

2021년 국립김해박물관 가야학술제전

# 가야지역 출토 수정의 과학적 분석 연구

# 加耶

2021. 11. 5.(금)  
13:00~17:00

## 가야출토 수정의 조사 및 분석

도진영(경주대학교)

## 경상지역 석영 출토지

최옥곤(지권환경연구소)

## 경상지역 수정제 장신구의

### 고고학적 고찰

양아림(영남대학교)

## 종합토론

좌 장 : 김규호(공주대학교)

토론자 : 김정진(안동대학교), 김종량(국가지질공원 전문위원),

조성원(부경대학교)



국립김해박물관 공식 유튜브 생중계



※ 코로나19 유행에 따른 사회적 거리두기로 참가인원을 50명으로 제한합니다.  
※ 사전예약기간\_11. 2. ~ 11. 4. 국립김해박물관 누리집(gimhae.museum.go.kr)

2021년 국립김해박물관 가야학술제전

# 가야지역 출토 수정의 과학적 분석 연구

# 加耶

2021. 11. 5.(금)  
13:00~17:00

가야출토 수정의 조사 및 분석

도진영(경주대학교)

경상지역 석영 출토지

최옥곤(지권환경연구소)

경상지역 수정제 장신구의  
고고학적 고찰

양아림(영남대학교)

종합토론

좌 장 : 김규호(공주대학교)

토론자 : 김정진(안동대학교), 김종량(국가지질공원 전문위원),  
조성원(부경대학교)

# 水晶



국립김해박물관  
Gimhae National Museum

2021년 국립김해박물관 가야학술제전

# 가야지역 출토 수정의 과학적 분석 연구

# 加耶水晶

## 주제발표 및 일정

시간	발표주제	발표자	토론자
13:00~13:10	등록		
사회 : 이제현(국립김해박물관)			
13:10~13:15	개회사 : 오세연(국립김해박물관장)		
13:15~13:20	장내 정리 및 기념 촬영		
13:20~13:50	가야출토 수정의 조사 및 분석	도진영(경주대학교)	김정진(안동대학교)
13:50~14:20	경상지역 석영 출토지	최옥곤(지권환경연구소)	김종량(국가지질공원 전문위원)
14:20~14:50	경상지역 수정제 장신구의 고고학적 고찰	양아림(영남대학교)	조성원(부경대학교)
14:50~15:10	휴식 시간		
종합토론 (좌장 : 김규호[공주대학교])			
15:10~17:00	발표자 및 토론자 전원		

# Contents

---

가야출토 수정의 조사 및 분석 | 05  
도진영(경주대학교)

토론문 | 31  
김정진(안동대학교)

---

경상지역 석영 출토지 | 35  
최옥곤(지권환경연구소)

토론문 | 55  
김종량(국가지질공원 전문위원)

---

경상지역 수정제 장신구의 고고학적 고찰 | 57  
양아림(영남대학교)

토론문 | 85  
조성원(부경대학교)

---



2021년 국립김해박물관 가야학술제전

# 가야지역 출토 수정의 과학적 분석 연구

加耶

주제발표

## 가야 출토 수정유물의 조사 및 분석

도진영 (경주대학교 문화재학과)

水晶



# 가야 출토 수정유물의 조사 및 분석

도진영  
경주대학교 문화재학과

## 목 차

- |                  |        |
|------------------|--------|
| I. 서론            | IV. 토의 |
| II. 분석 대상 및 연구방법 | V. 결론  |
| III. 연구결과        |        |

## I. 서론

수정은  $\text{SiO}_2$ 를 주성분으로 하는 보석광물로, 현재까지 드러난 수로 보았을 때 문화재의 재질로는 많이 사용되지 않았던 것으로 보인다. 문화재로서 발굴되는 곳도 영남지역, 특히 주로 가야지역과 경주지역에서 매장유물로 출토된다. 발굴된 수정유물의 형태는 가공되어 작품으로 완성된 것도 있으며, 제작 중이었던 원광의 상태도 있다. 원광의 상태로 매장되었던 것을 보면 수정 원광 그 자체로서도 보석의 가치를 지녔던 것으로 볼 수 있다.

한 작품, 예를 들어 여러 개의 조각으로 이어진 목걸이와 같은 유물을 보더라도 구성하는 수정조각들의 색상과 조직이 육안으로 보았을 때 동일한 것도 있지만 다른 것들이 더 많다 (이후 제시되는 분석대상 유물 참조). 한 지역, 한 출토지, 한 장식물의 구성요소임에도 상이하게 보이는 특성은 서로 다른 지역에 있는 수정 원광을 가공하여 한 작품으로 제작한 것으로도 볼 수 있다.

원료의 상이성 외에도 가공기법, 제작기법 등으로도 출토 수정의 특성을 판단해 볼 수 있다. 재질의 특성상 산출되는 원광의 중량이 크지 않기 때문에 산지에서 채취한 원광을 이 동시켜 특정장소에서 가공했을 가능성도 크다. 김해박물관이 소장하고 있는 수정제 유물



은 주로 김해 인근에서 출토된 것이므로 구성 재질인 수정의 산지를 그 인근으로 생각하기 쉽다. 그러나 앞서 언급한 이유로 수정의 산지는 의외로 가깝지 않은 곳일 수도 있다. 현재 인근에 잘 알려진 수정산지로는 언양이 있으며, 그 외에는 산지로서 알려진 바는 없다. 화강암지역에 석영맥으로 산출되기도 하기 때문에 일대를 살펴야 한다. 유물로 제작될 정도로 산출되었으면 어느 정도 규모가 있었을 것이므로 시간을 투자하여 미지의 산지를 찾아보는 노력도 하여야 한다.

금번의 연구는 가야지역에서 출토되는 수정제 유물의 산지추정연구의 일환으로 우선 수정제 유물의 재질특성을 살펴보는 것을 목적으로 한다. 수정제 유물을 여러 과학적 방법으로 분석하여 유물들 간의 상이성과 동질성을 우선 살피는 절차가 필요하다. 그러기 위해서는 수정제 유물분석에 적합한 분석법을 찾아내는 것도 본 연구의 큰 과제이다. 즉, 유물의 특성에 대해 우선 파악을 해야 하며, 동시에 산지에 대한 연구도 병행하여야 한다.

수정제 유물뿐만 아니라 문화재를 대상으로 하는 과학적 분석에는 항상 한계가 있다. 유물에 손상을 주지 않는 선에서 결과를 얻어야 하므로 비파괴적인 방법으로 수행하여야 한다는 제약이 따른다. 앞선 연구들에서도 수정이 보석광물이기 때문에 문화재의 형태가 아니어도 비파괴적인 방법으로 감정을 시도하여 결과를 보고하고 있다. ten Bruggencate는 SIMS (secondary ion mass spectrometry)로 Ti, Ge, U, Th, Pb 등과 같은 미량원소를 정량하여 수정의 산지를 추정하였다 (ten Bruggencate 2013). Cathodoluminescence (CL)법을 이용하여 수정의 산지에 대해 수행한 연구결과도 발표되었다 (Gotze et al. 2013). CL법과 미량원소분석법을 결합한 방법으로, 결정의 화학적 특성과 발광 특성 사이의 밀접한 관계로부터 석영의 결합구조를 시각화하고 석영 내의 다른 결정, 내부 구조 또는 미량 원소의 분포를 밝힐 수 있기 때문이다. 특히 적외선 분광분석법은 석영을 동정하는 기법으로 탁월하여 브라질에서는 2005년부터 보석감정에 일반적으로 이용되고 있다 (Lameiras 2012).

산지에서 채취한 수정원광으로는 다양하고 정밀한 과학적 분석과 유물에 적용할 수 있는 분석법을 동시에 적용하여 봄으로써 비파괴분석법의 분석신뢰도를 검토해볼 수 있다.

본 연구에서는 김해박물관이 소장하고 있는 대표적인 수정제 유물과 유물을 제작하였을 것으로 추정되는 수정원광을 시료채취하여 여러 과학적 방법으로 분석하였다 (분석방법에 대해서는 이후에 다시 기술한다). 산지로서 가능성이 큰 김해지역은 현재로는 알려진 바가 없어서 산지조사에 상당한 시간이 필요할 것으로 판단되므로 향후에 시간을 두고 추진하기로 한다. 금번에 수행한 연구의 결과도 극히 적은 수를 분석대상으로 하였기 때문에 예비연구적 성격을 띠며, 가야 출토 수정제 유물의 연구에 첫발을 내딛는 것으로 보아야 한다.

## II. 분석 대상 및 연구방법

### 1. 분석 대상

분석대상은 분석이 가능한 가야 출토 수정 유물과 <표 1(a)> 유물제작이 추정되는 수정 원광을 시료로 한다 <표 1(b)>.







<표 1(a)> 분석 대상 가야 출토 수정제 유물.

일련 번호	사진	유물 명	명칭	재질	시기	출토지
1		김해 11683	수정 원석	투명 수정	삼국	경상남도 밀양시 단장면 미촌리 624번지 Pit 1. II층
2		김해 69077	다 면 옥	투명	원삼국	경상남도 창원시 의창 구 동읍 다호리 51-2번 지 119호 목관묘
3		김해 74509	다 면 옥	투명 수정	가야	경남 김해시 주촌면 양 동리 산6-1, 6-2번지 일 대 191호 토광목곽묘
4		김해 74888	옥 구 슬	투명 수정다면옥 1 점 자수정 1점 마노다면옥 3점 마노환옥 1점	가야	경남 김해시 주촌면 양 동리 산6-1, 6-2번지 일대 297호 토광목곽묘
5		김해 76646	목 걸 이	황색 곡옥	가야	경상남도 김해시 주촌 면 망덕리 산 2-2번지 일원 1-75호 목곽묘







<표 1(a)> 계속.

일련 번호	사진	유물 명	명칭	재질	시기	출토지
6		김해 83717	목걸이	투명 수정곡옥 2 점, 투명 다면옥 3 점, 황색다면옥 2점	가야	경상남도 김해시 주촌면 양동리 산6-1, 6-2번지 일대 339호묘
7		김해 83748	목걸이	투명 수정절자옥 6점 흑색수정절자옥1 점	가야	경상남도 김해시 주촌면 양동리 산6-1, 6-2번지 일대 342호묘
8		김해 83770	목걸이	투명 수정절자옥 3점 흑색수정곡옥 1점	가야	경상남도 김해시 주촌면 양동리 산6-1, 6-2번지 일대 344호묘
9		김해 96020	다 면 옥	백색 수정절자옥 2점 투명수정산반옥 2 점	가야	경상남도 김해시 주촌면 양동리 산6-1, 6-2번지 일대 401호묘

<표 1(b)> 분석 대상 수정 원광.

번호	시편명	사진	산지	특징	번호	시편명	사진	산지	특징
1	GJ 1 A		경북 경주 (서남산)	흑수정, 광 택, 불투명	4	GJ 2 A		경북 경주 (서남산)	불투명, 흑회 색, 약한 광 택 흑수정
2	GJ 1 B		경북 경주 (서남산)	흑수정, 불 투명, 광택	5	GJ 2 B		경북 경주 (서남산)	불투명, 갈회 색, 약한 광 택 흑수정
3	GJ 1 C		경북 경주 (서남산)	흑수정, 불 투명, 광택	6	GJ 2 C		경북 경주 (서남산)	불투명, 갈회 색, 약한 광 택, 흑수정

<표 1(b)> 계속.

번호	시편명	사진	산지	특징	번호	시편명	사진	산지	특징
7	EYA		경남 언양	백색, 반투명 명 백수정	10	UJA		경북 울진	반투명, 광택, 자수정
8	EYB		경남 언양	백색, 투명, 광택 백수정	11	UJB		경북 울진	반투명, 광택, 자수정
9	EYC		경남 언양	반투명, 회색 백수정	12	UJC		경북 울진	반투명, 광택, 자수정

유물은 석영의 종류와 유물의 고고학적 의미에 의거해서 대표적인 시료를 선택하고, 원광은 지역에 따라 언양, 경주, 울진 3개 지역을 선정하였다. 지역당 채취된 시료의 종류(자수정, 백수정, 흑수정)를 선별하여 종류당 대표시료 2 ~ 3점을 선택하였다. 단, 김해지역은 산지조사에 상당한 시간이 소요될 것으로 판단되어 추후 과제로 추진하기로 하였다.

## 2. 분석 방법

선별한 수정유물과 산지에서 채취한 수정원광시편을 육안으로 분류하고 실체현미경을 통해 조직을 관찰하였다. 수정이 육안적으로 보이는 색상은 분광측색계로 측정하여 색도를 표현하였다.

수정유물의 산지를 측정하기 위하여 유물과 원광에 대해 기기분석을 실시하였다. 기기는 FT-IR, RAMAN, ICP-MS, LA-ICP-MS이며, 동일한 시료를 적절히 분배하여 측정하였다. 수정유물은 비파괴적인 방법으로 FT-IR, RAMAN을 적용하였고 원광 시료는 LA-ICP-MS와 ICP-MS법을 추가로 적용하였다.

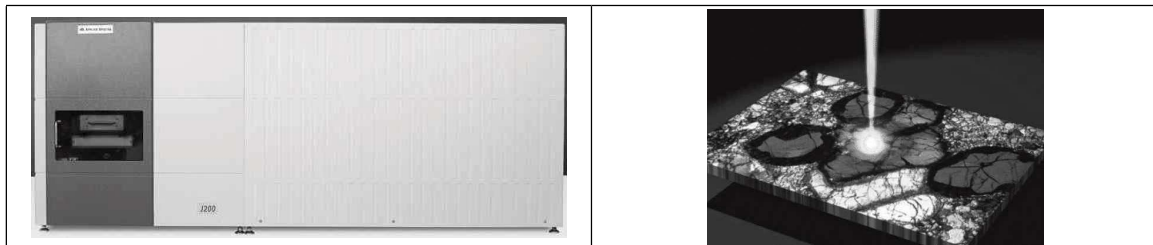
FT-IR과 RAMAN분석은 우신보석감정연구소 소유의 푸리에 변환 적외선분광분석기(Nicolet Summit, Thermo Fischer Scientific)와 Renishaw를 이용하였으며, 분석법은 투과법으로 하고, 분석 조건은 대기 보정 하에 wavenumber 6000-400  $\text{cm}^{-1}$  (3700-3100  $\text{cm}^{-1}$ ) 분해능 4  $\text{cm}^{-1}$ , 스캔 회수는 8회를 하였다. 노이즈가 많은 경우에는 측정위치를 변

경하여 측정하였고, 1 시료당 분석 회수는 5회로 하였다.

표면분석(Surface analysis)은 고체 표면하 수 nm ~  $\mu\text{m}$  깊이까지의 영역에서 발생하는 현상을 파악하기 위해 전자, 이온, 광자 및 레이저 등을 사용하여 표층의 조성과 구조를 규명하는 분석법이다. 표면분석법 중 LA-ICP-MS(Laser Ablation Microprobe-Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometer)은 액체 또는 고체시료를 고온의 아르곤 플라즈마를 통해 이온화시켜 질량분석기를 이용하여 원소의 함량을 측정하며, 고체시료에는 레이저를 시료에 직접 조사하여 성분을 분석할 수 있는 비파괴적인 방법으로 시료의 미량성분 함량 분석에 가장 많이 이용되고 있다. 가야 출토 수정은 문화재이므로 파쇄법에 의한 분석이 불가하여 비파괴적인 분석을 고려할 수 밖에 없다. 여러 분석법 중 LA-ICP-MS가 유물에 적용하기 가장 적절한 방법으로 판단되나 비록 이 방법이 비파괴법으로 분류되기는 하나 유물에 직접 적용하는데는 안정성을 담보할 수 없고, 당위성이 확보되지 않았기 때문에 사전에 수정원광에 대하여 우선 실시한 후 향후 적용 여부를 결정하기로 하였다. LA-ICP-MS는 부산대학교 공동실험실습관이 보유하고 있는 J200 Femto LA Instrument로 분석하였다 <사진 1>. 분석조건은 다음과 같다.

Laser ablation system : J200 LA model, Laser type Yb:KYW femtosecond

Laser wavelength 193nm ArF, Pulse width <4ns, Spot size: 2 ~ 150  $\mu\text{m}$ , Repetition rate 100 Hz, Max Laser fluence 12 J/cm<sup>2</sup>, Ablation cell gas Helium 0.7 l min<sup>-1</sup>, Makeup gas Argon 0.7 l min<sup>-1</sup>.



<사진 1> 본 연구에 사용된 J200 Femto LA Instrument (Ultimate precision and sensitivity performance for LA-ICP-MS).

수정유물은 문화재이므로 비파괴적인 방법으로 분석을 하여야 하나, 수정의 원광은 파쇄적인 방법으로 분석하여 더 정확한 결과를 도출할 수 있다. 따라서 금번 연구에서는 수정 원광석을 파쇄하여 전처리한 후 안동대학교 공동실험실습실의 ICP-MS (ELAN DRC-e, PerkinElmer SCIEX)로 분석하였다. ICP-MS의 분석조건은 다음과 같다.

ICP-MS : Elan DRC-e, RF power 1350 W, Plasma gas flow rate 14.0 l min<sup>-1</sup>, Auxiliary gas flow rate 0.8 l min<sup>-1</sup>, Dwell time per isotope 10 ms, Detector mode Dual.

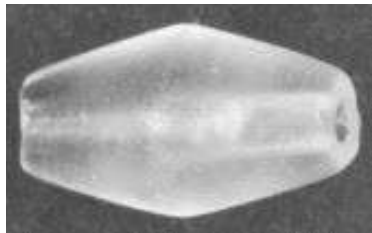

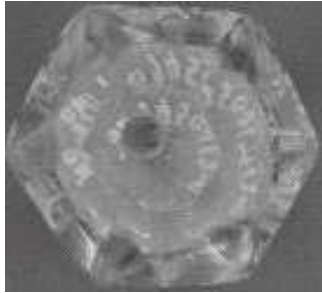



이와 더불어 원광에 대해서는 앞의 LA-ICP-MS법으로도 분석을 병행하여 두 분석 법 간



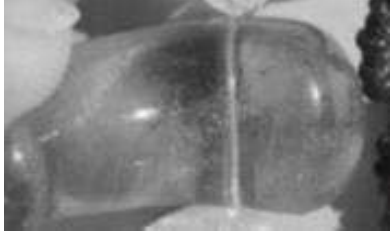



의 결과를 교차 비교하여 비파괴법인 LA-ICP-MS의 정확도를 확인하였다.

### III. 연구결과

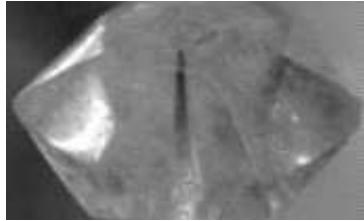

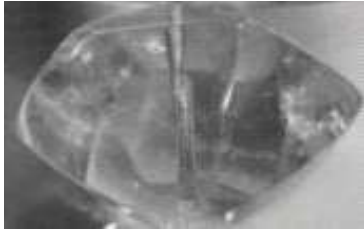



#### 1. 육안관찰과 실체현미경관찰 결과

수정제 유물을 육안으로 관찰하였을 때 동일한 양상을 보이는 것은 드물다. 출토지역과 출토장소, 더욱이 한 작품의 구성물이라도 색상과 투명도 그리고 표면과 내부에 포획되어 있는 물질이 상이한 특징을 보이기도 한다. 현미경으로 확대하였을 때 기포와 포획된 불순물이 일부 관찰되고, 표면에서는 미세한 긁힘 흔적이 관찰된다 <사진 2(a)>.

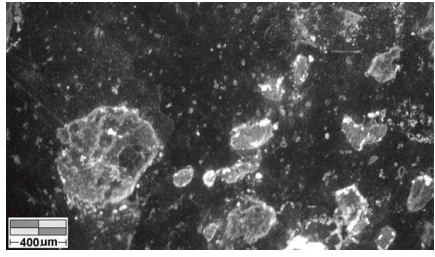
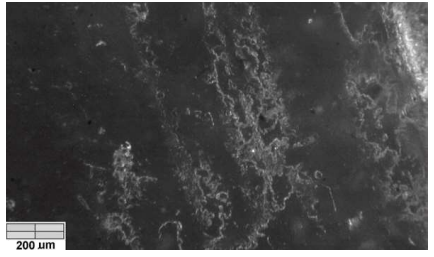
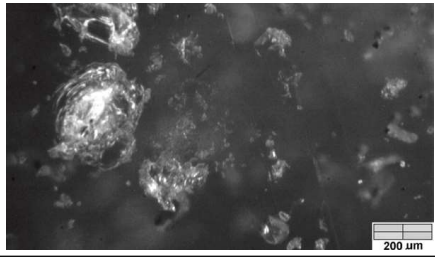

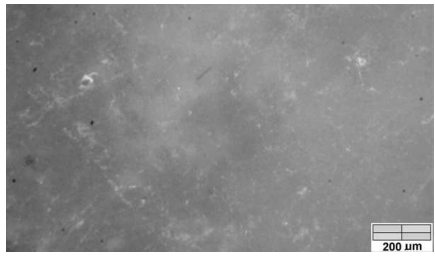
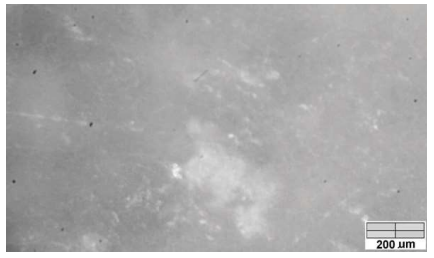
유물명	실체현미경 (16배)	실체현미경 (40~70배)
김해 69077		
김해 74509		
김해 74888		

유물명		실체현미경 (16배)	실체현미경 (40~70배)
김해 83770	다면옥		
	곡옥		
김해 83748			

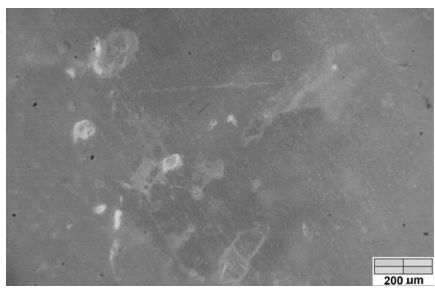
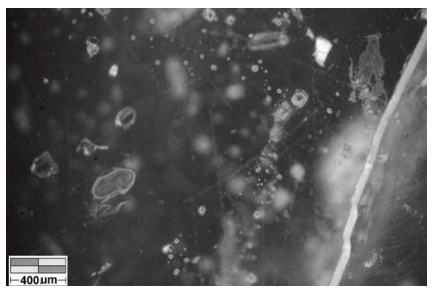
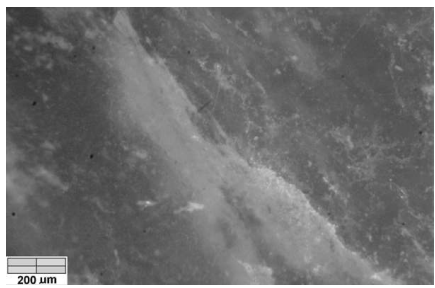
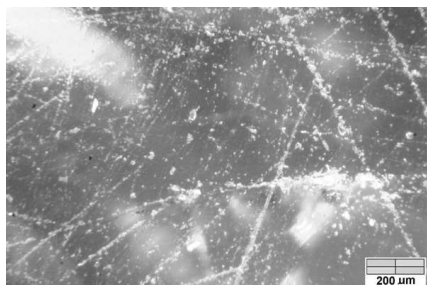
<사진 2(a)> 수정 유물의 실체현미경 관찰사진.

유물명		실체현미경 (16배)	실체현미경 (40~70배)
김해 83717	투명 다면옥		
	투명 다면옥		
	흑색 다면옥		

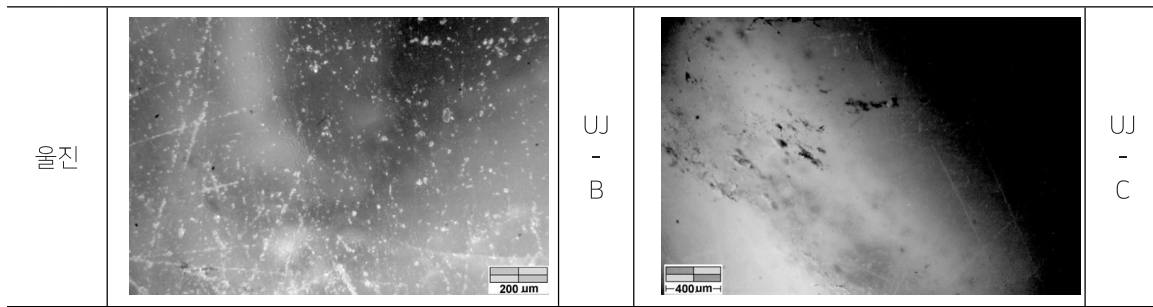
<사진 2(a)> 계속.

경주		GJ 1 A		GJ 1 B
경주		GJ 1 C		GJ 2 A
		GJ 2 B		GJ 2 C

<사진 2(b)> 수정 원광의 실체현미경 관찰사진.

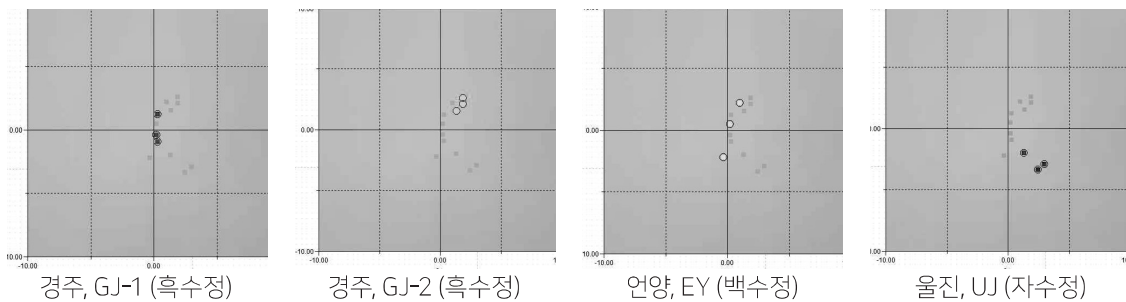
연양		EY - A		EY - B
연양 울진		EY - C		UJ - A





<사진 2(b)> 계속.

경주, 언양과 울진에서 채취한 수정 원광은 육안으로 관찰하였을 때 차이가 분명하다. 경주 남산에서 채취한 수정은 흑수정으로 광택이 있는 것도 있으나 대부분 불투명하다. 동일지역에서 채취한 시편도 육안상 보이는 특징은 달라 보인다. 언양 자수정 산지에서 채취한 수정은 투명한 백색의 수정이며, 한 시편은 연한 자색을 띤다. 투명한 것과 반투명한 것으로 분류된다. 울진 자수정 산지에서 채취한 시편은 선명한 자색을 띠며 투명하나, 자색이 전체적으로 발색되기 보다는 가장 자리에는 무색투명한 상태를 띠는 형태를 보인다 <사진 2(b)>.



<도 1> 수정 원광의 색도.

<도 1>은 수정 원광의 색도를 분광측색계로 측정하여  $L^*a^*b^*$  체계로 표현한 것이다. 수정 원광 모두 채도가 낮으며, 지역별 수정의 색도가 어느 정도 분류가 된다.

