

# 浮石寺 祖師堂 壁畫調査에 따른 赤外線 T·V카메라 利用

鄭光龍\*

## 目 次

### I. 序 論

1. 赤外線의 透過效果
2. 赤外線用 비디콘의 分光感度  
特性和 可視光 차단용 필터의  
特性曲線

### III. 赤外線寫眞과 赤外線T·V의效果

### IV. 文化財의 應用

1. 赤外線 T·V카메라 利用-浮石  
寺 祖師堂壁畫

2. 日本의 赤外線 T·V카메라 適用  
例.

가. 裝飾古墳壁畫

나. 黑書土器

V. 앞으로의 方向

### I. 序 論

赤外線 寫眞의 利用은 航空寫眞測量, 航空森林調査, 어둠속에서의 撮影등 各分野에 서 널리 利用되고 있다.

文化財 分野에 있어서 赤外線 T·V카메라 利用은 油繪등의 밑그림 描寫를 檢出하 기 위한 方法으로 赤外線 寫眞 필름을 대신한 수단으로 始作되었다.

赤外線 寫眞에 의한 밑그림의 研究는 모든 繪畫를 다 볼 수 없다는 애로점이 있 고, 가장 좋은 結果가 나타나는 것은 붉은색·흰색·갈색 部分이고 무기성분으로서 azurite 와 malachite 를 함유하고 있는 繪畫는 一般的으로 赤外線寫眞에 나타나지 않는다. 이러한 短點을 補完 J.R.J van asperen deboer<sup>1)</sup> 는 밑그림을 좀더 정확히 보기위한 非破壞試驗方法을 開發해냈다. 그것은, 원래의 赤外線 寫眞과 2.0 $\mu$ m까지 빛을 수용하는 infra-red reflectography 을 開發하였고 유럽 및 日本에서는 繪畫·木簡·漆紙文書·棟札 등에 많이 利用되고 있다.

우리나라에서는 처음으로 文化財研究所保存科學室에서 浮石寺祖師堂壁畫 赤外線 T·V카메라 撮影을 통하여 繪畫의 技法, 壁畫 保存處理, 模寫 및 壁畫再現 등 획기 적인 成果를 올리게 되었다.

本橋에서는 赤外線 T·V카메라의 文化財 利用과 앞으로의 方向에 대해서 서술하 고자 한다.

\* 保存科學研究室 分析室

## II. 赤外線 T·V카메라의 原理

赤外線 T·V카메라의 構成은 그림1과 같다. 赤外線 램프(Lamp)에서 赤外線を 被寫體에 투사시키면 反射되고, 그 빛이 카메라헤드(Camera Head) 콘트롤유닛(Control Unit) 를 통과해 모니터(monitor) T·V에 나타나게 된다. 이 원리는 그림 1에 표시하였다.

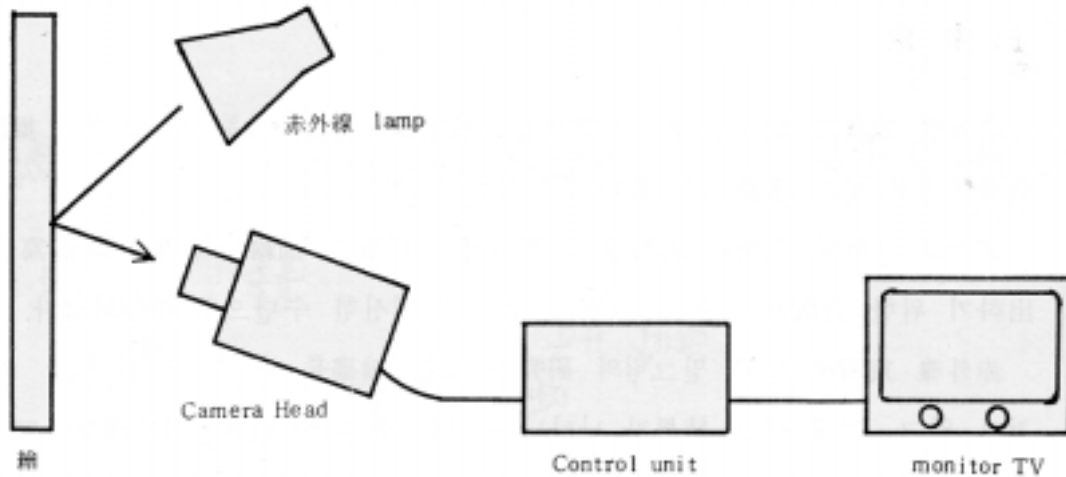


그림- 1. 赤外線 TV 카메라의 構成

이 原理는 一般 T·V카메라와 같고 단지 赤外線を 使用한다는 點만이 다르다. 카메라헤드(Camera Head)가 지니고 있는 赤外線用 비디콘(Vidicon)은  $0.38\sim 0.78\mu\text{m}$ 의 可視光領域의 感度を 지니기 때문에,  $0.8\mu\text{m}$  以下の 빛을 차단하는 필터(filter)가 赤外線램프와 카메라렌즈의 양쪽에 매달리게 된다.

可視光領域을 제외한 赤外線의 感度は  $0.8\sim 2.4\mu\text{m}$ 이고, 一般 赤外線寫眞필름 (感度は 赤외필터 R60을 더해  $0.6\sim 0.9\mu\text{m}$ )에 비해 훨씬 긴 赤外線波長領域까지 미치게 된다. 이것이 적외선 T·V카메라가, 赤外線 필름보다 높은 檢出力을 지니고 있는 원인이다.

### 1. 赤外線의 透過效果

赤外線의 反射를 利用하면 어째서 눈으로 볼 수 없는 밑그림이라든가 더러워진 黑書가 보일 수 있게 되는가 하는 것은 赤外線이 可視光線에 비해 波長이 길기 때문에 顔料등에 의한 散亂吸收가 적기 때문이다. 따라서, 물감층을 透過한 베이스(Base)로 부터의 反射빛으로 밑그림이나 文字를 알아낼 수 있게 된다. 이것을 그림2에 표시하였다.

