

①

出國報告（出國類別：考察）

②

生物多樣性保育研究
（植物種原保存及永續利用）
英國千年種子庫考察報告

③

服務機關：行政院農業委員會特有生物研究保育中心

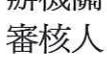
姓名職稱：黃朝卿助理研究員

派赴國家：英國

出國期間：民國 101 年 11 月 14 日至 101 年 11 月 23 日

報告日期：民國 102 年 01 月 10 日

出國報告審核表

| | | | | |
|---|--|---|---|---|
| 出國報告名稱：生物多樣性保育研究（植物種原保存及永續利用） | | | | |
| 出國人姓名 （2人以上，以1人為代表） | 職稱 | 服務單位 | | |
| 黃朝卿 | 助理研究員 | 特有生物研究保育中心植物組 | | |
| 出國類別 | <input checked="" type="checkbox"/> 考察 <input type="checkbox"/> 進修 <input type="checkbox"/> 研究 <input type="checkbox"/> 實習 <input type="checkbox"/> 其他_____（例如國際會議、國際比賽、業務接洽等） | | | |
| 出國期間：101年11月14日至101年11月23日 | | 報告繳交日期：102年1月14日 | | |
| 出國人員 自我檢核 | 計畫主辦 機關審核 | 審 核 項 目 | | |
| <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | 1.依限繳交出國報告 2.格式完整（本文必須具備「目的」、「過程」、「心得及建議事項」） 3.無抄襲相關資料 4.內容充實完備 5.建議具參考價值 6.送本機關參考或研辦 7.送上級機關參考 8.退回補正，原因： （1）不符原核定出國計畫 （2）以外文撰寫或僅以所蒐集外文資料為內容 （3）內容空洞簡略或未涵蓋規定要項 （4）抄襲相關資料之全部或部分內容 （5）引用相關資料未註明資料來源 （6）電子檔案未依格式辦理 （7）未於資訊網登錄提要資料及傳送出國報告電子檔 9.本報告除上傳至出國報告資訊網外，將採行之公開發表： （1）辦理本機關出國報告座談會（說明會），與同仁進行知識分享。 （2）於本機關業務會報提出報告 （3）其他_____ 10.其他處理意見及方式： | | |
| 出國人簽章（2人以上，得以1人為代表） | | 計畫主辦機關 審核人 | 一級單位主管簽章 | 機關首長或其授權人員簽章 |
|  | |  |  |   |

說明：

- 一、各機關可依需要自行增列審核項目內容，出國報告審核完畢本表請自行保存。
- 二、審核作業應儘速完成，以不影響出國人員上傳出國報告至「公務出國報告資訊網」為原則。

摘要

「生物多樣性資源有效保護與可持續利用的基礎是種質資源」，「國際上更把生物資源的佔有和對其研究的深度視為一個國家可持續發展能力和綜合國力的象徵」，以上這些觀念已成爲世界各國在進行生物多樣性永續利用的重要信條。台灣的維管束植物有 4,200 種，其中特有種即占了約 1/4，爲推動維護台灣野生物多樣性及資源永續利用保育工作，建置一座蒐集保存台灣野生物種質資源的活體保存區及種原庫有其必要且刻不容緩。國內目前在種質資源蒐集保存的發展上，農、林、漁、牧均各有專司的機構負責，惟獨缺乏具規模的野生生物種原蒐藏庫與保存的設施。行政院農業委員會特有生物研究保育中心（以下簡稱特生中心）自成立以來，業務屬性都以台灣野生物種爲對象，基於職責及建立備份保存分擔風險認知，特生中心正積極的推動籌設野生物種質資源庫以及人才的培訓工作，以與世界接軌交流。

英國千年種子庫正式成立於西元 2000 年，是世界上進行野生植物種子保存最著名的單位之一。因此，本計畫選派專人赴英國皇家植物園千年種子庫，進行深度的參訪學習，其主要目的有三個，第一是要了解種子自野外採集後，一直到種子進入種子庫長期保存過程中的操作步驟及流程；第二是要了解種子庫的硬體規劃、設計以及例行性經營管理等相關措施；第三則是透過人員間的實際接觸，期望和千年種子庫內的研究人員建立良好互動關係。

計畫已於 2012 年 11 月 14 日至 23 日由筆者代表前往英國，參訪編制上隸屬於英國皇家植物園，但卻座落於南英格蘭韋克赫斯特莊園內的千年種子庫，進行爲期 10 天的參訪研習之旅，研習過程除依事先規劃行程進行外，期間並赴英國皇家植物園位於倫敦的邱園參訪其標本館及植物園，研習任務順利圓滿達成，此趟行程獲益良多，對往後推動特生中心「台灣方舟－野生物保種計畫」及相關的植物保育業務，將有正面助益。

目次

| | |
|------------------------|----|
| 摘要..... | i |
| 本文..... | 2 |
| 目的..... | 2 |
| 出國人員名單..... | 2 |
| 研習（參訪、考察）日程表..... | 2 |
| 研習（參訪、考察）成果報告..... | 3 |
| 一、前言..... | 3 |
| 二、英國千年種子庫..... | 5 |
| （一）千年種子庫的相關背景..... | 5 |
| （二）千年種子庫的組織編制..... | 6 |
| （三）千年種子庫的種子貯存發展歷史..... | 6 |
| （四）千年種子庫的空間設施及其功能..... | 7 |
| （五）千年種子庫種子的旅程..... | 12 |
| 三、韋克赫斯特莊園..... | 13 |
| 四、邱園植物園..... | 14 |
| 五、邱園標本館..... | 16 |
| 心得與建議..... | 16 |
| 附錄（照片）..... | 18 |

本文

目的

本計畫係執行行政院農業委員會特有生物研究保育中心（以下簡稱本中心）民國 101 年度經費編列「生物多樣性保育研究（植物種原保存及永續利用）計畫（計畫編號：101 農科-4.1.1-生-W1）」，派員赴英國千年種子庫參訪計畫，研習有關種子庫硬體規劃、設計及例行性經營管理相關措施；種子保存的實際操作步驟及流程；植物標本館之標本典藏；植物園植物蒐集展示、動線規劃及經營管理等，並藉由此次參訪及實際接觸，建立良好人際互動關係，以尋求未來彼此在植物保育及科學研究合作之契機。

出國人員名單

出國人員：黃助理研究員朝卿

服務機關：行政院農業委員會特有生物研究保育中心植物組

專長領域：園藝、植物生理、植物繁殖

研習（參訪、考察）日程表

本次行程主要赴英國參訪皇家植物園所屬之千年種子庫、標本館及植物園等設施。參訪期間接洽的單位及人員均為英國皇家植物園所屬千年種子庫內的負責人及其研究人員。

| 日期 | 行程 | 考察重點 | 接洽單位及訪談人員 |
|--------------------|---------------------------|---|--|
| 11 月 14 日 (星期三) | 本中心→桃園機場→香港→英國希斯洛機場→千年種子庫 | 1. 啓程→千年種子庫 2. 參觀英國原生植物苗圃中心：計畫介紹與參訪植物苗木繁殖溫室 3. 種子庫蒐集和網路支持部門介紹 | 1. Teresa Gil, European Partnership Officer 2. Ted Chapman, UK Native Seed Hub Project Coordinator 3. Michael Way, Head of Collecting and Network Support Section |
| 11 月 15 日 (星期四) | 千年種子庫 | 1. 健康與安全的實驗室介紹 2. 千年種子庫概況介紹、設施、設備及環境認識 3. 種子乾燥處理介紹（含濕度測量及貯藏容器） 4. 官方歡迎會 5. 種子蒐集及國際間採種合作事宜 | 1. Nicola Keogh, Laboratory Assistant 2. Jonas Mueller, International Projects Coordinator 3. John Adams, Deputy Laboratory Manager 4. Paul Smith, Head of Seed Conservation Department and Leader of the Millennium Seed Bank Partnership 5. Jonas Mueller, International Projects Coordinator |
| 11 月 16 日 (星期五) | 千年種子庫 | 1. 參加研究部門學術討論會議 2. 蘭花種子保存及相關研究議題介紹 3. 種子庫研究部門介紹 | 1. Hugh Pritchard, Head of Research Section 2. Tim Marks, Scientific Officer |

