

內政部營建署雪霸國家公園管理處八十六年度研究報告

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

中華民國八十六年六月三十日

目錄

一、摘要.....	1
二、前言.....	2
三、前人研究.....	2
四、研究地區與方法.....	6
五、結果與討論.....	9
六、結語與建議.....	14
七、參考文獻.....	15

圖目次

圖 1、研究地區位置圖.....	7
圖 2、大甲溪事業區第 23 林班之台灣二葉松年輪圖.....	19
圖 3、大甲溪事業區第 23 林班之另一台灣二葉松年輪圖.....	20
圖 4、大甲溪事業區第 23 林班之台灣五葉松年輪圖.....	21
圖 5、雪山三六九白木林之台灣冷杉年輪圖.....	22
圖 6、雪山哭坡附近之鐵杉年輪圖.....	23
圖 7、環山火燒區位置圖.....	24
圖 8、雪山火燒區位置圖.....	25
圖 9、環山 1800m 樣區主要植物覆蓋變化.....	26
圖 10、環山 2000m 樣區主要植物覆蓋變化.....	26
圖 11、環山 2500m 樣區主要植物覆蓋變化.....	27

表目次

表 1、環山火燒區林木受害情形.....	28
表 2、環山火燒區林木受害等級統計.....	28
表 3、環山火燒區天然下種情形.....	29
表 4、環山 1800m 火燒樣區台灣二葉松小苗數量.....	30
表 5、環山 2000m 火燒樣區台灣二葉松小苗數量.....	30
表 6、環山 2500m 火燒樣區台灣二葉松小苗數量.....	30
表 7、環山 1800m 火燒樣區植群覆蓋度之變化.....	31
表 8、環山 2000m 火燒樣區植群覆蓋度之變化.....	32
表 9、環山 2500m 火燒樣區植群覆蓋度之變化.....	33
表 10、環山 1800m 火燒樣區植群重要值之變化.....	34
表 11、環山 2000m 火燒樣區植群重要值之變化.....	35
表 12、環山 2500m 火燒樣區植群重要值之變化.....	36
表 13、雪山三六九白木林之地被組成.....	37
表 14、雪山三六九未火燒台灣冷杉林之上木組成.....	38
表 15、雪山三六九未火燒台灣冷杉林之地被組成.....	38
表 16、雪山圓柏火燒區之植物組成.....	39
表 17、雪山圓柏未火燒區之植物組成.....	40

一、摘要

環山地區之台灣二葉松林，按樹木年輪之追蹤在最近 20 年間至少曾發生三次林火。發生於 1995 年 12 月及 1996 年 12 月之林火，共燒掉 350 公頃。林火發生後，台灣二葉松死亡率高達 97.44%；而闊葉樹大多由地際再萌櫟，全株死亡的僅 1.67%。天然下種以種子輕易傳播的菊科及蝶形花科為主；台灣二葉松在火燒跡地亦天然下種，下種數量與種子來源及跡地環境有關。火燒跡地之植群以高山芒及巒大蕨佔優勢，具萌櫟能力的闊葉樹在演替初期亦佔重要的角色。

雪山三六九白木林為台灣冷杉林火燒後所形成之景觀，推測林火大約發生於 1957 年 1958 年間。白木林已逐漸傾倒，在未來數十年內可能會消失殆盡。白木林下以矮灌叢及禾草類佔優勢，在未火燒區冠層為茂密的台灣冷杉，林下為苔蘚類及少數陰性草本植物。雪山頂東南坡之玉山圓柏，在 1991 年元月遭火燒，絕大部份已死亡，火燒後冠層下的植物種類及覆蓋度皆比未火燒者高。

Abstract

The effects of fires on the forests at Fansan and Shesan were studied. Based on dendroecological studies, there were at least 3 fires at Fansan *Pinus taiwanensis* forests during the past 20 years. The 1995 and 1996 fires burned 350 hectares totally. 99.47% of *Pinus taiwanensis* were completely killed. However, most hardwoods were only top-killed and sprouted from the base. Post-fire regeneration of *Pinus taiwanensis* was related with seed source and microenvironment at burned site. *Miscanthus transmorrisonensis* and *Pteridium aquilinum* subsp. *wightianum* were dominant following fires.

The white snag landscape near the 369 cabin was resulted from the fire at *Abies kawakamii* forest around 1957. Those snags have rotted and fell down gradually. Shrubs and grasses dominated the understory of snag forest. Following the fire at Shesan tip in 1991, almost all *Juniperus squamata* var. *morrisonicola* were completely killed and no natural regeneration has been found so far.

二、前言

野火為生態系之重要干擾因子，輕度火燒也許僅影響森林生態系之景觀與演替方向及速度，重度火燒不僅摧毀整個生態系，更可能影響到大區域的環境。隨著社會經濟變遷以及氣候變化，未來的環境將更有利於林火的發生，林火的問題更值得重視。

1988年6月至9月間，美國黃石國家公園發生森林大火，國家公園野火之發生以及「野火不救」之政策，曾引起全球的重視。我國的國家公園中，有些地區常發生野火，特別是大甲溪上游沿岸、龍坑及八通關。1993年元月玉山國家公園塔塔加地區發生林火，火燒跡地之復育問題也曾引發爭論。

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；三六九山莊附近之冷杉白木林亦是林火所形成，唯年代有待查考。本研究將調查這些地區火燒之範圍、火燒致死率、萌蘗特性、天然下種、初期植群消長以及火燒後之演替模式，以作為國家公園經營及生態系保育之參考。

三、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；許啟祐等(1984)亦曾統計1974—1983年間台灣森林火災發生的次數與原因。陳正改等(1984)曾研究台灣易發生林火之相關氣象條件。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、1994)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%)。

(二) 林火對土壤的影響

國外許多研究報告(Beaton, 1959; Scotter, 1963; Daubenmire, 1968; Sharrow & Wright, 1977)指出，火燒後開闢林地的淺層土壤之溫度較未火燒者，大致約高出10℃。呂金誠(1990)

發現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。

Spurr 與 Barnes(1980)指出在受熱的地帶，土壤團粒結構可能被破壞，甚至黏土可能被燒成硬塊。Wells(1981)認為火燒後，由於黏粒被移走，沙粒及粉粒部份較少改變，因此相對地其孔隙會變得較大，同時其沖蝕性亦有增高之傾向。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；林昭遠(1991)亦曾對火燒後土壤性質及沖蝕深度的變化，做詳細的探討。

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毀，土壤之pH值並未發生太大的改變。

在養分循環方面，DeBano 與 Conard(1978)研究發現，由於灰分物質落至地表，除氮外，大部份植物養分在火燒後均有增加。White等(1973)、Spurr 與 Barnes(1980)認為，高溫會使植物體及枯枝葉中的氮被損失，溫度愈高損失愈多。

呂福原等(1984)發現在火災當年跡地，表土的pH值顯著地升高，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有增加，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) 致死及萌蘖

林火對植物直接的傷害，就是導致死亡或木材的受損。呂金誠(1990)曾對火燒後林木之致死率及萌蘖做過調查，發現針葉樹之致死率遠大於闊葉樹，因闊葉樹之再萌蘖能力遠大於針葉樹。火燒致死率除與樹種、樹徑及火的強度有關外，亦與火災發生的季節時期有關(陳明義等，1987b)。

