

國立臺灣大學園藝學研究所碩士論文

指導教授：張祖亮 博士

陽明山國家公園
稀有及特殊植物繁殖之研究

研究生：楊錫昌

內政部營建署陽明山國家公園管理處委託研究

中華民國八十一年六月

本論文係提供國立臺灣大學碩士考試委員會審定農學碩士學位之用，並經審查通過。

This thesis was submitted to the graduate faculty of National Taiwan University in partial fulfillment of the requirements for the Degree of Master of Science.

日期：中華民國八十一年五月二十七日

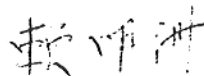
Date : May 27, 1992

審查委員 (Approved by) :

賴明洲 博士 (Dr. Ming-Jou Lai)

輔仁大學景觀設計學系主任

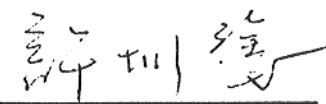
Head, Dept. of Landscape Architecture, Fu Jen University



許圳塗 博士 (Dr. Chou-Tou Shii)

國立臺灣大學園藝系教授

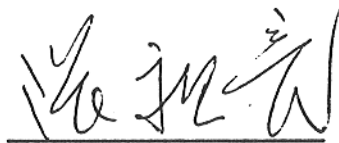
Prof., Dept. of Horticulture, National Taiwan University



張祖亮 博士 (Dr. Tsu-Liang Chang)

國立臺灣大學園藝學系副教授

Associ. Prof., Dept. of Horticulture, National Taiwan University



誌 謝

本論文研究期間承蒙業師張祖亮博士悉心指導，以至論文初稿之寫作費心逐字修改，使論文得以順利完成，師恩浩瀚，沒齒難忘，謹誌卷首以表最高之謝意。

論文初稿蒙許圳塗教授及賴明洲教授批閱斧正，並提供寶貴意見，謹表衷心謝忱。

研究試驗期間勞師動衆，承張師母、曾佩芬及張碧燕學妹鼎力相助實驗之進行，於此特予誌謝。

文稿整理期間諸事繁雜，特別感謝廖家佑學妹、呂福祿學弟以及黃偉貞小姐協助電腦之輸入與排版工作。

本研究計劃之經費承蒙內政部營建署陽明山國家公園管理處補助，方能順利完成，在此亦一併誌謝。

另外要感謝好友兼事業夥伴劉家福的體諒，讓我能心無旁騖的全心投入完成論文工作。

最後謹把本研究成果獻給曾經協助和關愛過我的人一同分享。

目 錄

一、前言(Introduction).....	1
二、前人研究(Literature review).....	3
(一)植物材料.....	3
1.台灣島槐 (<u>Maackia taiwanensis</u> Hoshi et Ohashi).....	3
2.鐘萼木 (<u>Bretschneidera sinensis</u> Hemsl).....	4
3.四照花 (<u>Cornus</u> sp.).....	4
4.台灣水韭 (<u>Isoetes taiwanensis</u> Devol).....	4
5.七星山穀精草 (<u>Eriocaulon chishingsanensis</u> Chang).....	5
6.細花根節蘭 (<u>Calanthe graciliflora</u> Hayata).....	
(二)繁殖方法.....	6
1.播種法.....	6
(1)種子繁殖.....	6
(2)孢子繁殖.....	6
2.扦插法.....	6
(1)葉片與芽對發根之影響.....	7
(2)母樹年齡及採穗部位對發根之影響.....	7
(3)植物生長調節劑對發根之影響.....	8
(4)扦插環境因子.....	8
3.高壓法.....	9
4.組織培養法.....	9
三、試驗材料與方法 (Materials and methods).....	11
(一)試驗植物材料.....	11
1.野外採集之木本植物材料栽培.....	11

2.草本植物栽培觀察及提供材料和採種.....	11
(二)扦插環境設施之建立.....	12
1.插床結構.....	12
2.噴霧控制.....	12
3.扦插箱.....	12
(三)扦插一般管理.....	13
1.營養管理.....	13
2.病虫害防治.....	13
(四)繁殖方法.....	13
1.播種法.....	13
(1) 種子繁殖.....	13
A.種子處理及乾燥.....	13
B.種子消毒.....	13
C.發芽試驗.....	14
a.台灣島槐.....	14
I.不同採收期對種子發芽之影響.....	14
II.不同溫度對種子發芽之影響.....	14
b.鐘萼木及四照花.....	14
D.實生苗之管理.....	14
(2) 孢子繁殖.....	14
A.自然繁殖法.....	14
B.人工繁殖法.....	15
a.孢子之採集及消毒.....	15
b.不同種類培養液調製.....	15
c.培養環境.....	15
2.扦插法.....	15
(1) 不同扦插介質對台灣島槐發根之影響.....	15

(2) 不同 IBA濃度對台灣島槐、四照花及鐘萼木 扦插發根之影響.....	16
A.硬木扦插：.....	16
B.軟木扦插：.....	16
(3) 不同 BA 濃度對台灣島槐及鐘萼木扦插枝條 萌芽之影響.....	16
3.高壓法.....	17
4.分株法.....	17
5.組織培養法.....	17
(1) 台灣島槐.....	17
(2) 鐘萼木.....	18
(3) 四照花.....	19
(4) 台灣水韭.....	20
(5) 七星山穀精草.....	20
四、結果 (Results).....	22
(一)預備試驗.....	22
(二)台灣島槐.....	22
(三)鐘萼木.....	25
(四)四照花.....	29
(五)台灣水韭.....	31
(六)七星山穀精草.....	34
五、討 論 (Discussion).....	36
六、結論與建議 (Conclusion and Suggestion)	44
七、摘 要 (Summary).....	79
八、參考文獻 (References).....	81

一、前言 (Introduction)

在大自然生態系中，植物擔任著生產者之角色，所有其它的生物都直接或間接地仰賴植物而生存，在地球上的每一種植物皆有其獨特的遺傳基因訊息，以及形態和生理上之特徵，有的種類可廣泛分布生存於各地區，有些種類因某些因素影響，僅能侷限在一個狹小的區域內殘存。不論其對人類有無任何直接之貢獻裨益，但對於自然環境的平衡而言，自有其一定的功能及價值，此種生態平衡是生物能夠長期生存的必要條件。任何自然環境及其組成分子之破壞都有遲早反應到人類生存環境上的一天。

造成一種植物稀少的原因非常複雜，有的是單一因素，也有的可能是多種原因同時存在，而潛在的最大危機則是由人類所引起，由於地球人口的增加、土地的不斷開發、自然環境的縮減乃是一種無可避免的趨勢、稀有植物是一項寶貴而脆弱的自然資源，極容易因人們不當的擴展活動而受到威脅，甚至導致種類永遠消失，因此，目前世界各國紛紛將保護稀有的動植物種類列為自然保育之首要工作。但那些植物才算是真正的稀有植物？需要人類列為保護對象呢？「稀有」此一名詞乃是相對性的比較，並無一致性公認之標準以供判定，由於保育人員知識背景的不同、調查區域的不同、當地植物生存狀態的差異以及環境對植物壓力的大小而有不同的認定標準。一般而言，皆以當地之特有種，以及受人為嚴重破壞，自然更新能力薄弱，需要保護的植物為主。

近數十年來，由於台灣經濟日趨繁榮，在人口及經濟持續快速的發展下，各種工程建設及開墾活動，使原有廣大的自然空間日漸縮小，甚多稀有植物種類，因野外生育地的嚴重破壞或因人力大量採集活動而急速減少，甚至有滅絕的危機。因此，處於環保意識高漲，提倡自然保育觀念的今日，對於稀有植物的保護更形迫切需要。

陽明山國家公園以火山地質景觀為其主要之特色，區內孕育多種稀有之植物。數年來，國家公園管理單位對區內之研究不遺餘力，唯

對於具有特色植物繁殖技術尚附闕如，站在整體保育之觀點，實有詳加研究之必要。本研究乃選取國家公園區內數種珍貴稀有植物，以播種，扦插，壓條，組織培養等方法，進行繁殖之探討，期能將此植物種源基因庫保存，達到永續利用與解說保育之目的。

陽明山國家公園

二、前人研究 (Literature review)

依黃增泉等(1990)之稀有植物分類表，及賴明洲(1991)台灣地區植物紅皮書，台灣島槐、鐘萼木、四照花、台灣水韭、七星山穀精草及細花根節蘭等的分類等級如下：

稀有度與危險度之分級評定		
	(黃 1990)	(賴 1991)
1.台灣島槐	固有之稀有種 (Rare)	殘留孑遺,漸危(V)
2.鐘萼木	非固有之稀有種 (Non-endemic)	殘留孑遺,瀕危(E)
3.四照花	非固有之稀有種 (Non-endemic)	族群稀少,稀有(R)
4.台灣水韭	瀕臨絕種 (Endangered)	狹隘固有,瀕危(E)
5.七星山穀精草	面臨危機 (Vulnerable)	狹隘固有,稀有(R)
6.細花根節蘭	稀少 (Rare)	-----

爲進行繁殖之研究，分植物材料與繁殖方法分述如下：

(一)植物材料

1.台灣島槐 (*Maackia taiwaniana* Hoshi et Ohashi)

屬於豆科(Leguminosae)，爲台灣特有種，僅見於陽明山區600m以上森林邊緣，散生於大屯山上磺溪上游等地之闊葉林中。灌木或小喬木，爲一種分布侷限的落葉喬木，12月落葉，4月始長新葉。葉爲一回奇數羽狀複葉。小葉5至10對，對生，

長橢圓形，全緣，長 3-5cm，總狀花序，8-10cm，花黃色，蝶形密集，莢果細長圓形，扁而薄，沿腹縫有羽，少開裂內有種子1-3枚，花期8月，約持續20天（賴、李 1991）。

2. 鐘萼木 (*Bretschneidera sinensis* Hemsl)

屬鐘萼木科(Bretschneideraceae)之喬木。原產中國大陸，分布於東南各省，1981年才在臺灣發現，在植物地理學上深具意義（呂、徐、范，1986）。鐘萼木在臺灣已知之分布僅限於陽明山國家公園之七星山區及北部金瓜石、宜蘭大溪一帶，族群數量稀少，屬於稀有植物分類的非固有之稀有種（謝、黃、楊、謝，1990）。植株高達10m，奇數羽狀複葉長80cm，小葉3-8對，對生，長橢圓形，狹形至狹倒卵形，基部略歪，長9-20cm，寬3.5-8cm。表面無毛，下被短柔毛。總狀花序頂生，長20-30cm，花萼鐘形，花瓣5枚，淡粉紅色，長2cm。雄蕊5-9枚，蒴果圓球狀，長2-4cm木質化。本種需充足的光線和水分，屬於演替早期的先驅樹種。鐘萼木之花果樹形相當優美具有觀賞價值，故亟應積極研究其繁殖方法以發揮保育、教育及觀賞之功能。

3. 四照花 (*Cornus* sp.)

屬山茱萸科(Cornaceae)，落葉喬木或灌木，小枝紅褐色，光滑，葉對生，闊橢圓形，長3-8cm，寬3-7cm，表面深綠色，背面綠白色，花黃白色，頭狀花序，基部有四苞片，長2-3cm，黃白色，具淡綠色縱脈，花瓣長1.5cm，雄蕊4枚。核果相聚成球狀聚合果。分佈於日本，韓國及中國大陸，本區僅見於楓林瀑布邊及菜公坑山之闊葉林中，具觀賞價值，屬陽性植物（賴、李 1991）。

4. 台灣水韭 (*Isoetes taiwanensis* Devol)

全世界水韭有七十餘種，多分佈於北溫帶地區的池沼濕地。本種為台灣之稀有水生蕨類，屬於擬蕨類中之水韭科 (Iso-

etaceae), 葉纖細翠綠, 叢生, 基部寬胖, 呈小匙狀, 白色, 大小孢子囊生於此處, 葉長4-15cm, 內具四氣室, 中有隔膜, 內儲存 O_2 及 CO_2 , 供光合作用及呼吸作用之需。僅分佈於夢幻湖中, 冬季豐水期為沉水植物, 夏季枯水期為挺水植物, 若湖乾涸太久, 則此種將有滅絕之危機。陽明山區其他池沼, 可能因硫磺溫泉滲入之影響, 或池水太深, 陽光穿透不易, 或地層裂隙, 雖有短暫豐盈之池水, 但長期呈現乾涸, 故均未發現有水韭之生長。

夢幻湖的土壤屬於酸性, PH值在4.0~4.5左右, 故水質亦偏酸性(PH=4.5~6.0), 酸性土壤亦似選擇性地淘汰一些嫌酸性土壤植物。自然環境下, 夢幻湖中之台灣水韭孢子囊成熟發生在春夏枯水期, 而配子體和胚的生成則常在秋冬豐水期時。自然環境中小苗的生成率極低, 估計在10%以下即只有極少數孢子能發育成配子體, 並得到適時之交配(黃, 1987)。

5. 七星山穀精草 (*Eriocaulon chishingsanensis* Chang)

穀精草科(Eriocaulaceae), 固有種, 僅分佈於夢幻湖, 與台灣水韭情形略同, 但較耐旱, 夏季枯水期為挺水植物, 冬季豐水期老株成群枯萎, 連根飄盪水中, 萌發之新生苗則開始著根於土, 成為沉水植物。一年生無莖之草本, 葉叢生, 狹三角形, 長3-8cm, 圓球狀頭狀花序, 生於獨立之花莖頂端, 長4-9cm, 雌雄同株, 萼片及花瓣各3枚, 雄蕊6枚, 花期7月。

6. 細花根節蘭 (*Calanthe graciliflora* Hayata.)

蘭科固有種, 產於本省北部1000公尺之林間, 陽明山區見於大屯南峰, 屬耐陰植物, 數量極少。葉長橢圓狀湯匙形, 長30公分, 寬4.5公分, 花莖長40-50公分, 總狀花序20-25公分, 花苞披針形, 花徑約3cm, 萼片及花瓣表面均為淡黃褐色, 外側為紅褐至土褐色, 花萼橢圓形, 花瓣倒披針形, 唇瓣倒軟形, 平展, 白色, 基部與蕊柱合生成管狀, 距長1.2cm, 內外均佈細毛, 藥帽形, 淡紫紅色, 花粉塊8個, 長橢圓形, 黃色, 花期3-5月。

(二)繁殖方法

有關上述之稀有植物的繁殖法，除台灣水韭(黃，1987)有正式報告外，少見於文獻中。現將相關的繁殖法書之於下：

1.播種法：

(1) 種子繁殖：

種子本身具休眠性者，先行打破休眠再播種，否則可直接播種。

(2) 孢子繁殖：

取出水韭之孢子囊先用自來水小心洗去外面污泥，再用蒸餾水多次清洗，才用乾淨探針輕撕開孢子囊壁，釋放孢子到直徑 6cm培養皿中。培養方式，包括大、小孢子分開培養，及大、小孢子混合培養在同一培養皿內。

選用三種培養液：(1) 蒸餾水；(2) 稀釋一半濃度的 Hoagland Solution (Hoagland & Arnon, 1938)；(3) 用夢幻湖中土壤做成之土壤培養液 (Starr, 1960)，每個培養皿內含 10ml 培養液，每隔兩星期換新培養液。

生長箱環境設定為日夜溫 20°C / 15°C ，光照強度2500~3000Lux，光照時間10h光照/14h黑暗。

結果在培養液方面，早期培養時，三種培養液孢子壁開啓時間及數量，無任何明顯差別。顯示早期配子體發育不需外來營養，全由孢子本身所貯存養分供給，但在胚發育上（或綠色小苗生成），則以土壤培養液效果最佳，幾乎每個開裂之配子體均可發育出綠色小苗（黃，1987）。

2.扦插法：

扦插法乃取植物的營養器官，如根、莖、葉等，待扦插發根後，即可繁殖成新植株。

扦插分軟木插穗法(Softwood cutting)或稱綠枝插穗法，硬木插穗法(Hardwood cutting)及半硬木插穗法(Semihardwood cutting)。軟木插穗法係在生長季自新長出之未成熟枝

條，剪取帶葉片的插穗，插在間歇噴霧或塑膠布覆蓋之砂床。硬木插穗法則在休眠季，從生長樹勢適中的健康母樹上，剪取成熟的休眠枝條或大於一年生的枝條，直徑大約 0.8-1.3cm，剪成長約 36-46cm之插穗，於冬天11月至翌春 3月間繁殖。另可在插穗基部沾發根劑，如 IBA等，植於砂壤土中。半硬木插穗法(Semihardwood cutting)取自發育良好之枝條，頂部仍生長者而基部已木質化者。