| | | | |
|-----------------|--------------------------|--|---|
| | | 4.參訪韋克赫斯特莊園植物園 | 3. Hugh Pritchard, Head of Research Section 4.Jonas Mueller, International Projects Coordinator |
| 11月17日 (星期六) | 千年種子庫→倫敦 | 1.倫敦市區參訪 | |
| 11月18日 (星期日) | 倫敦→千年種子庫 | 1.倫敦市區參訪 | |
| 11月19日 (星期一) | 千年種子庫 | 1.種子庫植物資訊部門介紹 2.種子數位影像操作 3.種子資訊部門操作實習(包含種子數位影像、資料庫及相關計畫介紹) | 1. John Dickie, Head of Botanical Information Section 2.Gemma Toothill, Botanical Information Officer 3.Gemma Toothill, Botanical Information Officer |
| 11月20日 (星期二) | 千年種子庫→倫敦邱園→千年種子庫 | 1.參訪皇家植物園標本館 2.參訪皇家植物園邱園植物園區 | 1.Emma Williams, Botanist (MSBP) 2.Ruth Harker, Collecting Guide Compiler |
| 11月21日 (星期三) | 千年種子庫 | 1.種子處理操作實習(種子清潔、X光檢測) | 1.Janet Terry, Processing Manager 1.Rachael Davies, Germination Specialist |
| 11月22日 (星期四) | 千年種子庫 | 1.種子處理操作實習及種子發芽試驗實習 | 1.Rosemary Newton, Germination Specialist |
| 11月23日 (星期五) | 千年種子庫→英國希斯洛機場→香港→桃園機場→中心 | 1.種子處理操作實習及種子發芽試驗實習 2.總結及官方拜會 3.參訪總結及未來合作事宜 4.返程 | 1.Janet Terry, Processing Manager 2. Paul Smith, Head of Seed Conservation Department and Leader of the Millennium Seed Bank Partnership 3.Jonas Mueller, International Projects Coordinator 4. Jonas Mueller, International Projects Coordinator |

研習(參訪、考察)成果報告

一、前言

「生物多樣性資源有效保護與可持續利用的基礎是種質資源」，「一個物種可造就一個產業，一個基因可拯救一個產業」，而「國際上更把生物資源的佔有和對其研究的深度視為一個國家可持續發展能力和綜合國力的象徵」，以上這些觀念已成為世界各國在進行生物多樣性永續利用的重要信條。

台灣的維管束植物約有 4,200 種，其中特有種即占了約 1/4 的種類，為推動維護台灣野

生物多樣性及資源永續利用保育工作，建置一座蒐集保存台灣野生生物種質資源的活體保存區及種原庫有其必要且刻不容緩。國內在種質資源蒐集保存的發展，農業試驗所進行「農業經濟作物的種原保存」，林業試驗所進行「經濟樹種」與「有潛力的林木種類」的蒐集、保存、研究與利用，水產試驗所進行「吳郭魚類種原」、「本土河川魚類種原」以及「養殖魚類種原」的蒐集、保存、研究與利用及畜產試驗所進行「本地種畜禽種類」蒐集及保種，亦即目前國內在農、林、漁、牧均各有專司的機構負責，惟獨缺乏具規模的野生生物種原蒐藏庫與保存的設施。

本中心自成立以來，業務屬性都以台灣野生生物種為對象，基於職責及建立備份保存分擔風險認知，本中心正積極的推動籌設野生生物種質資源庫以及人才的培訓工作，以與世界接軌交流。因此，本計畫將選派專人赴英國皇家植物園參訪千年種子庫相關設施之規劃及設計，以瞭解種子庫之實際運作流程及經營管理的相關資訊，以為往後推動本中心「台灣方舟—野生物保種計畫」時之執行依據。

生物多樣性的減少會對生態系統的演化及物種的數量產生不可逆的負面影響。1992年聯合國地球高峰會議確認了生物多樣性和永續發展間的關係，因此開始有「種子保存庫」的建設。目前全世界已有諸多國家投入相關種子庫的興建及種子的保存工作，其中最著名的種子庫有三個，分別是位於挪威的「世界末日種子庫（The Svalbard "Doomsday" Seed Vault）」、英國的「千年種子庫（The Millennium Seed Bank）」及位於中國大陸的「中國西南野生生物種質資源庫（The Germplasm Bank of Wild Species (GBoWS), Kunming）」。

中國大陸的「中國西南野生生物種質資源庫」的興建，係於1999年8月8日，由當時中國科學院的植物學家吳征鎰院士致信中國大陸國務院總理朱鎔基，提出建立雲南野生生物種質資源庫的必要性建議，在經朱鎔基核批「我認為設想很好，應予支持」的政策指示下，遂於2004年專案列入中國大陸的國家重大科學工程的建設計畫中，投資1.48億人民幣，建設期5年，內容包括：種子庫、植物離體庫、DNA庫、微生物庫和動物種質資源庫。設訂目標在第一個五年內蒐集達到6,450種66,500份（株），十五年內達到19,000種190,000份（株）的野生生物種質資源，其中包括部分重複保存的種類、備份、菌株和細胞株或細胞系。中國大陸雲南的中國西南野生生物種質資源庫於2009年底經過統計，確認其蒐集保存總量已達到8,444種74,641份，此蒐集保存數量已達到原先設定的第一個五年的目標。本中心為推動台灣原生植物的種原蒐集及保存工作，業已於2010年11月初派人赴大陸雲南參訪其種質資源庫，以瞭解種質資源庫建設及運作之相關事宜。在這次前往中國大陸的參訪過程中，得知中國大陸「中國西南野生生物種質資源庫」的興建，是由英國「千年種子庫」的科學家協助規劃設置而成，故有前往英國千年種子庫參訪研習的構想產生，這個構想得到本中心長官及行政院農業委員會本部的支持，方才形成正式的參訪計畫。

同時，本中心於2012年9月24~28日，舉辦「2012年植物種原蒐集與保育國際研討會」，於此次研討會中邀請美國、英國、南非及中國大陸等專家學者，與國內主管機關代表和從事植物種原蒐集與保育相關的研究學者，進行多場有關植物種質資源保育與保存的論文發表及管理實務經驗交流。在這次研討會中，其中來自英國的學者Dr. Paul Smith先生，他是目前英國千年種子庫的負責人，藉著Dr. Paul Smith這次來訪的機會，我們向他表達前往英國千年種子庫參訪研習的構想，在獲得他的首肯與支持下，這才順利促成了筆者

