

청백자인각화훼문은구완(靑白磁印刻花卉文銀鉤盃)과 백자은구대접(白磁銀鉤大楪)의 금속 테두리 재질 성분 및 제작 방법 연구

변성문 · 황현성*

국립중앙박물관 보존과학팀

Research on Material Components and Production Method for Metal Bound Rim of 'Bowl, White Porcelain with Impressed Floral Design and Sliver Bound Rim' and 'Bowl, White Porcelain with Silver Bound Rim'

Sungmoon Byun and Hyunsung Hwang

Conservation Science Team, National Museum of Korea

요약 국립중앙박물관에 소장되어 있는 신안 해저 출토 유물인 경덕진 백자 중 '복소법(覆燒法)'으로 제작되어 구연부에 유약이 시유되지 않은 부분에 금속 테두리(金屬鉤)를 덧씌운 '청백자인각화훼문은구완' 4점과 '백자은구대접' 1점에 대해 구연에 주사전자현미경(SEM)으로 단면과 미세 구조를 관찰하였고, 성분 분석은 에너지분산형분석기(EDS)의 반사전자상(BEI)으로 측정된 결과, 금속 테두리는 은(銀)이 아닌 주석 재질임을 알 수 있었다. 또한 구연부에 금속 테두리를 접합 방법을 알아보기 위해 퓨리어변환 적외선 분석기(FT-IR)로 조사해 본 결과, 접합 재료는 옷 성분을 사용하여 고정하였음을 알 수 있었다.

Abstract We observed the section and microstructure by Scanning Electron Microscope (SEM) for 4 'Bowls, white porcelain with impressed floral design and silver bound rim' and 1 'Dish, white porcelain with silver bound rim', which was manufactured by reverse firing and metal bound rim was wrapped to the part of not being spread glaze at inlet, in Jingdezhen white porcelains, the relics dug from the seabed of Shinan conserved in National Museum of Korea, and found that the ingredient of metal rim was not silver but tin as a result of measuring by BEI of Energy Dispersive Spectroscopy (EDS). And as a result of survey with Fourier transform infrared spectroscopy(FT-IR) for checking the method of joining metal rim of mouth part, it was found that joining was made with materials made of lacquer.

1. 머리말

1976년부터 1984년까지 전라남도 신안군 증도면 입자

도에서 4km 떨어진 곳에서 수중 발굴된 신안선에서 출토된 유물에는 도자기 및 기타 문화재 22,000 여 점과 동전 28 톤, 자단목 1,000 여 분, 선체 편 720 여 점이 발견

* Corresponding Author : Conservation Science Team., The National Museum of Korea
Tel : 02)2077-9426 | Fax : 02)2077-9449 | E-mail : hshwang7@museum.go.kr

되었다. 그중 신안선 선체에서 발견된 문화재 중 가장 큰 재질을 차지하고 있는 것이 바로 도자기류이다. 출토된 도자 20,000 여 점 중에는 저장성의 용천요 청자가 60 %를 차지하며, 그 외에 장시성 일대의 경덕진요 백자, 청백자 및 길주요의 백지흑화, 푸젠성 일대에서 제작한 흑유자기와 함께 고려시대 청자인 고려청자가 7점, 그리고 일본 세토 매병 2점이 출토되었다¹⁾.

본 연구는 장시성에서 제작된 경덕진 청백자 중에서 도자기 구연에 금속 테두리(金屬釘)를 덧씌운 ‘청백자인각화훼문 은구완’ 인 신안2363, 신안2364, 신안2367, 신안2378 4점과 ‘백자은구대접’ 인 신안4018 1점에 대해 사전 연구 조사를 실시하였다. 사전 연구 조사를 바탕으로 당시 중국에서 사용한 금속 테두리의 재질에 대한 성분 분석과 도자기 구연에 부착된 금속 테두리의 결구 방법을 조사하여 앞으로 실행되어질 보존처리 방법을 결정하는데 참고하였다.



Fig 1. Bowl, white porcelain with impressed floral design and silver bound rim (Shinan2363)



Fig 2. Bowl, white porcelain with impressed floral design and silver bound rim (Shinan2364)



Fig 3. Bowl, white porcelain with impressed floral design and silver bound rim (Shinan2367)



Fig 4. Bowl, white porcelain with impressed floral design and silver bound rim (Shinan2368)



Fig 5. Bowl, white porcelain with silver bound rim (Shinan4018)

1) 김영미, 2005, 『신안선과 도자기 길』, 국립중앙박물관 명품선집 18, 국립중앙박물관.

II. 도자기 구연 금속 테두리 장식

신안 해저에서 출토된 도자기 중, 금속 테두리를 가진 도자기는 주로 청백자나 백자에 부착되어 있는데, 중국의 중요 백자 가마터인 정요·경덕진요에서 나타나고 있다. 먼저 정요는 송대 오대(五大) 명요(名窯)의 하나로, 하북성 곡양현에 위치하고 있으며 지금의 하북성 곡양현 간자촌 일대가 대표적인 요지이다. 곡양현이 송대에는 정주(定州)에 속했기 때문에 '정요(定窯)'라는 이름으로 불리게 되었다. 주요 생산품은 백자이지만, 흑유(黑釉)·장유(醬油) 자기도 제작하고 있으며 자주요 계통의 박지 기법의 자기도 만들었다. 정요 백자는 당말 오대에는 청색이 도는 백색의 유색을 띠다가 북송대가 되면서 상아색에 가까운 크림색으로 변하게 된다.

정요에서 생산된 백자의 전성기는 북송 11세기 후반에서 12세기 전반기로 보는데 이때에 도법을 이용하는 인화 기법도 등장하게 된다. 도법의 이용은 태토가 마르기 전에 무늬를 눌러 찍는 방법이며 대체적으로 접시나 대접의 내부에 많이 시문한 압출 양각 기법이다. 이 기법은 금대 12세기 중엽 이후에도 지속적으로 만들게 된다. 무늬는 연화문이나 모란문 꽃을 소재로 제작된 자기가 주류를 이루는데, 이 꽃무늬들은 중국에서 '흰초문(萱草文)'이라 부르기도 한다. 이것은 정요 백자의 전형적인 문양 소재의 하나이며 동물·구름·용·새·물고기·파도 등도 있었다. 이러한 백자의 기종은 발·완·접시 등이 가장 많다.

북송 11세기 후기에 태토의 정제와 소성 기술이 발달함에 따라 두께가 얇은 그릇을 만드는 것이 가능하게 되지만, 기벽이 얇은 그릇은 고온에서 소성할 경우 구연 부분이 내려앉아 실패할 확률이 높으므로 아치의 원리를 응용하여 얇아서 굽는 '복소법(覆燒法)'이 북송 11세기 이후부터 도입되었다. 그러나 구연에 유약을 시유한 채로 번조하면 기물이 가마 바닥에 용착되기 때문에 구연의 유약을 닦아

내고 소성하게 되는 것이다. 그 결과 자연스럽게 태토가 드러난 구연부에 금속 테두리를 씌워 결합을 극복하고 장식 효과도 있도록 부착하여 사용하게 되었다²⁾.

