

研究報告

南投林區林火影響因子之探討¹

顏添明² 吳景揚³

【摘要】 本研究旨在探討南投林區林火發生之原因，係以 1992 至 2002 年的火災發生記錄為分析基礎，此期間共發生林火 165 次，由分析所得之結果得知幾乎大部分（99%）的森林火災皆由人為原因所導致，而其中又以吸煙不慎（36%）所佔的比例為最多。由起火點與道路之關係亦發現大部分的起火點皆與道路有著鄰近的關係，而火災之發生在不同月份間有著明顯的變化，經由濕潤係數和火災頻度之分析結果顯示，此二者間具有顯著性的負相關，本研究所得之結果，將可提供森林火災防救上的參考資訊。

【關鍵字】 林火、林區、濕潤係數

Research paper

Influencing Factors of Forest Fires in Nantou Forest District¹

Tian-Ming Yen² Jing-Yang Wu³

【Abstract】 The purpose of this study was to explore the forest fires occurred in Nantou Forest District. According to the fire reports from 1992 to 2002, there were total 165 forest fires occurred in study area. Those fires mainly resulted form man-caused (99%), among which smoking uncareful (36%) was the major factor. We also fined that many fire staring point close near the road. Fire frequency have clearly trend by monthly distribution. After analyzed the wet coefficient and fire frequency, it fined that they have negative significant related. The results will provide basic information for forest fire prevention.

【Key words】 forest fires, Forest District , the wet coefficient.

1. 本文為第二作者碩士論文之部份；行政院農業委員會補助專題研究計畫[92農科-2.3.3-林-F1(11)]

This paper is a part of the Master thesis of the second author; The project was sponsored by the Council of Agriculture [91AS-2.3.3-FC- F1(11)].

2. 國立中興大學森林系助理教授，通訊作者

Assistant Professor, Department of Forestry, NCHU. Corresponding author.

3. 國立中興大學森林系碩士

Master, Department of Forestry, NCHU.

一、前言

台灣為一海島型國家，雖土地面積僅有 3,591,500 ha，但森林面積廣達 2,102,400 ha，佔全島面積 58.5%，而蓄積量則高達 357,429,000 m³（行政院農業委員會林務局，2000），可謂森林資源相當豐富，由於全島地處熱帶與亞熱帶的分界，海拔分布範圍廣闊，垂直分布範圍自海平面可達 3,300 m 之高山，故產生複雜的植物生態，涵蓋熱帶至寒帶的植群型，其中不乏高經濟價值的樹種，如紅檜、扁柏、肖楠、鐵杉等林型，更孕育出豐沛的生物資源，為能發揮森林的多元功能，森林資源的保護及保育工作尤為重要。

森林火災為森林保護工作最為艱鉅的項目之一，但由於林火對森林的影響是多元的，並不能完全將其視為災害，因此以「火災」稱之並不完全恰當，在生態學的研究上常以「林火」稱之。林火為影響森林生態系演替之重要因子，其於植群間的競爭、養分循環或更新上皆扮演著重要的角色，如台灣二葉松等火災適存樹種可藉由頻繁地表火維持其生態上的優勢；林地上過厚的腐植質經由火燒後加速分解循環、增進土壤肥力；美國西北部的柱松靠著林火以便打開蠟封的球果，並可藉由林火後灰燼的養分更新成長，所以對於生態系而言，森林火災的發生有其一定的功能（呂金誠，1990）。

但就森林保護的觀點而言，對於林火所造成的災害以「森林火災」稱之實不為過，當森林火災一旦發生，若未能即時將其撲滅，將導致長年累月苦心經營的成果，於短時間內即付之一炬，其造成之生態衝擊、經濟價值的損失更是難以估計，由於林木經營的時期長，若要恢復原有林相，除需投入龐大的資金與勞力，更需漫長時間的等待。近年來較為嚴重者如 1987 年中國大陸大興安嶺黑龍江大火、同年六月美國的黃石公園大火、1998 年印尼森林大火造成長期悶燒的地下火、1998 年美國佛

羅里達州大火、1999 年美國內華達州大火，這些林火除造成大面積林木損失使森林蓄積量減少，亦造成煙霧、霾害、溫室效應等公害，更危及居民的生命安全（陳明義，2002）。台灣地區所發生之林火，由 1992 年至 2000 年的統計資料顯示，共發生火警 406 次，火災 243 次，燒毀面積達 5,168 ha，損失金額估計為 825,045,000 元（行政院農業委員會林務局，2000）。從 1993 年玉山塔塔加大火，到 2002 年 2 月的梨山大火，同年 3 月雪山東峰大火及 2003 年 5 月武陵大火，這些大型森林火災透過媒體的報導，讓人印象尤為深刻，這也導致大部分的國人對森林火災大都抱持著負面看法的主要原因。

