

武陵臺灣二葉松林火燒後植群之初期演替^{*}

陳明義¹⁾ 呂金誠²⁾ 林昭遠³⁾

[摘要]

臺中縣武陵農場附近之臺灣二葉松林，於民國74年1月23日發生火燒。本研究乃調查該植群火燒後之初期演替情形，並與在東卯山等地所調查之結果加以比較。武陵臺灣二葉松之火燒致死率為100%，而伴生闊葉樹種僅為1.3%。闊葉樹之致死率隨直徑級之增加而減少，亦顯受火燒季節所影響。火燒後闊葉樹枝幹萌蘖之比率以及萌蘖高度則均隨直徑級之增加而增加，其中栓皮櫟之萌蘖高度顯較其他闊葉樹種為高。同時火燒後植物社會之歧異度在初期有增加之趨勢。中興大學森林系研究報告第8號1~10(民國76年3月)

[關鍵字]

臺灣二葉松，栓皮櫟，火燒，火燒致死率，歧異度。

The Early Post-fire Succession of Taiwan Red Pine Forest at Wu-ling Farm *

Ming-Yih Chen¹⁾ King-Cherng Lu²⁾ Chao-Yuan Lin³⁾

[Abstract]

The early post-fire succession of Taiwan red pine (*Pinus taiwanensis*) forest at Wu-ling was investigated and compared with other burned Taiwan red pine forests. No Taiwan red pine survived at this burned area, but fire mortality of broad-leaved trees was only 1.3%. Fire mortality of hardwoods decreased with basal diameter. Both the percentage of epicormic growth and the height of resprouting of hardwoods were increased with basal diameter. The resprouting height of Chinese cork oak (*Quercus variabilis*) was significantly

※本研究承行政院國科會 NSC76-0201-B005-05 計畫補助經費，謹此致謝。

Research project sponsored by National Science Council NSC76-0201-B005-05

1) 國立中興大學植物系教授。

Professor, Department of Botany, NCHU

2) 國立中興大學森林系助教。

Assistant, Department of Forestry, NCHU.

3) 國立中興大學水保系助教。

Assistant, Department of Soil and Water Conservation, NCHU.

higher than other species. Therefore, Chinese cork oak would become dominant in the hardwood upperstory of burned forest. Shannon diversity index of burned plant community was increased at early post-fire stage. Bulletin Exp. Forest NCHU No. 1~10 (1987)

[key words]

Taiwan red pine, Chinese cork oak, burning, fire mortality, diversity.

一、前言

火燒是干擾森林生態系之重要因子之一。火災的發生不僅摧燬現有的生態系，使演替再從頭開始，同時亦使火災後再形成的植群，即所謂的火災適存植群，與火燒的再發生具有相當密切的關係 (Mutch, 1970)。以往的研究指出本省的台灣二葉松林，堪稱為火災適存植群 (劉棠端及蘇鴻傑, 1978; 陳明義等, 1986; 呂金誠等, 1986)，此等植群的演替及其與火災間之相互關係，實值得吾人詳加探究。本研究乃藉民國 74 年 1 月 23 日發生於武陵農場附近，隸屬於大甲林區管理處第 24、27、28 林班的台灣二葉松林火燒個案，就其初期植群演替進行研究，以供參考。

二、調查與研究方法

(一) 火燒致死率與萌蘖性之調查

在火燒發生後第一個生長季，調查火燒區各種植物的受害情形，並分四級予以統計：(A) 完全燒死；(B) 地上部完全燒死，僅由地際萌蘖；(C) 樹冠燒死，由枝幹萌蘖；(D) 樹冠存活。

