

資料2（追加1）

古墳壁画の保存活用に関する検討会
装飾古墳ワーキンググループ（第12回）
H26.3.10

（2）装飾古墳の色料について

装飾古墳に用いられた顔料は、これまでの化学的調査の成果から、赤・・・ベンガラ、黄・・・黄土、緑・・・緑土、白・・・白土、黒・・・マンガン土および木炭粉末であることが明らかにされている。また最近では、従来青色とされていたものは灰色とすべきもので、その実体は雲母粘土鉱物であるとする報告もある。木炭をのぞけばこれら顔料は「土性顔料」と呼ばれる顔料の範疇に入る。

彩色のある装飾古墳のうちもっとも色数の多いのは福岡県王塚古墳の五色（灰色を入れ6色とする考え方もある）であるが、赤一色のみの古墳も少なくない。

装飾古墳の顔料をめぐるこれまでの調査

装飾古墳の顔料調査については、古くは京都帝国大学考古学教室からの要請で、同大学化学教室の近重真澄が、熊本県釜尾古墳の色料について実施した例などがある（浜田他 1919）。

大規模かつ系統的に装飾古墳の顔料について調査を行ったのは山崎一雄で、福岡県（王塚古墳・五郎山古墳・原古墳・鳥船塚古墳・古畠古墳・珍敷塚古墳・日ノ岡古墳・重定古墳・塚花塚古墳・下馬場古墳・前畠古墳・薬師下1号墳・狐塚古墳・寺徳古墳・日輪寺古墳・萩ノ尾古墳）、熊本県（千甲金1号墳・千甲金2号墳・釜尾古墳・井寺古墳・チブサン古墳・鍋田横穴群・永安寺東古墳・永安寺西古墳・大坊古墳・穴観音古墳・ナギノ横穴群）、大分県（穴観音古墳・ガランドヤ古墳）、佐賀県（田代太田古墳）など30基近くの装飾古墳から得られた顔料について、微量化学分析法で主成分元素を明らかにし、冒頭に掲げた顔料が用いられていることを示した（山崎 1951b）。ただし、この時点で緑色・青色については、緑色岩石類の粉末とされ、それ以上の追究には至らなかった。山崎は法隆寺金堂壁画、醍醐寺五重塔壁画、平等院鳳凰堂壁画をはじめとする白鳳時代以降の寺院建築彩色顔料についても豊富なデーターを揃えており（山崎 1951a），そこに使用された人造顔料や色鮮やかな鉱物性の顔料は、装飾古墳には用いられていないこともわかった。

1970~80年代になると江本義理は福岡県王塚古墳、同川島古墳、佐賀県田代太田古墳、大分県ガランドヤ1号墳、茨城県虎塚古墳、福島県中田横穴墓、同羽山横穴墓などにおいて、蛍光X線分析とX線回折を併用して使用顔料の調査を実施し、それぞれの色の発色の由来となる鉱物成分を初めて明らかにした（江本 1975a等）。この時に緑色顔料は緑土によるものであることも初めて明らかにされ、主成分鉱物は海緑石と報告された。

その後、朽津信明らは可搬式の分光光度計を石室内に持ち込み、福岡県王塚古墳、日ノ岡古墳、珍敷塚古墳、下馬場古墳などにおいて、かつて青色顔料と

呼ばれたものは、可視スペクトル的に言えば灰色とすべきもので、X線回折により、それが雲母粘土鉱物を主成分とするものであることを示した(朽津他 2000)。さらに朽津信明らは、特に緑土の鉱物成分について追究し、装飾古墳やその前後の時期の遺物を含め、わが国で用いられた緑土が海緑石ではなく、それとよく似たセラドナイトを主成分とすることを明らかにした(朽津他 2004)。この事実は緑土原料の産出地を考える上で重要であった。

