비파괴 분석을 활용한 조선시대 유리구슬의 특성 분석

An Analysis of the Characteristics of Glass Beads from the Joseon Dynasty Using Non-destructive Analysis

이수진, 김규호*
국립공주대학교 문화재보존과학과

Lee Sujin, Kim Gyuho*
Department of Cultural Heritage Conservation Sciences, Kongju National University

요 약

조선시대 유리구슬의 가시적 특성과 화학 조성을 알아보고 그에 따른 연관성을 알아보았다. 또한 권역에 따른 특성에 대하여 고찰하였다. 연구 대상은 경기, 충청, 경상권역 25개소에서 출토된 1,819점으로 이 중에서 화학 조성 분석은 537점을 실시하였다.

조선시대 유리구슬은 크게 둥근형, 코일형, 꽃잎형, 연주형, 납작형, 대추형과 표주박형 구슬 등의 형태가 나타난다. 색상은 크게 갈색계(갈색, 담황색), 청색계(청록색, 벽색, 감청색), 백색계(무색, 백색), 녹색계(녹색, 녹청색, 녹갈색) 등이 나타난다. 갈색이 가장 많은 수량을 차지하고 다음으로 청록색과 벽색이 주로 확인된다. 조선시대 유리구슬 제작기법은 대표적으로 말은 기법이 확인된다. 유리구슬의 융제는 주로 K_2O가 사용되었고, 포타쉬유리군, 알칼리혼합유리군 등이 가장 많은 수량을 차지한다. 안정제는 융제의 종류에 따라 다르긴 하나 주로 CaO와 Al_2O_3가 사용되었다. 포타쉬유리군과 포타쉬납유리군은 HCLA계, 알칼리혼합유리군은 HCA계. 이와 반대로 납유리군은 LCA계에 속한다.

색상과 형태의 연관성으로 갈색계와 청색계는 둥근형이 가장 많으며 청색계는 코일형이 두드러지게 나타난다. 녹색계와 무색계도 코일의 비중이 높고 백색은 꽃잎형의 비중이 높다. 형태와 화학 조성에 대한 연관성으로 둥근형, 꽃잎형, 연주형은 포타쉬유리군이, 코일형과 납작형은 알칼리혼합유리군의 수량이 많다. 색상과 화학조성의 연관성으로 각 색상의 착색제에 대하여 알아보았다. 갈색과 백색은 Fe, 담황색은 Ti, Fe가 착색제로 작용하였다. 감청색은 Co가, 벽색과 청록색, 녹색, 녹청색은 Fe와 Cu가 작용하였으며, 무색은 착색제의 성분함량이 대체적으로 낮은 편이다.

주제어: 유리구슬, 조선시대, 비파괴분석, 엑스선형광분석, 포타쉬유리

Abstract

This paper examined the visible characteristics and chemical composition of glass beads from the Joseon Dynasty as well as the associations thereof. It also explored the characteristics and uses of glass beads by region. This study covered a total of 1,819 pieces excavated from 25 locations in the Gyeonggi, Chungcheong, and Gyeongsang regions, of which 537 pieces were analyzed for their chemical composition. Glass beads of the Joseon Dynasty take a variety of shapes such as a Round, Coil, Floral, Segmented, Flat, Oval, and Calabash. Colors vary from shades of brown (brown, lemon yellow) and shades of blue (Bluish-Green, greenish-Blue, Purple-Blue) to shades of white (colorless, white) and shades of green (Green, Greenish-Blue, Greenish-Brown). Brown accounts for the largest percentage, followed by Bluish-Green, greenish-Blue. It was identified that Drawing technique was the most common glass bead production technique of the Joseon Dynasty. Potassium oxide (K_2O) was the most common flux agent for glass beads, while the potash glass and mixed alkali glass groups account for the largest quantity. The choice of stabilizers depended on the type of flux agents used, but the most common were calcium oxide (CaO) and aluminum oxide (Al_2O_3). The potash glass and potash lead glass groups are high in CaO and low in Al_2O_3, the mixed alkali glass group is high in CaO, and the lead glass group is low in CaO. In terms of the association between color and shape, most of the beads with shade of brown and blue have round shapes of brown and blue have spherical shapes, while the coil shape is prominent in blue beads. A high percentage of green and colorless beads also take the shape of a coil, while white beads in general have a floral shape. In terms of the association between shape and chemical composition, round, floral and segmented shapes account for a high percentage of the potash glass group, while coil and flat shapes are common in the mixed alkali glass group. This paper also analyzed the colorants for each color based on the association between color and chemical composition. Iron (Fe) was used as the colorant for brown and white, and titanium (Ti) and iron were used for light yellow. Purple-Blue was produced by by cobalt (Co), and greenish-Blue, Bluish-Green, green, Greenish-Blue were produced by iron and copper (Cu). Colorless beads had a generally low colorant content.

Keywords: Glass beads, Joseon Dynasty, Non-destructive analysis, X-ray fluorescence analysis, Potash glass

투고일: 2023.10.5. 심사(수정)일: 2023.10.27. 게재확정일: 2023.11.21.

* Corresponding Author: Kim Gyuho
Tel: 82-41-850-8544
E-mail: kimgh@kongju.ac.kr

https://data.doi.or.kr/10.22790/conservation.2023.30.0071

1. 서론

유리는 고대부터 주변에서 흔히 볼 수 있는 재질로 유리구슬과 유리용기 등으로 다양하게 활용되어 왔다. 조선시대 유리구슬은 전세품 또는 부장품으로 출토되어 왔는데, 그 중에서 부장품으로 출토되는 유리구슬 및 유리제 제품은 다음과 같다(Fig 1).

가장 많이 출토되는 형태로는 갈색 및 담황색 구슬이며 Fig 1(a), (b)과 같은 형태이다. 염주 또는 갓끈으로 추정되며 이렇게 출토되는 경우 다른 색상 및 형태의 유리구슬이 함께 출토되는 경우는 드물다. 다음으로 Fig 1(c)와 같이 다양한 색상의 코일형 구슬과 납작형 구슬이 함께 출토되는 경우이다. 정확한 쓰임새를 추정할 수 있는 단서는 확인되지 않으나 앞서 염주나 갓끈보다는 단순 부장품일 가능성이 크다. Fig 1(d-1)은 갈색 유리구슬과 수정제 구슬, 토제(추정)구슬, 금속제 장신구 등이 함께 출토된 팔찌 형태로 추정되며 드물게 확인된다. 이때 나타나는 금속제 장신구는 Fig 1(d-2)로 꽃잎형의 청동제 장신구이다. 마지막으로 여러 색상의 둥근형 유리구슬이 소량 출토되는데, Fig 1(e)는 특이하게 벽색의 유리제 장식이 함께 출토되었다. 이러한 유리제 장식은 상투가 풀어지지 않도록 고정시키는 동곳으로 판단된다. 이외에도 귀걸이, 비녀, 노리개의 장식 등 여러 형태의 유리구슬 및 유리제 장식이 확인되고 있다.

