오산 수청동 유적 부장 유리구슬의 전개양상

이민희 | 김나영 | 김규호¹
국립공주대학교 문화재보존과학과

Changing Process of the Glass Beads from Osan Sucheong Site in Gyeonggi-do, Korea

Min-hee Lee | Na-young Kim | Gyu-ho Kim¹

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

¹Corresponding Author: kimgh@kongju.ac.kr, +82-41-850-8544

초 록 본 연구에서는 오산 수청동 유적에서 확인된 10가지 색상 중 다수를 차지하는 적갈색, 벽색, 감청색을 연구시료로 선정하여 화학 조성을 중심으로 각 색상별 유형을 분류하고 이에 따른 시기별 전개 양상을 살펴보았다. 유형 분류한 결과, 적갈색과 감청색은 5가지, 벽색은 4가지 유형으로 구분된다. 이를 출토 유구의 시기별로 살펴볼 때, 적갈색은 2가지, 벽색과 감청색은 1가지 유형이 시기의 연속성을 보여 각 색상의 주된 유형으로 판단된다. 주된 유형은 산화알루미늄(Al_2O_3)의 안정제 함량이 높은 소다유리군인 공통적 특징을 보여 본 유적 조영집단은 지속적으로 유리구슬을 교역한 경로를 가지고 있었을 것으로 추정된다. 또한 오산 수청동 유적은 4세기 후엽 유구에서 다양한 유형이 확인되어 이전 시기에 비하여 다양한 유통 경로를 통해 유리구슬이 유입되었을 가능성이 높다고 할 수 있다.

중심어: 오산 수청동, 유리구슬, 조성 분류, 구슬 색상, 고알루미늄소다유리

ABSTRACT In this study, glass beads from Osan Sucheong were classified according to color into 10 groups. Among these groups, reddish brown, bluish green, and purplish blue were identified as the main colors of glass beads based on their large quantities in Osan Sucheong. The glass beads of these main colors were then classified according to their chemical compositions and looked at the changing process. Based on the results, reddish brown and bluish green glass beads can both be divided into five types, and purplish blue glass beads can be divided into four types. Furthermore, according to continuity of type, it was identified as the main attributes that the reddish brown beads belong to two types, whereas the bluish green and purplish blue each belong to one type. Based on a review of primary attributes, beads of these three colors were identified as soda glass and high-alumina glass. The results indicate that these beads came from a single, consistent route of origin into the region. However, it is possible that glass beads came through various routes into Osan Sucheong in the 4th century, because many types of chemical compositions have been detected for beads from this time.

Key Words: Osan Sucheong, Glass beads, Classification of chemical compositions, Color of bead, High alumina soda glass

1. 서 론

오산 수청동 유적은 경기도 오산시 수청동과 금암동 일

대에 위치하며 북서-남동 방향의 능선에서 동쪽으로 뻗은 해발 60 m 가량의 3개의 가지구릉과 각가지구릉의 연결부에 걸쳐서 넓게 분포한다. 오산 세교 신도시사업지구와

관련한 16개 지점의 시굴조사 대상 중 10지점(1, 2, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 12, 16)에 대해 발굴 조사가 이루어졌으며 청동기 시대부터 조선시대에 이르는 1,400여개의 유구가 조사되었다(Gyeonggi Culture Institute, 2012). 그 중 본고에서는 4~5지점 중 백제권역 유구를 중심으로 살펴보고자 한다.

유리구슬 출토 유구는 총 138기로써 주구부 목관묘, 주구부 이중목관묘, 주구부 토장묘, 목관묘, 토장묘, 수혈 유구와 석평에 의해 대부분이 유실되어 부장부를 포함한 일부만 잔존하는 묘로 구분되며 총 75,350여 점의 유리구슬이 출토되었다(Lee, 2017). 적갈색(주황색) 환옥의 점유율이 84.6%로 다른 색상에 비해 월등히 높은 특징이 보인다. 다음으로 벽색, 감청색(자색), 흑색, 청록색, 녹색, 무색(금박), 황색 순으로 출토 비율이 높은 편이다. 유리구슬의 색상에서 금박유리구슬은 무색으로, 정확한 출토 수량을 파악할 수 없었던 주황색과 자색은 각각 적갈색과 감청색에 포함하였다. 이를 기초로 오산 수청동 유적에서 출토된 유리구슬의 주요 색상은 적갈색 56,885점, 벽색 7,050점, 감청색 2,729점으로 확인된다.

오산 수청동 유적은 유구 형태를 9가지로 구분하고 있으며 6가지 유구 형태에서 유리구슬이 출토되는 양상을 보인다. 유리구슬이 주로 부장된 묘제는 주구부 목관묘, 목관묘, 토장묘이며 시기적으로 4세기 초에서 5세기 중엽에 해당된다. 또한 4세기 중·후엽은 유리구슬의 출토 수량이 증가하는 양상을 보인다. 이와 같은 양상은 다수를 차지하는 적갈색 유리구슬의 증가가 가장 큰 요인으로 볼 수 있으며 감청색과 벽색 유리구슬의 출토량은 4세기 중엽에 증가하다가 5세기에 감소하는 경향이 확인된다. 위와 같은 경향을 보이는 유리구슬은 본 유적 출토 부장유물 중 다수를 차지하는 것으로 조영집단의 특징 및 문화상을 살필 수 있는 중요한 정보를 가지고 있다.

본고에서는 오산 수청동 유적에서 확인되는 10가지 유리구슬 색상 중 주요 색상으로 판단되는 3가지 색상의 분석결과를 중심으로 색상별 형태적 특징과 화학 조성을 살펴보고 이를 토대로 유형을 분류하여 그 특성과 시기적 흐름에 따른 전개 양상을 제시해 보고자 한다.