도자기 구연부에 금속 테두리를 사용한 편년을 살펴보면, 정요에서는 이미 태평흥국(太平興國) 2년(AD. 977년)부터 구연부에 금이나 은과 같은 금속을 구연부 테두리에 씌운 자기가 제작되기 시작하였다. 그 유물의 예로는 하북성정현박물관에 소장된 '태평흥국이년(太平興國二年)' 명정요의 백자화형접시는 복소법으로 구워 금속 테두리를 씌운 좋은 예가 있다. 당시 백자화형접시에는 접시 바닥 면에 유약을 시유하지 않아 태토가 드러나 있으며 그 바닥 면에는 날짜와 시주자(施主者)의 묵서명이 있다. 오월왕 전씨는 태평흥국 5년(AD. 980년)에 공물로 금속 테두리로 장식한 도자기를 사용한 바 있다. 또한 하남성, 산서성, 사천성, 강서성 등지의 여러 가마에서 정요를 모방한 자기를 다량 제작하여 방대한 요계를 형성하기도 하였다. 강서성 경덕진에서 방제한 정요계 백자는 '남정(南定)'이라고 부르는데, 정요 백자의 방제는 원, 명대에는 물론 청대 경덕진에서도 계속되었다. 주로 인화문을 장식한 백자 그릇을 얹어 놓고 굽는 복소법 등을 주로 방제하였다³⁾.

정요 백자는 한국의 삼국시대부터 고려에 이르기까지 한국 자기에 영향을 끼쳤는데, 고려 유적지에서 출토된 정요계 백자들은 모두 유백색을 띠며 울동적인 각화문과 세밀한 회화문으로 시문되었다. 정요 특유의 복소법으로 제작한 백자 잔도 있는데 수요층은 주로 고려 왕실과 특수 계층이 사용한 것으로 짐작된다. 또한 경기도, 강원도, 충청도, 전라도, 경상도, 제주도에 이르는 여러 유적에서 출토되어 전해 내려오는 양상들은 이를 잘 뒷받침해 주고 있다. 특히 정요 혹은 정요계 백자는 고려의 개성 일대와 경기도 파주 헤음원지⁴⁾에서 최근에 출토되었는데, 이 유적에서는 12~13세기 경에 만들어진 것으로 보이는 약 1,000점 이상의 청자가 출토되었다. 이들 도자기 중 구연에 금속 테두

2) 국립중앙박물관, 2007, 『국립중앙박물관 소장 中國陶磁』, p.122, 국립중앙박물관.

3) 김영미, 2007, 『국립중앙박물관 소장 중국 도자의 내용과 성격』, 『국립중앙박물관 소장 中國陶磁』, 국립중앙박물관, p.364.

4) 단국대 매장문화재연구소에서 2002년 이후 네 차례에 걸쳐 발굴하였다. 파주 헤음원지는 12C~13C 경으로 고려시대 왕실 후원으로 세워진 국립속박기관으로 추정하고 있으며 『동문선(東文選)』의 「혜음사신창기(惠陰寺新創記)」에 1120년(예종 15년)에 공사를 시작하여 1122년에 완공되었다는 기록이 있다.

리가 부착된 도자기는 7점이 있는데 이 중 3점의 도자기를 서정호⁵⁾ 등이 분석하여 발표된 바 있다. 그리고 강원도 삼척군 삼화리 무덤 등지에서도 출토는 되었지만, 한국에는 그 영향이 미비하여 국립중앙박물관 소장 청자 대접과 파주 혜음원지 출토품 등 몇 점의 고려청자에서 금속 테두리를 씌운 복소법의 사례를 찾았을 뿐이다. 요컨대 고려청자와 정요 백자의 관련성은 율동적이며 생동감 있는 음양각 문양이 대부분이며, 복소법은 매우 희귀하다. 상아색을 머금은 고려 백자 유색이 반드시 정요를 모방했다고 단정짓기는 어렵다⁶⁾.

구연에 금속 테두리를 씌우는 정요의 복소법은 중국 내에서는 월요, 용천요, 경덕진요, 여요, 균요 등지에 영향을 끼칠 정도로 전국적이었다. 그리고 정요의 생산품 가운데 흑유와 장유 자기도 간과할 수 없다. 백자에 비하면 생산량이 적지만 완·발·합류 등도 정요에서 발견되어지는데 고려 고분에서 출토된 복송시대에 정요 자기로 장유완(醬釉碗)도 있다. 게다가 유면(釉面) 위에 금 또는 은으로 무늬를 장식한 후, 저화도에서 소성하는 금은채(金銀彩) 기법의 흑유완, 금채장유완도 만들어졌다⁷⁾.

국립중앙박물관에서는 구연에 금속 테두리가 씌워져 있는 도자기 중 신안 해저에서 인양된 백자은구대접이 주류를 이루며 이를 경덕진 백자로 보고 있다. 경덕진은 중국의 장시성 동북부에 위치하며, 송대 이후부터 명성을 얻기 시작하여 명·청 시기에 국가의 적극적인 수출 장려에 힘입어 국내를 벗어나 아시아뿐만 아니라 중동, 아프리카, 유럽에 이르기까지 수출한 중국 고대 무역 자기의 대표적인 생산지였다. 송대(AD. 960~1279년)에 이 지역의 명칭은 창남진(昌南鎮)이었다. 진종(眞宗)(AD. 998~1022년)은 경덕년간(景德年間)라고 쓰도록 명하였다. 이때부터 경덕진요의 명성이 높아졌으며 오늘날까지 ‘경덕진요(景德鎮窯)’라 불린다⁸⁾. 원대 이후 경덕진요에서는 호로형요(葫蘆形

窯)를 사용하였으며, 명말청초부터 단형요(蛋形窯)로 발전하였다. 호로형요와 단형요의 가마는 중국 남방에서 주로 청자를 소성했던 용요(龍窯)에 비하여 구조가 간단하고 생산량이 높으며 열 소모율이 낮은 것으로 알려져 있다⁹⁾.

복송 후기부터 사용된 복소법으로 자기의 대량생산이 가능해졌으나, 구연에 유약이 입혀지지 않아 갈끔하지 못한 단점이 있었다. 이런 완을 일컬어 ‘망구완(芒口碗)’이라고 부른다. 복소법은 송대 정요에서 대량 생산을 위해 사용된 소성법으로 송대 경덕진요에서도 이 방법을 채택하여 청백자를 생산하였다. 또한 방정백자완이라하여 경덕진요 청백자 가운데에는 정요의 문양이나 인화 기법을 모방하여 만든 것이 있다. 문양의 공간을 나누어 그 안에 절지형의 화문이나 연못에 노는 물고기 등의 내용을 주제로 한 문양이 인화 장식된 것도 있다. 정요를 모방하여 만든 자기를 일컬어 학계에서는 ‘방정(倣定)’이라고 부른다¹⁰⁾.

III. 연구 대상 및 연구 방법

3.1. 연구 대상

본 연구에서 국립중앙박물관 소장품인 청백자인각화혜문은구완과 백자은구대접은 그릇을 얹어두고 굽은 복소법¹¹⁾으로 만들어졌는데, 이 방법으로 구운 자기의 구연이 매끄럽지 못하기 때문에 구연을 보호하고 장식 효과도 얻기 위해 금속 재질의 테두리를 씌워준 것으로 보인다. 복송 중기에 개발된 이 소성 기법은 기물을 거꾸로 놓고 소성하는 방법이므로 구연에 유약이 시유되지 않게 된다. 이 방법의 장점은 층계식으로 배열하여 많은 기물을 한꺼번에 소성할 수

5) 서정호, 2007, 「파주 혜음원지 출토 청자 금속구 유물 분석」, 『제25회 학술대회발표논문집』, 한국문화재보존과학회.

