

나주 복암리 정촌고분 출토 소환두도의 재료학적 특성

이혜연

국립고궁박물관

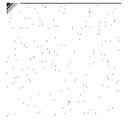
Corresponding Author : wisdomlake@korea.kr

국문초록

나주 정촌고분 1호 석실 출토 소환두도는 내부 별도 장식이 없는 오각형 환두도이다. 또한 모도와 자도 2자루로 구성된 모자대도이다. 정촌고분 소환두도는 환두부, 병부, 신부, 초미금구로 구성되었다. 소환두도 환두는 철지은장(鐵地銀裝)이지만 은(銀)이 염화은으로 부식되면서 연보라색을 띠며 내부 철제 심의 부식물이 표면에 형성되었다. 염화은은 염화이온이 용해된 매장 환경에서 은이 수분과 반응하여 생성되는데, 가루 형태로 부식되어 유물의 형태 보존을 어렵게 한다. 정촌고분에서 함께 출토된 다른 은제 유물도 유사한 부식 형태를 보여주고 있다. 정촌고분 소환두도의 X선 투과조사 및 CT 분석 결과, 철제 외환에 T자형 스페를 만들고 신부의 스페와 연결하였다. 소환두도의 자도를 참고하여 모도의 형태를 유추하면, 모도는 환두, 병두금구, 병연금구를 은판(銀板)으로 감싸고 금제 환과 은제 선으로 병부를 장식하였다. 환두 스페와 신부 스페의 연결 방식은 리벳 구멍이 확인되지 않아 단접(鐵接)한 것으로 판단되었다. 초미금구는 철판으로 형태를 만들고 끝단을 견직물로 감싸고 그 아래를 은판과 금제 환으로 장식하였다. 정촌고분 소환두도는 금·은·철제 금속을 다양하게 사용하였으며 백제, 신라, 가야의 여러 가지 요소가 복합적으로 구성되어 주변 유적 및 여러 문화권의 영향을 받았음을 확인할 수 있었다.

주제어 정촌고분, 환두대도, 소환두도, 철지은장환두, 염화은

투고일자 2019. 06. 07 ● 심사일자 2019. 07. 22 ● 게재확정일자 2019. 08. 05



I. 머리말

나주 북암리 고분군은 남쪽으로 영산강이 흐르는 넓은 다시벌의 한복판에 자리하고 있다. 영산강 유역에서는 고유한 묘제인 대형 옹관고분과 백제의 관계를 보여주는 횡혈식 석실분도 함께 확인되고 있다. 영산강 유역은 1995년 영산강 유역 문화권 정비 사업을 시작으로, 1996년부터 1998년까지 나주 북암리 3호분 발굴조사를 통하여 영산강 유역의 토착 세력과 백제·마한의 관계에 대한 고대문화 연구의 중심지로 주목을 받았다. 나주 북암리 3호분에서는 3세기 중반 이후 400년에 걸쳐 축조된 총 41개의 매장시설이 확인되었다. 북암리 3호분은 나주 반남면과 다시면 일대 고분 특징인 다장(多葬)·복합묘(複合墓)의 독특한 고분 구조를 보여주고 있다. 특히 5세기 후반부터 6세기 초로 비정되는 96호 석실 내부에서는 4기의 옹관과 금동신발, 장식칼 등 다양한 유물이 출토되었다.¹ 이후 2006년부터 2008년까지 조사가 진행된 북암리 고분군 주변지역 수혈에서는 다량의 목관을 발굴하는 성과도 있었다. 이러한 발굴조사를 통하여 북암리 일대의 백제 중앙정부 및 일본 열도와와의 관계를 알아볼 수 있는 중요한 자료를 확보하였다.

나주 북암리 정촌고분은 영산강 유역 산 사면에 조성된 대형 분구를 갖춘 고분이다. 정촌고분은 나주 북암리 일대 고분 중 가장 높은 곳에 조성되어 있어 넓은 평야와 영동리 및 영산강 일대를 조망하고 있다. 따라서 북암리 고분군의 고고학적·역사적 의의와 우수한 조망권을 갖는 정촌고분의 학술조사가 요구되었다. 국립나주문화재연구소는 2013부터 2016년까지 정촌고분 일대 학술발굴조사를 실시하였다. 조사 결과, 매장시설 총 14기가 확인되었으며 800여점의 유물이 출토되었다. 정촌고분 남사면 중앙에 위치한 1호 석실은 주요 매장시설로 횡혈식 석실묘였다. 전체 길이가 7m, 너비 1.8m, 높이 2m로 영

산강식 석실 중 규모가 가장 크며 금동신발, 소환두도, 화살통 장식, 마구, 토기, 옥 등의 다양한 유물이 출토되었다. 1호 석실은 1차 장례 이후 추가장이 2차례 이상 이루어진 것으로, 3개의 목관을 안치했던 것으로 추정된다. 추가장 및 목관의 선후 관계가 명확하지 않으나 목관3에서는 금동신발, 소환두도 등의 부장품이 발견되어 가장 높은 위상을 보여준다.²

나주 정촌고분 소환두도는 1호 석실 목관3에서 출토되었다. 소환두도는 내부 장식이 없는 오각형 고리의 철제 대도였으며 자도(子刀) 2자루와 칼자루 끝에 초미금구(鰐尾金具)가 붙어 있었다. 오각형 외환(外環)은 연보라색 금속이며 병부를 금구(金具)로 장식하는 등 다양한 재질과 기법이 사용되었다. 본 연구에서는 정촌고분 출토 소환두도의 재질 분석을 통하여 유물의 제작방법을 알아보고 고분 축조 당시의 제작기술 및 주변 지역과의 관계를 확인하고자 하였다.

II. 삼국시대 환두도의 재료학적 특성

삼국시대 환두도는 칼자루 고리 부분, 즉 환두(環頭)의 형태에 따라 소환두도(素環頭刀), 이엽환두도(二葉環頭刀), 삼엽환두도(三葉環頭刀), 삼루환두도(三累環頭刀), 용봉환두도(龍鳳環頭刀) 등으로 분류되고 있다. 환두도는 창원 다호리 유적 1호분 출토 칠초철제환두도자(漆靱鐵製環頭刀子)가 기원전 1세기로 가장 이른 시기에 제조된 것으로 알려져 있다. 이 환두도의 길이는 약 29cm로 칠초 목제 칼집에 꽂힌 상태다.³ 그 이후로 약 3세기까지 경산 임당 A-II-4호, 공주 장원리, 대구 팔달동 2호 등 길이 70cm 미만의 환두도가 확인되고 있다. 이는 무기보다 생활 공구로 사용된 것으로 알려져 있다. 이 시기의 환

1 국립문화재연구소, 2001, 『나주 북암리 3호분』.

