

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

研究人員：楊美玲

研究單位：內政部營建署玉山國家公園管理處

中華民國八十五年六月

摘要

玉山國家公園塔塔加地區，於民國八十二年一月六日發生該園區成立以來最大的森林火災，範圍約達三百公頃。自民國八十四年四月至八十五年三月期間，選擇該區之麟趾山東側及東南側坡地為林火區試驗地，進行植群調查、微氣候觀測、土壤之有機質與 pH 值的測定等工作。

林木區目前之植物組成，係以高山芒、巒大蕨、馬醉木、紅毛杜鵑、百喜草、褐毛柳、玉山箭竹等為主，其出現頻度均高於百分之五十，其重要值總和高達 166.43，其中以高山芒最為優勢，其重要值為 63.04。此乃由於林冠疏開，大量陽光直射林床，在林下日照充足情形下，植群當以這些陽性植物為優勢。

林木區試驗地之 PAR 年平均值增為 0.811mol/m^2 ，為對照區之五倍，而其各時分之 PAR 年平均值最高可達 3.479mol/m^2 ，究其原因應為林冠疏開，大量陽光可直射林床所致，此現象與植群調查結果相吻合。火災後，林火區因林冠的疏開，破壞森林原有之調溫功能，使得林火區之氣溫年平均值為 9.95°C ，較對照區高 0.98°C ，且大量的陽光可直射林內，使得林火區各時分之氣溫年平均高低（日夜）溫差增加為 12.11°C ，較對照區高 2.22°C 。

由於林火區之土壤表面堆積許多深色的灰炭遺跡，使得表土具有較高的吸熱能力，並會改變原有的熱傳導性質，導致林火區的表土溫度年均值增為 12.02°C ，比對照區高出 2.72°C ；同理，林火區表土之各時分年平均高低（日夜）溫差增為 9.65°C ，較對照區高出 7.88°C 。另植物體及枯枝葉層因被燒成灰分，大量的養分可從灰分中重新釋放回林地，將導致土壤的有效性養分和 pH 值的增高。

塔塔加地區森林火災對松類造成林地之 植群、微氣候及土壤性質的影響

目錄

摘要.....	I
目錄.....	II
表目.....	III
圖目.....	III
壹、緒論.....	1
一、前言.....	1
二、塔塔加地區之環境.....	3
三、研究地區.....	3
貳、研究方法.....	4
一、選擇試驗地.....	4
二、植群調查.....	4
三、儀器架設與微氣候資料之紀錄擷取.....	4
四、土樣之採集與分析.....	6
參、調查結果.....	7
一、植群調查.....	7
二、微氣候觀測.....	7
1. PAR.....	7
2. 氣溫.....	11
3. 土壤溫度.....	12
4. 土壤之有機質與 pH 值.....	13
肆、討論.....	15
一、林火的發生.....	15
二、林火對植物與植群的影響.....	17
1. 林火的致死與萌芽.....	17
2. 植物開花結實與下種.....	18
3. 植群的演替.....	20
三、林火對微氣候的影響.....	20
四、林火對土壤性質之影響.....	20
1. 水文和沖蝕.....	20
2. 土溫.....	21
3. 物理與化學性質.....	21

(1).有機質.....	22
(2).酸鹼度(pH 值).....	22
五、林火在森林生態系演替扮演的角色.....	22
伍、總結.....	24
謝誌.....	26
參考文獻.....	27
附錄一.....	32
附錄二.....	51

表目

表一、林火區植群調查結果.....	8
表二、全年每月之平均值.....	9
表三、全年各時分之每小時平均值.....	10

圖目

圖一、民國八十二年元月份塔塔加地區發生森林大火之區域...	2
圖二、林火區試驗地位於麟趾山東側及東南側坡.....	3
圖三、感測器野外架設情形.....	4
圖四、LI-1000 微電腦資料記錄器架設情形.....	5
圖五、在試驗區利用筆記型電腦與 LI-1000 資料記錄器連線情形.....	5
圖六、LI-190SA 量子感測器置於遮陰板上之情形.....	6
圖七、八十四年四月至八十五年三月每月平均 PAR.....	11
圖八、全年零時至二十三時每小時之平均 PAR.....	11
圖九、八十四年四月至八十五年三月每月平均溫度.....	12
圖十、全年零時至二十三時每小時之平均溫度.....	12
圖十一、全年平均溫度.....	13
圖十二、林火區與對照區不同深度下土壤有機質含量比較圖..	13
圖十三、林火區與對照區不同深度下土壤 pH 值比較圖.....	14
圖十四、民國五十六年至八十四年每年林火次數.....	16
圖十五、民國五十六年至八十四年每年林火焚燒總面積.....	16
圖十六、臺灣地區各月份林火次數.....	17
圖十七、臺灣地區不同時段之林火次數.....	17

壹、緒論

一、前言

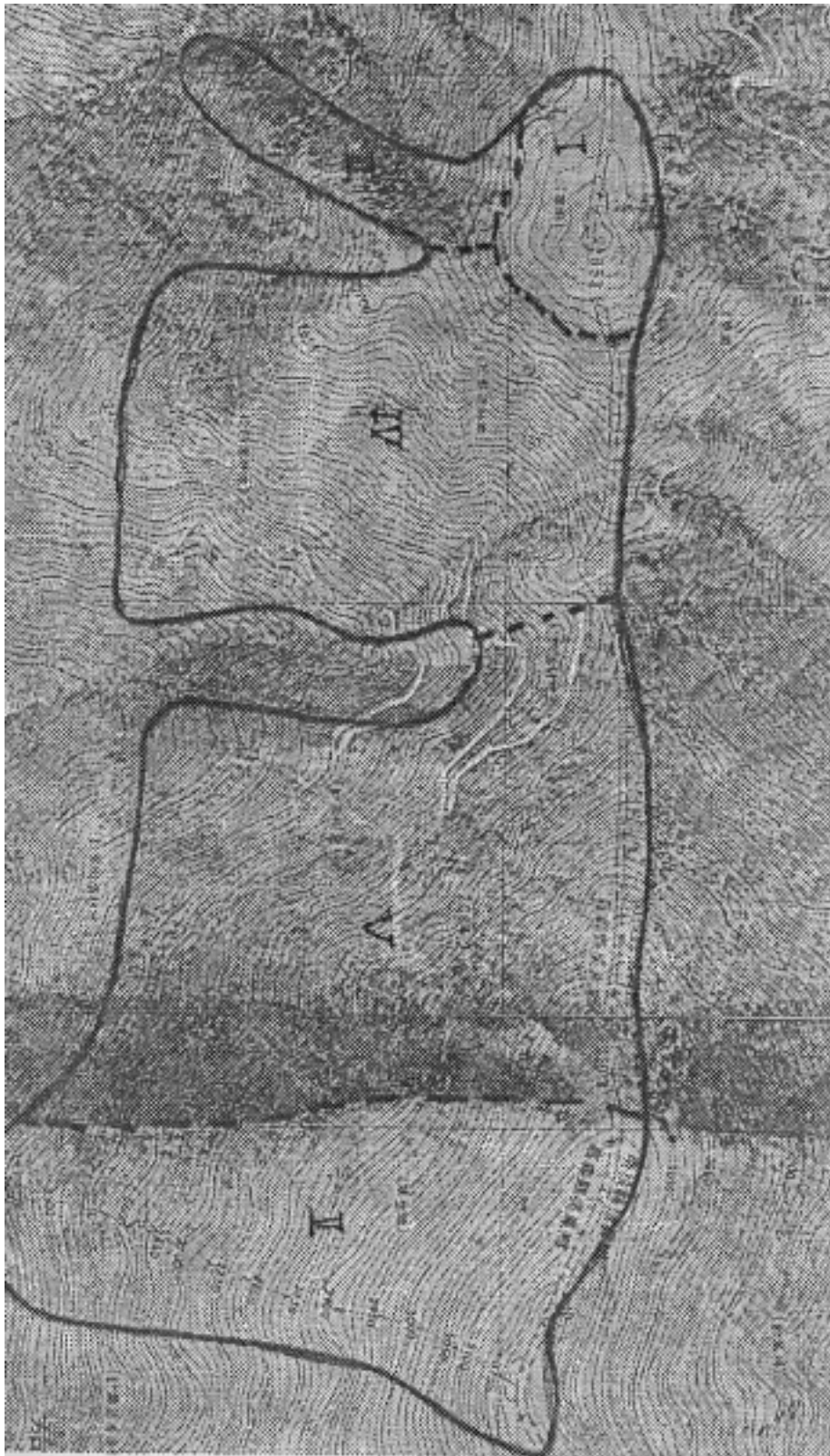
森林具有涵養水源、防止土壤沖蝕、淨化空氣、及提供遊憩等功能。但在自然環境下，森林生態常會受到燒墾、放牧、伐木等人為因子的破壞，或是受到火災、颱風、山崩、寒害、外來種入侵等天然因子的干擾，而破壞森林的功能或影響原有生態系的演進。在上述的因子中，以火災及人為破壞最為頻繁。無論天然或是人為引起的森林火災，常會造成鉅額損失，並將破壞森林的功能，甚而影響生態系的組成、平衡與演替。雖然行之得宜的林火能促進林地養分循環，提高林地的生產力，並可清除下層競爭的灌木，以減少撫育成本，且能清除伐木跡地的殘材，以促進天然更新等正面貢獻，然而林火一旦失控，常會造成生命財產的重大損失，甚而摧毀整個生態系，故從黑龍江大火與黃石公園大火發生後，林火對於環境的衝擊已日受重視。

火災是一個非常重要的環境因子，它可影響種的特徵及其生活史，亦可影響生態系的特性及演化過程，包括養分與水的循環、生產力、演替、及歧異度等。通常火災對於森林生態系的影響可歸納如下：(1).生育地的物理和化學性質、(2).植物種的基因適應性、(3).植群組成與演替、(4).野生動物的棲地及族群(Spurr and Barnes, 1980; 陳明義, 1993)。本研究僅對面(1)、(3)二項進行探討。

在臺灣主要森林生態中，容易發生火災的植群社會有：台灣二葉松、草生地（高山草原地）、相思樹林、林投灌叢、熱帶季風林等(呂金誠, 1990)。其中臺灣二葉松主要分佈區域屬於中至高海拔(700-3200m)、乾旱、向陽的坡向，具有生長快速、耐貧瘠、耐乾旱的特性，枝葉中富含松脂使其易燃性增高，且高含量的樹脂亦減緩枯枝葉的腐化分解，大量累積的枯枝葉層將增加發生林火的可能性，而成為台灣發生林火最為頻繁的林型（呂金誠, 1986, 1990；陳明義等, 1986, 1987；梁素雲, 1988）。

玉山國家公園塔塔加地區於民國八十二年一月六日發現森林火災後，火勢隨即擴大燃燒達六天又七小時方被控制撲滅，火災波及區達 299.39 公頃，受害森林面積共 267.55 公頃(林朝欽, 1994)，為該園區成立以來最大型的森林火災。為瞭解該地區天然景觀及自然生態環境所受的衝擊，陳隆陞等人(1994)曾進行初步之調查，惟該報告中並無林火區微氣象因子之觀測。本研究除進行林火區之植群調查外，並對於林火區與對照區之日輻射量、土壤表面溫度、氣溫等微

測，另分析二區土壤的 pH 值與有機質含量，藉以瞭解森林火災對松林之植群、微氣候及土壤性質的影響。



圖一、民國八十二年元月份塔塔加地區發生森林大火之區域(引自陳隆陞等，1994)

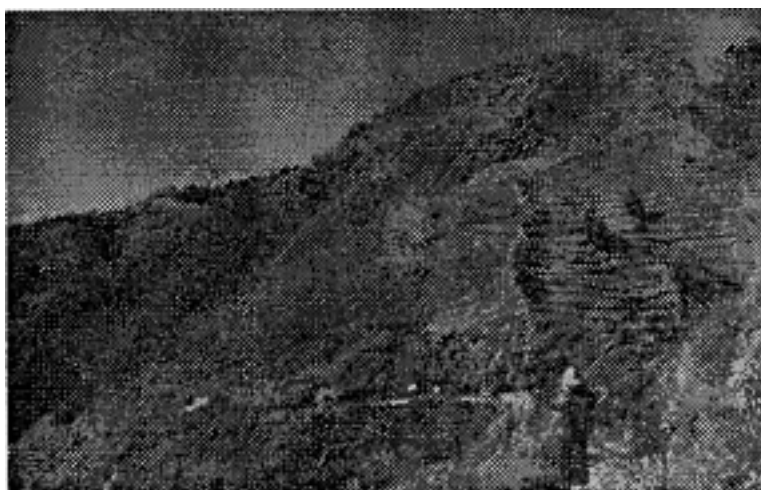
二、塔塔加地區之環境

塔塔加地區位於國有林玉山事業區第二十四班、第二十五班林地及臺大實驗林地之交界，為沙里仙溪與楠梓仙溪之分水嶺，屬啞口地形。火災區包括沙里仙溪東側的玉山山塊及楠梓仙溪之源頭地帶，山勢陡峻，坡度在 50-55 度之間。

火災區域由鞍部至玉山前峰之海拔 2680-3236 公尺，植群上層為以臺灣二葉松為主要樹種之次生林，林木稀疏，伴生森氏杜鵑、臺灣馬醉木、臺灣刺柏、褐毛柳等次生灌叢，林下則密生玉山箭竹。主要造林樹種有臺灣二葉松、華山松、紅檜、扁柏及臺灣赤楊等(劉儒淵，1993)。

三、研究地區

整個火災跡地範圍，西緣起自塔塔加鞍部附近 2850 高地(麟趾山-大竹山)，東側至玉山前峰附近 3150 高地，北界為塔塔加鞍部至玉山前峰稜線，南端約達楠梓仙溪林道標高 2300 公尺處，總面積約 300 公頃(圖一)。由於火災區面積廣大，且大部分地勢陡峭不易調查，故本次調查與研究之樣區優先選擇火災跡地之西南區，即麟趾山東至東南向之側坡(圖二)，係屬阿里山事業區第二十四林班林區，火災前原林相以華山松及臺灣二葉松為主。



圖二、林火區試驗地位於麟趾山東側及東南側坡

貳、研究方法

一、選擇試驗地：

所選定的林火區試驗地位於火災跡地西南側麟趾山東至東南向側坡，並於試驗地南側鄰近未發生火災之林區設一對照試驗區（圖一）。

二、植群調查：

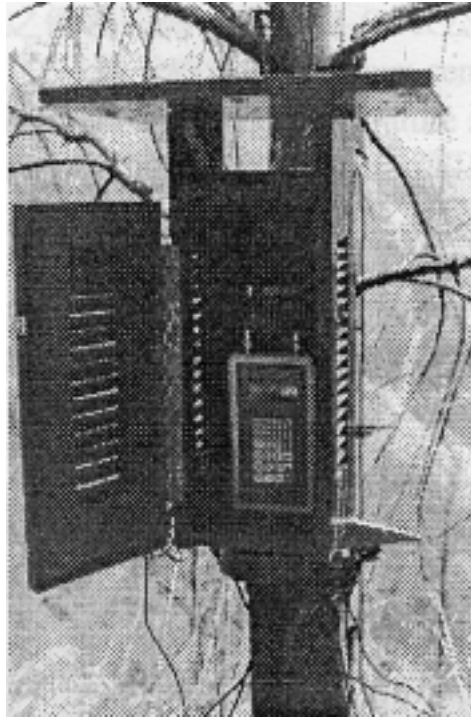
於所選定之火災區試驗地設置 $10\text{m} \times 25\text{m}$ 大樣區進行植群調查，每個大樣區再分成 10 個 $5\text{m} \times 5\text{m}$ 之小樣區，以調查各小樣區內之植物種類、株數、胸徑、覆蓋度等。

三、儀器架設與微氣候資料之紀錄擷取：

將量子感測器及土溫與氣溫感測器分別架設於火災區與對照區內，並連接至微電腦資料紀錄器（data logger），以觀測並連續錄二區之微氣候變化，其架設及資料接收方式如圖三至圖六。



圖三、感測器野外架設情形。遮陰板上為 LI-190SA 量子感測器，遮陰板製正下方置 LI-1000-16 熱阻式溫度感測器以量測氣溫，遮陰板高約一公尺。



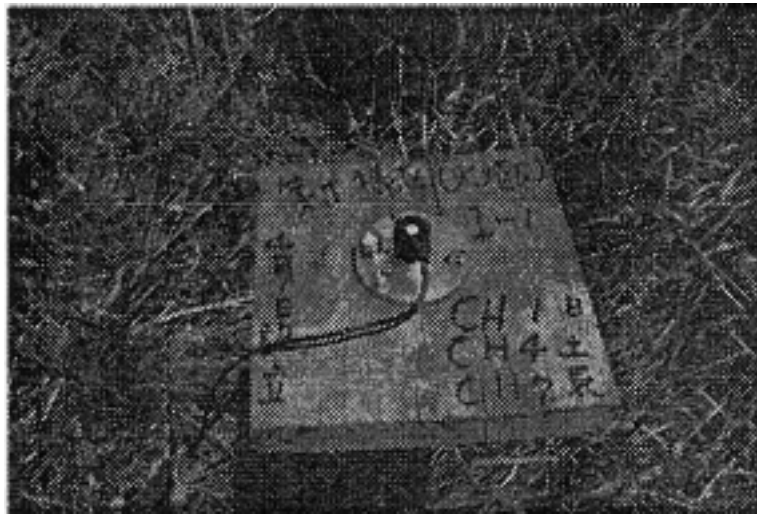
圖四、LI-1000 微電腦資料記錄器架設情形



圖五、在試驗區內利用筆記型電腦與 LI-1000 資料記錄器連線，將記錄器記憶體中之各項氣候資料擷取至筆記型電腦記憶體，攜回室內進行資料分析。

本研究分別架設二組微電腦紀錄器及微氣候感測器於標高約 2650m 與 2600m 之林緣處，每台紀錄器各接八個感測器，並設定為每分鐘暫存一次偵測值，每小時紀錄一次平均值（一小時 60 個暫存值之平均），二十四小時連續紀錄。

所用氣候觀測之儀器設備，均為 LI-COR 公司出品：LI-1000 資料記錄器(圖四)、LI-190SA 量子感測器(quantum sensor)(圖六)及 LI-1000-16 熱阻式溫度感測器 (thermistor type temperature sensor)。其中量子感應器之波長量測範圍為 400nm 至 700nm，即 PAR (photosynthetically active radiation) 範圍；將溫度感測器置於離地面 1 公尺之遮陰板下，以量測氣溫 (圖三)；將溫度感測器埋入表土約 5 公分深，以偵測土壤 (0-5 公分)溫度。由於 LI-1000 資料紀錄器之記憶體容量只有 32K，約可容納一個月的紀錄值，故每月即需以個人電腦擷取紀錄器中之資料 (圖五)。



圖六、LI-190SA 量子感測器置於遮陰板上之情形。

四、土樣之採集與分析：

於火災區與對照區內分別設三個與二個土壤樣區，土壤樣區之大小為 10m×25m，各樣區內依不同高度分上中下三個採樣點隨機採樣，每一採樣點依深度 0-5cm、5-10cm、10-15cm、15-20cm 分別採樣及進行室內實驗分析。pH 值之採定係用水與土壤重量比為 1：5 之混合液，以 pH 計量測；有機質係以重鉻酸鉀氧化滴定法測定。

參、調查結果

一、植群調查

民國八十四年七月九日於林火區試驗地之植群調查結果如表一。其中頻度(frequency)之值為該種植物出現之樣區數除以調查之總樣區數(以百分比表示)，相對頻度為該種植物頻度與樣區內所有植物頻度總和之百分比值，覆蓋度(coverage)之值為該種植物所覆蓋之面積除以調查總樣區數，相對覆蓋度為該種植物覆蓋度與樣區內所有植物覆蓋度總和之百分比值，重要值(important value)之計算係採用相對頻度與相對覆蓋度之總和。

由表一可知，林火區目前之植物組成，係以高山芒、巒大蕨、馬醉木、紅毛杜鵑、百喜草、褐毛柳、玉山箭竹等為主，其出現頻度均高於百分之五十，其重要值總和高達 166.43，其中以高山芒最為優勢，其重要值為 63.04。

二、微氣候觀測

本研究分別架設二組微電腦紀錄器及微氣候感測器於標高約 2650m 與 2600m 之林緣處，每台紀錄器各接八個感測器，其中包括三個量子感測器以量測光合作用有效輻射(本文後將簡稱為 PAR)，三個熱阻式溫度感測器插入表土以量測表土溫度變化，兩熱阻式溫度感測器置於離地面高約一公尺之遮陰板下以量測氣溫，並將微電腦計錄器設定為每分鐘暫存一次偵測值，每小時紀錄一次平均值(一小時內 60 個暫存值之平均)，二十四小時連續紀錄。附錄一及附錄二為民國八十四年四月至八十五年三月期間，每月、每日及各時分每小時之平均觀測值及其變化圖。

1. PAR

林火區之每月 PAR 平均值為 $0.592 \sim 1.147 \text{ mol/m}^2$ ，最低在十二月份，最高在四月份，全年平均值為 0.811 mol/m^2 ，而對照區之每月 PAR 平均值則介於 0.065 至 0.300 mol/m^2 ，最低在十二月，最高在六月，全年平均值 0.162 mol/m^2 (表二、圖七)。全年林火區內之 PAR 最高時段發生於上午十點至十一點間其平均值為 3.479 mol/m^2 ，而對照區則於上午九至十點間，其 PAR 可達最高，其值為 0.812 mol/m^2 ，另二區在上午七點至八點時段，其 PAR 值均驟增，但對照區增加的幅度較低(表三、圖八)。

