

# 한국 포타쉬 유리구슬의 조성 분류에 따른 특성 비교

김나영 | 김규호<sup>1</sup>

국립공주대학교 문화재보존과학과

## Characteristic Comparison of the Composition Classification on Potash Glass Beads Excavated in Korea

Na-Young KIM | Gyu-Ho KIM<sup>1</sup>

Department of Cultural Heritage Conservation Sciences, Kongju National University, Kongju, 32588, Korea

<sup>1</sup>Corresponding Author: [kimgh@kongju.ac.kr](mailto:kimgh@kongju.ac.kr), +82-41-850-8544

**초록** 본 연구에서는 지금까지 자연과학적 분석을 통해 확인된 30개 유적의 281점 포타쉬유리에 대하여 화학 조성에 따라 유형을 분류하고 색상, 크기, 제작 기법 그리고 유통 시기를 비교하였다. 한국의 포타쉬유리는 안정제 함량에 따라 3가지 유형으로 구분된다. I, II형은 CaO와 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 함량이 모두 5% 미만으로 상대적으로 I형은 CaO 함량이 높고 II형은 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 함량이 높다. 이와 달리 III형은 CaO를 5% 이상 포함한다. 이들은 용제를 첨가하기 위해 I, II형이 초석, III형이 식물 재를 원료로 사용한 것으로 추정된다. 유형별 특성에서, I형은 감청색, 벽색 및 청록색, 자색을 띠고 외경이 1.4~7.4mm까지 다양한 크기가 확인된다. 늘인 기법에 의해 제작되었으며 가장 빠른 BC 1C경 출현하여 AD 6C까지 지속적으로 유통된 것으로 나타났다. 반면 II형은 벽색 및 청록색을 띠며, 외경이 1.9~3.6mm 정도의 소형 구슬이다. 제작 기법은 I형과 동일하며 AD 1C경 나타나 4C경 단절되는 양상을 보인다. 마지막으로 III형은 갈색, 무색, 황색을 띠며 외경이 대략 10mm 전후에 달하는 대형 구슬이다. 말은 기법에 의해 성형되었으며 고려 및 조선시대 민묘에서 등장한다. 이상의 결과에서 한국에서 유통된 3가지 유형의 포타쉬유리는 각기 다른 생산지에서 다양한 교역 루트를 통해 유입된 것으로 판단된다.

**중심어:** 포타쉬유리, 늘인 기법, 말은 기법, 감청색 유리, 식물 재, 초석

**ABSTRACT** In this study, the potash glass beads of 281 samples in 30 sites analyzed until now were classified according to the chemical composition. And the color, size, manufacturing technique and distribution period were compared. Korea potash glass beads are divided into 3 types depending on the stabilizer content. I, II type is the CaO and Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> content of less than 5%. Relatively, I type has a high CaO and II type has a high Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. In contrast, III type comprises more than CaO 5%. I, II type is the saltpetre, III type is estimated using plant ash as row material of flux. A review of the properties by type, I type is cobalt blue, copper blue and purple beads. The outer diameter is sized to the range 1.4~7.4mm. Also it was produced by the drawing technique. It was used continuously from BC 1C until around AD 6C. On the other hand, II type is outer diameter of 1.9~3.6mm and a copper blue beads. manufacturing technique is the same as the I type. This seems to have been in use since around AD 1C to 4C. Finally, III type is brown, colorless, amber beads and an outer diameter of about 10mm. It was formed by winding technique and appeared in the tombs of Goryeo and Joseon Dynasty.

As a result, 3 types of potash glass beads distributed in Korea is likely to flowing through the various trade routes from different provenances.

Key Words: Potash glass, Drawing technique, Winding technique, Cobalt blue glass bead, Plant ash, Saltpetre(KNO<sub>3</sub>).

## 1. 서 론

유리는 여러 원료를 배합하여 인공적으로 생산하는 인류가 만든 가장 오래된 물질 중에 하나로서 장신구와 일상 용기 등으로 세계 여러 지역에서 광범위하게 분포하고 있다. 고대부터 사용된 제작 방법이 지금도 이어지고 있을 정도로 기술적 변천이 거의 없는 특이성을 갖고 있다. 오랜 시간 획기적인 기술적 변화가 이루어지지 않았음에도 불구하고 고대유리는 지역과 시대에 따라 화학 조성에 뚜렷한 특징과 변화가 나타나는 것으로 알려져 있다(Goffer, 1980). 이는 원료의 수급과 유리 제품의 수요 그리고 수많은 교역에 의해 나타난 결과로 볼 수 있다. 따라서 고대유리는 제작 당시 사회의 문화적 특성과 각 지역 사이에 문화 전파 과정을 알려주는 중요한 고고자료임에 틀림없다.

유리의 구성 성분은 주재, 용제, 안정제, 착색제로 분류할 수 있다. 고대유리의 뼈대 역할을 하는 주재는 모래나 석영 자갈이 원료로 사용되며 SiO<sub>2</sub>가 주요 성분이다. 이 성분은 결정상에 따라 용융온도에 차이가 있으나 석영(Quartz)의 경우 약 1,850°C로 고대 기술에서 접근하기 어려운 온도이기 때문에 이를 낮추기 위하여 용제를 첨가한다. 광물이나 식물의 재에서 얻을 수 있는 용제는 PbO, K<sub>2</sub>O, Na<sub>2</sub>O 등으로 구분되며 용융온도를 700°C 까지 낮출 수 있다. 용제는 유리의 종류를 구분하는 가장 중요한 인자로서 용제 원료가 PbO인 경우 납유리, K<sub>2</sub>O인 경우 포타쉬 유리, Na<sub>2</sub>O인 경우 소다유리로 구분하고 있다. 그러나 용제의 함량이 높아지면 물에 잘 녹고 결정이 형성되는 등 화학적으로 불안정하여 쉽게 풍화될 수 있다. 이를 보완하는 성분이 안정제로 유리의 조성과 구조를 균일하게 유지시키고 내수성을 높이는 작용을 한다. 보통 광물에서 쉽게 얻을 수 있는 CaO, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, MgO 등이 있다. 그 밖에 유리 색상을 결정하는 조성으로 착색제가 있으며 고대유리의 경우에는 Ti, Co, Mn, Fe, Cu 등의 전이금속이 이에 속한다. 이와 같은 구성 성분을 바탕으로 세계 전역의 고대유리는 지역과 시대에 따라 다양한 조성 변화가 나타나고 있다.

