

研究報告

開源軟體應用在台灣森林火資料庫之更新

林朝欽^{1,3)} 麥館碩²⁾

摘 要

本研究整理台灣1963~2013年間之森林火紀錄，並應用開源軟體MySQL、PHP、Exhibit，更新森林火資料庫與統計資料內容，藉以了解近半世紀以來台灣地區之森林火現象，期以做為未來森林火防救措施擬定之參考。1963~2013年間之森林火紀錄共3017筆，其中2840筆具有七項完整內容，依所建立的資料庫內容統計，台灣地區50年間的森林1991年至2003年是台灣地區森林火的高峰期，森林火的發生具有季節特性，火季在冬初到春末，森林火發生的地點分為非國有林主要發生北部及中部縣市；而國有林事業區內發生在中部及南部林區內。整體而言，台灣地區森林火的原因是墾殖與狩獵，森林火燃燒面積大多在5 ha以下的小型火燒。

關鍵詞：國有林、事業區、縣市、網際網路、資訊。

林朝欽、麥館碩。2014。開源軟體應用在台灣森林火資料庫之更新。台灣林業科學29(Supplement): S1-11。

¹⁾ 林業試驗所森林保護組，10066台北市南海路53號 Division of Forest Protection, Taiwan Forestry Research Institute, 53 Nanhai Rd., Taipei 10066, Taiwan.

²⁾ 中央研究院生物多樣性研究中心，11529台北市南港區研究院路二段128號 Biodiversity Research Center, Academic Sinica, 128 Academic Rd., Sec. 2, Nankang, Taipei 11529, Taiwan.

³⁾ 通訊作者 Corresponding author, e-mail: chin@mail.tfri.gov.tw

2014年9月送審 2014年11月通過 Received September 2014, Accepted November 2014.

Research paper

Applying Open-Source Software to Update a Taiwanese Forest Fire Database

Chau-Chin Lin^{1,3)} Guan-Shuo Mai²⁾

【 Summary 】

The major purpose of this study was to update a Taiwanese forest fire database using the open-source software MySQL, PHP, and Exhibit to serve as guidelines for fire policy-making and fire-suppression practices. We collected fire records from forest fire summary reports of the Taiwan Forest Bureau from 1963 to 2013 and designed a database. There were 2840 fire records that were edited and entered in the database. Results from examining the database indicated that high fire frequencies occurred in 1991 to 2003. Forest fires in Taiwan had a seasonal trend. The fire season started in the beginning of winter and ended in spring. Fires that occurred outside national forests were frequently found in the northern and central parts of Taiwan. However, within national forests, fires were usually located in central and southern forest districts. Generally, fires were caused by farming in central Taiwan and by hunting in southern and eastern parts of Taiwan. More than half of the fires burned < 5 ha. This shows that small fires are typical fire incidents in Taiwan.

Key words: national forest, working circle, city, county, internet, information.

Lin CC, GS Mai. 2014. Applying open-source software to update a Taiwanese forest fire database. Taiwan. J For Sci 29(Supplement):S1-11.

緒言

森林火被資源管理單位如農業委員會林務局、內政部國家公園管理處視為重大災害之一，因此，防範森林火及迅速撲滅森林火的技術發展，一直是研究與實務工作之重點。歷年的森林火紀錄是防範森林火及撲滅森林火的技術發展重要的參考(Bunton 1980)；另外，近年來由於保育聲浪高漲，森林火發生時之滅火作業與火後之森林復育倍受保育社群關注。因此了解森林火特性，對防止及火後的復育工作是保育森林不可或缺的資訊。

台灣森林火資料庫始建於1992年，由林業試驗所森林火研究室建立(Lin 1992a)。該資料庫以DBASE III建立，並應用DBASE III提供之語言撰寫查詢介面，但受限於當時軟硬體

之技術與規格，該資料庫僅能提供文字查詢功能；不過該資料庫應用Clipper編譯資料庫系統成可執行檔，提供了管理人員方便的介面使用功能，無須進入DBASE III系統中進行操作。該資料庫蒐集1963~1991年間之森林火紀錄1276筆，是第一個森林火紀錄由文書檔案轉換為可建檔及查詢的資料庫(Lin 1992a)。應用該資料庫分析了國有林事業區及玉山、太魯閣、雪霸三座國家公園的森林火特性(Lin 1992b, 1993a)，這兩份分析提供了林務局及三個國家公園管理處建立森林火防救制度建立的基礎資訊，例如林務局於2001年建立森林火災應變指揮系統時此資料庫為主要的成份之一(Chiou and Lin 2003)。

鑑於此資料庫僅有文字功能，1993年林業試驗所森林火研究室嘗試將基本圖及影像資料加入資料庫(Lin 1993b)，但由於只能以靜態之影像呈現，無法達到動態及地圖與文字連結的功能。1995年以來由於網際網路的發展，許多開源軟體(open source)不斷出現；例如功能較DBASE III強大的資料庫管理系統MySQL提供了伺服器功能；另外開放的地理資訊系統標準(Open GIS)之軟體MapServer提供建置森地理分布圖層；可供網際網路查詢與統計之電腦語言(PHP)提供建立資料庫查詢與統計界面等。2003年林業試驗所森林火研究室再進行林火資料庫的更新與改版工作，資料庫檔案結構依所整理森林火災地點(林區、事業區、林班)、發生時間(年、月、日、時)、燃燒面積、發生原因等項目作為欄位。配合林務局國有林森林資源調查所建立的地理資訊系統為底圖，建置森林火災之地理分布資料，再依新資料庫建立查詢與統計界面改版後的資料庫共收錄2396筆森林火紀錄並，就其中屬於國有林事業區的部份加以分析(Hwang and Lin 2005)。