(1) 葉片與芽對發根之影響

葉片在插穗上的留存可促進不定根之形成 (katsumi et al., 1961; Nanada et al., 1971)，且葉面積和發根量成正比 (Thimann and Pontassel, 1941; Nalawadi et al; 1975)，可能的原因是葉片供給插穗碳水化合物及 Auxin 類物質並產生一些輔因子(cofactor)對根之形成有所助益。

在某些植物種類，將插穗頂芽移除會阻礙不定根的形成，如葡萄正在生長的芽能促進發根，去芽則減弱發根之能力(Fuji and Nakano; 1974)。

另外，芽的活性能影響枝條的發根能力，枝條部份去芽反而對發根有利，如" Old Home" " Bartlett "梨有芽的枝條扦插不能發根，若去芽可稍提高發根百分率(Fadl and Hartmann, 1967)。

Davies 氏 等(1978)扦插薜荔幼年枝試驗，結果帶芽插穗 (1芽，無根) 發根率為35%，而帶葉插穗 (4~6片葉，無根) 發根率為95%，認為發根率有差異之原因為二種插穗葉及芽所產生之生長素(growth regulator)、抑制劑(inhibitor) 與碳水化合物量的不同所致。

(2) 母樹年齡及採穗部位對發根之影響

由研究結果，顯示生長激素量隨樹齡之增加而減少，而生長抑制劑(growth inhibitor)含量隨樹齡之增加而增加，因此，母樹年齡愈大插穗發根愈困難 (Libby,1977 ; Schier,1980)。

插穗在枝條位置不同時，發根能力差異甚大，有頂端部份較基部易發根者(Floor, 1962; Statsenko, 1972)，亦有基部枝條發根能力較頂端部強者(Tehrani and Lay, 1975)，如麻葉繡球、雪柳等，因枝條部位與成熟度有關，愈近基部之部份木質化程度愈大，一般以組織尚未木質化，分化機能旺盛之時期，發根效果最佳。

(3) 植物生長調節劑對發根之影響

1935年 Zimmerman 及 Wilcexon發現多種人工合成植物生長素可促進扦插之發根。人工合成的 Indolebutyric acid (IBA) 及 Napthalene acetic acid (NAA) 最常用於促進不定根之形成。其中因IBA 不易被植物酵素分解，停留在處理部位長，而且在寬廣的濃度範圍內較 NAA對植物無毒害，故為最佳的發根促進劑(Hartmann and Kester, 1983)。

1980年Davies 氏等以IBA 1000 ppm 處理薜荔插穗，成年枝發根率增高到100%，其認為IBA刺激形成層的活動和根原細胞的分化與伸長，因而提高發根率。

其它另有一些化學物在適宜濃度時，亦能促進扦插發根，如 IBA與 NAA之 Amide、2-4-D (2, 4-dichloro - phenoxyacetic acid)，B9 (商品名Alar，或稱 SADH)，ABA (Basu et al., 1970; Chin et al., 1969)及 GAs之拮抗物EL531(Kawase, 1964)等。

其它的生長調節劑，如植物分裂生長素(cytokinin)、激勃素(Gibberellin)、離層酸(abscisic acid)、乙稀(ethylene)等皆對根之形成有或多或少之影響。至於是正或負之影響，端視濃度與不定根成長階段而定。(Heide, 1965, Bian 1960, Hartmann and Kester 1983, Kawase, 1964)。

(4) 扦插環境因子

根據Hare(1974)研究總結如下：

(1) 溫度：因扦插種類而不同，一般生根介質溫度以15～

25℃爲宜。

- (2) 生根介質之水分：維持介質適宜之濕度，以免插穗枯萎。因水分含量會影響通氣性，故應選用保水力佳、排水良好之生根介質。
- (3) 空氣濕度：維持空氣濕度可保持無根插穗之吸水與蒸散平衡，避免枯萎而降低活力。
其它尚有陽光、氧氣、PH值等，也均可能影響插穗之發根。

3. 高壓法 (air layering) :

壓條，顧名思義，就是把植物枝條壓入土中，使發根而成爲新個體，對於高處無法下壓至地面的枝條，在技術上經過改進變通，而有空中壓條或稱高壓取木的繁殖法。

將欲繁殖之枝條上寬1~2公分的皮層環狀剝離，此皮層之部分深及形成層而不致傷到木質部。通常在傷口部位，塗佔以發根促進劑，如IBA、NAA等。用略帶潮濕的水苔包圍，其外再用不透水材料如塑膠布環繞於水苔外，使水苔的水份不會散失（吳，1987，譚，1985）。

4. 組織培養法 (tissue culture) :

傳統之木本植物繁殖法以播種、扦插或高壓爲主。但自播種至苗木成長耗時良久，而扦插或高壓又常有發根困難之問題，故發展了組織培養之繁殖方式。

木本植物常以枝條之增生(shoot multiplication)來達到繁殖之目的，而其增生可藉由三種方式獲得。其一爲經由癒合組織而再生不定芽，如臺灣泡桐之節段及葉片培養後，可經由癒合組織而獲得不定芽（何、張、楊，1988）；臺灣扁柏之成熟胚及子葉培養後也可由癒合組織分化出不定芽。途徑二爲培植體上直接生出不定芽，如琴葉榕之葉塊培養後能自表面直接長出不定芽（黃，1985）。第三種方式是叢生枝之增生(multiple shoot proliferation)，即以莖梢或芽爲培植體，適量提高培養基中之Cytokinin濃度或比例，壓制頂芽優勢及節間伸長，使形成叢生枝，這是許多植物常用之增殖方式（馬、許，

1988)。如擦樹頂芽及節芽培養(林、王, 1980)、臺灣泡桐之頂芽培養(何、張、楊, 1988)都有叢生枝的形成。這些芽體經過發根處理後即可得完整之小植株。



三、試驗材料與方法 (Materials and methods)

(一)試驗植物材料

本研究所使用之植物材料皆來自陽明山國家公園內。其詳細採集位置見表1，六種植物材料名稱如下：

1. 台灣島槐 (*Maackia taiwanensis* Hoshi et Ohashi)。
2. 鐘萼木 (*Bretschneidera sinensis* Hemsl)。
3. 四照花 (*Cornus* sp.)。
4. 台灣水韭 (*Isoetes taiwanensis* Devol)。
5. 七星山穀精草 (*Eriocaulon chishingsanensis* Chang)。
6. 細花根節蘭 (*Calanthe graciliflora* Hayata)

以上台灣島槐、鐘萼木及四照花等三種木本植物。分別依不同季節採集種子及剪取枝條，枝條在運送中，底部浸水處理以避免水份散失，偶爾採獲之台灣島槐及鐘萼木幼苗則攜回種植於溫室內。台灣水韭及七星山穀精草兩種草本植物，則除採種之外，並採回植株栽培，以備試驗之用。

六種植物材料中之細花根節蘭，雖經多次深入其生育地大屯南峰林間採集，共採得十幾種根節蘭類，但經專家鑑定及對照圖鑑結果皆非細花根節蘭。由於材料取得困難，故無法進行此部份實驗。

(1) 野外採集之木本植物材料栽培

從野外共計採回台灣島槐幼苗141株，鐘萼木幼苗3株，四照花則未尋獲幼苗。

栽培介質以泥炭土(peatmoss)、3號珍珠石(perlite)及2號蛭石(Vermiculite)(南海蛭石工業股份公司出品)配成，三種材料依1:1:1之體積比，並添加少量之樹皮有機質混合均勻，以供使用。

將上述幼苗種植於裝有四分之三滿栽培介質之六寸塑膠盆中，移至自動控溫之精密溫室，定期作澆水施肥等管理。

(2) 草本植物栽培觀察及提供材料和採種

A. 室外栽培：

將從夢幻湖採回所得之水韭植株，種植於藍色方型塑膠箱（長45cm，寬35cm，高13cm）中，塑膠箱底部置有加水攪拌均勻之濕田土，以作為水韭根部固著用，植入每箱4~5棵苗株後，灌水溢滿至水箱邊緣，共計有 8箱，除兩箱放至插床內，餘 6箱置於室外水泥地上栽培，七星山穀精草亦以相同處理種植 2箱，除自然雨露之外，若因蒸發迅速以致水位下降時，則隨時以自來水補充之。

B. 室內栽培：

於室內準備一玻璃水族箱，規格為長90cm，寬30cm，高60cm，附屬配備有燈光、打氣及過濾裝置，將水韭種植於陶質容器中，以砂作為固定介質，共計 5組，每組植4~5株，以日光燈為光源，並日夜不停打氣及過濾水質。

(二) 扦插環境設施之建立

1. 插床結構：

以一般農用簡易溫室所使用之材料鍍鋅鐵管為骨架結構，每隔1M設立 1支高1.5M，插床長度7M，寬1.2M彎管，結構完成後，頂部內層先覆蓋遮光50%黑色遮蔭網，外層再加鋪一層透明塑膠布至地面，一面以塑膠夾固定，另一面維持可上掀，以方便進出作業，溫室內部以空心磚墊高25cm，四周加高的 6cm成凹槽狀，上面再襯墊一層紅泥塑膠布，鑽開數洞，以利排水。

2. 噴霧控制：

溫室頂部裝置一排水管，每隔1M安裝一個銅質噴水頭、高壓噴出之水滴為細霧狀，利用一組定時器(National timer)和3/4"電磁閥控制噴霧作用間隔和時間。

時間設定夏季30分噴霧15秒，噴霧時間從AM 6時至PM 8點。以上時間再視日夜晴陰而調整，使插穗保持在適度濕潤狀態。

3. 扦插箱：

選用藍色方形塑膠箱，規格為長45cm×寬35cm，高13cm，底部鑽16個排水孔（直徑0.8cm）。

(三) 扦插一般管理

1. 營養管理：

繁殖成功之苗株，每週施肥一次，以花寶(Hyponex)1號和 Peters 20N-20P-20K依1g/1之濃度二者交替施用，初發根者則施用濃度減半。

2. 病虫害防治：

定期以殺菌劑大生、及貝芬替1000倍，防治插穗切口腐爛，殺虫劑保您富（護賽寧）1500倍及鐵地旺1000倍，防治害虫入侵，插床內為防田蚰啃食嫩葉，不定時在四周施放誘殺劑。

(四) 繁殖方法

1. 播種法：

(1) 種子繁殖：

A. 種子處理及乾燥：

將不同採收日期所得之台灣島槐果莢以手揉碎以暴露出內含種子，再利用比重法篩選出盤中種子。

四照花和鐘萼木由於採種數量不多，在剝開果實取出種子後，在水中以布搓揉以洗去種子外層之紅橙色物質。

所有處理後之種子皆置於恆溫40℃烘箱中乾燥後儲存，準備發芽試驗用。

B. 種子消毒：

所有進行發芽試驗之種子，皆預置於 1%之次氯酸鈉(NaOCl)加一滴 Tween-20溶液中充分搖盪消毒15分鐘後，再以無菌水沖洗三次備用。

C.發芽試驗：

a.台灣島槐：

i.不同採收期對種子發芽之影響：

分別於10月23日及11月23日各採得種子一批，從每批種子中各取出150粒經1%次氯酸鈉消毒15分鐘沖洗數次後，每處理三重複，以每50粒種子置於經高壓高溫殺菌過之直徑6cm玻璃培養皿中，下面墊二張濾紙，加蒸餾水潤濕後，於25℃之生長箱中進行發芽率試驗。

ii.不同溫度對種子發芽之影響：

選用11月23日採收之種子，以1%次氯酸鈉消毒15分鐘後，經無菌水沖洗數次，每100粒種子置於消毒過之玻璃培養皿中，下面墊二張濾紙，加蒸餾水濕潤後，置於生長箱中共分四種不同日夜溫度處理：日夜溫分別為15/10℃，20/15℃，25/20℃，30/25℃，日間光照十六小時。每處理三重複，每日定時調查發芽情形並作記錄。

b.鐘萼木及四照花：

由於採集所得果實數量不多，因此種子數目稀少，不足以進行試驗。只能作零星之播種，以供觀察記錄其發芽特性。

D.實生苗之管理：

發芽後之幼苗以黑色育苗盆作容器，栽培介質同前。於自動控溫之精密溫室（夏季約25~30℃，冬季約20~23℃）環境中行一般栽培管理。

(2) 孢子繁殖：

A.自然繁殖法：

於夏季七月至十一月，台灣水韭(*Isoetes taiwanensis* Devol)孢子囊逐漸成熟期間，將夢幻湖底中的土壤取回實驗室，均勻平鋪於塑膠淺盤（長45cm，寬30cm，高3cm）中，土層厚度約1cm，移至遮蔭插床內，每

日定時灑水，靜待土中所含繁殖因子自然發芽長成幼苗即可。

B. 人工繁殖法：

a. 孢子之採集及消毒：

採集台灣水韭已具成熟孢子囊之葉片，先用乾淨自來水洗去外部污泥，小心取出完整之孢子囊，以0.5% NaOCl加1滴Tween 20於溶液中消毒15分鐘後，以無菌水沖洗數次，在150ml錐形瓶中先加入30ml 無菌水，然後用消毒過之鑷子輕撕開孢子囊壁，將大、小孢子釋放至瓶中混合。

b. 不同種類培養液調製

(1) 土壤液：

取夢幻湖中土之乾燥土壤50g加去離子水300ml利用攪拌子充分攪拌後，靜置24小時，取上層溶液經抽真空過濾後備用。

(2) MS液體培養基：

分全量，半量，及四分之一量，半量部分並加入生長素GA或BA。

(3) WPM液體培養基：分全量及半量。

(4) 對照組：去離子水(Deion H₂O)

以上各培養液經調整PH值後，皆以每20ml分裝於5 cm×10cm (底直徑×高) 廣口瓶，分裝後以鋁箔封口，置於殺菌釜中消毒備用。於無菌檯內以消毒過之吸管，每瓶加入0.5ml之混合大小孢子。

c. 培養環境

每日光照16小時，光源為日光燈、光強度為45~50 $\mu\text{mol} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$ ，溫度25~30℃。

2. 扦插法：

(1) 不同扦插介質對台灣島槐發根之影響

比較白粗砂、黑細砂、珍珠石、蛭石2號及蛭石2號與泥炭

苔等體積混合等五種扦插介質對台灣島槐插穗發根之影響，以選擇其中較佳作為以後扦插試驗之介質。白粗砂和黑細砂以高壓高溫（121℃）消毒滅菌處理 40分鐘，其它介質因在製造過程中已經加溫，故不予處理。台灣島槐則將當年生枝條剪成每段長約10公分的插穗，基部傷口並沾以 1000 ppm的 IBA粉劑，每處理60枝插穗。插床行間隔噴霧，並在適當時期調查發根情形。

(2) 不同 IBA發根劑濃度對台灣島槐、四照花及鐘萼木扦插發根之影響

A. 硬木扦插：

供試材料取自陽明山地區之二年生以上的硬木枝條，剪成每段長為15公分之插穗，插穗基部約 1公分行刻傷處理，再以 0、500、1000、2500 ppm之 IBA處理，每處理30枝插穗，以蛭石 No2為扦插介質，插床行間隔噴霧，並在適當時期調查發根情形。

B. 軟木扦插：

供試材料選取枝條尾端帶頂芽及其下部，台灣島槐剪成7~8cm，四照花3~4cm，鐘萼木則每枝長為10cm左右，除四照花因插穗呈綠色且細小不刻傷處理外，其它兩種插穗基部同樣作刻傷，再以含不同濃度IBA 0ppm，500ppm，1000 ppm，2500 ppm之粉劑處理，每處理30枝插穗，管理方法如硬木扦插。

(3) 不同BA濃度對台灣島槐及鐘萼木扦插枝條萌芽之影響

取台灣島槐及鐘萼木枝條剪成約10 cm 長，基部刻傷並沾 IBA 1000 ppm，BA 濃度分成 0 ppm、200ppm、500ppm 及 1000 ppm等四種處理，以 4 × 4 cm見方之棉花，吸飽一定濃度BA溶液後包覆於插穗頂端。1 個月後調查側芽萌發情形。

3. 高壓法

- (1) 由中興農場附近林間取回二年生之台灣島槐實生苗，種於5寸盆中，於溫室內栽培一段時間，待存活後，供作壓條試驗材料，方法為將植株枝條從頂端算下20cm處先行環狀剝皮(Girdling) 2cm左右，再塗以1000 ppm之IBA粉劑，然後用經浸濕後之水苔包覆，外層覆以數層塑膠布，每隔一段時間打開觀察並補充水分維持濕潤，共處理20枝。
- (2) 鐘萼木由於採得之植株數量只有3株，故只處理3枝，處理方法如台灣島槐，因為野外鐘萼木大都著生於懸崖峭壁邊，攀爬不易，且枝條質地脆弱易折，枝條數目又不多，大都供作插穗材料用，故不作野外處理。
- (3) 四照花因於生育地，無法採集到幼苗，乃於野外母樹枝條上作枝條壓條處理，由於樹身甚為直立高大，攀爬至頂梢有困難，故只能於母樹主幹近處選擇徑粗3~4cm之枝條操作，處理方法同台灣島槐。共計處理12枝，之後每隔兩個月上山檢視發根情形。

