

07

완주 송광사 나한전 단청안료 분석

홍종욱¹, 이장준

국립문화재연구소 보존과학연구실

¹Corresponding author : hjo01234@korea.kr

국문초록

전라북도에 소재한 유형목조문화재의 단청기록화 사업의 일환으로 송광사 나한전(전라북도 유형문화재 제172호)에 채색된 안료에 대한 X-선형광분석을 실시하였으며, 이들에 대한 색상별 안료의 성분과 보수시기의 동일성을 비교하였다. 분석결과 주성분 및 미량성분을 검토한 결과 나한전에 사용된 안료는 청색은 군청($(3\text{NaAl} \cdot \text{SiO}_4 \cdot \text{Na}_2\text{S}_2)$), 녹색은 양록($\text{Cu}(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2 \cdot 3\text{Cu}(\text{AsO}_2)_3$), 주황은 장단(Pb_3O_4), 황색은 크롬옐로(PbCrO_4)로 분류되었다. 나한전 외부, 내부의 안료 성분분석으로는 채색 시기를 구별하긴 어려웠다.

주제어; 단청, 안료, 장단, 양록, 크롬옐로

1. 머리말

우리는 어떤 사물을 표현하거나 아름답게 장식하기 위해 색을 내는 물질을 사용하는데, 인류가 미술활동을 시작한 시기는 대략 후기 구석기시대인 오리냐크기부터 시작되었으며 그때부터 의사표현이나, 상징적인 기록을 남기기 위해 그림에 채색을 입히기 시작하였다고 보고 있다.^{1,2)} 채색에 사용되는 물질을 안료 또는 단청이라 하는데, 단청은 주로 오방색을 기본색으로 하여 목조 건물이나 조각상, 공예품에 채색하는 행위 또는 그린 것을 말하며, 넓은 의미로는 벽화도 포함시킬 수 있다.

단청과 같이 다양한 색을 입히기 위해서는 우선 칠하고자 하는 바탕재료가 마련되어야 하고 각종 색상을 내는 색소인 안료와 함께 이 안료를 바탕의 표면에 단단하게 부착시켜 피막을 만드는 역할을 하는 전색재(접착매질)인 아교나 어교가 반드시 필요하다.³⁾ 이들 세 가지 재료를 각각의 특성에 맞춰 조화시킴으로써 발색효과를 최대화 하는 것이 채색 기술인 것이다. 고대단청의 기원은 고분벽화와 사찰벽화 등에서 찾을 수 있는데, 현존하는 고구려 고분벽화, 고령 고아동, 부여 송산리, 영주 순흥, 파주 서곡리 벽화 등에서 고대안료를 찾아볼 수 있다. 반면 고대 사찰 벽화나 단청은 사찰 중수로 인해 본래 단청안료를 찾기가 어려운 실정에 있으며, 현존하는 것은 대체로 조선시대 중기 이후의 것만 남아 있는 형편이다.

우리나라에서 고대 벽화 등에 사용된 안료

의 성분분석은 1963년 이숙연이 『고대 단청의 분석학적 연구』를 통해 해남 대흥사 목조 부 단청안료 등에 대한 정성성분으로 화합물의 조성을 규명한 것을 시작으로, 1989년 John Winter에 의한 『한국 고대 안료의 성분분석』과 1990년 형광X선분석기와 X선회절분석기를 이용하여 안료의 성분분석을 실시한 홍종욱 등의 『금산사 벽화 안료성분에 관한 비교분석』이 이어졌다. 이후 봉정사 극락전 벽화안료의 재질분석 연구, 나주 복암리 3호분 출토 토기내 적색안료 분석과 서삼릉 태실 태향아리 태토의 안료분석 등으로 안료분석이 본격화 되었다. 최근에는 '6세기 초 고아동 벽화고분의 안료분석' 휴대용형광X선분석기를 이용하여 현장에서 문화재에 손상을 주지 않고 고대에 사용된 원료를 연구는 비파괴 분석이 많이 수행되고 있다. 그러나 고대문화재에 2개 이상의 안료를 혼합하여 사용한 경우, 그에 대한 특성 규명이나 또는 재현실험을 통한 원재료의 복원 등에 대한 연구는 아직 미비한 실정에 있다. 또한 이러한 분석결과는 해당 문화재의 보수 및 복원 시에 기초자료로 활용되고 있다.

본 연구는 전라북도에 소재한 유형목조문화재의 단청기록화 사업의 일환으로, 송광사 나한전(전라북도 유형문화재 제172호)에 채색된 단청안료 성분분석과 밑그림에 대한 도채방법 규명을 위한 연구로서 해당 문화재의 보수 시 보수재료 선정 및 작업방법에 대한 기초자료 확보를 목적으로 수행되었다.

