

무령왕릉 출토 금동은제식리 보존처리 및 제작기법

Conservation Treatment and
Production Method on the
gilt-bronze-and-silver shoes
excavated from the Tomb of
King Muryeong

장수비¹, 최덕순²,
김성곤¹, 곽홍인^{1*}
국립공주박물관¹, 국립청주박물관²

Jang Subi¹, Choi Deoksoon²,
Kim Seonggon¹, Gwak Hongin^{1*}
Kongju National Museum¹,
Cheongju National Museum²

* Corresponding Author :
Gwak Hongin

Tel : 82-41-850-6364
E-mail : hongin@korea.kr

요약

금동은제식리는 무령왕릉에서 출토된 무령왕의 식리로 결실된 부분이 많아 재조사의 필요성이 꾸준히 제기되었다. 이에 과학적인 보존처리 및 분석을 진행하여 제작 기법을 연구하였다. 보존처리는 형태 복원 및 편 접합에 중점을 두고 실시하였다. 그 결과, 우측 식리 상연과 뒤축 일부 편을 접합하여, 결합방법 및 발등 결합에 사용된 원두정의 개수를 확인하였다. 성분 분석결과, 외판 등은 순동에 수는 아말감 금도금을 한 것으로 추정되며, 내판은 순은을 사용하였다. 금동은제식리의 주문양은 봉황문, 연화문, 6엽 화문이며, 전체적으로 연화문의 비율이 높다. 각 판의 결합은 영락사, 금동사, 원두정, 사면정을 사용하였다. 내·외판 결합은 영락사를 사용하였는데, 내측판의 중앙과 후면에는 금동사로만 결합하여 장식 기능과 결합 기능을 구분하여 사용한 것으로 추정된다. 또한 제작과정에서 금동제판과 은제판의 외면에는 광쇠질한 흔적이 확인되지만, 은제판의 내면에서는 확인되지 않아 내면보다 외면의 마무리에 중점을 둔 것으로 추정된다.

주제어 : 무령왕릉, 금동은제식리, 제작기법, 재질분석, 결합방법

Abstract

The gilt-bronze-and-silver shoes, excavated from the Tomb of King Muryeong, revealed many defective parts, which constantly raised in-depth re-investigation and reporting. In that point, scientific treatment and analysis were conducted to investigate the manufacturing techniques applied. The conservation treatment was carried out with an emphasis on the restoration of the original form and joining parts. As a result, the upper part of the right shoe and some part of the back heel were joined, confirming the joining method and the number of rivet used for instep bonding. From the component analysis, it is presumed that the outer plate was gilded with mercury amalgam on pure copper, and pure silver was used for the inner plate. The main pattern of the gilt-bronze-and-silver shoes includes designs of phoenix, lotus, and six-petal flower, while the lotus pattern is high in terms of ratio. Thus, youngnaksu(twisted gilt-bronze thread), geumdongsa(gilt-bronze thread), wondujeong (rivet), and samyeonjeong(quadrangular cleats) were used for bonding each plate. Twisted gilt-bronze thread was used to join the inner and outer plates, while the center and rear of the inner plate were combined with only gilt-bronze threads. From the fact, it is presumed that the joining method was different whether the function was decoration or just bonding. Regarding the manufacturing process, traces of burnishing were confirmed on the outer surface of the gilt-bronze and silver shoes, but no burnishing traces were identified on the inner surface of the silver plate, which is likely to prove more importance put on the finishing of the outer plates rather than that of the inner.

Keywords : Tomb of King Muryeong, Gilt-bronze and silver shoes, Manufacturing technique, Material analysis, Joining method

투고일: 2021.10.01. 심사(수정)일: 2021.10.13. 게재확정일: 2021.10.28.

1. 서론

1971년, 무령왕릉에서 피장자의 정보를 알려주는 묘지석을 포함하여 5200여 점에 달하는 다양한 재질의 유물이 출토되었다. 이 중 금동식리(金銅飾履)는 무령왕과 왕비 목관 후면에서 각각 한 쌍씩 출토되었다. 금동을 재료로 장식한 금동식리는 주인의 신분과 권위를 상징하는 위세품적 성격을 지니며, 이를 제작하기 위해서는 숙련된 금속공예기술이 필요하다. 이러한 금속공예기술은 시기와 상황에 따라 변화·발전하는데, 무령왕릉 출토 금동은제식리(金銅銀製飾履, 왕)는 절대연대가 확실하여 백제 금속공예기술 연구의 기준점으로 중요한 위치에 있다^{[1],[2],[3],[4]}. 이전에도 금동은제식리에 대한 연구는 이루어졌지만 훼손이 심하고, 결실된 부분이 많아 재조사의 필요성이 꾸준히 제기되었다^{[5],[6]}.

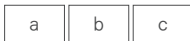
이에 2019년부터 2021년까지 금동은제식리의 보존처리를 실시하여 원형을 최대한 복원해 주고자 하였으며, X선 조사 및 XRF 분석 등 과학적 분석을 실시하여 금동은제식리의 제작기법을 밝히고자 하였다.

2. 연구대상 및 연구방법

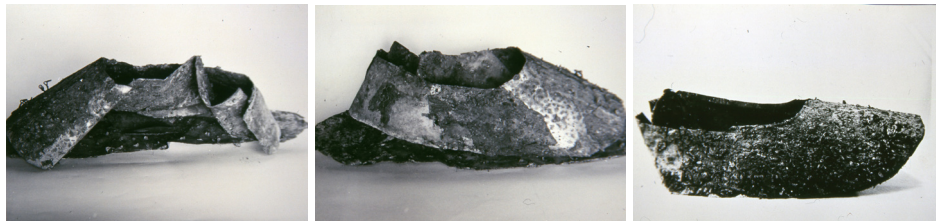
2.1. 연구대상

『무령왕릉(武寧王陵) 발굴조사보고서(發掘調査報告書)』에 따르면 금동은제식리는 출토 당시 상태가 매우 좋지 않았다고 기록되어 있으며, 출토 당시 사진을 통해서도 확인이 가능하다^{(도1),[7],[8]}. 보존처리 기록은 확인되지 않지만, 무령왕릉 발굴 이후 보고서 발간 및 전시를 위해 보존처리된 것으로 추정된다.

금동은제식리는 외측판, 내측판, 바닥판 세 부분으로 구성되어 있으며, 각 판은 은제판과 금동제판을 금동사(金銅絲)로 결합하여 한 판으로 제작하였다. 바닥판은 전면이 들려 있으며, 사면정(四面釘)을 10개 배치하였다^[9]. 금동제판에는 투조(透彫), 타출(打出), 점선조기법(點線彫技法)을 사용하여 문양을 표현하였고, 은제판은 문양을 새기지 않았다.



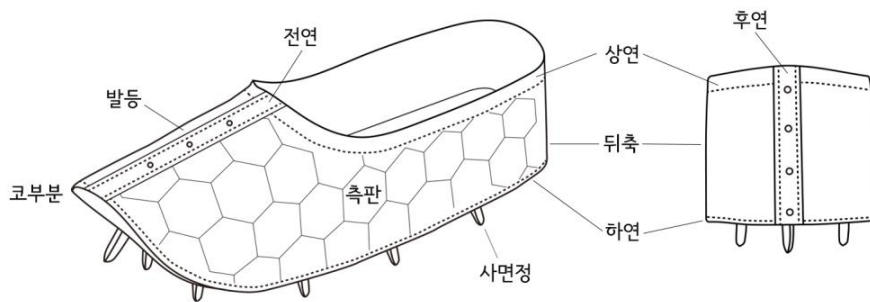
- (a) 좌측 식리 외측판
(b) 좌측 식리 내측판
(c) 우측 식리 외측판



도 1. 출토 당시 사진(국립문화재연구소 제공)^[8]

2.2. 금동은제식리 세부 명칭

금동식리의 세부 명칭은 연구자에 따라 사용하는 용어가 상이하여, 본 연구에서는 다음과 같이 정하고자 한다^(도2). 금동제판은 바깥쪽 판이므로 외판, 은제판은 안쪽 판이므로 내판, 금동제판을 투조하여 금동제원형영락(金銅製圓形瓔珞)으로 장식한 면(面)은 발의 바깥쪽에 해당하므로 외측판, 점열문(點列文)을 시문하여 장식한 면은 발의 안쪽에 해당하므로 내측판이라 하고자 한다. 발목 부분에 해당하는 부분은 상연(上緣), 측판의 하단부에서 바닥판 쪽으로 꺾여 들어가는 'L'자 형태 부분은 하연(下緣), 결합부 중에서 발등 부분은 전연(前緣), 뒤측 부분은 후연(後緣)으로 하고, 이를 통틀어 이연(履緣)으로 하고자 한다. 바닥판에는 사각추형태의 금동못이 결합되어 있으며, 이를 사면정으로 하고자 한다^{[1], [10], [11]}.



