

國史館典藏庫房空中真菌相之調查*

解惟棠、夏滄琪*

壹、前言

檔案文物是人類發展過程中所造就的文明產物，其為記載歷史的重要載體，亦是人類重要的資產。文物典藏機構對文物具有收集、研究、保存、維護、鑑定與陳列展覽等重責大任。為確保文物能妥善保存，故而必須格外注重典藏機構之環境。

典藏庫房並非為文物展示期間長久收藏的地方，而是文物保管人員對文物進行保存及維護的地方。典藏庫房中收藏許多不同材質的文物，庫房內部溫度、相對濕度、光線以及微生物等外在環境因素皆可能對文物造成無法挽救的損害。

文物保存的影響因子，大致可概分為光線、濕度、溫度、空氣內之氣體成分、蟲及菌等。然而不良的溫度與濕度不僅對文物造成直接性的危害，亦促使蟲、菌滋生，造成文物二次性的危害。導致文物受損害的生物因素來自於動物、昆蟲、細菌和真菌，根據前人研究的證實，皆認為真菌是極重要的劣化影響因素。¹

此外，光線的照射對文物的主要傷害是導致文物產生顏色上的變化，進而使文物喪失其原有之本質。這一類的傷害來源通常來自陽光直接照射以及燈具選擇的失察。

本研究主要目的在於調查典藏庫房空中之真菌種類，藉以探討典藏環境中微生物因子之現況；並調查典藏庫房內受黴害之藏品真菌種類，與典藏庫房中之優勢真菌進行比較，探討兩者之間的相關性。另試驗經 γ -射線照射後受黴害文物之黴菌活性，藉以評估黴害檔案文件照射 γ -射線後之成效。

analysis of irregular fungal fox spots in an 1854 book: population dynamics and species identification," *International Biodeterioration & Biodegradation*, 46(2000), pp., 205-220; Orlita, A., "Microbial biodeterioration of leather and its control: a review," *International Biodeterioration & Biodegradation*, 53(2004), pp.157-163; Pitzurra, L., B. Moroni, A. Nocentini, G. Sbaraglia, G. Poli, and F. Bistoni, "Microbial growth and air pollution in carbonate rock weathering," *International Biodeterioration & Biodegradation*, 52(2003), pp.63-68; Szostak-Kotowa, J., "Biodeterioration of textiles," *International Biodeterioration & Biodegradation*, 53(2004), pp.165-170.

1 Florian, M.L.E., L. Manning, "SEM

* 本研究承蒙嘉南藥理科技大學醫務管理系陳城祿博士熱心鑑定菌種，謹敬致謝忱。

** 解惟棠為國立嘉義大學林產科學系碩士班研究生，夏滄琪現任國立嘉義大學林產科學系助理教授。

貳、材料與方法

一、落菌採樣地點與 γ -射線處理後檔案文物菌相之取樣

本實驗係以國史館之典藏庫房為空中真菌相之採樣地點，主要以長期保存文物之典藏庫房為調查目標，調查地點為五樓永久保存紙質檔案庫房。

此外，本實驗另以經 γ -射線照射後之國史館檔案文件進行黴害取樣對象，取樣之檔案文件共有2件，分別以檔案A

及檔案B稱之。

二、培養基

一般採集與培養菌種所使用之培養基種類有數百種以上，應依照不同的菌種特性選擇適合菌種生長的培養基，表1為幾種常用的培養基及其用途，本實驗所使用的培養基為馬鈴薯葡萄糖瓊脂（Potato Dextrose Agar，以下簡稱PDA）培養基。²

