

陽明山國家公園原生杜鵑復育 計劃研究



委辦單位：內政部營建署陽明山國家公園管理處
承辦單位：中華民國自然生態保育協會

中華民國七十八年八月

陽明山國家公園原生杜鵑復育計劃研究

計劃主持人：馬溯軒 教授

許圳塗 教授

許洞慶 教授

張雅君 副教授

協同主持人：陳昭瑩 副教授

研究 助理：胡春嬌 李紅曦

金石文 廖明章

黃美娥

劉健輝 楊應華

委辦單位：內政部營建署陽明山國家公園管理處

承辦單位：中華民國自然生態保育協會

中華民國七十八年八月

目 錄

一、緒言	1
二、杜鵑遺傳資源保育與繁殖	2
壹、前言	2
貳、研究過程及方法	2
參、結果與討論	3
(一)杜鵑的分類與生長特性	3
(二)原生杜鵑習性調查	5
(三)原生杜鵑顯微構造	8
(四)原生杜鵑組織培養繁殖	10
(五)原生杜鵑遺傳變異分析	12
肆、建議事項	15
伍、參考文獻	17
三、原生杜鵑之蟲害調查	28
壹、前言	28
貳、研究方法與過程	29
參、結果	29
(一)金毛杜鵑	30
(二)西施杜鵑	34
(三)烏蘭杜鵑	34
(四)大屯杜鵑	35
(五)爬地杜鵑	35
(六)紅星杜鵑	35
肆、討論與建議事項	35
伍、參考文獻	36

四、原生杜鵑之病害調查	42
壹、前言	42
貳、研究過程與方法	43
參、結果	45
(一)金毛杜鵑	46
(二)紅星杜鵑	53
(三)烏蘭杜鵑	55
(四)大屯杜鵑	56
(五)爬地杜鵑	57
(六)西施杜鵑	57
肆、建議事項	58
伍、參考文獻	59

圖 目 錄

圖 1. 大屯山金毛杜鵑族羣	20
圖 2. 小油坑爬地杜鵑	20
圖 3. 大屯杜鵑植株結實情形	20
圖 4. 落葉之鳥蘭杜鵑成年植株	21
圖 5. 鳥蘭杜鵑散生幼株	21
圖 6. 鳥蘭杜鵑成林族羣	21
圖 7. 陽明山六種原生杜鵑種子之表面形態	22
圖 8. 六種原生杜鵑葉片上表皮角質層微細構造	23
圖 9. 原生杜鵑葉片下表皮微細構造及氣孔	24
圖 10. 原生杜鵑葉片下表皮氣孔及絨毛特性	25
圖 11. 原生杜鵑頂裂花藥、花粉團及授粉情形	26
圖 12. 大屯杜鵑脂化酵素同功異構酶之電泳型	27
圖 13. 爬地杜鵑莖頂培養再生芽羣情形	27
圖 14. 金毛杜鵑葉蟬(雌者)及卵	38
圖 15. 金毛杜鵑葉蟬爲害杜鵑葉後之褐鏽色徵狀	38
圖 16. 杜鵑斑蛾幼蟲	38
圖 17. 杜鵑斑蛾蠶食葉片後只剩枝條	38
圖 18. 杜鵑斑蛾之繭	38
圖 19. 杜鵑粉蝨	39
圖 20. 杜鵑葉蜂之幼蟲及爲害情形	39
圖 21. 杜鵑葉蜂之繭	39
圖 22. 杜鵑葉蜂之成蟲	39
圖 23. 杜鵑黃圓介殼蟲	40
圖 24. 西施杜鵑也被杜鵑斑蛾爲害	40
圖 25. 爲害西施杜鵑之毒蛾 (也爲害其他杜鵑類) ...	40

圖26. 爲害西施杜鵑之刺蛾	41
圖27. 杜鵑軍配蟲之成蟲	41
圖28. 杜鵑軍配蟲爲害烏蘭杜鵑之徵狀	41
圖29. 金毛杜鵑餅病初期於葉下表面形成淡綠色 腫瘤狀的增生組織	63
圖30. 中期腫瘤表面產生白色粉狀物即病原菌的 擔子柄及單孢子	63
圖31. 金毛杜鵑銹病在葉上表面形成紫紅色病斑	63
圖32. 病斑的下表面產生金黃色夏孢子堆	63
圖33. 金毛杜鵑銹病菌的夏孢子堆	63
圖34. 金毛杜鵑黑脂病，葉表密生黑色油脂狀物， 爲病原菌之子座	64
圖35. 金毛杜鵑黑脂病菌之子囊果、子囊及子囊孢子 .	64
圖36. 金毛杜鵑花腐菌核病初期病徵，產生圓形水浸狀 的褪色斑點	64
圖37. 後期乾枯的花瓣上產生不整形的黑色菌核	64
圖38. 金毛杜鵑葉斑病形成褐色角斑	64
圖39. 金毛杜鵑煤煙病之病徵	65
圖40. 紅星杜鵑炭疽病之病徵，與葉枯病徵相似	65
圖41. 紅星杜鵑炭疽病菌之子囊殼、子囊及子囊孢子 .	65
圖42. 紅星杜鵑葉枯病菌之分生孢子及分生孢子堆 ..	65
圖43. 烏蘭杜鵑葉斑病之病徵	66
圖44. 大屯杜鵑花腐菌核病初期病徵，產生圓形水浸狀 的褪色斑點	66
圖45. 大屯杜鵑葉斑病形成褐色角斑	66
圖46. 西施杜鵑葉枯病菌之病徵	66

一、緒言

陽明山國家公園除了特殊地理景觀並具有豐富動植物生態體系，本區內種類繁多的植物相中，原生杜鵑為本省最重要分佈區，尤其是爬地杜鵑及大屯杜鵑為特有珍貴資源，享譽國際。陽明山國家公園鄰近大台北都會區，遊憩美好勝地，利用率居首位，因往昔農墾及受地氈式採集等活動，原生杜鵑被濫採怠盡，祇零星殘存，已無昔日大片族羣爭相開放之景色（許1977,1978）。

杜鵑花於適當自然環境可成羣分佈，蔚成自然奇觀，故俗稱滿山紅或譽之為杜鵑花海，以日本或韓國其原生杜鵑列為國家資源保育計劃，其獲成效，並得國際之贊譽。陽明山國家公園之原生杜鵑最具觀賞遊憩價值，為教育與研究之典型植物材料，種類多自然花期延綿達四個月以上，為提升陽明山國家公園特有之視覺景觀與生態環境之形質，利用此自然資源善加規劃保育，有助發展成為陽明山國家公園之特色景觀。

二、杜鵑遺傳資源保育與繁殖

壹、前言

陽明山是為原生杜鵑主要分佈地區，往昔因人為及自然因素，原有大片羣落已無蹤影（黃1983）。目前對區內可能殘存的小族羣之分佈及種源之變異性瞭解非常有限，急待調查分析，探究生育習性，有助導引族羣之保育推展，並待從繁殖技術開發以輔助之（Hyland, 1970）。為兼顧保存自然歧異性，則須對其遺傳背景加以分析之，以確保資源之完整性。故本研究著重於資源保育與繁殖，除從杜鵑的分類與生長特性加以整理，並就原生杜鵑生育習性、微細構造、組織培養再生作用及遺傳指標等加以探討。

貳、研究過程及方法

原生杜鵑遺傳資源分區調查六種原生杜鵑分佈位置、數量及生長習性、產地位置土壤取樣、測定其鹽鹼度。

六種原生杜鵑形態特性與變異性探討，為採用掃描式電子顯微鏡觀察微細構造。分別採集葉片，先切成 3-4mm 大小，花藥則整個去做處理。花粉則塗抹在樣品台上，進行離子覆膜。臨界點乾燥使用 FL-949B Barber 模式，離子覆膜採用 IB-2 Eico-Engineering ion coater。SEM 機型為 Hitch S 520 掃描式電子顯微鏡。樣品固定液採用 2.5% glutaraldehyde 及 1% OsO₄，緩衝液使用砷酸或磷酸 0.1M

配方, PH7.4。經不同倍數放大掃描觀察, 並照像記錄之。

原生杜鵑種源歧異度分析, 初步探討其同功異構酶之酵素圖, 分析材料以自然族羣及在溫室實生育苗的植株, 取樣為完全展開葉片, 每株取樣 200毫克, 經液態氮冷凍研磨, 加緩衝液再經離心抽取。跑電泳為利用 BRL垂直平板系統。測試材料先以大屯杜鵑及爬地杜鵑為材料, 分析 Est.GOT 等同功異構酶, PAGE膠片經染色乾燥, 做成永久片, 並照像之。

原生杜鵑保育研究, 利用組織培養探討其再生繁殖作用。參試有大屯、爬地、金毛等六種。切取頂芽並經整理去除苞片, 浸漬70%酒精, 再以0.8%NaClO消毒15分鐘, 無菌水清洗三次。在無菌操作箱解剖顯微鏡下剝取頂芽培植體。試用培養基包括 RC、WPM及modified MS 等配方, PH 5.2左右。生長素包括Kinetin 1-7 PPM, BA 1-7 PPM, GA 0.5 PPM,另參試填加抽出物如椰子汁或麥芽抽出物500PPM。培養條件為在27℃, 照明200fc-C, 每日 16小時。調查生長率及萌芽, 形成的叢生芽, 再加分切培養, 促進形成不定芽。

參、結果與討論

(一)杜鵑的分類與生長特性

杜鵑原產於喜馬拉雅山區, 然後經由3個方向往外遷移, 最主要的一支是向南經過印度和馬來西亞, 另一支向東移經過亞洲東部和東北部, 台灣即屬於此路徑, 分佈於本省共計22種(Hsu 1973), 而陽明山地區便達五種, 包括兩

個固有種。第三條路徑是向西移到達亞洲西部、歐洲南部到葡萄牙。

杜鵑屬於杜鵑花科 (Ericaceae) 杜鵑花屬 (Rhododendron), 原生種超過一千種, 一般俗稱的杜鵑花可區分成二類: 一、石楠類 (Rhododendron) 又名躑躅類, 另一為杜鵑類 (Azalea)。石楠類植株較高大, 葉片革質無刺毛, 花葉皆較杜鵑類為大, 主要生長於高山上, 又可區分為兩羣: 一有鱗片羣 (lepidotes), 即葉背具有鱗片, 另一為無鱗片羣 (elepidotes), 葉背無鱗片, 陽明山原生杜鵑中, 西施杜鵑和紅星杜鵑即屬於此類。杜鵑類 (Azalea) 葉片紙質, 花葉較小有刺毛, 主要生長於低海拔地區, 亦可區分成兩類: 落葉性與常綠性, 中原杜鵑、金毛杜鵑、大屯杜鵑屬於常綠性, 烏蘭杜鵑則是落葉性。杜鵑類 (Azalea) 之葉片皆無鱗片 (elepidotes)。

杜鵑花屬是顯花植物中種類最多的一屬, 目前已知有上千種的石楠和杜鵑生長於各色各樣的自然環境... 從高山草原到熱帶雨林, 從靠近海平面到18,000英尺高山... 杜鵑在不同的生長環境下, 變異極大, 屬內植物型態的差異反應出它們所適應生長環境的不同。不論是石楠類或杜鵑類皆有五個類似的生長條件:

- (1) 通氣性土壤(構造疏鬆, 足夠讓空氣進入, 水分排出)
- (2) 酸性土壤(PH 4.5~6.0)
- (3) 冷涼、潮溼的土壤(需有良好的排水性)。
- (4) 需能遮蔽風或過多的陽光。
- (5) 冷涼和潮溼的大氣。

(二)原生杜鵑習性調查

陽明山國家公園六種原生杜鵑中，石楠類二種（*Rhododendron*）：紅星杜鵑和西施杜鵑。杜鵑類（*Azalea*）四種：金毛杜鵑、中原杜鵑和大屯杜鵑、鳥蘭杜鵑。目前經野外調查結果以金毛杜鵑分佈最廣，但以散生小族羣為主（圖1）；鳥蘭杜鵑在大油坑一帶有大量族羣存在（圖6），成年株有180株左右，少數曾被砍伐枯死。另前往大油坑步道兩旁出現有散生幼年植株（圖5），可能此地為鳥蘭杜鵑之原始棲息地；中原杜鵑在大油坑硫磺礦前茅草區有零星但範圍很廣的羣落（圖2），但大部份個體都非常年幼，可能較大的植株都被濫採怠盡；紅星杜鵑在小油坑噴氣孔上方山坡上有零星的分布，數量不多約50株左右；西施杜鵑在涓絲瀑布一帶有較多的植株；大屯杜鵑經調查是六種原生杜鵑中現存數量最少的一種，亟需進行人工復育工作。

