

台灣省林務局保育研究系列 83-20 號

烏來杜鵑復育之研究—扦插繁殖之探討

Studies on the Restoration of Kanehirai Azalea

(*Rhododendron kanehirai* Wils.)

----Stock Production with Rooted Cuttings



計劃主持人：臺大森林系 郭幸榮
協助人員：臺大森林系 劉興旺
沈介文

主辦機關：台灣省農林廳林務局
執行機關：國立台灣大學森林學系

中華民國八十四年二月

【摘要】

烏來杜鵑於翡翠水庫蓄水後失去了原生育地，若未加強繁殖與保護，或有滅絕的危機。本研究的主旨即以扦插繁殖法，在簡易塑膠蔭棚下進行繁殖，以比較(1)軟木、半硬木、硬木三種插穗何者最佳，即以何時採穗最適宜；(2)何種插穗介質較佳，插條床添加土壤究有何效應；(3)生長介質 pH 值之影響為何，以提供未來選擇生育地之參考；(4)插穗之含糖量是否影響成活率。經一年的研究，獲得下列結果，可供未來繁殖之參考採行，(1)以半硬木插穗的成活率最高，達 86.7%；(2)隧道式簡易蔭棚即可行扦插繁殖；(3)人工混合生長介質填加體積比 5 分之 1 的土壤對生活率及初期生長沒有影響；(4)不同來源的母株因生長恢復期不一樣，致最適採穗期不同，成活率也受影響；(5)硬木期插穗含有較多的花芽，唯因影響不定根生長之形成，成活率較低，成活者花芽則不萌放而枯死；(6)生長介質之 pH 值介於 4.5 至 5.5 最適宜生長；(7)插穗的可溶糖含量與成活率之間關係不顯著。

Summary

Kanehirai azalea (*Rhododendron kanehirai* Wilson) has lost its native habitat since Feitsui reservoir stored water. If not properly propagated and protected, this beautiful azalea may become extinct. In order to find out (1) When is the optimal time to obtain cuttings? Which are the best cuttings? Softwood, semi-hardwood, or hardwood cuttings? (2) What kind of medium is better for rooting? Is there any effect to add soils to the medium? (3) What are the effects of medium pH? and (4) If the sugar content of cuttings affect the survival percentage? The results of experiment showed that (1) semi-hardwood cuttings have the highest survival percentage-86.7% ; (2) simple tunnel-style polyethylene shelter is good enough for rooting cuttings ; (3) medium mixed with soil (5:1 by volume) has no effects on the survival percentage and early growth of cuttings ; (4) the bud bursting of cuttings in Spring from different sources are not the same, hence the optimal time to obtain cuttings is also different and the survival percentage is affected ; (5) hardwood cuttings also have reproductive buds but less adventitious roots and, therefore, the survival of cuttings is poor ; (6) medium with pH 4.5-5.5 is optimal for growing cuttings ; and (7) the soluble sugar content of cuttings has no significant effects on survival percentage.

烏來杜鵑復育之研究—扦插繁殖之探討

壹、前言

烏來杜鵑 (*Rhododendron kanehirai* Wilson) 原分佈於台灣北部鷺鷥潭、乾溝等北勢溪沿岸，翡翠水庫蓄水後，原生育地因淹沒在水面 (海拔 170m) 之下而消失，致無法得到烏來杜鵑野外實際生長資料 (曾 1994)。目前雖有若干經扦插繁殖的植株分散於苗圃或庭園 (林、應，1993)，唯已屬稀有 (農委會，1990；台灣特有生物研保中心，1993；曾 1994))，若未加強繁殖與保護，或有滅絕的危機。

杜鵑類植物適生於酸性土壤 (馬等，1989；Lamb *et al.*, 1985)，及陰涼、潮濕的環境 (馬等，1989)，且可經種子繁衍後代 (台北市公園路燈管理處，1976)，推測烏來杜鵑於台灣北部地區原來應有較寬廣的分佈範圍。唯實際上並非如此，據林及應 (1993) 二氏之勘察，目前尚未發現任何原生之植株，其原因或因原生地受開墾之破壞，致原生族群逐漸縮小，遺傳差異也隨之日小，近親繁殖的機率較高 (Ehrlich, 1988)，種子發芽率低 (林、應，1993)，如此惡性循環，導致原生地僅限於北勢溪沿岸，以致於被水庫淹沒。

利用組織培養及扦插法可增殖杜鵑類之植株 (馬等，1989；林、應，1993；Lamb *et al.*, 1985；Briggs *et al.*, 1988；Economou *et al.*, 1988)，唯目前以扦插較普遍採用 (Goreau, 1980；Lamb *et al.*, 1985)。扦插繁殖時，可採取軟枝 (softwood cutting)、半硬枝 (semi-hardwood cutting) 或硬枝 (hardwood cutting)，效果因植物種 (species) 而異 (Lamb *et al.*, 1985)。林與應 (1993) 二氏的研究結果指出，烏來杜鵑的 1 至 3 年生插穗對繁殖的發根率影響不顯著，但不定根長度以 1 年生的枝條較 2 年生或 3 年生者為佳。該試驗也指出春天採穗較為理想，惜未指出確切的月份及比較其他月份的插穗是否有不同的表現。

