

目 錄

第一章：前言	5
一、緣起	5
二、各國森林資源調查作法	6
(一) 美國	6
(二) 日本	7
(三) 中國大陸	7
三、我國歷次森林資源調查	7
(一) 第一次森林資源調查：(民國 43 年至 45 年)	8
(二) 第二次森林資源調查：(民國 61 年至 66 年)	8
(三) 第三次森林資源調查：(民國 79 年至 82 年)	8
四、本次森林資源調查目標	9
第二章：調查項目及方法	11
一、林地清查	11
二、森林林型及其他土地利用型圖之繪製	12
三、森林蓄積調查	17
(一) 地面樣區調查	17
(二) 航照樣點判釋	19
四、林地以外之森林覆蓋情形	20
五、野生動物調查	21

第三章：調查期間、人力與經費 23

一、調查期間	23
(一) 人員集訓	23
(二) 地面樣區調查	25
(三) 林型土地覆蓋型數化及航照樣點判釋	27
二、調查人力	27
三、經費投入	31

第四章：我國森林資源狀況分析

一、森林面積	32
(一) 臺灣地區森林面積	32
(二) 各縣市別森林面積	32
(三) 林型及優勢樹種	34
(四) 經營使用類別	38
(五) 林地與所有權屬分布面積	40
(六) 林地非營林使用態樣	42
二、森林蓄積	44
(一) 森林林型及主要樹種單位蓄積	44
(二) 森林林型及主要樹種蓄積	46
(三) 各縣市森林蓄積	49
(四) 竹類森林資源	50
(五) 主要林型空中材積關聯式	51
三、森林碳儲存	55

(一) 森林總碳儲存.....	55
(二) 主要樹種碳儲存量.....	57
第五章：森林資源變遷、與世界各國比較及總結	58
一、森林資源變遷	58
(一) 森林總面積.....	58
(二) 森林蓄積	59
(三) 主要林型年生長量.....	60
(四) 森林碳匯	60
二、與世界各國比較	61
(一) 森林覆蓋率及人均森林面積.....	62
(二) 原生林及保護森林比例.....	62
(三) 每公頃蓄積.....	62
三、總結與檢討	64
(一) 全國森林資源持續增加.....	64
(二) 人工林合理化經營.....	64
(三) 公私有林產業發展.....	65
(四) 混農林業推動.....	65
第六章：成果更新維護及應用	66
一、林型及土地覆蓋型圖之更新	66
二、森林蓄積推估	68
三、統計報告與資訊揭露	69
四、結語	70

第一章：前言

一、緣起

森林是臺灣的命脈，占有全島土地面積近 6 成的比例，除林木本身的經濟價值外，對於國土保安、水源涵養、育樂遊憩以及生物多樣性的維護，均扮演重要角色。臺灣前一次以全島尺度所進行的森林資源調查於民國 82 年完成，迄今已屆二十年，期間隨國內社會經濟環境的演變，以及人為或自然的土地使用狀態變遷，現有資訊已未能反應實際現況，國有林事業區雖定期進行檢訂調查，惟每一事業區檢訂時間不一，難以呈現全島尺度的森林資源現況，而國有林事業區以外之林地，多屬於土地使用變化較大的淺山地帶，囿於過去各縣市政府之人力與物力，且缺少一致性的調查作法，致迄未能有整合的資訊，不利於掌握全臺森林資源的全貌。