4. 分株法

選取球莖肥大（直徑在1.5公分以上）之台灣水韭植株，利用消毒過之刀片，從球莖側面經莖頂分生組織中間對切成兩塊或四塊各帶有部分的葉片和根。再重新種植於水箱之田土中栽培，靜待另一部分之葉芽及根組織再生。

5. 組織培養法：

(1) 台灣島槐：

- A. 由中興農場取得二年生實生苗，攜回溫室栽植供取培植體之用。將台灣島槐當年生枝條切成5-8 cm長莖段，去除葉片。
- B. 以70%酒精浸泡10秒，再置於1%次氯酸鈉(NaOCl 1%，

- v/v)中，加一滴展著劑 Tween 20，消毒20分鐘。然後再以無菌水沖洗3-4次。
- C. 於無菌培養皿內視節間長度，將枝條切成4-7 mm長之單節莖段培植體供用。
- D. 基本培養基為 MS(Murashige and Skoog, 1962) 與 WPM (Lloyd and McCown, 1980) 之基本鹽類及有機物的固體培養基(附錄一)，添加不同種類、濃度之 auxin(2,4-D、NAA)及 cytokinin (BA、kinetin)之組合(表14)以誘導產生叢生枝 (multiple shoot) 及癒合組織(callus)。
- E. 在形成叢生枝後，將生成的小枝移入添加 1mg/l NAA及 0.1mg/l kinetin的MS培養基中誘導發根。
- F. 上述各培養基均添加 sucrose 3 g/l及 agar 0.9 g/l，並調PH至 5.7。
- G. 培養於光期16小時之培養室，溫度 25 ± 2 °C，光度為 $60 \pm 6 \mu \text{mol} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$ 。

(2) 鐘萼木：

A. 田野材料

- 於大油坑採得鐘萼木帶頂芽之枝條，帶回實驗室後先剝去頂芽外之數片鱗片，然後仔細清洗表面。
- 先以70%酒精浸泡30秒，然後置於0.1%次氯酸鈉加數滴Tween 20之溶液中過一夜，約十二小時。再以2%次氯酸鈉加數滴Tween 20消毒15分鐘，重複兩次後再以無菌水沖洗三次。
- 將鱗片一片片剝去直至芽體約為3-5 mm。切下頂芽植入培養基中。

B. 溫室材料

- 取鐘萼木二年生實生苗種植於溫室中，澆水時盡量不自頂部灌下。待枝條充分生長後，將樹皮仍為綠色之當年生枝條取下，除去葉片。

- b. 仔細清洗表面後以 1% 次氯酸鈉 + 數滴 Tween 20 消毒二十分鐘，再以無菌水充洗三次。
- c. 將頂芽切下，其餘枝條切成約 5 mm 長，每一段帶 1 - 2 側芽，植入培養基中。
- C. 利用 BA 誘發不定芽供取培植體
 - a. 以二年生小苗為材料，用棉花沾取濃度 200 ppm 之 BA 溶液包於近土表之枝條上，外覆塑膠紙以防蒸發。3 - 5 天後可取下棉花並可見有數個芽體萌發，待芽長至 2 至 3 cm 時即可供培植體之取用。
 - b. 切下之幼枝其消毒及處理法同 A.b. c. 所述。
- D. 培養基
 - a. 基本鹽類：1/2 MS (1/2 MS 大量鹽類，全量之微量元素、Fe、有機物)，WPM。
 - b. 生長素：Auxin - NAA (0, 0.05, 3 mg/l), Cytokinin - BA、Kinetin (1, 2mg/l), GA (0, 0.5mg/l)。
 各培養基均添加 sucrose 30g/l, Agar 8 g/l, PH 調至 5.7。
- E. 培養條件同台灣島槐。

(3) 四照花：

A. 材料

- a. 七月間於日月農莊採回四照花帶葉片及果實之枝條，取頂芽及著生之幼果。
- b. 以 2.5% 次氯酸鈉加數滴 Tween 20 消毒 15 分鐘後再以無菌水沖洗三次。
- c. 將頂芽之苞片除去切取內部芽體 3~5mm，幼果則對切成二分之一，四分之一或有的除去果皮組織。再將材料植入培養基中。
- d. 一月間於四照花落葉期間取回光禿枝條，將枝條基部插於水中，置於插床內定時噴霧管理，一個月後，剪取 1~2 公分之新葉芽。

- e. 分二次消毒，先以70%酒精，浸泡6~8秒，然後以1%次氯酸鈉加數滴Tween 20震盪消毒15分鐘。
- f. 切取新葉芽基部之分生組織5mm植入培養基中。
- g. 數月後，將組織培養中發生輕微污染之材料，於無菌檯中切去污染部分組織，再重新植入培養基中。

B. 培養基：

- a. 基本鹽類以MS基本鹽類及其有機物及 WPM基本鹽類及其有機物，另添加少量活性碳(A.C)。
- b. 生長素: Auxin: NAA(1, 2 mg/l), 2,4-D(1, 2, 4mg/l)
Cytokinin: BA(1, 2mg/l), Kinetin(1, 2, 4 mg/l)。

(4) 台灣水韭

A. 材料

- a. 取溫室栽培一段時間後之水韭成株，除去根部及球莖表皮等不易消毒部分。分取葉片尖端 2公分、莖頂分生組織、及球莖組織等三部分材料。
- b. 先以70%酒精浸泡消毒6~8秒，再以1% NaOCl加數滴Tween 20，搖盪消毒20分鐘，以無菌水沖洗三次。

B. 培養基：

- a. 基本鹽類為MS基本鹽類及其有機物。
- b. 生長素: Auxin: NAA(1, 2 mg/l), 2,4-D(1, 2 mg/l)。
Cytokinin: BA, Kinetin (1, 2 mg/l)。利用以上二種生長素組合加入。再添加Sucrose 30g/l, Agar 8g/l，並將PH調至5.7。

(5) 七星山穀精草

A. 材料

- a. 切取由夢幻湖採回種植二個月後之七星山穀精草成年植株頂芽部分(Apical meristem)。先以95%酒精浸泡20秒後，置入2.5%之次氯酸鈉加數滴Tween消毒15分鐘，再以250ml 無菌水洗淨多次。

除去莖頂外層葉片，再剝切生長點至約 2~3mm長度
作為培植體，植入培養基中。

B. 培養基：

a. 基本鹽類為MS基本鹽類及其有機物。WPM之基本鹽類及其有機物。

b. 生長素: Auxin: NAA (0.1, 1 mg/l), IBA (0, 2, 4 mg/l), 2,4-D (2 mg/l)。

Cytokinin: BA (1, 2, 4 mg/l), Kinetin (2, 4 mg/l)
再添加 Sucrose 30g/l, Agar 8g/l, 並將PH調至5.7。

四、結 果 (Results)

(一)預備試驗：

於80年 2月初採取台灣島槐，鐘萼木及四照花之枝條，剪取12公分長為插穗，分為軟木和硬木兩種，基部刻傷沾 IBA 500 ppm粉劑，扦插於以蛭石+珍珠石依1:1比例混合之介質中，置於插床內，利用自動間歇式噴霧系統保持葉面濕潤減少蒸散，經常檢視發根情形。

一個月後，四照花最先見到新葉芽長出，但基部未見有根形成，其它兩種鐘萼木及台灣島槐皆無明顯變化。

二個半月後，島槐軟木插穗則見有35%(7/20)長出根及葉芽，硬木插穗則仍為0(0/20)，其它兩種仍無根組織產生。

四個月後調查四照軟木插穗有6.7%(2/30)之發根率，硬木插穗全部因病害侵入腐爛而無試驗價值。

鐘萼木之軟木插穗則有65%(13/20)，硬木插穗15%(3/20)其基部形成突起白色癒合組織。

由試驗中已可觀察到三種稀有木本植物之扦插發根率雖低，但扦插繁殖苗木有其可行性。

(二)台灣島槐

1.台灣島槐母樹生育地及植物性狀調查

供採種母樹位於進入中興農場之分叉山路告示牌對面路邊，樹徑25公分、樹高12公尺（見圖2）。

八月花穗陸續開出黃色小花，為多花性植物（見圖3），10月左右果莢仍翠綠但種子已飽滿，可開始採種工作，此時，葉逐漸掉落，至11月下旬，落葉約百分九十，留在樹上之果莢乾枯成褐色狀。結種率甚佳，概估母樹所結種子在四萬粒左右。（見圖4）

島槐枝條成節狀彎曲成長，基表皮凹凸不平，分枝性很強，幼枝側芽頗多。枝條易遭某種長約1cm左右之不知名白色透明小蟲侵害，受害組織因蛀腐而呈深褐色，並可見到莖皮內部有不明紅色蟲卵散生。在採獲小苗莖中也有發現此種害蟲存在。

於採種母樹附近三十公尺範圍內之芒草叢中尋找，發現有島槐幼苗生長其間，估計株數在數百株左右，共採回141株回實驗室栽培。

種植於溫室中之台灣島槐幼苗之葉片具週期運動，在白天光線強時則葉片張開角度較大成水平，黃昏或陰雨天光線弱時，則漸漸下垂，至夜間則羽狀複葉之對生葉片有兩兩相閉合之現象。夜間若以燈光照射，經約一小時後，則下垂葉片漸漸恢復水平位置。

2. 播種法：

(1) 不同採收期對種子發芽之影響

台灣島槐種子採收期不同，乾燥處理後之種皮顏色亦不同，10月採收者呈深褐色，11月者則呈淡褐色，其發芽率比較如表2所示。

由表2可知，11月23日所採之台灣島槐種子不僅較10月23日所採者發芽準備期較長，且其發芽率也較低，約達30%之差距；以鄧肯氏統計法 ($P=0.05$) 加以分析，結果不同採收期之間發芽率差異極為顯著。

另外較晚採收者其伸出之根生長也較慢，當10月23日採得者之根伸長至約3cm時，11月23日所採者則只有0.5cm左右（見圖8）。但有關平均發芽天數和發芽速度之數據經分析結果，兩種採收期之間並無顯著差異。

(2) 不同溫度對種子發芽之影響

四種不同溫度處理對台灣島槐種子發芽之影響結果見表3，顯示種子進行發芽所需時間隨溫度升高而縮短，溫度越高，發芽前之準備期越短，發芽結束之日數亦越早。在平均發芽天數方面，以15/10℃溫度所需天數最高，與其它三種溫度處理有顯著差異。20/15℃以上則天數相接近，無顯著差異。在發芽速度方面，顯示以25/20℃溫度發芽速度最快（平均22.34粒/天），15/10℃者為最低（平均4.68粒/天），與其它三種溫度處理有顯著

差異。30/25℃與20/15℃之間則無差異。在種子發芽率方面，雖以30/25℃之百分率（59.3%）稍高於其它三種溫度處理者，但經統計分析結果，四種不同溫度處理對台灣島槐種子發芽率差異不顯著。

3. 扦插法：

- (1) 不同扦插介質對台灣島槐發根之影響見表8。本試驗扦插20天之後見有一些插穗開始有芽冒出，30天後發根者長約0.6cm，45天後再作詳細調查。最後調查結果在五種不同介質中，以蛭石 No.2的扦插發根率最高，發根數也不錯（見圖10），故選擇蛭石 No.2為往後試驗扦插之介質材料。
- (2) 不同 IBA 發根劑濃度對台灣島槐扦插發根之影響。以 IBA 0 ~ 2500 ppm 之不同濃度處理台灣島槐，經60天後調查發根情形。大部份之台灣島槐插穗基部只見到癒合組織稍稍膨大，僅有2500 ppm 處理者少數見有根分化突出，可見 IBA 2500 ppm 之濃度對硬木之發根雖有效果但仍嫌不足（見圖12）。故將IBA濃度改進提高至10000 ppm，希望能發揮效果，但處理六個月後，仍未能促進提早發根。
- (3) 不同 BA 濃度對台灣島槐及鐘萼木扦插枝條萌芽之影響。不同 BA 濃度對台灣島槐和插穗萌芽之影響甚顯著，並且隨著 BA 濃度之增加，而提高發芽之插穗數目，每枝發芽插穗之平均芽數也隨著 BA 濃度增加而提高（見表9）。

4. 高壓法：

台灣島槐處理兩週後觀察已見有約8~9cm長的根長出，處理的20株皆已發根，發根率高達100%。30天後調查，20株之根發育良好，根系茂盛，充滿整團包覆之水苔（見圖13），將其切離母株移植於6寸盆中，行後續栽培，45天後再作觀察，20株壓條島槐苗皆存活，且枝葉生育旺盛，存活率高達100%。

5. 組織培養法：

A. MS培養基

節段培養於BA 0.5、1、2、4 mg/l時，就生長速率來說，BA濃度低對芽之萌發及生長較為有利，其芽之生長隨著BA濃度的增加而減低。在莖芽數方面，MS培養基中，無論BA是何種濃度，均只長成單一枝條，且其枝條粗短、枝葉生長良好。而另一生長調節劑 Kinetin 對節段生長與分化的影響則異於BA，其較能促使形成叢生枝，且枝葉亦生長良好(見表 15)。當以NAA 0-3.0 mg/l、BA 1.0-2.0 mg/l不同組合處理時，若含有NAA 則長癒合組織，呈黃褐色，而芽的生長則非常緩慢(見表 3)。當BA 2.0 mg/l、NAA 1.0 mg/l 時，其癒合組織有些呈綠色，若將此癒合組織行繼代培養，則均褐化變黑。

B. WPM培養基

含BA之培養基，能形成叢生枝(multiple shoot) (見表 15) 且具癒合組織，其癒合組織呈黑褐色，而所形成的多芽體僅具少數的葉，其中大部份為單葉，只有少數呈複葉。Kinetin 的效果則與 BA 相反，僅能形成一枝條(見表 15)，但枝條發育良好，且生長發育均較 BA 處理者來的好且快。

處理2,4-D 1.0、2.0 mg/l 組合kinetin 1.0、2.0mg/l，則僅長白色癒合組織，而芽不生長。若將大部份的癒合組織切除，移至BA 0.5 mg/l 或Kinetin 0.5 mg/l，則部分組合可由癒合組織長出根。將所誘導之叢生枝單枝切下移不含生長調節劑的 WPM中，經一個月左右即可由枝條基部長根，加入IBA 2.0-4.0 mg/l 可促進根的發生，且根數增加。

(三) 鐘萼木

1. 鐘萼木母樹生育地及植物性狀調查

供採種母樹位於陽金公路過大油坑之上磺溪橋旁約50公尺之壁間山泉旁。樹身基部直徑70公分，從底部便分叉成 8根支

幹，每支幹徑粗約10幾公分（見圖 17）^{*}，樹高12米，樹冠8米左右。鐘萼木一年計有春秋兩次開花季節（見圖 18，19，20），皆可結成種子，但結果數量有差異，以秋季11月為主要採種期，春季為次要採種期。

果實聚生於枝條頂梢為木質化之蒴果（見圖 21），長約3～5公分，表層有凹痕，果皮易因碰撞分裂成三片而露出內部種子，形狀為橢圓型，包覆種子之外層為紅橙色之假種皮（*aril*）（見圖 22），除去外層假種皮後，種皮呈乳白色，與珠柄分離後在種皮上形成一明顯之種臍（*hilum*），種皮極薄，厚約0.5mm，極易因外力或吸水而脆裂（見圖 24）。

鐘萼木葉片為羽狀複葉，葉面寬廣，正面翠綠，反面絨白，在山野中極易辨認，即使在秋天11月完全落葉之後，亦能從其粗狀枝條向上直立狀生長之樹型特徵和其它落葉樹區分別別。

鐘萼木之枝條分枝性不佳，故枝條數不多，通常從枝幹側芽萌發長出成單一枝條，莖中間為髓質，有些成空腔，葉脫落後，莖表皮留有明顯之葉痕，並有許多明顯之皮孔散佈其上。

枝幹分蘖性極強，遇樹身傾倒，則易從樹幹基部冒出新枝條來。

可供採種之母樹四周，也未發現有實生小苗存在，但附近有其族群零星生長在雜木或芒草間。

2. 播種法：

鐘萼木種子外層之假種皮所含紅橙色漿狀物質，經白菜種子發芽試驗檢定出含有抑制發芽之物質（見圖 23）。此紅橙色物質之水溶液經過濾後，其無色濾液仍具有相同抑制發芽效果。

