

# 18~19세기 사찰벽화에 사용된 안료 비교 고찰

손 영 | 강대일<sup>1</sup> | 이화수 | 이한형  
한국전통문화대학교 보존과학과

## Comparative Study on the Pigments Applied on the Wall Paintings of Temple in 18~19C

Young Son | Dai Ill Kang<sup>1</sup> | Hwa Soo Lee | Han Hyoung Lee

Conservation Sciences, The Korean National University of Cultural Heritage, Buyeo, 323-812, Korea

<sup>1</sup>Corresponding Author: conserva@nuch.ac.kr, +82-41-830-7361

**초록** 이 연구에서는 사찰벽화에 사용된 안료에 대한 성분 분석 자료들을 종합, 비교하여 조선 후기 사찰 벽화에 사용된 채색재료의 특징을 고찰하였다. 연구대상은 ED-XRF를 이용한 분석자료로 전국의 8개 사찰벽화 61점에 대한 것이다. 이들 벽화의 제작 시기는 대체로 18~19세기에 해당한다. 벽화 채색층의 색상은 대략 7가지 계통으로 분류되며, 백색은 Pb, Fe, 옥색은 Pb, Ca, 황색은 Fe, 적색은 Fe, Pb, Hg, 녹색은 Cu, Fe, 청색은 As, Co가 검출되었고, 흑색에서는 색상원소가 검출되지 않았다. 자료들을 비교 분석해 본 결과 조선후기 경상도와 전라도 소재 사찰벽화에 사용된 안료들은 그 종류에 있어 시기나 지역적인 차이가 크게 관찰되지 않았다. 한편, 동종 안료라도 채색부위의 위치에 따라 다른 색상과의 혼색에 차이가 관찰되었다. 이것은 사찰벽화에서 선호되는 색상표현방식이나 안료의 귀천에 따라 그림에서의 위치(주제부와 주변부)에 따른 용도가 달랐음을 시사한다. 이러한 결과는 향후 비파괴 분석법을 이용한 사찰벽화 분석자료를 이해하는데 참고자료로서 활용될 것으로 기대된다.

**중심어:** 사찰벽화, 전통 안료, ED-XRF

**ABSTRACT** This study investigated the properties of the painting materials used in the temple wall paintings of the 18<sup>th</sup> to 19<sup>th</sup> centuries by synthetically comparing the component analysis data on the pigments used in the temple wall paintings. The study subjects analyzed from ED-XRF are the data on the 61 temple wall paintings distributed nationwide. The colors of the wall painting coloring layers are classified into seven categories: white, incanadine, yellow, red, green, blue and black color. No big geographical and temporal differences in the type of the pigments were found in the temple paintings of the late Joseon Dynasty distributed in Gyeongsangdo and Jeollado. On the other hand, there were differences in the use of a color when mixing it with other colors depending on the painted parts.

**Key Words:** Temple wall paintings, Traditional pigment, ED-XRF

### 1. 서론

우리나라의 채색문화재에서 불화가 차지하는 비중은

매우 크다. 그 중에서 사찰의 건물 내·외벽에 그려진 벽화는 우리나라 벽화문화재의 상당부분을 차지한다. 현재까지 남아있는 대부분의 사찰벽화는 조선 후기의 작품들로,

**Table 1.** Investigation list.

Province	Temple	Estimated Period							Total
		Early 18C	18C	Late 18C	Early 19C	19C	Late 19C	Late Joseon Dynasty	
Gyeongju	Bulguksa Daeungjeon		5						5
Youngcheon	Eunhaesa Geukrakjeon				3				3
Kimcheon	Jikjisa Daeungjeon		9						9
Andong	Bongjeangsa Daeungjeon					2			2
	Bongjeangsa Geukrakjeon				5				5
Sangju	Namjangsa Geukrakbojeon						10		10
Yangsan	Tongdosa Yeongsanjeon	7							7
Gyeongsangdo total		7	14		8	2	10		41
Gurye	Cheoneunsa Geukrakbojeon						7		7
Gimje	Geumsansa Miseukjeon Pobyeokwha							6	6
	Geumsansa Miseukjeon Bulbyeokwha							7	7
Cheonrado total							7	13	20

이들 벽화에 대한 인문학적, 자연과학적 연구가 최근 문화재청과 성보문화재연구원 중심으로 이루어지고 있으며 이러한 조사연구의 결과로서 많은 자료들이 축적되고 있다.

