

非破壞性分析於攝影材質保存的應用 ——以臺北市立美術館典藏郎靜山作品 為例

Non-destructive Technical Analysis of Photographs in the Chinsan Long Collection at the Taipei Fine Arts Museum

羅鴻文 Luo, Hung-Wen

臺北市立美術館典藏組聘任解說員

Art Conservator, Acquisition Section, Taipei Fine Arts Museum

丘世馨 Chiu, Shih-Hsin

國立臺灣歷史博物館典藏組助理研究員

Assistant Curator, Collection Division, National Museum of Taiwan History

壹、大綱

「調染」(Toning) 常被應用在許多古典攝影技法上，主要目的可以改變原色調視覺效果，另一方面亦可增加照片的保存性。依照以往經驗，博物館專業人員和收藏家通常依賴視覺和顯微鏡分辨照片沖洗技術的差異特徵，然而單憑視覺識別極可能會產生誤判。隨著科技的發展，「非破壞性分析」(Non-destructive) 與「非侵入性檢測」(Non-invasive) 應用在文物保存已是一門專業技術。其中 X 射線螢光分析儀 (X-ray Fluorescence Spectrometer, XRF) 藉著量測物質不同元素特性，可作為鑑定不同攝影材質之應用。本文以臺北市立美術館典藏品郎靜山「仙山樓閣」、「春樹奇峰」、「曉汲清江」等為例，討論其不同色調之間特徵差異，並製作標準調染樣本，建立 XRF 圖譜資料庫，進一步針對不同

調染的照片材質確認，使藏品管理人員可以依此進行長期保存與展示的規劃。

貳、前言

攝影因其獨特的紀錄特性，呈現於人類學、自然科學、藝術美學，甚至是家庭照的情感記憶等多面向的存在。依不同基底 (Support)、黏著劑 (Binder) 與影像材質 (Final image material) 等，攝影有著極複雜的分類。自 19 世紀末以來，攝影師嘗試不同古典攝影技法，適應並結合不同的技術，廣泛使用化學物質，促進了商業攝影的範疇和自製照片的技術發展。

一、世界攝影材質技術概述

1826 年由法國人 Joseph Nicéphore Niépce (1765-1833) 拍攝「View from the Window

at Gras」是目前世界最早的影像照片，這使得「影像」從此在人類歷史上得以被忠實的紀錄。稍晚到了 1839 年由法國人 Louis-Jacques-Mandé Daguerre (1787-1851) 發表「達蓋爾攝影法」(Daguerreotype) 攝影術成功並獲得專利，自此攝影術仍為單一性的影像 (Newhall, 1964)。1830 年代英國人 William Henry Fox Talbot (1800-1877) 陸續成功使用銀鹽相紙 (Salt print) 與卡羅攝影術 (Calotype)，讓影像開始具有複製性，攝影術邁入新的里程碑 (Crawford, 1979)。為了克服前述紙張負片與照片影像模糊的缺點，1850 年法國人 Louis Blanquart-Evrard (1802-1872) 發明「蛋清照片」(Albumen print)，相較於單層銀鹽相紙，其影像更為銳利清晰，在工廠大量製造下廣為使用並蔚為風潮，使蛋清照片成為當時旅遊或社會紀錄，如 Carte-de-Visite 成為 19 世紀世界各地最主要的影像材質。隨後 1871 年英國人 Richard Leach Maddox (1861-1902) 首先將明膠銀鹽乳劑應用於攝影，以明膠作為使溴化銀 (Silver Bromide) 均勻塗佈於相紙上的黏著材料，明膠曬出型 (Printing-Out Paper) 照片出現於 1880 年代，1890 年由柯達 (KODAK) 公司開始量產後普及於大眾。明膠顯影型照片 (Developing-Out Paper) 從 1900 年代於美國開始被廣泛地製造與使用，到 1960 年代彩色照片發明前，都是由明膠銀鹽顯影型照片獨占攝影市場。這是攝影史上非常重要的里程碑，攝影從此躋身於可量產的階段，徹底改變了人類的影像世界。(Pouradier, 1987)

二、臺灣攝影的時代演進

早期臺灣攝影的起源尚無明確的定論，1895 年日本統治時期以前，陸續有些傳教士或旅行家造訪臺灣，紀錄了一些臺灣當時的影像。1895 年馬關條約簽署後，臺灣從中國割讓給日本，日

