

신흥사 대광전 벽화의 과학적 조사 -적외선 TV촬영 및 X-선회절분석-

강형대, 정광용, 홍두식

(문화재연구소 보존과학연구실 · 문화재관리국 보수과)

목차

I. 머리말
II. 적외선 TV촬영

III. 안료분석

I. 머리말

우리나라 고건축물에 그려져 있는 채색벽화와 단청은 여러관점에서 연구되고 있다. 채색벽화의 문양과 화법은 미술사적인 의미에서¹⁾ 단청의 기법 등은 그 내용과 형식에 대해 많은 논의가²⁾ 진행되고 있다. 그러나 벽화와 단청은 건축물의 내외에서 대부분 열악한 환경조건에 놓여 있으며 공해물질 등에 의해 퇴색 혹은 변색이 되거나 박락되어 심한 경우에는 원형조차 알아볼 수 없는 경우도 많아 그 보존에 많은 우려가 되고 있다. 그래서 최근에는 벽화 및 단청의 보존과 복원을 위한 기초조사를 위하여 과학적 방법을 채용하는 예가 늘고 있다.^{3)~6)}

동 목적을 위한 몇가지 방법으로서, 적외선 TV촬영법을 이용하여 벽화의 육아관찰이 어려운 부분이라든가 혹은 밀그림 등을 확인하고 있으며,⁷⁾ 전자현미경 사진으로는 채색 안료의 조직상태 등을 알아내고 있다.⁸⁾ 대부분의 채색안료는 무기물질로 되어 있으므로 X-선회절분석 등을 이용하여 색깔별로 그 화학성분을 규명하고 있다^{7)~8)}. 이와 같이 벽화나 단청에 대한 일련의 과학적 방법은 벽화의 보존과 복원을 위해서 뿐 아니라 당시 사용된 채색안료의 특성을 규명하는 데에도 요긴하게 사용되고 있다. 따라서 벽화나 단청에 대한 과학적 조사는 그 학술적 가치를 보존하고 계승한다는 의미와 함께 고건축물의 보수 혹은 복원시에 필수적으로 선행되어야 한다.

본 보존과학연구실에서는 경상남도 양산에 위치한 신흥사 대광전의 벽화와 단청의 복원을 위한 기초조사를 실시하였다. 벽화의 탈색 및 퇴색된 부분의 원형 혹은 밀그림 등의 확인 작업은 적외선 TV 촬영법을 이용하였고 벽화와 단청의 안료를 색깔별로 채집하여 X-선회절분석법(X-Ray Diffraction)으로 화학성분을 규명코자 하였다.

II. 적외선 TV촬영

신흥사 대광전 벽화는 건물 외부의 포벽과 측벽에 모두 17폭이 있고 내부의 좌우측벽 및 포벽, 후불벽 등 57폭이 있어 모두 74폭이 남아있다.

건물 외부 동서양측에 남아있는 희미한 벽화로 미루어 볼 때 창건 당시에도 건물의 후벽에는 모두 벽화가 그려졌을 것이라고 생각한다.

내부벽화는 후불벽화와 서측벽의 아미타불화, 6대보살도, 사천왕도(四天往圖), 비람항생상(毘藍降生相), 설산수도상(雪山修道相)의 팔상도와 동벽의 약사삼존도, 유성출가상(踰城出家相), 도솔래의상(兜率來儀相) 등의 팔상도(八相圖)가 있다. 그리고 포벽과 그 바로 위 화반벽에는 여래도(如來圖)를 그려 넣었다.⁹⁾

건물의 외벽면과 내부의 상단은 적외선 TV촬영장비의 설치가 용이하지 못하였으므로 건물의 전체적인 벽화조사는 불가능하였다. 주로 건물 내부의 중·하단면에 그려져 있는 6대보살도와 사천왕상, 신장상, 설화도, 삼존불상도에 대하여 적외선촬영을 실시하였다. 본 조사에 사용한 적외선 TV카메라 장치 모델은 Hamamatsu(model c-158)사의 제품을 사용하였다.