1980년대 중반부터 시작된 사찰벽화에 대한 안료분석은 최근까지 실시되고 있으나, 벽화 특성상 안료 성분을 명확하게 규명하는데에 한계가 있고, 조사된 안료 현황에 대한 종합적인 정리가 이루어지지 않은 실정이다. 또한 전통 단청 안료에 대해서는 상당 부분 연구 성과가 제시되고 있는 반면, 사찰벽화 안료에 관한 연구는 아직 미흡한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 사찰벽화에 사용된 안료에 대한 성분 분석 자료들을 종합·비교하여 조선 후기 사찰벽화 채색재료의 특징을 살펴보고자 한다.

## 2. 연구대상 및 방법

본 연구에서는 동일한 분석기기 (EDXRF; Field X-ray Fluorescence Analyzer, Seiko, SEA200, Japan, 분석조건

: 50kV, 자동전류, 100초)를 이용하여 분석한 안료성분 분석 자료만을 대상으로 하였다. 대상 작품은 제작 시기가 18~19세기로 추정되고 있는 경상도, 전라도 지역의 7개 사찰, 8개 건물의 벽화 61점이다(Lee *et al.*, 2011; 2012; Han and Hwang, 2010; Lee and Kim, 2010a; 2010b; 2010c).

본 연구에서는 연구대상 벽화에 사용된 안료의 성분분석결과를 바탕으로 18~19C 사찰벽화에 사용된 각 색상별 안료의 분포를 살펴보았다. 또한 벽화에서의 채색 위치별(중심부와 주변부)로 분류하여 봄으로써 각 안료들의 사용상의 특징을 살펴보았다(Table 1).

## 3. 연구 결과

### 3.1. 색상별 검출원소 및 추정안료

경상도 및 전라도 지역의 7개 사찰, 8개 건물의 벽화 60여점을 대상으로 벽화에서 관찰되는 색상을 분류해 보면,

대체로 적색계열, 녹색계열, 흑색계열, 황색계열, 백색계열, 옥색계열 등 7가지로 분류된다. 이들 각 색상계열별 채색층에 대한 성분분석결과를 종합해 본 결과, 적색계열의 채색층에서는 주로 Fe, Pb, Hg가 검출되었고, 녹색계열에서는 Cu, Fe가, 백색에서는 Pb와 Fe가 주성분으로서 검출되는 경향을 보였다. 흑색계열에서는 흑색을 나타내는 안료 성분보다는 하부 채색층에 칠해진 안료나 바탕층에 있는 물질들이 주로 검출되는 것으로 나타났다.

청색계열과 황색계열은 상대적으로 많이 관찰되지 않았으며, 황색에서는 Fe가 검출되거나, 황색에 해당하는 안료성분보다는 하부 채색층의 안료가 검출되는 것으로 보고되고 있다. 청색계열 채색은 극히 드물게 관찰되는데, As, Co 등이 주성분으로 나타나고 있다. 마지막으로 옥색계열에서는 주로 Pb, Hg, Fe가 검출되는 특징이 나타난다.

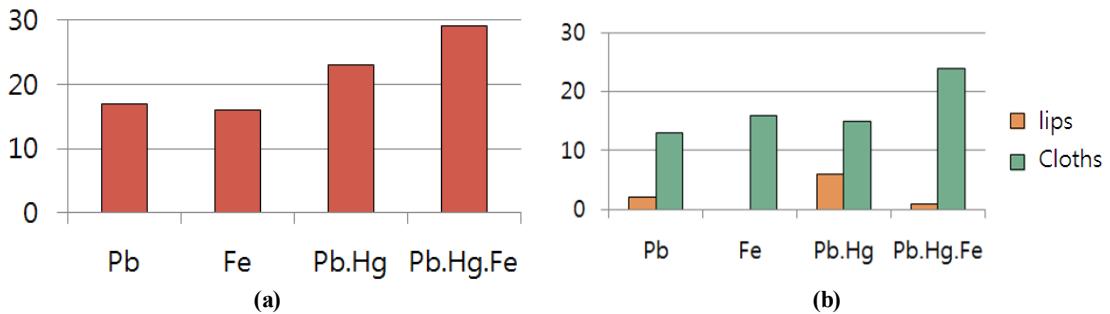
각 색상계열별 검출원소와 각 검출원소에 따라 추정된 안료를 Table 2에 종합하였다.