本政府將攝影技術移入臺灣，自始臺灣攝影發展邁入一嶄新階段。1858 年《中英天津條約》簽署，外人開始大量造訪臺灣。其中 St. Julien Hugh Edwards (1838-1903，中譯朱利安·愛德華茲) 1862 年以美國公民身份遷居廈門，然後以此為根據地發展他的事業。他與當時美國駐廈門領事 Charles Le Gendre (1830-1899，中譯李仙得) 等人都有攝影業務服務關係。「History of Photography in China: Western Photographers 1861-1879」一書中有對 Edwards 詳盡的介紹，此書刊載他不僅為 19 世紀廈門最重要的攝影師，同時也極可能是首位到臺灣從事攝影活動者。Edwards 曾隨美國駐廈門領事李仙得來臺進行攝影工作，成為其記錄《臺灣紀行》影像的攝影師之一 (Bennett, 2010)。再者，著名的英國旅行攝影家兼自然學者 John Thomson (1837-1921，中譯約翰·湯姆森)，於 1871 年由廈門搭乘渡海抵達打狗 (現稱高雄)，再沿海岸至臺灣府 (現稱臺南)，然後徒步向六龜山區採集攝影。當時臺灣南部的海岸、河溪、山麓和平埔族人的素顏作息景觀，已在一百多年前被有計畫地留證下來，並發表《中國及其子民》(原著 Illustrations of China and its People) (王雅倫，1997)。自此階段，上述攝影照片材質多使用蛋清照片技術，惟蛋清照片因材質問題易產生褪色磨損等劣化狀況，故若無妥善保存環境恐多數早已散佚失傳。

從 1895 年日本統治臺灣後，世界攝影史也適逢媒材技術的大躍進，除了按歷史線索排列，劃過清領、日本統治時期、國民政府的統治時期，「明膠銀鹽照片」材質的使用，更讓攝影在文明紀錄方式扮演無可替代的要角。二戰以前臺灣攝影家主要受到日本統治影響，影像由當時照相館攝影師拍攝。這階段能夠看見大量人像攝影作品，和少數的業餘攝影家在臺灣民間各地所拍

攝的街頭式攝影作品。二戰以後以至於 1975 年以前，「臺北攝影沙龍」及「中國攝影學會」主導攝影價值觀（吳家寶，1993）。1970 年代，亞洲四小龍之一的臺灣經濟起飛，鄉土文學論戰方興未艾，報紙媒體對各地民情大量取材，許多「彩色照片」也被當作紀錄傳播的利器，讓原本黑白灰階的影像呈現多樣的色調變化。1990 年開始，解嚴後的社會運動、藝術發展，更多元化呈現社會的時代脈絡。到了 2000 年後大量的數位攝影應用於當代藝術之表現，例如臺北雙年展、威尼斯雙年展等，不僅在藝術形式更多元，攝影媒材例如「噴墨相紙」、「雷射輸出」等的方便性與傳統媒材的交融使用，更令人目不暇給。

三、非破壞分析技術於攝影媒材之應用

隨著科技的發展，「非破壞性 (Non-destructive) 分析」與「非侵入性 (Non-invasive) 檢測」應用在文物保存已是一門專業技術。現今的文物保存科學家、博物館、美術館及修復人員檢測均使用非破壞性科學檢測分析方法，來避免直接在文物上採取樣本而造成的傷害。該類分析方法舉例說明：拉曼光譜 (Raman spectroscopy) 在文物修復上常用來測定無機物等其他化合物成份分析，利用拉曼光譜散射特性可獲得物質晶格與分子振動旋轉等模式相關訊息，激發光的光束可集中聚焦至微米量級，對樣品作微量分析，並應用 CCD 的多通道感測器，使拉曼訊號累積加強，量測分子結構、官能基或化學鍵位置 (Martins¹, Daffner, Fenech, Christopher McGlinchey and Matija Strli, 2012)。X 射線螢光分析儀 (X-ray Fluorescence Spectrometer, XRF) 具有可量測物質不同元素特性，其原理是依據每個元素的擁有各自原子序 (元素電子數不同，如：銀的原子序是 47)，而原子序又表示原子電子數不同，所擁有電子軌域

數亦不同，單一而獨有的，XRF 設備其主要由 X 光激發源和探測系統組成。當激發源產生入 X 射線並激發受測樣品，而樣品中的每一種元素因被激發後會放射二次 X 射線。由於每一種元素所擁有電子數不同電子，被 X 光激發所放射出的二次 X 射線具不同的螢光能量特性，所以探測系統可藉此將資訊轉換為樣品中的各種元素種類和數量 (強度) (Eva Marguá and René Van Grieken, 2013)。而「有機物質」常使用傅立葉轉換紅外線 (Fourier transform infrared, FTIR) 測量有機物成分，因每個有機化合物都有其特定的光譜官能基 (function group) 與指紋區 (finger print) 光譜組成，因不同有機物高分子官能基結構在紅外線光譜儀中有不同的吸收信號峰來做為有機化合物之鑑別 (McCreery, 2000)。另外，透過影像技術檢測，如「反射式影像校正」(Reflectance Transformation Imaging, RTI)「多頻譜影像技術」(Multispectral Imaging, MSI) 也成為近來許多非破壞分析研究證進行方向 (Cosentino, 2004)。