如何有效而合理的防治森林火災為目前經營上的一個重要課題，尤其台灣山區地形陡峭，林火一旦發生搶救不易，在撲滅時往往要耗費龐大的人力物力。其實對於森林火災的防救工作，可從預防措施來著手，基於「預防勝於治療」之理念，若能防範森林火災於未然，將使森林保護工作達事半功倍之效，而這些預防工作可針對以往森林火災發生之個案及歷年來之統計資料詳加整理、分析，以瞭解其趨勢，做為森林火災管理基礎。本研究主要以森林火災發生之基本要素為考量，蒐集相關文獻做為分析基礎，並選擇南投林區為研究區域，因該區域為各林區歷年來林火發生之冠，透過該林區近十年來所發生的林火資料進行分析，供未來林火管理之參考。

二、研究區域

（一）研究區域

南投林區位於台灣中部，其境界北至合歡山、福壽山農場，東延中央山脈與花蓮林區為界，南至秀孤巒山脈與嘉義林區毗鄰，西瀕台灣西部平原，內轄中西部為狹長之台灣大學實驗林區所隔，而使阿里山事業區孤立西陲。地理位置東至中央山脈（東經 120° 10'）西

至阿里山脈（東經 120° 36'）南至玉山山脈（北緯 23° 28'）北至合歡山（北緯 24° 14'），另包括民國初年間編入清水區外保安林（台中縣鐵砧山、水尾山、清水、大肚山）面積 710.54 ha，及田中區外保安林（彰化縣社頭、花壇、湖水坑、鼻仔頭、二水、炭寮）面積 2,551.99 ha 等森林區域（林務局南投林區管理處，2000）。

南投林區管理處所轄之林地分布於台中縣、南投縣、彰化縣及雲林縣等縣市，分為埔里事業區 142 個林班面積 33,541.42 ha、濁水溪事業區 41 個林班面積 51,363.06 ha、巒大事業區 209 個林班面積 67,593.34 ha、丹大事業區 40 個林班面積 42,282.77 ha 及阿里山事業區 23 個林班面積 4,859.85 ha，合計 199,640.44 ha。全區東部及東南、東北部崇山峻嶺，形式險峻，基岩裸露，斷崖處處，崩壞頗多；西部及西南部一帶則地勢較平坦，多與農墾地連結。海拔高自平地至 3,952 m 之間，3000 m 以上高山 22 座，群峰層疊山陵起伏極為巍峨。水系分濁水溪及烏溪兩流域，依水系發展劃分為十個集水區。本研究係以境內國有林班地為主要範圍，詳細區域如圖 1 所示（林務局南投林區管理處，2000）。

(二) 氣候

本區氣候主要為暖帶至溫帶，雨量主要集中在 5 月至 8 月，年平均累積雨量 2,090.3 mm。以本區境內日月潭觀測站（海拔高度 1,014 m）自 1990 年至 1999 年 12 月止之氣象觀測記錄，年平均溫度為 19.2 °C，年平均雨量約 2,400 mm，降雨大部分集中在 4~9 月，而每年的 10 月至翌年元月則為乾旱期，雨量稀少，空氣乾燥，為森林火災容易發生的時期。

三、研究材料及方法

(一) 研究材料

本研究所採用之資料來源可分為三類：

1. 森林火災基本資料：採用南投林區自 1992

至 2002 間的森林火災原始紀錄，資料包含火災快報、最後結報、森林災害清冊以及林業統計等。並依林務局所記錄之「森林火災快報」，將所獲得之資料彙整如表 1 之型態。

2. 南投地區氣象資料：參考中央氣象局網站以及該局所出版之氣象統計資料，採用中央氣象局於南投林區內設置的氣象觀測站，於研究期間內所測得的氣象資料。
3. 數值圖檔：依據數值影像資料為基礎，並參考野外調繪資料，經數位化編輯而成的數位圖檔。包含事業區、林班界、小班界、道路、水系…等圖層。

(二) 研究方法

經由南投林區管理處所提供的火災原始快報與檔案，將其進行資料建檔及分類。由表 1 之資料類型可分為發生時間、發生地點、林火類型、被害樹種等統計項，將此資料做為分析之基礎，除了對於基礎資料進行分析外，另外也對於一些由基本資料所推導出之導出介量，如易燃強度進行分析，此外亦針對人為因子及氣象因子等主題加以探討，有關研究內容分述如下：

1. 易燃強度分析

凌超寧（1998）認為森林火災之特性可以利用燒毀的面積、起火至滅火時間的長度、救火人數，對於易燃等級進行定量的描述，以上述因子做為火險等級預報模式應較為合理。其定義森林易燃強度茲以 (1) 式表示之。

$$Q = \beta^n S/T \dots\dots\dots (1)$$

(1)式中 Q 為易燃強度；n 為救火人數；S 為火場面積 (ha)；T 為起火至滅火的時間；β 為救火人數對火場面積的影響係數；當 n ≥ 10, β = log $\frac{10n}{n-1}$ ；當 n < 10, β = 1。

