

第7章 自然科学分析

五色塚古墳出土埴輪に付着する赤色顔料について

志賀智史 本田光子

はじめに

神戸市垂水区五色山4丁目に所在する五色塚古墳出土の埴輪に付着する赤色顔料について、目視と各種顕微鏡観察ならびに蛍光X線分析装置を用いた分析をおこなったので、その方法と結果を報告する。

現在までの調査によって、出土赤色顔料は朱とベンガラの二種が知られている。

朱は鉱物である辰砂 (HgS) を磨り潰して粉にしたもので、目視および実体顕微鏡下ではショッキングピンク色～オレンジ色に近い色調に見える。生物顕微鏡下での粒子は赤く透き通り樹脂状の光沢を持つ。ただし、色調は顔料粒子の大きさや塗等の膠着剤がある場合、また出土時の土壤との混じり具合によって見え方が異なる場合も多い。辰砂は水銀 (Hg) の硫化物であり、蛍光X線分析では水銀 (Hg) が検出された場合、朱の利用が推定できる。

ベンガラは、鉱物としての赤鉄鉱 (Fe_2O_3) を粉にして得ることができる。また、褐鉄鉱、磁鉄鉱、磁硫鉄鉱を焼成して赤鉄鉱を作り、これを粉にしても得ることができる。その他、鐵細菌や鐵鏽を焼成しても得られることも分かっており、原料は多様であると考えられている。時代性や地域性が判明しつつあるが、その分類は十分行われている訳ではない。ベンガラは目視および実体顕微鏡下で暗赤色や紫色、オレンジ色等多様な色調に見える。この色調の違いは、顔料粒子の大きさや赤鉄鉱中に含まれている微量元素の違いによるものといわれ、粒子の形態とも関連しているものと思われる。特徴的なものとしてパイプ状の粒子を含むベンガラがあるが、これ以外は粒子形態からの分類は十分行われていない。ベンガラは鉄 (Fe) の酸化物であり、蛍光X線分析では鉄 (Fe) が検出された場合、ベンガラの利用が推定できるが、鉄 (Fe) は自然界に一般的に認められる元素でもあり、その判定には注意を要す。

1. 調査資料

調査を行った資料は五色塚古墳出土資料が合計299点である。この他、隣接する小壺古墳出土埴輪3個体に付着する赤色顔料についても同時に調査をおこなったのであわせて報告する。

埴輪以外では五色塚古墳頂部出土の土器群についても実体顕微鏡による顔料の有無についての調査をおこなったが、付着は認められなかったので、ここでは報告を行わない。資料の時期は古墳時代前期と考えられている。

2. 調査方法

1) 現地調査（神戸市教育委員会の資料整理室）

目視と実体顕微鏡観察を行った。

最初に赤色顔料の有無についての調査をおこなった。調査は目視で埴輪全体を把握しながら、適宜携帯型の実体顕微鏡（20倍）を用い、付着土壌や埴輪の胎土、黒斑などを考慮し、赤色物の遺存状態を観察した（写真7-1）。赤色顔料は「赤色であること」が最大の特徴とも言える考古資料であるため、その認定にあたっては、理化学分析を行う前にまず「目で見て意図的に塗られた赤いものを見分けること」が最も重要となる。この日は、発掘調査現場で日常的に行われている遺構や土層の線引き、土器や石器の認定等と同じく経験的な要素も多分に含まれているが、ある程度の観察の要点を示せば、

- ・赤色層がある程度面的に認められること（写真7-2）（面的にあったことが予想されるもの）
- ・赤色層と胎土の境界が明瞭であること（写真7-3）
- ・焼成時の埴輪表面の色調変化と関わりなく赤色層が認められること（写真7-4）
- ・最下段以外の外面や口縁部内面といった見える部分にのみ赤色物が認められること
- ・ヒレの下端やタガの下部などの部分に残っていることが多いこと

等である。

この観察で赤色顔料の可能性が高いもの、どちらか判断のつかないもの、可能性が極めて低いものの3段階に分けた。資料の採取は可能性が高いものからは全点、どちらとも判断つかないものからは適宜をおこなった。採取はデザインカッターを用いて数mm角の顔料破片を直接採取し（写真7-7・8）、1試料づつ葉包紙に包み研究室に持ち帰った。

埴輪の観察は、299点を延べ6日間でおこなった。埴輪一体の観察時間は単純計算で10分前後となる。実際には付着の明らかな資料については数分、それ以外のものについては15分前後で調査を行っていたように覚えている。

2) 研究室での調査

研究室での調査は、実体顕微鏡と生物顕微鏡、電子顕微鏡、蛍光X線分析装置を用いておこなった。

実体顕微鏡では、特に資料の前処理をおこなわず、低倍率（7倍～40倍）で採取した試料の赤い部分を観察した。

生物顕微鏡では、目視と実体顕微鏡を適宜使い分け採取資料に残る顔料を金属針で直接採取し、一試料毎にプレパラートに封入（写真7-9）して高倍率（200～1000倍）で観察した。生物顕微鏡では透過光を用いた観察が一般的ではあるが、顔料の色調や立体感を無くさないために、斜光照明を用いた観察も行っている。

電子顕微鏡では、生物顕微鏡以上に資料を高倍率（1000～50000倍）で観察し、顔料粒子の形態をより詳しく観察した。試料の作成は、金属針を用いて顔料を実体顕微鏡下で採取し、カーボンテープを貼付けた直径約1cmのアルミ製資料台に分散させるように貼付けた。電子顕微鏡での観察は可視光線ではなく電子線を用いるため、実体顕微鏡や生物顕微鏡で見たときのような色の情報はなく、白黒画像となる。埴輪は粘土でありなおかつ出土品であるため、赤い部分には胎土や土壌が必ず混入しており、電子顕微鏡下ではどの粒子が赤

色であるのか判断がつかない。そのため作成した試料を蒸着を行わずに一旦生物顕微鏡下で写真撮影を行ってから(写真7-10)、その写真と電子顕微鏡像(写真7-11)を対比しながら観察をおこなった。

蛍光X線分析ではエネルギー分散型の蛍光X線分析装置を用い主成分元素の同定を行った。測定は採取した資料をそのまま用い、なるべく資料の赤い部分を測定するように心掛けたが、土壤や胎土にはもともと元素としての鉄(Fe)が含まれているので、その由来を判断するために顔料粒子の有無を必ず顕微鏡で確認している。測定機器および測定条件は以下の通り。

- ・堀場製作所製MESA500S(測定範囲:直径5mm、電圧:15KV、電流:自動、時間:50秒、大気、電圧:50KV、電流:自動、時間:50秒、大気)
- ・EDAX社製EAGLE III XXL(測定範囲:直径0.1mm、電圧:30KV、電流:任意、時間:100秒、大気)

3. 結果

観察結果および分析結果を表7-2に示し、それを集計したものを作成したものを表7-1に示す。写真とスペクトルについては一部を写真7-12~55に示す。

五色塚古墳出土埴輪については、赤色顔料の可能性が高いものが88点(表中「○」)、どちらか判断のつかないものが35点(同「?」)、付着していない可能性が高いものが176点(同「×」)であった。全体の約3割に顔料が認められたことになるが、これは必ずしも残り7割に顔料が塗布されていなかったことを意味するものではない。それは被片毎に顔料の残存状況が異なるものが多いことや(写真7-5)、一般的に埴輪の最下段は赤色顔料を塗布することが少ないので、調査時に最下段しか残っていない埴輪が多数認められたこと等による。赤色顔料が塗布された埴輪が実際にはもう少し増えることが予想される。

埴輪の表面からの観察や一部の断面観察によれば、顔料層に漆等の膠着物は認められなかつた。顔料層の残りの良いものは表面に比較的しっかりと付着している。このような状況は経験的にいって埴輪焼成前に塗布され、焼くことによって器壁に顔料を固着させたものと考えられる。また、一部の埴輪の透かしの切り込みには顔料が付着している箇所が認められ(写真7-6)、透かしを入れてから埴輪を焼くまでの間に顔料が塗布されていることがわかる。

顔料が付着していると判断した88点について顔料の粒子形態を調査した結果、全てにベンガラ特有の粒子を認め、そのうち67点にはパイプ状の粒子が含まれていた(写真7-16~

観察点数	赤色顔料	サンプリング数	結果
299	○ 88 (29%)	88	ベンガラ(P) 67 (76%)
	?		ベンガラ(P?) 4 (5%)
?	35 (12%)	13	ベンガラ 13 (15%)
	?		ベンガラ? 4 (5%)
?	?	13	ベンガラ(P) 2 (15%)
	?		ベンガラ(P?) 0 (0%)
?	?	13	ベンガラ 0 (0%)
	?		ベンガラ? 11 (85%)
	×	176 (59%)	※Pはパイプ状の粒子を含むもの

表7-1

45)。蛍光X線分析では鉄(Fe)を検出し、その他カルシウム(Ca)、チタン(Ti)、マンガン(Mn)等を検出したが、水銀(Hg)は検出されなかった。以上のことから五色塚古墳出土埴輪に付着する赤色顔料は、全てベンガラという赤色顔料であると判断した。

ベンガラに含まれるパイプ状の粒子については、沼沢地に住む鉄(鉄イオン)を食料とする細菌(鉄細菌)の精(骨格)であることがわかっている(岡田1997)。このベンガラは縄文時代早期以降日本各地で認められている。

パイプ状の粒子を含まないベンガラについては、特徴ある粒子が少なく、現在分類を模索している段階にあり、現状では即断できない。さらに2~3種類以上に細分できる可能性があり、原料も数種類に分かれるかもしれない。

グレーボーンとせざるを得なかつた「?」資料35点については、念のため13点から資料を採取したが、パイプ状の粒子を含む資料が2点あり、残る11点はパイプ状の粒子は認められなかつた。パイプ状の粒子は赤色顔料に由来するものと考えられ、ここに分類した埴輪の中にも顔料が塗布された埴輪が含まれている可能性がある。今後観察精度を上げていく必要があると考える。パイプ状の粒子を含まないものについては、顔料か否かの明確な答えを出せない状況にあるが、今後調査事例を積み重ねていく上で明らかにしたいと考えている。

小壺古墳出土の3個体の家形埴輪については、全てに赤色顔料が認められた(写真7-12~15)。赤色顔料の種類は全てベンガラであったが、パイプ状の粒子は含まれていなかつた(写真7-13・14)。特に、小壺古墳のものは五色塚例よりも赤色が明瞭で、顔料層が厚い印象を受ける。この顔料層は1μm以下の非常に細かい赤色の粒子で構成されているが、その中に数十μmの紫色の粒が少なからず含まれている。ベンガラ中の紫色の粒子については、1~10mmの赤色小塊中心部の「核」として認められる場合が多く、同様なベンガラは西日本各地の弥生時代~古墳時代遺跡で検出例が増えつつある。埴輪主体部では磨り潰すことなくそのまま用いられることが多いようである。紫色の「核」から外側の赤色への変化を焼きムラと捉えれば、このベンガラの製造は磁鐵鉱や磁赤鉄鉱、褐鉄鉱などの鉄鉱石を焼いて得られたものと思われる。したがって、「核」はベンガラの原料そのものないしは、原料に極めて近い物質と考えられる。小壺古墳の埴輪に付着する赤色顔料は、このような鉄鉱石を焼成し、磨り潰すことによって得られたものであろうと考えられる。