已有多位學者指出，插穗的遺傳性狀（ Haissig and Riemenschneider, 1988 ）及生理狀況對插穗的成活及生長具有顯著影響，如光合速率(Davis, 1988)、碳水化合物含量(Veierskov, 1988)、水分及養分狀況(Loach, 1988；Blazich, 1988a；Green and Hershey, 1990)、生長激素(Blazich, 1988b)等因子即是。尤以生長激素、光合作用、碳水化合物的影響，研究成果較為豐碩(陳等, 1992；郭、林, 1986；Lamb *et al.*, 1985)。林與應(1993)亦嘗試以 IBA 高濃度浸漬法處理插穗基部，唯未處理者已具有很高的發根率，致以 IBA 處理對提高成活率的意義不大，但對爾後的生長是否有影響則未有明確報告。

扦插繁殖所使用的生長介質及灌溉系統對水分的供應、插穗的呼吸及蒸散作用有相當顯著的影響，進而影響插穗的成活率及爾後的生長，杜鵑類也有相類似的反應，當生長介質中加入保水劑或於苗床裝設噴霧系統，將可有效提高插穗成活率，尤其配合以 IBA 處理插穗基部，效果更為理想（ Choong, 1981；Banko, 1984 ）。

本研究乃欲探討烏來杜鵑行扦插繁殖時，(1)軟木、半硬木、硬木三種插穗何者最佳，即以何時採穗最適宜；(2)何種扦插介質較佳，若於扦插床添加土壤，是否會影響扦插效果及爾後之生長；(3)生長介質 pH 值之影響，以提供未來選擇生育地之參考；(4)插穗之含糖量是否會影響成活率，以供選擇插穗之參考；及(5)苗圃簡易設施是否可有效進行扦插繁殖。

貳、材料與方法

一、不同來源插穗之比較

插穗來源共有五處，每處氣候、土壤條件及植株狀況不一樣，所以新芽綻放及生長成穗的日期也不一致，採穗日期因而也不同，分別為：

(一) 陽明山花卉中心第一栽培區，採穗日期四月一日。

- (二) 陽明山花卉中心第二栽培區，採穗日期四月二十日。
- (三) 陽明山公園停車場，採穗日期四月一日。
- (四) 翡翠水庫辦公室前花園，採穗日期三月十日。
- (五) 林業試驗所生物系，採穗日期五月十八日。

各採穗之植株皆於試驗前請台大森林學系應紹舜教授就形態特徵予以鑑定，認為是烏來杜鵑方採用，若有疑慮一律剔除。

本項試驗採完全逢機設計，各插穗來源皆重複三次，每重複 20 支插穗。插穗乃採取當年生之新枝，致上半段都還呈現柔嫩狀態，新葉尚未完成長成，下半段則較硬化，但仍然成黃綠色，屬於所謂軟木插穗。插穗長度約 15cm，剪取後立即用溼水草包裹基部，避免乾燥，且於扦插前剪除頂芽、側芽及插穗基部三分之一上之葉片。扦插介質為泥炭土：蛭石：珍珠石（體積比為 1:1:1）混合物，容器為 9 × 15cm 的塑膠圓鉢，每鉢 1 插穗。

扦插完成後，置放於台大農場之苗床，上方架設高度約 120cm 之隧道式黑色塑膠網，遮蔭率為 60 % 以減少光照，網上再覆蓋一層透明塑膠布以維持空氣相對濕度。但為了避免溫度擴散不易，於苗床兩側皆將塑膠布掀高距離地面約 50cm，以利空氣流通，架設法示於圖 1。

灌溉系統採用定時間歇式噴霧法，自早上五點至下午六點噴水，詳列於表 1。至九月下旬，陽光強度減弱溫度下降後，改採每天上下午各噴水一次，每次五分鐘。

表 1 扦插床噴水時間之設定

期 間	噴水設定
四~六月	每三分鐘噴 1 秒
七 月	每十五分鐘噴十秒
八 月	每三十分鐘噴三十秒
九 月	每一小時噴三十秒

二、不同硬化度插穗之比較

上述 5 個來源之植株及大小差異甚巨，未能於各來源皆能採取足夠數量之插穗以進行本項試驗，故僅就陽明山花卉中心第二栽培區採取插穗。

本試驗分成四月二十日採取之軟木插穗、六月二十二日採取之半硬木插穗及九月七日已硬化之硬木插穗三種，每種插穗各重複 3 次，每重複 20 支，採完全隨機設計。插穗處理、苗床設置及管理與上述試驗一相同。

三、不同介質對扦插成果之比較

本項試驗也受材料來源限制，僅以五月四日採自翡翠水庫之半硬木插穗進行試驗，扦插介質有三種，分別為：

(一) 泥炭土：蛭石：珍珠石 = 2 : 1 : 1 (體積比)。

(二) 泥炭土：蛭石：珍珠石：林地土壤 = 3 : 2 : 2 : 1 (體積比)。

(三) 泥炭土：蛭石：珍珠石：林地土壤 = 2 : 1 : 1 : 1 (體積比)。

每種介質各有三重複，每重複 20 支插穗。插穗處理、苗床設置及管理與上述試驗一相同。

四、介質酸度對扦插苗生長之影響

將上述試驗一所得已發根成活之扦插苗於十月八日移植於不同 pH 值之土壤。土壤來自北新庄之酸性表土，使用前先混合泥炭土，比例為土壤／泥炭土 = 3/1 (v/v)，以增加有機質含量，pH 值則以 CaCO_3 調整至 4.5、5.5、6.1、6.4，經二星期後於十月八日將上述試驗一所成活之插穗移入。移植當天及十二月十二日測定最長之新枝長度，相減後為試驗期間之實際生長量。