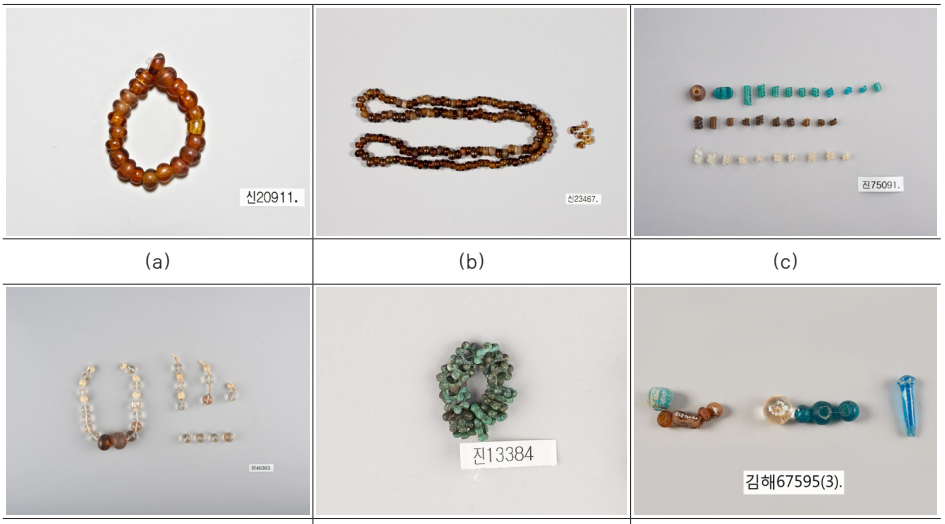


Figure 1. The Glass beads in Joseon Period.
(National Museum of Korea, Jinju, Kimhae National Museum; e-museum)

이러한 유리구슬은 그 중에서도 형태, 색상, 화학 성분 등에 따라 시대 변천에 따른 변화가 확인되었다(이인숙, 1990; 김규호, 2001; 김나영, 2013; 박준영, 2015; 윤지현, 2015). 고대 유리구슬에 대해서는 단일 유적지 뿐만 아니라 그 흐름에 대한 연구가 활발히 진행되었으나, 통일신라 이후부터는 유리구슬의 경향이 확실하지 않은 실정이다.

본 연구는 일부 려말선초의 유적과 함께 조선시대 유리구슬에 대한 가시적 특성과 화학 조성에 대해 파악하기 위하여 25개소의 유적에서 출토된 1,819점 유리구슬을 조사하였다. 고대와는 다른 특성을 파악하기 위하여 크게 형태, 색상, 제작기법, 화학 조성을 조사 및 분석하여 조선시대 유리구슬의 특성에 대하여 정리하였다. 그리고 각각 요인에 따른 경향성 또한 살펴보았다. 또한 고찰에서는 유리 구슬의 권역별 특성에 대하여 알아보았다.

2. 연구대상

연구 대상은 고려 및 조선시대 분묘 유적에서 출토된 유리구슬 1,819점이다(Table 1). 청양 안심리 유적의 회곽묘에서 출토된 18점을 제외하고 모두 토광묘에서 출토된 부장품으로 경기권역 6개소 603점, 충청권역 8개소 132점, 경상권역 11개소 1,084점으로 권역별로 분류되며 이를 대상으로 표면 특성을 확인하였다. 그리고 이 중에서 형태와 색상 등의 대표성을 고려하여 537점을 선정하여 화학 조성을 분석하였다.

Table 1. The Sample List of the Glass Beads in Joseon Period

District	No.	Site	Period	Glass Bead Samples	
				Excavated Samples	Analyzed Samples
Gyeonggi-do	1	Goyang Deokeun-dong	Joseon	175	88
	2	Anyang Gwanyang-dong	Joseon	1	1
	3	Pyeongtaek Yongi · Jukbaek-dong	Joseon	234	53
	4	Hwaseong Songgok-ri	Joseon	33	15
	5	Hwaseong Ueum-do	Goryeo	10	2
	6	Hwaseong Cheonggye-ri	Goryeo, Joseon	150	67
Total				603	226

District	No.	Site	Period	Glass Bead Samples	
				Excavated Samples	Analyzed Samples
Chungcheong-do	1	Gongju Singwan-dong	Joseon	12	3
	2	Nonsan Chaeun-ri	Joseon	56	56
	3	Seosan Bujang-ri	Joseon	-	10
	4	Asan Galsan-ri	Joseon	2	2
	5	Cheongyang Ansim-ri	Joseon	18	18
	6	Cheongju Yongam-dong	Goryeo, Joseon	24	18
	7	Hongseong Namjang-ri	Joseon	9	9
	8	Hongseong Singyeong-ri	Goryeo	11	3
Total				132	119
Gyeongsang-do	1	Gyeongsan Sindae-ri	Goryeo, Joseon	27	11
	2	Gyeongju Bonggil-ri	Joseon	8	8
	3	Gyeongju Moryang-ri	Joseon	9	9
	4	Gimhae Gusan-dong	Joseon	890	77
	5	Gimhae Bonsan-ri · Yeorae-ri	Joseon	28	27
	6	Daegu Gyohang-ri · Ganglim-ri	Joseon	7	7
	7	Daegu Do-dong · Jimyo-dong	Joseon	15	15
	8	Yangsan Gachon-ri	Joseon	57	11
	9	Uljin Gomok-ri	Joseon	14	9
	10	Uljin Deokcheon-ri	Joseon	19	13
	11	Pohang Okseong-ri	Joseon	10	5
Total				1,084	192
Total Sum				1,819	537

3. 연구방법

3.1. 표면 특성 조사

유리구슬의 표면 특성은 육안 및 실체현미경(Optical Microscope, MZ75, Leica, Germany)을 이용하여 형태, 크기, 색상 등을 관찰하고 풍화 상태, 기포, 양단 구연부의 마감 등을 통하여 제작기법을 조사한다.