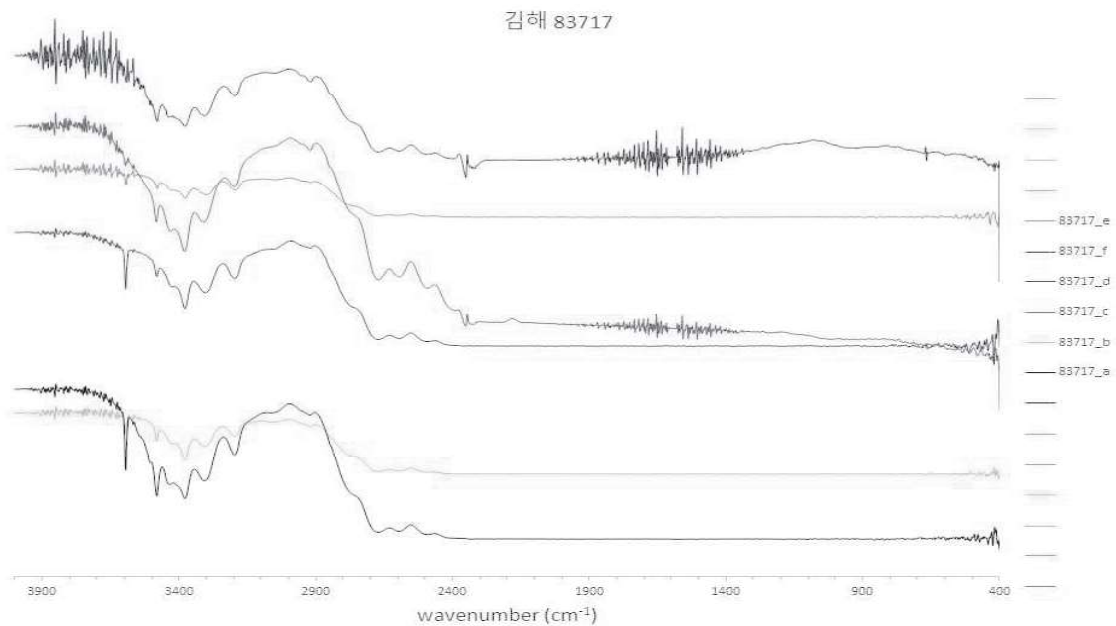
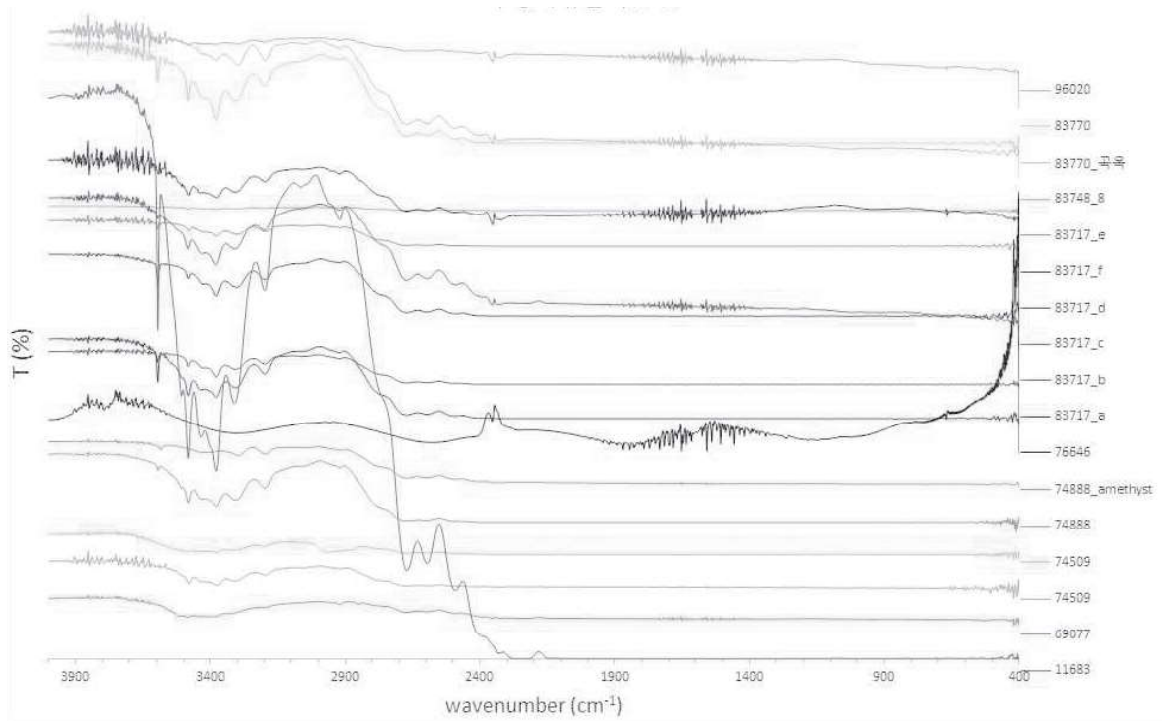
## 2. FT-IR 분석결과

수정계 유물을 FT-IR로 분석한 결과, 유물이 보이는 스펙트럼의 양상은 다양하다 <도 2(a)>.

FT-IR 분석법이 비교적 간단하고 쉬운 방법이기 는 하나 불투명한 유물에 대해서는 적외

선이 투과하지 못하여 분석이 안되기도 하며, 반사법으로도 측정이 불가능한 애로점은 있다. 금번의 분석에서는 측정이 된 시편 17점만 수록하였다.

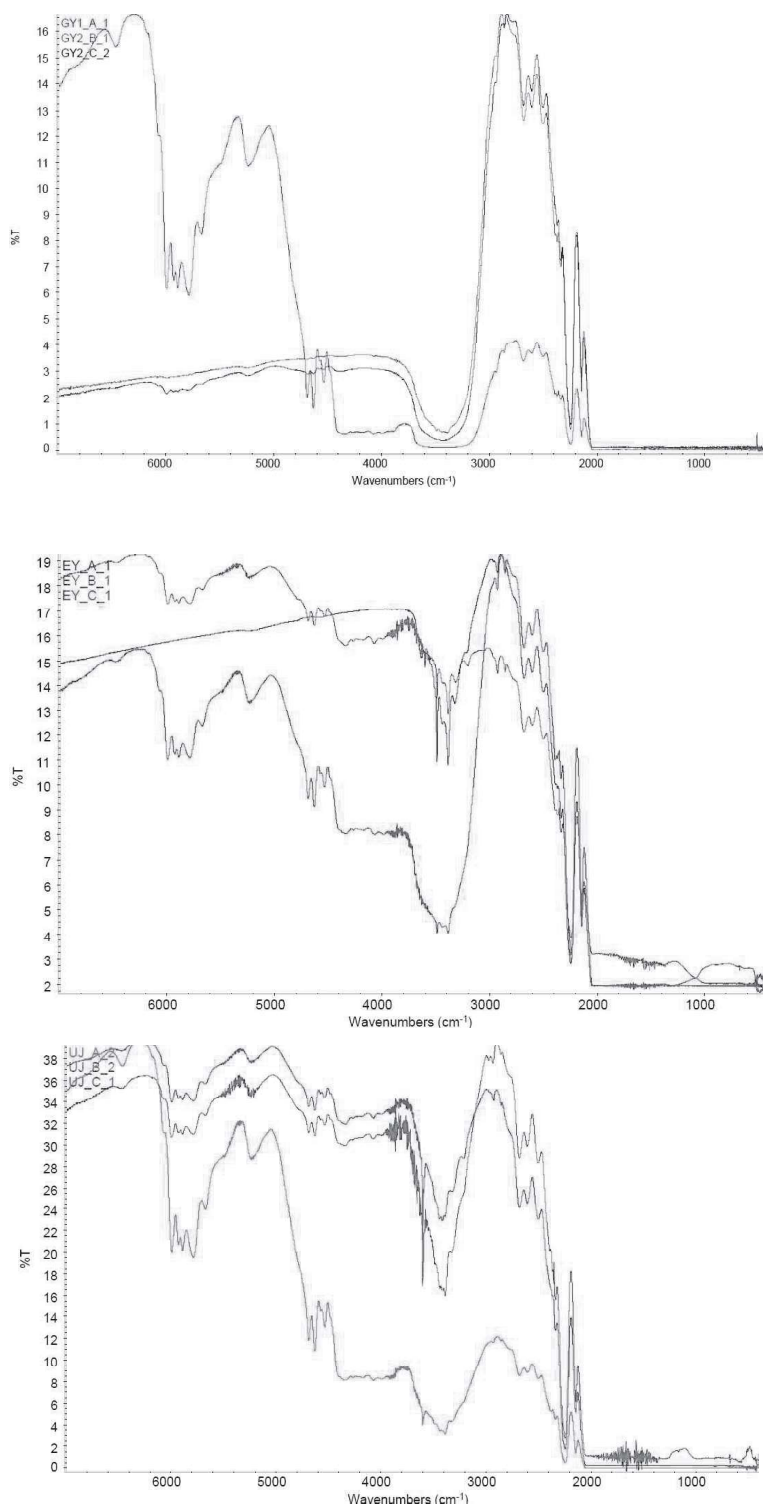
수정제 유물의 분석결과에서 주목되는 점은 동일 유물을 (김해 83717) 구성하는 수정조각 6점 (83717\_a ~ f)의 스펙트럼 양상이다. 토의부분에서 다른 방법으로 검토를 해보겠지만 우선 나타나는 양상은 모두 동일하지는 않다는 점이다. 즉 한 유물을 구성하는 부속



<도 2(a)> 수정제 유물의 FT-IR 스펙트럼.

품으로서의 수정이 다른 지역의 것이 있을 수 있음을 암시하는 것이다.

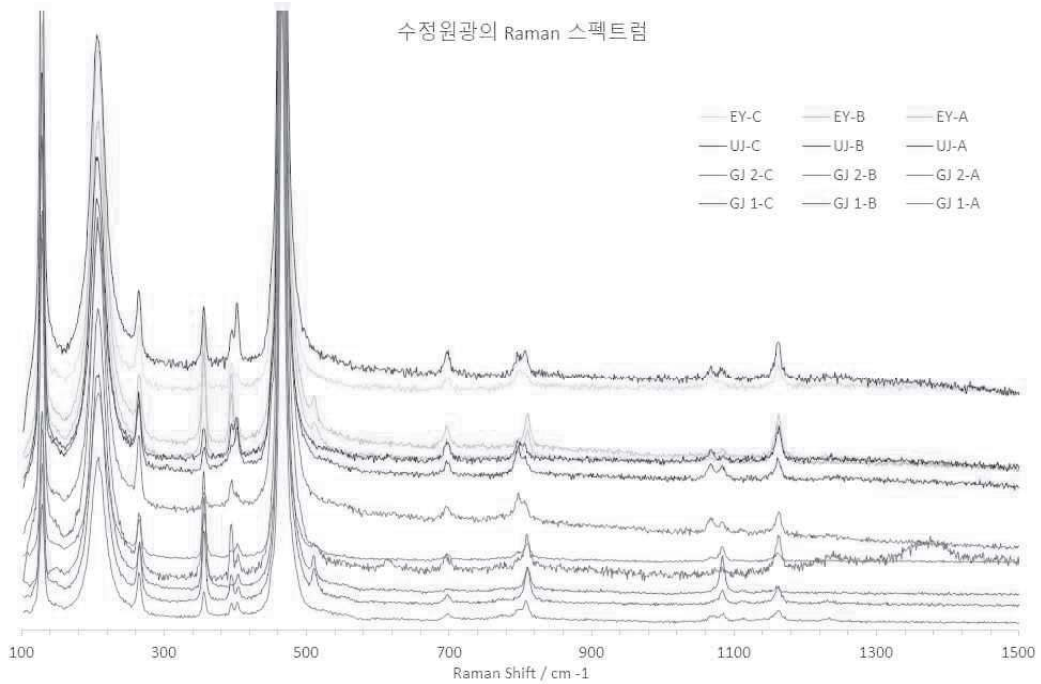
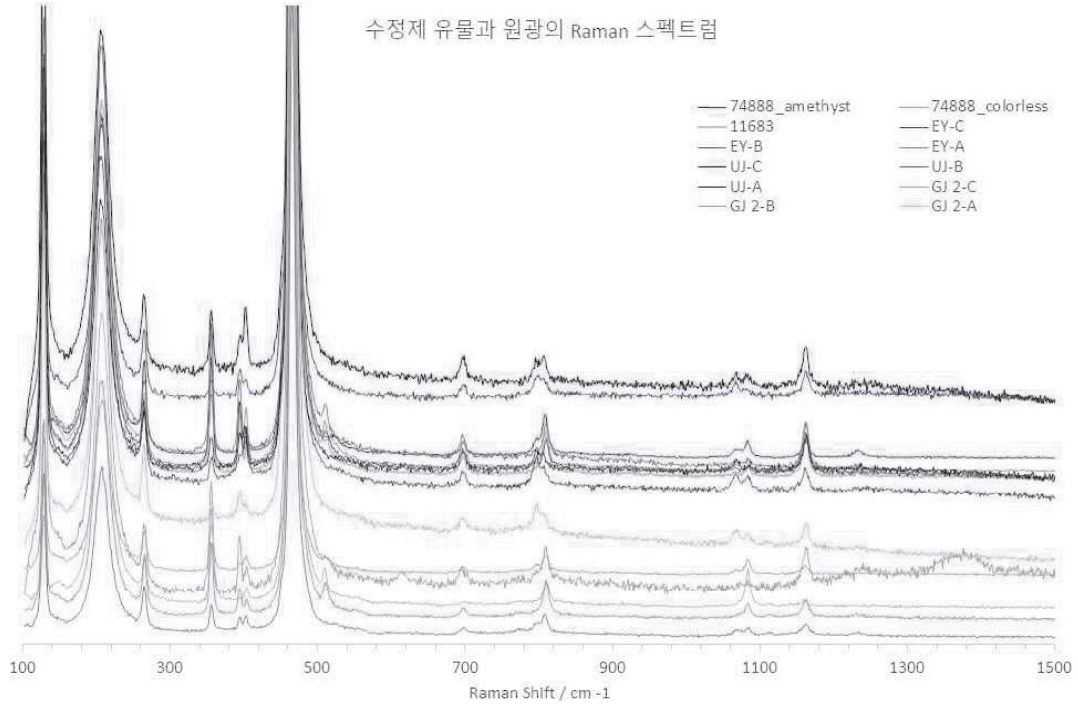
산지별 수정 원광의 분석결과에서는 유물에 비해 지역에 따라 상대적으로 유사한 패턴의 스펙트럼 양상을 보인다.



<도 2(b)> 수정 원광의 (상; 경주, 중: 언양, 하: 울진) FT-IR 스펙트럼.

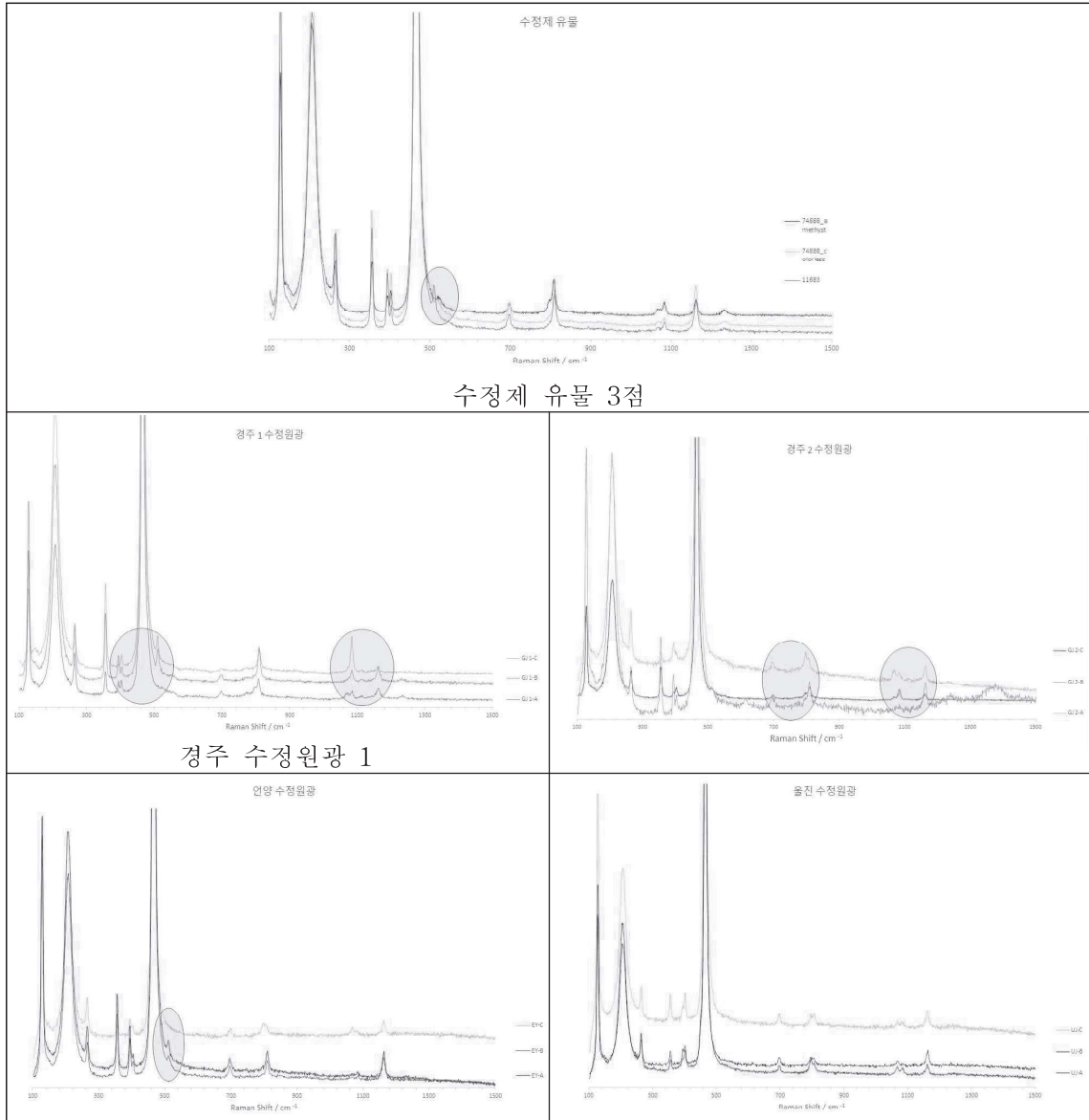
### 3. Raman spectrum 분석결과

수정은 단색광의 산란에 분광학적으로 연구된 첫 번째 광물로, 수정 구조의 특징에서 비롯된 몇가지 독특한 라만 스펙트럼 특성을 보인다(Krishnamurti, D. 1958).



<도 3(a)> 수정제 유물과 수정원광의 라만스펙트럼.

수정제 유물의 라만스펙트럼은 수정의 색상에 따라 차이를 보이는 경향을 띤다. 유물을 3점만 측정하여 얻어진 결과이므로 단정짓기는 어려우나, 동일 유물에서 색상이 다른 두 수정에서 나타나는 스펙트럼은 510, 790 $\text{cm}^{-1}$  부근에서 차이가 있다. 반면에 출토지가 다른 투명한 두 수정시편의 스펙트럼 양상은 매우 유사하다.



<도 3(b)> 수정제 유물과 원광의 라만스펙트럼 (세부).

산지별 수정 원광의 라만스펙트럼은 산지에 따라 약간 다른 양상을 띤다. 이러한 차이가 색상에 의해 나타나는 현상인지 또는 지역적인 특징인지에 대해 알기 위해서는 좀 더 진척된 연구가 필요하다. 분명한 것은 울진의 자수정 시편 3점과 언양의 자수정 (매우 약한 색을 보이기는 하나 자색을 띤) 시편 1점은 790 $\text{cm}^{-1}$ 에서 동일한 shift가 발생하였고,

510cm<sup>-1</sup>에서 4개의 시편이 (경주시편 2점과 언양시편 두점) 다른 8점과는 다르게 나타나는 점이 있다. 이러한 차이를 해석하기 위해 다른 연구결과들과 연관지어 살펴볼 필요가 있다.

#### 4. 미량성분분석 결과

미량성분의 함량으로 수정의 산지를 추정하기도 한다. 특히 Ti, Ge, U, Th, Pb 등과 같은 미량원소는 산지의 특성을 보이는 원소이기 때문이다 (ten Bruggencate 2013).

수정 산지에서 채취한 시편을 녹여 ICP-MS로 측정된 결과, 지역별로 구분되어 나타나는 원소가 보인다. Mg, Al, Sc, Ti, Mn, Fe, Du, Ga, Ge, Rb, Sr, Y, Zr, Nb, Sn, Sb, La, Ce, Nd, Y, Pb 원소들이 지역에 따른 차이로 나타난다. 즉, 산지별 수정이 함유하고 있는 미량 원소가 산지의 특성을 규정할 수 있는 요소가 될 가능성이 있다고 하겠다 <표 2(a)>.

그러나 앞서 언급하였듯이 유물에 있는 수정을 이러한 파쇄법으로 분석할 수는 없다. 유물에의 적용 가능성을 살펴보기 위해 비파괴법으로 분류되는 LA-ICP-MS법으로 동일 수정 원광을 분석하여 결과를 얻었다 <표 2(b)>. 나타난 결과는 파쇄법인 ICP-MS와 매우 유사하여 결과는 신뢰할 만하다.

<표 2(a)> ICP-MS로 분석한 수정원광의 미량성분 (cps).

		Li	Mg	Al	Ca	Sc	Ti	V	Cr
blank	blank1	283	19	19	37	4	1	4	34
	blank2	368	70	29	26	3	9	27	553
경주 2	GJ 2-A	1,785	392	4,542	67	650	239	220	4,127
	GJ 2-B	8,864	619	9,563	41	16	347	128	698
	GJ 2-C	3,460	212	6,646	48	136	590	64	2,895
언양	EY-A	3,019	353	4,902	83	20	1,029	18	883
	EY-B	2,888	770	3,324	120	287	931	46	624
	EY-C	2,527	270	2,953	68	11	824	48	5,075
울진	UJ-A	3,146	11,277	4,065	2,478	1,005	94	86	2,603
	UJ-B	2,929	319	3,844	58	573	82	63	3,425
	UJ-C	4,098	2,320	4,421	133	449	76	98	5,239
		Mn	Fe	Co	Cu	Ga	Ge	Rb	Sr
blank	blank1	139	823	4	56	1	1	16	-
	blank2	88	9,001	42	206	1	-	8	3
경주 2	GJ 2-A	1,390	211,850	59	1,412	51	338	223	56
	GJ 2-B	969	107,151	63	4,265	36	283	100	221
	GJ 2-C	1,556	54,315	96	651	53	298	252	34

언양	EY-A	2,920	24,615	42	1,862	12	380	103	72
	EY-B	9,327	44,793	44	1,801	12	329	83	187
	EY-C	2,889	39,115	64	2,209	3	319	110	103
울진	UJ-A	2,192	105,959	141	8,014	1,299	174	32	975
	UJ-B	364	74,863	76	2,288	1,362	170	42	39
	UJ-C	667	140,341	80	6,562	1,550	118	30	82
		Y	Zr	Nb	Ag	Cd	Sn	Sb	Cs
blank	blank1	-	1	-	12	6	50	4	76
	blank2	1	7	3	17	-	10	2	7
경주 2	GJ 2-A	2,479	3,445	10,694	141	11	1,992	103	162
	GJ 2-B	1,208	628	6,667	26	14	391	113	61
	GJ 2-C	1,106	500	858	48	7	463	34	92
언양	EY-A	82	30	50	29	20	72	20	150
	EY-B	69	42	69	41	32	58	68	431
	EY-C	758	173	350	168	11	128	58	229
울진	UJ-A	51	114	133	38	124	426	1,241	20
	UJ-B	14	31	128	18	12	243	1,363	17
	UJ-C	24	79	116	46	24	178	1,643	13
		Ba	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Tb	Dy
blank	blank1	2	6	17	2	1	-	-	-
	blank2	9	10	27	2	-	-	1	1
경주 2	GJ 2-A	52	444	2,508	381	372	156	712	1,241
	GJ 2-B	49	986	3,252	360	317	79	223	438
	GJ 2-C	39	214	32,182	112	88	30	157	224
언양	EY-A	162	52	444	13	16	8	14	26
	EY-B	141	210	522	63	38	6	22	21
	EY-C	91	94	386	46	40	30	172	286
울진	UJ-A	428	179	443	63	49	10	13	18
	UJ-B	306	90	312	23	16	-	8	6
	UJ-C	210	112	228	31	26	4	7	16
		Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Hf	Ta	W
blank	blank1	-	-	2	11	9	-	-	48
	blank2	1	-	-	1	-	-	3	52
경주 2	GJ 2-A	1,269	1,490	853	1,315	291	917	7,456	1,192
	GJ 2-B	388	470	248	456	104	76	1,667	863
	GJ 2-C	263	349	181	370	80	83	586	396
언양	EY-A	17	21	16	29	3	8	42	284
	EY-B	20	27	10	20	4	8	94	358
	EY-C	257	231	136	221	68	103	2,534	344
울진	UJ-A	19	17	4	16	3	7	427	270
	UJ-B	7	7	2	10	4	4	74	212
	UJ-C	11	4	3	3	1	3	77	208
		Au	Pb	Bi	Th	U			
blank	blank1	2	126	4	3	2			
	blank2	2	490	33	4	1			
경주 2	GJ 2-A	31	28,904	399	31,078	3,627			
	GJ 2-B	9	9,025	336	1,363	789			
	GJ 2-C	9	7,010	73	729	363			

언양	EY-A	2	8,223	130	74	77			
	EY-B	4	19,482	144	149	46			
	EY-C	11	9,272	66	391	872			
울진	UJ-A	17	27,323	62	563	520			
	UJ-B	2	16,370	24	320	246			
	UJ-C	128	13,467	27	241	323			

## IV. 토의

### 1. 수정의 발색요인

백수정, 자수정(Amethyst), Prasiolite, 황수정(citrine), morion 등 보석가치의 수정은 모두 알파 석영이며 이들 사이의 차이는 매우 작다 (Dana et al. 1985). 천연 석영은 결정 구조에 항상 알루미늄, 철, 수소, 리튬, 나트륨 및 칼륨과 같은 미량 원소를 함유하고 있다. 이 미량원소들이 전리 방사선에 노출되어 석영의 발색에 중요한 역할을 한다. 자수정은 소량의 알루미늄, 철, 수소, 나트륨, 리튬 및 칼륨을 함유한 무색 석영이다. 열수 용액과 자수정의 환경에는 K이 풍부할 수 있다. K은  $^{40}\text{K}$ (동위원소)로 인해 1.46 MeV의 에너지로 감마선을 방출하고 반감기가 1,260,000,000년인 천연 방사성 원소이다. 다른 천연 방사성 원소(Th 및 U)도 방사선을 낸다. 지질학적 기간 동안 자수정의 보라색을 생성하기에 충분히 높은 조사량으로 이러한 노출은 누적될 수 있다. 그러나 만약 자연 조사가 약했을 경우 자수정은 무색으로 남아 있다. 석영의 다른 색상도 유사한 프로세스로 형성될 수 있다. FT-IR법은 무색 수정이 색상을 발현할 수 있을 지에 대한 여부를 추정하는데 매우 유용할 수 있다 (Nunes et al. 2009).

<표 3> 실온에서 무색투명한 수정의 FT-IR에서 나타나는 bands (출처: Lameiras 2012).

band No.	Wavenumber (cm <sup>-1</sup> )	Remark
1	2499	Strong, always present
2	2600	Strong, always present
3	2677	Strong, always present
4	2771	Strong, always present
5	2935	Small band, always present
6	3063	Small band, always present

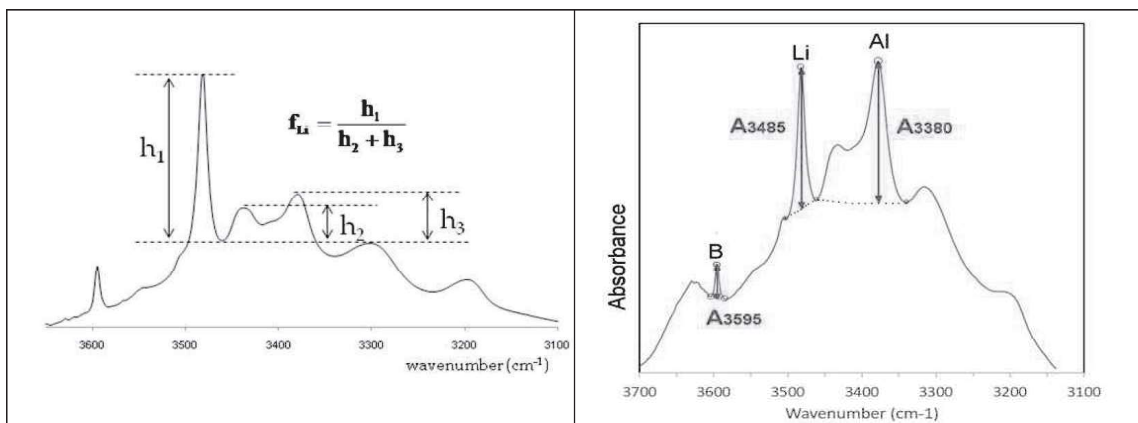


band No.	Wavenumber (cm <sup>-1</sup> )	Remark
7	3202	Small band, always present, Si-O overtone
8	3303*	Small band, always present, Si-O overtone
9	3381*	Al-OH related
10	3433*	Al-OH/Na <sup>+</sup> related
11	3483*	Al-OH/Li <sup>+</sup> related
12	3404*-510* doublet	Not assigned
13	3441* and 3585 doublet	3441 cm <sup>-1</sup> is a broad band
14	3441* and 3585 doublet	3441 cm <sup>-1</sup> is a broad band with strong absorption above 3000 cm <sup>-1</sup>
15	3595	Not assigned

\* within  $\pm 10$  cm<sup>-1</sup>

## 2. 적외선 스펙트럼의 정량분석으로부터 산지추정

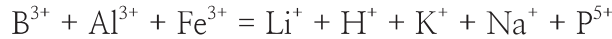
Li 인자는 각기 Li, Na, H와 관련된 3483, 3446, 3339cm<sup>-1</sup> band로부터 <도 4> 좌측에 도식된 식에 의해 계산된다 ( $f_{Li}$  은 기준선을 제거한 후 normalizing한 스펙트럼에서 측정된 높이에서 계산된다, Lameiras 2012).



<도 4> 적외선스펙트럼에서 계산된 Li 인자법과 (좌, 출처; Lameiras 2012), Kanai Takuto에 의해 고안된 산지 판별지표법 (우,  $X=\ln(A_{3485}/A_{3380})$ ,  $Y=\ln(A_{3595}/A_{3380})$ , Kanai Takuto 2018).

