ポスターセッション

P1

蝦夷錦の ^{14}C 年代測定

○中村和之*，小田寛貴**，本庄かや子***
*函館工業高等専門学校，**名古屋大学年代測定総合研究センター，
***名古屋大学大学院環境学研究科

蝦夷錦は，前近代における日本列島の北方交易（山丹交易ともいう）によってわが国にもたらされた絹織物の総称である．その多くは，藍色や赤色の地に金糸や種々の色糸によって龍・雲などの文様が織り出されている．そもそもは中国の江南地方で生産されたものであるが，交易によってアムール川下流域・サハリンを経て，北海道にもたらされたため「蝦夷錦」とよばれるようになった．本研究においては，蝦夷錦の成作年代を明らかにするため，加速器質量分析法（AMS: Accelerator Mass Spectrometry）による ^{14}C 年代測定を行った．

1．　資料の来歴

^{14}C 年代測定を行った資料は，北海道東部厚岸町の池田美智子氏が所蔵されている蝦夷錦打敷４点（No.1-4），ならびに，札幌市の伊達東氏が所蔵されている蝦夷錦（No.5），江差町教育委員会所蔵蝦夷錦袱紗（No.6），松前町法源寺所蔵蝦夷錦柱隠（No.7），松前町教育委員会所蔵蝦夷錦（No.8）が各１点である．

池田家蔵の資料は打敷４点である．これらのうち赤地の龍文の資料（資料 No.２，４，以下同じ）は２点あるが，文様からみて，この２点は元々は一枚の生地であったと思われる．このほかには，青地の龍文の資料（資料 No.１）が１点，赤地の牡丹文の資料（資料 No.３）が１点ある．３点の赤地の蝦夷錦（資料 No.２，３，４）の裏地には，「靜安院順譽妙榮大姉／明治七年戌ノ七月十六日／旧暦六月三日／造之」という墨書が記されているので，これらの布が織られたのは，どんなに遅くても 1874（明治７）年以降ということはありえない．なお，この４点は一括資料とは限らず，別々に伝世したものが，ある時期に池田家に収められたことも十分に考えうる．

2．実験の方法

各蝦夷錦資料から，20-80mg を試料として分取し，蒸留水中での超音波洗浄（30-40℃）・1.2N HCl による処理（60-70℃）を行なった．再度，蒸留水により洗浄した後，試料を真空デシケーター中にて乾燥させた．得られた試料の一部を，約 700mg の CuO とともに Vycor 管に封入し 850℃で加熱（2h）することで，CO_2 に変換した．これを２倍当量の H_2 によって還元することでグラファイトを合成し（cat-Fe，650℃，６h），名古屋大学タンデトロン加速器質量分析計２号機での ^{14}C 年代測定に供した．得られた ^{14}C 年代は INTCAL98 によって較正年代に

換算した.

3　結果および考察

測定結果を表1に示した. 測定誤差は2標準偏差である.

池田家の資料4点のうち, 資料 No. 2の赤地龍文の打敷の測定の結果は, ^{14}C 年代にして 133±37[BP]であった. この誤差の範囲に真の値が入る確率は, 約95%である. この133±37[BP]という ^{14}C 年代を暦年代に換算すると, 蝦夷錦の糸が製作された年代として, 以下の五つの年代の可能性があげられる. 1)1676年から1765年の間で, そのなかでも1687年と1730年の可能性が高い. 2)1766年から1776年の間. 3)1802年から1888年の間で, 1810年の可能性が高い. 4)1910年から1939年の間で, 1923年の可能性が高い. 5)1946年から1950年の間で, 1948年の可能性が高い. 先にのべたように, 1874年以降の可能性は否定されるから, 蝦夷錦の糸が製作された年代は, 1) と 2), それに 3) の1874年より前に求められることになる. 1676年から1765年, 1766年から1776年といえば, ちょうど百年間になる. また1802年から1874年も70年以上であり, かなり大きな年代幅になる.

このほかの資料についても同様の結果が得られており, 較正年代は17世紀後半から20世紀前半におよぶ値を示している. しかしながら, 17世紀前半以前にさかのぼることはなく, それ以降の資料であることは確実である. 清の第2代皇帝のホンタイジが, 国号を清としたのは1639年である. また, 山丹交易は19世紀になると衰退に向かい, 1867年を最後に記録から姿を消す. これらを考えあわせると, 本研究において測定された蝦夷錦はいずれも清代に制作されたものであると結論付けることができる. 北海道には約30点の蝦夷錦が現存しているが, 測定例を蓄積し, さらに検討を進めたいと考えている.

表1.　^{14}C 年代測定の結果

資料 No.	色・文様	^{14}C 年代 [BP]	較正年代 [cal AD]*
1	青地龍文	130±35	1677(1689,1729)1762,1803(1810)1889,1909(1922)1938,1946(1948)1950
2	赤地龍文	133±37	1676(1687,1730)1765,1766()1776,1802(1810)1888,1910(1923)1939,1916(1948)1950
3	赤地牡丹文	116±37	1680(1695,1725)1736,1805(1813,1843,1876,1917)1933,1947(1949)1951
4	赤地龍文	117±36	1680(1694,1726)1736,1805(1813,1847,1875,1918)1933,1947(1949)1951
5	赤地牡丹文	79±35	1694()1726,1813()1846,1875(1905,1905)1917,1949(1951)1953
6	龍文	191±35	1660(1670)1681,1735(1780,1797)1806,1933()1947
7	赤地牡丹文	130±35	1677(1689,1729)1762,1803(1810)1889,1909(1922)1938,1946(1948)1950
8	茶地龍文	92±34	1690()1728,1811(1890,1909)1921,1948(1950)1952

*()の内側にある数値は ^{14}C 年代の中央値, ()の外側の数値は誤差の両限を較正した値である.

P 2

擦文時代の遺跡から出土した遺物の ^{14}C 年代測定
－旭川市の擦文遺跡から出土した土器の付着炭化物を中心に－

○本庄かや子[1)]，瀬川拓郎[2)]，小田寛貴[3)]，中田裕香[4)]，
澤井 玄[5)]，中村和之[6)]，竹内 孝[6)]，中村俊夫[3)]
1) 名古屋大学大学院環境学研究科　2) 旭川市博物館　3) 名古屋大学年代測定総合研究センター
4) 北海道教育庁　5) 北海学園大学　6) 函館工業高等専門学校

1，はじめに

擦文時代は、それに先行する続縄文時代の終わる7世紀または8～9世紀にはじまり、12～13 世紀に終わると考えられているが、詳細については諸説ある。これまで擦文時代の年代は、遺跡で確認される B-Tm 火山灰や、擦文土器の型式編年によって決められてきた。相対年代だけで擦文時代の開始年代や終末年代を決定づけることは難しく、本研究で取り上げた ^{14}C 年代測定法などの自然科学的手法が求められる。

一般に、^{14}C 年代測定には土器の付着炭化物が試料として用いられる。しかし、北海道の土器の付着炭化物には海産物が含まれるため、海洋リザーバー効果により古い ^{14}C 年代が与えられると考えられる。そこで今回、海産物への依存性が比較的低いと考えられる内陸部の上川盆地（旭川市）に分布する擦文遺跡から出土した土器の付着炭化物に対し、^{14}C 年代測定を行った。また、別の擦文時代の遺跡から出土した植物遺体も合わせて測定を行い、これらの結果を報告する。

2，資料

今回取り扱った資料は、北海道旭川市神居古潭遺跡群から出土した土器の付着炭化物が計5点と、旭川市周辺の遺跡から出土した北大式土器および擦文土器の付着炭化物が計9点の、合わせて計 14 点で、これらについて加速器質量分析法による ^{14}C 年代測定を行った。また、天塩郡豊里遺跡から炭化したソバの種子1点と、炭化した繊維1点の計2点を ^{14}C 年代測定の資料とした。これらの資料について ^{14}C 年代測定と同時に、海産物の影響を考慮するための $\delta^{13}C$ 値の測定を行った。

3，実験

採取した資料は、重量を計った上で 1.2N HCl と 1.2N NaOH による処理を行い、不純物を除去した。試料を CuO と一緒に加熱 (850℃, 4～5h)し、二酸化炭素に変換した。これを精製した後の試料を、H_2 と触媒の鉄粉と共に加熱 (650℃, 6h)し、グラファイトを合成した。これを専用のアルミニウム製ホルダーに充填し、名古屋大学年代測定総合研究センターのタンデトロン加速器質量分析計2号機によって ^{14}C 年代測定を行った。得られた ^{14}C 年代から INTCAL 98 によって較正暦年代を算出した。また、試料の二酸化炭素について、気体用質量分析計（Finnigan MAT 社製, MAT-252）を用いて $\delta^{13}C$ 値の測定を行った。

4，結果および考察

図１は考古年代と ^{14}C 年代測定結果を比較したものである。

旭川市周辺遺跡の土器から採取した付着炭化物の ^{14}C 年代は、総じて考古年代より数百年古い値を示した。しかし、そのずれ幅は試料によってばらつきがあり、系統的な誤差ではない。一方、天塩郡豊里遺跡の考古年代は 11 世紀と考えられている。炭化ソバの ^{14}C 年代はよく一致する結果を示したが、炭化繊維の ^{14}C 年代はこれよりも古くなる結果となった。種子や繊維は、採取された時期と遺跡の使用年代がほぼ一致するため ^{14}C 年代が考古年代と符合すると期待されたが、炭化繊維の結果については再度検討を要する。付着炭化物を試料とした土器資料について全て ^{14}C 年代が古くなったのは、海洋リザーバー効果が影響したものと考えられる。^{14}C 年代測定と合わせて行った $\delta^{13}C$ 値の測定においては、土器付着炭化物は-17～-25‰までの範囲をばらつく結果を示した。これは試料が海産物起源の炭化物の寄与の可能性を示唆しており、炭物の内容物が陸生のものと海産物との混合物で、その混合の割合により $\delta^{13}C$ 値や ^{14}C 年代測定結果に幅を持った誤差が現れたのではないかと考えている。また、内陸の遺跡にもかかわらず海洋リザーバー効果の影響がみられたのは、遺跡周辺を流れる石狩川がサケの遡上河川で、遺跡からもサケ漁に依存した生活形態を示す遺物が多数出土していることから、石狩川で捕らえたサケを土器で加熱処理していた影響が現れたと考えている。

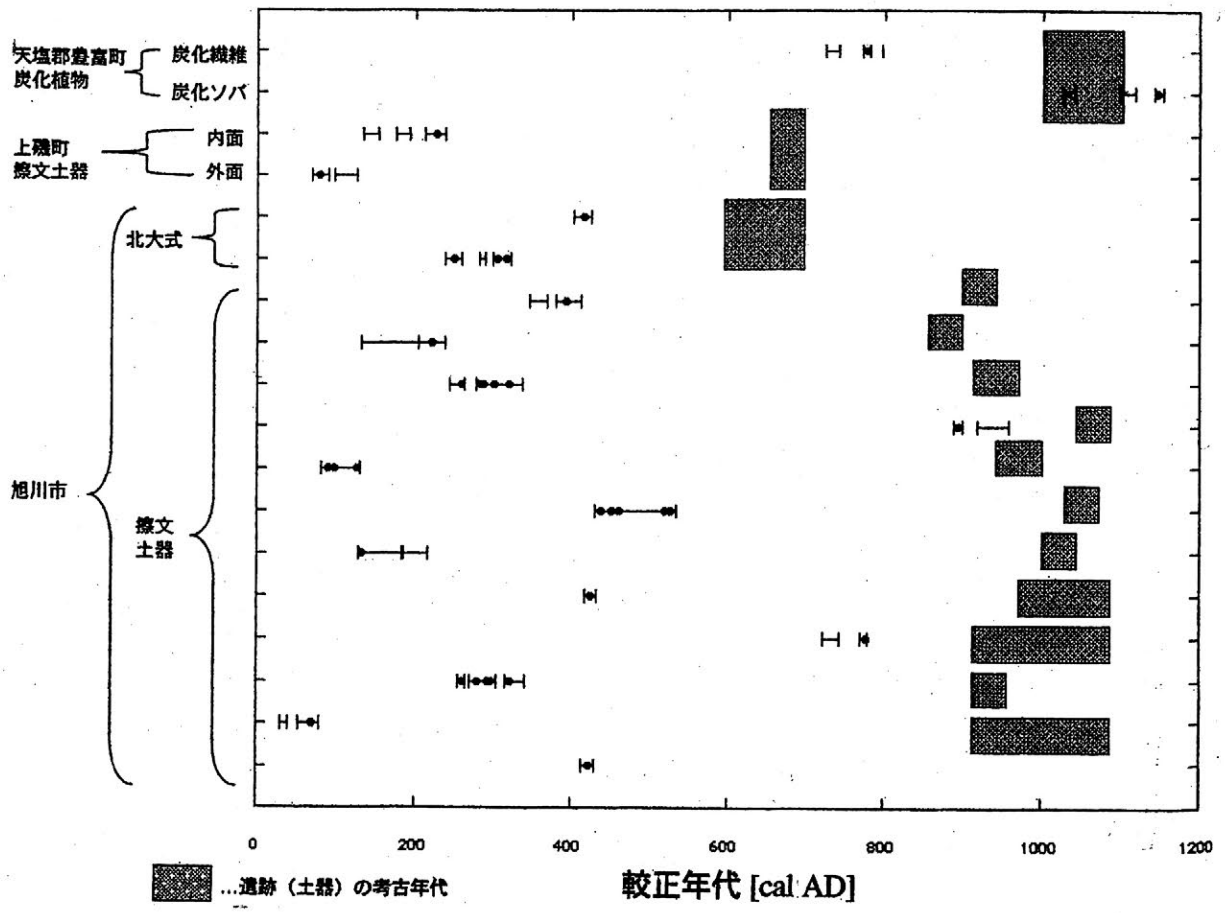


図１　較正暦年代と考古年代との比較

P 3

加速器質量分析法による函館市鉄山遺跡鉄滓資料の ^{14}C年代測定

○小田寛貴*、江波大樹**、中村和之***、竹内 孝***、中村俊夫*
*名古屋大学年代測定総合研究センター、**名古屋大学大学院環境学研究科、***函館工業高等専門学校

1．はじめに

本研究は，函館市鉄山町の温川沿いに位置する鉄山遺跡群において採取された鉄滓の ^{14}C年代測定を行ったものである．

鉄山師斎藤三平（？-1861）の手になる「三平日記」の写本には，鉄山町における製錬に関する記述があり，安政六(1859)年春から鉄山遺跡群付近においてタタラ吹きが行なわれていたことが指摘されている [1]．しかしその一方で，鉄山遺跡群の操業年代が中世にまでさかのぼる可能性を示唆する研究例や記録もみられる．すなわち，製鉄炉の床固めに用いたと思われる木炭について 350±90[BP](NU-850) [2] という ^{14}C年代が得られていること，16 世紀後半からマツ属が増加傾向にあるという花粉分析の結果，15 世紀半ばに志濃里の鍛冶村に専業的鍛冶集団の存在をうかがわせる記録のあること，永享十一(1439)年の銘を有する鰐口がこの地の山神社に懸けられていたことなどである [3]．

そこで，鉄山遺跡群の操業年代に関するこの問題を解決する一助とすべく，本研究では，製錬作業との関連性が明確な炭素資料，すなわち鉄滓に残存する金属部分に含まれる炭素，および鉄滓中に介在していた木炭片について，加速器質量分析法による ^{14}C年代測定を行った．

2．実験

鉄滓資料から埋蔵文化財用特殊金属探知機によって金属反応のあるものを３点選出し，約５㎜ 角の鉄試料を切り出した．1.2-1.5ｇの試料を，蒸留水中での超音波洗浄，1.2NNaOHaq・1.2NHClaq による洗浄に供した後，同重量の助燃剤（LECO 社製，High Purity Iron Chip）とともに電気炉内で加熱した（500℃，1h）．これを高周波燃焼炉（LECO 社製，HF-10）にて酸素気流（200ml/min×3min）中で融解させ，CO_2を抽出した．一方，先の三点の鉄滓中に介在していた木炭片（6-7mg）を採取し，蒸留水中での超音波洗浄，1.2NHClaq・1.2NNaOHaq による交互洗浄に供した後，CuO（～800mg）とともに Vycor 管に封入した．これを加熱(850℃,2h)しCO_2に変換した後，2倍当量のH_2によって還元(cat-Fe,850℃，6h）することで，グラファイトを合成した．その ^{14}C年代を名古屋大学タンデトロン加速器質量分析計２号機によって測定した．同位体分別効果の補正は，同加速器質量分析計により測定された ^{13}C/^{12}C比を用いて行なった．得られた ^{14}C年代を，INTCAL98 によって較正年代に換算した．

3．結果および考察

^{14}C年代測定の結果を表１に示した．測定誤差は二標準偏差（２σ）である．

測定に供した試料は，製錬に使用された木炭に由来するものであるため，いわゆるold wood effect による年代のずれを考慮せねばならない．すなわち，木炭の原料となった木材が伐採された年代は，これらの較正年代よりも数年～数十年程度新しいはずである．本研究において測定した資料の較正年代は，いずれも17世紀後半から20世紀前半という結果を示している．この時期は，較正曲線が横ばいになる時期であるため，大きな誤差範囲を有することになるが，鉄滓の年代が17世紀前半以前にさかのぼることはないのは明らかである．

製鉄炉の床固めに用いたと思われる木炭の350±90[BP]という^{14}C年代は，暦年代に較正すると１σで1440～1650，２σで1410～1950[cal AD]頃となる．old wood effect も考慮すると，この結果から操業年代について中世であるか近世であるかを断ずることは難しい．一方，本研究では，測定された鉄滓資料は17世紀後半以降に生産されたものであることが示されている．それゆえ，鉄山遺跡における製錬の開始が中世にまでさかのぼることを示す決定的な根拠は，現段階ではまだないと結論付けることができる．

表１．^{14}C年代測定結果

資料 No.	試料 (初期重量)	^{14}C年代 [BP]	較正年代 [cal AD]*
1	金属部 (1.5ｇ)	206±43	1652(1666)1678, 1742()1750, 1757(1783, 1792)1804, 1936()1947
	介在木炭 (5.5mg)	165±40	1666(1678)1692, 1727(1744, 1746, 1760)1783, 1792(1803)1812, 1920(1937, 1946)1949
2	金属部 (1.3g)	195±38	1657(1669)1680, 1736(1780, 1797)1805, 1933()1947
	介在木炭 (6.8mg)	92±37	1688()1729, 1810(1890, 1909)1922, 1948(1950)1952
3	金属部 (1.2g)	250±42	1639(1652)1666, 1783()1792
	介在木炭 (6.5mg)	108±38	1682(1701, 1722)1734, 1807(1815, 1831, 1880, 1915)1930, 1947(1949)1951

*( )の内側にある数値は^{14}C年代の中央値を較正した値であり，( )の外側の数値は誤差の両限を較正した値である．

参考文献

1) 会田金吾(1982) 渡来の鉄山師斎藤三平．「北海道の文化」，47，40-45.

2) 小元久仁夫(1996)日本大学放射性炭素年代測定結果報告書．平成６・７・８年度科学研究費補助金基盤研究(B)(2)研究成果報告書『明治前蝦夷地（北海道）における鉄生産・鍛冶の史的研究』，56.

3)天野哲也(1997)平成６・７・８年度科学研究費補助金基盤研究(B)(2)研究成果報告書『明治前蝦夷地（北海道）における鉄生産・鍛冶の史的研究』，57p.

P 4

岡山県・鬼ノ城出土木材の ^{14}C 年代測定

○今村峯雄*、小林謙一*、新免歳靖*、谷山雅彦**
（国立歴史民俗博物館*、総社市教育委員会**）

１．はじめに

岡山県総社市に所在する史跡鬼ノ城山は、標高 400 メートルの鬼ノ城山の急斜面に花崗岩の石垣に土塁をのせた、全周 2.8 キロメートルの城壁を持つ古代山城跡である。この遺構の年代については記録がなく諸説あるものの、土塁等の構造が類似していること、土器類にも矛盾がないことから白村江戦後に築造された山城という説が有力である。

この遺跡の周囲には、城門跡３カ所、水門跡５カ所が推定されている。史跡鬼ノ城山環境整備事業に伴う調査において、第０水門跡外側の排水溝付近から出土した加工木材２点と、南門付近から出土した炭化木材一点の年代測定を行い、結果を得たので報告する。

２．資料と分析試料の採取（表 1）

炭化木材１点（OKK-1）は直径 10 センチメートルほどの自然木の根に近い部分と推定され、ほぼ完全に炭化している。加工材２点（OKK-2 および OKK-3）は、それぞれ、～12x～8x～3cm、～20x～10x(2～5)cm の大きさで、乾燥して変形しているが、その形状などから、柱あるいは軒材を加工した際の切れ端と推定される。加工材の樹種はスギである。炭化材は表皮に接する最外層を含むが、加工材は含まない。

この測定では、加工材の二点をウィグルマッチ法で解析し年代の精密化を図ることとした。すなわち、複数試料を採取して、それぞれ表面からの年代間隔（年輪数）を記録し、^{14}C 濃度の測定値と暦年較正曲線の凸凹が一致する点を求めてより精確な年代決定を行う。それぞれ７年輪試料を採取した。木炭は表皮に接する最外層相当部分を採取した。

３．試料の前処理

国立歴史民俗博物館の年代測定資料実験室において、数十ミリグラムの試料を使い標準的な酸・アルカリ・酸による洗浄処理（AAA 処理）を行った。AMS 測定のためには、試料を二酸化炭素に変換し、さらにグラファイト化する必要があるが、これらの作業は ^{14}C 測定とともにベータアナリィテック社に委託した。

４．^{14}C 測定結果および年代解析

AMS 測定（ベータアナリティック社へ委託）の結果を、表１に示す。

単位を、^{14}CBP で表記し $\delta^{13}C$ の同位体効果補正（-25‰に規格化）を行った値を示している。誤差は統計誤差の１標準偏差に相当する値である。

図１－図２は暦年較正データ INTCAL04 を用いて解析した結果の例（OKK-2）であ

る。ベイズ統計の方法で95.4%の確率密度まで算出し、cal ADまたはcal BCで表す（一般的に用いられているプログラムOxcalとほぼ同様）。

5．結果及び考察

加工材2点の最外年輪の年代としてそれぞれ655+12/-38 cal AD、652+10/-36 cal ADが得られた。前述したようにこれらの木材は最外年輪を含まない資料であったので伐採年代としてはこの年代に加工によって切り取られた部分の年輪数を加えたものである。年輪幅の大きなスギ材であることから、切り取られた部分の年輪数は数年から十数年と推定されるが、原理的に補正を正確に行うことはできない。しかし、加工材の年代は、白村江の戦いの後各地に築城された朝鮮式山城の築城年代と整合することは確かである。なお、1点の炭化木片については、240-415 cal ADという値となっている。鬼ノ城の歴史を知るにはさらにさまざまな地点での調査が必要である。

表1. 岡山県・鬼ノ城出土試料の炭素14測定結果

試料番号	部位番号	種類	部位	δ13C(‰)	炭素14年代値(14C BP)		測定機関番号
OKK-1	1	炭化材	#1(最外縁部)	-27.6	1710	±40	Beta-189930
OKK-2	1	加工木材	#1(最外縁部)	-26.0	1350	±40	Beta-189929
OKK-2	11	加工木材	#2-#11		1380	±40	Beta-196408
OKK-2	21	加工木材	#21	-25.6	1450	±40	Beta-194089
OKK-2	31	加工木材	#22-#31		1490	±40	Beta-196409
OKK-2	41	加工木材	#41	-25.2	1510	±40	Beta-194090
OKK-2	51	加工木材	#42-#51		1490	±40	Beta-196410
OKK-2	61	加工木材	#61	-24.2	1470	±40	Beta-194091
OKK-3	1	加工木材	#1(最外縁部)	-25.0	1400	±40	Beta-189928
OKK-3	11	加工木材	#2-#11		1450	±40	Beta-196407
OKK-3	21	加工木材	#21	-25.5	1450	±40	Beta-194086
OKK-3	31	加工木材	#22-#31		1520	±40	Beta-196406
OKK-3	41	加工木材	#41	-25.1	1420	±40	Beta-194087
OKK-3	51	加工木材	#42-#51		1360	±40	Beta-196405
OKK-3	61	加工木材	#61	-24.3	1530	±40	Beta-194088

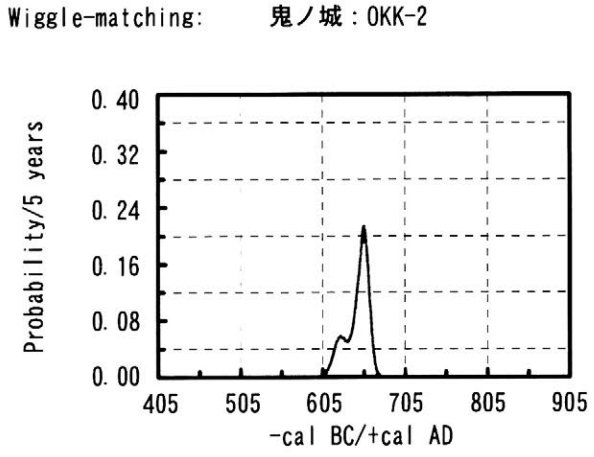


図1．加工木片、OKK-2、の解析結果

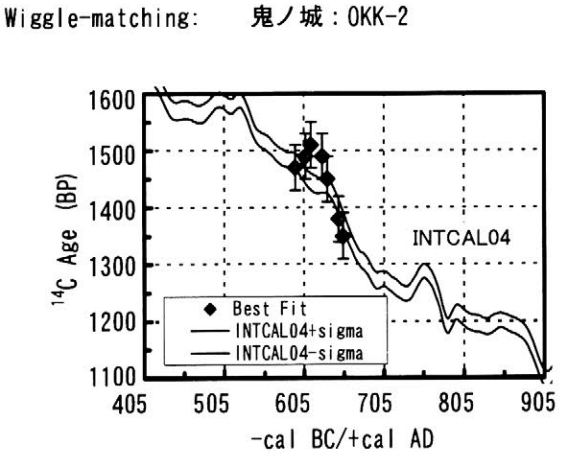


図2．測定データと暦年較正曲線との比較

P 5

日本産樹木による縄文・弥生境界期の炭素 14 年代較正曲線の作成

○尾嵜 大真[1]、坂本 稔[1]、今村 峯雄[1]、中村 俊夫[2]、光谷 拓実[3]
[1]国立歴史民俗博物館、[2]名古屋大学年代測定総合研究センター、[3]奈良文化財研究所

はじめに

炭素 14 年代は、炭素 14 の半減期を 5568 年とした上で(現在は 5730±40 年が正確な半減期とされている)、大気中の炭素 14 濃度が一定であったという仮定と質量分析計やβ線測定によって得られた試料中の炭素 14 濃度を用いて算出されるモデル年代である。考古学などの実際の年代を用いて議論を行う必要性がある場合はモデル年代である炭素 14 年代から実際の年代値へ換算しなければならない。そのためには実年代と炭素 14 濃度の対応データベースが必要であり、実年代のわかっている年輪試料や年稿堆積物中の炭素 14 濃度のさまざまな機関による測定結果をもとにINTCALと呼ばれる較正曲線が作成され、広く用いられている。つい最近、INTCAL98(Stuiver et al. (1998))が改定され、最新のものとして IntCal04(Reimer et al. (2005))が公表された。

INTCAL 較正曲線は北半球で利用可能なものとされているが、トルコの樹木についての炭素 14 濃度の測定結果から－あくまでも IntCal04 を作成する上でのデータの一つとしながらも－ある部分では INTCAL98 とトルコの樹木とでは年代にして 30 年ほどの系統的な差異が確認された(Kromer et al. (2001), Manning et al. (2001))。日本産樹木の測定結果においても箱根埋没スギの炭素 14 測定の結果から西暦 100 年から 200 年において INTCAL98 と 30 から 40 年程度の差があるという報告がある(Sakamoto et al. (2003))。INTCAL 較正曲線の作成のために用いられている測定結果のほとんどが欧米の試料によるものであることを考えると日本産樹木の炭素 14 濃度を高精度で測定し、INTCAL と比較・検討することは非常に重要である。

現在、国立歴史民俗博物館では学術創成研究「弥生農耕の起源と東アジア－炭素年代測定による高精度編年体系の構築」のもと、精力的に土器付着炭化物などの炭素 14 年代測定を行っている。縄文・弥生時代の境界期にあたる試料の年代測定に注力しているが、この縄文・弥生時代の境界期にあたる紀元前 400 年から紀元前 750 年の INTCAL 較正曲線は平坦となっており(図1)、試料の炭素 14 年代から換算された実年代が広い範囲にわたってしまう。この時期の高精度な炭素 14 年代測定のためにも日本産樹木による較正曲線の作成は強く望まれる。

実験

試料は長野県飯田市畑ノ沢地区で見つかったヒノキの埋没樹幹を用いた。この試料は3つの木片となっており、年輪年代法により紀元前 193 年から紀元前 705 年までにあたるものであると特定された。図1に IntCal04 較正曲線とともにそれぞれ

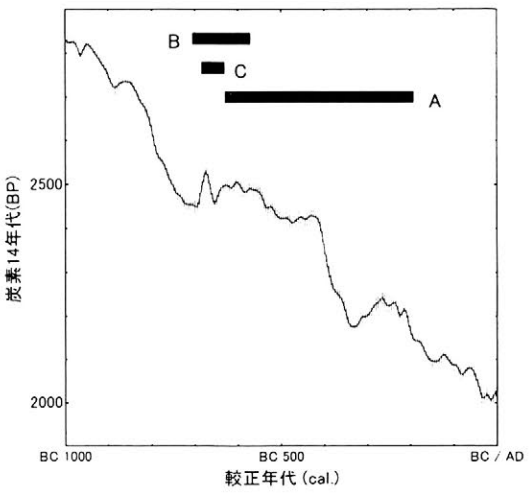


図1 長野県飯田市畑ノ沢地区埋没樹幹の年代幅とIntCal04較正曲線

の木片の年代幅を記した。

試料は5年ごとに切り分けた後、それぞれ 300～500mg 程度を分取し、超純水とともにミキサーに入れ、細かく粉砕した。粉砕した試料を(有)光信理化学製作所製自動 AAA 処理装置(Sakamoto et al., (2004))にて酸-アルカリ-酸(AAA)処理した。次いで塩酸および亜塩素酸溶液を用いた塩素漂白処理により年輪層間で移動が起こるとされるリグニンを除去し、最後に17.5%水酸化ナトリウム溶液によりヘミセルロースを溶解し、白色のα-セルロースを石英ろ紙を用いてろ別した。これを超純水にて十分アルカリを除去した後、110℃にて乾燥し、二酸化炭素精製処理用の試料とした。

得られたα-セルロース試料を酸化銅とともに石英管に真空封入し、850℃にて 3 時間加熱し完全に燃焼させた。その後、燃焼して酸化された気体を真空ラインに導き、液体窒素および冷却エタノールなどの寒剤を用いて二酸化炭素を分離・精製した。精製した二酸化炭素を鉄粉および水素ガスとともに石英管に封入し、10 時間 600℃にて加熱することによって、グラファイトを得、Al 製のターゲットホルダーに充填し、加速器質量分析(AMS)用の試料とした。AMS 測定は名古屋大学年代測定総合研究センタータンデトロン加速器質量分析計にて行った。

結果・考察

AMS 測定によって得られた炭素 14 年代値の一部を図2にIntCal04較正曲線とともに示した。本研究の分析結果と較正曲線との差異は AMS 測定による誤差(1σ)の範囲以内である。また、図中にはウィグルマッチングによって計算された確率分布も示した。ウィグルマッチングによる結果はINTCAL98を用いた場合はもっとも高い確率を示す年代と年輪年代法による年代とが一致しなかったが、IntCal04 を用いた場合、完全に一致した。この差は INTCAL98 から 04 へにおける紀元前 750 年付近の較正値の改変が大きく影響している。しかし、本研究で得られた日本産樹木による結果と二つの較正曲線が非常によく一致していることは明確であり、IntCal04 がこの時期について日本の試料について適用できることを強く支持するものである。

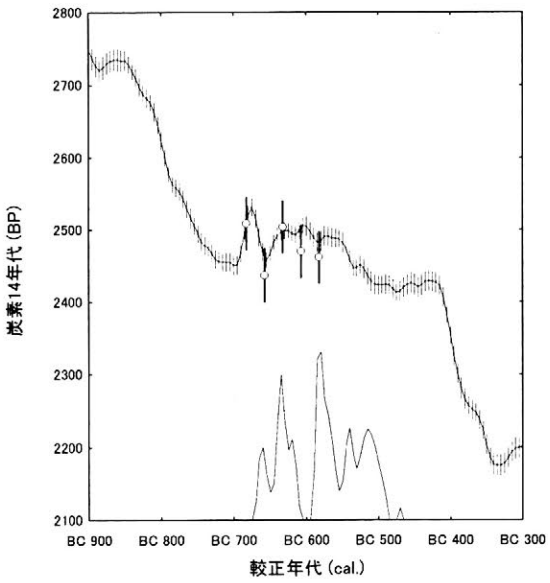


図2 本研究の年輪試料の分析結果とIntCal04較正曲線

参考文献

[1] M. Stuiver et al. (1998) *Radiocarbon* **40(3)**, 1041-1083
[2] P. J. Reimer et al. (2005) *Radiocarbon* **46(3)**, 1029-1058
[3] B. Kromer et al. (2001) *Science* **294**, 2529-2532
[4] S. W. Manning et al. (2001) *Science* **294**, 2532-2535
[5] M. Sakamoto et al. (2003) *Radiocarbon* **45(1)**, 81-89
[6] M. Sakamoto et al. (2004) *Nucl. Instr. Meth. B.* **223-224**: 298-301

P6

中央アナトリア・カマンカレホユックにおける焼土層中の炭化物を用いた ^{14}C 年代測定(AMS 法)および人類の生活圏環境復元のための基礎研究

渥美　晋[1]　米田　穣[2]　柴田康行[2]　中井　泉[1]

1 東京理科大　2 国立環境研究所

はじめに

カマン・カレホユック遺跡(Kaman-Kalehöyük)は、現トルコ共和国アナトリア半島中央部の高原地帯にある累層遺跡で、地方文化の編年構築を目的として発掘が行われている。本研究では、同遺跡から採集された木炭、小麦等植物遺体を用いて、放射性炭素年代測定と炭素安定同位体測定を行い、中央アナトリア東部の地方都市が交易を通してメソポタミアの影響を受け始めた IVa 層と IVb 層との境界の年代と、同遺跡で新たに確認された、アッシリア植民市時代末期とヒッタイト王国期の中間の時期に相当する、未解明の焼土層の存在を中心に議論し、異なるアルカリ処理を行った分析結果を比較することで、年代値と ABA 法の妥当性を検討した。更に、前期青銅器時代~オットーマン時代の 4 つの異なる層準から採集された小麦を用いて、過去の栽培環境を累層遺跡から直接分析できる可能性を検討するため、炭素同位体比を測定した。

背景

中央アナトリアでは、従来ボアズキョイ(Bogazköy)やアリシャルホユク(Alisar Höyük)、アラジャホユック(Alaca Höyük)等の遺跡が文化編年の比較の際用いられるが、近年、Frigia 期、Hittit 期および prot-Hittit 期についての再考と再発掘調査が行われている。また、数値年代に基づく編年が報告されていないため、その年代の同定は遺物による比較によって行なわれている。一方、カマン・カレホユック遺跡では、これまでの調査でβ線計量法による放射性炭素年代値が得られているが(平尾,1995)、測定精度や解析方法の点で改善の余地がある。また同遺跡の最下位の文化層である第 IV 層は、遺物の形態分析が進んでいないため、IV 層直上で、アッシリア植民市時代にあたる文化亜層である第 IIIc 層との境界や、同遺跡で轆轤製土器が出現し始める IVa 層と IVb 層との境界の年代等、未解明の問題を含んでいる。

一方、加速器質量分析(AMS)による放射性炭素年代測定では、試料として単年生の植物遺体が注目され、この年代値に基づく遺構の編年が従来より若返る例も報告されている。また炭化物試料の前処理で一般的に用いられている、酸-アルカリ-酸処理(ABA 法)についても、試料中に含まれる外部起源有機炭素が除去しきれない可能性が指摘されているが(Gillespie,1997)、アルカリ耐性の弱い試料における影響については議論されていない。

更に、古環境と考古学との融合という視点でから、過去のアナトリア高原における温暖・寒冷／乾燥・湿潤という尺度で認識される気候変化が、主に内陸水系周辺の堆積物中の珪藻に対する群集解析や地形解析、衛星探査法などのデータに基づいて試みられているが、完新世における人類の居住址とは必ずしも直接結びつかず、実際の遺跡における考古学資料と対応させる為には時間的精度が充分ともいえない。

分析方法および分析結果

そこで本研究では、カマン・カレホユック遺跡に対してより精度の高い時間目盛を設定するため、同一層準で複数の木炭試料を測定し、高精度な年代決定を試みた。まず、IVa 層から採取した、同一の木炭試料より分取した 4 試料を 1,0.1,0.01,0.001 mol/l の異なる濃度の NaOH 溶液でそれぞれ洗浄して、ABA 法による洗浄方法の検討を行った。また、IIIc 層から採集した試料はアルカリ耐性が弱かったので 0.01 mol/l の NaOH で処理し、試料調整段階で炭素および窒素含有量を確認した。これらの試料に対して

は AMS 法による ^{14}C 年代測定を行った。なお、年代測定用試料の調整は、元素分析計を用いた CO2 トラップシステム("EA-CT system":Yoneda *et al.*, 2004)を利用した。その結果、IVa 層と IVb 層の境界に注目すると、IV 区第 IV 層 R326 の 7 試料の加重平均年代は確率分布 2σ の場合で 2140BC(95.4%)2020BC と計算され、それより一つ下位の建築層に属する層準から採集された 4 試料の加重平均年代は、2σ で 2200BC(3.5%)2170BC, 2150 BC (90.2%) 2020 BC, 2000 BC (1.7%) 1980 BC と得られた。IIIc 層の同層準の 3 試料に対して 0.01mol/l の水酸化ナトリウムで処理したところ、前洗浄後の試料中の窒素含有量と年代値の間に負の相関が見られた。

また、前期青銅器時代~オットーマン時代の 4 つの異なる層準から採集された、炭化した小麦の子実を ABA 法で洗浄し、元素分析計に接続した質量分析システム(Carlo Erba:NA1500 , Finnigan:MAT252)を用いて、炭素および窒素同位体を測定した。この内、鉄器時代および中期青銅器時代の 2 つの異なる層準から採集された小麦については、それぞれ 4 点抽出し各個体各々0.15~0.25mg ずつ 4 分割した計 32 試料の炭素同位体比を測定した。$\delta^{13}C$ について、フリギア時代の平均値は-20.4±0.3‰, アッシリア植民市時代は-22.3±0.3 ‰となり、有意の差がみられた。また、アッシリア植民市時代に限ってみると、-24～-23‰程度のグループと-20‰前後の一粒に分かれた。

結論

以上の結果から、従来の前処理法による年代値から得られた結果によれば、中央アナトリアにおけるアッシリア商人の活動の開始と轆轤土器の出現の強い関連性を示唆する意見(S. Omura, 2001)と関係するカマン・カレホユック遺跡の IVa / IVb 境界の年代は紀元前 2 千年期末で、両層の間に時間的間隙は無かった、ということになる。この年代はキュルテペ・カールムの第 IV 層から第 III 層の年代にあたる。次に、試料中の C/N 比(炭素／窒素含有比)と年代値の若返りの間に相関がある可能性を示唆し、炭化物による放射性炭素年代値の検証基準として有効となりうることが期待される。炭化小麦に対する安定同位体測定結果は IIIc 層の頃の温暖化と IId 層の頃に起きた寒冷化と符合している。また、アッシリア植民市時代の小麦に栽培環境の異なる個体が混入している可能性を示唆するとともに、累層遺跡自体に含まれる生物遺骸が人間の日常生活に密接した環境情報を保存している可能性を示している。

文献

Gillespie, R. (1997) Burnt and unburnt carbon : Dating charcoal and burnt bone from the Willandra lakes, Australia. *Radiocarbon* **39** : 239-250

Omura, S. (2002) Preliminary report on the 16th excavation at KAMAN-KALEHOYUK (2001). *Anatolian Archaeological Studies* **XI** : 1-43

Yoneda, M., Shibata, Y., Tanaka, A., Uehiro, T., Morita, M., Uchida, M., Kobayashi, T., Kobayashi, C., Suzuki, R., Miyamoto, K., Hancock, B., Dibden, C., Edmonds, J.S. (2004) AMS 14C measurement and preprrative techniques at NIES-TERRA. *Nuclear Instruments and Methods in Pysics Resarch* **B 223-224**: 116-123

平尾良光 (1995) カマン・カレホユックから出土した炭化物の炭素 14 法による年代測定 *Anatolian Archaeologica Studies* **IV** : 113-118

P 7

考古遺物としての焼石からの抽出石英・長石によるルミネッセンス年代測定

○伊庭　毅*、橋本　哲夫**、小林　謙一***

*新潟大学大学院自然科学研究科、**新潟大学理学部、***国立歴史民俗博物館

1. はじめに

自然界には絶縁性白色鉱物である石英や長石が広く存在しており、これらの鉱物は放射線の電離作用を受けた後、熱や光による刺激によって熱ルミネッセンス (Thermoluminescence : TL) や光励起ルミネッセンス (Optically stimulated luminescence : OSL) などの発光現象を示す。これらのルミネッセンス強度は、加熱などによるゼロセットのあと現在までに受けてきた蓄積放射線線量に比例することから、土器や瓦などの焼成考古遺物の年代測定に用いられている。ルミネッセンス年代測定の際には試料を破壊・粉砕する必要があり、貴重な考古遺物に対してルミネッセンス年代測定は適用できない。そこで、遺跡から必ず出土し、考古遺物と同時期に加熱されたと考えられる焼石でルミネッセンス年代測定が実現可能ならば大変有用である。また、これまで当研究室では蓄積放射線線量を評価するにあたり赤色熱ルミネッセンス (RTL)が最も有効である事を示してきた。

そこで本研究では焼石から石英試料を抽出する各段階での RTL を測定し、適切な測定試料抽出処理条件を確認した。その後、単分画再現 (Single aliquat regenerative : SAR) 法により焼石試料の RTL 年代測定を行った。また焼石から抽出した石英粒子に OSL、長石粒子に遠赤色領域熱ルミネッセンス(Far-RTL)を測定し、SAR 法により蓄積放射線線量値を求め RTL から得られた結果と比較した。

2. 実験操作

2.1 試料抽出処理条件の確認

試料は国立歴史民族博物館より提供された 7 種類の焼石を用いた。まず焼石の種類を新潟大学理学部地質学科の専門家に鑑定して頂いた。試料抽出条件の確認には嵯峨山遺跡 (埼玉県新座市) 出土の嵯峨山 R7 を用いた。光ブリーチングによる影響を避けるため、表面部分を除去し、内側の部分を利用した。試料粉砕後、① 水洗・乾燥、② 磁鉄成分の除去、③ 6 M NaOH 処理 1 時間、④ 6 M HCl 処理 3 時間、⑤ 重液分離 (比重 2.63～2.67) 、⑥ 48 %HF エッチング処理 15 分間の 6 段階の処理 (③、④、⑥いずれも 50 ℃、超音波攪拌下) を行い、各処理ごとに試料の一部を取り出し、篩分けにより粒径を 75～150 μm に整え、分画を作成し、RTL 測定を行った。

測定は当研究室で開発したルミネッセンス自動測定システムを用いた。予備実験よりシグナルの不安定成分除去と電子の再配列のためのプレヒート処理を 220 ℃、3 分間と決定し、昇温速度 1 ℃/秒、温度範囲 50～450 ℃で試料を加熱し、TL グローカーブを得た。線量評価は同一分画に X 線照射と TL 測定を繰り返し行う単分画再現 (SAR) 法を用いた。X 線照射後の TL 積算強度をプロットし線量応答曲線を作成した。そこに天然の

TL 積算強度を内挿することで蓄積放射線線量を求めた。

2.2　年間線量の算出

焼石試料の一部を粉砕し、U-8 容器に入れ、Ge 半導体検出器を用いγ線スペクトルを測定した。その結果から焼石中の天然放射性核種 U、Th 系列及び ^{40}K の定量を行った。それらの含有量をもとにして年間線量を求めた。

2.3　年代測定

まず石英粒子の発光波長を確認するために、微弱光オンライン分光システム (IPDA) を用いて TL 波長分光を行った。その結果、全ての試料中の石英粒子が RTL 特性を示すことが確認できたので、適切な光電子増倍管と光学フィルターを決定し、2.1 で求めた最適な抽出条件で同様に蓄積放射線線量評価を行った。見積られた蓄積放射線線量値を年間線量値で除することで年代値を求めた。また、石英粒子に対し OSL 測定、長石粒子に対し Far-RTL 測定を行い、RTL と同様に蓄積放射線線量を求めた。

3　結果と考察

今回の焼石の鑑定結果から焼石 7 種類全て石英粒子を充分に含んでいることが分かった。試料抽出段階を調べた結果、TL グローカーブ、蓄積放射線線量の両方の観点から⑥の HF 処理まで全ての操作を行う事で発光量が多く、より再現性の良い結果が得られることが分かった。今回用いた各試料の蓄積放射線線量値と RTL 年代測定値をまとめて表に示す。埼玉県新座市の澤北・嵯峨山・新開の焼石の RTL 年代測定結果値はそれぞれ予想経過年代値の中に収まる値が得られ、この事から焼石による RTL / SAR 年代測定法の有効性が示された。青森県三内丸山遺跡の焼石 (AOMR-R37) から得られた結果は予想経過年代値より古い値が得られた。これは扱ったサンプルのサイズが大きかったために試料の内部まで熱が伝わらず、ゼロセットが充分でなかったのであろうと考えた。

また石英粒子の OSL、長石粒子の Far-RTL についてそれぞれ SAR 法で蓄積放射線線量を求めたところ、全てのルミネッセンス源が同時にゼロセットされているにも拘らず、石英粒子の RTL から得られた値に比べいずれも低い値が見積もられた。この事から RTL のルミネッセンス源は OSL、Far-RTL に比べ長時間安定に存在しており、年代測定に有効であることが焼石の結果からも証明された。

表　蓄積放射線線量値の比較と RTL 年代測定値

試料名	RTL蓄積放射線線量 (Gy)	年間線量 (mGy / a)	経過年代 ($\times 10^3$年)	予想経過年代 ($\times 10^3$年)	OSL蓄積放射線線量 (Gy)	Far-RTL蓄積放射線線量 (Gy)
AOMR-R37	17.1±1.8	1.76±0.04	9.74±1.1	3.0～5.0		
澤北　R1	30.5±4.3	1.78±0.04	17.4±2.4	10.0～35.0	25.0±1.0	22.7±2.1
澤北　R3	41.3±1.8	2.59±0.04	15.9±0.7	10.0～35.0	39.8±4.7	30.1±2.9
嵯峨山R4	50.3±4.6	2.05±0.04	24.6±2.3	10.0～35.0	31.9±4.6	28.5±3.7
嵯峨山R7	26.5±3.5	2.17±0.03	12.2±1.6	10.0～35.0		
新開　R8	50.3±5.1	2.71±0.05	18.6±1.9	10.0～35.0		
新開　R9	26.8±2.0	1.49±0.03	17.7±0.9	10.0～35.0		

P 8

給源テフラの年代を考慮した金取遺跡遺物出土層の年代推定

○長友恒人*、西村誠治*、下岡順直**
（*奈良教育大学、**奈良女子大学）

1 はじめに

金取遺跡（岩手県上閉伊郡宮守村）は、後期旧石器時代をさかのぼる遺跡として注目されている。その年代の根拠となる村崎野パミス（Yk-M）は第Ⅲ文化層と第Ⅳ文化層の間に検出されていた。今回第２次、第３次調査に、これらの遺物包含層及び遺跡内地層のTL及びIRSL年代測定を行う機会を得た。同時に、関連するパミスの年代測定結果とこれらテフラの蛍光X線分析、X線回折の結果と火山ガラス分析の結果を考慮して、遺物包含層の年代を推定した。文化層の年代を推定する場合、当該地層の年代測定結果のみでなく、関連地層の年代などを考慮した総合的な判断が必要である。

2 試料

測定試料は、2003年に遺跡内露頭の3d層上部、3d層下部、4a下層と4b層を、2004年に遺跡内（5トレンチ）の3a層、3b層と3c層を採取した。3d層はYk-Mを含むとされていたことから、給源に近い地層の試料として北上市神楽露頭でYk-Mを、また金ヶ崎町の大森露頭でYk-Mより上位に当たる山形パミス（Yk-Y）を採取した。

3 測定

蓄積線量測定は、Daybreak1150および自作のNRL-99-OSTLを用いて測定した。TL測定の検出波長は310～440nmで、OSL測定は赤外光励起による方法（IRSL法）で行い、励起光波長はDaybreak1150は880nm、NRL-99-OSTLは890nmであり、検出波長はどちらの装置も350～600nmである。

年間線量は、TL線量計（TLD）素子を用いた直接測定法でβ線量率及びγ線・宇宙線量率を評価し，γ線スペクトロメトリーによる間接測定法でα線量率を評価した。

4 結果と考察

蓄積線量、年間線量、ルミネッセンス年代、測定試料と測定法を表に示した。測定した試料のうち、神楽露頭で採取したYk-Mについては、処理した微粒鉱物をTL法とIRSL法によって測定したが、この試料には石英が全く含まれておらず、長石類も少ないため、TL強度、IRSL強度ともに極めて小さく、年代を評価できなかった。大森露頭のYk-YのTL年代は70±10kaであり、 FT年代82±19ka（渡辺；2003）とは誤差を考慮すれば大きな矛盾はない。焼石岳東部地域での層序からYk-MはYk-Yの下位にあたるとされているため（照井；1994)、Yk-Mの年代は７万年より古いと推定される。

金取遺跡の各地層のルミネッセンス年代は、上層から下層（3a 層、3b 層、3c 層、3d 層上部、3d 層下部、4a 下層、4b 層）まで層序と整合して古くなっており、相対年代としては問題がない。しかしながら Yk-M とされている遺跡内 3d 層上部と下部の IRSL 年代は 49～50ka であり、上記の推定年代と矛盾する結果になっている。そのため、3d 層と神楽露頭で採取した Yk-M について、ルミネッセンス測定結果の比較、処理前試料の蛍光 X 線分析及び処理後試料の X 線回折を行った。図は蛍光 X 線分析の結果を各元素について神楽露頭の Yk-M で基準化した値で示したものであり、3d 層上部と下部は似通っているが、神楽露頭の Yk-M とは異なることを示唆している。これらの結果より、両者には無視できない違いが見られ、全く同一のものであるとは言い難い。金取遺跡の 3d 層は場所によって層厚がかなり異なっていることから、村崎野パミスの安定した一次堆積ではない可能性がある。

遺跡内 3d 層の年代測定結果は遺跡内の地層の最終的な堆積年代を示しており、Yk-M の降下年代としてそれを採用することは不適当であろう。

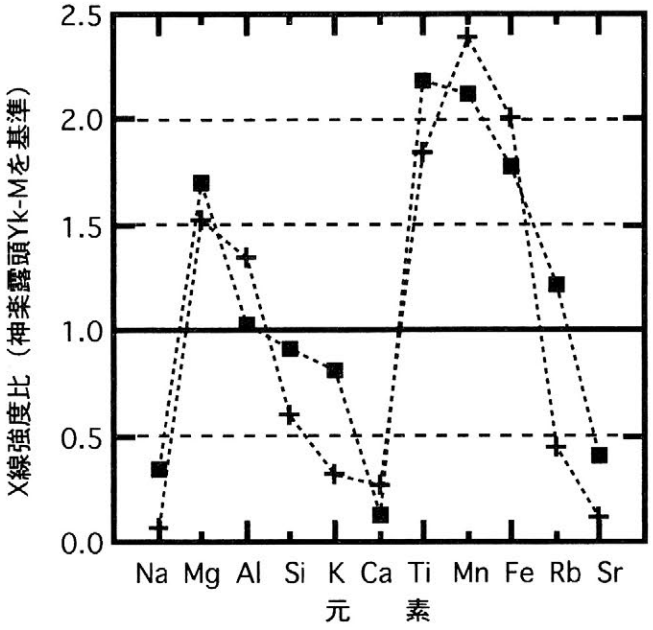


図　Yk-M で基準化した 3d 層の蛍光 X 線分析結果

表　ルミネッセンス年代測定結果

地　層	蓄積線量 (Gy)	年間線量 (mGy/年)	ルミネッセンス年代（ka）	測定試料/測定法
3a 層	41.7±9.7	3.12±0.14	13±3	多鉱物・微粒/IRSL
3b 層	56.3±9.0	2.90±0.10	19±3	多鉱物・微粒/IRSL
3c 層	75.8±14.2	2.45±0.07	31±6	多鉱物・微粒/IRSL
3d 層上部 (Yk-M?)	76.6±11.2	1.57±0.04	49±10	多鉱物・微粒/IRSL
3d 層下部 (Yk-M?)	108.3±17.5	2.18±0.06	50±10	多鉱物・微粒/IRSL
4a 下層	153.9±59.2	2.77±0.09	56±21	多鉱物・微粒/IRSL
4b 層	207.7±53.5	2.87±0.06	72±19	多鉱物・微粒/IRSL
Yk-Y (大森露頭)	85.5±10.9	1.21±0.06	70±10	石英・粗粒/TL
Yk-M (神楽露頭)	---------	1.37±0.07	--------	多鉱物・微粒/IRSL

P 9

帝釈観音堂洞窟遺跡出土哺乳動物骨の多元素分析
ー古人類化石の出土層準・年代判定に関する基礎的研究ー

○松浦 秀治*、近藤 恵*
*お茶の水女子大学 生活科学部

帝釈観音堂洞窟遺跡は広島県神石郡神石町永野に所在し、1963年に発見され、1964年から1996年まで広島大学による30次にわたる調査が継続して行われた。当遺跡は、完新世から後期更新世にかけての各時代の堆積層から哺乳動物化石を産し、それらは当遺跡の文化遺物とともに、出土層準の明らかな一連の一等資料を成している。

骨は堆積物に埋まると化石化の過程において多様な作用(続成作用)を受ける。帝釈観音堂洞窟遺跡出土の骨資料については、松浦（1978）およびMatsu'ura（1984）によって、フッ素とウランの含量が、年代の古い、より下位の骨ほど増加する傾向にあることが確かめられているが、その他の様々な成分元素(特に少量・微量成分)についても層位とともに増加あるいは減少している可能性がある。そうした元素を新たに検出していくことによって、骨の相対年代判定法の確実性・信頼性・応用性をより高いものにすることができる。こうした試行的研究は、将来、特に当帝釈峡地域での発見が期待される旧石器時代人類化石の年代判定に資するであろうことは言うまでもなく、日本の同様な石灰岩洞穴堆積物から得られた骨資料への適用に向けての基礎的データを与えるものと期待される。

本研究では、帝釈観音堂洞窟遺跡の第19層（縄文時代早期、約8kaBP)、第24層上部(約16kaBP～約20kaBP？)および第25層（約24kaBPの姶良Tn火山灰層相当層より下位）の3層準から出土した、それぞれ9点、7点、11点の哺乳動物化石骨を資料とし、誘導結合プラズマ(ICP)発光分光分析装置を用いて多元素分析（少量・微量成分としてNa、Mg、Si、Mn、Zn、Sr、Ba；主要成分としてP、Ca）を行い、層位（年代）による相違がみられるか否かを検討した。

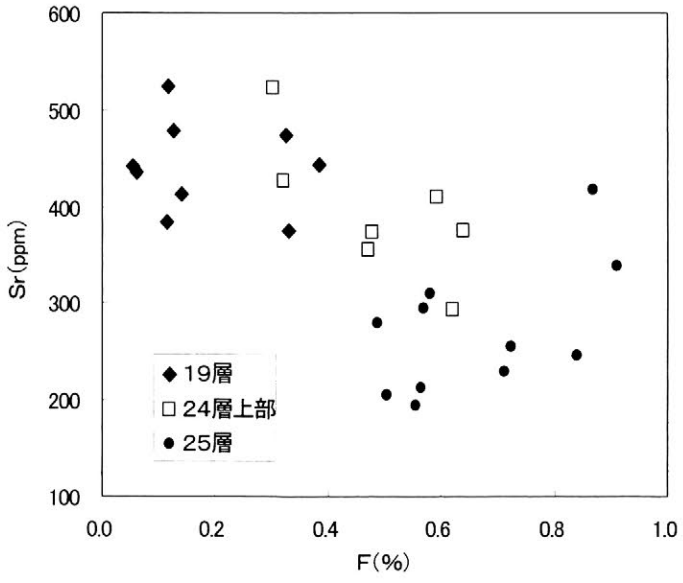


図1．帝釈観音堂洞窟遺跡出土哺乳動物骨のフッ素含量およびストロンチウム含量.

なお、本研究成果の一部は、第51回日本人類学会大会（1997

年11月、筑波大学：近藤　恵・松浦秀治「帝釈観音堂洞窟遺跡出土化石骨の多元素分析」）および近藤・松浦（1999）にて予察的に報告されているが、今回は新たな統計処理を含めての本報告を行うものである。

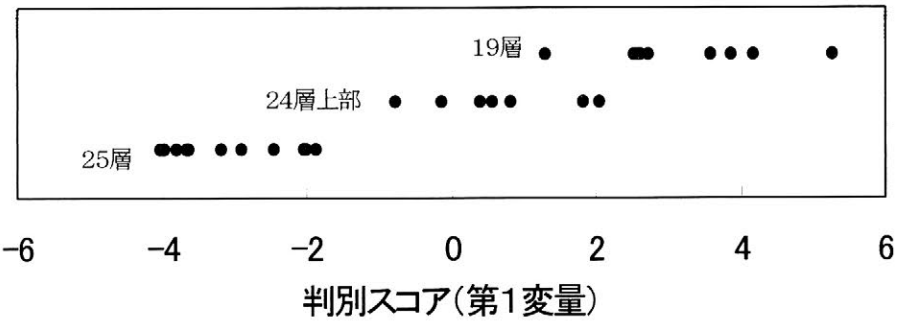


図２．帝釈観音堂洞窟遺跡出土哺乳動物骨の産出層準の判別分析．
ここでは，骨のＦ，Ｎａ，Ｍｇ，Ｓｒ，Ｂａの５元素の含量を用いた．

帝釈観音堂洞窟遺跡における骨遺存体の少量・微量成分元素に関して、今回の多元素分析データについて従来のフッ素分析データもまじえて検討した結果、フッ素のほかナトリウム、マグネシウム、ストロンチウム、バリウムが多かれ少なかれ骨の相対年代判定に有効であることが確認された。また、単一の元素では出土層準間の分離が難しい場合でも、複数の元素を組み合わせて指標として用いると、区分できる可能性が認められた。その好例として、図１にフッ素とストロンチウムを用いた場合を示す。こうした効果は、多変量判別分析を施すことによって、より明瞭となる。図２は、フッ素、ナトリウム、マグネシウム、ストロンチウム、バリウムの５元素の含量を用いて正準判別分析を行った結果である。この判別分析では第１変量と第２変量によって層準が分類されるが、前者の寄与率が約97％と高かったので、図２では第１変量だけ示した。図のように、３つの層準が明瞭に区別され、的中率約89％で判別された。

本稿では骨の多元素分析による相対年代判定法の有用性について、帝釈観音堂洞窟遺跡出土哺乳動物骨を用いて行った試行的研究結果を述べたが、多元素法についてはまだ適用例が少なく、今後広く応用されていくことが期待される。

引用文献

近藤 恵・松浦秀治（1999）フッ素法など化学成分分析による方法．松浦秀治・上杉 陽・藁科哲男 編「考古学と年代測定学・地球科学」同成社，pp.131 － 142.

松浦秀治（1978）フィッション・トラック法による骨のウラン分析とその考古学的応用．第四紀研究，Vol.17，pp.95 － 104.

Matsu'ura, S.（1984）Fluorine dating of a human talus from Hijiridake Cave. *Bulletin of the National Science Museum, Tokyo, Ser.D*, Vol.10, pp.1 － 7.

TL 法による法蔵寺鳴滝乾山窯址の年代推定

○青木智史*、長友恒人**、木立雅朗***
(*大阪大学大学院、**奈良教育大学、***立命館大学)

1. はじめに

京都市右京区法蔵寺鳴滝乾山窯址出土の窯道具および窯壁を測定対象として熱ルミネッセンス(TL)法による年代測定を行った。目的は、鳴滝乾山窯の操業時期の年代学的評価である。TL 法では、陶磁器が焼成時から測定時までに吸収した放射線量(蓄積線量)と、測定時まで置かれてきた環境における 1 年間の放射線量(年間線量)を測定し、蓄積線量を年間線量で割ることによって TL 年代を決定する。これは、焼成時に高温を被る窯道具や窯壁についても適用可能である。蓄積線量を評価するための測定方法はいくつかあり、石英粗粒子法と微粒子法を用いることが多いが、本測定においては、試料の適性に応じて、石英粗粒子法と準微粒子法を使い分けた。年間線量の評価にも、直接測定法と間接測定法の二通りの方法があるが、今回の測定では発掘現場の性質上、直接測定法の適用が困難であったため間接測定法により評価した。

2. 試料について

測定対象とした試料は、2003 年および 2004 年に法蔵寺鳴滝乾山窯址で出土・採取した窯道具および窯壁である。窯道具は匣鉢やヨリ土など 5 点、窯壁はオオゲタと呼ばれるレンガの一部と考えられる部位を含む 3 点である。

3. 測定

3-1. 蓄積線量評価

窯道具-01 は石英粗粒子法、それ以外の試料は準微粒子法で TL 測定を行った。測定装置は Daybreak 社製 1150 型 TL/OSL 装置を用い、昇温速度 10.0℃/sec、最高温度 500℃、検出波長 310-440nm で測定した。蓄積線量は付加線量法を採用し評価した(図. 1)。スプラリニアリティー補正のためのアニール条件は、350℃で 60 分間とした。

3-2. 年間線量評価

発掘現場の性質上、直接測定法の適用が困難であったため間接測定法により評価した。周辺土壌からのγ線量は、窯址において採取した周辺土壌試料からγ線スペクトル法を用いて評価した。また、試料本体からのα線およびβ線量は発表者らが開発した非破壊年間線量評価法である「軟シリコン樹脂型を用い

た年間線量評価法」を適用して評価した。α線、β線、γ線の各線量値は、得られたU、Thおよび K-40 の濃度から Bell の公式を用いて推定した。なお、宇宙線量は 0.15mGy/a を仮定した。

4. 測定結果と考察

測定結果は表.1 に示したが、本測定により評価された TL 年代値は非常にまとまりの良いものとなった。表.1 に示した 8 試料の測定結果から平均値を算出すると、304±23 年前という値が得られる。よって、法蔵寺鳴滝乾山窯址が操業を終了した時期は、今から約 300 年前であるといえる。この結果は、美術史上で尾形乾山が鳴滝で操業していたとされる時期である西暦 1699-1712 年の期間とよく整合する。つまり、以上の結果は、法蔵寺鳴滝乾山窯址が尾形乾山の鳴滝窯であることを強く示すものである。少なくとも、同窯址が後世の乾山追慕者の手による窯とは考えにくい。このことは、法蔵寺鳴滝乾山窯址発掘調査団による発掘成果からも明らかにされたが、TL 法による年代測定結果はそれを支持するものである。

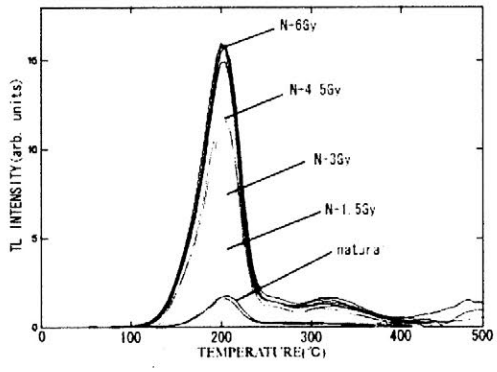


図.1　窯道具-01 の TL グローカーブ

表.1　測定結果と TL 年代

試料	蓄積線量(Gy)	年間線量(mGy/a)	TL 年代(年前)
窯道具-01	1.02±0.20	3.66±0.10	280±50
窯道具-02	1.29±0.09	4.49±0.17	290±25
窯道具-03	0.91±0.09	3.80±0.15	240±25
窯道具-04	1.47±0.08	4.34±0.17	340±25
窯道具-05	1.63±0.17	4.76±0.14	340±50
窯壁-01	1.52±0.67	4.52±0.11	340±150
窯壁-02	1.46±0.18	4.66±0.12	310±50
窯壁-03	1.53±0.15	5.34±0.22	290±25

※ 窯道具-01 のみ石英粗粒子法で評価した。

5. 謝辞

これらの研究成果は、法蔵寺鳴滝乾山窯址発掘調査団の御協力により得られたものであり、ここに感謝の意を表したい。

P 11

日本産ブナを用いた年輪年代学的基礎研究

○星野安治*，光谷拓実**

（*京都大学大学院人間・環境学研究科，**奈良文化財研究所）

はじめに

年輪年代学は，1 年単位で誤差のない年代が特定できるため，古文化財の年代特定に大きく貢献している。日本では先史時代・歴史時代を通じて使用されてきたヒノキ，スギなどの針葉樹について多くの研究成果をあげてきている。年輪年代学には実年代の特定以外にも，相対的な時間関係を明らかにすることや，産地推定，同材関係の推定などの可能性もあり，その応用範囲は広い。そのため，年輪年代学研究を発展させ歴史学研究をより豊かにさせるためにも，さらに多くの樹種について年輪変動の特性を把握しておくことが重要である。このような背景から本研究では，日本での年輪年代学研究の例が少なく，東北地方や中部地方では民具や建築部材などの木質古文化財にも使用されている日本産ブナ（*Fagus crenata* Blume）の現生木を用いて，同一個体内の異なる測線間相互，同一採取地内の異なる個体間相互，採取地間相互の年輪変動パターンをそれぞれ比較することにより，日本産ブナの年輪変動の特性を検討した。

試料と方法

試料は，青森県深浦，川内，乙供，三本木，岩手県安代，宮城県仙台，長野県長野，焼岳，京都府芦生の 9 箇所（図）から採取した樹齢約 70～400 年のブナの天然木 51 個体を用いた。試料の形状は，樹幹を輪切りにした円板試料および樹幹から生長錐を用いて採取したコア試料である。

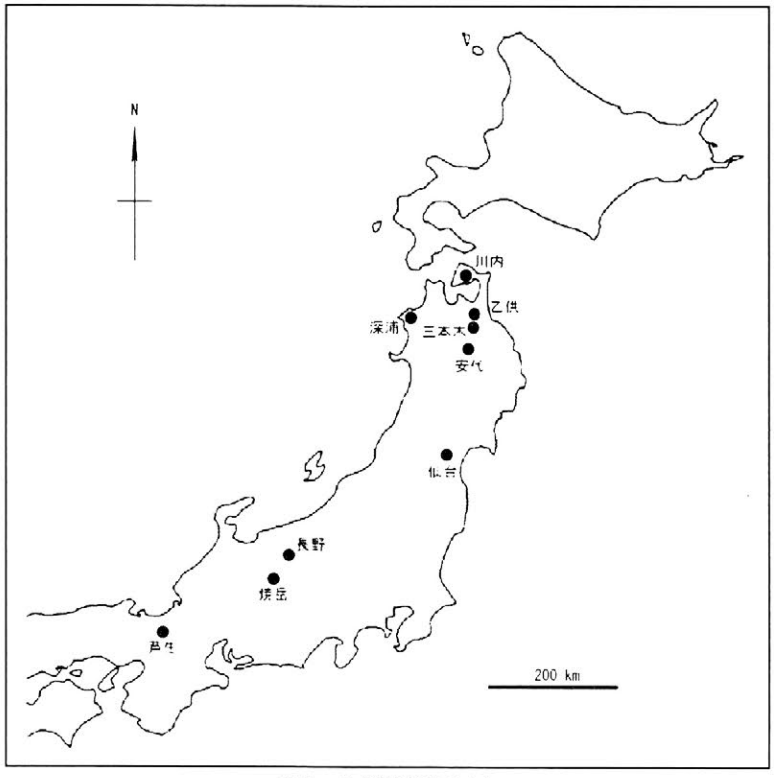


図　試料採取地

年輪幅の計測をおこなう前に，試料の木口面をカッターナイフまたは剃刀で削り，削った面に胡粉を塗って年輪が明瞭に識別できるように加工してから計測をおこなった。そして奈良文化財研究所保有の年輪読取器を用いて年輪幅を 0.01 ㎜の精度で計測し，各測線ごとの年輪変動パターンを作成した。作成した年輪変動パターンを，Baille and Pilcher（1973）および光谷（1987）の方法にしたがい，年輪変動パターングラフを用いた目視での比較と，相関分析手法での比較とを併用して，年輪変動の特性を検討した。

結果と考察，今後の課題

各採取地において，同一個体内の年輪変動パターンおよび個体間相互の年輪変動パターンはおおむね高い相関関係が得られた。このことは，同じ採取地内において同年代に形成された年輪が共通の環境の影響により変動していることが考えられる。この結果から，日本産ブナは年輪年代学研究に適した樹種であることが確認できた。

採取地間相互の年輪変動パターンを比較したところ，比較的距離が近い青森県内の採取地間で高い相関関係が得られた。一方，距離が遠い青森県と長野県とでは，高い相関関係が得られなかった。このことから日本産ブナの年輪を用いた年代特定をおこなうには，より採取地の密度を高くし，地域ごとの年輪変動特性を把握することが必要であると考えられるとともに，年輪変動パターンの類似度から産地推定に生かすことが可能であると考えられる。

本研究により，日本産ブナは年輪年代学的研究に有用な樹種であることが明らかとなり，年代未知のブナ製木質古文化財についても年輪年代学を応用する道が開かれることとなる。しかし本研究では，一箇所の採取地につき最大 11 個体の年輪変動パターンを検討したにすぎず，標準年輪変動パターンの作成にはいたっていない。今後，より多くの試料を収集し，日本産ブナの標準年輪変動パターンを作成することが課題である。

引用文献

Baillie, M. G. L. and Pilcher, J. R.（1973）A simple crossdating program for tree-ring research. Tree-ring Bulletin, 33, 7-14.

光谷拓実（1987）わが国における年輪年代学の確立とその応用（第 1 報）現生木のヒノキによる年輪変動パターンの特性検討，木材学会誌，33（3），165-174.

釧路市春採湖の沖積コア中に認められた急激な珪藻遺骸群集の変化と先史・歴史時代に発生した巨大地震津波との関係

○添田雄二*，七山 太**

（*北海道開拓記念館，**独立行政法人産業技術総合研究所）

1．はじめに

北海道東部太平洋沿岸には，縄文海進以降に生じた湿原や海跡湖が多数存在する．また，同地域は地震津波の多発地帯であり，七山・重野（1998）による報告以来，過去数千年間に堆積した泥炭層および湖沼堆積物中の津波堆積物に関する研究が活発に行われてきている（例えば，Nanayama et al., 2003）．

春採湖は，北海道東部太平洋沿岸の釧路市に位置する海跡湖で，上位の淡水層と下位の塩水層からなる部分循環湖である．湖の周囲には，チャランケチャシをはじめとする先史時代の遺跡が複数みられ，各時代の人々にとって重要な生活の場の一つであったことが伺える．春採湖は，海退に伴う湾口砂州の成立によって，約2000年前に成立したと考えられてきた（岡崎ほか，1988）．しかし，七山ほか（2001）によって採取された湖底コアの各種分析の結果，約2000年前より以前から湖の汽水環境と内湾環境が繰り返されていたことが示唆された．さらに，約15.1mからなるコアは，約9500年前～現在までの沖積層からなり，そのうちの珪藻質泥層中には，主に海成起源の砕屑粒子から構成される22層の津波堆積物（hts1~22）の存在が確認されている．今回は，当該春採湖コアを用いて，過去9500年間の環境変遷を復元する目的で珪藻遺骸分析を実施した．

2．研究手法

珪藻遺骸分析は，津波堆積物の粗粒部を除いた全層準を対象に実施した．このうち，コアの基底部と最上部を除いた部分は，明色ラミナと暗色ラミナがミリオーダーで交互に繰り返される珪藻質泥層からなる．本層の代表的な層準の明色ラミナと暗色ラミナで別々にスミアスライドを作成したところ，コア上位の明色ラミナでは，*Melosira* sp.，または *Diatoma* sp.といった1～2種のみが卓越するのに対し，暗色ラミナではこれらを含む様々な種が含まれていることが判明した．このため，ラミナが発達する泥層部分では，暗色ラミナのみを以下の分析対象とした．検鏡用プレパラートは，各層準から乾燥重量約0.10～0.01gを取り出して作成した．検鏡は，生物顕微鏡の倍率を1000倍にし，それぞれ200殻について計数を行った．

3．結果

珪藻遺骸分析の結果，コア基底部層準（基底から htd22 直下）では，海水生～汽水生種，淡水～汽水生種および淡水生種が混在して観察された．このうち，海水生～汽水生種では，底生生活を好む *Achnanthes delicatula*，*Cocconeis scutellum* などが主に観察された．

コア中部層準（htd21 直上から htd9 直下）では，海水生～汽水生種が約 40～85％と優占し，主に外洋～内湾において浮遊生活をする *Thalassionema nitzschioides*，*Thalassiosira nordenskioeldii* などが同定された．ただし，htd20 と htd19 の間および htd18 の直上では，一時的に淡水～汽水生種および淡水生種が優占することも分かった．

コア上部層準（htd9 直上から湖底面）では，海水生～汽水生種が急激に減少して淡水～汽水生種および淡水生種が優占し，特に淡水～汽水生種が約 60～90％に達することが分かった．さらに，各 htd の直上層準のみにおいて，*T. nordenskioeldii*, *T.* sp などの海水生～汽水生種が約 45～85％と優占する特徴が見られた．

4．まとめ

春採コアの珪藻遺骸分析の結果，特に古環境と地震津波との関係について，以下の 5 点が明確となった．

（1）春採湖地域では，旧石器時代後期（9500 年頃）に海進が達し，htd22 イベント（約 8500 年前）までの間，エスチュアリーもしくは干潟環境であったが，それ以降は内湾環境に急激に変化して，珪藻質泥層が堆積するようになった．この環境変化には，巨大地震津波による地形改変の影響があった可能性がある．

（2）それ以降の急激な海面上昇によって，縄文時代後期頃の htd10 イベント（約 3500 年前）までの期間は主に内湾環境が卓越した．しかし，この安定した海面上昇期間でも，htd20（約 8000 年前）と htd18 イベント（約 7000 年前）時には，一時的に湖水環境になったことが明らかとなった．これも巨大地震津波による地形改変の影響の可能性が高い．

（3）縄文時代後期～晩期頃の htd9 イベント（約 3000 年前）以降に，現在のような閉塞された春採湖の湖水環境が成立したことが判明した．これは巨大地震津波による河口閉塞，もしくは海面停滞による沿岸砂州の発達が原因であろう．

（4）htd9 イベント以降の縄文時代晩期からアイヌ文化期の間におきた 8 回の津波によって一時的に湖の塩分濃度が繰り返し上昇したことが判明した．

（5）さらに，アイヌ文化期から現代にあたる htd2 イベント（17 世紀）以降は，春採湖において大きな環境変化は認められないことは，この地の津波防災を考えるうえで重要であろう．

以上のように，先史・歴史時代に同地域を繰り返し襲った巨大な地震津波は，当時の人々にとって重要な生活の場の一つであった湖の環境に大きな影響を与えてきたと考えられる．

引用文献：七山・重野，1998，月刊地球号外，no. 15, 177-182；*Nanayama et al.*,2003，*Nature*，424，660-663；岡崎ほか，1988，春採湖及び周辺の環境保全基礎調査報告書，釧路市，12-56；七山ほか，2001，活断層・古地震研究報告，no. 1, 233-249；

有珠６遺跡周辺の古環境の様相

○鈴木　茂 *、藤根　久 *、小杉　康 **、鈴木正章 ***、
パレオ･ラボ AMS 年代測定グループ、中村賢太郎 *
* ㈱パレオ・ラボ、** 北大大学院文学研究科北方文化論講座、*** 道都大学経営学部

1. はじめに

有珠６遺跡は、有珠山の南西麓に点在する「流山」の西側斜面に位置する縄文時代前期の貝塚遺跡である。遺跡の標高は、標高９～ 15m で、現海岸線（有珠湾）からの直線距離は約 700m を測る。これまでの調査では、カキを主体とする貝層からなるが、プライマリーな貝層中からは静内中野式土器が出土し、前期前半に遡る時期の貝層であることが確認されている。また、平成 16 年度の第５次調査では、カキの純貝層中に駒ケ岳ｇテフラ（6,800-7,000cal yrs BP）が挟在することが確認されている。

ここでは、有珠６遺跡の周辺低地においてボーリング調査を実施した。その結果、№１地点において約６m に及ぶ泥炭や有機質粘土（珪藻土）からなる良好な堆積物が採取された。これら堆積物は、放射性炭素年代測定により過去 1.6 万年間の出来事を記録する堆積物であることが判明した。植生と堆積環境およびその変遷を調べるために花粉化石と珪藻化石の検討を行った。また、放射性炭素年代測定およびテフラの検討も行った。

2. ボーリング堆積物の特徴とその年代

このうち、花粉化石や珪藻化石の検討を行った試料は、遺跡から南南西約 1.4km の海岸から 100m ほど内陸側に位置する（№１地点、図１）。この付近は、かつて湿地が広がっていたが、牧草地にするため海岸付近にあった小高い山（流山）の土砂を削り埋め立てた場所である。なお、標高は約 4.5m 前後である。

このボーリング試料は、盛土部 3m 弱を含めて深度約 9m までのボーリング試料が採取できた。堆積物は、主に泥炭および有機質粘土であり、放射性炭素年代測定の結果、基底に近い堆積物の年代は 18,300 cal BC ～ 16,900 cal BC 年（2 σ 暦年代範囲）と測定された。なお、深度 5.07m 以深では砕屑物の少ない珪藻土であり、これより上位層は未分解質またはやや分解質の泥炭である。

２層準においてテフラが見られ、深度 4.1-4.3m にかけて含まれる白色テフラは、ガラスの形態・鉱物組成・屈折率測定および分布域から駒ケ岳ｇテフラと同定された。

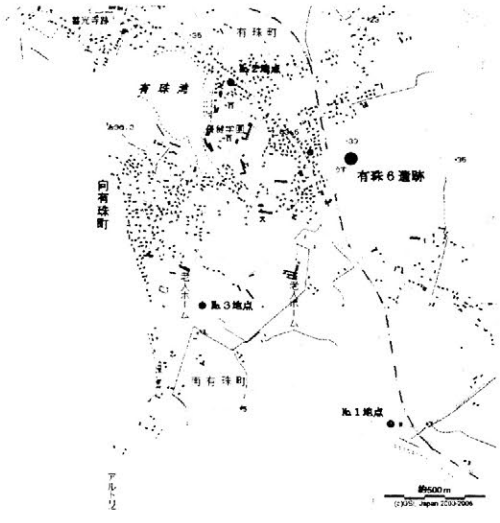


図１　遺跡とボーリング調査位置
（2.5 万分の１地形図「虻田」を使用）

このボーリング試料は、深度 7.5m 付近に 8cm ほどの砂層が挟在するものの、火砕流や岩屑なだれなどの堆積物を全く含まないことから、堆積盆としてはかなり安定した環境であったことが理解できる。

3. 珪藻化石群集と堆積環境の変遷

いずれも淡水種の出現のみであり、珪藻帯はⅠ帯～Ⅵ帯に区分された。

珪藻化石群集から、湖沼沼沢湿地から沼沢湿地へと変化したことが理解された。

4. 花粉化石群集と植生変遷

有珠６遺跡周辺における約 16,000 年間の植生変遷が以下のように認められた（図２）。花粉帯Ⅰはトウヒ属、カラマツ属の多産で特徴づけられる。花粉帯Ⅱはカバノキ属の急増とカラマツ属の減少で、花粉帯Ⅲはカバノキ属のさらなる増加とトウヒ属の減少で、花粉帯Ⅳはトウヒ属とカラマツ属の僅かながらの回復で特徴づけられる。花粉帯Ⅴはコナラ属コナラ亜属の優占で、花粉帯Ⅵはハンノキ属の優占で特徴づけられる。

5. おわりに

No.１地点のボーリング試料は、過去約 1.6 万年間にわたって湖沼あるいは湿地として継続して存在したことを示す。なお、これらの堆積物は、海の影響を直接受けることのなく湖沼あるいは湿地として存在した。

こうした立地条件において、珪藻土が形成されるような水深のある環境から、ハンノキ湿地林へと堆積環境が変化している。なお、花粉化石群集では、晩氷期の急激な温度変化期を記録していることが理解された。

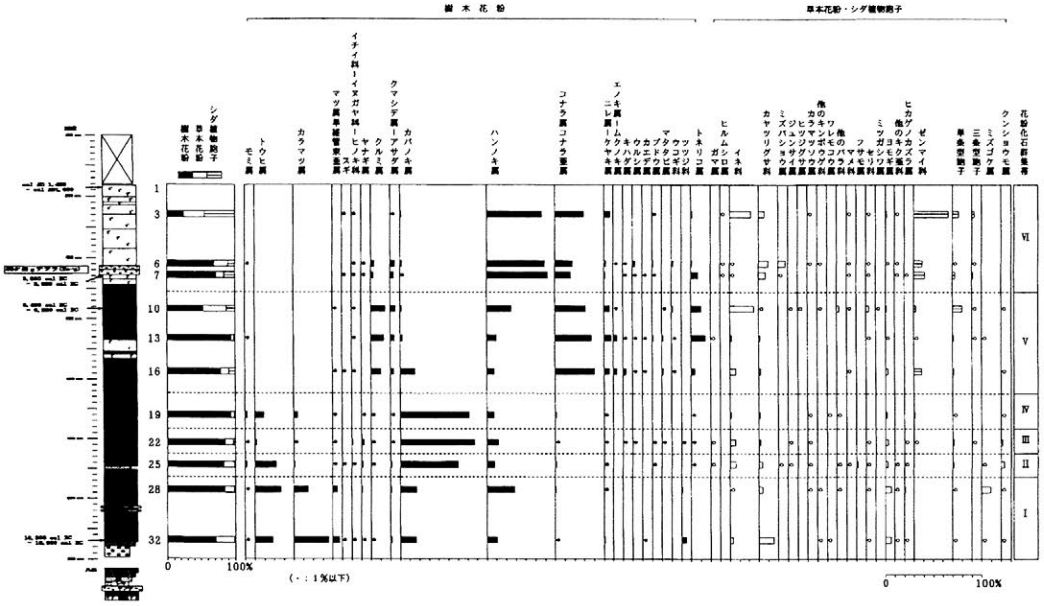


図２　No.１地点ボーリング試料の主要花粉化石分布図
（樹木花粉は樹木花粉総数、草本花粉・胞子は花粉・胞子総数を基数として百分率で算出）

有珠6遺跡におけるマガキ貝殻成長線分析

谷村　彩＊　○富岡直人＊　小杉　康＊＊
（＊岡山理科大学　総合情報学部、＊＊北海道大学　大学院文学研究科）

はじめに

発表者らは北海道伊達市有珠６遺跡について「噴火岸湾域における後氷期の自然環境の変動と人類適応」というテーマの下、分析を実施して来た。遺跡貝層の主体はマガキ *Crassostrea gigas* (Thunberg) である。多出するマガキに対して、従来の日本考古学では、計測・計量を超える自然科学的分析は進展していなかった。このマガキの動物考古学的分析法を模索しながら、生物学的特性を把握することで、有珠縄文人の環境適応戦略を解明することを目指している。

1.　分析資料

分析は、現生標本と遺跡出土標本の２種について実施した。

a.　現生資料

富岡、谷村は、九州から本州、北海道に至る日本各地のマガキを採集し、Milner (2001,2002) を参考にしながら、その殻頂部薄片プレパラートの観察を積み重ね、殻頂部の成長線観察についてのノウハウの蓄積を図った。特に岡山では岡山県水産試験場と岡山大学理学部付属牛窓臨海実験場のご協力を賜り、放流実験を実施して、成長線や成長増量の解釈を行うためのミドルレンジ研究とした。

b.　有珠６遺跡出土資料

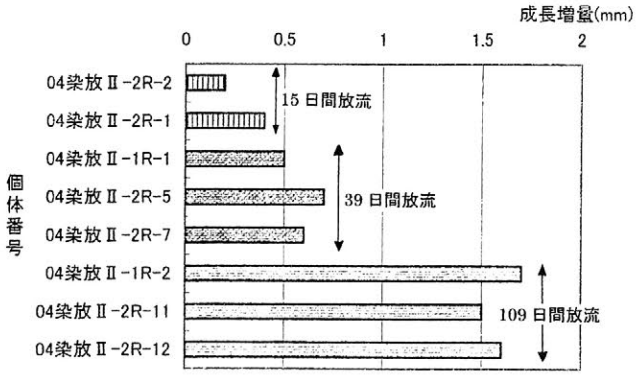
遺跡出土資料については小杉が主体となり、北海道大学学生院生諸君の協力の下、発掘区の脇で縁辺が残存しているものを中心にサンプルに努めた。

採集した貝層は全て重量を測定し、現場で選別を実施した。その際に、マガキについては左殻・右殻数や、殻の大小の分布に著しい偏りが生じないように配慮しながら、母集団を反映できるようにサンプルを行った。サンプルが十分に確保出来ない場合は、縁辺や殻頂が破損している個体もサンプル対象とした。

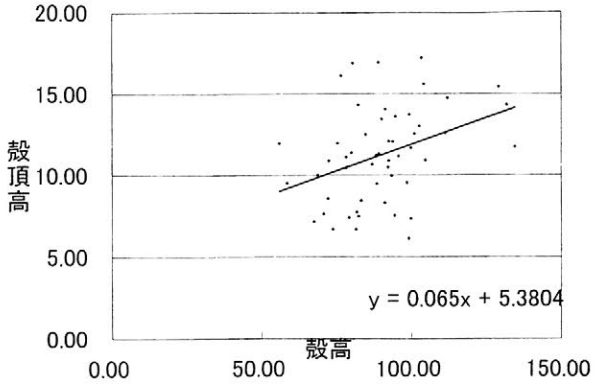
2.　分析結果

現生標本の分析の結果、季節的な成長線と成長増量パターンの解析に目処がついた。ただし、マルスダレガイ科で実施できるような、線自体のカウントは困難といえる。

有珠６遺跡出土資料の分析では、成長量が極めて多く（年齢が現生の個体群よりも高く）、殻頂の成長が殻高の成長に比して極めて大きい事、初期成長が比較的速い事が指摘できた。成長量が多い個体が圧倒的に多いため、死亡季節推定について測定誤差が大きいことが指摘出来る。

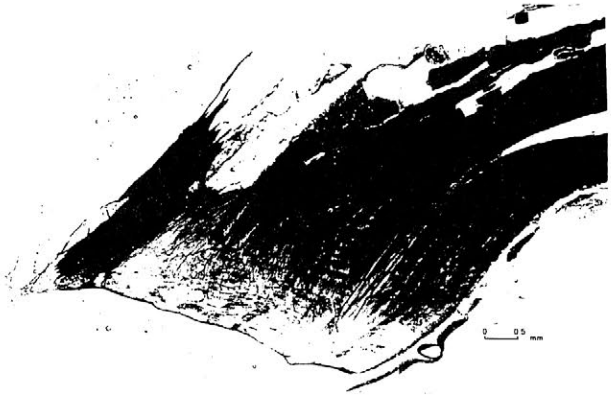


第1図 放流実験試料の成長増量
(2004年10月1日より実施)



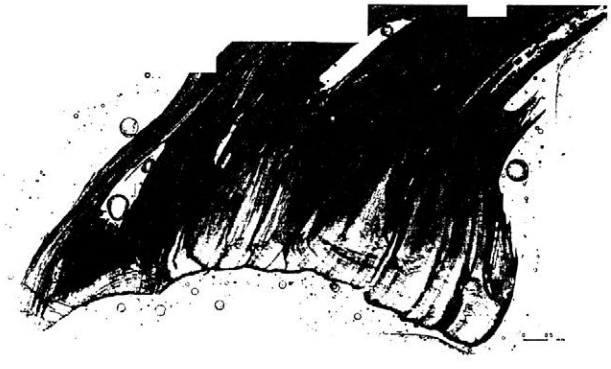
第2図 有珠6遺跡出土 マガキ 右殻
殻高と殻頂高の比較(単位:mm)

第3図 有珠6遺跡出土マガキ
(個体番号:DU6R-1～10)



第4図 有珠6遺跡出土 マガキ殻頂断面写真
(個体番号:DU6R-9)

第5図 有珠6遺跡出土 マガキ殻頂断面写真
(個体番号:DU6R-51)



第6図 有珠6遺跡出土 マガキ殻頂断面写真
(個体番号:DU6R-64)

参考文献

Milner, Nicky 2001 'At the Cutting Edge: Using Thin Sectioning to Determine Season of Death of the European Oyster, *Ostrea edulis*' "Journal of Archaeological Science"28 pp.861-873

Milner, Nicky 2002 "Incremental Growth of the European Oyster *Ostrea edulis*": BAR

P 15

北海道大学構内における地形発達と続縄文・擦文遺跡の立地

○高倉　純*、守屋豊人*

*北海道大学埋蔵文化財調査室

はじめに

札幌市北部に所在する北海道大学の構内は、その大半が K39 遺跡・K435 遺跡・C44 遺跡として登載されている。北海道大学埋蔵文化財調査室を中心として実施されてきた長年の調査活動により、構内には遺構・遺物の包蔵が多数の地点において確認されている。これまで発見されてきた地点のほとんどは、続縄文・擦文文化の時期に形成されたものである。本発表では、続縄文から擦文の時期にかけての地形発達と遺跡立地との関係についてアプローチしていく際の課題点を明示していくことにしたい。

地形の概要

北海道大学構内は、小地形面としては札幌扇状地の末端と北側に延びていく沖積平野が接する区域に立地している。豊平川扇状地の中央部を北にのびる堆積体は、約 3,500 年前に急速に堆積し、それ以後は扇状地の地形を大きく変えるような洪水は起きていないと考えられている（大丸 1989・2003）。北側に延びる沖積平野には、扇端地から湧出した水を集めた蛇行小河川が流れていたことが知られている。

問題設定

これまで石狩低地帯における続縄文・擦文文化の遺跡は、扇端地や沖積平野における小河川沿いに立地する傾向があることが、何度も指摘されてきた。北大構内の遺跡立地は、その典型的な姿を示すものと理解できる。こうした評価は、現時点でも基本的には妥当なものといえる。当該期の遺跡立地に関して、北海道内の他地域との比較も視野にいれるならば、まさにそうした小河川との結びつきこそが、大局的な観点から強調されねばならないことは確かであろう。

しかし、今後、地域間のレヴェルで人間活動の変異を把握していくだけでなく、地域内あるいは遺跡内のレヴェルで人間活動の変異とその形成過程を追求していこうとするならば、micro-environment とのかかわりのなかで評価していく視点が必要となる。そのとき、「小河川沿いに立地する」という傾向を指摘するだけでは、遺跡立地に関する議論は、上述のような観点からの研究に結びついていくことはなかろう。こうした考えにもとづくならば、北大構内の遺跡立地に関して、以下のような課題の検討をおこなっていくことが具体的には必要と考えられる。

a）扇端地に接する沖積平野の発達史については、実のところよく分かっていない点が多い。この小地形面の表層地質は、主に河川からの堆積物によって構成されていると考えられるが、扇端地からの蛇行小河川の洪水だけでは説明しがたい堆積物も認められるという（平川・中村 2002）。いつ頃、続縄文・擦文文化の段階のような地形が形成され、それを大きく変化させるようなイベントは起こっていたのであろうか。

b）これまで北大構内において復元されてきた小河川（「サクシュコトニ川」や「セロンペツ川」）の位置は、主に近代以降の地図や航空写真とその解析にもとづいて想定されてきた。しかし、その位置は、擦文文化、そして続縄文文化の段階にまで該当するのであろうか。小河川とはいえ、遺跡内活動変異とのかかわりを念頭にいれて議論をおこなおうとするならば、微地形面の形態変化を拘束している大～小地形面レヴェルでの通時的な変化、およびそれを背後で拘束している環境変遷との関係も視野におさめた、ダイナミックな通時的復元が必要になろう。

c）これまでの北大構内の遺跡立地に関する評価は、Ⅰ）河川、Ⅱ）河川沿いの微高地、Ⅲ）ときに後背湿地、を基本的な微地形面として、Ⅱへの立地を指摘するにとどまっていた。しかし、河川沿いの微地形・超微地形面の形態は、北海道大学構内という東西南北が数 km の範囲内でも一様ではないことが分かってきている。河川が作り出す多様な微地形・超微地形面の形態にあわせ、どのような人間活動の痕跡が残されているのか、を明らかにしていこうとする視点が必要と考えられる。

検討対象と結果

それぞれ提起された課題について、本発表ではどのような資料を対象とし、検討の結果どのような見通しが得られたのかについて、以下に要点のみ記す。

a'）本発表では、2001～2002 年度に調査された人文・社会科学総合教育研究棟地点から得られた材料をもとに、続縄文・擦文文化の段階の地形がいつ頃形成されたのかについて推定する。また、構内各地で得られたデータをもとに、大規模な洪水が起こった時期に関しても推定していく。

b'）本発表では、人文・社会科学総合教育研究棟地点、2003 年度に調査された創成科学研究棟南地点を材料として、河川の位置の変化に関するデータを示し、その意味するところについて考察を加える。結果的に、主に続縄文文化の後半段階を境として、場所によっては河川の位置が大きく変化しており、人間活動の空間的な位置もそれにあわせて大きく変化を余儀なくされていることがわかった。

c'）本発表では、人文・社会科学総合教育研究棟地点、1999～2000 年度に調査された西門地点、および構内各所で実施された試掘調査の際に得られたデータを示し、この課題について考察を加えていく。ここではとくに、従来の微地形面に関する前提からやや逸脱する事例について取り上げることにしたい。それは、河川の開析によって形成された約１～２ｍの深さをもつ小さな谷のなかに、河川の蛇行流路およびそれに面する低平な平坦面が、形成されていたのが確認されたことである。そうした平坦面が形成されていた地点においては、谷に面する微高地上だけでなく、谷のなかの平坦面にも人間活動の痕跡が残されている。続縄文文化の段階で、微地形・超微地形面の違いに応じて、営まれていた人間活動の内容の変異を考察する視点の必要性がでてきたのである。

縄文時代の稲作伝播とその広がりに関する実証的調査研究（１）
-プラント・オパール分析からみた北部九州における縄文後晩期の稲作の広がり-

○宇田津徹朗＊、蔵田真一＊
＊所属機関：宮崎大学

１．はじめに

筆者らは、平成12年度より科学研究費の補助を受け、プラント・オパール分析を用いて、水田稲作以前の稲作伝播とその広がりについて調査を進めている。

北部九州は、大陸との位置関係をはじめさまざまな点から、上記の課題を研究する上で極めて重要な地域である。

ここでは、筆者らが、当該地域に所在する縄文時代の遺跡の土壌および出土土器胎土のプラント・オパール分析を行い、北部九州における縄文稲作の存在とその広がりについて検討した結果を報告する。

２．材料と方法

１）調査分析を行った遺跡

今回、調査分析を実施した遺跡は、北部九州に所在する縄文時代の12遺跡である。これらの内、上東原塚畑遺跡については、直接試料採取を行い、他の遺跡については、土器および自然科学分析用に保存されていた遺跡土壌を分析に用いた。

なお、分析試料の選定および提供にあたっては、福岡県教育委員会、大平村教育委員会、小郡市教育委員会、久留米市埋蔵文化財センターにご協力をいただいた。

【調 査 遺 跡】
①広田遺跡
②上深江・小西遺跡
③江辻遺跡
④山崎遺跡
⑤クリナラ遺跡
⑥津古土取遺跡
⑦神道遺跡
⑧西小路遺跡
⑨正福寺遺跡
⑩上唐原塚畑遺跡
⑪東友枝曽根遺跡
⑫猫垣遺跡

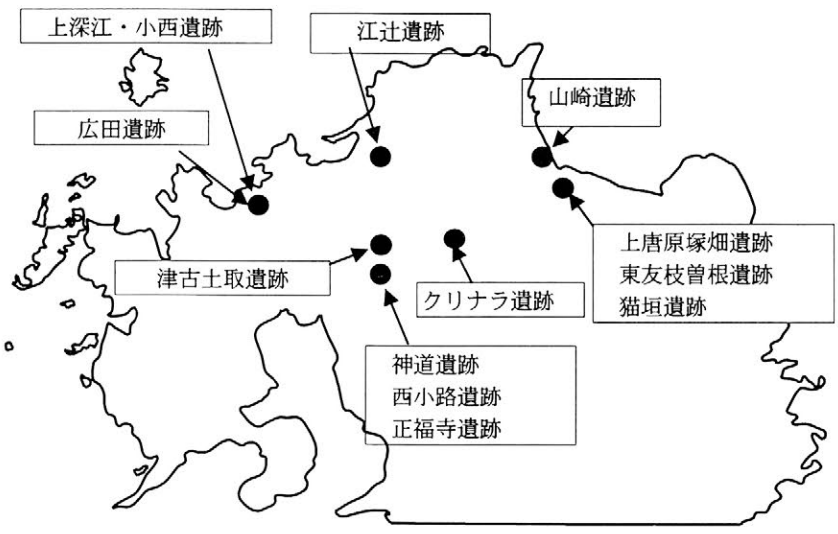


図１　調査遺跡の分布

2）試料の処理および分析の方法

土壌および土器は、プラント・オパール分析用試料に調整した後、イネ（*Oryza sativa* L.）、ヨシ（*Phragmites communis*）、タケ（*Bambusaceae*）、ススキ（*Miscanthus sinensis*）、キビ族（*Paniceae*）について同定とその定量を行った。

3．結果

調査分析を行った 12 遺跡のうち 7 遺跡の遺跡土壌や土器からイネプラント・オパールが検出されている。なお、土壌については、上唐原塚畑遺跡以外は、発掘調査時に保存されていた試料であるため、汚染源となる上層土壌の分析が完全に行えず、時代の特定については限界があった。検出密度が高いものについては、基本的に問題ないと判断されるが、定性レベルでの検出例については、今後、土器の分析などを追加してさらに確認を進める必要がある。

しかし、少なくとも、土器の分析結果や上唐原塚畑遺跡の土壌分析の結果から、縄文後期～晩期にはすでに、北部九州で稲作がある程度のひろがりをもって営まれていたと推定される。

表 1　分析結果の一覧

遺跡名	検出状況		
北部九州	イネ P.0.	検出試料	時代
①広田遺跡	検出	土壌	縄文晩期
②上深江・小西遺跡	検出	土壌	縄文後期
③江辻遺跡	－	－	－
④山崎遺跡	検出	土器	縄文後期後半～末
⑤クリナラ遺跡	検出	土壌	縄文晩期
⑥津古土取遺跡	検出	土器	縄文晩期
⑦神道遺跡	－	－	－
⑧西小路遺跡	－	－	－
⑨正福寺遺跡	－	－	－
⑩上唐原塚畑遺跡	検出	土壌	縄文後晩期
⑪東友枝曽根遺跡	検出	土壌	縄文後晩期
⑫猫垣遺跡	－	－	－

（－：未検出）

4．まとめ

調査の結果、縄文後晩期の遺跡試料からイネプラント・オパールが検出された。今後は、さらに縄文後期の稲作の広がりに関するデータの充実を進め、縄文時代の稲作の地理的な広がりを明らかにしてゆきたい。

また、今回の分析により、水田稲作が想定されるような立地に所在する遺跡からも稲作の存在を示すデータが得られている。この点からは、今後、立地の異なる遺跡を対象とした比較調査を進めるとともに、遺構を伴わないような低湿地に展開した始原的な水稲栽培の存在の可能性についてもボーリング調査などを用いることにより検証を行う必要があると考える。

P 17

珪藻分析からみた古墳周濠の環境変遷

○竹野真一郎*、金原正明*、寺澤薫**、橋本輝彦***
(*奈良教育大学、**奈良県立橿原考古学研究所、***桜井市教育委員会)

１．はじめに

古墳は、単なる墓ではなく儀礼の場でもあると考えられている。周囲にめぐらされる濠の機能や築造後の変遷は、古墳を考える上で重要な知見となる。ここでは、奈良県桜井市に位置する纒向石塚古墳の周濠堆積物の環境考古学分析を中心に行い、古環境を復元することによって、周濠の機能を明らかにし後の変遷過程を行う。加えて、周辺の箸墓古墳、東田大塚古墳といった同時期の築造と見なされる古墳の周濠との比較も行い、検討を加えた。

２．纒向石塚古墳

珪藻分析の結果から、周濠は古墳築造当時から流水の影響を受け、完全な流水のある水域となっていた。５世紀から７世紀ごろには、流水環境を維持しながらも水草が繁茂する沼沢地の環境となる。花粉分析の結果をふまえて考えると、イネ属型を含むイネ科の花粉が出現し始めるため、５世紀から７世紀にかけて水田化が行われたと考えられる。

３．箸墓古墳

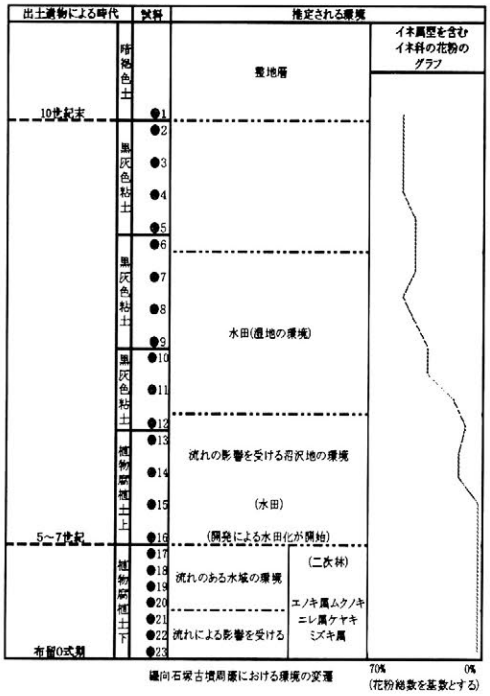
珪藻分析の結果、内濠の試料からは、河川からの多少の流入のある沼沢地の環境が推定でき、水を溜める機能を有し、河川からの流れ込み、あるいは引水がなされていた可能性が高い。また、外濠と見なされる地点の試料では、築造当時の堆積物からは珪藻がほとんど検出されず、乾燥した環境であったと考えられる。それ以後は止水性種が卓越することから、河川や流水の影響がほとんど無い滞水域となった。花粉分析の結果から、４～５世紀ごろには近隣に水田や畑が分布していたと推定される。

４．東田大塚古墳

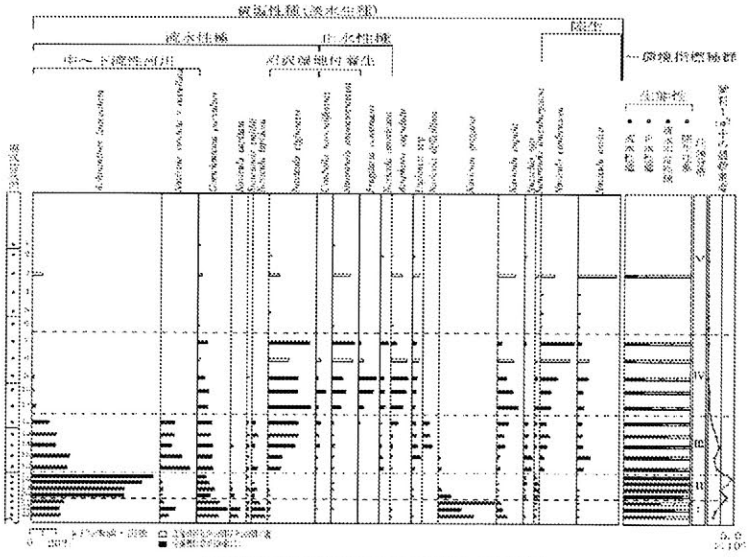
珪藻分析の結果から、築造当初は水草の生育するやや流れもある沼沢地の環境が示唆され、東田大塚の濠は流れながらも滞水していたことがわかっている。花粉分析の結果もふまえて考えると、布留０式新相期以降の開発による水田化が推定される。また、サンプリング地点によっては珪藻があまり検出されず、乾燥した環境が示唆され、空堀状であった可能性がもたれる。

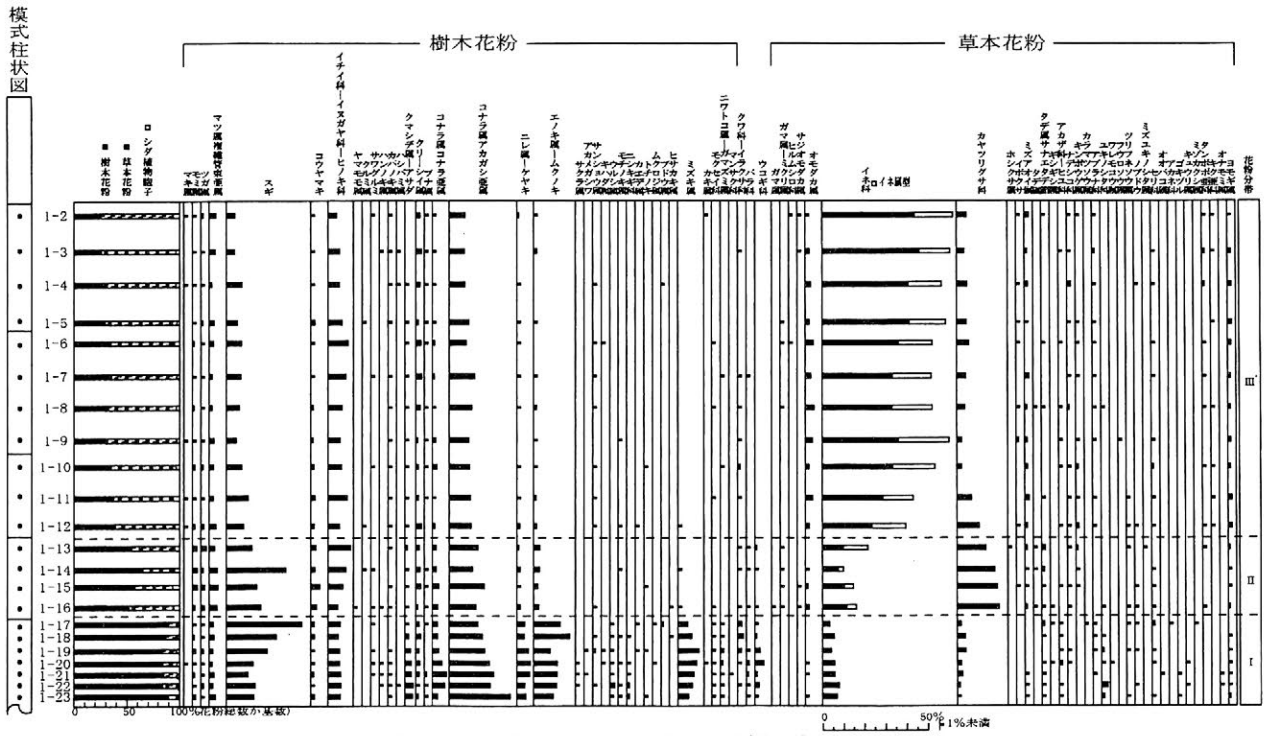
5．まとめ

纒向石塚古墳をはじめ、箸墓古墳の内濠、東田大塚古墳の周濠は水を溜める機能を有していることがわかった。これらの古墳の周濠からは、導水用の溝らしい遺構が検出されていることから、河川などの流水を引き込むことで意識的に滞水させていたと考えられる。古墳は築造後、改修などが行われず放置されたままとなり、周濠はさほど時間が経たないうちに荒廃し、５世紀前後から再開発の対象となり、水田または畑といった農耕地となっていったと推定される。



纒向石塚古墳周濠における環境の変遷


纒向石塚古墳周濠における主要花粉ダイアグラム



纒向石塚古墳における花粉ダイアグラム

長原遺跡 02-8 次調査における畠状遺構の花粉分析および種実同定

－古環境の変遷と古代農作物について－

○上中央子*、大庭重信**

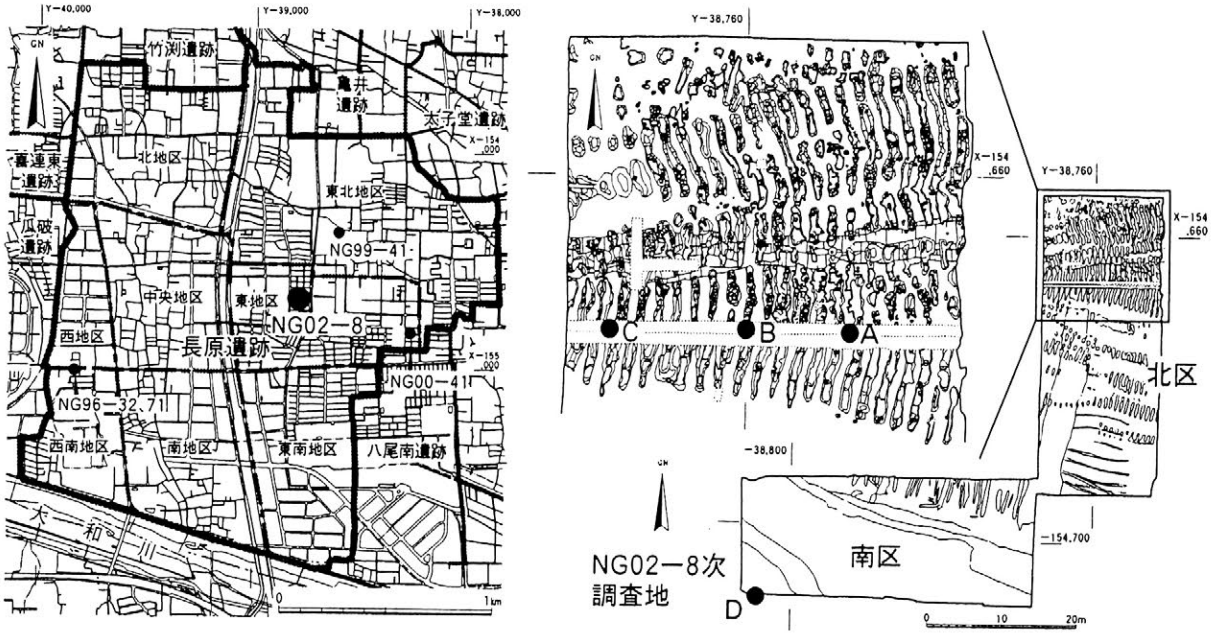
（*京都造形芸術大学大学院芸術研究科　**財団法人　大阪市文化財協会）

1. はじめに

遺跡を覆う地層に含まれた微細な花粉や種実などの植物遺体は、生育していた当時の植生環境を明らかにし、これまでの歴史認識により多くの具体性を加えることのできる要素の一つである。また、農作物には人間によって管理・栽培されてきた長い歴史があり、農作物やそれに随伴するいわゆる雑草なども歴史や文化を物語る重要な要素であるといえる。本研究では、大阪市平野区長原遺跡 02－8 次調査で検出された奈良時代の畠状遺構（図 1）を例に、耕作が行われていたのか、そこで何が栽培されていたのか、遺跡周辺の古環境はどうであったかを明らかにするため、花粉分析および種実同定を行った。

2. 調査の概要と分析試料

調査地は、弥生ー古墳時代の集落が営まれた出戸自然堤防上に位置している。縄文時代晩期に相当する長原遺跡標準層序の NG9B 層の上に形成された古土壌（NG9A－7B 層相当）内からは、当該期の膨大な遺構・遺物が見つかった。またその上の NG6A・B 層相当層では、飛鳥・奈良時代の耕作遺構を検出した。このうち、奈良時代の遺構は微高地側の北区で検出した短冊状に並ぶ溝群で、形状から畠状遺構と呼称した。



＜図 1　調査地および試料採取地点　大阪市文化財協会、2005＞

分析試料は、畠状遺構の畝の構成層を含むA・C地点と、畝間の埋土を含むB地点から採取した。また、畠状遺構が形成された時期の植生環境とその変遷を明らかにするため、低地側に当たる南区南壁D地点でNG9B一7A層に相当する試料を連続して採取した。

3. 試料の処理と花粉・種実の同定

花粉分析は、湿潤重量で約30ｇの試料を用いて野尻湖花粉グループ（野尻湖花粉グループ、2000）に従って処理し（今回は含水率算出の工程を除いた）、プレパラートを作成した。種実同定試料は、A・B・C地点では5試料各36リットル、D地点では3試料各18リットルが大阪市文化財協会によって開口0.25mmの篩で水洗篩別された。

花粉の同定はプレパラートを400～1000倍の光学顕微鏡下で行った。さらに、この途中で出現する草本花粉・シダ植物胞子も同定、計数した。種実の同定は、8～40倍の実体顕微鏡下で行った。

4. 分析結果と考察

D地点（縄文時代晩期から飛鳥時代前期）

D地点は縄文時代晩期から飛鳥時代前期にかけて湿地環境であったと考えられる。古墳時代中期にはいわゆる「人里植物」が生育し、近辺に人が生活していたことを推定した。発掘調査では、D地点近辺で土器や骨・木製品など大量に出土するほか、微高地上では建物跡も検出され、人間活動が活発であったと考えられていることに対応する。飛鳥時代には水稲栽培が行なわれるようになったと考えられる。

A・B・C地点（縄文時代晩期から古墳時代中期）

A・B・C地点は縄文時代晩期から古墳時代中期にかけて草地環境であったと考えられる。B地点における弥生時代前期から古墳時代中期の層準では、乾燥環境と湿地環境両方の植生を示す花粉・種実群集が得られた。採取地点におけるいくつかの堆積環境の例を想定した。

A・B・C地点　畠状遺構（奈良時代）

畠状遺構が機能していたと考えられる層準からは、水稲栽培を示す花粉・種実群集を顕著に検出した。栽培植物と考えられる花粉・種実の種類には、イネ属型花粉と炭化したイネの種子、ソバ属花粉がある。花粉や種実の出現量からおもに水稲栽培が行われたと推定されるが、今後これらの結果と畠状遺構の関係を詳細に検討する必要がある。

引用文献

大阪市文化財協会2005、「長原遺跡発掘調査報告書ＸⅡ」

野尻湖花粉グループ2000、「長野県野尻湖周辺地域における約7万年前の古植生・古気候－　琵琶島沖泥炭層の最上部から貫ノ木層の下部にかけての花粉分析－」『野尻湖ナウマンゾウ博物館研究報告』8、pp. 153-160）

P 19

風倒木痕とは似て非なる古地震痕跡 — 大阪府讃良郡条里遺跡の例

○松田順一郎*・井上智博**
(*(財)東大阪市文化財協会，**(財)大阪府文化財センター)

1．土壙状変形

大阪府寝屋川市の讃良郡条里遺跡では，古墳時代初頭の層準で，堆積層の土壙状の変形が多数検出された(約5300m^{2}の調査範囲内に約70か所)．平面形はおよそ長楕円形をなし，長径1～5m，深さ40～60cmで，変形内部を除去すると浅い椀状の窪みになる．1つの変形痕跡から庄内式土器片が1点出土した以外，この内部からは遺物がほとんど出土せず，掘削にともなうブロック土や基盤層上面の掘削痕跡が見出せなかった．土壙状変形凹部の主要部分は，その場の泥質砂，砂質泥を主とする堆積層の累重をほぼ保ったまま，一方向に傾斜した土塊で充填されており，椀状の基底で堆積物が破断され，地表付近の土塊が数10～90°回転したように見える．平面的な検出パターン(変形最上部の水平断面)では，長楕円軸を挟む両側周縁部に半月～三日月形で暗色堆積物が分布し，土塊の回転で地表面が落ち込んだ側 (変形の後方) とせり上がった側 (変形の前方) には，変形時点の地表面にあたる土塊上端付近の土壌化した堆積物が回転にともなって生じた空隙を充填したようにも見える．以上の特徴をもつ土壙状変形は，樹木の転倒にともなって，樹木根系に保持された地表付近の堆積物が回転しつつ抜け上がり，その後埋没した風倒木痕と解釈されることが多かった．

2．土壙状変形の観察・検討結果

讃良郡条里遺跡で検出された土壙状変形とその堆積物を，回転軸にほぼ直交する現地断面(Fig. 1) と室内に持ち帰った不撹乱試料で詳細に観察・検討した結果，本遺跡ではこれらが風倒木痕であることを「支持しない」以下のような特徴が認められた．

(1) 風倒木において，変形土塊を保持する主根-側根階層パターンをなす樹木根系の痕跡は認められなかった．むしろ土塊全体に草本ないしは小低木のものと思われる根痕が認められた．

(2) 回転した土塊内部でも，初生の堆積物とそれにともなう土壌は，下に凸な円弧をなす主要なすべり面に接した下辺部ほど大きな角速度で移動したようなずれ，あるいはせん断面を生じていた．つまり，土塊内部にも回転にともなう変形がおよんでいた．

(3) このほか，風倒木にしばしば認められるような抜け上がりや，転倒方向の根系側部を支点とする回転にともなう，垂直ないしそれに近い質点の移動を残す痕跡はなかった．むしろ変形の機構は，地表付近の層すべりが生じ始めた後，より後方の土塊が後方回転しつつ押しつけられ，前方地表側がせり上がったもので，水平方向のせん断応力を初期的な主成分とした変形と考えられる．また，本遺跡の検討事例では変形土塊の上部が後世に削平されていたが，観察範囲では堆積物はせん断面も含めて，互いに接触して変形したと考えられる．樹木転倒直前まで続く動揺で生じた堆積物の不均等圧縮や空隙の痕跡はなかった．

(4) 変形土塊の主要なすべり面は，変形の検出面下40～60cmまでを構成するひじょうに砂がちで，土壌帯をともなう3，4枚の砂質シルト層 (部分的に近傍の流路氾濫に由来する砂層) 累重の最下部とその下位の砂質粘土質シルト層の層界付近にあり，含水比やダクタリティといった物

理的性質の境界にあたる．検出された変形の深さが大きくばらつかないのは，これらの堆積層が調査地に広く分布し，せん断応力に対して堆積物が同様に応答したためと考えられる．数m以上のスケールでみた場合，樹根のような堆積物に不均質を生じさせる物質はむしろこの現象とは矛盾する．

(5) 変形下底の主要なすべり面では，泥質堆積物が後方の初生の位置と前方の移動後の位置との間で長くひき伸ばされて挟まっていた．泥のダクティリティに加え，液状化による特徴と考えられる．

(6) 多数の土壙状変形を見た場合，それらの平面形長軸と土塊のすべり方向は直交する．風倒木ではこのような現象についての積極的な原因が見出せない．本遺跡では，すべり方向は北西→南東が卓越するが，その両側90°までのばらつきは所々にあり，卓越方向とは逆方向のすべりも数例みられた．これに対して風倒木では，樹木の分布密度や樹冠の形状，林地の傾斜，起伏などによって異なるが，樹冠が密集せず下層木がなければ，樹木の転倒方向は卓越風向に調和的でばらつきが小さいようである．

(7) 2，3の土壙状変形が切り合っている場所があり，風倒木では考えにくい．

以上のような，個別の土壙状変形とその群集の特徴からは，風倒木とは認めがたい形態的特徴がみとめられ，形成機構が推測された．その発生要因となる，広範囲に堆積物を土塊として移動･変形させるような高エネルギー現象として地震動はもっとも可能性が高い．地震発生時には地表下のさまざまな深度で水平方向のせん断応力が生じる．実際に，河内平野南部のいくつかの考古遺跡では，古地震にともなって形成されたと考えられる水平のすべり面が，地震発生時の地表下1～3mに，半径数10～数100m範囲で連続して認められることがある．土壙状変形は，それらより浅い地表下数10cmで，たとえば変形物質の含水比や下位堆積物の液状化などのパッチ状に平面分布する要因をともない，水平のせん断応力が回転すべりによって地表付近で解放される破壊様式で発生したものと考えられる．なお，本遺跡と同様な土壙状変形は，東大阪市池島遺跡の縄文時代晩期～弥生時代前期の堆積層で検出されており，その地震痕跡の可能性を現地で寒川旭氏が口頭で指摘しておられる．

ポスター発表では，土壙状変形構造の軟X線写真や平面分布図とともに現世風倒木の事例を示し，さらに検討を深める予定である．

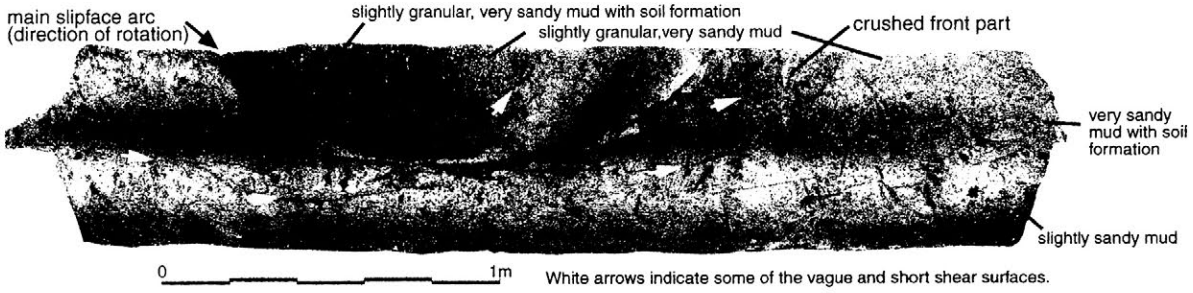


Fig. 1 Cross section of the pit-like deformation structure along the direction of the sediment block rotation.