原生杜鵑形態特性：

1. 金毛杜鵑（*Rhododendron oldhamii*）：

常綠灌木，株高1~3公尺，分株多（圖1），全株佈滿紅色無光澤的絨毛，葉片薄質狀，槍尖形~長橢圓形~卵形，葉片形狀多變化，大小亦變化很大，一般3~8公分長，1.2~4公分寬，尖端銳角形，基部圓形，葉緣佈滿絨毛，上表皮有稀疏的紅色絨毛，有些絨毛會逐漸脫落，葉柄長8mm。花朵頂生，花梗長10mm，有紅色絨毛；花萼很大，裂片有6mm長；花冠為大漏斗形，長4cm，磚紅色，光滑無毛，雄蕊10枚，花絲下半部有突起狀腺體，子房亦佈滿

絨毛。花期3~4月。

2. 烏蘭杜鵑 (Rhododendron mariesii):

又名守城滿山紅落葉灌木，有一明顯之主幹，直徑可達20~30公分，株高2~3公尺，葉片半皮質或紙質，幼年期時葉片為圓形，成熟植株葉片則為菱形，通常葉片上表皮有許多淡黃色的軟毛，下表皮則較稀疏，成熟的葉片較光滑無毛，葉梗3~8mm長，光滑少毛。花芽頂生，通常成對，在葉片萌芽之前開花，花梗直立，5~10mm長，有硬毛，花萼很小，五裂，佈滿細毛；花冠漏斗形，白色，在上裂片有玫瑰色的斑點，花冠5裂很深，裡外皆光滑無毛，雄蕊10枚，花絲光滑無毛，子房上佈滿棕色的絨毛，花柱光滑。9月左右即發生落葉現象，蒴果圓錐形長1~2公分，寬0.5公分上面佈滿絨毛。

3. 爬地杜鵑 (Rhododendron nakaharai):

又名中原杜鵑，矮性匍匐性灌木，分枝多(圖2)，細枝上佈滿刺毛，葉片大都羣聚在枝條頂部，多態形，葉柄很短，卵形到長形，1~1.2公分長，寬0.5~1.2公分，頂端尖銳，基部較鈍，上表皮較綠有硬毛，下表皮顏色淡，葉柄1mm長，花1~3朵頂生，花梗1公分長，佈滿長的硬毛，萼片5裂，花冠緋紅色，漏斗形，3.5公分長，4公分寬雄蕊9或10枚，不等長，有時5~6枚，花絲基部有少許絨毛，子房有絨毛，蒴果圓形或卵形約5mm長。是七星山的特有種，花期在6月較他種杜鵑為晚，唯在9月，11月都有零星的開花記錄。

4. 大屯杜鵑 (Rhododendron longiperulatum):

直立灌木，多分枝，枝條上有硬細毛，葉片紙質，大小，形狀變化很大(圖3)，卵形到長卵形，長形到槍尖形，1~2.5公分長，0.5~1.5公分寬，葉柄2mm長。花芽頂生，1~3朵，萼片5裂，長2.5mm，寬1.5mm，花冠深紅色，漏斗形，約3公分大小，雄蕊9~10枚，不等長，蒴果圓錐形，有軟毛，長約0.8公分，子房五室。花期比金毛杜鵑稍晚。

5. 紅星杜鵑 (Rhododendron hyperthrum)

(Rhododendron rubropunctatum)

常綠灌木，株高2~4公尺，枝條強健，直立，光滑無毛，葉片皮質，長橢圓形~槍尖形，反捲，長8~10公分，寬1.8~3公分，頂端尖銳，基部較鈍，上表光滑，中肋深入上表皮，在下表皮非常明顯，葉柄長1.5~2.5公分，光滑無毛，頂端總狀花序有10朵左右，花梗2.5~4公分長，稀疏的腺體和絨毛，花萼很小，5裂，成鈍三角型，有腺體絨毛，花冠漏斗狀一鐘形，長3~3.5公分，白色，5裂，雄蕊10(12)枚，比花冠短，花絲基部有濃密的絨毛，子房4~6mm長，有濃密的絨毛，花柱基部有少許的毛。蒴果長柱形，約1.5公分長，子房8~9室。

6. 西施杜鵑 (Rhododendron ellopticum)

(Rhododendron leiopodum)

常綠灌木，株高2~3公尺，枝條光滑有光澤，葉片頂生，輪生，皮質，狹窄的長橢圓形到槍尖形，長7.5~

12公分，寬 1.8~2.6公分，尖端尖銳，基部楔形，光滑無毛中肋凸出於上表皮，側脈和細脈突出於葉片上下表皮，葉柄長1.5公分，花側生由葉腋長出有香味，粉白色，花柄2.5~3.5公分長，光滑無毛，萼片五裂不等長，2~4mm長，花冠漏斗型，長寬約5~6公分，雄蕊10枚，蒴果長柱形，5室，花期4~5月。

(三)原生杜鵑顯微構造

石楠類(Rhododendron)與杜鵑類(Azalea)種子在外型上有極大的差異。紅星杜鵑與西施杜鵑的種子尾端有翼狀構造屬於Forest type(圖7-1,2)，烏蘭、大屯、金毛，爬地等杜鵑則無翼狀構造屬於Alpine type(圖7-3,4,5,6)。其他如種子大小，單位面積氣孔數及氣孔大小如附表 1。六種原生杜鵑的氣孔都位於葉片下表皮，上表皮則無氣孔(圖10)。烏蘭杜鵑的氣孔成堆狀分佈(圖10-4)，並非均勻分佈於葉片上，紅星杜鵑之氣孔則集中於絨毛周圍成放射狀排列，西施杜鵑的氣孔為凹陷狀，即陷入葉片表皮，而其餘的原生杜鵑氣孔則為凸出葉片表面。單位面積之氣孔數以爬地杜鵑為最多達 $1000 \sim 1200$ 個/mm²，而烏蘭杜鵑最少100~200個/mm²。氣孔大小以大屯和爬地杜鵑最小，烏蘭杜鵑最大可達22 μ 。

表 1. 原生杜鵑種子及氣孔特性

種 名	種子大小(mm)		單位葉面積氣葉孔數 (個/ 1mm^2)	氣孔大小 (μ)
	長	寬		
金毛杜鵑	1.16	0.36	700~884	12
大屯杜鵑	1.10	0.26	800~900	10
爬地杜鵑	0.70	0.18	1000~1200	11
鳥蘭杜鵑	1.50	0.60	100~200	22
紅星杜鵑	1.16	0.40	800~1000	14
西施杜鵑	1.20	0.50	300~500	18

大屯杜鵑和紅星杜鵑的花粉都為四分子型，上佈滿絲狀的有粘性的構造物，因此當昆蟲接觸到頂裂的花藥口時，往往可將整串的花粉一起帶走(圖11)。大屯杜鵑的花粉大小約 37μ ，紅星杜鵑則為 48μ 。大屯杜鵑的柱頭五裂，紅星杜鵑柱頭七裂，由7個V字結構所組成。在大屯杜鵑子房的表面亦發現有氣孔的存在(圖10-6)，且比葉片上的氣孔略大。在葉片絨毛方面以金毛杜鵑和爬地杜鵑為最多，大屯及鳥蘭杜鵑次之，紅星和西施杜鵑最少，金毛杜鵑的絨毛較為特異，成束狀向右旋轉纏繞在一起(圖10-5)。另從葉片上下表皮角質構造特性亦非常特殊，角質層形狀排列方式種間差異明顯(圖8)，而此是否與生態與適應習性有關，深值得探討。

(四)原生杜鵑組織培養繁殖

分三次前往野外採集樣品，77年7月，77年9月，77年10月。

1.時期一於77年7月底8月初至陽明山採材料，拿回實驗室培養。

西施杜鵑利用RCK培養基培養2個星期，芽體呈現綠色；移至液體旋轉培養基RCB1G0.5，以25rpm旋轉培養一週，移回原培養基，經2週後死亡。利用RCEK,RCB,RCEB等培養基進行培養亦無效果。烏蘭杜鵑利用RCK培養2星期仍維持原狀，移至液體旋轉培養基RCB1G0.5，以25rpm旋轉培養，但未獲改善，經3週後褐化死亡。爬地杜鵑以RCA培養一個月芽體呈綠色，有生長的現象，但不佳，二個月後逐漸死去。此次實由於所剝取的芽體太小，不易成活因此實驗結果不佳。

2.時期一於77年9月初採取材料。

烏蘭杜鵑利用WPMK,PH5.0培養基，培養約一個月即逐漸褐化死亡，大屯、紅星利用WPMK,PH5.0培養基亦無法有效生長，爬地杜鵑在WPMK,PH5.2培養基中可有效生長，培養約一個月，芽體旁之側芽即可萌發，形成側枝，並繼續成長，惟無法長根(圖13)。利用WPM $\bar{P}$ 3K3 培養基可促進更多側枝長出，但如移至MSI4P15 培養基則很快褐變。

此次採的芽體可能是葉芽和花芽的混合體或已分化成花芽的芽體，因此利用做為頂芽培養的材料一般效果較差，惟爬地杜鵑的情況最好，可能是因為爬地杜鵑是六種原生杜鵑中花期最晚的原生杜鵑，而在9月初其花芽尚未形成所致。

3. 時期 — 於 77 年 10 月採取材料。

大屯杜鵑利用 MSIP 培養基培養一週，就明顯促使側芽冒出，葉亦伸長變大，然到第五週展開的葉漸褐化，基部亦有褐化現象，如採到已花芽分化的芽體則側芽無法冒出，花芽芽體呈扁平狀膨大，淺綠色，然二週後即死亡。金毛杜鵑利用 MSIP 和 WPMPK 培養基，效果同大屯杜鵑，且花芽會膨大展開。

如利用新萌發之頂芽來做培養則效果較佳，如大屯杜鵑取新萌發之頂芽以 MSK 培養基進行培養即可使側芽長出，惟如移至 MSIP 培養基則反而會使葉片褐化，爬地杜鵑亦有類似的效果，金毛杜鵑以 WPMK, PH5.2 培養基進行培養則效果亦不佳。

目前原生杜鵑組織培養以大屯杜鵑和爬地杜鵑效果最好，爬地杜鵑利用 WPMK 和 MSK 培養基可達到快速增殖之目的，大屯杜鵑利用 MSK 培養基亦有相似的效果。其如西施、紅星、烏蘭、金毛等杜鵑則尚未能找出最合適的培養基。惟培養時要注意不可取已花芽分化之芽體做為培養材料，否則效果不佳。

為配合未來復育工作之進行，加速繁殖技術為首要之務，由於各種杜鵑體外再生作用條件不一致，初步的工作著重於培養植體選擇及培養成分之調配，爬地杜鵑和大屯杜鵑利用生長點培養，可誘使形成叢生芽，如正在花芽分化期之頂芽，需進行修剪處理，誘導營養新梢形成，以供培養利用。

表 2. 原生杜鵑莖頂培養WPM培養基之組成：

	mg/l
NH_4NO_3	400
$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	556
K_2SO_4	990
$\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	96
KH_2PO_4	170
H_3BO_3	6.2
$\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	0.25
$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	370
$\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$	22.3
$\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	8.6
$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	0.25
$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	27.8
Na_2EDTA	37.3
Thiamine • HCl	1.0
Nicotinic acid	0.5
Pyridoxin • HCl	0.5
Glycine	2.0
myo-Inositol	100
Sucrose (g)	20
Agar (g)	6
pH	5.2

(五) 原生杜鵑遺傳變異分析

國家公園成立的目的即在於保存各種野生生物的遺資源 (genetic resources)。由於農業科技的進步，人類大量集中利用經選拔的栽培品種之後，作物之遺傳變異性 (genetic variability) 降低，而造成遺傳均質性 (genetic

uniformity)。國家公園當局爾後在進行原生種植物復育繁殖作業時，需儘量避免遺傳均質性的增加。遺傳均質性一增加，將使基因庫(gene pool)內的遺傳背景縮小，基因的流失增加，而基因的流失在可預見的未來將無法再回復。

進行原生杜鵑遺傳變異分析，可避免遺傳均質性的發生，而同功異構酶的電泳分析是鑑定遺傳變異的有利工具。同功異構酶泛指：作用於同一基質催化同一反應，但分子形態不同的酵素。同功異構酶之間的差異性常是因不同的基因密碼所造成，或是因多胜鍵結合成異質聚合體(heteropolymer)所造成，利用電泳分離技術來區別同功異構酶決定於其所帶電荷量的差異及分子量的大小。

同功異構酶的電泳差異性分析在應用上很廣泛，包括純粹學理上之研究如植物演化上之分析、族羣基因頻率之變異、自然突變之探討等。凡是有關植物自然生態演替的研究，同功異構酶的分析都是一非常有用的工具。

同功異構酶分析應用在族羣變異之研究上更有其獨特之功用，由於同功異構酶是基因的直接產物，其每一個電泳條帶(band)代表一個對偶基因座(allele)的變化情形，透過同功異構酶電泳型的解析我們可以透視植物族羣的演化過程，甚至可以找植物出種化(plant specification)的過渡品種，而且同功異構的遺傳亦遵守孟德爾遺傳法則，因此利用在植物遺傳資源保存上是一很好的鑑定工具。利用自交作物和異交作物在遺傳特性上的差異，同功異構酶可以很輕易的鑑定出植物羣落在自然界是屬自交或異交，另外因引種而導致基因的引入亦可由同功異構酶分析中

