PS1

沼津市土手上遺跡出土の黒曜石の原産地推定

望月明彦[1)]・小林克次[1)]・武藤由里[1)]・池谷信之[2)]
([1)]沼津工業高等専門学校　[2)]沼津市文化財センター)

１．はじめに

沼津市愛鷹山麓の旧石器時代遺跡から出土する黒曜石には、近隣の箱根系・天城柏峠以外にも神津島・信州からの流入が認められ、その出土状況は複雑である。

本研究ではこの様な状況を解明するために、各原産地の判別の指標を見出すことを目的として、中部地方の黒曜石原産地の原石の蛍光Ｘ線分析を行った。また、この結果に基づいて土手上遺跡出土の黒曜石の原産地の推定を行った。

２．原産地原石の蛍光Ｘ線分析

分析に用いた装置はセイコー電子工業社製エネルギー分散型SEA2001蛍光Ｘ線分析装置である。ロジウム管球をもちい、電圧50kV・電流2μA、真空中で測定した。

分析した原産地を以下に示す。(　) 内は分析した試料数である。

和田峠系：小深沢(40),東餅屋(36),丁字御領(19),新和田トンネル北(20),星糞峠(40)
男女倉系：ぶどう沢(22),牧ヶ沢下(21),牧ヶ沢上(33),高松沢(30)
霧ヶ峰系：星ヶ塔(40),星ヶ台(20),水月霊園(20)
麦草峠系：麦草峠(40),白駒池(3)
天城系　：柏峠(49)
箱根系　：畑宿(53),上多賀(30),鍛治屋(30),芦ノ湯(29)
神津島系：恩馳島(49),砂糠崎(40),沢尻湾(9),長浜(20)

これらの原産地を判別するために有効であったプロットを図１．図２．に示す。横軸に示したRb%,Sr%はルビジウム、ストロンチウム、イットリウム、ジルコニウムの各蛍光Ｘ線強度の合計を100%として算出した値である。縦軸は蛍光Ｘ線強度比である。図１．には9のクラスターが認められ、図２．より箱根系の原産地の判別が可能である。23ヶ所の原産地は全部で13に分類できる事がわかった。

３．遺跡出土黒曜石の蛍光Ｘ線分析

分析に用いた試料は沼津市愛鷹運動公園内遺跡群土手上遺跡第１地点環状ブロックより出土した試料のうち分析可能な877点である(石器81,石片796)。BBV層(武蔵野Ⅸ層対比)からの出土でB.P.27,000-28,000とされている。石片の分析結果を２．と同様にプロットしたのが図３．図４．である。推定された原産地と全体に占めるパーセンテージを以下に示す。

霧ケ峰系:7.4%　神津島系(恩馳島):14.4%　麦草峠系:0.6%　柏峠:31.4%
畑宿:15.7%　Ａ群(原産地不明):29.2%　Ｂ群(原産地不明):1.4%

４．考察

問題点として原産地が不明の２つの群が検出された事がある。蛍光Ｘ線スペクトルの特徴からおそらく箱根系に属するものと推定され、現在箱根を踏査中である。

図５．に環状ブロックにおける原産地別の石器・石片の分布を示す。畑宿・恩馳島は全体に分布しているが、柏峠・霧ケ峰系は西側に、原産地不明のＡ群は東側に偏在している。環状ブロックの形成に関連してどの様な意味をもつか今後の課題である。

また、この様な旧石器時代のはやい時期から神津島（恩馳島）の黒曜石が大量に検出された事も渡航技術と関連して大きな意味をもつものと考えられる。

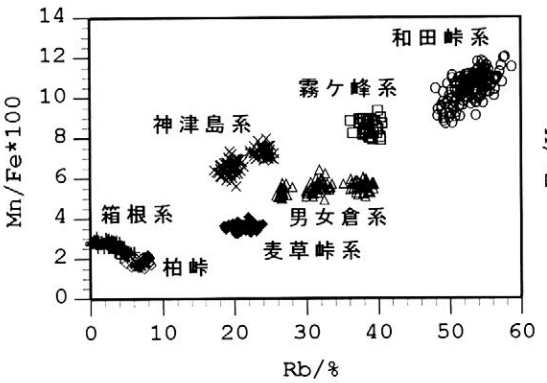


図１．原産地黒曜石の分類１

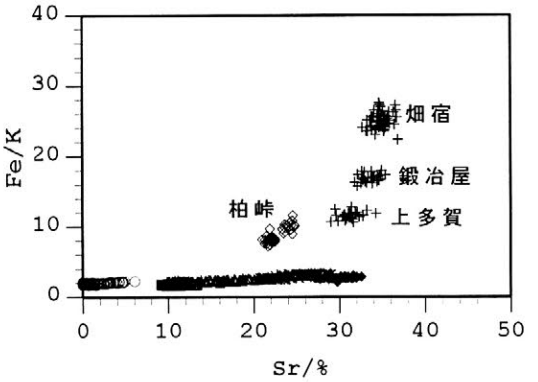


図２．原産地黒曜石の分類２

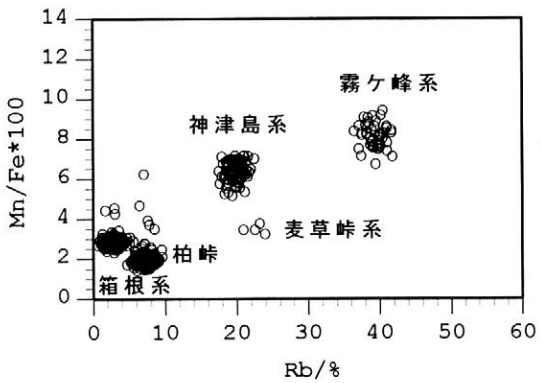


図３．土手上遺跡出土黒曜石の分類１

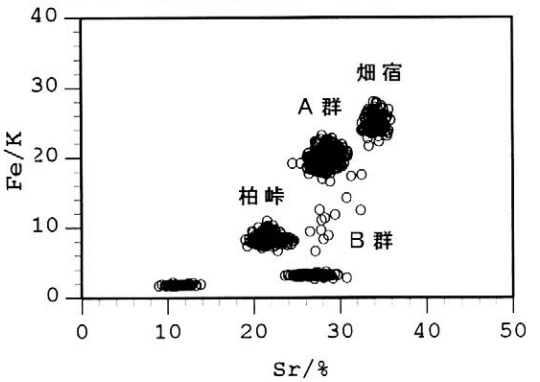


図４．土手上遺跡出土黒曜石の分類２

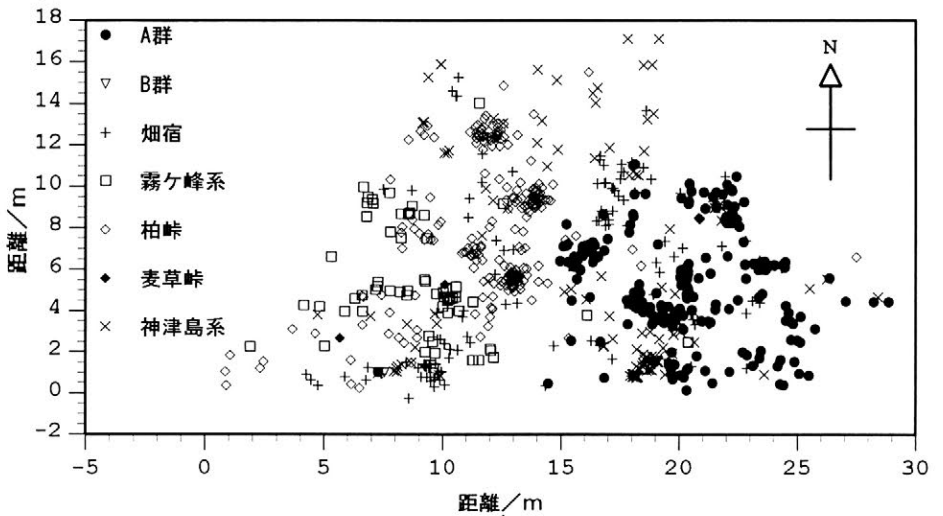


図５．環状ブロックにおける原産地別石器・石片分布

PS2

石器原材の産地分析（１１）

藁科哲男（京都大学原子炉実験所）
東村武信（関西外国語大学）

１、方法　　黒曜石製石器は超音波洗浄器で水洗するだけの完全な非破壊で、また、サヌカイト製石器は風化面にアルミナの粉末を圧縮空気で吹き付けて、表面の風化物を取り除いて、蛍光Ｘ線分析法によって元素分析を行った。遺物の産地推定は、日本全国の黒曜石産地を分類した９５個の原石群と、サヌカイト産地を分類した３９個の原石群と遺物試料を、元素の相関を考慮したマハラノビスの距離を求めて行うホテリングのＴ^{2}検定から、それぞれの群に帰属する確率を求めて行った。表１に産地同定を行った結果を示す。

表１　黒曜石、サヌカイト製遺物の石材産地分析結果

遺跡名　（所在地）	時代	原石産地（個数）
東　山　（北海道富良野市）	縄文早期	置戸(86)、十勝(5)、近文台(1)、不明(15)
頭無川（　〃　　〃　）	縄文後期	白滝(2)
滝里１１（　〃　芦別市）	縄文晩期	十勝(35)、白滝(22)、置戸(12)、赤井川(1)、近文台(1)
滝里１０（　〃　　〃　）	〃	白滝(34)、十勝(12)、置戸(2)、赤井川(1)、美蔓(1)、＊頭無川遺物群(2)
滝里３１（　〃　　〃　）	〃	十勝(18)、白滝(10)、美蔓(1)、＊頭無川遺物群(4)
遠浅６（　〃　早来町）	旧石器	十勝(1)、赤井川(1)
柏原５（　〃　苫小牧市）	縄文後期	赤井川(7)、白滝(3)、十勝(2)、置戸(1)
高岡１（北海道豊浦町）		豊泉(27)、赤井川(15)、十勝(1)、白滝(1)、不明(6)
鳴川右岸（　〃　七飯町）	縄文前期・中期	赤井川(3)
〃　（　〃　〃　）	〃 晩期	置戸(1)
中野Ｂ（　〃　函館市）	〃 早期	赤井川(27)、十勝(2)、豊泉(1)
茂　別（　〃　上磯町）	〃 中期以前	赤井川(13)
〃　（　〃　〃　）	〃 中期末	白滝(4)
〃　（　〃　〃　）	縄文	赤井川(2)
〃　（　〃　〃　）	続縄文	赤井川(4)、白滝(3)
〃　（　〃　〃　）	不詳	赤井川(8)、白滝(1)
岩崎台地（岩手県北上市）	７世紀前半	湯倉(273)、雫石(75)、白滝(6)、赤井川(7)、男鹿(2)、十勝(1)、豊泉(1)、不明(35)
柳　上（　〃　　〃　）	縄文中期末	雫石(23)、男鹿(2)、不明(3)
大石渡　（　〃　滝沢村）	弥生終末～４世紀	出来島(5)、不明(1)
ヘラソ　（石川県富来町）	縄文中期後葉	霧ケ峰(1)

住撰No.5（神奈川県横浜市）縄文前期～後期	神津島(75)、霧ケ峰(20)、和田村(2)、不明(6)
ナラサス（〃　清川村）縄文早期前半	神津島(2)
〃（〃　〃）〃〃後半	霧ケ峰(4)、神津島(1)
〃（〃　〃）〃前期（花積式）	霧ケ峰(4)、神津島(4)、柏峠西(1)
〃（〃　〃）〃〃（関山～黒浜）	神津島(7)、霧ケ峰(1)、柏峠西(1)、不明(1)
〃（〃　〃）〃〃（黒浜式）	神津島(7)、霧ケ峰(1)、不明(1)
馬　場（〃　〃）〃　後期	霧ケ峰(44)、和田村(9)、神津島(4)、柏峠西(2)、畑宿(1)
上　村（〃　〃）弥生時代初頭	神津島(12)、霧ケ峰(3)
野辺山中ツ原（長野県南牧村）旧石器時代	＊下呂(2)
塚　田（〃　御代田町）	＊八風山(9)
下御堂（〃　〃）	＊八風山(2)、不明(1)
荒城神社（岐阜県国府町）縄文時代後期	＊下呂(3)、霧ケ峰(2)
西　田（〃　丹生川村）〃	＊下呂(3)、霧ケ峰(2)
陰　地（〃　白川村）〃	＊下呂(1)、霧ケ峰(1)
戸入村平（〃　藤橋村）縄文時代中期～晩期	柏峠西(1)
楠・荒田（兵庫県神戸市）縄文時代中期・後期	＊岩屋(44)、＊金山(20)、＊二上山(12)、不明(6)
〃（〃　〃）弥生時代中期	＊二上山(67)、＊岩屋(60)、＊金山(60)、＊甲山(1)、不明(4)
玉津田中（〃　〃）弥生時代前期	＊金山(118)、＊岩屋(6)、＊二上山(2)、不明(4)
〃（〃　〃）〃　中期	＊金山(146)、＊二上山(15)、＊岩屋(4)、不明(3)
恩　原（岡山県上斎原村）旧石器時代M文化層	＊金山(1)、津井(1)、加茂(1)
S文化層	＊白峰(2)、＊金山(1)、加茂(2)、久見(1)
下郷原田代（〃　川上村）旧石器時代（AT下）	久見(3)、加茂(1)、津井(1)、＊白峰(3)、不明(3)
〃（〃　〃）縄文時代早期	久見(2)
城山東（〃　〃）旧石器時代（AT下）	久見(1)
中山西（〃　〃）〃〃	久見(1)、不明(2)
〃（〃　〃）縄文時代早期	久見(1)、＊金山(1)
百花台、東（長崎県国見町）旧石器時代	腰岳系(24)、古里(9)、中町(4)、淀姫系(8)、出水(2)、上牛鼻(1)、南関(2)、＊大串・亀岳(2)、＊老松山(3)、＊多久(4)、＊牟田(1)、＊不明(11)
橋山第１Ａ（宮崎県高岡町）縄文時代早期	桑ノ木津留(73)、出水(23)、白浜(2)、竜ケ水(3)、上牛鼻(2)、不明(5)
橋山第１Ｂ（〃　〃）〃	桑ノ木津留(8)、腰岳(7)、白浜(1)、姫島(4)
天ケ城址（〃　〃）〃	桑ノ木津留(210)、腰岳(64)、出水(4)、姫島(4)、淀姫(2)、白浜(1)、不明(5)

＊印はサヌカイト石材で、他は黒曜石石材。

P1

植物遺体分析による農耕の復元について

金原正明（天理大学附属天理参考館）

花粉分析・種実同定・植物珪酸体分析の植物遺体分析から農耕の復元を行う場合、それぞれの植物遺体分析の特性を考慮する必要がある。花粉分析ではほとんどが虫媒花である畑作物は反映されにくく、ソバ属・アブラナ科の花粉やまれにワタ・ゴマなどが検出されるのみであり、他に畑作雑草とみなされるアカザ科－ヒユ科・ヨモギ属が産する。種実では遺構によってかなり多くの栽培植物が反映され、畑作の傍証に直接的につながる。奈良県の中世農耕遺跡である箸尾遺跡などの類例では、遺構によって栽培植物の構成がことなり、単一の遺構などの検出例をもって、農耕の全容を復元することが不可能なことが示唆されている。

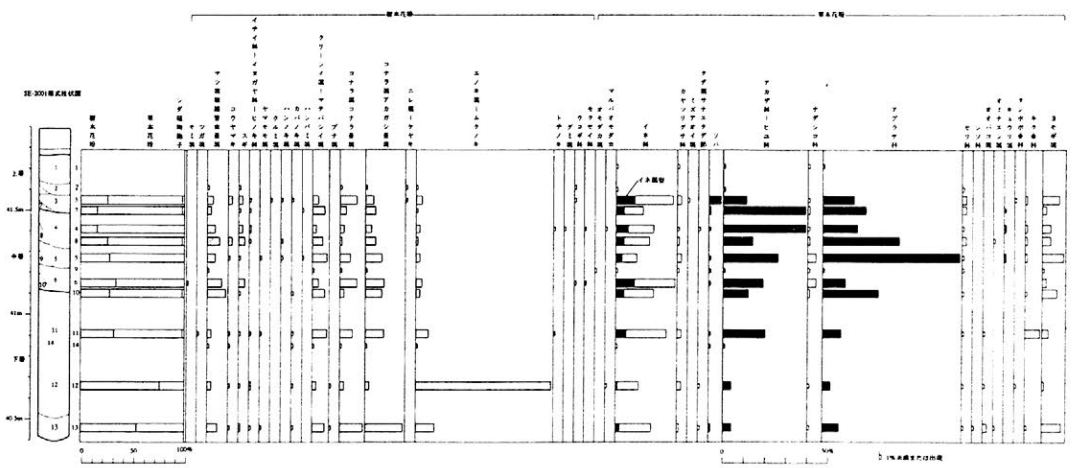
分類群	和名	学名	部位	12世紀前半 SE-2002 第2層	第3層	第4層	最下層	曲物内	暗灰色砂層	SE-2003 中層	青灰色砂質土
木本											
	コナラ属	Quercus	堅果片	3	1	2					10
	ムクノキ	Aphananthe aspera (Thunb.)Planch.	核	22	13	62	16				
	クワ属	Morus	種子	359	251	29					
	ツルコウゾ	Broussonetia kaempferi Sieb.	種子	120	1	11					
	ナシ	Pyrus pyrifolia (Burm.fil.)Nakai	果実	2							
			種子	17	8	28	10				
	ウメ	Prunus mume (Sieb.)Sieb. et Zucc.	核	2	1	6					
	モモ	Prunus persica Batsch	核								2
	サンショウ	Zanthoxylum piperitum (Linn.)DC.	種子	2	1						
	センダン	Melia azedarach Linn. var. subtripinnata Miq.	核	8	7	5					
	ウルシ属	Rhus	種子	29	27	1					
	ブドウ属	Vitis	種子	1		6					
	カキノキ属	Diospyros	種子	3	10						
			破片	3							
草本											
	イネ	Oryza sativa Linn.	穎（小穂）			2					
			果実（炭化米）	1				9			
	コムギ	Triticum aestivum Linn.	穎（小穂）					1			
			果実	2				4		1	
	イネ科	Gramineae	穎（小穂）	2							
	カナムグラ	Humulus japonica Sieb. et Zucc.	果実		1						
	タデ属	Polygonum	果実	1	9						
	ソバ	Fagopyrum esculentum Moench	果実	107		160	1	12		36	481
	アカザ属－ヒユ属	Chenopodium-Amaranthus	種子	7	1	2					
	キンポウゲ科	Ranunculaceae	果実			2					
	コウホネ属	Nuphar	種子	23	6	14	1				
	クサネム	Aeschynomene indica Linn.	果実							1	
	ノブドウ	Ampelopsis brevipedunculata (Maxim.)Trautv.	種子	1		1					
	シソ属	Perilla	果実		1						
	ナス	Solanum melongera Linn.	種子	161	51	8					
	イヌホオズキ	Solanum nigrum Linn.	種子	116	136	1					
	ウリ類	Cucumis melo Linn.	種子	301	169	495	17	3			1
			破片					6			
	ゴボウ	Arctium Lappa Linn.	果実			2					
	オナモミ	Xanthium strumarium Linn.	果実								1
	不明	Unknown	種実	4		2					

分類群	和名	学名	部位	SD-2027	奈良（8世紀） SE-2001			SK-2005	5世紀中葉 ST-2001	
						下層	最下層		第6層	下層
木本										
	ウメ	Prunus mume (Sieb.)Sieb. et Zucc.	核		1	1		1		
	スモモ	Prunus salicina Lindley	核			52	3			
	モモ	Prunus persica Batsch	核	7	1	6	6		1	
草本										
	オオムギ	Hordeum murinum Linn.	果実							15
	コムギ	Triticum aestivum Linn.	果実							2
	ナス	Solanum melongera Linn.	種子		1					
	不明	Unknown	種実					1		

箸尾遺跡第６次調査出土種実一覧

分類群　和名	学名	部位	ＳＥ－2001 中層	ＳＥ－2001 中・下層	ＳＥ－2001 下層	ＳＥ－2001 曲物内・最下層	ＳＫ－2015南北方向 素堀溝	VIIor近世 VII' 井戸2
木本								
クリ	*Castanea crenata* Sieb. et Zucc.	堅果	1		1	3		
コナラ属	*Quercus*	破片	3					
クワ属	*Morus*	種子				4		
スモモ	*Prunus salicina* Lindley	核				1		
ウメ	*Prunus mume* Sieb. et Zucc.	核	1	2	33	4		
		破片			5			
モモ	*Prunus persica* Batsch	果実			4			
		核	2	3	14	2		
		破片	2	12	12	1	1	
カキノキ属	*Diospyros*	種子	7		4			
草本								
オオムギ	*Hordeum vulgare* L. var. *hexastichon* Aschers.	果実(炭化)	110		41	1		1
コムギ	*Triticum aestivum* L.	果実(炭化)	25		4	1		
イネ	*Oryza sativa* L.	果実(炭化)	7		5	1		
アサ	*Cannabis sativa* L.	果実			1	1		
カヤツリグサ属	*Cyperus*	果実						
ホタルイ属	*Scirpus*	果実						1
カナムグラ	*Humulus japonica* Sieb. et Zucc.	果実	1					
タデ属	*Polygonum*	果実	1			1		1
アカザ属－ヒユ属	Chenopodium-Amaranthus	種子				1		
マメ類A	Leguminosae A	種子(炭化)	13					
マメ類B	Leguminosae B	種子(炭化)			4	1		
ウリ類	*Cucumis melo* L.	種子	1		176	34		
ヒョウタン類	*Lagenaria siceraria* Standl	種子			1	1	1	
タカサブロウ	*Eclipta prostrata* L.	果実			1			
不明	Unknown	種実	3		3			

箸尾遺跡第11次調査出土種実一覧



箸尾11次調査検出花粉組成図

P2

植物珪酸体分析による遺跡周辺の古環境推定（第２報）
－九州南部の台地上における照葉樹林の分布拡大の様相－

杉山 真二・早田 勉（古環境研究所）

１．目的と方法

カシ林やシイ林などの照葉樹林の発達史については、これまでおもに花粉分析の結果から検討が行われ、南九州では約8,500年前にはすでに照葉樹林が成立していたことが推定されている（松下，1992）。ただし、これらの検討は遺体の保存性の問題から対象地域がおもに低湿地に限られており、多くの遺跡が展開する台地上の様相については未解明な部分が多い。また、照葉樹林の主要構成種であるクスノキ科については、花粉壁が完全には保存されないことから、花粉分析では捕らえられないという問題もある。植物珪酸体は乾陸上の堆積物でも良好に保存されており、照葉樹林の主要な樹種については属レベルでの同定が可能なものもある。

本報では、おもに九州南部の台地上の土壌について植物珪酸体分析を実施し、約10,500年前に桜島火山から噴出した桜島－薩摩テフラ（町田ほか，1984）、約6,300年前に鬼界カルデラから噴出した鬼界アカホヤ火山灰（町田・新井，1978）、約3,000年前*に霧島火山から噴出した霧島－御池軽石（町田ほか，1984）などを時間軸として、照葉樹林の存在や分布拡大について検討を行った。

２．結果と考察

桜島－薩摩テフラの直下層（①）では、鹿児島県霧島－御池軽石南西部の加世田市でシイノキ属の植物珪酸体が検出され、この地域では少なくとも約10,500年前より以前に照葉樹林が存在していたこと分かった。

鬼界アカホヤ火山灰の直下層（②）では、南九州および宮崎県の内陸部を含む広い範囲でシイノキ属やクスノキ科などが検出され、これらの地域では約6,300年前より以前に照葉樹林が分布拡大していたことが確かめられた。

しかし、都城市周辺や宮崎市付近の内陸部などでは、鬼界アカホヤ火山灰の直上層（③）および霧島－御池軽石直下層（④）でも照葉樹が検出されない地点が見られ、これらの地域では照葉樹林の成立時期が約3,000年前*以降とかなり遅れることが分かった。

その原因の一つとして、人間活動による影響が考えられる。九州南部の台地上には黒ボク土が広く分布しているが、その生成にはネザサ節やススキ属などのイネ科植生が大きく関与していたと考えられる。このような草原植生が維持された原因として火入れなど人間の干渉があったことが考えられ、このことが照葉樹の分布拡大を妨げる一因となったものと推定される。

また、地形的な要因も考えられ、宮崎県高城町の台地部では霧島－御池軽石直下層は黒ボク土でありネザサ節を主体としてススキ属なども見られる草原植生が推定されたが、数百m離れた斜面では褐色土でありクスノキ科を主体とする照葉樹林の存在が認められた。

火山噴火が植生に及ぼす影響としては、鬼界アカホヤ火山灰の噴出に伴う幸屋火砕流が及んだ鹿児島県南部では、それまで見られた照葉樹が同テフラ層の直上では検出されず、ススキ属を主体とする草原植生に移行したことが認められた。しかし、火砕流が及ばなかった地点では鬼界アカホヤ火山灰の直上層から照葉樹が検出されており、これらの地域においては同テフラの降灰は照葉樹林が絶えるほどの壊滅的なダメージを与えるものではなかったと推定される。

※霧島－御池軽石の噴出年代については、さらに検討する余地が残されている。

桜島－薩摩テフラ(約10,500年前)
直下層

鬼界アカホヤ火山灰(約6,300年前)
直下層

鬼界アカホヤ火山灰(約6,300年前)
直上層

霧島－御池軽石(約3,000年前？)
直下層

現表土層

図1
九州南部の台地上における照葉樹起源の植物珪酸体の出現状況

○ --- 検出された地点
● --- 検出されない地点

照葉樹起源：

ブナ科（シイノキ属，アカガシ亜属）
クスノキ科（バリバリノキ，タブなど）
マンサク科（イスノキ属），他

P3

中国・草鞋山遺跡から出土したイネプラント・オパールの形状特性

○宇田津徹朗(宮崎大学)、藤原宏志(同)、佐々木章(大分短期大学)
王才林(鹿児島大学)、湯陵華(江蘇省農業科学院)、鄒江石(同)

１．はじめに

稲作の起源あるいは伝播の問題を考える場合、揚子江下流域は、是非とも検討を加えなくてはならない地域である。宮崎大学、国立遺伝学研究所、江蘇省農業科学院は、１９８９年より、中国太湖地区における先史時代の遺跡（竜南遺跡、草鞋山遺跡）周辺部での水田址包含層の分析的探査を行い、その埋蔵域を把握するに至った。さらに、１９９２年からは、南京博物院も加わった日中共同研究「中国における古代水田稲作に関する研究」が中国国家文物局により認可され、草鞋山（そうあいざん）遺跡での本格的な調査が開始された。'９１年の探査結果に基づき、'９２年に試掘調査、'９３年には約４００m^{2}に及ぶ発掘調査が行なわれ、興味深い成果が挙がってきている。今回は、'９１年におこなった遺跡周辺でのボーリング調査の結果、特に、採取した遺跡土壌から検出されたイネプラント・オパールの形状特性について報告し、プラント・オパール形状から見た中国太湖地区における栽培亜種･系統の変遷について検討を行う。なお、'９２年以降の結果については、次回、報告することにしたい。

２．遺跡の概要および分析試料の採取

草鞋山遺跡は、陽澄湖(yang cheng hu)の南、中国江蘇省呉県唯亭鎮の東北２kmに所在する遺跡である。遺跡周辺は、クリークが巡る低地水田地帯である。当該遺跡は、１９７２年に南京博物院によって最初の発掘が行われ、以後、数回の発掘調査が行われている。その結果、この遺跡が、馬家浜文化期（B.P.6000）から春秋時代（B.P.2400）にわたる複合遺跡であることが明らかにされている。また、出土遺物には、炭化米等のイネ遺物も多数含まれており、当該遺跡の立地を考えあわせると遺跡周辺に各文化期の水田が包含されている可能性は極めて高い。

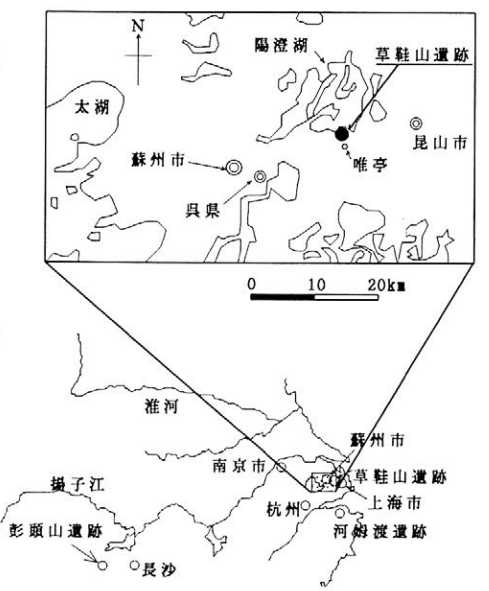


図　草鞋山遺跡の所在

'９１年の調査は、遺跡の南周辺部の2500m^2(50m×50m)について行い、20m間隔（場所によって10m間隔）でボーリングを打ち、基本層序の確認と分析用試料の採取を行った。

３．分析方法

採取した土壌については、藤原(1976)の方法に従って定量分析用試料を作成し、イネ、ヨシ、タケ、ススキ、キビ族についての定量を行った。プラント・オパールの形状解析については、定量分析結果にもとづき、調査区の４つの地点から採取した土壌について行った。

形状の測定は、画像解析装置を用い、１試料につき、５０個の検出されたイネプラント・オパールについて行った。

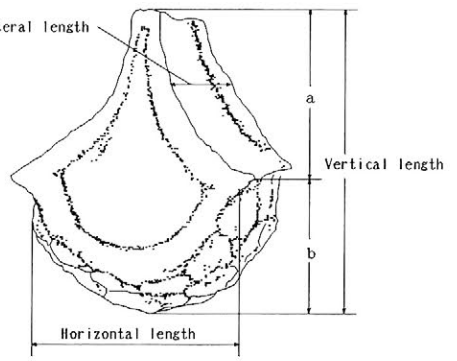


図 ｲﾈﾌﾟﾗﾝﾄ･ｵﾊﾟｰﾙの測定部位

測定したプラント・オパールの形状は、上図に示す縦長(Vertical length)、横長(Horizontal length)、ｂおよび側長(Lateral length)の４つの長さ(μm)である。

４．結果および考察

○プラント・オパール定量分析の結果

生土（なまつち）と呼ばれる最下層を除くすべての土層からイネのプラント・オパールが高い密度で検出された。このことから、当該遺跡周辺では、馬家浜文化期(B.P.6000)以降、継続的に稲作が営まれてきており、各土層には、それぞれの時代の水田が包含されていると推測される。

○プラント・オパール形状解析の結果

①測定結果をアジア在来品種の機動細胞珪酸体形状から作成した亜種判別式を用いて判別した結果、いずれもジャポニカ（温帯型ジャポニカ）に由来するものであることが推定される。

②草鞋山遺跡から検出されたイネプラント・オパールの形状を、九州の桑田遺跡（縄文晩期）、吉野ケ里遺跡から検出されたものと比較したところ、草鞋山遺跡のものは温帯型ジャポニカに集中するのに対し、日本のものは熱帯型ジャポニカのものが多いことが明らかとなった。

○まとめ

形状解析の結果、検出されたイネプラント・オパールはジャポニカ（温帯型ジャポニカ）に由来するものであると推測される。もちろん、分析対象となるプラント・オパールは、土層が堆積する間に栽培された全てのイネに由来するものであり、熱帯型ジャポニカやインディカが栽培されていた可能性は否定できない。しかし、少なくとも、草鞋山遺跡周辺で、温帯型ジャポニカが中心的に栽培されてきたことは間違いないと考えられる。これは、長江中・下流域をジャポニカの起源とする佐藤氏（遺伝研）の説とも符合する。また、縄文、弥生の時期の日本と中国における温帯型ジャポニカ、熱帯型ジャポニカの分布は、わが国へのイネの渡来ルートを考える上で興味深い結果であり、国内外での事例を増やし、検討を加えたい。

P4

陶邑北部における縄文時代以降の植生変遷

田中龍男（財団法人大阪府埋蔵文化財協会）・
古谷正和（川崎地質株式会社大阪支店）・渡辺正巳（同）

はじめに

大阪府南部の堺市・大阪狭山市・和泉市・岸和田市にまたがる泉北丘陵には，古墳時代以降，１０世紀頃までの窯跡が多く残っている．これらの窯跡は，日本書紀にある「茅渟県陶邑（ちぬのあがた）」との関係から，一括して陶邑古窯址群と呼ばれている（田辺，1966）．陶邑およびその周辺地域では，研究発掘や，泉北ニュータウンなどの宅地開発および近畿自動車道建設などに伴う緊急発掘がおこなわれ，陶邑の全容が明らかになりつつある．今回の報告は，陶邑北部の伏尾・大庭寺・野ノ井の各遺跡，および陶邑の北に位置する平井遺跡（図１）における花粉分析結果から，陶邑およびその周辺地域での植生変遷を考察したものである．

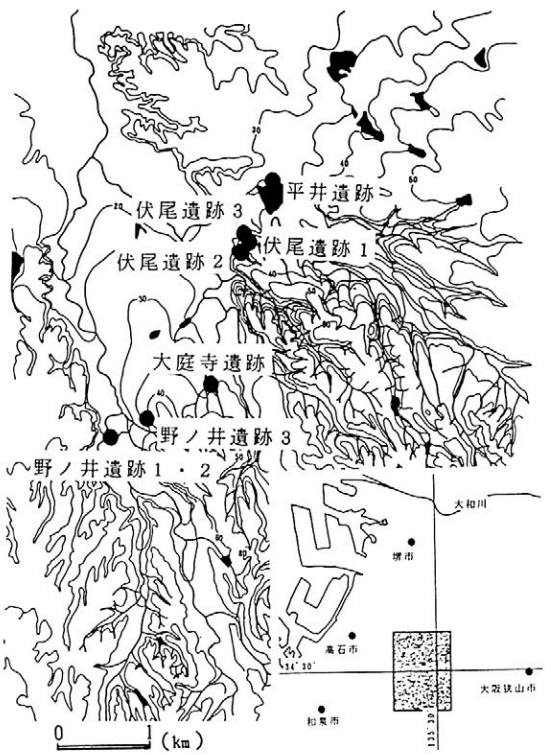


図１調査地点

植生変遷

各遺跡での^{14}Ｃ年代測定および出土遺物の編年をもとに，陶邑北部およびその周辺地域の縄文時代前期以降の植生変遷を次のように推定した．

1)縄文時代前期：泉北丘陵一帯はアカガシ類を要素とする照葉樹林に覆われていた．また，背後の葛城・和泉山地にはモミ，アカマツ，ツガ，スギ，コウヤマキなどを要素とする中間温帯林（温帯針葉樹林）が，山頂部にはブナを要素とする冷温帯林が分布した．

2)縄文時代中期～弥生時代前期：照葉樹林の構成種にシイノキ属が加わり，増加傾向にある．しかし，アカガシ類より優勢になることはない．また弥生時代に入ると河川沿いの低地では稲作が行われるようになる．

3)弥生時代中期：弥生時代前期に増加を始めたシイノキ属が，所によりアカガシ類

より優勢になる．また背後の葛城・和泉山地では，中間温帯林（温帯針葉樹林）が僅かに拡大する．

4)弥生時代後期：照葉樹林では，再びアカガシ類が優勢となる．所によりアカマツを要素とする二次林が出現する．

5)古墳時代：照葉樹林が縮小する．陶邑の開発時期と一致することから，須恵器窯の燃料のための伐採によると考えられる．同時に中間温帯林要素の増加が見られるが，気候変化による分布域の拡大ではなく，相対的な増加であると考える．

6)古墳時代末～中世：照葉樹林は徐々に縮小し，アカマツを要素とする二次林が拡大する．また照葉樹林の縮小，二次林の拡大の速度には，地域差が認められる．

7)近世：泉北丘陵上に分布する森林のほとんどは，アカマツを要素とする二次林で，照葉樹林は一部に残存するのみである．また背後の葛城・和泉山地にも二次林が分布するが，開発による二次林の伐採がおこなわれる地域もある．低地では，アブラナの栽培が水田の裏作として実施されるようになる．

8)近代～現代：泉北丘陵上，あるいは背後の葛城・和泉山地では，二次林や，中間温帯林（温帯針葉樹林）が伐採され，スギ植林が行われた．

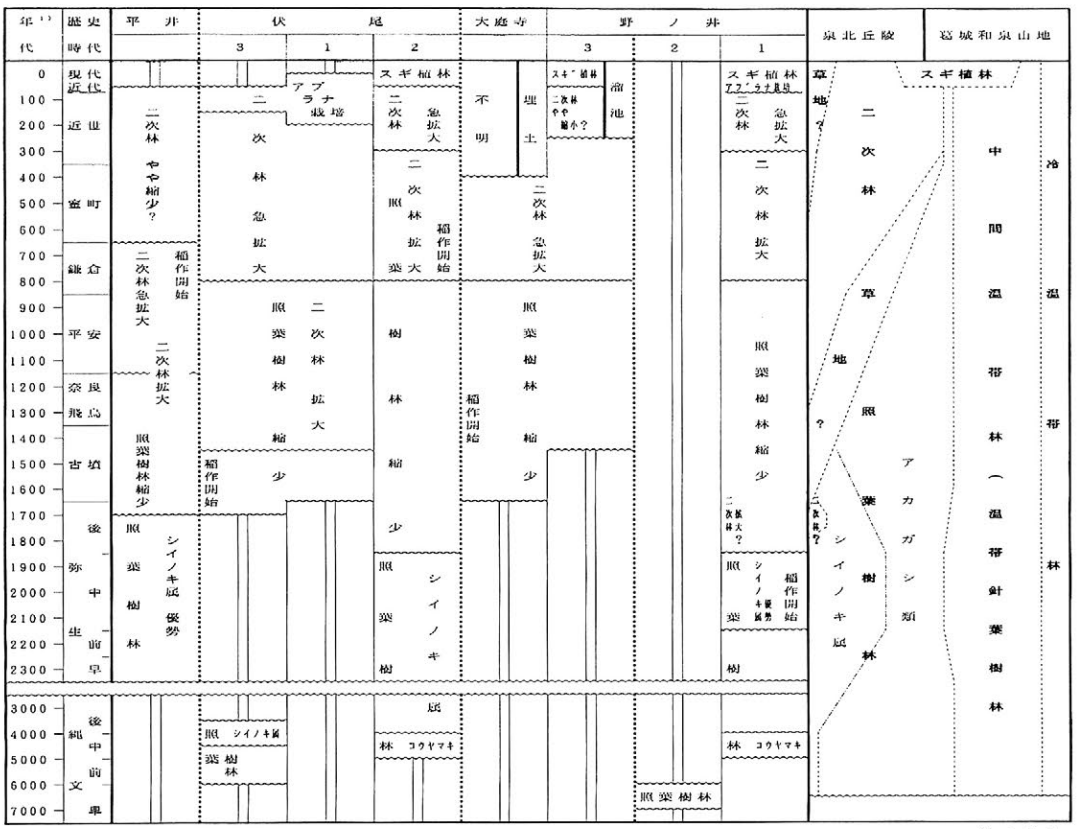


図 2　各遺跡および周辺での植生変遷

P5

花粉および昆虫・珪藻分析から復元しうる古環境

堀木真美子（愛知県埋蔵文化財センター）
森　勇一　（三重大学生物資源学部）
吉野道彦　（名城大学理工学部）
萬谷さつき（津島市教育委員会）
小沢美紀　（愛知県民生部）

はじめに

愛知県田所遺跡・大毛池田遺跡および大毛沖遺跡（以下田所遺跡群と呼ぶ）は、濃尾平野北西部の一宮市および木曽川町に位置している。これらの遺跡群では鎌倉時代を中心に古墳時代～中・近世の水田跡や建物跡をはじめ多数の遺構・遺物が検出されている。分析試料は鎌倉時代の墳墓堂を区画する溝、および同じく鎌倉時代の屋敷地をめぐる溝中の堆積物より採取し、花粉・昆虫および珪藻分析を実施した。

1.花粉分析

分析結果では、イネ科 Gramineae、カヤツリグサ科 Cyperaceaeなどの草本花粉の出現率が木本花粉よりも高く、針葉樹花粉ではスギ属 *Cryptomeria*やマツ属 *Pinus*が多く出現し、広葉樹花粉ではコナラ亜属 *Lepidobalanus*、アカガシ亜属 *Cyclobalanopsis*、エノキ属 *Celtis*などが認められた。特にヨモギ属 *Artemisia*、タンポポ亜科 Cichorioideae、キク亜科 Carduoideaeなどの草本花粉が多いことから、開けた土地の存在が推定される。またガマ属 *Typha*、フサモ属*Myriophllum*？などの水生植物の出現から、溝中には水が存在していたことが考えられる。

2.昆虫分析

鎌倉時代の田所遺跡群より約１万点（個体数でなく節片ないし破片数）の昆虫化石が検出された。予察的な分析結果によれば、昆虫化石群集の大部分が食植性昆虫で占められた。とりわけ果樹・畑作物など人為度の高い空間の植生を加害するヒメコガネ *Anomala rufocuprea*が圧倒的に多く、そのほかにアカマツやスギなどの針葉樹を食するノコギリカミキリ *Prionus insularis* ・スジコガネ *Anomala testaceipes* などの食植性昆虫も認められた。水生昆虫では止水性のオオミズスマシ *Dineutus orientalis*、水草や藻類の繁茂した水深の浅い水域を好むガムシ *Hydrophilus acuminatus* ・ヒメガムシ *Sternolophus rufipes* 、セマルガムシ *Coelostoma stultum* なども出土した。

3.珪藻分析

花粉・昆虫分析を実施した溝中の珪藻分析では、止水性・浮遊生種の *Aulacosira ambigua*, 同じく止水性・浮遊生種のA. *distans*をはじめ、止水域を特徴づける珪藻群集が認められた。

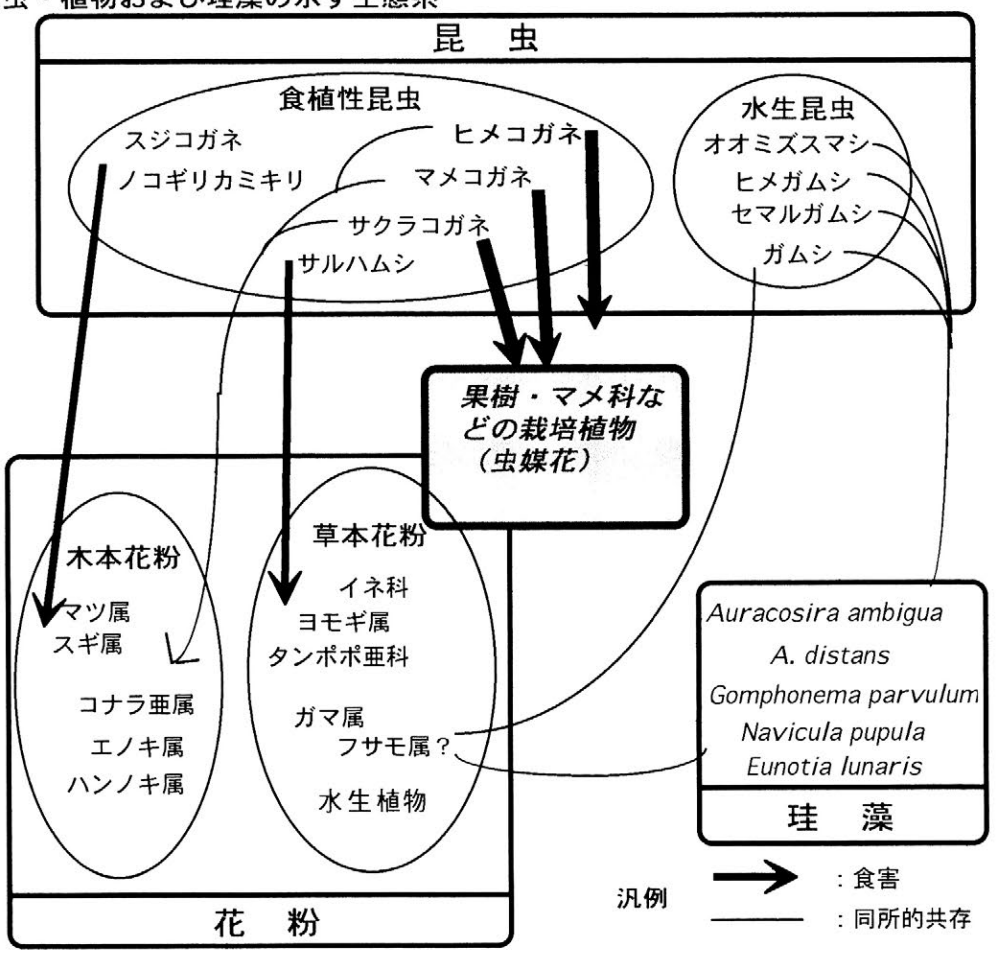
4.復元される古環境

花粉分析ではイネ科・ヨモギ属・タンポポ亜科・キク亜科などの出現率が高く、田所遺跡周辺ではこれらの草本類を中心とした裸地的な植生空間が推定される。また昆虫分析ではヒメコガネ・サクラコガネ *Anomala daimiana*・マメコガネ *Popillia japonica*などの食葉性昆虫の多産から、果樹・マメ科植物などが生育する人為度の高い畑作地の存在が推定される。

両分析によって推定しうる古環境（特に植生）には、下図に示したように相関度の高いものも認められるが、昆虫化石の大半を占めるヒメコガネが食していたと考えられる畑作物（大部分が虫媒花粉）の存在は花粉分析では全くといってよいほど認められなかった。昆虫化石の死後の移動が少ないことを考慮に入れれば、昆虫分析試料を産した溝のまわりに食植性昆虫の食害対象となった畑作物などの植物が繁茂していたことはほぼ確実であろう。

このように花粉分析では復元されにくい植物が存在するということは、花粉分析によって古植生や古環境を復元する際、充分考慮していかなければならない課題である。

昆虫・植物および珪藻の示す生態系



P6

植物遺体のＤＮＡフィンガープリンティングによる種の同定
----樹種を中心に----

佐藤洋一郎[1)]・陳文炳[2)]・平林涼子[1)]

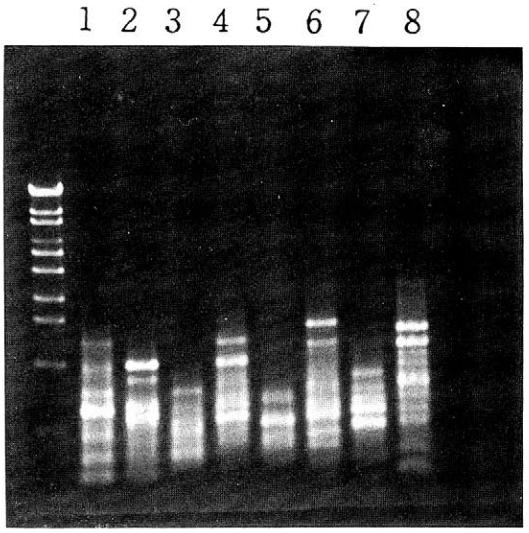
（１：国立遺伝研，　２：静岡大農学部）

古代の生態系や農耕の研究に、植物遺存体を用いた種や品種判定が有効である。私たちは出土する植物遺存体からDNA（デオキシリボ核酸）を取り出し、種や品種の判定を試みている。特に、古代の生態系の構成種や、森と人との関わりを調べるために、樹種を中心に解析をすすめている。今までに24種31サンプルからDNAを抽出することに成功し、種を判定するための特定のDNA断片を検索中である。詳細はポスターで説明するが、今までのところ、以下のようなことがわかった。

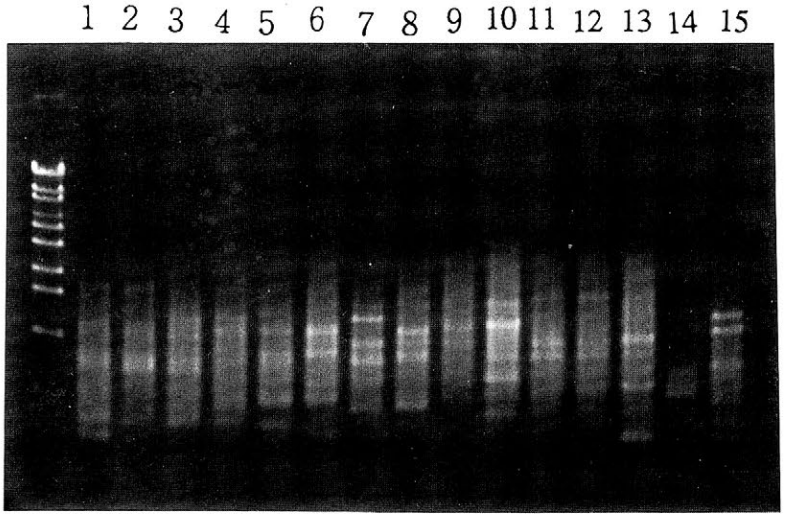
（１）樹種の場合、原生の標本よりも遺存体のほうがDNAがとりやすかった。ただし炭化していないことが前提である。炭化していなければ組織が柔らかくなっていても問題はなかった。またサンプルの量は0.5g程度で充分なので、道具など貴重な出土遺物の場合でも、分析が可能なことがわかった。

（２）抽出に際して、種の違いによる難易がないことがわかった。現在DNAが抽出されたサンプルは、他の樹種鑑定によりスギ、クスノキ、カシ、ヒノキなどと鑑定されたものを含み、裸子植物、被子植物、広葉、針葉の違いを越え、多様な科に属している。

（３）抽出されたDNAをPCR法によってその特定断片を増幅中で、まもなく種、属を区別するためのマーカ・ライブラリーを作ることができると期待される。（図１）。



1.カスミザクラ
2.ヒサカキ
3.タイミンタチバナ
4.サカキ
5.クス
6.コナラ
7.スギ
8.カシ



1～2　原生のクス
3～10　樹種不明の遺存体
11～12スギ
13～14カシ
15　カシ

図1.20サンプルから抽出したDNAをあるプライマー（DNA断片を増幅させるときの増幅開始位置を決めるDNAの小断片）を用いて増幅し、電気泳動して得たバンド・パターン.