五、不同時期插穗可溶糖及澱粉含量之比較

因為陽明山花卉中心第二栽培區所採取之三次插穗不足以從中取出足夠的插穗樣本以供分析可溶糖含量，故另從翡翠水庫植株於三月十日、五月四日、及九月六日所採之當年生枝條各 20 支，分成葉、枝條上半段及下半段等三部份，

於 105 °C 烘乾至恆重後磨成粉末，每樣本採取 0.5g，以劉與郭（1992）所用之方法分析可溶糖含量。

參、結果及討論

一、不同來源插穗之比較

自五個不同來源所採取之插穗，成活數列於表 2。由本表可知除了採自翡翠水庫者外，其他四個來源間差異不顯著。究其原因，係翡翠水庫之植株，新芽綻放較早，且生長迅速，故於三月十日即可採得長度 15cm 的插穗，是時尚很柔嫩，雖於扦插時剪除新生長之梢尖部位，但仍於扦插後短時間內即因失水致大部份的插穗凋萎，終至死亡。其他來源則因新芽生長較晚且緩慢，達到採穗之長度時較為硬化，致插穗較能抵抗失水而有較高的成活率。自此結果觀之，烏來杜鵑之扦插繁殖應非受其來源之影響，但受插穗的軟硬度影響可能更為顯著，下述試驗二、三之結果可為佐證。但曾（1994）卻指出，元月所採之插穗，經扦插半年後存活率僅 47.6%，然經以 200ppm 之 NAA 處理之插穗，存活率可高達 88.7%。

表 2 各來源插穗之成活數及最長新生枝條長度

來源	花卉(I)	花卉(II)	陽明山	林試所	翡翠水庫	F 值
成活插穗 (支)	16.7	16.7	15.3	14.7	6.0	
成活率 (%)	83.3 ^a	83.3 ^a	76.7 ^a	73.3 ^a	30.0 ^b	21.4 ^{**}
新枝長度	25.0 ^a	21.4 ^{ab}	18.1 ^{bc}	11.6 ^c	15.5 ^c	16.8 ^{**}

1. 各來源皆含三重複，每重複 20 支插穗。
2. 新枝長度係以每插穗所生長之新枝條中最長者予以平均。
3. **表示 F 值極顯著 ($p < 0.01$)，成活率之變方分析先經角度值轉換。

至於插穗所生長之新枝條長度，就其中最長者相互比較，可知與成活插穗數，並不完全一致（表 2）。生長最優者仍然為採自陽明山花卉中心第一區

者，花卉中心第二區者略遜，唯二者之差異未達顯著水準。生長最劣者為採自林試所者，雖經過一生長季，最長枝條僅生長 11.6cm，未及源自陽明山花卉中心者(25cm)之一半。若將採自翡翠水庫之插穗因柔嫩略而不計，則新枝長度優劣序列與成活率之高低吻合，即成活率較高者生長也較佳。不過因採自林試所者扦插時期較晚，且烏來杜鵑目前尚殘存者相當有限，未能有更多之來源以資比較，致成活率與生長量吻合之現象是共伴趨勢，還是巧合則不明瞭。

二、不同硬化度插穗成果之比較

本項研究主要目的係探討烏來杜鵑施行扦插繁殖之最適時期，就陽明山花卉中心第二栽培區於四月二十日、六月二十二日、及九月七日三時期所採取插穗之成活率，以半硬木插穗（六月二十二日採取）之成活率 86.7 % 最佳，其次為軟木插穗（四月二十日），最差者為應木插穗（九月七日），經角度轉換後所做變方分析，差異達到顯著水準，亦即若欲得理想之成活率，於晚春至初夏實施最佳；若想早日成苗，則春末新梢已半硬化即可扦插，新梢之長度明顯優於秋季扦插者（表 3）。Lamb 等（1985）曾指出，杜鵑類植物可使用軟枝、半硬枝、或硬枝插穗，效果則因植物種 (species) 而異，本研究結果獲悉烏來杜鵑可施行扦插的期間有數個月之久，最適時期可依成活率及生長量而得到最理想的抉擇。

不同硬化度扦插成活之植株，花苞之形成及數目有甚大差異，硬木插穗於翌年一月間每支平均有一個花苞，但其他二時期所採者花苞出現較晚，在一月間所有植株才有 1 至 3 個花苞，亦即硬木插穗在採取之前，芽的分化可能已完成，若干插穗僅具有花芽而缺少營養芽，致扦插後未生根或僅生少量而細小的不定根，花芽未綻放即死亡。若干插穗因含有營養芽，可形成新枝及促進不定根之形成(Blazich 1988b)，但仍未有足夠養分供花芽於翌年綻放。半硬木及軟木則因芽的形成及分化在扦插之後才進行，致利於營養芽的分化，花芽也因營養芽的生長旺盛而得以在四月間綻放。

