

Investigation on Heavy Metals in Soils and Plant Tissues of Kaohsiung Metropolitan Park

Jy-Gau Sah

(Manuscript received 16 July 1998 ; accepted 11 September 1998)

ABSTRACT: Kaohsiung metropolitan park is a land-reused pattern of closed sanitary landfill site in Taiwan. Under the soil layer, there are tenth meters of rubbish and industrial waste. Sludge from button of nearby canal, which upper reaches is industrial zone, was mixed with final cover. Affecting area is around 40,000 m². During the park's construction, 1.7 million m³ soil was cutting and banking. All those operation influenced the topsoil's characteristic. The object of this study is to observe the moving and fate of heavy metals and salts in soil and plants. Results from soil texture indicate that soils with similar texture are come from same sources. Rubbish layer is firm, which makes water hardly leaching down. The changes of soil pH between layers are high in some zone in which 4 units pH difference appears in 30 cm soil's layer. The highest soil conductivity difference between layers is 1,300 μ mho/cm. Fertilizing made half of the zones have higher conductivity in upper layer. Soluble salts concentrated in layers 60-120cm of background point is caused by its bed draining condition. Total As and Hg in soils are all lower than the suggesting background upper level. Zn, Cu, Pb and Cd concentration between some layers are high, and some of them are even higher than suggesting background upper level. Ni and Cr in soils are all lower than the suggesting background upper level. Plant tissues' Hg concentrations are all non-detectable. As, Zn, Cu, Ni, Pb, Cr and Cd contents in plant tissue are ranged from ND-1.2, 13-130, 6-32, 1.1-16, 0.3-8.2, 1.2-66 and 0.3-1.9mg/kg respectively. Comparing heavy metals in plants with 0.1M HCl extractable in soils, Zn, Cu, Ni, Pb, Cr and Cd contents in plants are higher than in soils. Bioaccumulation is happened herein.

KEYWORDS: Heavy Metals, Kaohsiung Metropolitan Park.

野火影響環山地區植群之研究

陳明義^(1, 2)、施纓煜⁽¹⁾

(收稿日期：1998年8月12日；接受日期：1998年10月1日)

摘 要

追蹤火燒存活木的年輪得知，環山地區的台灣二葉松 (*Pinus taiwanensis* Hayata) 森林在近廿年間至少曾發生 3 次林火。最近一次火燒發生於 1995 年 12 月，不具萌櫟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櫟，僅 1.6% 死亡。火燒後的上木組成隨火燒強度及原植群類型而不同；地被雖隨上木組成及海拔高而有些許差異，然皆以高山芒 (*Miscanthus transmorrisonensis* Hayata) 及鬚大蕨 (*Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn subsp. *wightianum* (Wall.) Shieh) 最為優勢，其中鬚大蕨具明顯的季節性消長。火燒後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。唯未來人為干擾可能更為頻繁，火燒週期或將縮短，而使本區停留草地景觀。

關鍵詞：環山，台灣二葉松，林火。

一、前 言

野火是森林生態系的一項重要干擾因子。台灣地區的林火大多是人為活動所引起，大甲溪上游流域林火發生尤為頻繁 (林朝欽，1993)。大甲溪上游多為台灣二葉松 (*Pinus taiwanensis* Hayata) 森林，台灣二葉松為火災適存樹種，因其易燃性、枯枝葉腐化緩慢、易累積燃料等因素，而引發週期性火燒 (劉榮瑞、蘇鴻傑，1978)。隨著社會經濟的快速變遷以及全球氣候的變化，未來的環境將更有利於林火發生，因此對於林火所產生的問題值得加以重視，特別是在國家公園地區。

雪霸國家公園環山地區之台灣二葉松林，為台灣省林務局於 1968 至 1975 年間，配合聯合國補助之林相變更計畫所栽植，後歷經多次火燒及復舊造林。近年曾分別於 1994 年 12 月及 1995 年 12 月發生大火，共計燒燬約 350 公頃的林地。本研究調查環山地區 1995 年 12 月火燒跡地 (大甲溪事業區第 22、23 林班) 之林火發生歷史、林木受害情形、萌櫟特性、天然下種及植群消長，並探討火燒後之演替模式，以作為國家公園經營之參考。

