

カンボジア王国クラン・コー遺跡出土のガラス小玉の自然科学的調査

1 はじめに

カンボジア王国プノンベン近郊のコンボン・チュナン州に位置するクラン・コー遺跡の発掘調査において多数のガラス小玉が出土した。ガラス製遺物の生産地や流通ルートに関する研究を進めるにあたっては、製作技法や化学組成に関する情報が非常に重要である。今回、当遺跡出土ガラス玉類について、観察および分析化学的手法により製作技法、基礎ガラスの種類、着色因子に関する調査をおこなった。以下、その結果について報告する。

2 資料と方法

調査対象とした資料は、クラン・コー遺跡第3次発掘調査において出土したガラス小玉118点のうち、保存状態が比較的良好で淡青色不透明を呈するガラス小玉8点(No.13,17,21,26,37,38,40,52)、風化が著しく淡黄白色不透明を呈するガラス小玉1点(No.5)、および淡青色不透明部分と風化により白色化した部分が縞状を呈するガラス小玉1点(No.12)の計10点である。

これらのガラス小玉について実体顕微鏡観察をおこない、これらのガラス玉の製作技法を推定した。つぎに、保存状態が良好ないくつかの個体についてアルキメデス法により比重を測定するとともに、蛍光X線分析法によりガラス小玉表面の非破壊分析をおこない、基礎ガラスの種類および着色因子を推定した。非破壊測定法では、風化や形状等の影響により資料本来の化学組成を知ることとはできないものの、基礎ガラスの種類や着色要因を推定することは可能である。測定は、エネルギー分散型蛍光X線分析装置(EDAX社製EAGLEⅢ)を用いて真空中でおこなった。X線管球はモリブデン(Mo)、管電圧は20/50kV、電流は100 μ A、計数時間は300秒である。測定結果は、ガラス標準試料を用いて補正したFP(Fundamental Parameters)法によって規格化し、酸化物重量百分率で表示した。

3 結果

製作技法 孔と直交方向に筋状の蝕像が認められること

や、巻き付け始めもしくは巻き付け終りの痕跡と考えられる突起が端面に認められることから、芯棒に軟化した紐状のガラスを2~3回巻きつけることによって製作されたものと考えられる(図15)。風化が著しく全体が淡黄白色を呈するNo.5についても孔と直交方向にめぐる筋状の蝕像がわずかに認められることから、同じく巻き付け法によるものと推察される。

基礎ガラスの種類 蛍光X線分析の結果、風化の進行したNo.5およびNo.12を除くと、各資料の化学組成は、PbO:29.1-36.6%、K₂O:7.04-10.8%、SiO₂:49.3-51.6%であることから、基礎ガラスはカリ鉛ガラスであると考えられる。

やや風化の進んだNo.12は、PbOを30.1%、K₂Oを5.6%含有することから、基礎ガラスは同様にカリ鉛ガラスであると考えられる。カリ鉛ガラスは、風化によって表層部分のK₂Oの含有量が著しく減少する傾向が知られている(肥塚1997)ことから、本資料は風化の影響によりK₂Oの含有量が本来の値よりもやや少ない値を示したものと推察される。

本資料中もっとも風化の著しいNo.5については、PbOを20.3%含有するいっぽう、K₂Oの含有量は1%未満と極めて少ない値を示した。ただし、上述の理由から風化によりK₂Oの含有量が著しく減少した可能性が考えられる。K₂Oを含まない二成分系の鉛ガラスである可能性も考えられるが、二成分系の鉛ガラスの場合、風化表面ではPbOが著しく増加し、SiO₂成分が大きく減少する傾向が知られる。本資料は他の資料と比較しても、PbOの含有量が少なくSiO₂の含有量が多いことから、本来はK₂Oを一定量含有していたカリ鉛ガラスであった可能性が高いと推察される。

着色要因 本来の色調を確認することができないNo.5を除くと、いずれも淡青色不透明を呈する。これらは着色に関与する成分としてFe₂O₃を0.14-0.29%、CuOを0.43-0.81%含有することから、これらの成分によって

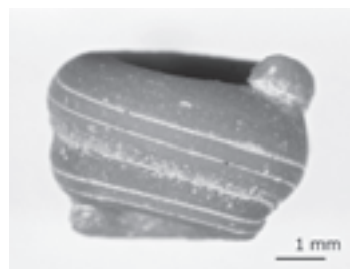


図15 孔と直交方向にめぐる筋状の蝕像と巻き付け始めもしくは巻き付け終りの痕跡の残る資料(No.21)

と考えられる。ただし、 Fe_2O_3 は基礎ガラスの原料となる石英砂などにも由来する可能性があるため、着色材として意図的に添加されたものであるかどうかは不明である。また、 ZnO を0.1%前後含有するという特徴を有しており、着色剤として添加された銅原料に付随する不純物の可能性が考えられる。