本研究では，大阪府文化財センターの国乗和雄，亀井聡，広瀬時習の各氏からは池島遺跡の土壙状変形について，弥山小屋の西岡満氏，北海道大学埋蔵文化財調査室の高倉純氏からは現世風倒木の現地見学で多くのご教示たまわりました．元興寺文化財研究所の村田忠繁氏には，不撹乱試料の軟X線撮影をしていただきました．これらの方々に深くお礼申しあげます．

遺物の層位撹乱をもたらす割れ目の基礎研究
—道北地域の割れ目痕について—

○趙　哲済*、小倉徹也*
*財団法人　大阪市文化財協会

1．はじめに

遺跡の発掘調査では、接合する遺物が異なる地層から出土したとされる例が少なからずある。旧石器調査においては特に厄介な問題であるが、このような現象をもたらす原因のひとつに、地層の堆積後に生じた割れ目による層位撹乱が関与していると考えられる。地層中の割れ目痕には、中緯度地域の乾裂痕や、高緯度地域における周氷河現象としてのアイスウェッジ・サンドウェッジ、季節的凍土地域に形成されたソイル・ウェッジなどの痕（カスト）が知られている。これらの形成機構の相違と移行性を明らかにすることは、旧石器時代の考古学の調査研究にとって重要だと考えられる。

本発表では、上記研究の一環として、道北の猿払村芦野で観察した大小2形態の割れ目痕を記載し、割れ目内充填物の埋積過程について検討する。なお、当該地は猿骨川とカリベツ川に挟まれた段丘の末端付近で、海抜は約15mである。地形面は最終間氷期に形成された海成段丘面である浅茅野面にあたり（重粘地グループ1964など)、割れ目の形成時期は最終氷期の中だと考えられている（三浦ほか1995)。

2．割れ目痕の観察

1）割れ目痕1　　割れ目痕1を含む地層は6層に大別でき、割れ目痕1は割れ目の基盤層である第5層の上面を上限とし、第4層が充填する。漏斗状の断面形態をもち、深さは300 cm以上ある。割れ目幅は上限で95 cm、漏斗のくびれ部にあたる深さ50 cmで幅30 cm、深さ300 cmで幅11 cmであった。基盤層は上限から150 cmまでは割れ目側に垂れ下がり、それより下位では顕著な垂れ下がりはない。割れ目の内部には、漏斗状部分に鉛直方向～漏斗状斜面に沿う砂礫のフィシャー状配列が認められる（第4層）ほか、筒状部分には第6層から剥離した複数の偽礫が認められる。

2）割れ目痕2　　割れ目痕2を含む地層は4層に大別でき、割れ目痕2は割れ目の基盤層である第3層の上面を上限とし、第1b層と第2層が充填する。鋭角の楔状の断面形態をもち、深さは170 cm以上ある。割れ目幅は上限で9 cm、深さ50～60 cmで2～5 cm、深さ76 cmより下位は開口せず、腐植酸が染み込んだ2条の割れ目だけが延びる。割れ目の基盤層は上限から50 cmまでは割れ目側にまくれ上がるが、それより下位では顕著な変形はない。割れ目の内部には、割れ面に沿って中礫の突っ立った配列が認められ（第2a・2b層)、さらにその内側を深さ76 cmまでササの根が密生した腐植質の第1b層が埋める。

3．検討

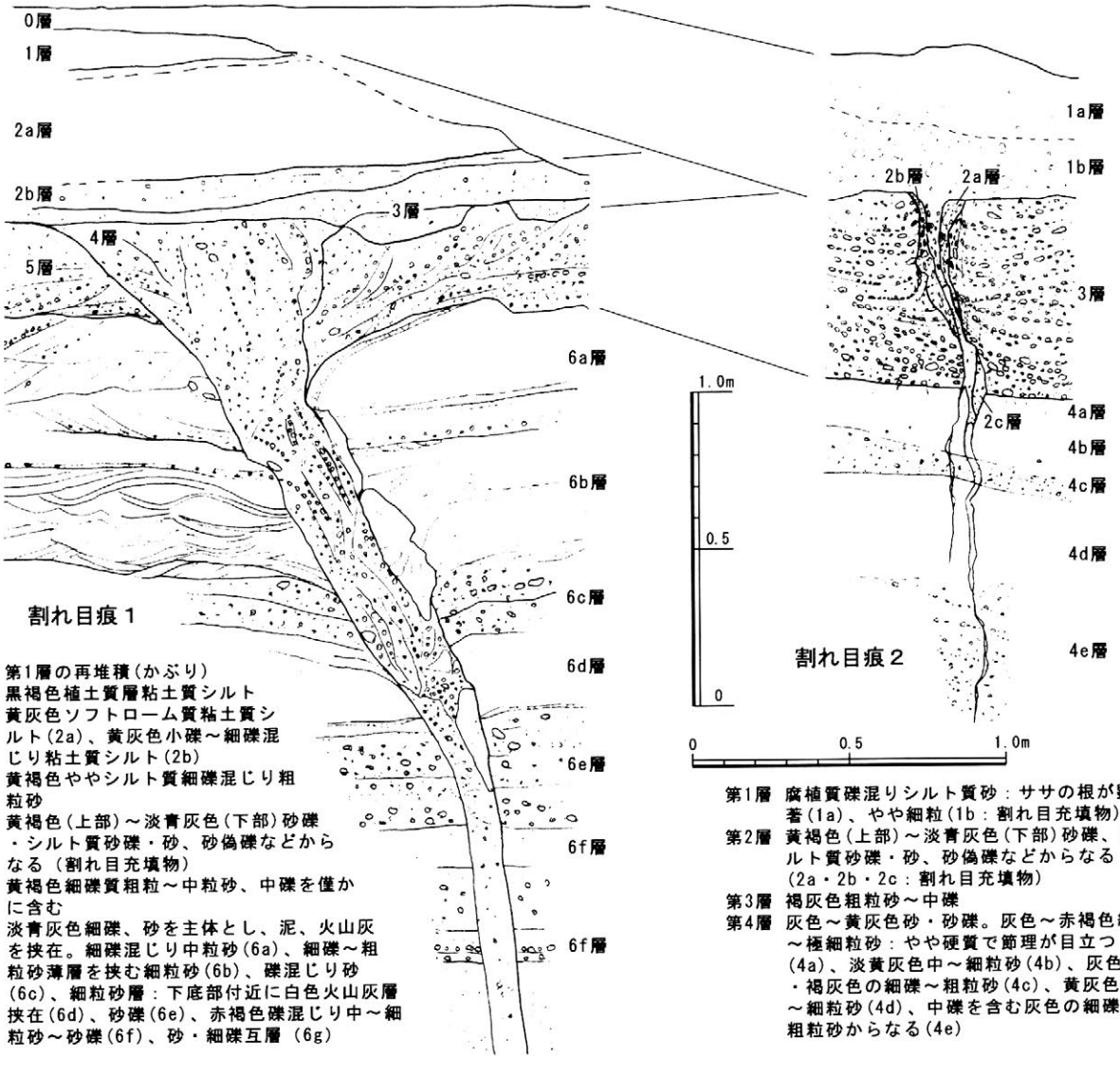
割れ目痕1はその規模から見て、中緯度地域にみられる乾裂痕とは明らかに異なり、凍結割れ目痕と考えられる。一般に、アイスウェッジは氷の膨張により基盤層にまくれ上が

り現象がみられるが、割れ目痕1の基盤層にはまくれ上がりはなく、融解時に生じたとみられる垂れ下がりがある。また、割れ目内の偽礫は大きく、最寄りの基盤層から落下したと判定できる程度に堆積構造を残している。このことは、割れ目内外の氷および凍土の融解の過程で未固結の割れ目充填物が徐々に下方に移動したことを示唆する。一方、割れ目痕2の基盤層のまくれ上がり現象は、アイスウェッジの特徴のひとつである。また、割れ目内を腐植質の砂（第1層）が充填していることは、割れ目の最終充填時期が腐植質土壌の形成が顕著な完新世であった可能性を示唆する。

以上のことおよび割れ目内充填物の配列などから、観察した2例の割れ目痕は、アイスウェッジかこれに類似する凍結割れ目の痕であり、割れ目内外の氷および凍土の融解に伴う割れ目の充填は、緩急をもちながらも段階的ないし断続的に行われたと推定され、晩氷期のみならず後氷期（完新世）にまで続いた可能性がある。そうなると、道北・道東地域では後期旧石器遺跡時代の遺跡調査はもとより、縄文時代の遺跡調査においても、凍結割れ目による層位撹乱を疑ってかからなければならなくなる。

文献　重粘地グループ1964：東天北地域の表層地質と成因的土壌型．地球科学,75,10-12.

三浦英樹 1994：北海道北・東部における化石凍結割れ目構造の起源．地学雑誌,104,189-224.



P 21

古代奈良盆地における森林変遷と土地制度の対比

○ 東央*、金原正明*、深澤芳樹**
(*奈良教育大学、**奈良文化財研究所)

1，はじめに

花粉分析は、森林を構成する樹木のほとんどが風媒花の植物であり、多量の花粉を生産するため、森林の変遷を復元するのに適している。本研究では平城京内で花粉分析を行い、その結果より古代奈良盆地の森林変遷を復元し、奈良時代に立法された三世一身法・墾田永年私財法との対比を行った。

2，奈良盆地の森林変遷

花粉分析の結果から、古墳時代から奈良時代には奈良盆地においてコナラ属アカガシ亜属やシイ属を主とし、スギが混在する照葉樹林が分布する。古墳時代には平地においても森林がみられ、比較的森林が分布していたと考えられる。古墳時代から飛鳥時代にかけて平地の森林が減少するが、飛鳥時代から奈良時代にかけては時代の経過に伴う森林の減少や構成要素の変化がみられない。平安時代以降には森林が減少する。特に、奈良時代まで構成要素の中心であったコナラ属アカガシ亜属を中心とする照葉樹林が減少し、それに変わってマツの二次林が成立する。

3，土地制度との対比

古代律令国家において、大化改新を契機に班田収授法が採用される。しかし、奈良時代には人口増加に伴い班田収授法は崩れてしまう。そのため、新田の開発を促進するために三世一身法、墾田永年私財法の発布が行なわれる。このような歴史的背景を踏まえると、奈良時代には新田開発のために森林の減少が見られてよいと考えられる。花粉分析から飛鳥時代と奈良時代の樹木花粉の割合を比較したが、森林の減少および森林の構成要素に変化は見られず、マツの二次林の成立も見られない。これより、奈良盆地では飛鳥時代以前に水田化できる土地が開発されてしまい、奈良時代には法令の発布により森林を開発して新しく水田化が行われることはなかったと推測される。そのため、三世一身法、墾田永年私財法の発布は奈良盆地に対しては関連がなく、奈良盆地以外の地域を対象として発布された可能性が推測される。今後、奈良盆地以外の地域において森林変遷の時期と新規開発田をめぐる諸制度との対比を行なえば、より開発と新規開発田をめぐる諸制度との関連が明らかになるだろう。

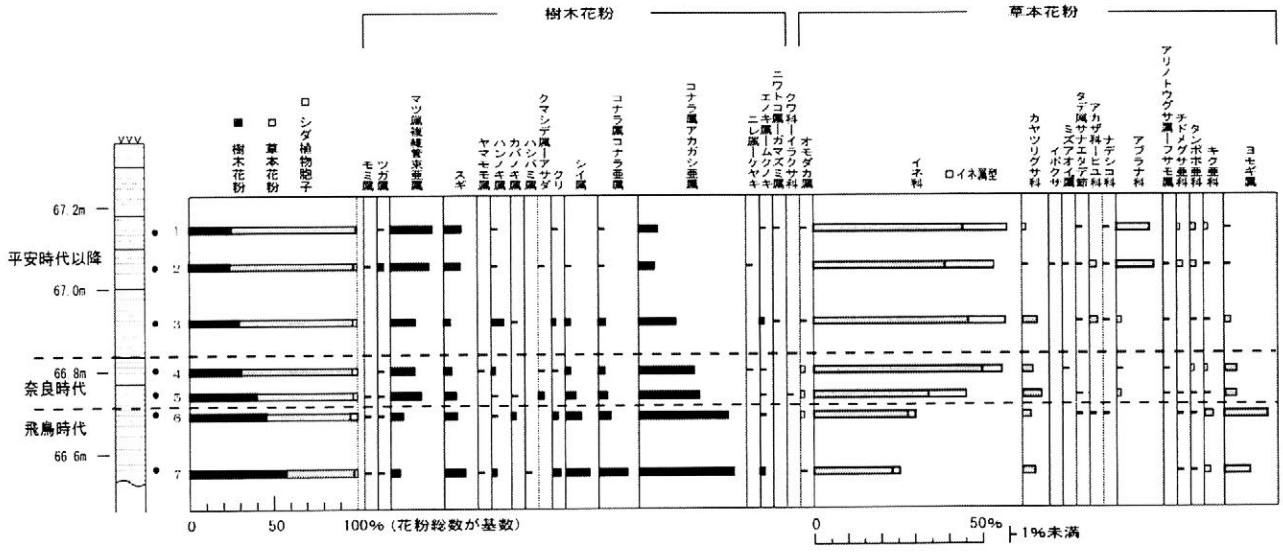


図1　平城第377次調査区における花粉ダイヤグラフ

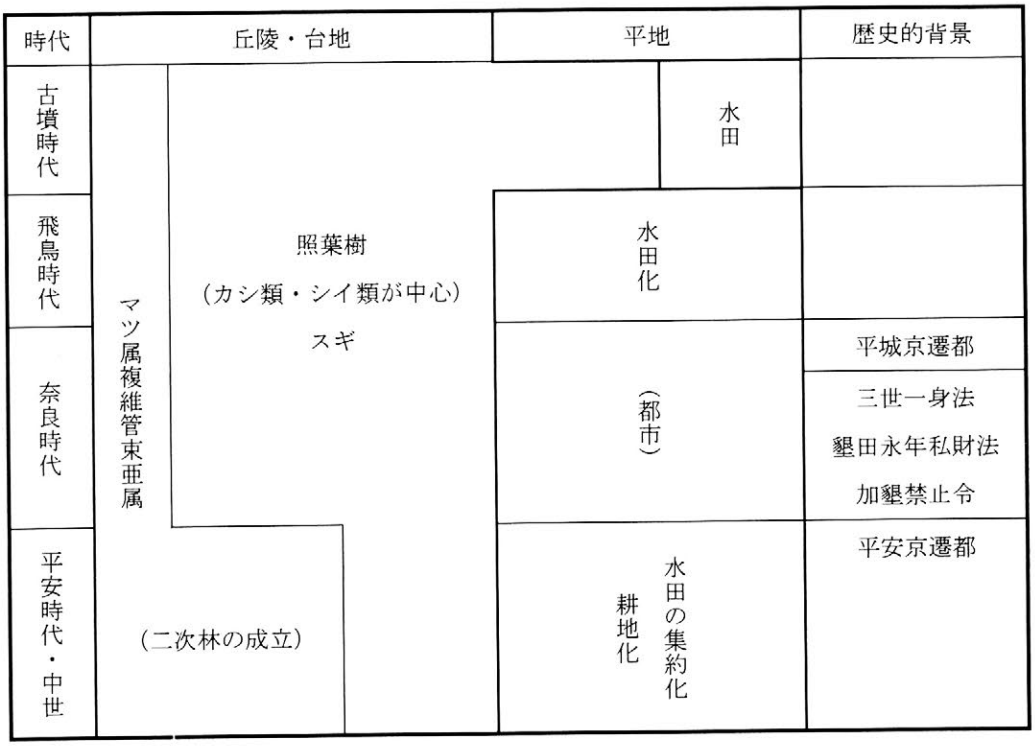


図2　奈良盆地北部の植生変遷表

DNA 分析に基づく縄文時代のクリの多様性

○花森功仁子*・**、望月峰子**、大角信介*・***、佐藤洋一郎****
(*岐阜大学連合大学院、**株式会社ジェネテック、***株式会社ベックス、****総合地球環境学研究所)

1．緒言

縄文時代の主要なエネルギー源であったクリは青森県三内丸山遺跡をはじめとして、富山県桜町遺跡や福島県和台遺跡など各地から出土している。今回、秋田県烏野上岱遺跡から出土したクリの DNA 分析を中心に各遺跡との多様性の比較をおこなった。また、Yamamoto et al. (2002) の開発したクリの SSR プライマーを加えて品種の解析を試みた。

表 1　DNA 断片が増幅されたサンプル

サンプル番号	A10 (800bp)	B01 (400bp)	B01 (1000bp)	B09 (800bp)
1	0	0	0	0
2	0	0	0	0
3	0	0	1	1
4	1	0	1	0
5	0	1	1	1
6	1	1	1	0
7	0	0	1	0
8	0	0	1	0
9	1	0	1	1
10	0	0	1	1
11	1	0	1	0
12	0	0	1	1
13	1	1	1	0
14	0	0	0	1
15	0	0	0	0
16	0	0	1	0

2．材料と方法

本遺跡の掘立柱建物跡の柱穴内よりクリ炭化物が混じった土壌が発見され、サンプルはその中よりクリ子実 16 個を用いた。これらをデジタル顕微鏡で撮影後、それぞれから DNA を抽出し、従来クリの多様性分析に使用してきた 3 つのプライマー（CMN-A10、CMN-B01 および CMN-B09）を用いて 1 回目の PCR 産物をさらに PCR 増幅させる 2 段階 PCR をおこなった。各プライマーにより増幅された DNA 断片は 8%ポリアクリルアミドゲルまたは 1.5%アガロースゲルで電気泳動し、エチジウムブロマイドによって染色したのち写真撮影し、多型を調べた。CMN プライマーのバンドは複数増幅されるが、クリ由来であることが確かめられているバンドをその個体のもつ遺伝的特性と考え、その有無によって多様性を評価した。本報告ではばらつきの程度を Nei（1973）の遺伝子多様度（*H*）の式にあてはめて評価し、この結果をこれまでに出土したクリのデータと比較検討した。

さらに、現生クリの品種を識別するのに有効な 4 つの SSR プライマー（KT-004a、KT-006a、KT-014a および KT-016a）を用いて、同様に DNA 断片を増幅し、品種の特定を行った。

3．結果と考察

CMN プライマーで増幅の結果、バンドの有るものを1、バンドの無いものを0とし、表1に示した。表のとおりサンプル3、10、12は同じ遺伝子型を示し、サンプル4と11、サンプル7と8も同じ遺伝子型を示した。それらの結果から推定された *H* 値を表2に示す。

表2　遺伝子多様度（*H*）

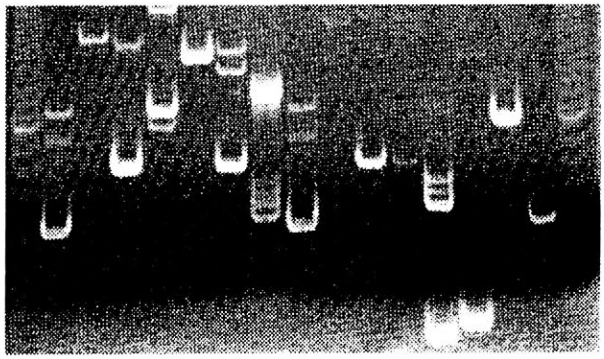
遺跡名および野生集団	所在地	年代	*H*
烏野上岱遺跡	秋田県	約 4,000 年前	0.395
桜町遺跡第一集団	富山県	約 4,000 年前	0.300
桜町遺跡第二集団	富山県	約 4,000 年前	0.306
和台遺跡	福島県	約 4,000 年前	0.229
粟津湖底遺跡第二集団	滋賀県	約 4,500 年前	0.471
三内丸山遺跡	青森県	約 5,000 年前	0.253
粟津湖底遺跡第一集団	滋賀県	約 9,300 年前	0.472
現存野生			0.436

本遺跡出土のサンプルの *H* 値は 0.395 であった。この値は、同時期の遺跡と比較すると、桜町遺跡や和台遺跡より多様度が高かった。また、栽培化が注目された三内丸山遺跡の第712 ピットのサンプル（*H*＝0.253）と比べてやや野生集団に近い数値であるが、粟津湖底遺跡より栽培化が進んでいたことが推定できる。

現在クリの品種識別に用いられているSSRプライマーを用いたDNA断片の増幅結果は各プライマーにおいて部分的に有効なバンド(図1)が得られた。バンドの位置により品種識別を試みたが、今回はすべてのプライマーによるDNA 断片の増幅が得られなかったため、品種の特定には至らなかった。しかし、遺跡から出土したこの領域のDNA断片の増幅は初めてであり、この結果は今後の研究の上で非常に大きな意義のあるものである。今後はこの方法によってさらに当時のクリ品種がどのようなものであったかを推定したい。また、さらなる発掘によって東北地方のクリ品種の遷移の解明が望まれるところである。

図1　PCR増幅後の泳動写真

KT-016a



M 1 3 4 5 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 M

M：マーカ　1-16：サンプル1-16　17：ニホングリ

謝辞

調査にご協力いただきました秋田県埋蔵文化財センターの皆様に感謝いたします。

P 23

遺跡土壌中の有機分子マーカーによる施肥行為の判別について
1：上福島中町遺跡（江戸時代）

今田景子[1]・*南川雅男[1]・松井章[2]
([1]北海道大学大学院地球環境科学研究科、[2]奈良文化財研究所)

1．はじめに

農耕栽培や家畜飼育などの人間活動を経過した土地の土壌には、それらの行為の途上で排出される廃棄物や移入生物の断片が蓄積し、それが要因となって生じた微生物活動が起き、結果的に自然状態にあった土壌面とは異なった物質分布が生じると考えられる。特に農耕における施肥や家畜の飼育が長期間行なわれると，動物由来の化学物質が自然生態系におけるよりも多く土壌へ混入するはずである。一般に土壌中にはさまざまな不定形有機物質が多量に含まれるため、土壌試料から，特定の由来を推定するために有機分子を抽出・定量するためには、分析方法や有機物の保存性などに課題が残されている。しかしそれでも、いくつかのグループにより精力的に研究が進められている。Evershed R.P. et al（2001 は、考古学資料に含まれる脂質成分は長期間の保存性が高いことから有望な研究対象であると主張している。例えば、人間や牛の胆汁酸起原のDOC (Deoxycholic acid)などは動物の種別の特異性が高いことが報告されている。

本研究では土壌，堆肥，動物糞の脂質成分中の脂肪酸，アルコール，ステロールとバルク有機物の$\delta^{13}C$, $\delta^{15}N$ に着目して同定・定量分析方法を検討し，江戸時代の農耕地遺跡の土壌を用いて研究を行った。

2．試料・方法

まず、現在の農耕地土壌と非農耕地土壌を対比すること、家畜の堆肥や排泄物を試料として、動物起原の物質同定を検討することを行った。ある程度分析方法が固めたうえで遺跡土壌に応用した。現在の畑地（北海道大学生物生産研究農場，北海道立十勝農業試験場など），原生林（十勝農業試験場構内），見本林と原野（野幌原始林）から土壌試料を採取した。江戸時代遺跡の土壌として群馬県上福島中町遺跡（1783 年浅間山噴火による泥流で埋没）の農家跡の肥だめと畑地遺構また堆肥（牛糞と敷き藁を発酵；北農専），動物糞（鶏，豚，牛，羊，ロバ，馬，シカ）とその餌も採取した．試料は高速溶媒抽出装置を用いて全脂質成分を抽出し，シリカゲルカラムクロマトグラフィーによって分画した．脂肪酸・アルコール・ステロールを含む画分についてメチル化を行なった後，脂肪酸とアルコール・ステロールを分画し，アルコール・ステロールを含む画分はGC 分析直前にシリル化を行いGC，GC/MS 分析を行ない，同定・定量した．

3．結果と考察

・北海道立十勝農業試験場のカシワ原生林土壌の脂肪酸組成は柏葉の脂肪酸組成に対応していることから，長期間植生が変わらない場合，土壌の脂肪酸組成はその直上の植物の脂肪酸組成を反映すると推測される．

・北海道農業専門学校の堆肥には動物の消化管でのみ生産される 5β-スタノール類であるコプロスタノールと反芻動物由来の 24-エチルコプロスタノールが検出され，またその堆肥を施用した畑土壌からも同様の物質が検出された．このことから，動物性の堆肥を施用している場合には 5β-スタノール類が農耕の指標として有効であることが示された．

・上福島中町遺跡の肥溜め跡からはコプロスタノールと胆汁酸の一種であるデオキシコール酸が高濃度で検出された。

・上福島中町遺跡の耕作地遺構からもコプロスタノールとデオキシコール酸がともに検出された。デオキシコール酸は畝から下層に減少する傾向を示し、施肥時の濃度分布を反映していると推定された。堆肥を利用した耕作が行なわれていたことが土壌有機分子マーカーからも明らかになった。一方コプロスタノールには同様の濃度変化が見られなかったため、火山灰土壌内での保存性に差があることも考えられる。（図１）
・動物糞の主なステロール組成は動物の種類によって，また同じ種類でも異なる場合があることから，各動物の消化管の違いと餌の違いの両方の影響を受けていると推測される.
本研究により，農耕や家畜飼育の痕跡を見出すために土壌有機分子マーカーが有効であることが示唆される。さらに試料の種類・数を増やしパラメータ化することによって客観的な情報収集手段の一つとして確立されることが期待される.

謝辞
上福島中町遺跡での試料採取に際して（財）群馬県埋蔵文化財調査事業団の坂口一主幹と、奈良女子大学の宮路淳子助教授のご協力得ましたことを記して感謝します。

参考文献
Evershed R.P et al. (2001) Lipids in archaeology, in Archeological Science, ed. by D.R. Brothwell and A.M. Pollard, John Wiley & Sons Ltd., 232-349, pp762.

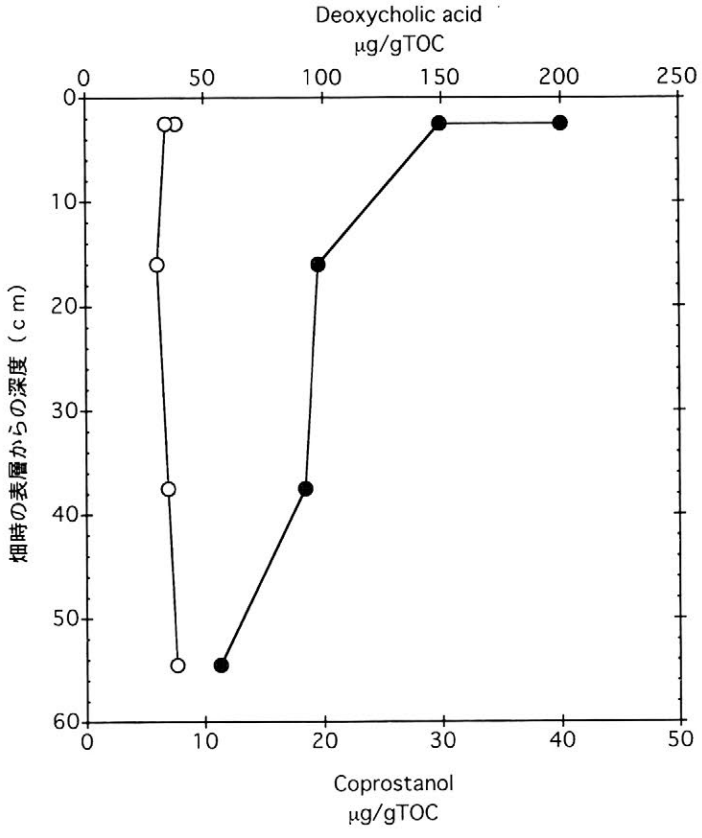


図１　上福島中町遺跡の畑畝における２種の動物マーカーの鉛直分布
（○：コプロスタノール、●：デオキシコール酸）

遺跡土壌中の有機分子マーカーによる施肥行為の判別について
2：群馬県高原地Ⅰ遺跡（古墳時代）

松下剛士[1]・*南川雅男[2]
([1]北海道大学理学部、[2]北海道大学大学院地球環境科学研究科)

1．はじめに

農耕や家畜飼育が行われると、自然状態とは異なる作物や家畜起源の有機化合物が土壌に蓄積すると考えられる。実際に、江戸時代に施肥が行われていた耕作土壌からはコプロスタノールやデオキシコール酸など、動物や人間の糞に含まれ、保存性の高いステロールや胆汁酸起源の有機分子マーカーが検出されている（今田ら、本年会）。本研究では、古墳時代の火砕流埋設地域で発掘された畑地遺構と推定される場所の土壌について、全有機物の同位体特性、脂肪酸、アルコール・ステロール成分を分析を行い、さらに年代の古い調査地への適応を試み、これらのマーカーの特性やバルク有機物の同位体特性から耕作地への施肥行為などの特徴が認められるかどうかについて検討した。

2．試料と実験方法

高源地東Ⅰ遺跡は群馬県渋川市で行われた道路改修事業に伴う埋蔵文化財調査により発掘された遺跡である。試料を採取した土壌面は、6世紀初頭及び半ばに2度の噴火を起こした榛名山二ッ岳（群馬県）から東に8kmの地点にあり、この噴火によって埋没してしまった畠状遺構より土壌試料を採取した。榛名山二ッ岳の噴出物は、6世紀初頭と半ばの2度の噴火の火砕流や火山灰、軽石の特徴により、堆積年代が同定されており、6世紀初頭のHr-FA層と、6世紀半ばのHr-FP層（軽石）の前後の試料を採取した。試料は5cm×5cm×25cmの直方体のステンレスケースと、底面の直径5cm×高さ5cmの円筒形のステンレスケースを用いた。どちらのステンレスケースも洗剤で洗浄後400℃で3時間加熱し、有機物が付着していない状態のものを用いた。

乾燥した土壌試料をを0.5mmの篩にかけて植物片や小石を取り除き、乳棒と乳鉢で粉砕したものを試料とし、一部を同位体分析に使用し、残りの1.0～1.5gに内部標準：n-tetracosane d50（C24D50）、19-methyleicosanoic acid、Nonadecanol（C19H39OH）を添加後、DIONEX社製高速溶媒抽出装置ASE200を用いて脂質有機分子を抽出した。抽出条件は温度100℃・圧力1000psiで、セルの加熱時間・静置時間は各々5分ずつとし、静置は2回行った。抽出した全脂質抽出物は、tarbo vap（温度設定40℃）を用いて窒素気流下でバイアルに移し、濃縮した。乾固後ヘキサン100μlを添加して溶出させ、シリカゲルクロマトグラフィーにて4つのフラクション（F1、F2、F3、F4）に分画した。その内F4-2分画をシリル化し、ガスクロマトグラフィー測定を行った。

GC分析にはHewlett Packard社製HP6890を用いた。カラムはCP-SiL5CB(30m×0.25mm×0.25μg)を用いた。Splitlessモードで、注入口温度は300℃（パージタイム0.5分）、検出器温度は300℃に設定した。オーブンの温度条件は、まず50℃で1分間保持した後、50℃から130℃までを20℃/分、130℃から310℃までを4℃/分で昇温し、310℃で30分間保持するという昇温プログラムを設定した。内部標準と試料のクロマトグラムの積分面積を比較することにより行った。

GC/MS分析にはHewlett Packard社製HP5890GC/MSDシステムを用いた。カラムはCP-SiL5CB(60m×0.25mm×0.25μm)を用いた。注入口はSplitlessモードで、注入口温度

は270℃（パージタイム1分）、検出器温度は300℃に設定した。同定は、標準試薬及びマスフラグメントスペクトルにより行った。

3．　結果と考察

・全有機物の同位体組成：

どの採取地区でも表層から下層に向かうに従ってＴＯＣ濃度の減少する傾向が見られる。これは土壌表層の植物の腐植質有機物などの分解よるものと考えられ、Dennis F.W. Naafs et.al.(2004)らの研究でも同様の傾向が見られている。畑畝間と思われる土壌は測定不可能であったが、畑畝と思われる土壌では-19.9～-19.6‰であった。また、畑畝と思われる土壌下の Hr-FA では-20.7～-20.6‰、畑畝間と思われる土壌下の Hr-FA では-21.8～-19.9‰、であり、これらの有機物が主に植物起源だとすると、当時の植生は相当C_4植物を含んでいたことを伺わせる。窒素同位体は畑畝と思われる土壌では 4.2～5.5‰であり、自然状態の植物よりもやや^{15}Ｎ濃度が高かった。これらのＣＮ同位体分布は、C_3植物が主な植生である現代の火山灰土壌よりも、乾燥地でなんらかの人為行為のある地域の値に近かった。

・脂肪酸

表層では、短鎖側(<C20)と長鎖側(>C20)で高濃度な組成を示している（短鎖側は C20, 長鎖側は C24, C26, C28, C30 で最大値をとる）が、深層に向かうに従って長鎖脂肪酸が減少する（短鎖脂肪酸は増加している）。KGT2 表層でも KGT1 と同様な組成パターンが見られ、深層に向かうに従って長鎖脂肪酸が減少しているが、短鎖側が C16 で最大値を取る事や、短鎖脂肪酸も深層では減少していた。深層でも長鎖脂肪酸の含有量はあまり変わっていないが、脂肪酸組成を見ても、表層で見られたバイモーダルな組成もあまり顕著には見られない（KGT3-1, 3-3）。短鎖脂肪酸に関しては，深層に向かうに従って増加していた。対照実験土壌(KGT4, 5, 6)では、深度に伴い長鎖脂肪酸が減少し，短鎖脂肪酸が増加していた。

各々、長鎖脂肪酸の組成は良く似ている(C24, C26, C28, C30 で最大値をとる)。顕著な違いとしては、KGT3 では長鎖脂肪酸の含有量が減少していないことが挙げられる。

KGT1, 2 では高濃度でコレステロールが検出された。また、糞便マーカーであるデオキシコール酸も検出されており、深層に向かって含有量が減少が認められた。

・ステロイドマーカー

糞便マーカーであるデオキシコール酸が検出された。そのことから、動物性排泄物の蓄積は自然レベル以上にあったと考えられるが、施肥であったかどうかは明確ではない。比較的周辺に、家畜の飼育などの人為活動があったという程度から、畑地あるいはその周辺への施肥行為があったとする可能性まで、今後さらに検討する必要があろう。ステロイド組成で特徴的なのは、KGT1, 2 でコレステロールが高濃度に検出されている事である。これについて考えられるのは、デオキシコール酸を産出しない動物の糞に由来するもの（例えば豚など）、などの飼育が行われた可能性も考えられる。KGT3 からも、KGT1, 2 と比較して低濃度ではあるが、コレステロール，デオキシコール酸が検出されおり、深層で含有量は幾分減少している。

4．謝辞

試料採取に際しては（財）群馬県埋蔵文化財調査事業団の坂口一主幹のご協力得ましたことを記して感謝します。

遺跡土壌中の有機分子マーカーによる施肥行為の判別について
3：群馬県中郷・田尻遺跡（古墳時代）

*南川雅男・松下剛士
（北海道大学大学院地球環境科学研究科、北海道大学理学部）

1．はじめに

本研究では、古墳時代の水田跡と推測される遺構から採取した土壌について、有機化学マーカーの特徴を明らかにすることによって、水田の証拠となる化学指標を得ることを目的として研究を行った。これまでに各地の弥生時代頃からの水田跡が知られているが、おもに畦痕やプラントオパールによる評価などが根拠となっている。これらの証拠に加えて、化学指標での判別情報が得られれば、農耕の起源研究上きわめて有効であるだけでなく、当時の耕作技術や耕作環境を解明する上でも有用と期待される。本研究では、火山灰やその泥流で埋没した古墳時代の水田遺構の土壌の同位体、有機分子を多成分分析し、化学マーカに反映される耕作指標の特徴について研究した。

2．試料と実験

中郷・田尻遺跡は、道路改修事業に伴って実施された埋蔵文化財調査により発掘され、群馬県子持村にある。高原地遺跡と同様に、榛名山二ッ岳の噴火により埋没した遺跡で、榛名山二ッ岳から北東に 10km の地点に位置する。遺跡からは、水田土壌、水田畦土壌、畑畝土壌、畑畝間土壌、そして、発掘地内にあり水田・畑に関与していないと思われる土壌をステンレスケースに採取した。なお、中郷・田尻遺跡では Hr-FA 下にも水田跡が見られた。よって、今回採取した水田土壌の形成時期は 6 世紀以前と、6 世紀初頭～6 世紀半ばであると考えられる（畑土壌は Hr-FA 下には見られなかった）。

土壌中の全有機物の炭素窒素同位体分析により、当該土壌の全般的な傾向を知り、さらに施肥マーカーとして脂肪酸や 5β-スタノール類と胆汁酸の分析を行った。

3．結果と考察

・同位体の特徴

^{15}N濃度は水田では 4.1‰、水田畦では 4.4～4.7‰であるのに対し、畑畝では 5.3～5.6‰、撹拌を受けていた畑畝では 5.5～6.2‰、畑畝間では 5.5‰という様に、水田と畑では約 1‰の差があった。現代の水田では湛水によって生じる還元環境で、脱窒が起こると、硝酸の１５Ｎが高まることが期待されるが、この当時は脱窒菌が働くほど硝酸が濃くなかったか、あるいは他に窒素固定などによる供給源の違いがあったことが推測される。

炭素同位体は水田では-20.7‰～-19.0‰、水田畦では-20.2～-20.1‰、畑畝では-20.3‰～-19.6‰、撹拌を受けていた畑畝では-20.2～-19.9‰、畑畝間では-19.9‰という様に、耕作土壌では各々非常に良く似た値を示したが、対照実験土壌では-18.6～-17.8‰と、1～2‰程度重い値を示した。6 世紀以前の土壌の同位体比を見てみる。水田では-20.9～-20.2‰、水田畦では-20.7‰であり、6 世紀初頭～半ばの水田とあまり違いはない。しかし、畑畝下の黒色土では-20.6～-20.4‰、畑畝間下の黒色土では-20.6～-20.0‰、対照実験土壌では-20.3～-20.2‰と、耕作土ではないと思われている土壌も同じような値を示している。

・ステロイド成分

6 世紀以前でも半ばでも、コレステロール，デオキシコール酸が検出された。デオキシコール酸に関しては、畑畝（NT3）のみが比較的高濃度で検出されており、水田（NT2）では下層で増加、水田と最下層の黒色土（NT1,5）で減少している。コレステロールに関しては、土壌間で大きな含有量の差は見られず（約 1～3μg/g TOC）、NT3 では下層で増加、NT1,2 では下層で減少している。6 世紀半ばではデオキシコール酸に関しては、土壌間で大きく含有量が異なるものはなく（約 6～8μg/g TOC）、表層から下層に向かうに従って幾分減少する傾向が見られた。しかし、コレステロールに関しては、NT1,2 では下層で増加、NT3,6 では減少と、違いが見られる。また、β-シトステロールは検出されなかった。また、β-シトステロールが水田跡を含む NT1,3,5 から検出されている。

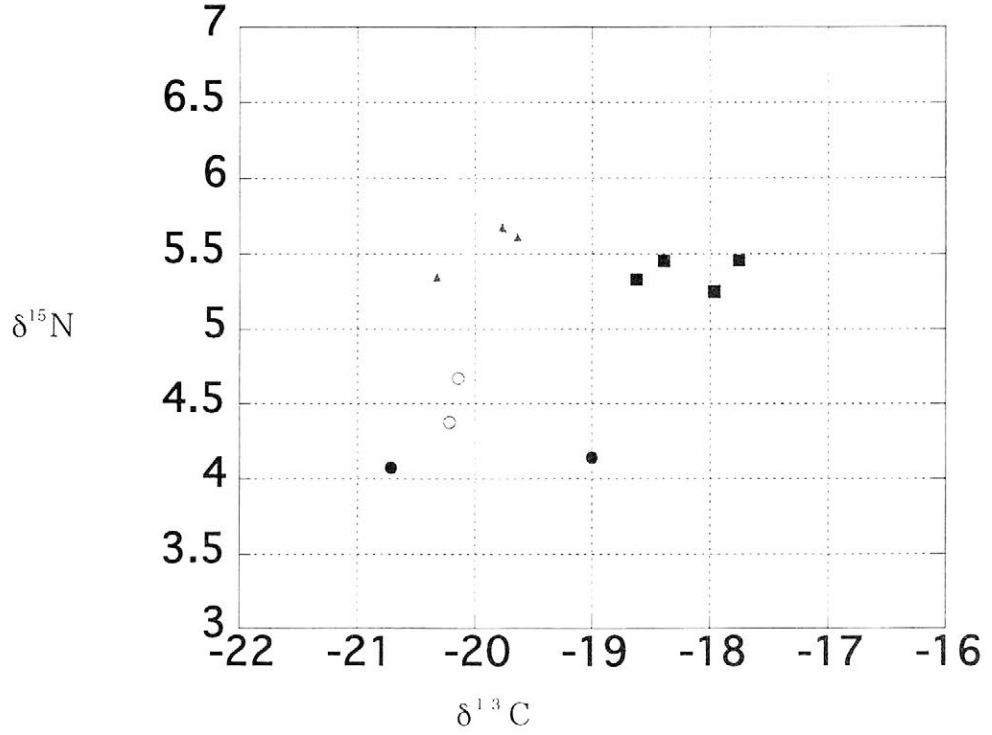
4．まとめ

畑地の有機物は、窒素同位体が自然レベルや水田よりも高いのは、何らかの人為攪乱の可能性がある。一方炭素同位体は非耕作地とみられる地区がむしろＣ４植物の影響を受けている率が高く、周辺は草原のイネ科雑草に覆われていたかもしれない。それに比べて耕作地はなんらかのＣ３植物が目的植物であったとも考えられる。他のマーカーについては、水田跡ではマーカーや有機物濃度の鉛直分布が畑地と異なる傾向を示した。濃度や耕作の内容によって大きく変動することはわかったが、明確な指標にするためにはさらに基礎的な研究を積み上げる必要がある。

5．謝辞

中郷・田尻遺跡の試料採取に際しては（財）群馬県埋蔵文化財調査事業団の坂口　一主幹のご協力得ましたことを記して感謝します。

図：古墳時代耕作地土壌（６世紀初頭から中期）のＣＮ同位体組成
●：水田土壌、○：畦、△：畑畝、▲：、▽：畑地、□：非耕作地？



弥生時代出土炭化種実類の検討

○金原美奈子（古環境研究所）、金原正明（奈良教育大学）、
宮田剛（大分市教育委員会）、鳥取県埋蔵文化センター

○はじめに

植生、環境、農耕を調べるのに植物遺体分析は有効的な手法であり、特に種（しゅ）まで同定できるものが多い種実同定は効力を発揮する。穀物などの作物は通常では残りにくく、炭化したものが集中して検出されることがある。今回、良好な資料の得られた弥生時代の鳥取県青谷上寺地遺跡及び、大分県米竹遺跡出土の炭化種実類について同定する機会を得られたので報告する。出土栽培植物の資料は同定の困難さと出土状況や層位の難しさから、明らかな資料を累積することが研究の深化の課題と考えられる。

○炭化種実類

・青谷上寺地遺跡

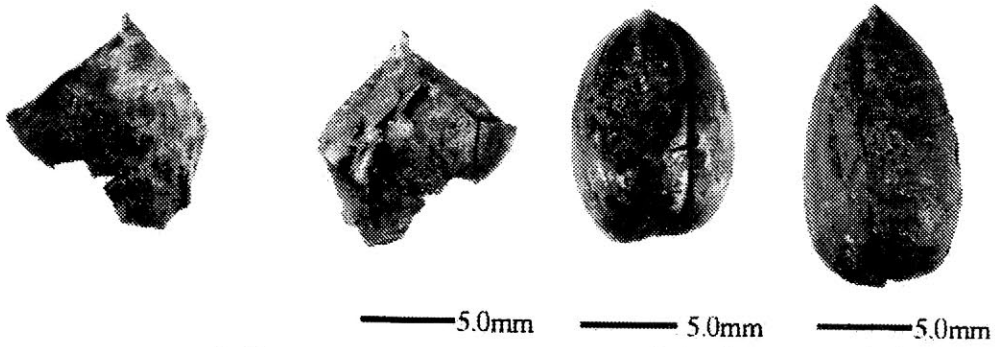
クリ *Castanea crenata* Sieb. et Zucc.、ツブラジイ *Castanopsis cuspidata* Schotty.、スダジイ *Castanopsis sieboldii* Hatusima ex Yamazaki et Mashiba、コナラ属 *Quercus*、イヌザンショウ *Zanthoxylum schinifolium* Sieb. et Zucc.、カラスザンショウ *Zanthoxylum ailanthoides* S. et Z.、サルナシ *Actinidia arguta* Planch. ex Miq.、ブドウ属 *Vitis*、イネ *Oryza sativa* L.、アワ *Setaria italica* Beauv.、カナムグラ *Humulus scandens* Merrill、ダイズ *lycine max*、ササゲ属 *Vigna*、ヒョウタン類 *Lagenaria siceraria* Standl.炭化果実ないし種子が同定された。イネは特に多く 5112、塊部 54 である。アワも多く 878、塊部 33 である。他にクリ、ツブラジイ、スダジイ、コナラ属、イヌザンショウ、カラスザンショウ、サルナシ、ブドウ、ダイズ、ササゲ属、ヒョウタン類が少量同定された。

・米竹遺跡

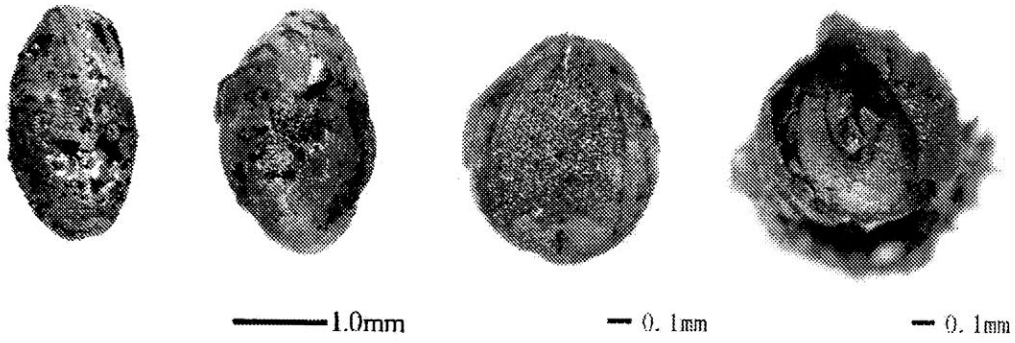
イネ *Oryza sativa* L.、アワ *Setaria italica* Beauv.、キビ属 *Panicum*、マメ類 *Leguminosae*、ササゲ属 *Vigna* 炭化果実ないし子葉が同定された。アワは特に多く 1870、キビも多く 400、イネはやや少なく 160、他にマメ類、ササゲ属が少量同定された。

○所見

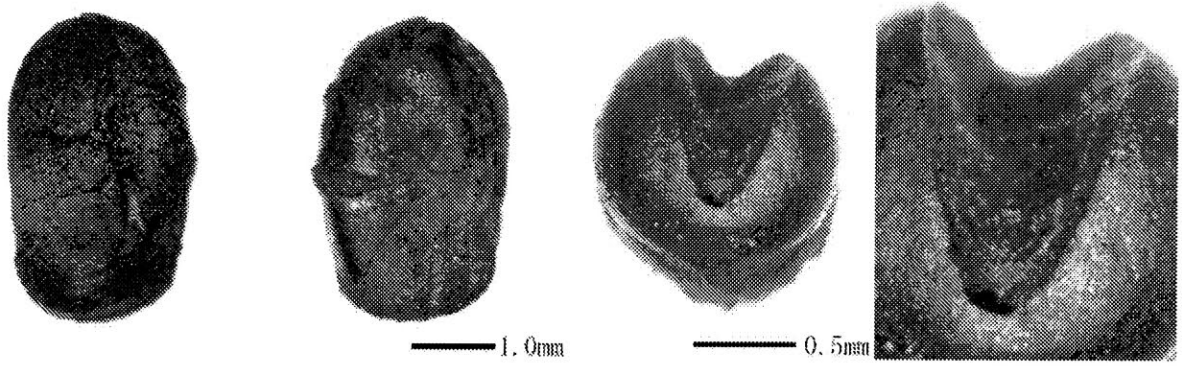
青谷上寺地遺跡では、アワやダイズの栽培植物とクリやシイ類の検出、米竹遺跡ではアワがまとまってが特徴である。雑穀類は穎と胚等の形態で同定されるが、極めて微妙である。



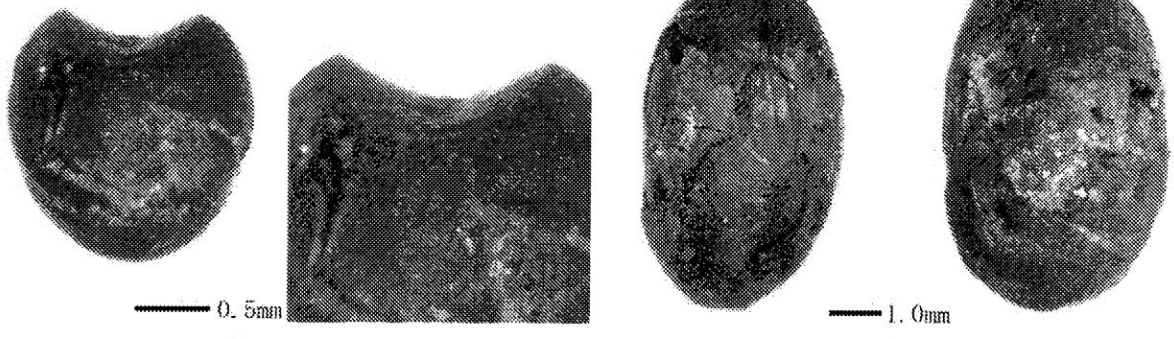
クリ　ツブラジイ　スダジイ



ササゲ属　アワ



ササゲ属　アワ



キビ　ダイズ

長岡京時代の植生条件と人間活動
－長岡京跡古環境分析の成果と課題－

○辻本裕也*・中塚　良**・梅本康広**・中島信親**・山口　均**
(*パリノ・サーヴェイ(株)・**(財)向日市埋蔵文化財センター)

1. はじめに

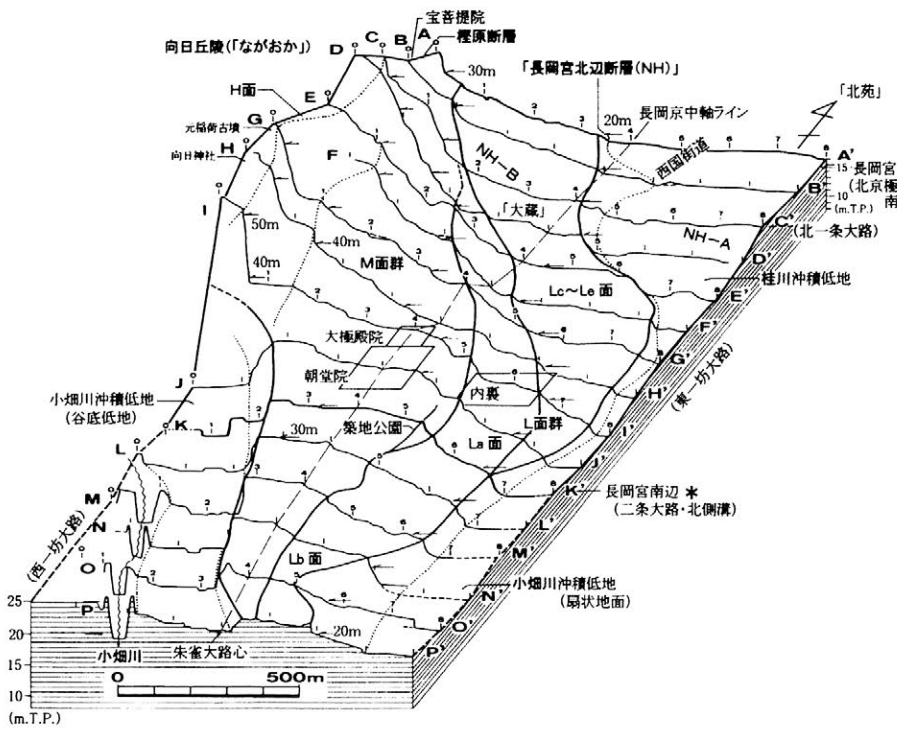
長岡京域では、日本国内における他の都城域に比べ非常に多くの古植生情報が細かな空間スケールにおいて蓄積されてきた。これらの古植生情報は花粉・植物珪酸体を中心とする。最近では大型植物遺体に関する情報も増えてきた。また、本地域では、発掘調査を契機とする地形・地質と考古遺跡の複合的研究も積み重ねられてきている。演者らは、このような長岡京域で蓄積されてきた古植生および地形・地質情報と考古遺跡の情報を応答させることによって、詳細な時間・空間スケールに基づく京域内の社会-自然複合の動態としての景観変遷史の構築が可能であると認識している。本研究では、上記の視点に基づき、京域内の過去10年間にわたる古植生情報および地形・地質・考古遺跡情報を歴史時系的に整理し、大規模な「撹乱時期」であった長岡京時代(784～794年)の人間活動と植生条件に焦点をあて検討する。なお、文中のLは長岡京跡左京、Pは長岡宮跡の略号、付番は調査次数にあたる。

2. 古植生情報の概要

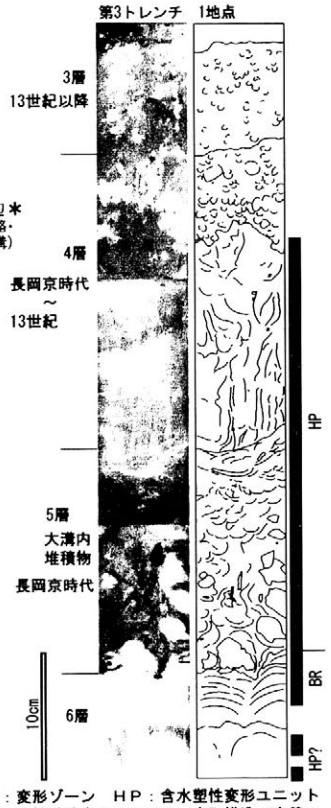
古植生情報のうち、最も地点数の多い花粉分析結果を中心にみると、縄文時代晩期には沖積低地において暖温帯常緑広葉樹林の主要素であるアカガシ亜属が卓越している。埋没樹も確認されており、低地における平地林の存在を示唆する。弥生時代にも基本的に同様な特徴を示すものの、多くの地点で草本花粉が増加し、アカガシ亜属が減少傾向を示す。また、小畑川扇状地縁辺～桂川沖積低地(L323・324)では弥生時代中期以降にマツ属が漸増傾向を示す。古墳時代に入っても、沖積低地では引き続きアカガシ亜属が多産する。しかし、扇状地ではアカガシ亜属が減少し、マツ属やスギ属・モミ属・コウヤマキ属などの温帯性針葉樹が増加傾向を示すようになる。長岡京時代は基本的に古墳時代の様相と類似するものの、長岡宮域の低位段丘とそれ以外の地形面において、花粉化石群集に明瞭な差異が認められる(第3図)。本時期には低位段丘に位置するP390で陽樹であるマツ属復維管束亜属(ニヨウマツ類)が多産する。これに対して沖積低地や小畑川扇状地では概してアカガシ亜属が多産し、マツ属がやや多産する地点も認められるなど、地点間の花粉化石群集の差異が大きくなる。長岡京時代以降も同様な産状を示し、12・13世紀以降になり、低位段丘から扇状地の範囲でマツ属が増加ないし急増する。ただし、扇状地に位置する物集城跡では、16世紀の東堀埋積物においてマツ属の多産しない、アカガシ亜属が多産する群集が確認されている。16世紀になっても丘陵斜面などに照葉樹林とよべる林分が残存していたことを示唆する。

3. 植生条件と人間活動および課題

以上、長岡京域の古植生情報を通史的に概観した。國下・中塚(2003)、山口・國下・中塚(2004)などによる、10^0～10^5スケールの時空間毎の本地域における地形発達史と考古遺跡の動態を踏まえると、上記した縄文時代晩期以降の古植生情報の変化と各時代における空間的差異は、地形変化と人間活動の相互的要因によるもので、時間経過とともに人間活動の影響が強くなってきている可能性がある。長岡京時代に確認されたマツ属花粉の地点間での産状の違いは、長岡宮造営過程の土地改変に係わる現象ともみなせる。今後、さらに詳細な時空間スケールでの景観史の復元には、より細かな古植生情報の蓄積を目指していくことが必要である。但し、第2図で示したように分析層準では、地震動による変形などの擾乱作用もしばしば認められる。過去の植生情報は、遺跡マトリクス(Archaeological site matrix:Waters,1992)の主要素、すなわち堆積物・土壌から抽出されたものである。そのため、今後、より細かなスケールでの古植生情報の取得を目指す場合には、遺跡を構成する堆積物と土壌の形成過程の慎重な検討をふまえた評価を行うことが不可欠である。この点がこれからの課題として認識される。

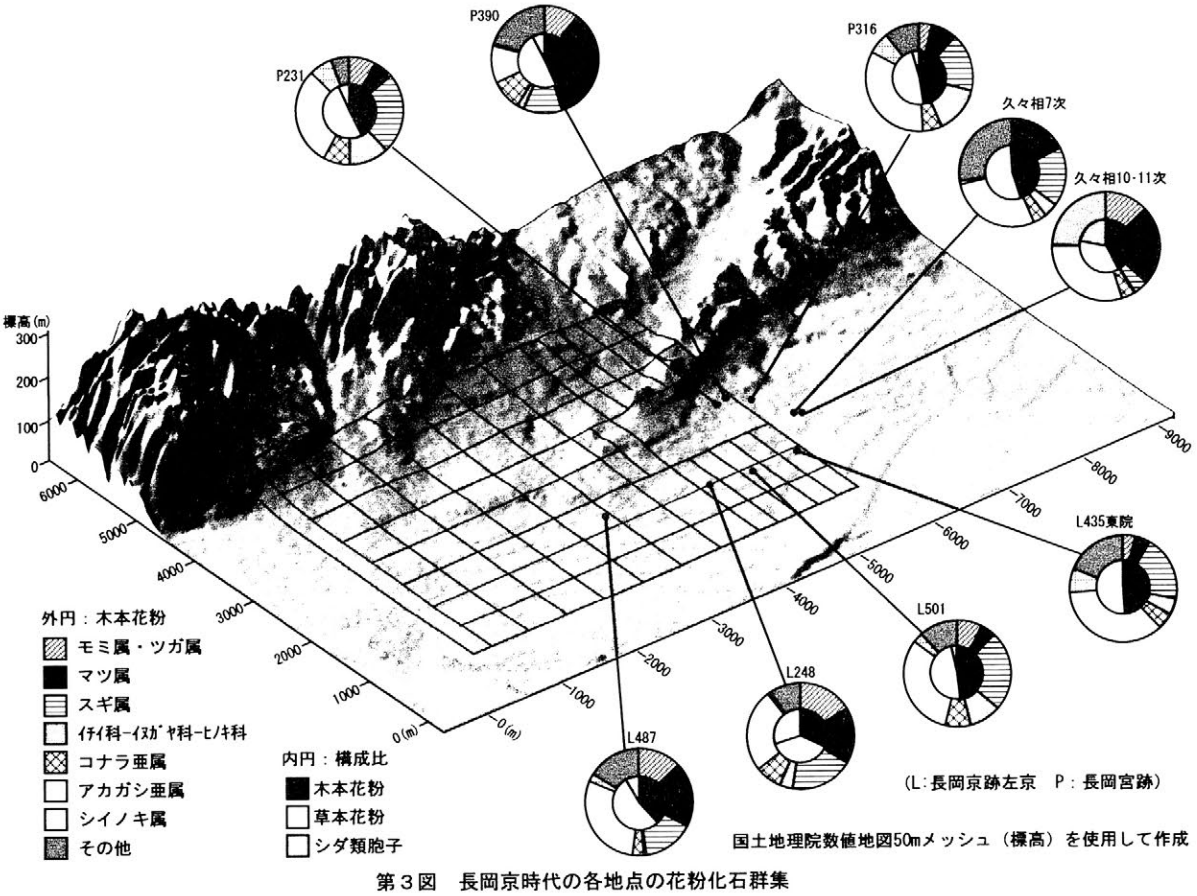


第１図　長岡京宮鳥瞰イメージ（國下・中塚,2003を一部改変）



黒帯：変形ゾーン　ＨＰ：含水塑性変形ユニット
ＢＲ：脆性破壊変形ユニット　変形構造の定義・用語はMatsuda(2000)・松田(1999)に基づく

第２図　長岡京跡左京第501次一条大路側溝堆積物の軟Ｘ線写真とトレース図



第３図　長岡京時代の各地点の花粉化石群集

埋葬古人骨に伴う食物残滓の意味

○瀧川　渉*、杉山陽亮**、小島朋夏***、栗澤光男***
*東北大学大学院医学系研究科、**八戸市教育委員会文化課、***秋田県埋蔵文化財センター

遺跡の埋葬遺体に伴った食物残滓から、当時の食性や食料の流通に関する有益な情報が得られることがある。今回の発表では、演者らが調査の機会を得た江戸時代の埋葬人骨に食物残滓が伴ったケースについて報告し、さらにこの事実関係から当時の流通事情の一端を示し、食物残滓が埋葬人骨に伴っていた意味について考察を試みる。

1. 遺跡の概要と資料の出土状況

今回報告する資料の出土遺跡は、秋田県鹿角市の柴内館跡である。鹿角は日本海側の海岸線から最短直線距離でも約 60km 離れた内陸部に位置する。2000～2001 年の発掘調査により、中世の遺構の他に江戸時代の土坑墓 14 基（うち 12 基で人骨を検出）が確認された。副葬品の帰属時期から、この墓地の造営は 17 世紀前半～18 世紀後半と推測されている。

このうち、土坑墓 SKS1544 から出土した埋葬人骨は、坐骨を床面に密着させ、両膝関節を屈曲させて立たせ、上半身をやや前方に屈めた、座位屈葬であったと推測される。上半身の骨格の一部が解剖学的な位置を保っておらず、さらに床面に方形の掘り込みが存在することから、遺体が木製の座棺に納められていた可能性が高い。

本例は座位屈葬のため、体幹が墓坑の底面に横たわることなく、骨盤の腸骨翼が上方を向くような出土状況であった。調査現場で上半身の骨格を取り上げたところ、骨盤の右仙腸関節付近で、魚骨が砂質の灰黄褐色土に混じって集積している状況が観察された。そこで、骨盤を取り上げる前にブラシと塵取りを用いてこの土壌を採取し、骨盤周辺に堆積した墓坑底面の埋土も同時に分別して回収した。

2. 埋葬人骨の個体情報と食物残滓の内容

SKS1544 に埋葬されていた人骨は、寛骨の形態や四肢骨の太さなどから判断すれば男性的であるが、頭蓋の前額部の特徴や推定身長では女性の可能性もあり、性別を形態から特定することは困難である。各四肢骨における骨端融合の完了から成年に達していることは確実で、頭蓋の主要縫合がほとんど閉鎖しておらず、歯冠の咬耗もさほど進行していない点から、死亡年齢は壮年期前半（20 代半ば～30 歳頃）と判断される。

人骨の腹腔内から回収した灰黄褐色土について、肉眼で判別できる限りの内容物を観察したところ、多数の魚骨の混入が確認された。魚骨は仙腸関節付近以外の埋土から回収されたものも含めると 80 点近くになる。現生標本との比較から、ニシンおよびウミタナゴ属の一種を含む計 2 科 1 属 1 種が同定され、このうちニシンは 2 個体分が認められた。また、ウミタナゴ属の一部の骨には、火熱に由来すると考えられる黒色化が見られた。

3. 想定される魚の搬入方法と流通事情

柴内館跡において海産魚の骨が確認されたことは、当時鹿角のような内陸部にまで海産物を搬入する経路が存在し、魚の保存に適した加工品が流通していたことを示唆する。当時の北海道では、魚肥の需要とともに食用を含めたニシンの加工品が大量に製造されており、身欠・丸乾し・開き・糠漬けなどが本州でも流通していたが、今回の出土例ではニシンの骨が確認されていることから、少なくとも身欠ではなかったものと考えられる。

当時の鹿角周辺の流通機構で欠かすことができないのは、日本海に注ぐ米代川の舟運である。近世には秋田特産の杉材や鉱産物を上方に運び出す一方、生活用品や食料を秋田北部の内陸へと搬入する役割を果たしていた。その河口に位置する能代には北海道からニシンの加工品を運び込む北前船が出入りしていたという。ニシンは北海道からの移入品が主体的であったが、男鹿半島付近にも当時ニシンの漁場が存在していたらしく、春先に能代から鮮魚が流入していた可能性もある。

4. 埋葬人骨に伴う魚骨の意味

埋葬人骨に魚骨が伴っていたことから、①元来遺体の腹腔中にあったものが、軟部組織の分解と骨格の崩落によって周辺に散乱した可能性と、②埋葬時に遺体の腹部付近にあったものが、骨格のみになった際に一部が腹腔内に入り込んだ可能性の二者が想定される。

国内では、過去に熊本県轟貝塚（縄文前期）や鹿児島県島内地下式横穴墓（古墳後期）で埋葬人骨に食物残滓が伴ったケースが報告されており、いずれも生前に摂取したものと考えられている。今回の柴内館跡のケースは、腹腔内にニシンの骨が多く認められたとは言え、ニシンの椎骨は比較的大きく小骨も多いため、骨ごと嚥下することにはかなりの困難が伴う。さらに骨格が頑丈なウミタナゴ属については摂食したとすれば咀嚼にかなりの労力を要する。少なくともニシンに関しては、骨ごと食べたものが腹腔内に残留した可能性は皆無ではなく、もし摂食されていたのであれば、回腸から上行結腸を経て横行結腸にさしかかる消化過程で、この人物が死亡した可能性を指摘できるかも知れない。

一方、埋葬時に魚が副葬された可能性については、小児の死亡時に小魚をくわえさせる習慣（青森県）や、妊産婦の弔いで尾頭付きの魚を棺に入れる例（群馬県）が確認されている。しかし、これらの風習が当時の鹿角で行われていたかは不明で、また今回の被葬者の性別や年齢と一致するかどうか、判断しがたいところもある。

いずれにしてもどちらか一方の状況を断定することは困難であるが、調査現場における原位置での埋葬人骨の観察が、いかに有用な情報をもたらし得るか、今回の例からも認識することができよう。遺跡で古人骨が出土した際には、墓坑内の埋葬姿勢や副葬品・装身具の確認のみにとどまらず、可能な限り遺体の腹部の観察を入念に行い、食物残滓の存在を見極め、周辺土壌を回収する必要がある。また、近世資料の場合、当地で食品の流通や葬制についての具体的な民俗事例や歴史史料が残されていることがある。これらの情報を加味してゆくことで、より鮮明な生活誌の復元が可能になるものと期待される。

P 29

弥生時代後期末～古墳時代初頭の竪穴建物跡の形成および埋没過程に関する土壌微細形態学的検討—大阪府讃良郡条里遺跡での事例—

○辻　康男*・井上智博**

(*パリノ・サーヴェイ（株）・**（財）大阪府文化財センター)

はじめに

大阪府寝屋川市に所在する讃良郡条里遺跡で検出された弥生時代後期末～古墳時代初頭の竪穴建物跡では、灰色泥質砂層を検出面として炉跡や柱穴跡が確認された。遺構検出面をなす灰色泥質砂層は、縄文時代晩期の流路堆積物上部に累重する層準であり、竪穴建物跡やその周辺に広く分布する。発掘調査時の肉眼観察では、調査初期段階に竪穴建物跡床面と認定された灰色泥質砂層において不明瞭ながらブロック状の層相が観察され、この範囲内において微細な炭化物や土器片がわずかに分布することも確認された。しかしながら、竪穴建物跡床面およびその周辺で遺構検出面を構成する灰色泥質砂層は、粒度組成や層相、土色がともに類似しており、これらの地点において堆積・土壌構造に差異が存在するか、建物跡床面を構成する堆積層が人為的な擾乱を受けているのかといった点について肉眼観察のみから判断することが不可能であった。そこで、発表者らは竪穴建物跡部分（1地点）と隣接する遺構検出面（2地点）の2ヶ所において不撹乱試料を採取し（図1）、軟X線写真撮影とその一部について土壌薄片の作成を行い、土壌微細形態学的観点から、両地点での堆積・土壌構造の特徴を比較検討することを試みた。本研究では、軟X線写真と土壌薄片の観察結果に基づく竪穴建物跡の遺構形成過程について検討する。

分析方法

採取した不撹乱試料は、厚さ1cmまで板状に成形し、湿潤状態のまま、管電圧50kvp、電流3mA、照射時間270秒のX線強度条件において軟X線写真撮影を実施した。土壌薄片試料は、80℃で1日間乾燥した後、樹脂（ペトロポキシおよびシアノボンド）で固化を行い、片面を研磨した。研磨済み試料は、スーパーセメダインにより研磨面をスライドガラスに接着した。その後、反対側の面について厚さ70μm程度まで研磨を行い、カナダバルサムによりカバーグラスを接着した。

観察結果と考察

1地点で採取した試料の断面写真と軟X線写真、土壌薄片の一部を図2・3に示す。軟X線写真観察から、試料内では4つの堆積層（A層～D層）が認識された。このうちC層が不明瞭なブロック状の層相を示す範囲に相当する。C層の中部～上部では、下に緩やかに凸型を示す葉理状構造の積層が観察された。軟X線写真では、この層準が相対的に密度が高い層と低い層の互層によって構成されることが認識された。土壌薄片の観察では、密度が高い層が低い層に比べより粗粒な砕屑物で構成されることが確認された。D層では、葉理状構造が認められず、亜角塊状をなし接合性が比較的良好な粒団状構造の発達が観察された。2地点では、D層と同様の層相が灰色泥質砂の最上部から下部へと連続的に累重することが確認された。A層とB層は土壌起源の物質を多く含む黒褐色泥質砂層からなり、発掘調査初期段階に竪穴建物跡埋土に相当すると考えられた堆積層である。土壌薄片の観察から、炉跡などの検出層準となるB層では、細礫を多く含み、層内に直径10mm前後の偽礫が散在することが確認された。さらに、その直上には、層厚2～3mmのシルト～極細粒砂の薄層と炭化物の葉理が載ることも観察された。

上記のような観察結果から、2地点において古土壌をなす黒褐色泥質砂層が直上に存在することをふまえると、D層の粒団状構造は、土壌発達に伴って形成されたものと推定される。竪穴建物跡直下のみに存在するC層で認められた葉理状構造の積層は、2地点との層相の比較および発掘調査結果から、人為による埋め戻しによって形成されたと解釈される。またB層直上で認められた薄層と炭化物の葉理は、建物放棄後に形成された堆積層と推察される。

まとめ

以上の観察結果から、分析を実施した竪穴建物跡では遺構基盤層を掘削後、それらの排土を主とする堆積物によって掘り方が充填され、さらに土壌起源の偽礫を含む堆積物によって床面が形成された住居構築過程が推定できる。今回のような土壌微細形態学的観察手法は、発掘調査時の堆積層認定の検証において有効な分析手法の一つと成りうることが示唆される。なお、ポスターセッションでは、予稿集で示した軟X線写真・土壌薄片以外についても提示を行い、これらの観察結果を通して、より詳細な遺構形成および埋没過程について検討したい。

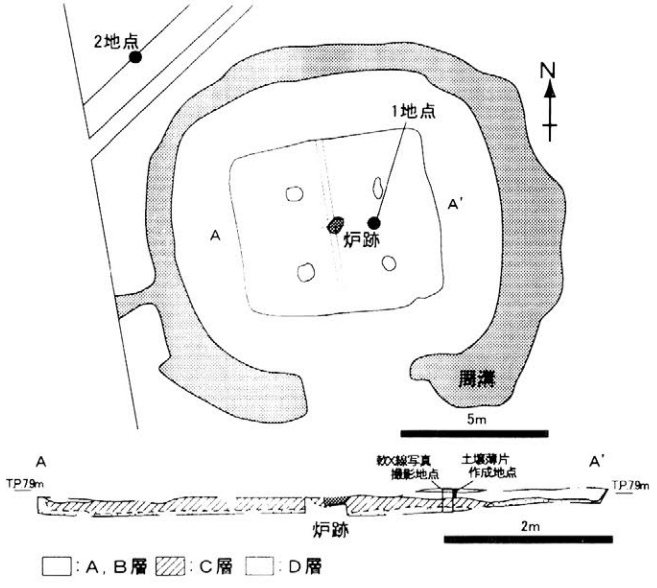


図1. 試料採取地点位置図

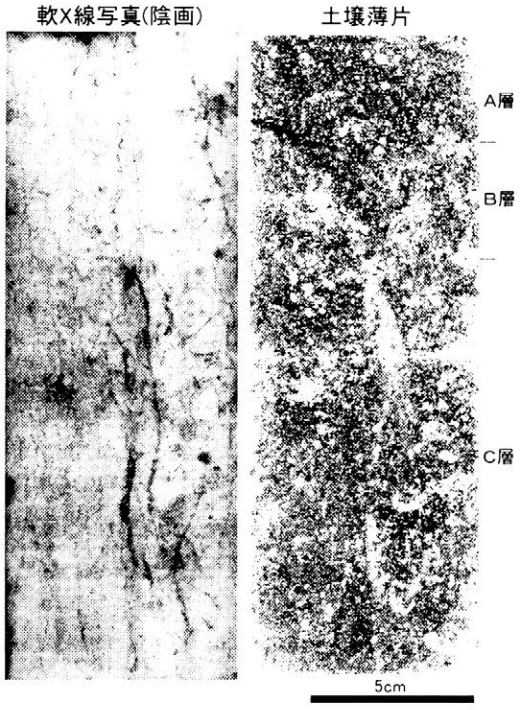


図2. 1地点の軟X線写真と土壌薄片

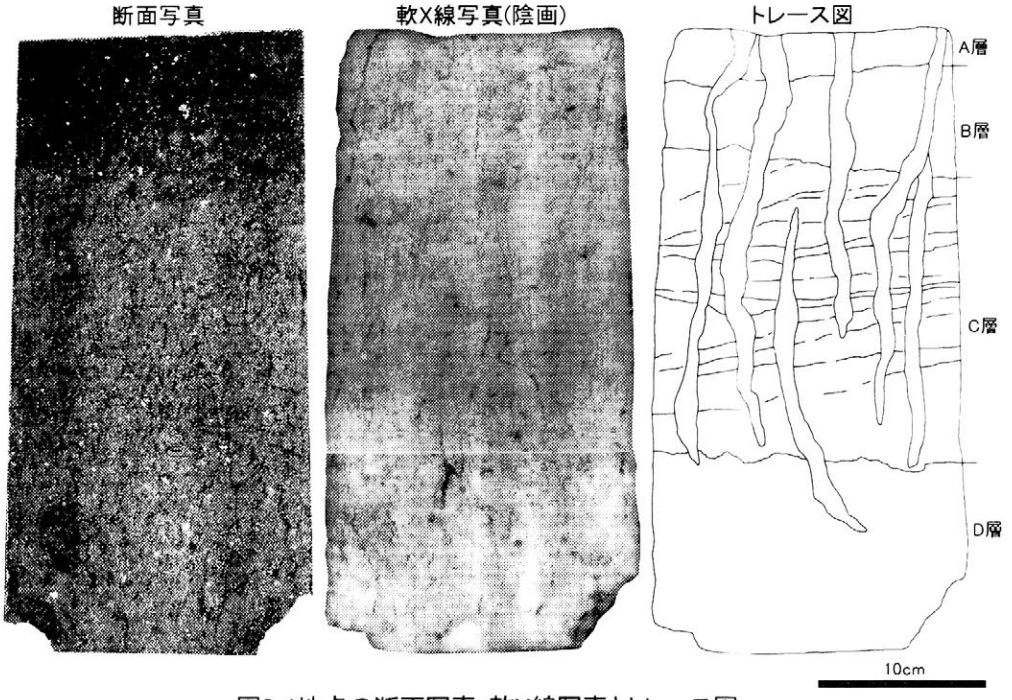


図3. 1地点の断面写真・軟X線写真とトレース図

畑遺構土壌の農耕地としての評価法に関して（第３報）

—土壌物理性に関する適応事例と詳細な検討—

○須永薫子*、坂上寛一**
（＊(独)国立科学博物館、＊＊星槎大学共生科学部）

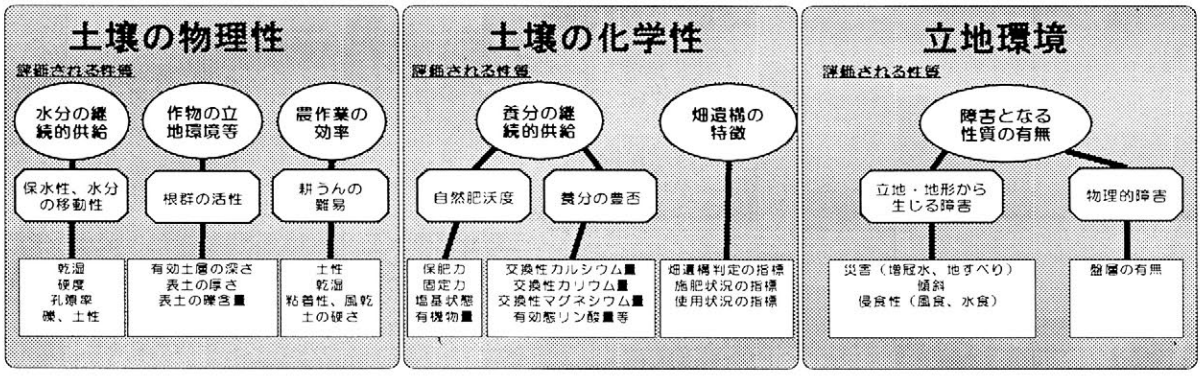
1. 背景および目的

これまでに、かつての水田については生産性の考察が多数行われてきた。一方、かつての畑の生産性に関する研究は少ない。これは、かつての畑から作物の痕跡が検出されることはあるが、通常は栽培作物が特定される例が少ないこと、栽培方法が明瞭ではないこと、そして畑遺構の検出例が少ないことなどが背景にあると考えられる。また、一般に畑では連作障害が生じることから栽培作物は意図的に変更されていたことが十分に考えられ、栽培作物は固定あるいは限定されていなかった可能性がある。そのため、栽培作物とは独立した方法での総合的な地力評価は水田に比べむしろ畑で重要である。しかしながら、埋没した畑遺構土壌の埋没以前の地力を評価するためには、現在一般に行われている評価方法をそのまま当てはめる方法では、十分とはいえない。発表者らは、2003 年度大会において畑遺構土壌の農耕地としての評価法について概要を発表した。本報告では、埋没畑遺構土壌の物理性の特徴を中心に、埋没畑遺構をかつての農耕地として評価する項目および評価方法を検討した。

2. 評価項目の概要

作物が健全に生育するには、適度な光、温度、空気、水分、養分、障害因子のないことの6つの要因が必要である。これらのうち光をのぞいた要因について、土壌は重要な役割を果たしており、畑遺構土壌においてもこうした要因を評価する必要がある。現代の農業で用いられてきた総合的な土壌評価法である生産力可能性分級（土壌保全調査事業全国協議会編,1991）の評価基準を参考に、畑遺構を評価するのに適切な評価項目および基準を検討した。

埋没畑遺構について生育環境としての土壌の物理性・化学性および立地環境の各性質を評価する項目として妥当な項目およびその評価基準を検討した。検評価項目を下図にまとめた。



本発表では、特に土壌物理性に着目して、畑遺構で確認できた特徴の説明と生産力可能性分

級に基づく項目および畑遺構土壌の性質をより明瞭に示すことのできると考えられる項目について報告する。

3. 畑遺構で確認できた土壌物理性

土壌物理性は、その土壌が火山灰を母材とするのか、河川堆積物を母材とするのかによってその観察できる性質が異なる。実際の畑遺構で観察できた土壌物理性の特徴は以下のようになった。

分析項目：現地調査による土壌硬度（山中式硬度計）・固相率（一定体積中の固体の閉める割合）・土壌構造観察（平山 1992 に準じて土壌構造観察用薄片試料を作成）について観察を行った。

試　　料：1783 年の浅間山噴火にともなう泥流により埋没した畑遺構（群馬県）等

分析結果：畑遺構と対照地（同様の層位から採取。森林下を想定）の比較をおこなったところ、埋没以前の畑利用による影響と考えられる土壌構造が観察された。また、硬度や固相率ともに畑遺構が高くより締まった状態であることがわかった。これらの性質は埋没以前の畑利用による影響を強く受けている可能性が高いと考えられた。そこで、以下の評価項目を検討した。

4. 項目の検討

作物生育環境の物理性に関する評価は、1)耕うんが容易な環境かどうか（耕うんの難易）と 2)作物の根が生育し易い環境かどうか（根圏の物理的環境）を評価した。評価項目は、表土の厚さ、有効土層の深さ、当時の表土の礫含量、耕うんの難易、土地の乾湿、孔隙率、硬度、土性の 8 項目を設定した。

耕うんの難易については、土性および乾湿等を元に総合的な評価基準を設定し評価を行った結果である。なお、生産技術としては人力が中心の耕うんであったことが予想されることから、礫含量についてもあわせて比較を行う必要があると考えられる。

土壌構造は、作物生育に必要な水分供給、酸素供給、根域の確保において重要である。野菜栽培土壌の物理性は、空気率、粗孔隙、固相率、仮比重、硬度および土壌（土性）によって診断基準が設けられている（金子，1994）。これまでの研究から、畑遺構の土壌構造は埋没以前の土壌構造を反映していると考えられた。そこで、これらの項目に関しては、生産力可能性分級では扱われていないが、金子（1994）を参考に、孔隙率、硬度、土性の 3 項目について基準を設け評価した。

表土の厚さ、有効土層の深さ、表土の礫含量、土壌の乾湿の4項目は、生産力可能性分級に基づく物理性に関する評価項目を参考に、項目毎に観察および測定結果を判定する判定基準値設定し評価を行った。

5. 今後の研究に関して

土壌物理性は埋没以前の特徴が保存されている可能性の高い項目である。判定基準とした値は比較的大きな違いを評価するため、現地調査・観察によって評価可能な項目であるといえる。今後、圧密にともなう変化を詳細に検討し、埋没以前の状態の復元手法の検討を行うとともに、歴史的な農業技術に即した評価基準の検討が必要である。

P 31

美笛岩陰ヒグマの古代 DNA 分析とクマ送り儀礼に関する考察

○増田隆一*、田村俊之**、高橋　理***

*北海道大学 創成科学共同研究機構、**千歳市埋蔵文化財センター、***千歳サケのふるさと館

DNA 分析技術の進展により、遺跡からの出土骨や古い生物遺存体などの文化財からも遺伝情報を得ることが可能になってきた。このような手法は、古代 DNA (ancient DNA) 分析とよばれ、動物学にとどまらず文化財科学や考古学において新しい展開をもたらしている（増田, 2003）。標本の状態によっては DNA 抽出法や遺伝子増幅法に種々の改良が要求されるが、動物出土骨片などの古代 DNA 分析が成功すれば、その遺伝情報に基づいて、骨片の形態や発掘状況からはしばしば特定が困難である種判定、性別判定、個体識別、産地同定（生前の生息地推定）などができる可能性が生まれてくる。これまでに演者らは、北海道礼文島におけるオホーツク文化遺跡から出土したヒグマ頭骨の古代 DNA 分析を行い、その出自を検討することにより、道北地方のオホーツク文化と同時代に道南地方で栄えた続縄文文化との間に子グマを通した異文化交流があったことや飼育型クマ送り儀礼の起源について新しい見方を提示することができた（増田ほか, 2002）。それには、古代 DNA 情報と比較するための十分なデータセットを準備しておく必要がある。礼文島の古代ヒグマ研究の場合、現在の北海道ヒグマ個体群において道南型、道北-道央型、道東型 DNA をもつ 3 グループが異所的に分布することが明らかにされていたこと（総説は増田・阿部, 2005）が決め手となった。礼文島にはこれまでにヒグマの自然分布の証拠がないため、礼文島から出土した古代ヒグマ遺存体は、島外から持ち込まれた個体に由来すると考えられた。一方、演者らは、現在のヒグマ生息地である北海道本島内に位置するクマ送り儀礼の遺跡から出土するヒグマ遺存体の古代 DNA 研究を行い、そこから得られる遺伝情報に基づいて、クマ送り儀礼に関する考察を進めている。

その一つとして、北海道千歳市の美笛岩陰から出土したヒグマ骨に注目している。美笛岩陰は、アイヌ文化における狩猟型クマ送り儀礼（オプニレ）が行われた場所と考えられている（クマ送り儀礼には、親グマを用いる狩猟型と前述の子グマを用いる飼育型（イヨマンテ）が知られている）。その美笛岩陰から発掘された 10 頭以上のヒグマ頭骨について、骨の形態や歯の年輪から性別判定や年令査定がなされている（千歳市教育委員会,

1984）。また、演者らの現生ヒグマのミトコンドリア DNA 分析では、美笛岩陰が位置する支笏湖の西部沿岸域に分布するヒグマ個体群は「道南型」に分類されている（増田・阿部, 2005）。そこで、美笛岩陰から出土したヒグマ頭骨に関する古代 DNA 分析を行い、現生ヒグマにおける DNA タイプの地理的分布と比較した。その結果、美笛岩陰ヒグマ骨から、「道南型 DNA」に加えて、石狩低地帯東部や日高地方に分布する「道央型 DNA」が検出された。また、演者らの予備的分析により、少なくとも縄文時代までには北海道ヒグマの三重構造が成立し現在に至っていることが示唆されている。美笛岩陰周辺における現生ヒグマ DNA の詳細な地理的分布をさらに分析する必要があるが、本分析結果は、美笛岩陰出土のヒグマ頭骨群が、美笛地域のヒグマに加え、それ以外の周辺域に生息していたヒグマを含めて構成されていることを示している。美笛岩陰は複数の集落集団により、クマ儀礼の場として利用されていた可能性がある。さらに、支笏湖周辺域には狩猟型クマ送り場と考えられる複数の岩陰遺跡が知られており、今後、それらの遺跡から出土するヒグマ遺存体の分析と考古学的情報を統合することにより、アイヌ文化におけるクマ送り儀礼様式、集団間の文化交流ならびに狩猟域の変遷がより明らかになってくるものと考えられる。

＜引用文献＞

千歳市教育委員会 (1984) 千歳市文化財調査報告書 X: 千歳市美笛における埋蔵文化財分布調査.

増田隆一 (2003) クマの DNA が語るオホーツク人の交流. 2003 年度日本文化財科学会公開講演会「考古科学の最前線：科学が語る北海道の古代」(於、札幌) 要旨集, p. 18-24.

増田隆一・阿部　永 編著 (2005) 動物地理の自然史. 北海道大学図書刊行会,　札幌.

増田隆一、天野哲也、小野裕子 (2002) 古代 DNA 分析による礼文島香深井 A 遺跡出土ヒグマ遺存体の起源-- オホーツク文化における飼育型クマ送り儀礼の成立と異文化交流 --.　動物考古学 19: 1-14.

木質古文化財に残る「刃こぼれ痕」について（2）

○藤井　裕之
（京都大学大学院）

1. 目的

刃物で木材を加工すると、その刃物特有の刃こぼれが切削面に転写されることがある。切削面の刃こぼれ痕を比較して、同じ特徴を持つものがあれば、それらは刃が付け替えられるまでの間に、同じ工具で加工されたものに違いない。また、このような原理を利用したヨーロッパの研究[1)]によれば、金属斧の刃こぼれは1回の研ぎ直しで劇的に変化することはなく、同一の斧による切削面は、合間に研ぎ直しが行われていても識別可能とされる。しかしこれらのことは、まだ十分に検証されたとはいいがたいのが現状である。

そこで本研究では、刃物を使用するごとに刃こぼれ痕がどのように変化し、研ぎ直しを行うと刃こぼれ痕がどのように変化するかを明らかにする目的で、実際に斧を用い、木材の切削実験を行った。以下、その結果を報告する。

2. 実験の方法と設定

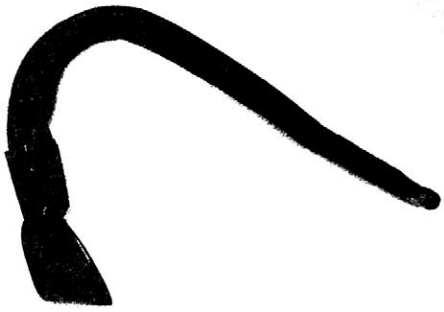


写真1　使用したちょうな

写真2　ちょうなによる切削

斧は本職用のちょうな（刃幅 92mm、重量544g）と、木製曲柄（樹種はエンジュ、重量329g）のそれぞれ市販品を購入し、調整して使用した（写真1）。このちょうなは両刃で、現在の奈良地方で一般的な形状の鉄製横斧である。刃先の角度は約 45 度、刃先の研磨は斧身を柄に固定した状態で砥石を当てて行う方式とし、砥石は中砥（800番）を使用した。切削対象とした木材は、皮付きの丸太（長さ 1.5～2m、直径 15～20cm 強）である。樹種はスギ、ヒノキ、アカマツ、シイノキを用意し、1本ずつを実験に充てた。

ちょうなによる切削は報告者自身で行い、立ち姿勢で、面が平坦になるように丸太の表面から順にはつった（写真2）。各樹種とも、切削は皮付き状態からはじめ、打撃は樹種ごとに 2,000 回ずつ、シイノキ、ヒノキ、スギ、アカ

マツの順に、合計 8,000 回行った。途中切れ味が低下したと感じる都度、刃先を研ぎ直すことにした。ちょうなによる切削面は、打撃 100 回おきに採取した型から石膏模型を作成し、記録した。この型取り材には、シリコーンゴム製パテ(旭化成ワッカーシリコーン AD5611)を使用した。

なお、報告者はこれまでちょうなを使った経験がなかった。今回、半年前から切削などの練習を行い、ミズナラの丸太を 18,000 回以上はつったうえで実験に臨んだ。

3. 結果と考察

実験の結果得られた刃こぼれ痕には、一見して認識できるやや太めの凸線(およそ 0.5mm～1mm 幅)と、斜光の具合を調整すると浮きあがる細かい凹凸の筋(幅 0.5mm 以下)が見られた。この両方が固有のパターンを構成している。単独の凹線の存在は確認できなかった。模型を追跡すると、刃こぼれ痕は、刃先が節にあたるなど何かのきっかけを機に追加され、それが徐々に累積していくことが確認できる。刃こぼれ痕のつき方に樹種による違いはなかった。ただ、シイノキやアカマツの場合、道管などの空隙や樹脂の滲出のため、型取りに難があった。型がもっとも鮮明に取れた樹種はヒノキであった。

研ぎ直しを行う機会は3回あった。研ぎ直し直後の刃こぼれ痕をみると、微細な凹凸は消えたものが多いが、主要なものは存続していることがわかる。以前の刃こぼれ痕とパターンを比較すると、照合が可能である。

建築部材にみられる斧痕の場合、幅 1mm 以上の凸線をもつ刃こぼれ痕も珍しくない。それをもたらすような規模の刃こぼれを消すには、実験結果をふまえて考えると、多くの労力が必要なことがわかる。実用上は、切れる刃先を維持することのほうが重要で、ほどほどに切れる程度の刃先でも十分使える斧類の場合、刃こぼれ痕は、ほかの刃物よりも持続しやすいと考えられる。斧による加工痕は、この種の研究に非常に都合のよい材料といえるだろう。

4. まとめ

上記の点からみて、斧類のような刃物の場合、刃先の性能を保つ程度の研ぎ直しであれば、刃こぼれ痕は存続すると認められる。刃物の個体識別や加工順序、刃物の使用経過などを明らかにできる可能性は、基本的に追認できると考える。

現在までに得られた成果は現象面での把握にとどまる。刃こぼれ痕を構成する凹凸とそれをもたらす刃先の傷の因果関係について、理論面でも考察する必要がある。今後はさらに、建造物等を対象とした事例研究も試みる予定である。

なお本研究は、平成 16 年度笹川科学研究助成によるものである。

[1] Sands, R. 1997. *Prehistoric Woodworking*. The institute of Archaeology, UCL.