6) 국립중앙박물관, 위의 도록, pp.364~365.

7) 국립중앙박물관, 위의 도록, pp.122~125.

8) 김영미, 2008, 『경덕진요 청백자 푸르름 속에 핀 순백의 미』, 국립중앙박물관, p.9.

9) 김영미, 앞의 책, p.10.

10) 김영미, 앞의 책, pp.30~34.

11) 이영욱, 1993, 『중국도자사』, 미진사, p.74.

있다는 것과 소성할 때 기물의 변화를 최소화할 수 있다는 것이다. 태토가 드러난 구연에 금속 테두리를 씌운 것이 일부 부식된 채로 남아있는 상태이었다.

청백자인각화훼문은구완 4점¹²⁾의 공통적인 특징으로 정요자기를 모방한 백자완이다. 구연부에 2mm 정도 외면과 내면에 유약이 없는 외반 구연의 형태로 제작되었다. 기벽(器壁)은 얇고 반투과성(半透光性)에 약간의 청색을 담은 우유 빛의 유약과 정성된 태토의 경질로 저부 끝까지 유약이 칠해져 있다. 외측 면은 아무런 문양이 없지만 안쪽 면은 매우 뚜렷하고 선명한 양인각(陽印刻) 문양이 있는데 안쪽 측면에는 화훼문(花卉文)을 나타내었다. 이러한 화훼문은 14세기 중엽의 원대 청화백자 문양의 전 단계에 놓을 수 있는 매우 중요한 자료라고 생각된다. 굽 부분은 5mm 크기의 두께로 얇으며 구연부에는 금속 재질의 테두리가 전체적으로 부식된 상태로 박락되어 탈락된 상태이다.

신안4018 백자은구대접은 명문백자완으로 구연은 밖으로 벌어진 외반 구연 형태로 내면에는 5mm 정도의 일률적인 간격으로 유약이 시유되어있지 않다. 내저에는 음각원 안에 ‘壽山福海’라고 새겨져 있다. 태토가 드러난 구연에는 금속 테두리가 부식되어 파손된 파편으로 고착되어 있다. 굽에는 유약이 시유되어 있지 않아 회갈색의 태토 색이 드러나 있다.

3.2. 연구 방법

금속 테두리 시편은 도자기 구연에 금속 테두리가 탈락되어진 파편을 가접합 후 접합 단면이 없는 부분이거나 작은 단편으로 박락된 부분을 채취하여 분석하였다. 신안2363, 신안2364, 신안2367에서 각각 2점, 신안2368에서는 탈락된 금속 테두리 잔편이 도자기 구연의 지름보다 많은 양의 크기로 탈락되어 있어 3점을 채취하였으며, 신안4018 에서는 도자기 구연에 작은 단편의 금속 테두리가 중첩된 것으로 보이는 한개의 박락 편을 분석하였다.

금속 테두리의 금속 조직 단면상을 관찰하기 위하여 시편

의 단면을 에폭시 수지에 장착시킨 후 100, 300, 800, 1000, 1200, 2400, 4000 사포와 알루미나 페이스트(Alumina paste) 0.3 μ m과 0.1 μ m로 연마하여 시료의 스크레이를 제거해 주었다. 연마가 끝난 시편은 (Ethanol 100ml, Nitric Acid 3ml)로 3초간 에칭하여 금속현미경(Metallurgical Microscope)으로 조직 단면도를 관찰하였다. 또한 시편 표면에 탄소 코팅(Carbon Coating)하여 주사전자현미경(SEM)으로 관찰하였다.

에너지분산형분석기(EDS)의 반사전자상(BEI)으로 성분의 분포도 및 조직 단면도의 불순물 입자에 대한 성분 분석을 실시하였다. 분석대상 유물 중에 금속 테두리 내면에 접착제로 추정되는 유기 물질을 채취하여 특별한 전처리 없이 퓨리어변환 적외선 분석기(FT-IR)¹³⁾로 조사하여 성분 분석하였다.

IV. 결과 및 고찰

4.1. 금속 테두리 조직 단면상 관찰

금속 현미경으로 100배와 200배에서 관찰하고 금속 조직 단면을 색상으로 구분해 보았다. 먼저 금속 심으로 보이는 부분과 금속 심 중간 중간에 부식되어 구멍이 난 것으로 보이는 부분, 부식 화합물 상태로 존재하는 부분, 부식이 되어 산화 피막으로 표면을 덮고 있는 부분으로 나누어 볼 수 있다.

Fig. 6에서 Fig. 10의 금속 단면상을 보면 평균적으로 시편 중심에 위치하면서 흰색의 제일 밝은 부분이 금속 심으로 보인다. 상대적으로 흰색의 제일 밝은 부분을 경계상을 이루는 어두운 회색 부분은 부식이 진행되고 있는 부식 화합물로 보인다. 또한 금속 테두리에 부분적으로 검은 색의 구멍들은 부식된 구멍 및 합금된 금속 성분이 탈락된 것으로 보인다. 특히 시편 경계면 주위에 밝은 회색

12) 국립중앙박물관 소장, 유물번호 (신안2363, 신안2364, 신안2367, 신안2368).

13) FT-IR 분석은 유기 화합물을 정성 분석하거나 진동 스펙트럼으로부터 분자의 진동수와 일치하는 특정 흡수인 적외선만을 선택적으로 흡수하는 분석 방법으로 시료의 형태나 별도의 전처리 과정 없이 표면 분석을 할 수 있는 장점을 가진 분석 장비이다.

부분은 이미 부식된 산화주석이 표면을 덮고 있는 양상을 보이고 있다. 이러한 부식된 조직 단면상들의 색상 차이는 금속 테두리에 함유되어 있는 성분 함량의 차이로 보인다. 또한 시편 경계면 주위에 1 μ m 이하 크기로 추정되는 띠(line)가 형성되어 부분적으로 관찰되고 있는 것이 큰 특징

으로 제작 당시부터 인위적으로 금속 테두리의 주성분이 아닌 다른 금속 성분을 첨가하거나 얇게 코팅한 결과로 추정해 볼 수 있으며, 금속 테두리 경계 단면 주위로 부식 산화물이 피막되어 상을 이루는 것으로 보인다.



Fig. 6. Observation of Tissue Section in metal bound rim (Shinan2363)



Fig. 7. Observation of Tissue Section in metal bound rim (Shinan2364)



Fig. 8. Observation of Tissue Section in metal bound rim (Shinan2367)



Fig. 9. Observation of Tissue Section in metal bound rim (Shinan2368)



Fig. 10. Observation of Tissue Section in metal bound rim (Shinan4018)

4.2. 금속 테두리 성분 분석

Fig. 11에서 Fig. 15은 에너지분산분석기(EDS)로 성분 분석하여 표준화된 결과 값으로 Table 1에 나타내었다. 먼저 전체적으로 측정된 시편에 성분 값의 양상을 공통적으로 확인하면 모든 분석 시료에서 Sn, O, Pb, S의 성분이

검출되었다.

