

國立臺灣大學生物資源暨農學院森林環境暨資源學系

碩士論文

School of Forestry and Resource Conservation

College of Bioresources and Agriculture

National Taiwan University

Master Thesis



建構台灣林地蓄積量之估算-以苗栗縣為例

Construction of Growing Stock Estimation for Forest

Land in Taiwan-a Case Study in Miaoli

楊筑雲

Chu-Yun Yang

指導教授：邱祈榮 博士

Advisor: Chyi-Rong Chiou, Ph.D

中華民國 104 年 7 月

July 2015



摘要

1992 年通過之「聯合國氣候變化綱要公約」中要求締約國承諾必須定期提報國家通訊報告 (National Communication)。報告中其中一項為國家溫室氣體清冊 (National Greenhouse Gas Inventory)。對於清冊的編撰規範，聯合國氣候變化政府間專家委員會 (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC) 於 2006 年提出國家溫室氣體清冊指南 (2006 IPCC Guideline for National Greenhouse Gas Inventory)，供各國編撰參考，而指南中規範了土地利用類型、生物量及碳匯估算方法。

本研究依照 IPCC 指南規範土地利用類型，整合既有各部會監測成果、林務局資源調查等資訊，發展年度森林面積增加及減少變遷估算機制，掌握每年森林面積異動變化，並結合第四次森林資源調查與公、私有林分區計畫計算蓄積量，供後續碳量估算使用，並以苗栗縣為案例進行驗證。面積推估結果森林總面積為 118,934 ha，佔苗栗縣總面積之 66%，其中森林仍維持森林 (FF) 之面積為 118,931 ha (佔苗栗縣 65%)；非森林轉成森林 (LF) 之面積為 3.7 ha，森林轉換為非森林之面積為 392 ha(佔苗栗縣 0.2%)。總材積為 3,094 萬立方公尺。

關鍵字：土地利用型、森林面積、蓄積量、林地覆蓋變遷、森林資源調查

Abstract



According to United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC), each contracting party should submit their National Communications report regularly. One of the required is the National Greenhouse Gas Inventory. For the inventory of compilation rules, the United Nations Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) in 2006 presented IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventory, and provided the reference for other States to compile. In the guidelines, it regulates the type of land application, biomass and carbon sequestration estimated methods.

Base on IPCC guidelines, this study regulates the types of land use, and integrates interministries monitoring results and Forest Service's forest resource inventory information, and develops the annual change of the forest area estimates mechanism to grasp changes in forest area. Combining above results and the fourth national forest resources inventory and public and private forest of partition planned to calculated growing stock, the study's finally result can provided the amount of carbon estimates for subsequent use. The estimated result of total forest area is 118,934 ha, accounting for 66% area of Miaoli. Among them, the forest land remaining forest (FF) area is 118,931 ha (account for 65% area of Miaoli); the non-forested land converted to forest land (LF) area is 3.7 ha, the area of forest converted to non-forest is 392 ha (account for 0.2 % area of Miaoli). The total growing stock is 30,940,822 m³.

Keywords : Land use 、 Forest area 、 Forest volume 、 Forest coverage change 、 Forest resources inventory

目錄



摘要	i
Abstract.....	ii
目錄	iii
壹、前言	1
一、研究背景	1
二、研究目的	2
貳、前人研究	3
一、林業活動與溫室氣體清冊編制標準流程	3
二、建立森林面積變遷監測機制	5
三、材積之估算	6
四、森林資源調查-地面樣區調查	8
五、土地利用型圖之繪製	10
參、材料與方法	24
一、研究流程	24
二、材料	26
三、方法	40
肆、結果與討論	49
一、材積	49
二、面積	57
三、林地變遷結果	63
四、資料比對結果	73
伍、結論與建議	78
參考文獻	80



圖目錄

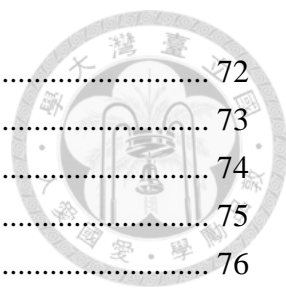
圖 1	研究流程圖	25
圖 2	第四次森林資源調查之樣區	27
圖 3	苗栗縣第四次森林資源調查樣區分布	28
圖 4	苗栗縣公私有林分區計畫樣區分布	29
圖 5	第四次森林資源調查 IPCC 土地利用類型圖	30
圖 6	苗栗縣第四次森林資源調查土地覆蓋型圖	31
圖 7	苗栗縣第四次森林資源調查經營(功能性)分類	32
圖 8	苗栗縣公私有林分區計畫林型圖	33
圖 9	苗栗縣山坡地林型圖	35
圖 10	苗栗縣區外保安林型圖	36
圖 11	苗栗縣平地造林圖	38
圖 12	苗栗縣 2010-2013 年崩塌地圖	39
圖 13	林地資料區劃圖	41
圖 14	林地變遷監測流程	47
圖 15	苗栗縣第四次森林資源調查樣區套疊林型圖	49
圖 16	公私有林分區計畫樣區套疊林型圖	55
圖 17	苗栗縣國有林事業區範圍內林型圖	59
圖 18	苗栗縣非國有林範圍林型圖	62
圖 19	2010-2013 年(上至下)崩塌地套苗栗縣林型圖	68
圖 20	苗栗縣 2013 年林型圖	70



表目錄

表 1 樹種材積式一覽表	8
表 2 第四次森林資源調查林型外觀形態類別代碼	11
表 3 第四次森林資源調查經營使用類別分類原則及分類代碼	13
表 4 第四次森林資源調查主要樹種代碼表	14
表 5 林型分類尺度	15
表 6 苗栗縣第四次森林資源調查林型圖面積	15
表 7 公私有林林型分類代碼表	18
表 8 山坡地土地利用型判釋分類代碼表	20
表 9 保安林林型分類代碼表	22
表 10 研究材料-地面樣區資料	26
表 11 苗栗縣第四次森林資源調查 IPCC 分類名稱林分筆數	30
表 12 IPCC 歸類為林地之土地覆蓋型分類林分筆數及面積	31
表 13 IPCC 圖層歸類為林地之各功能型分類林分筆數	32
表 14 公私有林分區計畫之林型層次數與面積	34
表 15 苗栗縣山坡地土地利用型圖之林分筆數及面積	35
表 16 苗栗縣保安林林型圖之林分筆數與面積	37
表 17 研究材料-GIS 圖資	40
表 18 圖資林型分類尺度	42
表 19 各圖資林型歸類統整	43
表 20 圖資整合優先順序	44
表 21 套疊圖資後樣區數之變化	50
表 22 苗栗縣第四次森林資源調查各林型材積表	51
表 23 苗栗縣第四次森林資源調查林型樹種樣區數與材積	53
表 24 公私有林分區計畫樣區套疊圖資後樣區數之變化	54
表 25 公私有林分區計畫各林型樣區數與材積	55
表 26 公私有林分區計畫各林型樹種之樣區數與材積	56
表 27 苗栗縣公私有林竹子材積	57
表 28 區內保安林圖套疊前後面積變化	58
表 29 苗栗縣國有林各林型面積	59
表 30 苗栗縣非國有林範圍圖資套疊前後面積變化	61
表 31 苗栗縣非國有林範圍各林型面積	63
表 32 國有林範圍各林型扣除崩塌地之年度面積	65
表 33 非國有林範圍各林型扣除崩塌地之年度面積	66
表 34 苗栗縣森林面積	69
表 35 苗栗縣國有林範圍蓄積量	71

表 36 苗栗縣非國有林範圍蓄積量	72
表 37 國有林樣區與圖資之比對	73
表 38 公私有林樣區與圖資之比對	74
表 39 第四次森林資源調查與區內保安林重疊部分之比較	75
表 40 公私有林/山坡地	76
表 41 保安林/山坡地	77
表 42 保安林/公私有林	77





壹、 前言

一、 研究背景

隨著科技的發展越來越快速，人類砍伐熱帶雨林、開發化石燃料造成全球二氧化碳排放量急遽增加，使得氣候變遷及溫室效應的議題開始受到重視。為因應全球氣候變遷產生的環境問題，國際間於 1992 年通過「聯合國氣候變化綱要公約」(The United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC)，並於氣候變化綱要公約第三次締約國會議(COP3)通過京都議定書(Kyoto Protocol, KP)，具體要求已開發國家減少溫室氣體(Greenhouse gas, GHG)的排放量。京都議定書已於 2005 年 2 月 16 日生效，成為具有法律約束力的國際公約。其中，藉由森林固定主要溫室氣體二氧化碳來減緩全球暖化現象，在氣候變化綱要公約與京都議定書中皆受肯定。

台灣森林地面積為 2,102,400 公頃，佔全台的 59 % (林務局，2010)，為台灣主要的碳匯，在二氧化碳減量上扮演十分重要的角色。但台灣目前非聯合國會員，感受不到氣候變遷公約的直接壓力，相關資料尚未完整的與國際接軌。為使台灣林地資料更完善，本研究以苗栗縣為例建置林地蓄積量估算流程，提供林業單位未來計算蓄積量或製作溫室氣體排放清冊之參考。

台灣中部偏北的苗栗縣佔台灣本島面積 5.06 %，位處於多山丘陵地區，具有平地少與農林業比例高的特性，林地面積比例更是超過全縣土地的 60 %，公私有林的面積比例為全國第二高，在經營特性上與全國的公私有林十分符合，另外在林地單筆面積上更是高出全國平均，以營林維生的林農不在少數(汪大雄等，1994)；綜觀以上特性，加上目前苗栗縣縣林地資料較為完整，故本研究選擇該地區做為研究範例。

二、 研究目的

在估算森林碳儲存量時面積和材積量為重要因素，本研究依照 2006 年 IPCC 指南規範土地利用類型，整合既有各部會土地利用監測成果、林務局資源調查等資訊，以苗栗縣為例，計算台灣森林蓄積量及面積，並發展年度森林面積增加及減少面積變遷估算機制，掌握每年森林面積異動變化。有以下三個目的：

- (一) 依據第四次森林資源調查及公私有林分區調查資料，估算苗栗縣各林型單位面積材積。
- (二) 建立森林面積變遷監測機制，以苗栗縣為例。
- (三) 整合（一）和（二）估算苗栗縣林型蓄積量。



貳、 前人研究

一、 林業活動與溫室氣體清冊編制標準流程

為因應全球氣候變遷，聯合國氣候變化綱要公約於第三次締約國會議通過京都議定書，明文規定森林碳吸存（Carbon sequestration）的定義及量化方式，並提出具體的二氧化碳減量機制。

有了二氧化碳減量機制後，為使各國能有一國際交流平台，以利日後氣候變遷國際公約制定、國際交流與溝通談判所用，世界氣象組織（World Meteorological Organization, WMO）與聯合國環境規劃署（United Nations Environment Program）於1988年合作設立了國際政府間氣候變化委員會（IPCC），對全球氣候變化的相關工作及決策有極大的貢獻。

除了督促各國須致力於保護氣候系統與減少排放溫室氣體外，聯合國氣候變化綱要公約更具體在公約的第4條及第12條內文要求締約國承諾必須向秘書處提報國家通訊報告（National Communication），使環境保護工作更能落實；此項報告必須包含下列三項內容：

- 1 國家溫室氣體清冊（National Greenhouse Gas Inventory）
- 2 減量分析（Abatement Analysis）
- 3 脆弱度和調適評估（Vulnerability and Adaptation Assessments）

其中國家溫室氣體清冊必須依據締約國大會議訂的方法與統一格式編撰，並於每年4月15日前重新提交，藉以促進國家與國際在氣候變遷上科學性的理解；對於該清冊的編撰規範，IPCC提出規範文件，供各國編撰參考，該清冊編撰規範文件演變為（依推出年份排列）：

- 1 「1996年IPCC指南」（1996 IPCC Guidelines）
- 2 「1996年IPCC溫室氣體調查指南修正版」（Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventory）



- 3 2003 年「LULUCF 良好作法指南」(Good Practice Guidelines for Land Use, Land Use Change and Forestry, GPG-LULUCF)
- 4 「2006 年國家溫室氣體調查指南」(2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventory)

目前最新版的 2006 年 IPCC 國家溫室氣體調查指南中包含有以下兩點重要內容：

- 1 正式確定了溫室氣體的排放與移除過程，以及陸生圈碳儲存量的各種存在形式會透過各種不同的土地類型與其相互間的轉換而產生。
- 2 加強其溫室氣體在排放和移除方面的估算、驗證與彙報時的一致性與完整性，以整合及彌補過去幾份報告的不完整性。

在 IPCC 溫室氣體調查指南架構下，各國將提出有關溫室氣體減量的國家溫室氣體清冊，在締約國方面僅強迫附件一國家提交，我國雖非締約國之一，但為盡國際公民職責，仍須朝建立溫室氣體清冊目標努力。

在林業活動溫室氣體清冊編製流程中，2006 年 IPCC 指南中規範各類溫室氣體的排放和移除部份分為以下五個部門：

- 1 能源 (Energy)
- 2 工業製程與產品使用 (Industrial Process and Product Use)
- 3 農業、森林和其他土地利用 (Agriculture, Forestry and Other Land Use, AFOLU)
- 4 廢棄物 (Waste)
- 5 其他 (Other)

其中與林業活動相關的為第 3 項－農業、森林和其他土地利用 (AFOLU)，該部門分為三大項：畜牧、土地、土地上二氧化碳與非二氧化碳排放源；在 AFOLU 部門之土地利用分類表中將土地區分為六種土地利用類別：林地、農地、草地、濕地、業居地和其他土地等六大類，各項土地類別分別可再分為兩個子類別：土地維持原土地利用類別、土地轉變為其他土地利用類別，並於國家尺度上區分為

經營 (Managed) 和未經營 (Unmanaged) 兩類；而後依據各國的氣候、土壤類性和/或生態區 (Ecological regions) 做進一步細分與定義；接著以系統性與客觀態度選定關鍵類別 (Key category)，用以找出具顯著重要性之關鍵排放源和移除匯。

二、 建立森林面積變遷監測機制

前述有關 AFOLU 部門中土地屬林業活動部份為林地，林地為森林組成之重要因素，為精準掌握森林面積變化，需蒐集各部會土地利用變遷成果，使全體林地系統有完整之資料建立。

2006 IPCC 指南中針對土地利用面積調查部分規範三種土地利用調查成果呈現之方法：

- 1 簡單土地利用類別統計：將所有土地利用類別分類後加總得總面積，此方法缺點為僅對土地利用的淨面積變化量可進行追蹤。
- 2 土地利用類別轉換矩陣：將不同土地使用類別轉換紀錄，以轉換矩陣方式呈現，此方法將可呈現土地利用類別的淨面積損失或增加量，以及不同土地利用類別間相互的轉換數量。
- 3 土地利用 GIS 變遷分析：將不同時期土地使用 GIS 圖層進行空間分析，完成土地利用變遷圖層，此方法將可呈現所有土地利用類別總面積，以及不同土地利用類別間相互轉換之數量與詳細空間分布資料。

以我國目前林業管理已採用 GIS 圖層分析的現況而言，台灣地區森林面積變遷監測機制應架構於第三種土地利用 GIS 變遷分析的方式上來呈現森林面積變遷機制。並收集各相關土地利用部會之土地監測資料，以建立完整且全面性的全國性土地利用監測成果。

依據 2006 IPCC 指南中 AFOLU 部門針對林地部份之分類規範，可將年度森林面積變動分為兩部分監測：

- 1 林地維持林地 (FF)：從森林基線中扣除因開發、崩塌、火燒、盜伐、濫墾、



病蟲害等因素轉變為非森林之區域，即完成森林面積變遷分析，得到當年度林地維持林地的區域。

- 2 其他土地利用轉成林地 (LF)：為每年新植造林成為林地之區域，即可得到當年度其他土地利用轉成林地之區域。

綜合林地維持林地 (FF) 與其他土地轉成林地 (LF) 區域，將可得到年度森林區域的位置圖層，進一步將林地維持林地區域與森林基線的林型分布套疊即刻得出林地維持林地中的各種林地資訊，再與其他土地利用轉成林地 (LF) 區域合併，即可得年度林型分布圖層。

三、 材積之估算

(一) 事後分層逢機取樣法

分層逢機取樣法 (stratified random sampling) 是將某性態值相同、均勻的小範圍 (族群) 予以歸併成數個層級，再於各層級內進行逢機取樣的方法。此方法可求得各層級族群的推算值及減少推算整個族群的取樣誤差，但調查者必須在開始時對所要調查之族群建立一個適當的架構，包括劃分各層及取樣單位，再分別從每層中抽取逢機樣本。而遇不方便或者不可能採用事前分層取樣方法之情況時，則使用事後分層取樣法，從族群中逢機抽取一個樣本，記錄所測定之性態值及樣本內每一個體所應歸屬之層。當取樣完成之後，由於每層大小為已知，可以使用分層逢機取樣公式代替簡單逢機取樣公式。事後分層所得的推算結果，幾乎與分層取樣中比例分配所得的推算結果一樣精密 (楊榮啓等, 1986)。

森林調查或是其他對較廣大族群做調查時，有很多情況是在當完成取樣調查之後，才能獲得足夠的資訊將族群劃分成若干個均質的層。第四次森林資源調查之地面樣區是由系統取樣決定座標位置，之後本研究使用事後分層取樣法將森林資源調查樣區套林型圖，依不同林型分層取樣。

(二) 樣區及單木材積估算

第三次森林資源調查材積之推估方法著重於林型別蓄積量之推估與樹種別蓄積量之推估兩種方式，所使用之樹種別材積式如表 1 所示。林型蓄積量之推估是將土地利用型圖整合後，利用各林型面積與單位蓄積計算出各林型之總蓄積量；樹種蓄積量之推估則是由地面樣區及樣木資料統計各林型之面積與單位蓄積及各林型之主要樹種所占蓄積百分比，推估全林分個樹種之總蓄積量。

王兆桓(2013)於「建置符合 MRV 原則林業溫室氣體清冊編製機制及試算」期中報告中就林務局第四次森林資源調查成果提出依地面樣區樣木調查資料及材積式，估算各地面樣區(林分)之蓄積量。其步驟如下：

- 1 各樣木依照樹種別的材積式(如表 1)計算單木材積。
- 2 將單木材積加總成一樣區之總材積。
- 3 除以樣區面積換算成以每公頃為單位的蓄積量(m^3/ha)。



表 1 樹種材積式一覽表

樹種別	材積式
扁柏 101 紅檜 102 肖楠 103 台灣杉 119	$V=0.0000944 * D^{1.9947405} * H^{0.659691}$
香杉 104 紅豆杉 105 鐵杉 113	$V=0.0000728 * D^{1.944924} * H^{0.8002212}$
琉球松 108	$V=0.0000502 * D^{1.66283} * H^{1.45112}$
冷杉 114 雲杉 115	$V=0.0001136 * D^{1.6790} * H^{0.97120}$
杉木 117	$V=0.0000844 * D^{1.6790} * H^{1.06550}$
柳杉 118	$V=0.00009015 * D^{1.98858} * H^{0.68785}$
松類 106,109-112 馬尾松 107 帝杉 116 其他針 150	$V=0.0000625 * D^{1.77924} * H^{1.05866}$
貴重闊葉樹 201-208	$V=0.000035555 * H * D * D$
樟樹 301-304 楠木類 350-352	$V=0.0000489823 * D^{1.60450} * H^{1.25502}$
槲櫟類 401-450 一般闊葉樹 600	$V=0.00008626 * D^{1.8742} * H^{0.8671}$
鐵刀木等 501-540 其他闊葉樹	$V=0.0000464 * D^{1.53573} * H^{1.50657}$

引用自林務局第三次森林資源調查 D=胸徑 (cm); H=樹高 (m)

四、 森林資源調查-地面樣區調查

地面樣區取樣調查為森林調查的核心工作，目的在於獲取取樣林地之林相組成、林分蓄積等資料，台灣近期大規模的地面樣區調查有全國第四次森林資源調查及公私有林分區計畫調查。

(一) 第四次森林資源調查

第四次全國森林資源調查於民國 97 年實施，由各林區管理處配合同步進行調查工作，其中地面樣區調查為工作項目之一，其取樣方式與樣區設置方式以下分



述之：

1 取樣方式

地面樣區是以間隔 3,000 公尺系統取樣來決定座標位置，必要時視各林型所獲取之樣區數酌增部分林型取樣數。若其所在位置無林木覆蓋，或林木覆蓋比例低於 10% 時，則視為未達設置標準不予調查，但為獲得足夠之樣本數，若發現鄰近有合適之取樣地點進行移設時，應自鄰近該點之東北、東南、西南、西北等 4 處像片樣點依序檢視是否合適將樣點移設於此。

