국보 제193호 봉수형유리병 금사의 특성과 제작기법 연구

황현성 | 윤은영¹
국립중앙박물관 보존과학부

A Study on the Characteristic and Manufacture Technique for the Gold wire of Phoenix-Shaped Glass Ewer by National Treasure No. 193

Hyun Sung Hwang | Eun Young Yun¹
Conservation Science Department, National Museum of Korea, Seoul, 140-797, Korea

¹Corresponding Author: dalsan81@korea.kr +82-2-2077-9434

초 록 국보 제193호 봉수형유리병은 5세기에 조성된 것으로 알려진 황남대총 남분의 수많은 부장품들 사이에 독특한 형태의 녹색 유리 편들로 심하게 파손된 채 출토되었다. 1984년 국립중앙박물관 보존과학실에서 본격적으로 보존처리를 실시하여 박물관에서 오랜 기간 동안 전시되어 왔지만, 30년이라는 세월로 인해 기존에 사용한 접착제는 심하게 열화가 되어 매우 불안정한 상태가 되었으며 특히 복원제로 사용한 에폭시 수지가 빛과 열에 의해 심하게 황변이 되어 더 이상 유물의 안정한 전시와 효과적인 전시가 이루어질 수 없어 이번에 재 보존처리를 하게 되었다. 이번 연구에서는 그동안 연구가 전혀 진행되지 않았던 세 조각으로 파손된 봉수형유리병 손잡이 부분을 금사로 정성스럽게 감아 수리에 사용한 3 조각의 금사를 중점적으로 살펴보았다. 금사에 대한 분석방법으로는 SEM-EDS와 Stereo Microscope를 사용하여 비파괴적으로 분석하였다. 먼저, SEM-EDS 분석 결과, Au 91.9wt%-Au 92.8wt%와 Ag 5.9wt%-Ag 6.5wt.%으로 Au와 Ag의 합금인 금제로 밝혀졌다. 다음으로 광학현미경으로 금사의 제작기법을 관찰한 결과, 일반적으로 금사는 덩이 금을 두드려서 만들거나 구멍에 밀어 넣어 뽑아내는 인발 가공 또는 금판을 꼬아서 제작하는 방법으로 제작하는데 봉수형유리병 손잡이에서 분리한 금사는 표면에서 꼬임 흔적은 전혀 나타나지 않고 단단히 길이 방향으로 미세한 줄무늬가 관찰되고 단면이 모두 채워진 상태인 것으로 보아 인발 가공하여 만든 것을 사용하여 보수한 것으로 생각된다. 이러한 분석 결과는 그동안 금사에 대한 연구가 대부분 금제품 유물의 구성품으로만 인식된 채 별도의 유물로 주목받지 못해 금사에 대한 제작기법에 대한 체계적인 연구가 매우 미흡한 편이기 때문에 장차 금사에 대한 추가적인 연구가 진행된다면 이번 봉수형유리병 손잡이 고정에 사용된 금사 분석 결과가 기존 신라시대 금제 유물의 금사와의 상호 연관성을 밝혀내는데 좋은 자료가 될 것으로 생각된다.

중심어: 봉수형유리병, 금사, 황남대총, 신라

ABSTRACT The Phoenix-shaped Glass Ewer, which is No. 193 National Treasure, was seriously damaged by a unique form of green glass pieces when excavated among a number of burial accessories of Hwangnamdaechong known to have been formed in the 5th century. While it has long been exhibited at the National Museum of Korea since its treatment for conservation treatment at conservation science laboratory in 1984, the existing adhesive materials seriously deteriorated