II. 분석 대상 및 방법

분석대상 시료는 전북 완주군 송광사 나한전의 내·외부 포벽, 포작부, 창방, 도리와 장여 등에서 채취한 분말시료로서, 목록은 Table 1과 같다.

시료는 안료의 색상별로 분류하여 진공압축바이알에 조립상태로 압축하여 X-선 형광분석기(EGLE-III, XXL Plus micro-probe system, 50kV, 1mA)로 구성성분을 분석하였다. 분석조건은 전압 40kV, 전류 500 μ A 및 분석시간은 100초, Collimator는 30 μ m spot를 적용하였다.

III. 분석결과

분석시료는 나한전 내부와 외부에서 채취한 청색, 녹색, 진녹색, 하늘색 안료이며, 이들에 대한 색상별 사용된 안료의 성분특성과 보수시기의 동일성을 비교한 것이고, 분석결과는 테이블 2와 같다.

1. 청색안료

내부시료 1, 4번 성분은 Al, S, Si, Ca와 소량의 K, Ti, Fe, Cu, Fe, As 등이 검출되었다. 사용된 안료는 군청((3NaAl · SiO₄ · Na₂S₂)으로

Table 1. List of Sample at Nahanjeonn.

No	Temple name	Collecting Position	Classification	Color	Remark
1	Songkwangsa	Nahanjeon	Jeonbuk Tangible Cultural Heritage No. 172	inside blue	
2	Songkwangsa	Nahanjeon	"	inside green	
3	Songkwangsa	Nahanjeon	"	inside green	
4	Songkwangsa	Nahanjeon	"	inside blue	
5	Songkwangsa	Nahanjeon	"	outside blue	
6	Songkwangsa	Nahanjeon	"	outside orange color	
7	Songkwangsa	Nahanjeon	"	outside blue	
8	Songkwangsa	Nahanjeon	"	outside yellow color	



Photo. 1. sampling.



Photo. 2. sampling.

추정되며, 조채재료로 CaCO_3 와 TiO_2 을 사용했을 것으로 추정된다.

외부시료 5번 성분은 Al, P, K, Ba, Fe가 검출되었고, 안료는 군청($3\text{NaAl} \cdot \text{SiO}_4 \cdot \text{Na}_2\text{S}_2$), 과 황산바륨(BaSO_4)으로 추정된다.

또 청색으로 사용되고 있는 안료는 울트라 마린 블루($\text{Na}_6\text{Al}_6\text{Si}_6\text{O}_{24}\text{S}_4$)가 있으며, 1828년에 프랑스의 Guimet에 의해 합성법이 발명된 이후 독일, 영국, 벨기에, 미국, 일본 등지에서 제조하여 사용하고 있다.⁴⁾

2. 녹색안료

내부 2, 3, 외부 7번 성분은 Cu, As, Ca, Ba와 소량의 Al, Si, S, K, Fe가 검출되었고, 사용된 안료는 양록($\text{Cu}(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2 \cdot 3\text{Cu}(\text{AsO}_2)_3$)으로 추정된다.

외부시료는 Cu, As, Ca, Ba와 소량의 Si, S, K, Ti, Fe가 검출되었고, 사용된 안료는 양록($\text{Cu}(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2 \cdot 3\text{Cu}(\text{AsO}_2)_3$)으로 보이며, 조채재료는 CaCO_3 가 사용된 것으로 보인다.

또 회록청(에머랄드그린, $\text{C}_2\text{H}_3\text{As}_3\text{Cu}_2\text{O}_9$)과 염기성염화동($\text{Cu}_2\text{Cl}(\text{OH})_3$)가 있으며, 회록청은 독일에서 1814년 처음 합성되었으며, 독성으로 인해 현재 생산되지 않는 안료로, 일월 오악도에서 확인된 바 있고⁵⁾, 염기성염화동은 쌍계사 탕화⁶⁾에서 검출된 바 있다.

3. 주황안료

외부 6번 성분은 Pb, Ba, Ti, Ca가 검출되었

고, 사용된 안료는 장단(Pb_3O_4)으로 추정된다.

또 붉은색을 띠는 안료는 산화철(헤마타이트, Fe_2O_3), 주사(버밀리언, HgS)등이 있으며, 천연주사는 늦어도 5~6세기 경부터 한국에 보급된 것으로 알려져 있다. 버밀리언은 영국과 미국에서 인공제조된 안료를 칭한다.

4. 황색안료

외부 8번 성분은 Pb, Ba, Cr, Ti, Ca와 소량의 Si, K, Fe 검출되었고, 사용된 안료는 크롬옐로(PbCrO_4)로 추정된다. 이 크롬옐로는 송광사 소조불에서도 검출된 바 있다.