도2. 세부 명칭

2.3. 연구방법

금동은제식리의 재질 특성을 조사하기 위하여 비파괴 분석기인 에너지 분산형 이동형 X선 형광분석기(Portable XRF Spectrometer, Artax400, Bruker Nano GmBH, Germany)를 사용하여 표면을 분석하였으며, 분석조건은 분석면적 0.65mm, 전압 50 kV, 전류 600mA, 측정시간 150s이다. 각 성분 원소를 정량 분석하기 위하여 표준시료를 통해 검량선을 작성하였고, 정확성과 재현성을 검토하였다. 각 표준시료의 정보는 표1과 같다. 수은(Hg)은 정량 분석에서 제외하고 검출 여부만 표기하였다.

그리고 육안으로 확인이 어려운 문양, 결합방법, 제작흔적은 실체현미경(Leica M205A, Sony a7RIV)과 X선 조사(VIX-150, SOFTEX, Japan)를 통해 확인하였다.

표 1. 정량 분석에 이용한 표준시료의 성분 함량(wt.%)

Element Sample	Au		Ag			Cu			Zn			Ni	
Silver925	-		92.5			7.5			-			-	
EMR-EB506	58.86		3.90			35.65			1.891			-	
EMR-EB507	75.10		3.02			14.69			2.107			4.99	
	Cu	Sn	Pb	Zn	Fe	Ni	Mn	Al	Si	Sb	P	S	
SN2	82.7	13.58	1.93	1.24	0.033	0.102	0.004	0.0004	0.003	0.099	0.079	0.033	
TL3	62.30	1.50	1.02	32.75	0.36	0.90	0.205	0.91	0.034	-	-	-	
Bronze	Cu	Sn	Pb	Zn	Fe	Ni	P	S	Bi	As	Sb		
	76.8	8.0	12.0	1.1	0.02	1.5	0.01	0.03	0.01	0.02	0.5		

3. 보존처리

3.1. 보존처리 전 상태

금동은제식리는 과거에 보존처리가 진행되어 측판과 바닥판 접합, 금동제판 편 접합, 부식물 제거 등이 이루어진 것으로 확인되었다. 그러나 식리의 형태가 왜곡된 채 접합되었으며^[도3(a),(c),(e)], Epoxy계 수지로 접합한 일부 편은 기존 편과 문양이 일치하지 않았다^[도3(g)]. 그리고 노출된 도금층에 부식물이 일부 형성된 것을 확인하였다^[도4(e)].

보존처리 전, 금동은제식리의 최대 길이는 좌측 39.4cm, 우측 36.7cm이며, 바닥부터 상연의 제일 높은 지점까지의 높이는 좌측 12.5cm, 우측 12.5cm이다. 발등의 폭이 가장 넓은 부분은 좌측 13.4cm, 우측 14.1cm이다^(표2). 보존처리는 왜곡된 형태를 원형으로 복원하는데 중점을 두었으며, 유물 분류 작업 및 재조사에서 확인된 편을 접합하고자 하였다.

3.2. 보존처리 과정

3.2.1. 편 분류 작업 및 재조사

무령왕릉 발굴 당시 중요 수습품을 제외한 현실 내 잔존물은 별도의 보관상자에 보관되어 있었다. 국립공주박물관이 현 위치로 이전된 해인 2004년부터 2005년까지 보관상자 내 유물 분류 작업을 실시하였고, 금동제식리(金銅製飾履, 왕비)는 일부 편이 확인되어 보존처리(2017년)를 거쳐 복원하였다^[12]. 이후 2021년까지 재조사를 실시하여 금동은제식리의 좌측 식리 측판, 우측 식리의 발등 부분 상연과 뒤축 일부 편 등을 확인하였다.

3.2.2. 부식물 및 기존 접착제 제거

부식물 제거는 금 도금층에 형성된 부식물 위주로 제거하였다^[도4(e)]. 부식물은 치과용 소도구와 초음파 스케일러를 사용하여 제거하였으며, 부식물 제거 후, 표면에 부식억제제인 Benzotriazole 3wt.%(in Ethyl Alcohol) 용액을 3회 도포하여 안정화 처리를 실시하였다^[도4(f)].

기존에 사용된 접착제를 제거하기 위하여 X선 조사를 실시하여 정확한 구조를 파악하였으며, 접합에 사용된 Epoxy계 수지는 Acetone, 메스, 열드라이기를 사용하여 제거하였다^[도3(e),(g)].

3.2.3. 형태 복원

측판과 바닥판의 접합은 코부분과 뒤축을 기준으로 곡률을 유지하면서 Cyanoacrylate계 접착제인 Loctite로 접합하였고, 유리섬유와 Acryl계 수지인 Paraloid B-72 5~20wt.%(in Xylene) 용액을 사용하여 보강하였다. 유리섬유는 인장강도가 높고, 내화학성과 치수 안정성이 좋으며, Paraloid B-72와의 굴절률 차이가 크지 않아 육안상으로 이질감을 적게 준다는 장점이 있다^[13].

3.2.4. 접합 및 복원

재조사에서 확인된 편은 Acryl계 접착제인 HMG B72 Acrylic Adhesive와 Cyanoacrylate계 접착제인 Axia로 접합하였으며, 결실부 복원에는 Epoxy계 수지인 Araldite에 무기안료를 혼합하여 제작한 판과 Cellulose계 접착제인 Cemedine-C에 Microballoon, 무기안료를 혼합하여 사용하였다. 우측 식리의 뒤축 은제판은 제작기 법상 연결되지 않는 것으로 확인되었지만, 안전상의 문제로 Araldite 판으로 고정하였다^[도4(h)]. 복원 완료 후, Paraloid B-72 5wt.%(in Acetone) 용액을 표면에 2회 도포하여 강화처리하였다.

3.3. 보존처리 결과

유물 분류 작업 및 재조사에서 확인된 우측 식리 발등 상연과 뒤축 일부 편 등을 접합하였으며^[도3(b),(d), 도4(b),(d)], 기존 편과 문양이 일치하지 않는 편은 원위치를 찾아 재접합하였다^[도3(h)]. 좌측 식리는 발등 부분의 양 측판과 바닥판의 곡률을 조정하여 원래보다 0.9cm 앞에 위치해 있던 뒤축의 원형을 복원하였으며^[도3(b),(d),(f)], 우측 식리는 측판이 전체적으로 비스듬하게 기울어져 뒤축 양 측판 은제판의 높이가 서로 달랐으나^[도4(g)], 이를 비슷하게 조정하였다^[도4(h)]. 금동은제식리의 형태 복원 결과, 최대 길이는 좌측 식리가 38.3cm, 우측 식리가 38.2cm로 크기가 비슷해졌다^(표2).