1980 年代，The Getty Foundation 與 The international museum of photograph and film, (George Eastman House) 合作分析現代攝影之父 Alfred Stieglitz 的作品，藉以判斷鉑 (Platinum) 及鈀 (Palladium) 含量定性，使這些照片的製作履歷獲得正確鑑定並進一步達到預防性保護、展覽和學術研究等目的，對其他機構和收藏照片私人收藏家有著深遠的影響 (McCabe, 2004)。2003 年 The Getty Foundation 協助 Harry Ransom Center (HRC) 收藏 Gernsheim Collection 攝影照片中，4 件經金調染 (Gold toning) 及銅調染 (Copper toner) 的材質進行分析，因為這批照片在背面標籤上註明了「金屬照片」(Metallic Photo Print)，且包含當初申請英國專利的編號。研究人員也同時調閱專利文獻資

料，透過 HRC 原影像底片比對及影像人物穿著風格進行年代推斷，更具意義的是經過檢測後，不同調染的照片材質確認，保存管理人員可以依此進行長時保存與展示的規劃 (Brown, Stulik and Khanjian, 2005)。

參、案例說明

臺北市立美術館 (以下簡稱北美館) 被視為臺灣第一座現代化美術館，自 1983 年開館後，戮力典藏日本統治時期以降重要優秀臺灣美術品，至 2016 年 8 月為止，收藏作品已逾 4,800 件，其中攝影類作品逾館藏量之四分之一，堪稱「臺灣攝影寶庫」。北美館訂有「臺北市立美術館典藏庫房及藏品管理要點」，以為管理典藏品之依據，除以專業人員及專業方式提供良好的作品保存環境外，更透過準確登錄建檔及資料數位化整理，提供網路資料庫服務，俾利使用瀏覽及快速查詢本館典藏作品。在已入藏的 15,900 餘件攝影藏品中，包含郎靜山等重要攝影作品。郎靜山因其特殊的時代性及「集錦式」技法而聞名於世，這些作品包含「蹣跚山頂鶴」、「仙山樓閣」、「春樹奇峰」、「曉汲清江」等著名作品，於入藏系統媒材判定登錄為「銀鹽相紙」。值得一提的，這些作品入館前多已經冷裱 (Pressure-Sensitive Films)



圖 1. 郎靜山作品「春樹奇峰」裝裱狀況

資料來源：臺北市立美術館館藏 作者攝影

處理 (圖 1)、(圖 2)，此類作品使用壓克力類等共聚合物黏膠，只需在常溫下即可加壓黏合，塑膠載體材質屬聚氯乙烯類 (polyvinyl chloride) 或聚酯類 (polycarbonate)，前者質地較軟，可製作如鑽石紋、珍珠紋、皮革表面效果，而後者質地較硬，裱後具光亮性的效果 (Penichon and Jurgens, 2001)。因此典藏管理人員無法直觀檢視作品種類，為求典藏品相關資訊正確性，實有必要採用非破壞分析方式輔助檢測結果判斷。

以暖色調攝影藏品為例，早期照片顏色呈現暖調 (Warm tone)，常被視為該有的「古味」

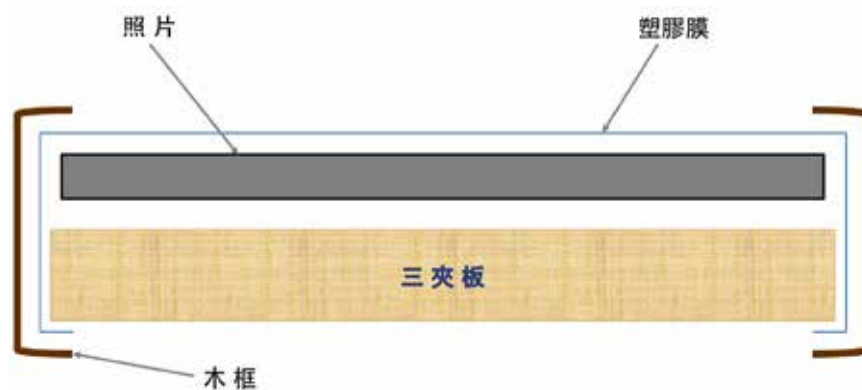


圖 2. 郎靜山作品「春樹奇峰」剖面示意圖

資料來源：作者繪圖

(Patina)，這暖色狀況除了可能是銀粒子氧化變小呈現黃化褪色外，攝影師也可能刻意使用調染技術改變原有的黑白色調，使其成為冷暖和偏冷的視覺效果。更後期的彩色照片的發明，因可於沖洗時使用濾鏡調整模擬不同最終色調效果，依照以往經驗，博物館專業人員、專家和收藏家通常依賴視覺和顯微鏡，來檢查不同沖洗技術之差異特徵，如僅單憑視覺識別極可能會產生誤判。