表1：常用培養基與適用之菌種特性

培養基種類	用途	參考文獻
麥芽抽出物瓊脂培養基（Malt Extract Agar，MEA）	適用於一般真菌（大部分的好水性菌）培養用	莊明福，2005；Hyvärinen <i>et al.</i> ，2002。
18%二氯喃甘油瓊脂培養基（Dichloran Glycerol Agar，DG-18）	一般真菌（早生菌種）、好稠性真菌培養用	莊明福，2005；間瀨創等，2006；Hyvärinen <i>et al.</i> ，2002。
酵母、麥芽瓊脂培養基（Yeast Malt Agar，YM）	一般真菌、酵母培養用	間瀨創等，2006。
馬鈴薯葡萄糖瓊脂培養基（Potato Dextrose Agar，PDA）	真菌、特別線狀菌的分離、保存用途	張東柱，1983；間瀨創等，2006。

2 張東柱，〈臺北空中真菌相〉，《國立臺灣大學植物病蟲害學刊》，第十期（1983年），頁1-15；間瀨創等，〈文化財公開施設内生物調査における浮遊菌測定手法の検討〉，《保存科學》，第四十五號（2006年），頁195-206。

三、空中真菌採樣方法

由前人之研究得知，保存環境中真菌採樣主要可分為落下菌、懸浮菌以及

附著菌三大類，針對不同類型的真菌採集所使用之調查方法如表2所示。

表2：真菌的調查方法

	採集方式	測量方法	實例	
落下菌	落下法	淺底盤開放法	Koch法	
		不鏽鋼版法	NASA法	
		除塵機法		
懸浮菌	衝突法	微縫法	M/G空氣樣本法	
			PBI空氣樣本法	
			NSB微縫樣本法	
			Casella微縫樣本法	
		針孔法	針孔LT樣本法	
			針孔樣本法	
		多孔版法	多段型測定器	安德森樣本法
				SAC樣本法
			攜帶型測定器	MAT樣本法
				MBS1000樣本法
附著菌		迴轉離心法		RCS樣本法
		拭取法		
		戳子法	幻燈片接觸法	
			RODAC陽極法	

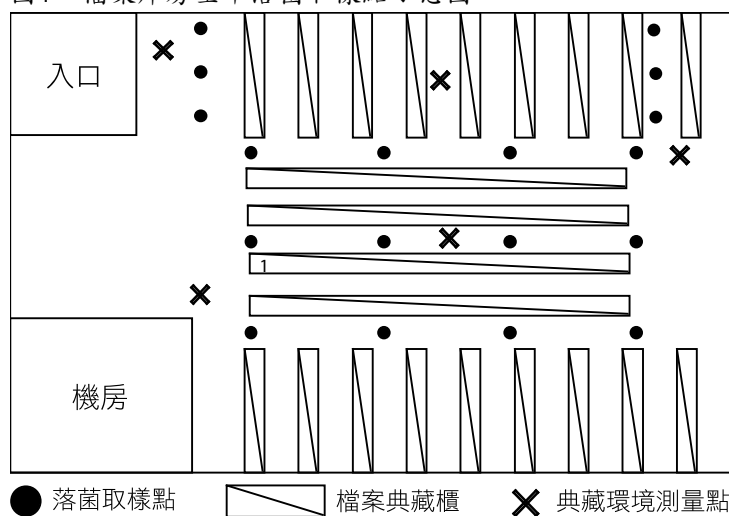
資料來源：間淵創等，〈文化財公開施設内生物調査における浮遊菌測定手法の検討〉。

本研究參考前人對空中菌相調查之採樣方法，³主要以落下菌採樣進行試驗，使用的測量方法為「淺底盤開放法」。菌種採集利用直徑90mm的培養皿，內盛25ml的PDA培養基曝露於空氣中使真菌落於培養基上，每一培養皿曝露於空氣中10分鐘。圖1為空中落菌取樣點示意圖。

四、菌種的培養與鑑定

參考前人研究空中真菌方法，⁴將經採集後之培養基放置於25℃恆溫培養箱中進行無光培養，三日後進行觀察，並將已形成的菌落菌種移至新的培養基中進行純化培養，待菌株形成孢子後，進行鑑定之工作。