2 樣區設置

地面樣區為矩形，其樣區面積之選擇標準如下(引用自第四次森林資源調查手冊)：

- (1) 林木樣區：以 0.05 公頃（長 28.4 公尺，寬 17.6 公尺）樣區為原則。若在 0.05 公頃範圍內涵蓋 3 株（含）以上胸徑大於 100 公分樣木，則採用 0.1 公頃（長 40 公尺、寬 25 公尺）樣區。
- (2) 竹林及特定樣區：箭竹類除外，設置 0.01 公頃（長 12.8 公尺，寬 7.8 公尺）樣區。本研究中不計算竹類樣區。
- (3) 竹、木混淆樣區：先比照竹林設置 0.01 公頃（長 12.8 公尺、寬 7.8 公尺）樣區，調查其中竹類資料；如該 0.01 公頃範圍內涵蓋 3 株（含）以上胸徑大於 6 公分之樣木，則應以該中心設置林木樣區，調查其中樣木。

(二) 公、私有林林地分區計畫調查

為彙整公、私有森林面積、蓄積及土地利用資源資料，林務局於民國 96 年執行公、私有林分區計畫，分為北部地區、苗栗縣地區、中南部地區、東部地區，進行全國公、私有林地之地況及林況調查，工作項目包括建置土地利用型、設置及調查森林永久樣區等，其調查範圍為國有林事業區林班地以外之土地，取樣與樣區設置方式以下分述之(引用自公、私有林林地分區計畫調查成果報告)：

1 取樣方式

台灣公、私有林分布於各縣市中，為求各縣市有一致的取樣標準，能取得足以代表母群體的樣本，公、私有林分區計畫遵循「第三次台灣森林資源及土地利用調查」的原則，但因公、私有林常位於淺山近郊處，故樣區以間隔 1,500 公尺取樣，避免間隔過大而錯估母體。

2 樣區設置方式

公、私有林森林永久樣區採用矩形樣區，樣區面積分兩種，一般林木樣區使用 0.05 公頃（2.84 公尺*17.6 公尺）區進行測計，竹林則採用 0.01 公頃（12.8 公尺*7.8 公尺）輔助樣區做為範圍。確認樣區中心點便立即審視樣區環境，決定只設置一般的林木樣區，或僅設竹林樣區，亦或兩者並存。

五、 土地利用型圖之繪製

(一) 第四次森林資源調查土地利用型圖

1 範圍

第四次全國森林資源調查林型圖之繪製是參考聯合國糧農組織 FAO 對森林最新的定義進行全國國有林事業區森林區域判釋繪製，其定義為面積大於 0.5 公頃，樹高 5 公尺以上，樹冠覆蓋率 10% 以上，或於原生育地之林木成熟後符合前述條件之非農業與非都市土地。同時京都議定書亦對締約方要求應確定對森林定義，最低限度必須符合樹冠覆蓋率 10~30% 以上、樹木於原生育地成熟可達 2~5 公尺、面積至少 0.05~1.0 公頃土地。因此，為使資料的比較與使用能和國際接軌，第四次全國森林資源調查林型圖將所稱的「森林區域」定義為「符合森林法施行細則第三條所稱之林地，且其生育之竹木符合 FAO 對森林定義標準之地區」。

2 林型分類

第四次森林資源調查之林型分類主要由三個欄位組成，分別為「IPCCName」、「TypeName」、「FunctionType」。另外，可由主要樹種代碼（MajorTreeI）的欄位進行更細部的樹種劃分。「IPCCName 為「2006 年 IPCC 指南」中林地、農田、草




地、濕地、定居地、其它土地六種土地利用類別的分類。「TypeName」為土地覆蓋類型，在繪製上是經由航照影像判釋區分外觀形態，類別及其代碼如表 2 所示。分別對應內政部「國土利用調查」與 IPCC 規範之林地分類。

表 2 第四次森林資源調查林型外觀形態類別代碼

IPCC	內政部分類	第四次森林資源調查(TypeName)
林地 FL	02 森林使用土地	01 針葉樹林型
		02 闊葉樹林型
		03 針闊葉樹混淆林
		04 竹林
		05 竹闊混淆林
		06 竹針混淆林
		07 竹針闊混淆林
		08 待成林地
農田 CL	01 農業使用土地	21 稻作
		22 茶園
		23 果樹
		24 檳榔
		25 其他農作地
草地 GL	09 其他使用土地 — 草生地 0903	31 灌木林
		32 天然草生地
		33 箭竹地
		34 牧草地
濕地 WL	09 其他使用土地 — 濕地 0902	41 人工濕地(漁塭、水庫、水池)
		42 天然濕地(河床、溪流、池沼水面)
		43 紅樹林
定居地 SL	04 水利使用土地	
	01 農業使用土地	
	03 交通使用土地	
	04 水利使用土地	
	05 建築使用土地	51 道路
	06 公共使用土地	52 墓地
	07 遊憩使用土地	53 工礦開採區
	08 礦鹽使用土地	54 農(林)業附帶設施
	09 其他使用土地 — 軍事用地 0901 — 營建剩餘土石方 0907 — 空置地 0908	55 其他建物
其它土地 OL	09 其他使用土地 — 裸露地 0904	61 裸露地
	09 其他使用土地 — 災害地 0906	

取自林務局第四次森林資源調查手冊



「FunctionType」為經營（功能性）分類，係套疊造林台帳、保安林、及國有林林地分區等相關圖資區分出天然林、半天然林、其他天然林、經改造天然林、生產性人工林、保護性人工林，分類原則及代碼如表 3。依據聯合國糧農組織對森林經營使用分類標準，是由人類干擾程度、集約化管理有無，以及森林隨時間推移所產生的變化等面向，評估及描述森林之天然程度及經營使用情形，並將森林經營使用區分為原生林(Primary forests)、經改造天然林(Modified natural forests)、半天然林(Semi-natural forests)、生產性人工林(Productive forest plantations)、保護性人工林(Protective forest plantations) 5 類。「原生林」及「經改造天然林」近似以往的「天然林」，僅因人類干擾程度及時間長短不同而有所區分；「半天然林」、「生產性人工林」、及「保護性人工林」則較接近「人工林」。



表 3 第四次森林資源調查經營使用類別分類原則及分類代碼

I 經套疊造林有作業台帳圖未記錄區域

(I) 林相完整鬱閉，無明顯人為干擾記錄或跡象.....天然林 (1100)

(II) 林相稀疏有曾遭破壞或跡象，間雜或由大部份次生之陽性樹種混生組成.....經改造天然林 (1200)

II 經套疊造林台帳圖有造林作業區域

(I) 無引種栽植，僅施以除草、疏伐、擇伐等作業方式並由當地原生樹種再生建造.....半天然林 (2100)

(II) 有引種栽植

1 栽植造林木覆蓋率達30%以上

(1) 位於林木經營區或森林育樂區中之營林區.....生產性人工林 (2211)

(2) 位於國土保安區、自然保護區或森林育樂區之景觀或保護林帶.....保護性人工林 (2212)

2 栽植造林木覆蓋率未達30%

(1) 新植未滿6年

A 位於林木經營區或森林育樂區中之營林區.....生產性人工林 (2211)

B 位於國土保安區、自然保護區或森林育樂區之景觀或保護林帶.....保護性人工林 (2212)

(1) 新植已逾6年

A 近10年有補植或中後期輔育作業記錄

a 位於林木經營區或森林育樂區中之營林區.....生產性人工林 (2211)

b 位於國土保安區、自然保護區或森林育樂區之景觀或保護林帶.....保護性人工林 (2212)

B 近10年無補植或中後期輔育作業記錄

a 最近一次育林作業未逾30年.....經改造天然林 (2221)

b 最近一次育林作業已逾30年，林分已為原生樹種覆蓋，無造林木或其他陽性樹種.....天然林 (2222)

取自林務局第四次森林資源調查手冊



主要樹種 (Major Tree I) 欄位為各林型依代表性樹種再行細分，如冷杉、鐵杉、柳杉、樟樹等 (表 4)。當需獲得某林型的細部資料時，可依據此欄位區分各林型下之主要樹種。

表 4 第四次森林資源調查主要樹種代碼表

Code	Description
A134	玉山圓柏
A114	冷杉
A115	雲杉
A101	檜木 (紅檜、扁柏)
A119	台灣杉
A117	杉木 (巒大杉、杉木等)
A103	臺灣肖楠
A118	柳杉
A106	松樹 (二葉松、五葉松等)
A127	南洋杉類
B620	高山杜鵑類
B502	相思樹
B301	樟樹
B206	大葉桃花心木
B515	柚木
B507	台灣赤楊
B504	印度紫檀
B512	桉樹類
B524	銀合歡
B508	木麻黃
B201	烏心石
B516	光臘樹
B202	台灣欒
B527	木油桐
B630	紅樹林類
B600	其他
C800	單桿狀竹
A113	鐵杉
A151	其他
C700	叢生狀竹

引用自林務局第四次森林資源調查手冊



由上述欄位可知第四次森林資源調查之林型分類是階層式的分類，具備了林地、形相、植相三種尺度的分類。林地是依照地籍分出，並不一定有森林覆蓋；形相是指依林型的外觀判釋，例如針葉樹林型、闊葉樹林型等；植相則是區分出代表性樹種，例如鐵杉針葉林，而橫向部分以功能性分類區分不同種類的天然林及人工林(表 5)。綜合這些分類，苗栗縣第四次森林資源調查各林型面積如表 6 所示。

表 5 林型分類尺度

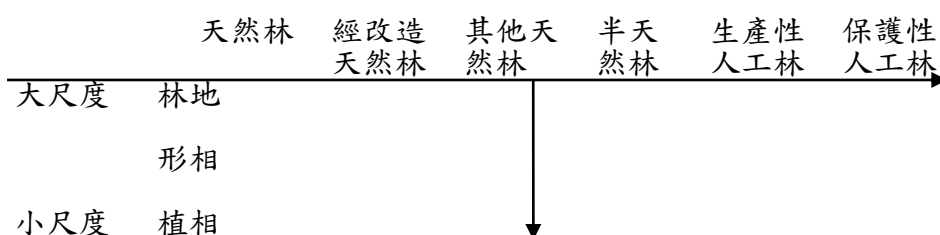


表 6 苗栗縣第四次森林資源調查林型圖面積

	天然林 (1100)、(2222)	經改造天然林 (1200)、(2221)	其他 (1300)	半天然林 (2100)	生產性 (2211)	保護性 (2212)
針葉樹林型	1,2071	37	12	0	2,925	3,955
檜木	2,514	2	0	0	201	1,123
臺灣肖楠	3	0	1	0	69	10
松樹	3,423	31	1	0	75	1,310
鐵杉	3,724	0	10	0	20	112
冷杉	2,149	1	0	0	8	18
雲杉	13	0	0	0	0	0
杉木	56	2	0	0	665	227
柳杉	0	0	0	0	1,651	908
台灣杉	76	0	0	0	226	246
南洋杉類	0	0	0	0	1	0
玉山圓柏	46	0	0	0	0	0
台灣赤楊	7	0	0	0	0	0
其他	59	0	0	0	0	0
其他	0	0	0	0	0	0
叢生狀竹	0	0	0	0	6	0

單桿狀竹	0	0	0	0	2	0
闊葉樹林型	27,833	17,258	78	0	1,717	2,704
松樹	79	0	0	0	0	0
柳杉	0	0	0	0	0	1
其他	0	0	0	0	0	0
烏心石	0	0	0	0	0	0
樟樹	0	0	0	0	34	0
台灣赤楊	99	0	0	0	0	0
木油桐	1	0	0	0	0	0
台灣檫	0	1	0	0	2	0
相思樹	0	0	0	0	3	0
台灣赤楊	0	1	0	0	10	2
木油桐	0	7	0	0	125	6
其他	27,637	17,246	78	0	1,543	2695
高山杜鵑類	9	0	0	0	0	0
叢生狀竹	8	2	0	0	0	0
單桿狀竹	0	2	0	0	0	0
針闊葉混淆林	5,175	215	0	0	1,809	2,550
檜木	720	15	0	0	195	254
臺灣肖楠	0	0	0	0	57	1
松樹	1,525	29	0	0	222	440
鐵杉	321	0	0	0	9	6
杉木	18	14	0	0	189	160
柳杉	0	0	0	0	324	538
台灣杉	19	0	0	0	16	201
其他	2	0	0	0	0	0
台灣赤楊	15	0	0	0	0	0
其他	2,553	157	0	0	0	0
台灣檫	0	0	0	0	1	0
樟樹	0	0	0	0	10	0
其他	0	0	0	0	785	950
竹林	2	68	0	0	5,731	410
其他	0	1	0	0	32	0
叢生狀竹	0	15	0	0	3,000	198
單桿狀竹	2	52	0	0	2,699	212
竹針混淆林	0	0	1	0	15	7

檜木	0	0	0	0	2	0
松樹	0	0	0	0	0	1
杉木	0	0	1	0	5	2
柳杉	0	0	0	0	6	0
叢生狀竹	0	0	0	0	3	0
單桿狀竹	0	0	0	0	1	4
竹闊混淆林	15	134	0	0	6,282	281
樟樹	0	0	0	0	3	0
其他	8	115	0	0	3,266	165
叢生狀竹	0	11	0	0	1,752	66
單桿狀竹	8	8	0	0	1,260	50
竹針闊混淆林	0	0	0	0	3	0
臺灣肖楠	0	0	0	0	2	0
杉木	0	0	0	0	1	0
叢生狀竹	0	0	0	0	1	0

整理自林務局第四次森林資源調查林型圖面積 單位:公頃

(二) 公、私有林林地分區計畫土地利用型圖

1 範圍

公、私有林分區計畫針對國有林事業區外土地之使用現況，利用 93-96 年度彩色航空照片判釋土地利用情形及現地調查林相資料，以最新版正攝影像為底稿，繪製北部、苗栗地區（國有林班地以外）土地利用型圖。

2 林型分類

公、私有林土地利用型圖資先依使用類別分為農業使用、林業使用、交通使用、水利使用、建築使用、遊憩使用、礦業使用、其他使用，在依各使用類別細分，森林使用類別下之林型分類係依據林務局所訂之森林地區之林相區別，區分人工、天然、竹林及灌木等林相，如

表 7。由林型分類項目可知公私有林林地分區計畫中的林型分類是以植相的層級為主。



表 7 公私有林林型分類代碼表

代碼	類別	土地利用	代碼	類別	土地利用
010101	農業使用	稻作	020011	林業細分	冷杉天針
010102	農業使用	旱作	020012	林業細分	鐵杉天針
010103	農業使用	果樹	020013	林業細分	檜木天針
010104	農業使用	廢耕地	020014	林業細分	松類天針
010105	農業使用	檳榔	020015	林業細分	雲杉天針
010106	農業使用	茶樹	020019	林業細分	其他天針
010500	農業使用	農業其他	020030	林業細分	天針闊混
030100	交通使用	機場	020040	林業細分	天闊純
030200	交通使用	鐵路	020050	林業細分	天闊混
030300	交通使用	公路	020061	林業細分	桂竹林
030400	交通使用	港口	020062	林業細分	孟宗竹林
040100	水利使用	河道	020063	林業細分	麻竹林
040200	水利使用	水工設施	020064	林業細分	荊竹林
040300	水利使用	水庫	020065	林業細分	綠竹林
040302	水利使用	湖泊	020069	林業細分	其他竹林
040303	水利使用	其他天然蓄水區域	020070	林業細分	天竹針混
040304	水利使用	人工湖	020080	林業細分	天竹闊混
050000	建築使用	建築	020090	林業細分	天竹針闊混
070103	遊憩使用	文化相關設施	020111	林業細分	檜木造林
070201	遊憩使用	公園綠地	020112	林業細分	松類造林
070202	遊憩使用	遊樂場所	020113	林業細分	杉木類造林
070203	遊憩使用	體育場所	020114	林業細分	台灣杉造林
080100	礦業使用	礦業使用	020115	林業細分	柳杉造林
080200	礦業使用	土石使用	020116	林業細分	肖楠造林
080300	鹽業使用	鹽業使用	020119	林業細分	其他針造林
090100	其他使用	軍事用地	020120	林業細分	人針混
090200	其他使用	溼地	020130	林業細分	人針闊混
090300	其他使用	草生地	020141	林業細分	相思樹造林
090400	其他使用	裸露地	020142	林業細分	楓香造林
090500	其他使用	灌木荒地	020143	林業細分	樟樹造林
090600	其他使用	災害地	020144	林業細分	光臘樹造林
090900	其他使用	其他	020145	林業細分	台灣欖造林
888888	其他使用	保安林	020146	林業細分	桐類造林
999999	其他使用	海	020149	林業細分	其他闊造林
			020150	林業細分	人闊混
			020161	林業細分	桂竹造林
			020162	林業細分	孟宗竹造林
			020163	林業細分	麻竹造林
			020164	林業細分	荊竹造林
			020165	林業細分	綠竹造林
			020169	林業細分	其他竹林
			020170	林業細分	人竹針混
			020180	林業細分	人竹闊混
			020190	林業細分	人竹針闊混



(三) 山坡地環境資源調查土地利用圖

1 範圍

山坡地土地利用建置計畫利用航空測量與地理資訊系統技術的結合，配合內政部之國土土地利用調查計畫之成果，再依水土保持局判釋類別予以歸納，進一步完成山坡地土地利用圖資。水保局分別於 85-86 年間及 98-100 年間做過 2 次調查作業。本研究使用 98-100 年之山坡地土地利用型圖。

98-100 年之山坡地土地利用型圖依全省山坡地範圍（依公告之山坡地範圍，惟不包含林班）分為 3 個年度執行，98 年度計畫範圍為台灣南部（包括嘉義縣市、台南縣、高雄縣、屏東縣）、台東縣及部份花蓮縣（富里鄉、玉里鎮、卓溪鄉）；99 年度為台灣中部（包括苗栗縣、台中縣市、彰化縣、南投縣、雲林縣）及花蓮縣（扣除 98 年度範圍）；100 年度為台灣北部（包括基隆市、台北縣、桃園縣及新竹縣市、宜蘭縣）。

2 林型分類

林型分類係檢視內政部之土地分類項目，調整為適合山坡地保育用途之分類。水土保持局 98 年修正後之土地利用判釋分類共 29 類，如表 8。以兩級方式表示，第一級延續內政部類別及代碼，第二級則以第一級代碼加上英文字母為代碼。山坡地的林型分類中對於雜木林的定義為林相複雜含有許多樹種，應為植相上的分類，其餘針葉林、闊葉林、混淆林、竹林為形相上的分類。

表 8 山坡地土地利用型判釋分類代碼表

第 1 級		第 2 級		說明
類別	代碼	類別	代碼	
農牧用地	1	水田	1A	係指從事稻米栽培之土地。如遇農作作物已收成，尚未栽種其他作物或整地無法分類時，以鄰近之作物為分類原則。間作不視為主要用途。
		旱田	1B	係指從事雜糧作物、特用作物及園藝作物栽培以及可種植之裸露地為之。
		檳榔	1C	係指從事檳榔之土地。
		茶園	1D	係指從事茶葉栽培之土地。
		常綠果樹	1E	指木瓜、印度棗、枇杷、柑桔、香蕉、荔枝、番石榴、椰子、楊桃、蓮霧、龍眼、釋迦、芒果，其餘(如鳳梨、草莓、百香果)則歸為旱作
		落葉果樹	1F	指李、柿、桃、梅、梨、葡萄、蘋果
		農業設施	1G	畜禽舍、香菇寮等設施
林業用地	2	闊葉林	2H	係指天然及人工闊葉樹純林，其蓄積或株數至少佔 75%
		針葉林	2I	係指天然及人工針葉樹純林，其蓄積或株數至少佔 75%
		混淆林	2J	係指天然及人工針、闊葉樹、竹混淆林，其針（或闊）葉樹種蓄積總和或株數總和至少佔 25%以上，75%以下
		竹林	2K	係指各類竹林或竹林佔全林冠 75%以上
		雜木林	2L	係指林相複雜含有許多樹種
交通用地	3	鐵路	3RE	係指鐵路、高鐵使用之路線
		道路	3RO	係指所有道路
		橋梁	3RR	係指公路與河道交叉之橋梁
		交通設施	3R	包括機場、公路車站、鐵路車站、月台、停車場、車輛調度場、車輛檢修場、客貨運轉運站、服務區、休息站、監理機構、港口及港口相關設施
水利用地	4	河流	4RI	係指河川、減河、運河、堤防、溝渠(寬度 5M 以上)、水道沙洲灘地
		水庫	4M	係指建立堰壩所形成之水域及其附屬設施
		水池	4N	係指該水域在當地以湖、泊、池、埤、溜、潭、人工湖泊稱之者
		堤防	4O	包括河堤、海堤及離岸堤(含消波塊)