闊葉樹萌蘖方面，主要以地際萌蘖為主(呂金誠等，1986)。植物在火燒後能夠再行萌蘖，是因為植物具有保護營養芽的機制，包括：樹皮、密集的葉基或土壤保護(Vogl, 1969；Gill, 1977)。

(四) 繁殖與天然下種

呂金誠(1990)曾對惠蓀林場杜鵑嶺之火燒跡地進行調查，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)指出加州的灌叢在火燒後，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(1975)認為火燒會促使種子發芽，但嚴重的火燒卻有可能會焚毀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的煙草(*Nicotiana attenuata*)種子發芽，並會對其他植物的發芽產生影響。Baldwin與Morse(1994)針對火燒、養分供給速率及毒他物質的移除三個因素，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。

劉棠瑞及蘇鴻傑(1978)對大甲河流域台灣二葉松林所做的研究發現，在林火發生後因地表原有之植被被清除，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(*Pinus taiwanensis*)、昭和草(*Crassocephalum rabens*)、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，累積較多之易燃物質，加上風的乾燥作用，發生火燒的機會比鄰近森林地區高。Lorimer(1990)指出火燒頻率和強度會影響一個森林的發育，而形成幼年林或老年林、同齡林或異齡林、初期演替或極盛相；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，同時並指出火燒可以妨礙演替後期之植物種類的入侵，因此週期性的火燒對於某些植物種是有利的。

柳樺(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，均認為火燒為其主要原因。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

有火燒之干擾，會再次演替為森林。賴國祥(1992)指出，台灣冷杉、鐵杉林型與草生地間推移帶之火燒週期約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；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，八通關草原即受到多次火燒之干擾所形成，區內有大量天然下種之台灣二葉松小苗，未來若無火燒之干擾，將形成鐵杉林或台灣二葉松過渡森林。

劉棠瑞及蘇鴻傑(1978)研究大甲溪上游台灣二葉松天然林群落之組成時，亦認為係因連續之週期性火燒所形成。呂金誠等(1986)之研究指出，台灣二葉松之火燒致死率極高，為闊葉樹的數倍，唯其在火燒後的多量下種行為，使其得以在下個週期的火燒來臨前保持優勢。但若不再發生火災，則因天然下種及更新困難，台灣二葉松林將演替成針闊葉樹混交林之極相社會。但因為台灣二葉松本身的易燃性、枯枝葉的緩慢腐化、生育地的向陽、乾旱以及主要地被植物芒草類和戀大蕨大量枯葉殘珠的累積，致頻頻遭受火災之侵襲，而成為火災適存植群。台灣二葉松林的演替速度甚為緩慢，加上其火燒週期又甚短暫，使其在尚未演替到極相社會前，又再次遭受火燒的危害，頻仍的火燒使其維持於亞極相植物社會之地位。

台灣高山地區偶而可見成片的枯木群，林下常伴生玉山箭竹、芒草等，一般認為是由火燒所形成(陳明義等，1987a)。若無火燒之干擾，經長期的演替，將會再回復到原來之森林社會；唯林下之玉山箭竹、芒草類的地上部，在乾季時會枯黃掉落累積，易誘發下一次的火災(劉業經等，1984)。

四、研究地區與方法

(一) 研究地區概況

1. 環山地區

環山調查區位於東經121°17'北緯24°20'，行政區隸屬台中縣和平鄉，距梨山13公里。根據台電環山觀測站之記錄，年平均溫度15.7℃，月平均溫度最高為7月的19.8℃，最低為1月的9.9℃。平均相對濕度為85%，年平均降水量3431.5mm；乾濕季極為明顯，雨量集中於3-9月間，月降水量最高可達800mm以上，乾季為10月至翌年2月，月降水量通常低於20mm以下。本區土壤屬紅黃準灰壤(red-yellow podzolic soil)之佳陽輕黏土。

本區海拔分佈範圍介於1400-2500m間，海拔1600m以下多為溫帶果樹種植區，台灣二葉松林分佈於1600m-2500m間。1969年德基水庫興建計畫完成後，為保安蓄水功能及提高林地生產力，於1968年起林務局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年期間共造林3100公頃，使得台灣二葉松成為本區主要的林型。

本地區於1994年12月及1995年12月各發生一次大面積的森林火災，火燒區屬於大甲溪事業區第14、15、16、22、23林班，受害面積合計約350公頃，主要為台灣二葉松造林地。

2. 雪山地區

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(3690m)下方而得名。白木林位於山莊後方，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。推測此地原為台灣冷杉林所覆蓋，因火燒而形成白木林景觀，火燒年代不詳。在白木林中現在仍可發現上次火燒所遺留之炭渣與傷疤，現存之中上層植群有巒大花楸、褐毛柳等稀疏分佈，地被部份則以玉山箭竹、高山芒佔優勢。

雪山主峰位於東經121°13'北緯24°23'，為苗栗、台中兩縣交界之處，標高3884公尺，為雪山山脈最高峰，為台灣第二高峰。在海拔3600m以上之地區，已無高大之喬木林出現，取而代之的是低矮蜷伏狀的玉山圓柏及玉山杜鵑灌叢。

灌叢形成非常鬱閉的冠層，在冠層下僅有少量光線進入，植物稀少。在主峰東南坡海拔約3500m 3700m間，於1991年1月1 4日發生火燒，受害面積約11公頃，受害樹種為玉山圓柏灌叢及杜鵑類。



圖1. 研究地區位置圖。

(二) 研究方法

1. 林火歷史之調查

分別蒐集環山及雪山地區之林火文獻記錄，並在樣區找尋留有火燒疤痕之林木，使用鋸子截取其橫斷面或使用生長錐鑽取木蕊，觀察其年輪及火燒之年代。

2. 林火發生範圍界定

利用航測圖以及美國 Landsat 或法國 Spot 衛星所攝得之影像，進行處理分析。

3. 林木致死率調查

在環山地區海拔 1800m、2000m 及 2500m 處，各設置一個 10m × 25m 樣區，調查樣區內林木之致死情形，將受害林木分為四個等級：全死 (A)、地際萌蘗 (B)、樹幹萌蘗 (C) 及樹冠存活 (D)，分別記錄之。

4. 天然下種調查

在環山地區海拔 1800m、2000m 及 2500m 處共設置 25 個 2m × 2m 方區。每次調查時將樣區內所有新下種及死亡之苗木予以標定記錄，並長期監測其消長。

5. 植群調查

在環山火燒區海拔 1800m、2000m 及 2500m 處之上木調查，以 10m × 25m 為一大樣區，再劃為 10 個 5m × 5m 之小樣區，地被植物之調查則各設置 10 個 2m × 2m 之方區，調查樣區中所有出現植物種類、頻度及覆蓋度。

三六九白木林中上層植物方面，於未火燒區設一個 20m × 20m 大樣區，再劃為四個 10m × 10m 之方區，火燒區之樣區設置方式與環山所述相同，地被植物亦同。