3.2. 화학 조성 분석

유리구슬의 화학 조성은 에너지분산형 X-선형광분석기(ED-XRF, Energy Dispersive X-Ray Fluorescence Spectrometer, SEA 2220A, Seiko, Japan)를 이용하여 비파괴로 분석한다. 분석 조건은 진공 분위기에서 자동전류, 여기전압 15kV, 50 kV의 두 조건에서 적합한 측정 원소를 선택하고 측정 면적 3mm, 측정 시간 300초에서 분석한다. 조성 분석에 대한 신뢰성 확보를 위하여 유리 표준시료 8점(SRM 610, 612, 620, 621, 1831, Corning B, C, D)으로 검량선을 작성하고 그 중에서 3점(SRM 620, Corning C, D)을 5회 측정한 평균과 표준 편차를 통하여 기기의 정확도와 재현성을 검증한다(Table 2).

Table 2. The Comparison with Analytical Result and Certified Value at Glass Standard(SRM 620, Corning C, D)

Sample Name	Sorting	Chemical Composition (wt %)													
		SiO_2	Na_2O	K_2O	PbO	CaO	Al_2O_3	MgO	TiO_2	MnO	Fe_2O_3	CuO	BaO	SnO_2	Total
SRM 620	Certified Value	72.08	14.39	0.41	-	7.11	1.80	3.69	<0.1	-	<0.1	-	-	-	99.54
	Average	72.66	14.20	0.44	<0.1	7.12	1.76	3.76	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	100.0
	Std	*0.24*	*0.32*	*0.01*	-	*0.09*	*0.05*	*0.01*	-	-	-	-	-	-	*0.71*
Corning C	Certified Value	34.87	1.07	2.84	36.70	5.07	0.87	2.76	0.79	0.82	0.34	1.13	11.40	0.19	98.85
	Average	37.35	<0.1	2.88	37.17	4.77	0.87	2.99	<0.1	0.83	0.34	1.12	11.50	0.20	100.0
	Std	*0.39*	-	*0.02*	*0.00*	*0.06*	*0.00*	*0.18*	-	*0.00*	*0.00*	*0.00*	*0.01*	*0.00*	*0.70*
Corning D	Certified Value	55.24	1.20	11.30	0.48	14.80	5.30	3.94	0.38	0.55	0.52	0.38	0.51	0.10	94.70
	Average	59.95	1.66	11.38	0.52	14.78	5.42	3.74	0.39	0.58	0.56	0.38	0.53	0.10	100.0
	Std	*0.52*	*0.49*	*0.04*	*0.02*	*0.30*	*0.21*	*0.08*	*0.00*	*0.01*	*0.00*	*0.00*	*0.01*	*0.01*	*1.69*

4. 연구결과

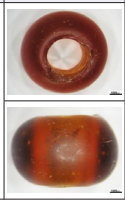
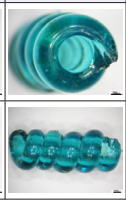
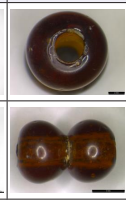
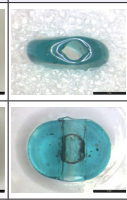
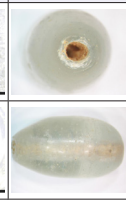
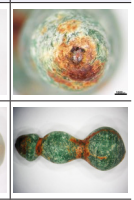
4.1. 표면 특성 조사

4.1.1. 형태 특성

조선시대 유리구슬 1,819점에서 다음과 같은 형태가 확인된다(Table 3). 출토 수량에 따라 둥근형 구슬(丸玉), 코일형 구슬(捲玉), 꽃잎형 구슬(花形玉), 연주형 구슬(連珠玉), 납작형 구슬(扁玉), 대추형 구슬(棗玉), 표주박형 구슬(瓢玉)로 구분된다. 둥근형 구슬은 전시대에 걸쳐 가장 흔히 나타나고 조선시대 유리구슬에서도 가장 대표적인 형태이다. 직경에 따라 여러 크기가 확인되며 외경에 비해 직경이 작은 고리형, 외경과 직경이 동일한 구(球)형이 나타나고, 외경이 직경보다 2배 이상 큰 형태는 둥근형 구슬이 아닌 대추형 구슬로 구분한다. 코일형 구슬은 여러 번 감은 고리 형태로 현재까지 고려 이전에는 확인되지 않는 것으로 보아 고려 이후 새롭게 출현한 형태로 추정된다. 둥근형 구슬을 기반으로 꽃잎형, 연주형, 납작형 구슬 등의 형태가 제작된 것으로 판단되고, 둥근형 구슬에 꽃잎을 새긴 형태의 꽃잎형 구슬은 꽃잎의 수가 다양하게 나타난다. 삼국시대부터 통일신라시대까지 일부 사리장엄구 내 공양품으로 소량 확인되므로 새롭게 출현한 형태는 아니지만 조선시대에 주로 유행했을 것으로 추정된다. 연주형 구슬은 둥근형 구슬이 2개 이상 연결된 형태로 삼국시대의 연주형 구슬은 금박구슬이 대부분이다. 반면 조선시대의 연주형 구슬은 청색, 갈색 등 금박이 아닌 단색의 구슬만이 확인된다. 납작형 구슬은 둥근형 구슬의 측면을 납작하게 누른 형태로 코일형 구슬과 함께 출토되는 경향이 확인된다. 대추형 구슬은 대추와 같이 길쭉한 형태로 삼국시대에 유행한 대롱형 구슬(管玉)이 변형된 것으로 보이나 매우 적은 수량이 확인된다. 표주박형 구슬은 원형의 구슬이 2~3개 이어져 있으나 연주형 구슬과 달리 구슬의 크기가 위에서 아래로 커지고 구멍이 따로 뚫려있지 않으나 양끝에서 금속부식물로 추정되는 물질이 확인됨에 따라 내부에 구멍 대신 금속봉이 있을 것으로 추정되어 용도에 대한 검토가 필요하다. 또한 일부 형태가 불명확한 부정형이 7점 확인된다.