由易燃強度之公式內容可知，S/T 為燃燒速率的概念，其值增加則 Q 值亦會隨之增加；而救火人數增加（當 n > 10 人以上），

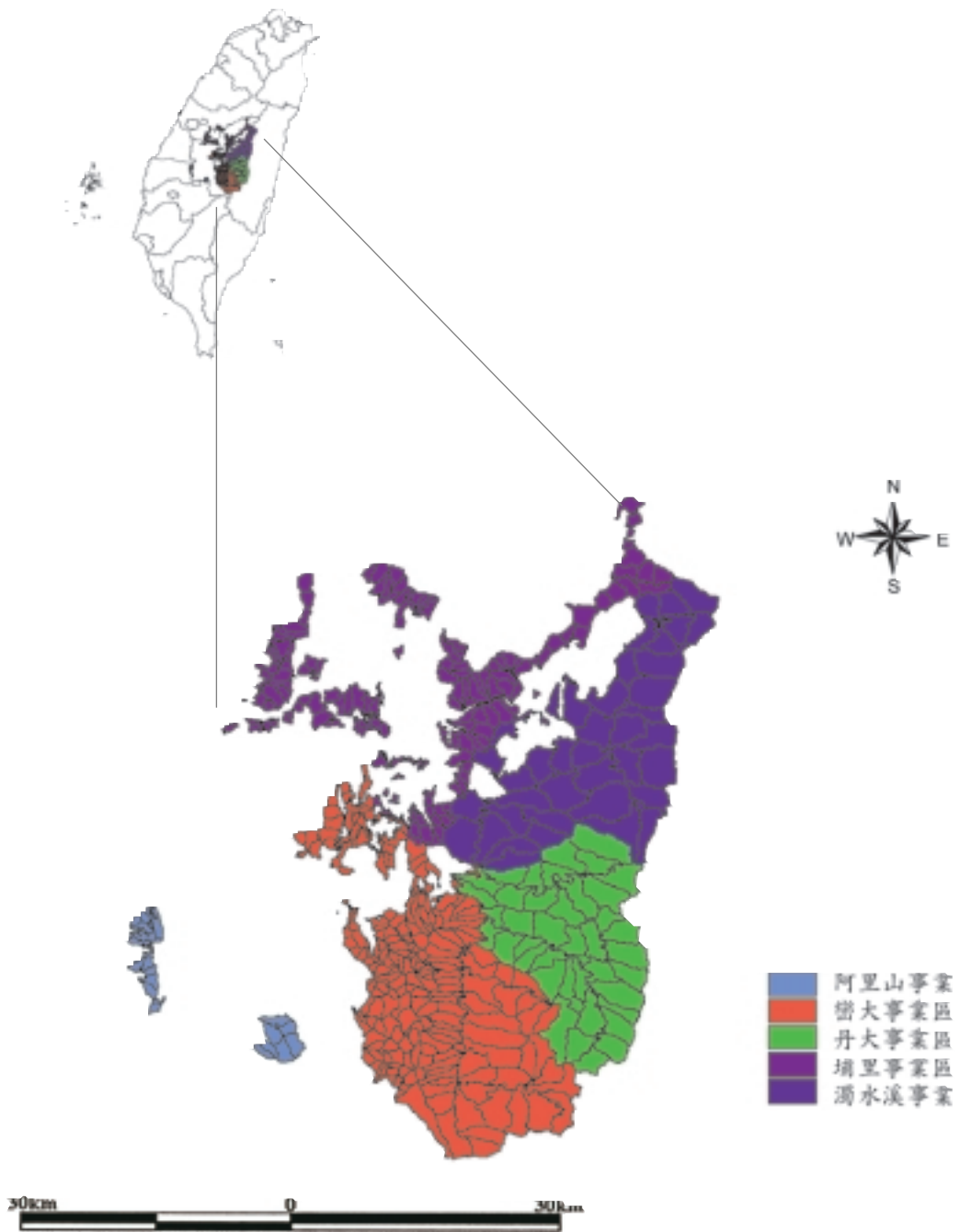


圖 1. 研究區域位置圖

Fig. 1. Location map of study area.

表 1. 火災快報細目

Table 1. Detail items of forest fire dispatch.

項目	內容	說明	資訊
報告	單位、姓名、發現者姓名、地址	需現場查報	即時資訊
時間	起火、發現、控制、熄滅	需現場查報	即時資訊
地點	事業區林班、小班、相片基本圖、火場座標	由 GIS 圖層提供	靜態資訊
林況	天然針葉林、闊葉林、竹林、或人工林…等	由森林調查簿提供	靜態資訊
地況	崖壁、急峻、緩斜、平坦、水源	由 GIS 圖層提供	靜態資訊
交通	最近道路距離	由 GIS 圖層提供	即時資訊
動員情形	救火人員、支援人數	即時登錄	靜態資訊與即時資訊
通訊情形	通信方式	登錄相關人員電話號碼	即時資訊
火場情形	火勢猛烈、緩和、風力、天氣…等	配合火場資訊之收集與分析	即時資訊
搶救情形	發現、動員、搶救、控制、清理	配合火場資訊之收集與分析	即時資訊
被害估計	面積、樹種、材積、其他	需現場查報	即時資訊
原因	雷電、燒壑、吸煙不慎、炊煮、其他	需現場查報	即時資訊
火首	姓名、年齡、職業…等	需現場查報	即時資訊
請求支援	人力、工具		即時資訊