P7

東大阪市北島遺跡でみられた泥質堆積物の地震による変形構造

松田順一郎・池崎智詞・別所秀高(東大阪市文化財協会)

はじめに

表層付近の堆積物の地震動による小断層や、液状化にともなって生じる墳砂現象は、これまで多くの考古遺跡で発見され、古地震の編年研究が進められている。しかし、泥質堆積層や砂脈を伴わない砂層の変形構造にみられる地震の痕跡については報告例に乏しい。河内平野沖積低地の東縁に位置する北島遺跡(東大阪市西石切町、図1)では、縄文時代後期頃から近・現代までの堆積層(標高-1.5～3.5m)の発掘調査が行われ、湖沼性および河流性の粘土・シルト層、泥炭層、砂礫層および畑作耕作土層などの累重中に地震動によって説明できる堆積物の変形構造がみとめられた。変形構造を詳細に観察した結果、弥生時代中期中頃、古墳時代後期頃、奈良～平安時代に発生した少なくとも3回の地震の痕跡を確認した。以下に本調査区約3000m2の1地点における変形構造のシーケンスについて述べる(図2)。

変形構造1

縄文時代後期～晩期に堆積した緑灰色粘土層とその上位の黒色粘土層の層界付近(A)には、上位層の流動による前者の引きずりや巻上げが繰り返されて生じた長さ数cmのケバ立ったようなラミナが多数みとめられた。黒色粘土(A-C)中位の緑灰色粘土(B)にも同様の構造がみとめられた。黒色粘土と上位の植物遺体細片を多く含む暗褐色砂質シルト質粘土層(C-D)の層界(弥生時代中期前半の遺構面、C)は、上下相方向の荷重によって下に凸および上に凸な大小の曲面によって構成されるほか、上下層が互いに巻込み合う部分があった。また、上位の層には下位の黒色粘土が断裂して取り込まれ、円礫状の粘土礫となって散乱していた。粘土礫が円くなるのはマトリクスとの間で相対的な回転運動が生じたためと思われる。同層の上部からこの上位の暗灰褐色シルト質粘土の下部では無方向なコンボリューションないしフレーム構造をなしていた。同層の最上部では変形構造はほとんどみとめられなかった。このことと、以上の変形構造の形態が互いに連続的であることから層準A-Eまでの変形構造は1回の地震によって生じ、その年代は弥生時代中期後半と考えられる。

変形構造2

弥生時代後期頃に堆積した泥炭層と上位の灰色粘土層の層界付近(F)は、上位層の流動による前者の引きずりや巻上げが繰り返されて生じた長さ2、3～20cmのケバ立ったようなラミナが多数みとめられた。泥炭層は数cmの波長の屈曲した葉理を示していた。灰色粘土層と上位の緑灰色砂質シルト質粘土との層界(G)は上方からの荷重のによって、おもに下に凸な面からなり、しばしば灰色粘土および泥炭層に深くくい込んでいた。また、この部分が粉砕され、流動する灰色粘土中に取り込まれて円礫状の粘土礫となって散乱していた。層界Gより上の緑灰色砂質シルト質粘土には下位の灰色粘土がフレーム状に取り込まれ断裂して散乱していた。緑灰色砂質シルト質粘土上部では色調の異なる極細粒砂や粘土のラミナが無方向なコンボリューションないしフレーム構造をなしており、その上部は奈良時代初頭の堆積層(砂礫混じりシルト質粘土)以上の異なる変形構造と不連続に接していた(H)。以上の層準F-Hまでの変形構造は連続的であり、1回の地震によって生じたと考えられる。その年代は古墳時代後半であろう。なお、この変形構造は北島遺跡周辺の鬼虎川遺跡や水走遺跡、さらに約6.5km隔たった河内平野西部の宮ノ下遺跡でも確認されている。また、河内平野中央部の同一層準でヒトの踏み込みによる撹乱とされている堆積構造の多くは地震の痕跡である可能性が高い。

変形構造3

奈良時代に堆積した砂礫混じりシルト質粘土層下面は明瞭な層界をなすが、上面は不明瞭で上方細粒化し、有機物を含むシルト質粘土に漸移する(H-I)。この間にはおもに無方向なフレーム構造がみとめられたほか、断裂して円礫化した粘土礫が点在していた。同層の上位の奈良時代から平安時代に堆積

した砂礫層(I)はロードキャストおよびボール・アンド・ピロー構造を形成していた。この下底から下方へは、しばしば亀裂が生じており、砂礫で充填されていた。いっぽう泥炭層の上面(F)からは古墳時代後半に生じた一連の変形構造を切って上方に無数の亀裂が発達し、泥炭の細片と灰色粘土で充填されていた。これら2種類の亀裂が連結したものも多かった。下方からの亀裂は層準F付近の液状化にともなうものと思われる。以上の層準H-Iの変形構造と層準F-I間の亀裂は1回の地震によって生じ、その年代は奈良時代末から平安時代初頭と考えられる。ただし、上方からの亀裂は他の地点では奈良時代の耕作地の下位に挟まれる砂礫層下面(Hに相当する)でも生じており、上記の変形構造には2回の地震の痕跡が重複している可能性がある。

以上の所見に加え、現地で採集した土壌試料や写真記録および出土遺物の検討を行い、変形機構の解明と従来の古地震編年との関連づけを行う予定である。

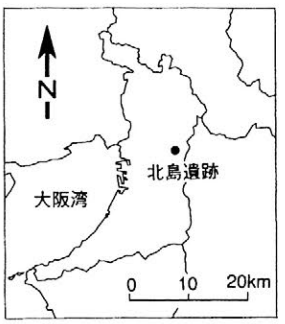


図1　北島遺跡の位置

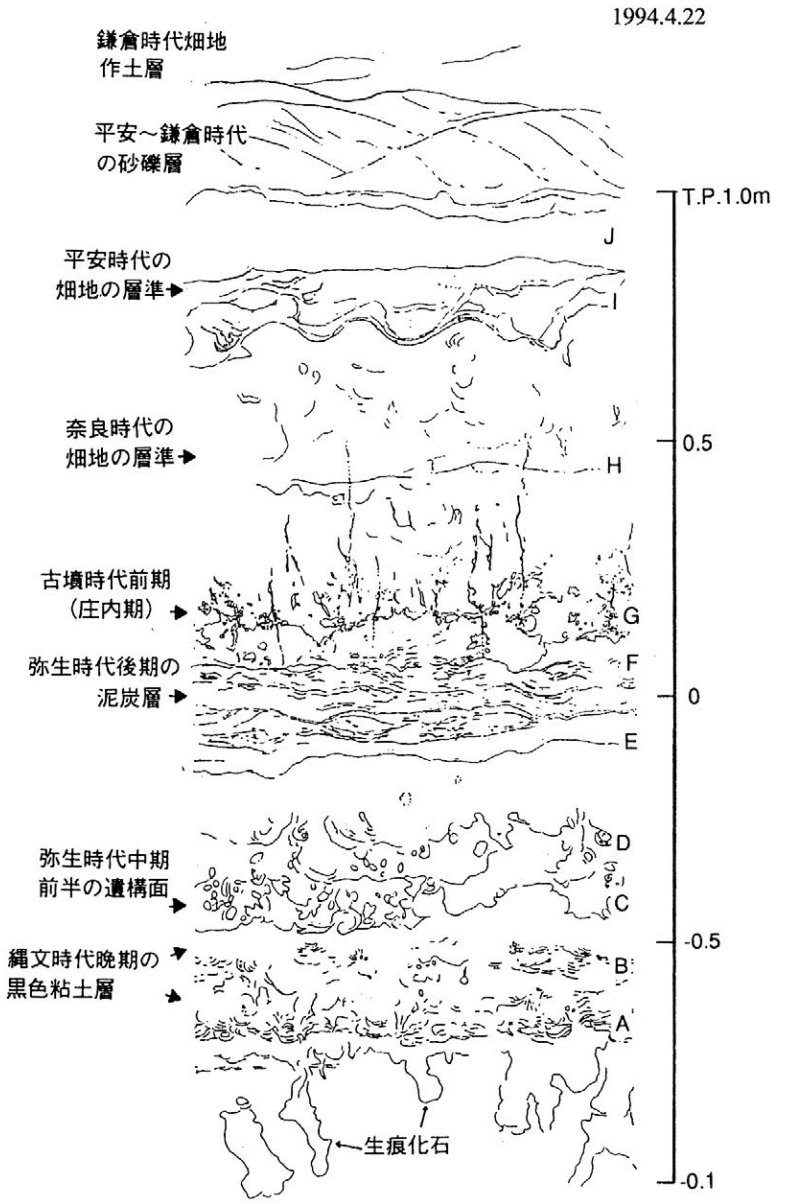


図2　北島遺跡でみとめられた変形構造

P8

蛍光X線分析法による筑後平野北部の弥生土器の胎土分析

中園　聡（九州大学）・三辻利一（奈良教育大学）・松尾　宏（甘木市教育委員会）

Ⅰ．はじめに

土器の生産と流通の様相の解明にあたっては，従来の考古学における形態分析だけでは十分とはいえず，胎土分析の結果と総合した考察が不可欠である．実際に古墳時代の須恵器や埴輪については，実態がかなり解明されつつある．そのような中で，弥生土器の生産と流通については，民族誌の援用などからの推定がなされてはいるが，須恵器などに比べると胎土分析の例も限られており，実証面での立ち遅れは否めない．

今回の分析試料中には埋葬用の大型甕棺も含まれている．弥生時代の専用甕棺は日本でも北部九州に限られ，その巨大さや形態・技法の地域性から地域ごとの専門工人集団の存在を想定する考えも強い．また，他の器種においても特に中期の須玖式土器の段階になると規格性が高まることが知られている．弥生土器の生産ー消費システムの解明の手がかりを得るため，筑後平野北部（福岡県小郡市を中心とする）の７遺跡から出土した弥生時代前期後半（板付II式）から中期末（須玖II式）に至る土器 105点を分析した．

Ⅱ．分析方法

試料は，表面を研削によりクリーニングした後，タングステンカーバイド製乳鉢により粉末にした．これを塩化ビニール製リングの枠に入れ，約10～15tの圧力を加えてコイン状にしたものを蛍光X線分析装置で測定した．測定された元素は，Ｋ，Ｃａ，Ｆｅ，Ｒｂ，Ｓｒ，Ｎａの６元素で，分析値はＪＧ－１による標準化値を用いた．

Ⅲ．結果と考察

いずれの遺跡でも，時期的な変化は認められなかった．また，小郡市北部の丘陵部に立地する遺跡と南部の沖積平野部に立地する遺跡とではとくにＣａ，Ｓｒにおいて顕著な差がみられた．また，中部域の低台地遺跡では中間的な値を示した．大きくは「北部型」と「南部型」があることが看取できるが，個々の遺跡ごとに若干のずれが認められ，化学特性に北部から南部へかけての遷移があるようにもみえる．このことは主成分分析の結果にもよく表れている．こうしたことから，弥生時代前期から中期末に至るまで，ほぼ各集落内での自給自足的な体制がとられていたと考えることができる．さらに，甕棺についても，各遺跡の土器の変異の幅を出るものではないため，少なくとも対象地域においては，特定工人集団からの供給という可能性は非常に薄いと結論できる．また，このことは甕棺の生産ー消費システムのみならず葬送システムにおける甕棺製作者の位置づけについて従来と違ったイメージを喚起すると思われる．な

お，この地域の拠点的な大集落とみられる大板井遺跡においては変異の幅が広いため，周辺から一定量土器が持ち込まれている可能性も否定できない．

今後，一方で土器の形態や技法等における微細変異の検討も進めつつ，さらなる事例を積み重ねる必要がある．

本研究は文部省科学研究費・国際学術研究（代表者　三辻利一）の成果の一部である．

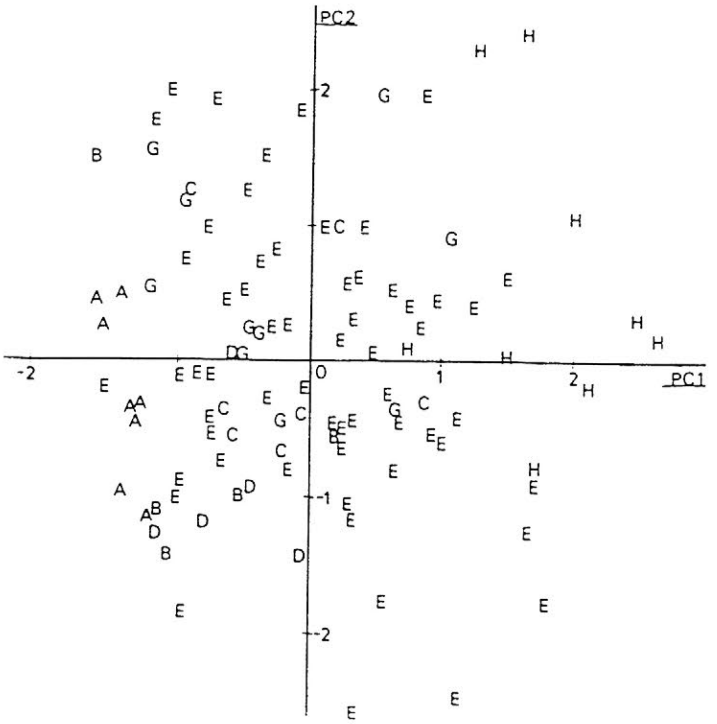


図１　主成分分析による２次元散布図

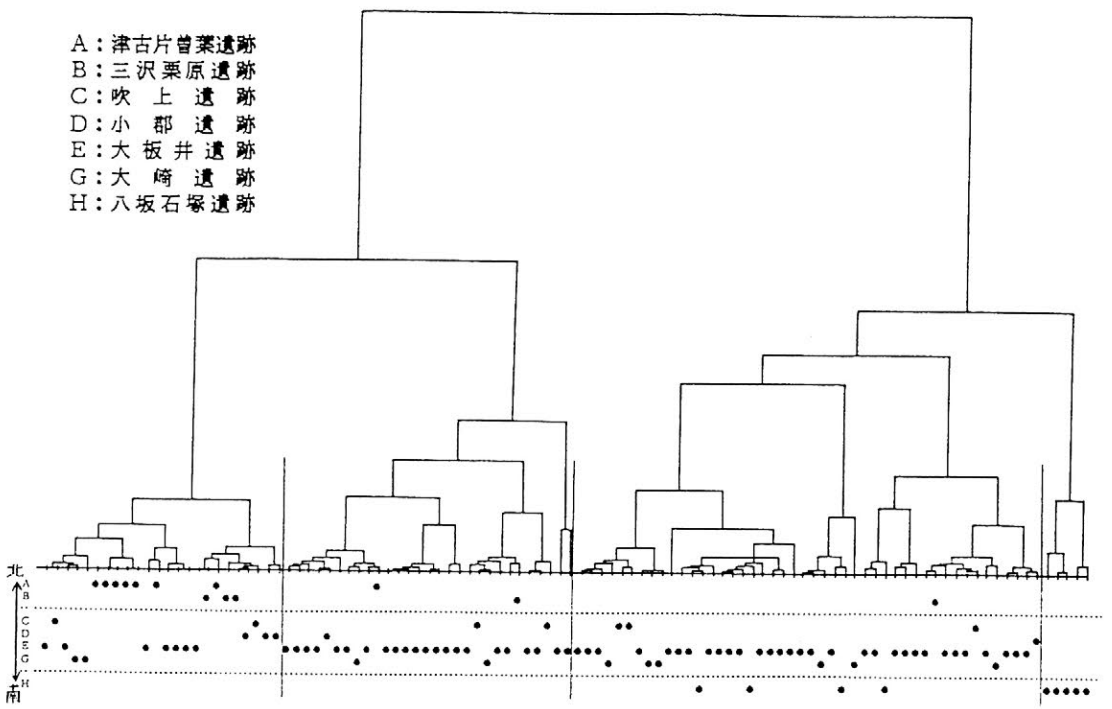


図２　クラスター分析結果

P9

埼玉県内出土埴輪およびその胎土研究

増田逸朗（埼玉県立さきたま資料館）、太田博之（本庄市教育委員会）
新井　端（河南町教育委員会）、山崎　武（鴻ノ巣市教育委員会）
三辻利一（奈良教育大学）

１．埴輪は古墳時代後期には窯で焼成された場合もあるが、一般には窯で焼成されてはいない。したがって、胎土分析によって、須恵器のように産地推定する訳にはいかない。現在、主として、埴輪胎土とその形式に関する情報が集積されつつある。例えば、同一古墳から出土した形象埴輪と円筒埴輪の胎土は同一か、否か。同一古墳から出土する埴輪で、横ハケ技法、縦ハケ技法の別技法で作られた埴輪胎土は同じか、否か。また、同一古墳に埴輪を並べた配置が残っている場合、胎土と配置に何らかの関連があるか、否か。これらはほとんど未解決の問題である。勿論、窯跡が残っているものについては須恵器と同じようにして産地を推定することは可能である。いま、このような観点から、埴輪の胎土研究が全国各地で進められている。

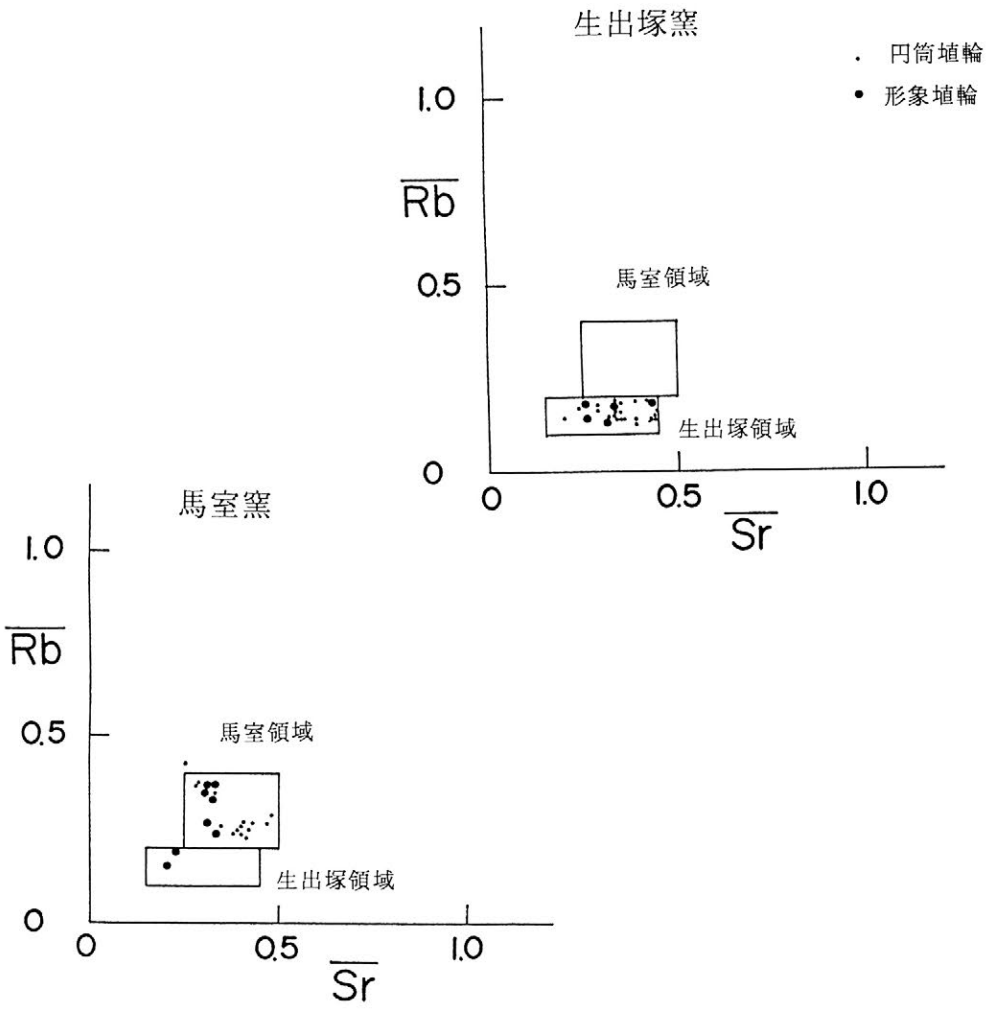
埼玉県は西の奈良に対して、東の埴輪の大量出土県といっても過言ではない位、多くの埴輪が出土する。また、埴輪を生産した窯跡も多数見つけられている。表１には埼玉県内の埴輪の製作跡一覧表を示してある。本報告では、これら窯跡出土埴輪の化学特性を求め、その相互識別を検討するとともに、これらの埴輪胎土に対応する胎土をもつ埴輪はどの古墳から出土するのかを調べた結果について報告する。

２．化学特性を比較するため、窯跡出土埴輪のＲｂ－Ｓｒ分布図を下図に示してある。

生出塚窯出土埴輪を多数分析した。これらのすべてを包含するようにして、生出塚領域を描いてある。この領域と比較することによって、他の窯跡出土埴輪の化学特性を定性的に求めることにした。生出塚窯の埴輪と類似した化学特性を持つ埴輪は他にも、和名窯、桜山窯、権現坂窯から出土する。いずれもＫ，Ｒｂ量が少ない。姥ケ沢窯の埴輪にはＫ，Ｒｂ量がさらに少なくなる。これに対して、馬室窯、割山窯の埴輪にはＫ，Ｒｂ量が比較的高い。そのため、これらの窯の埴輪は他の窯のものから容易に識別できることがわかった。当日は、２群間判別の結果や、Ｆｅ、Ｎａ因子についても比較した結果を報告する。さらに、これらの窯跡出土埴輪と同質の胎土を持つ埴輪はどの遺跡から出土するのかについても併せて報告する。

埼玉県埴輪製作跡一覧

番号	名　　称	所　在　地	窯跡基数	時　期	備考
1	宇佐久保埴輪窯跡	美里町白石	12基	6C中葉	
2	八幡山埴輪窯跡	児玉町八幡山	2基		
3	蛭川埴輪窯跡	児玉町蛭川			
4	赤坂埴輪窯跡	本庄市五十子			
5	宥勝寺北裏埴輪窯跡	本庄市前山	3基	6C後半	
6	割山埴輪窯跡	深谷市上野台	20基	6C第Ⅱ～6C第Ⅳ	
7	権現坂埴輪窯跡	江南町権現坂	3基	6C後半	
8	姥ケ沢埴輪窯跡	江南町千代	11基	6C前半	
9	桜山埴輪窯跡	東松山市桜山	17基	6C第Ⅱ～6C第Ⅳ	
10	和名埴輪窯跡	吉見町和名	8基	6C中葉	
11	馬室埴輪窯跡	鴻巣市原馬室	10基	5C第Ⅳ～6C第Ⅳ	
12	生出塚埴輪窯跡	鴻巣市東	38基	6C第Ⅰ～6C第Ⅳ	



P10

蛍光X線分析法による筑後平野の古墳出土埴輪の胎土分析

岸本　圭（九州大学）・中園　聡（同）・三辻利一（奈良教育大学）

Ⅰ．はじめに

筑後平野には古墳時代後期を中心として数多くの古墳が築かれる．そこには北部九州最大規模の前方後円墳である岩戸山古墳をはじめとして巨大古墳が集中し，古代史上重要な位置を占めている．それらの古墳には大量の埴輪が使用されており，古墳の年代を決定するための重要な素材として研究がすすめられてきた．しかし，これらの埴輪の生産地についてはほとんど未解明のままである．これには，埴輪窯の発見例が少ないことも影響しており，この地域にはせいぜい小隈・山隈・立山山という３か所の埴輪窯が確認されているにすぎない．また逆にこれらの窯の製品がどの古墳に供給されたかに関しては，形態の面からある程度考察がなされているものの，客観的な証拠に乏しいといえる．すなわち埴輪の生産と流通に関する問題はこれまでのところほとんど解明されていないのが現状である．今回は胎土分析の成果から筑後平野の古墳出土埴輪胎土の地域的な特性を把握し，埴輪流通の問題を解く一助とするのが目的である．

素材としたものは筑後平野のⅣ・Ⅴ期の埴輪であり，地域的なまとまりで分類し，地域ごと，古墳ごとの様相を把握する．

Ⅱ．分析方法

試料は，表面を研磨により汚れ等を除去した後，タングステンカーバイド製乳鉢により粉末にした．この粉末試料を塩化ビニール製リングの枠に入れ，約10～15tの圧力を加えてコイン状の錠剤試料を作成し，蛍光X線分析装置で測定した．Ｋ，Ｃａ，Ｆｅ，Ｒｂ，Ｓｒ，Ｎａの６元素が測定されたが，分析値はＪＧ－１による標準化値を用いている．

Ⅲ．結果と考察

朝倉地域では埴輪を焼成したと考えられる小隈・山隈という２基の窯が調査されている．なおこれらの窯は須恵器も焼成したいわゆる併用窯とみられる．これら両窯は近接して存在しており，胎土の特色も似通った傾向を示すが，山隈窯のほうが若干Ｓｒが少なくＣａが多い．小隈古墳・古寺１号墳・小田茶臼塚古墳に供給されたと推定できる．ただ小田茶臼塚古墳に関しては，小隈・山隈窯とは異なった特色を持つ一群の埴輪がある．これらは後述する浮羽地域の資料と共通するものであり，複数地域からの供給が想定される．浮羽地域をみると，月岡古墳は比較的良いまとまりを示す．それに対し，塚堂古墳はばらついた傾向を示すが，大きく２群に分けることが可能である．そのうちの１群は月岡古墳に重なるものであり，月岡古墳と共通の供給元が想定できる．塚堂古墳は形態からみて１古墳内の埴輪の変異が大きく，これが胎土

の違いと相関するものと考えられる．これら浮羽地域の埴輪の胎土は朝倉地域のものとは異なった特徴を示し，距離的にはそれほど遠くはないものの小隈・山隈窯からの供給は考えられない．久留米地域は，ＲｂとＳｒに関しては朝倉地域に類似するが，Ｃａが少ないのが特徴である．分析結果は，古墳ごとのまとまりが良く，１古墳につき１つの供給元があったと推定できる．八女地域も，今まで述べた地域との判別が可能である．ただ石人山古墳の胎土は２群に大別され，そのうちの１群は久留米のものに類似する．このことから石人山古墳には久留米・八女の両地域からの供給が推定できる．他の古墳は１古墳ごとに良いまとまりを示し，古墳間に重複がほとんど存在しない．このことは八女地域では供給元が１古墳につき１箇所存在したことを示唆するものである．鳥栖地域は，八女地域と類似する．地理的には鳥栖と八女の間には久留米があるのだが，胎土は久留米とは異なっている．埴輪に施された技法の点からも鳥栖・八女に共通点がみられ，今後政治・文化史的側面からの検討が必要となろう．

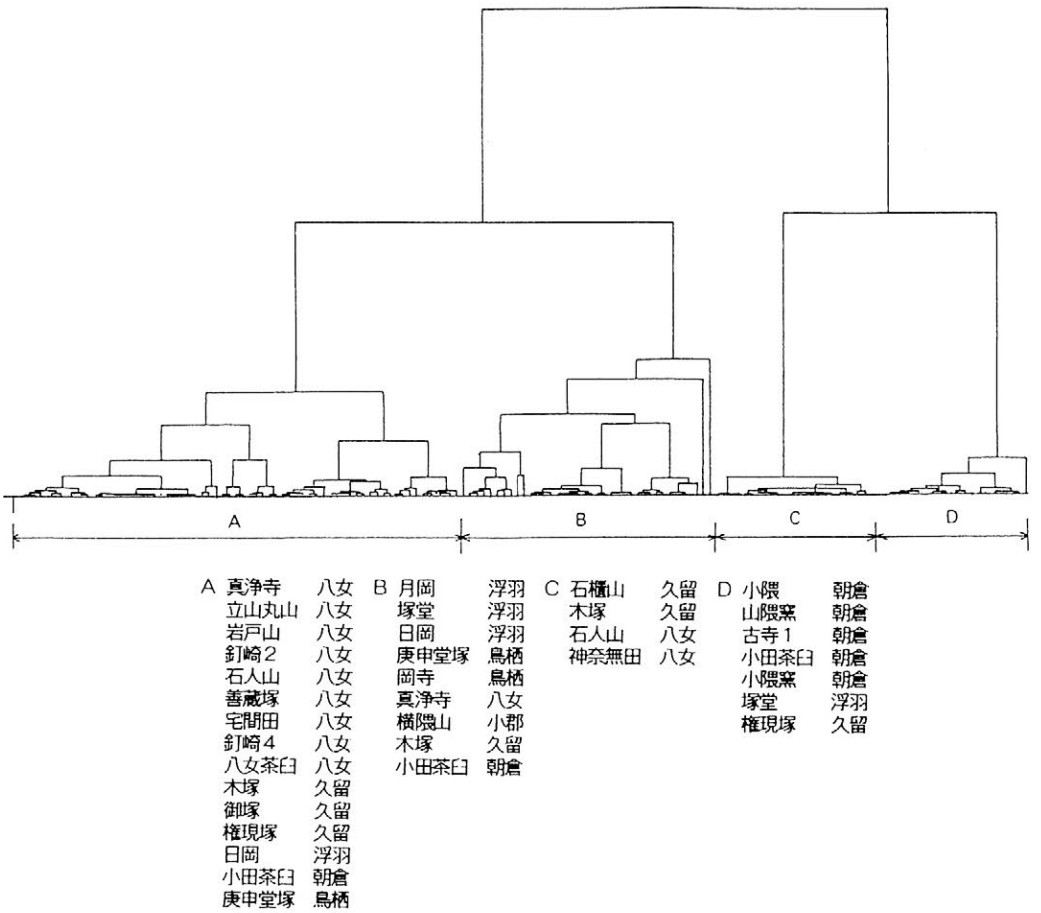


図１　クラスター分析結果

P11

五所川原窯群出土須恵器およびその胎土研究

三浦　圭介、岡田　康博（青森県埋文センター）
三辻　利一（奈良教育大）

1.五所川原窯群は五所川原市内を流れる前田野目川流域で見つけられた数10基の窯からなる中規模窯群である。本邦、最北端の須恵器窯群ということになる。10世紀中葉から１１世紀前半にわったて操業されたと推定されている。窯群の規模からみても、当然、五所川原市周辺の遺跡へ供給するためのみの目的をもって開設された窯群とも思えない。ここで作られた壷類の中には底面に菊花状の紋様をもつものがあり、これが考古学的にみた一つの特徴となっている。早くから、ここの製品は北海道の遺跡へ供給されていたといわれる。果たして、五所川原窯群はどの程度の供給力をもっていたのだろうか。この問題に対する解答を出すため、五所川原窯群の須恵器の胎土分析が始められた。

本報告では、五所川原窯群産の須恵器の化学特性を明らかにするとともに、青森県、北海道内の多数の遺跡から五所川原窯群産と推定される須恵器が検出された例について報告する。

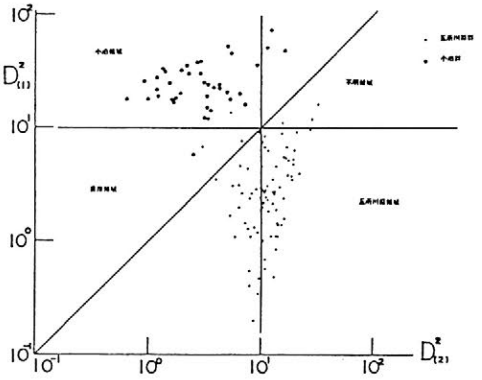
2.図１には、五所川原窯群出土須恵器のＲｂ－Ｓｒ分布図を示す。

青森県、北海道内の１０世紀代の遺跡には、図１の五所川原領域をずれて分布する須恵器も数多く出土している。それらの須恵器は、別産地の製品とみられる。これらは、何処から供給されてきたものであろうか。それらを分析した結果、そのＫ，Ｒｂ量からみて、多くは日本海沿岸地域の製品であると推定された。そこで、日本海沿岸地域の大・中規模の須恵器窯群を取り上げることにした。その一つとして、佐渡の小泊窯群があげられる。五所川原窯群と小泊窯群の２群間判別分析図による相互識別の結果を図２に示す。両者の相互識別は十分可能であることを示している。

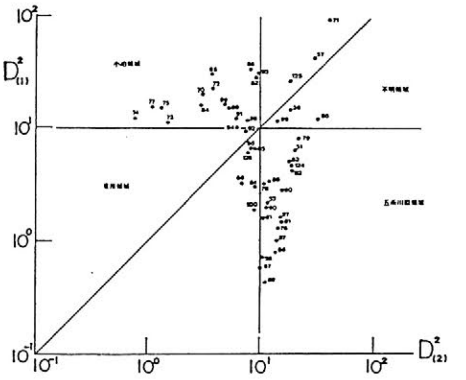
次に、五所川原窯群周辺の遺跡から出土した須恵器を五所川原窯群、小泊窯群の２群間判別分析図上にプロットしたのが図３である。両者を比較すれば多くのものが五所川原窯群に対応することがわかる。勿論、少数のものが不明領域に分布しているが、小泊領域に分布しているものもかなりある点が注目される。果たして、これらは小泊窯群であるのだろうか、それとも、小泊窯群と類似した胎土をもつ別産地の製品なのであろうか、この点

について目下、検討中である。

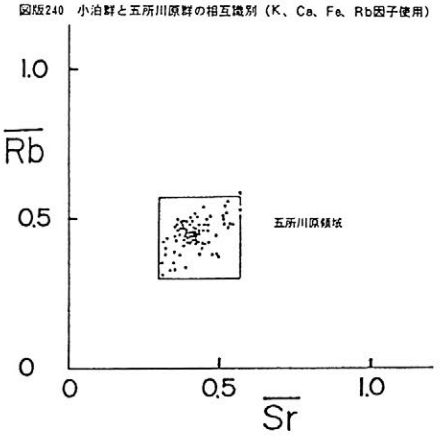
青森県内における五所川原窯群産須恵器の供給先の一例を図４に示しておく。



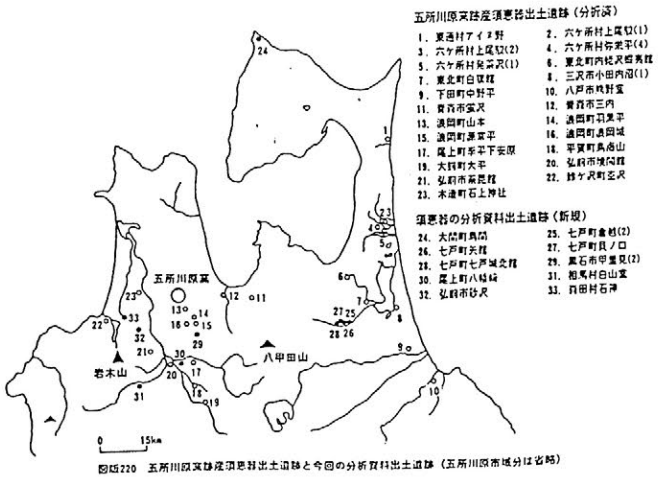
図版240　小泊群と五所川原群の相互識別（K、Ca、Fe、Rb因子使用）



図版241　五所川原窯群周辺地域の遺跡出土須恵器の産地推定（K、Ca、Fe、Rb）



図版239　五所川原窯群の須恵器のRb−Sr分布図



図版220　五所川原窯群産須恵器出土遺跡と今回の分析資料出土遺跡（五所川原市域分は省略）

五所川原市史　　史料編Ⅰ　　（五所川原市1994年）

P12

大戸窯群出土須恵器、およびその胎土研究

石田明夫（会津若松市教育委員会）
三辻利一（奈良教育大）
村田晃一（東北歴史資料館）

１．大戸窯群は会津若松市の中心部から南方約12kmの所に在り、南北3km、東西2kmの地域内に171基の須恵器窯と36基の中世陶器窯が確認されている。東北地方最大級の窯群である。福島県内にはこの他に、大規模な窯群はなく、数基～10基程度の小規模窯群が数カ所に散在するにすぎない。

東北地方の最古の須恵器窯は5世紀代と推定される仙台市内の大蓮寺窯である。その後、須恵器生産は途絶え、6世紀代の窯は見つけられていない。7世紀代の窯は近年、福島県相馬郡に善光寺窯群が、また、福島市内に宮沢窯群、小倉寺窯群、台畑窯群が見つけられているにすぎない。

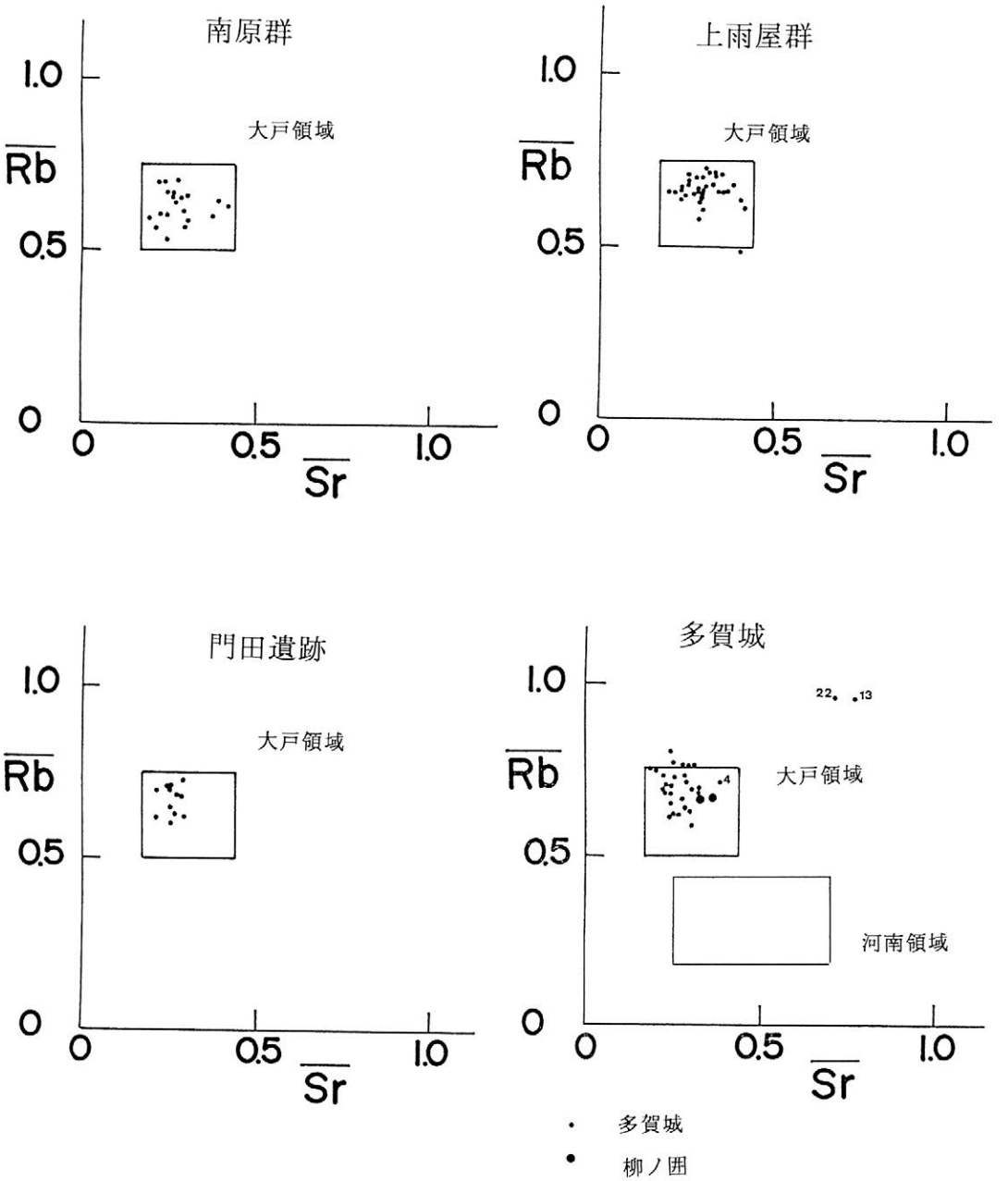
大戸窯群の操業は8世紀代中葉に始まり、9世紀代に最盛期を迎えたといわれる。東北地方ではずば抜けて規模の大きい窯群であるだけに、官窯としての性格をもつ可能性がある。官窯であれば、周辺地域の官衙クラスの遺跡へ供給のルートも一定していたものと思われる。これらの点に注目しつつ、大戸窯群の製品が何処まで供給されているのかを本格的に調査研究しようと計画した。

