천목다완(天目茶盌)의 복원과 유약분석
– 신복원재료의 적용 –

黃 鉉 盛† · 李 海 順 · 姜 炯 台
국립중앙박물관 보존과학팀

Conservation and Chemical Composition of Temmku bowl with hare's fur markings
- Applying new restoration material -

Hyunsung Hwang†, Haesoon Lee and Hyungtae Kang
Conservation Science Team, The National Museum of Korea

요 약 국립중앙박물관 보존과학실은 소장품의 유물상태에 따라 보존처리 우선순위 등급을 작성하였고, 2006년부터 연차적인 보존처리를 수행해오고 있다. 본 논문은 그 중 천목다완(신도1961)의 결손된 부분을 새로이 개발한 신복원재료를 사용하여 복원하는 과정을 소개하고 일부 박락된 유약층은 LIBS와 SEM-EDS분석기기를 사용하여 천목다완의 독특한 문양을 나타내는 유약성분을 분석하였다.

Abstract The Conservation Science Laboratory of the National Museum of Korea had drawn up the list of conservation treatment priority according to the artifact status in the collection and performed conservation treatment based on the priority list since 2006.
This paper introduces the restoration process of the lost part of a black teacup(Sindo 1961) with newly developed restoration material. Part of the peeled off glaze was analyzed with LIBS and SEM-EDS analyser to find out the glaze ingredients that make the unique pattern of black teacup.

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

https://doi.org/10.22790/conservation.2006.7.0033

Ⅰ. 머리말

국립중앙박물관 보존과학실에서는 수장고에 보관중인 토기/자기 소장품 중 해저에서 인양되어 보존상태가 양호하지 않는 소장품 등을 조사하여 소장품 보존상태를 등급별로 분류, 정리해 놓은 자료가 있다. 이 자료에 따라 연차적으로 유물 상태별로 보존처리를 계획하여 보존처리를 해오고 있다. 그 중에 지난 1990년 8월경에 전라남도 신안군 지도면 방축리 도덕도 앞바다에서 도굴되었다가 압수된 신도1961 천목다완을 중심으로 결손된 부분의 복원과정 내용과 새로운 복원재료의 적용 사례, 그리고 천목다완 유약의 특징인 토끼털 문양의 발색 방법을 소개하고자 한다.

Ⅱ. 신복원재료의 실험

1. 에폭시 퍼티와 소성점토의 혼합비

신복원재료는 에폭시 퍼티와 소성점토를 혼합한 것으로 에폭시 퍼티의 단점을 극복하여 도자기 성형에 적합한 물리 · 화학적 특성을 구현한 재료이다

에폭시 퍼티는 굳는 속도가 비교적 빠른 편[1] 이어서 복원할 때 형태를 수정할 수 있는 시간이 제한적이며, 물성이 지나치게 강하여 성형이 완료된 후에는 형태 수정이 어려운 것이 큰 단점이다. 반면 소성점토(Original Sculpey)는 130℃~160℃에서 15분 정도 가온경화 시킨 후에야 강해지기 때문에 상온에서는 강도가 매우 약하고 굳지 않아서 형태를 유지할 수 없으므로 토기/도자기 복원에는 부적합하다.

Table 1. Yellowing of New repair materials

Repair materials	Before U.V			Exposure U.V			| ⊿L | + | ⊿a | + | ⊿b |
	L	a	b	L'	a'	b'	
Oven Baked Clay	83.37	0.65	9.20	82.73	0.24	11.26	3
Ceramics Epoxy Putty	77.43	-1.73	13.11	74.67	-1.33	21.78	11
Wood Epoxy Putty	71.14	3.13	15.83	70.00	2.67	22.61	8

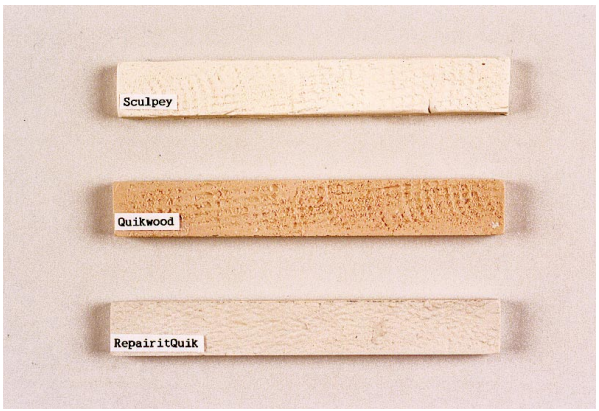

Fig. 1. Baked Samples.

