

# 都塚古墳から出土した赤色顔料について

志賀智史・西光慎治

## 1. はじめに

出土赤色顔料の調査研究については、赤色顔料が粉体であり形を捉え難いためか、自然科学者や文化財科学者による主成分元素の測定からその種類を推定することを中心に進められてきた。筆者は、赤色顔料の原料、生産、流通、使用など、赤色顔料のライフヒストリーに興味を持っている。この点を明らかにするためには、自然科学的な調査だけでなく、従来実施されることが少なかった赤色顔料の付着部位や遺存状態の観察、顔料自体の観察といった通常の考古資料であれば必ず行われている考古学的な調査を行うことも必要と考えている。

近年、腐朽して残ることが少ない前期古墳の木棺に塗布された赤色顔料の地域性の調査を発端とし、石棺に塗布された赤色顔料の調査を集中的に行っている。その過程で本古墳の家形石棺の調査を行う機会を得た。ここでは、その調査結果を纏め、若干の考察を行う。

弥生時代～古墳時代の墳墓出土赤色顔料は、現在までの調査によって水銀を主成分とする朱（化学組成： $\text{HgS}$ 、鉱物名称：辰砂（Cinnabar））と、赤色の酸化鉄を主成分とするベンガラ（化学組成： $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ 、鉱物名：赤鉄鉱（Hematite）等）の二種類が知られている。

## 2. 都塚古墳の概要

都塚古墳は奈良県高市郡明日香村大字阪田小字都塚 938 番地に所在する後期古墳である。都塚古墳には正月元旦に金鳥が時を告げるといふ金鳥伝説があり、別名金鳥塚とも呼ばれている。都塚古墳については江戸時代に刊行された本居宣長の『菅笠日記』の中で被葬者については用明天皇の伝承があったことが紹介されている。また明治時代に入ると石室内に 15～55cm 程度の土砂が堆積しており、石棺内には朱が塗布されていたことが『考古界』で報告されている。大正時代には『奈良縣史蹟勝地調査会報告書 第一回』や『高市郡古墳誌』の中でも都塚古墳は巨石を使用した横穴式石室で石室内に精巧な凝灰岩製の家形石棺の存在が報告されるなど江戸時代から大正時代にかけて石室や石棺について多くの記録が残されており、早くから注目されていたことがわかる。

昭和 42 年には明日香村の村史編纂事業の一環として関西大学文学部考古学研究室により石室内の発掘調査が行われている（関大考研室 1968）。平成 20 年度には墳丘を含め、広範囲に測量調査が実施されている（西光・辰巳 2009）。平成 25 年度からは史跡指定に向けた範囲確認調査を明日香村教育委員会と関西大学文学部考古学研究室と協同して範囲確認調査が実施された（米田・西光編 2016）。調査の結果、都塚古墳の墳丘は南から舌状に伸びる尾根の先端部に位置し、墳丘は礫などから構成された基盤層を整形した方墳で最下段の法面に川原石が施されている。墳丘については大きく上下に分けることができ、下部は基盤層を整形した基底面でこれより上部は盛り土で構成されている。さらに盛り土の部分は段状を呈しており、側面には石積みが行われている。この段状の石積みは墳丘東側で 5 段分、南側で三段分、西側で一段分検出しており、電気探査の結果北側についても段状石積みの存在が想定されている。

段状の石積みは拳大から人頭大の川原石を2～3段程度積み上げている。高さは0.3～0.6mを測り、各段のテラス面の幅は約1mを測る。このテラス面の下層には拳大から人頭大の石材が充填されている。これは各段の石積みの裏込めにあたる石塊でどの程度充填されているか深さは不明であるが石積みを補強する役割があったものとする。この石塊は最終的には上面に化粧土が敷き詰められ、各段のテラス面となっていることから外からは見えない構造となっている。この段状の石積みは石室の主軸に平行している。さらに段状石積みから南へ続く墳丘の南東部分で段状石積みのコーナー部分を検出している。検出したコーナー部分は三段分あり、残りのよい三段目のコーナーには人頭大の石材が使用されており、東面と南面の石積みと揃うように面をもっている。墳丘の北側の裾部には幅1～1.5m、深さ約0.4mの周濠がある。周濠の北側法面は人頭大の石材で護岸を行っている。墳丘の規模については東西約41m、南北約42m、高さは4.5m以上、西側の見かけ状の高さは7m以上に復元することができる。