for the 30 years, and the condition was quite unstable. The epoxy resin used as a restorative materials turned yellowing due to the light and heat so much that it was no longer able to exhibit it in a stable and effective manner. As a result, a re-treatment for conservation was conducted lately. This study focuses on the three pieces of Gold wires used to carefully wrap up the handle of the Phoenix-shaped Glass Ewer broken into three pieces, which has not been studied so far. As for the analysis method for Gold wires, SEM-EDS and Stereo Microscope were used for nondestructive analysis. First of all, the result of the SEM-EDS analysis shows that the composition was Au 91.9 wt.%, Au 92.8 wt.% and Ag 5.9 wt.%, Ag 6.5 wt.%, which indicates that it was an alloy made of Au and Ag. The production technique of Gold wires was also observed by means of optical microscopes. In general, Gold wires were manufactured by a drawing process in which a lump of gold was beaten or pulled out of a hole or by a process of twisting a gold plate. However, Gold wires separated from the handle of the Phoenix-shaped Glass Ewer did not involve any trace of twisting on the surface. Rather, fine vertical stripes were observed with the sections filled up. Hence, it is thought that this Ewer went through a drawing process and then was mended. As a result, no certain relation with the golden mending material used for the Phoenix-shaped Glass Ewer was verified. The findings above indicate that most of the existing researches on Gold wires recognized them, not as separate remains, but merely as a component of other golden remains. Thus, there has been little systematic study on the manufacturing techniques of Gold wires. The future study on Gold wires may verify the correlation between the Gold wires used to fix the handle of the Phoenix-shaped Glass Ewer, which is examined in this study, with that of golden remains in the Silla era.

Key Words: Phoenix-shaped glass ewer, Gold wire, Hwangnamdaechong, Silla

1. 서 론

국보 제193호 봉수형유리병은 5세기에 조성된 황남대총 남분에서 출토되었으며, 발굴 당시부터 심하게 파손된 채 출토되었기 때문에 발굴현장에서 간단한 접합을 한 채 보관만 해 오다가 1984년 국립중앙박물관 보존과학실에서 본격적인 보존처리를 실시하여 완전하게 복원한 후 박물관에서 오랜 기간 동안 전시되어 왔다. 하지만, 30년이라는 세월로 인해 기존에 사용한 접착제는 심하게 열화가 되어 매우 불안정한 상태가 되었으며 특히 복원제로 사용한 에폭시 수지가 빛과 열에 의해 심하게 황변이 되어 더 이상 유물의 안정한 전시와 효과적인 전시가 이루어질 수 없어 이번에 재 보존처리를 하게 되었다.

이번 연구에서는 봉수형유리병 손잡이 부분을 감고 있는 금사를 중심으로 조사하였다. 이 금사는 발굴 당시 세 조각으로 파손된 봉수형유리병 손잡이 부분에 감겨져 있었다. 고대 신라시대의 유리가 실크로드를 거쳐 오는데 이런 먼 거리에서 건너 온 유리는 황금에 버금가는 귀중한 재료이자 최상의 교역물품이었기에 파손된 것을 버리지 않고 금사를 사용하여 정성스레 고정하여 재사용하다가 어느 순간 사용자가 죽게 되자 피장자와 함께 황남대총의 부장품으로 묻힌 것으로 여겨진다. 이 금사에 대한 연구는 전혀

없었으며 단지 2010년 황남대총 전시 도록에서“발굴 당시부터 봉수형유리병 손잡이 부분에 감겨있었으며 그 용도는 불분명하다”라는 정도의 언급만이 있을 뿐 이에 대한 과학적인 분석이나 비교 연구는 전혀 없는 상태이다(National Museum of Korea, 2010).

금사 형태의 금제품은 여러 유적에서 단품으로 발견되기도 하며 영락, 금 귀걸이 등의 부속 재료로 사용되거나 금속공예품을 제작하기 위한 소재로 표면 장식에 사용되었다. 금은 면심입방격자(FCC)로 전성과 연성이 풍부하여 가공하기 쉽고 산화되거나 녹슬지 않아 원래 색을 유지하기 때문에 고대부터 장신구, 장식품, 공예품의 제작 원료로 사용하였다. 금은 대부분 자연금 상태로 산출되나 일반적으로 은과 구리를 함유하고 있으며, 순금은 너무 무르기 때문에 합금하여 사용한다. 주로 은, 구리를 첨가하여 합금으로 사용하는데 합금 조성에 따라 강도, 색상 등이 다르므로 이를 적절히 이용하여 원하는 제품을 만들 수 있다. 이외에도 금은 도금하거나 금박 재료로도 사용한다. 합금으로서의 품위는 퍼밀(‰) 또는 캐럿(K)이라는 단위로 측정하며, 순금은 24캐럿으로 나타낸다(Blaber *et al.*, 2010).