2 국립나주문화재연구소, 2017, 『나주 북암리 정촌고분』, pp.481-519.

3 이건무·이영훈·윤광진·신대근, 1989, 『의창 다호리 유적 발굴 진전 보고 (I)』 『고고학지』 1, 한국고미술사연구소, p.18.

두도는 환두, 병부(柄部), 신부(身部)가 일체형으로 제작되었다. 환두는 병부를 단조하여 늘려서 고리 형태로 만들었다. 따라서 발굴 당시 고리의 한쪽 끝이 결손되거나 파손되는 경우가 빈번히 발생하였다.⁴

삼국시대 약 3세기부터 길이가 70cm를 넘는 대도가 등장한다. 철기 제작기술이 발달하면서 전쟁에서 살상 범위가 넓고 타격력이 높은 대도의 제작이 가능하였다.⁵ 이 시기에는 철제 단조기술이 발달하여 원형 및 타원형 외환을 따로 제작하여 병부에 접합하였다. 환두대도의 관부(關部)는 뚜렷해졌고 병부 내부의 스페가 가늘고 길어졌다. 병부의 목제는 타격할 때 손에 충격을 줄여주는 역할을 했다. 따라서 병부의 목제를 두껍게 사용하기 위하여 내부의 스페를 가늘게 제작했다. 환두부와 병부는 환두의 스페와 신부의 스페를 가열 단접하거나 리벳으로 연결했다. 4세기 중후반부터는 대형 분묘 조성 유행하면서 다량의 환두대도가 매장되었다. 이는 당시 철기 제작기술이 대량 생산이 가능했던 상황임을 보여준다.^{6,7} 3세기 후반부터 5세기 후반으로 편년되는 오산 수청동 백제분묘군에서는 총 37점의 환두도가 확인되었다. 특히 4세기 중엽 이후 주구를 갖춘 대형 목관묘에서 길이 60cm 이상의 대도 31점과 병부장식이 있는 환두도 11점이 발견되어 시간에 따른 특성을 확인할 수 있다.⁸

삼국시대 대형 고분군에서 출토된 환두대도는 여러 가지 형태로 발견된다. 단순한 철제 소환두로부터 금동용봉환두대도와 같이 장식성이 높은 환두대도까지 위계에 따라 부장 위치를 다르게 하여 환두도를 매장하였다. 4세기 중후반으로 추정되고 있는 천안 용원리 고분군에서는

환두도가 총 8점 발견되었으며, 70cm 이상의 환두대도는 5점에 이른다. 소환두도 외에 금동용봉환두대도와 철제 금장은상감도가 확인되어 4세기 후반 환두대도의 다양화를 확인할 수 있다.⁹ 5세기 후반의 대가야 고분군인 합천 옥전M3호분에서는 소환대도 5점, 용봉문대도 4점, 친자대도 1점 등 총 13점의 다양한 환두도가 확인되었다.

소환두도는 외환 내부에 별도 장식이 없는 환두이며, 외환은 크게 원형, 타원형, 상원하방형(오각형) 계열 등으로 나눌 수 있다. 환두 외환은 금·은으로 상감하거나 금·은관 및 용(龍) 등의 문양으로 장식되기도 한다. 경산 임당2호, 함안 도항리, 경주 월성로가-13, 부산 북천동 22호 소환두대도 등은 철제 심에 금·은관으로 감싸 장식하였다. 특히 상원하방형 환두대도는 은관으로 외환을 감싸거나 은관을 병부장식에 사용한 경우가 많다. 오산 수청동 4지점 14호 토광목관묘, 천안 화성리 A 지구 1호 토광목관묘, 청주 신봉동 고분군 등에서 출토된 소환두도는 철제 외환에 금이나 은으로 상감하여 장식되었다. 또한 병두금구(柄頭金具), 병부장식(柄部裝飾), 병연금구(柄緣金具), 초구금구(鞘口金具) 등에 금·은·철제 장식 금구를 다양하게 사용하였다. 이러한 장식 요소는 백제, 가야, 신라의 고유한 특성을 보여주고 있으나 여러 요소가 공통적으로 나타나기도 한다. 예를 들어 백제 지역인 논산 표정리에서 발견된 소환두도와 대가야 지역인 합천 반계제 A호분에서 출토된 소환두도는 오각형에 가까운 환두를 갖고 있다. 또한 논산 모촌리 93-5호분, 공주 수촌리 II-1호묘, 합천 옥전 28호묘에서 출토된 소환두도는 철지은피 환두와 파상문 병두금구가 사용되었다.¹⁰

4 이영범·서정호, 2009, 「6세기 이전 제작된 전라북도 출토 소환두도의 병부(柄部) 제작기법 연구」 『보존과학회지』 25, 한국문화재보존과학회, p.6.

5 국립중앙박물관, 2017, 『쇠철강 철의문화사』, pp.131~132.

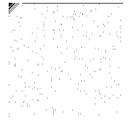
6 구자봉, 2004, 『三國時代의 環頭大刀 研究』, 영남대학교 대학원 박사학위논문, p.70.

7 임영희, 2011, 「영남지역 원삼국기 철검·환두도의 지역별 전개과정」 『영남고고학』 59, 영남고고학회, pp.41~54.

8 경기문화재단, 2012, 『오산 수청동 백제 분묘군 IV』, pp.295~303.

9 공주대학교박물관, 2000, 『천안 용원리 고분군 발굴보고서』, pp.479~495.

10 국립대구박물관, 2007, 『한국의 칼』, pp.143~144.



본 논문에서는 정촌고분 소환두도를 환두부(環頭部), 병부(柄部), 신부(身部)로 구분하였다. 환두부는 별도 장식이 없는 외환(外環)을 말한다. 병부는 환두와 경계 지점에 위치한 병두금구(柄頭金具), 신부와 연결되는 병연금구(柄緣金具), 병두금구와 병연금구 사이를 장식하는 병부장식(柄部裝飾)으로 나누었다. 신부는 도신(刀身), 자도(子刀), 초미금구(鞘尾金具)로 나누었다(그림 1).