於第一年後，調查火燒區各種植物之萌蘖高度以及地徑，以進行迴歸分析，並比較主要萌蘖植物兩兩間高度之差異。

(二) 植群調查與分析：

選擇火燒較嚴重區、較輕微區及對照區三處，分別設置 10×25 m 之長方形樣區，各樣區並再分成 10 個 $5 \text{ m} \times 5 \text{ m}$ 之方形小區，於 74 年 8 月 5 日及 75 年 4 月 18 日分別調查各樣區出現之植物種類、覆蓋度與頻度，再將覆蓋度與頻度換算成相對值，合計作為重要值，再進一步計算樣區間之相似性，並藉群團分析，探討各樣區間之關係。相似性指數之公式如下：

$$IS_{M_0} = \frac{2M_w}{M_A + M_B} \times 100$$

式中： M_A 、 M_B 分別為 A、B 兩樣區中所有植物種類重要值之和。

M_w 為此兩樣區共同種最小重要值之和。

為瞭解火燒後初期植群歧異度之改變，同時並採用夏農氏公式計算其歧異度指數 (Shannon diversity index)，公式如下：

$$D = - \sum_{i=1}^S \left(\frac{n_i}{N} \right) \log_e \left(\frac{n_i}{N} \right) = - \sum_{i=1}^S p_i \log_e p_i$$

式中：S 為總種數。

n_i 為第 i 種植物之重要值。

N 為所有植物重要值之和。

三、結果與討論

(一) 火燒致死率與萌蘖性

經調查武陵農場附近台灣二葉松林火燒後各樹種之致死情形(表 1)時,發現台灣二葉松(*Pinus taiwanensis*)之火燒致死率達 100%,而潤葉樹類僅為 1.31%,顯示台灣二葉松之耐火能力遠遜於潤葉樹種。潤葉樹具旺盛之萌蘖能力,即使地上部完全被火燒死,亦得以由地下部萌蘖。在 457 株存活之潤葉樹中,地際萌蘖者即佔 91.79%。

經分析後,發現潤葉樹類致死之百分率與地際直徑呈負相關,相關係數為 -0.446(迴歸式為 $Y = 2.62 - 0.154 X$),顯示潤葉樹之致死率隨直徑級之增加而降低。

在存活之潤葉樹中另有 6.91% 係為枝幹萌蘖,分析後發現枝幹萌蘖之百分率與直徑級呈顯著正相關,相關係數為 0.832(迴歸式為 $Y = 3.02 + 6.23 X$)(圖 1),此乃因大徑木具有較厚之樹皮,較耐火燒之故。

在火燒程度上,武陵林區較東卯山林區為嚴重(陳明義等,1986)。後者為地表火,大部份松樹之樹冠頂部均未被焚燬,台灣二葉松之致死率為 50%,且潤葉樹之樹冠存活者,尚有 13.07%;而本區則已全燬,致死率為 100%,同時亦無樹冠存活之潤葉樹。但在比較兩地區潤葉樹類之火燒致死率,東卯山區潤葉樹類之火燒致死率高達 15.9%,然在本區則僅為 1.31%。筆者推斷此或與火燒季節有關。東卯山區之火燒發生於 73 年 11 月 22 日,而武陵之火燒則晚了兩個月,於 74 年 1 月 23 日發生,由於 11 月間,本省中部之氣候尚稱溫暖,許多植物之生長與生理活動尚仍在進行中,因此其受害之程度自較嚴重。Davis(1959)在討論影響植物受火燒傷害程度的因子時,共列舉了九項,火燒的季節及植物的生理活動情形,即為其中之一。另外其他的研究,亦曾指出火燒的季節在決定植物的再萌蘖能力上,可能為一個很重要的因子(Jones & Laude, 1960; Hoghes & Knox, 1964; Cremer, 1973)。

分析栓皮櫟等五種共 128 株潤葉樹種的萌蘖高度與直徑級之關係,發現兩者間呈顯著之正相關(表 2 及圖 2),其相關係數為 0.503,迴歸式為 $Y = 46.4 + 7.74 X$ 。顯示直徑越大,則其所萌發的萌蘖高度亦越高。植物之萌蘖能力為林齡之函數,在初期萌蘖能力隨林齡而增加,一段時期後,達到最高點,然後萌蘖能力便又隨林齡而下降(Kayll & Gimingham, 1965; Miller & Miles, 1970)。筆者並嘗試將直徑大於 10 cm 的七株林木予以捨棄,重新計算萌蘖高度與直徑級之相關係數,發現相關係數提高為 0.623(迴歸式為 $Y = 30.9 + 12.8 X$)。