수정의 이상적인 화학조성은 SiO<sub>2</sub>이지만 실제 결정에는 공공공극, 불순물 원자나 전위 같은 각종 격자결함이 존재한다(Götze et al., 2001). 불순물 원자에 의한 결함으로 Si<sup>4+</sup>

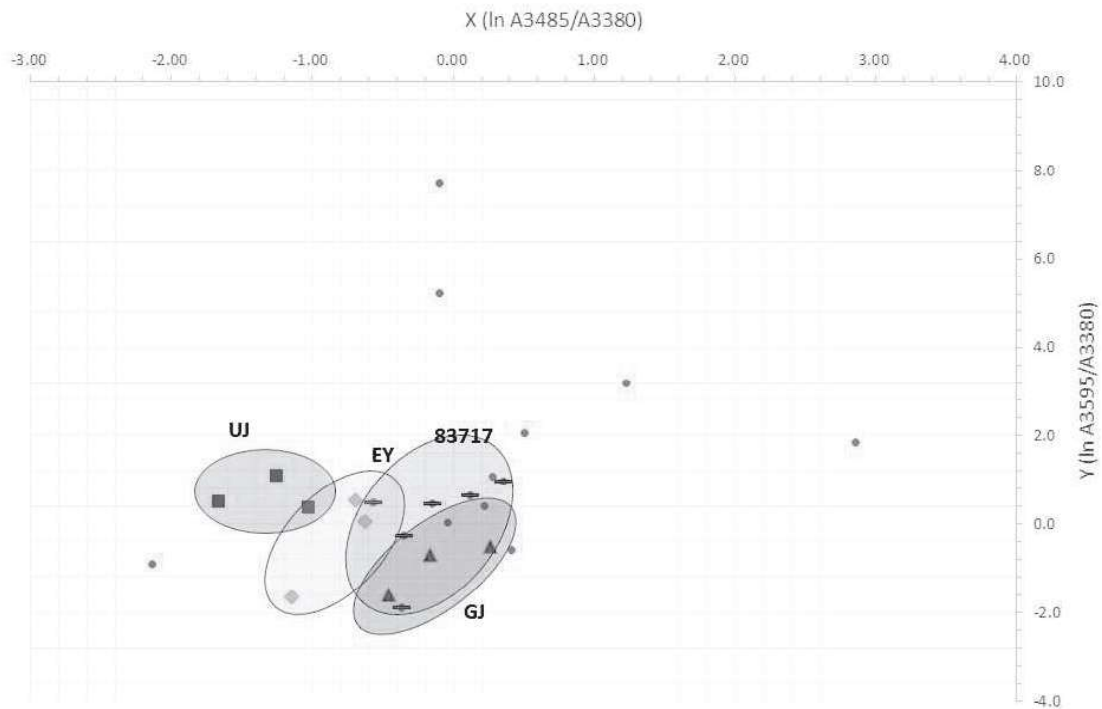
를 치환하는  $Al^{3+}$ ,  $Fe^{3+}$ ,  $Ti^{4+}$ ,  $Ge^{4+}$ ,  $B^{3+}$ ,  $P^{5+}$  등이 알려져 있다(Krbetschek et al. 1997, Götze et al. 2001). 또 하전평형을 유지하기 위해서  $Li^+$ ,  $H^+$ ,  $K^+$ ,  $Na^+$ 와 같은 원소가 침입하여



와 같은 전하 평형이 이루어지고 있다 (Dennen 1966, Müller and Koch-Müller 2009, Baron et al. 2014).

적외선 에너지는 분자진동이나 격자진동의 천이에너지 영역과 중복되어, 이러한 진동에너지에 대응한 적외선스펙트럼으로서 측정할 수 있다. 따라서 불순물을 함유한 수정도 이에 의한 적외선스펙트럼이 나타나며, 그 적외선스펙트럼은 수정의 성인이나 산지를 반영할 가능성이 있다 (하야시 외 1996). 이에 본 연구에서도 각 유적의 수정제 유물과 산지의 수정원광의 적외선스펙트럼을 비교하여 수정제 유물의 산지 추정을 시도하였다.

금번의 연구에서는 Lameiras(2012)의 연구를 참고하여 시도한 Kanai Takuto의 산지 판별지표법을 적용하였다.  $3595cm^{-1}(B^{3+})$ ,  $3485cm^{-1}(Li^+)$ ,  $3380cm^{-1}(Al^{3+})$ 의 적외선분광스펙트럼의 흡광모드를 이용하여 원산지 판별 지표를 작성하였다. 각각의 분석결과에서 지표 X 및 지표 Y의 값을 획득한 후에 평균값을 구했다. 지표는 2종류로 하고 (지표  $X = \ln(A_{3485}/A_{3380})$ , 지표  $Y = \ln(A_{3595}/A_{3380})$ ) 각 지표를 좌표축으로 하는 산포도를 작성하여 그 적용가능성을 살펴보았다 <도 5>.



<도 5> 산지 판별 추정을 위한 수정제 유물과 수정 원광의 적외선 스펙트럼의 지표 좌표.

지표 좌표에 도시된 지역별 수정 원광의 지표는 상당히 밀접한 형태로 그룹핑되었다. 산지 원광시편이 각기 3점씩 측정되어 아직은 정확한 의미를 둘 수는 없겠지만 현재 보이는 결과로는 산지별 특징이 나타난다고 할 수 있다. 분석된 수정제 유물을 동일한 방법으로 도시하였을 때 유물은 수정 원광에 비해 상당히 넓은 범주에 산포됨을 보인다. 유물명 74890-amethyst, 74509 (김해시 출토), 76646 (김해시 출토), 96020 (김해시 출토), 83770 (곡옥, 김해시 출토) 5점은 다른 유물들에 비해 떨어져 분포한다. 또한 주목되는 부분은 동일 목걸이에 (유물명 김해 83717) 꿰어져 있는 수정 6점은 (83717\_a, b, c, d, e, f) 육안상 색상은 다르게 보이지만 본 지표좌표상에서는 상당히 밀접하여 위치하고 있는 점이다.

### 3. LA-ICP-MS법의 유물에의 적용 가능성

산지에서 채취한 수정을 녹여 파쇄법인 ICP-MS로 측정한 결과와 비파괴법인 LA-ICP-MS법으로 측정한 결과는 매우 유사하여, 표면분석법인 LA-ICP-MS법이 유물에 적용하였을 때 신뢰할 만한 결과임은 확인되었다. 다만 적은 면적이기는 하나 레이저를 이용하기 때문에 지름 약  $70\ \mu\text{m}$  크기,  $20\ \mu\text{m}$  깊이의 흔적을 남긴다. 이 흔적은 육안으로는 보이지 않으며 현미경하에서는 확인된다. 대부분 수정 유물의 표면에는 이미 사용흔인 잔금들이 얇게 발생되어 있으며, 이러한 흔적에 비해서 레이저의 흔적은 미미한 편이다. 또한 목걸이 등으로 제작하기 위해 뚫은 구멍주변은 이미 파쇄가 되었기 때문에 이러한 부분쪽에서 분석을 한다면 문제가 되지 않을 것으로 판단된다. 다만 이 방법을 적용하는 것은 문화재임을 감안하여 분석의 필요성이 요구될 때 합의하여 결정하는 것이 바람직하겠다.

## V. 결론

김해박물관이 소장하고 있는 수정제 유물의 산지를 추정하기 위해 소장 유물 중 대표적인 몇점을 선정하여 분석을 실시하였다. 그 중 분석이 가능한 형태의 유물에 대하여 육안 관찰, 현미경관찰, 적외선분광분석법, 라만분광분석 등 비파괴적인 방법으로 과학적 분석을 실시하여 소장 유물의 특성을 파악하였다. 이와 병행하여 근처에 잘 알려진 수정 산지로부터 수정시료를 채취하여 유물과 동일한 방법으로 분석하였으며, 추가로 파쇄적인 방법도 실시하여 비파괴법의 신뢰성도 교차 비교하였다.

수정제 유물은 육안관찰과 현미경관찰결과 동일 유물에 속해 있다고 하더라도 색상이라든지 투명도면에서 약간 상이한 모습을 보이기도 하며, 다른 지역에서 출토된 것도 유사해 보이는 것도 있다. 동일 산지에서 채취한 수정편도 육안과 현미경 상 동일한 양상을 띠지는 않는다. 즉 육안이나 현미경에 의한 관찰로는 산지를 추정하기는 어려우나, 이들이 보이는 특징이 과학적분석 결과와 매칭되는 부분이 있기 때문에 조사가 필요하다.

FT-IR과 Raman spectroscopy 분석에서 나타나는 패턴의 양상으로 수정의 유사성은 살펴볼 수 있으나 FT-IR 분석법은 불투명한 유물은 측정이 불가능한 애로점이 있다. 이들의 스펙트럼 양상만으로는 수정의 산지를 추정하기 어렵다.

본 연구에서 주된 분석법으로 거론하지는 않고 단순히 토론의 형식으로 정리한 FT-IR 스펙트럼의 결합 성분 인자에 의한 좌표 설정법은 상당히 의미있는 결과를 보였다. 분석수량이 적어서 정확한 의미를 부여할 수는 없지만 더 많은 분석을 통해 정립해 볼 필요가 있는 방법으로 판단된다.

분석결과, 미량성분분석법은 산지를 추정하는데 상당히 고무적인 방법으로 판단된다. 시료를 파쇄하여 분석을 해야 하거나 레이저를 이용하는 LA-ICP-MS법이 유물에 약간의 분석흔적을 남길 수 있는 점의 문제는 있다.

무엇보다도 수정산지에 대한 연구가 향후 더욱 절실하다. 다양한 산지가 존재했었는지, 또는 존재하고 있는 지를 조사하여 시료를 채취하고 분석을 통하여 데이터를 축적해간다면 수정 유물의 산지추정이 더욱 의미있는 작업이 될 것이다. 산지를 찾는 일은 짧은 시간 내에 수행할 수 있는 것이 아니기 때문에 꾸준한 연구가 필요하다.

수정제 유물의 산지가 국내에 국한되었으리라고 단정지을 수 없다. 원석이 이동 가능하기 때문에 추정되는 산지의 범위를 좀 더 넓혀볼 필요도 있으며, 외국 연구자들의 자료도 비교자료로 활용해야만 한다.

## 참고문헌

- Bahadur, H. 1995, Sweeping investigations on as grown Al-Li<sup>+</sup> and Al-OH centers in natural crystalline quartz. *IEEE Transactions on Ultrasonics, Ferroelectrics, and Frequency Control*, Vol. 41, No. 2, pp.153-158, ISSN 0885-3010.
- Baron, M. A., Stalder, R., Konzett, J. and Hauzenberger, C.A., 2014 “OH-point defects in quartz in B- and Li-bearing systems and their application to pegmatites”, *Physics and Chemistry of Minerals* 42, pp.1-10.
- Dana, J. D., Hurlbut, C. S., and Klein, D. 1985. *Manual of Mineralogy* (20 ed.), John Wiley & Sons, ISBN 0-471-80580-7, New York.
- Dennen, E. H. 1966, “Stoichiometric substitution in natural quartz” *Geochimica et Cosmochimica* 30, pp.1235-1241.
- Götze, J., Plötze, M. and Habermann, D. 2001, “Origin, spectral characteristics and partial applications of the cathodoluminescence (CL) of quartz - a review”, *Mineralogy and Petrology* 71, pp.225-250.
- Kanai Takuto, 2018., 縄文時代以前における山梨県産水…晶の流通に関する研究, 山梨県若手研究者奨励事業 研究成果報告書.
- Krbetschek, M. R., Götze, J., Dietrich, A. and Trautman, T. 1997, “Spectral information from minerals relevant for luminescence dating” *Radiation. Measurements* 27, pp. 95-748.
- Krishnamurti, D. 1958, The Raman spectrum of quartz and its interpretation, *Proceedings of the Indian Academy of Sciences - Section A* volume 47, pp.276-291.
- Lameiras, F. S. 2012, “The relation of FTIR signature of natural colorless quartz to color development after irradiation and heating” Morozhenko, V. (Ed.) “Infrared Radiation” InTech, Rijeka, pp.41-56.
- Martin, J. J. 1988, Electrodiffusion (Sweeping) of ions in quartz -A Review. *IEEE Transactions on Ultrasonics, Ferroelectrics, and Frequency Control*, Vol. 35, No. 3, pp.288-296, ISSN 0885-3010.
- Müller, A. and Koch-Müller, M. 2009 “Hydrogen speciation and trace element contents of igneous, hydrothermal and metamorphic quartz from Norway”, *Mineralogical Magazine* 73, pp.569-583.

Nassau, K. 1978, The origins of color in minerals. *American Mineralogist*, Vol. 63, pp. 219-229, ISSN 0003-004X.

Nunes, E. H., Melo, V., Lameiras, F., Liz, O., Pinheiro, A., Machado, G. and Vasconcelos, W. 2009, Determination of the potential for extrinsic color development in natural colorless quartz. *American Mineralogist*, Vol. 94, pp. 935-941, ISSN 0003-004X.

ten Bruggencate, R. E., Fayek, M., Brownlee, K., Milne, S. B. and Hamilton, S. 2013, "A combined visual-geochemical approach to establishing provenance for pegmatite quartz artifacts", *Journal of Archaeological Science* 40, pp.2702-2712.

林 政彦・間中裕二・高木秀雄 1996, 天然と合成クォーツ、特に水晶におけるFT-IRとCL像による特徴, *宝石学会誌* 21, pp.27-32.



# 「가야 출토 수정유물의 조사 및 분석」에 대한 토론문

김정진

안동대학교 지구환경과학과

본 연구는 김해박물관이 소장하고 있는 수정제 유물의 산지를 추정하기 위해 소장 유물 중 대표적인 몇점을 선정하여 분석을 한 것이다. 그 중 분석이 가능한 형태의 유물에 대하여 육안관찰, 현미경관찰, 적외선분광분석법, 라만분광분석 등 비파괴적인 방법으로 과학적 분석을 실시하여 소장 유물의 특성을 파악하였고, 이와 병행하여 근처에 잘 알려진 수정 산지로부터 수정시료를 채취하여 유물과 동일한 방법으로 분석하였으며, 추가로 파쇄적인 방법도 실시하여 비파괴법의 신뢰성도 교차 비교하였다.

다음과 같은 내용으로 본 연구의 내용을 토론하며, 향후 연구의 방향에 대한 의견을 제시하도록 한다.

## 1. 산지분석과 함께 가공기술분야의 연구 필요

한 작품, 예를 들어 여러 개의 조각으로 이어진 목걸이와 같은 유물을 보더라도 구성하는 수정조각들의 색상과 조직이 육안으로 보았을 때 동일한 것도 있지만 다른 것들이 더 많다. 한 지역, 한 출토지, 한 장식물의 구성요소임에도 상이하게 보이는 특성은 서로 다른 지역에 있는 수정 원광을 가공하여 한 작품으로 제작한 것으로도 볼 수 있다.

원료의 상이성 외에도 가공기법, 제작기법 등으로도 출토 수정의 특성을 판단해 볼 수 있다. 재질의 특성상 산출되는 원광의 중량이 크지 않기 때문에 산지에서 채취한 원광을 이동시켜



특정장소에서 가공했을 가능성도 크다. 김해박물관이 소장하고 있는 수정제 유물은 주로 김해 인근에서 출토된 것이므로 구성 재질인 수정의 산지를 그 인근으로 생각하기 쉽다. 그러나 앞서 언급한 이유로 수정의 산지는 의외로 가깝지 않은 곳일 수도 있다. 현재 인근에 잘 알려진 수정산지로는 언양이 있으며, 그 외에는 산지로서 알려진 바는 없다. 화강암지역에 석영맥으로 산출되기도 하기 때문에 일대를 살펴야 한다. 유물로 제작될 정도로 산출되었으면 어느 정도 규모가 있었을 것이므로 시간을 투자하여 미지의 산지를 찾아보는 노력도 하여야 한다.

## 2. 다른 분석방법 모색

본 연구를 통해 살펴보고자 한 것은 다음과 같다.

- 가야지역에서 출토되는 수정제 유물의 산지추정연구의 일환으로 우선 수정제 유물의 재질특성을 살펴보는 것.
- 수정제 유물을 여러 과학적 방법으로 분석하여 유물들 간의 상이성과 동질성을 살피는 것.
- 수정제 유물분석에 적합한 분석법을 찾아내는 것.

수정제 유물뿐만 아니라 문화재를 대상으로 하는 과학적 분석에는 항상 한계가 있다. 유물에 손상을 주지 않는 선에서 결과를 얻어야 하므로 비파괴적인 방법으로 수행하여야 한다는 제약이 따른다. 앞선 연구들에서도 수정이 보석광물이기 때문에 문화재의 형태가 아니어도 비파괴적인 방법으로 감정을 시도하여 결과를 보고하고 있다.

본 연구에서 적용한 분석법 이외에 다음과 같은 분석법도 시도해볼 필요 있다.

- SIMS (secondary ion mass spectrometry)법 활용.
- Cathodoluminescence (CL)법 등의 활용.
- 동시에 산지에 대한 연구도 병행.

## 3. LA-ICP-MS법의 유물에의 적용 가능성 타진

산지에서 채취한 수정을 녹여 파쇄법인 ICP-MS로 측정된 결과와 비파괴법인 LA-ICP-MS법으로 측정된 결과는 매우 유사하여, 표면분석법인 LA-ICP-MS법이 유물에 적용하였을 때 신뢰할 만한 결과임은 확인된다. 다만 적은 면적이기는 하나 레이저를 이용하기 때문에 지름 약  $70\mu\text{m}$  크기,  $20\mu\text{m}$  깊이의 흔적을 남긴다. 이 흔적은 육안으로는 보이지 않으며 현미경하에서는 확인된다. 대부분 수정 유물의 표면에는 이미 사용흔인 잔금들이 얇게 발생되어 있으며, 이러한 흔적에 비해서 레이저의 흔적은 미미한 편이다. 또한 목걸이 등으로 제작하기 위해 뚫은 구멍주변은 이미 파쇄가 되었기 때문에 이러한 부분쪽에서 분석을 한다면

문제가 되지 않을 것으로 판단된다. 다만 이 방법을 적용하는 것은 문화재임을 감안하여 분석의 필요성이 요구될 때 합의하여 결정하는 것이 바람직하겠다.

#### 4. 적외선 스펙트럼의 정량분석으로부터 산지추정 심화연구

불순물을 함유한 수정도 이에 의한 적외선스펙트럼이 나타나며, 그 적외선스펙트럼은 수정의 성인이나 산지를 반영할 가능성이 있다. Kanai Takuto의 산지 판별지표법을 적용하여 지표  $X=\ln(A3485/A3380)$ , 지표  $Y=\ln(A3595/A3380)$  각 지표를 좌표축으로 하는 산포도를 작성하였다. 수정 원광과 수정제 유물에 국한하지 않고, 일본제 유물과 산지의 연구를 함께 고찰할 필요가 있다.

#### 5. 연구결과

- 연구결과의 정확도를 높이기 위해서는 수정 유물과 산지 추정용 산지의 수정시료 확보가 필요하다.
- 수정제 유물의 산지가 국내에 국한되었으리라고 단정지을 수 없다. 원석이 이동 가능하기 때문에 추정되는 산지의 범위를 좀 더 넓혀볼 필요도 있으며, 외국 연구자들의 자료도 비교 자료로 활용해야만 한다.



2021년 국립김해박물관 가야학술제전

가야지역 출토  
수정의  
과학적 분석  
연구

加耶

주제발표

경상지역 석영(수정) 출토지

최 옥 곤 (지권환경연구소)

水晶



# 경상지역 석영(수정) 출토지

최옥곤  
지권환경연구소

---

## 목 차

---

- |                   |                |
|-------------------|----------------|
| I. 석영(수정)에 대해서    | III. 외국 사례(일본) |
| II. 국내 석영(수정) 산출지 | IV. 맺음말        |
- 

## I. 석영(수정)에 대해서

### 1. 석영(수정)의 일반적 특징

석영(石英, Quartz)은 꽃처럼 아름다운 돌이라는 뜻으로 다른 말로는 수정(水晶)이라 불리고 있는 광물(鑛物)이다. 석영은 장석(長石), 흑운모(黑雲母), 각섬석(角閃石), 휘석(輝石), 감람석(橄欖石) 등 지구의 지각을 구성하는 조암광물(造岩鑛物, rock forming mineral)중의 하나로 지구상에서 장석 다음으로 많은 광물이다.

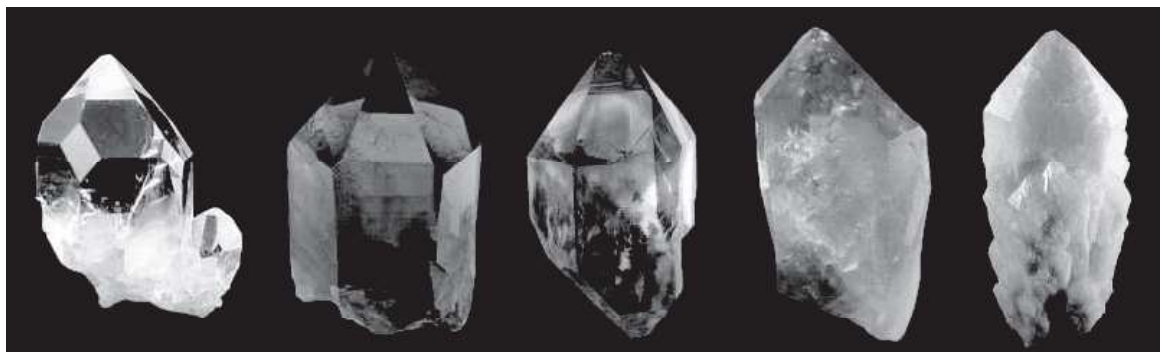
지구의 지각을 구성하는 8대 원소로는 산소(O), 규소(Si), 알루미늄(Al), 철(Fe), 칼슘(Ca), 나트륨(Na), 마그네슘(Mg), 칼륨(K)이며 석영은 지각에서 가장 풍부한 원소인 산소(酸素)와 규소(硅素)로 이루어져 있다. 석영은 이산화규소( $\text{SiO}_2$ )로 이루어진 규산염광물(硅酸鹽鑛物, silicate minerals)로 규소 한 개와 산소 4개가 결합한 규산염사면체(硅酸鹽四面體)를 만드는데 이 규산염사면체가 3차원적으로 결합한 것이 석영이다. 석영의 물리적 성질은 비중은 2.65, 경도(굳기)는 7, 굴절률은 1.54~1.55범위 등이다.

석영은 극미량의 불순물이 들어가거나 결정 구조 내의 결손 구조로 인해 여러 가지 색으

로 나타나게 된다. 석영은 일반적으로 무색투명한 수정(혹은 백수정, rock crystal)에서부터 색에 따라서 연수정(smoky quartz), 자수정(amethyst), 황수정(citrine), 유수정(milky quartz) 등의 많은 이름으로 불리고 있다.

석영이 다양한 색으로 산출되는 것은 결정 구조 내에 들어간 미량의 불순물 때문이며 결정 구조 내에 들어간 불순물(不純物)인 내포물(內包物)의 종류에 따라 여러 가지 색으로 산출된다. 황수정은 결정 내의 철분(Fe)에 기인하며, 무색투명한 수정(백수정)은 자연방사선에 노출되면 연수정(煙水晶)으로 변화된다. 유수정은 우윳빛 등으로 산출되며 알루미늄이나 산화철 성분이 소량 들어가면 자수정(紫水晶)으로 산출된다. 이들 여러 가지 석영들은 보석분야에서 준보석 및 보석으로 활용되고 있으며 으뜸은 역시 자수정으로 알려져 있다.

자수정(紫水晶, Amethyst)은 수정 중에서도 자주색(紫色), 보랏빛을 띠고 그 아름다움이 특히 뛰어나 수정(水晶) 중의 꽃, 으뜸으로 여겨지며 세계 5대 보석 중의 하나이다.



<사진 1> 석영의 종류: 좌측으로부터 백수정, 연수정, 자수정, 황수정, 유수정

## 2. 석영(수정)의 생성과 산출

석영이 만들어지는 과정과 산출 형태는 생성 환경에 따라 다양하며, 석영의 생성은 주로 화강암이 분포하는 지질과 깊은 관련성이 있다. 석영은 화강암체에 발달한 거정질(巨晶質) 화강암(花崗巖)인 페그마타이트(pegmatite)나 석영맥(石英脈) 또는 화강암에 생긴 틈새나 균열인 불연속면(不連續面, discontinuity)을 따라 생긴 큰 빈 공간인 정동(晶洞, geode)에서 규산 성분이 침전되면서 석영 결정으로 성장해서 만들어진다.

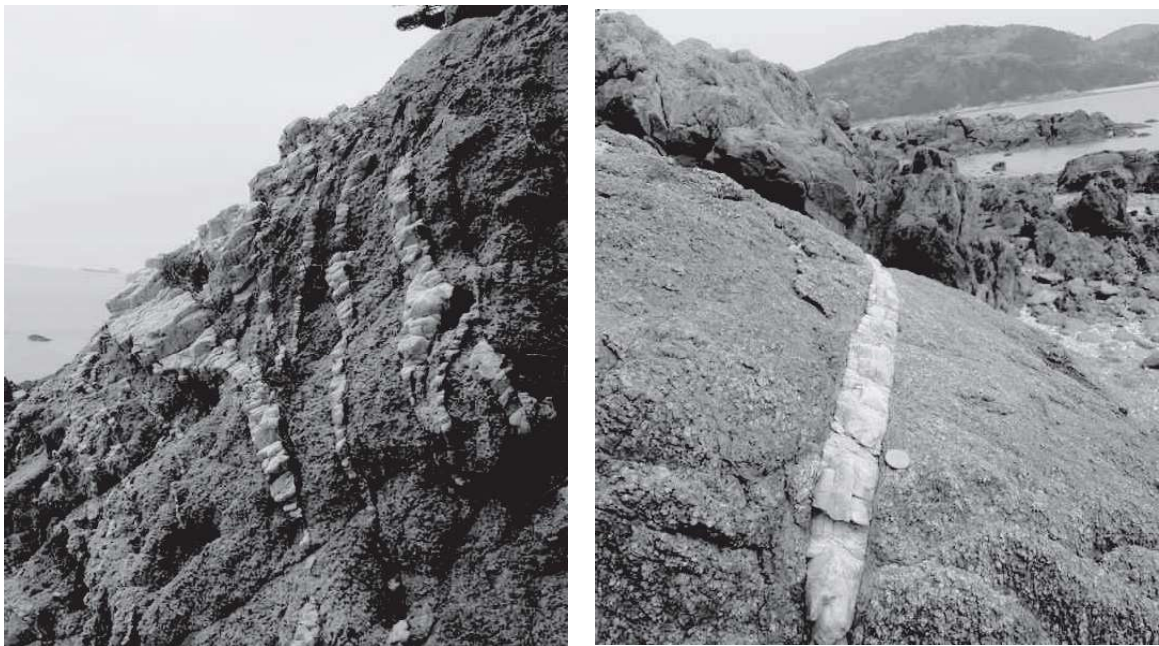
### 2.1. 정동(晶洞, geode)

일반적으로 석영은 규산염(硅酸鹽, silicate)이 과포화 혹은 포화된 마그마가 지표 아래

에서 식으면 규산염이 풍부한 열수용액(熱水溶液, hydrothermal solution)이 암석의 틈과 균열 사이를 따라 흐른다. 아름답고 크기가 큰 석영 결정이 자라나려면 주변의 방해를 받지 않고 오랜 시간에 걸쳐 천천히 식을 때 자형(自形, euhedral)으로 성장하여 큰 결정으로 자라날 수 있다. 그렇기 때문에 이러한 조건은 열수용액이 암석의 빈 공간을 흐를 때 만족할 수 있으며 이러한 빈 공간을 정동(晶洞)이라고 하고 보통 고품질의 큰 수정 결정은 이러한 정동에서 성장한다.

## 2.2. 석영맥(石英脈, quartz vein)

석영맥은 고온의 열수가 암석의 갈라진 틈을 통과할 때 석영이 주체인 원소들이 침전해서 생긴 석영으로 이뤄진 광맥(鑛脈), 암맥(岩脈)으로 마그마의 온도가 내려가서 열수성(熱水性)이 되면 생긴다. 아래 사진은 인천 영종도 인근 바닷가의 중생대 트라이아스기 화강암에 관입한 석영맥 노두(露頭)이다.



<사진 2> 인천 영종도 인근 바닷가 석영맥 노두 사진

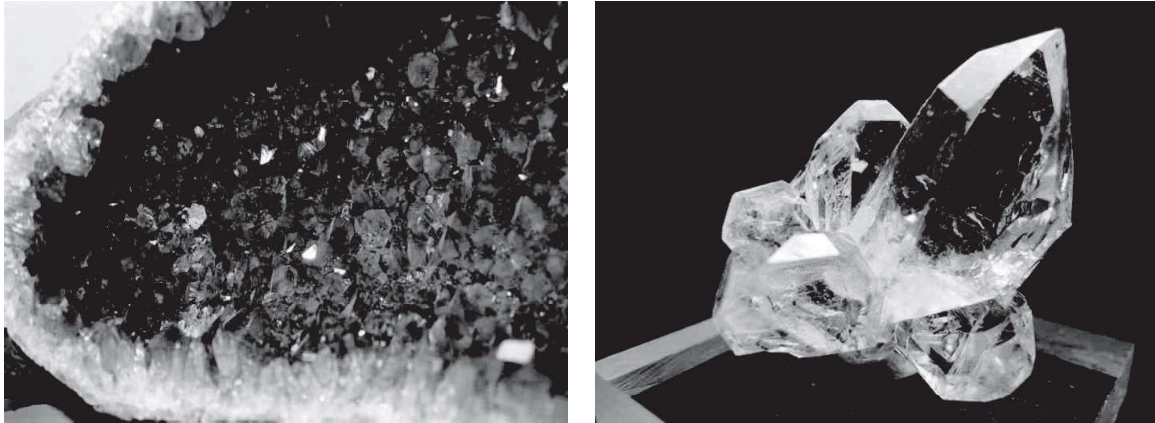
## 3. 석영(수정)의 대표적 산출지

### 3.1. 해외

수정(자수정)의 세계적인 산출지로는 브라질(minas gerais), 우루과이, 아르헨티나, 탄자니아, 마다가스카르, 호주 등이 유명하며 유럽에서는 수정의 산출지로 독일, 프랑스, 오스



트리아, 스위스 등이 있다. 특히 스위스와 벨기에는 나라돌인 국석(國石)이 수정(水晶)이며 스위스는 수정의 산출지로 수정진동자(水晶振動子)를 이용한 시계 산업이 유명하다. 스위스의 알프스에서 수정 채집 역사는 몇 세기에 달하며 19세기말 무렵까지는 채집된 대부분의 수정은 이탈리아로 옮겨져 샹들리에, 컵 등으로 가공되어 사용되어 왔다.