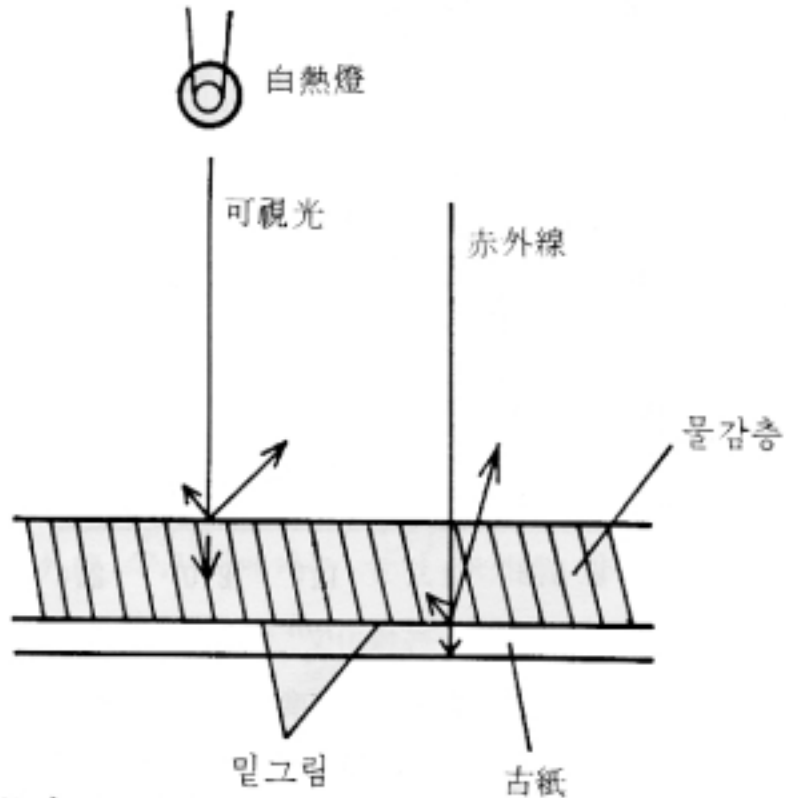


그림 - 2. 赤外線의 透過效果

赤外線의 檢出力은 波長  $2.0\mu\text{m}$  정도에서 最大가 되는데 그것은  $2.0\mu\text{m}$ 를 초월하면 바탕으로 부터 赤外線의 反射率이 낮아지고  $2.5\mu\text{m}$ 以上에서는 물이나 氧化가스에 의해 吸收되며 長波長의 赤外線인 경우 周邊의 物體에 輻射 (열이 중앙에서 주위로 내쫓는 것을 말함)되는 熱赤外線에 影響을 받는 이유에서다.

赤外線의 檢出力은 顔料의 種類, 밀그림의 線, 베이스(Base)의 대비, 赤外線 波長 등에 의한다.

예를 들어 黄土와 古墳이라면 赤外線 寫眞필름이라 해도 밀그림을 알아내기는 쉽지만 群青色이나 綠青色이 칠해져 있는 경우에는 어렵다는 것을 山水畫등 調査를 통하여 보고된바 있다. <sup>2)</sup>

## 2. 赤外線用 비디콘(vidicon)의 分光感度 特性和 可視光 차단용 필터(filter)의 特性曲線

赤外線用 비디콘(vidicon)은 操作이 간편하고 普通의 T.V을 受像機에 그대로 接入하는 것 만으로도 赤外線用 T.V로 使用할 수가 있다. 그림 - 3과 그림 - 4에 적외선 T.V 및 赤外線 寫眞필름의 感度特性을 나타내었다.

$2.0\mu\text{m}$ 까지의 赤外線은 두꺼운 被對象物일 경우 效果가 크다.

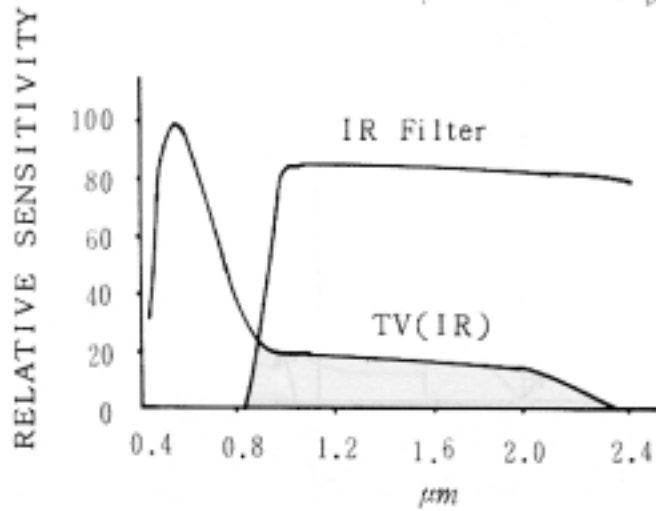


그림 - 3. 赤外線 TV의 感度特性 (필터를 사용해서 0.8 ~ 2.4  $\mu m$  範圍의 빛을 이용)

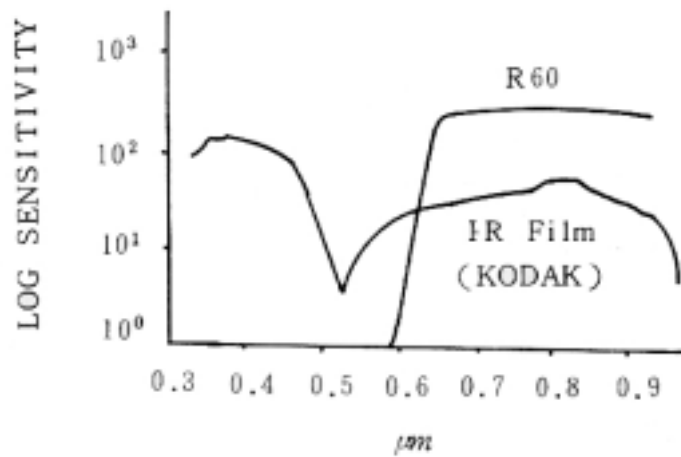


그림 - 4. 赤外線寫眞 필름의 感度特性 (필터를 사용해서 0.6 ~ 0.9  $\mu m$  범위의 빛을 이용)

### III. 赤外線 寫眞과 赤外線 T·V의 效果

赤外線 寫眞과 赤外線 T.V畫象을 撮影하면 赤外線 T.V의 畫面이 보다 우수하고 수효도 많다. 그것은 波長이 긴 領域까지 感度を 지닌 비디콘(vidicon)의 效果가 있기 때문이다.

반면 赤外線 寫眞 필름은 畫質은 鮮明하나 반드시 被對象物에 의해 각각 요령있게 사용해야 한다.

