

內政部營建署雪霸國家公園管理處八十七年度研究報告

野火影響環山與雪山地區植群之研究

**Studies on the effects of wildfires on the vegetation
at Fansan and Shesan areas**



執行單位：雪霸國家公園管理處

研究機構：中華民國環境綠化協會

研究主持人：陳明義

研究人員：陳明義、施纓煜

中華民國八十七年六月卅日

誌謝

本研究計劃承蒙雪霸國家公園管理處補助經費，研究調查期間復承雪霸國家公園管理處林前處長培旺、林處長永發、彭副處長茂雄、吳秘書祥堅、保育課李課長茂鐘及吳宗穎等諸位先生的支持與指正，謹致謝意。在野外調查期間，承武陵行政中心同仁及多位高山義務服務員鼎力相助，並承登山同好林炎輝、范佐智、賴國禎、楊家民、李世豐、廖崇賢、潘再發、簡鈺哲、吳勝雄、沈宛虹、張淑芬、林佩蓉、詹雯瑩、黃麗宇以及中興大學植物系何一正、楊淑燕、周文郅、梁立明、楊偉辰、陳煌耀、黃建益、昆蟲系顏汎昇、陳端仁等同學之協助，十分感謝。也感謝多位泰雅族及魯凱族朋友提供住宿及交通上的協助。

目 次

摘要	I
英文摘要	II
I 、前言	1
II 、前人研究	2
一、林火統計	2
二、林火對土壤的影響	2
三、致死及萌櫟	3
四、繁殖與天然更新	3
五、植群演替	4
III 、研究地區及方法	7
一、研究地區概述	7
二、研究項目與方法	11
IV 、結果與討論	14
一、火燒年代及最近火燒之範圍	14
二、林木受害情形	23
三、植群消長	24
四、天然下種及更新	32
五、植群演替模式	37
V 、結論與建議	41
VI 、引用文獻	43
附錄	48

圖 目 次

圖 1. 環山火燒區位置圖-----	9
圖 2. 雪山頂火燒區及三六九白木林位置圖-----	10
圖 3. 環山大甲溪事業區第 23 林班之台灣五葉松年輪圖-----	16
圖 4. 環山大甲溪事業區第 23 林班之台灣二葉松年輪圖-----	17
圖 5. 環山大甲溪事業區第 23 林班之另一台灣二葉松年輪圖-----	18
圖 6. 環山地區衛星影像分類圖-----	19
圖 7. 雪山三六九山莊白木林附近之台灣冷杉年輪圖-----	20
圖 8. 雪山三六九山莊白木林之台灣冷杉年輪圖-----	21
圖 9. 雪山哭坡附近之台灣鐵杉年輪圖-----	22
圖 10. 雪山台灣冷杉林樣區之台灣冷杉胸徑級分布圖-----	35
圖 11. 雪山台灣冷杉林樣區苗木高度分布圖-----	35
圖 12. 台灣冷杉林推移帶由林緣向林內之苗木分布-----	36
圖 13. 台灣冷杉林推移帶由林緣向林外基徑大於 1cm 的苗木分布-----	36
圖 14. 環山地區植群演替推測圖-----	39
圖 15. 雪山地區植群演替推測圖-----	40

表 目 次

表 1. 環山測站 1990 ~ 1996 年之氣候資料 -----	8
表 2. 環山 1995 年 12 月火燒跡地林木受害統計-----	23
表 3. 環山 1995 年 12 月火燒跡地之上木組成-----	26
表 4. 環山 1800m 區主要植物覆蓋度之變化-----	26
表 5. 環山 2000m 區主要植物覆蓋度之變化-----	26
表 6. 環山 2450m 區主要植物覆蓋度之變化-----	27
表 7. 三六九白木林及台灣冷杉林之上木組成-----	27
表 8. 三六九白木林地被植物覆蓋度之變化-----	28
表 9. 台灣冷杉林地被植物覆蓋度之變化-----	29
表 10. 雪山頂未火燒區地被植物覆蓋度之變化-----	30
表 11. 雪山頂火燒區地被植物覆蓋度之變化-----	31
表 12. 環山 1995 年 12 月火燒跡地台灣二葉松小苗之消長-----	33

摘要

追蹤火燒存活木的年輪得知，環山地區的台灣二葉松林在最近 20 年間至少曾發生 3 次林火。最近一次發生於 1995 年 12 月，焚燬大甲溪事業區第 22 及 23 林班約 170 公頃。不具萌斲能力的台灣二葉松平均致死率為 73.1%；闊葉樹大多由地際再萌斲，僅 1.6% 死亡。火燒後的地被以高山芒及巒大蕨最為優勢，其中巒大蕨具明顯的季節性消長。上木組成隨火燒強度、原植群類型及海拔高而不同。台灣二葉松之天然下種量，可能與種子來源有關；幼苗的萌發及死亡與月降水量、微環境等有關。本區若長期不再發生火燒，海拔較低的地區，台灣二葉松終將被殼斗科及樟科等闊葉樹所取代；海拔較高的地區，可能演替為針闊葉樹混交林。唯人為干擾可能更為頻繁，火燒週期或將縮短，而使本區淪為草生地。

按年輪追蹤，雪山三六九山莊一帶之台灣冷杉林約於 1903 年及 1957 年曾發生林火。當地白木林應是林火所造成，白木多已腐朽、傾倒，白木林景觀逐漸消失中。白木林下以禾草類及落葉性灌木為優勢，其覆蓋度呈季節消長；鄰近未火燒的台灣冷杉林，有少許玉山圓柏混生，地被層以苔蘚類及玉山鬼督郵為主。台灣冷杉林與白木林間推移帶的台灣冷杉苗木，主要分布在由林緣向林內 32m 的範圍內，且苗木密度與坡向有關；林外的苗木則僅出現於距林緣 9m 的範圍內。1991 年 1 月發生於雪山主峰東南坡的林火，全面燒燬約 11 公頃的玉山圓柏及玉山杜鵑。由於冠層開釋，促增了地被植物的拓殖。火燒後迄今尚未發現玉山圓柏天然下種苗。即使不再發生林火，演替為原植群所需之年代勢必十分長久。

Abstract

Based on dendrochronological studies of fire-scarred trees, there were at least 3 fires at Taiwan red pine (*Pinus taiwanensis*) forest in Fansan during the past 20 years. The last fire occurred in Dec. of 1995 and burned 170 hectares. 73.1% of Taiwan red pine were completely killed by the last fire. Most hardwoods, however, sprouted from the base. Only 1.6% were completely killed. After burning, *Miscanthus transmorrisonensis* and *Pteridium aquilinum* subsp. *wightianum* were dominant ground cover species, but *Pteridium aquilinum* subsp. *wightianum* showed seasonal fluctuation. The postfire canopy composition was related with fire intensity, original vegetation type and elevation. Postfire regeneration of Taiwan red pine was related with seed source. The germination and mortality of Taiwan red pine seedlings were related with microenvironment and monthly rainfall. If there is no more fire in this area, the vegetation will succeed to hardwood forest at lower elevation or to hardwood-conifer mixed forest at higher elevation. However, more frequent fires are probably inevitable. Thus all this area may eventually change to grasslands.

The white snag landscape near the Shesan 369 Cabin was resulted from fires at Taiwan fir (*Abies kawakamii*) forest. The last two fires occurred around 1903 and 1957. Those snags have rotten and fallen down gradually. The dominant understory species were grasses and deciduous shrubs at the burned snag site, and were moss and *Ainsliaea reflexa* var. *nimborum* at the unburned fir forest. Most fir seedlings exist in the range between 32m from edge to forest interior and 9m from edge to exterior. The fire that occurred at the southeastern slope of Shesan peak in Jan. of 1991 completely killed about 11 hectares of *Juniperus squamata* and *Rhododendron pseudochrysanthum*. So far no postfire regeneration of *Juniperus squamata* has been found. Even though there is no more fire, it will still take very long time to succeed to original stand.

I 、前言

野火為森林生態系之重要干擾因子，輕度火燒或許僅影響景觀與演替，重度火燒可摧燬整個生態系，更可能影響到大區域的環境。隨著社經變遷以及全球氣候變化，未來的環境將更有利於林火的發生，林火的問題值得探討。

1988年6月至9月間，美國黃石國家公園發生森林大火，發生於國家公園之林火以及「野火不救」政策，曾引起重視與爭議。台灣地區的國家公園中，有些地區常發生野火，特別是大甲溪上游集水區、龍坑及八通關一帶。1993年元月，玉山國家公園塔塔加地區曾發生林火，火燒跡地之復育問題亦曾引發爭論。台灣地區國家公園林火之相關問題與研究有待重視。

雪霸國家公園環山地區之台灣二葉松林，曾分別於1994年12月及1995年12月發生大火；雪山主峰東南坡之玉山圓柏林曾於1991年元月發生大火；三六九山莊附近之台灣冷杉白木林亦是林火所形成。本研究調查與探討這些地區火燒之範圍、林木受害情形、萌蘖特性、天然下種、植群消長以及火燒後之演替模式，以作為國家公園經營之參考。

II 、前人研究

一、林火統計

陳源長(1967)曾經統計分析1955～1965年間台灣森林火災發生的次數及原因；許啓祐等(1984)曾統計1974～1983年間台灣森林火災發生的次數與原因；呂金誠(1990)亦曾統計1967～1988年間之台灣森林野火，平均每年發生33.6次，平均每年受害面積達1256.71公頃。林朝欽(1992、1993a、1993b)曾統計1963～1991年間台灣地區發生之森林火災，在國有林事業區中，以大甲溪事業區為最多，1963～1991年間森林火災共記錄111次，大多數為開墾引火所致(54次，48.64%)。陳正改等(1983)曾研究台灣易發生林火之相關氣象條件。

林火發生後，存活的受害林木上會形成燒疤，藉由樹木年輪學(dendrochronology)的研究，可以推知林火發生年代、火燒週期及其他相關環境因子(Dieterich & Swetnam, 1984; McBride & Lewis, 1984; Sheppard *et al.*, 1988；賴國祥，1992)。

二、林火對土壤的影響

國外許多報告(Beaton, 1959；Scotter, 1963；Daubenmire, 1968；Sharro & Wright, 1977)指出，火燒後開闢林地淺層土壤之溫度較未火燒者，大致約高出10°C。呂金誠(1990)發現惠蓀林場杜鵑嶺火燒區在日間最高表土溫較對照區為高，最大差異甚至可達16.2°C。楊美玲(1997)對玉山國家公園麟趾山的火燒區進行研究，發現林火區之表土溫度與高低溫差之年平均值，較對照區高2.72°C與7.88°C。

Spurr 與 Barnes(1980)指出，在受熱地帶之土壤團粒結構可能被破壞，甚至黏土可能被燒成硬塊。Lutz(1956)、Metz等(1961)以及Wells(1971)發現火燒對pH值改變的程度及其持續的時間，視原來土壤之pH值、有機物含量、產生灰分量、化學性質及地區降水量而定。Owensby 與 Wyrill(1973)

研究一處放牧地的火燒，發現只有少量之有機物被焚燬，土壤之pH值並未發生顯著的改變。呂金誠(1990)曾對惠蓀林場及東卯山之火燒區，做過土壤含水率、孔隙率、飽和導水度、有機質含量及地表沖蝕深度等之調查。

在養分循環方面，White等(1972)、Spurr 與 Barnes(1980)認為，高溫會使植物體及枯枝葉中的氮損失，溫度愈高損失愈多。DeBano 與 Conard(1978)發現，由於灰分物質的累積，除了氮以外，土壤中大部份的植物養分在火燒後均有增加。呂福原等(1984)發現在火災當年跡地，表土的pH值顯著升高，但第二年即開始下降；表土中的有效性磷、鉀及全氮量在火燒後均增加，但有機質則有減少之趨勢。林昭遠(1991)曾研究野火對台灣森林土壤理化性質的影響，亦特別對磷肥之運移加以探討。

三、致死及萌櫟

林火對植物直接的傷害，就是導致死亡或受損。而植物在火燒後能夠再萌櫟，是因為植物具有保護營養芽的機制，包括：樹皮、密集葉基或土壤保護(Vogl, 1969 ; Gill, 1977)。

呂金誠(1990)曾調查火燒後林木之致死率及萌櫟，針葉樹之致死率大於闊葉樹，因闊葉樹之再萌櫟能力大於針葉樹。火燒致死率除與樹種、樹徑及火燒強度有關外，亦與火災發生的季節時期有關(陳明義等，1987b)。闊葉樹萌櫟方面，主要以地際萌櫟為主(呂金誠等，1986)。Howe (1995)發現草原植物火燒後的恢復情形，隨植物種類及火燒發生季節不同而有明顯的差異。

四、繁殖與天然更新

呂金誠(1990)曾調查惠蓀林場杜鵑嶺之火燒跡地，發現火燒對蘇鐵蕨(*Brainea insignis*)有促進孢子著生之現象；另外亦發現火燒區淡竹葉(*Lophatherum gracile*)之植株高度、每叢總桿數、開花桿數、花序鮮重及營養部份鮮重，均較未火燒區為高，顯示火燒對淡竹葉之開花有促進作用。

Muller等(1968)指出，加州灌叢在火燒後，一年生的植物大量出現，是因為熱解除了抑制種子發芽的因子，並促進發芽；Keely (1987)曾研究火燒後影響種子發芽的因子，認為光、遺炭及熱均會刺激種子發芽，但高溫卻會影響種子的存活；Christensen與Muller(1975)認為火燒會促使種子發芽，但嚴重的火燒卻可能會焚燬大量埋藏於土壤中之種子。

Baldwin等(1994)由植物體燃燒產生的煙中，萃取並分離其中的物質，發現部份萃取物可抑制野生煙草(*Nicotiana attenuata*)種子發芽，並會對其他植物的發芽產生影響。Baldwin與Morse(1994)就火燒、養分供給速率及毒他物質移除三個因素加以研究，發現NO₃⁻可促進煙草屬(*Nicotiana*)多種植物的發芽，但對王蘭屬(*Yucca*)則無影響。苗木的存活率受到立地基質、微環境、動物活動及其他因子影響(Little *et al.*, 1994；McLaren & Janke, 1996；Bowman & Panton, 1993)。且 Little 等(1994)曾指出亞高山冷杉(*Abies lasiocarpa*)苗木的建立與氣候因子如雨量與積雪期長短，有顯著的關係。

劉棠瑞及蘇鴻傑(1978)調查大甲溪流域之台灣二葉松林，發現林火清除地表原有之植被，礦質土裸露，成為植物下種之優良環境。呂金誠(1990)曾在東卯山及惠蓀林場之台灣二葉松林火燒區，調查天然下種情形，發現台灣二葉松、昭和草、蘇鐵蕨等陽性植物在火燒後均有多量的下種。

五、植群演替

Grimm(1984)認為草原中之許多一年生草本，在冬季枯死後，累積較多的易燃物質，加上風的乾燥作用，發生火燒的機會比鄰近森林區高。Lorimer(1990)指出火燒頻率和強度會影響一個森林的發育，且認為不同的林相對於野生動物、昆蟲及菌類的族群會有所影響，並指出火燒可妨礙演替後期植物種的入侵，因此週期性火燒對於某些植物種是有利的。

柳櫱(1963)推論小雪山高山草原之形成，以及王忠魁(1974)推論台灣高山草原的形成，均認為火燒為高山草原主要成因。劉業經等(1984)認為玉山

箭竹草生地之形成，火燒是主要原因，且玉山箭竹和台灣冷杉間有明顯的推移帶(ecotone)存在，並推論若未再有火燒干擾，會再次演替為森林。賴國祥(1992)指出，台灣冷杉、鐵杉林與草生地間之推移帶火燒週期約80年；與推移帶相鄰之草生地火燒週期小於80年；自林緣向林內30m地帶之火燒週期約80-250年；山谷、溪邊森林之火燒週期大於250年；至於台灣二葉松與草生地間推移帶之火燒週期約為22年。郭城孟(1990)指出，八通關草原是多次火燒干擾所形成，區內有大量台灣二葉松天然下種苗，若無火燒干擾，將形成鐵杉林或台灣二葉松過渡森林。

劉棠瑞及蘇鴻傑(1978)將大甲溪上游台灣二葉松天然林分為10種群落組成，並指出均係因火災或林地崩坍而引起，屬於次級演替而階段不同之群落，並非安定之極盛相植群。呂金誠等(1986)指出，台灣二葉松之火燒致死率極高，為闊葉樹的數倍，唯在火燒後多量下種，而得以在下個週期的火燒來臨前保持優勢；台灣二葉松本身易燃、枯枝葉腐化緩慢、生育地向陽、乾旱，加上主要地被植物芒草類和巒大蕨大量枯葉殘株的累積，以致頻頻遭受火災侵襲，頻仍的火燒使其維持於亞極相植物社會。

台灣高山地區偶而可見成片的枯木群，其中以雪山三六九山莊附近之白木林最為著名，一般認為是由火燒所形成，火燒年代則不詳(應紹舜，1976；陳明義等，1987a)。在台灣地區分布最高的林型為玉山圓柏林，因位處山巔，交通不便，對於玉山圓柏的研究多為描述性質的報告(柳檜，1971；應紹舜，1973、1976；黃增泉等，1987)。蘇鴻傑(1986)曾以雪山翠池附近的玉山圓柏喬木林為對象，分析其植群型變異及組成結構與環境因子之關係，並探討其生長與族群結構。玉山圓柏發生林火機會甚低，相關之研究尚缺。

遙感探測(remote sensing)技術進步甚速，已多方面應用於大尺度的變遷監測(Driese *et al.*, 1997；李培芬等，1994；黃凱易與張偉顥，1997)。結合遙測與地理資訊系統(geographic information system)用於自然資源監測，提

供經營規劃參考，已為未來的趨勢(李培芬，1993；鄭祈全，1995；Hinton, 1996)。這方面應用於林火之相關研究應值得重視。

III、研究地區及方法

一、研究地區概述

1. 環山林區

環山調查區位於東經 $121^{\circ} 17'$ ，北緯 $24^{\circ} 20'$ ，行政區隸屬台中縣和平鄉，距梨山約13公里。根據台電環山測站自1990年至1996年之記錄(中央氣象局，1990~1996)，整理氣象資料於表1。年平均溫度為 15.9°C ，月平均溫度最高為7月的 20.5°C ，最低為1月的 9.9°C ；平均相對濕度為75.6%；年平均降水量為2141.2mm，乾濕季分明，雨量集中於3~9月間，乾季為10月至翌年1月。

本區海拔高分布範圍介於1500~2450m間，海拔高1600m以下多為溫帶果樹區，台灣二葉松林多分布於1600m~2450m間。為保育德基水庫之蓄水功能及提高林地生產力，台灣省林務局於1968年起配合聯合國補助之林相變更計畫，在大甲溪流域上游大面積種植台灣二葉松，1968年至1975年間造林約3,100公頃，亦沿山脊設置寬度不等的防火線(林朝欽，1993b)。

本林區於1994年12月31日在大甲溪事業區第14、15及16林班發生林火，歷時5天，約180公頃的林地受害。1995年12月3日在第22及23林班亦曾發生林火，至12月6日才熄滅，約170公頃的林地受害。火燒區主要為台灣二葉松造林地(圖1)。

2. 雪山林區

雪山三六九山莊為林務局於1970年左右所建，因位於甘木林山(舊測標高3690m)下方而得名。白木林位於山莊(圖2)後方，即甘木林山東坡海拔高約3200m之處，屬於大甲溪事業區26林班。由附近之林相推測此地原為台灣冷杉林，因火燒而形成白木林景觀，火燒年代待查。白木林仍遺留火燒之

炭渣與傷疤，白木林下有巒大花楸、褐毛柳等稀疏分布，地被則以禾草類及矮灌叢佔優勢。

雪山主峰位於東經 $121^{\circ} 13'$ ，北緯 $24^{\circ} 23'$ ，為苗栗與台中兩縣之交界處，標高3886公尺，為台灣第二高峰。在海拔高3650m以上之地區，已無喬木生長，而是低矮蟠伏狀的玉山圓柏及玉山杜鵑灌叢。鬱閉的灌叢下，光線少，植物稀疏。在雪山主峰東南坡海拔高約3500m~3850m間，於1991年1月1~4日發生火燒，受害樹種主要為玉山圓柏及玉山杜鵑，面積約11公頃（圖2）。

表1. 環山測站1990~1996年之氣候資料

	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月
平均氣溫(℃)	9.9	10.7	13.8	16.0	18.2	19.9	20.5	20.2
平均相對濕度(%)	74.3	76.4	77.4	76.4	79.7	78.4	75.3	76.6
月降水量(mm)	83.6	186.5	188.9	312.6	254.2	293.9	206.9	287.3
蒸發量(mm)	63.5	67.5	95.1	106.0	113.3	119.2	151.7	123.8

表1.(續)

	九月	十月	十一月	十二月	年平均
平均氣溫(℃)	19.5	16.7	14.2	11.2	15.9
平均相對濕度(%)	76.0	73.7	71.7	71.0	75.6
月降水量(mm)	176.7	77.9	39.1	33.5	2141.2
蒸發量(mm)	114.4	114.3	93.0	80.1	1241.9