본 연구에서는 봉수형유리병의 파손된 손잡이에 감겨져 있는 보수재료였던 금사의 성분 분석 및 표면 관찰을 통해 재료적인 특성 및 제작기법을 조사하고, 이에 대한 과학

적 조사를 실시한 결과, 금을 인발 가공하여 제작한 것으로 확인되었는데 이런 제작 방법은 다른 가공 방법에 비해 강도가 강하고 연성이 좋아 깨진 편을 감아 고정하기에는 매우 적합한 재료였던 것으로 판단되었다. 또한 봉수형유리병의 파손된 손잡이를 보수하기 위해 감았던 금사의 역할에 대해서도 살펴보고자 한다.

2. 연구방법

2.1. 분석 대상

봉수형유리병의 손잡이는 외부의 물리적인 충격에 의해 세 조각으로 파손되었던 것을 금사로 감아 보수한 상태였다(Figure 1A). 이는 깨진 유리 손잡이를 버리지 않고 황금에 버금가는 귀중한 유리 용기를 수리하여 사용하기 위해 금사를 사용하여 고정하였던 것으로 추정된다.

봉수형유리병의 접합에 사용한 접착제의 열화와 에폭시복원재료의 황변으로 구조적 불안정이 문제되어 접합된 부분을 모두 해체하여 다시 보존처리를 시행하였다(Figure 1B). 이 과정에서 손잡이부분에서 분리할 수 있었던 금사 3편에 대하여 과학적 분석을 수행하였다(Figure 1C).

2.2. 분석 방법

금사의 주성분은 주사전자현미경(Scanning Electron Microscopy, Hitach S3500N)에 부착된 에너지분산형분광기(Energy Dispersive Spectrometry, Kevex superdry)를 사용하여 분석하였다. 분석 조건은 전압 20kV, 측정거리 15mm이며 분석시간은 100초로 설정하였다. 금사의 표면은 광학현미경(Stereo Microscope, Leica 205A)과 주사전자현미경으로 관찰하였다.

3. 분석 결과

3.1. 성분 조성

금사는 금(Au)과 은(Ag)이 주성분인 금제로 확인되었으며 이에 대한 결과는 Table 1에 나타내었다. 금사편 1은 Au 91.9wt.% - Ag 6.54wt.%인 합금으로 순도는 22.0 캐럿(K)이며 금사편 2는 Au 92.4wt.% - Ag 5.92wt.%로 22.2 캐럿이다. 금사편 3은 Au 92.8wt.% - Ag 6.42wt.%로 순도는 22.3 캐럿(K)이다. 금사 3점 모두 약 22캐럿의 순도를 지닌 금제로 확인되었다.

Figure 1. Glass Ewer(A: Pre-treatment B: Process of Treatment, C: points of compositional analysis, (사진출처 : 『Conservation Science in Museum』, 2014, 28-29.)

Table 1. SEM- EDS analysis results of Gold wires.

Sample No.	Point	Element(wt.%)				Purity(K)
		Au	Ag	Cu	Fe	
Gold wire 1	1	92.3	6.24	0.96	0.56	22.1
	2	91.5	6.75	1.25	0.55	21.9
	3	91.9	6.63	1.32	0.20	22.0
	Average	91.9	6.54	1.18	0.44	22.0
Gold wire 2	1	92.8	5.57	0.99	0.66	22.3
	2	93.8	4.40	1.33	0.47	22.5
	3	90.6	7.79	1.27	0.34	21.7
	Average	92.4	5.92	1.20	0.49	22.2
Gold wire 3	1	92.6	6.32	0.60	0.44	22.2
	2	92.3	6.93	0.64	0.14	22.2
	3	93.4	6.00	0.64	0.00	22.4
	Average	92.8	6.42	0.63	0.19	22.3
Total	Average	92.3	6.29	1.00	0.37	22.2

Figure 2. Microscopy image of Gold wire 1.