1. 6대보살도

보살상의 가슴높이에 중방이 가로지르고 벽선으로 나뉘어 그림은 6쪽의 토벽과 수장재 표면에 걸쳐 그려졌다. 표면의 균열과 흠손상이 부분적으로 훼손되어 있다.(사진 1)

좌우벽 삼존도 아래부분에 그려져 있는 6대 보살중 좌측 두 번째 보살 하의에 묶여진 띠에서 여러 겹의 선이 보이는데 밑그림의 선이 여러 선으로 그어졌음을 알 수 있고, 또한 영락장식도 선명하게 나타남.(사진 1-3.적외선 사진)

2. 사천왕상(四天王像)

이 벽화는 서벽측의 맨아래 마루판과 닿은 곳에 있다. 중인방 밑에 2개의 벽선을 세워 3쪽의 토벽과 벽선 표면에 그림이 그려졌다. 벽체는 구조적으로 불안정한 상태로서 표면의 채색은 박락이 심하다.(사진 3)

가. 북방다문천왕상(北方多聞天王像)

- 1) 머리에 화관형(花冠形)의 투구를 썼는데 투구 중앙에 꽃봉오리 모양으로 술이 달리고 귀부분 좌우에 연봉모양의 장식이 적외선영상에 선명하게 나타남.(사진 3-2.적외선 사진)
- 2) 비파를 쥌는 손의 윤곽선 위에 다시 굵은선으로 덧칠한 부분과 손목에 장식한 팔찌가 적외선영상에 선명하게 나타남.(3-4.적외선 사진)
- 3) 귀부분 좌측에 연봉장식과 비파꼭지의 윤곽선이 적외선영상에 나타남.(사진 3-6.적외선 사진)
- 4) 다리에 경갑(脛甲)을 두르고 신발의 선, 바지사이에 휘날리는 천의 자락의 중복된 선이 적외선영상에 나타남.(사진 3-8. 적외선 사진)

5) 바지사이에 휘날리는 천의 자락의 선이 여러겹으로 적외선영상에 나타남.(사진 3-10. 적외선 사진)

나. 서방광목천왕상(西方廣目天王像)

- 1) 배부분에는 하의를 묶은 허리띠와 허리띠 장식이 여러 겹의 선으로 적외선영상에 나타남.(사진 4-2. 적외선 사진)
- 2) 남방천왕과 겹쳐진 다리와 신발에 세부문양 연주문같은 장식이 적외선영상에 나타남 (사진 4-4. 적외선 사진)

다. 남방증장천왕상(南方增長天王像)

배부분에는 허리띠와 허리띠 귀면에 짐승머리가 장식되어 있는데 선이 여러 겹으로 중복되어 있는 것이 적외선영상에 나타남.(사진 5-2.적외선 사진)

라. 동방지국천왕상(東方持國天王像)

- 1) 천의 자락의 여러 겹으로 중복된 선이 적외선영상에 나타남.(사진 6-2. 적외선 사진)
- 2) 배부분에 장식한 허리띠 귀면에 짐승 머리의 선과 우측아래 허리띠 장식이 적외선 영상에 나타남.(사진 6-4. 적외선 사진)

Ⅲ. 안료분석

1. 시료

건물 내부에 남아 있는 단청은 색상과 문양이 잘 보존되어 있으나 건물 외부의 단청은 탈락되어 색채와 문양을 식별하기 어려운 상태였다. 분석을 위한 단청의 시료로서는 주로 건물 내부의 벽 상단에 있는 금단청, 창방, 주위, 주두, 평방을 조사하여 황색안료와 석간주를, 벽화에는 적색, 옥색, 미색, 회색의 안료를 채취하였다.

2. 분석과정

단청안료는 채취한 시료를 325mesh정도의 고운 분말로 갈아 회절분석용 유리판에서 압착시켜 시료를 성형한 다음 분석하였다. 벽화의 채색안료는 그 층만의 분리가 어려우므로 벽체의 바탕흙과 함께 붙어 있는 안료층을 시료로 하였으며 표면에 붙어 있는 오염물질은 알콜등으로 세척한 다음 안료를 분석하였다. 본 분석에 사용한 X-선회절분석기는 문화재의 재질분석용으로 특수 제작된 것으로 시료를 성형하지 않고도 분석이 가능하다. 본 분석에 사용된 X-선회절분석기의 모델은 RIGAKU D/Max-B System이며 분석조건은 다음과 같다.