雪山頂之玉山圓柏灌叢方面，則於火燒區及未火燒區，各設置 10 個及 5 個 2m × 2m 之方區進行調查。

各介量之計算公式如下：

$$\text{頻度}(\%) = \left(\frac{\text{某種植物出現之樣區數}}{\text{所調查之總樣區數}} \right) \times 100\%$$

$$\text{覆蓋度}(\%) = \left(\frac{\text{某種植物所佔之面積}}{\text{所調查樣區之總面積}} \right) \times 100\%$$

$$\text{相對頻度}(\%) = \left(\frac{\text{某種植物之頻度}}{\text{各種植物頻度總和}} \right) \times 100\%$$

$$\text{相對覆蓋度}(\%) = \left(\frac{\text{某種植物之覆蓋度}}{\text{各種植物覆蓋度總和}} \right) \times 100\%$$

$$\text{重要值} = \text{相對頻度} + \text{相對覆蓋度}$$

五、結果與討論

(一) 林火歷史之追蹤

1. 環山地區

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，之前不久應有林火發生。按年輪之追蹤（圖2、圖3、圖4），約於1979—1980及1983—1984年左右，大甲溪事業區第23林班曾發生林火，確實年代有待查考。1995年之航照中，大甲溪事業區16林班火場尚在延燒，由航照可清楚看見數處濃煙冒出。

2. 雪山地區

雪山地區之航照僅查到兩張，同為1980年11月3日所拍，三六九白木林清晰可見。因前後皆未有空照，只能按1980年航照定出其位置，無法推斷其火燒大約年代及其演變。但由以前登山者所拍攝之白木林景觀照片，可對照出枯立白木已傾倒不少。由白木林附近台灣冷杉之年輪追蹤（圖5），發現在1957年—1958年及1963—1964年間曾發生林火。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6），亦可發現於1963年—1964年間，曾發生林火。

(二) 林火發生範圍

1. 環山地區

環山火燒區之範圍如圖8，1994年12月之火燒面積約180公頃，1995年12月之火燒面積約170公頃（圖7）。

2. 雪山地區

依據現場初步勘查，雪山玉山圓柏林之火燒範圍約11公頃（圖8）。

(三) 致死及萌蘖

1. 環山地區

1996年8月6日調查環山火燒區林木受害情形如表1，統計各受害等級之百分比於表2。共調查到438株，另菝契因屬

藤本植物未計入。此地為台灣二葉松人工造林地，死亡者(A)級76株，存活(D級)2株，死亡率高達97.44%；而闊葉樹(包含灌木)因具有萌蘗性，死亡率僅1.67%。

在闊葉樹萌蘗型態中，主要以地際萌蘗(B級)為主，佔了97.18%，樹幹萌蘗(C級)只佔2.82%，且全部是發生在栓皮櫟上，而樹幹有萌蘗者其地際部份亦都有萌蘗。

2. 雪山地區

雪山主峰下東南坡之玉山圓柏灌叢，遭火燒後幾乎全部死亡，僅少數幾叢存活，稀疏分佈於邊緣地帶，受害樹種有玉山圓柏、玉山杜鵑與玉山小蘗，其中以玉山圓柏佔絕大多數。

(四) 天然下種

在環山海拔 1800m 及 2400m 處之火燒區，上層樹木幾乎全部都死亡，下層之地被也幾乎全被焚燬，由現場狀況推測此二處應遭受樹冠火及地表火嚴重的損害，歷年來所累積的種子庫幾乎全被焚燬，下種的植物主要是以種子能藉風力傳播的菊科、蝶形花科等為主。

台灣二葉松為本區優勢樹種，在演替過程中佔有重要的角色，將長期監測台灣二葉松小苗的消長。環山 1800m 樣區之台灣二葉松小苗消長，列於表 4。本區之地表層被林火所燒毀，表土裸露。雖然裸露的表土有助於下種，但土壤溫度容易升高導致水分快速散失而造成乾旱，種子無法獲取足夠的水分以供萌發生長所需，所以本區下種並存活的松苗數量不多。

環山 2000m 樣區於 1996 年 8 月開始進行調查，其消長情形列於表 5。台灣二葉松小苗下種數，1800m 區明顯低於 2000m 區。可能因為 1800m 區無母樹存活，無法提供種子來源；而 2000m 區僅發生輕微之地表火，上層母樹存活，可以提供台灣二葉松之種子來源，且地被層植物及腐植層的清除，有足夠的陽光及養分，故有較多之發芽量。由表 5 可知 1996 年 10 月至 1997 年 3 月間，台灣二葉松小苗有 84 株死亡，因十月至翌年的二月為本地區的乾季。上木在火燒後多量落葉累積於地表，較晚掉落之種子因無法接觸水分，而較難發芽，或發芽後根部無法與礦質土接觸吸收水分，而乾枯死亡。三月至四月間，雨季已開始，小苗明顯增加。

至於海拔 2500m 之樣區，於 1997 年 4 月才標定 9 株，尚待長期觀測（表 6）。

（五）植群之消長

1. 環山

環山地區植被之恢復，除由未被燒死之植物萌蘖，另有數種植物天然下種。各樣區植群之消長情形說明如下：

(1) 1800m 區

本區之植群消長如表 7 及圖 9。覆蓋最大的是高山芒，其季節性變化不大。戀大蕨在 8 月時覆蓋度達 6.30%，但隨著冬天及乾季的來臨，其覆蓋度逐漸降低，1997 年 2 月調查時，地下部才剛萌發，覆蓋僅 0.01%，1997 年 5 月調查時覆蓋已達 12.70%，有明顯的季節性消長。台灣赤楊、楓香、南燭等落葉性闊葉樹，也具有明顯的季節性消長。多年生之草本植物在冬天乾季時，其地上部通常會枯萎。這些植物如一枝黃花、紫花地丁、台灣百合、鐵掃帚等。本區之總覆蓋度，有逐漸增加之趨勢，尚待長期觀測。

(2) 2000m 區

本區火燒後地被植群之消長如表 8 及圖 10。覆蓋仍以高山芒佔多數，戀大蕨亦呈現明顯的的季節消長。本區之台灣二葉松上木並未被燒死，地表有相當多的枯枝落葉。松樹的落葉含多量的油脂且膨鬆，不易保持水分，除非種子在落葉累積前即下種，否則即使種子發芽，根部無法與礦質土接觸，缺乏水分而難以生存。本區之草本植物大多為多年生，林火僅將地上部燒毀，地下的根部仍存活，且原地表之有機物經林火轉化為無機養分，所以根部能再快速萌蘖生長，此種植物如高山芒、山白蘭等。

細葉杜鵑及薔薇屬等灌木在本區地被佔重要角色，林火發生時地上部雖有部份被燒毀，但根部萌蘖旺盛，覆蓋度有增加的趨勢。其他覆蓋度較少的植物，多為多年生但季節性消長明顯的種類，如厚唇粉蝶蘭、鐵掃帚、高山破傘菊等。

