

植物保種的秘密基地 —林業試驗所林木種子庫經營管理現況

◎林業試驗所植物園組·楊正釗 (yjc@tfri.gov.tw)

緣起

本所林木種子冷藏庫(以下簡稱本種子庫或本庫)於民國45年由當時的中國農村復興聯合委員會(簡稱農復會)爭取美援經費建造設立;當時的庫房分為10°C:16.6 m³(面積4.6 m²)、4°C:122.2 m³(面積40 m²)與0°C:16.6 m³(面積4.6 m²)三種儲藏溫度,目的在儲藏豐年過剩的種子以供爾後育苗之用,由本所育林系負責經營管理。就時代的階段性任務來說,本種子庫對民國50~70年大面積造林作業之種子供需調節,的確發揮了良好作用。

為明瞭庫存種子的品質,筆者自1995年接手本庫的經營管理時,即在當時林木種子研究室負責人林讚標博士的指導督促下,開始整理過去40餘年累積之1,800餘包種子。當時所儲藏的異儲型種子很少,且均已腐敗喪失活力,故將之淘汰並烘乾製成標本,而正儲型種子發芽率在10%以下者亦淘汰為標本,最後保留了正儲型種子共44種;計304份種子,其中179份有採集時間及地點記錄,屬臺灣原生樹種佔29種251份,這些種子均重新以15~20°C冷乾方式將其含水率降低至6%左右,再以鋁箔袋密封存放於-20°C以進行長期儲存。由上述整理結果可知,早期本庫的冷凍冷藏設備及人員管理技術均未臻成熟,使得長壽命的正儲型種子在短期內就大量衰敗死亡,探其主因應是種子的包裝不良使含水率容易變動所致,再加上冷房溫濕度控制不夠精準,而使早期大量儲藏的正儲型種子難以維持其應有之活力。

改造(硬體設備與蒐集目標)

時至2000年,本所以森林保育大樓(目前更名為森林研究大樓)結餘款將種子庫舊有庫房設備全面更新,在原位址改造新建成一包含-20°C(面積12.6 m²、31.5 m³)、4°C(面積24 m²、60 m³)及15°C(面積15.6 m²、39 m³)等三種低溫庫房的冷藏庫;至此,種子冷藏庫的溫濕度穩定度才能符合研究試驗之精確度要求。三種溫度之冷藏庫均有二組冷凍機組,當運作故障時,可以馬上切換至備用機組,故可達全年無休的冷藏效果;加上小冷房的設計,使溫度精確度可達±1°C以內及相對溼度在60%以下之要求。本冷藏庫配有溫濕度電腦記錄即時監控系統,可隨時監看並繪出溫濕度曲線(圖1),並配合超高低溫警報系統,當溫度超過設定臨界值時即會立即斷電並發出警報聲,使工作人員可以馬上知道運作發生問題而能儘速排除之。也因有預備機組的設計及

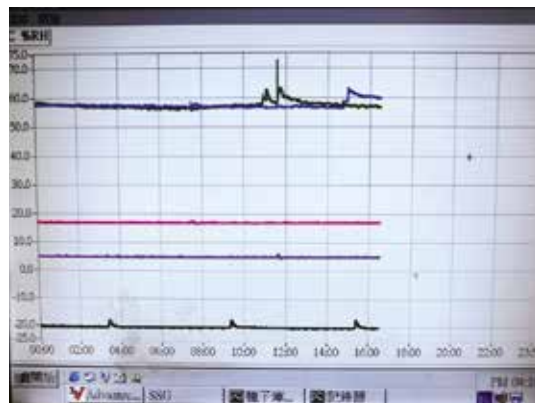


圖1 本所種子冷藏庫之電腦溫濕度即時監控系統,可隨時繪出溫濕度曲線(楊正釗 攝)

位處博愛特區的穩定供電，使得新建冷藏庫運轉至今從未停機過，且各冷房溫度均能達到 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 以內之要求，足見本種子庫具有優良的穩定度，充分發揮了其小而美的設計理念。

本庫在1960~80年代對臺灣的造林育苗用種子發揮極大的供需調節作用，但近年來隨著天然林禁伐，使得造林事業跟著沒落，種子庫(seedbank)不再需要儲存大量造林育苗用種子。因此，本所林木種子庫現在的主要任務也演變為「臺灣重要樹木基因資源的保存」，也就是說，透過儲藏種子的方式來對本土重要樹種的遺傳資源進行區外保育工作；而隨著種子庫任務導向的改變，本所於2009年將林木種子庫從隸屬的育林組轉移至植物園組。

