

古墳時代後期 ガラス小玉の製作技法

—矢作川左岸地域3遺跡の分析から—

● 鈴木恵介・堀木真美子

近年の全国的な研究によって古墳時代後期のガラス小玉の製作技法は飛躍的に明らかとなった。しかしながら愛知県内では雁木玉等の大型品を除けば、発掘調査報告書等でもガラス小玉の製作技法を報告している例は少ない。車塚遺跡出土ガラス小玉の分析を通じて、他の近い時期の古墳出土ガラス小玉を分析・比較した結果について検討を行った。

1. はじめに

愛知県内においても古墳時代後期のガラス玉は多く出土している。玉の種類は雁木玉を始めとする複数色のガラスを用いた複雑で大型品や、径10mm以上の丸玉から径3mm以下の極小玉(粟玉)までさまざまな種類が存在する。

近年はガラス小玉の製作技法について研究が進展し、時期による製作技法の差も判明しつつある。特に大賀や福島は古墳時代後期の鋳型法(溶融技法)を積極的に評価している。

今回分析対象としたのは、主に径10mm以下の小玉である。玉の色調は単色で濃い青色または緑青色の2色のみ見られた。色調と成分の関連は明らかだが、今回は製作技法に限っている。ここでは堀木が化学分析を行い、鈴木が製作技法について記述した。今回の分析成果の一部は、先行して(公財)愛知県埋蔵文化財センター2015『車塚遺跡』に掲載したが、さらに観察を重ねた結果、製作技法の異なった個体が数点確認できた。ここで訂正しておきたい。
(鈴木)

2. 遺跡の立地と出土ガラス玉の時期

分析の対象とした各遺跡は、矢作川左岸に位置し、荒山1号墳(豊田市)と車塚遺跡(岡崎市)080SZが6世紀末~7世紀前半、同じく車塚遺跡888SZが7世紀半ば~後半である。荒山1号墳と車塚遺跡は矢作川と巴川の合流地

域の北と南に位置する。

岩長遺跡(豊田市)はさらに上流に位置し、平戸橋の南南東約1.5kmに位置する。荒山1号墳や車塚遺跡からは約10km離れており別の地域となる。年代は、岩長遺跡ST06が7世紀半ば~後半、岩長遺跡ST05が7世紀末~8世紀初頭となっている。

個々のガラス玉は各報告書掲載番号を用いて述べている。(鈴木)



図1 遺跡の位置 (S=1/500,000)
愛知県埋蔵文化財センター2004を改変

3. 試料および分析方法

岡崎市に位置する車塚遺跡のガラス玉は080SZ出土8点、888SZ出土101点の計109点、豊田市岩長遺跡は、ST05出土14点、ST06出土108点の計122点、同市荒山古墳群は1号墳出土65点である。

これらのガラス玉について、それぞれのガラスの大きさを計測した後、組織を観察し、蛍光X線による化学組成の分析を行った。ガラスの大きさは、厚さ（孔の軸方向の厚さ）と最大径（小口の方向）をノギスを用いて計測した。組織の観察は、実体顕微鏡下を用い、風化面の傷を見えにくくするために試料の表面に油を塗布した後、2本のアーム光源を用いてガラス玉内部に対して行った。倍率は随意である。蛍光X線分析では、使用した装置は（株）堀場製作所製のエネルギー分散型蛍光X線分析装置XGT-5000XIIである。測定条件は、励起電圧：30kV、電流：自動設定、計測時間：300s、X線管球：Rh、測定雰囲気：大気中、X線照射径：100 μ mとした。測定箇所は1試料につき3カ所を設定し、すべて非破壊の状態（風化した面）で行った。また測定箇所は、混入物をさげ、基質部分で測定を行った。（堀木）

4. 形状と組織について

ガラスの大きさの結果を図2に示す。車塚遺跡では、厚さが1～3mmで小口長径が3～4.5mm付近と、厚さが3～3.5mmで小口長径が5mm付近と2つのまとまりが見られる。岩長遺跡のものは、厚さが1.5～3.5mm、小口の長径が1.8～4.5mmのあたりでまとまっている。荒山古墳の試料では、厚さ4mm、小口長径6mmを境にして形状の特徴が大きく二分された。

ガラスの組織には滑らかな質感で混入物が少なく、大小さまざまな大きさの気泡が列をなしているもの（平滑）と、粒状の組織の中に、大小さまざまな大きさの気泡と茶色や赤色等の混入物がランダムに含まれているもの（モザイク状）と2種類が認められた。車塚遺跡では109点中8点で、岩長遺跡では122点中15点で平滑な組織が確認できた。荒山古墳出土のもの65点中は4点がモザイク状の組織を示した。この結果については、あらためて製作技法の分類として詳述している。（堀木）