圖1：檔案庫房空中落菌取樣點示意圖



3 張東柱，〈臺北空中真菌相〉；江本義數，〈広島県立美術館内の空中菌〉，《保存科學》，第七號（1971年），頁107-111；江本義數，〈寺院收藏庫内の空中菌〉，《保存科學》，第八號（1972年），頁73-80。

4 莊明福，〈南臺灣某博物館室內環境空中真菌之調查研究〉（臺南：國立臺南大學自然科學教學研究所碩士論文，2005年），頁2-16；李寶珠，〈臺南市空中真菌孢子相之研究（I）〉，《臺南師院學報》，第二十八期（1995年），頁411-466；張東柱，〈臺北空中真菌相〉。

五、典藏環境調查

使用攜帶型環境監測器（型號 ELSEC 764C）在庫房內進行多點測量，

以瞭解典藏庫房內之溫度、相對濕度、照度以及紫外光強度，測量點如圖1所示。表3為各國博物館推薦之照明標準。

表3：各國博物館的照明推薦標準

展品特性		推薦的最大照度（Lux）			
		國際博物館協會（ICOM）*	英國照明工程協會（IES）**	美國照明工程協會（IES）***	日本工業標準（JIS）
對光與輻射較不敏感之展品	金屬、石材、玻璃、陶瓷、彩色玻璃、珠寶	無限制，一般在300以下（色溫4,000-6,500K）。	視陳列情況，可不加限制，實際上要考慮熱輻射。	200-6,000，視材料及顏色而定。	750-1,500
對光與輻射較敏感之展品	油畫、壁畫、天然皮革、角製品、骨製品、象牙製品、木製品及漆製品	使用值為150-180（色溫4,000K左右）	150	200（短期展覽為600）	300-750
對光與輻射特敏感之展品	紡織品、服裝、壁掛、水彩畫、印刷品、素描、郵票、手稿、縮微畫、水粉畫、壁紙、樹膠水彩、染色皮革	50，如何能應進一步降低（色溫2,900K左右）	50	200	150-300（金箔、標本類則為75-150）
全般照明		可接受低水平擴散光	無	20-150	75-150

說明：*ICOM：International Council Museum（國際博物館協會）

**IES（英）：Illuminating Engineering Society, London（照明工程學會，倫敦）

***IES（美）：Illuminating Engineering Society, New York（照明工程學會，紐約）

資料來源：三浦定俊等，〈新設博物館・美術館等に於ける保存環境調査の實際〉，《保存科學》，第三十二號（1993年），頁9-18。

圖2：庫房內徵害檔案文件徵害嚴重汙染情形



六、徵害藏品之菌相調查

本研究除了調查典藏庫房內的空中真菌相外，也針對庫房內受徵害汙染之藏品進行菌相調查，進而瞭解庫房內空中真菌相與藏品上所受到的徵害是否具有關聯。根據前人研究附著菌之調查方法，⁵ 本研究使用的方法是屬於附著菌中的拭取法（表2）。試驗方法是以滅過菌的無菌棉花棒，在文物受徵害汙染部位取樣，然後將取樣的棉花棒於PDA培養基上擦拭，並將培養基置於25°C的培

養箱中進行無光培養，待菌種純化後，進行鑑定之工作。圖2為受徵害汙染檔案文件之顯著黴斑部位照相。

七、 γ -射線照射對黴斑汙染檔案紙樣滅菌效果之評估

選取徵害檔案紙樣之殘片進行不同劑量之 γ -射線照射，而後將紙樣移入PDA培養基上，於25°C之培養箱中培養以觀察不同照射劑量之滅菌效果。

選取前述測試之最低有效劑量進行檔案之滅菌處理，而後以無菌棉花棒於經 γ -射線照射後徵害檔案紙樣之顯著黴斑部位取樣，將棉花棒於PDA培養基上

5 木川りか等，〈高松塚古墓の微生物調査の歴史と方法〉，《保存科學》，第四十三號（2004年），頁79-85。

擦拭，置於25℃之培養箱培養，以觀察滅菌之效果。

叁、結果與討論

一、典藏機構庫房環境

(一) 溫、濕度調查

觀測調查當時之溫、濕度（如表5所示）並參考周寶中提出之博物館藏品保存環境理想之溫度、相對濕度標準（如附錄）得知，國史館永久紙質檔案庫房在檢測時之溫度（21.2-22.3℃）及濕度