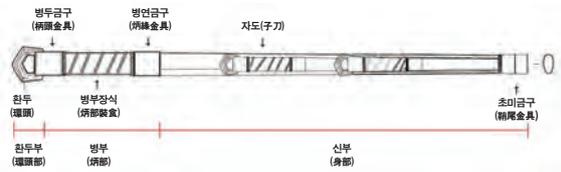


그림 1 소환두도 세부 명칭.¹¹⁻¹²

III. 연구방법

1. 대상 유물

정촌고분 출토 소환두도는 고분 석실 벽에서 떨어진 석재에 눌러 크게 훼손된 상태로 출토되었다. 환두는 떨어져 있었고 병부 1곳과 신부 2곳이 파손되었으며 맨 아래 초미금구도 떨어져 발견되었다. 정촌고분 소환두도의 길이는 약 70cm였으며 모도(母刀)와 자도(子刀) 2개로 구성되어 있는 모자대도(母子大刀)였다. 자도는 모도에 붙는 위치에 따라 자도(상)와 자도(하)로 나누었다. 환두는 연보라색 금속 외환에 검은색 금속이 붙어 있었다. 환두부의 끝에는 병부에 꽂는 스페가 남아 있었다. 병부는 새김 장식한 금속 선(線)을 나선형으로 두르고, 금속 환(環)으로 목제 병부를 고정하여 장식하였다. 병연금구(柄緣金具)는 없으나 약 3.6cm의 빈자리가 있었다. 병부와 신부 표면에는 칠편이 남아 있었다. 초미금구는 칼집과 맞닿는 부분에 금속 환을 들렀다. 정촌고분 소환두도의 세부 명칭은 <그림 2>에 정리하였다.



그림 2 나주 정촌고분 출토 소환두도의 세부 명칭.

2. 분석 방법

정촌고분 출토 소환두도는 표면 및 단면을 실제현미경(M-80, Leica)으로 확대하여 관찰하였다. 유물의 내부 구조는 X선 투과조사(M-150, Softex)와 CT(Computed Radiography) 분석(X-eye PCT, (주)세크)으로 확인하였다. 구성 성분은 비파괴 분석법인 미소부X선형광분석(Micro-XRF; Eagle 3-XXL, EDAX)을 이용하였으며, 유물의 파편이 존재하는 경우는 시료를 마운팅하여 금속현미경(DM-2500M, Leica)과 SEM-EDS(JSM-IT300, Jeol - X-MAX 7, Oxford) 분석으로 고배율 미세조직 분석과 화학적 성분 분석을 실시하였다. 칠(漆)은 투과광현미경(DM-2500M, Leica)으로 칠막 구조를 확인하고 FT-IR 분석(Hyperion Vertex 70, Burker)으로 성분을 알아보았다.

IV. 연구 결과

1. 실제현미경 관찰

환두 외환은 연보라색 금속으로 부식된 상태였지만, 은빛 금속이 관찰되었으며 표면에 철제 부식물이 고착되어 있었다. 환두부 끝, 병부에 꽂는 스페 일부가 남아 있었으나 한쪽으로 틀어져 있었다. 환두 일부에 직물로 추정되는 물질이 붙어 있었다. 병부는 금속 선을 사선 방향으로 들렀으나 외부 압력에 의해 눌러 끊어져 있는 상태였다. 소환두도에 사용된 금속 환과 금속 선은 모두 새김 장식되어 있었다. 신부는 목제 칼집에 칼이 꽂혀 있었

11 국립나주문화재연구소, 2017, 앞의 책, p.505.

12 구자봉, 2014, 앞의 책, pp.31~42.

으나 목제편이 일부 사라져 내부 금속이 노출되어 있었다. 신부 표면에 철판과 직물 일부가 남아 있었다. 초미금구는 칼집 형태와 유사한 원통형이며 칼집과 경계 지점을 금속 환으로 고정했으며 다시 금속 판을 두르고 끝부분을 유기물로 덮어 장식하였다. 내부에 흙 등의 이물질이 가득 차 있었으나 이물질 제거 후 목질이 확인되었다.

2개의 자도는 여러 편으로 파손되었으나 모도와 유사한 형태 및 재료학적 특성을 보인다. 자도의 외환은 연보라색 금속이었으며 표면에 철제 부식물이 붙어 있었다. 또한 자도 환두부에 직물편이 확인되었다. 자도(상)의 경우 연보라색 금속으로 병두금구가 확인되었으며 병두금구 끝에 금속 환이 둘러져 있었고 짙은 회색의 금속 선이 사선으로 병부를 장식하고 있었다. 자도(하)는 자도(상)과 거의 유사한 형태였지만 부식으로 인하여 외환의 일부가 결실되었으며 병두금구도 일부만 남아 있었다. 특히 파손된 외환의 단면에서 연보라색 금속 안에 검은 금속 심이 확인되었다(사진 1C).

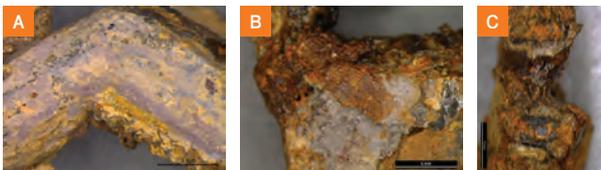


사진 1 나주 정촌고분 출토 소환두도 실체현미경 사진. A: 모자 외환, B: 자도(상) 환두와 병두금구, C: 자도(상) 병두금구 단면.

2. X선 투과조사·CT 분석

X선 투과조사 결과, 환두는 밀도가 비교적 균일하고 상감은 확인되지 않았다. 환두 끝의 스페는 부러져 들어져 있었다. 병부 내부 금속은 환두의 스페였으며 양끝이 파손된 상태였다. 환두 스페와 약간 떨어진 위치에 U자 형태의 신부 스페가 있었다. 신부의 스페는 U자 형태를 가지고 있어 파손된 것으로 보이지 않았으며, 스페 끝에 못 구멍이 확인되지 않아 리벳을 사용하지 않은 것으로 판단되었다. 소환두도의 신부에 내부 금속이 확인되었으며 특별한 문양은 관찰되지 않았다. 신부 하단부에는 지름 약 0.5cm의 첩자(籤子)가 양옆에 부착되어 있었다. 신부 끝에 초미금구

(翰尾金具)는 금속 환과 금속 판으로 구성되었다. 출토 당시 자도(하)는 자도(상)보다 모도 위쪽에 흙과 함께 고착되어 있었으며 환두 일부가 파손되어 있었다. 자도(상)의 병부 내부에 환두부 스페의 T자 형태가 확인되었다(사진 2).