最後になりましたが分析の機会を頂いた神戸市教育委員会および同丸山潔氏に感謝申し上げます。研究室での分析調査については、別府大学文学部文化財学科平尾良光教授に多大なご便宜をいただきました。記して敬意と感謝を申し上げます。現地サンプリングをお手伝い頂いた平尾研究室学生渡辺成穂氏(当時)にもあわせて感謝します。

(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』, 38-39頁
 本川光子 1988 「弥生時代の埴輪出土赤色顔料 - 北九州地方にみられる使用と変遷 - 」『九州考古学』第62号, 39-49頁
 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(合併号), 63-79頁
 本田光子 1997 「出土ベンガラの多様性について」『日本文化財科学会第14回大会研究発表要旨集』, 78-79頁

五色塚古墳出土埴輪に付着する赤色顔料について

遺物No.	場輪 形式	赤色 部品	鋼微鏡観察		蛍光X線分析		赤色部品の 種類	備考	
			朱	ベンガラ	水銀	鉄			
FEB-16	?	X							
FEB-17	?	X							
FEB-18	AIS	○	X	○	○	○	ベンガラ(P)	HORIBA	
FEB-19	AIS	×							
FEB-20	AIS	○	X	○	○	○	ベンガラ(P)	HORIBA	
FEB-21	AIS	○	X	○	○	○	ベンガラ(P)	HORIBA	
FEB-22	AIS	?	X	?	X		ベンガラ(P)		
FEB-23	AIS	×							
FEB-24	AIS	○	X	○	○	○	ベンガラ(P)	HORIBA	
FEB-25	AIS	○	X	○	○	○	ベンガラ(P)	HORIBA	
FEB-26	AIS	?	X						
FEB-27	AIS	○	X	○	○	○	ベンガラ(P)	HORIBA	
FEB-28	AIS	?	X						
FEB-29	GIL	○	X	○	X		ベンガラ	HORIBA	
FEB-30	GIL	○	X	○	○	○	ベンガラ(P)	EDAX	
FEB-31	CIS	○	X	○	○	○	ベンガラ(P)	HORIBA	
FEB-32	AVL	○	X	○	○	○	ベンガラ	HORIBA	
FEB-33	GIL	○	X	○	○	○	ベンガラ(P)	HORIBA	
FEB-34	GIL	○	X	○	○	○	ベンガラ(P)	HORIBA	
FEB-35	GIL	○	X	○	○	○	ベンガラ(P)	HORIBA	
FEB-36	AIS	○	X	○	○	○	ベンガラ(P)	HORIBA	
FEB-37	AIS	?	X						
FEB-38	AIS	○	X	○	X		ベンガラ	HORIBA	
FEB-39	AIS	○	X	○	X		ベンガラ(P)	HORIBA	
FEB-40	AIS	?	X						
FEB-41	AIS	?	X						
FEB-42	BVL	?	X	○	X		ベンガラ(P)	HORIBA	
FEB-43	AIS	○	X	○	X		ベンガラ(P)	HORIBA	
FEB-44	AIS	○	X	○	X		ベンガラ(P)	HORIBA	
FEB-45	?	X							
FEB-46	BIS	○	X	○	X		ベンガラ(P)	HORIBA	
FEB-47	?	X							
FEB-48	AIS	○	X	○	X		ベンガラ	EDAX	
FEB-49	AIS	○	X	○	X		ベンガラ(P)	HORIBA	
FEB-50	AIS	?	X						
FEB-51	AIS	?	X						
FEB-52	AIS	?	X						
FEB-53	AIL	?	X						
FEB-54	AIS	○	X	○	X		ベンガラ(P)	HORIBA	
FEB-55	?	X							
FEB-56	AIS	?	X	X	X		ベンガラ		
FEB-57	AIS	?	X						
FEB-58	AIS	?	X						
FEB-59	AIS	○	X	○	X		ベンガラ(P)	HORIBA	
FEB-60	AIS	?	X						
FEB-61	CIS	○	X	?	X		ベンガラ	EDAX	
FEB-62	AIS	X							
FEB-63	AIS	X							
FEB-64	AVL	X							
FEB-65	AIS	X							
FEB-66	AIS	X							
FEB-67	?	X							
FEB-68	?	X							
FEB-69	AIS	○	X	○	X		ベンガラ(P)	HORIBA	
FEB-70	AIS	○	X	○	X		ベンガラ(P)	HORIBA	
FEB-71	AIS	○	X	○	X		ベンガラ	HORIBA	
FEB-72	AIS	○	X	○	X		ベンガラ(P)	HORIBA	
FEB-73	CIS	?	X						
FEB-74	AIS	?	X						
FEB-75	AIS	?	X						
FEB-76	?	X							
FEB-77	AIS	?	X						
FEB-78	AIS	?	X						
FEB-79	AIS	?	X						
FEB-80	?	X							
FEB-81	?	X							
FEB-82	?	X							
FEB-83	AIS	?	X						
FEB-84	AIS	?	X						
FEB-85	?	X							
FEB-86	AIS	?	X						
FEB-87	BIS	?	X						
FEB-88	AIL	X							
FEB-89	AIS	X							
FEB-90	AIS	?	X						
FEB-91	AIS	?	X						
FEB-92	AIS	?	X						
FEB-93	AIS	?	X						
FEB-94	AIS	?	X						
FEB-95	AIS	?	X						
FEB-96	BVS	?	X	○	X		ベンガラ(P)	HORIBA	
FEB-97	AIS	?	X	○	X		ベンガラ(P)	HORIBA	
FEB-98	AIS	?	X	○	X		ベンガラ(P)	HORIBA	
FEB-99	BIL	?	X						
遺物No.	場輪 形式	赤色 部品	鋼微鏡観察		蛍光X線分析		赤色部品の 種類	備考	
			朱	ベンガラ	水銀	鉄			
FEB-100	AIS	?	X						
FEB-101	BIS	○	X	○	P	X	○	ベンガラ(P)	HORIBA
FEB-102	AIS	?	X						
FEB-103	CVL	?	X						
FEB-104	?	X							
FEB-105	?	X							
FEB-106	?	X							
FEB-107	AVS	?	X						
FEB-108	AIS	?	X						
FEB-109	AIS	?	X						
FEB-110	AIL	○	X	○	P	X	○	ベンガラ	HORIBA
FEB-111	BIL	?	X						
FEB-112	AIS	?	X						
FEB-113	AIS	?	X						
FEB-114	AIS	?	X						
FEB-115	BIS	?	X						
FEB-116	AIS	?	X						
FEB-117	CIS	?	X						
FEB-118	?	X							
FEB-119	AIS	?	X						
FEB-120	AIL	?	X						
FEB-121	AIS	?	X						
FEB-122	AIL	?	X						
FEB-123	AIS	?	X						
FEB-124	AIS	?	X						
FEB-125	AIS	?	X						
FEB-126	AIS	?	X						
FEB-127	AIS	?	X						
FEB-128	AIS	?	X						
FEB-129	AIL	?	X						
FEB-130	AIL	?	X						
FEB-131	AIS	?	X						
FEB-132	AIS	?	X						
FEB-133	BIS	?	X						
FEB-134	AIS	?	X						
FEB-135	AIS	?	X						
FEB-136	AIS	?	X						
FEB-137	AIL	?	X						
FEB-138	?	X							
FEB-139	AIS	?	X						
FEB-4	AIS	?	X						
FEB-5	AIS	?	X						
FEB-6	?	(AIS)	X						
FEB-7	AIS	?	X	?	X		ベンガラ	HORIBA	
FEB-8	AIS	?	X	?	X		ベンガラ	HORIBA	
FEB-9	AIS	?	X	?	X		ベンガラ	HORIBA	
FEB-10	AIS	?	X	?	X		ベンガラ	HORIBA	
FEB-11	AIS	?	X	?	X		ベンガラ	HORIBA	
FEB-12	?	(AIS)	X	?	X		ベンガラ	HORIBA	
FEB-13	AIS	?	X	?	X		ベンガラ	HORIBA	
FEB-14	?	(AIS)	X	?	X		ベンガラ	HORIBA	
FEB-45	?	X							
FEB-46	?	X							
FEB-47	?	X							
FEB-48	?	X							
FEB-49	?	X							
FEB-50	?	X							
FEB-51	?	X							
FEB-52	?	X							
FEB-53	?	X							
FEB-54	?	X							
FEB-55	?	X							
FEB-56	?	X							
FEB-57	?	X							
FEB-58	?	X							
FEB-59	?	X							
FEB-60	?	X							
FEB-61	?	X							
FEB-62	?	X							
FEB-63	?	X							
FEB-64	?	X							
FEB-65	?	X							
FEB-66	?	X							
FEB-67	?	X							
FEB-68	?	X							
FEB-69	?	X							
FEB-70	?	X							
FEB-71	?	X							
FEB-72	?	X							
FEB-73	?	X							
FEB-74	?	X							
FEB-75	?	X							
FEB-76	?	X							
FEB-77	?	X							
FEB-78	?	X							
FEB-79	?	X							
FEB-80	?	X							
FEB-81	?	X							
FEB-82	?	X							
FEB-83	?	X							
FEB-84	?	X							
FEB-85	?	X							
FEB-86	?	X							
FEB-87	?	X							
FEB-88	?	X							
FEB-89	?	X							
FEB-90	?	X							
FEB-91	?	X							
FEB-92	?	X							
FEB-93	?	X							
FEB-94	?	X							
FEB-95	?	X							
FEB-96	?	X							
FEB-97	?	X							
FEB-98	?	X							
FEB-99	?	X							
FEB-100	?	X							
FEB-101	?	X							
FEB-102	?	X							
FEB-103	?	X							
FEB-104	?	X							
FEB-105	?	X							
FEB-106	?	X							
FEB-107	?	X							
FEB-108	?	X							
FEB-109	?	X							
FEB-110	?	X							
FEB-111	?	X							
FEB-112	?	X							
FEB-113	?	X							
FEB-114	?	X							
FEB-115	?	X							
FEB-116	?	X							
FEB-117	?	X							
FEB-118	?	X							
FEB-119	?	X							
FEB-120	?	X							
FEB-121	?	X							
FEB-122	?	X							
FEB-123	?	X							
FEB-124	?	X							
FEB-125	?	X							
FEB-126	?	X							
FEB-127	?	X							
FEB-128	?	X							
FEB-129	?	X							
FEB-130	?	X							
FEB-131	?	X							
FEB-132	?	X							
FEB-133	?	X							
FEB-134	?	X							
FEB-135	?	X							
FEB-136	?	X							
FEB-137	?	X</							