則 Q 值亦會隨之增加，亦即當燃燒速率固定時，投入救火人數多者則表示易燃強度較強。

2. 人為因子分析

(1) 發生原因分析

森林火災的發生，最初需由外力供給能量才能引起燃燒，而能量的來源可分成天然及人為兩類。天然林火最常見的為閃電造成，此往往難以防範預警。人為林火則為民眾進入森林內從事活動所導致，透過發生原因的彙整，可瞭解人類活動與森林火災之間的關係。由發生原因的歸納可瞭解何種活動最容易導致林火，以做為防範森林火災之依據。

(2) 可及性分析

台灣地區大部分的林火皆由人為引起，對於人類活動是否頻繁，到達是否方便，可從道路因子方面來探討。森林中開設的道路會增加人類到達的方便性與行進速度，也使人類較容易進入森林從事活動。所以統計由起火點與道路之間的距離，應可做為人為活動分佈是否與林火發生有關聯性之參考。本研究針對火災發生地點與道路之距離的頻度分析以佐證火災與人為活動的關係。

3. 氣象資料分析

(1) 基本資料分析

由於氣象因子為影響森林火災的重要因子之一，本研究採用中央氣象局所提供的氣象資料，主要以地面資料為主，蒐集 1992 年至

2002 年的降雨量、平均溫度及平均相對濕度，瞭解其變化量與林火之間的關係。

(2)濕潤係數指標

本研究選取伊凡諾夫濕潤係數作為指標因子，伊凡諾夫濕潤係數以單純的三個氣象條件，即累積降雨量、平均溫度以及平均相對濕度作為參數，得出一指標數值來反映潛在的林火危險度。於求算該指標時，可先由月平均氣溫及平均相對濕度求得 E_o 值，如 (3) 式所示，再以月降雨量除以 E_o 值即可得到伊凡諾夫濕潤係數，如 (2) 式所示。

$$P=R/E_o \dots\dots\dots (2)$$

$$E_o = 0.0018(25+T)^2(100-r) \dots\dots\dots (3)$$

(2)、(3)式中：P 為伊凡諾夫濕潤係數；T 為月平均氣溫；r 為月平均相對濕度；R 為月降雨量 (mm)。濕潤係數由高至低表示火災危險等級由低至高 (楊美和等，1997)。

四、結果與討論

(一) 基本資料分析

由南投林區管理處所提供的林火發生資

料，按照年份、月份、林火類型、被害樹種以及發生原因等加以統計，所得結果如下：

1.依年份統計

按照每年發生的次數，統計南投林區 1992~2002 年的累積林火發生次數，如圖 2 所示。

由圖 2 得知，南投地區以 2002 年發生 49 次最多，其次為 1996 年發生 34 次，而 2000 年發生 3 次為最少。但由十年期間之變化結果，並未能從其間的變化得到規律的趨勢。

2.依月份統計

按各月份發生的次數統計南投林區 1992~2002 年的累積林火發生次數，如圖 3 所示。

由圖 3 得知，森林火災在發生月份所發生之累積次數呈現特定而明顯的發生時節分布，每年 11 月至隔年 4 月佔總發生次數的 91%，尤以 12 月與 1 月發生次數居冠；5 月至 10 月之間林火則較少發生，8 月甚至沒有發生的記錄。有關其間的原因，陳溪洲

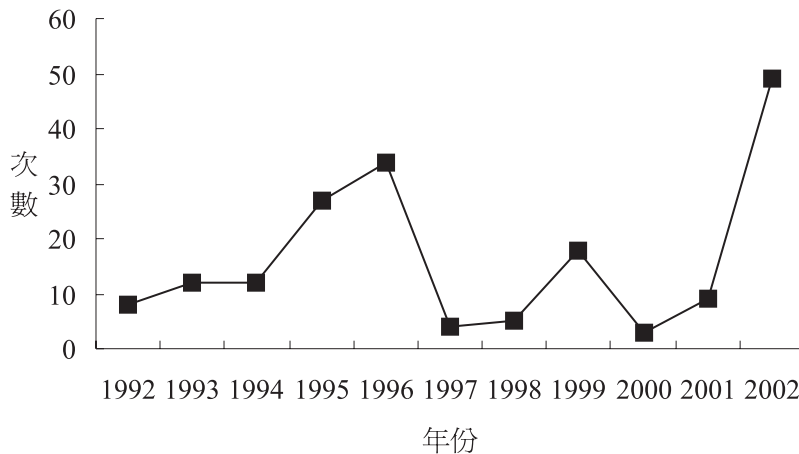


圖 2. 南投林區林火發生次數統計圖

Fig. 2. Forest fire frequency of Nantou forest district from 1992 to 2002.