2004年以後林務局的森林火紀錄增加發生地點詳細座標，2012年災害防救法修正，其中第三條增列了森林火災專項，主管機關為行政院農業委員會，林務局配合災害防救法之規定將森林火紀錄增列森林滅火參與搶救人數。因此2004年更新之森林火資料庫面臨再更新之需要。本文除更新原有的MySQL資料庫架構及新增2005~2013年之森林火紀錄外，另依開源軟體Exhibit (Huynh 2007, Dabernig 2008)建立新的查詢與統計界面，並把更新後之森林火資料進行統計。

材料與方法

一、研究材料

本研究之材料為函請林務局提供之歷年森林火災統計，並輔以蒐集每次森林火災發生時之森林火災快報，自1963年開始至2013年止。其中1963~1991年之資料為紙本印刷，1992~2013年之資料為數位化之Excel檔案。

二、資料庫設計

本研究使用開源軟體MySQL 建構資料庫，資料庫之資料結構依林務局最新的森林火紀錄格式，設計關連式資料模式(data model)。包含森林火地點(林區、事業區、林班、縣市)、發生時間(年、月、日、時)、燃燒面積、發生原因、發生地點實際記載的座標(未實際記載的座標但有國有林事業區林班紀錄者，以該林班之中心點取參考座標)、參與滅火之人員、轄區變動、森林權屬變動等欄位。

三、資料庫作業及資料展示軟體

資料庫資料之新增、修改及刪除等作業界面，使用開源通用的電腦手稿語言PHP (Hypertext Preprocessor)做為開發工具，PHP是廣泛使用用於產生動態網頁電腦程式語言，可用於利用網頁管理資料庫的一種程式語言，本研究選用PHP設計使用者由網頁直接操作及寫入或刪除資料庫內容的作業界面，使用者無需直接進入資料庫，亦無需學習資料庫操作指令。

至於資料展示，本研究使用差異環境內元數據和信息的語義互通性(Semantic Interoperability of Metadata and Information in unLike Environments, SIMILE)數據發布架構下的工具Exhibit呈現森林火紀錄查詢與統計。SIMILE是麻省理工學院(MIT)和W3C合作開發的架構，它已經產出了很多工具，Exhibit是其中的一個(Huynh 2007, Dabernig 2008)。它讓使用者能夠用簡單生成網頁來快速整合管理數量不是很大的數據。Exhibit透過一系列程式庫讓數據整合與呈現變得十分簡單，而且只需要簡單的網頁所需的HTML(HyperText Markup Language)指令編寫，HTML是由一些標記(tags)所構成，並非程式設計，只不過是標示(Markup)，及組織一般性的文字，用在瀏覽器中顯示一份文件的內容，每個標記對瀏覽器下一個特定的指令，這些指令會告訴瀏覽器如何顯示文件的內容。

使用Exhibit展示森林火資料內容，只要將MySQL資料庫的森林火資料匯出成輕量級

的資料交換格式(JavaScript Object Notation, JSON), 再由Exhibit所編寫的HTML指令, 即可以網頁呈現。JSON是個以純文字儲存和傳送簡單結構資料的格式, 透過這個格式可以儲存任何資料(字串、數字、陣列、物件), 也可以透過物件或陣列來傳送較複雜的資料。Exhibit除可以展示資料, 並可以預先編寫HTML檔案呈現指定的數據欄位進行統計及將空間座標展示在地圖上, 另外, 還提供全文查詢, 讓使用者依自身需要查詢。本研究將森林火地點(事業區及縣市)、起火原因、發生月份、發生年度指定為統計展示欄位; 另外, 將具有座標之記錄展出在Google Map上, 以及將事業區的統計以合併在林區管理處轄區展示統計結果。

四、資料統計

本研究使用R (Maindonald and Braun 2011) 作為統計工具, 統計的資料內容為1963~2013年期間完整紀錄的七個項目森林火地點(事業區、縣市)、發生時間(年、月)、燃燒面積、發生原因及土地權屬, 僅進行一般描述性統計並繪製統計圖配合結果解釋使用, 其餘不完整的項目則不進行統計。

結果與討論

一、資料庫系統

本研究之資料庫共設計了7個關連式表單, 資料庫的資料模式如Fig. 1所示。主表單為fireinfo, 包括20個欄位含蓋森林火紀錄中的所有資料; 其餘6個表單為代碼, 包括起火原因(reasoncode) 2個欄位、林區(dist_code) 3個欄位、事業區(wknginfo) 6個欄位及(fb_wkngcode) 3個欄位、縣市(cntyinfo) 3個欄位及(cntycode) 2個欄位。此資料模式主要是配合區外保安林轉移到林務局, 其權屬改為國有, 但卻非現有的事業區範圍; 另外新修訂的災害防救法已將森林火災劃歸農業委員會為中央主管機關, 其執行救災的實際單位為林務局, 林務局依災害防救法編定森林火災防救基本計畫, 在不同的火災規模下啟動災害應變指揮系統 (Chiou and Lin 2003)。