このほか考古学側から、装飾古墳に用いられた色材や技術について言及した重要な論考も少なくない。

用いられた顔料の調査例

装飾古墳に用いられた顔料の調査については、鉱物成分も示した江本義理の調査成果を基に、これを一部朽津等の研究成果で修正したものを以下に掲げる。

【北部九州】

○福岡県嘉穂郡桂川町・王塚古墳（6世紀後半）【X線回折・蛍光X線分析】

赤：ベンガラ

黄：黄土

緑：緑土（セラドナイト）

灰：雲母粘土鉱物

白：白土（白色粘土）

黒：非晶質のマンガン化合物を含む粘土

○福岡県飯塚市・川島古墳（6世紀後半）【X線回折・蛍光X線分析】

赤：ベンガラ

黒～青：緑泥石

白：白土（ハロイサイト）

○佐賀県鳥栖市・田代太田古墳（6世紀後半）【X線回折・蛍光X線分析】

赤：ベンガラ

緑：緑土（セラドナイト）

黒：炭素系

○大分県日田市・ガランドヤ1号墳（6世紀後半）【X線回折・蛍光X線分析】

赤：ベンガラ

緑：緑土（セラドナイト）

白：白土（ハロイサイト）

北関東・南東北

○福島県いわき市・中田横穴墓（6世紀後半）【X線回折・蛍光X線分析】

赤：赤鉄鉱

白：白土（カオリナイト）

○茨城県勝田市・虎塚古墳（7世紀初頭）【X線回折・蛍光X線分析】

赤：赤鉄鉱

白：白土（カオリナイト）

○福島県原町市・羽山横穴墓（7世紀初頭）【X線回折・蛍光X線分析】

赤：赤鉄鉱

白：白土（白色粘土）

装飾古墳に用いられた各種顔料について、

【ベンガラ】

ベンガラ (Fe_2O_3) はわが国では約2万年前の先土器時代から用いられた。縄文時代以降、土器や木器あるいは土製品など遺物への塗彩に多用されるが、弥生・古墳時代においてはこれに加え、埋葬施設への塗布にも用いられた。

縄文時代のベンガラの多くは、彩色層の顕微鏡的観察が進む中で、鉄バクテリア由来の原料を用いたものであることがわかつてき。池や湧水で見られる黄色の沈殿物は鉄バクテリア由来の含水酸化鉄であり、これに十分な空気を送り焼成することにより赤色のベンガラが得られる。鉄バクテリア原料由来のベンガラはその後、弥生時代、古墳時代でも用いられ、新しいものでは正倉院に伝わる9世紀の仏像幡の彩色材料にも確認されている。

ベンガラの原料としてはこのほか、赤鉄鉱由来のものもある。東北地方の縄文時代晩期の亀ヶ岡式土器の彩色に用いられるベンガラはパイプ状粒子のベンガラではなく、その原料としては青森県茜沢産出の赤鉄鉱などが有力視されている。

装飾古墳に用いられたベンガラがいずれの原料を用いたものなのか、現状では定かではない。同時代の近接した地域のものについて言えば、宮崎県の地下式横穴墓から出土する朱玉の正体は、パイプ状ベンガラであることが知られている（戸高 1986）。

なお、わが国で朱 (HgS) は縄文時代後期以降広く使われ、弥生・古墳時代においては、送葬儀礼に関連しても使われる。古墳時代において、埋葬施設そのものにはベンガラを塗布し、遺骸には朱を用いることが一般的となり、装飾古墳の彩色においても朱が用いられる例は皆無である。

【黄土】

黄土はゲーサイトなどの含水酸化鉄 [$FeO(OH)$] を主成分とするものである。わが国で黄土が顔料として用いられたことを示す明確な事例は、装飾古墳の彩色がはじめてである。高松塚古墳、法隆寺金堂壁画などでも使用されているが、正倉院宝物にはわずかにしか使用されていない。これは仏教文化の普及の影響によって樹木の樹液を原料とする藤黄（ガンボージ）が、黄色色料の主役に躍り出たためである。

【白土】

白土は狭義にはカオリナイトを主成分とする粘土鉱物を原料とする白色顔料であるが、広義には鉛化合物、カルシウム化合物以外の、ケイ素やアルミニウムを主成分とする白色顔料の総称である。装飾古墳に用いられた白土についても、カオリナイトが確認されるもの（川島古墳、虎塚古墳、中田横穴墓）以外に、ハロイサイトが確認されるもの（ガランドヤ1号墳），はっきりした粘土鉱物が検出されぬものなどがある（王塚古墳）。正倉院宝物の中にも粘土鉱物のひとつ白雲母を主成分とする白色顔料を用いた事例があり、これも白土の範疇と捉えられる。また近年、奈良県山田寺の土壙をはじめとして、火山灰を建造物の壁材に用いたと思しき実例も報告されており（村上 2002），これも広義の白土とすべきものである。装飾壁画古墳の白土が、実際どのような成分からなるのか、今後は個々のものについて追及が必要となっている。

九州南部の縄文時代後期の台付土器には白色塗彩があるものが知られているが、一例のみではあるが、それが白土であることが化学的に確かめられている（大久保 2000）。また北海道の5～6世紀の続縄文土器の中にも土器器面を白色で飾るものがあり、それが白土であることが確認されている（成瀬 2001）。