<사진 3> 브라질 제라이스 광산 자수정 정동(左)과 일본산 수정(右)

### 3.2. 국내

국내 석영(수정)의 산출지로는 경주 남산과 울산광역시 울주군 언양자수정, 경북 울진 자수정 등이 잘 알려져 있다. 특히, 김해와 가까운 부산광역시 동구 수정동(水晶洞)과 수정산(水晶山)은 지명이 수정(水晶)에서 유래되었으며, 수정산 정상에 큰 분지가 있었는데 이 일대에서 크고 작은 수정이 많이 나왔다고 하여 수정산(水晶山)으로 부르게 되었다고 전한다. 지명의 유래가 된 수정이 채굴된 장소는 정확하게 알려지지 않고 있지만 수정산 일대는 중생대 백악기 불국사관입암류인 흑운모화강암이 넓게 분포하고 있는 지역이다. 부산 지역 일원에는 수정산 일대를 비롯해 주변의 백양산(白楊山)과 금정산(金井山) 등 중생대 불국사화강암이 분포 지역이 넓게 위치하고 있다.

전라북도 남원에는 높이 805m의 수정봉(水晶峰)이 있으며 전라북도 남원시 운봉읍 행정리와 주천면 덕치리, 이백면 효기리에 걸쳐 있는 산으로 백두대간(白頭大幹)의 지리산으로 부터 만복대~정령치~고리봉~가재~수정봉~입망치~여원치~고남산으로 이어지는 주능선에 위치하고 있다. 수정봉이라는 이름은 옛날부터 산에 수정 광산이 있었다 하여 수정봉(水晶峰)이라고 불리고 있다고 전해진다.

경기도 용인시의 동남쪽 처인구에는 수정산(水晶山, 344m)이 있으며 옛날부터 산 위에 돌로 된 석굴이 있고 그 안에서 수정이 나온 것으로 전해지고 이 산에서 자수정을 생산했던 관계로 그 이름이 유래한 것으로 전해진다.

## Ⅱ. 국내 석영(수정) 산출지

### 1. 개요

우리나라는 세계적으로 고품질의 자수정(紫水晶, Amethyst)산지로 알려져 있으며 특히 자수정은 1981년 우리나라를 상징하는 돌(石)인 나라돌로 지정되어 대한민국의 국석(國石)이기도 하다. 자수정은 귀족의 상징, 사랑의 보석으로 알려진 2월의 탄생석(誕生石)으로 서양에서는 다이아몬드(diamond), 루비(ruby), 사파이어(sapphire), 에메랄드(emerald)에 이어 5대 보석(寶石) 중의 하나로 현재는 동서양을 막론하고 귀중한 보석으로 취급 받고 있다.

한국 자수정의 최초의 채굴은 5~6세기경으로 알려져 있으며 신라시대의 금령총(金鈴塚)에서 출토된 수정목걸이 장신구와 경주 월지(月池, 안압지雁鴨池)에서 발굴된 진단구(鎭壇具)에서 자수정이 확인된 것을 볼 때 출토된 유물에서 그 단서를 찾을 수가 있다. 특히, 경주 금령총(1924년 梅原末治 조사)에서 출토된 투명한 수정목걸이는 대형 수정 곡옥(曲玉, 곱은옥)을 중심으로 좌우로 수정 38개를 연결한 것으로 좌우에 달린 수정은 육각형의 주판알을 늘어 모를 낸 것 같은 다면구슬(多面玉)로 중심에 가까울수록 크게 되어 있는 것이 특징이다. 곡옥(曲玉)은 신라시대 곡옥의 전형적인 형태이다. 특히, 경주 남산은 옛날부터 수정의 산출지로 잘 알려진 곳이다.

#### 1.1. 경상지역 석영(수정) 산출지

경상지역의 석영(수정) 산출지로는 경상북도 경주시 배동(拜洞)의 남산 포석정 계곡 일원과 경주시 산내면 대현리 동곡, 울산광역시 울주군 언양읍, 상북면, 삼남면 일원, 경남 사천시 와룡산 일원과 경상도북 울진군 금강송면 소광리의 자수정광산 등이 알려져 있다.

경상지역의 지질특성은 대부분의 지역이 지질학적 및 지체구조적으로는 경상분지(慶尙盆地, Gyeongsang Basin)지역에 해당하며 북쪽과 서쪽으로는 영남육괴(嶺南陸塊)지역과 접하고 있다. 경상분지의 지질구성은 육성 쇄설성 퇴적층의 퇴적암류와 화산암류로 이루어진 백악기 경상누층군(慶尙累層群)과 관입암류인 중생대 백악기의 화강암 등으로 이루어져 있다.

<표 1> 경상지역의 대표적 석영(수정) 산출지

지역	명칭	종류	구성 암석	지질시대	지체구조
경주 남산	경주 남산	자수정 등	불국사화강암	중생대 백악기	경상분지
울산 울주	언양 자수정	자수정 등	언양화강암	중생대 백악기	경상분지
경북 울진	울진 자수정	자수정 등	화강편마암	선캄브리아기	영남육괴
경남 삼천포	삼천포 자수정	자수정 등	세립질 화강암	중생대 백악기	경상분지

## 2. 경주 남산(南山) 수정(水晶)

경주의 남산을 포함한 경주 일원은 우리나라의 대표 암석인 화강암이 넓게 분포하고 있는 화강암의 대표적인 산지로 유명하고 중생대 백악기의 불국사화강암이 분포하고 있는 곳이다. 경주 남산 지역은 옛날부터 경주 남석(南石), 수정 안경 등 대표적 수정의 산지로 널리 알려져 있으며, 특히 현재에도 포석정이 있는 포석정계곡에는 수정을 통한 자연치유의 힐링마을 주변에서는 수정을 쉽게 관찰할 수 있다.





<사진 4> 경주 남산 포석정계곡 수정 노두 사진

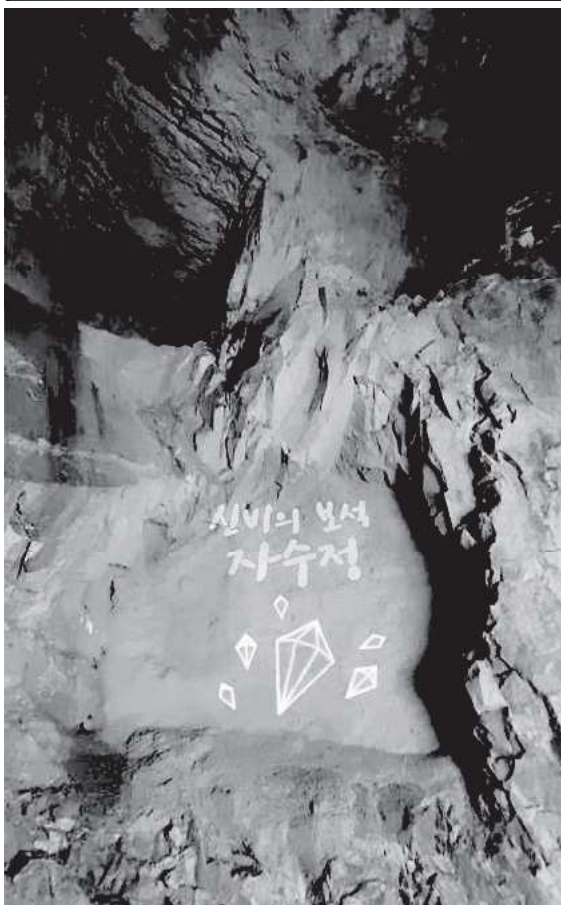
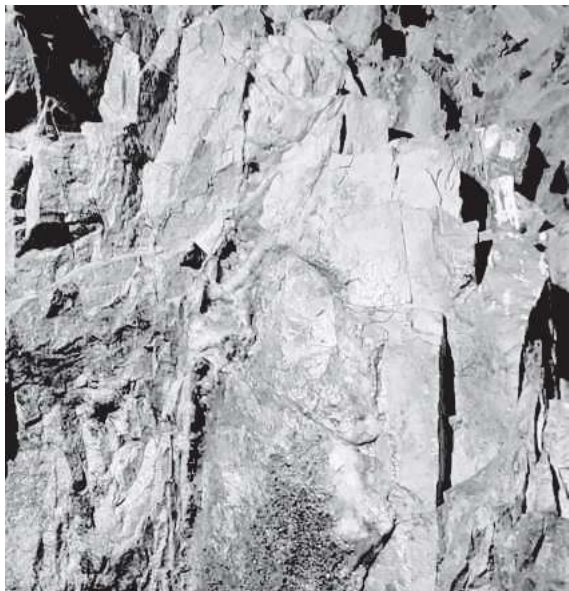
### 3. 언양자수정(彦陽紫水晶)

울산광역시 울주군 언양읍과 상북면, 삼남면 지역 일원에는 중생대 백악기 불국사화강암인 언양화강암이 넓게 분포하고 있는 지역이다. 언양자수정은 1900년대 초, 일제강점기



<사진 5> 언양자수정

부터 채광되기 시작하였으나 세계적으로 알려지기 시작한 것은 1970년대부터이다. 당시 주로 일본인 관광객들에게 연양자수정이 큰 호응을 얻자 연양읍 일대에 80여 곳의 보석 가공 공장이 들어설 정도로 성황을 이루었다. 1978년에는 세계적 보석 전문 기관인 미국



<사진 6> 연양자수정 광산 자수정동굴 내부 노두 사진

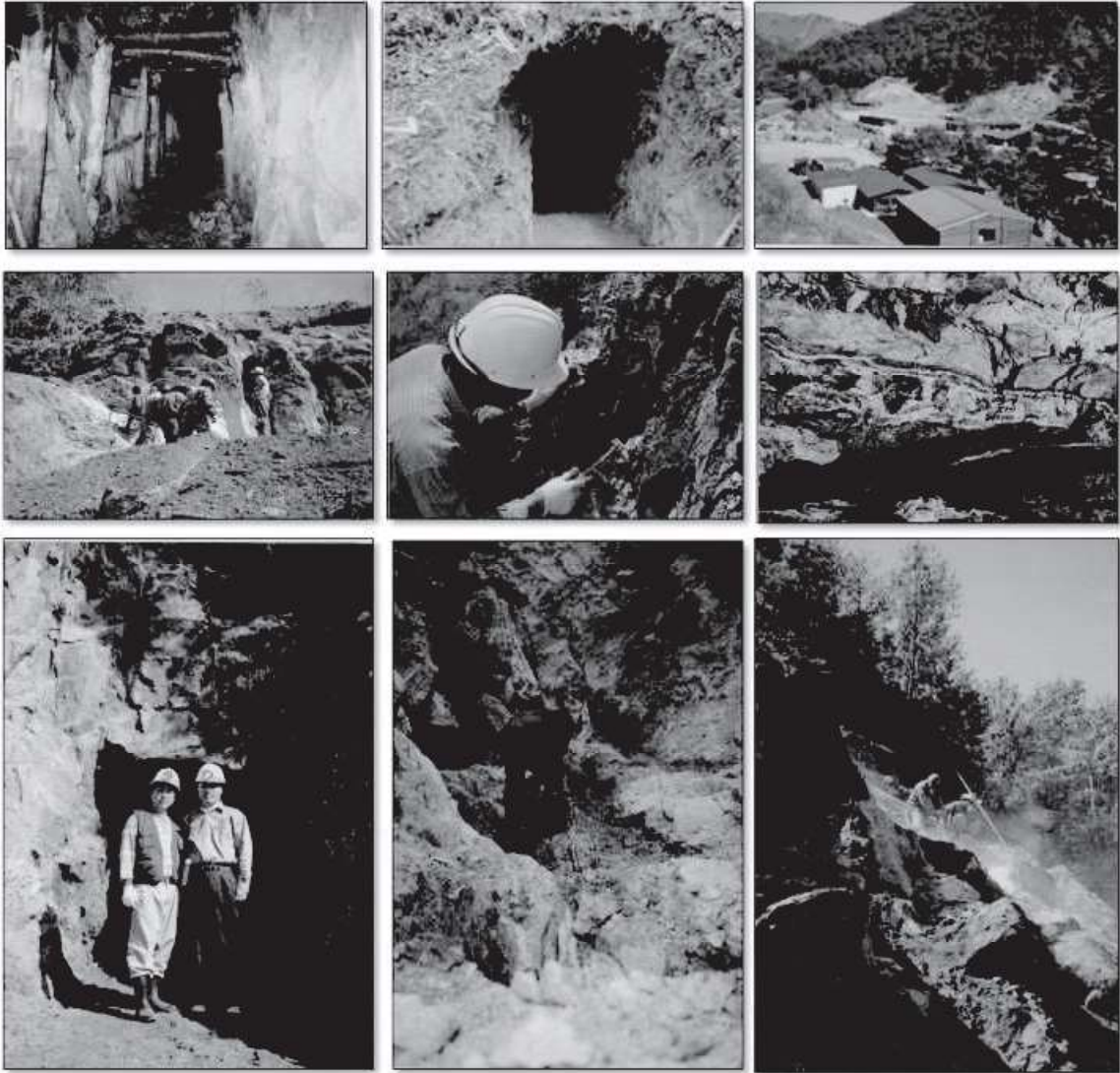
보석연구원(Gemological Institute of America)으로부터 색상·경도·투명도 등에서 세계 최고의 품질로 인정받았다. 그러나 이 같은 명성도 값싼 외국산 자수정이 무분별하게 들어 오면서 퇴색하기 시작하였다. 광업권 설정에 따라 자수정이 몇몇 업체에 의해 독점 개발되면서 공급이 제한되자, 언양 주변의 보석 가공 공장들이 1984년부터 하나둘 서울 등지로 진출, 값싼 외국산 자수정 원석이 들어오면서 언양자수정의 명성은 1990년대 들어서서 명맥이 거의 끊어지다시피 하였다.

자수정 중에서도 세계 최고의 품질을 인정받으며 한때 100여 개소에 달하던 광산은 이제 대부분 폐광되었으나, 그 중 한 곳은 ‘자수정동굴나라’라는 관광 동굴로 개발되어 관광객들의 발길이 이어지고 있다. 정확한 통계는 없으나 현재 울주군 언양읍과 상북면·삼남면 일대 자수정 매장량은 수억 톤으로 추정되며 광구로 설정되어 있는 이 일대 9곳의 매장량만도 1억 톤을 넘고 있으므로 개발에 대한 논의가 이루어지기도 하였다.

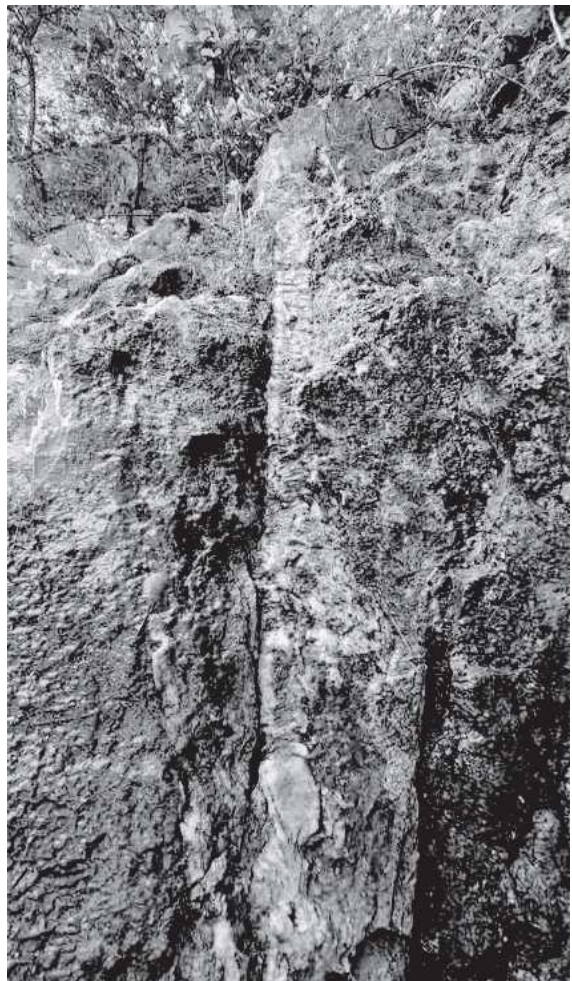
자수정 동굴나라는 울주군 상북면 자수정로에 있다. 1982년 제일광업소, 1986년 한국자수정산업관광을 거쳐 2007년 다시 상호를 바꾼 영남알프스레저가 1997년 12월 국내 최대 동굴 테마파크 자수정 동굴나라를 개장하여 운영하고 있다. 자수정 동굴나라는 국내 최대의 동굴 테마파크로 총 규모는 50만㎡이다. 1층과 2층으로 이어진 2.5km의 동굴 속에는 연중 평균 온도 12~16℃로 유지되어 여름에는 냉방 동굴, 겨울에는 난방 동굴이 된다.

## 4. 울진 자수정

경북 울진군 금강송면 소광리에 위치하고 있는 울진 코리아자수정광산은 1975년부터 탐광을 시작해 현재에 이르고 있는 국내 유일의 가행(稼行) 자수정 광산이다. 자수정광산 일대의 지질은 선캄브리아기의 분천화강편마암이 넓게 분포하고 있는 지역이다.



<사진 7> 울진 코리아자수정광산 채굴현장 사진(자료출처: 코리아자수정광산 홈페이지)



<사진 8> 경북 울진 코리아자수정광산 자수정 노두 사진



## 5. 김해지역 일원

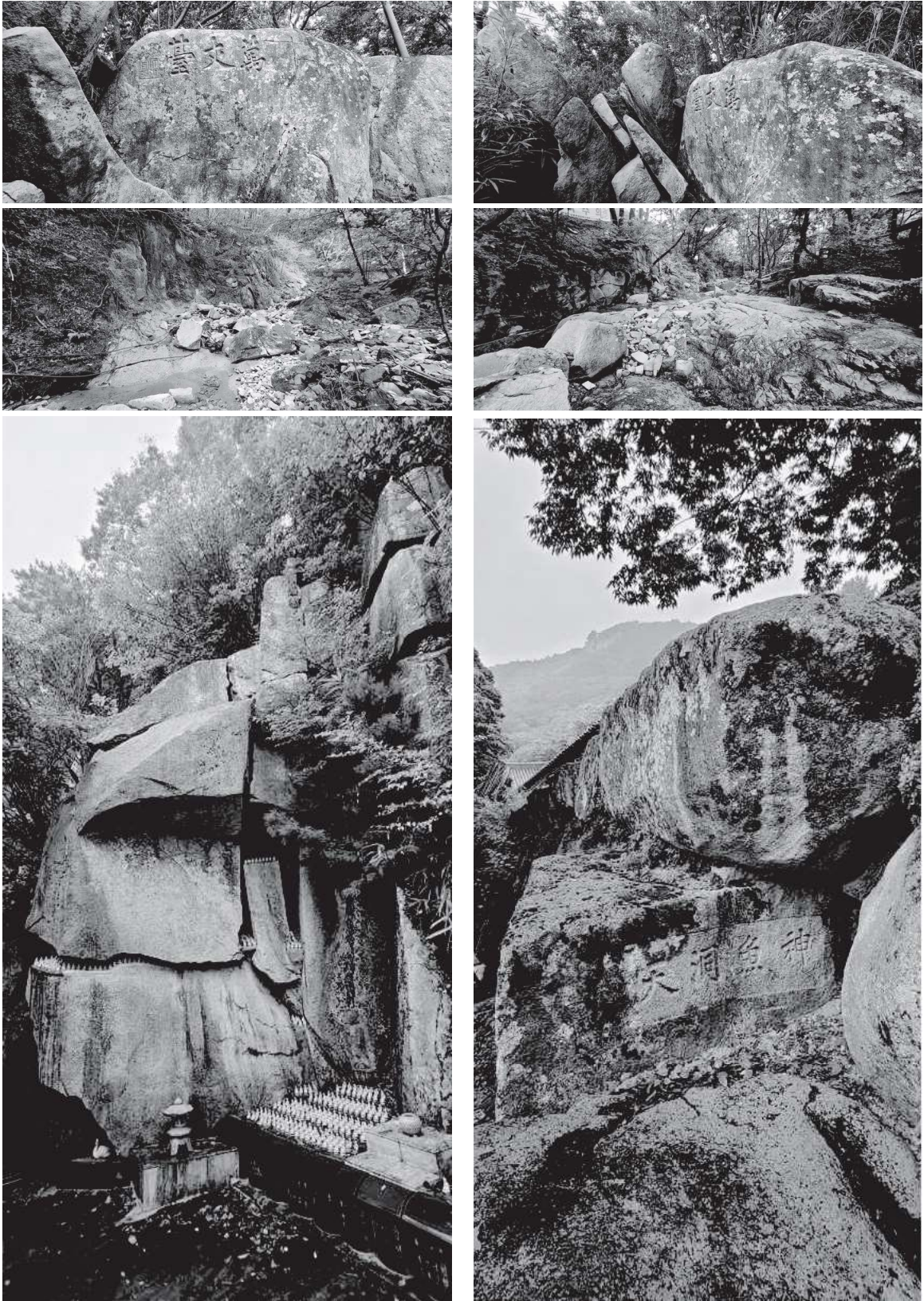
김해지역 일원은 김해의 중심에 있는 시가지를 비롯해 경운산(慶雲山), 분성산(盆城山) 및 김해의 진산인 신어산(神魚山) 일대에 걸쳐서 중생대 백악기 화강암이 넓게 분포하고 있다.

### 5.1. 김해지역 화강암 분포

분성산(盆城山) 일원: 분성산(382m)은 김해시가지의 북쪽에 위치하고 있으며 서쪽 사면에서는 해반천(海畔川)의 지류가 발원하고 동쪽 사면에서는 신어천(神魚川)의 지류가 발원한다. 원래 분산(盆山)이라고 불렸으며 과거 김해부의 진산이었다. 분성산의 정상과 김해천문대 주변에는 화강암의 노두가 잘 관찰되고 남쪽 산중턱 분산성(盆山城)의 만장



<사진 9> 분성산성에서 바라본 김해시가지 전경



<사진 10> 분성산, 장척계곡, 신어산 화강암 노두 사진

대(萬丈臺) 주변과 해은사(海恩寺) 일대에도 화강암의 노두와 풍화지형, 기암괴석 등이 잘 관찰되고 있는 곳이다.

신어산(神魚山) 일원: 신어산(630m)은 김해의 진산으로 김해시가지의 북동쪽에 위치하고 있다. 신어산 중턱에는 가락국 초기에 세워진 고찰 은하사(銀河寺)와 천진암(天真庵)이 있고 영구암(靈龜庵), 동림사(東林寺) 주변에는 화강암의 노두와 풍화지형 및 기암괴석 등이 관찰되고 있다. 장척계곡(長尺溪谷)은 김해시 상동면(上東面) 묵방리 신어산 자락에 있는 계곡으로 골짜기에서 흐르는 계곡물이 깊고 맑으며 울창한 산림과 화강암의 계곡지형으로 경관이 수려하다.

## 5.2. 경상지역 수정 산출 가능지

가야권 지역을 포함한 경상지역에서 석영(수정)의 산출과 관련하여 가능성이 높은 지역으로는 그 지역의 지질구성 및 지질특성과 깊은 관련성이 있다. 석영(수정)은 화강암과 화강암질편마암의 분포지역에서 산출될 가능성이 다른 지역보다 높다.

한국지질자원연구원의 지질도(1:5만) 자료에 의하면 가야권 지역인 경남 창녕군의 진산인 화왕산군립공원 일원, 함안군 칠북면과 창원시 의창구의 함박산, 무릉산 일원, 의령군 가례면 갑을리와 궁류면 다현리 일원 등이 중생대 백악기의 흑운모화강암 분포 지역에 해당한다. 그리고 경남 사천시 와룡산 일원, 경남 고성군 연화산도립공원 일원과 필두봉, 용암산, 벽방산 일원, 경남 함안군 방어산군립공원 일원 지역 등이 중생대 백악기 화강섬록암 분포 지역이다.

<표 2> 가야권을 포함한 경상지역의 지질특성

가야권	지역	화강암 지역	주요 구성암석	지질시대	지체구조
금관가야	김해	분성산/신어산 등	진동층/ 안산암 등	중생대 백악기 등	경상분지
아라가야	함안	함박산/무릉산 등	신라층군 함안층 등	중생대 백악기 등	경상분지
소가야	고성	연화산/필두봉 등	신라층군 진동층 등	중생대 백악기 등	경상분지
고령가야	진주		낙동층군 진주층 등	중생대 백악기 등	경상분지
성산가야	성주	가야산/백마산 등	화강암질편마암 등	선캄브리아기 등	영남육괴/경상분지
대가야	고령		화강암질편마암 등	선캄브리아기 등	영남육괴/경상분지
	합천	해인사화강암 등		선캄브리아기 등	영남육괴/경상분지
	거창	화강암 산지		선캄브리아기 등	영남육괴
	함양	육십령화강암	흑운모편마암 등	선캄브리아기 등	영남육괴
	산청		화강암질편마암 등	선캄브리아기 등	영남육괴/경상분지

	하동		화강암질편마암 등	선캄브리아기 등	영남육괴/경상분지
	장수	장수화강암 등	화강암질편마암 등	중생대 트라이아스기 등	영남육괴
	남원	남원화강암 등		중생대 쥐라기 등	영남육괴

### Ⅲ. 외국 사례(일본)

석영(수정)에 대한 원산지 추정과 관련한 해외 연구 사례로는 일본의 적외선분광분석(赤外線分光分析), 적외선스펙트럼(infrared spectrum)해석에 기초한 새로운 석영석기산지(石英石器產地) 분석기법(分析技法)개발에 대한 연구 등이 있다. 이와 관련된 대표적인 연구는 일본 테이쿄대학(帝京大学) 문화재연구소(文化財研究所) 金井拓人(Kanai Takuto)에 의한 논문과 연구 성과 등이 있다.

일본의 야마나시현(山梨県)은 일본 내에서 보석산업(宝飾産業)으로 발달한 지역으로 유명하며 그 역사는 에도시대에 코후시(甲府市)의 가나자쿠라신사(金桜神社)의 신주(神主)가 교토의 장인(職人)으로부터 수정(水晶)의 가공 기술을 배운 것으로부터 시작된다고 전해지고 있다. 이와 같이 야마나시현의 수정 이용에 대해서는 근세 이후에 주목받고 있지만 시대를 거슬러 올라가면 석기(石器)로의 이용은 구석기시대부터, 옥(玉) 등의 장신구(裝身具)에의 이용은 주로 고분시대(古墳時代, 3世紀中頃~7世紀頃)부터 시작된 것으로 알려져 있다. 특히 수정제석기(水晶製石器)는 조몬시대(縄文時代) 주거시설에 따라서는 흑요석제석기(黒曜石製石器)보다 많은 양이 출토되는 경우가 있어 전국적으로 매우 희귀한 석기석재(石器石材) 이용의 모습을 보이고 있다. 그러나 출토된 수정제유물(水晶製遺物)의 바탕이 된 수정 원석이 어느 원산지에서 공급되었는지에 대해서는 지금까지 거의 밝혀지지 않고 있다.