林務局之森林火紀錄以一場森林火燒撲滅結束後作為一筆紀錄, 每年以Excel整理成年度的森林火紀錄。Excel表格資料轉換成資料庫雖然可以編寫程式匯入資料, 但使用者需熟悉MySQL的指令操作, 對一般業務人員來說並不

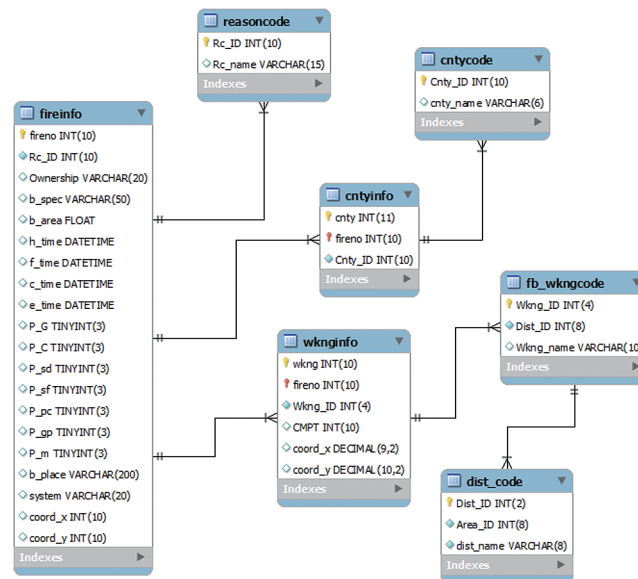


Fig. 1. Data model of the fire database designed.

實際，因此，另外以PHP編寫網頁式界面提供森林火紀錄的新增、修改與刪除三個功能(Fig. 2)，工作人員只需在界面上依指定的內容輸入資料，例如Fig. 2所示的新森林火紀錄輸入，雖然有12項內容，但其中有4項是無需要打字輸入，系統已提供選擇的代碼。資料庫系統的森

林火紀錄的新增、修改與刪除界面提供了便利的管理功能。

至於資料的呈現由Fig. 3可以清楚的展示出Exhibit所提供的圖文效果，使用者可從預先設定位置(分為事業區、縣市)、起火原因、起火年度與月份統計提供瀏覽、篩選資料(faceted

林火資料新增

(*)為必填項目			
*發生時間:	<input type="text"/> 時 <input type="text"/> 分	行政區劃: (可複選)	基隆市 臺北市 臺北市 桃園縣 新竹市
*發現時間:	<input type="text"/> 時 <input type="text"/> 分	起火點座標	座標系統 請選擇 X: <input type="text"/> (公尺) Y: <input type="text"/> (公尺)
*控制時間:	<input type="text"/> 時 <input type="text"/> 分	所屬用地: (可複選)	公有地 國有地 私有地 區外地
*熄滅時間:	<input type="text"/> 時 <input type="text"/> 分	起火原因:	請選擇
被害情形:	面積: <input type="text"/> (公頃) 樹種: <input type="text"/>	被害地點:	林區 請選擇 事業區 ... 林班別 新增
被害地點描述	<input type="text"/> (最多50字以內)		
動員人數:	局: <input type="checkbox"/> 處: <input type="checkbox"/> 站: <input type="checkbox"/> 消: <input type="checkbox"/> 警: <input type="checkbox"/> 軍: <input type="checkbox"/> 民: <input type="checkbox"/>		
<input type="button" value="退出"/> <input type="button" value="清除"/>			

Fig. 2. PHP-coded interface for new fire record editing and addition to the database.

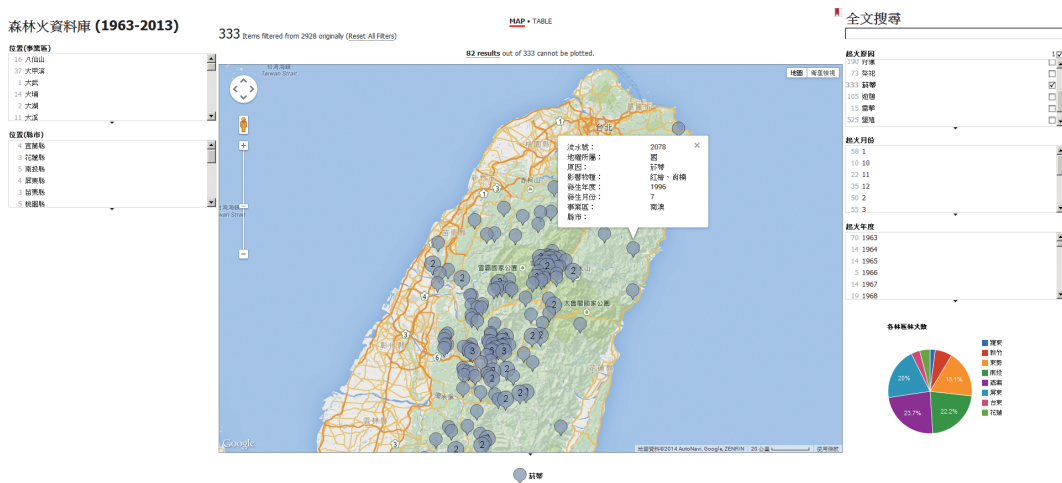


Fig. 3. Web page for visualizing fire data and data queries.