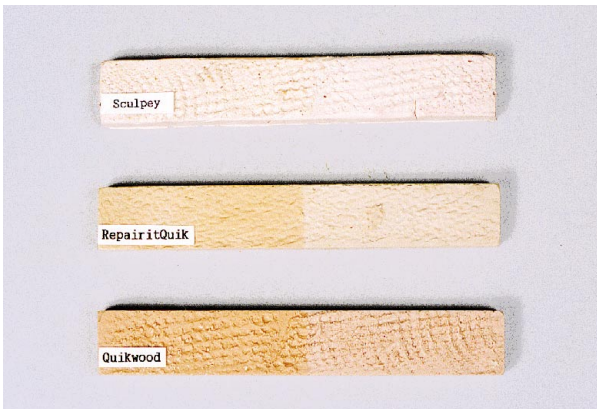

Fig. 2. Exposed to U.V of Samples(after Baked).

1) 세라믹용 에폭시 퍼티(Repair it quick)의 경화시간은 3~5분, 목공용 에폭시 퍼티(Quick Wood)는 경화시간이 15~25분이며 완전하게 경화되는 시간은 24시간정도 걸린다.

이러한 점을 개선하기 위하여 에폭시퍼티와 소성점토(Original Sculpey)를 각기 다른 배율로 혼합하여 물성을 개선하였다. 그 결과 신복원재료는 혼합 물성에는 큰 변화를 일으키지 않으면서 복원재료로 사용하기에 편한 강도를 가지는 반고체 상태의 재료로 바뀌었으며, 이것은 토기·도자기의 표면 질감을 복제하기에도 매우 편리하였다.

2. 에폭시 수지와 소성점토의 황변성 측정

신복원재료의 물리적 특성의 편리함 뿐만 아니라 화학적인 황변에도 안정성이 있는지 여부를 알기 위하여 자외선 조사실험을 실시하였다. 세라믹용 에폭시 퍼티(Repair it quick), 목공용 에폭시 퍼티(Quick Wood), 소성용점토(Original sculpey)[2]를 각각 14×2×1cm의 시편으로 만든 후 열풍건조기(OF-22, JERO TECH)에서 130℃ 온도로 15분간 소성을 하였다. 이 가온된 시편의 황변도 측정을 위하여 절반부분만을 자외선조사기(CC-80, Spectroline, Japan)에 200시간 강제 노출 시킨 후, 시편의 나머지 절반부분 즉, 가온은 되었지만 자외선에 노출되지 않은 부분과 비교한 색도차 값을 구하였다(Table 1, Fig. 1,2).

측정결과, 노출전후의 $|\Delta L|+|\Delta a|+|\Delta b|$ 값은 상대적인 값으로 10±2 범위 안에 있으며 소성점토의 값은 3으로 황변도가 현저히 낮아 천연점토가 내황변성이 있음을 확인할 수 있었다.

위의 실험을 통하여 에폭시 퍼티와 소성점토가 각기 사용하기에 적합한 재료임을 알 수 있었으며 혼합하기에 적합한 비율을 찾기 위하여 2차실험을 하였다. 소성점토(SC)에 대한 세라믹용 에폭시퍼티(RQ)와 목공용 에폭시퍼티(QW)의 비율을 80%, 70%, 60%로 변화를 주면서 각기 혼합비율이 다른 시편을 만들고 각각 130℃, 140℃, 150℃, 160℃ 조건에서 15분간 소성을 하였다. 이 소성된 시편을 자외선조사기에 200시간 노출을 시킨 후 각 시편의 노출 전·후 황변차를 색도계로 측정하여 비교하였다.

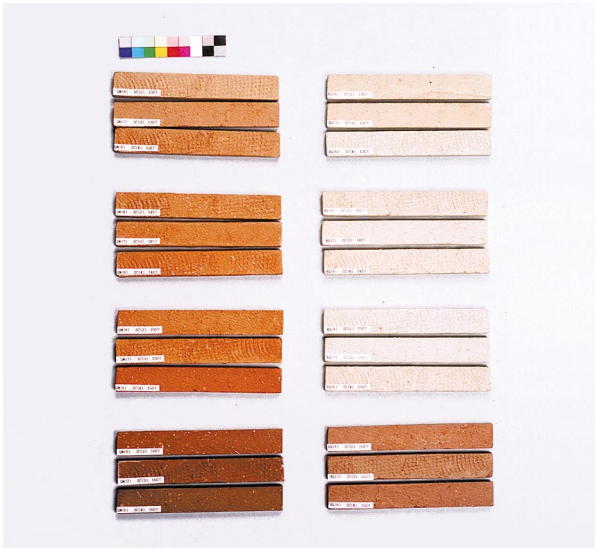

Fig. 3. Baked of samples.