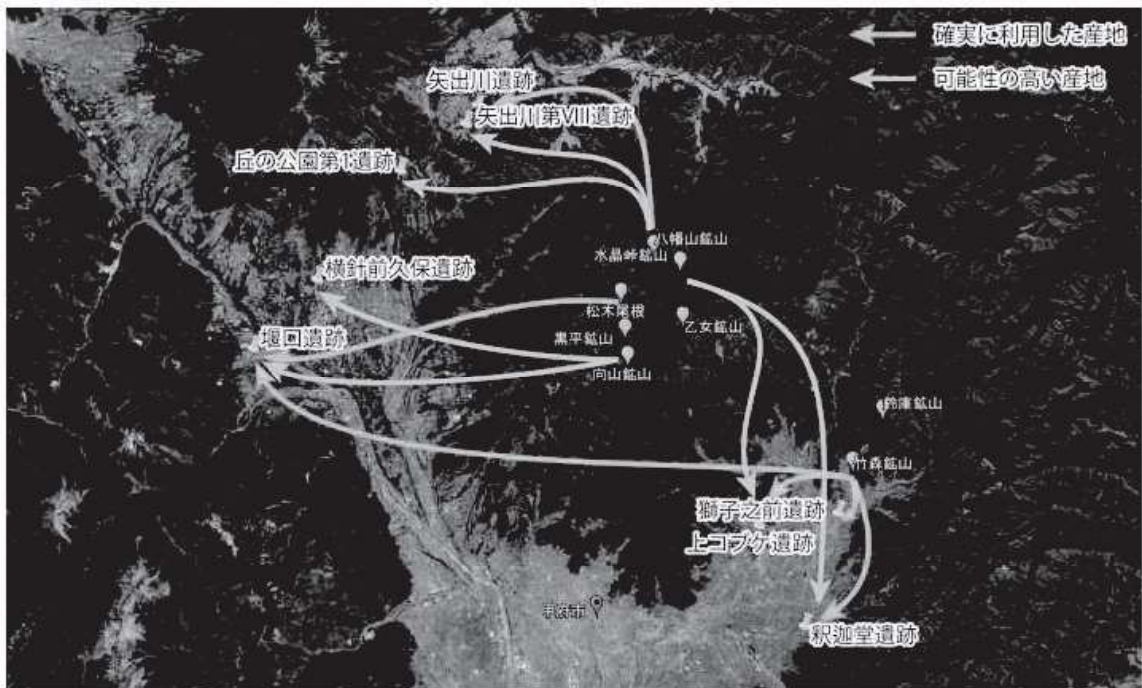
金井카나이·保坂호사카 (2018)는 수정제유물(水晶製遺物)에 포함된 전기석의 화학조성 분석을 바탕으로 일본의 조몬시대(縄文時代) 대표적 유적지인 야마나시현 코후분지(甲府盆地)주위의 세키구치유적(堰口遺跡)·시시노마에유적(獅子之前遺跡)·카미코브케유적(上コブケ遺跡)·석가당유적(釈迦堂遺跡)의 수정제유물 중 타케모리를 원산지로 하는 수정이 존재하고 있음을 보고하였다. 수정의 원산지 추정 기법으로는 적외선 분광분석에 기초한 기법 외에 수정 중의 포유물(包有物)을 이용하는 기법을 제시하고 있다. 특히, 적외선 분광 분석을 이용한 수정의 산지 추정은 이제 시작 단계에 있지만, 전처리가 불필요하고 비파괴로 투명한 수정에 적용할 수 있는 기법으로 향후 원산지 데이터의 축적이

기대된다고 보고하고 있다.

석영의 원산지 추정 분석 원리는 수정의 이상적인 화학조성은  $\text{SiO}_2$ 이지만 실제 결정에는 공공(空孔), 불순물(不純物) 원자(原子)나 전위(電位) 같은 각종 격자 결함이 존재하며, 이들 불순물 원자에 의한 결함으로  $\text{Si}^{4+}$ 를 치환하는  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Ti}^{4+}$ ,  $\text{Ge}^{4+}$ ,  $\text{B}^{3+}$ ,  $\text{P}^{5+}$  등의 존재가 알려져 있다. 또 하전입자(荷電粒子) 평형(平衡)을 유지하기 위해서  $\text{Li}^+$ ,  $\text{H}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$ 와 같은 원소가 침입하여  $\text{B}^{3+} + \text{Al}^{3+} + \text{Fe}^{3+} = \text{Li}^+ + \text{H}^+ + \text{K}^+ + \text{Na}^+ + \text{P}^{5+}$ 와 같은 전하(電荷) 평형의 조합이 고려되고 있다(Dennen: 1966, Müller and Koch-Müller: 2009, Baron et al.: 2014).

적외선의 에너지 영역은 분자진동이나 격자진동의 천이에너지 영역과 중복되어, 이러한 진동에너지에 대응한 적외선스펙트럼으로서 측정할 수 있다(牧野, 2005). 수정도 불순물 원소량에 따라서 적외선스펙트럼을 나타내고 있으며 그 적외선스펙트럼은 수정의 성인이나 원산지를 반영할 가능성이 있다(林, 1996). 따라서 유적의 수정제 석기와 원산지 수정의 적외선스펙트럼을 비교하여 수정제 석기의 산지 추정을 시도하였다. 분석에는 테이쿄대학교 문화재연구소 소유의 푸리에변환 적외분광분석(Fourier Transform Infrared Spectrometry, Alpha, Bruker Optics사 제품)을 이용하였다.

석영 원산지에 대한 분석 결과는 유적에서 특정 원산지에 대한 수정이 집중적으로 이용되고 있으나 그 원산지에만 의존하지 않고 다른 원산지에 대한 수정도 이용되고 있는 모습을 복원할 수 있었다. 이처럼 특정 원산지에만 의존하지 않는 것은 흑요석과 같이 석기



<그림 1> 일본 야마나시현 수정원산지(水晶原産地)와 유적(遺跡)과의 관계(金井Kanai, 2018)

석재 획득의 실태를 이해하는데 중요한 결과를 얻을 수 있었다. 유적마다 이용한 수정 원산지가 다른 요인이 지리적인 것인지, 시대적인 차이에 바탕을 둔 것인지 밝히고 싶다.

## IV. 맺음말

지금까지 가야지역 출토 수정의 과학적 조사 연구와 관련하여 특히 경상지역의 석영(수정) 산출지라는 주제를 중심으로 내용을 검토, 발표하였다. 우리나라는 나라돌인 국석(國石)이 수정(자수정)이며 세계적으로도 고품질의 자수정 산지로 잘 알려져 있다. 특히, 지질학적으로도 수정 산출과 깊은 관련성이 있는 화강암과 화강암질편마암이 우리나라의 대표적인 암석으로 광범위하게 분포하고 있으며 또한 옛날부터 수정 광산 및 수정의 산출 관련 유래의 지명인 수정동(水晶洞), 수정봉(水晶峰), 수정산(水晶山)등도 전국적으로 다수 존재한다.

예부터 우리나라에서 수정은 일반적으로 매우 친숙한 광물로 인식되어 왔으며 수정의 대표적 산지로서 자수정(紫水晶)이 국석(國石)인 수정(水晶)의 나라이기도 하다.

## 참고문헌

- 윤석태 · 박희인, 1994, 언양자수정 광상의 성인에 관한 연구, 자원환경지질 27, 335-343.
- 김원사 · 신현숙 · 이선숙, 1988, 언양자수정의 내포물에 관한 연구, 한국광물학회지1, 83-93.
- 조한익 · 고현춘 · 신기순 · 유승녕, 1974, 한국의 수정자원과 개발현황 조사보고, 국립지질광물연구소, 지질광물조사연구보고서 제2호, 77-93.
- 배운수 · 양경희, 2006, 경상남도 삼천포 광산의 자수정에 대한 유체포유물 특성, 한국광물학회지 제19권 제3호, 153-162.
- 金井拓人 · 保坂康夫 · 金井麻美, 2020, 水晶の原産地推定:山梨県内の4つの縄文遺跡における例, 文化財科学 80 pp. 1-16.
- 보석의 세계, <https://blog.naver.com/hsmoon121/221028591572>
- 대한민국의 자수정, <https://blog.naver.com/dures123/221822833038>
- 코리아자수정광산 홈페이지, <https://koreaamethyst.modoo.at/>

# 「경상지역 석영(수정) 출토지」에 대한 토론문

김종량  
국가지질공원 전문위원

석기시대부터 현재까지 인간의 역사와 함께 한 많은 기여를 도구로서의 암석은 다시 언급할 필요가 없을 정도로 중요한 역할을 해 왔습니다. 특히 지각을 이루는 7대 조암광물 중 하나인 석영은 자연에서 풍부한 산출을 할 뿐 아니라 모스경도 7 이상의 경도를 가진 광물학적인 특성으로 인해 인간의 생활에 중요한 부분을 차지해 온 것이 사실입니다.

발표자는 이러한 석영을 중심으로 특히, 경상지역 석영의 산출지에 따른 광물학적 차이를 연구하여 유적에서 발견되는 석영의 다양한 역사적인 배경을 밝히고자 하는 것으로 이해됩니다.

발표자께서 과학적인 방법과 자료를 근거로 유적마다 사용한 수정 원산지의 여러 가지 차이에 대한 접근을 시도하는 것을 매우 환영합니다.

다만 새로운 시도에 대한 공감도를 형성하고 역사에 대한 과학적인 접근이 환영받기 위한 몇가지 제안과 궁금한 것에 대한 질문을 드리고자 합니다.

1. 발표문을 살펴보면 석영에 대한 기본적인 특징과 다양한 색이 생성되는 과학적인 기술이 언급되어 있습니다. 그러나 각 유적에서 석영이 어떤 방식 또는 사용처로 발견되는지에 대한 언급이 있는지 문의드리고 싶습니다. 즉, 유적지에서 출토되는 석영은 주로 장식품인



지, 생필품인지에 대한 정보가 포함되었으면 합니다. 왜냐하면 유적에 발견되는 석영의 사용 용도를 이해하면 석영의 어떤 광물학적 특성을 이용하였는지 알 수 있기 때문입니다. 즉 용도에 따른 광물학적인 접근 방법이 다를 것으로 생각합니다.

2. 다른 도구에 비해 상대적으로 무거운 암석을 사용할 경우 광물(광석)이 산출되는 주변에서 가공되고 사용되는 경우가 많습니다. 그럼에도 불구하고 원산지가 다른 곳에서 산출되는 석영이 유적지에 발굴되는 것은 다양한 역사적인 배경이 존재할 것으로 사료됩니다. 따라서, 연구분야를 석영의 원산지 뿐 아니라 석영의 특성을 대체할 기타 광물도 존재하는지에 대한 연구도 함께 진행하는 것도 추천드립니다.
3. 석영(수정)에 대한 원산지 추정과 관련한 해외 연구 사례로는 일본의 적외선분광분석, 적외선스펙트럼 해석에 기초한 새로운 석영 석기 산지 분석기법 개발에 대한 연구 등에 접목을 시도한 것은 매우 흥미롭습니다. 이러한 연구들이 실행되었다면 그 결과에 대한 추가 설명을 듣고 싶습니다.
4. 석영의 연구방법 중 적외선 분광 분석을 이용한 수정의 산지 추정은 이제 시작 단계에 있지만, 전처리가 불필요하고 비파괴로 투명한 수정에 적용할 수 있는 기법으로 향후 원산지 데이터의 축적이 기대된다고 보고하고 있다고 하셨습니다. 경북대학교 지질학과 등에서 광학적 방법을 이용한 광물 원산지 연구가 진행되었던 것으로 알고 있습니다. 이를 참고하면 한국의 원산지를 밝히는 연구에 도움이 되리라 생각합니다.
5. 마지막으로, 유적마다 이용한 수정 원산지가 다른 요인이 지리적인 것인지, 시대적인 차이에 바탕을 둔 것인지 밝히고 싶다고 하셨습니다. 이러한 연구를 통해 밝혀진 결과들이 어떠한 면으로 기여가 가능한지 이에 대한 발표자의 구체적인 고견을 부탁드립니다.

2021년 국립김해박물관 가야학술제전

# 가야지역 출토 수정의 과학적 분석 연구

加耶

주제발표

## 경상지역 수정제 장신구의 고고학적 고찰

양아림 (영남대학교 문화인류학과)

水晶



# 경상지역 수정제 장신구의 고고학적 고찰

양아림  
영남대학교 문화인류학과

## 목 차

- |                                   |                                   |
|-----------------------------------|-----------------------------------|
| I. 머리말                            | III. 수정제 장신구 문화에서 경상지역과<br>김해의 위치 |
| II. 경상지역 수정제 장신구의 현황과<br>제작기법적 특징 | IV. 광물제 장신구 연구를 위한 앞으로의 과제        |

## I. 머리말

고고학적으로 삼한시대로의 이행을 말할 때 증거로 들 수 있는 다양한 물질문화의 변화가 있다. 그중 하나로 벽옥·천하석제, 납-바륨계 유리제 대롱구슬과 같이 푸른색 일색의 구슬을 사용했던 이전과는 달리 유리·수정·마노 등 다양한 색상, 재질의 구슬이 널리 사용되기 시작한 것을 들 수 있다. 이는 삼국지 위서동이전<sup>1)</sup>과 같은 역사적 기록에서도 확인할 수 있는데, ‘구슬을 재보(財寶)로 여겨서 혹은 옷에 꿰매어 장식하기도 하고, 혹은 목에 매어 달거나 귀에다 늘어뜨리기도 하였다. 금은이나 비단과 수(錦繡)를 진귀하게 여기지 않았다.’라고 하는 마한의 풍속에 관한 서술이 확인된다. 이러한 기록을 고고학적으로 입증할 수 있는 양상은 한반도 전역에서 확인된다.

우리는 기원전 3,000년경에 처음 사용되었던 것으로 전해질 정도로 인류 최초의 인공 합성물이라 해도 과언이 아니다. 제작지(원산지)에 따라서 선호하는 색상, 구할 수 있는 원료의 차이에 따라 합성하는 원료의 비율에 차이가 나타나며 이는 화학조성의 차이를 만

1) 以瓔珠爲財寶 或以綴衣爲飾 或以懸頸垂耳 不以金銀錦繡爲珍.

들어낸다. 이러한 차이는 자연과학적 분석을 통해 밝힐 수 있으며 유리의 시공간적 제작지를 특정할 수 있게 된다. 최근 한반도에서 출토된 유리구슬은 자연과학적 분석 자료의 축적과 관련 연구자의 활발한 연구를 통해 제작지의 추정, 교류·교역과 관련한 연구가 다양하게 진행되고 있다.

삼한시대에는 유리구슬 외에도 다양한 재질의 구슬이 확인되는데 수정, 마노(카넬리안), 연옥, 경옥, 호박, 흑옥(탄옥), 활석과 같은 비금속 광물로 제작된 것들이다. 삼국시대로 접어들며 사용량이 증가하는 연옥·경옥(비취)계 곡옥은 산지 추정을 위한 자연과학적 분석 및 유물 자체에 대한 구체적인 검토가 다양하게 이뤄진 편이나 그 외 재질의 구슬에 관한 연구는 아직 미흡한 편이다. 특히 구슬을 통해 당시의 사회상, 교류관계, 전파 경로 등을 알려줄 수 있는 중요한 고고자료로서 출토량이 상당한 수정제 구슬과 마노(카넬리안)제 구슬의 경우 원석을 채취할 수 있는 산지, 혹은 제작지의 특정, 주사용 지역과 사용방법 등을 밝히기 위한 다양한 분석과 관련 연구가 이뤄질 필요가 있다.

본 발표에서는 삼한시대 경상지역에서 출토되는 다양한 구슬 중 수정으로 제작된 구슬에 초점을 맞춰 살펴보았다. 이 시기 경상지역에서 확인되는 다종다양한 유색 구슬 사이에서 무색투명한 수정제 구슬의 사용이 가히 폭발적이라고 할 수 있는 만큼 그 출토량이 엄청나다. 이에 대한 연구는 당시 경상지역의 사회와 문화상, 그리고 교류와 관련해 새로운 논의와 해석을 할 수 있는 유의미한 결과를 도출할 수 있을 것으로 보이며 자연과학적 분석 외에 유물 자체를 통해 확인할 수 있는 특징을 도출하여 구체적인 검토를 진행해보고자 한다.

## Ⅱ. 경상지역 수정제 장신구의 현황과 제작기법적 특징

### 1. 경상지역 수정제 장신구의 현황

삼한시대 한반도에서 출토되는 수정제 구슬은 다면(多面)형·곡(曲/곡옥)형·주판알형·조(棗)형·구(球)형 등으로 다양한 형태를 가지고 있다. 이 중에서도 경상지역에서 출토되는 수정제 구슬은 다면형과 곡옥 형태의 수정제 구슬이 가장 많은 수를 차지하며 다음으로 주판알형이 다수 확인된다.

대표적인 유적을 중심으로 경상지역의 수정제 장신구의 현황을 살펴보면, 먼저 목관묘 단계에 구형, 주판알형, 조형(납작한 장방형에 종단면이 대추의 외형과 유사함)의 수정제 구슬이 확인된다. 경주 탑동·사라리 130호, 경산 신대리, 창원 다호리, 김해 양동리 55·151호 등 목관묘 및 목관묘에서 목곽묘로 변화하는 과도기적 단계의 무덤, 그리고 김해 양동리 162호 등의 이른 시기 목곽묘를 대표로 들 수 있다. 공반하는 유물을 통해 이르게는 기원 후 1세기 후엽부터 2세기 초·중엽의 것으로 추정한다. 이 시기에는 특히 구형과 주판알형의 구슬이 대부분을 차지하며, 0.5 ~ 1cm 이내의 소형으로, 무색투명한 것과 미세하게 노란빛을 띠는 것, 표면 정면이 거칠게 마무리되어 반투명한 것 등이 확인된다. 대체로 푸른색 유리제 구슬과 조합되어 경식 등을 이루며 목관 내 피장자의 두부로 추정되는 한쪽 단벽 근처에서 출토되는 양상을 보인다.

본격적으로 목곽묘에 단계에 들어서면 수정제 구슬의 출토량이 획기적으로 증가하는 양상을 보인다. 대표적인 유적으로 경주 덕천리·황성동, 김해 구지로·대성동·양동리, 부산 노포동, 울산 하대, 포항 옥성리 유적 등이 있으며 대부분 목곽묘에서 출토되었다. 주로 대형의 목곽묘에서 유리제 또는 마노제 구슬과 함께 많은 수의 수정제 구슬이 출토되는데, 다면형·주판알형 구슬과 더불어 수정으로 제작된 곡옥이 다수 확인된다. 이 시기 경상지역 수정제 구슬의 출토량은 이전부터 출토하고 있던 소형의 수정제 구슬을 제외하더라도 한반도 전역에서 출토되는 수정제 구슬의 80%에 해당한다. 수정제 구슬을 주(主)로 하여 만든 경식이 다수 출토되어서이기도 하지만 그 부분을 차지하더라도 타 지역에 비해 출토유적 및 유구의 수가 많은 것을 알 수 있다.

이 시기 경상지역에서 출토되는 수정제 구슬은 크기가 작은 것부터 큰 것까지 그 스펙트럼이 매우 다양하다. 0.5 ~ 1cm 이내의 소형에 속하는 것은 이전부터 나오는 주판알형 구슬이 대부분을 차지하며, 중·대형에 속하는 구슬은 모서리가 비교적 날카롭게 마감되고 유리질 광택이 잘 드러나도록 정면을 한 다면형 구슬이다. 처음으로 등장하는 수정제 곡옥은 1.5cm에서 3 ~ 4cm에 이

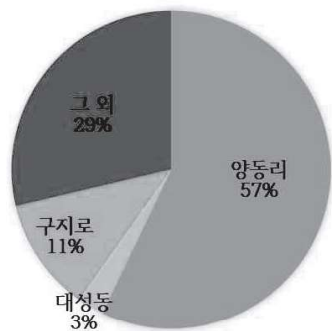


도면 1 경상지역 내 수정제 구슬 출토 대표 유적 분포도

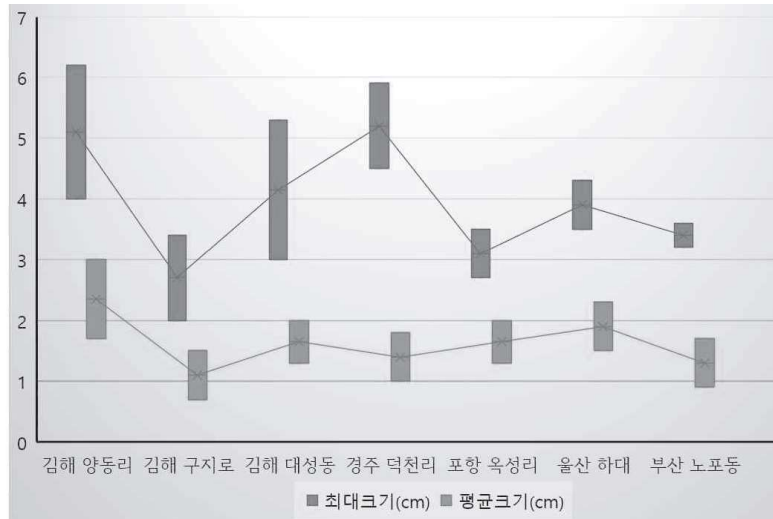
르기까지 크기가 다양한 편이나 2cm 이내의 비교적 작은 것이 대다수를 차지하며 유사한 크기로 다량 제작되어 대형 다면형 구슬의 사이사이에 꿰이거나 곡옥 형태의 구슬만 연속으로 꿰어 목걸이의 형태로 쓰인다.

목곽묘 단계 경상지역의 수정제 구슬은 수정제 구슬로만 엮어 장신구를 제작하는 사례도 확인될 정도로 수정제 구슬의 사용이 증가하며, 사용되는 수정의 질 역시도 투명도가 높고 원석 내 내포물이 거의 확인되지 않을 만큼 깨끗한 양질인 것이 특징적이다. 또 목곽묘 단계에서 확인되는 일부 주판알형 수정제 구슬의 표면 정면과는 다르게 유리질의 광택이 가장 잘 드러날 수 있도록 최대한 매끄럽게 마연하는 양상이 확인된다.

특히 김해 양동리 유적의 경우 출토된 수정제 구슬의 투명도 및 전반적인 질이 우수하고 크기가 대형인 것이 다수 확인된다. 또한, 다양한 형태의 수정제 구슬로만 구성된 경식이 출토되는 등 수정제 구슬을 다양하게 활용한 장신구가 출토되었다.



도면 2 경상지역 출토 수정제 구슬 총 출토량 대비 김해 소재 수정제구슬 출토 유적의 출토량



도면 3 경상지역 수정제 구슬 출토 대표유적에서 확인되는 구슬의 최대크기와 평균크기

이처럼 1세기 중엽 이후 한반도의 동남부, 경상지역을 중심으로 주판알형 수정제 구슬과 푸른색 유리제 구슬을 함께 엮어 사용하는 양상이 나타나기 시작하여 점차 주판알형 구슬의 사용량이 증가, 성행하기 시작한다. 이후 2세기 중엽 이후 목곽묘의 조영과 함께 다면형, 곡옥 등 새로운 형태의 수정제 구슬이 등장하며, 푸른색 계열의 유리제 구슬, 마노제 다면형·구형 구슬과 함께 엮어 장신구를 만들거나, 수정제 구슬로만 장신구를 이루는 등의 전성기를 이룬다. 4세기 후반부터 점차 수정제 구슬이 부장되는 유구의 수와 부장되는 수정제 구슬의 양이 모두 줄어드는데, 특히 수정제 다면형 구슬이나 주판알형 구슬에서 눈에 필만한 감소세를 보이며 수정제 곡옥은 비교적 간간히 확인된다. 이를 대신해 마

노제, 벽옥제, 경옥제, 유리제의 구슬이 각 유적에 따라 다양하게 확인되며 그중 유리제 구슬의 출토량이 더욱 늘어나며 이전부터 나타나던 집단마다 선호하는 구슬의 재질·색상의 차이가 더 두드러지게 확인되는 양상을 보인다(조성원 2019).

이후에도 경옥·수정과 같은 유리가 아닌 광물로 제작된 곡옥 등을 중심으로 장신구의 중앙에 위치시켜 펜던트와 같이 지속적으로 사용하지만, 금령총<sup>2)</sup> 등을 제외한 다른 유적·유구에선 이전과 같이 다량의 수정제 구슬을 사용한 장신구가 부장되는 양상은 좀처럼 확인되지 않는다.

## 2. 경상지역 수정제 장신구의 제작기법적 특징

앞서 살펴보았듯이 경상지역에서 출토되는 수정제 구슬은 목관묘 단계와 목곽묘 단계에 서로 다른 형태적 특징을 보인다. 목관묘 단계의 수정제 구슬은 0.5 ~ 1cm 이내의 주판알형이 대부분이며 일부 구형이 확인된다. 목곽묘 단계의 수정제 구슬은 다면형, 주판알형, 곡옥 세 가지의 형태로 크게 구분할 수 있으며 크기는 0.5 ~ 6cm 내외로 다양하게 나타난다.

수정제 구슬을 검토하는데 있어 크기 및 형태적 특징과 더불어 제작기법적 특징을 함께 볼 필요가 있다. 광물제 구슬의 경우 제작의 최종단계에서 표면을 매끄럽게 정면하여 광택을 내는 경우가 대부분이다. 그렇다면보니 제작방법을 유추할 만한 흔적이 남지 않는 경우가 대부분이다. 그러므로 제작흔이 비교적 가장 잘 남아있고 유의미한 분석이 가능한 부분은 구슬을 깎기 위해 천공을 하는 구멍부분이라 할 수 있다. 그리고 수정은 광물의 특성상 천공부분이 투과되어 보이므로 다른 광물에 비해서도 관찰이 용이한 부분이다.

이 천공부는 천공 도구의 재질과 연마제의 차이에 의해 구멍 내벽과 구멍 형태가 서로 다른 상이한 양상을 보인다. 그러므로 수정제 구슬의 천공부를 관찰하므로 제작 기법의 차이에 따른 특징을 도출할 수 있으며 이러한 특징은 제작지를 유추할 수 있는 중요한 단서가 된다. 이 같이 광물제 구슬의 천공부 관찰은 주사전자현미경(SEM: Scanning Electron Microscope) 분석을 통해 진행하는 것이 가장 확실하고 정확한 방법이라 할 수 있다<sup>3)</sup>. 다만 광물제 구슬의 천공부를 본 뜬 실리콘 샘플을 확보와 주사전자현미경을 통한

---

2) 6세기 초에 조영된 금령총에서는 피장자가 착용한 경식으로 추정되는 수정제 곡옥 2점, 다면형 구슬 38점, 구형 구슬 74점, 주판알형 구슬 20점이 출토되었다. 이는 4세기 중반 이후 확인되는 단일 유구 중 가장 많이 출토된 것이다.

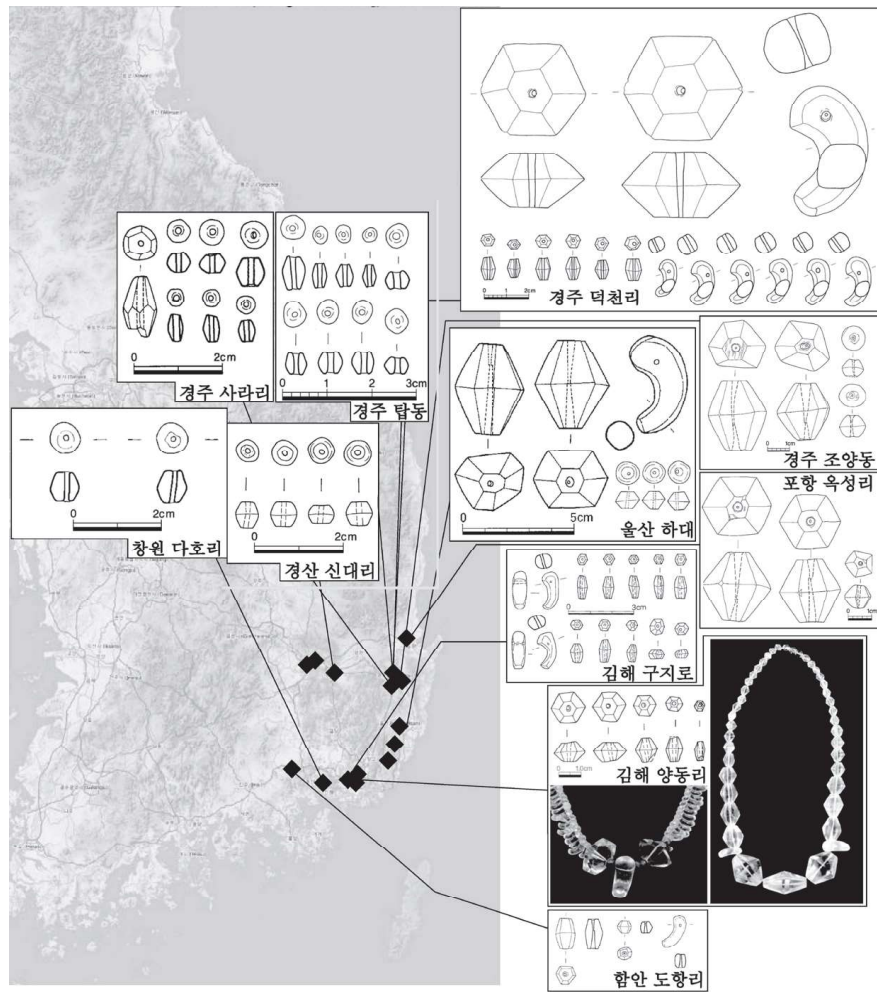
3) 이 같은 천공부의 특징을 중심으로 최근 SEM 분석을 통한 카넬리안(마노)제 구슬 연구가 진행되어 주목된다(허진아 2018). 마한의 카넬리안제 구슬의 천공부를 본뜬 실리콘 샘플과 남아시



분석이 다소 용이하지 않으므로 선행연구와 실험고고학을 통해 알려진 분석 결과를 참고하여 현미경과 육안으로 분별할 수 있는 특징 중심으로 경상지역 수정제 구슬을 검토해보고자 한다.