表 3 不同硬化度插穗效果之比較

硬化度	成活插穗(支)	成活率(%)	新枝數	新枝長度(cm)
半硬木	17.3	86.7 ^a	2.7 ^{ab}	3.9 ^b
軟木	16.7	83.3 ^a	3.4 ^a	16.4 ^a
硬木	13.0	65.0 ^b	2.2 ^b	3.9 ^b

在本項試驗及上項試驗，皆另取 20 支插穗扦插在相同的介質，然後置放在生長控制箱內，箱內條件為相對濕度 90 ~ 95 %，光照時數 14 小時，光強度約 400 $\mu\text{M} / \text{m}^2 / \text{s}$ ，溫度 25/17 °C，沒有間歇噴水，但介質經常維持濕潤，發現多數插穗之幼葉先凋萎後整枝插穗枯死。故間接印證上述水分散失可能為過度柔嫩者死亡之最主要因素。

三、不同扦插介質之比較

以土壤、泥炭土 (peat moss)、蛭石 (vermiculite)、珍珠石 (perlite) 四種介質不等比例混合作成 3 種試驗介質，以五月四日採自翡翠水庫之插穗扦插結果得如表 4。本表顯示成活率最低者為 58.3 %，最高者為 75.0 %，差異雖然未達顯著水準，但卻隱示填加土壤可減少介質的大形孔隙，有利於插穗與介質之接觸，致有較高的成活率，但過高比例的土壤卻不利於排水，反而降低成活率。若就分枝數及最長新枝之生長量而言，雖然有差異存在，但也皆未達顯著水準。就上述結果觀之，本試驗所用的 3 種供試介質之間，經一生長季之後，雖有不同之效果，但差異不顯著。若存在於這三種混合介質的時間予以延長，是否會相同則未知。不過，若自育苗的角度而言，第二生長季勢必要施肥，以加速生長，則不同介質因保水能力及養分滯留能力不同，可能會有不同之結果，有待進一步探討。

另以本試驗結果與上述實驗二結果 (表 3) 比較，源自翡翠水庫之半硬木插穗之成活率 (表 4) 顯然低於源自陽明山花卉中心第二栽培區者，故不同來源

之插穗，其扦插效果可能不一致。

表 4 不同扦插介質之效應

介質	成活插穗(支)	成活率 (%)	新梢數	新梢長度
B	15.0	75.0	2.37	5.25
A	13.0	65.0	2.90	5.02
C	11.7	58.3	2.35	4.74

註： A：泥炭土：蛭石：珍珠石 = 2：1：1

B：泥炭土：蛭石：珍珠石：土壤 = 3：2：2：1

C：泥炭土：蛭石：珍珠石：土壤 = 2：1：1：1

四、介質 pH 值對插穗生長之影響

將酸性土壤混合泥炭土後，以 CaCO_3 調整 pH 值，將已成活之插穗於十月八日移入，至十二月十二日調查插穗之表現。結果顯示原已生根成活之插穗可得 100 % 之移植成活率，將插穗數較多之陽明山花卉中心第一區、第二區及停車場三來源者之新生長枝條之生長量予以比較，得知在不同來源間並無顯著差異，但不同 pH 值之效應則呈極顯著差異 ($P < 0.01$)，至於來源與 pH 值之交感效應則不顯著。

表 5 生長介質 pH 值對插穗生長之影響

pH 值	5.5	4.5	6.1	6.4
生長量	1.94 ^a	1.53 ^{ab}	0.98 ^{bc}	0.73 ^c

因 pH 值之效應極顯著，比較各 pH 值下所有來源插穗於移植後二個月間之生長量，獲悉以 pH 值 5.5 之效果最優，其次為 pH4.5 者，唯二者間差異未達

顯著水準。此結果顯示烏來杜鵑確實適宜生長於酸性至強酸性生長介質，弱酸性至微酸性介質並不適宜。林與應（1993）曾將扦插成活之插穗於原生育地復育，然而未獲理想結果，多數於一年內即死亡。就本研究結果而言，生長介質之 pH 值雖具極顯著效應，但在試驗範圍（4.5-6.4）之內，短期內皆可獲得生長，未發現死亡現象。因此，林與應二氏之試驗結果應非復育地 pH 值不適所造成，唯確切原因有待進一步研究。再進一步而言，因本研究之期間相當短，只有二個月，未來應再經一或二個以上生長季之觀察比較，方可得到較為正確訊息。

五、插穗可溶糖含量之比較

將部分插穗取出分析可溶糖含量，獲悉軟木插穗之可溶糖含量，在不同來源間差異不顯著（ $P > 0.05$ ），與上述實驗一結果相對照，可獲知烏來杜鵑軟木插穗之成活率與可溶糖含量無關，再證諸試驗二之結果，在春、夏間，新生枝條已半硬化後可得理想之成活率。因此，烏來杜鵑未來若欲行扦插繁殖，首應考慮之因子為硬化程度對成活率的影響。

若將軟木插穗（三月十日採）分成葉、莖上半段、莖下半段三部分，顯示葉子可溶糖含量 68.4ppm，高出莖上半段 24.4ppm 及下半段 26.4ppm 甚多（ $P < 0.01$ ），唯後二者間差異不顯著；但採自陽明山第二栽培區者，莖上半段 24.8ppm 卻略高於莖下半段 23.0ppm。此種不一致性原因可能在於翡翠水庫新芽生長速率較快，故可溶糖因快速耗用致含量較低。