埋葬施設は南西に開口する両袖式の横穴式石室である。石室の規模は全長12.2m以上で玄室長は5.3m、幅2.8m、高さ3.55mである。羨道長は6.9m以上、幅1.9～2.0m、高さは約2mを測る。玄室の中央には二上山製の凝灰岩を使用した刳り抜き式家形石棺が安置されている。石棺の規模は棺身の長さ2.23m、幅1.46m、高さ1.08mで内法は長さ1.74m、幅0.82m、深さ0.65mを測り、石棺の総高は1.72mである。石棺の蓋と身の内面については鉄を含む赤色顔料が検出されている。その他、石室内には玄室から羨道にかけてバラスが敷かれ、幅0.4m、深さ0.2mの暗渠排水溝が設けられている。

出土遺物としては土師器・須恵器・瓦器・鉄製品（刀子・鉄鏃・鉄釘・小札）などがある。その他、墳丘の北西部や石室内で東南海・南海地震の影響と考えられる地割れ痕や亀裂を確認している。地割れ痕は長さ4m以上、幅0.2～0.6m、深さが0.6m以上で北から北西方向に伸びている。築造年代については石室や石棺の形態などから6世紀後半から7世紀初頃と考える。

### 3. 調査方法

古墳を訪れ、横穴式石室内にある刳り抜き式家形石棺について、目視および携帯型実体顕微鏡(20倍)で赤色顔料付着の有無の観察を行った(図1)。観察結果に基づき赤色顔料の可能性のあるものも含めて合計4点の資料を採取した(図2)。

採取した資料を持ち帰り、次の方法で調査を行った。各調査結果に資料採取時の観察所見も併せ総合的に判断し、赤色顔料の有無やその種類等を判別した。

#### (1) 顕微鏡観察

顕微鏡観察は赤色物の有無、付着状況、二種類の赤色顔料の混在状況、粒子形態等を知るために行った。資料を十分自然乾燥させた後に調査を行なった。実体顕微鏡(7-100倍)では、白色光に近い光で資料を直接観察した。朱はショッキングピンク色～オレンジ色に見え、ベンガラであれば暗赤色他に見える。この観察では、赤色顔料の有無だけでなく、包含土壌とのあり方や有機質遺物の有無など、赤色顔料の使い方や用途などを考えるための基礎的な観察も同時に行っている。