X-선 관구:Cr
 전압:30Kv
 전류:10mA
 검출기:Nal Scintillation Counter

3. 분석결과

벽화 및 단청의 각 채색안료에 대한 X-선회절분석 결과의 diffractogram을 각각 나타내었으며(그림 1~그림 6) 각 피크(peak)의 위치와 강도를 확인하여 정리한 분석 결과를 표 1에 나타내었다.

표 1. 신흥사 단청과 벽화안료의 X-선회절 분석 결과

종류	색깔	분석결과
단청	황색	석영(Quartz:SiO ₂) + *Unidentified peak
	석간주	석영(Quartz:SiO ₂) + 적철석(Hematite:Fe ₂ O ₃)
벽화	적색	진사(Cinnabar:HgS)
	육색	연백(Hydrocerussite: [2PbCO ₃ · Pb(OH) ₂]) +Unidentified peak
	미색	연백(Hydrocerussite: [2PbCO ₃ · Pb(OH) ₂]) +Unidentified peak
	회색	탄산칼슘(Calcite:CaCO ₃) + Unidentified peak

* 물질을 확인할 수 없는 피크

표에서 보는 바와 같이 황색과 석간주의 단청에서는 석영(quartz)을 베이스(base)로 하고 있으며 석간주의 경우 적철석(hematite)를 혼합한 것임을 알 수 있었으나 황색의 경우는 석영 이외의 피크는 확인하지 못 하였다. 벽화의 적색안료는 진사(cinnabar)이며, 녹색과 미색은 연백(hydrocerussite)을 베이스로 하고 있으나 이와 함께 혼합된 물질은 확인치 못하였다.

회색안료는 탄산칼슘(calcite)을 베이스로 하고 있음을 알 수 있다.

참고문헌

1. 문명대, "부석사 조사당벽화 시론", 불교미술 3, 동국대학교박물관, p.10(1977)
2. 임영주, 한국문양사, 미진사(1983).
3. 김병호, 정형균. "단청의 박락방지 시험", 보존과학연구 제6집, p.86(1985).
4. Marta Jaro, "Roman Pigments of Similar Type from an Excavated Pannonian Building". Recent Advances in the Conservation and Analysis, University of London, p.285(1987)
5. 백찬규, "건물벽화와 보존(구례 화엄사 각황전벽화)", 보존과학연구 제10집, p.64(1989)

- 6.백찬규, “영풍 부석사 조사당의 벽화보존처리”, 보존과학연구 제6집, p.65(1985)
- 7.정광용, “부석사 조사당벽화 조사에 따른 적외선TV카메라 이용”, 보존과학연구 제7집, p.243(1986)
- 8.John winter, “Identification of Some Early Korean Pigments”, 미술자료 제443호, p.9(1989)
- 9.백찬규, 조선시대 사찰벽화와 그 보존에 관한 연구, 동국대학교 미술미술사학과 석사학위논문, p.64(1991)



사진 1-1. 6대보살도

사진 1-1. 6대보살도



사진 1-3. 적외선 사진

사진 1-2. 보통사진(6대보살중 좌측 두 번째보살)



사진 1-3 적외선 사진

사진 1-3. 적외선 사진





사진 2. 사천왕상



사진 3-1. 보통사진(북방다문천왕상 머리부분)

사진 3-1 보통사진(북방다문천왕상 머리부분)



사진 3-2 적외선 사진

사진 3-2. 적외선 사진



사진 3-3 보통사진(북방다문천왕상 오른손부분)

사진 3-3. 보통사진(북방다문천왕상 오른손부분)



사진 3-4. 적외선 사진

사진 3-4. 적외선 사진



사진 3-5. 보통사진(북방다문천왕상 귀부분)

사진 3-5. 보통사진(북방다문천왕상 귀부분)

