

報告

戦国時代の津具鉾山の利用に関する調査概報

三浦麻衣子^{*1}・藤澤 明^{*2}

*1・2 帝京大学文化財研究所

はじめに

I. 津具鉾山周辺の踏査

はじめに

戦国大名にとって鉾山開発は重要であり、金属を獲得することは軍資金を得たり、軍事物資として利用することにつながった。戦国時代においては各種金属材料の中でも鉛は灰吹法による金の製錬や鉄砲玉の材料として需要の高い金属であった。

本報告の目的は愛知県北設楽郡設楽町に位置する津具鉾山(図1)の戦国時代における利用を考えるための基礎データを得ることである。津具鉾山は武田信玄が発見した金山として著名であり、遠江へ攻め込んだ1572(元亀3)年ころ、津具の地で砂金が産出することを見出した信玄は金山開発に乗り出し、軍資金を得たとされる場所である。現在も津具には信玄が開発した採掘坑の痕跡が残っており、そのうちの1か所については「信玄坑」として史跡保存されている。

津具鉾山は信玄没後、数年間は利用されたものの、すぐに放棄され、300年ほどたった明治時代半ばに入り、再開発が始まった。しかし、すぐに軌道に乗ることはなく、昭和初期に至ってやっと金山として安定した操業が始まり、1958(昭和33)年まで継続した(藤代,1982)。現在は廃坑となっており、信玄によって開発された坑道の他、昭和の坑道も痕跡が残っている。

津具鉾山は金山としての利用が有名であるが、金と共に金属材料となる各種鉾石が産出する。金の他に産出するのは、磁硫鉄鉾、閃亜鉛鉾、黄鉄鉾、方鉛鉾、黄銅鉾、輝安鉾、白鉄鉾、毛鉾、辰砂、銀である(坪谷,1936)。

津具鉾山で産出する鉾物の内、方鉛鉾は鉛の原料である。冒頭で触れているが、戦国時代において鉛は金の製錬や軍事物資として非常に重要な役割を果たす金属であった。信玄は津具鉾山を開発するにあ

II. 津具鉾山周辺試料の自然科学的調査

おわりに

たり、金以外の金属を利用していたという記録はないが、金と共に方鉛鉾が産出しているならば、利用していた可能性もある。

以上から本報告では戦国時代の津具鉾山の鉛の利用について考察するために行う。調査は津具鉾山周辺の鉛の産出状況を踏査により確認し、踏査によって鉛を含む可能性が考えられる試料が確認できれば採取し、自然科学的調査に供する。自然科学的調査は蛍光X線分析と鉛同位体比分析で行い、津具鉾山周辺の岩石試料の基礎データを得ることがねらいである。

I. 津具鉾山周辺の踏査

踏査は2021年11月13日、14日に行った。津具鉾山周辺の地質は牧本ほか(2004)を参考にして踏査を



図1. 津具鉾山の位置
地理院地図 (<https://maps.gsi.go.jp/>) を加工して作成

実施した。津具鉱山周辺は新期領家花崗岩類の上に前-中期中新世の堆積岩類が堆積する基盤を持ち、そこに中期中新世の津具火山岩類が貫入する。津具金山構内の岩脈も津具火山岩類に属すると考えられ、周辺には複数の岩脈が確認されている（坂本・高田, 2010）。信玄が開発したとみられる金山も、現在信玄坑として史跡保存されている1か所のみでなく、津具に複数存在したことが確認されている

（藤代, 1982）。このことから、津具鉱山付近のみの踏査ではなく、津具鉱山を中心として周囲の津具火山岩類の分布域も踏査することとした。また、踏査をしつつ、肉眼観察により鉛が含有する可能性がある金属鉱物が含まれる試料についてサンプリングを行った。