浅間Bテフラ（1108年）直下で広域に認められる放棄水田の自然科学分析

○杉山真二（株式会社 古環境研究所）

１．はじめに

平安時代末期の西暦1108年に浅間山から噴出した浅間Bテフラ（As-B）は、関東北部一帯に分布しており、その直下からは広範囲にわたって水田跡が検出されている。この中には休耕・放棄された状態の区画が混在していることが指摘されており、放棄後かなり時間が経過していると考えられる潰れた畦畔や埋没した水路などが確認されている（高崎市史, 2003）。また、高崎市日高遺跡（第Ⅳ次調査）では、As-B直下の水田面からヨシが密生した状態で検出されている（原田・能登, 1984）。これらの水田跡の土層断面を観察すると、As-B直下に層厚数cm程度の黒褐（灰）色腐植土層（粘質土層）が認められることが多い。

ここでは、As-B直下の腐植土層が堆積した当時の植生や環境について、植物珪酸体（プラント・オパール）分析および花粉分析の結果から検討を行った。

２．調査地点

調査地点は、高崎市の並榎北Ⅱ遺跡（No.１，報告書刊行年1996）、東町Ⅲ遺跡（No.２，1994）、東町Ⅵ遺跡（No.３，1994）、矢中下村北Ⅱ遺跡（No.４，2001）、前橋市の柳久保遺跡（No.５，1997）、下増田常木遺跡（No.６，2004）、群馬町の金古北十三町遺跡（No.７，2000）、甘楽町の甘楽条里遺跡（No.８，2000）、伊勢崎市の三和工業団地遺跡（No.９，1999）、太田市の年保・前沖遺跡（No.10，2004）の10遺跡である。

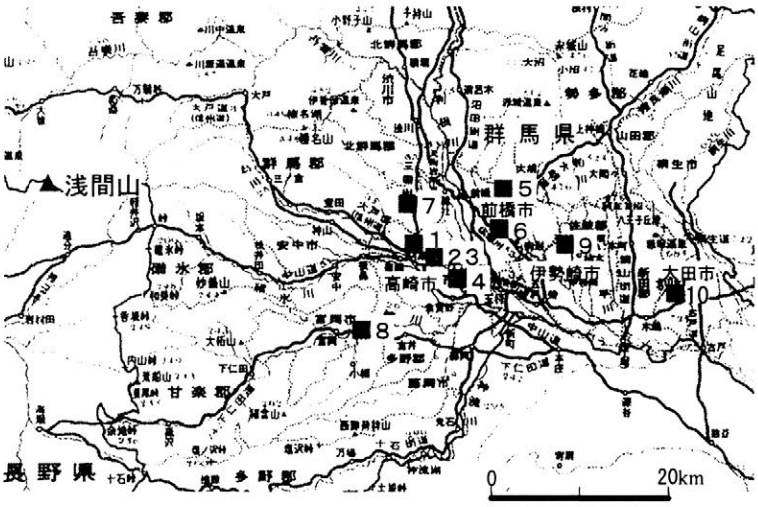


図１　調査地点の位置図

３．結果および考察

As-B直下の腐植土層およびその下層におけるイネとヨシ属の出現状況（植物珪酸体密度）を図２に示す。なお、複数地点を分析した遺跡については平均値を示した。

イネの出現状況をみると、As-Bの下層では密度が1,500～8,700個/g（平均4,500個/g）と比較的高い値であるが、As-B直下の腐植土層では600～3,300個/g（平均1,400個/g）と低い値であり、平均で１／３以下と大幅に減少している。

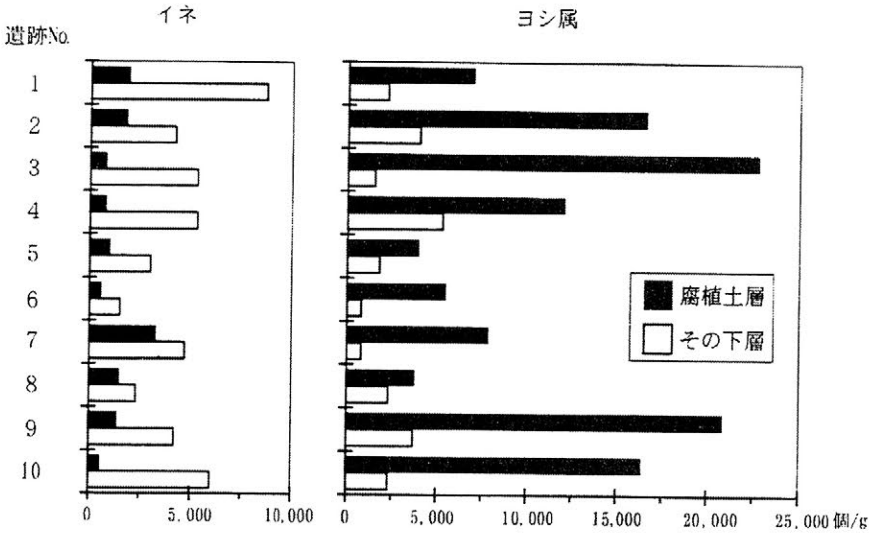


図２　イネとヨシの植物珪酸体の出現状況

一方、ヨシ属はAs-Bの下層では800～5,300個/g（平均2,500個/g）、As-B直下の腐植土層では3,800～22,800個/g（平均11,700個/g）であり、平均で4.7倍と大幅に増加している。

As-B直下の腐植土層におけるヨシ属の検出密度（平均11,700個/g）に、同層の層厚（２cm）と仮比重（0.8，東町Ⅲ遺跡の実測値）、およびヨシ属の換算係数（6.31×10^{-5}g，杉山，1999）をかけると、同層におけるヨシ属の植物体生産量（乾重）は11.8kg/㎡と算出される。

ヨシ属の生産量は生育条件によって大きく異なるが、たとえば近江八幡市における栽培ヨシ（大型群落）の現存量（乾重）の1.18kg/㎡（琵琶湖研究所，1984）で割ると10.0となる。この試算は前提条件が多く参考程度の値であるが、As-B直下の腐植土層ではおよそ10年間前後にわたってヨシ属が繁茂していたと考えられ、数年程度の休閑ではなく比較的長期間にわたって水田が放棄されていたことが想定される。

花粉分析の結果によると、As-B直下の腐植土層の堆積当時は、ガマ属－ミクリ属、カヤツリグサ科、イネ科などが繁茂する湿地的な環境であったと考えられる。なお、As-B直下ではカシ類などの照葉樹が減少する傾向が認められることから、この頃に気候が冷涼化するなど広範囲におよぶ何らかの環境変動があり、それが水田耕作の存続に影響を及ぼした可能性も示唆される。

４．まとめ

浅間Ｂテフラ（1108年）直下の腐植土層の堆積当時は、ヨシ属、ガマ属－ミクリ属、カヤツリグサ科などが繁茂する湿地的な環境であったと考えられ、ヨシ属の量的な検討から、火山災害のおよそ10年前頃から水田が放棄されていたことが推定された。

今後、As-B直下の腐植土層の分布範囲や分布割合を詳細に把握し、植物珪酸体分析や花粉分析などの自然科学分析データを蓄積することで、平安時代末期における土地利用の実態、およびその背景となった気候や環境の変動などが解明されるものと期待される。

本研究の一部は、かみつけの里博物館特別展「浅間山大噴火、中世への胎動」の展示解説図録論考集（杉山，2004）で公表したものである。

古墳時代出土「土玉」の材質分析

○降幡順子*、大賀克彦*、肥塚隆保*
＊　独立行政法人文化財研究所奈良文化財研究所

1.はじめに

考古遺物の流通や消長を議論する際に、材質を重視した分類が有効である。これまで、筆者らは主にガラス製品をはじめとする玉類の材質や製作技法の考古科学的研究を行ってきたが、そうした作業の中で、相次いでこれまでにないタイプの丸玉の存在を確認した。土玉として報告されたものもあるが、詳細な調査の必要性を認めたため、これらの資料について科学分析をおこない、その材質などについて明らかにした。

2.分析資料

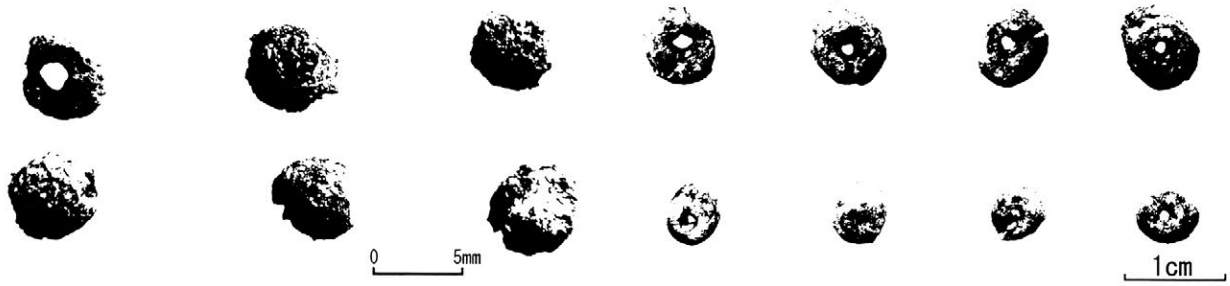
今回調査した資料は、古墳時代前期後半（4 世紀頃）の古墳から出土したもので、京都府北谷 5 号墳出土丸玉 3 点、谷垣 18 号墳出土丸玉 8 点、富山県阿尾島田 A1 号墳出土丸玉 6 点である（写真 1）。北谷 5 号墳・谷垣 18 号墳出土資料の直径は 4～7mm で、重さは 0.4～0.7 g 、阿尾島田 A1 号墳出土資料は直径 4～5mm、重さは 0.1～0.2g であった。阿尾島田 A1 号墳出土資料の方が軽いのは、風化が進み完形ではない資料が多いためである。形状は、中央部がやや膨らんでおり、上下面が平坦なものもある。

3.分析方法

資料表面の特徴を捉えるために実体顕微鏡による表面観察を行ったのち、透過 X 線写真撮影、X 線 CT 断層撮影をおこない内部構造調査をおこなった。資料の材質分析は、蛍光 X 線分析法にておこない、表面黒色部分は非破壊 X 線回折装置によりその結晶構造を確認することを試みた。

4.分析結果

顕微鏡観察から、表面は粘土粒子で覆われ淡い黄褐色を呈しているが、本体は黒褐色～黒灰色を呈しブロック状に割れており、一見、鉄の黒さびのような色調を示すが磁性は有していない。X 線透過撮影では、全体に密度が大きいことはわかったが、コントラストに乏しく内部構造の詳細な観察はできなかった。そこで X 線 CT による調査をおこなった(写



阿尾島田 A1 号墳出土丸玉　　谷垣 18 号墳出土丸玉

写真 1

真2)。資料内部にX線の吸収が周囲より小さい部分が円周に沿って分布していることが明らかとなった。これは北谷5号墳・谷垣18号墳出土資料に共通している。資料の劣化が進んでいることから腐食による影響がまず考えられるが、製作技法に関連しているとも考えられるため、分析資料数を増やすなどの必要性がある。次に、非破壊にて材質調査が可能な蛍光X線分析法による調査をおこない、錫製品であることが判明した（図1)。鉛、銅、鉄などを微量に含有しているが、これらは錫に伴う不純物と考えられる。半定量分析の結果、錫含有量は約86.7wt%～94.8wt%を示し、その平均は92.2wt%であった。また、表面の黒色部分からは、酸化錫(Ⅱ)（SnO:Romarchite）が検出された。Romarchiteは出土錫製品などの腐食生成物として検出例が報告されている(Organ 1971など)。かつての色調は銀色に輝く丸玉であったと考えられるが、酸化が進みその表面が銀色から黒色へと変色したものであると考えられる。

5.考察

錫は青銅の合金成分としてよく知られているが、近年、単独での使用が注目されつつある（成瀬1989、比佐2004など)。古墳時代後期以降は錫製耳環や環状錫製品が多数確認され、特に環状錫製品は7世紀頃の北日本で集中して出土することから、北方ルートからの流入も想定される（小嶋 1996)。一方、北部九州では弥生時代前期に遡って錫製釧が出現すると言われており、その後、古墳時代中期までの間にも散発的に錫製釧などの出土が確認される。しかし、地域や時期による調査精度の相違のために、全体的な出土の傾向は十分に明確とは言えない。今回、取り上げた資料は、これまで単体での錫製品が全く確認されていない古墳時代前期の資料で、玉素材として使用された点でも稀有な例となる。古墳時代後期の耳環の分析では、錫のほかに、鉛、銅、亜鉛を検出しているが、今回の資料では亜鉛は検出限界以下であった点が異なるといえる。錫に不純物として含まれる微量の銅、鉛、亜鉛などの含有量の異同等を手掛かりに、素材としての流通ルートの追究も可能であると考えられ、今後の分析データの蓄積が待たれる。

今回の調査には丹後郷土資料館及び富山大学考古学研究室より格別の御協力を得た。

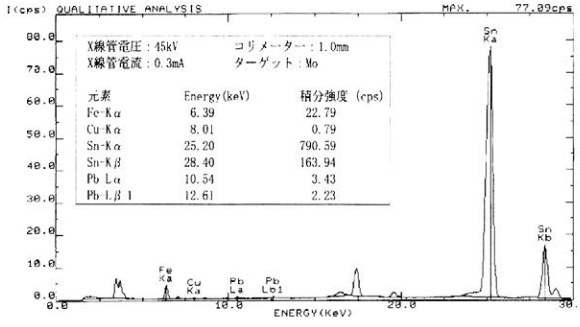


図1：蛍光X線スペクトル結果

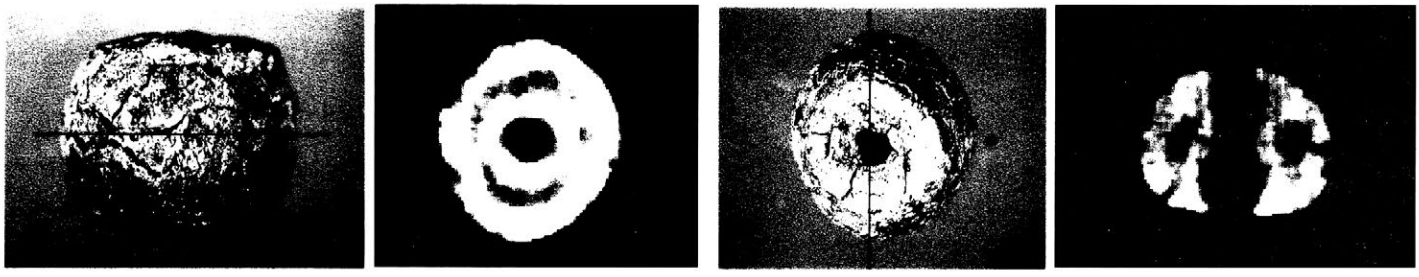


写真2：撮影断面とそのX線CT画像（北谷5号墳出土丸玉）

福島県内出土赤彩土器顔料の基礎的研究

○奥山誠義
財団法人福島県文化振興事業団

1　はじめに

日本国内では，広く赤色顔料の調査が行われ，その様相が次第にはっきりとしてきた。一方，福島県内における赤彩土器の顔料に関する分析報告は，赤彩土器出土例に比べ格段に少ない。多くの報告書中では『赤彩土器』あるいは『朱塗り土器』等と記されるのみ(註)で，顔料について具体的に示されることは少なく，その実態は未だはっきりしていない。従来の調査では，東北地方或いは福島県浜通り地方では縄文時代後期は水銀朱が優勢的に使用され[1)]，縄文時代晩期中葉～弥生時代初頭にかけては『ベンガラ』が優勢的に使用されていることが示唆されていた[2)]。

今回，福島県内出土の縄文土器を中心に顔料が『ベンガラ』であるか『水銀朱』であるか判別するため，蛍光X線分析を行った。その結果，時代・土器型式に応じた差異が見られたので，国内全体の顔料研究との比較検討を行う材料とするため提示したい。

今回，赤彩土器の顔料分析に当たった資料の出土遺跡概要と資料個々の詳細については表1，2の通りである。

表1　分析資料出土遺跡概要

遺跡	所在地	概要
宮ノ前A遺跡	石川郡玉川村大字吉	谷地部にあり，遺跡からは，北側の丘陵裾部上において建物跡6棟，溝跡9条，井戸跡3基，土坑3基，焼土遺構3基と，主に近世の遺構を確認した。その南側の谷地部からは，平安時代と江戸時代の遺物が出土する包含層と，縄文時代後期中葉，加曽利B2式土器を主体とした遺物包含層を確認している
高木遺跡	安達郡本宮町大字高木	自然堤防上にあり，遺跡のすぐ西側を阿武隈川が北流している。今回報告する資料は，高木遺跡9区下層の住居跡，土坑，配石遺構そして縄文時代の遺物包含層から出土している
南倉沢遺跡	南会津郡下郷町南倉沢字玉家・稲干場ほか	下郷町南東部に位置し，標高は750m前後である。遺跡は北側に開けた谷状地形の西端部で、東向き斜面に立地している。調査で検出できた遺構は，竪穴住居跡2軒，土坑5基，埋甕1基，性格不明遺構1基である。その他に縄文時代前期後葉の土器を主体とする包含層を1カ所確認した
馬場前遺跡	双葉郡楢葉町上小塙字馬場前・懐内・宮前	標高約49mの河岸段丘上に立地する。遺跡からは縄文時代の竪穴住居跡が66軒，奈良平安時代の竪穴住居跡が27軒，堀跡や土坑や柱穴が700個以上検出された。

表2　分析資料一覧

資料番号	遺跡・出土場所	時期	器種
資料1	宮ノ前A遺跡・遺物包含層	縄文時代後期中葉(加曽利B2式)	注口土器破片
資料2	高木遺跡9区・281号住居跡	縄文時代中期後葉(大木9式)	有孔鍔付土器口縁部片
資料3	高木遺跡9区・284号住居跡	縄文時代中期末葉(大木10式)	注口付浅鉢形土器注口部片
資料4	高木遺跡9区・　134号土坑	縄文時代中期末葉(大木10式)	鉢形土器口縁部片
資料5	高木遺跡9区・204号土坑	縄文時代中期後葉～末葉	浅鉢形土器胴部片
資料6	高木遺跡9区・244号土坑	縄文時代中期末葉～後期初頭	深鉢形土器胴部片
資料7	高木遺跡9区・263号土坑	縄文時代後期前葉(綱取Ⅰ式)	浅鉢形土器口縁部片
資料8	高木遺跡9区・65号配石遺構	縄文時代中期末葉～後期初頭	深鉢形土器口縁部片
資料9	高木遺跡9区・遺物包含層	縄文時代中期末葉(大木10式)	注口付浅鉢形土器片
資料10	高木遺跡9区・遺物包含層	縄文時代中期末葉	深鉢形土器底部片
資料11	高木遺跡9区・遺物包含層	縄文時代後期初頭	注口付鉢形土器胴部片
資料12	高木遺跡9区・遺物包含層	縄文時代後期初頭	注口付鉢形土器口縁部片
資料13	高木遺跡9区・遺物包含層	縄文時代中期末葉(大木10式)	有孔鍔付土器破片
資料14	高木遺跡9区・遺物包含層	縄文時代中期末葉(大木10式)	有孔鍔付土器破片
資料15	高木遺跡9区・遺物包含層	縄文時代中期末葉(大木10式)	有孔鍔付土器破片
資料16	高木遺跡9区・遺物包含層	縄文時代中期末葉(大木10式)	深鉢形土器胴部破片
資料17	高木遺跡9区・遺物包含層	縄文時代中期末葉(大木10式)	深鉢形土器口縁部破片
資料18	高木遺跡9区・遺物包含層	縄文時代中期末葉(大木10式)	深鉢形土器胴部破片
資料19	高木遺跡9区・遺物包含層	縄文時代中期末葉(大木10式)	深鉢型土器口縁部破片
資料20	南倉沢遺跡・遺物包含層	縄文時代前期後半(諸磯B式)	深鉢型土器胴部破片
資料21	南倉沢遺跡・遺物包含層	縄文時代前期後半(諸磯B式)	深鉢型土器胴部破片
資料22	馬場前遺跡・86号住居跡	縄文時代中期末葉	壺型土器
資料23	馬場前遺跡・122号a住居跡	縄文時代中期後半加曽利B2式	口縁部破片
資料24	馬場前遺跡・117号住居跡	縄文時代中期後葉	深鉢型土器口縁部破片
資料25	馬場前遺跡・118号住居跡	縄文時代中期末葉	把手付土器

2　分析について

資料は表1に示す計25点で，全て縄文土器の破片資料である。分析にかかる前に実

体顕微鏡により赤色顔料の付着状況を確認した。分析は当事業団設置のＸ線分析顕微鏡（堀場製作所製XGT-2700）を使用した。今回の分析では，２種類の顔料を判別する指標となる鉄(Fe)と水銀(Hg)に注目して赤色部分と胎土部分の定性分析を行い，両者のおおよその含有元素を測定し，比較検討のうえ顔料の特定を試みた。X線回折等による結晶構造の解析や化合物状態の観察を行っていないため，断定はできないが，おおよその傾向を把握することを念頭に置き調査を行った。分析は，基本的に完全非破壊で行ったが，数点に限っては赤色部分を微少量（針先程度）採取した。

分析装置:X線分析顕微鏡(堀場製作所製XGT-2700)／X線管球の対陰極:ロジウム(Rh)／検出器:半導体検出器／測定雰囲気:大気／管電圧:50kV／管電流:1mA／定性分析範囲:直径100μm／定性分析測定時間:300 秒

3 結果および考察

分析の結果，資料1(図1)および23の赤色部分では水銀の顕著なピークが見られた。両者とも赤色部分においては水銀と共に若干の鉄も検出されているが，資料1については胎土の影響を受けた結果と考えられる。一方，資料23の赤色顔料中の鉄は胎土に含まれるそれよりも強く検出されているため，水銀と鉄が混合して利用されていたものと考えられる。資料1については水銀系の赤色顔料である『水銀朱:硫化水銀(HgS)』が，資料23については『水銀朱』と酸化鉄系赤色顔料の『ベンガラ:酸化第二鉄(Fe_2O_3)』が併用されていた可能性が考えられる。

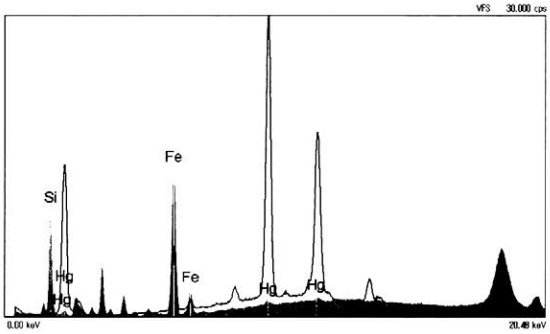


図１ 資料１の蛍光Ｘ線スペクトル
（実線：顔料部分，トーン:胎土部分）

資料1および23を除く，23点の資料では，顔料に由来する成分は全て鉄のみであり，水銀のピークは皆無であった。胎土との比較においてもその強度は著しく大きく，鉄が主成分となっていることを強く示唆する結果となった。

縄文時代後期中葉に属すると考えられる資料1と資料23では，『水銀朱』が検出されたことから従来の所見を更に補強する結果となった。資料1と資料23以外の23点ではすべて『ベンガラ』と推測される顔料が検出されている。これらは全てが縄文時代前期～後期前葉の土器であったことから，この時代において選択的に利用されていた可能性が考えられる。

目下のところ，分析例が乏しいため福島県内の全容を把握することは困難であるが，今後も福島県内の赤彩土器に使用された顔料の調査を継続し，体系化し，当時の技術や流通に関する多くの情報を引き出す一助になればと考えている。

註

例えば，大越道正ほか『福島県文化財調査報告書第407集 福島空港・あぶくま南道路遺跡発掘調査報告15』福島県教育委員会(2002)

引用文献

1)成瀬正和 「薄磯貝塚出土の赤色顔料関係遺物『いわき市埋蔵文化財調査報告第19冊 薄磯貝塚』福島県いわき市教育委員会(1988)

2)成瀬正和 「第三編 根古屋遺跡出土の赤色顔料の分析」『霊山根古屋遺跡の研究』福島県伊達郡霊山町教育委員会(1986)

P 36

東北南部珪質頁岩の溶出イオンと石器の風化過程に関する一考察

須田富士子（東北大学大学院　理学研究科）
岩石学講座博士２年

はじめに

東北地方の旧石器及び縄文時代には、多用な石材資源が利用されていることが近年わかってきた。とくに珪質頁岩・凝灰質珪質頁岩・珪質凝灰岩は石器に残る表皮の観察から、原産地の露頭転礫よりも遺跡周辺の河床礫を利用したことが推定される。また、これらの主要石材の内、珪質頁岩は旧石器では石刃・細石刃を制作する主石材として、縄文時代では石鏃、へら状石器に多用されるなど東北地方を代表する地域石材と位置づけられよう。珪質頁岩はその岩石的特徴からいくつかの種類に細分できることが指摘されてきた（秦　２００３他）。筆者らも堆積岩であることから粒度、含有化石、鉱物組成、珪化度などからフリント質頁岩、凝灰質珪質頁岩、珪質頁岩、黒色頁岩と分類している（須田・齋籐　２００３）。地質的分布と利用状況からは最も多いのが暗褐色と暗灰色凝灰岩質の頁岩であり、フリント質のものは概して少ない。珪質頁岩製石器は他の石材石器と比較してつやのあるきれいな表面をしていることが経験的に知られている。そこで珪質頁岩のパテイナ形成と耐性・変質のメカニズムを理解する目的で土壌中に埋没した石器を想定し、水が介在する埋没条件時に溶出するイオンを検出しようと試みた。溶出したイオンの由来は、薄片試料の偏向顕微鏡観察を通して考察した。

実験試料の選定

試料は寒河江川のよく円磨された河床礫である。山形・宮城両県で多く利用されているものと肉眼的に似ているものを選定した。人頭大の円礫を荒割りし、黄土色に変色した風化層を除去して内部の新鮮な部分を取りだした。漆黒ではなく、暗褐色である。劈開はあまり発達していない。割れ面は出土石器と異なり光沢はほとんど無いが、きわめて細粒・均質であり鋭い縁辺を見せる。これを鉄鉢・メノウ乳鉢で粉砕し粉体試料を得た。実験方法は以下の通りである。

実験方法

室温２０℃、実験水温２０℃、加熱無し
島津パーソナルイオンアナライザーPIA-1000
１　岩石の粉体試料を５０ｍｇ秤量
２　超純水５０ｍｌ中に粉体試料をいれる
３　撹拌子を入れて磁力回転台で撹拌する
４　懸濁水を濾紙で漉して水試料とする
５　溶出時間１・３・５・２４時間毎に水試料を得、陽イオン（カチオン）・陰イオン（アニオン）を測定する

結果

1　陽イオンではナトリウム、アンモニア、カリウム、マグネシウム、カルシウムの各イオンが溶出した。

2　陰イオンではリン酸、フッ素、塩素、硝酸、亜硝酸、硫酸の各イオンが溶出した。

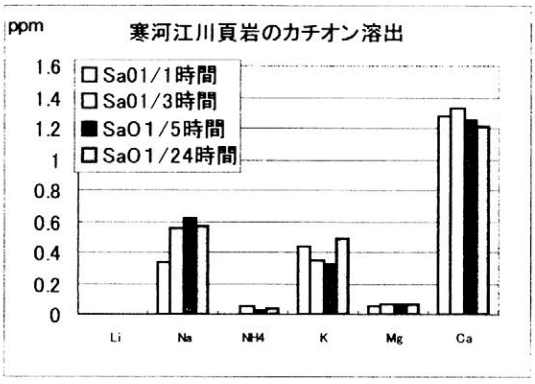
3　溶出時間の経過とともに溶出が増加するイオンがナトリウム、硫酸でわずかに減少するものがカルシウムと塩素である。

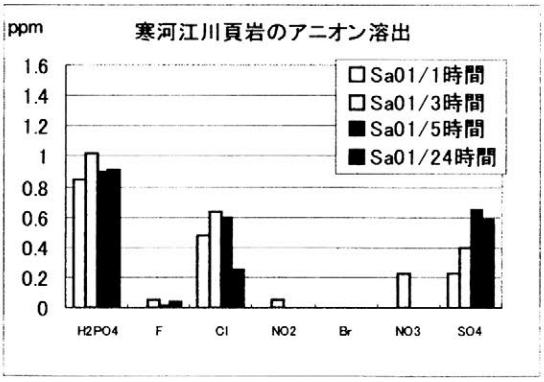
4　固形試料を用いた本実験の予備実験では、鉄イオンのみを定性測定しているが一度溶出させたのちは再度溶出しなかった。あらたな欠け面を作るか新鮮な固形試料を追加すると再溶出した。表採石器はほとんど溶出しない。

まとめ

以上のことから、珪質頁岩は水が介在する埋没条件では表面からイオンの溶出が起きることが推測された。溶出の観察されたリン酸、フッ素、カルシウムは生物の遺骸由来と考えられ、ナトリウム、塩素は海成の堆積物由来と考えられる。珪質頁岩を供給する草薙層・女川層の堆積環境と矛盾しない。また、溶出量が僅かに減少するイオンについては吸着あるいは変質など溶出が一方向だけでないことが示唆される。以上のように風化変色以外の、肉眼的に捉えられない表面からの変質についてイオンクロマトグラフイーによる定量分析は有効であることがわかった。

今後の予定としては、鉄イオンの定量分析、溶出したイオンの吸着が観察されるか、イオンの溶出層の深度、結合するイオンに注目した追加実験と他種珪質頁岩の事例を比較検討していく。パテイナ形成との関わり、珪質頁岩の石材としての力学的変化（重さ、堅さ、もろさ）ついては他の実験を準備している。





参考文献

秦　昭繁（2001）考古学における珪質頁岩の石材環境と産地推定　山形応用地質第21号

秦　昭繁（2003）東北地方の珪質頁岩石材環境　考古学ジャーナル499,pp8-11

須田富士子・齋籐靖二（2003）「座散乱木遺跡と周辺の岩石種」前期・中期旧石器捏造問題検証報告書

鎌倉大仏出土遺物の化学組成分析

○福田　誠(*)、永田勝久(*)、平尾良光(**)
(*)鶴見大学 (**)別府大学

１．はじめに

露座の大仏として有名な鎌倉高徳院の本尊(金銅製・像高11.39m)、国宝銅造阿弥陀如来坐像(以後大仏)は鎌倉時代中期の造立当初のものである。発掘調査で鋳型を土砂で埋め固定しながら鋳込んでいった痕跡と考えられる斜面堆積の地層が周囲から発見され、この地層の中から銅滓が多数出土した。銅滓はこの場所で大仏の鋳込み作業を行っていた証拠と考えられるものである。この銅滓がどこの部位のものなのかは不明であるが、これらの銅滓の化学組成分析を行い、大仏がどのような組成で構成されているのかを調べた。

２．実験

ａ．蛍光Ｘ線分析

試料として銅滓を計23点を選び出し、セイコーインスツルメンツ社製、エネルギー分散型蛍光Ｘ線分析装置 SEA-5120型(測定時間200秒、コリメータ1.8mm、機器内大気、管電圧45kv)を用い試料の化学組成分析を行った。試料１・２・10・11・12についてはは蛍光Ｘ線分析と鉛同位体分析を東京文化財研究所に依頼した。

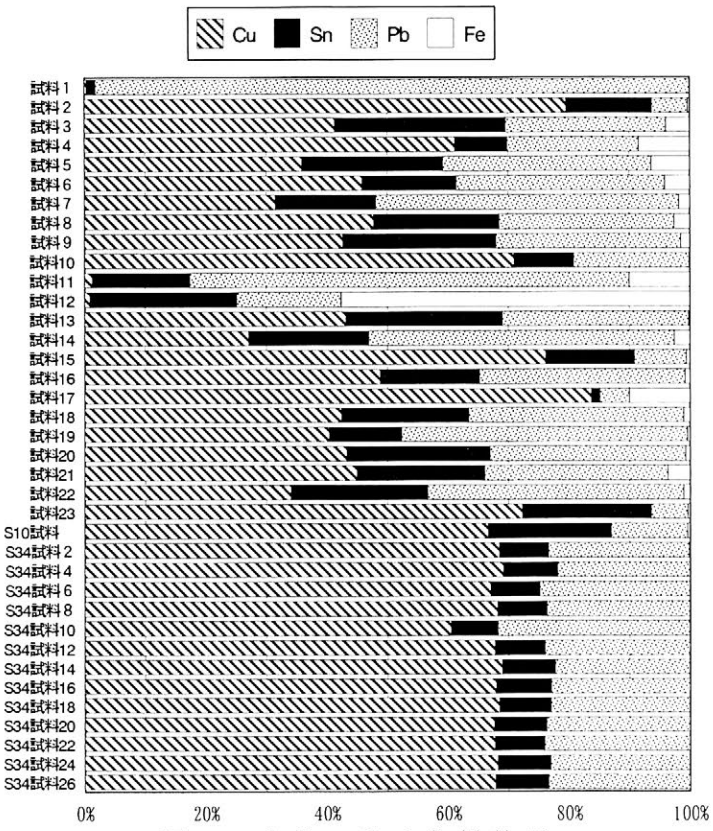


図１　大仏の組成分析結果

ｂ．電子顕微鏡と実体顕微鏡による表面観察と蛍光Ｘ線による面測定

トプコン社製電子顕微鏡sm300とオリンパス製実体顕微鏡SZ-PTによる表面観察を行った。蛍光Ｘ線分析結果の中から、試料14(Ｃｕ<Ｐｂ)・試料23(Ｃｕ>Ｐｂ)を選び、硝酸３：純水７の溶液で表面のエッチングを行い観察を行った。更に同じSEA-5120型(測定時間30秒、コリメータ0.1mm、機器内大気、管電圧45kv)を使い、およそ１mm角の範囲内を100点(10×10)の面測定を行った。

３．結果・考察

蛍光Ｘ線分析の結果、Ｃｕ・Ｓｎ・Ｐｂの三元系合金であることが明らかになった。発掘試料23点の分析値は昭和36年に刊行された修理工事報告書で報告されている台座の組成分析値と異なり組成にか

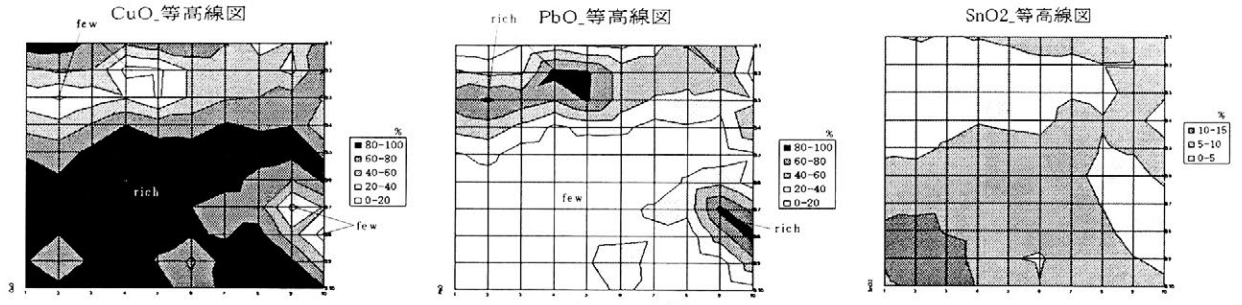


図２　試料14

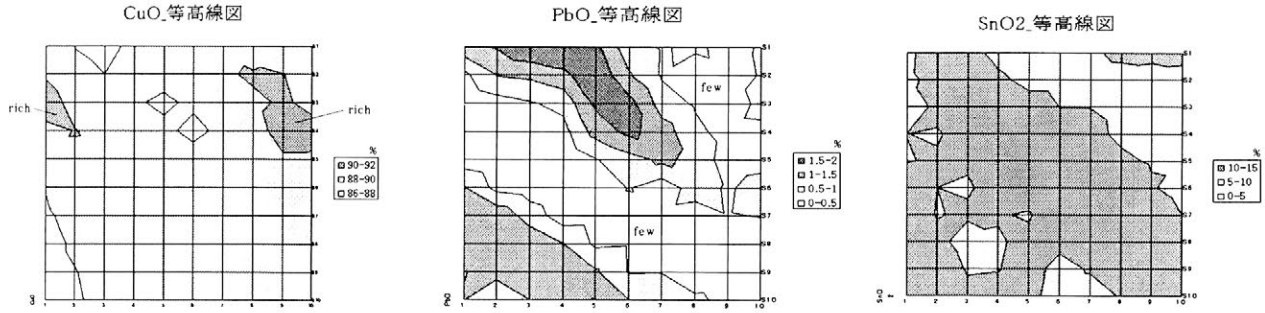


図３　試料23

なりの違いが見られた(図１)。修理工事報告書中試料のＣｕの平均値は67.47％、発掘試料のＣｕの平均値は44.93％で修理工事報告書中試料の平均値の６割ほどである。しかし今回の試料の中には平均値の1.23倍とＣｕに富んでいるものもある。修理工事報告書中試料のＳｎの平均値は9.27％、対して発掘試料のＳｎの平均値は17.72％で平均値の1.91倍、Ｐｂは平均値が23.13％、発掘試料の平均値は29.15％で平均値の1.26倍、多いものは3.12倍を占める。

電子顕微鏡と実態顕微鏡による観察を行い、金属が粒状に析出している様子、帯状に析出している様子が観察された。蛍光Ｘ線による面測定では、合金中に粒上または帯状に析出しているＣｕ･Ｓｎ･Ｐｂの濃度を分布図として捕らえることができた(図２･３)。

４．まとめ

大仏の組成は決して均一でなく、急激な温度等の差で非平衡凝固が起こり段ごとにＣｕ･Ｓｎ･Ｐｂの組成が偏った可能性が示された。銅滓は大仏と同じ中国華南産の鉛が使われていることから大仏の鋳造時のものと断定できよう。修理工事報告書試料でも採取時期により組成に偏りが見られた。大仏は分割して鋳込まれていることから組成は一定でなく、Ｐｂの濃度が高い部分は強度が著しく落ちる可能性がある。各段ごとの化学組成を改めて明らかにする必要があるのではないかと考える。

参考文献　１．福田　誠：鎌倉大仏発掘調査報告書；鎌倉市教育委員会　2001年３月　2002年３月

２．平尾良光、早川泰弘、鈴木浩子：高徳院鎌倉大仏周辺から出土した銅塊の自然科学的研究；鎌倉大仏周辺発掘調査報告書　ｐ34-43　鎌倉市教育委員会　2002年３月

３．高徳院国宝銅造阿弥陀如来坐像修理工事報告書；高徳院　昭和36年

シルクロード交流館所蔵コプト織断片の化学分析

○佐々木良子[1,2]、佐藤昌憲[1]、土橋理子[3]、佐々木健[2]
1）奈良文化財研究所、2）京都工芸繊維大学、3）ならシルクロード博記念国際交流財団

はじめに

奈良公園シルクロード交流館所蔵コプト織断片（紫円文及びチュニック）について、その文様や技法について坂本和子氏が解説している[文]。今回その解説に加えて化学的な材質分析を試みた。

実験

材質分析;微量の試料を採取し、IR スペクトル(島津製 IRPrestige-21 赤外分光光度計 顕微測定装置 AIM-8800 付)で測定した。

染料分析;堀場製 XGT2000W 型 X 線分析顕微鏡により、蛍光 X 線を用いた定性分析を行った。試料の一部について非破壊的に反射可視スペクトル(日立製 U-3500 型紫外・可視自記分光光度計(積分球付き))を測定した。更に微量の試料を採取して染料を有機溶媒に抽出し、MS スペクトル(島津 QP5000)を測定した。

結果

観察；写真１にチュニック（赤）を示す。このチュニックは矢印で示すような方向で織られている。この裾模様の観察より、織りむらがあることが分かった。すなわち A で示した部分では模様の部分が詳細に顔が表現されて織られているが、B の部分ではその表現が出来ていない。織り手が複数存在して、交代で織った可能性が示された。

材質分析；コプト織では材質として一般にウールが用いられるが、縦糸に亜麻を用いる場合があるので、この二点についても材質分析を行った。Fig.1 に赤外スペクトルを示す。チュニック（赤）に用いられた縦糸（赤）・横糸（赤）共にウールであることが示された。紫円文に用いられた縦糸（ベージュ）は植物性（亜麻と思われる)、横糸（紫）はウールであることが分かった。(Fig.1)

染料分析；用いられた染料について非破壊分析を行った。コプト織では紫色が特徴的に用いられるが、染料は貝紫ではなく藍と赤色染料（西洋茜或いはコチニール）で表現される場合が多い。紫円文の横糸について蛍光 X 線スペクトルを測定した。ここでもし貝紫が用いられているのであれば分子中の臭素のスペクトルが現れるが、この横糸については臭素の存在を確認することは出来なかった。ついで反射可視スペクトルを Fig.2 に示す。藍染及び貝紫染の標品のスペクトルと比較したところ、そのスペクトルは藍に近い結果が得られた。

極少量の試料より染料を抽出し MS スペクトルの測定に供した。発表者らが以前より提唱している直接試料導入法を用いてマススペクトルを測定した。

上記の分析結果を総合して染料の同定を試みたのでその結果を報告する。

文）奈良公園シルクロード交流舘展示図録 2004　p 48-50

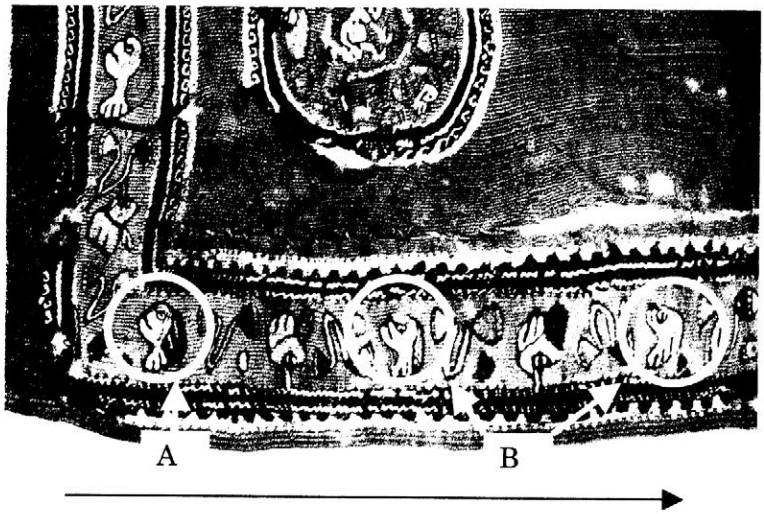


Photo　チュニックの裾模様

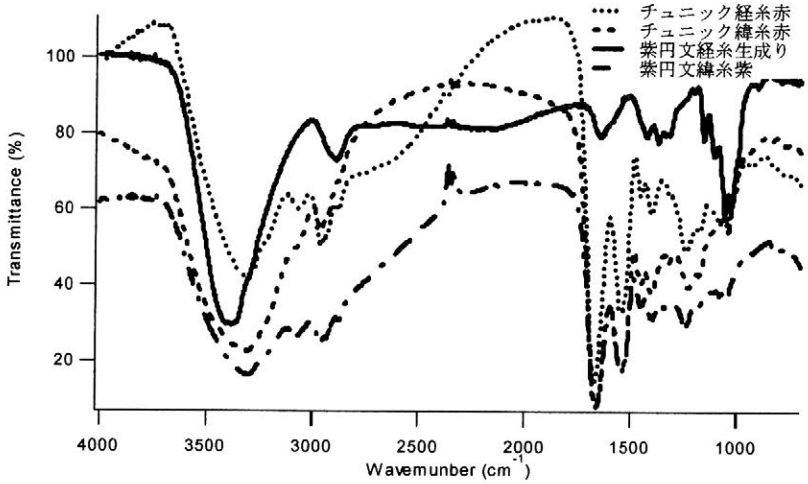


Fig.1　コプト織に用いられた繊維の IR スペクトル

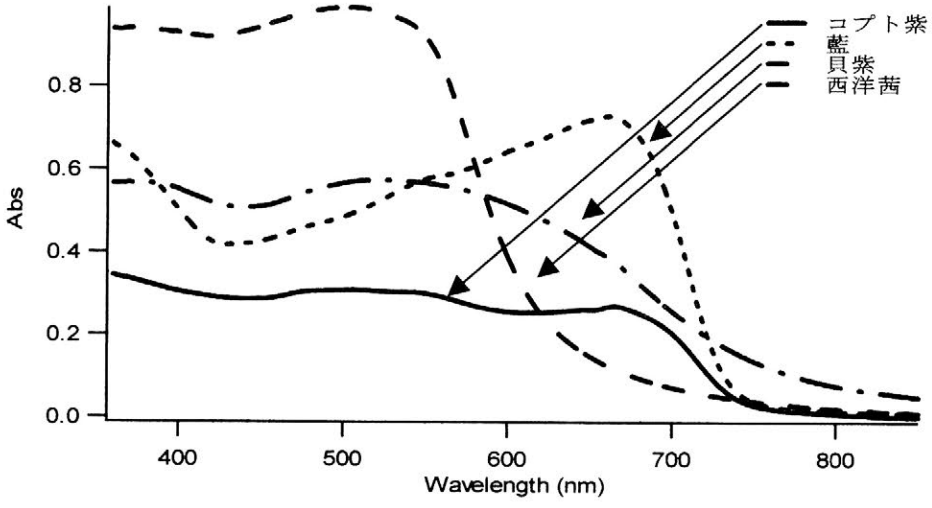


Fig.2　コプト織紫円文横糸紫の反射可視スペクトル

蛍光X線分析法による寛永通寶の研究

○橋本俊範（奈良大学大学院）

1．はじめに

寛永通寶は1636年からおよそ230年間生産され、その鋳造地は江戸・佐渡・近江・大坂など日本各地に点在している。主にコレクターによって銭文の書体から「古寛永」・「新寛永」と分類され、また裏面に鋳出されている文字や文様から鋳造地が検討されてきた。しかしながら、保存科学的見地からの研究はあまりされていない。

そこで演者は蛍光X線分析を行い、成分組成データから新たに分類できる可能性を見出したので報告する。

2．分析とその方法

寛永通寶229点のうち古寛永27点、新寛永143点の合計170点について分析した。まず大きさ、書体、文様などで分類し、次にエネルギー分散型微小部蛍光X線分析装置（EAGLEⅡ-XXL(NR)／EDAX Inc.）により定性・定量分析を行う工程で調査を進めた。

なお、今回の分析においては、表面の錆を1～2㎜四方削り表出させた地金部を5箇所ずつ分析し、定量値はその平均値で表すこととした。

3．結果と考察

（1）結果

定性分析の結果、今回分析した寛永通寶の材質には、真鍮（Cu－Zn 合金）、青銅（Cu－Sn合金）、鉄（Fe）があり、さらに元素含有率もそれぞれに異なっていることがわかった。表1には、新寛永の定量データを示す。

（2）考察

蛍光X線分析の結果、寛永通寶は形のみならず組成においても違いがあることがわかった。

定量分析で得られたデータのうち、主成分と考えられる元素の重量比を座標に示すことで組成からの分類が可能ではないかと考えた。

表1．新寛永より検出した主な元素とその含有率

資料	元素含有率(wt%)					
	Sn	Fe	Cu	Zn	As	Pb
文銭「文」	19.6	0.5	70.3	—	—	9.6
佐渡銭「佐」	11.3	0.1	73.6	—	—	15.1
足尾銭「足」	3.0	0.1	80.6	—	—	16.3
高津銭「元」	0.9	3.6	84.2	—	2.4	9.0
四文銭（21波）	—	2.0	72.2	16.1	0.3	8.8
四文銭（11波）	—	2.0	75.8	13.6	0.9	3.9
太田銭「久」	—	98.7	1.1	—	—	0.3

新寛永の四文銭と呼称されているものは真鍮製で、青海波文が21波、11波と異なる。21波、11波では、組成成分からも概ね分類できる可能性が考えられる（図1）。

四文銭以外の新寛永は青銅製と鉄製が知られており、文銭・高津銭といわれているものについては元素分析値からも明確に分類できることが判明した（図2）。

古寛永は青銅製で、直径24 ㎜のものは Sn／Cu 比 0.04～0.55、Pb／Cu 比 0.08～0.40 の範囲に分布することがわかった（図3）。

4．おわりに

以上のことより、寛永通寶は「形」だけではなく「材質」からも分類できる可能性が指摘できる。

また、分析した資料の一部については鋳造地を特定するに至らなかったが、これを解明できるとさらに詳細な分類が可能になるものと思われる。

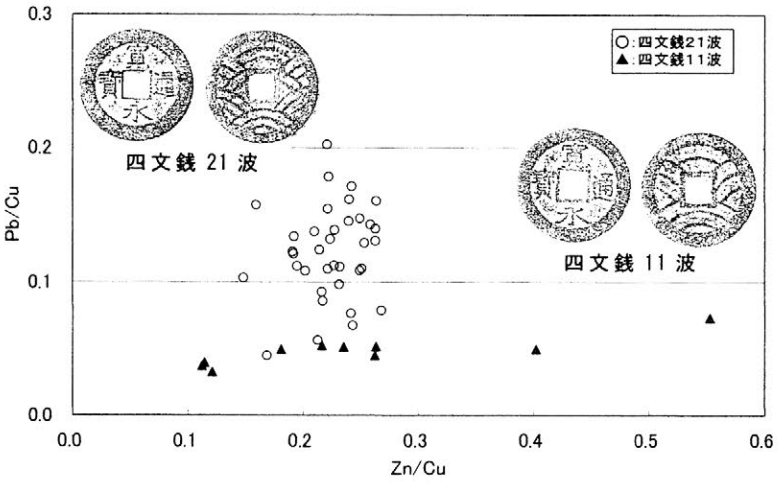


図１．四文銭（新寛永）の元素の重量比グラフ

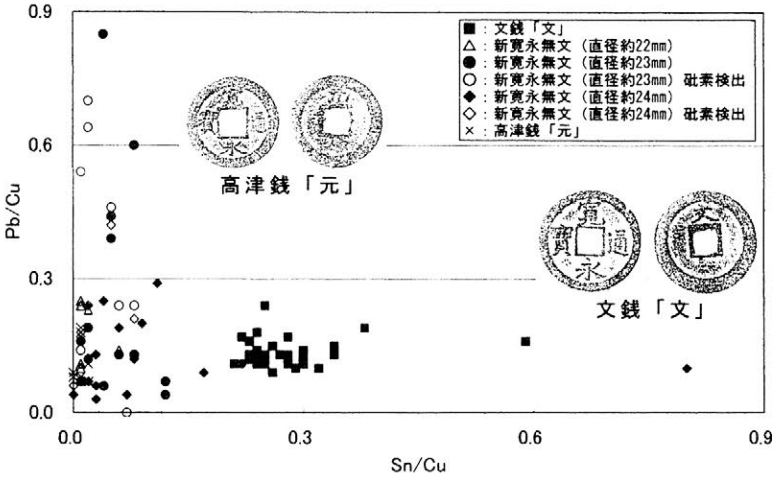


図２．新寛永の元素の重量比グラフ

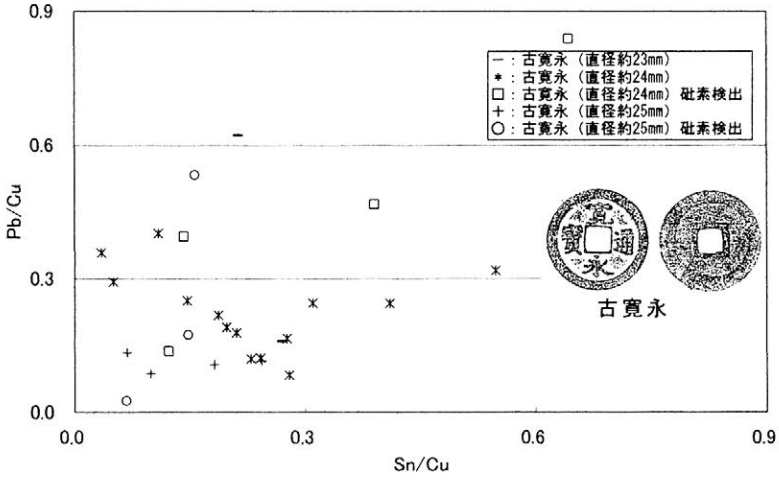


図３．古寛永の元素の重量比グラフ

参考文献

郡司勇夫　『日本貨幣図鑑』　東洋経済新報社　1981年
東野治之　『貨幣の日本史』　朝日新聞社　1997年

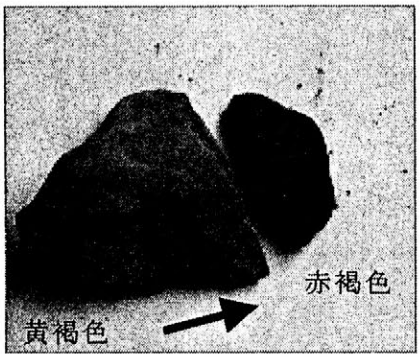
新潟県中越地域における縄文時代中期のベンガラ採集・消費形態に関する基礎的研究
—遺跡出土ベンガラと遺跡周辺採集ベンガラの比較—

○西野摩耶*、上條朝宏**、佐藤雅一***、建石徹****
*慶應義塾大学大学院、**東京都埋蔵文化財センター、***津南町教育委員会、****文化庁

1．問題提起

これまで、ある特定の小地域において、遺跡とその周辺との相互関係からベンガラの採集・消費形態を総合的に解明する研究はほとんどない。

フィールド調査を通して、新潟県中魚沼郡津南町では縄文時代中期「馬高文化期」の道尻手遺跡においてベンガラ原料が出土し、遺跡周辺においてもベンガラが産出することが判明した。したがって、本研究ではベンガラの採集・消費形態、さらに従来あまり注目されてこなかった赤色顔料の複数にわたる搬入経路を解明することができるのではないかと考え、検討を試みることにした。



遺跡出土ベンガラ原料

2．考古資料と分析方法

分析資料（試料）として、①遺跡出土ベンガラ原料、②遺跡周辺採集ベンガラ原料、③ベンガラ塗彩遺物の３点に注目して分析を実施した。分析方法は、光学顕微鏡でベンガラの形状をとらえ、それを蛍光Ｘ線分析によってベンガラの形状とFe_2O_3の含有量とを照合・グルーピング等をおこない、遺跡出土資料と採集資料とを比較検討した。

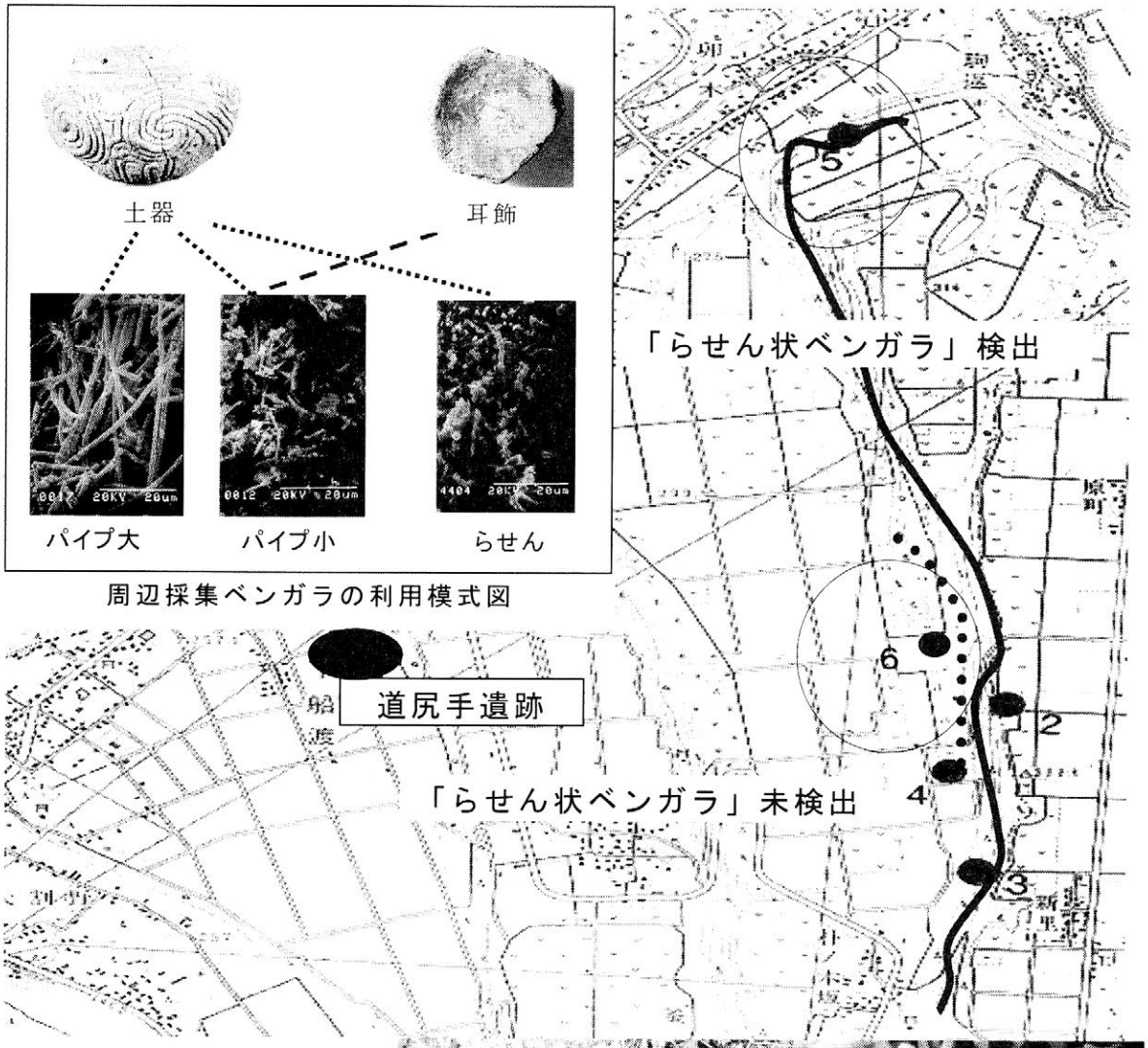
3．結果及び今後の展望

津南町道尻手遺跡の出土のベンガラ塗彩の資料には、複数の形状をもつベンガラが検出された。このうち、現在遺跡周辺で採集可能なベンガラを塗彩している。この遺跡周辺に産出するベンガラには、パイプ状ベンガラと今回新たに発見した「らせん状ベンガラ」等があり、異なる段丘面から産出する可能性がある。

今回は、考古学的には遺跡周辺で製作された可能性が考えられる資料（在地系遺物）を検討の対象としたが、本遺跡では赤色塗彩された搬入土器と考えられるものも多少認められる。今後は、これらについても分析を加えることにより本遺跡周辺におけることによって、ベンガラの使用過程を解明する手がかりを得たい。

本研究は、平成17年度笹川科学助成（17－058、「縄文時代におけるベンガラの製造・流通に関する技術史的研究」）による。

周辺採集ベンガラの利用模式図



トーン部分で採集されるベンガラ（試料５）〔らせん状ベンガラ〕

点線部分で採集されるベンガラ（試料６）〔パイプ状ベンガラ〕

大槌代官所跡遺跡出土漆器の調査
～クロスセクション観察による製作技法の検討～

○小館昭子、手代木美穂*、松井敏也**、松田泰典、鎌田精造***
(東北芸術工科大学大学院、東北芸術工科大学文化財保存修復研究センター*、
筑波大学大学院**、大槌町教育委員会***)

1.はじめに

東北芸術工科大学文化財保存修復研究センターは、岩手県大槌町教育委員会と共同で、大槌代官所跡遺跡出土遺物の保存・活用活動を進めてきた。遺跡からは統治時代に使用されていたと思われる遺物が多量に出土しており、主に木製品の保存処理を本学教員が中心となり、学生と町民も加わって実施してきた。

発掘調査により、約百余点という多数の漆製品も出土し、これら遺物の製作技法の検討は、代官所統治時代における日常生活の姿やその歴史的(時代的・地域的特徴、流通経路等)側面を知る上での一要素となると考えられた。そこで本調査では、大槌代官所跡遺跡からの出土漆器群より、近世において最も使用頻度が高かったとされる『内面が赤色、外面が黒色から成る漆製品』４７点を選定し、その薄片断層(クロスセクション)試料の顕微鏡観察および化学分析により製作技法・使用材料の推定を行った。

2.調査方法及び結果・考察

現在まで採取した試料４２点において、樹脂包埋試料の光学顕微鏡観察による断層構造観察(透過光)と、SEM-EDX による内面赤色層内の顔料(含有元素)分析を実施した。その結果、以下の特徴を見出した。

下地層は、大半の製品に炭粉下地を施し、周囲には柿渋と思われる濃褐色塗料の付着が見られた。また、簡易偏光にて観察したところ、数点において結晶性物質を確認でき、これらは下地に鉱物性物質が使われたことを示唆した。

外面黒色漆塗膜層は大半の資料において炭粉下地上層に透明漆が塗布された層構造を呈していた。黒色漆を塗布したかのように見せる為の製作工程を経た製品が多く使用されていたと考えられる。

内面赤色漆塗膜層の含有元素分析を行った結果、各資料から「酸化第二鉄」と「硫化水銀・硫黄」が検出されたことから、ベンガラと水銀朱が使われていたことがわかった。これらの結果を基に本調査対象資料群を以下のとおりA～Gの７種類に分類した。

各資料分類一覧

分類 (点数)	下地層		内面		外面	
	下地種類	研ぎ	漆塗膜層	各層毎の研ぎ	漆塗膜層	各層毎の研ぎ
A(24)	炭粉下地	×	ベンガラ漆		透明漆	
B(3)	炭粉下地 鉱物下地	◎	透明漆／朱漆	◎	透明漆(複数)	◎
C(6)	炭粉下地	×	ベンガラ漆或いは ベンガラ＋朱漆／朱漆	◎	透明漆	
D(3)	炭粉下地	×	ベンガラ漆		濃褐色塗料／ 透明漆	○
E(3)	炭粉下地	×	ベンガラ漆或いは ベンガラ＋朱漆／朱漆	◎	漆(2層)	◎
F(2)	炭粉下地	○	透明漆―ベンガラ漆	◎	漆(複数層)	◎
G(1)	炭粉下地	◎	ベンガラ漆／ 黄褐色塗料層(2層)	◎	透明漆	

◎；平滑　○；比較的平滑　×；平滑ではない

fig1;分類A内面断面

fig3;分類B内面断面

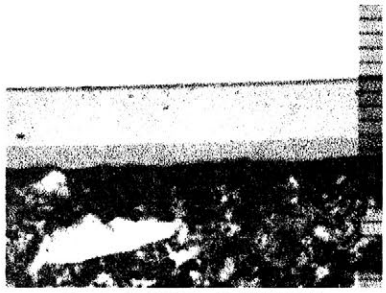


fig5;分類B外面断面

fig2;分類A外面断面

fig4;分類B内面断面(偏光)

fig6;分類B外面断面(偏光)

スケール(1目盛り);0.01mm

本調査対象とした漆器群は、分類Aのように内面に炭粉下地・ベンガラ漆を一層、外面に炭粉下地・透明漆を一層塗布した資料が２４点と最も多く見られた(fig1,fig2)。さらに、赤色漆における朱の使用や、鉱物性下地を施したと思われる製品も確認された。中でも、分類Bに属する、両面に鉱物下地を、内面には透明漆・朱漆を、外面には透明漆を２層塗布した資料１点に着目したい(fg3-fig6)。各層毎の境界は平滑であることから、「研ぎ」を施しているものと思われる。北野信彦氏らは、『ベンガラは安価で入手が容易であったために量産を目的とした製品に、朱は高価で入手困難であったために良品に用いられていた』と推察しており、これに従えば本資料は、技法・材質の両面から見ても、当時では良品に属する製品であったと考える。

３.まとめと今後の展開

大槌代官所領域内において、量産を目的とした簡素な漆製品のみならず良品と判断できる製品も認められた。今後、大槌代官所跡遺跡からの出土漆器群調査の継続だけでなく、技法の再現や層構造の基礎的な情報の蓄積と共に、岩手県内や東北各地における出土漆器の製作技法的な比較が重要であると考える。

４.謝辞

本研究を行うにあたり多大なるご協力を頂きました、大槌町教育委員会の皆様、大槌町民の皆様、京都造形芸術大学岡田文男教授、吉田生物研究所本吉恵理子氏、本稿に書き切れない程のお世話になりました多くの皆様に感謝致します。

【参考文献】岡田文男,古代出土漆器の研究－顕微鏡で探る材質と技法－,株式会社見聞社(1995)／北野信彦,近世武家社会における生活什器としての漆器資料,愛知大学綜合郷土研究所(1993)／北野信彦,近世町方社会における生活什器としての漆器資料,愛知大学綜合郷土研究所(1996)／北野信彦,近世出土漆器資料の保存処理に関する問題点Ⅱ,文化財保存修復学会(1997)／北野信彦,出土漆器資料からみた近世初頭から前期における城下町居住者の一性格,愛知大学綜合郷土研究所(1999)／大槌町史編纂委員会,大槌町史,大槌町(岩手県)(1996)

尾形光琳筆　紅白梅図屏風のＸ線調査

○早川　泰弘*、佐野　千絵*、三浦　定俊*、内田　篤呉**
(*東京文化財研究所、　**ＭＯＡ美術館)

１．はじめに

ＭＯＡ美術館に所蔵される紅白梅図屏風は、尾形光琳が晩年に描いたとされる縦 156.0cm、横 172.2cm の二曲一双の屏風である。金地を背景に、左隻に白梅、右隻に紅梅、中央には図案化した水流を配するという非常に印象的な構図をもち、日本美術を代表する絵画の一つとして大変よく知られた作品である。これまで、美術史的な観点からさまざまな論考が加えられ、絵画材料や技法について数多くの解説が提示されてきたが、自然科学的な手法を用いた調査はほとんど行われたことがなかった。

東京文化財研究所ではＭＯＡ美術館の全面的な協力のもと、平成 15～16 年度にかけて、紅白梅図屏風を科学的に調査する機会に恵まれた。本報告では、蛍光Ｘ線分析およびＸ線透過撮影によって得られた結果の概要を報告する。

２．Ｘ線調査の概要

可搬型の蛍光Ｘ線分析装置およびＸ線撮影機器を用い、調査はすべてＭＯＡ美術館内において行われた。調査機器および測定条件は下記の通りである。調査の様子を写真１に示す。

(1)蛍光Ｘ線分析
　装置：SEA200(ｾｲｺｰｲﾝｽﾂﾙﾒﾝﾂ)
　Ｘ線管球：Rh(ﾛｼﾞｳﾑ)
　管電圧･管電流：50kV･100μA
　Ｘ線照射径：φ2mm
　測定時間：1 ポイント 100 秒
　装置－資料間の距離：約 10mm
(2)Ｘ線透過撮影
　管電圧･管電流：30kV･3mA
　照射時間：1 分
　照射距離：3 m
　画像記録：ｲﾒｰｼﾞﾝｸﾞﾌﾟﾚｰﾄ
　　(35×43cm、富士写真ﾌｨﾙﾑ)

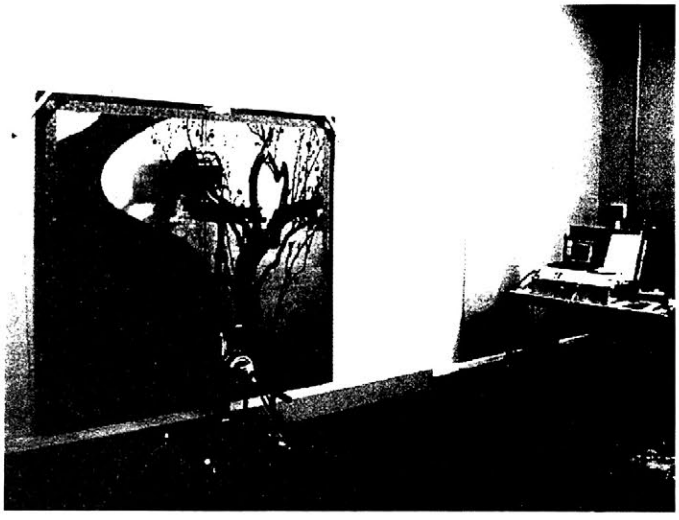


写真１　紅白梅図屏風のＸ線調査

3．紅白梅図屏風のX線調査結果

蛍光X線分析については、紅梅図で74ポイント、白梅図で64ポイントの計138 ポイントの測定を行った。また、X線透過撮影は紅梅図・白梅図ともに全画面の画像を撮影した。以下に、特徴的な部位ごとに調査結果の概要を述べる。

(1)背景の金色地について

蛍光X線分析では、紅梅図、白梅図ともに多くの箇所を測定したが、検出されたAuの検出強度は非常に小さかった。また、金地部分と箔足部分でAu強度には有意な差がほとんど存在していない箇所が多い。X線透過撮影においても、箔足を明瞭に確認できる箇所はほとんどなかった。

(2)川の黒色地、金色水流文様について

蛍光X線分析では、黒色地、水流文様ともに、ほとんどの箇所でAu、Ag、Cuあるいは他の特徴的な元素をまったく検出することができなかった。X線透過撮影においても、水流の文様や箔足らしき部分を確認することはできなかった。銀箔や他の金属箔などは存在していないと判断できる。

(3)梅の幹・枝の黒色部、苔の緑色部について

蛍光X線分析では、幹・枝の黒色部からCuが大量に検出された。これらの元素以外には、顔料に由来する元素は検出されておらず、Cuを主成分とした緑色顔料の緑青（$CuCO_3 \cdot Cu(OH)_2$）が使用されていると考えられる。一方、たらし込みで表現されている苔の緑色の部分からは、大量のCuとともに、少量のZnおよびAsが検出された。また、紅梅図と白梅図ではCu、Zn、Asの検出量に明らかに相違があり、白梅図の方が紅梅図よりも全体として2倍近い検出強度が得られる。

(4)紅梅、白梅の花について

紅梅の花びらからはHgが、白梅の花びらからはCaが主として検出された。また、紅梅・白梅ともに、花びらや蕾の下部に描かれている暗赤色の萼からは、顔料に由来する特徴的な元素は検出されなかった。X線透過撮影においても、暗赤色の萼を確認することはできなかった。

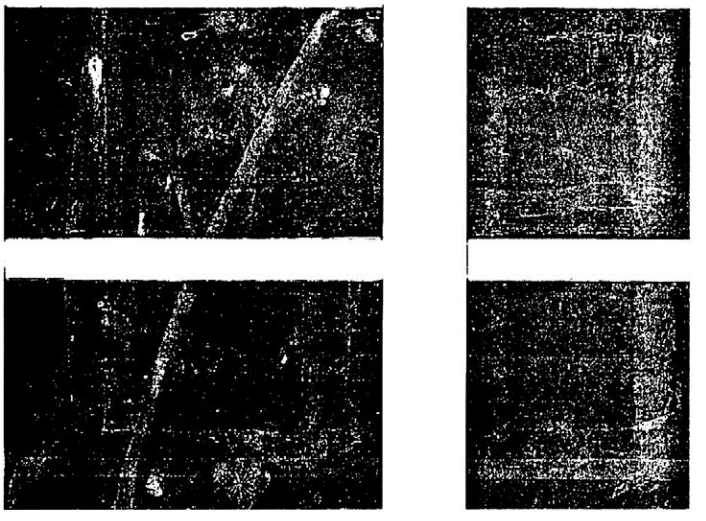


図1　白梅図(部分)のX線透過画像

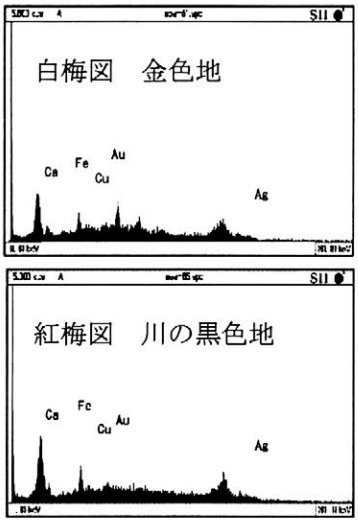


図2　蛍光X線分析結果

P 43

Residues of starchy tissues on stone artefacts in Japan

○Ayako Shibutani*, Peter J. Matthews**, Chuji Suzuki***

*Department of Comparative Studies, The Graduate University for Advanced Studies, **National Museum of Ethnology, Osaka, ***The Museum of Kyoto

Initial findings of starch residues on Japanese stone artefacts are reported, together with observation of starch from plant samples and ethnographic artefacts in a museum collection. Historical and ethnoarchaeological approaches are needed in order to begin developing taphonomic models that explain the occurrence, condition and distribution of starch residues, and related tissue components. Taphonomic models will help us to predict how and where starch is preserved in the archaeological record, and how it can be interpreted in relation to past subsistence activities.

In recent studies, many kinds of tool function have been deduced from artefact design, use-wear and plant residues. These approaches are important for debates concerning human interactions with plants, plant domestication, and the origins of agriculture. The presence of starch on stone artefacts has been widely interpreted as an indication of plant food processing. Starch in plants is produced in the form of microscopic granules that serve as an energy storage system. It is found mainly in roots, tubers and seeds. Starch granules have a very stable chemical structure, and can survive in diverse conditions if not degraded by fungi, algae and other organisms. Micro-organisms can only attack and utilise starch over a limited range of temperature and moisture conditions.

Archaeologists have observed starch granules in a wide range of cultural, environmental, and chronological contexts. Starch has been found on the surfaces of stone tools in many parts of the world. Stone grinding tools with starch have been commonly interpreted as tools used for food processing. Food processing affects the structure, decay, and survival of starch grains. Cooked starch is neither likely to be preserved nor easy to recognise as starch, if present. Raw starch and

other elements of starchy tissue (e.g. xylem, biominerals) have the potential to provide information about processing methods as well as the identity of plants used. Our research is focused on grinding implements from archaeological contexts in Japan.

In stone artefacts from late Pleistocene sites in Shizuoka (the Sagisaka-naka, Sakagami, and Ikehata-mae sites, Iwata city), we have recovered starch granules from pits, cracks and porous surfaces on coarse-grained grindstones. These unmodified river stones (manuports transported to upland locations) had visually-obvious working surfaces that yielded abundant intact and decayed starch granules. The surfaces of smaller cobbles (likely pestles) also yielded starch residues. Similar analyses have been conducted on historical stone artefacts in an ethnographic museum collection. Initially we are focusing on tools of known function in the processing of common crop plants.

Starch granules within a plant can vary in shape, size, surface condition and degree of maturity or biochemical breakdown. In order to identify plants from archaeological and ethnographic sources, further samples and experimental approaches are needed to understand how taphonomic processes affect the quality and quantity of starch preserved.

三楽園焼交趾釉の自然科学的研究

○新免歳靖*・水本和美**・二宮修治***
＊国立歴史民俗博物館・＊＊新宿歴史博物館・＊＊＊東京学芸大学

1．目的

交趾焼は、緑・青・紫・黄などの色釉を器全体に絵付けした色絵陶磁器である。本来は中国華南の三彩陶磁器に対する日本名であったが、上記の作風を持つ日本産の陶磁器に対しても交趾焼(交趾写)と呼称している。日本の交趾焼は江戸後期の京焼系を中心として、紀州の偕楽園焼、淡路の珉平焼、讃岐の源内焼などの各地で焼造された。近年、紀州藩付家老水野家江戸下屋敷(東京都新宿区水野原遺跡)から、紫や青の釉薬を施した色絵磁器(交趾焼)とその製作に関わる資料群が未成品も含め多量に出土した(2004 新宿区生涯学習財団)。この色絵磁器は資料に施された刻印や銘、文献の記載から、19 世紀中頃に紀州藩付家老水野忠央が江戸下屋敷で焼いた焼き物の「三楽園焼」であることが判明した。三楽園焼の胎土分析についてはすでに発表している(2004 新免ら)。

水野原遺跡から出土した三楽園焼関連資料の中には、上絵付け焼成に使用されたとみられる錦窯破片や窯道具が多数存在し、色絵磁器の製作技術を明らかにする上で重要な資料である。そこで、本研究では三楽園焼交趾釉の材質的な特徴を把握するために機器分析法による成分元素分析を実施した。また、三楽園焼は紀州藩 10 代藩主徳川治宝が主催した御庭焼の偕楽園焼の再興として製作されたと言われており、『南紀徳川史』(南紀徳川史刊行会、1930～33 年)には偕楽園焼交趾釉の原料や配合量に関する記載が存在する。今回はその記載内容と三楽園焼分析結果との比較も行った。

2．資料と実験方法

分析資料は水野原遺跡出土の三楽園焼 6 点である。比較資料として三楽園焼と同一遺構出土の珉平焼と推定される資料 2 点も加えた。分析には微小部エネルギー分散型蛍光 X 線分析法(EDXRF)と ICP 発光分光分析法(ICP-AES)を用いた。まず EDXRF で定性分析を行い、その情報をもとに ICP-AES によって定量分析を行った。測定元素は 11 元素(Si・Ti・Al・Fe・Mg・Ca・Na・K・Mn・Cu・Pb)で、酸化物の形で示した。ICP-AES では Si を溶液化の際に揮発させるため測定できないが、他元素の合計からの差を SiO_2 量(参考値)として示した。

3．結果と考察

（1）分析結果　XRF による紫色釉のスペクトルを第 1・2 図に示した。第 1 図は 45kV、第 2 図は 15 k V の管電圧で S242(紫)を測定したものである。この結果、三楽園焼交趾釉薬は Si・K・Pb を主成分とする鉛釉薬であった。着色元素は、紫が Mn、青が Cu、黄が Fe によると考えられる。ICP-AES の定量分析結果を表 1 に示した。資料のうち S104・S242(青)・S242(紫)・S243 の 4 点は比較的近い値を示し、PbO 約 34～38%、K_2O 約 3～11%、SiO_2 約 46～54%(参考値)である。S002・S020 は風化など釉薬の状態が悪く、大きく異なったと考えられる。

（2）偕楽園焼「交趾焼薬法」との比較　表 2 に偕楽園交趾釉の原料・調合量について記載した『南紀徳川史』「交趾焼薬法」を示した。「日の岡石」は京都日岡産珪石で SiO_2 が主成分である。「硝石」は硝酸カリウム(KNO_3)である。着色剤は、紫色釉には「紫呉須」(マンガン鉱物)、浅葱色(青色)釉には「銅粉」や「真鍮粉」が使用されている。「鉛」は一般的に窯業では「唐の土」[鉛白、塩基性炭酸鉛($2PbCO_3 \cdot Pb(OH)_2$)]が使用される。本記載から鉛原料には唐の土ではなく金属鉛を用いていると判断することも可能である。しかし、カリや硼砂などの水溶性の原料を使用する場合は、一度原料を溶融しガラスフリットの状態にして使用することが知られており、具体的にどのような工程を経て偕楽園焼交趾釉薬が作られたのかは定かではない。三楽園焼交趾釉から検出された元素は、偕楽園焼「交趾焼薬法」の記載材料から考えられる元素と一致し、同様の原料が用いられていたと推定できる。記載から計算される配合割合(鉛原料を唐の土と仮定した場合)は、紫色で PbO 約 23%、K_2O 約 17%、SiO_2

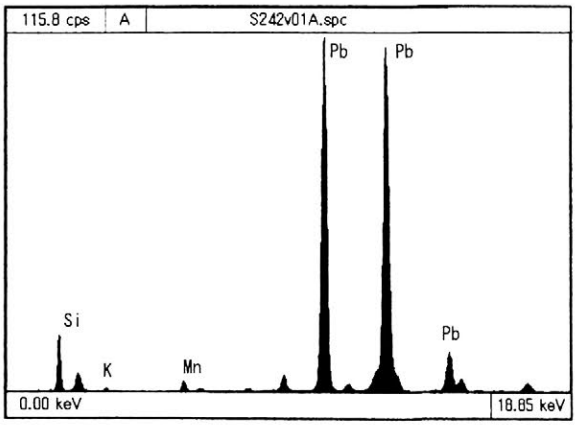
約60%となり、今回の分析値とは大きく異なっている。しかし、これはあくまでも偕楽園焼の原料に関する記載あり、さらに原料中の不純物や工程内での減量を無視した仮定に過ぎない。やはり偕楽園焼釉薬を分析することが重要であり、それにより三楽園焼と偕楽園焼の関係の一端を明らかにすることができるであろう。

『陶器指南』(欽古堂亀祐、文政13年)等の近世の陶芸技術書には、「日の岡石」「唐の土」「白玉」(鉛ガラスフリット)の3種類を使用する例が多く見られる。今回比較資料とした珉平焼は三楽園焼とほぼ同時期に製作された焼き物であるが、K_2O の値が低く、硝石を用いない技法であることがわかる。一方で18世紀にダントルコールが中国景徳鎮の磁器生産について報告した書簡(『中国陶瓷見聞録』、東洋文庫、1979)には、素三彩(法花)釉薬の製法として硝石を用いる記載があり、色絵釉薬の製法にもいくつかの技術系統を想定することができる。今後、近世色絵陶磁器の釉薬を系統的に分析し、自然科学的な側面から色絵陶磁器の製作技術の展開を明らかにしたい。

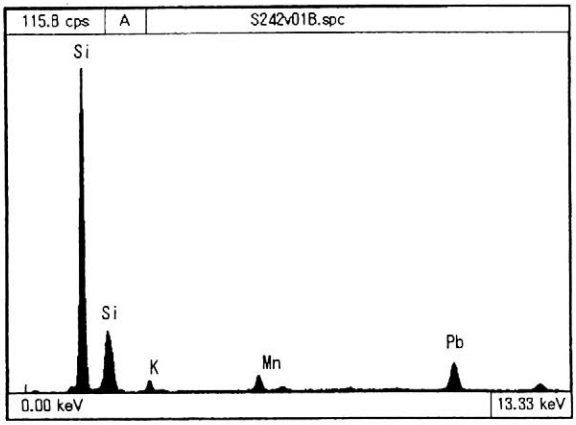
参考文献

2004　新宿区生涯学習財団『水野原遺跡』

2004　新免・水本・二宮「東京都新宿区水野原遺跡から出土した三楽園焼の自然科学的研究」『日本文化財科学会第21回大会発表要旨』



第1図　XRF スペクトル(45kV)



第2図　XRF スペクトル(15kV)

表1　ICP－AESによる分析結果

資料番号	S002	S020	S104	S242	S242	S243	S178	S205
種類	三楽園焼	三楽園焼	三楽園焼	三楽園焼	三楽園焼	三楽園焼	珉平焼？	珉平焼？
器種	碗	皿	植木鉢	花生	花生	花生	皿	皿
色	青	黄	紫	青	紫	紫	黄	緑
TiO_2	0.01	0.27	0.02	0.02	0.02	0.02	0.38	0.01
Al_2O_3	0.54	5.18	0.39	0.42	0.44	0.41	10.94	5.29
Fe_2O_3	0.27	3.91	0.28	1.13	0.27	0.67	5.77	0.31
MgO	0.06	0.20	0.08	0.07	0.06	0.07	0.38	0.05
CaO	0.19	0.35	0.06	0.12	0.10	0.35	0.47	0.21
Na_2O	0.68	0.52	0.27	0.75	0.22	0.34	0.81	1.00
K_2O	12.35	1.34	8.29	6.74	3.49	11.45	1.09	1.00
PbO	24.50	59.76	33.69	38.73	41.48	34.91	48.10	50.36
MnO	0.01	0.00	2.46	0.06	1.84	2.30	1.38	0.00
CuO	4.04	0.06	0.10	1.52	0.22	0.18	0.15	1.53
合計	42.64	71.57	45.64	49.55	48.14	50.70	69.47	59.76
SiO_2*	57.36	28.43	54.36	50.45	51.86	49.30	30.53	40.24

＊ SiO_2の値は100から合計値を引いた参考値である。

表2　交趾焼薬法（『南紀徳川史』より）

紫薬　一、日の岡石 一貫　一、紫ゴス 三十五匁　一、硝石 七百五十匁 (他品を腐敗する為)
一、鉛 四百五十匁 (他品を分解且つ薬の弱を差引をなす。)

浅葱薬　一、日の岡石 一貫目　一、硝石 六百五十匁　一、銅粉 五十匁或は真鍮粉　一、鉛 四百匁

遺跡出土琥珀の顕微赤外分析に関する問題点

○　佐藤昌憲、佐々木良子
(奈良文化財研究所)

１．はじめに

周知の通り琥珀は新生代第３紀の松柏科植物の樹脂が地中に埋もれて化石化したもので、成分は琥珀酸などの樹脂酸を含む非晶質の有機物である。縄文時代以降各地の遺跡から装飾用の加工品、あるいは塊状の試料が出土している。既に約２０年以上前から波長分散型赤外分光計による遺跡出土の琥珀のスペクトル測定が行われ、産地推定などの考察が行われている。演者の一人(佐藤)は約１０年以上前から各地の遺跡出土琥珀について材質調査の依頼を受けエネルギー分散型赤外分光計（顕微ＦＴ－ＩＲ）による測定を行い、採取試料量の微量化を測るとともに、光学顕微鏡的スケールの微小試料の部位によるスペクトルの差異について注意を払いながら研究を続けてきた。特に研究所の所在地である平城宮跡からは多くの加工された琥珀が見出されるので産地推定などの点について赤外スペクトルはどの程度の情報を提供できるのかが興味ある点である。

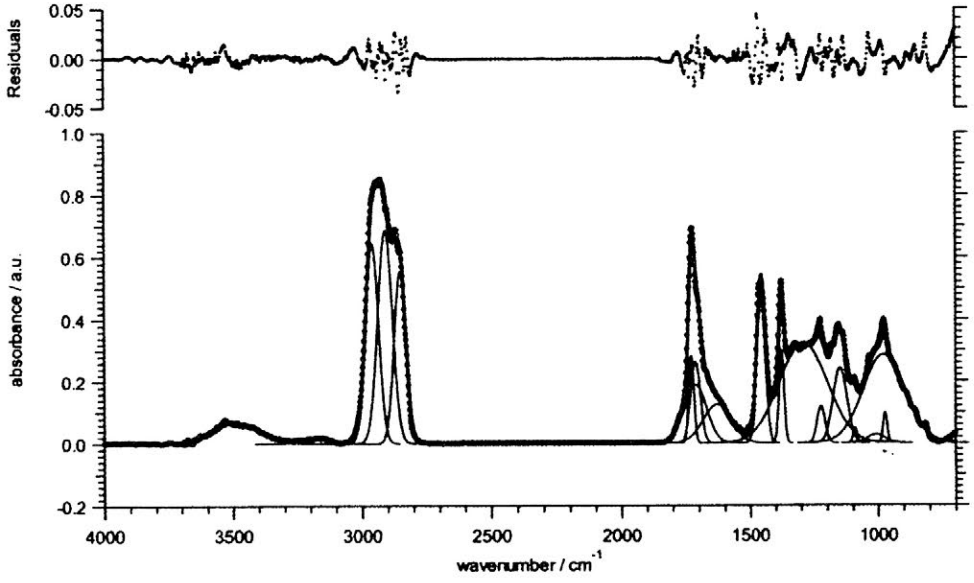
まず琥珀については他の有機物である絹や漆のように現代産の標準品が存在しないので、基準となるものを人為的に設定する必要がある。国内では久慈市産の琥珀とされる出土品が縄文時代以降存在する。しかし、比較的狭い久慈地域内にも古くから琥珀を産出したとされる場所が多くあったことが文献などで知られており、それぞれのどの地域の試料を加工したものか推定するのは大変困難である。縁者らは以前から分子の２次構造をスペクトルから推定するために吸収帯を構成成分の各単一吸収曲線の集合体と仮定してシミュレーションを行うカーブ・フィッティング法という手法で解析を進めてきた。その際考慮しなくてはならない各種の要素について考察する。

２．実験

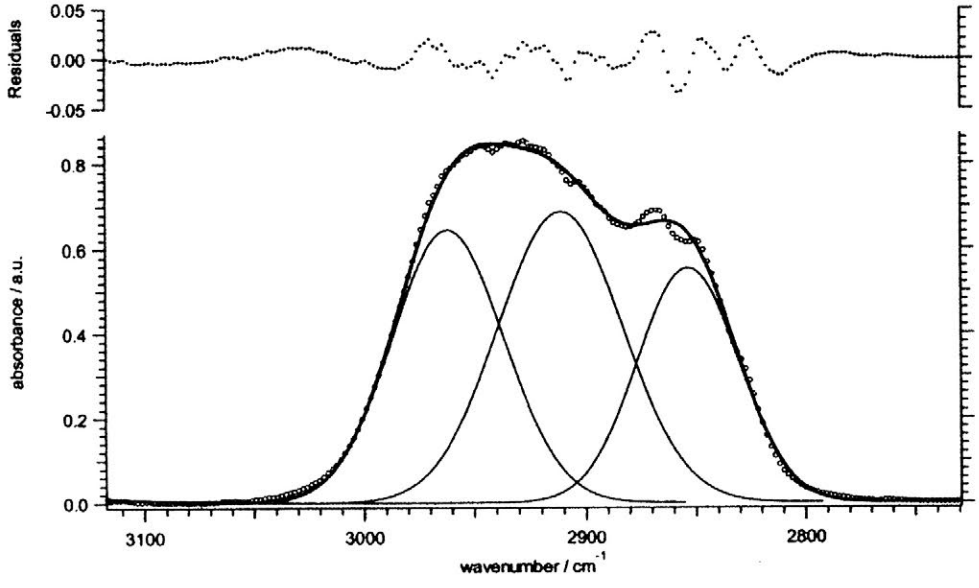
赤外分光計は島津製 Prestige21+顕微付属装置 AIM8800 である。測定波数範囲は４０００―７００ｃｍ$^{-1}$、スキャン回数：１００、分解能は８か４ｃｍ$^{-1}$とした。微小な試料を光学顕微鏡視野下で観察しながら適切な部分を採取して金属台上に載せ、主導でプレスして薄層とし、そのまま測定台に載せて反射配置の透過法でスペクトルを測定した。

既に琥珀の主要な吸収帯は約３４００（ヒドロキシル基)、２９００－２８００（メチレン基)、１７４０－１７１０（エステル・カルボン酸)、１１６０(琥珀酸エステル基)、１０２５(アクシャル・ヒドロキシル基)にあることが知られている。しかしそれらの各吸収帯の正確な波数と強度は試料によって多様であり、吸収帯の形状から産地による明確な特徴を見出すことはかなり困難である。特に琥珀の微少試料をプレスして薄層とし光学顕微鏡で観察すると展性のある透明部分と微粉末状の不透明部分とが混在し両者のスペクトルには約１５００－８００ｃｍ$^{-1}$波数領域内でスペクトルパターンに差があり、透明部分の方が吸収強度が高い。以前の研究者による波長分散型赤外装置を用い、比較的多量の試料

を粉砕してＫＢｒ結晶と均一に混合して錠剤とし透過法で測定されたスペクトルでは上に述べた両方の成分の混在した平均的なスペクトルを観測していたことになる。演者らはこれらの影響のない約２５００ｃｍ$^{-1}$以上の強い吸収帯を用いてカーブ・フィッティング法によるシミュレーションを行った。下図は平城宮跡出土の試料を例として結果を図示したものである。図の上部は全測定領域のシミュレーション結果、下部は波数約３１００－２７００の領域の拡大図である。



Decomposed infrared spectrum (sample: Heijō-kyō 801)



Decomposed infrared spectrum (detail of figure 4)

福岡市長垂山(ながたれやま)7号墳出土三尾鉄の調査 ～羽毛痕の可能性について～

○片多　雅樹*、比佐陽一郎*
＊福岡市埋蔵文化財センター

1．はじめに

三尾鉄（みおがね・さんびてつ）は古墳時代の武具である衝角付冑(しょうかくつきかぶと)の頂部に取り付けられた盾形や五角形を呈する板状の金属製品で、国内からは25点ほどの出土例しかなく、冑本体に比べその数は著しく少ない希少資料である。後部が三本に枝分かれしたものが一般的で、この部分に何らかの装飾が取り付けられたと考えられ、末永雅雄氏は枝部に残る痕跡からススキなどの植物や鳥の羽を想定されている（Fig.1）。しかし過去の科学的調査では、木質又は有機質との漠然とした報告事例の他は具体的な付属物が判明した事例はなく、実態は明らかになっていない。

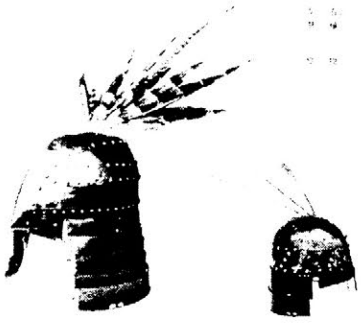


Fig.1　三尾鉄の推定復元
「末永雅雄 1934『日本上代の甲冑』より」

今回は長垂山７号墳出土の三尾鉄（Fig.2）について、実体顕微鏡、電子顕微鏡等を用いた調査を行ったところ、鳥の羽根によく似た痕跡を確認したためここに報告する。

2．資　　料

調査に供した三尾鉄は古墳時代５世紀前半に比定され、横穴式石室を有する長垂山7号墳より出土。３本ある枝のうち一部欠損しており、２本の枝部を残す。玄室からは本資料を含む衝角付冑残片・肩甲と思われる帯状鉄片多数と鉄鏃・滑石製臼玉多数と、近畿首長墓級・甲冑多量副葬古墳とならぶ武具・馬具が出土している。

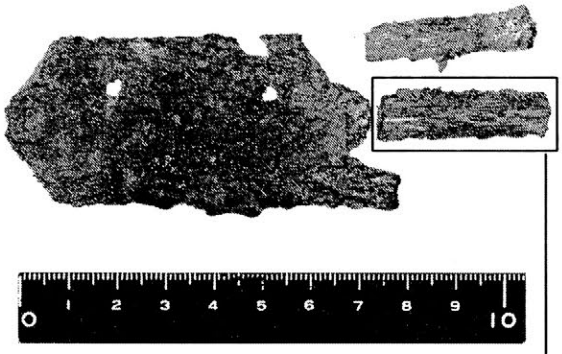
3．調査結果

残存する２本の枝部には上面縦方向に径2mm程度の管状組織が３～５本並列し（Fig.4）、周囲に幅5mmほどの紐状組織で巻かれた状態が観察される。中央に残る枝に関し電子顕微鏡で管状組織と紐状組織を拡大観察したところ、管状組織には矢羽根状の組織が観察され（Fig.5、6）、原生の羽毛（福岡市動物園提供）と比較したところ、**雉の羽根の羽弁(キジ　うべん)部に類似した組織が確認された**（Fig.7、8）。また、これらを固定するために巻き付けたと思われる紐状組織は、破断面に扁平な不等辺三角形の空洞が多数確認され、絹と見られる繊維が認められる（Fig.3）。

4．ま と め

調査の結果、この三尾鉄は枝部３本それぞれに数本単位の鳥の羽根飾りを付け、絹の袋状にした紐、もしくは組紐で結い上げたものと考えられ、三尾鉄装飾の実態に迫る貴重な事例であるといえる。現在、羽根の痕跡であると確定すべく鳥類研究所などに問い合わせてはいるが、羽毛の拡大観察及び考古資料という特殊性からか、有効な返答は得られておらず、可能性の域を脱してはいない。今後、類例の調査も含め三尾鉄装飾の解明に努めたい。

Fig. 2 ≪長垂山7号墳出土〝三尾鉄〟≫



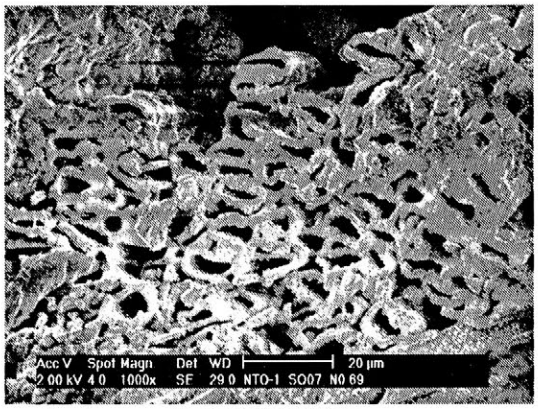
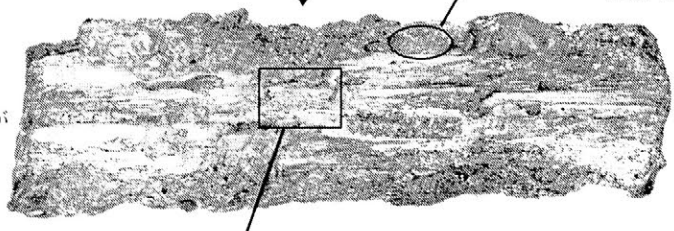


Fig. 3 紐状組織破断面の
電子顕微鏡写真［約1000倍］

Fig. 4 枝部拡大
トンネル状に残存する管状組織が
観察される（写真横方向）



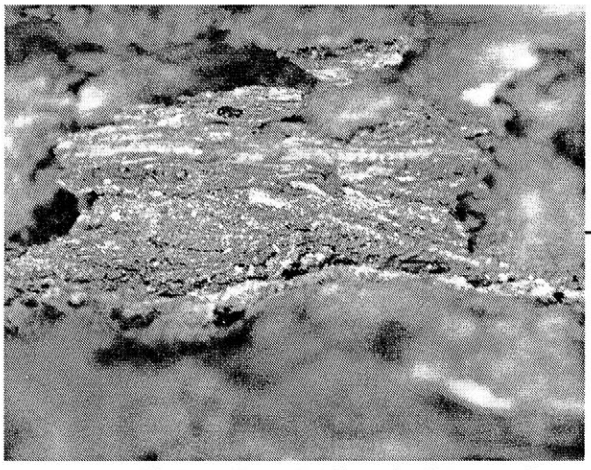


Fig. 5 管状組織の顕微鏡写真［約40倍］

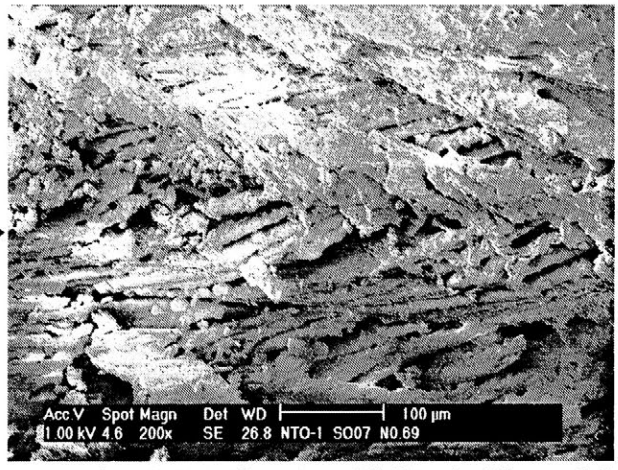


Fig. 6 矢羽根状組織の電子顕微鏡写真［約200倍］

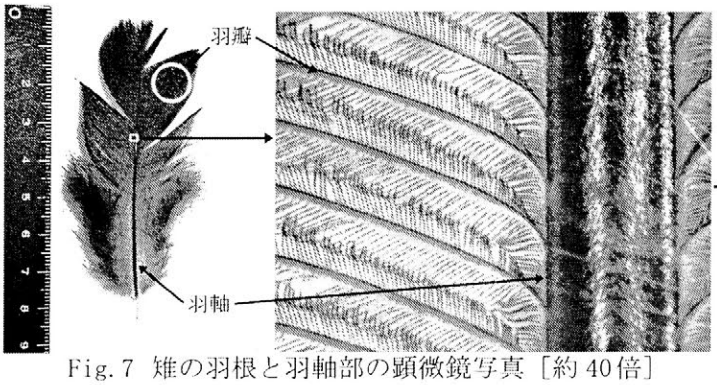


Fig. 7 雉の羽根と羽軸部の顕微鏡写真［約40倍］

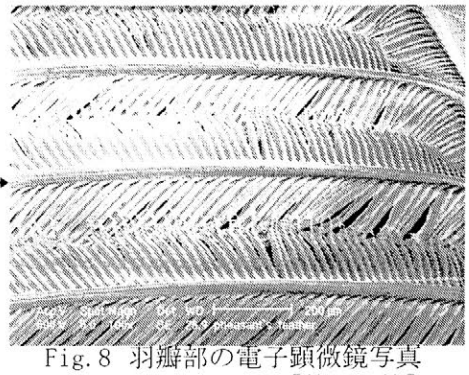


Fig. 8 羽瓣部の電子顕微鏡写真
［約100倍］

近世出土塗装資料の製作技法の研究(2)

○武田昭子（昭和女子大学)、赤沼英男（岩手県立博物館)、土谷信高（岩手大学)

1 はじめに

江戸時代の漆製品は、多種多様な生活の場で使用される資料の性格に応じ、様々な製作技術上の工夫が施され、社会需要を満たしてきた。とりわけ、上塗りを効果的に仕上げるために行われる下地調整には、使用材料も含め細心の注意が払われたと推定される。本研究では江戸時代大名屋敷から出土した漆製品に施された塗膜の断面構造、とりわけ下地調整法の解明を目的として自然科学的調査を行った。

2 調査資料

調査資料は内閣総理大臣官邸の整理事業に伴い、東京都埋蔵文化財センターによって平成14年7月から翌年3月まで発掘調査が実施された、東京都千代田区永田町二丁目遺跡から出土した。当該遺跡は江戸時代には内藤家の中屋敷、明治 3 年以降は鍋島家の屋敷地として使用された。調査資料は長方形の箱の蓋と推察される断片で、外面は茶黒色、裏面は赤色を呈し、外面中央に内藤家家紋である平蒔絵の下がり藤紋が金粉で施されている。側面にも同様の金蒔絵がみられる(表1)。外面の内家紋が施された部位を除く他の部位は特に劣化が激しく、表面は荒れて褐色を呈している部分もある。共伴して出土した陶磁器や土器から、19 世紀前半から中葉に比定されている。

(参考文献:『千代田区永田町二丁目遺跡』 東京都埋蔵文化財センター調査報告書第 139 集)

3 調査試料および調査方法

調査試料は外面中央の下がり藤紋部分（Ⅰ）および内面(Ⅱ)の２ケ所から摘出した。摘出した試料を塗膜断面の組織観察が可能となる方向にエポキシ樹脂で固定し、研磨した。検鏡面をエレクトロン・プローブ・マイクロアナライザーで分析し、塗膜層の状況と各塗膜層に含有される元素濃度分布を調べた。その後各塗膜層の構造を解析するため薄片にして、透過顕微鏡観察した。さらに塗膜断面の下地部分を偏光顕微鏡で観察し、下地調整に使用された素材について解析した。

4 調査結果

試料Ⅰおよび試料Ⅱには、いずれにも色材料を添加した塗膜層の上に新たに下地、および上塗りが施されている。一定期間使用された後、修復が施されたものと推定される。試料Ⅰでは初期使用時の塗膜断面構造と修復後の塗膜断面構造に差異が見られ、前者の下地にはやや粗い粒子と微細粒子が混在する。後者は微細粒子によって構成されている。しかし、試料Ⅱの塗膜は修復前後も修復前とほぼ同様、主として微細粒子から構成される塗膜

断面構造をとる。

試料Ⅰの下地層には斜長石片のほか淡褐色の火山ガラス片と思われる粒子がみられ、火山灰が混和された可能性があるが、断定は難しい。試料Ⅰの修復時の塗膜層には下地層の上に数ミクロン厚の樹脂層があり、その上に直径1μm 以下の酸化鉄粒子が混在した樹脂層が観察される。最表面には金粉が点在する。この金粉によって、内藤家の家紋が構成されたと判断される。試料Ⅱも下地層の上に樹脂層があり、その上は水銀朱(HgS)が濃密に分布した層、最上層は下層に比べ薄く水銀朱の分布量も低レベルにある層によって構成される。

5　考察

塗膜断面試料の組織解析によって、調査資料は修復(再塗装)が施された資料であることが明らかとなった。外面の下がり藤紋が施された部位については、初期製作時の塗膜断面構造と修復時の塗膜断面構造、とりわけそれらの下地構造に差異があり、内面の赤色を施した塗膜は修復前と同様の下地となっている。外面の当初の塗りは地の粉を用い吟味して製作されたものであるが、修復時には現在でも一般的に修復に使用されている砥粉下地が施されている。一方、内面は当初から簡便な砥粉下地によって構成される。修復時に厚く施した砥粉下地の部分で塗膜が剥離する現象が、他の江戸時代の塗装資料においても散見される。塗装資料の塗膜剥離要因に砥粉下地が関与している可能性があるが、この点については別途検討することとしたい。

外面の下がり藤紋が施された部位の下地層には斜長石や火山ガラス片と思われる粒子が観察され、下地調製材料として火山灰が使用された可能性を考えることができた。これまでの調査によって、尾張藩上屋敷跡から出土した漆器断片の下地層において火山灰の使用が確認されていることを考え合わせると、当時表面仕上げが重視され吟味された資料については、下地調製の方法が製品の仕上がりに大きな意味を持ち、調整材料の一つとして火山灰が多用された可能性がある。これまで漆工品の文化財科学的調査は表面の樹脂層に主眼を置いて行われてきたきらいがあるが、今後は調査対象資料を形態と用途の点で分類し、それぞれの下地層に着目し進める必要がある。そのようにして得られた結果を重ね合わせることによって、近世漆工芸品の製作と普及の実態に迫ることができるに違いない。

表1　分析資料と結果

遺物No.	出土遺跡名	遺物名		法量(縦×横×高) cm	遺構番号	遺構種別	年代	布被せ	下地混和材	地塗	加飾	色材料
Ⅰ	永田町二丁目遺跡	蓋	外面	8.5×26×0.3(残存値)	SX54	ゴミ穴土坑	19c前半～中葉	有	泥と砂が混在	茶黒	金蒔絵	-
Ⅱ			内面					有	泥と砂が混在	赤	無	硫化水銀

＊下地混和材は岩石・鉱物学的区分に拠った。

エジプト出土イスラーム陶器の白色釉薬に関する化学的研究

○中川 映理[1]、保倉 明子[1]、中井 泉[1]、真道 洋子[2]、川床 睦夫[2]
(1: 東理大理, 2: 中近東文化センター)

【序】

我々は、ポータブルX線分析装置の開発を行い、2001年度から装置をエジプト・シナイ半島に位置する中近東文化センター・イスラーム・エジプト調査隊トゥール研究施設に持ち込み、出土した遺物の蛍光X線による非破壊分析を行っている。ポータブル蛍光X線分析装置を用いると遺物の化学組成の情報を非破壊で得られるが、組成情報のみからそれを構成している物質を正確に同定することは必ずしも容易ではない。このような場合、対象が結晶性物質の同定にはX線回折装置が有用である。遺跡においてX線回折分析を行うためには、ポータブルな装置が必要であるが、現在のところ市販のX線回折装置は世界的にもない。そこで現在我々は、大阪電気通信大学の谷口一雄教授と共同で考古資料の分析に適した装置の開発を行っており[1]、本研究では、同教授らの開発したポータブルX線回折装置を使用し、現地で測定を行った。

陶器は、陶土に釉薬をかけ焼成することで製作される。焼成の過程で釉薬は、胎土上にガラスの膜を生成する。中国の良質な陶石と異なり、中近東の陶土は鉄分を多く含むため焼成後の胎土は赤色や黄色を呈する。そのため、陶器に様々な色で装飾を施すにあたり、白地を作り出す技術が長い間工夫されてきた。この技術としては、白色のスリップをかける方法や、白色の釉薬を施す方法などがある。8世紀後半のイラクでは、PbOを1～2%含んだアルカリ-石灰釉を用い、気泡や石英、長石などの分散により釉薬を白濁させている。9世紀になると、PbOを6～8%含んだアルカリ-鉛-石灰釉に、SnO_2(錫石)のみを乳白剤として使用した白釉が登場し、SnO_2の含有率はおよそ4～8%であるとされている。10世紀頃、これらの技術はイラクからエジプトへと広がっていった。SnO_2のみによる白濁法はそのまま使用されているが、PbOの含有量が25～35%の鉛-アルカリ釉へと変化したと報告されている[2, 3]。このように釉薬が白濁する際には、いくつかの結晶性物質が関与する可能性があることから、本研究では、ラーヤ遺跡から出土した陶器の白色釉薬を対象として、ポータブルX線回折装置を用いて現地で物質同定を行い、その技術について考察を加えた。

【実験】

ポータブル蛍光X線分析装置OURSTEX 100FAと大阪電気通信大学谷口研究室製作のポータブルX線回折装置を、エジプト・シナイ半島にあるトゥール研究施設に設置し、ラーヤ遺跡から出土した陶器の釉薬の分析を非破壊で行った。蛍光X線分析では、Pd管球を用いた白色X線を励起源とし、管電圧、管電流はそれぞれ40 kV、0.1 mAとし、大気中で300秒測定を行った。測定部分はすべて陶器の内側の釉薬とし、1試料2箇所以上測定しデータ解析にはその蛍光X線強度の平均値を用いた。また、X線回折測定は、X線管球にCuターゲットを用い、検出器にSi-PIN型半導体検出器を使用して、Kα線のみをエネルギー的に波高分離して計数した。また、管電圧、管電流は30 kV、0.3 mAとし、2θ 15–75° の範囲を0.1°ステップ、計数時間3秒/ステップで測定を行った。試料の位置合わせには2台のレーザーポインターを用いた。

【結果と考察】

釉薬の白色部分の蛍光X線分析により得られたCaとPbの積分強度をそれぞれPd のLα, Lβ線の両レーリー散乱で規格化した値をそれぞれ算出し、Ca/Pd *vs.* Pb/Pdとしてプロットしたものを図1に示す。図1にみられるように、白色釉薬はA, B, Cの3つのグループに分けられることがわかる。グループAはPbが非常に多くCaが少ない鉛-アルカリ釉、グループBはCa、Pbともやや多いアルカリ-鉛-石灰釉、グループCはCaが多いがPbはほとんど含まないアルカリ-石灰釉であると推定される。エジプト製のファイユーム陶器やファーティマ朝ラスター彩陶器はグループ A、イラク製のラスター彩陶器はグループBとCにそれぞれ分散した。また、Snに関して図1の分類と比較すると、グループAとBはSnを含み、グループCはほとんど含まないことがわかった。グループBは、グループAと比べSn含有量が多いものが多数存在した。また、グループBでは、PbとSnに正の相関が強く現れており、PbとSnは同一原料に含まれていた可能性が考えられる。

これまでの研究で、サーサーン系はアルカリ釉、ビザンツ系は鉛釉とされてきたが、今回の分析の結果から、エジプト製と考えられる陶器は Pb 含有率が非常に高く、この説を裏付ける結果となった。一方、イラク製のラスター彩陶器に関しては、Pb をやや含むものとほとんど含まないものの2種類が存在した。これは、イラクがサーサーン文化圏とビザンツ文化圏の接するところに位置するという地理的、文化的特徴を示しているものと思われる。

次に、これらグループA, B, Cに属する各々の試料についてX線回折測定を行ったところ、グループA, Bからは石英(SiO_2)と錫石(SnO_2)(図2)、あるいは錫石のみが検出され、グループCからは錫石は検出されず石英のみが検出された。これら微粒子の存在が釉薬を白濁させる要因であると考えられる。Pb含有率が高いグループAとBの白濁法は同じであるが、ほとんどPbを含まないグループCに関しては別の技法によるものである。特質すべきことは、イラク製のラスター彩陶器は、その組成からグループBとCの2種類に分類でき、白釉を作り出す技法はグループBとCでは全く異なるという点である。

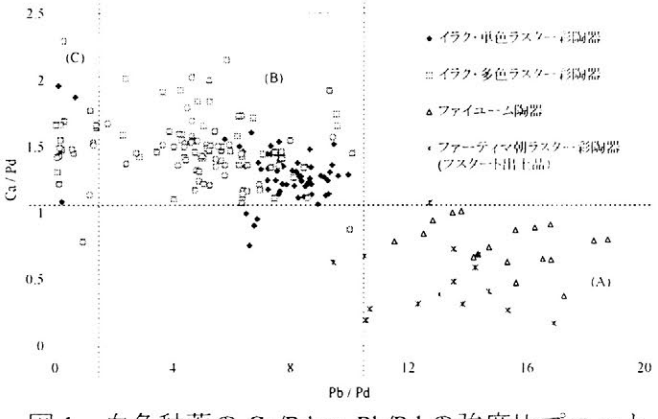


図1　白色釉薬のCa/Pd *vs.* Pb/Pdの強度比プロット

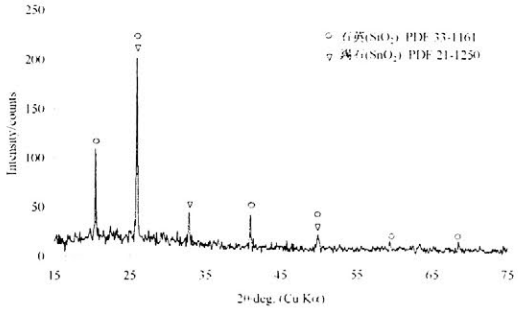


図2　白色釉薬のX線回折パターンの一例

参考文献

1) 前尾修二、中井泉、野村恵章、山尾博行、谷口一雄, *X線分析の進歩*, **34**, 2003, pp.123-132.
2) Mason, R. B. and M. S. Tite, *Archaeometry*, **39**, 1997, pp.41-58.
3) Wolf, S., S. Stos, R. Mason and M. S. Tite, *Archaeometry*, **45**, 2003, pp.405-420.