전 세계적으로 확인되는 지역과 시대에 따른 고대유리의 조성 변화는 한국 출토 고대유리에서도 확인되고 있다

(Lee, 1991; Kim. 2002). 기원전 2세기경으로 추정되는 부여 합송리, 장수 남양리, 당진 소소리, 완주 갈동과 신평리 유적에서 출토되는 벽색의 납바름유리제 관옥 및 유리환이 한국에서 확인되는 최고 이른 시기의 고대유리이다(Kim *et al.*, 2005; 2014). 그러나 이 시기에 출토되는 고대유리는 완주 신평 유적을 제외하면 대부분 10점 미만의 소량이 확인되어 희귀성이 높다. 한반도에서 유리구슬의 수량이 급격히 급증한 시기는 포타쉬유리가 유입되기 시작하면서 부터이며 이후 소다유리가 유입되면서 유리구슬의 색상과 형태는 더욱 다양해져 한국의 고대유리 문화가 질적·양적인 면에서 최고로 융성해지는 시기를 맞는다. 그러나 통일신라시대가 되면 포타쉬유리와 소다유리는 거의 자취를 감추고 한국의 고대유리 문화는 쇠퇴하는 모습을 보인다. 이렇듯 한국의 고대유리 문화에서 포타쉬유리와 소다유리가 차지하는 비중은 매우 크다고 할 수 있다. 지금까지 연구를 통해 포타쉬유리는 안정제 특성과 이에 따른 유리의 색상과 출토 시기 등에 차이를 보이는 것으로 종종 보고된 바 있다. 그러나 개별 유적에 대한 단편적 연구에 치우치고 있어 지금까지의 자연과학적 분석 결과를 종합하여 한국 출토 포타쉬유리의 특성과 시대 흐름에 따른 변화를 제시해 볼 필요가 있다.

본 연구는 지금까지 각 유적별로 조사된 한국 포타쉬유리의 분석 자료를 정리하여 화학 조성에 따라 유형을 분류하고 각 유형이 갖는 색상, 크기, 제작 기법 특성 그리고 유통 시기를 살펴보고자 한다. 이를 통해 확인되는 특성은 당시 고대 사회의 유리 기술 문화와 나아가 정치·경제적 문화를 이해하는데 유용한 정보를 제공할 수 있을 것으로 기대된다.

## 2. 연구 대상

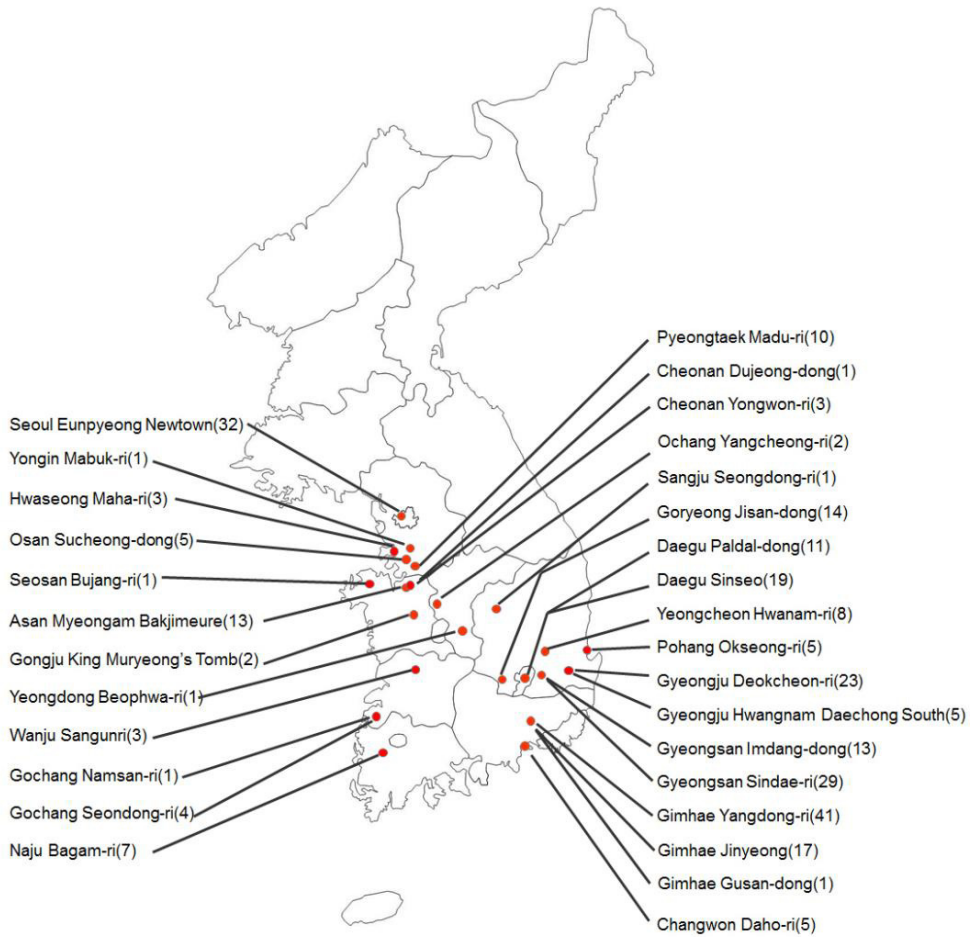
연구 대상으로 선정된 한국의 포타쉬유리는 30개 유적에서 출토된 총 281점으로 유적 및 유리구슬의 기본적 특성과 분포도를 Table 1과 Figure 1에 표시하였다.