表7-2

造物No.	造形 形式	赤色 顔料	調査鏡観察		蛍光X線分析		赤色顔料の 種類	備考
			朱	ベンガラ	水銀	鉛		
FWB-80	X							
FWB-81	X							
FWB-86	X							
FWB-93	X							
FWB-2 A1L	○	×	○P	×	○	ベンガラ(P)	EDAX	
FWB-3 B1L	?							
ECD-0 C1L	?							HORIBA
ECD-1 A1L	X							
ECD-2 A1S	X							
ECD-3 A1S	○	×	○P	×	○	ベンガラ(P)	HORIBA	
ECD-4 A1S(B)	X							
ECD-5 C1L	X							
ECD-6 C1L(M)	○	×	○	×	○	ベンガラ	HORIBA	
ECD-7 A1S	X							
ECD-8 A1S	X							
ECD-9 A1S	X							
ECD-10 C1L	?							
ECD-11 A1S?	X							
ECD-12 A1S?	X							
ECD-13 A1S?	X							
ECD-14 A1S?	X							
ECD-15 A1?	X							
ECD-16 ABL	○	×	○P	×	○	ベンガラ(P)	HORIBA	
ECD-17 A1L	X							
ECD-18 D1L	?	×	?	×	○	ベンガラ	HORIBA	
ECD-19 A1S	X							
ECD-20 C1L	X							
ECD-21 A1S	X							
ECD-22 A1S	X							
ECD-24 A1S	X							
ECD-25 ?	X							
ECD-26 B1L	?							
ECD-27 C1L	?							
ECD-28 C1L	○	×	?	×	○	ベンガラ	HORIBA	
ECD-29 B1L	○	○P	○	○	○	ベンガラ(P)	HORIBA	
ECD-30 C1L	○	○P	○	○	○	ベンガラ(P)	HORIBA	
ECD-31 A1S	X							
ECD-32 A1S	X							
ECD-33 B1L	○	×	○P	×	○	ベンガラ(P)	HORIBA	
ECD-34 A1S	?	×	○	○	○	ベンガラ	HORIBA	
ECD-35 A1S(B)	X							
ECD-36 A1S	X							
ECD-37 A1S	X							
ECD-38 A1S	X							
ECD-39 A1S	X							
ECD-40 A1S	X							
ECD-41 A1S	X							
ECD-42 A1S	X							
ECD-43 A1S	X							
ECD-44 A1S	X							
ECD-45 A1S(B)	X							
ECD-46 A1S	X							
ECD-47 A1S	X							
ECD-48 A1S	X							
ECD-49 A1S	X							
ECD-50 A1S	X							
ECD-51 A1S	X							
ECD-52 A1S	X							
ECD-53 A1S	X							
ECD-54 A1S	X							
ECD-55 A1S	X							
ECD-56 A1S	X							
ECD-57 A1S	X							
ECD-58 A1S	X							
ECD-59 A1S	X							
ECD-60 A1S	X							
ECD-61 A1S	X							
ECD-62 A1S	X							
ECD-63 A1S	X							
ECD-64 A1S	X							
ECD-65 A1S	X							
ECD-66 A1S	X							
ECD-67 A1S	X							
ECD-68 A1S	X							
ECD-69 A1S	X							
ECD-70 A1S	X							
ECD-71 A1S	X							
ECD-72 A1S	X							
ECD-73 A1S	X							
ECD-74 A1S	X							
ECD-75 A1S	X							
ECD-76 A1S	X							
ECD-77 A1S	X							
ECD-78 A1S	X							
ECD-79 A1S	X							
ECD-80 A1S	X							
ECD-81 A1S	X							
ECD-82 A1S	X							
ECD-83 A1S	X							
ECD-84 A1S	X							
ECD-85 A1S	X							
ECD-86 A1S	X							
ECD-87 A1S	X							
ECD-88 A1S	X							
ECD-89 A1S	X							
ECD-90 A1S	X							
ECD-91 A1S	X							
ECD-92 A1S	X							
ECD-93 A1S	X							
ECD-94 A1S	X							
ECD-95 A1S	X							
ECD-96 A1S	X							
ECD-97 A1S	X							
ECD-98 A1S	X							
ECD-99 A1S	X							
ECD-100 A1S	X							
造物No.	造形 形式	赤色 顔料	朱	ベンガラ	水銀	鉛	赤色顔料の 種類	備考
BWB-9 A1S	○	×	○P	×	○	ベンガラ(P)	HORIBA	
BWB-10 A-D1?	X							
BWB-12 A-D1?	X							
BWB-13 ABS	○	×	○P	×	○	ベンガラ(P)	HORIBA	
BWB-14 ABS	X							
BWB-15 B1?	X							
BWB-16 ?	X							
BWB-17 1?	X							
BWB-18 ABS	X							
BWB-19 ABS	X							
BWB-20 ABS	○	×	○P	×	○	ベンガラ(P)	HORIBA	
BWB-21 A1L	?	×	?	?	○P	?	ベンガラ(P)	HORIBA
BWB-22 A1S	?	?	?	?	?	?	ベンガラ	HORIBA
BWB-23 A1S	?	?	?	?	?	?	ベンガラ	HORIBA
BWB-24 A1S	?	?	?	?	?	?	ベンガラ	HORIBA
BWB-25 A1S(B)	○	?	?	?	?	?	ベンガラ(P)	HORIBA
BWB-26 A1L	?	?	?	?	?	?	ベンガラ	HORIBA
BWB-27 A1S	?	?	?	?	?	?	ベンガラ	HORIBA
BWB-28 A1S	?	?	?	?	?	?	ベンガラ	HORIBA
BWB-29 A1S(B)	○	?	?	?	?	?	ベンガラ(P)	HORIBA
BWB-30 A1S(B)	○	?	?	?	?	?	ベンガラ(P)	HORIBA
BWB-31 A1L	?	?	?	?	?	?	ベンガラ	HORIBA
EII-2	?	?	?	?	?	?	?	
EII-1 A1S	○	?	?	?	?	?	?	ベンガラ
北東MRF B1S	○	?	?	?	?	?	?	ベンガラ
EII-3 形形	○	?	?	?	?	?	?	ベンガラ
EII-4 形形	○	?	?	?	?	?	?	EDAX
EII-5 形形	○	?	?	?	?	?	?	ベンガラ
EII-6 形形	○	?	?	?	?	?	?	EDAX
EII-7 形形	○	?	?	?	?	?	?	ベンガラ
EII-8 形形	○	?	?	?	?	?	?	EDAX
EII-9 形形	○	?	?	?	?	?	?	ベンガラ
EII-10 形形	○	?	?	?	?	?	?	EDAX
EII-11 形形	○	?	?	?	?	?	?	ベンガラ
EII-12 形形	○	?	?	?	?	?	?	EDAX
EII-13 形形	○	?	?	?	?	?	?	ベンガラ
EII-14 形形	○	?	?	?	?	?	?	EDAX
EII-15 形形	○	?	?	?	?	?	?	ベンガラ
EII-16 形形	○	?	?	?	?	?	?	EDAX
EII-17 形形	○	?	?	?	?	?	?	ベンガラ
EII-18 形形	○	?	?	?	?	?	?	EDAX
EII-19 ABS	○	?	?	?	?	?	?	ベンガラ
EII-20 ABS	○	?	?	?	?	?	?	EDAX
EII-21 ABS	○	?	?	?	?	?	?	ベンガラ
EII-22 ABS	○	?	?	?	?	?	?	EDAX
EII-23 ABS	○	?	?	?	?	?	?	ベンガラ
EII-24 ABS	○	?	?	?	?	?	?	EDAX
EII-25 ABS	○	?	?	?	?	?	?	ベンガラ
EII-26 ABS	○	?	?	?	?	?	?	EDAX
EII-27 ABS	○	?	?	?	?	?	?	ベンガラ
EII-28 ABS	○	?	?	?	?	?	?	EDAX
EII-29 ABS	○	?	?	?	?	?	?	ベンガラ
EII-30 ABS	○	?	?	?	?	?	?	EDAX
EII-31 ABS	○	?	?	?	?	?	?	ベンガラ
EII-32 ABS	○	?	?	?	?	?	?	EDAX
EII-33 ABS	○	?	?	?	?	?	?	ベンガラ
EII-34 ABS	○	?	?	?	?	?	?	EDAX
EII-35 ABS	○	?	?	?	?	?	?	ベンガラ
EII-36 ABS	○	?	?	?	?	?	?	EDAX
EII-37 ABS	○	?	?	?	?	?	?	ベンガラ
EII-38 ABS	○	?	?	?	?	?	?	EDAX
EII-39 ABS	○	?	?	?	?	?	?	ベンガラ
EII-40 ABS	○	?	?	?	?	?	?	EDAX
EII-41 ABS	○	?	?	?	?	?	?	ベンガラ
EII-42 ABS	○	?	?	?	?	?	?	EDAX
EII-43 ABS	○	?	?	?	?	?	?	ベンガラ
EII-44 ABS	○	?	?	?	?	?	?	EDAX
EII-45 ABS	○	?	?	?	?	?	?	ベンガラ
EII-46 ABS	○	?	?	?	?	?	?	EDAX
EII-47 ABS	○	?	?	?	?	?	?	ベンガラ
EII-48 ABS	○	?	?	?	?	?	?	EDAX
EII-49 ABS	○	?	?	?	?	?	?	ベンガラ
EII-50 ABS	○	?	?	?	?	?	?	EDAX
EII-51 ABS	○	?	?	?	?	?	?	ベンガラ
EII-52 ABS	○	?	?	?	?	?	?	EDAX
EII-53 ABS	○	?	?	?	?	?	?	ベンガラ
EII-54 ABS	○	?	?	?	?	?	?	EDAX
EII-55 ABS	○	?	?	?	?	?	?	ベンガラ
EII-56 ABS	○	?	?	?	?	?	?	EDAX
EII-57 ABS	○	?	?	?	?	?	?	ベンガラ
EII-58 ABS	○	?	?	?	?	?	?	EDAX
EII-59 ABS	○	?	?	?	?	?	?	ベンガラ
EII-60 ABS	○	?	?	?	?	?	?	EDAX
EII-61 ABS	○	?	?	?	?	?	?	ベンガラ
EII-62 ABS	○	?	?	?	?	?	?	EDAX
EII-63 ABS	○	?	?	?	?	?	?	ベンガラ
EII-64 ABS	○	?	?	?	?	?	?	EDAX
EII-65 ABS	○	?	?	?	?	?	?	ベンガラ
EII-66 ABS	○	?	?	?	?	?	?	EDAX
EII-67 ABS	○	?	?	?	?	?	?	ベンガラ
EII-68 ABS	○	?	?	?	?	?	?	EDAX
EII-69 ABS	○	?	?	?	?	?	?	ベンガラ
EII-70 ABS	○	?	?	?	?	?	?	EDAX
EII-71 ABS	○	?	?	?	?	?	?	ベンガラ
EII-72 ABS	○	?	?	?	?	?	?	EDAX
EII-73 ABS	○	?	?	?	?	?	?	ベンガラ
EII-74 ABS	○	?	?	?	?	?	?	EDAX
EII-75 ABS	○	?	?	?	?	?	?	ベンガラ
EII-76 ABS	○	?	?	?	?	?	?	EDAX
EII-77 ABS	○	?	?	?	?	?	?	ベンガラ
EII-78 ABS	○	?	?	?	?	?	?	EDAX
EII-79 ABS	○	?	?	?	?	?	?	ベンガラ
EII-80 ABS	○	?	?	?	?	?	?	EDAX
EII-81 ABS	○	?	?	?	?	?	?	ベンガラ
EII-82 ABS	○	?	?	?	?	?	?	EDAX
EII-83 ABS	○	?	?	?	?	?	?	ベンガラ
EII-84 ABS	○	?	?	?	?	?	?	EDAX
EII-85 ABS	○	?	?	?	?	?	?	ベンガラ
EII-86 ABS	○	?	?	?	?	?	?	EDAX
EII-87 ABS	○	?	?	?	?			