東アジアの初期馬具における棒鋼加工技術の多様性に関する復元的研究

－初期の轡における捩り・巻き技法を中心として－

○ 塚本敏夫、橋本英将（(財）元興寺文化財研究所）諫早直人（京都大学）
田中由理（大阪大学）中村栄順（中村工芸）

1．はじめに

古墳時代（特に 5 世紀）は大陸から朝鮮半島を経由して様々な新しい技術や文化がた時期である。北方騎馬民族のあいだで盛行していた騎馬の風習も新しくもたらされた文化の一つである。騎馬の普及による社会的な影響には①軍事体制の変化(戦歩兵戦から騎馬戦)、②手工業生産の発達（馬具製作に鍛冶、金工、木工、繊維・皮革工芸、漆工等の技術)、③運輸・情報の発達（人・物の運輸や情報伝達の迅速化）の３つがあげられ、初期国家の成因要素の整備・発展に大きく寄与したと考えられる。

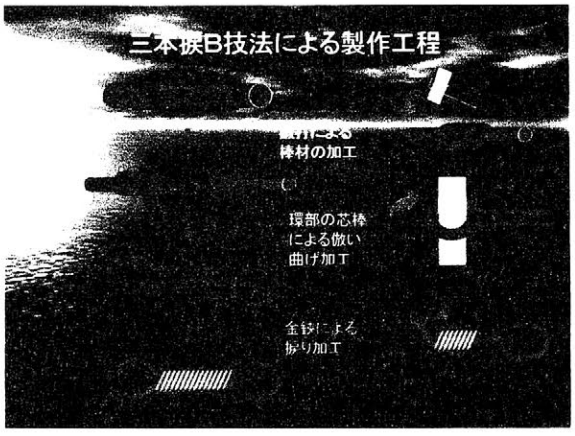
前回、兵庫県加古川市行者塚古墳出土の初期馬具（轡）の復元模造品の製作を通じて、鍛接技術が未発達の段階での銜や引手の棒鋼連結技法として三本捩技法を明らかにした（塚本他 2001)。

近年、韓国特に、百済地域の初期馬具の実態が明らかになり、東アジアの初期馬具（轡）で三本捩技法が普遍的に存在していたことが明らかになりつつある。

今回、兵庫県姫路市宮山古墳出土の２つ鑣轡を保存処理・復元模造作製の資料化をする機会を得た。その際、２連銜の捩り（巻き）？の条数に３本と４本のものと４本と５本のものなど多様な棒鋼加工技術が存在することが明らかになり、鍛接技術が確立されてからも轡の棒鋼加工に捩りや巻きなどの多様な技術が使われている轡が少なからず存在することが解ってきた。そこで、その初期馬具の棒鋼加工技術における多様性についての紹介と復元実験を通じて製作技術の推定を試みたので報告する。

2．三本捩技法の２相

前回の復元実験では三本の棒鋼を束ねて捩る三本捩技法の際、使用する棒鋼は環部に対して、3 本束ねて芯材部となる部分を一段細くする工夫が施されていることが解った（右図)。その後の調査で初期の三本捩技法には素材の棒鋼で段差を付けない（環部が細い）タイプが多いことが確認された。前者をＢ技法、後者をＡ技法と呼称する。おそらく、馬が噛む銜部の口径を変えずに、環部の強度をアップさせるための技術革新であろう。



3．巻技法

巻技法は環部の端を芯棒となる部分より細く針金状に鍛造して、環端から芯棒に巻いていく技法で、引手に多く確認できる。引手では芯棒を全部巻くことはなく、環部のしまいの一つと考えられる。銜では両端の環部から出発して全周を巻く例が多い、古墳時代後期の三連銜で例が多く、２連銜では兵庫県三田市正福寺古墳出土例などで確認できる。巻技法の場合、条数は１条で確認が容易である。鍛接技術が完全に定着して後、鍛接技術を用いずしかも、捩りのように縮むもなく、技術的に簡易に環部や環連結ができる技法と評価できよう。

4．宮山古墳出土轡での捩り・巻き技法の復元的実験

4-1　遺物観察からの問題点

宮山古墳出土の２つ鑣轡は保存処理後の肉眼観察とＸ線写真から、環部は鍛接技法で造られ、２連

銜の捩りないし巻きの条数が３条と４条、４条と５条であることが明らかになった。通常１本捩りでは断面四角形の棒鋼を捩るため、ねじ山が４条の単位として現れる（引手の１本捩技法で確認済）。当初、①X線写真で芯材部分（と推定）が確認できる。②破断面で複数の芯痕跡が確認できない点から単純にこの１本捩技法の応用であろうと推定していた。
しかし、詳細に観察すると、通有の１本捩りでは、ねじ山が∧状に鋭角的で谷部が比較的平滑で谷山の高さが余り高くない。対して、今回の銜では３本捩技法や巻技法のように、ねじ山が∩で、谷山の差が明瞭に解る捩り始めの端部でも高いことが観察できる。また、３条や５条の存在から復元実験をして、製作技術の推定をすることにした。

写真-1　銜の詳細（実物）

4-2　技法の復元実験

復元実験では鍛造がし易い銅を使用し、鍛接は行わず、捩り等の加工は冷間鍛造で実験した。

（１）１本捩り技法での復元実験

断面多角形化鍛造実験：一本捩りで多条にするには断面を多角形に整形しなければならない。その場合、奇数角は鍛打の際、反力で製作することが極めて難しいことが判明した。

断面形状の差による復元実験：また、４条について、①正方形、②隅角辺刻み有、③隅丸辺刻み有の３パターンで捩りを加えた。

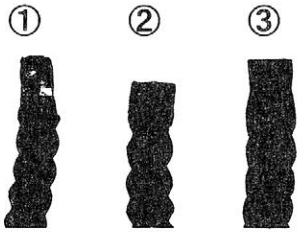


写真-2　１本捩り復元品

その結果、③が一番実物に近いが、捩り始めの端部で谷山の高低さが低くしかでないことが判明した。

（２）巻技法での復元実験

芯棒に細い針金を巻く技法による復元実験：巻きの場合、技術的には環部を作ってから環に針金（φ2㎜）を引っ掛けることで何本か単位で巻くことができた。巻いた後に捩ることで芯棒に圧着でき、端部処理も後で鏨裁断すればできることが判明した。しかし、４本、５本を一度に巻かないと均一に負けないこと、単位と単位の間に大きな隙間ができやすいことが判明した。

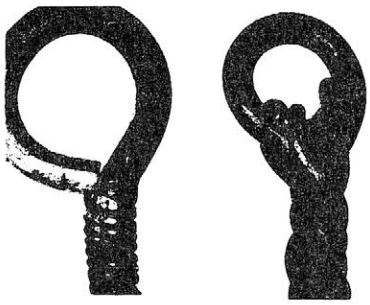


写真-3　復元品サンプル
左：巻技法　右：複数本捩技法

（３）複数本捩技法

芯棒の周りに針金を等間隔に並べて捩る。：環部に針金（φ2㎜）を引っ掛けることで容易に捩ることができた。端部の高低さや間隔等、外見的には一番実物に近い結果となった。しかし、X線写真では多条巻きと同じように芯棒と針金が明確に別材と区別できる。

（４）復元実験の結論：今回の復元実験で芯棒に複数本の針金を並べて捩る方法が一番現物に近かった。しかし、鍛接をしての実験でなかったため、芯材と針金が一体となっていないため、断定はできなかった。一連の研究で銜には引手や他の遺物（鉄鏃・工具・捩り環頭）の捩りのように単純に捩るだけではなく、おそらく、口にふくむ部分という特殊性から、より丸みを帯びた装着性（噛み心地）を付加する工夫がなされていたことが解ってきた。

５．おわりに

初期馬具の一連の復元を通してある程度、古代の馬具製作の実態解明にある程度迫れた。

馬具の轡の製作技術は簡単そうに見えて実に多様である。今回は鍛接技術を用いずに実験したため、鍛接技術導入後の多条捩技法の解明にはいたらなかった。早急に鉄での鍛接しての捩り実験を行い、技法の実態解明に迫り、次の製品の復元模造品製作を行っていきたい。

参考文献

塚本敏夫他「初期馬具の製作技法の復元的研究」『日本文化財科学会第 18 回大会 研究発表要旨集』pp126-127, 200 1

出土金属製品に付着する有機質の自然科学的調査

～刀剣類を中心に～

○山岡　奈美恵・井上　美知子
((財)元興寺文化財研究所)

1、はじめに

出土金属製品に木質・織物・鹿角・塗膜等の有機質が付着するケースは良く見られ、その調査事例も数多く報告されている。今回保存処理を行うにあたり、浅柄Ⅱ遺跡(島根県出雲市所在:古墳時代前期)出土の鉄剣に良好な状態での繊維製品の付着が認められたため、自然科学的手法を用いて材質・構造等の調査を行った。金属製品、特に鉄器に付着する繊維製品は本来の成分は失われており、錆着によってかろうじて形状を保っている状態である。しかし、この状態からでも構成糸の種類、織の構造等を明らかにすることが可能な場合もあり、それによって古代の技術の一端や鉄器の埋葬方法の解明に有益な情報を導き出すことが出来る。

2、調査方法

実体顕微鏡で織物の付着状態や織の構造を、電子顕微鏡で構成糸の撚りの有無や断面の観察を行った。使用した機器は以下の通り(いずれも元興寺文化財研究所所有)。

- 実体顕微鏡･･･MZ16(LEICA 社製)　ﾃﾞｼﾞﾀﾙｶﾒﾗ GC-X3(Victor 社製)を使用して撮影
- 電子顕微鏡･･･S-3500N(HITACHI 社製)

3、結果と考察

- 付着する織物は絹の平織である。経糸断面を電子顕微鏡で観察した結果、フィブロン繊維が166 以上数えられることから、経糸は 83 個以上の繭から構成されていることが分かる。【写真4～6】
- 織密度は目の詰まっている所では(28～30)×(25～30)本/㎠、それ以外の所では(20～25)×20 本/㎠となっている。【写真1，3，4】
- 織物の付着は表面だけでなく、裏面にもわずかに見られる。
- 3 層の重なりが確認できる。その織の方向は切先と茎を結んだ線を軸とすると、軸に対して最下層は直行方向、2,3 層は斜め方向(左下がり)である。
- 織物以外に木質小片の付着も認められる。【写真2】剣と織物の間に木質は確認できないことから剣は抜き身の状態であったと考えられるため、別固体の木質であると思われる。
- 最上層の織物の下に、数本の繊維が束になっている糸(紐？)が二方向に付着しているのが確認できる。撚りは見られない。【写真2】

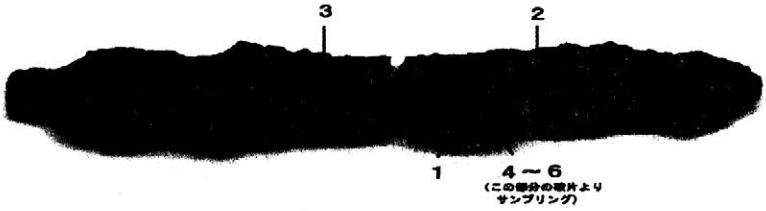
以上の結果から剣の副葬状態は、抜き身の刀身上に帯状にした絹織物を初めに軸に対して直行方向に巻きつけ、その上から螺旋状に少なくとも 2 回巻きつけた状態であったと推察される。

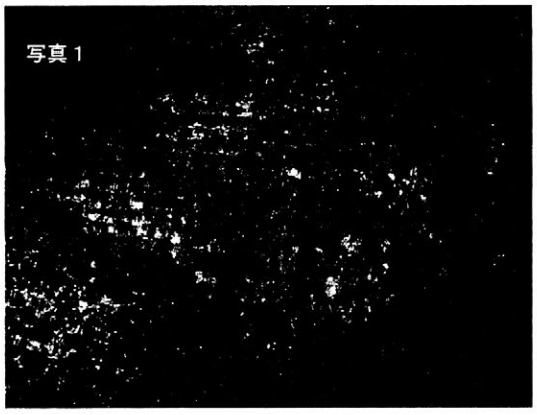
浅柄Ⅱ遺跡出土鉄剣

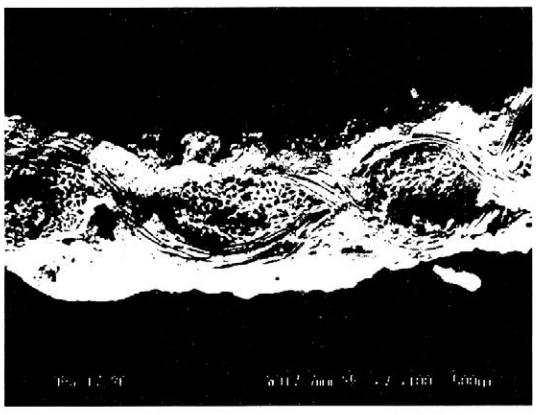
(古墳時代前期)

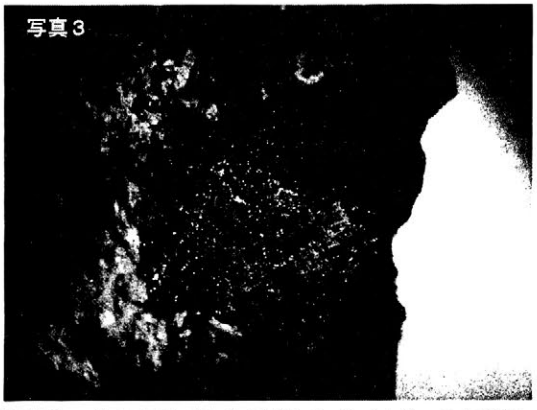
古墳主体部割竹式石棺より出土

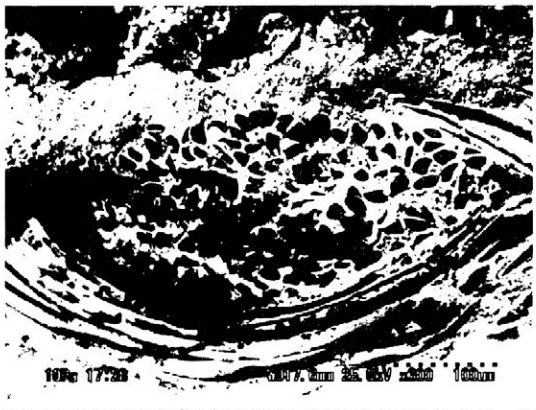
残存長 18.3 cm











《謝辞》 今回発表する機会を与えてくださった(財)島根県教育庁埋蔵文化財調査センター、ならびに御協力を賜りました同センター澤田正明氏に記して深く感謝申し上げます。

＊遺跡の詳細は、『山陰自動車道益田線(宍道～出雲間)建設に伴う埋蔵文化財発掘調査報告書2』/2005 年 3 月/日本道路公団中国支社・島根県教育委員会 を参照。

紫金山古墳から出土した有機質遺物の調査

○岡田文男*・阪口英毅**・森下章司***・吉井秀夫**・上原真人**
(*京都造形芸術大学・**京都大学・***大手前大学)

1. はじめに

大阪府茨木市に所在する紫金山古墳の石室の内部からは1947年に行われた発掘の際に鏡や貝輪、腕輪型石製品などのほか、農工漁具、武器、武具などが多数発見されている(注1)。出土した刀剣類や鉄鏃などの武器類、鎌や鑿などの農工漁具類は現在すべて保存処理され、アクリル樹脂の皮膜にすっかり覆われている。これらの鉄製品を観察すると、使用時に付属していた木質が錆着して遺存したものがあり、当時の使用状況や機能を知る貴重な手がかりが得られるものと考えられる。紫金山古墳に限らず、古墳から出土した鉄製品に木質や繊維などの有機質が錆着しているのはごく普通に認められるが、鉄錆で覆われた木質は硬く、脆いため、材質調査は遺存状態の良好なものに限られてきた。そこで今回、紫金山古墳から出土した鉄製品に錆着した木質を主とする有機質について、保存処理の際に遺物ごとに別途保管されている剥落片の中から木質や繊維を採取し、材質調査を試みた。そのほか、調査時に不明品とされて土ごと取り上げられた遺物の中に漆塗膜が認められたことから、それについても塗膜構造調査を行ったので結果を報告する(2)。

2. 調査方法

調査にあたり、金属製品に付着した有機質遺物を実体顕微鏡下で観察し、木質について木口、柾目、板目の3方向を、布、紐について繊維方向を確認して数mm角の小片を検鏡試料としてカッターナイフで採取した。採取試料をさらに分割して観察面を考慮してエポキシ樹脂に包埋し、厚さ約15μm以下の薄片に仕上げ、木材組織や繊維断面を光学顕微鏡下で観察した。

3. 結果

出土した金属製品に付着した有機質遺物を検鏡した結果、以下の点が明らかになった。

表1　紫金山古墳から検出された木質の調査結果

番号	和名	学名	遺物番号
1	モミ属	Abies sp.	刀剣5
2	スギ	Cryptomeria japonica	鎌23-3
3	コウヤマキ	Sciadopitys verticillata Sieb.et Zucc.	木棺、刀剣4
4	ヒノキ属	Chamaecyparis sp.	刀剣、鎌、鉈、鉋、平鑿
5	シイノキ属	Castanopsis sp.	鉄鏃
6	ヤダケ属	Pseudosasa sp.	鉄鏃

(1)　鉄製品に付着した木質

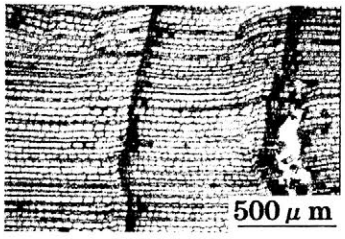
観察の結果、木棺はコウヤマキが、刀剣からはヒノキ属・モミ属が、鎌からはスギ・ヒノキ属が、鉈・鉇、平鑿からはヒノキ属が、鉄鏃からはシイノキ属が検出された。

(2)　鉇の柄に巻かれた絹布

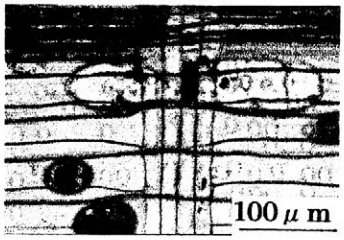
鉇の柄には絹布が二重に巻かれていた。

(3)　漆

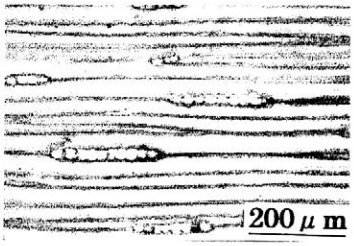
出土したのは漆の小片であるが、層構造の異なる 2 種類が認められた。両者とも層中に黒色顔料が認められ、何層もの層構造をなしているのが観察された。



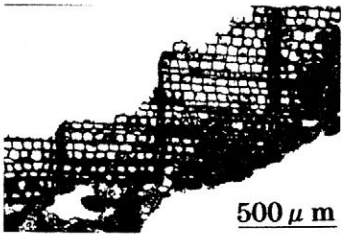
1．棺材（コウヤマキ・木口）



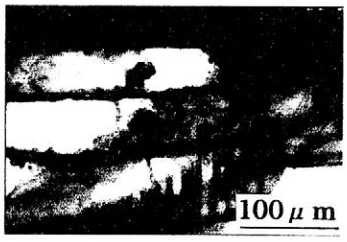
2．同、（コウヤマキ柾目）



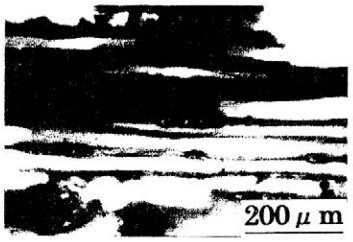
3．同、（コウヤマキ板目）



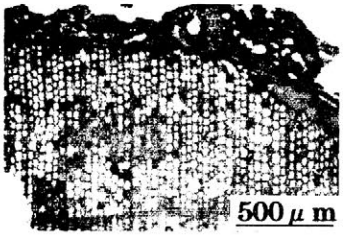
4．刀剣５付着木質（ヒノキ・木口）



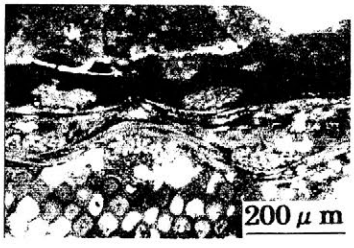
5．同、（ヒノキ柾目）



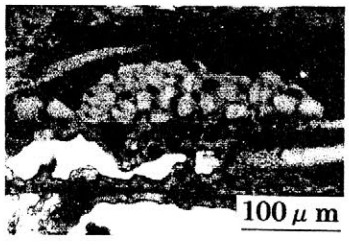
6．同、（ヒノキ板目）



7．鉇の柄の木質と巻かれた絹布

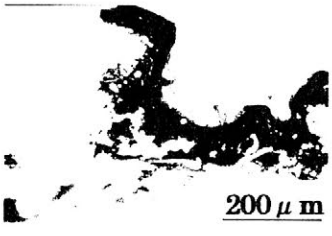


8．同、拡大

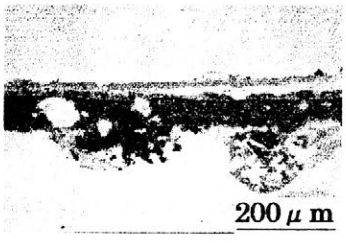


9．同、拡大

10．漆膜Ａ



11．漆膜Ａ



12．漆膜Ｂ

（1）　『紫金山古墳と石山古墳』京都大学博物館 1993

（2）報告書作成中。

山形県における遺跡出土木製遺物の用材傾向

- 梅野木前 1 遺跡出土木製遺物を対象として -

○小林啓、佐竹桂一、佐藤庄一（財団法人山形県埋蔵文化財センター）
大山幹成（東北大学付属植物園）、松井敏也（筑波大学大学院）

1. はじめに

遺跡から出土する木製遺物の樹種を同定することで、時代・地域・器種・用途などにおける木材利用の傾向が明らかになりつつある。山形県においても、これまでに様々な時代・種別の遺跡から多様な木製品が出土している。しかし、その樹種が明らかにされているものは極めて少なく、木材利用の傾向についてはまだまだ不明な点が多く存在する。

本研究では木材利用の傾向を知るにあたり、山形県内において木製遺物が出土した遺跡及び樹種同定が行われた遺跡を集計し、これらの時代・地域別の分布状況を明らかにする。同時に、平成 15～16 年度に発掘調査が実施された梅野木前 1 遺跡（山形市：古墳時代前期・平安時代）から出土した木製遺物及び自然木の樹種同定を行い木材利用の傾向について検討する。

2. 県内の木製品出土遺跡

山形県内では現在までに 4977 の遺跡が確認され「山形県遺跡地図」登録されている。このうち発掘調査が実施された遺跡は 298 遺跡、調査遺跡のおよそ 36% あたる 106 遺跡から木製遺物が出土している。調査遺跡数における木製遺物の出土率は庄内地方が最も多く村山、置賜、最上とつづく。地域別の登録遺跡数などについて表 1 に示す。

【表 1】

	登録遺跡	調査遺跡	木製遺物出土遺跡	樹種同定実施遺跡	同定点数
庄内地域	1086	116	58	12	53
最上地域	421	13	1	1	6
村山地域	1573	121	34	21	504
置賜地域	1897	48	13	8	35
総計	4977	298	106	42	598

※登録遺跡以外の数値は山形県教育委員会及び財団法人山形県埋蔵文化財センター実施のもの。

3. 試料と方法

試料は梅野木前 1 遺跡（山形市：古墳時代前期）出土の木製遺物及び自然木の計 80 点である。同定にはカミソリで木口、柾目、板目の 3 断面の切片を採取、永久プレパラートを作成して光学顕微鏡で組織観察を行い樹種を決定した。

4. 結果

木製遺物からは広葉樹8種、自然木からは針葉樹 3 種、広葉樹 11 種が検出された。器種別の同定結果を表 2 に示す。

【表 2】 木製遺物・自然木の同定結果

	A				B	
	柱根	横木	礎板	梯子	自然木	総計
マツ属					1	1
スギ					3	3
アスナロ					1	1
オニグルミ	2					2
サワグルミ					2	2
ハコヤナギ属				1	12	13
ヤナギ属					17	17
ハンノキ属					2	2
カバノキ属					1	1
クリ	2	5	3			10
クヌギ節	1	3			1	5
コナラ節	4	2				6
モクレン属					1	1
カエデ属	2				2	4
ケンポナシ属			1			1
ツツジ科					1	1
トネリコ属		4	1		1	6
散孔材					3	3
不明					1	1
総計	11	14	5	1	49	80

4. 考察

グループ A は考古学上の区分では全て建築部材（以下、建材）に分類される。山形県内では、宮ノ下遺跡（斎藤 1996）や石田遺跡（山口 2001）などで建材にコナラ節やクリを多用する傾向が確認されている。これら建材としての有用材を選択的に用いる傾向はこれまでにも県内外で数多く報告されている。（鈴木・能代 1998 など）同定結果は、建材特有の木材利用を示す。

一方、グループ A の中には一定の割合でグループ B に多く含まれる樹種が混在する。グループ B は河川跡出土の自然木であり周辺環境（現地性）を強く示す。これらの樹種及び近似する樹種が建材に一定量含まれる結果からは周辺環境からの木材利用が伺える。建材と自然木の同定結果からは、選択的に採取する「異地性」と同時に現地調達による「現地性」を示すものであり、現地性と異地性が混在する柔軟な木材利用の傾向が伺える。

5. まとめ

これまで建材には限定した樹種による木材利用との認識が強かったが、遺跡の立地・環境等を反映して柔軟に変化する傾向が示唆される。遺跡の時期・地域及び現地・異地性を含めて建材や自然木についても再検討する必要がある。

謝辞

本研究に際し、東北大学付属植物園の大山幹成氏、筑波大学大学院の松井敏也氏に多大なるご教授を賜りました。末筆ながら記して深く感謝申し上げます。

東北地方古墳出土の金属製品に付着した繊維片の調査

○手代木美穂*、松田泰典*、佐藤昌憲**
*東北芸術工科大学文化財保存修復研究センター、
**独立法人文化財研究所奈良文化財研究所

1．　はじめに

古代における繊維製品は、正倉院宝物に代表される伝世品、発掘調査からの出土品に大別される。出土繊維製品は先史時代からの編布、織布の出土例により当時の製作技術から生活様式などを類推することが可能である。しかし、繊維自体が残存する例は僅少であり、鏡や刀剣類など金属製品の表面に錆着して残存しているものなどが使用例を示すことが多い。特に古墳より出土する金属製品は被葬者と共に埋葬されたことが推定でき、被葬者の身分・地位などが検討される一要因となっている。それらに付着している繊維製品もまた、その材質・織り方・金属製品への装丁方法から新しい情報が付加できる可能性を秘めていると考えている。

この度、岩手県北上市江釣子古墳群長沼支群出土蕨手刀および青森県下田町阿光坊古墳群出土大刀に付着する繊維製品について調査結果を報告する。江釣子古墳群長沼支群出土蕨手刀は7~8世紀のものとされ、現在は保存処理が施され、北上市鬼の館に常設展示されている。阿光坊古墳群出土大刀についても7~8世紀に位置付けられている。資料は平成16年度調査から出土したもので、今後早急に保存処理を行うこととなっている。

2．　調査方法

実体顕微鏡観察を用い、非破壊非接触で出土金属製品表面に残存する繊維製品を調査し、その記録と写真撮影を行った。調査項目は繊維の太さ、撚りの方向、繊維の経緯方向、織密度、繊維の素材推定とした。繊維の素材については本調査事項のみで確定することは尚早であるが、調査結果の中から糸撚りの強弱および織密度に注目して推定した。

3．　結果

1）江釣子古墳群長沼支群出土蕨手刀

蕨手刀の柄部に1種類の繊維の分布が確認できた（図2）。これは麻類の糸に右撚りをかけた平織の布と推定され、織密度は経糸6本×緯糸6本であった（図3）。この部位の他に繊維製品が存在しなかったため、平織の麻布が刀

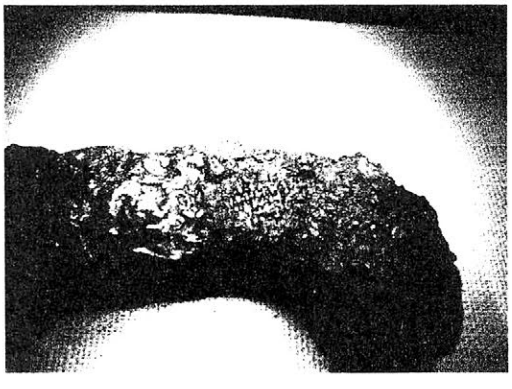


図2　出土蕨手刀付着繊維片

剣にどのように装丁されたかについては不明である。

2）阿光坊古墳群出土大刀

大刀の鞘尻上部に 1 種類の繊維の分布が確認できた（図 3)。繊維は樹脂などがかかっていないため、繊維の一本づつが確認でき、光沢をもっていた。断面部分も観察可能で、繊維束は全体が錆化していることがわかった。織密度は経糸 12 本×緯糸 10 本であった（図 4)。糸の撚りは経糸には見られず、緯糸の一部には多少の撚れが見られたものの大部分の糸は無撚りであったことから、素材は絹の平織（平絹）であることが推定された。大刀の全体を観察すると他 5 箇所に繊維片の残存が見られ、内 2 箇所には前述と同質の繊維が重なっている部分も確認できた。しかし、その重なりが鞘尻金具上の繊維片とつながるものなのか、さらに 2 重に装丁されているのか、布のよれに由来するものなのかについては明確に判断できなかった。足金具上部に繊維片が確認できること、大刀の柄を除いた部位に残存した繊維片の分布していることから、大刀は足金具などの外装が整った状態の上から平絹が装丁され、その布は少なくとも鞘尻から鍔までは覆っていたことが推察された。

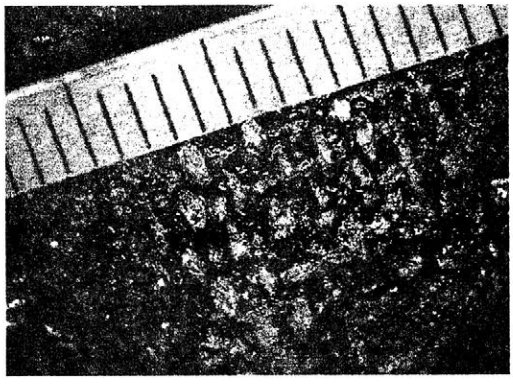


図 2　蕨手刀繊維部分の拡大
（スケールは縦線の間が 1 mm）

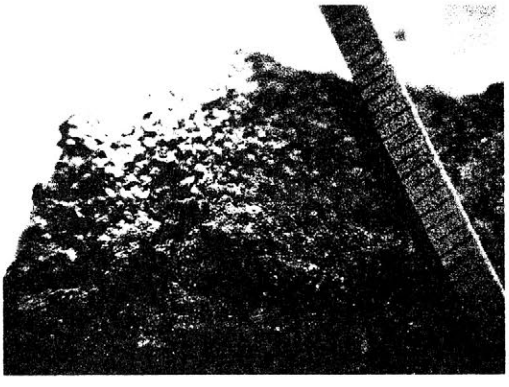


図 3　出土大刀鞘尻付着繊維片

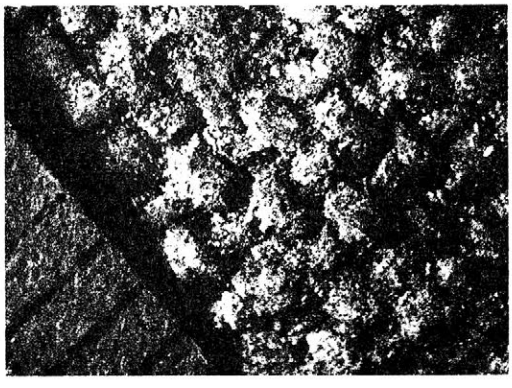


図 4　大刀繊維部分の拡大

謝辞：

本調査においては、岩手県北上市立埋蔵文化財調査センター稲野裕介氏、青森県下田町教育委員会小谷地肇氏に御助言、御助力を賜りました。結果考察には宮内庁正倉院事務所の吉松茂信先生に有益なご助言を賜りました。末筆ながら記して感謝申し上げます。

参考文献：

「岩手県和賀町長沼古墳群」草間俊一・玉川一郎　1974　和賀町教育委員会

「下田町内遺跡発掘調査報告書 8」下田町埋蔵文化財調査報告書第 21 集

平成 16 年　青森県下田町教育委員会

P 54

豊岡市妙楽寺出土密教法具の材質と製作技法

瀬戸谷晧 *、○伊藤幸司 **
*）豊岡市立出土文化財管理センター、**）財団法人 大阪市文化財協会

1. はじめに

1962年、兵庫県豊岡市妙楽寺の道路工事で密教法具関連資料が34点出土した。内訳は錫杖1点、宝珠杵1点、鋺23点、台皿5点、蓋2点である。これらの資料に対して自然科学的な手法を用いた調査を行う機会を得たので紹介する。

2. 目的

資料の構造や遺存状態、材質の成分などから資料相互の関連性や製作技法を解明するための情報を得ることにある。

3. 方法

3-1 外観の調査

肉眼や実態顕微鏡、デジタルマイクロスコープを用いて地金やサビの色や状態、加工痕跡の観察・分類を行った。

3-2 構造の調査

使用した機器はエックス線透視テレビカメラシステム（エクスロン社製、管球120kV-1mA・160kV-4mA、大阪歴史博物館設置）で、エックス線像を撮像管で可視像に変換してモニタに表示、内部の構造・遺存状態の観察を行った。

2-3 材質の調査

エネルギー分散型蛍光エックス線分析装置（エダックス社製DX95型、大阪歴史博物館設置）を用いて、次の条件で非破壊で測定した。対陰極：ロジウム（Rh）、検出器：半導体検出器、管電圧：40kV、管電流：25 μ A 測定雰囲気：真空（錫杖のみ大気中）、測定範囲：6ｍｍφ、測定時間：1000sec（デッドタイム補正有）

4. 結果

器形や外観の調査から得られた要件と地金成分が整合するか否か、特異な成分が検出されないか、などに興味が持たれた。成分分析の結果、対象とした資料は全て銅（Cu）-錫（Sn）-鉛（Pb）の３つを主要元素としていることが分かった。

3-1 錫杖

外観で明らかな傷以外に割れや鋳造欠陥は見つからなかった。塔や仏像、棒を装着する筒状部分から金（Au）を検出した。また、他の資料に比べて砒素（As）を多く検出した。

3-2 宝珠杵

把は中空で内部に中子砂が残存している。宝珠も中空につくられ笄と堰の痕跡が見られ

る。成分分析によると笄の孔に嵌められている地金は本体と同じ「共金（ともがね）」を使用している可能性が高い。

3-3 鋺・台皿・蓋

轆轤挽きして仕上げているため、堰など鋳造の痕跡は残っていない。外観の色から濃緑色・金色・銀灰色の３種類に大別した。銀灰色資料は錫分が高い。透過画像に特徴的な斑文が見られ、表面の濃橙色サビの範囲と一部一致する。このことから高錫であるため地金成分に不均質な部分を生じており、濃橙色のサビもその状態を反映している可能性がある。

5. 宝珠杵の制作方法

5-1 製品に残る特徴

最も注意を引かれるのは、二つに折れた把部分から突き出している棒状の構造物である。これ以外の着目点としては、内部に中子砂が残る把部分の構造、中空につくられている宝珠とそこに残る笄と堰の痕跡、火炎の透かし周りに見られる「返り」、などがあげられる。

5-2 鋳造方法

上記の特徴から製作条件を検討した結果、蝋型技法によると判断した。造型方法は「蝋で両側の宝珠部分をつくり、便宜上取り付けた双方の支持棒（蝋）を中子砂でつなぎ、その上に蝋を貼って把を造形した」と推定している。突き出した棒状の構造物は蝋原型段階の支持棒にあたる。

5-3 まとめ

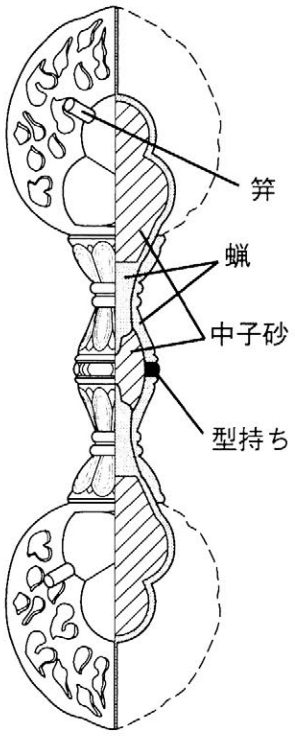
当宝珠杵が３つの部位からなる蝋原型を用いて鋳造されていることは間違いない。

しかし、鋳造製品は製作過程で“形を置き換える”工程を何度か経ていることや、仕上げで表面を剥く事によって情報が失われる場合が多いため、実際につくられた方法を特定できることは少ない。今回の宝珠杵も例外ではない。また、宝珠杵について内部構造の調査や成分分析などが試みられた例は手元の資料からは見つけられなかった。よって他と比較することはできていない。これは調査対象とし易い出土品が極めて少ないことに原因していると思われる。今後は是非とも伝世品をも含めて調査を進めていただくよう、所蔵機関、諸賢にお願いする次第である。

今回の調査で久保智康、松井敏也、中島保美、鳥羽正剛、加藤俊吾の諸氏から貴重な御教示、ご協力を賜りました。厚く御礼申し上げます。

〈参考文献〉

豊岡市教育委員会『豊岡市文化財調査報告書 第36集 妙楽寺ヒシロ遺跡』 2005.3



宝珠杵蝋原型の構造　推定図

打製石器剥離面のＤＣＭ取得と３次元形状解析による剥離動作評価
－「技法」の整理と「テクノコンプレックス」の解体・再評価に向けて－

津村宏臣（同志社大学文化情報学部）

１．はじめに

これまで石器研究は，技術形態的視座と機能形態学的視座から進められてきた．より高次の石器群構造の復原やその検討は，形・型式の基盤に個別的な技術の系としての「技法」の介在を明らかにしてきた．しかし，最終的な形態として石器の剥離面構成に顕現した複雑な技術の実相を，系として還元的に理解するこの方法論は，資料数の増加に比例した「技法」の乱立という現状に帰結した．また，この複雑さをTechno-complexとして把握・評価する方向性も，議論の抽象化や一般化にはきわめて有用であるにもかかわらず，評価手法や解析論に不備があり，具体的なComplexityの定量化には至っていない．本研究では，個別の石器の形態を注視し，石器形態の 2.5 次元データの取得とＤＣＭ（Digital Configuration Model，Tsumura and Oguchi 2004）としての定量化，立体構造・形状変数による規則性の抽出と器種分類などから技術体系の抽出と展開を評価する．ここでは基礎的作業として，データ取得法と解析方法について議論し，あわせて３次元形状解析の結果から得られた石器製作技術（動作）の予察的な検討について議論する．

２．石器の 2.5 次元データの定義と情報化

数学的な理解では，１次元は線，２次元は面，３次元は通常の空間として定義される．対象とする石器は３次元的な存在だが，通常実測図作成の過程で２次元化され，器高のようないわゆる“高さ”や“厚さ”情報は断面図によって部分的に記録される．この“高さ”や“厚さ”は石器を２次元平面に配置した時にのみ発生する属性情報で，配置次第で“高さ”や“厚さ”の数値は可変的となる．このように，石器の情報化過程では，固定的な２次元平面に対して，高さの次元を属性値とする方法が一般的で，これは 2.5 次元のデータ化と呼べる．また，断面図でこれを記録する場合，それは限定的で部分的なものとなる．しかし，３次元存在を部分的な 2.5 次元化によって記録する場合，多くの情報は遺漏し，その評価も限定的となる．汎用性の高い記録保存のためには，３次元存在を３次元的に記録し，必要に応じて汎用性の高い 2.5 次元化を行うことが肝要である．ここでは，その発想でＤＣＭを作成し，３次元的な存在の情報化とその情報を用いた形状解析を試行した．

ＤＣＭの作成には，接触式の３次元スキャナ（Roland PIX-4）を使用し，0.05mm ピッチで任意平面からの“高さ”情報を取得した．任意平面は，データ取得時には，石器の縁辺の疑似水平を手製の簡易三脚と固定用樹脂（Bostik BLU-TACK）で保持し，データ回収後，XYZ 値化された点群データから石器縁辺部のみを抽出してこれに近似する平面を計出，すべての点群データをこの近似平面を基準に再変換して“高さ”情報を補正した．

3．データ処理と解析

取得した3次元点群データはそのままでは形状データとならないため，これを0.05mm メッシュの行列データとして変換し，ラスターデータを作成した（図 1-a）．このラスターデータの高さ値の差分からピクセル単位での傾斜の方向（図 1-b）と角度（図 1-c）を求め，XY 平面に対する属性値として形状情報を定量化した．また，傾斜の方向モデルを利用して傾斜変換線を抽出して大まかに剥離面の自動判別をおこない，実物と対照させつつ個別の剥離面を抽出したのが図 1-d である．

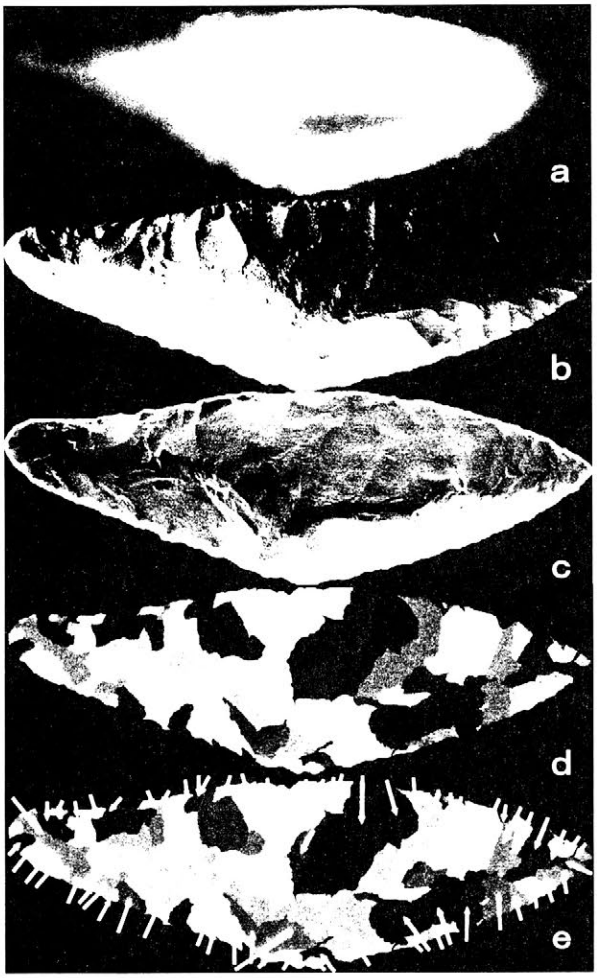


図1　ＤＣＭと形状属性情報の定量化

解析については，①形状に関する特徴量の抽出，②これを説明変数とした器種分類手法の検討，③剥離面単位での3次元形状特性の評価，について実施した．

津村（2003）および Tsumura and Oguchi（2004）で実施した器体全体の特徴量の抽出とその分析により，各形状特徴量の出現頻度分布傾向が，おおよその器種分類と対応を持つことが明らかとなっている．これを応用し，形状情報相互の相関行列を作成，順位の高い 24 属性を器種分類のための説明変数として抽出した．表面積，長幅比などの2次元属性値，高さや傾斜方向の平均などの 2.5 次元属性値，高さの尖度や歪度のような 2.5 次元の形状属性値，器体の起伏を示す Moran の I 測度のような3次元属性値などである．

次に，それらの説明変数から器種を説明するため，各属性の偏回帰係数を計出し，説明力のある6変数によりクラスター分析を実施した．結果として，スクレイパーのような特定の器種の分類には成功したが，ナイフ（形石器）などでは，ブランティングと粗加工段階の器体調整剥離との峻別に問題が残った．

最後に，図 1-d のように抽出した各剥離面の3次元形状を解析した．直線での回帰線を剥離の際の応力の方向，剥離面積を剥離に係る応力値とそれぞれ仮定し，その方向と強さを抽出した（図 1-e）．これにより，剥離の際の石器の保持と加撃方向，その強さを評価することが可能となった．今後はこうしたデータを集積することで，剥離動作のパターン化が可能となる蓋然性が高い．

日本の中世における銅製品の化学組成の特徴

○内田俊秀(1)・江南和幸(2)・河野益近(3)・比佐陽一郎(4)

(1)京都造形芸術大学芸術学部　(2)龍谷大学理工学部　(3)京都大学工学部

(4)福岡市埋蔵文化財センター

1)　はじめに

銅や銅合金を素材とした製品は、日本国内では弥生時代から発見されている。その中で合金とは考えにくい組成の金属銅が、近世以前に少しずつではあるが見受けられた。現在、中世の銅製品について理化学な分析を進めているが、高い純度の金属銅が中世に増加する傾向があることが分かった。江戸時代になると国内の銅生産は飛躍的に伸び、また質的にも向上し、高純度の銅地金が供給され、中には現代の純銅とほぼ同程度の化学組成を示すものもある。本研究は、江戸時代以前の国内の銅地金について調査した結果の一端を報告するものである。

2)　実験と結果

今回分析調査したのは、福岡市博多遺跡群から発見された中世後半（16 世紀後半から 17 世紀前期）の銅製品 14 点である。分析方法は日本電子社製電子顕微鏡（JEOL JSM-5300LV）に付属したエネルギー分散型X線分析装置(JED-2001)を用い、資料の一部を切り出しエポキシ樹脂に埋め込んだうえ研磨、鏡面仕上げし試料とし、この面を分析した。なお試料の切り出しについては、福岡市の担当者と協議の上行っている。

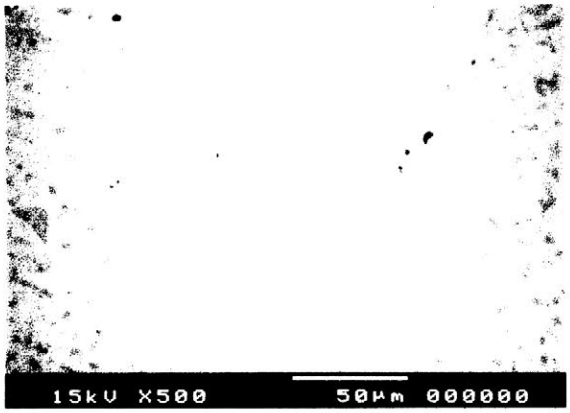
測定結果は３グループに分かれたが、このうち３点が高純度の銅の分析値を示していた(表１)。しかしSEMの組成像からは他の元素を微量含む可能性も伺われる(写真1)。なお試料番号３は、SEM写真からスラグのような組成であり珪素などが含まれている可能性がある。他の２グループは、銅－錫合金（写真2)、銅－亜鉛合金である。この遺跡群からは鋳造用具が出土し、鋳造工房が活動していたことは明らかであり、青銅や真鍮製品が作られていた、あるいはスクラップとして回収され、製品として再溶解されていたことを示している。

表（１）福岡市博多遺跡群出土の銅製品分析結果

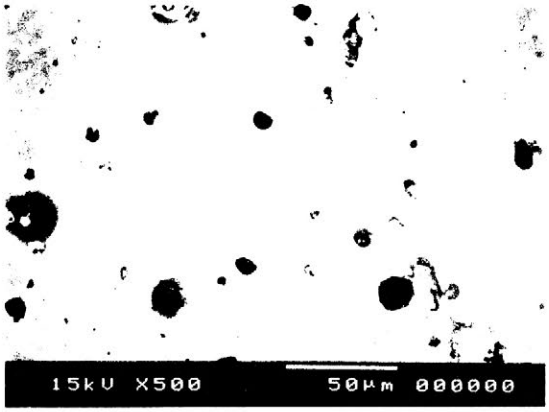
試料番号	1	2	3	4	5	6	7	8a	8b	9	10	11a	13	14
Cu(wt%)	76	>99	>99	88.6	74.3	>99	91.7	76	78	85.4	79.5	86.6	42.1	>99
Sn	24.1			8.6	25.6			24			20.5	13.4	41.6	
Zn									22	14.6				
重量(g)	2.65	15.07	4.89	0.76	24.78	19.66	1.53	1.76	3.78	0.4	1186	10.85	31.17	101.39

なお今回は試料に含まれる微量元素の測定精度が、十分に信頼できるところまで高め

られていないので、それを解決する測定方法での実験に取り掛かっている。



写真(1)　試料番号6(SEM組成像)



写真(2)　試料番号10(SEM組成像)

3)　考察

日本国内は中小の非鉄鉱山が非常に多い。現代では、採算性が低いため操業はされていないが、過去に開発されたことがあったとしても、それを明らかにするのは困難である。しかし、少量の銅を採取するには鉱山の大小は問題にならず、数の多さはむしろ近くで手軽に入手できたと考えるべきであろう。特に鉱脈などが地表に現れた露頭付近には、周囲からそれと識別できる特徴的な色をした鉱物が塊となって存在し、ここを少し掘り進めば、比較的還元が容易にできる酸化銅系の鉱石や、自然銅が採取できる。

弥生時代からの長い銅の歴史を概観すると、近世以前にも、国内の銅でしかも純度の高い銅を使用したと思われるものが、時々遺物の中に発見される。古墳時代でも散見され、続く7世紀中ごろの例としては、奈良県明日香村の水落遺跡出土の銅管があり、純銅の化学組成を示している。奈良時代はヒ素銅が主流を占めるが、平安前期にも銅含有率98%以上の製品が存在している。

江戸時代に南蛮吹という高度な精錬技術が導入された以降は、日本各地に純度99%以上の銅が多数発見される。しかしそれ以前の時代で、銅の含有率が非常に高く合金と考えにくいものは、原料に自然銅や酸化銅系の鉱石を還元したものを使用した可能性が高い。またこれらの鉱石に比較し製錬が困難な硫化銅系のものは、効率は悪いが「床尻銅」を取っていた可能性が、中世以降考えられ、これらは原材料として純度の高いものとして流通していただろう。15世紀の堺市出土例であるが、鋳型に差し込んだ銅粒を調査した結果、純銅に近い化学組成であった。

中世は13世紀から約400年間という長い時間であり、銅原料についても外国からの原料や製品輸入、精錬技術の導入などの可能性も当然考えねばならないが、しかし、中世以前と比較し純度の高い金属銅が広範に流通し利用されはじめるという特徴的な事項が伺われ、これを踏まえ、銅原料の供給源を国産銅に求めることも可能であろう。

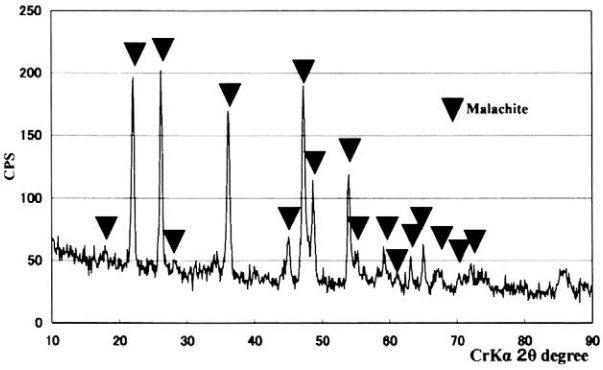
なおこの研究は『**特定領域研究　中世考古学の総合研究　A01－2　日本中世における銅鉄の金属生産とその流通に関する研究班**』の成果の一部である。

正倉院宝物における銅化合物系緑色顔料

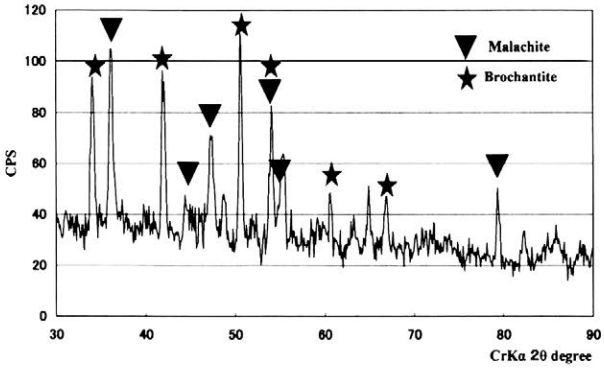
成瀬正和（宮内庁正倉院事務所）

はじめに

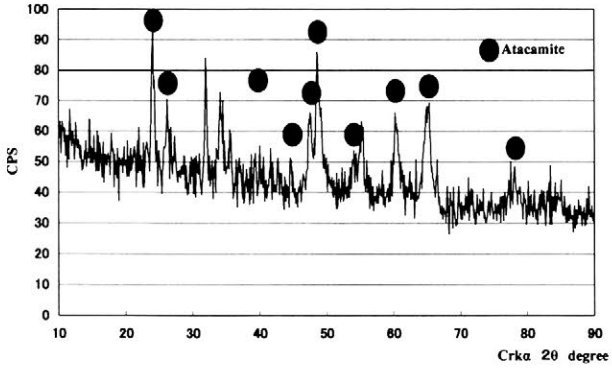
正倉院宝物に用いられた緑色顔料は若干緑土も認められるが、他はすべて銅の化合物である。X線回折法によってその多くは孔雀石［Malachite；$CuCO_3$・$Cu(OH)_2$］からなる岩緑青である（第1図）ことが確認されているが、孔雀石とブロシャン銅鉱（Brochantite；$CuSO_4$・3$Cu(OH)_2$）からなるもの（第2図）、あるいはアタカマイト（Atacamite；$Cu_2(OH)_3Cl$）またはパラタカマイト（Paratacamite；$Cu_2(OH)_3Cl$）からなるもの（第3図）などもある。近時、X線回折図形の検討によって、このほかd＝3.88Åに強い回折X線を有す銅化合物の存在が明らかになってきたので、今回はこのことに関連する報告を行う。



第1図　緑地彩絵箱・緑色顔料のX線回折図形



第2図　香印座蓮弁・緑色顔料のX線回折図形



第3図　平螺鈿背鏡（北倉5号）・緑色顔料のX線回折図形

実験

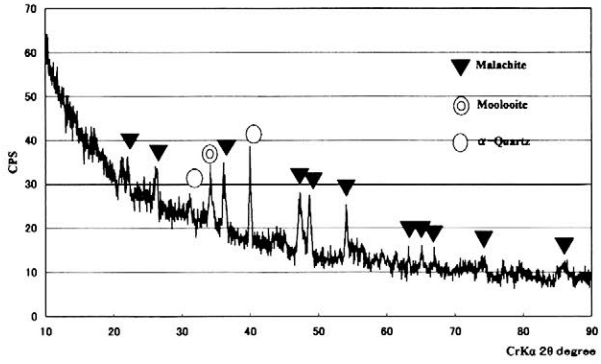
主としてX線回折法を用いたが、蛍光X線分析法や走査電子顕微鏡観察なども行っている。X線回折は㈱理学電機製文化財用X線回折装置あるいはフィリィップス社製X'pert pro MRD全自動粉末X線回折装置を用いた。いずれもX線対陰極にはクロム管球を使用した。

結果および考察

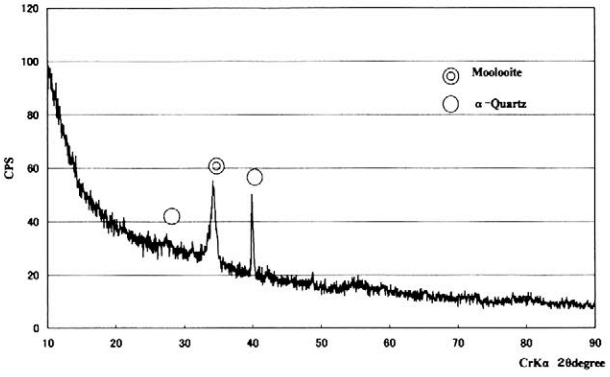
d＝3.88Åに回折X線を有す緑色顔料はほとんどが淡緑色に近い色調である。X線回折図形に孔雀石も現れているもの（第4図）と、孔雀石が現れていないもの（第5図）の両者があり、これまでにあわせて10点の宝物について確認している。いずれも蛍光X線分析を行い、それらが銅化合物を主体とするものであることは確認している。さらに後者の例である伎楽面乾漆第23号の緑色

顔料剥落試料に対する SEM－EDS 分析では、この銅化合物の粒子が硫酸塩や塩化物ではないことを確かめた。

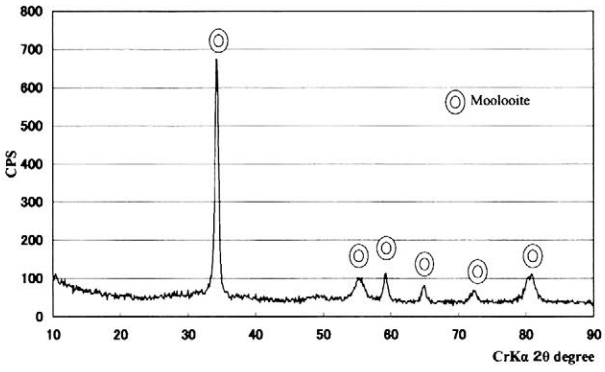
d＝3.88Åに最強の回折X線を有す銅化合物としては シュウ酸銅 1 水和物［$CuC_2O_4 \cdot H_2O$］（Moolooite）がある。第6図に試薬から製造したシュウ酸銅 1 水和物のX線回折図形を示す。シュウ酸銅1水和物は2番目以下の回折X線の強度が最強線の 20%以下と小さく、このため全般的に回折X線強度の低いもの、あるいは夾雑物として他の結晶性の化合物を交えるものなどについては、X線回折のみでは同定に限界がある。しかし状況的には地衣類等がシュウ酸を分泌して、孔雀石の表面にシュウ酸銅を形成し、これが緑色顔料として用いられた可能性が考えられる。第4図のように、d＝3.88Åに回折X線が認められる緑色顔料のうち、孔雀石が確認できるものについては、その回折X線は相対的に小さく、孔雀石が一部変化して問題の化合物が生成しているように見える。



第4図　伎楽面乾漆第24号・緑色顔料のX線回折図形



第5図　伎楽面乾漆第23号・緑色顔料のX線回折図形



第6図　シュウ酸銅1水和物のX線回折図形

d＝3.88Åに回折X線を有す銅化合物については、大きなくくり方とすれば、これを岩緑青の範疇でとらえることも可能である。しかし実際的には正倉院宝物において、これを用いている宝物と、純正の岩緑青、すなわち孔雀石のみからなる銅系緑色顔料を用いた宝物には違いが見られる。すなわち前者は彩絵花形皿あるいは伎楽面のうち波羅門や呉公など限定された種類の面に用いられているのに対し、後者は献物几や献物箱などの中央工房の製品や、唐製と考えられる琵琶や阮咸などの楽器類などに用いられている。したがって、両者をしっかりと区別しておくことは顔料史的のみならず美術・工芸史的にも、あるいは修復・模造に必要な知識の面からも意味がある作業である。

札幌K501遺跡、柳之御所遺跡出土漆器の製作技法の研究

○武田昭子（昭和女子大学）、赤沼英男（岩手県立博物館）、土谷信高（岩手大学）
出穂雅実（札幌市埋蔵文化財センター）、及川司（平泉町教育委員会）

1　はじめに

中世以降、東北地方および北海道でも、漆工品の普及が進む。とりわけ北海道では煮炊き具が土器から鉄鍋に、日常雑器が土器から木器へと変わり、生活様式が大きく変化する。前代に比べ日常生活における漆器の占める割合も増し、それぞれの用途に対応した製作技法によって製作された製品が用いられたものと推定される。中世の東北地方および北海道の調査例は希薄なため、東北地方および北海道への漆工芸品普及の実態は未解明である。

このような状況をふまえ本研究では、平安時代末に比定される柳之御所遺跡から出土した盤、およびK501の擦文文化期晩期から中世および近世に比定される遺構から出土した椀の下地に主眼を置いた自然科学的調査を実施した。

2　調査資料

Ya-1盤は第13次発掘調査によって、岩手県平泉町柳之御所遺跡の井戸跡から出土した。井戸跡は直径が約1.4m、深さが約1.6mの大きさで、調査資料は井戸の底面から伏せた状態で発見された。木質部はまったく残存せず、粘質土が充満していた。漆膜にはひびが入り破損が著しいものの、直径が約26ｃｍの六弁の輪花で、浅い高台を有する形状を呈していたものと推定された。外面は黒色、内面は赤色で、内外ともに文様は見られない。12世紀の資料と推定され、輪花の形状、赤色を呈する点で、柳之御所遺跡出土漆器中稀少な例である（表１）。

Sg-7、Sg-8は共に札幌市K501遺跡の擦文晩期～中・近世相当期に対比される遺構から出土した。K501遺跡は石狩低地帯北部に位置し、標高約5mの自然堤防状に立地する。調査資料とともに擦文土器、陶磁製品、コハク製装飾品、金属製品、黒曜石製剥片石器、礫石器、および礫が検出されている。調査対象試料は椀であるが、木胎部が劣化し漆膜のみが残存している(表1)。

3　調査結果

Ya-1の赤色部から摘出した試料は、布被せ層の上にやや粗い粒子と微細粒子が混在する下地層、その上層に微細粒子が樹脂層に点在する薄層、さらには樹脂層があり、最表面は樹脂に水銀朱を混和した塗膜層で覆われている。下地層には、バブルウォールタイプの透明な火山ガラス(gl)のほか、斜長石と思われる結晶の破片が認められ、ケイソウの破片(di)と思われる物質も観察される。黒色部から摘出した下地層も上記とほぼ同様の鉱物組成をとる。

Sg-7から摘出した試料は、外面が下地層、樹脂層（２層）からなり、内面は下地層、樹脂層、

水銀朱が混和された樹脂層からなる。下地層には微細粒子とやや粗い粒子が混在する。

Sg-8の下地は内外面共に2層からなり、下層には粗い粒子が混和され、上層は微細な粒子が混在した下地層によって構成される。下地層の上には樹脂層があり、その上に水銀朱を混和した樹脂層が塗装されている。Sg-8の下地下層には、破片状の石英とカリ長石片および火山岩片と思われる粒子が認められ、石英に富む砂が下地材料として混和された可能性が高い。

4　考察

調査した3資料に使用された赤色系色材料はいずれも水銀朱である。Ya-1の下地層材料としては火山灰が、Sg-8の下地には石英に富む砂が使用されていた可能性が高いことが明らかとなった。北海道では漆工品の製作が行われていたことを示す工房は未確認である。調査資料は北海道外から運び込まれた可能性が高く、Sg-7とSg-8の下地組成に差異がみられることを加味すると、供給地域も複数あったと推定される。この点については中世の塗膜断面構造に関する調査結果を蓄積し、その結果と考古学の発掘調査結果、および形態学的研究結果を重ね合わせ、検討することとしたい。

Ya-1の下地層には火山灰の使用が確認された。火山灰については近世大名屋敷跡から出土した資料にはじめてその使用が確認されたが、Ya-1においてその使用が確かに認められたことにより、使用開始が12世紀まで遡ることがわかった。今後同時期、さらにはそれよりも前代に位置付けられる資料の解析を図り、火山灰使用の技術系譜の起源を明らかにしていきたい。

表1　分析資料と結果

遺物No.	出土遺跡名	遺物名		法量(縦×横×高) cm	遺構番号	遺構種別	年代	布被せ	下地混和材	地塗	加飾	色材料
Ya-1	柳之御所遺跡	盤	内面	26×26	5C-5	井戸	12c	有	火山灰	赤	無	硫化水銀
			外面					有	火山灰	黒	無	-
Sg-7	札幌501遺跡	椀(004)	内面	16×16	PT06・19-38	土坑墓	擦文晩期～中近世	無	泥と砂が混在	赤	無	硫化水銀
			外面					無	泥と砂が混在	黒	赤色漆絵	-
Sg-8		椀(030)	内面	16×16	発掘区・19-37	土坑墓		無	砂(石英に富む)	赤	無	硫化水銀
			外面					無	砂(石英に富む)	赤	無	硫化水銀

＊下地混和材は岩石・鉱物学的区分に拠った。

北海道縄文時代後・晩期における彩色土器の技術

○小林幸雄
北海道開拓記念館

1．　はじめに

北海道の縄文時代には、赤や黒などの彩色が施された土器や土偶が発見される。全体に彩色が及ぶもの、部分的な線書きに止まるものとさまざまである。赤色系の彩色材料にはベンガラや朱などの赤色顔料、それらを固着するための材料には漆などが用いられている。彩色部の質感や保存状況などにも違いがあり、材料や製作手順などが異なっていることが想定される。今回は、縄文時代後期および晩期の彩色土器から得られた小片をもとに、材質と技法を検討したのでその結果を報告する。

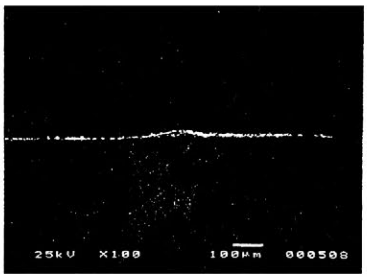
2．　調査

調査の対象としたのは、北海道内の３遺跡から出土した彩色土器片の合計９点。内訳は、①八雲町野田生１遺跡出土彩色土器 1 点（縄文時代後期中葉）、②千歳市キウス４遺跡出土彩色土器 4 点（縄文時代後期末葉）、③苫小牧市柏原５遺跡出土彩色土器 4 点（縄文時代晩期）である。これらの彩色土器（片）から得た小片について、①肉眼観察・実体顕微鏡観察を行い、次の観察と分析に供するための微小片試料を採取し、②試料断面を研磨して、光学顕微鏡により塗りや彩色の手法を観察した。③表面及び断面の微細構造について、走査顕微鏡による観察と、エネルギー分散型Ｘ線分析器による分析をおこなった。

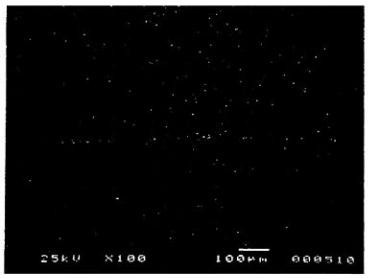
3．　結果と考察

(1)　八雲町野田生１遺跡出土赤彩土器１点

赤彩層部分には、水銀(Hg)が検出されており、顔料として朱(HgＳ)を含む朱漆が用いられていると推定される。光学顕微鏡下の赤彩層は 10～15μm で安定している。朱漆層直下の土器表面は平滑であり、顔料を塗布する前には磨きなどの事前調整が施されたことが推定される。加えて、土器最表層部における深さ方向へ 40～120μm の範囲での黒色層が存在する。この黒色層は、外表面側が平滑であるのに対して、土器の内面側に向かう方向での振幅はバラツキが大きく不連続的である。このような顕微鏡組織から、黒色系を呈する何らかの素材（例えば化粧粘土など）が貼り付けられた結果として、黒色が発色している可能性は少ない。むしろ、土器表面側からの化学的な影響によるものと推定される。土器製作など当時の状況を想定して、この黒色層の生成要因を求めると、土器を焼成する段階において黒色化処理がおこなわれた可能性が高い。具体的には、還元炎条件下での表面炭化などが推定される。



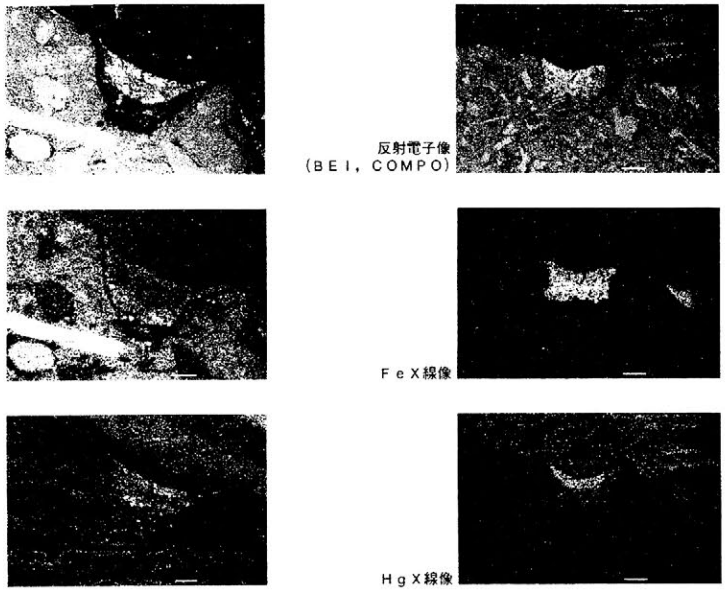
土器断面の反射電子像



水銀（Hg）X線像

(2) 千歳市キウス４遺跡出土彩色土器４点

彩色土器４点のうち、３点にはベンガラと朱がともに用いられていた。残る１点には、ベンガラのみが用いられていた。４点中の２点には、瘤や微隆起線が施されており、微隆起線間の溝状部分には厚く赤色顔料が残留する。断面観察によると、彩色層には２～３層の重ね塗りがおこなわれ、いずれも下層ではベンガラ系顔料、上層では朱を主成分とした顔料が用いられていた。



(3) 苫小牧市柏原５遺跡出土彩色土器４点

彩色土器４点は、いずれも、土器胎土に下地が施された後に、ベンガラ漆が塗られていた。

以上、北海道縄文時代の彩色土器について、赤彩の材質と技法に注目して検討した。その結果、赤彩顔料として、八雲町野田生１遺跡（縄文後期中葉）では朱のみ、千歳市キウス４遺跡（縄文後期末葉）では朱とベンガラの混用、苫小牧市柏原５遺跡（縄文晩期）ではベンガラのみが、それぞれ用いられていた。今後、検討事例を増やすことによって、彩色土器の製作技法、とくに北海道における地域的特質を明らかにしたい。

P 60

善通寺市菊塚古墳出土馬具類の科学的調査

○ 植田直見*、杉本和江**、笹川龍一***、渡邉淳子***、海邊博史****

（(財) 元興寺文化財研究所*、古美術修理すぎもと**、

善通寺市教育委員会***、善通寺市議会事務局****）

１．はじめに

昨年、金銅製馬具類に施された金の装飾方法を調査するため、袋井市春岡遺跡出土馬具類について分析を実施し、いくつかの可能性を報告した。今回、その結果を踏まえ、菊塚古墳出土馬具類について同様な分析を行い、金の装飾方法を検討した。その結果、鉄地とその上層の銅および金の状態が昨年と同様の傾向を示すことがわかった。これは、今まで一般的であると考えられていた鍍金面の下層に銅が確実に検出される状態とは異なる結果で、昨年報告した結果と類似した結果であった。そこで、両者を比較、検討し得られた知見を報告する。あわせて、馬具類の観察と分析によって確認された、製作技法に関する知見も報告する。

２．遺跡の概要および分析資料について

菊塚古墳は香川県善通寺市善通寺町、通称有岡地区に位置する。この地区には、丸亀平野を代表するような首長の古墳群の中にある。金銅製冠帽、銀象嵌装飾太刀などが出土した王墓山古墳とは直線距離にして約 4km 離れている。王墓山古墳同様、玄室内に石屋形を持っており、王墓山古墳と同一系譜に属するとかんが得られる。石室内では馬具のほか、土器類、耳鐶や銀製空玉などの玉類、鉄刀・鉾などが出土している。ｆ字形鏡板付轡、剣菱形杏葉、辻金具、輪鐙、鞍金具などの馬具は、石室南東側の床面直上より出土し、ほとんどが追葬時の状況を保っていると考えられる。しかし、後世の土師質鍋なども出土した石室埋土から引手金具が見つかっており、後世の撹乱を受けていることがわかる。このうち辻金具は、鉄地金銅装で環状部と４つの脚部を一体で作り、環内には木質を装着するタイプ（辻金具 1、2：図 1、2）と四角い板状の鉄地金銅板を中心に別作りの爪形脚が四脚伴うタイプの２種類が出土している。今回はこの２種類の辻金具についてそれぞれ調査を行った。

３．分析方法

まず金が残存している部分を中心にエネルギー分散型ケイ光X線分析装置(セイコーインスツルメンツ㈱製 SEA5230 以下 XRF と略す)を用い元素分析を行なった。次に表面の金の状態および端部の鍍金の状態を走査型電子顕微鏡（日立製作所製㈱S-3500N 以下 SEM と略す）で観察した。次にこれらの破片の一部を樹脂に包埋しその断面の元素の分布状態を調べるためエネルギー分散型電子線マイクロアナライザー分析装置（㈱堀場製作所 EX-300 以下

EDX と略す）を用い、主に金、銅、鉄、水銀の分布状態を観察した。

4．結果・考察

肉眼観察で、同じ構造を持つ辻金具の鍍金部分に銅あるいは銅の酸化物が認められる部分とそうでない部分のケイ光 X 線分析を行なった。図 1 に示したように、鍍金部のほとんどの部分で銅より鉄のピーク強度が高かった。また、図 2 のように銅のピークの高いものも認められたが、そのほとんどは銅と鉄のピーク強度がほぼ等しいものばかりで、鉄のピーク強度が極端に低いものはなかった。また、ほとんどの鍍金部は金のピークと同時に水銀も認められた。これらのことより金はアマルガム法によって装飾されており、このことは鍍金の下に銅の存在を示すものであるが、条件によっては銅が優先的に消失したと考え

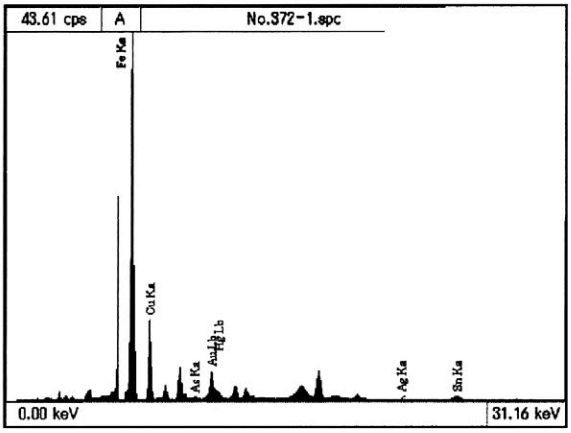


図 1．辻金具 1 の XRF スペクトル

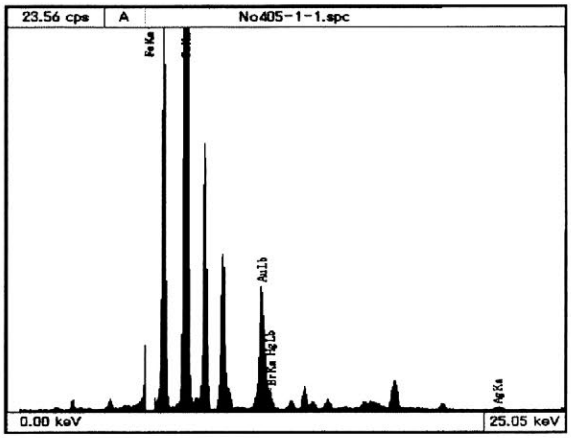


図 2. 辻金具 2 の XRF スペクトル

られる。これは昨年報告した袋井市春岡遺跡出土馬具類とよく似た状況であった。ただし、その原因が埋蔵環境によるものか技法の違いによるものかは現時点では不明でもある。

次に、水銀を検出したものの一部について電子顕微鏡で鍍金表面の状態を観察したが表面にアマルガムの粒子は観察されなかった。

5．さいごに

金の装飾方法について今回の分析結果も昨年報告した結果とよく似た結果を示した。このことは、こうした結果が非常に特殊な例ではなく、他の馬具類にも存在する可能性が高いことを示していると考えられる。本例においても製作当初は全ての鍍金部の下層には銅が存在していたが、後に銅が多く存在するものとそうでないものに分かれた可能性がある。しかし、その原因が埋蔵環境や製作技法にどのように関わっているかは、現在も不明といわざるを得ない。さらに多くの遺跡の馬具類について同様な分析を行ない比較検討することで、銅の挙動を解明したい。

なお、遺物の検討にあったては、奈良文化財研究所　飛鳥藤原宮跡調査部　花谷浩氏にご教示いただいた。記して感謝いたします。

北海道の縄文時代遺跡から出土した赤色漆塗糸状製品の構造と材質の検討

○田口尚*、小林幸雄**、阿部千春***、坪井睦美****、高妻洋成*****
（*（財）北海道埋蔵文化財センター、**北海道開拓記念館、***函館市教育委員会、****函館市埋蔵文化財事業団、*****奈良文化財研究所）

１．目的

北海道函館市（旧南茅部町）垣ノ島Ｂ遺跡の縄文時代早期（物見代式併行期相当）Ｐ－９７土坑墓壙底から発見された赤色漆塗糸状製品は、横糸が密着して並ぶ編布形状であった。これらは遺体の頭部・肩・腕・脚部分に相当する箇所から検出され、赤色飾り玉状の装飾も見られた。頭部周辺土壌の放射性炭素（ＡＭＳ）年代測定では約 9,000 年前される。しかし、製品は事務所火災によって焼損し、左肩から上腕部の一部のみが破砕状態でかろうじて回収された。現状では最古の赤色漆塗製品であり、漆文化の開始や製作技法を探究するうえでなくてはならない貴重な遺物である。糸状試料は、残存する肩部破片から採取した。ここでは赤色漆塗糸状製品の構造的な特徴と材質について観察し、縄文時代の漆工技術解明の基礎資料とすることを目的とする。

２．分析方法

試料の外観特徴はデジタル HD マイクロスコープ（KEYENCE　VH-7000)、実体顕微鏡（Nikon　SMZ-10）で観察し、アクリル樹脂（パラロイド B72）５％で仮強化を行った。Ｘ線 CR 法（X-ray Computed Radiography）により事前観察後、フーリエ変換赤外分光分析装置(島津製作所 IRPrestige-21 /AIM-8800)を用いて顕微赤外分光分析を行った。試料は横断・縦断面を作成し、微小片を透明エポキシ樹脂（AER-2400,HY-837）に包埋硬化後、実体顕微鏡・光学顕微鏡（Nikon LOBOPHOTO-2）で確認しながら研磨し、プレパラートとした。試料は落射光装置と光学顕微鏡にて観察し、走査電子顕微鏡(日本電子 JSM-5200)、エネルギー分散型 X 線分析装置（JED-2001）などで、赤色漆塗膜の元素分析および反射電子組成像（BEI-COMPO)、Fe-X 線像による調査を実施した。

３．観察･分析結果

試料表面では黒色溶解付着物が全面に見られるが、糸内部までは及んでいない。Ｘ線 CR 法において出土時同様に螺旋構造を見出すことができた。試料表面は粉っぽく、縦断面の顕鏡では多数の亀裂や崩壊が認められ、赤色漆層が粉砕・裂化した箇所が多数認められた。火災による高温と消防放水、冬期の凍結融解破砕によるものと考えられる。赤色漆塗糸は径 2.5 ㎜前後であり、基本的に 3 層に塗り分けられている（図１）。各赤色漆層の塗りは不均一で、層厚は 20μｍ－４00μｍ程のバラツキがある。赤色顔料は酸化鉄（ベンガラ）であり、赤色漆

層は外部に向かって赤色濃度を増す。最外層の赤色漆層は Fe 重量比 45%前後、中間層の Fe 重量比３３%前後、下部の Fe 重量比 18%前後である。糸の横断面はやや扁平な三角形であり、2本一組であった芯糸が腐食して空洞となっている。平糸の横断面は凹レンズ状であり、２本の芯糸を平糸で「丸撚り」した特異な螺旋構造である（図２）。平糸の幅は 1㎜ 程であり、螺旋の傾斜角度は 90 度に近い。これは伸縮性素材を引張り巻きつけた結果と考えられる。2本の芯糸はほとんど撚りのない構造であったと考えられ、空洞内面は胎となった素材が赤色漆層とともに内方向に剥離している。試料には漆とアクリル樹脂の両者が変質しながら残存していたが植物性や動物性の繊維素材の確定には至らなかった。

４．まとめ

赤色漆塗糸状製品から縄文時代早期（貝殻文期）における漆の塗膜構造や糸の構造の一端を知る手がかりを得た。道内では標津町伊茶仁チシネ第１竪穴群遺跡（縄文時代前期）、小樽市忍路土場遺跡（縄文時代後期中葉）や余市町安芸遺跡（縄文時代後期中葉）など、道外では新潟県輪島村大武遺跡（縄文時代前期）、福島県三島町荒屋敷遺跡（縄文時代晩期）、新潟県青田遺跡（縄文時代晩期）等が著名である。いずれも 2 本組撚糸節の凸凹に塑形材として漆を埋め、その後赤色漆（ベンガラ・朱）を塗ったものである。そのため撚糸節の傾斜に沿って鋭角なヒビ割れが見られる。

垣ノ島 B 遺跡出土糸状製品のような平糸による「丸撚り」技法は、西陣織などに使用される金糸や漆紙糸などと同様の構造であり、上記遺跡と製作技法がまったく異なる。この構造は漆糸編物に弾性をもたせ、引張力の強い特異な製作技法である。縄文時代早期には完成度の高い漆工・繊維製作技術がすでに存在したことが明らかとなった。なお、土器文様的には北海道縄文早期（貝殻文期）のムシリⅠ式、アルトリ式などの土器表面に押圧された絡条体圧痕文に類例を見ることができる。

参考文献

奈良文化財研究所、北海道教育委員会、南茅部町教育委員会「垣ノ島Ｂ遺跡出土漆製品の分析と保存処理」
漆製品の分析保存処理に係る共同研究報告書（2003、2004）

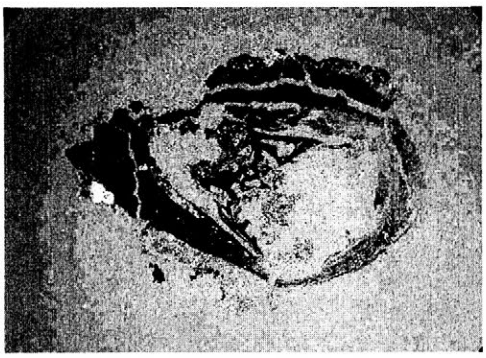


図１　赤色漆塗糸状製品　×１６

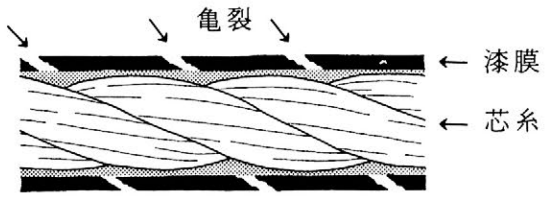


図２　大武遺跡糸模式図

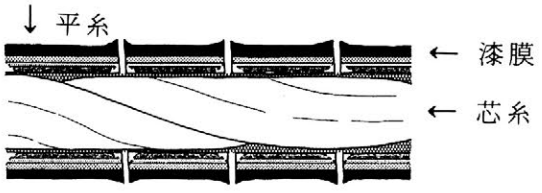


図３　垣ノ島Ｂ遺跡糸（丸撚り）模式図

西島松5遺跡出土金属製品付着した繊維の構造分析

○ 星野智彦、松井敏也*、田口尚**・佐藤和雄**、小林幸雄***、石井淳平****
*筑波大学、**（財）北海道埋蔵文化財センター、***北海道立開拓記念館、****厚沢部町教育委員会

１．はじめに

北海道恵庭市西島松５遺跡の縄文時代～擦文時代(6 世紀中～８世紀)の土坑墓壙底面から出土した小刀、刀子、鎌、袋状鉄斧などの金属製品に付着した状態で塗膜・繊維が多数検出されている [1)]。道内では当該期の金属製品に付着した塗膜・繊維分析例は少ない。今回は付着繊維に着目して、繊維の種類、糸の撚り、織り密度について調査した。

２．分析概要

（１） 調査資料

土坑墓 P146－ａ鉄鎌付着布、土坑墓 P16－３ａ鉄斧付着布土坑墓、P16－３ｂ鉄斧付着布を観察資料とした。試料採取は最小限にとどめ、資料から剥落した破片を主に用いた。

（２） 調査方法

繊維試料については肉眼観察・実態顕微鏡観察・生物顕微鏡により織りの構造、織り密度について調査した。試料の断面の薄片試料を作製して断面観察を行い、糸の集合状態、径、また繊維の種類について調査した。

３．結果と考察

観察した布では絹と麻類が見られた。また、織りはアンギン織りと平織りの２種が見られた。絹と麻類と判断した布はすべて平織りであった。絹の布は撚りがほとんどなく、麻類の布では糸の撚りは S 撚りだった。鎌を包んでいたアンギン織り P146-a(fig.6.7)の観察は、アンギン織りで織り密度は経１本、緯２本であった。経の繊維束(糸？) 断面は長軸 0.1mm、短軸 0.08mm で、繊維の断面は 5～10μm、短軸で 3～8μm、不鮮明な楕円ないし多角形の断面で繊維同定には至らなかった。P16-３a(fig.1.2.4)の布では、織り密度は経 14 本、緯 13 本であった。単繊維断面の錆の抜け殻は長軸 10～20μm、短軸 10～15μm、扁平な楕円で中空部分があるため、麻類と判断した。P16-３b(fig.13.5)の布では、織り密度は経 30 本、緯 29 本、単繊維断面は、長軸 10～20μm、短軸 3～５μm、丸みを帯びた三角形のため、絹と判断した。

４．まとめ

（１）分析した布では絹と麻類が見られ、絹には撚りがなく、麻類は S 撚りであった。
（２）絹と麻類と判断した布はすべて平織りであった。

謝辞　東北芸術工科大学の松田泰典先生、手代木美保先生には、ご指導ご助言いただき深く感謝いたします。

参考文献

1)　(財)北海道埋蔵文化財センター　2003『恵庭市西島松5(2)遺跡』北埋調報194

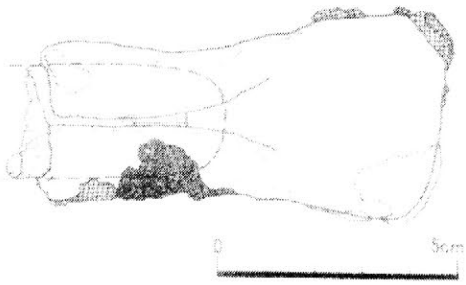


fig.1　P16-3鉄斧の外観

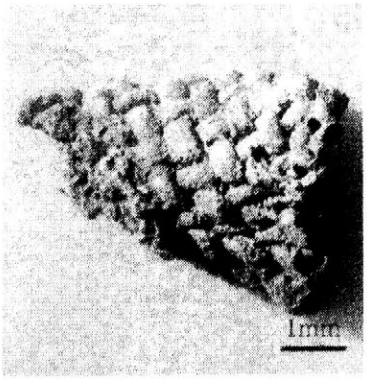


fig.2　P16-3aの布破片

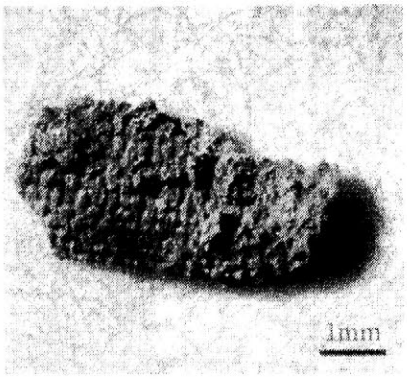


fig.3　P16-3bの布破片

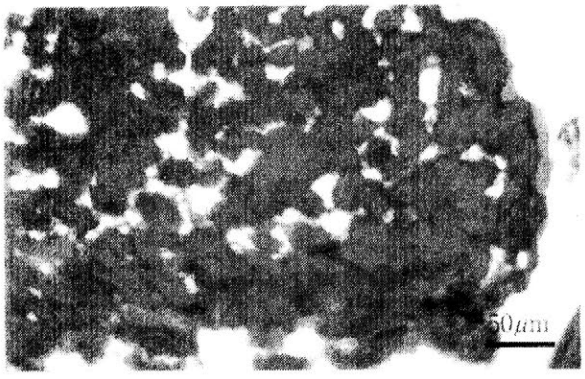


fig.4　P16-aの糸断面

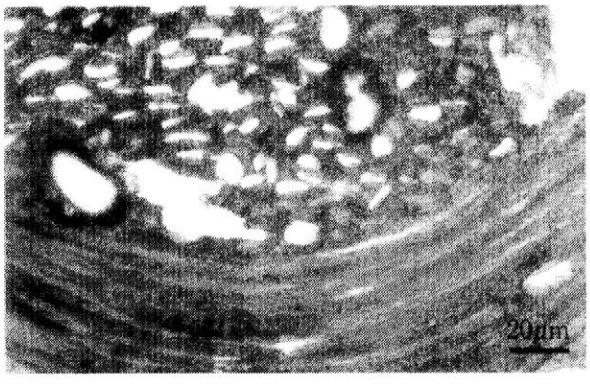


fig.5　16－b糸断面

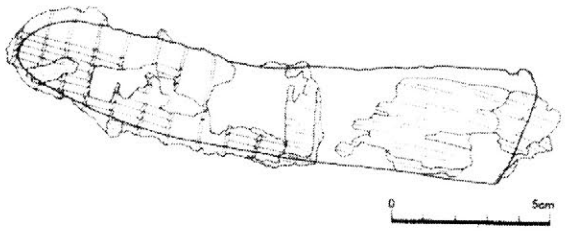


fig.6　P146a鎌の外観

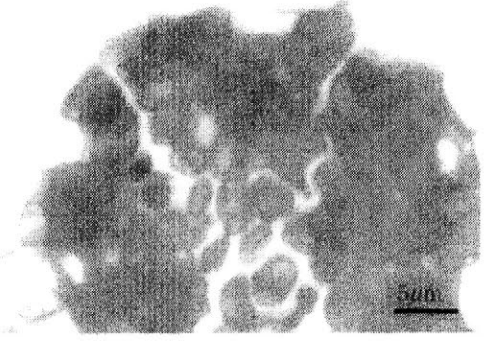


fig.7　P146aの経糸断面

奈良絵本「志加物語」挿絵の顔料分析から見た江戸初期彩色画の技法について

○高馬　英樹*，江南　和幸**，河野　益近***
*龍谷大学理工学部大学院，**龍谷大学理工学部・AFC，***京都大学大学院工学研究科

１．はじめに　室町末から江戸初期に，竹取物語などの伝承の物語を短編にまとめ，そこに数枚の極彩色絵を添えた「奈良絵本」と呼ばれる手写本が出現した．室町以前の絵巻物から，江戸中期以降に流行する木版印刷の絵草紙への橋渡しの役を担った書物として，出版文化史的にも貴重な資料である．また挿絵は，後世の木版印刷本とは異なり，一見して分かる岩絵の具による彩色が施されており，江戸初期における彩色画の技法を探る格好の資料でもある．本研究は，龍谷大学が所蔵する奈良絵本のうち，比較的初期のものとされる「志加物語」下（上下2巻のうち現存は下巻のみ）挿絵の彩色顔料，および紙表面の元素分析を行い，使用顔料，用紙の特定，また彩色技法の推定を試みるものである．

２．実験方法　彩色顔料中の金属の分析には，堀場製作所製蛍光X線分析装置 XGT2700 を用いた．ターゲットは Rh である．加速電圧 30kV，電流 1mA，X線径 100μm，各点の測定時間 100 s である．全部で5枚の挿絵の各彩色部につき3点づつ測定した．また，面分析を行った．裏面の元素の影響を除くために，袋とじの隙間に，あらかじめ蛍光X線分析によりターゲットの Rh スペクトル以外は検出されないことが分かっている黒色のアクリル樹脂版を挿入した．金属元素を検出できない彩色部分については，分光測色計:i1Pro（恒陽社製）を用い，タングステンランプ，照射径 5mm，測定時間 0.25s で測定を行い，染料の推定を行った．ここでも，紙の下に黒色アクリル板を置き，裏面からの反射の影響を防ぐ措置を講じた．

３．実験結果

３－１：紙表面元素の分析　Fig 1(a)に「志加物語」用紙の蛍光 X 線プロファイルを示す．通常の和紙には見られない，多量の Fe ,Ti ,Al,Si,S が見出された．Fig1(b)は 1948 年に作られた名塩の間似合紙の蛍光 X 線プロファイルである．前者に強い S のピークが見られる他は驚くほどよく似た元素が検出されている．

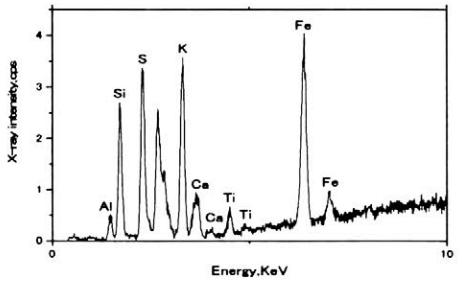


Fig1(a)「志加物語」用紙表面の蛍光 X 線プロファイル

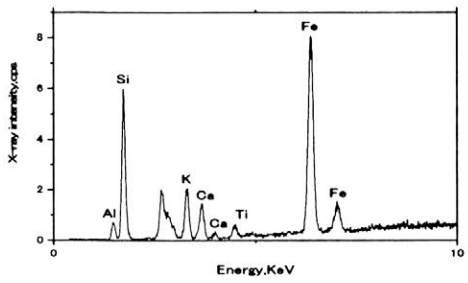


Fig1(b)1948 年製間似合紙の蛍光 X 線プロファイル

中世～近世の絵巻物には「色ののり」をよくするという理由から，間似合紙が用いられたことが知られているが，以上の結果は，奈良絵本「志加物語」にもまた同種の紙が用いられたことを示すものである．

３－２：彩色顔料の分析結果

表は「志加物語」の5枚の挿絵の各色の部分より検出された金属元素とそれらを主成分とする化合物，および顔料である．これより，彩色は青・藍色を除けば，いずれも伝統の岩絵の具によるものであることが分かる．

Table「志加物語」挿絵からの検出元素より推定される物質と顔料

色名	検出された元素	候補物質	推定顔料
用紙	Al,Si,S,K,Ca,Ti,Fe	硫酸カルシウム($CaSO_4$)	石膏・泥？
白	Ca, S	炭酸カルシウム($CaCO_3$), および同上	胡粉, 石膏
黒	なし	墨	墨
紅	S,Hg,Pb	酸化鉛(PbO), 硫化水銀(HgS)	鉛丹, 辰砂
朱	Pb	四酸化三鉛(Pb_3O_4), 酸化鉛(Ⅱ)(PbO)	鉛丹, 密陀僧
緑	Cu	塩基性炭酸銅($CuCO_3 \cdot Cu(OH)_2$)	緑青
青	なし	(*i1Pro による推定)	*藍(染料)
金	Au	金	金
銀	Ag	銀	銀

面分析を行った結果，白色は人物の下塗りに胡粉が使われているほか，一部に石膏が用いられた形跡があることが分かった．特に紅白２色のナデシコの花の白色花は，中央部を胡粉で彩色し，周辺部は石膏で縁取りがなされていた，Fig.1(a), (b)．胡粉も下塗りのみならず，細かい模様への彩色部は，他の色の上に再度彩色していることも判明するなど，幼稚なミニアチュアとされる奈良絵本挿絵の意外な繊細さが浮かび上がる．

赤色顔料の使い方は，紅色には水銀朱と鉛丹，朱色には鉛丹のみと使い分けがなされていた．若い女性の着物の模様と襞は金泥で彩色される一方，男性と老年の女性には銀泥が使われていることも確認された．

表紙の藍色部からは金属元素は検出されず，染料が使われたと考えられたので，i1Proによる分光測色を行い，本藍染め紙のスペクトルと比較した結果，藍によることが判明した．

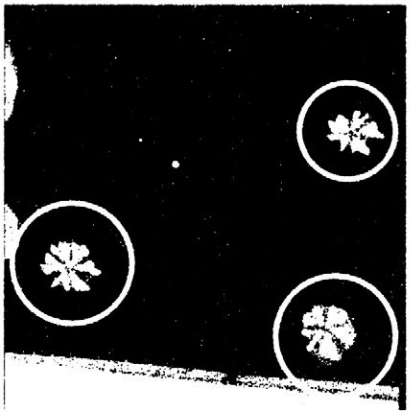


Fig1(a) ﾅﾃﾞｼｺ白花弁の Ca K 線 面分析

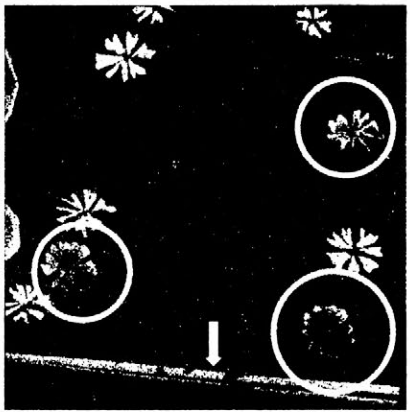


Fig1(b)ﾅﾃﾞｼｺ花弁の S K 線 面分析

円で囲んだ部分は白色花． Fig.1(b)には，S K 線により紅色花も同時に見えるが，そこからは Hg,Pb が検出されているので，紅色彩色に水銀朱（HgS）および鉛丹が同時に使われていたことを示す．一方同白色花の中央にかけては S が次第に薄くなっているのが分かる．円内の花の実際の彩色は全て白色一色なので，Sは水銀朱によるものではないことが分かる．矢印部も白色であるが Ca,S が検出された．ここもまた石膏による彩色と考えられる．

レプリカ法による骨および骨角器の観察

○中村賢太郎*、山崎健**

＊（株）パレオ・ラボ、＊＊名古屋大学生命農学研究科

１．はじめに

遺跡出土の骨や骨角器に残る種々の傷は、解体具や加工具など接触した対象を知るための重要な手がかりとなる。微細な傷の特徴を把握するために、倍率の高さ、被写界深度の深さという点で走査型電子顕微鏡（以下 SEM）が有効である。しかし、SEM は観察前に試料表面に金属を蒸着しなければならず、遺物を直接の試料とすることはできない。この問題を解決するのがレプリカ法である。レプリカ法は、シリコーン印象材などにより遺物のレプリカを作成し観察用試料とする。

骨および骨角器（以下、骨資料）の観察へのレプリカ法適用を推進する上で解決すべき基礎的問題が存在する。すなわち、レプリカ作成時における骨資料損傷の問題とレプリカによる再現能力の問題である。本発表では、レプリカ作成時の骨資料に与える損傷の種類を確認し、その解決策を示す。さらに、実資料とレプリカとの SEM 写真を比較することでレプリカの再現能力を確認する。

２．レプリカ作成時における骨資料の損傷

レプリカ作成時に骨資料が被る損傷の種類を確認するために、現生動物の骨を用いてレプリカ作成実験を行った。乾燥状態のニホンジカ中手骨にシリコーン印象材（株式会社ジーシーデンタルプロダクツ製 EXAHIFLEX TUBE INJECTION TYPE）を塗布し、完全に固まるまで７分間放置した。固まったレプリカを取り外し、骨とレプリカ双方を観察した。その結果、骨には着色が見られ、レプリカには剥落した骨の付着が見られた（写真１）。

考古資料の保存という観点から、レプリカ作成時の着色と剥落は重大な問題であり、着色や剥落を軽減する必要がある。そのための方法としてレプリカ作成に先立つ骨の水漬けを行った。先の実験に用いたものと同じニホンジカ中手骨を３分間水に漬け、水から引き上げた後キムワイプとブロワーを用いて表面の水を除去した。骨の内部に染み込んだ水が乾かないうちに印象材を塗布し、７分間放置した。固まったレプリカを取り外し、骨とレプリカ双方を観察した。その結果、骨には着色が見られず、レプリカに付着する骨も乾燥時と比べ少なくなった（写真２）。遺存状態の良い部位を対象とすれば、表面の剥落はさらに少なくなるはずである。

骨資料は整理段階で土器や石器と同じく水洗が行われることが通常であるから、レプリカ作成にあたって水を使用しても事後の乾燥さえ怠らなければ骨資料の保存上特に大きな問題は無いと考えられる。

3．レプリカの再現能力

現生ニホンジカの骨片に黒曜石の剥片で傷を付け（写真３）、形成された切創とそのレプリカをSEM（日本電子データム株式会社 JSM-T100 型）を用いて 35 ～ 100 倍で観察した。写真４と５を比較すると、断面形状のほか切創内部の細い線状痕や微細な窪みまでレプリカが正確に写し取っていることが分かる。

4．まとめ

①事前の処理を何も施さずにレプリカを作成した場合、骨資料には着色と表面の剥落が起こる。

②着色は骨資料を事前に水漬けすることで防止できる。

③表面の剥落は事前の水漬けで軽減でき、遺存状態の良い部位を対象とすればさらに剥落を抑えられるはずである。

④水が骨資料に与える影響は保存上特に問題とはならない。

⑤レプリカは微細な特徴を写し取ることができ、骨や骨角器の傷を観察する上で十分な有効性がある。

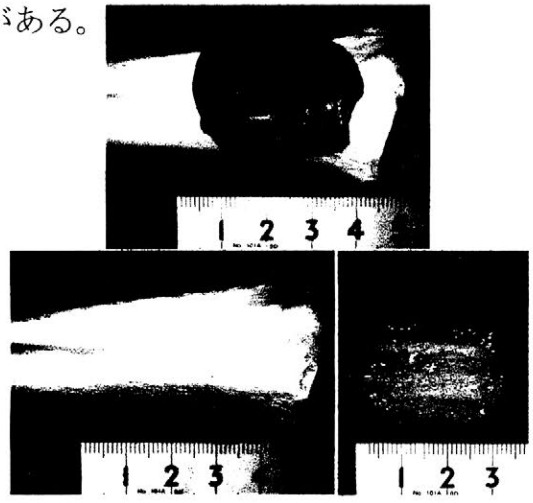


写真１　乾燥状態でのレプリカ作成

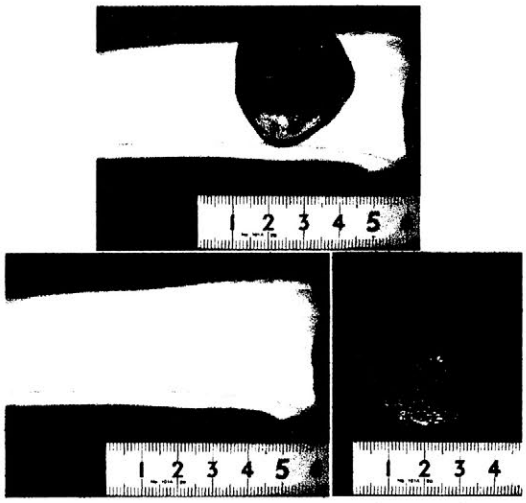


写真２　水漬けした上でのレプリカ作成

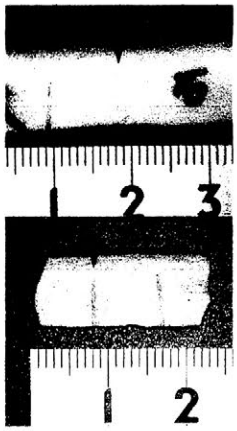


写真３　石器で付けた切創
上：実物、下：レプリカ

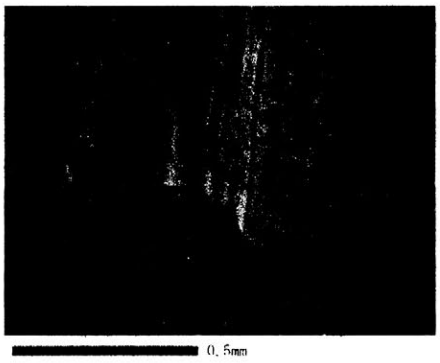


写真４　切創実物の SEM 写真

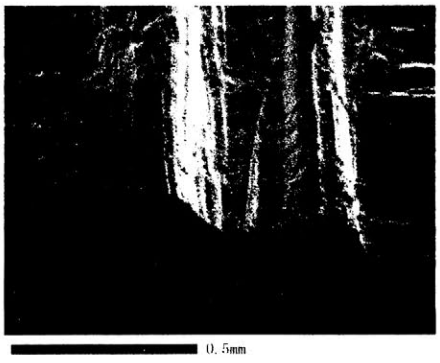


写真５　切創レプリカの SEM 写真

ポータブル蛍光X線分析装置によるエジプト・ラーヤ遺跡出土ガラスの考古化学的研究

加藤慎啓、沢田貴史、保倉明子、中井　泉*、真道洋子**
(*東京理科大学、**中近東文化センター)

1.　はじめに

本研究グループは、エジプト・シナイ半島のラーヤ・トゥール地域へポータブル蛍光X線分析装置を現地へ持ち込むことで、遺跡発掘現場での「その場分析」により、出土したイスラーム・ガラスに対して非破壊での化学分析を2001年度より行っている。

イスラーム・ガラスは、大部分がソーダ石灰ガラスであり、原料のアルカリ成分にナトロンと呼ばれる天然ソーダを用いたナトロン・ガラスと、植物の灰を用いた植物灰ガラスとに大きく分類される。そして、地中海周辺のオリエント地域においては、9世紀半ば頃にナトロン・ガラスから植物灰ガラスへと移行したと考えられている。ラーヤ遺跡はこの時期を挟んで機能した都市であることから、この遺跡の出土ガラスは、イスラーム・ガラスの組成の変遷を知る上で重要な資料であると言える。さらに、同遺跡は居住区と城塞区から成り、居住区（8-9世紀中心）は城塞区（9-10世紀中心）よりも古く、後期ローマ・ガラスからイスラーム・ガラスへの過渡期である最初期イスラーム時代の様相も示すことが確認された。本研究では、ラーヤ遺跡から出土したガラスの化学組成の変化と原料や製造技術の変遷との関係について考察することを目的とした。

2.　試料と分析方法

ラーヤ遺跡城塞区出土ガラスを28点、居住区出土ガラスを220点分析し、これらの試料については装飾様式に関しても分類を行った。

分析にはポータブル蛍光X線分析装置OURSTEX 100FAを用いた。本装置は、グラファイト湾曲型分光結晶を備えており、重金属元素も感度よく分析できる。

3.　分析結果及び考察

ナトロン・ガラスと植物灰ガラスの分類には、一般的にK, Mgが指標元素として用いられる。蛍光X線分析では、軽元素のMgの定量は難しいことから、本研究グループのこれまでの研究で、これらの指標元素の代用としてSrやTiが有効であることを示した。

図1は、2003 年に分析した城塞区出土ガラスの K_2O *vs.* SrO プロットであり、図 2 の居住区出土ガラスとの比較として示した。9-10 世紀を中心に栄えた城塞区からは、低 Sr, 低 K 濃度のナトロン・ガラス（グループ A）と、高 Sr, 高 K 濃度の植物灰ガラス（グループ B）がみられ、出土層位との対応から、グループ A からグループ B への組成の変遷が確認されている†。

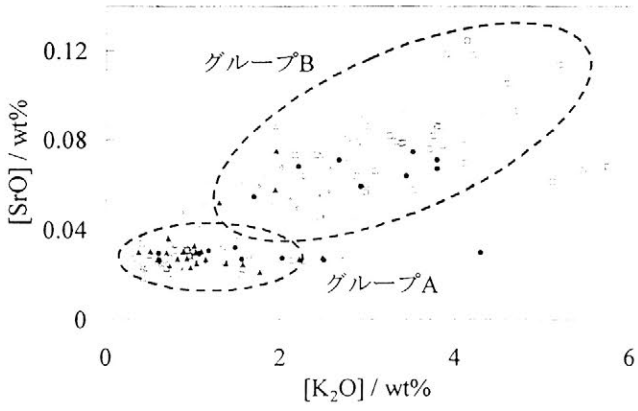


図 1.　ラーヤ遺跡城塞区出土ガラスの K_2O *vs.* SrO プロット

図 2 の居住区からは、グループ A のナトロン・ガラスの他に、高 Sr, 低 K 濃度のグループ A とは異なる組成のナトロン・ガラス（グループ C）がみられた。グループ C は他の分析資料との比較により、後期ローマ時代からビザンツ時代にかけてのガラスと近い組成を示している。

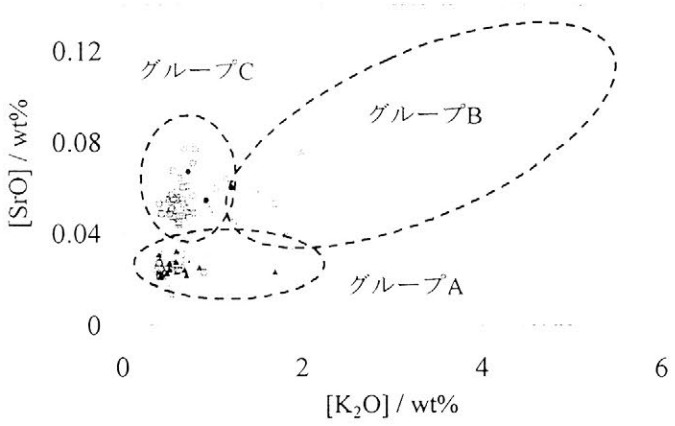


図 2.　ラーヤ遺跡居住区出土ガラスの K_2O *vs.* SrO プロット

また、2 種類のナトロン・ガラスにおいて Sr の量に差が生じる理由としては、原料の Ca 源の違いが考えられる。サンゴや貝殻は Ca を主成分とするが、比較的 Sr に富む原料である。従って、グループ A は Ca 源として Sr の少ない内陸の石灰岩を、グループ C はサンゴや貝殻を原料の一部に用いていた可能性が考えられる。

4.　まとめと今後の課題

ラーヤ遺跡居住区からは、城塞区より出土した中世イスラーム期のガラス組成とは異なるローマ、ビザンツ・ガラスの組成を継承したナトロン・ガラスが多く出土した。また、城塞区でも出土した低 Sr 濃度のナトロン・ガラスは、居住区でも出土しており、同地区から 2 種類のナトロン・ガラスが出土した点が興味深い。同時期に 2 種類のガラス組成が存在することは、原料の調合に地域的相違があることを示唆する。今後は、出土層位との照し合せを行うなど、より詳細に年代との関係を得ることや、組成の面から原料や製造地について知見を深めることが課題である。

† 沢田貴史、保倉明子、山田祥子、中井　泉、真道洋子、『分析化学』、53、3、2004、pp. 153-160.