鐘萼木種子具有兩片肥厚之子葉，胚發育相當完整。白色子葉初期吸水逐漸膨大，種皮裂開露山見光後便轉呈綠色，發芽之初，下胚軸先行伸出，長至約3cm左右後，上胚軸方開始生長，以倒“V”方式伸出，子葉不出土（見圖 25、26）。

鐘萼木種子易因浸種時間太久（超過30小時以上）或水份過多，通氣性不佳，而引起腐爛問題。在培養皿中，只要保持濾紙潮濕，讓其在高濕度環境中發芽即可，其肥厚子葉可供發芽所需養份至相當階段。

在介質中作發芽試驗時，埋入介質中不見光者，則未見有發芽跡象，在介質表面露出部分者，則很快發芽，將不見光者挖出一半露於表面照光，數日後，則見子葉迅速轉為深綠色，開始發芽。

3. 扦插法：

(1) 不同BA濃度對鐘萼木扦插枝條萌芽之影響

不同BA濃度對鐘萼木扦插發芽之影響差異顯著，並且隨著BA濃度之增加而提高發芽之插穗數目，每枝發芽插穗之平均芽數亦隨著BA濃度增加而提高（見表 10，圖 27）。

IBA 濃度從0~2500 ppm 之處理，只見鐘萼木大部份之基部癒合組織形成，濃度愈高，癒合組織則稍膨大。皆未見有根狀物分化突出。將 IBA濃度改進提高至10000ppm，三個月後雖可見癒合組織形成稍多，但仍無法有效促進發根。

(3) 不同採穗部位對發根之影響

大部分留葉之插穗在扦插後10天便開始黃化脫落，只具頂芽者 130天後，發根率高達75%，留葉者之發根率則為20%，具頂芽之插穗皆未見發根（見表 12）。

4. 高壓法：

80年 9月15日調查鐘萼木空中壓條處理之枝條，僅見在環剝處形成團狀棕色癒合組織(callus)，但未見有根形成。至81年 3月10日調查，仍未見有根長出，但團狀癒合組織已增加至2.5~3cm左右（見圖 30）。

5. 組織培養法：

(1) 培植體之無菌化

直接取自田野之鐘萼木培植體無菌化困難，污染相當嚴重，取13個頂芽中只有一個未污染；而若培植體取自溫室栽植之實生苗或誘發之不定芽長成的枝條則污染情況明顯降低（污染比例各為1/6，1/5）。故對供試植株進行前處理以獲得較清潔之培植體是必要的。但實生苗植株經切取頂部當年生枝條後需一段相當之時間恢復生長，而在同一棵植株上利用BA以誘發不定芽在落葉期重覆二次後生長勢即漸趨衰弱，故由此所獲之培植體數量有限。

(2) 枝條增生

A. 鹽類種類之影響

節段培養在含BA或Kinetin 2 mg/l之培養基上時，若以WPM為基本鹽類，則可發生多量之叢生芽（見圖 32），若改以 1/2MS為基本鹽類則其側芽可順利發育成枝條，但並未能誘得叢生芽之產生。

B. 生長素種類及濃度之影響

頂芽培養在不含 auxin 之 1/2 MS+BA (5mg/l) + GA (0.5 mg/l) 或 1/2 MS+BA (2 mg/l) 或 1/2MS +kinetin (2 mg/l) 中時，切口會長出癒合組織，此 Callus極易轉成黑褐色，而頂芽則可繼續發育順利抽出正常葉片（見圖 31），添加BA者，節間會較短，這些處理皆未有多芽體之產生。

若頂芽培養在含較高濃度 Auxin之 1/2MS+NAA (3 mg/l) +BA (0.5mg/l) 時，只能長成一團簇生葉，並未能使頂芽繼續生長。

由WPM+BA 或 kinetin (2mg/l) 誘得之叢生芽分切後，若繼續培養在同培養基下，則仍會繼續發生多量叢生芽，但此時芽體呈稍透明之淡黃綠色且葉片小、捲曲不伸展，此時須將芽體分切並轉移至低濃度cytokinin或除去cytokinin之培養基中，則芽體始可成長，葉片能順利伸展不再捲曲，BA 與kinetin之差異不太明顯，

但培養在含 kinetin 下之枝條葉色偶有轉紅之現象。

培養在以 1/2MS 為基本鹽類之培養基中之節段雖不產生多芽體，但其抽出之側芽若仍繼續培養在含 2mg/l BA 或 Kinetin 時同樣發生葉片小且捲曲不伸展並稍有玻璃質化之透明現象，也須將 BA 或 Kinetin 濃度降低，甚至完全除去才能使葉片順利伸展，枝條充分發育。

(四) 四照花：

1. 四照花母樹生育地及植物性狀調查

供採種母樹位於陽金公路旁之日月農莊屋舍後小溪邊。根基部頭徑 45 公分，於離地面 40 公分處分叉為雙幹，幹徑各約為 20 公分及 30 公分，樹高 10 公尺，樹冠約 9 公尺。四月天氣轉暖，已具花芽之枝條陸續開花，樹梢接受陽光面者，開花結果較多（見圖 36），至 5 月底，則半數花瓣開始掉落及結果，七月果實漸膨大至 1~1.5cm，但仍維持綠色，少數果實仍見有白色花瓣殘留，八月果實成熟後，果色由綠逐漸轉為黃橙色（見圖 38），剝開果實後觀察，有些內含種子（通常為 1 粒，少數為兩粒並生）（見圖 39），有些則中空無種子（見圖 40），估計結實率在三成左右，根據剝果經驗，一般果實顆粒較大者，內含種子機會較大，有些成熟果實直徑可達 2cm，連果梗長達 8cm，外觀形狀如一支圓棒棒糖（見圖 38），因果實大部分均集中於樹梢，攀爬不易，故需仰賴高枝剪之助採。從老枝上新冒出之初生葉芽，常為淡紅棕色。至後期才漸變為綠色，90% 以上的葉片中央有類似虫癭之白色突起斑點，部分末端枝條中間也有膨大之現象。枝條愈至末端分叉枝愈多，最末端嫩枝表皮層呈綠色。芽端較為細小者為葉芽，若膨大則大多是已分化完成之花芽。一月以後，所採之枝條頂端多數為花芽。

搜尋母株樹底下及附近區域，未發現有實生小苗分布。

2. 播種法：

將八月間數次採集之果實，共剝得 102粒作不同之處理。四照果實鮮重約1g左右，其黃橙色之果肉具延遲白菜種子發芽之作用。

四照種子長約 0.6cm種皮堅硬異常，如核果類不易打碎。各種處理法皆因黴菌污染未見任何發芽跡象。

3. 扦插法：

硬木扦插：四照花之枝條具有容易萌發新芽之特性，硬木插穗於扦插後一個月約有50%以上插穗會長出1~3個葉芽來，但新葉芽在發生後二至三個月內若插穗基部未形成不定根，則開始漸漸萎凋枯死。

4. 高壓法：

80年 8月30日至野外將四照花母樹枝條做空中壓條處理，兩個月後，即10月30日上山作調查，拆開包覆之膠布觀察，枝條莖表皮外觀未見有任何明顯變化，81年 3月15日將壓條處理之12支枝條鋸下攜回實驗室作詳細調查，結果（見表 12、圖 47）。總計有4支枝條有白色正常根產生，發根率為30%，其它未發根者，全都有淡黃色癒合組織形成，表面並有數個白色突起組織，將調查後之所有枝條，種植於大型白色塑膠盆中，移至插床溫室中管理。

5. 組織培養法

由田野採回之四照花枝條欲完全消毒很困難，經多次試驗，污染比例仍非常的高（頂芽12/12，7/7，11/11）。幼果8/8，4/4），污染率可說是高達百分之百。

經採用溫室內新長出之葉芽生長點為培植體，同時，改進消毒方法為兩次手續，仍無法避免污染問題，但污染程度有改善，不似先前之嚴重。

選取各瓶中較輕微污染之培植體，切去污染部分，再重置入新的培養基中，如此操作可使無菌化之機會提高。於含2,4-D(4mg/l)+BA(4mg/l)之MS培養基中14天後，發現培植體上端有輕微之黴菌感染，取出後將感染部位切除，再移至含NAA(2mg/l)+BA(2mg/l)及添加少量活性碳之MS培養基中，兩週後，誘導出淡黃色之癒合組織（見圖48）。

（五）台灣水韭

1. 台灣水韭生育地及植物性狀調查

屬於多年生水生植物，夢幻湖中之水韭孢子囊一般發生於4~9月間，6~11月間則可採得成熟之孢子囊，水韭植株經採回平地溫室中培養者，12月即可見到白色孢子囊形成，2月便開始進入孢子成熟期（見圖52）。

觀察水韭之葉片在球莖上之著生情形，由外圍成熟葉逐漸到內部幼葉，發現其大小孢子囊之葉片之著生順序不規則，有些植株大小孢子葉交互生長，有的外圍數輪葉片含著生大孢子囊，而位於內圍之葉片含著生小孢子囊，甚至有些則全著生大孢子囊或小孢子囊一種，或全為不孕性葉。

孢子囊由內部逐漸向外越趨成熟，其外觀顏色變化，由未成熟時之白色，逐漸轉為灰色，至完全成熟時，則變為褐色，每一大孢子囊所含之大孢子數目約在140~350個之間，顆粒較大可以肉眼細數。小孢子囊所含之小孢子數目則有數萬個之多，肉眼難以區別其個數。

2. 台灣水韭栽培觀察結果

經採集移植後的水韭莖葉及根系易遭折傷，但移植結果全部存活，受傷的葉片可經自然生長新葉更新而脫落漂浮在水面上。

水韭對環境變化的適應力頗強，七月炎夏時，室外栽培

之水箱，常因陽光照射而使水溫驟昇，於中午時分測試，水溫約高達41℃左右，處如此高溫狀態，經過整個夏季之後，入秋檢視未見有植株因不適應而死亡的情形，進入冬季以後，12月至一月期間常有寒流來襲，夜間水溫曾降到7~8℃左右，而七星山夢幻湖附近更傳降雪，水韭依然健在生長，可見適宜水韭生存的溫度範圍頗為寬廣。

又水韭對水質的要求並非很嚴格，一般雨水或自來水皆可在其中生長良好，雖因其它藻類密佈附生在其莖葉上，亦不會影響其生存。關於水韭對氧氣和光度需求的問題，在室內水箱中栽培者，曾停止通氣及在弱光下生長三個月，發現除了其莖葉之生長發育較一般生長者修長之外（葉片抽長至26~31cm），並未造成其它明顯傷害。

3. 孢子繁殖

(1) 自然繁殖法：

試驗結果，兩個月後陸續可見綠色水韭小苗開始生成，三個月後細數，平均每淺盤可得幼苗 85~100株左右，甚至有其它種類之夢幻湖常見水生植物夾雜生長其間，如銀蓮花、浮蓋及七星山穀精草等，彷彿自成一小型夢幻湖水生植物世界（見圖 55）。

(2) 人工繁殖法：

A. 水韭孢子發芽過程之觀察

成熟的小孢子直徑約為30 μ m，胞壁有刺狀突起，大孢子長度約為250~300 μ m，胞壁具疣狀突起之花紋。大、小孢子由於比重皆較水大，因此在水中皆沈入水底。孢子體之發育屬內生孢型(Endosporic Type)，意即孢子壁不開裂，配子體留在孢子內部發育成熟，所需養分全依賴孢子本身所貯物質供給。

成熟的雄配子體構造簡單，只由一原葉細胞 (prothallial cell) 和一個藏精器 (Antheridium)組成。精子呈帶狀，一端具鞭毛，成熟後小孢子才開裂而釋

出精子找尋交配之機會。

雌配子體之藏卵器 (Archegonium) 數目不一，多位於中央上端表面組織上，雌配子體外層細胞生成之假根長約2mm，會分泌黏質以助附著作用。受精發育後之台灣水韭幼苗具有一初生葉，一初生根，一凹陷基頂及一胚足。葉片與根之生長方向相反，在交會處仍殘留有大孢子壁與雌配子體之組織。初生葉最先突出於配子體外，轉呈綠色後，初生根隨後才伸出配子體外，擔任固著及吸收之角色。當莖頂分生組織逐漸增生層層之葉片後，便具備了成株之雛型。

B. 不同培養液種類及處理方法對水韭孢子發芽之影響

在培養液種類方面，以夢幻湖土壤培養液孢子發芽效果最佳，發芽率在47%以上（見表 6，圖 53）。

20天後之發芽率調查。在PH值效果方面，以PH6.5較其它兩者為佳，PH5.5 為次，PH4.5最差，但30天後再調查，則三者相差無幾。在離子濃度方面1/2MS較MS為佳，而1/4MS則不如1/2MS，1/2WPM 發芽率亦優於WPM。

在加入生長素方面 GA (2mg/l)之加入可稍提高發芽率，但BA(1,2mg/l)則效果相反，甚至在GA(1mg/l)中，有 BA (1 mg/l)加入者，皆無法發芽。

各種處理方法中，黑暗處理和震盪處理者，各種培養液之發芽率結果皆為零（見表 6）。

4. 分株法

台灣水韭之球莖無論對切成二分之一或四分之一，只要帶有莖頂分生組織部分，一個月後皆能逐漸增生另一部分之葉片，而再生成新的植株（見圖 56）。

若未含莖頂分生組織部分之球莖，雖暫時不會影響其生存，但在數月後，葉片產生孢子囊成熟脫落後，便無新葉片可更生替代。

5. 組織培養法

水韭之莖頂分生組織消毒困難，容易遭細菌性之污染，使培養基成乳白雲狀，頂芽有伸長現象，水韭葉片有消毒成功者，但在瓶中一段時間後，葉綠素會逐漸消失，組織開始枯褐而死亡，無 callus 產生之跡象。切成塊狀之球莖培植體，在瓶中培養經三個月，未污染者，尚停留在原來之組織大小，未見有細胞增生之情形，顏色仍維持其原來白色。

(六) 七星山穀精草

1. 七星山穀精草生育地及植物性狀調查

為一年生植物，當季節進入冬季，老株開始漸漸枯黃死亡，11月間發芽之大批小苗於越冬後，迅速進入其生長期。

待進入夏季枯水期，夢幻湖水水位下降後，成熟植株之花莖便抽出水面開花授粉，其花為白色細小之頭狀花序。假如中央之湖水水位無法下降，則只有生長於湖邊水淺處之植株花莖才能伸出水面開花授粉而結子，因此，若未經枯水期之授粉作用，於水面下所採得之植株，通常只有花穗，而無種子之存在。因此，湖水之水位會影響七星山穀精草之結種數量，故最佳採種期為夏末秋初之際。

七星山穀精草之種子異常細小，長度不及 1mm，外觀及質地如米粒呈半透明狀，一端灰色另一端呈黑色。

2. 播種法

方法如台灣水韭孢子繁殖 A，可順利長出七星山穀精草幼苗。但株數較少，不如台灣水韭，每一淺盤約有5~6株左右。

3. 組織培養法

七星山穀精草之頂芽分生組織於含有kinetin (2, 4mg/

1)之MS培養中皆能發生大量之黃綠色癒合組織及叢生芽，於繼代培養中，皆能順利長出正常葉片，但在含有BA (1, 2mg/l)及 2,4-D(2 mg/l) 之MS培養基中則生長不佳，癒合組織增生數量極低，叢生芽亦不易發育成正常葉，甚至有生長停頓之現象。

在誘導發根之含不同生長素培養基試驗中，含IBA(0,2, 4mg/l) 之WPM 培養基中一週後即開始發根，至一個月左右，叢生芽皆能順利成長至2~3公分大小之植株，且發根至 2公分長度，鬚根數目密集（見圖 61）。在含 kinetin(2 mg/l)或NAA (0.1 mg/l)+Kinetin (2 mg/l) 之WPM培養基中亦可長出正常根來，只是時間較含IBA者稍長一點。然而在含NAA (1mg/l)+BA(1mg/l)及NAA (1mg/l) +BA (2mg/l)或NAA (1 mg/l)+BA (1 mg/l)之 WPM培養基中，不僅葉芽無法發育長大，亦無法形成根。在未添加任何生長素之MS及 1/2MS培養基中，七星山穀精草照樣能發根，但以MS者之生長情況較佳，1/2MS者無論株數、葉及根長均只及MS者之三分之二左右。

移出瓶苗作繼代培養中，以不同含糖量之MS液體培養基作生長比較，50天後結果為含 Sucrose 3%之瓶中幼苗可順利發育成健壯之成株，株高約6公分，唯根系較正常者短，而含Sucrose 4.5%之瓶中幼苗生長非常緩慢，與在Sucrose 3%生長者植株體積相差五、六倍之多，而在含糖量最高之Sucrose 6%瓶中者雖仍存活，但無明顯生長變化，甚至體積幾乎呈停頓狀態（見圖 64）。