サンプリングは8地点から表面採集し、その地点を図2に、緯度と経度の情報を表1に示す。No.1

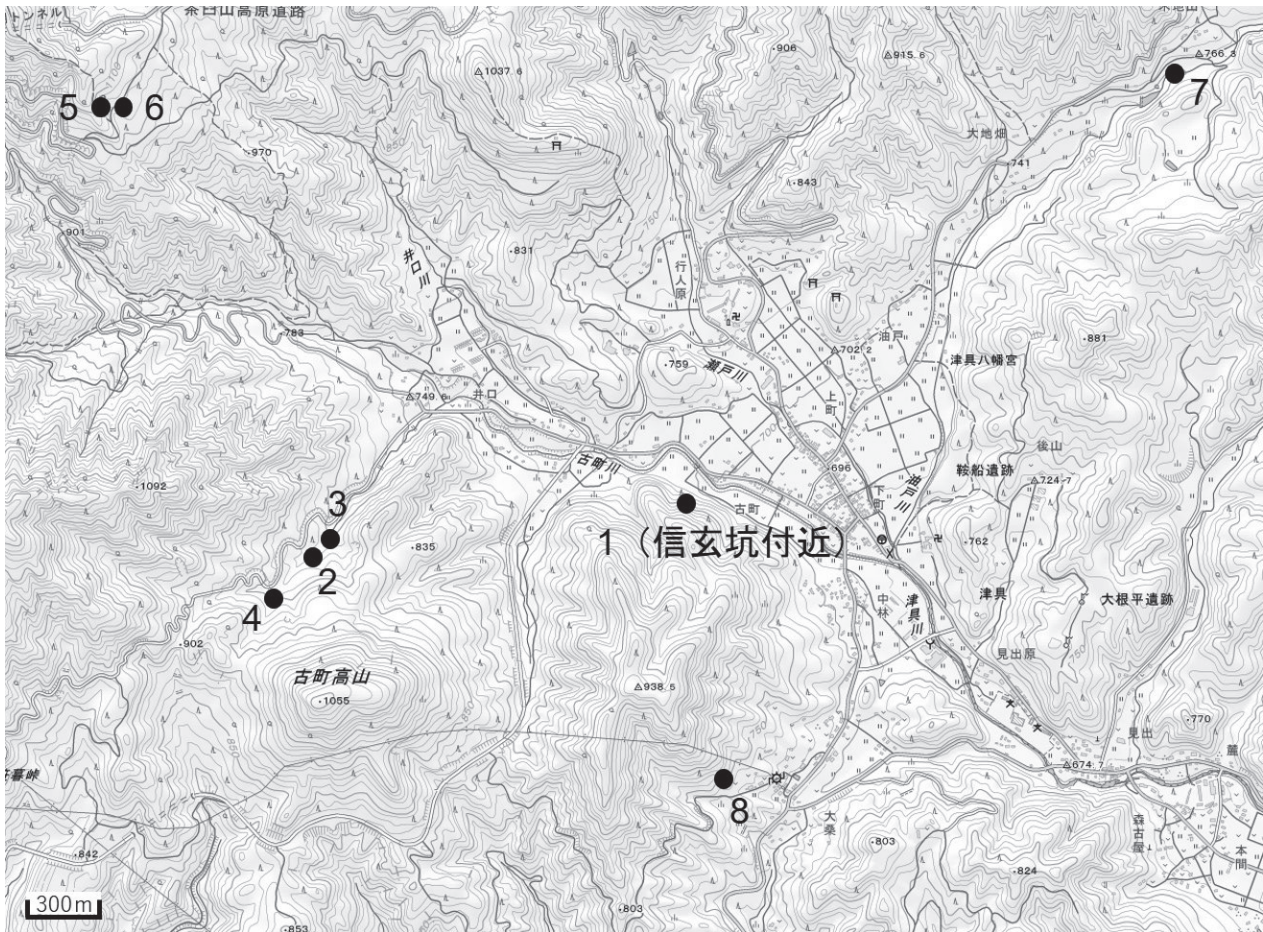


図2. 試料のサンプリング地点
地理院地図 (<https://maps.gsi.go.jp/>) を加工して作成

表1. サンプリング地点の緯度・経度

サンプリング 地点No.	緯度	経度	分析番号	鉛同位体比分析番号
1	35°10'16.60"N	137°36'38.60"E	No.1	TC5144
2	35°10'8.95"N	137°35'42.54"E	No.2	-
3	35°10'10.47"N	137°35'44.58"E	No.3	-
4	35°10'5.04"N	137°35'34.30"E	No.4	TC5145
5	35°11'5.28"N	137°35'10.00"E	No.5	-
6	35°11'5.15"N	137°35'11.31"E	No.6	-
7	35°11'8.96"N	137°37'54.18"E	No.7	-
8	35°09'39.40"N	137°36'45.50"E	No.8	-

