

屏東縣第65屆國民中小學科學展覽會

作品說明書

科 別：生活與應用科學科(三)

組 別：國小組

作品名稱：探討農墾區林火植物燃燒的影響因素

關 鍵 詞：農墾區、林火、植物燃燒（最多3個）

編號：A8006

探討農墾區林火植物燃燒的影響因素

摘要

由於全球暖化與氣候變遷，台灣近年林火發生有逐年上升趨勢，其中又以農墾區林火所占比例最高，但卻最少被人探討，因此，我們想探討農墾區植物燃燒的影響因素有哪些，採集農墾區常見植物香樟、七里香、小花蔓澤蘭、五節芒進行這項研究。

研究結果發現，葉較莖容易燃燒，而根為吸水器官，含水率較高，不容易燃燒；此外，我們也發現草本植物主要成分為半纖維素及纖維素，是最容易燃燒的植物種類，且燃燒溫度最高，但燃燒持久性較差，而藤蔓植物主要成分與草本類似，植物含水率多，但保水性差，且由於密度低，容易受潮，燃燒時會產生大量濃煙，而灌木及喬木主要成分為纖維素及木質素，不容易燃燒，但燃燒持久性較好。

壹、前言

一、研究動機

臺灣擁有豐富多樣的植物種類，然而，由於氣候的高溫和潮濕特性，過去大規模林火的發生相對較少。但隨著全球暖化與氣候變遷的影響，臺灣的環境條件逐漸改變，原本較少發生林火的情況也開始有所變化，因此，臺灣現在也不得不重新思考並重視這一問題。

根據林業保育署林火風險評估系統的數據顯示，從民國100年到112年期間，臺灣發生林火的次數呈現出明顯上升的趨勢。從火災原因的統計資料來看，農墾區引發火災的比例最高，占29.45%，其次才是山區引火(森林大火)，占15.02%。然而，農墾區常常與住宅區相鄰，這些區域的林火風險與預防措施卻鮮少受到關注。因此，若在這些區域發生火災，將可能造成相當嚴重的影響，不僅對當地生態造成損害，也可能對居民的生活安全構成威脅。

五上自然課第三單元空氣的組成與反應中，我們學到了燃燒三要素，並透過探索教育生火課程，習得生火技巧，所以我們希望能進一步了解農墾區林火發生的因素，作為後續防範措施的參考，因此，我們邀請了幾位朋友採集農墾區植物，進行燃燒實驗，深入討論植物特性對燃燒的影響。

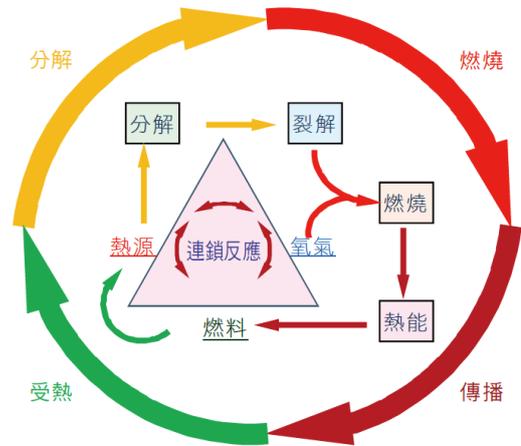
二、研究目的

- (一)了解台灣林火類型。
- (二)比較農墾區不同植物器官(根、莖、葉)對燃燒的影響。
- (三)比較農墾區不同莖種(喬木、灌木、藤蔓、草本)對燃燒的影響。
- (四)分析農墾區植物燃燒的影響因素。

三、文獻回顧

(一) 黃清吟(2009)。木材燃燒面面觀。林業研究專訊，16。

本研究探討木材燃燒的原理與影響因素，說明燃燒過程涉及氧氣、熱源與燃料三要素，並透過熱裂解產生可燃氣體，使燃燒得以持續。所謂燃燒原理是指物質在空氣中或氧氣中因快速氧化作用而產生熱與光的現象，燃燒的發生包含三個缺一不可的要素：**氧氣**、**熱源**和**燃料**，此三要素即構成火三角；除三要



素外，燃燒延續和擴展需受熱、分解、燃燒及傳播四個階段的連鎖反應來維繫。

- 受熱-燃料受外部熱源加熱，溫度逐漸上升
- 分解-燃料達到裂解溫度後，產生可燃性氣體、不可燃性氣體及固體殘渣
- 燃燒-當可燃性氣體達到燃點並與氧氣混合，便發生燃燒反應釋放光和熱。
- 傳播-燃燒所釋出的熱量又回饋到燃料使燃燒持續進行，直至氧氣、熱源或燃料三要素中的任一要素耗竭，連鎖反應中止。

木材主要由纖維素、半纖維素與木質素組成，其燃燒特性因組成成分與物理性質不同而有所變化。

研究指出，木材的燃燒受含水率、密度、化學組成、熱穩定性與外部環境（如氧氣濃度、壓力、溫度）影響。適當調控燃燒條件可減少有害氣體排放，提高能源利用效率。此外，木質廢棄物可透過汽化技術轉化為氫氣與一氧化碳，成為再生能源。本文件強調，透過理解木材燃燒特性，可有效降低火災風險，並促進木質資源的永續利用。