Sn은 신안2367에서 최고 97.16 wt%로 측정되었으며, 나머지 시료에서는 100 wt%로 측정되었다. 따라서 ‘청백자인각화훼문은구완’ 과 ‘백자은구대접’ 은 은(銀)이 아닌 주석으로 금속 테두리를 제작되었기 때문에 도자기 명칭 또한 변경해야 할 것으로 보인다.

도자기 구연에 부착되는 금속 테두리 제작에 있어서 주석의 사용은 다른 금속들에 비해 녹는점이 232°C로 낮고 연성이 좋아서 은과 같이 성형이 용이하여 쉽게 테두리를 만드는 재료로 사용하였을 것으로 보인다. 그러나 주석으로 만들어진 금속 테두리는 부식이 한번 진행되면 국부적으로 부식이 발생될 수 있어 균열과 파손이 더 일어나는데, 13°C 이상에서는 산화성이 적지만 -30°C 정도에서는 회갈색의 비금속 물질로 변화하여 가루로 존재하기 때문에 고대에 출토된 유물 중에서도 주석¹⁴⁾으로만 제작되어진 유물은 극히 희소하다.

Sn 성분 다음으로 O 성분의 비중이 높게 나왔는데, Sn 성분이 100 wt%로 측정되지 않은 분석 지점에서는 모두 O 성분이 검출되었다. Sn이 해수면 위로 노출되면 산소와 만나 국부적으로 부식이 진행되는데, 깃털 속에 묻혀있을 당시에는 공기가 차단되어 금속 테두리가 큰 영향을 받지 않지만, 출토와 함께 대기 중 산소와 반응하여 급격히 산화 주석으로 분말화된 부식 산화물로 추정된다.

Fig. 16에서 Fig. 20은 파란색의 화살표로 시편 경계면 주위에 약 1 μ m 크기로 추정되는 띠(line)를 확인하기 위하여 주사전자현미경(SEM)으로 확대 관찰한 부분이다. 이러한 부분들을 에너지분산형분석기(EDS)로 측정하여 나타낸 성분 결과 값인 Table 1에서 보면 Sn, O, Pb, S 성분이 검출되는 부분에서 Pb와 S가 모든 분석 시편에서 정량 값만 다르고, 동반 검출되는 양상을 보이는 특징을 확인할 수 있었다. 여기에서 금속 테두리 시편의 최외각 경계면에 부분적으로 나타나는 1 μ m 크기로 추정되는 띠(line)가 Pb와 S의 성분으로 되어있음을 알 수 있지만, Table 1에서 Pb의 값은 S 성분 함량에 비해 조금 높게 함량을 가지고 있다¹⁵⁾.

금속 테두리 시편의 최외각 경계면에 부분적으로 나타난 1 μ m 크기로 추정되는 띠(line)는 금속 테두리에 납으로 코팅한 결과일 수도 있다. 금속 테두리의 제작에 있어서 납의 사용은 고대 중국에서 상대적으로 귀금속인 은을 사용

하기 보다는 표면 색도가 밝은 주석에 납을 이용하여 색도를 낮추어 은처럼 보이게 한 것으로 추정해 볼 수 있다. 또한 황이 금속 테두리에 묻어난 결과로 보면, 신안 해저에서 출토될 당시 도자기와 함께 수출품으로 성냥, 흑색 화약, 염료의 주원료인 황이 주석으로 만들어진 금속 테두리 표면에 녹아 묻어난 황화주석의 부식된 피막과 황화납으로도 추정해 볼 수 있겠다.

Table 1에서 보면 Cl은 신안4018인 ‘백자은구대접’에서만 검출되지 않았고, 신안(2363, 2364, 2367, 2378)인 ‘청백자인각화훼문은구완’ 4점에서는 부분적으로 검출되었다. Cl 값은 금속 테두리가 부분적으로 부식이 잘 일어날 수 있는 환경에 노출되어 있었음을 짐작하게 해주는 결과로, 신안 해저에서 출토된 도자기인 만금 염화류 및 염류를 다량으로 함유하고 있어 Cl은 Sn과 반응하여 염화 주석으로 추정해 볼 수 있겠다.

Table 1에서 Fe은 신안2363의 C위치 3지점과 4지점에서 그리고 신안2368의 E위치 1지점에서 부분적으로 검출된 것으로 보아서 도자기 유약 성분에 의해 검출되었거나, 매장된 토양에서 작은 양이 흡착된 것으로 보인다.

Si는 신안2367의 A위치 4지점, C위치 4지점에서 그리고 신안2368의 B위치 7지점과 8지점에서 검출되었으며, 백자은구대접인 신안4018의 A위치 5지점과 9지점에서 미량으로 검출되었다. Si는 천연에서는 전혀 존재하지 않으며, 지각 속에 함유되어 있는 원소로 대부분 산화물이나 규산염 같은 무기물로 존재하는 성분이므로 도자기 유약 층에서 검출된 결과로 추정할 수 있겠다.

Sn과 비슷한 성질의 특성을 가진 성분 Mg이 다른 분석 시료들에 비해 신안4018에만 높게 검출되었음을 알 수 있다. Table 1의 신안4018에서는 A위치에 2지점과 6지점을 제외한 외각 면에 Mg이 고루 검출된 결과가 나왔다. 이것으로 보아 실온의 공기 속에서는 변하지 않는 반면 용제로써 표면을 덮어서 산화마그네슘의 얇은 막이 신안4018

14) 산화주석의 부식 형태는 β 형 주석이 α 형 주석으로 진행되는 과정에서 주석은 α 제인 저온형의 회색 주석과 β 제인 고온형의 백색 주석으로 두 가지의 순수한 주석으로 이루어지는데, 주석의 전이 온도는 13.2°C 이나 -30°C 정도에서 장시간 방치하면 β 형의 주석이 α 형의 주석이 되어 부식이 빠르게 진행된다.

15) Pb와 S의 성분 정량 값에 있어 분석 장비에 따라 달라질 수 있으며, 에너지분산형분광계(EDS)은 가속전압 0~10 KeV 사이에서 각 원소에 정해진 최외각 전자 값을 우선적으로 peak 값을 산출하는 분석기기로 정확한 Pb와 S의 성분 정량 값에 있어 차이가 있을 수 있다. 따라서 본 연구에서 제시한 납과 황의 관한 정량값의 제시는 납과 황이 함유된 표준 시료를 제작하여 에너지분산형분광계(EDS)로 정성, 정량 값을 측정하여 오차 범위를 차 후 확인 할 필요가 있다.

시편에 산화 진행을 어느 정도 최소화하고 있는 것으로 보인다. 이밖에 나머지 성분들인 Al, Cu, As, Mn, N, Na, F은 Table 1에서 보면 약 3 wt% 미만의 성분 값들이

부분적으로 측정된 것으로 보아서 매장환경에서 흡착된 불순물로 남아 있는 것을 알 수 있다.