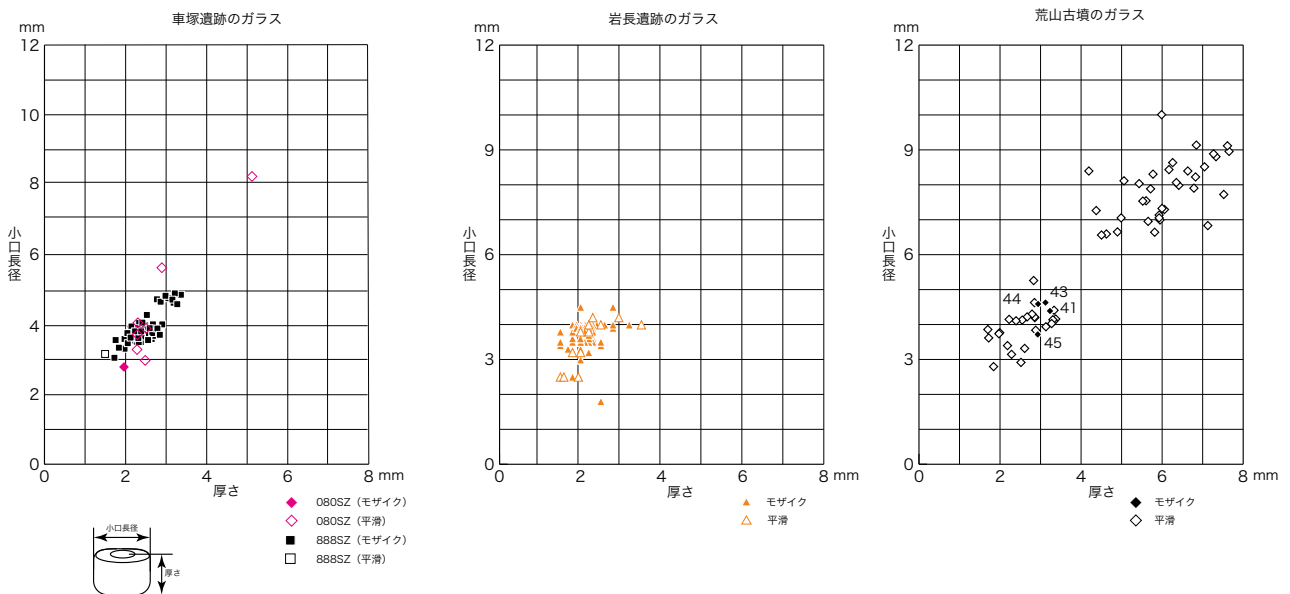


図2 ガラスの形状と組織

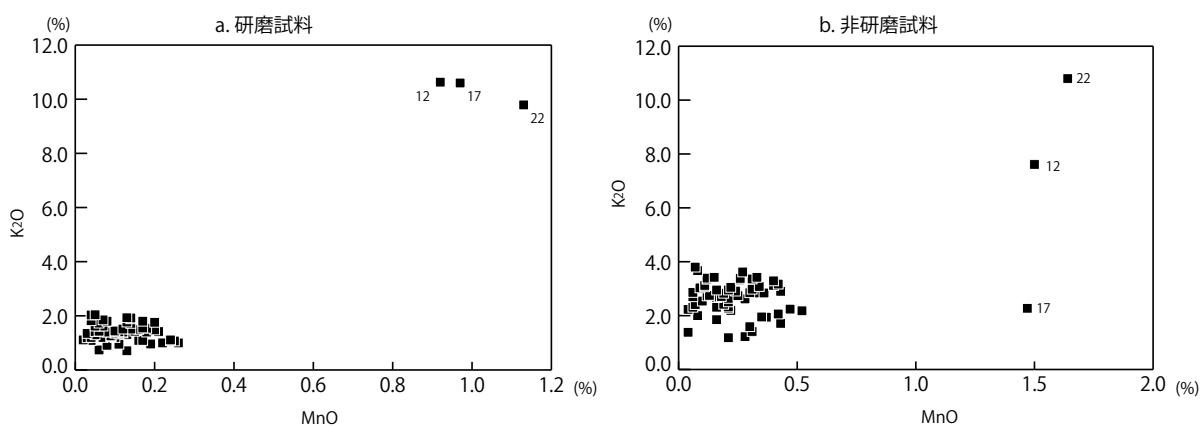
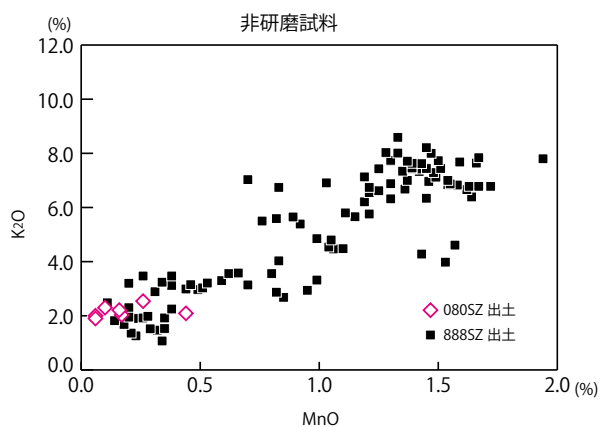