不同時期所採插穗之可溶糖含量，因為只有翡翠水庫之樣本足供分析，其結果經變異數分析，獲悉不同時期間之差異極顯著（ $P < 0.01$ ），插穗不同部位間之差異亦極顯著，二者之交感效應則不顯著。表 6 顯示硬木插穗之可溶糖含量最高，軟木次之，但二者差異不顯著；半硬木最低，且與前二者之差異呈極顯著差異。顯示半硬木期之葉片數較多，顏色較深，葉形較完整，光合作用應已較軟木期為高，但因枝葉延伸及新葉生長大量耗用原貯存之碳水化合物，而新生產之光合產物也用於新器官之形成，故可溶糖含量最低。軟木期的可溶糖則來自其他部位所貯藏之澱粉經水解而來，在新枝條及新葉之生長期也被大量

耗用，硬木期的葉片則大都已長成，自碳水化合物的供需而言，已自匯積（sink）轉變為供源（source），可溶糖含量最高應可理解。再證諸上述軟木期插穗不同部位可溶糖含量，枝條下段較上段含量為高，可知是時可溶糖源自於其他貯藏部位，而經枝條運轉至生長旺盛部位之梢端部位以供需求，故軟木插穗含較高濃度之可溶糖應非來自新生產者，而是來自其他部位。

表 6 不同時期插穗及插穗不同部位可溶糖含量(ppm)

來源	插穗種類			插穗部位		
	硬木(3/10)	半硬木(5/10)	軟木(9/6)	葉	莖上段	莖下段
翡翠水庫	48.5 ^a	29.53 ^b	44.1 ^a	67.3 ^a	30.0 ^b	24.8 ^b
花卉中心(II)	49.0 ^b	—	41.8 ^a	80.0 ^a	32.0 ^b	26.2 ^b

插穗不同部位可溶糖含量仍然以葉部最高，為 67.3ppm，與前述軟木期之 68.4ppm 甚為近似。唯不同部位間之變化趨勢而言，莖之上段較下段之含量略高，此乃因軟、半硬、硬木平均之結果，硬木期之葉部已轉為供源，致莖上段之可溶糖含量 39.2ppm，明顯高於下段之 28.6ppm。再證諸於花卉中心第二栽培區者，也呈現相同之變化趨勢。

至於可溶糖含量與插穗成活率之間的相關性如何？因受制於樣本數量，只有翡翠水庫者具有軟木、半軟木及硬木三期的可溶糖含量及插穗成活率的完整資料，二者之間並無顯著相關。唯若將半硬木期者不予考慮，則源自翡翠水庫及陽明山第二栽培區者皆顯示含糖量較高之硬木期，成活率並不一定高於含糖量較低之軟木期。再就生長箱內插穗之成活率皆較室外塑膠網遮蔭下、定時噴霧者低劣，則可溶糖於本試驗所得之效應顯然不夠明確。

肆、結 論

1. 烏來杜鵑容易以扦插法繁殖新植株，不受母株成熟度（maturity）的影響，在五至六月間採取之半硬木插穗，未經任何生長素處理，成活率可達 86.7%。

2.以隧道式黑色塑膠網遮蔭及覆蓋透明塑膠布、間歇性噴水之簡易設施，即可提供烏來杜鵑之理想扦插環境。

3.人工混合介質排水良好，插穗的成活率高。若再混合約 1/5 的林地土壤，可減少大形孔隙，使插穗基部與介質接觸良好，又不妨礙排水，可得最理想之扦插效果。

4.不同來源的插穗成活率及新枝生長量呈現極顯著差異，除採自翡翠水庫者因太柔弱成活率不佳外，仍可達 73 % 以上（表 2），欲行扦插繁殖，可自任何來源採取較硬化之插穗。但不同來源插穗之生長量為何呈顯著差異，則原因尚不清楚。

5.插穗之不同硬化度對成活率呈顯著效應，最適宜的採穗期為新生長枝條已呈半硬木，插穗基部已轉呈黃褐色，大部分新葉已長成，即在春末即可採穗行扦插。另外，此時扦插有一生長季節之生長，故所得插穗苗較秋天扦插者為大。硬木插穗因花芽分化較早不利於不定根的形成，成活率反而較低，半硬木及軟木則花芽分化較晚，在翌年春天成活後會開花。

6.插穗苗對不同 pH 值之生長介質之反應有顯著差異，其中以 pH4.5 至 5.5 之間者最適宜生長，顯示烏來杜鵑適生於酸性至強酸性土壤，可供未來選擇復育生育地之參考。

7.插穗之可溶糖含量與生活率間關係不著，主要影響因子為插穗水分之維持能力。

伍、參考文獻：

1. 台北市政府公園路燈管理處 1976 杜鵑花的栽培。
2. 台灣省特有生物保育中心 1993 台灣特有生物名錄 pp.128。
3. 林明勇 應紹舜 1993 烏來杜鵑於原生地復育之研究 中華林學季刊 26(2)：15-38。