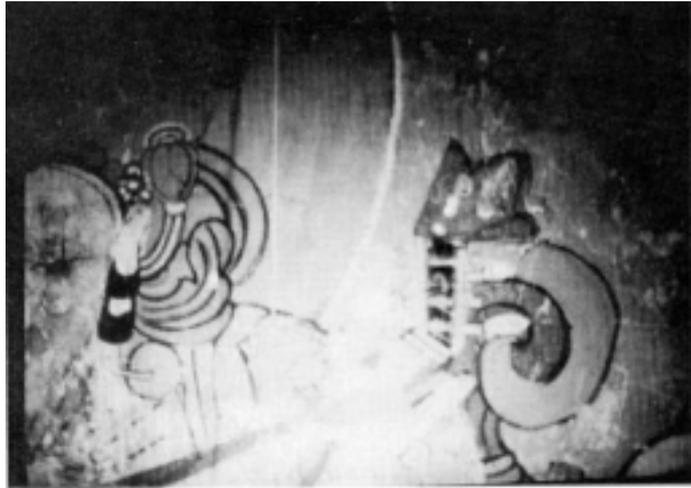


사진 3-6. 적외선 사진

사진 3-6. 적외선 사진



사진 3-7. 보통사진(북방다문천왕상 좌측발부분)

사진 3-7. 보통사진(북방다문천왕상 좌측발부분)



사진 3-8. 적외선 사진

사진 3-8. 적외선 사진



사진 3-9. 보통사진(북방다문천왕상 우측발부분)

사진 3-9. 보통사진(북방다문천왕상 우측발부분)



사진 3-10. 적외선 사진

사진 3-10. 적외선 사진



사진 4-1. 보통사진(서방광목천왕상 배부분)

사진 4-1. 보통사진(서방광목천왕상 배부분)



사진 4-2. 적외선 사진

사진 4-2. 적외선 사진



사진 4-3. 보통사진(서방광목천왕상 좌측발부분)

사진 4-3. 보통사진(서방광목천왕상 좌측발부분)



사진 4-4. 적외선 사진
사진 4-4. 적외선 사진



사진 5-1. 보통사진(남방증장천왕상 배부분)
사진 5-1. 보통사진(남방증장천왕상 배부분)



사진 5-2. 적외선 사진
사진 5-2. 적외선 사진



사진 6-1. 보통사진(동방지국천왕상 좌측손부분)
사진 6-1. 보통사진(동방지국천왕상 좌측발부분)



사진 6-2. 적외선 사진

사진 6-2. 적외선 사진



사진 6-3. 보통사진(동방지국천왕상 배부분)

사진 6-3. 보통사진(동방지국천왕상 배부분)