종합하면, 조선시대 유리구슬은 둥근형 구슬이 대표적이고 코일형, 납작형, 표주박형 구슬 등 이전에 소량 또는 확인되지 않았던 형태들이 새롭게 유행한 것으로 나타난다. 원삼국~삼국시대 분묘에서 주로 출토된 대롱형 구슬(管玉), 굽은형 구슬(曲玉), 금박(金箔)구슬 등은 전세품으로 일부 확인되나 점차 사라져 조선시대에는 거의 사용되지 않은 것으로 판단된다.

Table 3. The Shape Characteristics of the Glass Beads in Joseon Period

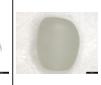
Shape	Round (丸玉)	Coil (捲玉)	Floral (花形玉)	Segmented (連珠玉)	Flat (扁玉)	Oval (棗玉)	Calabash (瓢玉)
Image							
Total (%)	1,423 (78.2%)	293 (16.1%)	52 (2.9%)	21 (1.1%)	15 (0.8%)	7 (0.4%)	1 (0.1%)

4.1.2. 색상 특성

조선시대 유리구슬 1,819점은 다음과 같은 색상이 확인된다(Table 4). 색상 계통은 갈색, 청색, 백색, 녹색 등 4가지로 구분되고 세부 색상은 갈색계에서 갈색, 담황색, 청색계에서 청록색, 벽색, 감청색, 백색계에서 무색, 백색 그리고 녹색계에서 녹색, 녹청색, 녹갈색으로 분류된다.

갈색계는 927점(51.0%)으로 가장 높은 점유율을 차지한다. 세부 색상에서 갈색은 밝은 갈색부터 어두운 갈색까지 다양하고 담황색은 소량 확인되나 밝은 갈색과는 뚜렷한 색상 차가 확인된다. 또한 갈색 구슬은 크기가 매우 다양하다. 청색계는 640점(35.2%)으로 다음으로 갈색계 다음으로 다량 확인된다. 그 중에서 청록색과 벽색이 주로 나타나며 감청색은 매우 소량 확인되며 제작 기법이 다른 것으로 보아 이전 시대에 만든 개체가 전세품으로 남아있는 것으로 추정된다. 백색계는 수정과 같이 투명한 무색과 불투명한 백색이 확인된다. 일부 백색계에서는 줄무늬가 들어간 개체들이 나타난다. 녹색계는 가장 수량이 적으며 대부분 녹색과 녹청색이다. 녹색 중 둥근형 구슬 일부 개체에서 백색으로 풍화되는 경향이 나타난다.

Table 4. The Color Characteristics of the Glass Beads in Joseon Period

Color	Brown		Blue			White		Green		
	Brown	Lemon -Yellow	Bluish -Green	greenish -Blue(gB)	Purple -Blue	Colorless	White	Green	Greenish -Blue(GB)	Greenish -Brown
Image										
Total (%)	907	20	333	277	30	71	112	39	28	2
	927 (51.0%)		640 (35.2%)			183 (10.0%)		69 (3.8%)		

4.1.3. 제작 기법 특성

유리구슬의 제작 기법은 크게 늘인 기법, 말은 기법 등 1차 제작 후, 2차 성형을 가하는 것으로 알려져 있다.

조선시대 유리구슬 1,819점 중에서 코일형 구슬과 같이 말은 형태, 둥근형 등에서 확인되는 내경과 수직 방향의 기포와 풍화흔, 줄무늬, 양단 구연부의 돌기 등을 통하여 말은 기법으로 제작함을 알 수 있다. 납작형과 꽃잎형 등의 유리구슬은 둥근형 구슬을 제작 후, 2차 성형한 것으로 추정된다. 이렇듯 조선시대의 유리구슬은 주로 말은 기법으로 제작된 것을 알 수 있으나, 일부 감청색 둥근형 구슬의 경우 풍화흔, 기포 등이 내경과 평행한 방향이고 양단 구연부의 돌기 없이 매끈하게 마연되어 있다. 이를 통하여 이전 시기에 유행한 늘인 기법으로 제작된 것으로 확인되며 이전 시대의 전세품이거나 제작 기법이 바뀌고 있는 과도기적 단계에 제작된 것으로 보인다.

4.2. 화학 조성

유리구슬은 융제인 K_2O, Na_2O, PbO 등의 함량에 따라 유리군(Glass Group)으로 분류한다. 일반적으로 제시된 분류는 Na_2O와 K_2O 함량이 5wt%가 기준이나(김규호, 2001), 본 연구에서는 표면의 풍화 상태를 고려하여 Na_2O 함량을 3wt% 기준으로 아래와 같이 제시한다(이수진, 2022)(Table 5). 일부 구슬의 경우 풍화가 심하여 융제 성분 함량이 낮게 측정되어 미분류로 분류한다. 이러한 미분류군을 제외한 개체를 대상으로 안정제인 CaO, Al_2O_3 등의 함량에 따라 계통(System)으로 분류한다(Table 6).

Table 5. The Classification of Glass Group by Flux

K_2O above 5wt%	Potash Glass Group	Alkali Mixed Glass Group	Potash-Lead Glass Group
K_2O below 5wt%	Unknown	Soda Glass Group	Lead Glass Group
Glass Group	**Na_2O below 5wt%**	**Na_2O above 5wt%**	**PbO above 10wt%**

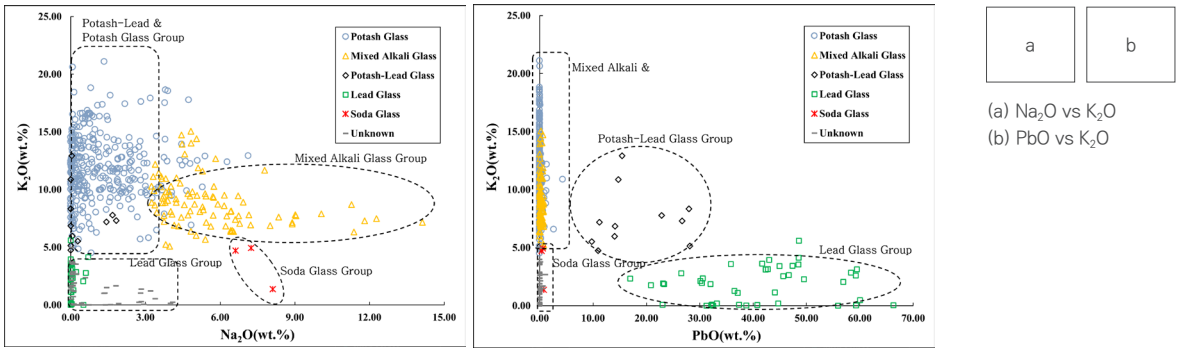
Table 6. The Classification of Glass System by Stabilizer