2. 연구 시료

오산 수청동 유적에서 출토되는 유리구슬의 색상은 적갈색, 주황색, 벽색, 청록색, 감청색, 자색, 황색, 녹색, 흑색, 무색 총 10가지로 구분된다(Figure 1). 본 유적에서 주요색상으로 판단되는 적갈색, 벽색, 감청색 유리구슬 편 80점, 완형유리구슬 24점을 선별하였다. 1차적으로 선정한 유리구슬 편은 유구가 한정적이고 완형 유리구슬의 형태적 특징을 모두 반영하지 못한 한계를 가지고 있다. 이에 각 유구별 대표성과 특이성을 고려하여 완형 유리구슬을 추가 선정하였다(Table 1).

3. 연구 방법

3.1. 형태적 특징

실체현미경(Optical Microscope, MZ7s, Leica, Germany)을 이용하여 형태, 색상 및 투명도, 표면 풍화 상태, 균열 등의 구슬 표면 특성을 1차적으로 조사하였다. 유리구슬 편은 주사전자현미경(SEM; Scanning Electron Microscope, MIRA 3 LMH, Tescan, Czech)을 활용하여 구슬 단면에 대한 기포, 균열, 불순물 등의 결함 구조와 풍화층 상태를 관찰하고 이를 기초로 유리구슬의 제작 기법을 추정하였다.

Figure 1. Images of optical microscope of the glass beads. (A) Reddish Brown, (B) Orange, (C) greenish Blue, (D) Bluish Green, (E) Purplish Blue, (F) Purple, (G) Yellow, (H) Green, (I) Black, (J) Colorless.

Table 1. The conditions of the glass bead samples selected for analysis from Osan Sucheong site

No.	Site	Century	Samples	
			Glass fragments	Whole glasses
1	IV wood coffin tomb surrounded by a ditch No.3	5C mid	RB [*] , Round bead(1) PB ^{**} , Round bead(1)	RB, Round bead(1) PB, Round bead(1)
2	IV wood coffin tomb surrounded by a ditch No.4	5C mid	RB, Round bead(3)	RB, Round bead(3) gB ^{***} , Round bead(1)
3	IV wood coffin tomb surrounded by a ditch No.7	4C late	RB, Round bead(4) PB, Round bead(1)	RB, Round bead(2) PB, Round bead(1)
4	IV wood coffin tomb surrounded by a ditch No.9	4C mid	-	gB, Curved bead(1)
5	IV wood coffin tomb surrounded by a ditch No.10	4C mid	-	RB, Round bead(1)
6	IV wood coffin tomb surrounded by a ditch No.12	4C early	RB, Round bead(6) gB, Round bead(4) PB, Round bead(3)	RB, Round bead(2)
7	IV wood coffin tomb surrounded by a ditch No.23	4C late	RB, Round bead(5) gB, Round bead(3) gB, Segmented bead(1) PB, Round bead(3)	PB, Segmented bead(1)
8	IV wood coffin tomb surrounded by a ditch No.26	4C mid	PB, Round bead(2)	-
9	IV wood coffin tomb No.9	5C mid	RB, Round bead(3) gB, Tubular bead(1)	gB, Tubular bead(2)
10	IV wood coffin tomb No.17	5C mid	RB, Round bead(1)	RB, Round bead(1)
11	IV wood coffin tomb No.30	4C early	RB, Round bead(3)	-
12	IV pit tomb No.1	4C late	-	gB, Tubular bead(1)
13	V-i wood coffin tomb surrounded by a ditch No.10	4C late	RB, Round bead(2) gB, Round bead(1)	-
14	V-i wood coffin tomb surrounded by a ditch No.13	5C early	RB, Round bead(2)	RB, Round bead(1)
15	V-i wood coffin tomb surrounded by a ditch No.24	4C mid	-	gB, Round bead(1)
16	V-i wood coffin tomb surrounded by a ditch No.34	4C early	RB, Round bead(3)	-
17	V-i wood coffin tomb surrounded by a ditch No.52	5C early	RB, Round bead(3) gB, Round bead(3) gB, Segmented bead(2) PB, Round bead(1)	gB, Round bead(1)
18	V-i wood coffin tomb surrounded by a ditch No.57	4C mid	-	RB, Round bead(2)
19	V-i wood coffin tomb No.5	4C late	RB, Round bead(3)	-
20	V-i wood coffin tomb No.44	4C early	RB, Round bead(3)	-

Table 1. The conditions of the glass bead samples selected for analysis from Osan Sucheong site (continued)

No.	Site	Century	Samples	
			Glass fragments	Whole glasses
21	V-ii wood coffin tomb surrounded by a ditch No.12	4C late	-	RB, Round bead(1)
22	V-ii tomb No.3	5C early	-	gB, Tubularbead(1)
23	V-v wood coffin tomb surrounded by a ditch No.29	4C late	RB, Round bead(3)	-
24	V-v wood coffin tomb surrounded by a ditch No.34	4C mid	-	gB, Segmented bead(1)
25	V-v wood coffin tomb No.16	4C late	PB, Round bead(2)	-

*RB: Reddish Brown, **PB: Purplish Blue, ***gB: greenish Blue

3.2. 화학 조성 분석

유리 구슬편의 화학 조성은 비풍화층에 대하여 주사전 자현미경(SEM; Scanning Electron Microscope, MIRA 3 LMH, Tescan, Czech)에 부착된 에너지분산형분광기(EDS; Energy Dispersive X-ray Spectroscopy, QUANTAX 200, Bruker, Germany)를 이용하였다. 측정 조건은 가속전압 20 kV, 측정거리 20 mm의 조건에서 2,000배에 대한 면적을 150초로 총 5회 측정하였다. 분석시료의 전처리에는 탈염수를 이용하여 세척하고 분석 시료의 단면을 에폭시수지로 고정시켜 시편을 제작하였다. 제작 시편은 사포(No. 400, 600, 800, 1200, 2000)와 연마제(6 μ m, 1 μ m)순으로 연마하였다. 각 연마 단계마다 시료가 오염되지 않도록 초음파 세척기로 5분간 3회씩 세척하였다. 그리고 탄소 코팅을 통해 조성비에 미치는 영향을 최소화시키면서 시료의 전도성을 함께 높여 분석하였다.