五、討論 (Discussion)

(一) 台灣島槐

台灣島槐種子因採收期不同，在經過乾燥處理後種皮呈現之顏色有差異，兩者之發芽率亦有極大差別，由研究結果顯示在果莢尚青翠時採收其發芽率較成熟枯黃者提高許多(見表 2)，可能是11月23日採收者較10月23日採收者之種子活力衰退的緣故，意即在種子逐漸成熟過程中，已開始細胞內各種老化反應之進行，若種子活力開始降低則其細胞膜之完整性逐漸破壞，浸在水時容易向水中滲漏出許多可溶性之物質(高，1977)。故在實驗過程中經常發現不發芽的種子周圍水質所呈現之顏色較深。因此，為求獲得良好發芽品質的種子起見，應慎選適當之採種時機。

由表3顯示，溫度愈高，種子發芽前之準備期愈短，發芽結束之日數也愈早，在30/25℃時其發芽天數顯然較短而集中，可見高溫有助於發芽速度之提昇，但兩者並非成正比，而是有一定之範圍限制。由表3得知以25/20℃之效果最佳。由表3中數據可看出，四種不同溫度處理之發芽率相差不大，經統計分析亦顯示無顯著差異存在，由此可見台灣島槐種子就發芽率而言，其適溫範圍頗為寬廣，從本實驗中來看，其上下溫差至少有20℃之多。

台灣島槐花穗具多花性，故在結種數量上非常豐富，無匱乏之虞。種子特性如一般豆科植物，像合歡、豆類等，發芽率甚佳，在生育地之小苗天然生成數量也不錯，就數量上而言，實不應有絕後之顧慮。造成其逐漸稀少之主要原因，推測可能是由於病虫害入侵所引起，常見小苗莖組織遭到蛀食破壞，甚至夭折，導致後代來源中斷。至於是屬於何種虫害？該如何有效防治？這又是另外一個值得研究的新課題。

良好的扦插介質需要具有排水良好、通氣性佳、不帶病虫害等特性，從表 2中可看出蛭石 2+泥炭苔等體積混合的介質發根率最低，發根數亦不高，黑細砂效果也不佳，觀察黑細砂在扦插床中同樣的噴霧環境下，由於較其它介質排水不易，可能長時間積水的結果使其通氣性差，對扦插不利，蛭石N0.2+泥炭苔之原因推測也是如此。

BA之使用可提高台灣島穗插穗側芽萌發數目，並且芽數之產生和BA 濃度成線性相關(見表 9)，由數據顯示，BA 濃度若大於1000 ppm可能更具效果。在後期的觀察中顯示並非所有產生的芽皆能順利成長，有些芽可以繼續發育，有些芽在數週後便逐漸萎凋死亡。Joanne和 Higaki (1988)在研究不同BA濃度對火鶴花屬(Anthurium) 產生側芽之影響時，亦觀察到此種現象。可能是養分競爭消耗的關係，或因根尚未形成而無法進行吸收的緣故。

一般而言，幼齡插穗較老齡插穗容易發根，Thimann and Delise (1942) 發現促進發根的物質於幼株中含量較豐(尤以一年生者)。此即所謂幼年效應(juvenility effect)。台灣島槐取自二年生植株之枝條較取自老株之枝條易發根，對植物生長素之反應也不盡相同。幼年枝在扦插45天後，發根率最高可達76.7% (見表 8)。而老年枝之發根率仍為0%。

IBA 可促進插穗發根已見於許多報告(Girourd 1973, Kiang 1973, Thorpe 1977) 而許多生長素雖有同樣作用，但多項研究顯示以 IBA促進發根效果最佳。一般而言，以粉劑方式則500ppm濃度已可見明顯效果。至於何種濃度才有最佳效果，須依植物種類及採取何處部位作插穗來決定。在含BA之 WPM培養基中材料能形成叢生枝(multiple shoot) 且芽數眾多(見圖 32)，而kinetin 處理者之枝葉雖生長發育均較BA處理者良好，但僅能形成單一枝條，就繁殖之目的而言，為獲得大量芽體材料以供發根用，使用BA之效果顯然較 kinetin來得佳。

研究指出BA應用在秋海棠“Aphrodite Cherry Red”之繁殖上可改進其再生能力，但另一方面亦會阻礙“Schwabenland Red”之枝條發育(Davies et al., 1980)，可能是從外加入BA時，改變了 cytokinin和 auxin之平衡關係。

(二)鐘萼木

種子顆粒較大所以富含養分，其種子置於有光照的情況下，

發芽均遠較暗中發芽者來得快又生長發育情況佳，子葉在光照後，迅速轉呈綠色，行光合作用開始製造養分供給發芽所需。

鐘萼木種子在光照的條件下發芽效果較在暗中者佳，與其說是光之效果，不如說是因在見光的情況下，因而降低種子腐爛之機會，其種子在過分潮濕及空氣不流通的情況下，不僅不易發芽，且容易腐爛，故其播種以在地土表面發芽較為適宜。

要不然，照理說，其種子顆粒大，應含足夠養分以支持胚芽由土中長出，種子之儲藏期愈長，其活力愈低，鐘萼木種子經過6個月之後，發芽率幾乎近於零，可能是細胞膜之透過性隨種子之老化程度而提昇（高，1977），此種通透性之增加使細胞內許多小分子如醣類、胺基酸等無法被細胞膜保存於細胞內而向外滲漏，致使微生物從種子表面獲取足夠之養分而滋生，最後使種子腐爛或幼苗死亡。

鐘萼木種子不具休眠性，但外層之紅橙色假種皮內含抑制發芽物質，許多植物種子亦有此種特性，此為自然界中植物之保護機制之一，以使種子在有充足水分淋洗時才萌發，而確保其小苗能順利成長。如擦櫚種子之種皮與種仁均含抑制發芽物質 ABA，而使發芽率偏低（胡，顧，1980）。

BA之施用不論濃度為 200ppm，500ppm 或 1000ppm均可有效促進鐘萼木插穗側芽數目，由結果顯示產生之芽數和BA濃度成正相關，BA濃度若提高，似可再增加芽數。但鐘萼木芽在長出初生芽之後未展開前便有逐漸脫落之現象，同時與對照組比較，亦未觀察到葉芽之存在有助於插穗根之形成。反而BA之施用會抑制發根之效果，故為降低BA對發根之抑制作用，應選擇在插穗根源體形成之後，才決定其適當施用時機與濃度。

由不同濃度 IBA促進鐘萼木發根實驗顯示，皆能促進癒合組織之形成，而依處理濃度之提高，效果亦明顯提高。癒合組織是一群薄壁細胞不含有維管束之組織，對插穗之發根雖無直接影響，但在插穗未發根前，一方面可保護插穗之切面免遭細菌感染而腐爛，另一方面可透過癒合組織的細胞吸收介質之水分供插穗利用，以保持插穗未發根前之成活，因此，癒合組織之形成對插穗

之發根有間接之影響，一般而言，癒合組織形成良好者，插穗之發根率亦較高，但鐘萼木硬木插穗在扞插處理歷經 5 個月之後，仍只見處理部位環生一團癒合組織，而無發根跡象，可能是處理時間還不夠長的關係，壓條處理者推想亦是此種因素造成。

Spethmann 及 Hamzah (1988) 研究 *Quercus petraea*, *Q. robur*, *Tilia cordata*, *Prunus avium*, *Sorbus aucuparia* 和 *Fagus sylvatica* 之插穗時發現生長素處理減低基部癒合組織之形成。IBA 處理造成低百分率之癒合組織，癒合組織並非根之原始起點，但癒合組織似乎是隨後根形成之獨自發育的一個選擇方向。

而以 IBA 1000 ppm 處理具頂芽之軟木插穗，三個月後，即見有根長出，具頂芽者較不具頂芽者之發根率為佳，差異極為顯著（見表 12），而留葉者反而不如無葉者之發根率，可能是留葉者在短時間內易完全落葉，而顯不出其效果來。

鐘萼木直接取自田野之培植體無菌化困難，污染相當嚴重（污染比例為 12/13），而若培植體取自溫室內栽植者或不定芽長成之枝條則污染情況明顯降低甚多（污染比例各為 1/6, 1/5）。故對供試植株進行前處理以獲得較清潔之培植體是必要的，但植株經切取頂芽枝條後需經一段相當長之時間始能恢復生長，而在另一棵植株上利用 BA 以誘發不定芽在重覆兩次取芽後，生長勢即漸趨衰弱，故由此所獲之培植體數量有限。所以應用抗生素處理田野材料或利用溫室播種之實生苗仍為可以嘗試之途徑。^抗

對於從老株切下的莖頂而言，為在 *in vitro* 中快速生長，莖伸長和最終形成不定根，回復幼年性 (rejuvenation) 乃是必需的，將枝條 (shoots) 在 *in vitro* 中經常作繼代培養 (subculturing) 可回復幼年性 (Pierik et al., 1986)，所需繼代培養之次數依植物材料之年齡和基因型而定。

(三) 四照花

自然界之植物繁衍後代方式主要是靠種子，造成四照花日益

稀少之原因，由調查及實驗顯示四照花之花果雖不少，但結實率偏低，只達30%左右，至於結實率偏低的原因不明，可能是授粉不足，或胚之發育遇到障礙等原因尚待進一步之探討，另一原因為種子本身構造之問題，四照花種子雖小，但種皮非常堅硬，可能因此限制了發芽之進行，曾將種皮以磨擦刻傷方式弄破，經數十日後，猶未見胚芽和胚根伸出。

剝開數粒種子觀察其胚大多細小不飽滿，局限在種皮內二分之一空間，是胚發育不全或有其它未知的生理障礙，仍無法確定。

四照花為秋季成熟種子，可能具有內在之胚休眠，但以層積法在 4℃中分別冷藏1-2個月後播種，也未見具發芽效果。

據私人連繫陽明山農戶黃先生及林試所呂先生告知，他們皆曾播過兩公斤左右的四照花果實，經一年後調查，全未發芽，彼等皆不瞭解箇中原因。

四照花植株日漸稀少與種子極難發芽之事實有很大之關係，其原因推測可歸納成以下幾點：(1) 結實率低；(2) 種皮堅硬；(3) 種子具休眠性，以上三原因仍需作進一步之實驗調查證實。

四照花之硬木插穗，在扦插後 1個月內，約有50%以上會冒出葉芽來，可見四照花插穗萌芽能力相當高，但新葉芽極易因新根尚未長出或因枝條營養耗盡而萎凋，故BA之施用對其並無多大意義。

在不同濃度 IBA促進發根方面，由於插穗枯死率太高，反而以不施 IBA之對照組發根率最高，因此，無法據此判斷 IBA之濃度是否對四照花扦插發根率之提高有顯著差異之影響。

一般而言，壓條法之繁殖速度略遜於扦插法，但其最大功能是用於不易扦插生根的植物，或珍貴而必須確保繁殖存活的品種，及欲獲取大型苗木之場合。在本研究中，將四照花母樹施行高壓法處理，以IBA 1000 ppm之濃度已足以促進其發根。結果反而不輸於硬木扦插者，空中壓條之原理乃是利用把莖枝之韌皮部切斷但不傷及木質部，使由上往下的養份運輸受阻，但水份之供應仍源源不斷，如此，傷口部份的形成層組織受堆積的碳水化合物

及生長素刺激而再生根。但觀察四照花高壓枝條之發根情形，反而多數發根卻是位於環剖處之下端（靠近主幹一側）與一般發根者相反（見圖 47）。這種情形之發生可解釋為從八月至三月處理期間，剛好經過冬季落葉期，使得環剖處理之枝條養份來源中斷造成不足，而另一方面母樹本身於落葉前已蓄積豐富養份，反而有能力輸出養份供給，但因韌皮部已切斷，故只堆積在靠主幹一側之枝條，造成非預期的一側反而提早首先發根，這是始料未及的結果。

四照花組織培養最大困難處在於培植體消毒問題，由野外採取的枝條及果實表面常呈現凹凸不平，葉芽則表面披覆一層絨毛，易藏污垢雜菌，雖然 2 次消毒，污染率仍高達百分之百，若將次氯酸鈉 NaOCl 濃度提高至 2.5%，則往往將培植體組織殺死，卻照樣有污染問題出現，另外，四照花培植體在瓶中固體培養數日後，便會出現褐化情形(browning)，於培養基中加入活性炭可有效改善此問題。

為克服污染嚴重之問題，於是採用數道處理手續，首先將採回之四照花枝條插於水中，置於有阻隔作用之溫室內，經 1 個月左右，即見有葉芽長出（見圖 41），取新葉芽經消毒手續作組織培養，一週後，再取較輕微污染之培植體，切去污染部份，剩餘者再重新消毒，置入新的培養基中，如此可使獲得乾淨無菌組織之機會增加。

(四)台灣水韭

就理論上而言，夢幻湖之土壤中應該含有湖中各種水生植物之自然更新繁衍因子，由於繁殖季節以及種子或孢子壽命差異之關係，不同時期所採用之土壤樣品所生長出的植物種類可能會因不同，由本研究結果顯示夢幻湖之土壤中確實含有繁衍因子（圖 55），只要掌握適當之採集時機，並加以適宜的環境管理，在原生地土壤的蘊育下，自然能夠長出所需之水生植物種類來。

在所調配的各種培養液中，以夢幻湖土壤培養液對孢子發芽

之效果最佳，可能是夢幻湖中土壤含有特殊成分是水韭生長所需（黃，1987）。

由不同PH值發芽結果顯示，PH 4.5~6.5 皆有孢子發芽，但以PH4.5 為較適宜水韭孢子發芽之酸鹼度，而由夢幻湖之水質分析，其PH 值平均在 4.2~4.6 之間（黃，1987）。

在離子濃度方面顯示減半之培養液皆較全量者效果佳，而二分之一又較四分之一者好，可見其發芽所需離子濃度不能太高，如離子濃度太低者亦不可。

GA之使用有助於發芽 GA 2 mg/l之濃度有較佳之效果，BA則有抑制作用，BA對種子子葉和下胚軸之不定根發生具有抑制作用（高，1990）。

黑暗處理者皆無法發芽，可見水韭孢子之發芽需要光線之存在，以促進其發芽。如多數禾草類種子在暗中不會發芽，但光照可促進發芽（高，1977）。震盪處理無論在照光或黑暗中，皆未見發芽，可見溶氧量之提高無法克服其它因素之作用，可能是在震盪中，孢子無法維持其發育之關係，故無法分裂發芽。

同一孢子囊內孢子發芽時期不一致，且外覆有孢子壁及配子體組織。故對早期胚發育仍難由外形判斷。

水韭自然繁殖根據 La Motte (1933) 所提一般小苗生成率約在10%左右而已。可見水韭之自然繁殖，長期受湖水之PH值與離子濃度及其它環境因子交互影響所限制，否則小苗數量應可再大大提高。

(五)七星山穀精草

由於數次由夢幻湖中所採回之花穗皆虛空未含種子，僅某次偶得8 粒作觀察，最後方明瞭穀精草雖是水生植物，但花梗須突出水面始能完成授粉作用，未經此階段之水中植株雖開花亦無法產生種子。

由組織培養結果顯示，穀精草在含 kinetin (2, 4 mg/l)之MS培養基中極容易發生多量之癒合組織及叢生芽，而BA之誘導效

果似乎不佳，在與其它生長素組合方面，NAA 1 mg/l，只要有BA存在，無論濃度是1mg/l，2mg/l 或4mg/l皆停留在小叢生芽階段，無法進一步生長發育。kinetin (2 mg/l)+NAA (0.1 mg/l)之組合，則可長出葉片，此種差異顯示七星山穀精草對 cytokinin 之種類選擇性很強，尤其是對kinetin 之反應效果特別良好。

在誘導發根之研究中，未添加任何促進發根生長素之 MS 及 1/2 MS培養基中，七星山穀精草照樣能正常長快，可見其自然發根能力良好，但 1/2MS之株數，葉及根長度，明顯皆不及MS者，可能是 1/2MS之離子濃度尚不足以完全供應生長發育之所需的緣故。而 IBA (2, 4 mg/l)之添加則可促使提早發根，但以IBA (2 mg/l) 之濃度較為適當，IBA (4 mg/l)生長初期雖正常，然至後期生長一段時間之後，植株葉片尾端容易呈現枯黃情形，可能是 IBA之濃度太高所致。

以不同含糖量之MS液體培養基作瓶苗生長之比較，實驗結果顯示 Sucrose濃度低者 (3%) 反而較 Sucrose濃度高 (6%) 者之生長效果佳，並且差異極為顯著，可能原因是七星山穀精草對 Sucrose作為碳源之需求不大，另一原因可能是高濃度之Sucrose改變了組織與溶液間之滲透壓平衡而影響了正常生長。