표2. 금동은제식리 처리 전 · 후 제원

(단위 : cm)

측정 위치	좌측 식리		우측 식리	
	처리 전	처리 후	처리 전	처리 후
최대 길이	39.4	38.3	36.7	38.2
최대 발등 길이	14.9	14.9	13.3	15.0
최대 발등 너비	13.4	11.9	14.1	13.6
높이(바닥-코부분)	8.5	10.0	10.7	10.5
높이(바닥-발등 최고점)	12.5	13.3	12.5	12.5
높이(바닥-뒤축 최고점)	13.0	12.6	13.0	12.5



도3. 좌측 식리 처리 전 · 후 사진

a	b		
c	d		
e	f	g	h

- (a) 외측판 처리 전
- (b) 외측판 처리 후
- (c) 내측판 처리 전
- (d) 내측판 처리 후
- (e) 코부분 세부 처리 전
- (f) 코부분 세부 처리 후
- (g) 금동제판 편 재접합 처리 전
- (h) 금동제판 편 재접합 처리 후



도4. 우측 식리 처리 전 · 후 사진

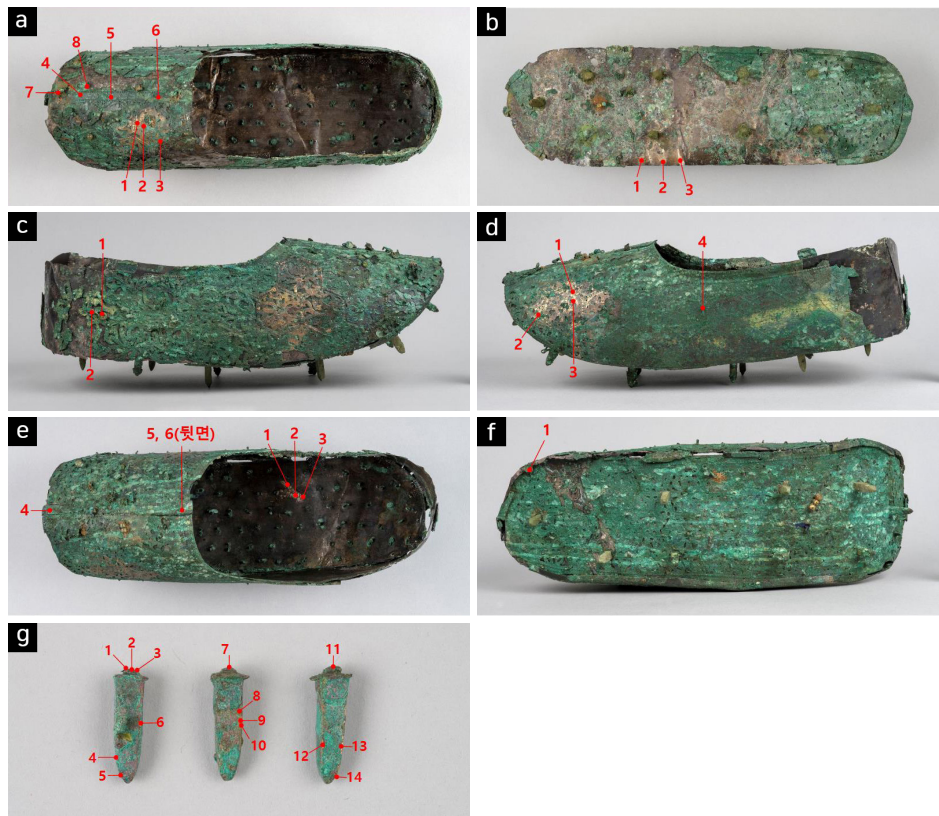
a	b		
c	d		
e	f	g	h

- (a) 외측판 처리 전
- (b) 외측판 처리 후
- (c) 내측판 처리 전
- (d) 내측판 처리 후
- (e) 부식물 제거 처리 전
- (f) 부식물 제거 처리 후
- (g) 뒤측 세부 처리 전
- (h) 뒤측 세부 처리 후

4. 연구결과

4.1. 성분 분석결과

성분 분석결과, 좌·우측 식리의 외판, 원두정의 정두부, 영락, 영락사, 금동사, 사면정은 금(Au), 구리(Cu), 수은(Hg)이 주성분으로 검출되어 순동에 수은 아말감 금도금을 한 것으로 추정된다^{(도5),(표3)}. 하지만 우측 식리의 원두정 신부는 구리(Cu)가 98.93wt.% 검출되어 순동으로 확인되며, 원두정의 정두부만 수은 아말감 금도금을 한 것으로 추정된다. 그리고 좌·우측 식리의 내판은 은(Ag)이 99wt.% 내외로 검출되어 순은을 사용한 것으로 추정된다. 우측 식리의 외판과 바닥판 금동사, 사면정 결합부 일부에서 은(Ag)이 1wt.%이상 검출되었으며, 이는 내판의 영향으로 추정된다. 또한, 좌측 식리 원두정의 정두부와 우측 식리 내·외판 결합 금동사에서는 납(Pb)이 1wt.% 이상 검출되어 추가적인 검토가 필요하다^{[14],[15]}.



도5. 성분 분석위치

표3. 성분 분석결과

유물명	분석위치	분석번호	화합조성(wt.%)					합계	비고
			Au	Ag	Cu	Sn	Pb		
좌측 식리	외판	a-1	42.11	0.30	57.18	0.04	0.37	100	Hg검출
		a-2	58.80	0.40	40.29	0.04	0.46	100	Hg검출
		a-3	67.25	0.48	31.63	0.07	0.57	100	Hg검출
	내판	b-1	0.21	98.94	0.46	0.07	0.31	100	
		b-2	0.18	98.93	0.51	0.02	0.36	100	
		b-3	0.12	99.23	0.33	0.02	0.29	100	
	원두정(정두부)	a-4	10.86	0.18	86.93	0.04	1.99	100	Hg검출
		a-5	12.86	0.15	85.82	0.04	1.14	100	Hg검출
		a-6	6.55	0.27	92.18	0.06	0.94	100	Hg검출
	영락	a-7	13.83	0.18	84.99	0.07	0.93	100	Hg검출
우측 식리	외판	d-1	71.51	0.41	27.39	0.07	0.61	100	Hg검출
		d-2	50.81	1.23	47.45	0.05	0.46	100	Hg검출
		d-3	64.76	0.37	34.24	0.06	0.57	100	Hg검출
	내판	e-1	0.18	99.12	0.45	0.02	0.22	100	
		e-2	0.15	98.99	0.61	0.05	0.19	100	
		e-3	0.17	98.90	0.71	0.03	0.20	100	
	원두정(정두부)	e-4	68.14	0.51	30.50	0.05	0.80	100	Hg검출
		e-5	32.09	0.27	66.63	0.07	0.93	100	Hg검출
	원두정(신부)	e-6	0.01	0.20	98.93	0.04	0.81	100	
	영락	c-1	22.00	0.16	77.13	0.04	0.67	100	Hg검출
	영락사	c-2	23.19	0.29	75.56	0.08	0.88	100	Hg검출
	금동사(내·외판 결합)	d-4	5.02	0.14	93.44	0.07	1.33	100	Hg검출
	금동사(촉판·바닥판 결합)	f-1	38.00	1.28	59.73	0.04	0.95	100	Hg검출
사면정1	결합부	g-1	11.42	0.68	87.65	0.09	0.16	100	Hg검출
		g-2	29.75	2.27	67.62	0.19	0.18	100	Hg검출
		g-3	34.05	1.50	64.18	0.07	0.20	100	Hg검출
	신부	g-4	29.17	0.37	70.23	0.07	0.15	100	Hg검출
		g-5	16.57	0.26	82.94	0.06	0.16	100	Hg검출
		g-6	34.55	0.38	64.70	0.13	0.23	100	Hg검출
사면정2	결합부	g-7	15.55	0.38	83.25	0.06	0.77	100	Hg검출
	신부	g-8	39.46	0.40	59.59	0.14	0.40	100	Hg검출
		g-9	36.82	0.36	62.51	0.09	0.22	100	Hg검출
		g-10	50.98	0.49	48.12	0.13	0.28	100	Hg검출
사면정3	결합부	g-11	7.33	0.41	91.88	0.04	0.34	100	Hg검출
	신부	g-12	47.10	0.45	52.01	0.12	0.32	100	Hg검출
		g-13	32.75	0.34	66.48	0.13	0.30	100	Hg검출
		g-14	44.15	0.23	55.29	0.06	0.27	100	Hg검출

4.2. 문양구성 및 표현기법

양 측판 및 바닥판의 외판은 귀갑문을 기본으로 배치하였으며, 귀갑문의 테두리는 이면(裏面)에서 정면(正面)으로 타출한 점열문(點列文)을 중심으로 위·아래에 세점열문(細點列文)이 1조를 이루게 표현하였다. 귀갑문 안에는 봉황문, 연화문, 6엽 화문이 일정한 패턴을 이루게 표현하였는데, 이러한 점은 무령왕릉 식리의 주요 특징이다^[6]. 하지만 각 판의 귀갑문 안에 표현된 문양구성이나 표현기법에서 일부 차이를 보인다.

4.2.1. 외측판

좌·우측 식리 외측판의 귀갑문은 뾰족한 부분이 위·아래(○)로 향해있으며^[도6(a), 도7(a)], 귀갑문의 크기는 가로 3.7~3.9cm, 세로 4.0~4.2cm, 한 변의 길이 2.0~2.5cm이다. 귀갑문의 결절점(結節點)과 중앙에는 금동제원형영락(이하 ‘영락’)을 달아 장식하였으며, 한 귀갑문에 총 7개의 영락이 달려 있다^[도8(b),(d)].