완형 유리구슬은 가장 오염이 적고 상태가 양호한 표면을 선정하고 에너지분산형 X-선형광분석기(ED-XRF; Energy Dispersive X-ray Fluorescence Spectrometer, SEA2220A, Seiko, Japan)로 측정하였다. 측정 조건은 진공 상태에서 자동전류, 여기전압 15, 50 kV의 두 조건에서 최적의 측정 원소를 선택하고 측정 면적 3 mm, 측정 시간 300초로 설정하였다. 그리고 고대유리의 조성 분석에 대한 신뢰성 평가는 동일 측정 조건에서 유리 표준시료(SRM 610, 612, 620, 621, 1831, Corning B, D)로 검량선을 작성하여 정확성과 재현성을 검토하였다.

4. 연구 결과

4.1. 조성 분류

오산 수청동 유적에서 출토된 주요 색상인 적갈색, 벽색, 감청색 유리구슬 104점에 대해 화학조성에 따라 분류를 진행하였다. 측정된 화학 조성은 용제와 안정제, 소다 원료로 구분하였으며 안정제는 산화칼슘(CaO)과 산화알루미늄(Al_2O_3) 5.0%를 기준으로 LCA(low CaO, Al_2O_3), LCHA(low CaO, high Al_2O_3), HCLA(high CaO, low Al_2O_3), HCA계(high CaO, Al_2O_3)로 나타났다. 이 중에서 LCA계는 LCA-A계(low CaO< Al_2O_3)와 LCA-B계(low CaO> Al_2O_3)로 세분하였다. 산화칼슘(CaO)이 안정제로 사용된 소다유리는 산화마그네슘(MgO)과 산화칼륨(K_2O) 1.5%를 기준으로 LMK(low MgO, K_2O), LMKH(low MgO, high K_2O), HMLK(high MgO, low K_2O), HMK형(high MgO, K_2O)으로 별도 구분하였다(Kim, 2002). 그리고 착색제는 주요 착색 성분인 산화티타늄(TiO_2), 산화망간(MnO), 산화철(Fe_2O_3), 산화구리(CuO), 산화납(PbO)을 도식하고 유리구슬 편과 완형 유리구슬로 분류하여 완형 유리구슬을 ‘*’로 표기하여 구별하였다.

4.1.1. 적갈색

적갈색은 유리구슬 편 45점과 완형 유리구슬 13점을 연구대상으로 선정한 결과, 소다유리군과 알칼리혼합유리군으로 구분된다. 소다유리군은 LCA-A계, LCA-B계, LCHA계, HCLA계, HCA계의 다양한 안정제 유형이 나타나는데

대부분은 산화알루미늄(Al_2O_3) 함량이 높은 LCA-A계와 LCHA계로 구분된다(Figure 2A, 2B). 반면 HCLA계는 4지점 9호 목관묘에서 출토된 유리구슬 1점(sc-49)으로 매우 불균질하고 기포가 방향성이 없이 관찰되고 불규칙한 기공이 다수 관찰된다. 이와 같은 미세구조 특징은 아산 탕정 유적에서 출토된 적갈색 구슬에서 확인된 바가 있으며 안정제 특성까지 유사하게 확인된다(Kim and Kim, 2011). HCA계는 4지점 12호 주구부 목관묘와 9호 목관묘에서 출토된 유리구슬 2점(sc-33, 50)이다. 그러나 산화칼슘(CaO) 4.5~5.0%, 산화알루미늄(Al_2O_3) 5.3~6.8%로 산화알루미늄(Al_2O_3) 함량이 산화칼슘(CaO)에 비해 높은 특징을 보인다. LCA-B계는 완형 유리구슬 분석 결과로 1점(sc-n-26)만 이에 해당된다. 산화마그네슘(MgO)과 산화칼륨(K_2O) 도식에서 LCA-B계와 HCA계는 LMHK형으로 원료의 추정 불가하나 HCLA계는 LMK형으로 구분되어 광물 원료를 사용한 것으로 추정된다.

알칼리혼합유리군은 4지점 7호 주구부 목관묘에서 출토된 1점(sc-19)으로 안정제는 산화칼슘(CaO) 3.5%, 산화알루미늄(Al_2O_3) 7.0%의 LCHA계로 산화알루미늄(Al_2O_3)

이 높게 나타난다(Figure 2B). 또한 산화마그네슘(MgO) 함량이 3.1%로 높은 특징을 보인다. 그러나 지금까지 연구 결과에서 적갈색 유리는 본 유적을 제외하고 알칼리혼합유리로 확인된 예가 없다(Kim and Kim, 2013). 알칼리혼합유리는 일반적으로는 고려 및 조선시대로 편년되는 유구에서 확인되는 조성으로 간주된다. 본 유적과 시기적으로 유사한 김해 양동리, 경주 덕천리 유적에서 소량 출토된 사례가 있으나, 안정제가 다르고 불균질한 형태 등으로 재사용 유리로 추정하고 있다(Kim, 2002; Kim, 2009). 그리고 고려 및 조선시대에서 확인되는 알칼리혼합유리는 안정제가 HCLA계나 HCA계로 산화칼슘(CaO) 함량이 높은 특징을 보인다(Kang *et al.*, 2009; Kim and Kim, 2010). 따라서 적갈색 알칼리혼합유리는 현재까지 확인되지 않았던 유리 조성으로 앞으로 이에 대한 자료 축적과 별도의 연구가 필요할 것으로 사료된다.