가온된 혼합시편은 Fig.3 에서 볼 수 있는 것과 같이 색상이 짙어진다. 황변도는 노출 전·후의 색도값을 비교하면 알 수가 있는데, 즉, QW가 RQ보다 많이 황변이 되었으며 황변 한계값은 Table 1의 결과와 같이($|\Delta L|+|\Delta a|+|\Delta b| = 10\pm2$)을 기준으로 할 때 가온으로 인한 추가황변이 일어나지 않음을 확인 할 수 있기 때문에 복원제로 사용하기에 안정하다. RQ+SC 중에서도 140℃, 150℃ 범위를 제외하고 130℃, 160℃, 범위에서 사용하는 것이 유리하다. QW+SC중에서도 130℃, 140℃, 150℃를 제외하고 160℃ 가온온도를 사용하는 것이 바람직함을 알 수 있었다(Table 2[3]).

Ⅲ. 처리전 상태와 처리방침

1. 천목다완(天目茶盌)

국립중앙박물관에서 소장하고 있는 천목다완은 전라남도

2) 세라믹용 에폭시퍼티, 목공용 에폭시 퍼티는 상온에서 경화가 되면 소성여부에 상관없이 원래의 에폭시가 가지고 있는 강도를 가진다. 반면에 소성점토는 폴리머 점토로서 소성 전에는 강도가 매우 약하여 작은 충격에도 쉽게 휘어지나 소성 후에는 어느 정도의 형태를 유지할 수 있을 정도의 강도를 지니게 된다.

3) Sample 명칭의 예→ R82130은 RQ(리페어 퀵)+SC(소성점토)를 8:2로 혼합후, W82130은 QW(퀵우드)+SC(소성점토)를 8:2로 혼합후 130℃에서 15분간 가온한 것이다.

Table 2. Variation of Chroma Values

RQ+SC	Before U.V			Exposure U.V			|⊿L| + |⊿a| + |⊿b|
Samples	L	a	b	L'	a'	b'	
R82130	74.91	1.57	17.54	74.20	0.35	18.82	3.21
R73130	74.90	3.94	19.25	74.28	2.22	19.19	2.40
R64130	74.46	0.18	14.62	71.45	0.48	20.51	9.20
R82140	74.08	1.57	16.14	72.12	1.65	21.86	7.76
R73140	75.86	-0.21	15.08	70.43	1.22	23.01	14.79
R64140	75.68	1.50	16.33	71.84	1.99	22.67	10.67
R82150	76.15	-0.40	12.75	71.28	-0.03	24.61	17.10
R73150	76.73	-0.35	12.76	71.10	0.88	25.00	19.10
R64150	75.44	1.97	15.28	70.76	2.14	23.79	13.36
R82160	57.29	14.01	17.36	60.28	10.52	17.45	6.57
R73160	59.07	10.72	17.24	61.24	7.71	18.96	6.90
R64160	57.27	12.97	15.74	57.95	9.75	20.73	8.89

QW+SC	Before U.V			Exposure U.V			| ⊿L| +| ⊿a| +| ⊿b|
Samples	L	a	b	L'	a'	b'	
W82130	65.81	10.26	20.65	66.49	6.73	26.06	9.62
W73130	60.98	13.35	21.67	67.63	6.34	20.19	15.14
W64130	59.97	13.84	22.11	63.86	9.30	22.75	9.07
W82140	61.26	14.08	22.53	62.47	10.22	27.95	10.49
W73140	59.33	16.16	23.49	63.99	10.20	26.09	13.22
W64140	56.96	17.26	23.43	60.37	12.79	26.47	10.92
W82150	57.85	15.94	23.58	63.94	10.50	22.96	12.15
W73150	56.34	17.74	25.21	61.01	11.62	25.79	11.37
W64150	54.66	19.57	24.03	59.33	14.08	25.18	11.31
W82160	51.41	14.00	16.89	54.25	11.15	19.96	8.76
W73160	48.88	13.05	14.38	53.22	7.50	14.09	10.18
W64160	51.32	9.86	13.47	52.47	9.94	16.53	4.29

신안군 도덕도 앞바다에서 도굴되었다가 압수된 중국자기로서 구연부에는 약간 곡구(曲口)된 형태를 하고 있으며 시유는 두터우며 색은 갈흑색이고 유약상면에는 옅은 푸른색의 세로 줄무늬 모양(兎毫文)[4]이 전체적으로 나타나 있다(Fig. 5). 저부는 굽 형태를 하고 있으며 굽을 성형할 때 대나무 칼을 거칠게 깎은 흔적이 부분적으로 보인다. 특히, 흑유의 유약이 묻지 않은 노태된 태토부분에는 패각이 고착되어 있었다 (Fig. 6).

1. 1 처리내용

1. 1. 1. 처리전 상태

천목다완은 크게 구연부와 기벽부가 1/3가량 크게 파손되어 있는 상태이었으며 해저에서 인양되어 방치된 채 수장고에 보관되어있어 유약층이 매우 약화된 상태이었다. 먼저 결손된 구연부를 살펴보면 형태는 약간 외반되어 구부러진 상태를 하고 있으며 파손정도는 1/4가량이었다

4) 흑유 토끼털 무늬 잔(黑釉兎毫文盞)은 중국 푸젠성(福建省) 지엔양(建陽) 일대에 위치한 가마터에서 제작된 자기로서 당나라 말기에서 원(元)나라 때까지 생산하였다. 이 건잔은 태토색이 검으며 겉면의 유약이 밑바닥까지 흘러내린 것이 특징이다.