図1 調査風景

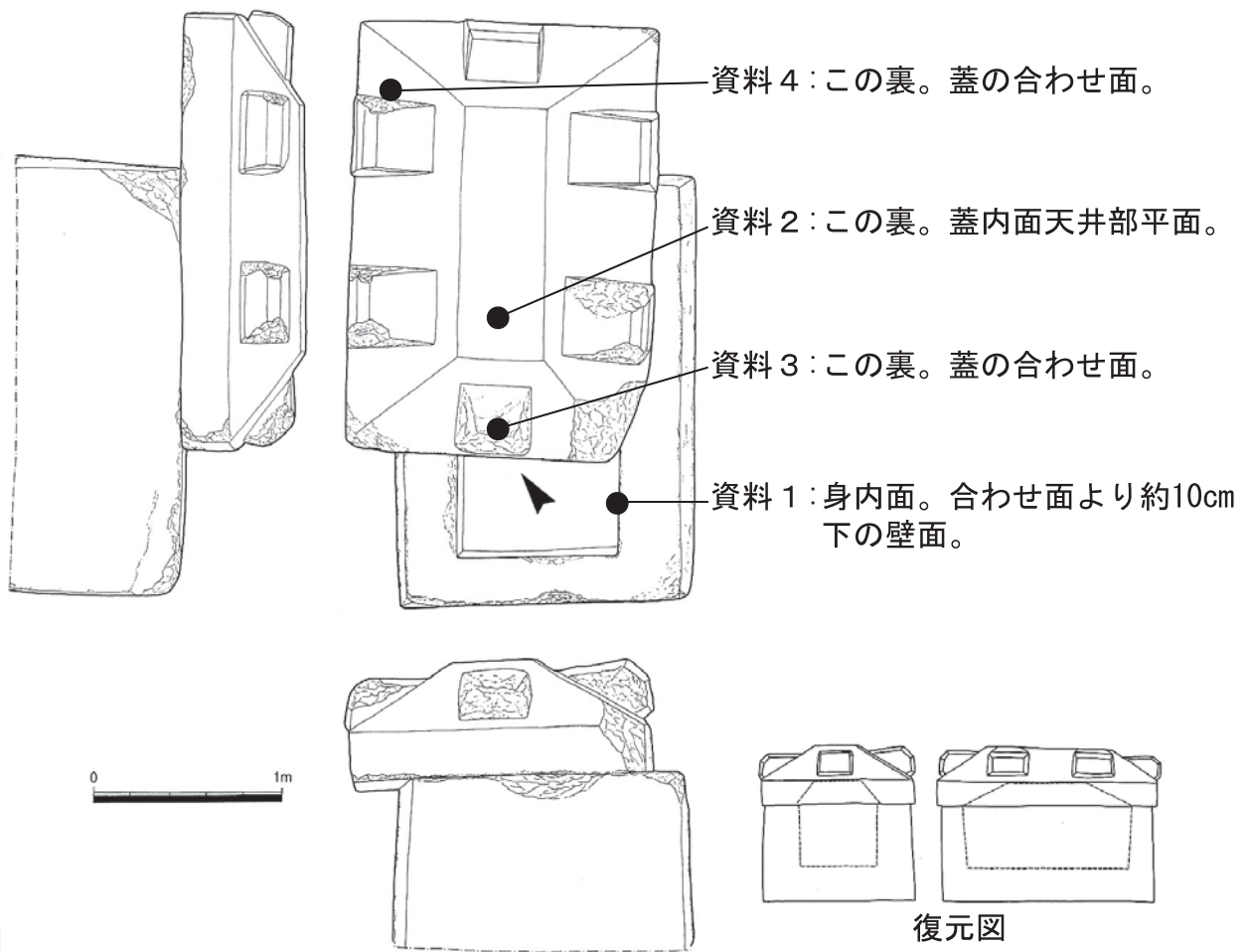


図2 サンプルング位置  
 (石棺実測図・復元図『都塚古墳発掘調査報告書』2016より転載・一部加筆)