착색제는 산화구리(CuO) 조성차를 보이는 유리구슬을 I,II형으로 세분하여 검토하였다(Figure 2D). 유리구슬 편의 경우, RB-I형은 대부분의 적갈색 구슬이 포함되는 반면 RB-II형은 HCLA계 소다유리 1점(sc-49)만 해당된다. I형

 (A) Na_2O & K_2O

 (B) CaO & Al_2O_3

 (C) MgO and K_2O

(D) Colorants

Figure 2. The graph of chemical composition of reddish brown glass. (A) Flux, (B) Stabilizer, (C) Soda raw material, (D) Colorants.

은 타 색상에서 모두 1.0% 이상 검출되는 산화철(Fe_2O_3)을 제외하고 산화구리(CuO) 함량이 높은 특징을 보인다. 산화구리(CuO)는 2가 양이온(Cu^{2+})으로 작용할 경우 녹색 및 청색, 1가 양이온(Cu^+)으로 작용할 경우 적색 및 흑색을 발하는 것으로 알려져 있으므로 1가 양이온(Cu^+)으로 산화되어 착색이 이루어진 것으로 판단된다(Goffier, 1980). 반면 II형은 적색과 관계된 산화구리(CuO)가 검출되지 않는 특징을 보인다. 완형 유리구슬의 경우에는 모두 I형과 유사한 양상을 보이고 있어 본 유적에서 I형의 빈도가 높았을 것으로 추정된다.

4.1.2. 벽색

벽색은 유리구슬 편 16점, 완형 유리구슬 6점으로 총 22점이다. 판단이 불가능한 2점을 제외하고 모두 소다유리군으로 확인된다(Figure 3A). 안정제는 산화칼슘(CaO) 함량이 높은 LCA-B계와 산화알루미늄(Al_2O_3) 함량이 높은 LCA-A계, LCHA계로 구분된다(Figure 3B). LCA-B계는 산화마그네슘(MgO) 2.4~3.0%, 산화칼륨(K_2O) 2.9~3.2%의 조성범위를 보여 HMK형으로 구분되며 이는 식물재를

통해 소다성분을 첨가한 것으로 추정된다(Figure 3C).

착색제는 산화철(Fe_2O_3)과 산화구리(CuO)의 함량이 높은 특징을 보인다. 산화철(Fe_2O_3)은 3가 양이온(Fe^{3+})으로 작용할 경우 황색, 2가 양이온(Fe^{2+})으로 작용할 경우 녹색을 발색하기 때문에 산화철(Fe_2O_3)은 2가 양이온(Fe^{2+})으로 녹색, 산화구리(CuO)는 2가 양이온(Cu^{2+})으로 녹색 및 청색으로 작용되어 본 유리구슬 색상에 영향을 준 것으로 추정된다(Goffier, 1980).

4.1.3. 감청색

감청색은 유리구슬 편 19점, 완형 유리구슬 5점을 대상으로 분석한 결과에서 포타쉬유리군과 소다유리군으로 구분된다(Figure 4A). 포타쉬유리군은 4지점 12호, 23호 주구부 목관묘, 5-5지점 16호 목관묘, 5-2지점 12호 주구부 목관묘에서 출토된 5점이며 안정제는 산화알루미늄(Al_2O_3) 함량이 높은 LCA-A계와 산화칼슘(CaO) 함량이 높은 LCA-B계로 구분된다(Figure 4B). 다수를 차지하는 소다유리군은 대부분 산화칼슘(CaO) 함량이 높은 LCA-B계와 HCLA계이며 완형 유리구슬 2점(sc-n-10, 16)에 한해 산화칼슘

(A) Na_2O & K_2O

(B) CaO & Al_2O_3

(C) MgO and K_2O

(D) Colorants

Figure 3. The graph of chemical composition of greenish blue glass. (A) Flux, (B) Stabilizer, (C) Soda raw material, (D) Colorants.

(CaO) 4.74~4.99%, 산화알루미늄(Al_2O_3) 5.14~5.41%의 조성 범위를 보여 LCHA계로 구분된다(Figure 4B). LCA-B계와 HCLA계를 산화마그네슘(MgO)과 산화칼륨(K_2O) 도식한 결과에서 1점(sc-n-1)을 제외하고 산화마그네슘(MgO) 0.12~0.81%, 산화칼륨(K_2O) 0.2~1.03%의 조성범위를 보여 LMK형으로 확인되고 이는 광물원료를 통해 소다 성분을 첨가한 것으로 추정해 볼 수 있다(Figure 4C). 소다 원료가 다른 1점(sc-n-1)은 산화마그네슘(MgO) 1.9% 산화칼륨(K_2O) 1.1%로 HMLK형으로 구분된다.

착색제는 용제 조성과 산화망간(MnO) 함량에 따라 I~III 유형으로 검토하였다(Figure 4D). I형은 포타쉬유리, II형은 산화망간(MnO)의 함량이 낮은 소다유리이고 III형은 산화망간(MnO)의 함량이 높은 소다유리 계통이다. 소다 유리에서 산화망간(MnO)의 차이를 보이는 원인은 사용 원료의 차이에서 나타나는 것으로 추정해 볼 수 있다. 감청색의 착색제는 0.1% 미만의 코발트로 미량 존재하는 경우에 주성분 분석에서 대부분 검출되지 않는다(Goffier, 1980).