(二) 林朝欽(1992)。林火原理及其在防救技術上之應用。臺灣林業，18。

本研究探討林火的發生機制、影響因素及其防救技術應用。首先，分析林火的三要素（可燃物、氧氣與熱源），並分類介紹地表火、樹冠火與地下火的特性及其蔓延方式。影響林火擴散的主要因素包括氣候條件（如高溫、乾燥、強風）、地形特徵與植被類型，這些因素決定了林火的發展速度與危害範圍。

在防救技術方面，文件介紹了先進的林火監測與預警系統，如衛星遙測、無人機巡檢、地面感測器等，並探討燃料管理、防火線設置與社區防火計畫等預防措施。滅

火技術則涵蓋直接與間接滅火策略，包括水源投放、高壓水槍、化學抑制劑、人工隔離帶以及航空消防技術。

此外，文件強調跨部門協作在林火管理中的關鍵作用，並提出政策建議，如強化法規、防火教育、推動科技創新與加強國際合作，以降低林火風險並提升應變能力。透過綜合性防救措施，期望能有效減少林火對生態環境與人類社會的影響，提升災害應對與復原能力。

(三) 顏江河(2011)。台灣中部中高海拔地區防火樹種之篩選及葉部分解速率之研究。行政院農委會林務局，期末報告。

本研究在篩選適合台灣中部中高海拔地區的防火樹種，以降低森林火災風險，並取代當地易燃的台灣二葉松人工純林。研究透過燃燒特性分析（含水率、抽出物含量、木質素含量、灰分含量、葉部分解速率等），並結合樹種的生物、生態與造林特性，選出適合作為防火林帶的樹種。

研究從天然植群中篩選20種樹種，發現針葉樹種中華山松的防火性能優於紅檜；落葉闊葉樹種則以台灣紅榨槭、台灣胡桃、楓香、台灣赤楊、阿里山千金榆、青楓、栓皮櫟為佳；常綠樹種則推薦菱葉柃木、木荷、楊梅、台灣雲葉、大頭茶、山肉桂、高山莢蒾、長葉木薑子、青剛櫟、狹葉櫟、桂花等。

此外，研究探討了不同樹種的葉部分解速率，發現分解較快的樹種能有效減少地表可燃物累積，進而降低林火風險。建議未來進行大規模育苗與造林試驗，採用複層林型栽植，以兼顧防火、環境美觀與生態復育，提升森林防火能力並減少災害影響。

(四) 林素惠、吳景揚(2015)。認識森林火災及林火危險度預警系統。林政管理，41。

本文探討台灣森林火災的發生原因、種類、特徵，以及林火危險度預警系統的建置與應用。台灣氣候多變，部分地區冬季乾燥，增加了森林火災的風險。森林火災主要由人為因素引起，包括焚燒農地、吸菸不慎、炊煮取暖、祭祀活動、狩獵及落雷等。依特性可分為地表火、樹冠火、地下火、樹幹火及團火，其中地表火最常見。為降低森林火災風險，林務局建立了「林火危險度預警系統」，透過氣象數據、燃料濕度等指標進行火災風險評估，並劃分危險等級，以提醒民眾注意用火安全。該系統整合人工觀測站與自動化測站，提升資料精準度，並與交通部氣象局合作發布預測結果。未來計畫進一步發展森林火災快報通報平台與災害潛勢資料庫，以提高應變效率，降低火災損害，保護台灣森林生態與國土安全。

(五) 林朝欽(2010)。種樹防火與阻火—森林防火林帶。林業研究專訊，17。

本文探討森林防火林帶的建置原理與應用，並分析適合作為防火林帶的樹種。森林火災發生的關鍵因素為燃料、熱源與氧氣（火三角），其中燃料管理是有效的防火策略。建立防火林帶可透過選擇燃燒性低、生態適應性強的樹種，降低森林火勢的蔓延風險。

研究指出，適合作為防火林帶的樹種應具備高含水率、低熱值、高灰分含量、低燃燒性等特徵。此外，生長迅速、樹冠密閉、枯枝少且育苗容易的樹種較為理想。台灣的潛在防火樹種包括木荷、青剛櫟、楊梅、米飯花等，這些樹種在密植後能形成有效的防火屏障。

本文件強調森林火災多為人為因素造成，應透過防火教育與管理措施減少發生風險。此外，防火林帶應與燃料防火線結合，形成綜合性的森林防火策略，以有效降低火災對生態與人類活動的影響。

(六) 林俐玲、劉鎮榮(2004)。六種海岸防風林樹種之防火性研究。國立中興大學水土保持學報，36。

本研究旨在探討海岸防風林樹種之防火性。於台中港北側之濱海遊憩公園內選擇：木麻黃、黃槿、水黃皮、草海桐、欖仁樹及細葉欖仁為試材，分別測計：含水率、燃點、燃燒減少百分率，以此探討該六種海岸防風林樹種之防火性。