藉著「非破壞性」(Non-destructive) 諸多優點，開始應用於美術館藏品保存領域，本文即依上述北美館收藏郎靜山「春樹奇峰」等作品為例，因入藏時，典藏系統標示「銀鹽照片」，照片正面經塑膠護冷裱，背面被黏貼於木夾板，不利於典藏人員檢視作品狀況，本研究採用 XRF 檢測銀元素存在與否，藉以判斷是否為明膠銀鹽照片。

肆、原理及實驗

由於經調染的明膠銀鹽照片與彩色照片易混淆，以肉眼直觀判斷並無法明確分辨。例如圖 3 為明膠銀鹽照片縱剖面結構，可清楚看到影像是由銀粒子組成；圖 4 顯示彩色銀鹽漂白型照片

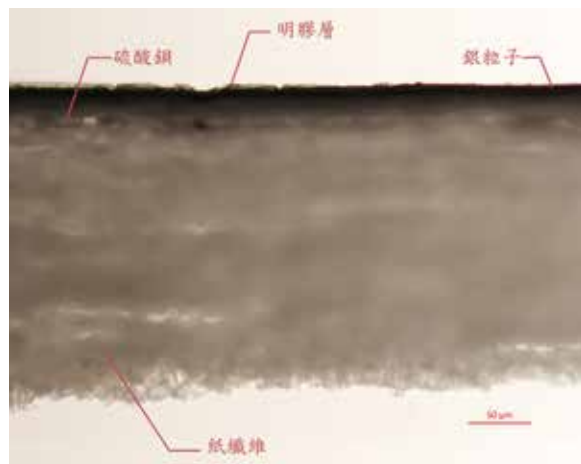


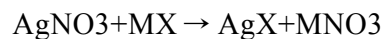
圖 3. 明膠層 硫酸銀 銀粒子 紙纖維 50μm

資料來源：作者攝影

(Silver gelatin print) 的縱剖面結構，可清楚看到由下而上依序是青 / 紅 / 黃色組成。再者，此批照片正背面皆已被夾裱，故本研究設計實驗流程如圖 5。

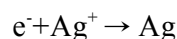
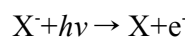
一、照片成像與調染原理

攝影材料感光過程簡要說明如下：當照片或底片上的感光乳劑所含的鹵化銀 (AgX ，通常為溴化銀 AgBr)，在明膠溶液中反應形成：



M 為 Na、K 等鹼金屬 依不同反應條件 得到 AgX 粒子形狀亦不同。

照片或底片受光 ($h\nu$) 照射後，會從 AgX 中產生光電子，在結晶格中的銀離子 (Ag^+) 產生反應，生成銀原子：



如此過程不斷重覆進行，銀原子聚合一定的數量後，就形成肉眼所不能見的潛像 (latent image)，此種潛像具有某種程度的催化效果，讓形成潛像的鹵化銀與一些諸如對苯二酚 (hydroquinone) 之類的還原劑接觸時，能夠引發一種催化還原反應 (Catalytic reduction)，析出黑色的銀粒子，而將潛像顯現出來，形成肉眼可見