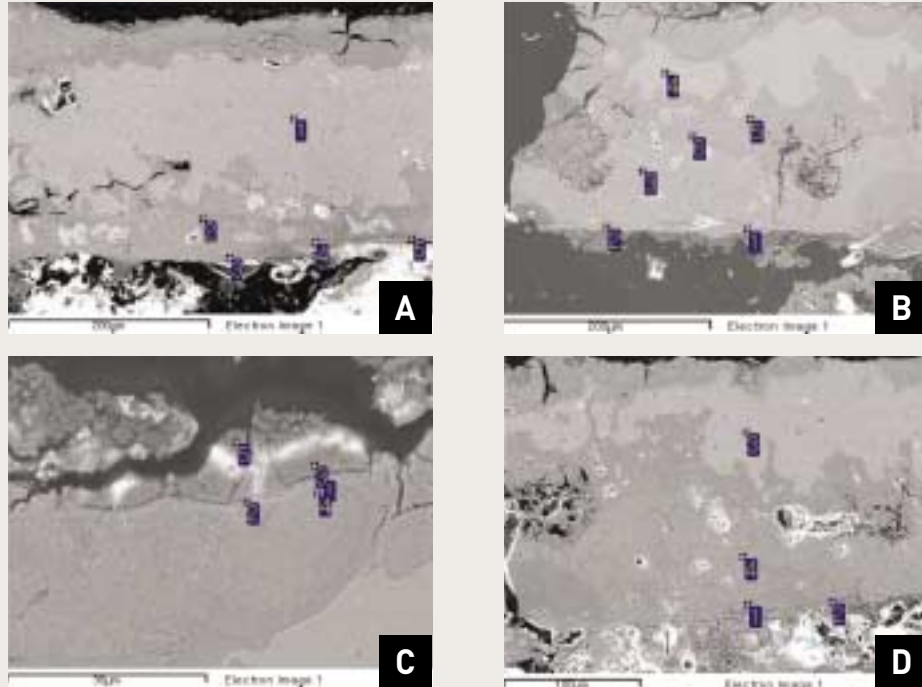


Fig. 11. Position of metal bound rim for analysis with EDS (Shinan2363)

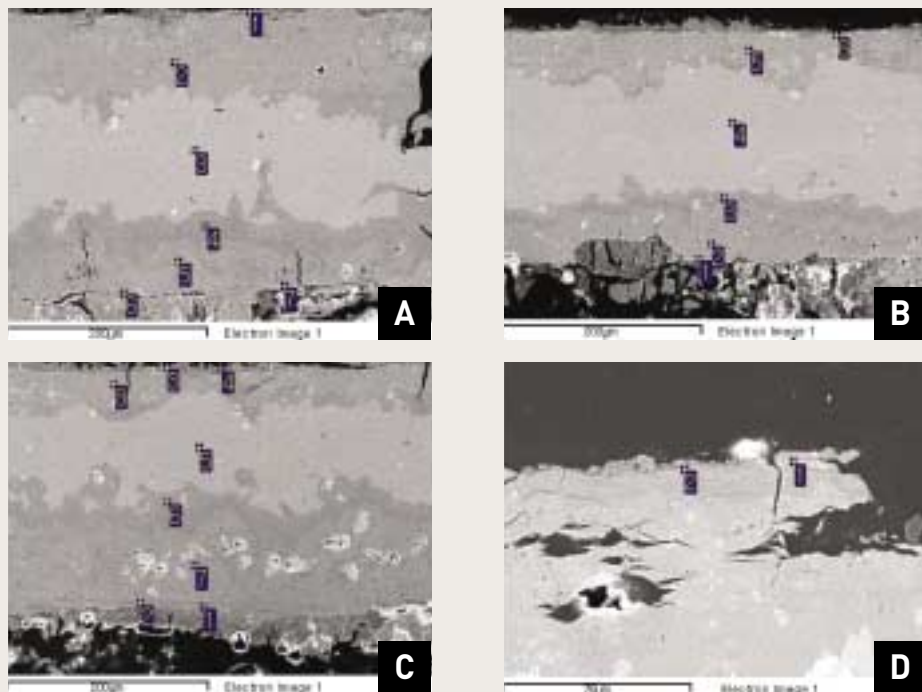


Fig. 12. Position of metal bound rim for analysis with EDS (Shinan2364)

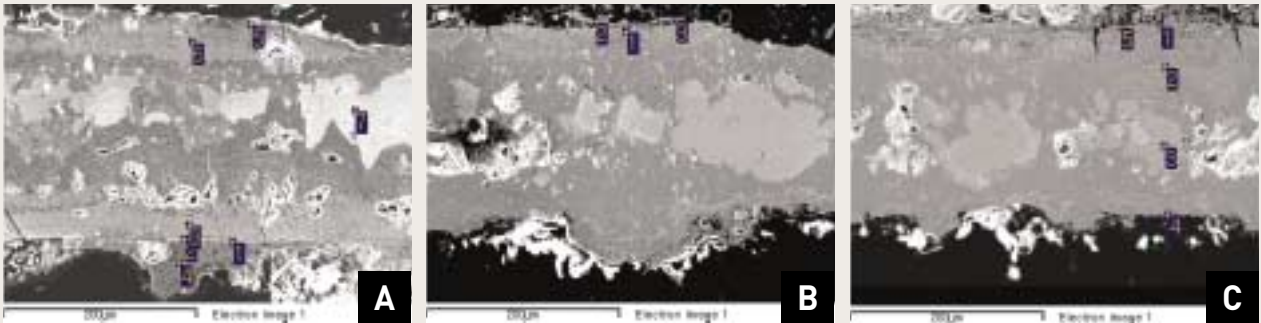


Fig. 13. Position of metal bound rim for analysis with EDS (Shinan2367)