資料來源：中央氣象局

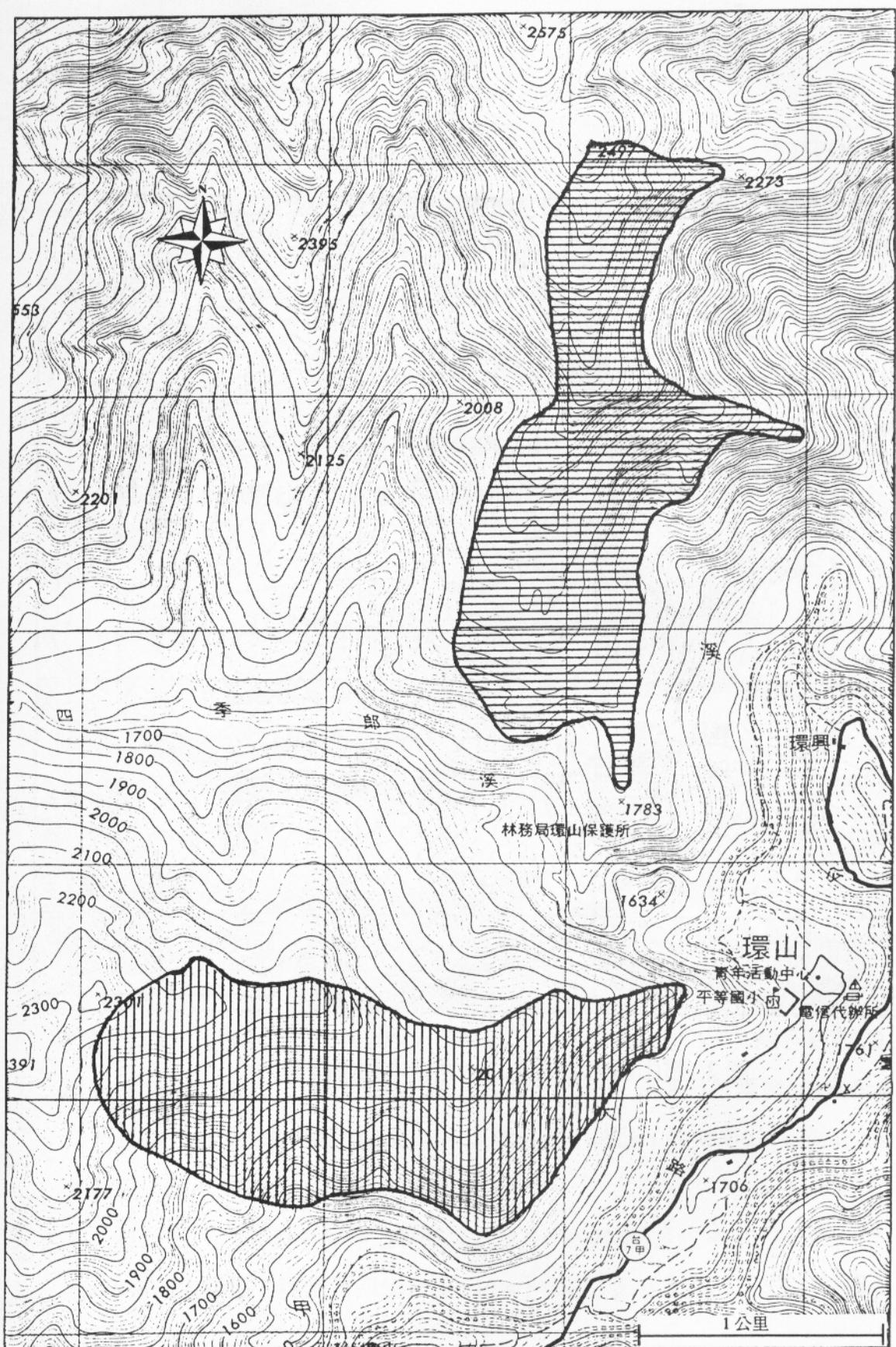


圖 1. 環山火燒區位置圖(上為 1995 年 12 月火燒區，下為 1994 年 12 月火燒區)

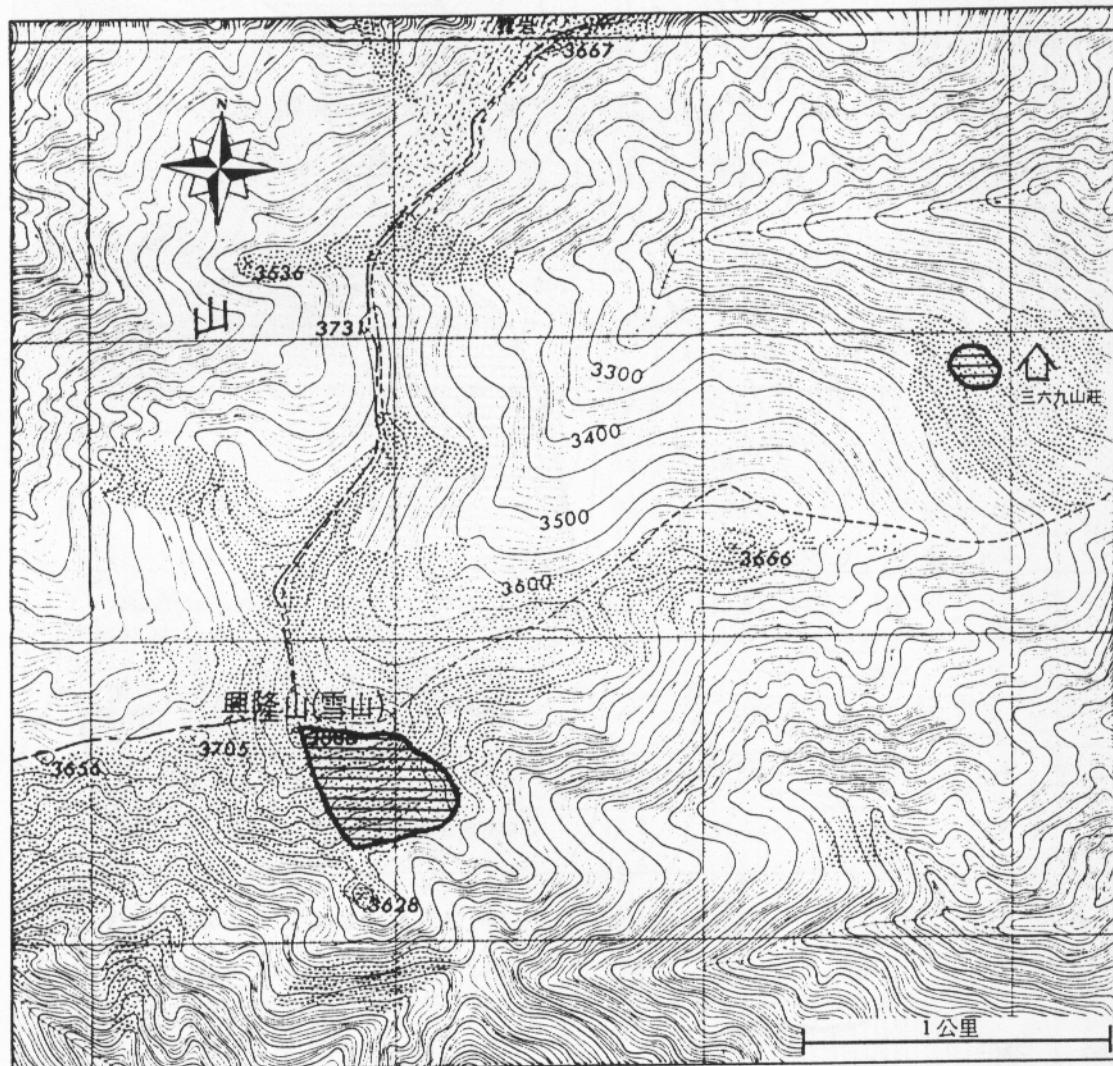


圖 2. 雪山頂火燒區及三六九白木林位置圖

二、研究項目與方法

1. 林火發生範圍界定

就已有之航測圖，配合現地勘察，界定火燒之範圍。並以法國SPOT衛星影像，利用影像處理軟體(ERDAS for DOS)，以監督分類(supervised classification)的方式，標定出環山地區1994年12月的火燒跡地，並將不同時期的草生地予以套疊，以比較火燒前後之差異。

2. 火燒年代測定

蒐集環山及雪山地區之林火記錄與文獻，並在火燒區找尋留有燒痕之存活林木，以鋸子截取其橫斷面，觀察其年輪，推測火燒之年代(Dieterich, 1980)。

3. 林木受害情形

在環山地區海拔高1800m、2000m及2450m處，各設置一個 $10m \times 25m$ 樣區，調查樣區內林木之受害情形。將林木分為四個受害等級：全死、地際萌蘖、樹幹萌蘖及樹冠存活，分別記錄之。

4. 植群消長調查

就環山1995年12月之火燒跡地，在海拔高1800m、2000m及2450m處各設置一個 $10m \times 25m$ 大樣區，再劃為10個 $5m \times 5m$ 小樣區，進行上木調查；地被植物之調查，除海拔高2000m區設置5個 $2m \times 2m$ 方區外，其餘各設置10個 $2m \times 2m$ 之方區，調查樣區中所有出現植物種類、頻度及覆蓋度。1800m樣區於1997年7、8月間被整地造林，原樣區受到破壞，1997年9月以後之地被調查，改以5條 $25m$ 長的線截進行。

雪山三六九台灣冷杉林上層植物之調查，1996年8月於未火燒區設一個 $20m \times 20m$ 大樣區，再劃為四個 $10m \times 10m$ 小樣區；於火燒區（即白木林區）

設置一個 $10m \times 25m$ 的大樣區，再劃為 10 個 $5m \times 5m$ 小樣區。地被植物調查採用 5 條 $25m$ 的線截進行。

雪山頂之玉山圓柏植群調查，於 1991 年 1 月之玉山圓柏火燒跡地及未火燒區，分別設置 10 個及 5 個 $2m \times 2m$ 之方區進行調查。

5. 天然下種及更新

環山 1995 年 12 月火燒跡地之台灣二葉松天然下種苗調查，樣區設置方式與地被樣區相同。定期標定記錄樣區內所有新下種及死亡之台灣二葉松幼苗，長期監測其消長。為瞭解台灣二葉松之下種量，另於 1997 年 9 月，在環山海拔高 $1800m$ 、 $2000m$ 及 $2450m$ 三個樣區內及防火線上，各別設置 1 對種子收集器，按月收集台灣二葉松種子，攜回進行發芽檢定(賴國祥， 1992)。

台灣冷杉林之天然下種苗調查，於林下設置 5 個 $2m \times 25m$ 的帶截樣區，記錄出現之台灣冷杉苗木高度。另於 1997 年 9 月，在三六九山莊附近之白木林與台灣冷杉林推移帶，由林緣往林內，以及由林緣往林外，分別設置 5 個 $2m \times 50m$ 帶截樣區（東北向坡三個、東向坡一個、東南東向坡一個），測計台灣冷杉苗之出現量及其地際直徑或株高。

各介量之計算公式如下：

上木層：

$$\text{密度}(\text{株}/\text{m}^2) = (\text{某樹種出現之株數} / \text{所調查樣區總面積})$$

$$\text{頻度}(\%) = (\text{某樹種出現之樣區數} / \text{所調查之樣區總數}) \times 100\%$$

$$\text{優勢度}(\%) = (\text{某樹種胸高面積和} / \text{所調查樣區總面積}) \times 100\%$$

$$\text{相對密度}(\%) = (\text{某樹種之密度} / \text{所有植物密度總和}) \times 100\%$$

$$\text{相對頻度}(\%) = (\text{某樹種之頻度} / \text{所有植物頻度總和}) \times 100\%$$

$$\text{相對優勢度}(\%) = (\text{某樹種之優勢度} / \text{所有植物覆蓋度總和}) \times 100\%$$

$$\text{重要值} = \text{相對密度} + \text{相對頻度} + \text{相對優勢度}$$

地被層：

頻度(%)= (某植物出現之樣區數／所調查之樣區總數) × 100%

覆蓋度(%)= (某植物所佔之面積／所調查樣區總面積) × 100%

相對頻度(%)=(某植物之頻度／所有植物頻度總和) × 100%

相對覆蓋度(%)=(某植物之覆蓋度／各種植物覆蓋度總和) × 100%

重要值=相對頻度+相對覆蓋度

IV、結果與討論

一、火燒年代及最近火燒之範圍

1. 環山林區

涵蓋環山地區的航照，查到有兩個年代，分別為1986年7月14日及1995年1月1日。由1986年之航照，可判釋出廣大之草生地及少數之孤立木，之前應已有林火發生。按火燒存活木年輪之追蹤，大甲溪事業區第23林班約於1979~1980年間及1983~1984年間曾發生林火（圖3、圖4、圖5），確實年代有待查考。1995年1月1日之航照中，可清楚看到大甲溪事業區第14、15及16林班有數處火場尚在延燒並冒出濃煙。

由年輪之追蹤發現，本林區在過去二十年間至少曾發生三次林火，平均火燒週期(fire period)約為7年，此遠低於雪山及八通關地區的平均週期21.9年（賴國祥，1992）。推測可能因為本區林緣的農墾活動盛行，常有引火行為，另假日常有大量遊客造訪，加上台灣二葉松本身易燃，一遇火種易引發林火，因此本區火燒頻度遠大於其他地區。

衛星影像方面，僅取得1993年12月、1994年9月、1995年1月及1995年10月等四張法國SPOT影像，由此界定出1994年12月火燒區的範圍，經分類、套疊後如圖6。圖中藍色代表河流，黑色代表道路及防火線，黃綠色代表農墾區，紫紅色代表建築物；黃色部份為1994年9月時之草生地，應是1994年以前的火燒所形成；而紅色部份為1994年12月火燒後增加的火燒跡地。

2. 雪山林區

雪山地區之航照僅查到1980年11月3日所拍到的兩張，照片中三六九白木林清晰可見，但無法推斷其火燒年代及其演變。由白木林附近台灣冷杉之傷疤木仍留有炭渣，可推知此景觀係由火燒所造成。藉由年輪燒痕追蹤，發現約在1903~1904年間（圖7）以及1957~1958年間（圖8）曾發生林火。

另由距三六九山莊約3.5公里之哭坡所採到之鐵杉年輪（圖9），發現於1963～1964年間亦曾發生林火。推測白木林或可能是由數次林火所形成。

本區之登山步道雖是攀登雪山的重要路線，然此步道至1969年才闢建。在步道闢建前，攀登雪山的遊客大部份都採取環山—雪山線，因此由一般登山遊客引發白木林火燒的機率較小。倒是三六九山莊及七卡山莊附近地區原是泰雅族重要之獵場（楊，1991），因此白木林區的林火除天然雷殛引燃外，或可能係由早期獵人取火不慎所引發。