Al_2O_3 above 5wt%	LCHA (Low CaO, High Al_2O_3)	HCA (High CaO, Al_2O_3)
Al_2O_3 below 5wt%	LCA (Low CaO, Al_2O_3)	HCLA (High CaO, Low Al_2O_3)
Glass System	**CaO below 5wt%**	**CaO above 5wt%**

4.2.1. 융제 조성

앞서 분류한 체계를 바탕으로 본 연구에서 화학 조성 분석 대상인 537점을 다음과 같이 분류하였다(Fig 2). 표면의 풍화가 심하여 미분류(Unknown)된 56점을 제외하고, 가장 많은 수량을 차지하는 포타쉬유리군(Potash Glass Group)은 328점이 확인된다. 다음으로 알칼리혼합유리군(Mixed Alkali Glass Group) 96점, 납유리군(Lead Glass Group) 43점, 포타쉬납유리군(Potash Lead Glass Group) 11점과 소다유리군(Soda Glass Group) 3점이 확인된다.

이 중에서 K_2O 함량이 높은 포타쉬, 알칼리혼합, 포타쉬납유리군은 모두 435점으로 조선시대 유리구슬의 융제는 K_2O가 주로 사용됨을 알 수 있다. 선행 연구에서 포타쉬유리군은 기원후 3세기까지 나타나는 초기 유리군으로 알려져 있으나, 그 전후에 소다유리군의 유입으로 포타쉬유리군의 점유율이 점차 감소하였다(김규호, 2001; 김나영, 2013). 기원후 6세기에 이르러 납유리군의 유행과 함께 소다유리군의 사용량이 급격히 감소하였다. 그러므로 다시 려말선초~조선시대에 이르러 다시 포타쉬유리군의 사용량이 대부분을 차지함을 알 수 있다. 그리고 포타쉬납유리군의 경우 본 시기에 새롭게 나타나는 유리구슬의 특성이다.



(a) Na_2O vs K_2O
(b) PbO vs K_2O

Figure 2. The Glass Beads Classification of Glass Group by Flux

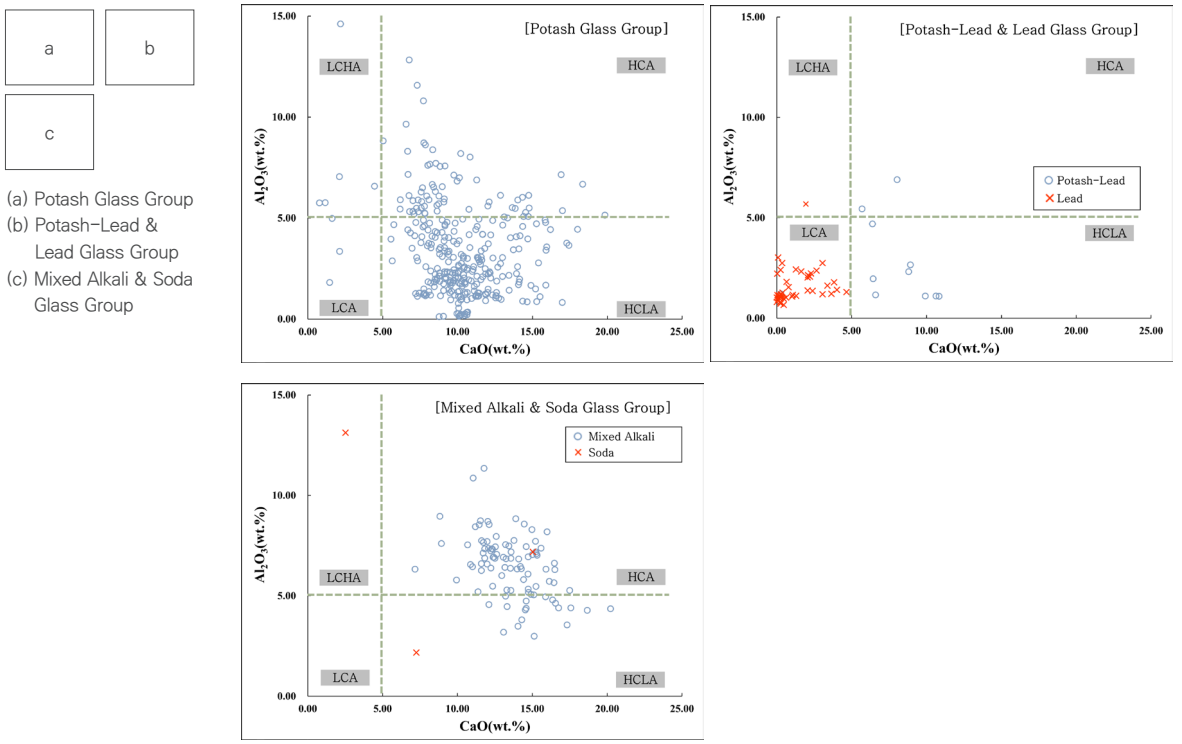
4.2.2. 안정제 조성

미분류된 개체를 제외한 481점 중에서 각 유리군에 따른 안정제의 특성을 살펴보았다(Fig 3).

조선시대 유리구슬의 주류인 포타쉬유리군 328점은 HCLA계가 241점으로 가장 많았고, HCA계 79점, LCA계 5점과 LCHA계 3점이다. 안정제로 CaO가 고함량인 HCLA계와 HCA계가 총 320점으로 대부분을 차지한다. 다음으로 포타쉬납유리군 11점은 HCLA계 8점, HCA계 2점, LCA계 1점으로 앞서 포타쉬유리군과 마찬가지로

CaO가 주 안정제이다. 납유리군 43점은 LCHA계인 1점을 제외한 42점 모두 LCA계로 포타쉬함량이 높은 유리구슬들과 달리 안정제의 함량이 모두 낮다. 알칼리혼합유리군 96점은 HCA계 91점, HCLA계 5점으로 CaO 함량이 높은 계통이 나타나지만 포타쉬유리군과는 반대로 CaO와 Al_2O_3의 함량이 모두 높은 HCA계가 대다수를 차지한다. 소다유리군 3점은 HCA계, HCLA계, LCHA계가 각각 1점씩 확인되나 그 수량이 적어 경향성 확인이 어렵다.