２．大戸窯群は大きくは南原地区と上雨屋地区にわかれる。南原地区の窯出土須恵器のＲｂ－Ｓｒ分布図を図１に、また、上雨屋地区の窯出土須恵器のＲｂ－Ｓｒ分布図を図２に示す。両者の化学特性が類似していることがわかる。事実、両者の２群間判別分析の結果も、相互識別は困難であることがわかった。かくして、南原地区の窯群に上雨屋地区の窯群を集めて、大戸窯群としてまとめることができる。

次に、大戸町に隣接する門田町の遺跡から出土した須恵器のＲｂ－Ｓｒ分布図を図３に示す。判別分析の結果も、大戸窯群産と推定された。この他、福島県下の多くの遺跡から大戸窯群産の須恵器は検出された。

次は、県外の遺跡に供給されているかどうかという問題である。ここで東北地方最大の官衙である多賀城が注目されることになった。多賀城出土須恵器のＲｂ－Ｓｒ分布図を図

4に示しておく。これらは地元、河南町や仙台市の窯群の製品ではなく、大戸窯群の製品であることは判別分析の結果から証明された。やはり、官衙クラスの遺跡へ供給されていたのである。さらに、興味深いことには、大戸窯群の製品は日本沿岸地域の遺跡へは供給されておらず、例外なく、太平洋側の遺跡へのみ供給されている。やはり、官窯としての性格を示しているようである。



大戸古窯跡群分布調査報告書　1988.3　会津若松市教育委員会

P13

石川県における須恵器の産地同定について

－考古学的分析と蛍光X線分析－

木立雅朗（石川県教育委員会）　三辻利一（奈良教育大）

1．はじめに

石川県内には図１のように主な須恵器窯跡群が７箇所確認されている。５世紀末頃から操業を開始するもの（２・７）、６世紀末～７世紀初頭に操業を開始するもの（３・４・６）、８世紀中頃に操業を開始するもの（１・５）に分けられる。多くの窯跡群が９世紀前半のうちに操業を中止するが、１・２・４・７では10世紀前半まで操業を継続している。これらの窯跡群は東海地域の猿投窯跡群や美濃須衛窯跡群のように旧国内や旧国を越える広域供給を目指した大規模なものではない。基本的に旧国を越えない狭域供給を目指した小規模な窯跡群である。そのため、消費遺跡からは複数窯跡群の製品が混在する場合があり、産地を識別することが重要な課題となる。

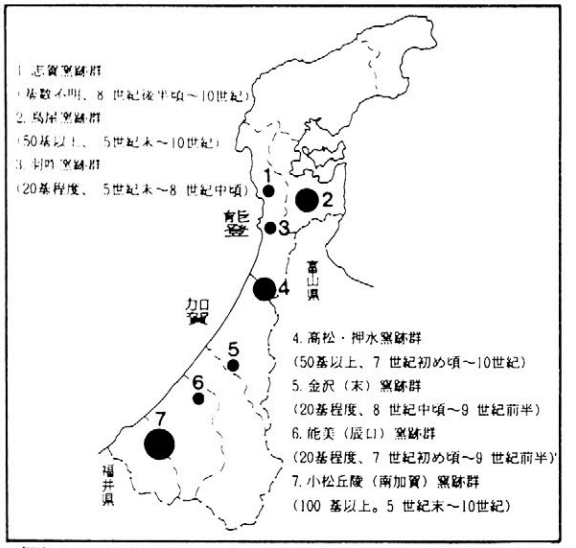


図１．石川県の主要須恵器窯跡群分布図

２．石川県下の須恵器窯跡群の考古学的特徴

各産地の須恵器は考古学的にもある程度識別が可能である。

１～４の産地では皿が少ないのに、６・７では皿が多い。５はその中間的な量である。能登では皿が少なく、加賀では多いと言う特徴が確認できる。細部の形態も各産地毎の特徴を示し、大きく見ると能登は富山県に、加賀は福井県に近い特徴を持つ。加賀と能登の差は北陸を２分する大きな境でもある。

肉眼観察で胎土を観察すると、２～４では胎土中に花崗岩起源の粒を含み、６・７では丸みをもった流紋岩を含む。１・３では海綿骨片を含むなど、各産地の胎土にも独自の特徴が認められる。

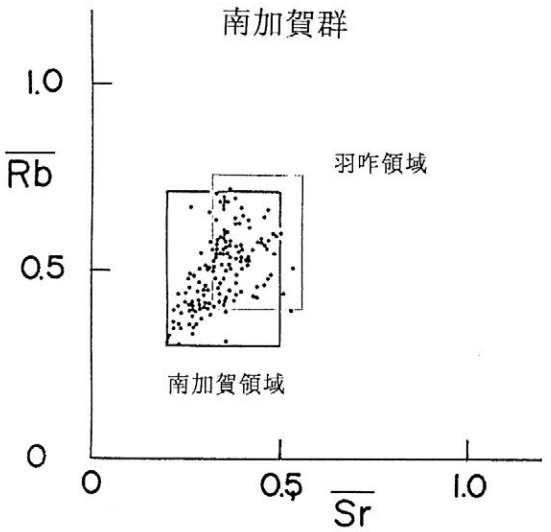
このように胎土の特徴や器形、器種によって産地を識別できる。とくに加賀と能登の差は明瞭である。しかし、６と７、２と４などの近接する産地の製品は特徴が似ており、識別が難しい例が多い。また、富山県や福井県に接する地区では相互に製品の交流があった可能性があるが、産地が県境に隣接していて識別が難しい。

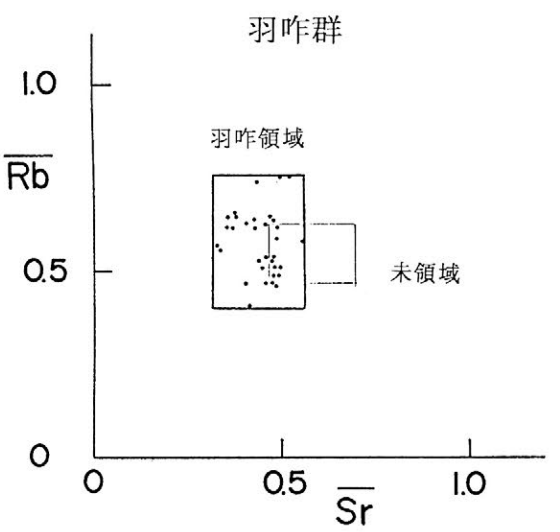
３．蛍光X線分析の結果

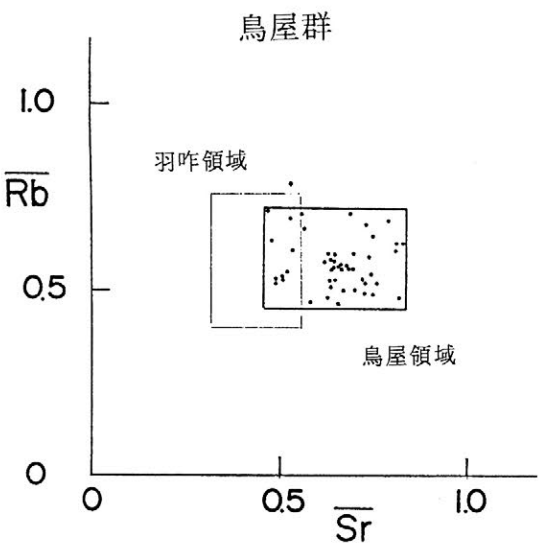
窯跡出土須恵器の化学特性を手っとり早く知る方法はＲｂ－Ｓｒ分布図を作成することである。Ｒｂ、Ｓｒは微量元素であるが、それぞれ、主成分元素Ｋ、Ｃａと良好な正の相関性を持つことが実験データから示されている。このことから、マグマから岩石の生成、岩石が風化して粘土の生成の過程で、これら微量元素は対応する主成分元素と挙動をとも

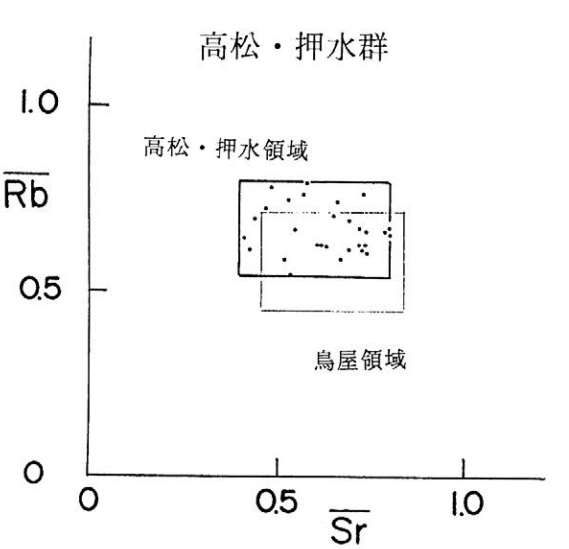
にしたと考えられる。そのため、Ｒｂ－Ｓｒ分布図の代わりにＫ－Ｃａ分布図を描いても同じような傾向をもつ分布図が得られる。ただ、Ｒｂ－Ｓｒ分布図の方が分布が広く、見易いために使用しているに過ぎない。Ｋ－Ｃａ分布図は言い換えれば母岩の（カリ長石）－（斜長石）の分布図に対応する。

下図には南加賀、能美、金沢、高松・押水、羽咋、鳥屋の各窯群のＲｂ－Ｓｒ分布図を示しておく。当日はこれら窯群間の２群間判別の結果を示すとともに、横江庄などの遺跡出土の産地推定の実例についても触れる。









P14

兵庫県内窯跡出土須恵器およびその胎土研究

森内　秀造（兵庫県教育委員会）

永井　信弘（加西市教育委員会）

三辻　利一（奈良教育大）

1.北海道、神奈川県、山梨県、長野県の４県を除く全県で須恵器窯跡が発見されている。そのうち最大多数の須恵器窯をもつのが兵庫県である。畿内の古墳時代の須恵器生産の中心は、大阪陶邑にあるが、その後、その中心は兵庫県に移る。相生窯群、礼馬窯群、高丘窯群、姫路窯群、魚住窯跡など数10基から、100基を越える窯跡からなる大・中規模の窯跡が数カ所に存在する。このような例は他の何処にもない。これらの窯群の分布図を図１に示す。

胎土分析によって地域差を求めることができる。産地推定においては地域差と同時に、土器の時代に関する情報が必要である。このために、通常、土器のプロポーションなどの考古学の情報が要求される。

上記の県内の窯群の推定操業年代を図２に示す。

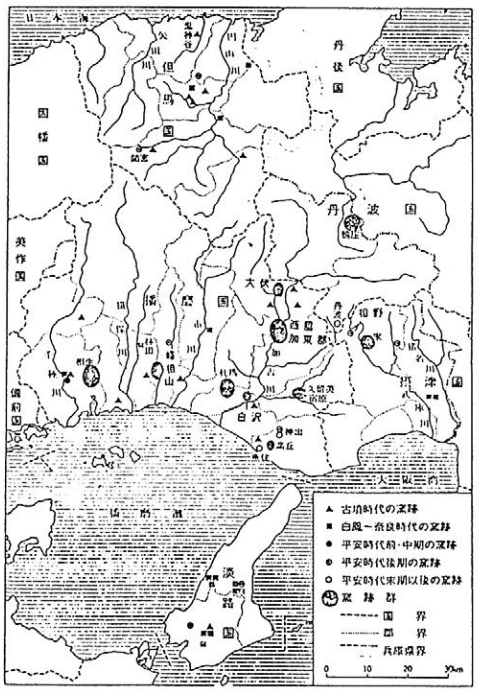
本報告にはじまる一連の報告では、兵庫県内の窯群出土須恵器の化学特性を明らかにするとともに、胎土分析によって、遺跡出土須恵器の産地推定の結果についても併せて報告する。

2.六甲山地を背景にもつ兵庫県内の窯跡群出土須恵器の化学特性は、比較的類似している。

相生窯群などのいくつかの窯群の化学特性の比較のため、Ｒｂ－Ｓｒ分布図を下に示しておく。

また、６世紀代の窯として、相生市の丸山窯を、そして、その供給先とみられる笹田古墳のＲｂ－Ｓｒ分布図も併せて示しておく。

当日は、これらの窯間の２群間判別による相互識別や判別分析による産地推定の結果について発表する。



第1図 兵庫県下の窯跡分布図

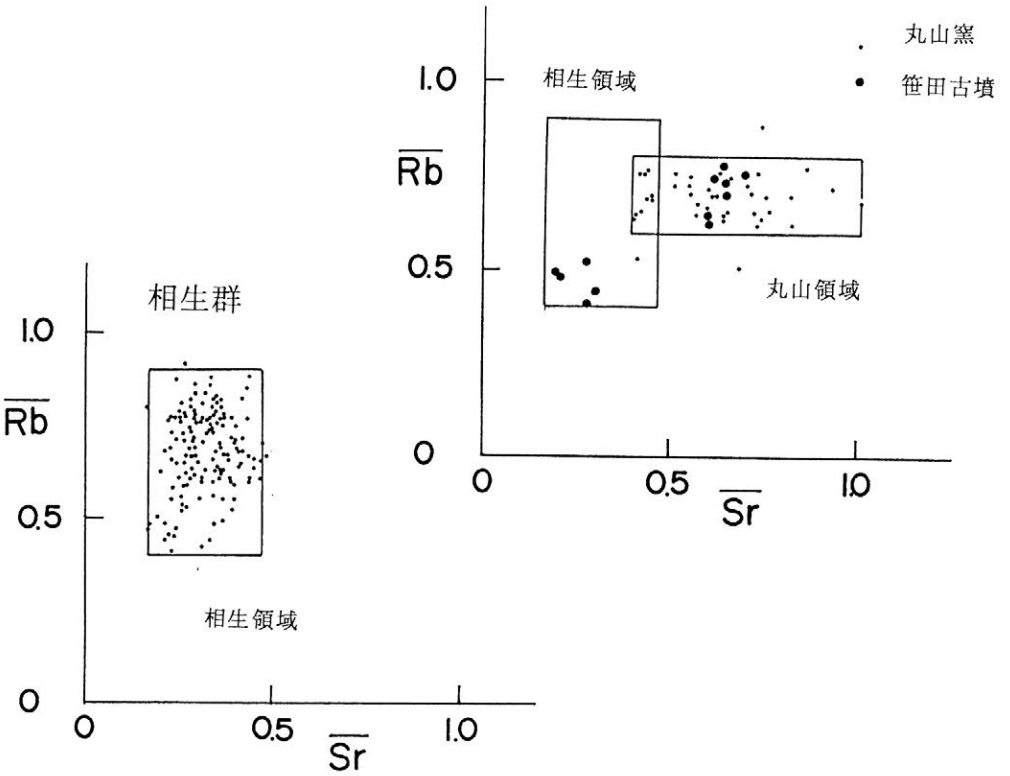
第1表 主要窯跡群の規模と存続期間

国	旧郡名	現在の市町名	窯跡総数	内訳 古墳	内訳 律令	内訳 平安	5C	6C	7C	8C	9C	10～12C
播磨	明石	明石市	21	3	18				高丘			
			55	2		53						魚住
		神戸市	50~60			34						掉出
	印南	加古川市	5		5				白沢			
			100 α		75	12				志方（札馬）		
	美嚢	三木市	54		9	45				久留美		
	賀茂	加東郡	201		16	183						
		加西市	23		12					西ノ側		
	多可	多可郡	16		16					大伏他		
	飾磨	姫路市	65	9	56				峰相山			
	赤穂	相生市	132	8	33	93						
摂津	有馬	三田市	17	2	14	1				末		
			18			18						相野
	川辺	宝塚市	3		3							
丹波	氷上	市島町	28	2	26				鴨	庄		
	多紀	丹南町	4		4				石住			

備考 古墳：5C～7C前半（素のかえり出現まで）
律令：7C後半～9C前半（平高台鏡の出現まで）
平安：9C前半～

※ 加東郡内の窯の数に西脇市域の窯を含めている。
相生窯跡群に龍野市域の窯の一部を含めている。

丸山窯跡と笹田古墳の試料



P15

対馬の遺跡出土須恵器、陶質土器の胎土研究

泉　武（天理市教育委員会）、永留　久恵（県立対馬歴史民俗資料館）
三辻　利一・野中　俊宏（奈良教育大学）

１．本研究は長崎県対馬における古墳から出土した須恵器の胎土分析を通して、わが国への陶質土器の受容に関する基礎的な研究の一環として企画された。しかし、対馬という特殊な地理的環境下にある遺跡では、陶質土器のみならず、須恵器が日本のどの地域から流入したかを追求することも、対馬の古墳文化を考える上では重要なテーマである。

対馬の地理的位置は、朝鮮半島と九州島の中間に位置して、朝鮮半島とはわずか５０ｋｍの海峡を挟むだけである。最近の考古学の成果では、半島との交流は、縄文時代まで遡ることが明らかにされている。１９８７年の「弥生・古墳時代の大陸系土器の諸問題」で示された当該時期の遺跡は４６カ所を数えている。その大半は箱式石棺を埋葬施設とする弥生時代後期から古墳時代の墳墓である。副葬品には大陸系の青銅器や土器がしばしば副葬されて、頻繁な交流があったのである。

２．研究で使用した土器は、長崎県立対馬歴史民俗資料館および厳原町立対馬郷土資料館の所蔵になる１３カ所の遺跡の須恵器である。総点数は、７５点であり一遺跡のでの数は少ない。

分析資料にした遺跡は、１．ガヤノキ遺跡　２．チゴノハナ遺跡　３．スス浦崎遺跡　４．貝口寺浦崎遺跡　５．貝口赤碕遺跡　６．玉調海岸採集　７．大船越対岸遺跡　８．海落遺跡　９．剣島遺跡　１０．佐護白岳遺跡　１１．島山遺跡　１２．貝口赤碕遺跡　１３．万人塚遺跡である。　３．蛍光ｘ線分析の結果、Ｋ，Ｃａ，Ｒｂ，Ｓｒの４因子を使い、判別分析を行った。対象となった母集団は大阪陶邑群、内谷洞群（高霊）、幡渓堤群（陜川）、余草里群（昌寧）、三竜里群（百済）、慶州群（新羅）である。

３．一例として、図１には大阪陶邑・内谷洞群の２群間判別分析図上に、対馬の遺跡出土の分析試料をプッロトしてある。母集団の境界は便宜上、D^2（ｘ）=１０　のところに引いた。これは５％の危険率をかけたHotellingのT^2のＦ検定で得られる境界よりも厳しい。したがって、各母集団への帰属条件は　D^2（ｘ）≦１０である。D^2（ｘ）は母集団（ｘ）の重心からのマハラノビスの汎距離の二乗値である。

この結果、明らかに大阪陶邑産と推定される須恵器がかなり含まれていることがわかる。また、不明領域に分布したものは陶質土器に近い化学特性をもつものが多く、その大部分は韓半島産の可能性を持つ。

この結果を考古学側からみると、陶質土器は推定を含めて２３点である。総点数の

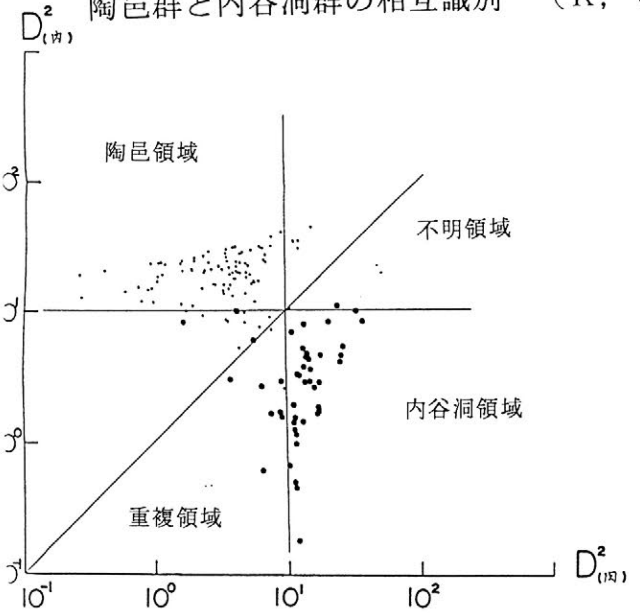
３１％は、天理市星塚・小路遺跡での１６％をうわまわる高率で検出された。我が国での陶質土器の出土地としては予想されたとおりの結果である。

窯跡不明とされた者の中には形式からみて新羅土器、百済土器と推定できる個体があり、分析データとの比較が必要である。

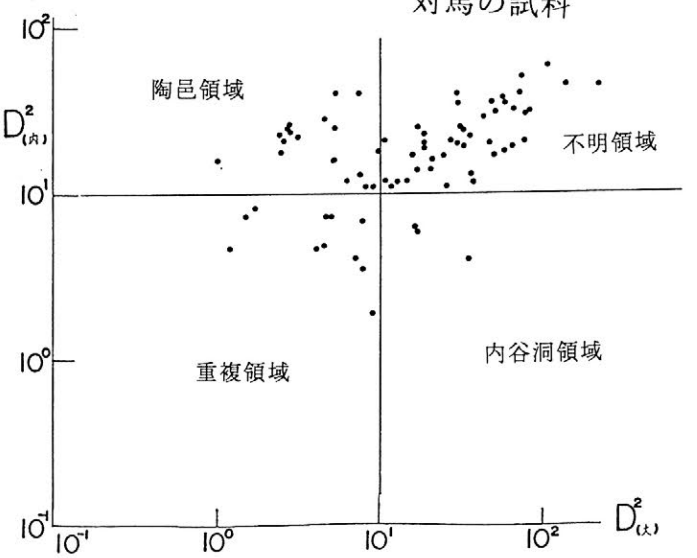
国内の窯跡では陶邑古窯産が１６点検出されて、北部九州地域の窯跡のものは検出されていないのである。

このことは、対馬における古墳文化をどのように評価し、前方後円墳を媒介として大和王権との政治的関係を論じるときのひとつの視点を与えたのではないかと考えられる。

陶邑群と内谷洞群の相互識別　（Ｋ，Ｃａ，Ｒｂ，Ｓｒ因子使用）



対馬の試料



P16

大阪府下の遺跡出土陶質土器の蛍光X線分析

中村　浩（大谷女子大）　　岡戸　哲紀（大阪府文化財協会）
富加見　泰彦（大阪府文化財協会）西口　陽一（大阪府教育委員会）
三辻　利一（奈良教育大）

1.　産地推定の原理

全国各地の窯跡出土須恵器を蛍光ｘ線分析法で胎土分析した結果、Ｋ、Ｃａ、Ｒｂ、Ｓｒの４因子が有効に地域差を表示することが判明した。岩石や粘土中ではこれらの元素は単独の元素状態では存在しない。他の元素と結合して化合物（鉱物）を形成して、より安定な形で存在する。岩石はこれら化合物（鉱物）の混合物である。当然、実際問題として、これらの4元素はどの鉱物中に存在するかを考えなければならない。

須恵器でも、微量元素Ｒｂ、Ｓｒはそれぞれ、主成分元素Ｋ、Ｃａと正の相関性をもつことが示されている。しかし、須恵器の素材である粘土中には石英、長石類、雲母、角閃石などの外に、２次的に形成された鉱物も含まれており、その鉱物組成は複雑である。そこで、これらの元素がどの鉱物中に存在するかを知るために、鉱物組成が比較的簡単な花崗岩類を分析することにした。分析結果、ＲｂはＫと、ＳｒはＣａと良好な正の相関性を持つことが分かった。花崗岩類を構成する主成分鉱物は石英、長石､雲母である。その化学式からみても、長石中に存在することは予想されるが、粗粒の長石、雲母をとり出して、ｘ線を照射した結果、これらの４元素は主として、長石類中に存在することがわかった。そうすると、当然、Ｋ、Ｒｂはカリ長石中に、また、Ｃａ、Ｓｒは斜長石中に存在することになる。そして、花崗岩類にもカリ長石と斜長石からみて地域差があることも確かめられた。そして、カリ長石の多い花崗岩の分布地帯にある窯跡から出土する須恵器にはＫ，Ｒｂ量が比較的多く、また、斜長石が多い花崗岩類が分布する地域にある窯から出土する須恵器にはＫ，Ｒｂ量は比較的

少なく、逆に、Ｃａ，Ｓｒ量が多い傾向があることがわかった。このことから、粘土中の、したがって、須恵器中のＫ，Ｃａ，Ｒｂ，Ｓｒの４元素は主として、母岩の長石に由来するものと考えられた。

この４因子を使って、判別分析を適用すると、各地にある須恵器窯群間の相互識別は可能であり、また、その結果を活用すると、古墳出土須恵器の産地を推定することも可能である。

２．初期須恵器、陶質土器の伝播・流通の追跡

既に、各地の窯跡出土初期須恵器の分布データは出されている。また、近年、朝鮮半島の窯跡出土陶質土器の蛍光ｘ線分析も進展し、日韓間の古代土器の伝播・流通を追跡できる段階に達した。

九州北部地域の多くの古墳からは地元、福岡県甘木市の朝倉窯群産の須恵器に混じって、大阪陶邑産の初期須恵器が検出されている。最近では対馬の遺跡からも陶邑産の須恵器が検出されている。ところが、意外に、朝鮮半島産の陶質土器は少ないのである。逆に、土器形式からみて、畿内の遺跡からは陶質土器が多数出土している。果たして、これらは本当に朝鮮半島から持ち込まれた陶質土器なのだろうか。この疑問に答えるため、大庭寺遺跡、狐池南遺跡をはじめ小阪遺跡、石才南遺跡、讃良条里遺跡などから出土した古式須恵器が分析された。その結果、これらのほとんどはＴＫ－７３などの陶邑の須恵器と同じ胎土をもつことが示された。このことは朝鮮半島から渡来した工人集団が、この時期に大阪陶邑の一角に移住し、須恵器生産を開始したことを示す。倭製の陶質土器の存在が証明された訳である。しかも、この倭製の陶質土器が日本各地の古墳へ供給されていた可能性も十分ある。

以上の結論に至った分析データをまとめて報告する。

P17

野中古墳出土陶質土器およびその胎土研究

北野耕平（神戸商船大学）、三辻利一（奈良教育大学）

１．大阪府下の５世紀代の遺跡からは土器形式からみて陶質土器と推定されるものが、他の府県に比べて数多く出土する。果たして、これらは韓半島からの搬入品であるのだろうか。もし、本当に韓半島からの搬入品であるとすると、韓半島のどの地域からのものなのであろうか。これらの問題は古代の日韓交流を考える上にきわめて重要な問題である。

たまたま、私達は昨年以来、韓国の考古学者達と「古代土器の日韓交流」というテーマで国際共同研究を推進する機会をもった。この研究の一環として、韓半島の窯出土陶質土器や遺跡出土陶質土器を多数分析した。同時に、大庭寺窯、狐池南窯などから出土した、形式的には陶質土器である須恵器も分析した。

他方、富田林市にある野中古墳は共著者の一人、北野が長年にわたって発掘調査に関わってきた。そして、この野中古墳からは陶質土器の形式をもつ多数の土器が出土している。果たして、これらが、真の陶質土器であるかどうかの判断するため、その小片の胎土分析を行った。本報ではその結果について報告する。

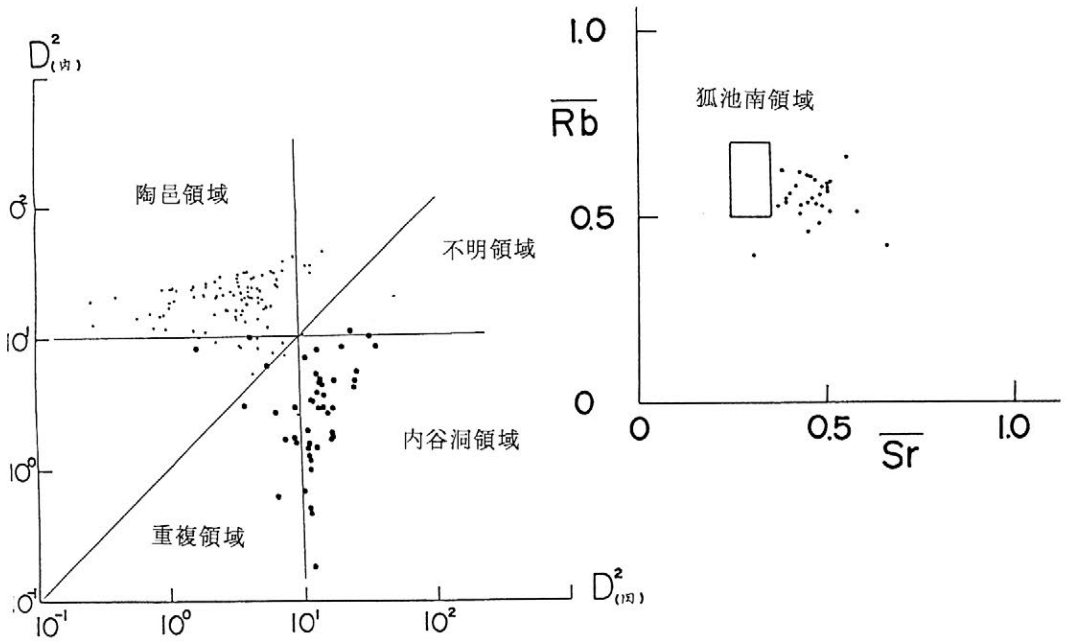
２．図１には野中古墳から出土した一部の土器のＲｂ－Ｓｒ分布図を示してある。この図には比較のため、狐池南窯出土の約１００の須恵器を包含するようにして、狐池領域を示してある。そうすると、野中古墳の３０点の土器の試料は狐池領域に分布するものは１点もない。これらはいずれもＣａ，Ｓｒ量が多く、陶邑産の須恵器胎土には対応しないのである。

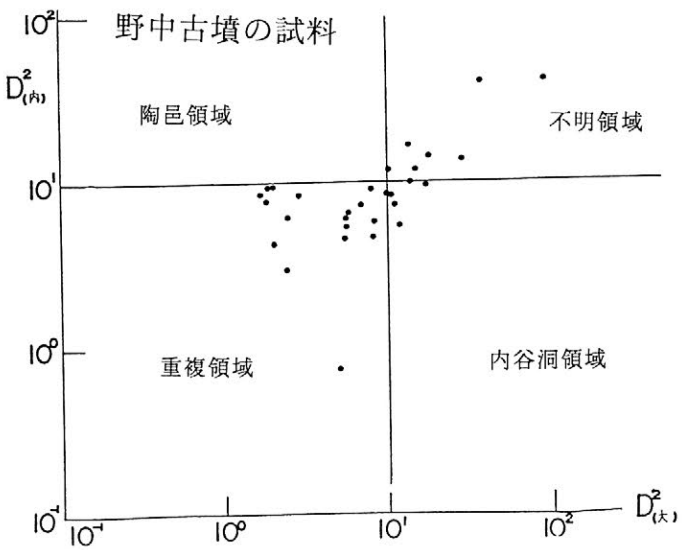
そこで、韓国の代表として、内谷洞窯をとり上げ、内谷洞群と大阪陶邑群の２群間判別分析を試みた。その結果を図２に示してある。一部に重複する領域に分布する試料があるものの、両者は十分相互識別できることがわかる。そこで、この２群間判別分析図上に、野中古墳の試料を分布させてみた。それが図３である。Ｒｂ－Ｓｒ分布図からも予想されるように、陶邑領域に対応するものはほとんどないことがわかる。しかし、内谷洞群に対応するものもほとんどなく、重複領域と不明領域にほとんどの試料が分布した。つまり、これらは陶邑産の須恵器でもなく、内谷洞産の陶質土器でもないということである。そこで、Ｒｂ－Ｓｒ分布図上での分布位置からみて、昌寧の余草里窯群が産地の有力な候補と

してあがってくる。目下、その対応性を検討中であり、当日はその結果について発表する。

以上の結果から野中古墳には韓国内の何処かはわからないが、陶質土器が出土したことは間違いない。さらに多くの試料を分析中であり、その中には陶邑産の可能性をもつものも含まれている。当日は、土器形式と胎土についても論述する。

陶邑群と内谷洞群の相互識別　（K，Ca，Rb，Sr因子使用）





P18

山梨県北部における長野系土器の蛍光X線分析

三辻利一（奈良教育大）、板倉歓之（新宿区教育委員会）
山田真一（豊科町教育委員会）、瀬田正明（一宮町教育委員会）

はじめに

奈良・平安時代の東国では「国別タイプ」と呼ばれる各地域ごとに特色を持った土師器が生産・使用されている。山梨県地域においても奈良時代後半から平安時代にかけて「甲斐型土器」と呼ばれる土師器が全県的に分布している。そうしたなかで、長野県と境を接している北巨摩地方には「長野系黒色土器」と呼ばれる黒色土器がかなりの比率で出土している。長野系黒色土器は内面あるいは内外面に黒色処理を施し、ロクロ整形によって作られ、底部外面に回転糸切り痕、内面にヘラ磨き、ときには粗雑な暗文を施すことを特徴としている。

こうした長野系黒色土器はその形態から長野県側からの搬入品であるのか、あるいは形式・技術が伝えられて在地で生産したものなのか肉眼では判別できなかった。そこで今回、山梨県北巨摩郡下から出土した長野系黒色土器を中心として、長野県内の資料を参考にしながら蛍光X線分析を行い、その判別が可能であるか調べてみた。

分析結果

典型的な山梨県の代表として北巨摩郡須玉町に所在する大小久保遺跡４・７号住居跡から出土した長野系黒色土器、典型的な長野県の代表として長野県松本市の小原遺跡８期（２）の黒色土器とを分析した。Rb－Sr分布図を比較して両者に相違があることがわかった。両者をそれぞれ「小原群」、「大小久保群」として２群間判別分析を行って、より定量的な相互識別を試みてみた。その結果、両群の相互識別は完全であることがわかった。したがって小原群を「長野型」、大小久保群を「山梨型」として、蛍光X線分析法による胎土分析によって相互識別が可能であることがわかった。

この結果を用いて大小久保遺跡・小原遺跡の他の資料、長野県南安曇郡豊科町・上の山遺跡、山梨県北巨摩郡長坂町新宿区区民健康村遺跡、同郡武川村宮間田遺跡、同郡小淵沢町前田遺跡の各遺跡から出土した長野系黒色土器の胎土分析を行った。

大小久保遺跡では４・７号住居跡のほかに１号住居跡の資料を分析したが、ほとんどが山梨型と判別できた。Rb－Sr分布図では小数だが長野領域に分布するものもある。しかし、判別分析を行った結果、長野型と判別できたのは１点だけで、この資料に関しては長野県側から搬入された可能性が高い。しかし、全体からみたときその比率はきわめて少なく、大小久保遺跡のほとんどの黒色土器は遺跡の周辺で作られたものと考えられる。

小原遺跡でも、長野型の胎土は検出されるが、山梨型の胎土は検出されず、山梨県側からの搬入品は無いと考えられる。しかし、不明領域に分布するものが数点あり、これらは小原遺跡以外の近隣の遺跡からの持ち込みである可能性がある。

上の山遺跡でもいずれも長野型の胎土を持っていた。しかし、小原遺跡の胎土とまったく同質というわけではなく、類似しているが少し異なるものであった。このことは上の山遺跡と小原遺跡の周辺にある粘土は似てはいるがまったく同じではないことを示す。そし

て、小原遺跡では小原遺跡内で、上の山遺跡では上の山遺跡内で、それぞれ日常生活用具として使う黒色土器を作っていたと解釈するのが妥当である。なお、上の山遺跡内で採集された粘土は全因子で黒色土器と対応しており、この粘土が上の山遺跡の黒色土器の素材であったことを示している。

新宿区区民健康村遺跡ではRb－Sr分布図では大部分が長野領域に分布し、山梨領域に分布するのは小数であった。その判別分析の結果は山梨型に分布するものは１点もなく、小数であるが長野型が確認された。そして、大部分は不明領域に分布した。この不明領域に分布したものは理想的な境界線を設定してみると、大部分が長野型の領域に分布しており、山梨型よりも長野型に近い胎土を持つことを示している。この結果、新宿区区民健康村遺跡出土の黒色土器はすべて長野県側からの搬入品である可能性が出てきたことになる。

宮間田遺跡では明らかに山梨型とみられる黒色土器があるのに対して長野型の胎土を持つ黒色土器は含まれていなかった。しかし、ここでも不明領域に分布するものが過半数を占め、今回設定した長野型と山梨型以外にも第３の集団がある可能性がある。

前田遺跡ではRb－Sr分布図ではかなりばらついて分布しており、いくつもの場所からの持ち込み品があることを示している。長野領域に分布するものは１点あるが、山梨領域に分布するものは１点もなく、大部分は不明領域に分布した。しかし、新宿区区民健康村遺跡と同様に理想的な境界線を設定すると、多くは長野領域に分布し、同様に長野県側からの搬入品である可能性が高い。

結論

今回分析をおこなった長野系黒色土器は、山梨県側では大小久保住居跡群、長野県側では小原住居跡群、上の山遺跡でそれぞれの遺跡内で製作されたとみられるものがほとんどであった。この結果から、山梨型胎土と長野型胎土の特性が明らかになった。そして、このデータから山梨県内の各遺跡から出土した長野型黒色土器についてみると、新宿区区民健康村遺跡と前田遺跡では地元山梨型ではなく長野型か若しくはそれに近い特性を持ち、宮間田遺跡では山梨型の胎土が認められるが、山梨型でも長野型でもない第３の集団からもたらされたものもある可能性が出てきた。一方、長野県側では小原遺跡、上の山遺跡ともにわずかに性質が異なっているが、長野型の胎土の土器が大半を占め山梨型と認められるものは１点もなかった。このことは山梨県側では大小久保遺跡にみられるように在地で長野系黒色土器を生産してはいるが、長野県側からかなりの量が搬入されているのに対して、長野県側には山梨産の長野系黒色土器がほとんどもたらされていないことをしめしている。山梨県内においては搬入品と在地産が存在することがわかったが、大小久保遺跡と宮間田遺跡とでは在地産、新宿区区民健康村遺跡と前田遺跡では搬入品といったように遺跡ごとにその様相がまったく異なっていることに気づかされる。そういった各遺跡ごとのありかたから、長野系黒色土器の搬入品と在地製品との時期的・地域的な動向を追っていく必要があるだろう。

今回分析の対象とした黒色土器には明確な生産遺跡が確認されておらず、生産地ごとの資料を抽出することは困難である。しかし、今回のように土器形式などの考古学的情報と胎土分析のデータを組み合わせることによって、考古学に役立つ有意な情報を得ることができた。今回の分析の問題点として、分析資料が山梨県の北巨摩郡内と長野県の松本市周辺に限られてしまったという点がある。今後は両者の中間地帯における資料の分析も必要であろう。

（文責　瀬田）

P19

古代土器の原子吸光分析

石井窓呂、堀内晶子、David A. Loeliger

国際基督教大学理学科化学教室

古代土器は、その形状や出土した遺跡に関するその他の情報から年代を推定するのが常であるが、我々は化学的なアプローチで土器の推定・分類が可能かどうかを調べてきた。

これまでに、

1）一つの土器内の金属成分は土器のどの部分をとってもほぼ同じ濃度で存在し、かつ形状的に異なった二つの土器は統計的にみて別グループに属し（'92 浅野）

2）同一産地からの粘土の金属成分は統計的に同じであるが、異なった地点からサンプリングした粘土は異なった分布を示す（'92 於曽能）ことが解かっている。

これらの事実をふまえ、この研究では、国際基督教大学構内から出土した縄文50、九州地方の弥生12、計62個の土器片を分析の対象とした。

分析方法：粉砕した古代土器を硝酸／ふっ化水素を用いて加熱分解した後、原子吸光分析器を用いて土器に含まれる Ca,Mg,Fe,Cu,Zn,Mnの濃度を測定した。データの統計的処理（累積分布分析、クラスター分析など）を行った。

Figurel.はクラスター分析の一例である。

結論として、

1）縄文土器と弥生土器はきれいに分別され、

2）縄文土器内でも前期・中期・後期・は統計的に別グループに属す

といえることが解かった。また、縄文土器の各グループの間に見られる重なり合いも、一つの金属データを省いたり、特定のサンプルをいくつか削除することによって解消された。今後、未知の試料の分類を試みる予定である。

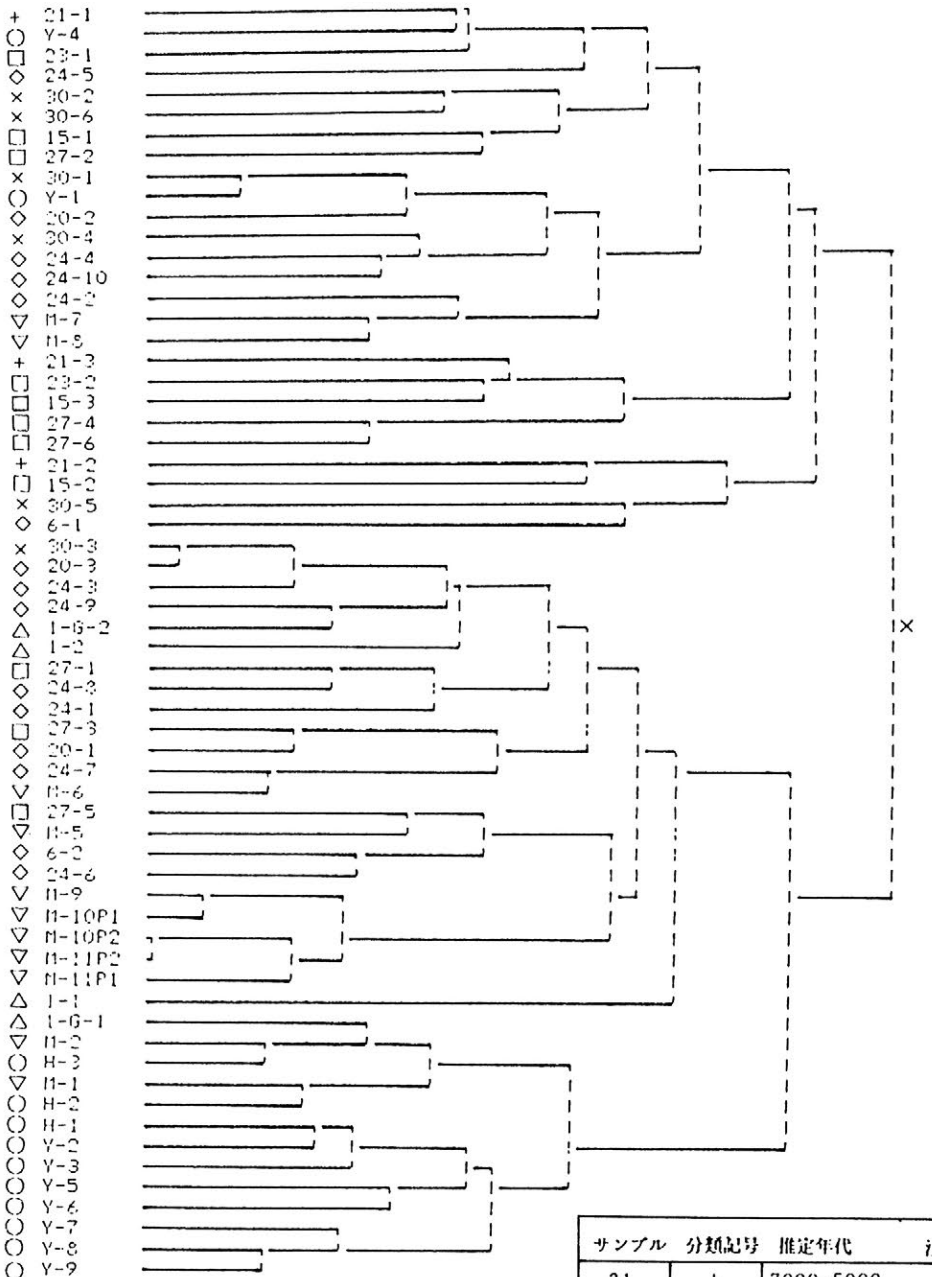


Figure1.