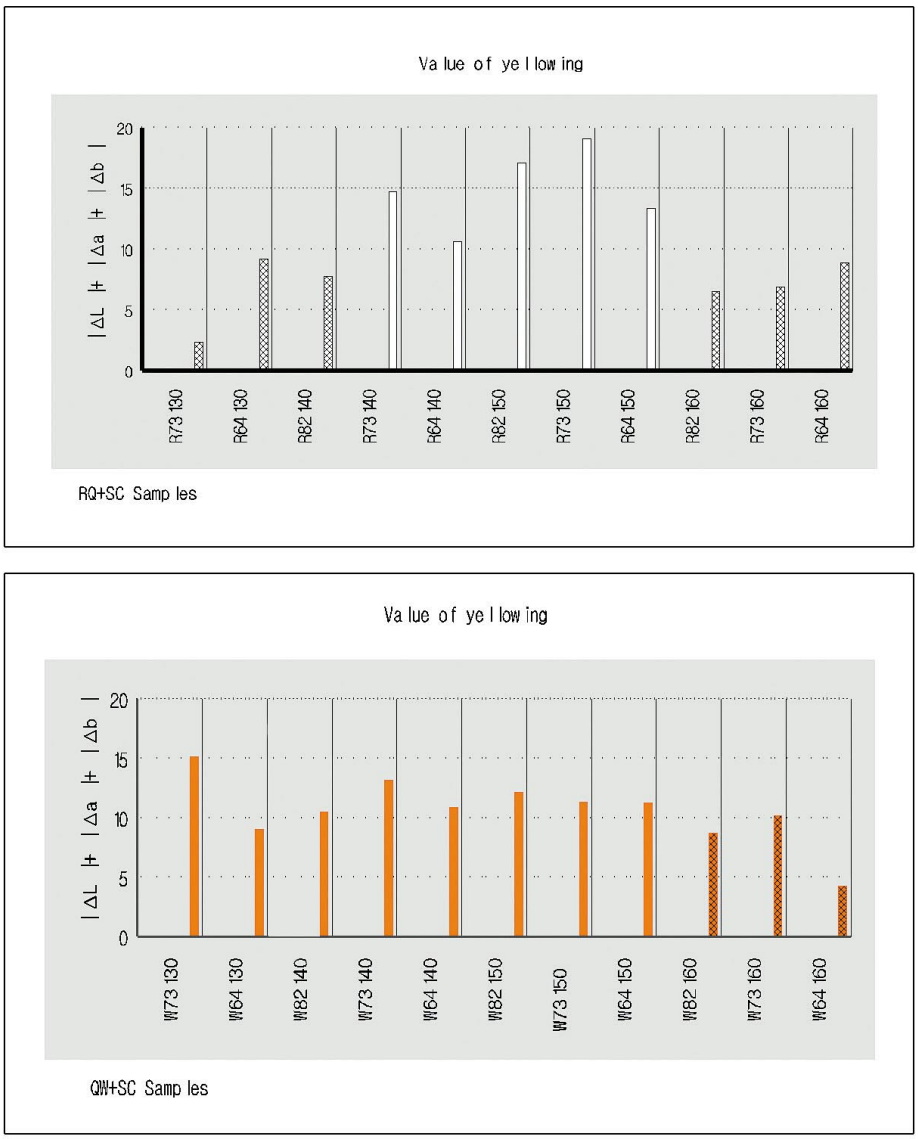

Fig. 4. Yellowing of Samples.

Fig. 5. Condition prior to Tretment of Temmku bowl with hare's fur markings.

Fig. 6. Sticked to Shellfish.

Fig. 7. Restoration of Cast Piece.

Fig. 8 Condition after Treatment.

(Fig. 7). 또한, 기벽부에서도 구연부와 마찬가지로 넓게 파손되었다. 이렇듯 파손된 부분을 자세히 살펴보면 인양 당시 파손된 것이 아니라 해저에서 인양되기 이전에 이미 배가 침몰하면서 파손된 채 오랜 기간동안 갯벌에 묻혀 있었던 것으로 생각 할 수 있다. 또 다른 손상부분은 저부와 굽부분에 고착된 패각류 들이었다(Fig. 8). 일반적으로 이런 패각류 들은 약화된 유약층에 고착되어 유약층을 파손시키기도 하지만, 이 천목다완에서는 저부와 굽부분에 노태된 태토부분에서만 패각이 붙여 있어 패각류를 제거하는데 큰 어려움은 없는 편이었다. 따라서 본 처리에서는 해저에서 인양되어 태토 내에 포함된 염분을 완전하게 제거해준 다음 신 복원재료를 사용하여 결손부분을 복원시켜주기로 하였다.