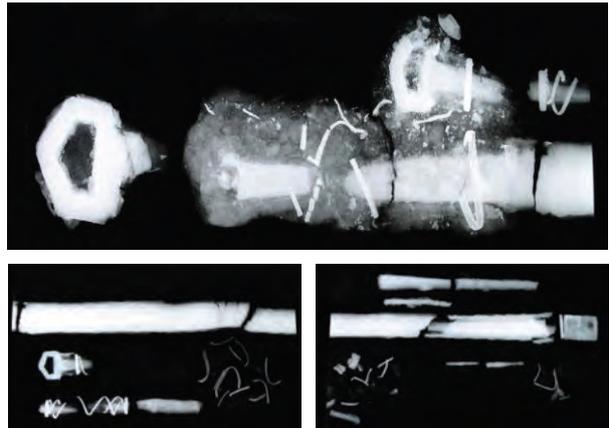


사진 2 나주 정촌고분 출토 소환두도의 X선 투과조사 사진(촬영 조건: 100kV, 3mA, 100sec).

소환두도의 모도 환두부, 자도 환두부, 초미금구를 CT 분석하여 내부 구조를 파악하였다. 모도의 환두는 컴퓨터 단층 촬영 결과, 환두 고리의 내·외부와 오각형 위·아래의 밀도 차이가 확인되었다. 내부는 외부보다, 오각형 아랫면은 윗면보다 밀도가 낮았다. 자도(상)의 환두부는 오각형 아랫면의 중앙, 즉 병부와 연결되는 스페 부분의 밀도가 매우 낮았다. 또한 스페와 연결되는 양끝에 고리 모양이 보였다. 이는 금속 재질의 차이로 보이며 내부 금속 심을 다른 금속으로 감싸는 형태로 판단되었다. 초미금구는 금속 판으로 원통 몸체를 만들고 직물과 같은 유기질로 반(半) 정도 감쌌다. 그리고 나머지 반을 다시 금속 판으로 두르고 금속 환으로 장식하였다. 바닥 면이 안으로 약간 들어가 있는 것을 확인하였다(사진 3).



사진 3 나주 정촌고분 출토 소환두도의 CT 분석 결과. A: 모도 환두, B: 자도(상), C: 초미금구.



3. 미소부X선형광(Micro-XRF) 분석

소환두도의 모도 환두부, 자도(상), 자도(하) 병부, 초미금구를 비파괴 분석 방법인 미소부X선형광기를 사용하여 성분을 분석하였다.

모도 환두부는 연보라색 금속에 검은색 부식물이 고착되어 있었다. 금속의 부식 정도 및 색상의 차이로 보아 성분이 다른 금속으로 추정되었다. M-XRF 분석 결과, 검은 금속(사진 4A ①~⑤)에서는 약 100wt% Fe가 검출되었다. 연보라색 금속(사진 4A ⑥~⑧)에서는 75~88wt% Ag 및 소량의 Fe, Al, Si, Cl, K 등이 검출되었다. 따라서 연보라색 금속은 은제(Ag)이며 표면의 검은 금속은 철제(Fe)임을 알 수 있었다. 즉 환두는 속심을 철로 만들고 은판을 들렀으며 환두 표면에 철제 부식물이 형성되어 있었다.

자도(상) 환두는 모도와 유사하게 연보라색 외환에 검은 금속이 고착되어 있었다. 자도(상)은 환두 아래 병두금구가 있으며 금속 환을 병부장식으로 들렀다. M-XRF 분석 결과, 환두(사진 4B) ① 지점에서는 87.43wt% Ag, ② 지점에서는 95.23wt% Ag가 검출되었다. 검은 금속 ③ 지점에서는 82.09wt% Fe가 검출되었다. 병두금구의 연보라색 부식물(④~⑥)에서는 84~89wt% Ag, 11~16wt% Cl이 검출되었다. 병두금구 ⑦에서는 연보라색 부식물 아래 금속으로 100wt% Fe로 검출되었다. 병부장식 금속 환(⑧~⑩)에서는 69~71wt% Au, 27~29wt% Ag, 1~2wt% Cu가 검출되었다. 병부 ⑪ 지점에서는 병부장식의 일부분으로 96wt% Ag가 검출되었으며 ⑫, ⑬ 부분에서는 100wt% Fe가 검출되었다. 따라서 환두부의 연보라색 금속은 은제(Ag)이며 외부에 검은 철제 부식물이 형성되어 있었다. 병두금구는 은(Ag)판으로 들렀으며, 은판 아래에서 검출되는 철 성분은 내부의 스펀지에서 부식되어 올라온 철제 부식물로 추정되었다. 병부장식으로 금제(Au) 환과 은제(Ag) 선을 사용하였다.

자도(하) 병부의 M-XRF 분석 결과, 금속 환(사진 4C ①~③)은 62~71wt% Au, 25~27wt% Ag, 1~2wt% Cu가 검

출되어 금제(Au)였다. 병부를 장식한 금속 선(사진 4C ④~⑥)은 75~81wt% Ag와 소량의 Fe, Al, Si, Cl, K 등이 검출되어 은제(Ag)였다. 따라서 병부장식으로 금제(Au) 환과 은제(Ag) 선을 사용하였다.

소환두도 초미금구의 금속 환(사진 4D) ①~② 분석 결과, 70~73wt% Au, 26~28wt% Ag, 1~2wt% Cu가 검출되어 금제(Au)였다. 초미금구의 금속 판 표면에는 연보라색 금속과 검은 금속이 함께 형성되어 있었다. 연보라색 금속을 분석한 결과, ③ 지점에서는 65.29wt% Ag와 33.70wt% Cl, ④ 지점에서는 81.49wt% Ag와 18.27wt% Cl이 검출되었다. 검은 금속(⑤~⑦)에서는 100wt% Fe로 검출되었다. 초미금구 끝부분 ⑧ 지점 분석 결과, 100wt% Fe가 검출되었다. 따라서 원통형 몸체는 철로 구성하고 유기물 아래 은판을 들렀으며 금제 환으로 고정하였다.

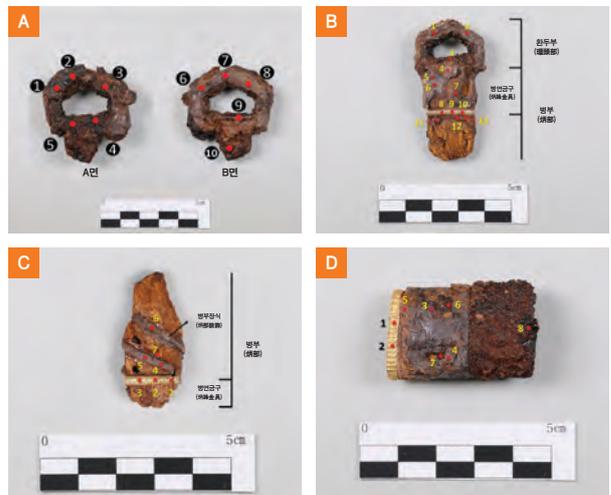


사진 4 나주 정촌고분 출토 소환두도 M-XRF 분석 지점.