根據廖日京教授所著「臺灣木本植物學名目錄」(1993)所載，臺灣原生喬灌木約有1,070種，然因人力及經費等限制，種子庫蒐集的對象不能毫無目標的全部採收，因此，近年來本種子庫優先蒐集的對象有五大類：

一、傳統重要造林樹種，如針葉樹的紅檜、臺灣扁柏、臺灣肖楠、臺灣杉等；闊葉樹的烏心石、臺灣欒、黃連木等；二、天然林主優勢樹種，如松科的臺灣冷杉、臺灣雲杉、威氏帝杉、臺灣鐵杉等；樟科的瓊楠、臺灣肉桂、香楠等；殼斗科的赤皮(圖2)、長尾柯、狹葉欒、森氏欒、錐果欒等，這些樹種在過去多非造林樹種，但卻是天然植被的主優勢大喬木，威信是未來造林的主角；三、珍貴稀有樹種；基於生態保育考量，這些樹種必須經由儲存種子或將幼苗移地復育來進行其區外保育的工作，如臺灣肖楠是瀕臨絕滅等級又是傳統重要造林樹種，更顯出蒐集該種種子的重要性；四、具綠美化潛力樹種，臺灣有太多原生美麗的樹種可做為環境綠美化的材料，如桃實百日青(圖3)、臺灣欒樹、四照花等；五、其它具潛力樹種，如可供藥用的南方紅豆杉、臺灣黃蘗等；供香料食用的山胡椒、食茱萸、土肉桂等樹種。



圖2 赤皮為臺灣原生的大型殼斗科樹種，在天然林中扮演主優勢木的角色，再加上其優良的木材性質，未來應被採用為造林樹種(楊正釧攝)

種實處理與儲藏技術

本庫早期的儲存對象是少數造林樹種之大量種子，其種源往往紀錄不明，或為某地區的多株母樹混合種源，這樣的儲藏內容已無法滿足現今對生物遺傳多樣性保存的要求。目前本庫庫存種子內容是以樹種及種源的多樣性為主要考量，故傾向於蒐集各樹種不同區域或單株種源之豐年產種子，並加以精選後再入庫儲藏，以維持種子品質及減少佔用庫存空間。因此，採種紀錄要有樹種名稱、母樹編號、採集日期、地理位置(通常可記上地名與林道公里數)、採集人、海拔高度、經緯度、胸徑、樹高等資料。入庫儲藏的每一編號種子絕大多數都是以單株母樹來分別採收、處理及儲藏，以便日後的管理及對種源的調配作業能發揮最大的作用。

果實處理至獲得潔淨種子的過程中，所使用的容器或袋子均須給予標記以確保各編號種

子的來源批號無誤。在此將果實處理以獲得有活力種子之操作程序簡略分為以下兩大類：

一、肉質果：如核果(樟樹、黃連木)、石果(杜英、楊梅)、漿果(山紅柿、紅淡比)與具假種皮(南方紅豆杉)者等肉質果，處理的首先步驟是要讓果皮及果肉儘快糜爛。理想的方法是將果實用網籃盛裝置於溫室中噴水，也可以將果實平鋪在樹下陰涼處，每日噴水數次以加速其軟化熟爛，果肉潰爛後應立即洗出種子以防病霉菌侵害。清洗時，常用方法是將果實包在小布袋內或直接在網篩上搓洗出種子。果實含大量油脂者(如黃連木、海桐等)可以加中性洗潔劑揉洗多次來清除之。搓洗的力量必須控制得宜，如樟樹、杜英、黃連木等有硬厚種殼保護的種子才可以用力搓揉，但若像臺灣雅楠、長葉木薑子等皮薄脆弱的種子，則應輕柔對待以免造成傷害；清洗過程可同時水選淘汰雜質及浮水輕、空粒的種子。若種子是從過度糜爛或是由野地撿



圖3 桃實百日青為樹型優美的低海拔針葉樹，加上其果實具有誘鳥效果，是相當具有環境綠美化潛力的樹種(楊正釧 攝)

拾的果實所洗出，則可以用一般殺菌劑如千分之一的億力浸泡約30分鐘來加以消毒，可有效抑制病霉菌的滋生。

二、乾質果：如毬果(松、杉、柏、赤楊)、翅果(槭樹、鵝耳櫪、榆)、蓇葖果(烏心石)、莢果(豆科)、蒴果(大頭茶、杜鵑)等，獲取種子的處理方式較肉質果簡單很多，一般只要在室內陰乾等待果實開裂就可以篩出種子。若經多日仍無法開裂時，可將果實浸於水中，待水分進入果縫後以風扇吹拂，常能促使其開裂；但反覆進行多次吸脫濕後果實仍無法裂開者則應是過早採收，最後終須放棄。在潮濕的冬季，當大氣相對溼度很高的情形下很難在短期內使果實開裂，可以選一個較小的完全密閉空間以除濕機配合電扇來進行乾燥。乾質果種子通常體型較小且質輕，空粒率也較高，可用風選(圖4)或以不同比重的溶液來汰除輕粒。