另選擇栓皮櫟、紅毛杜鵑、來特氏越橘及南燭等四種植物,以 T-test 檢定兩兩之間萌蘖高度之差異,顯示栓皮櫟之平均萌蘖高度(122.2 cm)遠較來特氏越橘(56.1 cm)、南燭(55.7 cm)及紅毛杜鵑(48.1 cm)為優,達 1% 顯著水準;另來特氏越橘亦較紅毛杜鵑為優,達 5% 顯著水準,餘者間則無顯著差異。因栓皮櫟之萌蘖優勢使得其在火燒頻繁地區常與台灣二葉松形成混交林,而為上層林冠中之重要組成。

(二) 植群調查與分析:

森林火災顯然對植物社會組成造成重大的影響。火燒後,原有植群受到破壞,同時林冠破裂,大量光線進入林內,使多種陽性植物得以入侵。且因腐植質被燒盡,裸出林地,使得種子能與

表 1：武陵台灣二葉松林各主要木本植物火燒致死及存活情形統計表

Table 1. The fire mortality of main tree species in Wu-ling Taiwan red pine forest.

植物種類	直徑級		株數												小計	總計	各萌芽等級所佔之%
	2 cm	4 cm	6 cm	8 cm	10 cm	12 cm	14 cm	16 cm	18 cm	20 cm	20 cm 以上						
<i>Pinus taiwanensis</i> 台灣二葉松	A	1	1	2	6	5	4	10	10	9	7	20	75	75	100.00		
	A		2	4									6		3.59		
<i>Quercus variabilis</i> 栓皮櫟	B	32	48	41	8								129	167	77.25		
	C		1	10	12	2	4	2			1		32		19.16		
<i>Rhododendron rubropilosum</i> 紅毛杜鵑	B	86											86	86	100.00		
<i>Vaccinium wrightii</i> 來特氏越橘	B	125	14										139	139	100.00		
<i>Lyonia ovalifolia</i> 南燭	B	66											66	66	100.00		
<i>Liquidambar formosana</i> 楓香	B					2		1					3	3	100.00		
<i>Myrica rubra</i> 楊梅	B		2										2	2	100.00		
總計 Total	A	1	3	6	6	5	4	10	10	9	7	20	81		15.06		
	B	309	64	41	8	2		1					425	538	79.00		
	C		1	10	12	2	4	2			1		32		5.95		

※萌芽等級：A：全死；B：地上部燒死，由地際萌芽；C：樹冠枯死，由枝幹萌芽。

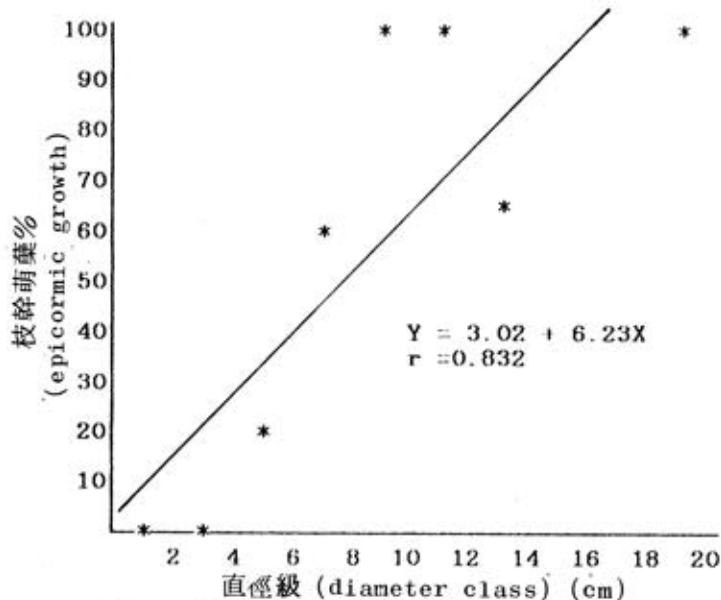


圖 1：武陵火燒後闊葉樹枝幹萌蘗百分率與直徑之關係

Fig. 1. Relationship between percentage of epicormic growth and diameter class of hardwoods following burning at Wu-ling.