사진 6-4. 적외선 사진

사진 6-4. 적외선 사진

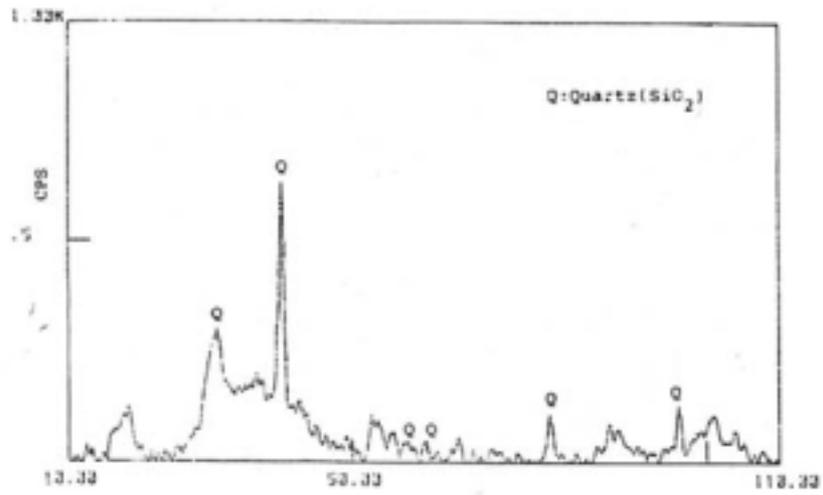


그림 1. 황색 단청안료의 X-선회절분석 결과

그림 1. 황색 단청안료의 X-선회절분석 결과

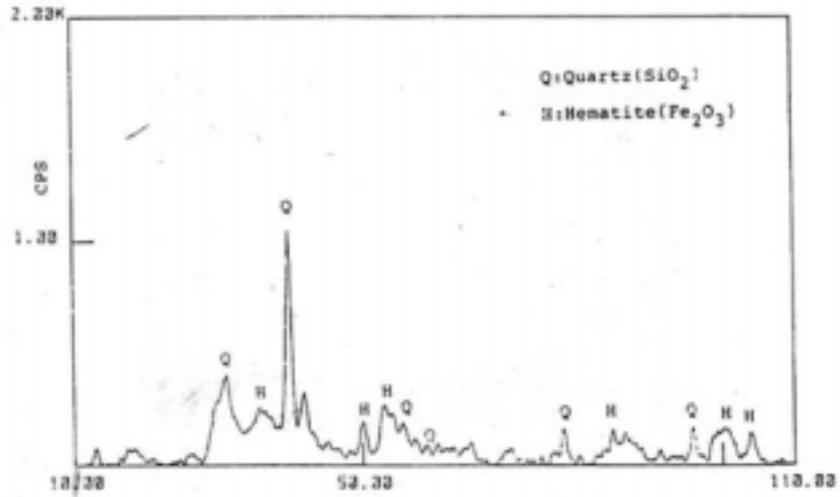


그림 2 석간주 단청안료의 X-선회절분석 결과

그림 2. 석간주 단청안료의 X-선회절분석 결과

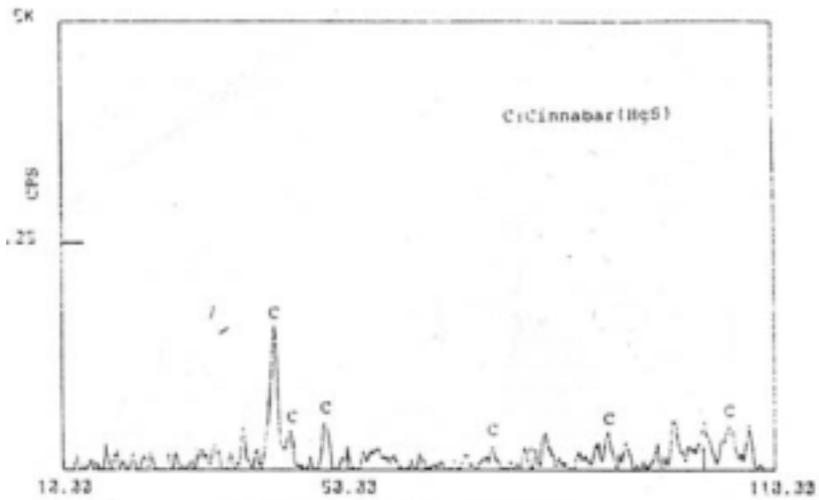