此次英國千年種子庫深度的參訪研習之旅。

在得到 Dr. Paul Smith 的支持下，我們先以電子郵件的方式跟千年種子庫負責國際合作計畫的亞洲地區負責人 Dr. Jonas Mueller 先生取得聯繫，預先進行參訪行程的規劃與安排，當一切準備就緒，筆者則按規劃行程於 2012 年 11 月 14 日至 23 日，前往英國千年種子庫進行為期 10 天的參訪研習之旅，研習行程均按原先排定的行程計畫進行，研習課程主要集中在種子自野外採集後一直到進入種子庫長期貯存的整體流程，內容包括種子的乾燥、清潔處理、X 光檢測、裝罐、貯存、發芽試驗、資料建立、資料庫管理、種子生理相關試驗等課程（詳如研習日程表），研習期間並前往倫敦邱園參訪其標本館，瞭解有關標本處理、典藏的設施規劃與標本處理技術流程，並利用半天的時間參觀植物園，瞭解植物園的溫室設施、參觀動線規劃、植物蒐集展示與經營管理等事宜。

在此次 10 天的參訪研習行程中，除已完成預定之參訪研習活動，瞭解種子庫和標本館相關設施之規劃設計及種子庫種子保存之實際運作流程外，研習期間透過與種子庫研究人員的直接對談與接觸，更建立了良好的關係。此趟行程獲益良多，對往後本中心進行種原保存及推動「台灣方舟－野生物保種計畫」將有正面且直接的助益。

二、英國千年種子庫

此次的英國之行，在規劃之初，即是以英國的千年種子庫為主要目的地，而在實際的行程中，也確實以待在千年種子庫的時間最久，也看到及學到最多的東西，以下將以較多的篇幅來介紹英國的千年種子庫。

（一）千年種子庫的背景

英國的千年種子庫（The Millennium Seed Bank）在編制上是隸屬於英國皇家植物園（Royal Botanic Garden）的一個單位，千年種子庫的建立是由英國的千禧年委員會等單位投資約 3,000 萬英鎊，其中包括約 1,780 萬英鎊的硬體建設，並於西元 2,000 年正式落成啟用，故稱為「千年種子庫」。千年種子庫所在地並非設在倫敦市內的皇家植物園邱園（Kew Garden）內，而是另外座落於離倫敦市區約 1 個小時車程遠的南英格蘭西薩塞克斯（West Sussex）地區的韋克赫斯特莊園（Wakehurst place）內，韋克赫斯特莊園是皇家植物園的另一個分園。

英國建立千年種子庫的主要目的有二個，一個是種子的貯存，另一個則是學習有關這些貯存種子的發芽技術。種子依其貯藏的特性，可以分成二種類型的種子，第一種是正貯型種子（Orthodox Seed），這種種子具有在溫度越低，含水量愈少（但不得少於 5%）或大氣相對濕度越低時，保存年限越長的特性；第二種是異貯型種子（Recalcitrant Seed），這個類型的種子，在低溫或低含水量時，其活力喪失的速率反而增快。所以，只有正貯型的種子是可以低溫乾燥的方式進行長期貯存，千年種子庫所進行長期貯存的種子均是屬於正貯型的種子。

千年種子庫在種子的貯存上，初期的構想是除了要儲藏英國所有 1,400 多種野生植物的種子外，另外亦希望可以保護世界上其他野生植物中的 10% 免於滅絕。經過統計，千年種子庫的種子貯存量，於 2009 年底時已經達到儲存全世界約 1/10 的野生植物群的種子，而在這些貯存的種子中約有 1/3 是具有經濟價值的，這是因為千年種子庫在進行種子蒐集

時，初期對目標物種的評估，採用三個“E”的認定標準，這三個“E”分別為瀕危的（Endangered）、具經濟價值的（Economically）及特有的（Endemic）。千年種子庫下一個階段性的新目標，則是希望能於 2020 年達到貯存保護全世界約 1/4（約 25%）的野生植物種子。千年種子庫種子貯存的最大容量，在規劃設計時是以可以貯存全世界約 1/2 強的野生植物種子量為考量的。

因此，英國建立千年種子庫可謂是一項直接支持世界各國於 1992 年簽署的「聯合國多樣性協定」的措施，也是全球環境保護的重要措施之一。英國千年種子庫目前與世界上約 50 多個國家均建立有合作關係。

（二）千年種子庫的組織編制

英國千年種子庫目前在編制上共分為四個部門：

- 1．種子保存與技術部門（Seed conservation and technology section）：主要是進行種子的乾燥、清潔、純化處理、保存及發芽試驗等相關工作。
- 2．植物資訊部門（Botanical information section）：主要是進行有關植物種子相關資訊建立及資料庫經營管理等工作。
- 3．蒐集和網路支持部門（Collecting and network support section）：主要是進行植物種子蒐集及國際合作計畫等相關工作。
- 4．研究部門（Research section）：主要是進行有關種子於貯存過程中脂質、核酸、蛋白質等分子物質的變化及種子老化等有關種子生理的相關研究工作。

千年種子庫目前正式編制內的員工約有 56 人，除此外，另外約有 10 名長期服務的志工，協助在千年種子庫內進行種子清潔、種子發芽觀察及記錄等較不需要專業技能的工作。

（三）千年種子庫的種子貯存發展歷史

英國皇家植物園種子貯存的歷史最早可追溯至 1898 年，有關種子庫的發展歷程概述如下：

- 1．1898 年，有關種子貯存工作第一次正式的科學紀錄。
- 2．1890 年代，園藝部門的同仁進行種子的蒐集及貯存。
- 3．1964 年，任職皇家植物園邱園 Jodrell 實驗室的生理學家 Dr. Peter Thompson 先生開始有種子庫的構想產生，而這個構想歷經演變後則成就了現在的千年種子庫。
- 4．1968 年，皇家植物園正式於 Upper Teesdale 地方設置貯存庫進行瀕危種子的蒐集貯存。
- 5．1973 年，生理學研究的部門遷移至韋克赫斯特莊園內。
- 6．1974 年，在韋克赫斯特莊園內古堡建築的小禮拜堂內，有二個暫時性的冷藏設備開始進行種子的蒐集工作。
- 7．1974 年，皇家植物園的第一次主要種子蒐集遠征到地中海地區。
- 8．1970 年代末期至 1980 年代早期，持續進行種子收藏及相關的研究計畫，同時，還包括一個有目的建造的種子庫以及利用電腦來進行資料的處理。
- 9．1980 年，Dr. Roger Smith 先生成為韋克赫斯特莊園地區種子研究和貯存操作的領導者，此時，種子的貯存及相關的研究均是在亨利爵士先前擁有的莊園官邸內進

行的。

- 1 0 · 1989 年，皇家植物園出現第一位全職的種子蒐集人員，隔年（1990 年）再產生另一位全職的種子蒐集人員。
- 1 1 · 皇家植物園的研究人員在這些年間，開始形成一個全球性種子貯存計畫的構想，爲了達成這個想法，則需要建設一個相對應的種子庫和研究機構。在 1992 年里約地球高峰會後，則有嘗試確保世界上因爲人類的發展和氣候變遷影響下約 6 萬至 10 萬種的種子植物可以繼續存活的構想。1995 年，皇家植物園正式向千禧年委員會提出建立千年種子庫計畫的提案，經過一番努力，於 1998 年開始進行千年種子庫硬體建築的建造。
- 1 2 · 皇家植物園於千年種子庫建構期間，種子蒐集及保存的工作持續進行，1997 年，開始英國本地植物群的種原蒐集保存計畫，進行約 1,400 種英國原生種植物種子的蒐集及保存工作，這個工作前後歷時約 3 年才完成，而這個計畫的完成也使英國成爲世界上第一個完整蒐集自己本地種植物的國家。
- 1 3 · 2000 年 11 月 20 日，千年種子庫硬體建設完成，並由威爾斯親王（HRH the Prince of Wales）主持開幕，從此以後，全球性的種子保存計畫由此展開。千年種子庫於 2000 年時有 7 個合作國家，至 2003 年時則提升到 16 個國家共同參與這個全球性的種子保存計畫。
- 1 4 · 2005 年，Dr. Roger Smith 先生退休，同時由 Dr. Paul Smith 先生接任種子庫的負責人。
- 1 5 · 2009 年，與千年種子庫建立合作的國家超過 50 個，這年，千年種子庫完成蒐集保存全世界約 10% 生存遭受威脅的植物的種子。
- 1 6 · 2009 年後，千年種子庫將其計畫名稱由「千年種子庫計畫（The Millennium Seed Bank Project）」調整爲「千年種子庫合作關係（The Millennium Seed Partnership）」，同時，希望於 2020 年時，能夠達到蒐集保存全世界約四分之一，即約 75,000 種的植物種子。

