

名古屋城の城郭に使用された石材の産地同定のための全岩化学分析—予報

Whole-rock chemical analysis for identification of quarries of stones used for the wall of Nagoya Castle

— a preliminary report

田口一男^{1*}・鈴木和博²

Kazuo Taguchi^{1*} and Kazuhiro Suzuki²

¹株式会社 C-ファクトリー・²名古屋大学年代測定総合研究センター

¹C-Factory Co. LTD.・²Center for Chronological Research, Nagoya University

*Correspondence author. E-mail: k.taguchi@c-factory.co.jp. Tel: 0568-87-3360. Fax: 0568-87-3361

486-0836 春日井市弥生町字松本1522 王子テックセンター3階 (株) C-ファクトリー

Abstract

Stones used for the wall of Nagoya Castle amount to two hundred thousand and include coarse-grained hornblende biotite tonalite (Hazu-ishi) from the coast of Mikawa Bay, medium-grained feldspathic arenite (Kouzu-ishi) from Kaizu and Motosu, granite porphyry from Kaizu and Kumano and biotite granite from Komaki and Seto. These stones were supplied in 1610 by 20 assistant feudal lords from their own quarries where the locations became mostly unclear. This paper tests the ability of whole-rock chemistry to identify excavation sites of individual rocks. The chemistry of a granite porphyry fragment used on the north wall of Nagoya Castle pointed the Sone area of Owase, where we can find stone remains with wedge holes

Keywords: 名古屋城; 石垣石材; 花崗斑岩; 花崗岩; 河戸石; 幡豆石; 全岩化学組成; 刻紋; 矢穴

1. はじめに

名古屋城の石垣には多数の石材が使用されている。現在、修復工事の中の本丸搦手馬出では、約 1200m² の石垣に約 4000 個の石材が使用されている(石垣修復現場見学会資料)。この数から、城郭全体(総延長 8.2km, 平均高 7m と仮定)の石材数は 20 万個前後と見積ることができる。これが、普請発令後の 5 ヶ月程度の期間のうちに、切り出されて建設現場に運搬されたのである(名古屋城公式ウェブサイト)。個々の石材は推定重量が 100kg から 1 トン超にわたり、片方がやや細い不規則短柱で、割った面に 5-10 個の大型矢穴痕を残している。このような大きさの石材を、短期間のうちに、どのようにして切り出し、どのようにして運搬したのかが良くわかっていない。しかし、石材を産出した採石丁場の数は相当数に達したことは疑いない。

名古屋城の石垣は西国の 20 大名が分担して建設しており、その分担場所は丁場割図に残されている。この丁場割と石材の岩種および石材に残る刻紋から、各大名の採石丁場が同定されてきた。しかし、大量の石材を使用しながら、その岩種が分布する地域に刻紋を残していない大名も少なくない。刻紋を手掛かりとして産地を同定することには限界がある。岩石の鉱物組成や化学組成は、同じ岩石種でも、場所ごとに微妙に異なっている可能性が高い。我々は、化学組成を利用して、名古屋城の石垣を構成する個々の石材を産出した採石丁場を特定することができるかどうかを検討している。本稿では、これまでに分析した岩石の化学組