포타쉬유리를 선정된 유적은 시기적으로 크게 2단계로 구분된다. 각 유적 내에 유구 편년을 바탕으로 1단계는 BC

**Table 1.** Analytical sample list of the potash glass beads.

	Symbol	Region	site	Century	No. of samples	Type	Color (No. of samples) <sup>a</sup>
1	se	Seoul	Seoul Eunpyeong Newtown	Joseon Dynasty	32	Round bead	Br(26), C(5), lt-gB(1)
2	mhr	Gyeonggi-do	Hwaseong Maha-ri	4c	3	Round bead	P(2), PB(1)
3	ym		Yongin Mabuk-ri	Goryeo Dynasty	1	Round bead	C(1)
4	sc		Osan Sucheong-dong	4c early-late	5	Round bead	P(1), PB(4)
5	md		Pyeongtaek Madu-ri	2c ~ 3c	10	Round bead	BG(2), PB(8)
6	yb		Chungcheong buk-do	Yeongdong Beophwa-ri	Joseon Dynasty	1	Round bead
7	och		Ochang Yangcheong-ri	Joseon Dynasty	2	Round bead	lt-A(2)
8	tj	Chungcheong nam-do	Asan Myeongam Bakjimeure	2c late ~ 3c late	13	Round bead	P(1), PB(12)
9	dj		Cheonan Dujeong-dong	4c early ~ mid	1	Round bead	PB(1)
10	yw		Cheonan Yongwon-ri	4c mid ~ late	3	Round bead	PB(3)
11	bj		Seosan Bujang-ri	4c ~ 5c	1	Round bead	PB(1)
12	mr		Gongju King Muryeong's Tomb	529	2	Round bead	P(2)
13	sw	Jeollabuk-do	Wanju Sangun-ri	4c early ~ 5c late	3	Round bead	PB(3)
14	ns		Gochang Namsan-ri	3c ~ 5c	1	Round bead	PB(1)
15	gsd		Gochang Seondong-ri	3c ~ 5c	4	Round bead	P(2), PB(2)
16	ba	Jeollanam-do	Naju Bogam-ri	6c early-mid	7	Round bead	BG(1), gB(2), P(1), PB(3)
17	pd		Daegu Paldal-dong	1c early ~ late	11	Round bead	PB(11)
18	ss		Daeju Sinseo	1c early ~ 2c early	19	Round bead	BG(11), gB(1), PB(7)
19	ssd		Sangju Seongdong-ri	Since the Goryeo Dynasty	1	Round bead	A(1)
20	hn		Yeongcheon Hwanam-ri	4c late ~ 6c	8	Round bead	P(1), PB(7)
21	os	Gyeongsang buk-do	Pohang Okseong-ri	3c early	5	Round bead	BG(1), gB(1), P(2), PB(1)
22	dc		Gyeongju Deokcheon-ri	BC 1c ~ 3c mid	23	Round bead	BG(13), gB(1), PB(9)
23	hnt		Gyeongju Hwangnam Daechong South	5c	5	Round bead	gB(1), P(2), PB(2)
24	im		Gyeongsan Imdang-dong	1c early ~ 6c early	13	Round bead	BG(1), P(1), PB(11)
25	sd		Gyeongsan Sindae-ri	1c ~ 2c	29	Round bead	BG(2), gB(1), PB(26)
26	js		Goryeong Jisan-dong	6c early	14	Round bead	P(9), PB(5)
27	yd		Gimhae Yangdong-ri	2c early ~ 4c late	40	Round bead	BG(3), gB(7), P(5), PB(25)
				2c	1	Tubular bead	PB(1)
28	jy	Gyeongsang nam-do	Gimhae Jinyeong	4c late ~ 5c late	14	Round bead	P(2), PB(12)
				Joseon Dynasty	3	Round bead	Br(3)
29	gs		Gimhae Gusan-dong	Goryeo and Joseon Dynasty	1	Round bead	Br(1)
30	dhr		Changwon Daho-ri	BC 1c	5	Round bead	PB(5)
	Total				281		

<sup>a</sup>Color : A; Amber, BG; Bluish Green(copper blue), Br; Brawn, C : Colorless, gB; greenish Blue(copper blue), P; Purple, PB; Purple Blue(cobalt blue).



**Figure 1.** The distribution chart of sites of potash glass beads investigated in this study.

1C경부터 AD 6C경까지의 원삼국 및 삼국시대 24개 분묘 유적에서 출토된 유리구슬 240점으로 감청색, 벽색 및 청록색, 자색의 환옥과 관옥이 포함된다. 출토 유적은 화성 마하리(Kim, 2002), 오산 수청동(Kim, 2013), 평택 마두리(Kim, 2013), 아산 명암리 박지르레(Kim, 2013), 천안 두정동(Song and Kim, 2006)과 용원리(Song, 2006), 서산 부장리(Kim, 2013), 공주 무령왕릉(Yu and Kang, 2001), 완주 상운리(Kim, 2013), 고창 남산리(Kim, 2013)와 선동(Kim and Kim, 2013a), 나주 북암리(Kim, 2002), 대구 팔달동(Kim, 2002)과 신서(Kim, 2013), 영천 화남리(Kim and Kim, 2015), 포항 옥성리(Kim, 2002), 경주 덕천리(Kim *et al.*, 2009)와 황남대총(Kim, 2002), 경산 입당동(Kim, 2002)과 신대리(Kim, 2013), 고령 지산동(Kim, 2013), 김해 양동리(Kim, 2002)와 진영(Kim *et al.*, 2015),

창원 다호리(Kim, 2002) 유적이다.

2단계는 고려 및 조선시대의 7개 분묘 유적에서 출토된 41점으로 갈색, 무색, 황색, 벽색의 환옥이다. 출토 유적은 서울 은평 뉴타운(Kang *et al.*, 2009), 용인 마북리(Kim, 2001), 영동 법화리(Chung *et al.*, 2011), 오창 양청리(Kim, 2002), 상주 성동리(Kim, 2002), 김해 진영과 구산동(Kim and Kim, 2010) 유적이다. 김해 진영 유적은 유구의 세부 편년을 기준으로 삼국시대와 조선시대로 구분하여 시료를 선정하였다. 고려 및 조선시대 분묘는 고고학적 관심도가 낮기 때문에 정확한 연대 파악에 어려움이 있으며 지금까지 유리 편에 대한 단면 조사가 이루어진 유적도 다른 시기에 비해 현저히 적어 앞으로 관심을 갖고 연구가 이루어질 필요성이 있다.