(3) 2500m 區

本區之火燒後地被植群之消長如表 9 及圖 11。與其他二區比較，高山芒具有較大的季節性消長，1996 年 10 月調查

時覆蓋最少，僅 29.1%，而後逐漸增加，至 1997 年 4 月時已達 52.0%，在本區佔絕對優勢。其次為戀大蕨，其季節性消長更為明顯，在 1996 年 8 月時覆蓋度仍有 21.7%，但至 1997 年 3 月時地上部已全部枯死，1997 年 4 月調查時覆蓋僅恢復至 0.67%，1997 年 5 月調查時已恢復至 18.7%。

2.三六九山莊白木林

現今所看到的白木林，在未火燒前應為台灣冷杉林，此可由白木林邊緣為台灣冷杉林推知。火燒後台灣冷杉死亡，只留下粗大的樹軀屹立著，經長期風吹雨打，樹皮剝落露出白色的樹幹，形成目前我們所見之白木林景觀。若跟以前登山者所拍攝之照片比較，可以發現白木林已經比以前遜色不少。現在仍然站立的枯幹雖然粗壯，但內部已經嚴重腐朽而搖搖欲墜，隨時有傾倒的可能。

白木林下現存植群主要以禾草類及矮灌叢較為優勢（表 13）。玉山箭竹在白木林裡面分佈並不多，但在白木林外面則分佈廣泛且佔絕對優勢。

白木林旁的台灣冷杉林，樹冠鬱閉，林內光線昏暗，因此登山客又稱之為黑森林，此可視為白木林在火燒前的景觀。上層樹木除台灣冷杉外，亦有玉山圓柏混生（表 14）。林內空氣潮濕，林下植物以苔蘚類為主，其次為耐陰性較強之玉山鬼督郵（表 15），植群組成與白木林明顯不同。

3.玉山圓柏灌叢

本區土壤化育不佳，且坡度大，地表多為風化碎石，不易保水。出現的植物除少數木本植物外，大多屬於多年生深根性草本，這類植物在春季雪融後，迅速由地下芽萌發生長，夏、秋時開花結果，冬季積雪時地上部枯萎，由土壤保護免於寒害的地下芽則進入休眠。

本區於 1991 年元旦遭火燒，火燒後玉山圓柏絕大部份皆已死亡，只有在陡峭之山坡殘存少許，而火燒時草本植物正值休眠期，其生長芽受到土壤之保護，受害不大，且因冠層的消除陽光得以大量進入，促進植物的生長繁殖，因此火燒區之下層植物種類及覆蓋均較未火燒區為高（表 16、表 17）。

當土壤化育到相當程度，適合木本植物生長時，玉山圓柏、玉山杜鵑、玉山小蘗等木本植物，就會開始入侵生長，

逐漸形成一鬱閉之冠層，而在冠層下之草本植物因光線等資源被木本植物所奪取，而逐漸消退。

雖然本區早於1991年即受害，但至今在火燒區仍未發現玉山圓柏小苗。玉山圓柏之種實為圓球型，無法靠風力傳播，種子的傳播距離甚短，只會出現於母樹周圍，而後再發芽生長，直到植株成熟能結果實時，才會再度向外拓殖，因此玉山圓柏的拓展速度極為緩慢。若欲恢復原來未火燒前之景觀，恐怕需要數百年乃至千年之久。

六、結語與建議

環山地區之台灣二葉松林，最近二十年來至少曾發生三次林火，林火平均發生間隔短於台灣二葉松成熟所需之時間。將來若不能控制林火的發生，則頻繁的林火將會使台灣二葉松林逐漸衰退。當林火發生後，楓香、栓皮櫟、台灣赤楊及杜鵑屬等闊葉樹，因具有萌蘖能力，致死率低，火燒後即能萌蘖生長，因此這些陽性闊葉樹種在演替初期佔有重要之角色。

雪山三六九山莊白木林應為火燒所形成，且火燒年代約在1957年左右。台灣冷杉枯木逐漸腐朽，部份枯木已傾倒而不復以前之盛況，在未來數十年內，白木林景觀極可能消失殆盡。雪山頂之高地環境特殊，1991年元月之火燒跡地，迄今未有玉山圓柏天然下種，若欲恢復玉山圓柏舊觀，需待相當久的一段年代。

為提供林火生態學之基礎資訊，建議就本研究所設置之永久樣區繼續進行長期監測。基於台灣二葉松林之易燃特性，以及日益頻繁的高山人為活動，建議加強防火宣導教育。保護區內火燒跡地之復育，建議優先考量天然更新之方式。防火線之管理經營，建議沿用目前之模式。

表1.環山火燒區林木受害情形(1996.08.06)

樹種		胸徑(cm)													小計	總計	百分		
		0~2	~4	~6	~8	~10	~12	~14	~16	~18	~20	~22	~24	~26				~28	(%)
細葉杜鵑	B	241															241	241	10
來特氏越橘	B	34	4														38	38	10
南燭	B	1															1	1	10
台灣二葉松	A	8	12	16	5	2	10	4	7	3	4	3	1		1		76		9
	D						1								1		2	78	3
栓皮櫟	B	7	18	19	2												46		8
	C		1	4	2	3											10	56	18
楓香	A		1		2												3		20
	B	12															12	15	80
台灣赤楊	A		1	2													3		33
	B	2	3	1													6	9	67
小計		305	40	42	11	5	11	4	7	3	4	3	1	1	1		438	438	

表2. 環山火燒區林木受害等級統計

受害等級	受害株數	百分率(%)
全死(A)	82	18.72
由地際萌蘖(B)	344	78.54
由樹幹萌蘖(C)	10	2.28
樹冠存活(D)	2	0.46

表3. 環山火燒區天然下種情形 (1996.10.05)

植物種類	1800m		2000m		2500m	
	株數	平均密度 (株/m ²)	株數	平均密度 (株/m ²)	株數	平均密度(株 /m ²)
台灣二葉松	3	0.075	267	6.675	2	0.05
鐵掃帚	40	1	17	0.425	26	0.65
紫花地丁	8	0.2	1	0.025	25	0.625
昭和草	5	0.125	26	0.65	10	0.25
瓜子金	4	0.1	8	0.2	4	0.1
巒大蕨	4	0.1	1	0.025	1	0.025
小槐花	36	0.9	10	0.25		
茵陳蒿	1	0.025			1	0.025
輪葉沙蔘	5	0.125				
鵝觀草屬	3	0.075				
細葉杜鵑	1	0.025				
一枝黃花	125	3.125				
羅氏鹽膚木	4	0.1				
薔薇屬			32	0.8		
台灣赤楊			3	0.1		
山白蘭			11	0.275	2	0.05
紅面番			3	0.075	5	0.125
芒屬			1	0.025	10	0.25
輪葉沙蔘					16	0.4
高山破傘菊					15	0.375
貓耳葉菊					12	0.3
玉山筷子芥					7	0.175
刺果豬殃殃					1	0.025
台灣懸鉤子					2	0.05
總計	239	5.98	380	5.98	150	5.98

表 4. 環山 1800m 火燒樣區台灣二葉松小苗數量 (株)

調查年月	1996/08	1996/10	1997/02	1997/04	1997/05
存活	5	3	4	4	6
死亡		3	0	0	0
新增		1	1	0	2