4.2. 유형 분류

색상별 형태적 특징을 살펴보고 앞서 기술한 조성분류와 종합하여 오산 수청동 유적 출토 유리구슬의 유형을 분류하고자 한다. 단, 제작기법은 추정이 불가능한 시료가 다수 존재하기 때문에 분류기준이 아닌 참고자료로 기술하고자 한다. 또한 조성분류에서 언급된 착색제 성분은 전이금속의 종류와 조성비 등 여러 인자들이 복합적으로 작용하여 나타나는 것으로 유형분류의 고려사항으로 포함하기 어렵다 판단하여 제외하고 용제, 안정제, 소다원료, 형태를 기준으로 분류를 진행하였다.

4.2.1. 적갈색

적갈색 유리구슬은 연구대상 시료인 58점 모두 환옥으로 확인되며 종방향의 흑색 줄 및 기포가 관찰되어 늘인기법에 의해 제작된 것으로 추정된다(Figure 5). 적갈색은 완형유리구슬의 1점(sn-n-26)은 표면분석의 한계를 고려하

Figure 4. The graph of chemical composition of purplish blue glass. (A) Flux, (B) Stabilizer, (C) Soda raw material, (D) Colorants.

Figure 5. Images of reddish brown glass fragments. (A) Drawn technique(sc-53), (B) Drawn technique(sc-65), (C) Drawn technique(sc-85).

Table 2. Classification of compositions on reddish brown glass

Color *	No. of samples	Flux	Stabilizer	Soda raw material	Type **	Technique ***	Classification
RB	58	Soda	LCA-A	-	R	D(28)	RB-1
			LCHA	-	R	D(25)	RB-2
			HCLA	LMK	R	-	RB-3
			HCA	LMHK	R	D(2)	RB-4
		Alkali mixed	LCHA	-	R	D(1)	RB-5

*Color - RB: Reddish Brown

**Type - R: Round bead

***Technique - D: Drawn technique

Table 3. The chemical composition of reddish brown glass

Classification		Oxide concentration (wt. %)									
		SiO ₂	Na ₂ O	K ₂ O	CaO	Al ₂ O ₃	MgO	TiO ₂	MnO	Fe ₂ O ₃	CuO
RB-1 type (28 ea)	aver	68.4	19.5	1.2	1.7	3.6	0.85	0.52	0.13	1.1	1.6
	std	2.1	1.3	0.3	0.4	0.7	0.28	0.06	0.06	0.2	0.3
	min	64.1	15.4	0.8	1.0	2.5	0.30	0.38	0.00	0.7	0.8
	max	73.2	21.6	2.3	2.8	6.0	1.75	0.71	0.33	1.6	2.6
RB-2 type (25 ea)	aver	62.5	18.8	2.2	2.1	8.4	0.58	0.60	<0.1	1.4	1.7
	std	3.0	4.2	0.6	0.6	1.4	0.56	0.27	-	0.7	0.6
	min	57.4	8.5	1.0	1.4	5.4	0.00	0.25	0.00	0.5	0.7
	max	69.5	24.0	3.5	4.5	14.5	2.65	1.15	0.50	2.8	3.5
RB-3 type (1 ea)	aver	65.3	19.1	0.62	7.5	2.2	0.70	0.19	<0.1	1.7	0.00
	std	1.8	0.5	0.04	0.8	0.2	0.19	0.12	-	0.7	0.06
RB-4 type (2 ea)	aver	59.6	21.2	1.9	4.9	6.1	1.3	0.18	0.11	1.1	1.0
	std	0.7	0.9	0.2	0.2	0.8	0.2	0.04	0.04	0.1	0.2
	min	58.4	20.0	1.7	4.6	5.3	1.1	0.11	0.05	0.9	0.6
	max	60.7	22.8	2.2	5.2	6.9	1.6	0.26	0.18	1.2	1.3
RB-5 type (1 ea)	aver	60.9	15.2	5.4	3.5	7.0	3.1	0.59	0.59	1.2	1.0
	std	0.9	0.5	0.1	0.1	0.3	0.1	0.05	0.06	0.1	0.2

여 제외하고 5가지 유형으로 구분할 수 있다. 형태는 모두 환옥으로 동일하나 용제와 안정제의 차이를 보인다(Table 2). 용제가 소다로 동일한 양상을 보이는 4가지 유형 중 RB-1형은 산화칼슘(CaO) 1.0~2.8% 산화알루미늄(Al_2O_3) 2.5~6.0%, RB-2형은 산화칼슘(CaO) 1.4~4.5% 산화알루미늄(Al_2O_3) 5.4~14.5%의 조성 범위로 RB-3,4에 비해 상대적으로 산화칼슘(CaO)의 함량은 낮고 산화알루미늄(Al_2O_3)의 함량이 높은 경향성을 보인다(Table 3). 이는 RB-1형, RB-2형으로 세분하였지만 원료의 산지 및 생산지가 유사할 가능성이 높을 것으로 추정된다.

4.2.2. 벽색

벽색 유리구슬은 환옥 15점, 관옥 3점, 연주옥 3점, 곡옥 1점으로 구분되고 제작기법은 늘리기법, 연주옥기법, 주조기법이 확인된다(Figure 6). 연주옥 기법은 넓은 범주에서 늘린 기법에 포함되지만 늘린 기법에 의해 제작된 구슬에 비해 기포의 형태가 길쭉하고 양끝 부분이 볼록 튀어나온 특징이 관찰된다(Figure 6B). 주조기법으로 확인되는 벽색 유리구슬은 다량의 작은 기포가 방향성 없이 관찰되고 반사전자상에 화학 조성 차이를 의미하는 명암 차이가 관찰된다(Figure 6C, 6D). 이는 유리 편을 재료로 주조 기법에 의

해 성형되었을 것으로 추정가능하게 하며 이들은 모두 소다유리로 안정제 함량 차가 있는 소다유리 편을 이용하여 제작된 것으로 판단된다. 특히 안정제가 LCA-B계로 분류된 3점(sc-41, 71, 72)은 동일하게 연주옥기법에 의해 성형된 것으로 확인되어 제작된 형태에 따라 조성이 구분되는 것으로 추정된다. 따라서 총 22점 중 조성분류가 불가능한 2점(sc-n-43, 75)을 제외하여 4가지 유형으로 구분하였다. 이는 용제가 소다로 동일하나 안정제와 형태에 따라 분류된다(Table 4). 4가지 유형 중 산화칼슘(CaO) 3.0~4.4 산화알루미늄(Al_2O_3) 2.0~2.7의 조성범위로 산화칼슘(CaO)이 상대적으로 높은 RB-2형을 제외한 3가지 유형은 산화알루미늄(Al_2O_3)이 높은 경향성을 보여 유사계통일 가능성이 높다(Table 5).