（49.3-52.5%）皆在建議之範圍內。

(二) 照度、紫外線強度調查

由表4可知，庫房內之紫外線強度5-22μm/Lumen，且經訪談調查後得知國史館庫房內之照明燈管為低紫外線燈管，可降低輻射對文物的傷害。在照度方面，使用長燈管之測量點1與3的照度（444-540Lux）遠高於各國博物館對於紙質類文物的推薦照度50-300Lux（如表3所示）；而使用短燈管之測量點照度144-174Lux則在推薦之範圍內。

表4：國史館永久保存紙質檔案庫房調查當時之環境測量

測量點	溫度 (℃)	相對濕度 (%)	照度 (Lux)	UV強度 (μm/ Lumen) 測	備註
A	22.3	49.3	444	22	皆使用低紫外線燈管，測量點A、C使用長燈管，其餘使用短燈管。
B	22.1	50.5	144	5	
C	21.7	50.9	540	11	
D	21.6	51.9	174	16	
E	21.2	52.5	169	13	

二、典藏庫房空中真菌相調查

國史館庫房內之空中落菌相，經純化、鑑定後，其菌種相為*Chaetomium globosum*（23%）、*Aspergillus sydowi*（18%）、*Talaromyces wortmannii*（17%）、*Penicillium oxalicum*（17%）、*Curvularia lunata*

（10%）、*Mycelia sterilia*（7%）及未知菌（8%）等。其中*Aspergillus*與*Penicillium*兩屬與前人研究空中之優勢真菌（表5）有相似之結果。圖3為庫房內空中真菌相菌種百分比，圖4為空中真菌相菌種PDA培養照片。

圖3：國史館檔案庫房內空中真菌相之菌種百分比

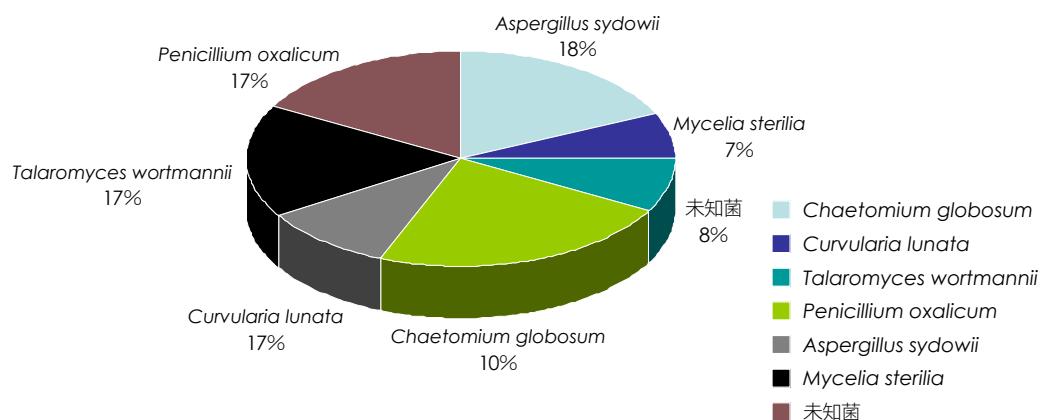
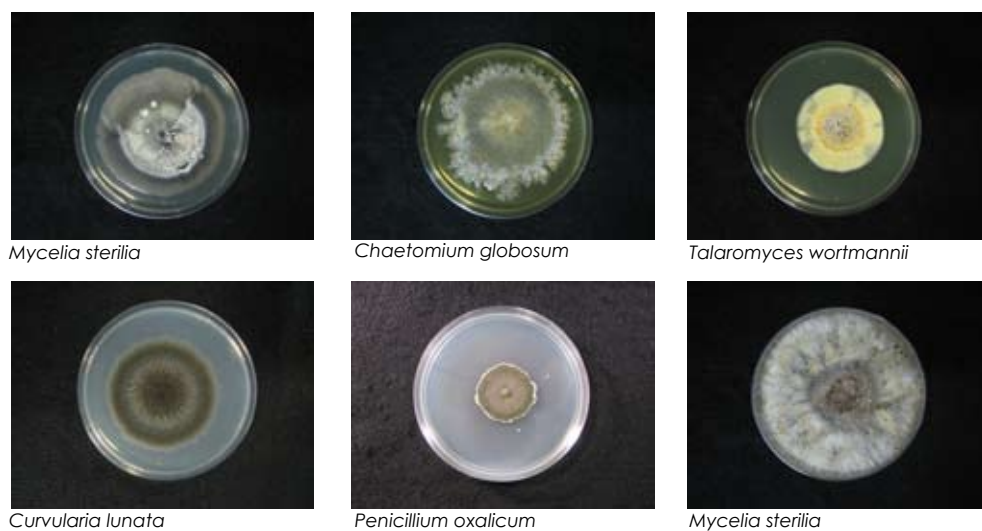