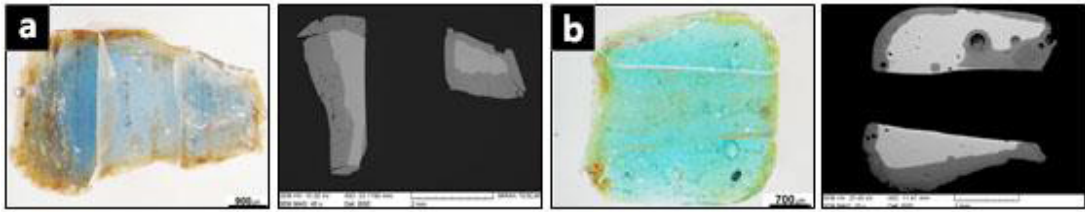


Figure 2. Cross-section images of optical microscope and SEM on the hydrated potash glass beads; (a) tj-30, (b) yd-15.

### 3. 연구 방법

현재 유리구슬에 대한 조성 분석은 완형 구슬에 대한 비파괴 조성 분석과 복원이 불가능한 편에 대한 단면 분석이 주로 이루어지고 있다. 비파괴 조성 분석은 시료의 전처리 과정이 생략되기 때문에 간편하고 손쉬운 분석 방법으로 무엇보다 파괴가 불가능한 완형 구슬에 대한 조사가 가능한 장점이 있다. 예를 들어 원주 신평 유적(Kim *et al.*, 2014)에서 출토된 초기철기시대의 완형 유리구슬이 모두 납바름유리임을 확인한 사례가 대표적이다.

그러나 우리는 오랜 매장에 의해 풍화가 발생하며, 알칼리유리의 경우 토양에 존재하는 수분의  $H^+$ 가 용제 성분인 Na 혹은 K와 치환되어 수화층을 형성한다. 이 수화층은 표면에서 갈색 변색으로 관찰되고 전자현미경 반사전자상에서 명도가 낮은 어두운 층으로 확인된다. 수화층이 관찰되는 유리구슬은 아산 탕정 박지뜨레, 김해 양동리, 원주 상운리, 오산 수청동 유적 등 다수 유적에서 확인되며 대표적인 사례를 Figure 2에 제시하였다. 특히, 포타쉬유리에서 더욱 흔히 목격되는데 H와 치환 후 생긴 공간이 원자번호가 11인 Na보다 19인 K가 더 크기 때문에 상대적으로 풍화저항력이 낮은 것으로 알려져 있다(Newton and Davison, 1989). 따라서 비파괴 표면 조성 분석 결과는 본래의 조성 과 비교해 용제 함량이 낮아지는 결과를 얻을 수 밖에 없다. 따라서 본 연구에서는 포타쉬유리의 정확한 비교 분석을 위해 주사전자현미경(Scanning Electron Microscope)에 부착된 에너지분산형분광분석기(Energy Dispersive Spectroscopy)를 이용한 단면 분석 결과를 선택적으로 이용하였다.

분석 조건은 타 분석자에 의해 조사가 이루어진 공주 무령왕릉, 서울 은평 뉴타운, 영동 법화리 유적 출토 유리구슬을 제외하고 가속전압 20kV, 측정거리 15mm의 조건에서 2,000배로 확대한 면에 대하여 150초로 측정하였다. 분석은 유리 표준시료(NBS 620)를 이용하여 재현성과 정확성을 검토한 후 진행하였다. 시료는 단면을 에폭시수지로

고정시켜 사포(No. 400, 600, 800, 1,200)와 연마제(Diamond Suspension, 6 $\mu$ m, 1 $\mu$ m) 순서로 연마하였다. 각 연마 단계마다 시료가 오염되지 않도록 초음파 세척기로 5분간 3회씩 세척하였으며 탄소 코팅을 통해 조성비에 미치는 영향을 최소화시키면서 시료의 전도도를 부여하여 분석하였다.

### 4. 연구 결과 및 고찰

#### 4.1. 화학 조성

포타쉬유리 281점에 대한 CaO와  $Al_2O_3$ 의 안정제 그래프를 Figure 3에 도식하였다. 그 결과, 한국의 포타쉬유리는 CaO와  $Al_2O_3$ 의 함량이 모두 3% 이상인 공주 무령왕릉에서 출토된 자색 2점과 김해 양동리 유적에서 출토된 자색 1점을 제외한 278점이 CaO와  $Al_2O_3$ 의 안정제 함량에 의해 3가지 유형으로 세분되는 것으로 나타난다. 이는 기존 연구에서 제시된 연구 결과와 일치하는 결과이다(Kim, 2002). 각 유형에 대한 성분 함량은 평균, 표준편차, 최소값, 최대값을 표시하되 각 유형별 조성 특징과 비교해 착색제 함량에 차이를 보이는 예외적인 유리구슬을 별도 정리하였다(Table 2).

포타쉬유리 I형은 전체 281점의 시료 중 220점으로 포타쉬유리의 대표적인 화학 조성임을 알 수 있다. 출토 유적은 3가지 유형에 포함되지 않는 자색 환옥만 선정한 무령왕릉을 제외한 원삼국 및 삼국시대 23개 유적에서 확인된다. 주제와 용제는 평균 함량이  $SiO_2$  74.9%,  $Na_2O$  1.2%,  $K_2O$  16.9%이며, 안정제는 CaO 0.64~2.8%,  $Al_2O_3$  0.41~3.1%의 조성 범위를 보인다. 용제인  $K_2O$  함량이 10% 이상인 반면  $Na_2O$ , CaO,  $Al_2O_3$ 의 함량이 3% 이하인 것으로 보아 광물 원료인 초석( $KNO_3$ )이 용제 원료로 사용되었을 가능성이 높은 것으로 추정된다(Jan, 2005). 착색제의 함량은 MnO 0.0~3.9%,  $Fe_2O_3$  0.25~2.9%, CuO 0.0~2.4%의 광범위한 조성 범위를 보인다. 이는 유리구슬의 색상이 감청색, 자색, 벽색 및 청록색으로 매우 다양하기 때

문이다. 이 유형은 생산지는 명확하지 않으나 남아시아와 동아시아 일대 광역에 널리 분포하는 것으로 알려져 있으며(Tamura, 2012), 더불어 Mn 함량이 높은 감청색 유리구슬은 Mn 함량이 높은 중국산 코발트 원료와 관계된 것으로 여겨져 중국에서 생산되었을 가능성이 제기되기도 하였다(Shi *et al.*, 1986).

