

畝傍陵墓参考地石室内採集の石棺材等の自然科学的調査

成瀬 正和

書陵部陵墓課から畝傍陵墓参考地より採集された石棺材等について材質の調査を依頼された。

提供を受けた一二点の試料について、蛍光X線分析、X線回折などの機器分析、あるいは肉眼観察、薄片の偏光顕微鏡観察などを行い調査を実施した。

なお、石棺材の観察および対比岩石試料の収集・観察に関しては奈良国立文化財研究所肥塚隆保氏より多大の協力をいただいた。

一 方法

1 蛍光X線分析

試料に含まれる元素の検出を目的として実施した。装置および測定諸条件は以下の通りである。

装置…理学電機工業（株）製波長分散型蛍光X線分析装置（大型試

料台付き）

X線管球…クロム対陰極

印加電圧—電流…三五kv—一五mA

重元素の測定

分光結晶…フッ化リチウム

検出器…シンチレーション計数管

ゴニオメーター走査範囲（2θ）…一〇～六五度

軽元素の測定

分光結晶…EDDT

検出器…ガスフロー型比例計数管

ゴニオメーター走査範囲（2θ）…一〇～一四九度

そのほかの条件は適宜設定している。

2 X線回折

試料に含まれる鉱物あるいは結晶成分の検出を目的として実施した。

試料は一部をメノウ乳鉢で粉碎し、ガラス試料板に充填しX線回折用試料とした。装置および測定諸条件は以下の通りである。

装置…理学電機（株）製文化財測定用X線回折装置

X線管球…クロム対陰極

フィルター…バナジウム

印加電圧—電流…二五kv—一〇mA

検出器…シンチレーション計数管

発散および受光側スリット…〇・三四度

照射野制限マスク（通路幅）…四mm

ゴニオメーター走査範囲（2θ）…一〇～一六〇度

そのほかの条件は適宜設定している。

3 偏光顕微鏡観察

検鏡用岩石試料はダイヤモンドカッターで切断後、減圧下で低粘度充填用エポキシ樹脂に含浸し薄片を作製し、偏光顕微鏡下で観察を行った。なお、偏光顕微鏡観察は試料1と産地がわかっている数十の岩石試料について実施し、産地の検討を行った。

二 調査結果

試料1

玄室にある奥棺の蓋の石材の一部で、その東斜面の窪み中に剝離した状態にあったものを採集した。大きさはおよそ5cm×3cm×1・5cmほどである。

参考のため比重測定（アルキメデス法による）および含水率測定を行ったが、比重は二・一一〜二・三一であり、また最大含水率は約八%であった。

表面はやや赤く、表面直下は白色で、内部は淡黄褐色を呈している。比較的均一な岩石で、固結の程度も良好である。含有する礫は微細なため肉眼的に種類を判別することは困難であるが、わずかに泥岩らしき微細な粒子が散在する。またこのほかには微細な石英もしくは長石の存在が確認できる程度である。試料の表面には部分的に白色〜灰白色透明ないし半透明の二次鉱物が表面を覆っている。

偏光顕微鏡下の観察では流紋岩質凝灰岩であることが明らかになった。基質に相当する部分はガラス〜珪長質粒状を呈し、含まれる鉱物粒

は石英／斜長石／カリ長石／有色鉱物である。本試料ではこれらの鉱物粒は粒径が一mm前後か、もしくはそれ以下であった。有色鉱物は少なく黒雲母およびごく少量の角閃石らしき鉱物が認められた。そのほか磁鉄鉱などの鉄鉱物も僅かに存在するようである。含有する岩石礫として同質起源と考えられる流紋岩片などが見られるが、風化していることと、微小片であるため正確に同定するには至らない。また岩石組織として、弱溶結構造が観察できることから流紋岩質溶結凝灰岩であることが判明した。

X線回折では石英、長石のほかには粘土鉱物に相当すると考えられる小さな回折線が確認できるのみである。

本試料は、古墳時代に石棺材としてよく利用される二上層群ドンズルボー累層に分布する火砕流堆積物、凝灰角礫岩、ザクロ石流紋岩質凝灰角礫岩とは当然のことながら構成礫種や岩石組織の上から全く異なる。また阿蘇系の輝石安山岩質溶結凝灰岩は肉眼的にも溶結構造がレンズ状に引き延ばされた黒い縞状を呈してはつきりと現れ、また輝石、角閃石が多く、本試料とは異なる。室生層群中にも流紋岩質溶結凝灰岩（榛原石）が分布するが、これは高温石英が顕著で多量に含まれ、特徴として石英安山岩様を呈するものであり、やはり本試料とは異なる。