赤外線 T.V의 一般的 機能은 T.V 카메라의 撮影 lens인 micro lens에서 작은 문자라도 잡히는 것이 가능한 일이다. 그렇지만, 赤外線を 投射할 경우 lens의 유리대

룽에 채여 모두 赤外線이 投射되는 것은 不可能하다. 그래서, 被寫體로 부터 얼마간의 거리를 두고 동시에 擴大攝影이 可能한 Medium lens로 交換해서 撮影을 한다면 判讀이 가능하다.

赤外線 寫眞과 赤外線 T.V 카메라는 둘다 赤外線 발광체로서 被對象物은 輻射熱에 의해 乾燥해진다. 유약한 文化財는 물리적인 작용을 일으킬 可能性이 크므로 長時間 投射는 피해야 하면 세심한 注意를 요한다.

#### IV. 文化財의 應用

reflectography는 近赤外領域에서의 吸收 스펙트럼(Spectrum)의 差를 利用하고 있다. 선을 그리는데 使用되는 黒은 可視領域과 近赤外線域에서 빛을 吸收하지만, 칠기, 오염물(주로 기름 성분) 및 繪畫 材料는 可視領域에서 빛을 吸收하고 近赤外領域에서는 빛이 잘 透過된다. 따라서, 表面에 繪畫 材料層이나 오염물이 있어도 近赤外線은 잘 透過되어 文字나 밑그림이 있는 층까지 도달하여 黒의 部分에서는 吸收되고 기타의 밑그림 部分에서는 大部分 反射도니다. reflectogram에서는 이와같이 서로의 反射率差에 따른 濃淡의 대비로 나타나 肉眼으로 볼 수 있게 된다.

以上の 說明에서 쉽게 알 수 있는 것은 다음과 같다.

1) 近赤外線을 잘 透過하는 表面層

2) 近赤外線을 吸收하는 그림용 材料

3) 近赤外線을 잘 反射하는 밑바탕의 조건 이 세조건이 갖추어져 있으면 비록 肉眼으로 發見할 수 없는 文字나 線描에도 reflectography 를 利用하여 觀察할 수 있다.

近世 以後의 油繪에서는 赤外線 T·V카메라의 檢出力에 비해 繪畫顏料層의 두께가 두터운 것이 많아 밑그림을 파악하기 어렵지만 中世의 繪畫에서는 얇게 칠해진 경우가 대부분 이므로 赤外線 T·V카메라가 현저한 成果를 올리고 있다<sup>3)</sup>

##### 1. 赤外線 T·V카메라 利用 - 浮石寺祖師堂壁畫

浮石寺祖師堂壁畫는 우리나라에서 가장 오래된 佛畫 가운데 하나로서 韓國繪畫史上 貴重한 學術的 價値를 지닌 대표작으로 國寶第46號로 指定되어 있다.

모두 6폭의 이 그림들은 帝釋天和 梵天, 四天王 (廣目天王·持國天王·增長天王·多門天王)등 護法神將들로 되어 있다.

오랜세월 無量壽殿에서 자연채광에 노출된채 建物の 頽落, 漏水, 또는 室內의 과다한 濕氣등 周圍環境으로부터 받는 피해와 인위적인 損傷등으로 頽落狀態의 壁畫를 유리상자에 넣어 無量壽殿內에 保管되어온 壁畫를 1984年 新築된 保護閣으로 移轉, 現在에 이르고 있다.

1985年 6月 壁畫模寫 및 保存處理를 시작하였고 동년 8月 祖師堂壁畫 帝釋天外 5폭 全般에 걸쳐 赤外線 T·V카메라 撮影을 통하여 원래의 墨線은 물론 壁畫가 製作된 원형에 몇회의 개칠이 행해졌음이 나타나 壁畫構造의 調査와 使用顏料을 파악할 수 있었다. 神像(菩薩 및 四天王)에서 호분과 같은 白色顏料가 먹선위에 다시 개칠된 것을 알 수 있었으며 肉眼으로 볼 수 없는 墨線 및 繪畫의 形態를 觀

察하여 保存處理, 模寫 및 壁畫再規에 精密을 기할 수 있었다.

赤外線 T·V카메라 撮影으로 나타난 壁畫의 部分的 說明은 아래 比較 寫眞을 통하여 설명하고자 한다.

## 2. 日本의 赤外線 T·V카메라 適用例

### 가. 裝飾古墳壁書

裝飾古墳壁書는 一般的으로 石의 表面에 酸化鐵등의 赤色顔料와 炭素·망간化合物(Mno)등의 墨色顔料를 利用해서 描寫가 잘 보이지 않는 原因은 表面의 風化, 곰팡이의 번식, 인위적인 落書나 화재로 인한 그을음인 경우가 많다.

赤色顔料는 近赤外線을 잘 透過해서 吸收가 적고 reflectogram 으로 밀면과 濃淡의 差가 맞지 않다. 흑색顔料에서도, 裝飾古墳壁畫의 밀면의 돌의 表面이

油繪나, 종이, 베처럼 한가지 形態가 아니고 凹凸나 石質의 차이에 의한 微妙한 陰影 때문에 reflectogram 에 의한 描寫되는 ㄴ線의 檢出에는 매우 불리하다.<sup>4)</sup> reflectography 의 裝飾古墳壁畫에 대한 應用은 오랜 研究가 필요하다고 본다.

### 나. 墨書土器

墨書土器에 대해서는 가끔 reflectography 가 使用되어 왔다. 表面이 씻겨져 墨書가 미약하게 남아있는 土器가 reflectography 의 撮影對象이 된다. 이 경우 墨에 의한 近赤外線의 吸收는 극히 적다. 또, 밀면의 濃도 近赤外線을 吸收하기 때문에, 墨線의 部分과 濃淡의 差가 크지 않아 墨線을 읽기가 어렵다.

단지 墨線이 잘 보이지 않는다고는 하지만 裝飾古墳壁畫 경우에 비교해 보면 희미하기는 해도 墨書를 檢出할 수 있고 畫像雜音도 적기 때문에 畫像處理에 의해 墨書를 보다 明瞭하게 할 수 있다.

## V. 앞으로의 方向

赤外線 T·V카메라는 赤外線寫眞 필름에 비해 檢出力과 迅速性等 長點을 가지고 있으나 解像力(像을 분해)은 매우 뒤 떨어지고 있고 또한 走査線도 더 研究開發되어야 할 것이다.