試驗結果顯示：在生材含水率方面，濕枝條、濕葉皆以草海桐為最高為162.24%、459.62%；林乾材含水率方面，林乾枝、林乾葉則以水黃皮最高為16.08%、19.24%。燃點以草海桐較高為280°C。濕枝條、濕葉的燃燒重量減少百分率最低的皆是草海桐為32.61%、72.43%。林乾枝的燃燒前後重量減少百分率最低的是木麻黃為31.26%、林乾葉為欖仁樹51.55%。濕枝、濕葉燃燒速度最慢的皆是欖仁樹為0.008 公克 / 秒、0.021 公克 / 秒。林乾枝的欖仁樹燃燒速度為0.006 公克 / 秒及林乾葉的草海桐燃燒速度為0.015 公克 / 秒則是較慢。整體綜合評斷以草海桐的防火性較佳，欖仁樹次之。

貳、研究設備及器材

一、採集植物設備及器材

園藝剪刀、夾鏈袋、托盤、整理籃、植物樣本(香樟、七里香、小花蔓澤蘭、五節芒)



二、植物含水率測量設備及器材

烤箱、電子秤、夾鏈袋



三、植物密度測量設備及器材

量筒、電子秤



四、燃燒實驗設備及器材

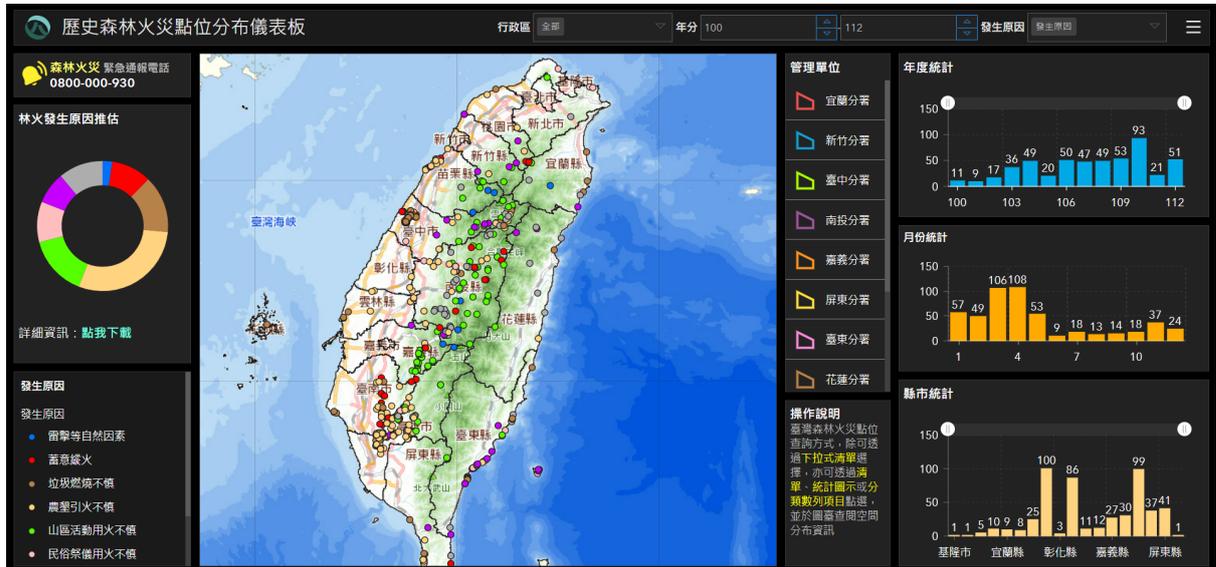
烤肉架、A4 紙、打火機、紅外線測溫槍



參、研究過程或方法

一、了解台灣林火類型。

我們透過林務局《109 年森林火災災害防救業務計畫》-歷史林火災點位分布儀表板(網址:<https://mapportal.forest.gov.tw/portal/apps/opsdashboard/index.html#/f912faeb33614c3f85ba304d3566faca>)的數據資料進行分析，以了解台灣林火類型。



二、比較農墾區不同植物器官(根、莖、葉)對燃燒的影響。

根據網路資料搜尋，農墾區可分為三大類型，人類生活區、作物種植區及丘陵，因為香樟是農墾區最常見植物，多以用來作為市區行道樹或是景觀植物，故我們選擇香樟的根、莖、葉進行比較分析。

(一)採集方式：我們採集香樟新鮮的根、莖、葉各 100g，進行 150°C 烘烤 40 分鐘，在靜置乾燥至含水量低於 40% 以下，才能進行燃燒實驗。



(二)燃燒實驗：取含水量低於 40%以下的香樟，根、莖、葉各 10g 進行燃燒實驗，實驗

步驟如下：

1. 將 A4 紙裁成兩半
2. 將紙張折呈波浪狀
3. 將波浪狀的紙張放在烤肉架上
4. 再把含水量低於 40%以下的根、莖、葉放在波浪狀的紙張上
5. 點火等待紙張完全燒完
6. 在紙張燃燒中觀測植物燃燒情況，觀測項目如下：



- (1) 是否燃燒?
- (2) 是否完全燃燒?
- (3) 是否有煙?
- (4) 煙的顏色(黑/白)為何?
- (5) 燃燒時間多久?
- (6) 燃燒溫度為何?(隨機測量五次取平均)
- (7) 燃燒後殘留物的顏色(黑/白)為何?