六、結論與建議 (Conclusion and Suggestion)

由本研究之試驗結果顯示：參試之稀有植物在人工環境下繁殖可行性相當高，如台灣島槐，鐘萼木，台灣水韭及七星山穀精草，其繁殖率甚佳。四照花之繁殖率雖較低，但也有初步的成果，唯繁殖成功後之小苗因適合生長之條件知識缺乏，而易夭折使研究成果不彰。木本植物僅做短短一年多之研究仍嫌不足，若能再進一步做長時間研究，克服一些其它種子生理及幼苗管理問題，則此數種苗木之大量繁殖指日可待。

根據本研究之經驗與遭遇之困難，擬提出以下之建議：

1. 建立稀有植物母株族群之記錄卡，定期進行巡視，一方面進行養護確保自然繁衍之來源不致中斷，一方面也可提供學術研究之材料位置，省卻後續研究者重覆浪費再次搜尋材料的時間。
2. 建立稀有植物的標本園及種源庫，採集各類稀有植物的種子做長期儲藏，一方面可提供人工繁殖所需，不受季節限制，另一方面族群基因種源也可以永久保存。
3. 對各種稀有植物之小苗生長特性及環境需求做詳細之研究，以提供人工繁殖成功後繼續栽培上之參考。

表 1. 參試五種植物材料來源

中 文 名	學 名	分 佈 位 置	開花期	種子成熟期	採集地點
台灣島槐	<u>Maackia taiwanensis</u> Hoshi et Ohashi	七星山、大屯山、竹子山	8月	10~11月	中興農場 步道
鐘萼木	<u>Bretschneidera sinensis</u> Hemsl	馬槽至大油坑	4月	10~11月	上磺溪橋 旁
四照花	<u>Cornus</u> sp.	楓林瀑布 菜公坑山	5月	7~8月	日月農莊 旁
台灣水韭	<u>Isoetes taiwanensis</u> Devol	夢幻湖	-----	(孢子) 春至夏季	夢幻湖
七星山 穀精草	<u>Eriocaulon chishing-sanensis</u> Chang	夢幻湖	7月	8~9月	夢幻湖

表 2. 不同採收期對台灣島槐種子發芽之影響

採收期	發芽前期(天)	最後發芽計算日	發芽率%
10月23日	3	15	89 a
11月23日	4	16	59 b

※：種子發芽認定以胚根突出種皮為準。

※※：種子發芽之發芽前期(lag phase)係自種子置入培養皿日起，至開始發芽之第一天為準。

※※※：發芽之最後計算日期(final counts)則係當發芽種子連續2天1粒，且接著有2天未有種子發芽時當作發芽截止。

表 3. 不同溫度對台灣島槐種子發芽之影響

溫 度	準備期(天)	最後計算 日期(天)	發芽百分率	平均發芽 日數(天)	發芽速度 粒數 / 天
15 / 10℃	9	20	51.0 a	11.45	4.68
20 / 15℃	5	17	53.7 a	4.22	14.87
25 / 20℃	4	16	59.0 a	3.65	22.34
30 / 25℃	4	12	59.3 a	4.17	17.16

$$\text{發芽百分率} = \frac{\text{實際發芽種子數}}{\text{全部試驗種子數}} \%$$

$$\text{平均發芽日數} = \frac{\sum (\text{種子發芽數}) (\text{自發芽試驗日起至計算日止之天數})}{\sum (\text{種子發芽數})}$$

$$\text{發芽速度} = \frac{\text{正常發芽數}}{\text{第一次計算日至計算
當日之天數}} + \dots + \frac{\text{正常發芽數}}{\text{第一次計算日至最後
一次計算之天數}}$$

試驗均採完全逢機設計，每一處理三重覆。

表 4. 鐘萼木種子假種皮含抑制白菜種子發芽物質之檢定

處 理	2 天後發芽%	3 天後發芽%	4 天後發芽%
對照組	97.5	97.5	97.5
橙紅色液	0	2.5	2.5
橙紅過濾液	0	10.0	10.0

※：以根長0.2cm為計算標準。

※※：3 天後對照組根長>0.5cm，其它組發芽根長>0.2cm。

※※※：4 天後對照組初葉已展開。

表 5. 三種參試木本植物種子特性及發芽條件

調查項目	台灣島槐	鐘 萼 木	四 照 花
果實類型	莢 果	蒴 果	聚 合 果
果實徑長	5.59cm	3.87cm	1.24cm
每果含種子數	1~4粒	1~6粒	1~2粒
平均百粒乾重	6.22g	70.17g	13.86g
種子大小 (長×寬)	0.7cm×0.4cm	1.5cm×1.2cm	0.7cm×0.6cm
發芽障礙	無	無	有
可發芽溫度	15℃~30℃	20℃~30℃	-----
發芽需光性	不 需	需	-----
發芽後子葉	出 土	不 出 土	-----
發芽百分率	80	89	

※：種子及果實之長度為20個測量值之平均。

※※：-----：表無試驗調查資料。

表 6. 不同培養液種類及處理方法對台灣水韭孢子發芽之影響

1. 照光處理					
培養液種類	大孢子數目	20天後		30天後	
		發芽個數	發芽%	發芽個數	發芽%
夢幻湖土壤液	300	45	15.0	143	47.7
MS PH 4.5	180	0	0	21	11.7
MS PH 5.5	210	3	1.4	21	10.0
MS PH 6.5	250	6	2.4	18	7.2
1/2 MS	300	10	3.3	60	20.0
1/2 MS GA 0.5	270	12	4.4	30	11.1
1/2 MS GA 1	300	10	3.3	30	10.0
1/2 MS GA 2	280	30	10.7	80	28.6
1/2 MS GA 1	300	0	0	0	0
1/2 MS GA 2	300	0	0	0	0
1/2 MS G1B1	280	0	0	0	0
1/4 MS	280	28	10	42	15
WPM	270	6	2.2	60	22.2
1/2 WPM	190	17	8.9	46	24.2
Deion H ₂ O	280	0	0	7	2.5

表 6. 不同培養液種類及處理方法對台灣水韭孢子發芽之影響
(續)

2. 黑暗處理					
培養液種類	大孢子數目	20天後		30天後	
		發芽個數	發芽%	發芽個數	發芽%
土壤液	195	0	0	0	0
1/2 MS	225	0	0	0	0
1/4 MS	225	0	0	0	0
WPM	210	0	0	0	0
1/2 WPM	280	0	0	0	0
3. 照光震盪處理					
1/2 MS GA 0.5	280	0	0	0	0
1/2 MS GA 1	300	0	0	0	0

表 6. 不同培養液種類及處理方法對台灣水韭孢子發芽之影響
(續)

4. 黑暗震盪處理					
培養液種類	大孢子數目	20天後		30天後	
		發芽個數	發芽%	發芽個數	發芽%
MS PH 4.5	300	0	0	4	1.3
MS PH 5.5	300	0	0	0	0
MS PH 6.5	230	0	0	4	1.7
1/2 MS GA 2	250	0	0	0	0
1/2 MS BA 1	240	0	0	0	0
1/2 MS BA 2	210	0	0	0	0
1/2 MS G1B1	215	0	0	0	0

*: 培養溫度為25~30℃，光度為45~50 $\mu\text{mol} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$ ，16hr照光。

**：除PH試驗之外，其它種類培養液之PH皆調至4.5。

***：20天小苗長度在3~4mm，30天小苗長度5~7mm，外觀皆為一葉一根。

****：黑暗震盪處理20天後再移至照光震盪處理。

表 7.台灣水韭培養環境之PH值及溶氧量測試

測試取樣	PH值	溶氧DO值ppm
室內水箱	8.84	11.30
室外水箱	9.05	11.26
插床水箱	7.54	9.71
CK (自來水)	7.29	9.49

※：測試日期 3月28日

※※：測試取樣之測值為三重覆平均值

表 8. 不同扦插介質對台灣島槐扦插發根之影響

介質種類	插穗數目	發根穗數	發根率%	發根數	平均每穗發根數
白粗砂	60	40	66.7	155	3.88
黑細砂	60	33	55.0	81	2.45
珍珠石	60	39	65.0	115	2.95
蛭石No2	60	46	76.7	155	3.37
蛭石No2 泥炭苔	60	26	43.3	76	2.92

※：扦插45天後調查

※※：發根以超過0.2cm者為計算標準

表 9. 不同B A濃度對台灣島槐萌芽之影響

處理濃度	處理枝數	萌芽枝數	萌芽%	總芽數	平均每枝萌芽數
BA 0ppm	20	2	10	2	1.00
BA 200ppm	20	6	30	9	1.50
BA 500ppm	20	8	40	21	2.63
BA 1000ppm	20	8	40	36	4.50

× :B A處理3 0天後調查× × 芽點以超過0 . 3 c m為計算標準，
最長芽已達1 0 公分。

表 10. 不同 B A 濃度對鐘萼木插穗萌芽之影響

處理濃度	處理枝數	發芽枝數	發芽%	總芽數	平均每枝發芽數
BA 0ppm	12	0	0	0	0.00
BA 200ppm	12	3	25.0	3	1.00
BA 500ppm	12	5	41.7	6	1.20
BA 1000ppm	12	7	58.3	10	1.43

※: B A 處理 3 6 天後進行調查。

※※: 芽點以超過 0 . 3 c m 為計算標準，最長芽已達 4 公分。

表 11. 不同 IBA 濃度對台灣島槐、鐘萼木及四照花
硬木扦插發根之影響

植物種類	IBA 濃度				
	調查次數	0 ppm	500 ppm	1000 ppm	2500 ppm
台灣島槐	a	0	0	0	1
	b	0	2	4	4
鐘萼木	a	0	0	0	0
	b	0	2	4	6
四照花	a	0	0	2	4
	b	3	0	0	1

*: 扦插日期80年10月31日，每處理30枝插穗。

**: a 表扦插兩個月後第一次調查，台灣島槐根長0.2公分，
四照花根長0.5公分。

***: b 表扦插六個月後第二次調查，台灣島槐根長0.2~4.8公分，
四照花根長0.5~1公分。

****: 鐘萼木僅見白色類似根源體之突起組織。

表 12. 鐘萼木軟木扦插不同插穗處理之比較

插穗處理	調查 次數	插穗 個數	發根 穗數	總發 根數	平均 根數	總根長度 (cm)	平均根長 (cm)	發根%
無芽無葉	a	20	0	0	0	0	0	0
	b	20	0	0	0	0	0	0
一芽二葉	a	20	1	1	1	2.2	2.2	5
	b	20	4	4	1	7.7	1.9	20
一芽無葉	a	20	4	12	3	34.5	2.9	20
	b	20	15	29	1.93	107.2	3.7	75

※：扦插日期80年11月19日。

※※：a 表扦插後100天第一次調查。

※※※：b 表扦插後130天第二次調查。

表 13. 野外四照花高壓法調查結果

重覆 No.	枝條直徑 (cm)	癒合組織	根源體	發根數	最大根長 (cm)
1	4.0	++	✓	0	-
2	4.5	++	✓	0	-
3	3.7	++	✓	0	-
4	1.5	+	✓	0	-
5	3.5	++	✓	0	-
6	2.6	++	✓	1	0.3
7	3.5	+	✓	1	5.1
8	1.8	++	✓	0	-
9	3.2	+++	✓	0	-
10	3.8	+++	✓	0	-
11	3.0	+	✓	4	3.2
12	3.0	+	✓	13	13.1

※:高壓處理日期 80年 8月30日

※※:結果調查日期 81年 3月15日

※※※:高壓法發根率 30%

+ : 少 Little

++ : 中 A Little

+++ : 多 Much

表 14. 台灣島槐節段培養及誘導癒合組織之培養基

培養基 Medium	基本培養基 Basal medium	生長素種類 Plant regulators mg/l			
		BA	Kinetin	NAA	2,4-D
M1	MS	0.5			
M2	MS	1.0			
M3	MS	2.0			
M4	MS	4.0			
M5	MS		0.5		
M6	MS		1.0		
M7	MS	1.0		1.0	
M8	MS	1.0		2.0	
M9	MS	1.0		3.0	
M10	MS	2.0		1.0	
M11	MS	2.0		2.0	
M12	MS	2.0		3.0	
W1	WPM	0.5			
W2	WPM	1.0			
W3	WPM	1.5			
W4	WPM	2.0			
W5	WPM		0.5		
W6	WPM		1.0		
W7	WPM		1.0		1.0
W8	WPM		1.0		2.0
W9	WPM		2.0		1.0
W10	WPM		2.0		2.0

表 15. 不同基本培養基與不同 BA、Kinetin 濃度對台灣島槐節段培養形成莖芽之影響

生長素種類	莖芽數	
	MS	WPM
BA mg/l		
0.5	+	+++
1.0	+	+++
2.0	+	+++
4.0	+	+++
Kinetin mg/l		
0.5	++	+
1.0	++	+

+ : 莖芽數為1
 ++ : 莖芽數為2-5
 +++ : 莖芽數為6以上

表 16. MS培養基中不同濃度BA、NAA組合對
台灣島槐節段生長與分化之影響

生長素 濃 度	BA mg/l	
	1.0	2.0
NAA mg/l 0	S	S
1.0	C,S	C,S
2.0	C,S	C,S
3.0	C,S	C,S

C : 癒合組織 (Callus)

S : 莖芽 (Shoot)

表 17. 五種稀有植物各種繁殖法試驗結果難易程度比較

植 物 種 類	播種法	扦插法	高壓法	組織培養法	分株法
四照花	0	++	+++	0	-----
鐘萼木	+++	++	0	+++	-----
台灣島槐	+++	+++	+++	+++	-----
台灣水韭	+++	-----	-----	0	+
七星山穀精草	++	-----	-----	+++	-----

+++：最易

++：次易

＋：可行

0：試驗未成功

-----：未試驗或無法進行

圖 1：插床構造及噴霧情形。

圖 2：本研究所採台灣島槐母樹在生育地生長之情形（7月中旬）。

圖 3：台灣島槐盛開之花朵（8月下旬）。

圖 4：台灣島槐種子成熟時，未落之果莢留在樹上枯黃。時值11月下旬，樹上百分九十以上的葉子皆已掉落。

圖 5：台灣島槐之果莢外型類似豌豆莢，但長短不均，內含種子數目從 1粒至 4粒。

圖 6：台灣島槐經人工脫莢及40℃恆溫乾燥處理一週後之種子，種皮外觀呈淡褐色。

圖 7：台灣島槐於25℃照光條件下八天後發芽之同批種子，發芽速度不甚整齊。

圖 8：台灣島槐種子不同採收期之種子其發芽情形之比較。

七、中文摘要 (Summary)

台灣島槐之結種率甚高，種子在10月果莢青翠時採收較11月枯黃時採收，不僅發芽速度較快，發芽率亦可增加30%左右。其種子之發芽適溫為 $20^{\circ}\text{C}\sim 30^{\circ}\text{C}$ 。在五種不同扦插介質比較中，以蛭石 2號較適合作為扦插介質材料。以IBA $0\sim 10000$ ppm濃度對台灣島槐之硬木插穗作促進發根處理，結果均不甚理想，但若以二年生實生苗之枝條作插穗沾IBA 1000 ppm粉劑處理，則45天後便可發根，而且發根率可達76.7%，BA對台灣島槐枝條萌芽數目之影響差異顯著，而且BA濃度與萌芽數目成線性相關。以IBA 1000 ppm對台灣島槐苗木二年生枝條施行高壓法繁殖，經一個月後，不僅根系生長茂密，發根率更高達100%。在組織培養方面，台灣島槐節段培養於含低濃度BA(0.5, 1mg/l)培養基中對芽之萌發及生長速率較為有利，在莖芽數方面，於MS培養基中，BA(0.5~4mg/l)只長成單一粗短有葉之枝條，kinetin (0.5, 1mg/l)則較能促使形成叢生枝。而在WPM培養基中，兩種 cytokinins 之角色表現則與在MS培養基中所扮演者恰好相反，以BA較能促進叢生枝產生，而且莖芽數最多。

鐘萼木種子外層假種皮含抑制發芽物質，但種子無休眠性，在 25°C 左右，光照條件下，播種後約一個月，極容易發芽。施用 IBA $0\sim 10000$ ppm 對鐘萼木硬木插穗作促進發根處理，但效果不佳，僅誘發癒合組織之形成及少數類似根源體之突起。利用具頂芽之軟木插穗沾IBA 1000 ppm粉劑處理作扦插，130 天後，發根率可高達75%，而且根數及根長皆良好。BA對鐘萼木插穗萌芽數目之影響差異顯著，且BA濃度與萌芽數目成線性相關，但提早之萌芽因易脫落，對促進插穗之發根並無明顯幫助，反而BA所誘發的新側芽提供了組織培養所需乾淨的培植體材料來源。高壓法中以IBA 1000 ppm處理鐘萼木之枝條七個月後，僅見大量之癒合組織形成，尚無不定根之發生。利用組織培養，將鐘萼木節段培養在含BA (2 mg/l)或Kinetin (2 mg/l) 之 WPM培養基上時皆可發生多量之叢生枝。若改為 $1/2$ MS培養基，其側芽可順利發育成枝條，但未能誘得叢生枝。將叢生枝之枝條切離培養於 NAA (1 mg/l)之MS培養基中兩週後首先誘導出根來。