は武田信玄が開発したとみられる信玄坑付近であり、No.8は昭和30年代まで稼働していた藤代建設津具金山跡である。サンプリング地点1か所につき、複数点の試料を採取した。

II. 津具鉱山周辺試料の自然科学的調査

自然科学的調査は蛍光X線分析と鉛同位体比分析の2つの方法で実施した。蛍光X線分析はサンプリング地点1か所につき鉛が多く含まれそうな代表的な1点を選択し分析に供した。分析対象となった試料を図5に示す。鉛同位体比の測定については蛍光X線分析の結果を受けて、分析試料を選定した。

II-1. 蛍光X線分析

II-1-1. 分析方法

可搬型蛍光X線分析装置 (Innov-X Systems DELTA PREMIUM DP-4000) を使用し、非破壊で行った。分析モードは2 Beam Mining Plusを使用し、タンタル管球の電圧を自動で40kVと10kVに切り替

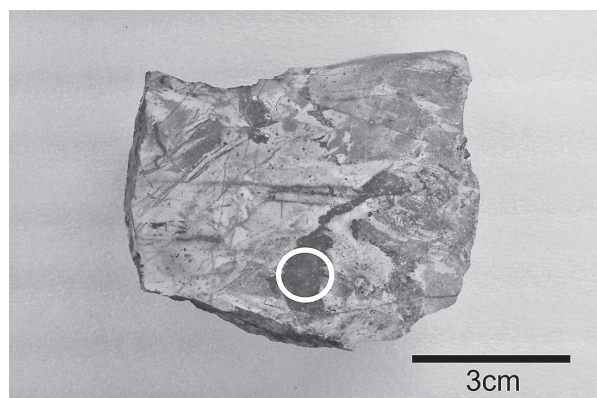
えて測定することにより塩素、硫黄、カルシウムなどの軽元素の分析も可能である。また、ファンダメンタルパラメーター法により簡易的ではあるが、各元素の半定量値を算出することが可能である。分析時間は90 [sec]とし、X線の照射範囲は約10mmである。

採取した試料の表面は凹凸が多く、分析には適さない形状であったため、カッターで切断し平坦面を作った。すべての試料に金属鉱物が含まれると考えられる黒色部分が確認されるため、黒色部分を中心に測定位置を設定した。1試料につき3ポイントずつ測定を行い鉛の含有の有無を調べた。

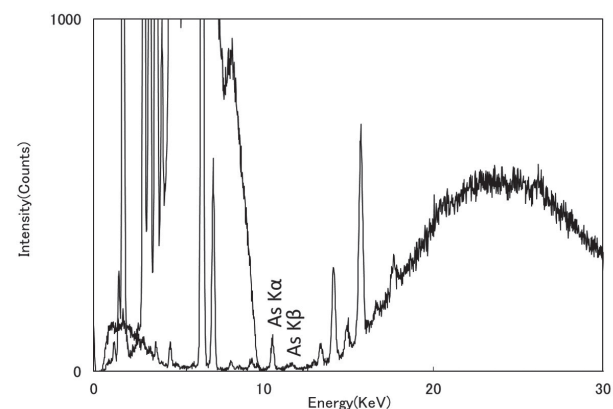
II-1-2. 結果

分析によって得られた全ての蛍光X線スペクトルを図6に示す。蛍光X線スペクトルからすべての試料がケイ素 (Si) を主体とする化学組成であるものの、試料ごとに検出された元素の種類が異なり、検出強度もばらつく。

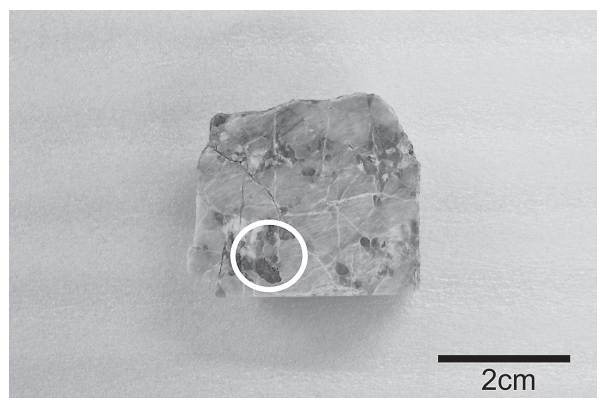
図3にNo.1とNo.4の測定位置と蛍光X線スペクトル (図6の拡大図) を示す。測定位置は図3の