Figure 3. Back scattered electron image of Gold wire 1.

3.2. 제작 기법

일반적으로 금사는 텅이 금을 두드려서 만들거나 구멍에 밀어 넣어 뽑아내는 인발 가공 또는 금판을 꼬아서 제작하는 방법으로 제작한다. 각 제작 방법에 따라 금사 표면에

남아있는 미세한 흔적이 다르기 때문에 이를 조사하게 되면 실제 제작방법을 추정할 수 있다.

봉수형유리병 손잡이에서 분리한 금사는 표면에서 꼬임 흔적은 전혀 나타나지 않고 단지 길이 방향으로 미세한 줄무늬가 관찰되고 단면이 모두 채워진 상태이므로 인발

Figure 4. Microscopy image of Gold wire 2.

Figure 5. Back scattered electron image of Gold wire 2.

Figure 6. Microscopy image of Gold wire 3.

Figure 7. Back scattered electron image of Gold wire 3.

가공하여 만든 것을 사용하여 보수한 것으로 생각된다.

금사편 1은 표면에서 미세한 줄무늬가 확인되며 하나의 선을 끝부분에서 반시계방향으로 꼬아 매듭지어 마무리하였다(Figure 2, 3). 금사 두께는 0.4~0.6mm 내외로 비교적 일정하며, 단면은 채워진 상태로 원형이고, 끝부분이 사선으로 절단되어 반원(○)처럼 보인다(Figure 2, 3).

금사편 2는 표면에서 미세한 줄무늬가 확인되며, 두께는 0.5~0.6mm 내외로 일정하다(Figure 4, 5). 단면은 원형에 가까우며 열에 의해 형성된 것으로 보이는 기포흔적이 나타난다(Figure 4, 5).

금사편 3 역시 표면에는 미세한 줄무늬가 나타난다(Figure 6, 7). 두께는 0.5~0.6mm 내외로 일정하며 단면은 채워진 상태로 원형이나 끝부분이 사선으로 절단되어 반원(○)처럼 보인다(Figure 6, 7). 이러한 형태는 금사 1의 단면과 매우 유사한데 이런 양상은 아마도 한쪽 날이 있는 끝이나 정 같은 도구를 사용하여 금사를 사용할 길이만큼 적당하게 절단했던 것으로 추정된다.

4. 결론 및 고찰

파손된 봉수형유리병 손잡이에 보수하기 위해 감겨진 있던 금사편 3점에 대해 과학적 분석을 실시하였다. 성분 분석과 현미경 관찰을 통해 금사의 특성을 연구한 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

금사는 금 92.3wt.%, 은 6.29wt.%인 금제로 순도는 약 22K이고, 표면에 나타나는 길이 방향의 평행선과 단면이 채워진 상태를 볼 때, 금사는 인발 가공(Wire drawing)하여 제작된 것으로 판단된다. 금사는 고대부터 금속 공예품에서 다양한 형태로 나타나며 실과 같이 가는 금사는 복식에서 화려한 문양을 표현하는데 사용되었으며 최근 과학적 조사를 통해 금은 조성에 따라 특성이 다르고, 금사의 제작 기법도 다양하다는 것을 최근 연구에서 알려지고 있다(Hong, 2008; Oddy, 1977; Han, 2006; Yu and Yun, 2011; Shin and Jung, 2011; Chung, Yu, and Jeong, 2011).

금사는 텅이 금을 두드려서 만들거나 인발 가공 또는 금판을 꼬아서 제작하는데 가장 간단하고 방법은 텅이를 두드려서 만드는 것이다. 두드려서 만든 금사는 각진 표면을 지니며 굽기가 일정하지 않는 특징이 있으며 금판을 박판으로 만든 다음 일정한 너비로 자른 후 도구나 손으로 회전시켜 만든 금사는 금사 자체에 나선형의 꼬임 무늬가 남아 있게 되고, 단면을 보면 가운데가 비어있다. 이러한 방법으

로 제작한 금사는 꼬임 방향에 따라 S꼬임과 Z 꼬임으로 구분되며 금박의 두께나 자른 선재의 폭에 따라 굽기의 차이가 다소 날 수가 있으며, 무령왕릉, 왕흥사지, 왕궁리 유적에서 출토된 바 있다.(Hong, 2008; Han, 2006; Choi and Yu, 2007; Han, 2009; Kim, Han and Kim, 2006).