發覺出來。

六種原生杜鵑經初步利用同功異構酶分析，發現大屯杜鵑與爬地杜鵑的脂化酵素(esterase)可做為遺傳指標（圖12），來分析鑑定其族羣變異性及親源遠近的關係，唯其確實的遺傳模式尚需進一步的後裔分析才可確定。至於GOT(glutamate oxaloacetate transaminase)和PGM(phosphoglucomutase)的系統則尚未建立完成，有待進一步的測試。大屯杜鵑與爬地杜鵑在植株特性及形態上有極為類似之處，如植株的分枝性，葉片的多態形，花色等都非常相似，可能此兩種在親源上有非常親近的關係，利用同功異構酶電泳分析，來探討此二種原生杜鵑在演化上的地位，將是一非常有趣的課題。目前正在進行大屯杜鵑和爬地杜鵑的雜交試驗，由於兩者的花期相差約50天左右，因此需要利用花粉保存技術來進行雜交試驗，如能成功的培育出兩親本的雜交後代，再利用同功異構酶分析其遺傳組成，將有助於了解此二種的演化關係。

利用同功異構酶變異分析，做為生化指標有助於瞭解自然族羣內或族羣間之同質與異質性，進而建立原生杜鵑遺傳資源之資料，此對復育工作非常重要。目前有待繼續分析原生杜鵑族羣之變異性，並發展更多之遺傳標誌。由EST的表現型在大屯杜鵑及爬地杜鵑所參試小族羣，呈多態型(圖13)。由從此初步資料顯示其族羣相當異質性，因此在保育時以混合採集種子較為保險。

表3. 杜鵑電泳分析同工酶染色方法

EST (Aryl ester hydrolase)

Na phosphate 0.1M, 100ml, PH6.2

α - Naphthyl butyrate 1% 3ml

Fast Blue RR Salt 100mg

黑暗中染色1.5小時結束

GOT (glutamate oxaloacetate transaminase)

A. Trizma Base 1.211g

α -Ketoglutarate 100mg

L-Aspartic acid 200mg

溶於100ml去離子水中

B. pyridoxal-5-phosphate 10mg

Fast Blue BB salt 150mg

混合 A液，於染色時將B部分加入，PH約在8.5，於無光，室溫下染2小時。

肆、建議事項：

- (一)大油坑一帶除了有硫磺地質景觀資源外，其原生棲息的烏蘭杜鵑亦是一大植物景觀特色，秋冬時烏蘭杜鵑逐漸落葉，春天來臨時，整株樹開滿著白色的花，非常壯觀，因此將大油坑一帶開發成遊憩區的潛力非常之大，除了可疏解花季時陽明山國家公園的遊客壓力之外，大油坑遊憩區的另一功能可將陽明山國家公園與北海岸連成一個遊

憩網路，而解除部份交通阻塞的問題，因此建議將大油坑一帶規劃為烏蘭杜鵑保育區，禁止人為破壞與砍伐。

(二)陽明山國家公園植物景觀資源的色彩太過單調，以陽明山公園為例：櫻花、桃花、梅花、栽培種杜鵑花在四月過後即無花可賞，而原生杜鵑的花期可延長到六、七月，因此原生杜鵑復育應可提升國家公園的可看性。可考慮加強爬地杜鵑之保育繁殖之作推展，其一可選定大油坑的自然族羣，並加誘導便成優勢羣。

(三)陽明山國家公園原生杜鵑復育，應該儘量採用實生苗繁殖法，以擴大遺傳背景，使族羣維持應有的遺傳變異性，為使原有遺傳不致落失，尚待建立族羣之遺傳標誌，以供復育材料之選定依據。

(四)大屯杜鵑是目前陽明山國家公園區內數量最少的原生杜鵑，經過實際的人工授粉與播種試驗觀察，發現大屯杜鵑的結實率與幼苗成活率皆很高，如有計劃的加以繁殖培育，並保護之，可在5~10年內建立出自然族羣。因此建議將大屯杜鵑的復育繁殖列為優先計劃辦理。紅星杜鵑數量亦非常有限，宜列為加強復育目標之一。

(五)陽明山國家公園管理處應建立自己的苗圃系統來培養原生杜鵑或其他特有種或稀有種植物，以配合國家公園成立的宗旨，且在復育繁殖上可爭取時效，並提高植物資源保育效率，在學術研究上亦可建立自己的知名度及權威。

伍、參考文獻

1. 許圳塗 1977 保護原生杜鵑 農業周刊 3(31): 7。
2. 許圳塗 1978 從百合談台灣原生植物之保護及利用。國立台灣大學園藝系編印 25頁。
3. 黃增泉 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 96頁
4. Arisumi, K., E. Matsue., Y. Sakata and T. Tottori-be. 1986 Breeding for the Heat Resistant Rhododendrons. part II: Differences of Heat Resistance among species and hybrids. Amer. Rhod. Soc. 40:215-219.
5. Arisumi, T., J. Uhring. and R. L. Pryor. 1976 Floral Initiation, Development, and Gametogenesis in *Rosa elegans*' Rhododendron. HortScience 11(1):42-43.
6. Arulsekhar, S., D. E. Parfitt and D. E. Kester. 1986 Comparison of isozyme variability in peach and almond cultivars, Jour. Hered. 77:272-274.
7. Gholz, H. L. 1981. Physical and chemical responses of naturally grown Rhododendron to environmental stresses. Amer. Rhod. Soc. 35:15-20.
8. Hsu, C. C. 1973. Biosystematic investigation on the Rhododendron of Taiwan. Proc. Natl.

Sci. Coun. 6:13-50.

9. Hyland, H.L. 1970 Description and evaluation of wild and primitive introduced plants. In "Genetic Resources in Plant" ed. by O. H. Frankel. pp 413-419.
10. Kesseli, R.V. and R.W. Michelmore 1986. Genetic variation and phylogenies selected from isozyme markers in species of Lactuca. Jou. Hered. 77:324-331.
11. Kho, Y.O. and J. Baer. 1970 A microscopical research on the incompatibility in the cross Rhododendron impeditum X R. williamsianum. Euphytica 19:303-309.
12. Li, H.L. 1957 Chromosome studies in the azaleas of eastern north America. Amer. J. Bot. 44:8-14.
13. Ma, S.S. and S.O. Wang. 1977 Clonal multiplication of azalea through tissue culture. Acta Hort. 78: 209-215.
14. Nilsen, E.T. 1986 Causes and significance of winter leaf movements in Rhododendrons. Amer. Rhod. Soc. 40:14-15.
15. Palser, B.F. 1986 Rhododendron : An intimate Glimpse into the flower. Amer. Rhod. Soc. 40:18-44.
16. Spethmann, W. 1987 A new infrageneric

classification and phylogenetic trends in
the genus Rhododendron (Ericaceae) pl. Syst.
Evol. 157 : 9-31.

17. Widrlechner, M.P. 1986 Short term pollen
storage of two Rhododendron simsii cultivars
. Amer. Rhod. Soc. 40:144-146.



圖 1. 大屯山金毛杜鵑族羣



圖 2. 小油坑爬地杜鵑族羣



圖 3. 大屯杜鵑植株結實情形



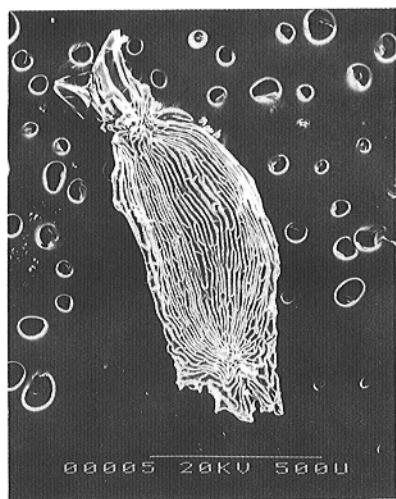
圖 4. 落葉之烏蘭杜鵑成年植株



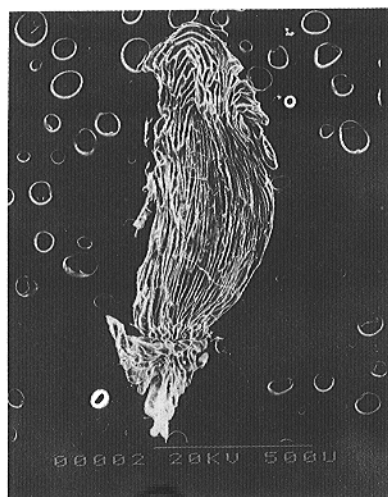
圖 5. 烏蘭杜鵑散生幼株



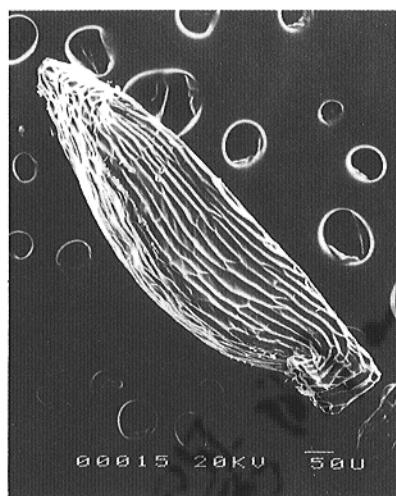
圖 6. 烏蘭杜鵑成林族羣



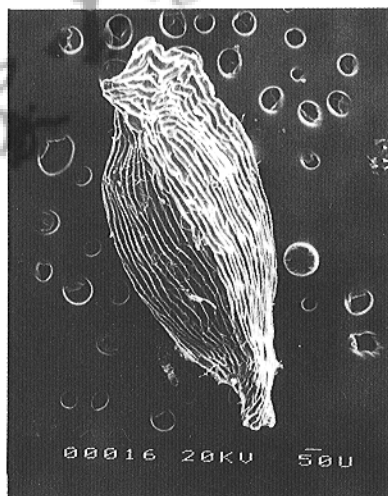
1. 西施杜鵑 (有翼種子)



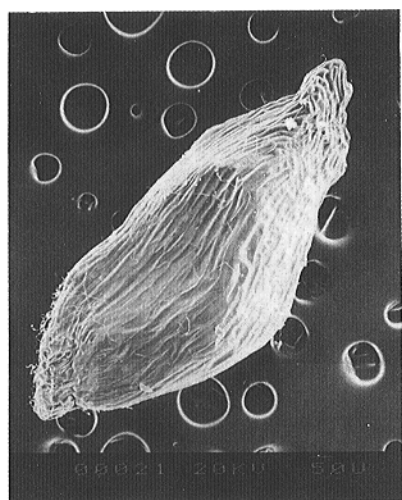
2. 紅星杜鵑 (有翼種子)