表一、林火區植群調查結果（調查日期：八十四年七月九日）

樹種	樣區	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	出現樣區數	頻度	相對頻度	覆蓋度	相對覆蓋度	重要值
紅毛杜鵑		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		*	*				*				25	78.12	9.55	480812	7.454	17.00
巒大蕨		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		*	*	*	*		*	*	*	*	30	93.75	11.46	614748	9.531	20.99
馬醉木		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	30	93.75	11.46	356168	5.522	16.98
褐毛柳		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		*	*		*	*		*										19	59.37	7.26	36433	0.565	7.82
高山芒		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	32	100.00	12.22	3278020	50.820	63.04
百喜草		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		*	*		*		*	*	*	*			*	*				*	23	71.87	8.79	692764	10.740	19.53	
臺灣百合			*					*	*		*			*							*								*	*	*		9	28.12	3.44	2627	0.041	3.48	
紫花地丁		*					*			*		*		*	*	*	*			*						*					*	*	12	37.50	4.58	6489	0.101	4.68	
玉山抱莖籜蕭				*							*														*	*				*			5	15.62	1.91	3567	0.055	1.96	
玉山金絲桃											*			*					*	*	*	*	*	*	*	*	*			*	*	*	13	40.62	4.97	10894	0.169	5.13	
玉山薊				*			*														*												3	9.37	1.15	860	0.013	1.16	
森氏杜鵑			*																														1	3.12	0.38	1350	0.021	0.40	
高山薔薇							*		*																								2	6.25	0.76	1945	0.030	0.79	
散血丹						*																											1	3.12	0.38	285	0.004	0.39	
火炭母草						*																											1	3.12	0.38	290	0.004	0.39	
過山龍											*	*	*								*												4	12.50	1.53	1573	0.024	1.55	
玉山箭竹													*	*	*				*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	17	53.12	6.49	940520	14.581	21.07	
臺灣澤蘭																					*												1	3.12	0.38	128	0.002	0.38	
玉山龍膽																*	*							*	*	*	*		*	*		*	9	28.12	3.44	2962	0.046	3.48	
玉山小米草													*	*																	*		3	9.37	1.15	1525	0.024	1.17	
玉山飛蓬草										*	*				*												*			*			5	15.62	1.91	3750	0.058	1.97	
黃苑																								*			*		*		*		4	12.50	1.53	794	0.012	1.54	
臺灣粉條兒菜																											*		*		*	*	4	12.50	1.53	1760	0.027	1.56	
山油點草																												*	*				2	6.25	0.76	197	0.003	0.77	
大花落新婦											*																						1	3.12	0.38	1670	0.026	0.41	
玉山石竹																																	1	3.12	0.38	420	0.007	0.39	
虎杖																																	1	3.12	0.38	180	0.003	0.38	
昭和草																												*					1	3.12	0.38	121	0.002	0.38	
玉山針蘭										*																							1	3.12	0.38	6832	0.106	0.49	
厚唇粉蝶蘭																									*	*	*				*	*	5	5.62	0.69	573	0.009	0.70	

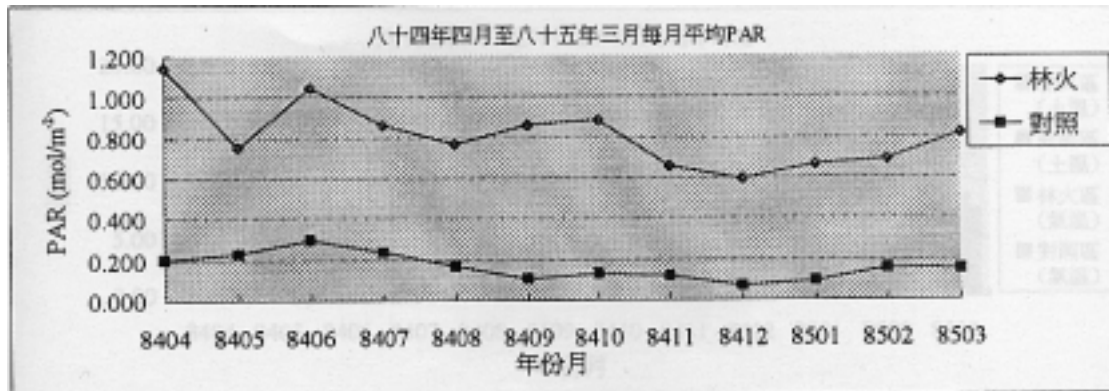
表二、全年每月之平均值
(八十四年四月至八十五年三月)

年份 月份	林火區 (PAR)	對照區 (PAR)	林火區 (土溫)	對照區 (土溫)	林火區 (氣溫)	對照區 (氣溫)	二區差值 (土溫)	二區差值 (氣溫)
8404	1.147	0.200	12.95	8.78	11.24	10.13	4.17	1.11
8405	0.757	0.229	13.23	10.53	11.58	11.03	2.07	0.55
8406	1.047	0.300	15.50	12.76	13.55	13.00	2.73	0.56
8407	0.858	0.233	15.95	13.26	13.66	12.91	2.68	0.74
8408	0.767	0.166	15.33	12.62	13.08	12.13	2.71	0.94
8409	0.859	0.103	15.59	12.36	12.97	11.79	3.23	1.18
8410	0.888	0.132	14.59	11.47	12.37	11.03	3.12	1.34
8411	0.656	0.118	10.83	8.77	8.34	7.43	2.06	1.00
8412	0.592	0.065	6.82	5.04	4.34	3.27	1.77	1.07
8501	0.659	0.093	6.09	3.78	4.09	3.08	2.30	1.01
8502	0.685	0.153	7.32	4.97	5.43	4.41	2.35	1.02
8503	0.817	0.149	10.10	7.22	8.82	7.62	2.88	1.20
年平均 值	0.811	0.162	12.02	9.30	9.95	8.98	2.72	0.98

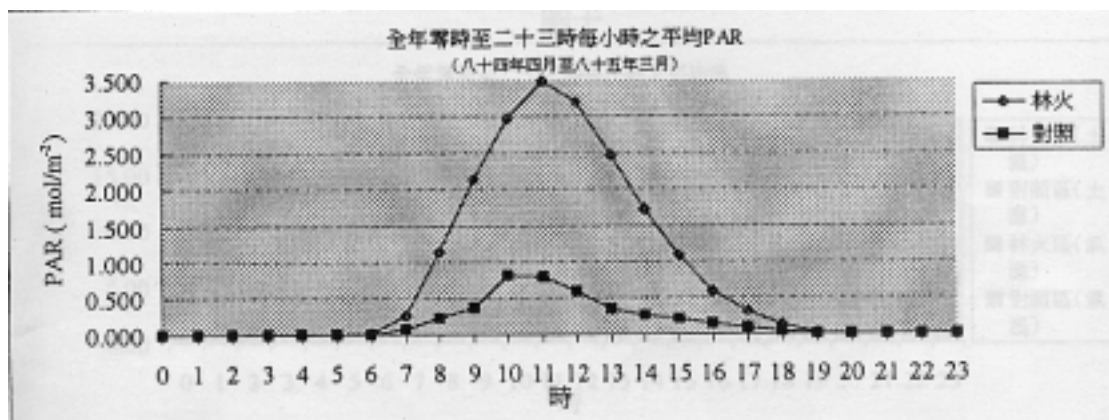
表三、全年各時分之每小時平均值
(八十四年四月至八十五年三月)

時分	林火區 (PAR)	對照區 (PAR)	林火區 (土溫)	對照區 (土溫)	林火區 (氣溫)	對照區 (氣溫)	二區差值 (土溫)	二區差值 (氣溫)
0	0.000	0.000	9.66	8.97	6.06	5.94	0.69	0.12
1	0.000	0.000	9.40	8.88	5.90	5.75	0.52	0.16
2	0.000	0.000	9.17	8.78	5.76	5.57	0.38	0.19
3	0.000	0.000	8.96	8.70	5.64	5.42	0.26	0.23
4	0.000	0.000	8.77	8.62	5.56	5.30	0.15	0.26
5	0.000	0.000	8.59	8.55	5.51	5.24	0.05	0.28
6	0.016	0.005	8.45	8.48	5.55	5.22	-0.03	0.33
7	0.254	0.073	8.51	8.45	7.47	6.18	0.06	1.29
8	1.135	0.217	10.04	8.57	13.77	9.65	1.47	4.11
9	2.138	0.359	13.22	8.87	16.48	12.42	4.35	4.05
10	2.960	0.812	16.10	9.27	17.32	14.25	6.84	3.07
11	3.479	0.797	17.78	9.60	17.62	15.11	8.18	2.51
12	3.197	0.586	18.10	9.89	17.15	14.84	8.22	2.31
13	2.470	0.336	16.95	10.08	15.85	13.93	6.87	1.92
14	1.731	0.260	15.70	10.19	14.31	12.97	5.50	1.34
15	1.083	0.199	14.80	10.22	12.87	12.07	4.58	0.80
16	0.587	0.135	14.08	10.18	11.60	11.14	3.90	0.46
17	0.317	0.084	13.39	10.07	10.52	10.27	3.32	0.24
18	0.120	0.034	12.67	9.91	9.24	9.25	2.76	-0.01
19	0.017	0.005	11.94	9.72	8.07	8.21	2.22	0.14
20	0.000	0.000	11.30	9.52	7.33	7.41	1.78	-0.08
21	0.000	0.000	10.77	9.36	6.82	6.84	1.41	-0.01
22	0.000	0.000	10.34	9.21	6.53	6.48	1.13	0.06
23	0.000	0.000	9.98	9.09	6.27	6.17	0.89	0.10

圖七



圖八

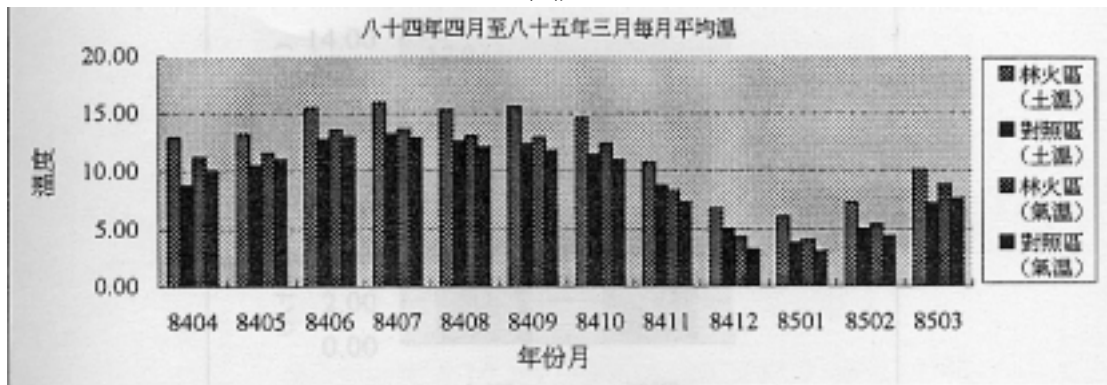


2. 氣溫

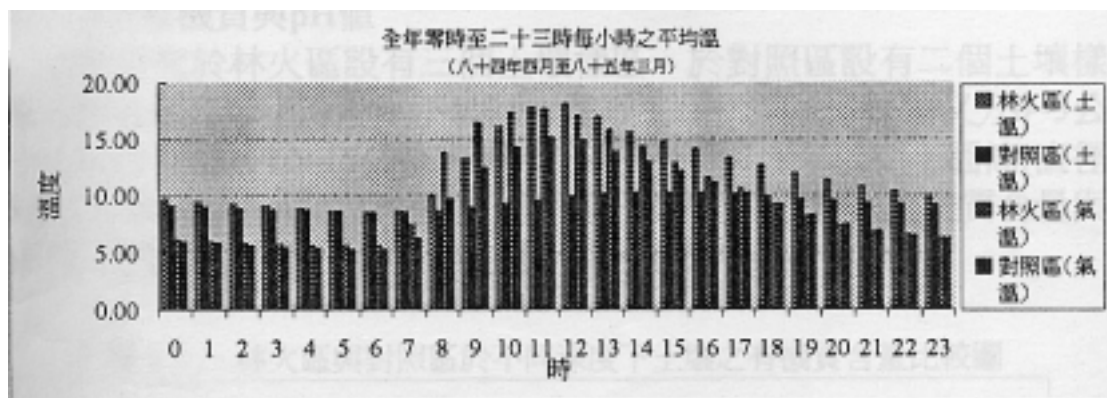
由表二及圖九可知，林火區氣溫之月均溫最低為 4.09°C （一月份），最高為 13.66°C （七月份）。而對照區內氣溫之月均溫最低為 3.08°C （一月份），最高為 13.00°C （六月份）。二月之月平均氣溫差異並不大，約為 $0.55\sim 1.34^{\circ}\text{C}$ ，以年均溫而言，林火區之氣溫(9.95°C)比對照區(8.98°C)高 0.98°C (表二、圖十一)。

由表三可知，林火區全年各時分之年平均氣溫為 $5.51^{\circ}\text{C}\sim 17.62^{\circ}\text{C}$ ，年平均高低溫差有 12.11°C ，而對照區則為 $5.22^{\circ}\text{C}\sim 15.11^{\circ}\text{C}$ ，其年平均高低溫差為 9.89°C ，故林火區各時分年平均高低溫差較對照區高 2.22°C 。圖十為二區氣溫各時分之年均溫變化圖，下午五至九點，林火區之年均溫較對照區稍低($0.01^{\circ}\text{C}\sim 0.14^{\circ}\text{C}$)，其餘時分，林火區之年均溫均較對照區為高($0.06^{\circ}\text{C}\sim 4.11^{\circ}\text{C}$)，另林火區與對照區均於下午十至十一點時段間，其氣溫年平均值最高，分別為 17.62°C 與 15.11°C ，但二區各時分之氣溫差異最大之時段卻為七點至九點間，其年平均溫差可達 $4.05\sim 4.11^{\circ}\text{C}$ ，其原因應為該時段之 PAR 值驟增，且林火區之 PAR 增加幅度遠高於對照區之故(表三)。

圖九



圖十

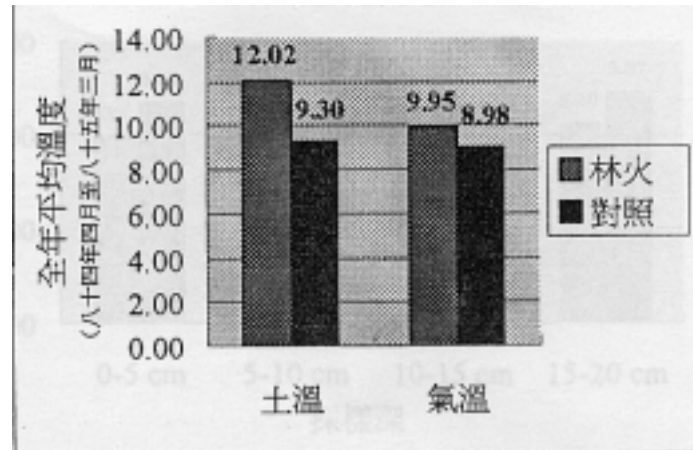


3. 土壤溫度

受限於儀器配備與經費，本研究僅觀測 0-5 公分深之表土溫度變化。林火區表土溫度之月均溫最低為 6.09°C (一月份)，最高為 15.95°C (七月份)，年均溫為 12.02°C ，而對照區表土溫度之月均溫最低為 3.78°C ，最高為 13.26°C ，年均溫為 9.30°C (表二)。二區之月平均表土溫度差為 $1.77^{\circ}\text{C} \sim 4.17^{\circ}\text{C}$ ，以年均溫而言，林火區之表土溫度較對照區高 2.72°C (表二、圖九)。

林火區全年各時分之年平均表土溫度為 8.45°C (上午五至六點) $\sim 18.10^{\circ}\text{C}$ (上午十一至十二點)，其年平均高低溫差有 9.65°C ，而對照區則為 8.45°C (上午七至八點) $\sim 10.22^{\circ}\text{C}$ (下午二至三點)，其年平均高低溫差僅為 1.77°C ，故林火區各時分之年平均高低溫差較對照區高 7.88°C (表三)，二區各時分年平均表土溫度變化如圖十。上午五至六點間，林火區之年平均表土溫度較對照區稍低 (0.03°C)，其餘時分，林火區之年平均表土溫度均較對照區為高 ($0.05^{\circ}\text{C} \sim 8.22^{\circ}\text{C}$)，晚上十一點至清晨七點，二區表土之年平均溫差低 (小於 1°C)，而上午十一點至十二點時段，二區表土之年均溫差可達最高 (表三)。

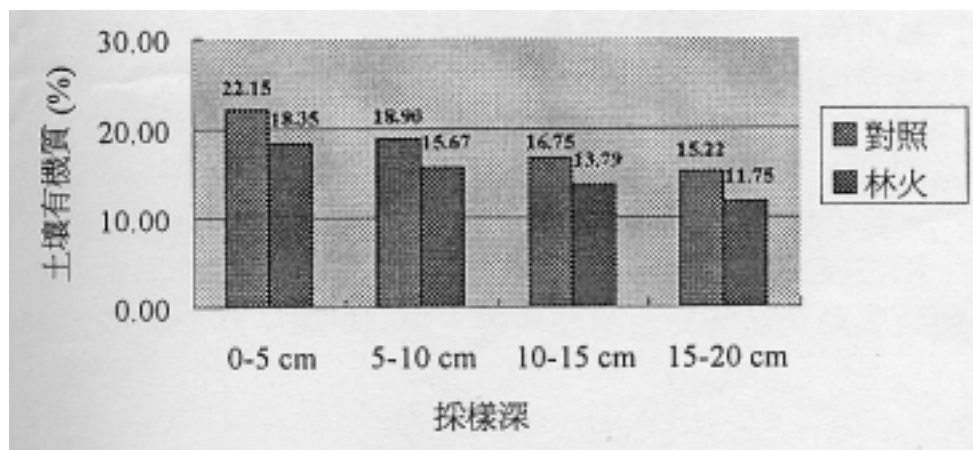
圖十一



4. 土壤之有機質與 pH 值

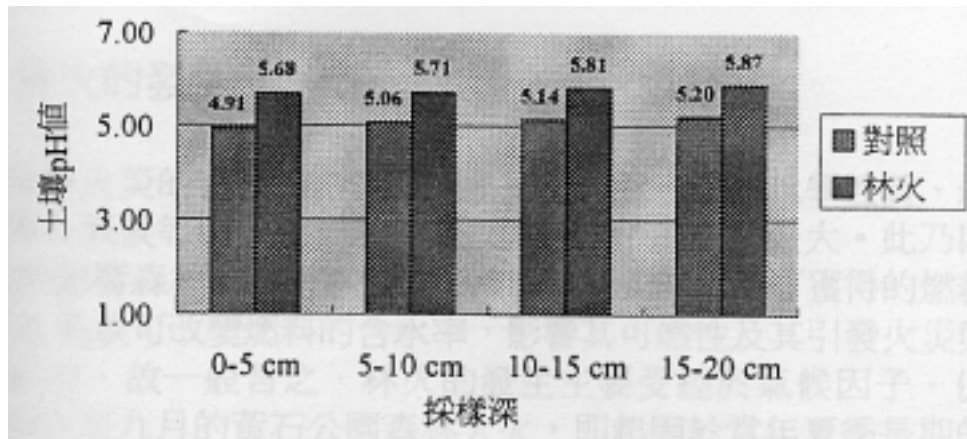
本研究於林火區設有三個土壤樣區，於對照區設有二個土壤樣區，於各樣區分上、中、下坡隨機選取三個樣點，各樣點又分 0~5 公分、5~10 公分、10~15 公分、15~20 公分不同深度，以採土圓筒(直徑 5 公分、高五公分)採取適量之土樣，分別測定各土樣之有機質含量與 pH 值，其分析結果之平均值如圖十二、十三。

圖十二、林火區與對照區於不同深度下土壤之有機質含量比較圖



林火區中不同深度之土壤有機質含量均比對照區為低，且不論在林火區或對照區，其土壤之有機質含量有隨深度增加而降低之趨勢(圖十二)；而二區土壤之 pH 值的變化趨勢與有機質含量相反，林火區中不同深度之土壤 pH 值均較對照區為高，且二區土壤之 pH 值有隨深度增加而升高之趨勢(圖十三)。

圖十三、林火區與對照區於不同深度下土壤之 pH 值比較圖



肆、討論

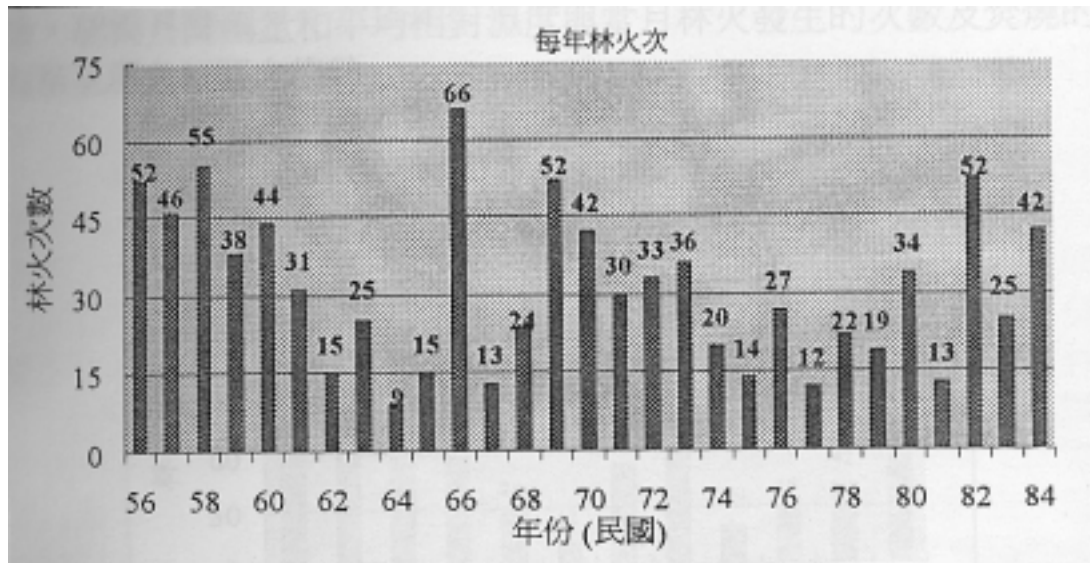
一、林火的發生

森林火災的發生與燃料的種類及和總量、燃料化學性質、燃料含水率及氣候等因子有關，其中以氣候因子的影響最大。此乃因為(1).氣候影響森林的組成與生長，故決定林火發生時可獲得的燃料總量，(2).氣候可改變燃料的含水率，影響其可燃性及其引發火災與蔓延的能力。故一般言之，林火的發生主要受控於氣候因子。例如1988年六至九月的黃石公園森林大火，即起因於當年夏季長期的乾旱，且濕度很低，加上閃電次數倍增，缺乏及時雨來撲滅火勢，方造成無法控制的火災。