建築及公共設施 用地	5	建築區	5P	係指所有建物及政府機關、學校、醫療保健、社會福利設施、公用設備、環保設施等用地。
		墓地	5Q	係指墓地、靈骨塔、公墓則涵蓋相關設施
遊憩用地	6	遊憩景觀區	6S	係指供一般民眾休憩之土地，包括公園、綠地、廣場、花園及相關園藝設施及戶外遊樂場（高爾夫球場、營利性公園、森林樂園、海底樂園、森林遊樂區、露營野餐地、海上樂園、海水浴場）
礦業用地	7	礦業	7T	包括露天開採金屬礦場、非金屬礦場、石油、天然氣採集場、礦業堆積場及礦業開採設施、附屬設施及其他必要設施
		土石採取場	7U	包括土石採取作業場所、其所需土石堆積場及土石採取場以外之土石加工及其他必要設施
加強保育用地	8	裸露地	8V	係指崩塌地、裸露地
其他用地	9	緻密草生地	9W	係指目前無栽植農作物及林木之緻密草生地
		草荒地	9X	係指目前無栽植農作物及林木之稀疏草生地
		空地	9Y	係指土地空置，如柏油、水泥等鋪面者

引用自水保局整體性治山防災計畫書

(四) 保安林經營計畫土地利用型圖

1 範圍

依據林務局年度之保安林經營管理計畫及依保安林經營準則第4規定，依保安林編號別，每十年施行檢訂，檢訂時配合農林航空測量所近期拍攝之航空照片及現場查測，通盤檢討保安林之原編入目的、調查林相、林況、地況及清查地籍，保安林土地利用林型圖即於檢訂時所作。

2 林型分類

保安林之土地利用型分類如表9所示，林型分為天針純、天針混、天針闊混、天闊純、天闊混、天竹純、天竹針混、天竹闊混、天竹針闊混、人針純、人針混、人針闊混、人闊純、人闊混、人竹純、人竹針混、人竹闊混、人竹針闊混，尺度為形相層級。



表 9 保安林林型分類代碼表

代碼	名稱	代碼	名稱
0	三角點	75	工礦用地
1	天針純	76	土場用地
2	天針混	77	墳墓用地
3	天針闊混	78	農場用地
4	天闊純	79	水庫水池用地
5	天闊混	80	其他施業除地
6	天竹純	81	鐵道
7	天竹針混	82	池溜魚塢、游泳池
8	天竹闊混	83	空地
9	天竹針闊混	90	斷崖急陡地
11	人針純	91	岩石石礫地
12	人針混	92	崩壞地
13	人針闊混	93	溪流地池沼、海域、水溝、漁港
14	人闊純	94	防火林帶
15	人闊混	95	垃圾場（合法）
16	人竹純	96	垃圾場（非法）
17	人竹針混	97	堤防
18	人竹闊混	98	沙灘、沙地
19	人竹針闊混	99	其他
41	針散生		
42	闊散生		
43	針闊混散生		
50	稚樹發生地		
51	建築用地（非法）		
52	墾地旱作地（非法）		
61	草地		
62	墾地旱作地（合法）		
63	果園		
65	伐木跡地		
70	道路		
71	建築用地（合法）		
72	苗圃用地		
73	水田		
74	防火線		



(五) 平地造林圖

1 範圍

為因應我國加入世界貿易組織（WTO）後農地資源調整減產，政府自 91 年起推動「平地景觀造林計畫」，至 96 年完成階段性任務；續於 97 年起推動綠色造林計畫之「平地造林計畫」，並將「平地景觀造林計畫」已核准之造林地一併納入撫育；又平地造林計畫自 102 年起停止受理新植申請案件，101 年度前已核准參加平地造林有案者，則持續辦理撫育至獎勵 20 年期滿為止。有關平地景觀造林及平地造林之圖資係利用 GIS 軟體的圖層套疊功能，將造林申請案件的地籍範圍，套於正射影像圖。產出圖資存置於本局「平地景觀造林管理系統」，提供縣（市）政府管理轄內核准造林案件之使用

2 林型分類

平地造林為地籍圖，造林樹種多為闊葉樹，因此歸類為闊葉樹林型。

(六) 崩塌地圖

近年來因全球氣候變遷之影響，自然災害之頻度與規模更難以測度，為掌握全島崩塌地實際動態變化情形，由成大研究發展基金會執行林務局「運用衛星影像於全島崩塌地判釋與災害分析」計畫，進行 2004-2013 年歷年崩塌地分析比對。由於崩塌地發生於山區（含山坡地及高山區），此計畫崩塌地判釋範圍為事業區及山坡地。山坡地判釋區域範圍以水土保持法之山坡地定義為準，即標高在 100 公尺以上者或 標高未滿 100 公尺，而其平均坡度在 5 % 以上者為主。



參、 材料與方法

一、 研究流程

本研究流程如圖 1 所示，林地蓄積量的估算主要分為林型面積及樣區林型材積兩部分，將算出之樣區林型單位面積蓄積量與林型面積相結合後，即可估算林地蓄積量。

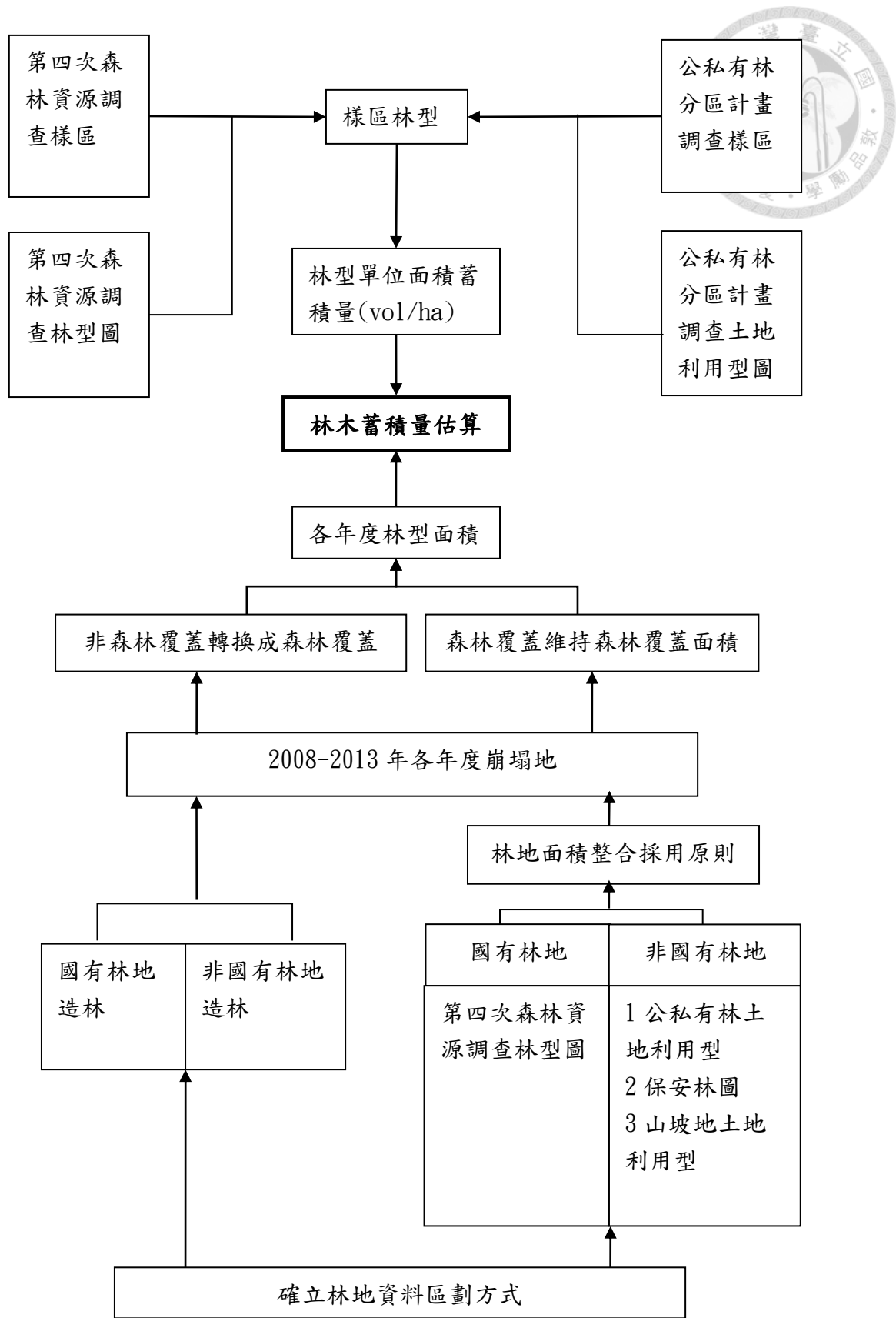


圖 1 研究流程圖



二、 材料

(一) 地面樣區資料

本研究所使用之地面樣區資料來源為第四次森林資源調查及公私有林分區計畫調查，如表 10，第四次森林資源調查資料為林務局「建置符合 MRV 原則林業溫室氣體清冊編製機制及試算計畫」期中報告材積計算成果，公私有林分區計畫則為樣區及樣木資料。本研究取屬於苗栗縣範圍內的樣區進行材積估算及使用。

表 10 研究材料-地面樣區資料

項目	第四次森林資源調查	公私有林分區計畫調查
取樣方式	間隔 3000 公尺系統取樣	間隔 1500 公尺系統取樣
樣區面積	1 林木樣區：0.05 ha/0.1ha 2 竹樣區：0.01 ha 3 竹木混淆樣區：0.01 ha/0.05 ha	1 林木樣區：0.05 ha 2 竹樣區：0.01 ha
林木樣區數	全台 1,564 個(苗栗縣 79 個)	苗栗縣 225 個
提供單位	林務局	林務局
提供資料類型	材積計算結果及樣區資料	樣木及樣區原始資料

第四次森林資源調樣區材積資料共計 1600 個樣區，其中有 36 個竹林樣區不列入計算，樣點分布如圖 2 所示。本研究取苗栗進行估算。苗栗縣共計有 79 個樣區，樣點分布如圖 3 所示。

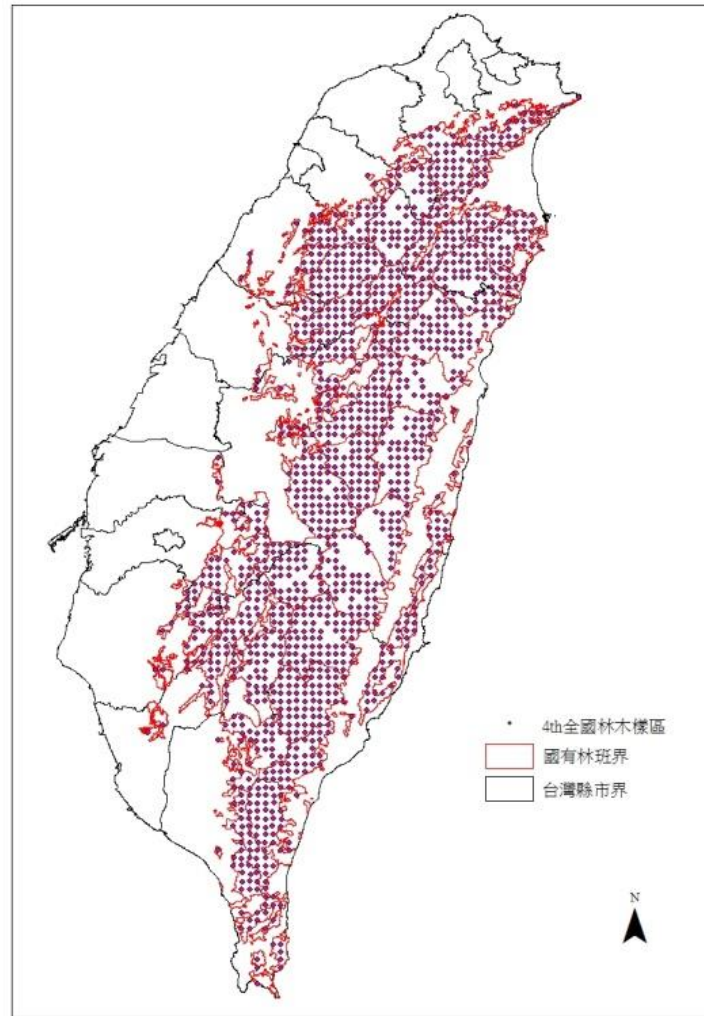


圖 2 第四次森林資源調查之樣區

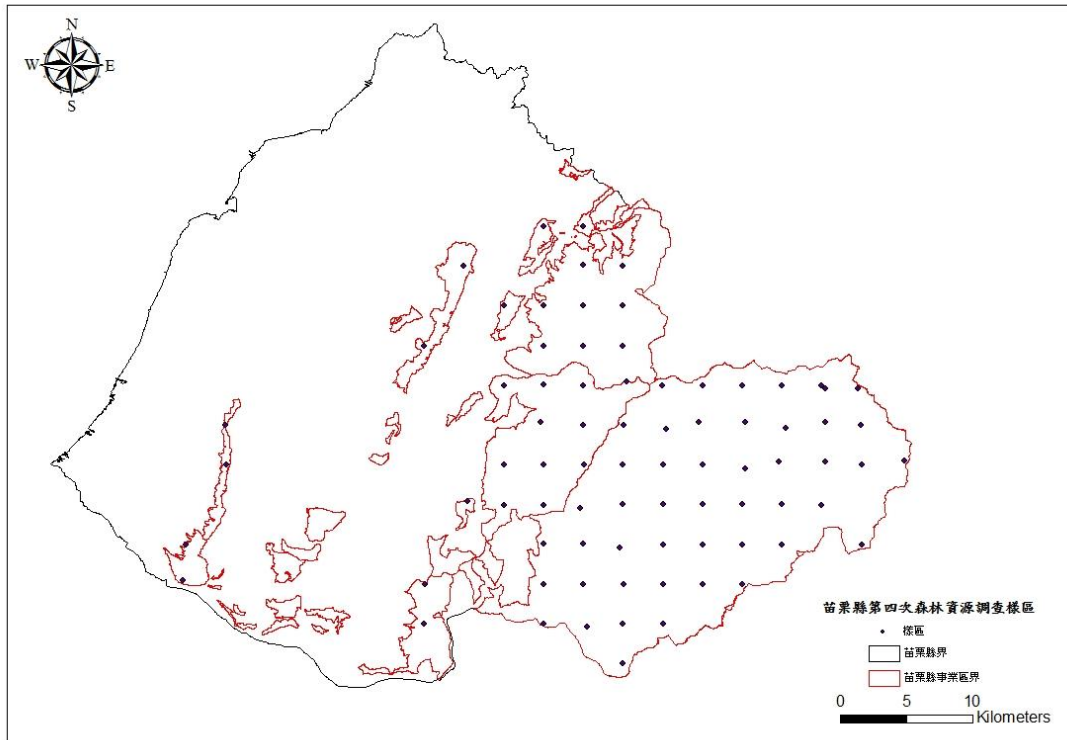


圖 3 苗栗縣第四次森林資源調查樣區分布

公私有林分區調查計畫中苗栗地區共計 225 個樣區，樣區分布如圖 4，其中林木樣區有 109 個，竹樣區有 45 個，竹木混樣區有 71 個。

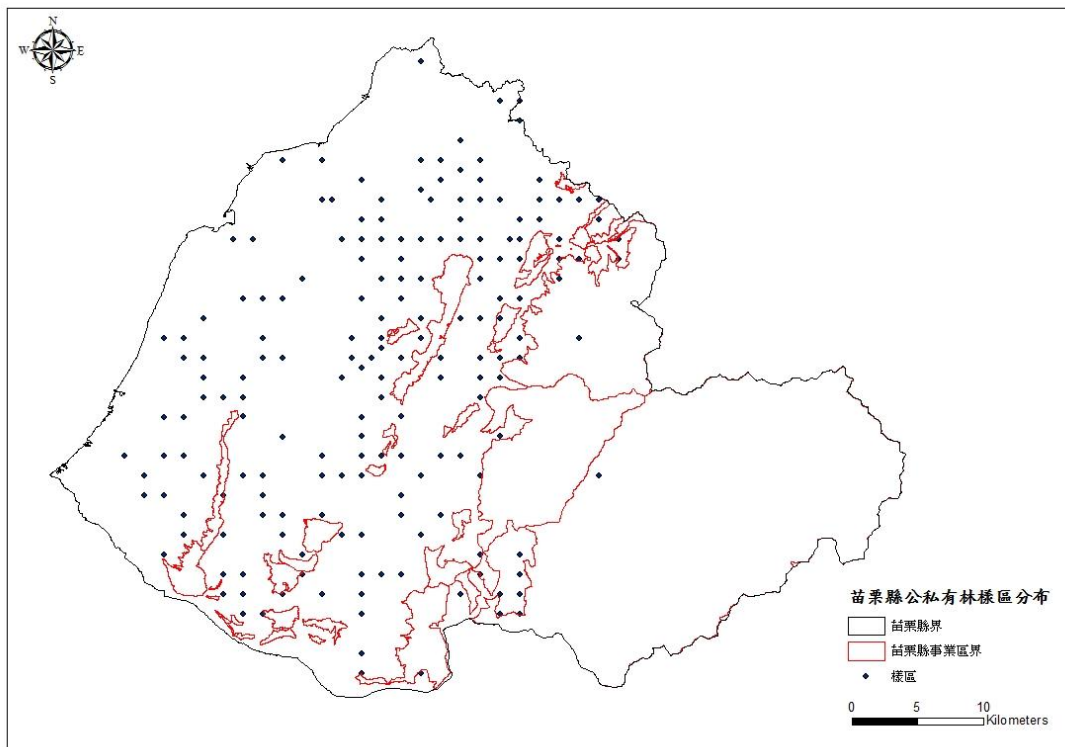


圖 4 苗栗縣公私有林分區計畫樣區分布

(二) 林型圖

「林型圖」為不同林分空間分布的展現，也是林業經營規劃的基礎。本研究所使用之圖資為各部會提供之各類型土地利用型圖，取土地利用型圖中森林的部分，將其歸類林型做為研究中使用的林型圖，並利用面積欄位計算各林型面積。圖資擷取苗栗縣範圍歸類林型後如以下：

1 第四次森林資源調查林型圖

本研究使用第四次森林資源調查林型圖之苗栗縣範圍，利用到的欄位為：

(1) IPCC 分類 (IPCCName)

此欄位分林地、農地、草地、濕地、業居地和其他土地等六大類別 (圖 5)，本研究篩選出林地的部分進行分析。林分筆數及面積如表 11 所示，IPCC 分類為林地共有 107,186 公頃。