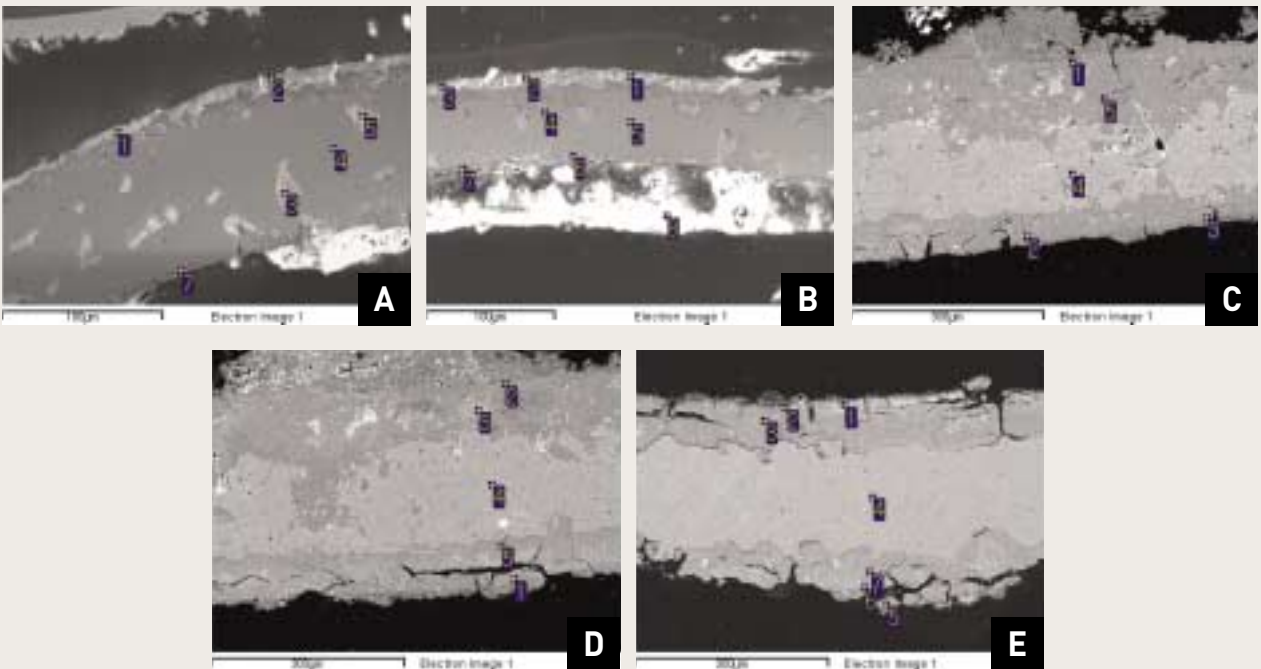


Fig. 14. Position of metal bound rim for analysis with EDS (Shinan2368)

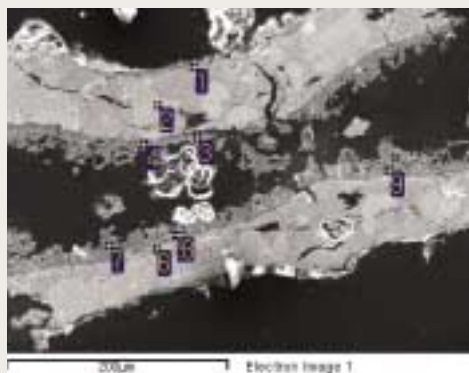


Fig. 15. Position of metal bound rim for analysis with EDS (Shinan4018)

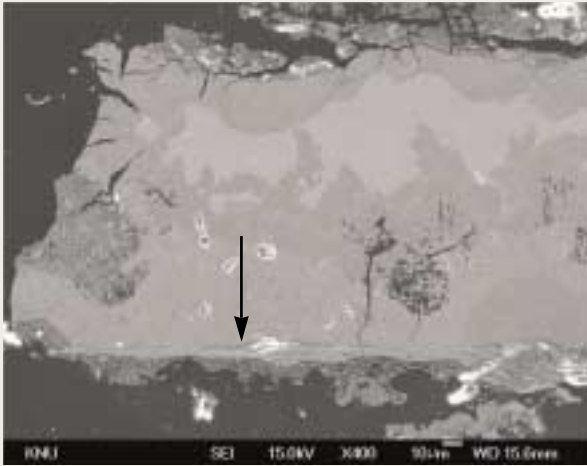


Fig. 16. Observation of metal bound rim by SEM (Shinan2363)

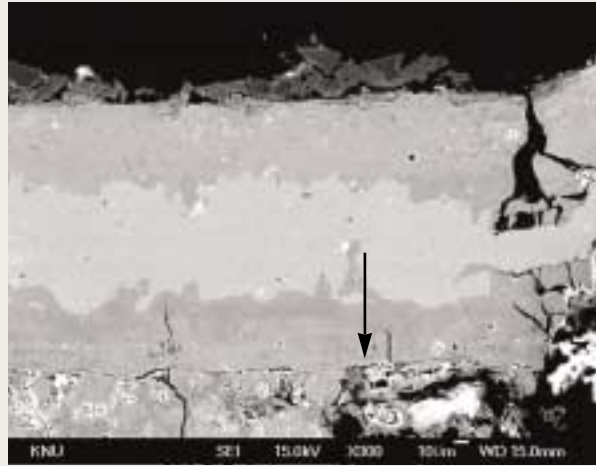


Fig. 17. Observation of metal bound rim by SEM (Shinan2364)



Fig. 18. Observation of metal bound rim by SEM (Shinan2367)

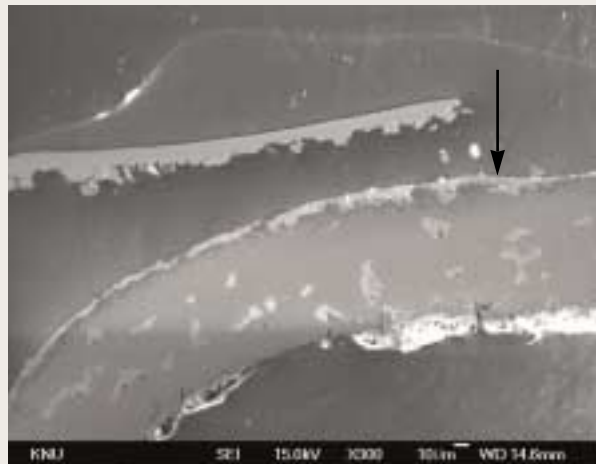


Fig. 19. Observation of metal bound rim by SEM (Shinan2368)

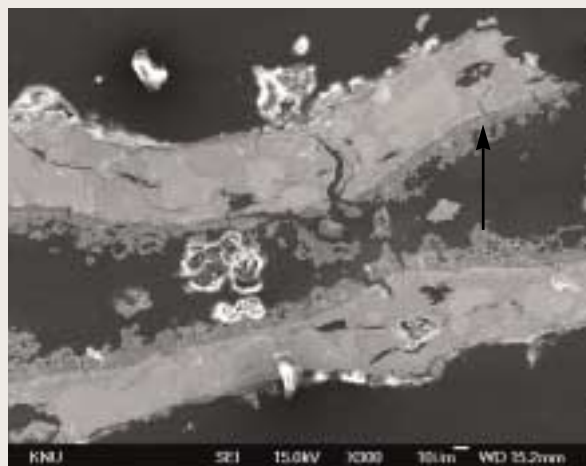


Fig. 20. Observation of metal bound rim by SEM (Shinan2363)

Table 1. EDS Component data.