1. 1. 2. 예비조사

보존처리를 하기 전에 반드시 거쳐야 하는 작업으로 이 과정에서는 중국자기의 현 상태를 상세하게 기록하고 실측하여 처리 전·후의 상태를 비교할 수 있도록 기록해야 한다. 또한, 상세한 기록과 세밀한 관찰은 실제 자기보존처리 중 생길 수 있는 실수를 사전에 예방하고 자기의 상태에 따라 적절한 보존처리를 행할 수 있는 처리과정이다.

먼저 보존처리과정을 상세하게 기록하기 위한 기록카드를 준비한다. 그리고 자기를 인수받은 즉시 사진촬영을 한다. 사진촬영은 인수 당시 자기의 파손정도나 세밀한 관찰에 매우 중요한 근거자료이기 때문에 촬영을 빨리 하면 할수록 좋다. 사진촬영이 완료되면 본격적으로 자기 상태에 대한 세밀한 기록과 실측을 한다. 조사가 완료되면 기록카드를 토대로 처리하려는 자기에 적합한 처리방법을 선정하여 처리계획을 수립한다.

1. 1. 3. 자기 태토 내의 염분 제거

도자기의 태토와 유약층 사이에 축적된 염분을 완전하게 제거하기는 매우 어려운 편이다. 이는 도자기가 제작되어 현재까지 내려오면서 자연스럽게 축적되었기 때문이며 탈염과정에서 유약층이 약화되어 박락되기도 하기 때문이다. 이러한 해저환경에서 얻어진 약화요인에도 불구하고 탈염처리과정은 반드시 거쳐야 한다. 따라서 이 유물 또한 염분피해가 매우 심하여 유약층의 박락이 우려되므로 우선적으로 탈염처리를 하기로 하였다.

탈염처리방법으로는 탈염속도는 느리지만 안정적인 이온수 교체방법과 다소 위험성은 있으나 신속하고 효과적인 가온을 통한 탈염처리가 있다. 본 처리에서는 흑유 빙렬 내에 염분이 생성되어 있는 관계로 전자의 방법인 안정적인 방법을 선택하였다. 우선 도자기 표면에 부착된 물질은 미지근한 중성세제로 세척하고 기름기 등은 유기용제로 1차 제거시켜 주었다. 균열 내부나 빙렬 내부, 그리고 접합면에 스며든 염분은 자연적인 온도인 2차이온수에 침적시켜 조심스럽게 탈염처리를 해주었다.

이와 같이 2차이온수를 사용하여 염분을 제거시켜 주는 방법은 매우 신중하고 세밀하게 처리해야한다. 이 처리방법에서는 간혹 약화된 유약층의 열팽창계수의 차이로 인해 유약층을 박락시킬 수가 있기 때문이다. 따라서 이 탈염처리과정에서는 수시로 자기의 상태를 점검하는 과정이 필요하다.

1. 1. 4. 복원처리(신복원재료 적용)

복원은 자기의 손상상태에 따라 다양한 재료와 방법을 사용하여 실시할 수 있다. 본 처리에서는 천목다완이 비교적 소형의 기형이지만 파손 정도가 비교적 심한 편이었으므로 열에 변형이 용이한 밀랍(Bees Wax)을 사용하여 복원한다. 일반적으로 복원시켜주어야 할 부분이 조금 넓거나 파손된 부분이 크면 밀랍이나 자유수지와 같은 재료를 이용하여 복원하는데 즉, 밀랍을 드라이어기로 열을 가해 구연부와 기벽부 부분에 남아있는 기형에 대어 형틀을 뜬 후 결손부위에 파라핀 형틀을 맞대어 복원재료를 채워주었다. 복원재료는 에폭시 퍼티인 세라믹용 에폭시퍼티(Repair it quick)와 소성용 점토(Oven Bake Clay)를 각각 8:2로 잘 배합한 후 자기의 태토 색과 흡사하게 만들어 결손부분에 채워주었다. 복원재료가 완전하게 경화되기 전에 밀랍왁스 형틀을 제거한 후 표면 정리를 해준다. 표면정리는 도자기의 남아있는 부분과 복원시켜 준 부분을 정리하는 것을 말하는데 이 과정은 매우 세심하게 처리해야한다. 왜냐하면, 이 과정에서 실수로 도자기의 원 표면을 훼손시킬 수가 있기 때문이다. 이러한 작업을 완료한 다음 열풍건조기에 중국자기를 넣고 비교적 저온인 130℃에 15분간 가온하여 경화시켜 주었다. 신복원재료가 완전하게 경화가 되면 결손된 부분의 복원과정은 완료된다.