선행연구를 통해 먼저는 크게 천공구의 재질로 석제 천공구와 철제 천공구, 그리고 다이아몬드 드릴이라 불리는 복합 천공구로 구분할 수 있다. 먼저 복합 천공구로 명명한 다이아몬드 드릴은

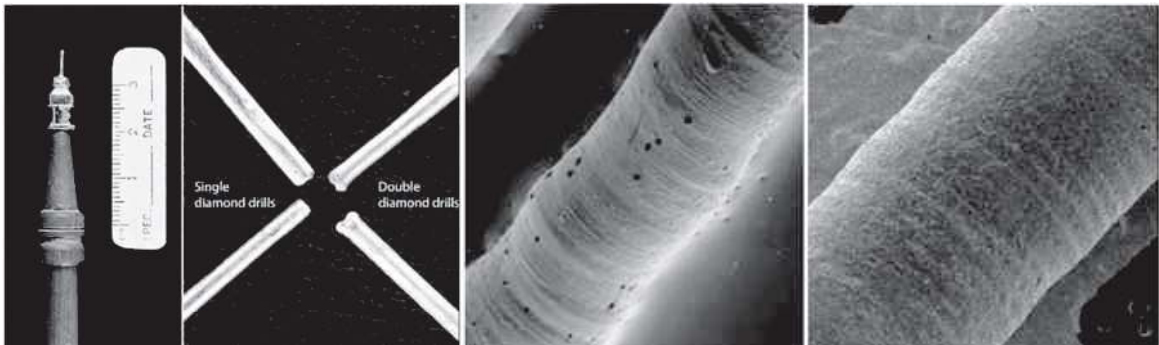
남아시아에서 확인되는 특징적인 천공기술이다. 다이아몬드 드릴은 석제나 철제 천공구와 같이 재질을 특정해 명명(命名)하기에는 드릴과 칩의 소재가 다르므로 복합 천공구로 설정하여 대별하고자 한다. 이 천공기술은 기원전 6세기경부터 사용되었을 것으로 추정되며 시간적, 지역적 특징이 명확하게 드러나는 기술로 금속 드릴에 다이아몬드 칩을 삽입해 단단한 광물의 천공을 용이하게 한 기술로 삽입되는 다이아몬드 칩의 개수에 따라 더블 다이아몬드 드릴과 싱글 다이아몬드 드릴로 나눌 수 있다(허진아 2018). 복합 천공구를 사용하였을 때는 구멍 내벽에 회전에 의한 선상흔이 뚜렷하게 관찰되며 천공부의 직경



도면 4 경상지역 수정제 구슬 출토 유적과 각 유적별 수정제 구슬의 양상

아 및 동남아시아의 석제 구슬에서 관찰되는 천공부의 특징을 SEM 분석으로 비교 검토하여 동일한 유형의 천공구를 통해 제작되었음을 밝힌 연구로서, 카넬리안 구슬이 동남아시아에서 원거리 해상교역을 통해 수입된 고가의 사치품이며 마한 공동체 사이에서 사회적 신분이나 정체성을 나타내는 상징임을 밝혔다.

이 일정하여 직선적인 형태이다. 천공해야 할 길이가 짧을 경우 한 번에 천공이 되기도 하지만, 구슬의 길이에 따라 양쪽에서 천공하여 구멍을 잇는 경우도 확인('H'자형)된다.



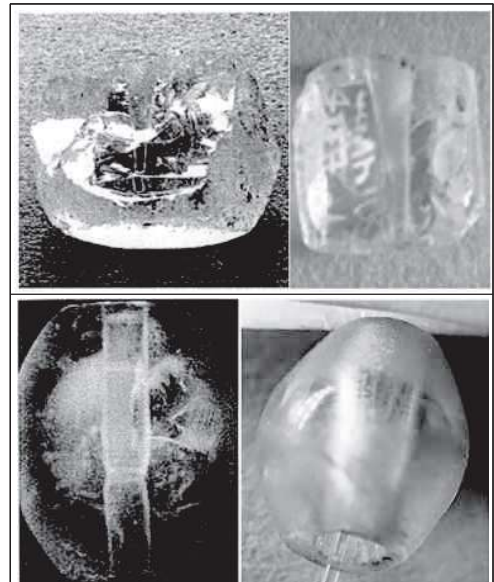
싱글 다이아몬드 드릴링

더블 다이아몬드 드릴링

도면5 복합 천공구(다이아몬드 드릴)와 다이아몬드 드릴링으로 확인되는 천공부의 특징(허진아 2018 수정)


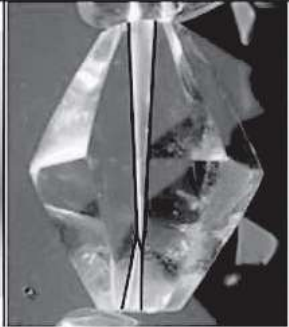


철제 천공구로 천공을 할 경우 구멍 내벽에 선상흔이 거의 관찰되지 않고 매끄러운 양상을 확인할 수 있으며 천공이 진행되어 천공부의 길이가 길어질수록 천공의 시작부와 마감부의 직경에 차이가 생겨 고깔(깔때기)과 같은 형태로 관찰('X'자, 'V'자형)된다.

석제 천공구는 그 특징이 다양하게 나타나는데 마전리와 관창리 유적에서 출토된 관옥의 구멍 내부를 본떠 실리콘 Replica를 제작한 후 현미경 관찰을 한 예(庄田愼矢 2006)나 유적 출토 사례 관찰 및 실험고고학으로 확인된 예(Gwinnet and Gorelick 1981; 大賀克彦 2002)를 통해 볼 때 구멍의 직경이 유사하고 선상흔이 강하게 관찰되는 것이 있다. 이와는 다르게 구멍의 직경이 거의 같으며 선상



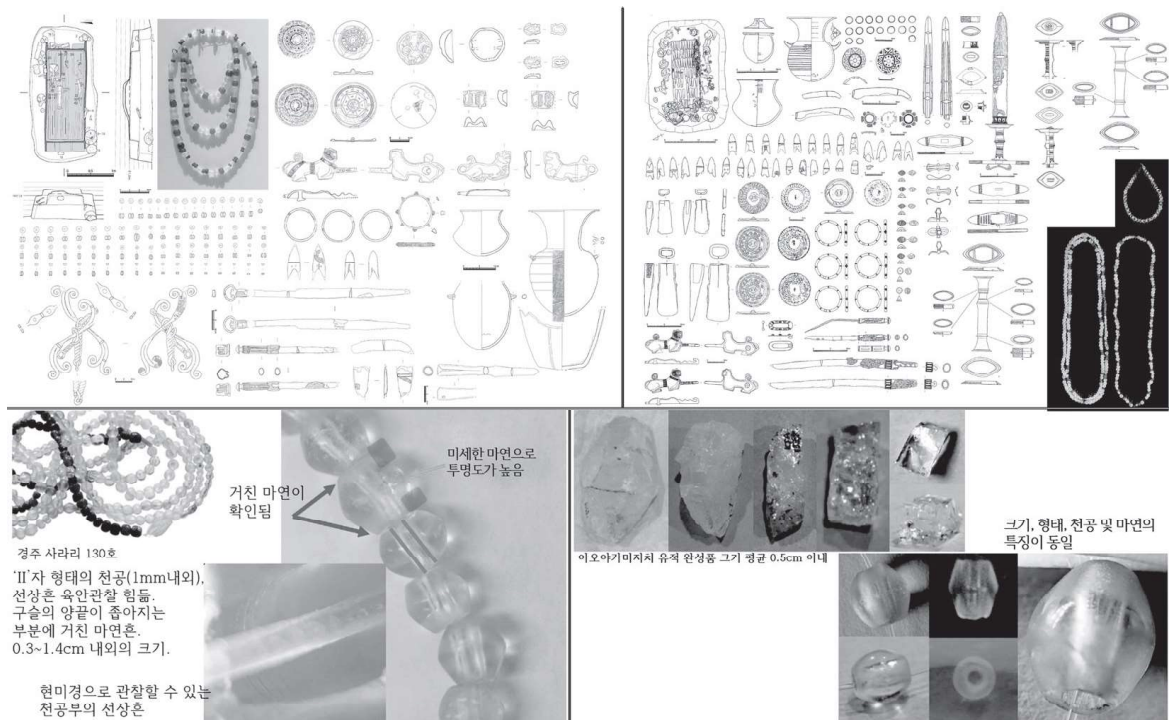
도면6 철제(上) 및 석제(下) 천공구를 통해 확인되는 천공부의 특징(野島永 2011 수정, 필자촬영)

흔이 미세하게 나타나는 매끄러운 내벽을 가진 것도 확인되고 있다. 이렇게 서로 다른 특징이 나타나는 것으로 보아 유적에 따라 사용하는 석제 천공구의 재질 차이 또는 천공을 하는 구슬의 재질 차이에 따라 구멍 내벽의 선상흔이 다르게 나타나는 것으로 추정해볼 수 있으며 추가적인 실험 또는 사례 분석이 필요한 부분이다. 구슬에서 확인되는 천공형태 중에서 천공구의 재질에 따라 확인되는 대표적인 형태를 정리하면 다음과 같다(도면7)

양 방향 천공: 길이가 긴 구슬에 나타남		한 방향 천공	
'H'자형 형태	'X'자형 형태	'V'자형 형태	'II'자형 형태
 <p>복합 or 석제 천공구 (다이아몬드 드릴링) 선상흔(線傷痕) 뚜렷함. 육안 관찰 가능.</p>	 <p>철제 천공구 선상흔(線傷痕) 희미하거나 육안 관찰 불가.</p>	 <p>철제 천공구 선상흔(線傷痕) 희미하거나 육안 관찰 불가.</p>	 <p>석제? or 철제? 천공구 선상흔(線傷痕) 육안 관찰 불가.</p>

도면 7 수정제 구슬에서 관찰되는 천공형태와 세부적인 특징

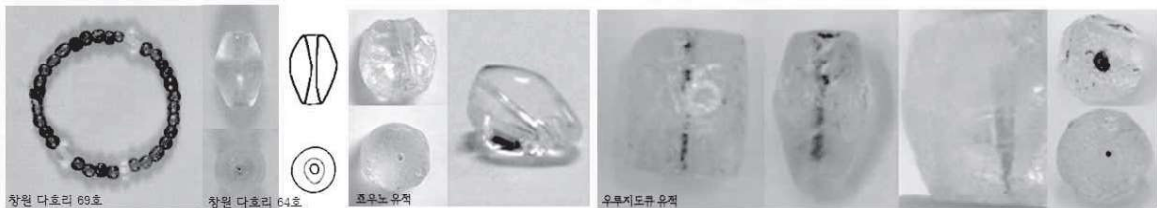
위와 같은 천공부의 특징을 참고하여 경상지역에서 출토되는 수정제 구슬을 검토해보도록 하겠다. 먼저 목관묘 단계에 확인되는 천공부는 2가지 정도로 구분해 볼 수정제 주판 알형·구형 구슬에서는 'II(로마숫자 2)'자형의 천공형태가 주를 이루며 일부 'X'자형 천공이 관찰된다. 이 두 천공은 미세한 선상흔이 남아있는 경우가 대부분으로 천공부가 투명하게 비쳐 보여 구멍 내부를 통과하는 실까지 보이기도 한다.



도면 8 'II'자형 천공의 대표적인 사례: 경주 탑동 1호, 경주 사라리 130호 목관묘 출토품과 유사한 특징을 가진 수정제 구슬이 제작되는 일본 유적(아오야카미지치 靑谷上寺地 유적)의 사례

'II'자형 천공의 대표적인 사례를 들면 경산 신대리 유적, 경주 탑동 유적, 사라리 130호 분 등이 있다. 0.5~1cm 이내의 주판알형 구슬이 대부분이며, 1mm 이내의 직경을 가진 구멍이 한 번에 천공되어 있다. 또한 주판알형의 형태를 만들기 위해 구슬의 양 끝을 강하게 마연하여 가운데의 능부분 보다 마연흔이 짙게 남아 반투명한 양상이 확인된다. 이 시기 한반도에서는 아직 수정제구슬 제작과 관련된 유적이 확인되지 않는다. 다만 고대부터 많은 교류를 통해 역사적으로도 문화적으로도 한반도와 밀접한 관련이 있는 일본에서 유사한 형태와 특징을 가진 수정제 구슬이 제작되는 유적의 사례가 다양하게 확인되고 있으며, 특히 아오야카미지치 제작유적에서 확인되는 수정제 구슬과 유사한 특징을 보이고 있어 주목된다.

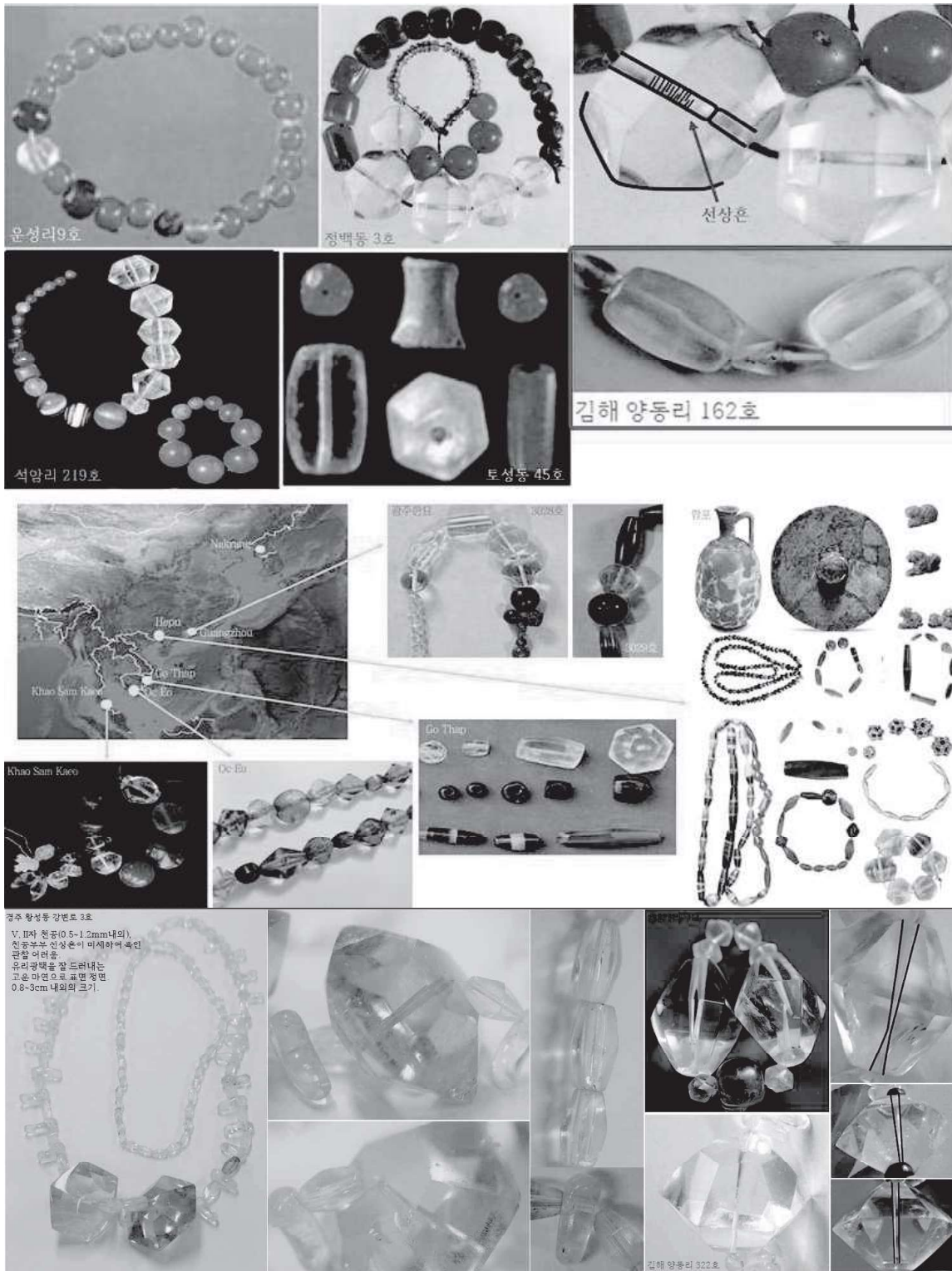
'X'자형 천공이 확인되는 대표적인 유적은 창원 다호리 64호 출토 수정제 구슬로 앞서 보았던 탑동이나 사라리 유적에서 처럼 0.5~1cm 이내의 주판알형 구슬과 유사한 모양을 가지고 있으나 보다 길이가 긴 형태이며 철제 천공구로 추정되는 도구로 양쪽에서 뚫어 구멍을 이은 것을 확인할 수 있다. 역시 일본의 제작유적 사례와 함께 검토해보면, 조우노 유적과 우루지도큐 유적에서 확인되는 것처럼 철제 천공구의 이용과 완성품의 형태는 유사하나, 구멍의 직경(가장 넓은 상면의 구멍 직경이 1mm 이내), 천공 방법(한쪽 천공) 등에서 차이가 확인된다.



도면 9 'X'자형 천공의 대표 사례 : 창원 다호리 유적 출토품과 일본 유적(조우노 城野·우루지도큐 潤地頭 給 유적)의 사례

천공부위에 횡방향의 선상흔이 뚜렷하게 남아 희고 불투명하게 보이는 'H'자형의 천공도 일부 확인된다. 양동리 162호분에서 출토된 대추형 구슬이 그 예인데, 이와 유사한 천공의 특징은 한반도의 서북부, 낙랑의 목곽묘에서 확인할 수 있으며 더 나아가 동남아시아 등지에서 유사한 특징을 가진 수정제 구슬이 확인된다.

목곽묘에서 출토되는 수정제 구슬에서 관찰할 수 있는 천공의 단면 형태는 'X'자형, 'V'자형, 'II'자형이다. 'X'자형은 크기가 커 상대적으로 뚫어야 하는 길이가 긴 구슬(주로 다면형)에서 주로 확인되며, 'V'자형, 'II'자형은 크기가 작은 수정제 구슬(뚫어야 할 길이가 짧은 구슬. 주로 주판알형, 곡옥)에서 관찰되고 있다. 이 세 가지 천공 형태의 선상흔은 열어서 육안으로는 거의 확인되지 않아 천공된 부위가 반투명하거나 완전히 투명하게 보인다. 크기가 크고 각 면과 모서리가 각이 지게 제작된 수정제 구슬의 형태적인 면에서나 완



도면 10 'H'자형의 천공의 대표사례 : 김해 양동리 162호 출토품과 유사한 특징의 수정제 구슬 사례(上) 와 목곽묘 단계 천공의 대표사례 : 경주 황성동·김해 양동리·울산 하대 출토품(下)

성품의 크기, 그리고 천공에서 확인되는 세부적인 특징 등에서 일본 또는 동남·남아시아에서 확인되는 수정제 구슬과는 확연한 차이가 나타난다. 대표적인 출토품으로 김해 양동리, 경주 황성동, 울산 하대 유적의 수정제 구슬을 들 수 있다.

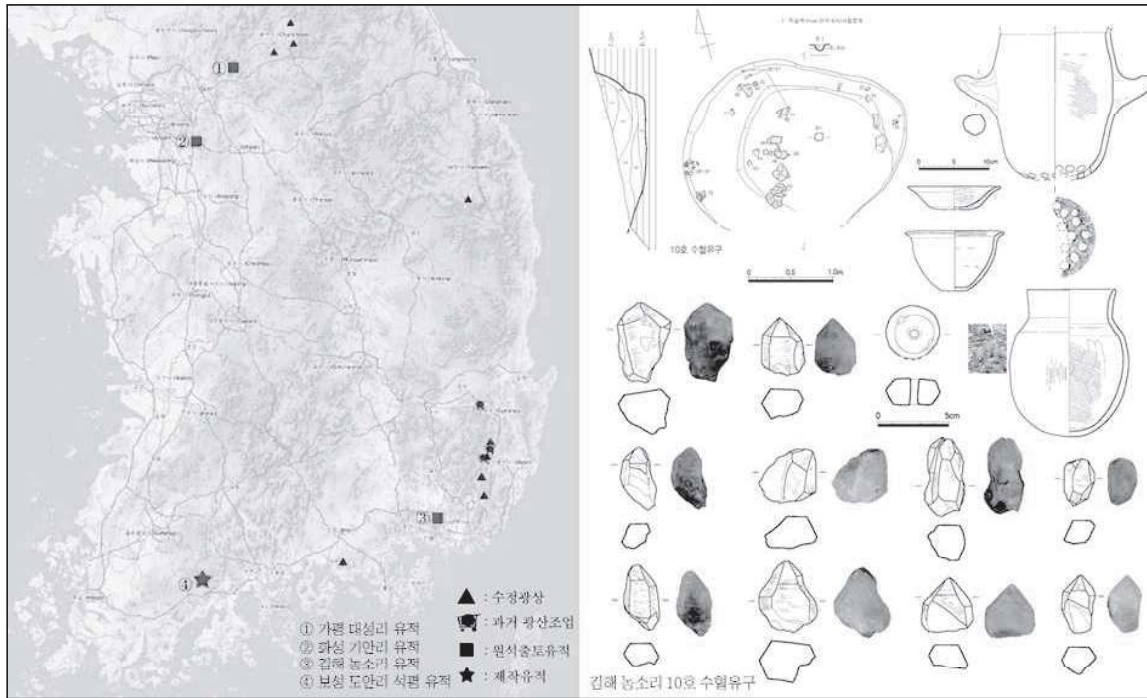
### Ⅲ. 수정제 장신구 문화에서 경상지역과 김해의 위치

경상지역에서 출토되는 수정제 구슬은 시기에 따라 형태적·제작기법적으로도 차이가 간취되며 장신구로 사용되는 조합에 있어서도 큰 변화가 나타남을 알 수 있다. 한반도 전체적인 양상에서 살펴보아도 수량 및 사용적인 면에서 두드러지는 특징을 보이고 있는 지역이기도 하다. 다만 많은 출토량에 비해 한반도에선 아직까지 수정제 구슬 제작유적이 확인되지 않으며, 원석의 산지에 대한 부분도 아직 특정할 수 없다. 지금까지 지질·광물과 관련한 역사적 기록을 통해 원석 산지에 대해 가능성을 논하기는 하지만(박홍국 2018 ; 양아림 2019 ; 조성원 2019) 고려 이후의 사서 기록이므로 삼한시대의 사람들이 해당 산지를 인지하고 있었는지에 대한 부분은 정확히 알 수 없는 부분이다. 따라서 여기에 대한 논의는 결국 자연과학적 분석으로 인해 정확히 밝혀질 수 있는 부분이 된다.

그러나 주목되는 부분은 수정제 구슬이 가장 많이 부장된 김해 인근 농소리에서 조사된 수혈유구(주거지)에서 수정제 원석이 다수 조사된 점이다(해동문화재연구원 2017). 가공구나 제작 공정 상 발생하는 박편 등은 확인되지 않았지만 원석의 발견은 주목할만하다. 김해 농소리 유적이 제작공방일 가능성도 있으나(조성원 2019) 현 상황에서는 단언할 수 없지만 원석 입수 및 선별과 관련된 유통지일 가능성에 더 무게를 두고 싶다.

경상지역에서 목관묘부터 목곽묘 조영 시기에 이르기까지 수정제 구슬의 제작과 관련된 유구가 거의 확인되지 않은 것과는 달리 일본에서는 야요이시대 중기 후엽 이후부터 수정제 구슬의 생산과 관련된 유적이 다수 확인되었다.

가장 이른 유적으로 단고(丹後)지역에 위치한 나구오카(奈具岡)유적을 들 수 있으며 7·8차 조사지역에서 수정제 구슬 제작과 관련한 유구가 확인되었다. 제작된 수정제 구슬이 한반도에서 제작되는 철과 교환에 사용되었을 것이라는 견해(野島永·河野一隆 2001)가 있으나 이 시기의 경우 한반도 서북부지역 낙랑의 분묘에서 수정다면옥을 중심으로 부장이 되고 있으며, 그 외 지역에서는 기원 후 1세기 후엽 경상지역의 목관묘에서



도면 11 수정제 원석 채취가 가능한 산지의 위치와 김해 농소리 유적 출토 수정 원석

주판알형, 구형의 수정제 구슬이 확인되고 있다. 두 지역에서 확인되는 수정제 구슬의 시기가 적어도 반세기에서 1세기 정도의 차이가 있으므로 단언하기는 어려울 것으로 생각된다.

다만 이후 야요이시대 후기 후반부터 종말기에 이르러 석제 천공으로 제작된 수정제 구슬의 지속적인 제작과 더불어 시마네현(島根県) 히라도코로(平所)유적 등에서 철추에 의한 편면 천공이 이뤄진 수정제 구슬이 제작된다. 이러한 양상은 같은 시기 한반도에서 출토되는 수정제 구슬에서 나타나는 천공 및 형태적 특징이 유사한 것과 그렇지 않은 것 모두 확인이 되고 있는데, 먼저 中村大介(2015)는 유사한 부분에 보다 집중하여 일본 쪽에서 선단부가 길고 뾰족한 철추를 먼저 채용한 것으로 보며, 수정제품이 모두 일본 열도에서 온 것이라고는 생각할 수 없으나 야요이시대 후기 후엽~종말기에는 일본으로부터 철의 교환재로 수정제품이 반출되었을 가능성을 말하였으며, 낙랑군 등지에서의 기술혁신이 명확하지 않은 이상, 비취나 벽옥의 옥 제작이 계속적으로 행해지고 있던 일본에서 기술혁신을 먼저 이뤘을 것으로 보고 이와 같은 추정이 정확하다면 이것이 일본 열도로부터 한반도로의 최초 기술이전이 될 것으로 보았다.

천공기술에 대한 부분에서는 한반도에서 이른 시기에 해당하는 수정제 구슬 제작유적이 확인되지 않았기에 현시점에서는 그 같은 가능성에 대해 염두할 수 있는 부분이며, 이 시기 일본에서 확인되는 제작유적에 비해 확인되는 수정제 구슬의 출토량이 매우 소량하므로 철의 교환재로서 목관묘 단계에서 확인되는 주판알형 수정제 구슬은 교환했을 가능

성이 충분히 있을 것으로 생각된다.

그러나 목곽묘 단계에 들어서 확인되는 다면형, 곡옥 등의 수정제 구슬은 낙랑 분묘 출토품 및 일본 출토품과도 상이한 특징을 보인다. 수정 원석을 한반도 내에서 구했는지, 외부에서 입수하였는지에 대한 문제를 차치하고서라도 완성품의 크기와 천공의 세부적인 특징 등을 보았을 때 경상지역, 특히 김해에 위치한 제 집단에서 선호하는 형태에 맞춘 자체제작에 보다 무게를 둘 수 있을 것으로 생각된다. 그중에서도 일부 제품의 경우 유리구슬 등과 함께 동남아시아의 교역 루트를 통해 입수되었을 것으로 보이며(양동리 162호 수정제 구슬 등), 집단에 따라 마노·벽옥·경옥(비취)·금박유리구슬 등 각지에서 다양한 정치집단과의 관계 속에 입수한 구슬을 집단의 선호에 맞추어 입수<sup>4)</sup>, 조합하여 장신구로서 사용한 것으로 보인다. 결국 경상지역은 한반도의 타지역에 비해 수정제 구슬을 사용하는데 있어서 상당히 주체적으로 받아들였던 것으로 생각되며 특히 김해에 위치했던 집단의 정치적 사회적 요구에 의해 그 사용이 폭발적으로 증가하였던 것으로 볼 수 있다.

## IV. 광물제 장신구 연구를 위한 앞으로의 과제

지금까지 경상지역 수정제 구슬의 현황과 고고학적 특징을 살펴보았다. 다양한 재질의 구슬이 출토되는 삼한시대의 양상을 살피기에 수정제 구슬로 재질을 한정된 본 연구는 미흡한 부분이 많이 있다. 그럼에도 불구하고 현재 교류와 관련된 연구, 정치체와 사회 문화의 복원을 위한 다양한 연구에서 주목받기 시작한 구슬이라는 고고자료에서 다소 관심이 부족했던 광물제 구슬을 다양한 관점에서 살펴보고자 했다는 점에서 의의를 두고 싶다.

정리해보면 기원후 1세기 후반부터 한반도 서북부지역, 즉 동시기 낙랑의 분묘에서 수정제 다면형 구슬이 부장되는 것과는 다소 차이가 있는 형태의 수정제 구슬이 목관묘에 부장되기 시작하며, 이후 목곽묘 시기에 그 형태와 크기가 다양한 수정제 구슬이 양적으

---

4) 마한의 각지에서 출토되는 마노제 구슬은 백폴리싱 기법으로 제작된 동남아시아산 구옥이 거의 대부분이다. 경상지역에서 출토되는 마노제 구슬은 이와는 다른 양상이 확인되는데 백폴리싱 기법으로 제작된 마노제 구슬도 확인되지만 다면형으로 제작된 마노제 구슬이 절반 이상의 비율로 확인되고 있다. 조성원(2019) 이 같은 차이를 인지하고 경상지역에서 확인되는 마노제 옥류의 기원의 다양성, 주문생산, 원석 입수 후 자체생산 가능성에 대한 연구의 필요성을 이야기하였으며, 이에 덧붙여 구옥 중 백폴리싱 기법으로 제작되는 구슬은 거의 부정형에 가까운데 반해 형태가 구형으로 더 다듬어진 구슬이 다수 확인되는 점, 출토되는 마노제 다면옥의 크기가 백폴리싱 기법으로 제작되는 구슬보다 크지 않고 소형인 점, 입수한 구슬의 재가공 여부 등에 대한 연구도 필요할 것으로 보인다.