Sample No	Position	Spectrum Point	Normalize Component (wt%)													
			Sn	Pb	Fe	Al	Cu	O	S	Cl	As	Mg	Mn	N	Si	
Group I : Bowl, white porcelain with impressed floral design and silver bound rim.																
Shinan (2363)	A	1	96.59	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.41	-
		2	76.56	-	-	-	-	18.76	-	4.68	-	-	-	-	-	-
		3	79.02	2.36	-	-	-	18	0.61	-	-	-	-	-	-	-
		4	55.54	21.06	-	-	-	13.27	10.13	-	-	-	-	-	-	-
		5	55.46	18.04	-	-	-	15.61	10.89	-	-	-	-	-	-	-
	B	1	59.54	14.68	-	-	-	9.79	15.99	-	-	-	-	-	-	-
		2	66.2	8.31	-	-	-	9.01	16.47	-	-	-	-	-	-	-
		3	82.75	-	-	-	-	17.25	-	-	-	-	-	-	-	-
		4	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		5	68.83	-	-	-	-	14.19	-	16.98	-	-	-	-	-	-
		6	72.22	0.59	-	-	-	25.07	1.05	1.08	-	-	-	-	-	-
	C	1	59.89	9.32	-	-	-	30.08	0.71	-	-	-	-	-	-	-
		2	58.6	10.37	-	-	-	30.09	0.93	-	-	-	-	-	-	-
		3	59.82	8.57	2.25	-	-	28.73	0.63	-	-	-	-	-	-	-
		4	74.19	0.5	-	-	-	25.31	-	-	-	-	-	-	-	-
		5	53.5	6.92	4.88	-	-	32.35	2.35	-	-	-	-	-	-	-
	D	1	68.88	3.97	-	-	-	15.11	12.04	-	-	-	-	-	-	-
		2	67.62	6.2	-	-	-	13.59	12.59	-	-	-	-	-	-	-
		3	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		4	80.61	-	-	-	-	19.39	-	-	-	-	-	-	-	-
Shinan (2364)	A	1	53.78	18.73	-	-	-	25.65	1.84	-	-	-	-	-	-	
		2	81.71	1.54	-	-	-	16.74	-	-	-	-	-	-	-	
		3	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		4	70.43	-	-	-	-	27.55	0.96	1.06	-	-	-	-	-	
		5	80.43	-	-	-	-	19.57	-	-	-	-	-	-	-	
		6	64.61	8.87	-	-	-	11.97	13.27	1.29	-	-	-	-	-	
	B	7	61.6	12.07	-	-	-	10.76	14.37	1.2	-	-	-	-	-	
		1	58.64	11.23	-	-	-	21.05	9.08	-	-	-	-	-	-	
		2	78.65	-	-	-	-	21.08	0.27	-	-	-	-	-	-	
		3	77.9	-	-	-	-	21.2	-	0.9	-	-	-	-	-	
		4	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		5	62	13.22	-	-	-	12.21	12.57	-	-	-	-	-	-	
6	62.42	9.87	-	-	-	23.57	4.14	-	-	-	-	-	-			

Table 1. (Continued)

Sample No	Position	Spectrum Point	Normalize Component (wt. %)													
			Sn	Pb	Fe	Al	Cu	O	S	Cl	As	Mg	Mn	N	Si	
Group I : Bowl, white porcelain with impressed floral design and sliver bound rim.																
Shinan (2364)	C	1	69.75	4.83	-	-	-	13.54	11.89	-	-	-	-	-	-	
		2	56.78	17.36	-	-	-	12.42	13.44	-	-	-	-	-	-	
		3	62.07	10.81	-	-	-	25.96	1.17	-	-	-	-	-	-	
		4	57.94	13.36	-	-	-	27.05	1.64	-	-	-	-	-	-	
		5	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		6	70.59	-	-	-	-	13.02	-	16.39	-	-	-	-	-	
		7	82	-	-	-	-	18	-	-	-	-	-	-	-	
		8	83.58	-	-	-	-	16.42	-	-	-	-	-	-	-	
	D	1	67.32	1.54	-	-	-	26.51	4.63	-	-	-	-	-	-	
		2	57.09	7.52	-	-	-	30.57	4.82	-	-	-	-	-	-	
	Shinan (2367)	A	1	56.55	10.59	-	-	-	22.32	10.55	-	-	-	-	-	-
			2	60.24	6.68	-	-	-	22.24	10.84	-	-	-	-	-	-
			3	83.21	-	-	-	-	16.79	-	-	-	-	-	-	-
			4	57.8	8.19	-	-	-	23.85	9.04	-	-	-	-	-	1.12
			5	49.56	20.29	-	-	-	18.79	11.35	-	-	-	-	-	-
6			79.25	-	-	-	-	20.75	-	-	-	-	-	-	-	
7			97.16	-	-	-	-	2.84	-	-	-	-	-	-	-	
B		1	73.94	-	-	-	-	26.06	-	-	-	-	-	-	-	
		2	51.89	24.06	-	-	-	5.57	18.48	-	-	-	-	-	-	
		3	64.57	5.21	-	-	-	12.46	16.92	0.84	-	-	-	-	-	
C		1	60.52	16.8	-	-	-	6.22	16.46	-	-	-	-	-	-	
		2	75.12	-	-	-	-	15.93	1.5	7.45	-	-	-	-	-	
		3	97.1	-	-	-	-	2.9	-	-	-	-	-	-	-	
		4	57.49	7.71	-	-	-	25.64	-	1.29	-	-	-	-	7.87	
		5	66.09	3.07	-	-	-	29	1.84	-	-	-	-	-	-	

Table 1. (Continued)

Sample No	Position	Spectrum Point	Normalize Component (wt. %)												
			Sn	Pb	Fe	Al	Cu	O	S	Cl	As	Mg	Mn	N	Si
Group I : Bowl, white porcelain with impressed floral design and sliver bound rim.															
Shinan (2368)	A	1	37	30.78	-	-	3.34	24.52	4.36	-	-	-	-	-	-
		2	48.39	14.6	-	-	-	33.21	1.65	-	-	2.15	-	-	-
		3	-	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		4	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		5	-	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		6	43.54	26.62	-	-	-	23.62	3.95	-	2.27	-	-	-	-
	B	1	26.26	39.82	-	-	-	27.86	6.06	-	-	-	-	-	-
		2	35.06	36.51	-	-	-	24.74	3.68	-	-	-	-	-	-
		3	52.63	15.2	-	-	-	28.63	2.25	-	-	1.3	-	-	-
		4	-	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		5	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		6	-	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		7	40.94	24.54	-	-	-	26.97	6.79	-	-	-	-	-	0.76
		8	46.74	7.33	-	-	-	36.25	6.41	-	-	-	-	-	3.27
	C	1	65.93	3.27	-	-	-	17.8	11.84	1.16	-	-	-	-	-
		2	73.5	-	-	-	-	8.45	18.04	-	-	-	-	-	-
		3	62.33	-	-	-	-	23.4	14.27	-	-	-	-	-	-
		4	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		5	70.77	1.68	-	-	-	12.12	-	15.43	-	-	-	-	-
	D	1	71.21	-	-	-	-	15.95	12.84	-	-	-	-	-	-
		2	60.04	6.49	-	-	-	21.41	12.05	-	-	-	-	-	-
		3	73.48	-	-	-	-	25.69	0.83	-	-	-	-	-	-
		4	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		5	71.35	-	-	-	-	28.65	-	-	-	-	-	-	-
E	1	56.74	7.29	2.65	-	-	31.94	1.38	-	-	-	-	-	-	
	2	61.16	8.21	-	-	-	29.83	0.8	-	-	-	-	-	-	
	3	66.83	7.9	-	-	-	25.27	-	-	-	-	-	-	-	
	4	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	5	60.57	11.2	-	-	-	14.75	13.45	-	-	-	-	-	-	
	6	79.05	4.09	-	-	-	16.86	-	-	-	-	-	-	-	
	7	69.47	-	-	-	-	29.02	0.54	0.97	-	-	-	-	-	
Group II : Dish, white porcelain with sliver bound rim.															
Shinan (4018)	A	1	55.89	11.25	-	-	-	31.17	0.06	-	-	1.63	-	-	-
		2	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		3	33.28	18.13	-	-	-	40.16	2.89	-	-	5.54	-	-	-
		4	36.19	10.74	-	-	-	43.38	3.08	-	-	6.61	-	-	-
		5	37.8	11.27	-	-	-	39.9	2.29	-	-	7.05	-	-	1.7
		6	31.76	42.18	-	-	-	21.5	4.56	-	-	-	-	-	-
		7	41.84	4.75	-	-	-	40.92	2.29	-	-	7.89	2.31	-	-
		8	29.05	29.73	-	-	-	30.98	5.02	-	-	5.22	-	-	-
		9	38.67	10.9	-	0.92	-	40.05	2.74	-	-	5.09	-	-	1.63

4.3. 푸리에변환 적외선 분석 조사

구연부에 부착되어있던 금속 테두리 중 약 30mm 정도 크기로 파손되어 있는 시편 중, 금속 테두리 내면에 접착제로 추정되는 검은 색 물질이 있음을 확인할 수 있었다(Fig. 21, 22). Fig. 21과 22을 자세히 살펴보면, 금속 테두리 내면에 액체 상태에서 편과 편 사이에 눌러져 응고된 상태로 여겨지는 검은 황갈색의 유기 물질을 확인할 수 있다.