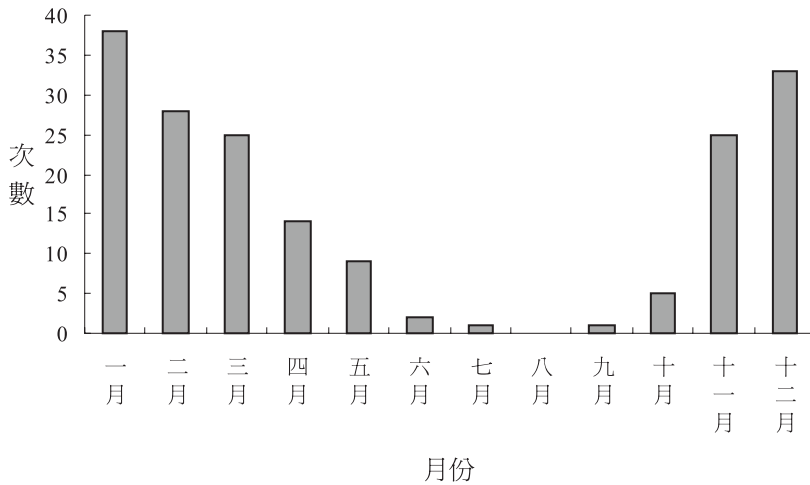


圖 3. 南投林區各月份累積林火發生次數圖

Fig. 3. Forest fire frequency of Nantou forest district divide by months.

(1990) 指出，台灣地區因為氣候變化與人類活動之關係，各月份所發生林火之次數有重大差異，發生較多的月份為 1~4 月，次為 7~12 月，以 5~10 月較少。此情況與南投地區近十年的統計資料有些類似，且在南投地區更有明顯月份發生上的差異，以 11 月至隔年 4 月為發生高峰期，有關於其原因將在後續的分析中來討論。

3. 依林火類型統計

茲將每次林火發生時的主要類型，依林火發生之部位予以歸納，所得結果如圖 4 所示。

由圖 4 得知，南投林區林火發生時，主要的林火類型以地表火為主，佔了 83% 之多，其餘地下火、樹冠火等都僅有少數，三者綜合發生的火型更為稀少。由此資料顯示大部份之森林火災皆和地表火有關，此原因是否與人為因子有關尚待進一步探討。

4. 依被害樹種統計

林火中主要被害樹種即可視為燃料類型的重要參考，茲將近十年的被害樹種統計以圖 5 表示之。

由圖 5 得知，被害樹種以闊葉樹最為常見，其中包含楓香、赤楊、樟樹、相思樹以及其他闊葉樹等，大都為低海拔的常見樹種；其次則以枯枝落葉與草類為主。而如以詳細的樹種別來分類，可知杉木、松類、竹類、紅檜、肖楠的受害紀錄之月份累計次數均超過 10 次以上。

5. 易燃強度分析

茲以 (1) 式計算所得之易燃強度與被害面積、散播速率及海拔高等因子進行相關分析所得之結果如表 2 所示。

由表 2 得知，易燃強度與被害面積成正相關，而與散播速率及海拔高呈負相關，由於易燃強度指標 ($Q = \beta \cdot S/T$) 的建構係由救火人數、林火燃燒速率等因子構成，如在個別因子可固定的情況下，另一因子應和易燃強度呈正相關。惟於實際的分析結果易燃強度與散播速率卻呈現負相關，可見散播速率和其他參數間有著某種程度的交互作用，是否此交互作用大於散播速率所導致則有待進一步驗證。另由易燃強度得知，其與海拔高呈負相關，其原因可

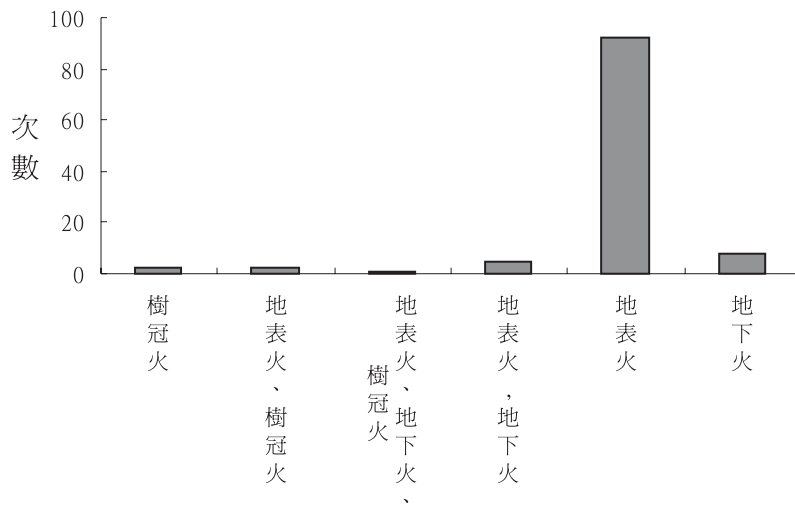


圖 4. 南投林區林火類型統計圖

Fig. 4. Statistics of forest fire frequency of Nantou forest district by fire type.