此外，國際社會對全球森林面積縮減、氣候暖化等議題的關注，自 2005 年「京都議定書」(Kyoto Protocols)生效以來，森林對溫室氣體減量貢獻受到國際公約認可，使國家森林動態監測與資訊的共享流通已成為國家應負擔的責任，除了強調造林與再造林的減碳貢獻外，在 2012 年的哥本哈根協定，更轉而擴及到減少因不當伐木與森林退化所導致得碳排放 (Reduced Emissions from Deforestation and Degradation, REDD)，而不論是透過造林減碳，或減少毀林的方式以達成國家對國際社會的承諾，均強調對於森林及碳匯資源的監測及掌握，且相關數據必須建立在科學基礎，符合可量測、可報告、可驗證 (Measurable、Reportable、Verifiable, MRV) 的要求。在國內，「溫室氣體減量及管理法」已於 104 年 7 月 1 日公告施行，依據該法第八條規定政府機關權責，林業部門應推動森林資源管理、生物多樣性保育及碳吸收功能強化；另依第十三條規定，中央目的事業主管機關應進行排放量之調查、統計，並定期提報中央主管機關，換言之，林業主管機關應定期進行森林碳匯量調查與統計，並提報中央主管機關。

而森林碳匯量之數據，有賴於對於森林面積、蓄積及生長量等森林資源基礎資訊的調查。基此，為掌握全國森林資源及碳匯現況，建構完整調查及更新體系並與國際接軌，林務局於 97 年展開第四次全國森林資源調查工作。

二、各國森林資源調查作法

森林資源已被視為全人類重要資產，美、加、日等先進國家以及中國大陸地區近年來莫不致力改善與強化森林資源調查的作法，甚至對許多森林資源豐富的熱帶地區開發中國家，給予技術及資金的支援，以協助其進行森林資源的調查與監測，因此在規劃本次資源調查之初，宜先了解其相關作法，以為參據。

(一) 美國

美國的森林資源調查已有 80 多年的歷史，在 1928 年國會所通過的「森林研究法案」，強調政府應推動林業研究和森林資源調查，並授權農業部編列預算辦理全國森林資源調查，為此，美國林務署在各區域設立了專責森林調查機構，發展迄今，其調查目的和方法也不斷修正。1998 年隨著「農業研究、推廣及教育改革法案」通過，從以往 10~20 年間距的週期性調查，改為年度型調查，並統一各州的調查方式，由各州每年完成約 10%~20% 樣區調查，並以五年為一週期發布全國性森林資源報告。

美國森林資源調查採 3 層次的分層取樣法，第一層次採用遙測影像調查，以 1 平方公里的系統網格進行照片樣點之取樣，全國約有三百萬的照片樣點，這階段工作僅做林地及非林地的判釋；第二層次進行林木樣區取樣調查，取第一層次照片樣點的子集，每 5 平方公里設一樣區，調查林木各項參數；第三層次取第二層次樣區之子集，約每 22 平方公里再抽一樣區，調查八種森林健康的指標。

(二) 日本

鄰近的日本與我國現行之國有林事業區經營體系相同，均設有定期檢訂的機制，並在森林調查簿中記載林小班之林況資訊，其範圍甚至擴及到公私有林，因此在 1976 年以後，其全國森林資源資訊的來源，係源於前揭系統的彙整結果。惟近年來為確認資訊的正確性，並與國際接軌，該國已在 1999 年重新展開以系統取樣為主的調查方式。在作法上係以 4 km×4 km 的系統取樣方式，進行航攝樣點的判釋，如經判釋為森林時，則以不同半徑之同心圓樣區分別對於林木、枯立倒木及下層地被進行調查，每 5 年即進行乙次複查。除樣區調查外，對於森林面積及土地利用型的變遷則是藉由高解析度衛星影像進行掌握，並發展遙測技術來擴充地面樣區調查成果，推估森林蓄積、生物量等資訊。

(三) 中國大陸

中國大陸地區則自 1970 年起開始建立其森林資源連續清查體系(一類調查)。主要係由國家林業局負責組織及籌劃，再交由各省配合執行。在作法上係以五年為週期，透過遙測方式量測 41.5 萬個系統樣點的數據，以獲取森林資源的現況資訊，並定期發布。迄今(2014 年)已啟動第 9 次的調查工作。

三、 我國歷次森林資源調查

在本次調查實施之前，臺灣總計實施三次全國性森林資源調查，均採用航空照片配合地面樣區取樣調查，獲取森林資源的資訊，各次調查的目的與方法設計略有差異，茲簡述於後。

(一) 第一次森林資源調查：(民國 43 年至 45 年)