四照花果實除了結種率極低之外，種子之種皮亦非常堅硬，不易發芽，施用 IBA 0~2500ppm，對四照花硬木插穗作促進發根試驗，因至後期插穗之枯腐枝數太多，剩餘者反而以 0ppm 之發根率 10% 較高，另外，若以 IBA 500 ppm 對其軟木（綠枝）插穗施行處理，不僅發根時間可縮短至 72 天，並且發根率較硬木插穗大為提高。對四照花母樹枝條作高壓法處理，IBA 1000 ppm 粉劑能有效促進其發根，在處理七個半月之後，發根率為 30%。在組織培養法中，四照花之培植體欲完全消毒很困難，污染比例非常的高，經改進消毒方法為二次手續，新葉芽植於含 2,4-D (4 mg/l) + BA (4 mg/l) 之 MS 培養基中兩週後，發現培植體上端有輕微感染，將感染部位切除後，再移至含 NAA (2mg/l) + BA (2mg/l) 及添加少量活性碳之 MS 培養基中，兩週後，誘導出淡黃色之半透明癒合組織。

台灣水韭對栽培環境之適應性頗強，在夏季高溫 (41℃)，冬季低溫 (8℃)，室內弱光及鹼性中 (PH=9)，仍能維持生存。在室外栽培者可提前在二月下旬採得成熟孢子囊。研究孢子繁殖中，選夏日季節取回夢幻湖土壤平鋪於淺盤灑水三個月後，即見台灣水韭小苗開始長出。大、小孢子混合培養結果，以夢幻湖土壤培養液發芽效果最佳，發芽率可達 47%，其次為 1/2MS 添加 GA (2mg/l) 和 1/2WPM 者，組織培養則因污染情形嚴重而無法繼續。分株法則利用台灣水韭之球莖，對切成二分之一或四分之一，一個月後，可再生成新的植株。

七星山穀精草之種子異常細小，長度不及 1mm，在取回之夢幻湖土壤中，亦可自然長出其小苗，將七星山穀精草之頂芽分生組織培養於含有 kinetin (2, 4 mg/l) 之 MS 培養基中能發生大量之癒合組織及叢生芽，而在 BA (1, 2 mg/l) 及 2,4-D (2 mg/l) 之 MS 培養基中，則癒合組織的生成率極低，將叢生芽移至含 IBA (0, 2, 4 mg/l) 之 WPM 培養基中，一週後開始發根，一個月後皆能長成 2~3 公分大小之正常苗株，另外，若叢生芽未移出，繼續留在 Kinetin (2mg/l) 或 NAA (0.1 mg/l) + Kinetin (2 mg/l) 之 WPM 培養基中生長者，只要時間較含 IBA 者稍長，亦可發根長成正常苗株。

八、參考文獻 (References)

- 呂勝由、徐國士、范發輝. 1986. 紀臺灣新紀錄科植物 — 鐘萼木科. 中華林學季刊 19(1):115-119.
- 呂福原、歐辰雄、廖秋成. 1982. 台灣擦樹繁殖方法之研究 (1)中華林學季刊 15 (2):73-86.
- 何政坤、張淑華、楊政川. 1988. 台灣泡桐幼年組織之組織培養. 林木改良與組織培養研討會論文集 97-113 頁.
- 沈慈安、胡大維. 1986. 耳莢相思樹扦插繁殖之研究. 林業試驗所研究報告季刊. 19(1):31-36.
- 李瑞宗. 1988. 丹山草欲燃. 內政部營建署陽明山國家公園管理處印製.
- 林美霞、王博仁. 1980. 木本植物組織培養之現況. 中央研究院植物研究所專刊第四號 34-52 頁.
- 吳昭祥、王銘琪. 1987. 圖解觀賞植物繁殖技術. 淑馨出版社.
- 周明燕. 1989. 溫度、光度與礦物養分對黛粉葉繁殖、生長與室內觀賞壽命之影響. 國立台灣大學園藝學研究所碩士論文.
- 林金和、林重宏、林信山. 1989. 桃半成熟枝扦插繁殖. 中國園藝 35(2):132-137.
- 林金和、林重宏、王麗華、陳美惠. 1990. 桃嫩(芽)梢扦插繁殖. 中國園藝 36(1):29-34.

- 林金和、林信山、李伶燕. 1989. 桃半成熟枝及成熟枝扦插繁殖. 中國園藝 35(1):20-28.
- 林讚標、鍾永立、楊武俊、胡大維. 1980. 台灣杉種子發芽研究. 中國文化大學森林年刊第 5 期 P.7-15.
- 高景輝、湯文通. 1977. 種子之生理. 科學農業 25 (5-6) :165-169.
- 陳文恭、蔡清彥. 1984. 陽明山國家公園之氣候. 內政部營建署印製. 26-44頁.
- 馬溯軒、許圳塗. 1988. 植物再生與繁殖及改良. 園藝作物組織培養之應用研討會專輯 1-18頁.
- 黃怡菁. 1985. 琴葉榕之組織培養繁殖及體胚發生. 國立臺灣大學園藝學研究所碩士論文. 72頁.
- 黃淑芳. 1985. 臺灣水韭的胚胎發育. 國立臺灣大學植物研究所博士論文. 185 頁.
- 黃增泉、蔡淑華、陳尊賢、黃淑芳、楊國禎、陳香君. 1988. 夢幻湖植物生態系之調查研究. 內政部營建署陽明山國家公園管理處.
- 黃增泉、謝長富、楊國禎、湯惟新. 1983. 陽明山國家公園植物生態景觀資源. 內政部營建署陽明山國家公園管理處印製.
- 許聰耀. 1985. 柑橘側芽培養與莖頂微體嫁接. 臺灣大學園藝系研究所碩士論文.
- 許博行、張峻德. 1984. 台灣紅豆杉插條繁殖試驗(I). 國立中興大

學農學院實驗林研究報告 (5):39-44.

郭幸榮、林季櫻. 1986. 林木之插條繁殖. 台灣林業 12(6):14-22.

張惠珠、徐國士. 1977. 鴨池中的台灣水韭及其伴生植物. 中華林學季刊. 10(2):138-141.

賴明洲. 1991. 台灣地區植物紅皮書. 行政院農業委員會 八十年生態研究第 12 號.

湛克終譯. 1976. 園藝植物營養繁殖之最新技術. 台灣商務印書館. 472 Pp.

謝長富、黃增泉、楊國禎、謝宗欣. 1990. 陽明山國家公園稀有植物族群生態調查. 內政部營建署陽明山國家公園管理處. 38頁.

鐘永立、林讚標、楊武俊、胡大維. 1980. 光期與溫度變化對香杉種子發芽之效應. 林學季刊 13(4):117-127.

Ammirato, P. V. 1977. Hormonal control of somatic embryo development from cultured cells of caraway. *Plant Physiol.* 59:579-586.

Banko, E., and Smith, L. L., 1985. Micropropagation of Hosta tsushimensis. *HortScience* 20/3/1:540.

Bapat, V. A., M. Mhatre, and P. S. Rao. 1987. Propagation of Morus indica L. (Mulberry) by encapsulated shoot buds. *Plant Cell Reports* 6:393-395.

Barr, W. and H. Pellett. 1972. Effect of soil temperature on growth and development of some woody plants. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 97:632-635

- Carpenter, W., E. N. Hansen, and W. H. Carlson. 1973. Medium temperature effects on geranium and poinsettia root initiation and elongation. J. Amer. Soc. Hort. Sci 98:64-66.
- Cooper, P. A. 1987. Advances in the micro-propagation of avocado. Acta Horticulturae 212:571-576.
- Davies, F. T., Jr. and Moser, B. C. 1980. Stimulation of bud and shoot development of Rieger begonia leaf cuttings with cytokinins. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 105:27-30.
- Davies, F. T., Jr. and J. N. Joiner. 1980. Growth regulator effects on adventitious root formation in leaf bud cuttings of juvenile and mature Ficus pumila. J. Amer. Soc. Hort. Sci., 105:91-95.
- Davies, F. T., Jr. and J. N. Joiner. 1978. Adventitious root formation in three cutting types of Ficus pumila L. Proc. Inter. Plant Prop. Soc., 28:306-313.
- Djavanshis K. & H. Pourbeik 1976. Germination value-a new formula, Silvae Genetica 25(2):79-83.
- Douglas, G.E. and E. Sheffield. 1990. A new technique for the culture of fern gametophytes. Plant Cell Reports 8:632-634.
- Finkelestein, R. R. and M. L. Crouch. 1987. Hormonal and osmotic effect on developmental potential of maturing rapeseed. HortScience 22:796-800.

Gray, D. J. 1987. Quiescence in monocotyledonous and dicotyledonous somatic embryos induced by dehydration. HortScience 22:810-814.

Girourd, R. M. 1973. Propagation of Spruce by stem cuttings. N. Z. J. For Sci. 4(2):140-149.

Grzesik, M. Rudnicki, R. M. 1985 a. The use of growth regulators in nursery production of woody ornamental plants. Application of growth regulators for growth habit control of woody ornamental plants. Acta Horticulturae 167:401-415.

Grzesik, M. Rudnicki, R. M. 1985 b. The use of growth regulators in nursery production of woody ornamental plants. The effects of growth regulators on the branching of some woody ornamental plants. Acta Horticulturae 167:417-422.

Gur, A., A. Altman., R. Stern. and B. Wolowitz. 1986. Improving rooting and survival of softwood peach cuttings. Scientia Horticulturae 30:97-108.

Haccius, B. 1978. Question of unicellular origin of non-zygotic embryos in callus cultures. Phytomorphology 78:74-81.

Hartmann, H. T., D. E. Kester. and F. T. Davis, Jr. 1990. Plant Propagation, Principles and Practices. 15th ed. 647 Pp. Anatomical and physiological basis of propagation by cuttings. pp.119-304. Prentice-Hall International, Inc.

Hartmann, H. T. and Kester, D. E. 1985. propagation de plants, principiosy practica. C. E. C. S. A. Mexico:273-346.

- Hinesley, L. E. and Blazick, F. A., 1981. Influence of postseverance treatments on the rooting capacity of Fraser fir stem cuttings. Can. J. For. Res. 11:316-323.
- Howard, B. H. 1985. The contribution to rooting in leafless winter plum cuttings of IBA applied to the epidermis. J. of Hort. Sci. 60:153-159.
- Kiang, Y. T. Rogers, O. M. and Pike, R. B. 1973. Vegetative propagation of eastern white pine by cuttings. N. Z. J. For. Sci. 4(2):153-160.
- Labokas J. and P. Budriuniene. 1989. Vegetative propagation of Lingonberry. Acta Horticulturae 241:270-272.
- Lang, A. 1970. Gibberellins: structure and metabolism. Ann. Rev. Plant Physiol. 21:537-570.
- Little, C. H. 1985. Increasing lateral shoot production in balsam fir Christmas trees with cytokinin application. HortScience 20:713-714.
- Lloyd, G. and B. McCown. 1980. Commercially feasible micropropagation of mountain laurel, Kalmia latifolia, by use of shoot tip culture. Pro. Inter. Plant Prop. Soc. 30:421-427.
- Loach, K., 1987. Characterisation of optimal environments for rooting leafy cuttings. Acta Horticulturae. (Symposium on propagation of Ornamental Plants, Geisenheim, 1987).

- Mulgrew, S. M. and Williams, D. J. 1985. Effects of benzyladenine on the promotion of bud development and branching of Picea pungens. HortScience 20:380-381
- Murashige, T. and F. Skoog. 1962. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue culture. Physiol. Plant. 15:473-497.
- Nemeth, G. 1986. Induction of rooting. In: Biotechnology in Agriculture and Forest, J. B.S. Bajaj, ed. Vol. 1: Trees I, 49-64.
- Norton, M. E. and Norton, C. R. 1986. An alternative to in vitro propagation axillary shoot enhancement on whole plants. J. hort. Sci. 61:423-427.
- Okie, W. R. 1984. Rapid multiplication of peach seedlings by herbaceous stem cuttings. HortScience 19:249-251.
- Papachatz, M., Hammer, P. A., and Hasegawa, P. M. 1981. In vitro propagation of Hosta decorata cv. Thomas Hogg using cultured shoot tips. J. Amer., Sco. Hort. Sci. 106:232-236.
- Pierik, R. L. M., Steegmans, H. H. M., and Molenberg, H., 1986. Vegetative propagation of Syringa vulgaris L. in vitro. Abstr. Congress Plant Tissue and Cell Culture 6:434.
- Richards, D. R. 1980. Root-shoot interactions: effects of cytokinin applied to the root and/or shoot of apple seedlings. Scientia Hort. 12:143-152.

Richardson, S. D. 1958. The physiology of forest trees. K. V. Thimann, Ed. The Ronald Press Co. New York:409-425.

Scalabrelli, G. and G. A. Couvillon. 1986. The interaction between IBA treatment and other factors in rooting and establishment of peach hardwood cuttings. *Acta Horticulturae* 179:855-862.

Semeniuk, P., and Griesback, R. J. 1985. Bud application of BA induced branching of a non-branching poinsettia. *HortScience* 20:120-121.

Sen, S. M. and G. A. Couvillon. 1983. Factors affecting survival of "in field", rooted hardwood peach cuttings. *HortScience* 18:324-325.

Spethmann, W. and A. Hamzah. 1988. Growth hormone induced root system types in cuttings of some broad leaved tree species. *Acta Horticulturae* 226:601-605.

Thimann, K. V., and Delisle, A. L., 1942. Notes on the rooting of some conifers from cuttings. *J. Anhold Arb.* 23:103-109.

Thorpe, T. A. 1977. Developmental and physiological studies on root formation in cuttings of Pinus radiata. symposium in Uppsala. Sweden. The Swedish University of Agricultural Sciences.

Trigiano, R. N., R. M. Beaty, and T. Dietrich. 1990. Somatic embryogenesis and plantlet regeneration in Cornus florida. *Plant Cell Reports* 8:270-273

Vieitez, E., and Pena, J., 1968. Seasonal rhythm of rooting of Salix atrocinerea cutting. *Physiol. Plant.* 2:544-555.

Wang, Y. T. 1987. Effect of warm medium, light intensity, BA. and parent leaf on propagation of golden pothos. *HortScience* 22:597-599.

Wilson, M. R. and T. A. Nell. 1983. Foliar applications of BA increase branching of 'Welkeri' *Dieffenbachia*. *Hort Science* 18(4):447-448.

Ziv, M. and Halevy, A. H. 1983. Control of Oxidative Browning and in vitro Propagation of Strelitzia reginae. *HortScience* 18:434-436.