4.2.3. 감청색

감청색 유리구슬은 총 24점에서 연주옥 1점을 제외하고 모두 환옥으로 확인되며 제작기법은 늘리기법, 말은기법, 접은기법, 연주옥기법, 주조기법으로 다양하게 추정된다(Figure 7). 대부분 환옥의 제작기법은 늘리기법으로 확인되며(Figure 7A), 고려 및 조선시대의 유구에서 주로 확인되는 말은 기법은 본 시료에 정확한 제작흔이 남아있지 않

Figure 6. Images of greenish blue glass fragments. (A) Drawn technique(sc-26), (B) Segmented technique(sc-71), (C) Casting technique(sc-68), (D) Casting technique(sc-68).

Table 4. Classification of compositions on greenish blue glass

Color *	No. of samples	Flux	Stabilizer	Soda raw material	Type **	Technique ***	Classification
gB	22	Soda	LCA-A	-	R	D(1)	gB-1
			LCA-B	HMK	R	S(3)	gB-2
			LCHA	-	R	C(4)/D(5)	gB-3
					T	C(1)/D(1)	gB-4

* Color - gB: greenish Blue

** Type - R: Round bead, T: Tubular bead

*** Technique - C: Casting technique, D: Drawn technique, S: Segmented technique

Table 5. The chemical composition of greenish blue glass

Classification		Oxide concentration (wt. %)									
		SiO ₂	Na ₂ O	K ₂ O	CaO	Al ₂ O ₃	MgO	TiO ₂	MnO	Fe ₂ O ₃	CuO
gB-1 type (2 ea)	aver	66.9	20.3	2.2	2.2	3.8	1.1	0.29	<0.1	0.92	0.94
	std	1.0	1.1	0.2	0.4	0.3	0.1	0.06	-	0.05	0.17
	min	65.8	18.7	2.0	1.7	3.4	0.9	0.22	0.00	0.85	0.67
	max	68.7	21.9	2.4	2.7	4.2	1.2	0.35	0.09	1.01	1.24
gB-2 type (3 ea)	aver	64.4	19.7	3.1	3.5	2.4	2.6	0.12	<0.1	0.85	1.7
	std	1.8	1.5	0.1	0.6	0.3	0.3	0.05	-	0.08	0.1
	min	61.7	18.0	2.8	3.0	2.0	2.3	0.05	0.00	0.63	1.5
	max	66.3	21.8	3.3	4.4	2.7	3.1	0.19	0.21	0.97	1.9
gB-3 type (13 ea)	aver	62.8	20.0	2.5	1.9	8.8	0.42	0.38	<0.1	0.63	0.87
	std	2.5	3.2	0.5	1.1	2.6	0.87	0.13	-	0.24	0.39
	min	58.9	7.4	1.3	0.9	1.7	0.00	0.06	0.00	0.30	0.28
	max	73.9	24.7	3.3	4.6	12.4	2.76	0.70	0.26	1.59	1.81
gB-4 type (2 ea)	aver	62.8	18.4	2.5	1.8	10.1	0.23	0.50	<0.1	0.93	1.0
	std	3.2	4.0	0.7	0.1	0.7	0.03	0.06	-	0.10	0.3
	min	59.6	10.5	1.9	1.7	8.8	0.21	0.40	0.03	0.79	0.7
	max	68.8	21.1	3.9	1.8	10.7	0.27	0.56	0.12	1.03	1.4

Figure 7. Images of glass fragments and whole glass beads of purplish blue glass. (A) Drawn technique(sc-35), (B) Wound technique(sc-4), (C) Folded technique(sc-n-9), (D) Segmented technique(sc-n-34), (E) Casting technique(sc-n-6).**Table 6.** Classification of compositions on purplish blue glass

Color*	No. of samples	Flux	Stabilizer	Soda raw material	Type**	Technique***	Classification
PB	25	Potash	LCA-A	-	R	C?(1)/D(3)	PB-1
			LCA-B	-	R	D(1)	PB-2
		Soda	LCA-B	LMK	R	D(6)	PB-3
			HCLA	LMK	R	W?(1)	PB-4
					S	S(1)	PB-5