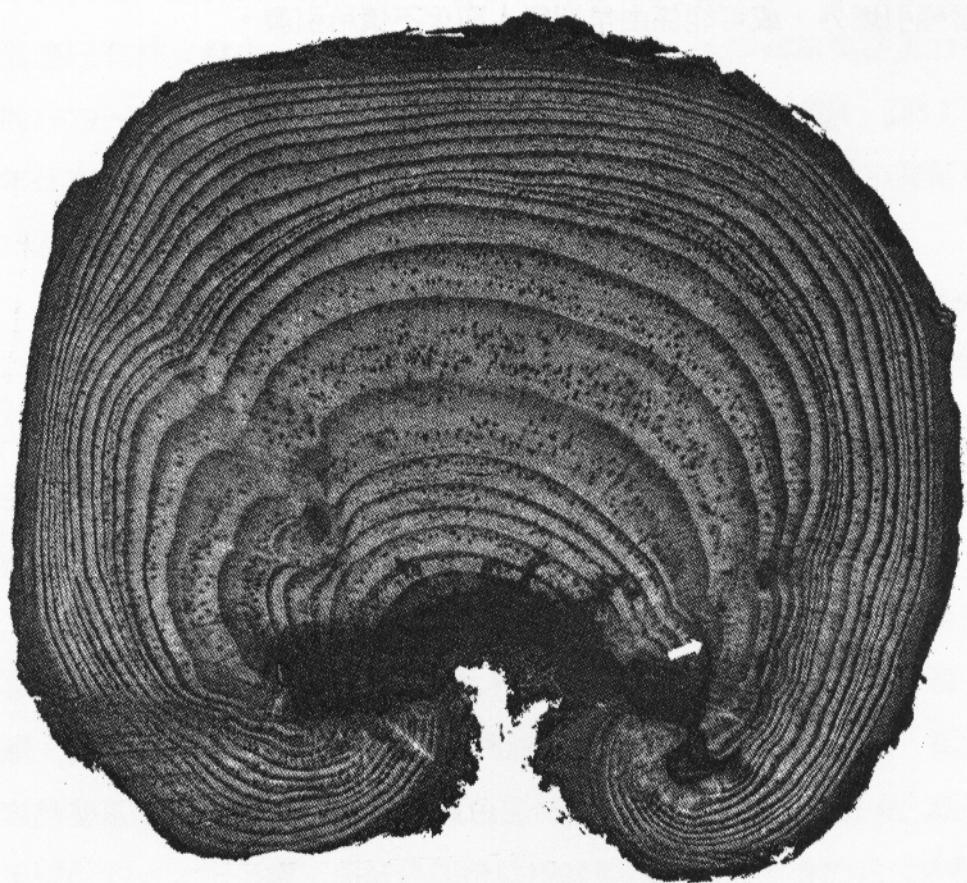


圖 3. 環山大甲溪事業區第 23 林班之台灣五葉松年輪圖，箭頭所指處為 1979 ~ 1980 年間之林火所形成之燒痕。

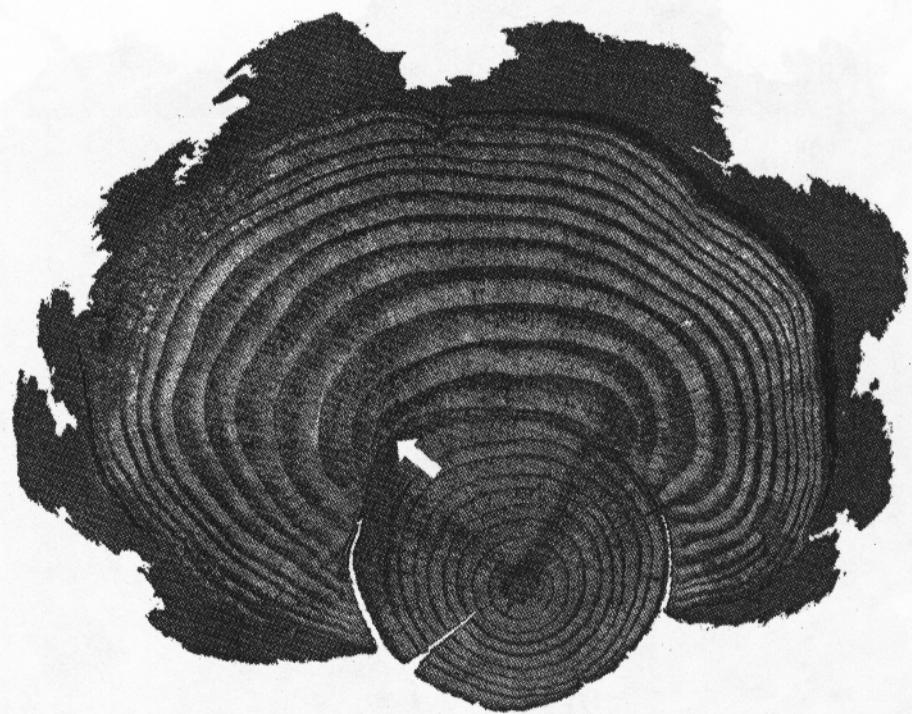


圖 4. 環山大甲溪事業區第 23 林班之台灣二葉松年輪圖，箭頭所指處為 1983 ~ 1984 年間之林火所形成之燒痕。

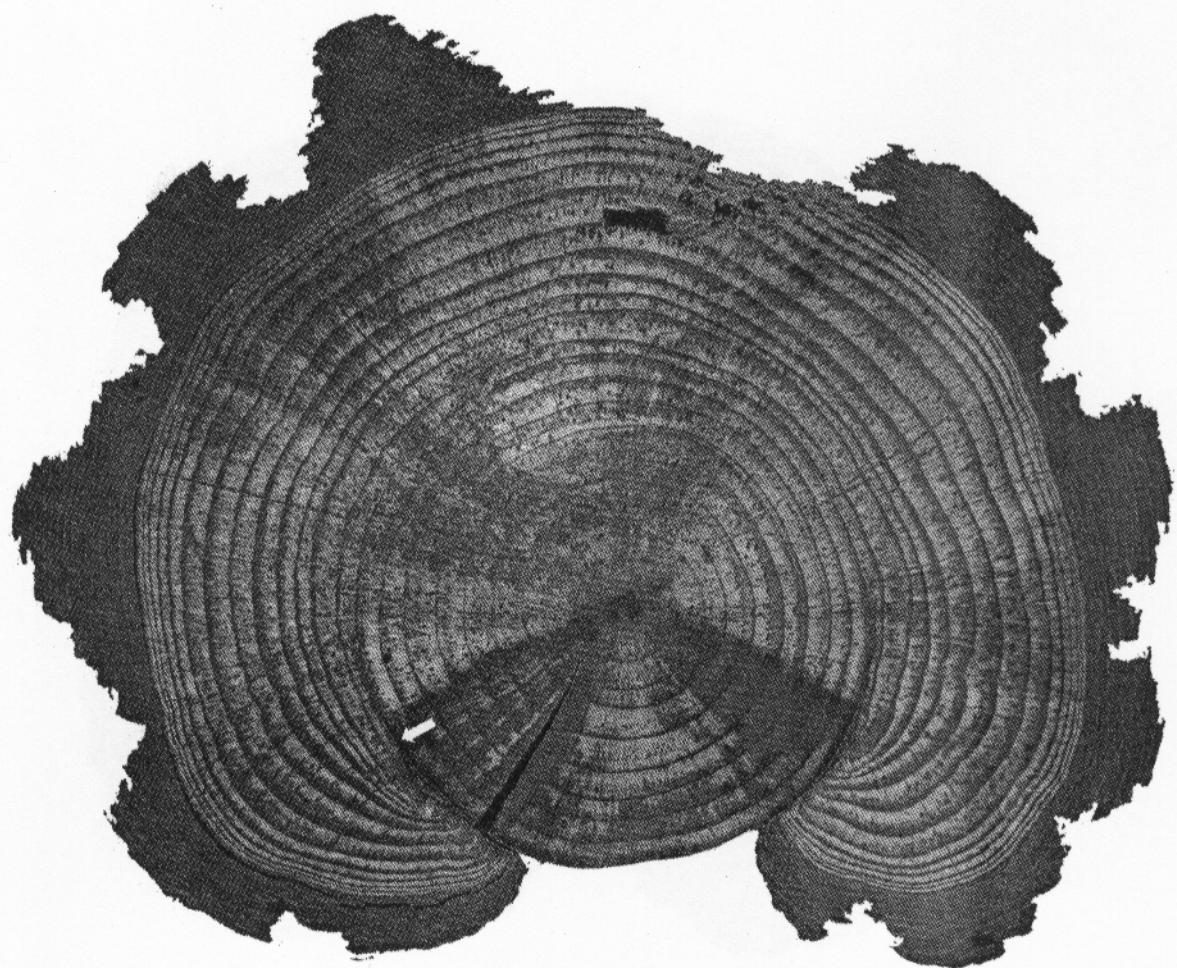
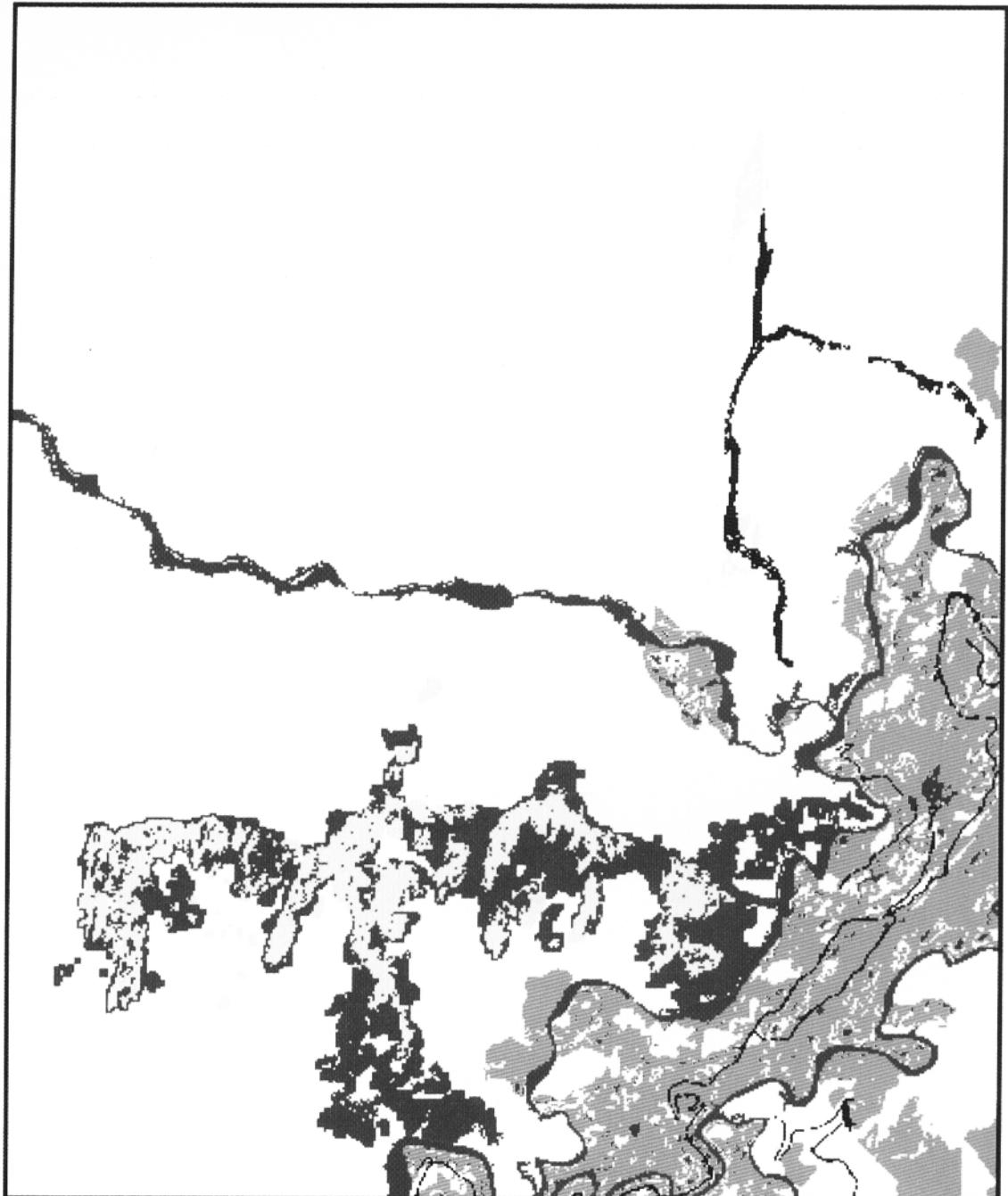


圖 5. 環山大甲溪事業區第 23 林班之另一台灣二葉松年輪圖，箭頭所指處為 1983
～1984 年間之林火所形成之燒痕。



■ 河流

■ 建築物

■ 道路、防火線

■ 1994年9月已有之草生地

■ 農墾區

■ 1994年12月火燒後增加之跡地

圖6. 環山地區衛星影像分類圖

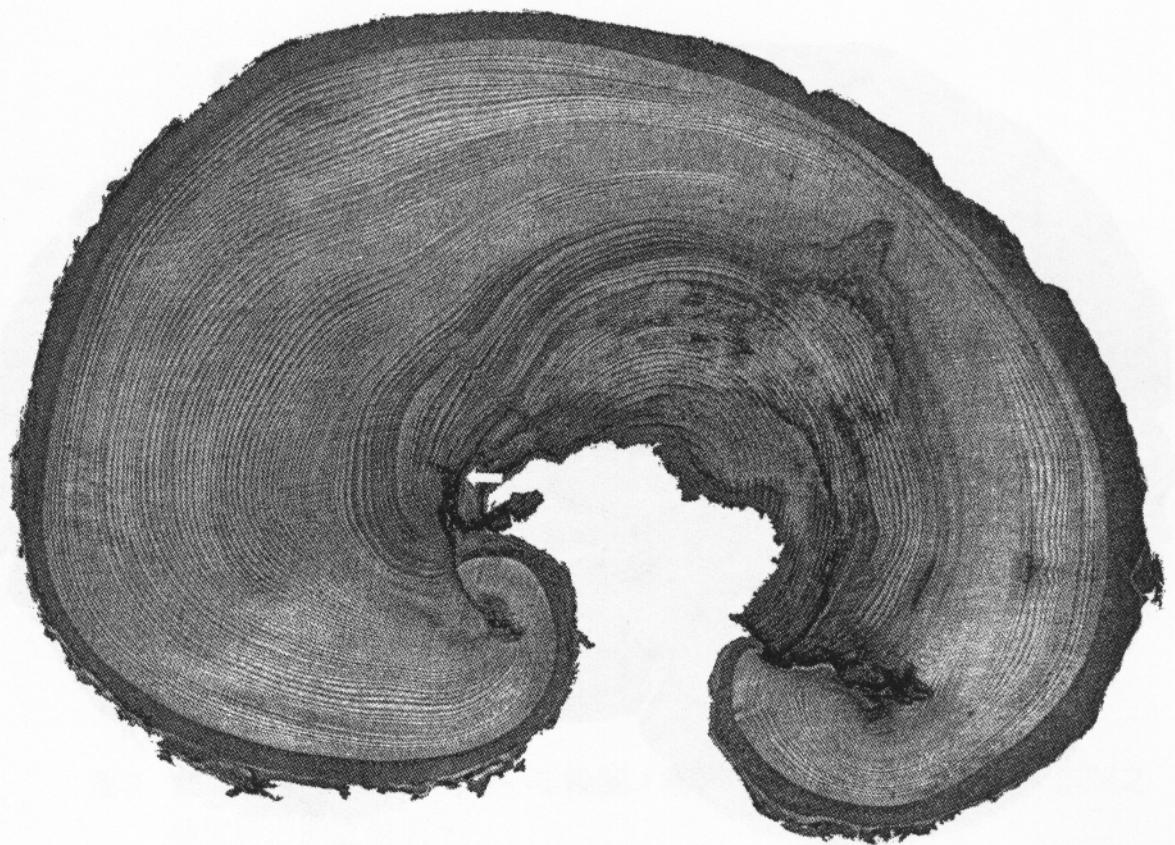


圖 7. 雪山三六九山莊白木林附近之台灣冷杉年輪圖，箭頭所指處為 1903 ~ 1904 年間之林火所形成之燒痕。

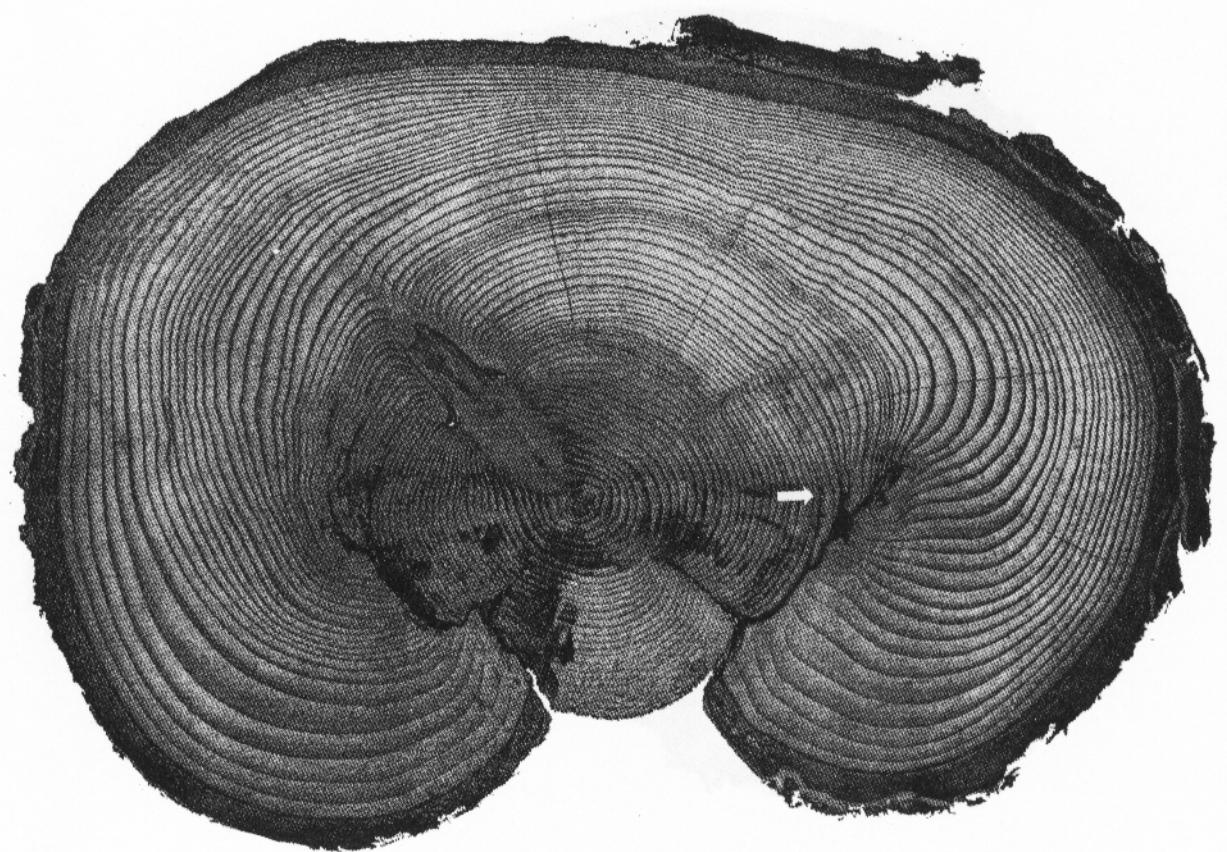


圖 8. 雪山三六九山莊白木林之台灣冷杉年輪圖，箭頭所指處之燒疤為 1957 ~ 1958 年間之林火所形成。

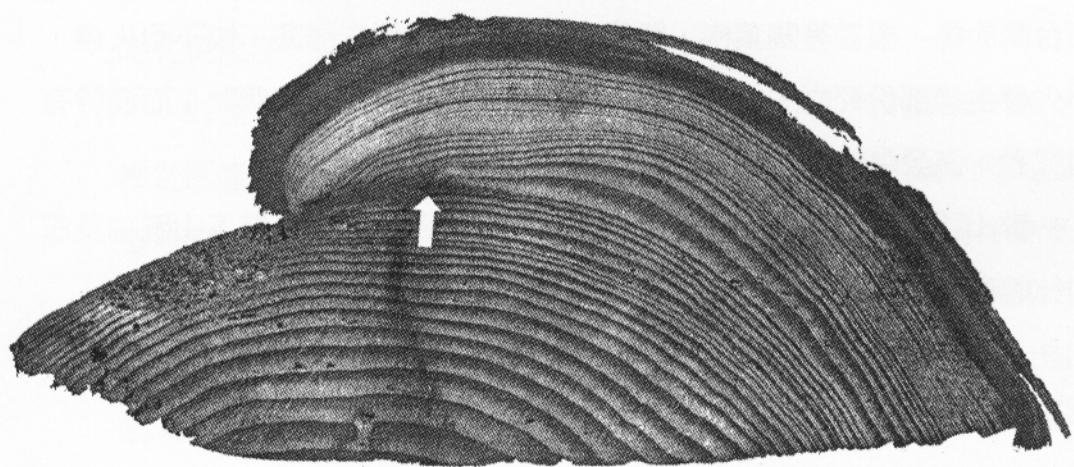


圖 9. 雪山哭坡附近之台灣鐵杉年輪圖，箭頭所指處為 1963 ~ 1964 年間之林火所形成之燒痕。

二、林木受害情形

於1996年8月調查環山1995年12月火燒區之三個 $10m \times 25m$ 樣區，統計各種林木受害等級列於表2。海拔高1800m及2450m二區的台灣二葉松致死率平均高達97.44%，是嚴重的地表火引發樹冠火所造成。海拔高2000m區的林火為輕度地表火，僅在台灣二葉松及栓皮櫟的樹皮上留下焦黑的炭痕，並未對其組織造成致命性的傷害。

樹種間的致死率有明顯的差異，不具萌斲能力的台灣二葉松全區平均致死率達73.08%，而具萌斲能力的闊葉樹(含灌木)，全死者僅1.60%。栓皮櫟有厚樹皮保護，且具萌斲能力，故可抵抗強度較大的火燒而不致死亡，而台灣赤楊、楓香等闊葉樹，雖具萌斲能力，但樹皮層薄，較不耐火燒，林火發生後部份死亡。在萌斲的闊葉樹中，全部皆具地際萌斲；而樹幹有萌斲者，僅發生於栓皮櫟上，佔萌斲總數的2.66%。

雪山頂火燒發生後，僅稀疏分布於邊緣地帶的少數幾叢玉山圓柏及玉山杜鵑存活，其餘均全面死亡。

表2. 環山1995年12月火燒跡地林木受害統計

樣區	樹種	受害等級				總計	致死率(%)
		樹冠存活	由樹幹萌斲	由地際萌斲	全死		
1800m	台灣二葉松	1	0	0	22	23	95.65
	台灣赤楊	0	0	6	2	8	25.00
	來特氏越橘	0	0	38	0	38	0.00
	南燭	0	0	1	0	1	0.00
	栓皮櫟	0	10	46	0	56	0.00
	細葉杜鵑	0	0	92	0	92	0.00
	楓香	0	0	12	3	15	20.00
2000m	台灣二葉松	26	0	0	0	26	0.00
	栓皮櫟	4	0	0	0	4	0.00
	細葉杜鵑	0	0	6	0	6	0.00
	楓香	0	0	5	0	5	0.00
2450m	台灣二葉松	1	0	0	54	55	98.18
	台灣赤楊	0	0	0	1	1	100.00
	紅毛杜鵑	0	0	1	0	1	0.00
	細葉杜鵑	0	0	149	0	149	0.00

調查日期：1996年8月

三、植群消長

1. 環山林區

1995 年 12 月火燒跡地之三個樣區，在 1996 年 8 月調查其上層植群組成列於表 3。火燒前海拔高 1800m 區的冠層應與海拔 2000m 區類似，同為台灣二葉松與栓皮櫟的混合林，但 1800m 區遭受較嚴重的林火，導致 95.65% 的台灣二葉松死亡，栓皮櫟有厚樹皮且具萌櫻能力，可在火燒後全部存活下來，而成為此區的優勢樹種。海拔 2000m 區僅為輕度地表火，上層樹木多未受到傷害，其組成與未火燒前相似，且冠層仍相當鬱閉。海拔 2450m 樣區的上木層，除了一株已燒死的台灣赤楊外，其餘均為台灣二葉松，然而火燒後僅一株存活。

海拔高 1800m 樣區之地被覆蓋度與重要值詳列於附錄三、四，主要植物之覆蓋度變化摘列於表 4。林務單位曾於 1997 年 7 月進行整地造林。未整地前，高山芒覆蓋度最大，但整地後降低，之後亦定期進行撫育工作，使高山芒生長受到抑制。巒大蕨亦為主要草類之一，有明顯的週期性消長。在生長季節，巒大蕨由地下莖迅速萌發生長；非生長季時，地上部枯凋，僅地下部存活。1997 年 4 月之覆蓋度僅 3.7%，5 月時已達 12.7%，同年 11 月後地上部則全部枯萎，至 1998 年 3 月僅有零星的嫩葉長出，4 月時達 3.9%。金茅是本區另一優勢草本植物，1996 年調查期間，其覆蓋度未明顯增加，至 1997 年 5 月後才快速增長。未整地前金茅的覆蓋度幾與高山芒、巒大蕨相當。從地際萌櫻的栓皮櫟受到整地除草的影響，而快速增長中。

海拔高 2000m 區之地被覆蓋度與重要值詳列於附錄五、六；主要植物覆蓋度變化摘列於表 5。本區為輕度地表火，火燒後冠層仍相當鬱密，林下較其他二區陰暗。地被種類及總覆蓋度均較其他二區低，優勢種類同為高山芒及巒大蕨。林下優勢的灌木為細葉杜鵑，雖焚燬地上部，但火燒後迅速由基部萌櫻生長，而在火燒後初期佔重要的角色。

海拔高 2450m 區之植物覆蓋度與重要值詳列於附錄七、八；主要植物

之覆蓋度變化摘列於表 6。火燒後上木全部死亡，地被總覆蓋度最高達 99.0%，其中高山芒的覆蓋度就佔了一半以上，在 1997 年 11 月後皆保持在 55% 以上。在生長季，次優勢的種類是巒大蕨，但其覆蓋度隨季節而變動，冬季時，地上部完全枯凋。優勢灌木為細葉杜鵑，1998 年 4 月其覆蓋度僅為 3.3%。本區以高山芒為優勢種的草生地景觀，短期內應不會消失。

2. 雪山林區

(1) 三六九山莊附近之台灣冷杉林

於 1996 年 8 月調查白木林及未火燒台灣冷杉林冠層，其組成列於表 7。白木林之上層樹種主要為巒大花楸及褐毛柳，但植株數量少且分布不均。台灣冷杉林上木組成以台灣冷杉為主，混生少許玉山圓柏及巒大花楸。巒大花楸在白木林中生長良好，但在鬱閉的台灣冷杉林下生長欠佳。

白木林區與對照的台灣冷杉林地被覆蓋度變化分別列於表 8、表 9。白木林下之地被以禾草類及落葉性灌木佔優勢，如劉氏薹、前原鵝觀草、玉山當歸、高山懸鉤子、台灣茶藨子等多年生植物，其覆蓋度呈季節變化。白木林外則為玉山箭竹佔優勢的草生地景觀。未火燒的台灣冷杉林下雖有玉山箭竹混生，然上層樹冠鬱密，林下陰暗潮濕，玉山箭竹僅稀疏分布於林下，地被以苔蘚類及玉山鬼督郵為優勢，此二者覆蓋度佔總覆蓋度的 1/2 以上，且此二植物季節變化不大。

(2) 雪山頂之玉山圓柏植群

本區植群的主要組成除玉山圓柏及玉山杜鵑外，一般為多年生草本，此類植物在春季雪融後，迅速由地下萌發生長，冬季積雪時地上部枯萎，地下部呈休眠狀態。雪山頂未火燒區與火燒區之地被覆蓋度變化分別列於表 10、表 11。1991 年元旦之火燒區，絕大部份的玉山圓柏已死亡，只在陡峭山坡倖存少許，而火燒時草本植物正值休眠期，其地下之生長芽較少

受害，且火燒後有較多的陽光照至林地，促增其拓殖。火燒區之下層植被總覆蓋度較未火燒區為高，但種類組成則類似。

表 3. 環山 1995 年 12 月火燒跡地之上木組成

樣區	樹種	密度(株/m ²)	頻度(%)	優勢度(%)	重要值
1800m	栓皮櫟	0.224	60.00	0.06	265.14
	台灣二葉松	0.004	10.00	0.01	34.86
2000m	栓皮櫟	0.016	30.00	0.10	57.05
	台灣二葉松	0.104	100.00	0.38	242.95
2450m	台灣二葉松	0.004	10.00	0.01	300.00