browsing)，以Google地圖呈現具有座標的地點，或是以網格、清單、時間線等觀點(views)呈現其它類型的資料。此外，系統也提供全文檢索功能，讓使用者依需要自行查詢。另外，Exhibit按照網路服務狀態傳輸(REpresentational State Transfer, REST)的設計風格，讓瀏覽篩選與全文查詢結果都可保存為網頁書籤，使用者能夠直接回復上一次操作結果，並能直接下載經篩選後的原始資料，以進行更深入的資料操作。這個功能充分展示了JSON格式的優點，因為JSON著重在資料交換，因此可以包括字串、數字、陣列、物件，並且因為是交換格式的架構類似一種標準，因此並沒有瀏覽器種類與版本的限制問題。

其次是Exhibit對資料視覺化的多元效果，尤其對數據量不很大的展示與查詢，它提供了便利且無需巨大花費即可作到的網頁功能，對網路使用者而言，Exhibit提供了更有效率、更直覺式的森林火資料的呈現。例如資料可以用時間軸或地圖模式來展示。更重要的是Exhibit所編寫的網頁客製化與修改均很簡單，對於業務單位管理自身資料而言，無需依賴專業的資訊人員或標案建立資料管理系統。

二、資料庫記錄統計

資料庫共蒐集與更新之森林火紀錄3017筆，其中有2840筆(92.97%)紀錄有完整的七項內容：發生時間(年度、月份)、發生地點(事業區、縣市)、發生原因、燃燒面積及土地權屬。就此七項欄位的數據進行初步之統計以了解台灣森林火之一般特性。

資料庫更新後森林火發生的地點區分為：國有林事業區內1930筆(67.95%)及非國有林事業區內910筆(32.05%，含台灣大學、中興大學、林業試驗所之實驗林)，國有林事業區外的森林火以縣市統計，森林權屬以往有區外保安林委由縣市政府管理，現已逐步由林務局接管，土地權屬的區分也更改為國有(74.20%)、公有(24.50%)、私有(1.30%)三類。森林火地點有實際座標或參考座標者共有1999個(66.27%)可以呈現在地圖上(Fig. 3)。

依據森林火發生之地理空間、時間、燃燒面積、發生原因統計如下：

(一)森林火發生的年度與季節

1963年至2013年間台灣平均每年發生56.80次火燒。1963~2013年間森林火的逐年發生頻度(Fig. 4)，顯示過去50年間台灣森林火頻度

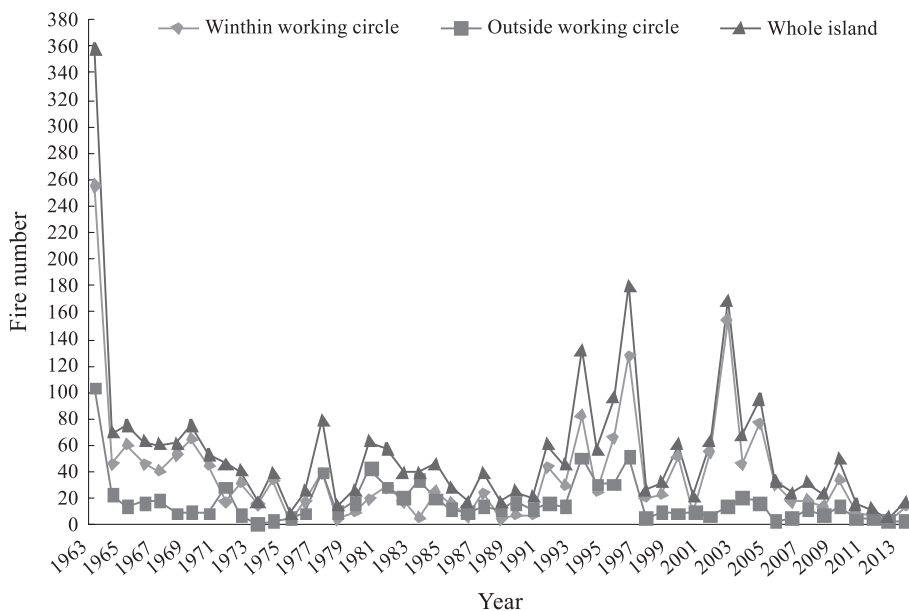


Fig. 4. The annual frequency of fire incidents in 1963~2013.