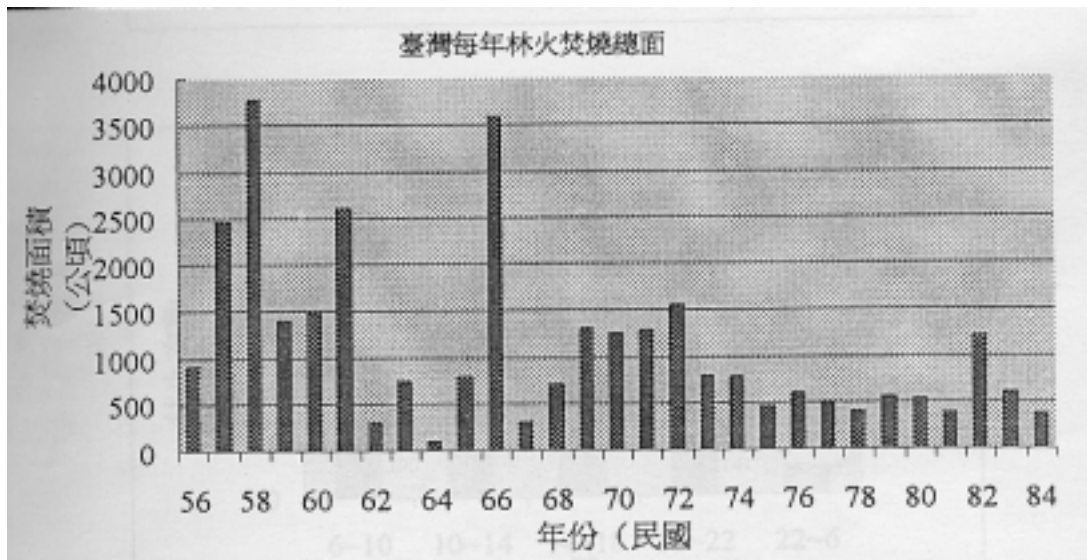
氣候影響林火發生與延燒最明顯的因子為風和水。風會影響燃燒中氧氣的供應速率，促進燃燒速度，且風可增加輻射和對流的速度，使未燃燒的燃料獲得熱量，加快林火延燒的速率；而降雨量與大氣濕度可影響燃料與植物體內的含水率，以加拿大美洲赤松（*Pinus resinosa*）為例，當葉片含水率為135%，林火蔓延速率17m/min，火燄高度20m；當葉片含水率減為95%時，林火蔓延速率則增為27m/min，火燄高度可達30m(Van Wagner, 1968)，而Chandler *et al.*(1983)認為當葉片水分含量低於乾重的100%，針葉樹林冠火強度即大增。另外氣溫愈高，燃料要達到燃點所需消耗的熱量愈少，即越容易被引燃。

根據林務局統計資料顯示，臺灣地區從民國五十六年至八十四年間，總共發生906次森林火災，焚燒面積共計31700公頃，平均每年發生森林火災31次，平均每次林火所焚燒的面積約35公頃，平均每年林火焚燒面積共1093公頃，各年之林火次數及焚燒面積如圖十四和圖十五。

圖十四



圖十五

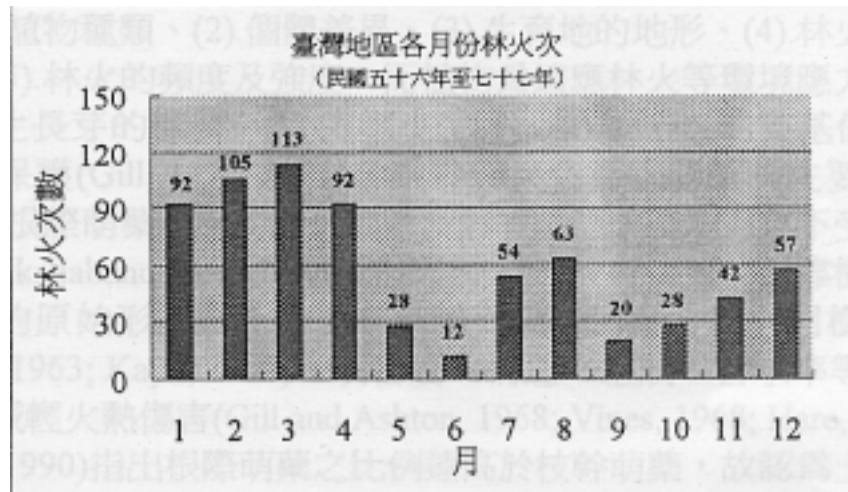


林火發生的原因主要為引火燒墾或清除雜草、吸煙不慎、炊煮、照明、燒冥紙、狩獵、雷電、集材機火花及其它不明原因等；每年的1至4月最容易發生林火，第二高峰則為6至7月(圖十六)，而最容易發生林火之時辰為上午10時至下午2時(圖十七)(陳源長,1967;許啓佑等,1984;呂金誠,1990;林朝欽,1992)。塔塔加地區於上午九點至十二點時段，其年平均PAR與氣溫可達最高，與圖十七相比對，強日照與高氣溫似與林火之發生有關。

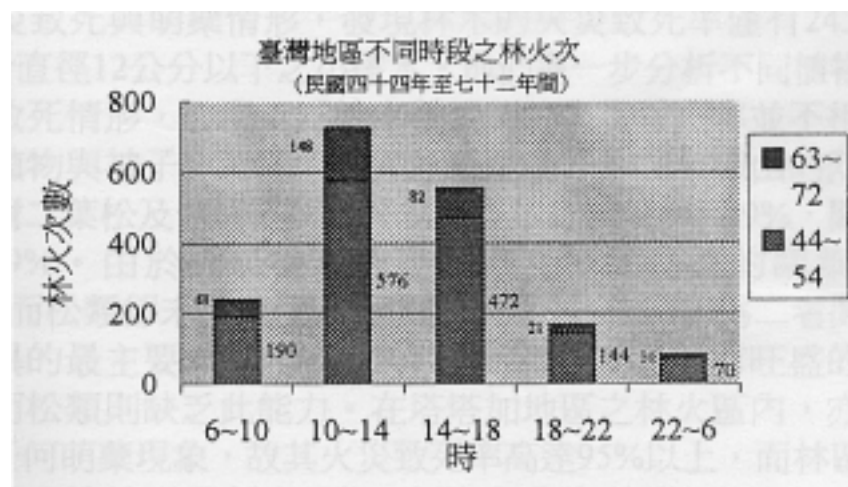
陳正改等(1983)認為大甲溪事業區在乾季時最易引起林火，主要是由於微弱東北季風、高壓迴流、移動性高氣壓等氣候條件所致。呂金誠(1990)將林火次數和焚燒面積分別對氣象因子的平均溫度、

降雨量、蒸發量、平均相對濕度、平均風速等因子進行迴歸分析後，認為月降雨量和平均相對濕度與當月林火發生的次數及焚燒的面積呈現負相關之趨勢。

圖十六



圖十七



二、林火對植物與植群之影響

綜合前人研究，火災對植物與植群之影響，分項討論如下：

1. 林木的致死與萌芽

發生林火時，林木最易受傷害的部位為樹幹基部。然而由於形成層位於林木最外部，故林火時形成層最先受害，一旦形成層被燒死，則木質部亦無法持續其功能，將導致林木地上部枯死。而使林木組織燒死的條件主要有高溫及其所持續的時間，如溫度攝氏 50 度

以上，持續時間一小時以上者，即可使林木組織燒死(Davis,1959)，而燃燒產生的溫度越高，燒死組織所需的時間越短。另外林火對林木的傷害，除物理性傷害如樹幹、根系、及枝條的燒傷外，尚會引起燒傷後所誘發的病蟲害。

一般言之，林木間受火害燒傷或致死的程度主要與下列因素有關：(1).植物種類、(2).個體差異、(3).生育地的地形、(4).林火發生的季節、(5).林火的頻度及強度。而植物為適應林火等環境應力而發展出保護生長芽的機制有(1).由樹皮保護、(2).由密集的葉基保護、(3).受土壤保護(Gill, 1977, 1981)。致於林火後植物萌芽蘖的主要型式有二：(1).根際萌蘖：得助於土壤對於熱的隔絕，使地下莖不受火熱傷害(Al Nakshabandi and Kohnke, 1965)，(2).枝幹萌蘖：係靠樹皮保護其內層的原始形成層及分生組織免受火熱傷害，如利用樹皮厚度(Martin, 1963; Kayll, 1966)，或密度、構造、組成、含水率等特性來避免或減輕火熱傷害(Gill and Ashton, 1968; Vines, 1968; Hare, 1975)。呂金誠(1990)指出根際萌蘖之比例遠高於枝幹萌蘖，故認為土壤對植物的分生組織保護能力遠較樹皮來的有效。

陳明義等(1986)和呂金誠(1990)等調查臺灣二葉松林及其伴生樹種之火災致死與萌蘖情形，發現林木的火災致死率僅有 24.5%，且 91%屬於直徑 12 公分以下之小徑木。他們進一步分析不同植物種類間的火災致死情形，發現不同林木種類間的火災致死率並不同相，尤以裸子植物與被子植物間的差異最為顯著，如在東卯山的兩種裸子植物臺灣二葉松及台灣五葉松，其火災致死率高達 54.9%，闊葉樹則僅為 15.9%。由於火災後從地際萌蘖及枝幹萌蘖的闊葉樹類達 73.1%，而松類卻未見有任何萌蘖之植株，故他們認為二者間火災致死率差異的最主要原因，可能為闊葉樹類大部分具有旺盛的再萌蘖能力，而松類則缺乏此能力。在塔塔加地區之林火區，亦未發現松類有任何萌蘖現象，故其火災致死率高達 95%以上，而林區內的高山芒與玉山箭竹因具有地下莖，根際萌蘖能力強，其火災致死率僅有 2~10%，(陳隆陞等，1994)，另其伴生的灌木如森氏杜鵑及馬醉木等闊葉樹種，亦具有根際萌蘖能力，惟比例不高，故其火災致死率居二者之中。

2. 植物開花結實與下種

林火對於植物開花結實的主要影響有：(1).增加開花株數與花序數目，如紐西蘭山區草叢草生地(tussock grassland)的一種優勢植物 *Chionochloa rigida* (Mark, 1965; Rowley, 1970)、(2).開花現象增加，如美國伊利諾州一處草原(Old, 1969)、(3).花期提早，如南非的天門冬屬(*Asparagus*)植物(Kruger, 1977)。究其原因，一般認為可能如

下：(1).林火後土溫增高所致(Old, 1969; Peet *et al.*, 1975)，(2).有效養分增加(Old, 1969; Wein and Bliss, 1973; Christensen and Muller, 1975; Stewart and Ornes, 1975; St. John and Rundel, 1976; Christensen, 1977; DeBano and Conrad, 1978; Williams and Meurk, 1977)，(3).林冠疏開，日照量充足(呂金誠, 1990; 陳明義、呂金誠, 1993)，(4).林下生物間的競爭減少(Martin, 1966; Old, 1969)。

致於林火對於植物下種的主要影響有：(1). 林火燃燒的高溫會促進種子的發芽，如南非海岸相思樹，在土壤中儲存大量的種子，每平方公尺達 25000 粒之多，林火之高熱可促進其發芽而快速繁殖，因此迅速的取代南非的鄉土植物相 (Taylor, 1977; Jones, 1963)；固然林火的高熱可促進種子發芽，但過高的熱度亦可能燒毀大量埋藏於土壤中的種子(Christensen and Kimber, 1975)；Keeley (1987)則認為光、遺炭、熱等環境因子均會刺激植物種子發芽，唯高熱卻會影響種子的存活。(2).林床的裸露與林冠的疏開，有助於植物天然下種，而充足的日照亦可使發芽的幼苗進行光合作用，以持續生長 (呂金誠, 1990)。

Heinselman(1981)認為貯存在腐植質中的種子，能夠在火燒後迅速發育，許多樹種在火燒一至三年裏能夠快速發芽且大量開花繁殖，並將種子貯存在腐植質中以待下一次火災週期的到來。陳明義和賴國祥(1992)推測合歡北峰林火區，主要植物種類適應林火之可能存活策略，其機制主要為埋藏的種子發芽、地下部位萌蘖及散佈之種子或孢芽。Moreno & Oechel (1991, 1992) 指出加洲北部灌叢的 *Adenostoma*(薔薇科)植物隨著火燒強度增加而降低小苗產生數量，另一種濱棗屬(*Ceanothus*)則較不受影響。

許多不產生萌蘖的植種，可使用特化的種子儲藏系統或利用林火之高熱促進種子發芽的機制，而得以延續存活以保持其優勢，這些種子儲藏的方式或保存於土壤中，或保存於特化的木質毬果與果實中，而林火正促進這些種子的下種與發芽。本次調查中，在林火區內亦可發現天然下種之松類幼苗，故能測松類在火災後之大量的下種與發芽或可補足其缺乏萌蘖之能力，假以時日後，必可恢復其原有之優勢。

致於林火區利於苗木繁生的可能原因如下：(呂金誠, 1990)

(1)、林床裸出，使得種子易與礦質土接觸，發芽的苗木能立即吸收土壤中的養分與水分而存活並持續生長。

(2)、林冠疏開及表土堆積之深色焦炭，使得林火區之表土溫度變異性增大，有助於種子發芽。(熱及變溫法，有助於種子成熟，並且消除抑制種子發芽物質之作用，破除休眠期，提高發芽率：陳振東, 1959; 王子定, 1974)。

(3)、林冠疏開，林內日照充足，使已發芽的陽性植物能充分進行光合作用，促進生長並維持生機。

(4)、地下植物被燒除，有助於林內空氣流通，利於靠風傳播種子之植物的下種。

(5)、土壤中原有具掠食性種子或苗木的昆蟲或真菌被火燒除，使得苗木之病蟲害大減，提高苗木存活的能力。

3. 植群的演替

火災後的林地，由於林冠疏開，林床裸露，日照量充足，萌芽的幼苗能持續生長，初期形成的植物社會中，以陽性植物居多，而陽性植物的生長速率往往比陰性植物快許多，對於環境資源的競爭力亦較強，故在初期的植物社會中常能保持優勢。若無其它因素干擾，由於林冠日漸鬱閉，林床的日照量不充足，將使得陽性植物的種子不易發芽，其幼苗也不易生長，相對的，在此環境下的陰性植物，其種子與幼苗均易萌芽與生長，故將逐漸取代陽性植物，而在該植物社會取得優勢。

三、林火對微氣候的影響

造成林內太陽輻射量有差異的原因有：方位、坡度、地形、樹冠覆蓋度及其形狀等因子（蘇鴻傑，1987；梁亞忠，1994），故對於方位、坡度、地形等因子相似之相鄰二林區，其林內的 PAR 主要與樹冠覆蓋度有關，大致呈負相關變化之趨勢（Kimmins，1987；梁亞忠，1994）。由於林火區與對照區相鄰近，地理環境類似，故二區林內 PAR 之差異，主要由於林火區內之林冠疏開，陽光可直射林床，使 PAR 年均值增為五倍，達 0.811 mol/m^2 。另由於林冠疏開，喪失森林原有調溫之功能，使得林火區內全年各時分之平均高低溫差增為 12.11°C ，增加 2.22°C ，而林火區年均溫增為 9.95°C ，升高了 0.98°C 。有關對表土溫度之影響，請參見討論四。

四、林火對土壤性質之影響

1. 水文和沖蝕

發生林火後，對於林地水文與沖蝕的影響簡述如下（呂金誠，1990）：

(1). 林冠被燒除，使林冠的雨水截留量減少。

- (2).林冠疏開，日照增加，植被減少，林內空氣流通容易，使得土壤的水分蒸發量增加。
- (3).具高儲存水分之表層枯葉堆積層與腐植質層，因被燒毀殆盡，使得林內之水分涵養能力降低，雨水容易由土壤滲流或形成逕流而流失(Chandler *et al.*, 1983)。
- (4).火災後，礦質土裸露，灰份物質因淋溶作用下滲阻塞孔隙而降低孔隙率，使雨水比較不易滲入地下而易形成逕流。
- (5).林火後，土壤中的有機質含量減少，亦降低土壤的貯水能力。
- (6).黏質土壤中，高熱會導致膠體的聚合，形成一層斥水土層使水分難以下滲 (water-repellent soil layer) (Spurr and Barnes, 1980; Chandler *et al.*, 1983)，因此得雨水不易滲入地下，易形成逕流，產生各種沖蝕，如沖蝕溝等。
- (7).林火後，土壤中團粒受到破壞，平均土壤粒徑下降，易為逕流沖蝕，使得沖蝕量增加。土壤加熱分解的現象亦會使沖蝕性提高(Well, 1981)。

2. 土溫

林火後土壤性質變異的程度與林火當時所達溫度及持續時間有關，而林火的溫度則受到燃料類型、枯枝葉層特性(厚度、密度、含水率)、土壤特性(質地、有機質含量、含水率)等因素所控制。林火對林地土溫的影響僅侷限在土壤表層，林火後的土壤表層溫度將增高(Neal *et al.*, 1965; Daubenmire, 1968; Shannon and Wright, 1977; 呂福原等, 1983; 呂金誠, 1990)，其表層溫度的高低溫變異性亦會增大(呂金誠，1990)。

森林火災發生後，使得塔塔加地區林火區表土溫度之年均溫增為 12.02℃，升高了 2.72℃，另其表土溫度各時分之年平均高低溫差可達 9.65℃，增高 7.88℃，推究其原因可能為(呂金誠，1990)：(1).林冠疏開、林床裸露，大量的陽光可直接照射到林床，使得表土的溫度可提高、(2).土壤表面堆積許多林火產生的深黑色灰炭遺跡，將使表土有較高的吸熱能力，並將改變土壤表層的反射率及熱傳導性質，使得表土溫度升高，且高低溫差異加大。

3. 物理與化學性質

林火對於土壤的物理和化學性質之影響程度與下列因子有關：

- (1).林火發生的頻度(2).燃燒強度與持續時間(3).林床燃燒的類型(材質)與表層枯枝葉堆積量(4).土壤本身的性質。

呂福原等(1984)指出，林火區由於礦質土裸露及灰份物質因淋溶作用下滲阻塞孔隙，致使表土之孔隙率下降，但隨後由於原生植群

根系的腐朽，有機質增加，粗孔隙反而顯著增加。Spurr & Barnes (1984)認為受熱地區之土壤團粒除有可能被破壞外，林火尚可將地表的有機物質轉變為無機物殘骸，並與土壤中的礦物質發生作用，造成 pH 值、有效性磷、可交換鹽基及全部可溶解鹽的增加，同時減少有機質含量，促進微生物的作用。呂福原等(1984)研究指出林火後當年土壤的酸鹼度(pH 值)顯著上升，第二年則開始下降，而表土中所含之有效性磷、交換性鉀、全氮量則於林火後會增加，但有機質則有減少之趨勢。Debano & Conrad (1978)則認為由於灰分物質從燃燒後之樹冠層掉落到地表上，大部分植物養份除氮之外，其餘養分在林火後其濃度將增加。Ne'eman *et al.* (1992)則指出野火後大量灰分之產生，亦可能造成高鹽份及較高的滲透量，由於鹽分的高滲透勢(osmotic potential)，將防礙種子吸收水分及發芽，導致降低發芽率，而造成較低的幼苗密度。

綜合上述，可知林火後，植物所需的養分可從枯枝葉層及植物體燃燒後產生的灰分中被釋放出來，故土壤中有效養分之含量可提高，且 pH 值亦增高。

(1)、有機質：

土壤有機質含量之增減，依林火的型態而異，發生樹冠火時，土壤中的有機質增加，而發生地表火則降低有機質的含量(林昭遠，1991)。另地表之有機質堆積層遭受高溫形成灰分，表土中之有機質亦會因此炭化，導致土壤中有機質含量下降，故林火後土壤中的有機質將減少。圖十二顯示林火區內有不同深度(0~20 公分)之土壤有機質含量均較對照區者為低，顯示此林火區發生地面火，使得表土中的有機質被高溫炭化，導致林火區內表土之有機質含量降低。

(2)、酸鹼度(pH 值)：

圖十三中，林火區內不同深度(0~20 公分)之表土 pH 值均比對照區者為高，此乃由於大部分植物燃燒後所留下來的灰分，可釋出大量交換性強的陽離子，如鉀、鈉、鈣、鎂等，將置換出土壤中的氫離子，導致土壤的 pH 值增高。pH 值變化的程度及持續時間，需視原有的 pH 值、有機質含量、燃燒強度、燃燒產生的灰分總量及其化學性質、降雨量等因子而定。

五、林火在森林生態系演替扮演的角色

一些學者認為台灣地區高生草原與玉山箭竹草生地的形成，與林火的發生極為相關(柳楷, 1963; 王忠魁, 1974; 劉業經等, 1984)。呂福原等(1984)認為林火後由於先驅植物迅速入侵(如五節芒、玉山箭

竹、巒大蕨、白茅、野桐等)，此類植群一遇乾燥季節極易引起週期性野火。Grimm (1984)指出草原中一年生的草本，容易累積較多之易燃物質，加上風的乾燥作用，野火的發生較為頻繁。

經由週期性火災的選擇壓力，使得林木演化出多種適應特性，以在植物社會中取得優勢。劉逸斌(1991)將火災適存植群的特性區分為：(1).具抵抗力者：如臺灣二葉松、(2).具適應力者：如禾草類及臺灣二葉松、(3).具逃避力者：如箭竹、臺灣二葉松。Spurr and Barnes (1980)則將火災適存植物群(fire-dependent communities)中植物有效競爭的特性歸納為：(1).避免被林火燒傷(耐火性強)、(2).火災燒傷後能快速復原(復原能力及萌蘖性強)、(3).林火發生後，能廣泛拓展地盤(種子散播能力強，發芽率高，幼苗生長快速)、(4).在其生育地易促使火災再次發生。現分述如下：

- (1).避免火災燒傷：如具厚層的隔熱樹皮、深根性、且有天然的修枝能力疏開的林分習性、耐火的活葉等特性。在台灣具此類特性的植物有臺灣二葉松、栓皮櫟、大頭茶、楊梅、臺灣赤楊、蘇鐵蕨等。
- (2).火災後可快速復原：復原能力主要為萌蘖，包括從根部、地下莖、枝條和枝幹的萌蘖；另具有良好的深根系，可提供新枝條快速繁生所需要的養分與水分。如大頭茶、紅毛杜鵑、呂宋莢迷、楓香、蘇鐵蕨等均屬此類。
- (3).拓展性強：其特性如提早種子的生產、易為風所傳播的種子、晚熟的毬果、及受熱能促進發芽之種子等，此類植物有野桐、白匏子、臺灣二葉松、臺灣赤楊、蘇鐵蕨等。這些植物均屬陽性植物，同時具有較輕或較小的種子，得以在火災後能廣泛下種入侵，迅速拓展其地盤。
- (4).促使林火再次發生：如易燃的葉片及樹皮、宿存的枯枝葉、矮短的樹枝等，此類植物有臺灣二葉松、五節芒、及巒大蕨等。這些植物常可累積大量的枯枝落葉，易誘使野火發生。