表 5. 環山 2000m 火燒樣區台灣二葉松小苗數量 (株)

調查年月	1996/08	1996/10	1997/03	1997/04	1997/05
存活	273	267	186	219	247
死亡		21	84	6	6
新增		15	2	39	34

表 6. 環山海拔 2500m 火燒樣區台灣二葉松小苗數量 (株)

調查年月	1997/04	1997/05
存活	9	11
死亡		0
新增		2

表 7. 環山 1800m 火燒樣區植群覆蓋度(%)變化

調查年月	1996/08	1996/10	1997/02	1997/04	1997/05
戀大蕨	6.30	3.82	0.01	3.7	12.7
高山芒	10.85	12.17	11.8	12.9	12.5
細葉杜鵑	3.50	2.98	7.8	7.7	9.00
禾本科	0.30	0.37	0.3	1.85	7.40
台灣赤楊	0.70	1.45	0.5	2.5	4.50
一枝黃花	2.97	1.37	2.1	3.02	2.80
來特氏越橘	0.40	1.10	0.9	1.95	2.10
栓皮櫟	0.50	0.46		0.75	1.30
台灣二葉松	0.04	0.02	0.17	0.14	0.94
白茅	0.45	0.20	0.76	0.87	0.78
小槐花	0.10	0.19	0.29	0.81	0.70
紫花地丁	0.18	0.20	0.35	0.93	0.54
鐵掃帚	0.36	0.24		0.13	0.36
羅氏鹽膚木	0.05	0.15	0.01	0.5	0.36
輪葉沙蔘	0.10	0.04	0.1	0.65	0.36
茵陳蒿	0.08	0.07	0.1	0.2	0.30
南燭	0.20	0.20	0.1	0.3	0.30
地刷子	0.10	0.19	0.3	0.2	0.30
楓香	0.25	0.22		0.5	0.25
瓜子金	0.11	0.07		0.35	0.20
山螞蝗	0.10				0.20
台灣百合	0.01	0.02	0.05	0.13	0.13
菝契	0.10	0.13	0.5	0.1	0.10
細葉蘭花蔘					0.08
山萵苣			0.1	0.1	0.06
紅面番			0.05		0.05
厚唇粉蝶蘭				0.10	0.05
莎草科	0.25	0.08			
昭和草	0.03	0.17			
山白蘭	0.05				
總計	28.08	25.91	26.29	40.38	58.36

表 8. 環山 2000m 火燒樣區之植群覆蓋度(%)之變化

調查年月	1996/10	1997/02	1997/04	1997/05
高山芒	5.45	12.40	11.60	4.00
戀大蕨	4.90	0.10	0.20	4.20
昭和草	1.40			
細葉杜鵑	1.26	4.20	4.60	3.00
栓皮櫟	0.80		0.80	1.00
薔薇屬	0.72	1.50	1.90	0.30
山白蘭	0.44	0.70	1.24	0.60
台灣二葉松	1.55	1.60	1.55	1.57
菝契	0.10	0.78	0.40	0.24
鐵掃帚	0.09			
小槐花	0.06		0.10	
瓜子金	0.03	0.10	0.10	0.02
台灣赤楊	0.03	0.03	0.10	0.03
紅面番	0.02	0.20	0.20	
紫花地丁	0.02		0.20	
莎草科		0.10		
厚唇粉蝶蘭			0.30	
高山破傘菊			0.18	0.20
山萵苣			0.10	
總計	16.87	21.71	23.57	15.16

表9. 環山2500m火燒樣區之植被覆蓋度(%)之變化

調查年月	1996/08	1996/10	1997/02	1997/04	1997/05
高山芒	32.55	29.1	45.70	52.00	52.70
戀大蕨	21.7	14.61		0.67	18.70
山白蘭	0.05	8.00	0.30	1.25	2.00
細葉杜鵑	2.4	3.25	1.00	1.50	2.15
地刷子		1.50	0.40	0.20	0.08
高山破傘菊	0.91	1.00		0.70	1.75
輪葉沙蔘		0.58	0.07	0.4	0.38
高山粉蝶蘭	0.2	0.50			
紅面番		0.50		0.06	0.30
貓耳葉菊	0.1	0.44	0.28	0.46	0.40
玉山筷子芥	0.01	0.33	0.37	0.57	0.36
台灣懸鉤子		0.30	0.05	0.05	0.07
昭和草		0.22			
瓜子金		0.20		0.05	0.05
蕨(unknown)	2.11	0.16	0.12	0.15	
菝契	0.50	0.16		0.49	0.35
紫花地丁		0.13	0.05	0.14	0.34
鐵掃帚		0.11			0.02
刺果豬殃殃		0.01	0.10	0.01	0.01
台灣二葉松		0.01		0.03	0.18
茵陳蒿		0.01		0.05	0.05
小槐花		0.01			
一支黃花	0.05				
白茅			0.08		
鼠麴草					0.15
台灣赤楊					0.04
山高苣					0.10
總計	60.58	61.13	48.52	58.78	80.18

表12. 環山2500m火燒樣區植群重要值之變化

調查年月	1996/08	1996/10	1997/02	1997/04	1997/05
高山芒	79.52	61.18	124.48	103.62	79.81
戀大蕨	60.85	36.25	0.00	13.26	37.41
山白蘭	2.86	16.79	3.74	6.67	6.72
高山破傘菊	15.39	10.28	0.00	10.28	12.04
細葉杜鵑	15.08	10.26	14.54	10.13	9.72
紫花地丁		8.85	3.23	4.78	8.87
鐵掃帚		8.82	0.00	0.00	1.43
昭和草		7.76			
輪葉沙蔘		7.12	6.39	8.26	7.52
貓耳葉菊	2.94	4.43	9.95	8.36	6.13
玉山筷子芥	2.79	4.25	7.00	7.03	6.08
菝契		3.96	7.27	8.41	4.66
地刷子		3.68	3.94	1.86	1.51
高山粉蝶蘭	5.89	3.29			
蕨(unknown)	11.82	2.73	6.49	3.29	
紅面番		2.05		3.13	1.78
台灣懸鉤子		1.72	3.23	1.60	1.50
瓜子金		1.56		1.60	1.47
刺果豬殃殃		1.25	6.45	1.52	1.42
台灣二葉松		1.25		4.60	4.45
茵陳蒿		1.25		1.60	1.47
小槐花		1.25			
一支黃花	2.86				
白茅			3.29		
鼠麴舅					3.00
台灣赤楊					1.46
山萵苣					1.53
	200.00	199.98	200.00	200.00	200.00

表 11. 環山 2000m 火燒樣區植群重要值之變化

調查年月	1996/10	1997/02	1997/04	1997/05
山白蘭	11.33	10.90	18.39	16.46
台灣二葉松	12.62	23.18	20.25	25.87
台灣赤楊	2.32	3.94	3.05	3.29
瓜子金	4.45	4.30	3.05	3.26
菝契	7.02	11.27	6.95	10.96
昭和草	19.60			
紅面番	2.26	4.76	3.48	
栓皮櫟	7.25		6.01	9.73
高山芒	45.51	76.11	62.10	42.05
細葉杜鵑	16.57	34.65	29.94	32.32
紫花地丁	2.26		6.11	
小槐花	4.64		3.05	
薔薇屬	15.24	22.27	18.54	8.23
鐵掃帚	6.96			
戀大蕨	41.99	4.30	6.11	43.38
莎草科		4.30		
厚唇粉蝶蘭			6.53	
高山破傘菊			3.39	4.45
山萵苣			3.05	
總計	200.02	200.00	200.00	200.00