図3 荒山古墳 MnO-K₂O 分布

5. 化学組成について

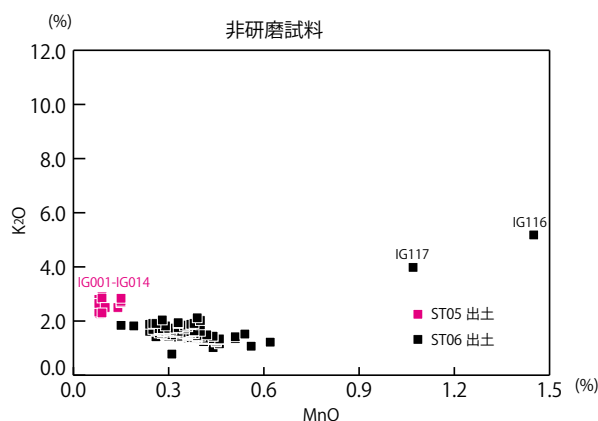
各遺跡のガラス玉の化学分析値の結果の詳細については、車塚遺跡の報告書を参照していただきたい(堀木 2015)。ここでは、特徴的な化学組成の記述にとどめる。以前の分析において、荒山古墳のガラス玉を用いて、蛍光X線分析に用いる試料に対し、同一試料において研磨処理と研磨処理を行わない時の分析値の比較を行っている(堀木 2004)。その結果、各成分(特にNaやMg)の値に大きな違いが確認され、研磨処理を行わないものの分析値は信頼にかけると判断された。しかし、特定の成分の比をグラフ化すると、分析試料の処理によらず、分析値の分布の様子が同様になることが判明した。図3は、荒山古墳の分析結果から、K₂OとMnOに着目したグラフである。試料の研磨処理の有無にかかわらず、3試料が他のものとは異なる領域にプロットされた。この3点の試料は研磨処理の結果から、K₂Oが多く含まれるカリガラスと判断されたものである。研磨を行わない風化面での測定では、3点中1点がK₂Oの値が小さく、カリガラスとは判断されなかったものである。このようなことから、研磨処理を行わない風化面での測定に関して、特定の成分の測定値からガラスの種類を判断するのではなく、多種類の成分との関係から種類の分類を行う必要があると考える。

そこで、図4に車塚遺跡、図5に岩長遺跡の測定結果のMnO-K₂O図を示す。車塚遺跡では、すべての試料が連続するようになり、カリガラ



*分散がひどく、判断ができない。分布エリアが広すぎるので、混ぜた結果だろうか？

図4 車塚遺跡 MnO-K₂O 分布



*荒山古墳の分析値の比較から、IG116,IG117はカリガラスかと思われる。

図5 岩長遺跡 MnO-K₂O 分布

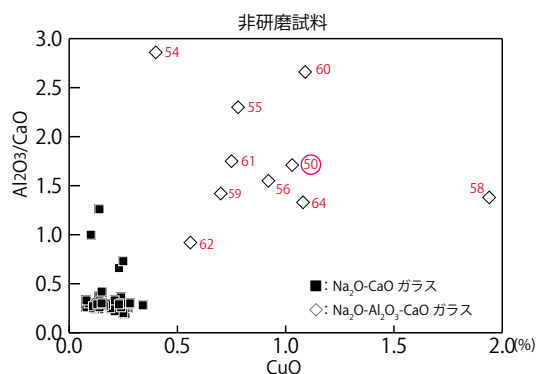
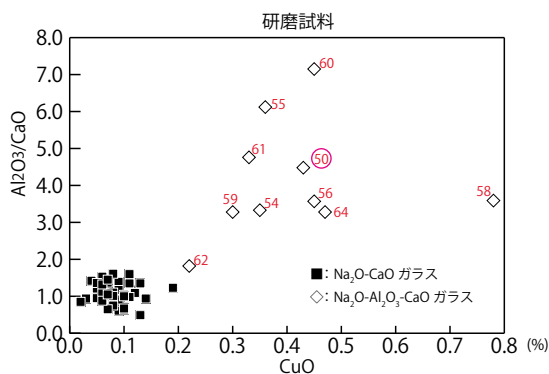


図6 荒山古墳 Al_2O_3/CaO -CuO 分布

スを分別することはできなかった。岩長遺跡では、MnOの大きいところに試料番号IG116とIG117がプロットされ、この2点は他の試料に比べて、 K_2O も多いことから、カリガラスであると判断できる。