火災適存植群中，由於天擇有利於那些具有使自己更容易被燒特性之植物種類的發育，故具有火災適存植群特性的植物，遠較非火災適存植群種類者更容易被燒(Mutch, 1970)。臺灣地區真正的火災適存植群有臺灣二葉松、五節芒、巒大蕨等，而這些火災適存植群不僅在災後植物社會演替初期將成為優勢植群，且其本身的特性極易再次誘發大火，此種週期性的林火，將使該植群在火災後演化成典型的亞極相社會。

伍、總結

臺灣各地之氣候型態大多為高溫多濕的氣候，並非屬於容易發生林火的地區。綜合前人研究可知，由於季節的更替，局部地區在冬季容易形成明顯的乾季，導致每年的 1-4 月份為台灣主要發生森林火災的時期，而依據林火次數及焚燒面積，與氣候五項因子如月平均氣溫、降雨量、蒸發量、風速及相對濕度等因子之間的關係，顯示林火的發生及焚燒的面積與降雨量和相對濕度呈顯著負相關，此關係可供火災危險度訂定之參考。

由民國八十四年四月至八十五年三月之微氣候觀測資料顯示，林火區試驗地(麟趾山東側及東南側坡)PAR 年平均值增為 0.811mol/m^2 ，為對照區之五倍，而其各時分 PAR 年平均值最高可達 3.479mol/m^2 ，究其原因應為火災使得林冠疏開，大量陽光可以直照林床，導致林下日照充足，有利陽性植物之生長。而林火區之 PAR 高，造成目前的植物社會，係以高山芒、巒大蕨、馬醉木、紅毛杜鵑、百喜草、褐毛柳、玉山箭竹等陽性植物為優勢。

火災後，林火區因林冠的疏開，破壞森林原有之調溫功能，使得林火區之氣溫年平均值為 9.95°C ，較對照區高 0.98°C ，且大量的陽光可直射林內，使得林火區各時分之氣溫年平均高低(日夜)溫差增加為 12.11°C ，較對照區高 2.22°C 。

由於林火區之土壤表面堆積許多深色的灰炭遺跡，使得表土具有較高的吸熱能力，並會改變原有的熱傳導性質，導致林火區的表土溫度年平均值增為 12.02°C ，比對照區高出 2.72°C ；同理，林火區表土之各時分年平均高低(日夜)溫差增高為 9.65°C ，較對照區高出 7.88°C 。另植物體及枯枝葉層因被燒成灰分，大量的養分可從灰分中重新釋放回林地，將導致土壤的有效性養分和 pH 值的增高。由前人研究可知，林冠及地表枯枝葉和腐植質層的燒除，將嚴重降低林地對水分的涵養能力，並將使得土壤沖蝕量增高。

綜合前人的研究可知，植物為適應週期性火災的選擇性壓力所演化形成的競爭特性有：(1).抵抗力與逃避力：避免被林火燒傷，(2).適應力：火災燒傷後能快速復原，(3).拓展力：林火發生後，能廣泛拓展地盤，(4).火災誘發力：在其生育地易促使火災再次發生。前人研究亦指出，臺灣地區的火災適存植群主要有臺灣二葉松林與高山草生地，其主要組成為臺灣二葉松、芒草類、巒大蕨及玉山箭竹等，均會聚積多量燃料，誘使火災再次發生，因其具有火災適存植群的競爭特性，故每次火災後，均能很快取得優勢地位，週期性的火災將使得台灣二葉松林之演替經常處於亞極盛相階段。因此，塔塔加地區麟趾山東側及東南側原屬臺灣二葉松及華山松為主之松類造林

地，火災後，臺灣二葉松之致死率雖然大於 95%，但由於具有火災適存植群之特性，能很快的取得上層植物社會之優勢地位，而其下層植物社會目前亦以高山芒、巒大蕨、玉山箭竹等火災適存植群為最適，林下將累積大量的枯枝落葉等燃料，極易誘使火災再次發生，故應將本區松類造林地列為火災危險區，進行長期監測與研究，每年並於容易發生火災之月份來臨前，將林下堆積之枯枝落葉等覆蓋層清除，以降低火災誘發之可能性。

誌謝

研究期間，任職於玉山國家公園管理處企劃課，承蒙李武雄處長及鄭瑞昌課長於工作上的支持，本文研究方能順利完成，特此敬表謝意。

本研究承蒙臺灣大學森林學研究所王亞男所長及姜家華教授之指導與協助。

並慨允借用微氣候觀測儀器設備，使本工作得以順利推行，在此特向他們謹致衷心謝忱。

臺大森林學研究所李鎮宇、葉千萬、陳杰宏、詹明勳、李政導、陳子浩、王介鼎，與玉山國家公園管理處吳永生、江啓明，及經濟部中央地質調查所鐘三雄等諸位先生，在野外調查或土壤採樣或室內化學分析等工作上的協助，在此一併申謝。

參考文獻

- 王子定 (1974) 應用育林學 國立編譯館。
- 王中魁 (1974) 臺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 中央研究院刊印 1-16。
- 呂金誠、蔡進來、林昭遠、陳明義 (1986) 人倫臺灣二葉松林火燒後之值群演替 中興大學實驗林研究報告 7:11-12。
- 呂福原、歐辰雄、廖秋成 (1983) 林火對土壤效應之研究 中興大學實驗林研究報告, 5:47-54。
- 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), 嘉農學報 10:47-72。
- 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) 林火對於東卯山區臺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) 臺灣地區國有林之森林火災分析 林業試驗所研究報告季刊 7(2):169-178。
- 林朝欽 (1994) 國有林玉山事業區塔塔加之森林火災研究 中華林學季刊 27(1):23-32。
- 柳檣檣 (1963) 小雲山高山草原生態之研究 林業試驗所報告 92 號。
- 胡弘道 (1978) 森林土壤學 國立編譯館主編 155-219。
- 梁亞忠 (1994) 資料記錄器、光量子與溫度感測器在森林微環境之應用 中華林學季刊 27(4):15-36。
- 梁素雲 (1988) 南橫天池臺灣二葉松人造林火燒後之植物生態調查 國立成功大學學士論文。
- 許啓佑、林基王、陳溪洲 (1984) 近十年來臺灣之森林火災 臺灣林務局。
- 陳正改 (1983) 森林火災之相關氣象研究 中央氣象局。
- 陳明義 (1993) 林火與環境 森林火災防救研討會論文集 臺灣省林業試驗所。
- 陳明義、呂金誠 (1993) 火燒對植物與植群之影響 森林火災防救研討會論文集 臺灣省林業試驗所。
- 陳明義、呂金誠、林昭遠 (1987) 武陵臺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、劉業經、呂金誠、林昭遠 (1986) 東卯山臺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) 合歡北峰臺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。
- 陳振東 (1959) 實用造林學 臺灣省立農學院。
- 陳隆陞、許重州、陳道正、蘇志峰、江丁祥 (1994) 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 玉山國家公園研究叢刊 2005 共 86 頁。
- 陳源長 (1967) 臺灣之森林火災 臺銀季刊 18(2):329-360。
- 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 國立臺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) 臺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。
- 劉儒淵 (1993) 踐踏對玉山國家公園高山植群之研究 臺灣大學森林學研究所博士論文 44-48 頁。
- 蘇鴻傑 (1987) 森林生育地因子及其定量評估 中華林學季刊 20(1):1-14。
- Al Nakshabandi, G., and Kohnke, H. (1965) Thermal conductivity and diffusivity of soils as related to moisture tension and other physical properties: Agr.Meteor., 2, 221-229.
- Chandler, C., Cheney, P., Thomas., P., Trabaud, L., and Williams, D. (1983) Fire in forestry: Vol. I Forest Fire Behavior and Effects: John Wiley & Sons.
- Christensen, N.L., and Muller, C.H. (1975) Effects of fire on factorscontrolling plant growth in Adenostoma chaparral: Ecol. Monogr. 45, 29-55.
- Christensen, N.L., and Muller, C.H. (1975) Effects of fire on factors controlling plant growth in Adenostoma chaparral: Ecol. Monogr., 45, 29-55.
- Christensen, N.L. (1977) Fire and soil-plant nutrient relations in pine-wiregeass savanna on the coastal plant of North Carolina: Oecologia, 31, 27-44.
- Christensen, P., and Kimber, P.C. (1975) Effect of prescribed burning on the flora and fauna of northwest Australian forest: Proc. Ecol. Soc. Aust., 9, 85-106.
- Daubenmire, R. (1968) Ecology of fire in grasslands: Adv. Ecol. Res., 5, 209-266.
- Davis, P.K. (1959) Forest Fire: Control and Use: McGraw-Hill Book Company.
- DeBano, L.F., and Conrad, C.E. (1978) Release of nitrogen by burning lightforest fuels: Soil Sci. Soc. Am. Proc., 34, 936-938.

- Gill, A.M. (1977) Plants traits adaptive to fires in the Mediterranean land ecosystems: in Symp. Environmental Consequences of Fire Fuel Management in Mediterranean Ecosystems, USDA For. Serv. Gen. Rep., WO-3, 17-26.
- Gill, A.M. (1981) Fire adaptive traits of vascular plants: Fire Regimes and Ecosystem Properties, U. S. For. Serv. Gen. Tech. Rep. WO-26, 208-230.
- Gill, A.M., and Ashton, D.H. (1968) The role of bark type in relativetolerance to fire of three central Victorian eucalypts: Aust. J. Bot., 16, 491-498.
- Grimm, E.C. (1984) Fire and other factors controlling the big woods vegetation of Minnesota in the mid-nineteenth century. Ecological Monographs, 54(3), 291-311.
- Hare, R.C. (1975) Contribution of bark to fire resistance of southern trees: J. For., 63, 248-251.
- Hatch, A.B. (1960) Ash bed effects on western Australia forest soils: Bull. For. Dept. W. Aust. No.64.
- Heinselman, M.L. (1981) Fire and succession in the conifer forest of Northern North America. In: West, D.C. et al. (eds.), Forest Succession Concepts and Application, Springer-Verlag, New-York.
- Jones, R.M. (1963) Studies in the autecology of the Australian acacias in South Africa: IV. Preliminary studies of the germination fo seed of *Acacia cyclops* and *Acacia cyanophylla*: Soc. Afr. J. Sci., 59, 296-298.
- Kayll, A.J. (1966) A technique for studying the fire tolerance of living tree trunks: Can. Dep. For. Publ. 1012.
- Keeley, J.E. (1987) Role of fire in seed gernination of woody tasa in California chaparral: Ecol., 68(2), 434-443.
- Kimmins, J.P. (1987) Forest ecology: Macmillan Publishing Company, N. Y., pp149-174.
- Kruger, F.J. (1977) Ecology of Cape fynbos in relation to fire: Proc. Symp. Environ. Consequences Fire Fuel Manage. Medit. Ecosyst., U.S. For. Serv. Gen. Tech. Report WO-3, 230-244.
- Mark, A.F. (1965) Flowering, seeding, and seedling establishment of narrow-leaved snow tussock, *Chionochloa rigida*: N. Z. J. Bot., 3, 180-193.
- Martin, R.E. (1963) A basic approach to fire injury of tree stems: Tall Timbers Fire Ecol. Cong. Proc., 2, 151-162.

- Martin, A.R.H. (1966) The plant ecology of the Grahamstown Nature Reserve: II. Some effects of burning: *J. S. Afr. Bot.*, 32, 1-39.
- Moreno, J.A., and Oechel, W.C. (1991) Fire intensity effects on germination of shrubs and gerbs in southern California chaparral: *Ecol.*, 72(6), 1993-2004.
- Moreno, J.W., and Oechel, W.C. (1992) Factors controlling postfire seeding establishment in southern California chaparral: *Oecologia*, 90 50-60.
- Mutch, R.W. (1970) Wildland fire and ecosystem, a Hypothesis: *Ecology*, 51, 1046-1051.
- Ne'eman, G., Lahav, H., and Izhaki, I.(1992) Spatial pattern of seedings 1 year after fire in a Mediterranean pine forest: *Oecologia*, 91, 365-370.
- Neal, J.L., Wright, E., and Bollen W.B. (1965) Burning Douglas fir slash: Physical, chemical and microbial effects in the soil: Oregon State Univ. For. Res. Lab. REs. Paper, 1, 1-32.
- Old, S.M. (1969) Microclimate, fire and plant prodction in an Illinois prairie: *Ecol. Monogr.*, 9, 355-384.
- Peet, M.Z., Anderson, R., and Adams, M. (1975) Effect of fire on big bluestem production: *Am. Midl. Nat.*, 94, 15-26.
- Rowley, S. (1970) Effects of burning and clipping on temperature, growth, and flowering of narrow-leaved snow tussock: *N. Z. J. Bot.*, 8, 264-282.
- Shannon, S.H., and Wright, H.A. (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 Barnes, B.V. (1980) *Forest Ecology*: John Wiley & Sons.
- Stark, N.M. (1977) Fire and nutrient cycling in a Douglas-fir/larch forest: *Ecology*, 58, 16-30.
- St. John, T. V.m and Rundel, P.W. (1976) The role fo fire as mineralizing agent in a Sierran coniferous forest: *Oecologia*, 25, 35-45.
- Steward, K.K., and Ornes, W.H. (1975) The autecology fo sawgrass in the Florida everglades, *Ecology*, 56, 162-171.
- Taylor, H.C. (1977) Aspects of the ecology of the Cape of Good Hope Nature Reserve in relation to fire and conservation: *Proc. ump. Environ. Consequences Fire Fuel Manage. Medit. Ecosyst.*, U.S. For. Serv. Gen. TEch. Report WO-3, 483-487.

- Van Wagner, C.E. (1968) Season variation in moisture content of eastern Canadian tree foliage and the possible effect on crown fires: Canada For. Branch, Dept. Pub. No. 1204.
- Vines, R.G. (1968) Heat transfer through bark, and the resistance of trees to fire: Aust. J. Bot., 16, 499-514.
- Wein, R.W., and Bliss, L.C. (1973) Changes in arctic Eriophorum tussock communities following fire: Ecol., 54, 845-852.
- Wells, G. (1981) Some effects of brushfires on erosion processes in coastal Southern California. In: Erosion and Sediment Transport in Pacific Rim Steeplands, IAHS Pub. No. 132, Christchurch.
- Williams, P.A., and Meurk, C.D. (1977) The nutrient value of burnt tall-tussock: Grasslands Mountain Lands Inst., 34, 63-66.

附錄一

民國八十四年四月至八十五年三月林火區與對照區之 PAR、土溫、氣溫的每月每日平均觀測值及其變化圖。

觀測儀器於八十四年四月一日完成架設，即進行 PAR、土溫及氣溫的偵測與記錄。觀測期間，可能因雷電導致微電腦記錄器故障、或感測器失靈(平常二年需送原廠校正一次)、或動物、工人將感測器至記錄器之接線扯開，造成無資料記錄、或記錄值不符實際狀況(不列入平均值計算)，使得附錄一及附錄二之簡表中有缺值(空白部分)。另為統一繪圖，故以每月有三十一天為橫軸，以利比較每月每日之微氣候差異。另附錄一、附錄二中之日幅射量，係指光合作用有效幅射量(PAR)。

八十四年四月份每日之平均值

日期	林火區 (PAR)	對照區 (PAR)	林火區 (土溫)	對照區 (土溫)	林火區 (氣溫)	對照區 (氣溫)	二區差值 (土溫)	二區差值 (氣溫)
1				8.21	8.19	8.17		0.02
2	0.160	0.030	8.64	8.01	7.86	7.82	0.63	0.04
3	0.268	0.052	8.53	7.96	7.74	7.62	0.57	0.12
4	0.292	0.058	8.70	8.00	8.56	8.27	0.70	0.30
5	0.370	0.070	9.27	8.30	10.00	9.57	0.97	0.42
6	0.292	0.055	9.34	8.42	9.36	9.11	0.92	0.25
7	0.099	0.023	8.98	8.38	8.56	8.52	0.60	0.04
8	1.425	0.202	10.21	8.51	11.08	9.48	1.70	1.60
9	0.859	0.066		8.58	11.73	10.09		1.64
10	1.248	0.055		8.28	11.57	9.19		2.38
11	0.347	0.050		8.23	9.04	8.10		0.94
12	1.010	0.063		8.17	10.10	8.28		1.82
13	1.065	0.064		8.14	11.42	9.37		2.05
14	0.636	0.076		8.54	11.41	10.18		1.23
15	0.912	0.072		9.04	13.80	11.87		1.93
16	1.024	0.091	12.47	9.18	11.22	10.27	3.29	0.95
17	1.551	0.212	13.03	8.95	12.94	11.19	4.08	1.75
18	1.687	0.199	13.18	8.81	12.11	10.15	4.37	1.97
19	1.166	0.196	13.45	8.88	13.20	11.73	4.56	1.47
20	0.745	0.164	13.50	9.31	11.66	11.14	4.19	0.52
21	1.670	0.209	13.88	9.28	12.35	11.00	4.60	1.35
22	1.696	0.204	13.69	9.06	13.85	11.73	4.63	2.12
23	1.626	0.214	13.58	9.08	14.00	12.23	4.50	1.77
24	1.727	0.208	13.70	9.12	12.64	10.77	4.58	1.88
25	1.641	0.207	13.28	8.79	12.92	10.58	4.49	2.34
26	1.715	0.229	13.86	8.95	12.83	11.05	4.91	1.78
27	1.088	0.214	14.17	9.24	11.55	10.49	4.92	1.07
28	1.388	0.207	13.78	9.33	11.70	10.41	4.45	1.29
29	1.477	0.211	13.83	9.26	12.61	11.06	4.56	1.55
30	1.318	0.228	13.98	9.31	12.38	11.24	4.67	1.15
月平 均值	1.147	0.200	12.95	8.78	11.24	10.13	4.17	1.11

八十四年五月份每日之平均值

日期	林火區 (PAR)	對照區 (PAR)	林火區 (土溫)	對照區 (土溫)	林火區 (氣溫)	對照區 (氣溫)	二區差值 (土溫)	二區差值 (氣溫)
1	0.784	0.245	13.77	9.57	11.94	11.31	4.19	0.63
2	1.762	0.357	15.14	9.85	13.44	12.38	5.29	1.07
3	1.129	0.314	15.05	9.93	12.50	11.70	5.12	0.80
4	1.036	0.290	14.74	10.03	11.56	11.00	4.71	0.56
5	0.259	0.075	11.06	9.44	8.79	8.67	2.16	0.12
6	0.344	0.095	11.36	9.27	8.84	8.64	2.08	0.20
7	0.324	0.100	10.60	9.11	8.47	8.11	1.49	0.36
8	0.243	0.085	9.67	8.78	7.19	7.02	0.88	0.17
9	0.214	0.076	9.67	8.74	8.00	7.96	0.93	0.04
10	0.547	0.178	10.50	8.91	8.51	8.10	1.58	0.41
11	1.421	0.402	12.32	9.18	9.74	8.87	3.14	0.87
12	0.759	0.258	10.91	9.02	9.35	8.36	1.88	0.99
13	0.324	0.113	10.90	9.19	9.47	9.13	1.71	0.33
14	1.040	0.275	12.97	9.82	11.22	10.19	3.15	1.03
15	0.512	0.185	11.60	9.52	9.82	9.17	2.08	0.65
16	0.176	0.058	10.82	9.46	9.90	9.90	1.36	0.00
17	0.254	0.085	11.79	10.25	11.97	12.02	1.53	-0.05
18	0.277	0.092	12.62	11.07	12.59	12.63	1.55	-0.04
19	0.891	0.313	14.68	11.54	13.52	12.89	3.14	0.64
20	0.888	0.297	15.02	11.81	13.42	12.62	3.21	0.81
21	0.366	0.123	13.58	11.54	12.88	12.45	2.04	0.43
22	0.250	0.087	12.17	11.13	11.13	10.91	1.04	0.22
23	0.250	0.081	12.76	11.31	12.25	12.24	1.45	0.01
24	0.469	0.168	13.40	11.63	12.11	11.93	1.77	0.18
25	0.898	0.293	14.37	11.70	12.81	11.94	2.67	0.87
26	1.106	0.382	14.94	11.84	13.42	12.45	3.10	0.97
27	1.389	0.402	15.65	12.05	14.58	13.45	3.59	1.13
28	1.179	0.402	16.40	12.40	14.33	13.64	3.99	0.70
29	1.373	0.433	16.65	12.47	15.20	14.28	4.18	0.92
30	1.271	0.409	17.00	12.76	14.83	13.84	4.23	0.98
31	1.605	0.428	17.47	12.93	15.15	14.11	4.54	1.04
月平 均值	0.757	0.229	13.23	10.53	11.58	11.03	2.70	0.55