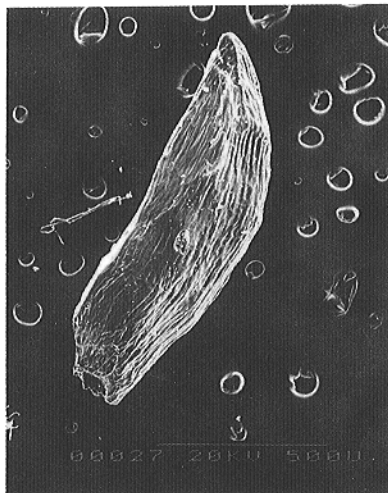
3. 爬地杜鵑



4. 烏蘭杜鵑

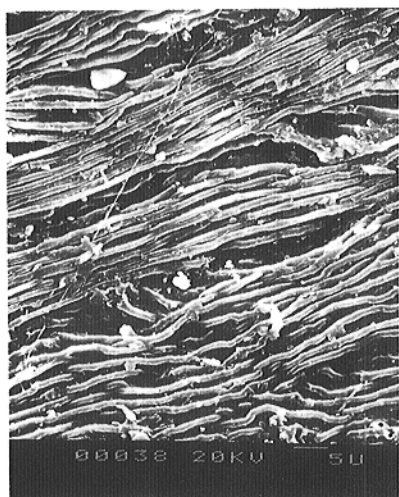


5. 大屯杜鵑

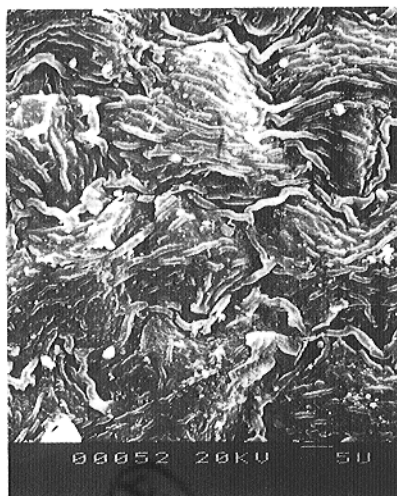


6. 金毛杜鵑

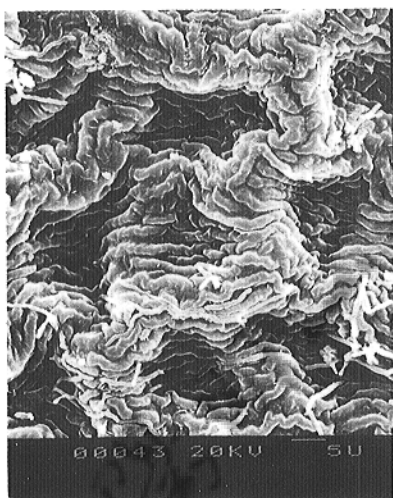
圖 7. 陽明山六種原生杜鵑種子之表面形態及翼狀構造



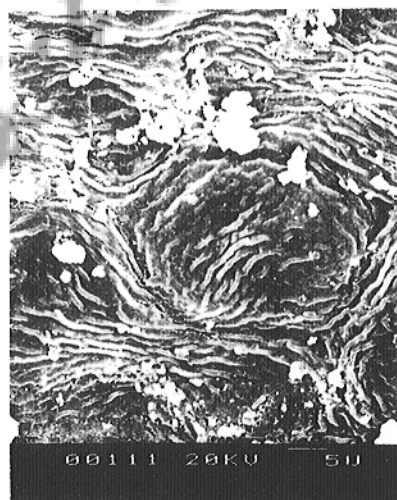
1. 紅星杜鵑



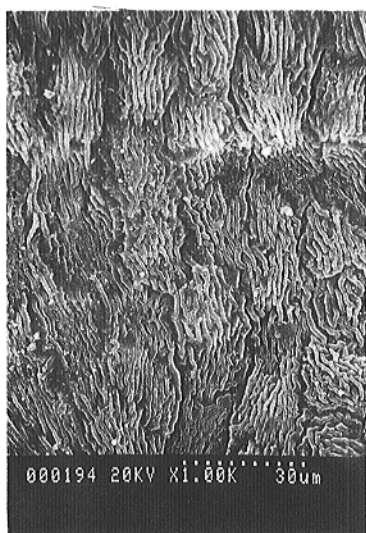
2. 西施杜鵑



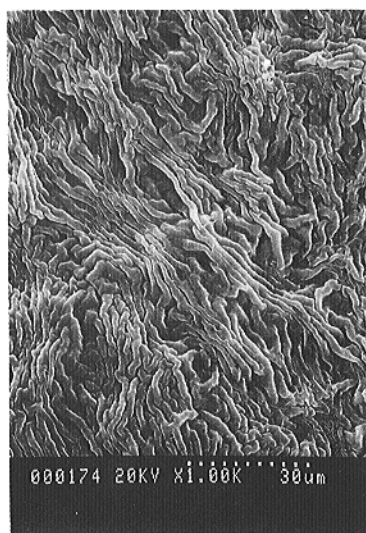
3. 大屯杜鵑



4. 烏蘭杜鵑

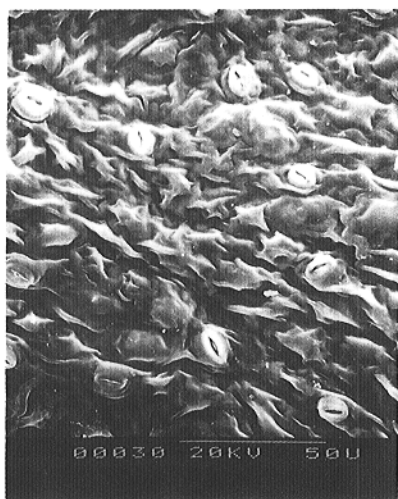


5. 金毛杜鵑

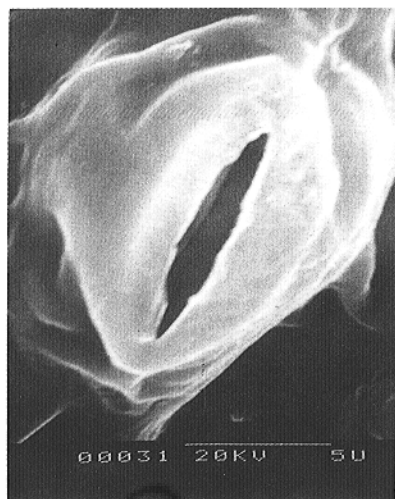


6. 爬地杜鵑

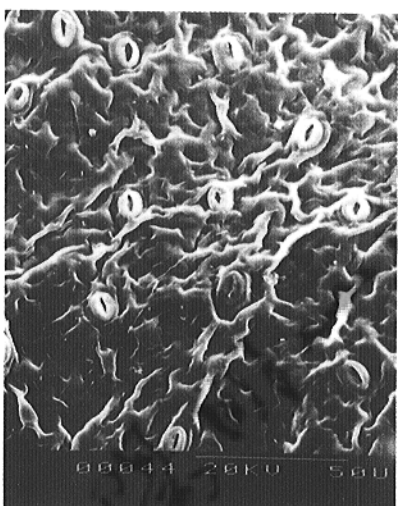
圖 8. 六種原生杜鵑葉片上表皮角質層微細構造



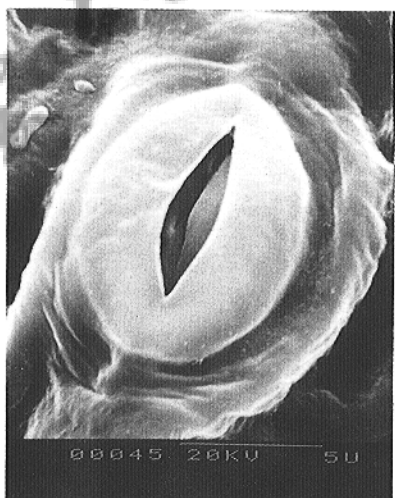
1. 金毛杜鵑葉片下表皮氣孔分佈情形



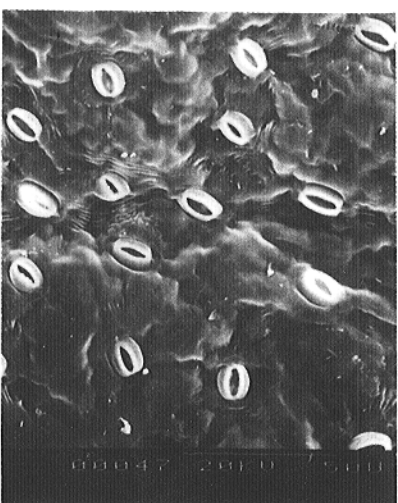
2. 放大之金毛杜鵑氣孔



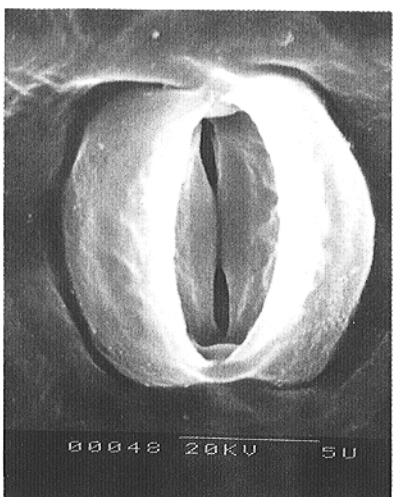
3. 大屯杜鵑葉片下表皮氣孔分佈情形



4. 放大之大屯杜鵑氣孔

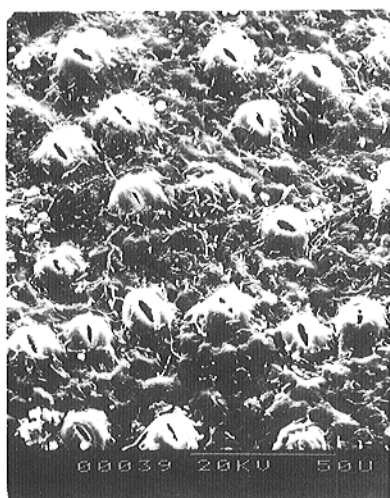


5. 爬地杜鵑葉片下表皮氣孔分佈情形



6. 放大之爬地杜鵑氣孔

圖 9. 原生杜鵑葉片下表皮微細構造及氣孔



1. 紅星杜鵑葉片下表皮隆起氣孔



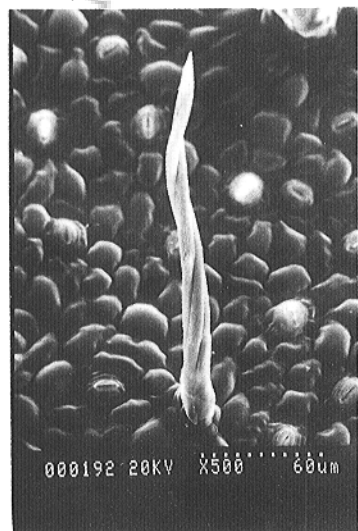
2. 放大之紅星杜鵑氣孔



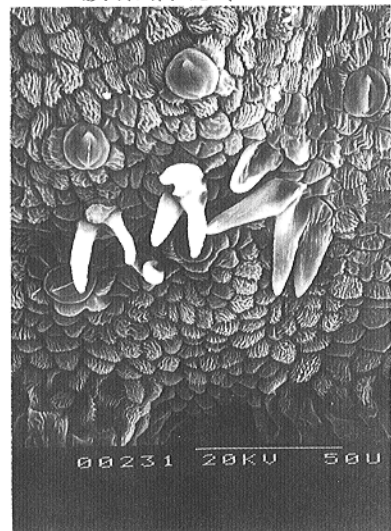
3. 西施杜鵑葉片下表皮氣孔及孔塞



4. 鳥蘭杜鵑葉片下表皮簇集氣孔羣

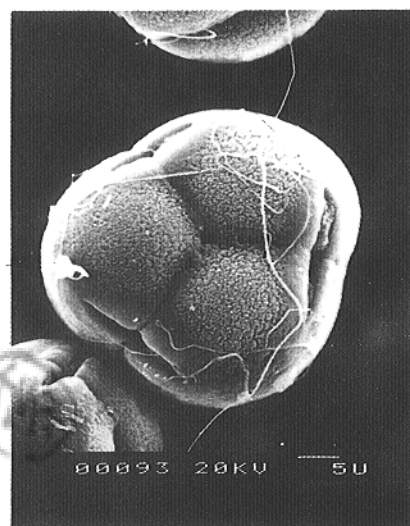
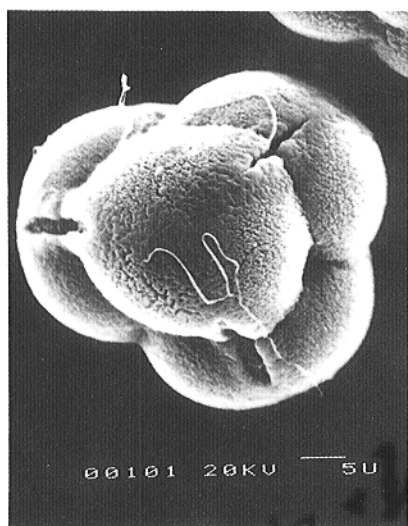
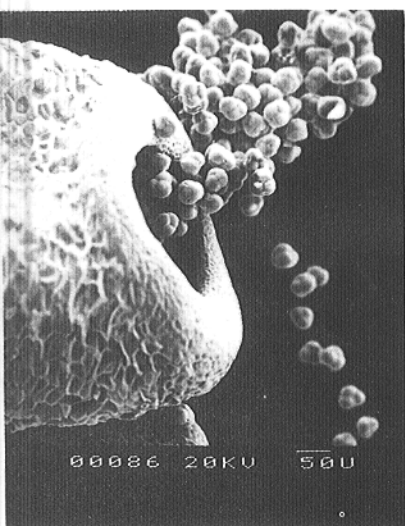


5. 金毛杜鵑葉片下表皮之扭曲絨毛



6. 大屯杜鵑子房之表面構造

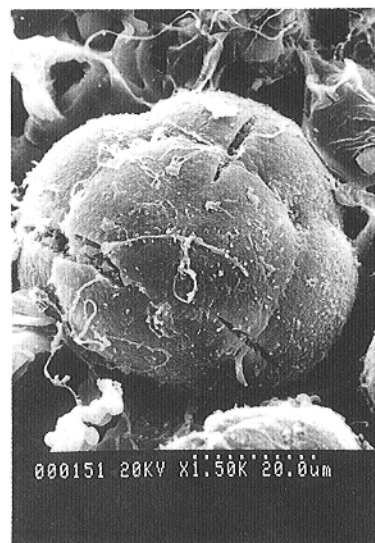
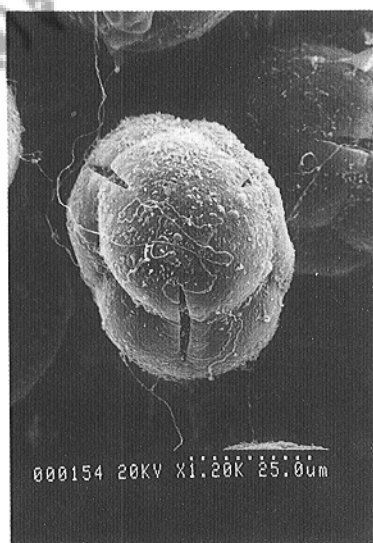
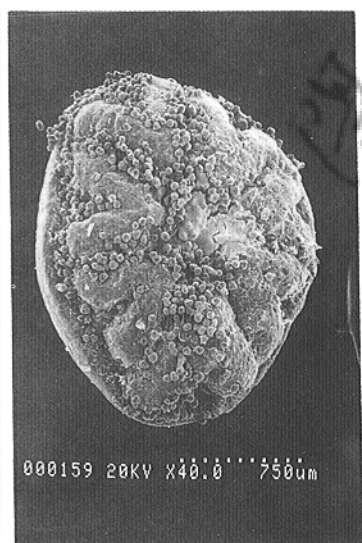
圖10. 原生杜鵑葉片下表皮氣孔及絨毛形態