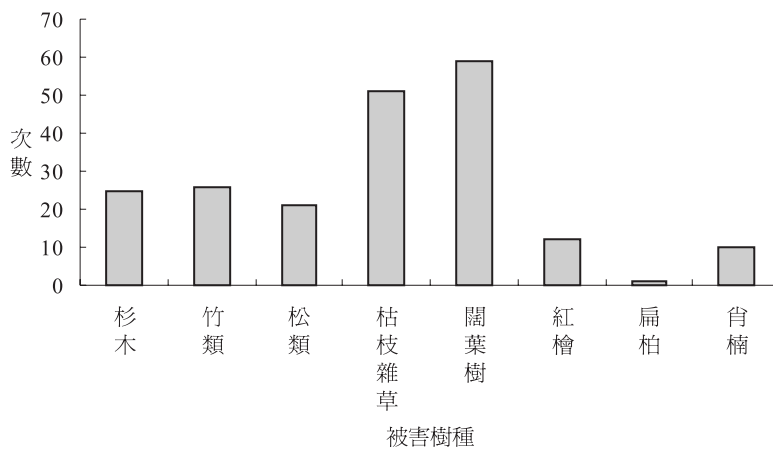


圖 5. 南投林區被害樹種類型之次數分布

Fig. 5. Stataistic of forest fire frequency of Nantou forest district by tree species.

表 2. 南投林區森林火災因子之相關分析

Table 2. Correction analysis for some forest fire factors of Nantou forest district.

	易燃強度	被害面積	散播速率	海拔高
易燃強度				
被害面積	0.691**			
散播速率	-0.270*	0.157		
海拔高	-0.289*	-0.96	0.473**	

能是因為海拔高與散播速率呈正相關，因此得到散播速率與易燃強度呈現負相關。

(二) 人為因子分析

1. 發生原因分析

有關近十年來火災發生原因之統計，引起林火的原因方面，茲以表 3 表示之。

由表 3 得知，各種引起林火的原因中，以吸煙不慎的頻率最高，為 36%，其次為烤火與引火不慎，各佔 19% 與 15%，狩獵僅排第四位，為 10%。根據林朝欽（1992）分析

1963 年至 1991 年國有林之森林火災，除幾乎全屬人為引起外，發生的原因以燒壘、縱火所佔比例最多（44.7%），吸煙不慎者次之（19.7%），遊憩發生者為最少（3.5%）。唯本研究區域係屬地區性的個案，因此森林火災發生原因和全國性之統計資料可能會有所出入。另外，值得注意的是僅有兩次的林火為自然雷擊所引起，因此自然引起森林火災佔所有火災發生原因之比例只有 1%，此亦說明了防範人為因子所發生之火災的重要性。

表 3. 南投林區林火發生原因統計

Table 3. Statistic for causes of forest fire of Nantou forest district.

起火原因	生發次數	百分比 (%)
吸煙不慎	59	36
烤火	31	19
引火不慎	24	15
原因不明	20	12
狩獵	17	10
掃墓	6	4
縱火	4	2
雷擊	2	1
燒冥紙	1	1
垃圾燃燒	1	1
合計	165	100

2. 道路分析

道路是便利民衆進入森林的一個管道，近年來由於國民所得與水準的提高，加上林道的增設，國民有較多的機會進入森林，於森林中從事遊憩休閒等活動，所以我們可由起火點與道路的距離間接瞭解林火與民衆活動間的關係，茲統計近十年來南投地區林火發生地點與道路的距離，如圖 6 所示。

由圖 6 得知，林火發生的地點多數集中分佈於距離林道 2 km 以內之範圍，其中又以距離林道 1000 m 之範圍林火發生次數最高，此結果亦可間接佐證森林火災的發生和道路的遠近有著一定程度的關連性。

(三) 氣象因素統計分析

茲統計由 1992 年至 2002 年的各月份平均降雨量、相對濕度及溫度等三個氣象因子，並綜合計算得出伊凡諾夫濕潤係數，所得結果如圖 7 所示。

由圖 7 得知，濕潤係數最高值為 7 月的 7.1，最低值為 11 月的 0.3。而此趨勢與圖 3

之各月份火災發生次數恰好呈現明顯之對比關係，即濕潤係數高者火災發生次數較少，反之亦然。為進而瞭解各月份氣象因素與火災之關聯性，將降雨量、平均溫度、相對濕度、濕潤係數以及林火發生次數進行相關分析，所得之結果如表 4 所示。

由表 4 得知，各氣象因子彼此間的相關係數皆達顯著水準，顯示其彼此有相關，溫度、降雨量與相對濕度三者和濕潤係數間呈顯著正相關，林火發生次數與各氣象因子則皆呈現負相關。故濕潤係數可以當成林火發生的指標，即係數越低越容易發生林火，反之亦然。

茲參考楊美和等（1997）於大陸吉林省所進行的濕潤係數分級，將南投林區發生林火月份的濕潤係數加以分級，如表 5 所示。

由表 5 得知，如以近十年的林火發生次數來看，當濕潤係數的數值大於 2.5 時，發生森林火災的累積頻度已達 8%，而濕潤係數在 2.0~1.5 之累積頻度則為 10%。此與楊美和等