Ca, Mg, Fe, Cu, Zn, Mn の濃度による

６２個の土器片のクラスター分析結果

サンプル	分類記号	推定年代	注
21	+	7000-5000	
30	X	5000-3000	
23	□	3000-2000	
15	□	3000-2000	磨消式
27	□	3000-2000	
6	◇	2500-2000	加曽利E式
20	◇	2500-2000	〃
24	◇	2000	〃
I	△	2000-1500	堀之内式
M	▽		
H		2c. AD	
Y	○	3c. AD	

P20 千葉県における埴輪胎土の蛍光X線分析

萩原恭一

財団法人千葉県文化財センター「研究紀要15　生産遺跡の研究　埴輪」の作成に際し、千葉県内の古墳（一部埼玉県資料も含む）及び窯跡出土埴輪資料の蛍光X線分析を、奈良教育大学教授三辻利一氏に依頼した。内訳は埴輪窯跡 2遺跡、古墳30基で、試料点数は遺跡によって異なり、少ない遺跡で 3点、多い遺跡では30点で、平均 1遺跡から 5点以上の試料を出すようにした。

分析方法は三辻教授が従来行われているものと同様で、K,Ca,Rb,Srの 4因子を主要因子とし、さらにFe因子も使用するものである。

今回の蛍光X線分析の委託に際し、我々は以下の 2点の解析に特に留意した。

i）下総型埴輪の生産は拠点生産型であるのか、それとも巡回生産型であるのか。

ii）研究者によって類似性が指摘されている埼玉県鴻巣市生出塚埴輪窯跡出土の埴輪と、千葉県市原市山倉 1号墳出土の埴輪とは胎土の分析値が一致するのか。

この 2点を含めた三辻教授による分析結果は次のようなものであった。

まず、今回の分析の最大の成果は、 ii)に挙げた埼玉県鴻巣市生出塚埴輪窯跡の製品と、千葉県市原市山倉 1号墳出土埴輪の胎土分析結果が完全に一致したことである。人物埴輪・円筒埴輪双方の形態・意匠・技法が著しく類似することから、従来多くの研究者から同一工人の製作にまちがいないとされて来たこの 2遺跡の資料群は、Rb－Sr分布、及びFeの比較から分析値に完全な一致が見られた。製品の移動か、粘土と工人の移動かは即断できないが、製品の移動である可能性の方が高いように思われる。

次に、千葉県内の埴輪胎土は、大きく分けて 5群に分類することが可能であることが明確になった。各群及びそれぞれの代表資料は以下のとおりである。

Ⅰ群：山武郡芝山町にわとり塚古墳　Ⅱ群：成田市瓢塚32号墳（H32号墳）

Ⅲ群：印旛郡印旛村大木台 2号墳　Ⅳ群：木更津市畑沢埴輪窯跡

Ⅴ群：佐原市片野23号墳・富津市弁天山古墳

Ⅰ群に属するのは他に流山市東深井 7号墳、我孫子市高野山 1,2,3,4号墳・子の神 7号墳、印旛郡栄町竜角寺 112号墳、香取郡小見川町城山 4号墳、山武郡横芝町殿塚古墳・姫塚古墳、山武郡芝山町経僧塚古墳、市原市小谷 1号墳、埼玉県杉戸町目沼ひょうたん塚古墳出土埴輪である。にわとり塚古墳資料は30点と最多の資料を出したこともあるが、その他に下総型と非下総型の混在する資料であるために、分析値の領域が非常に大きく、Ⅱ群・Ⅲ群をその中に大きく包み込んでしまうような領域を示している。ただし今回の試料中、西のはずれの埼玉県杉戸町目沼ひょうたん塚古墳出土資料、及び市原市小谷 1号墳出土資料もここに属することは、意味するところが重要である。

II群に属するのは他に印旛郡印西町小林城、成田市船塚古墳、山武郡木戸前 1号墳である。また千葉県内で確認されているもうひとつの埴輪窯であるところの、公津原埴輪窯跡出土資料とほぼ合致する。

III群の分析値領域は、県内でも類例が少なく我孫子市子の神 7号墳、印旛郡印旛村大木台 2号墳である。

IV群の分析値量域にあるのは、他に富津市内裏塚古墳、木更津市高柳銚子塚古墳出土資料で、限られた地域のものである。

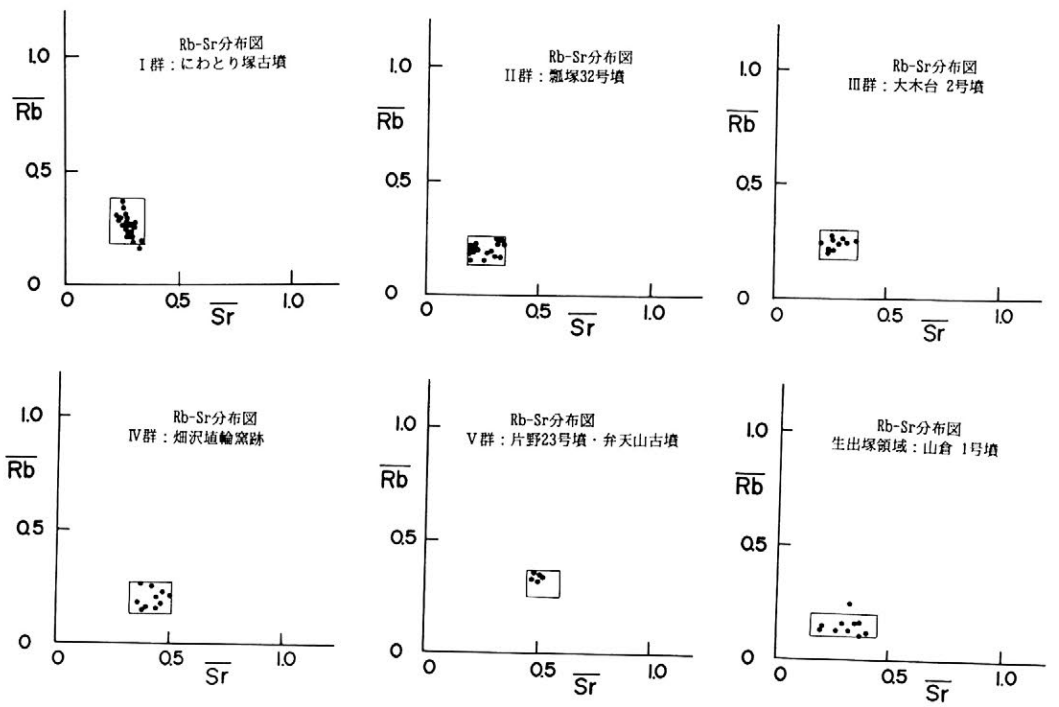
V群はIII群同様に類例の少ないもので、佐原市片野23号墳、富津市弁天山古墳資料ある。

以上の分析結果から読みとれるのは以下の諸点である。

i)下総型埴輪の胎土は基本的にI群に包括される、ということである。その中で地域を小分した時にII群・III群が出てくるのである。II群・III群については今後分析試料数をさらに増やすことによって、明瞭にする必要がある。今回の分析結果からでは、下総型埴輪の生産形態は復原できなかったということである。

ii)木更津市畑沢埴輪窯跡と内裏塚古墳との埴輪の需給関係が確実であるのは、従前より言われているとおりであった。

iii)成田市公津原埴輪窯跡と成田市船塚古墳古墳との需給関係は、船塚古墳の造営時期を解明してからでないと断定できないものである。



P21

高周波加熱－鉛同位体比産地決定法の開発

国立歴史民俗博物館　齋藤　努、田口　勇

1．はじめに

歴史資料の産地決定を行う際、同位体測定は非常に有用である。中でも特に、鉛の同位体比を利用した産地決定法は、わが国においては青銅資料に応用され、多くの成果を挙げている[1)]。鉛同位体比の精密な測定には、通常表面電離型質量分析装置を用いるが、試料調製は比較的複雑で時間がかかり、熟練を要した。発表者らは、高周波加熱炉を利用した、短時間・低ブランクで行うことができる新しい鉛の抽出法（高周波加熱法）を開発したのでここに報告する。

2．実験法

新たに開発された高周波加熱－鉛同位体比産地決定法においては、次のような操作によって鉛同位体比の測定を行う。

① 試料をカーボンるつぼなどに入れ石英のカバーをして高周波加熱炉で１０分間加熱する（図１）。

② 石英カバーに蒸着した鉛を希硝酸 1 ml で溶解する。

③ 回収された鉛量をＩＣＰ－ＭＳなどで定量する。

④ リン酸・シリカゲルとともに、抽出した鉛をレニウムフィラメント上に塗布する。その際、③の測定結果に基づき、一定量の鉛がフィラメントにのるようにする。

⑤ １３試料を同時に試料室に入れる。

⑥ 表面電離型質量分析装置フィニガン・マット２６２で、パイロメーターを使用し、フィラメント温度１２００°Ｃで１３試料を同時測定する。測定時間は１試料約１時間。

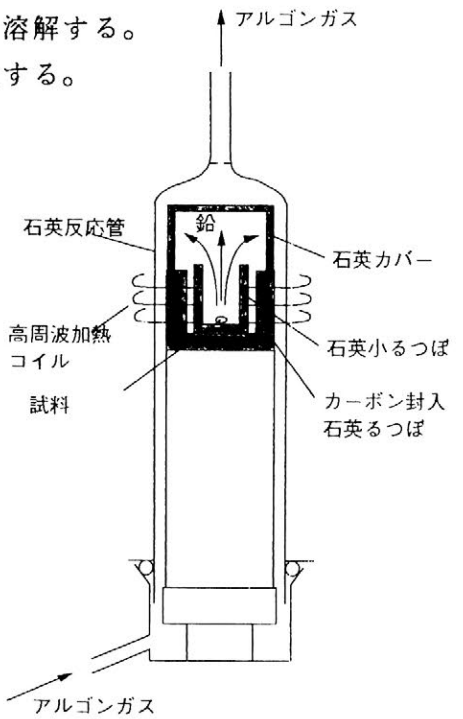


図１　高周波加熱法の模式図

新しい「高周波加熱法」と従来法との比較を表１に示した。この方法の特長は、きわめて短時間で鉛の抽出ができること、実験操作が単純であり、かつ乾式法であるため、ブランクを低くおさえられることである。

	従来法 (湿式法)	新法 (乾式法)
鉛分離法	溶媒抽出法 イオン交換樹脂法 電着法	高周波加熱法
鉛分離時間	数時間～半日	１０分
ブランク	・試料の溶解、分離操作、硝酸溶液化の各段階における試薬中のブランクに依存。 ・試料量が多くなると、使用する試薬量が増加し、総ブランク量も増える。	・高周波加熱時と石英カバーから溶出させる操作のブランクのみ。 ・試料量が増加しても、同一るつぼで処理できれば、総ブランク量はいつも同じ。

表１　高周波加熱法と従来法との比較

３．装置間同位体測定値較正用標準青銅試料の測定結果

東京国立文化財研究所がスミソニアン研究機構と行っている国際学術研究において、それぞれの研究所が所有する装置で出された鉛同位体比測定値を互いに較正するために、いくつかの標準青銅試料を準備し、測定データが比較された[2)]。ここでは、東京国立文化財研究所の平尾良光氏から同試料の提供を受け、新たに開発した「高周波加熱－鉛同位体比産地決定法」によって測定を行い、その数値を東文研およびスミソニアンの測定値と比較した。図２はその結果である。３者の数値はきわめてよく一致しており、新たに開発されたこの方法の有用性が示された。

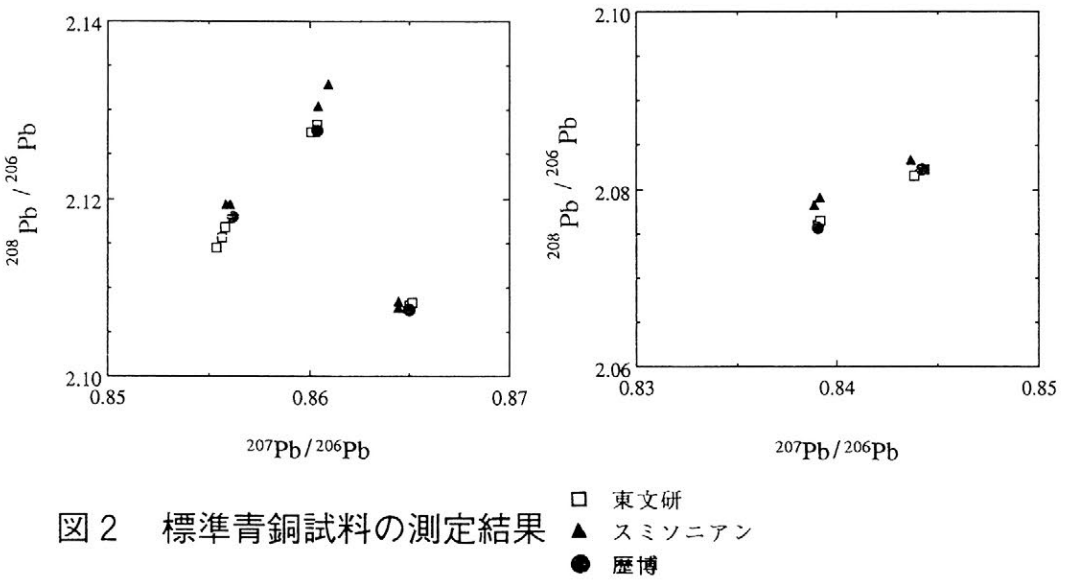


図２　標準青銅試料の測定結果

１）馬淵久夫、「青銅文化の流れを追って」『続考古学のための化学１０章』東京大学出版会、p129～150（1986）.

２）平成元年・２年・３年度文部省国際学術研究・共同研究「東アジア地域の古文化財（青銅器および土器・陶磁器）の保存科学的研究(研究代表者馬淵久夫)」研究成果報告書（平成４年３月）、p.21～32.

P22

焼塩壺の研究（その１）－胎土分析による問題提起とその検討－

矢作健二・植木真吾（パリノ・サーヴェイ株式会社）・菅原　道（ＩＣＵ考古学研究センター）・
中山経一（都立学校遺跡調査会）

１．はじめに

焼塩壺は、上質の精製塩の製造および流通販売時の容器として使用された、筒形もしくはコップ形の素焼きの土器である。焼塩壺は、成形技法による分類と刻印の変化が捉えやすく、また、製作から廃棄に至るまでの時間が極端に短いことから、近世遺跡の年代のメルクマールとして注目されている。本研究は、焼塩壺をこれまでとは異なる視点で捉え、解析を進める。

２．焼塩壺の分類

成形技法は、粘土を輪積みし手づくねによる「輪積み成形」、板状にした粘土を芯棒に巻き付ける「板作り成形」、ロクロ水挽きによる「ロクロ成形」の３種類に分類できる。一般に、輪積み→板作り→ロクロという変遷が認められているが、輪積みと板作り、板作りとロクロは供伴する時期がある。

刻印は、焼塩の製造・販売元を示しており、本郷追分遺跡では、「泉州麻生」をはじめとする図１に示す９種類の刻印が確認された。これらの刻印にみられる地名は、すべて近畿地方のものである。

３．胎土分析による問題提起

年代指標としての研究は、これまでにも進められているが、そのような製品の消長が起こった理由については、充分な説明がされていない。また、刻印から知られる地域以外にも焼塩の産地は存在したのではないかという指摘も散見される。本研究では、これらの問題解決の手がかりが、焼塩壺を作る材質の中にあると考え、焼塩壺の研究に胎土分析の手法を応用した。これまでにも、外見的な特徴から、近世後半に出現するロクロ成形の胎土と江戸在地系土器といわれる土師質土器類の胎土との類似性は指摘されてきた。パリノ・サーヴェイ（1991）では、新宿区の遺跡より出土した播磨系とされるロクロ成形の焼塩壺の胎土が、他の江戸在地系とされる土器の胎土と同一の特徴を示すという結果を分析により得ることができた。これを契機として、本研究の展開に至っている。

４．本郷追分遺跡出土の焼塩壺の胎土分析

（１）本郷追分遺跡と試料

本郷追分遺跡では、東京大学本郷構内北側に位置する江戸時代の町屋に伴う遺構や遺物が多数発掘

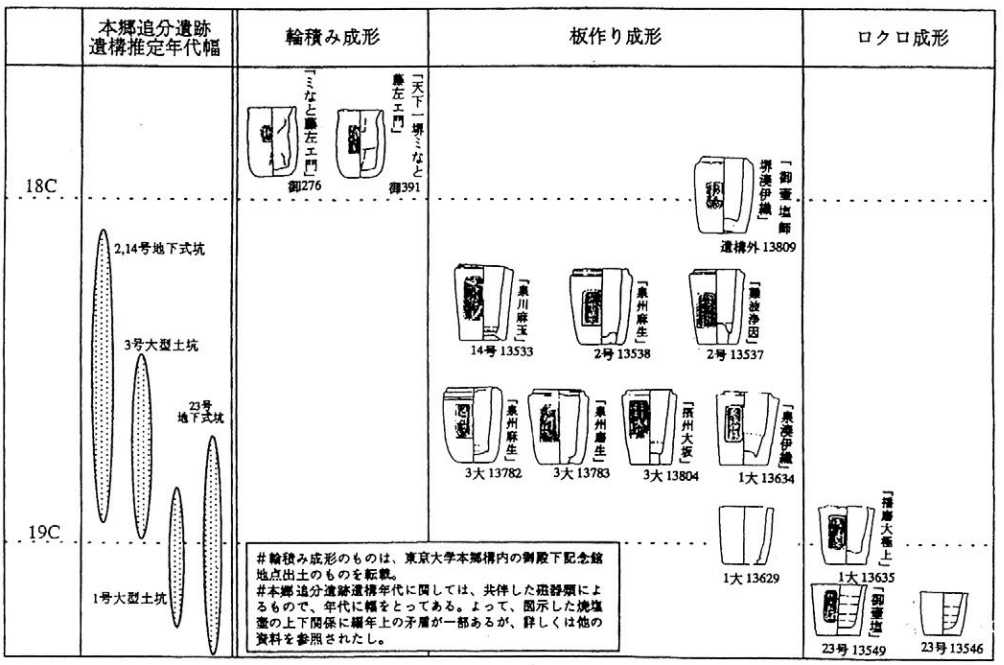


図１　本郷追分遺跡出土焼塩壺年代概観図（遺構年代による）

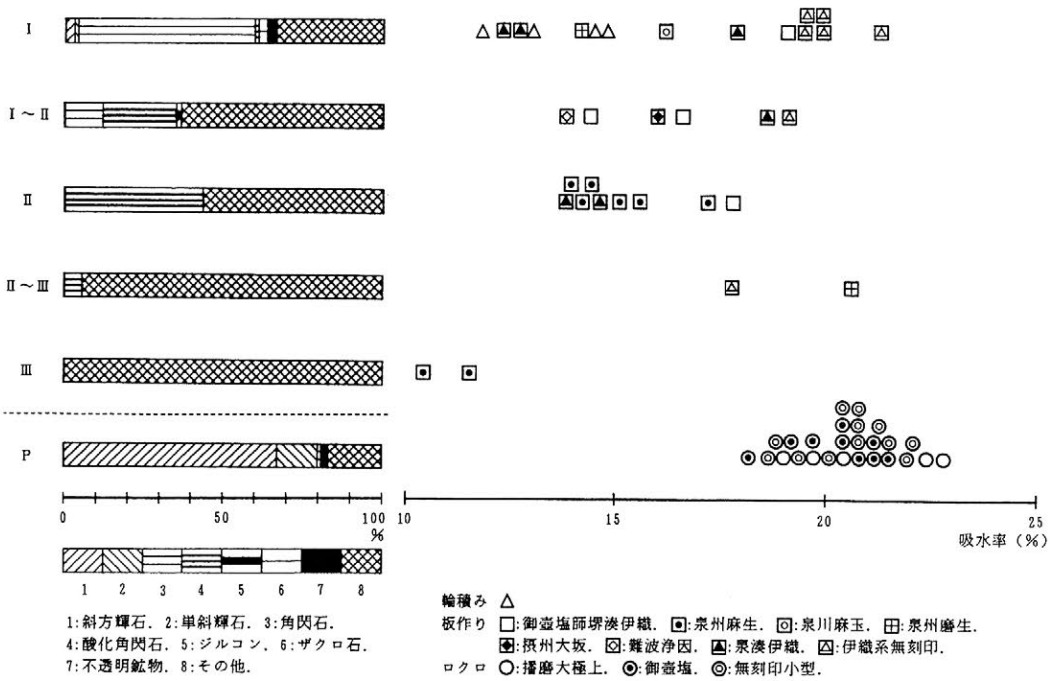


図2　重鉱物組成と吸水率

された。本研究は、ここから出土した焼塩壺60点を試料とした。試料の成形技法と刻印の種類を図1に示す。また、その点数の内訳は図2に示す。

（2）分析方法

本研究では、胎土の一部である細砂径の重鉱物組成を胎土の特徴とした。この方法は、胎土が持つ地質学的な情報を理解しやすいことから、産地の推定などにしばしば用いられる。試料は、粉砕し、超音波洗浄を用いた水洗と篩別により得た砂分を重液分離、重鉱物を偏光顕微鏡下にて同定する。同定された各重鉱物の粒数比をその試料の胎土の特徴として表す。また、胎土の物理的性質を捉えるために土器の吸水率も測定した。

（3）分析結果

重鉱物組成では、大きく角閃石型と両輝石型に分けることができる。角閃石型は「輪積み成形」と「板作り成形」、両輝石型は「ロクロ成形」という非常に明瞭な対応関係を示す。60点の試料の中では1点の例外もない。

角閃石型では、さらにI）普通角閃石の多いもの、II）酸化角閃石の多いもの、III）ほとんど変質粒ばかりのものの3種類に細分され、「輪積み成形」とI型、「泉州麻生」とII型、「伊織系無刻印」とI型のような成形技法または刻印との対応関係も認められる（図2）。さらに、吸水率を重ねることにより、同じI型の「輪積み成形」と「伊織系無刻印」の胎土が区別される。

両輝石型は、吸水率をあわせても細分することはできない（図2のP）。すなわち「播磨大極上」も「御壺塩」も「無刻印小型」も全て一様な胎土と見なせる。また、この重鉱物組成は、本郷追分遺跡より出土した江戸在地系土器とされるものと同様であり、さらに、演者らがこれまでに分析した関東地方の遺跡から出土した縄文土器から江戸時代の瓦にいたるまでの素焼きの土器に非常に多く見られる組成とも類似する。関東地方の地質学的背景も考慮すると、両輝石型の胎土すなわち「ロクロ成形」の焼塩壺は関東産の可能性が高い。

5．今後の展開

本研究により、これまで見えなかった焼塩壺の性質を明らかにすることができた。これを新たな尺度として、生産地とされている近畿地方で出土したものや江戸との中間地域である東海地方での状況を確かめたい。また、これと同時に主に文献資料による塩業史や流通についての調査も進める。さらに、焼塩壺以外の近世の素焼き土器の研究に展開させることにより、近世産業史の解明を目指したい。

P23

中国古代土器の胎土研究－広西壮族自治区出土土器の測定から－

谷口一夫・鈴木稔・河西学・櫛原功一・輿水達司（帝京大学山梨文化財研究所）、彭子成（中国科学技術大学）、永塚澄子・上條朝宏（東京都埋蔵文化財センター）、戸村健児（立教大学）

１．はじめに

中国における古代土器の胎土研究は、主として中国中北部を中心に実施されていて、中国南西部においてはほとんどなされていない。そこで、古代土器胎土研究についての分析手法の標準化にむけての試みとして、中国南西部の広西壮族自治区における古代土器の胎土の概要を把握することを目的に、以下の分析をおこなった。

２．地質的背景

広西省壮族自治区の地質は、古生代を中心として原生代～新生代の地層が分布する。砕屑岩・珪質岩・炭酸塩岩などの堆積岩がほとんどを占めるが、酸性の深成岩体も各地に点在し、火山噴出岩類もわずかに露出する。

３．試料

分析試料は、広西壮族自治区の遺跡から出土した中国新石器時代の「縄紋陶」、戦国時代の「米字紋陶」・「水波紋陶」、漢代の「釉陶」など多様な土器片である。各出土地点は、周辺に主として古生代の堆積岩が分布し、かつ花崗岩質岩体からもさほど遠くないことなど、地質的条件が類似している。

３．分析法

考古学的形態観察、偏光顕微鏡・走査型電子顕微鏡観察、機器中性子放射化分析、蛍光Ｘ線分析などを行った。主成分元素および微量元素Ｓｒ・Ｒｂ・Ｚｒは、波長分散型蛍光Ｘ線分析装置を用いて定量した。主成分のＮａならびに微量成分は、機器中性子放射化分析を用い、標準岩石GSP-1により比較標準法により定量した。中性子照射は立教大学原子力研究所TRIGA MarkⅡでおこなった。

４．結果

土器中の粒子として、石英・カリ長石・ジルコン・電気石・雲母類などの鉱物のほか、炭酸塩岩・砂岩・泥質岩・珪質岩などが含有されている。

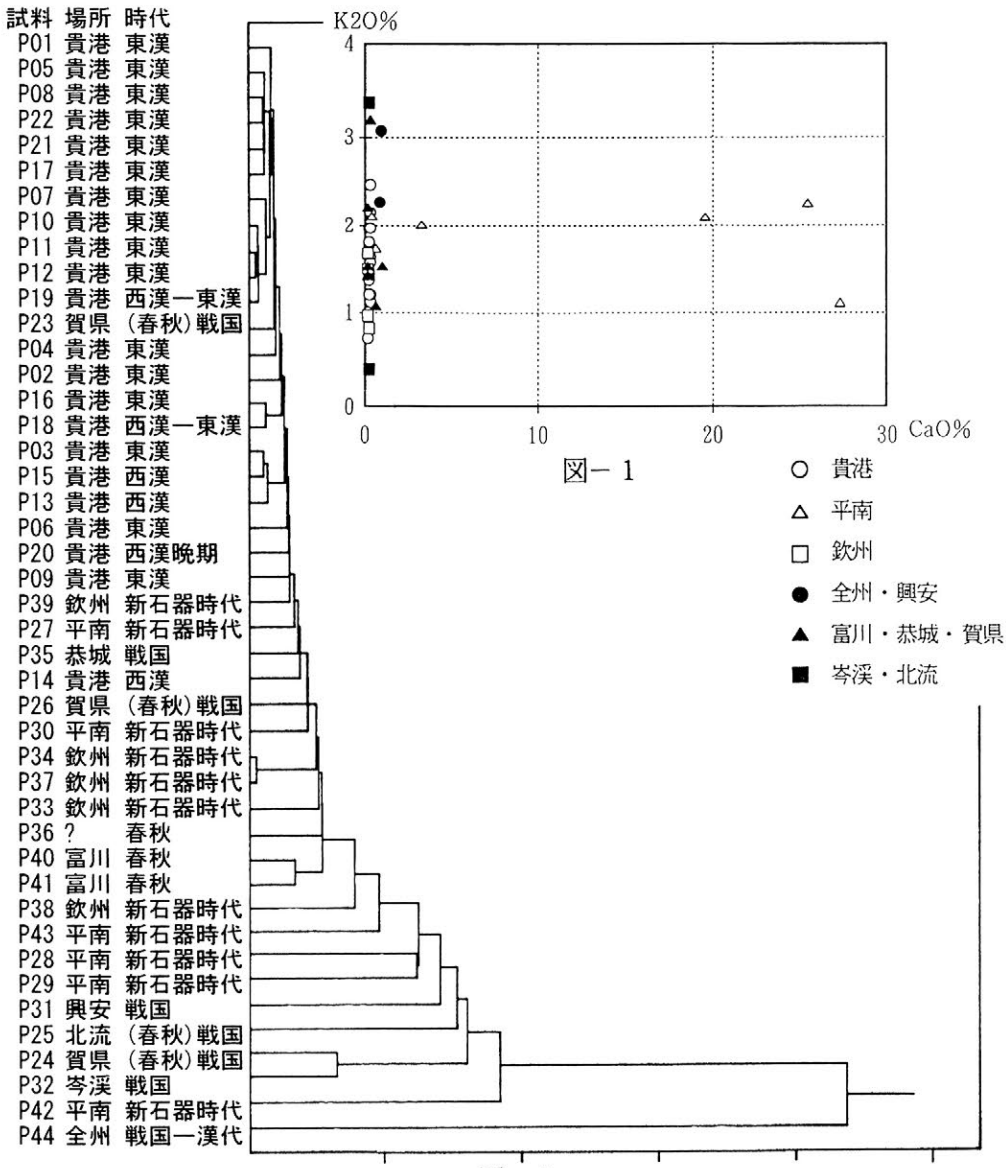
Ｒｂは、機器中性子放射化分析と蛍光Ｘ線分析とで測定されたが、両者の測定値は良好な一致が認められた。ＣａとＳｒ間に正の相関関係が認められる。またＡｌ・Ｓｃ・

Ｔａ・Ｔｈ・Ｕの元素間、およびＫ・Ｒｂ・Ｃｓ・Ｃｅ・Ｓｍ・Ｙｂ・Ｌａの元素間でも正の相関関係が認められる。

平南の新石器時代試料の一部は、Ｃａが特徴的に多いことで他試料と区別される（図－１）。これは、石灰岩片が確認されている顕微鏡観察結果と一致する。

微量成分13元素（Ｓｃ，Ｒｂ，Ｓｒ，Ｚｒ，Ｃｓ，Ｂａ，Ｌａ，Ｃｅ，Ｓｍ，Ｙｂ，Ｔａ，Ｔｈ，Ｕ）の元素存在量を用いたクラスター分析樹形図を示す（図－２）。貴港・富川・欽州などから出土した複数の同一地点試料は、類似性がきわめて高い。しかし平南試料のように同一地点でも試料間の類似性が低い場合も認められる。

図－１



図－２

P24

蛍光X線分析による緻密黒色安山岩製石器の石材原産地推定方法

山本薫(筑波大学 歴史・人類学系)・高松武次郎(国立環境研究所 土壌環境研究室)・
小室光世(筑波大学 地球科学系)

I. はじめに

緻密黒色安山岩は、サヌカイトに類似した黒色緻密なガラス質の石材で、旧石器時代や縄文時代の関東地方において石器に利用された石材である。同石材の原産地は限定されているが、これまでその産地を推定する方法は確立されていなかった。しかし最近筆者の一人山本は、産地ごとに石材の化学組成が異なっていることに着目して、蛍光X線分析と判別分析によって緻密黒色安山岩製石器の石材産地を推定できることを示した(山本1993)。同方法では、X線強度の元素間の相対的な比率(元素比)を判別変数としている。

この石材は、尖頭器をはじめとしてナイフ形石器、削器、彫器など比較的小形の剥片石器に用いられ、石核や剥片、礫片の出土例も多い。このような石器の分析にあたっては、資料の保存のためにしばしば非破壊での分析が要求されることに加え、様々な寸法・形状のものを対象としなければならない。しかも分析面は凹凸のある面で、分析する機会の多い剥片資料には、厚さが1mm未満の薄いものや大きさが1.0cm未満 の微小なものもある。したがって、山本(1993)の方法を実際の多様な石器に適用する場合には、分析面の研磨度や凹凸・試料厚さ・分析部分の面積の相違の測定結果への影響などの基礎的な検討や測定上の工夫が必要である。

そこで、以下の実験を行い、これらの条件について詳細に検討して、石材産地推定方法の充実をはかった。

II. 試料および測定方法

実験に使用した試料は、箱根の白銀山(天狗沢)で採集した緻密黒色安山岩である。試料の分析は波長分散型の蛍光X線分析装置(島津製作所製VF-320A)を用いて行い、X線管(Rhターゲット)の電圧と電流は各々50kVと40mAに設定した。試料室内の雰囲気は真空にし、分析試料は粉砕せずに塊状のままとした。測定した蛍光X線はK、Ca、Ti、Mn、Fe、Zn、Rb、Sr、Y、ZrおよびBaのKα線で、バックグラウンドを補正した測定値をX線強度として用いた。判別変数は、K、Ca、Mn、FeのX線強度のTiのX線強度に対する比、およびTi、Zn、Rb、Sr、ZrおよびBaのX線強度のYのX線強度に対する比をとった。なお、緻密黒色安山岩では、同一母岩であれば母岩からの試料の採取部位が異なっても試料間で測定結果がほとんど変わらないことから、一母岩につき一箇所を測定すれば良いことが確められている。

III. 石器資料測定上の諸問題の検討

1．分析面の研磨度の違い：蛍光X線分析では通常、分析面の平坦さ(研磨度)の相違が問題視されている。そこで、同一母岩より分析面の研磨度の異なる5試料(#80,#200,#400,#800,#1500の研磨剤で研磨した平坦面)を作製しX線強度を比較したとこ

ろ、X線強度の試料間の変動係数はいずれの元素でも0.011未満であった。したがって、研磨剤の粒度の違いによる影響はほとんど無いと考えられる。

2．分析面の凹凸の違い：分析面の凹凸の測定結果への影響を調べる実験では、同一試料(#3000研磨剤で研磨した平坦面)に関して、通常時の測定位置で分析した場合と、測定位置をX線管から離した場合および分析面を傾けた場合とを比較した。測定位置および分析面の傾き具合(即ち試料の凹凸)は、緻密黒色安山岩製石器を測定する場合の分析面の凹凸具合を満足する範囲である。測定位置をX線管から離す実験では、X線管に対し水平な位置(等距離)で且つ通常時より4mmおよび8mmX線管から離した位置に分析面を設定した。その結果、各元素とも分析面がX線管から遠くなるにつれX線強度は減少したが、元素比はX線管からの距離に関係なくほぼ一定で、変動係数は0.035の範囲におさまることがわかった。また、分析面を傾けた実験では、試料の片縁を下げ分析面を約8°ないし16°傾け、その結果、同一試料であっても分析面を傾けるほどX線強度は減少したが、元素比は分析面の傾きの程度に関係なく比較的一定で、変動係数は0.077の範囲におさまることが明らかになった。このことから、石器石材の産地分析では、試料形状の変化(凹凸の有無など)があっても、元素比を用いれば問題はないと言えよう。

3．試料厚さの違い：同一母岩より厚さの異なる5試料を作製し(分析面は#200研磨剤で研磨した平坦面)、比較した。厚さは、遺跡から出土する緻密黒色安山岩製石器を考慮して最小で0.9mmとし、最大6mmのものまで測定した。その結果、X線強度の試料間の変動係数は、Ba以外の元素ではたかだか0.03程度であることがわかった。したがって、この程度の厚さであれば、試料厚みに関係なくほぼ一定の測定結果が得られると言えよう。ただし、BaのKa線はエネルギーが高く試料を容易に透過するので、試料厚みに伴って測定値が変動した。

4．分析面積の違い：同一母岩より分析面積の異なる試料を複数作製(分析面はいずれの試料も#1500の研磨剤で研磨)して比較した。遺跡から出土する緻密黒色安山岩製剥片の大きさを考慮して最小面積を0.6cm^2、最大を8.0cm^2(本研究で使用した装置の通常の測定面積)とした。測定の結果、面積に応じて各元素のX線強度は変化するが、元素比はほぼ一定であることが確められた。

IV. おわりに

上記の実験結果より、分析面の研磨度や凹凸・試料厚さ・分析部分の面積の相違は元素比を用いれば問題はなく、凹凸があり薄く微小な緻密黒色安山岩製石器についても元素比による蛍光X線分析法を用いた石材原産地推定が可能となった。なお、本方法を埼玉県の旧石器時代の遺跡から出土した緻密黒色安山岩製石器に適用した結果については、本大会の別項で発表している(山本ほか 1994)。

引用文献

山本薫　1993　「緻密黒色安山岩製石器の石材原産地推定方法について」、筑波大学先史学・考古学研究、第4号、pp.45-69.
山本薫・高松武次郎・小室光世　1994　「旧石器時代の武蔵野台地東縁部および大宮台地における緻密黒色安山岩石器の産地と入手」、日本文化財科学会第11回大会発表要旨集.

P25

旧石器時代の武蔵野台地東縁部および大宮台地における緻密黒色安山岩製石器の石材の産地と入手

山本薫(筑波大学 歴史・人類学系)・高松武次郎(国立環境研究所 土壌環境研究室)・
小室光世(筑波大学 地球科学系)

I．はじめに

関東地方の旧石器時代や縄文時代の小形剥片石器に使用された緻密黒色安山岩に関しても、黒曜石と同様に、石材の産地を推定することができる(山本 1993、山本ほか 1994: 本要旨集)。石材産地推定結果をもとに、この石材の利用の広がり、地域性や時間的推移などの石材入手の問題を論じるには、まず、様々な地域や時期の遺跡から出土した緻密黒色安山岩製石器を分析することが必要である。本研究ではその一環として、分析する機会を得た埼玉県内の柿ノ木坂遺跡、堤灯木山遺跡および中三谷遺跡から出土した緻密黒色安山岩製石器の石材産地を推定し、その結果をふまえて、武蔵野台地東縁部(埼玉県内)と大宮台地におけるVII層段階およびV・IV下層段階の緻密黒色安山岩の入手のあり方を考察する。

II．分析資料と方法

石材産地推定を試みた資料は、埼玉県和光市柿ノ木坂遺跡東区の第１文化層(IV下層段階)、同遺跡西区の第１文化層(IV下層段階)および第２文化層(VII層段階)、同県桶川市堤灯木山遺跡の第２文化層(V・IV下層段階)、そして同県鴻巣市中三谷遺跡の石器集中部(IV下層段階)から出土した、緻密黒色安山岩製のナイフ形石器、削器および剥片の合計２０点である。柿ノ木坂遺跡は武蔵野台地上に、堤灯木山遺跡および中三谷遺跡は大宮台地上に位置する。石材産地推定方法は、若干の改良があるが山本(1993)と同様である。

III．石器資料の石材産地推定結果

VII層段階については、柿ノ木坂遺跡西区第２文化層から出土した４資料が武尊山周辺を、１資料が箱根(白銀山周辺)を産地とすると判別された。V・IV下層段階については、柿ノ木坂遺跡(東区第１文化層および西区第１文化層)では計３資料が武尊山周辺を、堤灯木山遺跡では４資料が武尊山周辺で１資料は箱根(白銀山周辺)を、そして中三谷遺跡では７資料全てが武尊山周辺を産地とすると判別された。

IV．考察

上述の通り、いずれの遺跡においても、そしてVII層段階およびV・IV下層段階ともに、大部分の資料は武尊山周辺が、一部は箱根(白銀山周辺)が石材産地であると判別された。産地が武尊山周辺と判別された石器18点のうち12点において、資料の一部に自然の営力による琢磨された面(礫面)が認められた。このことは、これらの石材の多くは、露頭ではなく、武尊山を浸食する河川を産地としていることを示す。武尊山産の緻密黒色安山岩は、武尊山を含む利根川流系沿いの地域に分布することから、石器石材の産地はこの流系沿いの川原などの礫床や河川堆積物に限定できよう。そして、遺跡が形成された当時

の利根川（以下「古利根川」）は武蔵野台地より北東部の荒川低地が流路であったと言われており、石材が荒川低地より搬入されたことが推察される。分析資料は、いずれも荒川低地に接する台地上の遺跡であり、遺跡近傍の石材も利用されたことを示す。

一方、わずか2点であるが、箱根(白銀山周辺)が石材産地であると判別された資料があった。これらの石器にも、資料の一部に自然の営力による琢磨された面(礫面)が認められた。箱根産のものは白銀山を含む早川流系沿いおよびその周辺の海岸地域に分布することを考え合わせると、石器石材の産地はこれらの地域である可能性が高い。武蔵野台地では、この時代において箱根産の黒曜石の利用が知られており、今回の分析結果は、箱根産の緻密黒色安山岩も、黒曜石と同様な過程の入手が考えられる。

V. おわりに

これまで、緻密黒色安山岩と同様に小形剥片石器に利用された黒曜石では、遠方の石材原産地からの入手が指摘されてきたが、山本が確立した緻密黒色安山岩製石器の石材産地推定方法を、埼玉県内の遺跡から出土した緻密黒色安山岩製石器に適用した結果、緻密黒色安山岩については、ほとんどは遺跡近傍からの入手であることがわかった。ただし、わずかではあるが、遺跡遠方の原産地のものの利用も見られた。これまでの山本・柴田・上本による南関東地方の遺跡から出土した緻密黒色安山岩製石器の分析においても、いずれも石材の産地は古利根川あるいは箱根であると推定されている（山本 1993、柴田ほか 1991）ことから、旧石器時代の南関東地方では、古利根川と箱根が緻密黒色安山岩の二大産地であった可能性がある。

今後は、緻密黒色安山岩製石器の石材産地推定をさらに精度よく行うために、産地の情報を蓄積するとともに、南関東地方の様々な地域および様々な時期の遺跡から出土した緻密黒色安山岩製石器の石材産地推定を進め、さらに緻密黒色安山岩以外の石材の利用も分析し、他の考古学的知見も組み合わせたうえで、石材の入手、搬入や選択に関する地域性と変遷、文化圏や行動圏について考察を深めたい。

なお、本研究の成果の一部は印刷中である(山本ほか 1994a)。

引用文献

山本薫　1993　「緻密黒色安山岩製石器の石材原産地推定方法について」、筑波大学先史学・考古学研究　第4号、pp.45-69.

山本薫・高松武次郎・小室光世　1994a　「武蔵野台地東縁部および大宮台地における緻密黒色安山岩石器の石材の入手について」、『花ノ木・向原・柿ノ木坂・水窪・丸山台』、(財)埼玉県埋蔵文化財調査事業団、(印刷中)..

山本薫・高松武次郎・小室光世　1994b　「蛍光X線分析による緻密黒色安山岩製石器の石材原産地推定方法」、日本文化材科学会第11回大会発表要旨集.

柴田徹・上本進二・山本薫　1991　「宮ヶ瀬遺跡群および神奈川県内出土の緻密黒色安山岩製石器の石材産地」、『宮ヶ瀬遺跡群II』、神奈川県埋蔵文化財センター、pp.393-406.