相對於植物的就地與其它遷地保育方法而言，以儲藏種子所進行的區外保育工作具有佔用空間小、耗能少、整體操作的人力需求低及保存的植物基因具高度異質性等優



圖4 細小質輕的種子可用風選機來篩選汰除輕粒與雜質 (楊正釧 攝)

點，故其可謂是植物遺傳資源保育最為經濟且有效的方法。然而，因各種植物種子之儲藏性質差異頗大，並不是所有植物的種子都可以長期儲藏，此異質性乃受不同遺傳性質所操控，故在天然壽命限制下，只有先天上具有長壽命之種子才適合長期儲藏。早從1973年開始，英美學者就陸續發現不同的種子儲藏行為(seed storage behavior)並加以命名分類，為了讓學理與種子庫之實際儲藏作業能夠配合，筆者認為可將臺灣林木種子的儲藏性質簡易概括分為以下四類：

一、正儲型或乾儲型(orthodox type)

本型種子能耐乾燥，含水率可降低至10%以下，儲藏溫度愈低則保存效果愈好，甚至可低至-196°C(液態氮)；在低溫儲藏的條件下，本型種子之壽命可維持達百年以上。臺灣的林木種子屬於正儲型者，有針葉樹的松、杉、柏科之毬果種子(臺灣油杉例外)，及闊葉樹為小粒種子者，如臺灣赤楊、楓香、木荷、大頭茶、黃連木、臺灣欒樹、光臘樹、山櫻花及大部分豆科樹種等。建議的儲藏條件是先以約15°C冷乾方式將種子含水率降到3~7%，再完全密封後於-20°C進行長期儲藏(圖5)，若為10年內的短期儲藏則在4°C環境中保存即可。

二、中間型(intermediate type)

此類種子的特性是稍能耐乾燥，當種子含水率降至6~12%時並不會完全喪失活性，但通常對零下低溫敏感，一般在零下溫度儲藏時會迅速喪失活力，故需儲藏在較高的溫度如4~15°C，才能維持其壽命。屬本類種子者有樟樹、土肉桂、香桂、大葉釣樟、鹿皮斑木



圖5 正儲型種子應先將種子乾燥到含水率3~7%，再以鋁箔袋完全密封後於-20℃進行長期儲藏(楊正釗 攝)



圖6 溫帶異儲型種子以水草保濕儲藏於4℃為佳(楊正釗 攝)

薑子、小芽新木薑子、臺灣檫樹、烏心石、欖木、臺灣產的槭樹、瓊崖海棠等。建議的儲藏條件是：(一)乾質果種子如烏心石、欖木、槭樹等，將種子含水率降到10~12%，以密封罐乾藏在約4℃的環境中(最適儲藏溫度因種而異，如欖木為15℃)，並經常換氣，壽命通常可達3~10年。(二)肉質果種子如樟科屬本型的種子以4℃濕藏為佳，且至少每個月需換氣一次，壽命可達1~5年，休眠性愈深的種子壽命愈長。

三、溫帶異儲型(temperate recalcitrant type)

特性是不耐乾燥但可以在0℃附近的溫度下儲藏，含水率應維持在35~50%間，儲藏期間種子仍維持一定的呼吸作用，故適當的氣體交流非常重要，在能保持較高的含水率及氧氣供應情況下，其壽命可能達到1~3年。臺灣林木種子屬於溫帶異儲型樹種如殼斗科(臺灣水青岡例外)及大部分的樟科屬之。建議的儲藏條件是4℃濕藏(圖6)，且至少每個月需換氣一次。

四、熱帶異儲型(tropical recalcitrant type)

熱帶異儲型種子更不耐乾燥及低溫，大都不能忍受近零度之低溫，甚而對10~15℃就

呈敏感，很容易受低溫傷害而喪失活力，故即使保存在較高的種子含水率及良好的氣體交流環境下，可以儲藏的期限也都很短，所以它們是最難達到儲藏目的之種子。這類種子的儲藏壽命較溫帶異儲型種子短很多，熱帶重要經濟樹種如橡膠、可可、椰子樹、波羅密、酪梨、荔枝、龍眼、芒果、榴槤等屬之，這些種子的特性是體型較大。臺灣林木種子屬熱帶異儲型者多是生育在恆春半島及蘭嶼具有大粒種子的樹種，如毛柿、蘭嶼木薑子、山棟及紅樹林等樹種的種子屬之。因為它們對低溫非常敏感，但若儲藏在15℃以上時，大部分種子在短期內就會發芽，否則即死去，所以為了得到最高的育苗量，建議此類種子不宜儲藏，洗淨後即播是最佳選擇。