成を報告して、化学組成を利用した産地同定の有効性を指摘したい。

2. 採石丁場

名古屋城の石垣に使用されている石材は、主に、幡豆石と称される粗粒角閃石-黒雲母トーナル岩、河戸（こうづ）石と呼ばれる中粒砂岩、花崗斑岩、花崗岩である。

幡豆石は愛知県蒲郡市と西尾市の三河湾沿岸および愛知県知多郡南知多町篠島で採石された（高田, 1999）。篠島では32個所の採石跡が見つかっており（篠島町づくり会説明文）、そのほとんどは加藤清正の丁場と考えられている。三河湾沿岸では、毛利秀就、池田輝政、加藤家、田中清正、福島政則の刻紋の残った採石跡が見つかる。しかし、幡豆石を大量に使用している黒田長政や前田利常の刻紋が残った採石跡は見つからない。河戸石は岐阜県海津市南濃町上野河戸一帯に産出する美濃帯の中生代のタービダイト砂岩であり、岩質は硬く固結した長石質アレナイトである。頁岩片を含むものと含まないものがある。上野河戸にある行基寺に残る古文書には蜂須賀至鎮、細川忠興、鍋島勝茂の3大名が採石したと記されている（大橋, 1982）。類似の岩石は養老山地に広く分布し、北方の南濃町志津には石材を搬出した石曳き道が残っている。また、岐阜県本巣市の郡府山には享保年間の印刻が認められ、江戸中期の名古屋城天守閣修理の際に石材が搬出されたと考えられている（岐阜市教育文化振興事業団, 2007）。花崗斑岩は、三重県熊野市を中心にして同県尾鷲市から和歌山県東牟婁郡那智勝浦町までの延長約60kmにわたって分布する熊野酸性岩類（荒牧・羽田, 1965）のほか、養老産地や庄内川上流（土岐川）の岩脈が使用されている可能性がある。名古屋城の熊野酸性岩類は浅野幸長が熊野市二木島の採石丁場で切り出したと推定されている（森, 1959）。花崗岩質石材は愛知県小牧市の岩崎山、愛知県瀬戸市および瀬戸内海地域から切り出されたと考えられている。残石の刻紋から、岩崎山は前田利常か加藤嘉明、瀬戸市域は田中忠政、福島政則、毛利秀就、前田利常の丁場と見なされている（高田, 1999）。

名古屋城の石材を切り出した丁場か否かを判断する手がかりの一つは矢穴痕の大きさであろう。名古屋城の幡豆石や河戸石の矢穴は切り口の長さが9cm以上で、幅は4-5cm、深さは5-12cmである。このような矢穴は16世紀末から17世紀中頃までの期間に限って使用されており、最古の大型矢穴は1568年に廃城となった観音寺城の石材にみることができる（北原, 2008）。観音寺城の次には、岐阜県瑞浪市の小里城（岩村城攻略のために、織田信長の命により1574年に改修が始まり、1575年に岩村城が落城して改修工事が中断した。渡辺・佐藤, 1971）で大型矢穴が使われている。矢穴が大型化したのは、一時的に、鉄製の矢から木製の矢に変わったためと考えられる。愛知県幡豆町史（幡豆町誌編集委員会, 1958）に、古老の話として、「昔、樫の木で作った矢を打って石を割り、その矢穴の容積だけの米を貰った」、「その石は名古屋築城の時に供出したのだ」との記述がある。大型の矢穴は、大規模な城郭を短期間で建設するために、農民等を徴用して石材の大量生産を実現した、16世紀末から17世紀前半の時期を象徴する技法であろう。刻紋が無くても、大型の矢穴があいた残石が残る採石跡は名古屋城の石材を切り出した丁場である可能性が高い。幡豆石、河戸石、花崗斑岩および花崗岩が分布する地域を調査して、既報を含めて、幾つかの大型矢穴や刻紋の残る採石跡を確認することができた。代表的な採石跡を図1に示す。調査した採石跡から採取した岩石試料を中崎ほか(2004)の方法で蛍光X線分析した(表1)。