呈現四個週期變化，1963~1990年下降期，1991~1996年上升期，1997~1999年短暫下降期，2000~2004年上升期，2005~2013年下降期。1963年(359次)是本資料庫記錄中最多次的森林火燒的年度，1964年急遽下降，雖在1964~1990年期間呈鋸齒狀跳動，但每年均在50次以上變動。此趨勢至1991年起逐漸改變，森林火發生次數呈現上升現象，1996年發生數達到180次僅次於1963年成為50年間之次高峯期，1997~1999年雖又趨下降，但森林火之發生數較1963~1990年則呈現上升狀態，短暫下降後又再呈現上升至2002年(170次)成為第三高峯期，2003年迄今則仍保持下降趨勢，2012年(6次)之紀錄為50年來最少森林火燒的一年。

依上述之結果綜觀過去50年間台灣森林火頻率變動，1991~2003年是高峯期，雖然1999年因921地震之影響短暫下但至仍然呈上升趨勢，其中尤以2001年武陵森林火事件是該年受矚目的森林災害事件(Lin et al. 2005)，該事件後林務局積極推動森林火管理計畫包括：應變指揮系統、火災危險度預測系統及改善滅火裝備，這些作為使得2003年以後近10年間森林火次數明顯的下降(Chiou and Lin 2003)。

此種頻率波動是否與季節有關？以國有林區內之記錄統計(Fig. 5)，火燒季節明顯出現在春季(一至三月)為1398次，夏季(四至六月)開始減少為617次，夏中至秋中(七至九月)森林火再

減為266次，冬初(十至十二月)為559次則為火季開始，火季中以每年三月為森林火發生之最高峰(505次)，其次為二月(472次)，再次為一月(421次)，此三個月森林火發生接近全部森林火一半。此結果顯示台灣地區發生森林火的季節特性。因此，如何在有效利用林火危險度系統在春秋兩季偵測火情，以及準備火燒發生時的救火應變，是值得林業單位加以重視的。

(二)森林火的地區分布

1963~2013年間台灣之森林火發生地點詳細如Fig. 6非國有林事業區內的森林火與Fig. 7國有林事業區內的森林火所示。非國有林事業區內的森林火主要發生北部及中部縣市，新北市為所有縣市最多的(128次，Fig. 6)，若把桃園縣、宜蘭縣、台北市、基隆市一起加入計算，則北部地區共有269次(30.65%)。中部地區以台中市為主(110次)次於新北市，若把台中市、南投縣、彰化縣、台灣大學及中興大學實驗林加入計算共326次(35.82%)。北部縣市為何森林火的發生數比較多？尤其是新北市，由於低海拔地區的森林火研究缺乏，僅由森林火紀錄無法確實了解真實的狀況，林業單位值得加以重視及探討原因。

國有林事業區內的森林火主要發生在中部及南部林區內(Fig. 7)，中部林區的東勢林區(350次)與南投林區(429次)，兩個林區的森

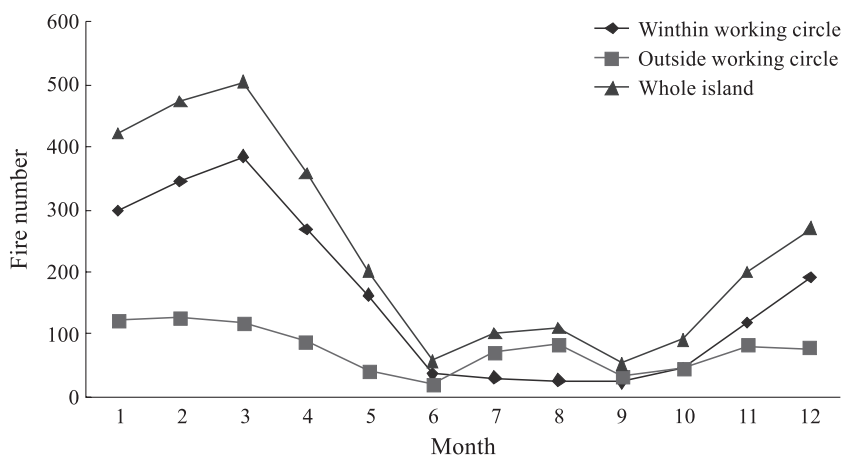


Fig. 5. Fire distribution by month in 1963~2013.