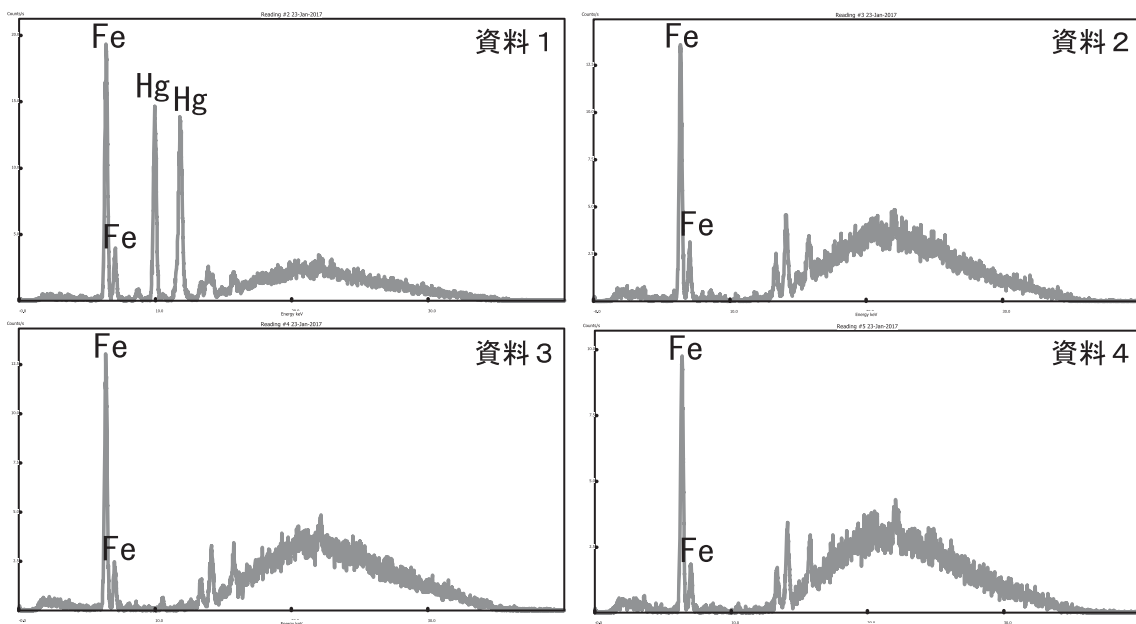


図4 蛍光X線スペクトル図

生物顕微鏡(50-1000倍)では、実体顕微鏡による観察結果をふまえて合成樹脂オイキットを用いてプレパラートに封入した資料を、側射光および透過光にて観察した。側射光では朱はルビー色の樹脂状光沢を持つ透き通った粒子に、ベンガラは暗赤色他の微粒子が見える。

## (2) 蛍光X線分析

主成分元素を知るために行なった。朱は水銀(Hg)が、ベンガラは鉄(Fe)が検出される。ただし鉄は土壌にも含まれている。測定にはポータブル型蛍光X線分析装置(Innov-X社α-4000,Ta,40kV,30秒,測定範囲は直径約7mm,手持ち測定)を用いた。

## (3) ラマン分光分析

生物顕微鏡観察と蛍光X線分析を用いて朱もしくはベンガラと判断した資料について、結晶構造を知るために行なった。測定には、顕微ラマン分光分析装置(Bruker Optics社SENTERRA,785nm,1mW,10s,測定径2μm,測定波数69-1511cm<sup>-1</sup>,波数分解能3-5cm<sup>-1</sup>)を用いた。朱は辰砂が、ベンガラは赤鉄鉱他が同定される。プレパラートに封入した資料を直接測定した。(志賀)

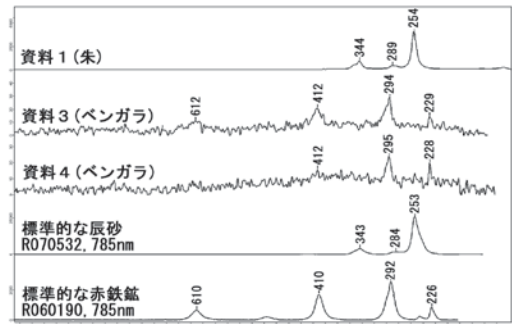


図5 ラマン分光スペクトル図

## 4. 調査結果のまとめと考察

調査結果を表1に示す。特徴的な写真および図等を図3～5に示す。以下では調査結果を述べると共に、当古墳での赤色顔料の使用について若干の検討を行う。

### (1) 検出された赤色顔料の種類と石棺での使用

赤色顔料として、朱とベンガラを検出した。

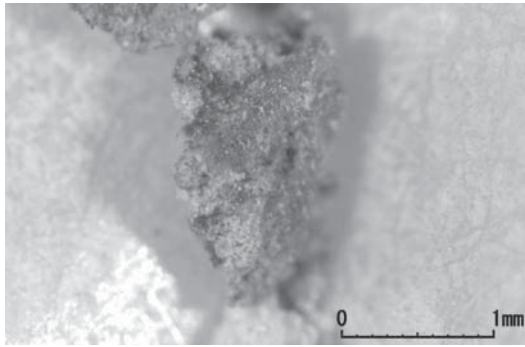
朱は、資料1付近の約5cm四方の範囲に点々と付着していた(図3-1・2)。同様な色調を持つ部分は、棺底南西半のさらに狭い範囲でも認められた。