五色塚古墳出土埴輪に付着する赤色顔料について



写真7-1 現地調査風景



写真7-2 表面への付着状況 (FEI II-31)



写真7-3 付着状況の拡大 (FEI II-133)



写真7-4 黒斑上の顔料 (WくIII-20)



写真7-5 破片毎に残存状況が異なる顔料 (WくIII-29)



写真7-6 透かし部の顔料 (FEI II-59)



写真7-7 試料採取風景



写真7-8 採取試料 (WくIII-13)

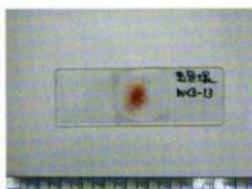


写真7-9 作成したプレバラー (WくIII-13)

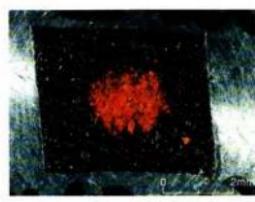


写真7-10 斜光で撮影した電子顕微鏡用試料 (WくIII-13)

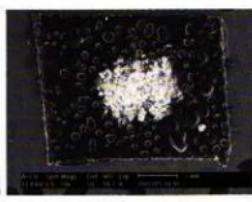


写真7-11 10の電子顕微鏡像 (WくIII-13)

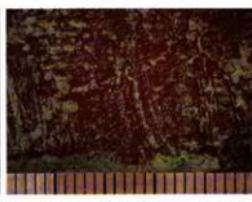


写真7-12 小笠古墳の家形埴輪1表面

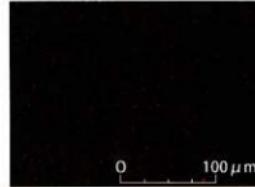


写真7-13 家形埴輪1の顔料 (斜光)

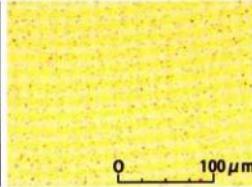


写真7-14 家形埴輪1の顔料 (透過光)

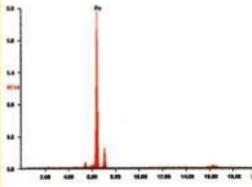


写真7-15 家形埴輪1のスペクトル(EDAX)

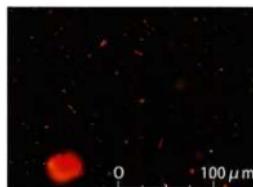


写真7-16 BW III-13の顔料(斜光)

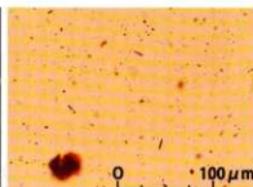


写真7-17 BW III-13の顔料(透過光)

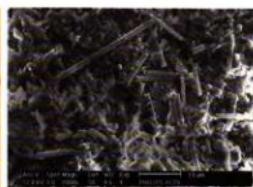


写真7-18 BW III-13の顔料(SEM)

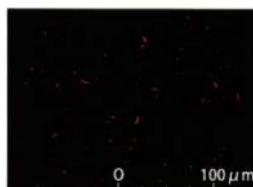


写真7-19 E < II -33の顔料(斜光)

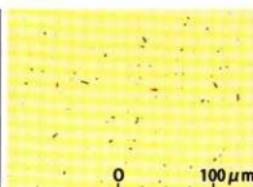


写真7-20 E < II -33の顔料(透過光)

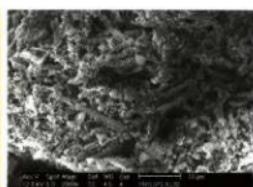


写真7-21 E < II -33の顔料(SEM)

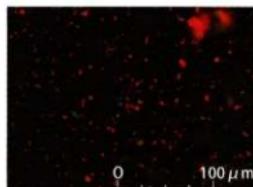


写真7-22 E < III -24の顔料(斜光)

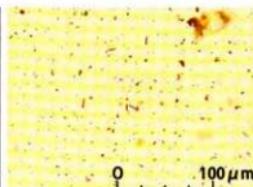


写真7-23 E < III -24の顔料(透過光)

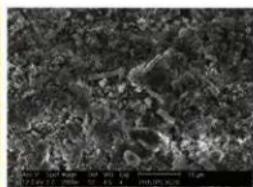


写真7-24 E < III -24の顔料(SEM)

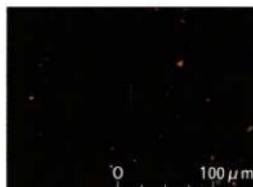


写真7-25 FE II -54の顔料(斜光)

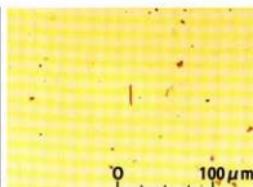


写真7-26 FE II -54の顔料(透過光)

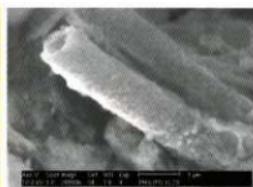


写真7-27 FE II -54の顔料(SEM)

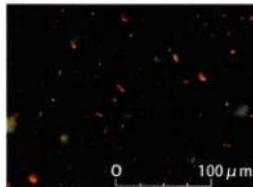


写真7-28 FE III -10の顔料(斜光)

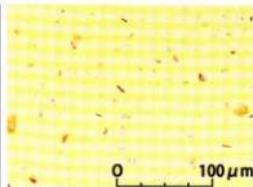


写真7-29 FE III -10の顔料(透過光)

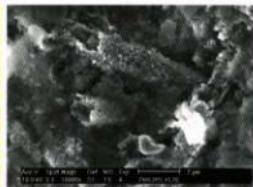
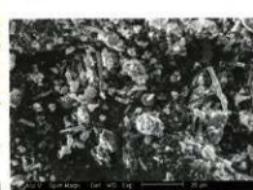
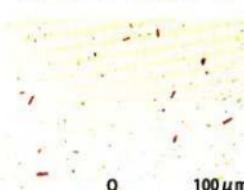
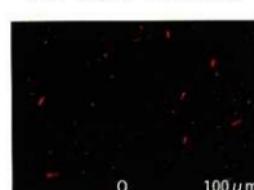
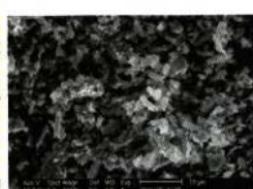
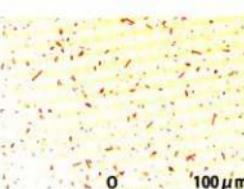
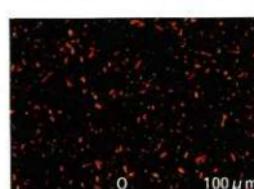
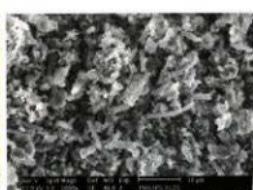
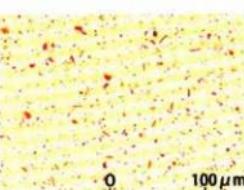
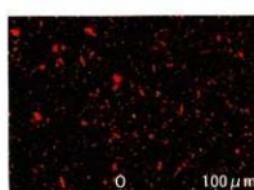
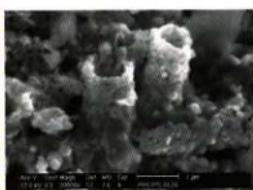
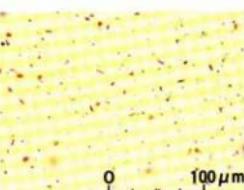
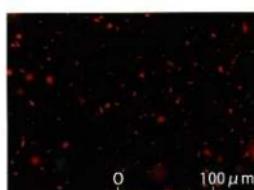
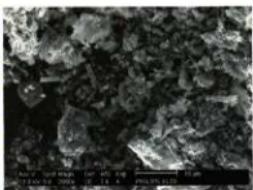
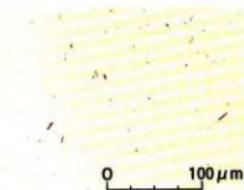
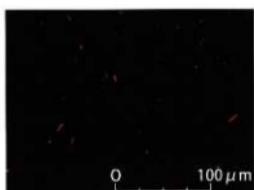


写真7-30 FE III -10の顔料(SEM)



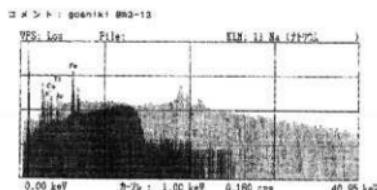


写真7-46 BWIII-13のスペクトル(HORIBA)

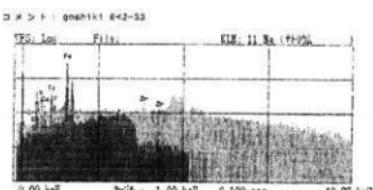


写真7-47 E&K II-33のスペクトル(HORIBA)

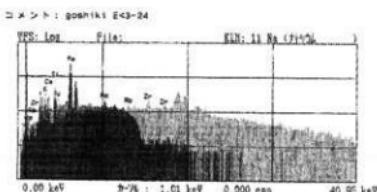


写真7-48 E&K III-24のスペクトル(HORIBA)

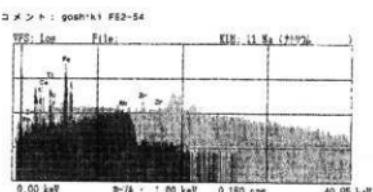


写真7-49 FEII-54のスペクトル(HORIBA)

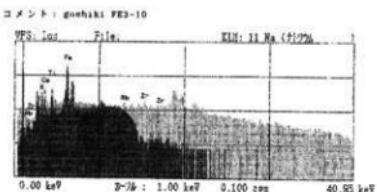


写真7-50 FEIII-10のスペクトル(HORIBA)

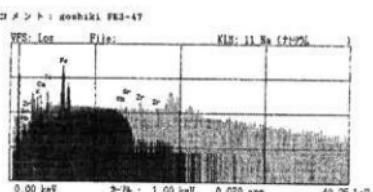


写真7-51 FEIII-47のスペクトル(HORIBA)

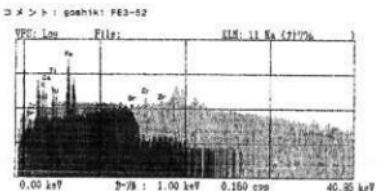


写真7-52 FEIII-52のスペクトル(HORIBA)

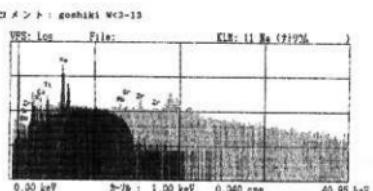


写真7-53 W<3-13のスペクトル(HORIBA)

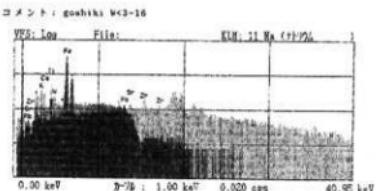


写真7-54 W<3-16のスペクトル(HORIBA)