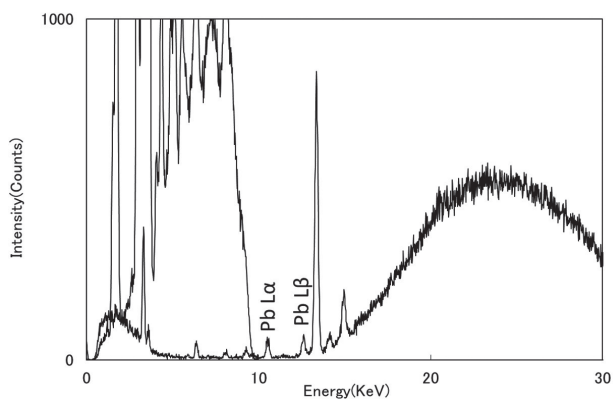
(a) No.1の測定位置



(b) No.1の蛍光X線スペクトル



(c) No.4の測定位置



(d) No.4の蛍光X線スペクトル

図3. No.1とNo.4の蛍光X線分析の測定位置と蛍光X線スペクトル

写真に示すように黒色部分である。すべての試料で写真に示すような黒色部分の測定を行ったが鉛(Pb)が検出されたのはNo.4のみであり、検出強度は低かった。

II-2. 鉛同位体比分析

II-2-1. 分析方法

蛍光X線分析の結果から鉛が検出されたNo.4と信玄坑付近で採取したNo.1の試料について鉛同位体比分析を実施することとした。No.1については蛍光X線分析では鉛が検出されなかったものの、岩石中に鉛が微量に含まれていることは一般的であることから、信玄が開発した採掘坑付近の地質に含まれる鉛同位体比のデータを得ること目的として分析を行った。

鉛同位体比の測定には表面電離型質量分析計(Finnigan製MAT262)を用いた。表面電離型質量分析計での鉛同位体比の分析は鉛の純度が高いほど測定の精度が上がるため、試料調整として鉛の単離を行う。

試料調整の手順として、はじめに試料から分析に供する箇所を切り取り粉末化し、粉末試料2～3mgを石英製ビーカーに入れ、硝酸0.3mlを加え、1日放置して資料を溶解する。試料が溶解した後、蒸留水で5～10mlに希釈し、電極に白金板を利用し、直流電圧2Vで電気分解する。鉛は酸化され、二酸化鉛として陽極の白金電極上に析出するので、この白金電極を取り出して硝酸と過酸化水素水で鉛を還元溶解する。この溶液の鉛濃度をICP発光分光分析装置(Thermo Fisher Scientific製iCAP 7400)で測定し、300ngを分取する。この分取した鉛にリン酸とシリカゲルを加えてレニウムフィラメント上に載せ、加熱固化し、測定に供する。測定諸条件を整え、鉛同位体比を測定し、測定値は同一条件で測定したNBS(National Bureau of Standards:現NIST(National Institute of Standards and Technology))が供給している標準鉛試料NBS-SRM-981で規格化する。

鉛同位体比は $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb} - ^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ (A式図)、 $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} - ^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ (B式図)で表現されることが多く、本研究においてもこの2つの図で表現することとする。先行研究の成果により2つの図ではそれぞれの地域で産出される鉛が日本、朝鮮半島、中国華北・華南などの領域として示される(馬淵・平尾, 1982a・1982b・1983・1987; 平尾・榎本, 1999)。

未知資料の測定結果を2つの図に当てはめた時、双方の図において、設定された同じ領域名の中に含まれれば、その地域で産出した鉛が含まれている可能性が高いとされる。

II-2-2. 結果

津具鉾山関連試料の鉛同位体比分析の測定値を表2に示す。また、 $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb} - ^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ (A式図)、 $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} - ^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ (B式図)を図4に示す。さらに図4には先行研究(馬淵・平尾, 1987)で報告されている津具鉾山の方鉛鉾のデータも反映させた。

信玄坑付近で採取したNo.1はA式図で日本領域、B式図では日本領域付近に、No.4はA式図、B式図ともに日本領域に位置する。2点ともに日本国内で採取した試料として妥当な値を示している。一方で、No.1とNo.4は直線距離で1500mほどの距離しか離れていないが、近似した値ではない。