귀갑문 안에는 봉황문과 연화문을 주문양으로 표현하였으며, 봉황문은 봉황의 형태만 지투기법(地透技法)으로 투조하였고^[도8(a),(b)], 연화문은 문양투기법(文樣透技法)으로 투조하였다^[도8(c),(d)]. 좌측 식리는 결실된 부분을 제외하고 봉황문이 10개, 연화문이 11개가 잔존하며^[도6(a),(b)], 발등 부분에는 봉황문과 연화문을 각각 연속으로 2개씩 배치한 부분도 있지만 비교적 교차로 배치하였다^[도6(b)]. 우측 식리는 결실된 부분을 제외하고 봉황문이 16개, 연화문이 10개가 잔존하며^[도7(a),(b)], 발등 부분에서 중앙 부분까지는 봉황문과 연화문을 교차로 배치하였으나, 후면에는 봉황문을 연속으로 7개 배치하였다^[도8(i)]. 가장자리 부분의 귀갑문 6면이 완성되지 않은 부분은 봉황문과 연화문이 아닌 다양한 문양으로 구성하였다. 좌측 식리는 상연과 이어지는 부분에 문양을 표현하지 않았지만^[도8(e),(f)], 우측 식리는 화엽과 삼각형 등의 문양을 투조하여 문양구성에서 좌·우측 식리가 차이를 보인다^[도8(g),(h)].

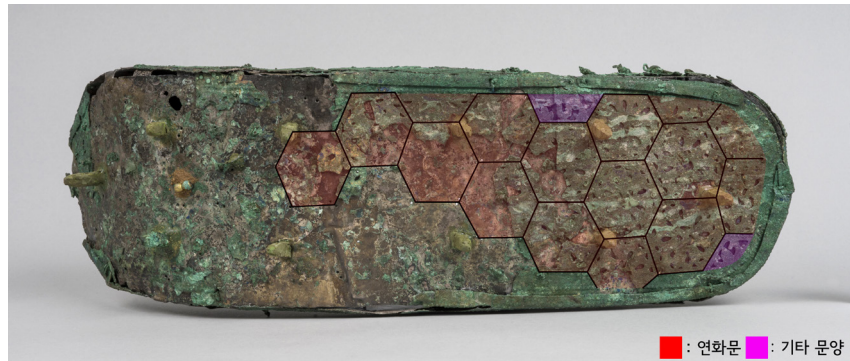
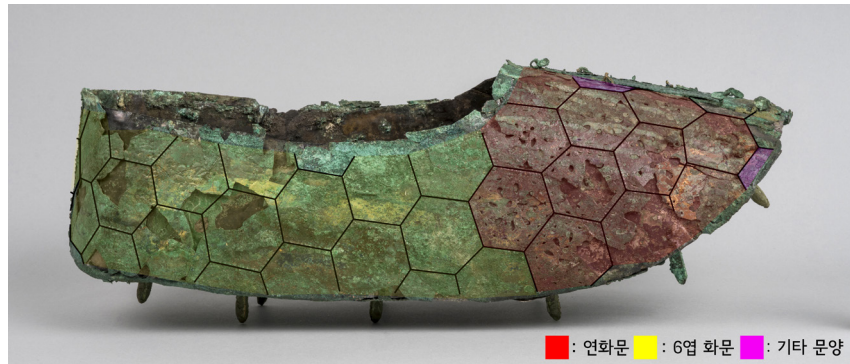
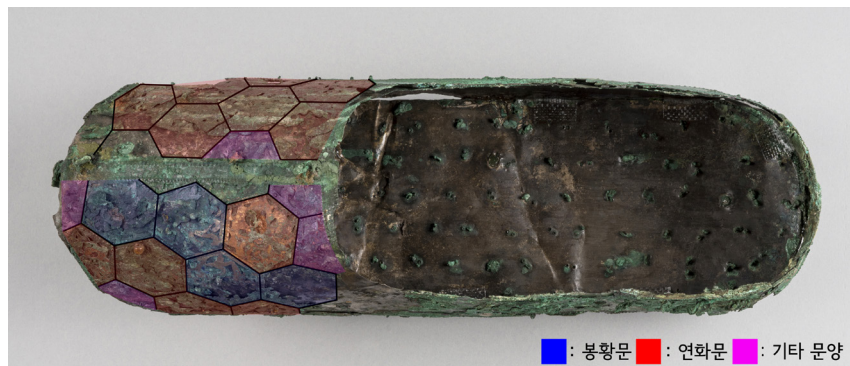
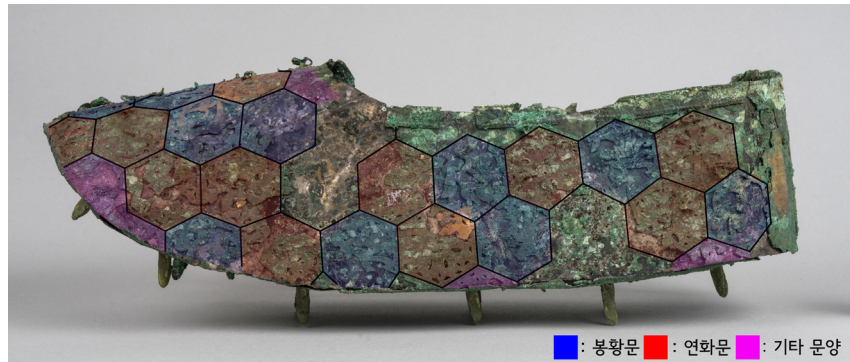
4.2.2. 내측판

좌·우측 식리의 내측판 귀갑문 배열 방향은 서로 다르게 구성되어 있다. 좌측 식리는 귀갑문의 뾰족한 부분이 가로방향(○)으로 누워있으며^[도6(c)], 우측 식리는 외측판과 동일하게 귀갑문의 뾰족한 부분이 위·아래(○)로 향해있다^[도7(c)]. 귀갑문의 크기는 뾰족한 부분을 위·아래로 향하게 했을 때, 가로 3.7~4.0cm, 세로 4.0~4.5cm, 한 변의 길이 2.0~2.5cm이며, 외측판의 귀갑문 크기와 비슷하다.

귀갑문 안에는 화문만을 주문양으로 표현하였으며, 전면 ⅓은 연화문을 문양투기법으로 투조하였고^[도9(a),(b)], 나머지 부분은 6엽 화문과 줄기를 세점열문으로 표현하였다^[도9(c),(d)]. 연화문이 투조된 부분은 외측판과 동일하게 영락을 달아 장식하였으며, 6엽 화문이 배치된 부분은 결절점에 영락을 달지 않고 ‘^’형태의 문양을 세점열문으로 표현하였다^[도9(e)]. 결실된 부분을 제외하고 좌측 식리는 연화문이 11개, 6엽 화문이 20개가 잔존하며^[도6(c)], 우측 식리는 연화문이 12개, 6엽 화문이 18개가 잔존한다^[도7(c)]. 내측판은 가장자리 부분의 귀갑문 6면이 완성되지 않은 부분에도 연화문과 6엽 화문을 표현하여 외측판과 차이를 보인다^[도6(c),도7(c)].