流紋岩質凝灰岩のうち畿内で古墳時代の石棺材としてよく利用されたのは二上山系と竜山系である。二上山系の流紋岩質凝灰岩は基質の部分が白く、また黒色の溶結凝灰岩礫（松脂岩ともいわれる）やパミス、灰色

の流紋岩を含むことが特徴で、いずれも礫径は1cm以上のものが多く、本試料とは明らかに異なっている。本試料は肉眼では竜山系と称される姫路酸性岩に良く似ている。姫路酸性岩は姫路・三田にかけた広い地域に分布しているが、いままで調査した岩石の中ではこのうち加西市高室付近に分布するものが肉眼的にもまた顕微鏡的にも本試料に最も似ている。ただし本試料は小片のため、石棺の石材の特徴を代表するとみるには余りにも小さ過ぎ、また広範に分布する姫路酸性岩についてすべて地域を調査しているわけではないので、現状では産出地を特定することはできない。

なお、蛍光X線分析によりアルミニウム(Al)、ケイ素(Si)、リン(P)、イオウ(S)、カリウム(K)、カルシウム(Ca)、チタン(Ti)、鉄(Fe)、ルビジウム(Rb)、ストロンチウム(Sr)、ジルコニウム(Zr)を検出した。リン(P)は特に石の表面で多く、半定量ではあるが数%程度含まれる。これは切断面の測定結果と比べると十倍以上高く、本試料が石棺であることを考えると、あるいは被葬者に由来する汚染であるかも知れない。

なお、試料の表面が赤色を呈するが、朱(辰砂)またはベンガラ(赤鉄鉱)を塗彩したものでないことは、蛍光X線分析およびX線回折によって確認した。

試料2

試料1と同様玄室にある奥棺の蓋の一部で、その西北隅より採拓中に

綿紙がからんで剝離したものの。内部は白色を呈す。

試料の量が微小(1・2cm×0・7cm×0・3cmほど)であるため、薄片の作成は行わなかったが、肉眼観察によれば試料1と同種の流紋岩質凝灰岩である。蛍光X線分析では試料1とほぼ同じ元素を確認したが、リン(P)は確認できなかった。

試料3

玄室の前棺蓋の南短側辺より清掃中に剝離した小片である。淡紅色を呈する。

試料の量が微小(1cm×0・5cm×0・3cmほど)であるため、薄片の作製は行わなかった。肉眼および実体顕微鏡観察によれば全体にシルトから細粒砂よりなり、雲母が多く、草の根などの有機物を含むことが明らかとなった。これは石材の一部ではなく石棺の表面に付着した土の固化したものであると推定できる。

試料4

玄室奥壁東端付近床面で採集された白色物質で、奥壁から剝離したものと考えられている。

X線回折により方解石を検出し、蛍光X線分析によりアルミニウム(Al)、ケイ素(Si)、リン(P)、カリウム(K)、カルシウム(Ca)、チタン(Ti)、鉄(Fe)、ストロンチウム(Sr)を検出した。このうちカルシウム(Ca)が圧倒的に多い。また粉末に希塩酸を落下したところ、発泡してほぼ完全に溶解し、これらのことから白色物質は方解石型の炭酸カ

ルシウムであることが明らかとなった。おそらく当初炭酸カルシウムを仮焼して酸化カルシウムとし、これに水を加え水酸化カルシウムをつくり、漆喰として使用したものであろう。

高松塚古墳や東明神古墳など終末期古墳の漆喰の化学的調査では一％程度の鉛(Pb)が検出され、少量の鉛白の使用が推定されているが、本試料からは検出されない。

なお、肉眼観察および顕微鏡観察ではスサ等の混和物または混和物の抜け跡は認められず、また炭酸カルシウム自体に貝殻破片等は認められない。

試料5

玄室奥壁沿床面で採集された白色片で、あるいは奥壁から剝離したものではないかと考えられている。

3cm×2cm×2cmほどの白色片。スカスカで比重が軽く、非常に脆い。

蛍光X線分析ではアルミニウム(Al)、ケイ素(Si)、カリウム(K)、カルシウム(Ca)、チタン(Ti)、鉄(Fe)、ストロンチウム(Sr)を検出した。また粉末にして希塩酸を滴下したが、発泡はなく、炭酸塩ではないことが確認された。X線回折では $d=3.34\text{\AA}$ の石英の最強線とその付近のブロードな回折線を確認した。おそらく非晶質のシリカ等を含むものであるが、広義には白土と言って良いものかもしれない。

本試料は材質の確実な同定には至らなかったが、炭酸カルシウムでは

なく、従って試料4とは全く違うものであり、また後述の試料11および12とも異なる物質であることが明らかになった。

石室内で二次的に生成したものではないと考えられる。

試料6・8・10

これらの試料は、いずれも玄室東側壁中段に並ぶ石の表面に付着していた褐色物質である。試料6は中段の石の直下の床面に剝落していたもの、試料7は中段の奥から一石目と二石目の間に付着していたもの、試料8は奥から三石目に付着していたもの、試料10は奥から一石目に付着していたものである。