臺灣光復初期，在經濟發展策略上係以加強農林生產逐步發展工業，爰亟需掌握森林資源的現況，以作為規劃木材生產之依據，因此，由當時之中國農村復興聯合委員會(今農委會)與省農林廳、林產管理局、林業試驗所、臺灣大學農學院、省立農學院及軍方等機關及學術單位共同派員組成「臺灣森林資源及土地利用航測調查隊」，由軍方提供航攝支援，在美國林務署派員協助下，完成 37,495 個像片樣點的判釋，並且從中逢機選取之 545 處地點進行地面調查。主要成果為完成全島 5 萬分之一比例尺之土地利用圖，其中森林地面積為 1,969,500 公頃，占全島面積 55.08%。

(二) 第二次森林資源調查：(民國 61 年至 66 年)

此時期由於臺灣已由農業社會轉變為工業社會，由於土地利用需求殷切，為有效利用有限之土地，以及配合國土綜合開發計畫之所需，對於森林資源現況以及具有農牧開發潛能區域之山坡地進行查測。此次調查由林務局主辦，向農復會、農林航空測量隊、山地農牧局(今水土保持局)、林業試驗所等合作單位甄調人力參與。當時林務局已自行購置專屬之航測飛機進行航空照片拍攝，此外也首次引進電腦(美國 CDC Cyber 74-18)進行成果運算。調查方式仍為照片樣點判釋與地面樣區調查，所判釋之照片樣點計 134,046 點，地面樣區調查計 4,132 處，完成 5 萬分之一及 2 萬 5 千分之一比例尺的土地利用(林型)圖，結果發現當時森林地面積為 1,819,100 公頃，占全島面積 50.85%，較前次調查減少 7.6%，農地則增加 10.7%。

(三) 第三次森林資源調查：(民國 79 年至 82 年)

此階段由於臺灣社會已快速轉型為以工商服務業為主的社會型態，國民所得提高、教育普及與社會的多元化，使得森林保護運動開始興起，民眾對於走入森林、親近自然的遊憩需求方殷，森林經營已不再以林木生產

為主要目標，因此，除了林木蓄積以外，對森林遊樂資源的勘查，以及野生動、植物資源的分布等，亦有掌握其資訊的必要。第三次森林資源調查方法大致沿襲第二次森林資源調查所採用的南北向航攝方式，地面樣區亦採間隔 3 公里之系統取樣，惟將取樣調查方法由樣線法改為矩形樣區調查，所繪製之土地利用型圖比例尺則提升至 5 千分之一及 1 萬分之一，調查結果森林地面積較前次大幅增加至 2,102,400 公頃，占全島面積 58.5%。林務局依據本次調查所得的成果，開始建立森林地理資訊系統，並利用該系統之套疊分析等功能，展開國有林事業區的林地分級工作，使其森林經營正式邁向多元目標發展。

四、 本次森林資源調查目標

綜觀上述不同國家的作法，可以歸納出幾項趨勢：其一為航、遙測在不同國家的調查過程中扮演重要的角色，特別是美國、加拿大、及中國大陸等幅員較為廣大的地區，衛星遙測能發揮在短期內擷取大範圍區域內地表的變動資訊的功能，然而臺灣因幅員小、地形陡峭且森林組成複雜，衛星遙測的應用有其限制，因此利次森林資源調查均以航攝影像為基礎。

其次為儘管取樣密度依據各國林型分布與地形條件而有不同，惟「系統取樣」與「連續複查」幾乎已成為各國一致採行的標準作業方式，我國過去第二、三次森林資源調查即已採用系統取樣方式，惟因取樣設計的差異，樣點分布位置不同，使其成果僅能反應各次調查當時整體森林資源的現況，無法進一步掌握不同林型之生長枯死等資訊。因此，本次調查在取樣位置與調查方法上，應儘可能與前(第三)次調查取的一致，以利於相互比較。