（四）千年種子庫的空間設施及其功能

千年種子庫整體建築內的空間區隔、硬體設施及其功能簡要介紹如下：

- 1 · 證據標本實驗室：這個實驗室主要的任務係進行植物證據標本（引證標本）的後續處理。
 - （1）植物採集者於野外進行種子採集時，採集者並不一定能辨認出所有遇到的植物，因此需要同時採集葉片製成標本，以供進行最後植物種類的鑑定及確認。
 - （2）採集過程中，通常至少會留下一份的蠟葉標本及一半的種子在植物原本生長的國家內。
 - （3）採集到的植物標本經初步處理後，最後均送到皇家植物園內邱園的植物標本館中，進行後續處理、貯存及鑑定工作。
 - （4）植物標本的名字則由專人輸入千年種子庫的資料庫中，並與其相對應的種子編號進行正確的鏈結。

- (5) 證據標本是很重要的歷史證物，可以在未來用於檢視一個物種的地理分布的變化情況，證據標本上所涵蓋的植物訊息，結合地理資訊系統 (Geographical Information Systems (GIS))，可以創造出一份非常實用的「植物採集指引手冊 (Collection Guides)」，證據標本上植物採集地點的相關資料及日期是有用的，可以用來預測將來要再進行採集時，何處可以找到這些植物，以及知道何時是開花期與結果期。
2. 種子清潔實驗室/X光檢測室：這個實驗室主要的任務係進行植物種子的清潔、X光檢測等種子清潔純化的後續處理。
- (1) 野外採集的植物種子在送達千年種子庫之前，其採集的種子名錄通常會提早一步送進研究室，由專人進行有關 CITES 保育等級及植物檢疫問題的評估。
 - (2) 當種子送達種子庫後，則會依種子的狀況，分別送入乾燥室、潮濕室（未成熟的種子）或立即進行清潔處理。
 - (3) 種子的清潔工作是由保存及技術部門的工作同仁、志工或其他單位參與種子保存國際合作計畫的訪問學者共同來進行。
 - (4) 清潔工作主要以人工方式進行，搭配適當的工具，如不同尺寸的篩子、橡皮等進行種子的清潔及純化，操作過程中要儘量避免種子遭受機械的傷害，每當完成一個清潔步驟時，若對清潔度有疑問，則使用顯微鏡來進行檢測。
 - (5) 進行種子清潔過程中，清潔工作需於保護罩下進行操作，以保護人員的健康，免於受到灰塵等物質的污染。
 - (6) 清潔過程中可以使用風力抽吸機來進行種子的分級處理。
 - (7) 種子清潔過程中產生的廢棄物，一律需蒐集到黃色垃圾桶中，然後再統一進行後續處理。
 - (8) 清潔過程中，對每份編號的種子會進行取樣（最多 50 顆種子），然後將取樣的種子進行 X 光檢測，以判別種子的清潔度及品質，如果沒有 X 光機，則可以採用刀子切的方式來進行種子品質的檢測。
 - (9) 經 X 光檢測過後的種子需分別標記貯放，並於往後分別進行發芽率的檢測。
 - (10) 種子的 X 光影像資料則輸入並鏈結到相對應的種子資料庫中以供日後查詢使用。
 - (11) 經由 X 光儀器檢測的種子，在其 X 光影像中，只能得知種子內胚組織的充實度，或是種子是否有遭受昆蟲的危害，但是無法由 X 光影像來判斷種子是否仍然具有活力。
3. 初始乾燥室：這個實驗室主要的任務係進行野外採集到的種子送達種子庫後，立即進行的種子初步乾燥後續處理。
- (1) 乾燥室採用雙 15 的設置，亦即初始乾燥室內的環境設定控制在溫度 15°C 及相對濕度 15% 的環境狀況下。
 - (2) 乾燥是種子貯存的第一步也是最重要的步驟，有關種子的水分含量及大氣相對濕度間存在一個簡單的規則，亦即大氣中的相對濕度每降低 10%，大約可降低

- 種子水分含量的 1%，在此情況下，種子的壽命可以延長一倍，因此在 15% 的相對濕度下，種子的壽命大概可以增加 40 倍。
- (3) 野外採集到的種子以放置於紙袋及棉布袋等容器內較有利於氣體的交換及種子的乾燥。
 - (4) 一般的狀況下，種子會在初始乾燥室進行乾燥處理的時間約為 2-4 週，較大的種子或種子具有硬殼者通常需要較長的乾燥時間。為了控制種子的衰退及老化，種子在初始乾燥室的時間最長不超過 6 個月。
 - (5) 初始乾燥室的乾燥原理是利用循環乾燥空氣的流動來進行的，當室內二氧化碳濃度太高時，則會自動引入外界新鮮空氣，以避免待在初始乾燥室內的操作人員發生危險。
 - (6) 乾燥室可以說是決定種子活力中最重要的一個房間。
4. 主要乾燥室及冷庫：這個實驗室主要的任務係將經過清潔純化處理後的種子，再進行充分的乾燥處理，同時並將已完成乾燥的種子，在主要乾燥室中進行裝罐密封處理，然後送進冷庫進行長期的貯存。
- (1) 英國千年種子庫的主要乾燥室及冷庫（種子長期貯存庫，-20°C）是設置在整棟建築物的地下室，最主要的理由是希望即使是在炎熱的夏季，也可以為這個空間提供一個相對恆定的大氣環境。
 - (2) 主要乾燥室的室內環境控制在相對濕度 15%，溫度 18°C 的條件下。這樣的條件較初始乾燥室溫暖一些，理由是考量工作人員會花比較多的時間待在主要乾燥室內進行種子乾燥及裝罐處理。
 - (3) 種子完成乾燥處理準備進行裝罐密封之前，會隨機取出一些種子樣本，利用濕度計進行種子濕度的檢測，利用此方法，可以進行非破壞性種子含水量測定。一般狀況下，約 20 分鐘即可得知結果，若檢測結果顯示種子濕度太高，則需再置回主乾燥室進行乾燥或以乾燥劑進行吸濕處理。使用濕度計這種儀器測得的結果是種子的濕度狀況，而非實際種子內的水分含量。
 - (4) 貯放種子用的容器則使用一般的通用瓶、肖特瓶或可密封的罐子。
 - (5) 種子在裝罐密封過程中，會在每一個貯放種子的密封罐內，放入一個會隨著濕度狀況改變顏色的矽膠乾燥劑（Silica gel sachets），往後，工作人員可以藉由目視觀察這個矽膠乾燥劑的顏色，即可了解密封罐內是否仍處於完全密閉的乾燥狀態或者是產生滲漏的現象，如果矽膠乾燥劑已失去功能，則需要將種子取出，重新進行必要之乾燥處理、濕度檢測及裝罐密封，同時並更換新的矽膠乾燥劑。
 - (6) 將來如果有需要取出置於冷庫中保存的種子時，則先將貯存種子的密封罐取出，置於主要乾燥室內 24 小時，使密封罐的溫度與主要乾燥室的溫度達到平衡後，再來開啓密封罐取出種子，如此可以避免在種子表面產生水分的凝結。
 - (7) 一般認知，溫度每降低 5°C，可使種子的壽命延長一倍，因此，將種子由乾燥室的溫度（約 18°C）降低至長期貯存庫冷房的溫度（-20°C）下，種子的壽命大約可延長 120 倍。