先行研究で報告されている津具鉾山の鉛同位体比値と本調査の結果は一致しない。No.4はA式図では近い値をとるものの、B式図ではプロット位置が離れている。No.1については異なる値である。

本調査の試料2点と先行研究のデータはいずれも津具鉾山関連の試料であるが、結果にはばらつきがみられる。この鉛同位体比値のばらつきが津具鉾山周辺地質の特徴を示しているのかどうかは、現状では分析データが少ないことから判断することはできない。

おわりに

武田信玄が発見した津具鉾山について、金の採掘だけでなく、灰吹法による金の製錬や軍事物資として利用できた鉛の採掘を行っていた可能性を探るために本調査に着手した。

津具鉾山周辺の踏査を通して、肉眼観察で鉛が含まれると考えられる岩石を8地点から採取した。1地点につき複数個の試料を採取したが、本報告では概報として、各地点1点ずつの試料を分析対象とした。蛍光X線分析では8地点中1地点の試料から鉛が検出されたが、検出の強度は低かった。鉛を検出した1点と信玄坑付近で採取した試料については鉛同位体比の測定を行ったが、津具鉾山周辺の試料にも関わらず2点の間で結果にはばらつきがみられた。また先行研究のデータとも一致はしていない。本調査は現状では分析試料点数が少なく、十分な基

表2. 鉛同位体比の測定値

分析番号	鉛同位体比値					鉛同位体比 分析番号
	$^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	$^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	$^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	$^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	
No.1	18.425	15.654	38.817	0.8496	2.1067	TC5144
No.4	18.491	15.644	38.700	0.8460	2.0929	TC5145
誤差(±)	0.010	0.010	0.030	0.0003	0.0006	