포타쉬유리 II형은 총 17점으로 평택 마두리, 아산 명암리 박지뜨레, 포항 옥성리, 경주 덕천리, 경산 신대리, 김해 양동리 유적까지 원삼국 및 삼국시대의 6개 유적에서 확인된다. 주제와 용제의 평균 함량은 SiO<sub>2</sub> 73.8%, Na<sub>2</sub>O 1.3%, K<sub>2</sub>O 17.6%이며, 안정제는 CaO 0.26~0.86%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 2.

7~4.5%의 조성 범위로 I형에 비해 상대적으로 CaO의 함량은 낮고 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>의 함량은 높은 특징을 보인다. 따라서 II형은 I형과 같이 초석이 용제 원료로 사용되었으나 주제 혹은 용제에 동반되는 불순물 성분에 기인하여 다소 안정제의 함량 차이가 나타나는 것으로 추정된다. 이는 I형과 II형이 동일한 계통의 용제 원료가 사용되었음에도 원료의 산지 및 생산지 그로 인한 유입 경로가 다를 가능성을 보여주는 결과로 판단된다. 착색제의 함량은 아산 탕정 유적에서 출토된 감청색 환옥 1점(tj-61)을 제외하고 MnO 0.1% 미만, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0.41~0.60%, CuO 1.3~1.9%로 CuO의 함량이 높게 나타난다. 이는 II형에 속하는 유리구슬의 색상

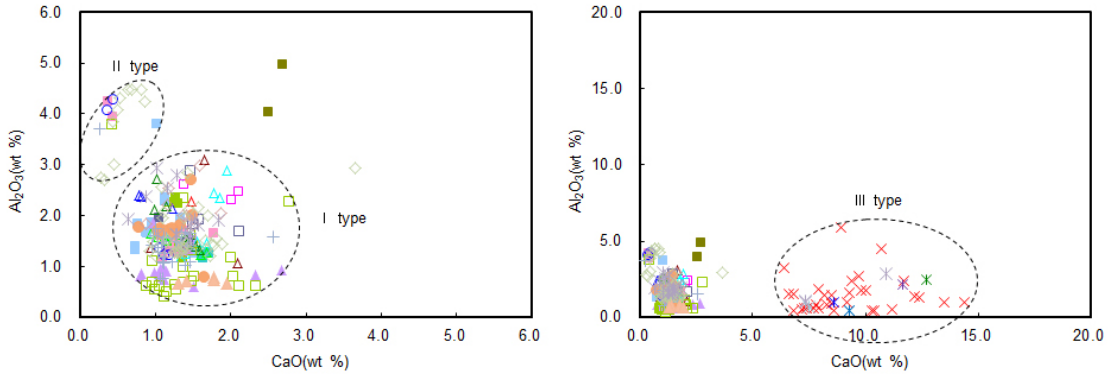


Figure 3. The classification of stabilizer on potash glass beads.

Table 2. The average composition of each type.

Classification	Oxide Concentration (Wt. %)										
		SiO <sub>2</sub>	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	CaO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	TiO <sub>2</sub>	MnO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CuO
Potashglass I type (220ea)	aver	74.9	1.2	16.9	1.3	1.5	0.28	0.20	1.6	1.1	0.41
	std	2.0	0.7	1.6	0.3	0.5	0.10	0.09	0.5	0.5	0.65
	min	65.5	0.0	12.2	0.6	0.4	0.11	0.00	0.0	0.3	0.00
	max	79.9	3.8	21.2	2.8	3.1	0.60	0.59	3.9	2.9	2.38
Potashglass II type (17ea)	aver	73.8	1.3	17.6	0.49	3.9	0.16	0.11	<0.1	0.52	1.6
	std	1.4	0.6	1.2	0.18	0.6	0.03	0.09		0.05	0.2
	min	70.7	0.1	14.2	0.26	2.7	0.12	0.00	0.00	0.41	1.3
	max	75.7	2.3	20.1	0.86	4.5	0.22	0.23	0.00	0.60	1.9
tj-61		71.3	2.3	17.6	1.0	3.8	0.20	0.25	1.6	1.6	<0.1
Potashglass III type (41ea)	aver	64.2	1.4	21.0	9.3	1.4	1.5	<0.1	<0.1	0.28	<0.1
	std	2.7	0.8	2.4	2.0	0.9	0.6			0.09	
	min	58.9	0.2	12.0	6.4	0.4	0.2	0.00	0.00	0.12	0.00
	max	68.9	2.9	23.9	14.4	4.5	3.2	0.25	0.07	0.48	0.23
se-40		60.3	2.6	19.4	8.9	5.9	0.28	0.13	<0.1	0.22	0.99



이  $Cu^{2+}$ 로 산화되어 나타나는 벽색과 청록색이기 때문이다. 이 유형은 베트남 중부에서 중국 남부를 중심으로 분포하는 것으로 알려져 이 지역 생산 가능성이 제기된 바 있다 (Lee, 2009). 그러나 중국의 대다수 학자들은 한나라 시대에  $CaO$ 와  $Al_2O_3$  함량이 낮은 포타쉬유리가 출토되는 광서성이 당시를 대표하는 국제 교류 항구이자 정치, 경제, 문화의 중심지 중 하나이기 때문에 동남아시아, 남아시아, 서아시아 등의 국가들과 해상의 경제 교류를 통해 수입된 산물로 보고 있다 (Jan, 2005; Zhao *et al.*, 2007).