白土は主として、彩色の下地材を中心としてその後現在に至るまで長い間使い続けられる。正倉院宝物にも多く用いられていることがわかつている。

【緑土】

緑土は海緑石あるいはセラドナイトを主成分とする緑色あるいは青色の顔料。いずれの鉱物も雲母粘土鉱物であり、互いに結晶構造はよく似ている。世界的に見れば海緑石を原料とする緑土もあるが、上述したように、わが国上代に用いられている緑土はいずれもセラドナイトを主成分とするものであることが明らかにされた。

わが国最も古い緑土の使用例は弥生時代後期の木製盾の彩色で、鳥取県青谷上寺地遺跡で二例が確認されている（成瀬 2010）。

しかしわが国で緑土が広範に用いられるようになるのは古墳時代であり、九州の装飾古墳には多く認められる。この時期の埴輪や石枕の彩色、あるいは須恵器の内容物として、緑土が科学的に確認された報告例もある（永嶋 1999、朽津他 2004）。

正倉院には緑土が使用されたと宝物が3点ほど確認されており、また平安時代以降も京都法界寺本堂の壁画（朽津他 2004）や大将軍八神社の仏像彩色（早川他 2003）において緑土使用の事例が報告されており、緑土は仏教の普及により、岩緑青に緑色顔料の主役を奪われながらも、その後も使い続けられる顔料と考えることができる。

平安時代の辞典『下学集』には「隱岐緑」の名がみえ、またわが国の国語辞

典でも、新しいものでは昭和30年代に発行されたものの中に、この言葉が見える。近年、かつて「隠岐緑」なるものがあったことも急速に忘れられつつあるが、隠岐島の浜那久では顔料の原料と成り得るセラドナイトが採取できる箇所があることが最近確認された（赤木2013）。ただしここで産出する緑土が古墳時代に用いられた緑土の原料であったかどうかについては、今後の検討課題である。

【マンガン土】

マンガン土は、硬マンガン鉱あるいは軟マンガン鉱などの総称であり、化学式で言えば MnO₂。装飾古墳以前の事例としては、福島県縄文晩期の精製土器の黒色部にマンガンが多いものが1例確認されており（成瀬1988），この種の顔料を用いた可能性があるものの、縄文時代の普遍的事例とするには至っていない。また古墳時代の甲の黒漆塗りの中にもマンガンが検出されるものがある（永嶋1999）。

【木炭粉】

木炭粉は古代人が身の回りのものの中でもっとも入手し易い黒色の素材のひとつであるが、装飾古墳以外でこれが顔料として確認された例はほとんどない。木胎漆器などの下地に、炭化物が用いられた例はあるが、黒色としての効果を狙ったものではない。

近隣地域の状況

【朝鮮半島】

わが国と関係の深かった朝鮮半島に目を転じれば、5～6世紀前半の高句麗古墳では、408年の徳興里古墳において赤（ベンガラ）、黄（黄土）、緑（緑土）、黒（墨）が使用され、また5世紀の薬水里古墳において赤（ベンガラ）、5世紀半ばの水山里古墳において赤の朱）とベンガラ、6世紀の真坡里古墳ではベンガラなどが使用されたことが確認されている（ロッコ・マッセオ他2007）。また壁画古墳の彩色ではないが、5世紀中葉の慶州市皇南王塚（北墳）では、出土した彩色のある紡錘車に、ベンガラ、緑土、黄土、白土などが使用されていることが確認されている（Jhon Winter1989）。

徳興里古墳の壁画顔料ならびに、慶州皇南王塚（北墳）の顔料相はわが国の装飾古墳ならびに古墳時代の諸遺物に見られる顔料相によく似ていると言えよう。

【中国大陸】

わが国において装飾古墳が盛んに作られた5～6世紀は中国では魏晋南北朝時代にあたり、多くの国家が時期的にも、地域的にも乱立し、盛衰を繰り返した。敦煌、雲崗などの洞窟寺院壁画では、多くの鉱物性顔料に加え、人造の鉛化合物顔料あるいは有機色料の使用が確認されている。

固着剤と有機色料の存否

装飾古墳の従来の調査では、固着剤および有機色料が化学的に確認された事例はない。たとえこれらが用いられていたとしても、現状では試料の採取無しに、その存在を確かめることは困難である。また両者は有機化合物であり、経年劣化は正しい同定の阻害要因になっている。