三、比較農墾區不同莖種(喬木、灌木、藤蔓、草本)對燃燒的影響。

由於農墾區林火發生時，可能會有不同莖種的植物會受到波及，想知道不同莖種-喬木、灌木、藤蔓、草本燃燒的差異性，我們選擇這四種植物的代表性植物作為採集樣本。

(一)採集代表性植物：

1. 喬木代表性植物-香樟

農墾區喬木-我們選擇香樟作為實驗植物，主要原因是香樟是常見的行道樹，也是台灣中低海拔主要樹種之一，可作行道樹及防風林，因此，我們選擇香樟作為喬木代表。



2. 灌木代表性植物-七里香

農墾區灌木-們選擇七里香作為實驗植物，主要原因是七里香是常見的人工綠籬作物，也是台灣低地我的丘陵地之中的代表植物，因此，我們選擇七里香作為灌木代表。



3. 藤蔓代表性植物-小花蔓澤蘭

農墾區藤蔓-我們選擇小花蔓澤蘭作為實驗植物，主要原因是小花蔓澤蘭是常見的「植物殺手」，也是太平洋的區域最廣泛分佈的藤蔓，因此，我們選擇小花蔓澤蘭作為藤蔓代表。



4. 草本代表性植物-五節芒

農墾區草本-我們選擇五節芒作為實驗植物，主要原因是五節芒是臺灣常見的植物，低海拔山野、溪流旁、荒廢地、丘陵地以至海岸皆有，是台灣常見的多年生草本植物，因此，我們選擇五節芒作為草本代表。



(二)採集方式：我們採集四種代表性植物(香樟、七里香、小花蔓澤蘭、五節芒)的新鮮莖、葉各 100g，進行 150°C 烘烤 40 分鐘，在靜置乾燥至含水量低於 40% 以下，才能進行燃燒實驗。

(三) 燃燒實驗：取含水量低於 40% 以下的四種代表性植物(香樟、七里香、小花蔓澤蘭、五節芒)，莖、葉各 10g 進行燃燒實驗，實驗步驟如下：

1. 將 A4 紙裁成兩半
2. 將紙張折呈波浪狀



3. 將波浪狀的紙張放在烤肉架上
4. 再把含水量低於 40%以下的莖、葉放在波浪狀的紙張上
5. 點火等待紙張完全燒完
6. 在紙張燃燒中觀測植物燃燒情況，觀測項目如下：

- (1) 是否燃燒?
- (2) 是否完全燃燒?
- (3) 是否有煙?
- (4) 煙的顏色(黑/白)為何?
- (5) 燃燒時間多久?
- (6) 燃燒溫度為何?(隨機測量五次取平均)
- (7) 燃燒後殘留物的顏色(黑/白)為何?



四、分析農墾區植物燃燒的影響因素

(一) 植物成分對燃燒的影響

我們想了解植物不同器官及不同種類成分的植物成分的差異性，我們整理木材燃燒面面觀(黃清吟，2009)植物成分的文獻資料，再與我們的實驗進行比對對分析

成分	物質結構	主要功能	燃燒特性	其他特性
纖維素	由葡萄糖單體組成的線性多醣，具高結晶性	提供木材強度與剛性	耐熱性較高，燃燒時主要生成焦炭	難溶於水，較難水解，穩定性高
半纖維素	由多種單醣（如木糖、甘露糖）組成，非結晶性	增加木材柔韌性，影響吸水性	熱穩定性較低，最容易分解，燃燒時產生較多氣體	容易水解，受熱易裂解生成醋酸等物質
木質素	由芳香族化合物（苯基丙烷單元）組成的高分子	作為細胞壁的膠合劑，提供硬度與耐水性	放熱反應，燃燒時產生較多焦炭與酚類物質	耐水性強，化學穩定性高，可用於生質能源

(二) 植物含水率對燃燒的影響

植物含水率可能是燃燒的關鍵因子，故我們對植物樣本的含水率進行分析，植物含水率分析方式如下：

- 1.採集新鮮植物，秤重(濕重)
2. 放置 150°C 烤箱，烘烤 40 分鐘，秤重(乾重)
- 3.計算植物含水率

$$\text{植物含水率(\%)} = (\text{新鮮濕重} - \text{烘烤後的乾重}) \div \text{新鮮濕重} \times 100\%$$



(三) 植物密度對燃燒的影響

植物密度可能是燃燒的關鍵因子，故我們對植物樣本的密度進行分析，植物密度分析方式如下：

- 1.將待測植物秤重(g)
- 2.將待測植物放入量筒，加水至水面完全覆蓋待測植物
- 3.將待測植物取出，觀察水位下降體積(ml)