로나 질적으로나 눈에 띄게 변화하여 확인된다. 이 같은 양상에 주목하여 경상지역 수정제 구슬을 검토한 결과 지역별 다양한 형태의 수정다면옥과 함께, 조합되는 유리제·광물제 구슬들의 색상과 형태에서 차이가 확인되었다. 하나하나 세세히 기술하지는 않았지만 각 지역 안에서도 유적별로 수량, 선호하는 구슬류의 조합 등이 세분되어 여러가지 양상이 나타난다. 이는 특히나 구슬을 좋아했던 원삼국시대에 삼한의 각 지역집단을 이끌던 정치체의 상위계층이 한이라는 정치적 동맹관계 속에서도 각 집단별 특성을 드러내고 차별성을 두기 위한 수단으로 구슬로 이뤄진 장신구를 선택, 사용함에 따라 나타난 결과로 생각해볼 수 있다.

결국 삼한시대 진·변한의 일부 집단들은 ‘수정’이라는 구슬을 중심으로 다양한 구슬들과 조합시켜 각 집단의 정체성을 상징하는 장신구로 사용던 것으로 보이며 수정제 구슬을 얻거나 선호에 맞는 형태로 제작하기 위해 타 지역, 그리고 멀리서 해외에 이르기까지 다양한 루트를 통한 교류가 있었던 것으로 추정된다.

이처럼 수정제 구슬의 형태적·제작기법적 특징을 중요한 요소로 하여 검토를 진행하였지만 아쉬운 것은 한반도 내 어떠한 지역보다 많은 수의 수정제 구슬이 출토된 경상지역에 제작관련 유적이 아직까지 발견되지 않았다는 점이다. 또한, 광물제 구슬에 대한 자연과학적 분석은 거의 전무하다시피 한 상황에서 추정에 추정을 거듭한 연구를 지속하게 되어 원산지과 제작지에 관한 검토를 심화시키기 어려운 한계가 있다.

이번 학술 심포지엄을 통해 수정제 구슬을 산지추정을 위한 자연과학적 분석이 처음으로 시작되었다. 이러한 데이터의 축적을 통해 문헌자료 및 답사(박흥국 2018)로 확인되는 한반도 내에서 채취된 수정 원석과의 비교, 그리고 제작유적이 다수 확인되며 경상지역의 초기 수정제 구슬과의 연관성이 상정되는 일본의 수정제 구슬과의 데이터 비교 등을 통해 원산지과 제작지를 보다 명확히 특정할 수 있는 자료의 확보에 청신호가 될 것으로 기대된다.

그리고 양동리 162호 출토 수정제 구슬과 같이 한반도에서 확인되는 일부 수정제 구슬의 경우 동남·남아시아에 위치한 기원전 4-2세기대 Go Thap 유적과 Khao Sam Kaeo 유적에서 다양한 형태의 마노·홍옥·수정 등 광물제 구슬이 확인되었으며, 남중국에 위치한 광주한묘에서도 한반도 서북부지역에서 확인되는 수정다면옥과 동일한 형태와 천공을 가진 구슬들이 출토되었다. 이러한 것을 볼 때 수정을 비롯한 광물제 구슬의 교류에도 해양실크로드를 염두한 연구가 이루어져야 할 것이며, 실크로드를 따라 이뤄지는 유리제 유물 연구와 함께 광물제 구슬에 대한 성분분석 및 제작기법과 관련된 천공부의 SEM분석을 통한 비교연구 역시도 추가적으로 이뤄져야 할 앞으로의 과제이다.

광물제 옥을 제작 사용하는 문화는 작게는 집단, 크게는 세계에 이르기까지 그 영향을 끼쳤을 것이며, 한 집단에 있어 집단을 나타내는 표지적인 위세품으로서 기능을 할 수 있

는 유물인 만큼 정치·경제·사회적으로 다양한 역할을 했을 것이다. 추후 수정제 구슬과 더불어 다종다양한 광물제·유리제 구슬과 금속기 등의 공반유물을 종합적으로 검토하여 그 성격과 의미, 제작집단 연구를 등 다양한 관점에서 논의를 발전시킬 수 있도록 노력하겠다.

## 참고문헌

- 國立金海博物館, 2012, 『양동리, 가야를 보다』.
- 북천박물관, 2013, 『선사·고대 옥의 세계』, 2013 북천박물관 특별기획전
- 박흥국, 2018, 「옥류 원석 탐사」, 『야외고고학』 33.
- 庄田慎矢, 2006, 「관옥의 제작과 규격에 대한 소고」, 『호서고고학』 14.
- 楊娥琳, 2014, 「韓半島 出土 水晶多面玉의 展開樣相과 特徵」, 『한국고고학보』제93호
- 楊娥琳, 2016, 「原三國時代 韓·日 水晶製 구슬의 比較研究」, 『韓·日의 裝身具』, 第12回 嶺南-九州考古學會 合同 考古學大會.
- 양아림, 2019, 「한반도 출토 수정제 장신구와 김해 양동리 고분군」, 『금관가야 출토 옥을 통해 본 대외교류』, 국립김해박물관·동의대학교박물관 공동 심포지엄 발표문.
- 李宗덕, 2003, 『寶石 및 寶石學』, 斗陽社.
- 조성원, 2019, 「옥 문화로 본 가야의 대외교류」, 『금관가야 출토 옥을 통해 본 대외교류』, 국립김해박물관·동의대학교박물관 공동 심포지엄 발표문.
- 허진아, 2018, 「마한 원거리 위세품 교역과 사회정치적 의미-석제 카넬리안 구슬을 중심으로-」, 『호서고고학』 41.
- 中村大介, 2015, 「韓·日 石製 玉類의 流通过 變化」, 『구슬의 流通에 나타난 東아시아의 交渉』國際學術大會 발표문.
- 大賀克彦, 2002, 「彌生、古墳時代の玉」, 『考古資料大觀』9, 小學館
- 野島永·河野一隆, 2001, 「玉と鉄-彌生時代玉作り技術と交易-」, 『古代文化』第53卷 第4号, (財)古代學協會.
- 野島永·河野一隆, 2003, 「彌生時代水晶製玉作りの 展開をめぐって」, 『京都府埋藏文化財情報』第88号.
- 野島永, 2011, 「일본 야요이-고분시대 철 문화」, 충청북도문화재연구원 창립 6주년 기념 고고학 집중 강의자료.
- Gwinnet, A. J. and Gorelick, L., 1981, BEADMAKING IN IRAN IN THE EARLY BRONZE AGE - Derived by Scanning Electron Microscopy, Expedition, University of Pennsylvania Museum of Archaeology and Anthropology.

표 1 경상지역 수정제 구슬 출토 대표 유적별 출토양상

연번	유적명	유구명	출토위치	수정제 장신구 (구슬류)					총 수량	기타 공반 장신구 (구슬류)		공반유물				비고		
				다면	주판	곡옥	구옥	기타		광물제	유리제	토기	청동기	철기	기타			
1	김해 구지로	9호 목곽묘	유구 내 남쪽 중앙	18		2				20	벽옥제 관옥1, 마노제 다면옥2	녹색 2, 흑색 223	고배2, 연철호1, 단경호 11, 양이부단경호4, 노형기대7, 파수부완1		철촉2, 철도자2, 철검2, 곡도사1, 철부1, 철검1, 이지창1, 격쇠2	방추차 1	2000, 경성대학교박물관, 김해구지로 분묘군	
2		10호 목곽묘	동쪽 단벽의 북쪽과 남쪽	1		2				3					철촉20점, 철검편1(총전도)			
3		18호 목곽묘	내부조사 중 상부 출토	2							2			연철용1, 단경호4, 양이부호1		철촉53, 철모1, 물미1, 철부5, 철검1, 따비1, 철도자1		
4		25호 목곽묘	목관 내 동쪽 중앙	1							1			조합우각형파수부호 2(총전도 내), 단경호1(목개위)		철부1		
5		27호 목곽묘	남서쪽 모서리	1				13			14			노형토기 1		철도자1, 철부1		
6		38호 목곽묘	남쪽단벽 측면/ 유구 중앙부(곡옥12점이 원율이루며 출토, 피장자 발목장식 추정)	81	5	34					120	마노제 다면옥 3	청색 다면 9, 암청색·회색·담록색·담적색 구옥 다수	단경호4, 노형토기3		철촉74, 철모2, 철창2, 철부2, 철도자1, 도자형철기1, 마지1, 철환1		
7		43호 목곽묘	동남쪽 장벽? 북쪽?	1							1	벽옥제 관옥 6	다면옥1	합형토기1		철부2, 철촉3, 철도자1, 환두대도2, 철모1		
8		54호 목곽묘	유구 내 남동쪽, 북쪽	1		2	3				6					철촉3, 철검1, 모형철기1, 쇠스랑1		
9	김해 대성동	7호 목곽묘	주곽 중앙 상면	2	13		2			17			고배1, 광구소호1, 컷형토기1, 대부파수부완1, 유개대부호2, 단경호1, 통형기대편1, 소형기대1(주곽)/ 대부단경호1, 대호편13		철촉1, 철도자5, 대도편1, 철모1, 격쇠12, 철정12(주곽)/ 투구(甬)1, 판갑1		2000, 경성대학교박물관, 김해대성동고분군1	
10		10호 목곽묘								0		유리제 구옥	직구호2, 양이부단경호 4, 단경호3, 대호1, 노형기대3		철촉, 철모1, 철부2, 1			
11		29호 목곽묘	도굴경 내	1		1					2		연철용3, 단경호41, 양이부단경호2, 직구호 1, 시루1, 노형토기1, 노형기대5	동북1	철촉304, 대도편3, 철검2, 철부8, 판상철부 43, 철검 1, 철사1, 철삭5, 낚시바늘3, 철집계2, 철도자2	금동관편	2000, 경성대학교박물관, 김해대성동고분군II -13·18·29호분-	
12		45호 목곽묘		1							1		연철용1, 단경호6, 노형토기5		철촉24, 철창4, 철모4, 환두대도1, 철부1, 보습2, 따비1, 봉상철부3			
13		주변 I 지구 11호 목곽묘		1							1			파수부호1		철촉1, 철모1, 철부2, 철검1		2000, 경성대학교박물관, 김해대성동고분군1
14		주변 II 지구 26호 목곽묘		2							2			조합우각형파수부호1		철도자1		
15		52호 목곽묘				2					2			노형기대+양이부단경호set1, (양이부)단경호 12(도질1, 나머지외질)		철검1, 철촉 34, 철사1		2003, 경성대학교박물관, 김해대성동고분군 3-전사관부지의 발굴조사 및 47,52호분
16	B군 4호 목곽묘	유구 내 남쪽 단벽	5		1	20				26	청색 환옥 32		양뉴부호1, 원저단경호 1, 노형토기1		철검1, 철모2, 철도자1, 철침1, 철부1, 철촉23			

연번	유적명	유구명	출토위치	수정제 장신구 (구슬류)					총 수량	기타 공반 장신구 (구슬류)		공반유물				비고
				다면	주판	곡옥	구옥	기타		광물제	유리제	토기	청동기	철기	기타	
17		B군 6호 목곽묘	유구 내 남쪽		1						단경호1			철모1, 철부1, 철검1, 철도자1, 철촉3		1989, 문화재연구소, 김해양동리고분
18		C군 9호 목곽묘	유구 내 남동쪽	3	1	1					노형토기1			철부1, 철모1		
19		C군 21호 목곽묘	유구 내 중앙에서 약간 남쪽 바닥	4				1		청색 환옥 8	원저단경호1, 신선로형 토기1(복합기형토기)					
20		E군 15호 목곽묘	유구 내 남쪽	1							노형토기1(노골강)			철부1, 불명철기1,		
21		E군 16호 목곽묘	유구 내 중앙	1							양뉴부호1, 원저단경호1			철착1, 철검1		
22		12호 목곽묘	유구 중앙부에서 동 쪽으로 약간 치우친 지점			1				청색, 녹색 환옥 73	경질단경호1, 경질고배1					2008, 동의대학교박물관, 김해양동리고분군1
23		14호 목곽묘	유구 중앙 바닥	1	3					청색 환옥 34	소형광구호2, 고배2, 단 경호2(경질제)			철도자2(목곽내부), 횡두대 도, 철부1 철촉19(목곽중전 토)		
24		15호 목곽묘	남단벽쪽	5						청색, 비취색 환옥 75	와질제단경호4, 직구호 1, 노형토기3 소형경질 단경호1			철부4, 철도자3, 철모3, 철 촉41		
25		49호 목곽묘	남단벽쪽			1				호박제 다 면옥5 (마노인듯)	경질단경호5, 노형토기 대각1, 파수부호1, 와질 단경호1, 노형토기1			철부1, 철도자1		
26		55호 목곽묘	목관 내 동단벽쪽 (피장자의 목에 걸었 던 것으로 추정)		10					청색, 비취색, 연장색 3,219	와질단경호3, 와질주머니호1	방제경1, 일자형 (교구), 환형동기2		철검1, 철모1, 동제검1-검 피두식 조합 철검1, 철부1, 철검1, 철도자1, 철촉8		
27		74호 목곽묘	남단벽 바닥 중앙부		1					비취색 곡 옥1	청색, 녹색, 흑색 환옥 99	단경호3, 노형토기2, 토 기대각편1, 고배2, 통형 기대1, 소형기대1, 연질 옹1(전부 경질)		철검1, 곡장1, 격쇠1		
28		85호 목곽묘	남단벽에 가까운 바닥	1						주황 호박 제 구옥1 (마노인듯)	단경호편6, 단경호3, 파 수부호1, 노형토기4, 대 부장경호1			철검1, 횡두도자1, 철도자3, 철모1, 따비1, 판상철부1, 철촉4		
29		122호 목곽묘	?	2	10					미노제 다면옥2	남색 환옥					2012, 국립김해박물관, 양 동리, 가야를보다
30		151호 목곽묘	동단벽 쪽(피장자 두부 추정)		3					청색(남색), 비취색(연두 색) 환옥 262점	와질단경호1, 조합우각 형파수부호2, 와질양유 부호1, 와질주머니호1			철부11, 철검1		2008, 동의대학교박물관, 김해양동리고분군1
31		162호 목곽묘	대추형2+관옥2		1			4		담녹색, 청록 색, 청색, 암 록색 등 푸른 색 계열 환옥	와질대부장경호1	한경2, 양동리식 동 경8, 교구1, 환형동기1, 환2		검6, 부8, 모18, 도1, 검3, 판 상철부형철검40, 철촉1, 따 비1, 고배(甗)1, 철부1		2000, 동의대학교박물관, 김해양동리고분문화 2013, 복천박물관, 선사, 고대 옥의세계
32		171호 목곽묘	?	2	12					정록색, 파란색, 남색 환옥, 붉은색 환옥						2012, 국립김해박물관, 양 동리, 가야를보다
33	김해 양동리	200호 목곽묘	머리로 생략되는 남단벽 바닥	46	35							와질단경호1, 경질 직구호1	광형동과1		철도자2, 따비1, 불명철기1, 철검5, 철모16, 철부6, 철촉183, 판상철부20	
34		212호 목곽묘	?	26	15	2					푸른색 구슬	와질단경호1	검파금구1, 심근구1		따비1, 소용돌이장식적두형철기 1,철검6,철검1,철도1,철도자 1,철모1,철부7,철촉55,철촉 편1,철침2,판상철부29	

연번	유적명	유구명	출토위치	수정제 장신구 (구슬류)					총 수량	기타 공반 장신구 (구슬류)		공반유물				비고
				다면	주판	곡옥	구옥	기타		광물제	유리제	토기	청동기	철기	기타	
35		235호 목곽묘	?	2		48			50	마노제 다면옥15	남색, 파란색 환옥1662, 담청색 다면옥2,	와질-개4, 고배3, 단경호9, 대부장경호3, 양유부단경호1, 양유부단경호1, 단경호4, 양이부단경호2, 양이부호1	동북1	철부11, 대형철모1, 철도자1, 유건철부1, 산형철기1, 철검2, 철검1, 철가편4, 철모2, 철사1, 철착1, 불명철기2, 철촉86, 판상철부33, 환두대도1	지석1	2000, 동의대학교박물관, 김해양동리고분문화 2017, 동의대학교박물관, 김해 양동리고분군I
36		270호 목곽묘	?	20	120	6			146			와질단경호1	청동기편3 (마형대구추정)	산형철기1		
37		280호 목곽묘	?	28		64			92	마노제 다면옥1	파란색, 남색 환옥, 푸른색 다면옥2	와질-단경호7, 용1, 삼이부호1, 양이부호1, 삼이부호1, 경질-단경호1, 양유부호1		철도자1, 불명철기1, 유건철부1, 철검5, 철모8, 철부4, 철사1, U자형삼날1, 철촉138, 환두대도2, 판상철부10		
38		287호 목곽묘	?	2	5	70	1		78		파란색 유리제 환옥 큰 것 5, 코발트색 2, 남색 환옥	와질- 이중구연호1, 노형토기4		철모3, 따비1, 철도자1, 철검1, 철부1, 철촉3		
39		291호 목곽묘	?	8	5	1	1		15		파란색 코발트색, 옅은 푸른색 환옥1	와질-단경호1		철도자1, 철도1, 철모1, 철부1, 철촉4		
40		312호 목곽묘	수정곡옥1다면5주판1/곡옥2/다면1/곡옥1 이렇게 나뉘어 있었음. 거리가 있는 구슬의 상형으로 순장 가능성	6	1	4			11		유리구슬	파베1, 광구소호1		철부2, 철검1		2012, 국립김해박물관, 양동리, 가야를보다
41		318호 목곽묘	기타1 점은 파손품 (크래카)	30		3	5	1	39	천하석 곡옥1	유리구슬 30(반지1)	단경호5, 용1, 노형토기5		철부1, 철검1, 철부2, 철모1, 판상철부7, 산형철기1		2012, 국립김해박물관, 양동리, 가야를보다 2019, 동의대학교박물관, 김해양동리고분군 III
42		322호 목곽묘	?	2		148			150	마노제 구옥6	파란색 곡옥	노형토기1, 대부장경호2, 단경호1	동정1	도자2, U자형삼날2, 불명철기6, 산형철기1, 쇠스랑1, 유건철부2, 철검1, 철모5, 철부20, 철사3, 철착2, 철촉42, 환두대도2	지석1	2013, 복천박물관, 선사, 고대 옥의세계 2019, 동의대학교박물관, 김해양동리고분군 III
43		382호 목곽묘	다면옥 중 5점 중심품 없음, 그중 2점 6각형 아닌듯	14	2	1	5		22	마노제 구옥1	파란색, 남색, 청록색, 코발트색, 붉은색, 연두색의 다양한 유리옥	단경호1, 용1	마형대구1, 동천1, 동포6	철도2, 철부2, 판상철부10, 철검1, 철검1, 철모1, 따비1, 산형철기1, 철촉6, 재갈1,		
44		79호 석곽묘	내부 합몰토	1					1			노형기대2, 단경호2, 고배2, 노형토기1				2008, 동의대학교박물관, 김해양동리고분군1
45		94호 석곽묘	바닥			1			1			고배1, 단경호3 (회청색정질)		격쇠16, 철부2, 철모1, 철도자7, 철검1, 불명철기1		
46	경산 임당 유적	A+124호 옹관	동옹(주옹)의 저부 쪽 좌우로 흩어짐	2					2		암청색, 명청색, 백색, 청록색 140여점	주머니호1	검파두식1, 청동원1, 청동제장식3	철부1(중앙에서 서쪽으로 치우친 곳)	동옹 내부 형태를 알 수 없는 질은	1998, 한국문화재보호재단, 경산임당유적(0)-A~B지구고분군
47		C-122호 목곽묘	중앙에서 동쪽으로 치우친 지점	3					3							1998, 한국문화재보호재단, 경산임당유적(0)-C지구고분군
48		E-4호 목곽묘	피장자의 두개골 주변(동쪽)	1						1		유리옥15 (명청색, 남색, 암자색)	연질대부완		유골잔존	1994, 영남대학교박물관, 경산임당지역 고분군A-조영대-8호분의

연번	유적명	유구명	출토위치	수정제 장신구 (구슬류)					총 수량	기타 공반 장신구 (구슬류)		공반유물				비고
				다면	주만	곡옥	구옥	기타		광물제	유리제	토기	청동기	철기	기타	
49		테8-28호 목곽묘	중앙에서 약간 서쪽 (피장자 치아 주변 두침은 동쪽)	1						유리옥출토-	와질노형토기1 (치아의 동쪽)			도사1	묘광 내 피장자 치아, 태 환이식1,	1994, 영남대학교박물관, 경산임당지역 고분 군-조영태-8호부의
50		조영1A-2호 목곽묘	피장자 두개골 서편		1					청색 소옥 3점	개3, 대부완1, 연철발1, 단경호1			객석10, 철촉2	골제품	1991, 영남대학교박물관, 경산 임당지역 고분 군1-조영1A지역-
51		130호 목관 묘(주구有)	목관 내부의 복동쪽				1		1	마노제 환옥1	밝은 남색 환옥1	와질단경호1, 단면삼각 형점토대토기1,			판상철부1, 철검1, 환두도사 1, 철착1, 철모1, 철부1, 철검1, 불명철기1, 철촉4,	2008, 영남문화재연구원, 경주 덕천리유적2, 목곽묘
52		4호 목곽묘	중앙에서 동단벽쪽 으로 약간 치우쳐			2			2							
53		6호 목곽묘	복동쪽 모서리부분 (착용품이라기엔 너 무 모서리쪽)			1			1	마노제 환옥1	남색 혹은 연 청색 환옥32	와질단경호 저부1, 와질평저소용1			도사1, 철촉3, 불명철기1	
54		18호 목곽묘	1) 복동쪽 모서리부 분(착용품이라기엔 너무 치우침)	7	16	6			29			와질단경호1, 유개노형 토기1, (유개)대부광구 호4, 와질고배1			철모7, 철부2, 따비1	
55			2) 동쪽에 치우친 중 앙(착용품으로 추 정)	5	10	1			16		2) 연청색> 남색 유리제 환옥					
56		19호 목곽묘	1) 동단벽쪽에 치우쳐 2) 목곽 중앙 복단벽 으로 약간 치우쳐 띠 염띠염 출토(시신의 오른다리)	41	5	56			102			주곽-와질개1 부곽-(유개)단경호3, 노형토기1, (유개)대부 광구호5, 고배1, 개2, 대각편2			주곽-환두대도1, 철모 15(시신아래 일정한 간격 2 점씩 교차 7열, 1점 발치), 철부3, 따비1, 철촉2, 철환1, 판상철부10 부곽-철촉3	
57		23호 목곽묘	동단벽에서 약간 북쪽으로 치우쳐	1					1			와질단경호2, 유개대부 직구호3, 고배1			철촉1, 단조철부1	
58		29호 목곽묘	동단벽쪽 중앙	2					2			와질단경호1				2009, 영남문화재연구원, 경주 덕천리유적3, 목곽묘
59		44호 목곽묘	동단벽 쪽 중앙			1			1	마노제 다면옥1	연남색 환옥	대부단경호2, 단경호1, 노형토기1, 고배4, 양이부호1			철검1, 철모2	
60		61호 목곽묘	동단벽쪽 바닥	1					1			와질소용1, 와질고배1, 와질발1				
61		62호 목곽묘	동단벽쪽			2			2			주곽-와질고배2 부곽-단경호1, 유개대부 직구호1, 대부광구호1, 파수부호1			주곽-단조따비1, 철검1, 단 조철모2, 단조철부2, 도사1	
62	경주 덕천리 유적	66호 목곽묘	동단벽쪽 함몰토 내			1			1			주곽-와질고배5 부곽-와질단경호2, 노형토기1, (유개)대부 직구호2, 대부호1			주곽-단조따비1, 단조철부 2, 철촉4, 철검1	
63		70호 목곽묘	주곽의 중앙에서 약 간 동쪽으로 치우쳐	2					2	마노제 다면옥1	연남색 곡옥1	주곽-와질고배5, 호대 각편1 부곽-임형토기1, 유개신 선로형토기1, (유개)단경 호2, 유개대부직구호2			주곽-단조철모4, 철검1, 철부1	빙추치1
64		75호 목곽 묘	동면 중앙(이식? 경 식?)	2					2			부곽-단경호2, 노형토 기3, (유개)대부직구호 3, (유개)신선로형토기2, 고배4, 이형토기1			주곽-철모6, 철촉4, 도사1, 따비1, 철부1, 불명철기1, 철 검2	

연번	유적명	유구명	출토위치	수정제 장신구 (구슬류)					총 수량	기타 공반 장신구 (구슬류)		공반유물				비고	
				다면	주판	곡옥	구옥	기타		광물제	유리제	토기	청동기	철기	기타		
66		80호 목곽묘	동편 중앙(이식? 경 식?)	2							주곽-유개대부직구오1, 유개노형토기1, 용2, 우 각형파수부호1 부곽-압형토기3, 신선로 형토기1, 단경호1, 대부 직구오5, 대부광구오2, 노형토기2, 청동호1			주곽-철모11, 철부2, 유자 이기1, 환두도1, 불명철기1, 따비1, 철축군집2(26/17)			2009, 영남문화재연구원, 경주 덕천리유적4-목곽묘 용관묘와-
67		81호 목곽묘	동단벽에 치우쳐(작 장장신구아닐가능 성)	1							와질단경호2, 와질노형 토기1			단조철모1, 단조철부1			
68		82호 목곽묘	동쪽 중앙	2							단경호1			환두도1, 철모2, 철촉3, 철 칩1, 철부2, 불명철기1			
69		89호 목곽묘	동단벽 주변 바닥	2							단경호4, 대부직구호1, 노형토기2			철모1, 철부1	방추차1		
70		94호 목곽묘	동단벽쪽 중앙	1							단경호1, 노형토기1, 대 부호1, 개1			철모1	방추차1		
71		95호 목곽묘	동단벽쪽	2							양이부호1						
72		10호 용관묘	동쪽 바닥			2											
73		39호 용관묘	동쪽 내부			2					(서옹인 파수부발 아래) 단경호2			(동옹인 대호 바닥에) 도자1, (대호 아래) 철촉2			
74		20호 불명유구	북쪽바닥	1							발1, 단경호1, 파수1, 대호편1						
75		2호 목곽묘	관 내 동반부 중앙 (서로 거리를 두고 출토 이식?)	2							유개대부장경호6, 대부장경호2, 대각뿔 노형토기1			철촉5, 철검1, 철모2, 철부2	지석편1		
76		3호 목곽묘	관 내 동쪽바닥(셋 다 거리를 두고 출토)	3							남색, 명청색 환옥 60	유개대부장경호3, 단경 호2, 장린형토기1, 노형 토기3, 대부장경호2			부형철기1, 주조철부2, 단조 철부2, 철검1, 곡도자1, 철축 군(20), 철모군(5), 철검1, 철 제따비1		
77	경주 조양동 유적	25호 목곽묘	목관 내 동단벽쪽 바닥 화백색 니질점 도층 상부	2	2						노형토기2			철검1, 철부 4, 철검1, 철모 3, 철사1, 철촉11		2003, 국립경주박물관, 경 주 조양동유적2	
78		29호 목관묘	목관 내 동반부 바닥	3						반두명 주 황색마노 제 구옥2	질은 남색 옥 23	와질양이부호1					
79		31호 목관묘	목관 내 동단벽쪽에 산재		2						열은 명청색 23, 나머지 남청색과 군 청색인 유리 제 환옥 454	단경호1(요광 어깨선), 조합우각형파수부장경 호1(서단벽 종전도 상 부-제사유물추정) 주머 니호1(목관 외곽동단벽 쪽)			철도자1, 철부1, 철검1 (목관외곽 남장벽쪽)		
80	경주 탑동 21-3·4 번지 유적	1호 목관묘	목관 내부 동단벽에 서 약 40cm 떨어진 곳 및 남장벽 아래		32		31				정색 환옥 61점	양이부호, 조합식우각형 파수부호, 주머니호 (총진토)	세형동검, 철소동 검, 일광경, 방제경, 호형대구, 청동전4, 호형동포, 원형동 포, 거북장상동포2, 외형동포4(목관내)	제갈(목관상부), 철복, 철모 3, 철촉7, 철도사편, 철부, 철 검, 철삭(총진토), 철검, 청동 삼엽문환두철도, 청동병부 장식철소도, 철사(목관내)	방추차 (총진토)	2011, 한국문화재보호재단, 2010년도 소규모발굴조사보고서 IV-경북2-	
81	경주 시라리 유적	130호 목관묘	동단벽 중앙 부분에 두개골편을 둘러싸 면서 피장자의 목 부 분에서 허리부분까 지 길게 2줄로 이어 져 출토	1	23		320		344		청색·벽 색·감청 색·담청 색·녹색·흑 색 등 청색계 열 환옥 90 점	대호3, 단경호, 연철도 기, 주머니호, 조합식우 각형파수부호, 유개연철용, 원형유문동기	8사형동기, 청동환, 철소동검2, 청동전 12, 호형대구2, 동 포8, 방제경4, 청동 소환, 방제경2, 원형유문동기	제갈3, 고구, U자형철기, 철 수형철기, 철모2, 철복, 청동 검마부철검, 소도, 청동병부 장식소도, 도자, 용도불명 철기, 판상철부61, 철촉23, 절검3, 철부6		2001, 영남문화재연구원, 경주시라리유적II- 목관묘, 주거자-	