日下八光や永嶋正春は装飾古墳の彩絵の部分に刷毛目のようなものが見えるものがあり、それについては固着剤として油（乾性油）が用いられたのではないかと推定した（日下■、永嶋 1999）。しかしいっぽうこれら顔料は、特段固着剤を用いることなく、壁面に水で溶いて壁面に塗布するだけでも十分そこに留まることが実験的に確かめられている（池田 2009）。

装飾古墳に用いられた顔料の耐久性

装飾古墳に用いられた顔料は、総じてその耐久性は高い。過酷な温湿度環境でも顔料そのものはほとんど変質しない。埋葬施設の場合、遺骸からリンや塩素が多量に放出されるが、これら成分に対しても土性顔料の耐久性は高く、また大気汚染物質のイオウ酸化物・窒素酸化物にも影響は受けない。ただし火災に遭った場合は、加熱による粘土鉱物（白土・緑土）や含水酸化鉄（黄土）の脱水、あるいは酸化還元反応による、ベンガラ、黄土、緑土などの変色の危険性が考えられ、また木炭粉も燃焼してしまう。

このほか顔料そのものの変色以外に、水の不溶成分や黴の代謝生成物、あるいは小動物の糞などによって顔料層の表面が汚染され、絵そのものが不明瞭になる危険性、あるいは例えわずかづつであっても顔料自身が剥落や流出などによって失われる危険性は常に有る。

〔参考文献〕

赤木三郎（2013）青谷上寺地遺跡出土の盾に使用された緑色無機顔料の原産地に関する地学的考察『緑土塗布の木製盾復原製作』鳥取県埋蔵文化財センター調査報告 53

池田明夫（2009）顔料に関わる考古学的検証の一視点—彩色が施された装飾古墳を中心に—、肥後考古 16

羽山横穴の保存についての報告書（1974）『羽山装飾横穴発掘調査概報』福島県原町市教育委員会

江本義理（1975a）「壁画の老化に関する調査研究」『特別史跡王塚古墳の保存』福岡県教育委員会

江本義理（1975b）「壁画彩色顔料の調査報告」『川島古墳』 飯塚市教育委員会

江本義理（1975c）「中田横穴の顔料及び石材劣化に関する調査報告」『中田横

穴保存状態調査研究報告書』いわき市教育委員会

江本義理（1976）「彩色顔料の分析」『田代太田古墳調査及び保存工事報告書』、
鳥栖市教育委員会

江本義理（1986）「顔料分析」『ガランドヤ古墳』日田市教育委員会

大久保浩二（2000）鹿児島県出土の赤色顔料—日本最古の赤彩土器をはじめと
して—、『人類史研究』12

日下八光（■） ■

朽津信明・川野辺渉（2000）「九州装飾古墳の緑と「青」について」保存科学
研究39

朽津信明・中牟田義博・三木孝（2004）「日本における緑色顔料「緑土」の使
用について」考古学と自然科学46

戸高真知子（1986）「赤い供物・朱玉」えとのす 31

永嶋正春（1999）「装飾古墳の色彩と素材」国立歴史民俗博物館研究報告80

山崎一雄（1951a）「古代顔料の化学的研究」古文化財の科学1

山崎一雄（1951b）「装飾古墳顔料の化学的研究」古文化財の科学2

成瀬正和（1988）「薄磯貝塚出土の赤色関係形遺物」『薄磯貝塚』いわき市教育
文化財団

成瀬正和（2001）「北海道続縄文後北式の彩色土器に用いられた色材」日本文
化財科学会第18回大会要旨集

成瀬正和（2010）「青谷上寺地遺跡出土盾の緑色顔料について」鳥取県埋蔵文
化財センター調査研究紀要 3

浜田耕作他（1919）「肥後国飽託郡西里村釜尾の古墳」『九州に於ける装飾ある
古墳』京都帝国大学部

早川泰弘・津田徹英（2003）「ポータブル蛍光X線分析装置による大将軍八神
社所蔵神像群の彩色材料調査」ミューゼアム582

村上隆（2002）『山田寺発掘調査報告書』

ロッコ・マツツエオ, エディス, ジョセフ, シルビア・ブラーイ, ヴァンナ・
ミングツツイ, シャンカルロ・グリッリーニ, ピエトロ・バラルディ, ダリア・
プランスタレル（2007）高句麗壁画古墳の自然科学的分析調査について『シル
クロードの壁画』第29回文化財の保存および修復に関する国際研究集会

John Winter (1989), Identification of Some Early Korea Pigments, 美術
資料43, 韓国国立中央博物館