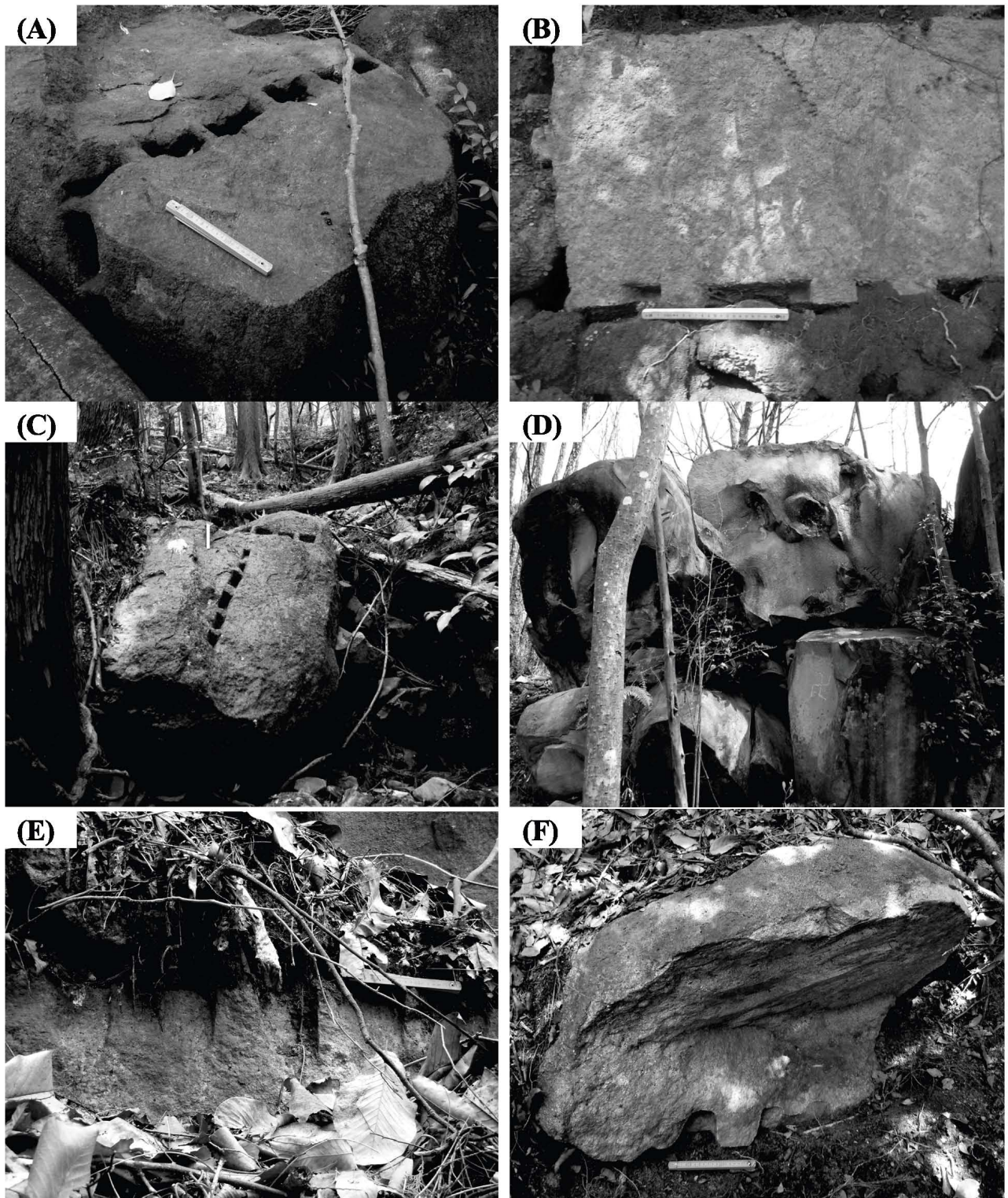


図1. 大型矢穴痕あるいは刻紋が残る採石跡. (A) 愛知県西尾市鳥羽八貫山, 斑れい岩. (B) 三重県熊野市二木島, 花崗斑岩. (C) 三重県尾鷲市曾根(曾根1), 花崗斑岩. (D) 岐阜県本巣市郡府山, 砂岩. (E) 愛知県瀬戸市海上の森, 花崗岩. (F) 名古屋市守山区東谷山, 花崗岩.

3. 名古屋城の花崗斑岩の岩片

名古屋城の石垣の石材で蛍光X線分析したのは花崗斑岩片1点である. この花崗斑岩片は, 大きさが約8cm,

最大厚が 2.5cm の角ばった板状片で、築石を据え置く際に調整のため割り欠いた割り石岩片と考えられる。石英、カリ長石、斜長石の斑晶を持ち、石基の粒径は 0.1-0.2mm である。