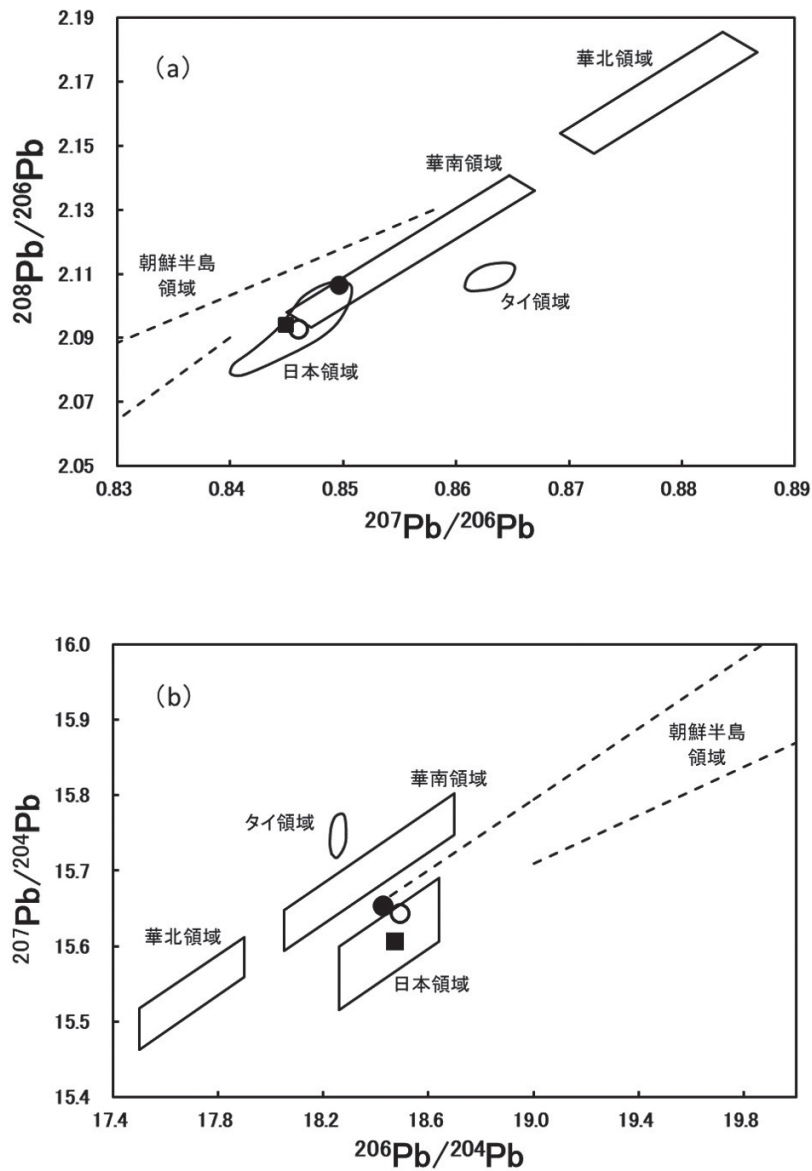


図4. 津具鉾山周辺試料の鉛同位体比分析結果. (a) A 式図, (b) B 式図
● No.1 ○ No.4 ■ 津具鉾山 (馬淵他, 1987)

礎データの収集をすするに至っていない。今後、踏査で採取した試料を精査し、分析点数を増やし、データの蓄積を図る。データの蓄積を行うことで、津具鉾山周辺試料の鉛同位体比のばらつき等を把握していきたい。

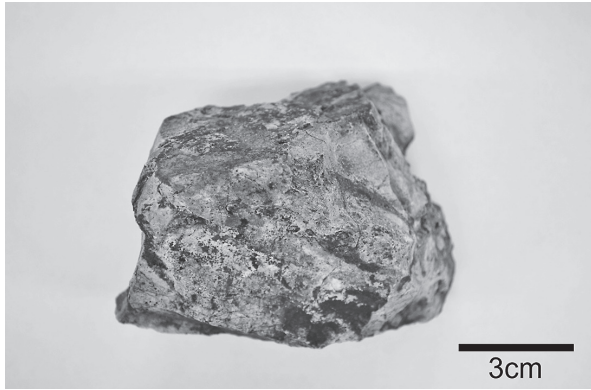
近年、戦国大名が鉄砲玉を中心とした軍事物資として鉛材料の入手に奔走していたとの指摘がなされ（萩原, 2019）、武田氏は鉛を多く含む「悪銭」を供出させていたという。このような状況の中で津具鉾山から鉛を得ることができたならば、武田氏は利用していた可能性があるだろう。津具鉾山の開発後の1575（天正3）年に起こった長篠の戦いでも津具鉾山産の鉛を含む鉄砲玉を使っていたかもしれない。長篠の戦いの舞台となった長篠城や設楽原古戦場で発見された鉄砲玉についてはすでに蛍光X線分析による化学組成の把握と、鉛同位体比分析による材料産地推定がなされている（平尾・渡邊, 2017）。津具鉾山周辺の岩石の鉛同位体比データを蓄積させた上で、最終的に長篠の戦いで利用された鉄砲玉の分析データと比較・検討を行い、武田氏の金山以外での津具鉾山の利用について考えていきたい。

謝辞

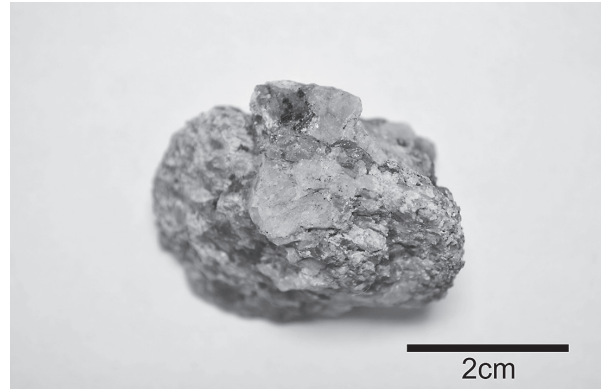
本調査を行うに際して、井澤英二先生をはじめとした日本鉾業史研究会の方々に多大なるご協力を賜りました。現地踏査を行うにあたっては帝京大学文化財研究所助教の金井拓人先生にご同行いただき、ご教示を受けました。また、帝京大学・大学院生（当時）の三橋友暁氏に作業を補助していただきました。心より感謝申し上げます。