4. 馬溯軒 許圳塗 許洞慶 張雅君 1989 陽明山國家公園原生杜鵑復育計劃研究 中華民國自然生態保育協會。
5. 陳正豐 郭幸榮 楊政川 唐盛林 1992 插穗生理之探討 台灣林業 18(2)：10-20。
6. 郭幸榮 林季櫻 1986 林木之插條繁殖 台灣林業 12(10)：14-22。
7. 郭幸榮 劉瓊褀 1992 移植、修根及施肥對台灣杉苗木若干形態與生理性質之效應 中華林學季刊 25(1):17-320。
8. 曾彥學 1993 烏來杜鵑 自然保育季刊 2：41-43。
9. 曾彥學 1994 烏來杜鵑族群生態之研究 生物資源之調查研討會論文集 294-313。
10. 農委會 1990 台灣稀有動植物圖說 pp.125。
11. Banko, T. 1984. Medium amendment plus watering system may improve rooting. Amer. Nur. 159(10)：51-53.
12. Blazich, F.A. 1988^a. Mineral nutrition and adventitious rooting. *In*：Davis, T.D., B.E. Haissig, and N. Sankhla. (eds.). Adventitious Root Formation in Cuttings. Dioscorides Presses. Portland. pp.61-69.
13. Blazich, F.A. 1988^b. Chemicals and formulations used to promote adventitious rooting. *In*：Davis, T.D., B.E. Haissig, and N. Sankhla. (eds.). Adventitious Root Formation in Cuttings. Dioscorides Presses. Portland. pp.132-149.
14. Briggs, B.A., S.A. McCulloch, and L.A. Edick 1988. Micro-propagation of azaleas using thidiazuron. Acta Hort. 227:330-333.
15. Choong, C. 1981. Influence of high IBA concentrations on rooting. Combined Proceeding of the International Plant Propagations' Society. 31:453-460.
16. Davis, T.D. 1988. Photosynthesis during adventitious rooting. *In*：Davis, T.D., B.E. Haissig, and N. Sankhla. (eds.). Adventitious Root Formation in Cuttings. Dioscorides Presses. Portland. pp.79-87.
17. Economou, A.S., D.E. Read, and M.J. Spanoudaki. 1988. Azalea regeneration from callous culture. Acta Hort. 226:209-217.

18. Ehrlich, P.R. 1988. The loss of diversity: Causes and consequences. *In: Wilson, E.O.(ed.) Biodiversity*. National. Academy Press. Washington D.C. pp.21-50.
19. Goreau, T. 1980. Rhododendron propagation. Combined Proceedings of the International Plant Propagations' Society. 31: 453-460.
20. Green, C.E. and D.R. Hershey. 1990. Optional conditions for rooting cullings of Azalea (*Rhododendron sp.*) in solution culture. *Hortscience* 25(9):1089.
21. Haissig, B.E. 1986. Metabolic processes in adventitious rooting of cutting. *In: Jackson, M.B.(ed.) New Root Formation in Plants and Cuttings*. Martinus Nijhoff Publishers. Dordrecht.pp.141-190.
22. Haissig, B.E. and D.E.Riemenschneider. 1988. Genetic effects on adventitious rooting. *In: Davis, T.D., B.E. Haissig, and N.Sankhla(eds.) Adventitious Root Formation in Cutting*. Dioscorides Presses. Portland. pp.47-60.
23. Lamb, J.G.D., J.C.Kelly, and P.Bowbrick. 1985. Nursery stock manual. Grower Books, London.
24. Loach, K. 1988. Water relations and adventitious rooting. *In: Davis, T.D., B.E. Haissig, and N.Sankhla(eds.) Adventitious Root Formation in Cuttings*. Dioscorides Presses. Portland. pp.102-116.
25. Veierskov, B 1988. Relations between carbohydrates and adventitious root system. *In: Davis, T.D., B.E. Haissig, and N.Sankhla(eds.) Adventitious Root Formation in Cuttings*. Dioscorides Presses. Portland. pp.70-78.