ベンガラ(資料3・4)は、棺蓋の合わせ面にのみ付着していた。面的に認められ、付着部分と非付着部分の境界は明瞭であった。内面側に少し食み出た部分も認められた(図3-5～8)。

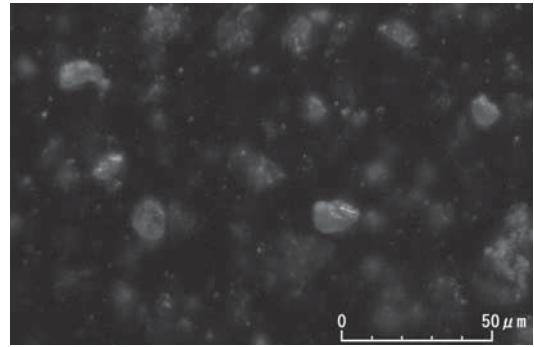
その他、棺蓋内面を中心に紫色を呈する赤色物が広範囲に認められた(図3-5)。携帯型顕微鏡観察では白色の石棺材に粒子感の無い紫色の物質が染み込んでいるように見え、一般的な赤色顔料の見え方とは大きく異なっている。カビのコロニーのように遺存している部分も認められたため、この紫色の赤色物は赤色顔料ではないと考えた。念のため資料2を採取し生物顕微鏡で確認したが、やはり赤色系色の粒子は確認できず、石棺石材を構成する石材が紫色に染まった状況が認められたため赤色顔料ではないと判断した(図3-3・4)。赤カビの一種

資料番号	採取位置	調査方法				各分析結果			赤色顔料の種類	その他の所見
		顕微鏡	X	ラ	生物顕微鏡	XRF	ラマン			
								実体		
1	身/内面/南東長側面	○	○	○	○	朱	Fe, Hg	辰砂	朱	
2	蓋/内面/天井部	○	○	○	—	なし	Fe	—	なし	赤カビか
3	蓋/合わせ面/南西短側面	○	○	○	○	ベンガラ(非P)	Fe	赤鉄鉱	ベンガラ(非P)	
4	蓋/合わせ面/北西長側面	○	○	○	○	ベンガラ(非P)	Fe	赤鉄鉱	ベンガラ(非P)	

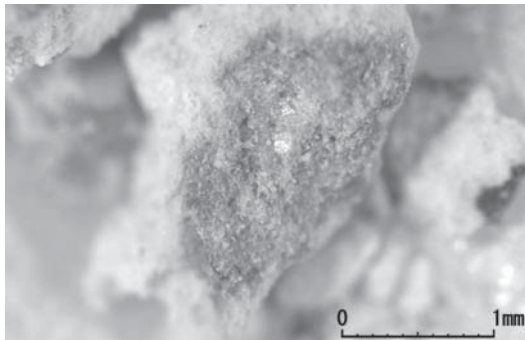
表1 分析結果一覧



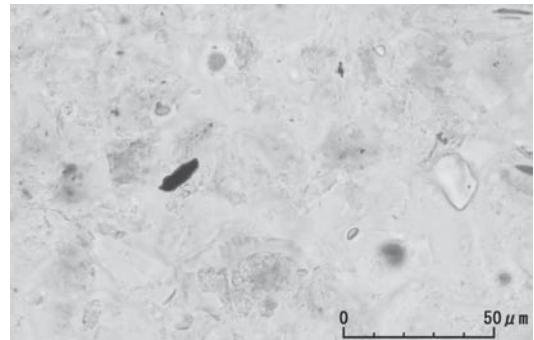
1. 資料1 (棺身内面)の赤色顔料(20倍)  
朱。朱は局部的に極微量しか付着していないため、石棺に塗布されたものとは考えられない。



