

松下幸之助記念財団 研究助成
研究報告

(MS Word データ送信)

【氏名】

林 佳美

【所属】(助成決定時)

東京藝術大学大学院 美術研究科

【研究題目】

7～8世紀東アジアのガラス器製作技術の研究—高鉛ガラスの物性調査および実験製作をもとに—

【研究の目的】(400字程度)

本研究では、7～8世紀の東アジアで広く用いられた高鉛ケイ酸塩ガラスに着目し、その物性と技法、形態との相関関係を明らかにすることによって、高鉛ケイ酸塩ガラスを用いたガラス器製作技術に関する基礎研究の構築を目指す。

高鉛ケイ酸塩ガラスとは、酸化鉛(PbO)と二酸化珪素(SiO₂)を主成分とし、酸化鉛を約60～70%含有するガラスの総称である。それが東アジアで広く用いられた7～8世紀は、日中韓いずれの地域においても国産原料を用いたガラス生産が開始された時期であり、現存する作例の多さからも、古代東アジアでガラス工芸が一最盛期を迎えた時期といえる。そのため、当該時期のガラス器製作技術を明らかにすることは、現代に至る東アジアのガラス工芸史の展開を考えるうえで重要な位置を占める。

しかし、当該時期のガラス器製作技術については不明な部分が多く、とくに高鉛ケイ酸塩ガラスの物性が形態に与える制約に対する、実証的な研究が充分になされていないのが現状である。そこで本研究では、(1)形態に大きく影響すると考えられる高鉛ケイ酸塩ガラスの流動性に関する比較実験、(2)鑄造技法での成形時に重要となるガラスと鑄型の型離れに関する比較実験、さらに(3)現存する遺物に基づいた鑄造・吹き各成形技法による再現実験を行い、素材・技法・形態の相関関係について検討した。

【研究の内容・方法】(800字程度)

(1) 高鉛ケイ酸塩ガラスの流動性に関する比較実験

①比較試料：高鉛ケイ酸塩ガラスの流動性における特質を明確にするため、古代東アジアで鑄造技法によるガラス器の成形に使用されたと考えられる4種の材質のそれと比較した。試料の組成は、化学分析によって組成の判明している出土遺物を参考に決定し、調査は三徳工業株式会社に依頼した(表1)。

②実験方法：鑄型は耐火石膏製で作製した。各組成の試料を制作し、それを鑄型上部に詰め、電気炉で焼成・軟化させるキルンキャスト法による鑄造実験を行った。最高温度を500～1000℃の間で100℃ずつと変え、最高温度となった段階で急冷・徐冷することで、各試料の流れ方を比較した。

③結果：高鉛ケイ酸塩ガラスは古代東アジアで鑄造技法での成形に用いられた材質のなかでも、とりわけ鑄造技法に適した材質であるといえ、また鑄造技法で胎厚1mm程度の薄い器体も成形できることが判明した。

(2) 高鉛ケイ酸塩ガラスの型離れに関する比較実験

①比較試料：鑄型の材質と塗型材の材質を変え、計4種の鑄型を作製した(表2)。型Cの鑄型に使用した胡麻油や、型B・Cの塗型材に使用した砥粉は、正倉院文書「造仏所作物帳」のガラス玉製造に関する記述に拠る。また、型Dの塗型材として使用した布は、文祢麻呂骨蔵器(慶雲4年・707没、東京国

立博物館所蔵)の器体内表面に布目が残ることに拠る。

②実験方法：鑄型は解放型で、中央に円形凹面を作る。この凹面に軟化させたガラスを流し込むホットキャスト法で鑄造した。鑄造時のガラスの温度は 800°C で統一し、鑄造時の鑄型の温度を 800°C・600°C・400°C に変えることで、温度による型離れの差を比較した。実験に使用したガラスは表 1 の高鉛ケイ酸塩ガラスと同様である。

③結果：型 A～D いずれにおいても、鑄造時の鑄型の温度が低いほど鑄型とガラスの食いつきが弱くなるという傾向が認められ、型離れに鑄造時の鑄型の温度が関係していることが判明した。今回の試料中では、鑄型表面が砥粉によって滑らかであった型 B が最も型離れが良好であり、鑄造時の鑄型の温度と併せ、鑄型の表面の滑らかさが型離れに大きな影響を与えていることが明らかとなった。

(3) 鑄造技法、吹き技法による再現実験

①再現実験参考作例：鑄造技法での再現実験は岡山県大飛島遺跡より出土した容器片(以下、大飛島小壺)、吹き技法による再現実験は奈良県法隆寺金堂仏壇築土より出土した容器片(以下、法隆寺小壺)を参考に実施した。両作はともに酸化鉛(PbO)を 65%以上含有する高鉛ケイ酸塩ガラスであることが判明している。