次に出土した遺構の時期について検討を行う。車塚遺跡では、080SZと888SZの2つの遺構からガラス玉が出土していた。このうち080SZのものは K_2O が2.0%程度、MnOが0~0.5%付近によくまとまっている。また岩長遺跡のST05から出土したのも良いまとまりをしている。

次に Na_2O -CaOガラスと $Na_2O-Al_2O_3$ -CaOガラスの組成値を比較すると、 Al_2O_3 、CaO、CuOの組成値に特徴が見られる。そこで縦軸に Al_2O_3/CaO 、横軸にCuOのグラフを作成した。図6に荒山古墳での研磨処理試料での結果と、非研磨試料での結果を比較する。この場合でも研磨試料と非研磨試料とでは、数値の大きさは異なるが、分布域の違いは現れている。研磨処理後の結果でも、同様に $Na_2O-Al_2O_3$ -CaOガラスとしたものは、CuOが多いところに分布している。この $Na_2O-Al_2O_3$ -CaOガラスに分類されたガラス玉の形状をみると、小口長径6mm、厚さ4mmを超えない小さいものに分類されたものが多かった。

次に車塚遺跡および岩長遺跡の試料についても同様のグラフを作成した。車塚遺跡の試料(図7)では、0.6%付近を境に分布が分かれる。このうち、CuOが0.8%付近のものは080SZ出土試料である。この080SZ出土の試料のうち2点はCuOが0.2%程度のところに分布している。また、CuOが1.4%を示すものがある

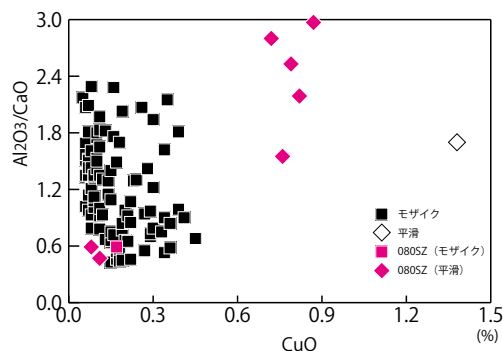


図7 車塚遺跡 Al_2O_3/CaO -CuO 分布

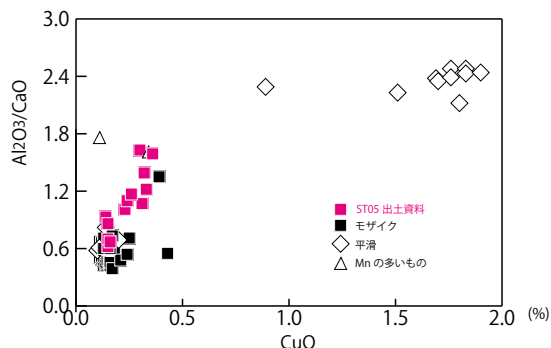


図8 岩長遺跡 Al_2O_3/CaO -CuO 分布

が、これは888SZ出土のもので唯一平滑な組織を持つガラス玉である。

次に岩長遺跡の試料(図8)をみると、CuOが0.5%未満のものとそれ以上のものと明確に分布が偏る。このCuOが0.5%を超えるものは、平滑な組織を持つもので、やや緑がかかった色調をするものが多かった。CuOが0.5%より少ないもののうち、ST05から出土したものの分布を見ると、ある程度のまとまりを示した。

(堀木)

表1 車塚遺跡 試料540の測定点による組成値の違い

測定点	色調	Na ₂ O	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	K ₂ O	CaO	TiO ₂	MnO	Fe ₂ O ₃	CoO	CuO	PbO	total
K060a	紺	0.79	0.52	3.17	83.37	7.23	1.52	0.20	1.33	1.51	0.07	0.20	0.08	99.99
K060b	紺	1.62	0.49	2.91	82.39	7.66	1.64	0.16	1.62	1.28	0.10	0.06	0.07	100.00
K060c	紺	0.09	0.01	3.06	83.05	8.16	1.47	0.23	1.82	1.65	0.10	0.08	0.28	100.00
K060d	黄褐	3.38	0.54	1.50	60.86	14.55	8.55	0.70	2.63	5.37	0.28	0.59	1.06	100.00
K060e	白	0.16	0.24	3.52	77.89	6.91	1.68	0.38	1.65	1.50	0.09	0.18	5.70	100.00
平均		1.21	0.36	2.83	77.51	8.90	2.97	0.33	1.81	2.26	0.13	0.22	1.44	
偏差		1.03	0.19	0.53	6.66	2.26	2.23	0.16	0.33	1.24	0.06	0.15	1.70	