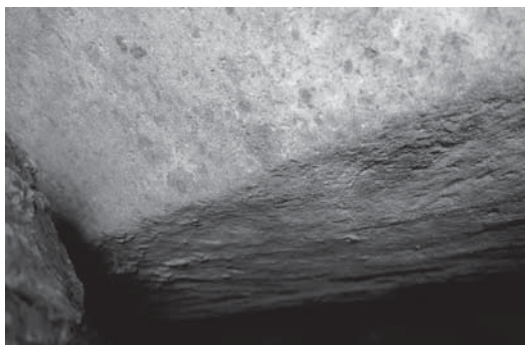
2. 同朱粒子(側射光400倍)



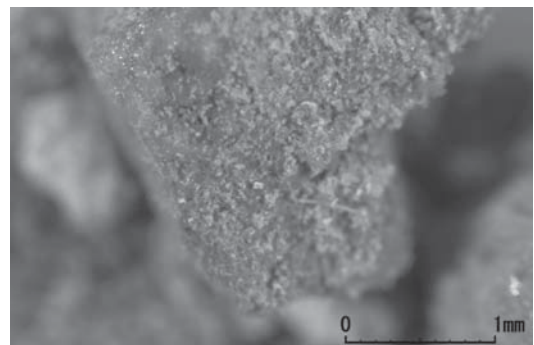
3. 資料2 (棺蓋内面)の赤色物(20倍)  
薄い紫色で、赤色系統色の濃い粒子は確認できないため、赤色顔料ではないと考えられる。



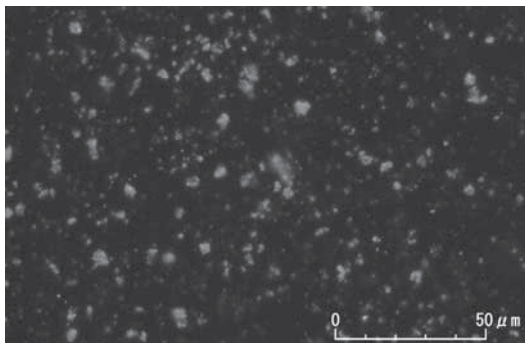
4. 同赤色物の粒子(透過光400倍)  
赤色系統色の濃い粒子は確認できない。透明・半透明鉱物が赤色に染まっている。赤カビか。



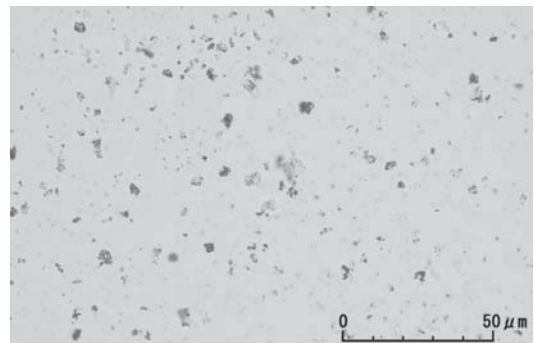
5. 棺蓋に付着する赤色顔料と赤色物  
下半が合わせ面に塗布されたベンガラ。上半が内面に付着する紫色の赤色物(赤カビか)。



6. 資料3の赤色顔料(20倍)  
ベンガラ。明瞭に赤い粒子が確認できる。



7. 同ベンガラ粒子(側射光400倍)  
パイプ状の粒子は確認できない。



8. 7と同一カット(透過光400倍)  
パイプ状の粒子は確認できない。  
ベンガラ(非P)と考えられる。

図3 都塚古墳の赤色顔料

であろうか。

弥生時代～古墳時代の墳墓主体部での赤色顔料の使用については、埋葬施設にベンガラが塗布散布され、遺骸頭胸部を中心に朱が散布されることが一般的（本田 1988,1995）と考えられている。副葬品に朱が散布されることや、赤色顔料が塗布された器物が副葬されることもある。

本石棺は盗掘されており、検出された朱も微量であったことから使用対象を推定することは難しいが、従来どおり遺骸や副葬品へ散布されていたか、朱を塗布した器物が副葬されていたかのどちらかであろう。

