

名古屋城天守閣に使われていた瓦鉄釘の材質は

平井 昭 司

1 はじめに

現在、金のシャチホコで有名な名古屋城は、昭和20年(1945年)に戦災で焼失されたものを昭和34年(1959年)に再建したものである。焼失される以前の名古屋城は、徳川家康により慶長15年(1610年)に築城され、慶長17年(1612年)に天守閣(大天守)が完成した城で戦災で焼失するまで約330年間建造されていた。その間何度かの大小の修理工事が行われたが、最初の大修理は寛文9年(1669年)で創建以来初めて天守閣は大破し、その修理が行われた。その後の大修理は、宝暦2年(1752年)が最後で明治を迎えた。明治24年(1891年)には濃尾大地震により城内の建造物に多くの被害が出ているが、天守閣についての被害は不明であった。その後昭和20年(1945年)には戦災によりすべてが焼失してしまった。名古屋城は明治になると、尾張徳川家から藩、陸軍と所有者が変わる中、金のシャチホコは日本最初の博覧会やオーストラリアの万国大博覧会に出品され、日本国内は元より世界中にその名が知れ渡っていった。

こんな名古屋城であるから、戦災で焼失してしまった名古屋城に対する名古屋市民の思いは人一倍以上で、再建の話はもちろん、天守閣の瓦を押さえていた焼け落ちた鉄釘も、名古屋城の再建のためいつか役に立たせたいと民間に払い下げられた後も長期にわたって保管されていた。その数300~400本で、その一部はまっすぐ叩き伸ばされ、火ばしとして使えるようにされていたが、伸ばした状態の釘としても保管されていた。今回、これらの釘のうち6本を瓦鉄釘の材質を調査する目的で提供していただいたので、その成果を発表する。

前述したように、分析した鉄釘は1945年以前の釘であることは確かであるが、それがいつの時代に作られた釘であることは定かではない。明治に入り西洋からの鉄鉱石を原料とする新しい製鉄技術が導入され、旧来から日本古来の技法である砂鉄を原料とするたたら製鉄は次第に生産性の面で衰退し、明治末期にはその主役を完全に交替してしまった。はたして、焼け落ちたときに使われていた瓦鉄釘は、明治以降の近代製鉄によって作られた鉄か、旧来のたたら製鉄によって作られた鉄であるかは、和鉄あるいは和鋼を研究するものにとって非常に興味深いことである。その解明の一助に、分析化学的手法を加えて、鉄釘中に含まれている微量な不純物元素の濃度から鉄釘の材質評価を行った。

2 瓦鉄釘試料及び分析法

名古屋城天守閣の端部にある直径約20cm程の巴瓦ともえがわらを止めるのに使われていた瓦鉄釘の写真1に示す6本を分析試料と

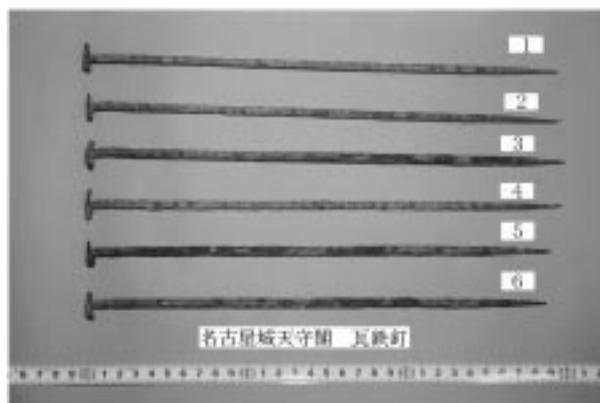


写真1 名古屋城天守閣に使われていた瓦鉄釘

した。鉄釘(46~56g/本)は、約5mm角で長さ約300mmの細長い釘で、表面はすでに褐色に錆化していた。釘の形状としては長さの割には細長く感ぜられ、頭部は胴部を平らに叩き半楕円状になっている。分析箇所は、頭部から60mm、180~200mm、240~260mmのところをダイヤモンドカッターにより表面の錆を除去して、内部の金属部のみを切削した。