6. モザイク状の組織を持つガラス玉について

モザイク状の組織を持つガラス玉は車塚遺跡で多く見られた。モザイク状の組織を持つガラス玉は、大小様々な大きさの気泡がみられ、部分的に白色や褐色、赤色や黒色の物質が混入しているのが観察された。その色調の違いによる化学組成値に差があるかを確認するために、車塚遺跡の試料540を用いて、5箇所(K060a～K060e)の測定を行った。その結果を表1および図9、図10に示す。測定箇所により分析値が大きく異なっていることがわかる。中でもK060dの測定点の結果は、K₂Oが14.55%、MnOが2.63%となり、他の測定点とは大きく組成値が異なっている。このことから、モザイク状の組織を持つガラス玉では、成分の異なるものが溶融しきれずに混在していると考えられる。(堀木)

7. 製作技法と技法の判別方法

古墳出土のガラス小玉製作技法については、引き伸ばし(管切り)法、巻き付け法、鋳型法(溶融技法)などが想定されている。引き伸ばし法については、出土量全体を考慮すると、古墳時代以降の国内生産の可能性も示唆されているが、生産遺構は確認されていない。鋳型法の国内での最古例は古墳時代初頭(豊島馬場遺跡他:4世紀前半)と見られ、これ以降は各地での鋳型出土が確認されており技術が継続していったと考えられている(富樫2003)。

判別方法は、主として拡大鏡によって行い、ガラス小玉に光を透過させて内部の気泡や混在物を観察した。前述の堀木による実体顕微鏡を

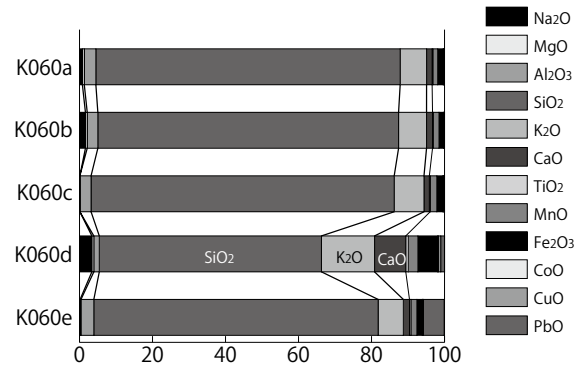


図9 車塚遺跡540同一試料内の化学組成のばらつき

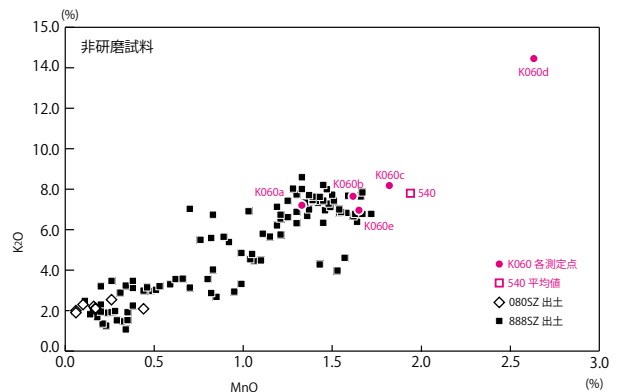


図10 車塚遺跡540の各ポイントにおけるMnO-K₂O分布

用いた観察では内部の気泡が容易に観察でき、このときに撮影された写真も用いた。

判別する際の手がかりとして、ガラス小玉内部の気泡が内坑と平行に列を成し、内坑内面が滑らかなものは引き伸ばし法によるもの、気泡数が多く、かつ散在し透明度が低いものを鋳型法によるものと判断している。(写真1参照)

先に述べた堀木による分析では平滑、モザイクという組織の呼称で分析を行った。この結果と鈴木が行った観察は同様の結果であった。肉眼による分析結果については、製作技法について論述する上で必要と判断し、「平滑」=引き伸ばし法、「モザイク」=鋳型法と呼称を変更している。(鈴木)

8. 製作技法の分類

一部は堀木の分析の繰り返しとなるが、改めて分類すると、対象としたガラス小玉のすべてが引き伸ばし法と鑄型法の2種に分類できた。荒山1号墳の65点のうち、61点は引き伸ばし法、4点(報告書第34図-41・43～45)は鑄型法によるものと判断した。これと近い時期の車塚080SZは8点中7点が引き伸ばし法により、1点(493)が鑄型法によって製作されていた。時期が下って、岩長遺跡ST06例では、108点中、15点(報告書第197図-19～21・27・28・33・37・63・82・93・115・118・120～122)が引き伸ばし法、他の93点が鑄型法による。車塚遺跡888SZでは101点中、100点が鑄型法、1点(556)のみ引き伸ばし法によった。岩長遺跡ST05は14点すべて鑄型法によっている。(鈴木)