1. 大屯杜鵑花藥頂裂釋出花粉粒之情形

2. 大屯杜鵑四分子體花粉

3. 大屯杜鵑四分子體花粉



4. 紅星杜鵑柱頭沾滿花粉之情形

5. 紅星杜鵑花粉

6. 紅星杜鵑花粉

圖11. 原生杜鵑頂裂花藥、花粉團及授粉情形

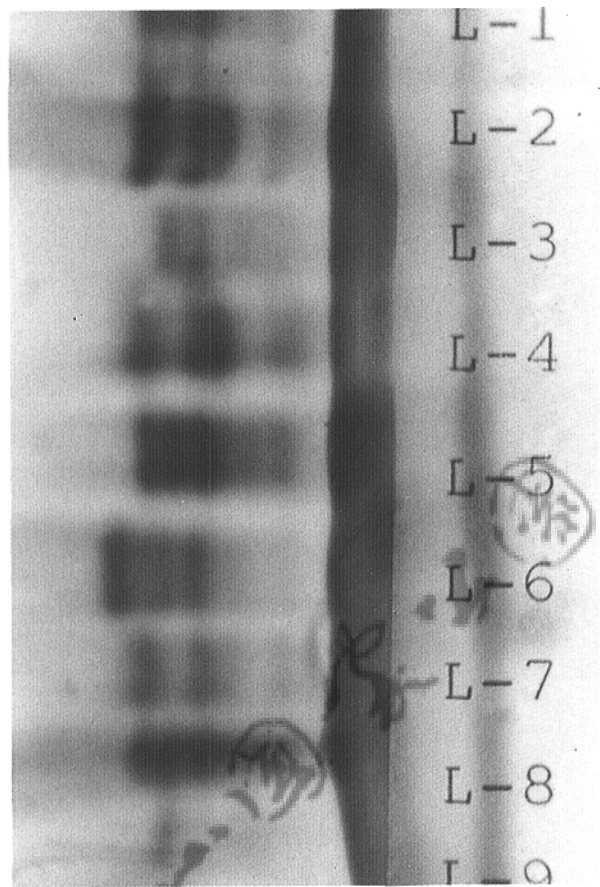


圖12. 大屯杜鵑脂化酵素同功異構酶之電泳型



圖13. 爬地杜鵑莖頂培養再生芽羣情形

三、原生杜鵑之蟲害調查

壹、前言

陽明山國家公園一向以具有特殊地理景觀及蘊藏豐富的動植物資源而馳名。每年花季慕名而來賞花及觀賞其他自然景觀者為數相當可觀。陽明山之風土適於杜鵑屬植物之生長與繁殖，以擁有6種原生杜鵑（即金毛杜鵑、爬地杜鵑、大屯杜鵑、烏蘭杜鵑、西氏（西施）杜鵑及紅星杜鵑）之特性植物資源頗受學術界重視，也是遊客欣賞杜鵑花海的旅遊勝地。因此，陽明山國家公園不但是遊憩，更是研究與教育的美好環境。近些年來，由於人口之壓力，農墾區及建地區的任意擴張，經濟或旅遊的休閒活動一直在增加，自然景觀也因此而頻遭破壞，使6種原生杜鵑之自然族羣已步入零星殘存，甚至於瀕臨滅種之可能。為保護與延續自然資源，並維護自然景觀，六種原生杜鵑之復育研究為刻不容緩之工作，而影響原生杜鵑族羣之發展的限制因子之一，如病蟲害發生對原生杜鵑族羣發展之阻力實有值得了解之必要，同時如擬將原生杜鵑之自然族羣擇一適當區域擴為栽培型之自然遊樂區時，可提供若干之參考資料，作為杜鵑環境配置與管理措施之參考，以減輕病蟲害對原生杜鵑生育發展之壓力。

杜鵑花蟲害調查之記錄，依文獻之記載在台灣並無專門針對杜鵑花某一種類而調查的，一般泛指栽培於平地之杜鵑品種（如引自日本之平戶、皋月、久留彌或硫球杜鵑，及來自他國之西洋杜鵑，以及可栽種於平地之烏來杜鵑等）此類杜鵑之蟲害與生長在大自然環境之山區原生杜鵑

的害蟲相可能迥然不同，實值調查、比較與探討研究之必要，尤其在自然生態保護區之遊樂環境，更應研究出不影響生態環境的蟲害防治對策，期能經濟、安全與有效地維護原生杜鵑自然族羣的健全發展。

貳、研究方法與過程

1. 蟲害調查與記錄

依六種原生杜鵑分布區，以目視法及掃網法，詳細調查各杜鵑種類上害蟲種類、為害部位、為害徵狀、發生數量及對植株生長發育之影響，並注意各害蟲之天敵種類的存在與否以及對害蟲之抑制力。每月調查1~2次，每次需時2~3天。如有未知之害蟲種類，需採回飼育觀察，以了解其生活史，並了解若蟲(或幼蟲)及成蟲之外部形態之變化，作為害蟲種類鑑定之依據。

2. 將害蟲拍照製成幻燈片，以利害蟲之識別、展示或保存。

3. 依害蟲種類之性質，作製成實體之標本，作為研究記錄之証據，同時提供害蟲種類之認識或展示與鑑定之材料。

4. 依各重要害蟲種類發生之習性及田間發生之狀況，提出綜合防治害蟲之建議。

參、結果

經將近一年之調查，方知六種原生杜鵑之中可供為族羣性調查的種類只有金毛杜鵑，烏蘭杜鵑及爬地杜鵑三種

，而大屯杜鵑及西施杜鵑爲數可說零星幾棵，尋找極爲困難，紅星杜鵑也零星散生於雜林中更是難以調查，但很難代表自然族羣中真正的害蟲相分布。今將一年來之調查結果依不同的原生杜鵑種類所見到的害蟲發生狀況提出列述於下：

(一) 金毛杜鵑 (*Rhododendron oldhamii*)

共發現6種有害生物以其爲食，其中蟎類1種（未定出種名，可能爲新記錄之蟎害）；昆蟲5種，其中2種爲新記錄之蟲害。此外發現6種偶發性之害蟲，因爲此些害蟲只見片斷時間以此杜鵑爲食，並未發現有完整的生活史階段。

1. 金毛杜鵑葉蟎 (*Oligonychus* sp.) (圖14、15)

由於雄蟎至今未採到，故種名無法定出，可能爲新記錄之杜鵑蟎害。本種蟎類一般多棲於中老葉之葉背，但也有棲於葉表面者，尤其在入冬時，更會有移棲於葉面之現象，當族羣驟增之後，也可在枝條棲息，成蟎將卵產於葉背，無吐絲結網之習性，卵爲正圓形，色淡如水色，成蟎卵圓形，赤褐色。本蟎多發生於乾旱季節，一般以六月~十二月間爲其發生期，而元月底至四月間因陽明山時常下雨及老葉掉落新葉芽長出，故此段期間發生量極少。本種爲金毛杜鵑重要害蟎，受害葉易造成灰褐色，使植株生育不良，甚至於引起提早落葉的現象，在秋末冬初之時，多光照之植株必須要加以注意，往往族羣偏高，引起植株生育

不良。

防治之建議：(1)清除植株周圍之雜草，立即搬離燬之，尤其在入冬前即要進行。(2)植株不要密植。(3)當冬至初春時，老葉之掉落儘可能以膠袋收集堆積一段時間或燒燬，使越冬之卵及幼、若或成蛹無法生存。(4)每當修枝剪葉之時，應將此些枝條收集於植區外圍燒燬。(5)此蛹在陽明山區仍有有力天敵存在，如小黑瓢蟲及小黑隱翅蟲常被發現，不要隨意使用藥劑防治本種蛹害，以延續自然抗力因子之存在。

2. 杜鵑斑蛾 (*Artona* sp.) (圖16~18)

本蟲過去僅見於山區之金毛杜鵑爲害，今年（七十八年）四月間卻發現可爲害一般栽培區之杜鵑類，且呈局部性之嚴重爲害，受害之植株葉片往往蠶食殆盡，惟發生之環境多在植株有雜木林混種之地區，或有路燈周圍之植株上。本種終年均可發生於山區，惟以三月底至五月初爲發生之盛期，秋末冬初往往發生於山區之金毛杜鵑上。其幼蟲及成蟲之體色均爲金黃色，由於老熟幼蟲入土化蛹所需之環境條件較其他蟲類嚴格，至目前爲止順利羽化之個體只有一隻，且羽化不完整。

防治之建議：(1)在植株周圍不要間植有雜木林以減少其隱蔽性或維持通風良好之環境，可減少成蛾棲於此環境來產卵。(2)發生嚴重地區應減少設路燈之光源或利用光源誘殺其成蛾。(3)由於幼蟲爲害食痕明顯，易於捕殺其幼蟲，應在發生期以膠袋收集而

後以器械類擊斃。

3. 溫室薊馬 (*Heliothrips baemorrhoidalis*)

本種可局部發生於中老葉之葉背，受害葉發生栓皮化之暗褐色，葉背更有其排泄物污染之黑點，影響美觀甚鉅，如受嚴重加害中下部之葉片老化加速，且易枯褐提早掉落，影響植株之發育與美觀。本蟲一般發生在春末至秋末冬初間，由此陽明山元月～四月間面臨雨季及新葉芽之長出，此時密度最低。

防治之建議：(1)中下部之植株外圍為其發生最普遍地方，在發生初期應作適度修剪此部位之枝葉，以膠袋接收集於一處燬之。(2)發生盛期如作枝葉修剪時更應注意田間衛生之處理。(3)植株不要密植。(4)除去植株周圍之雜草與可能發生之寄主植物。

4. 杜鵑粉蝨 (*Aleurolobus rhododendri*) (圖 19)

本種若蟲漆黑固著於葉背吸取植株汁液，為杜鵑類發生最為頻繁之粉蝨類，其排泄物可誘發產生煤煙病，在金毛杜鵑上只屬零星發生之害蟲種類，每年之春秋季為其發生量的高峰期，一般在元～三月間發生之密度最低，而於四月間則可見到許多成蟲羽化交尾產卵，五月間可見其族羣密度呈上升趨勢，一般以中老葉棲息量較高，對杜鵑之生育影響較為有限。

防治之建議：本種因在金毛杜鵑只屬零星之局部發生，除對中老葉之修剪加強外，對於以老熟若蟲（或稱蛹或前蛹之蟲體）越冬之個體可以目視檢查法以

手指壓斃即可。此外植株不可密植，以減輕其發生數量。

5. 杜鵑葉蜂 (*Arge simillima*) (圖20~22)

本害蟲為一般栽培性杜鵑之重要害蟲之一，其食量相當大，當發生量多時往往葉片被蠶食殆盡，以春秋季發生量較大。當族羣密度大時，往往會轉而零星為害金毛杜鵑。防法之建議：(1)避免與一般之栽培種杜鵑鄰靠種植。(2)如局部發生時，應立即捕殺其幼蟲。(3)本蟲至秋末冬初當有微雨量時，往往有真菌類寄生其上，抑制其族羣之發展，此時勿以農藥噴殺其幼蟲，以維持田間抗力因子之存在，可繼續抑制春初之葉蜂幼蟲。

6. 金毛杜鵑黃圓介殼蟲(圖23)

本種害蟲至今未鑑定出其種名，可能為杜鵑上新記錄之害蟲，直至目前為止只發現其局部發生在金毛杜鵑，且多棲於較蔭涼而植株密集之葉背及枝條上，受害葉呈黃斑之徵狀，易引起葉黃化與老化，並使植株生育不良，影響杜鵑觀賞之價值。

防治之建議：(1)遇本蟲為害時應修剪其枝條，將此枝條再集中燒燬。(2)避免植株密植。(3)適當修剪枝條保持通風良好，可減少其發生量。

7. 偶發生之害蟲種類

曾發現有少許之小白紋毒蛾、黃毒蛾及一種未經

鑑定之毒蛾幼蟲爲害本種杜鵑，將部分之葉片嚙食或蠶食。此外尚發現青銅金龜一種，葉蟬一種，避債蛾一種及杜鵑軍配蟲(*Stephanitis pyrioides*)之侵害，惟發生量極少，並不影響金毛杜鵑之生育與繁殖。

防治之建議：由於發生量極少可在見到時實施捕殺即可。

(二) 西施杜鵑 (*Rhododendron ellipticum*)