調查日期：1996年8月

表 4. 環山 1800m 區主要植物覆蓋度(%)之變化

調查年月	1996/08	1996/10	1997/02	1997/04	1997/05	1997/06	1997/09	1997/10	1997/11	1997/12	1998/02	1998/03	1998/04
一枝黃花	3.0	1.4	2.1	3.0	2.8	2.5	0.5	0.3	0.4	0.1	0.3	1.4	0.7
台灣赤楊	0.7	1.5	0.5	2.5	4.5	2.8	0.4	2.7	1.0	0.6	0.2	0.0	0.2
來特氏越橘	0.4	1.1	0.9	2.0	2.1	2.5	3.1	2.8	4.0	2.4	1.7	2.7	3.2
金茅	0.3	0.4	0.3	1.9	7.4	8.9	2.7	2.5	1.7	0.6	0.4	0.4	1.6
栓皮櫟	0.5	0.5	0.0	0.8	1.3	1.8	4.6	9.0	8.1	2.4	0.0	0.6	20.7
高山芒	10.9	12.2	11.8	12.9	12.5	10.0	6.7	4.4	3.5	2.3	4.2	4.7	4.6
細葉杜鵑	3.5	3.0	7.8	7.7	9.0	6.3	4.5	4.0	3.7	2.0	3.6	4.0	2.7
巒大蕨	6.3	3.8	0.0	3.7	12.7	9.8	2.5	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	3.9

表 5. 環山 2000m 區主要植物覆蓋度(%)之變化

植物種類	1996/10	1997/02	1997/04	1997/05	1997/06	1997/09	1997/10	1997/11	1997/12	1998/02	1998/03	1998/04
山白蘭	0.4	0.7	1.2	0.6	1.3	1.3	1.3	0.7	0.0	0.0	0.2	0.9
台灣赤楊	0.0	0.0	0.1	0.0	0.2	0.3	0.5	0.5	0.1	0.1	0.2	0.3
栓皮櫟	0.8		0.8	1.0	2.0	3.2	4.0	3.6	1.6	0.0	0.0	2.8
高山芒	5.5	12.4	11.6	4.0	6.0	12.0	13.2	13.2	5.3	10.8	11.0	12.6
細葉杜鵑	1.3	4.2	4.6	3.0	3.9	7.0	8.4	6.2	2.9	4.1	3.8	3.3
琉球野薔薇	0.7	1.5	1.9	0.3	0.9	1.8	0.9	1.0	0.8	0.2	0.8	0.7
巒大蕨	4.9	0.1	0.2	4.2	3.1	6.0	9.2	4.7	0.0	0.0	0.0	0.3

表 6. 環山 2450m 區主要植物覆蓋度(%)之變化

調查年月	1996/08	1996/10	1997/02	1997/04	1997/05	1997/06	1997/09	1997/10	1997/11	1997/12	1998/02	1998/03	1998/04
山白蘭	0.1	8.0	0.3	1.3	2.0	4.8	1.7	0.8	0.1	0.0	0.3	0.3	0.4
高山芒	32.6	29.1	45.7	52.0	52.7	40.0	55.0	56.9	62.8	68.9	70.5	61.0	56.0
高山破傘菊	0.9	1.0	0.0	0.7	1.8	1.5	1.5	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
細葉杜鵑	2.4	3.3	1.0	1.5	2.2	1.5	1.4	1.8	2.0	1.9	1.4	0.8	3.3
巒大蕨	21.7	14.6	0.0	0.7	18.7	37.8	37.3	23.2	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1

表 7. 三六九白木林及台灣冷杉林之上木組成

樣區	樹種	密度(株/m ²)	頻度(%)	優勢度(%)	重要值
白木林	巒大花楸	0.028	60.00	0.068	300.00
	臺灣冷杉	0.085	100.00	1.17	256.44
台灣冷杉林	玉山圓柏	0.003	25.00	0.03	21.48
	巒大花楸	0.005	25.00	0.00	22.08

調查日期：1996年8月

表 8. 三六九白木林地被植物覆蓋度(%)之變化

植物種類	1996/08	1997/07	1997/09	1997/10	1997/11
一支黃花	0.05		0.05	0.08	
台灣山酢漿草	0.10		0.06	0.03	
川上氏忍冬	0.40	1.46	1.50	0.06	
台灣小蘡		0.94	0.27	0.56	0.11
台灣粉條兒		0.20			
台灣茶藨子	6.20	2.69	2.78	5.45	0.08
台灣鹿藥	0.02	0.16		0.09	
台灣糖星草	0.20	1.10	0.70	1.19	
台灣繡線菊	6.20	12.02	2.73	1.30	
台灣鵝觀草	4.93				
玉山小蘡	0.05				0.04
玉山艾	0.20				
玉山佛甲草				0.07	
玉山肺形草			0.02	0.31	0.16
玉山剪股穎			0.02		
玉山圓柏				0.87	0.42
玉山當歸	5.10	10.78	6.37	2.38	0.23
玉山箭竹	3.00				
玉山蓼	0.40		0.48		
玉山懸鉤子	0.40				0.35
冷清草			0.06		
冷蕨	0.11	1.61	2.10	0.70	
亞毛無心菜				0.04	
刺果豬殃殃	0.10	0.26	0.10	0.40	
狗筋蔓	0.05		0.17		
虎杖		1.96		4.56	
前原鵝觀草	1.03	0.82	7.39	6.88	2.52
咬人貓	0.01				
逆葉蹄蓋蕨		1.61	1.42	1.10	0.58
高山白珠樹	0.70				
高山芒	5.00	2.99			0.46
高山莢蒾			1.52	1.02	
高山薔薇				0.35	
高山鐵線蓮		0.04	2.34	0.49	0.02
高山翻白草	0.06		0.04		
高山懸鉤子	7.20	11.82	11.22	16.14	6.17
高山露珠草	0.40	1.54	1.01	0.89	
彎果黃堇		0.12	0.23		0.10
貧子水苦賣		0.17	0.05		
森氏杜鵑	0.70				
黃苑	1.18	2.69	0.62	0.35	
腰只花	0.55	0.49	0.67	0.14	0.18
劉氏薹	21.00	9.46	7.22	7.78	7.31
褐毛柳		2.00	1.76	0.25	
闊葉鱗毛蕨	1.79	2.81	6.71	1.60	1.14
類蘆野青茅			1.02	0.62	0.34
巒大花楸	0.10	9.37	10.28	6.73	
總計	67.23	79.10	70.90	62.44	20.22

表 9. 台灣冷杉林地被植物覆蓋度(%)之變化

植物種類	1996/08	1996/10	1997/07	1997/09	1997/10	1997/11
台灣山酢漿草	2.64	2.23	1.08	1.83	3.12	0.80
山薰香		0.16	0.12	0.07	0.51	0.15
川上氏忍冬					0.29	
川上氏薊				0.34		
台灣小蘡		0.06		0.22	0.39	
台灣冷杉	7.81	1.92	0.72	0.73	1.12	1.22
台灣糖星草	0.16	0.36	0.04	0.02	0.20	0.11
玉山小蘡		0.80				
玉山飛蓬					0.05	
玉山針蘭					0.13	0.12
玉山鬼督郵	37.20	24.20	26.23	24.46	25.37	18.22
玉山剪股穎	2.76	1.37	0.14	0.76	0.52	0.31
玉山圓柏		0.00	0.03	0.18	0.54	0.38
玉山箭竹			2.74	5.12	4.98	2.69
曲芒髮草		0.62				
冷清草			0.23		0.12	
冷蕨	2.44	0.65	0.73	1.06	0.65	
亞毛無心菜	0.40	1.74	0.12	0.03	0.86	0.43
刺果豬殃殃		0.02	0.09		0.81	0.06
前原鵝觀草	0.16	0.49				
苔蘚類		47.00	20.46	26.29	29.74	24.55
逆葉蹄蓋蕨				0.14	0.18	
高山白珠樹				0.08		0.26
高山粉蝶蘭			0.01			
高山薔薇	4.40	1.50				
高山懸鉤子			0.02			0.13
高山露珠草		0.06				
貧子水苦賣	0.40	2.25	0.50	0.54	0.76	1.35
黃苑	0.80	2.20	0.10	0.08	0.30	0.07
劉氏薹			0.31			
闊葉鱗毛蕨	0.40	0.25		0.12	0.06	0.15
巒大花楸	0.03	0.10	0.06	0.11	0.28	0.08
總計	59.61	87.98	53.73	62.17	70.97	51.09

表 10. 雪山頂未火燒區地被植物覆蓋度(%)之變化

植物種類	1996/08	1997/07	1997/09	1997/10	1997/11
三毛草				0.20	0.24
山艾		0.10	0.10	0.20	
山薰香			0.20	0.18	
川上氏薊	0.02	1.35	1.60	2.50	0.26
川上短柄草	0.20		0.36	1.00	
台灣羊茅	0.55	2.30	0.60	0.04	
台灣柳葉菜	0.46			0.12	
玉山女婁草	0.30				
玉山小蘡	0.27	0.34	1.40	1.26	
玉山毛連菜	0.04	0.05			
玉山水苦賣	1.30	0.29	0.80	0.56	
玉山石竹	0.22	0.67	0.62	0.30	0.30
玉山艾	0.10	0.45	2.36	0.90	0.48
玉山佛甲草	0.91	0.05	0.30	0.20	
玉山卷耳	0.21	0.55	0.18		0.10
玉山抱莖籜蕭			0.14	0.20	0.18
玉山金梅	0.01	0.30	0.94	1.10	
玉山唐松草	0.15		0.14	0.10	
玉山茴芹	0.15	0.70	2.20	2.14	0.80
玉山剪股穎			2.00	0.22	0.10
玉山筷子芥	0.16	0.22		1.38	
玉山蒿草	1.24	1.55	1.54	0.40	
玉山薄雪草	0.11			0.20	0.02
曲芒髮草			1.84		0.26
羊茅	0.10	0.20	0.10		
芽胞耳蕨	0.05	0.38	0.10	0.10	
南湖扁果薹	0.30	0.07	0.20		0.02
苔蘚類		0.40		1.00	1.60
茶色扁果薹	0.56		0.06	0.30	0.10
高山烏頭	0.49	1.00	0.60	0.24	
高山梯牧草	1.11	0.57	0.84	0.88	0.46
梅花草			0.20	0.06	
蓬萊毛茛		0.02			
雪山馬蘭	0.02				
單花香葉草	2.64	0.60	0.70	1.60	0.04
單花懸鉤子	0.30	0.40	3.20	0.40	0.04
穗花八寶	0.00	0.55	0.44	0.34	0.02
纈草		0.55	1.34	0.32	0.16
總計	11.96	13.66	25.10	18.44	5.18

表 11. 雪山頂火燒區地被植物覆蓋度(%)之變化

植物種類	1996/08	1997/07	1997/09	1997/10	1997/11
三毛草	1.53			1.05	0.36
山艾	0.10				
川上氏薊	5.00	2.61	2.69	1.56	0.05
川上短柄草	7.60	3.80	0.96	0.51	
五蕊莓	0.60	0.05			
台灣三毛草	1.20	3.40	1.38	0.55	
台灣柳葉菜	2.80	1.15	2.06	0.48	
尼泊爾籜簾	0.36	0.71	0.36	0.47	0.29
玉山小藥	3.80	1.85	2.55	2.38	0.15
玉山毛連菜	0.65	0.48	0.75	0.63	0.38
玉山水苦賣	3.85	4.95	6.20	4.52	
玉山石竹	0.10	0.10	0.20	0.06	
玉山艾	3.40	1.70	1.76	1.52	0.90
玉山佛甲草	0.09		0.10		
玉山卷耳			0.01	0.05	
玉山金梅	0.15	0.60		0.25	
玉山唐松草		0.18	0.30	0.10	
玉山茴芹		0.45	0.33	0.10	
玉山剪股穎	0.00		0.30	0.45	0.12
玉山雀麥	0.05				
玉山當歸	0.55	0.50	0.80	0.30	
玉山筷子芥	0.70	1.60	0.21	0.05	0.04
玉山蒿草	1.19	0.65	0.72	0.40	
玉山薄雪草	0.01				
曲芒髮草			0.84	0.89	0.08
羊茅	0.35	0.90	0.97	0.27	0.07
刺果豬殃殃	0.33	0.27	0.95	0.65	0.47
芽胞耳蕨	0.00	0.05	0.05	0.05	
南湖扁果薹	0.36	0.63	4.15	0.02	0.10
茶色扁果薹	0.13	0.10	0.63	2.75	0.40
高山烏頭	2.25	1.10	1.40	0.85	
高山梯牧草			0.03	0.05	
高山翻白草			0.05	0.05	
蓬萊毛茛		0.50		0.01	
雪山馬蘭	0.07	0.15	0.10	0.07	0.20
雪山翻白草	0.10	0.15	0.07	0.07	
單花香葉草	5.75	2.30	2.40	0.90	0.08
單花懸鉤子	5.10	6.00	6.05	1.82	0.09
黃苑	0.50	0.35	0.90	0.66	
腰只花	0.15	0.10	0.15	0.20	
纈草	1.20	1.40	0.80	0.90	0.03
總計	50.02	38.78	41.22	25.64	3.81

被認為是稀少植物的雪山馬蘭（黃等，1987），在雪山頂之火燒跡地內，於生長季時可發現多量的個體，火燒後之環境似有助於雪山馬蘭之拓殖。於火燒區的玉山圓柏僅少數存活，且玉山圓柏的種實下種更新不易，迄今仍未發現玉山圓柏的天然下種苗，火燒區要演替至植群舊觀，應需相當長久的年代。

四、天然下種及更新

1. 台灣二葉松下種及更新

環山 1995 年 12 月火燒跡地台灣二葉松幼苗之消長列於表 12。1800m 及 2450m 區之新生小苗明顯少於 2000m 區，可能是因此二區火燒較嚴重，將林地種子庫燒燬及燒死大量母樹，而缺乏種子來源。海拔高 2000m 樣區僅發生輕度的地表火，仍有多量的台灣二葉松母樹，雖有多量的下種，但其樹冠鬱閉且落葉堆積，以致下種小苗生長反較其他二區差。在 1997 年 6 月，1800m 區及 2450m 區的苗木平均高度已分別為 15.2cm、16.5cm，而 2000m 區平均高度僅 6.3cm。

調查期間，海拔 2000m 區的台灣二葉松小苗之死亡，主要是在 10 月至翌年的 2 月間，此期間正是乾季；小苗萌發主要是在 4 月至 6 月間，對照本地區最近 7 年之氣候資料（表 1），推測小苗的萌發及死亡與降雨量有關。在雨季種子獲得充足的水分而大量萌發生長；在乾季種子缺水無法萌發，已萌發的幼苗亦缺水死亡，另在秋冬季常有冰霜，亦可能造成大量死亡。然而 1998 年僅少數小苗萌發，可能由於地表枯枝葉累積形成下種障礙，或台灣二葉松種子的飄落量減少。而小苗萌發與種子飄落量是否有關仍待進一步研究。

2000m 區火燒後第一年（1996 年）的小苗密度達 $13.7 \text{ 株}/\text{m}^2$ ，至 1998 年 5 月僅為 $5.0 \text{ 株}/\text{m}^2$ 。推測可能為火燒後初期，礦質土裸露，並有較多光量進入苗床，且多量灰分提供小苗充足的養分，促進萌發生長，而後則因

草本植物入侵及闊葉樹萌櫟快速生長，造成競爭，並因地表枯枝葉累積形成下種障礙，致使台灣二葉松小苗逐漸消退。

2450m 區的樣區內，在 1997 年 9 月曾有 12 株台灣二葉松小苗同時存活（表 6），高度介於 2 ~ 30cm 間，而高山芒高度約 1m 左右。1998 年 5 月調查時，樣區內已無存活之幼苗。推測本區台灣二葉松幼苗之低存活率，應與高山芒之競爭有關。

表 12. 環山 1995 年 12 月火燒跡地台灣二葉松小苗之消長

樣區	調查年月	1996/08	1996/10	1997/02	1997/04	1997/05	1997/06	1997/09	1997/10
1800m	死亡	—	3	0	0	0	0	整地	—
	新增	—	1	1	0	2	1	造林	—
	存活	5	3	4	4	6	7	—	—
	存活密度(株/m ²)	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	—	—
2000m	死亡	—	21	84	6	6	13	19	25
	新增	—	15	2	39	34	23	20	8
	存活	273	267	186	219	247	258	259	242
	存活密度(株/m ²)	13.7	13.4	9.3	11.0	12.4	12.9	13.0	12.1
2450m	死亡	—	0	0	0	0	1	2	6
	新增	—	3	0	1	2	1	3	0
	存活	5	8	8	9	11	11	12	6
	存活密度(株/m ²)	0.1	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.2

表 12. (續)

樣區	調查年月	1997/11	1997/12	1998/02	1998/03	1998/04	1998/05
1800m	死亡	—	—	—	—	—	—
	新增	—	—	—	—	—	—
	存活	—	—	—	—	—	—
	存活密度(株/m ²)	—	—	—	—	—	—
2000m	死亡	31	67	43	2	6	0
	新增	0	0	0	0	6	1
	存活	211	144	101	99	99	100
	存活密度(株/m ²)	10.6	7.2	5.1	4.9	4.9	5.0
2450m	死亡	2	2	1	0	0	1
	新增	0	0	0	0	0	0
	存活	4	2	1	1	1	0
	存活密度(株/m ²)	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0

2. 台灣冷杉林及推移帶之苗木建立

台灣冷杉林樣區內之台灣冷杉胸徑級分布如圖 10，其胸徑級在 60cm ~ 100cm 間出現斷層。而由樣區內苗木高度分布（圖 11），可知台灣冷杉幼苗是呈連續性的下種，但無株高超過 40cm 的苗木出現。但在冠層破空處及林緣地帶皆有大苗木出現，推測應是鬱閉的林下光線陰暗，不足以讓台灣冷杉幼苗成長，致造成齡級的斷層。

台灣冷杉林與草生地的交界處，常有明顯的過渡地帶，此地帶稱為推移帶(ecotone)。於 1997 年 9 月調查推移帶苗木分布情形，由林緣向台灣冷杉林內的苗木分布如圖 12，大多分布在林緣向林內 32m 內，超過 40m 後基徑大於 1cm 之苗木的密度明顯減少。不同坡向截帶之苗木分布如附錄九所示。林緣往林內的苗木分布明顯受到坡向的影響，以東北坡分布較多且生長較好，東向坡及東南向坡的苗木較少且較小。地形及方位關係到積雪期的長短、接收太陽輻射熱的多寡，而影響到台灣冷杉生長期的長短，推測林緣效應亦受上述因子影響。

由林緣向林外之台灣冷杉苗木分布如圖 13 所示。不論在任何坡向，林外苗木密度皆少於林內，但生長較佳。林外的苗木大多位於距林緣 10m 範圍內，甚少超出此距離。賴國祥（1992）亦曾指出台灣冷杉在合歡山地區與草生地之推移帶的有效下種距離為 8-10m。苗木的建立需有適當的遮蔭及其他因子的配合(Little *et al.*, 1994； McLarin & Janke, 1996)，而林緣處有種源，又有適當的環境，因此台灣冷杉可藉由林緣效應而逐步入侵草生地。

因此苗木的建立，需有種源、苗床及適當環境因子的配合。在鬱閉的台灣二葉松林或台灣冷杉林下，雖有較多量的下種，但光照不足，對於苗木長期的生長及建立不利。

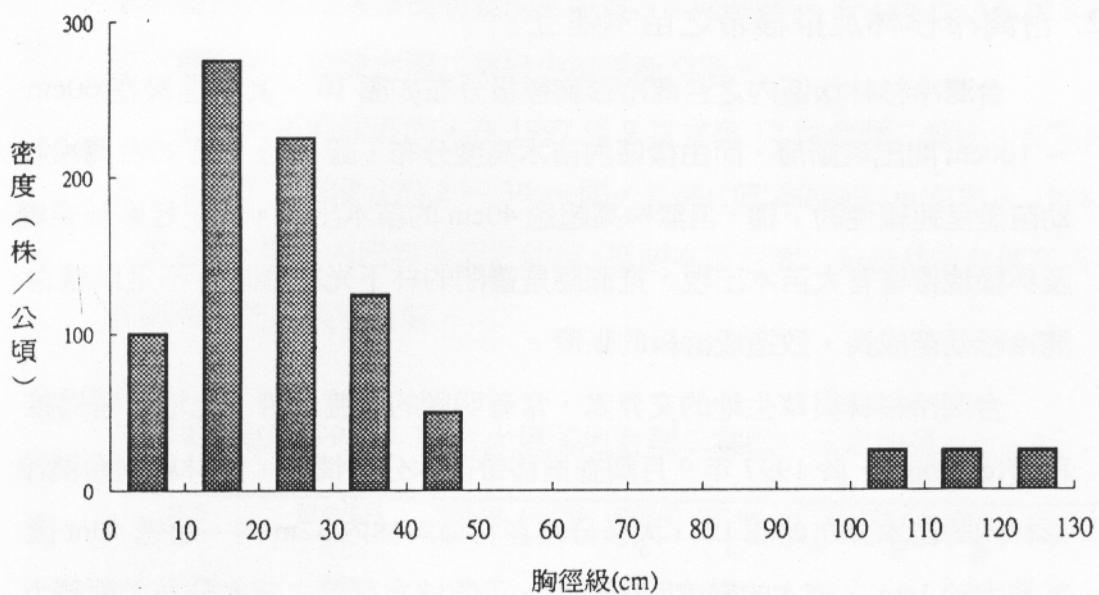


圖 10. 雪山台灣冷杉林樣區之台灣冷杉胸徑級分布圖。(1996 年 8 月)