ベンガラについては、埋葬施設に塗布されたものであることは明らかであったが、棺蓋の合わせ面にのみ塗布されているという特異なものであった。これまで、石棺に赤色顔料が塗布される場合には、九州での事例や藤ノ木古墳などをイメージし、内面全面もしくは内外面全面が一般的であると漠然と考えられてきた。ただ、岐阜県各務原市大牧1号墳（6世紀後半）の組合せ式家形石棺では、棺材の組合せ部と棺蓋の合わせ面にのみ赤色顔料を塗布した事例が報告されている（渡辺（編）2003）。筆者も2013年にこれを実見し、使用された赤色顔料はベンガラであることを報告している（志賀 2014）。近年、石棺の赤色顔料の調査を集中的に行い、九州以外にある5世紀後半以降の石棺では、棺蓋の合わせ面を中心に赤色顔料を塗布する事例を多数確認している。現在調査を継続中であるが現段階で考えられるその意味や用途については、（組）合わせ部を中心にベンガラを塗布していること、また一般的にベンガラには魔よけの意味が考えられていることなどから、遺体に邪悪なものが寄りつかないように棺の隙間をベンガラで密閉したのではないかと考えている。「閉ざされた棺」（和田 2003）の最終仕上げとして近畿を中心に広域で行われていた作法かもしれない。

## （2）採用されたベンガラについて

ベンガラには直径1  $\mu\text{m}$ のパイプ状を呈するベンガラ粒子が含まれていることがある。このパイプ状粒子は、湖沼の澱みに棲む鉄細菌 *Leptothrix* の鞘と考えられている（岡田 1997）。通常、パイプ状粒子を含むベンガラ（「ベンガラ（P）」とする。）は、パイプ状粒子だけで構成されておらず、不定形なベンガラ粒子も含んでいる。おそらく鉄細菌の死骸や水酸化鉄が沈殿した堆積物を採取し、焼成したものと考えられる。一方、パイプ状粒子を全く含まず、不定形な粒子だけで構成されたベンガラ（「ベンガラ（非P）」とする。）が出土することもある。このベンガラ（非P）の原料については、褐鉄鉱や赤鉄鉱、磁鉄鉱等の鉄鉱石と想定されており、鉄鉱石鉱山で採掘された原料が加工され流通していたと考えられる（本田 1997）。

本古墳の石棺で採用されたベンガラは、ベンガラ（非P）であった（図3-7・8）。報告書において赤色顔料の分析を行なった降幡順子氏は、このベンガラ（註1）を電子顕微鏡観察により不定形な粒子で構成されたものとしている（降幡 2016）。これは、本稿で言うベンガラ（非P）に該当すると考えられる。

筆者はこれまでかなりの数のベンガラ（P）の調査を行っている。パイプ状粒子の含有量は資料によって様々であり、必ずしもそれが簡単に見つかる訳ではないことを経験している。特に、パイプ状粒子が極微量しか含まれていない資料については、十分な生物顕微鏡観察を行わないまま電子顕微鏡観察を行うと、その発見が極めて困難である。今回は、2箇所の資料で十分な生物顕微鏡観察を行い、ベンガラ（非P）であることを確認している。

弥生時代後期～古墳時代前期の墳墓主体部では、全国的にベンガラ（P）を採用する例が多い

が、北部九州においてはベンガラ(非P)を採用する例が目立つ(志賀 2008,2010,2014,2016 など)。近畿地方においては、大阪平野の津堂城山古墳と隣接する同時期の岡古墳の例が興味深い。津堂城山古墳は大阪平野に出現した最初の大王墓で、竜山石製の長持形石棺を納めた石室内面にベンガラ(非P)が塗布されていた。岡古墳では、他の前期古墳と同じように割竹形木棺内面にベンガラ(P)が塗布されていた(志賀 2013)。古墳時代中期から後期での調査事例は少ないものの、都塚古墳でベンガラ(非P)が採用されていることは、少なくとも近畿地方の前期古墳で多用されるベンガラとは異なるものが採用されていたことになる。大牧1号墳の石棺でもベンガラ(非P)が採用されている(志賀 2014)。この採用ベンガラの変化が何を意味するか、今後さらに調査と検討を重ねたい。