FT-IR 분석은 유기 화합물을 정성 분석하거나 진동 스펙트럼으로부터 분자의 진동수와 일치하는 특정 흡수인

적외선만을 선택적으로 흡수하는 분석 방법으로 시료의 형태나 별도의 전처리 과정 없이 표면 분석을 할 수 있는 장점을 가진 분석 장비이다. 분석 대상인 신안2367 청백자인각 화훼문은구완에서 탈락된 금속 테두리 내면에 고착되어있는 유기 물질의 성분을 확인하고자 FT-IR(푸리에변환 적외선 분석기)를 이용하여 분석하였다.

Fig. 23은 기존에 분석된 전통 옷칠의 스펙트럼과 도자기 구연부에서 탈락된 금속 구에서 접착제로 보이는 물질의 스펙트럼을 서로 비교한 것이다. Fig. 23에서 보면 위에 (a) 노란색의 스펙트럼 값은 전통 옷칠로 사용되었던

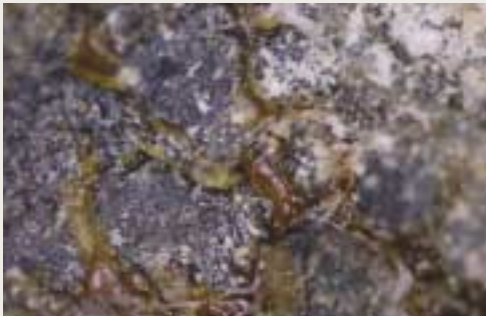


Fig. 21. Joining material of metal bound rim (X 20)



Fig. 22. Joining material of metal bound rim (X 40)



Fig. 23. Comparison adhesive material on metallic bound rim through FT-IR
(a) Traditional lacquer, (b) Adhesive material in metal bound rim of Shinan2367

시편이고, 아래의 (b) 파란색의 스펙트럼 값은 신안 해저에서 출토된 청백자인각화훼문은구완(신안2367) 금속 테두리 내면에 접착 물질로 추정된 분석 스펙트럼 값이다. 600~1800cm⁻¹ 부근의 스펙트럼 값을 보면, 서로 상당히 유사한 형태를 가지며 아래 파란색의 peak 값인 1008cm⁻¹과 1034cm⁻¹ 지점에서 큰 흡수가 나타나는데, 이것은 도자기의 출토지가 지상이 아닌 신안 해저에서 출토되었기 때문에 광물질의 무기 성분들이 오염되어 포함된 것으로 판단된다. 이렇게 전체적으로 유사한 스펙트럼 값으로 볼 때 옷을 접착제로 사용하였을 것이라 판단된다. 현대에도 목제를 접착할 때 생칠이 아닌 밀풀이나 토분 등으로 적절하게 혼합하는 것으로 보아 아마도 생칠만을 사용하여 접착하지는 않았을 것이라 생각된다.

V. 맺음말

본 연구는 신안 해저에서 출토된 도자기 중 구연에 금속 테두리(金屬鈎)를 덧씌운 청백자인각화훼문은구완 4점(Fig. 1~4) 및 백자은구대접 1점(Fig. 5)에 대해 재질 분석 및 제작 기법을 연구한 내용으로써 다음과 같은 결과를 얻었다.

첫째, 신안 해저에서 출토되어 현재 국립중앙박물관에 소장되어 있는 일부 청백자인각화훼문은구완 4점과 백자은구대접 1점의 구연에 부착되어 있는 금속 테두리는 어떠한 과학적 분석을 거치지 않은 채, 단지 문헌상의 기록과 육안 판별로 금속 테두리의 성분을 은으로 알고 은구완과 은구대접으로 명칭되어 왔으나, 이번 금속 테두리 부분을 분석 조사한 결과, 재질이 주석임을 확인할 수 있었다. 앞으로 국립중앙박물관에 소장되어 있는 청백자인각화훼문은구완 4점과 백자은구대접 1점뿐만 아니라, 기록상 문헌이나 도록에 나타난 금속 테두리를 보존처리 하기에 앞서 그 재질에 대한 사전 조사의 중요성을 확인할 수 있었다.

둘째, 도자기 구연에 금속 테두리를 부착하는데 있어 어떤 접착제를 사용하였는지에 대한 문헌적 기록이나 과학적 조사가 전무한 상태이었으나, 이번 조사에서 도자기 구연과 금속 테두리가 접촉되는 내면에 검은 색 유기 물질이

발견되어 이를 성분 분석해본 결과, 옷칠 성분임을 확인할 수 있었다. 이러한 성분 결과는 중국이나 한국에서 목제에 주로 사용되는 천연 도료 재료인 옷칠을 접착제로 사용하고 있음을 밝혀낸 중요한 분석 자료라 생각된다.

본 연구 결과를 통해 고대 중국에서 사용된 금속 테두리의 정확한 재질이나 접착 방법을 알아내었기 때문에 향후 국립중앙박물관 소장품 중에 복원이 힘든 여러 도자기의 금속 테두리 편들을 중국 전통 기법인 옷칠을 사용한 복원 방법으로 재현 복원할 수 있는 계기가 되었다. 또한 복소법으로 소성하여 구연에 다양한 재질의 금속 테두리로 장식한 도자기의 보존 처리 방향을 제시할 수 있는데 큰 의의가 있다.

VI. 참고문헌

1. 국립중앙박물관, 2007, 『국립중앙박물관 소장 中國陶磁』, 국립 중앙박물관.
2. 김영미, 2005, 『신안선과 도자기 길』, 국립중앙박물관 명품 선집 18, 국립중앙박물관.
3. 김영미, 2007, 「국립중앙박물관 소장 중국 도자의 내용과 성격」, 『국립중앙박물관 소장 中國陶磁』, 국립중앙박물관.
4. 김영미, 2008, 『경덕진요 청백자 푸르름 속에 핀 순백의 미』, 국립중앙박물관.
5. 서정호, 1993, 「파주 해음원지 출토 청자 금속 구 유물 분석」, 한국문화재보존과학회, 제25회 학술대회발표논문집
6. 이영옥, 『중국도자사』, 미진사.
7. 이해순·황현성, 2007, 『보존과 복원의 세계-토기/자기』, 국립 중앙박물관.