연번	유적명	유구명	출토위치	수정제 장신구 (구슬류)					총 수량	기타 공반 장신구 (구슬류)		공반유물				비고
				다면	수판	곡옥	구옥	기타		광물제	유리제	토기	정동기	철기	기타	
82		6호 목관묘	목관내 동편		2					연청색 환옥 13	소용1(충전토 동단벽상 부), 주머니호1(충전토 남동벽 모서리 상부)			철촉16, 철부1, 철모2, 철착 1(충전토 내 북장벽과 남장 벽), 청동검파부철검1, 철부 1, 철촉3, 철검1(목관내)		2010, 영남문화재연구원, 경주 황성동 575번 지고분군
83		34호 목관묘	유구 내 중앙에서 동편	1					마노제다 면옥43마 노제 환옥3	연녹색곡옥 1, 청색옥, 자색옥다수	주곽-양뉴부용1, 우각 형양이부용1 부곽-와 질양이부호1, 도질양이 부호1, 와질단경호3		주곽-도자1, 불명철기1, 따 비1, 부곽-철부1, 철모2, 철 촉3			
84		43호 목관묘	유구 내 북동쪽 지점	1									철모7, 철검1, 철촉3, 곡도자1,			
85	경주 황성동 고분군	56호 목관묘	유구 내 동단벽쪽	2							옹1		철부, 철검, 철검, 곡도, 관수 형철기, 철모, 철부, 유자이기			
86		61호 목관묘	유구 중앙 바닥			1				마노제 환옥2	연남색, 연청 색, 연녹색, 임적갈색 환 옥 321	와질고배1, 동체부편1		철검1		
87		강변로3-A 공구 3호 목관묘	북동쪽 단벽, 수정 제 경식 중심부에 인 골의 흔적이 희미하 게 확인. 경식의 위 치로 보아 피장자 머 리 밑에 간 것으로 추정	78		26					유개대부정경호, 유개대 부직구호, 노형토기3, 단경호3,		정신부형철기, 철검, 철모, 곡도, 철촉6, 철부2, 따비		2005, 한국문화재보존재 단, 경주황성동유적 II-강변로3-A공구 개발구간 내 발굴조 사보고서-	
88	대구 서 변동 유 적	39호 목관묘	목관 내 동남쪽	1							단경호 5, 노형토기 2		환두대도1, 소도1, 철부1		2001, 영남문화재연구원, 대구서변동고분군1	
89		2호 토광묘	목관 중앙	1							노형토기1, 와질단경호 1, 적색연질토기1		환두도1, 철모5, 단조철부1, 철촉8, 부형철모1, 철검1, 주 조철부1		1993, 경북대학교 박물관, 대구 팔달동 유적	
90		4호 토광묘	목관 내 남쪽 끝	1		1				연한 남색 환옥2	대부호5, 개2, 노형토기1		철부1, 철도자1			
91		7호 토광묘	목관 내 중앙에서 남벽쪽	1							대부호편3, 장경호구연 부편, 와질타날문토기편		단조철부2, 철촉19, 철모5, 철검1			
92		8호 토광묘	중앙에서 남쪽	7		2				마노옥2	얇은 남색, 청색 옥 55	대부직구호1, 대부단경 호1, 연철용1, 단경호1		철부1, 철도자1		
93	대구 팔 달동 유 적	9호 토광묘	중앙에서 남동쪽	1							대부원통형토기1, 노형 토기1, 대부장경호2, 단경호1		철검1, 철모3, 철부5, 철촉8, 따비1, 철도자1			
94		16호 토광묘	북동쪽 장벽	4						마노옥2		단경호1		철모1, 철부1, 철촉3		방추차1
95		17호 토광묘	유구 내 남쪽으로 치우친 지점		1		2									
96		117호 목관묘	목관 내 중앙에서 동쪽		3						정색 환옥 8	기대편, 외철용1, 원2, 와질단경호편, 장경호편 2, 조합식우각형파수1, 호편5, 조합식우각형파 수부호장경호편1 장경호편1	불명동기1	철부4, 철모1, 주조철부편, 따비1, 도자편3, 철검편1, 불명철기1	방추차3	2000, 영남문화재연구원, 대구 팔달동유적1
97		3호 토광묘	시상의 고운 흙속에 서 발견	2		1					청색옥 102, 적색옥 4	원저단경호1, 파수부원 저단경호1, 유개장경호 2, 유개원1		철촉2, 철모1, 철부1, 철기편 2		1985, 부산직할시립박물 관, 부산노포동 고분
98		4호 목관묘	도굴갱 지점	8		1					호박제다 면옥(마노 로 추정)2, 호박제 환옥1	청색옥 68	원저단경호1		철부1, 철검1	

연번	유적명	유구명	출토위치	수정제 장신구 (구슬류)					총 수량	기타 공반 장신구 (구슬류)		공반유물				비고	
				다면	주판	곡옥	구옥	기타		광물제	유리제	토기	청동기	철기	기타		
99	부산 노포동 유적	5호 목곽묘	북동쪽 피장자 머리부분		2					2			노형토기1		철도자1		1988, 부산시립박물관, 부산노포동 유적2
100		7호 목곽묘	목곽의 동단벽에 연하여	2						2			원저호1, 원저단경호2		철촉7, 철검1, 철도자1, 철부4		
101		8호 목곽묘	목곽 중앙부에서 동쪽으로 치우친 지점	1		2				3			대부장경호1, 노형토기3, 원저단경호2		철촉2, 철부2		
102		10호 목곽묘	묘광 내 노형토기 주위	2						2			노형토기3		철도자1		
103		11호 목곽묘	동쪽 피장자 머리부분으로 추정	2		2				4							
104		21호 목곽묘	묘광의 동쪽	2		1				3		정색옥 38	유개대부직구호2, 노형토기4, 원저단경호1		철모2, 철부3, 철도자1, 철촉2		
105		23호 목곽묘	묘광의 동쪽에 치우침	1	4	1	1			7		창색옥 6					
106		28호 목곽묘	묘광의 중앙에서 동쪽으로 치우침	1		1				2					철도자1		
107		31호 목곽묘	목곽내 동쪽 중앙부근	2						2	호박제 다면옥1(마노로 추정)	유개직구호2, 고배1, 노형토기1		환두대도1, 철모2, 철촉군(110), 철부1, 철도자2, 절검1	토제환2, 칠		
108		33호 목곽묘	목곽 내	1	1					2		창색옥 16	원저단경호1, 대부직구호1, 개1, 대각1, 도질원저단경호1		환두대도2, 철촉3, 철부3, 철사1, 곡도자1, 철도자2, 절검1		
109		35호 목곽묘	목곽 내 중간쯤에서 동쪽으로 치우침	1						1		비취색 옥1	고배1, 단경호2, 사이부직구호1, 노형토기3, 심뉴부음1		철모1, 철부1, 철도자1		
110	44호 토광묘	동쪽 상면		4		1			5	마노 구옥1	소형유리옥 46					1988, 부산대학교박물관, 부산노포동 유적1	
111	45호 목곽묘	목곽 내	4						4				노형토기1	철도자1			
112	양산 평산리 유적	1호 토광묘	유구 내 중앙에서 동쪽	2					2					철부2, 절검1, 소환두도자1			1998, 동이대학교박물관, 양산 평산리유적
113	울산 하대 유적	1호 목곽묘	목곽 내 북동쪽	1					1				단경호1, 대호3		철검3, 철모2, 재갈1, 철촉3, 곡도자1, 착형철부1, 절검1, 철부2, 주조철부1		1997, 부산대학교박물관, 울산하대유적-고분1
114		5호 목곽묘	목곽 내 서남쪽			1			1	마노세 다면옥1			고배1				
115		41호 목곽묘	목곽 내 남동쪽	1		1				2			대부장경호4, 개1, 단경호2		철검2, 철촉3, 철모16, 철부3, 착형철부1, 곡도자1, 철도자1, 절검1		
116		43호 목곽묘	목곽 내 남동쪽	2						2	유리제소옥 41	대호구연부+편, 대부장경호3, 대각1		곡도1, 철장1, 환두대도1, 철검4, 철모(검)편1, 철모3, 절검1, 철촉2, 철촉8, 쇠스랑1, 삽날1, 떠비1, 재갈1, 철부3, 착형철부1	빗1		
117		44호 목곽묘	목곽 내 중앙에서 동쪽	2	6	1				9	유리제 소옥 18	조합우각형파수부호1, 대부조합우각형파수부호1, 대부장경호3, 노형토기2, 단경호1, 연질용1		철검3, 철모31, 철촉15, 유자이기1, 판상철부, 철부4, 주조철부2, 떠비1, 절검1, 철도자1, 철환1			
118	창원 삼동동 유적	1호 옹관묘	북동 내부	1					1						철촉1		1984, 부산여자대학교, 창원 삼동동 옹관묘
119		12호 옹관묘	주동 내부			1			1		적갈색 구슬 19, 창색구슬 51	적갈색조질소발1,					

연번	유적명	유구명	출토위치	수정제 장신구 (구슬류)					총 수량	기타 공반 장신구 (구슬류)		공반유물				비고	
				다면	주판	곡옥	구옥	기타		광물제	유리제	토기	청동기	철기	기타		
120	창원 삼동동 유적	3호 토광묘	묘광 내 남서쪽	8						마노제 다 면옥1, 마노제 구옥 60	옥색 48, 청색	경질승문원저단경호1			철도자1		1984, 부산여자대학교, 창원 삼동동 유관묘
121	창원 다호리 유적	64호 목관묘	유구 내 교린부		1							삼각형점토대토기편, 단 경호, 조합식우각형파 수부호2, 대부호편, 추머니호, 점저용			철도, 단조철부	철광석	2012, 국립중앙박물관, 창원다호리유적 -1~7차 발굴조사 총 합보고서-
122		69호 목관묘	동단벽 부근 밀집 출 토, 피상자 목에 장 식했던 것으로 추정		2		1				담청색, 갈청색 유리 옥 31	봉상파수부호, 장경호 편, 우각형파수부호, 대부주머니호,			철검, 철도자, 단조철부, 철 삭, 철수, 철검, 재갈, 철환	지석	
123		119호 목관묘	목관 동쪽 바닥			2							장동호, 조합우각형파 수부호3, 소용, 대부완, 동환, 청동교구	동경(가상귀부경), 동환, 청동교구	철촉군, 청동검파부철검, 표 비		2013, 국립김해박물관, 창원다호리유적-10 차 발굴조사보고서
124		4호 목곽묘	동단벽에 치우친 북 쪽1, 서상 중앙부1		2								와질단경호2, 靑자형 토기1			철모2, 철검1	
125	12호 목곽묘	유구 내 북동쪽				1						노형토기2, 소호1,			도자2, 철검1, 철부1, 철촉2, 철모2		
126	25호 목곽묘	서장벽으로 치우친 북쪽		1	1	2					망회청색5, 청색11, 노황 색40, 총 56	노형토기2					2003, 경상북도문화재연 구원, 포항옥성리고 분군발굴조사보고 서
127	26호 목곽묘	유구 동편 상부		1								와질 단경호1			철부2, 철검1, 철촉군1(12), 철검2, 철도1, 철모8, 판상철기1		
128	28호 목곽묘	서장벽 근처		1	2						암청색3, 청 색4, 회흑색 1, 청녹색22 총 30				찰모1, 철부1, 철촉8		
129	99호 목곽묘	목곽 중앙에서 서쪽 편으로 치우친 지점		1		1				마노제다 면옥3	청색 환옥30	장동호1, 노형토기편1, 대리편			철모2, 곡도사1, 철도자 2, 판상철부편3, 철모군 2(2/5), 고사리문철기2 주변체집-단조철부1, 철촉1		
130	19호 목곽묘	북동장벽 중앙		1								와질대부호1					
131	51호 목곽묘	북장벽에서 동쪽		1								와질 대부장경호1, 노형 토기편1, 대리편1			고사리장식유 단조철부1, 철모군1(4)		
132	56호 목곽묘	유구 내 동단벽쪽		2						마노제환 옥1	청색 곡옥1, 청색비취색 10	와질단경호3			철모3, 유자이기1, 철도자1		1998, 영남문화재연구원, 포항옥성리고분군1
133	59호 목곽묘	유구 내 동편 바닥 면에서 5cm 높이				1					유리제 곡옥 1	양누부호1, 유개대부호편			단조철부1		
134	60호 목곽묘	유구 내 서장벽쪽		1								대부호편1(봉토내), 대부장경호1			판상철부1, 철모1(봉토내), 철모3, 철검1, 철검1, 단조철부1		
135	62호 목곽묘	유구 내 북서벽 근처		1							청색, 비취색 환옥 13	대부호편1, 노형토기1			철모1		
136	67호 목곽 묘	유구 내 동편				1						단경호2, 대부호편1			철모편3, 철도자1, 철촉군 1(29)		
137	77호 목곽 묘	유구 내 북동편 바 닥		3													
138	78호 목곽묘	유구 내 북동편				1						단경호4, 장동호1, 유개 대부장경호3, 대부장경 호7, 노형토기6, (목곽외)			보습날1, 철모1(봉토내) / 단 조철부9, 철검2, 철도자2, 유자이기1, 대도1, 철모군 1(104+편), 철검2, 철촉군 1(30)(목곽 내) / 주조철부2, 철촉군1(34)(목곽외)		1998, 영남문화재연구원, 포항옥성리고분군 2-나지구

연번	유적명	유구명	출토위치	수정제 장신구 (구슬류)					총 수량	기타 공반 장신구 (구슬류)		공반유물				비고	
				다면	주판	곡옥	구옥	기타		광물제	유리제	토기	정동기	철기	기타		
139	합안 도항리, 말산리 유적	92호 목곽묘	묘광 중앙부	1					1			단경호2, 삼뉴부호1,		단조철부1, 판상철부1, 철착1, 철촉군1(8),		2000, 국립경주박물관, 옥성리고분군-가자구	
140		19호 목곽묘	묘광 동편			1			1			타날문단경호1					
141		49호 목곽묘	유구 내 북동쪽	1					1					철촉군1(7), 철모1, 철검1			
142		59호 목곽묘	바닥 중앙부 동쪽		2					2							
143		78호 목곽묘	유구 내 서벽쪽	1					1			양이부호1, 타날문단경 호2, 언질총1		철검1, 유자이기1			
144		81호 목곽묘	중앙부에서 약간 동쪽	2		1			3		감색1, 담청 색, 청벽색 140 총 141						
145		97호 목곽 묘	중앙부 남동쪽	2					2								
146		115호 목곽묘	유구 내 남동쪽 모서리	1					1				대각면1				
147		117호 목곽묘	유구 내 동벽 쪽		1				1				노형토기1				
148		138호 옹관묘	옹관 내부	1					1		반투명감색 환옥 13	대옹1(주옹), 타날문단 경호1(막음옹), 파수부네1					
149	합안 도항리, 말산리 유적	도-35호 목관묘	유구 내 상면 중앙부	2					2	유리제 옥 10	개1, 노형토기2, 원저단경호5, 음1		철부3, 철모1, 철촉1, 철도자1, 철검1,		1997, 국립성원문화재연 구소, 함안도항리고 분군1		
150		도-28호 목관묘	목관 내 동단벽	2		1			3								
151		도-31호 석곽묘	목관 추정선 내부- 남단벽에서 중앙으 로 내려온 지점	8					8	호박제 다 면옥2(수정 목괴유사)		파수부배3, 개배1, 단경 호1			세환이식 1쌍		
152		도-41호 목관?	관 중앙	1					1	남색과 하늘 색 환옥							
153		도-66호 목곽묘	관 내 동단벽	1					1					철도자1, 철촉1			
154		말-3호 목관묘	관 내 남단벽	1					1			단경호1		철모2, 단조철부2, 주조철 부1, 철검1, 철도1, 철검1, 철촉13			
155		말-13호 목관묘	관 내 동단벽	2					2			양뉴부단경호1		철검1, 단조철부1, 철모2, 철 촉2, 철검1			
156		말-14호 목곽묘	목곽 내 남단벽	2				21	23			양이부단경호1		도자1, 철부1			
157	말-15호 목곽묘	목곽 내 동단벽	2					2	청색 구옥 138				철모5, 철검1, 철촉군, 철부1(교란층)				



# 「경상지역 수정제 장신구의 고고학적 고찰」에 대한 토론문

조성원  
부경대학교박물관

수정으로 만든 각종 옥은 삼한시대 영남지역의 장신구 중 큰 비중을 차지하고 있다. 하지만 주목받게 된 것은 그리 오래되지 못했고, 본격적으로 연구되기 시작한 것은 오늘 발표해 주신 양아림 선생님의 기여가 크다. 필자도 삼한시대 옥류에 대한 출토양상이나 전체적인 흐름에 대해서 몇 차례 정리한 적이 있지만, 역시 양아림 선생님의 성과만큼 정확한 것은 아니었다. 그래서 지금도 양아림 선생님의 연구 성과를 토대로 공부를 하고 있기 때문에 전체적인 내용에 대해서는 별다른 이견을 가지고 있지 않다. 하지만 토론자의 의무를 다하기 위해서 어쩔 수 없이, 감히 몇 가지 우문을 던지고자 한다.

## 1. 수정제 구슬의 출현 시기

발표문에서는 삼한시대 영남지역 수정제 구슬의 출현 시기를 목관묘 혹은 목관묘에서 목곽묘로 전환되는 과도적 단계인 A.D. 1세기 후엽에서 2세기 초중엽으로 지적하였다. 이러한 지적은 타당하다고 생각하지만, 최근 두류문화재연구원에서 조사한 김해 신문동 공동주택부지 내 분묘 1호를 고려할 필요가 있다. 1호는 목관묘로 일광경, 삼각형점토대토기, 철검과 함께 유리구슬 23점<sup>1)</sup>과 다면 수정구슬 4점이 출토되었다. 보고자는 일광경과

---

1) 자문위원회 자료에서는 수정구슬 23점으로 보고되어 있으나, 사진을 참조하면 청색계통의 유리구슬임을 알 수 있다.

점토대토기편으로 보아 이 분묘의 시기를 경주 조양동 38호 즉, 기원전후의 것으로 추정하고 있다(두류문화재연구원 2021). 다면형으로 보고된 수정제 구슬은 직접 관찰하지 않았기 때문에 장담하기 어렵지만, 사진 상 주판알형으로 추정된다. 정식보고가 되기 전이지만, 이 자료를 고려하면 영남지역에서의 수정제 구슬의 출현은 기원전후로 올라갈 가능성이 있지 않을까 한다.



사진 1 김해 신문동 공동주택부지 내 유적 분묘 1호 출토유물 (자료집에서 전제)

이를 뒷받침해주는 자료로는 국립김해박물관에서 조사한 창원 다호리 119호분 자료가 있다. 보고서에 유리제로 보고되어 있지만, 형태나 천공을 했다는 기술을 고려하면 수정제로 보는 것이 타당하다. 이 수정제는 신문동 출토품과 유사한 세로로 긴 주판알형이고, 함께 출토된 가상부귀경이나 조합우각형파수부호 등은 조양동 38호보다 늦은 단계인 것은 확실하나 양동리 55호 목관묘 보다는 이른 1세기 중엽에 해당한다고 생각된다. 결국 최근 자료를 고려하면 수정제 구슬은 기존보다 더 이른 기원전후에 영남지역에서 출현할 가능성이 높다. 나아가 필자는 세로로 긴 주판알 형태가 신문리 분묘 1호→다호리 119호→양동리 162호로 이어진다는 점을 고려할 때, 영남지역 수정제 구슬의 출현시점이 기원전까지 더 거슬러 올라갈 가능성이 있다고 판단된다.

발표내용과 큰 관계는 없지만, 울산 신화리 유적 Ⅲ지구-31호에서는 자수정이 1점 출토된 점도 언급해두고 싶다. 신화리 유적(동아대학교박물관 2010)은 청동기시대 취락 유적이고 자수정 출토 유구 역시 청동기 주거지이다. 보고서에서는 이 자수정을 장신구로 보고했지만, 천공이나 가공흔적이 없어서 미가공 자수정 원석으로 보인다. 그러나 출토 위치가 노지 주변이고, I-21호, II-40·43호, III-51호 주거지에서 곡옥(소위 반결형)이 확인되는 등 정황상 장신구로 사용하기 위해 가져온 것으로 추정된다. 그래서 토론자는 청동기시대 어느 시점에 수정제 장신구가 출현했을 가능성을 염두에 두고 있다. 다만, 자수정이기 때문에 잘 알려진 것처럼 울산지역-언양-에 한정되었을지도 모르겠다.

## 2. 수정제 구슬의 변천에 대해서

수정제 구슬은 삼한시대 영남지역 특히 경주를 시작으로 부산·김해를 포함한 동남해안 지역에서 크게 유행하며, 이후 다양한 재질의 구슬이 제작되면서 그 사용, 출토량이 줄어드는 것은 분명하다. 또한 여러 수정제 구슬로 구성된 장신구도 삼한시대에 비해서 적은 것도 사실이다. 발표에서 다루고 있는 삼한시대에서 조금 벗어나지만, 고성 내산리 21·34호분이나 송학동 1A-9호분, 1B-3호분 유적 등 소가야를 중심으로 여전히 여러 과(顆)의 수정제 구슬을 다른 재질과 혼합해서 장신구를 제작하는 사례가 있는 것을 지적해 두고 싶다. 소가야의 중심고분에서 출토되는 위의 사례는 혹시 일본과의 관계를 고려할 수 있는지 궁금하다.

## 3. 제작기술-천공-에 대하여

발표자는 이전부터 수정제 구슬의 천공기술에 주목해서 많은 성과를 올리고 있고, 토론자 역시 이에 대해서 큰 이견은 없다. 하지만 발표내용을 읽고 조금 오해의 소지가 있는 부분을 질문으로 해소하고자 한다. 먼저 천공형태에 대한 분류는 여러 선학과 연구에서 지적되고 있는 부분으로 이해에 어려움이 없지만, 이러한 천공방식의 다양함은 제작집단(지역)의 차이를 반영하는 것인지 아니면 만들고자 하는 제품의 형태에 기인하는 것인지 또는 천공도구의 발달-도구의 재질이나 형태 등-과 관계되는 것인지 알고 싶다.

그리고 발표문을 살펴보면, 천공방향에 대해서 완성된 제품의 형태(길이)에 기인하는 것 같다. 혹시 단면천공에서 양면천공으로 전환되는 두께의 경계가 어느 정도인지 알 수 있는지 궁금하다. 사진 2의 양동리 312호의 사례를 보면 본문에서 제시한 ‘길이가 긴 형태’의 길이는 1~1.5cm가 기준이 될 수 있다고 생각하지만<sup>2)</sup>, 339호와 346호처럼 1cm 이하에도 양면천공이 존재하고 있다. 따라서 천공방향의 가장 큰 기준이 천공대상의 길이(두께)일 수도 있지만, 제품의 형태(주판알, 다면, 곡옥, 구)나 제작 집단에 따라서 달라질 가능성도 있다고 생각되는데, 이에 대해서 어떻게 생각하시는지 궁금하다.

한편 발표문에 의하면 천공도구의 재질이 다를 가능성이 높은 ‘H’자형은 양면천공이기는 하지만, ‘V’자형 단면천공을 한 수정제 장신구와 두께 차이가 그다지 나지 않는 것도 있는 것 같다. 토론자는 ‘H’자형의 경우 수정제 장신구 등장 초기에 영남지역에서 나타는

---

2) 발표문에서는 전혀 다른 유적의 사례를 들어 ‘II’자형과 ‘X’자형의 천공과 천공대상의 길이를 설명하고 있다. 그러나 공인 혹은 공인집단이 분명하지 않을 때는 출토 유적 내에서 출토된 유물을 비교하고, 그 후 유적 간 비교를 해야되지 않을까 생각한다.



것이 아닌가 생각되는데 이에 대해서 어떻게 생각하시는지 궁금하다.

‘Ⅱ’자형의 경우 천공도구의 앞부분이 어떻게 생겼는지 궁금하다. 혹시 ‘H’자형과 유사하다고 보아도 되는지 알고 싶다. 사진 3에 제시한 것처럼 측면에서 볼 때 ‘Ⅱ’자형과 유사하지만, 천공흔이 미세하게 좁아지는 것도 있다. 또한 천공종료 때 구멍지름이 시작 때의 그것보다 작기 때문에 ‘V’형 도구가 완전히 관통해서 ‘Ⅱ’자형과 유사하게 보이는 것도 있지 않을까.



사진 3 ‘Ⅱ’자형 천공

사진 2 천공방향과 수정의 길이

#### 4. 수정제 장신구 제작공방지에 대해서

발표에서 언급하셨듯이, 수정산지에 대해서는 이미 잘 알려져 있는 곳이 있다. 문제는 알려진 원산지가 삼국시대에도 알려져 있었는가- 생산·제작-하는 것을 알 수 없기 때문에, 산지추정이 어렵다는 지적은 공감하고 있다. 덧붙여 산지가 밝혀진다고 하더라도 제작공방과 어떻게 연결될 것인지 등 많은 문제가 산적해 있다. 이러한 점에서 보성 도안리 석평 유적과 같은 제작공방지가 포함된 유적이나 가평 대성리 유적에서 출토된 철제 추를 천공도구로 보는 견해(최영민 2013) 등은 수정뿐 만 아니라 옥 장신구 연구에 있어서 매우 중요한 의미를 가진다고 생각한다.

최근 김해지역에서도 농소리 유적과 같은 수정과 관련된 유적이 보고되어, 옥 연구의 중요한 전환점을 마련할 수 있지 않을까 생각한다. 그래서 토론자는 이 유적에서 수정 원석이 출토되고, 수정 소비량이 많은 양동리 유적과 인접에 있다는 점 등을 들어 수정제 옥제품의 생산유적일 가능성을 이야기한 바 있다. 하지만, 토론자가 지적하듯이 가공구나 박편이 발견되지 않은 점은 문제가 있다고 생각한다. 이 부분은 현재로서는 향후 주변 일대의 조사를 좀 더 기다릴 수밖에 없다.

다만 한 가지 의문인 것은 발표문에서 지적한 ‘원석 입수 및 선별과 관련된 유통지일 가능성’에 대해서이다. 먼저 10호 수혈유구가 원석 입수 및 선별과 관련된 유구일 가능성은 있다. 이는 여기서 나온 수정을 직접 관찰한 적은 없지만, 사진 상 볼 때 우리가 제품으로 완성된 것들에 비해 투명도나 재질, 모양에서 상당한 차이가 있다는 것에서 추론이 가능하다. 그러나 반대로 박편이나 공구가 나오지 않았지만, 제작 후 남은 부산물이 남았다고 보는 것도 가능하다. 결국 이 유구만을 통해서 유적 전체가 원석입수나 선별만 했다고 보는 것은 어렵지 않을까. 명확한 근거를 들 수 없지만, 산지에서 1차 선별하고 그것을 제작지로 가져와 2차 선별해서 장신구를 만드는 것이 좋지 않을까.

혹시 일본이나 중국, 동남아 등 수정제 장신구가 생산, 소비되는 지역에서 원석입수와 선별만을 수행하는 유적이 있는지 궁금하다. 만약 그러한 유적이 있다고 하면 수정 산지와 의 거리나 위치는 어떠한지, 산지와 가까이 있다고 하면 발표자의 생각과 같은 농소리 유적 주변에 수정산지가 있다고 보아도 좋은지 알고 싶다.

#### <참고문헌>

동아대학교박물관, 2010, 울산 신화리 유적

두류문화재연구원, 2021.7, 김해 신문동 공동주택부지 내 유적 발굴(정밀)조사

최영민, 2013, 가평 대성리 유적 출토 철제 착·추의 옥제작 관련성 검토, 문물 3호, 한국  
문물연구원

2021년 국립김해박물관 가야학술제전


# 가야지역 출토 수정의 과학적 분석 연구

2021年 11月 2日 印刷

2021年 11月 5日 發行

발행 : 국립김해박물관

50911 경남 김해시 가야의길 190 (구산동 232)  
T. 055-320-6800 F. 055-325-9334  
[www.gimhae.museum.go.kr](http://www.gimhae.museum.go.kr)

인쇄 : 도서출판 용 

50622 경남 양산시 중앙우회로 7(남부동)  
T. 055-366-6416 F. 055-366-6417

©국립김해박물관 2021

이 책의 저작권은 국립김해박물관이 소유하고 있습니다.

이 책에 담긴 모든 내용 및 자료는 허가를 받으면 사용할 수 있습니다.

---

2021년 국립김해박물관 가야학술제전

# 가야지역 출토 수정의 과학적 분석 연구



621-900 경상남도 김해시 가야의길 190 | Tel : 055-320-6800 Fax : 055)325-9334

<http://gimhae.museum.go.kr>

Facebook : /gnm999 | Twitter : @gnm888 | Instagram : @gimhaenm

Kakaostory : gimhaenm | Blog : <http://blog.naver.com/gnm999>