以上指出溫帶異儲型與部分中間型種子的儲存最好是以低溫濕藏方式來進行，建議用以下方法來操作：先將水草泡水清洗後剪成適當長度之細條，此長度大約是所要儲藏種子長度的2~3倍左右，然後用手緊握將水分盡量排除，再將捏成整團的水草抖動分開使成膨鬆狀，隨即將種子與膨鬆水草以約1: 5的體積比充分均勻混合後放入塑膠袋，但種子

與水草總體積不得超過塑膠袋容積的一半，並需將袋內充飽空氣後封口，再置入一般家用冰箱下層約4°C的環境內，之後至少每個月將塑膠袋打開抖動換氣一次，以提供種子呼吸作用所需的氧氣，並排除袋內因種子新陳代謝作用所釋放出來的有害氣體。水草在長時間的濕藏過程中具有良好的抑制發霉效果，此為我們一再建議以水草為保濕介質的原因。在每次換氣過程中應檢視介質水分是否足夠，若發現塑膠袋內面已幾無水分凝結狀態，則是介質已過度乾燥，應即補充適量水分，通常僅需均勻噴灑少量霧狀水即可。水草的保濕作用僅在使袋內維持接近100%的相對濕度即可，最忌過度給水而使袋底積水，因如此會讓底層的種子慘遭淹死。大部分在秋冬收穫的臺灣產樟科及殼斗科樹種種子，建議以上述低溫濕藏經2~5個月，可達到層積作用解除部分種子休眠之效果，於時令上剛好可以配合翌年春播，如是作業常能獲得最好的育苗成果，即可以獲得較高的發芽率，並可在播種後短期內使種子集中發芽，有利於爾後之育苗作業。但有部分殼斗科樹種如長尾柯、栓皮櫟、高山櫟等之種子若低溫濕藏時間稍長，就會在此低溫無光的環境下自行發芽，這樣將造成胚根突長而難以栽種的不良後果。

結語與展望

本種子庫自1995至2013年共蒐集過421種，計2,050個編號種子，其中臺灣原生種佔338種(佔蒐集總種數的80%)，計1,865個編號種子(佔蒐集總編號數的91%)。目前本種子庫共累積儲藏335種，計1,604個編號種子，其中臺灣原生種佔265種(佔庫存種數的79%)，計

1,451個編號種子(佔庫存編號數的90%)。故18年來為本庫增加了291種，1,300個編號種子。上述的採集編號總數與現在的庫存編號數目有相當的落差，主因是異儲型及中間型種子因無法長期儲藏，當這些種子衰敗失去活力時就會被淘汰出庫；另外的原因是執行國際種子交換及提供國內公立、研究單位索取種子等業務所消耗殆盡的種子。故這些年來，我們所淘汰與耗盡的種子計有224種，751個編號。

庫存種子的壽命能否發揮極致，端賴處理人員的技術素質與硬體設備之互相配合才能達成。本所種子庫在多年研究成果及經驗累積下，對種實的採收處理、含水率控制、判別各類型種子之適存環境條件上均有精確熟練的技術水準，更是國際種子檢查協會(ISTA)之認證實驗室。然而，以目前僅有1名研究人員及3~5名助理的人力資源配置情況下，對野外採種及採收後種子處理等作業都造成一定的限制，使我們難以迅速累積大量樹種及不同種源的種子。冷藏設備的穩定度亦是種子活力能否維持之關鍵，目前穩定的硬體設備足堪儲藏各類型種子之需要，但儲存空間即將飽和，故本所完成爭取到位於重慶南路之公有行政用地(總統玉山官邸對面，農委會後側)以興建新的種子庫，並已於今年初動工，預計可於2015年完工啟用。新的冷藏庫設計一樣具有-20、4與15°C等三種儲藏溫度，但庫房體積約為目前的4倍，所要求的溫度均度在±1°C以內，並配有即時電腦溫濕度記錄之警報監控系統，將提供庫存種子及人員有更佳的儲藏與操作環境。我們期盼本所種子庫繼續發揮小而美的優良傳統，為臺灣的植物資源保育持續貢獻一份不小的力量。☀