### 3.2. 색상별 성분 검출빈도 및 특징

적색 계열에서는 전체 벽화에서 104개 포인트가 분석되었으며, 성분 검출 빈도를 살펴보면 Pb, Hg, Fe가 함께 검출되는 빈도가 가장 많고 Pb와 Hg가 함께 검출되는 빈도가 그 뒤를 이었으며 Pb 또는 Fe의 검출빈도는 비슷한 경향을 보이고 있다. 분석위치에 따라 성분 검출빈도가 다르게 나타나는데, 입술 등 얼굴 부분에서는 Fe가 검출되지 않는 것으로 보아 석간주는 사용되지 않고 주로 연단이나 주사를 사용한 것으로 보인다. 반면에 옷자락에서는 Pb, Hg, Fe의 검출빈도가 두드러진 차이를 보이지 않는다. 이러한

**Table 2.** Detected elements and estimated pigments

Color	Detected Elements	Chromophoric Elements	Estimated Pigments
Red	Pb, Fe, Hg, Cu, Ca, Ti, Mn, As	Pb Hg Fe	Red lead( $Pb_3O_4$ ) Cinnabar( $HgS$ ) Red ocher( $Fe_2O_3$ )
Green	Cu, Fe, Pb, Ca, Hg, Ti, Mn, Zn	Cu Fe	Malachite or Copper Green( $CuCO_3 \cdot Cu(OH)_2$ ) Celadonite( $K(Mg, Fe, Al)_2(Si, Al)_4$ )
Blue	Cu, Fe, Ca, Pb, Ti, Co	Cu Fe	Celadonit( $K(Mg, Fe, Al)_2(Si, Al)_4$ ) Azulite( $2CuCO_3 \cdot Cu(OH)_2$ )
Black	Fe, Ca, Pb, Mn, Ti, Zn, As	-	Carbon black(C)
Yellow	Fe, Pb, Ca, Cu, Mn, Si, Ti	Fe, Pb	Gamboge(resin), Yellow ocher( $Fe_2O_3 \cdot 3H_2O$ )
White	Pb, Fe, Ca, Cu, Hg, Zn, Ti	Pb Fe Ca	White lead( $2PbCO_3 \cdot Pb(OH)_2$ ), White Clay( $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$ ), Oyster shell white or Calcium Carbonate( $CaCO_3$ )
Incarnadine	Pb, Fe, Hg, Ca, Zn	Pb Ca	White lead( $2PbCO_3 \cdot Pb(OH)_2$ )+Red lead( $Pb_3O_4$ )/ Oyster shell white( $CaCO_3$ )+Red lead( $Pb_3O_4$ )



**Figure 1.** Diagram of detected elements on the red pigments. (a) Detection frequency of red chromophoric elements on the whole paintings, (b) Detection frequency of red chromophoric elements.

결과는 단지 색상의 차이를 잘 나타내기 위한 채색의 결과 일 수 있겠으나, 종교적 이유나, 안료의 존귀에 따라 회화에서의 중심 또는 중요요소와 주변부의 채색 안료를 달리 사용했을 가능성이 있음을 보여준다(Figure 1).