表 2：武陵台灣二葉松林各主要木本植物萌蘗高度與直徑級關係統計表（單位：cm）
Table 2. Resprouting height and diameter class of main tree species in burned Taiwan red pine forest at Wu-ling.

植物種類		直徑級							總計
		2 cm	4 cm	6 cm	8 cm	10 cm	12 cm	14 cm	
<i>Quercus variabilis</i> 栓皮櫟	n	6	11	11	7	4	2	3	44
	\bar{X}	89.5	106.1	136.1	153.9	170.5	38	81	122.2
	Sx	27.5	18.9	29.4	32.9	49.8	31.8	23.3	39.6
<i>Rhododendron rubropilosum</i> 紅毛杜鵑	n	25	5						30
	\bar{X}	45.6	61						48.1
	Sx	15.3	9.5						15.5
<i>Vaccinium wrightii</i> 來特氏越橘	n	2	28	11	3				44
	\bar{X}	62.5	54.3	56.5	68				56.2
	Sx	10.6	21.3	15.5	12.5				19.1

<i>Lyonia ovalifolia</i> 南燭	n	3	5			1			9
	\bar{X}	42.7	58.8			79			55.7
	Sx	23.7	17.7			/			20.9
<i>Myrica rubra</i> 楊梅	n			1					1
	\bar{X}			65					65
	Sx			/					/
總計 Total	n	36	49	23	10	5	2	3	128
	\bar{X}	53.6	67.1	95.0	128.1	152.2	38	81	77.0
	Sx	24.8	28.6	46.1	49.8	59.4	31.8	23.3	42.7

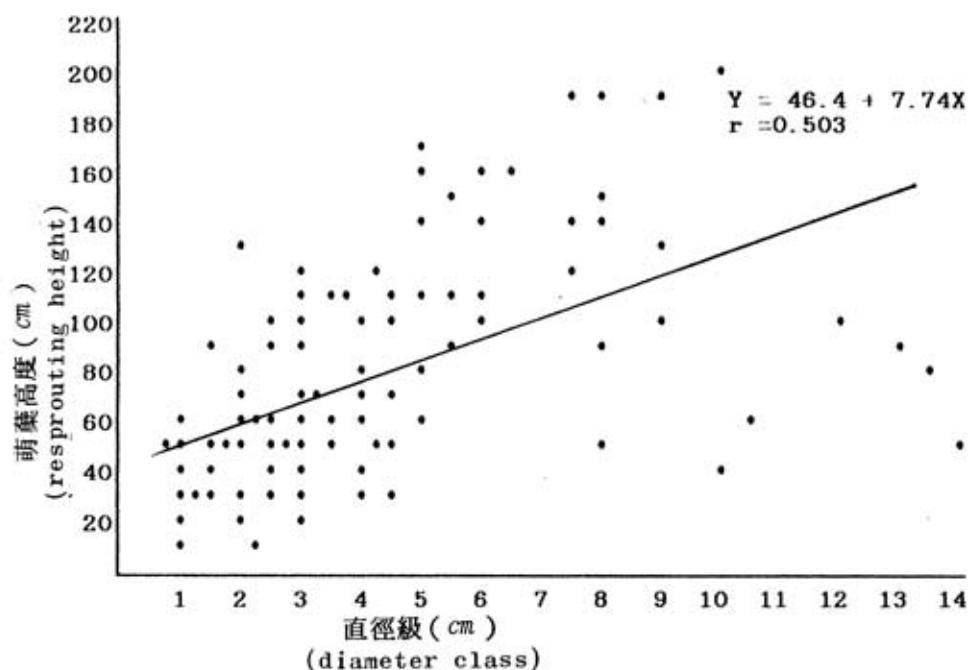


圖 2：武陵火燒後闊葉樹類萌蘖高度與直徑之關係

Fig. 2. Relationship between resprouting height and diameter class of hardwoods following burning at Wu-ling.