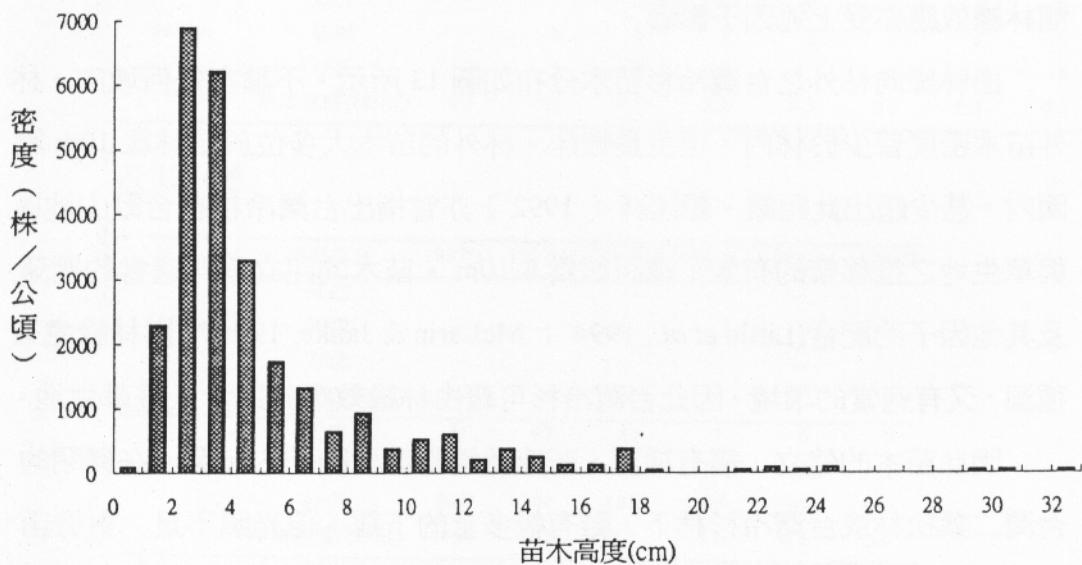


圖 11. 雪山台灣冷杉林樣區苗木高度分布圖。(1997 年 7 月)

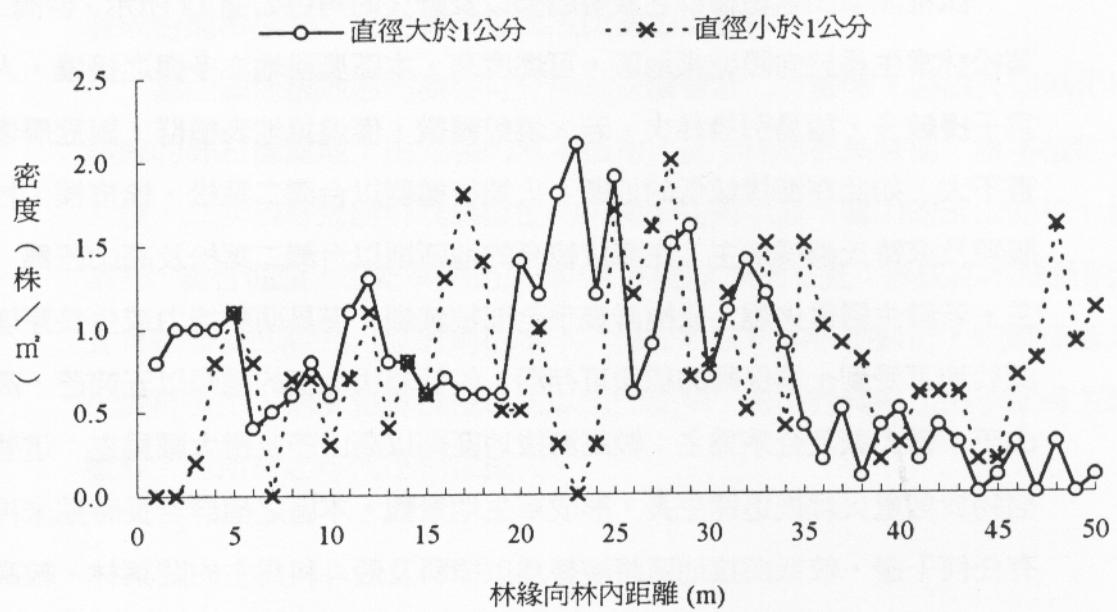


圖 12. 台灣冷杉林推移帶由林緣向林內之苗木分布

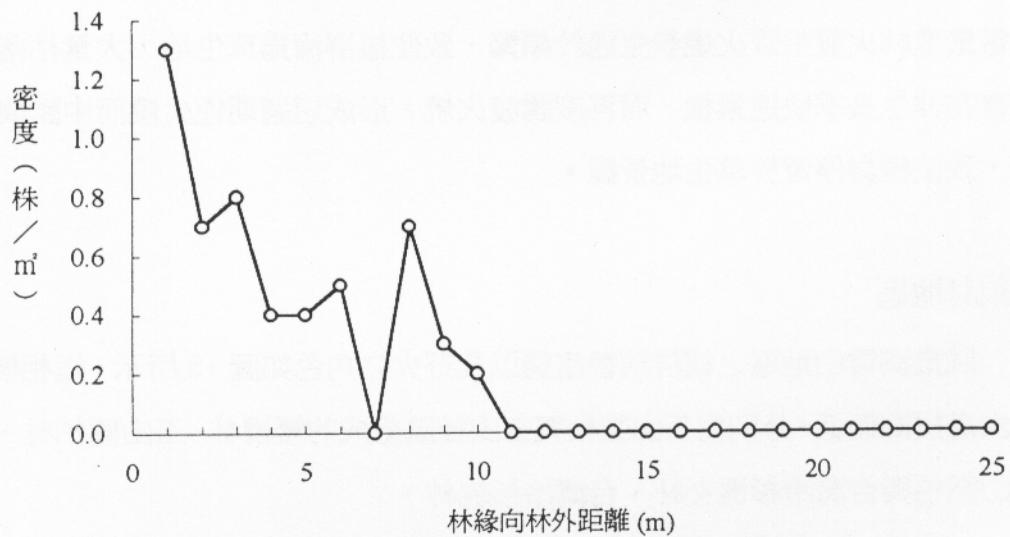


圖 13. 台灣冷杉林推移帶由林緣向林外基徑大於 1cm 的苗木分布

五、植群演替模式

1. 環山地區

試推測環山地區植群之演替趨勢以及野火的角色如圖 14 所示。台灣二葉松林常生長於向陽乾燥地區，可燃度高，本區農耕地亦多與之接壤，人為干擾較多，極易引發林火。若火燒較輕微，僅燒掉地表植群，對冠層傷害不大，如此在海拔較低的地區，火燒後植群以台灣二葉松、栓皮櫟、杜鵑類及來特氏越橘為主；在海拔較高的地區則以台灣二葉松及高山芒為主。若發生嚴重火燒，原植群幾乎全部被焚燬，僅具萌機能力或生長芽埋藏於地下受到土壤保護的種類可存活；較低海拔地區的種類以五節芒、高山芒、巒大蕨及金茅為主；較高海拔地區則以高山芒及巒大蕨為主；這些植物於嚴重火燒後迅速生長，形成草生地景觀。本區之植群若長時期未再有任何干擾，較低海拔地區將演替為以樟科及殼斗科為主的闊葉林，較高海拔地區則演替為台灣鐵杉、雲杉等與闊葉樹之混交林。

然而台灣二葉松富含油脂，枯枝葉腐化緩慢，易累積誘發林火，且具下種量大、生長快速等優勢，在一般火燒後常能在短時間內再成林，且易再度誘發林火，形成週期性火燒，以致演替停留於台灣二葉松火燒亞極相。唯當嚴重林火發生或火燒發生過於頻繁，致使植群淪為草生地，大量枯落葉會在非生長季快速累積，而再度誘發火燒，形成短週期性火燒而中斷演替，致使植群停留於草生地景觀。

2. 雪山地區

試推測雪山地區之植群演替趨勢以及野火之角色如圖 15 所示。極相植群由海拔高而低，分別為玉山圓柏與玉山杜鵑組成的矮灌林、玉山圓柏林、玉山圓柏與台灣冷杉混交林、台灣冷杉純林。

台灣冷杉不具萌機能力及耐火燒的厚樹皮，火燒後幾乎全部死亡，遺留之枯幹形成白木林景觀。台灣冷杉林下常有玉山箭竹分布，玉山箭竹具

有地下橫走莖，火燒後可迅速萌發，形成高山草生地景觀。而玉山箭竹與高山芒草生地，在冬季枝葉枯落累積，易誘發週期性火燒，使得演替停留於草生地階段。但若長期未有火燒，台灣冷杉可逐漸入侵草生地，終而演替成台灣冷杉林，或台灣冷杉與玉山圓柏混交林。

雪山高海拔地區的演替可分為初次演替及二次演替。經由長期風化所形成的碎石裸露地，由先驅的草本植物入侵，經過很長時期，木本植物才入侵。二次演替為崩坍或偶發性的火燒干擾所引發。雪山的玉山圓柏，枝葉密，富含油脂，在乾季偶遇火種，可引起火燒而致死，形成枯木堆景觀，且有較多量的陽光可直射到枯木下，促增地被草本植物繁衍。唯爾後若無火燒再發生，則演替會慢慢趨向以玉山圓柏、玉山杜鵑與玉山小蘡為主的植群，但所需之年代應相當長久。

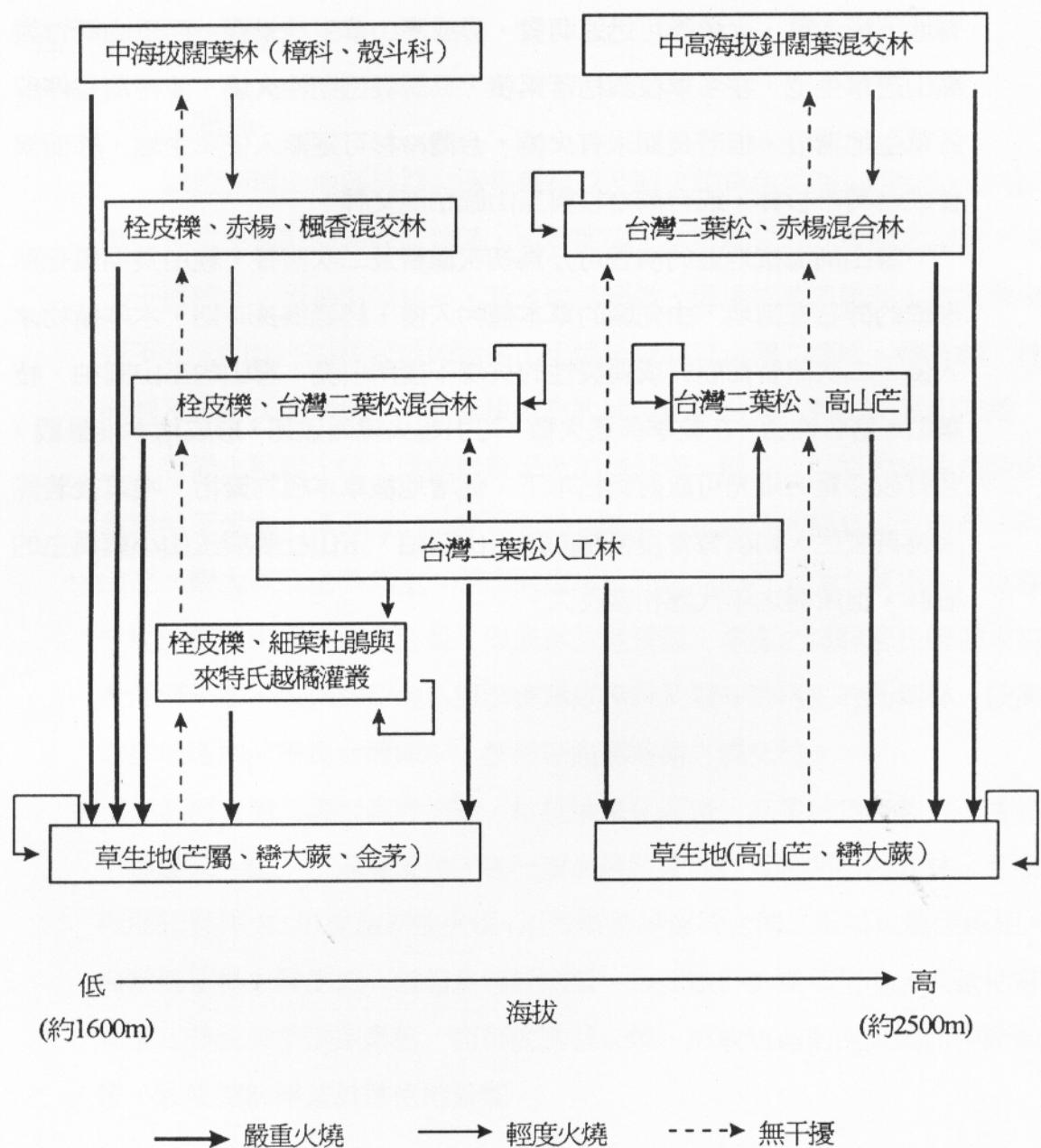


圖 14. 環山地區植群演替推測圖

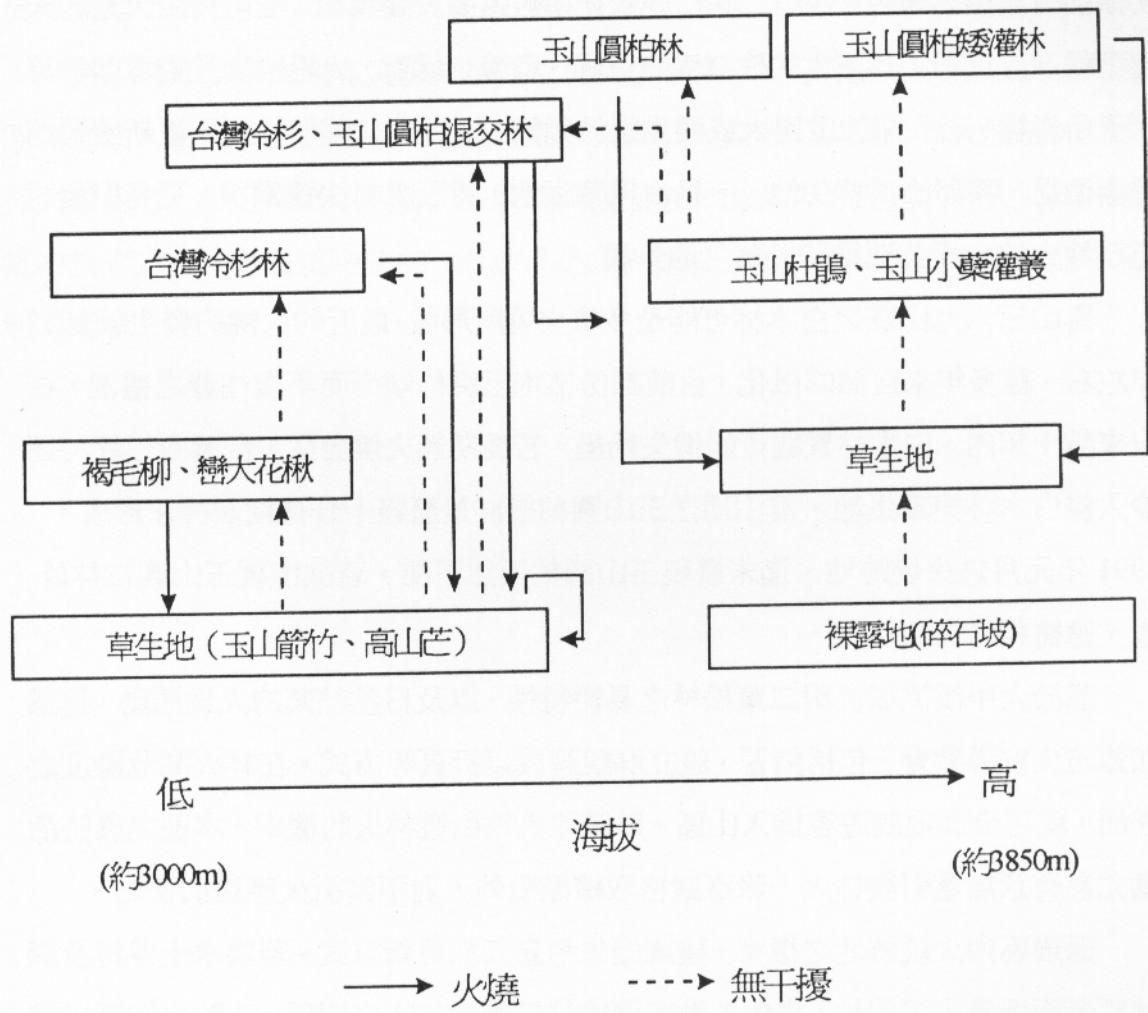


圖 15. 雪山地區植群演替推測圖

V、結論與建議

環山地區之台灣二葉松林，近廿年來至少曾發生三次林火。由於闊葉樹具萌櫟能力，其火燒致死率遠低於台灣二葉松，可在火燒後迅速萌櫟生長；高山芒、巒大蕨等草本植物，其生長芽受土壤保護，火燒後亦可迅速萌發生長，而在演替初期佔有重要的角色。台灣二葉松的致死率雖遠高於闊葉樹，唯可藉由大量的天然下種進行更新，其苗木的建立受到氣候、環境、種源、火燒強度及資源競爭等因素所影響。若火燒強度過大或發生過於頻繁，則台灣二葉松林將因更新困難而逐漸消退，甚而淪為草生地。一旦淪為草生地，將因燃料快速累積，更易引發短期性火燒，而長期維持於草生地景觀*。

雪山三六九山莊之白木林可能是多次火燒所形成，最近的火燒約發生於1957年左右。經多年來自然的風化，目前部份枯木已腐朽傾倒而不復往昔之盛況，在未來數十年內，白木林景觀可能消失殆盡。若長期無火燒發生，台灣冷杉終將逐步入侵白木林與草生地。雪山頂之玉山圓柏植群是歷經十分長期演替才形成。1991年元月之火燒跡地，迄未發現玉山圓柏天然下種。若欲恢復玉山圓柏林舊觀，應需相當久的年代。

基於大甲溪流域台灣二葉松林之易燃特性，以及日益頻繁的人為活動，建議加強防火宣導教育，包括講習、設立解說牌或以折頁等方式。在林火高危險度之季節，或可全面限制遊客進入山區，以減除人為引發林火的機率。本區之農墾活動尤易有意無意引發林火，除應嚴格取締濫墾外，對不當引火應嚴加管制。

保護區內火燒跡地之復育，建議優先考量天然更新方式。若為水土保持及森林經營而考量人工造林，宜依各地區環境選擇適當的防火樹種。而防火樹種以常綠性、葉片厚、含水量高、可燃性低的闊葉樹為佳，如木荷、昆欄樹、楊梅、楨楠屬等。栓皮櫟、楓香、赤楊等落葉性闊葉樹雖耐火燒，但冬季會大量落葉，易累積燃料，宜避免增植。

大甲溪流域之防火線寬度共計有5、10、15、30及50m等五種規格，歷年的林火仍有飛越30m寬防火線的記錄，因此5、10m寬的防火線是否具有功

能，亟待評估(林朝欽，1993b)。部份防火線亦是遊客登山的步道或營地，更增加引火之危險性。鑑於林火發生時防火線難以有效阻絕其蔓延，而每年清理所耗費之人力、物力不貲，且清理後多少會有土壤沖蝕。Johnson(1975)曾評估以防火林帶方式建造之防火線較裸露無林木之防火線為佳。建議環山林區現存之防火線或可逐漸栽植防火林帶取代之，僅保留適當寬度供救火人員通行或供救火時回火作業用。

另建議逐步藉由地理資訊系統建立林火預警系統，利用預警系統預測林火高危險地區。在乾季時對這些高危險地區加強巡邏、宣導，以防範林火發生。而在林火發生時，亦可利用地理資訊系統的高整合性，提供即時正確的林火資訊、適當的救火方式，以在短時間內，有效且迅速撲滅林火，降低林火對環境、生物棲地的衝擊。

VI、引用文獻

- 中央氣象局。 1990~1996。 氣候資料年報（地面資料）。
- 王忠魁。 1974。 台灣高山草原之由來及其演進與亞極群落之商榷。「生物與環境」 中研院刊行 p.1~16。
- 呂金誠、蔡進來、林昭遠、陳明義。 1986。 人倫台灣二葉松林火燒後之植群演替。 國立中興大學實驗林研究報告 7：11-22。
- 呂金誠。 1990。 野火對台灣主要森林生態系影響之研究。 國立中興大學植物學研究所博士論文。
- 呂福原、歐辰雄、廖秋成、陳慶芳。 1984。 林火對森林土壤及植群演替影響之研究(二)。 嘉義農專學報 10：47-54。
- 李培芬、林明志、許嘉恩。 1994。 竹圍紅樹林之景觀變遷。 遙感探測 20：73-88。
- 李培芬。 1993。 遙測和地理資訊系統在生態學研究之應用。 生物科學 36(2)：101-112。
- 林昭遠。 1991。 野火影響森林土壤性質之研究。 國立中興大學植物學研究所博士論文。
- 林朝欽。 1992。 台灣地區國有林之森林火分析。 林業試驗所研究報告季刊 7(2)：169-178。
- 林朝欽。 1993a。 玉山、太魯閣及雪霸地區國有林森林火災之研究。 中華林學季刊 26(2)：51-61。
- 林朝欽。 1993b。 國有林大甲溪事業區之森林火災及防火線。 林業試驗所研究報告季刊 8(2)：159-167。
- 柳 楷。 1963。 小雪山高山草原生態系之研究。 林業試驗所報告第92號。
- 柳 楷。 1971。 台灣植物群落之分類(II) 台灣高山寒原及針葉林群系。 林業試驗所報告第203號 1-24。
- 許啓祐、林基王、陳溪洲。 1984。 近十年來台灣之森林火災。 台灣省林務局。
- 郭城孟。 1990。 八通關草原生態之研究。 玉山國家公園管理處 63頁。
- 陳正改、邱永和、許翠玲。 1983。 森林火災之相關氣象條件研究。 台灣林業 9(11)：18-29。

- 陳明義、呂金誠、林昭遠。 1987a。 台灣高山白木林之形成及其演替趨勢之探討。 中華林學季刊 20(4)：71-93。
- 陳明義、呂金誠、林昭遠。 1987b。 武陵台灣二葉松林火燒後植群之初期演替。 中興大學實驗林研究報告 8：1-10。
- 陳源長。 1967。 台灣之森林火災。 台灣銀行季刊 18(2)：329-360。
- 黃凱易、張偉顥。 1997。 SPOT衛星影像分析應用於林地被覆變遷偵測。 中華林學季刊 30(1)：55-70。
- 黃增泉、王震哲、楊國禎、黃星凡、湯惟新。 1987。 雪山一大霸尖山地區植物生態資源先期調查研究報告。 內政部營建署。
- 楊南郡。 1991。 雪山、大霸尖山國家公園登山步道系統調查研究報告。 內政部營建署 124頁。
- 楊美玲。 1997。 塔塔加地區森林火災對松類造林地之植群、微氣候及土壤性質的影響。 國立台灣大學森林學研究所碩士論文。
- 劉棠瑞、蘇鴻傑。 1978。 大甲溪上游台灣二葉松天然林之植群組成及相關環境因子之研究。 國立台灣大學農學院實驗林研究報告 121：207-239。
- 劉業經、呂福原、歐辰雄、賴國祥。 1984。 台灣高山箭竹草生地之植物演替與競爭機制。 中華林學季刊 17(1)：1-32。
- 鄭祈全。 1995。 地理資訊系統在林地分級上之應用。 林業試驗所研究報告季刊 10(2)：241-254。
- 賴國祥。 1992。 台灣亞高山針葉樹林與草生地間推移帶動態結構之探討。 國立中興大學植物學研究所博士論文。
- 應紹舜。 1973。 南湖大山植被的概觀。 台灣省立博物館科學年刊 13：73-83。
- 應紹舜。 1976。 雪山地區高山植群之研究。 中華林學季刊 9(3)：119-135。
- 蘇鴻傑。 1986。 雪山香柏保護區植群生態之研究。 林務局保育研究系列。
- Baldwin, I. T., L. Staszak-Kozinski and R. Davidson. 1994. Up in smoke. I. Smoke-derived germination cues for postfire annual, *Nicotiana attenuata* Torr. ex. Watson. J. Chem. Ecol. 20(9) : 2345-2371.
- Baldwin, I. T. and L. Morse. 1994. Up in smoke. II. Germination of *Nicotiana attenuata* in response to smoke-derived cues and nutrients in burned and unburned soils. J. Chem. Ecol. 20(9) : 2373-2391.

