

夏威夷植物多樣性保育之介紹

▲農試所種原組 王芝鈺 魏趨開 黃勝忠

一、前言

夏威夷州是美國唯一全部位於熱帶的州，也是全世界擁有最多瀕臨絕種物種的地方。夏威夷由8個主要島嶼及124個小島組成，主要島嶼介於北緯19~22度。總面積16633平方公里，海拔最高4205公尺。人口121萬，種族複雜其中白種人的比例是24.3%，亞洲人的後裔是41.6%，太平洋島嶼地區的人（包括夏威夷土著人種）占9.4%。另外還有133萬包括觀光客的流動人口。本文旨在介紹目前夏威夷執行保育已嚴重受到威脅的植物多樣性，其方法值得我們借鏡。

二、麗昂植物園 (Lyon Arboretum) 之植物多樣性保存

麗昂植物園坐落於歐胡島東側，在庫烏勞山 (Ko' olau) 西南面山腳下，因該山脈高度約1000公尺，當富含水氣的海風吹來時，未完全被攔截的水氣就在翻越山頂後凝結成雨水降下，造成該園年雨量高達4000公釐，而離山脈稍遠些的地區相對的就乾燥得多了。更有趣的是當地通常每天早上八、九點以及傍晚時降雨，但雨勢都不大，另雖有颱風但並不頻繁，約數年才造訪一次，所以是個植物生長的絕佳環境。

夏威夷植物多樣性目前受到環境破壞及人為開發的威脅，其中最大的威脅來

自外來入侵種的干擾，例如外來植物及豬、羊、老鼠等動物。幾個世紀前當歐洲人進入發現夏威夷群島時，因為當地並沒有大型哺乳動物可供獵食，便引進豬隻放養於山林中，以便下次再到夏威夷時可以獵食。由於野豬在夏威夷並沒有天敵，於是數量逐漸增加，牠們踐踏山林、啃食植物及樹皮、有時也會越過籬笆進入研究單位的田間種原庫。這種情形不只發生在山上，在海拔較低的平地也可以發現。為了防止野豬入侵，有些田間種原庫就備有獵犬，以獵殺入侵的野豬。人為開發也造成自然環境的改變，例如當地有些天然水源已經消失了，連帶的使得植物失去水源。而某些地區的本木植物受砍伐破壞，間接導致林下蕨類消失。

該園保存夏威夷的植物，包括原生植物、民族植物、自美國本土引進的本木植物等。其中原生植物除利用自然作用如水力、風力及鳥類傳至當地，還有夏威夷原住民祖先數千年前由鄰近的波里尼西亞各小島引進的物種。民族植物例如有可以驅蛇的龍連屬 (*Dracontium*) 植物、葉背具細絨毛可作如廁用紙的血桐 (*Macaranga tanarius*)、樹形具不可穿越性可作為樹籬的雲實 (*Caesalpinia decapetala*)、具強韌纖維可供編織籃子或扇子，另未成熟胚乳可供食用的多蕊象牙椰屬植物 (*Ammandra decasperma*)。由於夏威夷原住民文化日漸衰微，植物園中保存的若干民族植物其原始作途已不可考。目前夏威夷已開始重

作者：聘用人員王芝鈺
連絡電話：04-23302301-806

視這個問題，由該園進行民族植物的保存，由夏威夷大學進行原住民文化及民族植物資訊的研究，每年雙方都會合作舉辦青少年原住民文化體驗營。另也自美國本土引進木本植物供水土保持之用，目前主要收集茜草科 (Rubiaceae)、芸香科 (Rutaceae) 及錦葵科 (Malvaceae) 植物。

該園以種子、組織培養及田間保存的形式保存。種子保存流程先由研究人員將收集到的種子送至該種子庫，再由該種子庫利用植物分類的原理找出相近物種的保存條件，再參照種子保存標準流程，測試可能的保存條件，包括溫度、溼度及光照，若干年後再取出利用濾紙或洋菜膠進行萌芽試驗，以檢定種子活性。

目前種子庫保存的種子，因為人力有限甚少進行再繁殖，因此每份種原的保存數量甚少，對外僅能提供學術研究者少量的種子。日後希望朝向利用非破壞性種子活性檢測，以減少儲存方法測試所導致的種原數量耗損，並更進一步的進行野外繁殖復育。

三、種原組織培養保存

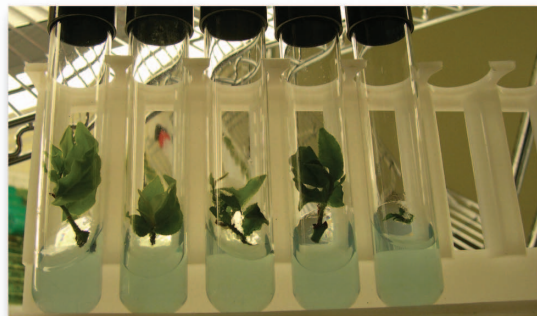
利用組織培養保存種原可節省大量的保存空間，但是組織培養苗的突變及繼代培養的繁雜降低了組培保存的實用性。Michael Tanabe 博士在夏威夷大學希洛分校農業森林與自然資源管理學院 (College of Agriculture, Forestry, and Natural Resource Management at the University of Hawaii at Hilo) 研究種原的組培保存，主要研究方向：1.減低組培過程的突變率，忠實的保存種原特性。2.減緩組培苗生長速度，以紓解繼代培養的困擾。3.降低組培苗微生物污染。

