

사천 늑도 출토 유리구슬의 고고화학적 분석 고찰

권윤미 · 신용민* · 김규호**

국립경주박물관 보존과학실, *동아문화연구원,

**공주대학교 문화재보존과학과

An Analytical Investigation of Archaeological Chemistry On Glass Beads Excavated in Sacheon Neukdo, Korea

Yoon Mi Kwon, Yong Min Sin*, Gyu Ho Kim**

Conservation Sciences Lab, Gyeongju National Museum, Gyeongju, Korea

**Foundation of East Asia Cultural Institute, Changwon, Korea*

***Department of Cultural Heritage Conservation Sciences, Kongju National University,
Kongju, Korea*

1. 서 론

사적 제 450호 사천 늑도유적은 경남 사천시와 남해군 창선도 사이에 위치한 작은 섬으로, 1985년 부산대학교에서 발굴조사를 실시한 이래 2004년까지 여러 기관에 의해 발굴조사가 실시된 바 있다. 섬 전역에 걸쳐 원삼국시대(초기철기시대)를 중심으로 한 주거지, 패총, 분묘 등이 분포하고 있으며 토기, 철기, 청동기 등의 인공유물과 함께 사슴뼈와 뿔, 어패류, 곡류 등의 자연유물이 다량 출토되었다. 주요 출토 유물로는 단면삼각형점토대토기, 요동군, 연해주, 한반도 동북부지역의 토기와 판상철기, 늑각병 부도자, 한국식동검, 반량전, 오수전 등이 있으며, 그밖에 원형수혈주거지의 온돌시설, 토광묘에 부장된 인골과 견골, 패각층에서 출토된 복골 역시 중요 자료로 꼽힌다. 이러한 각종 유구와 유물로 인해 늑도유적은 삼한시대 문화상의 연구뿐 아니라, 당시 한중일간의 관계교섭사 연구의 요지로 평가받고 있다.

본 연구에서는 2003년 12월에서 2004년 2월까지 동아문화연구원에서 실시한 발굴조사에서 발견된 유리구슬 편 17점을 대상으로 화학적 조성분석을 실시하고, 늑도 유리구슬의 계통적 특성을 고찰함과 함께 경상도지역에서 출토된 유리구슬과의 고고화학

적 특성을 비교하였다.

2. 연구대상 및 방법

연구 대상인 유리구슬은 섬 북쪽에 위치한 패총의 북단부 내 상하 연접하는 두 층(V-2층, IV층)에서 출토되었으며, 모두 매장 인골의 두개골 양 측면에서 발견되었다. 출토된 유리구슬은 모두 환옥이며, 색상은 청색계통으로 녹색과 감색이 주로 나타난다. V-2층에서는 38점의 완형구슬이 출토되었으며 이 중 유리제품은 벽색(녹청색, Cu-blue) 1점, 감색(Co-blue) 13점, 짙은 감색(dark Co-blue) 3점 등 총 17점이다. IV층에서는 60점의 완형 구슬이 출토되었으며 이 중 유리제품은 벽색(Cu-blue) 5점, 감색(Co-blue) 17점, 짙은 감색(dark Co-blue) 6점 등 총 28점이다. 분석시료는 출토 구슬 중 완형을 제외하고 함께 수습된 파편 중에서 매장환경과 색상의 차이를 고려하여 총 17점을 선정하였다. 선정된 시료는 광학현미경, 주사전자현미경을 이용하여 색상과 투명도, 표면풍화상태와 미세구조 등의 특징을 관찰·기록하였으며, 조성분석에 앞서 비중측정을 통해 시료의 물성을 확인하였다. 조성분석에는 에너지분산형분광분석장치(EDS : Energy Dispersive Spectrometer, model; Oxford 6025EDS)가 부착된 주사전자현미경(SEM : Scanning Electron Microscope, model; JEOL 5100)을 이용하였으며, 유리의 주 구성요소인 융제, 안정제, 착색제의 조성을 검토하여 유리의 특성을 고찰하였다.

3. 결과 및 고찰

3-1. 비중측정

지금까지 알려진 고대유리의 비중은 납바륨유리 5.0 ± 0.5 , 납유리 4.0 ± 0.3 , 소다유리 2.4 ± 0.2 , 포타쉬유리 2.3 ± 0.2 로 조성에 따라 다르게 나타난다. 이 중 소다유리와 포타쉬유리는 비중범위가 유사하여 단순히 비중측정만으로는 구별하기 어려워 통칭 알칼리유리로 구분한다. 사천 늑도 출토 유리시료의 비중측정 결과는 2.08~2.38로 평균비중은 2.28이며 전형적인 알칼리계 유리로 확인되었다.