名古屋城の分析した花崗斑岩は、シリカ含有量が約 69% で、海津市南濃町津屋や土岐市土岐川の花崗斑岩とは明らかに違いがある。他の成分も、名古屋城の花崗斑岩の含有量で除してみると、1 から外れているものが多い（図 1 の A）。同じものなら、蛍光 X 線分析の測定誤差の範囲で、全ての成分の比が 1 になるはずである。分析した名古屋城の花崗斑岩片を産出した丁場は海津市や土岐市ではない。

熊野酸性岩類は流紋岩溶岩流（神ノ木流紋岩）、斑晶の多い流紋岩質凝灰岩、花崗斑岩から構成される中新世の複合火成岩体である（荒牧・羽田, 1965）。花崗斑岩は、中新世中期の熊野層群の堆積後に陸化して、神ノ木流紋岩が流出と短い浸食間隙を経て大量の火山灰が噴出あり、ひき続く液相マグマの噴出で形成された溶岩湖が冷却固結してできた。花崗斑岩の堆積は 300km³ 以上と推定され、その約 60% が尾鷲市南西部から熊野市北東部に広がる北岩体をつくり、残りが熊野川（新宮川）を挟む地域の南岩体を作る。花崗斑岩は石英、カリ長石、斜長石、黒雲母の斑晶と主に石英とカリ長石の石基からできている。石基の平均粒径が 0.03mm 以下の細粒岩相から、石基の平均粒径が 0.2-0.4mm で微文象組織の発達した粗粒岩相まで、野外で連続的に変化するが、石基の平均粒径 0.03-0.2mm のものが圧倒的に多い（荒牧・羽田, 1965）。北岩体と南岩体の花崗斑岩は、鉱物組成も化学組成も重複しており、明瞭な差が見られないと言われている（例えば、新正ほか, 2007）。しかし、詳細に見ると、北岩体と南岩体で化学組成に差があり、それぞれの岩体中でも場所による違いが認められる。

花崗斑岩の化学組成（新正ほか, 2007）を北岩体と南岩体で平均して、名古屋城の花崗斑岩との比で比較すると、南岩体の方が Ti, Fe, Mg, Ca が少なく、K が多い（図 2-A）。微量成分でも、南岩体は Ni, Zn, Sr が少なく、Sr が多い。全体として、北岩体の方が南岩体より「平均値／名古屋城の花崗斑岩」の比が 1 に近い。これは名古屋城の分析した花崗斑岩が北岩体から産出したことを示唆する。これまで

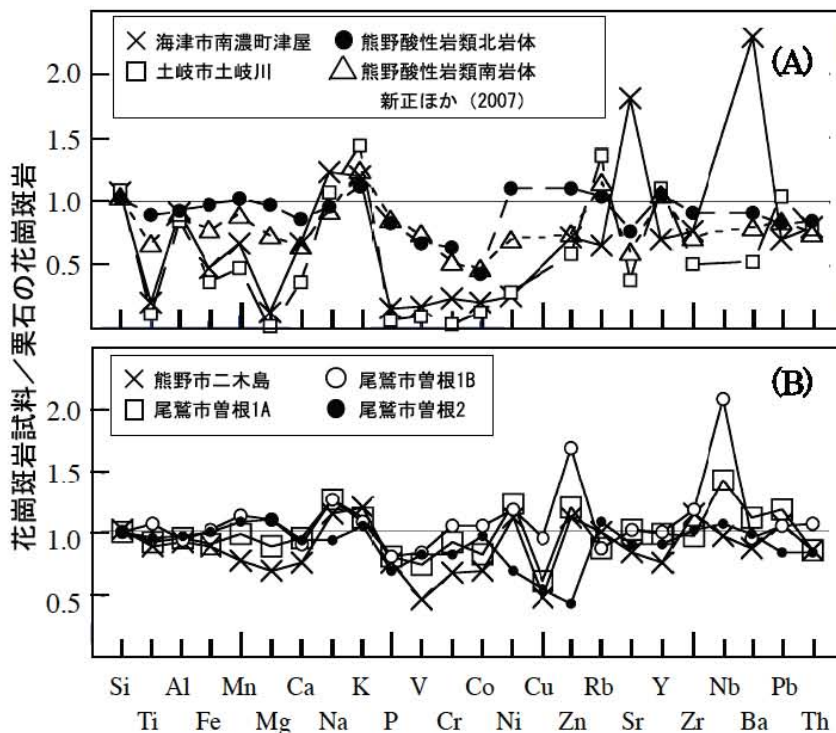


図 2 (A) 名古屋城石垣の花崗斑岩片と海津市、土岐市および熊野酸性岩類の南北岩体の花崗斑岩の化学組成の比較。(B) 名古屋城石垣の花崗斑岩片と大型矢穴の残石が見つかった熊野酸性岩類の北岩体の二木島、曾根 1、曾根 2 採石跡の花崗斑岩の化学組成の比較。