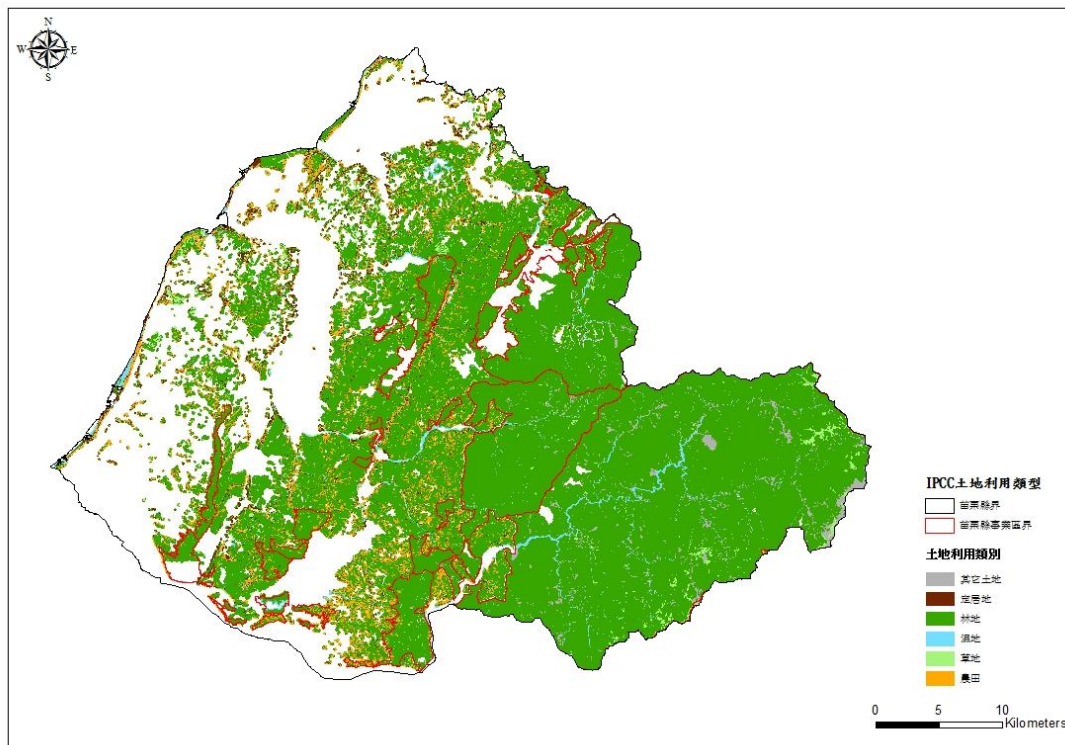


圖 5 第四次森林資源調查 IPCC 土地利用類型圖

表 11 苗栗縣第四次森林資源調查 IPCC 分類名稱林分筆數

IPCC 分類名稱	林分筆數	面積(ha)	%
林地	25,578	107,186	82
農田	25,316	9,645	7
草地	7,243	3,487	3
濕地	5,648	2,654	2
定居地	26,748	4,470	3
其它土地	4279	2564	2
0	1	6	0
10	1	15	0
40	1	10	0
5	1	2	0
(空白)	22	7049	0
合計	94,838	137,088	100

(2) 土地覆蓋型分類 (TypeName)



此欄位區分出針葉樹林型、闊葉樹林型、針闊葉樹混淆林、針闊葉樹混淆林、針闊葉樹混淆林、竹林、竹闊混淆林、竹針混淆林、竹針闊混淆林種土地覆蓋類型。分布如圖 6。林分筆數及面積如表 12 所示。

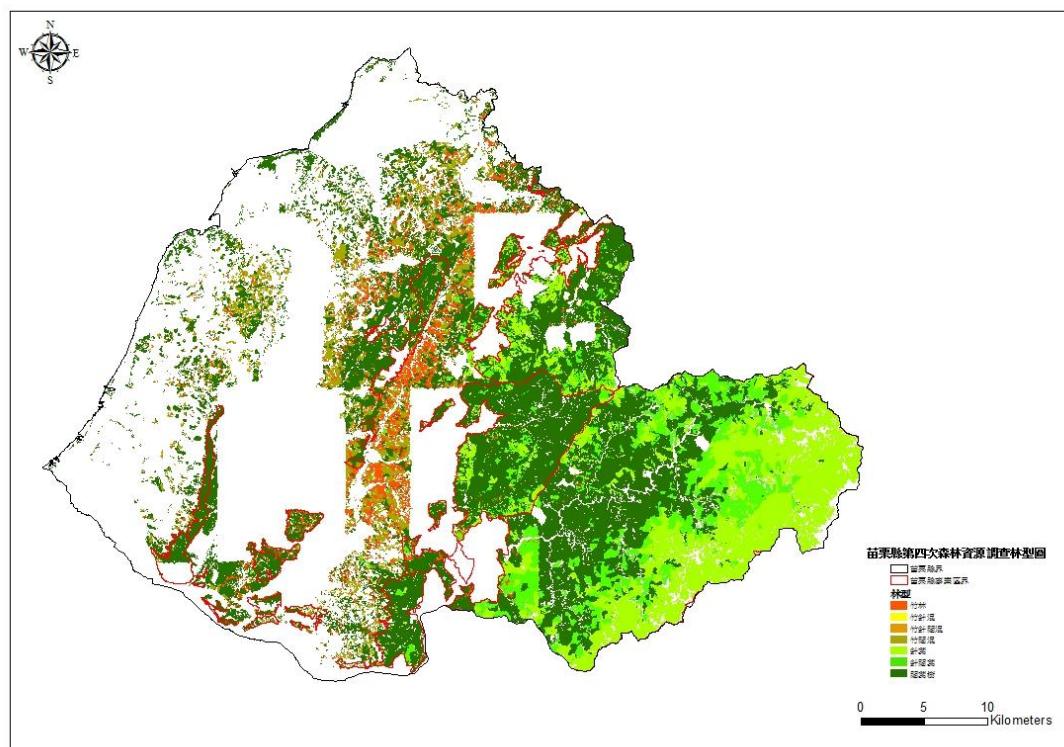


圖 6 苗栗縣第四次森林資源調查土地覆蓋型圖

表 12 IPCC 歸類為林地之土地覆蓋型分類林分筆數及面積

IPCC 分類樹種名稱	林分筆數	面積(ha)	%
針葉樹林型	2,880	19,041	18
闊葉樹林型	10,330	49,633	46
針闊葉樹混淆林	1,289	9,748	9
竹林	3,402	6,212	6
竹針混淆林	21	22	0
竹闊混淆林	2,039	6,719	6
竹針闊混淆林	4	3	0
待成林地	1,057	1,038	1
A	4,556	14,768	1
合計	25,578	107,186	100



(3) 經營（功能性）分類（FunctionType）

經營分類分為天然林、半天然林、其他天然林、經改造天然林、生產性人工林、保護性人工林（圖 7），林分筆數及面積如表 13 所示。

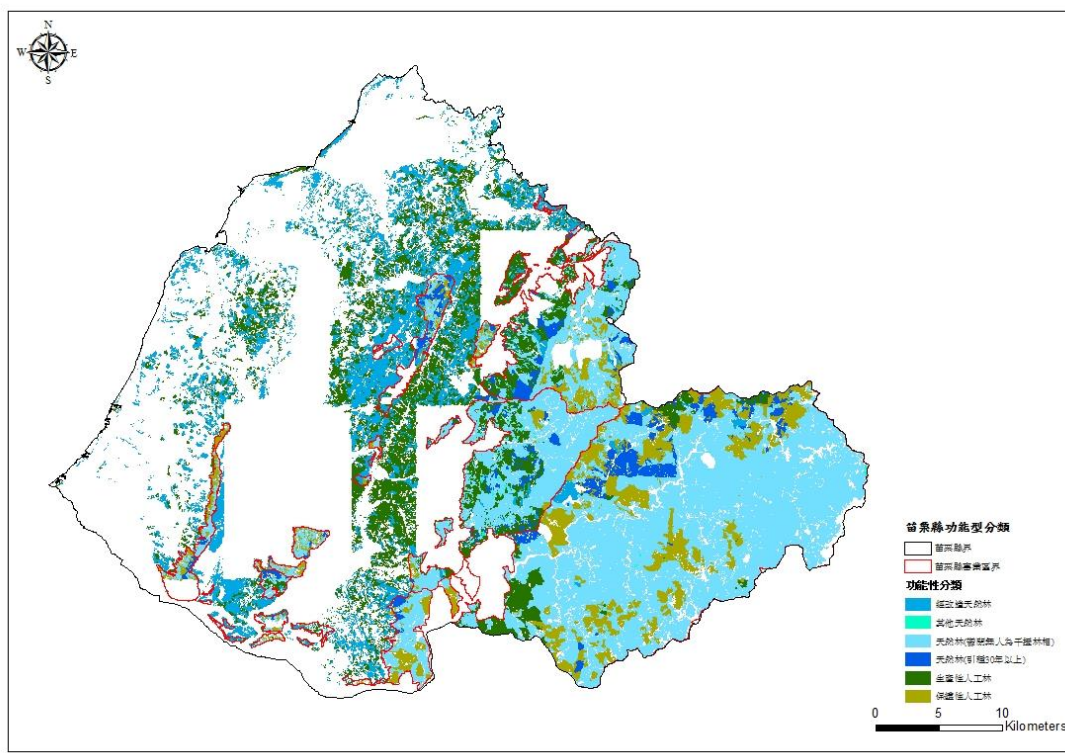


圖 7 苗栗縣第四次森林資源調查經營(功能性)分類

表 13 IPCC 圖層歸類為林地之各功能型分類林分筆數

功能性分類代碼	名稱	林分筆數	面積(ha)	%
1100	天然林	3,997	41,082	39
1200	經改造天然林	212	939	1
1300	其他天然林	74	92	0
2100	半天然林	0	0	0
2211	生產性人工林	6,746	18,483	17
2212	保護性人工林	1,783	9,907	9
2221	經改造天然林	6,717	16,798	16
2222	天然林	468	4,037	4
(空格)		4,558	14,768	14
221		1	1	0
合計		24,556	106,107	100



2 公、私有林林地分區計畫林型圖

圖 8 為苗栗縣範圍公私有林分區計畫之林型分布圖。 本研究所使用到的欄位為面積 (Area) 及土地利用型 (C_LDUSE)，利用面積欄位計算各林型面積並利用土地利用型欄位區分出冷杉天針、鐵杉天針、檜木天針、松類天針、雲杉天針、其他天針、天針闊混、天闊純、天闊混等等。林型之林分筆數與面積如表 14 所示。

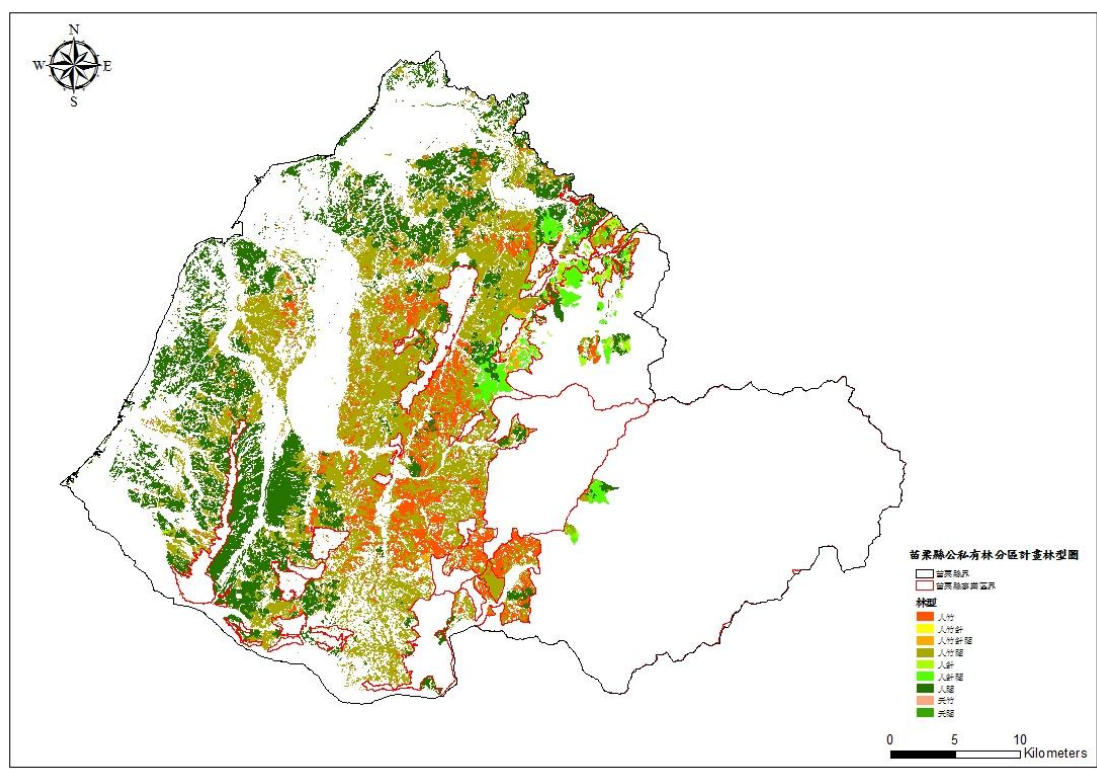


圖 8 苗栗縣公私有林分區計畫林型圖



表 14 公私有林分區計畫之林型層次數與面積

林型	林分筆數	面積(ha)	%
天闊混	2	1	0
台灣杉造林	2	0	0
樟樹造林	1	0	0
松類造林	4	3	0
杉木類造林	5	8	0
柳杉造林	147	605	1
肖楠造林	7	12	0
人針混	20	85	0
人針闊混	257	2,130	4
相思樹造林	398	6,290	11
樟樹造林	1	5	0
其他闊造林	256	651	1
人闊混	1,665	13,426	23
桂竹造林	1,439	7,140	12
孟宗竹造林	23	26	0
荊竹造林	35	261	0
綠竹造林	317	654	1
其他竹林	3	8	0
人竹針混	2	4	0
人竹闊混	4,062	25,991	45
人竹針闊混	50	307	1
合計	8,696	57,607	100

3 山坡地土地利用型圖

本研究所使用到的欄位為面積(Area)及土地利用型(LAND_USE)，利用面積欄位計算林型面積並利用土地利用型(LAND_USE)針對林業用地區分出針葉林、闊葉林、竹林、混淆林、雜木林(圖 9)。林型之林分筆數與面積如表 15 所示。

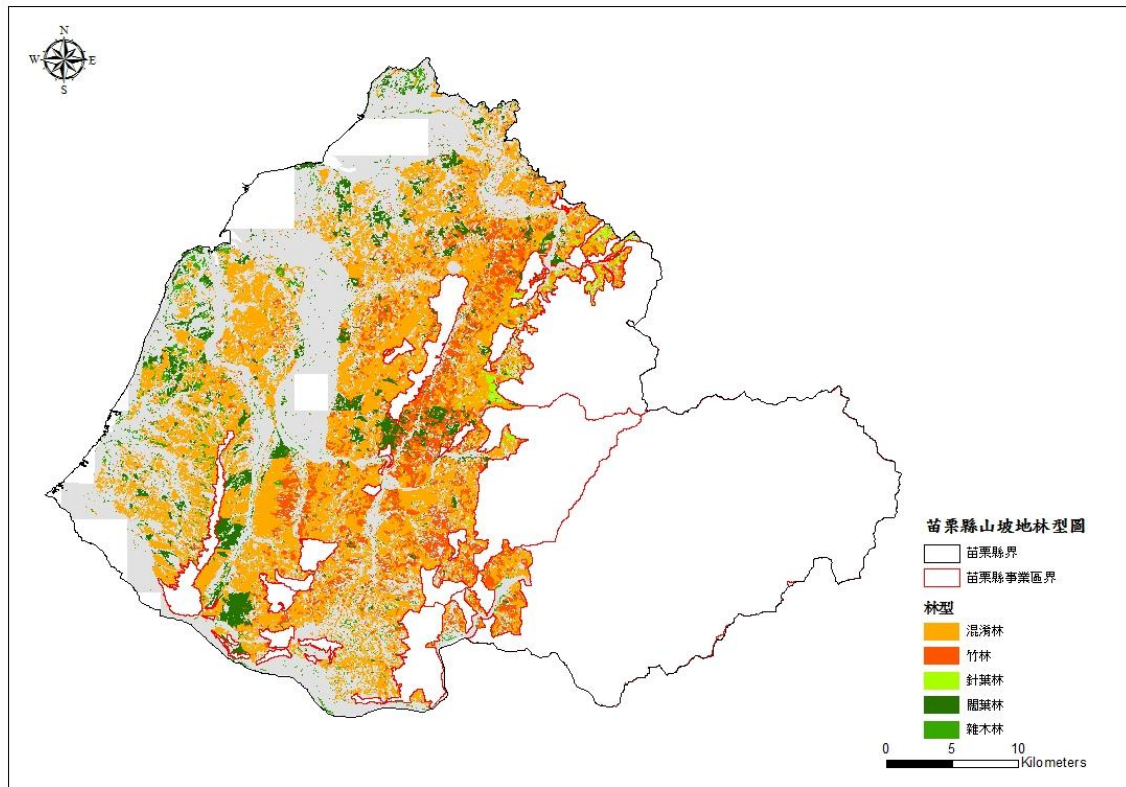


圖 9 苗栗縣山坡地林型圖

表 15 苗栗縣山坡地土地利用型圖之林分筆數及面積

林型	林分筆數	面積(ha)	%
竹林	6,021	11,294	14
針葉林	913	3,193	4
混淆林	5,783	56,797	71
闊葉林	3,132	6,808	8
雜木林	3,314	2,320	3
合計	19,163	80,412	100



表 16 苗栗縣保安林林型圖之林分筆數與面積

林型	林分筆數	面積(ha)
天針純	13	6
天針混	2	33
天針闊混	41	458
天闊純	39	190
天闊混	682	4316
天竹純	117	102
天竹針混	2	1
天竹闊混	147	197
天竹針闊混	9	7
人針純	43	57
人針混	3	3
人針闊混	169	881
人闊純	208	344
人闊混	798	1827
人竹純	166	206
人竹針混	11	10
人竹闊混	324	1045
人竹針闊混	18	191
針散生	1	5
闊散生	133	51
針闊混散生	41	18
合計	2967	9946