미소부X선형광 분석 결과를 종합하면, 소환두도에 사용된 금제 환에서는 62~73wt% Au, 26~29wt% Ag, 1~2wt% Cu가 검출되었다. 이를 Au·Ag·Cu 상대함량(%) 분포도¹³⁾와 비교하면, 현대의 18kt(캐럿)보다 금 성분이 약간 낮았다(그림 3).

13 Lyndsie Selwyn, 2004, Metals and Corrosion A Handbook for the Conservation Professional, Canadian Conservation Institute, pp.74-75.

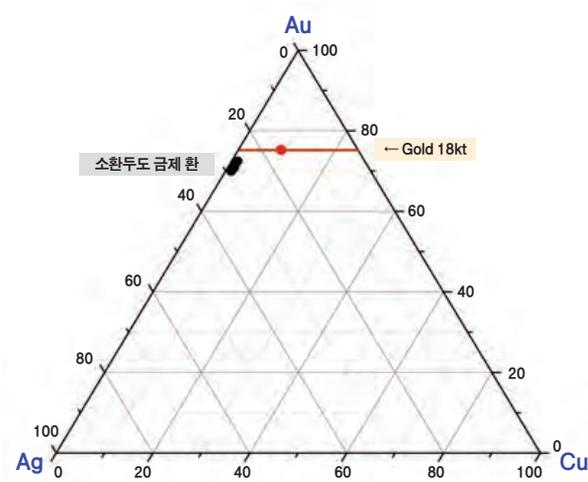


그림 3 나주 정촌고분 출토 소환두도 금제 환의 Au-Ag-Cu 상대함량(%) 분포도.

표 1 나주 정촌고분 출토 소환두도 M-XRF 분석 결과

사진 4	분석 위치	chemical composition (wt%)						
		Cu	Au	Ag	Fe	Al	Si	Cl
(A) 모도 환두부	①	-	-	-	100.00	-	-	-
	②	-	-	-	100.00	-	-	-
	③	-	-	0.47	99.53	-	-	-
	④	-	-	-	100.00	-	-	-
	⑤	-	-	-	100.00	-	-	-
	⑥	-	-	87.98	1.40	0.50	1.53	8.60
	⑦	-	-	81.66	0.83	1.22	2.36	13.93
	⑧	-	-	75.72	2.82	3.75	10.92	6.79
	⑨	-	-	-	100.00	-	-	-
	⑩	-	-	-	100.00	-	-	-
(B) 자도 (상)	①	-	-	95.23	0.22	-	-	4.55
	②	-	-	87.43	0.16	-	-	12.41
	③	-	-	17.91	82.09	-	-	-
	④	-	-	84.34	-	-	-	15.66
	⑤	-	-	88.73	-	-	-	11.27
	⑥	-	-	84.40	-	-	-	15.60
	⑦	-	-	-	100.00	-	-	-
	⑧	1.39	70.71	27.72	0.19	-	-	-
	⑨	1.21	69.67	28.79	0.34	-	-	-
	⑩	1.31	70.82	27.72	0.15	-	-	-
	⑪	0.02	-	96.00	0.36	-	-	3.62
	⑫	-	-	-	100.00	-	-	-
	⑬	-	-	-	100.00	-	-	-

사진 4	분석 위치	chemical composition (wt%)						
		Cu	Au	Ag	Fe	Al	Si	Cl
(C) 자도 (하) 병부	①	1.13	62.90	25.58	10.39	-	-	-
	②	1.24	70.22	26.91	1.64	-	-	-
	③	1.24	69.38	26.97	2.42	-	-	-
	④	-	-	75.17	2.62	3.37	4.51	14.33
	⑤	-	-	80.73	0.78	1.53	1.88	15.08
	⑥	-	-	80.39	2.45	2.66	3.90	10.61
	⑦	-	-	-	100.00	-	-	-
(D) 초미 금구	①	1.13	72.45	26.21	0.21	-	-	-
	②	1.23	70.33	27.80	0.64	-	-	-
	③	-	-	65.29	1.00	-	-	33.70
	④	-	-	81.49	0.25	-	-	18.27
	⑤	-	-	-	100.00	-	-	-
	⑥	-	-	-	100.00	-	-	-
	⑦	-	-	-	100.00	-	-	-
	⑧	-	-	-	100.00	-	-	-

4. 금속현미경·SEM-EDS 분석

소환두도를 장식하고 있는 금제 환과 은제 선의 표면 중 접합되지 않은 편을 마운팅하여 금속현미경으로 미세조직을 관찰하고 SEM-EDS로 성분을 분석하였다. 금제 환의 두께는 약 20~64 μ m로 측정되었다. 은제 선의 표면은 검은 보라색으로 부식되어 있었다. 은제 선 단면을 금속현미경으로 분석하면 표면 쪽으로 부식된 미세조직이 관찰되었으며 중심에 부식되지 않은 금속이 확인되었다.

SEM-EDS 분석 결과, 금제 환(사진 5A)에서는 약 71wt% Au, 약 27wt% Ag, 약 1wt% Cu 등이 검출되었다. 이는 현대의 금 함량 표시인 18k(캐럿)보다 약간 낮았다. 은제 선(사진 5B)의 경우 부식되지 않은 금속 부분(①~③)에서는 약 100wt% Ag가 검출되었으며 부식물(④~⑥)에서는 약 94~97wt% Ag, 1~4wt% Cl 등이 검출되었다. 소환두도의 초미금구 표면에서 떨어진 연보라색 부식물(사진 5C)에서는 약 74wt% Ag, 약 23wt% Cl 등이 검출되어 은판을 사용하였음을 확인할 수 있었다(표 2). 이와 같은 분석 결과는 비파괴 분석법인 M-XRF 결과와 유사하였다.

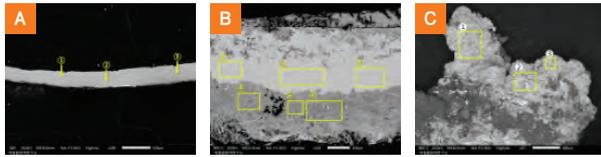


사진 5 나주 정촌고분 출토 소환두도 금속 장식구 SEM 결과 및 EDS 분석 지점, A: 금제 환 단면, B: 은제 선 단면, C: 초미금구는 부식물.