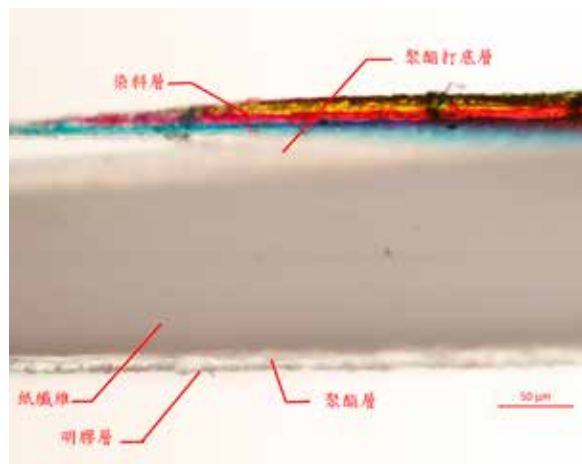


圖 4. 染料層 聚酯打底層 紙纖維 明膠層 聚酯層 50μm

資料來源：作者攝影

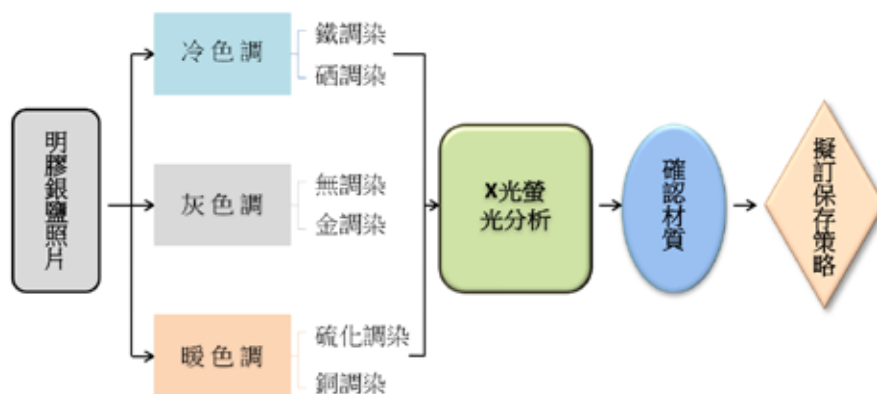
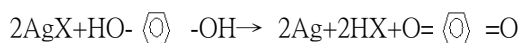


圖 5. 分析規劃流程圖

資料來源：作者繪圖

的影像 (大田登, 2001)。



調染是針對傳統黑白明膠銀鹽照片進行改變色調或保存性的化學處理程序，非指對彩色照片處理。以硫化調染 (Sepia toning) 為例，乳劑層裡的銀鹽粒子被置換成硫化銀 (Ag_2S)，顏色及階調因而改變，且穩定更好；硒調染 (Selenium toning) 則會使影像暗部細節增加；金調染 (Gold toning) 後的照片仍較接近原黑白色調；然而像含有鐵鐵調染 (Iron toning) 及銅調染 (Copper toner) 的調染方式則會降低照片的保存性，保存人員都必須知道不同調染照片特性才可設定適當的保存方針。

二、樣本分析金屬調染程序樣本

(一) 金屬調染程序樣本

首先製作「標準沖洗程序的銀鹽紙基相紙」，使用 Ilford Multigrade FB Classic Paper Glossy 8"×10" 相紙，以標準沖洗程序：感光完成的 FB 銀鹽相紙，以 D-72 顯影液在 24°C 下用淺盆顯影方式，顯影 2 分鐘，再以 5% 冰醋酸進行停止反應 1 分鐘，定影時使用 ILFORD RAPID FIXER 1+4 的濃度分別兩道定影程序各 1 分鐘，以流動

清水清洗 5 分鐘，取出再以 KODAK HYPO CLEANER 標準濃度浸泡 2 分鐘，水洗 10 分鐘，乾燥前以蒸餾水清洗 1 分鐘，完成沖洗程序。

1. 金調染 (Gold toning)

將已經完成「標準沖洗程序的銀鹽紙基相紙」直接放入已注入 Tetenal Gold toner 的淺盆中，在室溫下 (27°C) 連續搖晃淺盆 3 分鐘，取出後用流動清水清洗 40 分鐘，乾燥前用蒸餾水清洗 1 分鐘，乾燥後完成金調染處理 (使用藥水：Tetenal gold toner)。

2. 硫化調染 (Sepia toning)

將已經完成「標準沖洗程序的銀鹽紙基相紙」直接放入已注入漂白液的淺盆中，連續搖晃淺盆 3 分鐘，取出以流動清水清洗 20 分鐘，取出並放入已注入硫化顯影液的淺盆中，連續搖晃淺盆 2 分鐘，取出後用流動清水清洗 40 分鐘，乾燥前用蒸餾水清洗 1 分鐘，乾燥後完成硫化調染處理 (使用藥水：Berg Toner for Black & White Prints Rapid RC Sepia)。

3. 銅調染 (Copper toner)

將已經完成「標準沖洗程序的銀鹽紙基相紙」直接放入已注入銅調染液的淺盆中，連續搖晃淺盆 3 分鐘，取出後用流動清水清洗 40 分鐘，乾燥前用蒸餾水清洗 1 分鐘，乾燥後完成銅調染處理 (使用藥水：Berg Toner for Black & White Prints Brown-Copper)。

4. 鐵調染 (Iron toning)