- Beaton, J. D. 1959. The influence of burning on the soil in the timber range area of Lac Le Jeune, British Columbia. *Can. J. Soil. Sci.* 39 : 1-5.
- Bowman D. M. J. S. and W. J. Panton. 1993. Factors that control monsoon-rainforest seedling establishment and growth in north Australian *Eucalyptus* savanna. *J. Ecol.* 81(2) : 297-304.
- Christensen, N. L. and C. H. Muller. 1975. Effects of fire on factors controlling plant growth in *Adenostoma* chaparral. *Ecol. Monogr.* 45 : 29-55.
- Daubenmire, R. 1968. Ecology of fire in grasslands. *Adv. Ecol. Res.* 5 : 209-266.
- DeBano, L. F. and C. E. Conrad. 1978. The effect of fire on nutrients in a chaparral ecosystem. *Ecol.* 59(3) : 489-497.
- Dieterich, J. H. 1980. Chimney Spring Forest fire history. *USDA For. Serv. Res. Paper RM-220* : 1-8.
- Dieterich, J. H. and T. W. Swetnam. 1984. Dendrochronology of a fire-scarred Ponderosa pine. *For. Sci.* 30(1) : 238-247.
- Driese, K. L., W.A. Reiners, E. H. Merrill and K.G. Gerow. 1997. A digital land cover map of Wyoming, USA: a tool for vegetation analysis. *J. Veg. Sci.* 8(1) : 133-146.
- Gill, A. M. 1977. Plants traits adaptive to fires in the Mediterranean land ecosystem. p. 17-26. In: Symp. Environmental Consequences of Fire Fuel Management in Mediterranean Ecosystems. USDA For. Serv. Gen. Rep. WO-3.
- Grimm, E. C. 1984. Fire and other factors controlling the big woods vegetation of Minnesota in the mid-nineteenth century. *Ecol. Monogr.* 54(3) : 291-311.
- Hinton, J. C. 1996. GIS and remote sensing integration for environmental application. INT. *J. Geographic Information System* 10(7) : 791-816.
- Hoffmann, W. A. 1996. The effects of fire and cover on seedling establishment in a neotropical savanna. *J. Ecol.* 84(3) : 383-393.
- Howe, H. F. 1995. Succession and fire season in experimental prairie plantings. *Ecol.* 76(6) : 1917-1925.
- Johnson, V. J. 1975. Hardwood fuel-breaks for northeastern United States. *J. For.* 73(9) : 588-589.
- Keely, J. E. 1987. Role of fire in seed germination of woody taxa in California chaparral. *Ecol.* 68(2) : 434-443.

- Little, R. L., D. L. Peterson and L. L. Conquest. 1994. Regeneration of subalpine fir (*Abies lasiocarpa*) following fire: effects of climate and other factors. Can. J. For. Res. 24(5) : 934-944.
- Lorimer, C. G. 1990. Behavior and management of forest fire. p.427-448. In: Introduction to Forest Science. 2nd. ed., John Wiley & Sons.
- Lutz, H. J. 1956. The ecological effects of forest fires in the interior of Alaska. USDA Tech. Bull. 1133.
- McBride, J. R. and H. T. Lewis. 1984. Occurrence of fire scars in relation to the season and frequency of surface fires in *Eucalyptus* forest of the Northern Territory, Australia. For. Sci. 30(4) : 970-976.
- McLaren, B. E. and R. A. Janke. 1996. Seedbed and canopy cover effects on balsam fir seedling establishment in Isle Royale National Park. Can. J. For. Res. 26(5) : 782-793.
- Metz, L. J., T. Lotti and R. A. Klawitter. 1961. Some effects of prescribed burning on coastal plain forest soil. USDA For. Serv. Sta. Pap. SE-133.
- Muller, C. J., R. B. Hanawalt and J. K. McPherson. 1968. Allelopathic control of herb growth in the fire cycle of California chaparral. Bull. Torr. Bot. Club 95 : 225-231.
- Owensby, C. E. and J. B. Wyrill. 1973. Effects of range burning on Kansas Flint Hills soils. J. Range Manag. 26 : 185-188.
- Scotter, G. W. 1963. Effects of forest fires on soil property. Ecol. 51: 1046-1051.
- Sharrow, S. H. and H. A. Wright. 1977. Effects of fire, ash, and litter on soil nitrate, temperature, moisture and tobosa grass production in the rolling plains. J. Range Manag. 30 : 266-270.
- Sheppard, P. R., J. E. Means and J. P. Lassoie. 1988. Cross-dating cores as a nondestructive method for dating living, scarred trees. For. Sci. 34(3) : 781-789.
- Spurr, H. S. and B. V. Barnes. 1980. Forest Ecology. John Wiley & Sons.
- Vogl, R. J. 1969. The role of fire in the evolution of the Hawaiian flora and vegetation. Tall Timbers Fire Ecol. Conf. Proc. 9 : 5-60.
- Wells, C. G. 1971. Effects of prescribed burning on soil chemical properties and nutrient availability. p.86-89. In: Prescribed Burning Symp. Proc. USDA For. Serv. SE. For. Exp. Sta.

White, E. M., W. W. Thompson and F. R. Gartner. 1972. Heat effects on nutrient release from soils under Ponderosa pine. *J. Range Manage.* 26(1) : 22-24.

附錄一、環山研究區植物名錄

蕨類植物

Lycopodiaceae 石松科

Lycopodium complanatum L. 地刷子

Ophioglossaceae 瓶爾小草科

Botrychium lanuginosum (Wall.) Hook. & Grev. 阿里山蕨萁

Dennstaedtiaceae 碗蕨科

Pteridium aquilinum (L.) Kuhn subsp. *wightianum* (Wall.) Shieh 繼大蕨

裸子植物

Pinaceae 松科

Pinus morrisonicola Hayata 台灣五葉松

Pinus taiwanensis Hayata 台灣二葉松

Pseudotsuga wilsoniana Hayata 台灣黃杉

Taxodiaceae 杉科

Cunninghamia konishii Hayata 繼大杉

Cupressaceae 柏科

Chamaecyparis formosensis Matsum. 紅檜

雙子葉植物

Myricaceae 楊梅科

Myrica rubra (Lour.) Sieb. & Zucc. 楊梅

Juglandaceae 胡桃科

Juglans cathayensis Dode 台灣胡桃

Platycarya strobilacea Sieb. & Zucc. 化香樹

Salicaceae 楊柳科

Salix fulvopubescens Hayata var. *fulvopubescens* 褐毛柳

Betulaceae 樺木科

Alnus formosana (Burkill ex Forbes & Hemsl.) Makino 台灣赤楊

Fagaceae 賀斗科

Quercus variabilis Bl. 桤皮櫟

Caryophyllaceae 石竹科

Dianthus pygmaeus Hayata f. *pygmaeus* 玉山石竹

- Silene fortunei* Vis. var. *fortunei* 蝶子草
- Ranunculaceae* 毛茛科
- Clematis lasiandra* Maxim. 小木通
- Cruciferae* 十字花科
- Arabis lyrata* L. subsp. *kamtschatica* (Fisch. ex DC.) Hulten 玉山筷子芥
- Hamamelidaceae* 金縷梅科
- Liquidambar formosana* Hance 楓香
- Saxifragaceae* 虎耳草科
- Deutzia pulchra* Vidal 大葉溲疏
- Hydrangea chinensis* Maxim. 華八仙
- Hydrangea integrifolia* Hayata ex Matsum. & Hayata 大枝掛繡球
- Rosaceae* 薔薇科
- Potentilla matsumurae* Th. Wolf. var. *pilosa* Koidz. 高山翻白草
- Rosa bracteata* Wendl. var. *bracteata* 琉球野薔薇
- Rubus formosensis* Ktze. 台灣懸鉤子
- Rubus lambertianus* Ser. ex DC. 高梁泡
- Leguminosae* 豆科
- Desmodium heterocarpon* (L.) DC. 假地豆(小槐花)
- Lespedeza cuneata* (Dumont d. Cours.) G. Don 鐵掃帚
- Geraniaceae* 牦牛兒苗科
- Geranium robertianum* L. 漢紅魚腥草
- Polygalaceae* 遠志科
- Polygala japonica* Houtt. 瓜子金
- Anacardiaceae* 漆樹科
- Rhus javanica* L. var. *roxburghiana* (DC.) Rehd. & Wilson 羅氏鹽膚木(埔鹽)
- Violaceae* 董菜科
- Viola mandshurica* W. Becker 紫花地丁
- Onagraceae* 柳葉菜科
- Circaeа alpina* L. ssp. *imaicola* (Asch. & Mag.) Kitamura 高山露珠草
- Ericaceae* 杜鵑花科
- Lyonia ovalifolia* (Wall.) Drude 南燭
- Rhododendron rubropilosum* Hayata 紅毛杜鵑
- Rhododendron sikayotaizanense* Masamune 細葉杜鵑(志佳陽杜鵑)
- Vaccinium wrightii* Gray 來特氏越橘(大葉越橘)
- Gentianaceae* 龍膽科

- Gentiana flavo-maculata* Hayata 黃花龍膽
Tripterospermum lanceolatum (Hayata) Hara ex Satake 玉山肺形草
Rubiaceae 茜草科
Galium echinocarpum Hayata 刺果豬殃殃
Scrophulariaceae 玄參科
Phtheirospermum japonicum (Thunb.) Kanitz 日本松蒿
Veronica didyma Tenore 婆婆納
Campanulaceae 桔梗科
Adenophora triphylla (Thunb.) A. DC. 輪葉沙參
Wahlenbergia marginata (Thunb.) A. DC. 細葉蘭花參
Compositae 菊科
Anaphalis margaritacea (L.) Benth. & Hook. f. subsp. *morrisonicola* (Hayata)
 Kitamura 玉山抱莖籜簾
Artemisia capillaris Thunb. 茵陳蒿
Aster leiophyllum Fr. & Sav. 山白蘭
Crassocephalum rabens (Juss. ex Jacq.) S. Moore 昭和草
Gnaphalium adnatum Wall. ex DC. 紅面番
Gnaphalium affine D. Don 鼠麴草
Gnaphalium purpureum L. 鼠麴舅
Hypochoeris radicata L. 貓耳葉菊
Lactuca sororia Miq. 山萐苣
Solidago virga-aurea L. var. *leiocarpa* (Benth.) A. Gray 一枝黃花
Syneilesis subglabrata (Yamamoto & Sasaki) Kitamura 高山破傘菊

單子葉植物

- Liliaceae* 百合科
Lilium formosanum Wallace 台灣百合
Smilacaceae 菝葜科
Smilax bracteata Presl subsp. *verruculosa* (Merr.) T. Koyama 糙莖菝葜
Gramineae 禾本科
Arundinella setosa Trin. 刺芒野古草
Calamagrostis epigeios (L.) Roth 拂子茅
Cymbopogon tortilis (Presl) A. Camus 扭鞘香茅
Deyeuxia arundinacea (L.) Beauv. 類蘆野青茅
Eulalia speciosa (Debeaux) Ktze. 金茅

Imperata cylindrica (L.) Beauv. var. *major* (Nees) C. E. Hubb. ex Hubb. &
Vaughan 白茅

Miscanthus transmorrisonensis Hayata 高山芒

Orchidaceae 蘭科

Platanthera angustata (Blume) Lindl. 厚唇粉蝶蘭

Platanthera longibracteata Hayata 長苞粉蝶蘭

附錄二、雪山研究區植物名錄

蕨類植物

Lycopodiaceae 石松科

Lycopodium obscurum L. 玉柏

Pteridaceae 凤尾蕨科

Cryptogramma brunonianana Wall. 高山珠蕨

Onychium contiguum (Wall.) Hope 高山金粉蕨

Dryopteridaceae 鱗毛蕨科

Polystichum stenophyllum Christ 芽胞耳蕨

Athyriaceae 蹄蓋蕨科

Athyrium reflexipinnnum Hayata 逆葉蹄蓋蕨

Cystopteris fragilis (L.) Bernh. 冷蕨

裸子植物

Pinaceae 松科

Abies kawakamii (Hayata) Ito 台灣冷杉

Picea morrisonicola Hayata 台灣雲杉

Pinus morrisonicola Hayata 台灣五葉松

Pinus taiwanensis Hayata 台灣二葉松

Tsuga chinensis (Franch.) Pritz. ex Diels var. *formosana* (Hayata) Li & Keng 台
灣鐵杉

Cupressaceae 柏科

Chamaecyparis formosensis Matsum. 紅檜

Juniperus formosana Hayata 刺柏

Juniperus squamata Buch.-Ham. 玉山圓柏

雙子葉植物

Salicaceae 楊柳科

Salix fulvopubescens Hayata var. *fulvopubescens* 褐毛柳

Betulaceae 樺木科

Alnus formosana (Burkhill ex Forbes & Hemsl..) Makino 台灣赤楊

Fagaceae 賽斗科

Quercus spinosa A. David ex Fr. 高山櫟

Urticaceae 蕁麻科

Elatostema lineolatum Wight var. *majus* Wedd. 冷清草

Urtica thunbergiana Sieb. & Zucc. 咬人貓

Polygonaceae 蓼科

Polygonum filicaule Wall. ex Meisn. 高山蓼

Polygonum cuspidatum Sieb. & Zucc. 虎杖

Caryophyllaceae 石竹科

Arenaria subpilosa (Hayata) Ohwi 亞毛無心菜

Cerastium trigynum Vill. var. *morrisonense* (Hayata) Hayata 玉山卷耳

Cucubalus baccifer L. 狗筋蔓

Dianthus pygmaeus Hayata f. *pygmaeus* 玉山石竹

Silene fortunei Vis. 蠟子草

Trochodendraceae 昆欄樹科

Trochodendron aralioides Sieb. & Zucc. 昆欄樹

Ranunculaceae 毛茛科

Aconitum fukutomei Hayata var. *fukutomei* Liu & Hsieh 台灣烏頭

Clematis tsugetorum Ohwi 高山鐵線蓮

Ranunculus formosa-montanus Ohwi 蓬萊毛茛（疏花毛茛、南湖毛茛）

Thalictrum sessile Hayata 玉山唐松草

Berberidaceae 小檗科

Berberis kawakamii Hayata 台灣小檗

Berberis morrisonensis Hayata 玉山小檗

Fumariaceae 紫堇科

Corydalis ophiocarpa Hook. f. & Thoms. 彎果黃堇

Cruciferae 十字花科

Arabis lyrata L. subsp. *kamtschatica* (Fisch. ex DC.) Hulten 玉山筷子芥

Barbarea taiwaniana Ohwi 台灣山芥

Crassulaceae 景天科

Sedum morrisonense Hayata 玉山佛甲草

Hylotelephium subcapitatum (Hayata) Ohba 穂花八寶

Saxifragaceae 虎耳草科

Parnassia palustris L. 梅花草

Ribes formosanum Hayata 台灣茶藨子

Rosaceae 薔薇科

Fragaria hayatai Makino 台灣草莓

- Potentilla leuconota* D. Don 玉山金梅
- Potentilla matsumurae* Th. Wolf. var. *pilosa* Koidz. 高山翻白草
- Potentilla tugitakensis* Masamune 雪山翻白草
- Rosa sericea* Lindl. var. *morrisonensis* (Hayata) Masamune 玉山野薔薇
- Rosa transmorrisonensis* Hayata 高山薔薇
- Rubus pungens* Camb. var. *pungens* 單花懸鉤子(刺懸鉤子)
- Rubus rufei* Vidal 高山懸鉤子
- Sibbaldia procumbens* L. 五蕊莓
- Sorbus randaiensis* (Hayata) Koidz. 繩大花楸
- Spiraea formosana* Hayata 台灣繡線菊
- Oxalidaceae* 醋漿草科
- Oxalis acetosella* L. ssp. *griffithii* (Edgew. & Hook. f.) Hara var. *formosana*
(Terao) Huang & Huang 台灣山酢漿草
- Geraniaceae* 牝牛兒苗科
- Geranium hayatanum* Ohwi 單花牻牛兒苗
- Coriariaceae* 馬桑科
- Coriaria japonica* A. Gray ssp. *intermedia* (Matsum.) Huang & Huang
台灣馬桑
- Violaceae* 董菜科
- Viola adenothrix* Hayata var. *tsugitakaensis* (Masamune) Wang & Huang
雪山董菜
- Onagraceae* 柳葉菜科
- Circaeа alpina* L. ssp. *imaicola* (Asch. & Mag.) Kitamura 高山露珠草
- Epilobium taiwanianum* Chen, Hoch & Raven 台灣柳葉菜
- Umbelliferae* 繖形科
- Angelica morrisonicola* Hayata var. *morrisonicola* 玉山當歸
- Oreomyrrhis involucrata* Hayata 山薰香
- Pimpinella niitakayamensis* Hayata 玉山茴芹
- Ericaceae* 杜鵑花科
- Gaultheria itoana* Hayata 高山白珠樹
- Gaultheria leucocarpa* Blume forma *cumingiana* (Vidal) Sleumer 白珠樹
- Rhododendron morii* Hayata 森氏杜鵑
- Rhododendron rubropilosum* Hayata 紅毛杜鵑
- Rhododendron pseudochrysanthum* Hayata 玉山杜鵑
- Primulaceae* 報春花科

- Primula miyabeana* Ito & Kawakami 玉山櫻草
- Gentianaceae* 龍膽科
- Gentiana arisanensis* Hayata 阿里山龍膽
 - Gentiana atkinsonii* Burk. var. *formosana* (Hayata) Yamamoto 台灣龍膽
 - Gentiana itzershanensis* Liu & Kuo 伊澤山龍膽
 - Gentiana scabrida* Hayata 玉山龍膽
 - Swertia randaiensis* Hayata 舂大當藥
 - Tripterospermum lanceolatum* (Hayata) Hara ex Satake 玉山肺形草
- Rubiaceae* 茜草科
- Galium echinocarpum* Hayata 刺果豬殃殃
- Boraginaceae* 紫草科
- Trigonotis nankotaizanensis* (Sasaki) Masamune & Ohwi ex Masamune 南湖附地草
- Scrophulariaceae* 玄參科
- Euphrasia nankotaizanensis* Yamamoto 南湖碎雪草
 - Euphrasia transmorrisonensis* Hayata 玉山小米草
 - Hemiphragma heterophyllum* Wall. var. *dentatum* (Elmer) Yamazaki 腰只花
 - Pedicularis verticillata* L. 玉山蒿草
 - Veronica morrisonicola* Hayata 玉山水苦賣
 - Veronica oligosperma* Hayata 貧子水苦賣
- Caprifoliaceae* 忍冬科
- Lonicera kawakamii* (Hayata) Masamune 川上氏忍冬
 - Viburnum propinquum* Hemsl. 高山莢蒾
- Valerianaceae* 敗醬科
- Valeriana fauriei* Briquet 纓草 (吉草)
- Campanulaceae* 桔梗科
- Adenophora morrisonensis* Hayata 玉山沙參
 - Adenophora uehatae* Yamamoto 高山沙參
- Compositae* 菊科
- Ainsliaea reflexa* Merr. var. *nimborum* Hand.-Mazz. 玉山鬼督郵
 - Anaphalis margaritacea* (L.) Benth. & Hook. f. subsp. *morrisonicola* (Hayata) Kitamura 玉山抱莖籟簫
 - Anaphalis nepalensis* (Spreng.) Hand.-Mazz. 尼泊爾籟簫
 - Artemisia niitakayamensis* Hayata var. *niitakayamensis* 玉山艾
 - Artemisia kawakamii* Hayata 山艾