*Color - PB: Purplish Blue

**Type - R: Round bead, S: Segmented bead

***Technique - C: Casting technique, D: Drawn technique, W: Wound technique, S: Segmented technique

Table 7. The chemical composition of purplish blue glass

Classification		Oxide concentration (wt. %)									
		SiO ₂	Na ₂ O	K ₂ O	CaO	Al ₂ O ₃	MgO	TiO ₂	MnO	Fe ₂ O ₃	CuO
PB-1type (4 ea)	aver	74.6	1.8	16.5	1.2	2.4	0.30	0.18	1.3	1.3	<0.1
	std	2.2	0.6	2.8	0.1	0.5	0.06	0.07	0.2	0.4	-
	min	71.5	0.1	9.5	1.1	2.1	0.20	0.06	0.9	1.0	0.00
	max	80.3	2.7	19.2	1.3	4.3	0.42	0.28	1.7	2.8	0.17
PB-2type (3 ea)	aver	72.9	11.8	6.5	2.6	2.1	0.20	0.19	1.3	0.91	<0.1
	std	1.1	7.5	8.7	1.0	0.8	0.11	0.04	0.2	0.17	-
	min	71.1	1.5	0.4	1.3	1.1	0.00	0.13	1.0	0.52	0.00
	max	74.5	17.9	18.8	3.6	3.2	0.35	0.26	1.8	1.16	0.13
PB-3type (8 ea)	aver	70.5	19.0	0.65	3.8	2.4	0.41	0.23	1.4	0.84	<0.1
	std	1.8	1.0	0.28	0.7	0.9	0.10	0.09	0.5	0.24	-
	min	67.0	16.8	0.35	3.1	1.7	0.17	0.07	0.9	0.61	0.00
	max	72.8	20.1	1.09	4.9	4.2	0.63	0.43	3.3	1.46	0.22
PB-4type (5 ea)	aver	65.6	20.6	0.42	5.9	2.3	0.68	0.19	0.67	1.4	0.19
	std	0.9	0.5	0.06	0.4	0.2	0.16	0.09	0.37	0.2	0.09
	min	63.7	19.9	0.32	5.4	1.8	0.41	0.04	0.03	1.1	0.08
	max	67.5	21.7	0.53	7.0	2.6	0.94	0.36	1.10	1.8	0.41
PB-5type (1 ea)	-	76.7	7.1	1.29	8.0	3.4	0.50	0.09	1.20	1.3	0.28

으나 횡방향의 기포 형태에서 추정해 볼 수 있다(Figure 7B). 주조기법으로 추정되는 감청색 유리구슬은 내경이 작은 쪽으로 튀어나온 특징이 관찰된다(Figure 7E). 특히 PB-4,5형은 주류를 이루고 있는 늘인기법이 아닌 연주옥 기법이나 말은기법이 제작기법으로 추정되는 특징을 보인다. 나머지 제작기술이 확인되지 않는 유리구슬은 앞으로 다른 자료와 비교를 통한 검토가 필요하다. 따라서 감청색 유리구슬에서 표면분석의 한계를 가지고 있는 3점(sc-n-9, 10, 16)을 제외하고 5가지 유형으로 구분하였다. PB-1,2와 PB-3,4,5형은 각각 동일한 용제 원료를 사용하였으나 안정제의 함량이 다소 차이가 나는 것이 확인되어 세분하였다(Table 6). 이는 동일 계통의 용제가 원료로 사용되었지만 원료의 산지 및 생산지가 다를 가능성을 보여준다. 소다가 용제 원료로 사용된 PB-3,4,5형은 각각 산화마그네슘(MgO) 0.17~0.63%, 산화칼륨(K₂O) 0.35~1.09%, 산화마그네슘(MgO) 0.41~0.94%, 산화칼륨(K₂O) 0.32~0.53%, 산화마그네슘(MgO) 0.50%, 산화칼륨(K₂O) 1.29%의 조성범위를 보여 동일한 소다원료를 사용한 경향이 확인된다. 이

는 주제나 용제에 동반된 불순물 성분에 기인하여 안정제의 함량차가 나지만 용제의 소다의 원료가 유사함을 시사하는 결과로써 동일 계통일 가능성이 높다(Table 7).

4.3. 시기 분류

오산 수청동 유적 출토 유리구슬을 유형 분류에 따라 시기별 부장 경향성을 파악하고자 한다(Table 8). 해당 유구는 고고학적으로 확인된 유구편년을 기준으로 분류하였다. 본고의 분석 대상 시료는 유적에서 출토된 일부의 시료를 선별적으로 선정하여 실시하였기 때문에 본 결과를 전체적인 색상별 유형 변화라 단정하기 어렵지만 전반적으로 출토되는 유리구슬의 주된 조성 유형을 파악할 수 있다고 생각된다.

적갈색 1형은 4세기 중엽의 유구에서 보이지 않으나 그 시기를 제외하고 4세기 전반부터 5세기 중엽까지 지속적으로 나타나며 2형은 4세기 전반에서 5세기 중엽까지, 3형은 5세기 중엽의 유구, 4형은 4세기 전반과 5세기 중엽, 5

Table 8. The classification of chronology on main glass beads from Osan Sucheong site

No.	Classification	4C early	4C mid	4C late	5C early	5C mid
1	RB*	●		●	●	●
		●	●	●	●	●
						●
		●				●
				●		
3	gB**			●		
				●	●	
		●	●	●	●	●
					●	●
5	PB***			●		
		●				
			●	●	●	●
						●
				●		

*RB: Reddish Brown, ** gB: greenish Blue, *** PB: Purplish Blue

Figure 8. The graph of changes in the distribution on main glass beads in Osan Sucheong site.

형은 4세기 후반에 확인된다(Figure 8A). 따라서 오산 수청동 유적에서 출토되는 적갈색 유리구슬은 전반적으로 2형이 강세를 보이고 있음을 확인할 수 있으며 1형도 주된 유형으로 추정된다. 또한 4세기 후엽에 들어서 적어도 총 4가지(1, 2, 3, 4형) 유형의 유리구슬을 피장자들의 부장품으로 사용한 것으로 확인된다.

벽색 1형과 2형은 4세기 후엽에서 한정적으로 확인되고 3형은 4세기 전반부터 5세기 중엽까지, 4형은 5세기 전반에서 5세기 중반의 유구에서 나타난다(Figure 8B). 따라서 오산 수청동 유적에서 출토된 벽색 유리구슬은 전반적으로 3형이 강세를 보이는 것으로 사료된다. 1, 2형은 4세기 후엽에 새롭게 등장하는 유형일 가능성이 높으며 4형은 5세기에 들어와서 확인되는 양상을 보인다.