將已經完成「標準沖洗程序的銀鹽紙基相紙」直接放入已注入鐵調染液的淺盆中，連續搖晃淺盆 4 分鐘，取出後用流動清水清洗 40 分鐘，乾燥前用蒸餾水清洗 1 分鐘，乾燥後完成銅調染處理 (使用藥水：Photographer's Formulary Toner for Black & White Prints-Iron Green-Blue)。

5. 硒調染 (Selenium toning)

將已經完成「標準沖洗程序的銀鹽紙基相紙」直接放入已注入硒調染液 (5%) 的淺盆中，連續搖晃淺盆 2 分鐘，取出後用流動清水清洗 5 分鐘，取出再以 KODAK HYPO

CLEANER 標準濃度浸泡 2 分鐘，水洗 10 分鐘，乾燥前以蒸餾水清洗 1 分鐘，完成沖洗程序。(使用藥水：Kodak Toner for Black & White Print-Rapid Selenime)。

(二) 藏品 X 射線螢光分析

本研究使用 XRF 機型為 Olympus Innov-X DELTA 7300、Rh 靶材、高性能 SDD 檢測器、解析度 150eV 及 40kV。可個別設置測試時間，5 套軟體及檢測元素如表 1。

經測試調染照片於不同模式特性與偵測元素之範圍，除金調染及硫化調染使用金硫檢測模式可判讀金 (Au) 與硫 (S) 元素，其餘標準片與調染照片使用重金屬快篩，可判讀銅 (Cu)、鐵 (Fe)、硒 (Se) 等元素，參考如表 2。

三、分析討論

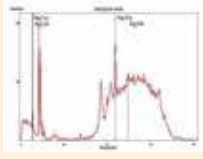


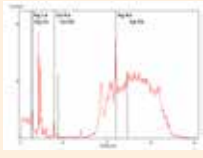


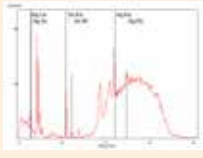
從前述樣本分析得知，冷色調可能是「鐵調染」及「硒調染」；暖色調可能是經「硫化調染」及「銅調染」；而中性色調可能是經「金調染」。本次針對 3 件作品「仙山樓閣」(冷色調)、「春樹奇峰」(暖色調)、「曉汲清江」(中性色調) 分別使用「金硫檢測」及「重金屬快篩」模

表 1. Olympus Innov-X DELTA 7300 各種模式可量測元素

模式	測量元素
基本元素 RoHS/Wee	Cl, Ca, Ti, Ba, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Hg, As, Pb, Se, Au, Br, Pb, Bi, Sr, Zr, Mo, LE, Ag, Cd, Sn, Sb, V, Cr, Hf, Ta, W,
重金屬快篩 Soil	U, Sr, Y, Zr, Th, Mo, Ag, Cd, Sn, Sb, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, W, Hg, As, Se, Br, Pb, Bi, Rb, LE, P, S, Cl, K, Ca
金硫檢測 Halogen Free	Ba, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Hg, As, Se, Au, Br, Pb, Bi, Sr, Zr, Mo, Ag, Cd, Sn, Sb, Ca, Ti, Cr, LE, P, S, Cl, K
金屬牌號模式 Alloy Plus	Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Hf, Ta, W, Re, Pb, Bi, Zr, Nb, Mo, LE, Pd, Ag, Cd, Sn, Sb, Mg, Al, Si, P, S, Mo, Sn, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn,
礦物分析 Ming Plus	V, Cr, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, W, As, Pb, Bi, Zr, Mo, LE, Ag, Cd, Sn, Sb, Mg, Al, Si, P, S, Cl, K, Ca, Ti, Mn

資料來源：作者整理

表 2. 不同調染照片色調之 XRF 圖譜

調染方式	模式	XRF 圖譜	影像	影像元素
標準品 Non-toned	重金屬快篩			Ag
金調染 Gold Toning	金硫檢測			Ag, Au
硫化調染 Sepia Toning	金硫檢測			Ag, S
銅調染 Copper Toning	重金屬快篩			Ag, Cu
鐵調染 Iron Toning	重金屬快篩			Ag, Fe
硒調染 Selenium Toning	重金屬快篩			Ag, Se

資料來源：作者整理

式分析，每個測量點偵測 2 次以確定重複性，測量位置呈現如表 3。

(一) 郎靜山作品「仙山樓閣」分析結果

以 XRF 量測照片影像高濃度處，「仙山樓閣」於重金屬快篩 22.16 (K α) 與 24.94 (K β) 及 2.98 (L α) 與 3.15 (L β) 元素無銀 (Ag) 分析線反應；6.4 (K α) 與 7.06 (K β) 無鐵 (Fe) 分析線反應，如圖 6。因此判斷「仙山樓閣」並非鐵調染之明膠銀鹽照片，應為「彩色照片」。