赤外線 T·V카메라는 보통 T·V로 撮影하여서는 알기 힘든 文字나 밑그림을 분명하게 나타내주고 이제까지의 赤外線寫眞 필름으로는 곤란했던 점, 필요한 畫面만을 끌어낼 수 있는 점등과 最近의 畫像處理技術과 밀접한 關係를 가지는 것도 중요하게 되었다고 생각한다.

또한, 이것이 解像力에서는 赤外線寫眞 필름에 뒤 떨어지고 있는 赤外線 T·V카메라의 利用分野로서 앞으로 發展해야 할 進로가 아닌가 생각하고 있다. 또한, 계속적인 研究와 努力으로 赤外線 T·V카메라의 利用分野를 넓혀 여러 種類의 文化財에 대해서도 肉眼으로 볼 수 없는 部分을 觀察하여 科學的 保存處理 및 研究分析에 많은 成果를 期待해 본다.

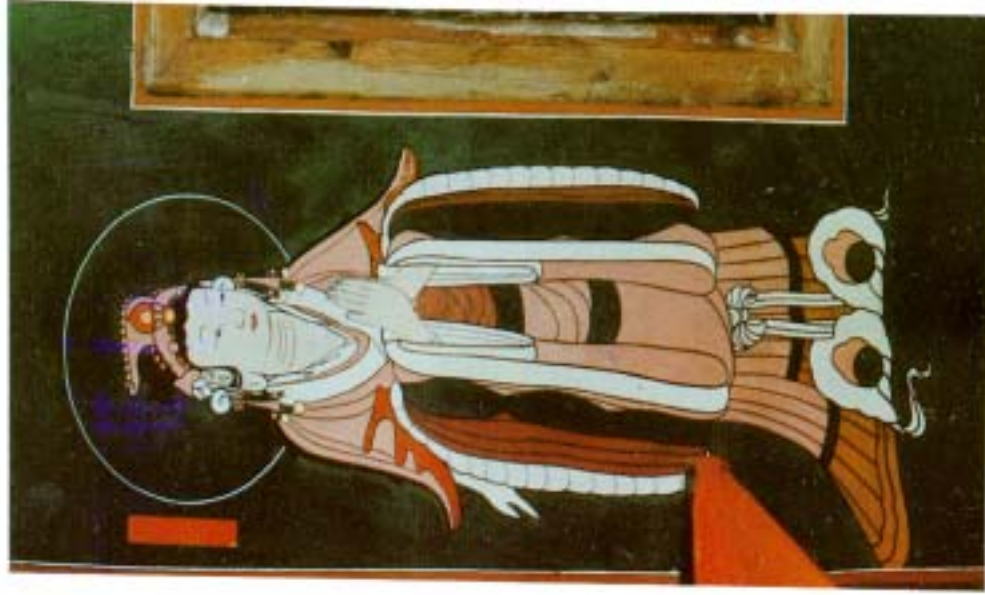
10 帝釋天像



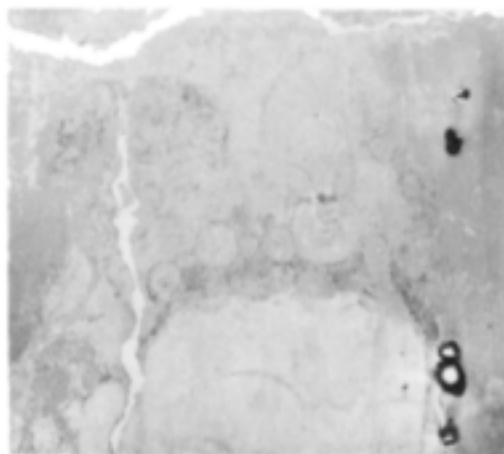
原壁畫



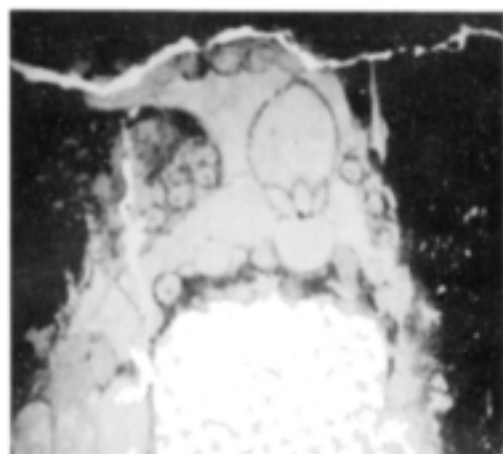
模寫圖



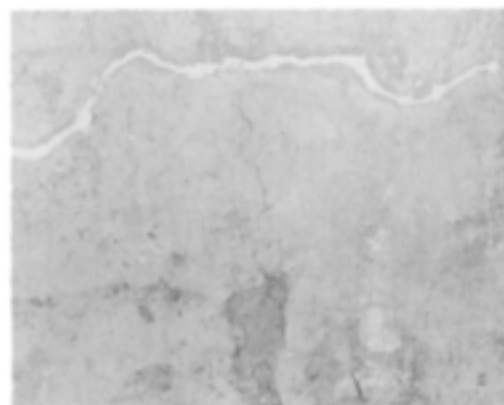
復元圖



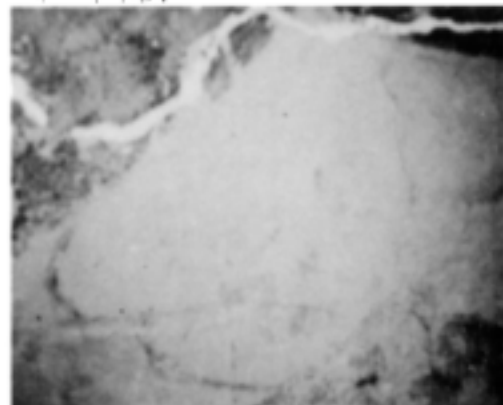
寫眞 1-1). 帝釋天像의 머리장식部分  
(普通寫眞)



寫眞 1-2). 赤外線 TV 카메라 사진 寶珠形의구슬(瓔珞)과 꽃들로 화려하게 장식한 花冠과 검은 머리카락이 뚜렷하게 나타남.