3-2. 미시적 특성

선정된 시료는 모두 청색계통으로 벽색(gB), 청록색(BG), 밝은 감색(lt-PB), 감색(PB) 등으로 세분되며 투명도는 불투명, 반투명, 투명 등 3단계로 구분된다. 색상과 투명도에 따라 분석시료는 총 5개의 그룹으로 분류된다(표 1). 광학현미경과 주사전자현미경을 통한 관찰 결과 밝은 감색과 청록색 시료들의 풍화도가 높은 편이며, 감색

과 벽색은 상대적으로 풍화도가 낮은 것으로 관찰된다. 유리구슬 내부에 존재하는 기포의 크기나 방향성은 유리의 제작과정을 유추할 수 있는 단서를 제공한다. 감색 구슬은 대부분 내부에 기포 및 불순물이 많고 크고 작은 기포가 내부 전체에 불규칙하게 산포되어 있다. 이는 유리 제조 시 온도가 낮거나 냉각시간이 매우 짧았음을 시사한다. 반면에 투명한 밝은 감색 구슬은 기포 및 불순물이 매우 적어 유리 내부가 맑고 투명하다. 반투명한 밝은 감색, 벽색, 청록색 유리들은, 내부기포의 배열이나 뚜렷한 방향성을 통해 길게 늘인 유리관을 일정한 간격으로 잘라 만든 흔적이 뚜렷하게 관찰된다.

3-3. 화학조성

조성분석 결과 17점의 시료는 모두 SiO_2 와 K_2O 함량의 합이 90%가 넘는 이성분계 포타쉬유리군($\text{K}_2\text{O}-\text{SiO}_2$ group)으로 확인되었다(그림 1). 안정제로 사용된 CaO 와 Al_2O_3 의 함량은 각각 0.70~2.8%, 0.35~2.9%로, 두 조성이 모두 5% 이하로 낮은 LCA계이다. 이 중 녹색계통은 Al_2O_3 가 더 높은 LCA-A계로, 감색계통은 CaO 가 더 높은 LCA-B계로 확인된다. 녹색계통의 경우 모두 1.5% 이상의 높은 기여도를 보이는 구리가 주 착색제로 작용한 것으로 보인다. 반면에 감색계통은 망간 함량이 1% 이상으로 높게 나타나는 것이 공통적인 특징으로, 망간에 함유하고 있는 코발트(Co)가 착색제로 작용한 것으로 추정된다. 그밖에, 산화철이나 산화알루미늄의 함량은 투명도와 관계가 깊음을 확인 할 수 있다. 이들의 함량이 낮을수록 내부에 기포가 적고 투명도가 높아지며 이는 재료의 선별·정선 기술과 제작기술의 발달정도와의 관계가 있는 것으로 보인다. 시료의 색상별 조성 특성을 비교한 결과, 착색제 뿐 아니라 안정제의 조성에 따라서도 앞서와 동일한 5개의 그룹으로 구분되어 안정제 조성의 색상 간의 상관관계가 확인된다. 경상도지역 출토 포타쉬 유리의 조성의 비교하였을 때, 사천 녹도 유리는 전형적인 $\text{K}_2\text{O}-\text{SiO}_2$ 계 I형으로, AD 3C 이전의 경상남도지역에서 많이 나타나는 초기 포타쉬 유리의 특징을 보여준다(그림 2).

4. 결 론

1. 사천 녹도 출토 유리구슬은 모두 포타쉬유리 단일군으로, CaO 와 Al_2O_3 의 함량이 낮은 LCA계이며 포타쉬 유리 I형에 해당된다. 색상은 벽색, 청록색, 밝은 감색, 감색 등의 청색계열이다.

2. 안정제 조성에 따라 녹색계통은 LCA-A계, 감색계통은 LCA-B계로 색상의 차이를 보이며, 유구별로는 조성의 차이 없이 혼재한다. 계통별 색상과 투명도의 차이는 안정제 및 착색제의 유기적 관계에 의한 것으로 제작당시 재료와 배합비의 차이를 시

사한다.

3. AD 6C 이전 경상도지역의 포타쉬 유리는 모두 LCA계통으로, 지역별 및 시대별 점유조성의 차이가 나타나는 것이 특징이다. 지역별로 경남해안지역은 LCA-B계, 경북내륙지역은 LCA-A계가 우세하며, 시기적으로는 LCA-B→A로 점유계통이 변화하는 경향을 보인다. 이러한 흐름에서 볼 때 녹도 출토 유리구슬은 경남 해안지역에서 확인되는 포타쉬유리와 유사한 계통으로 시기적으로 초기 유리의 특징을 보인다.

4. 두 유구에서 출토된 구슬들은 색상별로 동일한 제품으로 확인되어 두 매장 인골 간에는 밀접한 관련이 있었을 것으로 유추된다. 포타쉬유리 단일계통 만이 확인되는 점, 매우 한정된 매장환경에서 발견된 점 등으로 미루어 녹도 지역 내 유리구슬의 유입은 매우 한시적이었던 것으로 보인다.