a
b
c
d

- (a) 외측판
(b) 상면
(c) 내측판
(d) 바닥판



도6. 좌측 식리 문양 구성



a
b
c
d

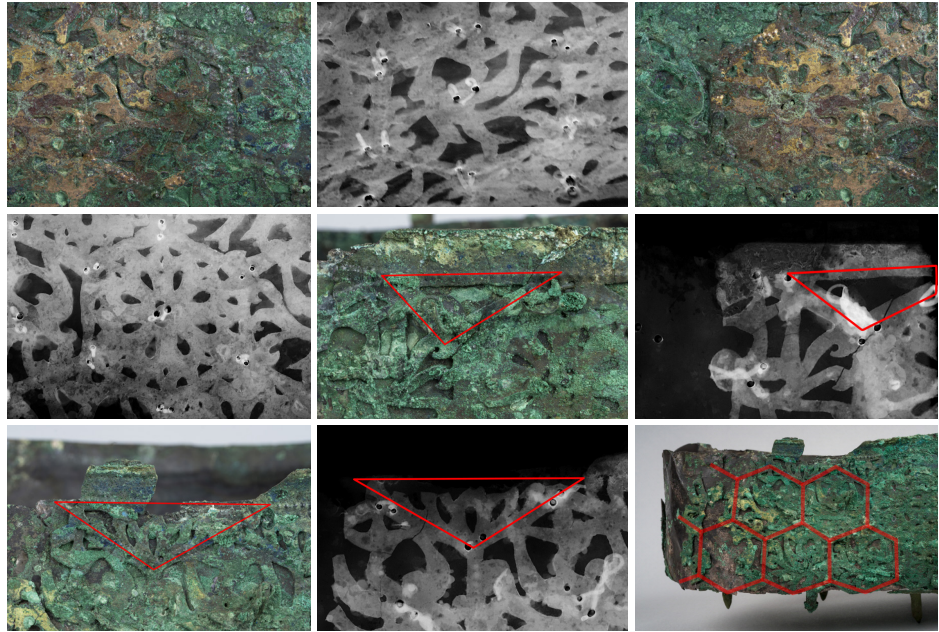
- (a) 외측판
(b) 상면
(c) 내측판
(d) 바닥판



도7. 우측 식리 문양 구성

a	b	c
d	e	f
g	h	i

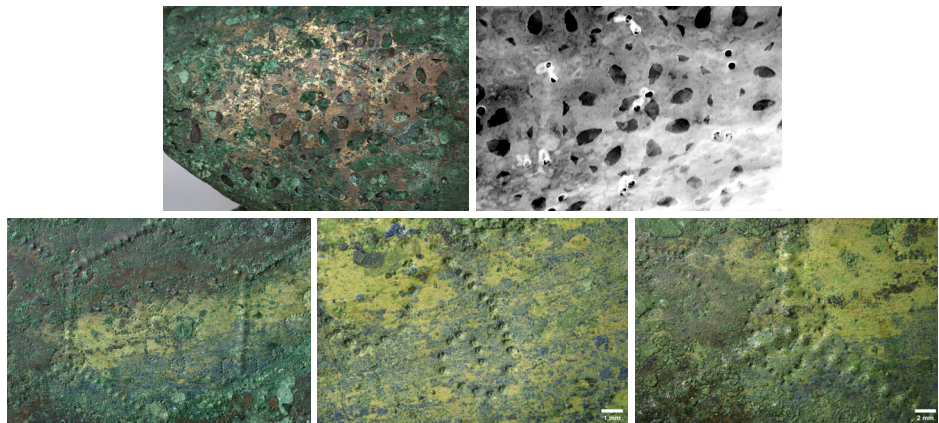
- (a) 우측 식리 봉황문
(b) (a)의 X선 이미지(처리 전)
(c) 우측 식리 연화문
(d) (c)의 X선 이미지(처리 전)
(e) 좌측 식리 보조 문양
(f) (e)의 X선 이미지(처리 전)
(g) 우측 식리 보조 문양
(h) (g)의 X선 이미지(처리 전)
(i) 우측 식리 외측판 후면
봉황문



도8. 외측판 문양과 X선 이미지

a	b
c	d
e	

- (a) 우측 식리 연화문
(b) (a)의 X선 이미지
(처리 전)
(c) 우측 식리 6엽 화문
(d) 6엽 화문 줄기
(e) 6엽 화문 결절점

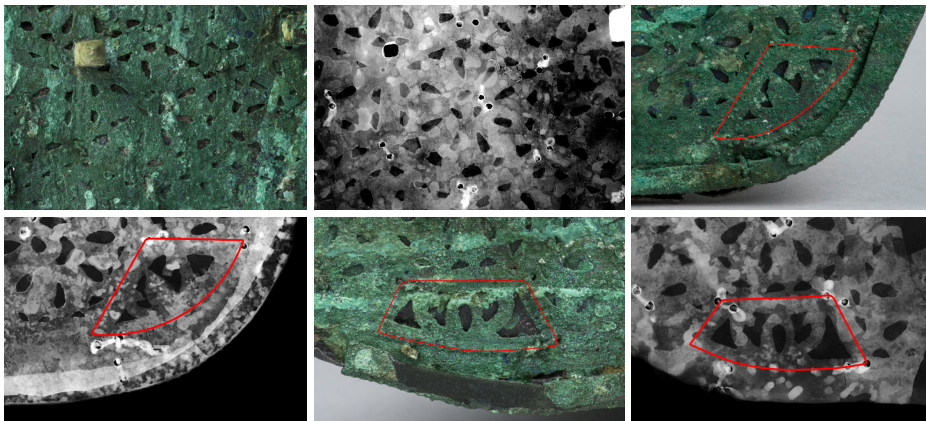


도9. 내측판 문양과 X선 이미지

4.2.3. 바닥판

바닥판은 가장자리 부분의 외곽선을 따라 귀갑문 테두리에 새긴 것과 동일한 점열문 쌍을 새겨 문양대를 구획하였고, 그 안에 귀갑문을 배치하였다. 귀갑문은 뽕족한 부분이 코부분과 뒤측 부분으로 향하게 배열하였다^[도6(d), 도7(d)]. 영락은 측판과 동일하게 귀갑문의 결절점과 중앙에 달았으며, 일부 영락은 귀갑문의 중앙에서 벗어난 위치에 달기도 하였다.

귀갑문 안에는 연화문만을 문양투기법으로 투조하였다^[도10(a),(b)]. 좌측 식리는 외관이 결실된 부분이 많아 연화문이 16개만 잔존하며^[도6(d)], 우측 식리는 연화문이 35개 잔존한다^[도7(d)]. 바닥판의 발등과 뒤측 부분의 귀갑문 6면이 완성되지 않은 부분에는 연화문을 배치하지 않았으며, 좌측 식리^[도10(c),(d)]가 우측 식리^[도10(e),(f)]보다 문양을 생략하여 간결하게 표현하였다.



도10. 바닥판 문양과 X선 이미지

a	b	c
d	e	f

- (a) 우측 식리 연화문
- (b) (a)의 X선 이미지(처리 전)
- (c) 좌측 식리 보조 문양
- (d) (c)의 X선 이미지(처리 전)
- (e) 우측 식리 보조 문양
- (f) (e)의 X선 이미지(처리 전)

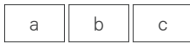
4.2.4. 이연

상연의 문양대는 높이가 약 1.0cm이며, 위·아래에 점열문 쌍을 새겨 문양대를 구획하였고, 그 가운데 거치문(鋸齒文)을 세점열문으로 표현하였다^[도11(a)]. 하연의 너비는 0.6~1.0cm이며, 측판에서 바닥판 쪽으로 꺾여 들어가는 부분에 점열문 쌍을 새겼다^[도11(b)].

전연의 문양대는 너비가 약 1.0cm이며, 좌·우 양 끝에 점열문 쌍을 새겨 문양대를 구획하였다. 가운데 부분에는 점열문으로 ‘人’문양을 표현하였으며, 수직 방향으로 연속 배치하였다^[도11(c)]. 좌측 식리의 외측판 전연 끝단 부분에는 세점열문 1열을 생략하였다^[도11(c)]. 후연 또한 전연과 동일한 문양을 점열문으로 표현하였다.

이와 같이 금동은제식리의 문양구성 및 표현기법을 살펴본 결과, 주문양의 제작

기법 및 잔존 수량은 표4와 같다.