表5：世界各地不同典藏機構空中真菌相調查之比較

國家	場所	優勢菌種	參考文獻
臺灣	南師圖書館室內	<i>Cladosporium</i> , <i>Aspergillus</i> , <i>Penicillium</i> , <i>Acremonium</i> , <i>Fusarium</i> , <i>Alternaria</i> , <i>Yeast</i> , <i>Paecilomyces</i>	柳美琪（1997）
臺灣	南臺灣某博物館	<i>Cladosporium</i> , <i>Yeast</i> , <i>Penicillium</i> , <i>Aspergillus</i> , <i>Acremonium</i>	莊明福（2005）
日本	廣島縣立美術館	<i>Penicillium</i> , <i>Cladosporium</i> , <i>Alternaria</i>	江本義數（1971）
日本	奈良國立博物館	<i>Alternaria</i> , <i>Cladosporium</i> , <i>Aspergillus</i> , <i>Curvularia</i>	江本義數（1972b）
印度	德里圖書館室內	<i>Cladosporium</i> , <i>Aspergillus</i> , <i>Penicillium</i> , <i>Alternaria</i>	Singh et al.(1995)
義大利	羅馬文化遺址室內	<i>Acremonium</i> , <i>Aspergillus</i> , <i>Penicillium</i> , <i>Yeast</i> , <i>Torrubiella</i> , <i>Beauveria</i>	Saarela et al. (2004)
德國	文化遺址室內	<i>Cladosporium</i> , <i>Aspergillus</i> , <i>Fusarium</i> , <i>Acremonium</i>	Gorbushina et al.(2004)