いっぽう、不透明感をもたらす要因については特定することができなかった。ただし、一般的な透明のカリ鉛ガラスの場合、 Na_2O および CaO の含有量がほぼ1%以下であるのに対して、本資料は2-4%前後含有していることから、これらの成分が不透明感に関係している可能性が考えられる。

No.5については他の資料に比べて Fe_2O_3 含有量がやや多く、 CuO 含有量がやや少ない値を示した。このうち、 Fe_2O_3 に関しては鉄分の多い環境で埋蔵されていた場合、風化生成物中に鉄分が多く吸着する傾向があることが指摘されている。カンボジアの土壌は風化残留物である鉄やアルミニウムなどを主体とすることから、No.5の Fe_2O_3 の含有量は本来の値よりも多い値を示した可能性が考えられる。いっぽう、 CuO に関しては、風化表面で含有量がやや増加する傾向は指摘されているものの、大きく変動することはないことから、本来の値においても他の資料よりも少ないものと推察される。また、同様に比較的風化により含有量が変動しにくいと考えられる CaO も少ない値を示している。これらのことから、No.5の本来の色調は他のガラス小玉と異なる可能性も考えられる。

4 考 察

クラン・コー遺跡出土ガラス小玉は、巻き付け法によって製作されたカリ鉛ガラスであることがあきらかとなった。カリ鉛ガラスは、少なくとも宋代の中国では存在していたことが知られている（安1984）。

カンボジアを含む東南アジア地域では引き伸ばし法で製作された“Indo-Pacific Beads”と呼ばれるガラス小玉が紀元前3世紀頃～17世紀まで流通する。これらのほとんどはアルカリケイ酸塩ガラスである。いっぽう、巻き付け法によるガラス小玉は“Chinese Coil Beads”と呼ばれ、12世紀頃より中国から大量に流入したと言われる（Fransis 2002）。今回、クラン・コー遺跡で出土したガラス小玉が中国との関係性の強い巻き付け法によるカリ鉛ガラスであったことは、当該期の交流関係を示唆する重要な知見である。

いっぽう、中国産のカリ鉛ガラスは日本列島にも流入するが、12世紀頃には国産のカリ鉛ガラスが存在したことがあきらかとなっている。当遺跡出土のガラス小玉についても生産地の解明が今後の課題となろう。当該期に東南アジアで流通したガラス小玉の分析事例は少なく、貴重なデータを提示できたものとする。（田村朋美）

参考文献

- 安家瑤「中国早期玻璃器皿」『考古学報』1984-4。
 肥塚隆保『日本で出土した古代ガラスの歴史の変遷に関する科学的研究』博士論文、東京藝術大学、1997。
 Francis, P. *Asia's Maritime Bead Trade*. University of Hawaii Press, 2002.

表3 蛍光X線分析結果

No.	色調	比重	重量濃度 (wt%)																	備考
			Na_2O	MgO	Al_2O_3	SiO_2	P_2O_5	K_2O	CaO	TiO_2	MnO	Fe_2O_3	CuO	ZnO	PbO	Rb_2O	SrO	ZrO_2	SnO_2	
5	白色不透明	—	0.39	0.38	4.52	71.2	1.42	0.07	0.63	0.10	-	0.59	0.19	0.03	20.3	-	0.03	0.09	tr	風化により白色化
12	淡青色不透明・白色不透明縞状	—	0.89	0.34	1.16	58.6	0.28	5.60	2.38	0.02	-	0.14	0.43	0.08	30.1	-	0.05	-	tr	風化により縞状に白色化
13	淡青色不透明	3.4	2.31	0.27	0.92	51.6	-	10.3	3.88	0.02	-	0.27	0.79	0.14	29.2	-	0.12	0.15	tr	
17	淡青色不透明	—	2.64	0.35	0.57	49.3	-	7.04	2.64	0.02	-	0.14	0.48	0.09	36.6	-	0.09	0.04	tr	
21	淡青色不透明	3.4	2.22	0.22	0.75	50.5	-	10.5	3.92	0.01	-	0.28	0.80	0.13	30.4	-	0.05	0.19	tr	
26	淡青色不透明	3.3	2.13	0.14	0.66	50.9	-	10.6	3.94	0.03	-	0.29	0.79	0.11	30.0	-	0.05	0.37	tr	
37	淡青色不透明	3.3	1.96	-	0.54	51.3	-	10.8	4.22	0.03	-	0.28	0.80	0.09	29.9	-	0.04	0.12	tr	
38	淡青色不透明	3.4	1.81	-	0.52	50.4	-	10.6	3.96	0.03	-	0.26	0.81	0.13	31.2	-	0.04	0.23	tr	
40	淡青色不透明	—	2.17	-	0.58	51.0	-	10.6	4.03	0.02	-	0.27	0.79	0.12	30.2	0.01	0.04	0.20	tr	
52	淡青色不透明	—	3.14	0.27	0.73	50.6	-	10.6	4.09	0.03	-	0.26	0.80	0.12	29.1	-	0.08	0.16	tr	

tr：定量限界以下
 -：検出限界以下