감청색 1형은 4세기 후엽, 2형은 4세기 전반, 3형은 4세기 중반부터 5세기 전반, 4형은 5세기 중반, 5형은 4세기 후반으로 분류된다(Figure 8C). 따라서 오산 수청동 유적에서 출토된 감청색 유리구슬은 3형이 주류를 이룰 것으로 추정된다. 특히 용제가 포타쉬로 구분되는 1, 2형은 4세기의 유구에서만 확인되어 소다유리군에 비해 이른 시기의 유구에서 확인되는 특징을 보인다. 4형과 5형은 조성이 동일하고 형태의 차이에 의해 구분한 것으로 연주옥이 환옥에 비해 이른 시기 유구에서 출토되는 것으로 나타난다.

5. 결 론

오산 수청동 유적은 총 348기 유구가 발굴되었고 이중에서 146기에서 구슬류가 출토되는 양상을 보인다. 일반적으로 유리구슬은 육안 관찰로 외형적인 특성을 분류할 수 있으나, 대부분 가장 기초적인 정보에 한정된다. 반면에 내형적인 특성인 화학 조성은 유리구슬의 본질을 파악하는데 중요한 정보를 제공할 수 있다. 따라서 본 연구는 오산 수청동 유적에서 확인되는 적갈색, 주황색, 벽색, 청록색, 감청색, 자색, 황색, 녹색, 흑색, 무색 10가지 색상 중 출토량을 근거로 적갈색, 벽색, 감청색을 주요 색상으로 판단하였다. 그 후 3가지 주요색상의 유리구슬 편과 완형 유리구슬을 선별하여 분석한 결과를 기초로 오산 수청동 유적의 유리구슬 전개 양상을 검토하고 다음과 같이 제시해 보고자 한다.

화학조성을 중심으로 유형 분류 시 적갈색 유리구슬은 5가지 유형, 벽색 유리구슬은 4가지 유형, 감청색 유리구슬은 5가지 유형으로 확인된다. 본 유형을 출토 유구의 시기

별로 구분하여 전개양상을 살펴보았으며 그 중 시기적 연속성을 보이는 유형을 본 유적의 주된 유형으로 추정하였다. 그 결과, 적갈색 유리구슬은 용제가 소다이고 안정제가 LCHA계인 환옥(2형)이 가장 많은 편이고 안정제가 LCA-A계인 환옥(1형)도 그 다음으로 주된 유형이다. 또한 4세기 후엽에는 안정제가 LCA-A, LCHA, HCLA, HCA로 다양하게 분류되는 양상을 보인다. 벽색 유리구슬은 용제가 소다이고 안정제가 LCHA계인 환옥(3형)이 주된 유형으로 판단된다. 벽색 또한 적갈색 유리구슬과 유사하게 4세기 후엽에 다양한 안정제가 확인된다. 감청색 유리구슬은 용제가 소다이고 안정제가 LCA-B계, 소다원료가 LMK형인 환옥(3형)이 주된 유형으로 추정된다. 용제가 포타쉬로 구분되는 PB-1, 2형은 4세기의 유구에서 확인되는 점으로 보아 소다유리에 비하여 이른 시기에 유통된 유리구슬로 추정해 볼 수 있다.

이상의 결과에서 오산 수청동 유적 유리구슬은 출토 시기별로 유형의 전개 양상이 다른 것으로 나타난다. 특히 4세기 후엽에는 유리구슬의 부장량이 많고 다양한 유형이 나타나는 점으로 보아 수청동 유리문화의 전성기로 볼 수 있으며 이전 시기에 비하여 다양한 경로에서 유리구슬이 유입되었을 가능성이 높다. 하지만 각 색상별 주된 유형이 모두 소다 용제와 산화알루미늄(Al_2O_3)의 함량이 높은 안정제 함량을 보인다. 이는 색상별 주 유형의 조성이 유사하다는 것을 확인하는 결과로 본 유적 조영집단은 지속적으로 유리구슬을 교역한 경로를 가지고 있었을 것으로 추정된다. 이와 같은 연구 결과를 기초로 오산 수청동 유적에 부장된 유리구슬의 흐름 및 문화 양상을 이해할 수 있는 근거 자료로 활용될 수 있을 것으로 사료된다.

REFERENCES

- Goffier, Z., 1980, Archaeological chemistry. John Wiley & Sons, 136-166.
- Gyeonggi Culture Institute, 2012, Report of excavation investigation of Baekje tomb site in O-San Sucheong. (in Korean)
- 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, D.Y., 2009, An investigation of the archaeological chemistry on the glass beads excavated at the Deokcheonri site in Gyeongju. Master's thesis, Kongju National University, Gongju, 43-47. (in Korean with English abstract)
- Kim, G.H., 2002, A study of archaeological chemistry on ancient glasses found in Korea. Doctor's thesis, Chung-ang University, Seoul, 31-42. (in Korean with English abstract)
- Kim, G.H. and Kim, N.Y., 2011, Excavation report 77: Production techniques and chemical composition of glass beads excavated from A-san Tangeong site in Chungcheongnam-do. Chungnam History Cultural Center, Gongju, 203-232. (in Korean)
- Kim, G.H. and 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, N.Y. and Kim, G.H., 2013, Characteristics and classification of red brown glass beads excavated in Korean peninsula. Journal of Conservation Science, 29(3), 279-286. (in Korean with English abstract)
- Lee, M.H., 2017, A characteristic investigation on the glass beads from O-San Sucheong site in Gyeonggi-do, Korea. Master's thesis, Kongju National University, Gongju. (in Korean with English abstract)
-