1. 1. 5. 색맞춤 및 유약층 복원 처리

색맞춤 및 유약층의 복원처리는 보존처리에서 가장 중요한 작업인 동시에 최종적인 작업이다. 색맞춤은 크게 두 가지 방법이 있는데 첫째는 광택이 있는 유약처리재료를 사용하여 직접 복원 부분에 도포하는 방법이 있으며 또 다른 방법으로는 도자기 태토의 색을 우선 복원시킨 후 유약층을 복원시켜주는 방법이 있다.

본 처리에서는 후자인 방법을 택하였다. 즉, 복원부위에 아크릴 물감을 사용하여 태토색과 흡사하게 하여 1차적인 채색처리를 한다. 특히, 본 중국자기는 산화된 철안료와 환원된 철안료를 소성가마에서 조절하여 장식성을 부가시킨 것인데, 불행히도 토끼털 부분과 구연부의 산화된 철안료부분이 일부 훼손되었기 때문에 붉은 색인 산화철 안료와 토끼털 문양들은 아크릴 물감을 사용하여 없어진 무늬를 일일이 세필을 사용하여 그려 넣어 주었다.

유약층 복원은 아크릴 광택제인 글로스 바니쉬(Gloss vanish)를 사용하여 복원시켜 주었다. 유약층을 복원할 때 주의해야 할 점은 아크릴 광택제가 기존에 채색된 물감층을 박락시키기도 한다는 점이다. 따라서 유약층 복원처리 과정에서는 아크릴 광택제를 묻힌 붓을 한번에 도포시켜 주어야 한다. 채색층에 여러 번 붓질을 하면 그동안 애써 만든 채색층이 지워질 수도 있기 때문이다.

Ⅳ. 천목다완 유약 분석 (LIBS, SEM-EDS)

1. 레이저분광분석기 분석

LIBS는 최근 확립된 분석기술이다. 시료표면에 펄스레이저(Nd: YAG laser 1064mm)를 조사하면 표면에 플라즈마를 형성하며 이 속에는 많은 원소들의 에너지가 원상태로 돌아가면서 빛을 방출하게 된다. 이 빛을 분리 검출하는 고감도의 분해능을 갖는 검출기 옵틱(Eschelle spec.)을 사용하여 원소의 종류를 알아낸다. 이 LIBS는 시료의 상태에 관계없이 분석적용이 가능하고 비파괴분석으로서 소량의 시료에도 적용이 가능하다. 또한 대기상태에서의 간섭영향이 극히 미미하여 유약표면에서부터 유약 내부를 의도적으로 조절해가면서 유약성분을 단계적으로 분석할 수는 장점이 있다. 이번 분석에서는 유약의 표면과 태토와 유약의 경계면을 비교분석하였는데, 그 결과 유약면에 비해 태토와 유약 경계면에서 철(Fe)성분이 현격하게 많음을 확인 할 수 있었다.(Fig. 9,Fig. 10).Fig. 10에서 238~241mm 범위에 Fe성분이 검출되는 것을 볼 수 있다.

2. 주사전자현미경 - 에너지분산형 분석

최근 형광 X선분석의 기술이 진보하여 사전에 조직분석을 알고 있는 표준시료만 있다면 비교적 간단히 정량분석이 가능하게 되었다. 그러나 시료표면의 상태와 형상이 일정하지 않은 문화재자료를 측정할 경우 측정결과의 해석에 있어서는 많은 주의 사항이 필요하다.

형광X선장치에는 파장분산형 형광X선분석장치와 에너지분산형 형광X선분석장치가 있는데 이번 분석에서는 후자의 방법을 사용하여 분석하였다. 에너지 분산형은 2차 X선을 동시에 받아들여 X선 에너지의 분포를 검출기로 측정하므로 그 분해력이 매우 뛰어나고 검출감도가 뛰어난

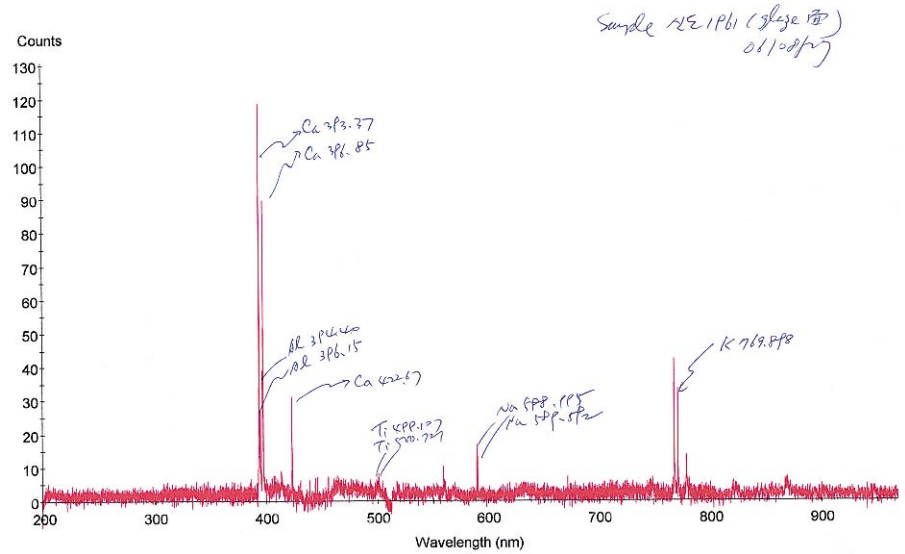

Fig. 9. LIBS spectra of the Temmku bowl glaze.