- (8) 溫度降低會提高空氣中的相對濕度，所以如果把溫度降低至-20℃，則會使長期貯存庫內的相對濕度提高至約 60%，因此如何確保密封罐內的濕度能夠維持恆定不受外界環境影響，是種子長期貯存成功與否的一個關鍵。
- (9) 主要乾燥室的乾燥原理也是利用循環乾燥空氣的流動進行的，當室內二氧化碳濃度太高時，則會自動引入外界的新鮮空氣，以避免待在主要乾燥室內的操作人員發生危險。
- 5.發芽實驗室：這個實驗室主要的任務係進行種子在新鮮時及貯存過程中所有的發芽率檢測試驗。
- (1) 種子庫的經營管理過程中，一個最重要的例行性工作是種子的發芽試驗。
- (2) 千年種子庫的發芽試驗有二個目的，第一是確定蒐集保存的種子是不是還活著；第二是藉由發芽試驗了解種子發芽所需要的條件，以利將來需要時可以讓保存的種子重新發芽，再生長回植物的狀態。
- (3) 發芽實驗室中最常見的設備為設定不同溫度的植物生長箱，這是因為溫度是影響種子發芽的一個最重要的環境因子。
- (4) 一般的農業作物種子通常較容易發芽，可是野生植物種子發芽的情況比較複雜，因為它們可能擁有不同程度的休眠機制。因此，如果要預測一個特定植物種子的發芽需求，我們不只要知道這個植物種子的正確名稱及來源外，同時也要了解這種植物原生育地的氣候條件以及棲息地的狀況。
- (5) 對於具有複雜發芽需求的植物種類，研究人員通常會嘗試模擬其原生育地的季節溫度變化情形，來測試這種植物發芽所需的條件。此外，有些野生植物的種子可能不會休眠，但是其發芽過程中，可能需要不同的環境因子，如光線或是日/夜溫度的溫差變化，因此需要多方進行測試。
- (6) 千年種子庫的種子發芽試驗是將種子播在洋菜介質上，這是因為洋菜介質具有保濕及容易觀察的特點。
6. 中間實驗室：這個實驗室空間具有不同的功能用途，包括相關試驗的前處理及材料準備的空間、種子的重量量測、種子快速衰老試驗、洋菜培養基的配置、組織培養以及相關技術的研究及種子形態的觀察記錄等。
7. 研究實驗室：這個實驗室主要是進行種子生理的相關研究。
- (1) 種子生物學的基本研究是非常重要的，因為這樣的研究可以讓種子庫的研究人員了解成功的種子貯藏條件為何。
- (2) 要了解貯存於種子庫內的種子是否仍然存活的主要方法是進行種子的發芽率檢定，然而發芽測試的過程是一個耗時且需要了解個別種子發芽所需條件的專業知識的。
- (3) 種子是無法由外觀或簡單的發芽率檢定來判斷其是否已死亡或是處於休眠階段的，為了解決這些問題，千年種子庫的種子生理研究分為以下幾個方面：
- ①生存能力喪失的診斷：種子在長期的貯存過程中，仍會和其他的有機體一般，產生老化的訊號。生物的老化是因為體內脂質、核酸及蛋白質分子損害後累

積造成的結果，當這些損害累積太多以致於無法修護時，就會產生死亡。抗氧化物質如維他命 E 和穀胱甘肽 (glutathione) 具有保護作用，可以對抗細胞內分子物質的損害。研究人員可以利用如氣體色層分析儀或電泳等儀器來測量脂質、核酸及蛋白質分子物質的損害程度，另外也可以利用定期分析抗氧化物質的改變，來得知種子的活力狀況。最終的目的，是期望可以發展出一種可靠且適用於所有物種，快速和理想的非破壞性的種子活力檢測方法。

- ②休眠狀態：休眠 (Dormancy) 是指種子即使是處於適當的環境狀況下也不會發芽，這種現象即稱之為休眠。一個利用於診斷休眠的方式，是藉由分析與休眠狀態有關的特定基因的基因表現程度來加以判斷。
- ③不能被乾燥處理的種子：有些種子不耐乾燥處理，因此無法將這些種子進行 -20°C 的低溫貯藏，這是因為在低溫狀況下，潮濕的種子會在種子內形成冰晶，造成種子細胞及組織的破壞而死亡，所以這類型的種子必需使用如超低溫保存等其他保存方式進行種子的貯存。
- ④種子的永續利用：這個研究議題主要是確認植物種類是否具有其他有用的特質，可以發展提供為傳統作物品種的替代品。

8 · 超低溫保存區：這個空間主要的任務係進行植物細胞或組織的超低溫保存。

- (1) 超低溫保存是將植物的細胞或整個組織，保存於 -196°C 的液態氮或 -180°C 氣體狀態的液態氮中進行長期的保存。
- (2) 千年種子庫內超低溫液態氮的保存方式，主要是針對一些於 -20°C 保存環境下不耐長期貯存的物種 (如乾燥敏感或異貯型的種子)，以 -180°C 的方式進行備份保存，藉此方法來延長這些種子的壽命。
- (3) 目前千年種子庫以超低溫方法進行保存的植物種子約有 250 種。
- (4) 千年種子庫的超低溫保存設施是採用自動化控制的，系統會自動進行液態氮的補充裝填，以確保保存的種子不會因液態氮的減少而喪失活力。
- (5) 超低溫保存的第一步也是最重要的一個步驟，是避免在冷凍或解凍的過程中，樣本組織內形成冰晶，因此控制種子的乾燥程度到一個適當的含水量是非常重要的，而這個過程會因植物種類不同而有差異，故需多方進行測試。

9 · 擴展空間：千年種子庫在設計初期，即已預留了往後種子貯存冷庫空間增設的需求，而建築物的硬體部分，在設計上即已考量至少將有 500 年的使用壽命。

10 · 教學、住宿及圖書室空間：千年種子庫的建築內尚規劃有可容量約 100 人的研討室，以及 14 間可容納約 20 位研究學者同時住宿的住宿空間，除此外，尚有一間小型的圖書室可供研究人員進行資料的查閱。

11 · 溫室：千年種子庫旁建有一棟小型的溫室，溫室內則再細分成 4 個小房間，這 4 個小房間具有各自獨立的環境控制系統，可以依植物需求調整成不同的環境以供使用。植物栽培於溫室內主要有 4 個目的：產生引證標本、研究需要、增殖、種植植物提供植物管理者或供公共空間布置使用。

1 2 · 展示區：因為千年種子庫是位於韋克赫斯特莊園內，所以千年種子庫的建築物有一部分是屬於公共空間，設有靜態及動態的展示，並與韋克赫斯特莊園的參觀動線結合，讓參觀者可以了解種子庫的相關知識及背景。這個展示區可分室外及室內二部分：室外的部分是英國本地植群的棲地及植物展示區；室內的部分則是種子庫的種子保存、種子研究及教育展示區。

(1) 英國本地植群的棲地及植物展示區：設計有 8 個小花壇，分別展示 Shingle beach、Chalk cliff、Chalk grassland、Wealden meadow、Wet grassland、Mountain top、Heathland 及 Cornfield 八種地型景觀及生長於此棲地中的植物。此外尚有一個水池，主要功能為做為水生植物的展示及呈現建築物景觀的倒影效果。