第三則是上述國家及區域的森林資源調查資訊，均配合複查頻率每 5 年即發布乙次，此外聯合國糧農組織自 1990 年起，每 5 年定期發布全球森林資源狀況評估報告，相較之下，我國歷次全國森林資源調查間隔將近

20 年，更新頻率已無法滿足現代資訊需求，亦無法與國際接軌，因此本次資源調查的同時，亦應思考所得成果的更新與維護機制，適時對外公布，以滿足外界對於森林資訊的需求。

綜上所述，本次森林資源調查的目標設定為：

(一) 瞭解全國森林分布及林地土地利用現況

(二) 調查森林資源之現況

包括主要林型之分布面積與蓄積、森林碳匯評估、以及野生動物等資源調查。

(三) 整合建立森林資源之長期監測體系

對外除希望能在調查作法以及標準上，達到國際社會的要求，與國際接軌外；對內更希望能藉以取得我國森林資源的現況資訊，盤點過去林業經營的成果，同時透過本次資源調查所建立的監測體系，能整合相關的資訊，以更精確、有效地掌握國家森林資源與土地利用狀況。

第二章：調查項目及方法

依據聯合國糧農組織(FAO)每 5 年定期發布之「全球森林資源評估報告」，對於森林之定義為：「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，但不包括主要為供農作與都市使用之土地」，因此供農業生產的果樹、或都市中公園、園林、行道樹的林木，即使符合面積達 0.5 公頃、樹高 5 公尺的條件，亦不符合前述森林定義。此外，FAO 對於森林資源的評價方式包含森林面積、立木蓄積、森林碳儲存量等項目，本次調查依據 FAO 之標準，以林木資源現況為主軸，調查森林各林型面積、蓄積與碳匯量，同時於野外調查中一併進行野生動物的調查工作。

除了前述對於森林的科學定義外，我國「森林法」對於森林另賦予法律上的定義，森林法第三條規定：「森林係指林地及其群生竹、木之總稱」，森林法施行細則第三條明確定義「林地」的範疇，須經土地編定為林業用地、或編入保安林、或經縣市主管機關認定為林地之土地，其上群生之竹木始符合森林法所稱之森林。林務局以森林法主管機關之立場，對於符合森林法定義之林地及其森林資源狀況、土地利用情形等，亦應有所掌握，茲將主要調查工作項目及方法分述如下：

一、 林地清查

依據我國森林法施行細則第三條規定，林地範圍為：1. 依非都市土地使用管制規則第三條規定編定為林業用地及非都市土地使用管制規則第七條規定適用林業用地管制之土地。2. 非都市土地範圍內未劃定使用分區及都市計畫保護區、風景區、農業區內，經該直轄市、縣(市)主管機關認定為林地之土地。3. 編入為保安林之土地。4. 依本法第十七條規定設置為森林遊樂區之土地。5. 依國家公園法劃定為國家公園區內，由主管機關會商國家公園主管機關認定為林地之土地。

因此，欲掌握林地分布範圍，須從地籍及土地編定資料著手。隨著國內地政單位已完成全臺地籍資料的 GIS 圖檔建置，本次調查藉由向內政部地政司申請全臺地籍圖及土地登記資料，篩選符合森林法定義之林地地籍，並進一步整合國有林事業區、保安林圖籍，建置全臺林地 GIS 圖層，以掌握林地分布位置。