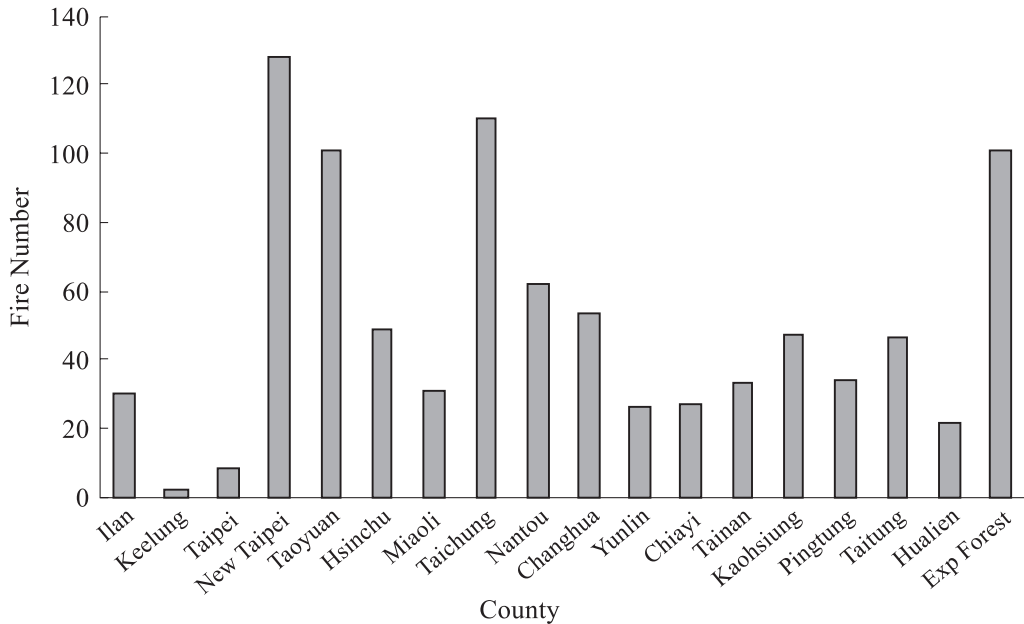


Fig. 6. Fires that occurred within county boundaries in 1963~2013.

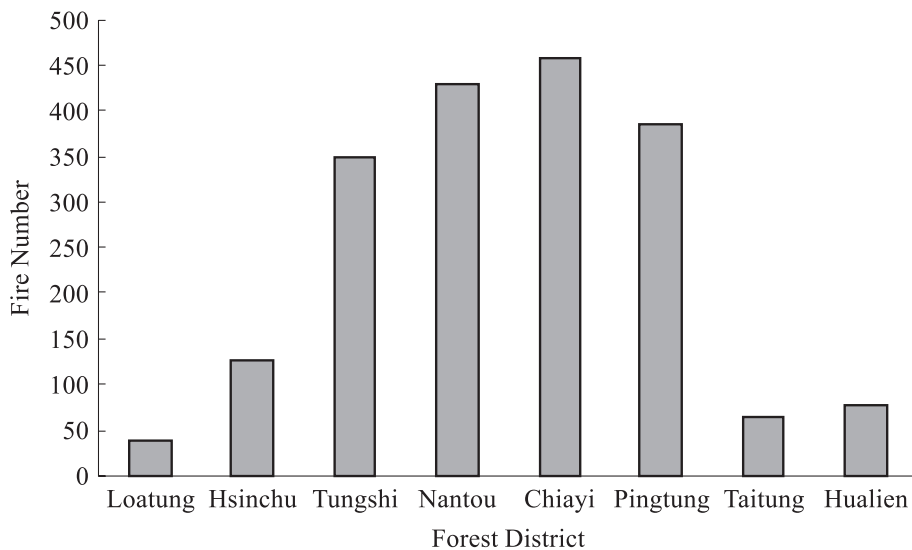


Fig. 7. Fires that occurred within forest district management boundaries in 1963~2013.

林火數目占40.36%，南部林區的嘉義林區(457次)與屏東林區(386次)，兩個林區的森林火數目占43.67%，此結果顯示國有林事業區內的森林主要發生在中央山脈西側(84.03%)；北部與東部林區的森林火發生次數則相對減少，僅占15.97%。就單一林區而言，嘉義林區森

林火發生次數最多(23.67%)，其次為南投林區(22.20%)與東勢林區(18.13%)。空間上，南投、嘉義、屏東林區轄管海岸至中央山脈中南段，依第三次森林資源調查(TFB 1995)顯示這三個林區之森林型態變化大，亦即燃料種類複雜，如丹大事業區、恆春事業區之草生地，造

成森林火頻繁；大埔事業區之山地農業較多，可能亦是造成森林火發生次數較多的原因。因此燃料管理是這三個林區值得重視的課題。

深入檢視八個林區所轄的37個事業區森林火發生情形，顯示發生頻度最高的是大埔事業區(272次)，其次是埔里事業區(231次)，第三則為大甲溪事業區(196次)，這三個事業區分屬南投、東勢及嘉義林區管轄。另外屏東林區旗山事業區(185次)、恆春事業區(153次)亦為發生頻度高的事業區，顯然這五個事業區是國有林森林火發生較敏感的區域。上述五個事業區除大甲溪事業區屬於較高海拔，其它均分佈在較低海拔地區。以燃料觀點，大甲溪事業區因屬台灣二葉松造林地，是易燃之林型(Hwang and Lin 2005)，森林火較多確有可能；其他低海拔地區之事業區，森林主要為闊葉樹林，理論上較不易引發森林火(Pyne et al. 1996)，除非刻意引火或縱火，何以發生較多森林火？顯然與火源有關，而火源涉及社會因子(Chiou et al. 2006)，是一值得關注的課題。

(三)森林火之發生原因

本研究將森林火紀錄中所記載的原因加以編碼歸類，共區分為11類，分別是不詳(未獲鑑識結果者)、墾殖(為農耕整地焚燒或農林廢棄物所致)、煙蒂(居民遊客因投擲煙蒂而引火)、祭祀(掃墓祭拜焚燒冥紙引起)、狩獵(民眾引火驅趕動物、焚薰蜂巢等)、遊憩(野營、烤肉等遊樂活動所致)、炊煮(居民、工人等引火炊食所致)、作業(集材、伐木等作業所產生之意外)、雷擊(閃電與雷擊引燃雜草、枯木所致)、縱火(蓄意點火以引燃林火)、其他(森林火發生原因確切、但不包含於前述10項者如飛機失事引起)。