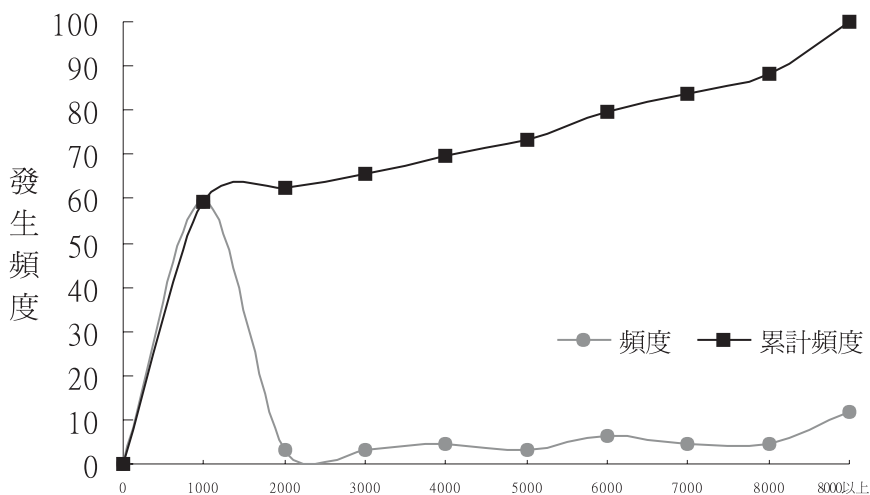


圖 6. 起火點與道路距離之頻度統計

Fig. 6. Distances between road and location of forest fire starting.

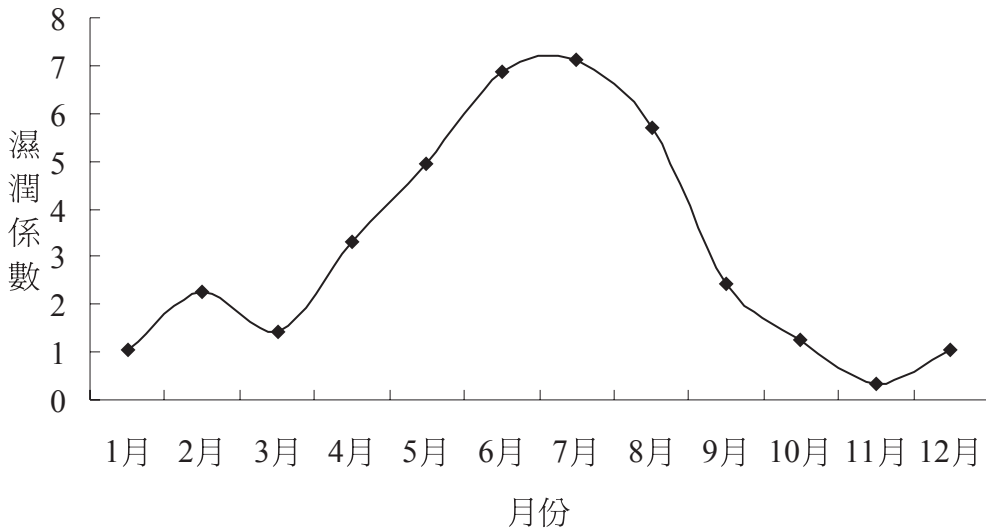


圖 7. 南投林區各月份平均濕潤係數

Fig. 7. Average wet coefficient of Nantou forest district of each month.

表 4. 氣象因子與火災頻度之相關分析

Table 4. Correction analysis for weather factors and forest fire frequency

	溫度	降雨量	相對濕度	濕潤係數	發生次數
溫度					
降雨量	0.523***				
相對濕度	0.644***	0.597***			
濕潤係數	0.462***	0.974***	0.640***		
發生次數	-0.433***	-0.392***	-0.594***	-0.386***	

(1997) 於長白山林區之研究頗有出入，其在濕潤係數在 2.0~1.5 時之累積頻度不及 1%，換言之如以濕潤係數之統計結果，相同的濕潤係數等級南投林區森林火災的發生的相對頻度明顯的要比大陸長白山林區來得嚴重。

(四) 討論

林火對森林的影響是多元的，尤其對於生態的影響更是複雜，而藉由瞭解林火的特性

(行為) 有助於了解對於整個森林生態系的影響 (Johnson and Miyanishi, 2001; DeBano *et al.*, 1998)，而探討林火之特性可由燃燒的基本特性著手，構成燃燒的三大要素為燃料 (fuel)、空氣 (氧) 及足夠的能量 (必須達燃點) (陳溪洲, 1990)。本研究係以此基本概念著手，嘗試分析歸納研究區域之林火發生原因。

表 5. 濕潤係數分級表

Table 5. Wet coefficient degrees and forest fire frequency.