1. 杜鵑斑蛾 (*Artona* sp.) (圖24)：可局部發生於西施杜鵑一般以種植在栽培種杜鵑旁邊的西施杜鵑才會受本蟲之加害。可隨時捕殺。
2. 毒蛾 (圖25)：此種毒蛾於四月間普遍發生於陽明山之木本植物(如白匏仔、山櫻等)，由於飼育期間該蟲發生病害，成蛾無法獲得，故無法鑑定出其種名。當發生時可隨手捕捉或以竹桿輕擊，則幼蟲會吐絲掉於地上再處死。
3. 偶發性害蟲：一種白蠟蟲與刺蛾 (圖26)，只見零星之幼期個體(1~2隻)，無法鑑定其種名，發現時可隨手捕捉。

(三) 烏蘭杜鵑 (*Rhododendron mariesii*)

1. 杜鵑軍配蟲 (*Stephanitis pyrioides*) (圖27.28)

本蟲僅局部發生於與一般杜鵑鄰近種植之烏蘭杜鵑上，尤其當此蟲之密度高時，才由一般栽培之杜鵑轉而爲害烏蘭杜鵑因此爲避免本蟲加害，只要不與一般栽培種杜鵑鄰近即可。

2. 偶發性害蟲：一種透翅飛蟲(或稱蠟蟬)及葉蟬可在其上停留與取食，對植株之生長不影響，不必採取任何防治措施。

(四)大屯杜鵑(Rhododendron longiperulatum)

於苗圃發現有二種蝗蟲(車蝗類)及一種未成長之蝻在其上為害，初步認為偶發性之害蟲，如發現可立即捕殺。為避免此類害蟲之取食，如有禾本科之草類務必除去。

(五)爬地杜鵑(Rhododendron nakaharai)

僅發現有多處之葉片遭蛾類幼蟲取食之食痕，未見蟲體存在。

(六)紅星杜鵑(Rhododendron hyperythrum)

發現被害蟲取食之食痕，但未見蟲體存在；此外尚發現有葉蟬及椿象類(盲椿及綠椿象)在其上棲息，初步認定為偶發性之害蟲。

肆、討論與建議事項

- (一)預防重於治療，故先作好健全苗木之工作再移入種植區。
- (二)注意植物相之複雜性。
- (三)由於國家公園為自然生態保護區，且為遊憩之勝地，必求環境的安全，故宜由農業上之栽培管理技術減輕

病蟲害之壓力，才能作到所謂的綜合防治害蟲之成效，因此由選種、選地、栽植適當之品種、修枝剪葉、除去雜草及田間衛生處理，以及保護害蟲之天敵等工作必須同時進行。

(四)爲預防治害蟲之嚴重發生及提出經濟安全有效之綜合防治，務必對病蟲害之年間族羣之消長有數年的持續調查記錄作依據，才能提出病蟲害預防與除治措施的對策。

(五)依原生杜鵑之生長環境及近年之蟲相調查，除金毛杜鵑可能會遭受蚜害、薊馬及葉蜂之侵害外，其餘之蟲害應不至於威脅其他的杜鵑。因此植株不要密植，且盡量將數種杜鵑混植配置種植可增加環境之繁異度，一方面可增加害蟲天敵之活動空間，此外可避免害蟲食物的單純化，可減輕害蟲對植物之壓力。

伍、參考文獻

1. 未具名。1976。台灣花木之重要害蟲。國立台灣大學昆蟲研究室編印。
2. 未具名。1965。台灣植物害蟲名彙。台灣省檢驗局。178pp.
3. 王清玲。1987。花卉葉。興農，227：56-57。
4. 王清玲。1987。花卉害蟲經濟安全用藥。興農，228：66-69。
5. 王清玲。1988。花卉害蟲的特性。農藥世界，57：40-42。
6. 王鼎定。1987。台灣庭園花木害蟲種類與防治方法。

- 興農，218：102-105；219：78-84；220：180-185；
221：70-76；222：72-78；223：69-73；224：90-91
。
7. 張良傳。1976。杜鵑病蟲害防治。豐年。25(21)：38
。
8. 楊平世。1981。杜鵑花之害蟲。台灣花卉，116：81-
83。
9. 楊平世。1985。杜鵑花類的病蟲害與防治法(在王銘
琪。杜鵑花。淑馨出版社。pp.183-193。)
10. Neumann, E. A. 1980. Growing azaleas and rhodo-
-dendrons. Home and garden bulletin. No. 71. PP
.3-8.
11. White, R. P. and C. C. Hamilton. 1935. Disease
and Insect Pests of rhododendron and azalea.
N.J. Agr. Exp. Cir. 350.



圖14. 金毛杜鵑葉蟧(雌者)及卵



圖15. 金毛杜鵑葉蟧爲害杜鵑葉後之
· 褐鏽色微狀



圖17. 杜鵑斑蛾蠶食葉片後只剩枝條



圖16. 杜鵑斑蛾幼蟲



圖18. 杜鵑斑蛾之繭



圖 19. 杜鵑粉蝨



圖 20. 杜鵑葉蜂之幼蟲及
為害情形



圖 21. 杜鵑葉蜂之繭



圖 22. 杜鵑葉蜂之成蟲



圖23. 杜鵑黃圓介殼蟲



圖25. 爲害西施杜鵑之毒蛾 (也爲害其他杜鵑類)



圖24. 西施杜鵑也被杜鵑斑蛾爲害



圖26. 爲害西施杜鵑之刺蛾



圖27. 杜鵑軍配蟲之成蟲



圖28. 杜鵑軍配蟲爲害烏蘭杜鵑之徵狀

四、原生杜鵑之病害調查

壹、前言

陽明山國家公園位於大台北都會的北側，每年都有許多遊客至此遊憩，成為利用率最高的國家公園。公園中除了特殊地理景觀外，並有豐富的動植物生態景觀，是教育、研究及遊憩的最佳場所。公園中種類繁多的植物相中，以台灣原生杜鵑最具觀賞價值，善加規劃必能成為陽明山的特色之一，故有原生杜鵑復育研究之動機。

陽明山國家公園原生杜鵑共有六類，包括大屯杜鵑 (*Rhododendron longiperulatum* Hayata)、爬地杜鵑 (*R. nakaharai* Hayata)、紅星杜鵑 (*R. rubropunctatum* Hayata)、金毛杜鵑 (*R. oldhamii* Maxim)、西施杜鵑 (*R. ellipticum* Maxim) 及烏蘭杜鵑 (*R. Mariesii* Hemsl. & Wilson) (黃，1986)。原生杜鵑一如其他植物有病害的問題，重者死亡，輕者生長發育不良。此外病徵的產生使杜鵑的觀賞價值大受影響。為了避免病害造成之嚴重後果，應未雨綢繆，瞭解原生杜鵑可能發生的病害種類，提出不影響生態環境的防治對策，以維護陽明山國家公園原生杜鵑之健康茂盛。

台灣原生種及外來種的杜鵑病害之正式記錄共有十一種 (澤田，1922, 1931, 1942, 1943, 1959；陳，1965；謝，1980)。其中五種於陽明山原生杜鵑上發現，茲將此五種病害記述如下：

(一)爬地杜鵑

餅病(Exobasidium taihokuense Sawada)發生於葉片上(澤田, 1959)。

(二)金毛杜鵑

餅病(E. formosanans Sawada)及銹病(Chrysomyxa rhododendri de Bary)發生於嫩葉；煤病(Irenina rhododendri Yamam)及黑脂病(Rhytisma rhododendri-oldhami Sawada)發生於葉上(澤田, 1922, 1942, 1943)。

除金毛杜鵑餅病有病原菌的圖鑑外，其餘病害都只是簡單的文字描述，對於非植病專業人員幫助不大。有鑑於此，本研究計劃將調查研究成果，整理彙編成原生杜鵑病害圖鑑，提供作為將來國家公園復育原生杜鵑時，鑑定病害及防治病害之參考依據。

貳、研究過程與方法

1. 病害調查與記錄：

每隔 1-2 月至陽明山國家公園調查各種原生杜鵑的病害，詳細記錄之。

(1)發病部位、病徵、病兆。

(2)發病面積、受害程度。

(3)採集時間(發病季節)、地點、天候狀況。

2. 幻燈片製作：

實地拍攝病徵，病兆，保存病害鑑定之資料。

病害解剖，鏡檢同時也進行顯微攝影，作為內部病徵，病原構造之記錄。

3. 病害標本之製作：

收集典型之原生杜鵑病害標本，以乾燥劑加速乾燥加壓法，壓製近原色之乾燥蠟葉標本，可供保存及展示之用。或以硫酸銅液保色法保存立體原生杜鵑病害標本。

製作方法如下：

(一) 乾燥劑加速乾燥加壓法：

- (1) 將清理乾淨之標本，放在對摺棉紙中。儘量減少重疊，枝幹太粗者以小刀剖開一半以減少厚度。
- (2) 各份棉紙間以一張海棉間隔。重疊放置好的棉紙海綿，上下夾以有孔金屬板，再以綁帶縛緊。放入含乾燥劑（分子篩或矽膠均可）之密封盒內，3-7天即可完全乾燥。
- (3) 將乾燥標本以施敏打硬速乾膠固定於台紙上。台紙正面覆上一透明玻璃，背面放滿乾燥片，即可以鋁箔密封，長期保存。
- (4) 加框後則可作為展示之用。

(二) 液浸標本製作法：

- (1) 飽和硫酸銅溶液浸泡12-24小時。

(2) 水洗8-12小時。

(3) 放入保存液中長期保存。

保存液配方：無水亞硫酸鈉20克，硫酸 1 毫升，蒸餾水1000毫升。標本瓶以樹脂多次塗佈封口，使其完全密封，再覆上白色塑膠布以維持整潔及美觀。

4. 病態解剖及鏡檢：

以下列方法進行原生杜鵑病害內部病徵，病原的觀察，作為鑑定之依據。(1)徒手切片(2)石蠟切片(3)冷凍切片，視病害材料決定使用那一種切片方法或多種並用。

5. 重要病原菌的分離及培養：

以組織分離，單胞分離等方法自重要病害組織上分離病原菌，作純種培養，進行鏡檢以確定病原。

6. 防治建議：

參考國內外文獻提出可行之防治方法，儘可能不影響國家公園的自然生態環境。

參、結果

經過一年的調查及研究，金毛杜鵑由於族羣數量較多，調查發現的病害亦較多，共有六種；其餘為紅星杜鵑兩種，大屯杜鵑兩種，守城滿山紅一種，中原杜鵑一種

，西施杜鵑一種；總計發現十三種病害。其中金毛杜鵑花腐菌核病、葉斑病；紅星杜鵑炭疽病、葉枯病；守城滿山紅葉斑病；大屯杜鵑葉斑病、花腐菌核病；中原杜鵑葉斑病，及西施杜鵑葉枯病等九種皆為台灣新記錄。今將原生杜鵑病害之病徵、病原菌、發生情形及防治建議整理如下：

(一) 金毛杜鵑

1. 餅病 (*Exobasidium gall*) (圖 29、30)

病 徵：主要為害嫩葉及嫩芽。初期葉片罹病部位向下表皮凸起增生，形成淡綠色腫瘤，表面光滑；此為病原菌絲刺激植物細胞行不正常增生及分裂所致 (Coyier and Roane, 1986)。而後患部逐漸增大且產生白色粉狀物，此為病原菌之孢子；嚴重受害時，葉片扭曲變形。後期病斑轉為暗褐色，腫瘤亦皺縮而呈暗褐色。

病 原 菌：*Exobasidium formosanans* Sawada
本菌分類地位屬於擔子菌綱，
Holobasidiomycetidae 亞綱，
Exobasidiales 目，Exobasidiaceae 科
(Alexopoulos & Mims, 1979)。擔子柄 (*basidium*) 裸露在植物體外，呈棍棒狀或圓柱狀，大小約為 $32-100 \times 4-8 \mu$ ，其上有 3-5 個小梗 (*sterigmata*)。每一個小梗頂端著生一個擔孢子 (*basidiospore*)

，爲本病的主要傳染源。擔孢子爲單胞，大小約爲 $10-18 \times 3.5-5 \mu$ ，呈透明橢圓或臘腸形(澤田，1922)。擔孢子發芽時會先形成隔膜且以出芽方式產生大量的分生孢子(conidium)，但分生孢子不具感染力。在馬鈴薯葡萄糖洋菜培養基本上菌落的形態類似酵母菌。

發病季節：本病主要發生於三、四月間，但六、七月偶而可見。一般而言，通風不佳、溼度高之處容易發生。

防治建議：(1) 去除剛形成的腫瘤，即在腫瘤尚未產生白色粉狀物之前，將其移除 (Mikes, 1928)。

(2) 改善通風，使葉面溼度降低，可減少病害的發生 (Coyier & Roane, 1986)。

附註：根據澤田氏的描述，本菌與 *E. japonicum* Shirai 不同，因爲後者的擔子柄產生 4-5 個小梗，而一般爲 4 個；然而本菌所產生的小梗 3 或 5 個 4 個小梗者很少見，故澤田氏認爲兩菌不同屬只產生不具特異性的擔子柄，缺乏具特徵的子實體供分類參考，因此種間分類系統相當混淆，尚待學者繼續研究 (Saville, 1959)。