二、 森林林型及其他土地利用型圖之繪製

本次調查運用林務局農林航空測量所空載數值航照相機或掃描儀 (Intergraph DMC 或 Leica ADS40)，取代傳統類比式影像，進行影像之判釋及分類，地面解析度(GSD)達 25 公分。配合航照及相關圖資的數值化，林型描繪及判釋作業係在同一客製化的資訊平台上完成，該平台以 ArcGIS 9.3 地理資訊軟體及 Leica 公司 Stereo Analyst for ArcGIS 3D 觀測模組建構，以反射式立體觀測螢幕取代傳統立體鏡，能直接在平台上進行立體影像判釋、量測、數化、儲存等作業。林型判釋及數化工作係由林務局所屬 8 個林區管理處同步進行，為減少因後續不同調查人員之判釋成果圖面接合問題，設計上係以集中的空間資料庫進行成果的管理，並以東西寬 2 個圖幅、南北長 5 個圖幅的大小(約 7,000 公頃範圍)，取代單一圖幅作為每次判釋作業之單位，稱之為「立體觀測專案(project)」，林管處同仁完成專案判釋後，並須經由農航所進行成果檢核，始能上傳至資料庫中，鄰近專案有其他團隊判釋使用時，系統將加以管制，並俟其完成後再交由鄰近專案的負責團隊接續數化，以確保圖形接合完整(相關流程詳如圖 2-1)，並保持資料庫內資訊之唯一性與正確性，有利於資料的檢核及後續統計分析。完成判釋後，並須經由農航所進行成果檢核，始能上傳至資料庫中，以確保資訊之正確性。林型及土地覆蓋型數化判釋之作業準則、詳細流程及步驟請參閱附錄一「內業土地覆蓋型及航照樣點量測作業手冊」。