いずれの試料も明褐色～暗褐色の物質が層状に重なり、固化したものの一部である。非常に脆い。

蛍光X線分析によりケイ素(Si)、カリウム(K)、カルシウム(Ca)、チタン(Ti)、マンガン(Mn)、鉄(Fe)を検出したが、このなかで鉄(Fe)がもっとも顕著である。またX線回折も試みたが、回折線は認められなかった。非晶質の褐鉄鉱を主体とするものであろう。この褐色物質は玄室東側壁において現床面から一・六メートル付近の壁面に認められる。石室壁面の隙間より鉄分の多い水が滲み出し、壁面に鉄の水酸化物を析出させ、長い年月の間に層状になったものと考えている。

なお、周知のように鉄製品も錆化により褐鉄鉱を生成するので、そのような可能性も考え、これらの試料の全てについて軟X線による透過観察(装置…ソフテックス社製K-2改造型、印加電圧—電流…五十kv—

四mA)を行ったが、鉄製品状のものは認められなかった。

試料9

玄室東側壁中段に並ぶ石の表面に付着していたと考えられる試料。外觀は試料6・8・10と同様、褐色であるが、実際は粘土質の土の表面に褐鉄鉱状のものが付着している。

試料11・12

試料11は玄室東側壁の目地より採集された白色片、また試料12は玄室東側壁直下の床面より採集された白色片で、東側壁の目地から剥落したものと考えられている。

前者は $3\text{cm} \times 2\text{cm} \times 1\text{cm}$ ほど、また後者は $4\text{cm} \times 3\text{cm} \times 3\text{cm}$ のほどの白色片である。

両試料ともX線回折により、ハロイサイト(粘土鉱物の一種)、石英、長石類の回折線が認められた。また蛍光X線分析によってアルミニウム(Al)、ケイ素(Si)、カリウム(K)、カルシウム(Ca)、チタン(Ti)、鉄(Fe)、ストロンチウム(Sr)、ジルコニウム(Zr)が検出された。アルミニウム(Al)は少なく、したがって粘土鉱物の含有量も少ないものと考えられる。X線回折の結果とあわせると試料中には粘土鉱物以外の多くの夾雑物が含まれていると考えられるが、純度はともかくこれら試料は白土と言って良いものであろう。試料11と12は同一の種類であり、試料5とは異なる種類である。

参考文献

- 間壁忠彦・間壁霞子・山本雅靖「石棺材研究ノート(四) 1. 石材からみた畿内と近江の家形石棺」『倉敷考古学研究集報』一二 一九七六年
奥田 尚・秋山隆保「寺院礎石の岩質とその産地推定」奈良・飛鳥朝寺院礎石を中心として」『古代学研究』八四 一九七七年
奥田 尚「大和を中心とした古墳の石材・石櫛材」『橿原考古学研究論集』七 一九八四年
安田博幸「古代赤色顔料と漆喰の材質ならびに技法の伝流に関する二、三の考察」『橿原考古学研究論集』七 一九八四年



畝傍陵墓参考地横穴式石室漆喰（奥壁東隅角部分）



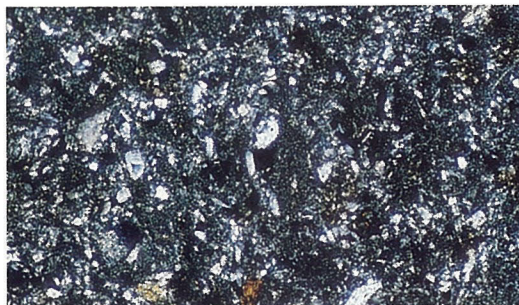
畝傍陵墓参考地横穴式石室玄室西側壁の詰粘土



畝傍陵墓参考地横穴式石室東側壁の赤褐色付着物（南から）



－(×50)

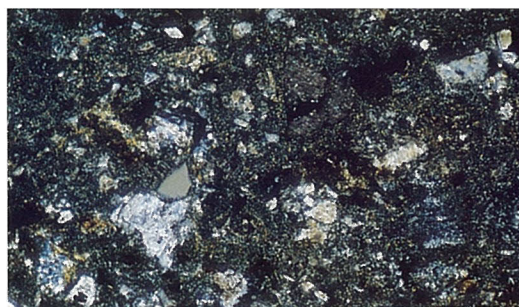


＋(×50)

畝傍陵墓参考地奥棺蓋の偏光顕微鏡写真



－(×50)



＋(×50)

姫路酸性岩（兵庫県加西市高室付近採集）の偏光顕微鏡写真