P26

南関東の石器の石材名称Ⅰ（神奈川県）

上本進二（神奈川県立旭高校）・柴田　徹（都立青山高校）・山本　薫（筑波大歴・人）

１．はじめに

これまで，石器の石材名称は，同一の岩石であっても石材鑑定者によって名称が異なっていたり，逆に異なる岩石であっても同一の名称であったり，曖昧な名称であったりする例が多かった。これは，風化した石器の石材を非破壊で判定しなければならないことと，熟練した鑑定者が少ないことが原因のようである。このため，石器の石材組成や石材圏の研究をする際に，報告書の石材データが利用できないという問題があった。

筆者らは，ここ数年，特に南関東の遺跡から出土した石器の石材鑑定と石材産地同定および石器の石材組成の研究に携わってきた。その過程で下記のような石材分類基準を作成した。本発表では，ポスターセッション会場で実際に岩石を展示し，全国の石材研究者とともに石材名を検討する機会を持つことにした。このような試みによって，全国的な規模での統一名称が用いられるようになれば，石器研究に大きな進歩があるものと考える。なお，この成果は，次回の本学会で報告する予定である。

本発表Ⅰ．では，神奈川県内の遺跡から出土した石器に利用されたと考えられる石材の産出地と石材名称について述べる。

２．石材分類基準　　※［　］内は筆者らが過去に用いた名称

凝灰岩－丹沢山地を流域とする河川の多い神奈川県内の遺跡出土石器の石材は，丹沢山地のいわゆるグリーンタフが圧倒的に多い。凝灰岩の岩質は粗粒～細粒，硬質～軟質と非常に多様で，グリーンタフの中でも岩質によって石器としての使い分けが行われていると考えられる。ここではグリーンタフを**粗粒凝灰岩・軟質細粒凝灰岩・硬質細粒凝灰岩・火山礫凝灰岩・中粒凝灰岩・凝灰質砂岩・流紋岩質凝灰岩**に分類した。

安山岩〔安山岩質流紋岩〕〔石英安山岩〕〔角閃石安山岩〕〔石英斑岩〕－箱根・伊豆に産する。岩相は多岐にわたるが，代表的なものは灰色の石基に白い斑晶（斜長石）や黒い斑晶（輝石）が無数にあり，多孔質のものもある。一般に灰白色を呈することが多い。表面ががさがさした感じなのでしばしば砥石・石皿として用いられることがある。安山岩は細分することもできるが，現時点では石器としての使い分けがあるかどうかは不明なので，細分しなかった。

緻密黒色安山岩－サヌカイトによく似ているが，古銅輝石は含まない。この石材は玄武岩・黒色緻密質安山岩と呼ばれているものとしばしば類似する。顕微鏡下ではガラス質で細粒，斑晶がほとんど無い。細かい気泡を持つものもある。1989年までは両輝石安山岩と

していた。神奈川県内における産出地は箱根古期外輪山（たとえば，白銀山周辺）である。

玄武岩－黒褐色～茶褐色で非常に大きな孔があいている。富士山の溶岩と思われる。

斑糲岩－灰白色地に黒色の斑点がある。外観上，石英閃緑岩とよく似ているが，有色鉱物を50％以上含むものは斑糲岩とした。敲石に多用されている。道志川上流に産するらしく，相模川・酒匂川の河床礫として存在する。

輝緑岩－淡緑～淡青緑色で緻密な岩石である。たたき石・炉石に用いられる。

流紋岩－丹沢山地以外に産する白色を基調とした火成岩で肉眼では結晶の見えない岩石を流紋岩とした。丹沢山地の流紋岩は流紋岩質凝灰岩とした。

砂岩－肉眼で砂粒が識別できる粒径で淘汰の良い石英質砂よりなる。風化または被熱によって表面が粒子単位で剥落するものが多い。小仏層群の砂岩のほか県外からの搬入石材らしい。

硬質砂岩〔硬砂岩〕－暗灰～暗青灰色を呈し，緻密で固結度が高い。産地は小仏層群と思われる。

頁岩－比較的緻密で青灰～暗灰～黒色を呈する。小仏層群のものと思われる。

泥岩－新第三紀鮮新世の中津層に軟質の泥岩がある。建物の基礎等に用いられる。

粘板岩－泥岩よりも細粒で樹脂光沢をもち，板状に剥離する。石英脈がみられるものもある。変成作用を受けてホルンフェルスとなったものは，点紋がくっきりと見える。

石灰岩－小仏層群中の串川荒句橋付近の礫岩層中に石灰岩礫がある。量的には少ないが径1mほどのものもある。

ホルンフェルス－丹沢中央部で石英閃緑岩の貫入によって変成を受けた凝灰岩・安山岩起源のホルンフェルスと，小仏層群の堆積岩起源のホルンフェルスがある。道志川・中川川（丹沢湖の上流）・道志川・相模川中流に多産する。新鮮なものは非常に緻密で，たたくと金属的な音がする。点紋状の斑点が目立つものもある。原岩は頁岩・粘板岩などが多いようである。

輝緑凝灰岩－赤紫色～暗緑色まで多様な色調を呈する。この岩石は藤野町栃谷と和田の小仏層群にもわずかに産する。

結晶片岩－千枚岩を除く結晶片岩の石材の多くは関東山地の三波川変成帯のものと思われるが，小仏層群にも石英の貫入を受けた変成岩類がある。

千枚岩－薄く剥がれるが表面は光沢がある。原岩は粘板岩と思われる。関東山地小仏層群と赤石山脈の四万十帯のものと思われる。小仏層群の千枚岩は愛川町串川流域で産するが，剥離面は波状を呈して岩質も脆い。

片麻岩－ 花崗岩類が変成作用をうけて縞状になったもの。白色の地に黒色鉱物が列状に並んでいることが多い。丹沢山地中央部に産する。

P27

南関東の石器の石材名称II（神奈川県以外）

柴田　徹（都立青山高校）・山本　薫（筑波大歴・人）・上本進二（神奈川県立旭高校）

1．はじめに

石器の石材名称の統一への試みとして，南関東の石器の石材名称Ⅰに続いて，ここでは神奈川県以外の南関東で出土する石器に利用されたと思われる石材の名称について述べる。

2．神奈川県以外の南関東の石器の石材名称

安山岩類〔石英安山岩〕〔角閃石安山岩〕－岩相は多岐にわたるが，代表的なものは灰色の石基に白い斑晶（斜長石）や黒い斑晶（輝石）が無数にあり，多孔質のものもある。一般に灰白色～暗灰色を呈することが多い。表面ががさがさした感じのものはしばしばすり石・石皿として用いられることがある。肉眼観察によって安山岩を岩石学的に細分することは困難なので，細分しなかった。利根川・渡良瀬川・鬼怒川・那珂川で採集できる。

緻密黒色安山岩－神奈川県の箱根古期外輪山以外には，群馬県の鏑（かぶら）川・湯ノ小屋川・片品川の各流域や，利根川中流河床などで拾える。この石材は玄武岩・黒色緻密質安山岩等と呼ばれているものと類似する。ガラス質で細粒，斑晶がほとんど無い。細かい気泡を持つものもある。

輝緑岩－淡緑～青緑色で緻密な岩石である。

石英斑岩－灰白色の基質の部分に5mm±の石英や斜長石の斑晶が点在する岩石。塊状・均質で丈夫であるためすり石に多く用いられる。日光流紋岩類に属し，片品川上流から日光にかけて広く分布する。利根川・鬼怒川・那珂川で採集できる。

閃緑岩－粗粒で無色鉱物と有色鉱物がゴマ塩状に配列する岩石。無色鉱物の方が多い。すり石・敲石・石皿に使用される。多摩川・荒川・利根川・鬼怒川で採集できる。

流紋岩－丹沢山地以外に産する白～淡褐色でガラス光沢のあるものもある。石英の斑晶が細かいかあるいは見えない。砥石・剥片石器などに用いられる。

砂岩－多摩川・荒川・利根川の河床礫に大量に分布する。硬質のものは打製石斧・すり石，軟質のものは砥石に多用される。

粘板岩－黒色で板状に剥離する。石英脈がみられるものもある。変成作用を受けてホルンフェルスとなったものは，点紋がくっきりと見える。

チャート－灰色～灰緑色～暗赤色を呈する。非常に緻密で透明感のある樹脂光沢がある。珪質頁岩との区分は透明感のあるものをチャートとし，ないものを珪質頁岩とした。多摩川上流などと関東山地と足尾山地・鶏足（とりあし）山地に分布する。

ホルンフェルス－新鮮なものは非常に緻密で硬く，たたくと金属的な音がする。点紋状の斑点が目立つものもある。原岩は頁岩・粘板岩などが多いようである。風化すると黄粉状になる。多摩川・荒川・利根川に産する。

輝緑凝灰岩－赤紫色～暗緑色まで多様な色調を呈する。秩父層群中に多く産する。

結晶片岩－千枚岩を除く結晶片岩の石材の多くは，関東山地の三波川変成帯のものと思われる。結晶片岩には雲母片岩や緑泥片岩など多種の岩石があるが，石器としての使い分

けがあるかどうか不明なので，現在は細かく分類していない。荒川・神流川に多産する。

片麻岩－灰白色の地に黒色鉱物が列状に並んでいることが多い。粗粒で花崗岩に似る。筑波山南方に産す。

珪質頁岩－黒色または黒褐色で光沢のある硬質・緻密な岩石。黒いチャートとの区別は難しい。産地は秩父層群中にあり，多摩川で採集できる。

硬質頁岩－均質で細粒緻密。灰褐色を基本とし，色の濃淡は変化に富む。新潟県寺泊など日本海側の油田地帯に関係して産するようだ。

黒色頁岩－黒色で緻密。均質なので剥片石器に多用される。風化すると黄灰色を帯びた粉状になる。利根川で採集できる。

蛇紋岩・蛇灰岩・橄欖岩－暗紫色～明黄緑色まで多様な色調を呈する。軟質で脆い。主に三波川変成帯に産し，利根川・荒川・神無川など関東山地北東部の河川で採集できる。

メノウ－乳白色の半透明なガラス質の岩石。白色半透明のチャートとの識別は難しいことがある。濁った橙色のものは風化した石英の脈岩によく似たものがあるので注意を要する。茨城県北部の山方町周辺に多産する。

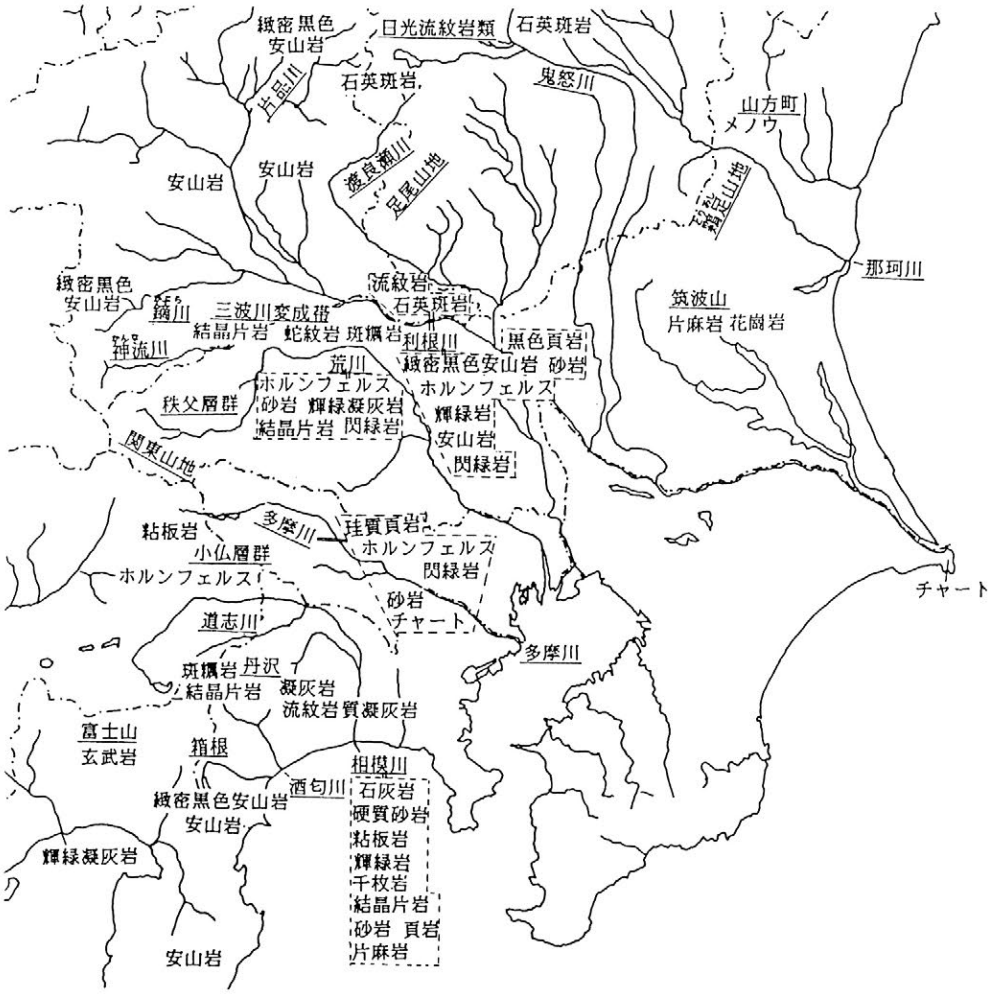


図　南関東の石器の石材産地

P28

ヒスイ・碧玉製玉類の産地分析（３）

藁科哲男（京都大学原子炉実験所）
東村武信（関西外国語大学）

はじめに　玉類を超音波洗浄器で水洗するのみの完全非破壊で、蛍光Ｘ線分析、電子スピン共鳴装置を用いて分析を行なった。

１．玉類の原産地調査と原石の分析に重点をおき研究を進めた。

硬玉、軟玉の原産地調査と原石群の確立では、新たに、産地間を弁別する指標として、Na/SiとMg/Siの比値をもちいたところ、ヒスイ輝石鉱物を含有する硬玉とクロム透輝石などヒスイ輝石鉱物以外を主成分とする軟玉の区別ができる。また、岐阜県、丹生川村の飛騨産ヒスイは日高産ヒスイと組成が酷似する軟玉で、両者を決定的に区別できる指標を見つけるに至っていない。しかし、両者のNi/Fe比は日高産は飛騨産に比較して小さく、この差で両者を区別できた。富良野市、十梨川流域で採取されたヒスイは日高産に組成が一致した。これで、調査できた硬玉、軟玉の原産地は合計１０ヶ所で、これら産地の原石について、ヒスイ製玉類の産地分析ができる。

２．碧玉の原産地調査と原石群の確立では、産地間を弁別する指標として蛍光Ｘ線分析による元素分析に加えて、イオン、色中心などの常磁性種のＥＳＲ信号を用いて、石川県二俣産、愛知県土岐産、島根県花仙山産、新潟県猿八産、兵庫県玉谷産の区別が確実に行える。最近、富良野市空知川流域から良質の碧玉原石が採取されることが判明し、新たに空知群を作ることができた。またこの群は蛍光Ｘ線方とＥＳＲ法を併用することにより、明確に他の群と区別できた。現在、産地分析ができる原産地は９ヶ所になり、全国各地から出土する玉類の産地分析を行っている。

３．これら玉類の原材産地分析の結果では、北海道、茂別遺跡の続縄文時代出土のヒスイ製棗玉と大川遺跡出土の縄文時代晩期出土の勾玉９個に糸魚川産原石が、また大川遺跡の勾玉１個に日高産原石が使用されている結果が得られた。岩手県、大日向Ⅱ縄文時代後期の丸玉４個、勾玉７個および弥生中期時代の小玉１個にそれぞれ糸魚川産ヒスイが使用されていた。岐阜県、西田遺跡出土の丸玉２個に糸魚川産ヒスイが使用され、１個に九州地方で使用されている玉材と同質の原材料が使用されていることが判明した。荒城神社遺跡の縄文時代後期出土の垂玉に糸魚川産原石が使用され、未加工玉材の３個の原石産地は地元の飛騨産ヒスイ（軟玉）が使用されていた。また、戸入村平遺跡の縄文時代晩期？出土の垂玉にも糸魚川産ヒスイが使用されていた。愛知県、豊川市内遺跡の縄文時代後期～晩期後半のヒスイ製玉類の４個に糸魚川産ヒスイが使用されていた。兵庫県、箱塚４号墳出土の勾玉に、豊岡市大師山、北浦横穴墓の６世紀の勾玉および鳥取県、御建山遺跡尾高１９号墳出土の勾玉にそれぞれ糸魚川産ヒスイが使用されていた。岡山市津寺遺跡の縄文時代晩期の大珠に、百間川遺跡の弥生時代後期の勾玉未製品にそれぞれ糸魚川産ヒスイが使用されていた。徳島県板野町蓮華谷古墳群Ⅱ、２号墳３世紀の勾玉、４号墳６世紀の丸玉に糸魚川産原石が使用されていた。今回の結果が四国地方で初めての報告になった。熊本県大津町ワクド石遺跡出土の勾玉に糸魚川産ヒスイが使用されていた。　一方、碧玉製玉類の産地分析

の結果では、茂別遺跡出土の碧玉製管玉に佐渡島の猿八産原石が使用されていることが判明し、今回の結果が北海道で佐渡産碧玉が使用された例が証明された最初の結果である。滋賀県、筑摩佃、立花遺跡出土の管玉および玉材には、それぞれ女代南（Ｂ）群に一致する碧玉製玉材が使用されていた。愛知県、豊川市、上野第３号墳の古墳時代後期出土の碧玉製管玉に花仙山産原石が使用されていた。箱塚、高川古墳群出土の管玉９個に花仙山産碧玉が使用されていることが判明した。兵庫県、豊岡市女代南遺跡の弥生時代中期出土の管玉用と考えられるサヌカイト製ドリルおよびドリル用原材料には、香川県金山産、鳥取県馬ノ山産、奈良県二上山産原石が使用されていることが明らかになった。玉用ドリル工具の原石産地が明らかになった例は今回が最初である。また、管玉と未製品には女代（Ｂ）群の原石が使用され、石片にのみ約４５％の確率で地元の玉谷産が使用されていると言う結果を得た。豊岡市内の他の遺跡でも女代（Ｂ）群の原石が主体的に使用され、また、豊岡市のエノ田および大師山古墳の６世紀の管玉には花仙山産原石が使用され、女代（Ｂ）群の原石の使用は確認できなかった。兵庫県、作用町長尾・沖田遺跡の弥生時代中期末の遺物に女代（Ｂ）群の原石が使用され、御建山遺跡尾高１９号墳第２主体部出土の管玉１個に女代（Ｂ）群の原石が使用されていた。岡山県川上村の中国横断道関係遺跡の古墳時代出土の管玉１個にも女代（Ｂ）群の原石が、また、玉材石片には花仙山産原石がそれぞれ使用されてた。岡山市甫崎天神遺跡の弥生時代中、後期の管玉に佐渡産原石と思われる結果が得られたが、帰属確率が低く、佐渡から遠く離れた遺跡であることを考慮し、帰属確率が十分に高い結果がえられるまで産地を特定することを避けた。また、２号墳出土の管玉に、および斎富古墳出土の勾玉、管玉に花仙山産原石が使用されていた。板野町蓮華谷古墳群Ⅱ、２号墳、３世紀末の管玉に女代（Ｂ）群の原石が使用され女代（Ｂ）群の原石が四国にまで分布圏が広がっていることが判明した。５号墳の６世紀末の碧玉製管玉１０個、勾玉１個には花仙山産原石が使用されていた。宮崎県祇園原遺跡出土管玉の２個に花仙山産原石が使用されていることが明らかになった。九州地方の玉類で花仙山産と同定された結果は今回が始めてである。ガラス玉の分析では、箱塚４号墳出土のガラス玉は比重が重くまた鉛も多量に分析されたことから鉛ガラスの玉と推測した。御建山遺跡尾高１９号墳出土のガラス製小玉はアルカリ石灰ガラスで、青色着色に青銅原材の銅イオンを用いたのではないかと推測できる結果を得た。今回の分析で糸魚川産ヒスイを使用した玉類は現在までに明らかにされている分布圏をさらに確実に証明することができ、今回、日高産、飛騨産ヒスイが使用されていることがほぼ確実に証明されたので、今後これらヒスイの分布圏を明らかにする必要がある。また、佐渡、猿八産碧玉が北海道にまで分布圏が広がり、花仙山産碧玉は古墳時代の管玉に主に使用された原石で、四国東部、九州南部にまで分布圏が広がった。また、原石産地不明の女代（Ｂ）群の原石は、島根県布田遺跡、四国東部、滋賀県の弥生時代および古墳時代初期の遺跡に分布圏がひ広がっていることが明らかになった。グリーンタフ、蛇紋岩系の玉材については、分析データの蓄積を行っているところで、今後、遺跡間で同質の原材料が使用されているかなどを検討する必要がある。

本研究には、平成４，５年の文部省科学研究費（一般研究Ｃ）の補助を受けた。

P29

北海道の遺跡から出土したガラス玉の成分分析

小笠原正明*・岡部雅憲*・小笠原昭子
(*北海道教育大学函館校)

［緒　言］

ガラス玉は弥生時代に大陸からわが国に伝来したと言われている．7-8世紀には国産品も出回って，各地で装飾品として広く用いられた．しかし北海道においては，擦文期（8-12世紀）までの遺跡から発見される例はまれで，その由来や性質については不明な点が多い．この研究では，4世紀の続縄文期から8世紀の擦文期までの比較的長い期間の代表的な出土ガラス玉の非破壊分析を行い，それぞれの玉のキャラクタリゼーションを試みた．

［測　定］

表１に示した４箇所の遺跡から出土したガラス玉を蒸留水およびアセトンで洗って乾燥したあと，下半分をアルミ箔でくるんで，カーボン蒸着を行った．試料はいずれも十分に堅く，深部まで風化が進んでいるようには見えなかった．測定には北海道大学理学部に設置されているエネルギー分散型の蛍光Ｘ線装置（フィリップス社製EDAX9100型）を用いた．アルミ箔で下半分を包んだ試料を，６連のカートリッジに伝導性テープで固定して測定を行った．

［結　果］

測定条件の影響：ガラス玉の非破壊分析では，測定の条件が結果に影響を与える．たとえば，表１のNo.1300の試料では，Mg, Al, Si, K, Ca, Fe, Cl などの元素が検出されるが，これらの含有量はＸ線管電圧，測定時間，測定部位などによって変化する．一般にＸ線管電圧が高いほど重い元素の比が高くなる．逆に言えば，低い電圧では重い元素が検出しにくくなる．しかし，電圧を高くしすぎると，試料表面を損なう恐れがあるので，Ｘ線管電圧は常に25kVにセットしてすべての測定を行った．測定時間は100sとした．測定部位による違いは，試料のなるべく平らな部分を選んで測定することにより少なくすることができた．

定性分析：大川遺跡のガラス玉 YOITI K4 から10-20パーセント程度のPb（PbOと仮定）が検出され，鉛ガラスと同定された．これ以外の玉ではPbは検出されなかった．CaとKの含有量から考えて，その他の玉はすべてアルカリ石灰系のガラス製であると考えられる．この中で特にCaの含有量が少ないトノマ遺跡のK1-K6の６点，大川遺跡の YOITI K1 の１点は，カリガラスではないかと考えられる．トノマ遺跡出土のこい青色のガラス玉K1,K5,K6の３点からはMnが検出され，うすい青色のガラス玉K2,K3,K4の３点からはCuが検出された．このように，色調の違いが成分元素の違いに関係している例が見いだされた．

キャラクタリゼーション：ガラス玉の非破壊分析では測定条件によるデータのバラツキが大きく，単に成分元素の量を比較するだけでは分類が難しい．しかし，さまざまな元素の組合せで相対量を比較した結果，北大（ポプラ並木東地区）遺跡やトノマ遺跡などの試料についてCaOとK_2Oの比が比較的安定していることがわかった．図１に示すように，北大遺跡のガラス玉には

K≦Caという傾向があり，トノマ遺跡のガラス玉にはK＞Caという傾向がある．この傾向が時代の違いを反映しているのか生産地の違いを反映しているのか興味が持たれるが，今のところそのどちらとも言えない．また，Al，Si，Ca，Kの４元素を用いておおまかな系統分析を行ったところ，まず鉛ガラスのグループとアルカリ石灰ガラスのグループに分かれた．さらにアルカリ石灰グループはほぼ２系統にわかれた．このグループ分けは，色調など外見による分類とほぼ一致した．

［謝辞］

この研究にご協力下さった北大文学部の吉崎昌一教授，北海道開拓記念館の中田幹雄氏，枝幸町教育委員会の佐藤隆広氏，大川遺跡の宮宏明氏に厚くお礼申し上げます．

表１　測定したガラス玉の一覧表

試料番号	遺跡名	時代区分	年代	外見
K1 K2 K3 K4 K5 K6	トノマ遺跡	続縄文期 （後北Ｃ式）	4世紀	こい青色 うすい青色 うすい青色 うすい青色 こい青色 こい青色
No.1300 No.1299 No.1314	北大ポプラ並木東地区遺跡	続縄文から擦文期	6-7世紀	透明感のあるこい青色 透明感のあるうすい青色 透明感のあるうすい青色
No.415	目梨泊（めなしどまり）遺跡	擦文期	8世紀	透明感のあるこい青色
YOITI K1 YOITI K2 YOITI K3 YOITI K4	大川遺跡	擦文期	8世紀	こい青色 透明感のある水色 透明感のあるうすい青色 透明感のあるオレンジ色

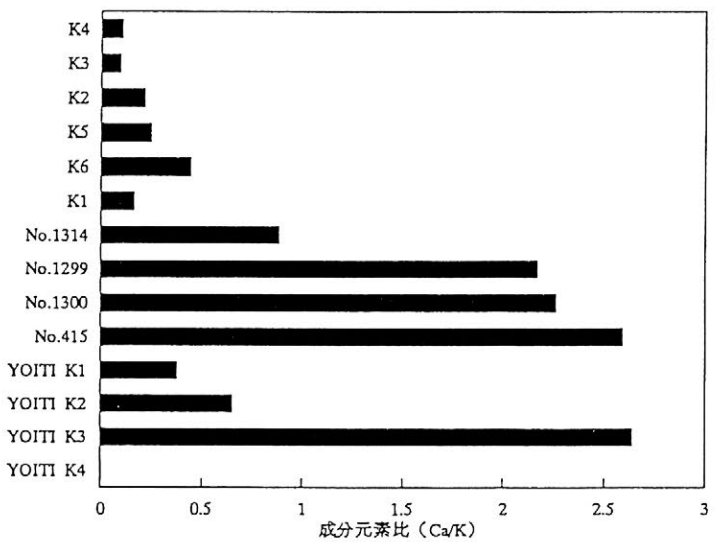


図１　成分元素比による識別

P30

縄文土器製作技法の一考察
－スライス法による断面観察－

吉田　学（東京芸術大学大学院）
鈴木徳雄（埼玉県児玉町教育委員会）
二宮修治（東京学芸大学）
大沢眞澄（昭和女子大学）

１．はじめに

従来、縄文土器の製作技術に関する研究は型式学的な表面文様の解析や色調の肉眼観察、岩石学的な顕微鏡下の薄片観察が主流であった。また、土器の断面観察やＸ線ラジオグラフィーを用いた内部構造の観察も、土器片をそのまま用いたため、明確な結果は得られていなかった。

そこで、縄文土器試料を縦方向に厚さ５㎜程度に切断するスライス法を用いて土器のスライス片を作製し、Ｘ線ラジオグラフィーによる断面観察および土器のサンドウィッチ構造の解明、製作技術の推定などを、縄文前期・黒浜式土器などの繊維土器を供試した。

本研究で使用した縄文土器は、埼玉県児玉郡児玉町内の遺跡などにて表採されたものである。

２．方法

縄文土器は比較的焼成の良好と思われるものでも脆弱化しているなど、かなり変質しているため、予備的に２～３片をそのまま切断し、研磨したところ、亀裂が入ったり、折れたり、また、切断後、保管中に破損する場合が多いことが判明した。そこで、切断・研磨時、また、その後の実験に耐え得るように、ＥＰＭＡ用薄片（ポリッシュ）作製の樹脂・リゴラック（ポリエステル系樹脂・岩本鉱産製）に土器片を包埋・固定した。透明な樹脂のため、包埋後にも土器表面の観察が可能であり、厚さ５㎜のスライス片が容易に得られる。

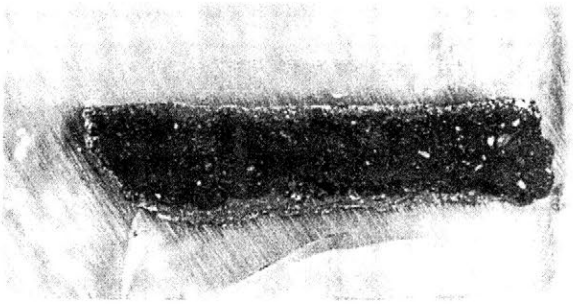
Ｘ線ラジオグラフィーに使用した装置は、ベリリウム窓付き軟Ｘ線管球・E-40型装置（(株)ソフテックス社製）で、電圧30KVp,電流４mA，照射時間３分で良好な濃度のＸ線ラジオグラムを得ることができた。

３．結果

試料のカラー写真とＸ線ラジオグラムとを対比して観察すると、土器の胎土色調が表面と内部で異なるサンドウィッチ構造は胎土中の疎密度と関係が深いことが示唆され、赤褐色部は構造的に疎の状態で焼成時に空気の流入が盛んで酸化状態であったこと、黒色部は構造的に密の状態で還元状態であったと考えられる。

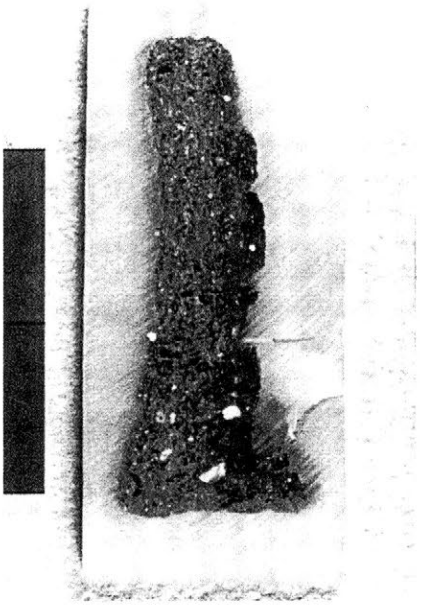
スライス法で得られた良好なＸ線ラジオグラムによって、色調や断面の状態に左右されることなく、土器成形時の流文構造や組織の密度から輪積みの接合面と思われる部分の観察が明瞭になった。併せて、繊維土器の繊維の混入状態や粘土紐・粘土帯の幅、積み上げ方法など製作技法の推定も可能であろう。

そのほか、スライス片から胎土色調の異なる部分ごとに取り出したサンプルについて熱分析法を試み、興味深い結果も得ることができた。

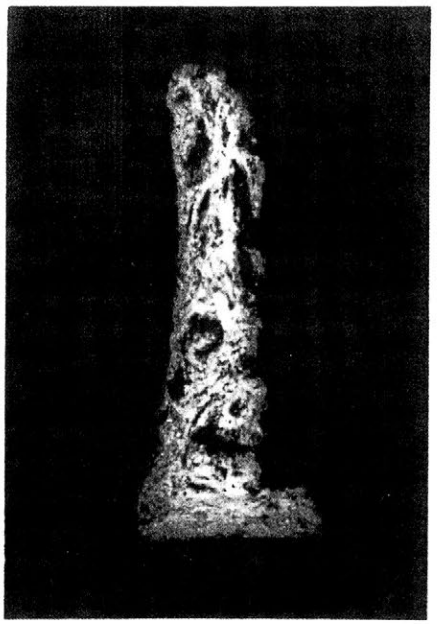


↑縄文前期・黒浜式土器のスライス片

↑縄文前期・黒浜式土器（同上）のX線ラジオグラム



↑縄文前期・関山式土器底部のスライス片



↑縄文前期・関山式土器底部（同左）のX線ラジオグラム

P31

土器に吸着された脂質の基礎的研究

泉愛子、堀内晶子、David A. Loeliger
国際基督教大学理学科化学教室

太古の人々の文化を探るうえで、どの様な食生活をしていたかは欠かすことの出来ない重要な情報である。木の実や骨など、残存する遺物のみならず、近年、土器に付着しているタール等から脂質を抽出、分析し、その脂質がどのような食物に由来するのかを調べる研究が行なわれる様になった。生体に含まれる脂質の種類はさまざまであり、空気や水、土壌中の微生物によって分解される度合いも、土器に吸着される度合いも脂質の種類によって異なると考えられる。

そこで、本研究では3種類の異なった脂肪酸及びそのトリグリセライドをモデル脂質に選び、それぞれのモデル脂質が、異なった種類の粘土より作製された素焼き板（土器モデル）にどれくらい吸着されるかを調べた。モデル脂質には、飽和炭素鎖の短い例としてラウリン酸（C12), 長い例としてステアリン酸(C18), 不飽和結合を持つものとしてオレイン酸(C18cis)、及びそれらのトリグリセライドを使用した。土器のモデルとして、ICUキャンパスの異なった地点から出土した3種類の粘土(S, P, C)を板状に加工し、電気炉で700度から800度に5時間加熱したもの切断した約1cm3のキューブを用いた。一定量のモデル脂質をキューブに添加し、モデル系とした。

抽出溶媒は、脂肪酸とトリグリセライドの両方を溶解するCH_2Cl_2 ： MeOH = 1 ： 1を使用した。ソックスレー抽出器による抽出と超音波装置による抽出方法を検討した結果、回収率に大差が見いだされなかったため、実験時間の短い超音波装置による抽出方法を採用した(Figure 1)。抽出された脂質はBF_3·MeOH （脂肪酸）及びMeONa（トリグリセライド）によりメチルエステル化した後、ガスクロマトグラフィーを用いて定量した。

脂質の種類と土器との相互作用を、モデル脂質を素焼き板に付着させた後の脂質の回収率として求めてみると、回収率が高い順に炭素鎖の短いラウリン酸、炭素数がステアリン酸と同じであるが二つのアルキル基が二重結合をはさんでシスに位置するオレイン酸、炭素鎖の長いステアリン酸となることがわかった(Figure 1)。この傾向は脂肪酸よりトリグリセライドの方がより著名である(Figure 2)。また、より粒子の細かい粘土から作製した土器モデル（タイプC,及びP）の方が脂質を吸着しやすい。脂質と土器との相互作用は作用する面積が広いほど大きいと言えよう。

さらに、土器の形状による抽出率の違いを調べる為、一度脂質を抽出した後のキューブを粉砕し再度抽出を行なった。添加した脂質の約半数以上はまだ土器内に残留しているにもかかわらず、2度目はほとんど抽出されないことが解かった。従って、1回目で、抽出しうる脂質はほぼ完全に抽出され、また、土器を粉砕する必要が無い事がわかった。

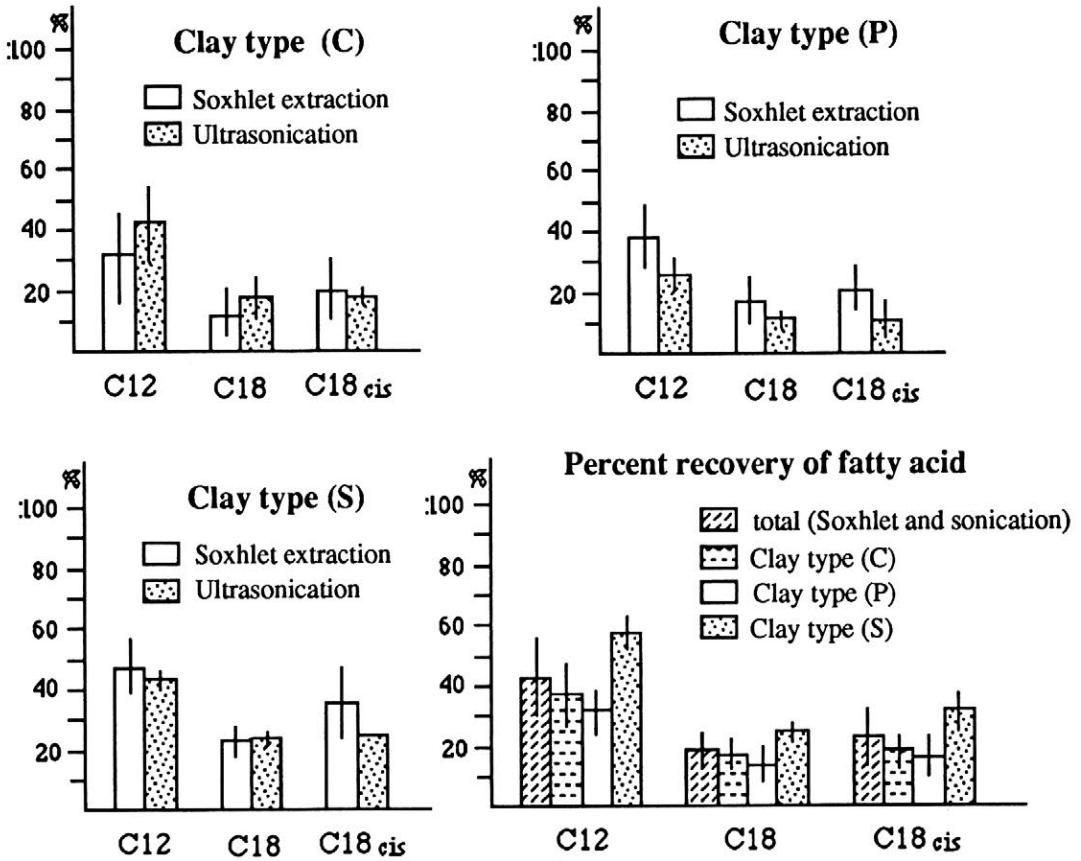


Figure 1. Percent recovery of fatty acids from sample cubes made from different clay types

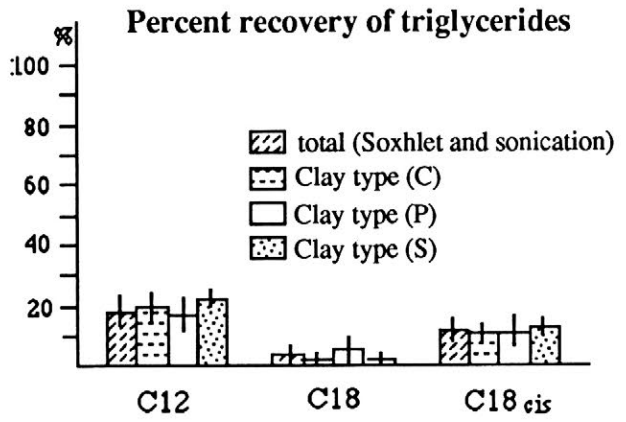


Figure 2. Percent recovery of triglycerides from sample cubes made from different clay types

P32

埼玉県寿能遺跡出土縄文漆器の研究（２）－櫛の塑形材など－

成瀬正和（宮内庁正倉院事務所）
岡田文男（京都市埋蔵文化財研究所）

序

昨年から埼玉県大宮市寿能低湿地遺跡出土の漆器について、蛍光Ｘ線分析および薄片の顕微鏡観察を実施し、層構造や使用顔料に関する研究を進めている。今回は第２報として縄文後期から晩期（加曽利Ｂ期～安行期）の櫛８点などについて報告を行う。なお櫛の全体構造について調査することはできなかった。縄文後晩期の櫛の多くは、結歯式竪櫛に属し、歯材を横架材や糸で固定した後、歯部を除いて塑形材で固め、これに赤色漆を塗って棟部とする構造であり、寿能遺跡発掘調査報告書にも櫛２点についての同様な復元案が示されている。

方法

蛍光Ｘ線分析には理学電機工業製波長分散型蛍光Ｘ線分析装置システム3511を用いた。微小片はエポキシ樹脂に包埋し、研磨して薄片に仕上げ顕微鏡観察を行った。

結果

塑形材には地粉漆（漆に土や砂など鉱物質を混合したもの）と木屎漆（漆に木粉等有機質物を混合したもの）の両者が確認できた。

縄文時代の櫛の塑形材については、これまでにも中里寿克が金沢市米泉遺跡の後期～晩期の櫛に漆地粉と漆木屎の両者を認めている。

寿能遺跡の加曽利Ｂ期の櫛は、偏平で平面形が台形を呈す棟部を持つもの（Ａ型式）と、比較的肥厚した棟部を持つもの（Ｂ型式）の二者に大きく分けることができるが、層構造と型式の対応は今のところ認められない。例えば、Ａ型式に属す櫛１は塑形材に地粉漆を用いている（図１）が、同じ型式に属す櫛２は塑形材に木屎漆のみをを用いている（図２）。また櫛３は塑形材として木屎漆の上に地粉漆を施している（図３）。

加曽利Ｂ期の櫛と安行期の櫛との間にも層構造上の明瞭な差異は認められない。ただ安行期の櫛８が木屎に樹皮を用いていることが確認された（図４）。

塑形材の種類については肉眼観察のみでは同定が困難な場合もあり、薄片試料の顕微鏡観察はこの点でも有用な情報を提供することができる。

赤色漆については単層塗りのものもあるが、２～数層の複数層を塗るものが多い。この中でベンガラ（酸化第二鉄）と朱（硫化水銀）を併用する場合、最上層には朱を用いている。朱はベンガラに比べ漆と混ぜた場合の発色が良く、このような用法は昔も今も変わらない。

参考文献

中里寿克　1989　米泉遺跡出土陶胎漆器及籃胎漆器　『金沢市米泉遺跡』

櫛 1

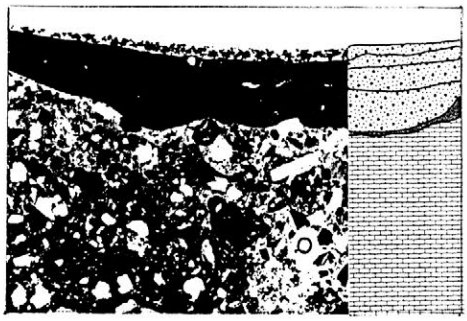
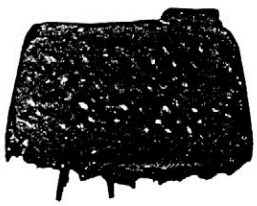


図 1



櫛 2

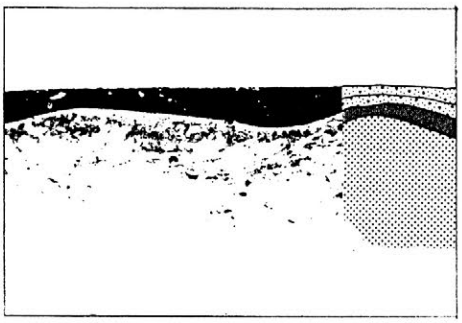
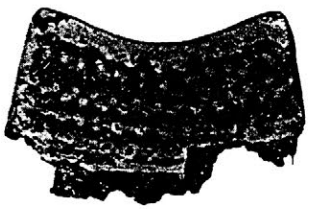


図 2



櫛 3

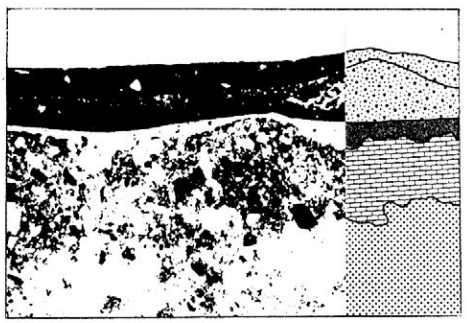


図 3

櫛 8

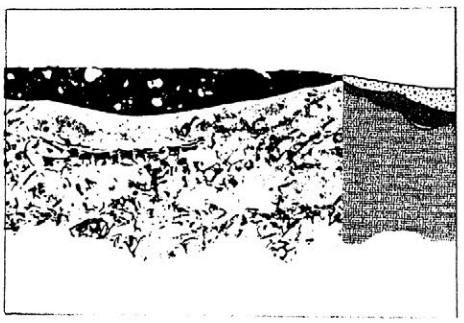


図 4

寿能遺跡出土縄文櫛の層構造

P33

鎌倉市佐助ヶ谷遺跡出土漆膜の研究

武田昭子（昭和女子大学）
鎗田美紀（　　同　　）

1、はじめに

本遺跡は平成２年10月から平成３年11月にかけて佐助ヶ谷遺跡発掘調査団の手で調査が行われ、その結果多くの遺構と種々の遺物が出土した。陶磁器、石製品、骨製品に加えて多量の木製品が出土しており、その中に漆製品も多く含まれていた。木製品の中に、漆器の製作用具も出土しており漆製品とともに、鎌倉期の漆芸品を考える上で好資料となっている。

この遺跡は鎌倉市御成小学校と鎌倉市立中央図書館の左背後にある「佐助ヶ谷」内に位置する。この谷は旧鎌倉を取り囲む丘陵群が複雑に入り組んだ結果形成された奥の深い谷で、ほぼ真南に向かって開口している。谷内には現在、佐助稲荷神社、葛原岡神社、銭洗宇賀福神社等がある。