依據此歸類，1963~2013年台灣發生森林火原因(Fig. 8)，除有高達42.50% (1207次)處於原因不明；森林火在確知原因的1,633次中99.08%是人為引起之特性，其中以因墾殖引起最多(31.11%)，其次為歸因於煙蒂引起的(20.15%)，狩獵亦為主要原因之一(11.57%)，另有5.76%則是縱火引發。就整體而言台灣地區造成森林火的原因，中部是墾殖，而南部與東

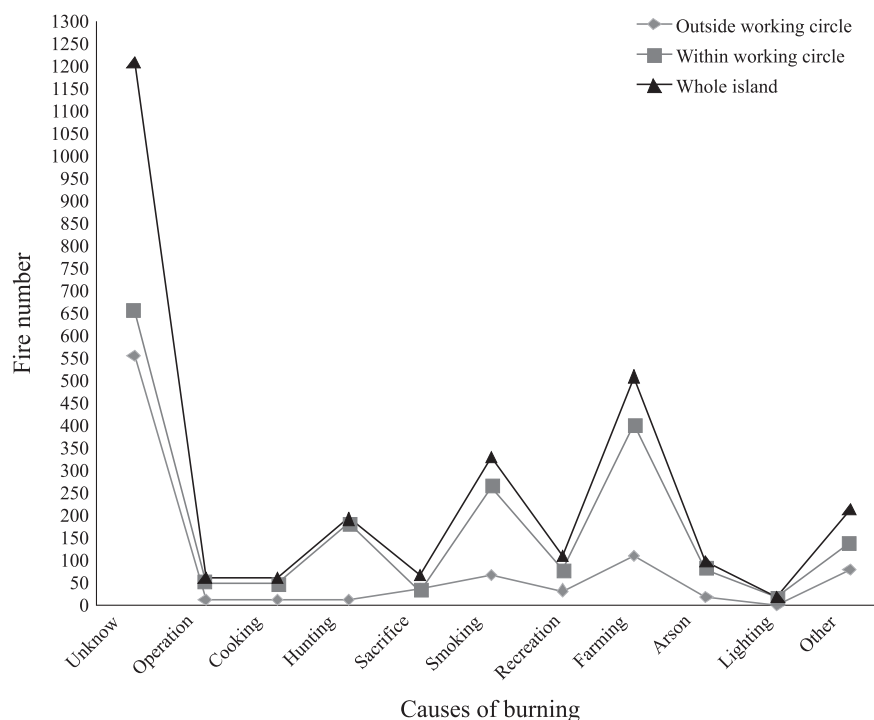


Fig. 8. Causes of forest fires in 1963~2013.

部則是狩獵。至於各林區森林火發生之原因，除原因不明普遍是各林區主要原因外，發生森林火原因各林區有別，東勢林區則為墾殖與遊憩、嘉義林區縱火則是最主要原因。

高達42.50%森林火無法知道原因，是林業單位值得重視的問題，林火原因的調查與確定是防範再發生森林火有效措施之一。火後原因調查是一專門學問(Ford 1995)，有賴林火行為理論的基礎，其中尤以燃料資料蒐集與火燒當時氣象記錄之完整最為重要。林務局已有火場紀錄，但缺少火後原因之專業調查與研究；如何讓森林火發生原因判斷更正確，對未來防範森林火發生將有甚大幫助。

(四)森林火之燃燒面積

自1963年迄2013年台灣地區森林火燒燬林地面積74,430.39 ha，但每次燃燒面積大多在5 ha以下(1722次，60.63%)。因此大致上台灣地區之森林火屬於小型火燒(Fig. 9)。

若依災害防救法規定的森林火災緊急通報作業規定來區分，火燒面積未達2公頃由各林區管理處逕予動員所轄工作站救火隊；面積2 ha以上未滿5 ha者，於火場設置前進指揮所，並由各林區管理處處處理應變處理事宜；面積5 ha以上，未滿20 ha者，由林務局負責緊急應變；面積20 ha以上，未滿50 ha者由農業委員會負責緊

急應變；面積50 ha或草地面積100 ha以上時則由行政院介入應變事宜。依此四級的應變規模所顯示的台灣地區森林火燃燒面積統計，顯示台灣之森林火80.74%是屬於林區管理處層級的應變與處理的火燒，只有14.79% (317次)是行政院介入應變事宜的火燒，但這些火燒主要發生在尚未有災害防救法規定的1960及1970年代(71.97%)；1980年代以後大型森林火出現愈來愈少，至2000年林務局啟動新的森林火防救系統(Chiou and Lin 2003)，加上2002年以後空中滅火的協助，2001年迄只有4次森林火燒面積超過50 ha，顯見森林火防救火作業能否及時掌控火場的重要性，在人力有限的情况下如能快速控制火場，則燃燒面積不易擴大。

國有林區內大型森林火(燃燒面積大於100 ha者)，羅東林區為唯一未發生過的林區，東勢林區則是最多的林區(98次)，並且也是累計燃燒面積最大的林區；另外真正的森林大火(面積超過1000 ha)有2次，分別為1963年秀姑巒溪事業區(1832.00 ha)、與1972年林田山事業區(1229.32 ha)，1963年秀姑巒溪事業區的大火且是目前為止國有林燃燒面積最大的一次森林火。