圖 1. 隧道形簡易扦插床
上：外觀
下：噴霧情形



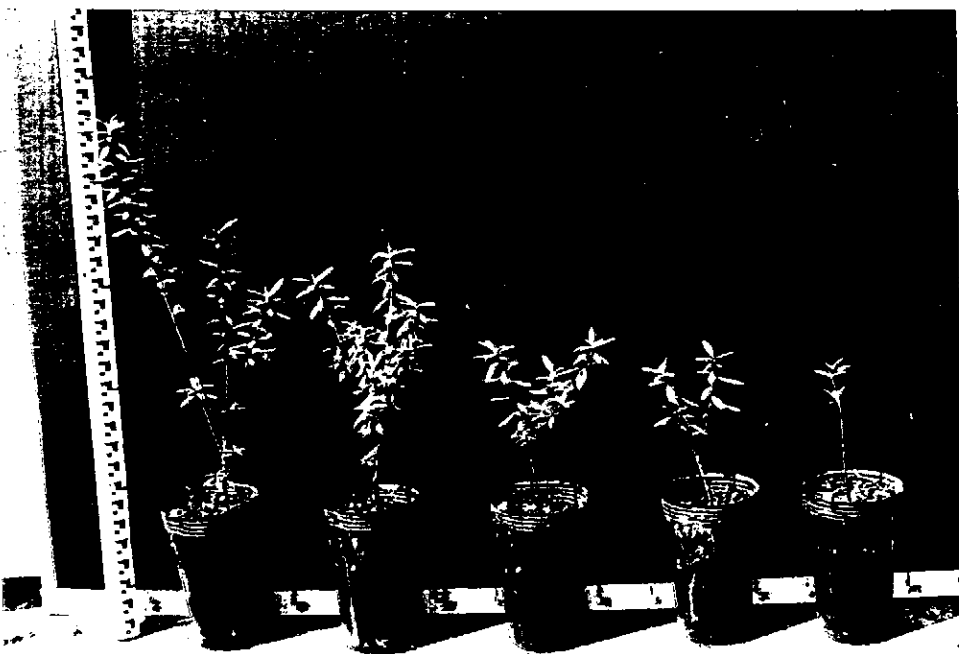
圖 2. 不同硬化度插穗
之生長情形
左：軟木
中：半硬木
右：硬木



圖 3. 不同來源插穗
之生長情形
左：林試所
右：陽明山花卉中心
第二栽培區



圖 4. 同一來源插穗生長
之差異，雖同一時
間採取，但不同插
穗間生長差異甚大



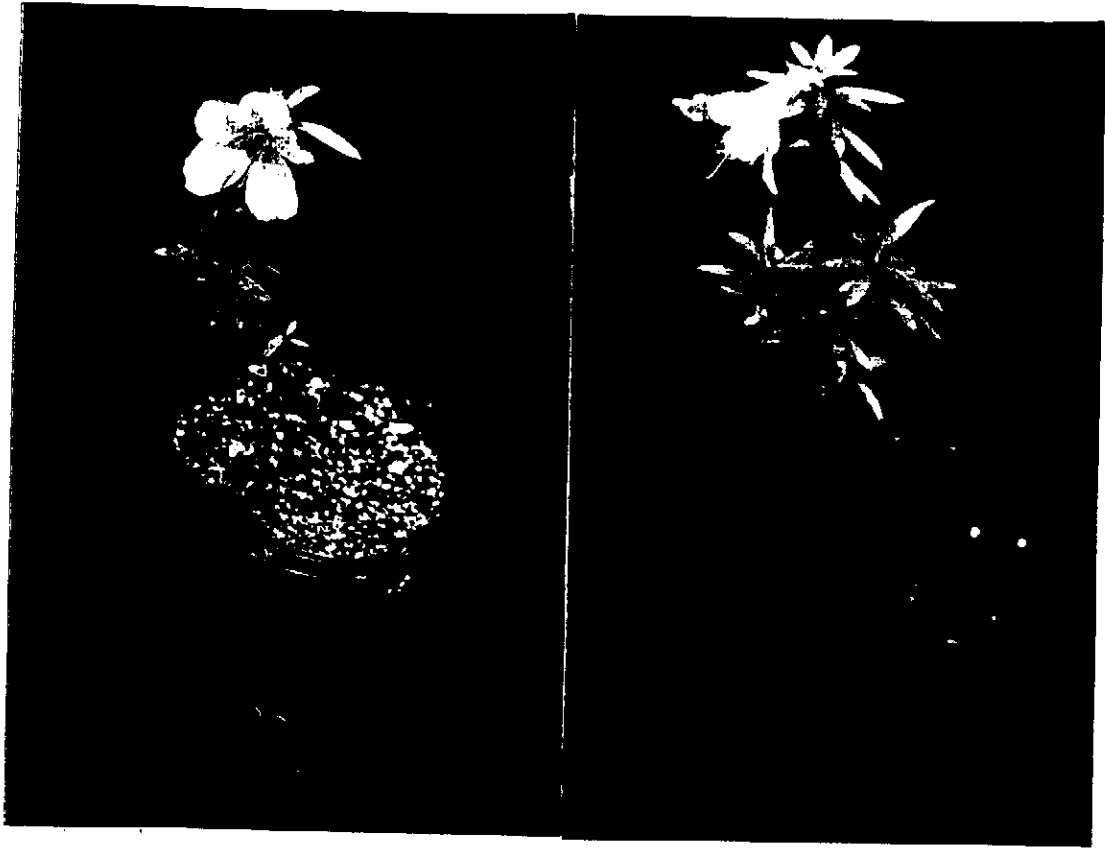