적색 계열에서는 전체 벽화에서 58개 포인트가 분석되었으며, 성분 검출 빈도를 살펴보면 Pb의 검출 빈도가 가장 많고 Pb, Fe가 함께 검출되는 빈도가 그 뒤를 잇는다. 또한 Pb와 Hg가 함께 검출되기도 한다. 이는 연단과 연백을 섞어 사용하거나 연백을 석간주와 혼합하여 사용하였다는 것을 보여준다. 문헌 상 불보살은 황면, 젊은 제자는 백면, 역사는 적면, 늙은 제자는 노면으로 표현한다는 기록이 있다(Gwak, 2001). 그러나 분석결과를 보면 불보살, 늙은 제자, 젊은 제자, 역사의 육색에서 유의한 성분 차이는 확인하기 어려웠다(Figure 2).

적색 계열에서는 전체 벽화에서 57개 포인트가 분석되었으며, 성분 검출 빈도를 살펴보면 Pb 나 Fe가 거의 단독으로 높게 검출되는 경우와 Pb, Fe 큰 차이를 보이지 않으며 비슷하게 검출되는 경우, Pb, Ca, Fe가 함께 검출되는

경우 등으로 나누어 볼 수 있다. 이중 Pb가 단독으로 검출되는 경우가 가장 많았으며, Pb와 Fe가 함께 검출되는 경우가 그 뒤를 잇는다. 이러한 결과는 연구대상 사찰벽화들에 백색안료로서 연백이 가장 많이 사용되었음을 시사한다. 한편, 백색계열 안료에서는 적색계열에서와는 달리 한 그림에서의 위치(중심부와 주변부)에 따른 검출 성분의 차이가 크게 관찰되지 않았으며, 한 사찰건물 내 여러 벽화에서 대체로 비슷한 검출결과를 보였다. 사찰별 검출원소들을 종합해 보면 천은사, 남장사, 통도사, 은혜사에서는 주로 Pb가 검출되어 연백이 사용된 것으로 판단되었으며, 봉정사에서는 극락전과 대웅전 모두에서 Fe가 주로 검출되어 백토가 주로 사용된 것으로 추정되었다. 또한 불국사 벽화에서는 Ca의 함량이 검출되어 합본 등 탄산칼슘계 안료가 사용한 것으로 추정되었다. 일부에서는 Ti 또는 Zn 등 현대 합성안료의 원소가 검출되어 근대에 들어 부분적으로 보수한 것으로 추정되었다(Figure 3).

녹색 계열에서는 전체 벽화에서 126개 포인트가 분석되었으며, 성분 검출 빈도를 살펴보면 Cu가 주로 검출되는

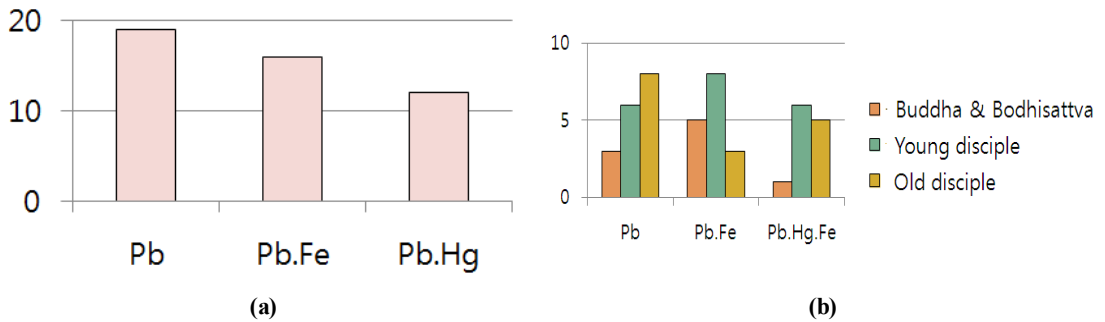


Figure 2. Diagram of detected elements on the incarnadine pigments. (a) Detection frequency of incarnadine chromophoric elements on the whole paintings, (b) Detection frequency of incarnadine chromophoric elements.