表 10. 環山 1800m 火燒樣區植群重要值之變化

調查年月	1996/08	1996/10	1997/02	1997/04	1997/05
一枝黃花	18.53	12.81	17.31	15.68	12.98
山白蘭	1.31				
山螞蝗	1.49				1.36
台灣二葉松	4.69	3.30	7.16	4.86	7.74
台灣百合	1.17	1.15	1.82	2.58	2.26
台灣赤楊	4.77	7.75	3.42	8.72	9.78
瓜子金	6.07	3.50		3.15	3.41
白茅	7.28	4.00	17.99	10.12	8.48
禾1	3.34	3.58	5.99	11.53	21.91
地刷子	1.49	1.81	2.71	1.64	1.54
高山芒	51.85	57.72	56.75	43.51	30.68
南燭		1.85	2.00	1.90	1.54
厚唇粉蝶蘭				1.38	1.11
昭和草	3.52	2.81			
紅面番			1.82		
栓皮櫟	2.92	5.00		4.19	5.30
茵陳蒿	1.42	1.35	2.00	1.64	1.54
細葉杜鵑	20.42	22.25	48.42	26.64	24.66
莎草科	3.16	1.38			
紫花地丁	7.46	8.30	6.16	11.40	6.03
來特氏越橘	2.56	7.47	8.12	8.42	6.67
山高苣			2.00	1.38	2.14
菝契	1.49	2.65	3.42	1.38	1.19
楓香	4.30	4.07		4.67	2.47
小槐花	8.31	8.26	5.95	8.84	6.31
輪葉沙蔘	1.49	2.30	3.63	3.93	1.04
羅氏鹽膚木	1.31	1.65		2.42	1.88
鐵掃帚	6.96	9.53	1.67	2.58	4.70
戀大蕨	32.66	25.50	1.67	17.44	31.02
鼠麴草					1.11
細葉蘭花蔘					1.16
總計	199.97	199.99	200.00	200.00	200.00

表14. 雪山三六九未火燒冷杉林之上木組成 (1996.08.28)

植物種類	密度 (株/m ²)	頻度(%)	優勢度 (%)	相對密度 (%)	相對頻度 (%)	相對優勢度 (%)	重要值
臺灣冷杉	0.085	1.00	1.17	91.89	66.67	97.88	256.44
玉山圓柏	0.003	0.25	0.03	2.70	16.67	2.11	21.48
巒大花楸	0.005	0.25	0.00	5.41	16.67	0.01	22.09
總計				100.00	100.01	100.00	300.01

表15. 雪山三六九未火燒冷杉林之地被組成 (1996.10.19)

植物種類	頻度(%)	覆蓋度(%)	相對頻度(%)	相對覆蓋度(%)	重要值
苔蘚類	100.00	47.00	11.63	53.42	65.05
玉山鬼督郵	100.00	24.20	11.63	27.51	39.14
大霸尖山酢醬草	90.00	2.23	10.47	2.53	13.00
禾本科1	80.00	1.37	9.30	1.56	10.86
玄蔘科	70.00	2.25	8.14	2.56	10.70
臺灣冷杉	50.00	1.92	5.81	2.18	7.99
細葉卷耳	50.00	1.74	5.81	1.98	7.79
禾本科2	60.00	0.62	6.98	0.70	7.68
黃苑	30.00	2.20	3.49	2.50	5.99
菊科	50.00	0.16	5.81	0.18	5.99
熊毛鱗毛蕨	30.00	0.25	3.49	0.28	3.77
巒大花楸	30.00	0.10	3.49	0.11	3.60
逆葉蹄蓋蕨	20.00	0.65	2.33	0.74	3.07
玉山薔薇	10.00	1.50	1.16	1.70	2.86
禾本科3	20.00	0.49	2.33	0.56	2.89
莎草科	20.00	0.36	2.33	0.41	2.74
玉山小蘗	10.00	0.80	1.16	0.91	2.07
高山露珠草	10.00	0.06	1.16	0.07	1.23
台灣小蘗	10.00	0.06	1.16	0.07	1.23
刺果豬殃殃	10.00	0.02	1.16	0.02	1.18
玉山圓柏	10.00	0.00	1.16	0.00	1.16
總計		87.98	100.00	99.99	199.99

表13. 雪山三六九白木林之地被組成 (1996.08.28)

植物種類	頻度(%)	覆蓋度(%)	相對頻度(%)	相對覆蓋度(%)	重要值
薹屬	50.00	21.00	6.58	31.19	37.77
高山懸鉤子	80.00	7.20	10.53	10.70	21.22
台灣茶藨子	50.00	6.20	6.58	9.21	15.79
玉山當歸	60.00	5.10	7.89	7.58	15.47
臺灣繡線菊	40.00	6.20	5.26	9.21	14.47
臺灣鵝觀草	40.00	4.93	5.26	7.32	12.59
熊毛鱗毛蕨	70.00	1.79	9.21	2.66	11.87
高山芒	20.00	5.00	2.63	7.43	10.06
黃苑	40.00	1.18	5.26	1.75	7.02
玉山箭竹	10.00	3.00	1.32	4.46	5.77
禾2	30.00	1.03	3.95	1.53	5.48
高山白珠草	30.00	0.40	3.95	0.59	4.54
冷蕨	30.00	0.11	3.95	0.16	4.11
腰只花	20.00	0.55	2.63	0.82	3.45
莎草科	20.00	0.20	2.63	0.30	2.93
大霸尖山酢醬草	20.00	0.10	2.63	0.15	2.78
森氏萎陵菜	20.00	0.06	2.63	0.09	2.72
森氏杜鵑	10.00	0.70	1.32	1.04	2.36
高山白珠樹	10.00	0.70	1.32	1.04	2.36
玉山蓼	10.00	0.40	1.32	0.59	1.91
川上氏忍冬	10.00	0.40	1.32	0.59	1.91
玉山懸鉤子	10.00	0.40	1.32	0.59	1.91
玉山艾	10.00	0.20	1.32	0.30	1.62
刺果豬殃殃	10.00	0.10	1.32	0.15	1.47
巒大花楸	10.00	0.10	1.32	0.15	1.47
玉山小蘗	10.00	0.05	1.32	0.07	1.39
一枝黃花	10.00	0.05	1.32	0.07	1.39
狗筋蔓	10.00	0.05	1.32	0.07	1.39
臺灣鹿藥	10.00	0.02	1.32	0.03	1.35
咬人貓	10.00	0.01	1.32	0.01	1.33
總計		67.32	101.37	100.00	201.37

表17. 雪山圓柏未火燒區之植物組成 (1996.08.27)