表 1. 名古屋城石垣の花崗斑岩片と大型矢穴痕が見つかった採石跡および
瀬戸内海小豆島と瑞浪市小里城等の岩石の蛍光 X 線分析結果

	KT-05 名古屋城 栗石 花崗斑岩	KT-02 海津市 南濃町津屋 花崗斑岩	4010201 土岐市 土岐川 花崗斑岩	14110801 熊野市 二木島 花崗斑岩	14110802 尾鷲市 曾根 1A 花崗斑岩	14110803 尾鷲市 曾根 1B 花崗斑岩	KT-16 尾鷲市 曾根 2 花崗斑岩	XuR1-1 蒲郡市 西浦 トーナル岩	130209 西尾市 八貫山 斑れい岩	140906 菰野町 千草 鈴鹿花崗岩	140413 海津市 南濃町志津 塊状砂岩
SiO ₂	69.06	74.35	75.40	70.79	69.47	69.15	69.73	60.80	45.11	71.81	73.41
TiO ₂	0.679	0.144	0.073	0.605	0.624	0.722	0.654	1.031	0.469	0.308	0.360
Al ₂ O ₃	14.99	13.60	12.87	13.76	14.28	14.08	14.65	15.26	14.89	14.01	13.49
FeO	3.77	1.84	1.37	3.37	3.39	3.83	3.76	7.69	10.14	2.94	2.47
MnO	0.061	0.041	0.029	0.047	0.060	0.069	0.066	0.141	0.163	0.068	0.069
MgO	1.02	0.14	0.01	0.71	0.91	1.12	1.12	3.35	12.18	0.56	0.88
CaO	2.07	1.38	0.77	1.56	1.97	1.88	1.94	5.26	12.64	2.33	2.17
Na ₂ O	3.03	3.74	3.25	3.48	3.85	3.85	2.84	2.94	1.53	3.46	3.18
K ₂ O	3.31	4.01	4.77	3.99	3.68	3.58	3.49	2.15	0.56	3.53	3.20
P ₂ O ₅	0.168	0.026	0.012	0.127	0.137	0.136	0.117	0.225	0.040	0.072	0.099
Total	98.158	99.271	98.554	98.439	98.371	98.417	98.367	98.847	97.722	99.088	99.328
V (ppm)	56.1	10.1	5.2	25.57	41.3	47.5	46.5	135.6	204.3	24.7	36.1
Cr	31.9	7.6	8.7	21.71	29.2	33.5	26.5	28.4	272.8	10.5	32.8
Co	14.1	3.0	1.8	9.79	11.7	14.8	13.7	39.8	61.5	8.5	7.9
Ni	10.2	2.7	3.0	11.50	12.7	12.1	7.1	11.7	50.7	9.2	16.9
Cu	15.2	0.0	0.0	7.33	9.3	14.5	8.2	0.0	53.5	0.0	1.3
Zn	48.5	34.7	28.6	54.64	58.1	82.3	20.5	113.8	83.5	48.1	43.4
Rb	132.9	87.3	182.1	132.54	115.4	116.1	144.8	79.9	16.9	133.0	118.6
Sr	188.8	343.6	72.2	158.68	193.3	194.1	172.1	317.3	254.5	225.4	288.6
Y	30.3	21.5	33.4	22.94	29.8	30.4	27.7	38.9	7.1	34.8	20.0
Zr	237.6	184.6	122.3	274.52	230.1	283.2	244.4	248.2	36.3	174.9	180.9
Nb	2.6	0.0	0.0	2.51	3.7	5.5	2.8	3.6	0.0	1.5	0.0
Ba	754.1	1725.9	402.7	657.13	849.5	722.7	740.8	0.0	44.3	630.5	759.2
Pb	23.7	16.6	24.7	25.33	28.0	24.9	20.0	17.9	7.0	18.5	21.6
Th	16.2	13.0	12.8	13.98	13.8	17.3	13.7	7.6	0.0	17.9	11.1