中世の佐助ヶ谷についてはあまり資料が残っていないが、中世では「佐介」と言われて、有力北条氏が居を構えていたと考えられる。（佐助ヶ谷遺跡発掘調査報告書）

2、方法

出土漆器の主な遺物の塗膜分析は、1993年６月に出された報告書に四柳氏により報告され、塗りの技法について知見を得ることができる。これらの製品は比較的保存状態が良いもの、代表的な遺物についておこなわれている。

本研究は、上記報告にあまり用いなかった皿等の小型遺物の破片を対象にして、小品における技法の一端を明らかにする目的で行った。サンプリングは本遺跡の発掘で用いた分類の、13世紀後半から15世紀後半までの２期より８期に分類した層から、それぞれ数点づつ選び、合計40点について行った。　分析は以下の方法で行った。

① 塗膜をエポキシ樹脂に包埋し、硬化後研磨し、落射、透過光下で顕微鏡観察した。その後作成した手板試料と比較して塗りの工程、下地材料を検討していった。

② 赤色顔料の同定は蛍光X線分析とX線回折測定で行った。

③ ①、②のデータを表にし、また各時期ごと顕微鏡写真を整理し、本遺跡出土小品についての技法の特徴を比較検討してみた。

3、結果とまとめ

下地技法による分類では、炭粉渋下地が37点、地の粉漆下地が3点となり、小型の漆器の場合には、炭粉渋下地の技法が数多く占めている。地の粉漆下地の3点のうち1点は単純な塗りとなっている。炭粉を用いていても他層塗りの手のこんだものもあり、炭粉と地の粉を使いわける理由がはっきりしない。

また下地法による時期的な傾向は下表の通りである。この時期範囲だけでは、本試料においては差異があまり認められなかった。

鎌倉出土漆器の特色であるスタンプ文による漆絵漆器は4点あり、すべて炭粉渋下地の上に一層漆を塗り、スタンプを押した、単純な塗膜の構造になっている。それに較べて手描きの漆絵漆器は、多層塗りの物も含まれ塗りの内容に巾が見られる。また赤漆は、すべて水銀朱を使用している。以上の点においては、報告書の内容と合致するものであった。

今回の分析対象は破片だけであり、全体像がはっきりしないものも含まれるなど数々の不備な面もあった。しかし色々な面から対象物を扱い、分析例を積み重ね、資料化していくことも必要なことである。

またこの頃から多用化される大量生産のための技術について、その技術の起こり・発展についての資料が不足している。その意味においても今後分析例を重ね、追及していく必要があると思われる。

下地		炭粉渋下地							地の粉漆下地							
時期		2	3	4	5	6	7	8	2	3	4	5	6	7	8	計
器種	椀	3	4		5	4	2	3								23
	皿		1	2	1	2	3	5					1			15
	その他					1		1	1						1	4
合計		37							3							40

表1　下地技法による器種－時期別集計－

P34

古代金属技術の研究Ⅳ
銅芯銀貼鍍金耳環の製作技法

和光金属技術研究所　　伊藤博之

はじめに

古墳出土の耳環に関する文献は発掘報告書を中心に膨大な量にのぼっている。しかし一部特殊な形態の遺物を除き、詳しく論及した物は少ない。名称も耳環、金環、金銅環等とマチマチで、製作技法も、「銅芯に金箔を貼った」、「銅芯に鍍金した」等記された物が多い。あまりにも感覚的表現であり、実体を正しく表現しているとは思われない。

自然科学的研究に、亀井、葉賀の論考がある。亀井清（注１）は金環製造法に４種類の方法を仮定している。しかしそれ以外の方法も色々と考えられる。葉賀七三男（注２）は耳環を化学分析し、アマルガム鍍金層、銀層、銅芯から出来ている事を立証した。芯部は銅線で、銀層は銀の薄板である言っている。しかし立証はしていない。

菅谷、小池は考古学の立場より論考した。菅谷文則は金環、銀環等を定義し分類した。（注３）。小池寛は中空耳環を中実耳環と比較研究した（注４）。しかし両者とも、本研究や葉賀が研究対象とした、銅芯銀貼鍍金耳環には何等触れていない。

本研究は銅芯銀貼鍍金耳環を研究対象とした。すでに鍍金層ついては、本会第８回大会に於いて報告し、鉛金法により鍍金された事が解明されている（注５）。今回銅芯部、銀部の製作技法に新知見を得たので報告する。

実験及び結果

１．銅芯部

ａ．銅芯銀貼鍍金耳環（以下耳環と記す）数個をＸ線CTで調べた所、総べての耳環の中心部に空孔が見いだされた。（写真１）　孔径は小さく、長さも耳環全長の¼位であり、明らかに中空耳環とは異なっていた。

ｂ．耳環を切断し内部観察した。（写真２）実際の空孔の直径はCT写真よりかなり小さく、0.2㎜位であった。数個の集合体より成る空孔も存在した。位置はほぼ中央部で、耳環の形に沿って曲線を描いていた。この空孔は腐食孔ではなく、鋳造時に生じた凝固中心収縮孔であった。耳環の形に沿い、曲線状に存在する事から、銅芯はまっすぐに鋳造され、後に耳環の形に曲げられたものである事がわかった。

ｃ．埋込試料にして光顕、電顕観察した。（写真３）　耳環長手方向曲線に沿い、全面均一に存在する、無数の細長い小さな空孔が見い出された。2-10μm×20-50μm大きさであった。この空孔は溶銅凝固時に生成した物であり、その数値の比から、銅芯は５－10倍の長さに伸延された事がわかった。この空孔は銅芯部全体に、ほぼ一様に散在している事から、銅芯は丸棒の形態に鋳造された事もわかった。

（２）銀部

ａ．芯銅部と銀部との接合方法を調べる為、耳環を切断し、銀部をはがした。一部腐食部を除き、容易に剥離した。銅と銀の境界部に溶着箇所は無く、接着剤の使用痕も認められなかった。

ｂ．顕微鏡観察から、銀部の厚さは場所により異なり、平均して50μmであった。銅と銀の境界部にはかなりの凹凸が見られた。しかし隙間無く接合していた。銀部上面は下面の凹凸にもかかわらず、非常に平滑であった。これ等の事は、銅芯は伸延されてから、50μm厚さの薄い銀板で覆われたのではなく、初期の段階で、銅の丸棒を0.25-0.5㎜厚さの銀板で覆い、共に5-10倍の長さに伸延された事を示している。

注１．亀井清．岩橋千塚出土の金属分析．岩橋千塚．昭和42年

注２．葉賀七三男．古墳期金属技術一斑．秋田大学鉱山学部鉱業博物館報告第16号

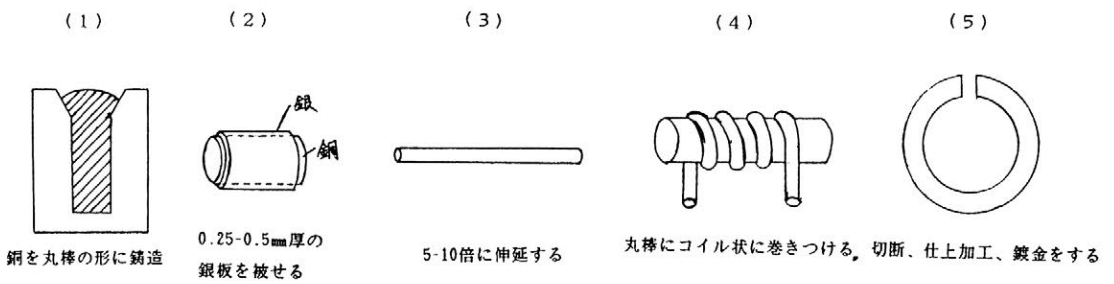
注３．菅谷文則．古墳時代耳飾りについて．古代国家の形成と展開．昭和51年

注４．小池寛．中空耳環について．京都府埋蔵文化財論集第一集．1987年

注５．伊藤博之．古代の金めっきについて．日本文化財科学会第8回大会研究発表要旨集.1991年

まとめ

銅芯銀貼鍍金耳環は図の様な工程で製作されたものと考えられる。



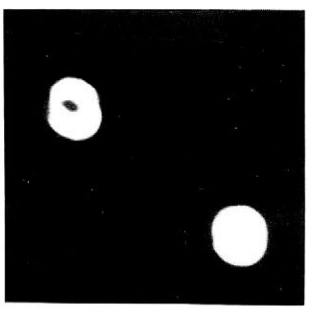


写真１．X線CT写真

写真２．切断した耳環

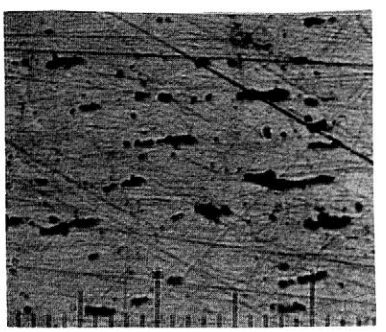


写真３．×100

P35

トルコ共和国カマン・カレホユック遺跡出土銅製品の鉛同位体比

平尾良光（東京国立文化財研究所）

トルコ共和国のアナトリア高原中央部に位置するカマン・カレホユック遺跡の発掘調査は中近東文化センターによって1985年から進められており、今年で10年目となった。この遺跡の位置は図１で示される。なおアナトリア高原地域における文化編年は発掘の目的の一つであるが、概念的には図２で示される。

カマン・カレホユック遺跡の発掘は上から第I層がイスラム、ビザンチン時代、第II層がフリギア時代、第III層がヒッタイト、アッシリア植民地時代、第IV層がヒッタイト以前〔前期銅器時代〕と分けられ、各時代の遺物について発掘が進められている。発掘が進む中で銅製品に関する自然科学的な調査として化学組成および鉛同位体比の測定が進められている。

古代の銅には不純物として微量の鉛が含まれており、原料となった銅はその生産地の違いで、鉛の同位体比が少しづつ異なることが知られている。今回はカマン・カレホユック遺跡の第３次から第７次調査（1988年から1992年）で出土した銅製品の鉛同位体比を測定し、製品の時代と材料である銅の産地との関係を明

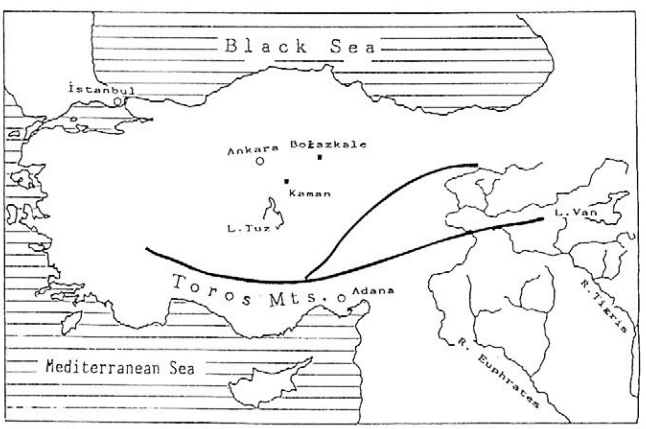


図１　カマン・カレホユック遺跡の位置

らかにしようとした。

今までの発掘資料から図３で示されるように、ヒッタイト時代とフリギア時代、イスラム時代とでは異なった鉛を利用していたと推定されている。またヒッタイト時代にはかなり一定した産地からの銅を原料として利用していたと推定されている。

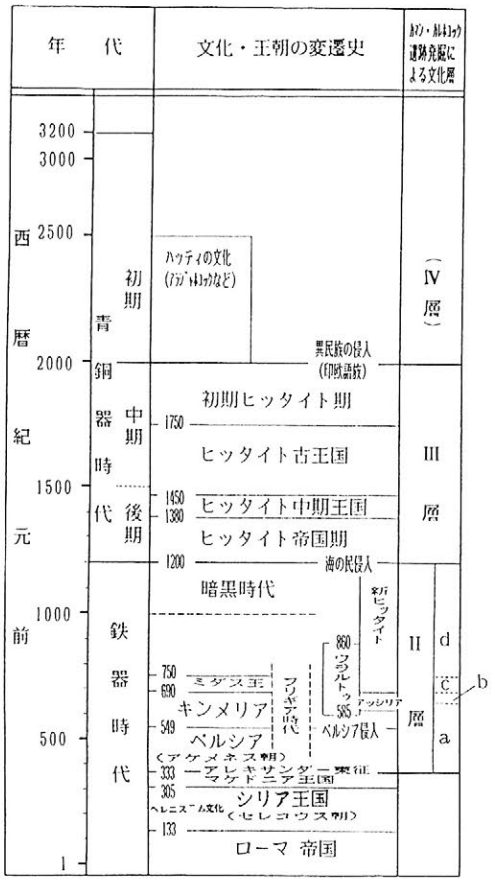


図2　中央アナトリア地方における古代史年表

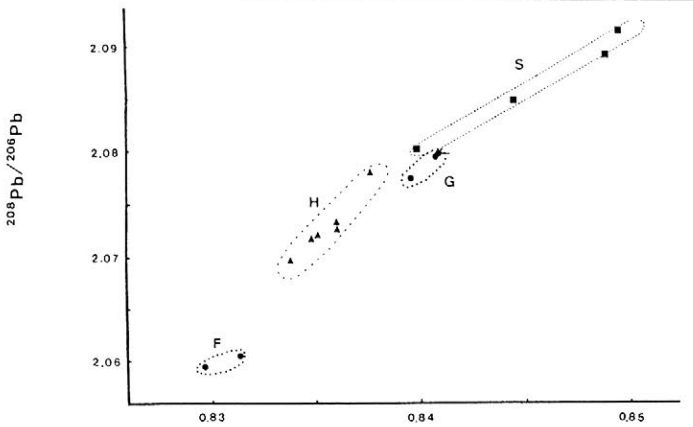


図３　1988年資料の鉛同位体比分布
第Ⅰ　層試料：Ｓ領域
第Ⅱ 層試料：Ｆ，Ｇ領域
第Ⅲ 層試料：Ｈ領域

P36

赤外線放射温度計による磨崖仏の風化度調査

坂山利彦、峠美穂（応用地質株式会社）
沢田正昭（奈良国立文化財研究所）
的場靖彦（奈良県室生村教育委員会）

１．はじめに

大野寺石仏は、室生村集落の南端部を流れる宇陀川の対岸の岩壁に刻まれた大磨崖仏である。この石仏は宇陀川を挟んで大野寺と対峙するように立っている。この石仏の造立は鎌倉時代の初め、承元元年（1207年）と伝えられており、流紋岩質の熔結凝灰岩の露出した岩壁に高さ約14m、幅約４ｍの挙身光式の凹みを切り込み、その内面を水磨きして、踏割蓮座上に立つ弥勒如来像を線刻したものである。石仏が造立されて以来、 800年近くの長きにわたって風雨に耐え、信仰を集めてきたが、現在では岩盤表面の風化・劣化が進行してきており、何らかの保存対策が望まれている。

弥勒如来像が線刻されている岩盤の風化・劣化は物理的、化学的要因が複雑に関係して進行しているものと考えられるが、劣化の最も進んだ箇所では岩盤の表面が殻膜化して浮き上がり、表面から剥離するという現象が見られる。石仏の保存・修復の対策を考えるためには、その岩質や環境条件、また、現在の風化の状況を科学的に把握し、風化・劣化の進行機構について明らかにしていくことが必要である。そこで今回は、まず、岩盤の表面が殻膜化して浮き上がるなど劣化の進んでいる部分の広がりを把握するため、赤外線放射温度計を使ったリモートセンシングによる風化度調査を行なった。

２．赤外線放射温度計の測定原理

赤外線放射温度計は、あらゆる物体が常に発散している熱放射を測定して対象物の温度を計測するものである。熱放射は分子の回転・振動または固体格子の振動によって発生すると考えられている。分子の振動スペクトルは近赤外線領域に、回転スペクトルは遠赤外線領域に現われる。これらの赤外線は可視光線より長波長で、マイクロ波より短波長の電磁波であり、その波長範囲は0.75μｍ～1mm である。

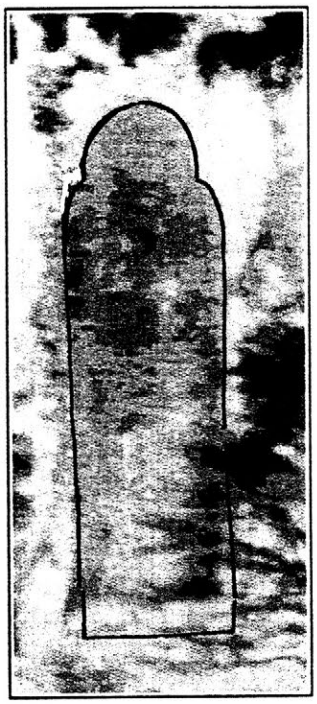
温度と熱放射の理論的研究は、20世紀初頭プランクにより黒体輻射の理論として完成され、熱放射を利用した温度測定の理論的土台が確立された。物体が黒体の場合には、その放射強度と温度の関係はプランクの放射式で与えられる。赤外線放射温度計は、対象物から放射される赤外線を限られた波長域に感度を持つ検出器で検知し、それからプランクの放射式をもとに非線形変換によって求めた温度を直接表示するようになっている。

今回の測定に使用した赤外線放射温度計は、日本電気三栄製 TH1101(サーモトレーサ)である。この赤外線放射温度計は物体表面から自然放射されている赤外放射エネルギーを水平垂直方向に光学的な走査を行ない、被測定物の温度分布をカラーの静止画像として表示するサーモグラフィ装置である。入射してくる赤外線を電気信号に変換する赤外線検出器としては波長 8～13μｍの HgCdTe(水銀カドミウムテルル）を使用している。

３．赤外線放射温度計による測定結果

赤外線放射温度計による測定は12月中旬の冬期間に実施した。赤外線放射温度計の検出部は石仏全体が見渡せる大野寺境内に設置し、石仏表面の温度分布を９時30分から18時ま

で約30分間隔毎に継続して測定した。この際の石仏と赤外線放射温度計の検出部との距離は約50ｍである。図－１に14時における石仏表面の温度分布を、図－２に14時から17時59分の間の温度変化の分布をそれぞれ示す。また、図－３には石仏の表面が剥離している箇所の分布状況を示す。



図－１．温度分布（14時）

図－２．温度変化の分布
（14時～17時59分）

図－３．剥離箇所の分布

赤外線放射温度計による温度測定を実施した日の外気温は、測定開始の９時30分に 2.5℃であったが、日中は上昇し、14時に最高気温 5.5℃となり、その後、夕方に向け徐々に下降し、18時には 3.5℃であった。図－１は最高気温時の石仏表面の温度分布であるが、石仏の胸から顎の付近にかけて表面温度が一番高く表われている。また、図－２の温度変化の分布でも石仏の胸から顎にかけて温度差が大きく表われており、この辺りの表面温度が外気温に応じて暖まり易く、冷え易い状況にあることが分かる。この石仏の風化・劣化の形態としては、岩盤の表面が殻膜化して浮き上がり、遂には剥離するというのが一つの特徴である。岩盤の表面が殻膜化して浮き上がってきている箇所では、岩盤内部との熱の授受が遮断され、見掛け上岩盤表面の熱容量が小さくなっているものと考えられ、このような部分が温度変化の分布で温度差が大きく表われている可能性が高い。

図－３に示した石仏の剥離箇所の分布では、石仏の胸より上の部分での剥離が顕著であり、石仏の上部で劣化が進んでいるように思われる。赤外線放射温度計による結果はこのような状況ともよく符合している。

石仏の風化・劣化の状況については、さらに、地質構造的、岩石鉱物学的見地から、また、水質、大気、植生などの環境的見地から総合的に調査中である。

P37

文化財に影響をおよぼす大気汚染ガスの簡易測定法について

藁科宗博（大阪市立環境科学研究所）
西山要一、田林香織（奈良大学）
松本光弘（奈良県衛生研究所）
辻野喜夫、中戸靖子（大阪府公害監視センター）

【はじめに】

大気汚染ガスによる各種文化財への影響が危惧されている。そこで、簡便に大気ガスをモニターする方法を検討した。ガス捕集はポンプ等の動力を必要とせず静置するだけで可能なものが望ましく、また、捕集したガスは簡便な方法で分析可能であることが必要であると考えられた。試作したサンプラーは、図１に示す構造を持つ拡散型サンプラーである。撥水性のポリフロンろ紙Ａは、粉塵および風速の影響を除去するためと、捕集ろ紙との間でガス拡散部を構成するために使用している。分析は試料前処理をほとんど必要とせず微量分析の可能なイオンクロマトグラフィーを利用することが適当と考えられた。試作サンプラーの長期サンプリングの有効性を検討するために１～６週間のサンプリングによる測定値と、その期間のアクティブサンプラー（ポンプを使用し一定流量で大気試料を捕集する）による測定値を比較する方法を用いた。測定対象ガスは、大気中濃度が高いか、あるいは器物への影響が大きいと考えられるNO_2、SO_2、ＨＣｌ、NH_3とした。 実際の測定例として、試作サンプラーを博物館の収蔵庫、展示室内、展示ケース内、廊下および館外に１週間設置した。

【方法】

試料ガスの捕集： ①試作サンプラー：捕集ろ紙に70μlの捕集溶液（NO_2とＨＣｌは10%トリエタノールアミン溶液、SO_2は5%炭酸ナトリウム溶液、NH_3は1%ほう酸水溶液）を滴下し風乾後、試作サンプラーを組み立てた。これらのサンプラーを１～６週間大気中でガスサンプリングを行った。 ②アクティブサンプラー：47mmφのろ紙に捕集溶液（NO_2とＨＣｌは30%トリエタノールアミン溶液、SO_2は5%炭酸カリウム溶液、NH_3は6%リン酸水溶液）含浸させ１L/minで大気試料を捕集した。含浸ろ紙は1週間毎に交換し6週間サンプリングを実施した。

分析方法： 試作サンプラーのそれぞれの捕集ろ紙を蒸留水（SO_2は0.06%過酸化水素水）3mlで20分間超音波抽出した。アクティブサンプラーで捕集した含浸ろ紙は25mlの蒸留水（SO_2は0.06%過酸化水素水）で30分間振盪抽出した。これらの抽出液をそのままイオンクロマトグラフ装置に注入し分析した。

【結果と考察】

試作サンプラーとアクティブサンプラーの測定値の比較を図２に示した。NO_2と

A：26㎜φポリフロンろ紙

B：ガス捕集ろ紙

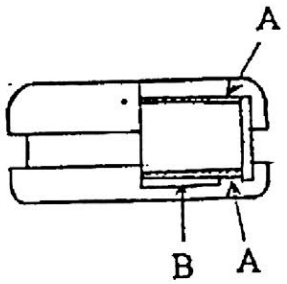


図1　試作サンプラー

SO_2は6週間サンプリングにおいて非常に相関がよく、試作サンプラーを用いての長期サンプリングが可能と考えられた。

NH_3は相関は認められるものの、やや分析精度が悪くサンプング期間が長くなるとガス捕集効率の低下傾向が観察された。捕集試薬の濃度を高くする必要が考えられる。

HClは分析精度が非常に悪くサンプラーとしての有効性は現時点では無いと考えられる。原因の1つに、イオンクロマトグラフチャート上のHClピークが捕集試薬ピークとNO_2ピークとの間に存在するためにベースラインが高くなり、精度が低下することにある。この対策には捕集試薬の変更も必要であると考えられる。

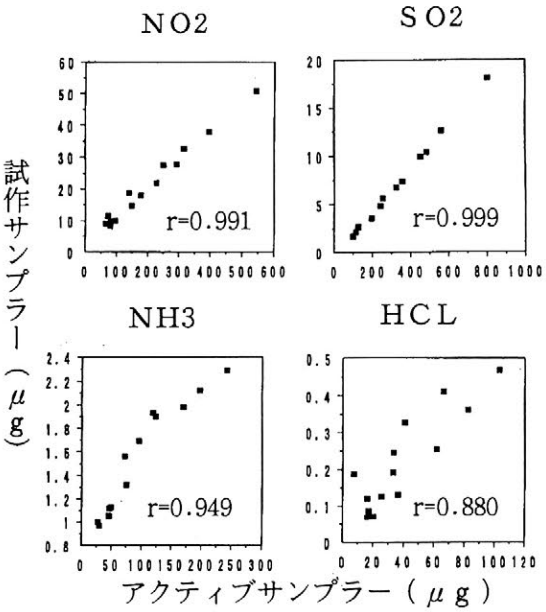


図2　試作サンプラーとアクティブサンプラーの捕集量の比較

表　博物館での測定例

	NH3	NO2	SO2
収蔵庫1	0.1	17	0.0
収蔵庫2	0.2	2	0.0
収蔵庫3	0.1	1	0.0
廊下	0.3	27	0.1
館外	0.3	65	7.4
展示ケース内1	0.3	16	0.0
展示室1	0.7	34	0.4
廊下	0.9	59	2.2
展示ケース内2	0.4	13	0.0
展示室2	0.7	28	0.0
館外	0.3	58	11.1
展示ケース内3	1.0	13	0.0
展示室3	1.3	43	0.9
館外	0.3	66	9.9

単位：ppb　　但し、NH3は1日当たりの捕集量（μg）

実際の測定例の博物館の結果は表に示したように、NO_2およびSO_2は室内濃度が館外濃度の1/3～1/10に減少し、展示ケース内の濃度が室内のほぼ1/2に減少していた。しかし、NH_3は館外濃度よりも室内濃度の方が高かった。

P38

新設博物館のコンクリートより発生するいわゆるアルカリガスの成分とアンモニアガス簡易サンプラーの開発

辻野喜夫、中戸靖子（大阪府公害監視センター）
西山要一、田林香織（奈良大学）
松本光弘（奈良県衛生研究所）
藁科宗博（大阪市立環境科学研究所）

１．はじめに

新設の博物館、美術館等の文化財施設では、打ち立てのコンクリートからいわゆるアルカリガスが発生し、これがアマニ油を褐変させ油絵などの美術品に悪影響を及ぼすことが知られている。しかし、このアルカリガスは、臭気から判断すると、アンモニアを含むがアンモニアの単体ではないと思われる。コンクリートからアンモニアが発生する機構について考えると、コンクリートの主成分には、強アルカリ性の環境下でアンモニアを遊離するような窒素を含んだ物質（アミン、アミノ酸、アンモニア等）は見当らない。本調査では、施工時に混入される界面活性剤に注目し、コンクリートの水和反応によって生じた強アルカリ性の環境下で界面活性剤に含まれるアミン塩からアミン類やアンモニアが遊離する可能性について検討した。

本調査では、新設の博物館においてアンモニアや低級脂肪族アミン類等のアルカリ性ガスを採取し、ＧＣ／ＭＳＤおよびイオンクロマトグラフを用いてその成分を分析した。

２．調査方法

調査時には、新設博物館は開館の１カ月前にあり、１年６カ月前にコンクリートが打たれていた。サンプリング地点は、博物館の特別収蔵庫、展示ホール、野外（屋上）の３地点であった。

アルカリ性ガスのサンプリングは、リン酸0.5％およびほう酸１％の水溶液10mLを吸収液とし、各々２連に連結したインピンジャー（吸気口にミリポアフィルター（0.8μm））を用い、1.0L/minで175～230Ｌ吸引した。

特別収蔵庫内でのサンプリング風景を写真に示した。

また、展示ホールでは、大容量の試料を得るため２段にほう酸含浸フィルターをセットしたホルダー（前段にミリポアフィルター（0.8μm））を用い、12.5L/minで2750Ｌを捕集した。ほう酸含浸フィルターは、47mmφガラスフィルターを電気炉で焼いてブランク処理し、ほう酸５％＋グリセリン１％（メタノール溶媒）を含浸させて調製した。

3．分析方法

リン酸吸収液は、GC／MSD（カラム：CAM（J&W社製）0.25㎜×30m）を用いた低級脂肪族アミン類の定性分析に供した。

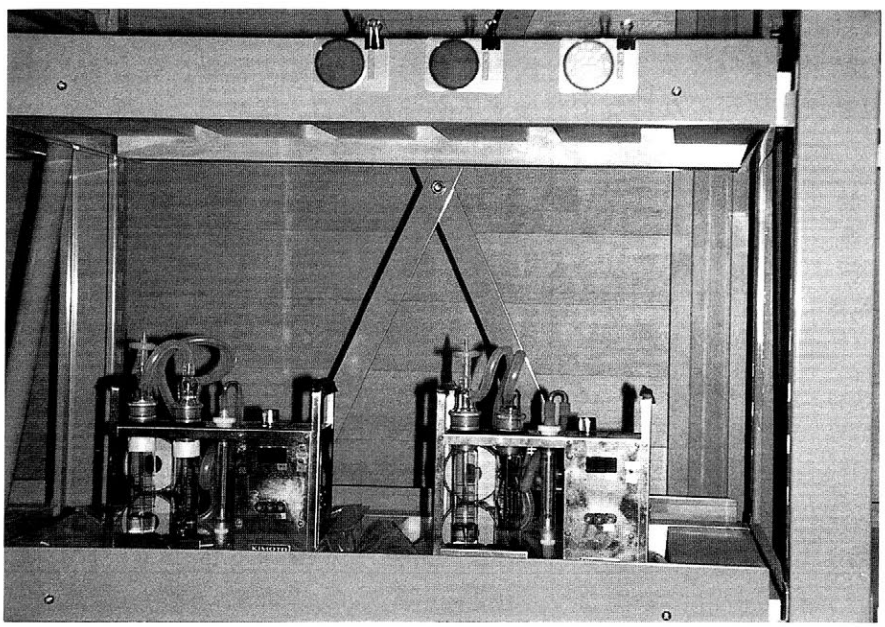
分析対象物質はメチルアミン、ジメチルアミン、エチルアミン、イソプロピルアミン、n-プロピルアミン、tert-ブチルアミン、sec-ブチルアミン、トリメチルアミンであった。

ほう酸吸収液およびほう酸含浸フィルターは、イオンクロマトグラフを用いたアンモニアおよび低級脂肪族アミン類（メチルアミン、エチルアミン、ジメチルアミン、プロピルアミン、ブチルアミン）の定量分析に供した。

4．結果および考察

インピンジャーによる調査では、アンモニア濃度は特別収蔵庫（18.6ppb）、展示ホール（116.3ppb）、野外屋上（8.93ppb）であった。展示ホールの壁面はコンクリートの打ちっぱなしの状態で、展示ホールの試料からは高濃度のアンモニアが検出された。しかし、白木で内張りされた特別収蔵庫内では、アンモニア濃度は大幅に低下した。また、インピンジャーにより採取した何れの試料からも、低級脂肪族アミン類は検出されなかった。

ほう酸含浸フィルターでは、アンモニアの保持力が弱く、大容量の捕集ではアンモニアの一部が破過してしまい、アンモニアの定量はできなかった。しかし、イオンクロマトグラフによる分析では、アンモニア以外にジメチルアミンがわずかに検出された。また、展示ホールにおいて2週間暴露したアンモニアガス簡易サンプラーからも、アンモニア濃度の0.6%のジメチルアミンが検出された。



P39

超臨界乾燥法による遺跡出土木材の保存処理

（奈良高専）河越幹男・○谷尻陽子

緒　言

遺跡出土木材は埋没中に微生物などによる分解作用を受けて強度的に劣化している場合が多く、乾燥すると全く原型を留めないまでに変形するものもある[1]。電子顕微鏡の試料作成に用いられている超臨界乾燥法[2]は、細胞のような脆弱な材料でも変形を起こさず乾燥でき、このような劣化の激しい出土木材の保存処理に有効であると考えられる。本研究では、超臨界乾燥法を遺跡出土木材の乾燥処理に応用し、処理条件、及び処理後の状態変化について検討した。

1．　超臨界乾燥法の原理

乾燥による材料の変形、歪みの主な原因は、材料に含まれる液体の表面張力であり、界面が材料中を通過するときに表面張力が物体に作用し、材料を変形させる。従って、変形を起こさずに乾燥させるためには、界面を持たない超臨界流体中で乾燥させればよい[2]。本実験では、超臨界流体として炭酸ガスを用いた。炭酸ガスの臨界点における温度、圧力は31.4℃、72.8気圧であり、これ以上の温度、圧力では超臨界状態になる。

2．　実験装置及び方法

用いた装置は日立臨界点乾燥装置ＨＣＰ－２形である。試料は、元興寺文化財研究所から提供された出土木材から一辺が約20～30㎜の直方体７個と厚さ約5 ㎜の薄板２個、合計９個を作成した（表１参照）。表１の初期平均寸法（a,b,c）は、それぞれ（X,Y,Z）軸方向の長さである。本実験の場合、Z軸は木材の軸方向と一致するが、X軸とY軸は必ずしも半径方向、接線方向とは一致しない。木材組織の顕微鏡観察の結果、木材はシラカシと同定できた[3]。超臨界乾燥に先立ち、試料内の水分を超臨界流体に可溶な溶媒で置換する必要がある。炭酸ガスの場合、エタノールで

表１　試料の重量、寸法

番号	乾燥法	初期重量 [g]	乾燥重量 [g]	含水率 [%]	初期平均寸法 [㎜]			収縮率 [%]				角度 [deg.]
					a	b	c	δ_X	δ_Y	δ_Z	δ_{AV}	
1	臨界	11.368	1.777	540	22.37	20.75	22.95	1.7	0.6	2.8	1.7	0
2	自然	9.562	1.469	551	21.98	21.74	18.64	26.6	47.7	13.5	29.3	43.7
3	臨界	16.621	2.225	647	26.57	23.58	24.98	48.2	16.8	17.4	27.5	29.5
4	臨界	16.457	2.354	599	28.19	24.03	23.09	4.8	1.0	0.0	1.9	0
5	臨界	10.540	1.430	637	21.63	20.66	22.47	23.6	61.9	17.3	34.3	34.6
6	自然	7.298	1.037	604	18.54	17.25	21.29	19.0	42.7	8.6	23.4	48.4
7	自然	8.292	1.109	648	17.51	21.93	19.40	3.6	12.5	4.5	6.9	10.2
8	自然	1.804	0.214	743	17.91	16.18	5.58	12.6	38.5	5.5	18.9	17.6
9	臨界	1.423	0.168	747	17.51	15.99	4.89	5.0	14.0	2.2	7.1	9.9

置換後、酢酸イソアミルで置換する方法が採られている[2)]。本実験では、試料をエタノールに約１日、酢酸イソアミルに約３日間浸漬して、試料内の水を酢酸イソアミルで置換した。

乾燥実験は以下の条件で行った：(1) 通常の前処理をした後、超臨界乾燥（試料１と試料４）及び自然乾燥（試料７）：(2) 水分をエタノールのみで置換した後、自然乾燥（試料６）及び超臨界乾燥（試料３）：(3) 前処理を全く行わないときの自然乾燥（試料２）及び超臨界乾燥（試料５）：(4) 試料間の差を小さくするため、ＸＹ断面が約18×16㎜、Ｚ軸方向の厚さが約10㎜の試料片を切り取り、これをＺ軸に垂直にほぼ二等分し、厚さ約 5㎜の試料片を２個作成した。この２個の試料を通常の前処理をした後、自然乾燥（試料８）及び超臨界乾燥（試料９）：いずれの場合も超臨界流体中の浸漬時間は１時間である。

測定は、乾燥前の試料の重量及び各辺の寸法、乾燥後の重量、及び寸法について行った。また、乾燥によってＸＹ断面が長方形から菱形に変形することもあったので、乾燥前後の辺のなす角度（ずれ角度）θも測定した。

３．　実験結果及び検討

表１に次式で定義される各方向の収縮率δ_i (i=x,y,z) 、平均収縮率δ_{AV}及びずれ角度θの測定結果を示した：

$$\delta_i = 100 \times \{(\text{初期辺長}) - (\text{乾燥後辺長})\} / (\text{初期辺長}) \quad [\%]$$

$$\delta_{AV} = (\delta_X + \delta_Y + \delta_Z)/3 \quad [\%]$$

(1) 超臨界乾燥：　通常の前処理をした試料１と試料４の場合、平均収縮率δ_{AV}は2%以下である。一方、前処理をエタノールのみで行った試料３、及び前処理を全く行わなかった試料５の場合、平均収縮率はそれぞれ27.5%及び34.3%である。従って、通常の前処理をしないと超臨界乾燥の効果は得られないことが分かる。

(2) 自然乾燥：　前処理を全くしない試料２と水分をエタノールで置換した試料６の平均収縮率は、それぞれ29.3%及び23.4%であり、ほぼ同じである。一方、通常の前処理をした試料７の平均収縮率は 6.9%である。このことは、酢酸イソアミルによる収縮率減少効果が超臨界乾燥のそれに匹敵する程大きいことを示している。

(3) 通常の前処理をした試料の自然乾燥と超臨界乾燥：　超臨界乾燥と酢酸イソアミルのどちらの収縮率減少効果が大きいかを知るために、試料間の差を小さくした試料８と試料９を比較する。表１から、いずれの方向の収縮率も、超臨界乾燥させた試料９の方が酢酸イソアミルで置換して自然乾燥させた試料８の場合の1/2以下であることが分かる。即ち、超臨界乾燥の方が収縮率が小さい。

(4) ずれ角度：　含水率が大きく劣化の激しい試料９を除くと、通常の前処理をした超臨界乾燥（試料１と４）の場合、ずれ角度はほとんど認められなかった。

文　献

1) 河越幹男・百村敬一・石垣　昭：　考古学と自然科学、26号、1～14 (1992)

2) 田中敬一：　電子顕微鏡、10巻、44～50 (1975)

3) 島地　謙・伊東隆夫：図説　木材組織、地球社 (1982)

P40

出土木製遺物の新しい保存処理方法について

永田勝久（鶴見大学）、福田　誠（鎌倉市文化財保護課）
木村美代治（鎌倉考古学研究所）、大三輪龍彦（鶴見大学）

1．はじめに

現在、木製遺物の保存処理法として、水溶性のＰ．Ｅ．Ｇ．（ポリエチレングリコール）を含浸させるいわゆるＰ．Ｅ．Ｇ．含浸法や真空凍結乾燥法が広く行われている。比較的小さな遺物についてはこれらの方法で短期間に処理できるが、大きな物については、完全に処理するには何年もの間Ｐ．Ｅ．Ｇ．溶液に浸漬しておかなければならない。そこで今回、大型木製遺物の処理期間を短縮することを目的として、新しく開発された木材組織をほとんど破壊しない高速木材処理装置を使用し出土木製遺物の保存処理を試みた。

2．実験

（１）．処理装置と方法：新しく開発された高速木材処理装置（永和社製）を図－１に示した。この装置は木材の材質を損なうことなく、短時間で脱脂処理することによって、木材の導管内部の水分移動の調節弁の役割を果たしているといわれる伝導管のピット（壁孔）の閉鎖を防止し、木材内部の液体流動を高めることを目的としたものである。

処理方法：　図－１中の①の加圧タンクに処理する木材をいれる。②のカートリッジタンク内の木材脱脂剤を③の液送りポンプにて①の加圧タンクの低部へ混合液を入れる。次にスチーム弁を開き①の加圧タンクの下部を加熱し、メチレンクロライド、水、界面活性剤の混合蒸気を発生させて、木材の内部に浸透させ、木材中の油分を溶融し木材細胞膜のピットの開口を促進させる。

（２）出土木製遺物試料：今回保存処理を試みた大型の木製遺物は、名越ケ谷遺跡群より出土した井戸枠の横桟と支柱の一部である。試料の大きさは、横桟で長さが約95cm、厚さが7～8cmである。また支柱では長さが約48cm、厚さが約4.5cmであった。

3．結果と考察

（１）．重量変化について：試料の処理後の重量変化を図－２と図－３に示した。処理前の試料の重量は処理直後の重量とほぼ同じであるか、処理直後の方が多少重量が増加していた。これはこの処理法の特徴と思われる。　横桟（図－２）については全てが同じ様な減少傾向を示し、約１カ月後にほぼ一定の値となった。重量が一定となったと見なされる５０日後の重量から、それぞれの含水率を算出してみると、全ての試料が２２０％前後であった。

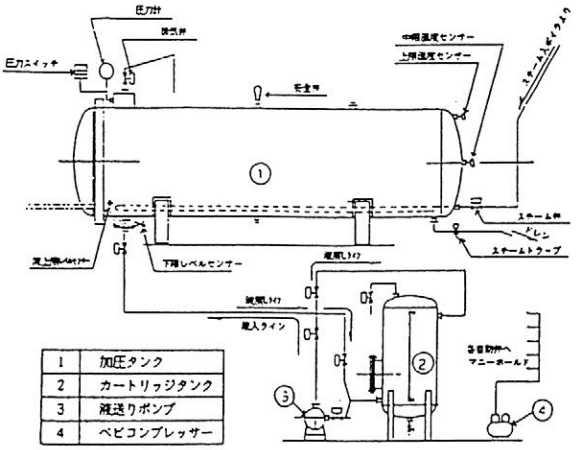
支柱（図－３）については、試料の大きさと重さは４種ともほぼ同程度であるが、試料　５と６　が同じ様な減少曲線を示し、ほぼ１カ月で一定な値になった。また、試料７と８が同じ様な減少傾向を示し、こちらは約２週間で一定の値になった。横桟と同様に含水率を算出してみると試料５と６は１６０％前後であり、試料７と８は２１０％前後であった。このことから減少傾向が異なるのは含水率の違いによるためと思われる。

（２）寸法変化について：全ての試料において、支柱及び横桟の長さの変化は

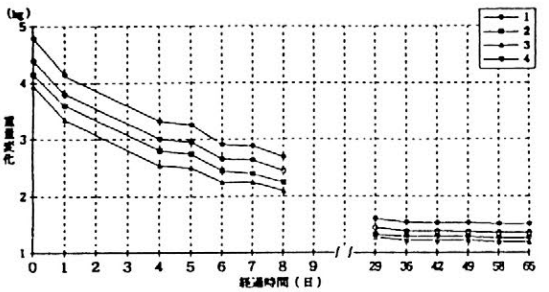
ほとんど認められない。支柱の厚さ及び横桟の木口においては多少の収縮が認められるがそれも僅かであり、その収縮率は最大でも４～５％であった。大気中にての自然乾燥にもかかわらず寸法変化が少ないということは、今回行った処理方法は有効であると考えられる。

４．　ま と め

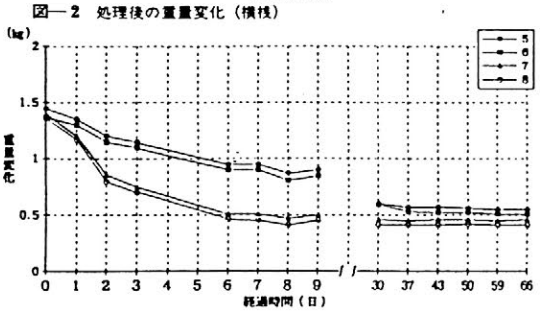
今回、大型木製遺物の処理期間を短縮することを目的として、新しく開発された、木材組織をほとんど破壊せず、木材内部の液体流動を高めることが出来る高速木材処理装置を使用し、出土木製遺物の保存処理を試みた。その結果、今回行った処理方法は自然乾燥にもかかわらず、寸法変化も少なく乾燥速度も速いことから大型木製遺物については有効であると思われる。また処理期間についても実質２～３日で済むことから処理時間の短縮が可能である。今後さらに処理条件の検討を行って行きたい。



図－１　木材脱脂装置



図－２　処理後の重量変化（横桟）



図－３　処理後の重量変化（支柱）

P41

凍結乾燥法による出土木材の保存処理について

（凍結乾燥条件の検討）

(財)元興寺文化財研究所　井上美知子

1．緒論

出土木製遺物の凍結乾燥法による保存処理については、凍結前処理としてｔ－ブタノール置換後、ＰＥＧ[1)～5)]や高級アルコールを含浸[6)]する方法、糖類とＰＥＧを含浸する方法[7)]が報告されている。ＰＥＧ４０００水溶液を含浸する方法は、現在各地で実施されているが、凍結乾燥の重要な処理条件であるＰＥＧ濃度および乾燥温度に関しては詳細な報告は少ない。