표 2 나주 정촌고분 출토 소환두도 금속 장식구의 EDS 결과

사진 5	EDS 분석 지점	chemical composition (wt%)							Total
		Au	Ag	Cu	Al	Si	Cl	Fe	
(A) 금제 환	①	70.87	27.68	1.44	-	-	-	-	100.00
	②	71.07	27.30	1.63	-	-	-	-	100.00
	③	70.89	27.66	1.44	-	-	-	-	100.00
(B) 은제 선	①	-	99.85	-	-	0.15	-	-	100.00
	②	-	100.00	-	-	-	-	-	100.00
	③	-	100.00	-	-	-	-	-	100.00
	④	-	96.75	-	1.96	0.20	1.09	-	100.00
	⑤	-	94.87	-	1.86	0.23	3.04	-	100.00
	⑥	-	94.05	-	2.01	0.20	3.75	-	100.00
(C) 초미 금구 부식물	①	-	74.91	-	0.78	0.75	23.56	-	100.00
	②	-	73.51	-	1.73	0.85	23.64	0.28	100.00
	③	-	73.75	-	1.21	1.19	23.35	0.50	100.00

5. 칠 분석

소환두도 병부와 신부 표면에 칠편이 일부 남아 있었다. 신부에서 떨어진 칠편 중 접합되지 않은 편을 투과광현미경 관찰이 가능한 박편을 만들어 분석하였다. 투과광현미경 관찰 결과, 목심 위에 칠막이 형성되어 있었으며 한 층만 관찰되었다(사진 6A). 칠막을 FT-IR 분석으로 성분을 확인하였다. 소환두도의 FT-IR 분석 결과를 선행 연구 자료와 비교하였다.¹⁴⁻¹⁵ 분석 결과, 3,500~3,200cm

의 넓은 파장대의 O-H, 2,929cm⁻¹와 2,860cm⁻¹에 예리한 피크의 C-H, 1,700cm⁻¹와 1,618cm⁻¹의 C=C 피크 등이 나타났다.¹⁶⁻¹⁷ 소환두도 칠은 대체적으로 생칠과 정제칠의 흡수 피크와 유사한 양상을 보여주었다(사진 6B). 그러나 소환두도 칠은 생칠에서 나타나는 3,000cm⁻¹의 C-H 작은 피크가 나타나지 않고, 정제칠에서 나타나는 1,700cm⁻¹ 부근의 C=C 피크가 확인되어 정제칠에 더 가까운 것으로 판단되었다.

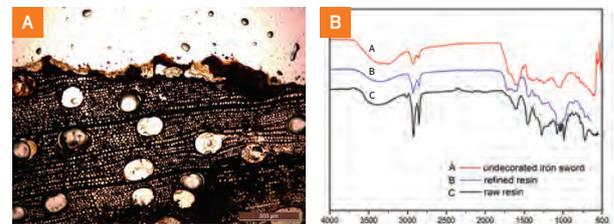


사진 6 나주 정촌고분 소환두도 칠편의 분석 결과, A: 투과광현미경 사진, B: FT-IR 분석 결과(B-A): 소환두도 칠편, B(B): 정제칠, B(C): 생칠.

V. 고찰

정촌고분 소환두도의 환두는 외환에 문양이 새겨지지 않은 오각형으로 철제 심을 은판으로 감싼 형태이다. 철지은장(鐵地銀張)으로 오각형 또는 상원하방형의 외환을 가진 대도는 합천 옥전M3호분, 합천 옥전71호분, 합천 반계제가A호분, 함양 백천리I-3호분, 남원 두락리4호분, 논산 표정리 등에서 발견되었다.¹⁸ 이러한 소환두도는 외환, 병두금구, 병부 등에 은판을 사용하였다. 그 중에서 5세기 후반으로 편년되고 있는 논산 표정리 소환두도는 오각형 환두·병두금구·병연금구를 은판으로 감싸고 병부를 새김 장식한 은선으로 둘러 정촌고분 소환두도와 가장 유

14 국립문화재연구소, 2014, 『옷과 교의 접착 특성 연구』, p.31.

15 조남철·김수철·김우현·신연식, 2010, 「평택 대추리 유적 출토 원삼국시대 대형 응(甕)에 사용된 접착재료 연구」 『보존과학회지』 26(4), 한국문화재보존과학회, pp.373~374.

16 Rong Lu and Tetsuo Miyakoshi, 2015, LACQUER CHEMISTRY AND APPLICATIONS, pp.26~27.

17 임지영·오카타 후미오, 2018, 「김해 대성동 88호분 출토 칠도막 분석」 『보존과학회지』 34(1), 한국문화재보존과학회, p.53.

18 김우대, 2011, 「제작기법을 중심으로 본 백제·가야의 장식대도」 『영남고고학』 59, 영남고고학회, pp.82~103.

사한 형태를 보여준다.

정촌고분 소환두도의 환두부에 습베가 일부분 남아 있다. 병부 내부를 X선 투과조사로 분석한 결과, 환두부 습베와 신부 습베가 약간 떨어져 있었다. 그러나 병부장 식인 금속 선이 일정한 간격으로 병부를 감싸고 있으므로 병부가 파손되어 늘어나지 않은 것을 알 수 있었다. 병부와 신부의 연결 방법으로는 환두-병부-신부를 일체형으로 제작하는 방법, 환두부를 따로 만들어 병부와 단접하는 방법, 환두부의 습베와 신부의 습베를 고정하는 방법 등이 있다. 정촌고분 소환두도는 환두 끝을 T자 형태로 만들고 신부와 연결한 것으로 보인다. 그러나 구멍이 확인되지 않아 리벳을 사용한 것이 아닌 단접(鍛接)하여 연결한 것으로, 군산 산월리 환두도와 유사하다.¹⁹