9. 製作技法と時期差

地域を限定し、時期もほぼ7世紀代という中での分析に限られており、ガラス玉製作技法の変遷を語るには甚だ早急ではあるが、現時点で判明したことを述べておきたい。

荒山1号墳と車塚遺跡080SZは引き伸ばし法が主体である。鑄型法がそれぞれ4点、1点含まれるが、これらは内部の混在物も少なく比較的透明度も高い。内坑も整った状態である。

岩長遺跡ST06と車塚遺跡888SZでは鑄型法が主体となる。混在物は多く、黒色・褐色・赤色微粒子、気泡が多く見られる。外面の観察以外では、車塚遺跡888SZには破断面が観察できる資料があり、溶解しきらなかったガラス粒が観察できるものもある。

これらの不純物や気泡を多く含む、あるいはガラス粒の残留を観察できるガラス玉については、微細なガラス粒を鑄型に盛って鑄型ごと加熱成型する技法によって製作されたと判断している。

今回の分析結果は時期が下るにともない鑄型法の占める割合が顕著に増加していることを示す。すでに古墳時代終末期に溶融技法(鑄型法)のガラス玉が増加することは、福島によって指摘されており(福島2006)、今回同一の傾向が確認できた。6世紀末～7世紀前半段階と7世紀後半期の間には製作技法の差が大きく判明したこの傾向が、当地域だけでなく県内各地や周辺地域まで同じ傾向が見られるのかどうか今後の検討課題となる。

また、成分の比較では車塚遺跡888SZ例は特にMnOの含有が広範囲に散在し、雑多な原材料を用いた鑄型法により製作されていた可能性が指摘できる。ほぼ同時期の岩長遺跡ST06ではこれほどの散在は認められず現段階では車塚遺跡888SZの異質さが際立つ。(鈴木)

10. 鑄型法による生産の特徴

すでに多くの指摘がされているが、あらためて鑄型法を用いる利点について確認したい。鑄型法は、粉碎したガラス粒の利用を想定した場合、他の方法に比べて少量の原材料で生産可能で、完成までの工程も少数で引き伸ばし法や巻き付け法よりも効率的な生産が可能である。

また成型上は、鑄型によって径が規制を受けるため(大賀2003)ガラス玉の径が一定となり、効率的におなじ径の玉を量産する方法となり得る。引き伸ばし法(管切り法)については、ガラス管の裁断の際に想定した通り割れず、後の加熱成型作業を経た後の形状やサイズが揃わな

表2 分析対象のガラス玉数と出土古墳の時期(窯式の時期は尾野2000に基づき各古墳の時期は報告書に基づく)

	蝮ヶ池～H-44窯式期	H-15窯式期	H-15～H-16窯式期	I-17窯式期
荒山1号墳	65(引:61、鑄:4)			
岩長ST06			108(引:14、鑄:94)	
岩長ST05				14(鑄:14)
車塚080SZ	8(引:7、鑄:1)			
車塚888SZ		101(引:1、鑄:100)		

い可能性も指摘されている（小瀬 1987）。

図 2 からは今回分析した 3 遺跡のガラス小玉径は、約 4 mm（3～5 mm）に集中する傾向があり、荒山 1 号墳のみ約 8 mm（7～9 mm）を指向したサイズのもの 35 点というグループを併存することがわかる。小口径と厚さは、各遺跡共に、明らかに平滑＝引き伸ばし法で製造されたものは小口径の数値が散在する傾向がみられる。この傾向から引き伸ばし法によって製作されたガラス玉は、一定程度のサイズのばらつきを許容されていた可能性がある。製作段階でさらに多数から厳密に選別すればサイズの収束は可能と思われるが、そこまでは意図されていない。

それに比べると鑄型法によるガラス玉は小口径のまとまりを得ている。この違いを考えると、元来副葬品としてのガラス玉は同一サイズを指向していたが、鑄型法によってサイズの収束を一定程度達成したと考えられる。

一方で、鑄型法によって製作されたガラス玉は透明度が低くなる。判別する際の重要な手がかりとしているが、内部のガラス粒を溶解させることができず、ガラス粒が分離した状態であることと、様々な不純物が入ることが不透明なことの原因である。対象としたガラス小玉の内、鑄型法による製作でありながら透明度が高いものは、荒山 1 号墳 (45)、車塚遺跡

080SZ(493) 等の数点でごく少数であった。

（鈴木）

11. おわりに

分析の結果、各古墳出土ガラス小玉の製作技法と成分にはある程度の関連が見出された。特に車塚遺跡 888SZ の MnO-K₂O 分布（図 4）分析結果は、他古墳とは極端に異なる結果となり、既存のガラス玉以外の原材料も投入して鑄型法による製作を行った可能性も考えられる。

他方、他の 4 古墳ではこれほどの散在が見られず、鑄型法による製作であっても既存のガラス材料を用いて再生したと考えられることは、ガラス玉製作における原材料の入手が限定的な状況下にあったことも示しているものと考えられる。