그림 3 적색 벽화안료의 X-선회절분석 결과

그림 3. 적색 벽화안료의 X-선회절분석 결과

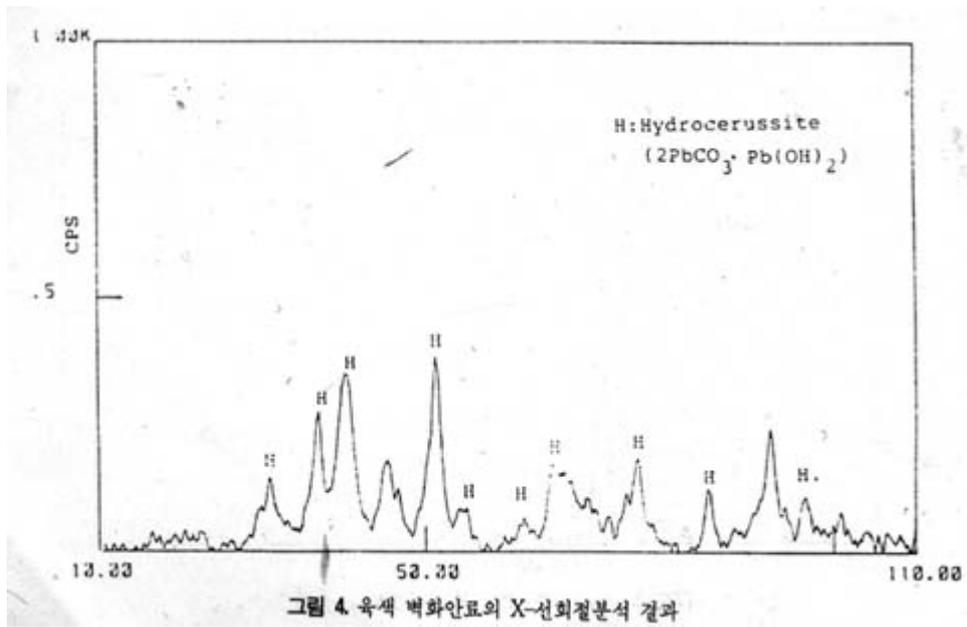


그림 4. 옥색 벽화안료의 X-선회절분석 결과

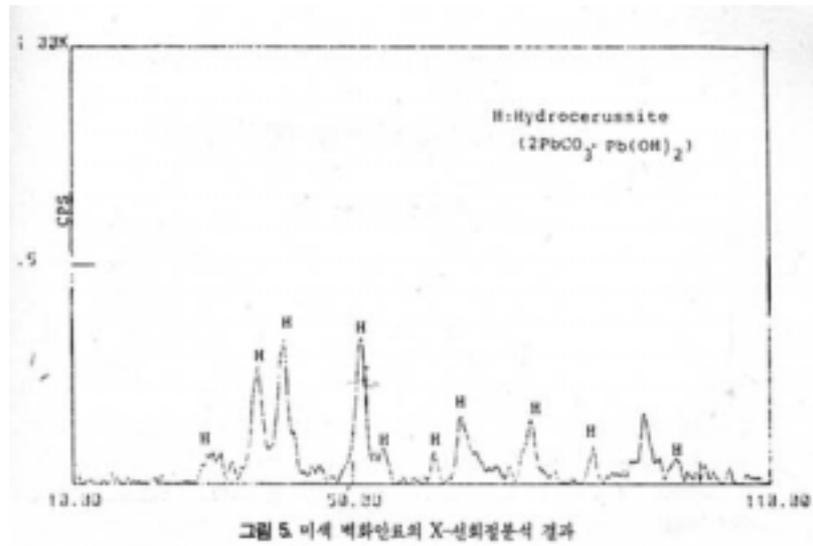


그림 5. 미색 벽화안료의 X-선회절분석 결과

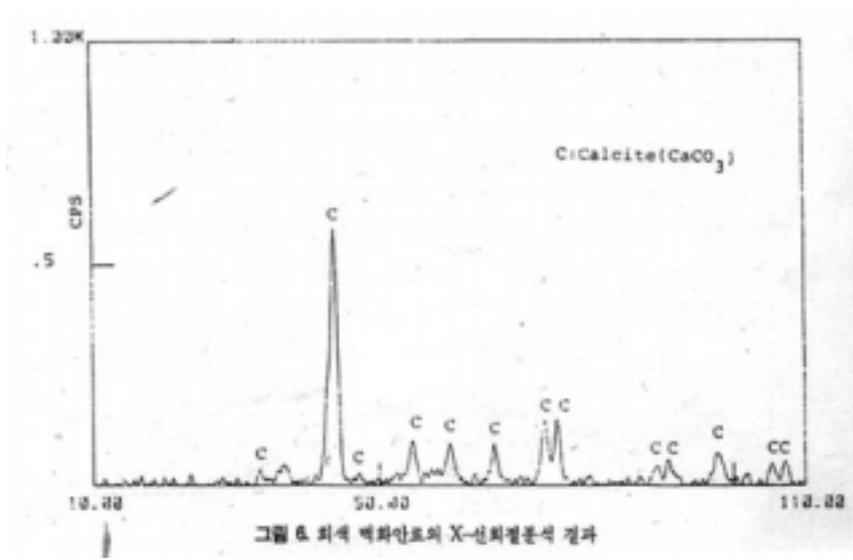


그림 6. 회색 벽화안료의 X-선회절분석 결과