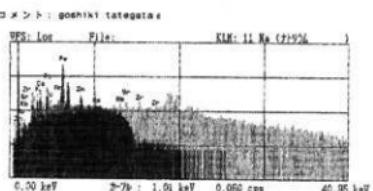


写真7-55 磁場導線6のスペクトル(HORIBA)

神戸市五色塚古墳出土の石材産地同定に関する調査

先山 徹

(兵庫県立人と自然の博物館)

1. はじめに

神戸市垂水区に存在する五色塚古墳には大量の岩石が使用されている。それらのうち斑櫛岩の産地について、1923年の兵庫県史跡名勝天然記念物調査報告書によって淡路島東海岸であるとされたが、具体的な根拠は示されなかった。その後近隣の地質調査が進むなど、地質学的情報は格段に増えたが、五色塚古墳の石材産地についての検討はされず、今日に至っている。また、その後結晶片岩からなる板石も多く見つかっているが、その起源については現在まで検討されていない。

本報告では、五色塚古墳に使用されている葺石・板石について肉眼・顕微鏡下での記載および帶磁率の測定を実施し、周辺の岩石との比較をおこなうことで、石材の産地を推定する。

なお、この調査を進めるにあたり、徳島大学理蔵文化財調査室の中村 豊博士には、眉山付近の現地を案内していただき、多くの遺跡石材に関する有益な情報をいただいた。また、徳島県立博物館の両角芳郎館長には徳島県下の三波川変成帯の地質に関する情報をいただき、兵庫県立大学理学部の後藤 篤博士には三波川変成岩類の変成鉱物についての助言をいただいた。

2. 五色塚古墳に使用されている石材の特徴

記載した各岩石の一覧を表7-3・表7-4に示す。

(1) 蓐石として使用されている岩石

五色塚古墳の表面には、長径10~30cm程度の円礫が大量に敷き詰められている。それらは斑櫛岩を主体とし、花崗岩をともなう。また、少量の凝灰岩類、安山岩、チャートなども含まれる。以下にそれぞれの岩相について記述する。

斑櫛岩類

斑櫛岩は、長径10~30cmの扁平な円礫として産する。黒色、中粒~細粒で、まれに鉱物の配列による面構造や層状構造が見られるが、概ね塊状・均質で岩相変化に乏しい。構成鉱物は主に角閃石と斜長石で黒雲母をともなう。今回薄片を作成したものの中に、輝石を含むものはなかった。いずれも等粒状のことが多いが、粗粒のものでは1cm前後の斑状角閃石が産することがある。また、細粒の岩石では有色鉱物による5mm程度の集合物が見られることもある。

花崗岩類

10~20cmの円礫として産する。中粒花崗閃緑岩、粗粒花崗岩を主とし、少量の細粒花崗岩、アブライト、花崗斑岩、石英閃緑岩、石英閃緑斑岩、石英斑岩などをともなう。

花崗閃緑岩は中粒・等粒状で有色鉱物として角閃石・黒雲母を含む。まれに3×0.5cm程度のカリ長石巨品が含まれる。

花崗岩は中~粗粒黒雲母花崗岩で、カリ長石が白色を呈することが多い。

花崗斑岩は、1mm程度の斑晶を有し、多い順に石英、斜長石、カリ長石が含まれる。

アブライト~細粒花崗岩は細粒・等粒状で白色の見かけを呈する。

ケース番号	資料番号	岩石名	薄片有無	記載	剩磁率($\times 10^{-3} \text{ SI}$)
A-4		中粒斑構岩	無	等粒状	49
		凝灰岩	無	5mm前後の角礫を含む	59
		凝灰岩	無	6mm前後の角礫を含む	80
		斑構岩	無	中～細粒 黒色	90
		花崗閃綠岩	無	中粒	14
		花崗閃綠岩	無	中粒	55
V-2	22	斑構岩	無	中粒 角閃石が斑状	63
	24	斑構岩	無	中粒角閃石斑構岩	89
	26	斑構岩	無	中粒角閃石斑構岩	103
	33	斑構岩	無	中粒角閃石斑構岩	70
	32	斑構岩	無	中粒角閃石斑構岩	64
V-1	1	斑構岩	無	細粒	50
	10	斑構岩	無	中粒	68
	11	斑構岩	無	細粒	42
	12	斑構岩	無	細粒	73
V-3	5	斑構岩	無		67
	20	斑構岩	無		52
	25	花崗岩	無	中粒	69
	31	斑構岩	無		60
	35	斑構岩	無		56
M-1	94	斑構岩	無		81
	81	斑構岩	無		86
O-1		斑構岩	無	13個	
O-2		斑構岩	無	16個	
		チャート	無	1個 青白色	
Q-1		チャート	無	直径15cm以下 白～青色のものが多い	
H-5		チャート	無	径10～15cm 白・青色のものが多く、赤色のものは少量	
	105	石英斑岩	無	細粒	14
H-4		チャート	無	径10～20cm	
	115	溶結凝灰岩	無	径10cm 白色の基質 長さ3～5cmのレンズ含む	41
H-1		チャート	無	29個	
	29	凝灰岩	無	3個	26
H-2		チャート	無	37個 5～10cm	
	46	安山岩	無	黒色 繊密	4
H-3		チャート	無		
	1	花崗岩	無	粗粒 黒雲母 カリ長石が白色	3
		斑構岩	無	4個	72

表7-3(1) 墓石の円礫状岩石

ケース番号	資料番号	岩石名	薄片有無	記載	希磁率($\times 10^{-5} \text{Si}$)
G-3	69	斑櫛岩	無	1個 径15cm 中～細粒 黒色	85
		花崗岩	無	1個 径20cm	9
		花崗岩	無	風化 径10cm	22
G-2		斑櫛岩	無		83
G-1		斑櫛岩	無		
F-5		斑櫛岩	無		
	33	花崗岩	無	細粒	28
	33	苦鉄質包有物	無		43
	54	花崗閃綠岩	無	角閃石、黒雲母 等粒状	
A-4	5	花崗岩	有	石英、カリ長石、斜長石、黒雲母、ジルコン、 榍石 カリ長石が白色、 $3 \times 0.5\text{cm}$ 現状	13
	2	凝灰岩	有	2個 結晶質 石英、斜長石、單斜輝石、角閃石	47
		斑櫛岩	無	2個	
	1	斑櫛岩	無	細粒 黒雲母多い 均質	63
	3	安山岩	有	灰色 斜長石結晶を多く含む 有色試物は変質し、綠泥石化 淡紅色粒状鉱物	89
	4	流紋岩凝灰岩	有	石英、斜長石片	239
L-3		斑櫛岩	無	7個	69
		チャート	無	1個	
		砂岩	無	1個	
J-4		チャート	無	7個	
F-3		斑櫛岩	無	2個	54
		チャート	無	1個	
J-3		斑櫛岩	無		73
V-1	1	凝灰岩	有	結晶質 石英・斜長石の斑晶多い 黒色レンズ 黒雲母は綠泥石化	770
	2	アブライト	有	等粒状 白色	0
		斑櫛岩	無	2個	70
A-3	1	凝灰岩	有	石英、カリ長石、斜長石、黒雲母 黒雲母および基質は再結晶	8
	2	斑櫛岩	有	細粒 斜長石、角閃石、黒雲母、石英、 ジルコン、榍石、不透明鉱物	48
A-2	3	安山岩	有	黒色 風化面で灰褐色 斑晶：斜長石、單斜輝石、 斜方輝石、磁鉄石、石基：ガラス基底品質	3295
	4	安山岩	有	斜長石切状、塊晶：斜長石、單斜輝石、斜方輝石、 磁鉄鉱 石基：粒状状	2780
A-1	1	花崗斑岩	無	斑晶1mm 石英>斜長石>カリ長石	15
	2	砂岩	有		
F-5	10	斑櫛岩	有	細粒 塊状 斜長石、角閃石	
	38	斑櫛岩	有	粗粒 肉眼で1cm前後の針状～柱状角閃石 斜長石、角閃石、黒雲母、榍石、不透明鉱物	103
	54	石英閃綠岩	有	中粒 斜長石、角閃石、黒雲母、少量の石英	28
M-1	94	斑櫛岩	有	細粒 5mm前後の有色試物集合物 斜長石、角閃石、榍石、ジルコン、不透明鉱物	71
O-1	10	斑櫛岩	有	細粒 塊状 斜長石、角閃石、ジルコン、不透明鉱物	96

表7-3(2) 莖石の円錐状岩石(続き)

ケース番号	資料番号	岩石名	薄片有無	記載	帯磁率($\times 10^{-5}$ Si)
板1-3	1	藍閃石石英片岩	無	黒色	82
	119	紅簾石石英片岩	有	紅簾石、白雲母、綠簾石、ざくろ石	
板1-2	114	紅簾石石英片岩	無	紅色	12
	121	石英片岩	有	石英、白雲母、紅簾石、焼灰石	10
	111	藍閃石石英片岩	無	黒色 風化面で灰褐色 藍閃石	77
	119	紅簾石石英片岩	有	紅色 紅簾石、白雲母、ざくろ石、石英	
板2-2		藍閃石石英片岩	無	白雲母、藍閃石	81
		藍閃石石英片岩	無	鉛礦石片岩	15
		藍閃石石英片岩	無		52
		藍閃石石英片岩	有	石英片岩	11
		藍閃石石英片岩	有	一部緑色	52
板13-1	1	藍閃石石英片岩	無	藍閃石片岩	
板16-1	1	藍閃石石英片岩	有	藍閃石、白雲母、ざくろ石、紅簾石、綠簾石、石英	67
	2	藍閃石石英片岩	有	1~2cmの針状藍閃石、紅簾石、白雲母、焼灰石、石英	18
板17-1	1	紅簾石石英片岩	有	紅簾石、白雲母、ざくろ石、ゆう簾石、石英	
板22-1	3	藍閃石石英片岩	無	藍閃石片岩	113
板16-1	1	藍閃石石英片岩	有	藍閃石、白雲母、ざくろ石、紅簾石、綠簾石、石英	78
板16-41		石英片岩	有	紅簾石、白雲母、石英、綠簾石	9

表7-4 板石の岩石

ケース番号	資料番号	岩石名	薄片有無	記載	帯磁率($\times 10^{-5}$ Si)
塩尾	TOKU-8	斑礫岩	有	露頭 中粒角閃石斑礫岩 斜長石、角閃石、黒雲母	56
淡路町海岸	TOKU-9A	斑礫岩	有	露頭 中粒角閃石斑礫岩 斜長石、角閃石、黒雲母、石英	86
		斑礫岩	無	円礫 中粒角閃石斑礫岩	49
		花崗岩	無	花崗岩礫	5
沼島	D2021725	塩基性片岩	無	緑色 天紋	80
		紅簾石石英片岩	有	紅簾石、白雲母、ざくろ石、石英	7
		泥質片岩	無	黒色	53
	D2000200	塩基性片岩	無	緑色	392
眉山	TOKU-1	紅簾石石英片岩	有	紅簾石、白雲母、石英	7
	TOKU-2	藍閃石片岩	有	藍閃石、ざくろ石、白雲母、綠簾石	209
	TOKU-A	紅簾石石英片岩	有	紅簾石、白雲母、焼灰石、石英	
高越山	TOKU-3	藍閃石片岩	有	黃鐵鉻鉱柔 黒褐色~緑色層状 藍閃石、ざくろ石、綠簾石、綠泥石、石英	89
	TOKU-4	藍閃石片岩	有	藍閃石、白雲母、綠簾石、石英	94
	TOKU-5	藍閃石片岩	有	藍閃石、綠簾石、白雲母、石英	
	TOKU-6	藍閃石片岩	有	藍閃石、白雲母、綠簾石、石英	67
	TOKU-7A	石英片岩	有	白雲母、綠簾石、チタン石、綠泥石、曹長石、石英	
	TOKU-7B	石英片岩	有	白雲母、ざくろ石、曹長石、石英	
	TOKU-7D	石英片岩	有	白雲母、ざくろ石、綠泥石、チタン石、曹長石、石英	
	TOKU-7F	藍閃石石英片岩	有	藍閃石、白雲母、綠簾石、綠泥石、焼灰石、石英	