八十四年六月份每日之平均值

日期	林火區 (PAR)	對照區 (PAR)	林火區 (土溫)	對照區 (土溫)	林火區 (氣溫)	對照區 (氣溫)	二區差值 (土溫)	二區差值 (氣溫)
1	1.159	0.374	16.90	12.73	14.75	14.11	4.17	0.65
2	1.183	0.325	16.60	12.43	14.12	13.19	4.17	0.93
3	1.634	0.384	16.65	12.75	14.30	13.59	3.90	0.71
4	1.390	0.424	16.83	12.70	14.71	13.80	4.13	0.92
5	0.802	0.259	15.78	12.70	13.65	13.02	3.08	0.64
6	0.774	0.266	15.94	12.61	14.36	13.82	3.33	0.54
7	0.672	0.201	16.20	12.83	14.52	13.93	3.37	0.59
8	0.792	0.268	16.24	13.03	14.68	14.26	3.20	0.42
9	0.114	0.037	13.32	12.56	11.85	11.92	0.75	-0.07
10	0.427	0.119	13.99	12.50	13.08	13.08	1.49	0.00
11	0.187	0.050	13.39	12.61	12.36	12.40	0.78	-0.04
12	0.278	0.086	13.36	12.58	12.18	12.28	0.78	-0.10
13	1.290	0.385	14.88	12.66	12.33	11.48	2.22	0.85
14	0.334	0.103	12.96	12.22	10.66	10.41	0.73	0.26
15	0.136	0.043	12.45	11.90	10.87	10.94	0.55	-0.07
16	0.715	0.244	13.35	12.06	11.73	11.24	1.29	0.49
17	1.737	0.380	14.88	12.41	13.57	12.71	2.47	0.85
18	0.962	0.273	14.57	12.48	12.80	12.04	2.09	0.76
19	1.438	0.429	16.07	12.88	14.87	14.13	3.19	0.73
20	1.539	0.423	16.56	13.34	15.12	14.62	3.22	0.50
21	1.400	0.418	16.36	13.26	14.18	13.54	3.09	0.64
22	1.241	0.387	16.26	13.12	13.92	13.12	3.14	0.80
23	1.073	0.347	15.69	12.91	12.89	12.17	2.78	0.72
24	1.701	0.405	15.53	12.62	13.30	12.12	2.91	1.18
25	1.471	0.437	16.32	12.83	14.07	13.15	3.48	0.93
26	1.626	0.427	16.70	13.07	14.39	13.81	3.62	0.57
27	1.581	0.408	16.93	13.20	14.65	14.18	3.72	0.47
28	1.040	0.344	16.70	13.35	13.39	13.17	3.35	0.22
29	1.224	0.334	16.04	13.13	13.95	13.29	2.90	0.66
30	1.486	0.418	17.47	13.49	15.33	14.47	3.98	0.86
月平 均值	1.047	0.300	15.50	12.76	13.55	13.00	2.73	0.56

八十四年七月份每日之平均值

日期	林火區 (PAR)	對照區 (PAR)	林火區 (土溫)	對照區 (土溫)	林火區 (氣溫)	對照區 (氣溫)	二區差值 (土溫)	二區差值 (氣溫)
1	1.306	0.383	17.46	13.65	15.25	14.28	3.81	0.98
2	0.475	0.136	15.26	13.35	12.76	12.80	1.91	-0.04
3	1.057	0.321	16.92	13.66	14.24	13.89	3.26	0.35
4	1.322	0.380	17.31	13.78	14.61	13.93	3.53	0.68
5	1.170	0.353	17.65	13.92	14.36	13.57	3.73	0.80
6	1.065	0.337	16.71	13.58	13.32	12.34	3.12	0.98
7	1.144	0.346	16.46	13.26	13.41	12.15	3.20	1.26
8	1.081	0.253	16.56	13.35	14.89	13.98	3.21	0.92
9	0.585	0.164	15.60	13.26	12.87	12.53	2.34	0.34
10	0.759	0.236	15.42	13.15	13.06	12.68	2.27	0.39
11	0.322	0.090	14.28	12.90	11.91	11.95	1.38	-0.04
12	0.480	0.141	14.56	12.89	12.49	12.26	1.67	0.23
13	0.750	0.216	15.67	13.11	13.56	12.88	2.56	0.68
14	0.786	0.215	15.54	13.14	13.12	12.56	2.40	0.57
15	1.607	0.395	17.38	13.54	15.27	14.22	3.84	1.05
16	1.200	0.305	16.90	13.64	14.09	13.16	3.26	0.93
17	1.215	0.338	16.83	13.52	14.13	12.96	3.31	1.17
18	1.542	0.308	16.96	13.38	15.13	13.23	3.57	1.90
19	1.206	0.304	17.37	13.66	15.50	14.38	3.71	1.12
20	1.003	0.271	17.13	13.59	14.61	13.38	3.54	1.23
21	1.028	0.262	16.74	13.57	13.73	12.64	3.17	1.09
22	0.736	0.222	16.28	13.37	13.77	13.02	2.91	0.75
23	0.697	0.176	15.81	13.29	13.20	12.39	2.52	0.81
24	0.539	0.160	14.95	13.01	12.61	12.09	1.93	0.52
25	0.486	0.125	14.79	12.92	12.61	12.16	1.87	0.45
26	0.528	0.142	14.91	12.93	12.63	12.10	1.98	0.53
27	0.292	0.081	13.59	12.52	11.52	10.81	1.07	0.71
28	0.756	0.208	15.05	12.66	14.75	13.33	2.39	1.42
29	0.925	0.216	16.00	13.10	15.73	14.61	2.90	1.12
30	0.276	0.077	14.50	12.90	12.24	12.02	1.60	0.22
31	0.253	0.075	13.74	12.63	12.06	11.96	1.11	0.09
月平 均值	0.858	0.233	15.95	13.26	13.66	12.91	2.68	0.74

八十四年八月份每日之平均值

日期	林火區 (PAR)	對照區 (PAR)	林火區 (土溫)	對照區 (土溫)	林火區 (氣溫)	對照區 (氣溫)	二區差值 (土溫)	二區差值 (氣溫)
1	0.065	0.017	12.67	12.28	10.65	10.70	0.39	-0.05
2	0.139	0.036	12.33	11.92	10.56	10.54	0.41	0.02
3	0.297	0.077	12.81	11.93	10.86	10.81	0.88	0.05
4	0.585	0.168	14.56	12.16	12.39	11.65	2.40	0.74
5	0.742	0.217	15.12	12.38	12.61	11.72	2.74	0.89
6	0.632	0.174	14.72	12.47	12.41	11.56	2.25	0.85
7	0.879	0.219	15.51	12.62	13.57	12.46	2.89	1.11
8	1.187	0.268	16.97	13.05	14.51	13.26	3.91	1.25
9	1.213	0.252	17.03	13.20	15.26	13.64	3.83	1.62
10	1.339	0.285	17.31	13.41	15.96	14.53	3.90	1.43
11	0.979	0.241	17.21	13.38	14.98	13.83	3.83	1.15
12	0.972	0.185	16.48	13.18	13.37	12.23	3.29	1.14
13	0.691	0.157	15.39	12.74	12.22	11.07	2.64	1.15
14	0.690	0.183	14.82	12.45	12.30	11.28	2.36	1.03
15	0.575	0.139	14.63	12.36	11.58	10.87	2.27	0.71
16	0.691	0.149	14.37	11.97	11.51	10.48	2.39	1.03
17	1.225	0.215	16.31	12.45	13.85	12.53	3.86	1.33
18	1.083	0.228	15.59	12.37	13.40	11.76	3.22	1.64
19	0.753	0.226	15.96	12.60	13.58	12.62	3.36	0.96
20	0.821	0.213	16.87	12.86	14.18	12.80	4.01	1.38
21	0.937	0.171	16.93	12.57	14.55	12.86	4.36	1.69
22	1.054	0.188	17.76	12.98	14.93	13.76	4.78	1.17
23	0.808	0.167	16.84	13.02	13.64	12.93	3.82	0.71
24	0.188	0.061	13.84	12.63	12.10	12.02	1.21	0.08
25	0.398	0.122	14.51	12.85	13.29	12.94	1.66	0.35
26	0.661	0.177	15.66	12.99	13.54	12.76	2.67	0.78
27	1.017	0.155	17.44	13.02	14.60	13.26	4.42	1.34
28	1.090	0.166	17.21	12.75	14.43	12.73	4.46	1.70
29	0.623	0.135	16.33	12.84	14.15	12.87	3.49	1.28
30	0.241	0.082	13.86	12.64	12.19	12.16	1.22	0.03
31	0.670	0.163	14.34	12.68	13.28	12.74	1.66	0.54
月平 均值	0.767	0.166	15.33	12.62	13.08	12.13	2.71	0.94

八十四年九月份每日之平均值

日期	林火區 (PAR)	對照區 (PAR)	林火區 (土溫)	對照區 (土溫)	林火區 (氣溫)	對照區 (氣溫)	二區差值 (土溫)	二區差值 (氣溫)
1	0.737	0.043	18.13	12.65	14.85	13.06	5.48	1.79
2	0.788	0.049	17.40	12.62	14.67	12.82	4.78	1.85
3	0.786	0.035	18.01	12.68	15.03	13.21	5.33	1.82
4	0.884	0.046	19.15	12.94	16.04	14.07	6.21	1.97
5	0.835	0.035	19.16	13.17	16.42	14.59	5.99	1.83
6	0.764	0.028	18.40	13.04	15.79	13.89	5.36	1.90
7	0.647	0.033	17.21	13.11	15.38	13.61	4.10	1.77
8	0.566	0.036	16.03	13.17	15.35	13.94	2.86	1.41
9	0.610	0.047	15.70	12.49	14.15	12.54	3.21	1.61
10	0.494	0.042	15.88	12.90	13.84	12.75	2.98	1.09
11	0.530	0.047	16.12	13.15	14.57	13.62	2.97	0.95
12	0.570	0.057	16.24	13.21	13.62	12.67	3.03	0.95
13	0.502	0.041	16.20	13.06	13.90	12.59	3.14	1.31
14	0.661	0.050	16.71	13.08	14.36	12.83	3.63	1.53
15	0.643	0.063	16.59	12.99	14.49	12.88	3.60	1.61
16	0.515	0.059	15.89	13.10	13.45	12.52	2.79	0.93
17	0.893	0.138	15.84	12.96	12.42	11.66	2.88	0.75
18	0.529	0.099	14.97	12.50	11.40	10.75	2.47	0.65
19	1.081	0.119	15.69	11.96	11.89	10.39	3.73	1.51
20	0.214	0.048	13.96	12.39	11.10	10.94	1.57	0.16
21	0.260	0.066	13.47	12.41	11.48	11.24	1.06	0.24
22	0.275	0.067	12.73	11.72	11.21	10.75	1.01	0.46
23	0.978	0.154	14.80	11.91	12.90	11.31	2.89	1.59
24	1.105	0.144	16.00	12.43	12.97	11.66	3.57	1.31
25	1.004	0.101	15.20	11.70	11.61	10.33	3.50	1.28
26	1.042	0.114	16.06	12.22	13.52	12.09	3.85	1.43
27	0.608	0.083	14.86	12.00	12.08	10.96	2.85	1.13
28	0.947	0.104	15.16	11.84	12.72	11.27	3.32	1.45
29	1.131	0.109	15.90	12.08	13.29	11.68	3.82	1.61
30	1.003	0.115	16.24	12.45	13.54	12.16	3.79	1.38
月平 均值	0.859	0.103	15.59	12.36	12.97	11.79	3.23	1.18

八十四年十月份每日之平均值

日期	林火區 (PAR)	對照區 (PAR)	林火區 (土溫)	對照區 (土溫)	林火區 (氣溫)	對照區 (氣溫)	二區差值 (土溫)	二區差值 (氣溫)
1	0.682	0.102	15.26	12.25	12.78	11.45	3.01	1.33
2	0.559	0.096	14.38	12.36	12.96	12.14	2.02	0.82
3	0.676	0.116	15.23	12.76	13.96	13.03	2.47	0.94
4	1.068	0.122	15.90	12.54	13.59	12.03	3.36	1.56
5	0.957	0.135	15.54	12.31	12.99	11.29	3.23	1.70
6	1.110	0.138	16.17	12.50	13.96	12.46	3.67	1.50
7	1.160	0.132	15.98	12.33	14.19	12.31	3.64	1.89
8	1.003	0.152	16.02	12.43	13.90	12.50	3.59	1.40
9	0.783	0.151	15.36	12.59	12.96	12.33	2.78	0.63
10	0.593	0.112	14.47	12.47	12.31	11.75	2.00	0.56
11	0.722	0.122	15.04	12.25	12.67	11.76	2.79	0.90
12	0.889	0.145	15.46	12.16	13.22	11.88	3.30	1.34
13	0.906	0.145	15.53	12.03	13.51	12.05	3.50	1.46
14	0.984	0.146	15.53	11.95	13.98	12.38	3.58	1.60
15	1.037	0.167	15.19	11.39	12.09	10.33	3.80	1.76
16	0.564	0.095	14.11	11.28	11.15	10.20	2.83	0.96
17	0.766	0.134	14.61	11.52	11.81	10.66	3.09	1.15
18	1.153	0.177	14.97	11.35	13.14	11.58	3.62	1.57
19	1.109	0.150	14.06	10.72	11.00	9.36	3.34	1.64
20	1.142	0.137	13.91	10.43	11.49	9.65	3.48	1.85
21	1.155	0.132	13.75	10.17	11.20	9.09	3.59	2.11
22	1.092	0.115	13.64	10.25	11.34	9.47	3.39	1.87
23	0.943	0.126	14.25	10.49	11.79	10.32	3.77	1.47
24	1.020	0.121	14.12	10.48	11.74	10.14	3.64	1.61
25	1.118	0.132	14.00	10.44	11.63	10.14	3.56	1.50
26	0.596	0.114	12.20	10.34	10.89	9.72	1.86	1.17
27	0.446	0.098	12.70	11.02	11.41	10.91	1.68	0.51
28	0.702	0.123	13.21	10.72	10.92	9.56	2.49	1.36
29	0.854	0.137	14.18	10.80	12.05	10.51	3.38	1.55
30	0.784	0.141	13.71	10.83	11.42	10.44	2.88	0.98
31	0.939	0.170	13.74	10.43	11.43	10.36	3.31	1.07
月平 均值	0.888	0.132	14.59	11.47	12.37	11.03	3.12	1.34

八十四年十一月份每日之平均值

日期	林火區 (PAR)	對照區 (PAR)	林火區 (土溫)	對照區 (土溫)	林火區 (氣溫)	對照區 (氣溫)	二區差值 (土溫)	二區差值 (氣溫)
1	0.875	0.166	13.40	10.12	9.92	8.93	3.28	0.99
2	0.963	0.184	12.59	9.67	11.61	10.13	2.92	1.48
3	0.922	0.170	12.85	9.88	11.70	10.42	2.97	1.29
4	0.710	0.113	13.31	10.64	13.24	12.10	2.66	1.14
5	0.414	0.074	13.50	11.45	12.46	12.00	2.06	0.47
6	0.740	0.174	14.22	11.25	12.18	10.88	2.96	1.30
7	0.612	0.135	13.82	11.11	11.90	10.72	2.70	1.18
8	0.268	0.156	12.30	11.03	10.13	9.74	1.27	0.39
9	0.571	0.120	11.92	10.40	9.12	8.17	1.52	0.95
10	0.757	0.166	10.53	9.10	7.51	6.29	1.43	1.23
11	0.823	0.170	10.22	8.21	6.47	5.32	2.01	1.15
12	0.454	0.087	10.21	8.75	6.99	6.58	1.46	0.41
13	0.767	0.161	11.44	8.86	8.81	7.80	2.59	1.01
14	0.740	0.152	11.75	9.02	9.30	8.18	2.73	1.12
15	0.157	0.030	10.02	9.27	7.33	7.23	0.75	0.10
16	0.729	0.147	11.21	9.29	7.80	6.94	1.92	0.86
17	0.903	0.173	11.19	8.56	8.53	7.10	2.64	1.43
18	0.816	0.157	10.83	8.14	7.36	5.98	2.68	1.38
19	0.910	0.176	11.24	8.32	7.60	6.55	2.92	1.05
20	0.739	0.124	10.35	7.94	6.44	5.61	2.41	0.82
21	0.425	0.083	9.77	7.96	6.49	6.08	1.81	0.42
22	0.569	0.112	11.19	8.94	9.13	8.47	2.25	0.67
23	0.467	0.081	10.80	8.88	7.53	6.92	1.93	0.62
24	0.742	0.095	7.86	6.36	2.05	1.06	1.50	0.99
25	0.751	0.086	6.35	5.03	2.02	0.08	1.32	1.94
26	0.756	0.073	7.51	5.43	6.22	4.04	2.08	2.18
27	0.661	0.065	8.47	6.58	7.71	6.12	1.90	1.60
28	0.563	0.071	8.32	7.27	8.06	7.23	1.05	0.83
29	0.489	0.068	9.14	8.01	8.06	7.43	1.13	0.63
30	0.393	0.079	8.47	7.66	6.59	6.11	0.81	0.48
月平 均值	0.656	0.118	10.83	8.77	8.34	7.34	2.06	1.00

八十四年十二月份每日之平均值

日期	林火區 (PAR)	對照區 (PAR)	林火區 (土溫)	對照區 (土溫)	林火區 (氣溫)	對照區 (氣溫)	二區差值 (土溫)	二區差值 (氣溫)
1	0.628	0.065	7.94	6.50	3.89	3.34	1.44	0.55
2	0.720	0.054	7.23	5.69	4.45	3.73	1.54	0.72
3	0.726	0.056	6.53	5.17	2.59	1.94	1.37	0.65
4	0.538	0.069	6.75	5.17	2.95	2.26	1.58	0.69
5	0.756	0.091	7.14	5.15	3.02	2.14	1.99	0.89
6	0.581	0.063	6.61	4.88	3.04	2.12	1.73	0.92
7	0.432	0.075	6.68	5.62	4.30	3.76	1.06	0.54
8	0.633	0.094	6.52	4.56	3.58	2.80	1.96	0.78
9	0.729	0.058	6.64	4.37	2.93	1.80	2.27	1.13
10	0.688	0.053	4.49	3.26	1.04	-0.31	1.23	1.35
11	0.680	0.050	5.23	3.75	4.01	1.98	1.48	2.03
12	0.689	0.051	5.88	4.23	6.11	3.15	1.65	2.96
13	0.682	0.050	5.38	4.05	5.14	2.54	1.33	2.60
14	0.413	0.086	6.25	5.37	7.50	6.15	0.87	1.36
15	0.271	0.060	8.44	7.18	8.93	8.65	1.26	0.28
16	0.511	0.066	9.95	7.67	9.31	8.30	2.28	1.02
17	0.365	0.061	9.38	7.70	8.57	7.69	1.68	0.88
18	0.091	0.022	8.51	7.97	7.55	7.51	0.53	0.04
19	0.431	0.076	9.14	7.85	7.17	6.54	1.29	0.63
20	0.449	0.091	8.09	7.19	5.61	5.08	0.90	0.54
21	0.534	0.077	7.50	6.52	5.13	4.41	0.98	0.73
22	0.700	0.056	6.97	5.75	4.19	3.16	1.22	1.03
23	0.657	0.042	6.50	4.77	5.38	3.24	1.73	2.14
24	0.651	0.072	7.46	5.51	6.21	5.13	1.95	1.08
25	0.460	0.097	7.08	5.92	5.73	4.69	1.16	1.04
26	0.664	0.086	8.45	5.88	5.32	4.62	2.57	0.70
27	0.785	0.072	7.31	3.92	3.25	1.94	3.39	1.31
28	0.720	0.063	6.23	2.90	1.71	0.53	3.33	1.18
29	0.736	0.061	5.25	2.05	0.27	-0.40	3.20	0.67
30	0.726	0.055	3.48	0.32	-1.94	-3.31	3.16	1.38
31	0.696	0.046	2.28	-0.63	-2.39	-3.93	2.91	1.54
月平 均值	0.592	0.065	6.82	5.04	4.34	3.27	1.77	1.07