目前研究發現組培苗突變率會隨著細胞分裂頻率增加，因此要降低突變率就要降低細胞分裂頻率，所以他利用減少碳

源供應的方式來降低細胞代謝速率，連帶的降低細胞分裂頻率。他捨棄一般培養基常用的蔗糖，改用一種液體肥料當作碳源，同時也降低MS濃度，實驗結果顯示組培苗生長速度減緩但仍十分健康 (圖一)。

降低碳源添加量的同時，也希望植物可以經由光合作用自行合成部分碳源。雖然植物會行光合作用這是眾所皆知的，但在組織培養中一則因為培養基中有現成碳源的提供，二則因為幾近密閉的組培瓶不利二氧化碳的進入，導致組培苗光合作用效率降低。因此為了提高組培瓶的通氣率，他除去了原本封於瓶口的石蠟膜，實驗結果顯示植株更健康且微生物污染率低 (圖二)。

另外為了降低微生物污染率，他將一種可抑制微生物生長的夏威夷傳統草藥添加到培養基中，並繼代培養時順便更新



圖一、低碳源培養基：MS 減量，並使用液體肥料(呈淡藍色)代替蔗糖碳源。



圖二、高透氣組培管：組培管管口外不封石蠟膜，組培苗健康且污染率低。

草藥，便可持續抑制微生物生長。更值得一提是此種草藥價格低廉，可供業界使用。另外他也加裝微塵去除設備以管控組培室中的微塵量，以降低組培材料污染率。

四、火山瀕危原生植物的復育

目前夏威夷復育瀕危原生植物多樣性的策略，是將種原攜回保存園繁殖(圖三)，待植株培育至一定大小時再種回原生地。繁殖過程中盡量避免植株染病或非原生地的其他植株參雜生長於其中，以免日後種回時污染原生地。除了活體繁殖外並不進行種子的保存，因為他們認為沒有一種生物可以單獨存在，而且會與環境交互作用的，因此要使瀕危種原日後能復育成功，則繁殖再種回的速度必須夠快，也就是在那些與該瀕危植物具交互作用的其他生物絕種之前，迅速的復育瀕危種原。

目前夏威夷各地都有原生植物復育活動，為了避免重複收集種原，每位收集者都配有GPS衛星定位系統，該系統精確度可達公分級。此外也有統一的資訊系

統，所有收集到的種原資訊都會輸入此資訊系統，因此不同收集單位之間都可以瞭解彼此之間的收集狀況。

夏威夷蕨類種原非常豐富，蕨類多樣性復育方面，研究人員自製了便宜又實用的蕨類繁殖箱，利用透明及不透明的塑膠餐盒，搭配市售蕨類培養箱(圖四)，創造了不同蕨類生長所需的各種環境。其中值得一提的是，試驗發現同樣的環境及種原，只改變光度強弱，結果光度較強者長出蕨類，而光度較弱者則長出蘚苔。

復育工作除了需要熱誠，更需要專業的知識，對於瀕危物種的復育尤其如此。Joan Yoshioka 博士負責復育個體數量低於50的瀕危原生植物種原，為避免若干空有滿腔熱情而無正確復育知識的民眾誤導復育工作，每位專業復育者在工作時都會佩帶核可證做為身份辨識。另外他們也製備了瀕危種原復育標準流程，以及詳盡的種原紀錄，包括採集資訊、種原特徵等必備的基本資訊。

五、建議

夏威夷地屬熱帶氣候，地形變化豐富包含多種微氣候，因此也孕育出多樣化的植物。身為知名的觀光聖地，植物多樣性保存條件似乎應比世界上其他地區有利，然而在外來種入侵及人為開發下，植物的生存環境及數量仍日益受到威脅。目前夏威夷正積極的以組織化及科學化策略保育這些珍貴的物種多樣性。對於瀕危原生種原採取復育的方式，一般種原則採取保存的方式，利用種子庫、組織培養及田間保存，並積極研發種原組織保存。台灣的面積是夏威夷的2倍，人口是19倍，地形氣候變化豐富，同樣面臨珍貴植物多樣性消失的威脅，他山之石可以攻錯，希望本文可供國內物種多樣性保育工作者參考。



圖三、夏威夷火山瀕危原生植物繁殖園。



圖四、利用簡易蕨類繁殖箱，進行蕨類保存研究。