이러한 안정제의 분류까지 종합하면 조선시대 유리구슬은 융제는 K_2O와 PbO가 주류이며 안정제는 CaO가 주로 사용되었다. 각 유리군에 따라 가장 많이 나타나는 유형으로 포타쉬유리군-HCLA계, 포타쉬납유리군-HCLA계, 알칼리혼합유리군-HCA계, 납유리군-LCA계인 것으로 확인된다.



(a) Potash Glass Group
(b) Potash-Lead & Lead Glass Group
(c) Mixed Alkali & Soda Glass Group

Figure 3. The Classification of Glass Group by Stabilizer

4.3. 표면 특성과 화학 조성

4.3.1. 색상과 형태

색상과 형태의 경향성을 확인하기 위하여 다음과 같이 정리하였다(Table 7). 1,819점 중에서 부정형인 청색 3점과 무색 4점을 제외하였다.

갈색계는 둥근형이 830점으로 가장 많은 수량을 차지한다. 대추형과 표주박형은 확인되지 않는다. 갈색계 연주형은 의도적인 형태가 아닌 둥근형 제작 후에 분리되지 않은 것으로 추정된다. 청색계는 둥근형이 많기는 하나 코일형이 110점으로 그 비율이 높다. 또한 납작형이 가장 많이 확인되는 색상이다. 녹색계는 청색계와 동일하게 코일형의 비중이 높고 납작형과 표주박형이 확인된다. 백색계는 꽃잎형이 다른 색상에 비하여 다량 확인된다. 무색계는 청색계와 마찬가지로 코일형이 다수를 차지하며 대추형이 가장 많은 수량 나타난다.

모든 시기에 주로 확인되었던 둥근형 구슬의 색상이 삼국시대의 적갈색과 청색 등에서 조선시대에는 갈색으로 변하였다. 또한 그 이전 시대에 나타나지 않던 코일형 구슬은 청색과 무색 등이 많이 나타나 둥근형 구슬과는 또다른 색상 경향이 확인된다. 꽃잎형과 연주형, 납작형은 둥근형 구슬로 1차 제작 후, 2차 성형을 가해야 나타나는 형태이므로 둥근형 구슬에서 가장 많이 나타나는 갈색형이 나타날 것으로 보였으나 연주형을 제외하고 청색, 백색 등이 더 많이 나타나는 점이 특이하다. 본고에서는 1점만 확인되는 표주박형의 경우, 일반적으로 녹색이 많이 나타나는데, 이러한 경향은 불교와 관련된 사리장엄구에서 많이 나타나 추가적인 연구가 필요하다.

Table 7. The Shape according to color

(ea)	Round (1,423)	Coil (293)	Floral (52)	Segmented (21)	Flat (15)	Oval (7)	Calabash (1)
Brown (927)	830	65	13	18	1	-	-
Blue (637)	502	110	12	3	9	1	-
Green (69)	37	23	3	-	5	-	1
White (71)	36	14	20	-	-	1	-
Transparent (108)	18	81	4	-	-	5	-

4.3.2. 형태와 화학 조성

미분류군 56점을 제외하고 형태와 화학 조성의 경향성 및 연관성을 확인하기 위하여 다음과 같이 정리하였다(Table 8).

둥근형, 꽃잎형, 연주형은 포타쉬유리군이 가장 많이 확인된다. 이를 통하여 앞서 둥근형으로 1차 제작 후, 꽃잎형으로 2차 성형을 가했을 가능성이 높다. 코일형과 납작형은 알칼리혼합유리군이 주로 확인되는데, 앞서 납작형 또한 꽃잎형과 같이 둥근형에서 파생되었을 것으로 추정하였으나 유리군의 연관성이 다르게 나타났다. 이러한 이유는 코일과 납작형이 다른 형태에 비하여 제작할 때 비교적 연성(延性)이 좋아야 하기 때문에 주 유리군이 다른 것으로 판단된다. 납유리군과 포타쉬납유리군은 둥근형이 가장 많이 확인되며 두 유리군 모두에서 대추형이 확인된다. 납유리군에서만 나타나는 표주박형은 수량이 적어 경향 파악이 어렵다.

Table 8. The Shape according to Glass Group

(ea)	Round (348)	Coil (86)	Floral (18)	Segmented (8)	Flat (12)	Oval (7)	Calabash (1)
Potash	289	9	15	7	3	2	-
Mixed Alkali	10	77	3	-	9	-	-
Potash Lead	10	-	-	-	-	1	-
Lead	37	-	-	1	-	4	1
Soda	2	-	-	-	-	-	-

4.3.3. 색상과 화학 조성

유리구슬의 색상을 내는 착색제를 알아보기 위하여 소량의 소다유리군을 제외하고 다음과 같이 착색제 성분으로 분류하였다. 둥근형, 납작형, 연주형, 꽃잎형 중에서 납유리군, 포타쉬납유리군과 포타쉬, 알칼리혼합유리군으로 구분지어 경향을 알아보았다(Table 9, 10).

납유리군과 포타쉬납유리군은 갈색, 감청색, 벽색, 청록색, 무색, 백색, 녹색, 녹청색 등이 나타난다. 갈색과 감청색은 Fe_2O_3의 함량이 높다. 벽색과 청록색은 CuO와 Fe_2O_3의 함량이 높은데 특히 CuO가 높다. 무색은 모든 착색제의 함량이 낮다. 백색은 Fe_2O_3가, 녹색과 녹청색은 Fe_2O_3와 CuO의 함량이 높다.

포타쉬유리군과 알칼리혼합유리군은 갈색, 담황색, 감청색, 벽색, 청록색, 무색, 백색, 녹청색 등이 나타난다. 갈색은 Fe_2O_3가, 담황색은 TiO_2와 Fe_2O_3의 함량이 높다. 감청색은 MnO와 Fe_2O_3가, 벽색과 청록색은 Fe_2O_3와 CuO의 함량이 높다. 무색

과 백색은 Fe_2O_3가, 녹청색은 TiO_2, Fe_2O_3, CuO의 함량이 높다.