八十五年一月份每日之平均值

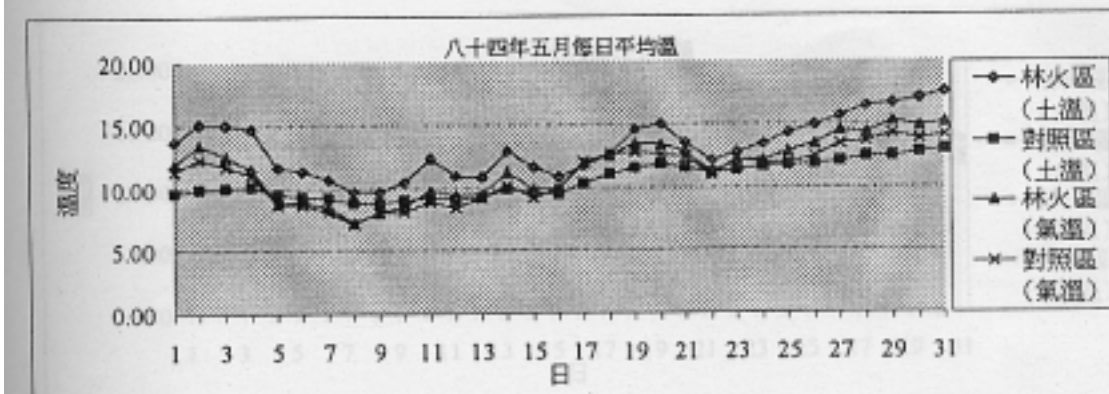
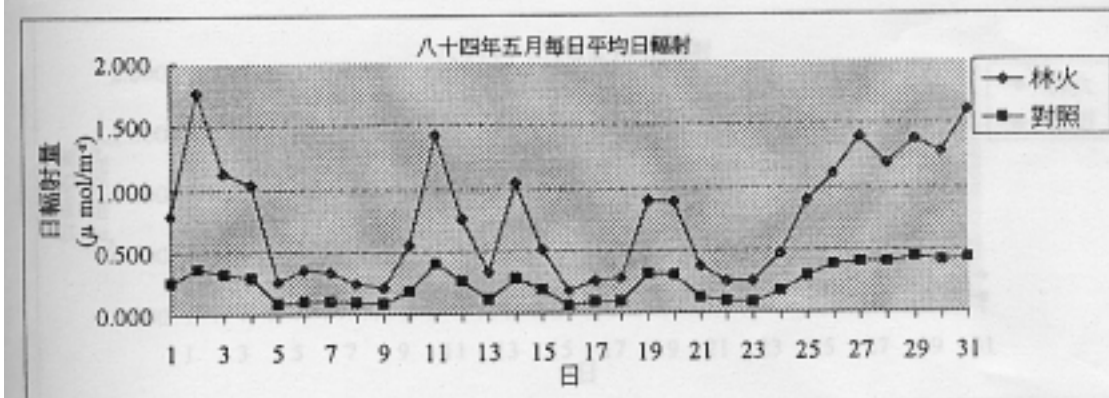
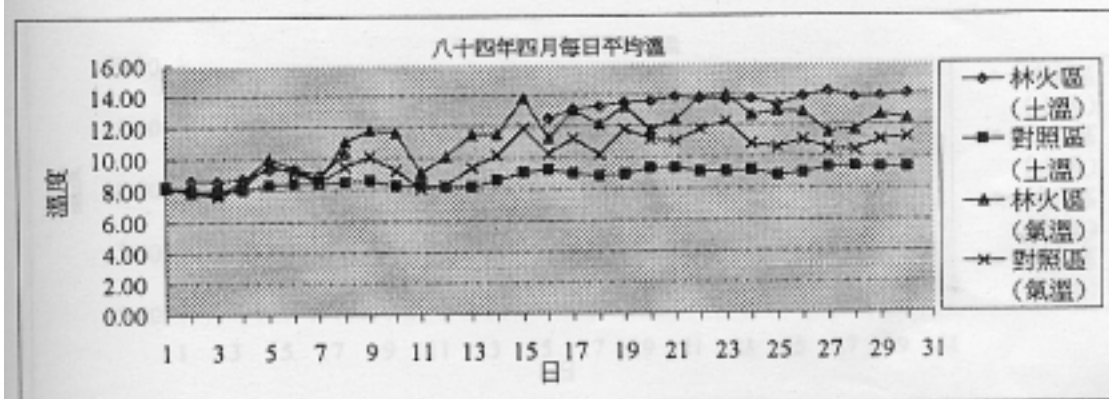
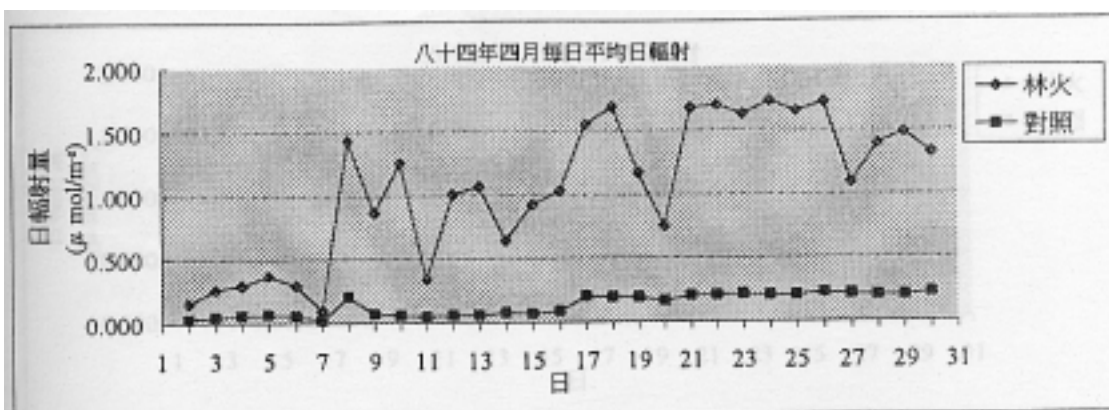
日期	林火區 (PAR)	對照區 (PAR)	林火區 (土溫)	對照區 (土溫)	林火區 (氣溫)	對照區 (氣溫)	二區差值 (土溫)	二區差值 (氣溫)
1	0.693	0.048	2.25	-0.55	-2.30	-3.40	2.80	1.11
2	0.701	0.046	2.35	-0.44	-0.59	-2.42	2.79	1.84
3	0.715	0.052	2.63	0.14	0.12	-1.44	2.50	1.56
4	0.736	0.060	3.34	0.53	0.97	-0.42	2.82	1.39
5	0.570	0.072	5.95	3.33	3.83	2.94	2.61	0.89
6	0.524	0.078	4.19	2.84	2.84	1.96	1.35	0.88
7	0.702	0.071	6.49	3.76	4.89	3.84	2.73	1.06
8	0.729	0.058	6.43	3.58	3.99	3.23	2.85	0.76
9	0.677	0.069	4.94	2.57	1.69	1.20	2.37	0.49
10	0.487	0.068	5.09	2.63	1.62	1.07	2.46	0.56
11	0.718	0.083	5.17	1.91	1.21	0.31	3.26	0.90
12	0.733	0.100	6.11	2.91	3.53	2.34	3.20	1.19
13	0.774	0.079	6.50	3.37	4.73	3.46	3.13	1.27
14	0.808	0.102	7.81	4.80	6.89	5.57	3.01	1.33
15	0.822	0.093	7.08	4.04	5.42	4.12	3.05	1.30
16	0.832	0.098	7.10	3.93	5.04	3.65	3.17	1.39
17	0.804	0.093	7.65	4.57	7.62	6.18	3.08	1.44
18	0.413	0.089	8.47	7.00	8.60	8.14	1.47	0.46
19	0.153	0.042	7.78	7.08	6.52	6.52	0.70	0.00
20	0.255	0.072	6.60	5.79	5.01	4.55	0.81	0.47
21	0.646	0.142	7.89	6.06	6.31	5.48	1.82	0.82
22	0.810	0.120	7.14	5.07	6.09	4.43	2.08	1.66
23	0.817	0.129	7.66	5.13	5.61	4.33	2.52	1.28
24	0.669	0.106	6.03	4.30	3.15	1.96	1.73	1.19
25	0.621	0.120	5.82	4.43	4.11	3.43	1.39	0.68
26	0.837	0.143	7.19	4.66	4.54	3.41	2.53	1.13
27	0.360	0.085	5.73	4.62	3.64	3.14	1.11	0.50
28	0.834	0.155	6.72	4.50	5.03	3.61	2.22	1.42
29	0.845	0.158	6.07	3.85	3.91	2.41	2.23	1.50
30	0.674	0.150	7.01	5.04	6.18	5.72	1.97	0.46
31	0.475	0.118	7.49	5.88	6.59	6.20	1.61	0.40
月平 均值	0.659	0.093	6.09	3.78	4.09	3.08	2.30	1.01

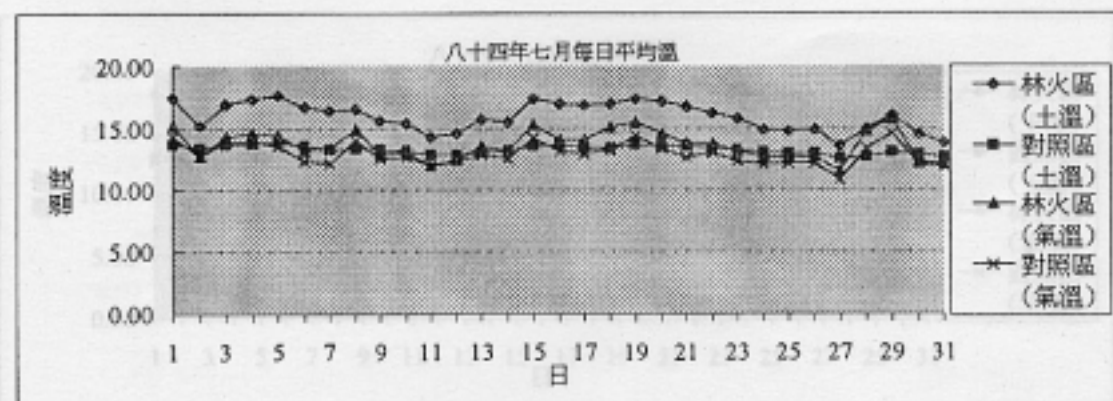
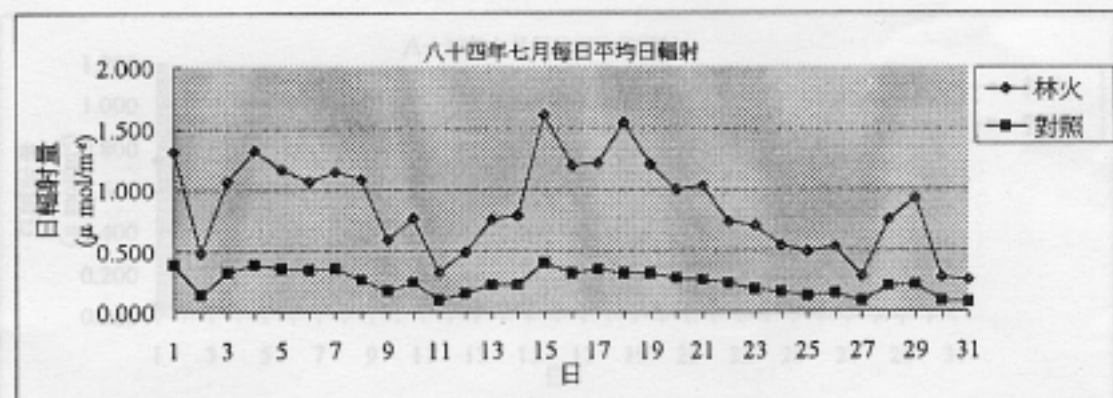
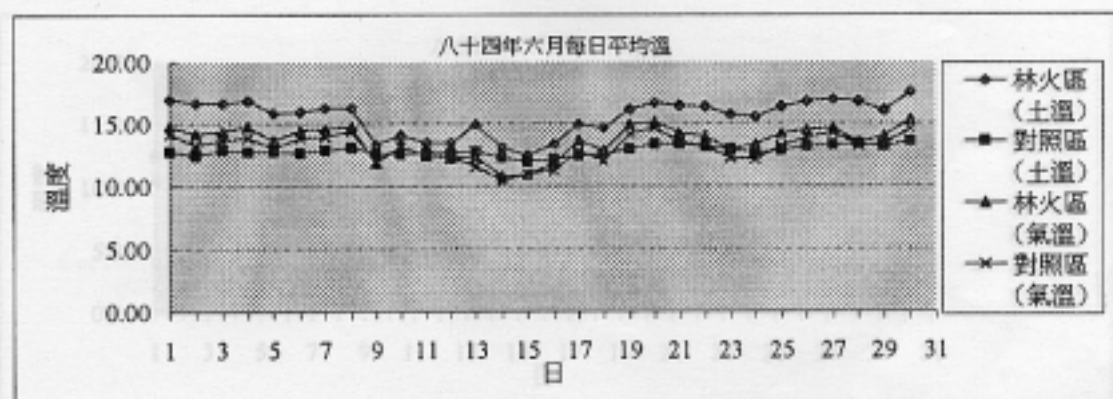
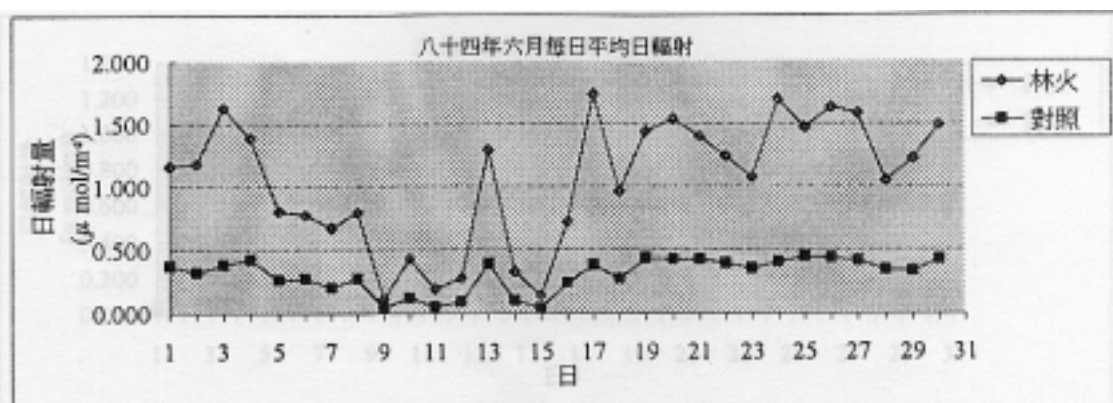
八十五年二月份每日之平均值

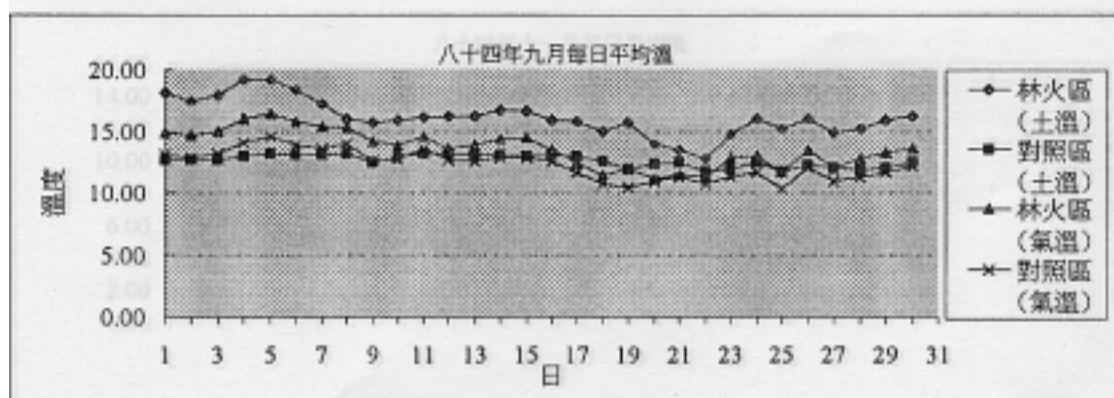
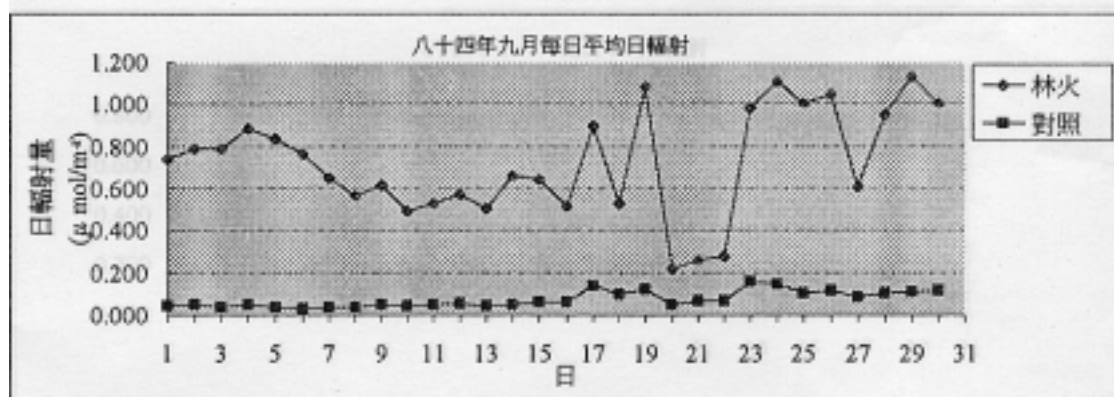
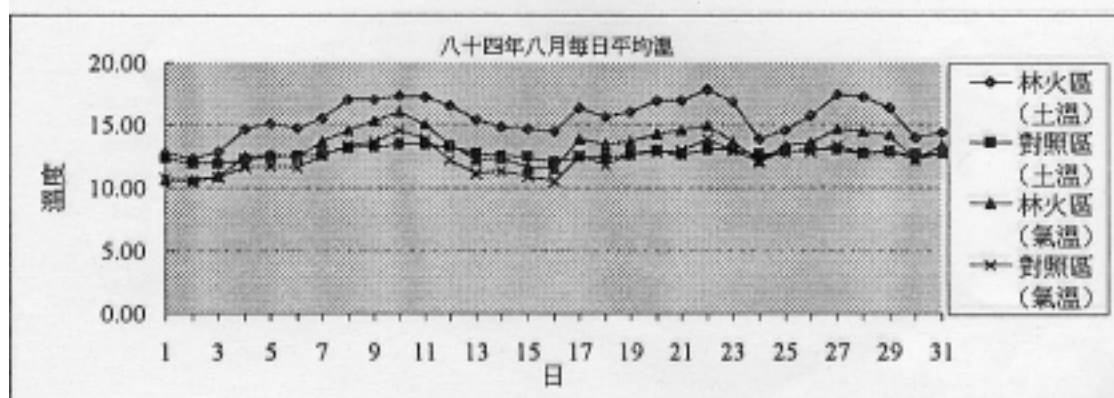
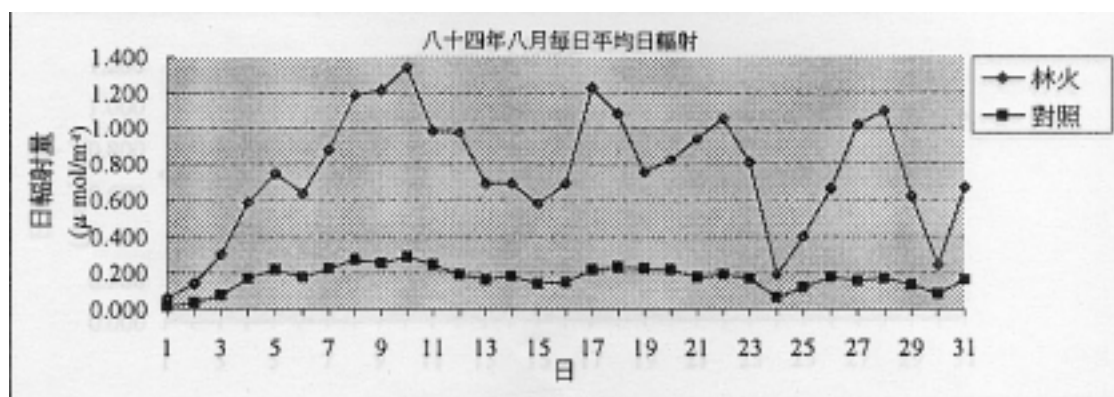
日期	林火區 (PAR)	對照區 (PAR)	林火區 (土溫)	對照區 (土溫)	林火區 (氣溫)	對照區 (氣溫)	二區差值 (土溫)	二區差值 (氣溫)
1	0.688	0.171	7.90	5.76	5.80	5.35	2.14	0.46
2	0.869	0.164	6.01	3.88	0.95	0.32	2.13	0.64
3	0.851	0.175	5.33	3.09	0.82	-0.05	2.25	0.86
4	0.902	0.177	5.60	2.72	1.31	0.14	2.88	1.17
5	0.720	0.154	6.62	3.90	3.44	2.60	2.72	0.84
6	0.581	0.153	6.88	4.17	3.40	2.81	2.71	0.59
7	0.926	0.206	7.57	4.27	5.18	3.99	3.30	1.19
8	0.963	0.199	7.04	3.78	4.43	2.87	3.26	1.56
9	0.789	0.180	6.75	3.86	3.04	1.89	2.89	1.15
10	0.987	0.193	6.06	3.24	3.06	1.95	2.82	1.11
11	0.971	0.210	5.62	2.74	4.28	2.10	2.88	2.18
12	1.000	0.230	6.86	3.60	8.97	5.83	3.27	3.14
13	1.036	0.240	7.88	4.29	9.91	7.06	3.59	2.85
14	0.667	0.118	7.26	4.97	10.04	8.41	2.29	1.63
15	0.911	0.196	8.93	5.95	10.53	9.32	2.98	1.21
16	0.979	0.211	8.26	4.95	6.99	5.20	3.31	1.79
17	1.010	0.225	8.74	5.05	7.81	5.87	3.70	1.94
18	0.292	0.080	7.94	5.99	7.66	7.13	1.95	0.53
19	0.451	0.113	8.13	6.28	6.05	5.66	1.85	0.39
20	0.291	0.072	7.74	6.06	5.49	5.13	1.68	0.36
21	0.566	0.148	8.36	6.32	6.05	5.46	2.04	0.59
22	0.254	0.078	7.28	6.07	4.82	4.58	1.21	0.24
23	0.669	0.115	8.03	6.09	5.80	5.16	1.95	0.65
24	0.083	0.024	6.64	5.80	4.30	4.28	0.84	0.02
25	0.305	0.089	7.62	6.50	5.80	5.66	1.12	0.14
26	0.427	0.112	8.03	6.64	6.39	6.09	1.39	0.30
27	0.551	0.130	7.61	6.29	5.23	4.66	1.32	0.57
28	0.392	0.112	7.66	6.25	4.80	4.51	1.40	0.30
29	0.741	0.181	7.94	5.58	5.04	3.83	2.36	1.22
月平 均值	0.685	0.153	7.32	4.97	5.43	4.41	2.35	1.02