五所川原窯跡群の須恵器の化学特性とその伝播

O 三辻利一（鹿児島国際大）、藤原弘明（五所川原市教委）、三浦圭介（青森県教委）

1）はじめに

五所川原窯跡群は最北限の須恵器窯跡群である。青森県内の遺跡に堆積する十和田-a、白頭山火山灰との対比から 10 世紀代に操業した窯跡群と推定されている。五所川原窯群は律令体制の枠外で須恵器を大量に生産した窯群であり、その製品は何処へ供給されたのかは 10 世紀代の本州最北限の地、津軽、下北地域の人々がどの地域と交渉をもったかを考える上に重要なデータを提供する。

五所川原窯群の製品の伝播を追跡する上にはまず、五所川原窯跡群の製品の化学特性を十分把握しておく必要がある。これまでは窯跡の発掘調査は十分に行われておらず、五所川原市周辺の数ヶ所で表面採集した須恵器片試料を分析して、五所川原窯群の製品の化学特性としてきた。しかし、近年、白頭山火山灰降下前後に操業したと推定される MD16、MD3 と MZ6、７号、KY1 号などの窯跡が発掘調査され、改めてこれらの窯跡から出土した須恵器片を分析して、その化学特性を蛍光Ｘ線分析によって再確認した。

さらに、このデータを使って青森県内各地の遺跡から出土した須恵器片を分析し、五所川原産の須恵器の伝播の様相を求めてみた。

2）試料および分析法

五所川原窯群の須恵器片試料は五所川原市教育委員会から、また、県内各地の遺跡出土須恵器は青森県教委、青森市教委および、県内各地の市町村教委から提供された。

試料処理法と分析法については口頭発表のレジメに詳しく書いてあるので、ここでは割愛する。

3）分析結果

今回分析した KY1 号、MZ6 号、MD1 号窯跡出土須恵器の両分布図を図１に示しておく。通常、この両分布図で窯跡出土須恵器の化学特性を視覚的に把握しておく。この図には殆どの分析値を包含するようにして、定性的な五所川原領域が長方形で描かれている。

五所川原群と他の生産地の須恵器の相互識別は２群間判別図で行われる。五所川原群の相手となる母集団は近距離にある岩手県の瀬谷子窯群、秋田県の秋田城周辺窯群、横手盆地窯群などが逐次、取り上げられた。一例として、秋田城周辺の古城窯跡と五所川原群間の判別図を図１に示す。通常、使用因子はＫ、Ca、Rb、Sr の長石系の４因子であるが、五所川原群には Fe 量が多いという特徴があり、Rb、Sr の微量元素の代わりに、Fe、Na の主成分元素を入れて判別分析を行った。両者は完全に相互識別できることがわかる。５％の危険率をかけたホテリングのＴ２検定に合格する条件として、Ｄ２（五所川原）＜ 10 が求められた。これが五所川原群に帰属するための必要条件である。さらに、出来上がった判別図より、Ｄ２（古城）＝ 20 ～ 100 が十分条件として採用できることが分かった。この判別図に旧五所川原群の試料を分布させたのが図３である。旧試料も五所川原領域に対応していることが分かる。さらに、図４にはＫ、Ca、Rb、Sr 因子を使って行った旧試料の判別分析の結果も示してある。

判別分析は五所川原群と瀬谷子群、五所川原群と横手盆地群間でも行われた。いずれも五所川原群とは相互識別できることを示した。

これらの結果を使って、五所川原産の須恵器を検出した遺跡を図５に示してある。県内各地の遺跡から出土することがわかる。しかし、五所川原窯跡以外の生産地の製品も出土しており、それらは土器形式より、五所川原窯群が操業に入るまえの、９世紀代の須恵器であると推定されている。なお、五所川原産の須恵器は北海道各地の遺跡からも出土していることは口頭発表で紹介する。

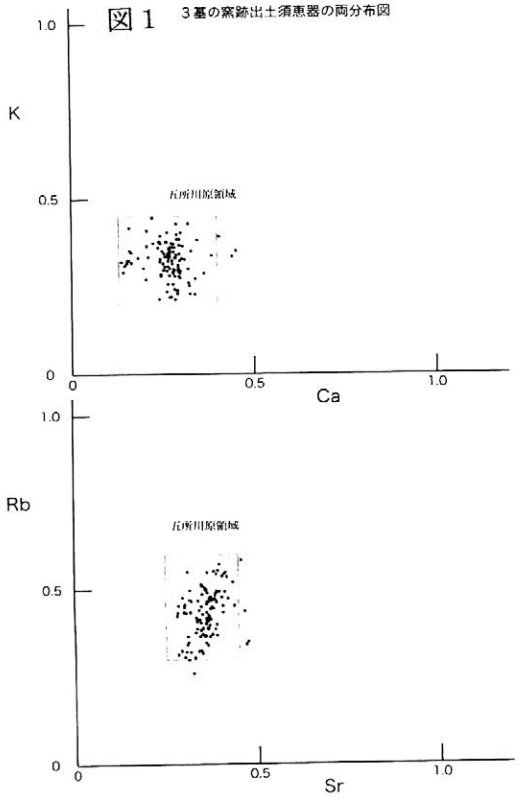


図１　３基の窯跡出土須恵器の両分布図

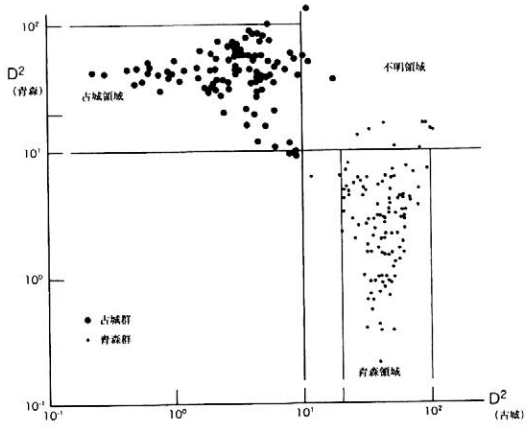


図２　青森群と古城群の相互識別（K、Ca、Fe、Na）

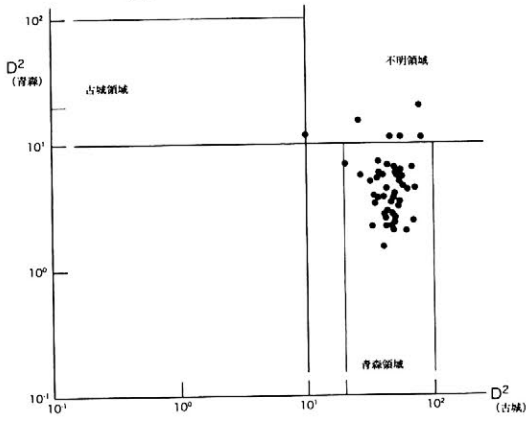


図３　旧五所川原群の化学特性（２）

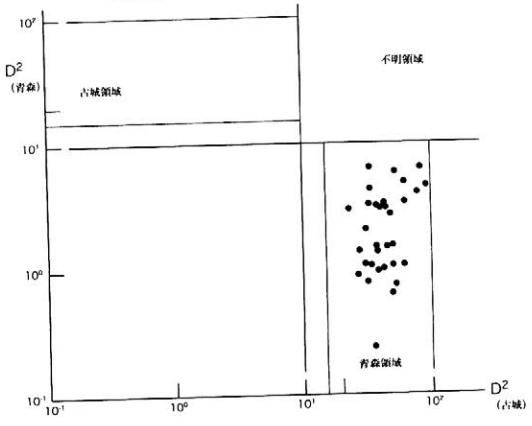


図４　旧五所川原群の化学特性（１）

図５　青森県内における五所川原産須恵器出土遺跡分布図

引用文献；「五所川原須恵器窯跡群」（２００３）
五所川原市教育委員会報告、第25集

EPMA装置による土器中に含まれる砂粒の分析

— 成分分析と画像解析を用いた産地同定法 —

○竹　内　　孝*、中村和之**

函館工業高等専門学校　技術室(機械工学系)*　一般科目(人文系)**

1．はじめに

土器の胎土分析はいろいろな方法で行われているが、胎土に混和材として混ぜられている砂粒分に注目した研究はない。

EPMA装置(*Electron probe X-ray microanalyser*)は、土器の断面部から採取・研磨した試料面を非破壊的に電子プローブにより走査し、分析面から組成情報や元素濃度分布の情報を得ることが出来、画像に記録することが可能である。また、土器の胎土とそれぞれの砂粒を区別してその成分の違いや大きさを調べることができる。

分析画像は、コンピュータによって定量的な粒子解析の画像処理が可能であり、土器がその製作過程において生産地の地質的特徴を内包したまま現有するのであれば、遺跡ごとに出土する土器に含まれる砂粒の特徴を明らかにすることで、土器の産地を同定すると共に製法の違いを調べることが可能である。

2．分析方法

分析は、日本電子製JXA8900R EPMA装置を使用して行った。図1に装置構成を示す。土器試料の断面を5mm × 5mm 程度の大きさに切断・採取し、これを包埋樹脂で固定したのち断面を研磨した。また、包埋試料はスパッタリング装置によりAu導電処理を施した。

分析は、WDS分光器(*wavelength dispersive spectroscopy*)を使用して土器の主組成元素の8元素を指定し、ステージ駆動によって試料断面全体をメッシュ状に9万点分析した。

EPMA装置による二次電子像（SEI像）は、主に試料面の凹凸情報であり胎土部と砂粒部の区別が難しいため、組成像（COMP像）の撮影を行って混入している砂粒を調べた。

また、同時にEDS分光器(*energy dispersive spectroscopy*)を使用して組成像から砂粒部を見分け、半定量分析により砂粒の化学組成を調べた。

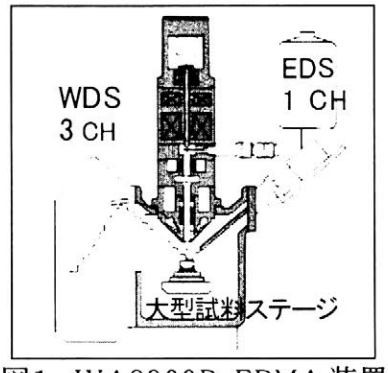


図1　JXA8900R EPMA装置

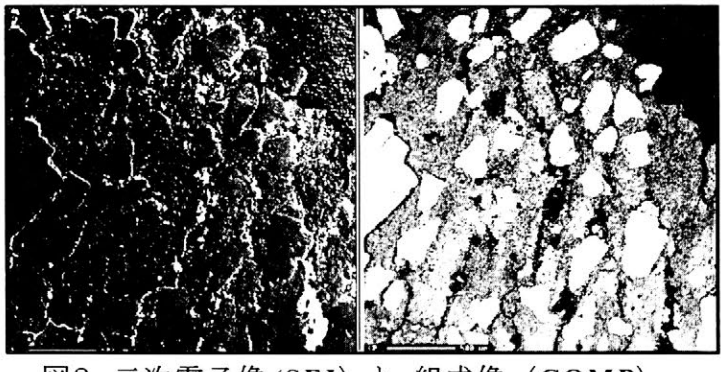


図2　二次電子像(SEI)と組成像（COMP)

3．画像処理による粒子解析

図3に面分析による分析マップ画像を示す。画像は、8階調でカラー表示され、輝度の明るい点ほど分析元素濃度が大きい事を示す。土器断面の中に砂粒分がどのくらいの面積割合で含まれるか、また、大きさと粒径の分布はどうかを画像による粒子解析を行って調べた。

長石系のNa、K、Ca面積および鉱物系のMg、Ti、Fe面積の土器断面積に対する含有比率を調べた。

AlとSi成分は長石と胎土の主成分であるため、砂粒分としては調べなかった。但し、純SiO_2砂粒は判別できるため計測した。図4に使用した画像処理ソフトウェアのNIH Image(Scion Image)と粒子解析の例を示す。

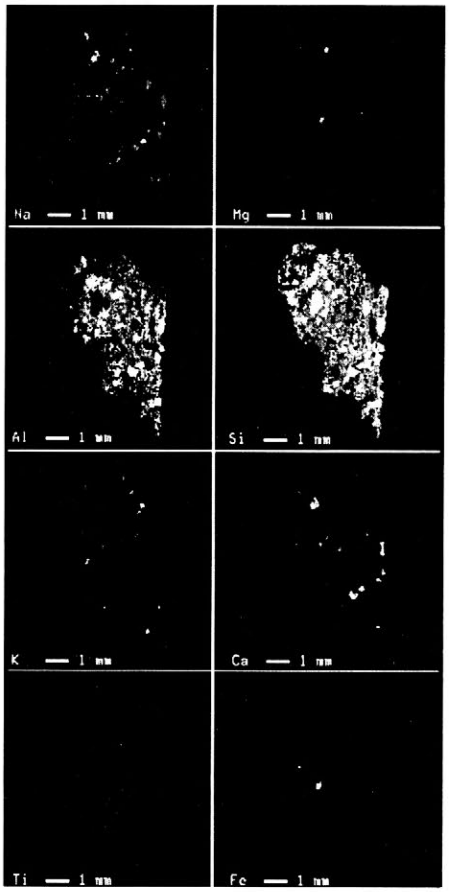


図3　面分析のカラーマップ画像

4．砂粒の成分比率相関図による土器の産地同定

松本建速氏[1]が土器胎土の定量分析の評価に用いた元素比率相関図の手法を土器断面に含まれる砂粒の元素面積の割合に置換えて整理した。図5は、道北地域とサハリン地域の遺跡から出土した形式が同じである土器ついて分析と粒子解析を行い、相関図によって産地同定した結果である。利尻、礼文、名寄の遺跡から出土した土器にはCa比率が大きい砂粒が含まれ、稚内、サハリンに向かうにしたがってK比率が次第に増加する事が判る。特に、名寄智東遺跡から出土した南貝塚式土器の同定結果は、サハリン地域より搬入された土器である可能性を強く示している。

5．参考文献

1）松本建速　2001「土器胎土分析の基礎と応用」第27回岩手考古学研究大会資料

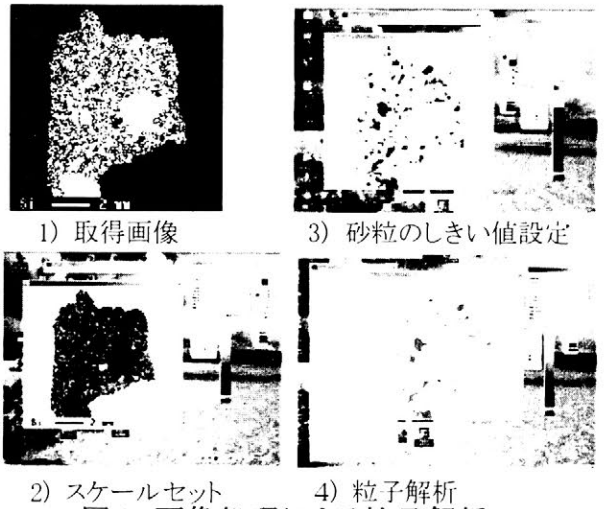


図4　画像処理による粒子解析

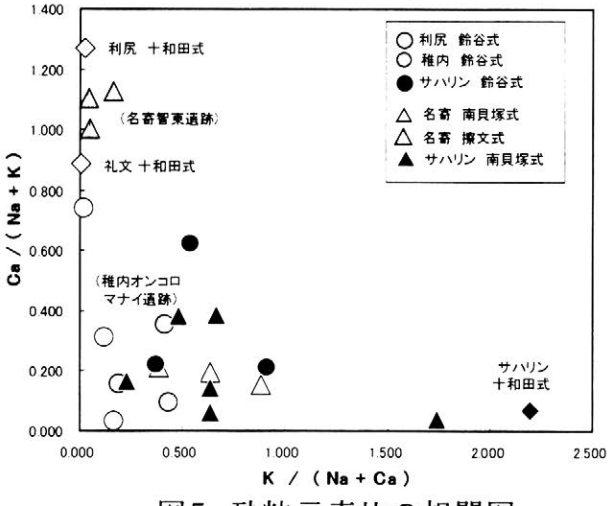


図5　砂粒元素比の相関図

蛍光X線分析による九州地方産出黒曜石・ガラス質安山岩の石器素材供給源の区分と産地同定

高橋　豊（沼津工業高等専門学校）、佐野貴司（富士常葉大学）

1　はじめに

九州北西部の腰岳、針尾島をはじめとする原石産地の黒曜石が朝鮮半島の釜山周辺の東洞遺跡・凡跡遺跡の縄文時代の層準から出土していることが確かめられた。出土した合計 34 点の黒曜石遺物のエネルギー分散型蛍光X線分析による産地同定結果の内訳は、東三洞遺跡出土黒曜石 22 点については、伊万里の腰岳 14 点、佐世保の淀姫・牛ノ岳 6 点、佐世保の針尾島 A 1 点、風化のため測定不可 1 点、凡法遺跡出土黒曜石 12 点については、腰岳 9 点、佐世保針尾島 B 1 点、原石産地不明 2 点あった。

分析結果は、いずれの遺跡出土黒曜石も、日本の九州北西部の黒曜石原石産地が石器素材の供給源であることを示し、大陸との交流の実態を解く鍵を握っていることを示唆した。

一方、九州北西部の黒曜石原石産地は腰岳周辺と針尾島周辺地域に集中する。同産地の黒曜石は、少なくとも、九州地域のどの遺跡からも出土し、西日本を中心とする黒曜石石器素材供給源として重要な意味をもっている。これらの黒曜石は有田流紋岩類に伴って産出し、下記の結果の項で示す有田流紋岩類 R4,R1,R2,R3,Rb に相当するが、各々の化学組成は明らかになっていない。

そこで本論では、腰岳と針尾島周辺地域の露頭から採取した有田流紋岩類（R4--腰岳、R1,R2,,Rb-針尾島）に属する黒曜石の各々の化学組成を波長分散型蛍光X線分析(XRF)方法佐野(2001)に従って明らかにし、これらの化学組成の比較をし、両地域の黒曜石の特徴づけをすることを試みた。また、遺跡出土黒曜石遺物の原産地推定をする際に、両地域の黒曜石を判別するにあたり、有効に機能する判別基準を示すことを目的とし、検討を進めた。

要項に示した阿蘇火山と周辺地域の黒曜石・ガラス質安山岩についてはポスターに示す。

2　結果

黒曜石(R4,R1, R 2 ,Rb)の分布の特徴をポスターの Fig.1 に、全岩化学組成を Table 1 に示した。伊万里腰岳(R4)、佐世保淀姫―針尾島牛ノ岳(R1)、大村大崎(R1)、針尾島(Rb)は全て新鮮な黒曜石であるのに対して飯盛山(R1)は多くが真珠岩化している。

Fig.2 は全岩化学組成を上部地殻の平均値(Wedepohl,1995)で規格化した組成を地域ごとに分けて示したものである（針尾島の例を示す。腰岳、淀姫―牛ノ岳、大村大崎、飯盛山については Fig3 を参照)。規格化に上部地殻の平均組成を用いた理由は、島弧に産出する流紋岩は上部地殻が溶けたものであると主張されているからである(Huppert＆Sparks,1988)。Fig. 2 より、R1 と Rb の規格化組成は同じであることが分かる。R 1 と Rb は上部地殻に比べ Rb, K に富み Ba, Nb, Sr, Zr, Ti, Y に枯渇した組成である。一方、R4 は R 1 および Rb に比べて Ba に枯渇し、Yに富んでいる。従って、R4 は R 1 および Rb とは違う組成である。

3　議論

Fig. 2 で見られた R4 に対する R1 および Rb の組成の違いをさらに詳しく見るため、Fig. 3 に R4 のシンボルと R1 および Rb のシンボルとを別にして規格化組成を示した。

この図から明らかなように、R4 は R1 および Rb に比べて Rb, Y に富み、Ba,Sr, Ti に枯渇している。この違いをさらに詳しく見るために、Fig. 4 に Rb/Nb に対して Ba/Nb, Sr/Y に対して Zr/Y をプロットした図を示した。このプロットを作成した理由を以下に示す。

マグマの化学組成を変化させる機構の中で最も重要なものは溶融作用および分別結晶作用である。溶融作用とは地下を構成する鉱物が部分的に溶けてマグマとなる作用である。一方、

分別結晶作用とはマグマが地下深く、つまり、マグマ溜まりで冷却する際にマグマの一部が固化して鉱物を晶出させ、これがマグマから取り去られる機構である。

溶融作用の際に部分的に溶かされた鉱物組成および分別結晶作用の際に晶出した鉱物組成は共にマグマ組成とは異なる。従ってマグマ組成とマグマが溶ける前の鉱物組成は異なり、マグマ溜りで分別結晶作用が起こった後のマグマ組成は分別結晶作用が起こる前のマグマ組成とは異なる。これらの機構が起こる際、Rb, Ba, Nb の３元素はどれも鉱物を構成することはなく、溶融作用および分別結晶作用が起こると３元素は同じようにマグマに濃集する。従ってこれら３元素の比を取れば溶融作用および分別結晶作用の効果を取り除いた議論が可能となる。つまり、マグマが溶ける前の物質（マグマソース）の化学組成条件を見ることができる。また Sr, Zr, Y は Rb, Ba, Nb とは異なり、わずかに鉱物を構成するものの、マグマと鉱物が共存した際の鉱物への濃集の割合はほぼ同じであるため、これらの比を取ることによってもマグマソースの化学組成条件を見積もることができる。

Fig. 4 から明らかなように R4 は R1 および Rb に比べて低 Ba/Nb, Zr/Y, Sr/Y であり、R4 のマグマソースは R1 および Rb のマグマソースと異なることが判る。一方、R1 と Rb の違いは分析誤差を超えてまでは大きくなく、同じマグマソースから生成した可能性もある。

引用文献

Huppert, H. E.&Sparks, R. S. J.(1988) The origin of granitic magmas by intrusion of basalt into continental crust. Journal of Petrology, 29, 599-624.

佐野貴司(2001)蛍光 X 線分析装置を用いた火成岩中の主成分および微量成分の定量.

Wedepohl, K. H. (1995) The composition of the continental crust, Geochim. Cosmochim. Acta 59, 7, 1217-1232.

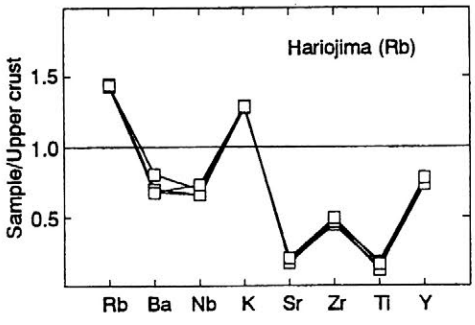


Fig. 2 Upper crust-normalized trace element plots (spiderdiagram) for the Arita rhyolites. The upper crust data are from Wedepohl (1995).

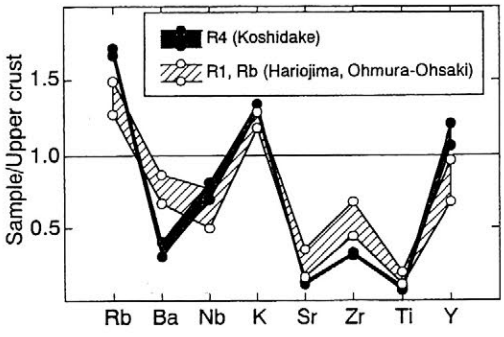


Fig. 3 Upper crust-normalized trace element plots (spiderdiagram) for the Arita rhyolites (R4) on the Koshidake area, and the Arita rhyolites (R1 and Rb) on the Ohsaki area along Ohmura bay and Hariojima areas.

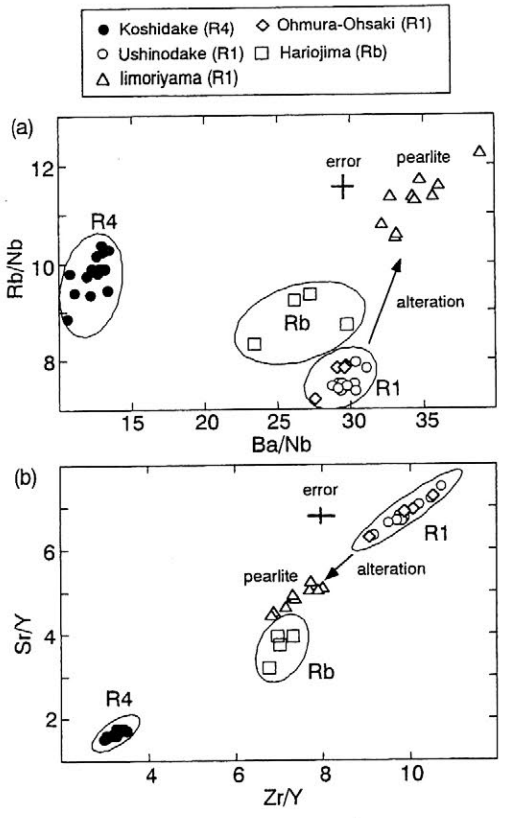


Fig. 4 (a) Plots of Ba/Nb versus Rb/Nb δf the Arita rhyolites. (b) Plots of Zr/Y versus Sr/Y of the Arita rhyolites.

石器・玉類の原材産地分析（２１）

○藁科哲男（京都大学原子炉実験所）

はじめに

本研究では『遺物原材とある産地の原石が一致し、必要条件を満たしても、岩石学では他の産地の原石に一致しないと言う理論がないため、他の産地に一致する可能性が残っているから、一致した産地のものと言い切れない。しかし、一致しなかった場合そこの産地のものでないと言い切れ、一致しなかった産地との交流がなかったと言い切れる。』を大原則としている。一致しなかった結果でも、考古学資料として非常に有用と思われる。石器原材産地群、遺物群は黒曜石では、２７５群、安山岩は１５６群で、したがって、黒曜石石器１個について必要条件と十分条件で証明結果は２７５個になる。

石器原材の産地分析

産地分析結果を、遺跡名〈所在地　時代〉、原石産地名(個数)の順番に以下報告する。　ロシア：**UST-BERAYA**〈図1⑧〉RED-LAKE 産(1)：アラスカ：**TEL**〈図1⑩〉RED-LAKE 産(1)：**IKR**〈図1⑪〉MLZ 産(1)：**XBD**〈図1⑫〉MLZ 産(1),XBD61 遺物群(1),XBD131 遺物群(1),XBD124 遺物群(1)

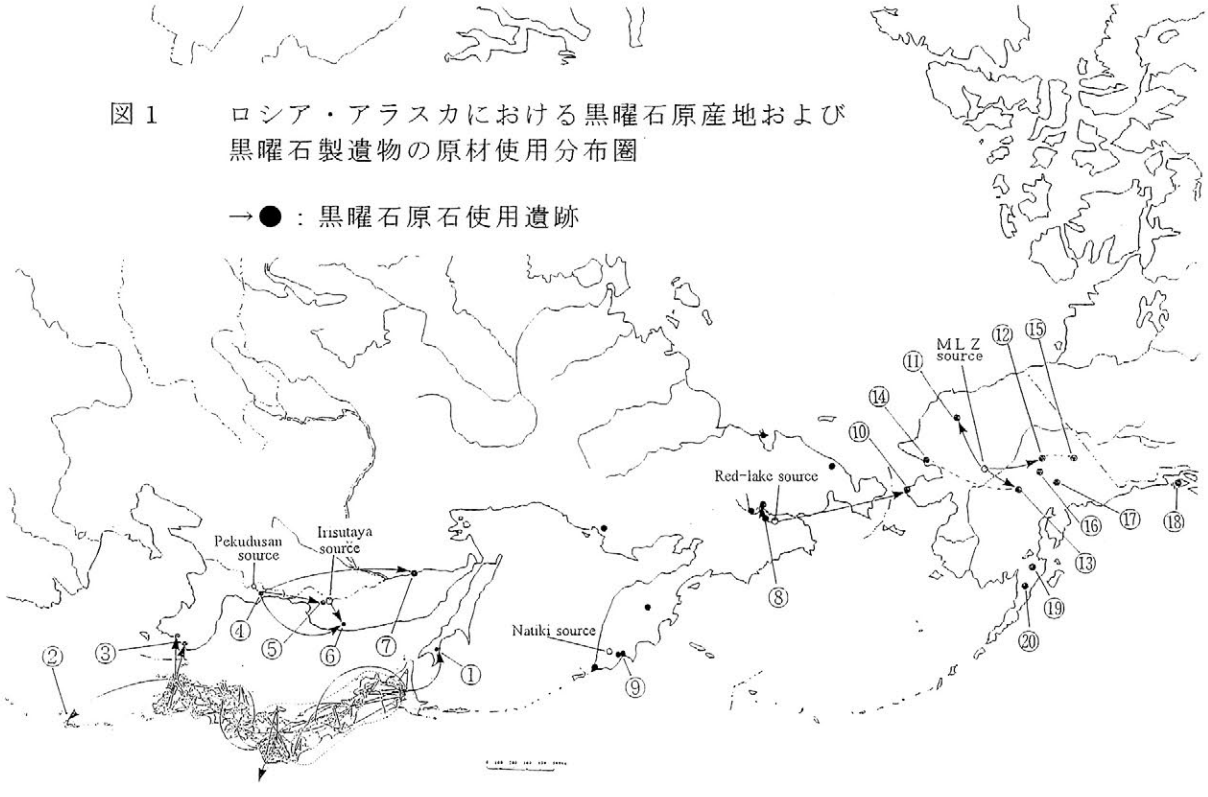


図１　ロシア・アラスカにおける黒曜石原産地および黒曜石製遺物の原材使用分布圏

→●：黒曜石原石使用遺跡

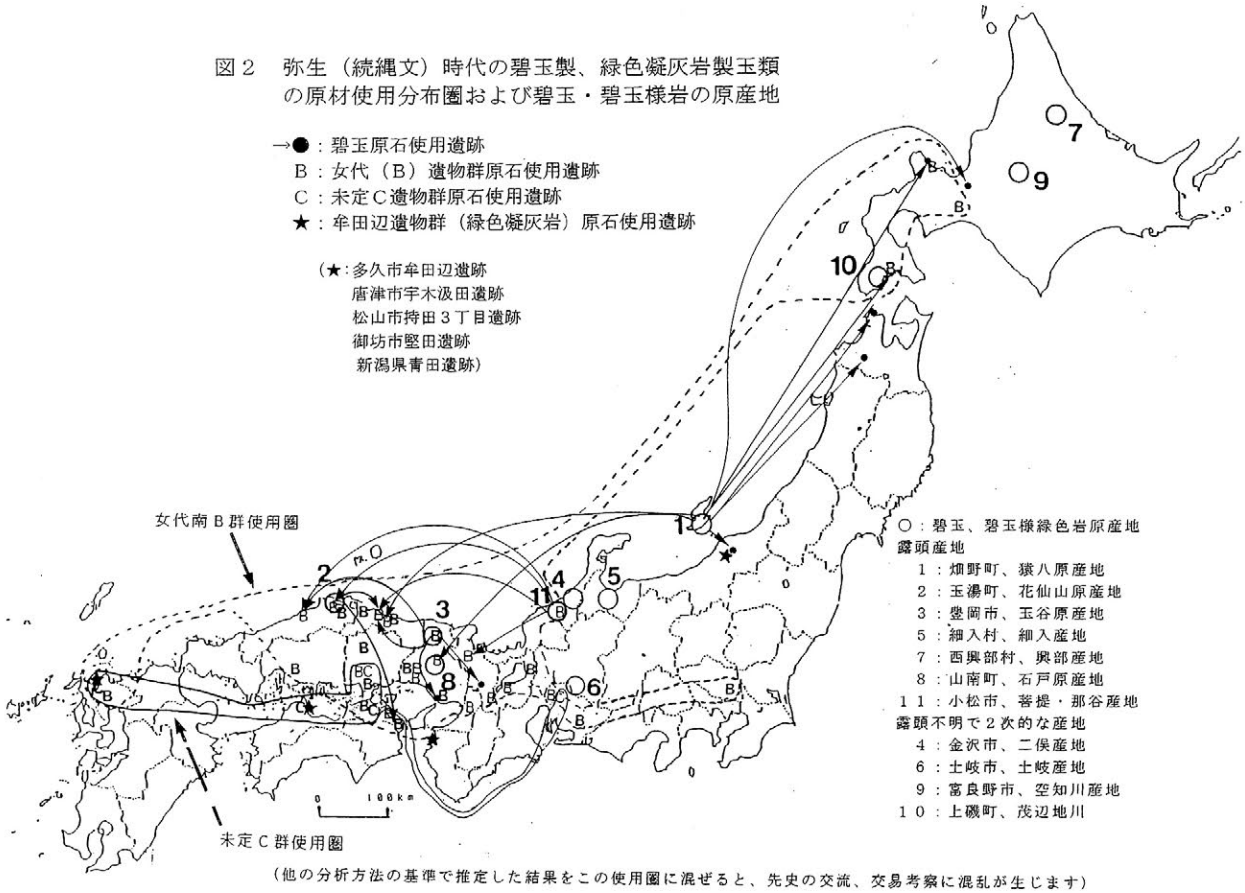


図２　弥生（続縄文）時代の碧玉製、緑色凝灰岩製玉類の原材使用分布圏および碧玉・碧玉様岩の原産地

（他の分析方法の基準で推定した結果をこの使用圏に混ぜると、先史の交流、交易考察に混乱が生じます）

：**MMK**〈図1⑬〉MLZ 産(1),MMK03 遺物群(1),MMK12 遺物群(1)：**NOA**〈図1⑭〉MMK12遺物群(1),NOA02 遺物群(1),NOA07 遺物群(1)：**TNX**〈図1⑮〉XBD124遺物群(1)：**HEA**〈図1⑯〉HEA26遺物群(2)：**GUL**〈図1⑰〉GUL09遺物群(1)：**SIT**〈図1⑱〉SIT02遺物群(1),SIT03遺物群(1)：**XMK**〈図1⑲〉XMK02遺物群(1)：**UGA**〈図1⑳〉UGA02遺物群(1)

玉類の産地分析

調査した碧玉・碧玉様原石産地と原石使用圏を、（図２）を示す。女代南Ｂ遺物群は、弥生時代を中心に使用された原石で、女代南Ｂ遺物群の原石産地の探索を小松市教育委員会の協力を得て調査を行い。菩提から那谷地区から産出する碧玉原石の一部が女代南Ｂ遺物群と一致することが明らかになった。

謝辞

ロシア産原石は鳥取大学の吉谷教授に、アラスカはクック博士のご協力により、また、これら研究成果は各地の教育委員会、埋文センター、発掘関係者との共同研究によって得られたもので、全ての関係者のお名前を上げるべきであるが、紙面の都合でやむなく、単名の発表者になりました。ご協力頂いた関係者に深くここに感謝の意を表すしだいです。

P 70

関東周辺及び西日本で産出するガラス質安山岩の波長分散型蛍光X線分析装置による全岩定量分析

○長井雅史*・鈴木尚史**・平野公平**・柴田　徹***・杉原重夫**
（*日大文理・明大文化財，**明大文化財，***考古石材研究所）

1．はじめに

緻密なガラス質安山岩(サヌカイトと通称される)は石器時代に貴重な石材資源であったことが知られている。蛍光X線分析装置を用いた石器原料の原産地推定においては、前処理による遺物の破壊を避けるため、試料にX線を直接照射して定性・半定量化学組成分析が多く行われている(東村, 1986 や東村・藁科, 1988 など)。しかし、X線強度が試料の表面状態・分析時期・装置ごとに変化するため、必ずしも正確な分析である保証はない。したがって、遺物についてはやむを得ないとしても、これらの分析値を比較するためには、少なくとも原産地における原岩の定量分析値を提示しておく必要がある。本報告では,ガラスビード化した試料の定量分析と破断・切断試料の定性分析を行い，ガラス質安山岩の原岩試料データベースを作成するとともに，これまでの産地推定の成果を検討した。

2．試料

日本全国のガラス質安山岩原産地について現地調査・文献調査を行い，このうち石器石材として利用可能な産出地を選定した。関東，近畿，中国，四国，九州の各地域からそれぞれ2～9箇所、計40地点で原石試料を採取した。

3．分析方法

定性分析はガラス質安山岩原岩を砕くか、岩石カッターで切断してスラブ状試料を5～10個以上作成し、エネルギー分散型蛍光X線分析装置(JEOL 製 JSX3201)を用いて行った。この場合X線強度が試料の表面形状，鉱物種や結晶サイズ等により変化しうるので，結果を真の化学組成と比較検討するため，波長分散型蛍光X線分析装置(リガク製 RIX1000)を用いてガラスビード法による全岩化学組成の定量分析を行った。ガラスビードは岩石試料を岩石圧砕機，鉄乳鉢，めのうボールミルを用いて粉末化し，試料：融剤($Li_2B_4O_7$)比＝1：5に希釈して作製した。ビード化は剥離剤を使用せず自動ガラスビード製作装置により行った。定量分析の検量線作成条件は佐野（2002)に準ずる。測定元素は主要10成分とRb, Sr, Y, Zr, Ba, Cr, Ni, V, Znとした。以上の分析作業は明治大学文化財研究施設で行った。

4．分析結果

定性分析のX線強度と定量分析による組成の関係をみるとTi, Fe, Mn, Mg, Ca, K, P, Rb, Sr, Zrについては相関性が認められる。一方，YやAlなどのその他の元素については定性分析の結果が大きくばらついた。相関性のよい元素でもばらつきが大きい試料、系統的に平均的傾向から外れる試料が少なからず認められた。これらは表面形状，鉱物種や結晶サイズ，変質度等の違いにより特性X線強度が変化したためとみられる。このような妨害要因の影響を少なくするために、元素比を使用する方法が一般的である。K/Ti, Fe/Ti, K/Ca, Ti/Ca, Fe/Sr, Rb/Sr, Zr/Srなどは比較的よい相関を示しガラス質安山岩の産地推定にこれらを使用する方法が有効であることを示している。

定量分析値を概観すると地域によって特徴があり、関東地域では、ハーカー図上でTi, Fe, Mn, Ca, V, Znに富み、K, Rb, Zr乏しい。近畿、四国地域ではAl, K, Rb, Zrに富み、Ti, Fe, Mn, Y, V, Znに乏しい。中国地域はTi, Al, K, Sr, Zrに富みFe, Mn, Ca, Yに乏しい。九州地域はAl, Mg, K, Rb, Cr, Niに富みFe, Mn, Ca, Sr, Y, Zr,に乏しいが、一部（松浦地域）ではFe, Mn, P, Y, Zr, Ba, Znに富みMg, Vに乏しい傾向が見られる。

5．考察

定性分析と定量分析を比較するとSi, Al, Naなどの軽元素、Yなどの微量な元素については大きな違いが現れている．石器試料には様々な形状のものがあり，これらの元素による比較では大きな誤差が生じることを示している。このように、藁科・東村（1988）の元素比による分類法が比較的精度の良い方法であることが確認できたが、個々の産地を確実に推定するには、定性分析値のばらつきを押さえる更なる工夫が必要であろう。また、地質学的にはひとつの岩体内に岩石化学組成の不均質があることがしばしば知られているが、このような場合は統計的判定法は扱いが煩雑になると予想される。原産地試料の測定数を増やしたうえで、適当な判別図的表現方法との併用が望ましい。

ガラス質安山岩は主として火山ガラス，長石，少量の有色鉱物（輝石，角閃石，黒雲母や鉄チタン酸化物鉱物）からなる安山岩で、石基が細粒緻密で大きな結晶（斑晶）に乏しいものをいう。様々な元素の鉱物－メルト分配関係、晶出鉱物の物理化学的な生成条件を考慮することにより，安山岩質マグマはマントルに起源を持つ苦鉄質マグマの結晶分化作用、苦鉄質マグマへの地殻物質の同化作用、地殻物質の部分溶融で生成された珪長質マグマと苦鉄質マグマのマグマ混合といったプロセスで形成されるとされている（周藤・小山内 2002 など）。いずれにしろマントルから供給される苦鉄質マグマだけでなくその地域の地殻の性質やテクトニック・セッティングを反映するとみてよいだろう。

ここで扱ったガラス質安山岩には成因論的な岩石学的研究や噴出年代の推定がされていないものが含まれるため単純に比較することは出来ないが，日本列島周辺の後期新生代の火成活動史の研究（周藤・牛来 1997, 巽 2003 など）に基づくと、関東地域の試料は海洋性島弧や新第三紀リフト系上に発達した東日本弧の火山フロント域に供給されるソレアイト質苦鉄質マグマの結晶分化作用や地殻下部を構成する同質の深成岩・変成岩類の組成を反映しているとみられる。近畿～四国、中国、九州の各地域は複雑な構成の付加体や変成岩・深成岩類からなる西南日本弧の大陸地殻や中期中新世の「瀬戸内火山帯」形成に関連した特徴的なマグマ（当時南海トラフから沈み込んだとされる若い海洋地殻の部分溶融が議論されている）の組成を、九州北部の松浦地域のものは背弧地域に供給されるアルカリ玄武岩質マグマの結晶分化作用と西南日本弧の大陸地殻の組成とを反映していると考えられる。

謝辞

富士常葉大学の佐野貴司博士には，定量分析の検量線作成の指導をして頂き，また，貴重な標準試料を分けていただきました。明治大学文学部RAの堀井裕之氏・木下綾子氏には試料作成を手伝っていただきました。以上の方々に感謝いたします。

黒曜石の産地推定と測定方法間比較（特に北海道の黒曜石を用いて）

○渡辺圭太*・ 鈴木正男*・望月明彦**・鶴丸俊明***
* 立教大学・** 沼津高専・*** 札幌学院大学

１．はじめに

黒曜石の産地推定には多種類の分析方法が適用されているが，それぞれの方法の産地推定単位（単一露頭，露頭群，地域，地方など）は一様ではない。これを比較検討するため，同一黒曜石試料を EDXRF, INAA, LA/ICP-MS の３方法で分析した。

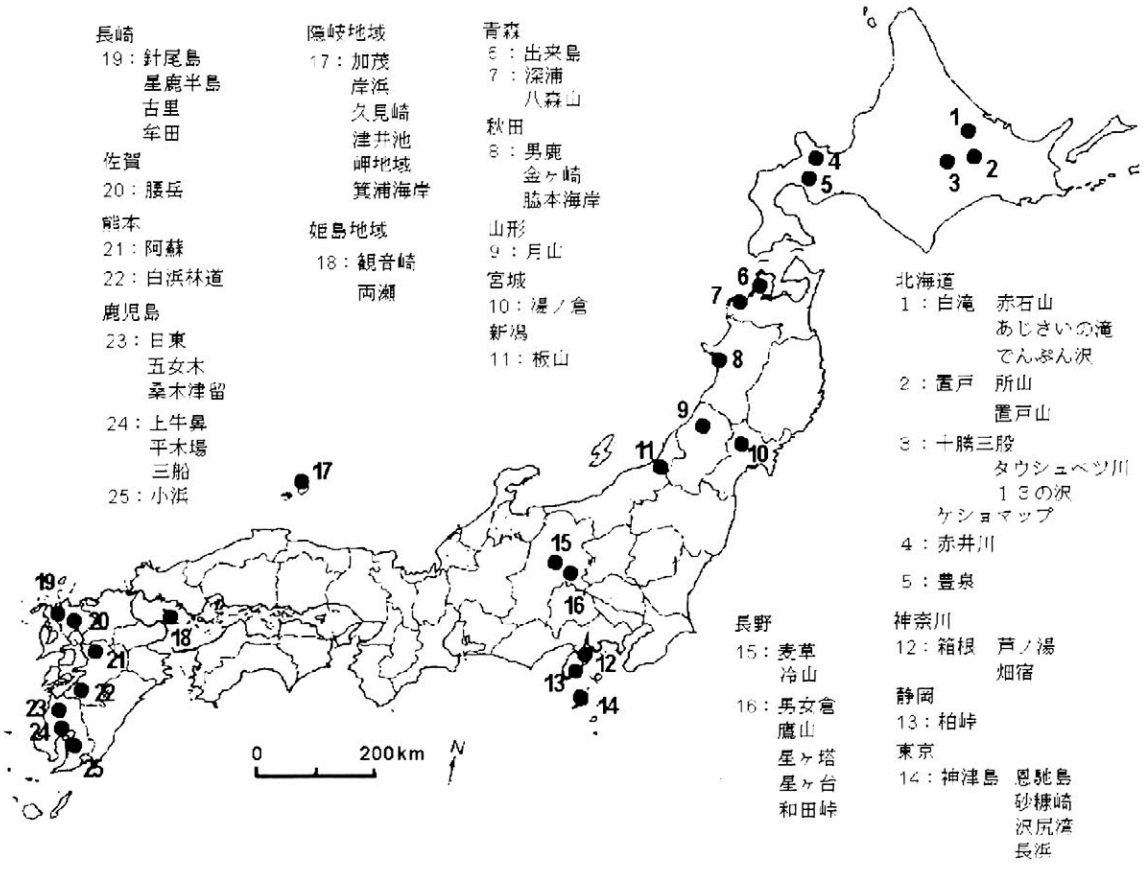
定量された元素組成に基づき，多変量解析プログラムである SAS を用いて，相互検証法による判別分析を行い判別率を調べた。

判別分析結果（特に INAA では約６０００点）から，現在の測定法で行える日本の黒曜石産地の産地同定結果を報告する。

特に２度にわたる北海道黒曜石産地調査，１７産地，計１４００点の分析結果を踏まえて各測定法の判別限界について述べる。

２．試料

日本の黒曜石産地を下図に示す。日本全国の１００を超える採取地点を目指している。



3．分析方法

機器中性子放射化分析（INAA：Instrumental Neutron Activation Analysis）

機器中性子放射化分析は，種々の核種に熱中性子を照射すると核種により固有のエネルギーのγ線を放出する事を利用した分析方法である。このエネルギーから核種を同定し，標準試料とのγ線のカウント数比と比較することにより各元素を定量した。

中性子の照射は，日本原子力研究所(JAERI：Japan Atomic Energy Research Institute) 4号炉(JR4)を用いて行い，立教大学原子力研究所において計測した。

定量は，中・長寿命元素をねらった黒曜石の機器中性子放射化分析において観察することのできるAs, Ba, Ce, Cr, Cs, Eu, Fe, Hf, La, Lu, Na, Nd, Rb, Sb, Sc, Sm, Ta, Tb, Th, U, Yb, Zn, Zrの２３元素について行った。なお標準試料として，As, Ba, Ce, Cr, Cs, Fe, Hf, La, Lu, Na, Rb, Sb, Sc, Sm, Th, U, Yb の元素では米国商務省基準局から出されている黒曜石標準試料であるNBS-278（Obsidian Rock）を，Eu, Nd, Ta, Tb, Zn, Zr の元素ではイースター島Motu Iti産の黒曜石を用いた。各試料の含有量データは，遺跡から出土した試料の判別への適用ができるよう黒曜石産地推定データベースとしてまとめた。

INAAで定量された元素組成に基づき，多変量解析プログラムSASを用いて，産地から採取した黒曜石について相互検証法による判別分析を行い判別率を調べた。一般にINAAによる正判別率は高いが，誤判別が多い産地（間）については，より多くの元素を分析することが可能なLA/ICP-MSの分析を行い判別率を調べた。

4．産地の判別結果

一例として，INAAによる北海道産地黒曜石の判別結果を下に示す(上：試料数，下：割合)。

	赤井川	置戸1	置戸5	置戸2	置戸3	置戸4	留辺蘂1	留辺蘂2	白滝1	白滝2	白滝3	白滝4	白滝5	白滝6	阿寒	十勝1	十勝2	豊泉	Total
赤井川	60																		60
	100																		100
置戸1		94	5																100
		94	5																100
置戸5		5	95																100
		5	95																100
置戸2				80	16	4													100
				80	16	4													100
置戸3				14	83	3													100
				14	83	3													100
置戸4				16	13	70										1			100
				16	13	70										1			100
留辺蘂1							59									1			60
							98.33									1.67			100
留辺蘂2							8												8
							100												100
白滝1									64	9	23	4							100
									64	9	23	4							100
白滝2									3	80	5	12							100
									3	80	5	12							100
白滝3									7	7	83	2							99
									7.07	7.07	83.84	2.02							100
白滝4									5	1	9	85							100
									5	1	9	85							100
白滝5													94	6					100
													94	6					100
白滝6													12	88					100
													12	88					100
阿寒															28	1	11		40
															70	2.5	27.5		100
十勝1																77	3		80
																96.25	3.75		100
十勝2									1						3	7	57		68
									1.47						4.41	10.29	83.82		100
豊泉												16							16
												100							100
Total	60	99	100	110	112	77	67	0	80	97	121	119	106	94	31	85	73	0	1431
	4.19	6.92	6.99	7.69	7.83	5.38	4.68	0	5.59	6.78	8.46	8.32	7.41	6.57	2.17	5.94	5.1	0	100

P 72

中世・近世鉄鍋の型式と鉄成分組成による製作地の推定

○小野 哲也*、赤沼 英男**
＊厚真町教育委員会、＊＊岩手県立博物館

1　はじめに

中世および近世の鉄鍋は、普及当初は東日本と西日本で、さらに14世紀中葉以降は東日本において太平洋側と日本海側とで形態の異なるものが使用されていたと考えられている(越田　2003、五十川 1992、小野 2004,2005)。他の地域に比して夥しい数の鉄鍋が出土しているという事実が示すように、中世後半以降(14世紀中葉以降)、海上運搬によって本州、とりわけ東日本から北海道に多数の鉄鍋がもたらされていたことは確実である。しかし、本州においては、新たな鉄器製作の素材として回収されるといった事情もあって、遺跡からの出土例は少なく、鉄鍋の形態から製作地を特定することは難しい。

中世から近世に使用された列島内における鉄鍋の普及状況を明らかにし、製作地域を推定するためには、鉄鍋の精度の高い分類と、鋳造遺構および文献資料の調査結果を多面的に検討する必要がある。本研究ではその第一歩として、北海道および本州から出土した鉄鍋を形態学的に分類し、その結果に別途行われた鉄鍋の自然科学的調査結果を重ね合わせ鉄鍋の分類を行った。

2　鉄鍋の型式分類

中世後半以降、東日本で普及した鉄鍋の形態は、囲炉裏に吊るすための鉉や紐を通す部分の形、鉄鍋の底に痕跡として残された鋳型に鉄を流し込む部分の形、そして鉄鍋の口の部分に表れる鋳型つくりの違いによる形態の差等によって、表1に示す7タイプに分類できる。表1の中でⅠ･Ⅳに分類される鉄鍋は、14世紀中葉以降東日本の日本海側に普及する鉄鍋の特徴を備えた資料である。本州ではⅠの資料として、石川県穴水町大町･縄手遺跡出土資料を、Ⅳの資料として新潟県吉川町寺町遺跡出土例をあげることができ、浅くて口が広がるといった形態的特徴と分布状況から、新潟県以南の北陸を中心とする地域で製作された可能性がある。Ⅱ･Ⅴの鉄鍋は、鋳型製作方法において吊耳鉄鍋製作時の手法を取り入れつつも、器形の面では東日本で旧来から採用されていた形を継承した資料である。本州ではⅡの資料として、新潟県上越市子安遺跡の内耳鍋、Ⅴの資料として青森県浪岡町浪岡城跡出土例をあげることができ、深くて口が垂直気味に立ち上がるといった東日本での旧来からの形態的特徴を持つ点と分布状況から、新潟県以北の日本海側で製作された可能性を考えることができる。Ⅷは中世以降東北太平洋側で製作されたと推定されるが、Ⅵが普及し始める近世以降も製作が続いていることから、同じ東北太平洋側であっても、Ⅵに分類される資料とⅧに分類される資料の製作地は異なっていたものと考えられる。

3　鉄鍋の形態と Cu・Ni・Co 三成分比の関係

誘導結合プラズマ発光分光分析法(ICP-AES 法)による形態分類された鉄鍋から摘出した試料の化学成分分析結果から(mass%Co)/(mass%Ni)と(mass%Cu)/(mass%Ni)を求め、その値をプロットしたものが図1である。時代を問わず太平洋側で製作されたと推定される鉄鍋と日本海側で製作されたと推定される鉄鍋の間には、三成分比に明瞭な差異が認められる。日本海側で製作されたと推定される資料の中でも、Ⅱ、Ⅳ、およびⅤグループについてはそれぞれのグループごとで三成分比が異なっている。形態学的分類結果とCu・Ni・Co 三成分比による分類結果は概ね整合することがわかる。

ⅠグループおよびⅥグループに分類される資料は他に比べばらつきが大きいが、これは鋳造に使用された銑鉄中の Cu の含有率に起因する。また、Ⅵグループに分類される2試料は、Mn 含有率に 30 倍以上の

差異がある。形態上同じグループに分類される資料であっても、化学組成上さらに細分される可能性が高いことを示している。この点については類例の蓄積を図り、明確にすることとしたい。

4　まとめ

鉄鍋の形態学的分類結果と化学組成に基づく分類結果がほぼ整合することが確かめられた。鉄鍋の形態上の差異が、製作地の違いを示しているものと推定される。さらに、同じ形態に分類される鉄鍋であっても、化学組成の点で異なっているものの存在が確認された。鉄鍋の製作地を推定するにあたり、鋳物師が鋳造に不可欠な原料銑鉄をどのようにして確保したか、その点について検討する必要がある。今後は形態学的研究が進んだ資料の自然科学的調査結果の蓄積を図るとともに、鋳造遺構から検出される銑鉄塊の調査結果および鉄鍋とともに使用された他の鉄製品の調査結果をも加味しながら、中世から近世における鉄鍋の製作地の特定を進めることとしたい。

参考文献

赤沼　英男　2003　「アムール川下流域に伝わる鋳造鉄器の組成」『北太平洋先住民交易と工芸』思文閣出版

五十川伸矢　1992　「古代・中世の鋳鉄・鋳物」『国立歴史民俗博物館研究報告』42

小野　哲也　2005　「北海道域を取り巻く製品流通状況について－鉄鍋の検討による－」『北海道考古学』41

越田賢一郎　2003　「鉄鍋再考」『アイヌ文化の成立』

表1　形態に基づく鉄鍋の分類

分類グループ	型式	湯口の形状	口唇内側の張り出し	形態的特長	使用時期	製作地
Ⅰ	吊耳鉄鍋	丸形	有	浅く口が広がるという点で、新来の型式をしている。	中世	日本海側と推定
Ⅱ	吊耳鉄鍋	一文字形	有	深く口が垂直気味に立ち上がるという点で、旧来の型式をしている。	中世	日本海側と推定
Ⅲ	吊耳鉄鍋	丸形	有	—	近世	日本海側と推定
Ⅳ	内耳鉄鍋	丸形	有	浅く口が広がるという点で、新来の型式をしている。	中世	日本海側と推定
Ⅴ	内耳鉄鍋	一文字形	有	深く口が垂直気味に立ち上がるという点で、旧来の型式をしている。	中世	日本海側と推定
Ⅵ	吊耳鉄鍋	一文字形	無	—	近世	太平洋側と推定
Ⅶ	内耳鉄鍋	一文字形	無	深く口が垂直気味に立ち上がるという点で、旧来の型式をしている。	中世～近世	太平洋側と推定

注 1）使用時期は共伴する陶磁器および鉄鍋の形態による。
注 2）製作地の推定は口縁内側の張り出しの有無による。

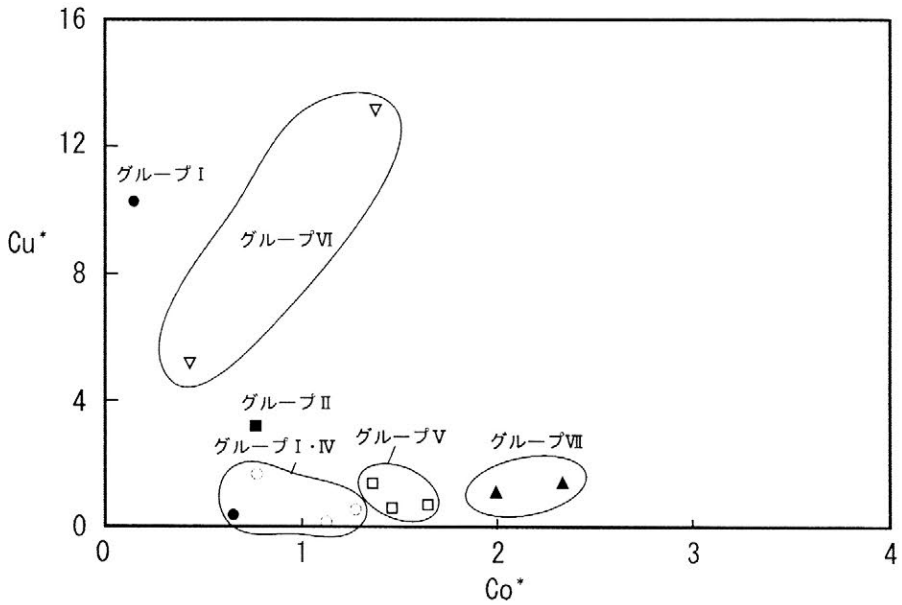


図1　鉄鍋の形態と Cu・Ni・Co 三成分比の関係

Co*：(mass%Co)(mass%Ni)、Cu*：(mass%Cu) /mass%Ni)。

LA/ICP-MS 分析による黒曜石原石の微量元素定量分析
—黒曜石石器産地同定を目的として—

○新藤智子*、中井弥生*、福岡孝昭*、杉原重夫**
(*立正大地球、**明大文)

1、はじめに

黒曜石石器の産地同定を目的とした化学組成分析は、これまで主として石器遺物を非破壊で分析できる蛍光X線分析(XRF)による定性分析が多く行われてきた。しかしこの方法では分析値が試料の形状や装置に依存するため定量的議論ができなかった。原石の主成分分析については近年分析値の定量化が進められつつある(井上・能登 2002, 島野他 2004)。本研究ではLA/ICP-MS(レーザーアブレーション誘導結合プラズマ質量分析)による希土類元素(REE)を中心とした微量元素の定量分析を原石について行った。その結果から石器産地の推定を目的として化学組成の地域的特徴について議論する。

2、分析方法

試料は黒曜石原石を粉末化し、融剤(四ホウ酸リチウム)と混ぜてガラスビード化した試料で、XRFで主成分元素を定量分析した後、LA/ICP-MSで微量元素(REE, 他)の分析をした。LA/ICP-MSの分析値の定量化にはXRFで分析したイットリウム(Y)の値で規格化した。

LA/ICP-MSは固体試料にそのままレーザーを当てることで分析出来る。レーザー径は10～300μmの間で調節可能であり、10μmの照射痕であれば肉眼で確認できない程度であるので、非破壊で今後黒曜石石器の分析に適用できると考えられる。

3、結果と考察

LA/ICP-MSの希土類元素(REE)の分析結果をC1コンドライト隕石の値で規格化したしたものをREEパタンとして図1～3に地域別に示した。

北海道:各産地のパタンは似通っているが、Euの負の異常(Euの濃度が両隣のSm, Gdと比べ低くなること)の程度が異なる産地の原石もある。置戸, 名寄, 赤井川の3つの地域はほとんどの元素で区別が付かないが、Eu の値で差が見られる。十勝と旭川は軽希土元素で濃度に差が見られる以外、非常にパタンが似ている。白滝は重希土元素で他の元素より濃度が低い。

九州・隠岐:壱岐と隠岐でパタンはよく似ているが、Eu の負の異常で差が大きく出ている。大口と串木野東は軽希土類元素の濃度差がわずかにあることと、Euは大口のほうが負の異常を示す以外似たパタンである。姫島と腰岳についてはEuが同じ値を示すが

他の元素で姫島の元素濃度が低い特徴を示している。

関東・中部：全体的に北海道，九州地域と比べると特徴の分かれるパタンを示している。神津島，新島は全く区別が出来ない。天城，浅間，箱根，八ヶ岳の原石はEuの異常があまりないという特徴を持つ。天城は他の産地と比べて元素濃度が低い。浅間の他の地域との差は重希土元素濃度にみられる。箱根はEu が他の産地と比べ、濃度が高く小さな正の異常を持つ。八ヶ岳は他の産地よりLa/Lu比が高い。霧ケ峰は他の産地と比べ、Eu の負の異常が極端に大きい。

北海道，関東・中部，九州・隠岐の地域：北海道と九州・隠岐地域は関東・中部の個性豊かなパタンと比べるとパタンの形が似ているが、九州地域のほうは全体的に元素濃度が高いことと、串木野東と大口を除いてEuの負の異常が大きく現れている。関東・中部でREEパタンが個性的な結果を示したことと、北海道と九州地域で似たパタンを示したことは、福岡（1988）の火山灰の研究とも矛盾しない。地質学的環境を反映しているものと考えられる。似た地域の中でそれぞれを区別するのにEuの異常が有効であると今回の結果から考えられる。十勝や旭川・滝川のように似通った地域においては今後Euの分析精度を向上させることで産地ごとの判別がより明確にできると考える。

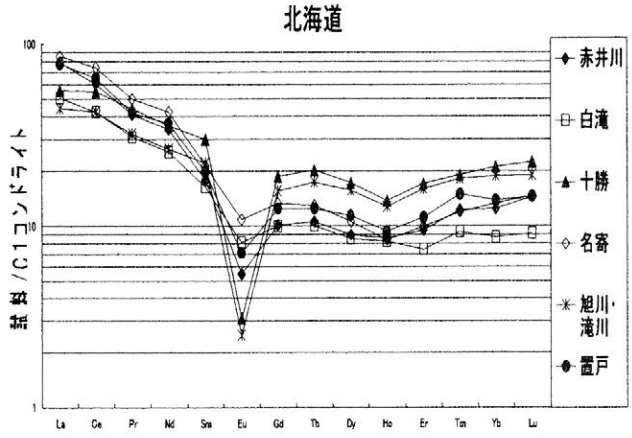


図 1

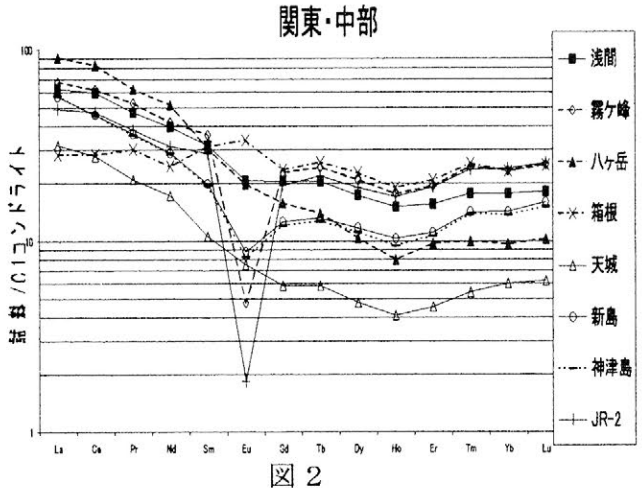


図 2

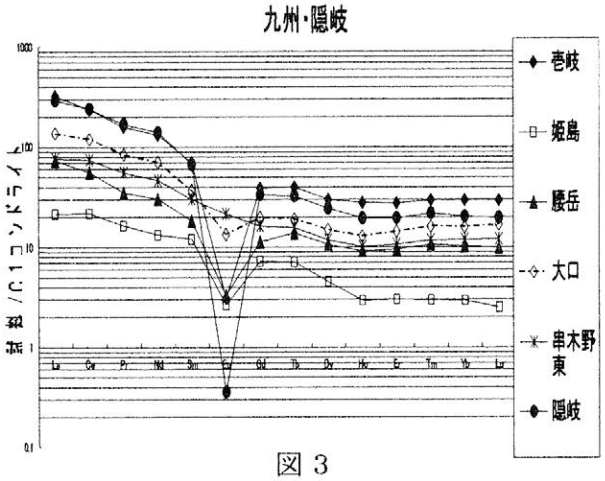


図 3

石川県真脇遺跡出土石器の石材同定と産地の再検討

○ 羽場克晃・金原正明（奈良教育大学）、高田秀樹（能登町教育委員会）

１．はじめに

真脇遺跡は、能登半島の沿岸部に位置し、縄文時代前期後葉から晩期終末の集落遺跡である。大量のイルカや魚類などの骨の出土が特徴的であり、晩期には巨大木柱根が検出される。真脇遺跡出土石器は藤則雄（1986）で石材の同定及び産地の推定が行われている。その中で、石鏃に多く使用されるフリントとされる一群の石材があり、真脇遺跡の石器の中でも重要な位置を占めるため、岩石の同定と産地推定の再検討を行った。

２．方法と試料

方法としては肉眼観察及び薄片を作成し偏光顕微鏡観察によって同定を行い、遺跡出土資料の岩石同定を行い、地質的に産地と推定される岩石を採取し、同様の方法で観察を行い比較した。遺跡出土資料はフリントとされる石鏃等の石器類を直接試料とするのではなく、多く出土した同種の岩石チップを用いた。

２．真脇遺跡出土試料の結果

真脇遺跡出土の同種の岩石は黒色を呈するが、白く変質している部分があり、また乳白色のみの石器またはチップがあり、風化による変質があるのが特徴である。

・試料M－１

【肉眼観察】色は乳白色であり、斑状組織を示す。短冊状の斑晶が確認できる。また、石基は非常に緻密で、ガラス質である。

【偏光顕微鏡観察】斑状組織であり、斑晶は斜長石と変質していて判別ができない有色鉱物がある。斜長石は自形長柱状または短冊状で双晶・累帯構造をもつものが多い。集斑をなしているものもある。石基は微晶質の填間状組織を示す。針状の無色鉱物が流理を形成している。また、小さな気泡も含む。

【岩石名】以上から流紋岩と同定される。

・試料M－２

【肉眼観察】色は黒く、白く変色している部分がある。斑状組織を示す。石基は非常に緻密で、ガラス質である。

【偏光顕微鏡観察】斑晶は認められない。石基は微珪長岩質組織で、気泡が多く、二次鉱物が気泡を充填し杏仁状になる。

【岩石名】以上から流紋岩と同定される。

４．地質的に産地と推定される試料および結果

真脇遺跡の出土石材が従来同定されていたフリントではなく流紋岩であることが判明し、周辺に分布する流紋岩の観察を行った。まず能登半島最先端部に東西約１０km、南北約 2ｋｍの範囲に広がる新第三紀-中新世-珠洲累層に含まれる岩倉山流紋岩が分布し、内浦町の沿岸部に黒曜石を含む流紋岩の小分布もあり、これら都合４地点を試料とした。岩倉山流紋岩は溶結凝灰岩との互層の著しい部分も多く極めて変化に富む。主要な試料の結果を以下である。

・試料№2-2（岩倉山流紋岩）

【肉眼観察】色は灰色であり、短冊状の斑晶が確認できる。また、石基は非常に緻密で、ガラス質である。

【偏光顕微鏡観察】斑晶は斜長石が多い。斜長石は自形長柱状で双晶・累帯構造をもつ。集斑をなすものも多い。石基は隠微晶質の填間状組織である。また、気泡を充填している二次鉱物が杏仁状になっている。流理構造がみられる。

・試料№2-4（岩倉山流紋岩）

【肉眼観察】色は灰色である。短冊状の斑晶が確認できる。また、石基は非常に緻密で、ガラス質である。

【偏光顕微鏡観察】斜長石の斑晶がある。斜長石は自形長柱状で双晶・累帯構造をもつものが多い。集斑をなすものも多い。石基は隠微晶質の填間状組織である。また、気泡を充填している二次鉱物が杏仁状になっている。流理構造がみられる。

・試料№3-2（岩倉山流紋岩）

【肉眼観察】色は灰色である。短冊状の斑晶が確認できる。また、石基は非常に緻密で、ガラス質である。縞状に流理がみられる。

【偏光顕微鏡観察】斜長石の斑晶がある。斜長石は自形長柱状で双晶・累帯構造をもつものが多い。集斑をなすものも多い。また、斜長石が割れてその割れ目に二次鉱物が晶出しているものがみられる。石基は微珪長岩質組織を示す。気泡を充填している二次鉱物が杏仁状になっている。著しい流理構造がみられる。

５．まとめ

真脇遺跡出土石材は、斑状組織を示し、石基は隠微晶質で流理構造も著しく、杏仁状構造や微珪長岩質組織が認められ、フリントではなく流紋岩であることが判明した。原産地試料を観察した結果、能登半島先端部に分布する岩倉山流紋岩が酷似した特徴を持っており産地と推定される。真脇遺跡とは反対の外洋に面する沿岸部に位置し、陸路では約 30 キロメートルの距離にある。漁労の盛んな真脇遺跡では、重たい石材を困難な陸路から運搬するよりも、より容易に運べる舟で運搬したと考えるのが妥当であろう。

P 75

西北九州弥生土器の蛍光Ｘ線分析

○中園　聡*、三辻利一*、川宿田好見*、河越彩子*、
黒木梨絵*、鐘ヶ江賢二*、仁田坂　聡**

*鹿児島国際大学
**唐津市教育委員会

1　はじめに

我々は蛍光X線分析を用いて、九州地域・南西諸島を中心とする弥生土器の胎土分析を実施し、弥生土器の生産ー流通システムや葬送システムの解明に取り組んできた。その結果、土器の広域流通は常態ではなく、基本的に集落や集落群単位で生産・消費されるものであると考えられている。これまでの主な対象は北部九州の土器であり、南九州などでも同様の生産ー流通システムがあった可能性が高いことから、普遍性があると想定されるが、九州内においても地域によってシステムが異なった可能性も捨てきれない。そこで、北部九州と多少異なった社会・文化であったとみられる西北九州において分析を行うことにした。

2　試料と方法

西北九州の弥生土器、すなわち佐賀県唐津市周辺および長崎県五島列島宇久島の諸遺跡から出土した土器を扱う。器種は、甕・壺等の日常土器のほか、甕棺も含む。また、その周辺地域の土器との比較も行う。分析は、三辻の方法により実施された。採取した試料は試料表面の付着物や汚染を除去するために研削を行い、タングステンカーバイド製乳鉢で粉砕した。その粉末試料を内径 20mm、厚さ 5mm のビニール製リングの枠に入れ、約 12t の圧力をかけてプレスし、錠剤試料を作成して蛍光 X 線分析を行った。鹿児島国際大学の波長分散型蛍光 X 線分析装置（理学電気工業製 ZSX100e）を使用し、K、Ca、Fe、Rb、Sr、Na、Mg、Ti の 8 元素を測定した。分析値は同時に分析された JG-1 の各元素の X 線強度を使った標準化値で表示する。

4　結果と考察

同一河川流域にある比較的近接した遺跡間においても胎土に微差が認められるものがあることから、遺跡ごとに化学特性があるといえる。また、北部九州や南九州などと同様、土器の化学特性と遺跡周辺の地質条件との対応がみられた。鐘ヶ江賢二（印刷中）によれば、北部九州の糸島地域からの搬入と想定されてきた壱岐の土器は、実際は在地産の可能性が高い。ただし、五島列島の小値賀島など黒雲母を多く含む土器が目立つ地域もあり、地質環境からみて搬入品の可能性が想定される。その検証は今後に持ち越されるが、多くが搬入品からなるとすれば従来の知見と異なるシステムが存在することになる。

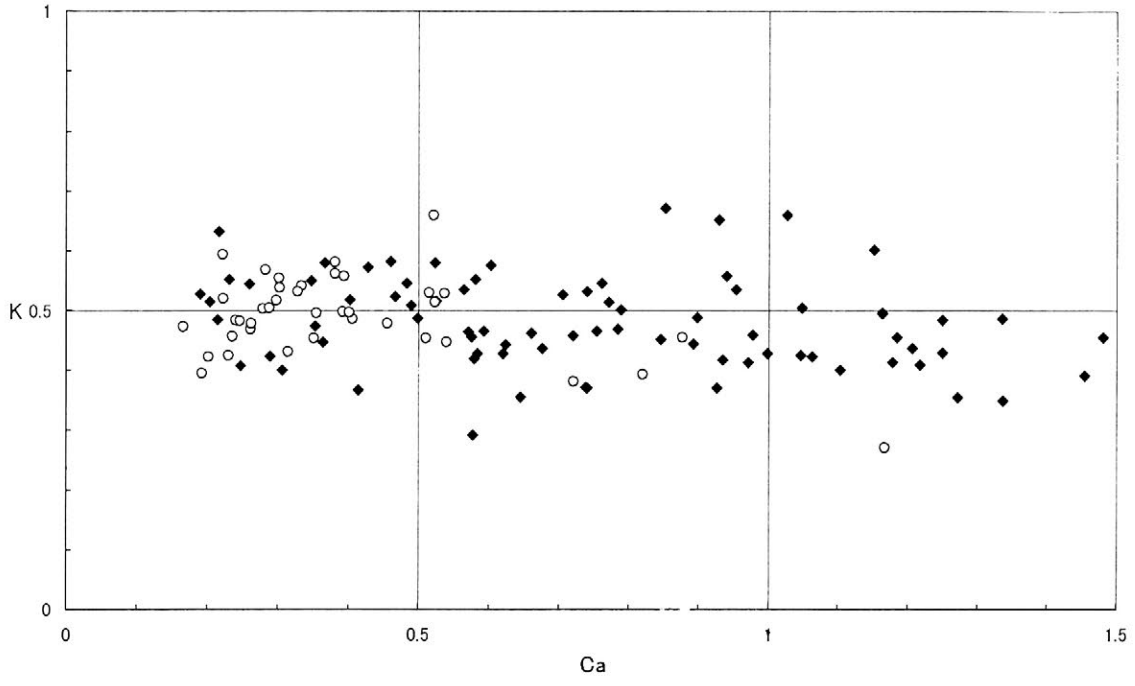
さらに、甕棺の胎土は日常土器と異ならないことも確認された。上甕・下甕の胎土の類似度は形態の考古学的観察所見と調和し、北部九州ほど高くないものが目立った。北部九州では上甕・下甕の胎土の類似度が階層の高低と対応するが、西北九州では全体に類似度が低い傾向があるようである。したがって、葬送システムに差が生じているといえよう。

なお、試料中には我々の考古学的観察により中九州を中心に分布する黒髪II式（中期後半）と同定されたものがあった。西北部九州においては、黒髪式はこれが初見と思われる。技法や色調も在地的ではなく搬入品の可能性が考えられたが、在地系土器と比較するとCa、Sr値が明らかに大きく、搬入品である可能性が高い。

5 おわりに

西北九州は朝鮮半島系の文化を取り入れ、いち早く弥生化した重要地域である。ところが人骨における渡来的形質が希薄なこと、抜歯風習や二次的埋葬行為が残存すること、大規模な環濠集落が発達しないことなど、隣接する北部九州とは異なる面が認められる。そのため、土器の生産ー流通システムが北部九州と異なるかどうかを慎重に判断していく必要がある。本研究は西北九州における弥生土器の生産ー流通システム解明の基礎的分析としての性格をもっており、予察を得るにとどまった。より確実な結論を導き出すにはさらなる分析が必要である。あわせて偏光顕微鏡観察による胎土分析も実施して本法と比較する必要がある。ご協力を願いたい。

本研究は、日本学術振興会科学研究費補助金・基盤研究（S）（課題番号 15102002）の成果である。



胎土分析結果の例（近接する2遺跡の比較）

P 76

蛍光Ｘ線分析を応用した弥生時代甕棺墓の研究

○中園　聡*、三辻利一*、河越彩子*、川宿田好見*、大濱春代*、渋谷　格**

*鹿児島国際大学
**佐賀県教育委員会

1　はじめに

蛍光Ｘ線分析を用いた北部九州の大型甕棺の胎土分析を実施して、甕棺の生産ー流通システムや甕棺墓の葬送儀礼などの研究に取り組んできた。これまでに多くのことが判明しているが、本研究ではさらに分析例を増やしてそれを検証することが一つの目的である。また、これまでの分析例は北部九州でも福岡県に偏っていたため、平野が連続する佐賀県の甕棺を含めて分析する。さらに、甕棺の使用において地域性の強い西北九州（佐賀県西部～長崎県）でも分析を行うことで生産ー流通システムまたは葬送システムの地域差の有無などを明らかにしようとした。

2　試料と方法

北部九州と西北九州で出土した弥生時代前期末から中期後半（*1c*～*3bc* 型式）の大型専用甕棺を主な試料とする。甕棺とともに同一遺跡から出土した日常土器についても分析し比較する。分析は、三辻の方法により実施された。採取した試料は試料表面の付着物や汚染を除去するために研削を行い、タングステンカーバイド製乳鉢で粉砕した。その粉末試料を内径 20mm、厚さ 5mm のビニール製リングの枠に入れ、約 12t の圧力をかけてプレスし、錠剤試料を作成して蛍光 X 線分析を行った。鹿児島国際大学の波長分散型蛍光 X 線分析装置（理学電気工業製 ZSX100e）を使用し、K、Ca、Fe、Rb、Sr、Na、Mg、Ti の 8 元素を測定した。分析値は同時に分析された JG-1 の各元素の X 線強度を使った標準化値で表示する。

4　結果と考察

対象とした諸遺跡において、いずれも甕棺の胎土は同一遺跡の日常土器と基本的に異ならず、従来の知見が支持された。また、甕棺の胎土は、遺跡ごとのばらつきの程度には差があるが、遺跡単位で一定の化学特性があるといえる。したがって、甕棺工人による集約的生産と地域内での流通という根強いモデルに対しては、これまで明らかにしてきたようにここでも否定される。

また、甕棺は上甕と下甕の口を合わせてカプセル状にしたものであるが、甕棺分布の中心である筑紫平野では、甕棺の上甕・下甕は胎土がよく一致するものが比較的多くみられることがわかっている。それは甕棺の形態や技法などの考古学的観察結果とも調和する。

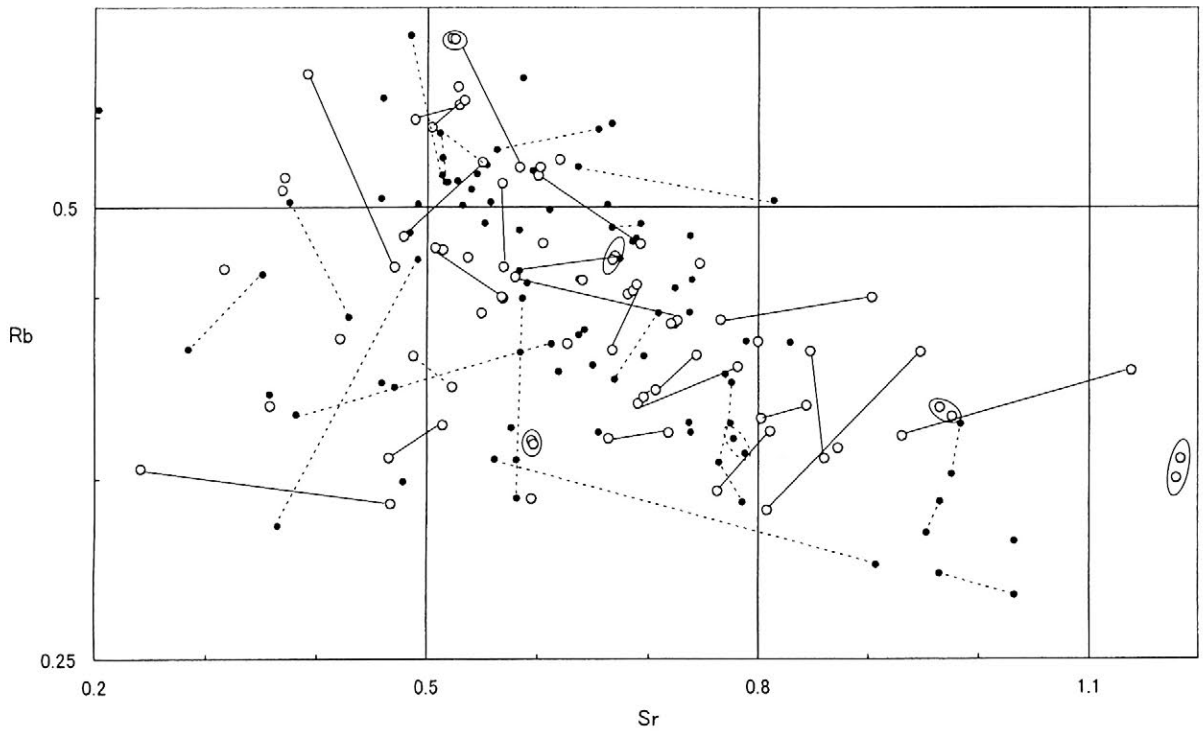
ここでの分析でも、北部九州ではやはり上甕・下甕の胎土がよく一致するものが多かった。さらに、西北九州における甕棺墓では、考古学的観察から甕棺の上甕と下甕のサイズ・形態が異なるものが多くあり、それらは上甕・下甕間の胎土に差がある。北部九州と西北九州の中間的位置にある玄界灘沿岸の北部九州西部などでは、甕棺の一致度は中間的であり、甕棺の扱い、ひいては葬送システムにおける甕棺の製作ないし調達における地域差の存在がうかがえる。したがって、北部九州と甕棺型式は同じであるが、使用法には地域差があったということになる。

なお、上甕・下甕の胎土の一致度の評価については、絶対的な基準を設けることは困難であるが、同時製作の場合、甕棺1個体の各部位から試料を採取したときの分析値の範囲を大きく超えないことが目安となる。今回の試料において甕棺1個体から複数の試料を得たものがあり、それによって胎土の許容値のおよその目安が得られた。

5 おわりに

従来分析の空白地であった地域の試料が多数得られたことは、甕棺墓の研究上意義あることであった。今後も継続して甕棺墓や弥生土器の分析を行っていくので試料の提供をお願いしたい。

本研究は、日本学術振興会科学研究費補助金・基盤研究（S）（課題番号 15102002）の成果である。



一つの墓地における分析結果の例（○専用甕棺、●小型土器）

胎土分析による縄文土器型式の検討

○川宿田好見*、鐘ヶ江賢二*、中園　聡*、三辻利一*
*鹿児島国際大学

1　はじめに

縄文土器の型式は、形態・文様・調整法などの特徴だけでなく、色調や肉眼的胎土の特徴との対応がみられることがしばしばある。そこで、本研究は蛍光X線分析と顕微鏡観察を併用して、縄文土器の型式と胎土の関係について検討する。

2　試料と方法

屋久島横峯遺跡から出土した縄文時代後期土器が主な試料である。本遺跡では、時間差や分布中心に差のある数型式が出土している。そのうち、在地色の強い一湊式のほか、松山式、市来式、丸尾式、納曽式の各型式を蛍光X線分析による胎土分析に供した。また、一部は顕微鏡観察を行い、蛍光X線分析と比較した。蛍光X線分析は、三辻の方法により実施された。採取した試料は試料表面の付着物や汚染を除去するために研削を行い、タングステンカーバイド製乳鉢で粉砕した。その粉末試料を内径 20mm、厚さ 5mm のビニール製リングの枠に入れ、約 12t の圧力をかけてプレスし、錠剤試料を作成して蛍光 X 線分析を行った。鹿児島国際大学の波長分散型蛍光 X 線分析装置（理学電気工業製 ZSX100e）を使用し、K、Ca、Fe、Rb、Sr、Na、Mg、Ti の 8 元素を測定した。分析値は同時に分析された JG-1 の各元素の X 線強度を使った標準化値で表示する。顕微鏡観察は蛍光X線分析に供した同一個体から薄片を作り、偏光顕微鏡で観察した。

4　結果と考察

考古学的に在地的と考えられる一湊式は、K、Rb 量が多く Ca、Sr が少ない。また、黒雲母を多く含む特徴的な胎土をもつ。花崗岩体からなる屋久島の地質環境からも明らかに在地土器とみることができる。これを I 類とし、それを外れて Ca、Sr 量が相対的に多く黒雲母をほとんど含まないものを II 類とすると、I 類には一湊式のほか、松山式・市来式の一部があり、II 類には松山式・市来式の一部のほか、納曽式・丸尾式はすべてがこの II 類にあたる。このように、明らかに型式と胎土の間には密接な関係があることが判明した。II 類は搬入品の可能性があり、種子島や薩摩半島・大隅半島などの胎土との比較が必要であるが、屋久島の中で採取できる素材である可能性も捨てきれない。いずれにせよ、型式と胎土との対応関係は密接なものがあるということができる。

本研究は、日本学術振興会科学研究費補助金・基盤研究（S）（課題番号 15102002）の成果である。

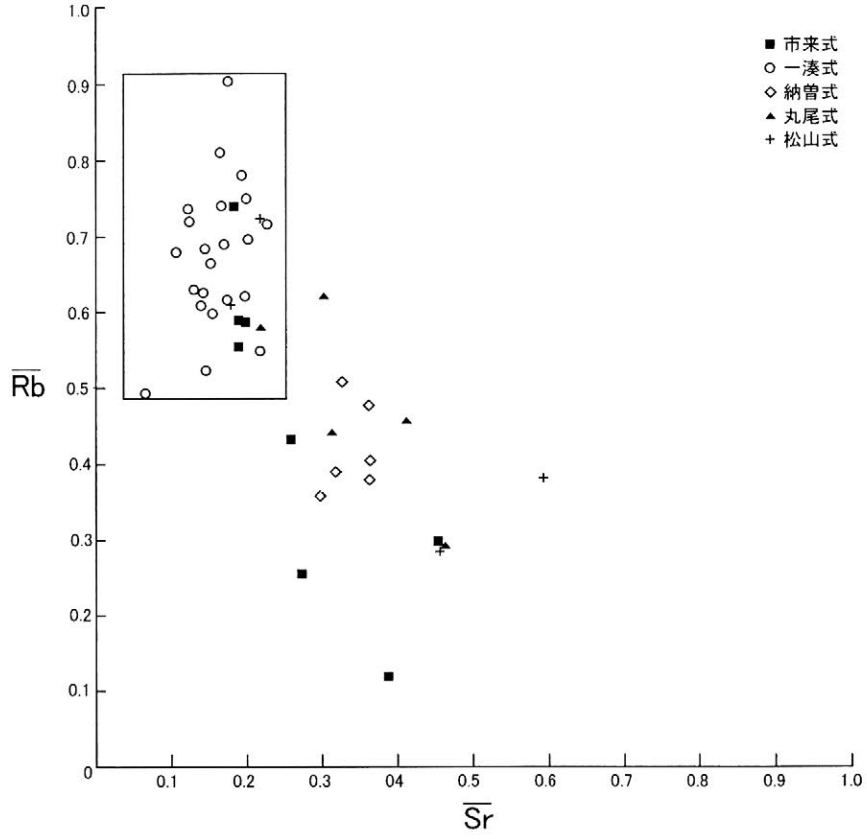


図1　蛍光X線分析によるRb-Srの2次元分布図

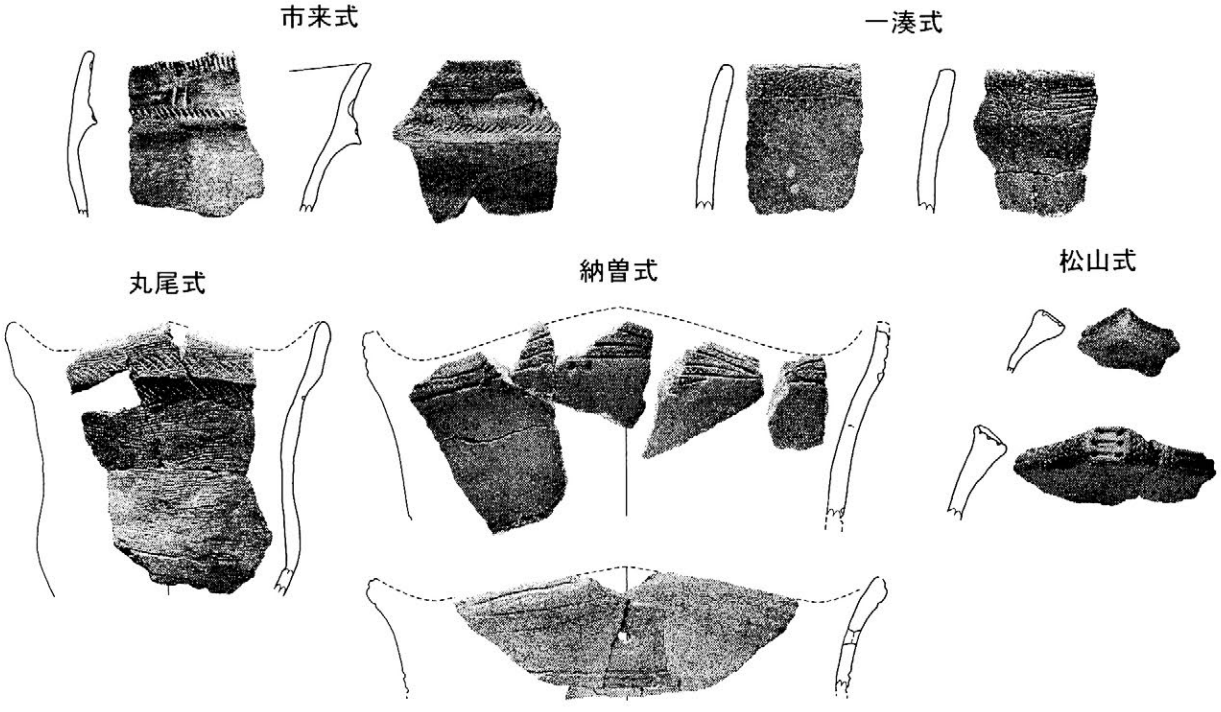


図2　各型式の例

弥生時代前期・中期の胎土と系統

○黒木梨絵*、中園聡*、三辻利一*（鹿児島国際大学）
*鹿児島国際大学

1　はじめに

弥生土器の地域性の研究や型式学的研究が進展するにつれて、北部九州の弥生時代前期・中期土器には、同一様式中に複数系統が存在するという認識がもたれるようになってきた。例えば、甕における弥生時代前期から中期初頭の突帯文系（夜臼式、亀ノ甲タイプ）と板付系の存在、それぞれの系統に後続する中期前葉から中期後半の遠賀川以西系・以東系の存在がある。これらは時期によって比重を異にしながら存在している。

ところが、同一の遺跡・遺構から出土する土器において、この系統の差が何を意味するのかについては不明である。複数系統の混在は、a）ある系統が搬入品であるから、b）別集団から供給されたものであるから、c）同一集落に住む別系統の集団の製作によるものであるから、などの可能性が漠然と想定されている。しかし、系統間で形態上・技法上の著しい差が認められる弥生時代前期の古い段階を除けば、多くの場合、系統間で技法や色調等に目立った差異はなく、形態上、それも一部において差があるのみである。したがって系統とは何かを評価するひとつの手がかりとして、同一遺跡出土土器の系統間で胎土に差があるかどうかを確認する。

2　試料と方法

北部九州の弥生土器の諸遺跡から出土した土器を扱う。器種は甕を中心とするが、壺や甕棺等も含む。分析は、三辻の方法により実施された。採取した試料は試料表面の付着物や汚染を除去するために研削を行い、タングステンカーバイド製乳鉢で粉砕した。その粉末試料を内径 20mm、厚さ 5mm のビニール製リングの枠に入れ、約 12t の圧力をかけてプレスし、錠剤試料を作成して蛍光 X 線分析を行った。鹿児島国際大学の波長分散型蛍光 X 線分析装置（理学電気工業製 ZSX100e）を使用し、K、Ca、Fe、Rb、Sr、Na、Mg、Ti の 8 元素を測定した。分析値は同時に分析された JG-1 の各元素の X 線強度を使った標準化値で表示する。

4　結果と考察

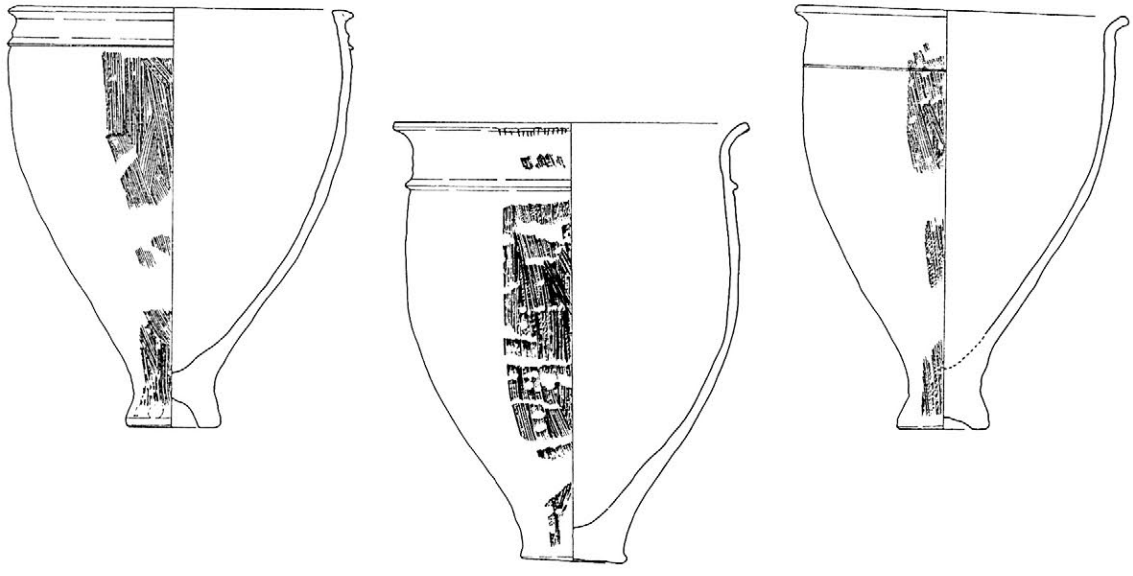
対象とした試料においては、同時期の系統間で基本的に胎土の差はみられず同じ胎土といえるものが多かった。すなわち、同一遺跡の化学特性の範疇に入るものであり、少なくとも系統間で異なる粘土や混和材の使用はなされていなかった。別産地からの搬入を示すものではないことになる。むしろ、多くは色調や調整法等が系統を超えて共有されていることから考えても、系統は同一集団が保持する形態上のバリエーションに過ぎない可能性

が高いと考えられる。これは、出土のコンテクストにおいても基本的に系統間で異ならず、機能上の違いがうかがえないことからも妥当であろう。したがって、系統とは型式学的整理としては意味があるものであっても、系統の背後に対応する集団の存在を想定することはできないことになる。

北部九州出土の朝鮮系無文土器は、一部で実施した胎土分析から同一遺跡の弥生土器と異ならないことがわかっている。したがって、同一集落に居住する別集団が製作した形態・技法的に異なる「系統」であっても同一の胎土になることもある。しかしここで分析した対象は技法的にも異なるものではなく、系統の指標とされる口縁部や突帯という一部の要素は、形態的属性の等価の置換によって生み出されたバリエーションに過ぎない。考古学的変異について、時間差や機能差以外に人間集団の差を想定しがちであるが、十分な根拠がなければそれは危険なことであるといえよう。

なお、弥生時代前期の古い段階においては、形態・技法・色調において系統間の差が明確であるため、異なる製作者の手による可能性が考えられる。本研究ではその段階の試料については十分に収集することができなかったため想定の域を出ないが、系統間の差が集団の差に対応する段階から、同一集団によるバリエーションにすぎない段階へと変化するというモデルがひとまず想定されよう。今後多くの土器の分析をすることによって検証を行いたい。

本研究は、日本学術振興会科学研究費補助金・基盤研究（S）（課題番号 15102002）の成果である。



同時期の各系統（中期初頭）

北海道常呂川河口遺跡出土琥珀の産地同定

○ 植田直見*、武田修**
（(財) 元興寺文化財研究所*、ところ埋蔵文化財センター**）

１．はじめに

これまで本州を中心に出土琥珀の科学分析を行い、多くのデータを蓄積してきた。また、前回新しい分析法として熱分析を琥珀の原産地同定に応用し、成果を得ることができた。

今回、今までほとんど検討されていなかった北海道産琥珀について従来のFT-IR分析および熱分析を実施し国内および国外の主な産地から産出する琥珀と比較した。それをもとに北海道常呂川河口遺跡出土琥珀について産地同定を試み、新たな知見を得たので報告する。また、これらの結果をもとに本州の琥珀との関係についても考察したのであわせて報告する。

２．常呂川河口遺跡の概要および琥珀について

本遺跡は常呂川の河口の上流700mに位置し、その後背地の段丘上には史跡常呂遺跡など大きな遺跡が点在する。遺跡は標高4～5mの河川堆積物によって形成された段丘で8枚の文化層を確認、縄文前期・同前期末、中期、後期、晩期および続縄文、擦文、ｵﾎｰﾂｸ、ｱｲﾇ文化の各時期に亘ることが明らかになった。特に縄文晩期、続縄文各期の土壙墓は副葬品が豊富で、当該期の土器形式の変遷、埋葬法、集落と墓域の解明に新知見が得られている。

続縄文期の琥珀玉には平玉と原石を穿孔して垂飾としたものがある。平玉は数珠状に連結した状態で出土した。中には数千個まとまっているものもあり、被葬者の威信財的性格を持つものと指摘される。いずれも土壙墓出土のものが大半を占める。共伴土器形式から推測すると原石に穿孔した垂飾品がやや平玉より古い。

今回分析を行なった資料は出土琥珀が6点（平玉2点（No.1、2)、原石4点（No.3、4、5、6)）である。平玉は続縄文前葉の土壙墓出土で宇津内Ⅱａ式（No.1）、興津式（No.2）の段階で製作、供給されるが次第に減少する。原石（No.3）は続縄文初頭の住居跡から出土した。発掘区出土の琥珀原石（No.4、5）は表土下1.3mの第12層から検出し、他の時期の混入は考えられない。本層は縄文前期末平底押形文期のもので、放射性炭素年代は4360±60年の結果が得られている。標準琥珀としては北海道(石狩市石狩浜、厚田村望来海岸、芦別町、白糠町）産およびサハリン南部（ｽﾇﾛﾄﾞﾗﾌｽｺｴ）産の5点である。それ以外に、本州の主産地の琥珀についても比較検討した。

３．分析方法

琥珀数mgを白金セルに入れ、熱分析を行なった。分析は㈱島津製作所製熱分析装置（DTG－60　以下示差熱を DTA、熱重量を TGA と略す）を使用した。方法は各試料に空気

（100ml/min）を流しながら毎分 5℃ずつ 600℃まで上昇させ、DTA および TGA 曲線を調べた。次に同じ資料をそのままフーリエ変換型赤外分光光度計(日本電子㈱製 JIR-6000　以下 FT-IR と略す)を用い、KBr 錠剤法で分析した。

４．結果・考察

出土琥珀の DTA 分析結果を図１に示した。標準琥珀では北海道４箇所とサハリン南部はほぼ同じ DTA 曲線を示した。一方、出土琥珀は大きく３つのｸﾞﾙｰﾌﾟに分かれた。そのうち Aｸﾞﾙｰﾌﾟ（No.2、3）は標準琥珀とほぼ同じ曲線であることがわかった。しかし、Cｸﾞﾙｰﾌﾟ No.5、6）は 350℃付近のピークが明確でなくこれは本州の琥珀産地である銚子産の琥珀に近い分析結果を示した。また、Bｸﾞﾙｰﾌﾟ（No.1、4）は Aｸﾞﾙｰﾌﾟと比較的良く似た曲線を示したが A および C にみられる 500℃付近のピークが低温度側にシフトしていることがわかった。次に図２に FT-IR 分析の結果を示した。これらの結果は熱分析と同様に A、Bｸﾞﾙｰﾌﾟは比較的良く似た吸収位置と強度を示したのに対し、C ｸﾞﾙｰﾌﾟは異なった位置に吸収が見られた。これらのことより A、Bｸﾞﾙｰﾌﾟは北海道かサハリン産の可能性が高く、Cｸﾞﾙｰﾌﾟは本州産の可能性が高いと考えられた。

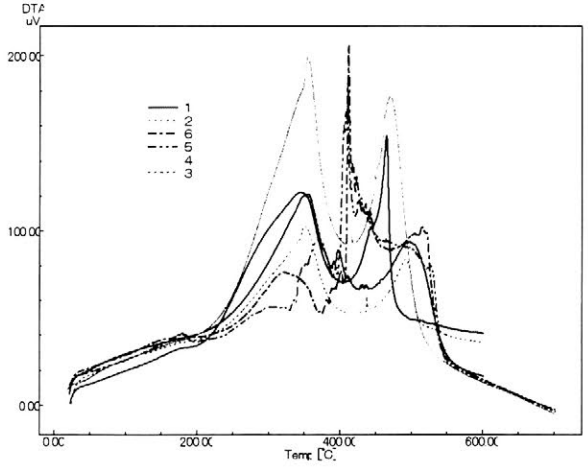


図１．出土琥珀の DTA 曲線

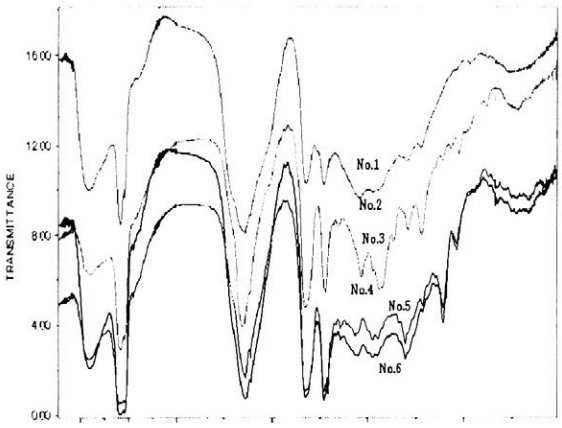


図２．出土琥珀の赤外吸収スペクトル

５．さいごに

常呂川河口遺跡出土琥珀は、明らかに複数箇所から産出した琥珀が使用されていたと考えられる。時代の違いもあるため同時代に複数箇所からもたらされたものかはこの結果からでは断定できなかった。また、北海道とサハリンでは熱分析、FT-IR 分析ともほぼ同じ結果であったため、現時点では産地を限定するのは困難であった。　一方、本州産の琥珀とは区別できた。今後、北海道の他の遺跡出土琥珀を分析しデータを蓄積、さらに標準琥珀について分析点数を増やすことで、北海道における琥珀の産地を解明できると考える。

最後に北海道産の標準琥珀をご提供いただいた西方麻由様に感謝いたします。

発掘現場における水浸出土木材の First Aid 2
—水浸出土木材の乾燥メカニズム—

○ 渡邉淑恵*，松井敏也**，大山幹成***，松田泰典*
*東北芸術工科大学大学院，**筑波大学大学院，***東北大学大学院理学研究科附属植物園

1 はじめに

遺跡から出土する水浸出土木材は，大気中に曝されることで急激な変化を引き起こす場合が多く，発掘現場においては適切な First Aid が求められる．しかし，発掘調査期間中の処置方法については研究例も少なく，充分な対策がなされていない現状である．そこで，水浸出土木材を出土直後の状態で保存活用することを目的として研究を行なった．2004 年度大会 [1]において，発掘現場における水浸出土木材(ハンノキ)の収縮挙動は室内乾燥時の収縮挙動と異なり，繊維方向が著しく収縮することを発表した(Table 1)．この現象の要因は，木材組織によるものではなく水分供給の有無と繊維方向の向きによる乾燥方法の違いではないかと考えられた．本報告では，条件を変えた乾燥パターンを設定し乾燥過程における木材内部の水分分布をモデル化することにより乾燥メカニズムを解明した．また，適切な First Aid について検討を行なった．

Table 1　発掘現場と室内の収縮比の比較

環境	接線方向	放射方向	繊維方向
発掘現場	10	5.9	**11.8**
室内	10	6.3	**2.5～4.4**

1)渡邉，松井，大山，松田『日本文化財科学会第 21 回大会要旨集』，p.170，2004

2 水浸出土木材の乾燥メカニズム

【試料】同一木材から切り出した現生木材のハンノキの辺材部(6×6×6cm)，63 個．試料調製として減圧により飽和状態まで水を含浸させた(含水率約 195%)．

【方法】試料の重量を測定後，25℃，45%RH で乾燥させた．乾燥時間(0,3,6,15,20,80 時間)毎に取り出し，重量測定後 27 個(上から 9 個づつを上部，中間部，下部と定義する)に切断し各部位の含水率を算出した(式 1)．0 時間における各部位の含水率を 100 として各時間，各部位の含水率を標準化した．値は式 2 より算出し，n 時間後の (n＝0,3,6,15,20,80)各部位の水分残存率を求めた．各部位，各時間の水分分布を調査することで，それぞれの条件における試料内部の水分がどのように減少するのか，すなわち蒸散面の移行から乾燥メカニズムが解明できるものと考えた．試料の乾燥条件は繊維方向－垂直(水分供給：有，無)，繊維方向－水平(水分供給：有,無)の 4 パターンとした．

$$含水率=\frac{含水重量-絶乾重量}{絶乾重量}\times 100 \quad (式1)$$

$$n\text{の水分残存率}=\frac{n時間後の含水率}{0時間の含水率}\times 100 \quad (式2)$$

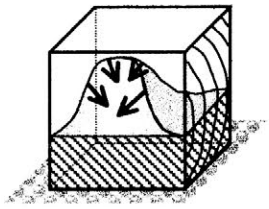


Fig.1　正規分布型

【結果と考察】乾燥条件により異なる乾燥モデルが考えられた(Table 2). 実験結果から得られた乾燥モデル(条件：繊維方向-水平，水分供給有り)を Fig.1 に示す. 図中の矢印は蒸散面の移行を示す. 柾目面から見れば緩やかな水分傾斜，木口面から見れば急な水分傾斜となる“**正規分布**”型に蒸散面が移行すると考えられた. 図中の斜線は水分が多いことを示している. 80 時間後，上部と中間部は繊維方向が水平で水分供給が無い場合と同様の含水率であったことから底部から供給している水分の影響は 2 ㎝以下と考えられた.