- (a) 우측 식리 상면 X선
이미지(처리 전)
(b) 우측 식리 하면
점열문 쌍
(c) 좌측 식리 전면
점열문



도11. 이연 문양과 X선 이미지

표4. 주문양의 제작기법 및 잔존 수량

(단위: 개)

주문양의 종류	제작기법	예시	외측판		내측판		바닥판	
			좌	우	좌	우	좌	우
봉황문	투조(지투)		10	16	-	-	-	-
연화문	투조(문양투)		11	10	11	12	16	35
6엽 화문	선조(점선조)		-	-	20	18	-	-

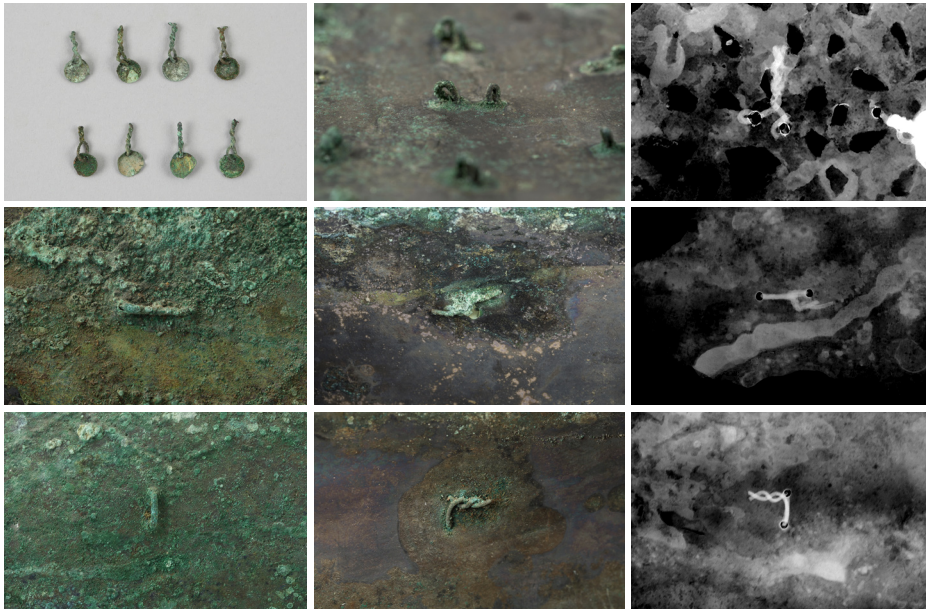
4.3. 결합방법

4.3.1. 내·외판 결합

외측판과 바닥판의 내·외판은 금동제영락사(이하 ‘영락사’)를 사용하여 결합하였다. 각 귀갑문의 결절점과 중앙에는 영락사를 결합하기 위해 2개의 구멍을 외면에서 내면으로 투공(透孔)하였다. 영락사에 영락을 꿰어 끼운 후, 영락사의 끝부분을 각 구멍에 넣고 은제판의 내면에서 둥글게 구부려 고정하였다^[도12(a)~(c)]. 영락사의 굽기는 약 0.1cm, 영락의 지름은 약 0.7cm이며, 영락 결합용 구멍을 기준으로 추정하였을 때, 외측판에 달린 영락은 좌측 식리 86개, 우측 식리 83개로 추정된다. 바닥판에 달린 영락은 좌측 식리 101개, 우측 식리 105개로 추정된다.

내측판의 연화문이 투조된 전면은 외측판, 바닥판과 동일하게 영락사를 사용하여 내·외판을 결합하였으며, 좌측 식리는 42개, 우측 식리는 41개의 영락이 달린 것으로 추정된다. 6엽 화문이 시문된 부분은 내측판의 중앙과 후면 2군데에서만 금동사

를 사용하여 결합하였다. 결합을 위한 구멍은 약 1.0cm(좌 1.3cm, 우 0.8cm) 내외의 간격을 두고 2개를 투공하였으며, 투공은 내면에서 외면으로 하였다. 그리고 구멍에 금동사를 끼워 넣은 후, 내면에서 금동사를 꼬아 고정하였다. 좌측 식리는 가로 방향, 우측 식리는 세로 방향으로 투공하여, 좌·우측 식리가 차이를 보인다^[도12(d)~(i)].



a	b	c
d	e	f
g	h	i

- (a) 영락 및 영락사 편
(b) 영락사 결합 내면
(c) 바닥판 영락사 결합 X선 이미지
(d) 좌측 식리 금동사 결합 외면
(e) 좌측 식리 금동사 결합 내면
(f) (d), (e)의 X선 이미지
(g) 우측 식리 금동사 결합 외면
(h) 우측 식리 금동사 결합 내면
(i) (g), (h)의 X선 이미지

도12. 내·외판 결합과 X선 이미지

4.3.2. 측판 결합

양 측판은 발등과 뒤축에서 원두정을 사용하여 결합하였다. 그동안 우측 식리의 뒤축이 결실되어 결합방식이 정확히 확인되지 않았지만^[도4(g)], 이번 보존처리 과정에서 우측 식리의 뒤축 일부 편을 확인하여^[도4(h), 도13(g)], 좌·우측 식리 모두 발등과 뒤축 부분에서 외측판을 내측판 위로 겹친 후 결합한 것을 확인하였다.

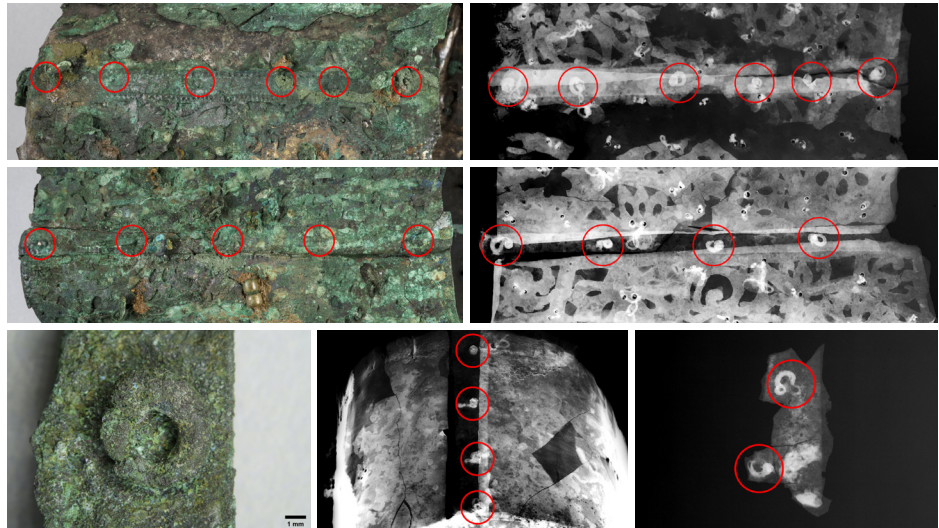
발등과 뒤축의 측판 결합은 구멍을 외면에서 내면으로 투공하였으며, 외면에서 원두정을 끼운 후, 내면에서 신부를 둥글게 말아 고정하였다^[도13(e)]. 보존처리 과정에서 우측 식리 발등의 원두정을 추가로 확인하였으며, 좌측 식리는 6개^[도13(a), (b)], 우측 식리는 5개의 원두정을 발등의 결합에 사용하였다^[도13(c)~(e)]. 발등의 원두정 지름은 약 0.5cm이며, 정두부 중심 간의 간격은 좌측 식리 2.4~3.0cm, 우측 식리 3.1~3.6cm이다. 좌측 식리의 뒤축은 4개의 원두정으로 결합하였으며, 정두부 중심 간의 간격은 약 2.3cm이다^[도13(f)]. 우측 식리는 뒤축 일부 편에 2개의 원두정이 잔존한다^[도13(g)].

X선 조사에서 좌측 식리 뒤축 은제판^[도13(f)]과 우측 식리 발등의 양 측판^[도13(d)] 및

뒤축^[도4(g)]은제판은 결합 흔적이 확인되지 않아 서로 겹쳐있지 않았던 것으로 추정된다^[도4(g)]. 좌측 식리 발등에서 양 측판의 은제판이 일부 겹쳐있는 부분도 확인되지만^[도13(b)], 전체적으로 내판인 은제판이 외판인 금동제판보다 가로길이가 짧게 제작된 것으로 추정된다.

a	b	
c	d	
e	f	g

- (a) 좌측 식리 발등 원두정
(b) (a)의 X선 이미지(처리 전)
(c) 우측 식리 발등 원두정
(d) (c)의 X선 이미지
(e) 좌측 식리 발등 원두정
(f) 우측 식리 발등 원두정
(g) 우측 식리 발등 원두정 X선 이미지(처리 전)

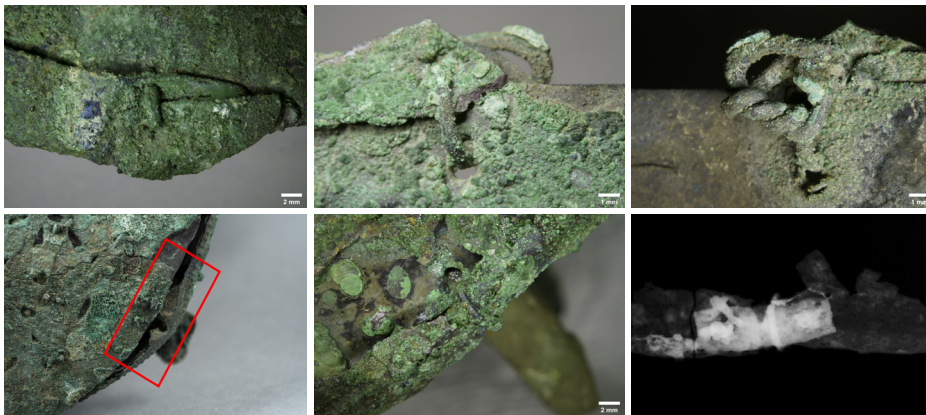


도13. 양 측판 결합과 X선 이미지

4.3.3. 측판과 바닥판 결합

측판과 바닥판은 금동사를 사용하여 결합하였다. 측판의 바닥판 쪽으로 꺾여 들어간 하연과 바닥판 가장자리에 외면에서 내면으로 투공하여 금동사로 뿔 후, 내면에서 금동사의 끝부분을 꼬아 고정하였다^[도14(a)~(c)]. 결합 위치는 코부분과 뒤측에서 각각 1군데, 양 측판과 바닥판이 만나는 부분에서 각각 5군데씩, 총 12군데를 고정한 것으로 추정된다. 측판과 바닥판의 결합용 금동사가 꿰어진 부분 사이의 간격은 약 5.5~12.0cm로 일정하지 않다.