(二) 郎靜山作品「春樹奇峰」分析結果

以 XRF 量測照片影像高濃度處，「春樹奇峰」於重金屬快篩模

式 22.16(K α) 與 24.94(K β) 及 2.98(L α) 與 3.15(L β) 元素無銀 (Ag) 分析線反應，如圖 7。金硫檢測模式 2.31(K α) 與 2.46(K β) 無硫 (S) 分析

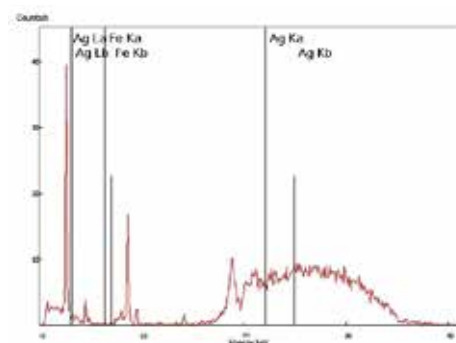


圖 6. 郎靜山作品「仙山樓閣」XRF 重金屬快篩圖譜

資料來源：作者整理

表 3. 郎靜山三件作品不同色調比較

作者	題名	色調	媒材技術	影像與測量位置
郎靜山	仙山樓閣	冷	銀鹽相紙	
	春樹奇峰	暖	銀鹽相紙	
	曉汲清江	中性	銀鹽相紙	

資料來源：臺北市立美術館典藏品 (作者整理)

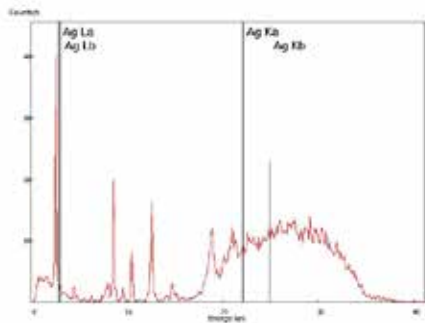


圖 7. 郎靜山作品「春樹奇峰」XRF 重金屬快篩圖譜
資料來源：作者整理

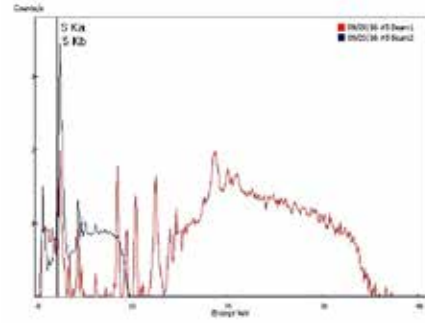


圖 8. 郎靜山「春樹奇峰」XRF 金硫檢測圖譜
資料來源：作者整理

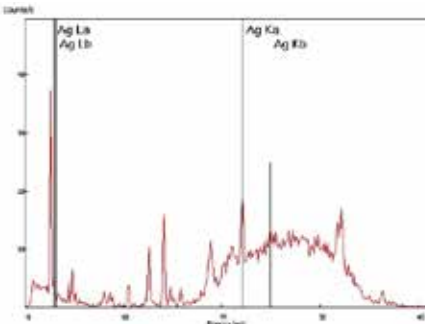


圖 9. 郎靜山「曉汲清江」XRF_重金屬快篩圖譜
資料來源：作者整理

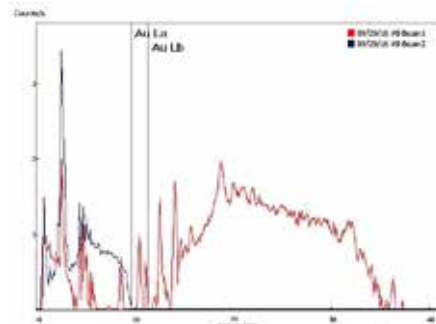


圖 10. 郎靜山「曉汲清江」XRF_金硫檢測圖譜
資料來源：作者整理

線反應，如圖 8。因此判斷「仙山樓閣」並非硫調染之明膠銀鹽照片，應為「彩色照片」。

(三) 郎靜山「曉汲清江」分析結果

以 XRF 量測照片影像高濃度處，「曉汲清江」於 Soil 模式 22.16 ($K\alpha$) 與 24.94 ($K\beta$) 及 2.98 ($L\alpha$) 與 3.15 ($L\beta$) 元素具有銀 (Ag) 分析線反應，如圖 9。Halogen Free 模式 9.71 ($L\alpha$) 與 11.44 ($L\beta$) 無金 (Au) 分析線反應，如圖 10。因此判斷「曉汲清江」並非經金調染之「明膠銀鹽照片」。