Table 2　乾燥条件による乾燥モデルの違い

乾燥条件	繊維水平，水分無	繊維垂直，水分無	繊維水平，水分有	繊維垂直，水分無
乾燥モデル	**くり型**	**アーモンド型**	**正規分布型**	**正規分布型**

発掘現場における水浸出土木材の収縮挙動調査では繊維方向が水平であったため，Fig.1 に示すような正規分布型の乾燥モデルであったと考えられる. この場合は，4 つの乾燥条件の中で最も水分分布のむらが大きい状態で乾燥が進む. 水浸出土木材の収縮は水分移動に伴う水分の分布状態に影響を受けやすいことから，水分が少ない状態にあった上部の繊維方向が著しく収縮したと考えられた. また，室内乾燥においては繊維方向が垂直であったためアーモンド型の乾燥モデルをとって乾燥していたと考えられる. この場合は，木材内での水分分布のむらが小さい状態で乾燥が進む. したがって，室内における乾燥は木材の異方性に劣化の影響が加味された収縮挙動であり，発掘現場に比べ繊維方向は大きく収縮しなかったと考えられる.

【First Aid】

発掘現場での収縮変形は，木材内の水分分布のむらを小さくすることで抑制できる可能性が高い. 木口，板目，柾目面の各面に異なる分子量の PEG 水溶液を塗布し，各面に異なる養生を施すことが考えられた. また，繊維方向が水平の場合は垂直の場合よりも緊急性が高いことが明らかになり，水平の場合にはより迅速な対応が求められる.

3　おわりに

水浸出土木材の乾燥モデルは繊維方向の向きと水分供給の有無により異なることがわかり，乾燥条件により収縮挙動も異なると考えられた. 水浸出土木材を出土直後の状態で保存するためには適切な応急処置が不可欠である. また，乾燥の条件次第では木材内の水分分布をコントロールし，形状を保存できる可能性が示唆された. 今後は応急処置を行なう際の薬剤や養生材の検討，開発をさらに進める必要がある.

飛騨国府安国寺経蔵の温湿度環境調整機能

○ 宮野則彦*、宮野秋彦**
(*日本大学、**名古屋工業大学)

1．安国寺経蔵の概要

飛騨国府，臨済宗妙心寺派太平山安国寺は，足利尊氏・直義兄弟の発願で応永 15 年（一説に明徳元年）に建立された日本最古の八角輪蔵を内蔵する国宝建造物である。

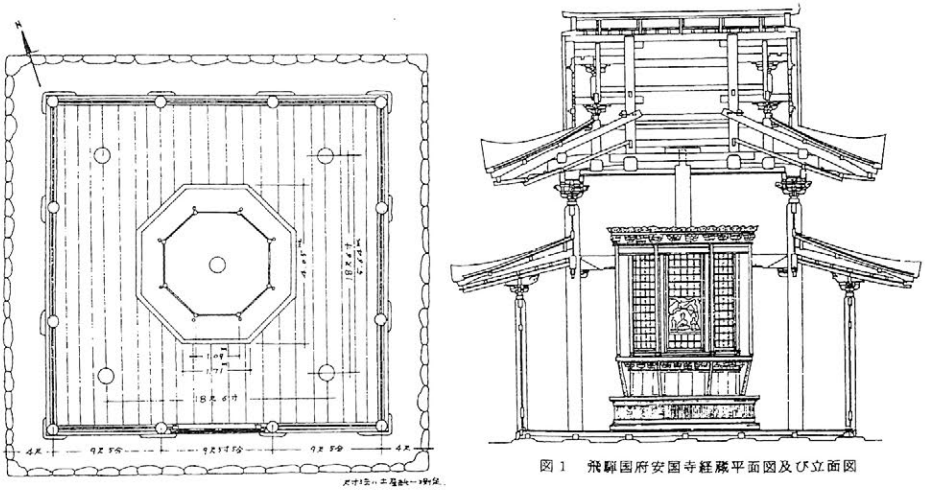


図 1　飛騨国府安国寺経蔵平面図及び立面図

輪蔵の書棚には，現在も，本源禅師によって元から将来された杭州大普寧寺蔵版になる一切経 53907 巻（現存は約半分）が保存されている。

当寺に残る創建当時の建造物としての経蔵は，山谷風の風道にあたると思われる位置に，後に山を負い両側を杉木立に囲まれて建っており，創建時の通風への配慮が覗われる。

１間１重裳階付入母屋造柿葺の建物で，四周の板壁上部の欄間には波連子を嵌め，裳階との境（明層）には筬欄間を嵌めて換気と採光を図っている。内部の床は転根太に拭板敷きとし，輪蔵下の地表面を堅牢な叩き土間仕上げとしている。**（図１）**

2．経蔵内の温湿度調査と解析結果のまとめ

前回（1973 年 9 月～1974 年 12 月）の測定[1]は，リシャール型週巻自記温湿度計によったが，今回（2003 年 1 月～2004 年 4 月）は，小形のデータロガーを用いた。

前回の測点は，経蔵内（輪蔵書棚上，約 2m 高）のみであったが，今回は輪蔵内（地上約 1m 高）の温湿度をはじめ，輪蔵下の土間面温度と土間上（約 5cm 高）気温についても同時に測定した。

前回の測定によって，経蔵内の日平均温湿度の月平均値が，年間を通じて外気より概ね低く保たれていることが分かったが，その原因については明らかにし得なかった。今回は測点を増やし，高精度の計器によって再度調査測定を試みた。

図２に，経蔵各部と外気の日平均温湿度差の月平均値の年変化を示す。

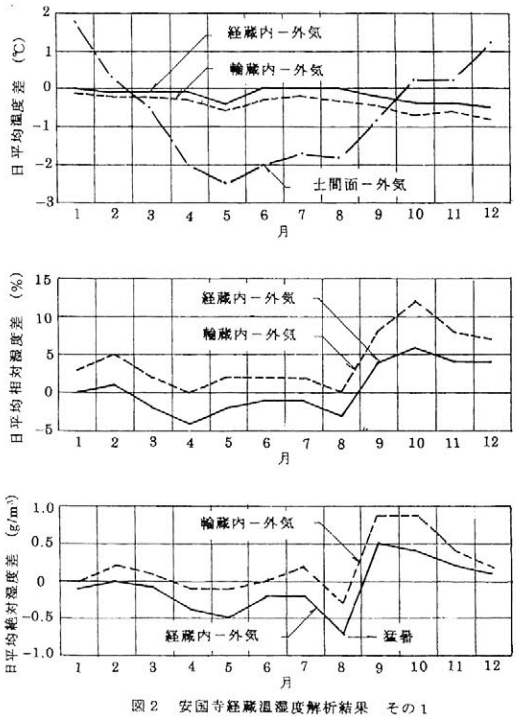


図 2　安国寺経蔵温湿度解析結果　その１

図より明らかなように，異常高温となった８月以降を除けば，経蔵内の内外日平均温湿度差の月平均値は前回同様に概ね負値となっており，後述するように，前回の測定結果が略裏付けられた。

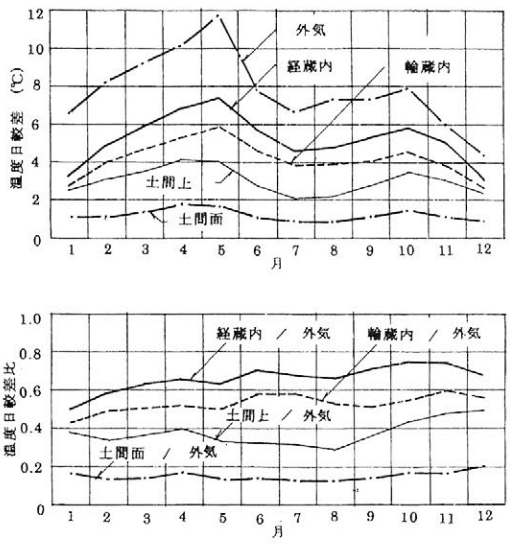


図３　安国寺経蔵温湿度解析結果　その２

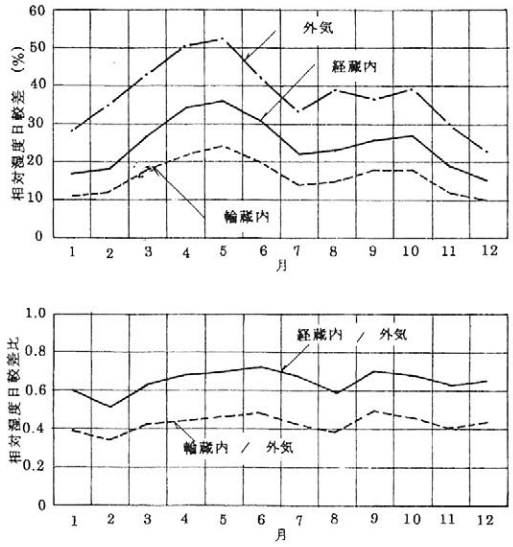


図４　安国寺経蔵温湿度解析結果　その３

なお，輪蔵内部の空間は，経蔵内に比べて，気温－0.2℃，相対湿度＋4%及び絶対湿度＋0.2g/m^{3}の略一定差で年変動をしていることが分かる。

図３，４に，外気温湿度の日変動較差に対する各部温湿度の日変動較差の比の季節変化を示す。

土間面温度の日較差は極めて小さく、年間を通じて僅かに１℃前後となっている。また，輪蔵内の相対湿度の日較差比が，経蔵内に比べて約２割も小さくなっている点も注目される。

図５および**表１**に,前回と今回の経蔵内の測定結果の比較を掲げた。

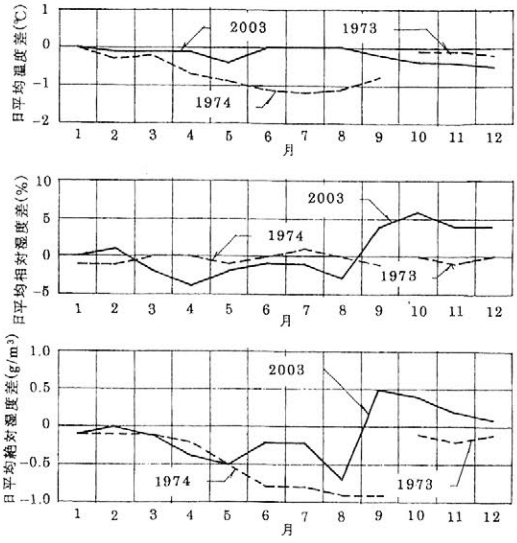


図５　前回と今回の測定結果の比較

30年に亙る温暖化の進行と昨夏の猛暑の影響もあって，日平均温度差はかなり小さくなっているが、日平均相対湿度差の方は反対に，３月から８月にかけて前回より大きくなっている。一方，日平均絶対湿度差は，５月まではかなり良い一致が見られるが，その後は大きく乖離して猛暑の影響が覗われる。

表１　飛騨国府安国寺経蔵の1973年と2003年の測定結果の比較　（年平均値）

測定	θ_i	θ_o	$\Delta\theta$	Θ_i	Θ_o	η	ϕ_i	ϕ_o	$\Delta\phi$	Φ_i	Φ_o	ν	v_i	v_o	Δv
1973	8.2	8.8	−0.6	5.9	8.3	0.71	72	73	−0	29	40	0.70	6.9	7.3	−0.4
2003	10.4	10.6	−0.2	5.2	7.7	0.65	82	81	1	25	38	0.65	9.0	9.0	−0.1

θ_i：経蔵内気温(℃)，θ_o：外気温(℃)，$\Delta\theta$：内外気温差(℃)
Θ_i：経蔵内気温日較差(℃)，Θ_o：外気温日較差(℃)，η：内外気温日較差比
ϕ_i：経蔵内相対湿度(%)，ϕ_o：外気相対湿度(%)，$\Delta\phi$：内外相対湿度差(%)
Φ_i：経蔵内相対湿度日較差(%)，Φ_o：外気相対湿度日較差(%)，ν：内外相対湿度日較差比
v_i：経蔵内絶対湿度(g/m^3)，v_o：外気絶対湿度(g/m^3)，Δv：内外絶対湿度差(g/m^3)

今後は，更に各部温湿度の日最高ならびに日最低起時についての解析などを進め，輪蔵下の「タタキ土間」効果による冷熱作用と調湿作用の実態を解明したいと考えている。

1)　宮野秋彦、半沢重信：倉の収蔵環境に関する研究(第14報),日本建築学会東海支部研究報告，第15号，昭52(1975).

宮野秋彦、半沢重信：倉の収蔵環境に関する研究(第15報),日本建築学会東海支部研究報告，第15号，昭52(1975).

2次元土中水分・塩分移動予測汎用プログラムを用いたポリシロキサン散布後の土中水分移動シミュレーション

○三石正一*，坂井勝**，取出伸夫**，宮崎毅*，溝口勝*

(*東京大学大学院農学生命科学研究科，**三重大学大学院生物資源学研究科)

1. はじめに

遺構を露出して展示するには、乾燥による遺構の崩壊，塩類の析出，黴等の発生という問題を防止しなければならない。これらの問題点を克服するために，土壌からの水分蒸発を抑制するポリマーが開発された。このポリマーを散布することで乾燥による遺構の崩壊は防げるようになったものの，依然塩類の析出は克服できていない。このメカニズムを解明するために，三石ら（2004）は遺構保存用の親水性ポリマー散布後の土壌中の水分移動の変化を測定し，親水性ポリマーを土壌表層に散布すると表層の不飽和透水係数の低下が起こり，乾燥による遺構の崩壊を防ぎ，塩類の析出速度を低下させることを明らかにした。さらに遺構を露出して恒久的に保存するためには、表層に土壌水分の蒸発を抑制する親水性ポリマーを散布した後の、土壌中の水分移動の変化を予測することが必要となってくる。

そこで本研究では、2種類のポリマーを散布した後の、土壌中の水分移動の変化を土中水分・塩分移動予測汎用プログラムであるHYDRUSを用いて計算を行い，実測値との比較をおこなった。

2. 実験方法

温度25℃，相対湿度70%で一定に保った恒温恒湿槽内で蒸発実験を行った。供試土壌として2mm篩を通過させた立川ロームを使用した。供試ポリマーはポリシロキサン-ポリオキシアルキレンオリゴマー（分子量700：以降SAOと呼ぶ）とポリエチレングリコール（分子量400：以降PEGと呼ぶ）を用いた。内径5cm，高さ10cmのアクリルカラムに試料土を乾燥密度0.46 Mg m^{-3}で均一に充填し，マリオットタンクを用いて脱イオン水をカラム試料下方から給水して試料を飽和させた。24時間飽和した後，24時間排水をおこない，その時の水分量をカラム試料の初期水分量とした。排水後供試ポリマーをカラム表層に4 g 散布して1時間放置し，供試ポリマーを浸透させた。また恒温恒湿槽内の各カラム試料の条件を均一化するために，カラム試料をターンテーブル（1rpm）に載せて蒸発実験を開始した。実験期間は1，2，4，6，10，15日間で各期間終了後，カラム試料を解体し，各深さの水ポテンシャル（WP4-T，Decagon Device Inc.）と含水比（乾燥法）の測定をおこなった。体積含水率への変換は，ポリマー浸透層ではポリマー浸透試料の水分特性曲線を用い，それ以下の層では含水比に乾燥密度を掛けて算出した。

3. 数値計算の方法

数値計算に使用したHYDRUSは米国農務省塩類研究所において，Dr.Simunekらによって開発されたプログラムである。HYDRUSで用いられる不飽和水分移動の基礎方程式はリチャーズの式で，以下に示す。

$$\frac{\partial \theta}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial z}\left(K(h)\frac{\partial h}{\partial z}\right) + \frac{\partial K(h)}{\partial z}$$

ここで，θ：体積含水率，t：時間，z：深さ，h:圧力水頭，K(h)：不飽和透水係数，である。

4. 結果と考察

測定値の結果と，HYDRUSによる計算結果を図1から図4に示す。

(1) ポリマー浸透層

WP4-Tによって測定したカラム試料の各深さの水ポテンシャル分布から，SAO，PEG試料のポリマー浸透深さは1cmであることが確認された。

Keyword：HYDRUS，不飽和水分移動，ポリシロキサン-ポリオキシアルキレンオリゴマー

(2) 実測された体積含水率分布

SAO，PEGともにポリマー浸透層の体積含水率は低下したが，それ以下の層では垂直な分布となった（図1，図3）。また両試料とも，ポリマー浸透層以下の体積含水率は垂直分布を保ったまま時間の経過とともに低下していった。これは深さ1cmのところで供試ポリマーが滞留し続けたためと思われる。表層の体積含水率はSAO試料の方が小さかったものの，全層の体積含水率の低下幅はPEG試料の方がSAO試料よりも大きかった。

(3) 計算された体積含水率分布

次にHYDRUSによる計算結果を示す（図2，図4）。パラメータとして表層の飽和体積含水率，不飽和透水係数を小さくして与えた。どちらの計算結果とも表層から深さ2cmまでの計算結果は重なり合い，時間変化をうまく表せなかったが，深さ2cm以下（ポリマー不浸透層）の体積含水率の変化は，ほぼ測定値と同一であった。しかし，PEG散布試料の計算結果では開始直後と終了時の体積含水率を若干過小，過大評価する傾向が見られた。このような結果となった理由として，計算で使用するパラメータ値が適切でなかったことが考えられる。そのため，精度の高い計算をおこなうためにはポリマーを含む土の水分特性や不飽和透水係数などのパラメータや，温度等の影響を検討していく必要がある。

5. まとめ

土壌中の不飽和水分・塩類移動解析プログラムであるHYDRUSを用いて計算をおこない，測定値との比較を行った。その結果，HYDRUSを使用して測定値をほぼ再現することができた。

今後は計算の時に与える各パラメータの考察，温度条件や水蒸気移動の影響を考慮したモデルの改良をおこない，計算の精度を高めることに取り組む予定である。

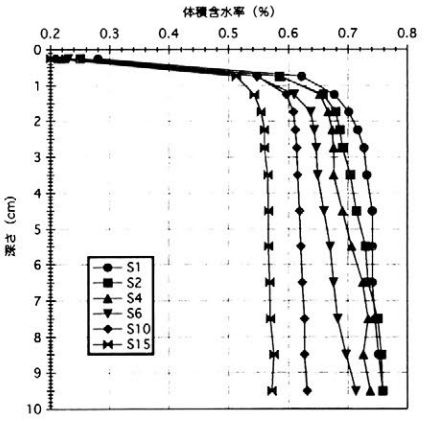


図1　SAO散布試料体積含水率分布

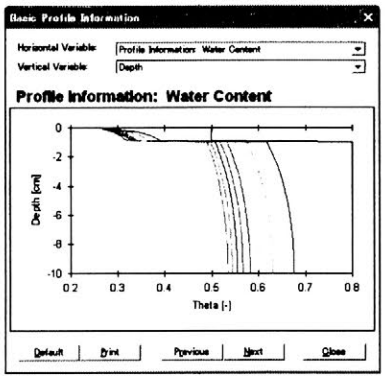


図2．SAO散布試料計算結果

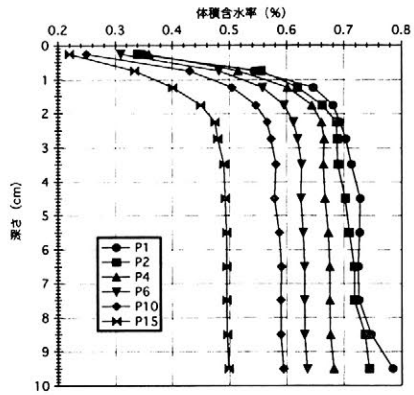


図3．PEG散布試料体積含水率分布

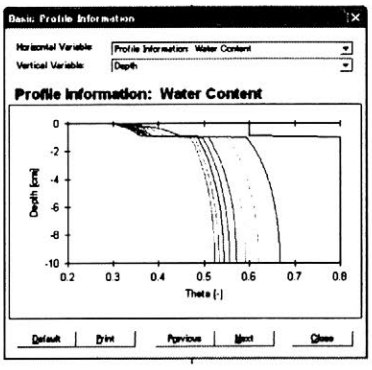


図4．PEG散布試料計算結果

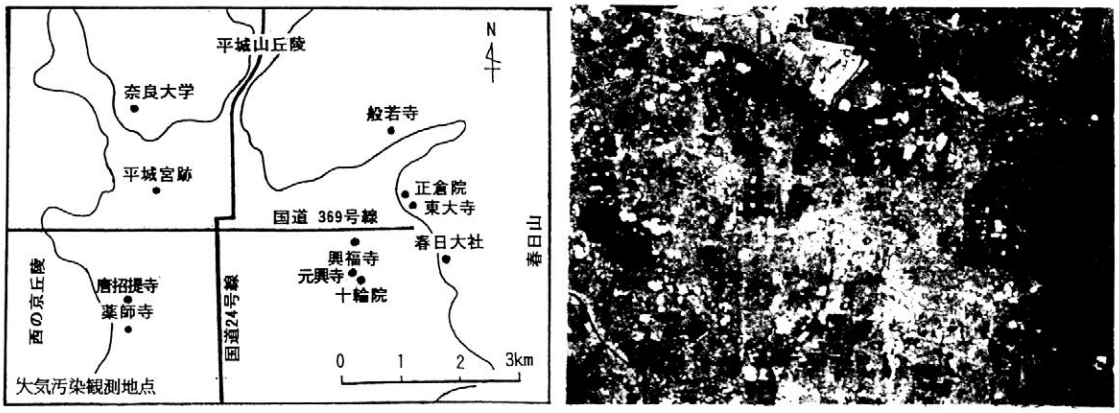
参考文献

HYDRUS-2Dによる土中の不飽和流れの計算
D.Rassam, J.Simunek, and M.Th.van Genuchten著
取出伸夫・井上光弘監訳（2004）

大気汚染が文化財に与える影響
—樹木林の大気汚染防御効果とその活用—

○西山要一*、峠美穂**
(*奈良大学、**大阪府文化財センター)

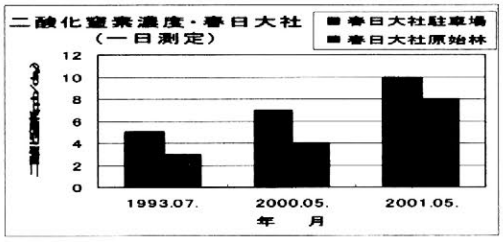
1　奈良の文化財の大気環境　奈良大学保存科学研究室では1989年から、奈良盆地北部の文化財が密集する東西5km、南北4.5kmの地域で大気環境調査を開始し、今年で15年目をむかえた(図1)。この調査で、二酸化硫黄と二酸化窒素は調査地域中央の工場密集地と国道交差点を最高値にして東西南北に拡散し、また、塩化物イオンは調査地域北方の奈良市清掃工場(ゴミ焼却場)を発生源として南東、南、南西方向に拡散し、木造建築物や金属製の燈篭、石製の塔などの文化財を覆い損傷を与えている実態を明らかにした。それとともに、ゴミの分別収集や焼却法の改善によって塩化物イオンは半減し、樹木林が大気汚染の流入を止めるとともに化学的浄化作用のあることも明らかになった。本発表は、樹木林の大気汚染防御をさらに多くのデータから明らかにし、樹木林を文化財保護環境の形成に活用することを提唱するものである。

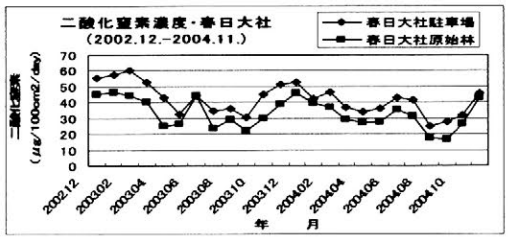


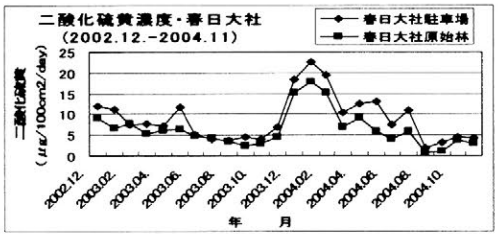
(1)

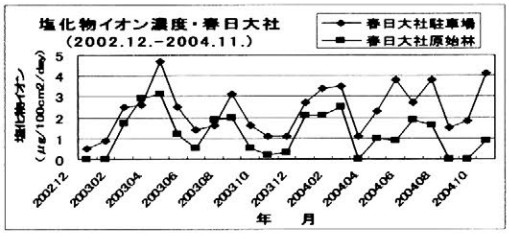
2 森林の大気汚染防御作用　奈良公園・奈良町で二酸化窒素の1日測定を行った1993年、2000年、2001年では、春日大社原始林内は原始林外(駐車場)に比して20~30%減少している(図2)。15年間の観測においても、原始林内は原始林外に比べて二酸化窒素は25~30%、二酸化硫黄は20~50%、塩化物イオンは30~60%減少している(図3.4.5)。この森林の大気汚染防除効果は、東大寺経庫(校倉)や十輪院本堂の内外の差よりも減少率は小さい(図6.7)が、東大寺金堂(大仏殿)内と外の差に匹敵する(図8)。

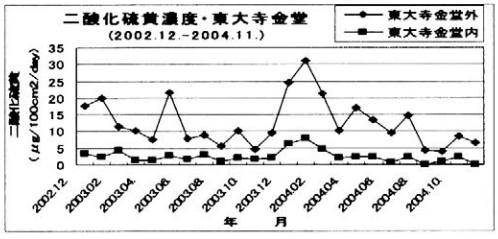
境内を森林が覆う唐招提寺の2004年3月から11月までの10か月間の調査においては、樹木林外として設置した東門と樹木林内として設定した金堂北では、現在のところその差はほとんどない(図9.10)。周囲を道路と田畑で取り囲まれていて風向も複雑に変化するなどの要因が加わっているためであろうか。今後も調査を継続する。

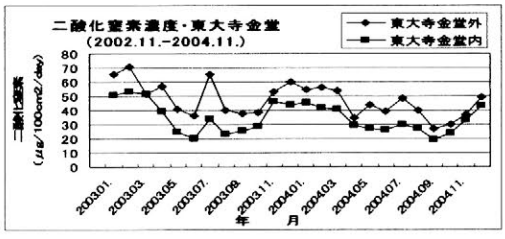
(2)


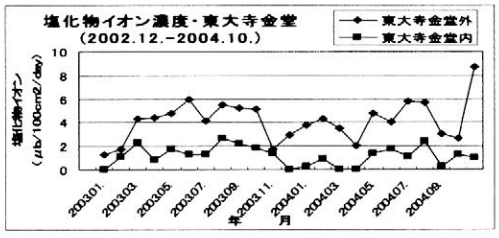
(3)


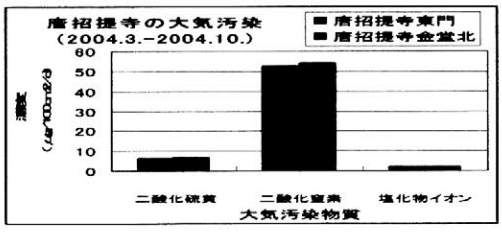
(4)


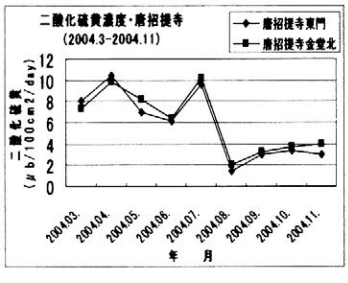
(5)


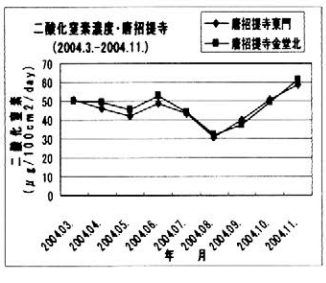
(6)


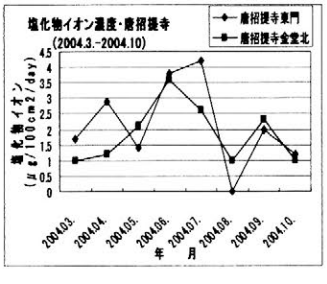
(7)


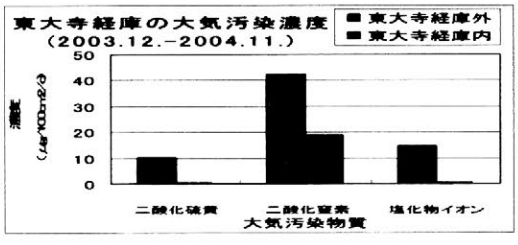
(8)


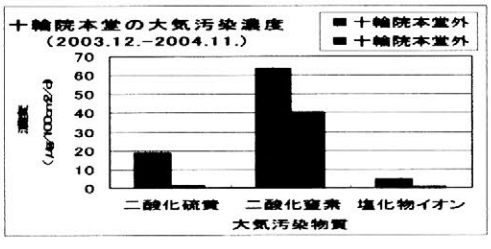
(9)


(10)






(11)


(12)


3 まとめ　樹木林は四季折々の色調や風情、また、景観においても文化財とよく調和し、しかも、文化財の劣化・損傷や彩色の褪色をもたらす酸性大気汚染を防御・浄化する効果がある。樹木林を利用した文化財保護環境の形成の研究をさらに進めたい。

熱伝導率による無機造形物の劣化度の定量的評価(4)

－レバノン国ティール市郊外地下墓の劣化度の“その場”測定－

西山要一*，○林 國郎*，西山正吾**

*奈良大学文学部文化財学科，**名古屋大学大学院

1．はじめに

2002 年より発掘調査が開始されたレバノン・ティール（現スール市）の東郊外およそ 3 km の丘陵斜面に点在するローマ時代の地下墓の一つである「TJ04」を，昨年から４年間で復元・公開する本学の計画の一環として，墓内の修復・保存処理に先立ち壁画の残る北側棺棚の石材表面を中心に，前報[1)]で開発した可搬型熱伝導率計により熱伝導率（λ）の *in situ* 測定を行い，表面層の劣化度の評価を試みた．

2．測　定

被測定箇所に熱伝導率測定用ポイント加熱プローブを押し当て，ヒーター部に 0.2A の電流を印加した際の，プローブの温度上昇（最大 25℃）を１分間，及び５分間測定し，１分間測定の結果から表面層の，５分間の測定結果との比から表面層直下の状態を，また，５分間の測定結果の基準温度上昇曲線の比較から，表面剥離層の有無と厚さを推測した．

3．結果と考察

表１　TJ04 の熱伝導率λの測定結果

測定点	λ (W/m^{-1}·K^{-1})		5分間/1分間	備　　考
	1分間	5分間		
1	1.20	1.38	1.150	石棺棚床石の上面
2	1.48	1.53	1.034	フレスコ画面上(波模様渦巻き部)（図1)
3	1.09	1.11	1.018	フレスコ画下地(波模様渦巻き部直上)(図1)
4	1.31	1.59	1.214	フレスコ画面上(波模様立ち上がり部の剥離面)
5	1.15	1.29	1.122	フレスコ画面上(波模様立ち上がり部)
6	1.21	1.40	1.157	フレスコ画面上(柱状模様剥離部)(図 2)
7	0.98	0.97	0.990	フレスコ画面上(天井部絵柄なし)(図 3)
8	0.97	-	—	フレスコ画面上(天井部絵柄なし，手で圧着)
9	1.08	1.35	1.250	フレスコ画下地(天井部モルタル剥落部)
10	0.96	1.09	1.135	フレスコ画下地(天井部モルタル剥落部)(図 3)
11	0.98	1.17	1.194	フレスコ画面洗浄部(天井部絵柄なし)
12	0.98	1.33	1.357	上段中央棺棚奥岩盤
標準試料	1.51	2.04	1.351	石英ガラス

表１に，各測定点における熱伝導率の測定結果を示す．測定点２，４～６の１分間測定の結果から，例えば図 1，2 に示すように石棺棚石面に描かれたフレスコ画面（測定点２,6）は，全般にかなり緻密な層（λが大）であるが，下地の漆喰(測定点３)はそれに比べると多孔質（λが小）であることが分る．これらと比較すると天井部(図 3)のフレスコ画面(測定点 7)，下地（測定点 9）共に，見かけよりもλは小さく劣化の進行が伺えた．

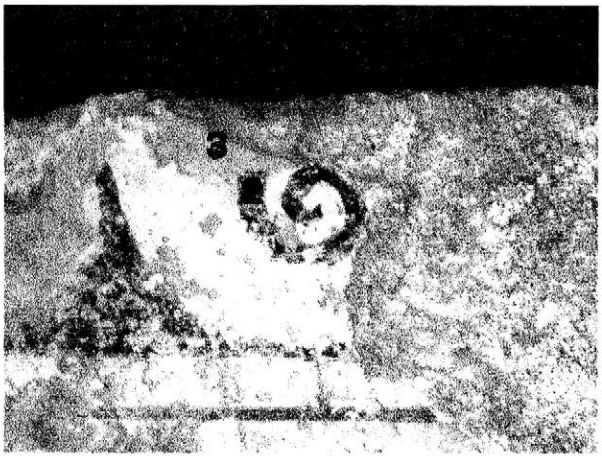


図１石棺棚表面の熱伝導率測定点

５分間の測定値にはプローブ固有の特性がオーバーラップしているので，これらの値は真の熱伝導率を示すものではないが，表面層直下の状態を推測できる可能性がある．すなわち，標準試料の結果にみられるように，均質な材料では５分間測定値は大きくなり，５分間/１分間の比は 1.35 程度であるのに対し，各測定点の比はかなり小さく，特に天井部には.極端に小さい部分が存在することが分る．

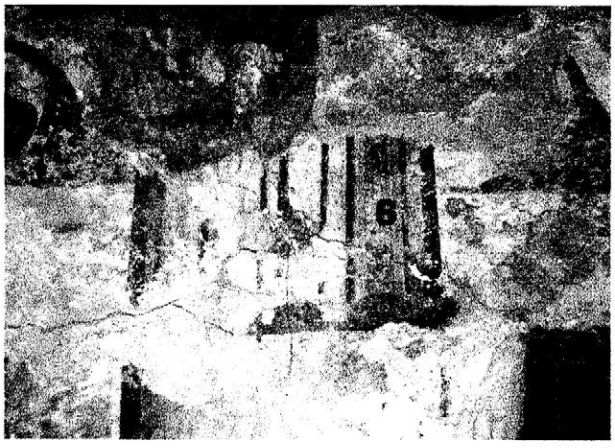


図２石棺棚表面の熱伝導率測定点

これらのことは，表面層の直下に多孔質相や剥離層が存在することを示唆している．剥離が観察される柱状模様部分(図 2の測定点６）の５分間測定の結果を，標準試料による基準線と比較した結果，80 秒付近に離脱点が見出されたので,前報[2)]の基礎実験結果から約 2mm の厚さで剥離している可能性が推測された．

図３天井表面の熱伝導率測定点

４．おわりに

１分間と５分間測定による熱伝導率，及びその比から表面層，並びに直下の状態を把握することを試みた．今後は,温度上昇曲線の厳密な解析を通してさらに確度の高い劣化度の評価を試みたい．

1) 西山，林，：日本文化財学会第 20 回大会発表要旨集，2003，p. 176.
2) 西山，林，竹原：日本文化財学会第 21 回大会発表要旨集，2004，p. 154.

イースター島モアイ石像の保存科学的研究
—トンガリキのモアイ石像について—

肥塚隆保*・高妻洋成*・脇谷草一郎*・○浦奈穂美**・沢田正昭***
*奈良文化財研究所　**京都大学大学院人間・環境学研究科　***筑波大学

1. はじめに

イースター島は、南太平洋東部、タヒチとチリ本土のほぼ中間地点（西経109°26′, 南緯27°08′）に位置する周囲58 km（166 Km^2）の小さな火山島である。島内には千体をこえるモアイがあると言われているが、その多くは風化・劣化が進行しており、その保存対策が急がれる。

今回、調査対象としたトンガリキのモアイ石像は1960年のチリ地震によって発生した大津波によって数十mにわたって流され大きく損傷した。その後、日本の援助等により、発掘調査の成果に基づいてアフが復元され、モアイ石像も推定される位置にもどされた。昨年度はユネスコ信託基金によって、モアイ石像の強化処置と撥水処置が実施され、トンガリキのモアイ石像15体についての修復が完了した。なお、奈良文化財研究所では当修復事業全般にわたってチリ国立保存修復センターと共同調査を実施してきている。

今年度はトンガリキのモアイについてモアイ石像の劣化状態と劣化要因を検討するためのデータを種々の方法により収集したので、その概要について報告する。

2. 調査法

モアイ石像は、大きく分類するとイースター島東部のポイケ山に分布する玄武岩質溶岩で造られたものと、ラノララク山に分布する火山砕屑岩で造られたものがあり、大半のものは後者の火山砕屑岩で造られている。今回調査したトンガリキのモアイ石像はすべて後者に属し、数mmから数十cmにおよぶ玄武岩質溶岩の角礫を多量に含む凝灰角礫岩で、火山性軟岩に分類される。

石材の表面状態を把握するため、実体顕微鏡等を用いた目視観察を実施し、併せて顕微鏡撮影をおこなった。また、劣化の大きな要因となる石材の乾湿状態の日変化を調べるため、赤外線吸光度計による吸光度測定、赤外熱画像法による石材表面温度測定、およびデータロガによる外気温・湿度測定を経時的におこなった。一方、肉眼では把握しきれない表層から内部の状態を調べるため、一部のモアイ石像に対して、打音試験法による周波数特性の解析および衝撃弾性波伝播速度の測定をおこない、目視等の結果と併せて劣化の状態を推定する試みをおこなった。

3. 結果と考察

結果の一部を以下に示す。当地域は亜熱帯性気候に分類され、乾季（11-4 月）と雨季（5-10 月）があり、年間平均気温 20℃前後、最も雨の多い 5 月は降水量が 150mm 前後に達すると言われている。今回、調査を実施したのは 2005 年 3 月で、最高気温が 30.5℃、最低気温が 18.5℃で、湿度変化は 45-95%と大きく、スコール状の降雨が時々あった。

今回調査したトンガリキのモアイ石像は背面を東（海側）に、正面を西（ラノラク山側）に向けている。1 日を通して、日照を遮るものはない。図 1 は外気の温湿度の日変化とモアイ石像の赤外線吸光度の日変化を示したものである。外気の湿度が最も高くなる夜間に、赤外線吸光度の値が高くなる、すなわち水分吸収が生じることが明らかである。図 2 は赤外線熱画像から読み取ったモアイ石像の背面と正面それぞれの所定の 1 点の表面温度と吸光度の経時変化である。背面および正面ともに日の出前に表面温度は最も低く、吸光度は最も高い。日の出と同時に背面の表面温度の急激な上昇と吸光度の低下が認められる。

打音試験の周波数解析の結果、a）健全な部分（高周波数域(6400Hz 付近)の存在)、b）表面が粉状化した部分（幅広い低周波数域の存在)、c）浮きを有する部分（特定の周波数域（2500Hz 付近）の持続）を検出することができた。

5．まとめ

今回、モアイ石像の水分状態を追跡することで、石像表面における水の動きを明らかにできたことは、劣化の要因を考える上で重要な知見を得られたものと考えられる。また、打音試験という簡易な方法により欠陥部分を検出できたことは、今後フィールドワークにおいて有用な情報を提示するものと思われる。

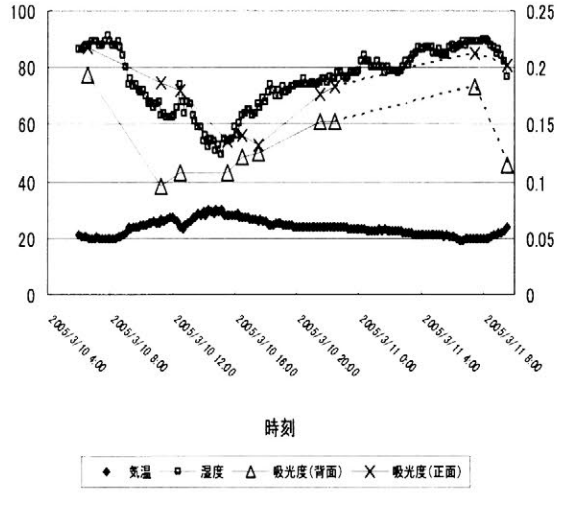


図 1　外気温湿度と吸光度の日変化

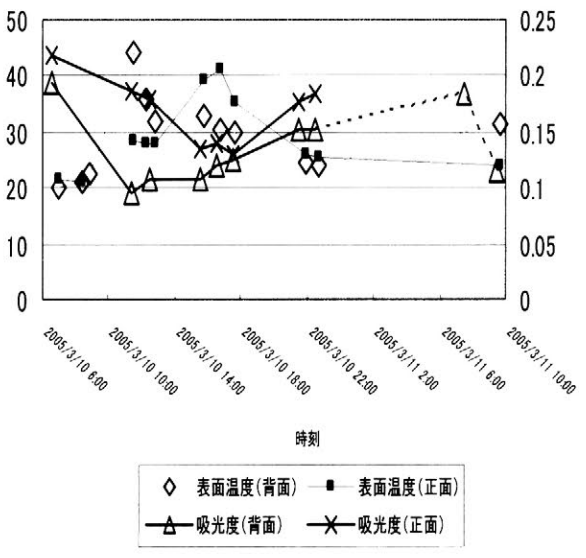


図 2　石像表面温度と吸光度の経時変化

厳島神社における丹塗柱退色現象と柱内水分量の相関

○森井順之*、是澤紀子*、川野邊渉*、島津美子**、洪正基***
（*東京文化財研究所、**Netherlands Institute for Cultural Heritage、***韓国国立文化財研究所）

1．　はじめに

厳島神社の国宝・重要文化財建造物の多くは、柱や高覧に丹塗りが施されている。丹塗りとは顔料に鉛丹（Pb_3O_4）を、膠着剤に膠を使用した伝統的な塗装である。これらは、厳島神社が海浜に立地しているがゆえに、床下からの海水浸入や海塩の付着などの影響を強く受け、短期間で白化・黒化など退色現象が生じることが問題となっている。

神社の美観や建材保護の観点から、退色した柱は再塗装が必要となる。しかし現在、短期間で退色が生じるため塗装頻度が上昇することは避けられず、人員・予算の面で問題となっている。そこで我々は対策立案に向け、まずはこれらの劣化現象が生じる要因について、現地観測による把握を行った。

2．　観測概要

2004年8月8日～13日の1週間、社殿・回廊の丹塗柱を対象に、退色状況の観察および木材水分計による水分量計測を行った。観測時は小潮～中潮期にあたり、木材水分量の潮位による変動は小さかったと考えられる。また、観測時の気候は概ね晴れであった。しかし、観測期間前に台風0410号が通過し、宮島町沿岸部では高潮被害が生じており、平常時に比べ木材水分量は高かったと推定される。

3．　観測結果および考察

丹塗柱の退色状況観察は、目視およびデジタル写真撮影により行った。撮影は、退色が目立つ床部周辺をクローズアップし、東西南北それぞれの面から撮影することで、柱の周囲全てを把握できるようにした。その後、撮影画像のデータベース化を行った。

丹塗柱の退色状況観察を行った結果、社殿内部では退色が確認できる柱が少なく、東回廊、西回廊の順番で多く確認された。特に西回廊では、天神社から反橋、能舞台までの領域において退色が目立った。

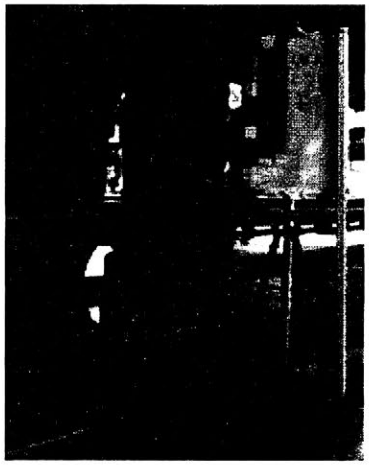
写真1は西回廊（反橋～能舞台間）の丹塗柱の床部を撮影したものである。この柱では、丹の白化・黒化など退色現象が見られるとともに塗装の剥離も目立つ。厳島神社での丹塗柱の退色は、白化、黒化、混合したものの3種類が確認でき、またこのように退色が目立つ柱では、同時に塗装の剥離も確認できた。

木材水分計による計測は、丹塗柱の天井部、中間、床部の3箇所を海側・山側から計測を行った。測定機器は、木材水分計タークH（(株) ケット科学研究

所、樹種選択スイッチ：ヒノキ類）およびTDR水分計（TRIME-FM3, S3F Surface Probe, IMKO Micromodultechnik GmbH）を用いた。

どの地点の丹塗柱も、天井部および中間部において計測値は5～20%と低水分であった。対比して床部では、塗装の退色状況により水分量が大きく異なる結果であった。そこで本研究では、丹塗柱床部の水分量に着目し解析を進めた。

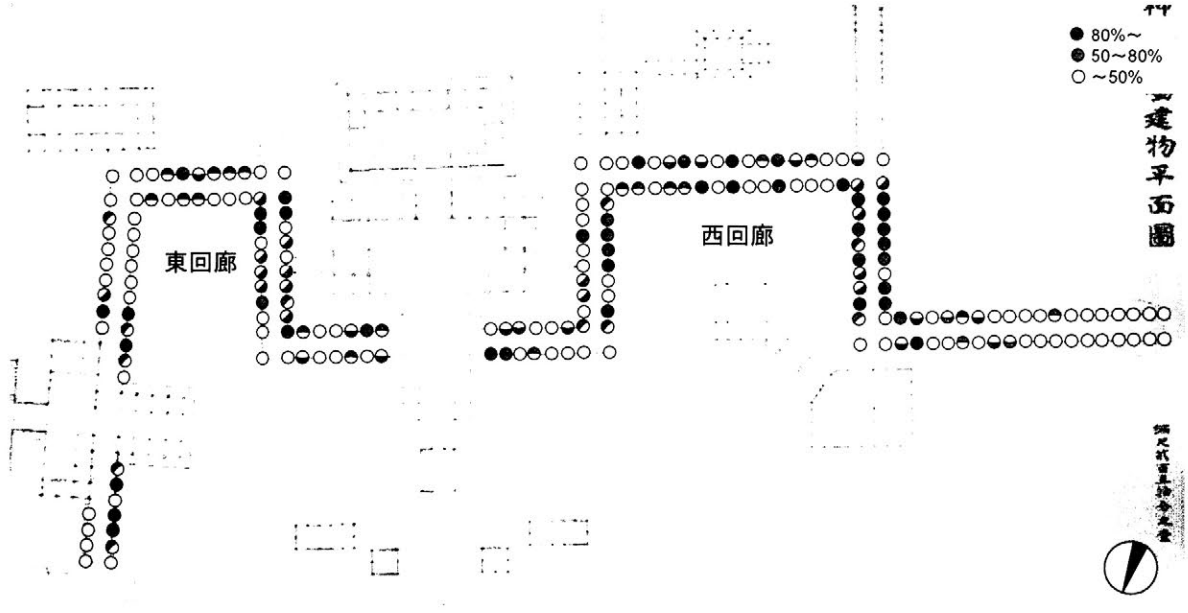
図は、東・西回廊における木材水分量計測結果を平面図上に表示したものである。水分量 80%以上（図中●印）の柱は、東回廊では朝座屋から本社拝殿まで、西回廊では天神社から反橋、能舞台までの部分に多い。この結果は退色状況観察における退色が目立つ部分と一致し、丹塗柱の退色と木材水分量に強い相関があることが明らかとなった。



退色した丹塗柱

4．　おわりに

本研究では、厳島神社における丹塗柱の退色要因を解明するため、退色状況観察および木材水分量の測定を行った。測定および解析結果より、丹の退色と木材水分量に強い相関があることが明らかとなった。また、既往の研究から丹の退色には海水塩分の影響が強いことが知られているが、本研究の成果から、現地では高水分量、つまり劣化の進んだ柱ほど退色現象が起きやすいことが明らかとなった。



東回廊・西回廊における木材水分量の平面分布

繊維や漆が付着した保存処理済み鉄製遺物の再脱塩処理方法の検討

○松井敏也*、手代木美穂**、松田泰典**、川向聖子***
＊筑波大学大学院、＊＊東北芸術工科大学、＊＊＊山田町教育委員会

【はじめに】

保存処理後、脱酸素剤と共に封入され保管されていた鉄製遺物に進行性の腐食生成物が観察され、遺物に亀裂や剥離などの損傷が認められた。これらの新たな腐食生成物はその形状と大きさから塩化物ｲｵﾝと硫酸ｲｵﾝが局所的に300ppm以上存在していると考えられ[1,2]、再処理の必要性が生じた。遺物には漆塗膜や木質、錆化した有機質（主に繊維質）が存在し、処理の際に施された合成樹脂を除去するとそれらは著しく脆弱であった。これら繊維や漆などの有機質遺物が付着した遺物の再処理に際して、腐食促進陰ｲｵﾝの含有量の把握と再脱塩処理が有機質に与える影響を検討した。

【資料の状態調査と樹脂の除去】

遺物表面には新たな腐食の進行により亀裂が生じており、保存処理時に施された合成樹脂が糸状に伸び、その強度は失われていた。腐食生成物は表面より鍛接に沿い内部に向かって階層に発生しており、再脱塩処理による腐食生成物の変化により新たな亀裂の発生が予測できた。現状の確認をX線透過写真により行った。新たな腐食の進行が著しい破片資料を用いて高温高圧脱酸素水処理法を行い、処理により溶出するｲｵﾝ量を推定した。その結果、およそ塩化物ｲｵﾝ0.7%、硫酸ｲｵﾝ5%以上の量が含まれていることがわかった。処理した破片資料は処理中に崩壊が進んだため、本資料の処理方法から本処理法は除外した。また、有機質遺物（主に漆塗膜）の破片を用いて加温とアルカリ溶液に対するテストを行ったところ、加温40℃の条件下で塗膜の軟化が認められた。これらの調査を経て、有機溶剤にて樹脂を除去後、次の脱塩処理を行った。

【再脱塩処理法の検討】

上記の事から処理法には純水を用い、液中に静置する方法を基本とした。資料は鉄剣2点、刀子、鉄鏃、馬具を用いた。資料に付着する有機質遺物や処理中の遺物の崩壊などに対して資料表面をシルクスクリーンと不織布で包帯し養生を行った。処理中は定期的に塩化物ｲｵﾝ、硫酸ｲｵﾝ量の確認と溶液のpHの測定を行った。鉄剣から溶出した塩化物ｲｵﾝ、硫酸ｲｵﾝの推移を図1に示す。図中の各数字は次の処理条件における処理期間であることを示す。

① 資料を純水中に浸漬したところ脱塩開始後5日目に塩化物ｲｵﾝ、硫酸ｲｵﾝともに溶出量がピークとなり、その後10ppm以下に急激に減少した。処理期間は7日間である。

② 溶液を流水させて陰ｲｵﾝの溶出を促した。流水条件は処理容器上部にタンクを設置し、12ml/minの純水を処理容器に給した。約2日で処理容器の全量（約30ℓ）が交換できる流量である。硫酸ｲｵﾝは一時的に増加したが、塩化物ｲｵﾝ量は増えることなく10ppm以下のまま推移した。処理期間は27日間である。

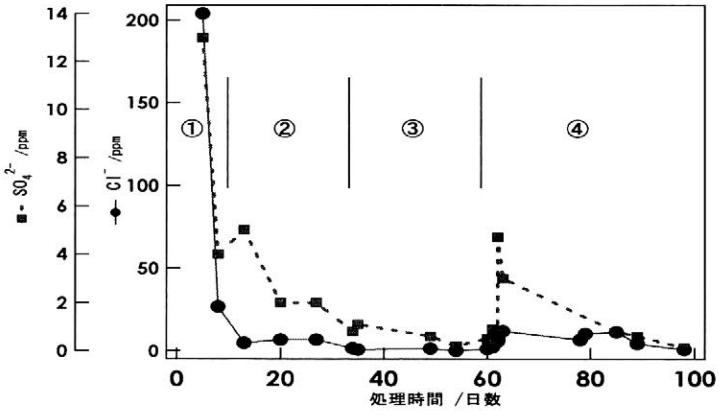


図1　脱塩処理中の溶出イオンの推移

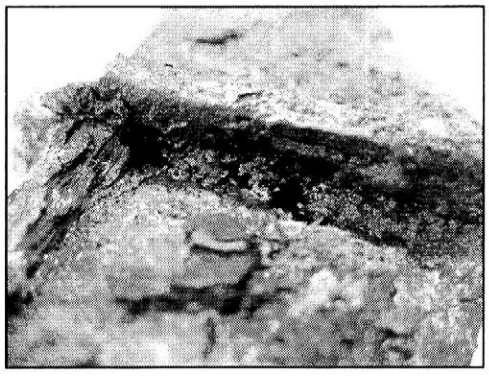


図2　処理④で見られたさびの沈着

③ 可溶性腐食生成物の処理液への溶解度と拡散を促す目的で、流水条件のまま処理溶液を40℃に加温し、陰ｲｵﾝ量の推移を測定した。しかしながら、溶出ｲｵﾝ量は加温前と同量であり、純水による脱塩効果はこれ以上望めないと判断した。処理期間は30日間である。この条件下では処理液のpHが徐々に酸性側に傾いた。加温は溶出ｲｵﾝの促進に大きな効果を期待できず、有機質の軟化が認められた。処理終了後、資料を乾燥させ表面状態の確認を行った。

④ 脱塩液をアルカリ性にし、中性溶液では安定な腐食生成物の溶解を試みた。溶液にはNa_2CO_3(1mol/ℓ)と$NaHCO_3$(1mol/ℓ)の混合液(pH10)を用いた。これも処理液は流水である。開始後陰ｲｵﾝ量の増加が見られ、新たな腐食促進因子の溶出が観測された。それに伴い資料上面側に赤褐色のさびの層が厚く堆積した（図2)。有機質にも沈着が見られ、その除去は非常に難しい。資料の裏面側にはさびの堆積は見られない。pHは9付近にまで傾いたがその後それを維持した。処理期間は27日間である。加温は行っていない。①から④までに検出した総陰ｲｵﾝ量は一番多い資料で塩化物ｲｵﾝ10%、硫酸ｲｵﾝ2%にもなった。脱塩後は純水で十分に洗浄を行なった。

【まとめ】

陰ｲｵﾝは常温で純水を流水させた処理期間（①と②）に総溶出ｲｵﾝ量の90%が検出された。処理液をNa_2CO_3と$NaHCO_3$の混合液にすることで新たなｲｵﾝの溶出があったが、資料表面にさびの沈着が見られたことから表面の養生方法に検討を要する。

以上の結果、本資料が属する一連の鉄製文化財の再処理法は①常温純水－流水、②常温Na_2CO_3・$NaHCO_3$混合液の2ステップの処理法が望ましいであろう。脱塩処理中は常に生成するさびの除去と有機質遺物の変質等に留意する必要があり、処理前に有機質部位には非水溶性の樹脂で強化する必要がある。

1）松井敏也など、“日本から出土した鉄製遺物の腐食生成物の形状と腐食促進陰イオンとの関係”考古学と自然科学、No.37、pp.25-36（1999）

2）松井敏也など、“出土鉄製文化財の保存処理における腐食状態の解明”東北芸工大紀要、No.8、pp.66-70（2001）

「特別史跡キトラ古墳」壁画の保存と管理
―仮設保護覆屋の設置と環境モニタリング

○三浦定俊、佐野千絵、犬塚将英、吉田直人、木川りか、石崎武志、
森井順之、山本記子、加藤雅人、早川典子、川野邊渉、青木繁夫、
村上　隆、高妻洋成、降幡順子、肥塚隆保
独立行政法人　文化財研究所

1．はじめに

キトラ古墳（奈良県高市郡明日香村）は、二段築成の墳丘をもつ円墳で、墳丘内部には凝灰岩切石を組み合わせた石室がある。1983 年のファイバースコープによる内部探査(飛鳥古京顕彰会、NHK)で北壁の玄武が発見され、その後 98 年の小型カメラによる写真撮影(明日香村、NHK)など数回にわたる調査の結果、石室内にはその他にも、天井に天文図、壁面に四神（青竜・白虎・玄武・朱雀）があることが判明した。漆喰面が石面から浮き上がっているなど緊急に保存処置が必要であったため、文化庁は 2001 年 7 月『特別史跡キトラ古墳の保存・活用等に関する調査研究委員会』(文化庁文化財部記念物課、平成 13 年度～、http://www.bunka.go.jp→「文化財の保護」)を組織した。ここでは、これまでの文化財研究所を中心とした活動について紹介する。

2．保存管理体制

『特別史跡キトラ古墳の保存・活用等に関する調査研究委員会』は、予備調査と壁画保存処置のための覆屋建設、発掘を含む本調査、緊急の壁画保存処置、公開施設を検討する委員会で、その下に作業部会を設け具体的な実施内容や調査結果等について検討している。委員会の決定に基づき調査が進められるが、キトラ古墳壁画の調査・壁画処置作業については一括して独立行政法人文化財研究所が受託し、奈良は主に発掘（藤原宮跡発掘調査部）と保存処置（埋蔵文化財センター）を、東京は主に保存管理（保存科学部）と壁画処置（修復技術部）を担当している。事業を進めるに当たっては東京・奈良の両調整官の下、関係者が随時集まって協議している。

3．環境監視状況

2001 年の小型デジタルカメラによる内視調査、石室位置確認などの予備調査後、任意の温度で相対湿度を 100％に保てる「特別史跡キトラ古墳仮設保護覆屋施設」が建設された。環境ステーションも屋内外に設置され（測定項目:石室内の温度、相対湿度、炭酸ガス濃度、小前室内の温度、相対湿度、炭酸ガス濃度、地中温度、土壌水分量、風向、風速、雨量、日照量など）、測定したデータは１時間ごとに文化財研究所（東京・奈良）に転送され、監視を常時行っている。

4．調査・発掘・保存処置の経緯

2004 年１月、石室内空気組成と浮遊菌量測定などの準備調査を皮切りに、発掘調査が開始された。温度変化は湿度変化を招き漆喰の乾燥収縮を引き起こすため、入室人数を制限し、特に石室内流入土の除去・床面の発掘にあたっては石室内温度が１℃以上上昇すると作業を中止した。石室内は狭く作業は困難を極めたが、ハイドロキシプロピルセルロースやレーヨン紙を使って壁画剥落を防ぐ措置をし、石室内に壁画の保護枠を設置して発掘を進め、無事に完了した。床面には漆塗木棺片が堆積し、遺物として人骨片、銅製の棺金具、金銅製の金具、鉄製の金具、琥珀玉等が出土した。

2004 年７月、第６回調査研究委員会において、東壁青龍等は石面からほぼ剥離していること、西壁白虎は一部接着している部分を除き剥離して、全体的に浮いている箇所が多いなど、壁画がきわめて危険な状態にあることが報告された。現地で保存、石材解体などの案が検討されたが、今にも脱落する危険の高い壁画を安全に確保して保存し、史跡もできるだけ損なわないようにということで、壁画を取り外した上で十分な保存・修復を行うこととなった。さらに９月第７回調査研究委員会で、古墳内に残った壁画についても将来にわたって現地に残すことは、乾燥収縮による劣化、頻発するカビ被害による汚損の危険が大きいと判断され、すべての壁画を取り外すことが決定された。

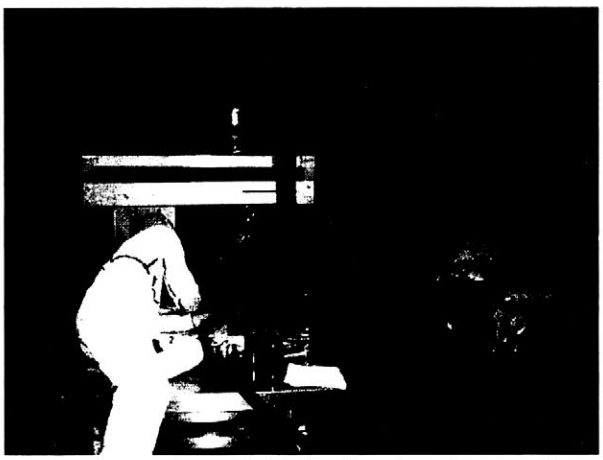


写真　壁画点検作業（石室入口）

2004 年８月～９月、３回に分けて十二支（戌）、青龍、白虎の順に、石室から運び出された。十二支（戌）はほとんどの部分が剥離しており、最初に取り外すこととなった。漆喰層は小豆粒大の固まりの周囲に粉状の漆喰が詰まり、表面を堅い皮状の漆喰が覆っているような状態であった。また青龍を取り外した跡の石面には白色のカビが広範囲に繁殖していた。取り外した壁画は現在、15℃低酸素濃度下で保管されている。

5．現状

週に２回の体制で奈良と東京の研究者が交互に現地へ赴き、壁画の点検、取り外しのための樹脂強化、必要に応じてカビ処置、保存環境の点検などを行っている。また白虎の前肢など残された壁画は順次、取り外しの作業が今後進められる。発掘直後に比べて石室内は、カビの種類と量が増し、トビムシ等も出現しているが、無事にすべての壁画が取り外せるよう、文化財研究所の研究者が一丸となって取り組んでいる。

「特別史跡キトラ古墳」壁画の保存と管理
ーキトラ古墳石室等における生物被害とその対処

○佐野千絵、木川りか、吉田直人、犬塚将英、山本記子、加藤雅人、早川典子、
青木繁夫、村上　隆、高妻洋成、降幡順子、肥塚隆保、三浦定俊
独立行政法人　文化財研究所

1．　はじめに

2003 年夏に完成した「特別史跡キトラ古墳仮設保護覆屋施設」では、当初から生物被害に対する対策が問題となった。本報告では、キトラ古墳壁画保存のための生物被害処置と現在の状況について、発掘作業中、壁画取り外し作業中、現在の点検監視体制に分けて、保存処置の過程で生じた問題点とそれに対して行った処置を報告する。

2．　保存施設引き渡し直後

2003年8月、発掘調査準備のために土嚢を撤去したところ土嚢の間に白い塊(後にキノコの仲間と判明)が見つかり、数日で小前室墳丘土は白い菌糸に覆われた。この時点の小前室温度は、カビが著しく繁殖しやすい条件にあった。発生したカビを、滅菌綿棒にて採取し、MA培地にて培養し、主要なカビを調査したところ、*Trichoderma sp.*、 *Penicillium sp.*、*Aspergillus sp.*、 *Fusarium sp.*(以上、不完全菌類)、 *Cunninghamella sp.*(接合菌類)などが主要な種として検出された。いずれも、土壌のなかに一般的にみられるカビである。一般的に*Fusarium sp.*や接合菌類には薬剤耐性の高いものが多いと言われている。

小前室の容積は 60m^3 超、約 100％RH の高湿度環境下で、水に溶けやすいホルムアルデヒドガスでは有効に空間燻蒸できない。また、発掘作業に関係する人々への健康影響の観点からも、有毒ガス残留が予想される化学薬剤塗布処置・燻蒸は避けねばならない。エタノール塗布・噴霧や土の除去などカビ処置を繰り返したが増殖は止まらず、発掘は延期となった。化学薬剤による消毒は表面殺菌には有効であるが、土の内部までは殺菌できない。また土壌は微生物の宝庫であり、水分移動に伴い微生物・有機物・塩類移動を起こし、カビ等再発は避けられない。カビ生育要件の水・酸素・栄養物のうち制御可能なのは水分量のみと判断し、我々は土壌水分量調節を目的に、ポリシロキサン樹脂による土壌水分安定化処置を選択した。シロキサンはケイ素と酸素が交互につながった高分子で、シリコーンの主骨格である。ポリシロキサン樹脂は、ポリマー側鎖に親水基をつけて親水性を持たせ、またポリマー長さを調整することで土壌等への浸透性を調節している。そのカビ抑止能力は東京都三鷹市出山横穴古墳などで実績がある。2 週間間隔で 3 回に分けて 1m^3 あたり 2kg を撒布したところ、カ

ビ生育を抑止でき、また表面が硬くならないように配合して処置したためその後の発掘にも支障がなかった。

3．発掘作業中の状況

キトラ古墳の墓道部の発掘に伴い、2004年3月以降、石室入り口や石室内等にカビが発生している。ただし発掘中は、つねに監視を怠らない関係者の多大な努力によって、即座に殺菌、除去作業が行なわれてきたため、壁画に繁殖が拡がるような事態には至っていない。主要種は*Trichoderma sp.*(主に2種類)、*Penicillium sp.*である。いずれも、土壌のなかに一般的にみられるカビである。カビが発生した箇所については、局所的に消毒用エタノールにより念入りに殺菌作業が行なわれ、必要な場合にはパラホルムアルデヒド燻蒸が行なわれた。なお発掘作業中に、朱雀赤色顔料のその場分析を行い(2004年4月、早川泰弘)、水銀が検出された。漆喰下地からは鉛は検出されていない。

4．壁画取り外し作業中の状況

2004年8月初旬に石室内にて、剥離した壁画を取り外す作業が行なわれた。青龍を取り外すとその下にカビの菌糸が発見された。取り外した壁画は、脱酸素剤（RPsystem-Kタイプ、 三菱ガス化学株式会社）とともに封入され、カビの発生を抑制した状態で保存されている。

一方、小前室内に露出された石材に、黒から褐色の剛毛のような構造をもつカビが発見され、杉山純多東京大学名誉教授による同定の結果、*Phialocephala sp.*のカビとわかった。壁面を着色するため、広がらないように注意を払っている。

5．現在の管理状況

5月には取り外し処置が再開され、夏までに石室内に残された白虎前肢も保護される予定となっている。現在は週に2回の体制で奈良と東京の研究者が点検などに赴き、環境を管理している。このように石室の監視体制を整えてカビの早期発見と処置が行なわれているため、石室内でカビが大発生するような事態には至っていない。しかしながら、石室内では、いぜんとして、*Trichoderma sp.*、*Penicillium sp.*、*Fusarium sp.*などが主要種として小規模ながら発生しており、警戒を怠れない状況である。小前室および石室内のカビ増殖速度を抑えるために、石室入口を閉めた状態で小前室温度を低温側に制御する、あるいは間欠的に小前室湿度を低下させるなど、カビ生育速度を抑制するさまざまな手法を採り入れている。特に作業者が多数入室し、長時間作業となる壁画取り外しでは、壁画面を乾燥させないように水分量を維持させながら、なおかつ作業者のための新鮮空気を循環させなければならない条件下でのカビ制御となり、常に手探りの状況である。

本報告が今後、同様の環境でのカビ等の微生物制御について、情報を提供することになれば幸いである。

古墳石室内における温度・湿度制御のための基礎研究

犬塚将英、石崎武志
東京文化財研究所

1. はじめに

高松塚古墳やキトラ古墳のような古墳石室内における壁画の保存を緊急的または恒久的に検討するうえで、石室内の温度と相対湿度のモニターと制御は非常に重要な課題である。本研究では、高松塚古墳の原寸大模型を用いて、石室内部の保存環境制御法の検討を目的とした基礎研究を行なった。

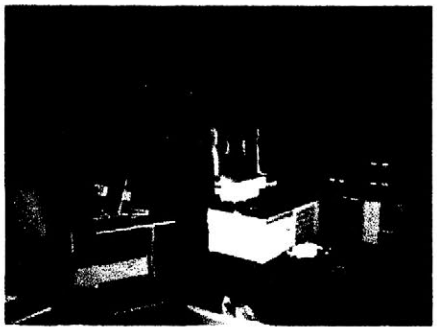
特にカビや虫などの生物被害に関する対策のひとつとして、石室内の温度を低く保つ措置が考えられる。この目的のために、（１）サーモモジュールを用いて石室内部を直接冷却する方法と（２）壁体外部から石室全体を冷却した場合を想定し、この時に石室内部の相対湿度を制御する方法、について調べるために実験を行なった。

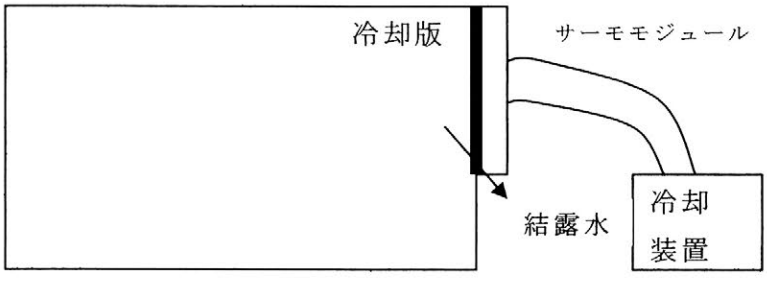
2. サーモモジュールを用いた冷却実験

石室内部を直接冷却する方法を検討するために、下の写真と図に示されているようなスチロール系で制作された高松塚古墳の原寸大模型の盗掘口部分にサーモモジュールを設置して、模型内部の温度と相対湿度の変化と分布を測定した。半導体素子に電流を流して温度差を起こさせるペルチェ効果によって内側に取り付けてある金属板を冷却する、というのがサーモモジュールの動作原理である。今回使用したサーモモジュールの冷却能力は１００W程度である。

模型内部には、約 10 箇所の地点に温湿度データロガーと熱電対温度センサーを設置し、サーモモジュール使用時における温度下降の時間変化と空間分布の測定を行なった。また、得られた測定結果と、計算機流体力学(CFD)シミュレーションで計算された結果との比較も行なった。

実際の壁画古墳内部では、相対湿度がほぼ 100%という高湿度であることが多い。結露の原因となる温度勾配を軽減するためにファンを設置した比較実験も行なった。





3. 冷却時における石室内部相対湿度の制御

実際の壁画古墳の石室内では相対湿度がほぼ100%に保たれているため、前項で示した測定系ではこの点が現実を反映していない。この問題を改善するために、内部の相対湿度をほぼ100%に保った高松塚古墳原寸大模型を新たに作成した(左下写真)。壁は厚さ5mmまたは10mmの透明なアクリル板で構成されており、天井を除く面にはアクリル板の内側に厚さ20mmのケイカル板を挿入した。高い空隙率を有するケイカル板に水分を充分含ませておくことにより、空間内の相対湿度をほぼ100%に保つことができる。また、壁体に透明なアクリル板を使用したため、空間内の空気の移動を視覚的にとらえることが可能である。

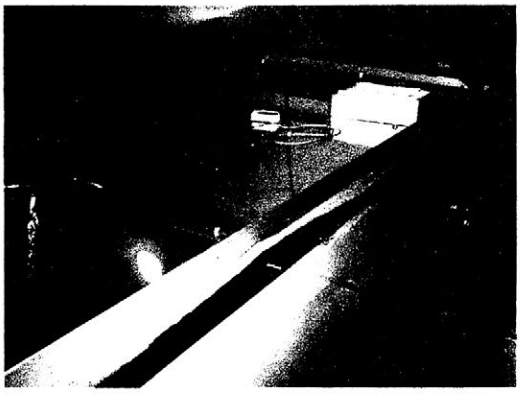
この原寸大模型をエスペック社製恒温恒湿槽の内部で組み立てた。今回は、壁体外部から石室全体を冷却した場合を想定して恒温恒湿槽の温度設定を20℃から15℃へ変化させた時に、石室内部の相対湿度の制御および結露防止策に関する検討をするために、以下の2通りの実験を行なった。

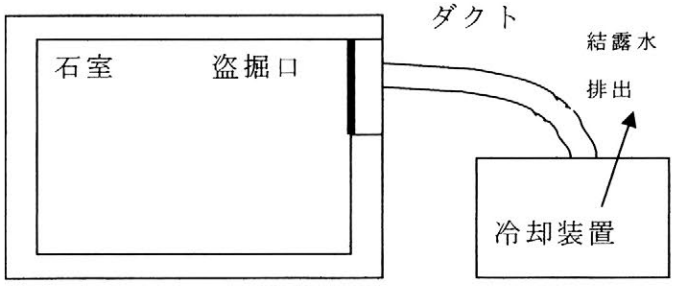
3-1. 家庭用除湿器を用いた実験

温度を20℃から15℃へ下げた時に生じる余剰水分を家電用除湿器を用いて排出できるかを試みた。除湿器の吸込口と吹出口にそれぞれダクトを取り付けて、その2本のダクトを盗掘口を通して模型に設置した。そして除湿器を作動させた時の模型内の相対湿度の時間変化と空間内の分布を測定した。

3-2. 冷却装置を用いた除湿実験

上記の除湿器を用いた方法には、壁面を損傷しないように吹出口から出てくる乾燥空気の風速の制御が必要となってくる。一方、石室内の空気に大きな流れを生じさせない方法として、石室外に冷却点を設けて、そこに結露を生じさせることにより石室内の除湿を行なう方法が考えられる。今回の実験では、右下図にあるようにダクトを介して冷却装置を石室外に設置した。前項の実験と同様に、冷却装置を作動させた時の模型内の温度と相対湿度の時間変化と空間内の分布を測定した。





北海道開拓の村の歴史的建造物の壁面劣化調査（その２）

○高見雅三*、石崎武志**
*北海道立地質研究所, **東京文化財研究所

はじめに

開拓の村は、北海道の開拓の歴史を体験的に学ぶことのできる野外博物館として開村されているが、ここ数年、石壁や漆喰土壁の剥落が発生している(写真1,2)。これらの劣化のメカニズムを把握するため、石造及び漆喰土壁の建造物劣化の現況調査や、石造建造物の旧小樽新聞社周辺で温湿度・風速・日射量などの微気象観測を行っている。また、旧小樽新聞社の壁面においては、全方位（東西南北面）の壁面温度を連続測定している。

写真１．旧小樽新聞社の石壁の劣化

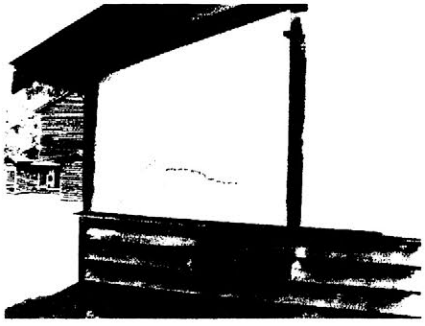


写真２．旧大石三省堂支店の漆喰壁の剥落状況

石崎ほか(2002)は、凝灰岩の凍結－破砕に有効な温度幅が－４℃以下、＋４℃以上（福田、1984）であることを用い、 2000 年秋-2001 年春の観測結果から旧小樽新聞社の凍結－融解の繰り返し回数を算出した。この結果、南面の回数は他の面と比べて遙かに多いこと、また、現況調査の結果から、着雪が春先の南壁面に見られること、さらに壁材が空隙率の高い凝灰岩であることなど、南面は凍結破砕を引き起こす３条件が充分整っていると報告した。また、一度劣化した壁表面は凹凸に富み、着雪しやすくなることから、春先の融雪水が壁材内に浸透し、夜、気温の低下とともに内部で再凍結し、さらに凍結破砕させていると結論づけた。

漆喰土壁の建造物においても、石造建造物の劣化のメカニズムと同様に南面の凍結－融解サイクルの出現頻度が関与していると推測されるが、漆喰そのものは、難透水性でかつ非凍上性材料であり、また土壁そのものの含水率も低いと予測されるなど、凍結破砕を引き起こす３条件が充分整っているとはいえない。しかし、旧大石三省堂支店などの南面で漆喰土壁の剥落（特に壁面の下側）が春先に見られる(写真 2)。そこで、土壁の劣化のメカニズム解明するため、漆喰土壁（以下、試験壁）を作製し、水分量などの観測を開始した。

実験の概要

試験壁は、幅 1m×高さ 1m×厚さ 0.15m の木枠で囲まれ、修復中の漆喰建造物と同じ材料でかつ同じ施工工程で作製した(写真 3 右下)。壁の中段(中央)と最下段の位置にそれぞれ４工程毎に TDR センサーを埋め込み、壁面内部の水分連続測定を行った。試験壁は、2001/8/9 から 2002/8/2 まで屋内で養生し、2002/8/2 以降は屋外に設置した。屋外に設置した際に、新たに雨量や試験壁裏面・周辺の温湿度の観測を開始した。土壁中の水分量のシ

ミュレーションには、ドイツドレスデン工科大学で開発された多孔質体中の熱水分移動解析ソフトウェア(Delphin4)を用いた。

観測結果と考察

試験壁は、2～4 工程まで既に施工済みの壁面まで水分は浸透し、ともに乾燥する。このことはDelphin4 によるシミュレーションでも同じ結果を得ている。屋外に設置した後の内部の水分量は、湿度変化により若干変動するが、平均的に体積含水率で5%程度と少ない。このことから、凍結破砕を引き起こす３条件が充分整っているとはいえず、土壁の南面の劣化は説明できない。

2002 年夏-2003 年冬まで試験壁は、目立った劣化は見あたらなかったが、2003 年冬-2004 年春にかけて左隅(南西角)に亀裂が発生した(写真 3)。この場所は、構造的に木枠の側面・下面が交差する角にあたり、条件が整えば両面から水分供給が可能な場所である。また、凍結－融解サイクルの出現頻度の高い南面と西面にもあたる。さらに、春先の土壁内部の水分量は、壁の中段よりも下段の方がやや高くなることが観測された。一方、開拓の村にある土壁建造物の劣化の多くは、木枠との境界部分（写真 2）でみられる。

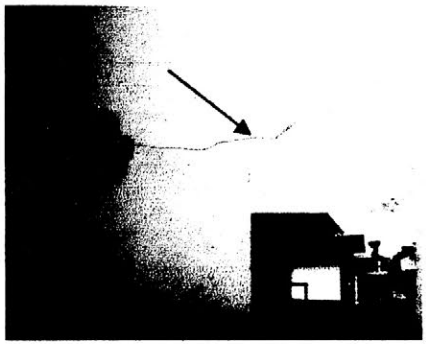


写真 3. 試験壁での亀裂（右下：作製した試験壁と観測機器）

このことから、土壁の劣化のメカニズムについて検討した。まず、春先の南風による湿った雪が壁下部等に着雪し、それが日中融雪する、または、屋根からの融雪水の滴が南風により壁面下部を湿らせる。この融雪水が土壁と木枠の隙間から壁内部に浸透し、夜にそれが内部で再凍結する。この現象が春先に何度か繰り返されることにより、劣化すると結論づけられる。

まとめ

開拓の村にある漆喰土壁の建造物は、石造建造物と同様、南壁面での劣化が顕著である。土壁のように水分量が低い場合、凍結－融解サイクルの出現頻度の他、一過性の寒さと水分（融雪水）が最も劣化に影響を与えると結論づけた。この結果に基づいた防止対策については、今後の課題としたい。

調査にあたっては、北海道開拓記念館の小林幸雄氏、小林孝二氏、北海道開拓の村の中島鉱一氏には協力を頂いた。ここに、記して謝意を表します。

参考文献

福田正己(1984) 小樽手宮洞窟壁面遺跡の凍結破砕防止に係わる基礎的研究、低温科学物理編, 43, 171-180.

石崎武志・高見雅三(2002)：北海道開拓の村の歴史的建造物の壁面劣化調査、日本文化財科学会第 19 回大会研究発表会要旨集、108-109.

薬剤含浸処理した資料の接着の力学的研究（４）

○川本耕三*, 石井里佳*, 中越正子*, 江野朋子*, 中村晋也**
（*財団法人 元興寺文化財研究所, **金沢学院大学）

1. 緒言

発表者らはこれまで5年間、力学的試験法により保存処理法を評価する研究を科学研究費により行ってきた。PEG 含浸法や脂肪酸エステル法によって保存処理した出土木製品に残存する薬剤成分がエポキシ系接着剤やシアノアクリレート系接着剤に悪影響を与えることによって接着強度が低下すること、パラロイド B-72 をエタノールやアセトン溶液として用いた場合、ハイスーパー5、同 30 は強度低下を起こすことなどを報告した。

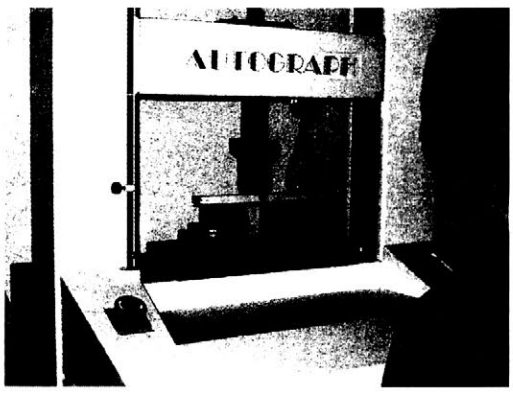
本研究では土器（埴輪）や民具（木質材料）の接着・充填に用いられる樹脂の含浸薬剤や溶剤など資料内に残留する薬剤から受ける影響（劣化）についてオートグラフを用いた力学的試験法により検討した。

2. 実験

土器（埴輪）を想定した試料は、粘土（信楽白）と川砂を 8 対 2 で混合し断面 30×10mm 長さ約 200mm の直方体に 750℃で素焼きにしたものを用いた。

この試料を酢酸ビニル系接着剤 コニシ（株）製「ボンド木工用」、ニトロセルロース系接着剤 セメダイン（株）製「セメダイン C」、エポキシ樹脂系接着剤 同社製「ハイスーパー30」等で突合せ接着した後、水、エタノール、酢酸エチル、キシレンなどの保存処理で用いる溶剤や、アクリル樹脂ロームアンドハース社製「パラロイド B72」の 13%キシレン溶液に 1 週間浸漬し、乾燥後に JIS K 6856（接着剤の曲げ接着強さ試験方法）に準じ、オートグラフを用いて試験速度 5mm/min で最大強度と最大変位を測定した。

また、民具（木質材料）を想定した試料は、杉（現生）材を繊維方向が長軸に平行になるように断面 20mm 角の正方形、長さ約 320mm に切断したものを用いた。



実験方法は土器（埴輪）と同様で、接着剤は「膠（三千本）」50%水溶液、エポキシ樹脂系接着剤として、「ハイスーパー5」、「ハイスーパー30」、ハイスーパー30 にマイクロバルーンを混入したもの、ハンツマン・アドバンスト・マテリアルズ（株）製「アラルダイト・ラピッド」、同社製「アラルダイト 2011」、シアノアクリレート系接着剤として、セメダイン（株）製「セメダイン 3000RS」と（株）アルテコ製「アルテコ Z106」を用いた。また、浸漬液は水、エタノール、酢酸エチル、キシレンなどとした。

3. 結果

接着力が低下する接着剤と浸漬液の組み合わせは、①酢酸ビニル系接着剤のボンド木工用と水・酢酸エチル、②ニトロセルロース系接着剤のセメダインCとエタノール・酢酸エチル、③エポキシ樹脂系接着剤とエタノール・アセトン・酢酸エチル、④シアノアクリレート系接着剤とアセトン、であった。

詳細に見ると、エポキシ樹脂系接着剤のうち、エタノールに対するアラルダイト・ラピッド、アセトン・酢酸エチルに対するアラルダイト2011は比較的接着力の低下が小さかった。また、シアノアクリレート系接着剤はアセトンに浸漬しただけで接着部が剥離した。

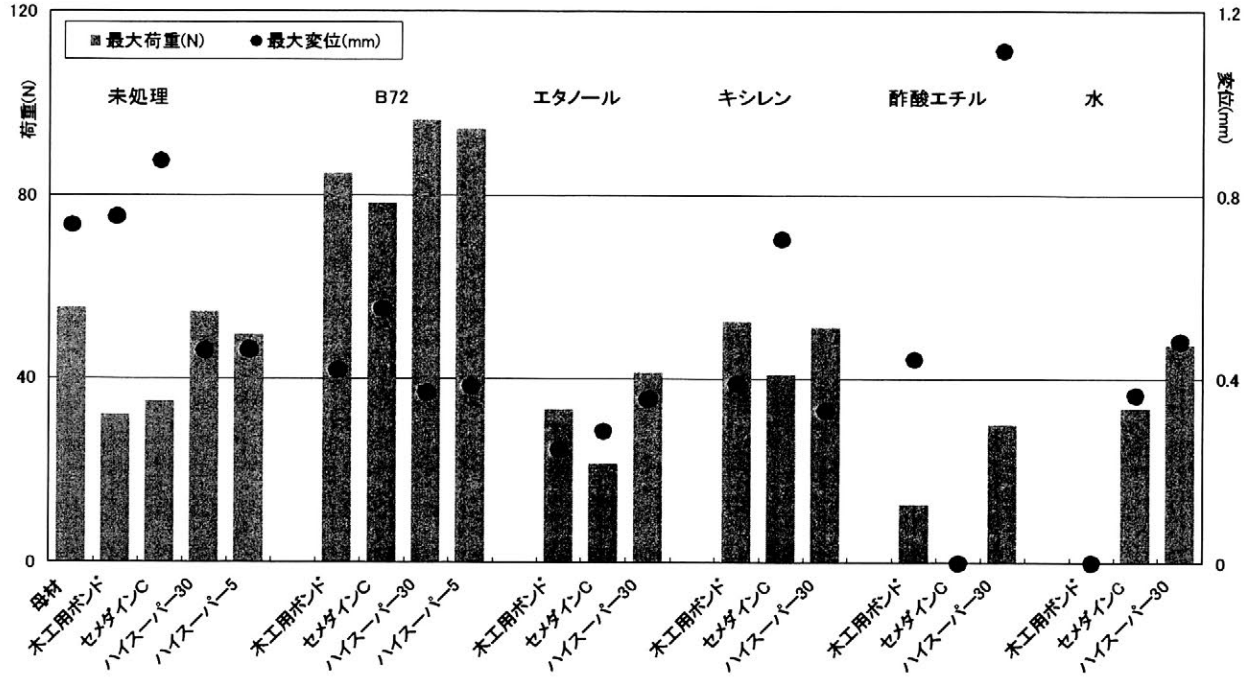


図1　接着後各種薬液に浸漬処理した擬似出土土器の接着強度

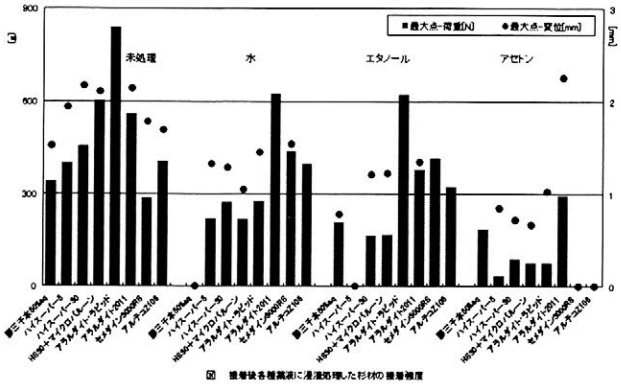


図2 接着後各種薬液に浸漬処理した杉材の接着強度

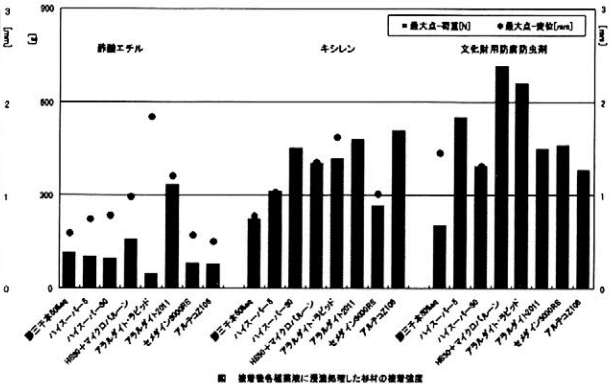


図3 接着後各種薬液に浸漬処理した杉材の接着強度

この研究は、科学研究費補助金 基盤(C)(2)「薬剤含浸した考古資料の接着の力学的研究」によって行いました。

収縮・変形した出土木製遺物の形状回復に関する研究・その1

ーPEG 含浸法による出土木材の変形挙動ー

○井上美知子*、植田直見*、伊藤健司*、藤田浩明*、赤田昌倫**
＊(財)元興寺文化財研究所　＊＊奈良大学大学院

1　はじめに

ポリエチレングリコール含浸法は、出土木製品の保存処理法の中で、最も一般的で歴史も長いが、保存処理中に収縮・変形を生じる場合がある。

その原因として樹種、劣化度（含水率）等の要因が挙げられるが、実際の保存処理中に生じる収縮や変形は、木取りや、あて材、ぬか目材などの生長履歴が関係していると考える事例がある。

今回、数種類の広葉樹の出土材を用いて、収縮・変形に至る経過を、重量、長さ、体積を測定し検討をおこなった。これは、収縮・変形試験片を作成するとともに、形状回復に必要な事項や現象を追跡するためでもある。

なお、本研究は平成 16 年度科学研究費補助金　基盤研究(C)(2)「収縮・変形した出土木材の形状回復に関する研究」（研究代表者　井上美知子　課題番号 16500641）の成果の一部である。

2　実験方法

京都府宇治市から出土した直径約 70cm のクリ（縄文後期）、兵庫県加古川市から出土した直径約 25cm のクヌギ（奈良時代）を試験に用いた。試験片は同一の横断面から約 30mm（接線方向）×30mm（放射方向）×30mm（繊維方向）の立方体に切りだした。それぞれの試験片の重量と水中重量を量り以下の式で含水率を求めた。

含水率＝（0.47A/1.47B－1）×100　　（A:空中重量、B:水中重量）

つぎに、処理中の寸法変化を調べるため、木口面、柾目面、板目面のほぼ中央にステンレス製のピンを打ち、ノギスで長さを測定した。

試験片は 3.5 日ごとに 60℃の PEG20,40,60,80,100%水溶液に浸漬した。濃度を上げる直前と、その翌日に重量、木口面接線方向、木口面放射方向、柾目面放射方向、板目面接線方向の寸法を測定した。

また、含浸中の体積変化を求めるため、PEG100%含浸終了時には水中重量を測定して、空中重量から引くことで体積を計算した。

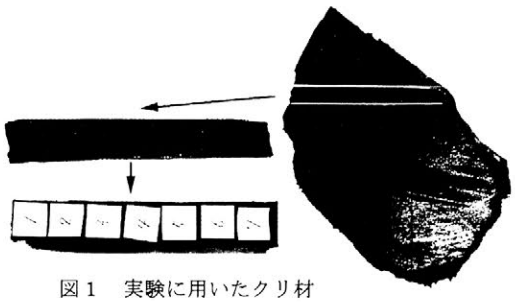


図１　実験に用いたクリ材

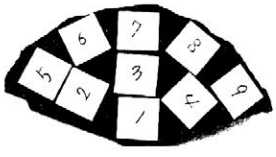


図２　実験に用いたクヌギ材

3　実験結果

試験片の中から典型的なパターンを示したクリ３個、クヌギ４個の含水率と PEG 含浸中に生じた重量および体積変化を表１に、保存処理中の重量変化を図３，４に示した。

表１．PEG 含浸中の重量と体積の変化

試料番号	含水率(%)	重量変化率(%)	体積変化率(%)	備考
クリ2	140	5	5	1年輪8.5～10mm
クリ5	125	−17	−12	1年輪4.5～6.5mm
クリ7	107	−33	−23	1年輪1～2mm
クヌギ1	61	−19	−17	髄付近
クヌギ2	60	−25	−25	
クヌギ6	545	3	−5	辺材？
クヌギ9	200	−15	−21	辺材？

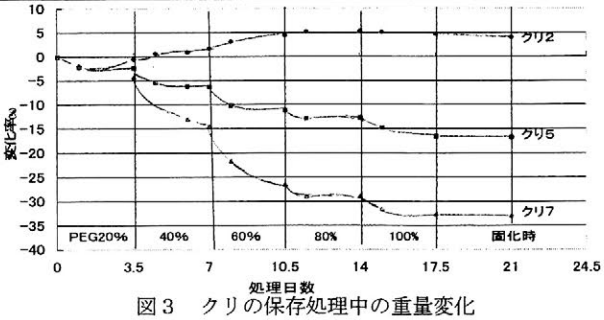


図３　クリの保存処理中の重量変化

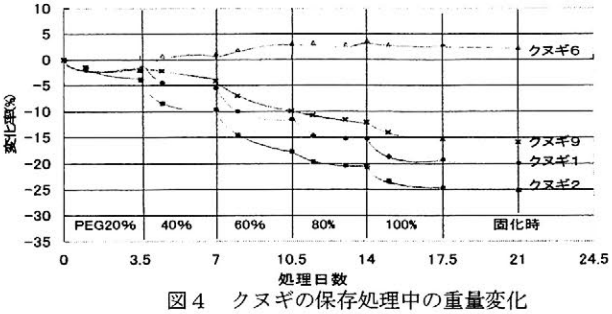


図４　クヌギの保存処理中の重量変化

木の中心に近いクリ１は、20%含浸時にわずかに重量が減少したが、40,60%では増加、80,100%では大きな重量変化はみられなかった。形状の変化はみられなかった。

クリ５は、20,40%含浸時に緩やかに重量減少 60%で大きく減少、80,100%で緩やかに減少した。柾目面、板目面に落ち込みが生じた。

クリ７は、20%含浸時はわずかな重量減少であったが、40,60%で急激な減少、80,100%で緩やかに減少した。木口面の収縮、柾目面、板目面に落ち込み、内部割れが生じた。

クヌギは外周に近く含水率の大きいクヌギ６は、20%含浸時にわずかに重量が減少したが、40,60%では増加、80,100%では大きな重量変化はみられなかった。柾目面がわずかに落ち込んだ。髄付近で含水率の低いクヌギ１，２はすべての濃度で重量が減少、特に、40,60%で大きく減少した。柾目面、板目面に落ち込み、内部割れが生じた。

4　考察

今回の実験は、同一の横断面の試験片を用い、部位による保存処理中の変化を調べた。その結果、広葉樹で劣化の少ない（含水率の小さい）部分は PEG40,60%で重量が大きく減少し、それに伴って柾目面の落ち込み、内部割れ等を生じ、激しく収縮・変形する場合があることが判った。同一材で部位により収縮の程度に差があることから、特に、さまざまな劣化を有する大型遺物などでは特に変形を生じやすい。また、クリでみられたようなぬか目材の影響、確認はできていないがあて材、心材・辺材などの生長履歴が保存処理に及ぼす影響も大きいと思われる。

参考文献：松田隆嗣,植田直見『文化財科学会第５回要旨集』1988

酒井温子「出土木材へのﾎﾟﾘｴﾁﾚﾝｸﾞﾘｺｰﾙの含浸速度について」『元興寺文化財研究No.34』1990

植田直見「PEG 含浸により収縮した出土材の寸法回復に関する試み」『元興寺文化財研究所研究報告 2001』2001

岩手県山田町房の沢古墳群の保存処理済み鉄製遺物の再処理

○藤沢 敦*、千葉直美*、柴田恵子*、松井敏也**、手代木美穂***、川向聖子****
＊東北大学埋蔵文化財調査研究センター、＊＊筑波大学大学院、
＊＊＊東北芸術工科大学、＊＊＊＊山田町教育委員会

１．はじめに

岩手県山田町房の沢古墳群から出土した鉄製遺物については、保存処理が実施され、脱酸素剤と共に封入され保管されていたが、その後の経過観察で進行性の腐食生成物が確認され再処理が必要となった。その内の刀５点について再処理を実施したので報告する。

２．再処理工程

１）現状調査

資料表面には、漆膜や木質、繊維等の有機質が多数付着しており、それらの位置と新たに発生した腐食生成物の位置等を実体顕微鏡等を用いて観察・記録した。

２）再クリーニング

新たに発生した腐食生成物、前回の処理の差異に除去できていないさび等を、実体顕微鏡下でデザインカッター、グラインダー、エアブラシを用いて除去した。エアブラシも実体顕微鏡下で作業できるよう、特製の作業箱を作成した。また、充填されていた樹脂の下でも腐食生成物が確認されたため、可能な限り充填樹脂を除去しさび取りを行った。

３）脱脂処理

表面に付着している有機質等の剥落を防ぐため、資料全体を包帯で養生。ステンレス槽内のアセトンに資料を浸漬し、前回の処理で含浸された樹脂を除去した。脱脂後、養生をはずし脱落箇所を確認した。

４）脱塩処理

付着有機質等の剥落を防ぐため、資料全体を包帯で養生。有機質への脱塩中の影響を最小限に抑えるため、常温純水を用いた２段階の方法で脱塩処理を実施した。

【第１段階：純水浸漬法】ステンレス槽に資料と純水を入れ、一定期間静置したあと水を替える。これを資料重量の 100 倍の純水累積量となるまで繰り返す。

【第２段階：純水流水法】ステンレス槽に資料と純水を入れ、純水を滴下し、同時に排水。流量は 12ml/min 程度で、資料重量の 150 倍の純水累積量となるまで行う。

純水には防さび剤として、純水量の 0.5wt%量のベンゾトリアゾールを２倍の容量のエチルアルコールに溶解させたものを添加した。また、大気中の酸素が純水中に溶け込むのを防ぐため、表面にビニールを敷いた。しかし、こうした処置を施しても、純水に浸漬することで誘発されるさびを完全に抑制することは困難である。そこで発生したさびが資料表面に沈着しないよう、こまめにさびを筆等で除去したり、資料の天地を逆転した。

脱塩量確認のため、定期的にステンレス槽内の溶液を採取し、イオンクロマトグラフィ

による陰イオンの定量分析を行った。さらに日常的な脱塩量の確認のため、ステンレス槽内の溶液の導電率を測定した。

5）脱水処理

ステンレス槽内のエチルアルコールに資料を浸漬し、資料内の水分を除去した。脱水後、養生をはずし資料表面に発生したさびを筆等で除去した。

6）樹脂含浸

剥落が懸念される箇所を包帯で養生し、アクリル系合成樹脂を減圧下で含浸させたのち、常圧下で含浸させた。樹脂含浸においては、小型真空ポンプで作業ができるよう、資料の大きさに合わせた塩化ビニール製パイプを利用した含浸容器を作成した。

7）接合

エポキシ系接着剤を用いて、剥落箇所を定位置に接合。

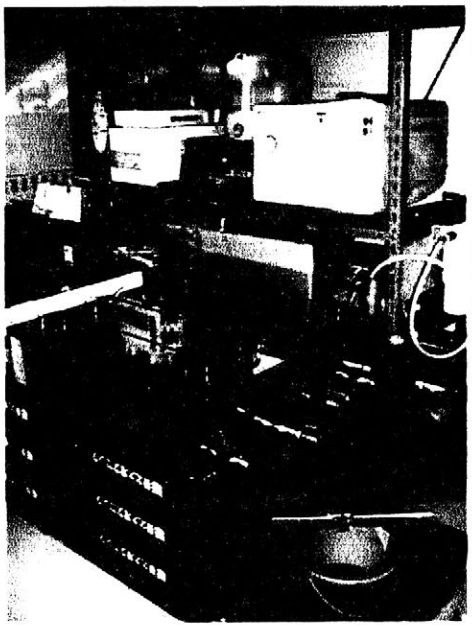
8）補填・補彩

欠損箇所をエポキシ系パテで充填し、アクリル絵の具で補彩。

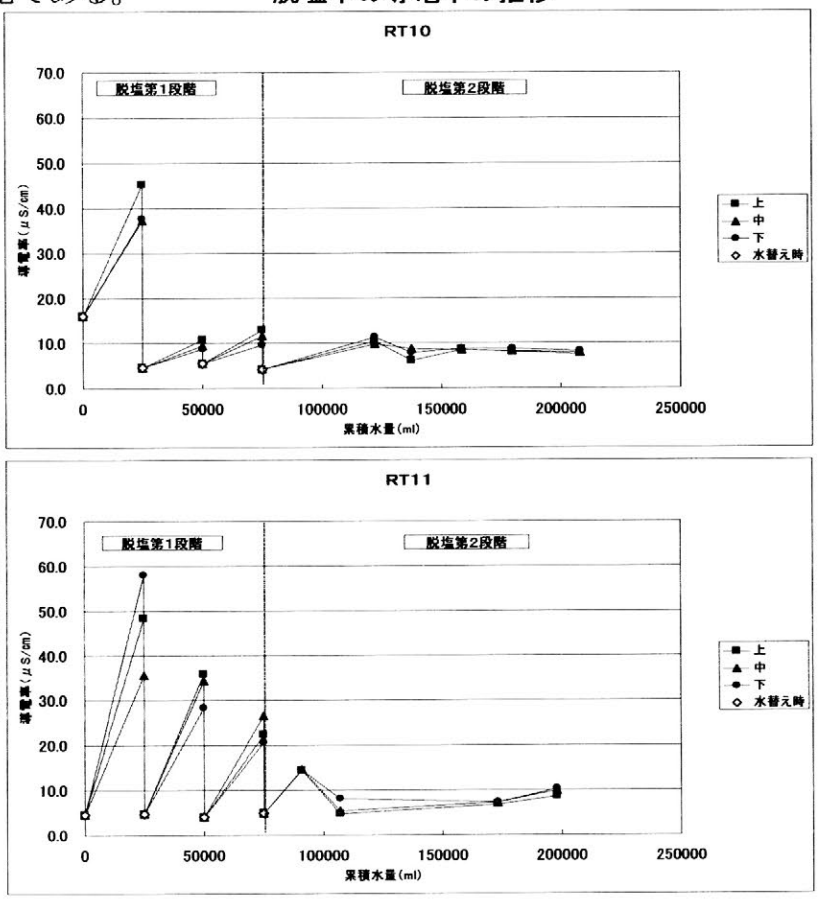
3．まとめ

今回は、鉄刀に付着して残っている有機質を損傷しないよう、常温純水を用いた脱塩処理を行ったが、この点では良好な結果が得られた。脱塩処理の進行状況は確認しつつ処理を行ったが、その効果については、今後の経過観察が必要である。また今回の方法では、比較的簡便な機器で再処理が可能である。

脱塩処理作業状況



脱塩中の導電率の推移



高松塚古墳の墳丘部の土質および水分分布調査

○石崎武志*、犬塚将英*、三村衛**
*独立行政法人文化財研究所、**京都大学・防災研

1. はじめに

壁画発見より約30年経過した平成13年に石室内部および取合部（石室の南側部分）にカビの発生が見られた。このカビの発生原因を明らかにすること及び対策方法の検討のために、石室内部の温湿度、石室周辺地盤の含水率、古墳周辺の降水量、温湿度、風向、風速などの微気象データを測定した。墳丘部の状況としては、平成15年9月に墳丘部の竹、木を切った後で、遮水シートを設置し、平成16年10月に墳丘部上の遮水シートを取り除き、墳丘部の発掘のため覆屋を設置している。平成17年1月に、石室の北側、東側、西側の石室外側より2m離れた3地点で、ボーリング調査により土試料を採取し、粒度分布、含水量などを測定した。また、ボーリング孔を用いた、密度、水分分布測定を行った。

2. 墳丘部の含水率測定

石室周囲の地盤の含水率分布を測定するため、石室から2m東側部分と、2m西側部分に、体積含水率測定装置（Easy AG，Sentek Sensor Technologies）を埋設した。含水率の測定は、それぞれの位置で、20、60、100、140、190 cmの深さの地点で行った。図1に、平成15年7月から平成17年4月までの石室より2m東側と2m西側の体積含水率変化を示す。遮水シートを設置する平成15年9月までは、雨に対応して、墳丘中の体積含水率の値が大きく変化した。平成15年9月末より、含水率の変動が小さく、徐々に低下しているのが見られる。これは、墳丘部に、遮水シートを設置したためで、遮水シートにより、墳丘部への上からの雨水の浸透が有効に止められているのが分かる。