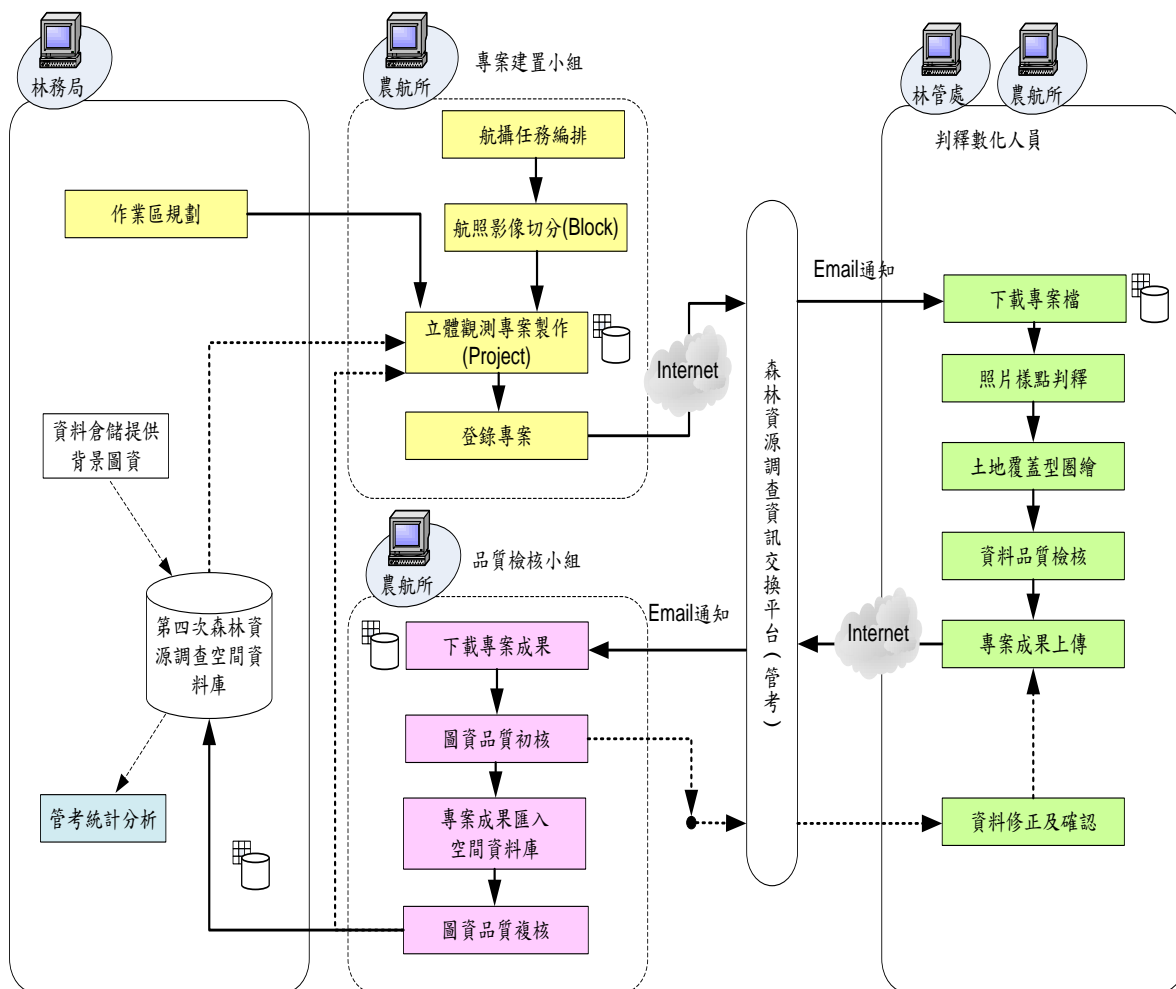


圖 2-1：林型及土地覆蓋型數位化專案運作流程圖

林型分類係採二層級分類作法，除了考量與國際接軌外，並能與內政部分類系統相互對應，以利成果整合及相互流通。第一層分類參考聯合國氣候變遷特別委員會(IPCC)所訂定之溫室氣體調查指南(IPCC 2006 Guidelines)中「農業、森林與其他土地利用」(Agriculture, Forestry and Other Land Use, AFOLU)，將土地使用分成「森林」、「農田」、「定居地」、「草原」、「濕地」、「其他土地」等六大類別；第二層分類則是依據森林經營管理需要再予以細分，其中森林依其針葉樹種、闊葉樹種、竹類組成比例，分成針葉樹林型、針闊葉樹混淆林、闊葉樹林型、竹林、竹闊混淆林、竹針混淆林、竹針闊混淆林等林型，另由於聯合國農糧組織(FAO)對於原生育地之林木成熟後能達

到所定義閾值之土地亦視為森林，因此對於林地中之廢耕地、伐木跡地、森林火災跡地等，如有稚樹天然更新或新植造林地，仍可歸為森林類別，歸類為「待成林地」，林型判釋後，必須再判釋註記主要組成樹種，並以二種為限。表 2-1 列出本次森林資源調查林型及土地利用行之類別，及與第三次森林資源調查和內政部國土利用調查分類系統之對照表。

此外，以往調查多以「人工林」及「天然林」二分法進行林型的分類，然而依據 FAO 對森林經營使用分類標準，係依人類干擾的程度、集約化管理的有無，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，將森林區分為「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，此分類方式較能清楚描述將森林的性質、更新方式、以及經營的目的，依據聯合國要求的分類與定義，「原生林」及「經改造天然林」即等於以往所稱的「天然林」；至於「半天然林」、「生產性人工林」、及「保護性人工林」則較接近「人工林」的範疇。由於規範這五種類別森林的目的係為描述森林的「天然性」或造林的集約程度，包括從沒有或沒有明顯人類活動跡象的原生林，一直到集約化管理的引進種人工林，同時藉由不同類別森林隨時間推移所產生的變化進行評估，以彌補僅以森林面積淨損失描述土地使用動態的不足。不同的森林類別在本質上是一個取決於人為干擾強度的連續體，類別間並沒有明確的界線，因此在調查分類上必須先建立一致性及可操作的標準，以避免資料整合分析上的困擾。例如部份造林不成功或疏於撫育區域，常因自然演替而形成次生林，此符合 FAO 之「經改造天然林」的定義，因此在實務作法上，除了前述經由航照影像立體觀察判釋林型及土地覆蓋型分類外，再套疊造林台帳、保安林、及國有林林地分區等相關圖資，進行經營使用的分類，其判定原則如表 2-2 所示。