5 平地造林

此圖資為地籍圖，分布如圖 11。共有 15 筆筆資料，總面積 3.7 ha，本研究使用面積欄位計算造林地面積，用來檢視各年度森林增加的面積。

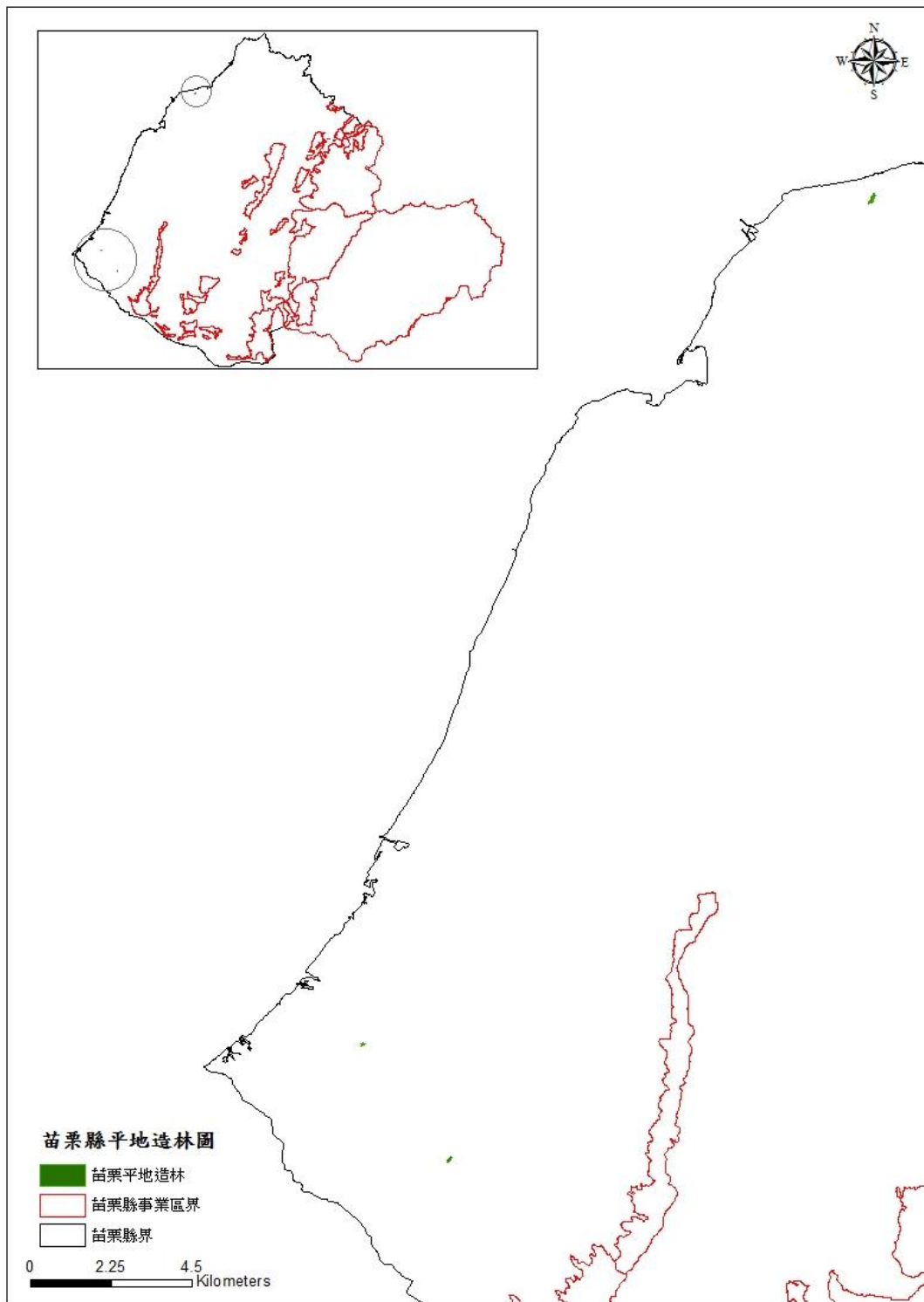


圖 11 苗栗縣平地造林圖



6 崩塌地圖

本研究利用此圖資之面積欄位，以累計的方式計算 2010 年至 2013 年度累計崩塌地面積。苗栗縣 2010-2013 年崩塌地範圍如圖 12 所示。

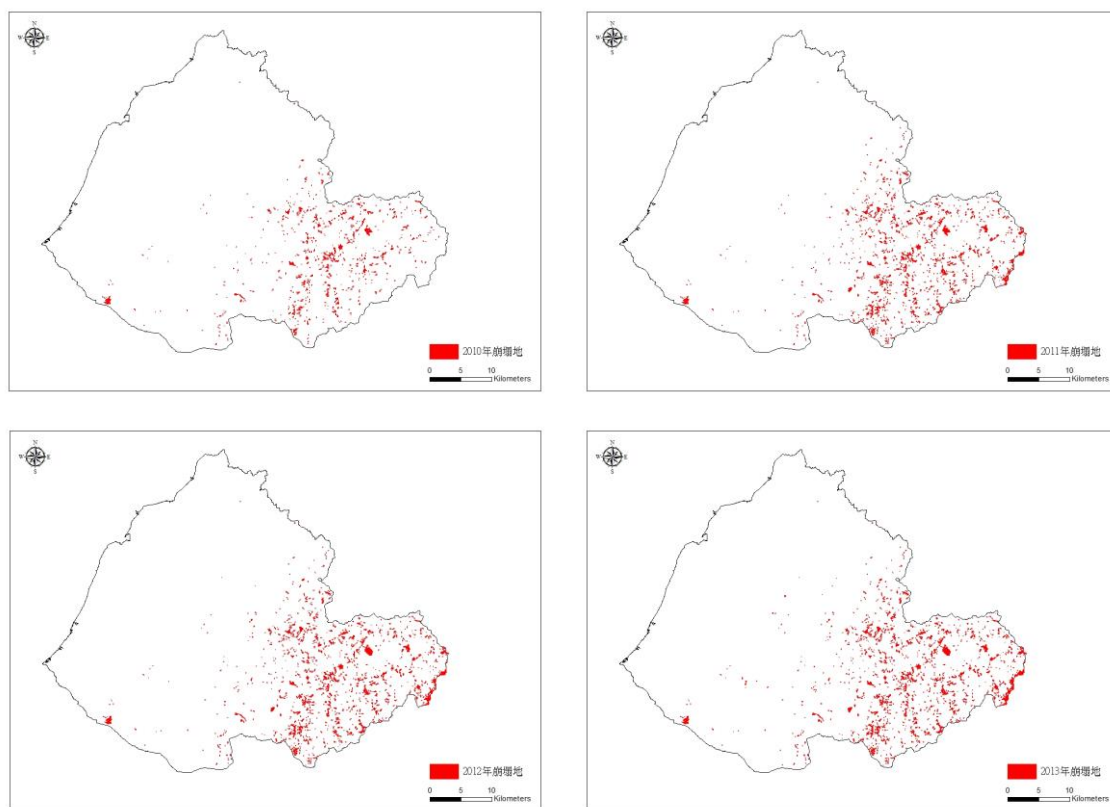


圖 12 苗栗縣 2010-2013 年崩塌地圖

綜合以上，研究材料所利用到的圖資如表 17 所示。

表 17 研究材料-GIS 圖資

土地類型		圖層	年度
1、國有林地		1.1 第四次森林資源調查林型圖	97
2、非國有林地	山坡地	2.1 水保局山坡地土地利用型圖	99
	平地	2.2 林務局平地造林圖	99、100
	保安林	2.3 林務局保安林圖	83-99
	其他	2.4 林務局公私有林土地利用型圖	96
3、崩塌地		3.1 成大研究發展基金會崩塌地圖	99-102
4、其他		4.1 縣市界 4.2 林班界	

三、 方法

(一) 確立林地資料區劃方式

由於林地資料源於不同計畫，且多數資料是以一區域為範圍，並無明顯界線，例如土地利用型圖繪製時是以航照圖進行判釋，並非沿林班界線繪製；又資源調查之永久樣區是以系統取樣，少數樣區並未剛好落在林班界內，因此資料在使用上會有重疊問題，必須先確立林地資料之區劃方式。

本研究以國有林班界為劃分標準，將圖資依其所有權屬區分界內與界外，林班界內以第四次森林資源調查之樣區與林型圖資料為主；國有林班界外則使用公私有林分區計畫樣區資料（圖 13）。

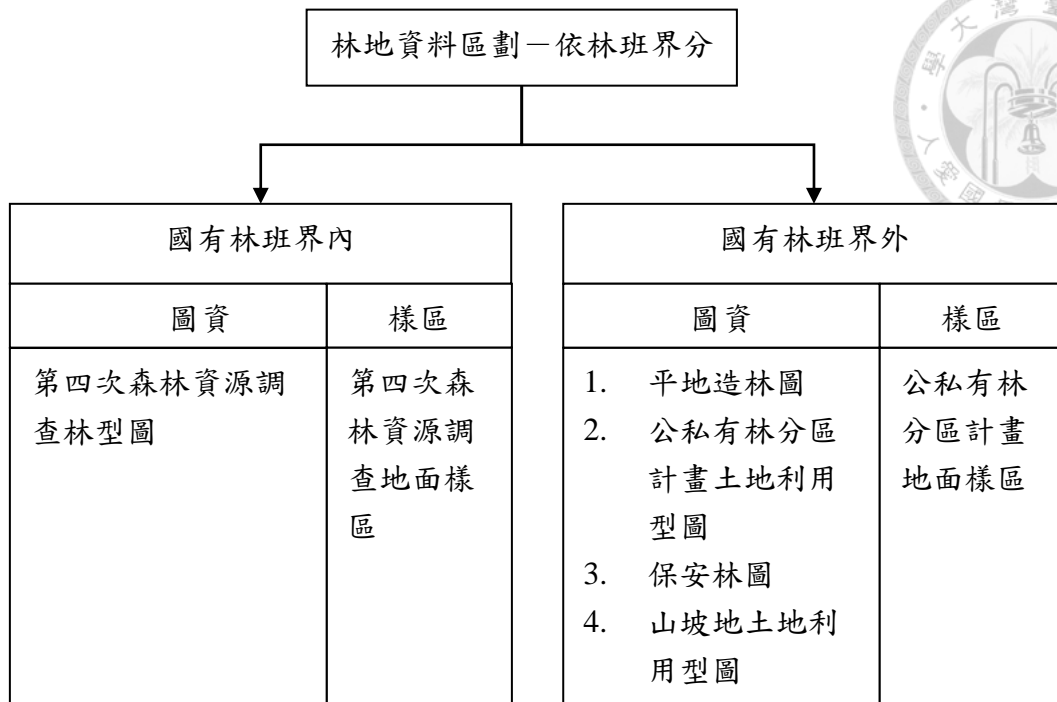


圖 13 林地資料區劃圖

(二) 林地面積整合機制

因圖資來源不盡相同，其土地利用型之分類亦不同。本研究以第四次森林資源調查之林型分類為主，其餘圖資之林型分類與其對照並統一。

1 不同調查系統分類整合

(1) 第四次森林資源調查林型分類

不同於第三次森林資源調查使用同一欄位同時表示三種類別，即同時表示經營類別（天然林或人工林）、林型（針葉林、闊葉林、針闊混淆林等）、樹種（冷杉、鐵杉、台灣檫等等），例如冷杉天針、鐵杉天針、天針闊混等；第四次森林資源調查是將經營類別、林型、主要樹種分別歸屬至三個欄位（FunctionType、TypeName、MajorTreeI），且另設了 IPCC 土地分類欄位（IPCCName）來區分出林地，因此在估算上必須分成三階段統整各類別，先於 IPCC 分類（IPCCName）篩選出林地，再於林地的條件下再以經營類別（FunctionType）區分天然林及人工林，接著在經營類別為天然林或人工林下以土地覆蓋型分類（TypeName）區分各林型，最後可再依各林型細分出樹種。



本研究將「IPCCName」、「TypeName」、「FunctionType」欄位整合後歸類出天然針葉林、天然闊葉林、天然針闊混淆林、天然竹林、天然竹闊混淆林、天然竹針混淆林、天然竹針闊混淆林、人工針葉林、人工闊葉林、人工闊混淆林、人工竹林、人工竹闊混淆林、人工竹針混淆林、人工竹針闊混淆林 14 種林型。

(2) 其它圖資林型分類

為將林型類別統一，本研究以第四次森林資源調查林型分類為主，其它圖資對照之。然而在分類的尺度上各圖資皆不盡相同，第四次森林資源調查區分了林地、形相、植相，保安林以形相區分，公私有林以植相區分，山坡地中針葉林、闊葉林、竹林、混淆林屬形相而雜木林則屬植相的分類（表 18）。由表可知，除了公私有林，其餘圖資皆俱備形相的分類，但公私有林之植相分類可再推回形相分類，例如鐵杉天針之形相分類應為天然針葉林，因此本研究將以形相分類來歸納。

表 18 圖資林型分類尺度

	第四次森林資源調查	保安林	山坡地	公私有林
林地	✓			
形相	✓	✓	✓	
植相	✓		✓	✓

其它圖資之林型調整並統整後分類如表 19 所示。其中山坡地未區分天然或人工。依水保局整體性治山防災計畫書中對林型分類的定義:闊葉林、針葉林、竹林係指分別佔至少 75 % 以上的此類林型而稱之，而在山坡地範圍內大面積之闊葉林、針葉林、竹林應為造林而形成，屬於人工林；混淆林之定義為天然或人工之針、闊葉、竹混淆林，故本研究將其歸類至人竹針闊混淆林，雜木林則是定義為林相複雜含有許多樹種，應為次生林，因此歸類至天然闊葉林型。



表 19 各圖資林型歸類統整

第四次森林資源調查	保安林	山坡地	公私有林
天然針葉樹林型	天針純(1)、天針混(2)		冷杉天針(020011)、鐵杉天針(020012)、檜木天針(020013)、松類天針(020014)、雲杉天針(020015)、其他天針(020019)
天然闊葉樹林型	天闊純(4)、天闊混(5)	雜木林(2L)	天闊純(020040)、天闊混(020050)
天然針闊葉樹混淆林	天針闊混(3)		天針闊混(020030)
天然竹林	天竹純(6)		桂竹林(020061)、孟宗竹林(020062)、麻竹林(020063)、刺竹林(020064)、綠竹林(020065)、其他竹林(020069)
天然竹針混淆林	天竹針混(7)		天竹針混(020070)
天然竹闊混淆林	天竹闊混(8)		天竹闊混(020080)
天然竹針闊混淆林	天竹針闊混(9)		天竹針闊混(020090)
人工針葉樹林型	人針純(11)、人針混(12)	針葉林(2I)	檜木造林(020111)、松類造林(020112)、杉木類造林(020113)、台灣杉造林(020114)、柳杉造林(020115)、肖楠造林(020116)、其他針造林(020119)、人針混(020120)
人工闊葉樹林型	人闊純(14)、人闊混(15)	闊葉林(2H)	相思樹造林(020141)、楓香造林(020142)、樟樹造林(020143)、光臘樹造林(020144)、台灣欖造林(020145)、桐類造林(020146)、其他闊造林(020149)、人闊混(020150)
人工針闊葉樹混淆林	人針闊混(13)		人針闊混(020130)
人工竹林	人竹純(16)	竹林(2K)	桂竹造林(020161)、孟宗竹造林(020162)、麻竹林(020163)、刺竹林(020164)、綠竹林(020165)、其他竹林(020169)
人工竹針混淆林	人竹針混(17)		人竹針混(020170)
人工竹闊混淆林	人竹闊混(18)		人竹闊混(020180)
人工竹針闊混淆林	人竹針闊混(19)	混淆林(2J)	人竹針闊混(020190)



3 整合優先順序

圖資整合的優先順序主要依據其特別性、細緻度、普遍性而決定，特別性指此圖資係針對一特定範圍而繪製，並定期檢定，例如保安林圖及平地造林圖，這類型圖資較範圍廣泛的大面積圖資來的準確；細緻度是指圖資繪製時分類尺度的大小，而本研究著重於林型分類的細緻程度，以第四次森林資源調查林型圖為例，其林型分類首先區分林地，接著區分形相，最後植相，計算林型面積時，若有詳盡的分類則容易區分出更細部林型，提高面積推估的準確性；普遍性則是指該圖資在繪製時為大面積的調查，例如第四次全國森林資源調查，當為了增高圖資完整度時，普遍性則變成其考慮的因素之一。

根據上述原則，本研究各圖資整合的優先順序如表 20 所示。國有林班地部份考慮普遍性及細緻度以剛完成的第四次森林資源調查林型圖為首要優先，由於第四次森林資源調查林型圖尚有小塊區域尚未繪製完整，缺漏部分則以區內保安林填補之；山坡地部分考慮特別性與細緻度以保安林圖為優先，其餘部分可由山坡地林型圖與公私有林林型圖覆蓋，但由於公私有林之林型分類分至植相，較為詳細，故優先於山坡地圖使用之；平地部分則以平地造林為優先，區外保安林（海岸林）次之，最後才使用公私有林林型圖。

表 20 圖資整合優先順序

圖資	國有林		非國有林	
	國有林班地	山坡地	平地	
第四次森林資源調查	I			
公私有林分區調查		II	III	
山坡地		III		
保安林	II	I	II	
平地造林				I



(三) 林型蓄積量之推算

1 平均單位面積材積估算

森林面積經分層後，各層即可以進行獨立取樣推估，以各層級的樣區推估該層蓄積量。各層內常用的取樣方法有簡單逢機取樣、系統取樣與雙重取樣，台灣在森林資源調查上多用系統取樣與雙重取樣。理論上，雖然一組系統取樣之樣本只能計算出族群平均數的推估值，而無法計算系統取樣族群平均數推估值的變異數，但是由於森林學家常發現系統取樣的平均數較簡單逢機取樣的平均數為精密，因此在森林資源調查之實務上，常以系統取樣進行調查，但在推估上則以簡單逢機取樣公式計算平均數與標準差（王兆桓等，2000）。

本研究以各林型的所有地面樣區資料計算各林型的蓄積量。推估方法如下：森林面積經分層後，各層即可以獨立進行取樣推估。在森林資源調查之實務上，系統取樣可視其為簡單逢機取樣，第 i 個林型可視為由包含 N_i 個地面樣區的族群中，取出 n_i 個地面樣區，其平均單位面積材積推估值 \bar{y}_i 如公式（1）。

$$\bar{y}_i = \frac{1}{n_i} \sum_{j=1}^{n_i} y_{ij} \quad (1)$$

y_{ij}	第 i 個林型的第 j 個地面樣區之蓄積量(m^3/ha)
\bar{y}_i	第 i 個林型的平均每公頃蓄積量(m^3/ha)

2 平均單位面積材積標準差與信賴區間之估算

依照分層逢機取樣之程序，將族群之 N 個單位個體分為 L 層，每層依次包括 $N_1, N_2, \dots, N_h, \dots, N_L$ 個單位，此 $\sum_h^L N_h = N$ 。然後在 L 層依次分別抽取 $n_1, n_2, \dots, n_h, \dots, n_L$ 個單位個體然後在 L 層依次分別抽取 $n_1, n_2, \dots, n_h, \dots, n_L$ 個單位個體，此 $\sum_h^L n_h = n$ 。接著利用公式（3）估算所有林型的平均單位面積材積以及利用公式（4）估算平均



單位面積材積變異數。根據樣本資料，計算出 \bar{x} 及 $s_{\bar{x}}$ 後，可列出估算平均單位面積材積之信賴區間，如公式(5)

$$\text{平均單位面積材積估值 } \bar{x} = \frac{\sum \bar{X}}{\sum^L N_h} = \frac{\bar{X}}{N} \quad (3)$$

$$\text{平均單位面積材積變異數估值 } s_{\bar{x}}^2 = \frac{1}{N^2} \sum^L N_h^2 \left(\frac{N_h - n_h}{N_h} \right) \frac{S_h^2}{n_h} \quad (4)$$

$$\text{平均單位面積材積信賴區間 } CI = \bar{x} - \frac{z_{\alpha}}{2} s_{\bar{x}} \sim \bar{x} + \frac{z_{\alpha}}{2} s_{\bar{x}} \quad (5)$$

3 總蓄積量之估算

影響林型總蓄積量的因素主要為林型平均單位面積材積及林型面積，林型總蓄積量等於各林型的平均單位面積材積乘以各林型面積，再將所有林型加總或利用平均單位面積材積乘以林型總面積即可得森林的總蓄積量。

(四) 林地變遷機制的建立

林地變遷有兩層意義，一是指地籍上由林地轉為非林地，例如保安林的解編，雖地籍上轉為非林地，但地面有森林覆蓋；另一層意義是指森林覆蓋的改變，例如山坡地崩塌造成森林覆蓋的變遷，而森林覆蓋改變後仍屬於林地。本研究以林地覆蓋建立變遷機制。

監測林地變遷首先需要監測開始的基線狀態，即森林面積基線。森林基線應具有正確的森林分布及林型資料，就國有林地而言，以剛完成的第四次森林資源調查林型圖為最適當的森林基線資料，而非國有林地部分則以平地造林、公私有林分區計畫、保安林、山坡地之整合後的林型圖為最適當的森林基線資料。

由於在估算森林蓄積量時面積為其影響因素，因此，為使蓄積估算模式更加完善，必須監測每年度林地變動情形。台灣影響林地面積變動的原因包含森林經營活動、土地利用改變、自然干擾等三個因素。目前台灣對森林經營具有消極的

態度，造成林地面積變動的作業主要為造林和伐採二個項目，而將林地變更為其他的土地利用型則有較嚴格的審查機制，因此自然干擾所帶來的崩塌面積為主要的林地變動項目。

由此可知，目前林地變化的資料包含造林和干擾的面積，故本研究取林務局平地造林計畫地籍圖與成大執行衛星影像分析計畫成果之崩塌地資料，以圖層套疊的方式推估森林維持森林及非森林轉換成森林的面積，流程如圖 14 所示。又第四次森林資源調查及公私有林分區計畫分別始於民國 97 年與 96 年，山坡地資料為 99 年，故本研究使用 99 年以後之林地變遷資料進行年度的森林面積計算。

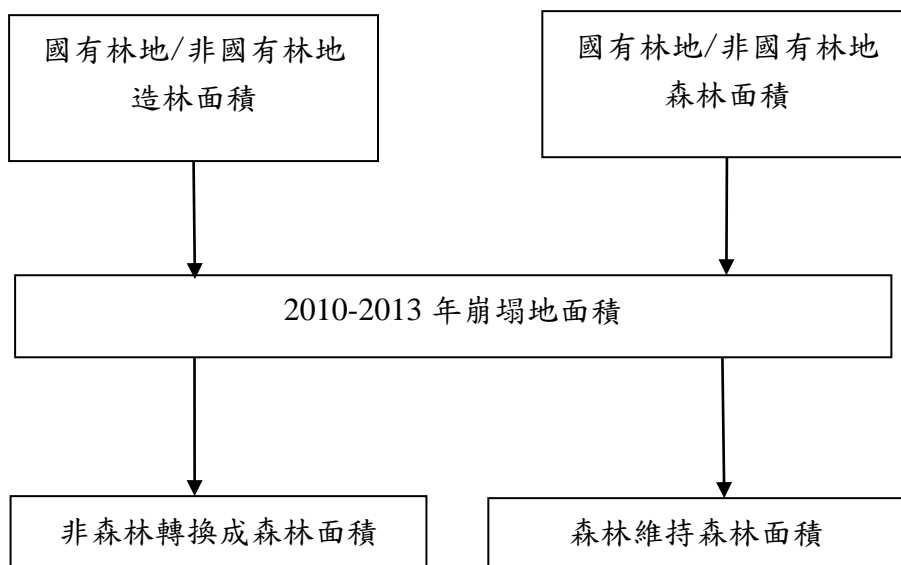


圖 14 林地變遷監測流程

1 森林維持森林地面積

將各年度崩塌圖層以空間聯集的方式累加後，可取得年度總累計崩塌面積，再透過森林基線扣除每年度總累積崩塌面積，即為各年度林地維持林地的面積。本研究利用林型圖與成大執行衛星影像分析計畫成果之崩塌地做套疊，國有林地部分使用第四次森林資源調查林型圖，非國有林地範圍則使用整合後的林型圖。