정리하자면, 갈색과 백색은 Fe가 착색제로, 담황색은 Ti와 Fe가 착색제로 작용한 것으로 판단된다. 감청색은 납유리, 포타쉬납유리군에서는 Fe만 확인되었으나 포타쉬, 알칼리혼합유리군에서는 Fe 뿐만 아니라 Mn의 함량이 높은 것이 특징이다. Mn는 Co 광물의 불순물로 추정되기에 포타쉬, 알칼리혼합유리군의 감청색 구슬은 Co와 Fe가 착색제의 역할을 한 것으로 판단된다. 벽색과 청록색, 녹색, 녹청색은 Fe와 Cu가 착색제이다. 무색의 경우, 납유리군과 포타쉬납유리군에서는 모든 착색제 함량이 낮으나, 포타쉬, 알칼리혼합유리군에서 Fe가 착색제로 작용하는 것이 특이하다. 무색은 투명하기에 투명도에 영향을 미치는 성분에 대한 연구가 앞으로 필요하다.

Table 9. The Colorant Chemical Composition of Lead & Potash-Lead Glass Group among Round, Flat, Segmented, Floral Glass

Color(ea)		section	Colorant Chemical Composition(wt%)				
			PbO	TiO_2	MnO	Fe_2O_3	CuO
Brown	Brown (2)	Average	37.24	0.13	0.26	**0.63**	0.00
		Std	0.17	0.08	0.04	0.34	0.00
Blue	Purple -Blue(3)	Average	43.85	0.36	0.06	**0.90**	0.32
		Std	16.09	0.17	0.06	1.04	0.50
	greenish -Blue(10)	Average	45.25	0.25	0.03	**0.54**	**1.26**
		Std	14.13	0.25	0.04	0.34	1.24
	Bluish -Green(6)	Average	29.27	0.28	0.07	**0.51**	**0.85**
		Std	15.30	0.37	0.09	0.24	0.42
White	Colorless (2)	Average	35.69	0.19	0.02	0.21	0.01
		Std	18.14	0.20	0.02	0.01	0.00
	White (8)	Average	21.48	0.12	0.01	**0.42**	0.03
		Std	10.32	0.06	0.01	0.22	0.07
Green	Green (14)	Average	40.05	0.25	0.05	**0.72**	**1.03**
		Std	14.47	0.22	0.07	0.62	1.03
	Greenish -Blue(3)	Average	36.10	0.25	0.06	**0.75**	**0.52**
		Std	5.81	0.15	0.07	0.54	0.15

Table 10. The Colorant Chemical Composition of Potash & Mixed Alkali Glass Group among Round, Flat, Segmented, Floral Glass

Color(ea)		section	Colorant Chemical Composition(wt%)			
			TiO_2	MnO	Fe_2O_3	CuO
Brown	Brown (240)	Average	0.34	0.07	**0.47**	0.01
		Std	0.38	0.11	0.29	0.04
	Lemon Yellow(13)	Average	**0.54**	0.23	**0.52**	0.03
		Std	0.32	0.15	0.09	0.02
Blue	Purple -Blue(3)	Average	0.20	0.86	**1.12**	0.05
		Std	0.10	0.69	0.83	0.10
	greenish -Blue(10)	Average	0.32	0.08	**0.60**	**0.85**
		Std	0.38	0.06	0.21	0.21
	Bluish -Green(6)	Average	0.35	0.09	**0.62**	**0.84**
		Std	0.22	0.07	0.19	0.40
White	Colorless (10)	Average	0.34	0.08	**0.54**	0.01
		Std	0.48	0.10	0.19	0.01
	White (18)	Average	0.35	0.04	**0.65**	0.01
		Std	0.17	0.05	0.37	0.01
Green	Greenish -Blue(7)	Average	**0.79**	0.12	**0.79**	**0.69**
		Std	0.35	0.14	0.33	0.21

5. 고찰

각 권역에 따라 형태, 색상, 화학 조성 등 여러 요인에서 다른 특성을 보이나 가장 큰 경향성이 보이는 특성은 유리구슬의 색상이다. 다음은 권역에 따라 유리구슬의 색상에 대하여 나타내었다(Table 12).

경기권역의 경우 갈색계가 452점(75.1%)로 가장 많은 수량을 차지하고 그 뒤를 이어 청색계(13.1%), 무색계, 백색계, 녹색계가 나타난다. 충청권역 또한 갈색계가 91점(70.0%)로 많은 수량을 차지하나 경기권역만큼 많은 수량이 나타나지 않으며 청색계가 26점(20.0%)로 그 비율이 비교적 높다. 경상권역은 경기, 충청권역과는 다르게 청색계가 532점(49.3%)로 가장 많다. 다음으로 갈색계가 384점(35.6%)로 다른 권역에 비하여 비율이 현저히 낮다.

이를 통하여 각 권역에 따라 유행했던 색상의 차이에 대하여 알 수 있었다. 앞서 결과에서 형태와 색상의 연관성과 함께 추론해보았을 때, 경상권역에서 청색계의

비율이 높은 이유로 청색의 둥근형 구슬과 코일형 구슬이 출토되었기 때문이다. 이렇듯 권역별로 차이가 확인된다는 점은, 권역에 따라 유행한 유리구슬의 종류가 달랐기 때문으로 판단된다.

Table 12. The Regional Difference of Color

	Brown	Blue	Green	White	Colorless	Total
Gyeong-gi	452 ea	79 ea	9 ea	30 ea	32 ea	602 ea
	75.1%	13.1%	1.5%	5.0%	5.3%	100%
Chung-Cheong	91 ea	26 ea	4 ea	1 ea	8 ea	130 ea
	70.0%	20.0%	3.0%	0.8%	6.2%	100%
Gyeong-sang	384 ea	532 ea	56 ea	40 ea	68 ea	1080 ea
	35.6%	49.3%	5.2%	3.7%	6.3%	100%

6. 결론

조선시대 유리구슬은 고대의 유리구슬과는 형태, 색상, 화학 조성 등에서 확연한 차이를 보인다. 본 연구에서는 가시적 특성과 화학 조성 순으로 알아보고 그에 따른 연관성을 알아보았다. 또한 권역에 따른 특성과 유리구슬의 쓰임새에 대하여 고찰하였다.

연구 대상은 경기, 충청, 경상권역 25개소에서 출토된 1,819점으로 이 중에서 화학 조성 분석은 537점을 실시하였다.