$$\text{密度} = \text{重量(g)} \div \text{體積(ml)} \times 100\%$$

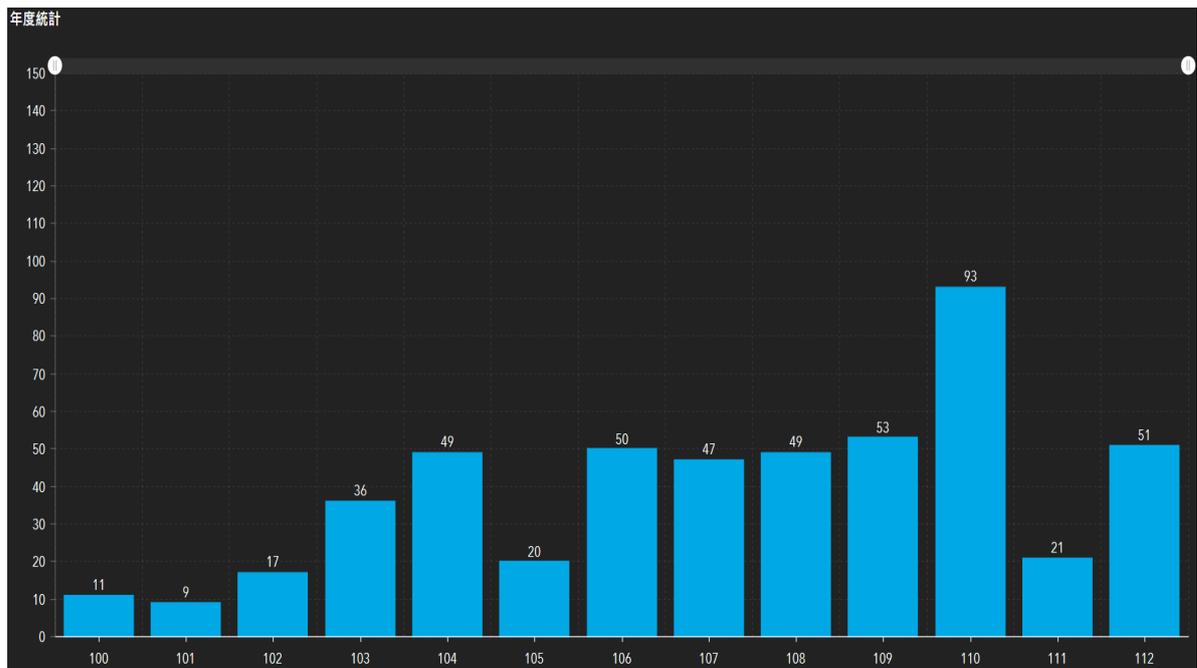


肆、研究結果

一、了解台灣林火類型

根據林務局《109 年森林火災災害防救業務計畫》- <https://mapportal.forest.gov.tw/portal/apps/opsdashboard/index.html#/f912faeb33614c3f85ba304d3566faca>，統計 100 年~112 年的資料如下：