포타쉬유리 III형은 41점으로 고려 및 조선시대 민묘에서 출토된 유리구슬이 포함된다. 주제와 용제의 평균 함량은  $SiO_2$  64.2%,  $Na_2O$  1.4%,  $K_2O$  21.0%로 원삼국 및 삼국시대 분묘에 확인되는 I, II형에 비해 주제 함량은 낮고 용제 함량이 높은 특징을 보인다. 이는 원삼국 및 삼국시대보다 고려 및 조선시대 유리구슬의 용융 온도가 상대적으로 낮았음을 보여주는 결과로 제작 기술의 발전을 엿볼 수 있다. 안정제는  $CaO$  6.4~14.4%,  $Al_2O_3$  0.42~4.5%의 조성 범위로 원삼국 및 삼국시대 유리인 I, II형에 비해 월등히 높은 특징을 보인다. 이와 같이  $CaO$  함량이 높은 포타쉬유리의 등장은 서역의 경우 기원후 1000년경 이루어졌다. 이전까지 용융점을 낮추기 위해 소다가 사용되다가 중세가 시작되고 교회, 대성당, 궁전까지 스테인드글라스의 수요가 증가하면서 너도밤나무를 원료와 연료로 사용한 포타쉬유리의 생산이 보편화되었다 (Newton and Davison, 1989). 따라서 III형은 I, II형과 달리 식물 재가 용제 원료로 사용되었을 가능성이 높다. 착색제의 함량은 서울 은평구 뉴타운에서 출토된 연한 벽색 환옥 1점(se-40)을 제외하고  $MnO$  0.1% 미만,  $Fe_2O_3$  0.12~0.48%,  $CuO$  0.0~0.23%으로 원삼국 및 삼국시대 유리구슬과 비교해 낮은 특징을 보인다. 이는 용융 온도와 더불어 원료의 정제 기술도 발전하였음을 보여준다. 유리구슬의 색상은 무색과  $Fe_2O_3$ 와 관련한 갈색, 황색으로 청색 계통 구슬이 대다수를 차지하는 I, II형과 차이를 보인다.

### 4.2. 색상

3종류의 포타쉬유리는 착색제 함량에서 살펴본 것과 같이 유리구슬의 색상에서 차이를 나타낸다. 따라서 각 유형별로 색상의 종류와 그에 따른 점유율을 확인하기 위해 백분율 그래프를 도식해 보았다 (Figure 4). 그 결과, 포타쉬유리 I형은 감청색, 벽색 및 청록색, 자색이 확인되며 이중 감청색의 점유율이 가장 높게 나타났다. 반면 II형은 아산 탕정 유적에서 출토된 1점의 감청색을 제외하고 모두 벽색 및 청록색을 띤다. 마지막으로 고려 및 조선시대 민묘에서 출토되는 III형은 갈색, 무색, 황색, 벽색이 확인되며 이중 갈색의 점유율이 가장 높게 나타난다.

### 4.3. 크기

유리구슬의 외경, 내경, 길이의 경향을 살펴보고 유형별로 특징을 보이는 외경의 직경에 대하여 각 유형별로 최소값, 최대값, 평균값을 표시해 보았다 (Figure 5). I형은 외경의 직경이 1.4mm인 소형부터 7.4mm의 대형까지 다양한 크기의 구슬이 포함된다. 반면 II형은 감청색으로 색상 차이를 보인 아산 탕정 감청색 환옥이 외경 6.4mm 이상인 것을 제외하면 모두 외경이 1.9~3.6mm에 해당하는 소형 구

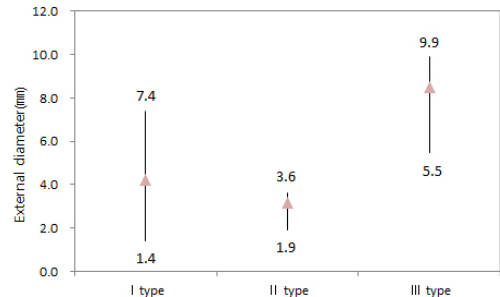


Figure 5. The graph of size on external diameter of potash glass beads.

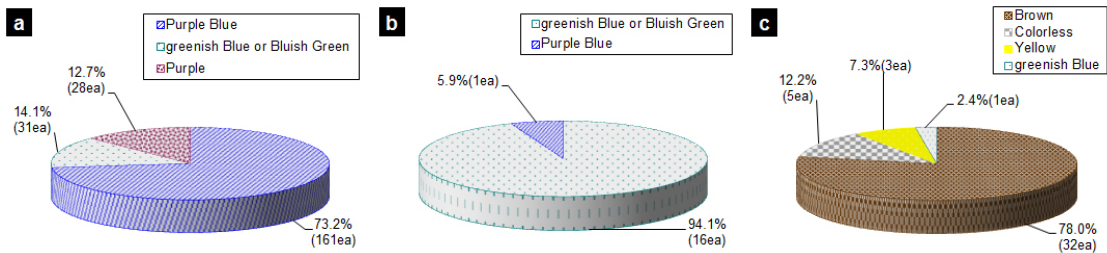
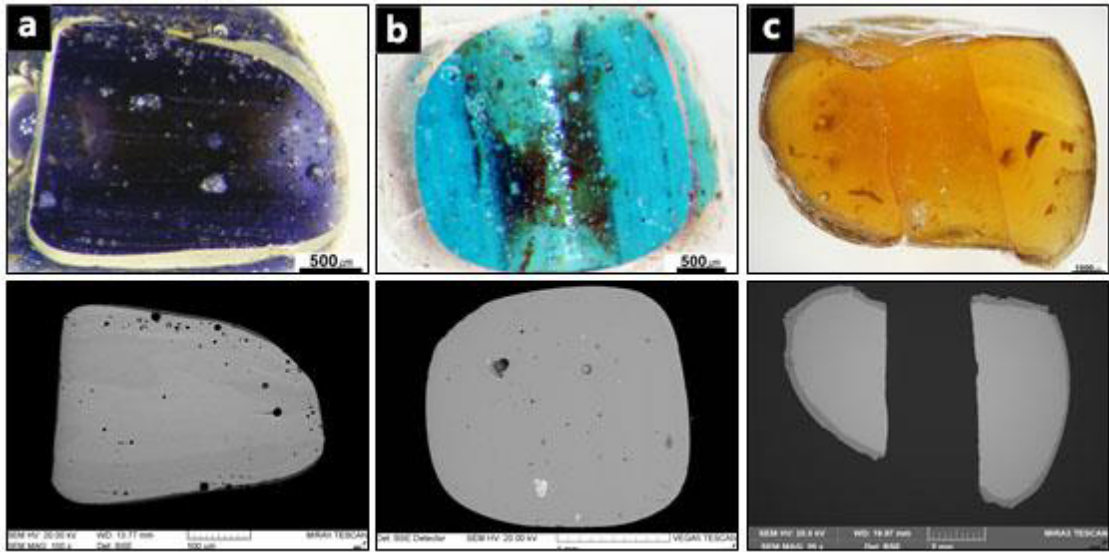