礦土接觸而發芽，因此火燒後形成的植群與原有之植群有極大之不同。由於多種植物的入侵，更使得火燒後初期，植物社會的歧異度有增加之趨勢。在調查未受火燒的對照區中，僅發現 6 種植物，但在火燒區，每樣區所出現之植物則高達 20~30 種（表 3）。且所出現之植物種類在火燒後一年亦較火燒後半年為多。經統計後，發現在火燒後一年植群之歧異度指數在 2.117~2.583 之間，然未火燒對照區則僅為 1.665。歧異度在火燒後初期的增加，乃為衆多草木植物之入侵所造成，因此並不意味歧異度的增加，將有助於其安定性的提高。

表3: 武陵台灣二葉松林各樣區地被植物之重要值

Table 3. The importance value of floor vegetation of Taiwan red pine forest at Wu-ling.

重 要 值 植 物 種 類	樣 區		台 灣 二 葉 松 火 燒 區				台 灣 二 葉 松 未 火 燒 對 照 區 74.8.5 調 查
			較 嚴 重 區		較 輕 微 區		
			74.8.5 調 查	75.4.18 調 查	74.8.5 調 查	75.4.18 調 查	
<i>Miscanthus floridulus</i> 五節芒			21.55	25.20	44.87	56.39	67.57
<i>Pteridium aquilinum wightianum</i> 鱗大蕨			22.12	20.10	48.60	37.31	30.81
<i>Rhododendron rubropilosum</i> 紅毛杜鵑			13.59	14.12	10.08	9.23	36.54
<i>Vaccinium wrightii</i> 來特氏越橘			12.57	14.56	12.81	10.48	32.13
<i>Lyonia ovalifolia</i> 南燭			12.38	9.96	3.39	3.12	20.52
<i>Liquidambar formosana</i> 楓香			3.40	2.35	0.98	0.81	12.43
<i>Quercus variabilis</i> 栓皮櫟			81.64	80.69	15.64	16.71	
<i>Pinus taiwanensis</i> 台灣二葉松			1.10	1.16	2.34	2.14	
<i>Lespedeza cuneata</i> 千里光			1.10	1.16	8.10	5.88	
<i>Viola philippica</i> 菲律賓堇菜			2.21	4.62	6.30	5.09	
<i>Lespedeza bicolor</i> 胡枝子			2.20		9.88	7.93	
<i>Wahlenbergia marginata</i> 細葉蘭花參			2.27	3.53		2.93	
<i>Arundinella setosa</i> 刺芒野古草			6.93	6.34		2.16	
<i>Ixeris laevigata oldhamii</i> 刀傷草				1.15	0.79	2.14	
<i>Gnaphalium japonicum</i> 父子草				2.32	3.13	6.82	
<i>Conyza japonica</i> 日本假蓬				4.62	0.79	6.67	
<i>Sonchus oleraceus</i> 苦蕒菜				1.16	1.56	3.60	
<i>Crassocephalum crepidioides</i> 昭和草			5.80		7.67		
<i>Solanum nigrum</i> 龍葵			4.52		6.51		
<i>Lactuca indica</i> 山萵苣			2.21			0.72	
<i>Carex sp.</i> 蘆草					6.02	2.89	
<i>Senecio scandens</i> 蔓黃苑					0.79	1.52	
<i>Myrica rubra</i> 楊梅					0.83	0.82	
<i>Rhus semialata roxburgiana</i> 山塩蒨					1.57	1.48	
<i>Smilax elongato-umbellata</i> 菝葜					3.40	1.50	
<i>Alnus formosana</i> 台灣赤楊					0.79	2.25	
<i>Prunus campanulata</i> 山櫻花			1.11				
<i>Dianella ensifolia</i> 山菅蘭			1.12				
<i>Polygonum multiflorum hypoleucum</i> 台灣何首烏				1.16			
<i>Rubus alnifoliolatus</i> 椴葉懸鈎子				1.15			
<i>Ixeris chinensis</i> 兔仔菜				1.16			
<i>Lepisorus kawakamii</i> 鱗瓦蕨				1.18			
<i>Polygala japonica</i> 瓜子金				1.16	0.79		
<i>Alysicarpus vaginalis</i> 山地豆				1.16			
<i>Gnaphalium purpureum</i> 鼠麴舅					0.78		
<i>Litsea cubeba</i> 山胡椒					0.79		
<i>Lilium formosanum</i> 台灣百合					0.83		
<i>Picris hieracioides morrisonensis</i> 玉山毛蓮菜						2.21	
<i>Tricyrtis formosana</i> 台灣油點草						0.71	
<i>Artemisia capillaris</i> 茵陳蒿						3.61	
<i>Rubus formosensis</i> 台灣懸鈎子						0.72	
<i>Rosa pricei</i> 能高薔薇						0.72	
<i>Gnaphalium adnatum</i> 紅面香						0.72	
<i>Hypochoeris radicata</i> 貓耳葉菊						0.72	
<i>Vernonia cinerea</i> 一枝香			2.20				
Total 總計			200.02	200.01	200.03	200.00	200.00