分析化学的手法は、できるだけ少ない試料量で多元素をできるだけ正確に測定できる手法を選択するため、中性子放射化分析法(NAA)、グロー放電質量分析法(GDMS)および燃焼赤外線吸収法(IR)を採用した。また、分析手法の違いにより分析値がどのように異なるかも調査した。NAAでは試料量約50mgで53元素、GDMSでは試料量が約4g(ピン状)で61元素、IRでは試料量約100mgでCとSを定量した。GDMSでは61元素のうち、鉄の材質を評価するに大事な元素C、Si、P、S等を同時に定量できた。さらに、GDMSの感度係数RSFを鉄の標準物質により信頼性高く補正できた12元素(Al、Ti、V、Cr、Mn、Fe、Co、Ni、Cu、As、Mo、Sb、W)をNAAで分析した値と比較すると、Al、Mo、As、Sbの4元素は両分析法で多少ばらついてはいたが、他の元素は両分析法で±約10%以内でよく一致していた。また、CとSについてもIRとGDMSで相関を取ったが、Sは良好な相関があった。以上のことから、鉄釘中の元素濃度は、NAAとIRの分析値を選択しながら、NAAで定量されていない元素はGDMSの分析値を採用し、鉄釘中の元素含有量を評価した。

3 瓦鉄釘中の元素濃度分布および鉄原料の推定

鉄釘の長さ方向3箇所を分析した例を図1に示す。いずれの元素濃度もその変動は小さく、ほぼ均一であった。そのため、頭部から180mmのところを鉄釘の代表元素濃度とし表1