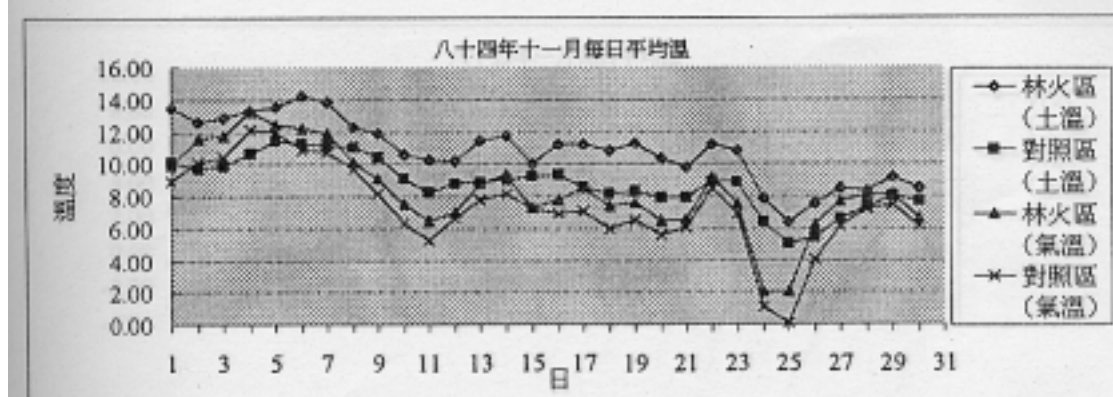
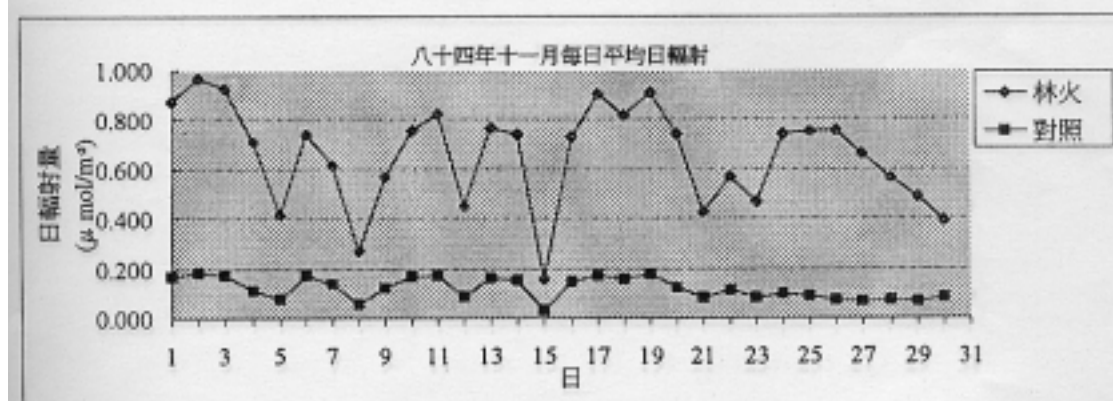
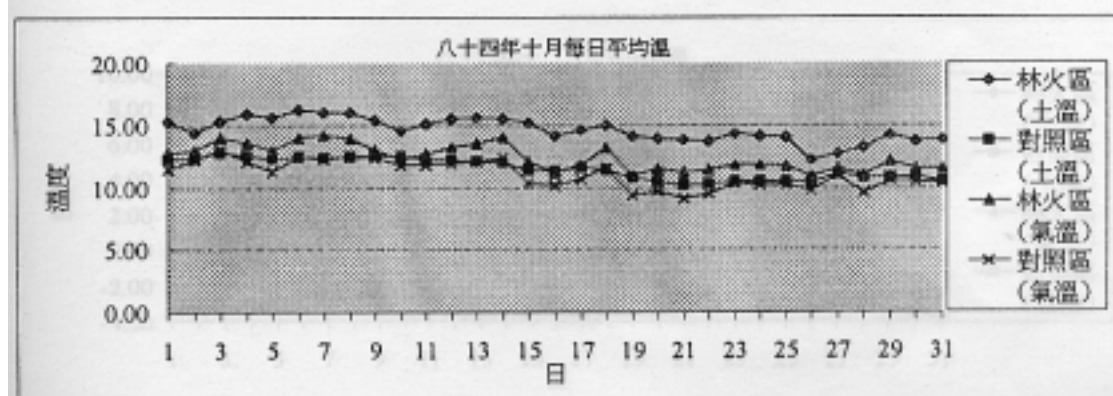
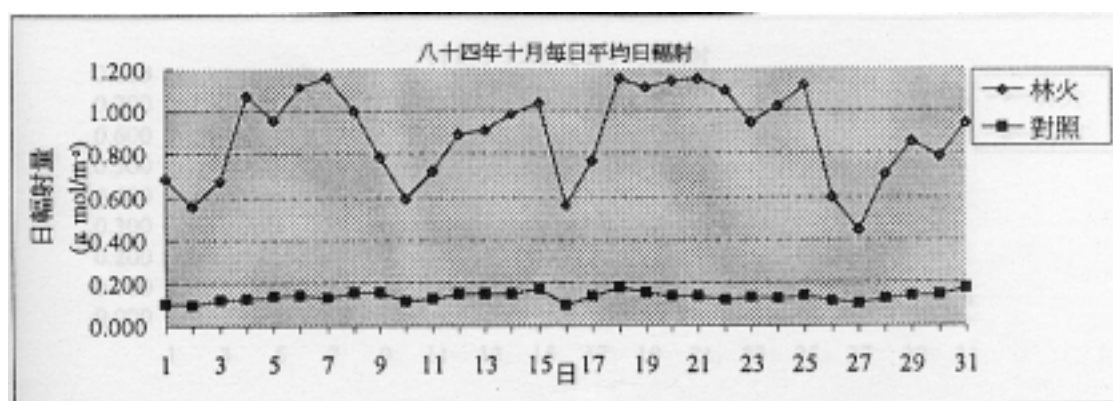
八十五年三月份每日之平均值

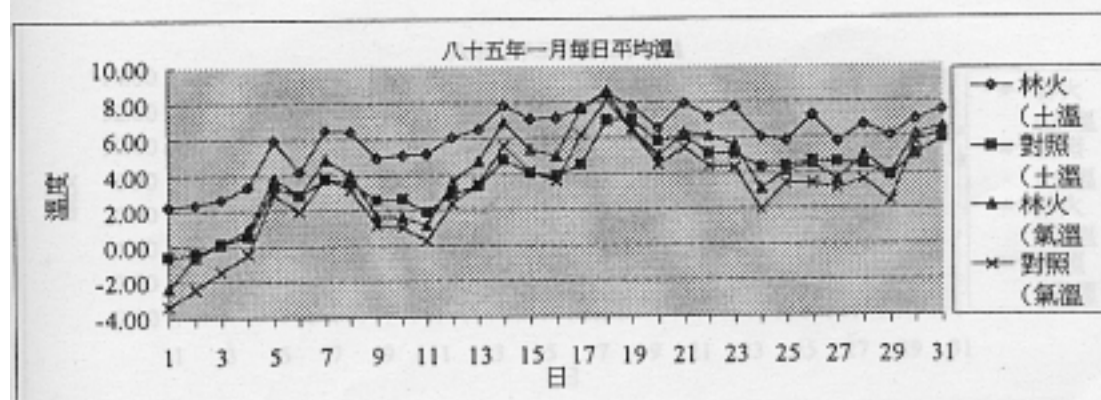
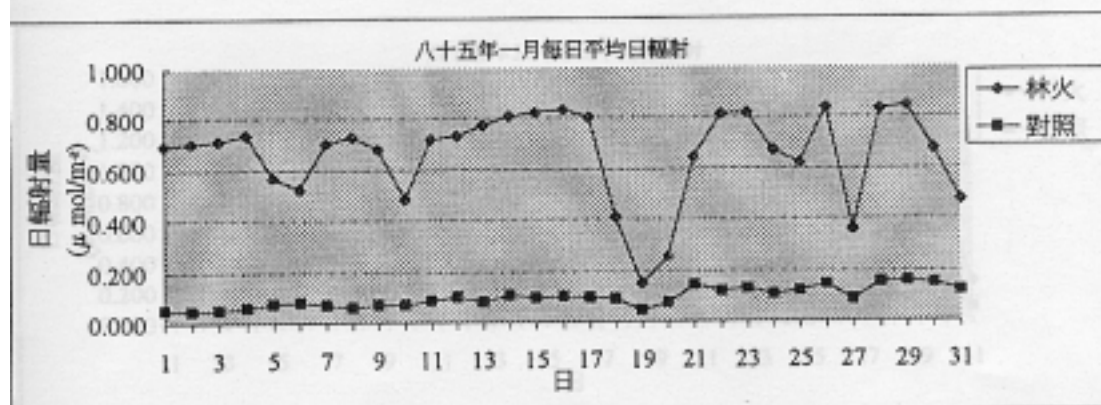
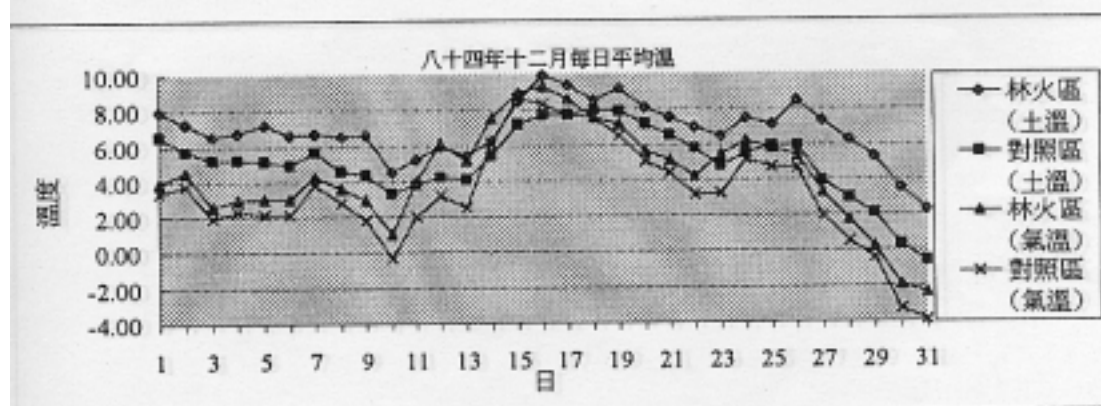
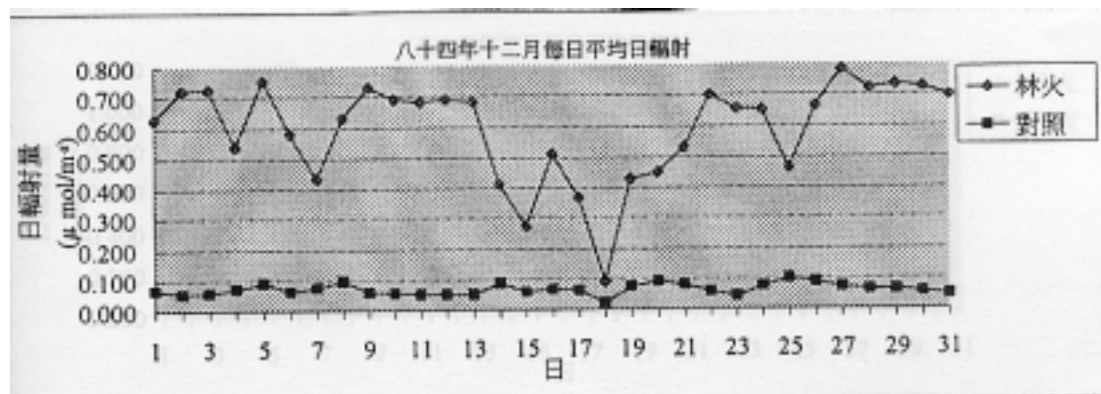
日期	林火區 (PAR)	對照區 (PAR)	林火區 (土溫)	對照區 (土溫)	林火區 (氣溫)	對照區 (氣溫)	二區差值 (土溫)	二區差值 (氣溫)
1	0.842	0.224	8.87	5.89	6.60	5.52	2.98	1.08
2	0.981	0.242	8.94	5.29	3.96	3.08	3.65	0.89
3	1.083	0.246	8.59	4.66	4.00	2.32	3.93	1.68
4	1.215	0.234	8.85	4.85	7.08	5.52	4.00	1.56
5	1.289	0.220	8.52	4.46	6.20	3.52	4.06	2.68
6	1.306	0.213	9.24	4.91	8.91	5.79	4.33	3.12
7	1.328	0.208	9.46	5.25	8.27	5.66	4.21	2.61
8	1.282	0.218	10.88	6.00	10.31	8.21	4.88	2.10
9	0.486	0.103	8.58	6.20	7.11	6.27	2.38	0.84
10	0.047	0.012	7.55	6.41	5.49	5.48	1.14	0.01
11	0.451	0.121	8.26	6.29	5.18	4.74	1.96	0.44
12	0.502	0.104	7.67	6.01	6.18	5.49	1.66	0.69
13	0.279	0.073	8.09	6.60	6.96	6.34	1.49	0.63
14	0.834	0.153	9.25	6.62	8.78	7.30	2.63	1.49
15	0.234	0.065	8.85	7.29	8.32	8.05	1.56	0.28
16	0.899	0.175	10.61	7.69	10.58	9.37	2.92	1.21
17	0.352	0.090	10.63	8.85	10.68	10.32	1.78	0.37
18	0.264	0.072	9.72	8.39	9.29	9.04	1.33	0.25
19	0.193	0.056	9.16	8.20	8.34	8.08	0.96	0.26
20	0.472	0.126	10.21	8.42	10.50	9.69	1.79	0.81
21	0.574	0.142	10.59	8.45	11.19	10.12	2.14	1.07
22	0.457	0.128	10.74	8.94	11.52	10.71	1.81	0.81
23	0.764	0.170	11.46	9.09	11.72	10.67	2.37	1.05
24	1.313	0.185	12.75	9.25	12.03	10.63	3.50	1.40
25	1.398	0.161	12.31	8.44	10.60	8.62	3.87	1.98
26	1.513	0.164	13.13	8.65	11.55	9.62	4.48	1.93
27	1.391	0.188	13.23	8.70	11.59	9.69	4.53	1.90
28	1.494	0.145	13.05	8.54	11.98	9.86	4.51	2.12
29	1.177	0.175	12.33	8.45	10.55	9.27	3.88	1.29
30	0.659	0.139	11.31	8.65	8.92	8.48	2.66	0.44
31	0.244	0.071	10.36	8.46	9.05	8.58	1.90	0.48
月平 均值	0.817	0.149	10.10	7.22	8.82	7.62	2.88	1.20

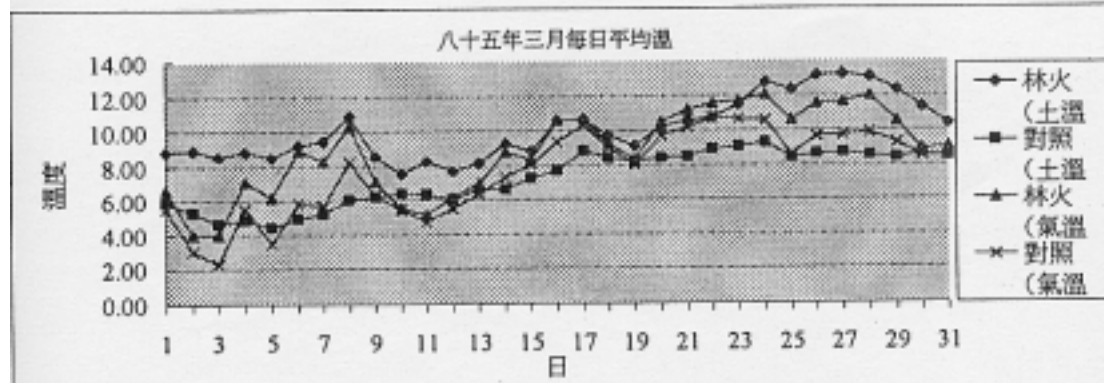
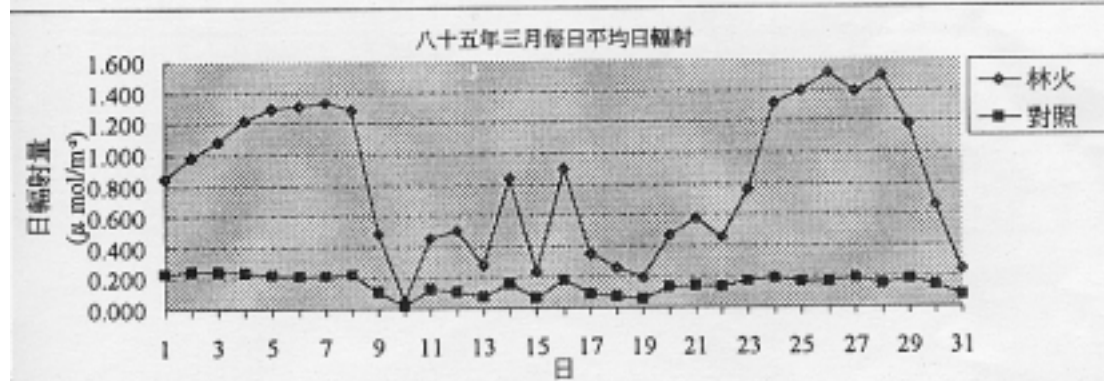
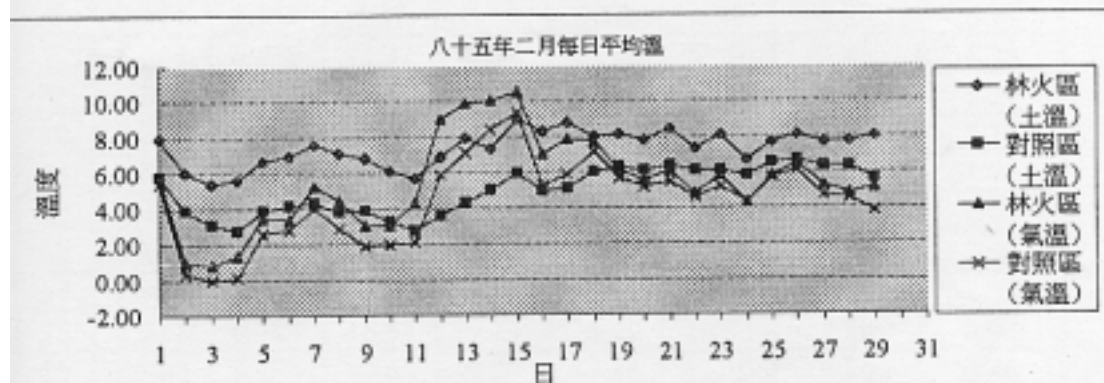
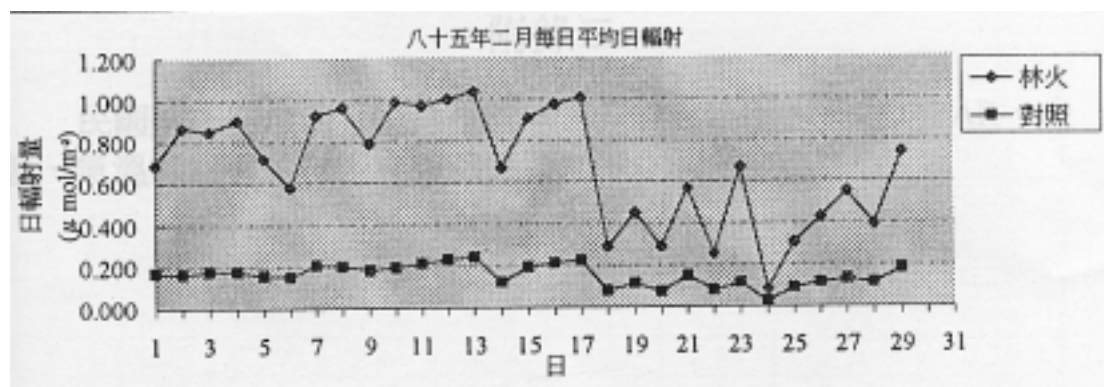












附錄二

民國八十四年四月至八十五年三月林火區與對照區之 PAR、土溫、氣溫的每月每日平均觀測值及其變化圖。

八十四年四月份各時分之每小時平均值

時分	林火區 (PAR)	對照區 (PAR)	林火區 (土溫)	對照區 (土溫)	林火區 (氣溫)	對照區 (氣溫)	二區差值 (土溫)	二區差值 (氣溫)
0	0.000	0.000	9.99	8.64	6.15	5.54	1.35	0.61
1	0.000	0.000	9.58	8.55	6.08	5.35	1.03	0.73
2	0.000	0.000	9.22	8.46	5.89	5.17	0.76	0.73
3	0.000	0.000	8.93	8.41	5.70	4.95	0.52	0.75
4	0.000	0.000	8.66	8.33	5.71	4.92	0.32	0.79
5	0.000	0.000	8.44	8.25	5.59	4.84	0.19	0.75
6	0.031	0.010	8.23	8.20	5.53	4.71	0.03	0.82
7	0.424	0.112	8.47	8.19	9.22	6.88	0.28	2.34
8	1.644	0.442	11.17	8.30	17.94	13.66	2.86	4.28
9	2.809	0.646	14.63	8.48	20.09	16.41	6.15	3.69
10	3.820	0.773	17.44	8.71	20.59	17.81	8.73	2.78
11	4.511	1.062	19.43	8.86	20.94	19.03	10.56	1.91
12	4.473	0.613	19.97	9.04	20.52	18.44	10.93	2.09
13	3.811	0.342	19.02	9.14	18.87	16.87	9.88	2.00
14	2.963	0.353	17.62	9.20	16.92	15.40	8.42	1.52
15	2.221	0.327	16.53	9.25	15.27	14.31	7.28	0.96
16	0.904	0.171	15.65	9.29	13.46	13.10	6.36	0.36
17	0.395	0.110	14.81	9.30	11.95	11.82	5.51	0.14
18	0.179	0.051	14.14	9.23	10.60	10.63	4.91	-0.04
19	0.015	0.004	13.31	9.18	8.76	9.04	4.12	-0.28
20	0.000	0.000	12.46	9.08	7.78	7.71	3.38	0.07
21	0.000	0.000	11.77	8.98	7.21	6.91	2.79	0.30
22	0.000	0.000	11.14	8.87	6.75	6.29	2.27	0.46
23	0.000	0.000	10.58	8.78	6.44	5.86	1.80	0.58

八十四年五月份各時分之每小時平均值

時分	林火區 (PAR)	對照區 (PAR)	林火區 (土溫)	對照區 (土溫)	林火區 (氣溫)	對照區 (氣溫)	二區差值 (土溫)	二區差值 (氣溫)
0	0.000	0.000	11.46	10.34	8.32	8.21	1.12	0.11
1	0.000	0.000	11.17	10.26	8.25	8.11	0.90	0.14
2	0.000	0.000	10.92	10.18	8.09	7.94	0.74	0.15
3	0.000	0.000	10.68	10.11	7.79	7.64	0.57	0.15
4	0.000	0.000	10.42	10.04	7.51	7.38	0.38	0.13
5	0.000	0.000	10.20	9.97	7.53	7.33	0.23	0.20
6	0.048	0.018	10.04	9.92	7.80	7.46	0.12	0.34
7	0.545	0.178	10.29	9.90	11.47	9.62	0.93	1.85
8	1.498	0.417	12.04	9.99	16.03	13.24	2.05	2.80
9	2.153	0.600	14.13	10.20	16.99	14.86	3.93	2.14
10	2.659	1.089	15.60	10.49	16.93	15.55	5.11	1.38
11	3.003	1.075	16.53	10.63	17.05	16.09	5.90	0.97
12	2.650	0.664	16.92	10.78	16.66	15.65	6.14	1.01
13	1.932	0.429	16.62	10.92	15.49	14.68	5.70	0.81
14	1.497	0.362	16.17	11.02	14.51	13.90	5.15	0.61
15	0.940	0.266	15.75	11.06	13.56	13.24	4.69	0.32
16	0.608	0.189	15.27	11.06	12.79	12.59	4.21	0.20
17	0.399	0.133	14.84	11.03	12.21	12.07	3.80	0.15
18	0.203	0.069	14.38	10.99	11.57	11.50	3.38	0.07
19	0.027	0.009	13.84	10.92	10.59	10.71	2.92	-0.12
20	0.000	0.000	13.27	10.84	9.87	9.97	2.43	-0.10
21	0.000	0.000	12.74	10.74	9.31	9.41	2.00	-0.09
22	0.000	0.000	12.29	10.64	8.92	8.96	1.65	-0.14
23	0.000	0.000	11.90	10.55	8.61	8.59	1.35	0.02