分析這些入侵的植物，除了萌蘖之原有植物種類如紅毛杜鵑、栓皮櫟等外，大部份則為種實較小，又有飄散器官，可藉風力傳播入侵之植物，如許多種菊科植物。而在火燒後佔優勢之植物種類，主要為五節芒 (*Miscanthus floridulus*)、鬍大蕨 (*Pteridium aquilinum* subsp. *wightianum*)、栓皮櫟、紅毛杜鵑、來特氏越橘等，與筆者在人倫及東卯山台灣二葉松林火燒後所做的調查結果極為相似 (陳明義等, 1986; 呂金誠等, 1986)。這些植物之存在與火燒之持續發生或有密切之關係。

觀察各樣區間之相似性指數 (表 4) 及樹形圖 (圖 3)，顯示火燒後再形成之植群與未受火燒者之相似性為 53.44%，此結果與在人倫地區所調查者相近，此暗示台灣二葉松林演替到達極相所需之時間，遠長於火燒發生之週期，而在演替尚未進行達到某一程度之前，又再度為火燒所干擾，而使演替再從頭進行，故在火燒區與對照區之植物組成便極為相似。至於其演替速度緩慢之原因，或為氣候較為乾燥 (受立地坡向之影響) 及松葉的不易腐爛、保水力又差，致入侵的種子無法接觸到土壤，以吸收發芽所需之水分之故。

表 4：武陵臺灣二葉松林各樣區之相似性指數矩陣

Table 4. Matrix of similarity coefficient for each releve of Taiwan red pine forest at Wu-ling.

1.					
2.	86.91				
3.	51.62	50.49			
4.	47.89	53.46	78.51		
5.	42.80	43.14	51.46	55.42	
	1	2	3	4	5

- 樣區代號 1：較嚴重區 74.8.5 調查
 2：較嚴重區 75.4.18 調查
 3：較輕微區 74.8.5 調查
 4：較輕微區 75.4.18 調查
 5：對照區

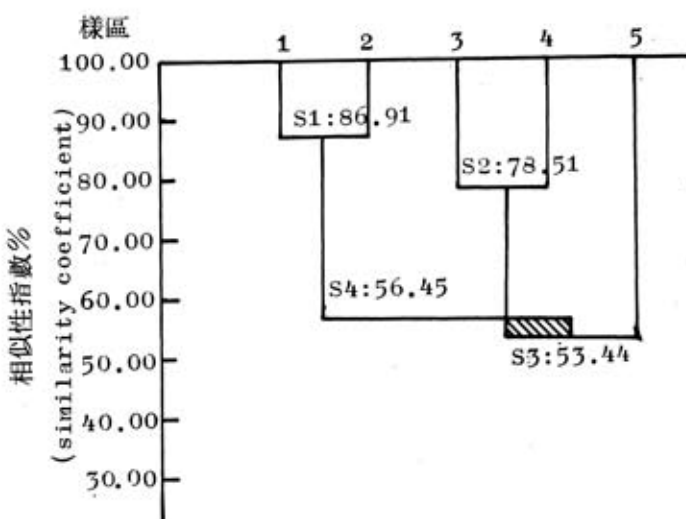


圖 3：武陵台灣二葉松各樣區之相似性指數樹形圖

Fig. 3. Dendrogram derived from cluster analysis for each releve of Taiwan red pine forest at Wu-ling.