- Aster takasagomontanus* Sasaki 雪山馬蘭
Cirsium kawakamii Hayata 玉山薊
Picris hieracioides L. subsp. *morrisonensis* (Hayata) Kitamura 玉山毛連菜
Senecio nemorensis L. 黃苑
Solidago virga-aurea L. var. *leiocarpa* (Benth.) A. Gray 一枝黃花

單子葉植物

Liliaceae 百合科

- Aletris formosana* (Hayata) Sasaki 台灣粉條兒菜
Lilium formosanum Wallace 台灣百合
Smilacina formosana Hayata 台灣鹿藥
Veratrum formosanum Loesn. f. 台灣藜蘆

Juncaceae 燈心草科

- Luzula plumosa* E. Meyer 台灣糖星草

Cyperaceae 莎草科

- Carex atrata* L. subsp. *apodostachya* (Ohwi) T. Koyama 南湖扁果薹
Carex fulvo-rubescens Hayata 茶色扁果薹
Carex liui T. Koyama & Chuang 劉氏薹

Gramineae 禾本科

- Agropyron mayebaranum* Honda 前原鵝觀草
Agrostis morrisonensis Hayata 玉山剪股穎
Brachypodium kawakamii Hayata 川上短柄草
Deschampsia flexuosa (L.) Trin. 曲芒髮草
Deyeuxia arundinacea (L.) Beauv. 類蘆野青茅
Festuca ovina L. 羊茅
Miscanthus transmorrisonensis Hayata 高山芒
Phleum alpinum L. 高山梯牧草
Trisetum bifidum (Thunb.) Ohwi 三毛草
Trisetum spicatum (L.) Rich. var. *formosanum* (Honda) Ohwi 台灣三毛草
Yushania niitakayamensis (Hayata) Keng f. 玉山箭竹

Orchidaceae 蘭科

- Orchis kirsishiensis* Hayata 奇萊紅蘭
Platanthera angustata (Blume) Lindl. 厚唇粉蝶蘭
Platanthera longibracteata Hayata 長苞粉蝶蘭

附錄三、環山 1800m 區植物覆蓋度(%)之變化

調查年月	1996/08	1996/10	1997/02	1997/04	1997/05	1997/06	1997/09	1997/10	1997/11	1997/12	1998/02	1998/03	1998/04
一枝黃花	2.97	1.37	2.10	3.02	2.80	2.50	0.52	0.28	0.42	0.06	0.28	1.38	0.68
小槐花	0.10	0.19	0.29	0.81	0.70	0.50		0.70		0.16	0.03	0.22	0.28
山白蘭	0.05							0.08					
山萬苣			0.10	0.10	0.06	0.05							
山螞蝗	0.10					0.20	0.35		0.04				
台灣二葉松	0.04	0.02	0.17	0.14	0.94	0.13		1.18		0.07	0.19	0.04	0.424
台灣百合	0.01	0.02	0.05	0.13	0.13	0.13							
台灣赤楊	0.70	1.45	0.50	2.50	4.50	2.80	0.45	2.70	1.04	0.55	0.15		0.24
瓜子金	0.11	0.07		0.35	0.20	0.03							
白茅	0.45	0.20	0.76	0.87	0.78	0.07	0.12	0.42	0.06	0.18		0.08	0.032
刺芒野古草								0.10	0.04				
地刷子	0.10	0.19	0.30	0.20	0.30	0.03	0.28				0.35		
來特氏越橘	0.40	1.10	0.90	1.95	2.10	2.50	3.06	2.78	3.96	2.38	1.70	2.70	3.192
金茅	0.30	0.37	0.30	1.85	7.40	8.90	2.69	2.52	1.66	0.58	0.36	0.38	1.56
南燭	0.20	0.20	0.10	0.30	0.30	0.30	0.17	0.54	0.46	0.06		0.05	0.192
厚唇粉蝶蘭				0.10	0.05	0.05							0.024
昭和草	0.03	0.17											
紅面番			0.05		0.05								
栓皮櫟	0.50	0.46		0.75	1.30	1.75	4.62	8.99	8.14	2.38		0.65	20.656
茵陳蒿	0.08	0.07	0.10	0.20	0.30	0.05					0.09		
高山芒	10.85	12.17	11.80	12.90	12.50	10.00	6.70	4.44	3.52	2.29	4.20	4.70	4.648
細葉杜鵑	3.50	2.98	7.80	7.70	9.00	6.25	4.54	4.00	3.69	2.04	3.60	3.97	2.688
細葉蘭花參				0.08									
莎草科	0.25	0.08											
紫花地丁	0.18	0.20	0.35	0.93	0.54	0.26		0.04	0.02	0.02	0.03	0.04	0.04
糙莖菝葜	0.10	0.13	0.50	0.10	0.10	0.10	0.27	0.17	0.08		0.05	0.03	0.056
楓香	0.25	0.22		0.50	0.25	0.37	0.16	0.97	0.61	0.08			0.104
鼠麴草				0.05	0.05								
輪葉沙參	0.10	0.04	0.10	0.65	0.36	0.12		0.08					
羅氏鹽膚木	0.05	0.15	0.01	0.50	0.36	0.40							
鐵掃帚	0.36	0.24		0.13	0.36	0.37	1.52	0.48		0.04			0.024
巒大蕨	6.30	3.82	0.01	3.70	12.70	9.80	2.54	1.24					3.908
總計	28.08	25.91	26.29	40.38	58.41	47.86	27.64	31.63	23.76	10.90	11.08	14.24	38.748

附錄四、環山 1800m 區植物重要值之變化

調查年月	1996/08	1996/10	1997/02	1997/04	1997/05	1997/06	1997/09	1997/10	1997/11	1997/12	1998/02	1998/03	1998/04
一枝黃花	18.53	12.81	17.31	15.68	12.98	11.07	6.23	6.23	12.90	3.96	16.32	25.34	11.75
小槐花	8.31	8.26	5.95	8.84	6.31	4.99			7.56	4.90	3.74	4.70	6.72
山白蘭	1.31								2.04				
山萬苣			2.00	1.38	2.14	1.09							
山螞蝗	1.49					1.36	3.69		1.91				
台灣二葉松	4.69	3.30	7.16	4.86	7.74	7.21			5.53	4.04	5.18	3.41	3.09
台灣百合	1.17	1.15	1.82	2.58	2.26	2.25							
台灣赤楊	4.77	7.75	3.42	8.72	9.78	7.72	5.97	13.88	11.04	15.40	4.82		4.62
瓜子金	6.07	3.50		3.15	3.41	2.04						3.69	2.08
白茅	7.28	4.00	17.99	10.12	8.48	8.37	4.78	10.24	9.16	5.06			
刺芒野古草									2.63	3.72			
地刷子	1.49	1.81	2.71	1.64	1.54	1.61	3.19				6.63		
來特氏越橘	2.56	7.47	8.12	8.42	6.67	9.09	21.92	17.70	27.78	40.00	29.17	34.61	18.24
金茅	3.34	3.58	5.99	11.53	21.91	27.16	20.59	15.11	15.89	12.30	13.59	8.89	14.03
南燭		1.85	2.00	1.90	1.54	1.61	2.78	3.48	8.62	3.96		3.46	4.50
厚唇粉蝶蘭				1.38	1.11	1.09							2.06
昭和草	3.52	2.81											
紅面番			1.82									17.05	63.31
栓皮櫟	2.92	5.00		4.19	5.30	6.56	25.39	37.36	45.35	26.60			
茵蔯萬	1.42	1.35	2.00	1.64	1.54	1.09					4.24		
高山芒	51.85	57.72	56.75	43.51	30.68	30.41	35.12	22.98	25.93	39.06	55.15	48.60	22.00
細葉杜鵑	20.42	22.25	48.42	26.64	24.66	22.72	27.31	21.57	26.63	33.30	49.73	43.49	16.94
細葉蘭花參					1.16								
莎草科	3.16	1.38											
紫花地丁	7.46	8.30	6.16	11.40	6.03	5.48		1.91	2.29	3.57	3.74	3.41	2.10
糙莖菝葜	1.49	2.65	3.42	1.38	1.19	1.20	7.51	2.32	2.56		3.88	3.35	2.14
楓香	4.30	4.07		4.67	2.47	4.72	2.75	6.63	9.23	4.12			4.27
鼠麴草					1.11	1.09							
輪葉沙參	1.49	2.30	3.63	3.93	1.04	2.23		3.82					
羅氏鹽膚木	1.31	1.65		2.42	1.88	1.81							
鐵掃帚	6.96	9.53	1.67	2.58	4.70	4.72	16.38	6.87			3.81		2.06
巒大蕨	32.66	25.50	1.67	17.44	31.02	29.01	20.07	12.85					20.09
總計	199.97	199.99	200.00	200.00	200.00	200.03	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00

附錄五、環山 2000m 區植物覆蓋度(%)之變化

調查年月	1996/10	1997/02	1997/04	1997/05	1997/06	1997/09	1997/10	1997/11	1997/12	1998/02	1998/03	1998/04
小槐花	0.06		0.10		0.08	0.18	0.14					0.10
山白蘭	0.44	0.70	1.24	0.60	1.30	1.30	1.30	0.70			0.19	0.86
山萐薜			0.10		0.04						0.04	
台灣二葉松	1.55	1.60	1.55	1.57	1.24	1.25	1.14	1.02	0.67	0.58	0.47	0.48
台灣百合					0.10							
台灣赤楊	0.03	0.03	0.10	0.03	0.16	0.34	0.50	0.46	0.10	0.10	0.24	0.34
瓜子金	0.03	0.10	0.10	0.02	0.21	0.12	0.18	0.10				0.04
白茅					0.16	0.10		0.10				0.06
厚唇粉蝶蘭			0.30		0.14							
昭和草	1.40				0.10	0.22	0.16		0.02			
紅面番	0.02	0.20	0.20			0.06	0.10					
栓皮櫟	0.80		0.80	1.00	2.00	3.24	4.00	3.60	1.60			2.80
高山芒	5.45	12.40	11.60	4.00	6.00	12.00	13.20	13.20	5.30	10.80	11.00	12.60
高山破傘菊			0.18	0.20	0.30	0.20	0.24	0.20				0.14
細葉杜鵑	1.26	4.20	4.60	3.00	3.90	7.04	8.40	6.20	2.94	4.10	3.80	3.30
莎草科		0.10										
紫花地丁	0.02		0.20			0.10					0.02	
糙莖菝葜	0.10	0.78	0.40	0.24	0.52	0.42	0.46	0.30	0.20	0.10	0.10	0.20
輪葉沙參						0.20						
琉球野薔薇	0.72	1.50	1.90	0.30	0.90	1.80	0.88	1.00	0.84	0.24	0.84	0.66
鐵掃帚	0.09					0.11		0.10				
巒大蕨	4.90	0.10	0.20	4.20	3.10	6.00	9.20	4.70			0.02	0.26
總計	16.87	21.71	23.57	15.16	20.25	34.68	39.90	31.68	11.67	15.92	16.72	21.84

附錄六、環山 2000m 區植物重要值之變化

調查年月	1996/10	1997/02	1997/04	1997/05	1997/06	1997/09	1997/10	1997/11	1997/12	1998/02	1998/03	1998/04
小槐花	4.64		3.05		4.74	6.64	5.76					3.16
山白蘭	11.33	10.90	18.39	16.46	17.29	13.95	11.37	10.78			15.42	17.45
山萬苣			3.05		2.37							3.81
台灣二葉松	12.62	23.18	20.25	25.87	16.99	13.80	16.36	17.50	27.46	31.41	20.68	15.70
台灣百合					2.67							
台灣赤楊	2.32	3.94	3.05	3.29	5.14	5.06	6.66	7.17	5.20	6.18	8.58	6.96
瓜子金	4.45	4.30	3.05	3.26	7.56	4.43	5.86	3.17				
白茅					2.96	2.33		3.17				2.89
厚唇粉蝶蘭			6.53		2.87							2.98
昭和草	19.60				2.67	4.72	3.10		4.52			
紅面番	2.26	4.76	3.48			2.21	2.95					
栓皮櫟	7.25		6.01	9.73	12.05	13.42	12.73	14.22	18.06			18.23
高山芒	45.51	76.11	62.10	42.05	40.50	44.81	43.90	55.96	67.17	95.62	83.64	71.21
高山破傘菊			3.39	4.45	3.66	2.62	3.30	3.49				3.34
細葉杜鵑	16.57	34.65	29.94	32.32	27.96	30.50	31.86	31.00	42.59	47.98	37.01	28.63
莎草科			4.30									
紫花地丁	2.26		6.11			2.33						3.69
糙莖菝葜	7.02	11.27	6.95	10.96	11.26	7.33	9.26	6.66	10.41	6.18	4.17	6.32
輪葉沙參						2.62						
琉球野薔薇	15.24	22.27	18.54	8.23	13.14	11.31	10.31	14.59	24.59	12.62	19.31	11.13
鐵掃帚		6.96				4.40		3.17				
巒大蕨	41.99	4.30	6.11	43.38	26.18	27.51	36.57	29.12			3.69	12.00
總計	200.02	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00

附錄七、環山 2500m 區植物覆蓋度(%)之變化

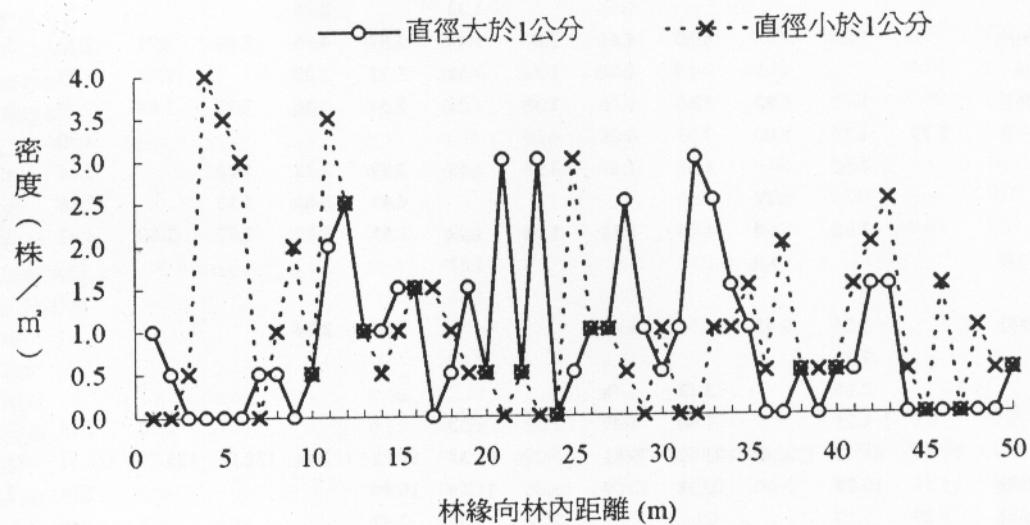
調查年月	1996/08	1996/10	1997/02	1997/04	1997/05	1997/06	1997/09	1997/10	1997/11	1997/12	1998/02	1998/03	1998/04
一枝黃花	0.05										0.05	0.07	
小槐花		0.01					0.01						
山白蘭	0.05	8.00	0.30	1.25	2.00	4.80	1.70	0.79	0.07	0.02	0.31	0.28	0.40
山萬苣					0.10		0.05		0.02	0.00	0.01		
天門冬							0.00						
台灣二葉松		0.01		0.03	0.18	0.06	0.03	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00
台灣赤楊					0.04	0.09	0.10	0.08	0.11		0.10	0.12	
台灣懸鉤子		0.30	0.05	0.05	0.07	0.08	0.10	0.09	0.09	0.10	0.10	0.10	0.15
玉山筷子芥	0.01	0.33	0.37	0.57	0.36	0.26						0.03	
瓜子金		0.20		0.05	0.05	0.14	0.03	0.03	0.00	0.01	0.01	0.02	0.05
白茅			0.08					0.11	0.09	0.06		0.02	0.05
地刷子		1.50	0.40	0.20	0.08	0.15	0.30	0.10	0.11	0.10	0.07	0.11	0.15
刺果豬殃殃		0.01	0.10	0.01	0.01			0.02	0.01				
玉山肺形草							0.03						
南燭							0.10						
昭和草		0.22					0.01						
紅面番		0.50		0.06	0.30								
茵陳蒿		0.01		0.05	0.05	0.05	0.05				0.01	0.01	0.02
高山芒	32.55	29.10	45.70	52.00	52.70	40.00	55.00	56.90	62.80	68.90	70.50	61.00	56.00
高山破傘菊	0.91	1.00		0.70	1.75	1.48	1.52	0.71		0.00		0.01	0.04
高山粉蝶蘭	0.20	0.50				0.20	0.07	0.05					
高山露珠草						0.05	0.01						
細葉杜鵑	2.40	3.25	1.00	1.50	2.15	1.50	1.40	1.80	2.00	1.91	1.36	0.75	3.25
野薄荷							0.04	0.06	0.02		0.11	0.03	0.02
高山翻白草						0.06							0.03
紫花地丁		0.13		0.14	0.34	0.30	0.16	0.06	0.26	0.04	0.01	0.06	0.13
糙莖菝葜	0.50	0.16		0.49	0.35	0.33	0.29	0.08	0.20	0.15	0.20	0.14	
鼠麴草					0.15	0.10	0.13	0.02					
輪葉沙參		0.58	0.07	0.40	0.38	0.42	0.16	0.07	0.02		0.02	0.03	0.13
阿里山蕨萁	2.11	0.16	0.12	0.15					0.05				
貓耳葉菊	0.10	0.44	0.28	0.46	0.40	0.43	0.22	0.01			0.05	0.01	
鐵掃帚		0.11			0.02	0.27	0.19	0.18	0.05	0.01			
巒大蕨	21.70	14.61		0.67	18.70	37.80	37.30	23.20				0.02	1.12
台灣馬桑											0.02	0.01	0.01
總計	60.58	61.13	48.47	58.78	80.18	88.56	98.99	84.37	65.95	71.36	72.88	62.74	61.62

附錄八、環山 2500m 區植物重要值之變化

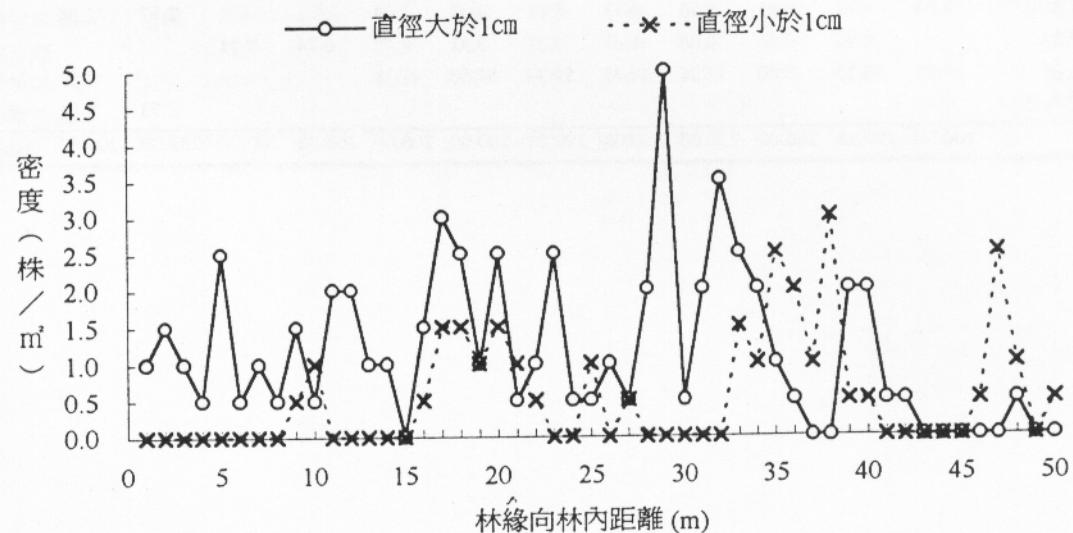
調查年月	1996/08	1996/10	1997/02	1997/04	1997/05	1997/06	1997/09	1997/10	1997/11	1997/12	1998/02	1998/03	1998/04
一支黃花	2.86										2.30	5.36	
小槐花		1.25					1.29						
山白蘭	2.86	16.79	3.74	6.67	6.72	11.75	6.85	6.65	4.55	5.28	16.64	13.21	9.54
天門冬							1.28			2.63	2.72		
山萬苣					1.53		1.33		2.25				
台灣二葉松		1.25		4.60	4.45	3.87	6.44	2.87	4.46	2.64	2.71	2.13	2.23
台灣赤楊					1.46	1.34	1.38	1.52	2.39		2.84	4.45	
台灣懸鉤子		1.72	3.23	1.60	1.50	1.36	1.38	1.54	2.36	2.77	2.84	2.29	2.47
玉山筷子芥	2.79	4.25	7.00	7.03	6.08	4.09						4.30	
瓜子金		1.56		1.60	1.47	3.96	2.59	2.89	2.22	5.28		2.14	4.64
白茅			3.29					4.42	6.80	5.35		2.16	2.30
地刷子		3.68	3.94	1.86	1.51	1.44	1.59	1.55	2.39	2.77	2.80	4.42	2.47
玉山肺形草							1.31						
南燭							1.38						
刺果豬殃殃		1.25	6.45	1.52	1.42			2.88	2.24				
昭和草		7.76					1.29						
紅面番		2.05		3.13	1.78								
茵陳蒿		1.25		1.60	1.47	1.32	1.33				2.72	2.14	2.25
高山芒	79.52	61.18	124.48	103.62	79.81	55.29	68.38	81.72	117.44	122.86	123.77	118.51	113.11
高山破傘菊	15.39	10.28	0.00	10.28	12.04	11.80	11.79	10.84				2.14	2.29
高山粉蝶蘭	5.89	3.29				2.76	1.35	2.92					
高山露珠草						1.32	1.29						
細葉杜鵑	15.08	10.26	14.54	10.13	9.72	8.02	9.11	9.28	16.37	18.46	18.08	11.83	18.61
野薄荷							1.32	2.93	4.47	2.64	8.26	2.18	2.25
高山翻白草						2.59							2.27
紫花地丁		8.85	3.23	4.78	8.87	7.93	5.29	5.79	11.51	7.94	2.72	6.48	4.66
糙莖菝葜		3.96	7.27	8.41	4.66	4.17	4.14	2.95	4.75	5.47	5.68	10.86	
鼠麴草					3.00	1.38	2.70	2.88					
輪葉沙參		7.12	6.39	8.26	7.52	6.80	5.28	4.37	4.47	2.63	2.73	2.18	4.66
阿里山蕨萁	11.82	2.73	6.49	3.29				2.30					
貓耳葉菊	2.94	4.43	9.95	8.36	6.13	6.81	4.07	1.44			2.77	2.14	
鐵掃帚		8.82	0.00	0.00	1.43	5.37	5.32	8.78	6.74	7.91			
巒大蕨	60.85	36.25	0.00	13.26	37.41	55.34	50.50	41.78				4.29	24.04
台灣馬桑											2.73	2.14	2.23
總計	200.00	199.98	200.00	200.00	200.00	198.71	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00