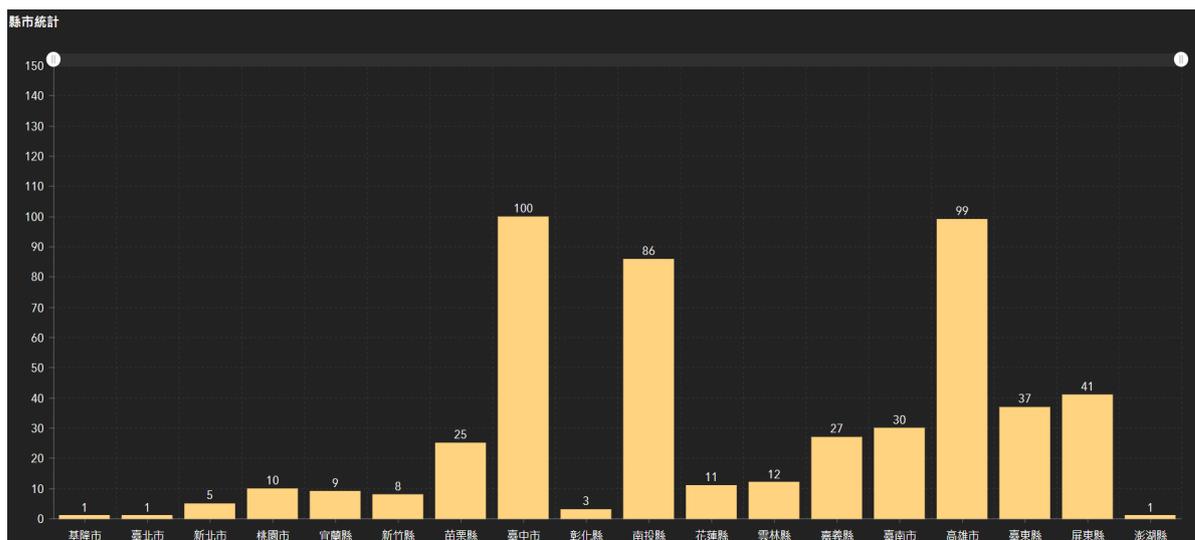
(一)100 年~112 年間，各年度林火發生次數



根據統計數據我們發現

1. 110 年是林火發生次數最多的。
2. 林火發生次數有逐年上升的趨勢。

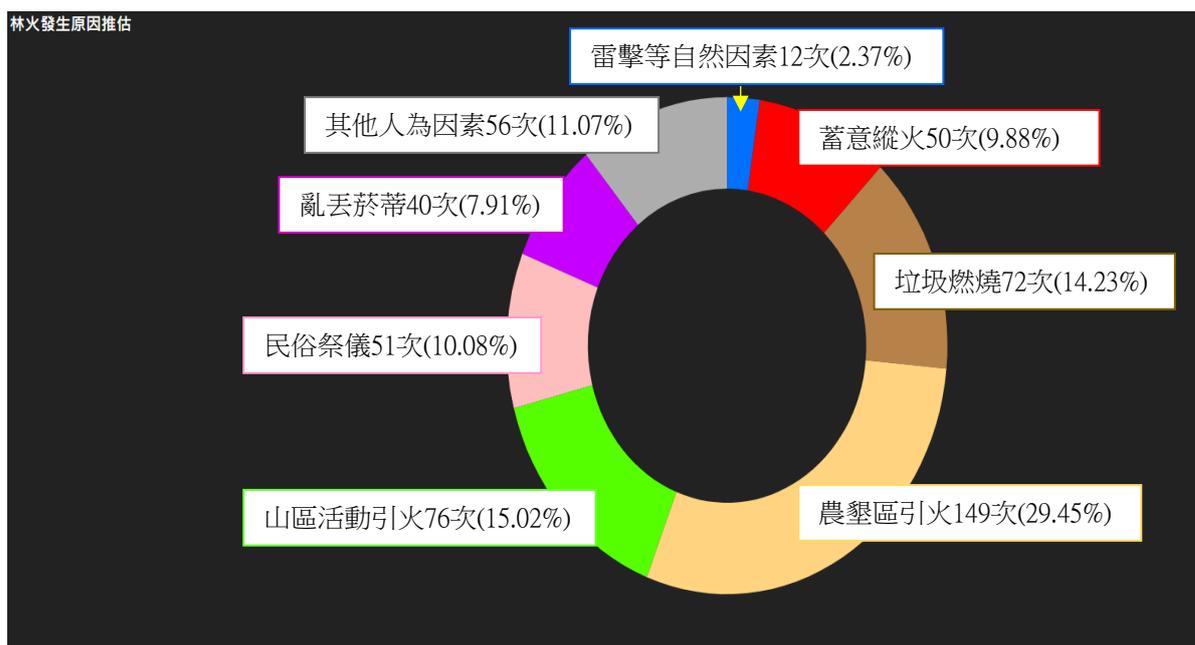
(二) 100 年~112 年間，各縣市林火發生次數



根據統計數據我們發現

1. 臺中市(100 次)及高雄市(99 次)是林火發生次數最多的縣市。
2. 林火發生主要集中在中部以南的人類活動的區域。

(三) 100 年~112 年間，各類型林火發生比率



根據統計數據我們發現

1. 農墾區引火是林火發生類型中，比率最高的，占 29.45%，其次才是山區活動引火 (占 15.02%)及垃圾燃燒(占 14.23%)。
2. 農墾區林火是最容易發生的林火類型，卻最少被人提及與重視。

二、比較農墾區不同植物器官(根、莖、葉)對燃燒的影響。

我們選擇香樟的根、莖、葉進行燃燒實驗結果如下：

香樟	是否 燃燒	是否 完全燃燒	燃燒 時間	殘留物 顏色	是否有煙	溫度℃ (5次取平均)
根	否	否	-	-	-	66.2~53.6 平均:60.7
莖	是	燃燒一半	1min43s	黑色	有 白色煙(少)	144.9~95.5 平均:111.7
葉	是	是	1min43s	白色	有 白色煙(少)	341.0~132.0 平均:251.6

根據實驗結果我們發現

1. 燃燒程度：葉>莖>根，根無法燃燒。
2. 完全燃燒，殘留物為白色，燃燒時溫度較高。

三、比較農墾區不同莖種(喬木、灌木、藤蔓、草本)對燃燒的影響。

我們選擇喬木-香樟、灌木-七里香、藤蔓-小花蔓澤蘭、草本-五節芒，四種不同莖種植物的莖與葉進行分析比較。

(一)農墾區喬木、灌木、藤蔓、草本的「葉」對燃燒的影響

植物	是否 燃燒	是否 完全燃燒	燃燒 時間	殘留物 顏色	是否有煙	溫度℃ (5次取平均)
喬木- 香樟	是	是	1min43s	白色	有 白色煙(少)	341.0~132.0 平均:251.6
灌木- 七里香	是	一半	1min43s	黑色	有 白色煙(少)	527.7~217.9 平均:342.92
藤蔓- 小花蔓澤蘭	是	一半	4min1s	黑色	有 白色煙(多)	527.0~89.8 平均:258.34
草本- 五節芒	是	是	1min18s	黑色	有 白色煙(少)	531.7~370.2 平均:426.18

根據實驗結果我們發現

1. 葉子燃燒溫度：草本>灌木>藤蔓>喬木，草本植物葉燃燒時有較高的溫度。
2. 喬木(左下圖)及草本(右下圖)的葉子可以完全燃燒，但只有喬木葉殘留物為白色，其他皆為黑色，顯示喬木葉燃燒穩定性較高。



3. 藤蔓的葉雖然可以燃燒，但燃燒較慢，煙較多。

(二)農墾區喬木、灌木、藤蔓、草本的「莖」對燃燒的影響

植物	是否燃燒	是否完全燃燒	燃燒時間	殘留物顏色	是否有煙	溫度°C (5次取平均)
喬木- 香樟	是	燃燒一半	1min43s	黑色	有 白色煙 (少)	144.9~95.5 平均:111.7
灌木- 七里香	是	燃燒一半	1min10s	黑色	否	298.7~47.4 平均:160.56
藤蔓- 小花蔓澤蘭	是	燃燒一半	3min40s	黑色	有 白色煙 (多)	338.7~65.2 平均:232.7
草本- 五節芒	是	燃燒一半	2min23s	黑色	有 白色煙 (少)	459.2~86.4 平均:255.86