文献

- 坂本正夫, 高田亮, 2010, 長野県南部, 中新世根羽火山群の分布と活動様式. 地質調査研究報告, 産業技術総合研究所地質調査総合センター, 61, 39-56
- 坪谷幸六, 1936, 愛知縣津具金山の地質及び鑛床. 地質學雜誌, 43-509, 63-72
- 萩原三雄, 2019, 城郭研究に関わる二題—戦国期城郭の織豊城郭化と出土鉄砲玉を題材に—. 戦国期城郭と考古学, 岩田書院, 13-34
- 平尾良光, 榎本淳子, 1999, 古代日本青銅器の鉛同位体比. 古代青銅の流通と鑄造, 鶴山堂（東京）, 29-162
- 平尾良光, 渡邊緩子, 2017, 戦国時代の鉄砲玉の鉛同位体比測定. 「長篠・設楽原の戦い」鉄砲玉の謎を解く, 黎明書房, 105-120
- 藤代豊, 1982, 津具金山, 私家版, 131p
- 牧本博, 山田直利, 水野清秀, 高田 亮, 駒澤正夫, 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
- 馬淵久夫, 平尾良光, 1982a, 鉛同位体比からみた銅鐸の原料. 考古学雑誌, 68-1, 42-62
- 馬淵久夫, 平尾良光, 1982b, 鉛同位体比法による漢式鏡の研究. MUSEUM, 370, 4-12
- 馬淵久夫, 平尾良光, 1983, 鉛同位体比法による漢式鏡の研究(二). MUSEUM, 382, 16-26
- 馬淵久夫, 平尾良光, 1987, 東アジア鉛鉾石の鉛同位体比—青銅器との関連を中心に—. 考古学雑誌, 73-2, 71-82