表7-5 露頭での岩石記載

凝灰岩類

凝灰岩はほとんどが10cm以下のもので、大きなものは見られない。主に結晶質凝灰岩、火山礫凝灰岩からなる。結晶質凝灰岩は流紋岩質で、石英片、斜長石片、黒色のレンズ状軽石を含む。火山礫凝灰岩は流紋岩質で5~6mmの岩片を含む。いずれの岩石とも溶結凝灰岩であり、大規模な火碎流堆積物である。

砂岩

少量の砂岩が含まれる。砂岩は灰色・均質で、層理は見られない。

チャート

チャートは直径15cm以下で、深成岩類と比べて小さいものが多い。青色のものが多く、赤色のものは少ない。

安山岩類

ごく少量であるが、安山岩が含まれる。安山岩は黒色緻密で無斑晶のものと、斜長石の斑晶を多く含むものがある。

(2) 板石の記載

板石として使用されている岩石はすべて結晶片岩で、黒色の見かけを呈するもの(藍閃石石英片岩)と紅色の見かけを呈するもの(紅簾石石英片岩)が多い。

藍閃石石英片岩

もっとも多い岩石が藍閃石石英片岩である。肉眼では黒色を呈し、片理と平行に最大で長辺1cmの角閃石を含むのが特徴的で、片理面で真珠状の光沢を示す。角閃石は青黒色の藍閃石で、柱状~纖維状の集合体として産する。鏡下で藍閃石、白雲母、石英からなり、そのほか、ざくろ石、緑簾石が含まれることがある。

紅簾石石英片岩

紅簾石石英片岩は淡紅色~紅色で、2mm以下の白形紅簾石が肉眼でも確認できる。紅簾石、白雲母、石英からなり、しばしばざくろ石をともなう。

これらのはかに、白雲母と石英のみからなる石英片岩がある。また、まれに藍閃石石英片岩に紅簾石が含まれたり、紅簾石石英片岩に藍閃石が含まれることから、両者は同じ地域の連続した露頭から得られた可能性が高い。

3. 帯磁率

ある鉱物に磁場を与えると、その物質は磁気を帯びる。そのときの磁化の強度をM、与えられた磁場の強さをHとしたとき、 $M = xH$ の関係があり、比例定数xを帶磁率または磁化率という。鉱物はその磁性により強磁性鉱物(磁鐵鉱・赤鉄鉱・磁硫鐵鉱など)、常磁性鉱物(主に黑雲母、角閃石、輝石などの半鉱質鉱物)、反磁性鉱物(主に長石、石英などの珪長質鉱物)に分けられ、岩石の帶磁率の大きさはそれらの量によって支配される。

測定は携帯用の帶磁率計(田中地質コンサルタント製ポケット帶磁率計WSL-B型)を用い、岩石ごとに最低3箇所以上測定して平均値をもとめた。

石材の帶磁率の一覧を第1・2表に記載と併せて示す。

斑耕岩: 35個測定し、 $40 \sim 100 \times 10^{-5}$ SIの範囲に入る。特に $60 \sim 90 \times 10^{-5}$ SIの範囲のも

のが多い。

花崗閃綠岩：5個測定し、 $8 \sim 28 \times 10^{-5}$ SIの範囲に入る。

花崗岩：4個測定し、 $3 \sim 28 \times 10^{-5}$ SI

凝灰岩：6個測定し、そのうち4資料が 26×10^{-5} SI、 47×10^{-5} SI、 59×10^{-5} SI、 80×10^{-5} SIであるのに対し、2資料は 239×10^{-5} SI、 770×10^{-5} SIで、高い帶磁率を示す。

安山岩類：黒色緻密なもの1資料は 4×10^{-5} SIで低い帶磁率を示したのに対し、斑晶の多いもの2資料は 2780×10^{-5} SIと 3295×10^{-5} SIで高い帶磁率を示した。

藍閃石石英片岩：結晶片岩のうち、藍閃石石英片岩は $50 \sim 110 \times 10^{-5}$ SIの範囲の帶磁率を示し、 $70 \sim 80 \times 10^{-5}$ SI程度にピークがある。

紅簾石石英片岩：紅簾石石英片岩・石英片岩ともに、珪質片岩の帶磁率は低く、 10×10^{-5} SI前後である。

4. 石材産地の可能性のある地質との比較

(1) 莖石の斑櫛岩および関連する岩石

笄石の中でもっとも多く見られる斑櫛岩類について、西日本の地質と比較し、その起源を考察する。近畿・中国・四国地方で斑櫛岩がまとまって分布する地質体には、古生代の夜久野複合岩類と白亜紀～古第三紀深成岩類がある。

夜久野複合岩類

夜久野複合岩類は、京都府夜久野町を模式地として、京都府舞鶴市付近から、兵庫県朝来市～上郡町を経て、広島県北部まで東西に細長く分布する地質体（図7-1）で、斑櫛岩、角閃岩、花崗岩などからなる。このうち斑櫛岩は中～粗粒の角閃石斑櫛岩～輝石斑櫛岩である。その多くは斜長石がソーシュライト化して白色を呈すること、有色鉱物に富む部分と斜長石の多い部分との繰り返しによる縞状構造が顕著であること、圧碎構造やぶどう石の細脈が見られること、粒度が不均質であることなどを特徴としている。このような特徴がある岩石は五色塚古墳から見出されていないことから、夜久野複合岩類が石材として利用された可能性は低い。

白亜紀～古第三紀深成岩類

白亜紀～古第三紀深成岩類は西南日本内帯に広く分布する（図7-2）。それらは南から順に領家帯、山陽帯、山陰帯に分けられ、それぞれの地域に斑櫛岩や閃綠岩などの優黒質岩石が分布している。これら各帯の区分でもっとも大きな特徴は、構成する深成岩類の帶磁率であり、その値は一般に領家帯で最も低く山陰帯で最も高くなる。各帯から産する岩石の帶磁率を、図7-3にまとめて示す。

山陰帯の深成岩類中には黒色の角閃石斑櫛岩が点在するが、それらは多量の磁鉄鉱を含み、非常に高い帶磁率を有する。その値は斑櫛岩・花崗岩とともに今回測定された五色塚古墳の岩石とは著しく異なり、笄石の斑櫛岩類の起源を山陰帯に求めるることはできない。一方、山陽帯の岩石は比較的低い帶磁率を示し、ものによっては今回測定したものと近い帶磁率を示すものもある。しかしながら、この地域の基性岩類は、見かけ上黒色の岩石であっても、石英閃綠岩や石英斑櫛岩であることが多く、典型的な斑櫛岩の産出はまれである。このことから、山陽帯の深成岩類も五色塚古墳の斑櫛岩類の起源となりづらい。

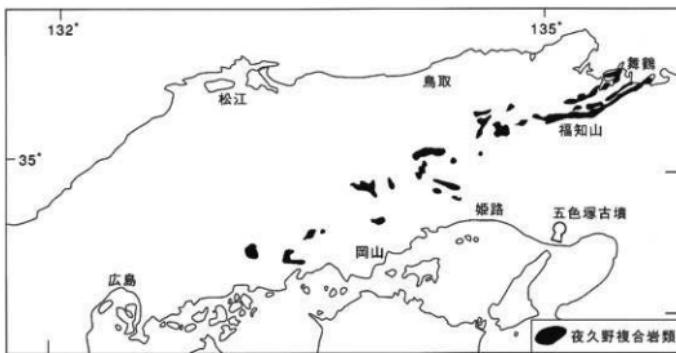


図7-1 夜久野複合岩類の分布

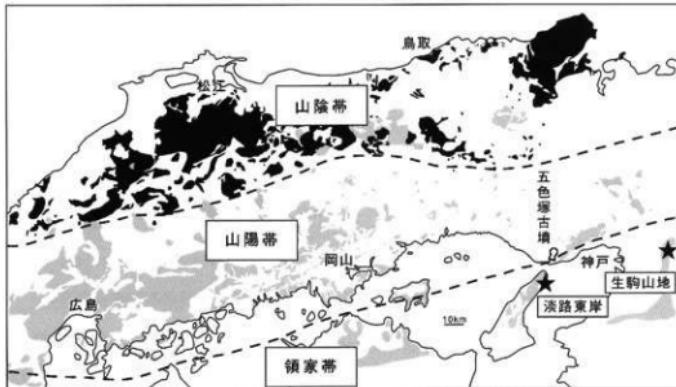


図7-2 中國地方の白亜紀～古第三紀花崗岩類

■ 磁鉄鉱を多く含む花崗岩類 ■ 磁鉄鉱が少ない花崗岩類

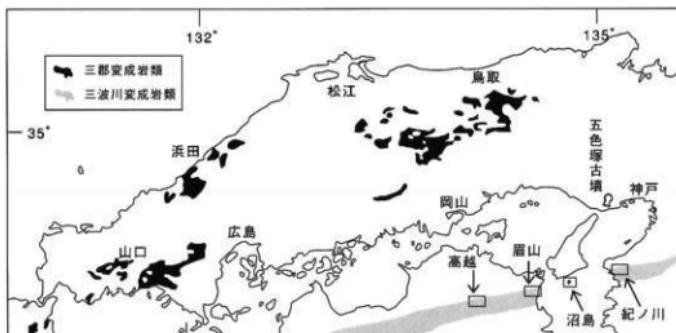


図7-4 三郡変成岩と三波川変成岩の分布

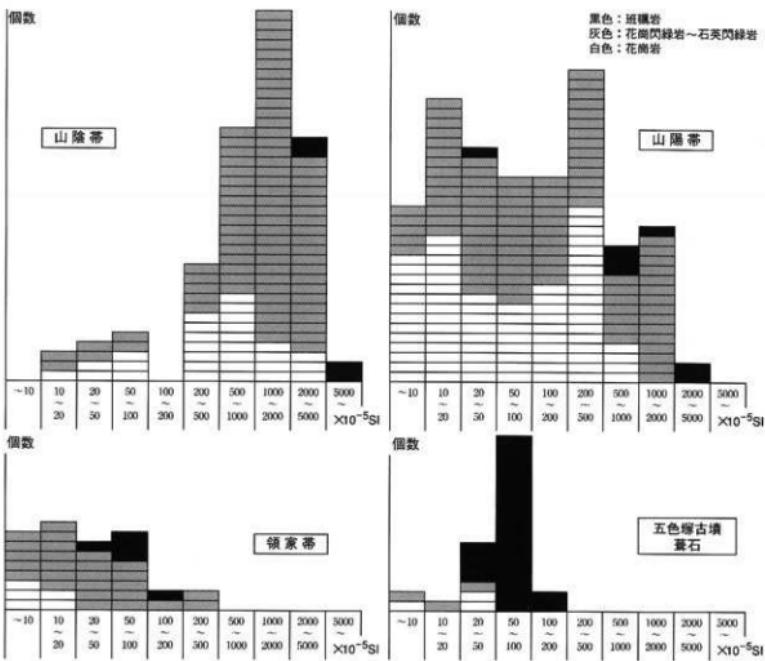


図7-3 白亜紀～古第三紀深成岩類と五色塚古墳産深成岩類の帶磁率頻度分布

これらに対して、領家帯の斑構岩類は低い帶磁率を示し、五色塚古墳産の斑構岩と近い値を示し、産地の候補となり得る。また斑構岩とともに出土する花崗岩・花崗閃綠岩類は、いずれも低い帶磁率を示し、カリ長石が白色を呈するなど、領家帯の花崗岩類と同じ特徴を示す。したがって、葺き石の深成岩類は領家帯の斑構岩及び花崗岩分布域であると考えられる。