발등의 측판 하연 일부는 바닥판과 곡물을 맞추기 위해 접혀있는 상태이다^[도14(d)]. 하지만 우측 식리의 발등 외측판 하연은 일부를 잘라 서로 겹치게 한 후 금동사로 감아서 고정하였다. 이를 위해 하연 부분이 아닌 외측판의 하단과 바닥판에 각각 한 개씩 결합용 구멍을 투공하였다^[도14(e),(f)].



도 14. 측판과 바닥판의 결합

a	b	c
d	e	f

- (a) 좌측 식리 뒤측 · 바닥판 결합 외면
- (b) 우측 식리 측판 · 바닥판 결합 외면
- (c) 우측 식리 측판 · 바닥판 결합 내면
- (d) 우측 식리 하연 접힌 모습
- (e) 우측 식리 외측판의 측판과 바닥판 결합
- (f) (e)의 X선 이미지(처리 전)

4.3.4. 사면정 결합

사면정은 사각추형태이며, 잔존 길이 약 2.4~2.7cm, 두께 약 0.6×0.8cm이다^[도5(g)]. 윗면에는 바닥판과 결합하기 위한 짧은 방형의 결합부가 확인된다^[도15(c)~(e)]. 바닥판에 사면정을 결합하기 위한 구멍을 외면에서 내면으로 투공한 후, 결합부를 끼우고 내면에서 윗면을 두드려 결합한 것으로 확인된다^[도15(d)~(f)].

사면정은 식리의 전면과 후면에 한 개씩 배치하였고, 그 사이에 2개씩 4쌍을 나열하여 총 10개의 사면정을 배치하였다. 좌측 식리는 10개의 사면정 중 1개를 제외한 나머지 부분이 모두 복원되어 있고^[도15(a)], 우측 식리는 10개의 사면정 중 5개가 복원되어 있다^[도15(b)]. 한 쌍을 이루는 사면정 간의 간격은 약 5.5~5.9cm이며, 식리 착장 시 길이방향으로 나열된 사면정 열 간의 간격은 좌측 식리 5.0~9.0cm, 우측 식리

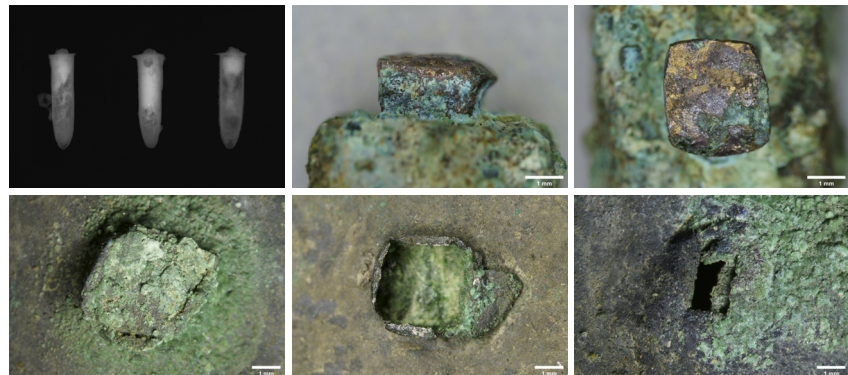
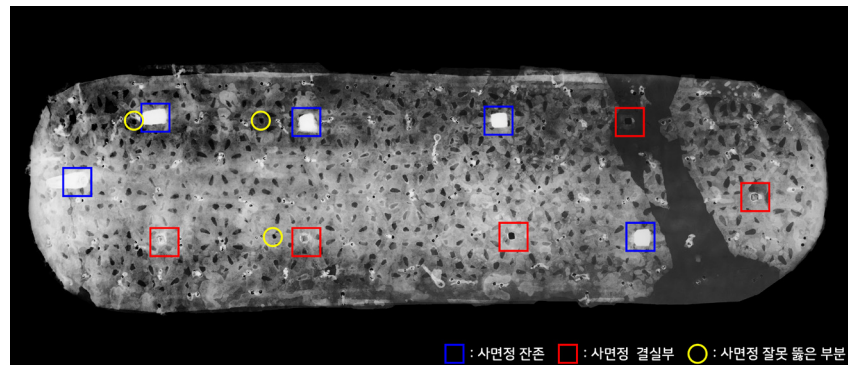
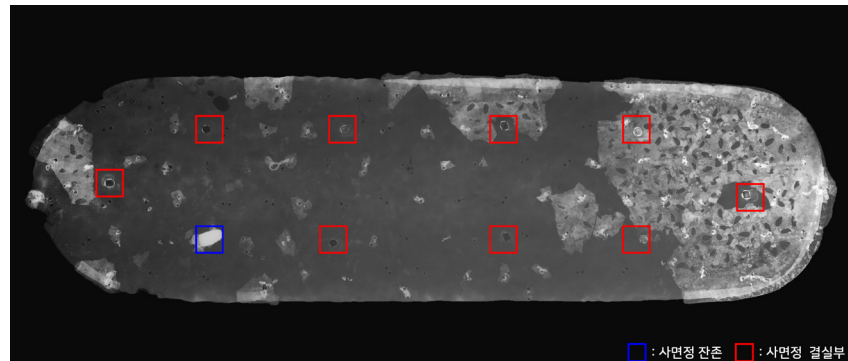
4.0~10.0cm이다. 바닥판 중앙에서 코부분과 뒤축으로 갈수록 사면정 열 간의 간격이 좁아지는 양상을 보인다.

우측 식리에서는 사면정 결합용 구멍을 다시 투공한 흔적을 확인하였다. 코부분을 기준으로 두 번째와 세 번째 사면정 열보다 앞 부분에 투공하였다가 그보다 더 멀리 떨어진 현재의 위치에 사면정을 결합하였다^[도15(b),(h)].

이와 같이 금동은제식리의 결합방법을 살펴본 결과, 결합방법에 따른 투공방향, 부속구 수량 등을 정리하면 표5와 같다.

a		
b		
c	d	e
f	g	h

- (a) 좌측 식리 바닥판 사면정
(처리 전)
(b) 우측 식리 바닥판 사면정
(처리 전)
(c) 도5(g)의 X선 이미지
(d) 사면정 결합부 측면
(e) 사면정 결합부 윗면
(f) 사면정 결합 모습
(g) 사면정 결실부
(h) 바닥판 내면 잘못 뚫은
구멍흔



도15. 사면정 결합과 X선 이미지

표5. 금동은제식리의 결합방법과 부속구 수량

(단위: 개)

구분	결합방법	투공방향	부속구 수량		
			부속구 위치	좌측 식리	우측 식리
내 · 외판 결합	영락사	외면 → 내면	외측판	86(85)	83(81)
			내측판	42	41(40)
			바닥판	101(87)	105(103)
			합계	229(214)	229(224)
	금동사	내면 → 외면	내측판	2(1)	2(1)
측판 결합	원두정	외면 → 내면	발등	6	5
			뒤측	4	(2)
측판 · 바닥판 결합	금동사	외면 → 내면	바닥판	12(8)	12(7)
사면정	사면정	외면 → 내면	바닥판	10(1)	10(5)