再就各事業區看好大甲溪事業區在37個事業區中累計燃燒面積最大(14,188.86 ha)，發生次數也最多(84次)，巒大事業區居次有31次(5399.82 ha)。累計燃燒面積為何集中在大甲溪

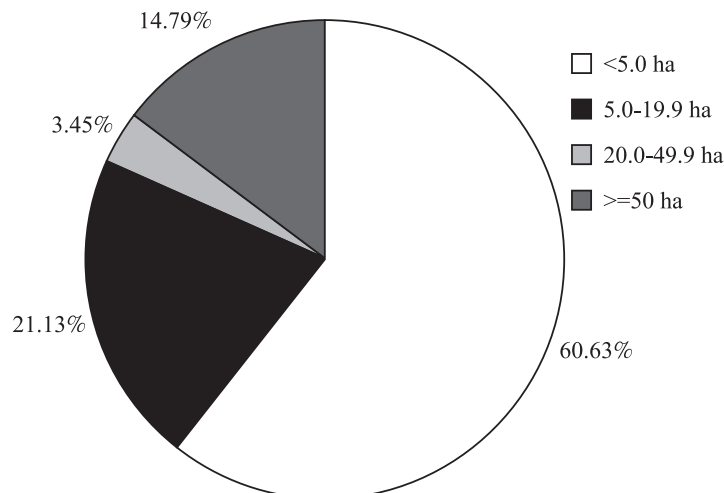


Fig. 9. Areas burned by forest fires in 1963~2013.

事業區？與大甲溪事業區的台灣二葉松林有密切的關係，森林火是台灣二葉松林成為優勢植群的主要因子，火與台灣二葉松林間形成特殊關係(Lin and Chiou 2002)，若大甲溪的台灣二葉松林無法進行調整，則大火現象仍然有發生的可能。

結論

森林火紀錄是防範森林火及撲滅森林火的技術發展重要的參考，本研究將1963~2013年間的森林火紀錄加以整理並建立資料庫，提供了森林火長期的資料對森林火管理相當有用的基礎訊息；另外利用最新且簡單的網頁技術展示森林火資料庫的內容，也提供森林火管理業務人員相當便利的工具，此資料庫已標準化輸入界面是未來繼續累積森林火資料可用的工具。

依據過去50年來的森林火資料初步統計，整體而言，台灣平均每年發生56.80次火燒；國有林事業區內的森林火主要發生在中部及南部林區，非國有林事業區內的森林火主要發生北部及中部縣市；造成森林火的原因是墾殖與狩獵，森林火的燃燒面積在5 ha以下的小型火燒。未來對於森林火的防救可以就森林火的這些特性擬定策略與規劃防救作業方法。

引用文獻

Bunton DR. 1980. Using fire reports to estimate fire spread for FOCUS simulation modeling. *Fire Management Notes* 1980 Spring. p 5-9.

Chiou CR, Lin CC. 2003. Construction of a new command system for forest fire fighting. *Q J Chin For* 26(3):273-83. [in Chinese with English abstract].

Chiou CR, Lin CC, Wang HH. 2006. The investigation for fire use behavior of residents in Wu-Lin area. *Q J Chin For* 39(1):29-41. [in Chinese with English abstract].

Dabernig J. 2008. Creating interactive web pages using the Exhibit framework. Vienna,

Austria: Univ. of Applied Sciences Technikum Wien.

Ford RT. 1995. Investigation of wildfires. Bend, OR: Maverick Publications. 176 p.

Huynh DR. 2007. User interfaces supporting casual data-centric interactions on the web. Cambridge, MA: Massachusetts Institute of Technology. 134 p.

Hwang CY, Lin CC. 2005. Analysis of forest fires in Taiwan national forests. *Q J Chin For* 38(4):449-64. [in Chinese with English abstract].

Lin CC. 1992a. The development of forest fire database for Taiwan. *Q J Chin For* 25(3):63-72. [in Chinese with English abstract].

Lin CC. 1992b. Analysis of forest fires in national forests in Taiwan. *Bull Taiwan For Res Inst New Series* 7(2):169-78. [in Chinese with English abstract].

Lin CC. 1993a. Forest fires of national forest in the area of national parks of Yushan, Sheipa and Taroko. *Q J Chin For* 26(2):51-61. [in Chinese with English abstract].

Lin CC. 1993b. The development and application of forest fire image database. *Q J Chin For* 26(3):63-71. [in Chinese with English abstract].

Lin CC, Chiou CR. 2002. Analysis and interpretation of fire behavior--a case study on the Leehsan fire of 2001. *Q J Chin For* 35(2):183-92. [in Chinese with English abstract].

Lin CC, Chiou CR, Chou CY. 2005. Identifying and evaluating fire severity: a case study of the Wulin fire. *Taiwan J For Sci* 20(3):203-13.

Maindonald J, Bram WJ. 2011. Data analysis and graphics using R. Cambridge, UK: Cambridge Univ. Press. 525 p.

Pyne SJ, Andrews PL, Laven RD. 1996. Introduction to wildland fire. New York: J Wiley. 769 p.

TFB. 1995. The third forest resources and land use inventory in Taiwan. Taipei, Taiwan: Taiwan Forestry Bureau (TFB). 175 p.