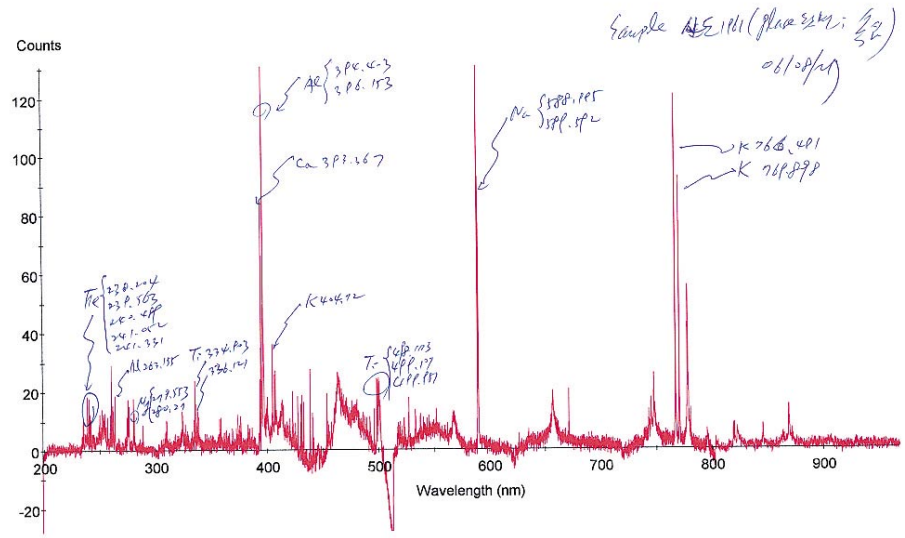

Fig. 10. LIBS spectra of the Temmku bowl body-glaze interface.

장점이 있기 때문에 천목다완의 토끼털 문양 발색비법을 어느 정도 확인할 수 있었다(Fig. 11,12).

유약성분을 분석한 결과를 보면, 유약의 모체인 검은 부분과 토기털 문양으로 보이는 은빛부분과의 성분차이는 그렇게 크지 않음을 알 수 있었다(Table 3). 다만, 유약모체 부분에 비해 은빛 털 부분이 보다 더 밀집되어 응집된 상태로 석출된 상태임을 관찰 할 수 있었다.

V. 맺음말

이상으로 중국 건요에서 제작된 천목다완에 대한 탈염과

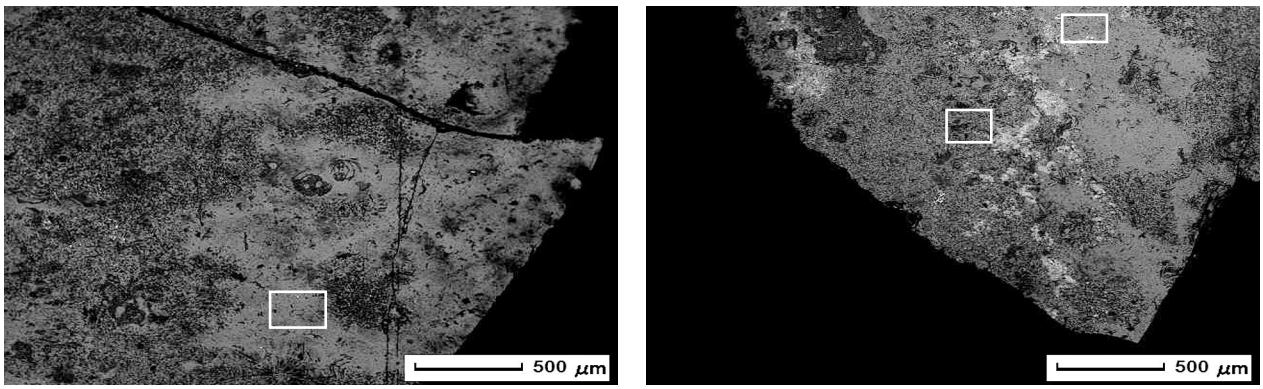

Fig. 11. SEM images of the siver color glaze.