伍、結論

本研究過程不僅讓後人得知，郎靜山除了擅長暗房技法之外，其對呈現媒材的選擇也具實驗性，並非一成不變的使用傳統明膠銀鹽照片作為調染的基底紙材。同時，實驗針對攝影媒材確認之有效方法步驟，亦可做為未來蒐藏相關攝影藏品審議時，供審議委員判別確認之參考，以防止

作品資訊誤植可能衍生之狀況。有關該類經冷裱的藏品，雖能暫時保護照片免於被刮傷或不當持拿的傷害，對無任何殘留藥劑的明膠銀鹽照片已杜絕環境中氧氣與水氣的影響，但對彩色照片則不然，因其本身具化學殘留物，或是製作過程產生酸性物質，因冷裱後反而加速某些染料的褪色速率，目前這些裱褙處理是不可逆的處理方式。為使其永久保存，仍應將保存於穩定的庫房環境，保存條件可參考美國國家標準局 ANSI 規定彩色照片之理想保存溫度上限 2°C 、相對溼度 20%-30% 的條件設定；明膠銀鹽型之保存溫度上限 18°C 、相對溼度 30%-50% 條件。需特別注意彩色照片為「特別敏感材質」，其年曝光量限制為 12,000lx.h，因此，針對該類藏品的展期應盡量控制低於 4 個月 (Wagner, McCabe and Lemmen, 2001)，以兼顧博物館典藏保存與公開展示的目的。

本篇內文感謝多位審查委員提供寶貴意見，以及光影工作室曾啟峰先生協助調染照片樣本製作、能邁科技有限公司李明剛先生協助 XRF 數據之判斷，讓此篇內容更臻完善。

參考文獻：

1. Brown, B. N., Stulik, D. C., & Khanjian, H.,(2005). Four Metallic Photographic Prints from the Harry Ransom Center Collection, *Topics in Photographic Preservation*, 11, 57-72.
2. Cosentino, A.(2004). Panoramic Infrared Reflectography. Technical Recommendations. *International Journal of Conservation Science*, 5(1), 51-60.
3. Crawford, W.(1979). *The Keeper of light: a history & working guide to early photographic process*. New York: Morgen &Morgen Inc.
4. EvaMarguá, E., René Van Grieken,R.V.,(2013). *X-ray fluorescence spectrometry and related techniques: an introduction*. New York: Momentum Press.
5. Martins,A., Daffner, L. A., Fenech, A., McGlinchey, C., MatijaStrli ,(2012). Non-Destructive Dating of Fiber BasedGelatin Silver Prints Using Near InfraredSpectroscopy and Multivariate Analysis FTIR, Raman and XRF identification of the image materials in turn of the 20th century pigment-based photographs. *Analytical and Bioanalytical Chemistry - ANAL BIOANAL CHEM*, 402,1459-1469.
6. McCreery, R. L.,(2000). *Raman Spectroscopy for Chemical Analysis*. New York: John Wiley &Sons,inc.
7. McCabe, C. *Understanding Alfred Stieglitz's platinum and palladium prints: Examination by x-ray fluorescence spectrometry*, *Issues in the conservation of Photographs*. L.A.: The Getty conservation institute, 68-70.
8. Newhall, Beaumont,(1964). *The History of Photography*. New York: The Museum of Modern Art.
9. Penichon, Sylvie and Jurgens, Martin,(2001). Two Finishing Techniques For Contemporary Photographs. *Topics in Photographic Preservation*, 9, 85-96.
10. Pouradier, J.(1987). *History of Photographic Gelatin, Pioneers of Photography — Their Achievements in Science and Technology*. Washington, D.C.:The Society for Imaging Science and Technology.
11. Terry Bennett, T.(2010). *History of Photography in China : Western Photographers 1861-1879*. United Kingdom: Bernard Quaritch Ltd.
12. Wagner, S. S., McCabe, C. & Lemmen,B.(2001).Guidelines for Exhibition Light Levels for Photographic Materials. *Topics in Photographic Preservation*, 9,127-128.
13. 大田登 (2001)。基礎色彩再現工程。譯自「色再現工学の基礎」，(陳鴻興、陳君彥譯)。臺北市：全華。
14. 王雅倫 (民 86)。法國珍藏早期臺灣影像：攝影與歷史的對話。臺北市：雄獅圖書。
15. 吳嘉寶 (民 82)。臺灣攝影簡史。檢自 <http://www.fotosoft.com.tw/book/papers/library-1-1005.htm> (Aug. 28, 2016)