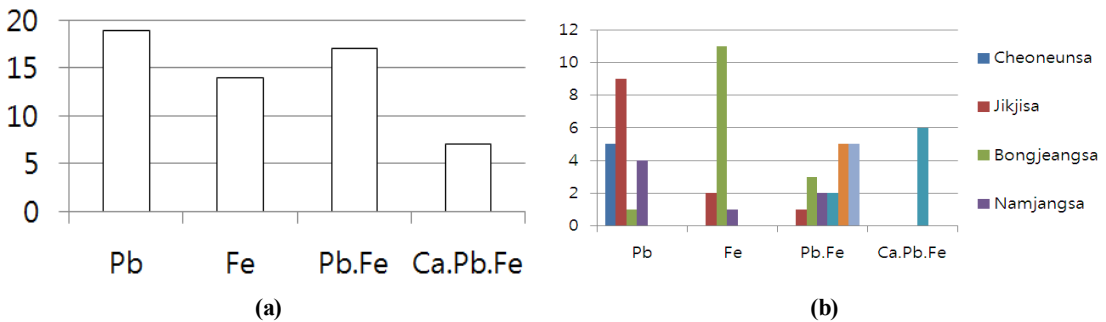
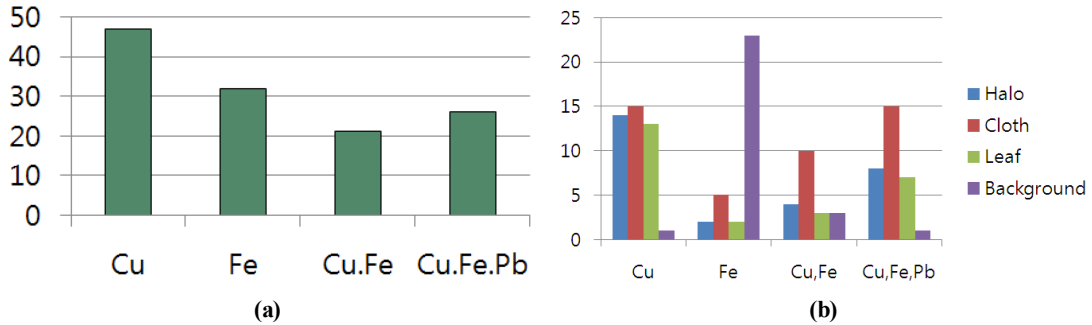


Figure 3. Diagram of detected elements on the white pigments. (a) Detection frequency of white chromophoric elements on the whole paintings, (b) Detection frequency of white chromophoric elements.



**Figure 4.** Diagram of detected elements on the green pigments. (a) Detection frequency of green chromophoric elements on the whole paintings, (b) Detection frequency green chromophoric elements.

경우와 Fe가 주로 검출되는 경우가 높은 빈도로 나타났다. Cu가 검출되는 경우는 염기성탄산납인 석록이 사용된 것으로 추정되고 있으며, Fe가 검출된 경우는 뇌록이 주로 사용된 것으로 추정되고 있다. 녹색 계열의 성분 검출 특징을 살펴보면 바탕칠에서 주로 Fe가 검출되었고, 옷기이나 광배, 나뭇잎에서는 주로 Cu가 검출되었다. 이는 그림의 중심부와 주변부에 따른 차이라기보다는 주로 벽화의 바탕칠에 뇌록의 사용이 두드러지며, 기타 녹색의 표현에서는 주로 석록과 같은 구리함유 안료가 사용되었음을 알 수 있다(Figure 4).

흑색 계열에서는 전체 벽화에서 87개 포인트가 분석되었으며, 성분 검출 빈도를 살펴보면 색상을 나타내는 발색 원소가 명확히 확인되지 않고, 대부분 벽체 모양의 구성 원소와 겹치는 경우가 많았다. 이는 흑색안료가 ED-XRF에서 검출이 불가능한 원소로 이루어졌기 때문으로 생각되며, 고대에서부터 사용되어 온 탄소를 주성분으로 하는 먹이 사용된 것으로 추정되고 있다. 청색 계열과 황색 계열의 색상은 연구대상 벽화에서 극히 드물게 관찰되었으며, 일부 남아 있는 안료에 대해서도 검출원소를 부터 명확한 안료의 추정이 어려웠다. 이는 유기안료를 사용했을 가능성이 있으며, 향후 휴대용 현미경을 이용한 면밀한 관찰 등 추가 연구를 통한 확인이 요구된다.