	140329A 本巣市 郡府山 塊状砂岩	140329B 本巣市 郡府山 頁岩片砂岩	140329C 本巣市 郡府山 塊状砂岩	140412A 小牧市 岩崎山北西 花崗岩	140412B 小牧市 岩崎山山頂 花崗岩	KT-03 瀬戸市 海上の森 花崗岩	KT-04 瀬戸市 海上の森 細粒花崗岩	KT-05 瀬戸市 海上の森 粗粒花崗岩	KT-06 名古屋 東谷山 花崗岩	KT-01 香川県 小豆島 花崗岩	14121401 瑞浪市 小里城 花崗岩
SiO ₂	75.60	74.90	75.38	78.11	79.39	70.63	77.96	77.93	71.42	74.33	75.26
TiO ₂	0.332	0.370	0.327	0.026	0.024	0.300	0.031	0.025	0.185	0.190	0.071
Al ₂ O ₃	12.60	13.10	12.90	11.86	11.04	15.31	12.18	12.49	14.97	13.32	12.78
FeO	1.96	2.20	1.85	0.99	0.95	2.50	0.67	0.65	2.33	1.84	1.08
MnO	0.038	0.035	0.031	0.035	0.033	0.072	0.021	0.030	0.098	0.061	0.025
MgO	0.68	0.81	0.61	0.00	0.00	0.69	0.06	0.04	0.45	0.32	0.03
CaO	0.93	0.91	0.86	0.60	0.58	2.74	0.69	0.71	1.80	1.77	0.53
Na ₂ O	3.41	3.20	3.55	3.19	2.95	3.34	2.81	3.07	3.68	3.30	3.66
K ₂ O	3.26	3.37	3.37	4.47	4.09	3.77	5.02	4.65	4.16	3.69	5.17
P ₂ O ₅	0.064	0.073	0.060	0.006	0.073	0.056	0.006	0.004	0.044	0.043	0.015
Total	98.874	98.968	98.938	99.287	99.130	99.408	99.448	99.599	99.137	98.864	98.621
V (ppm)	31.5	40.0	28.2	0.0	1.2	19.7	5.5	3.6	14.3	6.0	0.0
Cr	29.3	32.7	28.5	9.6	11.7	6.1	45.7	12.3	10.3	8.8	6.6
Co	4.6	5.1	4.6	0.8	0.7	5.5	0.0	0.0	6.2	3.3	1.1
Ni	13.1	12.2	15.2	8.5	9.2	0.0	11.4	11.7	9.0	0.6	8.7
Cu	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Zn	20.8	16.3	18.3	8.0	9.9	37.1	11.6	14.1	75.0	42.2	35.7
Rb	108.0	115.3	112.3	344.5	306.6	108.7	223.4	248.0	190.1	126.9	319.4
Sr	376.4	340.2	390.9	5.4	7.1	149.9	12.0	9.0	134.9	132.6	0.3
Y	16.9	16.8	15.4	50.9	54.4	15.5	25.4	24.9	52.9	22.9	22.8
Zr	230.5	241.8	233.6	101.1	108.1	141.4	80.2	76.4	140.4	150.3	152.2
Nb	0.0	0.0	0.0	10.1	14.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.5
Ba	820.7	766.8	831.3	55.5	34.1	606.8	94.6	90.1	516.5	469.4	146.3
Pb	20.2	23.3	22.5	34.4	37.5	19.7	35.0	41.7	37.2	23.0	31.1
Th	9.2	9.8	10.8	20.8	26.3	13.6	12.9	14.3	65.3	14.1	27.6