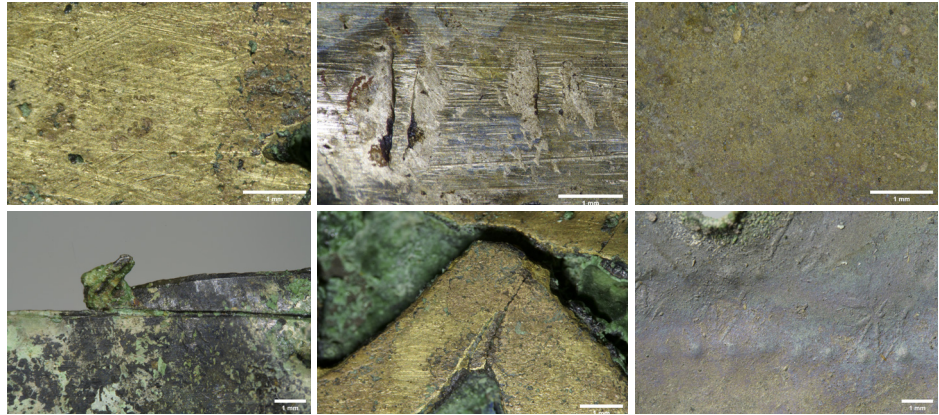
* ()는 잔존 수량

4.4. 제작흔적

실체현미경을 통해 제작과정에서 형성된 다양한 제작흔적을 확인하였다. 금동제 판과 은제판의 외면에서 광쇠질한 흔적을 확인하였으나^[도16(a),(b)], 은제판의 내면에서는 광쇠질한 흔적이 확인되지 않는다^[도16(c)]. 은제판의 외면은 투조된 금동제판을 통해 밖으로 드러나지만, 은제판의 내면은 식리 착장 시 보이지 않는 부분이므로 내면 보다 외면의 마무리에 중점을 둔 것으로 추정된다. 그리고 은제판의 절단을 위한 도안 구획선과 절단 후 끝단을 마무리한 흔적을 확인하였으며^[도16(d)], 금동제판의 문양을 투조할 때 생긴 투조 끝 흔적을 확인하였다^[도16(e)]. 또한, 우측 식리 바닥판의 은제판 내면 일부에서 세점열문을 확인하였으며^[도16(f)], 금동제판과 은제판을 결합한 후, 세점열문을 타출한 것으로 추정된다.

a	b	c
d	e	f

- (a) 금동제판 외면 광식흔
(b) 은제판 외면 광식흔
(c) 은제판 내면
(d) 은제판 외면 도안 구획선
(e) 금동제판 봉황문 투조흔
(f) 바닥판 은제판 내면 세점
열문흔



도16. 제작흔적

5. 결론

무령왕릉에서 출토된 금동은제식리는 그 중요성에도 불구하고 최근까지 정밀 조사 및 보고가 이루어지지 않았다. 이에 본 연구에서는 금동은제식리의 과학적인 보존처리 및 분석을 실시하였으며, 이를 통해 새롭게 밝혀진 내용을 기술하였다.

금동은제식리는 형태가 왜곡된 상태였으며, 편 분류 및 재조사 과정에서 일부 편을 확인하여 보존처리를 실시하였다. 그 결과, 우측 식리 상연과 뒤축 일부 편 등을 접합하여 발등 결합에 사용된 원두정은 좌측 식리 6개, 우측 식리 5개임을 확인하였다. 또한 좌·우측 식리 모두 외측판이 내측판 위로 겹치게 결합한 것을 확인하였다.

성분 분석결과, 금동은제식리의 외판, 영락, 영락사, 금동사, 사면정은 순동에 수은 아말감 금도금을 한 것으로 추정되며, 내판은 순은을 사용하였다. 또한 원두정의 정두부는 수은 아말감 금도금을 한 것으로 추정되지만, 신부는 도금을 하지 않은 것으로 추정된다.

각 판에는 귀갑문 안에 봉황문, 연화문, 6엽 화문을 주문양으로 표현하였다. 봉황문은 지투기법으로 외측판에만 표현하였고, 연화문은 문양투기법으로 각 판에 모두 표현하였다. 반면, 6엽 화문은 투조로 표현된 봉황문, 연화문과는 달리 점선조로 표현하였으며, 내측판의 중앙과 후면에만 표현하였다. 전체적으로 봉화문과 6엽 화문에 비해 연화문의 비율이 높다.

각 판의 결합은 영락사, 금동사, 원두정, 사면정을 사용하였으며, 내·외판은 영락사를 사용하여 결합하였다. 내측판은 연화문이 시문된 전면에만 영락사를 사용하였고, 6엽 화문이 시문된 중앙과 후면에는 금동사로 결합하여 장식 기능과 결합 기능을 구분하여 사용한 것으로 추정된다. 양 측판의 결합은 식리의 내면에서 원두정의 신부를 둥글게 말아 고정하는 방법을 사용하였으며, 좌·우측 식리의 발등 결합에

사용된 원두정의 수량에서 차이를 보인다. 금동은제식리는 부속구를 결합하기 위하여 외면에서 내면으로 투공하였으며, 내측판의 금동사 결합은 다른 부분과는 다르게 내면에서 외면으로 투공하였다.

금동제판과 은제판의 외면에는 광쇠질 흔적이 확인되지만, 은제판의 내면에서는 확인되지 않는다. 은제판의 내면은 식리 착장 시 보이지 않는 부분으로 내면보다 외면의 마무리에 중점을 둔 것으로 추정된다.

이상의 결과를 통해 금동은제식리의 재질 특성 및 문양표현, 제작기법 등을 확인하였다. 그러나 금동은제식리는 여전히 결실된 부분이 많으며, 좌·우측 식리 사면정은 원형이 복원되지 않아 추후 지속적인 보존처리가 필요하다. 또한 조립 순서 등의 제작과정을 밝히기 위한 연구도 추가적으로 필요하다. 그럼에도 이상의 연구 결과가 백제 문화권에서 출토된 식리들과의 비교 연구를 통해 백제의 금속공예기술을 밝히는데 유용한 자료로 활용되기를 기대한다.

참고문헌

1. 申英浩, 武寧王의 金銅製 신발에 대한 一考察, *고고학지* **11**, p77~94, (2000).
2. 이귀영, 백제 금속공예 제작기법의 전개양상, *百濟學報* **2**, p155~184, (2009).
3. 이문형, 제작기법과 문양을 통해 본 백제 금동신발의 편년, *중앙고고연구* **18**, p67~98, (2015).
4. 이현상, 백제 식리의 원형복원을 위한 주변국 식리와의 비교 연구, *百濟學報* **24**, p203~237, (2018).
5. 주경미, 무령왕릉 출토 금속공예품의 현황과 특징, *무령왕릉 발굴 50주년 기념 국제학술대회 자료집 '무령왕릉, 새로운 반세기를 준비하며'*, p93~128, (2020).
6. 이한상, 무령왕릉 출토 금동식리 재검토, *무령왕릉 발굴 50주년 기념학술대회 자료집 '무령왕릉을 다시보다'*, p53~71, (2021).
7. 文化公報部 文化財管理局, 武寧王陵 發掘調査報告書, p23, 三和 出版社, 서울, (1974).
8. 국립공주박물관, *사진으로 보는 武寧王陵 발굴*, p154~155, 국립공주박물관, 공주, (2012).
9. 이귀영, *百濟 金屬工藝技術史 研究*, 고려대학교 대학원 한국사학과, 박사학위논문, p152~157, (2011).
10. 강민정, *나주 신촌리 9호분 출토 금동신발의 제작기법과 고대기술재현*, 한국전통문화대학교 문화유산융합대학원 수리복원학과, 석사학위논문, p5~6, (2018).
11. 이문형·유수화, 고창 봉덕리 1호분 출토 금동신발의 제작방법과 문양-4호석실 출토품을 중심으로, *馬韓·百濟文化* **25**, p313~326, (2015).
12. 국립공주박물관, *무령왕릉 발굴 50주년-새로운 반세기를 준비하며*, p206~224, 국립공주박물관, 공주, (2021).
13. 박학수, 감은사지 동 삼층석탑 사리장엄구의 재보존처리, *박물관보존과학* **13**, p59~69, (2012).
14. 이영범, 익산 입점리 1호분 출토 금동관의 제작기법 연구, *박물관보존과학* **20**, p1~12, (2018).
15. 김성곤, 비파괴 분석법에 의한 백제 금동관 재질 특성 연구, *박물관보존과학* **23**, p91~108, (2020).