetic susceptibility used in non-destructive provenancing of Roman granite columns. *Archaeometry*, **35**, 185-195.
- URL1: [https://ja.wikipedia.org/wiki/竹島\\_\(愛知県\)](https://ja.wikipedia.org/wiki/竹島_(愛知県))
- URL2: <https://www.pref.aichi.jp/kyoiku/bunka/bunkazainavi/kinenbu/utu/tennen/kunisitei/0938.html>
- URL3: <http://maps.gsi.go.jp/>
- URL4: <http://gis.city.gamagori.lg.jp>