(2) 種子庫介紹展示區：此區域在設計上融入於千年種子庫的整體建築中，但是一般參觀遊客有另外獨立的出入口，是無法進入種子庫內部的辦公或實驗室空間的。在這個展示區內除了植物種子及標本的展示外，還將種子採集後一直到種子進入種子庫長期貯存的完整流程，以圖片，文字及影片的方式進行簡單但清楚的介紹，據估計每年約有 9,000 位學生會來到此地進行有關種子保育的參觀教學。比較特別的地方，是此處的展示區與種子庫的運作空間，只有一片透明玻璃窗之隔，遊客在展示區內即可透過玻璃窗，看到種子庫實驗室的工作人員（含研究人員、志工及訪客等）的工作情形。

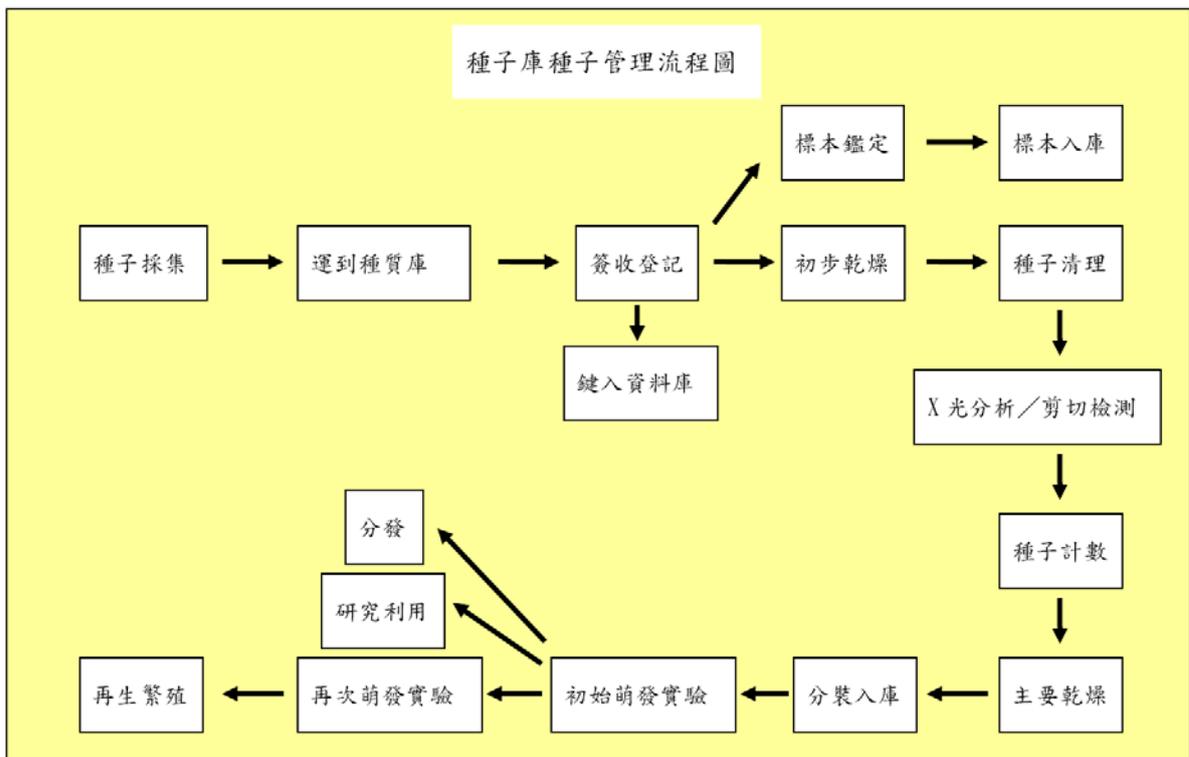
(五) 千年種子庫種子的旅程

千年種子庫內長期貯存的種子，均是由皇家植物園內的工作人員，至世界各國（主要是與千年種子庫建立合作協議的國家），會同相關國家的人員，進行野生植物種子的採集，採集到的種子經初步處理，再運送至千年種子庫內進行後續處理，其完整流程如下所示：

- 1 · 種子抵達種子庫：這些種子通常是放置於紙袋或棉袋內，大部分的種子都是還沒有經過處理且包含於果實內的，這些材料會先被貯放於另一個房間中。
- 2 · 進行開箱及種子的初步檢查：種子在隔離室內進行開箱，同時檢查是否混雜有活的昆蟲存在，如果發現含有昆蟲等小動物，則將這些材料置於-20°C 下約一個禮拜以進行滅蟲處理。
- 3 · 減緩種子的衰退：種子採集後的第一個關鍵步驟是要儘快的降低種子老化及衰退的速度，使用的方法則是將種子進行乾燥處理。乾燥的過程是將種子放置於乾燥室內進行為期約 1 個月的乾燥處理。乾燥室設定為溫度 15°C 及相對濕度 15% 的環境。
- 4 · 種子的清潔處理：種子清潔的主要工作包括除去樹枝、樹葉、花及其他的雜物等，進行種子的純化。
- 5 · 種子的 X 光檢測：這個步驟主要是要確認種子清潔後的品質度，如果種子的品質度不佳，則退回清潔部門，重新再進行一次種子的清潔及純化工作。
- 6 · 種子重量測量並估計種子的數量：種子藉由稱重的方式來估算出整份材料中的所

有種子數量。

7. 序列號碼串聯：在這個階段，每一份的種子均會鏈接到一份證據標本上，而這份證據標本則存放於邱園的植物標本館中，同時由專門負責的工作人員將資料輸入建檔並鏈結相對應的資料庫。
8. 種子發芽率的測試：種子庫內貯存的種子，除非它們將來能發芽且進一步生長成爲植物，否則這些貯存的種子是沒有用的。所以，在種子的長期貯存過程中，取樣並進行發芽率的檢測，來看看這些種子是否仍具有活力是必要的。種子發芽率的檢測是將種子放在培養皿或洋菜介質上，培養於不同溫度生長箱中，每週觀察一次，來估算其發芽百分率。
9. 乾燥：種子重新放回主要乾燥室中進行第二次的乾燥處理，這次的乾燥時間較短，通常少於一個月，乾燥後的種子則以濕度計進行種子含水量的檢測。
10. 裝罐密封及貯存：將乾燥完成後的種子（種子相對濕度低於 15%），在乾燥室的環境下，裝入密閉容器（密封罐）中密封，最後將密封罐（含種子）長期儲放於 -20°C 的冷庫中。



，三、韋克赫斯特莊園

千年種子庫座落於韋克赫斯特莊園（Wakehurst Place）內，韋克赫斯特莊園是屬於英國皇家植物園的一個分園，占地約 465 英畝，這個莊園已有約 400 年的歷史，1965 年被皇家植物園從英國古蹟信託管理會（National Trust）手中租借迄今，目前則被聯合國教科文組織中評列爲世界遺產的新地點之一。

這個莊園庭園的設計及植物的蒐集，是由杰拉爾德洛德先生（Gerald Loder）於 1930 至 1936 年間完成的，隨後由亨利爵士（Sir Henry Price）接手整個庭園及植物的維護管理，1963 年，亨利爵士將這個莊園捐給了國家，皇家植物園則於 1965 年時向管理單位英國古蹟信託管理會租借，提供為植物蒐集、保存及展示的場所使用。