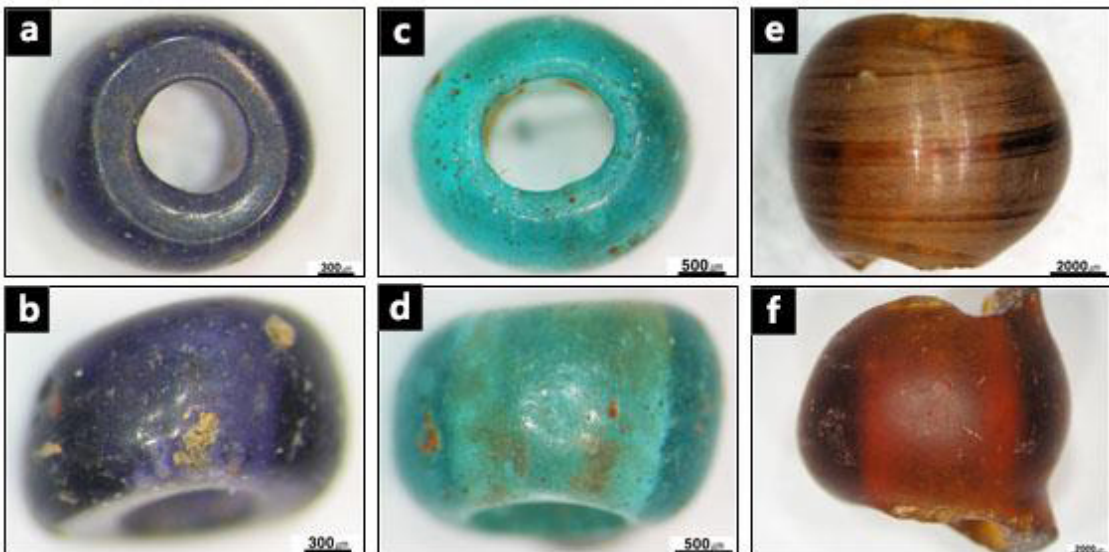
Figure 4. The share graph on the color of potash glass beads; (a) I type, (b) II type, (c) III type.

슬로 한정된다. 이는 I형으로 분류되는 벽색 및 청록색 구슬이 외경 3~7mm로 다양한 것과 차이를 보이는 결과이다. III형은 최소 외경 5~6mm 이상이며 보통 10mm 전후의 대형 구슬이 대다수를 차지한다. 이와 같은 구슬의 크기는 제작 기법과도 밀접한 관련이 있는 것으로 판단된다. 유리 용액을 늘여서 구슬을 만들 경우에 최대 외경의 직경 10mm 이내까지 제작이 가능하되 유리 용액을 늘린 정도

에 따라 1mm의 소옥까지 제작이 가능하다. 반면 유리 용액을 말아서 구슬을 만들 경우에는 내경이 되는 금속심의 지름과 유리 용액의 두께에 따라 상대적으로 구슬의 직경이 두꺼울 수 밖에 없을 것으로 판단된다. 그러나 오래된 분석 자료와 타 분석자에 의해 분석이 이루어진 유리구슬에 대해서는 크기에 대한 정보가 제시되지 않아 추후 유리구슬의 크기에 대한 관심을 갖고 조사가 이루어져야 할 것



**Figure 6.** Cross-section images of optical microscope and SEM on the potash glass beads; (a) I type(js-41), (b) II type(md-4), (c) III type(jy-1).



**Figure 7.** Images of optical microscope on the surface of potash glass beads; (a)~(b) I type, (c)~(d) II type, (e)~(f) III type.





리와 같은 알칼리규산염유리는 거의 종적을 감추고 함양 승복사지, 의성 빙산사지, 서산 보원사지, 경주 불국사 등에서 출토된 납유리제 사리 용기가 등장한다. 이후 포타쉬 유리는 고려 및 조선시대 민묘에서 다시 등장하는데 이는 원삼국 및 삼국시대 포타쉬유리와 달리 식물 재가 용제 원료로 사용된 것으로 추정되는 III형에 해당한다.

## 5. 결 론

한국의 포타쉬유리는 통일신라시대를 제외한 원삼국시대부터 조선시대까지 오랜 기간 우리의 실생활에서 주로 장신구로 널리 사용되었다. 오랫동안 비교적 지속적으로 사용되었음에도 불구하고 포타쉬유리는 안정제 조성이 다른 3가지 유형으로 구분되었다. 각 유형별 안정제 평균 함량은 I형이 CaO 1.3%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 1.5%, II형이 CaO 0.49%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 3.9%, III형이 CaO 9.3%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 1.4%로 나타난다. 이와 같은 안정제 조성의 차이는 원료가 달랐을 가능성을 보여주는 것으로 I, II형은 초석, III형은 식물 재가 용제 원료로 사용된 것으로 추정된다.

포타쉬유리는 각 유형별로 유리의 색상, 크기, 제작 기법, 장식성, 유통 시기에 차이가 나타난다. I형은 감청색, 벽색 및 청록색, 자색과 같은 청색 계통이 포함되는데 특히 감청색이 우세한 특징을 보인다. 외경의 직경은 1.4~7.4mm 까지 다양한 크기가 확인되며 늘인 기법에 의해 제작된 것으로 보인다. 이 유형은 포타쉬유리 중에서 가장 빠른 BC 1C경 출현하여 AD 6C까지 지속적으로 유통된 것으로 나타난다. 반면 II형은 벽색 및 청록색을 띠며, 외경이 1.9~3.6mm 정도의 소형 구슬이다. I형과 동일하게 늘여서 제작되었으며, I형보다 늦은 AD 1C경 나타나 4C경에 단절되는 양상을 보인다. 마지막으로 III형은 갈색, 무색, 황색을 띠며 대부분 외경이 대략 10mm 전후에 달하는 대형 구슬로 분류된다. 말은 기법에 의해 생성되었으며 고려 및 조선시대 민묘에서 새롭게 등장한다. 이상의 결과를 종합적으로 검토해 볼 때 한국에서 확인되는 3가지 유형의 포타쉬유리는 생산지가 다를 가능성이 높다고 판단되며 따라서 각기 다른 유통 경로를 통해 유입된 것으로 추정된다.