二、材料與方法

(一) 林火發生年代追蹤

在火燒跡地中尋找具火燒疤痕之存活林木，切取其樹幹橫切面，觀察其年輪，推斷火燒發生年代 (Dieterich, 1980 ; Dieterich & Swetnam, 1984 ; 賴國祥, 1992)。

(二) 林木受害情形

於火燒跡地海拔高 1800m、2000m 及 2450m 處，各設置一個 10m×25m 樣區，調查樣區內林木受害情形。將受害林木分為四個等級：全死、地際萌櫟、樹幹萌櫟及樹冠存活 (陳明義等, 1987)，分別記錄之。

(三) 植群消長

依上述三個不同海拔高地區分別設置上木調查樣區及地被樣區。上木調查各以 10m×25m 為一大樣區，再劃為 10 個 5m×5m 小樣區進行；地被調查則分別以 10、5 及 10 個 2m×2m 方區，每月進行調查。

(四) 火燒後台灣二葉松之下種

以上述之地被調查樣區，標定樣區內台灣二葉松之所有幼苗，並定期觀察記錄樣區內新增、死亡及存活幼苗數目。自 1997 年 9 月起設置種子收集器 (賴國祥, 1992)，收集台灣二葉松飄落之種子，並攜回作發芽檢定。

三、結果與討論

(一) 火燒年代

於 1996 年 8 月在環山地區 1995 年 12 月之火燒跡地內，取得一個台灣五葉松 (*Pinus morrisonicola* Hayata) 及二個台灣二葉松的年輪圓盤。圖一為取自第 23 林班的台灣五葉松年輪圓盤，箭頭所指處即為 1979~1980 年間的林火所造成的燒痕。圖二及圖三同為第 23 林班的台灣二葉松年輪圓盤，圖中箭頭所指處為 1983~1984 年間林火所造成的燒痕。

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。

(二) 林木受害情形

於 1996 年 8 月進行調查，統計火燒跡地內各種林木受害等級列於表 1。其中海拔高 1800m 及 2450m 兩處之台灣二葉松，平均致死率分別為 95.65% 及 98.18%，此二處是嚴重的地表火引發樹冠火，導致大量的台灣二葉松死亡。海拔高 2000m 區的火燒為輕度的地表火，僅在台灣二葉松及栓皮櫟 (*Quercus variabilis* Bl.) 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。



圖一、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。



圖二、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。



圖三、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。

表 1. 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	由樹幹萌櫟	由地際萌櫟	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

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

(三) 植群消長

於 1996 年 8 月調查火燒跡地內上層植群組成列於表 2。表中優勢度之計算為：(某樹種胸高面積和/所調查樣區總面積)。由於此地火燒前為台灣二葉松人工造林地，林相組成單純，上木僅台灣二葉松及栓皮櫟兩種。火燒後的冠層組成隨火燒強度及原植群類型而不同。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，而 1800m 區遭受較嚴重的林火，導致 95.65% 的台灣二葉松死亡 (表 1)，栓皮櫟有厚樹皮且具萌櫟能力，故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 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，此一存活的台灣二葉松於 1997 年 4 月時已死亡。

表 2. 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

在地被方面，三個樣區則因上層組成及海拔高度不同，而有部份差異。海拔高 2450m 區之主要植物之覆蓋度變化摘列於表 3。火燒後上木全部死亡，地被總覆蓋度最高可達 99.0%，其中高山芒 (*Miscanthus transmorrisonensis* Hayata) 的覆蓋度就佔了一半以上，在 1997 年 9 月後皆保持在 55% 以上。在生長季，次優勢的種類是巒大蕨 (*Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn subsp. *wightianum* (Wall.) Shieh)，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 (*Rhododendron sikayotaizanense* Masamune)，但於 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。

海拔高 2000m 區之主要植物覆蓋度變化摘列於表 4。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櫟生長，而在火燒後初期佔重要的角色。