本稿は1・3・4を九州国立博物館主任研究員の志賀智史が、2を明日香村教育委員会調整員の西光慎治が執筆した。

#### 註)

- 1) 降幡氏はベンガラ=赤鉄鉱と考え、X線回折で赤鉄鉱が検出限界(約5%)以下であった資料4とほぼ同じ場所から採取した資料を、「鉄系の赤色顔料」としている。筆者は意図的に使用されたと考えられる鉱物質の赤色物を赤色顔料と呼んでおり、そのうち水銀を含むものを朱、鉄を含むものをベンガラとしている。なお、顕微ラマン分光分析により本資料の分析を行い、大部分の粒子から有効な散乱光を得られなかったが、一部分で赤鉄鉱を同定している(図5参照)。

#### 【謝 辞】

調査にあたり明日香村教育委員会のご協力を頂き、奈良文化財研究所の降幡順子氏にもご教授を賜った。本研究には、日本学術振興会 科研費・基盤研究(C)25370906(研究代表者:志賀智史)を使用しました。記して感謝申し上げます。

#### 〈引用・参考文献〉

- 岡田文男 1997 「パイプ状ベンガラ粒子の復元」『日本文化財科学会第14回大会研究発表要旨集』日本文化財科学会, pp.38-39
- 関西大学文学部考古学研究室 1968 『関西大学考古学研究年報二』
- 西光慎治・辰巳俊輔 2009 「都塚古墳測量調査報告」(『王陵の地域史研究～飛鳥地域の後・終末期古墳測量調査調査報告Ⅲ～』所収)『明日香村文化財調査研究紀要-第8号-』明日香村教育委員会
- 志賀智史 2008 「前期前方後円(方)墳から出土するベンガラの地域性に関する研究」『日本文化財科学会第25回大会研究発表要旨集』, 196 - 197 頁
- 志賀智史 2010 「高江辻遺跡出土の赤色顔料について」『高江辻遺跡』筑後市教育委員会, 40-52 頁
- 志賀智史 2013 「津堂城山古墳出土の赤色顔料について」『津堂城山古墳』藤井寺市教育委員会, pp.248 - 252
- 志賀智史 2014 「東之宮古墳出土の赤色顔料について」『史跡 東之宮古墳』犬山市教育委員会, pp.375 - 395
- 志賀智史 2016 「城の山古墳出土の赤色顔料について」『城の山古墳』胎内市教育委員会, pp.271 - 300
- 降幡順子 2016 「都塚古墳の石棺付着赤色顔料分析」『都塚古墳発掘調査報告書』明日香村教育委員会・関西大学文学部考古学研究室, pp.86 - 87
- 本田光子 1988 「弥生時代の墳墓出土赤色顔料 - 北九州地方にみられる使用と変遷 -」『九州考古学』第62号, 九州考古学会, pp.39-49

- 本田光子 1995 「古墳時代の赤色顔料」『考古学と自然科学』第 31・32 号(合併号), 日本文化財科学会 ,pp.63-79
- 本田光子 1997 「出土ベンガラが多様性について」『日本文化財科学会大 14 回大会要旨集』, 日本文化財科学会 ,pp.78 - 79
- 山田幸弘(編)2013 『津堂城山古墳』藤井寺市教育委員会
- 米田文孝・西光慎治(編)2016 『都塚古墳発掘調査報告書』明日香村教育委員会・関西大学文学部考古学研究室
- 渡辺博人(編)2003 『大牧一号墳発掘調査報告書-同二号墳・三号墳の発掘調査』各務原市埋蔵文化財センター
- 和田晴吾 2003 「石棺の出現とその意義」『立命館文学』第 578 号 ,pp.717 - 735
- Lafuente B, Downs R T, Yang H, Stone N (2015) The power of databases: the RRUFF project. In: Highlights in Mineralogical Crystallography, T Armbruster and R M Danisi, eds. Berlin, Germany, W. De Gruyter, pp 1-30