圖4：國史館典藏庫房空中真菌相PDA培養之各菌種



三、徵害藏品之菌相調查

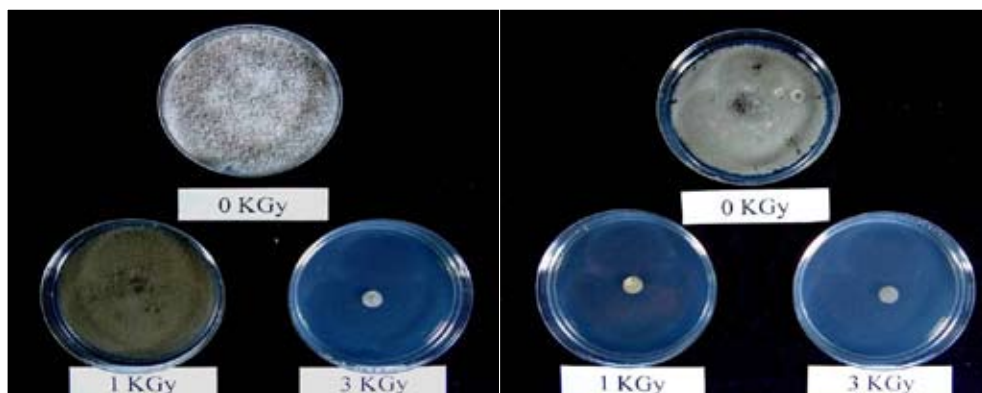
國史館永久紙質檔案庫房內之徵害藏品菌相經純化、鑑定後，其菌種相為*Chaetomium globosum*, *Talaromyces wortmannii*, *Aspergillus*

sydowii, *Trichoderma sp.*等。由前述所發現之空中菌種相在徵害藏品上亦發現相同之菌種，推測藏品上之部分菌種與空中真菌落於藏品上之菌種相同。

圖5：徵害藏品之各菌種PDA培養



圖6：紙樣徵害殘片經 γ -射線照射之PDA培養



四、 γ -射線照射對黴斑檔案紙樣滅菌效果之評估

γ -射線照射之滅菌效果如圖6所示，由試驗結果顯示，對於徵害紙樣之有效滅菌劑量為3KGy，在此劑量以上之照射，徵害檔案紙樣經以PDA培養基進行培養已無真菌發育現象。

本實驗分別針對A、B檔案進行多點顯著徵害部位之取樣，圖7為各檔案取樣部位與培養照片。經PDA培養後發現，各培養基均無菌種發育之現象，由此推測經 γ -射線照射後之國史館徵害檔案文件上之黴菌已無活性。