海拔高 1800m 樣區主要植物之覆蓋度變化摘列於表 5。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，但整地後則降低，之後亦定期進行撫育工作，使其生長受到抑制。櫟大蕨亦為主要草類之一，在生長季節，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 4 月時達 3.9%。金茅 (*Eulalia speciosa* (Debeaux) Ktze.) 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、櫟大蕨相當。栓皮櫟則受到整地除草及造林的影響，而快速增長中。

表 3. 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
櫟大蕨	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 4. 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	0.0	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
櫟大蕨	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 5. 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
萊特氏越橘	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
櫟大蕨	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

(四) 台灣二葉松之天然下種

環山 1995 年 12 月火燒跡地台灣二葉松幼苗之消長列於表 6。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，仍存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 1997 年的 4 月至 6 月間，對照本地區最近 7 年之氣候資料 (表 7)，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。

表 6. 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 6. 環山 1995 年 12 月火燒跡地台灣二葉松小苗之消長 (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	—	—	—	—	—	—
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

表 7. 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(°C)	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 7. 環山測站 1990 ~ 1996 年之氣候資料 (續)

	九月	十月	十一月	十二月	年平均
平均氣溫(°C)	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

2000m 區火燒後第一年 (1996 年) 的小苗密度達 13.7 株/m²，至 1998 年 5 月僅為 5.0 株/m²。推測可能在火燒後初期，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。

環山 1995 年 12 月火燒跡地的台灣二葉松種子下種量如表 8 所示。由於 1800 m 及 2450m 區大量母樹死亡，幾乎無種子下種之收集紀錄，而 2000m 區則有較多之下種量。下種之月份主要集中於 2 ~ 4 月間，此與賴國祥 (1992) 於合歡北峰台灣二葉松林所得之結果相似。雖然於 1998 年 4 月 2000m 區有較多的下種量，但小苗並未如 1997 年 4 月時有明顯增加，而取回種子之發芽率可達 80%以上，因此台灣二葉松種子的萌發可能受到氣候及其他因子所影響。

表 8. 環山 1995 年 12 月火燒跡地台灣二葉松種子下種量 (粒/ha)

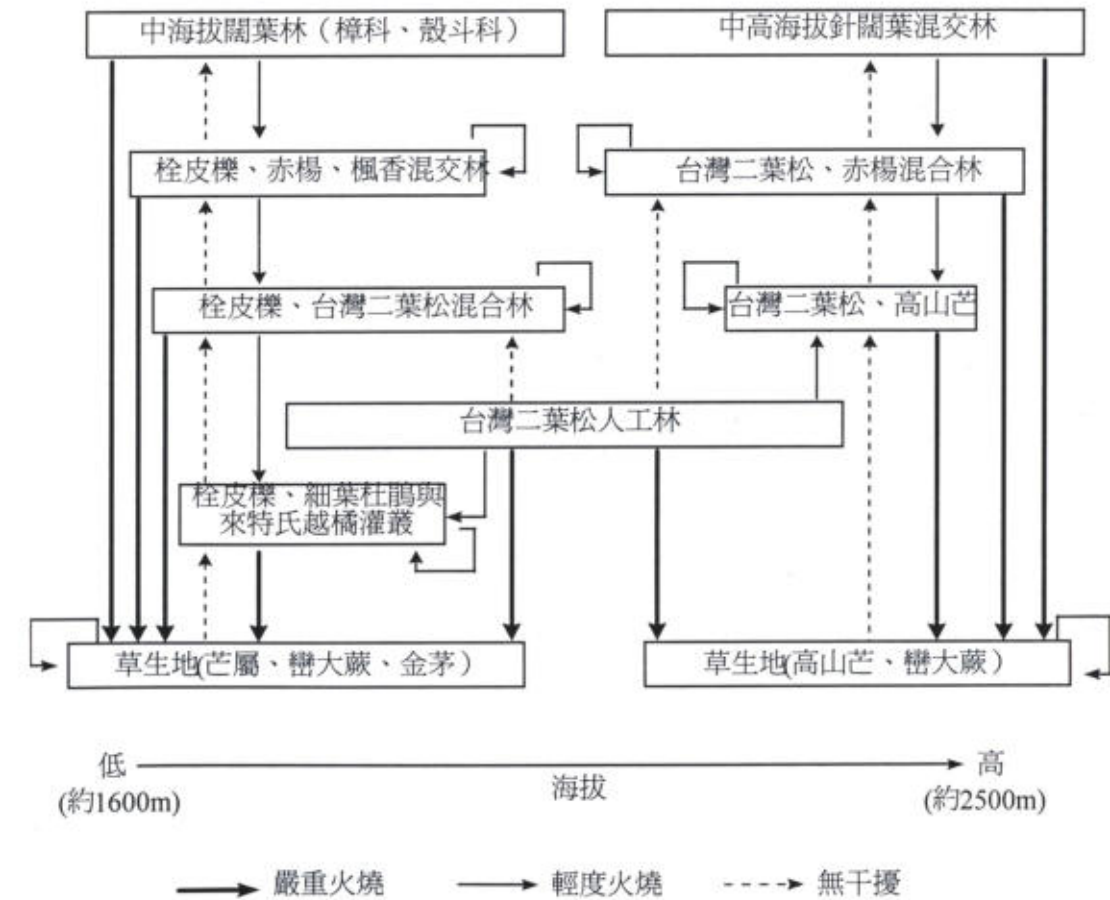
樣區	1997/10	1997/11	1997/12	1998/01	1998/02	1998/03	1998/04	1998/05	1998/07
1800m	22222.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2000m	18518.5	0.0	0.0	0.0	18518.5	18518.5	92592.6	0.0	37037.0
2450m	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
平均	14814.8	0.0	0.0	0.0	7407.4	7407.4	37037.0	0.0	14814.8