인발 가공은 재료를 테이퍼(Taper)형상의 구멍을 가진 다이(Die)에 통과시켜 인발함으로써 다이 형상과 동일한 단면의 선(線), 봉(棒), 관(管) 등으로 가공하는 것을 말한다(Gwon *et al.*, 2008). 가는 선을 제조하는 방식으로 인발 구멍의 크기와 형태에 따라 원하는 모양과 두께로 제작된 금사는 표면에 길이 방향의 평행선이 나타나며, 단면은 채워져 있다. 이처럼 인발하여 만든 금사는 경주 보문동 합장묘 석실분에서 출토된 금 구걸이에서도 확인되고 있다(Yu and Yun, 2011; Shin and Jung, 2011).

봉수형유리병에 사용한 금사는 인발 가공하여 제작된 것으로 다른 가공 방법에 비해 강도가 강하고 연성이 좋아 깨진 편을 감아 고정하기에는 매우 적합한 재료였던 것으로 판단된다. 이번 금사에 대한 연구는 체계적인 연구가 미흡한 편이나 장차 기존 신라시대 금제 유물의 금사에 대한 추가적인 연구가 진행된다면 상호 연관성을 밝혀내는데 좋은 자료가 될 것으로 생각된다.

REFERENCES

- Blaber, M.G., Ford, M.J. and Cortie, M.B., 2010, The physics and optical properties of gold, Gold science and applications, 13-30. CRC press.
- Choi, G.E. and Yu, H.S., 2007, Producing techniques of Golden artifacts from King Muryeong's Tomb using nondestructive analysis artifacts, The research of artifacts from King Muryeong's Tomb(III), Gongju National Museum, 134-199.(in Korean)
- Chung, Y.J., Yu, J.A. and Jeong S.H., 2011, Analysis on color and Gold wire of Jeogui, Gogung munhwa, 4, National Palace Museum of Korea, 101-124.
- Gwon, H.C. *et al.*, 2008, Copper and copper alloy of understanding, Korea iron and steel journal, 411-414.
- Han, S.I., 2006, A characteristics of Producing techniques on the excavated golden artifacts from Wanggung-ri Site, Artifacts and Workshop in Wanggung-ri I, Buyeo National Research Institute of Cultural Heritage,

- 161-225.(in Korean)
- Han, S.I., 2009, Analysis of characteristics on Sarira Reliquary, metal reason and offerings, Wangheungsa Temple Site III, Buyeo National Research Institute of Cultural Heritage, 162-181.(in Korean)
- Hong, J.S., 2008, Manufacturing technology and tools of metal craft of Baekje, 『Breath of Baekje golden artistic spirit - Metal Work』, Buyeo National Museum, 210-219.
- Kim G.H., Han, S.I. and Kim, N.Y., 2006, Archaeo-chemical analysis of artifacts and workshops-related artifacts from Wanggung-ri Site, Artifacts and Workshop in Wanggung-ri I, Buyeo National Research Institute of Cultural Heritage, 111-159.
- National Museum of Korea, 2010, Golden Splendors:The Royal Tomb of Silla Hwangnamdaechong, National Museum of Korea, 104-107.
- Oddy, A., 1977, The production of gold wire in antiquity, Gold Bulletin, 10-3, 79-87.
- Shin, Y.B. and Jung, S.B., 2011, Study on composition and the manufacturing techniques of the earrings with thick hollow rings from wooden chamber burial with stone mound, The Double Burial of Bomun-dong, Gyeongju, Korea, 118-122.(in Korean)
- Yu, H.S. and Yun, E.Y., 2011, Study on composition and the manufacturing techniques of the earrings with thick hollow ring from the stone chamber burial, The Double Burial of Bomun-dong, Gyeongju, Korea, Gyeongju National Museum, 106-117.(in Korean)
-