五色塚古墳近隣の領家帯で斑構岩がまとまって分布するのは、淡路島東岸と生駒山地域で、いずれの地域の斑構岩とも中～粗粒の角閃石斑構岩、輝石斑構岩からなり、肉眼的な岩相のみから両者を区別することは困難である。そこで葺き石の形態を見ると、それらは径20～30cmの円礫である。そのような円礫が多く見られるところとしては、海岸または比較的大規模な河川の中流域が考えられる。淡路島東岸では、淡路市大磯から岩屋にかけての海岸に斑構岩の礫がまとまって分布する（写真7-46～48）。現在、この地域の海岸ではかなりの部分で護岸工事がなされ、特に近辺が公園として整備されつつあることもあって、自然状態で礫を大量に産するところは少ない。しかしながら、公園工事の現場からは斑構岩の露頭が見つかり、その露頭の広がりを考慮すると、かつては現在より多量の斑構岩礫が海岸線に分布していたと考えられる。

一方、生駒山地域では大規模な河川が少なく、その礫の多くは急斜面からの崩落による

ものや土石流によるものが多い。そのため、礫の多くは亜円礫～亜角礫で、その大きさも不規則である事が多い。このような産状を考えると、斑臘岩類の産出地としては、淡路島東部の海岸沿いである可能性が高い。

淡路島東岸ではほかに、淡路市志筑の海岸にも少量の斑臘岩礫が見られる。この地域は現在おのころアイランドとして整備されていて、自然海岸が見られないが、かつては斑臘岩礫が産出したと推測される。

(2) 葦石に使用された、他の岩石

葦石としては領家帯の斑臘岩・花崗岩のほか、凝灰岩類、安山岩類、砂岩、チャートが見られる。

凝灰岩類

凝灰岩類は、火山礫凝灰岩、結晶質凝灰岩などの火碎流堆積物である。近畿～中国地方では白亜紀の約1億年～8千万年前に大規模な火碎流が発生し、それらはその分布地域により泉南層群、相生層群、有馬層群、生野層群などと呼ばれている。これらはいずれも流紋岩～ディサイト質の岩石からなり、肉眼的に区別するのは困難である。帶磁率は相生層群で $10 \sim 50 \times 10^{-5}$ SI、生野層群の多くで $200 \sim 500 \times 10^{-5}$ SIの範囲に入る。また、その分布域から、有馬層群は相生層群と生野層群の中間程度、泉南層群は低い帶磁率を示すと予想される。葺き石の凝灰岩の多くは $20 \sim 80 \times 10^{-5}$ SIの帶磁率を示し、おそらく相生層群か有馬層群と予想される。また、これらのうち泉南層群の分布は狭く、特に上述の斑臘岩分布域には見られることからすると、泉南層群の可能性は少ない。

安山岩類

安山岩類は各地で岩脈として産する。また、瀬戸内地域にはサヌカイトで代表される安山岩溶岩が分布し、それらは瀬戸内火山岩類と呼ばれている。一般に安山岩質の火山岩類は高い帶磁率を示すのに対し、瀬戸内火山岩の無斑晶質安山岩は低い帶磁率を示すことが多い。五色塚古墳産の安山岩3点のうち1点は黒色の無斑晶質安山岩で、 4×10^{-5} SIという低い帶磁率を示し、瀬戸内安山岩である可能性が高い。一方、他の2点は高い帶磁率を有し、別の起源が考えられる。

今回の調査で、これらの産地を同定することはできなかった。

チャート

チャートは丹波地方から播磨北部にかけて点在する。肉眼的に似た岩相であり、帶磁率も大差がないため、産地を特定することはできない。

砂岩

砂岩がまとまって産する地域としては和泉層群がある。淡路島南部から和泉山地に分布し、石材としてしばしば使用してきた。比較的均質な砂岩で、肉眼で観察するかぎり五色塚古墳産のものと和泉砂岩は差異がない。しかしながら、淡路島産のものか和泉山地のものかは判断できない。

五色塚古墳産の岩石のうち、凝灰岩・安山岩（無斑晶質岩を除く）・チャートは内帶のいずれかの地域からもたらされたものである可能性が高い。これまでのところ、それらをどこから採取したのかは不明である。それぞれの露頭分布は岩石種ごとに異なり、同じ岩

種でも岩相が多様であることなどを考慮すると、これらは露頭付近の転石を使用したものではなく、ある程度広範囲から運ばれてきたものが利用されていると思われる。また、神戸近辺の丘陵部には大阪層群や段丘堆積物が厚く分布し、その中には円礫からなる礫層が存在する。礫層を構成する礫にはチャートが多く、そのほか凝灰岩を始め多種類の岩石が含まれる。五色塚古墳中の凝灰岩・安山岩・チャートは、大阪層群または段丘堆積物の礫層から採取、またはそれらの礫層から浸食・運搬され河川あるいは海岸に堆積した礫から採取された可能性もある。

(3) 板石の結晶片岩類

結晶片岩がまとまって産するのは、三波川変成帯と三郡変成帯がある。三波川変成帯は中央構造線の南側の四国山地～紀伊半島にかけて分布する。五色塚古墳に近いところでは徳島県東部、兵庫県南あわじ市の沼島、和歌山県の紀ノ川と有田川にはさまれた地域が考えられる。

中国地方の三郡変成岩

このうち内帯に分布する三郡変成岩からは紅簾石片岩の産出は報告されていない。また肉眼で観察されるほど粗粒の藍閃石片岩はほとんどない。したがって、三郡変成岩は石材産地の候補として考えられない。

沼島の三波川変成岩

沼島では塩基性片岩や泥質片岩とともに紅簾石石英片岩が見出されている。塩基性片岩は緑色で斜長石の斑状変晶を含む点紋片岩で、これまでのところ藍閃石を多く含む岩石は見つかっていない。沼島産塩基性片岩1資料の帶磁率を測定したところ、 392×10^{-5} SIであり、板石の結晶片岩とは大きく異なる。

和歌山県西部の三波川変成岩

和歌山県西部の三波川変成岩については、「近畿地方」(日本の地質「近畿地方」編集委員会、1987) や地質調査所による5万分の1図幅「和歌山及び尾崎地域の地質」(宮田ほか、1993) でまとめられている。それによると、藍閃石が含まれる結晶片岩は紀ノ川下流域に少量と有田川中流域に分布する。紀ノ川下流域での塩基性片岩を構成する鉱物は緑泥石・緑簾石・アクチノ閃石・白雲母・曹長石・石英で、赤鉄鉱を含むものにはアルカリ角閃石が含まれている(宮田ほか、1993)。しかし、この地域でアルカリ角閃石の含有は一般的なものではないようである。また、共存する珪質片岩から多量の紅簾石の報告はない。これら情報からすると、この地域から紅簾石を含む珪質片岩や粗粒の藍閃石を含む珪質片岩を多量に採取するのは困難と考えられる。

徳島市眉山の三波川変成岩

徳島県東部は紅簾石片岩や藍閃石片岩がまとまって分布することで知られている。この地域では紅簾石を含む珪質片岩の見かけ上位に藍閃石を含む塩基性片岩が分布する。この両者の産地として有名な産地としては、徳島市の眉山が古くから知られ、周辺にも結晶片岩を使用した遺跡が多く見つかっている(写真7-49)。遺跡で使用されている塩基性片岩は緑色のもので、藍閃石片岩が使用されていることはまれであるが、露頭ではまとまって産する。藍閃石片岩の露頭は山頂付近に見られるが、これは塩基性片岩であり、帶磁率は平均 209×10^{-5} SIで、五色塚古墳からの石材の帶磁率とは大きく異なる。全体に露頭状態

が悪く、五色塚古墳と同様の藍閃石石英片岩は確認できなかった。

徳島県山川町高越地域の三波川変成岩

徳島県吉野川市山川町の吉野川から南方の高越山にいたる地域は、紅簾石を含む珪質片岩と藍閃石の多い塩基性片岩が広く分布し、特に吉野川支流の川田川および奥野井谷川沿いに露頭が連続する（剣山研究グループ（1963）による高越層）（図7-4）。なかでも紅簾石を含む珪質片岩が分布する付近は紅簾峠と呼ばれ、観光地となっている。そして、藍閃石片岩はその上位に連続して分布する。

この地域の藍閃石片岩は黒色で、しばしば肉眼で観察できるほどの藍閃石が確認できる。またこれらの帯磁率はほとんどが $60 \times 10^{-5} \text{ SI}$ から $100 \times 10^{-5} \text{ SI}$ の範囲に入り、五色塚古墳の板石に見られる藍閃石石英片岩と一致する。この流域では周囲からの崖壁として藍閃石片岩と紅簾石石英片岩が多く見られ、緑色の塩基性片岩は少ない。藍閃石を含む結晶片岩の多くは塩基性片岩であり石英に乏しいが、紅簾石石英片岩直上の結晶片岩は藍閃石と石英に富み、五色塚古墳の藍閃石石英片岩に似ている（写真7-51）。これらのことからすると、少なくとも岩石学的特徴から見る限り、今回検討した中で、この地域が石材産地として最もふさわしいことになる。

5. 結論

(1) 五色塚古墳の葺石に使用された岩石の特徴は、大部分が斑頗岩であることで、そのほかに花崗岩類やチャートなどを含む。

(2) 蔽石の斑頗岩の起源としては、淡路島東部の淡路市大磯～岩屋海岸に分布する疊が有力である。

(3) 板石に使用された岩石は、紅簾石石英片岩と藍閃石石英片岩を主とする。

(4) 板石の結晶片岩は三波川変成帯からの岩石であり、産地としては徳島県東部が最有力である。

6. 今後の問題点

今回検討した地域のうち、岩石学的に見て結晶片岩類の産地としてもっともふさわしいのは徳島県吉野川市の高越地域であった。しかしながら高越地域は吉野川沿いに現在の海岸線から約30km上流の山川町を、さらに支流沿いにさかのぼった地域であることを考えると、今回の結果のみで、この地域を産地と決定するのには問題が残される。三波川変成帯の基本的な地質構造は東西方向であり、高越地域の紅簾石石英片岩や藍閃石石英片岩と同じ地層（高越層）が東方の眉山付近まで連続すると考えられる。眉山では、岩石の露出状態が悪く、まったく同様の岩石は見出せなかったが、高越～眉山間で吉野川南方の山麓に同様の岩石が分布している可能性は高い。産地同定をより正確なものにするためには、高越～眉山間での地質調査を進めていく必要がある。