に、北岩体で大型の矢穴が見つかった採石跡は熊野市二木島で1個所、尾鷲市曾根で2個所である。曾根1には黒雲母の量がわずかに異なる2種類の花崗斑岩が産出する。黒雲母が少ないものを曾根1A、多いものを曾根1Bとして表1に分析値が示してある。大型矢穴が確認できた3個所に限って比較すると、名古屋城の分析した花崗斑岩片は曾根1Aに最も類似している(図2B)。ただし、名古屋城のものは分析誤差を超えてNa, Ni, Zn, Nbが少なく、P, V, Rbが多いので、曾根1Aと同じ岩石ではない。

名古屋城には紀州の浅野幸長が担当した石垣丁場がある。浅野の花崗斑岩の採石丁場は二木島と推定(森, 1959)されてきたが、分析した石材片は二木島産ではない。従来、江戸城普請のための採石丁場と言い伝えられてきた曾根からも名古屋城の石材が切り出されたことが確実にになった。石垣の石材の全岩化学組成は産出丁場を特定する鍵となり得る。

謝辞

本研究を進めるにあたり、佐藤好司氏から有益な助言をいただいた。また、名古屋城学芸員の市澤泰峰氏には石垣修復現場を見学する便宜を図っていただいた。記して感謝する。

参考文献

- 荒巻重雄・羽田 忍, 1965. 熊野酸性火山岩類の中部および南部の地質. 地質学雑誌, 71, 494-512.
- 岐阜市教育文化振興事業団, 2007. 船木山古墳群. (財)岐阜市教育文化振興事業団報告書第16集. pp.213.
- 幡豆町誌編集委員会, 1958. 愛知県幡豆町誌, 愛知県幡豆郡幡豆町, pp.382+附重要資料 pp.134.
- 石垣修復現場見学会資料, 名古屋城 伝統の技にふれる 2014~歴史をつなぐ 文化をつなぐ~. 平成26年(2014)1月12日(日)
- 北原 治, 2008. 矢穴考1—観音寺城技法の提唱について—, 財団法人滋賀県文化財保護協会紀要, 第21号, 46-55.
- 森 徳一郎, 1959. 名古屋城と浅野幸長. 郷土文化, 14巻4号, 7-9, 名古屋郷土文化会.
- 名古屋城公式ウェブサイト, 名古屋城の歴史: http://www.nagoyajo.city.nagoya.jp/07_rekishi/index.html
- 中崎峰子・壺井基裕・金川和世・加藤丈典・鈴木和博, 2004. X線分析装置XRF-1800による岩石の定量分析. 名古屋大学博物館報告, 20号, 79-91.
- 大橋保俊, 1982. 南濃町史 通史編, 第三部 歴史-近世, 第三章 江戸時代の経済(第三節 産業, 五 石出し, 289-288), 岐阜県海津郡南濃町, pp.12192+付録 pp.59.
- 新正裕尚・角井朝昭・折橋 裕二・下田玄, 2007. 蛍光X線分析による熊野酸性火成岩類の全岩化学組成. 東京経済大学人文自然科学論集 124号, 31-40.
- 高田祐吉, 1999. 名古屋城石垣の刻紋, 続・名古屋城叢書2, 名古屋城振興協会, pp.213.
- 渡辺俊典・佐藤 実, 1971. 瑞浪市の歴史 略市史編 (第六編 兵乱の世, 第一章 織豊時代, 第一節 織田氏時代の戦乱, 二 東濃十八城の戦, p.83), 岐阜県瑞浪市, pp.416+年譜 pp.51.

日本語要旨

名古屋城の石垣を構成する石材は総計約20万個に達し、西国の20大名家が三河湾沿岸(幡豆石)、養老山地(河戸石)、南紀(花崗斑岩)、名古屋近郊(花崗岩)などから調達したと伝わる。個々の大名の採石丁場は相当数に上ると考えられるが、その場所は大部分がわからなくなっている。我々は、大型矢穴痕を手がかりにして、石材を調達したと推定される地域を調査し、いくつかの採石跡をみつけた。石垣石材の全岩化学組成と採石跡の岩石の全岩化学組成の比較から、石材の産出場所が特定できることを例示した。