崩塌地之年度則使用 2010-2013 年的資料，未來可依年份持續更新崩塌地面積，進行林地變遷長期監測。



2 非森林轉換成森林面積

森林面積之增加應為年度新植造林或天然更新的區域，造林面積包含國有林造林、公有林和私有林造林，為計算非森林轉換成森林之面積，本研究將平地造林圖層以空間聯集的方式累加，取得年度總累計造林面積，即為該年度增加之森林面積，未來可持續蒐集其他植林、造林等森林增加數據，更新年度非森林轉換成森林之面積。



肆、 結果與討論

一、 材積

(一) 國有林

依據林務局「建置符合 MRV 原則林業溫室氣體清冊編製機制及試算計畫」期中報告材積計算成果，將其樣區之座標與林務局提供之林型圖套疊（圖 15），取林型類別與樣區材積之交集歸納出樣區林型。

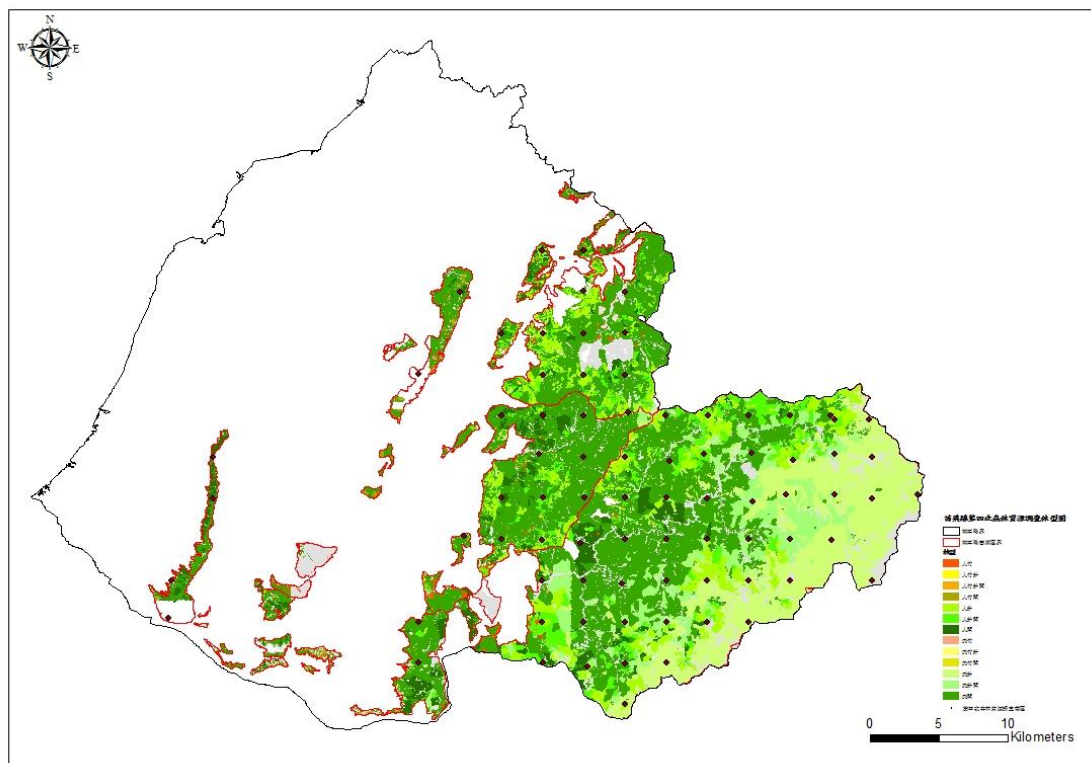


圖 15 苗栗縣第四次森林資源調查樣區套疊林型圖

由圖可知，並非所有樣區皆有林型覆蓋，且屬性表中部分樣區之欄位值有所缺漏，本研究完成圖層之交集後利用屬性表欄位篩選出各林型樣區進行材積統計，樣區於套疊及篩選過程中之變化如表 21 所示。

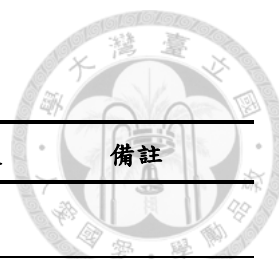


表 21 套疊圖資後樣區數之變化

樣區內容	套疊圖層/篩選欄位	樣區數	備註
林木樣區(原始資料)	--	79	
林班界內之林木樣區	事業區界圖	79	所有樣區皆在林班界內
林木樣區與林型圖套疊	第四次森林資源調查林型圖	77	有 2 個樣區無林型覆蓋
IPCC 定義為林地	IPCCName 欄位篩選出林地	74	有 3 個樣區位置不在林地範圍
林地條件下之經營使用類別	FunctionType 欄位篩選出天然或人工林	73	有 1 個樣區無功能性分類
林地條件及經營類別條件下之林型	TypeName 欄位篩選出林型	73	

1 林型圖套疊

作法上先將原始資料 79 個樣區與林班界套疊，目的為選取林班界內之樣區計算國有林材積，結果顯示所有樣區皆在林班界內。接著為得樣區林型，套疊第四次森林資源調查林型圖，其中有 2 個樣區無林型圖層之覆蓋，故經套疊林班界及林型圖後樣區數為 77 個。

2 欄位篩選

為歸類樣區林型，本研究利用林型圖與樣區交集後產生之屬性表進行分析，目的為歸類出天然針葉林、天然闊葉林、天然針闊混淆林、天然竹林、天然竹闊混淆林、天然竹針混淆林、天然竹針闊混淆林、人工針葉林、人工闊葉林、人工闊混淆林、人工竹林、人工竹闊混淆林、人工竹針混淆林、人工竹針闊混淆林 14 種林型之樣區數及單位面積材積。


由於經營使用類別及林型分屬不同欄位，必須分層篩選。本研究第一層篩選欄位「IPCCNAME」，選出 IPCC 定義為林地之樣區，77 個樣區中有 74 個樣區被定義為林地，2 個樣區被定義為濕地、1 個樣區被定義為草地，因此取屬林地的 74 個樣區進行進一步第二層運算。第二層則是利用欄位「FunctionType」篩選此 74

個屬於林地的樣區中，分別為天然林或人工林。其中有 73 個樣區具有經營使用類別的分類。區分出天然或人工林後，第三層利用「TypeName」篩選在天然或人工林分類下的林型，此時有 73 個樣區可在林地、經營使用類別、林型的條件下被篩選出，將此 73 個樣區進行計算，各林型材積結果如表 22 所示

表 22 苗栗縣第四次森林資源調查各林型材積表

林型	樣區數	平均單位面積材積 (m ³ /ha)	標準差	變異係數	
天然林	針葉	11	658.39	421.39	0.64
	闊葉	32	302.60	225.69	0.75
	針闊混	8	623.18	626.54	1.01
	竹林	0	0	-	-
	竹針	0	0	-	-
	竹闊	0	0	-	-
	竹針闊	0	0	-	-
人工林	針葉林	11	378.89	427.73	1.13
	闊葉林	7	217.36	136.22	0.63
	針闊混	3	373.64	158.32	0.42
	竹林	1	2.44	-	-
	竹針	0	0	-	-
	竹闊	0	0	-	-
	竹針闊	0	0	-	-

由表 22 可知以天然針葉樹林型之平均單位面積材積 658.39 (m³/ha) 最大，其次為天然針闊混淆林 623.18 (m³/ha)。變異係數以天然針闊混淆林及人工針葉林偏高，表示其平均單位面積材積大小較為分散，在天然針闊葉混淆林中 8 個樣區落於此，樣區平均單位面積材積最大為 1744.95 (m³/ha)，最小為 32.13 (m³/ha)，樹種主要由樟科、殼斗科等闊葉林以及少數紅檜等針葉林組成，林型圖上亦顯示天然針闊葉混淆林主要位於天然針葉林至天然闊葉林的交界地帶，其林型包含了闊葉樹、針葉樹種，推測可能是由針葉與闊葉樹種的材積差異大而造成該林型之



平均單位面積材積標準差較其他林型大的緣故；而在人工針葉林中，樣區平均單位面積最大為 1586.95 (m^3/ha)，最小為 102.48 (m^3/ha)，樹種組成主要為柳杉、杉木、香杉，混合少數闊葉樹或小喬木，如香楠、長梗紫芋麻等，推測也是由於樹種材積上的差異造成變異係數較高的緣故。另本研究所使用之樣區為林木樣區，研究結果卻發現有一樣區落於竹林林型，查該樣區內樹種為山香圓，並非竹類，此林型可能為誤判。為了解單位面積材積較大之林型主要樹種為何，另加入欄位「MajorTreeI」歸納各林型之主要樹種及其單位面積材積，如表 23。

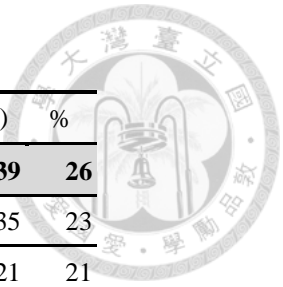


表 23 苗栗縣第四次森林資源調查林型樹種樣區數與材積

	林型	樣區數	平均單位面積材積(m ³ /ha)	%
天然林	針葉樹林型	11	658.39	26
	檜木（紅檜、扁柏）	2	600.35	23
	松樹（二葉松、五葉松等）	4	527.21	21
	鐵杉	2	1334.24	52
	冷杉	3	421.44	16
	闊葉樹林型	32	302.60	12
	其他	32	302.60	12
	針闊葉樹混淆林	8	623.18	24
	檜木（紅檜、扁柏）	2	626.02	24
	松樹（二葉松、五葉松等）	1	41.80	2
	鐵杉	1	1,744.95	68
	其他	4	486.66	19
人工林	針葉樹林型	11	378.89	15
	檜木（紅檜、扁柏）	1	342.47	13
	松樹（二葉松、五葉松等）	4	585.95	23
	杉木（巒大杉、杉木等）	2	141.45	6
	柳杉	2	395.40	15
	台灣杉	2	203.90	8
	闊葉樹林型	7	217.36	9
	其他	7	217.36	9
	人針闊	3	373.64	15
	松樹（二葉松、五葉松等）	2	438.00	17
	杉木（巒大杉、杉木等）	1	244.92	10
竹林	1	1.44	0	
單桿狀竹	1	1.44	0	
合計	73	393.47	100	

由表 23 可知針葉樹林型裡以鐵杉的單位面積材積 1334.24 (m³/ha) 占最大比例 52%，針闊葉混淆林型中亦以鐵杉的單位面積材積 (m³/ha) 1744.95 占最大比例 68%。



(二) 非國有林範圍

1 林木材積

依據林務局所提供的樣區資料計算出的公私有林材積，共計有 180 個樣區，在與圖資進行套疊時，需將不在範圍內之樣區予以扣除，表 24 為公私有林分區計畫樣區資料套疊圖資過程中樣區數之變化。

表 24 公私有林分區計畫樣區套疊圖資後樣區數之變化

樣區內容	套疊圖層/篩選條件	樣區數	備註
林木樣區(原始資料)	---	180	
林木樣區(扣除離點)	刪除離點樣區	179	有一樣區離點(TWD97: X 座標:241331, Y 座標:2755044)
林班界內之林木樣區	事業區界圖	175	有 4 個樣區在林班界內。
林木樣區與林型圖套疊	公私有林分區計畫林型圖	175	

在 180 個樣區原始資料中有一樣區位置偏離(座標 TWD97-X 座標:241331, Y 座標:2755044)，扣除此點後為 179 個樣區，將此 179 個樣區與林班界套疊，發現有 4 個樣區位於林班界內，刪除後取非國有林範圍內的樣區，共計 175 個。最後將這 175 個樣區與公私有林分區計畫林型圖套疊之資料進行分析(圖 16)，此 175 個樣區位於非國有林地範圍且皆被公私有林圖層覆蓋之，各林型材積如表 25 所示。

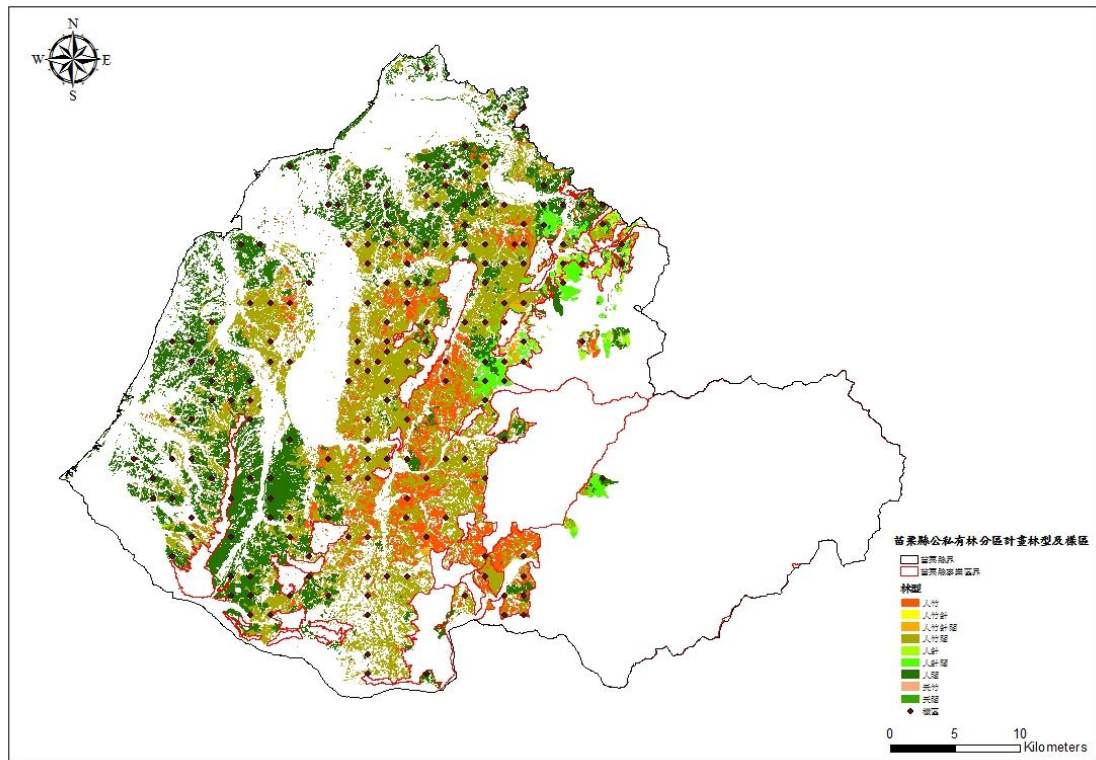
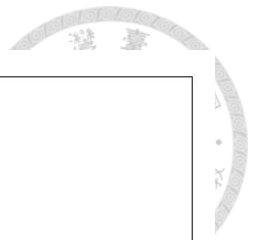


圖 16 公私有林分區計畫樣區套疊林型圖

表 25 公私有林分區計畫各林型樣區數與材積

林型	樣區數	平均單位面積材積			
		(m ³ /ha)	標準差	變異係數	
天然林	針葉	0	0	-	-
	闊葉	0	0	-	-
	針闊混	0	0	-	-
	竹林	0	0	-	-
	竹針	0	0	-	-
	竹闊	0	0	-	-
	竹針闊	0	0	-	-
人工林	針葉林	2	203.67	100.52	0.49
	闊葉林	70	97.96	89.28	0.91
	針闊混	7	205.07	164.15	0.80
	竹林	15	52.96	54.71	1.03
	竹針	0	0	-	-
	竹闊	74	111.65	104.08	0.94
	竹針闊	1	242.31	-	-

由表 25 可知平均單位面積材積以人工竹針闊混淆林 242.31 (m^3/ha) 較其他林型大,其次為人工針闊葉混淆林型 205.07 (m^3/ha)及人工針葉林型 203.67 (m^3/ha)。變異係數則以人工竹林為最大,有 15 個林木樣區坐落於此林型,其中 12 個樣區內樣木組成為竹闊混淆林,另外 3 個樣區的樣木全為闊葉林。樣區與林型圖不符合的原因可能為林型圖繪製錯誤的緣故,造成調查紀錄為闊葉林的樣區卻落於竹林林型,再加上本研究僅估算林木材積,未列入竹類,而竹闊混淆樣區中又以竹類占多數,因此使闊葉樹組成的樣區在材積上與竹闊混淆組成的樣區差異大,導致變異係數較高。為了解各林型細部樹種組成,各林型內樹種及其所占比例如表 26 所示。

表 26 公私有林分區計畫各林型樹種之樣區數與材積

林型	樣區數	平均單位面積材積	百分比%
		(m^3/ha)	
針葉樹林型	2	203.67	22
柳杉造林	1	274.75	30
肖楠造林	1	132.59	15
闊葉樹林型	70	97.96	11
相思樹造林	22	93.23	10
其他闊造林	4	66.87	7
人闊混	44	103.15	11
針闊葉樹混淆林	7	205.07	22
竹林	15	52.96	6
桂竹造林	14	56.70	6
綠竹造林	1	0.59	0
竹闊混淆林	74	111.65	12
竹針闊混淆林	1	242.31	27
合計	169	106.5	100

由表可知人工針葉樹林型中主要為柳杉造林及肖楠造林,其中又以柳杉造林之單位面積材積 274.75 (m^3/ha) 占較多比例 (30%)。



2 竹子材積

非國有林範圍內竹子樣區共有 45 個，竹木混淆樣區有 71 個，總竹子支數為 18,334 支，由於公私有林之竹類多屬桂竹，約佔所有竹類的 90.55%，因此使用黃崑崗（1972）中南部桂竹材積式進行計算。材積式如下：

樹種	迴歸方程式	株數	R ²	地區	作者年代
桂竹	$V = 26.032D^{1.5777}H^{1.1237}$	397	0.9830	台灣中南部	黃崑崗 1972

苗栗縣公私有林範圍內所有竹子材積經桂竹材積式計算，平均每支竹子約 0.006 立方公尺，套疊公私有林林地分區計畫林型圖後，各林型之材積計算結果如表 27 所示。

表 27 苗栗縣公私有林竹子材積

	支數	竹木混樣區數	竹樣區數	總樣區數	平均單位面積 竹材積	標準差	變異系數
人竹	5,629	12	17	29	88.32	89.96	0.86
人竹闊	6,110	33	15	48	34.44	68.39	0.62
人針闊	270	2	0	2	10.43	3.01	0.01
人闊	4,414	18	8	26	64.39	98.43	0.90
非森林	1,299	3	3	6	49.36	65.30	0.32
總計	17,722	68	43	111	55.90	8.60	0.08

由表 27 可知，有 6 個樣區被歸類在非森林的圖層，多數的竹類樣區集中在人竹闊林型中，而單位面積竹子材積以人工竹林最大（88.32 m³/ha），支數以人竹及人竹闊混淆林較多，合計在公私有林中竹子的平均單位面積材積為 55.9 m³/ha。

二、面積

(一) 國有林

本研究將第四次森林資源調查尚未繪製完成的部份以區內保安林填補，保安林套疊前後之面積變化如表 28 所示。



表 28 區內保安林圖套疊前後面積變化

林型		套疊前	套疊後
天然林	針葉	39	4
	闊葉	4,300	352
	針闊混	458	42
	竹林	99	43
	竹針	1	0
	竹闊	197	0
	竹針闊	7	0
人工林	針葉林	44	0
	闊葉林	1,656	244
	針闊混	834	80
	竹林	191	4
	竹針	10	1
	竹闊	953	75
	竹針闊	186	0
合計		8,976	846