濕潤係數等級(P)	2.5以上	2.5-2.0	2.0-1.5	1.5-1.0	1.0-0.5	0.5-0.2	0.2以下
發生次數	10	3	0	16	23	33	45
發生頻率	8%	2%	0%	12%	18%	25%	35%
累積頻率(%)	8%	10%	10%	22%	40%	65%	100%
林火危險等級	1	2	2	3	4	5	5

就發生的時間而言，由不同年之時間序列殊難看出其端倪，此亦可能和時間尺度有關，因研究區域所蒐集的資料僅為最近十年，未來應累積長期資料，以了解其變化趨勢。而在月份之變化則呈現明顯的趨勢，由分析所得之結果得知 11 月至隔年 3 月為森林火災發生之旺季，該時期之所以容易發生火災可歸納如下幾個原因：(1)氣候因子的關係，如濕潤係數較低，故容易發生火災，此由研究所得不同月份之濕潤係數和火災頻度呈顯著性的負相關來支持此論點。(2)火災頻度較高之月份此時期之氣溫較低，因此有較多的「用火時機」，此亦可能為引起火災的另一個重要原因。

至於林火發生的原因中，主要是人為因子所造成，林朝欽（1992）曾分析 1963~1991 年台灣地區國有林之林火亦指出有 99% 以上的林火是為人為因子所造成的，人為因子在燃燒的理論中所佔的重要性為引起「燃點」，然而這仍需配合當時的燃料狀況及氣象條件等，如果燃料的濕度過高，非處於乾燥的情況下要引燃林火亦非易事。另就道路與起火點的距離分析結果亦可間接佐證人類的可到達性亦為林火防範所必須考量的重點之一。有關林火發生之距離與道路關係之研究，陳香如（2000）曾利用地理資訊系統之環域分析探討林火之發生與道路距離之關係，並以此概念做為火災危險等級劃分之基礎。

有關燃料之概念 Chandler *et al.*（1983）指出任何可以被引燃或氧化的物質或混合物皆可稱之為燃料。所以在於森林中，燃料並不侷限於木本植物，反而枯枝落葉更可能成為引燃林火的重要燃料。如以燃料的類型區分可分為地上部之燃料層（包括不易引燃以大型樹枝樹幹為主之重質燃料及尚在生長中的植物，含有較多的水分而不易燃燒之綠色燃料）及地表燃料層（包括以細小枝條、枯枝落葉等為主之輕質燃料及以地底根部、有機質為主之地下燃料）（Davis, 1959；王子定，1989；陳溪洲，1990；陳香如，2000）。由研究結果得知，大部份林火之燃燒類型為地表火，顯見以枯枝落葉層為地表層燃燒之主要類型。對於燃料的分類，本研究採用林型（樹種）方式來區分，此法雖稍顯粗獷，但因國內對於森林燃料之基本資料庫較為缺乏，後續有關燃料之研究應為林火基本資料庫建構的重點之一。就美國對於燃料之研究，在美國國家森林防火系統對燃料類型加以細分成 24 類，並針對各類之燃料模式、含水率及燃料特徵等詳細列出（USDA, 2003），未來我國應亦建立自己的燃料資料庫系統，以提供做為防火資料庫之用。

五、結語

本研究以南投林區管理處所轄之森林區域進行林火之相關研究，該區域為全國林火發生

之冠，在林火的研究上應具代表性，由近十年來之資料得知林火與氣象因子間具相關性，唯在分析的過程中仍感到相關資料的缺乏，致無法對火災進行預測，僅能由所蒐集的資料進行統計分析，以瞭解其間的相關性。而森林火災的防救工作為長期而艱辛的工作，目前各國在森林火災的研究上，已發展出許多相關的指標因子供預測參考之用，但於台灣地區的重要森林火災資訊如火焰強度、火焰高度、燃料模式等仍待建立，所以無法加以測試印證，將來在林火現場如能進一步調查詳盡的火場資訊，應有助於加速建立台灣的林火危險指標系統。

六、引用文獻

- 王子定（1989）現代森林保護學。國立編譯館。
- 呂金誠（1990）野火對台灣主要森林生態系影響之研究。國立中興大學植物學研究所博士論文。
- 陳明義（2003）林火生態學簡介。林火生態與管理研討會論文集。農委會林務局、台灣生物多樣性保育學會。3-6頁。
- 行政院農業委員會林務局（2000）台灣地區林業統計。行政院農業委員會林務局編印。
- 林務局南投林區管理處（2000）南投林區森林生態系經營計畫草案。行政院農業委員會林務局南投林區編印。
- 林朝欽（1992）台灣地區國有林之森林火分析。林業試驗所研究報告季刊 7(2):169~178。
- 凌超寧（1998）南寧地區森林火險分析與預測。廣西氣象 19(3):30~32。
- 陳香如（2000）整合航測與 GIS 技術應用於潛在森林火災危險等級劃分之研究。國立中興大學森林學研究所碩士論文。
- 陳溪洲（1990）台灣森林火災防救實務。農委會林業特刊第五十二號。
- 楊美和、高穎儀、孫文舉（1997）森林火災與濕潤係數關係的研究。吉林林學院學報 13(1)：10~13。
- Chandler, C., P. Cheney., P. Thomas., L. Trabaud., and D. Williams. (1983) Fire in Forestry. Wiley-Interscience.
- Davis, K. P. (1959) Forest Fire: Control and Use. McGraw-Hill book company. p.4~7; 49~60.
- DeBano, L.F., D.G. Neary, and. P. F. Ffolliott, (1998) Fire's Effects on Ecosystems. Wiley. New York.
- Johnson, E.A., and K. Miyanishi. (2001) Forest Fires : Behavior and Ecological effects. Academic Press, Inc. San Diego, Calif.
- USDA 2003 <http://www.fs.fed.us/>