根據實驗結果我們發現

1. 莖燃燒溫度：草本>藤蔓>灌木>喬木，草本植物莖燃燒時有較高的溫度。
2. 莖較不容易完全燃燒，其中又以藤蔓燃燒效果較差。

四、分析農墾區植物燃燒的影響因素

(一) 植物成分對燃燒的影響

參照木材燃燒面面觀(黃清吟, 2009)文獻整理表格, 對我們的實驗結果做判斷

成分	物質結構	主要功能	燃燒特性	其他特性
纖維素	由葡萄糖單體組成的線性多醣, 具高結晶性	提供樹材強度與剛性	耐熱性較高, 燃燒時主要生成焦炭	難溶於水, 較難水解, 穩定性高
半纖維素	由多種單醣(如木糖、甘露糖)組成, 非結晶性	增加樹材柔韌性, 影響吸水性	熱穩定性較低, 最容易分解, 燃燒時產生較多氣體	容易水解, 受熱易裂解生成醋酸等物質
木質素	由芳香族化合物(苯基丙烷單元)組成的高分子	作為細胞壁的膠合劑, 提供硬度與耐水性	放熱反應, 燃燒時產生較多焦炭與酚類物質	耐水性強, 化學穩定性高, 可用於生質能源

1. 根據研究二的實驗結果, 我們發現根及莖燃燒時溫度較低, 耐熱性較高, 且殘留物為黑色, 顯示根及莖的主要成分可能為纖維素與木質素
2. 根據研究三的實驗結果, 我們發現草本及藤蔓, 燃燒溫度較高, 溫度變化極大, 且殘留物為黑色, 顯示草本及藤蔓的主要成分可能為半纖維素與纖維素; 而灌木及喬木, 燃燒溫度較低, 溫度變化小, 顯示灌木及喬木的主要成分可能為纖維素與木質素

(二) 植物含水率對燃燒的影響

1. 根、莖、葉含水率對燃燒的影響

香樟	含水率 (%)	是否燃燒	是否完全燃燒	是否有煙	溫度°C (5次取平均)
根	35	否	否	-	66.2~53.6 平均:60.7
莖	15	是	燃燒一半	有 白色煙(少)	144.9~95.5 平均:111.7
葉	15	是	是	有 白色煙(少)	341.0~132.0 平均:251.6

根據實驗結果我們發現

→ 根的含水率較高，可能是因為根是植物的吸水器官，也因此，根不容易燃燒

2 喬木、灌木、藤蔓、草本對燃燒的影響

植物	含水率 (%)	是否燃燒	是否完全燃燒	是否有煙	溫度°C (5次取平均)
喬木- 香樟	15	是	是	有 白色煙(少)	341.0~132.0 平均:251.6
灌木- 七里香	42	是	一半	有 白色煙(少)	527.7~217.9 平均:342.92
藤蔓- 小花蔓澤蘭	44	是	一半	有 白色煙(多)	527.0~89.8 平均:258.34
草本- 五節芒	67	是	是	有 白色煙(少)	531.7~370.2 平均:426.18

根據實驗結果我們發現

→ 含水率：草本(67%)>藤蔓(44%)>灌木(42%)>喬木(15%)

→含水率並不完全是植物燃燒的主要影響因素，燃燒還會受到物質成分的影響，草本及藤蔓雖含水率高，但散失也比喬木及灌木快。

→藤蔓容易吸水，導致燃燒煙較多

(三) 植物密度對燃燒的影響

1. 根、莖、葉含水率對燃燒的影響

香樟	密度 (g/ml)	是否燃燒	是否完全燃燒	是否有煙	溫度°C (5次取平均)
根	1.25	否	否	-	66.2~53.6 平均:60.7
莖	0.63	是	燃燒一半	有白色煙(少)	144.9~95.5 平均:111.7
葉	1.25	是	是	有白色煙(少)	341.0~132.0 平均:251.6

根據實驗結果我們發現

→密度：根=葉>莖，葉的密度會大於莖，可能是受到香樟的葉有樟腦油的影響，導致葉的密度超過水的密度1，而根因為是吸水器官，故密度會接近或超過水的密度1

→密度與燃燒沒有直接關係

2. 喬木、灌木、藤蔓、草本對燃燒的影響

植物	密度 (g/ml)	是否燃燒	是否完全燃燒	是否有煙	溫度°C (5次取平均)
喬木-香樟	1.25	是	是	有白色煙(少)	341.0~132.0 平均:251.6
灌木-七里香	0.6	是	一半	有白色煙(少)	527.7~217.9 平均:342.92
藤蔓-	0.38	是	一半	有	527.0~89.8

植物	密度 (g/ml)	是否 燃燒	是否 完全燃燒	是否有煙	溫度°C (5 次取平均)
小花蔓澤蘭				白色煙(多)	平均:258.34
草本- 五節芒	0.6	是	是	有 白色煙(少)	531.7~370.2 平均:426.18