單位：公頃

由表可知，本研究使用了保安林之林型面積共計 846 ha，來填補國有林範圍內第四次森林資源調查無法覆蓋之部分。將保安林圖與第四次森林資源調查林型圖整合後如圖 17 所示。由圖可看出國有林範圍內幾乎完全被森林所覆蓋，森林面積為 64,088 ha，占苗栗縣事業區的 90 %。各林型計算出的面積結果如表 29 所示。

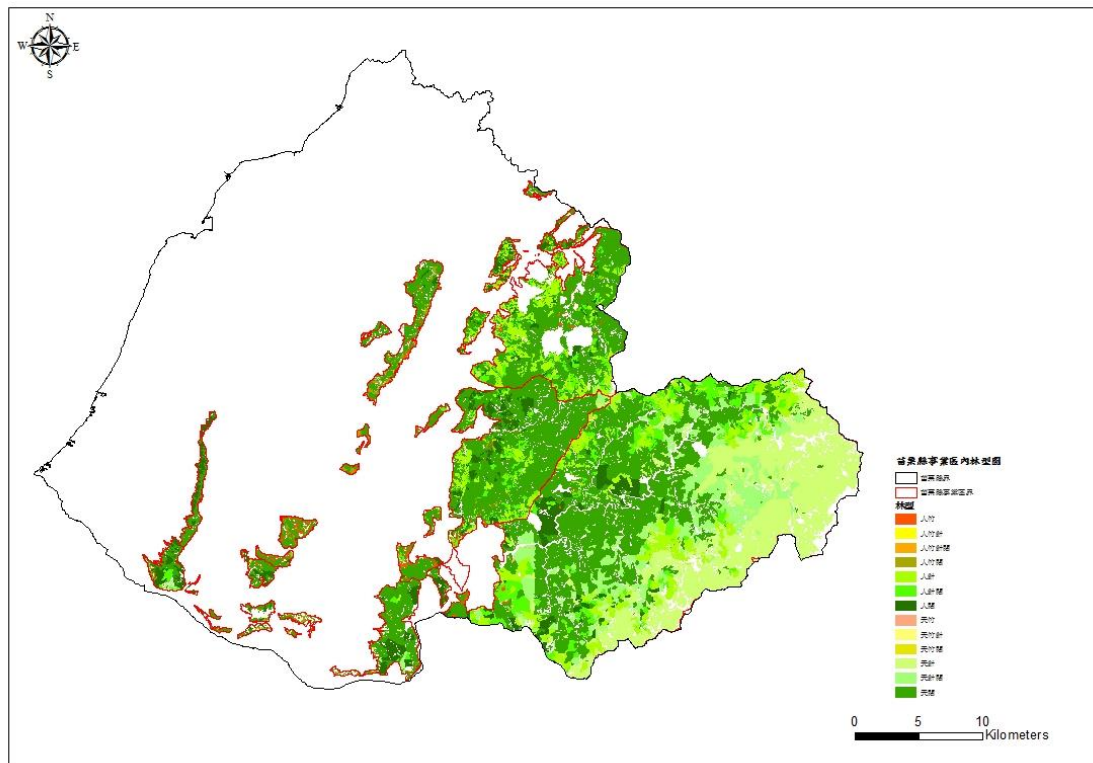
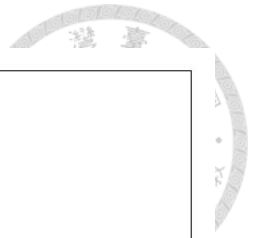


圖 17 苗栗縣國有林事業區範圍內林型圖

表 29 苗栗縣國有林各林型面積

林型		面積(ha)	%
天然林	針葉	12,142	19
	闊葉	30,062	47
	針闊混	5,424	8
	竹林	74	0
	竹針	0	0
	竹闊	29	0
	竹針闊	0	0
	合計	52,731	82
人工林	針葉林	6,580	10
	闊葉林	4,275	7
	針闊混	4,227	7
	竹林	720	1
	竹針	18	0
	竹闊	535	1
	竹針闊	2	0
	合計	16,357	25
合計		64,088	100

由表可知苗栗縣國林範圍內面積最大的林型為天然闊葉林型，共 30,062 ha，



占所有林型的 47 %。

(二) 非國有林範圍

非國有林範圍是指事業區以外之土地，此範圍之圖資較不完整，因此在計算面積上，必須蒐集各單位圖資，將其整合，使整合之圖層盡可能的涵蓋所有非國有林地範圍。

本研究合併的圖資有平地造林圖、公私有林分區調查土地利用型圖、保安林圖、山坡地土地利用型圖，由於平地造林在面積變遷上歸類於非森林轉換為森林的類別，因此將其獨立出於面積變遷時再加入計算。表 30 為合併過程中各圖資之面積變化，套疊前之面積為各圖資原面積，套疊後為各圖資依照優先順序將重疊部分扣除後之面積。

由表可知苗栗縣非國有林區域中山坡地土地利用型圖及公私有林分區計畫土地利用型圖圖層面積最大，且此二圖層幾乎重疊，由於山坡地土地利用型林型分類僅分成針葉林、闊葉林、混淆林、竹林、雜木林，而公私有林分區調查土地利用型圖及保安林圖除林型外，亦區分出天然或人工林，分類上較山坡地精細，故在套疊次序上山坡地土地利用型圖為最後，因此套疊前後減少的面積最多。

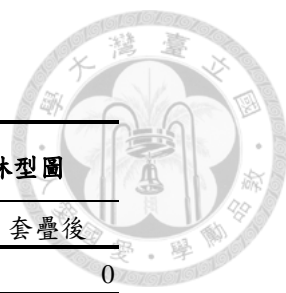


表 30 苗栗縣非國有林範圍圖資套疊前後面積變化

林型	公私有林林型圖		保安林圖		山坡地林型圖		
	套疊前	套疊後	套疊前	套疊後	套疊前	套疊後	
天然林	針葉	0	0	0	0	0	
	闊葉	0	0	205	149	8,167	16
	針闊混	0	0	0	0	0	0
	竹林	1	1	3	0	0	0
	竹針	0	0	0	0	0	0
	竹闊	0	0	0	0	0	0
	竹針闊	0	0	0	0	0	0
人工林	針葉林	485	485	20	0	858	4
	闊葉林	19,809	19,116	566	479	0	0
	針闊混	1,368	1,368	64	9	0	0
	竹林	7,874	7,869	15	1	10,399	6
	竹針	4	4	0	0	0	0
	竹闊	25,328	25,320	92	0	37,777	128
	竹針闊	281	281	4	0	0	0
合計	55,150	54,444	970	639	57,201	155	

單位：公頃

將公私有林分區計畫林型圖、保安林圖、山坡地土地利用型圖合併後，非國有林範圍之林型如圖 18 所示。

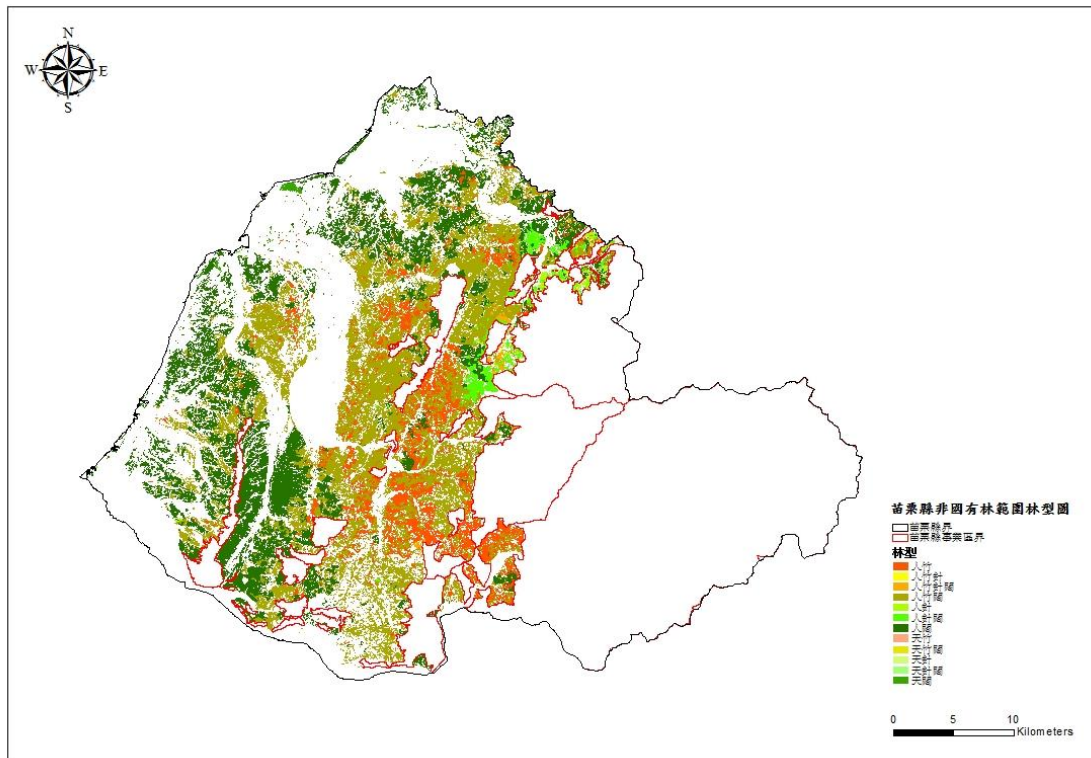


圖 18 苗栗縣非國有林範圍林型圖

由圖可知，非國有林範圍林型相較於國有林有較多的竹林及竹木混濬林，苗栗縣非國有林森林面積共計 55,235 ha，占苗栗縣非國有林面積（110,083 ha）50%。表 31 為利用面積及林型欄位計算出之苗栗縣非國有林範圍之各林型面積。



表 31 苗栗縣非國有林範圍各林型面積

	林型	面積(ha)	百分比(%)
天然林	針葉	0	0
	闊葉	166	0
	針闊混	0	0
	竹林	1	0
	竹針	0	0
	竹闊	0	0
	竹針闊	0	0
人工林	針葉林	489	1
	闊葉林	19,592	35
	針闊混	1,377	2
	竹林	7,876	14
	竹針	4	0
	竹闊	25,449	46
	竹針闊	281	1
	合計	55,235	100

單位: 公頃

由表可知其中面積最大者為人工竹闊混濬林 25,449 ha，占其他林型的 46 %。其次為人工闊葉林 19,600 ha，占其他林型的 35 %。

三、 林地變遷結果

(一) 森林維持森林面積

1 國有林

表 32 為苗栗縣國有林範圍各種林型下扣除崩塌地的年度面積，其中天然闊葉林的累計崩塌面積最高，為 192 公頃；觀察年度崩塌面積則發現 2010 年新增的崩塌面積最多，共 197 公頃，可能是由於莫拉克風災造成的結果。扣除 2010-2013 年之崩塌地面積後，累計崩塌了 373 ha，占原有森林面積的 0.6%。國有林範圍之森林面積由 64,088 ha 減為 63,715ha，森林維持森林面積即為 63,715 ha。

2 非國有林範圍

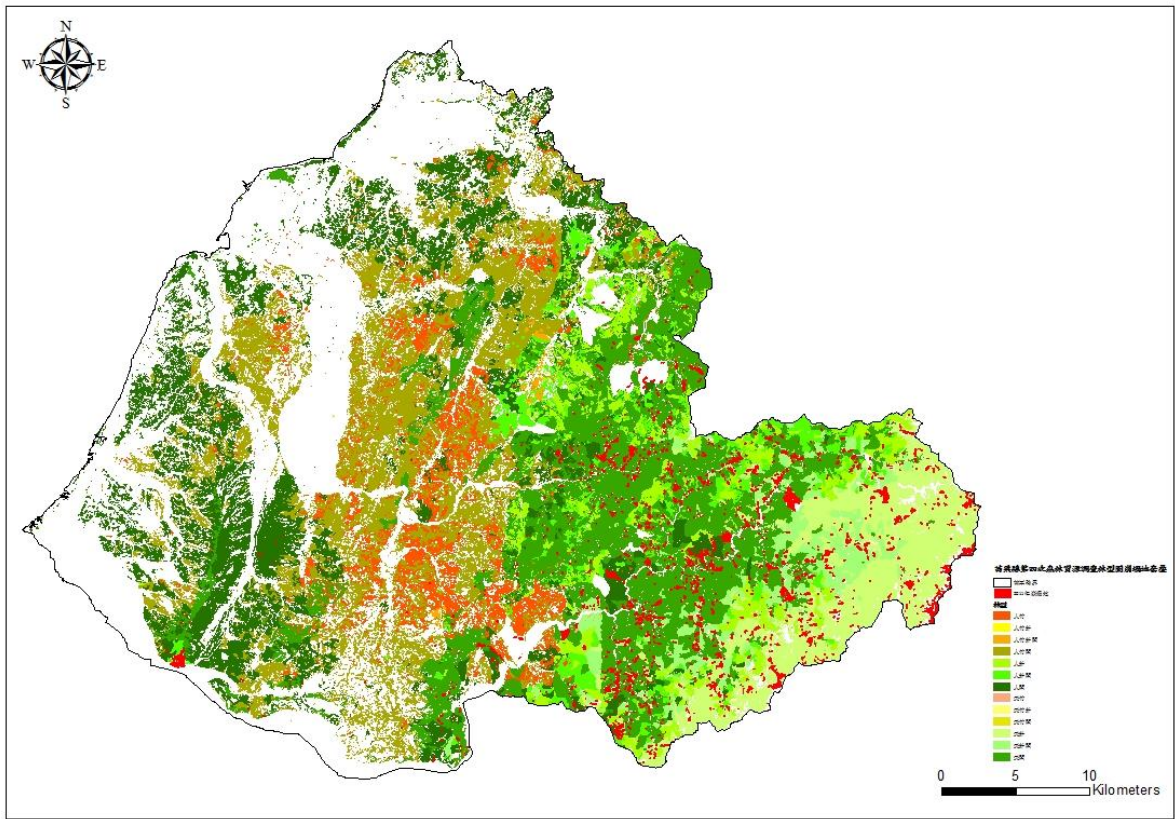
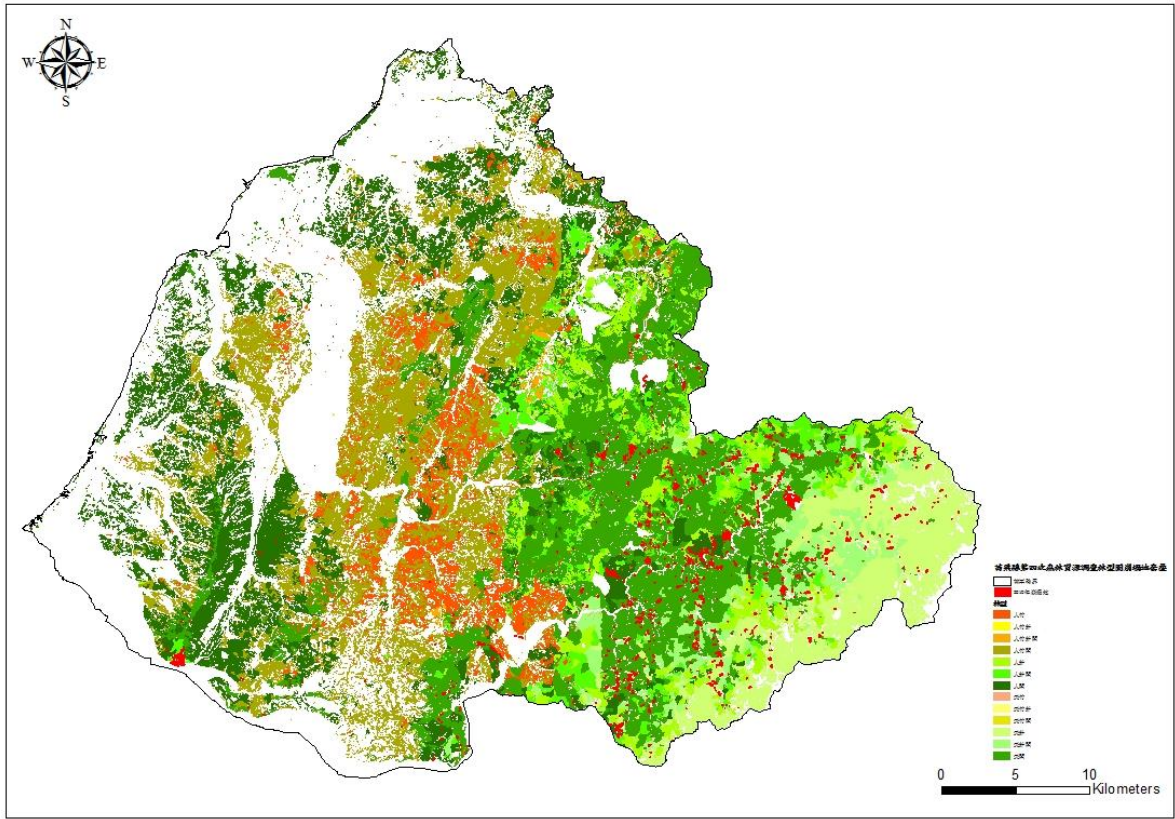
表 33 為苗栗縣非國有林範圍各種林型下扣除崩塌地的年度面積，其中以人工竹闊混淆林的累計崩塌面積最高，為 9 公頃；年度崩塌面積則以 2010 及 2013 年新增的崩塌面積最多，皆為 6 公頃，扣除 2010-2013 年之崩塌地面積後，非國有林範圍之森林面積由 55,238 ha 減為 55,219ha，累計崩塌了 19ha，占原有森林面積的 0.03%，合計森林維持森林面積為 22,219 ha。非國有林範圍崩塌地面積較國有林範圍小，可能是由於國有林涵蓋部分山坡地，而台灣崩塌地多發生於山區（含山坡地及高山區）的緣故，圖 19 為 2010-2013 年 扣崩塌地與苗栗縣林型套疊成果。

表 32 國有林範圍各林型扣除崩塌地之年度面積

林型	國有林森林面積	2010	2011	2012	2013	累計崩塌面積	累計崩塌比例	
	公頃						%	
天然林	針葉林	12142	12113	12091	12072	12062	80	22
	闊葉林	30062	29959	29913	29894	29870	192	54
	針闊混	5424	5390	5379	5373	5368	56	13
	竹林	74	74	74	74	74	0	0
	竹針	0	0	0	0	0	0	0
	竹闊	29	29	29	29	29	0	0
	竹針闊	0	0	0	0	0	0	0
人工林	針葉林	6580	6570	6568	6567	6565	14	4
	闊葉林	4275	4262	4260	4257	4257	19	5
	針闊混	4227	4220	4217	4216	4216	11	2
	竹林	720	720	720	720	720	0	0
	竹針	18	18	18	18	18	0	0
	竹闊	535	535	535	535	535	0	0
	竹針闊	2	2	2	2	2	0	0
小計	64,088	63,891	63,806	63,758	63,715	373	100	
年崩塌面積	---	197	85	48	43			

表 33 非國有林範圍各林型扣除崩塌地之年度面積

林型	非國有林森林面積	2010	2011	2012	2013	累計崩塌面積	累計崩塌比例
	公頃						%
天然林	針葉林	0	0	0	0	0	0
	闊葉林	166	166	166	166	166	0
	針闊混	0	0	0	0	0	0
	竹林	1	1	1	1	1	0
	竹針	0	0	0	0	0	0
	竹闊	0	0	0	0	0	0
	竹針闊	0	0	0	0	0	0
人工林	針葉林	489	489	489	489	489	0
	闊葉林	19592	19590	19590	19590	19589	3
	針闊混	1377	1377	1376	1374	1374	4
	竹林	7876	7875	7875	7874	7873	3
	竹針	4	4	4	4	4	0
	竹闊	25449	25446	25446	25444	25440	9
	竹針闊	281	281	281	281	281	0
小計	55,235	55,228	55,227	55,222	55,216	19	
年崩塌面積	---	6	1	5	6		





(二) 非森林轉換為森林面積

非森林轉換為森林面積是利用造林資料計算而來，苗栗縣目前有的造林資料為平地造林，分別於 99 年及 100 年有縣市政府造林資料 2.9 ha 及 0.8 ha。將其與崩塌地套疊後面積並無減少，故苗栗縣非森林轉換為森林之面積合計為 3.7 ha。綜合上述森林維持森林面積以及非森林轉換為森林面積可得一矩陣(表 34)。