표 1. 선정된 분석 시료의 목록 및 특성

시료 번호	출토 유구	유구특징	출토위치	형태 ^a	색상 ^a (투명도)	기포 상태 ^a	표면 상태 ^a	균열 유무 ^a
nkd-4	V-2			A	lt-PB(○)	L-S	M-W	▲
nkd-5	V-2			A	lt-PB(○)	L-S,L-B	M-W	●
nkd-6	V-2	패충 (소토층)	4-B 인골 두개골 측면	A	PB(△)	M-S,L-B	S-W	●
nkd-7	V-2			A	gB(△)	M-S	S-W	X
nkd-8	V-2			A	BG(△)	L-S,L-B	M-W	●
nkd-12	IV			A	lt-PB(○)	L-S	M-W	▲
nkd-13	IV			A	lt-PB(○)	L-S	M-W	▲
nkd-19	IV			A	PB(△)	M-S,L-B	GD	▲
nkd-20	IV			A	PB(△)	M-S,L-B	GD	▲
nkd-15	IV			A	PB(△)	M-S,L-B	M-W	▲
nkd-16	IV	패충	신전장인골	A	PB(△)	M-S	S-W	▲
nkd-17	IV	(패각층)	두개골 측면	A	lt-PB(△)	L-B	S-W	●
nkd-18	IV			A	lt-PB(△)	L-B	S-W	●
nkd-21	IV			A	PB(△)	L-S	S-W	▲
nkd-22	IV			A	BG(△)	L-S,L-B	S-W	●
nkd-23	IV			A	gB(△)	L-S	S-W	▲
nkd-24	IV			A	BG(△)	L-S	M-W	●

a Abbreviations

형태 : A; Annular bead(환옥)

색상 : lt-PB;light Purple Blue(밝은감색), PB;Purple Blue(감색,Co-Blue), dk-PB;dark Purple Blue(짙은감색)

gB; pale Green Blue(백색,Cu-blue), BG; Blue Green(청록색)

투명도 : ○; 투명, △; 반투명, X; 불투명

기포상태 : L-S; Little Seed, M-S; Much Seed, L-B; Little Blister, M-B; Much Blister

표면상태 : GD; 상태양호, S-W; 풍화층 적음, M-W; 풍화층 많음

균열유무 : X; 균열없음, ▲; 적은 균열, ●; 심각한 균열

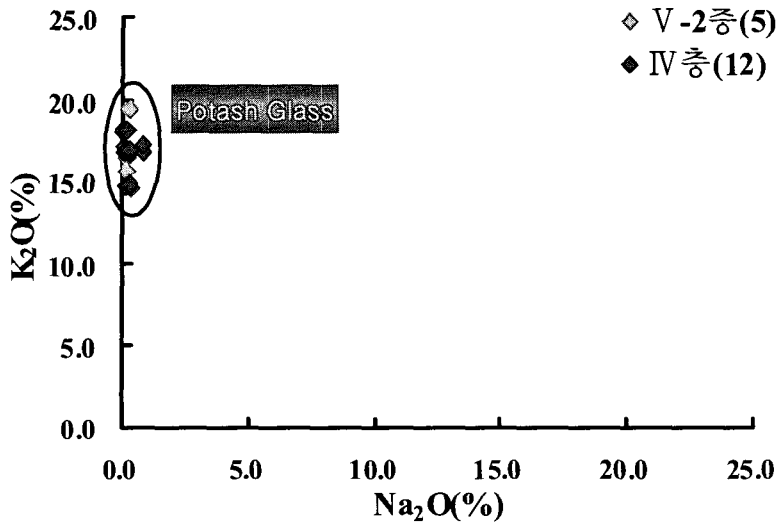


그림 1. 사천 늑도 유리구슬의 용제에 따른 계통 분류도

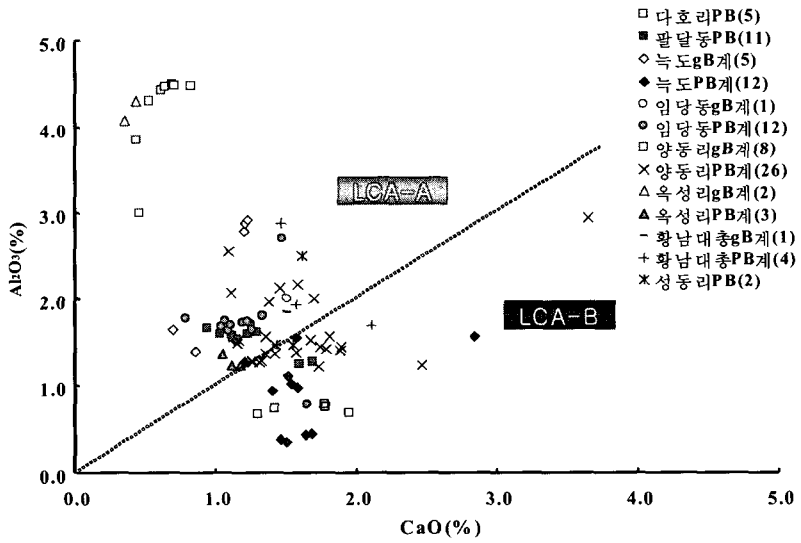


그림 2. 경상도 포타쉬 유리에 대한 안정제 분류