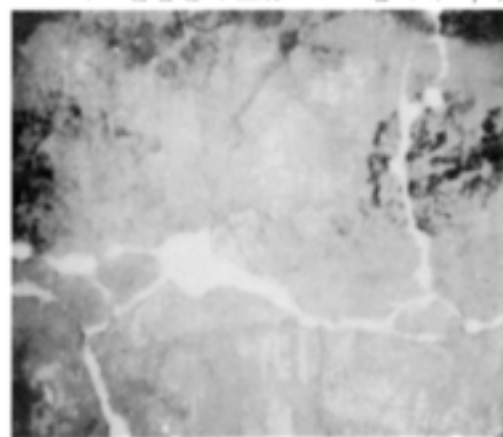
寫眞 1-3). 帝釋天像의 치마자락部分  
(普通寫眞)



寫眞 1-4) 赤外線 TV 카메라寫眞 帝釋天像의 무릎아래의 치마자락중 한쪽 끝이 긴편인데 墨線으로 문극이 나타남.



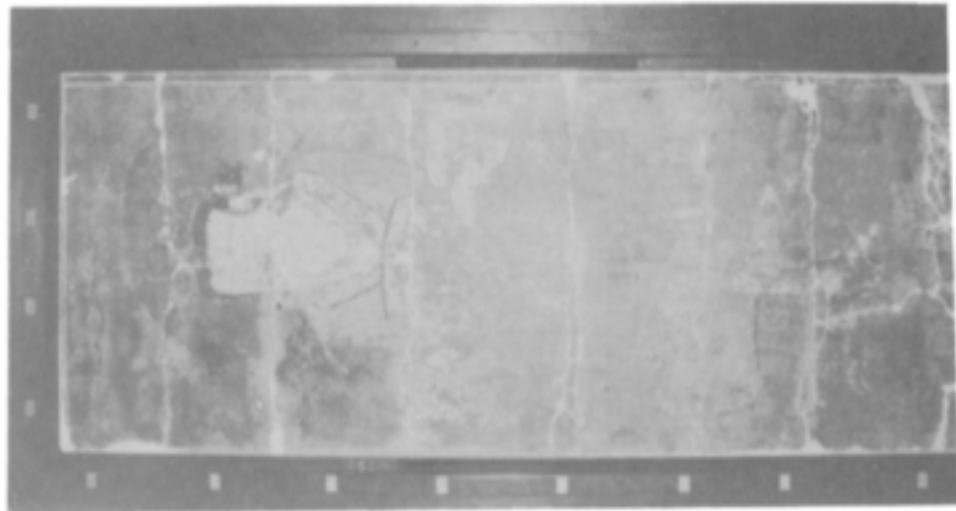
寫眞 1-5). 帝釋天像의 발部分 신발장식 (普通寫眞)



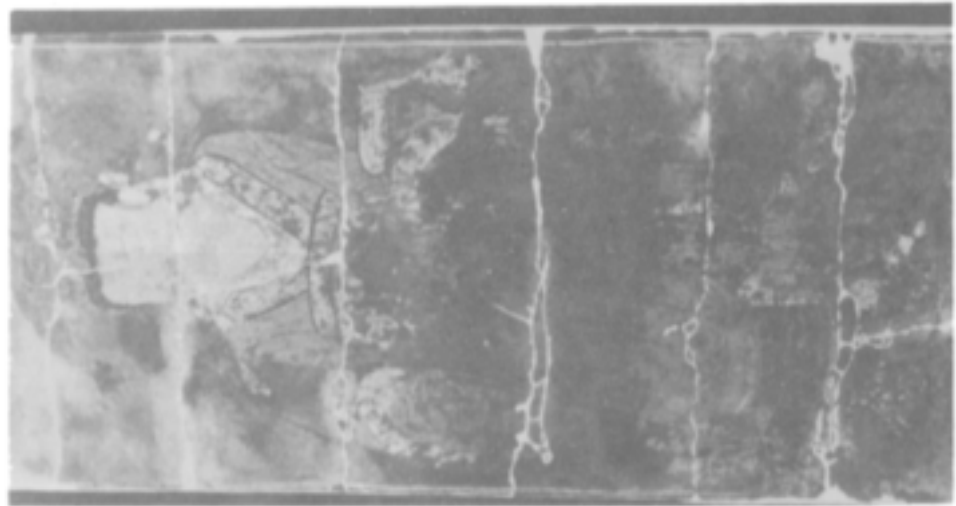
寫眞 1-6). 赤外線 TV 카메라寫眞 두 발 표현은 꽃모양 같은 短靴形의 신이 뚜렷하게 나타남.



2) 梵天像



原壁畫



模寫圖



復元圖



寫眞 2-1). 梵天像의 치마아래部分 (普通寫眞)



寫眞 2-2). 赤外線 TV 카메라寫眞 梵天一옷은 帝王의 袞龍袍을  
입었는데 원뿔 무늬아래部分의 唐草무늬가 녹색으로  
칠한 것이 뚜렷히 나타남. (雙鉤法에 의한 윤곽선이  
보임)

3) 廣目天王像



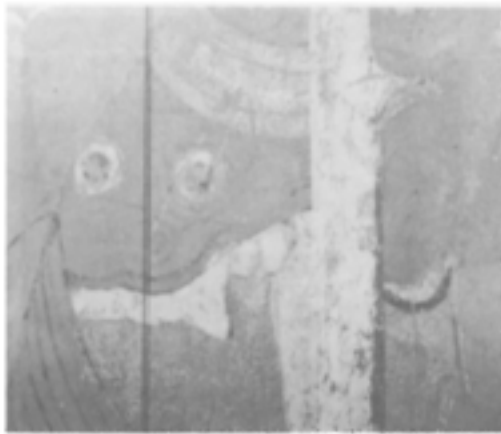
原壁畫



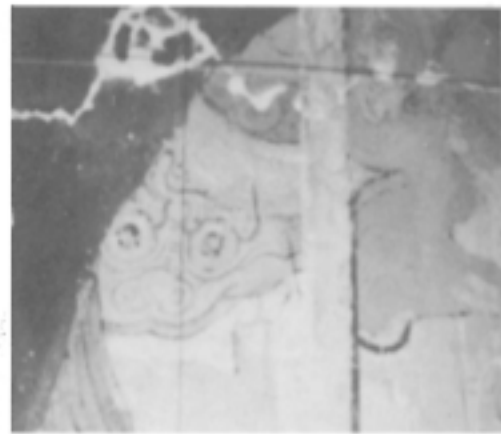
模寫圖



復元圖



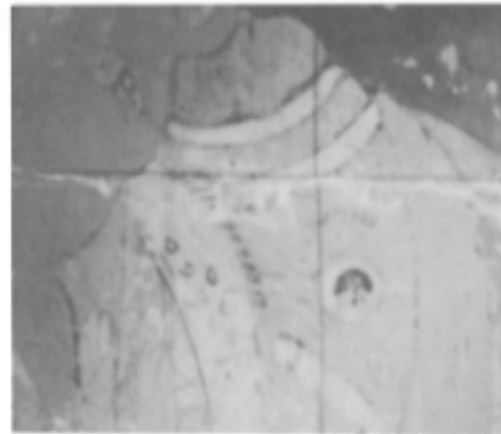
寫眞 3-1). 廣目天王像의 왼쪽어깨部分  
(普通寫眞)