附錄九、台灣冷杉林推移帶不同坡向由林緣向林內之苗木分布

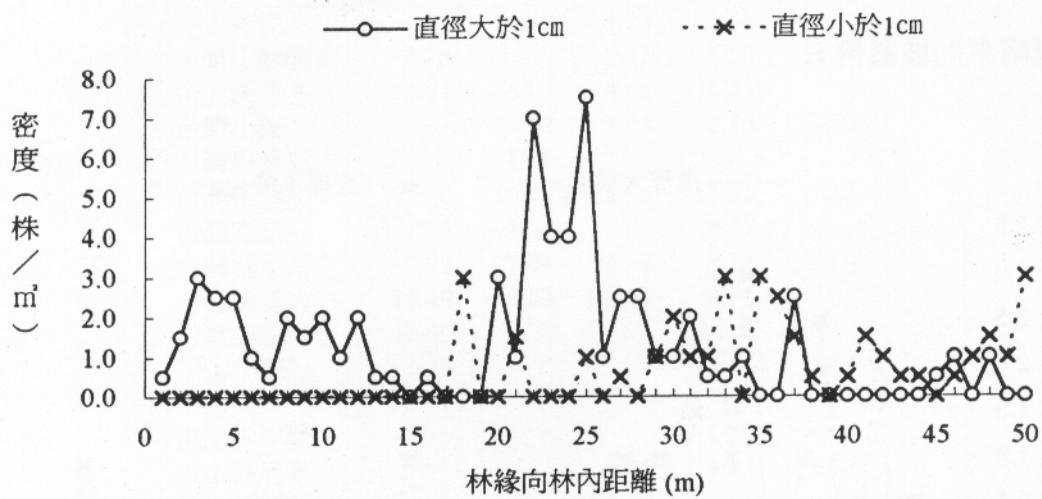
1. 東北向坡截帶 A



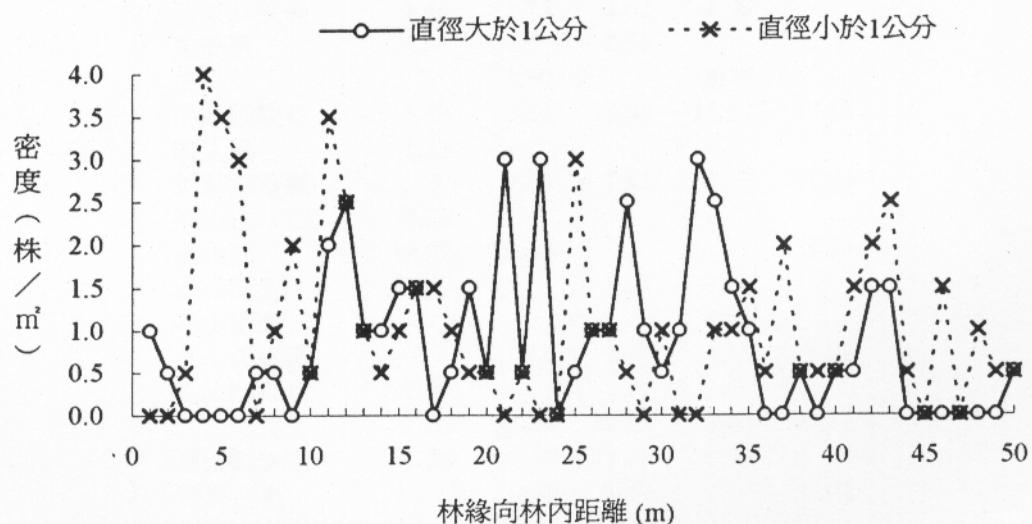
2. 東北向坡截帶 B



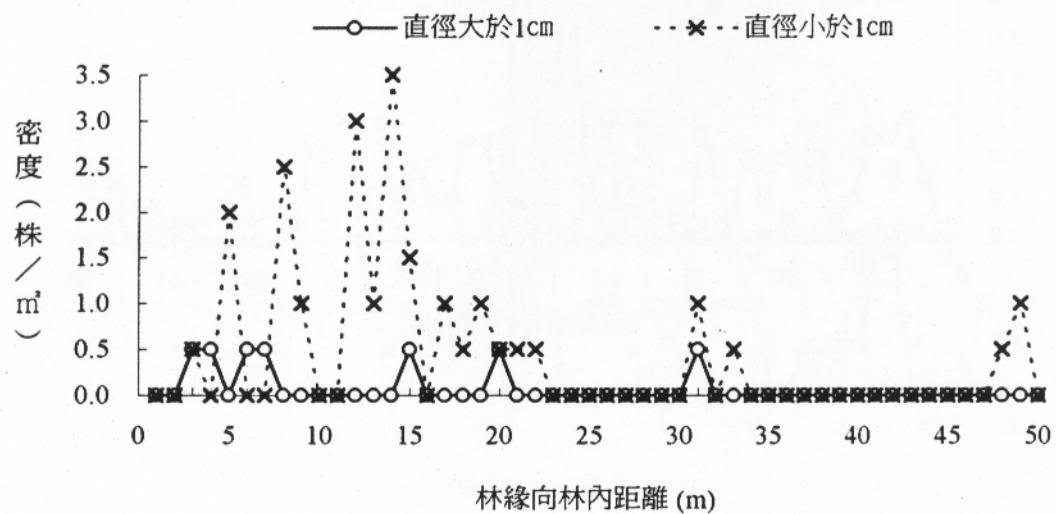
3. 東北向坡截帶 C



4. 東向坡截帶 D



5. 東南東向坡截帶 E



附錄十、三六九白木林地被植物重要值之變化

植物種類	1996/08	1997/07	1997/09	1997/10	1997/11
一支黃花	1.39		1.23	1.58	
台灣山酢漿草	2.78		1.25	1.50	
川上氏忍冬	1.91	6.07	4.45	1.54	
台灣小蘂		5.42	1.55	2.35	3.50
台灣粉條兒		1.66			
台灣茶藨子	15.80	10.46	8.58	15.97	3.34
台灣鹿藥	1.35	3.02		1.59	
台灣糖星草	2.93	7.04	4.48	7.71	
台灣繡線菊	14.49	20.93	6.17	4.97	
台灣鵝觀草	12.60				
玉山小蘂	1.39				3.14
玉山艾	1.61				
玉山佛甲草				1.56	
玉山肺形草			1.20	1.95	3.73
玉山剪股穎			1.19		
玉山圓柏				2.85	5.00
玉山當歸	15.48	20.77	14.80	11.06	7.03
玉山箭竹	5.78				
玉山蓼	1.91		3.00		
玉山懸鉤子	1.91				4.68
冷清草			1.25		
冷蕨	4.11	7.68	8.77	5.48	
亞毛無心菜				1.51	
刺果豬殃殃	1.46	1.73	3.62	4.99	
狗筋蔓	1.39		2.56		
虎杖		3.90		8.75	
前原鵝觀草	5.48	3.86	15.08	15.37	27.17
咬人貓	1.33				
逆葉蹄蓋蕨		7.68	7.81	7.57	11.71
高山白珠樹	2.36				
高山芒	10.07	6.62			5.24
高山莢蒾			3.31	3.08	
高山薔薇				2.01	
高山鐵線蓮		1.45	5.62	3.68	3.02
高山翻白草	2.72		1.22		
高山懸鉤子	21.24	22.09	21.64	33.10	45.22
高山露珠草	4.54	6.19	7.24	5.77	
彎果黃堇		1.56	1.49		3.42
貧子水苦蕡		3.03	1.23		
森氏杜鵑	2.36				
黃苑	7.02	10.46	4.36	2.01	
腰只花	3.45	3.43	4.44	1.68	3.85
劉氏薹	37.82	19.08	15.99	19.71	47.93
褐毛柳		3.95	3.65	1.85	
闊葉鱗毛蕨	11.87	10.61	15.28	9.81	17.38
類蘆野青茅			7.25	3.89	4.64
巒大花楸	1.46	16.15	20.31	15.12	
總計	200.00	204.84	200.00	200.00	200.00

附錄十一、台灣冷杉林地被植物重要值之變化

植物種類	1996/08	1996/10	1997/07	1997/09	1997/10	1997/11
台灣山酢漿草	17.94	13.00	10.94	13.15	12.87	10.83
山薰香		6.00	5.58	6.24	9.19	9.56
川上氏忍冬					2.10	
川上氏薊				2.58		
台灣小蘿		1.23		2.40	2.25	
台灣冷杉	26.62	8.00	10.27	11.38	10.06	9.79
台灣糖星草	5.67	2.74	3.64	2.07	3.67	2.07
玉山小蘿		2.07				
玉山飛蓬					1.76	
玉山針蘭					5.27	5.80
玉山鬼督郵	75.92	39.14	57.75	49.54	44.23	44.92
玉山剪股穎	18.14	10.86	5.63	9.39	4.12	8.01
玉山圓柏		1.17	1.85	2.32	4.15	2.59
玉山箭竹			10.46	12.32	10.40	10.82
曲芒髮草		7.68				
冷清草			5.79		1.86	
冷蕨	12.20	3.06	6.71	9.86	4.30	
亞毛無心菜	3.37	7.79	2.01	4.13	6.30	8.25
刺果豬殃殃		1.19	5.52		6.22	3.83
前原鵝觀草	5.68	2.88				
苔蘚類		65.05	47.00	52.48	50.38	57.32
逆葉蹄蓋蕨				2.26	1.94	
高山白珠樹				2.17		4.22
高山粉蝶蘭			1.80			
高山薔薇	10.08	2.87				
高山懸鉤子			1.82		2.10	
高山露珠草		1.23				
貧子水苦賣	6.08	10.70	8.08	4.96	6.16	11.91
黃苑	4.04	5.99	3.75	2.17	3.82	1.99
劉氏薹			5.94	2.05		
闊葉鱗毛蕨	6.08	3.77		2.23	1.77	2.15
巒大花楸	8.16	3.60	5.47	6.30	7.17	3.86
總計	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00

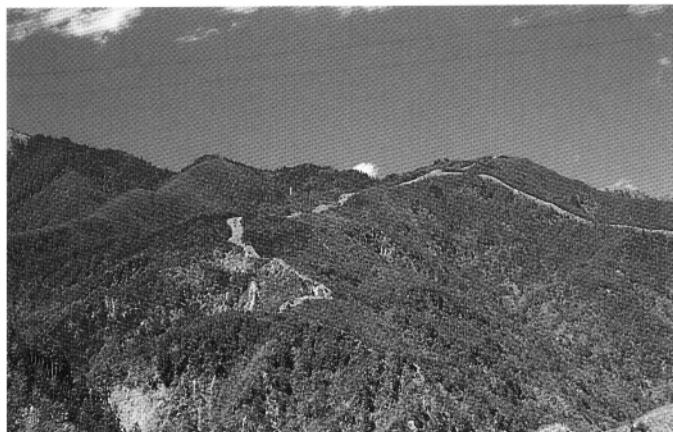
附錄十二、雪山頂未火燒區地被植物重要值之變化

植物種類	1996/08	1997/07	1997/09	1997/10	1997/11
三毛草				2.56	9.90
山艾		2.08	1.73	2.56	
山薰香			2.13	3.92	
川上氏薊	2.87	16.64	10.37	20.91	10.28
川上短柄草	5.75		6.77	11.31	
台灣羊茅	10.08	22.24	3.72	1.69	
台灣柳葉菜	6.59			3.59	
玉山女婁草	3.88				
玉山小蘂	6.37	6.54	10.91	12.72	
玉山毛連菜	5.81	1.72			
玉山水苦賣	17.72	4.83	7.19	5.98	
玉山石竹	5.95	10.31	6.47	4.57	16.32
玉山艾	2.21	6.00	14.74	9.29	17.16
玉山佛甲草	13.09	1.72	6.53	4.03	
玉山卷耳	5.87	9.43	3.38		4.56
玉山抱莖籜蕭			3.22	4.03	8.74
玉山金梅	1.42	4.90	9.08	10.38	
玉山唐松草	3.96		4.56	2.01	
玉山茴芹	3.99	11.88	12.76	18.96	28.60
玉山剪股穎			9.30	5.60	7.19
玉山筷子芥	5.48	7.02			
玉山蒿草	15.87	18.10	12.80	13.37	
玉山薄雪草	3.66			3.64	3.02
曲芒髮草			14.00	2.56	10.28
羊茅	2.21	5.52	1.73		
芽胞耳蕨	4.49	8.19	1.73	2.01	
南湖扁果薹	6.62	3.22	2.13		3.02
苔蘚類		4.28		6.89	33.52
茶色扁果薹	8.79		2.91	4.57	7.19
高山烏頭	9.58	12.73	3.72	4.24	
高山梯牧草	13.39	9.58	10.01	9.18	19.41
梅花草			2.13	1.80	
蓬萊毛茛		1.50			
雪山馬蘭	1.52				
單花香葉草	24.82	9.80	5.46	13.09	6.04
單花懸鉤子	5.25	5.63	15.42	5.11	3.40
穗花八寶	2.77	9.43	4.42	4.79	3.02
纈草		6.73	10.67	4.68	8.35
總計	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00

附錄十三、雪山頂火燒區地被植物重要值之變化

植物種類	1996/08	1997/07	1997/09	1997/10	1997/11
三毛草	6.62			8.32	22.66
山艾	0.91				
川上短柄草	20.91	17.26	7.09	5.51	6.97
川上氏薊	17.14	14.19	13.33	12.42	
五蕊莓	2.63	0.88			
台灣三毛草	8.11	13.25	9.47	4.26	
台灣柳葉菜	12.03	9.68	11.12	6.80	
尼泊爾籜簫	3.58	7.05	4.27	6.06	18.93
玉山小薹	11.88	9.25	10.27	13.51	9.60
玉山毛連菜	4.87	4.22	5.90	7.39	17.52
玉山水苦賣	11.98	19.48	19.80	23.26	
玉山石竹	1.63	1.00	1.85	2.35	
玉山艾	11.08	8.12	9.03	10.86	34.94
玉山佛甲草	1.60		0.92		
玉山卷耳			0.70	0.90	
玉山金梅	1.01	3.04		3.09	
玉山唐松草		1.96	2.09	1.80	
玉山茴芹		2.65	4.20	1.80	
玉山剪股穎	0.72		2.77	5.28	6.92
玉山雀麥	0.81				
玉山當歸	2.53	3.53	3.30	1.87	
玉山筷子芥	4.26	11.59	3.23	0.90	4.82
玉山蒿草	8.09	3.91	4.47	4.38	
玉山薄雪草	0.73				
曲芒髮草			6.12	6.99	5.87
羊茅	2.84	5.31	6.43	3.17	5.61
刺果豬殃殃	4.23	2.94	4.35	5.35	18.00
芽胞耳蕨	1.43	0.88	0.80	0.90	
南湖扁果薹	3.58	5.36	13.47	0.78	4.51
茶色扁果薹	1.69	1.00	3.57	14.95	16.16
高山烏頭	8.07	4.33	4.76	6.13	
高山梯牧草			0.75	0.90	
高山翻白草			0.80	0.90	
蓬萊毛茛		2.04		0.74	
雪山馬蘭	0.85	1.88	0.92	0.98	9.02
雪山翻白草	0.91	1.13	0.85	0.98	
單花香葉草	16.50	9.66	11.26	7.74	5.87
單花懸鉤子	16.62	21.44	20.80	13.44	9.91
黃苑	3.14	3.14	5.58	6.10	
腰只花	1.01	1.00	1.04	1.48	
纈草	5.97	8.83	4.66	7.74	2.67
總計	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00

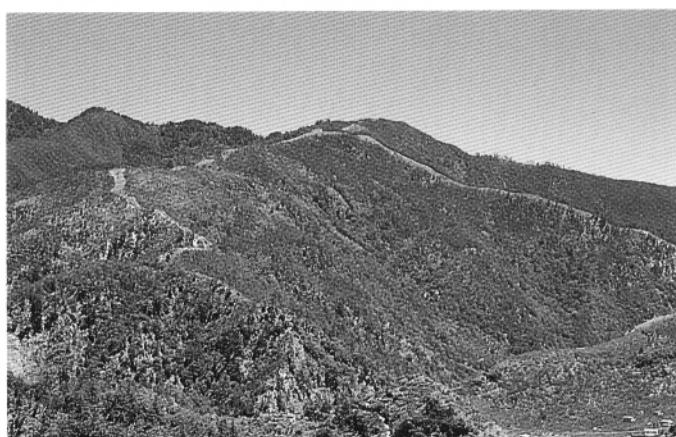
照片說明



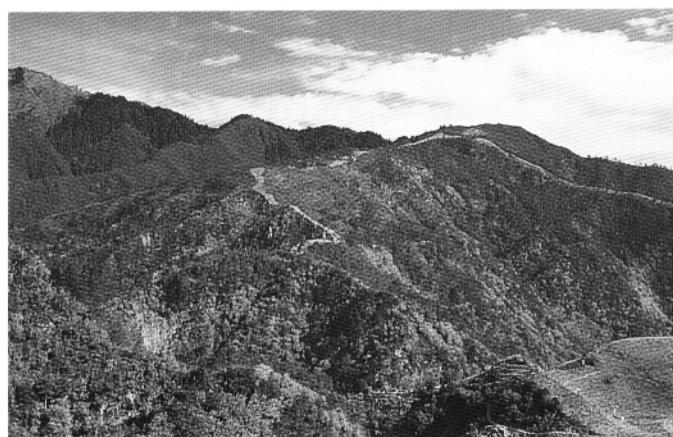
環山地區於1995年12月發生火燒，此為1996年2月之景觀。隨地形、原植群組成而有程度不等的受害。防火線並未有效阻絕林火。



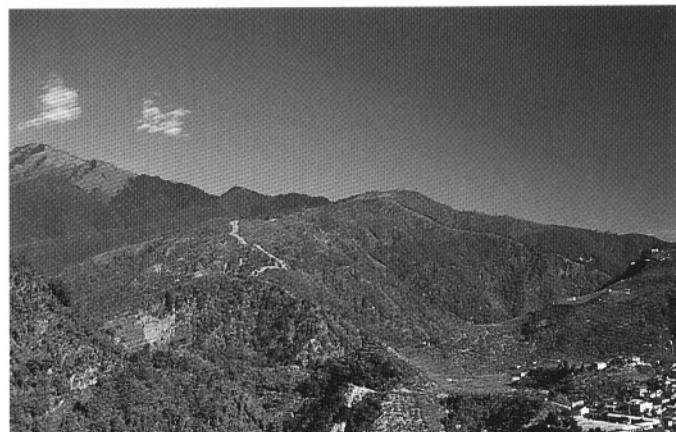
環山火燒地1996年9月之景觀。



環山火燒地1997年4月之景觀。



環山火燒地1997年11月之景觀。





↑ 台灣二葉松不具萌斂能力，火燒後大部份死亡。根、莖埋藏於地下的禾草類，迅速萌發生長。(1996年3月)



栓皮櫟樹皮厚，較耐火，火燒後由基部與樹幹萌斂生長。
(1997年4月)



火燒後台灣馬醉木由根際萌斂。
(1996年8月)





火燒地剛萌發的台灣二葉松
小苗。(1996年10月)



火燒地之台灣赤楊幼苗。
(1996年10月)



↑ 環山林區防火線清除作業。(1996年10月)



巒大蕨又覆蓋防火線。(1997年5月)



巒大蕨地上部逐漸枯黃。(1997年10月)



↑ 防火線上多量的巒大蕨枯枝葉，易燃且易蔓延。(1997年11月)



↑ 雪山三六九山莊白木林景觀。(1997年10月)



↑ 白木大多已傾倒，直立者多已腐朽。(1997年11月)



↑ 白木林中存活木之火燒疤痕。(1996年7月)



↑ 白木林秋季景觀，紅葉之樹木為櫻大花楸。(1997年11月)



↑ 雪山東南坡火燒地的玉山圓柏枯木群。(1997年11月)



← 燒死之玉山圓柏枯木堆。(1997年7月)



火燒區僅少數玉山圓柏倖存。(1997年7月)





玉山圓柏火燒地有較多的草本植物繁衍，圖為雪山馬蘭。
(1997年7月)



火燒區盛開的
台灣烏頭。
(1996年9月)



↑ 非火燒區之玉山圓柏幼苗。(1997年11月)