## REFERENCES

Chung K.Y., Kang H.T., Koh M.J. and Kim H.J., 2011, chemical composition of glass beads from tombs of

Bupwha-ri site, Yeongdong, Journal of conservation science, 27(3), 243-3250. (in Korean with English abstract)

GAN Fuxi, 2005, Development of Chinese Ancient Glass, Shanghai Scientific and Technologic Press, (in Chinese)

Kang H.T., Cho N.C., Han M.S., Kim W.H. and Hong J.Y., 2009, chemical composition and lead isotope ratio of glass beads excavated from Eunpyeong Newtown Site, Journal of conservation science, 25(3), 335-345. (in Korean with English abstract)

Kim, G.H., 2001, Excavation Report: Composition analysis of glass beads from Mabuk-ri in Yongin, Gyeonggi-do, Gyeonggi provincial museum, 243~249.

Kim, G.H., 2002, A study of archaeological chemistry on ancient glasses found in Korea, Doctor's Thesis in Chungang University.(in Korean with English abstract)

Kim, G.H., Song Y.N. and Kim, N.Y., 2005, Excavation Report 46: A study of archaeological chemistry on ancient glasses from Gal-dong site in Wanju. Honam cultural property research center, Damyang, 199-206.(in Korean)

Kim, G.H., Kim, N.Y., 2010, Excavation Report: A study of archaeological chemistry on ancient glasses from Gusan-dong site in Gimhae. Gyeongnam archaeology institute, Jinju, 38-91.(in Korean)

Kim, D.Y., Kim, N.Y., Lee, S.B. and Kim, G.H., 2011, The Characteristic Transition on Glass Beads of Proto-three Kingdom Periods excavated from Deokcheon-ri tombs, Gyeongju, Sanggosa Hakbo, 74, 115~131.(in Korean with English abstract)

Kim, G.H., Kim, N.Y. and Han S.I., 2012, Excavation Report 62: Production techniques and chemical composition of glass beads excavated from Okpo site in Daeju. Sunglim cultural property research center, Gyeongju, 277-306.(in Korean)

Kim, G.H., Kim, N.Y., 2013a, Excavation Report 171: Production techniques and chemical composition of glass beads excavated from Seon-dong site in Gochang. Honam cultural property research center, Damyang, 255-277.(in Korean)

Kim, G.H., Kim, N.Y., 2013b, Excavation Report 39: A study of archaeological chemistry on ancient glasses from

- Cheonggye-ri site in Hwaseong. Hanbaek research institute for cultural heritage, Seoul, 291-305.(in Korean)
- Kim, N.Y., 2013, An Investigation of Chemical Characteristics on Alkali Glass Beads at the Three Kingdoms Period in Korea, Doctor's Thesis in Kongju National University.(in Korean with English abstract)
- Kim, G.H., Kim, N.Y. and Park Y.A., 2014, Excavation Report 180: Production techniques and chemical composition of glass beads excavated from Shinpoong in Wanju. Honam cultural property research center, Damyang, 114-255.(in Korean)
- Kim, G.H., Kim, N.Y., 2015, Excavation Report 98: Production techniques and chemical composition of beads excavated from Hwanam-ri site in Yeongcheon. Sunglim cultural property research center, Gyeongju, 277-306.(in Korean)
- Kim, G.H., Kim, N.Y., Jeong L., Yun J.H. and Park Y.A., 2015, Excavation Report: Production techniques and chemical composition of the beads excavated from Jinyeong site in Gimhae, Korea cultural heritage foundation, Seoul, 114-255.(in Korean)
- Lee, I.S., 1991, Archaeological study of ancient glass in Korea, Doctor's Thesis in Hanyang University.(in Korean with English abstract)
- Lee, I.S., 2009, Characteristics of early glasses in ancient korea with respect to Asia maritime bead trade, Ancient glass research along the Silk Road, World Scientific.
- Roy Newton, Sandra Davison, 1989, Conservation of glass, Butterworths.
- Shu Meiguang, He Ouli and Zhou Fuhwng, 1986, Investigation on some Chinese potash glasses Excavated in Han Dynasty Tomb, X IV International congress on glass archaeometry of glass, Indian Ceramic Society.
- Song Y.N., Kim, G.H., 2006, Analysis and investigation of archaeological chemistry on the glass beads of Dujong-dong site of Cheonan, Korea, Journal of conservation science, 18, 5-18. (in Korean with English abstract)
- Song Y.N., 2006, Analysis and investigation of archaeological chemistry on the glass beads of Baekje Period in Chungcheongnam-do, Korea, Master's Thesis in Kongju National University.(in Korean with English abstract)
- Tamura T., 2012, Ancient trade routes through the glass; Focusing on the comparison of glass beads excavated the Tomb of King Muryeong and Japanese, Paekche culture, 46, 103-144. (in Korean with Japanese)
- Yu, H.S., Kang, H.T., 2001, The Scientific analysis of glass beads excavated from King Muryeong's Tomb, Special Exhibition Report for 30th anniversary of excavations of King Muryeong's Tomb, Gongju National Museum, 20 9~214.(in Korea)
- ZHAO Hongxia, LI Qinghui, GAN Fuxi and CHENG Huansheng, 2007, PIXE study on ancient glass samples of the Han Dynasty unearthed from Hepu county, Guangxi, NUCLEAR TECHNIQUES, 30(1), 27-33.(in Chinese)
- Zvi goffer, 1980, Archaeological Chemistry, JOHNWILEY& SONS, 136~166.