植物種類	頻度(%)	覆蓋度(%)	相對頻度(%)	相對覆蓋度(%)	重要值
玉山圓柏	100.00	64.50	6.49	84.52	91.01
川上氏薊	100.00	0.49	6.49	0.64	7.13
玉山薄雪草	80.00	1.11	5.19	1.45	6.64
玉山艾	80.00	0.55	5.19	0.72	5.91
纈草	40.00	0.22	2.60	0.29	2.89
玉山小蘗	80.00	0.21	5.19	0.28	5.47
高山烏頭	80.00	0.10	5.19	0.13	5.32
玉山蒿草	60.00	0.30	3.90	0.39	4.29
穗花佛甲草	80.00	0.02	5.19	0.03	5.22
玉山茴芹	60.00	1.24	3.90	1.62	5.52
單花香葉草	60.00	0.15	3.90	0.20	4.10
中國地楊梅	60.00	2.64	3.90	3.46	7.36
單花懸鉤子	60.00	0.04	3.90	0.05	3.95
玉山水苦蕒	60.00	1.30	3.90	1.70	5.60
玉山石竹	60.00	0.05	3.90	0.07	3.97
禾本科5	60.00	0.15	3.90	0.20	4.10
尖葉耳蕨	60.00	0.10	3.90	0.13	4.03
玉山金梅	40.00	0.56	2.60	0.73	3.33
高山梯牧草	40.00	0.00	2.60	0.00	2.60
台灣三毛草	40.00	0.11	2.60	0.14	2.74
玉山卷耳	40.00	0.27	2.60	0.35	2.95
曲芒髮草	40.00	0.91	2.60	1.19	3.79
川上氏艾	40.00	0.20	2.60	0.26	2.86
玉山筷子芥	40.00	0.30	2.60	0.39	2.99
雪山馬蘭	20.00	0.30	1.30	0.39	1.69
玉山佛甲草	20.00	0.01	1.30	0.01	1.31
玉山女婁草	20.00	0.02	1.30	0.03	1.33
台灣柳葉菜	20.00	0.46	1.30	0.60	1.90
總計		76.31	100.03	99.97	200.00

表16. 雪山圓柏火燒區之植物組成 (1996.08.27)

植物種類	頻度(%)	覆蓋度(%)	相對頻度(%)	相對覆蓋度(%)	重要值
曲芒髮草	80.00	7.60	5.71	15.19	20.90
川上氏薊	100.00	5.00	7.14	10.00	17.14
單花懸鉤子	90.00	5.10	6.43	10.20	16.63
單花香葉草	70.00	5.75	5.00	11.50	16.50
台灣柳葉菜	90.00	2.80	6.43	5.60	12.03
玉山水苦蕒	60.00	3.85	4.29	7.70	11.99
玉山小蘗	60.00	3.80	4.29	7.60	11.89
玉山艾	60.00	3.40	4.29	6.80	11.09
台灣三毛草	80.00	1.20	5.71	2.40	8.11
玉山蒿草	80.00	1.19	5.71	2.38	8.09
高山烏頭	50.00	2.25	3.57	4.50	8.07
禾本科4	50.00	1.53	3.57	3.06	6.63
纈草	50.00	1.20	3.57	2.40	5.97
玉山毛蓮菜	50.00	0.65	3.57	1.30	4.87
玉山筷子芥	40.00	0.70	2.86	1.40	4.26
刺果豬殃殃	50.00	0.33	3.57	0.66	4.23
尼泊爾籜簾	40.00	0.36	2.86	0.72	3.58
中國地楊梅	40.00	0.36	2.86	0.72	3.58
黃苑	30.00	0.50	2.14	1.00	3.14
羊茅	30.00	0.35	2.14	0.70	2.84
五蕊莓	20.00	0.60	1.43	1.20	2.63
玉山當歸	20.00	0.55	1.43	1.10	2.53
莎草科	20.00	0.13	1.43	0.26	1.69
玉山石竹	20.00	0.10	1.43	0.20	1.63
玉山佛甲草	20.00	0.09	1.43	0.18	1.61
尖葉耳蕨	20.00	0.00	1.43	0.00	1.43
腰只花	10.00	0.15	0.71	0.30	1.01
玉山金梅	10.00	0.15	0.71	0.30	1.01
雪山翻白草	10.00	0.10	0.71	0.20	0.91
川上氏艾	10.00	0.10	0.71	0.20	0.91
雪山馬蘭	10.00	0.07	0.71	0.14	0.85
玉山雀麥	10.00	0.05	0.71	0.10	0.81
玉山薄雪草	10.00	0.01	0.71	0.02	0.73
高山早熟禾	10.00	0.00	0.71	0.00	0.71
總計		50.02	99.97	100.03	200.00