八十四年六月份各時分之每小時平均值

時分	林火區 (PAR)	對照區 (PAR)	林火區 (土溫)	對照區 (土溫)	林火區 (氣溫)	對照區 (氣溫)	二區差值 (土溫)	二區差值 (氣溫)
0	0.000	0.000	13.61	12.62	9.50	9.45	0.99	0.05
1	0.000	0.000	13.27	12.51	9.28	9.18	0.76	0.10
2	0.000	0.000	12.96	12.41	9.00	8.88	0.54	0.13
3	0.000	0.000	12.67	12.32	8.83	8.65	0.35	0.18
4	0.000	0.000	12.42	12.22	8.87	8.58	0.20	0.29
5	0.000	0.000	12.21	12.14	8.84	8.53	0.06	0.31
6	0.057	0.021	12.02	12.06	9.11	8.62	-0.04	0.49
7	0.595	0.217	12.23	12.05	13.60	11.40	0.18	2.20
8	1.749	0.527	13.82	12.14	19.07	16.11	1.68	2.96
9	2.724	0.598	16.01	12.40	19.98	17.87	3.61	2.11
10	3.571	1.799	17.89	12.78	20.36	19.09	5.11	1.27
11	4.139	1.328	19.35	12.96	20.54	19.75	6.39	0.79
12	3.747	0.935	19.96	13.14	19.84	18.98	6.82	0.86
13	2.814	0.617	19.58	13.31	18.50	17.77	6.27	0.73
14	2.243	0.429	19.01	13.42	17.38	16.75	5.59	0.63
15	1.709	0.328	18.46	13.46	16.41	16.08	5.00	0.33
16	0.922	0.221	17.89	13.45	15.19	15.04	4.44	0.15
17	0.445	0.140	17.29	13.39	14.09	14.05	3.89	0.04
18	0.242	0.078	16.69	13.31	13.16	13.21	3.38	-0.05
19	0.058	0.019	16.07	13.22	12.07	12.28	2.85	-0.21
20	0.000	0.000	15.49	13.11	11.31	11.58	2.37	-0.26
21	0.000	0.000	14.93	13.00	10.55	10.73	1.93	-0.17
22	0.000	0.000	14.44	12.88	10.23	10.28	1.56	-0.05
23	0.000	0.000	14.02	12.76	9.83	9.80	1.25	0.04

八十四年七月份各時分之每小時平均值

時分	林火區 (PAR)	對照區 (PAR)	林火區 (土溫)	對照區 (土溫)	林火區 (氣溫)	對照區 (氣溫)	二區差值 (土溫)	二區差值 (氣溫)
0	0.000	0.000	14.43	13.18	10.50	10.46	1.25	0.04
1	0.000	0.000	14.12	13.09	10.34	10.26	1.03	0.08
2	0.000	0.000	13.84	13.00	10.02	10.03	0.83	-0.01
3	0.000	0.000	13.56	12.92	9.62	9.68	0.64	-0.06
4	0.000	0.000	13.29	12.83	9.42	9.40	0.46	0.02
5	0.000	0.000	13.05	12.75	9.37	9.28	0.30	0.09
6	0.032	0.011	12.85	12.67	9.42	9.26	0.18	0.16
7	0.425	0.164	12.88	12.63	12.37	10.72	0.25	1.65
8	1.504	0.340	14.05	12.68	18.31	14.59	1.37	3.72
9	2.232	0.576	15.96	12.85	18.81	15.99	3.11	2.83
10	2.988	1.287	17.73	13.15	19.37	17.18	4.58	2.20
11	3.637	0.957	19.07	13.32	19.91	18.07	5.75	1.84
12	3.423	0.862	19.74	13.48	19.79	17.96	6.26	1.83
13	2.416	0.476	19.57	13.66	18.37	16.95	5.91	1.42
14	1.648	0.364	19.20	13.79	17.14	16.16	5.41	0.98
15	1.011	0.228	18.71	13.84	15.65	15.07	4.87	0.58
16	0.621	0.153	18.15	13.82	14.62	14.27	4.32	0.35
17	0.395	0.110	17.58	13.78	13.98	13.70	3.80	0.28
18	0.201	0.057	17.06	13.71	13.28	13.12	3.34	0.16
19	0.054	0.016	16.54	13.63	12.55	12.54	2.91	0.02
20	0.000	0.000	16.00	13.54	11.85	11.95	2.46	-0.10
21	0.000	0.000	15.52	13.45	11.38	11.47	2.07	-0.09
22	0.000	0.000	15.09	13.35	11.04	11.08	1.74	-0.04
23	0.000	0.000	14.71	13.24	10.70	10.71	1.47	-0.01

八十四年八月份各時分之每小時平均值

時分	林火區 (PAR)	對照區 (PAR)	林火區 (土溫)	對照區 (土溫)	林火區 (氣溫)	對照區 (氣溫)	二區差值 (土溫)	二區差值 (氣溫)
0	0.000	0.000	13.84	12.55	9.96	10.04	1.29	-0.08
1	0.000	0.000	13.59	12.49	9.78	9.88	1.10	-0.10
2	0.000	0.000	13.36	12.42	9.56	9.65	0.94	-0.10
3	0.000	0.000	13.14	12.36	9.48	9.50	0.78	-0.03
4	0.000	0.000	12.94	12.29	9.34	9.38	0.65	-0.04
5	0.000	0.000	12.75	12.23	9.23	9.22	0.52	0.00
6	0.014	0.004	12.57	12.18	9.26	9.14	0.39	0.12
7	0.262	0.064	12.54	12.14	11.17	10.02	0.39	1.15
8	1.256	0.287	13.52	12.18	17.95	13.20	1.34	4.76
9	2.240	0.365	15.46	12.27	19.20	15.16	3.19	4.05
10	3.106	0.936	17.33	12.39	19.88	16.51	4.94	3.37
11	3.186	0.736	18.51	12.53	19.29	16.69	5.97	2.61
12	2.888	0.504	18.93	12.72	18.99	16.63	6.21	2.36
13	2.041	0.355	18.74	12.93	17.59	15.77	5.81	1.82
14	1.308	0.258	18.34	13.08	15.81	14.68	5.25	1.13
15	0.850	0.172	17.84	13.14	14.44	13.79	4.70	0.65
16	0.509	0.113	17.27	13.13	13.53	13.08	4.13	0.45
17	0.365	0.088	16.78	13.10	13.05	12.73	3.68	0.32
18	0.159	0.040	16.29	13.03	12.30	12.13	3.26	0.16
19	0.038	0.010	15.78	12.95	11.68	11.65	2.83	0.03
20	0.000	0.000	15.31	12.87	11.05	11.15	2.44	-0.11
21	0.000	0.000	14.87	12.78	10.60	10.71	2.08	-0.11
22	0.000	0.000	14.49	12.70	10.38	10.45	1.79	-0.07
23	0.000	0.000	14.16	12.63	10.12	10.21	1.53	-0.09

八十四年九月份各時分之每小時平均值

時分	林火區 (PAR)	對照區 (PAR)	林火區 (土溫)	對照區 (土溫)	林火區 (氣溫)	對照區 (氣溫)	二區差值 (土溫)	二區差值 (氣溫)
0	0.000	0.000	12.94	12.16	9.35	9.51	0.78	-0.16
1	0.000	0.000	12.61	12.04	8.88	9.00	0.57	-0.12
2	0.000	0.000	12.33	11.93	8.66	8.69	0.40	-0.03
3	0.000	0.000	12.11	11.83	8.74	8.66	0.28	0.09
4	0.000	0.000	11.93	11.74	8.61	8.58	0.18	0.03
5	0.000	0.000	11.75	11.65	8.51	8.47	0.10	0.04
6	0.008	0.001	11.58	11.56	8.11	8.16	0.02	-0.05
7	0.339	0.062	11.87	11.51	10.84	8.81	0.37	2.04
8	1.515	0.137	14.45	11.69	18.89	12.77	2.76	6.12
9	2.657	0.273	17.96	11.84	19.56	14.59	6.12	4.97
10	3.750	0.386	21.02	12.07	20.29	16.26	8.95	4.03
11	4.069	0.376	22.45	12.40	20.45	16.85	10.05	3.60
12	3.356	0.387	22.61	12.89	19.67	16.52	9.72	3.16
13	1.986	0.270	20.82	13.09	17.52	15.48	7.74	2.04
14	1.110	0.195	19.06	13.15	15.67	14.48	5.90	1.20
15	0.809	0.160	18.07	13.15	14.72	13.86	4.92	0.89
16	0.524	0.105	17.34	13.08	13.75	13.21	4.26	0.54
17	0.316	0.065	16.56	12.96	13.02	12.65	3.59	0.38
18	0.115	0.023	15.81	12.85	12.28	12.10	2.97	0.18
19	0.002	0.000	15.00	12.73	11.42	11.46	2.27	-0.05
20	0.000	0.000	14.45	12.60	10.98	10.96	1.85	0.02
21	0.000	0.000	13.99	12.49	10.57	10.63	1.50	-0.07
22	0.000	0.000	13.62	12.38	10.26	10.31	1.25	-0.04
23	0.000	0.000	13.28	12.27	9.83	9.93	1.01	-0.10

八十四年十月份各時分之每小時平均值

時分	林火區 (PAR)	對照區 (PAR)	林火區 (土溫)	對照區 (土溫)	林火區 (氣溫)	對照區 (氣溫)	二區差值 (土溫)	二區差值 (氣溫)
0	0.000	0.000	11.93	11.22	7.67	7.77	0.71	-0.09
1	0.000	0.000	11.63	11.07	7.48	7.50	0.55	-0.03
2	0.000	0.000	11.37	10.94	7.41	7.36	0.43	0.05
3	0.000	0.000	11.15	10.83	7.44	7.30	0.32	0.15
4	0.000	0.000	10.95	10.73	7.32	7.19	0.21	0.13
5	0.000	0.000	10.76	10.64	7.23	7.06	0.12	0.17
6	0.001	0.000	10.61	10.56	7.22	7.09	0.04	0.14
7	0.234	0.028	10.59	10.51	9.46	7.66	0.08	1.80
8	1.388	0.102	12.81	10.67	19.02	11.69	2.14	7.33
9	2.543	0.253	16.57	10.89	20.10	14.35	5.68	5.75
10	3.499	0.960	19.69	11.23	20.95	16.65	8.46	4.31
11	3.962	0.626	21.57	11.70	21.34	17.60	9.87	3.74
12	3.709	0.423	21.65	12.06	20.56	16.89	9.59	3.67
13	2.552	0.234	19.86	12.24	18.69	15.89	7.61	2.80
14	1.761	0.213	18.27	12.34	16.86	14.98	5.93	1.88
15	0.900	0.153	17.32	12.40	15.27	14.24	4.92	1.03
16	0.528	0.110	16.64	12.41	14.22	13.52	4.24	0.70
17	0.252	0.053	15.95	12.35	13.06	12.71	3.60	0.35
18	0.040	0.008	15.14	12.21	11.47	11.57	2.92	-0.10
19	0.000	0.000	14.31	12.02	10.06	10.38	2.29	-0.32
20	0.000	0.000	13.66	11.84	9.40	9.70	1.82	-0.30
21	0.000	0.000	13.10	11.65	8.79	9.12	1.45	-0.33
22	0.000	0.000	12.62	11.47	8.19	8.48	1.15	-0.30
23	0.000	0.000	12.19	11.30	7.85	8.02	0.89	-0.17

八十四年十一月份各時分之每小時平均值

時分	林火區 (PAR)	對照區 (PAR)	林火區 (土溫)	對照區 (土溫)	林火區 (氣溫)	對照區 (氣溫)	二區差值 (土溫)	二區差值 (氣溫)
0	0.000	0.000	8.30	8.48	4.55	4.68	-0.18	-0.13
1	0.000	0.000	8.06	8.38	4.37	4.43	-0.31	-0.05
2	0.000	0.000	7.95	8.28	4.36	4.38	-0.33	-0.02
3	0.000	0.000	7.84	8.20	4.37	4.35	-0.36	0.02
4	0.000	0.000	7.69	8.15	4.29	4.20	-0.45	0.09
5	0.000	0.000	7.59	8.07	4.39	4.25	-0.48	0.14
6	0.000	0.000	7.48	8.03	4.47	4.32	-0.55	0.15
7	0.099	0.017	7.49	8.00	5.08	4.60	-0.51	0.48
8	0.911	0.079	9.40	8.16	12.00	7.39	1.24	4.62
9	2.006	0.283	13.49	8.43	15.24	10.36	5.06	4.89
10	2.848	0.758	16.98	8.82	16.45	12.65	8.16	3.80
11	3.131	0.681	18.21	9.14	16.53	13.14	9.07	3.39
12	2.610	0.522	17.79	9.37	15.59	12.83	8.43	2.76
13	2.058	0.165	15.46	9.53	14.45	12.08	5.93	2.37
14	1.041	0.129	13.85	9.62	12.41	11.00	4.23	1.41
15	0.541	0.102	12.89	9.61	10.83	10.03	3.27	0.80
16	0.345	0.071	12.19	9.58	9.75	9.24	2.61	0.50
17	0.154	0.033	11.48	9.47	8.58	8.44	2.01	0.14
18	0.007	0.000	10.61	9.30	6.80	7.03	1.31	-0.23
19	0.000	0.000	9.87	9.09	5.84	6.07	0.78	-0.23
20	0.000	0.000	9.34	8.88	5.18	5.48	0.45	-0.31
21	0.000	0.000	8.96	8.75	5.10	5.28	0.21	-0.19
22	0.000	0.000	8.68	8.60	4.95	5.13	0.08	-0.19
23	0.000	0.000	8.39	8.48	4.66	4.82	-0.09	-0.16

八十四年十二月份各時分之每小時平均值

時分	林火區 (PAR)	對照區 (PAR)	林火區 (土溫)	對照區 (土溫)	林火區 (氣溫)	對照區 (氣溫)	二區差值 (土溫)	二區差值 (氣溫)
0	0.000	0.000	4.06	4.53	0.59	0.50	-0.47	0.09
1	0.000	0.000	3.82	4.39	0.50	0.36	-0.58	0.14
2	0.000	0.000	3.64	4.30	0.47	0.26	-0.66	0.21
3	0.000	0.000	3.51	4.22	0.49	0.20	-0.71	0.29
4	0.000	0.000	3.40	4.13	0.38	0.02	-0.73	0.36
5	0.000	0.000	3.26	4.04	0.23	-0.12	-0.78	0.34
6	0.000	0.000	3.13	3.96	0.16	-0.20	-0.83	0.36
7	0.027	0.006	3.03	3.89	0.19	-0.20	-0.86	0.39
8	0.556	0.050	4.34	4.07	5.64	1.99	0.27	3.65
9	1.684	0.183	9.29	4.64	11.86	6.50	4.65	5.36
10	2.113	0.257	13.44	5.28	12.48	8.87	8.16	3.61
11	3.047	0.305	15.22	5.69	12.86	9.39	9.53	3.47
12	2.452	0.210	14.66	6.06	11.91	9.32	8.60	2.59
13	1.986	0.162	12.08	6.33	10.86	8.71	5.75	2.15
14	1.166	0.146	10.32	6.50	9.24	7.90	3.82	1.34
15	0.587	0.120	9.32	6.48	7.77	6.92	2.84	0.85
16	0.396	0.086	8.59	6.41	6.47	5.96	2.18	0.51
17	0.175	0.040	7.79	6.15	4.95	4.82	1.64	0.13
18	0.012	0.001	6.71	5.71	2.84	3.11	0.99	-0.27
19	0.000	0.000	5.85	5.34	1.64	1.83	0.51	-0.19
20	0.000	0.000	5.14	5.02	0.91	0.94	0.12	-0.03
21	0.000	0.000	4.64	4.78	0.63	0.51	-0.14	0.13
22	0.000	0.000	4.29	4.61	0.57	0.42	-0.32	0.15
23	0.000	0.000	4.05	4.45	0.52	0.37	-0.40	0.15

八十五年一月份各時分之每小時平均值

時分	林火區 (PAR)	對照區 (PAR)	林火區 (土溫)	對照區 (土溫)	林火區 (氣溫)	對照區 (氣溫)	二區差值 (土溫)	二區差值 (氣溫)
0	0.000	0.000	2.90	2.70	-0.27	-0.48	0.20	0.21
1	0.000	0.000	2.79	2.65	-0.21	-0.38	0.14	0.17
2	0.000	0.000	2.70	2.59	-0.13	-0.35	0.11	0.22
3	0.000	0.000	2.57	2.48	-0.030	-0.53	0.09	0.23
4	0.000	0.000	2.44	2.42	-0.32	-0.54	0.02	0.23
5	0.000	0.000	2.34	2.40	-0.44	-0.63	-0.05	0.20
6	0.000	0.000	2.26	2.35	-0.54	-0.69	-0.08	0.16
7	0.012	0.002	2.19	2.32	-0.45	-0.66	-0.13	0.22
8	0.407	0.048	2.78	2.48	3.01	0.57	0.30	2.44
9	1.570	0.130	7.28	3.39	10.59	5.35	3.89	5.25
10	2.370	0.392	12.12	4.37	12.17	8.35	7.75	3.82
11	3.135	0.455	14.47	4.91	12.82	9.54	9.56	3.28
12	2.965	0.520	14.69	5.33	12.68	9.86	9.36	2.82
13	2.380	0.233	12.44	5.66	11.53	9.33	6.78	2.20
14	1.585	0.159	10.12	5.76	10.08	8.53	4.36	1.55
15	0.729	0.141	8.90	5.75	8.36	7.49	3.15	0.87
16	0.409	0.099	8.01	5.55	6.80	6.29	2.47	0.51
17	0.221	0.055	7.24	5.23	5.34	5.16	2.01	0.18
18	0.037	0.010	6.45	4.82	3.70	3.85	1.64	-0.15
19	0.000	0.000	5.57	4.31	2.16	2.36	1.27	-0.20
20	0.000	0.000	4.75	3.78	1.08	1.15	0.97	-0.06
21	0.000	0.000	4.10	3.41	0.42	0.44	0.69	-0.02
22	0.000	0.000	3.64	3.17	0.02	0.05	0.47	-0.03
23	0.000	0.000	3.31	3.03	0.03	-0.14	0.28	0.17

八十五年二月份各時分之每小時平均值

時分	林火區 (PAR)	對照區 (PAR)	林火區 (土溫)	對照區 (土溫)	林火區 (氣溫)	對照區 (氣溫)	二區差值 (土溫)	二區差值 (氣溫)
0	0.000	0.000	4.89	4.56	1.76	1.45	0.32	0.31
1	0.000	0.000	4.73	4.48	1.72	1.35	0.25	0.38
2	0.000	0.000	4.56	4.40	1.55	1.15	0.17	0.40
3	0.000	0.000	4.39	4.31	1.44	1.08	0.07	0.37
4	0.000	0.000	4.24	4.25	1.52	1.08	-0.01	0.45
5	0.000	0.000	4.14	4.19	1.59	1.19	-0.06	0.40
6	0.000	0.000	4.08	4.15	1.77	1.26	-0.07	0.52
7	0.020	0.005	4.04	4.13	2.05	1.51	-0.09	0.54
8	0.476	0.063	4.70	4.19	6.12	3.39	0.50	2.73
9	1.393	0.179	7.67	4.48	10.73	6.98	3.19	3.75
10	2.260	0.593	10.85	4.86	12.33	9.27	5.99	3.06
11	2.921	1.123	13.26	5.35	13.14	10.89	7.91	2.25
12	2.876	0.767	13.98	5.69	12.84	10.69	8.29	2.15
13	2.637	0.358	13.18	5.89	12.18	10.03	7.29	2.15
14	2.067	0.216	11.68	6.02	10.94	9.04	5.66	1.91
15	0.961	0.162	10.33	6.03	8.78	7.81	4.30	0.97
16	0.473	0.122	9.37	5.95	7.13	6.55	3.42	0.58
17	0.273	0.072	8.53	5.80	6.00	5.57	2.73	0.44
18	0.089	0.025	7.73	5.61	4.67	4.54	2.11	0.13
19	0.000	0.000	6.90	5.36	3.25	3.31	1.53	-0.06
20	0.000	0.000	6.25	5.14	2.73	2.61	1.10	0.13
21	0.000	0.000	5.74	4.94	2.16	1.90	0.80	0.26
22	0.000	0.000	5.39	4.78	2.08	1.69	0.61	0.39
23	0.000	0.000	5.07	4.65	1.79	1.43	0.42	0.36

八十五年三月份各時分之每小時平均值

時分	林火區 (PAR)	對照區 (PAR)	林火區 (土溫)	對照區 (土溫)	林火區 (氣溫)	對照區 (氣溫)	二區差值 (土溫)	二區差值 (氣溫)
0	0.000	0.000	7.62	6.71	4.64	4.21	0.92	0.43
1	0.000	0.000	7.39	6.59	4.41	3.95	0.80	0.46
2	0.000	0.000	7.18	6.48	4.24	3.71	0.70	0.53
3	0.000	0.000	7.00	6.39	4.13	3.53	0.61	0.61
4	0.000	0.000	6.82	6.30	4.08	3.41	0.52	0.67
5	0.000	0.000	6.66	6.22	4.12	3.41	0.44	0.71
6	0.000	0.000	6.57	6.16	4.28	3.54	0.41	0.75
7	0.069	0.020	6.53	6.13	4.63	3.78	0.40	0.85
8	0.722	0.116	7.40	6.24	11.27	7.27	1.16	4.00
9	1.649	0.228	10.20	6.57	14.58	10.72	3.63	3.86
10	2.540	0.507	13.12	7.03	16.12	12.88	6.09	3.24
11	3.010	0.842	15.26	7.71	16.66	14.32	7.55	2.34
12	3.216	0.628	16.32	8.09	16.76	14.29	8.23	2.48
13	3.023	0.387	16.03	8.30	16.22	13.67	7.72	2.55
14	2.378	0.297	14.74	8.41	14.83	12.86	6.33	1.97
15	1.736	0.227	13.45	8.43	13.35	12.01	5.01	1.34
16	0.809	0.182	12.57	8.40	11.52	10.85	4.17	0.67
17	0.420	0.111	11.80	8.28	9.97	9.58	3.53	0.40
18	0.151	0.041	11.01	8.08	8.27	8.20	2.93	0.07
19	0.006	0.001	10.21	7.83	6.88	6.91	2.37	-0.03
20	0.000	0.000	9.49	7.58	5.81	5.74	1.92	0.07
21	0.000	0.000	8.90	7.33	5.19	4.96	1.57	0.23
22	0.000	0.000	8.43	7.12	5.04	4.61	1.31	0.43
23	0.000	0.000	8.06	6.95	4.86	4.46	1.11	0.41