肆、結論

綜合本研究之試驗結果歸納於後：

1. 由溫濕度調查結果可知，國史館之永久紙質檔案庫房內之溫度與濕度皆符合標準溫、濕度範圍。

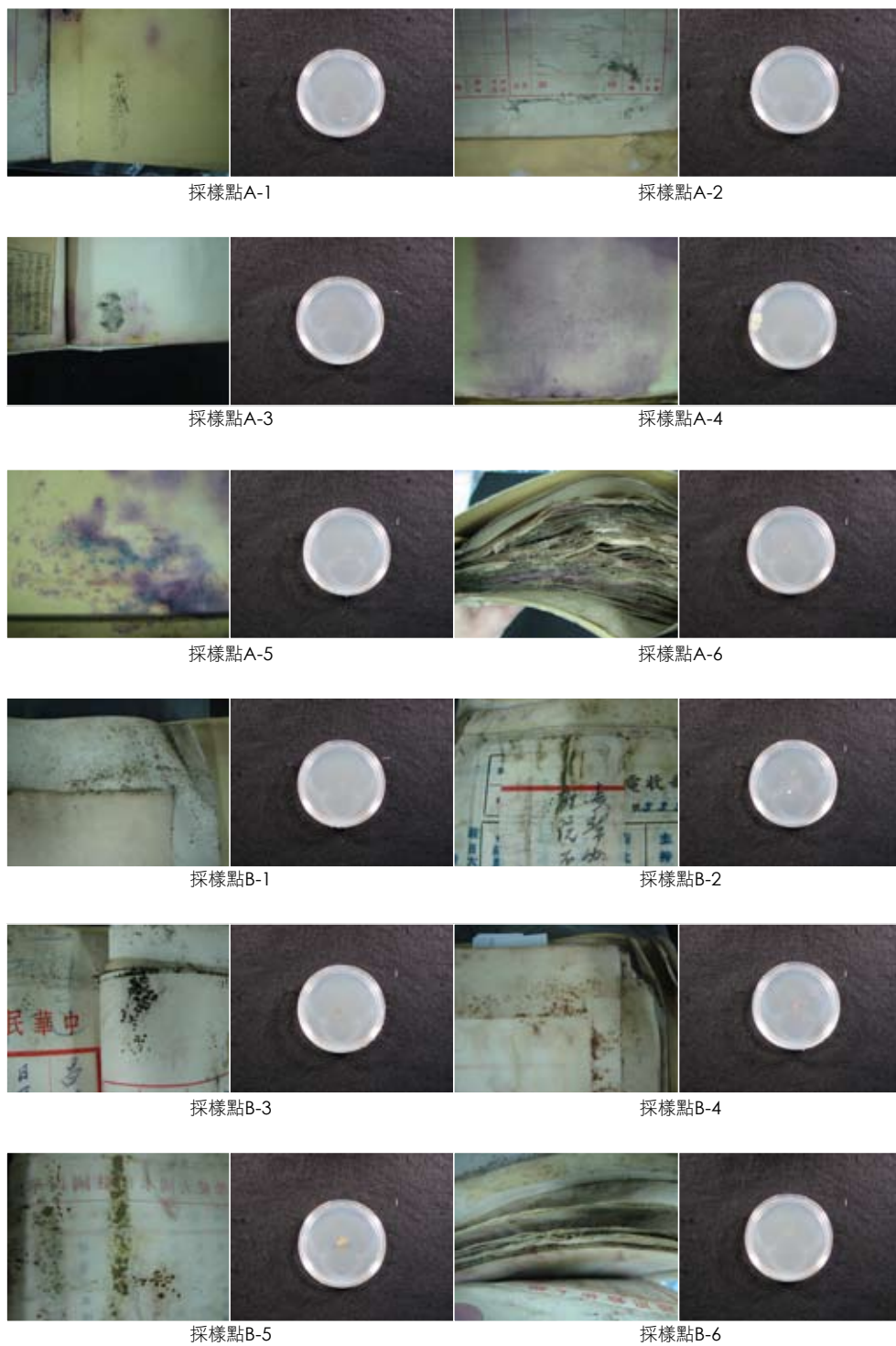
2. 由照度與紫外線強度調查結果可知，國史館之永久紙質檔案庫房內照明

設備燈具係使用低紫外線燈管，可降低紫外線對文物之傷害；而在照度方面為444-540Lux，高於推薦之照度標準（對光不敏感之展品：300Lux以下），而使用短燈管之測量點照度則在推薦範圍內。

3. 國史館徵害檔案藏品菌相及空中菌相之菌種鑑定結果以*Chaetomium globosum*（23%）、*Aspergillus sydowii*（18%）、*Talaromyces wortmannii*（17%）、*Penicillium oxalicum*（17%）等真菌為主，而檔案庫房內發現之空中落菌*Aspergillus*與*Penicillium*兩屬與前人研究空中之優勢真菌有類似之結果。且空中菌種相在徵害藏品上亦發現相同之菌種，推測藏品上之部分菌種係來自於空中之落菌。

4. γ -射線照射對於徵害紙樣之有效滅菌劑量為3KGy。 γ -射線處理之檔案文件經PDA培養後發現，各培養基無菌種生長，推測經 γ -射線照射後之國史館徵害檔案文件上之黴菌已無活性。