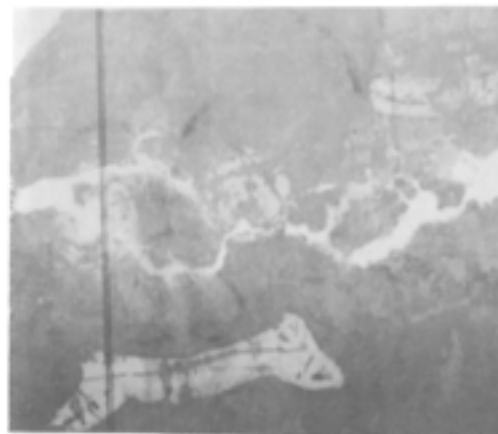
寫眞 3-2). 赤外線 TV카메라寫眞 하여서까지 내피오는 영도성 광복을  
되고 있는의 왼쪽어깨에 이빨종소리낸 실상머리가 보지는데  
참고기갈은 불교경전의 한글과 3卷佛으로 주름상인보, 눈발,  
이빨을 드러낸 모습들이 선명히 나타난다.



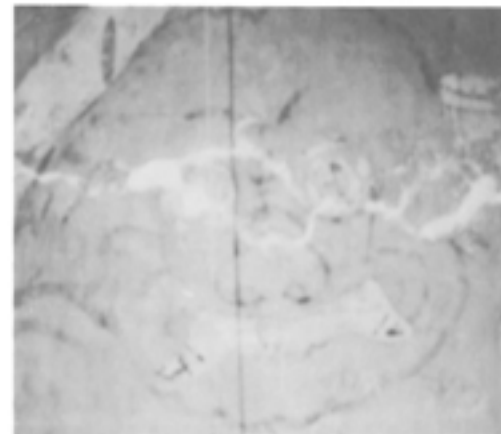
寫眞 3-3). 廣目天王像의 오른쪽어깨部分  
(普通寫眞)



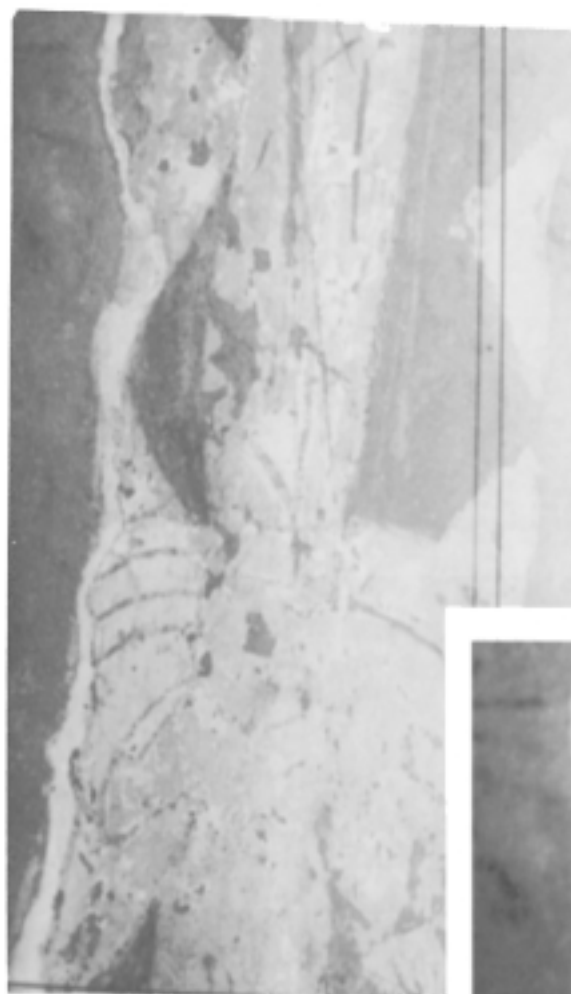
寫眞 3-4). 赤外線 TV카메라寫眞



寫眞 3-5). 廣目天王像의 惡鬼面  
(普通寫眞)



寫眞 3-6). 赤外線 TV카메라寫眞 露出되는 악귀의 雙눈은 불교경전  
과 눈동자, 혀어선일과 이빨을 불교경전의 문해선이 뚜렷히  
나타난다.



高眞 3-7). 廣目天王像의 天衣部分  
(普通高眞)

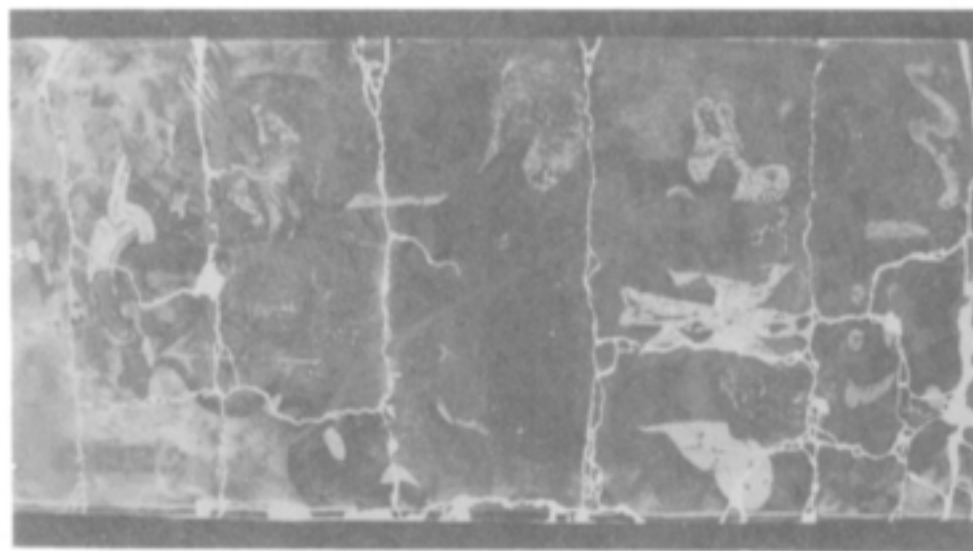
高眞 3-8) 赤外線 TV 카메라 사진  
허벅지까지 내려온 망포  
형 갑옷갈래 잔주름이  
裝式되었고 두다리  
가운데로 길게 묶은며,  
매듭의 細部가 선명하  
게 나타남.