四、結 論

- (一)本區因火燒較嚴重，台灣二葉松 100 % 致死，亦未發現樹冠存活之潤葉樹。唯潤葉樹之火燒致死率僅為 1.31 %，反遠低於火燒較不嚴重的東卯山區 (15.9 %)，此差異推斷乃為火燒季節不同所致。
- (二)潤葉樹類之火燒致死率與直徑大小成負相關，相關係數為 - 0.446；枝幹萌蘖之比率則與直徑大小成顯著正相關，相關係數為 0.832。而植物火燒後之萌蘖高度亦與直徑級成正相關。
- (三)以 T - test 檢定栓皮櫟等四種主要林木彼此間萌蘖高度之差異，發現栓皮櫟遠較來特氏越橘、南燭及紅毛杜鵑等種類為優，故得以常成為台灣二葉松林中主要之混交樹種。
- 四火燒後植物社會之歧異度有顯著之增加，其主要原因乃係為草本植物大量入侵所致。

五、參考文獻

1. 呂福原、歐辰雄、廖秋成、陳慶芳 1984 林火對於森林土壤效應及植群演替影響之研究(二) 嘉義農專學報 10:47 - 72。
2. 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 中興大學實驗林研究報告第 7 號 11 - 12。
3. 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。
4. 劉棠瑞、蘇鴻傑 1978 大甲溪上游台灣二葉松天然林之群落組成及相關環境因子之研究 臺大實驗林報告 121:207 - 239。
5. Cremer, K. W. 1973 Ability of *Eucalyptus regnans* and associate evergreen hardwoods to recover from cutting or complete defoliation in different seasons. Aust. For. Res. 6:9-22.
6. Davis, K. P. 1959 Forest Fire: Control and Use. McGraw-Hill Co.
7. Gill, A. M. 1977 Plants' traits adaptive to fires in the Mediterranean land ecosystems. In: Mooney H. A. Conrad C. E. (tech coord) Symp. Environmental Consequences of Fire and Fuel Management in Mediterranean Ecosystems. USDA For. Serv. Gen. Rep. WO-3 pp. 17-26.
8. Gill, A. M. and D. H. Ashton 1968 The role of bark type in relative tolerance to fire of three central Victorian eucalypts. Aust. J. Bot. 16:491-498.
9. Hoghes R. H. and F. E. Knox 1964 Response of gallberry to seasonal burning. USDA For. Serv. Res., Note SE-21, p3.
10. Jones, M. B. and H. M. Laude 1960 Relationship between sprouting in chamise and the physiological condition of the plant. J. Range Manag. 13:21- 214.
11. Kayll, A. J. and C. H. Gimingham 1965 Vegetative regeneration of *Calluna vulgaris* after fire. J. Ecol. 53:729-734.
12. Kayll, A. J. 1966 A technique for studying the fire tolerance of living tree trunks. Can. Dept. For. Publ. 1012.

13. Miller, G. R. and J. Miles 1970 Regeneration of heather (*Calluna vulgaris* (L.) Salisb.) at different ages and seasons in northeast Scotland. *J. Appl. Ecol.* 7:51-60.
14. Mueller-Dombois, D. and H. Ellenberg 1974 *Aims and Methods of Vegetation Ecology*. John Wiley & Sons.
15. Mutch, R. W. 1970 Wildland fires and ecosystems--A hypothesis. *Ecology* 51:1046-1051.
16. Spurr, S. H. and B. V. Barnes 1980 *Forest Ecology*. John Wiley & Sons.

(75年11月30日收稿)