IV. 결론 및 고찰

1. 외부, 내부 시료 중 녹색계열과 청색계열의 시료에서 동일한 양록과 군청이 분석되었고, 외부의 주황은 장단이, 황색은 크롬옐로가 사용된 것으로 나타났다.

2. 위의 결과에 따라 나한전에 채색된 안료의 설채시기의 동일유무에 대한 해답을 얻을 수 없었다.

3. 다만, 추정안료인 군청, 크롬옐로나 황산바륨 등이 나타난 것으로 보아 중수 시기는 그리 오래되지 않은 것으로 보인다.

Table 2. Result of pigment analysis at Nahanjeon.

Sample	Image	Graph	Components	Estimate pigment
1. inside blue			Al : 9.29 Si : 18.93 S : 21.43 K : 4.13 Ca : 16.15 Ti : 5.06 Fe : 4.80 Cu : 4.90 As : 4.00	Ultramarine blue (3NaAl · SiO ₄ · Na ₂ S ₂) Jidang (TiO ₂)
2. inside green			Al : 1.67 Si : 5.54 S : 2.63 K : 1.85 Ca : 12.51 Ba : 9.14 Fe : 2.02 Cu : 26.07 As : 38.56	Yangrok (Cu(C ₂ H ₃ O ₂) ₂ · 3Cu(AsO ₂) ₃)
3. inside green			Mg : 6.78 Si : 4.19 S : 1.53 K : 1.15 Ca : 4.70 Ba : 5.20 Fe : 2.05 Cu : 28.30 Zn : 0.59 As : 45.51	Yangrok (Cu(C ₂ H ₃ O ₂) ₂ · 3Cu(AsO ₂) ₃)
4. inside blue			Al : 3.92 Si : 9.56 S : 8.96 K : 2.35 Ca : 6.71 Ti : 52.82 Fe : 3.18	Ultramarine blue (3NaAl · SiO ₄ · Na ₂ S ₂) Jidang (TiO ₂)
5. outside blue			Al : 5.61 Si : 10.57 P : 1.50 S : 18.54 K : 1.96 Ca : 10.77 Ba : 37.34 Ti : 12.86 Fe : 0.85	Ultramarine blue (3NaAl · SiO ₄ · Na ₂ S ₂) Barium sulfate (BaSO ₄)
6. outside orange color			Ca : 1.32 Ba : 7.02 Ti : 1.75 Pb : 89.91	Jangdan (Pb ₃ O ₄)
7. outside blue			Si : 2.70 S : 4.35 K : 1.22 Ca : 4.66 Ba : 5.68 Ti : 1.20 Fe : 0.56 Cu : 34.16 As : 45.46	Yangrok (Cu(C ₂ H ₃ O ₂) ₂ · 3Cu(AsO ₂) ₃)
8. outside yellow color			Cr : 6.27 Si : 2.31 K : 0.76 Ca : 4.56 Ba : 19.89 Ti : 4.56 Fe : 0.69 Pb : 60.97	Chrome yellow (PbCrO ₄)

Analysis of Dancheong pigments at the Nahanjeon Songkwangsa Temple, Wanju

Jong-Ouk Hong¹, Jang-jon Lee

Conservation Science Division, National Research Institute of Cultural Heritage

¹Corresponding author : hjo01234@korea.kr

Abstract

The purpose of this investigation is to Dancheong documentary project of Tangible cultural in Jeollabukdo. The colored pigments of Nahanjeon Hall in Songkwangsa Temple analyzed and composition and repair period for each pigments were compared. The result are that blue color is Ultramarine blue($\text{Na}_6\text{Al}_6\text{Si}_6\text{O}_{24}\text{S}_4$), green color is Yangrok($\text{Cu}(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2 \cdot 3\text{Cu}(\text{AsO}_2)_3$), orange color is Jangdan(Pb_3O_4), yellow color is Chrome yellow(PbCrO_4). It is difficult to distinguishable from coloring period by analysis of pigments of Nahanjeon Hall.

Keyword; Dancheong, pigment, Jangdan, Yangrok, Chrome yellow

참고문헌

- 이태중, 2001, 동양 전통안료에 관한 연구-무기질안료를 중심으로, 경주대학교 학사 논문, 3.
- 홍종욱, 2011, 문화재에 사용된 안료의 특성분석연구, 문화재과학기술 제10권 제2호, 공주대학교문화재보존과학연구소, 2.
- 안병찬, 2008, 공결채색기술 특성규명연구, 경주대학교 산학협력단, 5.
- 서태수 등, 2001, 안료화학, 학술정보, 101.
- 한민수, 홍종욱, 2004, 보존과학연구, 25, 131.
- 한민수, 홍종욱, 2006, 보존과학연구, 27, 165.