(a) No.1



(b) No.2



(c) No.3



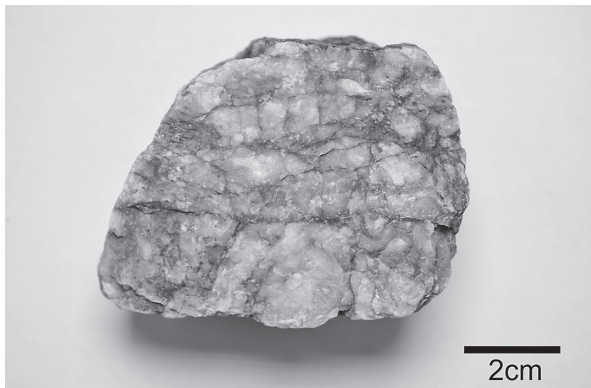
(d) No.4



(e) No.5



(f) No.6

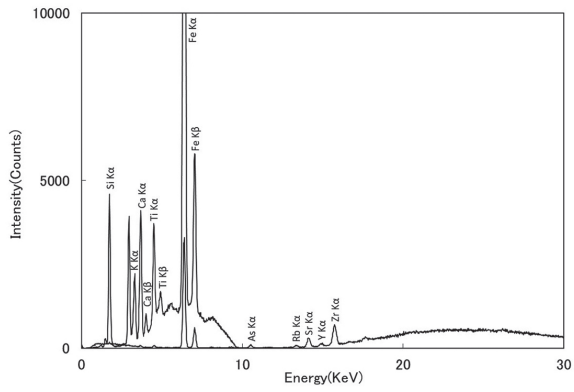


(g) No.7

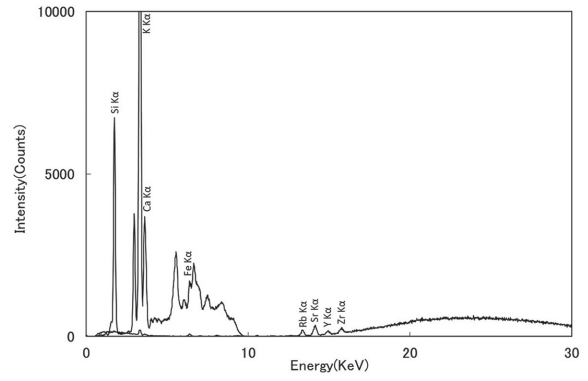


(h) No.8

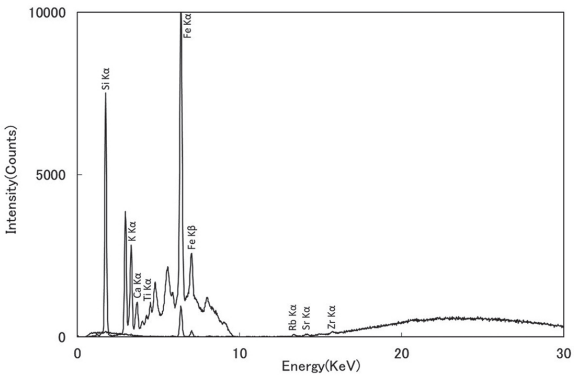
図5. 試料写真



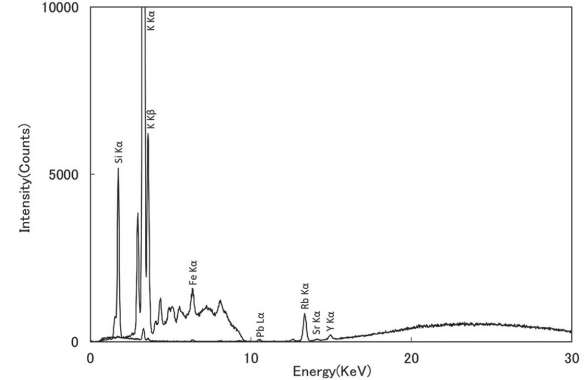
(a) No.1



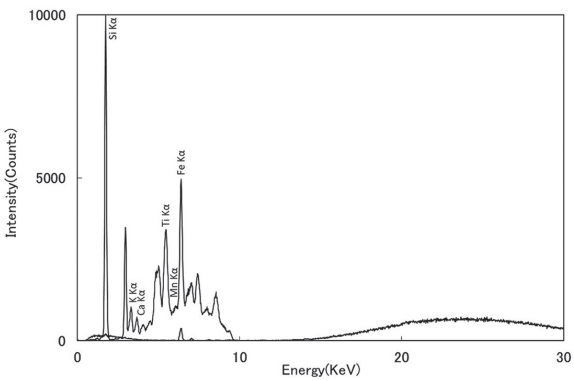
(b) No.2



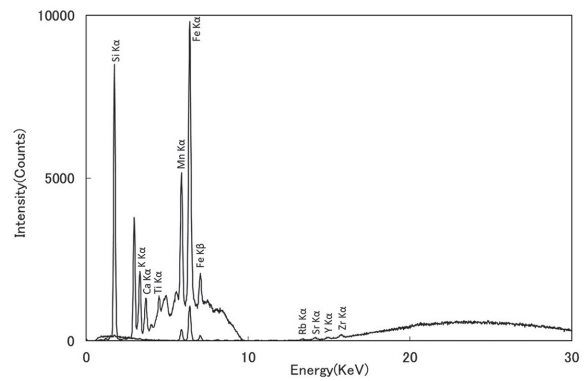
(c) No.3



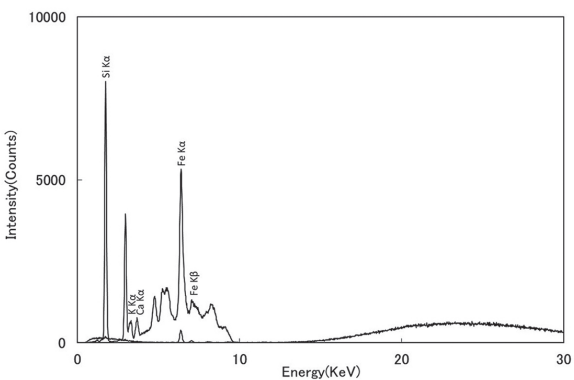
(d) No.4



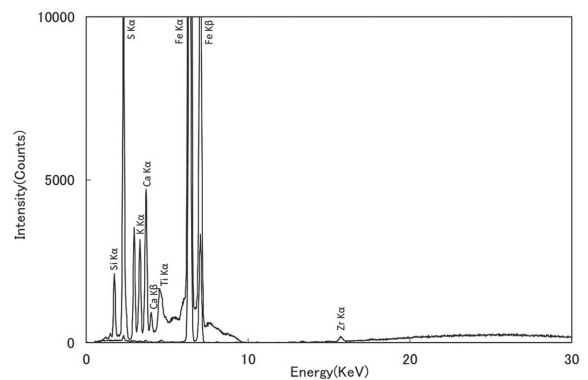
(e) No.5



(f) No.6



(g) No.7



(h) No.8

図6. 蛍光X線スペクトル