4) 持國天王像



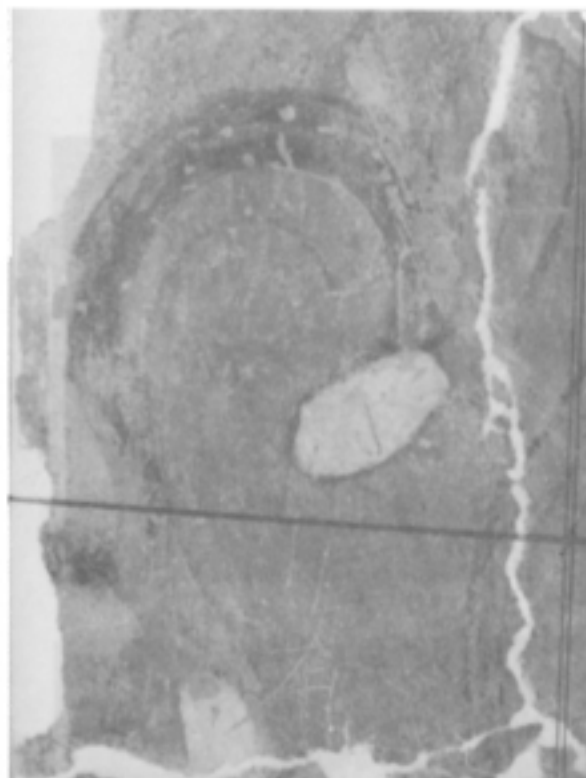
原壁畫



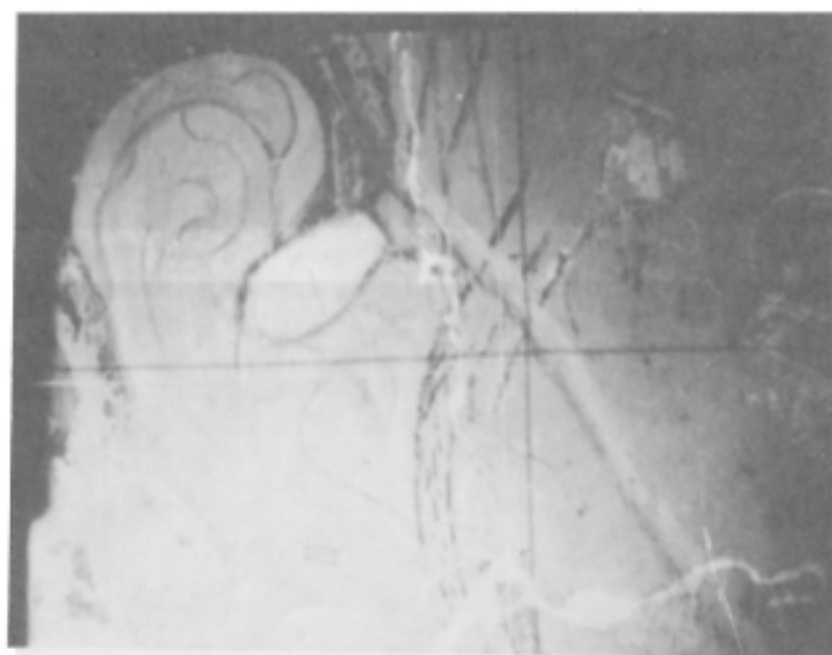
橫寫圖



復元圖

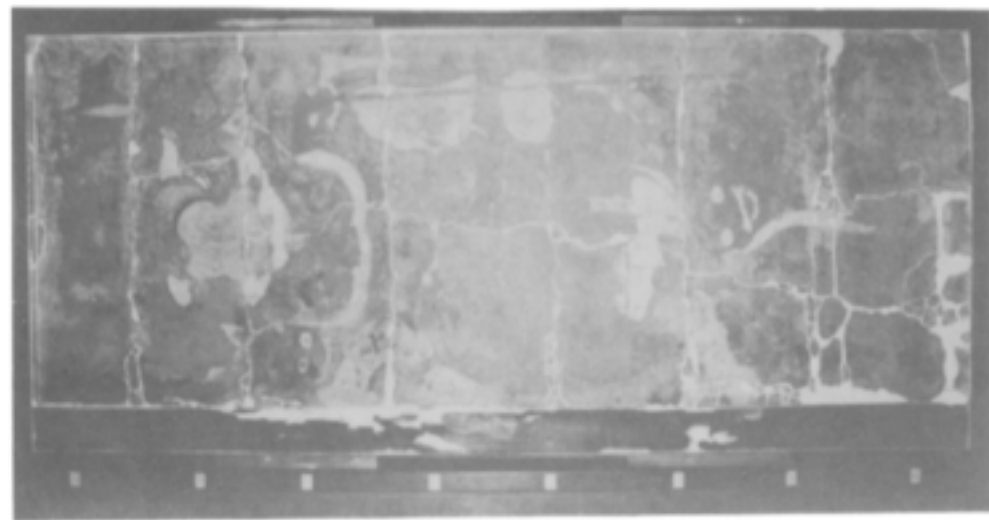


寫眞 4-1), 持國天王像의 오른팔  
天衣자락部分(普通寫眞)