韋克赫斯特莊園的整個庭園除了收藏豐富的植物及漂亮的景觀外，尚有一棟建於 1590 年代的伊麗莎白女王古堡建築，建物仍維持著古色古香的建築風格。目前，此建築物的一樓是免費開放參觀的，其中一部分空間規劃為藝術家現場創作區，另一部分則規劃為學生的校外教學教室使用。

1987 年，韋克赫斯特莊園曾遭受一場大風暴侵襲，造成區內大量植物的傾倒及死亡，後來經過皇家植物園的植物學家，對整個園區重新進行規劃設計及植物的重新種植，經過約 25 年的休養照護後，莊園內現有水塘、森林、草地、濕地等不同的地形景觀，並搭配森林步道小徑，庭園呈現煥然一新的新風貌，園區內擁有精緻優美的建築和庭園造景布置，充分展現出自 19 世紀以來的園藝景觀設計及百年來歐洲的藝術風格，是非常值得一遊的地方。最近幾年，此韋克赫斯特莊園更是英國古蹟信託管理會中最多遊客造訪的景點。

千年種子庫就座落在韋克赫斯特莊園內，因此在最初的行程安排上，種子庫的 Dr. Jonas Mueller 先生就幫我排定了半天的時間，讓我可以自由參觀此莊園。莊園是依著山勢建造，景觀設計上融入了水景、森林、草地等不同棲地類型的景觀型態，再搭配草花、灌木及喬木等植物元素，使得整個莊園景觀豐富多變，有別於一般常見的公園或植物園等平坦地形的庭園景觀，暢遊其中，讓人心情愉悅。這次造訪的時間，時值秋季，諸多的落葉植物，葉色呈現鮮黃或紅色，極富色彩變化，此趟行程，唯一美中不足之處，是時間太短，因為此季節日落的時間很早，下午約 4 點半後，天色就暗了，無法將整個莊園走遍，有點可惜。

四、邱園植物園

英國皇家植物園（Royal Botanic Garden）位於倫敦的植物園區，有人簡稱其為邱園（Kew Garden），原為英國皇家園林，成立於 1759 年，至今已有約 250 年的歷史。1759 年時，邱園最初只是當時王族建立的一座占地僅 3.5 公頃的植物園，1840 年，邱園被移交給政府管理，期間經王族三次的捐贈，到 1904 年時，邱園的規模達到了 121 公頃，邱園園區內擁有眾多的園林和溫室，目前是聯合國認定的世界文化遺產之一，一年的遊客量可多達 200 萬人。

“英國皇家植物園”同時也是負責管理邱園和韋克赫斯特莊園庭園的機構總名稱，擁有員工約 700 人。

邱園內建有 20 餘個專業花園：包括有水生花園、樹木園、杜鵑園、玫瑰園等。園內還有與植物學科關係密切的建築，如標本館，以及進行植物相關研究的實驗室，此外邱園還有多座具有歷史價值的古建物，在經過長期的發展後，邱園除具有單純植物蒐集和展示功能外，其在世界植物的研究和教育領域更具有舉足輕重的地位。

邱園內蒐集的植物活體種類及數量，可謂居世界之冠，據統計邱園內約蒐集栽培有 30,000 多種不同種類的活體植物。此外，邱園的溫室更是名聞遐邇。以下將摘要介紹幾座邱園內有名的溫室、建築及植物展示區：

（一）溫帶植物室（Temperature House）

溫帶植物室是邱園內最大的溫室，它曾經是世界上最大的植物溫室，是現存最大的維多利亞時代玻璃鋼結構建築，創建於 1859 年，面積 4,880 平方公尺，全長 183 公尺，展示 1,600 多種亞熱帶和暖溫帶植物。

（二）威爾斯公主溫室（Princess of Wales conservatory）

威爾斯公主溫室係為紀念威爾斯王妃 Augusta 而命名，於 1987 年建成後方才開放遊客參觀。這個溫室是邱園內最複雜的公開展示的溫室，占地 4,490 平方公尺，全棟採用先進的電腦控制系統，透過調節溫度、濕度、通風及採光，創造出十種的氣候區環境，以栽種並展示不同氣候型態的植物，從熱帶乾旱地區的仙人掌、龍舌蘭等，到潮濕環境的天南星科、秋海棠類植物等，此外還有食蟲植物、蕨類和蘭科植物，植物相極為豐富，是參觀者到邱園時一定要拜訪的處所。

（三）棕櫚溫室（Palm House）

棕櫚溫室的外形像一艘倒置的航船，是全球最著名的溫室之一，全長 109 公尺，中部寬 30 公尺，高 20 公尺，棕櫚溫室建於 1844 年～1848 年。這個溫室是棕櫚科植物多樣性的展示中心，主要蒐集各種熱帶林中的植物，如棕櫚類、可可及橡膠等，蒐集展示約有 970 種的植物。

在筆者此次的參訪中，此溫室恰好正在進行病蟲害的防治作業，沒有開放參觀，甚為可惜。

（四）高山植物溫室（Alpine House）

高山植物溫室是邱園內最小的溫室，於 1981 年建成，溫室雖然小，但在溫室的後方，則有大片的土地面積，進行高山及亞高山植物種類的蒐集及展示。

此區內展示的植物種類相當多，在布置上，以岩石為庭園造景材料，營造出類似高山的自然地景，並於石縫中種植高山及亞高山植物，極具可看性，不過限於時間，無法一一細看。

（五）植物進化館（Evolution House）

植物進化館主要是介紹植物演化的歷程，其歷程是從 4 萬億年前無生命的不毛之地時代開始，一直到約 4.5 億年前的陸地植物出現為止，主要展示志留紀、石炭紀和白堊紀三個有關陸地植物演化出現的歷程。

（六）寶塔（Pagoda）

邱園內的寶塔係建於 1762 年，由 William Chambers 設計。寶塔高 50 多公尺，共分十層，八角形的結構，是邱園內相當顯著的一個景點。

此次筆者在邱園的實際參訪行程，只有半天的時間，參訪過程只能採取走馬看花的方式，快速瀏覽一遍，不過邱園的面積實在是太大了，筆者大概也只看到了前面所描述的這些溫室建築景點，期待下次有較長的時間，可以將整個邱園走完一遍，慢慢欣賞這個聞名

全世界的庭園。

五、邱園標本館

邱園內還有一座世界上蒐藏量最大的植物標本館，此植物標本館於 1853 年建成，館藏約 700 萬份的植物標本，其中模式標本則有約 35 萬份，這個標本館可謂是進行植物分類學的大寶庫，現已成為全世界植物學家進行學術交流的一個重要平台。

標本館內還有一座世界上植物學參考書籍藏量最豐富的圖書館，圖書、手稿和期刊等共有 50 多萬冊，涉及的語言種類則有 90 多種。

此次筆者到邱園植物標本館內參訪的重點有以下三點：第一是植物標本的操作流程，主要是要了解植物標本自野外採集後，經簡單乾燥處理，送回標本館內，經隔離冷凍以殺死標本上的昆蟲等活體動物，然後經鑑定、分類，一直到上台紙之間的操作流程；第二是了解標本館內的典藏設施、標本的館藏及其例行的經營管理；第三則是與千年種子庫派駐在標本館內的研究人員接觸，了解「植物採集指引手冊」的製作過程。

雖然筆者實際在標本館內的參訪行程只有半天的時間，但在千年種子庫研究人員協助下，均按照原定目標，看到了原先想了解的東西，可謂不虛此行，特別是有關「植物採集指引手冊」這個部分，獲益最多。