2. 銹病 (leaf rust) (圖 31~33)

病 徵：被害葉初期產生紫紅色小斑，病斑逐漸擴大後，受葉脈限制而呈角斑，但病健部界限模糊不清。病斑葉背產生金黃色的夏孢子堆 (uredium)，成熟時突破寄主表皮而散出金黃色的夏孢子 (uredospore)。

病 原 菌：Chrysomyxa rhododendri de Bary

本菌屬於擔子菌綱，Teliomycetidae 亞綱，Uredinales 目，Melampsoraceae 科 (Wilson & Henderson, 1966)。夏孢子為橢圓形 $22-31 \times 15-18 \mu$ ，為本病的主要傳染源。調查期間未曾發現冬孢子 (teliospore)。根據外國報導指出雲杉屬 (Picea spp.) 為其輪迴寄主，精子器 (spermogonium) 及孢子腔 (aecium) 產生在此屬植物之葉片上 (Coyier & Roane, 1986; Dufrenoy, 1932; Wilson & Henderson, 1966)。

發病季節：本病全年可見，但以天氣暖和時較嚴重。

防治建議：(1) 修剪病枝病葉，並加以燒毀。

(2) 原生杜鵑人工復育區盡量避免與雲杉屬植物接近。

(3) 改善通風，可減少病害發生 (Coyier & Roane, 1986)。

3. 黑脂病(black leaf spot) (圖34.35)

病 徵：葉表產生許多光滑的小黑點，類似黑色油脂，大小約 0.5-1.5mm，形狀為圓形或橢圓形，有時會彼此癒合而呈不規則狀，此為病原菌之子座(stroma)。於冬末初春形成子囊盤(apothecium)，子囊孢子(ascospore)成熟時，子座會形成裂口而釋出孢子。

病 原 菌：Rhytisma rhododendri-oldhami Sawada
分類地位為子囊菌綱，Hymenoascomyces
-tidae 亞綱，Discomycetes 綱，Phac-
-idiales 目，Rhytismataceae 科(
Alexopoulos&Mims, 1979)。子座外黑
內白，呈扁球狀，厚約90-160 μ 。子囊
(ascus) 排列著生在子座內，呈透明棍
棒狀，大小約為73-140x13-16 μ ，內有
八個長絲狀的子囊孢子。子囊孢子為單
胞、無色，大小約為40-55x3.5-16 μ ；
側絲(Paraphyses)為透明絲狀，直徑約
2-2.5 μ (澤田，1943)。

發病季節：本病全年可見，子座於1-2月開始分化，
形成子囊盤，子囊孢子直至 3-4月才完
全成熟；釋放出的孢子成為本病的主要
感染源。

防治建議：在子囊孢子尚未成熟之前，即 3月份以
前，把罹病葉片去除且加以燒燬。

附註：本病對杜鵑本身傷害不大，但卻嚴重影響原生杜鵑的觀賞價值，必須注意防患。

4. 花腐菌核病 (*Ovulinia petal blight*) (圖36、37)

病徵：本病主要為害花器。初期在花瓣上產生水浸狀小斑點，然後迅速擴大至整片花瓣，此時花瓣摸起來帶有黏性，最後造成整朵花腐爛、枯萎。大約一至兩個月後在乾枯的花朵上形成黑色不整形之菌核 (*sclerotium*)，是為本病原菌的存活構造。

病原菌：*Ovulinia azaleae* Weiss

本菌屬於子囊菌綱，*Hymenoascomyceti*-*dae* 亞綱，*Discomycetes* 綱，*Heloti*-*ales* 目，*Sclerotiniaceae* 科 (Alexopoulos & Mims, 1979)。無性世代學名為 *Ovulitus azaleae* Buchwald，為 *Hyphomycete* 之一員 (Coyier & Roane, 1986)。菌核大小約 2-5 X 3-10mm，在春天低溫高溼的環境下產生1至3個子囊盤 (Paton, 1954)。子囊盤呈紅褐色，直徑約 1.5-2.5mm，柄長 3-10mm；上面排列有許多透明棍棒狀的子囊，大小為 140-260x9-14 μ ；側絲有隔膜，通常不分枝，呈絲狀，並列在子囊旁邊。八個無色

、單胞、橢圓狀的子囊孢子排列在子囊內，大小約 $10-18 \times 8.5-10 \mu$ ，成熟後被釋放出來，成為第一感染源(Weiss, 1940)。子囊孢子感染杜鵑花，在花瓣上產生大量的分子孢子 (conidium) 成為第二感染源，而造成大面積的病害發生。分生孢子呈透明卵形，大小為 $40-60 \times 21-36 \mu$ ，基部有一個分離細胞 (disjunctor cell)，由此處與分生孢子柄脫離(Wiss, 1940)。

發病季節：本病只在杜鵑開花時發生，發病期多在三、四月間。

防治建議：(1) 去除且銷毀長有菌核的乾枯花朵，可有效的減少第一感染源(Bertus, 1975; Coyier & Roane 1986)。

(2) 於土表噴灑殺菌劑，摧毀菌核(Coyier & Roane, 1986)。

(3) 花芽開放之前噴藥是最有效的防治方法，可選用 triadimefon 或 benomyl 於開花期每星期噴藥一次，而控制病害的發生及菌核的形成；亦可選擇 chlorothalonil 及 benomyl 混合使用 (Bertus, 1975; Coyier & Roane, 1986; Miller & Noegel, 1977; Peterson & Davis, 1977)。

附註：本病爲台灣新記錄。由於花腐菌核病嚴重威脅杜鵑花，由開始感染至花朵完全萎凋，通常只需兩、三天，且分生孢子每三、四天可產孢一次，很容易造成重大爲害。將來原生杜鵑復育工作完成時，此病將成爲杜鵑花的棘手問題，不可掉以輕心。

5. 葉斑病 (*Pseudocercospora* leaf spot) (圖38)

病徵：葉片上產生深褐色不規則的角斑，病斑擴大後會彼此癒合，造成葉片枯萎，提早落葉。

病原菌：*Pseudocercospora rhododendricola* (Yen) Deihgton 本菌屬於不完全菌綱，Hyphomycetidae 亞綱，Moniliales 目，Dematiaceae 科(吳，1987；Alexopoulos & Mims, 1979)。其分類是根據英國 Deihgton 氏所提出之分類方式，將類似 *Cercospora* 屬的真菌，加以區分而得名(Deihgton, 1976, 1983; Pollack, 1987)。分生孢子柄聚生在子座上，由柄形成淡色、多隔而長形的分生孢子，爲本病的傳染源。

發病季節：本病全年皆可發生。

防治建議：(1) 去除且銷毀罹病的葉片(McArthur, 1959)。

(2) 改善通風，可減少病害發生。

(3) 施用保護性藥劑(Coyier & Roane, 1986)。

附註：本病為台灣新記錄。

6. 煤煙病(sooty mold) (圖39)

病徵：葉片上出現黑色煤煙狀物，乾燥時極易剝離。發生主因為病原菌以蚜蟲的分泌物為營養基質，而在葉表生長所致。

病原菌：Irenina rhododendri Yamam. (澤田, 1942) 本菌屬於子囊菌綱, Hymenoascomyces 亞綱。 Pyrenomycetes 綱。 Meliolales 目。 Meliolaceae 科 (Alexopoulos & Mims, 1979; Wehmeyer, 1975)。表生菌絲呈深色，主要特徵為沿著菌絲產生一至二個細胞的側生分枝，capitate hypopodia，而子囊殼(perithecium) 無附絲(appendage)或剛毛(seta)，菌絲亦無剛毛 (Wehmeyer, 1975)。

發病季節：本病全年皆可發現。

防治建議：(1) 防除植株上的昆蟲，即可有效的防治本病。

(2) 去除病葉。

(二) 紅星杜鵑

1. 炭疽病 (anthracnose) (圖40.41)

病徵：通常由下方老葉開始發病，初期在葉尖或葉緣產生淡褐色斑點，逐漸向內擴大，造成葉片乾枯。病斑形成小黑點，此乃病原菌之子囊殼(perithecium)。

病原菌：Glomerella cingulata(Ston.)Spauld. & Schrenk本菌屬於子囊菌綱，Hymenochaetaceae 亞綱，Pyrenomyces 綱，Xylariales 目，Polystigmataceae 科 (Alexopoulos & Mims, 1979)。子囊殼暗褐色，瓶狀，內有透明棍棒狀的子囊，大小為 $50 \times 80-10 \mu$ ；每個子囊有八個臘腸形的子囊孢子，大小約 $10-19 \times 2.6-5 \mu$ ，為本病的主要傳染源。

發病季節：全年皆可發生。

防治建議：(1) 去除且銷毀罹病的葉片 (Coyier & Roane, 1986)。

(2) 施用保護性藥劑，如銅劑及有機殺菌劑 (Stathis & Plakidas, 1958)。

附註：本病為台灣新記錄。

2. 葉枯病：(Pestalotia leaf blight) (圖42)

病徵：本病多發生新葉片上，與炭疽病類似，亦是由葉尖或葉緣開始為害。病斑上的少黑點為分子孢子堆(acervulus)

），在潮溼的環境下會有大量黑色孢子溢出。

病原菌：Pestalotia sp.

本菌屬於不完全菌綱，Coelomycetidae 亞綱，Melanconiales 目，Melanconiaceae 科 (Alexopoulos & Mims, 1979) 。分生孢子堆產生大量的分生孢子，為本病的傳染源。分生孢子為多細胞，略呈紡錘形，頭尾細胞為透明，中間部份呈黑色，頭尾兩端皆有長絲狀的附絲。

發病季節：全年皆可發生。

防治建議：(1) 去除且銷毀罹病的葉片。

(2) 改善通風，減少葉片溼度。

(3) 避免葉片受傷害，而改變寄主植物的抗性 (Coyner & Roome, 1986) 。

附註：本病為台灣新記錄。有此學者認為本屬的真菌為弱寄生菌或腐生菌，通常在杜鵑罹患其他病害或受傷後，才較容易侵入杜鵑，造成更的危害。

(三) 烏蘭杜鵑

1. 葉斑病 (*Pseudocercospora* leaf spot) (圖43)

病徵：主要發生在葉片上，初期產生圓形病斑，周緣為深褐色，內部為紅褐色；病斑

逐漸擴大後受到葉脈限制而發展成不規則形。後期病斑相互癒合呈不整形，且組織容易碎裂脫落而形成穿孔。整株嚴重受害。

病原菌：Pseudocercospora rhododendricola (Yen) Deighton 本菌分類及特徵參考金毛杜鵑葉斑病。

發病季節：四月開始發生，一直至十月份守城滿山紅落葉之前，發病相當嚴重，顯然對本病原菌極感病。

防治建議：參考金毛杜鵑葉斑病。

附註：本病為台灣新記錄。守城滿山紅雖然對本菌極感病，尚能存活至今，可能是利用其落葉性的特質，而逃過病菌的繼續侵害，真正原因尚待進一步研究。

(四)大屯杜鵑

1 花腐菌核病 (*Ovulinia petal blight*) (圖44)

病徵：本病主要為害花器。初期在花瓣上產生水浸狀小斑點，然後迅速擴大至整片花瓣，此時花瓣摸起來帶有黏性，最後造成整朵花腐爛、枯萎。大約一至兩個月後在乾枯的花朵上形成黑色不整形之菌核。

病原菌：*Ovulinia azaleae* Weiss

分類及特徵參考金毛杜鵑花腐菌核病。

發病季節：本病只在杜鵑開花時發生，發病期多在三、四月間。

防治建議：參考金毛杜鵑花腐菌核菌。

附註：本病為台灣新記錄。

2 葉斑病 (*Pseudocercospora* leaf spot) (圖45)

病徵：葉片上產深褐色不規則的角斑，病斑擴大後會彼此癒合。在潮溼環境下，由子座產生分生孢子柄再長出大量的分生。

病原菌：*Pseudocercospora rhododendricola* (Yen) Deighton 本菌分類及特徵參考金毛杜鵑葉斑病。

發病季節：全年皆可發生。

防治建議：參考金毛杜鵑葉斑病。

附註：本病為台灣新記錄。

(五) 爬地杜鵑

1. 葉斑病 (*Pseudocercospora* leaf spot)

病徵：葉片上產生深褐不規則的角斑，病斑擴大後彼會此癒合。

病原菌：*Pseudocercospora* leaf spot (YEN) Deighton 本菌分類及特徵參考金毛杜鵑葉斑病。

發病季節：全年皆可能發生。

防治建議：參考金毛杜鵑葉斑病。

附註：本病為台灣新記錄。

(六) 西施杜鵑

1. 葉枯病 (Leaf blight) (圖46)

病徵：葉片邊緣或尖端呈灰白色，病斑上有小黑點，是爲 *conidiomata*。

病原菌：初步鑑定爲 *Belaina* sp.