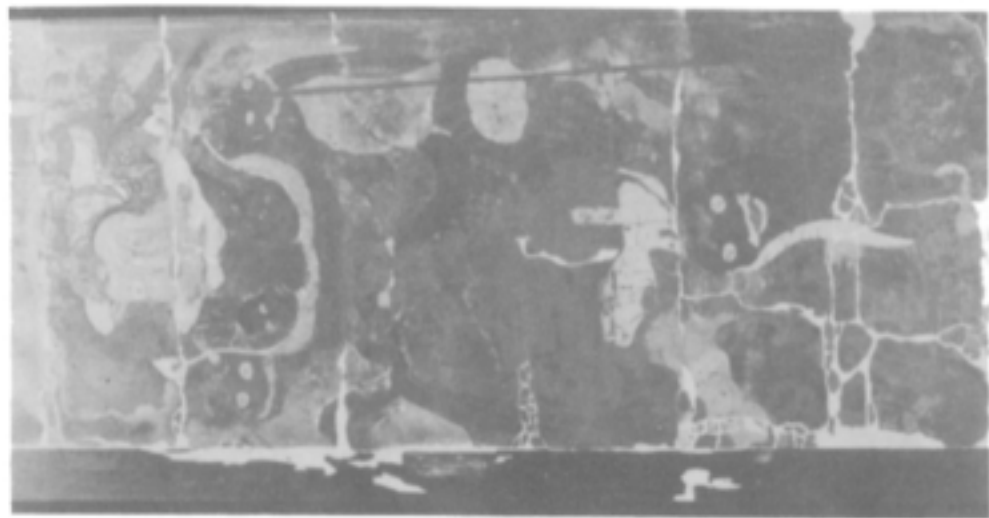


寫眞 4-2), 赤外線 TV 카메라 사진 오른팔에 걸친 天衣자락의  
구불구불한 表現이 선명하게 나타남.

5) 多聞天王象



原壁畫

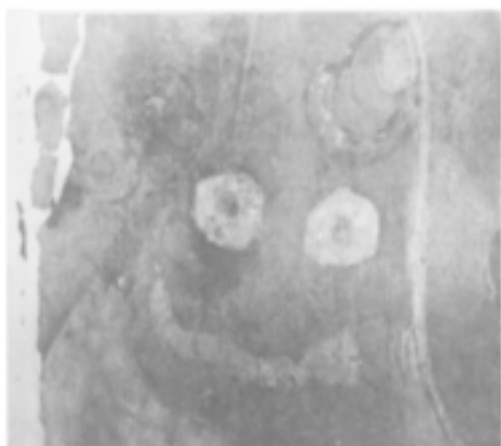


模寫圖



復元圖





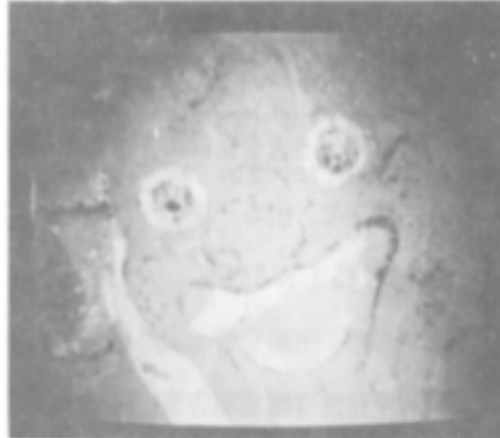
高眞 5-1), 多聞天王像의 왼쪽어귀부분 (普通高眞)



高眞 5-2), 赤外線 TV카메라高眞 같은 왼쪽어귀에 어계알이로 點式인  
침술머리중에서 물고기形態의 눈과 눈동자 몇가닥의 눈썹,  
3출모양으로치리된 코, 이빨등드러낸 입술등이 선명하게  
나타남.



高眞 5-3), 多聞天王像의 惡鬼面 (普通高眞)



高眞 5-4), 赤外線 TV카메라사진 鬼王을 반고있는 惡鬼面은 다른  
것과 마찬가지로 눈과 눈동자, 코, 입술의문락 墨線이  
鮮明하게 나타남.



高眞 5-5), 多聞天王像의 天衣사각部分 (普通高眞)



高眞 5-6), 赤外線 TV카메라高眞 무릎이래 무릎의 사이에 피  
아름이 鮮明하게 나타남.

## 参考文献

1. J.R.J van Asperen de Boer : Reflectography of paintings Using an Infrared vidicon Television System, *Studies in Conservation*, 14, 96 ~118 (1969)
2. 三浦定俊, 石川陸郎の赤外線テレビカメラの利用, *保存科学*第19号, 21~27 (1980)
3. J.P Filedt Kok, J.R.J. van Asperen de Boer, J. Taubert, M. Faries, P. Eikemeier, R. van Schoute, H. Marcq - verougstraeye : Scientific Examination of Early Netherlanddish Painting, *Fibula - van Dishoeck* (1976)
4. 三浦定俊 : 考古遺物へのレフシウトヴラファイ-の應用, ??良文化財研究所 研究發表要旨, 17~19 (1985)
5. 石川陸郎 : 古文化財に對する光學的鑑識, *MUSEUM*, 340, 28~34 (1979)
6. 三浦定俊, 山崎一雄 : 赤外線,  
「光學的方法による古美術品の研究(増補版)」242~245(1984)
7. 柳澤孝, 三浦定俊 : 赤外線テレビカメラによる堂塔莊嚴畫の調査研究,  
特定研究「古文化財」總括報告書, 281~299 (1984)
8. 袴田祐治 : 赤外線用ビツコンとその應用 映像情報 第一卷 12號 (1969)
9. 文明大 : 浮石寺祖師堂壁畫에 대한 考察, *月刊文化財* 第六卷 10號, 57~59 (1976)
10. 文明大 : 浮石寺祖師堂壁畫試論, *佛教美術*3, 東國大學校博物館, 10~27 (1977)
11. 韓國의 美 ⑦ 高麗佛畫 : 中央日報社, 253~254 (1981)
12. 白燦圭 : 榮豐 浮石寺祖師堂의 壁畫保存處理, *保存科學研究* 第6輯, 文化財研究所, 65~85(1985)
13. D.A Skoog, D.M. West : Principles of Instrumental Analysis, Holt-saunders International Editions, 209~261 (1980)

## SUMMARY

On the Mural Paintings Detected by through the Infrared T.V.  
Camera at Josadang, Busuk Temple

Chung, Kwang Yong

In the fields of the cultural properties, the Infrared TV camera is being initiated to use instead of the Infrared photo film for a better means to detect the description of drawings of the paintings.

Seeing from the effect of transillumination, the Infrared TV camera with its long wave of visible spectrum that makes less absorption by the pigments and with the reflection rays passing through the base of colour layers makes it able to find base drawing and letters.

The detection range of transillumination by the infrared rays depends on the kinds of pigments, lines of the base drawing and wave length of the infrared rays.

In our country, it was the first time to detect by our Conservation Science Dep't of The Research Institute of Cultural Properties by means of using Infrared TV camera to determine the mural paintings on the Josadang, Busuk Temple, resulted in an epoch-making success, that we have come to know the painting technique methods, how to treat for its conservation and making replica, reproduction, etc.