表 34 苗栗縣森林面積

	森林面積(ha)	非森林面積(ha)
森林面積	118,931	3.7
非森林面積	392	---

由表可知，苗栗縣森林維持森林面積為 118,931 ha，占苗栗縣 65%，非森林轉換成森林面積為 3.7 ha，森林轉換為非森林面積為 392 ha。總森林面積為 118,934 ha。



(三) 林地總材積

將森林維持森林面積以及非森林轉換為森林之面積整合如圖 20，整合後的林型面積乘上對應林型之單位面積材積即可得各林型的蓄積量。

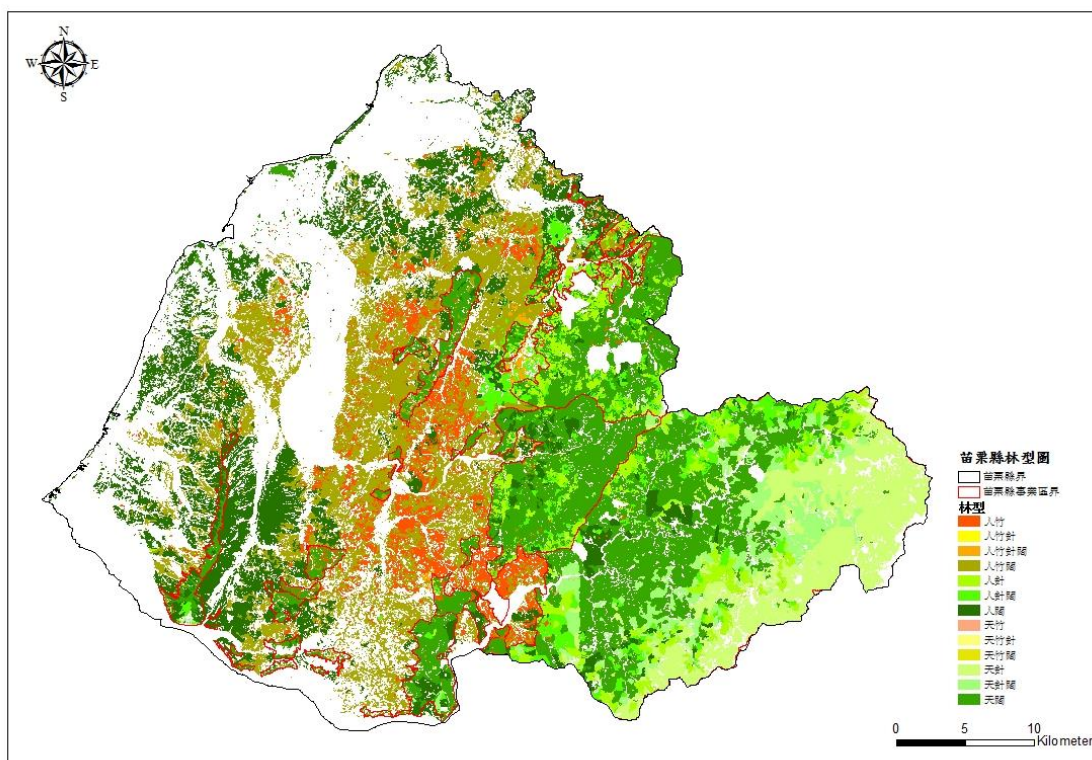


圖 20 苗栗縣 2013 年林型圖

由苗栗縣 2013 年林型圖可看出在國有林範圍以天然林占較大面積，且無竹林分部，非國有林範圍則以人工竹闊混濇林占多數。國有林與非國有林範圍之年度總蓄積量如表 35 及表 36 所示。



表 35 苗栗縣國有林範圍蓄積量

林型	面積	N _h	n _h	單位面積材積(m ³ /ha)				總蓄積量(m ³)			
				平均	標準差	95%CI 下限	95%CI 上限	總蓄積量	95%CI 下限	95%CI 上限	
天然林	針葉林	12,062	241,235	11	658.39	421.39	409.36	907.42	7,941,343.94	4,937,656.53	10,945,031.35
	闊葉林	29,870	597,399	32	302.6	225.69	224.40	380.80	9,038,647.90	6,702,889.37	11,374,406.44
	針闊混	5,368	107,359	8	623.18	626.54	189.01	1057.35	3,345,204.64	1,014,597.54	5,675,811.74
	竹林	74	1,488	0	0	-	-	-	0	-	-
	竹針	0	0	0	0	-	-	-	0	-	-
	竹闊	29	582	0	0	-	-	-	0	-	-
	竹針闊	0	0	0	0	-	-	-	0	-	-
人工林	針葉林	6,565	131,306	11	378.89	427.73	126.12	631.66	2,487,520.49	827,998.68	4,147,042.29
	闊葉林	4,257	85,133	7	217.36	136.22	116.45	318.27	925,221.62	495,671.27	1,354,771.96
	針闊混	4,216	84,311	3	373.64	158.32	194.48	552.80	1,575,094.98	819,855.63	2,330,334.33
	竹林	720	14,394	1	2.44	-	-	-	1756.09592	-	-
	竹針	18	352	0	0	-	-	-	0	-	-
	竹闊	535	10,708	0	0	-	-	-	0	-	-
	竹針闊	2	36	0	0	-	-	-	0	-	-
Total	63,715	1,274,303	73	397.31	38.75	321.36	473.26	25,314,789.67	20,475,660.26	30,153,919.07	



表 36 苗栗縣非國有林範圍蓄積量

林型	面積	N _h	n _h	單位面積材積(m ³ /ha)				總蓄積量(m ³)			
				平均	標準差	95%CI 下限	95%CI 上限	總蓄積量	95%CI 下限	95%CI 上限	
天然林	針葉林	0	0	0	0	-	-	-	0	-	-
	闊葉林	166	3,312	0	0	-	-	-	0	-	-
	針闊混	0	0	0	0	-	-	-	0	-	-
	竹林	1	20	0	0	-	-	-	0	-	-
	竹針	0	0	0	0	-	-	-	0	-	-
	竹闊	0	0	0	0	-	-	-	0	-	-
	竹針闊	0	0	0	0	-	-	-	0	-	-
人工林	針葉林	489	9,774	2	203.67	100.52	64.36	342.98	99,535.86	31,451.70	167,620.02
	闊葉林	19,593	391,853	70	97.96	89.28	77.04	118.88	1,919,294.26	1,509,511.18	2,329,077.34
	針闊混	1,374	27,472	7	205.07	164.15	83.47	326.67	281,684.04	114,648.82	448,719.26
	竹林	7,873	157,451	15	52.96	54.71	25.27	80.65	416,931.02	198,962.69	634,899.34
	竹針	4	72	0	0	-	-	-	0	-	-
	竹闊	25,440	508,806	74	111.65	104.08	87.94	135.36	2,840,408.20	2,237,113.48	3,443,702.93
	竹針闊	281	5,627	1	242.31	-	-	-	68178.45	-	-
Total	55,219	1,104,386	169	101.89	7.23	87.72	116.05	5,626,031.83	4,843,831.36	6,408,232.31	

由表 35 可知，至 2013 年為止國有林範圍內蓄積量以天然闊葉林最大，蓄積量為 9,038,648 立方公尺，占有林型的 36%，主要是由於天然闊葉林的面積比例占最大（47%），乘上平均單位面積材積 302.6 (m³/ha) 所得。標準差則以天然針闊葉混淆林最大，其總蓄積量信賴區間亦大為 1,014,597~5,675,811 立方公尺。推估結果國有林之總蓄積量為 25,314,789 立方公尺，在 95%的信賴區間下介於 20,475,660~30,153,919 立方公尺。

非國有林範圍至 2013 年為止則以人工竹闊混淆林型總蓄積量 2,840,408 立方公尺最大(表 36)，占有林型的 50%，因人工竹闊混淆林面積比例占最大(46%)，乘上單位面積材積 111.7 (m³/ha) 而得。標準差部分則以人工針闊葉混淆林最大，總蓄積量信賴區間為 114,648.82~448,719.26 立方公尺。推估結果非國有林之總蓄積量為 5,626,031 立方公尺，在 95%的信賴區間下為 4,843,831~6,408,232 立方公尺。合計全苗栗縣森林面積為 118 千公頃，占苗栗縣面積的 66%，總材積為 3,094 萬立方公尺。

四、 資料比對結果

(一) 圖資與樣區比對

本研究將所使用之圖資與落在該圖資上的樣區進行比對，檢視是否符合林型圖的判釋結果，表 37 為國有林樣區與圖資之比對。

表 37 國有林樣區與圖資之比對

圖	林型	樣區					
		人針	人針闊	人闊	天針	天針闊	天闊
	人竹	0	0	1	0	0	0
	人針	5	6	0	0	0	0
	人針闊	1	0	2	0	0	0
	人闊	0	0	7	0	0	0
	天針	0	0	0	3	4	4
	天針闊	0	0	0	0	2	6
	天闊	0	0	0	0	2	30

單位：樣區個數



由表 37 可知，樣區及圖資較符合者為天闊、天針、人闊、人針。而樣區為人針闊樹種組成者落於人針林型圖，樣區為天針闊樹種組成者則落分別落於天針、天針闊、天闊林型圖。另公私有林樣區與圖資之比對如表 38 所示。

表 38 公私有林樣區與圖資之比對

	樣區				
	人竹	人竹闊	人針	人針闊	人闊
人竹	9	3	0	0	3
人竹針闊	0	0	0	0	1
人竹闊	21	12	1	3	37
人針	0	0	1	0	1
人針闊	2	0	4	0	1
人闊	15	3	1	2	49
非森林	3	0	0	0	3

單位：樣區個數

由表可知，公私有林部分以人闊之樣區與圖資較為符合，分別有 37 個樣區落於人竹闊林型，49 個樣區落於人闊林型；而人竹與人竹闊樹種組成之樣區在林型圖上多落於人針闊混淆林；人針組成之樣區則集中人針闊混淆林林型；人針闊組成則落於人竹闊及人闊林型。

(二) 圖資重疊部分比對

表 39 為國有林圖資重疊之比對，國有林部分可使用之圖資為區內保安林林型圖以及第四次森林資源調查林型圖。因此將此兩者做比較。



表 39 第四次森林資源調查與區內保安林重疊部分之比較

		第四次森林資源調查林型圖												
		人竹	人竹針	人竹闊	人針	人針闊	人闊	天竹	天竹闊	天針	天針闊	天闊	非森林	待成林地
區內保安林型圖		2136	60	2388	1660	1456	8199	6	67	48	844	50662	8940	48
	人竹	151	0.9	135.3	74.79	20.05	65.6	0	0.4	0	0	1902.2	334.0	2.2
	人竹針	3	0.5	0.4	0	0.26	0	0	0.0	0	0	4.4	6.1	0.8
	人竹針闊	13	6.4	21.2	1.39	24.04	34.1	0	0.0	0	1.9	145.1	46.0	1.2
	人竹闊	210	1.0	402.7	317.51	112.10	404.1	0	2.2	0	0	5240.6	707.5	3.4
	人針	4	0.6	0	17.90	4.85	1.6	0	0	0	0.3	145.1	8.9	1.0
	人針闊	103	5.1	49.9	65.03	245.50	465.4	0.19	3.6	3.0	91.4	4624.6	389.4	2.2
	人闊	873	22.5	604.1	933.18	534.74	2835.8	1.46	17.8	0.6	77.3	17235.1	4073.8	22.5
	天竹	49	0	88.3	0.88	3.29	72.8	0	0	0.0	0	996.9	27.9	0
	天竹針	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18.6	0	0
	天竹針闊混	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6.3	0	0
	天竹闊	30	0	22.5	3.53	21.60	0.5	0.19	0	0.00	0	332.3	145.8	0.3
	天針	4	0	8.4	2.06	3.67	5.2	0	0	19.2	3.9	247.8	6.9	0
	天針闊	86	3.3	119.7	4.53	24.85	194.7	0.19	3.1	10.4	4.8	1125.9	269.9	0
	天闊	196	4.2	483.0	193.07	245.35	2156.5	3.14	12.9	6.5	459.6	10100.5	810.3	1.5
	非森林	413	15.1	452.7	46.38	215.75	1962.3	0.62	27.1	8.3	204.3	8536.7	2113.5	13.3

單位:面積 (ha)

由表可知，第四次森林資源調查林型圖與保安林圖重疊之圖資在保安林部分多為人工闊葉林林型，以人闊、天闊、天針之林型在兩圖資內較為一致，第四次森林資源調查人闊林型 8199 ha，在保安林中則大部份歸類為人闊（2835.8 ha）及天闊（2456.5 ha）；天闊林型在第四次森林資源調查中為 50662 ha，在保安林中多歸類為人闊（17235.1 ha）及天闊（10100.5 ha）；天針在第四次森林資源調查中為 48 ha，在保安林中多為天針（19.2 ha）及天針闊（10.4 ha）。由此可知國有林部分不同圖資來源對於林型的判釋不一致。非國有林之圖資比對如表 40-42 所示，分別有公私有林與山坡地、保安林與公私有林、保安林與山坡地之比對。

表 40 公私有林/山坡地

		公私有林圖林型面積(ha)								
		人竹	人竹針	人竹針闊	人竹闊	人針	人針闊	人闊	天竹	非森林
		7,860	4	281	25,166	484	1,368	19,214	1	47,351
山坡地 圖林型 面積	竹林	4,098	3	84	3,878	110	191	1,148	0.4	827
	闊葉林	175	0	13	1,889	10	83	2,841	0.2	663
	針葉林	55	0	29	112	161	311	66	0	86
	混淆林	2,916	1	138	16,644	159	694	12,658	0	3,854
	雜木林	34	0	1	295	1	2	565	0	1,306
	非森林	582	0	17	2,347	44	88	1,937	0.2	40,615

面積(ha)

由表 40 可知，公私有林與山坡地重疊部分，在山坡地內多歸類為混淆林，混淆林比對至公私有林林型中可對應到人竹針闊、人竹闊、人針闊、人闊，其中以人竹闊混淆林面積最大，未來在林型歸類上可考慮此對應結果，將混淆林部份歸類為人竹闊混淆林。此比對結果以人竹、人針、非森林部分在兩圖資內櫃類較為一致。



表 41 保安林/山坡地

		保安林圖林型面積(ha)			
		人竹	人闊	天闊	非森林
		0.8	5.3	1.0	5.5
山坡地 圖林型 面積	竹林	0.4	0.1	0.1	0.1
	闊葉林	0	0.1	0	0.1
	針葉林	0	0.1	0	0.3
	混淆林	0.4	4.2	0.7	1.3
	雜木林	0	0.0	0	0.1
	非森林	0	1	0	4

面積(ha)

由表 41 可知，保安林與山坡地重疊部分，在山坡地內多歸類為混淆林，混淆林對應至保安林中以人闊面積最大，人竹及非森林的部分在此二圖資中較為符合。

表 42 保安林/公私有林

		保安林圖林型面積(ha)		
		人闊	天闊	非森林
		144	14	372
公私 有林 圖	人闊	89	8	111
	人竹	1	1	0
	非森林	54	5	261

面積(ha)

由表 42 可知，保安林與公私有林重疊部分，在公私有林內多歸類為人工闊葉林，以人闊及非森林部分在此二圖資中較為符合。



伍、 結論與建議

本研究以苗栗縣為例建立林地蓄積量推估模式，面積推估結果森林總面積為 118,934 ha，佔苗栗縣 66%，其中森林仍維持森林（FF）之面積為 118,481 ha（佔苗栗縣 65%）；非森林轉成森林（LF）之面積為 3.7 ha，森林轉換為非森林之面積為 482 ha（佔苗栗縣 0.3%）。總材積為 3,094 萬立方公尺。研究結果發現：

1 材積

國有林與非國有林範圍皆為針闊葉混淆林林型標準差最大，信賴區間亦較其它林型大，其中國有林的各林型平均單位面積材積標準差普遍較公私有林高，且有部分林型繪製結果與樣區調查樹種不符合的情形，例如樣區樹種為闊葉林，卻落在竹林林型範圍，或者林木樣區落於 IPCC 分類為溼地、草生地區域的情形。

2 面積

面積部分包含森林面積估算及變遷，在森林面積的估算上，因圖資來源及調查目的不盡相同，而無統一之格式，必須先將林型轉換成一致的名稱後，再依優先順序將各種不同來源的圖資予以結合，由於部分圖資之林型分類較為粗略，在轉換過程中容易造成誤差，且無法得知細部組成樹種。建議各部會未來進行林型繪製時，可參照第四次森林資源調查之林型分類模式，並加上天然林及人工林類別且將林型細分至樹種。

林地變遷為森林維持森林及非森林轉變為森林，其中非森林轉變為森林面之來源主要為造林，造林面積包含國有林造林、公有林和私有林造林，未來應建立審查制度，以查證縣市政府提供之公私有林造林面積的準確度，並記錄土地在造林前的土地利用類型，使非林地轉變為林地的資料更加詳實。

本研究僅由苗栗縣為例推估林地蓄積量，在蓄積量計算上可能因為樣區數的不足而造成蓄積量之高估，尤其在天然林部分更為明顯，天然檜木林蓄積分配通常變異很大，需要很大的樣本數才能達到一般精度的要求（王兆桓，2001）。另本研

究未加入生長量及竹類材積估算，因此無法得知材積的年度變化，且在竹闊、竹針、竹闊混滄林蓄積量推估上僅指該林型的林木材積，未能代表至整個林型。期未來林地資料收集完善後，加入竹類材積以及生長量估算，以此方法建置林地面積變遷機制及推估全台林地蓄積量能夠獲得更精確的結果。





參考文獻

- 王兆桓 (2001) 雙重變動面積樣區取樣法在天然檜木林調查之應用。中華林學季刊，34(2)：185-194。
- 王亞男、林金樹、馬曉恩、蔡明哲 (2011) 溪頭試驗地柳杉人工林材積生長的長期變化。臺大實驗林研究報告，25(1)：67-80。
- 李國忠、林俊成、陳麗琴 (2000) 台灣杉人工林碳吸存潛力及其成本效益分析。台灣林業科學，15(1)：115-123。
- 李國忠、林俊成、賴建興、林麗貞 (2004) 台大實驗林生態系不同林分經營策略之碳貯存效果。臺大實驗林研究報告，18(4)：261-272。
- 汪大雄、鐘旭和、林俊秀 (1994) 苗栗縣公私有林經營現況之調查分析。林業試驗所研究報告季刊，9(2):143-160。
- 林俊成、李國忠 (2005) 京都議定書生效後之森林資源碳吸存策略。台灣林業，31(3)：12-19。
- 林俊成、鄭美如、劉淑芬、李國忠 (2002) 全民造林運動二氧化碳吸存潛力之經濟效益評估。台灣林業科學，17(3)：311-321。
- 林務局 (2007) 公、私有林林地分區(北部地區)計畫成果報告。
- 林務局 (2008) 公、私有林林地分區(北部地區)監審計畫。
- 林務局 (2008) 第四次全國森林資源調查手冊。
- 林務局 (2009) 地理資訊技術於森林資源調查之應用。
- 林務局 (2009) 第四次全國森林資源調查土地覆蓋型三維圖資數化系統開發計畫。
- 林國銓、黃菊美、杜清澤 (2008) 檫木人工林造林木碳貯存量和吸存量之估算。國家公園學報，Vol.18 No.2。
- 邱祈榮 (2014) 建置符合 MRV 原則林業溫室氣體清冊編制機制及試算一期中報告。

楊榮啓、焦國模 (1986) 事後分層逢機取樣法在森林資源調查上的應用。台灣林業，
12(11)：1-11

廖天賜 (2012) 「山坡地獎勵造林」之回顧與展望。38(3)：51-54。

衛強、李金玲、田佩玲、廖煥彰、黃憶汝、賴靖融、沈介文 (2011) 以遙測與生態
調查資料探討森林地景與生態變遷。中華林學季刊，44(3)：445-466。

鄭祈全、詹進發 (1996) 應用 SPOT 衛星資料監測人工林之研究。台灣林業科學，
11(3)：323-332。

IPCC (1997) Revised 1996 IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories.
IPCC/OECD/IEA. Paris. France.

IPCC (2006) 2006 IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories. IPCC/IGES.
Hayama. Japan.