정촌고분 소환두도는 모도에 자도 2자루가 붙어 있는 모자환두대도(母字環頭大刀)이다. 자도는 칼집의 표면이나 옆면에 부착된 작은 칼로 모도 1점이 부착되는 것이 일반적이지만, 4~5세기 초반 황남대총 남분 출토 삼루대도(三累大刀)와 같이 6개의 자도가 부착된 예도 있다.²⁰ 대부분 모자환두대도의 모도와 자도는 동일한 형태와 재질로 제작된다. 정촌고분 소환두도의 모도와 자도가 동일하게 제작되었다고 가정하여 자도를 통해 모도를 유추할 수 있었다. 정촌고분 소환두도 자도는 오각형의 환두도에 병두금구가 있고 아래 병부장식이 있다. 오각형의 환두와 병두금구는 철제 심에 은판을 두른 형태이며 새김 장식한 금제 환과 은제 선으로 병부를 장식하였다. 반면에 모도는 환두와 병부가 분리되고 병두금구가 발견되지 않았다. 특히 환두의 습베와 병부의 절단면이 맞지 않아 중간에 병두금구가 존재하였을 가능성이 있다. 또한 일반적으로 병부에는 병두금구와 병연금구가 상·하위에 각각 1개씩 존재한다. 상위는 환두부와 병부, 하위는 병

부와 신부를 구분하면서 동시에 목제 병부를 고정하는 역할을 한다.²¹ 정촌고분 소환두도에는 모도의 금제 환 아래 병연금구가 있었던 자리가 있다. 따라서 정촌고분 소환두도는 논산 표정리에서 발견된 소환두도와 유사하게 병두금구와 병연금구가 상·하에 있었다고 유추할 수 있다. 또한 병부에 칠편이 확인되어 칠을 한 후에 금·은 금구로 병부장식을 하였다고 추정된다.

정촌고분 소환두도는 기존에 발견된 철지은장환두도의 은 부식 형태와 조금 다르다. 다른 소환두도는 내부 철제 부식물의 팽창으로 갈라지거나 틈이 벌어져 있으나 은빛을 유지하고 있으며 은판의 형태로 남아 있다. 그러나 정촌고분은 연보라색의 은 부식물이 두껍게 형성되어 있었다. 성분 분석 결과, Ag와 Cl이 검출되고 색상이 보라색을 띠기 때문에 염화은(AgCl) 부식 화합물로 추정된다. 이는 정촌고분에서 공반된 유물에서도 유사한 형태가 확인되었다. 정촌고분 1호 석실에서 발견된 이식 2점(참고 1·2번)은 내부 금속을 금판(金板)으로 감쌌는데, 내부 금속이 연보라색 부식물로 터져 있는 상태였다. 이식의 내부 금속을 SEM-EDS로 분석한 결과, 61~68wt% Ag와 19~22wt% Cl이 검출되어 염화은으로 확인되었다.²² 염화은은 가루 형태로 부식되는 부식물로 주로 매장 상태에서 은이 수분과 용해된 염(鹽), 특히 용해된 염화이온에 노출되었을 때 형성된다. 염화는 형성은 정촌고분의 매장 환경에 기인한 것으로 볼 수 있다.

정촌고분 소환두도의 X선 투과조사 및 CT 분석 결과를 종합하면, 철제 심으로 환두와 습베를 T자형으로 만들고 은판으로 환두와 병두금구를 돌렸다. 그러나 은판은 염화은으로 인해 부식되어 있었고, 내부의 철제 심도 부식되어 표면에 철제 부식물이 형성되어 있었다.

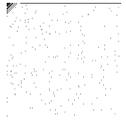
초미금구는 칼끝을 보호하는 장신구이다. 정촌고분

19 이영범, 2009, 앞의 논문, pp.9~12.

20 문화재연구소, 1994, 『황남대총 남분 발굴조사보고서』, pp.102~103.

21 우병철, 2015, 「三國時代 裝飾大刀의 製作技術과 地域性」 『한국고고학보』 96, p.112.

22 국립나주문화재연구소, 2017, 앞의 책, pp.604~609.



소환두도의 초미금구는 금속으로 몸체를 만들고 금·은계 금속과 직물로 장식하였으며 내부는 목질로 채웠다. 초미금구는 칼집과 접한 부위로부터 금제 환, 은판, 직물 순서로 구성되었다. CT 분석 결과를 통해서 제작방법을 유추하면, 먼저 철판으로 전체(3.4cm)를 원통형으로 만들었다. 그다음에 약 0.9cm 너비의 직물을 두르고 2.5cm 너비의 은판으로 철판 금구를 감싸 직물을 고정하였다. 그리고 칼집과 접하는 부분에 금제 환을 은판 사이에 끼워 고정하였다. 초미금구의 은판 표면에 일부 철판 부식물이 관찰되는데, 이는 은판이 부식되어 아래 철판이 노출된 것이거나 철판이 부식되어 은판 표면에 부식물로 형성된 것이다.

정촌고분 소환두도 표면에는 직물이 부착되어 남아 있다. 직물 분석 결과, 병부에서 발견된 직물은 삼국시대에 사용된 고급 견직물인 경금(經錦)²³으로 확인되었다. 이 외에 환두부, 침자, 신부 등에서 평견(平絹) 잔편이 남아 있었으며 초미금구를 장식한 직물도 평견으로 확인되었다. 초미금구에는 평견 외에 경금 잔편도 부착되어 있었다. 동반 출토된 목병도의 경우 평견 일부가 표면에 비교적 넓게 덮여 있어 목병도를 감싼 것으로 보이며,²⁴ 소환두도의 경우도 유사한 형태로 관찰되었다. 따라서 소환두도는 2가지 이상의 직물, 즉 경금과 평견으로 감싼 것으로 추정된다.

VI. 맺음말

정촌고분 1호 석실 출토 환두도는 모자환두대도 모도와 자도 2자루로 구성되어 있으며 환두 내부에 별도 장식이 없는 소환두도이다. 이 소환두도는 환두부, 병부, 신부로 구성되었으며 신부 끝은 초미금구로 장식되었다.

병부와 칼집은 옷칠이 되어 있었으며 소환두도를 한 가지 이상의 견직물로 감싼 것이 확인되었다.

소환두도는 여러 재질의 금속이 사용되었다. 철지은장(鐵地銀裝) 환두이지만 외환은 은(銀)이 연보라색으로 부식되었고 표면에 철판 부식물이 생성되어 있었다. 소환두도 모도는 자도의 형태를 고려하면, 은제 병두금구와 병연금구가 있음을 유추할 수 있다. 초미금구는 철판으로 타원형을 만들고 바닥 부분을 따로 제작하여 끼워 넣었다. 초미금구는 하단 부분을 견직물로 감싸고 그 아래를 은판으로 둘러 고정하고 금제 환으로 둘러 신부와 연결하였다.