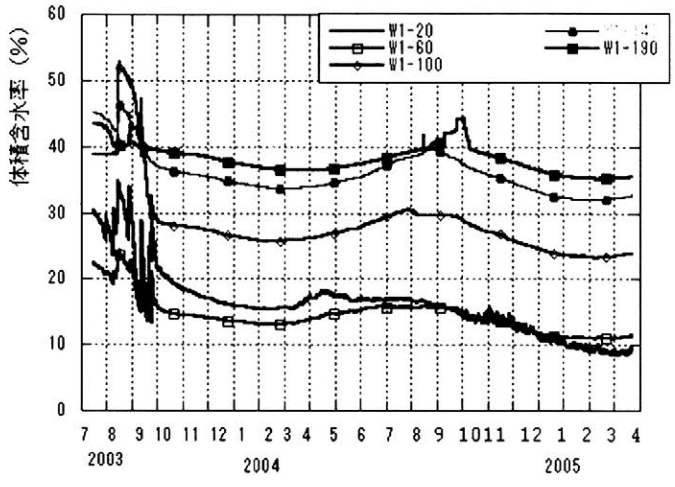
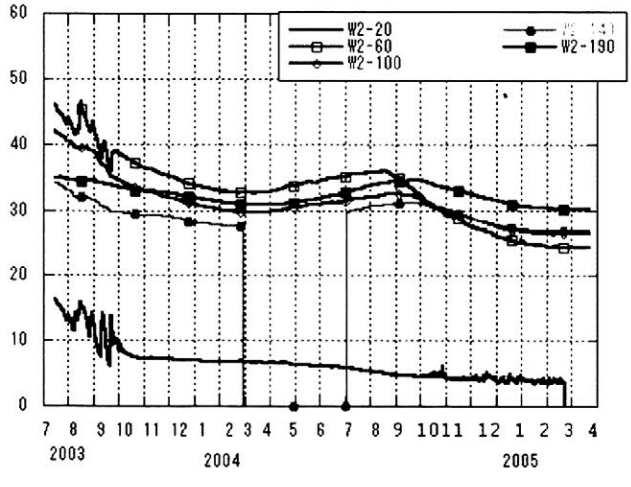


図1．石室より2m東側の体積含水率変化



石室より2m西側の体積含水率変化

平成16年4月から体積含水率の上昇が見られる。これは、発掘結果から分かったように、墳丘部北側からの水の浸透が原因と考えられる。今後は、墳丘部北側からの水の浸透を防ぐ対策が必要であると考えられる。また、平成16年9月から体積含水率は低下している。これは、墳丘部の遮水シートを取り除き、墳丘部全体を覆う仮設覆屋を建設したことと、発掘のため表層を60 cm程度取り除いたことによると考えられる。

3. 墳丘部のボーリング

ボーリング作業は、墳丘の東西および北側で、仮設足場上で行い、墳丘上に荷重がなるべくかからないようにして行った。また、ボーリング作業では、泥水を使用せずコンプレッサーを用いてエアーボーリングによる掘削を行った。サンプラーは掘削口径が105mmのトリプルサンプラーを採用した。石室より２m西側（Ｂ－１）、２m北側（Ｂ－２）、２m東側（Ｂ－３）の版築上部からのボーリング深さは、それぞれ６m、４m、５mであった。ボーリングによって得られた一部の試料のから墳丘部の体積含水率分布を求めた。石室西側（Ｂ－３）の版築表面より１m下部分（標高 111m）の版築の、乾燥密度、土粒子密度、間隙率、重量含水比、体積含水率、飽和度はそれぞれ、1.253g/cm^3、2.621 g/cm^3、52.2%、21.6%、27.1%、52.2%であった。版築の層は、砂と粘性土の互層となっているため、乾燥密度は場所によって異なるが、ここでは測定された重量含水比と上記試料の乾燥密度を用いて、体積含水率分布を計算した。計算結果を図２に示す。石室床面、天井面の標高は、108.5、109.6mであるので、その位置も、版築表面の位置と一緒に、図中に示した。

墳丘土の試料を採取した後、外径114 mmのガイドパイプ（塩ビ管VP-100）を利用して、密度、及び水分の検層を実施した。検層は、挿入型ＲＩ密度計（ＳＲＤ－１ｄ）のγ－γ（散乱γ線）、同ＢＧ（γ線バックグラウンド）検層、挿入型ＲＩ水分計（ＳＲＭ－１ｄ）の熱中性子検層の順に行った。この結果に関しては、学会で報告する。

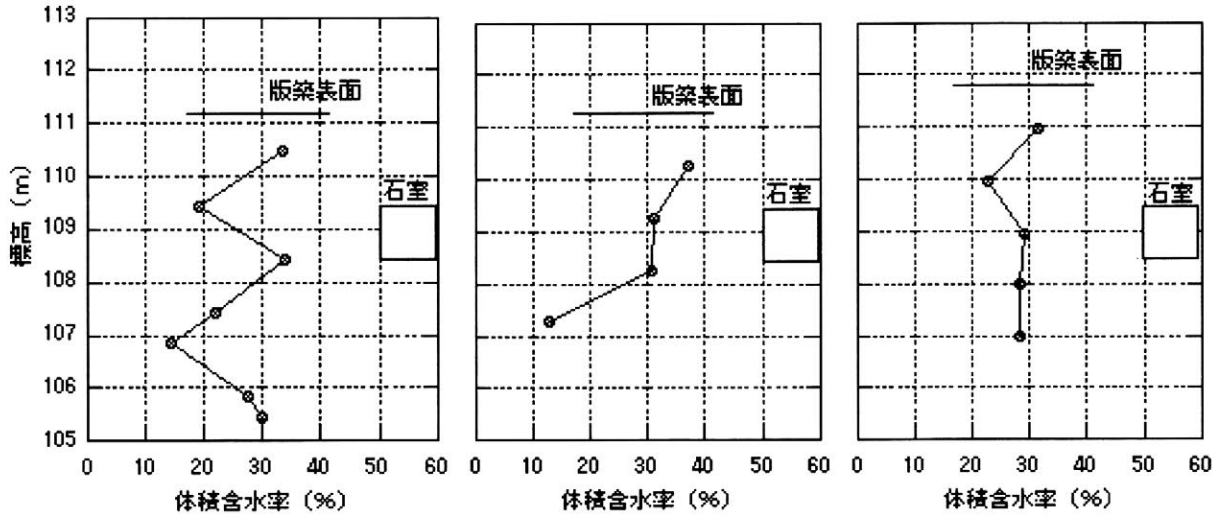


図２．石室より西側（Ｂ－１）　北側（Ｂ－２）　東側（Ｂ－３）含水率分布

燻蒸剤等各種殺虫処理が標本のタンパク質に及ぼす影響

○ 木川りか*，Tom Strang**，Gregory Young**
* 独立行政法人文化財研究所　東京文化財研究所
** Canadian Conservation Institute

1．　はじめに

文化財の殺虫燻蒸剤としておよそ30年間にわたって用いられてきた臭化メチルは，オゾン層破壊物質であることから生産・使用が2004年末に全廃され，現在，各種の代替殺虫法に移行が進んでいる。従来用いられてきた臭化メチルにもいえることであるが，殺虫，殺菌は薬剤の化学反応や物理的環境の変化によって行なうため，場合によっては文化財を構成する材質にも影響を及ぼすことがある。したがって，殺虫，殺菌を行なう際にはこの点に十分注意し，各種の方法のなかから，適切な方法を選ぶことが重要である。これまで発表者らは，殺虫/殺菌処理に使用される一部の燻蒸剤が，標本資料のDNAやDNA解析に悪影響を及ぼす場合があることを明らかにしてきた[1-3]。今回は，文化財の各種殺虫処理が，標本資料のタンパク質に及ぼす影響を調査したので報告する。

2．　資料および処理

今回用いたのは，DNAへの影響を調べた際に用いた自然誌標本と同一資料である。主に今回は，凍結乾燥した筋肉（ニワトリ，*Gallus gallus*）を用いた。また，抽出方法は異なるが，凍結乾燥したキノコ（シイタケ，*Lentinus edodes*）についても検討した。各種処理の条件を表1に示す。殺菌効果のある燻蒸剤については，殺菌が可能な条件で処理を行ったので，殺虫のみの処理条件より一般に処理濃度は高くなっている。

表1．処理条件

試料	処理	処理濃度	処理時間	目的
A	無処理	−	−	−
B	臭化メチル／酸化エチレン（エキボン）	100g/m^3	48時間	殺虫・殺菌
C	臭化メチル	86g/m^3	48時間	注1）
D	酸化エチレン	14g/m^3	48時間	注1）
E	酸化エチレン（エキヒュームS）	200g/m^3	48時間	殺虫・殺菌
F	酸化プロピレン	48g/m^3	48時間	殺虫・殺菌
G	ヨウ化メチル（アイオガード）	120g/m^3	72時間	殺虫・殺菌
H	フッ化スルフリル（ヴァイケーン）	50g/m^3	48時間	殺虫
I	低温処理　-30℃	−	1週間	殺虫
J	低温処理　60℃	−	24時間	殺虫
K	二酸化炭素処理	60%volume	2週間	殺虫
L	無処理	−	−	−

B−Hまでの燻蒸処理は、23±1℃で行った。　注1）エキボン処理（B）の成分を分離したもの。

3．分析方法と結果

ここでは，ニワトリの筋肉から抽出されたタンパク質を調べた結果を示す（図１）。各種処理を施した標本から50mgの組織を２片ずつ切り取り，SDSを含む緩衝液中で試料を破砕し，タンパク質を抽出して，電気泳動（SDS-PAGE）を行なった。今回の実験条件においては，ヨウ化メチル，フッ化スルフリル，高温処理（60℃）では，ニワトリ筋肉の主要な構成成分である約200kDaのタンパク質成分（ミオシン）が，なんらかの影響を受け，この抽出方法では検出されにくくなることがわかった。現在，ここでみられたタンパク質への影響を Thermal Microscopy and Image AnalysisやDSC (Differential Scanning Calorimetry) 等の方法により，より詳細に検討するとともに，他の試料についても検討を進めている。

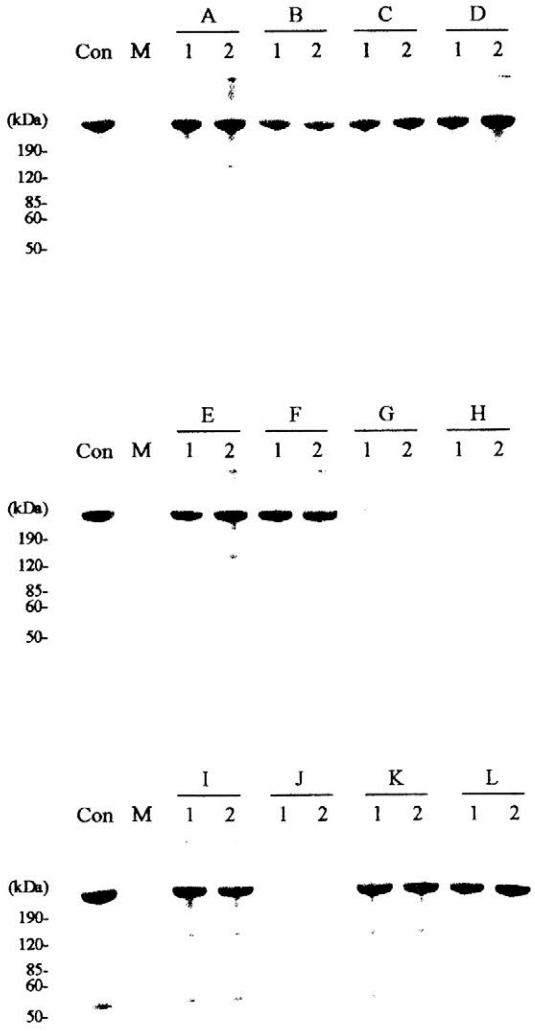


図１．各種処理を施したニワトリ筋肉から抽出したタンパク質を電気泳動したパターン

A-L は表１の処理条件に対応する。

謝辞

本実験の試料作成につきましては，液化炭酸株式会社の木村広氏，後出秀聡氏に，分析につきましては，Invitrogen 株式会社，粥川堅太郎氏らにお世話になりました。記して感謝致します。

1) 木川，後出，木村：日本文化財科学会第19回大会要旨集，p130-131.（2002）
2) 木川，三浦，後出，木村：文化財保存修復学会第25回研究発表要旨集，p42-43.(2003)
3) Kigawa, Nochide, Kimura and Miura: Collection Forum, 18, no.1-2, p74-89. (2003)

土壁の吸放湿特性に関する実験的研究

○古谷太慈，石﨑武志
東京文化財研究所

1. はじめに

土は，日本中どこでも手に入ること，不燃性であること，土蔵内部の湿度は年間を通し安定していることなどから，壁材として多く用いられてきた。川越市は蔵造りの町として知られており，現在でも文化財である山車の収蔵庫として土蔵が使われている。

本研究では，川越市で使用されていた土蔵の壁土と，仕様書に基づき調合した壁土の水分移動に関する物性値である含水率と湿気伝達率を測定し，比較を行った。

2. 測定試料

測定は，土蔵に使用されていた壁土2種類（上塗り及び下塗）と，日本建築学会標準工事仕様書 JASS15 を参考にして調合した土2種類（中塗土及び荒壁土）の計4種の試料について行った。

表 1.試料の調合割合

	荒木田土 (l)	川砂 (l)	すさ (kg)
中塗土	100	60	もみすさ 0.4
荒壁土	100	−	わらすさ 0.6

表 2.調合試料の間隙率

	中塗土	荒壁土
間隙率(%)	39	53

表 3.試料の基準乾燥密度

	上塗	下塗	中塗土	荒壁土
密度(kg/m^3)	1543	1937	1640	1410

3. 測定方法

3. 1 平衡含水率

平衡含水率は JIS1475 に基づき，図2に示すセットアップにより測定を行った。23 ℃の環境下で 33，58，75，85，94 %の各相対湿度に調湿したデシケーター中に試料を入れて放湿・吸湿させ，試料の基準乾燥重量との差から平衡含水率を算出した。

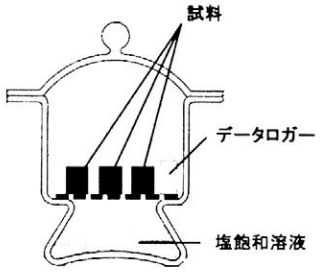


図 1.含水率測定セットアップ

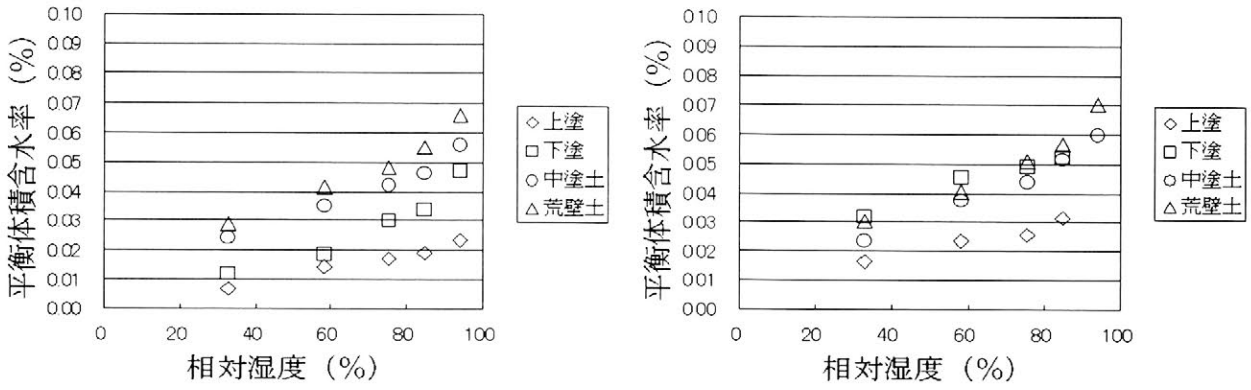


図 2.平衡含水率（左：吸湿過程，右：放湿過程）

3. 2 湿気伝達率

湿気伝達率は ISO12572 に基づき，図 3 に示すセットアップで測定を行った。容器の内外に湿度差を与えると，試料を通じて水蒸気が流入・流出する。この時間毎の重量の変化から湿気伝達率を算出した。測定はドライカップ法（RH －カップ内 0 %，外 50 %），ウエットカップ法（RH －カップ内 85 %，外 50 %）の 2 つを 23 ℃の環境下で行った。

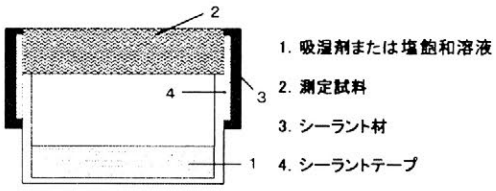


図 3.湿気伝達率測定セットアップ

* 水蒸気伝達率 δ(kg/msPa)は次式で与えられる。

$$\delta = \frac{G}{A \cdot \Delta p_v} \cdot d$$

G：時間におけるセットアップ重量の変化の割合（kg/s）
A：試料の水蒸気が透過する部分の面積（m^2）
Δp_v：カップ内外の水蒸気圧力差（Pa）
d ：試料の厚さ（m）

* 試料と空気の湿気伝達率の比が湿気抵抗率となる。

$$\mu = \frac{\delta_a}{\delta}$$

δ_a：空気の湿気伝達率(kg/msPa)
δ ：試料の湿気伝達率(kg/msPa)

表 4.湿気伝達率測定結果

	ドライカップ				ウエットカップ			
	上塗	下塗	中塗土	荒壁土	上塗	下塗	中塗土	荒壁土
湿気伝達率 (kg/msPa)	2.65×10^{-11}	4.41×10^{-11}	2.90×10^{-11}	3.44×10^{-11}	2.29×10^{-11}	3.81×10^{-11}	4.44×10^{-11}	5.54×10^{-11}
湿気抵抗率	9.20	5.57	6.73	5.70	8.32	5.05	4.39	3.52

4. 考察

平衡含水率については，放湿過程の高湿度域を除くと土蔵に使われていた土と仕様書に基づいて調合した土との間には，それほど大きな違いはみられなかった。湿気伝達率についても，試料間で大きな差はみられなかった。

5. まとめ

土蔵に使用されていた壁土と，実験用に調合した壁土の平衡含水率及び湿気伝達率の測定を行った。今回の測定によって得られた物性値は，数値シミュレーション等に用いることで，土蔵内の湿度に関する定量的な評価を行うことが可能である。

【謝辞】壁土試料を提供していただいた川越市教育委員会に感謝します。

参考文献

石崎武志，孫喜山：川越市山車収蔵施設の環境調査，保存科学，42，43-55，2003
石崎武志，高見雅三，古谷太慈，John Grunewald：川越市山車収蔵施設内の温湿度変化の実測と解析，保存科学，44，73-82，2005

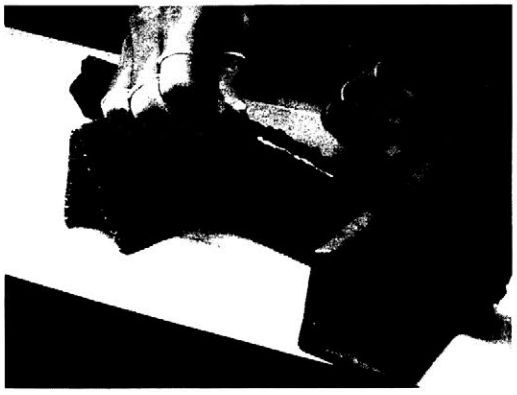
金属製品保存処理材料の光劣化の研究

○ 山岡奈美恵、川本耕三、江野朋子
((財)元興寺文化財研究所)

1、 はじめに

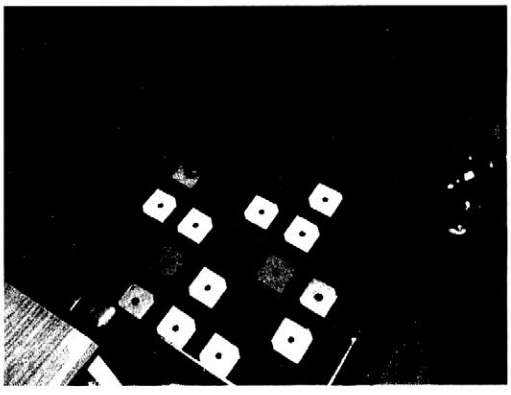
発表者らは、これまでも保存処理材料間や保存処理材料と遺物との関係について研究を続けてきた。現在、保存処理後博物館等に保管されている遺物の補填剤・補彩材料の経時変化（強度低下）について実験を行っている。これについて、金属製品の保存処理材料について興味深い知見が得られたので報告する。

発表者らが所属する研究所では、金属製品の保存処理材料としてセメダインハイスーパーにマイクロバルーンを適量混合させたものを使用している。保存処理には可逆性を有する材料を使用することが原則であるが、ハイスーパーはナフサ等の有機溶剤で膨潤、加温により軟化し、除去することが可能であるため 5 年ほど前より使用している。また、補彩材料にはアクリル絵具・アクリラを使用している。アクリラもまた、ナフサ等の有機溶剤で除去することが可能であり、優れた速乾性等の特長を有する。



処理方法や処理材料については、遺物がベストな状態に仕上がるよう常に充分配慮しているが、処理後の遺物は、必ずしも博物館等の良好な環境に保管されているとは言えず、使用した処理材料の経時変化を観察する必要がある。

本研究では、保存処理材料のうち特に補填剤と補彩材料を研究対象とし、保存処理後の遺物と博物館等の保管環境について、特に光環境に着目して実験を行い、使用している保存処理材料の問題点を認識するとともに、保管環境と個々の遺物劣化の事象との因果関係について明らかにすることを目的としている。



2、 実験

試料はエポキシ樹脂系接着剤ハイスーパー30（30 分硬化型、セメダイン（株）製）とガラスマイクロバルーン（日本エイブルスティック（株））をみかけで等量混合し、50mm 角正方形のシート状に硬化させ、中央に約 10mm の穴を穿ち、さらに、青銅製品の補彩によく用いられるアクリル絵具アクリラ（ホルベイン（株）製）オリエンタル・グリーンと、鉄製

品の補彩によく用いられるバーント・アンバーで彩色したものとした。

これらの試料を下記 a～f に示した光源によって a は夏季に 3 ヶ月間、b は 1 ヶ月間、c･d･e･f は 4 ヵ月間暴露試験を行った後、JIS K 7214（プラスチックの打抜きによるせん断試験方法）に準じて打抜きせん断強度を求めた。

a．太陽光：元興寺文化財研究所 木器研究棟屋上（奈良県生駒市）設置の屋外暴露試験機（JIS K 7219 プラスチックの屋外暴露試験方法通則）

b．高圧水銀灯：スガ試験機 塗料用退色試験機（JIS K 5400 塗料一般試験方法）

c．蛍光灯：暗箱（500×500×500mm）内、ナショナル FL20SS･D/18 昼光色

d．美術・博物館用蛍光灯：同暗箱内、ナショナル FL20S･N－EDL･NU 演色 AAA 昼白色

e．殺菌灯：同暗箱内、ナショナル GL－20（最大波長 253.7nm）

f．ブラックライトブルー蛍光灯：同暗箱内、ナショナル FL20S･BL－B（最大波長 352nm）

3、 結果

光による接着剤の劣化では、上記 dcfe の順にせん断強度が小さくなると予想したが、そのようにはいえない結果を得た。光によって未反応成分の硬化が促進された可能性がある。同時に、試験済み試料の熱分析結果を見直したい。

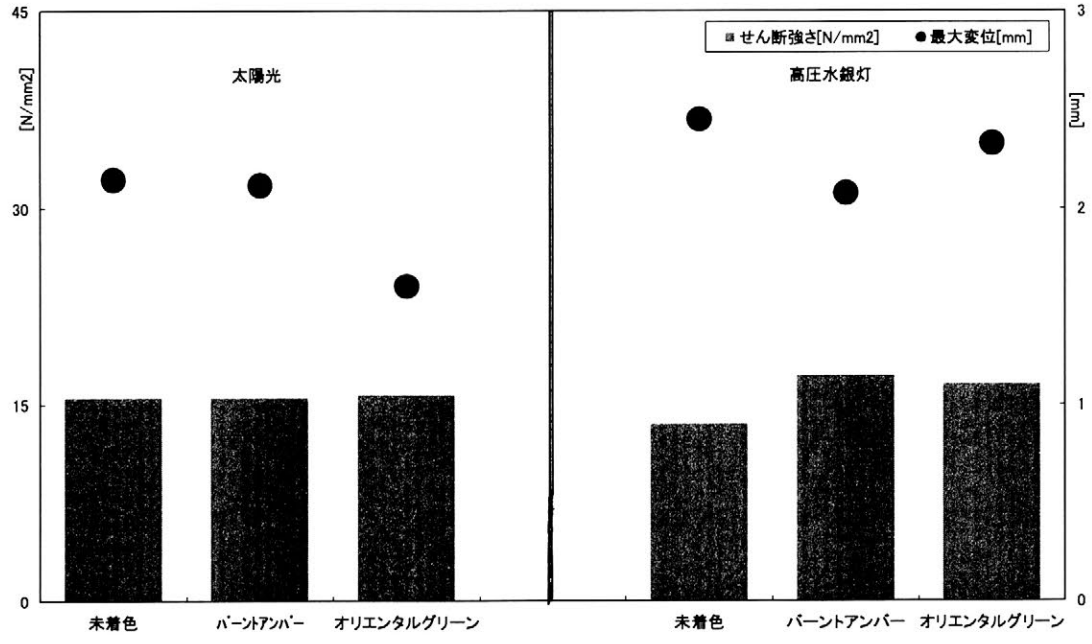


図　着色したシート状接着剤の耐光性試験結果

※文献

片野真意子，斎藤昌子ほか，美術館・博物館用光源による天然色素染色布の変退色防止効果，照明学会誌，83，314-319（1999）

この研究は、科学研究費補助金 基盤(C)(2)「薬剤含浸した考古資料の接着の力学的研究」と元興寺文化財研究所民俗文化財保存会研究助成「保存処理材料の光劣化の研究」によって行いました。

透過X線撮影におけるFCRとフィルムの濃度特性の比較

○松島朝秀*、三浦定俊**
*東京芸術大学大学院、**東京文化財研究所

1. はじめに

FCR(Fuji Computed Radiography)は，イメージングプレート(Imaging Plate：IP)を使用して透過X線撮影によるX線情報を蓄積し，レーザー光によりデジタル情報として取り出すことができる．IPの特性やFCRの画像処理条件に関する研究は，これまでに近世科学技術資料の調査に応用したIPの特性の研究や，文化財資料に対する画像処理パラメーターの研究などが行われている．しかし，FCRの画像は従来のX線フィルムの判読結果と比較されることになるので，IPとX線フィルムの濃度特性の違いを充分検討しておかなければならない．さもないと同一の資料であっても異なる結果を得る場合がある．今回，アクリル製のくさびを試料に，X線の電圧，照射時間を変えて，IPとX線フィルムの試料厚みに対する濃度変化の比較を行った．

2. 実験方法

FCRの画像処理は，IPと被写体の相対的なサイズの差から生じるX線量判定領域の変化に影響されるため，今回の撮影では資料の大きさをIPのサイズに対して約1/5に設定して行った．この条件は，実際に美術工芸品などの撮影にある状況を再現したものであり，FCRの特長であるIP読み取り処理が難しい条件である． IPの濃度測定はVF-C1で行い，X線透過濃度を画像値として測定し，X線フィルムは透過濃度計を用い，白黒透過濃度を測定した．測定は撮影を3回行い，試料の各厚み部分で5回測定した平均値を示した．

試料	アクリル製くさび：(5×19cm2，厚み5mmごとに45mmまで)
撮影条件	X線装置　：フィリップス　MG165 X線管球　：フィリップス　MCN165(最大定格100kV) X線管電圧：30kV，40kV，50kV　X線管電流：10mA 照射距離　：150cm　　照射時間　：30秒，60秒，90秒
感光体	イメージングプレート：(ST-VI Type，富士フィルム，20×25cm2) X線フィルム：(RX-U，富士フィルム)
現像条件	イメージングプレート：AC-5 X線フィルム：現像液レンドール(20℃)5分　　定着液富士フィックス　10分
濃度測定条件	イメージングプレート：VF-C1(画素値測定) X線フィルム：X-Rite331(白黒透過濃度測定) 測定スポット直径2mmφ

3. 結果と考察

IPとX線フィルムの濃度測定について，X線照射時間（30秒,60秒,90秒）とX線管電圧（30kV,40kV,50kV）を変化させた．IPとX線フィルムは，本実験に用いたアクリル試料に対して60秒,90秒の照射ではX線エネルギーが大きいため，濃度の変化量は少なく画像の認識が困難になった．30秒のみアクリル厚みと濃度の間に一様な変化が見られ，画像でも理想的なコントラストが得られた．図1，2に，30秒の照射によって管電圧を変化させ，濃度を比較した結果を示す．各感光体の濃度変化量は測定方法が異なるので比較はできないが，バックグランド(0mm)の濃度からアクリル試料最大厚み(45mm)までの濃度変化に着目して考察した．

図1からIPは，15mm以上の厚みでは各照射時間とも同じ濃度変化になっており，IPの特長である多少照射X線量が変化してもほぼ一定の濃度の画像が得られることを示している．管電圧50kVでは5mmより厚い部分で濃度に変化が見られていることから，今回のIP読み取り処理ではX線エネルギーがアクリル製試料に対して大きいことを示している．

図2からフィルムは，管電圧が高くなると濃度の変化量が減少していくことがわかる．このことから，フィルムでの撮影ではIPと比較して，最適なX線管電圧を考慮しなければ観察に最適なコントラストが得られにくいことを示している．

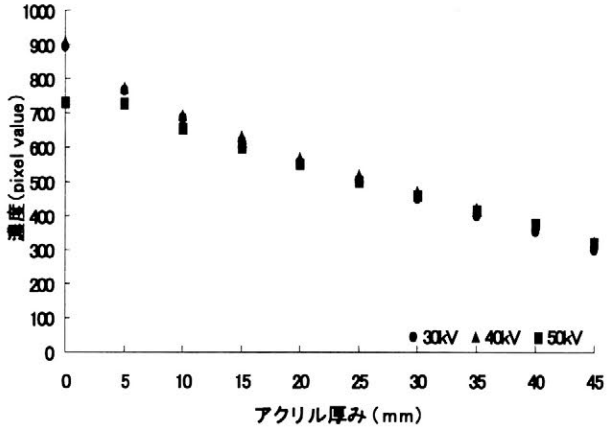


図1 IPのアクリル厚みに対する濃度変化（照射時間30秒）

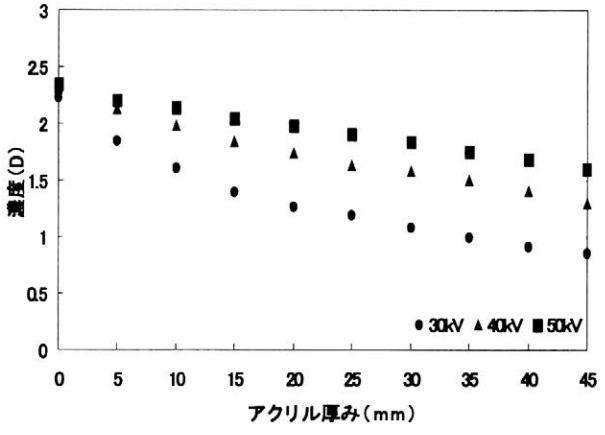


図2 フィルムのアクリル厚みに対する濃度変化（照射時間30秒）

4. まとめ

今回，透過X線撮影法によるIPとX線フィルムの特性のについて濃度変化を比較した．アクリル製くさびを試料として比較した結果，X線フィルムは低い照射電圧によってコントラストの高い画像が得られることに対して，FCRは高い照射電圧でも短時間の照射を利用すれば観察に適したコントラストの高い画像が得られることがわかった．

このことは，FCRを用いた実際の調査で被写体に対する最適なX線量が予測できない場合，X線フィルムを使用する撮影条件と比較して，高い電圧と短時間の照射によって撮影を行うことが好ましいことを示している．

錫で装飾された古墳時代の環頭大刀に対して行なった保存処理

—福岡県福津市勝浦高堀遺跡出土資料の事例—

池ノ上　宏*、比佐　陽一郎**、○今西　寿光***、越野　恵子***

(*福津市教育委員会　**福岡市埋蔵文化財センター　***株式会社　京都科学)

1. はじめに

古墳時代の鉄製品のうち、鉄の本体に錫を用いて装飾されたと考えられる資料の存在は以前より指摘されているが、上記の装飾をもつ鉄製品に対して保存処理を実施した事例報告は少ない。今回、福岡県福津市勝浦高堀遺跡より出土した錫を用いて装飾されたと考えられる鉄製品に対して保存処理を実施したのでその内容について報告を行なう。

2. 調査方法

保存処理に先立ち以下の機器を使用して調査を実施した。

●実体顕微鏡

●透過X線観察・撮影（装置：日本フィリップス・MG226、島津製作所・WSI-150N）

●蛍光X線分析分析（装置：エネルギー分散型微小領域用装置＝EDAX・Eagle μ probe）

●走査電子顕微鏡観察（装置：日本フィリップス・XL-30）

●X線回折分析（装置：日本フィリップス・PW3050）

3. 資料について

資料は上記の遺跡内古墳の盗掘跡より出土した鉄製素環頭大刀の環から茎にかけての部分で（図 1）、処理に先立つ事前調査で環頭部の表層には製作当初の錫装飾の痕跡が残存することが確認された。さらに上記の機器を用いて調査を進めた結果、可視光領域の電磁波では錫の存在を認識できないが、蛍光X線分析では錫は環頭部分全体に散在するが茎部分には分布しないことを、走査型電子顕微鏡による表層の脱落個所の観察では錫元素は最表層より1mm弱程度内側で鉄錆に埋没するような状態で存在することを確認した。（図 2）また、資料表面で錫元素が顕著に検出された個所をX線回折にて調査したが鉄錆の影響を受け明確なデータを得ることができなかった。しかし、上記の調査結果を考慮すると錫は金属として存在する可能性は極めて低く、すでに化合物として存在するものと推測された。一方、鉄本体は①海浜地帯よりの出土した資料であること、②発掘後のクラックの発生など、腐食の進行を伺わせる事象がみられること、③透過X線観察により資料内部にメタルの残存が予想されたことから今後、腐食の進行による損傷の発生が懸念された。

4. 保存処理について

処理方針：資料は今後も腐食の進行の恐れが高く、資料の破損の恐れがあると推測されたため、合成樹脂による表面被覆に加え、腐食促進物質の除去（脱塩処理）による腐食の抑制が必要と判断した。今回実施した処理の具体的内容を以下に記す。

●クリーニング；事前調査により表層近くには錫装飾の痕跡を確認したものの、肉眼や実態顕微鏡下での観察では、鉄錆との明確な差異を認めることはできなかった。そのため不用意にエアーブラシやグラインダーで表面のクリーニングを行うと錫装飾の痕跡を消失する恐れが高いと判断した。よって、クリーニング作業はブラッシングにて表面の土を除去するにとどめた。なお、脱塩処理前の保護のため、錫装飾の痕跡が露出していると推測される個所（表層の脱落個所）にアクリル樹脂（パラロイドB-72）の溶液を塗布した。

●脱塩処理：資料表面に金属の錫が存在する可能性は極めて小さいと考えられたため、水を使用しての脱塩処理を実施した。ただし、錫の状態確認ができていないためアルカリ水溶液は使用せず、窒素ガスを充填し溶存酸素濃度を低下させた（酸素濃度 1ppm/L 以下）室温の純水に浸漬することとした。また、脱塩処理による表面的な錫の残留範囲の変化の有無確認ため脱塩処理後にも錫元素のマッピングを行い両者の結果を比較することとした。なお、処理液中の塩素濃度は開始時には 440mg/L であったが約1ヶ月後の脱塩処理終了時には 10mg/L まで低下した。

●樹脂含浸：アクリル樹脂（パラロイド NAD-10）を減圧状態で含浸を実施した。ただし資料表面に厚い樹脂塗膜が形成されると外観の変化が生じるのみならず、のちの調査・観察の障害となる可能性も考えられたので樹脂含浸後に塗膜厚の調整を行なった。

5. 保存処理後の資料の状況

脱塩処理前後に実施した蛍光X線による錫元素のマッピング画像に明らかな変化は認められなかった。(図3.4.5) また、脱塩処理終了後、処理液交換毎に採り置いた液の錫濃度を上記の蛍光X線装置にて調査したが錫は検出されなかった。

6. 最後に

今回は資料そのものの保存に対する配慮から一連の処理を実施した。保存処理後の状況からの判断ではあるが処理過程での大規模な情報の消失は生じていないものと考えている。しかし錫の状態確認や処理中の質的変化の監視方法など問題を残したままの処理であったことは否めない。分析機器の普及に伴いさらに同様の装飾を持つ事例は増加するものと推測されるため、今後は本件のような装飾を持つ資料に対しての処理方針決定、ならびに処理内容決定に際しての判断基準の検討が必要と考える。

謝辞

財団法人 元興寺文化財研究所 植田直見、塚本敏夫両氏には処理に先立つ事前調査にてご協力いただきました。また、国立歴史民俗博物館 永嶋正春氏に類例などについて御教示いただきました。末筆ながらお礼申し上げます。

参考文献

塚本敏夫他2004「古代金工技術における鍍膜・接合材料としての錫利用の新事例」『日本文化財科学会第21回大会研究発表要旨集』日本文化財科学会

永嶋正春1986「第5章　遺物の分析　第1節　X線機器による非破壊的調査」『星の宮神社・米山古墳』(財) 栃木県文化振興事業団

比佐陽一郎他2005「錫で装飾された古墳時代の環頭大刀」『日本文化財科学会第22回大会研究発表要旨集』日本文化財科学会 (当要旨集収録)

北海道江差市教育委員会1982「開陽丸」海底遺跡の発掘調査報告I

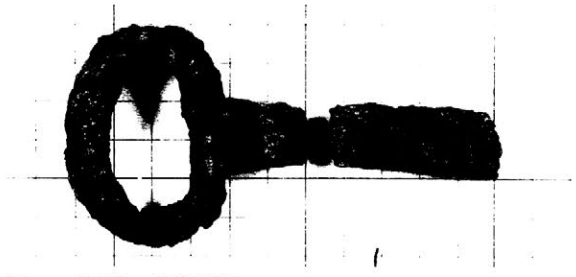


図1　環頭大刀断片外観

図2　画像1矢印個所のSEM像 (明るい個所が錫の分布領域)

図3　元素マッピングイメージ画像

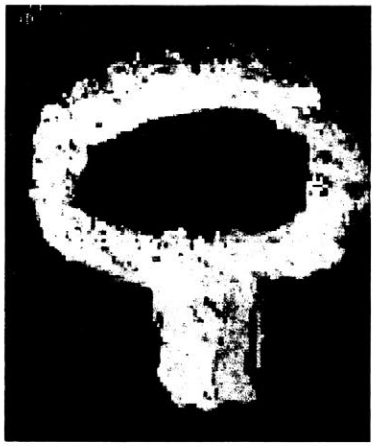


図4　脱塩処理前の錫元素マッピング画像 (明るい個所が錫の分布領域)

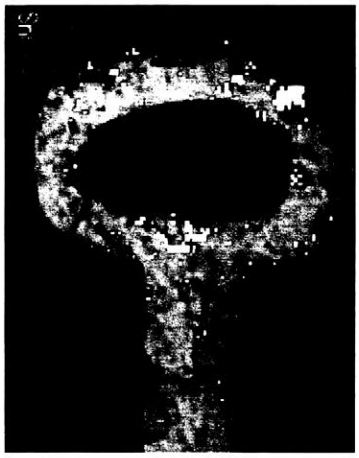


図5　脱塩処理後の錫元素マッピング画像

博物館収蔵庫の温湿度環境

○小林幸雄
北海道開拓記念館

1．　はじめに

北海道開拓記念館は札幌市東部の郊外にあり、周辺を公園内に囲まれて位置する。1971（昭和 46）年に開館した。建物は、地下２階、地上３階建、延べ面積は 12,945 ㎡であり、本館収蔵庫（475 ㎡）、積層型収蔵庫（1,096 ㎡、全３層）、恒温恒湿収蔵庫（415 ㎡、全３層）などの収蔵空間が地下１階部分に集中して配置される。本発表では、データロガによって得た温湿度データに基づいて、場所の違いによる時間的変化（月別変化、週間変化、日変化）など、当館収蔵庫における温湿度挙動の特徴を検討した。

2．　調査方法

使用機器のＴ＆Ｄ製データロガ TR-72S は、温湿度各１チャンネルの計２チャンネル構成、測定精度はサーミスタセンサーによる温度が±0.3℃(-20～80℃)、高分子湿度センサーによる湿度が±５%RH である。記録間隔は 15 分として設定した。

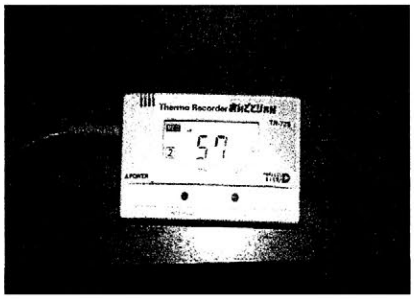


写真1　データロガ表示部

データロガは、合計 12 地点に配置した。内訳は、積層型収蔵庫内では、温湿度センサーボックス近傍の No.1、および各層各１台（No.2～4）の計４台。恒温恒湿型収蔵庫内では、各層各１台の計３台（No.5～7）。本館収蔵庫では No.8 と No.9 の計２台。加えて、収蔵庫内の前室に相当する作業コーナー(No.10)に１台。収蔵庫外では、荷解きコーナー(No.11)に１台。館外（外気＝No.12）は、吸気塔から排気塔に至る地下通路部分に設置した。計測は、平成 16 年３月１日から平成 17 年１月 28 日までの延べ約 11 カ月にわたり実施した。

3．　結果と考察

本研究によって、以下の知見を得た。

(1)　収蔵庫の温湿度は、外気、荷解きコーナーなどと比較して、きわめて安定した領域を推移する。

(2)　しかし、収蔵庫内の温湿度を詳細に検討すると、外気における季節性からの影響によるわずかな変動がみられる。

(3)　同じく、空調運転の開始と停止、つまり①開館日の運転と、休館日における運転停止、②毎日の開館時における空調運転開始と、閉館時の運転停止の影響がみられる。

(4)　収蔵庫前室（作業コーナー）は、収蔵庫全体の温湿度環境の変化に対しての緩衝的な役割を果たしている。

(5)　当館収蔵庫は地下構造物である。とくに、地下３層部分（No. 4、No. 7）では、他と比較して僅かな低温と高湿な傾向がみられる。その原因としては、外壁における土壌温度からの影響、つまり建物駆体の断熱性に関わる可能性が予測される。

以上のとおり、データロガによる計測とその後の分析は、温湿度環境の特質を明らかにする上で有効であることを確認した。今後さらに調査を継続して、詳細を明らかにしたい。

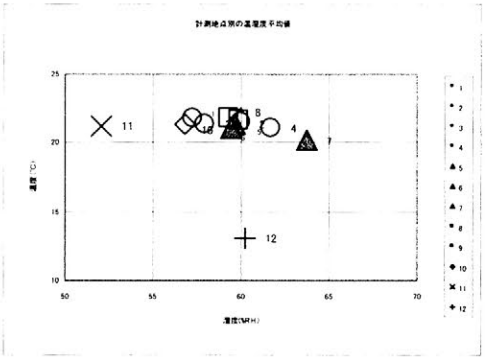


図１　平均値の比較

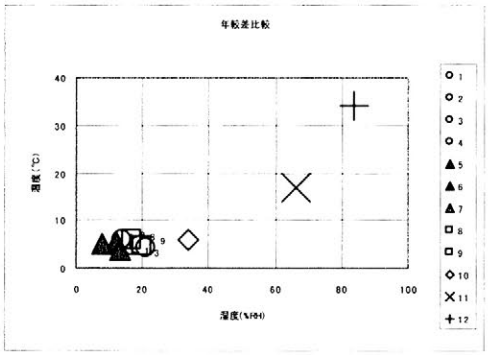


図２　年較差の比較

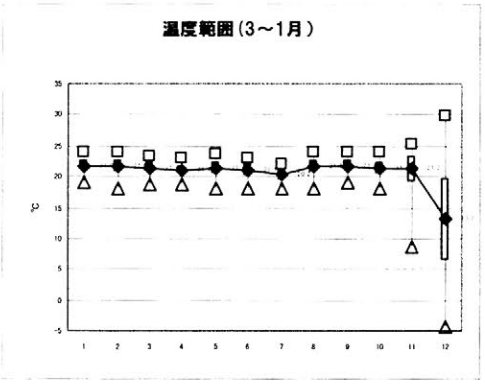


図３　温度の範囲

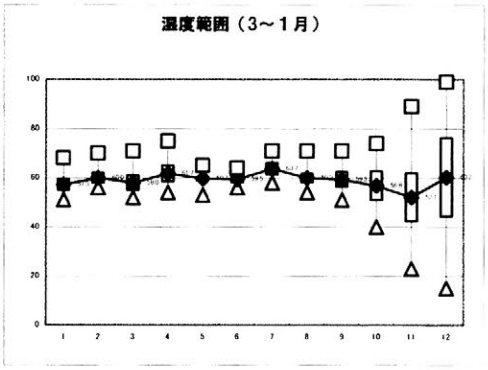


図４　湿度の範囲

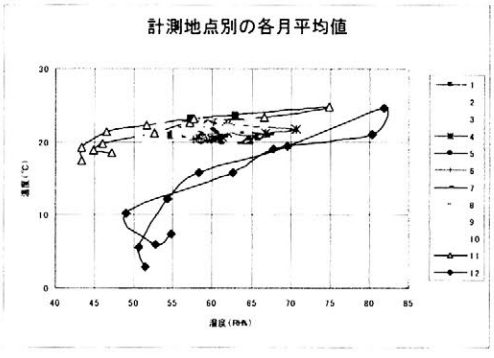


図５　計測地点別の各月平均値

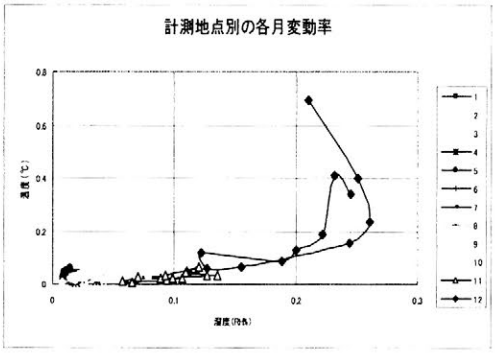


図６　計測地点別の各月変動率

福島県須賀川市（旧長沼町）長沼南古館 出土木製品の保存処理後の現状

○伊藤　健司*、植田　直見*、市川　一秋**
（*財団法人元興寺文化財研究所　**須賀川市歴史民俗資料館）

1　長沼南古館の調査概要

福島県指定史跡長沼南古館は福島県須賀川市（旧岩瀬郡長沼町）長沼字南古舘29番地に位置し、調査は県営圃場整備事業に伴い1987（昭和62）年度に実施した。

館の構造としては、全周する堀で囲まれた方形単郭の主郭を中心に順次規模を拡張させ、最終的に複郭構造の平館になったと考えられる。機能していた時期については、主郭の平場及び堀跡から出土した多量の陶磁器類の年代がほぼ一定期間内に集約されることや検出された遺構群に重複の痕跡が少ないことなどを考慮し、15世紀半ばから16世紀初頭の比較的短い期間が想定される。

また、この遺跡の特筆する点として堀跡から出土した多量の木製品類の存在があげられる。木製品の多くは主郭と出郭とを結ぶ土橋状の橋跡周辺部から混在した状況で出土しており、漆椀・桶・下駄・呪付木簡・竪杵・ヘラ状木製品・箸状木製品等の生活用具のほか、修羅、木杭といった使途不明の大型木製品類など多種に及ぶ。

特に、修羅は橋跡に接する堀の基底部で仰向けの状態で発見された。先端部分は人為的に粘土で覆い隠され、二股部分には長さ約1mの木杭が打ち込まれ、あたかも橋の基底部に固定された状態であった。他の木製品と比べ出土状況が特異であることから、実用的な運搬具ではなく何らかの儀礼的な道具として使用した後に堀の中に埋納された可能性が考えられる。

2　保存処理

1990（平成2）年度に漆椀・漆皿・桶・下駄・呪付木簡・ヘラ状木製品・羽子板状木製品などを、1991（平成3）～93（平成5）年度に修羅・竪杵・杭をいずれもPEG含浸法で処理を行った。この当時の処理法としてはPEG含浸法、ｱﾙｺｰﾙ・ｷｼﾚﾝ・樹脂法、真空凍結乾燥法の三方法からの選択であった。

これらの木製品のうち、修羅は法量や装置の大きさ等から勘案してPEG含浸法でしか処理ができなかったが、樹種がクリ材のうえ、二股の特異な木取りで、当初から変形、収縮、ｸﾗｯｸの発生・拡大等が予想された。このため処理時には変形等を極力防止するために、ステンレス製の保護材などで丹念に養生したうえに、陽ｲｵﾝ界面活性剤を含浸

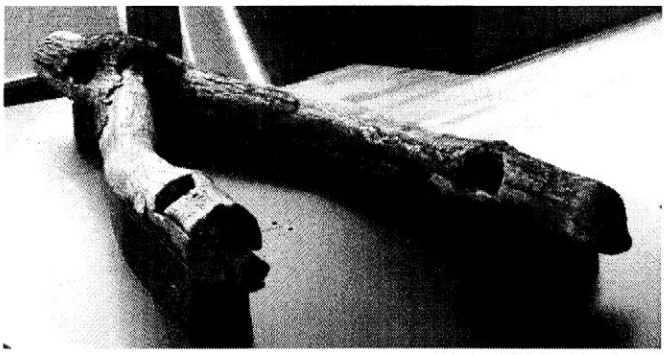
時に使用したが、全体に収縮し、一部に捩れが発生した。また頭部付近に新たなｸﾗｯｸ、両脚部は新たなｸﾗｯｸや処理前から確認されていたｸﾗｯｸが拡大した。

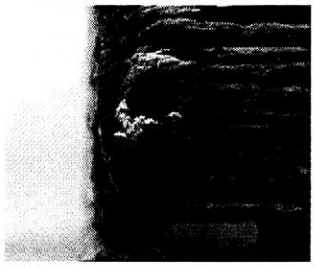
このため、矯正用保護枠に入れ PEG 濃度を 80%に再含浸し、矯正を継続しながら再度 100%含浸を行った。この結果ｸﾗｯｸはある程度回復したが、収縮はほとんど回復できなかった。その後ｸﾗｯｸにはｴﾎﾟｷｼ樹脂を補填後、ｱｸﾘﾙ絵具で古色仕上げを行い、展示台とｹｰｽを作製した。

3 保存処理後の現状

経年調査は 2003(平成 15)年 7 月 13 日に実施した。当日の館内における温湿度は 23℃・60%RH であった。調査を行った木製品は、修羅・竪杵・漆椀・漆皿・桶・曲物・下駄・ヘラ状木製品・羽子板状木製品・呪符木簡などである。

このうち、修羅は数回特別展に出陳され、1999(平成 11)年に大阪府立近つ飛鳥博物館で開催された特別展の際に再度の古色仕上げを実施したものの、以降は同歴史民俗資料館で展示しているが、特に問題はなく、今回の調査でも異常は認められなかった。ただ、展示台のうえに微量の白色粉が落ちていたため、分析を行った結果 PEG であることが判明した。これは樹皮やｸﾗｯｸの隙間に残っていた PEG の粉が落下したものと想定し、修羅自体の影響があるものではないと判断した。またｹｰｽ内は 23℃・70%RH であり、湿度がやや高いのが気にかかった。





次に、漆椀の復元部の彩色部、桶の釘穴周辺に白色粉が認められた。前者は有機酸のカルシウム塩が析出したものであり、後者は分析を行った結果、Fe の化合物の可能性が高いことは判明したが、これ以上の同定は困難であり発生原因は不明であった。

4 課題にかえて

同資料館は、空調設備はないが、室内の壁面や天井が木造であり、一年中の温湿度が安定した状況である。また館内とｹｰｽ内も温湿度の差が比較的少ない。しかし修羅のｹｰｽ内の湿度が高いことから、乾燥剤か調湿剤を配して湿度調整をすべきであろう。また他の木製品を展示しているｹｰｽも温湿度計のﾃﾞｰﾀを見て、館内より温湿度が高ければｹｰｽを開放して調整することも検討すべきである。

このほか、呪符木簡・ヘラ状木製品などにﾃｰﾌﾟが付着しており、長期間この状態で放置すると、粘着剤が表面に固着し、黒色化するため速やかに取除くべきである。

火災により焼損した遺物および諸記録類の回収・洗浄・保存処理

○田口尚*、阿部千春**、福田裕二**、小林貢**、坪井睦美***・輪島慎二***、高妻洋成****
*（財）北海道埋蔵文化財センター、**函館市教育委員会、***函館市埋蔵文化財事業団、****奈良文化財研究所）

１．はじめに

平成 14 年 12 月 28 日深夜（23 時 50 分）、南茅部埋蔵文化財調査団（以下、調査団）事務所で火災が発生し、直ちに消防署および各地区の消防団による消火活動が行われたが、火の手はなかなか収まらず翌 29 日 3 時 50 分に鎮火した。その結果、木造平屋建 373 ㎡の調査団事務所は全焼し、事務所内に保管中の約 8 万点の埋蔵文化財および写真・図面等の記録図書多数が焼損した。

火災のあった翌 29 日には、現場検証の合間を縫って足形付土版（垣ノ島Ａ遺跡出土）などの重要遺物の応急的な回収作業を行った。しかし、火災原因の特定のため警察の現場検証が優先であり、本格的な作業については 2 月中旬以降に実施し、3 月 31 日に終了した。その後、平成 15～16 年度の２カ年で被災遺物の再整理作業と分析・保存処理を行ってきた。

本報告は、火災後の被災遺物の回収、洗浄・保存処理など、復旧作業に係る留意点、問題点を報告する。この二度とあってはならない悲しい経験を、今後の文化財の保管・管理および防災対策検討に活用していただければと考える。

２．作業内容と留意点

遺物の回収は発掘時のグリッド調査方式 2 月中旬頃から実施し、平成 15 年 3 月 11 日～12 日の「南茅部町埋蔵文化財調査団事務所火災に関する保存処理等検討会議」（以下、保存処理等検討会議）において被災遺物の回収および再整理作業の取り進め方等が検討され、被災経験のある盛岡市教育委員会　千田和文氏、大迫町教育委員会　中村良之氏から細部にわたるご指導、ご助言をいただいた。

（１）安全対策

・有毒ガス発生など安全面に留意し、換気設備と防毒マスク着用および排水および残滓の処理に注意（残滓・汚水を伴う回収であるため、消毒薬・絆創膏を常備してケガに備え、手袋・マスク・ヘルメットを用意し、作業後のうがい・手洗いを励行）

（２）保存処理等の方法

・状況・状態に応じた科学的な保存処理方法を選択し、経過を明確にする。
・図面、プリント写真類、書籍類は真空凍結乾燥が有効であり、道埋文で対応した。
・垣ノ島Ｂ遺跡の漆製品は、奈良文化財研究所・道・道埋文センター・町の共同研究を行い、試料に残される情報を収集し、保存処理方法を検討した。
・垣ノ島Ａ遺跡出土の 20 点については、出展の依頼がある「発掘された日本列島展 2003」の費用で保存修理・修復を行った。

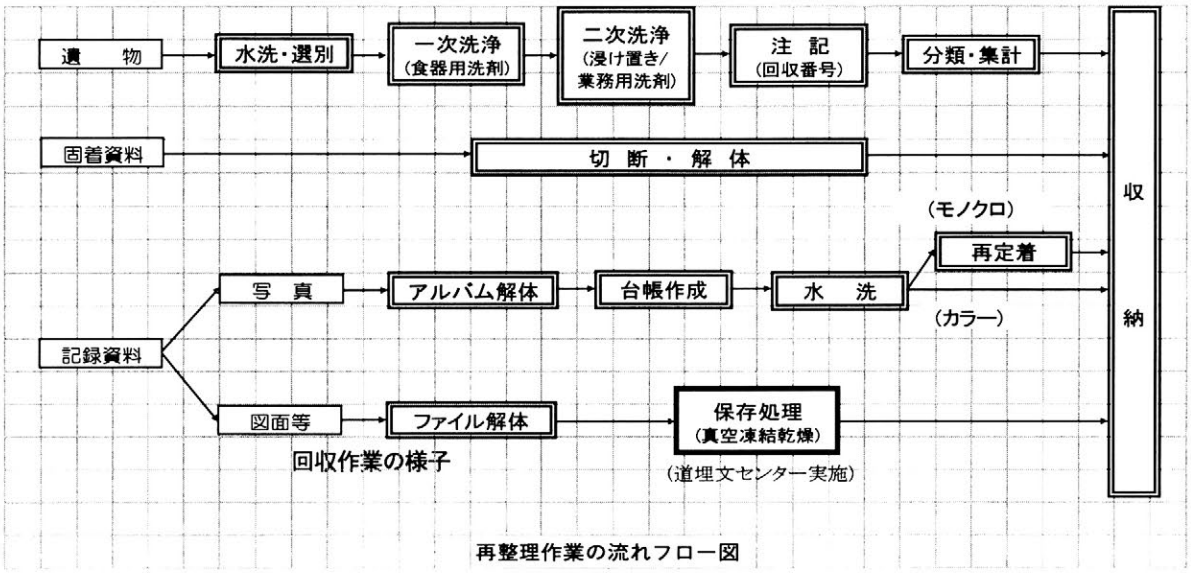
（３）再整理作業の基本的な進め方

・回収作業では作業の流れ、遺物カード・台帳の記載例、注意事項（安全・衛生面）等を記したマニュアルを事前に作成し、多くのボランティアの協力をえた。（関係者が一貫した流れで作業を進めることは、作業効率の面で非常に有効だった。）
・技術・人・予算・時間などさまざまな制約も多く，事前に「何を」，「どのように」，「どこまで」実施するか充分に検討する必要がある。

・一般遺物は一次水洗をして仮保管し、状態別に分類して再整理の方法を決めた。
・写真資料を最優先し、退色劣化に注意し、残存状況の分類を急いだ。ネガは湯洗し、（20度）、整理後、直ちに複写およびデジタル化をすべきである。
・現地排水には梱包用スポンジを用い、吸水性・耐久性で予想以上の効果があった。
・汚染資料、土器などの沈着汚れの除去はスチーム洗浄器や高圧洗車機が有効であった。
・酸素系漂白剤の『オレンジ・グロー社製オキシクリーン』と先の『ジョイ』を混合溶液に，１～２日間浸け置きしてからのブラッシングに効果的があった。頑固な汚れは『ジョンソン・プロフェッショナル社製ＧＥＴ　ＯＦＦ』（強力剥離剤）を使用したが使用後は流水による十分なすすぎが必要である。
・作業区域に回収区・グリットを設定し、発掘調査と同様にグリット単位で回収した。
・作業手順は、回収班・整理班に分かれ、回収班は炭化物ごとコンテナ・カゴに回収し、散逸を防ぐため遺物カードを貼り付けた。整理班は現地で遺物台帳記入後、保管所（体育館）に回収区・グリッド毎に集積した。
・ **地域住民、市町村、北海道、各都道府県、消防、警察、文化財関係者、関連学会が一致協力し、被災者に迅速に支援を行える防災ネットワーク構築こそが急務である。**

鎮火直後の現場検証

仮保管状況



回収作業の様子

再整理作業の流れフロー図

大型考古資料のその場分析のための エネルギ分散型ポータブル粉末X線回折装置の開発

○熊谷 和博 *，保倉 明子 *，中井 泉 *
* 東京理科大学 理学部

【序】考古遺物や文化財のように破壊や移動が難しい試料の分析においては，迅速かつ非破壊，しかもその場で各種分析が行える可搬型装置に対する強い要望があり，すでに可搬型蛍光X線装置は実用化され元素分析に威力を発揮している．結晶性物質の同定にはX線回折法が有効であることから粉末X線回折計に関しても同様に可搬化に対して大きなニーズがあり，角度分散のポータブルX線回折装置については大阪電通大 谷口教授と著者らにより実用化されている．ところが壁画など巨大な試料に対しては，角度分散では複雑な駆動機構が必要なため機動性等の点で十分とは言えない．そこで本研究ではエネルギ分散回折法の導入を試みた．エネルギ分散X線回折計は駆動系が必要無いなどの点で，通常用いられる角度分散型に比べ装置構成が簡単なため可搬化という面では一層の軽量・小型化が期待できる．また，回折角一定条件で測定を行うので試料形状から解放され壁画のような試料でも非接触で測定可能である．さらに回折パターンが一度に得られ迅速な相の同定が可能であるという利点を持つ．そこで本研究では大型考古資料のその場分析を想定したエネルギ分散型ポータブルX線回折計の開発を目的とし，X線源の種類，検出器，X線入射角，各装置の配置等，装置の実用化に関する基礎的検討を行った．

【実験】装置は実際の小型化を想定し小型のX線源と検出器を組み合わせた小型・低出力の測定系を構築し，X線源，検出器，入射角に関して検討を行った．装置の写真をFig. 1に示す．検討に用いたX線源はターゲットがそれぞれCu，Mo，WのX線管球である．Cu，Mo管球はSi-PIN検出器と，W管球はCdTe検出器と組み合わせて測定を行った．性能評価用試料としてシリコン，方解石，石英各粉末を用い，また実際の顔料を想定してベンガラ，鉛丹，辰砂の各粉末試料についても測定を行った．また，実試料としてエジプト出土のファヤンスについて測定を行い(Fig. 4)検討材料とした．なお，測定は顔料が塗られている部分と，それが剥がれ素地が見えている部分について行った．

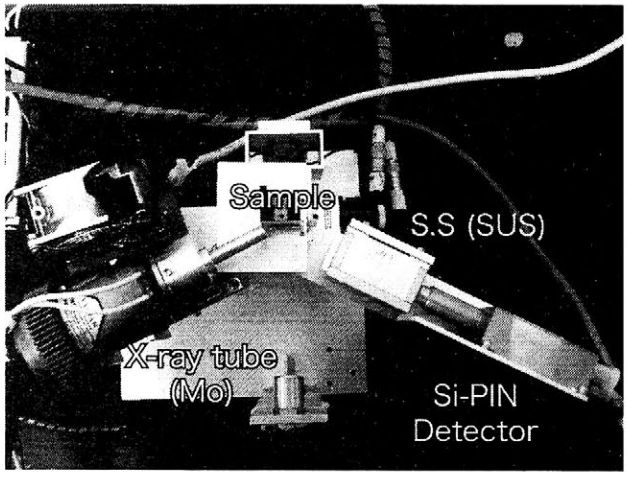


Fig. 1 実験装置の構成

【結果と考察】X線源と検出器に関しては3種類の測定系を構築し測定を行った．結果の一例としてMo管球(50 kV, 0.4 mA)とSi-PIN検出器の組み合わせで200秒測定したシリコン粉末の回折パターンをFig. 2に示す．ピークの半値幅は250～400 eV程度であり，原理的限界に迫るものであった．小型・低出力の測定系であっても良質なパターンが得られたといえる．

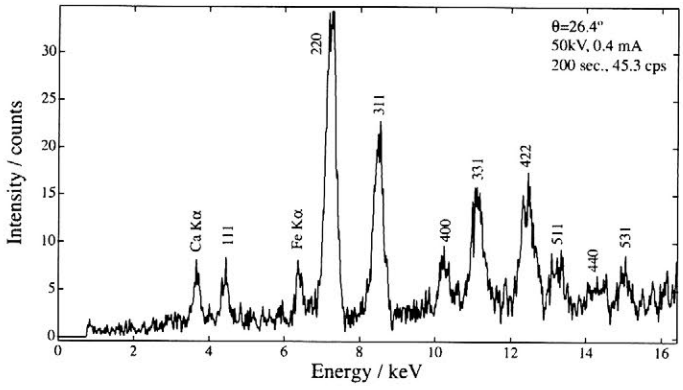


Fig. 2 シリコン粉末のエネルギ分散粉末回折パターン

Fig. 3に辰砂粉末の測定結果を示す．測定条件はFig. 2でのそれと同じである．遷移金属による蛍光X線も強く観測されているが，回折パターンは得られている．このほか，ベンガラ，鉛丹についても測定を行ったが同様に物質の同定に利用できる回折パターンを得ることができた．

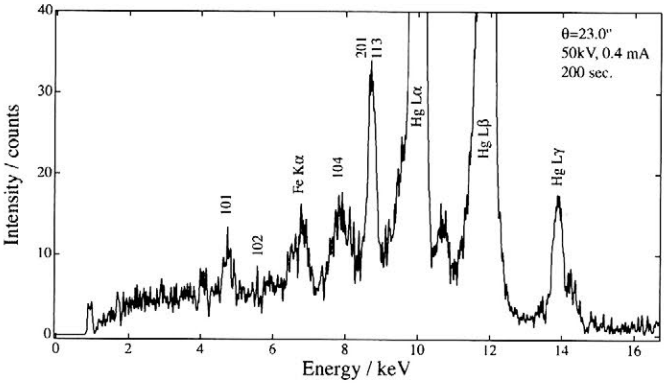


Fig. 3 辰砂粉末のエネルギ分散粉末回折パターン

Fig. 5にファヤンスの測定結果を示す．測定条件は測定時間を500秒とした以外はFig.2での条件と同様である．顔料部と素地部でのパターンを比較したところ，得られたピークのほとんどは素地由来であり，材質は石膏であると同定された．顔料と思われるピーク（▼の印）も観測されているが同定が可能なものではなく，実試料において微量の顔料の同定に利用可能な回折パターンを得ることが次なる課題である．現在測定条件やデータ処理等更に最適化を進め，検討を重ねている．

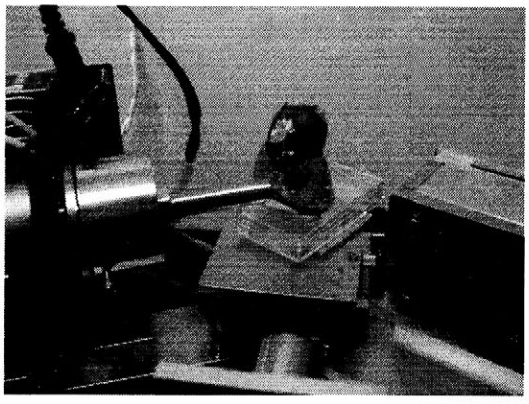


Fig. 4 ファヤンスの測定

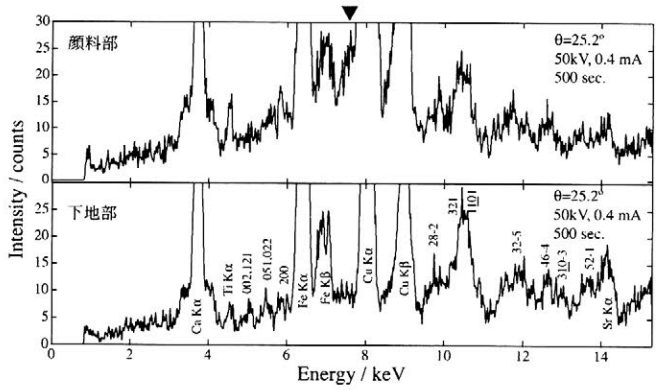


Fig. 5 ファヤンスの粉末回折パターン

分離可動型支持台と復元模造パーツを組み合わせた甲冑の復元と展示

○塚本敏夫　尼子奈美江　藤井章徳（財団法人　元興寺文化財研究所）
管野成則（株式会社　スタジオ三十三）高畑富子（山陽町郷土資料館）

1．はじめに

甲冑は人体を保護する目的の武具であり、人体に装着されて本来の位置となる立体的な構造の遺物である。したがって、甲冑の保存修理・復元に際しては形状とその内在する情報を残すことと同時に資料の活用という視点からわかりやすい展示が望まれる。

近年、甲冑の修理・復元に際して、展示を意識して型取りをした支持台での復元が増えてきており、我々も種々改良を加えて新しい展示・復元方法を試みてきた（塚本他2002）。しかし、執着している肩甲をどう扱うかが大きな課題として残っていた。

今回、岡山県山陽町正崎2号墳（山陽町教育委員会編2004）から出土した甲冑の保存処理を行う機会を得た。正崎2号墳出土甲冑では肩甲が帯板と小札を併用した特異な付属具を伴う甲冑であり、考古学的にも非常に重要な資料である。そこで、展示に際して、実物（短甲・冑・頸甲）と模造品（小札肩甲部）を併用して解り易い甲冑の展示を行ったので紹介する。

2．正崎2号墳と甲冑の概要

正崎2号墳墳の概要

岡山県山陽町正崎2号墳は５世紀後半に砂川の北側低丘陵地に築かれた東西約20m、南北16m、高さ約2.5mの少し歪んだ円墳である。墳頂部の中央部と南東隅に主体部が確認されており、木槨墓と推定される中央部の第１主体からは甲冑の他に三角縁画像鏡、管玉、直刀、剣、鑓、鉾、鉄鏃、馬具、鋌や三環鈴が出土している。木槨墓の可能性や土器の副葬から渡来系の被葬者像が想定されており、両宮山古墳古墳群との関係が注目されている。

甲冑の出土状況

甲冑は木棺西端に横向きに倒れたように置かれており、横矧板鋲留短甲の中に土師器、帯板・小札併用肩甲・打延式頸甲、3段の板錣を伴う小札鋲留衝角付冑の順に収められていた。当初は立っていた可能性もあり、棺外か棺上に置かれていた可能性が想定されている。

写真-１　復元展示した甲冑
復元模造パーツ無

帯板・小札併用肩甲の概要

肩甲は肩から上腕部を防御する装具であり、頸甲から懸垂する構造でセットとして胴の上半身部を防御する武具である。

本肩甲は左右共に片側9段構成で第1段が打延式頸甲に通有に伴う1枚の帯状鉄板で構成されているのに対して、2段から9段が1段を24枚の小札列で構成する非常に特異な帯板・小札併用肩甲である。

3．分離可動型型支持台による甲冑展示と問題点

開閉装置がある短甲は開閉する右前胴と後胴は分離し組上げている。支持台は回転機能を付加しており、展示の視点の変更や調査の際に安

全に位置を自由に変えられる構造としている。更に、開閉する前胴の支持台を分離して作成し、本体の支持台とヒンジ構造で連結して、復元後支持台を介して開閉可能な構造とし、開閉すれば内面の情報も観察可能としている。本来持っている短甲の着装という機能的側面を表現している。

冑と付属具は支持台から柱を出し、可動性を持たせている。頸甲と第1段の帯板肩甲は横フレームから台を支持するアームを立ち上げ、位置調整が可能な首振り構造を設けた。

肩甲の小札肩甲部の展示については当初小札を付属具支持台に直接載せる案もだされた。しかし、①錆着してブロック状になっている部分が分離できないパーツがある。②全体に重く危険、③左右での残り具合が違うため、バランスが良くない④小札の重なりをある程度付けても衣紋掛けの様になってしまう等の問題点があったため、小札を直接載せる案は断念し、実物の小札は平置きで展開展示した。そして支持台には安全性を考慮した復元模造パーツを製作して載せる方法を取った。

４．復元模造パーツの製作

小札肩甲部の復元模造パーツの製作に際しては、できる限り実物での製作技法を踏襲した。但し、小札については、安全性を考慮して重量軽減のため材質は鉄ではなく、樹脂で代用した。

小札は平札で幅19㎜前後、高さ48㎜、幅0.8㎜で樹脂製のため「きめだし」は施さず、底辺では表側に折り返す「かえし」と呼ばれる端面加工のみ施した。孔は全て威孔2列で上から威に上部孔2段、綴に下部孔2段、下搦・覆輪に最下段が3孔とし。孔径は2㎜で孔列距離が14㎜とした。色は展示を考慮しこげ茶色とした。

威・綴・下搦・覆輪の素材は鹿革で、革紐の幅は威で８㎜、綴、下搦で３㎜、覆輪に幅２０㎜を使用した。

威技法には威帯で全段を連続して綴も同時に行う連続式綴併用威を用いた。また、先端の威紐は将来帯板肩甲の模造品を作製した際に結合可能なように長く作製し、固定にも使用した。

小札肩甲部の支持はアーム付の肩パットを作成し、横フレームに挿入しスライド調整可能な構造とした。

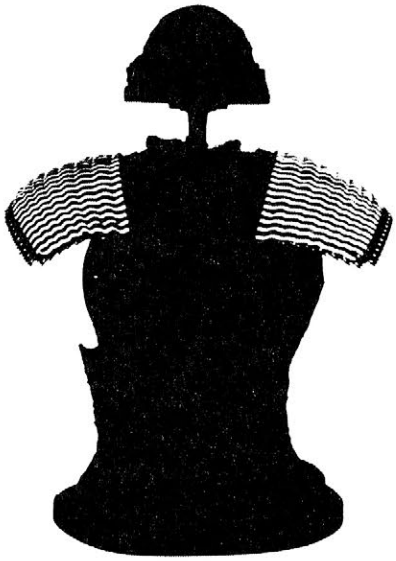


写真-２　復元展示した甲冑
復元模造パーツ有

４．おわりに

今回、分離可動型支持台と復元模造パーツを用いた甲冑の立体復元の事例を紹介した。その結果、不完全ながら現時点で安全性を保ちながら甲冑の持っている情報を最大限引き出せる立体復元が行えたのではないかと思う。考古資料の保存処理は変形、崩壊から資料的価値を失わないように延命処理を行うことから、更に一歩進んだ、資料の公開・活用をはかれるために、より良い展示方法をも踏まえて、新しい修復技術を開発・改良してゆくべきであろう。

参考文献

山陽町教育委員会編2004「正崎２号墳出土甲冑の整理報告」『正崎２号墳』山陽町教育委員会
塚本敏夫他 2002「分離合体型支持台による甲冑の復元と展示」『日本文化財科学会　第19回大会研究発表要旨集』日本文化財科学会

遺跡立地分布の計量評価とGISによるPredictive Modeling
－武蔵野台地東部・縄文時代集落を対象として－

○津村宏臣*・建石徹**・小林謙一***・西本豊弘***
*同志社大学文化情報学部，**文化庁文化財部美術学芸課，***国立歴史民俗博物館

1．遺跡存在の予測と立地評価への応用

GIS を用いた遺跡立地の定量的評価を通して，抽出した環境属性を説明変数として遺跡立地を確率論的に検討する手法－Predictive Modeling－が欧米諸国を中心に展開している．この研究の利点は，重回帰分析などを通じて遺跡立地と相関の強い環境属性を定量的に評価できるだけでなく，回帰式の作成により未知の遺跡存在の予測，遺跡立地の環境指向性の時系列動態の把握，演繹的な遺跡生態シミュレーションなど様々な応用研究が実践できることにある．

欧米諸国では1980年代以降，この遺跡存在の予測に関する研究が，GISと空間統計学の融合により開発されてきた（e.g. Kohler and Parker 1986）．初期には，遺跡立地や分布に影響を与える空間属性の説明因子を定量的に抽出し，ブーリアンオーバレイにより未知の埋蔵文化財の種別と範囲（規模），内容を予測する研究が盛行した．この手法は，過去人類の時空間属性に関する指向性の定量評価が困難なことから，現在でも有効な手法として適用されている（e.g. Stancic and Kvamme 1999）．また，定量評価の帰納的アプローチから演繹的シミュレーションへの伸張も顕著になりつつあり，属性に対する人間の意思決定を重視し，ファジー理論・エージェントシミュレーション・ニューラルネットワークなどを評価に利用した研究も進められている(e.g. Hatzinikolaou, et. al.)．こうした成果は，文化財のマネジメントとモニタリングに資する側面が高いだけでなく，遺跡立地を単に環境属性を説明変数とした説明だけでは不十分であることを明らかにしつつある（Leusen and Kamermans 2005, Tsumura 2005）．しかし，日本では，こうした取り組みは皆無であり（津村・中村 2005），遺跡の存在を標準化した時空間座標系で定量評価する手法そのものの導入が著しく遅れていることからもわかる．

近年，日本においても，遺跡立地の定量的評価と解析に向けたGISの適用事例が増加している．こうした動向の中，筆者らは縄文時代集落を対象として，遺跡立地に影響する自然環境属性だけでなく，遺跡間視認性や文化傾向面の時系列動態などの人類の社会環境属性の抽出とそのセツルメントシステムの評価を実践してきた(津村・小林・建石他 2002他)．本研究では，左記の成果を参照し，遺跡立地の予測モデルの確立について検討する．

2．対象

本研究では，武蔵野台地東部の縄文時代中期集落を対象とし，そこで抽出した遺跡立地に係る環境属性を説明変数として，その後の縄文時代後期の遺跡分布予測を実践する．

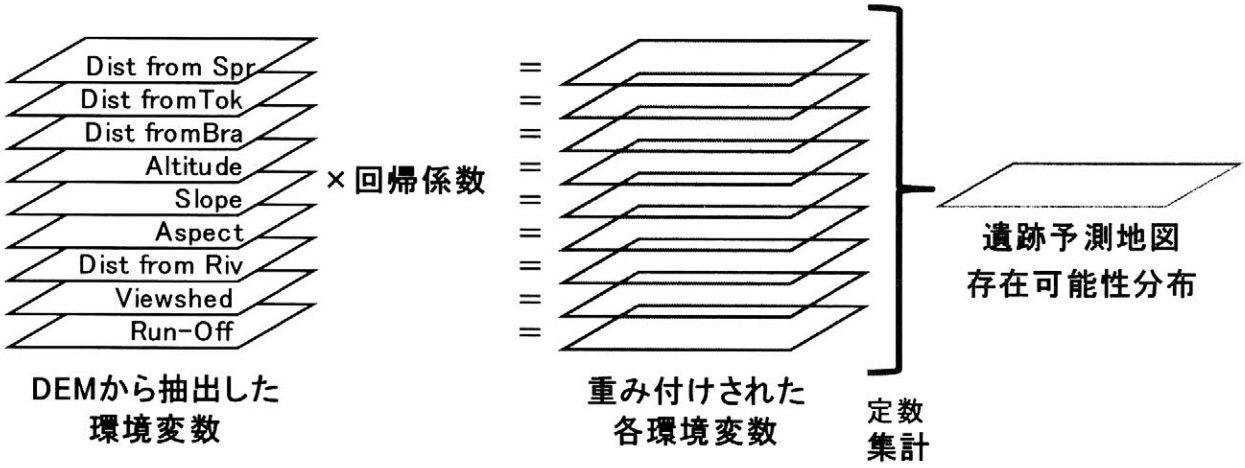


図１　遺跡立地予測に関する環境変数の抽出と回帰式の作成

３．検討

先の研究では，武蔵野台地東部の縄文時代中期集落の遺跡立地には，河川からの移動距離や地形傾斜，湧水（凹地）からの移動距離，遺跡間視認関係の有無，文化傾向面の時系列動態などが関連していることが明らかとなっている．特に，遺跡間視認関係の有無は，その時系列動態から，後期の遺跡立地にも影響すると想定される．

ここでは，まず，DEM から抽出できる環境属性とこれに重み付けをおこなった属性値レイヤーを作成し，既知の縄文時代中期集落との相関を計出した．次に，衣笠(2001)の方法を参照し，探索的に変数を選択することを目的に，相関の強い属性を選択して重回帰分析を実施した．図１のように回帰係数を決定し，回帰式を作成，オーバレイ処理により集計すると，図３（ﾒｯｼｭｸﾞﾗﾃﾞｰｼｮﾝ処理済み）のように，縄文時代中期集落の遺跡立地の指向性から縄文時代後期集落の存在可能性が評価できた．結果の検証は今後の課題だが，低地域への集落の展開が後期集落独自の論理ではなく，中期集落の環境への指向性と不連続な現象ではない可能性が示唆された．　　（文責：津村）

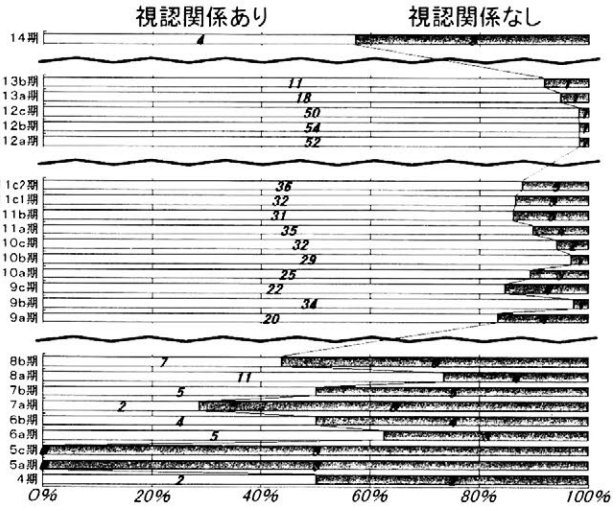


図２　視認関係有無の時系列動態

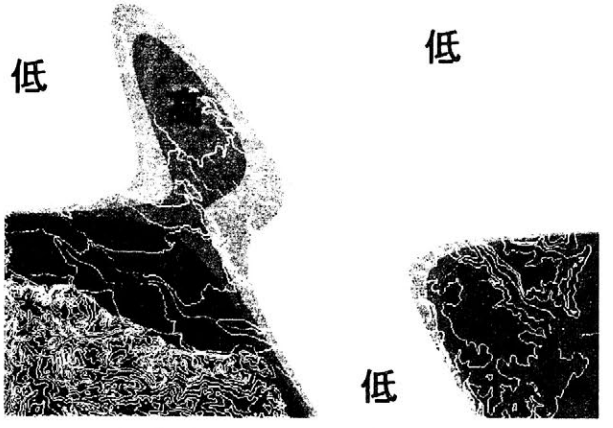


図３　縄文後期集落の存在可能性評価例

縄文土器に残留したステロールの分析（2）
浅鉢と深鉢の比較

○堀内晶子、黒澤こずえ
（国際基督教大学・教養学部）

1．背景と目的

考古学試料の有機物分析は過去の様々な情報を提供出来る可能性を秘めている反面、安定性、後からの混入、絶対量が少ないなど、分析の際に問題が多いのも事実である。我々はこれまでに土器のモデル系を使った脂質の安定性の研究から、どの食物にも含まれているステロール類の分析から古代人の食生活を検討できる可能性がある事を明らかにしてきた[1]。さらに、主にエステルとして存在するステロール類を効率よくケン化し、遊離ステロールとして分析する方法を確立し、加曽利 E 式縄文土器の浅鉢土器片に残留したステロール類、特に主に動物に含まれるコレステロール及び、植物性のスチグマステロール、カンペステロール、β－シトステロールの残存を報告した[2]。本研究はこれまでに報告した浅鉢と同じ遺跡から出土した同年代の深鉢に残存したステロール類を分析した。考古学的には浅鉢は食物を盛る為に、深鉢は煮炊きをする為に用いられたと考えられており、浅鉢の結果と合わせて土器の用途とステロール類の残留を比較検討した。

2．試料

2000 から 2002 年にかけて国際基督教大学構内ロケーション 20 から出土した加曽利 E 式縄文深鉢の土器片を、上部（肩部及び口縁部、DT、n=5）、胴部（DM, n=5），底部（DB、n=4）の 3 種類に分類し、それぞれの土器片を表面近くの比較的環境の影響を受けやすい「表面」と、土器深部に浸透、吸着残留した比較的環境の影響を受けにくい「深部」に分けて分析した。

3．実験

a) 脂質の回収：「表面」の脂質は土器をそのままクロロホルム:メタノール=2:1 で抽出した。「表面」を抽出した後の土器を粉砕器で粉状にした後、同様に回収した脂質を「深部」とした。

b) ステロールエステルのケン化と遊離ステロールの回収：回収した脂質に内部標準物質として 5α-コレスタンを加え，30 分加熱ケン化した後、ジエチルエーテル相に遊離ステロールを移動させ遊離ステロールを回収した。

c) 分析：回収した遊離ステロールは、トリメチルシリル化した後、FID 付きガスクロマトグラフ（Spelco, SPB™-1 カラム、30m x 0.32mm、210℃～240℃、1℃/min）、及びガスクロマトグラフ-質量分析を用いて分析した。

4. 結果及び考察

深鉢と比較するために用いた浅鉢の結果はこれまでに発表したデータ[2]を使用した。

a) 深鉢上部土器片の約半数は「深部」に微量のステロールの残存が認められたにもかかわらず、「表面」からはステロール類が検出できなかった。上部はもろく欠けやすい為、十分使用されずに放置された可能性がある。また外部環境から土器へ流入した脂質は、たとえあったとしても無視できるほど少ない事を示している。

b) 深鉢と浅鉢の土器「表面」に残留していた平均総ステロール量を比較すると深鉢底部及び上部は、胴部の約 1/15 の平均残存量しか認められなかったが、浅鉢底部は全ての土器試料の中でも極端に高く、上部の約 16 倍、胴部の約 45 倍であった。土器の種類による著しい相違は、深鉢底部「表面」の脂質が煮炊きすることによって流出し減少しているのではないかと推測されるのに対し、浅鉢底部は煮炊きせず、むしろ外から脂質を塗り込めた可能性を示唆している（図 1.）。

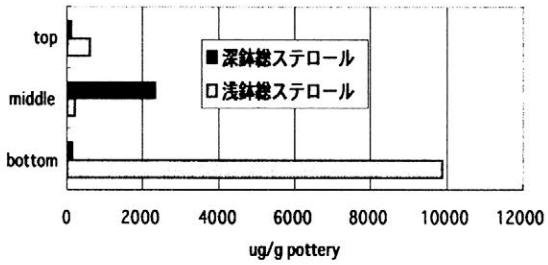


図 1. 深鉢と浅鉢の土器表面に残留していた平均総ステロール量

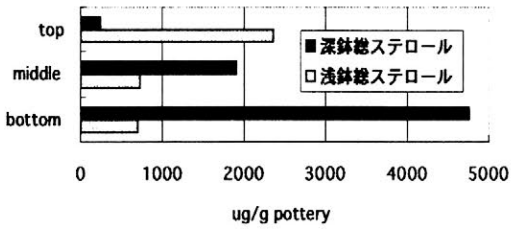


図 2 深鉢と浅鉢の土器深部に残留していた平均総ステロール量

c) 深鉢と浅鉢の土器「深部」に残留していた平均総ステロール量を比較すると、「表面」の結果とは対照的に、深鉢底部には胴部の約 2.5 倍のステロール類の残留が認められたのに対し、浅鉢底部は表面の結果とは逆に残存量が少なかった（図 2.）。深鉢底部の「表面」ステロール類が少なかった理由として煮炊きの為に加える熱による分解の可能性も上げられるが、熱を加えた場合の温度は土器「表面」と「深部」とで大きな差があるとは考えにくいため、煮炊き用の熱による分解の割合は少ないと考えられる。

d) 以上の結果が一般的であるかを検討するためにはより多くの土器試料の分析が必要である。

[1] 堀内晶子、綾川美由紀、土器に吸着された脂質の基礎的研究（8）-ステロール、日本文化財科学会第２０回大会研究発表要旨集、206-207, 2003

[2] 堀内晶子、笠間愛央、縄文土器に残留したステロールの分析、日本文化財科学会第２１回大会研究発表要旨集、206-207、2004

寒冷地に建つRC造博物館の環境設計に関する問題点

○宮野秋彦*，赤沼英男**，若木和雄***
(*名古屋工業大学，**岩手県立博物館，***日本インシュレーション㈱)

1．まえがき　博物館等の文化施設の内部環境に関する実態調査的研究の必要性については，文化財関係者の間でも意見が分かれる処のようである。[1)]

しかし現実には，博物館等での保存・展示環境に関する瑕疵は依然減少していない。

建築分野から見た原因としては，次々と開発・生産された材料や設備に対する設計・施工面での対応の遅れ，建築及びインテリア設計者に見られるデザイン偏重の風潮，建築設備技術者の過剰設備指向，建築関連技術者の職分化の影響等を挙げることが出来る。

適正な文化財の保存・展示環境の創出とその維持に当っては，常に新しい課題の出現に対処して，設計段階は勿論，完成後も綿密な実態把握と周到な管理が必要である。

ここには，最近寒冷地に建設されたRC造博物館で発生した断熱設計と換気設備設計に係る瑕疵について，実態調査を通じてその原因と対策について検討したので報告する。

2．某博物館の建築・設備設計と維持管理に係る瑕疵の実態調査結果　冬季2ヶ月に亙って月平均気温が氷点下となる地方に建つ博物館で，竣工2年後の夏に特別収蔵庫内が異常高湿状態となったので，その原因の解明と対策を検討するための実態調査を行った。

設計図によると，極寒の地であるにもかかわらず，断熱材はRC造外壁の内表面に僅か18ミリのウレタン材を打ち込んでいるに過ぎないことが明らかとなった。更に，この断熱材はコンクリートとの接着面が溝形になっており，溝の部分の厚さは10ミリ程度である。

図1は，異常高湿状態が発生した折の特別収蔵庫内外温湿度の記録である。

5月開館のため3回目の夏となるが，依然蒸れ返し現象が見られ、5月まで60%であった収蔵庫内日平均相対湿度が6月以降急激に増加して7月末には80%に達している。

博物館のように開口部の少ないRC造建物では，4年目の夏まで蒸れ返しが続くこと

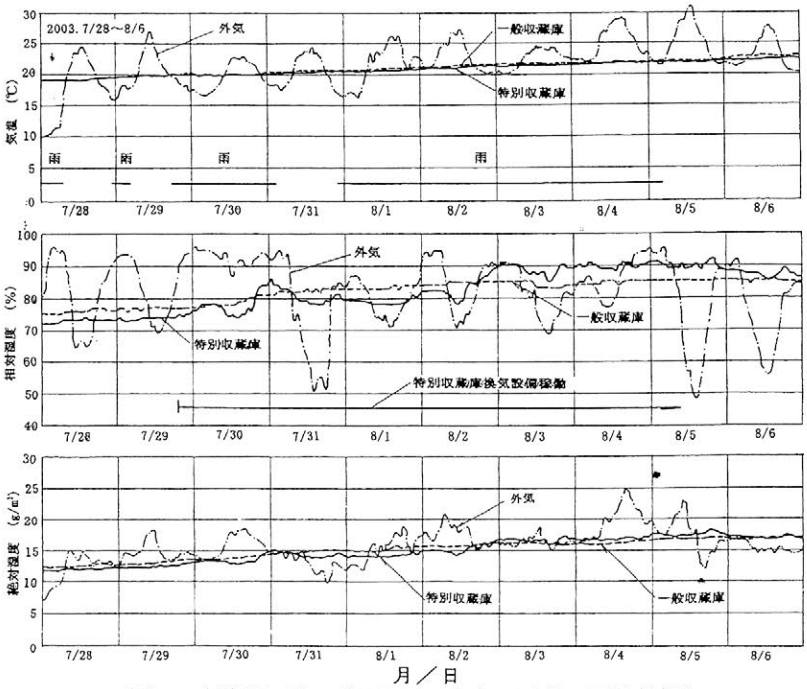


図1　寒冷地に建つ某博物館収蔵庫の夏季の温湿度変化

もあるが，最初の夏に80%以上となることはあっても2年目からは大幅に改善され，3年目に相対湿度が90%に達することは無い。[2)]

実態調査と設計図書の検分によって，収蔵庫には，廊下より取入れた空気を天井裏の熱交換装置を介して庫内に給気した後、外気へ排出する換気系ダクトとは別に，差圧ダンパーを内蔵した外気に通じるダクトが設けられていることが分かった。

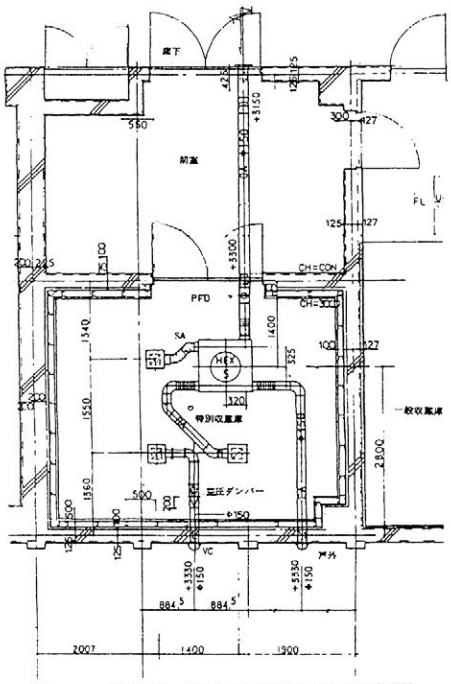


図2　特別収蔵庫換気設備系統図

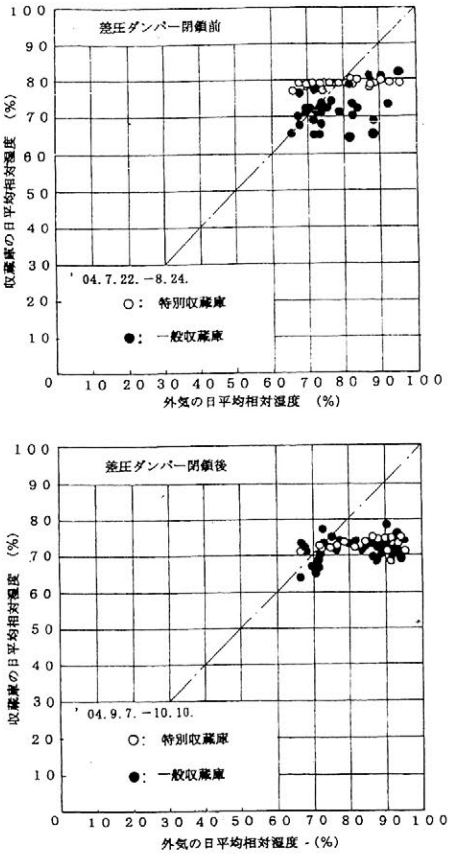


図3　某博物館収蔵庫と外気の日平均相対湿度の相関

検討の結果，収蔵庫内の湿潤は，夏季の蒸れ返しによる庫内の相対湿度の上昇を恐れた管理者が，換気扇を稼動したまま収蔵庫の扉を閉鎖したため，たまたま内部が負圧となり，折からの降雨によって湿潤した外気が差圧ダクトを通って庫内に流入したものであろうと考えられる。

この収蔵庫は調湿建材を内装した小規模の特別収蔵庫で，内部での長時間作業は無く、庫内には冷暖房設備を設けていないため，熱交換装置の必要理由も希薄で，まして扉を閉めて庫内で長時間作業することは想定されないため，差圧ダクトは全く不必要である。

以上により、差圧ダクトを閉鎖した結果，**図3**に示すように相対湿度が約10%減少した。

収蔵庫内の異常湿潤現象はこれによって一応解消したが，外壁の断熱設計瑕疵の問題は未解決のため，このまま放置すれば，冬季の躯体内結露と夏季の蒸れ返しが繰り返えされ，長期に亙り館内が高濃度のアルカリ環境となって，収蔵物への影響が憂慮される。

改善方法としては，同様の瑕疵があった既報[3)]の博物館の場合とは異なり外断熱工法への改修が難しく，50mm以上の現場発泡ウレタンによる内断熱工法が次善の策と考える。

3．むすび　文化財の収蔵・展示環境の問題解決には，今後益々高度の専門知識を必要とすることが予想され、人文・自然両分野の一層の学術交流と技術協力が必要となる。

1)：日本文化材科学会会報，第34号，1997.

2)：宮野秋彦他：城端町曳山会館展示環境の20年間の推移について，空気調和・衛生工学会中部支部学術研究論文集，第4号，2003.3.

3)　赤沼英男他：文化施設における室内空気のアルカリ成分とコンクリート躯体の吸放湿について，考古学と自然科学，第38号，日本文化財科学会誌 1999，2000.2.