心得與建議

此次筆者前往英國皇家植物園的參訪考察重點，主要在於參訪皇家植物園所屬的千年種子庫、邱園及植物標本館。目的是要了解種子保存操作流程、種子庫規劃設置及經營管理；植物標本典藏及植物園活體植物保存、展示及經營管理等事宜。參訪考察結果獲益良多，深值借鏡，對往後推動本中心「台灣方舟—野生物保種計畫」及相關的植物保育業務，將會有正面的助益。以下為筆者此次參訪之心得與建議：

（一）野生生物種質資源的保存工作刻不容緩

種質資源有效保護與可持續利用，是生物多樣性保育關鍵的一環，一個物種可造就一個產業，一個基因可拯救一個產業，而國際上更把生物資源的占有和對其研究的深度視為一個國家可持續發展能力和綜合國力的象徵，這些已蔚為世界各國在進行生物多樣性永續利用重要信條。近年來氣候變遷成為全球關注議題，許多物種正面臨消失或滅絕問題，生物多樣性的減少會對生態系統的演化及物種的數量產生不可逆的負面影響，各界對野生物種的永續保存及維持生物多樣性的生態環境保育均寄予高度重視。

台灣的原生植物有 4,200 餘種，本中心於 97-99 年與台灣植物分類學會執行「建構全國生物物種多樣性指標系統—植物紅皮書編纂及出版」計畫，調查台灣維管束植物分布情形，發現列入新出爐的台灣維管束植物紅皮書名錄中，約有 908 種是屬於受威脅的植物，而在這 908 種物種中，經初步評估約有 159 種是屬於完全未被保護留區系統所保護，其生存面臨嚴重的威脅。因此，針對這些生存具有急迫性危機的物種，進行移地保育或採種進行種子的長期保存，這個工作需要即早進行，刻不容緩。

（二）評估建立野生生物種質資源的保存順序

本中心於 2012 年出版的「臺灣維管束植物紅皮書初評名錄」中，列出易受害等級以上

的物種約有 908 種，此外，台灣高海拔的生態系受到全球氣候變遷的影響非常顯著，這些物種均遭受嚴重的生存威脅，因此，應針對台灣的原生植物種類，根據瀕危程度、環境破壞威脅程度、保育等級及受氣候變遷影響程度等因子進行評估，列出保存的名錄及其先後順序，然後依此名錄進行活體植物種原的蒐集或種子的採集，以進行必要的保存工作。同時，本中心也可根據此名錄，結合標本館標本信息及地理資訊系統，進行「植物採集指引手冊」的製作。

（三）建立小型的種子保存庫

本中心自成立以來，業務屬性都以台灣野生物種為對象，進行有關分類及植群的調查研究工作，因此，對台灣原生植物的野外分布、生長狀況，均較清楚且易於掌握。因此，本中心可以在前述優先保存植物種類名錄出來後，即可立即進行種子的蒐集及保存工作。不過，因種子是活的有機體，建立一座小型的種子保存庫，來確保蒐集保存的種子均是處在具有活力的狀態下，是不可缺少的必要設施。

（四）進行國內種質資源保存工作的整合

種子的保存工作是一項非常有價值但同時也是要價不菲的工作，根據千年種子庫的估計，平均保存一種植物的種子約需花費 2 千英磅。目前國內在種質資源蒐集保存的運作上，農業試驗所有「國家作物種原庫」進行「農業經濟作物的種原保存」，林業試驗所則有另一個種子庫進行「經濟樹種」與「有潛力的林木種類」的蒐集及保存工作。況且，近年來國際間及國內之金融財政狀況均不理想，本中心想重新籌建一座新的「野生植物種質資源保存庫」，恐怕不是一件容易的事，而且要維持一個種子庫的長期運作，其經費是非常龐大的，如無額外經費的支援，恐怕會壓縮本中心其他計畫經費的分配，因此，資源的整合是必要的^{#1}。整合國內各單位進行種原保存工作的現有設備及資源，進行責任及工作的分工，分頭同時進行，將是必要的。

註 1：本計畫期末審查時，所有與會審查委員，均提出此資源整合的看法與建議。

（五）種子保存背景計畫的研提與執行

種子的保存工作，不是單純將種子放入種子庫進行保存即可，英國千年種子庫長期保存的種子，均是「正貯型種子」。台灣的環境狀況較英國複雜，台灣的原生植物種子，除所謂「正貯型種子」外，還有所謂「異貯型種子」及「中間型的種子」，因此為確保這些種子的存活，有關種子於貯存過程中脂質、核酸、蛋白質等分子物質的變化及種子衰退老化等相關生理的研究工作，絕對有其必要。

（六）國際合作與交流

英國千年種子庫在種子蒐集保存上已有多年的經驗，其與世界上 50 多個國家均建立有合作關係，本中心透過此次的參訪，已與種子庫的研究人員建立良好的互動關係。同時，本中心在 2012 年 9 月底時舉辦「2012 年植物種原蒐集與保育國際研討會」，研討會期間，也與來自美國、英國、南非等國從事種原保存的專家學者皆有接觸，此研討會成果豐碩，賓主盡歡，會後也持續與這些專家學者保持電子郵件聯繫，在此前提下，對往後本中心推動有關種質資源的保存工作，尋求國際合作與交流，將有正面加分的功效。

附錄（照片）



英國千年種子庫建築外觀



種子 X 光檢測儀



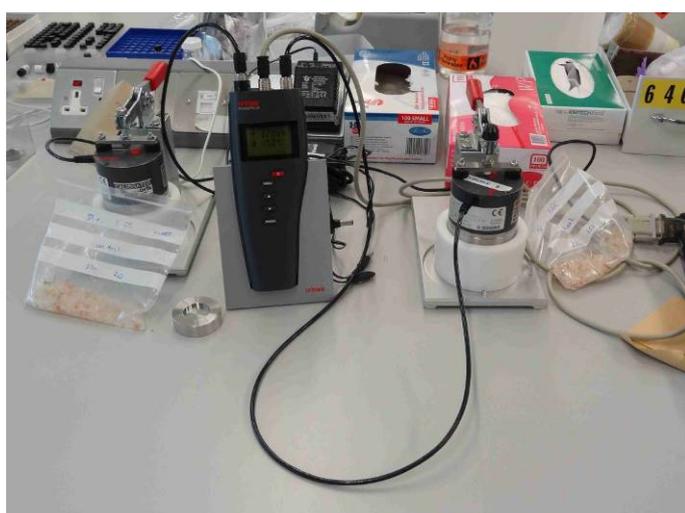
千年種子庫種子研究及教育展示區



種子初始乾燥室



在展示區內可以看到工作人員的工作情形



種子水份檢定儀



植物採集指引手冊



種子庫周圍以種子為素材之景觀雕塑



種子長期貯存時所使用的密封罐



種子庫周圍以種子為素材之景觀雕塑



種子庫-20°C長期貯存庫



韋克赫斯特莊園內之古堡建築



邱園標本館內館藏豐富的圖書館



邱園內威爾斯公主溫室



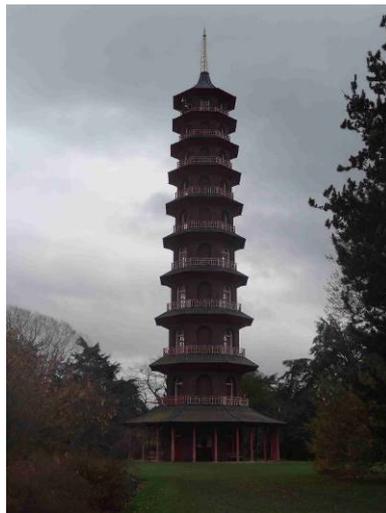
圖書館內有來自台灣的植物書籍



邱園內棕櫚溫室



邱園內溫帶植物室



邱園內的寶塔