附錄一. MS、WPM 基本鹽類及有機物組成

Components (mg/l)	MS	WPM
Macroelements		
KNO ₃	1900	-
Ca(NO ₃) ₂ ·4H ₂ O	-	556
NH ₄ NO ₃	1650	400
KH ₂ PO ₄	170	170
CaCl ₂ ·2H ₂ O	440	96
MgSO ₄ ·7H ₂ O	370	370
K ₂ SO ₄	-	990
Microelements		
FeSO ₄ ·7H ₂ O	27.8	27.8
Na ₂ EDTA	37.3	37.3
MnSO ₄ ·4H ₂ O	22.3	-
ZnSO ₄ ·7H ₂ O	8.6	8.6
H ₃ BO ₃	6.2	6.2
KI	0.83	-
CuSO ₄ ·5H ₂ O	0.025	0.25
Na ₂ MoO ₄ ·2H ₂ O	0.25	0.25
CoC ₁₂ ·6H ₂ O	0.025	-
Organic compounds		
Inositol	100.0	100.0
Nicotinic acid	0.5	0.5
Pyridoxine.HCl	0.5	0.5
Thiamine.HCl	1.0	1.0
Glycine	2.0	2.0

MS : Murashige and Skoog, 1962

WPM : Lloyd and McCown, 1980

統一編號

02254810026

陽明山國家公園

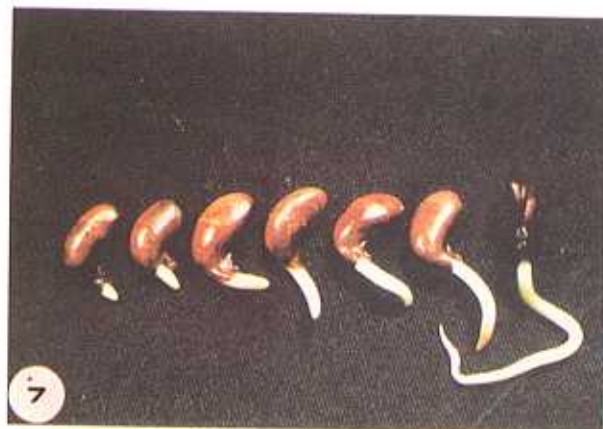


圖 9：四個月大之台灣島槐實生苗。

圖 10：比較不同扦插介質對台灣島槐插穗發根之影響。

圖 11：不同BA濃度對去頂後之二～三年生台灣島槐實生苗萌芽數目之影響。

圖 12：台灣島槐硬木扦插之發根情形。

圖 13：利用高壓繁殖之台灣島槐苗，經過環剝加IBA 1000 ppm粉劑處理 1個月後，環剝部位所長出之根已密佈整團水苔。

圖 14：台灣島槐利用4~7mm長之單節莖段作培植體，於含BA（濃度 2 mg/l）之 WPM培養基中所產生的叢生枝。

圖 15：組織培養所得之台灣島槐枝條，利用添加0~4 mg/l IBA 之WPM培養基，經一個月左右皆可順利誘導發根。

圖 16：應用組織培養技術繁殖之台灣島槐瓶苗。

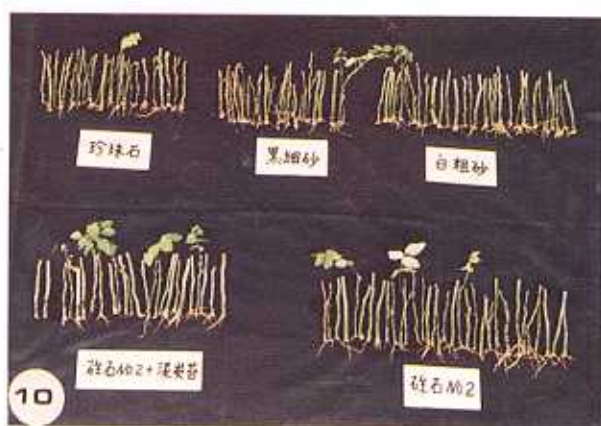


圖17：鐘萼木母樹之基部易因倒伏而長出分枝造成多幹之型態。

圖18：鐘萼木於12月下旬花芽苞片開裂露出花序開始發育之情形，約三個月後即可陸續開花。

圖19：鐘萼木之花朵盛開情形（四月中旬）。

圖20：鐘萼木之花朵近照，雌雄同花，具五花瓣，粉紅色，花型大，頗具觀賞價值。

圖21：鐘萼木之果實為木質化蒴果，呈橢圓球狀，著生稀疏。通常每花序著生4~8個果實左右。

圖22：鐘萼木之果實易裂開成三瓣，每果內含種子約1~6枚。種子外層具紅橙色假種皮。

圖23：利用白菜種子發芽試驗，檢定鐘萼木假種皮水溶液抑制發芽之效果，對照組只添加去離子水。

圖24：鐘萼木經過揉洗除去假種皮及經40℃恆溫乾燥處理一週後之種子外觀。



圖25：鐘萼木種子於培養皿中在25~28℃，16小時光照條件下，約一個月左右即開始發芽，最右邊具兩片展開本葉者已發芽生長三個月。

圖26：鐘萼木種子發芽後，移植至泥炭土+蛭石+珍珠石依等體積混合之介質中，容器為方型高20公分之長黑色塑膠盆，圖中為移植後兩個月之實生苗生育情形。此時株高約十公分，有兩片本葉，有些第三本葉正在發育中。

圖27：鐘萼木之插穗利用BA處理可以促使側芽萌發。

圖28：鐘萼木之硬木插穗經IBA 1000 ppm粉劑處理後六個月於基部所形成之癒合組織。

圖29：鐘萼木具頂芽之軟本插穗以IBA 1000 ppm粉劑處理後 100天之發根情形。

圖30：鐘萼木枝條於八月施行高壓處理 250天後，環剝部位尚未見到有根誘發長出，僅產生膨大2~3公分之癒合組織。

圖31：鐘萼木切取頂芽作組織培養繁殖體於含有BA 5 mg/l 及GA 0.5 mg/l之 1/2MS培養生長之情形。

圖32：鐘萼木在含有BA 1.5~2 mg/l之 WPM培養基上所產生之叢生枝，有些枝條基部並形成白色膨鬆癒合組織。



25



26



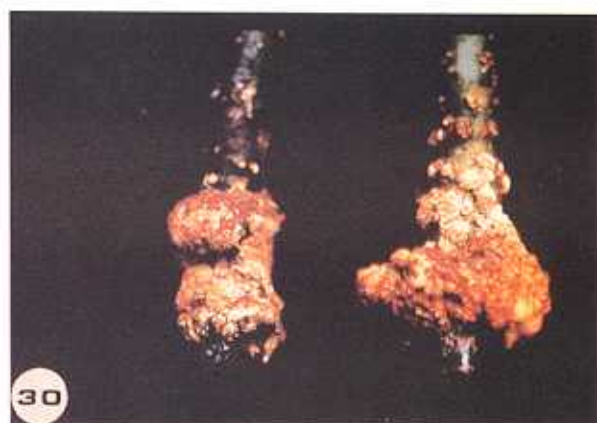
27



28



29



30



31

鐘 葛 木 頂 芽

Culture = 81. 10. 13
photo = 81. 12. 15



32

圖33：由鐘萼木組織培養所得叢生枝之枝條於含不同濃度之 Sucrose (2~6%) NAA (1~2 mg/l)及 IBA (2~4 mg/l) WPM培養基瓶中誘導發根之情形。

圖34：由鐘萼木組織培養所得叢生枝之枝條於含有 NAA (1 mg/l) 之 WPM 培養基中經 15 天後首先長出 1公分之白色細根。

圖35：四照花母樹於 1月下旬葉片落盡，僅餘光禿之枝條。

圖36：四照花母樹於 5月中旬開花。

圖37：四照花開花後於 7月上旬結果實之情形。其多數葉片中間常具有類似虫癭之不明白色斑點凸出。

圖38：8 月中旬採獲之四照花果實，左邊緣色者為未熟果，右邊黃橙色者為成熟果。較大之果實直徑可達 2公分。

圖39：四照花果實及種子的外觀。果實表面有柱狀突起，種子長度在 0.6~0.8公分左右。

圖40：四照花之果實結實率偏低，約僅三成左右，右側兩粒果實內含種子外型較飽滿，左側兩粒果實則內部中空無種子。內含種子者多半為一粒，少數含兩粒呈並連狀。

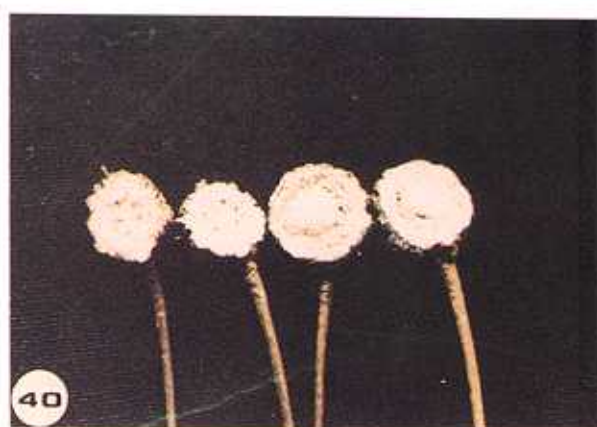
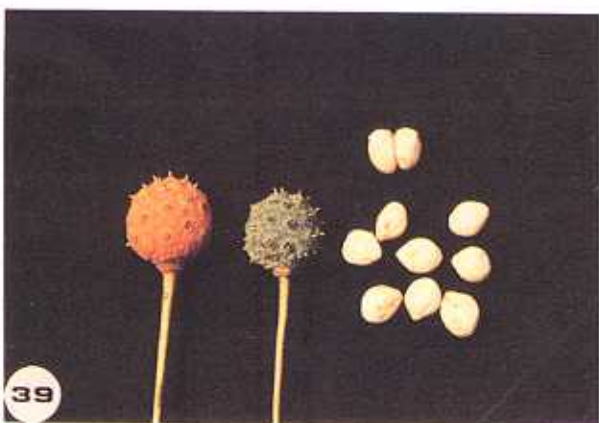
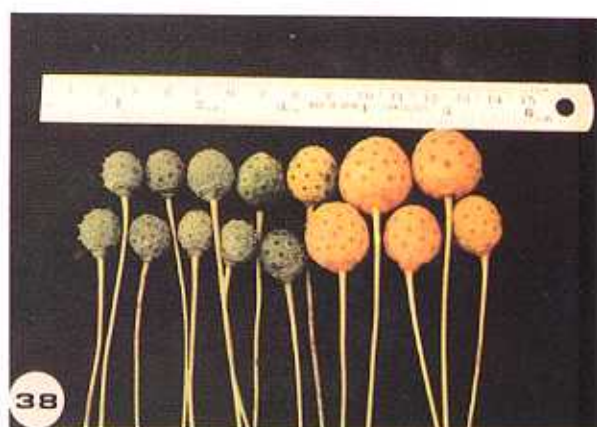
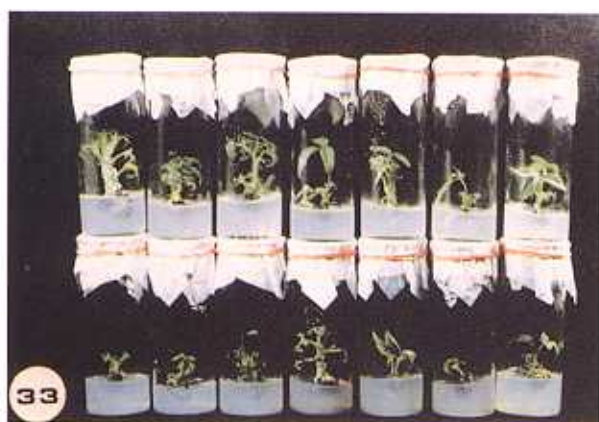


圖41：於 1月下旬落葉期間採回之四照花枝條，基部插於水中經一個月後，開始冒出花芽及葉芽生長之情形。可供作組織培養較乾淨的植物材料來源。

圖42：於扦插箱中一個月後，有半數以上之四照花硬木插穗開始長出新葉來。

圖43：四照花於八月以 IBA 500 ppm 粉劑處理72天後發根之軟木（綠枝）插穗，通常葉片留存者較無葉者發根數較多。

圖44：四照花硬木扦插在蛭石 2 號中五個月之插穗發根情形。

圖45：四照花軟木扦插存活後之插穗移植至 3寸白色塑膠盆中，內盛泥炭土加蛭石，珍珠石等體積之介質，於溫室中行一般栽培管理。

圖46：四照花軟木扦插存活後之插穗經種植後五個月之根部生長情形。

圖47：以 IBA 1000 ppm粉劑高壓處理七個半月後切離母樹之四照花枝條，右側三枝為已發根者，左側三枝僅見癒合組織及類似白色根源體之形成。

圖48：利用四照花枝條長出之新葉芽生長點，於含 2,4-D(4 mg/l)+BA(4 mg/l)之MS培養基培養14天後，再移至含NAA (2 mg/l)及BA(2 mg/l)，另加少量活性炭之MS培養基中，14天所誘導出之癒合組織。(X40)

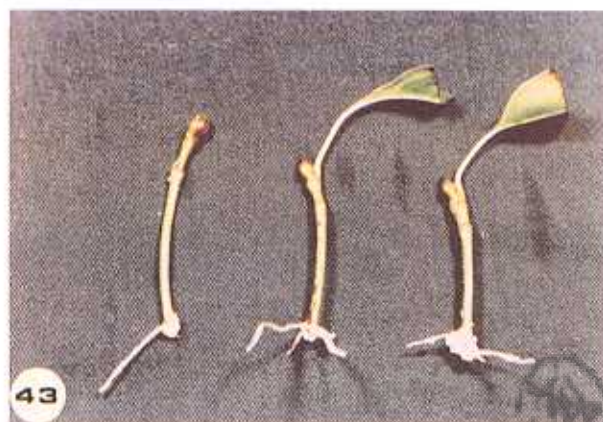
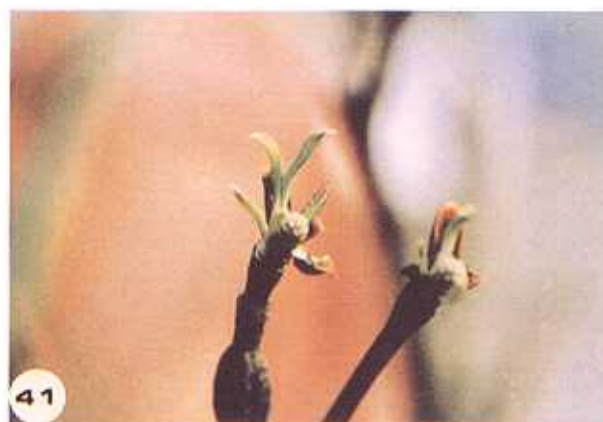


圖49：置於室外水泥地水箱中栽培的台灣水韭生長情形。

圖50：置於室內水族箱中栽培的台灣水韭生長情形。

圖51：室外水箱中栽培 8個月後之台灣水韭（尺的全長為30公分）。

圖52：台灣水韭成年植株葉片基部所著生之孢子囊，未成熟時為白色，開始成熟後轉呈灰色至褐色。大、小孢子囊之區別為具明顯可數顆粒者為含大孢子，如左數第 1，3，4，5，6葉，若內部如細粉狀分不出顆粒者，則含小孢子。如左數第 2葉。

圖53：將成熟之大、小孢子混合後40天，交配發育所得之台灣水韭小苗具一根一葉，葉長0.5~0.7公分，有些小苗第二葉剛要開始長出，葉與根中間仍殘留有大孢子壁與雌配子體之組織。

圖54：台灣水韭生長85天之小苗，其發芽及發育生長情形不甚整齊一致。

圖55：將夢幻湖中土壤取回平鋪於淺盤中，持續灑水三個月後，即見開始長出夢幻湖中數種水生植物之幼苗，如：水韭，銀蓮花、浮蘆等。照片中為七個月後之生長情形。此為最簡單之水韭繁殖法。

圖56：利用分株繁殖法分切球莖一個月後之台灣水韭再生情形。

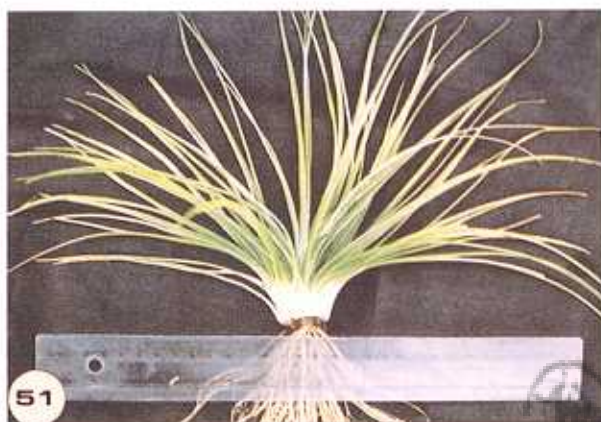


圖57：夢幻湖中之七星山穀精草植株外觀（七月上旬）。

圖58：取七星山穀精草基頂分生組織 2mm，置於含kinetin (4 mg/l) 之MS培養基中一個月所產生之癒合組織及叢生芽。

圖59：七星山穀精草癒合組織經分瓶繼代培養後繼續產生叢生芽體。

圖60：七星山穀精草叢生芽經繼代培養約二週後，部份芽體開始向上長出葉片及向下長出少數鬚根。

圖61：七星山穀精草在瓶中誘導發根時。在含IBA (2 mg/l, 4 mg/l) 或不含任何生長素之MS培養基 一週，皆可正常長出根來。

圖62：移出瓶外分株準備種植之七星山穀精草組織培養苗。在發根培養基上一個月後，平均每個3×8cm平底試管可獲得40株以上之幼苗。

圖63：大量繁殖之七星山穀精草組織培養瓶苗。

圖64：將七星山穀精草瓶苗作液體繼代培養研究，於MS液體培養基中不加任何生長素，比較不同含糖量對生長之影響。50天後如照片所顯示，左瓶為 Sucrose 3% 植株生長健壯良好，中間瓶為 Sucrose 4.5% 植株生長不佳，右瓶為 Sucrose 6%，不僅生長最差，甚至呈停頓狀態。