古代地方寺院の外装塗装の色について

○朽津信明（東京文化財研究所）

【はじめに】　歴史的建造物が、それが築造された当初にどのような色で当時の人々の目に映っていたかを知ることは、それ程容易なことではない。例えば現存する歴史的建造物に塗装顔料が確認されたとしても、それが塗り直しのものではなく、当初からの塗装であるかどうかを厳密に検証しなければならない。

その一方で、考古学的な出土品に基づいて、当時の塗装を検討する試みもなされることがある。例えば山田寺 [1]や尼寺廃寺などの畿内の古代寺院のいくつかでは、その塗装顔料について科学分析に基づいた議論が行われている。しかしながら、こうした議論は殆どの場合には畿内の情報に限定されており、古代の地方寺院について実際に顔料分析が行われた事例は、これまでは殆どなかった。そこで本研究では、地方寺院からの出土遺物に基づいて、各建物の塗装の色について議論することを試みる。

【調査対象と調査方法】　対象は、現在の近畿地方を除く各地域で、白鳳または奈良時代の建造物という条件で、当該する遺跡をなるべく多く調査した。寺院建築を原則としたが、例外的に政庁でも塗装が確認できる場合には対象とした。調査遺跡は、北は多賀城廃寺から、南は薩摩国分寺まで、25 箇所に及ぶ（表１）。各遺跡から出土した軒平瓦の中には、裏面の通称「アゴ」と呼ばれる部分に、赤色顔料が付着しているのが見られる場合がある（図１）。こうしたものは産状から、そこの部分に当たっていた木材を塗装した際に、はみ出して付着してしまった、つまり建物の塗装顔料と判断される場合が多く、その推定が可能なものを対象とした。なお、こうしたもの以外にも、軒平瓦には稀に白色や赤色の細い実線が見られる場合などがあり、それらは塗装の際にはみ出た顔料とは考えにくいため対象とはしなかった。

分析では、従来から報告している低レベル放射線源を用いた簡易蛍光Ｘ線分析と、分光光度計による可視光反射スペクトル分析を併用し [2]、さらに現地実体顕微鏡観察法 [3]によって顔料の粒子観察を行い、原則として現地で非破壊・非接触で赤色顔料の分析・観察を試みた。

【結果】　結果は、表１に示す。今回対象とした赤色顔料は、スペクトルが全てベンガラの波形と類似し、いずれも瓦そのものに比べて元素として鉄が多く検出され、水銀や鉛などの元素は全く認められなかった。ただし、例えばいわゆる「パイプ状ベンガラ」と呼ばれるような純度の高いベンガラのデータと比べると、波形も異なり、鉄の検出量も圧倒的に乏しかった。また、粒子観察が行えた試料については、いずれも赤色粒子にパイプ状の構造は認められず、また無色透明の不純物と見られる粒子も多数認められた。

【考察】　今回分析を行った各試料は、それぞれの建物において、その瓦が上に載った状

態でなされた塗装の顔料と考えられ、塗り直し等を考えると瓦年代と完全に一致する保証は必ずしもないものの、古代の範疇の少なくともある一時期に、当該建物がその色で見えていた時代があったものと判断される。その塗装顔料は、調べた 25 の建物では、全てが鉄を発色の主要因とするいわゆる広義の「ベンガラ」と考えられる。さらに、実体顕微鏡観察を行えた各試料については、不純物が多く認められたことからそれ程純粋なベンガラとは考えにくく、またそれ以外の試料においても、スペクトル波形や元素分析における鉄の検出状況などから判断すると、やはり同様に不純なベンガラである可能性が高いと思われる。つまり、水銀朱や、鉛丹、あるいはいわゆるパイプ状ベンガラと呼ばれるような、真っ赤なベンガラで塗装されていたような建物は、この時代の地方では今のところ見つかっていないことになる（奈良では報告がある）。特に地方の国分寺の色が、これまでのところ全て同系統のものとなっている事実は、国分寺の塗装に何らかのスタンダードのようなものがあった可能性も想定させるため、今後そのような観点からさらに多くの対象を調べていくことが必要だろう。

文献 1)山田寺発掘調査報告 2)保存科学, **42**, p.19, 3) 本学会第 21 回大会研究発表要旨集, p.106

図１．軒平瓦に付着した顔料の例

図２．瓦付着顔料の実体顕微鏡写真

遺跡名	年代	試料	元素	スペクトル	組織	解釈
多賀城廃寺	8C 前半	瓦	Fe	ベンガラ	不純物あり	不純なベンガラ
多賀城政庁	8C 前半	瓦	Fe	ベンガラ	不純物あり	不純なベンガラ
多賀城政庁	8C 後半	瓦	Fe	ベンガラ	不純物あり	不純なベンガラ
郡山廃寺	7 世紀末	瓦	Fe	ベンガラ		不純なベンガラ
借宿廃寺	7C 後半頃	瓦	Fe	ベンガラ		不純なベンガラ
結城廃寺	8C 初	瓦	Fe	ベンガラ		不純なベンガラ
下野薬師寺	7C 末	瓦	Fe	ベンガラ	不純物あり	不純なベンガラ
下野国分寺	8C 後半	瓦	Fe	ベンガラ	不純物あり	不純なベンガラ
影向寺	7C 末~8C	瓦	Fe	ベンガラ	不純物あり	不純なベンガラ
武蔵国分寺	8C 後半	瓦	Fe	ベンガラ		不純なベンガラ
甲斐国分寺	8C 後半	瓦	Fe	ベンガラ		不純なベンガラ
甲斐国分尼寺	8C 後半	瓦	Fe	ベンガラ		不純なベンガラ
賞田廃寺	7C 後半	瓦	Fe	ベンガラ		不純なベンガラ
久米廃寺	7C 後半	瓦	Fe	ベンガラ		不純なベンガラ
善通寺	8C 後半	瓦	Fe	ベンガラ		不純なベンガラ
讃岐国分寺	8C 後半	瓦	Fe	ベンガラ		不純なベンガラ
伯耆国分寺	8C 後半	瓦	Fe	ベンガラ	不純物あり	不純なベンガラ
斉尾廃寺	7C 後半	瓦	Fe	ベンガラ	不純物あり	不純なベンガラ
豊前国分寺	8C 後半	瓦	Fe	ベンガラ		不純なベンガラ
虚空蔵寺	7C 末~8C 初	瓦	Fe	ベンガラ		不純なベンガラ
法鏡寺	7C 末~8C 初	瓦	Fe	ベンガラ		不純なベンガラ
肥後国分寺	8C 後半	瓦	Fe	ベンガラ		不純なベンガラ
渡鹿廃寺	8C	瓦	Fe	ベンガラ		不純なベンガラ
薩摩国分寺	8C 後半	瓦	Fe	ベンガラ		不純なベンガラ

表１．結果一覧

考古学研究支援システム"ARCADIA"の構築

○阿児 雄之、PASOMPHONE HEMTAVY、四谷 優介、亀井 宏行
（東京工業大学）

Keywords:データベース、考古学研究支援、GIS、データマイニング

1.はじめに

考古学で取り扱う情報は多種多様なデータであり、その量も膨大である。しかし、人が扱える情報量には限界があり、現在の考古学情報量はその限界を超えている。その状況を鑑み、各機関では考古学に関する知識および情報をデータベース化しているが、特定の分野や情報形態に特化しており、利用者は複数のデータベースを渡り歩くかたちとなっている。その為、効率的な研究活動をおこなう事が困難である。

そこで、本研究では、それら考古学情報を柔軟に取り扱う事ができる、研究支援システム"ARCADIA"を提案し実装した。

2.ARCADIA

"ARCADIA"は、"Archaeological Resource Collection for ADvanced Information Analysis"の略である。このARCADIAは、考古学資料を扱う研究者の研究活動を支援することを目的としたシステムである。本システムは、大きく３つの機能から構成される。

a. Database (XML based database)

考古学研究に関する多種多様かつ大量の情報を一元管理するデータベースである。例えば、発掘調査報告書に記載された情報は、発掘報告文書・測量図・記録写真・自然科学分析データ等の複数の学問領域にわたり、さらに、その記録形態が異なる情報群である。本データベースでは、これら情報の関連性を維持したまま、XMLベースで格納および検索が可能な機能を有している[*1]。

b. Large Scale Computing (Grid computing system)

データベースに格納されたデータの整理および解析処理を、並列計算によっておこなう。格納された文書の全文検索には、多量の計算を要する。現在はこの全文検索をはじめとする検索の高速化に向けて調整中である[*2]。

c. GIS(Geographic Information System)

考古学で扱う情報の多くは、位置情報を有している。よって、位置情報をキーとすれば、これら情報を体系的に取り扱う事ができる。現在、このような位置情報に着目しそれを利

用したシステムはGIS（地理情報システム）と呼ばれ、様々な分野で活用されている。

ARCADIAでは、検索結果を地図上で視覚化する機能をはじめ、それら検索結果情報の空間解析（最適経路検索、眺望解析など）が可能な機能を有する。

3.展望

ARCADIAは各機能を連携させ、継続的にデータを格納している状況にある。課題となるのは、このシステムを用いて既存の考古学研究の効率化をはかり、新たな知見を導出することである。この課題に対し、我々は「千葉県古墳時代中期の様相復元」「火山噴火罹災による人口動態の解明」をテーマに掲げ、本システムの環境整備と活用研究をおこなっている。

Fig.1 ARCADIA screen capturing

謝辞

本研究は、21世紀COEプログラム「大規模知識資源の体系化と活用基盤構築」の援助を受けています。ここに、深く感謝致します。

*1　T.Kobayashi and H.Yokota, "An Overview of the Infrastructure for Storing Large Scale Knowledge Resources", Symposium on Large-Scale Knowledge Resources(LKR2005) proceedings, pp.123-130, (2005)

*2　S.Matsuoka, M.Mochizuki and K.Tanaka, "The COE Data Grid Infrastructure and the Titech Grid", Symposium on Large-Scale Knowledge Resources(LKR2005) proceedings, pp.131-140, (2005)

レーザーラマン分光分析法による考古資料の非破壊的調査

○高妻洋成*、脇谷草一郎*、降幡順子*、肥塚隆保*
*独立行政法人文化財研究所　奈良文化財研究所

1．はじめに

考古資料の有効な分析法として注目されている方法のひとつにラマン分光分析法がある。ラマン分光分析法は、単一波長をもつレーザー光を物質に照射して得られるラマンスペクトルから物質の定性分析をおこなうことができる分析法である。中でもレーザーラマン分光分析法は、1）励起光源に可視レーザー光を用いるため、ガラスや石英ガラスの光学素子を使うことができ、種々の光学調整を肉眼で行なうことができる、2）赤外分光分析で致命的な障害となる水の影響はラマン分光分析ではまったく問題とならない、3）ラマン散乱光の検出に感度の極めて高い分散型 CCD を用いており、照射するレーザーの強度を低くすることが可能である、4）資料に対して完全非接触である、といった特徴を有している。

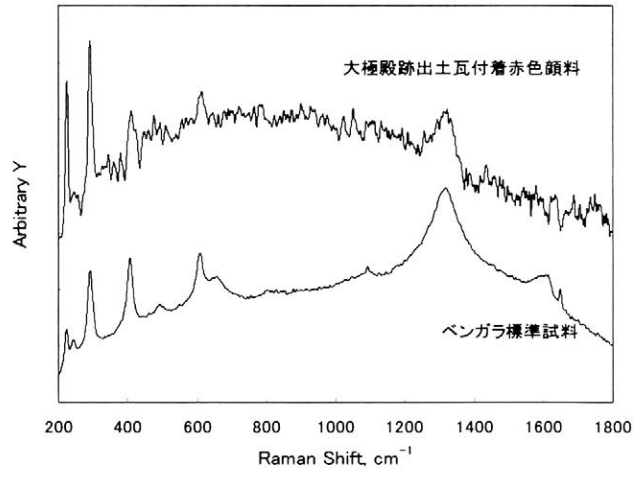
本報告では、これまで奈良文化財研究所でおこなってきた考古資料のレーザーラマン分光分析の分析事例を紹介することにする。

2．装置

レーザーラマン分光分析には以下の３つの装置を使用した。

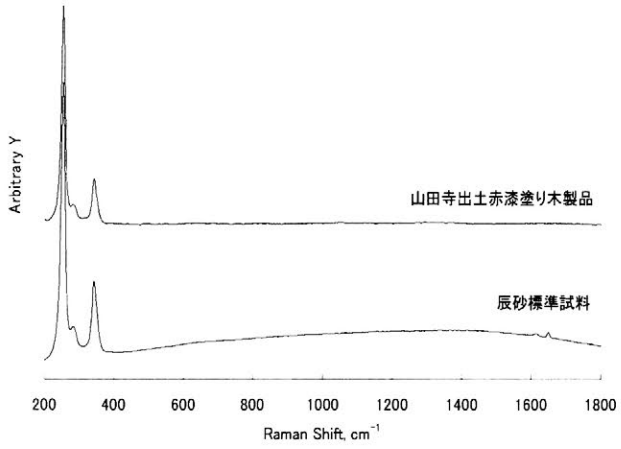
- KAISER OPTICAL SYSTEMS 社製 HoloLab300011 (633 nm)
- CHROMEX 社製 Raman 2000 (785 nm)
- ターボオプテクス社製 HRam-200 (532 nm, 785 nm)

3．考古資料のレーザーラマン分析事例

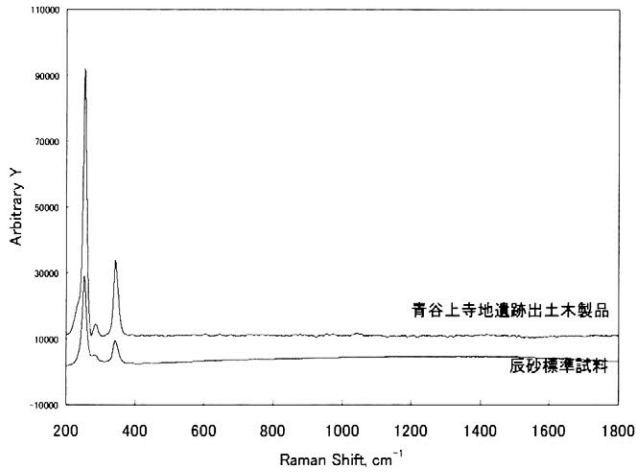


平城宮跡大極殿跡出土瓦　平城宮跡大極殿跡より出土した軒先瓦に痕跡程度に付着している赤色顔料。痕跡程度にしか赤色顔料が残っていない場合、蛍光X線元素分析により鉄を検出したとしても胎土に含まれている鉄と区別することは困難であるが、レーザーラマン分光分析により赤鉄鉱のラマンスペクトルを検出した。

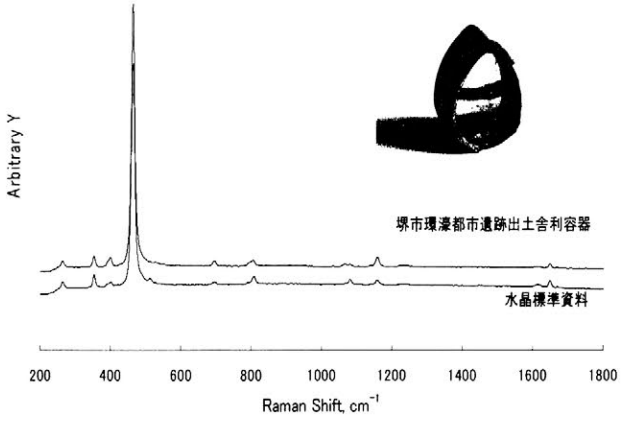
山田寺出土漆塗り木製品　山田寺より出土した漆塗り木製品の赤色漆部分をレーザーラマン分光分析したところ、いずれも水銀朱であることが明らかとなった。水漬けの状態において、しかも迅速な物質同定が可能であることから、レーザーラマン分光分析は出土直後あるいは発掘現場における分析を可能とするものであるということができる。



青谷上寺地遺跡出土木製品　青谷上寺地遺跡より出土した木製遺物に付着している赤色顔料を携帯型の分析装置を現地に持ち込んで分析をおこない、赤鉄鉱と辰砂を検出することができた。移動させることが困難な遺物に対して、携帯型のレーザーラマン分光分析装置による材質分析が可能となったことには大きな意義がある。



堺環濠都市遺跡出土金銅製舎利容器　堺環濠都市遺跡(SKT263)より出土した金銅製舎利容器に嵌め込まれている無色透明の薄板を分析したところ、この薄板が水晶であることが明らかとなった。

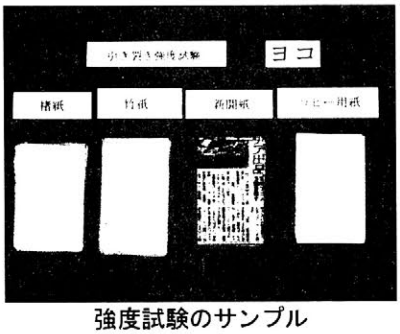


[謝辞]　考古資料のレーザーラマン分光分析をおこなうにあたり、鳥取県埋蔵文化財センターならびに堺市教育委員会より貴重な考古資料をご提供いただきました。紙面を借りて心より御礼申し上げます。

※本研究の一部は、日本学術振興会科学研究費補助金基盤研究(B)「文化財資料用携帯型マルチレーザーラマン分光分析装置の基礎的開発研究（研究代表者：高妻洋成）」によりおこなわれた。

修復された紙の強度変化

村田忠繁
(元興寺文化財研究所)



強度試験のサンプル

耐磨耗強度試験試験

こわさ試験

文化財の紙に求められる強度

紙には様々な機能が求められる。物理的強度としては、引張り強さ・引裂き強さ・耐折強さ・耐磨耗強さ・破裂強さ・こわさ等があげられる。また、機能的な強度としては、防水性・防湿性・耐熱性・遮光性等がある。

文化財や歴史資料としての紙の強度については、おもに引張り強さ・引裂き強さ・耐折強さなどで表すことが多かった。

これまで、保存修復された資料の多くは処置前と比して、しなやかさがなくなっている印象がある。また、綴本や冊子の紙葉の一部分が擦り切れていたり薄くなっていたりしている資料もある。

今回は、しなやかさを判定するこわさ試験と擦り切れの度合いをみる耐磨耗強さ試験を加えて、文書修復に求められる紙の強度を考察した。

紙葉の強化処理

古文書類の保存修復処置は、裏打ちや漉嵌法によって行われている。一方で、明治期の行政文書であったり大正・昭和期のポスターやチラシであったり、新聞の類といった近現代文書類の保存修復も重要な課題となっている。これらは、紙葉が酸性劣化やインクの劣化により脆弱になっていて、裏打ちや漉嵌法での修復方法とともに、脱酸処理を施した後にセルロース誘導体などの樹脂を塗布によって強化を図ることもある。

今回は、紙葉の強化処置としてメチルセルロース(信越化学工業(株)製メトローズ-15〈低粘度タイプ〉2%水溶液)とともに水牛膠(5%溶液)の塗布を試みた。

とりわけ、膠については、これまで実用例は聞くことがなったが、天然素材であるので資料の経年劣化に合わせて同様に劣化するので、紙資料の素材に優しく、保存修復材料として有効であることも考えられる。

膠の種類は、粘度が低く浸透性のある水牛膠で試験することとした。

修復された紙葉の強度試験

試験資料として、コピー用紙(中性子)・新聞紙(奈良新聞)・和紙(楮紙:美濃紙)・竹紙(台湾産)の４種類を試験した。

それぞれの試料を、90℃・50%の環境下に12日間さらし、劣化促進試験をしたものを用意し、2種類の樹脂強化も施し、繊維方向の異なるタテ・ヨコの右図のような12種類を作成した。強度試験の前に下図に示した各試料のpHや坪量(g/㎡)、厚さ(㎜)、密度(g/㎥) を測定した。強度試験は22℃・55%RHの試験室で、引張り強さ試験・引裂き強さ試験・耐磨耗強さ試験・こわさ試験を実施した。

1	タテ　普通　未処理
2	タテ　普通　膠
3	タテ　普通　MC
4	タテ　劣化　未処理
5	タテ　劣化　膠
6	タテ　劣化　MC
7	ヨコ　普通　未処理
8	ヨコ　普通　膠
9	ヨコ　普通　MC
10	ヨコ　劣化　未処理
11	ヨコ　劣化　膠
12	ヨコ　劣化　MC

引張り強さ試験

列断長の比較を見ると、竹紙の繊維方向の差異が顕著ではないこと、樹脂塗布によりいずれも引張り強さは増すが、特に、メチルセルロースの効果は大きいことが判る。

引裂き強さ試験

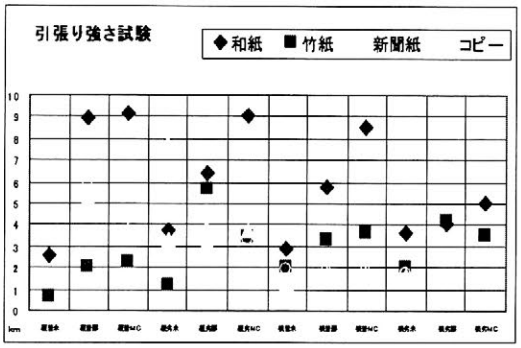
和紙では、膠を塗布したものが強度が落ちたのに対して、劣化したものにメチルセルロース塗布したものの強度は、あがった。

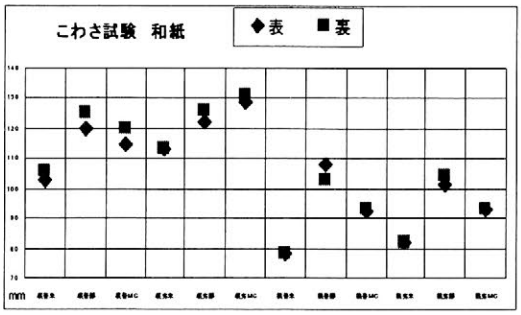
耐磨耗強さ試験

コピー用紙はメチルセルロースを塗布したものが膠塗布よりも強度が増すが、和紙・竹紙・新聞紙は膠の塗布の方が強度が強くなった。

こわさ試験

劣化をさせても樹脂を塗布しても、しなやかさは、損ねるが、和紙のタテ繊維方向では、劣化よりも樹脂塗布の方が硬くなり、ヨコ方向では、樹脂塗布よりも劣化したものの方が硬くなる。多くの場合膠のほうがメチルセルロースよりしなやかさはなくなる。





おわりに

本試験では、強化修復材料として、膠利用の可能性を探ったことや、摩擦堅牢度やこわさという判定のしづらい強度試験を実施した。今後、脱酸処置も加えてさらに精度の高い試験を試みたい。

なお、本研究は平成１４～１６年度の科学研究費補助金による「文書修復に求められる紙の強度―文化財としての強度基準の構築を目指して―」（研究代表者　村田忠繁）の成果の一部を含む。

	和紙				竹紙				新聞紙				コピー用紙			
	坪量	厚さ	密度	pH	坪量	厚さ	密度	pH	坪量	厚さ	密度	pH	坪量	厚さ	密度	pH
標準	16.3	0.057	0.29	6.6	24.8	0.085	0.29	5.3	47.4	0.073	0.65	5.3	69.0	0.091	0.76	8.7
膠	21.0	0.074	0.28	7.5	51.5	0.074	0.70	6.1	51.4	0.088	0.58	6.0	71.2	0.096	0.74	8.9
MC	17.6	0.068	0.26	7.2	49.3	0.078	0.59	6.2	49.5	0.085	0.58	5.9	70.5	0.094	0.75	8.5
劣化	15.9	0.062	0.26	5.7	20.6	0.072	0.29	4.9	47.4	0.073	0.65	4.2	52.7	0.092	0.57	8.5
膠	18.9	0.069	0.28	7.3	30.6	0.099	0.31	6.2	50.3	0.083	0.61	6.4	71.6	0.098	0.74	8.7
MC	15.9	0.055	0.29	7.1	24.6	0.083	0.30	6.1	51.2	0.083	0.62	6.2	71.5	0.088	0.81	8.8

御所野遺跡における竪穴住居焼却実験について

○村本周三*、高田和徳**、中村明央**
* 総合研究大学院大学文化科学研究科、** 一戸町教育委員会

1.はじめに

火災住居跡は住居の上屋構造や遺構埋没過程を考える上で重要な資料である。本研究では、発掘調査の成果と復元した竪穴住居の焼却実験から、火災住居跡の埋没過程や土屋根住居に特徴的な覆土堆積状況について検討した。

2.焼却実験とその後の観察

(1) 実験棟の概要

実験棟は岩手県御所野遺跡(図 1)で調査した DE24 住(図 2)をモデルとした。炉の形態、柱穴配置、平面形態等は当地の縄文時代中期末の典型的な形態である。発掘調査の結果に基づき浅川滋男氏と西川和宏氏に復元案の作成を依頼した(図 3)。実験棟は概ねその復元案に従い建設した(図 4)。

(2) 焼却実験

実験

焼却実験は開始後 80 時間後まで継続して観察を行った。実験棟を乾燥させるため、1 週間程度前から毎日炉で火を焚き、当日は天窓を破壊し、風を通した。薪は、炉、各柱の周囲、炉と天窓の間に設けた火棚に設置し、点火した。約 20 分後天窓周辺の屋根が大きく崩落し、その後約 10 分間次々とその周辺も崩落し続けた。炎は 4 時間程度で見られなくなったが、煙が見られなくなったのは 74 時間後である。

主柱材はごく表面のみの炭化で、内部までは炭化が及んでいなかった。露出し観察可能な垂木材は天頂部付近を除けば炭化は面のみである。大規模な屋根崩壊は梁・桁材と垂木材の炭化による強度低下が原因であると推定されるので、落下後に蒸し焼きになるであろうことと併せ、落下した梁・桁材と垂木材については炭化が良好であると推定される。屋根土は天頂部に近いほど崩落の単位が小さく、壁面側、特に梁・桁より壁面側では大きい単位で崩落した。屋根土と周堤の間には亀裂ができるので屋根土層の下により新しい時期に堆積する層が形成される可能性がある。

経過観察

6 年経過し、大きな変化は少ないが、主柱材等からの炭化物の落下と、壁がずれて堰板を押す現象が確認されている。覆土上層における微細な炭化物の由来や壁際における"三角堆積"の形成を考える上で示唆的である。

3.調査結果との比較

DE24 住の覆土は、火災後に堆積し炭化物粒を含む 1 層、屋根土および周堤に由来し上面と下面に大型の炭化材が出土した 2 層、黄褐色パミスを多く含む 3 層に分層した。1 層中の炭化物粒の由来は主柱等に求められる。屋根土とともに崩落した材については炭化している可能性が高いが、屋根土上にも大型の構造材が落下するものの、大型炭化材として遺存する状況になるとは考えがたい。ただし、屋根の落下までに充分に炭化した場合は同様の状況を示すと思われる。屋根土層を認定する上で炭化材の分布が指標となると考えられるが、2 層上面の炭化材の生成については更に検討が必要である。

4.まとめ

土屋根住居の認定を行う上で、炭化物粒や炭化材の出土位置が基準となる可能性がある。小屋組や焼却時の気象条件によって、実験結果に差異が生じる可能性があるため、今後も実験と検討を重ね、遺構埋没過程の検討を行っていきたい。

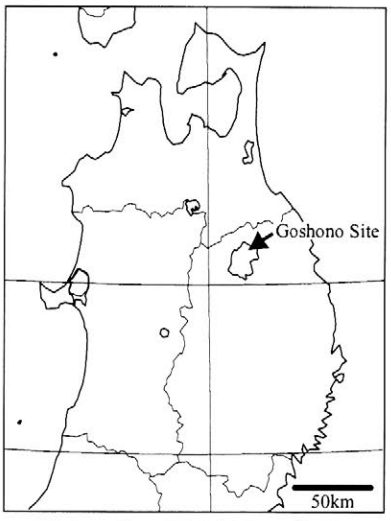


図１　御所野遺跡の位地

図２　DE24 住平断面図

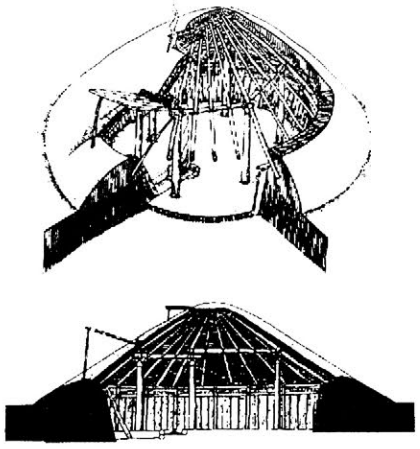


図３　DE24 住復元図

図４　焼却実験直前の実験棟

図７　屋根の崩落後

図５　天頂部の崩落

図８　焼却実験後６年経過

図６　屋根の大崩落

図９　焼却実験後６年経過

表面波探査による基壇跡の地盤特性の把握

○田村　晃一*、高瀬　尚人*、福田　信夫**
(*応用地質株式会社、**国分寺市教育委員会)

1．　はじめに

廃寺跡の遺構である基壇跡は、人為的に締め固められた人工地盤にほかならない。現代において地上に構造物を建設する際には、その基礎地盤の地盤特性をS波速度値(地盤の弾性波速度)やN値(ボーリング標準貫入試験)によって、評価がなされている。掘削を伴わずに地盤のS波速度を把握する手法では、物理探査のひとつである表面波探査が有効である。国指定史跡武蔵国分寺跡では、地下レーダ探査によって新たに基壇跡が確認され、塔跡であることが判明した。その基壇跡において表面波探査を実施し、地盤のS波速度値断面分布を把握することによって、基壇跡の基礎地盤としての地盤特性の検討をおこなった。

2．　表面波探査の概要

表面波探査は、カケヤで地表面を打振して発生させた弾性波を、測線上に展開した受振器で測定し、その弾性波の伝播特性を解析して、地盤の測線下におけるS波速度構造断面を得る手法である。図-1にその概念図を示す。カケヤの打振で発生する弾性波には、さまざまな成分が含まれている。表面波探査は、その中の表面波と呼ばれる成分に着目し、その波長によって伝播する地盤の深さが異なること（短い波長の表面波は浅い地盤のみを、波長が大きくなるほどより深くまでの地盤を伝播する）を利用して、測線下のS波速度構造を解析する手法である。

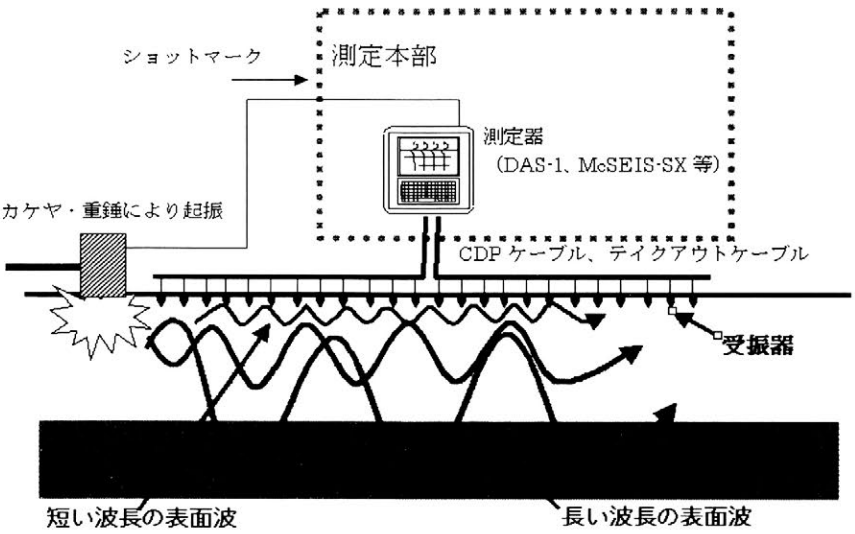


図-1 表面波探査の原理

3．探査結果

基壇跡と推定される範囲を中心にした測線を設定し、分解能の最も高い仕様となる受振点間隔 0.5m、打振点間隔 1.0m、探査深度 5.0m で探査を実施した。同じ測線で測定した地下レーダ探査記録とあわせて図-2に示す。

基壇跡を対象とした表面波探査によるS波速度構造探査は、今回が初めての

試みとなる。基壇は、ローム層を約3m掘り込み、その中にロームや黒色土を締め固めて造られている(写真-1)。ロームはいったん掘り返すとS波速度値が急減する（非常に緩い地盤材となる）性質があるが、基壇部分は地山のローム層とほぼ同等な値まで締め固められた状態となっていることが判明した。

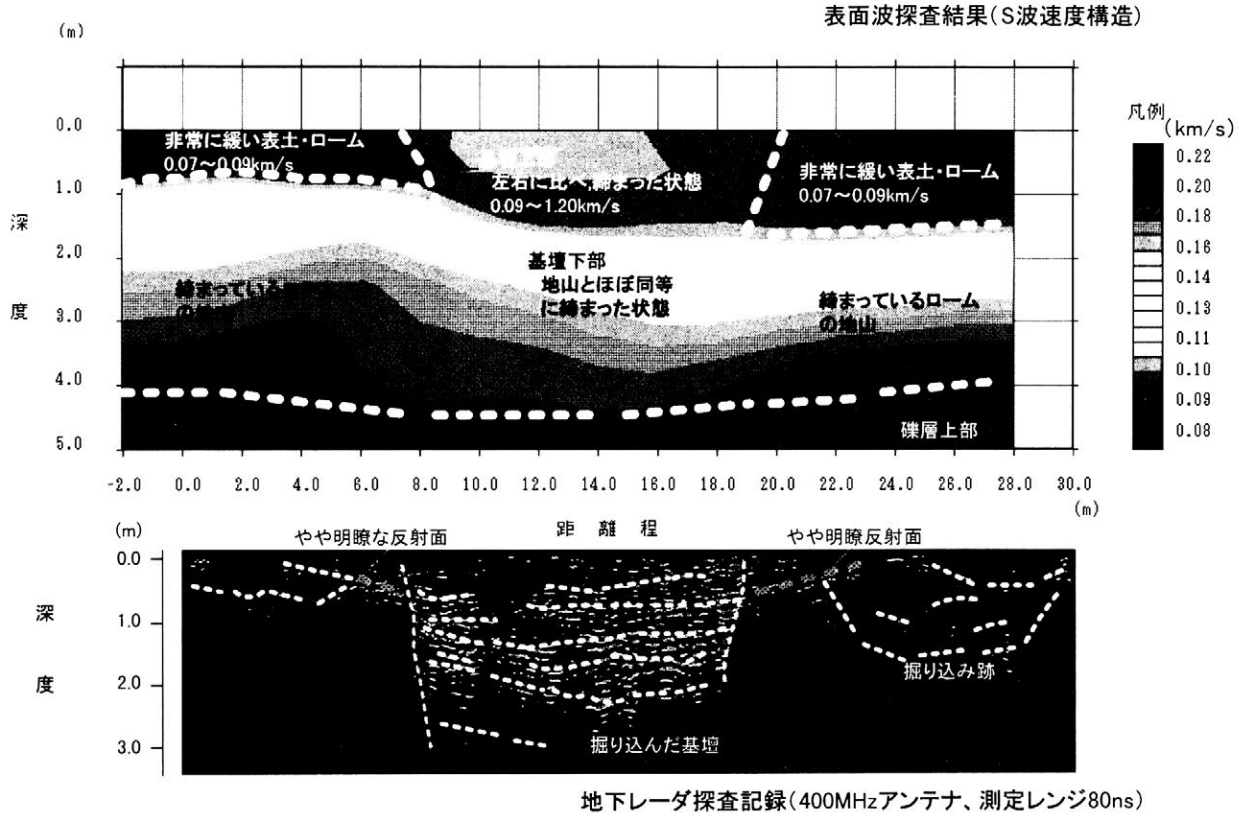


図-2　探査結果（上段：表面波探査、下段：地下レーダ探査）

また、表面波探査は物性値（S 波速度）の分布状況の把握に適しており、地下レーダ探査は境界面の形状の把握に適した手法である。表面波探査の解析結果であるS波速度構造図に地下レーダ探査の結果から読み取った反射状況を重ねて、総合的に解釈すると、基壇跡や周囲の掘り込み跡の状況がより具体的に把握することができる。

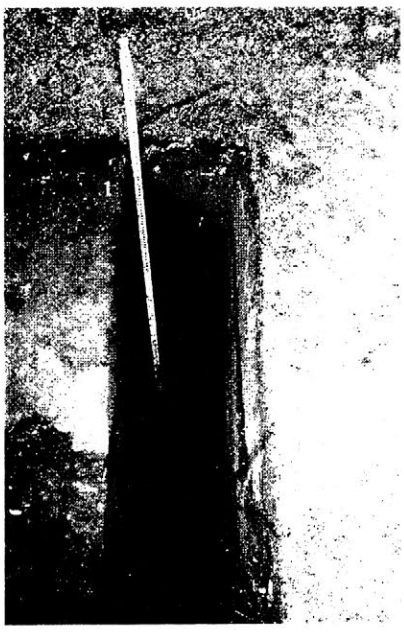


写真-1　確認のための試掘調査

4．　今後の展望

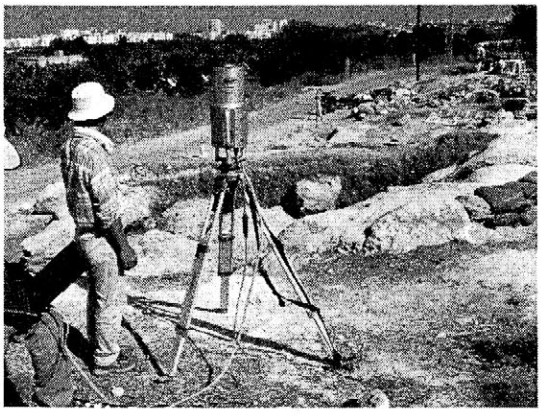
基壇跡などの人工的な地盤の遺構や、地下遺構を取りまく地盤の客観的な物性値の評価法として、掘削を伴わない表面波探査は、史跡など遺構の保存が必要なサイトほど有効な手法といえる。採取試料の物性試験などその他の手法との関連も考慮し、地下遺構に関わる地盤の評価を検討したい。

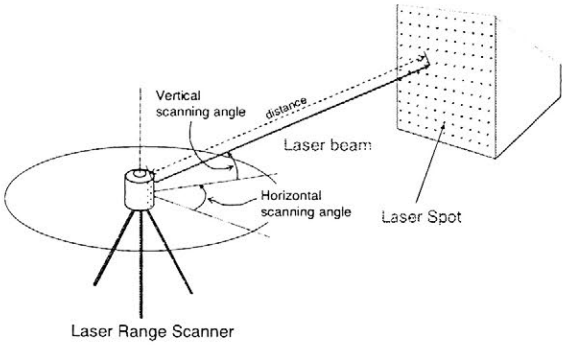
レバノン・ティール遺跡における三次元計測・表現手法の研究

○ 柴崎亮介*、中川雅史*、山田修**、佐々木広泰***、泉　拓良（会員）****
(*東京大学空間情報科学研究センター, **(株)キャドセンター、**東芝プラントシステム(株),
****京都大学大学院)

1. はじめに

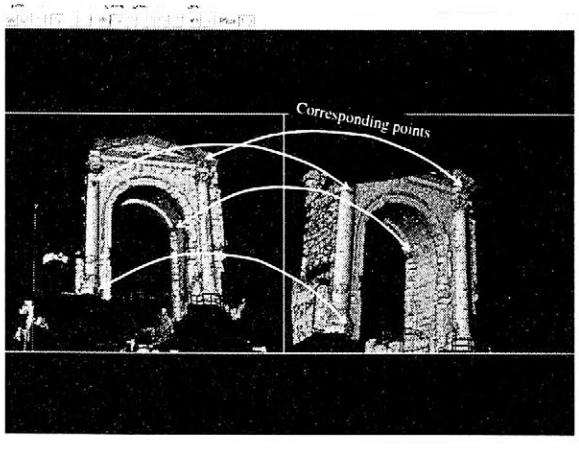
過去５年間ほどの間に３次元計測機器としてレーザスキャナが急速に安価になり、広く使われるようになってきた。レーザスキャナは次のようなプロセスで対象物の３次元形状を計測する。まず、図１に示すようにレーザビームを発射し、対象物に反射されてビームが戻ってくるまでの時間を計測することによって、対象物までの距離を正確に測る。同時にビームを発射した方向（水平角と垂直角）を計測することで、レーザのあたった箇所の、レーザスキャナに対する相対的な３次元座標を計測する。さらに角度を一定間隔でずらして再度レーザビームを発射し、次のポイントの３次元座標を計測する。この動作を１秒間に数千回から数万回繰り返すことで、膨大な数の３次元ポイント群を生成する。３次元ポイント群をポイントクラウド（Point cloud）と呼ぶ。この３次元ポイントクラウドの形で対象物の表面形状が表現される。なお、計測精度は一般に数ミリから数センチ程度である。





2. レーザスキャナによる遺跡の３次元計測と接合処理

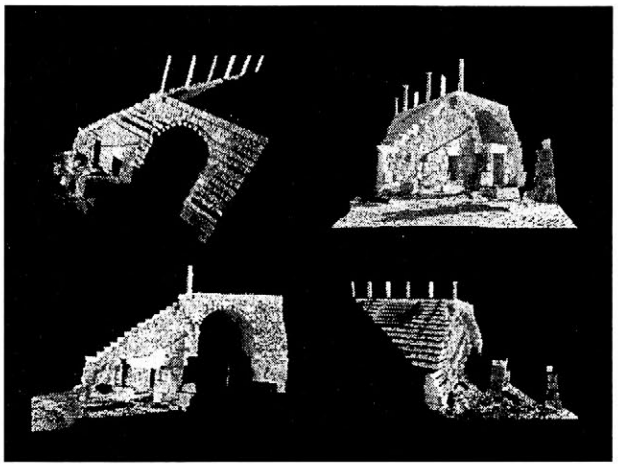
地上から走査するレーザスキャナは同一地点からスキャンできる範囲は限られるため、ある一つの遺構の全体をカバーするためには多くの場所からスキャンして得られたデータを互いにつなぎ合わせる必要がある。図２に一連の作業を示すようにスキャナデータの互いに対応する部分を発見し、



それが重なり合うように相対的な位置や回転を決めることで実現できる。図2に示す例で利用したデータはCyrax2500のデータであり、精度が高く、計測点密度も高いため、目視でも共通地点を発見することが容易である。

3. レーザスキャナデータの視覚化

レーザスキャナデータは3次元形状だけを表現しているので、色や色彩などもあわせて視覚化するためには、デジタルカメラ画像を3次元形状データの上に「貼り付ける」必要がある。正確に貼り合わせるためには、デジタルカメラ画像を撮影したときのカメラの位置と姿勢をレーザスキャナデータに対して相対的に、しかし正確に決める必要がある。デジタルカメラ画像上の適当な地点と対応するレーザスキャナデータ上の適当な地点を見いだし、その対応関係を使って撮影時のカメラの位置と姿勢を推定する方法がある。また対応点を見つける作業を自動化する手法も提案されている。たとえば図3の例では、デジタルカメラ画像の概略撮影位置と方向から得られるであろう疑似画像をレーザスキャナデータから生成し、その疑似デジタルカメラ画像と本物のデジタルカメラ画像を自動的にマッチングすることでカメラの撮影位置や姿勢の正確な値を推定する。



撮影時のカメラの位置・姿勢を推定できれば、レーザスキャナデータの任意の一点がデジタルカメラ画像のどの位置（ピクセル）に対応するのかを推定できる。するとその位置（ピクセル）の色データをレーザスキャナの点データに与えることができる。あるいは曲面が内挿されていればその曲面上にデジタルカメラ画像を貼り付けることができる。図はレーザスキャナからの点群データに、デジタルカメラ画像からの色彩情報をあてはめて色を付けたあと、色つき点群データを異なる視点から表示した結果である。

4. まとめ

レーザスキャナやデジタルカメラの低価格化に伴って、さまざまな調査の場面で利活用できる可能性が広がってきた。こうした利用を支援するためのソフトウェアツールの整備は必ずしも十分ではないし、また調査に伴って得られる他の情報と関連づけて管理する方法も発展途上である。今後こうしたツールの開発を進める必要がある。

漆工品における藍の分光学的手法による非破壊的検出法

○ 吉田直人、三浦定俊
東京文化財研究所

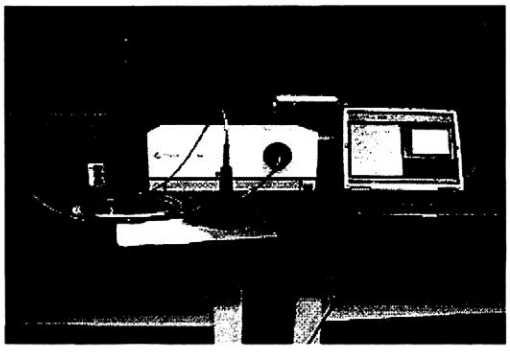
1. はじめに

我々は、有機物が紫外および可視光を吸収する性質を利用し、照射した光の反射率測定 “紫外・可視反射スペクトル法” により、染料の同定に繋がる情報取得の可能性またその利用について基礎研究を行っている。これまでに、木綿布などに染色したモデル試料での測定から、特に紫外域のスペクトルが有力な分析情報となることを見いだし、発表した[1)]。また、実際の分析例として、日本で最古の洋装本である可能性が指摘されている書物の布表紙がインディゴ系の染料で彩色されていることを示唆する結果を得た[2)]。

現在、この分析法の実用に向けて、さらに基礎研究を進めていると同時に、漆工品での染料分析可能性についても検討しているところであり、手始めに藍の検出実現を目指している。本会では、手板に藍を混合した色漆を塗布したモデル試料での紫外・可視反射スペクトル測定結果より得られた知見などについて報告する。

2. 実験

スペクトル測定に用いた装置は、大塚電子製の光ファイバー投受光型超高感度紫外・可視分光光度計 MCPD-7000 である（写真参照）。その概要を以下に記す。



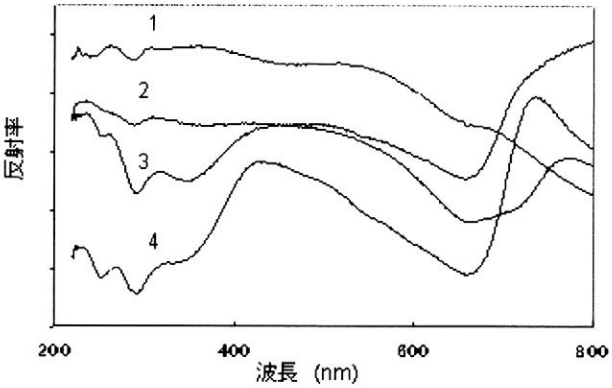
分光器：ブレーズドホログラフィック型
検出器：冷却型 CCD リニアイメージセンサー
プローブ：石英光ファイバー（Y 字型、照射・受光部は同軸）
測定波長域：220～800 nm （波長分解能最大 1.25 nm）
照射径はファイバー先端・サンプル間距離に応じ、調節可能（照射距離 1cm で照射径 3mm）

モデル試料は、目白漆芸文化財研究所に依頼し、透漆（木地呂漆）に天然藍および合成インディゴを混ぜた色漆を手板（カツラ材）に塗布、乾燥させたものを作成した。スペクトル測定は、分光光度計付属のアダプターによって外光を遮断し、測定距離 1cm（照射径 3mm）、測定時間 250msec の条件で行った。また、漆自体がこの波長域に吸収帯を有するため、その影響を差し引くための白

色校正（リファレンス測定）をモデル試料測定に先立って、木地呂漆のみを塗布した手板によって行った。

3.　結果

MCPD-7000 で測定したモデル試料および木綿布に染色した資料の紫外・可視反射スペクトルを右図に示す。可視域(400nm 以上)におけるスペクトル形状は資料毎に相違がみられる。これは、天然藍に含まれる、インディゴ以外の成分の影響や、特にモデル試料での表面光沢などに起因する光反射の影響などが考えられる。



1.　木地呂＋天然藍　2. 木地呂＋合成インディゴ
3.　木綿布に染色した天然藍
4.　木綿布に染色した合成インディゴ

分析のカギを握ると考えている紫外域においては、木綿布試料にみられるシャープな吸収帯がモデル試料でも認められた。しかし、その位置にはわずかに相違がみられ、また木綿布試料ほど明瞭ではない。これは先に述べた要因の他、漆と木綿布という染料周囲の化学的環境の違いやリファレンス測定によっても漆の影響が完全に差し引かれていないなどの原因が考えられる。リファレンス試料の選定や測定条件の見直し、演算によるスペクトルの補正など、改善に取り組んでいるところである。

この測定では、特に紫外域におけるシャープな吸収帯の検出が分析のカギを握っていると考えている。本会までにさらに基礎的な検討を行い、実用化を目指した議論を行いたい。

参考文献：
1．　吉田、三浦：紫外・可視反射スペクトル法による染料非破壊分析のための基礎研究　－（1)」保存科学, 44, 17-24 (2005)
2．　吉田：「紫外・可視分光法による染料分析の可能性」第 28 回文化財の保存および修復に関する国際研究集会プロシーディング（本年度出版予定）

謝辞：
モデル試料の作成を快く引き受けて頂き、また多くの助言をくださった、目白漆芸文化財研究所　室瀬和美氏および土井菜々子氏に深く感謝申し上げます。

本研究は平成１５年度文部科学省科学研究費補助金特定領域研究「江戸のモノづくり」（代表研究者　三浦定俊）によるものである。

P117 博物館展示における三次元デジタル・アーカイブの活用

○今津節生(橿原考古学研究所、九州国立博物館)、森本国宏(橿原考古学研究所)、千賀久(橿原考古学研究所付属博物館)、徳田誠志(宮内庁書陵部陵墓課)

1．はじめに

私達は精密計測技術やデジタル化技術を応用して鏡の三次元デジタル・アーカイブを構築し、これまでに約 600 面（約 260 面の三角縁神獣鏡を含む）の三次元計測と実物の熟覧観察を行ってきた。今回は三次元データを用いた博物館展示への活用例を報告する。

2．計測と解析の方法

計測は XY：±0.01mm, Z：±0.03mm の計測精度を保つレーザーレンジセンサを用いた三次元精密計測機（MATUO 社 Mercury J）と、130 万ポイントの高度領域測定センサを２個を用いた三次元精密計測機（GPM 社 ATOS Ⅱ）を使って非接触で三次元情報を計測する。いずれの計測機器でも標準的な鏡で 400 万点前後の点群を取得することができる。

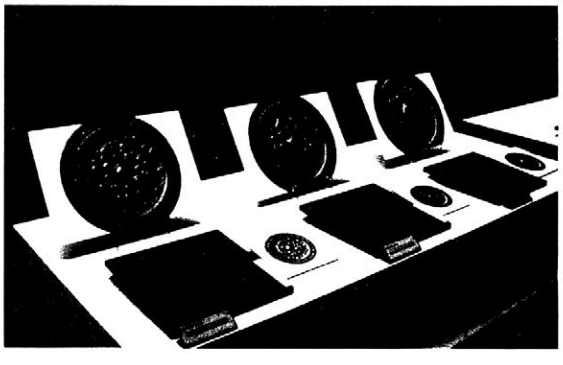
計測した点群はノイズ除去，平均化処理を行い、CSV,STL などの汎用データ形式で保管する。このデータをもとに、三次元 CAD ソフトの Surfer8（Golden Software 社）を使うことで光の方向を自在に変えて陰影図を作成する。光の条件を一定に保ちながら文様や鋳造欠陥を拡大し、同時に高精度の断面図を作成する。Surfer8 を用いることで、考古学研究者が行う実物観察と実測に近い作業をコンピュータの中で行うことができる。この作業を通じて陰影や拡大率など、観察に必要な条件を同一に合わせた陰影画像を作成して展示に供することができた。

3．博物館における展示への活用

平成 17 年 2 月 26 日～3 月 27 日まで、奈良県立橿原考古学研究所附属博物館で『大和古墳の鏡　―宮内庁所蔵鏡を中心に―』を開催した。私達は、展示会に先立って、宮内庁書陵部陵墓課と協力して宮内庁書陵部所蔵 109 面すべての鏡を計測していた。この内、展示会では新山古墳・佐味田宝塚古墳をはじめ奈良県出土 67 面の三次元陰影画像を展示した。

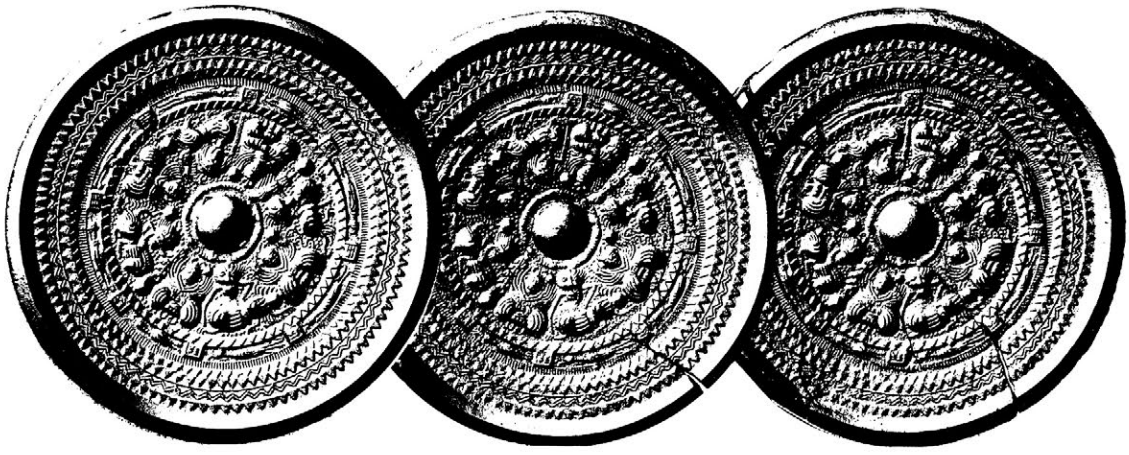
観察の補助手段として活用する

鏡の展示では鏡背面の詳細な文様を可能な限り観察し易くすることで鏡の図像や製作技法を理解していただくことが重要である。しかし、実際の展示では光源を一律にあてて展示することは難しく、光源の位置や錆の状況によっては文様の見え方も違う。そこで、同一方向から斜光線をあてた陰影画像を実物のそばに置いて観察の補助とした。



全く同じ条件で比較する

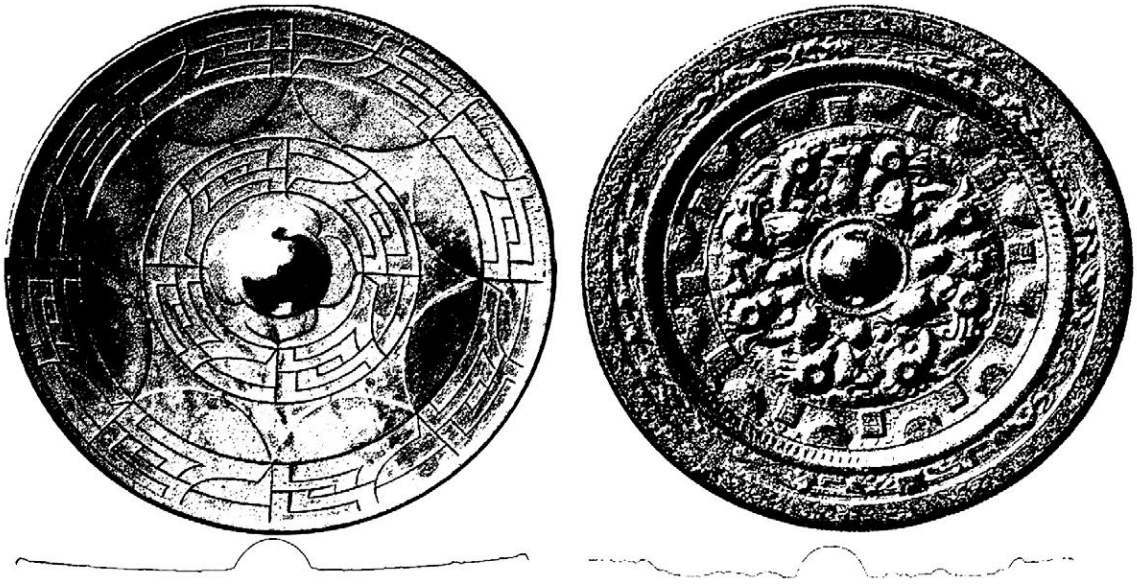
三角縁神獣鏡の同文様鏡（同笵・同型鏡）を比較する時に、三次元計測した鏡背面の画像を同じ位置に置き、左斜め上 45 度から擬似光線を当てることで、実物を同時に並べて観察するかのように観察することができた。



新山古墳出土鏡　　黒塚 27 号鏡　　黒塚 2 号鏡

断面を使って立体的に比較する

三次元計測データを用いて非接触で高精度（高さ方向の精度は 3/100 ㎜）の断面を作成することができる。断面と鏡背面の文様を同時に比較することで、鏡の立体的な図像比較が可能になる。



新山古墳出土直弧文鏡　　新山古墳出土画文帯神獣鏡

4．おわりに

コンピュータの中に全国から発見された古鏡の詳細な三次元データを集めることで、貴重な鏡を手に取るように立体的に観察したり、同時に複数の鏡を同じ条件で比較したり、精密な平面図や断面図を作成することが可能になった。博物館の展示においても、観客が鏡を観察する上で大いに役立つ新しい展示方法を提案することができた。

なお、本研究は平成 14～16 年度 科学研究費 基盤研究（A）『三次元デジタル・アーカイブを活用した古鏡の総合的研究』（代表　樋口隆康）の研究成果の一部である。

江戸時代の鉄炮の弾速測定

○齋藤努、高塚秀治、宇田川武久
（国立歴史民俗博物館）

1．はじめに

鉄炮流派の伝書には、黒色火薬の調合や薬量と使用する弾丸の大きさや形状について記されたものがある。われわれは、使用する火薬量、燃焼持続時間、エネルギー効率、発射される弾丸の威力などについての知見を得るため、鉄炮を実射し弾速を測定する計画を立てた。本研究では江戸時代に製作された玉目（弾丸重量：銃口径と関連がある）の異なる鉄炮を用いて測定を行なった。

2．実験

2．1．概要

世界前装銃射撃大会における記録保持者である村上藤次郎氏と村上綱徳氏に依頼し、6種類の鉄炮を使用して、それぞれ異なる3種類の火薬量で5回ずつ射撃を行なった（表1）。測定結果から有効な測定値を採用して平均をとった。火薬は市販の黒色火薬である。弾速測定には米国Oehler社Model 43のskyscreenを用いた。これは等間隔に配置された3つの光センサーを使用し、弾丸が各センサー上方を通過していった際の経過時間とセンサー間の距離から弾速を算出するものである。射撃は、茨城県・真壁ライフル射撃場および栃木県・ニッコウ栃木綜合射撃場で実施した。

表1　弾速測定に使用した銃と弾丸の法量および火薬の重量

番号	口径 (mm)	銃身長 (mm)	弾丸径 (mm)	弾丸重量 (g)	火薬重量 (g)
1	8	998	7.6	2.6	2.0, 2.5, 3.0
2	11	1022	10.6	7.1	2.5, 3.0, 3.5
3	12	1003	11.5	9.0	3.0, 3.5, 4.0
4	13	1036	12.4	11.1	3.0, 3.5, 4.0
5	19	640	18.1	34.8	4.0, 5.0, 6.0
6	19	696	18.1	34.8	4.0, 5.0, 6.0, 9.0

2．2．手順

火縄銃による通常の方法に従い、次のようにして射撃を行なった。

まず、黒色火薬を銃口から腔内へ入れ、次いで弾丸を入れる。弾丸は鉛を加熱して熔

解し、鋳型に流し込んで冷やして固め、周囲を磨いてバリを除いた球形弾であり、口径よりも若干小さめに作ってある。弾丸を入れた後カルカで突き固めて装填は終了である。

発射にあたっては火蓋を開け、口薬を火皿に入れる。口薬は炸薬と同じ黒色火薬を乳鉢で細かく摺ったものである。いったん火蓋を閉じ、点火した火縄（木綿製）を持ち上げた火挟に取り付ける。的に向かって銃を構え、火蓋を開け、引き金を引いて発射する。発射された弾丸が測定装置の光センサー上を通過すると、自動的に測定が行われる。

3．測定結果

弾速は飛翔中に減衰するので、球形弾の空気抵抗と銃口～測定装置間の距離から銃口における弾速を算出した。同じ弾丸重量の場合、火薬量を増やすほど銃口速度は大きくなり、また同じ火薬量では、弾丸重量が大きいほど銃口速度が小さくなっている。これは火薬のエネルギーが発射された弾丸の運動エネルギーに変換されることを考えれば当然の結果といえる。図１に火薬量と銃口でのエネルギーを関係をプロットしたが、いずれもほぼ比例関係にあることがわかる。

図１より、異なる口径の鉄炮で、同じ火薬量を使って発射した結果を比べると、ほとんどの場合、弾速には違いがあるが、運動エネルギーの数値はほぼ同じであることがわかる。これは銃の種類に関わらず、火薬のエネルギーがほぼ同じ効率で弾丸に伝わっていることを意味する。ただし鉄炮「6」は他のものに比べ、同じ火薬量でも弾丸の得るエネルギーに大きな違いのあることがわかる。すなわち、火薬量 4.0g の時、鉄炮「3」で 513J、鉄炮「4」で 566J、鉄炮「5」で 538J であるのに対し、鉄炮「6」では 288J であった。図１でみても、他の鉄炮のグラフはほぼ連続的であるが、鉄炮「6」のグラフのみ明らかにギャップが見られる。この原因としてまず想定されるのは、銃身が他と比べて短いために火薬の爆発が完了する前に弾丸が銃腔から射出されてしまっているのではないかということである。

しかし、ほぼ同じ銃身長と口径をもつ鉄炮「5」の測定結果が他と整合的であることからみると、むしろこの銃における何らかの構造上の要因によって火薬～弾丸間のエネルギー伝達効率が異なってしまっている（ロスがある）可能性の方が高いと思われる。

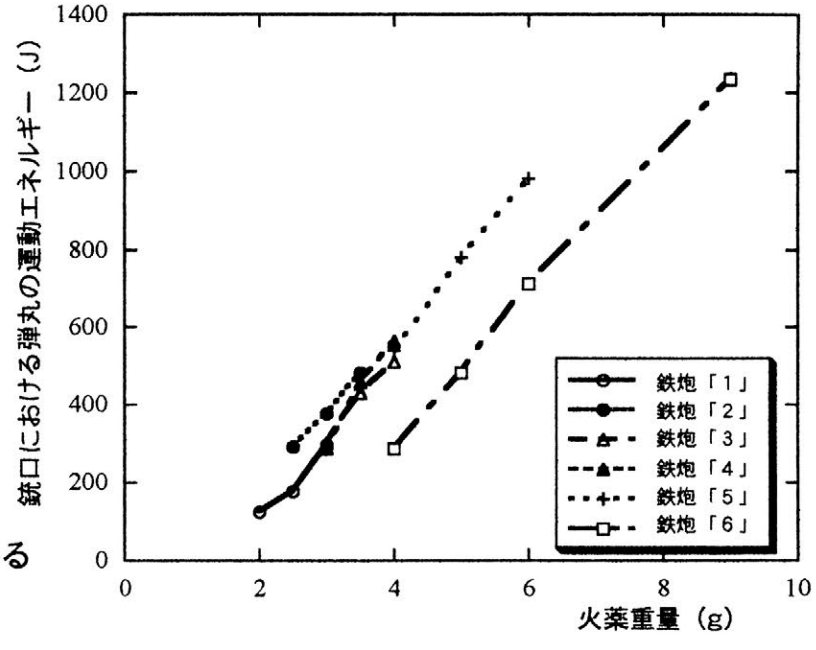


図１　火薬重量と銃口における弾丸の運動エネルギー

GIS 可視領域分析を用いた日本山岳信仰の研究

○宇野隆夫＊

＊ 国際日本文化研究センター

1　方法と目的

本研究は，GIS 可視領域分析という方法を用いて，日本山岳信仰を研究したものである。分析には国土地理院提供 50m メッシュ地図を使用し，地上 1.5m の位置からの可視領域を復元した。分析の対象は，日本海域東部の古代・中世山岳宗教遺跡・霊山とした。比叡山・白山関係の密教遺跡が多いが，多様な内容をもっている。山岳信仰においては，遥拝と登拝とが重要であるため，まず主要な霊山山頂からの可視領域を復元した。また山岳宗教遺跡は極めて多いため，富山県上市町の劔岳山麓の山岳宗教遺跡群を対象地区としてとりあげて分析した。

2　山頂からの可視領域

山岳宗教の霊山としての歴史を確認できる，比叡山（848m，山城-近江），白山（2702m，加賀-飛騨），医王山（939m，加賀-越中），石動山（564m，能登），劔岳（2999m，越中），立山（3003m，越中），駒ケ岳（2003m 越後），五頭山（912m，越後），飯豊山（2105m，越後-陸奥南部），月山（1984m，出羽），鳥海山（2236m，出羽），岩木山（1625m，陸奥）山頂からの可視領域を復元した（図 1・2）。

3　山岳宗教遺跡からの可視領域

富山県上市町黒川・護摩堂地区における，古代に遡る日枝神社裏遺跡・穴の谷霊場，山麓中核寺院である真興寺，有力墓地である黒川上山古墓群，大規模経塚である円念寺山経塚群，新出の禅宗寺院である立山寺，在地領主土肥氏の千石城跡など，13 遺跡からの可視領域を復元した（図 3-8）。本宗教遺跡群の遺構・遺物等と GIS 解析結果の詳細とについては，まもなく報告書が刊行されるので参照されたい[注1]。

4　結　論

個々の地点からの可視領域と，可視領域の連鎖関係から，以下のような結論を得た。

- 霊山の山頂からは，標高に関わらず，地域の平野と海岸線と海が広く見えることが多かった。
- 隣接する霊山山頂からは相互に視認できることが多く，広大な眺望の連鎖域を形成した。
- 劔岳山麓では，劔岳山頂に加えて立山山頂を遥拝できる位置に重要な寺社施設が成立した。
- 劔岳山麓の中核寺社からは諸施設が良く見えて，霊山山頂からの眺望の連鎖域を形成した。
- 山麓の宗教遺跡群で古代に遡るものは，平野への眺望域が限られる傾向が存在した。
- 山麓の宗教遺跡群で中世に成立したものは眺望域が広く，西方に向かう傾向が存在した。
- 山麓の宗教遺跡群に進出した禅宗寺院や武家城館は，より広い平野への眺望域をもっていた。

注1　宇野隆夫「GIS眺望分析による劔岳・立山信仰の研究」『富山県上市町黒川地区中世宗教遺跡群発掘調査報告書　上山古墓群・黒川塚跡東遺跡・伝承真興寺跡・日枝神社裏遺跡・円念寺山遺跡』上市町教育委員会，近刊。

謝辞：山岳宗教遺跡のデータについては富山県上市町教育委員会，世界測地系経度緯度情報の取得とGIS解析については，天理大学難

図１　越中劔岳山頂からの可視領域と宗教遺跡群

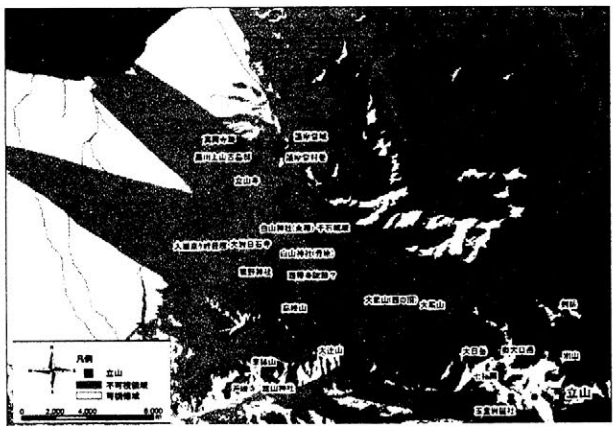


図２　越中立山山頂からの可視領域と宗教遺跡群

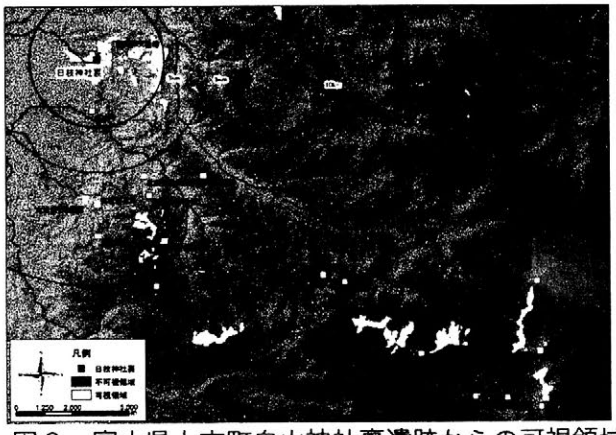


図３　富山県上市町白山神社裏遺跡からの可視領域

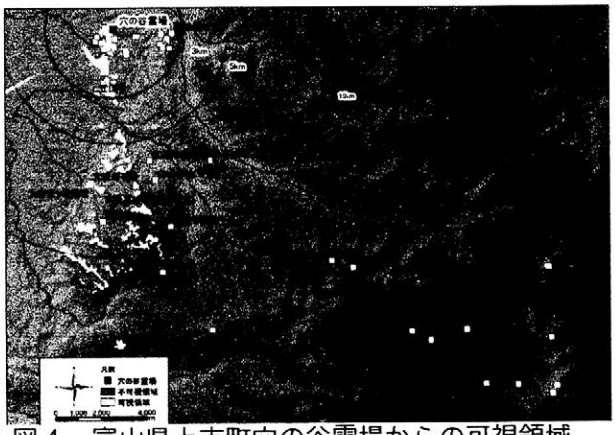


図４　富山県上市町穴の谷霊場からの可視領域

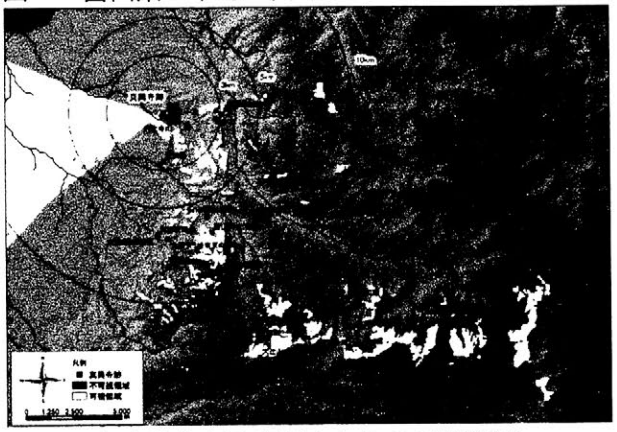


図５　富山県上市町真興寺からの可視領域

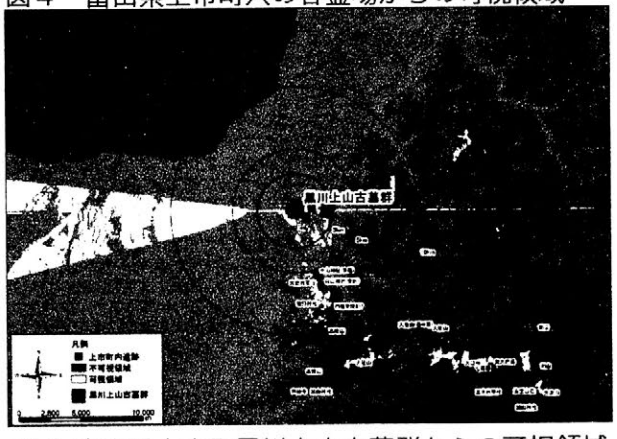


図６ 富山県上市町黒川上山古墓群からの可視領域

図７　富山県上市町立山寺からの可視領域

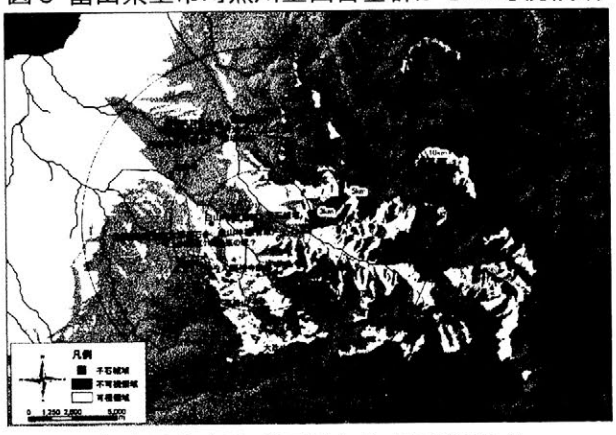


図８　富山県上市町千石城からの可視領域

稲荷谷近世墓地から出土した寛永通寶の鉛同位体比分析

○矢野雅子・平尾良光（別府大学）谷水雅治（海洋研究開発機構）

1、はじめに

古代より銭貨は中国大陸や日本国内でもほぼ全域で使用されていた。銭貨は物資の価値を決め、物資の売買に使用されてきた。そのため銭貨は地域の政治・経済状況を示すだけでなく、地域間の物資の流れに大きく関わっている。

銭貨の中でも寛永通寶は1636（寛永13）年から鋳造され、明治初期までの長期間に亘り日本全国に普及していった。そのため、この寛永通寶を作るために使用された、銅・錫・鉛などの鉱山の材料がどの地域へ運ばれたのか、また鋳造された銭貨が鋳造地とどれだけ離れた場所で確認されたかにより、寛永通寶が江戸時代の経済においてどのように流通していったか知ることができる。

大分県竹田市稲荷谷近世墓地から出土した六道銭の材料に含まれる鉛の同位体比を分析し、鉛の産地推定を試み、材料の地域間の流通関係を考察する。

2、資料

大分県竹田市稲荷谷近世墓地から出土した六道銭150枚以上の中から、主に寛永通寶を分析した。

寛永通寶は1636（寛永13）年から1659（万治２）年までに鋳造された古寛永と呼ばれるものと、1668（寛文８）年以降に鋳造された新寛永の２種類に分類される。

3、分析方法

資料の一部を採取し、電気分解法で鉛を精製し、高知大学海洋コア総合研究センターのMC-ICP質量分析装置 マルチコレクタ二重収束型ICP質量分析計(NEPTUNE-ES)にて測定を行った。

測定された同位体比を同一条件で測定したNBS981標準鉛で規格化した。

これらの数値を理解するために同位体比のグラフを作成し、考察した。

4、結果と考察

（古寛永　図１）

・日本の中国・九州地方の鉱山材料を使用している可能性の高いグループがある。
・神岡鉱山の材料を使用している可能性が高いグループがある。
・中国産の材料か、未知の鉱山材料を使用している可能性が高いグループがある。
・朝鮮半島よりの日本の鉱山領域に位置しているグループがある。

（新寛永　図２）

・神岡鉱山の材料を使用している可能性の高いグループがある。
・北海道・東北・中部地方の鉱山材料を使用している可能性が高いグループがある。
・朝鮮半島よりの日本の鉱山領域に位置しているグループがある。

これらのことから、新寛永が鋳造される頃には東北地方の鉱山材料、もしくはその材料を使って鋳造された寛永通寶が西日本まで流通するようになった。新寛永が鋳造される頃から全国的に鉱山の開発が進み、東日本と西日本の地域間の流通が盛んになったと考えられる。

図１　稲荷谷近世墓地出土の古寛永と日本鉱山（A 式図）

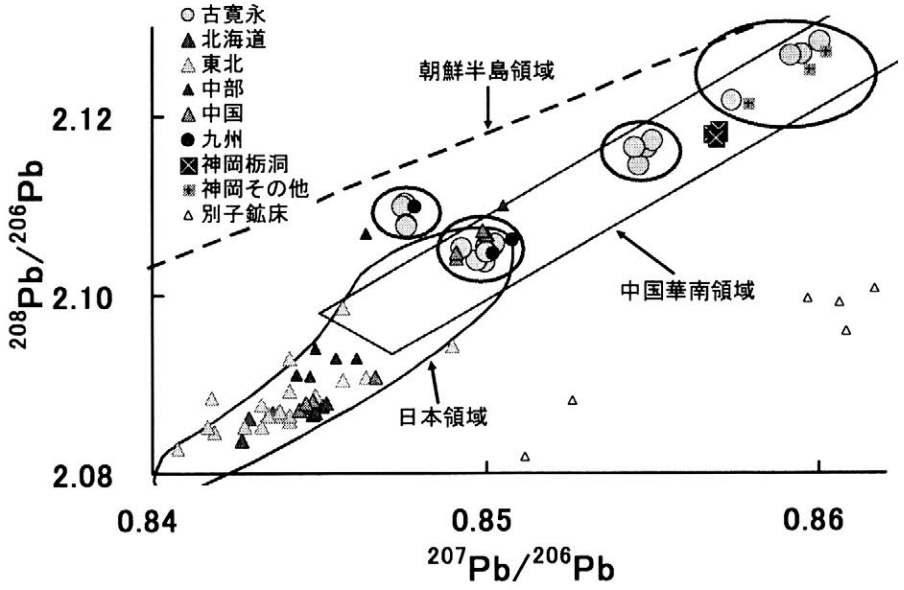
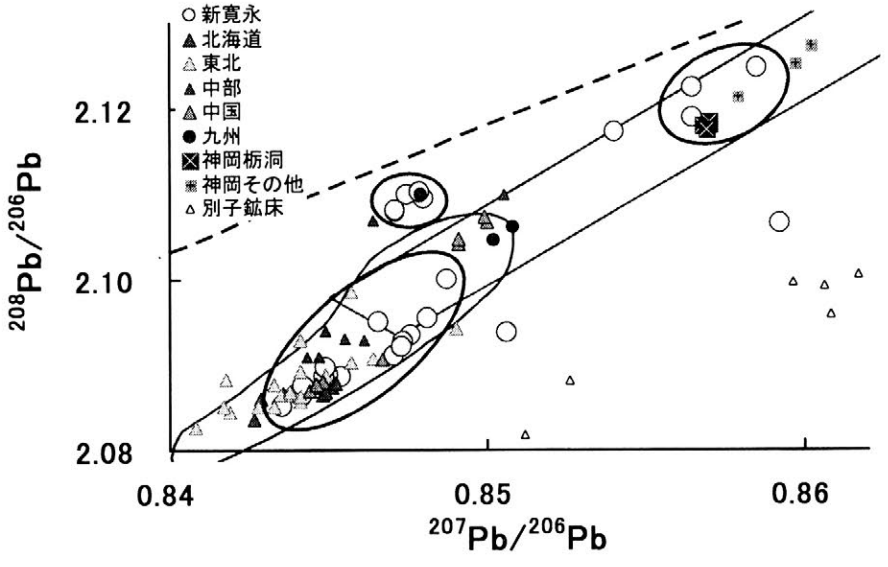


図２　稲荷谷近世墓地出土の新寛永と日本鉱山　（A 式図）



広　　告

アイシン精機株式会社

株式会社アクト

エクスロン・インターナショナル株式会社

株式会社古環境研究所

三恒商事株式会社

株式会社シン技術コンサル

株式会社タナカ

株式会社中田測量

株式会社ノヴァエンタプライズ

株式会社パレオ・ラボ

富士シリシア化学株式会社

三ツワ理化学工業株式会社

（五十音順）

遺構実測から遺物実測まで——

発掘調査を多角的に支援するデジタル実測のアイシンです

Digital Magic

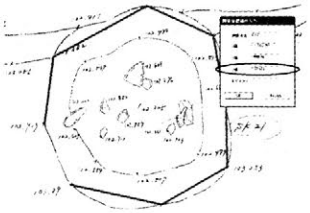
トレース3Dくん™

遺構実測支援ソフトとして高い評価を受けている
「遺構くん」の基本編集機能を抽出。
手描き図面をアッという間に3次元図面に変えて
しまう魔法のような描画ソフトです。

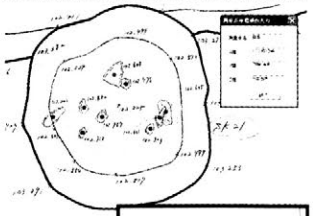
3次元遺物分布図

用意するモノ:スキャニングした手書き遺構図

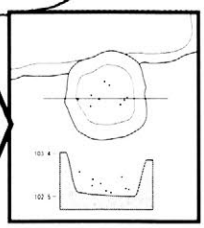
測点に高さを入力して遺構の輪郭を整えます



あとは遺物分布測点に高さを入力するだけで



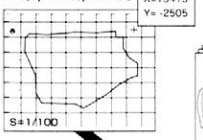
アッ という間に
3次元遺構分布図に
早変わり!!



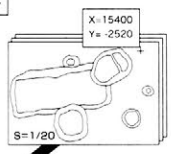
3次元遺構全体図

用意するモノ:スキャニングした手書き調査区

調査区をトレースして
座標(1カ所)を入力

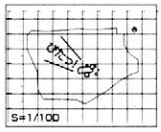


3次元遺構図に
座標(1カ所)を入力

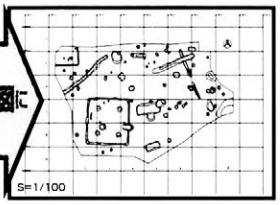


調査区画面に遺構図をペーストするだけで縮尺を合わせて自動的に座標点に張り付きます。

あとは遺構図をコピー
→調査区にペーストを
繰り返すだけで



アッ という間に
3次元遺物分布図に
早変わり!!



遺構実測支援システム

遺物実測支援ソフト「縄文くん」と遺構実測図作成ソフト「遺構くん」から構成。トータルステーションで測量したデータを基に現場作業と図化作業を革新的に効率化します。

デジタルトレースサービス

①手書き実測図をデジタルトレースすることにより、高精度な図面を作成。②図面はパソコンで簡単に編集が可能。③デジタル印刷することにより迅速&安価を実現。

遺物実測図作成サービス

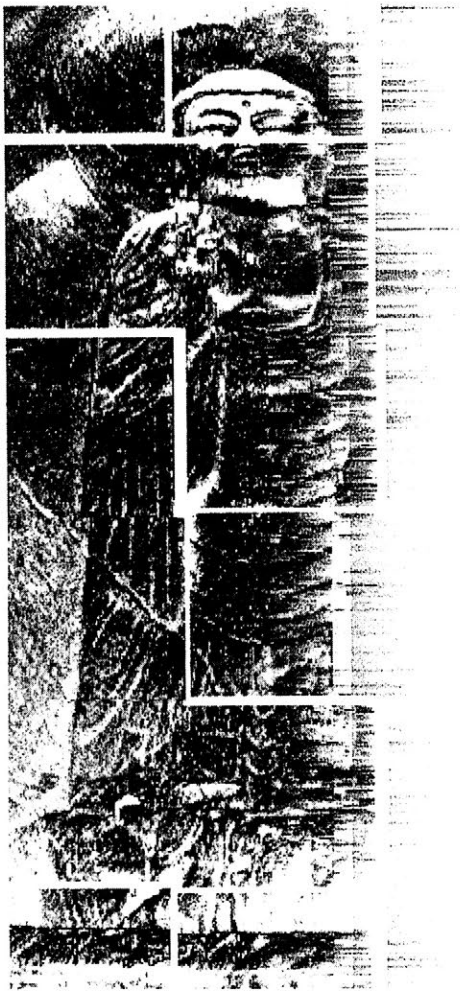
先進のデジタル技術により、画像補正・高速精密描画、そして水平・扇形展開図の作成を実現。実測品質と業務の効率を飛躍的に高め埋蔵文化財研究に貢献します。

AISIN 品質と技術

アイシン精機株式会社

文化財プロジェクト

〒473-0922 愛知県豊田市高岡本町秋葉131番地
TEL〈0565〉51-2400　FAX〈0565〉51-2401
http://www.aisin.co.jp/laserview/

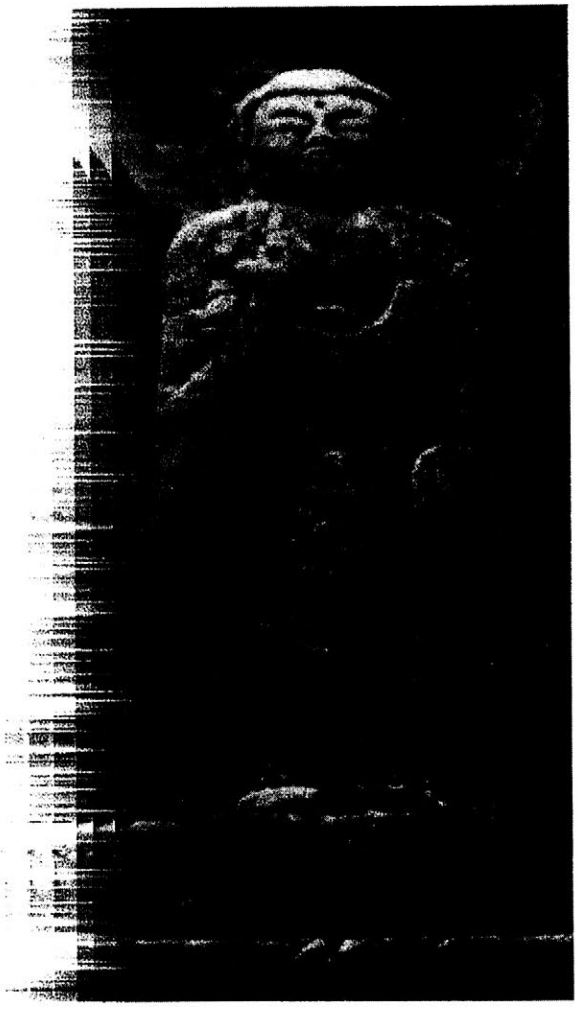


STOP the 風化

石材強化剤
OH100

石材撥水剤
280

強化剤
OM50



TRY the 活性

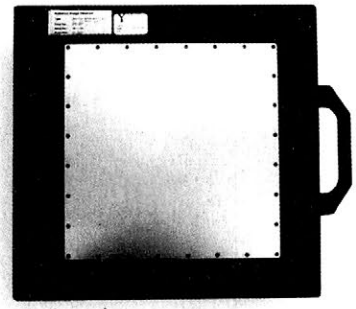
株式会社アクト

本　　店
〒518-0467　三重県名張市赤目町相楽619-1
ＴＥＬ・ＦＡＸ (0595)63−8261

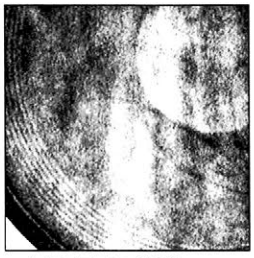
営業本部・倉庫
〒544-0015　大阪市生野区巽南5-9-11 森下通商ビル内
ＴＥＬ (06)6796−2381
ＦＡＸ (06)6794−0254

エクスロンなら
すべての文化財の、あらゆる現場での
X線非破壊検査がおこなえます。

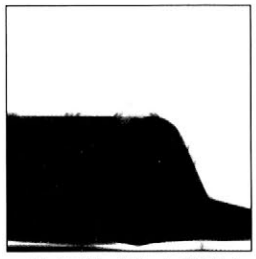
デジタルX線検査システム　Y.IM3500-DD



携帯式・可搬式どちらのX線検査装置にも対応する16bitデジタルテレビシステムでX線吸収差が大きい文化財等の画像収集を一度で終了し、ハレーションの少ない画像を提供します。



・木材表面の模様



・吸収体に隠れた部材も一度に映像化

フラットパネル　RID512

視　　野：204×204㎜
ピクセルピッチ：0.4㎜
画像解析ソフト：3500DD

小形・軽量タイプ 携帯式X線検査装置　SMART-200S

狭所や高所及び地下等の足場の悪い調査現場における、X線フィルム撮影、デジタルテレビ検査のX線源として、簡単に使用することができます。

項　目	仕　様
出力管電圧	60-200kV【1.0kVステップ】
出力管電流	0.5-3.0mA【0.1mAステップ】
X線管焦点	1.5【IEC336準拠】
発生器外観寸法	454×295㎜
発生器重量	20Kg
駆動電源	AC100v 又は AC200v　50/60Hz

各種X線検査システムを準備しておりますのでご相談下さい。

X線非破壊検査機器の総合メーカー

エクスロン・インターナショナル株式会社

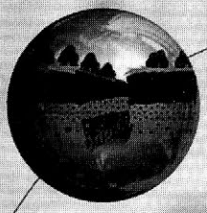
YXLON International K.K.

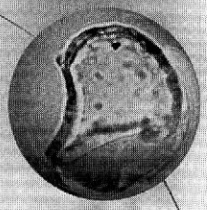
http://www.yxlon.co.jp

本　　社　〒140-0013 東京都品川区南大井3-28-10 JK大森ビル1階　Tel.03-5753-6021 Fax.03-5753-6024
大阪支店　〒532-0011 大阪市淀川区西中島5-6-13 新大阪御幸ビル2階　Tel.06-6886-5533 Fax.06-6886-5633

遺跡の立地と年代を調べる

地形地質調査・分析試料採取・テフラ(火山灰)分析・放射性炭素年代測定・
熱ルミネッセンス(TL)年代測定・光ルミネッセンス(OSL)年代測定

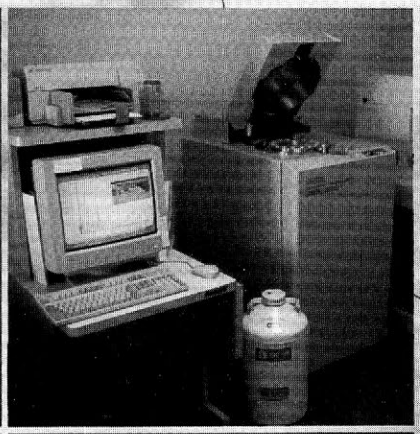




古環境を復原する

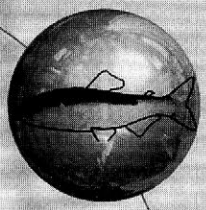
植物珪酸体(プラント・オパール)分析・
花粉分析・樹種同定・珪藻分析・
種実同定・植物遺体DNA分析

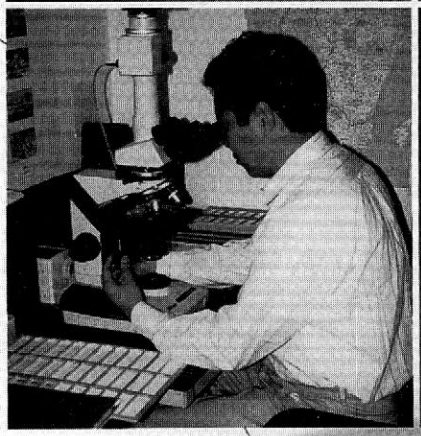
時間旅行への
招待



古代の食生活を推定する

寄生虫卵分析・
トイレ遺構分析

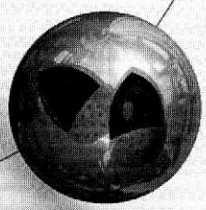




Paleoenvironment
Research Institute
Co.,Ltd

遺物や土壌の科学的特性を探る

蛍光X線分析・土壌理化学分析



木製品・種実等の糖アルコール含浸保存処理

株式会社
古環境研究所

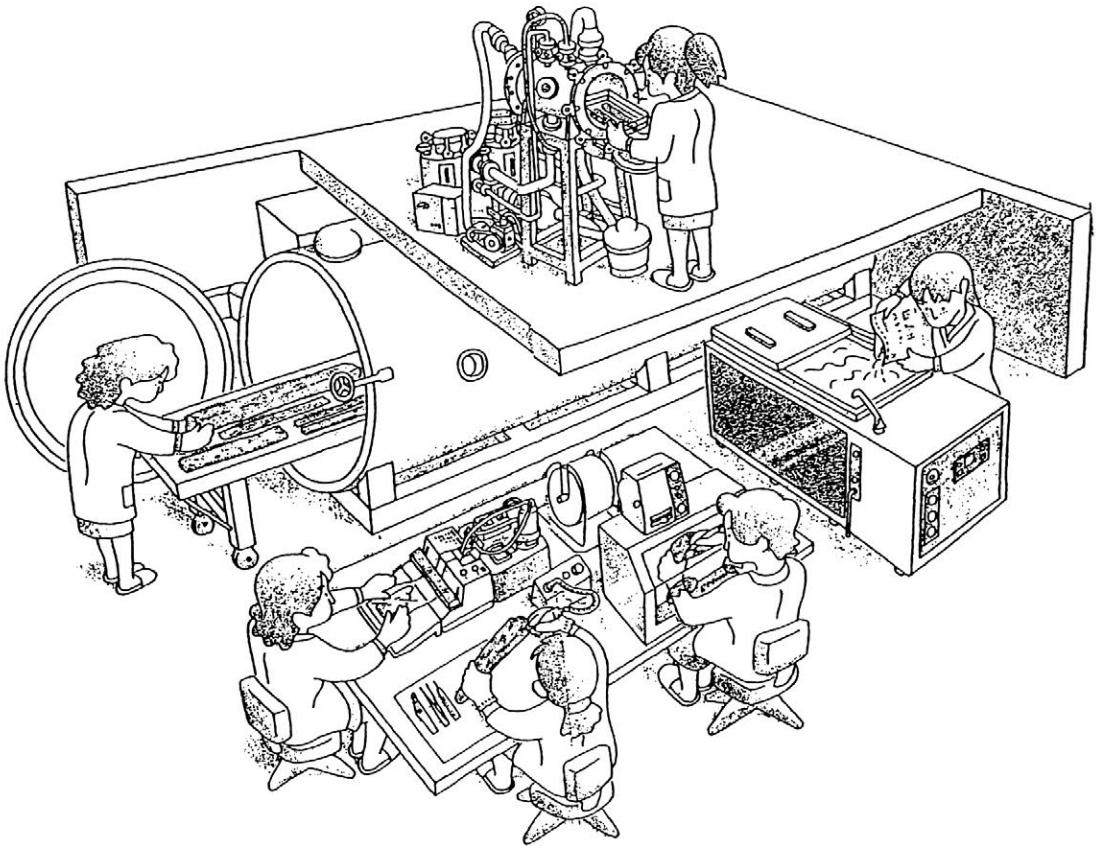
本　社／〒331-0062 埼玉県さいたま市西区土屋 1795-24
Tel.048-622-0389・Fax.048-622-9187
研究所／前橋・奈良・宮崎
http://www.kokankyo.jp

考古遺物・遺跡の保存

を

お手伝いします

☆木製遺物用保存処理装置（PEG 処理．真空凍結処理．その他）
☆金属製遺物用保存処理装置・金属用補修装置・脱塩装置
☆上記装置に付帯する薬品類一式・RP システム
☆遺構、石器、土器、瓦保存用薬品・地層保存システム
☆各種分析・計測装置（蛍光Ｘ線、軟Ｘ線、赤外線、三次元測定、他）



三 恒 商 事 株 式 会 社

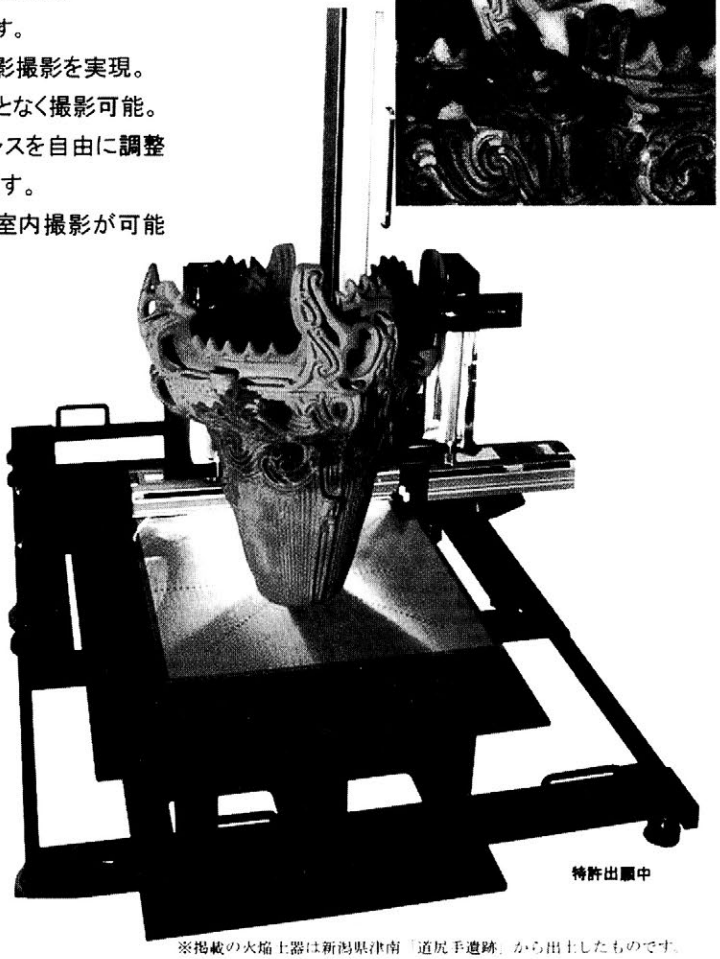
〒550-0013　大阪市西区新町１丁目１０番２号
電話：06-6538-0571　FAX：06-6535-1292
E-mail：sanko@sanko-syoji.co.jp

正射投影撮像システム -Orthographic projection imaging system-

SIOS-1000（サイオス）

最大器高100cmの遺物を1億2千万画素の高精細な正射投影で撮影しオルソ画像を生成いたします
非常に高い寸法精度とリアリティーを極限まで追求した画像を是非その目でご体験ください

システムの特徴 FEATURE



特許出願中

●器高1m直径50cmまでの遺物を正射投影で撮影します。
●最大50μm（20pixel／mm）の解像度で撮影可能です。
※但し、解像度50μmの場合は直径30cmまでとなります。
●テレセントリック光学系を採用し、物理的に正射投影撮影を実現。
●ラインスキャナー方式を採用し、遺物を移動することなく撮影可能。
●独自の照明装置を左右に独立搭載し、相互バランスを自由に調整可能ですので、遺物に応じて最適な撮影が可能です。
●暗室を必要とせず、一般的な蛍光灯照明下での室内撮影が可能です。
●撮影直後リアルタイムで画像確認が可能です。

画像の応用 APPLICATION

●遺物全域にピントが合い明瞭高精細な画像ですので、そのまま実測図の下絵となります。
●デジタル画像ですので、PC画面でのトレースも可能です。
●正射投影の写真図版として、また実測図との重ね合わせ等も可能ですので報告書での表現範囲が広がります。
●非常に高精細な画像ですので実物を見られない場所での閲覧などデジタルアーカイブとしての活用範囲も広がります。

※掲載の火焔土器は新潟県津南「道尻手遺跡」から出土したものです。
掲載にあたりまして、同町教育委員会のご協力を頂きました。

株式会社 シン技術コンサル
http: // www.shin-eng.co.jp
本　　社：〒003-0021　札幌市白石区栄通2丁目1-30　TEL(011)-859-2600(代表)
東京支店：〒192-0363　東京都八王子市別所1丁目10-6　TEL(0426)-77-5480
前橋支店：〒370-1135　群馬県佐波郡玉村町板井311-1　TEL(0270)-65-2777

遺物の保存をお手伝いします。

☆木製遺物用保存処理装置（PEG処理・その他）

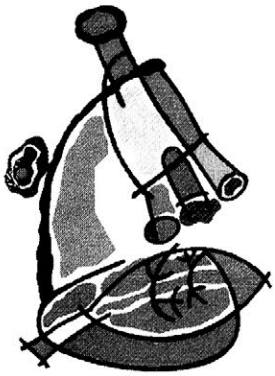
☆金属製遺物用保存処理装置　脱塩装置

☆上記装置に付帯する薬品類一式・ＲＰシステム

☆各種分析・計測装置

（蛍光Ｘ線、軟Ｘ線、赤外線、三次元測定、他）

取扱い品目・メーカー



顕微鏡：㈱ニコンインステック

温湿度データ記録管理：㈱ティーアンドディー

コンテナー・スチ角ケース他：アズワン㈱

廃液・廃試薬処理（収集・運搬）業務

○臨床検査試薬○試薬○精密計測分析機器○真空機器

株式会社 タナカ

当社ホームページもご覧下さい。
http://www.kktanaka.co.jp/

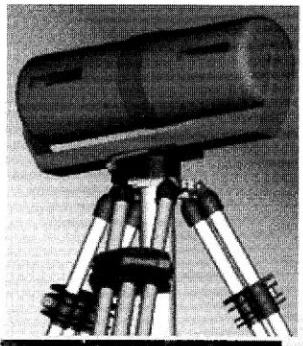
〒060-0906　札幌市東区北6条東2丁目2－11　TEL(011)731-0291　Fax(011)742-9582

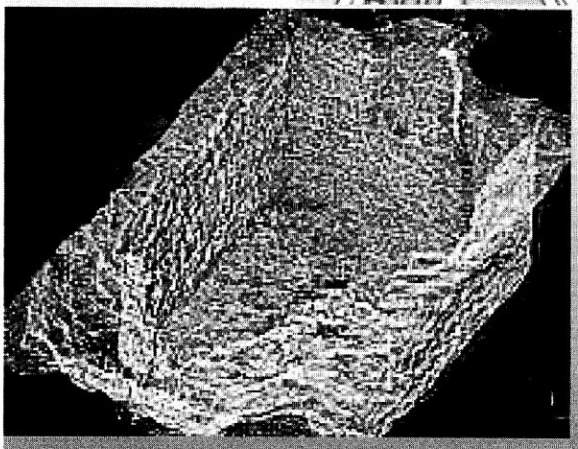
石狩事業所	〒061-3241	石狩市新港西1丁目727-1	TEL(0133)73-0662	Fax(0133)73-0815
苫小牧営業所	〒053-0815	苫小牧市永福町1丁目4-16	TEL(0144)72-9551	Fax(0144)72-7981
室蘭営業所	〒050-0081	室蘭市日の出町1丁目12-30	TEL(0143)44-3713	Fax(0143)44-3731
釧路営業所	〒084-0912	釧路市星が浦大通5丁目6-28	TEL(0154)51-3141	Fax(0154)55-3210
函館営業所	〒049-0111	上磯郡上磯町七重浜4丁目23-25	TEL(0138)49-5031	Fax(0138)49-5951
旭川営業所	〒079-8418	旭川市永山8条3丁目3-18	TEL(0166)48-8102	Fax(0166)48-8137
北見営業所	〒090-0001	北見市小泉438-11	TEL(0157)31-5410	Fax(0157)31-5417
つくば営業所	〒300-3261	つくば市花畑3－20－5	TEL(029)877-3930	Fax(029)877-3931
仙台営業所	〒982-0805	仙台市太白区鈎取本町1丁目	TEL(022)307-1375	Fax(022)307-1376
千歳営業所	〒066-0018	千歳市旭ヶ丘2丁目5-2	TEL(0123)23-1139	Fax(0123)42-5518

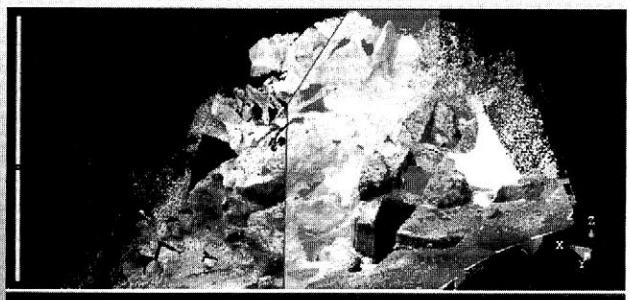
担 当　理科学営業部　中村　E-mail:zen@kktanaka.co.jp

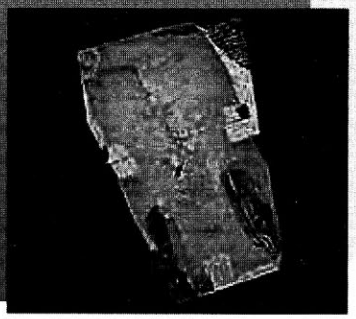
文化財・遺跡・遺構

三次元レーザ計測









株式会社 中田測量

札幌市豊平区美園１条１丁目１番20号

TEL011-822-1361　FAX011-841-9263

E-Mail　nakata@nakata-net.co.jp　http://www.nakata-net.co.jp

VERITEQ

Compact Precision Data Loggers

ベリテック社

赤外線無線データロギングシステム

PDA(小型情報端末)の赤外線通信により
手軽に温度湿度データ収集が可能です。

ベリテック社赤外線無線データロギングシステムを導入すれば、PDAの赤外線通信機能を利用し、ガラスケース等の外側からサンプリングしたデータを収集することが可能になります。

・ガラスケース内等にベリテック社製温度湿度データロガーと赤外線通信モジュールを設置。

⇒データ収集、解析の労力の削減。

・ガラスケース等の開閉が不要。

⇒ガラスケース内等の環境変化を軽減。

・赤外線通信を利用してモニタリングデータの転送が可能。

・PDAからデータロガーにアクセスすれば、直ぐに環境モニタリングが可能。

⇒内部環境変化の早期発見と対応が可能。

ベリテック社温度湿度データロガー
SP-2000

＜仕様＞

サイズ	71mm＊53mm＊18mm
重さ	60g
電源	10年寿命内蔵電池(サンプリング間隔1分の場合)
内蔵温度センサー	
精度	±0.15℃ at 25℃
分解能	±0.05℃ at 25℃
温度測定範囲	-40～85℃
内蔵湿度センサー	
精度	±2% 10～90% at 25℃
分解能	±0.05%RH
湿度測定範囲	0～100%RH

ベリテック社日本総代理店
株式会社ノヴァエンタプライズ

〒105-0004
東京都港区新橋6-2-9
TEL 03-3437-9281 FAX 03-3437-9611
URL www.nova-ent.co.jp

本当のことが知りたい—そのために努力しています

パレオ・ラボは遺跡出土遺物および堆積物の自然科学分析を行う会社です。

分析業務サービス

年代測定および推定法	●放射性炭素年代測定［加速器質量分析法（AMS 法）自社測定開始、β線法］●地磁気残留磁化測定［焼成および堆積年代推定］●火山灰同定［ガラス・重鉱物の屈折率測定］
遺物の材質および技法	●土器胎土分析［薄片法・波長分散型蛍光X線分析法］●漆・有機物分析［顕微赤外分光分析法］●顔料分析［エネルギー分散型蛍光X線分析法］●石器の石材同定［肉眼および蛍光X線分析法］●遺物分析［X線分析顕微鏡法・マイクロスコープ法・X線回折法他］●珪藻分析
遺物の産地	●黒曜石・サヌカイトの原産地推定法［エネルギー分散型蛍光X線分析法］●土器胎土分析［薄片法・波長分散型蛍光X線分析法］
生業に関わる方法	●プラント・オパール分析●花粉分析●樹種同定●種実同定●獣骨貝類同定●炭素窒素同位体測定●寄生虫卵分析
古環境復元	●堆積物の特徴記載●花粉分析●珪藻分析●植物珪酸体分析●大型植物遺体分析（材・種実・葉などを含む）●有孔虫分析
その他	●ボーリング調査　●土層剥ぎ取り

上記以外にもご相談に応じます。
お気軽にお尋ねください。

株式会社　パレオ・ラボ　Paleo Labo Co., Ltd.　http://www.paleolabo.jp

本　　社	埼玉県戸田市下前 1-13-22　ビコーズ戸田 III 1F	048-446-2345	E-mail: toda@paleolabo.jp
東海支店	岐阜県羽島市小熊町島 5-63　アルビアル羽島 1F	058-391-0881	E-mail: gifu@paleolabo.jp
北海道営業所	札幌市豊平区月寒東 2条 16-1-92　ｱｰﾊﾞﾝｿｸﾗﾌ ｻｸｾｽ A棟 215 号室	011-855-3090	E-mail: hokkaido@paleolabo.jp
AMS 年代測定施設	群馬県勢多郡黒保根村下田沢赤面 1900-65	0277-96-2088	E-mail: ams@paleolabo.jp

若手研究者を支援する研究助成の募集（第１期）

株式会社パレオ・ラボ

1. 助成の趣旨

弊社では、平成 16 年 10 月、年代測定を目的として ^{14}C 測定専用の加速器質量分析計を導入し、年代測定業務を開始いたしました。これを期に、企業として社会に還元するため、また広く弊社 AMS 年代測定をご利用いただくため、若手研究者を対象として研究支援事業を企画いたしました。

2. 応募条件

①現在 35 歳以下の研究者および大学院生（考古学分野２名、自然科学分野２名）
②研究目的が年代測定を必要とするテーマであること
③過去に研究発表１本または論文１編以上を発表した者
④原則として、助成終了後１年以内に研究助成の内容を含む論文または口頭発表を公表すること
⑤研究助成の内容を含む発表および論文執筆の際、パレオ・ラボ若手研究者を支援する研究助成によるものであることを明記すること

3. 支援内容

以下の２項目を支援いたします。
①研究費として 15 万円を支給
②AMS 年代測定 10 試料を無料測定　ただし、測定期間は下記の期間限定：平成 17 年９月１日～平成 17 年 10 月 31 日および平成 18 年４月１日～平成 18 年８月 31 日

4. 支援期間

平成 17 年９月１日～平成 18 年８月 31 日

5. 応募方法

申し込み用紙（弊社指定用紙、弊社ホームページ上から PDF ファイルをダウンロード）、履歴書（書式なし、写真添付）、研究実績表（書式なし）を郵送

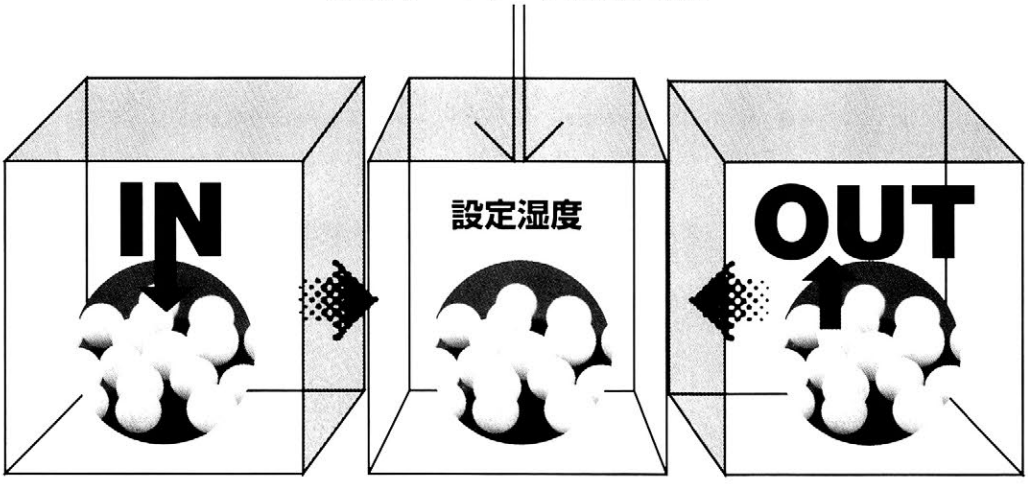
6. 締切

平成 17 年７月 31 日（必着）

問い合わせ　jyosei@paleolabo.jp もしくは 058-391-0881 担当係（なるべく E-mail をご利用ください）
助成に関する詳細は当社ホームページをご覧下さい　http://www.paleolabo.jp

アートソーブ®

周りの湿度変化に対して常に適切な湿度をキープ、
それがアートソーブの役目です。

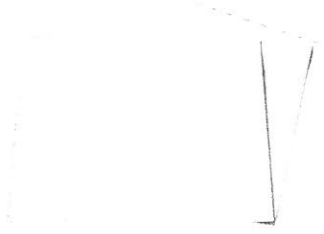


高湿度の場合は水分吸収。

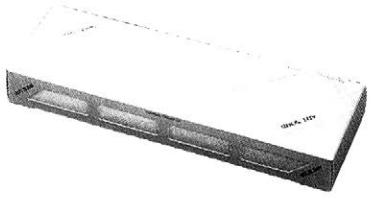
低湿度の場合は水分放出。

ビードタイプ

シートタイプ



カセットタイプ



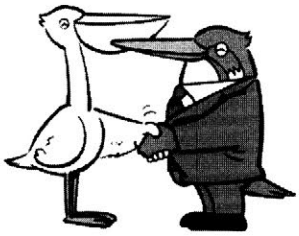
Fuji Silysia

富士シリシア化学株式会社

本　　社	〒487-0013 愛知県春日井市高蔵寺町2－1846	☎ (0568) 51－2511
東京営業所	〒103-0027 東京都中央区日本橋2－1－1　櫻正宗ビル3Ｆ	☎ (03) 3275－1621
大阪営業所	〒534-0024 大阪市都島区東野田町３－１－８	☎ (06) 6354－8610
福岡営業所	〒812-0011 福岡県福岡市博多区博多駅前３－23－22 博多DNビル５Ｆ	☎ (092) 473－3771

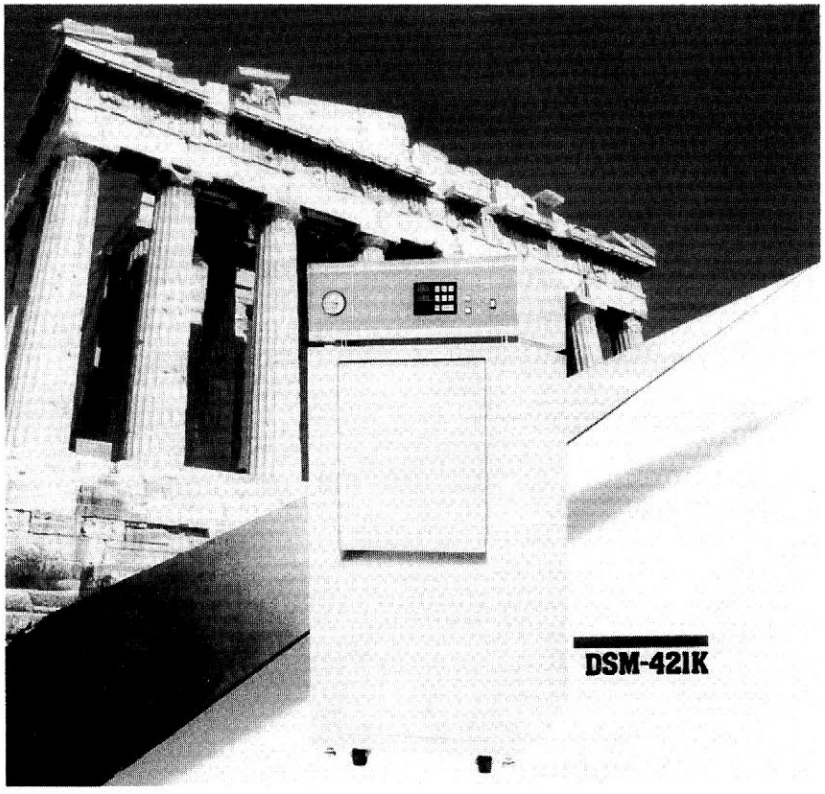
幅広い科学技術領域をコーディネート！

文化財研究の最前線をお手伝いします。



環境に配慮した　地球と人にやさしい

「脱塩処理装置」をご提案します



三　ツ　ワ　理　化　学　工　業　株　式　会　社

〒５３０－００４１　大阪市北区天神橋三丁目６－２４

ＴＥＬ　０６－６３５１－９６８３

ＦＡＸ　０６－６３５１－９６９４

http://www.mitsuwa.co.jp

日本文化財科学会出版物（バックナンバー）のご案内

日本文化財科学会出版物（バックナンバー）を入手希望の会員は、書名・号数・冊数・送付先を明記のうえ、葉書、ファクシミリあるいはＥメールで学会事務局にお申し込みください。代金は、図書が到着後に郵便振込みにてお支払いください。

■『考古学と自然科学』

- 第1,3,8号はコピーでの頒布となります。第2,6,7,9号は残部僅少です。
- 各号の内容は日本文化財科学会のホームページに掲載しています。

第1号	会員価格	￥ 360（定価￥ 360）
第2、5号		￥ 420（定価￥ 525）
第3号		￥ 390（定価￥ 390）
第4号		￥ 504（定価￥ 630）
第6,7号		￥ 840（定価￥1,050）
第8号		￥ 580（定価￥ 580）
第9～11号		￥1,000（定価￥1,365）
第12～14号		￥1,700（定価￥2,100）
第15～17号		￥1,800（定価￥2,310）
第18～30、33～39、42～47号		￥2,600（定価￥3,150）
第31・32号合併号		￥3,200（定価￥4,080）
第40・41号合併号		￥4,200（定価￥5,250）
第48・49号合併号		￥5,100（定価￥6,300）
第50号（第1～49号総目次）		￥2,600（定価￥3,150）

■ 『日本文化財科会会報』

- すべての号が在庫しています。第36・37号、第38・39号、第42・43号は合併号です。
- 価格は各￥560（会員価格、定価￥700）、第36・37合併号のみ￥800（会員価格、定価￥1,000）です。
- 第1号～第34号の内容は、会報第35号に掲載しています。
- 座談会「日本文化財科学会の15年」を第38・39合併号に収録しています。
- 2000年度公開講演会『古代都市・飛鳥の謎はどこまで解けるか－考古学・歴史学が文化財科学に望むもの－』の記録を第41号に収録しています。
- 2001年度公開講演会『考古科学の最前線－飛鳥に迫る文化財科学－』の記録を第45号に収録しています。
- 2002年度公開講演会『考古科学の最前線－博多湾沿岸をめぐる国際交流－』の記録を第46号に収録しています。
- 2003年度公開講演会『考古科学の最前線－科学が語る北海道の古代－』の記録を第49号に収録しています。

■『文化財科学文献目録』

- 前後編セットは、1917年より1990年までに発表された論文11,000件を網羅しています。1セット￥4,000（会員価格、定価￥5,000）です。
- 補遺1は、1991年より1998年までの発表論文約9,000件を掲載しています。1冊￥2,400（会員価格、定価￥3,000）です。
- 補遺1は『考古学と自然科学』第40・41合併号にも含まれています。
- データベース（CD-ROM）は2003度までの発表論文を収録しています。1枚￥5,000（会員価格、定価￥5,500）です。

日本文化財科学会　事務局
〒631-8502　奈良市山陵町1500　奈良大学文学部文化財学科内
FAX:0742-41-9548
E-mail：nisiyama@daibutsu.nara-u.ac.jp

機器展示（五十音順）

アイシン精機株式会社

エクスロン・インターナショナル株式会社

コニカミノルタセンシング株式会社

株式会社シン技術コンサル

株式会社中田測量

日本電子株式会社

株式会社ノヴァエンタプライズ

株式会社パレオ・ラボ

富士シリシア化学株式会社

日本文化財科学会第22回大会研究発表要旨集

発行　2005年7月9日
編集　日本文化財科学会第22回大会実行委員会
事務局　〒060―0817　札幌市北区北17条西8丁目
北海道大学　高等教育機能開発総合センター　高等教育開発研究部

日本文化財科学会第22回大会実行委員会
委員長　小笠原正明
副委員長　加藤邦雄　福田正己
委員　秋山洋司　天野哲也　上野秀一　小野裕子　加藤博文　小杉　康　小林幸雄
鈴木　信　添田雄二　立田　理　高倉　純　田口　尚　千葉英一　豊田宏良
畑　宏明　平川善祥　増田隆一　松村博文　三野紀雄　南川雅男　山田悟郎