#### 4. 결론

조선후기 경상도와 전라도 소재 사찰의 벽화 60여 점에 사용된 안료 분석 자료를 종합해 본 결과 시기나 지역적인 차이는 크게 관찰되지 않았다. 적색 계열에서는 연단과 진사가 함께 사용되는 경향을 보이고, 입술 등 상호부분의 적색에서는 주로 Pb를 함유한 연단이 사용되었으며, 가사 등

옷자락에는 Fe, Hg, Pb를 주성분으로 하는 석간주, 진사, 연단 등이 함께 사용된 것으로 추정되었다. 백색은 사찰별로 특정 안료를 사용한 경향이 관찰되었는데, 천은사-남장사-통도사-은해사에서는 연백이 주로 사용되었고, 봉정사는 백토, 불국사는 호분을 사용한 경향이 있었다. 녹색에서는 바탕과 옷기나 광배에서 뚜렷한 차이가 관찰되었다. 바탕부분은 주로 Fe가 검출되어 뇌록이 사용된 것으로 추정되고, 옷기나 광배에서는 주로 Cu가 검출되어 석록 등 구리함유 녹색안료가 사용된 것으로 추정된다.

사찰벽화의 안료분석 연구는 문화재를 대상으로 이루어지기 때문에 비파괴조사가 필수적이므로 휴대용 XRF를 사용하여 분석한 것이 대부분이다. 하지만 휴대용 XRF는 경원소의 확인이 어렵고, 채색층과 바탕층 그리고 벽체층 등 중첩된 층으로 인한 검출원소의 교란으로 분석 데이터의 정확성에 한계가 있다. 따라서 안료들을 명확하게 구명하기 위해서는 추가적인 현미경분석과 시료채취를 통한 정밀분석도 함께 진행되어야 할 것으로 생각된다. 또한 전통 안료에 대한 지속적인 연구가 필요하며 현장에서 분석에 대한 신뢰도를 높일 수 있는 분석기술과 장비의 개발이 계속적으로 이루어져야 할 것으로 생각된다.

#### REFERENCES

- Gwak, D.H., 2001, Dancheongjang. Hwasan Munwha, 198. (in Korean)
- Han, M.S. and Hwang, J.J., 2010, The analytical data of the pigments applied on the wall paintings of the buildings in important Buddhist temple, e wall paintings of the buildings in Buddhist temples of Korea (Daegu-Gyeongsangbukdo1). Buddhist Cultural Properties Research Institute, 620-671.

- (in Korean with English abstract)
- Lee, H.H, Yu, Y.M, Seo, M.S. and Han, M.S., 2011, The analytical data of the pigments applied on the wall paintings of the buildings in Gyeongsangbukdo northern part important Buddhist temple, the wall paintings of the buildings in Buddhist temples of Korea (Gyeongsangbukdo 2). Buddhist Cultural Properties Research Institute, 691-775. (in Korean with English abstract)
- Lee, H.S., Kim, C.Y., 2010a, A study on the Conservation Deawoongjeon of Seonun Temple wall paintings. Baekje Research Institute of Cultural Heritage, 47-58. (in Korean with English abstract)
- Lee, H.S., Kim, C.Y., 2010b, A study on the Conservation Bogwangmyeongjeon of Wibongsa wall paintings. Baekje Research Institute of Cultural Heritage, 84-87. (in Korean with English abstract)
- Lee, H.S., Kim, C.Y., 2010c, A study on the Conservation Deawoongbojeon of Naesosa wall paintings. Baekje Research Institute of Cultural Heritage, 77-95. (in Korean with English abstract)
- Lee, J.J., Yu, Y.M., Kim, J.H. and Seo, M.S., 2012, The analytical data of the pigments applied on the wall paintings of the buildings in Cheoneun temples, the wall paintings of the buildings in Buddhist temples of Korea (Jeollanamdo). Buddhist Cultural Properties Research Institute, 604-634. (in Korean with English abstract)
-