今回、ＰＥＧ４０００水溶液含浸による凍結乾燥法において、処理による寸法変化が少なく、性状が良好でかつ処理期間の短い条件を検討した。

2．実験

2－1．凍結固化温度の判定

a．電気抵抗法（共晶点測定）

ＰＥＧ４０％および６０％水溶液をドライアイス・エタノールで－６０℃に冷却後、昇温過程での試料温度と電気抵抗値から固化温度を推定した。

b．材料力学的方法（ペネトロメータ測定）

aと同様に－６０℃に冷却後昇温過程での針入度を測定し軟化温度を測定した。

c．熱分析法

ＰＥＧ　０，２０，４０，６０％水溶液の水分の相変換に伴う吸熱、放熱をＤＳＣ（示差走査熱量計）により熱量的に測定した（５℃／ｍｉｎ．で室温から－１００℃に冷却後＋４０℃まで加温した）。

2－2．試料を用いた実験

a．装置

ＰＥＧ水溶液濃度の検討には－５０℃のトラップ内に乾燥棚を設置し、棚温が約－４０℃となる凍結乾燥機を用いた。乾燥温度の検討にはコールドトラップ温度－５０℃で、棚温が－４０℃から＋７０℃まで定値制御でき、到達真空度５×10^{-2}Ｔｏｒｒの凍結乾燥装置を用いた。

b．試料

ＰＥＧ水溶液濃度の検討にはアカガシ（含水率３００～４００％）、トチノキ（含水率６００～７６０％）、ヤマザクラ（含水率１０００～１３００％）、マツ（含水率４５０～５００％）を試料とした。

乾燥温度の検討にはアカガシ（含水率４００～６３０％）、ヤマザクラ（含水率１０００～１３００％）、モミ（含水率２５０～３５０）を試料とした。試片は、接線方向３㎝、放射方向３㎝、繊維方向１．５㎝の試片とし木口面の接線および放射方向の長さを測定した。なお、個体差を小さくするために、検討項目ごとにできるだけ性質の似かよった繊維方向に連続する試片を用いた。

c．ＰＥＧ水溶液濃度の検討

ＰＥＧ　０，２０％（７日含浸），４０％（２０％７日，４０％７日含浸）および６０％（２０％７日，４０％７日，６０％７日含浸）水溶液を含浸した試片を－４５～－４０℃で１日間予備凍結後、－４０℃で恒量になるまで乾燥を行った。

d．乾燥温度の検討

ＰＥＧ４０％水溶液を含浸した試片を棚温度－４５℃で１日間予備凍結後、庫壁温度－４０℃（棚温－３５℃），－３０℃（棚温－２５℃），－２０℃（棚温－１５℃），－１０℃（棚温－５℃），０℃（棚温５℃）および室温（棚温１５℃）で真空乾燥を行った。

3．結果と考察

a.凍結固化温度の判定

電気抵抗法でＰＥＧ４０%.６０%水溶液の固化温度は約－１５℃と推定された。ペネトロメータ測定では４０%水溶液で約－２２℃、６０%水溶液で約－２４℃で融解による軟化がはじまった。ＤＳＣ測定では約－１３．５℃付近に溶融ピークがみられた。以上の結果より、凍結した水溶液は－２４～－１５℃付近で融解が始まることが予想された。

b.ＰＥＧ水溶液濃度の検討

ヤマザクラの各濃度での木口面の接線方向の収縮率を、工程ごとに図１に示した。含浸するＰＥＧ濃度が低いほど凍結時の膨張、乾燥時の収縮が大きくなる傾向がみられた。処理による寸法変化や処理後の材色等を比較した結果、樹種や含水率で差はあったが、処理中の変化が少ない濃度として４０%水溶液含浸が適当と判断した。

c.乾燥温度の検討

庫壁温度－２０℃（棚温－１５℃）以下では、すべての試片で寸法変化が小さく、ほぼ良好な結果となった。一方、－１０℃（棚温－５℃）以上ではヤマザクラとモミは概ね良好であったが、アカガシで柾目面に落ち込みが生じた。乾燥に要した日数は－４０℃で１１日、－３０℃で６日、－２０℃で３日であった。以上より、安全でかつ短期間で乾燥を行うには庫壁温度－２０℃（棚温－１５℃）で真空乾燥を行うことが適当と思われた。

４．まとめ

ＰＥＧ水溶液含浸後、凍結乾燥を行う場合、ＰＥＧ濃度を４０%に、予備凍結温度を－４５℃に、真空乾燥温度を－２０℃にすることにより、短期間で良好な処理ができることが判った。今回の実験は小型遺物を想定したものであり小さい試片を用いたが、今後、より大きな試片および木どりの異なる試片で実験を行い、この条件の適用範囲を検討する予定である。

謝辞

本研究を実施するにあたり、セイコー電子工業（株）の中村敏彦氏にＤＳＣ測定を、共和真空技術（株）の立石昌義氏に共晶点測定、ペネトロメータ測定を実施して頂き、並びに凍結乾燥に関する。貴重な御助言を戴きました。また、奈良県林業試験場の酒井温子氏より貴重な私信を戴きました。ここに付記し感謝します。

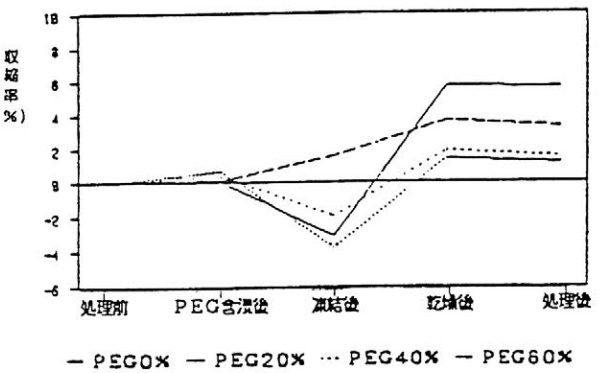


図１．各工程における木口面の接線方向の収縮率（ＰＥＧ含浸濃度による違い）　ヤマザクラ

参考文献

1) B.B.Christensen:The Conservation of Waterlogged Wood in the National Museum of Denmark
2) 岩崎友吉･樋口清治：保存科学　［５］　ｐ１（１９６９）
3) 沢田正昭：奈良国立文化財研究所研究論集　［１］ｐ２３（１９７３）
4) 沢田正昭：木簡研究，［１０］　ｐ１３０（１９８８）
5) 河合恒彦･増沢文武:元興寺仏教民俗資料研究所.保存科学研究室紀要［３］ｐ５（１９７４）
6) 岡田文男･沢田正昭･肥塚隆保･吉田秀男：古文化財の科学［３７］ｐ１２（１９９２）
7) 今津節夫：古文化財の科学：古文化財の科学［３３］ｐ５２（１９８８）

P42

「大修羅」の保存処理における分析

植田直見・増澤文武（（財）元興寺文化財研究所）
樋口清治（東京国立文化財研究所名誉研究員）
沢田正昭（奈良国立文化財研究所）

１．はじめに

三ッ塚古墳出土「大修羅」の保存処理は、その大きさ、木取り、劣化状態などから、実績のあるＰＥＧ法を採択し1979年に処理を開始した。その後ＰＥＧ４０％水溶液含浸中に亀裂を生じた。そこで問題点を把握し、解決するための各種実験、分析を行った。それらの中で、①針入度試験およびサンプリングしたコアの分析により修羅の劣化状態が表面と内部で非常に違いがある、また②出土木材が劣化状態の違いでＰＥＧの浸透性に差が生じ、そのため問題を起こすことなどがわかった。今回この調査により得られた修羅の劣化状態、ＰＥＧ含浸による木材組織の変化、ＰＥＧの含浸状態などを報告する。

２．針入度試験・サンプリングおよび分析

①針入度試験：物理的強度および劣化状態を把握するため1978、1988年の２回にわたり、修羅の全面から120点余りの箇所を選び、千枚どうしの針（１回目全長8㎝、２回目全長20㎝）を突き刺しその長さを測定した。

②サンプリング・コアの分析：木材および含浸されたＰＥＧの化学的性質を調べるため1979、1988、1990、1993年の４回にわたり修羅の各部分から内径10㎜、長さ400㎜の成長錐（1979年のみ内径26㎜、長さ600㎜のコアドリル使用）を用いて可能な限り長いコアを１９本（処理前１本、処理中１４本、処理後４本）採取した。このコアを10～15㎜のブロックに切断し分析に用いた。

木材分析・結晶化度の測定は、各ブロックを大きく表面、中部、内部の３部分に分けそれぞれを電動ミルで粉砕し60～80メッシュの木紛として、木材分析では現生材とほぼ同様の方法で、結晶化度は加圧成型器で板状にしたものをＸ線回折装置（（株）リガク製ガイガーフレックス2011Ｂ）で分析した（図１）[x)]。

含水率・ＰＥＧ含有率は各ブロックごとに含水率は全乾重量を、ＰＥＧ含有率は温水でＰＥＧを抽出し木質、ＰＥＧの重量をそれぞれ測定しその割合を求めた（図２）。

３．結果

①針入度試験：針の通る部分と通らない部分との分布を各部分の横断面に示した（図１）。その結果、表面は一様に劣化しているが部分によって劣化状態がかなり異なり、上部は下部より劣化が進んでいた。

②木材分析：表面、内部および現生材のホロセルロース、リグニンの割合をグラフに示した（図１）。その結果、表面はホロセルロースが溶出しリグ

ニンの割合が高く非常に劣化が進んでいた。一方、内部は現生材と較べると若干リグニンの割合が高いがほとんど劣化していなかった。

③含水率：表面は500%近い状態で中部は200～400%と収縮、変形の生じ易い状態であった。一方、内部は100%以下で現生材と同程度かそれより低い部分も存在した。

④ＰＥＧ含有率：表面はＰＥＧが非常によく浸透し含有率が高いが内部に進むに従って浸透が悪くなり含有率も低くなった（図２）。また、ＰＥＧの分子量も表面は含浸液とほぼ同じ分布を示すが、内部は低分子の占める割合が高かった。

４．まとめ

各種分析や観察を行ったが劣化状態についてはどれも表面は非常に劣化しているが、内部はほとんど劣化していないことが判った。そのため、表面は木材中の水分がほぼ１００％ＰＥＧと置き換ったが内部は３０～５０％の水分が置き換っただけでかなりの水分が脱水され、強度の弱い部分はそのため収縮が生じたと考えられる。

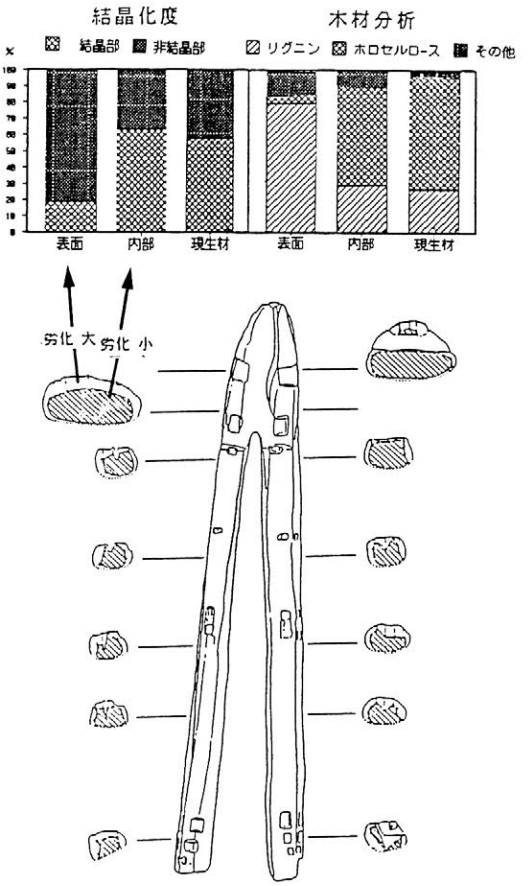
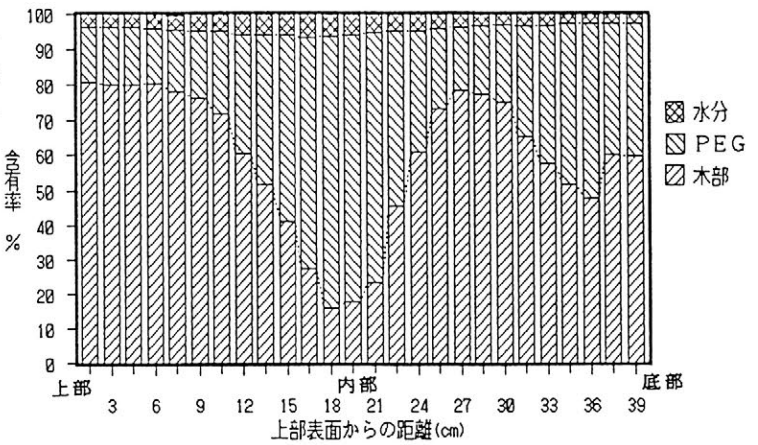


図-１．修羅の劣化状態
（針入度試験・結晶化度・木材分析）

*)京都大学林産工学科岡村圭造教授の指導をいただき測定を行った。



図－２．各ブロックの木質・ＰＥＧ・水の割合

P43

樹脂含浸による埋蔵遺跡保存法の研究（その２）
― 大型土ブロックへのＰＥＧ含浸実験 ―

川地　武（㈱大林組）・住野正博（同）・佐藤祐司（同）

１．はじめに

ポリエチレングリコール（PEG)水溶液含浸による大型土構築物の補強を想定し、大型土ブロックへのPEG 液の含浸状況を土中の比電導度で把握できるかどうか、またPEG 含浸後の土ブロックの強度について実験、検討した。

２．実験概要

2.1　大型土ブロックの含浸実験

粘土質砂の盛土断面を1.5^{h}×3^{w}×0.5^{t} mの大きさに切り出し、図１に示す上面の位置で電極０～４をそれぞれ50、50、30、25、30cmの深さに打ち込んだ後、ブロックの上部10cmを液面上に出す形で38％PEG 4000水溶液に300 日間部分浸漬し、電極位置の土中の比電導度（μS/cm）を経時測定した。浸漬終了後290 日間、自然乾燥し、電極３および４側の面の所定位置から内部に向かって30cmまでコア（φ5cm)を採取し、強熱減量（440 ℃）によってPEG 含有率（％）を求めた。なお、比電導度による含浸管理は非導電体のPEG が電極位置に存在すると通電しにくくなる現象を利用したものである。

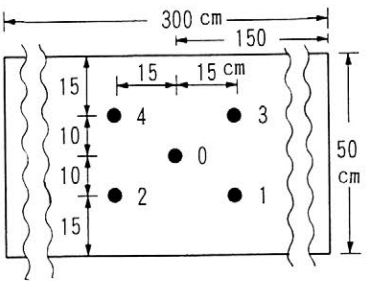


図１　電極打ち込み位置

2.2　小型ブロックの含浸実験

前報[1)]の試料Ｓ$_{13}$土の約30cm角ブロックを上記PEG 液中に140 日間全面浸漬した後、200 日間、自然乾燥した。次いで、任意の位置からφ5cm 、ｈ10cmの円柱試料を７個切り出し、一軸圧縮試験を行った。試験後の試料中のPEG 含有率は上記と同様に測定した。

３．結果と検討

3.1　土中比電導度の経時変化

図２において、浸漬開始６週後から比電導度に変化が生じ始め、以後、電極位置によって変化傾向に差異が生じている。

電極３は11週以後に15～20 μS/cmで安定し、電極４は32週以後にそのレベルに至る。電極２は43週で48μS/cm、電極０および１は46週で250 μS/cmを示し、いずれも引き続き低下する傾向にある。

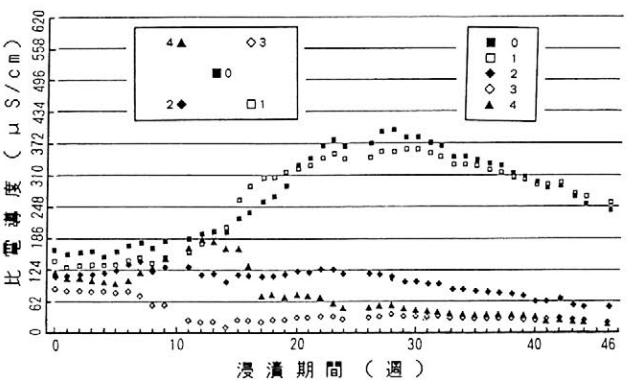


図２　土中比電導度の経時変化

38%PEG 液の比電導度は15～20μS/cmであることから、この値を示す電極位置周囲の土中にはPEG 液が高濃度で存在していると言える。

3.2　比電導度による予想含有率とコア実測含有率の比較　　図３の比電導度とPEG 含有率の関係を図２に当てはめるとPEG 含有率は電極３および４近辺で８％以上、電極２近辺で６％、電極０および１近辺で2.1 ％と予想される。

図４より電極３および４相当箇所の実測含有率は２～４％と７～９％に大別されるが、上記した比電導度より後者が妥当と判断され、予想値とほぼ一致する。電極０相当箇所の実測値２～３％は上記予想値とほぼ一致する。電極１および２側の面からコアを採取していないため、実測値と予想値を比較できないが、同様の結果が得られると推察される。

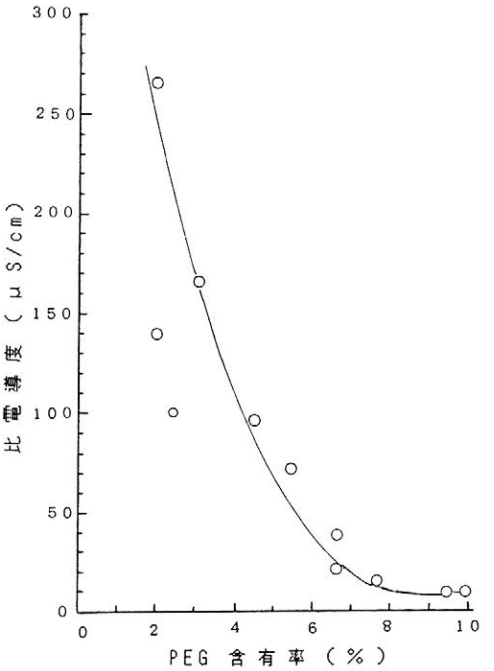


図３　土中の比電導度とPEG 含有率の関係図

3.3　PEG 含浸ブロック土の強度とPEG 含有率　　含浸、乾燥後のS₁₃土ブロックの一軸圧縮強度は６～9.6kgf/cm²、ひずみ量は1.6 ～2.6 %、PEG 含有率は８～11.5%、含水比は４～5.5 %であった。この強度、PEG 含有率、含水比の関係はS₁₃に似た土質を有する前報[1]のS₉ 土にほぼ一致していた。

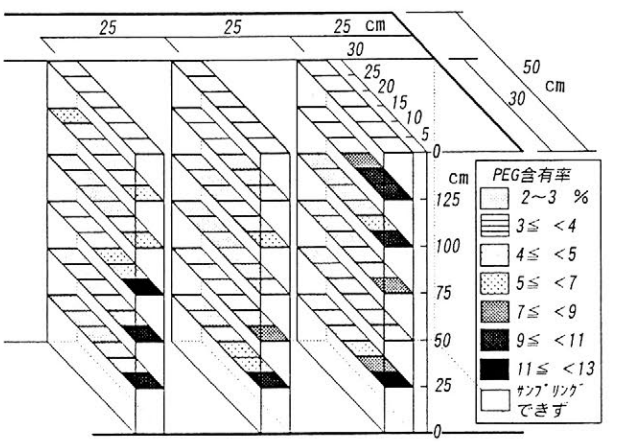


図４　コアによる実測PEG 含有率の分布

４．まとめ

大型土ブロックの部分浸漬実験から、PEG 含浸指標として土中の比電導度が有用であること、15～20μS/cmの比電導度に至った時の土中のPEG 含有率は８%以上であることが判明した。また、その含有率における含浸土ブロックの強度は含水比５％程度の乾燥状態で８kgf/cm² 程度であった。

参考文献　1)川地他：日本文化財科学会10回大会要旨集(1993)、pp.122 ～123

P44

文化財に及ぼす環境汚染の影響
－大理石による酸性雨の影響評価の検討－

二宮修治[1)]・本村千茶子[1)]・○羽山　隆[1)]・門倉武夫[2)]
（東京学芸大学教育学部[1)]・東京国立文化財研究所[2)]）

1. はじめに

近年，酸性雨など環境汚染が文化財に及ぼす影響が社会的な問題となっている。特に，酸性汚染物質が大理石文化財に及ぼす影響は深刻な状況にある。このため，大理石文化財に及ぼす酸性雨などの環境汚染の影響を早急かつ具体的に調査しなくてはならない。

一方，従来から酸性雨の影響を評価する方法として金属試験片などの暴露実験が行われているが，結果の解析に高度な測定機器や充分な経験，さらに長い時間が必要であり，遠隔地域の調査や多地域の同時調査には，簡便な方法の開発が望まれる。

演者らは，これまでに文化財の構成材料の一つである大理石テストーピースの暴露試験により，大理石文化財に及ぼす酸性雨の影響に関する検討，酸性雨の影響を評価する簡便法の開発を行ってきた。

本研究では，屋外環境における大理石の溶解と降雨中の各イオン濃度との関係を見出だすために，大理石テストピースを用いて，初期降雨での暴露実験を行い，雨水中の各イオン濃度とテストピースより溶出したCa^{2+}イオンの濃度と定量的関係を明らかにすることを目的とした。屋外での酸性雨暴露実験のほかに，さらに，実験室で，同様の大理石テストピースについて塩酸，硝酸，硫酸による溶解実験を行った。これらの結果について報告する。

2. 実　験

大理石テストピース：建築用大理石化粧板（大きさ20×20mm　厚さ5mm　重量約6g）

雨水採水器：酸性雨分取器　ﾚｲﾝｰｺﾞｰﾗﾝﾄﾞ AR-8（堀場製作所）

試薬：塩酸，硫酸，硝酸（和光純薬：精密分析用試薬）

分析：pH　　Twin pHメータ B-112（堀場製作所）

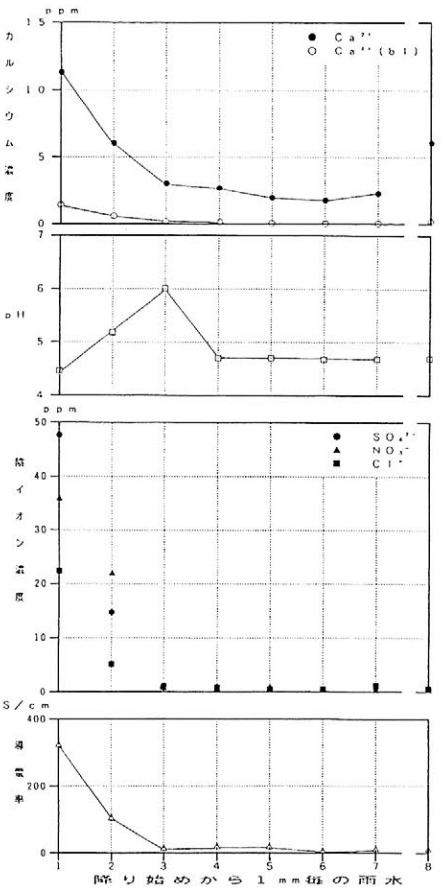
導電率　Twin 導電率計 B-173（堀場製作所）

$Ca^{2+}, Mg^{2+}, Na^{+}, K^{+}, Al^{3+}$　ＩＣＰ発光分光分析装置

$Cl^{-}, NO_3^{-}, SO_4^{2-}$　イオンクロマト分析装置

屋外暴露実験：東京都小金井市内，国分寺市内，上野公園内

3. 結果および考察



初期降雨による大理石テストピースからのCa^{2+}の溶出実験の結果の一例を，同時に採取した雨水中のpH，陰イオン濃度，導電率とともに図１に示す。Ca^{2+}の溶出は，初期３㎖までに集中して起こり，さらに水中の炭酸によっても溶解している。初期降雨によるCa^{2+}の溶出は陰イオン濃度と全水素イオン濃度に関係していることが見出だされる。

実験室での塩酸，硫酸，硝酸による大理石テストピースからのCa^{2+}の溶出実験の結果，大理石テストピースからのCa^{2+}の溶出は，酸の種類に依存しないで水素イオン濃度に関係して起こり，閉鎖系ならば10分程度の比較的短い時間完結する（当然，雨水のように継続的に水素イオンが補給される状態では継続的にCa^{2+}の溶出が起こる）。また，これらの酸を含まない水（空気中の炭酸ガスが溶解している）でもCa^{2+}の溶出が起ることも確認できた。

これらの結果から，文化財材の観点から大理石をみた場合，現在の大気汚染は苦慮すべき問題であるといえる。一方，酸性雨などの環境汚染の影響の簡便な評価としての大理石テストピースは意義深いものと考えられる。

P45

子持村における電磁気調査

酒井英男（富山大学理学部）　田中保士（田中地質）　石井克己（子持村社会教育課）
Ａｎｔｈｏｎｙ　Ｊ　Ｃｌａｒｋ（ＵＫ）　故・遠藤源助（元早稲田大学理工学部）

１．はじめに

群馬県のほぼ中央に位置する子持村の表層地質は、南西方向の榛名山や東方向の赤城山等の火山の噴火による厚く堆積した火山灰が主体となっている。

とくに榛名山二つ岳は、６世紀の初めごろと中頃の二度にわたって大規模な火山爆発を起こしており、その度に大量の火山灰や軽石を降り積もらせている（石井，1991）。今回、６世紀中頃の降下軽石や軽石流で埋没した田尻遺跡の遺構を対象に、電気探査、電磁探査、磁気探査および地下レーダー探査を実施した。同遺跡では、田村ほか（1989）等の地下レーダー探査から、５世紀頃の古墳の埋没が知られている。そのほか犬子塚遺跡のの発掘調査露頭断面において、磁化率、導電率および電気比抵抗値などの物性値を測定した。また露頭から採取した軽石流について岩石磁気調査を試みた。ここではこれらの予察的な結果を報告する。

図1:子持村の調査地域である古地磁気試料の採集地(犬子塚遺跡)と、電磁気探査を行った田尻遺跡。右図の測線Aで探査を実施した。

２．発掘断面における表層土の物理特性

層厚30cmの表土の下位には層厚約2mの軽石を主体とした「榛名－伊香保テフラ」と称される降下や降下流からなる堆積層がある。軽石の粒径は5mm~30cm、平均5~10cmのものが大部分を占め粒度配合から上下２層に区分される。その下位には約10cmの黒色火山灰が挟在して黒色粘土層、赤褐色ローム層が堆積する。

測定した電気比抵抗値は、軽石層では800Ωm 、粘土、ローム層では90Ωm、軽石層の導電率は1.8~3.3mS/m、磁化率は60~100×10 $^{-5}$SIであった。火山灰と粘土・ローム層の磁化率はそれぞれ120mS/m×10 $^{-5}$SI、55~68mS/mSIを測定した。

３．田尻遺跡の電磁気探査

図1に示す測線にて行った地下レーダー探査（使用周波数100MHz，200MHz）図2。電気探査(Dipole-Dipole)図3、(Wenner)図4。電磁探査(EM)の結果を図5に示す。

４．軽石層の自己反転磁化調査

定方位で採取した比較的大きい軽石は、図6に示すように地磁気と逆方向の磁化（熱残留磁化）を獲得していた。この磁化特性は、自己反転磁化(Self-Reverse Magnetization)と称される非常に珍しい現象である。(Nagata et al.;195

2, Uyeda; 1958, etc.)。

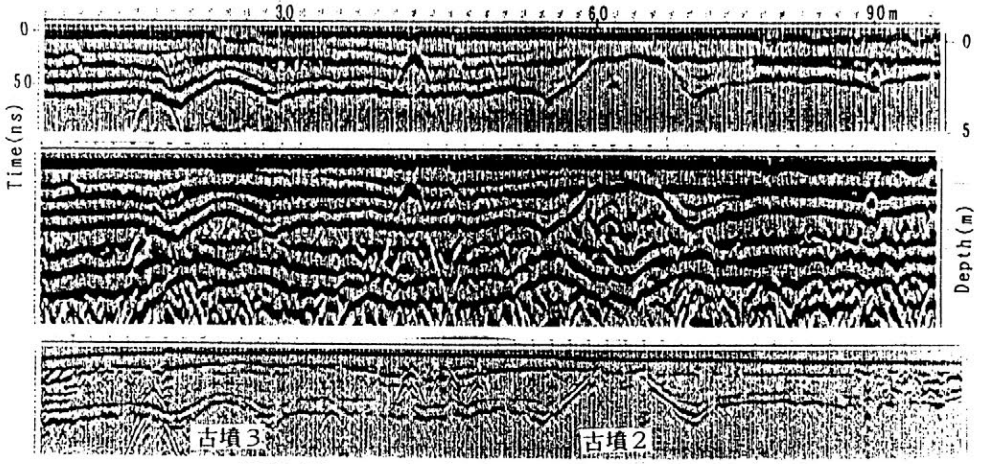


図2地下レーダー探査　上, 中100MHz 下200MHz

図3電気探査(Dipole-Dipole)ΩKm

図4電気探査(Wenner)

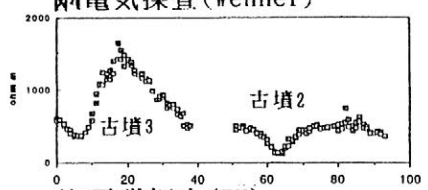


図5電磁探査(EM)

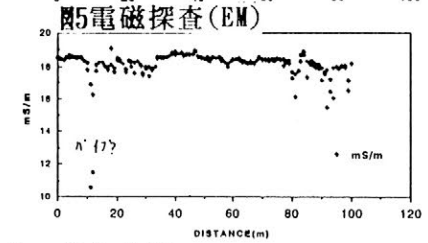
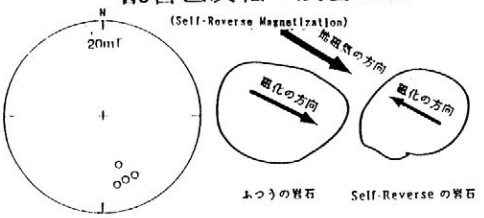


図6自己反転の残留磁化



左:自己反転を示した4個の軽石試料の磁化方位のシュミットネット投影。磁化を表わす各白丸は南方位で伏角が上向きであり、地磁気と逆方向である。
右:通常の岩石の残留磁化と自己反転磁化の概念図。

5．おわりに

今回複数の探査法を実施した。今後遺跡探査における土の物理特性と各種電磁気探査結果との相関性、上位テフラ層の自己反転磁化という特異な磁気特性など考慮した検討がさらに必要である。

参考文献

石井克巳(1991): 黒井峯遺跡における地下レーダ探査の役割, 物理探査, 第44巻, 第6号, 419-425.

Nagata, T., Akimoto, S. and Uyeda, S.(1951): Reverse thermo-remanent magnetism, Proc. Jap. Acad., 27, 643.

田村晃一, 長田正樹, 坂山利彦, 石井克己(1989): 地下レーダ-探査を利用した軽石下の古墳調査例-群馬県子持村田尻遺跡, 文化財学会第6回大会発表予稿集, 8-9.

Uyeda, S.(1958): Thermo-remanent magnetism as a medium of paleomagnetism, with special reference to reverse thermo-magnetism, Jap. J. Geophys., 2, 1-123.

P46

電気探査によるモデリングと磁化ベクトル推定による遺構判別の一試み

亀井宏行（東京工業大学工学部），齋藤正徳（東京工業大学理学部），
西村康（奈良国立文化財研究所埋蔵文化財センター）

遺跡探査法には、電気探査・磁気探査・地中レーダ探査などいくつかの手法があり、それぞれ測定する物理量が異なるので、１つの遺構に対して複数の探査法を試みることが探査精度の向上につながることが知られている[1]。しかしながら、いままで行われてきた探査は、それぞれの手法で探査した結果を並べて、それぞれの結果から異常点を個別に抽出して最終的に人間が判読するという形のもので、一つの手法の探査結果を他の手法の探査結果の判読に積極的に利用するまでには至っていない。そこで、我々は複数の探査法を有機的に組み合わせ、新たな情報を引き出す可能性について研究を進めている。

本報告では、電気探査法と磁気探査法を組み合わせた試みについて報告する。それは、まず電気探査で地下の平面構造を推定し、そのモデルに基づいて磁気探査のシミュレーションを行い、実際の磁気探査結果と比較し遺構判別を行うというもので、以下実際の探査成功例を示しながら説明する。

実験を行ったのは、福島県いわき市下大越にある根岸遺跡で、奈良時代の官衙（郡衙？）の遺構で建物基盤や柱穴などが発掘されている。この地域にある南北20ｍ×東西12ｍの畑で、電極間隔１ｍの２極法による電気探査と３軸グラジオメータ[2]による磁気勾配探査を行った。

図１に電気探査の結果を示すが、２カ所の高比抵抗の構造が読み取れ、遺構の存在が推定される。図２には磁気勾配探査結果を示すが、電気探査結果のような明確な構造は読み取れない。磁気異常の最大差でも30nTと非常に小さな値となっており、この畑の土壌は砂質であり、磁化率も小さいと考えられるので、観測雑音に埋もれてしまっている可能性もある。

電気探査の結果から、図３に示すように、Ａ・Ｂ２つの長方形領域の構造が存在すると想定する。そして、この２つの領域が、磁化しているものと仮定する。その磁化の大きさと方向をそれぞれの領域独立に変化させ、磁気勾配探査結果をシミュレーションし、実際の探査結果を最も良く説明できる組み合わせを探し出した。その結果、Ａ領域では南向きの磁化ベクトル、Ｂ領域では北向きの磁化ベクトルを有すると仮定した場合が、最も探査結果と合致することがわかった。このときの磁気勾配シミュレーション結果（垂直方向成分のみ）を、図４に示す。

この結果から判断すると、Ａ・Ｂ２つの領域を構成する土壌の磁気的性質が明らかに異なることがわかり、ＡとＢが時代が異なる遺構か、或いは異なる種類の遺構（例えば竪穴住居跡などの凹部と土塁や土塀などの凸部）である可能性が推定できる。

ＳＮ比が悪く判読の難しい磁気探査結果でも、電気探査と磁気異常シミュレーションから判読可能となり、さらに電気探査では同じ構造に見える遺構の区別をも可能となった。磁気探査では遺構の輪郭をおさえ形を決定することはなかなか難しい。電気探査では輪郭の確定はかなり容易である。両者を積極的に組み合わせ順方向モデリングを適用することで、磁気探査の精度を上げ、探査全体の精度の向上を図ることができた。遺跡探査では地下の先見情報が少なく、逆問題解析（地下構造の推定）は容易ではないので、いくつかの探査法を組み合わせることが一つの手段であろう。

参考文献

1)浜鳴，他：遺跡探査法の再検討，考古学と自然科学，No. 21，pp. 45(1989)

2)亀井，他：３軸グラジオメータの試作と探査実験―会津若松・上雨屋12号窯跡の磁気探査―，日本文化財科学会第10会大会，pp. 114(1992)

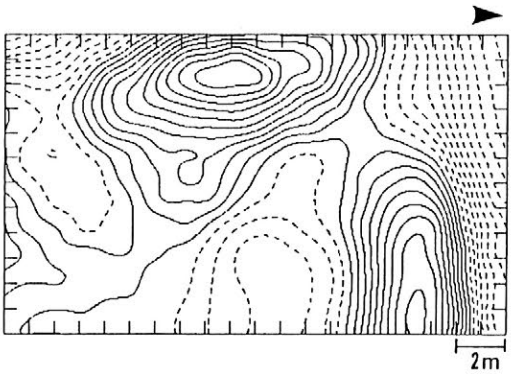


図1．根岸遺跡の電極間隔1mの2極法による電気探査結果（比抵抗分布21～86Ωm，等値線間隔3Ωm）．

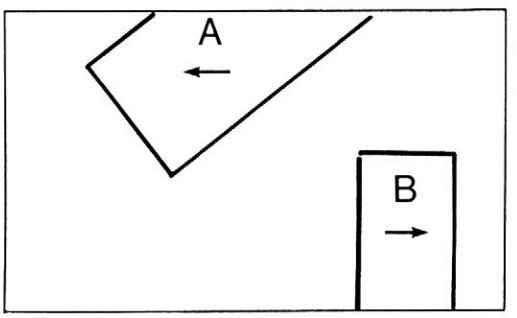


図3．地下遺構モデルと推定磁化ベクトル．

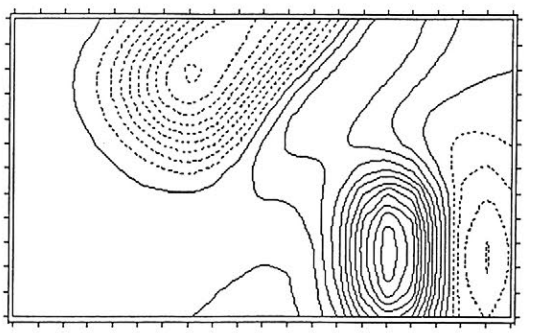
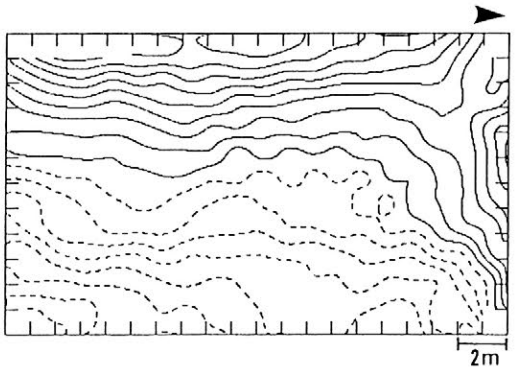
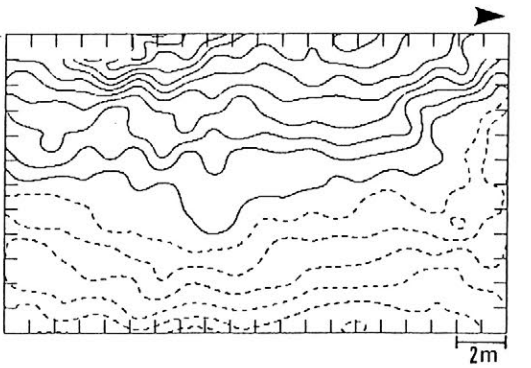


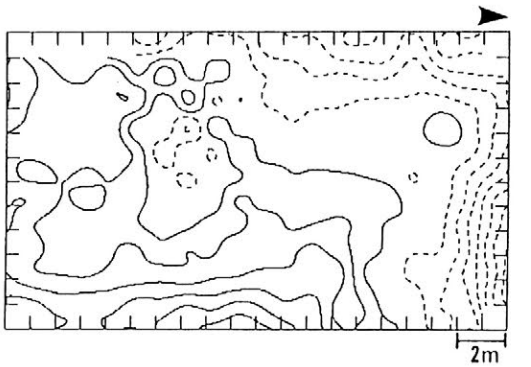
図4．図3のモデルの磁気勾配シミュレーション結果（等値線間隔任意）．



（a）南北方向成分



（b）東西方向成分



（c）垂直方向成分

図2．根岸遺跡の3軸グラジオメータによる磁気勾配探査結果（等値線間隔2nT）．

P47

ファイバースコープによる横穴式石室の観察調査

軽部文雄、坂山利彦 (応用地質株式会社)
石井克己 (群馬県子持村教育委員会)

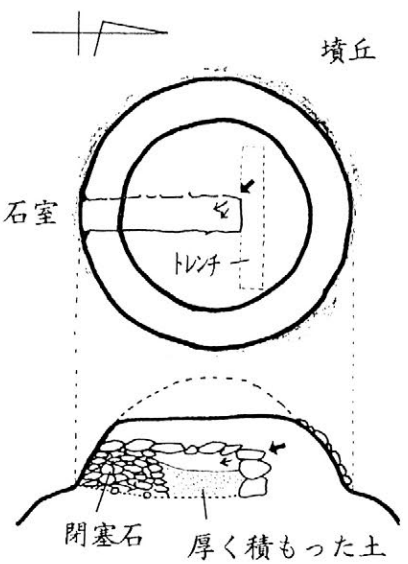
(1)古墳調査におけるファイバースコープ観察

ファイバースコープが古墳の調査に用いられた例としては、1978年の奈良県明日香村マルコ山古墳発掘調査を初めとして、1981年のキトラ古墳石室壁画の観察、さらに、1988年の斑鳩町藤ノ木古墳の石棺調査などがあり、それぞれ先駆的な試みがなされてきた。こうした前例に倣い、今後は、各地でファイバースコープによる古墳調査の機会が増えていくことが予想される。特に、石室や石棺が未開封である古墳の保存整備の方法を考えたとき、ファイバースコープの活用の仕方に、将来的には大きな広がりと可能性が出てくるものと思う。

本発表では、群馬県子持村田尻遺跡の田尻２号墳を対象に、ファイバースコープを使って石室を覗いたときの様子を示し、その後の墳丘解体調査の結果と照らし合わせることによって、石室観察の一事例を紹介したい。

(2)石室内観察の概要

石室内観察は、同古墳の発掘調査の初期、墳丘に幅60cmのトレンチが入れられた段階で、図版-１の矢印のように、横穴式石室の奥石の隅からスコープを挿入して行なったものである。



図版-１　田尻２号墳略図

使用した器材はいずれもオリンパス光学工業製で、工業用内視鏡IF11D4-30(視野角39°、視野方向直視、観察深度 10mm～∞、湾曲角 上下120° 左右100°、挿入部外径11.3mm、有効長2720mm)、およびILV高輝度キセノン光源(300Wキセノンランプ)である。これに専用35mm一眼レフカメラSC-35とアダプターA1-3M(倍率比1.0、明るさ比1.0)を取り付け、写真撮影を行なった。

(3)観察結果

図版-２および図版-３が石室内部を観察したときの写真である。観察で分ったのは、次のa)～c)の点である。

a)石室の側壁が自然石の乱積みになっている。一つ一つの積石や天井石は、比較的よく観察でき、石室内の保存状態は良好であると思われる。

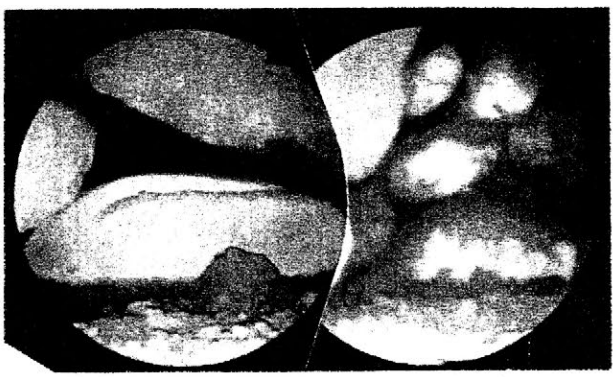
b)底面には、小石がころがっているのがみえる。（発掘の結果、玄室内には積石や裏込めの空隙から入り込んだ土が床面の上約80cmもの厚さに積もり、天井石を被覆していた玉石も幾つか崩落していたことが判明した。したがって、写真中の底面は石室床面ではなかった。）

c)底面上には棺や被葬者、副葬品の類はみあたらない。（発掘後、石室内の埋積土を除去したあとの床面付近からは、矢筒の装飾とみられる数点の金銅製品、管玉7個、太刀5振、無数のガラス丸玉、小玉が出土した。また石棺や木棺は無かった。）

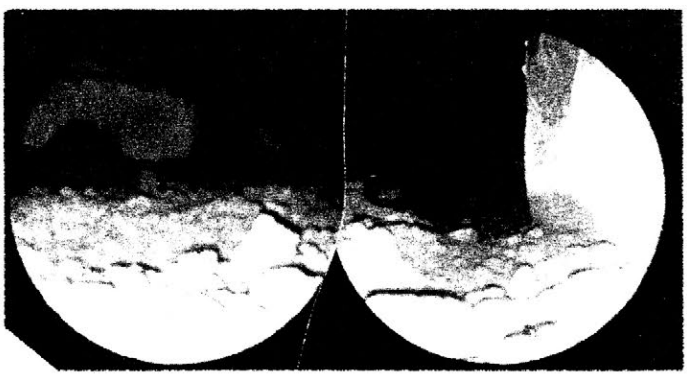
一方、期待していたにもかかわらず、ファイバースコープを覗いただけでは分からなかったこと、あるいは問題点と考えられるのは、次の二点である。

d)羨道部付近のように、スコープ先端から離れていて光の暗いところは、よく見えない。（実際は、閉塞石が、石室の入口から羨道部にかけて長さ約3mにわたり積み込まれていた。）

e)得られる画像は、対物レンズの視野角と観察深度に依存しているので、距離や遠近の感覚が日常生活のレベルとやや異なり、石室全体のイメージを掴むにはある程度の熟練が必要と思われる。（図版-3から、はじめ、石室の平面形を片袖型と予想したが、実際はそうではなかった。）