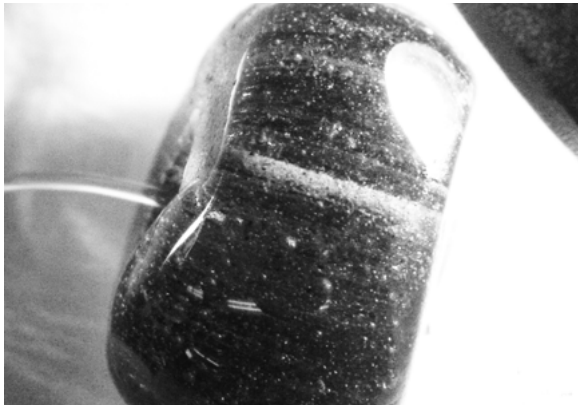
分析対象とした遺物数が少量のため、今後も分析を行って類例を増やす必要があるものの、興味深い結果が得られたと考えている。（鈴木）

謝辞

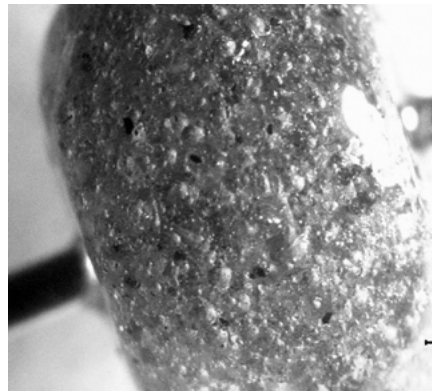
豊田市教育委員会 森泰通氏には今回の分析を行うにあたり、遺物の借用や観察において大変お世話になりました。ここに御礼申し上げます。

参考文献

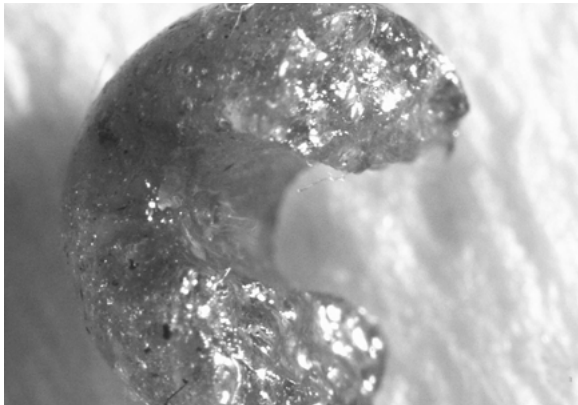
- 愛知県史編さん委員会 2005 『愛知県史 資料編 3 考古 3 古墳』 愛知県
- 愛知県埋蔵文化財センター 2004 『荒山古墳群』 愛知県埋蔵文化財センター調査報告書第 128 集
- 愛知県埋蔵文化財センター 2015 『車塚遺跡』 愛知県埋蔵文化財センター調査報告書第 190 集
- 大賀克彦 2002 「日本列島におけるガラス小玉の変遷」『小羽山古墳群 小羽山丘陵における古墳の調査』 127-145 清水町埋蔵文化財発掘調査報告書 5
- 大田区立郷土資料館 2001 『ものづくりの考古学』
- 小瀬康行 1987 「管切法によるガラス小玉の成形」『考古学雑誌 73-2』
- 尾野善裕 2000 「猿投窯（系）須恵器編年の再構築」『須恵器生産の出現から消滅』 東海土器研究会
- 小村美代子 2003 「鳥帽子遺跡の土坑出土ガラス小玉、ガラス製勾玉の成分分析」『鳥帽子遺跡 II』 53-54 愛知県埋蔵文化財センター調査報告書第 117 集
- 肥塚隆保 1995 「古代珪酸塩ガラスの研究」『文化財論叢 II』 929-967 奈良国立文化財研究所
- 酒巻忠史 2002 「鑄造技法によるガラス小玉の特徴と類例」『國學院大学考古学資料館紀要 第 18 輯
- 高樫雅彦 2003 「弥生・古墳時代のガラス」『考古資料大観』 第 6 巻 小学館
- 豊田市教育委員会 2000 『岩長遺跡』 豊田市埋蔵文化財発掘調査報告書第 15 集
- 福島雅儀 2006 「古墳時代ガラス玉の製作技法とその痕跡」『考古学と自然科学』 第 54 号 日本文化財科学会
- 堀木真美子 2004 「荒山古墳出土のガラス玉の蛍光 X 線分析」『荒山古墳』 34-48 愛知県埋蔵文化財センター調査報告書第 128 集
- 堀木真美子 2005 「蛍光 X 線分析装置 XGT-5000 により基本データ収集 - その 1 -」『研究紀要』 第 6 号 12-17 愛知県埋蔵文化財センター
- 堀木真美子 2006 「弥生時代および古墳時代のガラス玉の化学組成」『研究紀要』 第 7 号 144-150 愛知県埋蔵文化財センター