조선시대 유리구슬은 크게 둥근형, 코일형, 꽃잎형, 연주형, 납작형, 대추형과 표주박형 구슬 등의 형태가 나타난다. 가장 대표적인 형태는 둥근형이고 코일형, 꽃잎형, 납작형 등이 유행하였다. 고대에 유행하던 곡옥과 대롱옥은 거의 확인되지 않는다. 표주박형 구슬은 연주형과 달리 구슬의 크기가 위에서 아래로 커지고 구멍이 뚫려있지 않고 금속봉이 있는 것으로 추정된다. 색상은 크게 갈색계(갈색, 담황색), 청색계(청록색, 벽색, 감청색), 백색계(무색, 백색), 녹색계(녹색, 녹청색, 녹갈색) 등이 나타난다. 갈색이 가장 많은 수량을 차지하고 다음으로 청록색과 벽색이 주로 확인된다. 조선시대 유리구슬 제작기법은 대표적으로 말은 기법으로 알려져 있고, 매우 소량의 감청색 둥근형 구슬에서 늘인 기법이 확인된다.

조선시대 유리구슬의 융제는 주로 K_2O가 사용되었고, 포타쉬유리군, 알칼리혼합유리군 등이 가장 많은 수량을 차지한다. 포타쉬유리군은 고대의 초기에 유행하던 유리군이었으나 소다유리군으로 유행이 점차 변해가며 사용량이 급격히 감소하였다가, 조선시대 즈음 다시 유행하기 시작하였다. 포타쉬납유리군은 조선시대에 새롭

게 나타나는 유리군으로 확인된다. 안정제는 융제의 종류에 따라 다르긴 하나 주로 CaO와 Al_2O_3가 사용되었다. 포타쉬유리군과 포타쉬납유리군은 CaO의 함량이 높고, 알칼리혼합유리군은 CaO와 Al_2O_3 모두의 함량이 높다. 이와 반대로 납유리군은 안정제의 함량이 모두 낮은 계통에 속한다.

다음으로 색상과 형태의 연관성에 대하여 파악하였다. 갈색계는 둥근형이 가장 많으며 청색계 또한 마찬가지이나 코일형이 두드러지게 많이 나타났다. 녹색계와 무색계도 코일의 비중이 높았으며 백색은 꽃잎형의 비중이 높은 점이 특이하다. 형태와 화학조성에 대한 연관성으로 둥근형, 꽃잎형, 연주형은 포타쉬유리군이, 코일형과 납작형은 알칼리혼합유리군의 수량이 많다. 다만 표주박형은 납유리군에서만 나타나는데 수량이 적어 경향 파악이 어렵다. 마지막으로 색상과 화학조성의 연관성에 대하여 알아보았다. 갈색과 백색은 Fe, 담황색은 Ti, Fe가 착색제로 작용하였다. 감청색은 Co가, 벽색과 청록색, 녹색, 녹청색은 Fe와 Cu가 작용하였으며, 무색은 착색제의 성분함량이 대체적으로 낮은 편이다.

참고문헌

1. 경남고고학연구소, *김해 구산동 유적 Ⅰ, Ⅱ, Ⅲ, Ⅳ, Ⅴ, Ⅵ, Ⅶ, Ⅷ, Ⅸ, Ⅹ*, (2009).
2. 고려문화재연구원, *안양 관양동 유적*, (2012).
3. 기호문화재연구원, *대구순환 건설구간 문화유적 1, 2, 4권*, (2020).
4. 김규호, *한국에서 출토된 고대유리의 고고화학적 연구*, 중앙대학교 대학원 화학과, 박사학위논문, (2001).
5. 김나영, *삼국시대 알칼리 유리구슬의 화학적 특성 고찰*, 공주대학교 대학원 문화재보존과학과, 박사학위논문, (2013).
6. 김나영·김규호, 한국 포타쉬 유리구슬의 조성 분류에 따른 특성 비교, *보존과학회지* **31(3)**, p255-265, (2015).
7. 동아세아문화재연구원, *양산 가촌리 유적*, (2012).
8. 박승원, *충남 청양 안심리 출토복식의 과학적 보존*, 공주대학교 문화재보존과학과 석사학위논문, (2006).
9. 박준영, *한국 고대 유리구슬의 생산과 유통 : 한반도 남부 자료 화학조성의 특징을 중심으로*, 한신대학교 한국사학과, 석사학위논문, (2015).
10. 백두문화재연구원, *고양 덕은동 유적*, (2019).
11. 백두문화재연구원, *청주 용암동 유적*, (2020).
12. 성림문화재연구원, *경주 모량리 유적*, (2012).
13. 성림문화재연구원, *대구 교항리, 강림리 유적 Ⅰ, Ⅱ*, (2012).
14. 성림문화재연구원, *울진 덕천리 고려,조선시대 분묘군*, (2012).
15. 성림문화재연구원, *포항 옥성리 고분군*, (2012).
16. 성림문화재연구원, *울진 덕천리 신라묘군 Ⅰ*, (2014).

17. 신라문화유산연구원, *경주 봉길리 유적*, (2010).
18. 영남문화재연구원, *경산 신대리 유적 Ⅱ,Ⅲ*, (2010).
19. 윤지현, *원삼국 및 삼국시대 경상도 지역 출토 청색계 유리구슬의 화학조성과 특징 : 거창 정장리 유적 출토 구슬류를 중심으로*, 공주대학교 문화재보존과학과, 석사학위논문, (2015).
20. 이수진, *고려 및 조선시대 구슬류의 특성 분석*, 공주대학교 문화재보존과학과, 석사학위논문, (2021).
21. 이인숙, *한국 고대 유리의 고고학적 연구*, 한양대학교 사학과, 박사학위논문, (1990).
22. 충청남도역사문화연구원, *서산 부장리 유적*, (2008).
23. 충청남도역사문화연구원, *홍성 남장리유적*, (2008).
24. 한국문화유산연구원, *아산 갈산리 57-8번지 유적*, (2019).
25. 한국문화유산연구원, *화성 우음도 고려 분묘군 Ⅰ, Ⅱ*, (2019).
26. 한국문화재보호재단, *김해 본산리, 여래리 유적 Ⅲ*, (2014).
27. 한백문화재연구원, *화성 청계리 유적 Ⅰ~Ⅷ*, (2013).
28. 한얼문화유산연구원, *홍성 신경리유적*, (2012).
29. 한얼문화유산연구원, *공주 신관동 78번지 외 유적*, (2013).
30. 한얼문화유산연구원, *논산 강경 채운리 유적 1, 2, 3권*, (2015).
31. 한얼문화유산연구원, *화성 송곡리 유적*, (2016).
32. 한얼문화유산연구원, *평택 용이·죽백동 유적 Ⅰ~Ⅴ*, (2019).