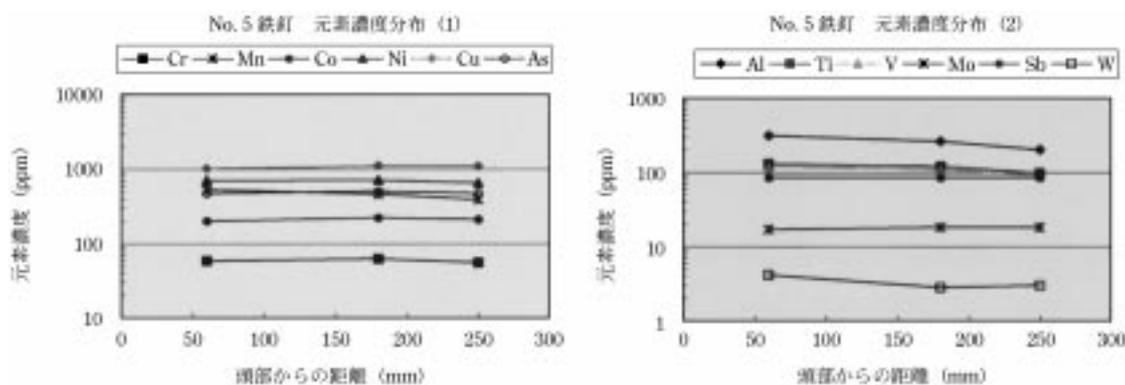


図 1 瓦鉄釘中の元素濃度分布

表 1 名古屋城天守閣の瓦鉄釘中の元素濃度

元素	分析法	(ppm)					
		鉄釘 No. 1	鉄釘 No. 2	鉄釘 No. 3	鉄釘 No. 4	鉄釘 No. 5	鉄釘 No. 6
Li	GDMS	0.008	0.007	2.3	0.0097	8.0	4.7
B	*GDMS	0.0063	0.003	2.5	0.0043	1.5	0.86
C	IR	530	340	540	310	22	76
N	GDMS	1.5	1.1	0.34	0.50	0.25	0.14
O	GDMS	68	50	1320	37	1070	590
Mg	GDMS	0.16	0.11	100	0.29	44	20
Al	NAA/GDMS	2.1	1.7	<u>200</u>	6.5	<u>260</u>	<u>250</u>
Si	*GDMS	7.1	4.4	2600	5.7	2800	1100
P	*GDMS	940	840	3100	830	2300	1700
S	IR	700	680	280	940	540	370
K	GDMS	0.43	0.29	41	0.36	75	28
Ca	GDMS	4.1	3.3	420	7.4	270	200
Ti	NAA/GDMS	0.32	0.24	<u>110</u>	0.28	<u>120</u>	72
V	NAA	6.0	5.5	66	5.1	110	78
Cr	NAA	190	200	28	200	62	39
Mn	NAA	3800	3800	710	3800	460	360
Fe	*GDMS%	99.2	99.2	99.1	99.2	99.0	99.3
Co	NAA	160	160	150	170	220	200
Ni	NAA	500	420	380	510	710	630
Cu	NAA	130	120	300	170	1100	770
Zn	GDMS	0.52	0.50	0.41	0.71	1.3	0.25
As	NAA	520	500	340	620	500	570
Rb	GDMS	0.039	0.022	0.23	0.012	0.24	0.085
Sr	GDMS	0.72	0.42	2.8	0.26	3.6	2.9
Y	GDMS	0.015	0.007	0.18	0.0042	0.24	0.14
Zr	*GDMS	1.7	1.7	2.8	1.7	2.9	2.8
Nb	*GDMS	0.39	0.37	1.9	0.38	1.5	1.1
Mo	NAA/GDMS	12	12	<u>11</u>	<u>13</u>	<u>18</u>	<u>20</u>
Sn	*GDMS	4.3	4.5	21	12	74	94
Sb	NAA	7.9	7.4	28	11	85	130
Ba	GDMS	<0.1	<0.1	7.5	<0.2	36	60
La	GDMS	0.0018	<0.001	0.14	<0.002	0.23	0.13
W	NAA/GDMS	0.65	0.63	<u>4.8</u>	0.61	<u>2.8</u>	<u>3.0</u>
Pb	GDMS	0.082	0.089	0.012	0.13	2.3	0.71
As/Sb:		66	68	12	56	6	4

*: 標準試料により RSF の補正あり, 無印: RSF の未補正, —: NAA 値

にはそれらを示した。鉄の堅さの指標ともなる炭素濃度は、0.002～0.054%と濃度幅はあるが純鉄あるいは低炭素鋼に分類された。多くの元素で濃度の違いがみられたが、鉄原料の産地推定の指標となる As/Sb 比とも加えて 6 本の鉄釘をみると、3～4 種類に分類できるように思われる。また、これら鉄釘の特徴的なことは、Mn 濃度が 0.04～0.4%と濃度範囲が広いことと、砂鉄を原料にしては 0.4%と非常に高濃度であった。さらに、Ni 濃度が 0.04%～0.07%、Cu 濃度が 0.01%～0.11%と Ni 及び Cu 濃度が共に高い鉄釘があった。また、P についても 0.08～0.3%と Mn 同様に多くの鉄釘で高い濃度であった。このような元素濃度になる鉄原料は砂鉄にはみられないので、鉄鉱石を原料とした鉄で作られた釘であったものと思われる。特に、従来からの多くの研究者により Mn および P の濃度が同時に高い鉄鋼資料は、前近代の和鉄あるいは和鋼においてほとんど見いだされていないことも新しい発見である。そのため、焼失した天守閣に使われていた瓦鉄釘がいつの時代のものか不明であるが、このように Mn および P の濃度が同時に高い鉄釘が作られていることは非常に興味深いことであり、鉄原料の産地推定を含めて今後の研究が待たれる。



平井昭司 (Shoji HIRAI)

武蔵工業大学工学部エネルギー基礎工学科 (〒158-8557 東京都世田谷区玉堤 1-28-1)。東京工業大学大学院理工学研究科原子核工学専攻博士課程修了。工学博士。

現在の研究テーマ 前近代における鉄生産技術の解明, 分析値の標準化および信頼性の探究。主な著書 “文化財を探る科学の目”(国土社)。趣味 テニス。

E-mail: shirai@eng.musashi-tech.ac.jp