소환두도의 환두와 병부를 장식하는 은제는 약 70~90wt% Ag와 약 10~30wt% Cl를 함유하고 있는 염화은 부식 화합물로 판단되었다. 염화은은 회색 및 보라색을 띠는 부식 화합물로 매장 환경에서 생성된다. 특히 가루 형태로 부식이 진행되기 때문에 유물의 형태 보존이 어려워 정촌고분 소환두도에서도 많은 은제 금구가 손상되었다. 소환두도를 장식하는 금제 환은 SEM-EDS 분석 결과, 약 70wt% Au, 약 27wt% Ag로 검출되어 현대의 18kt(캐럿)보다 금 함량이 약간 낮았다.

정촌고분 소환두도의 오각형 환두는 대가야 및 백제 고분에서 유사한 형태를 찾아볼 수 있다. 그러나 모자환두대도 형식 및 금속 선의 병부장식은 신라권 환두대도의 특징이다. 이처럼 정촌고분 소환두도는 여러 문화권의 특성을 함께 가지고 있다. 본 연구는 나주 정촌고분 출토 소환두도를 재료학적으로 분석함으로써 유물의 재료학적 특성과 제작방법을 알아보았다. 이를 통해 정촌고분의 주변 유적 및 문화권과의 상관관계를 규명하는 데 중요한 자료로 활용될 것으로 기대한다.*

23 경금 직물은 후한(後漢) 말 유희(劉熙)의 《석명(釋名)》에 따르면 제직하는 데 공이 많이 들어간다고 하여 금(金)과 같다고 하던 고대의 귀한 직물 중 하나다. 정촌고분에서 출토된 경금 직물은 영산강 유역에서 두 번째로 확인되었다. (국립나주문화재연구소, 2017, 앞의 책, pp.547-548)

24 국립나주문화재연구소, 2017, 앞의 책, pp.544-554.

* 본 논문은 국립나주문화재연구소가 발간한 『나주 복암리 정촌고분 발굴조사보고서』 및 '고대 한·일의 화살통과 장식칼' 학술대회 발표 내용을 수정·보완한 것이다. 본 연구는 국립나주문화재연구소의 지원으로 수행되었다.

참고문헌

- 경기문화재단, 2012, 『오산 수침동 백제 분묘군 IV』, pp.295~303
- 공주대학교 박물관, 2000, 『천안 용원리 고분군 발굴보고서』
- 구자봉, 2004, 『三國時代의 環頭大刀 研究』, 영남대학교 대학원 박사학위논문
- 국립나주문화재연구소, 2017, 『나주 복암리 정촌고분』
- 국립대구박물관, 2007, 『한국의 칼』, pp.143~144
- 국립문화재연구소, 2001, 『나주 복암리 3호분』
- 국립문화재연구소, 2014, 『옷과 교의 접착 특성 연구』, p.31
- 국립중앙박물관, 2017, 『쇠철강 철의문화사』, pp.131~132
- 김우대, 2011, 「제작기법을 중심으로 본 백제·가야의 장식대도」 『영남고고학』 59, 영남고고학회
- 문화재연구소, 1994, 『황남대총 남분 발굴조사보고서』, pp.102~103
- 우병철, 2015, 「三國時代 裝飾大刀의 製作技術과 地域性」 『한국고고학보』 96, p.112
- 이건무·이영훈·윤광진·신대근, 1989, 「의창 다호리 유적 발굴 진전 보고 (I)」 『고고학지』 1, 한국고미술사연구소, p.18
- 이영범·서정호, 2009, 「6세기 이전 제작된 전라북도 출토 소환두도의 병부(柄部) 제작기법 연구」 『보존과학회지』 25, 한국문화재보존과학회
- 임영희, 2011, 「영남지역 원삼국기 철검·환두도의 지역별 전개과정」 『영남고고학』 59, 영남고고학회
- 임지영·오카다 후미오, 2018, 「김해 대성동 88호분 출토 철도막 분석」 『보존과학회지』 34(1), 한국문화재보존과학회, p.53
- 조남철·김수철·김우현·신연식, 2010, 「평택 대추리 유적 출토 원삼국시대 대형 옹(甕)에 사용된 접착재료 연구」 『보존과학회지』 26(4), 한국문화재보존과학회, pp.373~374

- Lyndsie Selwyn, 2004, *Metals and Corrosion A Handbook for the Conservation Professional*, Canadian Conservation Institute, pp.74~75
- Rong Lu and Tetsuo Miyakoshi, 2015, *LACQUER CHEMISTRY AND APPLICATIONS*, pp.26~27



A Material Characteristic Study on the Sword with an Undecorated Ring Pommel of the Ancient Tombs of Jeongchon, Bogam-Ri, Naju

Hyeyoun Lee

National Palace Museum of Korea

Corresponding Author : wisdomlake@korea.kr

Abstract

The sword with a ring pommel, which was excavated from the first stone chamber of the ancient tombs of Jeongchon Village in Naju, is a sword with a pentagon undecorated ring pommel consisting of a mother sword and two child swords. The sword with an undecorated ring pommel of Jeongchon comprises a ring pommel, a hilt, a knife, and a knife end decoration. This sword was coated with lacquer. The ring pommel is an iron frame covered with silver plate; however the silver tarnished into a light purple due to silver chloride corrosion, and iron corrosion originated from the inside is visible on the surface. Silver chloride corrosion is produced when silver objects are exposed to water, dissolved salts, and dissolved chloride ions when in a buried state. It changes objects into powder, making it difficult to preserve original shapes. The other silver artifacts found in the Jeongchon ancient tombs show similar signs of corrosion. The results of X-ray irradiation and a CT analysis showed that the sword had a ring at the end of the handle, a T-shaped hilt, and was probably connected to the handle end of a knife. If the shape of the mother sword can be inferred from the child swords, the mother sword had a ring pommel, decorations of the handle, covered with silver plate, and a gold ring and a silver line wound around the handle. It is assumed that the ring pommel was connected to the knife by welding because no holes were observed. The end decoration of the knife was made by using an iron plate formed into a shape, half covered by silk, and the other half decorated with silver plate and a gold ring.

The sword with an undecorated ring pommel excavated from the ancient tombs of Jeongchon Village comprises the metals of gold, silver, and iron, and includes features of Baekje, Silla, and Gaya, which highlights the influence of surrounding historic sites and various cultures.

Keywords the ancient tombs of Jeongchon, a sword with a ring pommel, a sword with an undecorated ring pommel, a ring pommel made of an iron frame covered with silver plate, silver chloride

Received 2019. 06. 07 • Revised 2019. 07. 22 • Accepted 2019. 08. 05