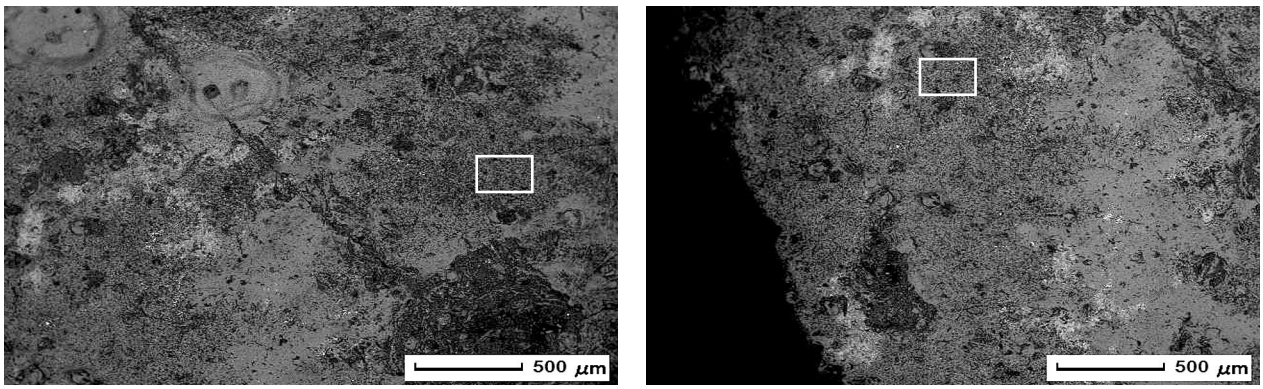

Fig. 12. SEM images of the brown and black color glaze.

Table 3. Results of quantitative analysis of the hare's fur markings.

	Na_2O	MgO	Al_2O_3	SiO_2	P_2O_5	K_2O	CaO	TiO_2	MnO	Fe_2O_3	Cl	SO_3	Total
siver color	0.00	1.33	16.78	66.23	0.00	3.98	4.16	0.39	0.33	6.60	0.22		100.02
Bright siver color	1.43	0.57	4.39	12.68	0.77	1.22	1.55	0.00	0.92	75.73	0.74		100.00
Brown color	0.69	1.83	18.55	60.68	1.16	3.82	4.33	0.75	0.33	6.01	0.90	0.96	100.01
Black color	0.66	1.73	17.27	58.36	1.07	4.02	5.67	0.73	0.48	7.69	1.65	0.68	100.01

정과 신복원재료를 사용한 복원과정, 그리고 천목다완의 유약성분 분석에 대해 살펴보았다. 우선, 해저에서 인양된 토기나 자기의 탈염과정은 도자기 복원과정에서도 매우 조심스런 과정 중에서도 하나이며 또한 중요한 과정 중에 하나임을 알 수가 있었다. 용융제 성분이 많이 들어 있어 태토에 흘러내린 유약은 소성시 유약층과 태토층이 잘 융착되지 않은 채 번조되어 염분 피해 또한 다른 유약성분으로 만든 자기보다 그 피해가 클 수가 있다.

새로운 복원재료를 통한 결손부분의 복원은 특히, 유물 상태가 약화되어 복원과정에서 파손된 우려가 큰 유물 일수록 보다 더 안정하고 손쉽게 복원을 할 수가 있었음을 알 수 있었다.

이번 복원과정에서 일부 박락된 유약층 일부를 LIBS와 SEM-EDS 분석기기를 통해 유약성분을 살펴본 결과 용융제 성분인 CaO성분이 다른 유약에 비해 현저하게 높게 검출이 되었다. 또한, 토끼털 문양으로 보이는 은빛, 갈색,

검은색부분의 유약성분이 큰 차이를 보이지 않는 것으로 보아 유약의 성분이나 철성분의 차이라기보다는 소성당시 소성분위기의 조절에 의한 발색으로 판단되었다. 이러한 성분 결과는 천목다완의 흑유성분 유약이 태토위에서 흘러내려 소성된 것과 연관성이 있음을 알 수가 있었다. 또한, 유약 상면에 보이는 토끼털 문양도 유약에 포함된 철안료가 소성 당시 소성 가마 내 분위기에서 환원과 산화분위기를 조절하여 의도적으로 발색을 하였다는 것을 이번 분석 과정에서 알아 낼 수가 있었다.

참고문헌

1. 김영미,『신안선과 도자기 길』, 국립중앙박물관 명품선집 18, 2005.
2. 김성범 · 정광용,『문화재보존과학개설』, 서경문화사, 2000.
3. A. L. Hetherington,『Chinese Ceramic Glazes』, Cambridge at the University Press, London, 1937.
4. Judith Larney,『Restoring Ceramics』, Barrie and Jenkins Ltd, London, 1978.
5. Staniforth, S.,「Retouching and Colour Matching - The Restorer and Metamerism」,『Studies in Conservation』 30, 1985.
6. Susan Buys and Victoria Oakley,『The Conservation and Restoration of Ceramics』, Butterworth-Heinemann, Ltd, Oxford, 1993.