また、生駒山の斑頗岩の正確な記載もおこなうことや、その他の岩石類の起源として大阪層群の疊種を調べることなども、より正確な産地同定のための課題として残される。



写真 7-46

淡路島東岸の斑標岩露頭と疊浜。
手前の黒色部分が斑標岩の露頭。
(兵庫県淡路市鷺崎)



写真 7-49

古墳の石室に使用されている結晶片岩。
徳島市眉山周辺の遺跡では結晶片岩が多く利用されている。
(徳島市名東町地蔵院)



写真 7-47

斑標岩の多い疊浜。
黒色部分が斑標岩、白っぽい部分は花崗岩類。
(兵庫県淡路市鷺崎)



写真 7-50

紅蘿石片岩の大露頭。全体に赤味がかって見える。この付近は紅蘿鉄とも呼ばれる景勝地となっている。
(徳島県吉野川市山川町久宗)



写真 7-48

斑標岩の疊。角が取れた円錐で、五色塙古墳で使用されているものと似ている。
(兵庫県淡路市鷺崎)



写真 7-51

紅蘿石片岩の上位側に分布する藍閃石片岩。片理が発達し、薄くはがれやすいため、川原には扁平な岩石が多く見られる。
(徳島県吉野川市山川町久宗)



写真 7-52 TOKU-3



写真 7-55 TOKU-A



写真 7-53 TOKU-9



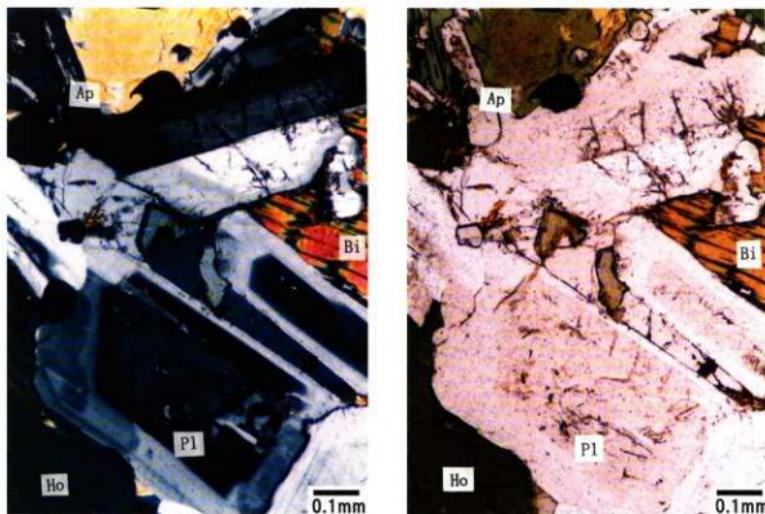
写真 7-56 板16-1-1



写真 7-54 0-1-10



写真 7-57 板17-1-1

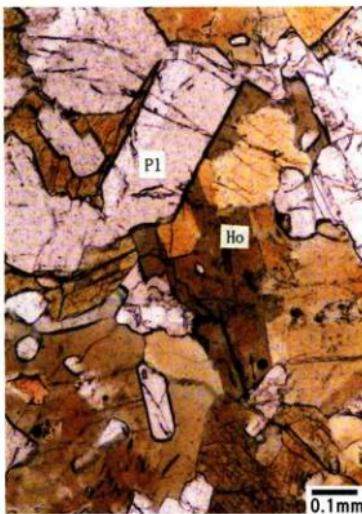


F-5-38



TOKU-9

写真7-58 岩石の偏光顕微鏡写真(1)



M-1-94



TOKU-3

写真7-59 岩石の偏光顕微鏡写真(2)

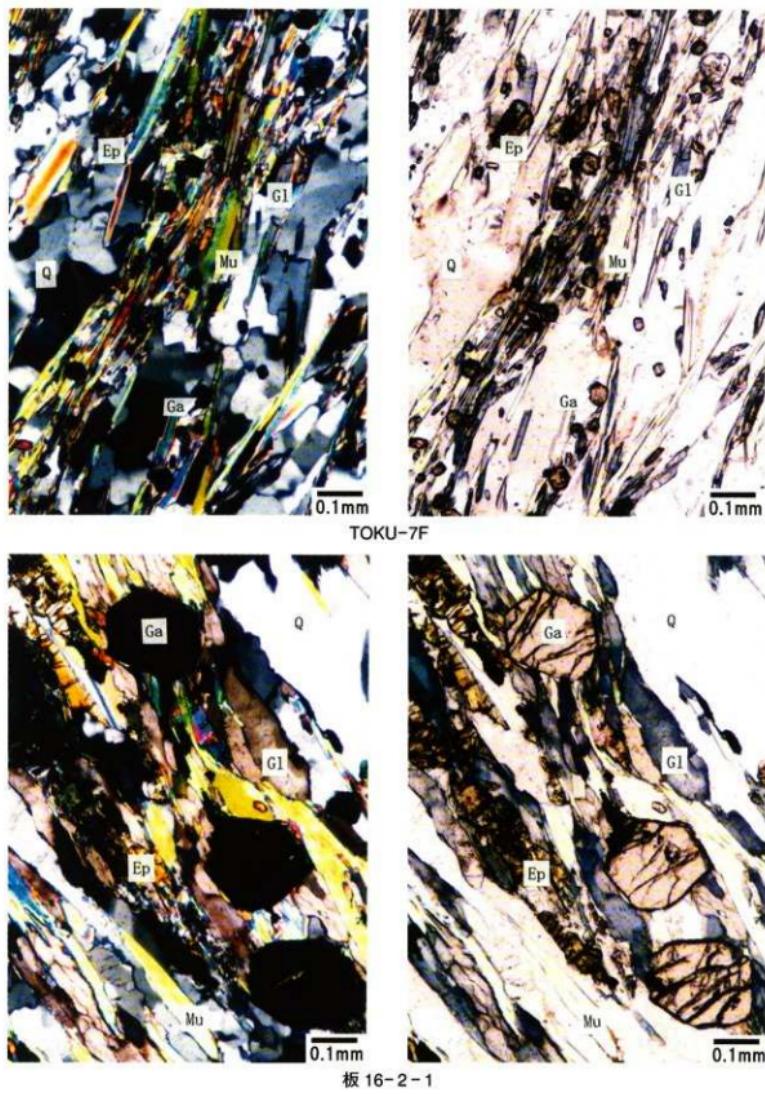
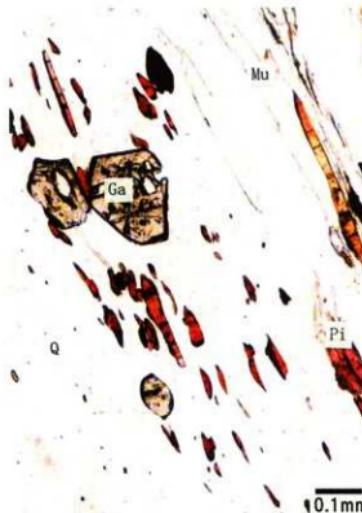
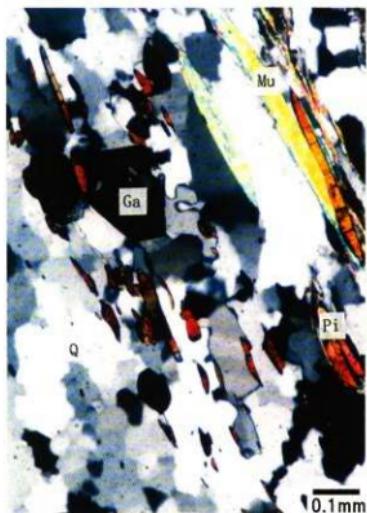
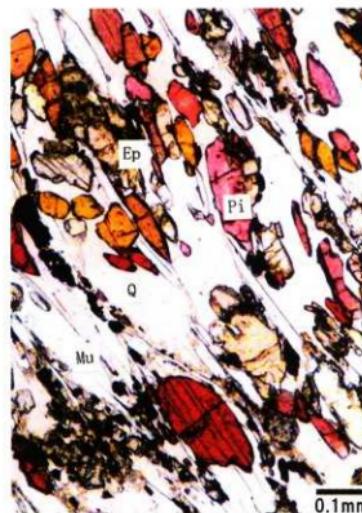
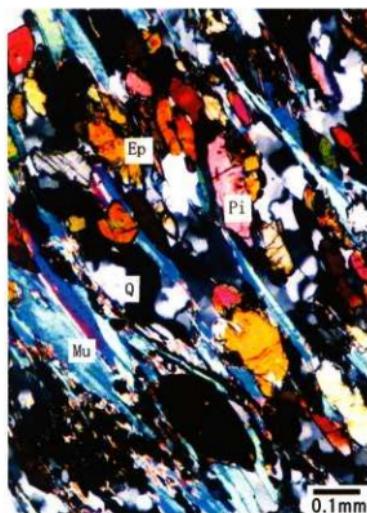


写真 7-60 岩石の偏光顕微鏡写真（3）

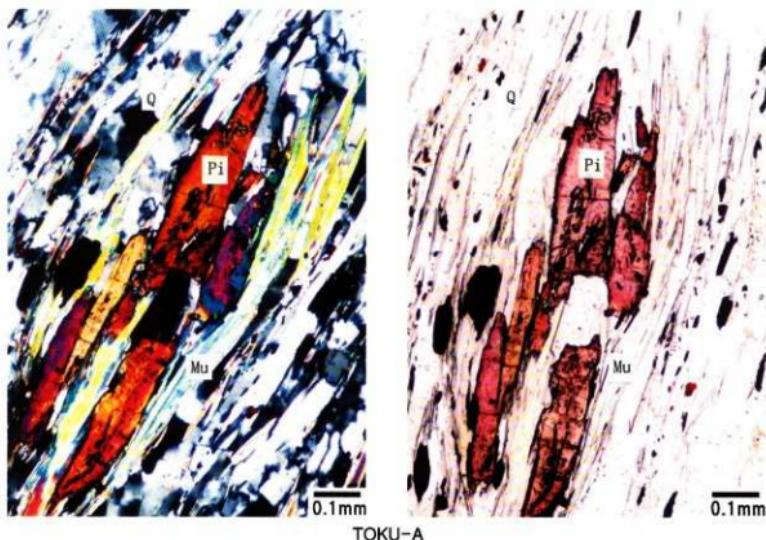


板 1-2-119



板 17-1-1

写真 7-61 岩石の偏光顕微鏡写真(4)



凡 例 Q:石英 Ga:ざくろ石 Ho:普通角閃石 Ep:緑簾石 Pi:斜長石
G1:藍閃石 Mu:白雲母 Bi:黒雲母 Pi:紅簾石 Ap:煩灰石

写真7-62 岩石の偏光顕微鏡写真(5)