圖 5. 含有花芽及營養芽之插穗不僅於翌春會開花，而且也會成活。
左：半硬木期插穗，右：軟木期插穗

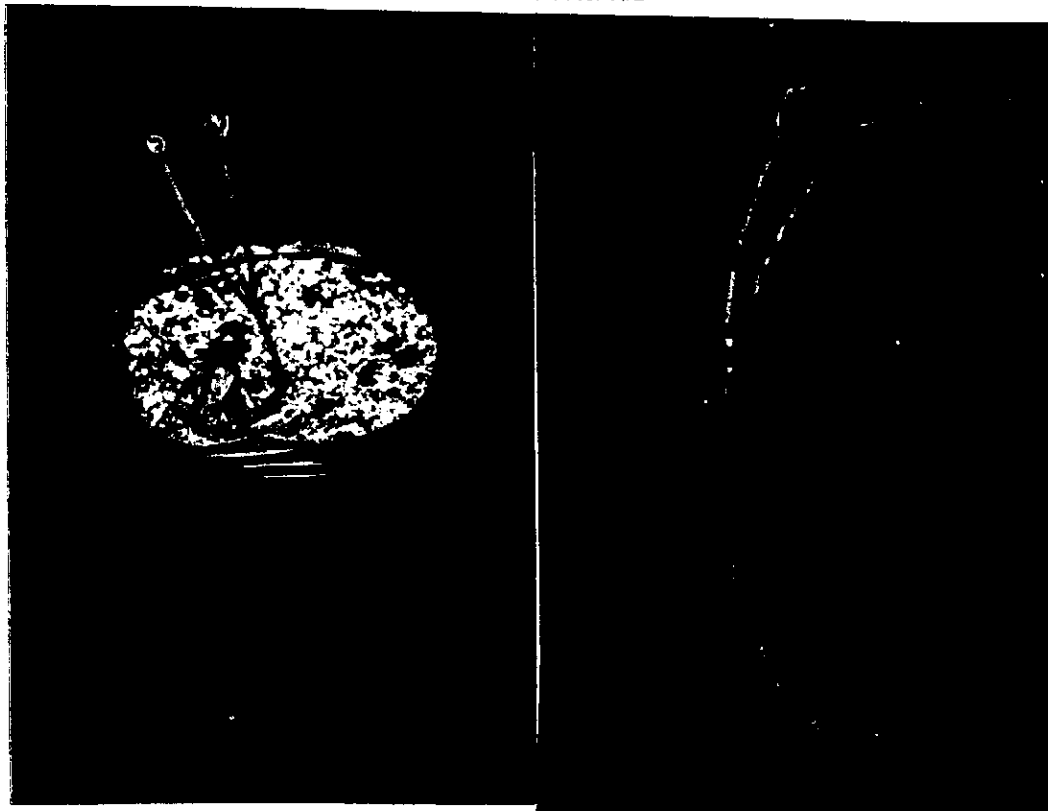


圖 6. 硬木期插穗，2 分枝頂芽皆為花芽，插穗僅生長少數細而短之不定根。

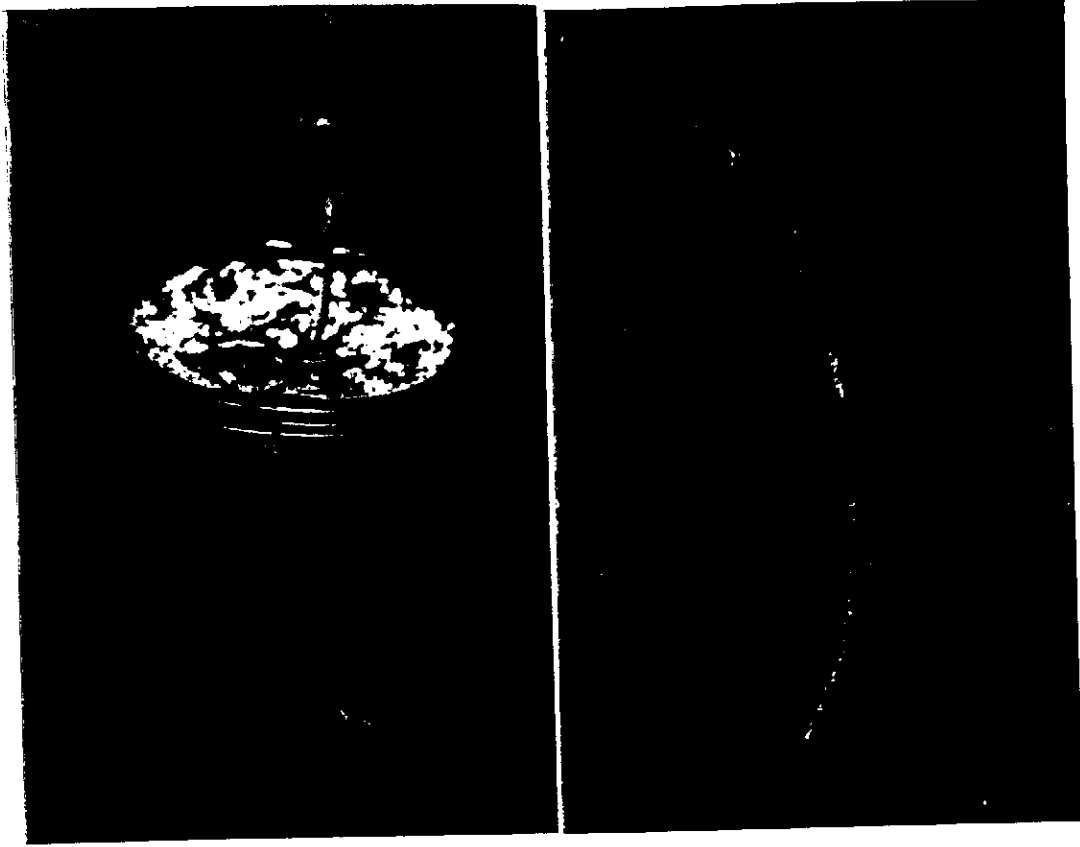


圖 7.硬木期插穗，僅於梢端含有 1 花芽，插穗完全未長不定根，花芽未綻放死亡。



圖 8.花芽先形成，但於營養芽形成且綻放後死亡。



圖 9.營養芽先形成，花芽後形成則可綻放。