屬於不完全菌，*Blastodeuteromycetes* 綱，*Holobolastomycetidae*。亞綱，*Blastodeuteromycetes* 目，*Blastostromatineae* 門 (Sutton, 1980)。

發病季節：全年皆可發生。

防治建議：(1) 去除且銷毀罹病的葉片。

附註：本病爲台灣新記錄。

肆、建議事項

(一) 本計劃所調查的原生杜鵑，除金毛杜鵑外，一般而言發病並不十分嚴重，可能是由於原生杜鵑數量少且分佈零星的緣故。當開始人工復育杜鵑時，應注意防患流行病的發生，故建議此時病害調查工作應繼續進行。

(二) 在所調查的病害中，有兩類病害很值得重視，其一爲由 *Pseudocercospora* 屬所引起的葉斑病，因其可危害四種原生杜鵑，將來復育時應特別注意大面積發生的可能性。另外，花腐菌核病已在金毛及大屯杜鵑上發現，本病是發生在開花時，常使花期縮短，減少了觀賞價值，必須小心防患。

- (三)在移入人工栽培的原生杜鵑苗時，應注意種苗的健康情形，避免把病原菌帶入國家公園。
- (四)建議國家公園的工作人員進行每年的原生杜鵑病害發生情形的調查，若發現有特殊的現象，可請教植病專家，尋求適當的防治對策，否則可照上述的建議，而行加以防治。
- (五)由於陽明山原生杜鵑的數量非常有限，無法進行病原菌的接種試驗，因此只能就採集到的病害標本加以切片鏡檢分離並培養病菌，然後與前人文獻對照，籍此來鑑定病原菌。等將來原生杜鵑復育完成後，希望能再進行接種試驗，以完成鑑定病原菌所需進行之柯霍法則。

參考文獻

1. 吳德強. 1987. 台灣產尾孢菌屬與其類似屬之研究. 國立中興大學植物病理研究所碩士論文. 259頁
2. 黃增泉. 1986. 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. 96頁。
3. 陳其昌. 1965. 台灣森林的傳染性病害調查(第二報)。台大農學院研究報告 8(2): 67-85。
4. 謝煥儒. 1980. 台灣木本植物病害調查報告(三)。中華林學季刊13(3): 129-139。
5. 澤田兼吉. 1922. 台灣產菌類調查報告第2編。台灣農業部報告第2號. 173頁。
6. 澤田兼吉. 1931. 台灣產菌類調查報告第5編。台灣農業部報告號第51號. 131頁。

7. 澤田兼吉. 1942. 台灣產菌類調查報告第7編。台灣農業試驗所報告號第83號. 170頁。
8. 澤田兼吉. 1943. 台灣產菌類調查報告第9編。台灣農業試驗所報告第86號. 178頁。
9. Alexopoulos. C. J., and Mims, C. W. 1979, In-troductory mycology (3rd. ed.) John Wiley & Sons, Inc., New York. 632 PP.
10. Beaumont, A. 1954. Diseases of Rhododendron. Gdnrs' Chron., Ser.3, 136, 3522, p.15.
11. Bertus, A. L. 1975. Controlling azalea petal blight. Agricultural Gazette of New South Wales. 86(3): 36-37.
12. Coyier, D. L., and Roane, M. K. 1986. Compendium of rhododendron and azalea diseases. APS Press. 65 pp.
13. Deihgton, F. C. 1976. Studies on Cercospora and allied genera. VI. Pseudocercospora Speg., Pantospora Cif. and Cercoseptoria Peter. Mycol. Pap. 140, C.M.I., Mew, Surrey.
14. Deihgton, F. C. 1983. Studies on Cercospora and allied genera. VIII. Further notes on Cercoseptoria and some new species and redispersions. Mycol. Pap. 151, C.M.I., New, Surrey.
15. Dufrenoy, J. 1932. The unequal susceptibility of Spruces towards Chrysomyxa rhododendri.

- Comptes rendus Soc. de Biol., cix,5,pp.352-3
16. McArthur, G. W. F. M. 1959. Cercospora leaf spot on Rhododerndron (C. handelii Bubak). N. Z.J. agric. Res., 2, 1, pp.86-89.
 17. Miles, H. W. 1928. Azalea culture in Belgium. Journ .Min. Agric., xxxv, 2, pp.137-47.
 18. Miller, H. N.,and Noegel, K. A. 1977. Control of azalea flower blight with a new fungicide , Bay Meb 6447. Plant Disease Reporter 61(2): 111-115.
 19. Paton, M. R. 1954. Petal blight of Rhododendron in Scotland. Plant Path. 3, 2, p.50.
 20. Peterson, J. L., and Davis, S. H. Jr. Effect of fungicides and application timing on control of azalea petal blight. Plant Disease Reporter. 61(3):209-12.
 21. Pollack, F. G. 1987. An annotated compilation of Cercospora names. Mycologia Memoir No. 12 . The Mew York Botanical Garden. 212pp.
 22. Savile, D. B. O. 1959. Notes on Exobasidium. Can. J. Bot. 37:641-56.
 23. Sawada. K. 1959. Descriptive catalogue of Formosan fungi, Part 11. Coll. Agr. National Taiwan University, Spec. Publ. No.8, 268pp.
 24. Stathis, P. D., and Plakidas, A. G. 1958. Anthracnose of Azaleas. Phytopathology 48(5):

256-60.

25. Sutton, B. C. 1980. The Coelomycetes. C.M.I. 696pp. Wehmeyer, L. E. 1975. The Pyrenomycetous fungi. Mycologia Memoir No. 6. The New York Botanical Garden. 250pp.
26. Weiss, F. 1940 Ovulinia, a new generic segregate from Sclerotinia. Phytopathology 30: 236-44
27. Wilson, M., and Henderson, D. M. 1966. British rust fungi. Cambridge Univ. Press. 384pp.



圖29. 金毛杜鵑餅病初期於葉下表面形成淡綠色腫瘤狀的增生組織



圖30. 中期腫瘤表面產生白色粉狀物即病原菌的擔子柄及單孢子



圖31. 金毛杜鵑銹病在葉上表面形成紫紅色病斑



圖32. 病斑的下表面產生金黃色夏孢子堆

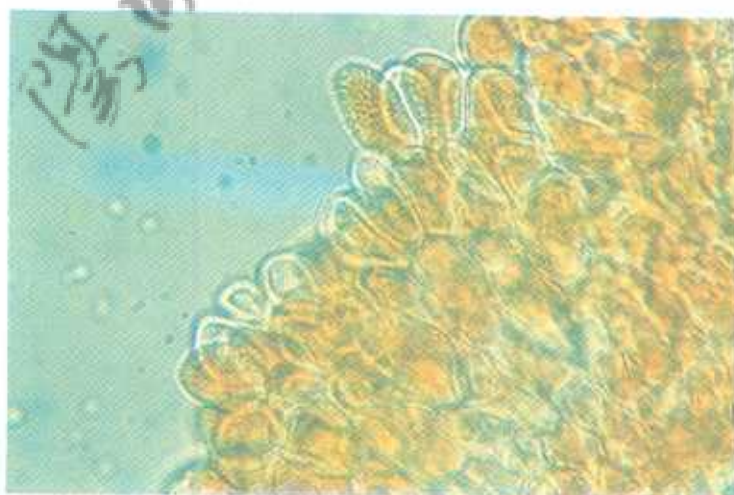


圖33. 金毛杜鵑銹病菌的夏孢子堆



圖35. 金毛杜鵑黑脂病菌之子囊果、子囊及子囊孢子。

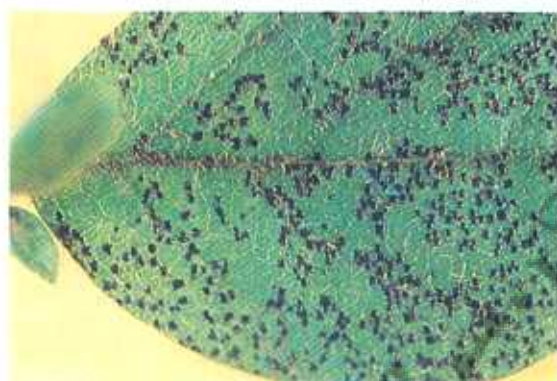


圖34. 金毛杜鵑黑脂病，葉表密生黑色油脂狀物，為病原菌之子座



圖36. 金毛杜鵑花腐菌核病初期病徵，產生圓形水浸狀的褪色斑點



圖37. 後期乾枯的花瓣上產生不整形的黑色菌核



圖38. 金毛杜鵑葉斑病形成褐色角斑



圖39. 金毛杜鵑煤煙病之病徵



圖40. 紅星杜鵑炭疽病之病徵，與葉枯病徵相似

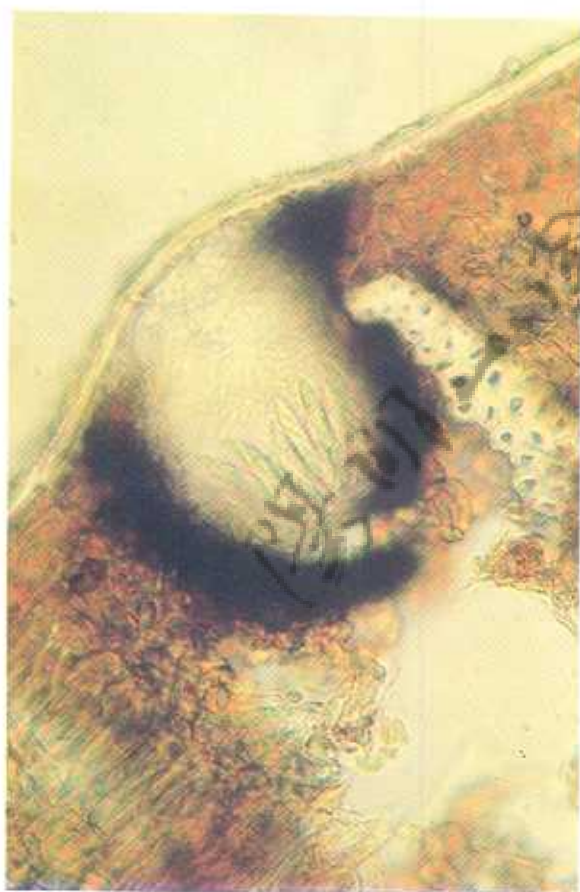


圖41. 紅星杜鵑炭疽病菌之子囊殼、子囊及子囊孢子

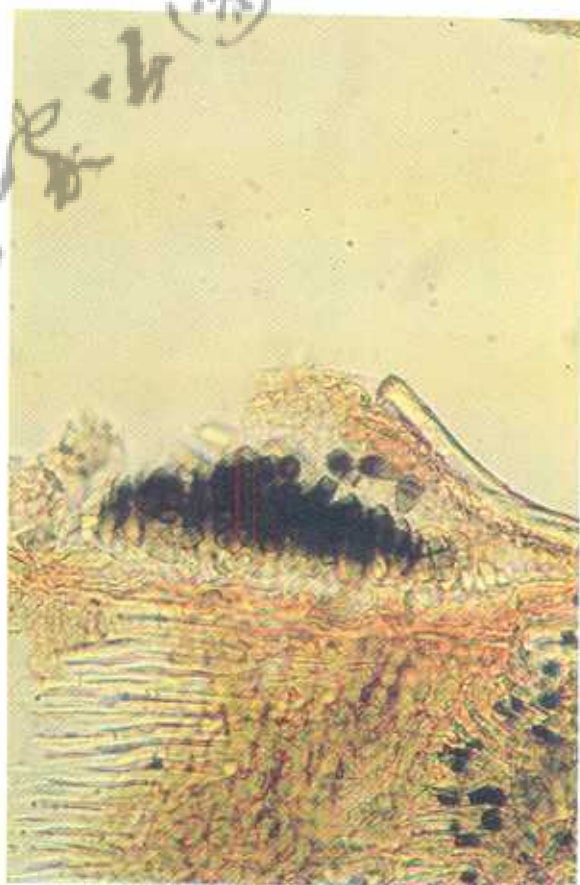


圖42. 紅星杜鵑葉枯病菌之分生孢子及分生孢子堆



圖43. 烏蘭杜鵑葉斑病之病徵



圖44. 大屯杜鵑花腐菌核病初期病徵
，產生圓形水浸狀的褪色斑點

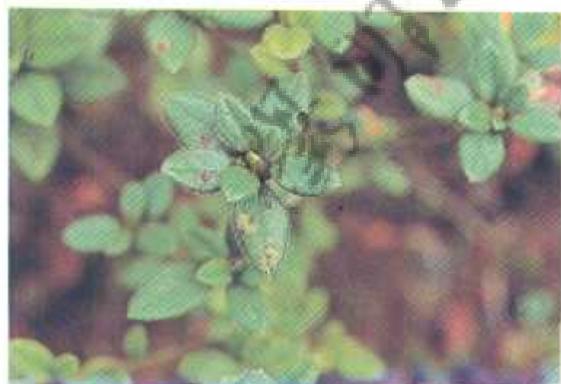


圖45. 大屯杜鵑葉斑病形成褐色角斑



圖46. 西施杜鵑葉枯病菌之病徵