圖7：經 γ -射線照射之國史館徵害檔案之採樣點與PDA培養照相



參考文獻

一、中文

王鵬揚，〈博物館內部環境維護與管理之研究——以國立臺灣美術館為例〉，嘉義：南華大學美學與藝術管理研究所碩士論文，2003年。

李寶珠，〈臺南市空中真菌孢子相之研究（Ⅰ）〉，《臺南師院學報》，第二十八期（1995年）。

周寶中，《文物保護科技文集》。臺北：國立歷史博物館，2000年。

周寶中，〈古物分級保護的科技措施——以大陸文物單位的科技維護措施及執行方法為例〉，「保存一二三古物普查分級國際研討會」，2005年。

張東柱，〈臺北空中真菌相〉，《國立臺灣大學植物病蟲害學刊》，第十期（1983年）。

莊明福，〈南臺灣某博物館室內環境空中真菌之調查研究〉，臺南：國立臺南大學自然科學教學研究所碩士論文，2005年。

二、外文

木川りか、三浦定俊，〈国宝・大浦天主堂の漆喰壁著生生物の調査と対策について〉，《保存科學》，第

四十一號（2002年）。

木川りか、佐野千繪、三浦定俊，〈高松塚古墓の微生物調査の歴史と方法〉，《保存科學》，第四十三號（2004年）。

三浦定俊、佐野千繪、石川陸郎，〈新設博物館・美術館等に於ける保存環境調査の実際〉，《保存科學》，第三十二號（1993年）。

江本義數，〈奈良国立博物館内の空中微生物〉，《保存科學》，第八號（1972年）。

江本義數，〈寺院収蔵庫内の空中菌〉，《保存科學》，第八號（1972年）。

江本義數，〈広島県立美術館内の空中菌〉，《保存科學》，第七號（1971年）。

間淵創、小鷲悠、籾原史彦、岩田利枝、木川りか、佐野千繪，〈文化財公開施設内生物調査における浮遊菌測定手法の検討〉，《保存科學》，第四十五號（2006年）。

Florian M.-L.E., L. Manning, "SEM analysis of irregular fungal fox spots in an 1854 book: population dynamics

and species identification,”
International Biodeterioration & Biodegradation, 46, 2000.

Hyvärinen A., T. Meklin, A. Vepsäläinen, and A. Nevalainen,
“Fungi and actinobacteria in moisture-damaged building materials—concentrations and diversity,”
International biodeterioration and biodegradation, 49, 2002.

Orlita A., “Microbial biodeterioration of leather and its control: a review,” *International Biodeterioration & Biodegradation*, 53, 2004.

Pitzurra L., B. Moroni, A. Nocentini, G. Sbaraglia, G. Poli, and F. Bistoni.,
“Microbial growth and air pollution in carbonate rock weathering,”
International Biodeterioration & Biodegradation, 52, 2003.

Szostak-Kotowa J., “Biodeterioration of textiles,” *International Biodeterioration & Biodegradation*, 53, 2004.

附錄：博物館藏品保存環境理想之溫度、相對濕度標準

材質	藏品類別	溫度 (°C)	相對濕度 (%)
金屬	青銅器、鐵器、金銀器、金屬幣	20	0-40
	錫器、鉛器	25	0-40
	琺瑯器、搪瓷器	20	40-50
矽酸鹽	陶器、陶俑、唐三彩、紫砂器、磚瓦	20	40-50
	瓷器	20	40-50
	玻璃器	20	0-40
岩石	石器、碑刻、石雕、石硯、畫像石、岩畫、玉器、寶石	20	40-50
	古生物化石、岩礦標本	20	40-50
	彩繪泥塑、壁畫	20	40-50
動植物材料	紙張、文獻、經卷、書法、中國畫、書籍、拓片、郵票	20	50-60
	絲毛棉麻紡織品、織繡、服裝、帛書、唐卡、油畫	20	50-60
	漆器、木器、木雕、竹器、藤器、傢俱、版畫	20	50-60
	象牙製品、甲骨製品、角製品、貝殼製品	20	50-60
	皮革、皮毛	5	50-60
	動物標本、植物標本	20	50-60

說明：環境相對濕度日波動值不得大於5%；環境溫度日較差不得高於2-5°C。

資料來源：周寶中，〈古物分級保護的科技措施——以大陸文物單位的科技維護措施及執行方法為例〉，「保存一二三古物普查分級國際研討會」，2005年，頁5-8。