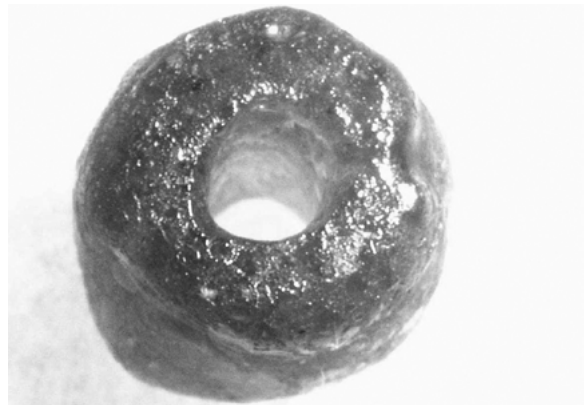
車塚遺跡 080SZ 489 平滑=引き伸ばし法



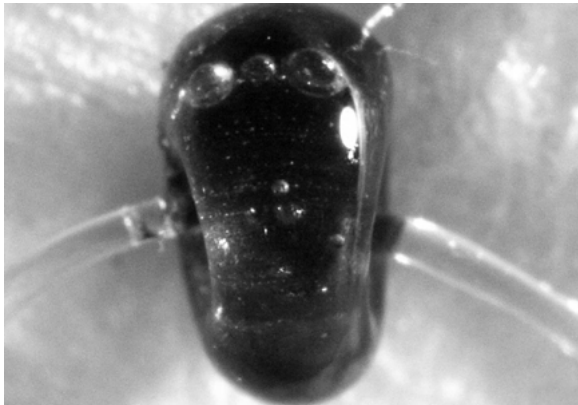
荒山 1号墳 第 34 図 44 モザイク=鋳型法



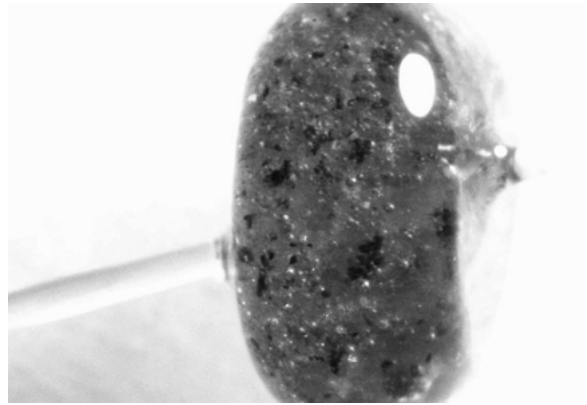
車塚遺跡 888SZ 549 モザイク=鋳型法



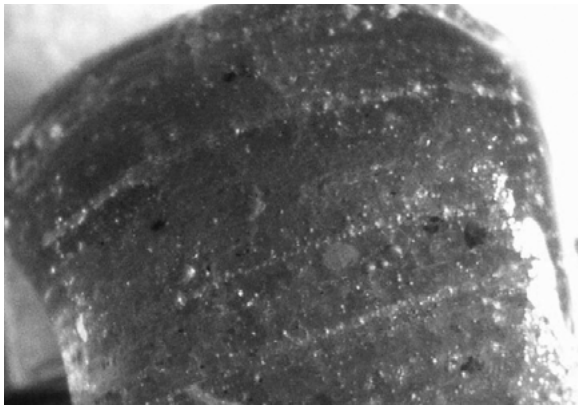
荒山 1号墳 第 34 図 45 モザイク=鋳型法



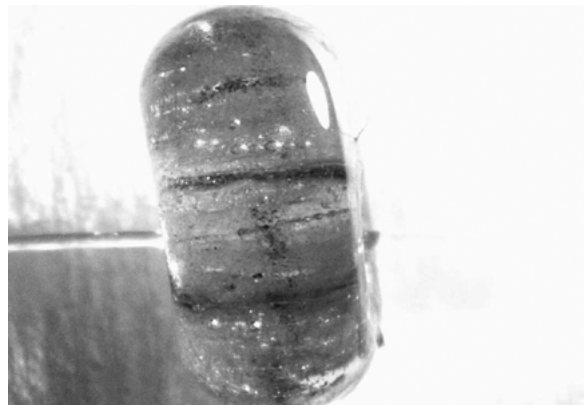
車塚遺跡 556 平滑=引き伸ばし法 (888SZ 唯一の平滑)



岩長遺跡 ST06 第 197 図 23 モザイク=鋳型法



荒山 1号墳 第 34 図 3 平滑=引き伸ばし法



岩長遺跡 ST06 第 197 図 122 平滑=引き伸ばし法

写真1 ガラス小玉拡大写真