図版-2　観察写真　東側の側壁上部



図版-3　観察写真　羨道方向をみる

P48

航空機からの画像を用いた遺跡探査

三浦　定俊　（東京国立文化財研究所）
花泉　弘　　（法政大学工学部）
石井　克己　（子持村社会教育課）

１．はじめに

地下に埋没している遺跡の探査には電気探査、磁気探査、地中レーダー探査などの手法が一般に用いられている。これらの手法に比べて航空機などから撮影した画像による探査は、一度に広い地域の探査ができる利点を持っている。ここでは可視領域から熱赤外領域にかけての広い波長範囲で撮影した航空機からの画像の利用について検討する。

２．調査した遺跡

検討の対象とした遺跡は、群馬県北群馬郡子持村にある遺跡群である。子持村は群馬県のほぼ中央部で、前橋市の北約１５ｋｍに位置する。遺跡の北には子持山、小野子山、東に赤城山、西に榛名山があって、三方を山に囲まれ、南側で村の東を流れる利根川と西を流れる吾妻川が合流する。６世紀に２回にわたって榛名山が噴火し大量の火山灰や軽石が降り注いで、遺跡が埋没した。

３．調査の方法

撮影はヘリコプターから行った。ここでは１９９４年２月に子持村北牧地区を可視と近赤外によって写真撮影した結果と、１９９０年３月に子持村白井地区を可視と熱赤外のビデオ画像で撮影し画像処理した結果を報告する。

撮影①
調査地区：子持村北牧
調査月日：１９９４年２月中旬
天　　候：晴れ
撮影高度：約１５０ｍ
撮影項目：カラー写真（ﾌｼﾞｸﾛｰﾑ400D）
ﾓﾉｸﾛｰﾑ写真３種
（ﾄﾗｲX、R,G,Bﾌｨﾙﾀｰ）
近赤外線写真（ｺﾆｶ750）

撮影②
調査地区：子持村白井
調査月日：１９９０年３月１４日
天　　候：晴れ
撮影高度：３００ｍ
撮影項目：可視画像（ビデオ画像）
熱赤外線画像
（波長帯　８～１２μｍ）

４．結果と考察

撮影①で、遺跡の所在を確認することができた。近赤外写真（写真１）と赤フィルターを用いた写真が青フィルターを用いた写真に比べ、ソイルマークが明瞭であった。この理由は、土壌の含水率が高くなると、長波長の光ほど反射率が低下するためであると考えられる。またトラクターの跡など他の原因によるソイルマークと区別するためにカラー写真を併用することは必要である。

撮影②では、可視画像では読みとりにくい遺跡の所在も熱赤外線画像（写真２）でよく判別することができた。画像処理はＶＴＲに録画された画像のハードコピーをスキャナーで読みとり、対応する縦横３７０画素の画像を切り出して行った。処理の方法は目的変数を熱赤外線画像、説明変数を可視画像とした単回帰分析である。まず双方の画像から、６４ｘ６４の部分画像を切りとり（ラージマスク）、回帰直線の当てはめをおこなう。この回帰直線を利用し、部分可視画像（スモールマスク８ｘ８）から熱赤外線画像を推定する。地下遺構の存在により熱赤外画像に生じた異常は、実際の画像と推定画像との残差画像として現われる。写真３の右に現われている白く横に３つならんだ点は地下の遺跡ではないかと考えられた。

地下遺構は土壌表面の含水率分布の違いで検出されるので、気温があがり地面が乾く前、

午前中に行わなければならない。あまり陽射しが強く影がはっきりしすぎた日も、熱赤外画像の撮影には適していない。季節的には作物がない冬であることが条件となる。

５．まとめ

群馬県子持村でヘリコプターからの画像を用いて遺跡探査を行った。近赤外線写真や熱赤外画像で、遺跡の所在や形を確認することができた。本研究は平成５年度文部省科学研究費補助金重点領域研究「遺跡探査」によるものである。

謝辞

写真撮影にご協力いただいた青高館の狩野正好氏に感謝いたします。

写真１．子持村北牧地区の近赤外線写真

写真２．子持村白井地区の熱赤外画像

写真３．左上部分を画像処理した結果

三次元形状計測による文化財のデータ保存システム構築と応用（１）

(財)元興寺文化財研究所　○塚本敏夫　村田忠繁　川本耕三　吉村佐紀恵
(株)オージス総研　平島充雄　松本　亮　内田勇治

１．はじめに

元興寺文化財研究所では今日まで数多くの文化財（出土遺物、伝世品）を保存処理、修復してきた。一方、文化財を記録として残すことは写真による二次元データに留まっている。またこれら有形の文化財に可能な限りの保存処理、修復を施したとしても時とともに進む劣化、変形を押し止めることには自ずと限界がある。

そこで本研究では従来の二次元的手法だけでは記録できない三次元の形状やその変化をアパレル産業や医療関係の分野で既に実用化されている三次元形状計測装置を用い、デジタルデータとして保存する。そのうえで保存処理工程管理や保存科学的、考古学的な応用研究に利用可能な文字情報を加えた総合型データベースを構築することを目的とする。

本研究は緒についたばかりなので、以下には本格的研究を始めるにあたり行った予備研究と今後の展望を示したい。

２．研究対象（計測対象）

当面、形状の変化が大きいと予想される出土木製品を中心に出土金属製品を含めた埋蔵文化財を対象とし、大きさは現行の計測装置を大幅に変更せず計測できる30～1000mm程度とする。なお当研究所が処理する埋蔵文化財の大多数はこの大きさの範囲にある。

３．三次元形状計測装置

三次元形状計測法は表１のように分類でき、そのうち現在実用化されている測定法はパターン投影法とレーザー光走査法である。また文化財を計測するために考慮すべき条件を以下の６点とした。

①計測時間が短い（出土木製品の乾燥による変形を回避）
②計測データと色データを同時に取り扱える
③可搬性の装置である（資料は極力動かさない）
④安全性がある（資料に損傷を与えない）
⑤操作性がよい
⑥拡張性がある（柔軟なシステム）

以上からコード化パターン投影法を用いた(株)オージス総研製ＲＦＸ．IVを選んだ。

４．システム概要（図１参照）

小視野(50mm)用と大視野(500mm)用の２台の計測ヘッド（プロジェクタ・液晶スリット・ＣＣＤカメラ）で取り込んだデータを画像処理装置で空間コード画像、三次元

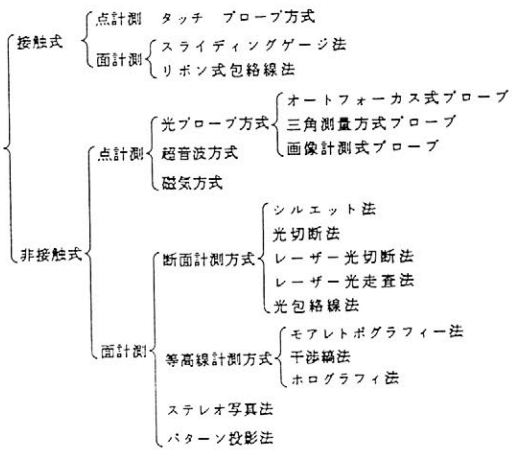


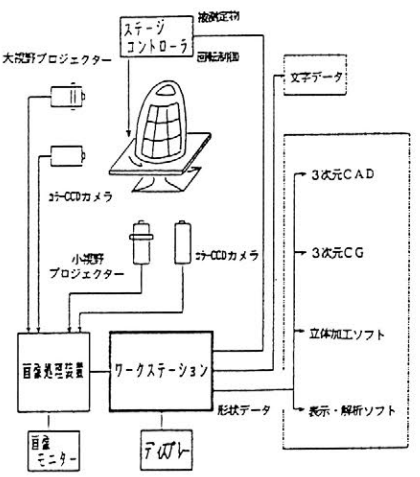
表１

座標値等に変換し、ワークステーションでこれら三次元形状データを編集、総合型データベースに蓄えられる。そのうえで各種の出力方式に応じてデータを変換しＣＡＤ、ＣＡＭ、ＣＧ、表示解析ソフトに出力される。

なおこの装置での計測時間は１ヘッドにつき約１秒、計測精度は視野の約0.3～0.4%である。

また文化財ではそれぞれの資料が種類ごと、部位ごとに必要な計測精度の異なることを考慮した。すなわち高精度な測定が必要な部位は小視野用計測ヘッドの開発により対応し、それ以外の部位は従来の大視野でという複合計測により合理的なデータを得た。

図１



５．計測実験結果（表２参照）

大型かつ暗色（漆黒）の出土木製品では現行の機器が光量不足で計測困難であった。それ以外は概ね計測可能であることを確認した。

素材		計測課題点	実験対象	評価 良	評価 可	評価 否	対策及び問題点
木器	表面	暗色（小視野）	サンプル材（色調３段階）		○		露出調整
		暗色（大視野）	サンプル材（色調３段階）		○	○	最も暗いものは不可・光源変更し光量増
		濡れ色	サンプル材		○		偏光フィルターと絞り調整
	形状	小型	立方体（30mm角）のサンプル材	○			機器配置を小視野に対応
		大型	板状のサンプル材	○			大視野対応・分割計測
		複雑な形状	下駄	○			分割計測
金属器		暗色（鉄錆色）	板状鉄斧	○			露出調整
		小型	銅銭	○			機器配置を小視野に対応
		複雑な形状	鈴杏葉	○			小視野分割計測
		細部の文様	青銅鏡		○		内矩を小視野、外矩を大視野で複合計測
		金銅製品	馬具（杏葉）		○		偏光フィルターと絞り調整
		付着有機質	小札	○			露出調整
土器		刷毛目（細部）	埴輪	○			小視野分割計測

表２

６．応用研究

現在までに試行した保存科学、考古学分野での応用研究には以下の５例がある。

①出土木材が自然乾燥する際、その変形過程の視覚化と定量化比較

②サンプル出土木材での保存処理実験における変形（収縮・歪み）の計測

③出土木製品の保存処理中、処理後の形状確認（工程管理）

④青銅鋳造品（鈴杏葉）の同笵、同型品の三次元的形状比較による分有関係の解析

⑤青銅型鍛造品（辻金具・雲珠）の④と同様の解析

７．まとめ

今回の実験で三次元形状計測法が埋蔵文化財の保存処理工程管理と保存科学的、考古学的応用研究に使えることを確認した。

今後、総合型データベースの構築には１点でも多くのデータの蓄積が必要である。

※参考文献

吉澤　徹編　(1993)　「三次元工学１－光三次元計測」　新技術コミュニケーションズ

P50

東北芸術工科大学における文化財保存教育

東北芸術工科大学芸術学部　松田 泰典

はじめに

東北芸術工科大学は、一昨年の春、山形市に新設された大学で、芸術学部とデザイン工学部の二学部で構成されている。芸術学部芸術学科には文化財保存科学コースが、美術工芸品の保存修復を実践する本邦初の大学（学部）教育機関として産声を上げている。演者は当コースの教員として、実際の教育に従事している。

周知のとおり「文化財」は範疇が広く、教育研究の対象は多岐にわたるため、大学における文化財関連教育研究機関の所属学部も芸術系、人文系、教育系、理系と幅が広いのが現状であり、画一的に文化財保存教育を論ずるのは困難である。しかし、各種の現場では、文化財保存に理解と経験をもつ人材の供給を待ち受けているのが現状であり、その育成において一刻の猶予も見い出せない。本発表では、試行錯誤の途上にある本学の文化財保存教育の現状を報告するとともに、今後の「文化財保存」分野における人材育成のありかたを考え、会員諸氏の議論に供したい。

文化財保存修復技術者のすがた

わが国には、古くから宮大工、仏師、装こう師に代表される文化財の伝統的保存修復技術者がおり、各々の専門分野で多くの貴重な文化財が守られてきた。これに対し、近年の科学技術の進歩は文化財保存の分野にも大きな変革をもたらした。すなわち文化財の予防的保存や調査分析、修復材料やその技術への自然科学的アプローチを守備範囲とする「保存科学」の登場である。

長い年月を継承されてきた技術と知恵は、徒弟制度のなかで、幾多の修行中に伝授され、経験と勘（感覚）に基づいた職人（工人）が前者の姿である。彼らにとって道具は手（技術）の延長であり、これを使い、天然物（自然）と一体になった仕事を徒弟制度という個性教育のなかで身につけている人達である。後者における姿は、学校教育のなかで体系的、論理的かつ合理的な自然科学の手法に基づいて、目的的に「もの」にアプローチしていく技術を体得しており、科学的な「言語」を身につければ、多くの人材が仕事に参加できるという利点を持つ。両者の対象とする文化財は、ス

ケールや時代の要請からも異なることが多い。

保存修復技術者を育成する上で、この二つの極を考えることは大変興味深く、示唆に富んでいる。たとえば、「徒弟制度」か「学校教育」か、「経験と勘」か「自然科学を基礎とする体系的知識、論理的手法」か、などがすぐ想起される。

本学における文化財保存教育

本学では文化財保存教育について、この二極のレンジのなかで一つの結論（理念）を提起している。それは、この両者の一部を共存させ、それぞれのメリットを生かす教育を具現することにより、「美術史、歴史・考古学などの知識とともに自然科学的なものの見方や手法を咀嚼し、かつ造形的技術について経験を持つ個性的な」保存修復技術者の育成である。

大学の専門教育課程の限られた時間のなかで、このような人材の育成方法は、中途半端なイメージを喚起するかもしれない。しかし、本学ではいくつかの試みによりそれを克服しようと努めている。具体的には、①入試に「理科Ⅰ（物理、化学）」を必須とし、学生選抜の上でも自然科学を重視している、②入学後も、基礎化学や保存科学に関する講義・実習が必修となる、③1年次から2年次にかけて、文化財保存修復の概観や各分野の導入部を講義や演習で体験するとともに、いろいろな「道具」の扱い方や基礎的な造形方法を学ぶ、④その後、各学生は専門へと進むが、そこには歴史、考古学を含めた文化財の総合的知識を必要とする遺跡保存を指導する仲野浩教授、自然科学の知識と経験に立脚した油彩画修復を担当する黒江光彦教授、造形技術や修復技術、美術史を基礎にした仏像彫刻の修復を指導する牧野隆夫助教授、そして最も自然科学に近い保存修復工学を担当する松田（助教授）の4分野があり、卒業研究までこれらの専門を練成することになる。ここでも科学技術とこれらの分野の連携を深めることで先述の理念を追及している。

また、文化財保存の知識と経験を持つ学芸員が今後の趨勢であるとの認識から、学芸員資格取得希望者は、近い将来必須になるであろう「保存科学」を学んでいる。ここに述べたいくつかの試みは、本学の文化財保存教育の特徴であり、今後輩出する人材が、多方面で活躍することを願ってやまない。

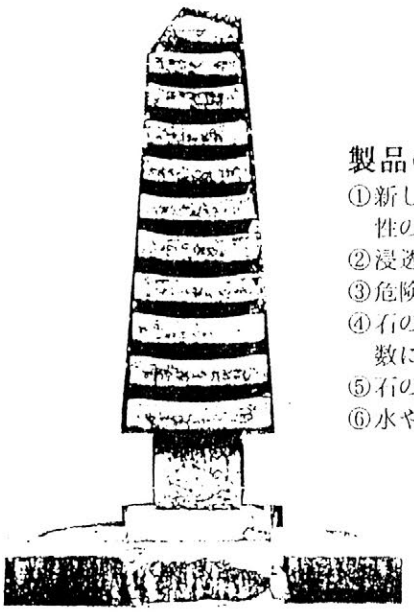
参考文献

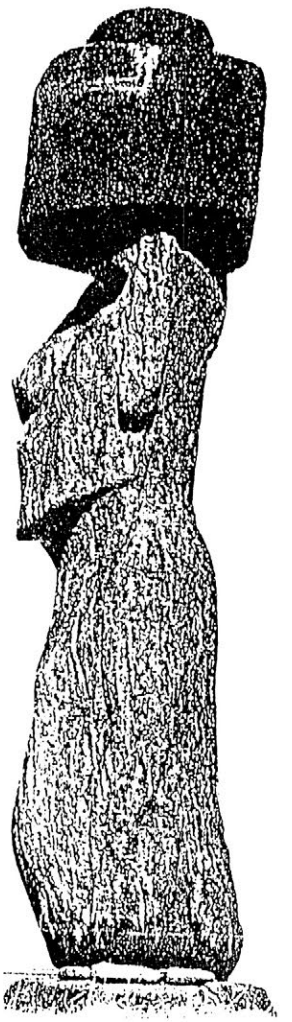
『木のいのち・木のこころ（天）』西岡常一著、思草社（1993）

石材強化剤ＯＨ

石材強化撥水剤Ｈ

石材撥水剤２８０





製品の特徴（ワッカーケミー社製品）

①新しく耐候性の結合剤を生成します。（鉱物性の結合剤）
②浸透性が良いです。
③危険な副生物が出来ません。
④石の性質、特に水蒸気の透過性や熱膨張係数に変化が起きません。
⑤石の表面の色が変化しません。
⑥水や有害物質の吸収性が少なくなります。

株式会社 アクト

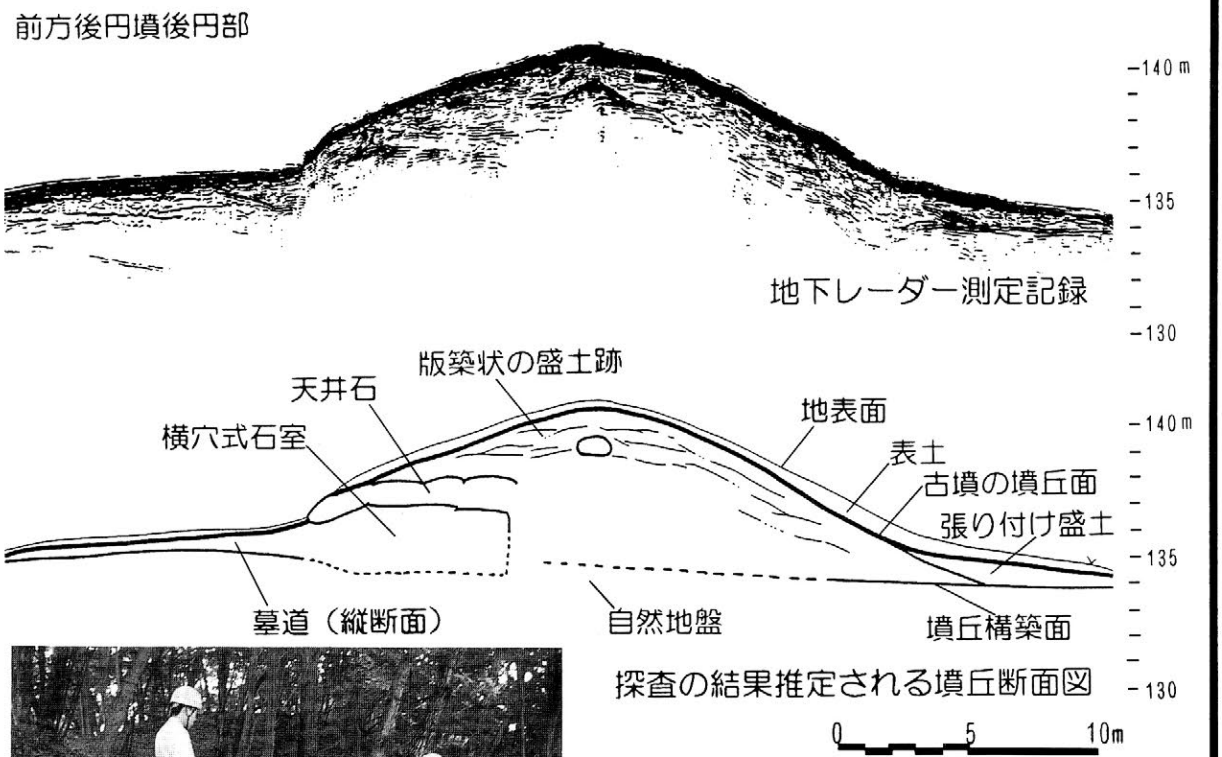
営業本部 〒544　大阪市生野区巽南５丁目９番地11号森下通商ビル内
倉　庫

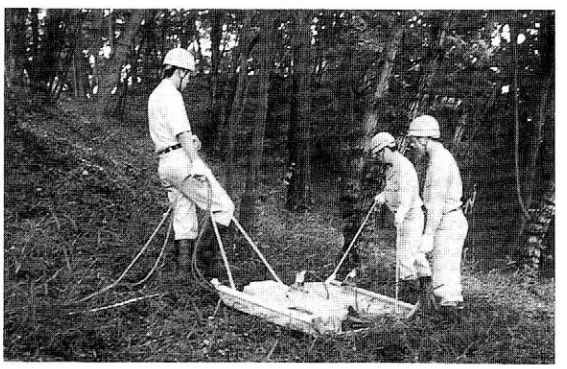
TEL.(06)796-2381
FAX.(06)794-0254

本　店 〒518-04 三重県名張市赤目町相楽619-1

TEL.(05956)4-0432
FAX.(05956)3-8261

埋蔵文化財の科学的情報を提供します！





主な業務内容

◇地下レーダーによる遺構分布調査
◇比抵抗マッピングによる遺構分布調査
◇電磁探査による金属遺物調査
◇磁気探査による窯跡調査
◇その他各種物理探査
◇ボーリングによる土質サンプリング・古環境調査

各遺跡の種類や地盤条件に合った調査法を提案致します。お気軽にご相談下さい。

応用地質株式会社

東京都千代田区九段北４－２－６市ケ谷ビル
ＴＥＬ　０３－３２３４－０８１１　〒１０２

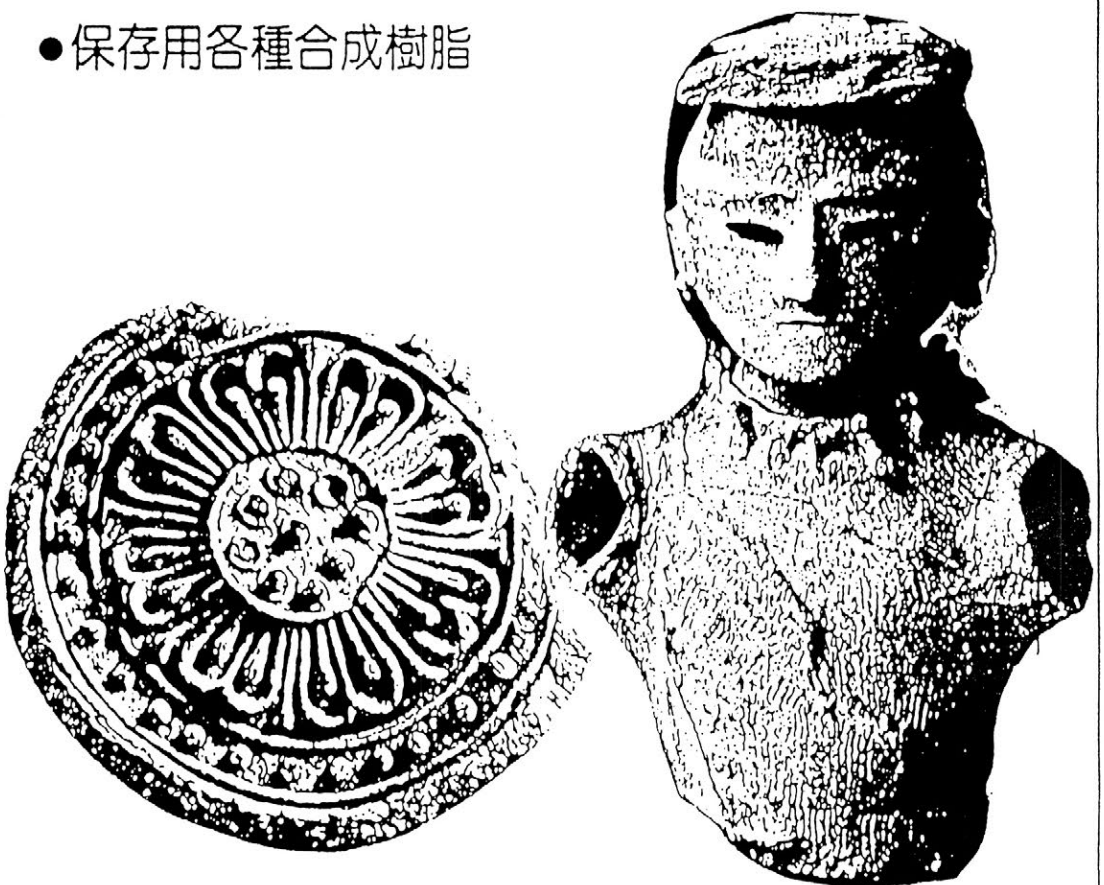
探査工学研究所
埼玉県浦和市太田窪２－２－１９　〒３３６
ＴＥＬ．０４８－８８２－５３７４
ＦＡＸ．０４８－８８２－８３８６

パンフレット、技術資料のご請求および調査のご用命は探査工学研究所・歴史環境部までお寄せ下さい。

SANKOH

文化財の保存処理装置・材料

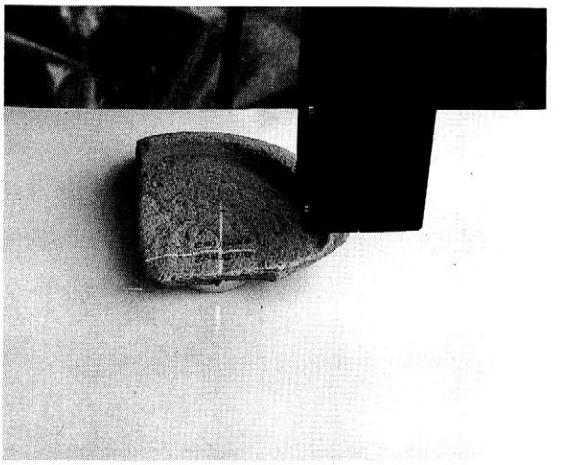
●金属製遺物保存処理装置　●金属製遺物保存材料
●PEG含浸装置●木製遺物・土器・瓦等の保存材料
●保存用各種合成樹脂



三恒商事株式会社

大阪市西区新町1丁目10番2号（大阪産業ビル3階）
電話06(538)0571(代表)・ファックス06(535)1292

高性能マーキングシステム（ジェットマーカー）



作業のスピード，確実性に高機能を附加することができます。
当社ではヘッドに位置決めマーカーを取り付け遺物に印刷位置を照らしだすようにしました。また，焦点距離もより速くスムーズに合うようにしました。

ジェットマーカーでマーキング作業の作業時間を短縮

人手のかかるマーキング作業がジェットマーカーにより誰にでも早く，美しくできるようになりました。
ジェットマーカーは非接触印刷なので遺物の表面状態に関係なくマーキングができます。

●リースご希望の場合はご相談下さい。

DGK 第一合成株式会社
西東京営業所 〒192 東京都八王子市元本郷町1－8－3
電話 (0426) 25－5070
FAX (0426) 22－1884
大阪営業所 〒533 大阪市東淀川区東中島1－18－5（新大阪丸ビル）
電話 06（325）－1305
FAX 06（323）－1396
本社：東京
工場：滋賀・八王子

DGK 取扱製品

整理箱・専用台車・透明フタ
　専用仕切板・ウレタン
シャーレー
標本箱 H-50・H-60
石器トレー
鉄器ケース
木器槽・セパレートボックス
土器台座
乾燥カゴ
洗滌カゴ
マコ
手み・カーボンファイバーノギス
ポリ袋
ウォーター・セパレーション
収納棚
ハンドル・シェーバー・セット
キャリパー・内箱
密閉容器
取り枠・シート・合成紙荷札
大型タンク
実測台
バキュームシーラー・石膏

帯磁率計WSL-Aによる焼成実験研究

考古探査機器

◆帯磁率計WSL-A

誘導磁化原理を基礎としたデジタル測定の帯磁率計・極めて軽量小型化された携帯用・簡単な取り扱いで敏速に測定・考古学調査として、火山灰、焼成土、磁鉄鉱物質等の分類・土壌の堆積状態の調査、遺構、遺物等埋蔵物の調査研究・地質調査として、岩盤、地質コア分類等に利用できます。

測定範囲：2~200,000X10^{-5}SI　分解能：2X10^{-5}SI
電源：9V乾電池　寸法：190X74X34mm　重量：500g
価格：62,000円

◆プロトン磁力計CZM-2

測定範囲：32,000~70,000nT　分解能：1nT
電源：14V乾電池　寸法：210X114X188mm(本体)　重量：6.5Kg
価格：190,000 円

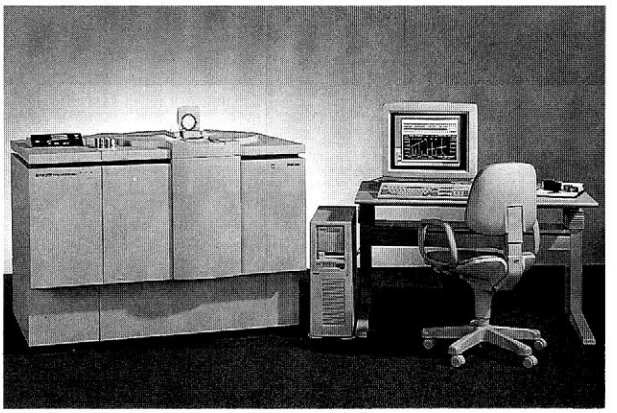
◆プロトン磁力計CZM-21 (分解能：0.1nT)
◆ＶＬＦ電磁探査機器DDS-2 (22.2KHz)
◆電気探査機器DDC-2　その他各種探査機器

製作：中国地質礦産部
販売：上海申大田中地質公司福井事務所
915 福井県武生市国高2-13-11
TEL.0778-25-7004 FAX.0778-25-7003

PHILIPS

全自動蛍光X線分析装置

PW2400



多様化するニーズに、従来のコンセプトを打破し、高精度と高感度を備えたPW2400で応えます。

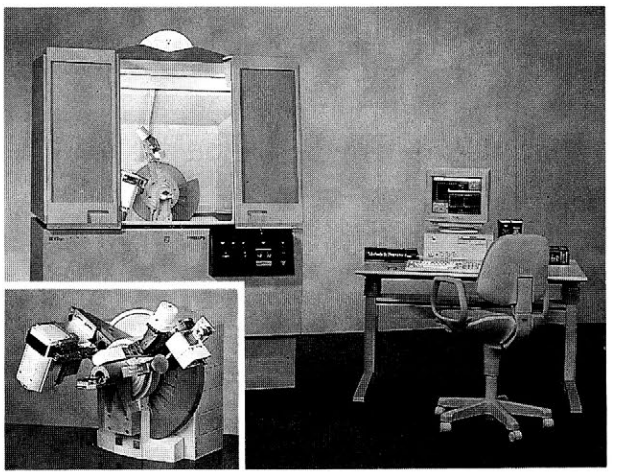
- スーパーシャープX線管球(125mA 3kw励起)により、超軽元素Beの分析を可能にし、B、C、N、Oなどの軽元素の感度が大幅に向上
- X線管球は特殊フィラメント構造で管球寿命が著しく延び、15ケ月間、使用時間に関係なく完全保証
- ゴニオメータはθ、2θとも、シャフト直結式エンコーダ(DOPS)を採用し、0.0001°の角度再現性を実現し、さらにDCモータの搭載で高速駆動(2400°/min.)が可能、しかも分光結晶は完全自動調整
- 5種類の検出器(ガスフロー、シールドガス、シンチレーション、固定分光器2種類)を選択することが可能で、全元素範囲にて、感度を向上
- 自己診断と電話回線を利用したリモート診断プログラムの採用により、完全なシステム管理と故障時のダウンタイムの短縮を約束

試料を中心に発想すると、X線回折装置はこうなります。

- 試料に制約を与えません。
  - 傾けると測定に不都合を与える試料(液体、高温加熱試料、粉体)、温度可変、真空排気、ガス排気接続のため試料ステージを水平に保持が条件の試料も、容易に測定
  - 大型試料も容易に装着可能
- 試料水平ゴニオメータで角度設定再現性0.0001°、小型軽量セラミックス管球との組み合わせで高精度測定を実現しました。
- 各種アプリケーションに最適な光学系を、自動切り換え、調整します。
  - 全スリット(発散スリット、散乱スリット、受光スリット)はDCモータ駆動の自動スリットのため、バックグラウンドが低く、高分解能で、高いS/Nのデータ測定が可能
  - ダブル検出器アームはスリットやモノクロメータの調整、交換の必要なしに、平行ビーム法と集中法が切り換えられる方式で、通常の測定から薄膜測定にワンタッチで切り換え可能

全自動多目的X線回折装置

PW3050



日本フィリップス株式会社 産業機器事業部/X線分析営業部

本　　社　〒108 東京都港区港南2-13-37(フィリップスビル) TEL(03)3740-5171(直通)
大阪支店　〒541 大阪市中央区今橋2-3-21(藤浪ビル) TEL(06) 231-7871(代表)
筑波営業所　〒305 茨城県つくば市竹園2-8-6(つくしビル) TEL(0298) 52-9940
九州出張所　〒810 福岡市中央区大名1-14-45(福岡鴻池ビル) TEL(092) 722-2414
アプリケーションラボラトリー　〒108 東京都港区港南2-13-34(フィリップステクニカルセンター) TEL(03)3740-5370(代表)

ISO9001 Quality Certified

X線分析装置製造工場で、世界初認定

Philips
Analytical
X-Ray

PHILIPS

データロガーの新製品

超小型温湿度記録計

ＳＤＬ－１１０／ＳＤＬ－２１０

（温度記録タイプ）　（温度＋湿度記録タイプ）

◆遺跡・古墳内部の環境データ収集や文化財の保存環境データ分析用に最適です。

《主な仕様》

測定温度範囲　－４０～＋６５℃

測定湿度範囲　　１０％～９０％

■手のひらサイズの超小型、さらに電源内蔵なので測りたい場所に置くだけで記録できます

■温度と湿度が長時間記録測定できて、なんと１５万円以下の低価格を実現

■この大きさで温度±０．３℃、湿度±３％の精度、分解能も０．１の高性能

■データの出力、分析には便利な専用ソフトを用意、他のソフトウェアにも読み込めます

（※データ処理はパソコンにて行います。）

お問い合わせは

早坂理工株式会社

〒060　札幌市東区北６条東４丁目卸センター内

TEL　011-721-5232　FAX　011-741-8201　　〔担当〕服部まで

考古学研究への協力

自然科学的視野からの情報提供を通して遺跡調査・研究に貢献いたします。

●遺跡の立地を把握し堆積物の年代的示標を得る

現地調査等を通じて、遺跡の立地を可能な限り把握する努力をいたします。これらを踏まえ、断面観察・鉱物分析・テフラ同定・屈折率測定などの方法により、すでに年代が明らかな示標テフラとの対比を行い、遺物包含層などの堆積年代を明らかにします。また、堆積物や材の^{14}C年代測定にも対応します。

●植生の変遷や稲作の消長を検討する

堆積物の状況を考慮して、花粉分析・植物珪酸体（プラントオパール）分析・種子同定などを複合実施し、総合解析を行います。

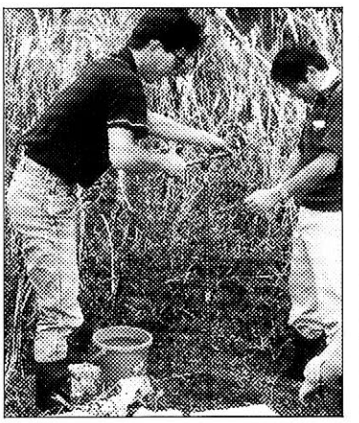
●遺物の素材を検討する

木質遺物の材同定、土器・瓦・埴輪などの胎土についての顕微鏡観察や重鉱物分析、炭化種子などの同定を通じて、生業や食生活の一端を解明します。

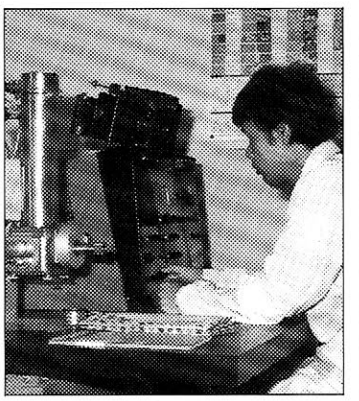
●遺構・遺物の内容物に関する情報を得る

覆土や土器付着物に残留する成分を抽出・分析することで、土器や土坑内にかって存在した内容物を推定し、生業・食生活、墓制に関する情報を提供します。

▶上記の他、可能な限り新たな課題への対応をいたします。計画段階からお気軽にご相談下さい。



野外調査活動の重視



分析方法の開発

当社スタッフの専門領域

考古学・第四紀学・地質学・農学・地理学・花粉学・古生物学・植物生態学・土壌学・鉱床学・鉱物学・岩石学・海洋学など

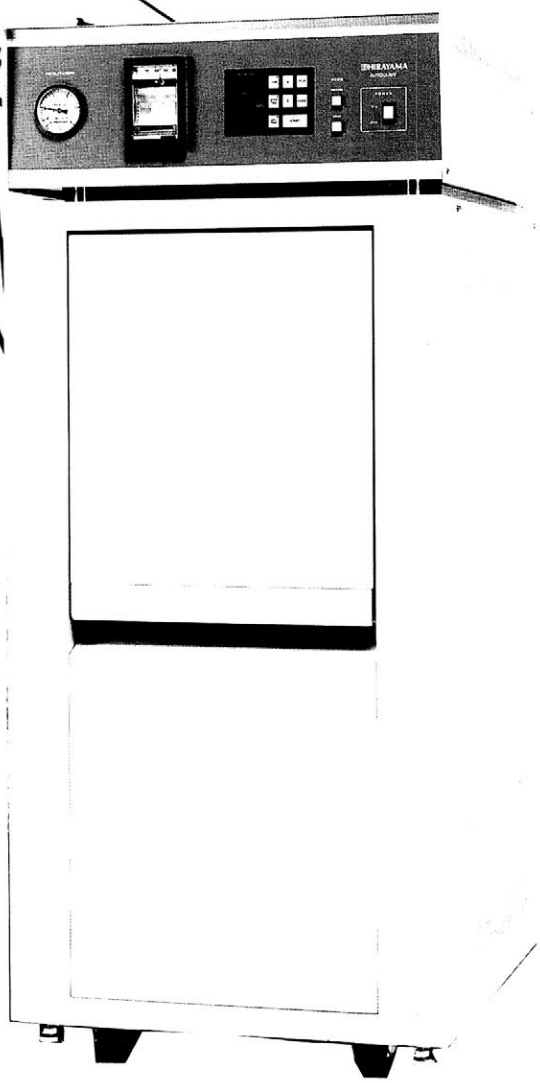
パリノ・サーヴェイ株式会社

本　社／〒103 東京都中央区日本橋室町2-1-1三井ビル（本館増築部5階）　TEL (03)3241-4566(代表)　FAX (03)3241-4597

研究所／〒375 群馬県藤岡市岡之郷戸崎559-3　TEL (0274)42-8129(代表)　FAX (0472)42-7950

しごく簡単に脱塩処理が出来ます！！

注目



特　徴

1　ドアの締め付けはワンタッチの全自動。

2　3つのモードがワンタッチ選択。

3　自己診断機能の装備を万全対策。

DSM－421K

HIRAYAMA MANUFACTURING CORPORATION

製造元　株式會社 平山製作所

本　社　〒344 埼玉県春日部市豊野町2-6-5　☎(048)735-1241(代)
大阪支店　〒534 大阪市都島区東野田町1-13-11 ☎(06) 356-4749(代)
サービスセンター　東京☎(048)735-1222　大阪☎(06)356-4749

販売元　三ツワ理化学工業株式会社

本　社	TEL	06 (351) 9631	FAX	06 (351) 9694
東京支社	TEL	03 (3814) 5881	FAX	03 (3814) 0558
宇部支店	TEL	0836 (21) 4146	FAX	0836 (21) 1170
千葉営業所	TEL	043 (246) 0036	FAX	043 (244) 9375
滋賀営業所	TEL	0775 (53) 0143	FAX	0775 (53) 3837
奈良営業所	TEL	0742 (33) 1921	FAX	0742 (33) 1923
岡山営業所	TEL	0862 (44) 3345	FAX	0862 (44) 3528
広島営業所	TEL	082 (271) 2181	FAX	082 (273) 2156
周南営業所	TEL	0833 (44) 2779	FAX	0833 (44) 2579
大分営業所	TEL	0975 (53) 1830	FAX	0975 (53) 1833

遺構・遺物の保存工事

○**遺構・遺物の保存処理**　窯跡、住居跡などの合成樹脂等による保存処理工事

○**脆弱遺物の取り上げ工事**　如何なる大きさ、形状の遺物でも出土状態のままで取り上げ、保存・展示のための処理、整形加工

○**遺構断面等土層の転写・加工**　土層断面を薄く、しかも正確に剝ぎ取り転写する　写真や実測などに代わる遺構の実物保存

株式会社 近畿ウレタン工事

代表取締役 林　政行

建設業許可番号
奈良県知事許可(般4)第9654号

〒630 奈良県奈良市北永井町6-1 TEL 0742(62)4841

もの言わぬ石が何を語るのか！

石棺から古墳時代を考える
―型と材質が表わす勢力分布―

著／間壁忠彦(財団法人倉敷考古館館長)

各地に点在する石棺を調査し、その石材の産出地を知ることにより、古墳時代のモノの流れを解明。そこから当時の権力者たちの勢力分布にまで言及する。石棺研究の第一人者、間壁忠彦氏の集大成。

四六判・上製・264頁／定価2,500円

好評考古学シリーズ

謎の鏡―卑弥呼の鏡と景初四年銘鏡―
(財)京都府埋蔵文化財調査研究センター編／定価2,575円

古人骨は語る―骨考古学ことはじめ―
片山一道著／定価2,500円

日本人と鏡
菅谷文則著／定価2,000円

ポリネシア人―石器時代の遠洋航海者たち―
片山一道著／定価2,500円

玉とヒスイ―環日本海の交流をめぐって―
藤田富士夫著／定価2,500円

前方後円墳―埋葬されない墓をもとめて―
茂木雅博著／定価2,500円

海でむすばれた人々―古代東アジアの歴史と文化―
門田誠一著／定価2,500円

同朋舎出版

本社　〒604 京都市中京区新町通四条上ル小結棚町428　TEL075(212)5900
支社　〒101 東京都千代田区神田駿河台2-11-1　TEL 03(3292)2021　●定価は税込みです。

考古学専門書店

六一書房

〒101 千代田区神田神保町2－20
TEL03(3262)3889　FAX03(5276)0136

〈取り扱い図書〉

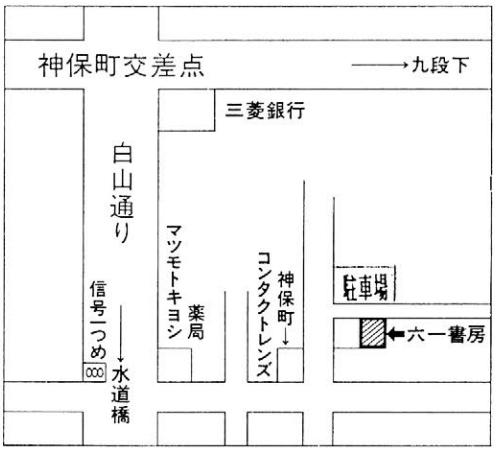
全国遺跡発掘調査報告書・博物館図録
各研究会誌、同人誌・自費出版本
中国、韓国、朝鮮、輸入考古学図書

★研究会誌、調査会報告書、自費出版本等、委託販売致しておりますので、御利用下さい。姉妹店を通じ、関西、九州方面も頒布できます。

古書買い取り致します

お気軽にお申し付け下さい。

■営業時間　月～土(日・祭日休み)9:30AM～5:30PM



日本文化財科学会第11回大会研究発表要旨集

発行　1994年 6月11日

編集　日本文化財科学会第11回大会実行委員会
大沢眞澄　丑野毅　江上幹幸
門倉武夫　上條朝宏　武田昭子
二宮修治　平尾良光　矢島国雄

事務局　昭和女子大学文学部　日本文化史学科気付
〒154　東京都世田谷区太子堂1-7
☎ 03-3411-5111(内線 2835)
FAX 03-3411-5302