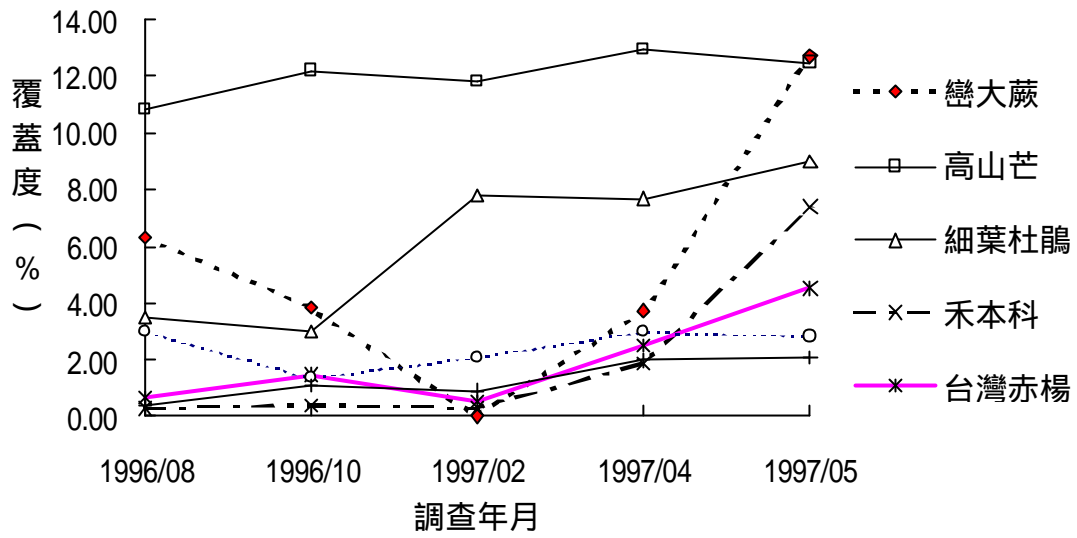


圖 9. 環山 1800m 樣區區主要植物覆蓋變化

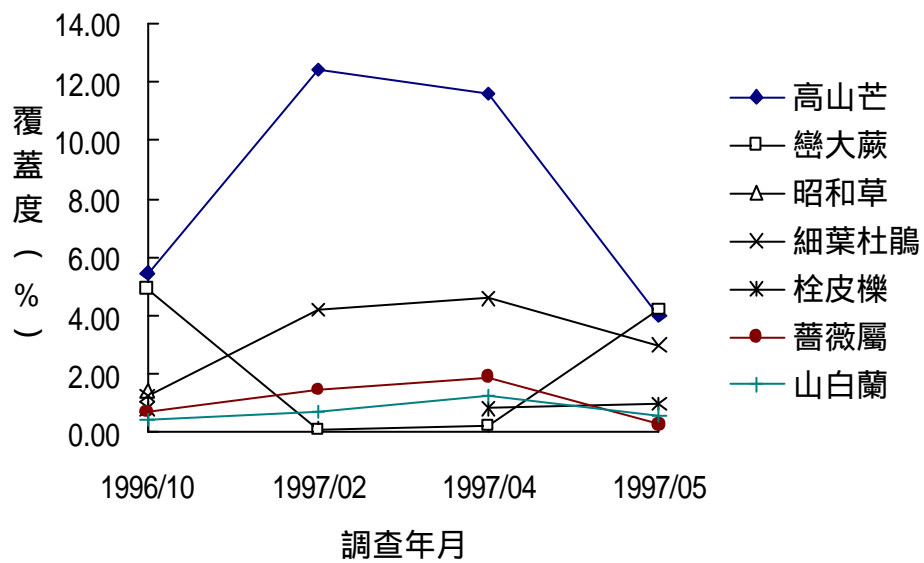


圖10. 環山2000m樣區主要植物覆蓋變化

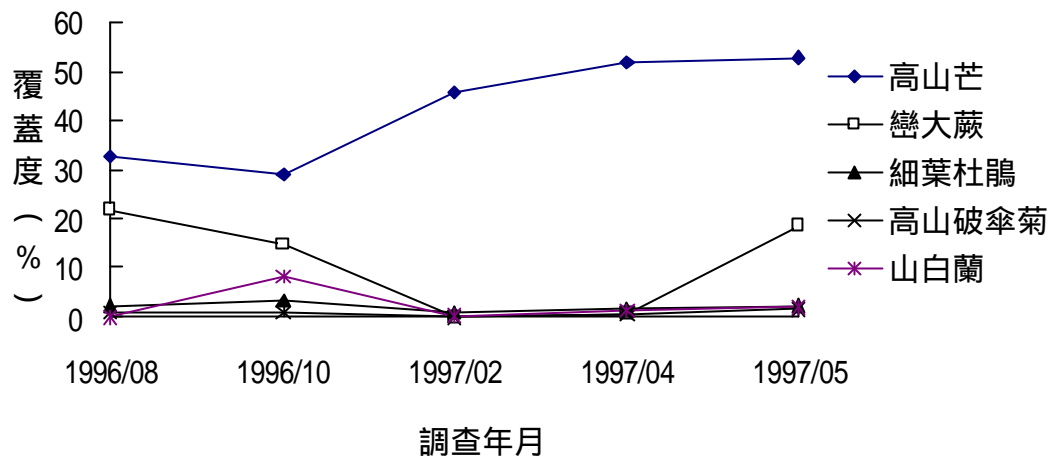


圖 11. 2500m 區主要植物覆蓋消長圖

七、參考文獻

- 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 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
- 呂勝由、林則桐 1990 南湖大山植群生態之研究 林業試驗所研究報告季刊 5(2)：121-133
- 呂福原、歐辰雄、廖秋成 1983 林火對於森林土壤效應之研究 國立中興大學實驗林研究報告 5：47-52
- 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
- 林俊義 1989 太魯閣國家公園高山草原生態體系調查 太魯閣國家公園管理處 120頁
- 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
- 林昭遠、呂金誠、陳明義 1986 林火對於東卯山區台灣二葉松林地土壤沖蝕量及養分流失量之影響 中華水土保持學報 17(2)：42-49
- 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
- 林朝欽 1994 台灣地區國有林事業區危險帶分級之研究 林業試驗所研究報告季刊 9(1)：61-72
- 柳 楷 1963 小雪山高山草原生態系之研究 林業試驗所報告第九十二號
- 洪泉旭 1993 台灣二葉松林火燒後植群生態之研究 國立中興大學森林學研究所碩士論文

- 戚啟勳 1976 台灣山地之氣候 台灣銀行季刊 20(4) : 155-207
- 許啟祐、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
- 陳玉峰 1995 台灣冷杉生態研究系列 (I) 歷年研究之檢討 台灣省立博物館年刊 38 : 23-53
- 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
- 陳明義、呂金誠、林昭遠 1989 野火對惠蓀林場杜鵑嶺植群之初期影響 中興大學實驗林研究報告 10 : 11-28
- 陳明義、劉業經、呂金誠、林昭遠 1986 東卯山台灣二葉松林火燒後第一年之植群演替 中華林學季刊 19(2) : 1-15
- 陳明義、賴國祥 1992 合歡北峰台灣二葉松林火燒後之植群與嚙齒類消長 中華林學季刊 25(2) : 33-42
- 陳隆陞 1995 玉山塔塔加森林火燒跡地生態環境變遷及保育措施之研究 國家公園學報 6(1) : 25-46
- 陳源長 1967 台灣之森林火災 台灣銀行季刊 18(2) : 329-360
- 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
- 劉棠瑞、蘇鴻傑 1989 森林植物生態學 台灣商務印書館發行
- 劉逸斌 1991 八通關地區草生地之植群變動與火災適存植群之研究 國立台灣大學植物學研究所碩士論文
- 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
- 劉業經、歐辰雄、呂金誠 1988 台灣中部地區闊葉樹林人為干擾後之植群演替 中華林學季刊 21(1) : 11-28
- 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
- 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.
- 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.
- Engstrom, F. B. and D. H. Mann. 1991. Fire ecology of red pine (*Pinus resinosa*) in northern Vermont, U.S.A. Can. J. For. Res. **21** (6) : 882-889.
- Gill, A. M. 1975. Fire and the Australian flora: a review. Aust. For. **38**:4-25.
- Gill, A. M. 1977. Plants traits adaptive to fires in the Mediterranean land ecosystem. pp. 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.
- Gutsell, S. L. and E. A. Johnson. 1996. How fire scars are formed: coupling a disturbance process to its ecological effect. Can. J. For. Res. **26**(2) : 166-174.
- Hoffmann, W. A. 1996. The effects of fire and cover on seedling establishment in a neotropical savanna. J. Ecol. **84**(3) : 383-393.
- Keely, J. E. 1987. Role of fire in seed germination of woody taxa in California chaparral. Ecol. **68**(2) : 434-443.
- Lorimer, C. G. 1990. Behavior and management of forest fire. In: Introduction to Forest Science. 2nd. edition, John Wiley & Sons.
- 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.
- Spurr, H. S. and B. V. Barnes. 1980. *Forest Ecology*. John Wiley & Sons.
- Steijlen, I., M. C. Nilsson and O. Zackrisson. 1995. Seed regeneration of Scots pine in boreal forest stands dominated by lichen and feather moss. *Can. J. For. Res.* **25**(5) : 713-723.
- 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. pp.86-89. In: *Prescribed Burning Symp. Proc.* USDA For. Serv. SE. For. Exp. Sta. Asheville, NC.
- 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.