(五) 植群演替模式

由上述之調查結果，試推測環山地區植群之演替趨勢以及野火的角色如圖四所示。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 (*Vaccinium wrightii* Gray) 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，原植群幾乎全被焚燬，僅具萌櫟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。這些草本植物於嚴重火燒後優勢生長，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 (*Tsuga chinensis* (Franch.) Pritz. ex Diels var. *formosana* (Hayata) Li & Keng)、雲杉 (*Picea morrisonicola* Hayata) 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，將致使植群淪為草生地，且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。



圖四、環山地區植群演替推測圖

四、結 論

環山地區之台灣二葉松林，近廿年來至少曾發生三次林火。林火發生後，由於闊葉樹具萌櫟能力，其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、櫟大蕨等草本植物，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子所影響。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，甚而淪為草地。一旦淪為草地，將因燃料快速累積，更易引發短週期性火燒，而停留於草地景觀。

五、誌 謝

本研究承蒙內政部營建署雪霸國家公園管理處補助經費，調查期間承蒙管理處同仁鼎力協助，謹此致謝。

六、引用文獻

- 中央氣象局，1990～1996。氣候資料年報（地面資料）。
- 林朝欽，1993。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。
- 陳明義、呂金誠、林昭遠，1987。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。
- 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。
- 賴國祥，1992。台灣亞高山針葉樹林與草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，共 129 頁。
- 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.

Studies on the effects of wildfires on the vegetation at Fansan area

Ming-Yih Chen^(1, 2) and Ying-Yu Shih⁽¹⁾

(Manuscript received 12 August 1998 ; accepted 1 October 1998)

ABSTRACT: Based on dendrochronological studies of fire-scarred trees, there were at least 3 fires at Taiwan red pine (*Pinus taiwanensis*) forest in Fansan area during the past 20 years. 73.1% of Taiwan red pine were completely killed by the last fire in December of 1995. Most hardwoods, however, sprouted from the base. Only 1.6% were completely killed. The postfire canopy composition was related to fire intensity and original vegetation type. After burning, *Miscanthus transmorrisonensis* and *Pteridium aquilinum* subsp. *wightianum* were dominant ground cover, but *Pteridium aquilinum* subsp. *wightianum* showed seasonal fluctuation. Postfire regeneration of Taiwan red pine was related to seed source. The germination and mortality of Taiwan red pine seedlings were related to 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.

KEYWORDS: Fansan, Taiwan Red Pine, Fire.

1. Department of Botany, National Chung Hsing University, Taichung 40227, Taiwan, Republic of China.
2. Corresponding author.