根據實驗結果我們發現

→密度：喬木>灌木=草本>藤蔓，藤蔓密度小，容易吸水，煙比較多。

伍、討論

- 一、農墾區林火是林火發生類型中，比率最高的，主要受人為活動影響，卻鮮少被人重視。
- 二、根據研究二的實驗結果，我們發現根及莖燃燒時溫度較低，耐熱性較高，且殘留物為黑色，顯示根及莖的主要成分可能為纖維素與木質素
- 三、根據研究三的實驗結果，我們發現草本及藤蔓，燃燒溫度較高，溫度變化極大，且殘留物為黑色，顯示草本及藤蔓的主要成分可能為半纖維素與纖維素；而灌木及喬木，燃燒溫度較低，溫度變化小，顯示灌木及喬木的主要成分可能為纖維素與木質素
- 四、含水率並不完全是植物燃燒的主要影響因素，燃燒還會受到物質成分的影響，草本及藤蔓雖含水率高，但散失也比喬木及灌木快。
- 五、根的含水率較高，可能是因為根是植物的吸水器官，也因此，根不容易燃燒
- 六、香樟密度：根=葉>莖，葉的密度會大於莖，可能是受到香樟的葉有樟腦油的影響，導致葉的密度超過水的密度 1，而根因為是吸水器官，故密度會接近或超過水的密度 1
- 七、藤蔓密度小，容易吸水，煙比較多。

陸、結論

- 一、近年來，林火發生次數有逐年上升的趨勢，其中農墾區引火是林火發生類型中，比率最高的，占 29.45%，其次才是山區活動引火(占 15.02%)。
- 二、植物不同器官燃燒情況，葉最容易燃燒，其次為莖，根較不容易燃燒。
- 三、植物不同莖種燃燒情況，草本最容易燃燒，且燃燒溫度最高，其次為藤蔓，灌木及喬木較不容易燃燒
- 四、喬木及灌木主要成分為木質素及纖維素，燃燒慢，但熱穩定性高；草本及藤蔓主要成分為半纖維素及纖維素，燃燒快，但熱穩定性差。
- 五、植物含水率以根部含水率最高其次為莖及葉；而樹種含水率草本最高，其次為藤蔓與灌木，喬木含水率最低
- 六、藤蔓燃燒煙最多，主要是因為藤蔓密度低，且容易受外在濕度的影響，故燃燒時煙也比較多。
- 七、含水率與密度雖無直接影響，但仍有間接關聯。

柒、參考資料

- 一、林朝欽(1992)。林火原理及其在防救技術上之應用。臺灣林業，18。取自
https://tpl.ncl.edu.tw/NclService/pdfdownload?filePath=IV8OirTfsslWcCxIpLbUfvtkl6y56mnsUACveRkcZ-H0URN0COzFATzhbrOMOtbc&imgType=Bn5sH4BGpJw=&key=Go_7C_YsjSp84HIzHUW705H7MuzKOn_t8zEODB3-dmseVVU9OyINO4qBZJhLTxWd&xmlId=0005365260
- 二、林俐玲、劉鎮榮(2004)。六種海岸防風林樹種之防火性研究。國立中興大學水土保持學報，36。取自
<https://swcdis.nchu.edu.tw/AllDataPos/JournalPos/%E7%B7%A8%E8%99%9F10/%E7%AC%AC2%E6%9C%9F/36-2-1%E5%85%AD%E7%A8%AE%E6%B5%B7%E5%B2%B8%E9%98%B2%E9%A2%A8%E6%9E%97%E6%A8%B9%E7%A8%AE%E4%B9%8B%E9%98%B2%E7%81%AB%E6%80%A7%E7%A0%94%E7%A9%B6.pdf>
- 三、黃清吟(2009)。木材燃燒面面觀。林業研究專訊，16。取自
<https://ws.fri.gov.tw/Download.ashx?u=LzAwMS9VcGxvYWQvT2xkRmlsZS9maWxlcY8xNI82X%2BWwiOmhjOirlui%2FsF82LnBkZg%3D%3D&n=MTZfNI%2FlsIjpoYzoq5bov7BfNi5wZGY%3D>
- 四、林朝欽(2010)。種樹防火與阻火—森林防火林帶。林業研究專訊，17。取自
<https://tpl.ncl.edu.tw/NclService/pdfdownload?filePath=IV8OirTfsslWcCxIpLbUfmdCa1P8r-hEr5y8xgChSsxRPwEcXstwk0bw9UWP4zbv&imgType=Bn5sH4BGpJw=&key=6nOZv9yEx0jcyTe8eTuB16zDOcJn0yz6rsiWSYg1YggeVVU9OyINO4qBZJhLTxWd&xmlId=0006583869>
- 五、顏江河(2011)。台灣中部中高海拔地區防火樹種之篩選及葉部分解速率之研究。行政院農委會林務局，期末報告。取自
<https://www.forest.gov.tw/File.aspx?fno=18788>
- 六、林素惠、吳景揚(2015)。認識森林火災及林火危險度預警系統。林政管理，41。取自
<https://kmweb.moa.gov.tw/knowledgebase.php?func=0&type=0&id=314147>