②実験方法：鑄造技法での再現実験は、砂と埴汁を混ぜて作製した土製鑄型に、軟化させたガラスを流し込むホットキャスト法で行った(図 1)。吹き技法での再現実験は、吹き竿に軟化させたガラスを巻きつけ、宙空で息を吹き込んで形を整える、宙吹き技法で行った(図 2)。

③結果：鑄造技法による大飛島小壺の再現実験では、胎厚 1mm 以下の薄手のガラス器もホットキャスト法による鑄造技法で成形できることが実証された。また、鑄型のもつ保温性により、自然徐冷でも徐冷が可能であることが明らかとなった。一方、吹き技法による法隆寺小壺の再現実験では、高鉛ケイ酸塩ガラスの流動性の高さゆえに一度に吹き竿に巻き取れるガラスの量が少量であること、また法隆寺小壺に使用されたと考えられる吹き竿の径では大型のガラス器の成形は難しい可能性が高いことが明らかとなった。

表 1：流動性比較実験に使用した組成

	1	2	3	4	5
材質	高鉛ガラス	カリ鉛ガラス	鉛バリウムガラス	カリガラス	ソーダガラス
参考遺物	岡山大飛島遺跡出土破片	京都清涼寺釈迦如来像胎内発見容器片	湖南省長沙出土土壁	広西合浦文昌塔M70出土土杯	奈良極原市院の上遺跡出土板ガラス
色	濃緑色透明(風化大)	濃緑色透明	緑色	淡青色透明	濃青色
年代	奈良～平安時代	北宋・985年頃	戦国時代	前漢晩期	奈良時代
分析方法	aa	湿式	aa	不明	不明
SiO ₂	27.8	30.1	38.3	79.69	70.1
Al ₂ O ₃		0.3	1.67	2.14	2.44
Fe ₂ O ₃	0.05	0.28	0.22	1.36	0.42
CaO	0.02	trace	2.75	0.41	1.53
MgO		trace	0.41	0.01	0.2
Na ₂ O	0.11	0.42	3.07		21.02
K ₂ O	0.03	11.2	0.34	16.22	1.99
CuO	0.51	1.75	0.73	0.22	0.027
PbO	67.1	55.8	41.53		0.005
BaO			10.4		
MnO					2.07
P ₂ O ₅					0.02
CoO					0.085
NiO					0.013
合計	95.62	99.85	99.42	100.05	99.92
出典	山崎一雄1987	山崎一雄1987	史美光ほか1986 李青会2005	李青会2005	藤田等 1994

出典

山崎一雄 1987『古文化財の科学』思文閣出版

史美光・何欧里・吳宗道・周福征 1986『一批中国古代鉛玻璃的研究』『中国古代玻璃研究 1984年北京国際玻璃学術討論会論文集』中国建築工業出版社

李青会 2005『中国古代玻璃物品の科学成分匯編』『中国古代玻璃技術的發展』上海科学技術出版社

藤田等 1994『弥生時代ガラスの研究—考古学的方法—』名著出版

表 2：型離れ比較実験に使用した鑄型と塗型材の組み合わせ

	型A	型B	型C	型D
鑄型	砂+埴汁	砂+埴汁	砂+胡麻油	砂+埴汁
塗型材	なし	砥粉+木炭粉	砥粉+木炭粉	布(麻布)



図1：鑄造技法による再現実験の様子



図2：吹き技法による再現実験の様子

【結論・考察】（400字程度）

実験より、高鉛ケイ酸塩ガラスという素材と技法や形態との相関関係として、次の二点を指摘できる。

第一に、高鉛ケイ酸塩ガラスを用い、鑄造技法で成形されたガラス器の場合、形態や法量の自由度が高いことである。鑄造技法の場合、完成する器物の形態は鑄型によって決定される。また、高鉛ケイ酸塩ガラスの流動性と高さ、鑄型のもつ保温性により徐冷が可能になることによって、鑄造技法の場合は小型・大型、薄手・厚手のいずれの形態であっても成形し得た可能性が高いと考えられる。

第二に、高鉛ケイ酸塩ガラスを用い、吹き技法で成形されたガラス器の場合、形態や法量における制約が大きかったということである。吹きガラス器の形態は基本的に回転体形となる。また、高鉛ケイ酸塩ガラスの流動性の高さ、吹き竿の大きさ、さらに徐冷の問題により、基本的には小型・薄手のガラス器のみ成形が可能であったと考えられる。

これらの実験成果は、同時代に異なる技法で成形された作例が併存したことの意味を考察する基礎となる。今後はこの点について、当該時期のガラス器製作技術者の製作環境や、各作例の用途に着目し、更に検討を進めていきたい。