表 2-1：第四次森林資源調查林型分類對照表

第一層分類 (IPCC name)	第二層分類 (type name)	內政部國土利用 調查	第三次森林資源 調查
林地 FL	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	02 森林使用土地	011 冷杉天針～ 190 人竹闊針混等 44 個林型類別 650 伐木跡地
農田 CL	21 稻作 22 茶園 23 果樹 24 檳榔 25 其他農作地	01 農業使用土地	620 茶園～640 其 他墾地等 13 個類 別 730 水田 760 土場
草地 GL	31 灌木林 32 天然草生地 33 箭竹地 34 牧草地	09 其他使用土地 —草生地 0903	600 灌木林 611 天然草生地 612 箭竹地 613 牧草地 740 防火線
濕地 WL	41 人工濕地(漁塭、水 庫、水池) 42 天然濕地(河床、溪 流、湖泊) 43 紅樹林	09 其他使用土地 —濕地 0902 04 水利使用土地	790 漁塭、水庫、 水池 930 河床、溪流、 池沼水面
定居地 SL	51 道路 52 墓地 53 工礦開採區 54 農(林)業附帶設施 55 其他建物	03 交通使用土地 05 建築使用土地 06 公共使用土地 07 遊憩使用土地 08 礦鹽使用土地 09 其他使用土地	700 道路 710 建築用地 770 墓地 750 工礦用地 780 鹽田
其他土地 OL	61 裸露地 62.其他(雲層遮蔽、陰 影)	09 其他使用土地 —裸露地 0904	900 裸露地

表 2-2：土地覆蓋型調查欄位「經營使用分類」檢索表

1.無台帳圖

1.1 林相鬱閉無人為干擾林相 (a)

1.2 林相稀疏，由次生陽性數種組成 (b)

2.有台帳圖

2.1 無引種，由原生種再造 (半天然林) (c)

2.2 有引種

2.2.1 造林木覆蓋率達 30%，新植未滿 6 年，近十年有補植或撫育

2.2.1.1 位於林木經營區或森林育樂區 (生產性人工林) (d)

2.2.1.2 位於自然保護或國土保安區 (保護性人工林) (e)

2.2.2 近十年無撫育記錄且造林覆蓋率未達 30%

2.2.2.1 在 30 年內 (經改造天然林) (b)

2.2.2.2 在 30 年以上 (天然林) (a)

定義：

a、原生林 (Primary forests)

指沒有明顯的人類活動跡象及生態過程未受重大干擾且由當地原生樹種所組成的森林。

b、經改造天然林 (Modified natural forests)

指有明顯人類活動跡象，由當地原生樹種自然更新的森林。

c、半天然林 (Semi-natural forests)

指以除草、施肥、疏伐、擇伐等造林方法輔助林分天然更新達到精緻與集約化經營的森林；其更新係由當地原生樹種以天然下種、播種、栽植、或萌蘖等輔助性再生方式建造。

d、生產性人工林 (Productive forest plantations)

指以林木或其它非林木生產價值為目的，經由引進種 (有時為原生樹種) 種植或播種所營造之森林。

e、保護性人工林 (Protective forest plantations)

以提供森林公益功能為目的，經由引進種 (有時為原生樹種) 種植或播種所營造之森林。

三、 森林蓄積調查

本次調查對於林木蓄積之調查方式，基本上仍延續前（第三）次森林資源調查作法，採系統與雙重取樣方式進行，其主要工作包括地面樣區設置及航照樣點判釋：

（一）地面樣區調查

地面取樣調查是森林資源調查的核心工作，無論航照或衛星遙測技術如何發展，仍有賴地面調查始能獲得有用的「地真」資訊作為驗證。為避免人為主觀取樣所可能導致的偏誤，地面樣區採系統取樣方式，並選取航照樣點的子集進行雙重取樣，國有林事業區內之樣區間隔為 3 X 3 公里，事業區外則因林地零星分散，將其取樣密度增加 4 倍至 1.5 X 1.5 公里。參與調查的人員須以徒步方式到達指定座標地點，設置樣區調查林木的資訊，總計設置調查 3,648 個林木樣區(圖 2-2)。

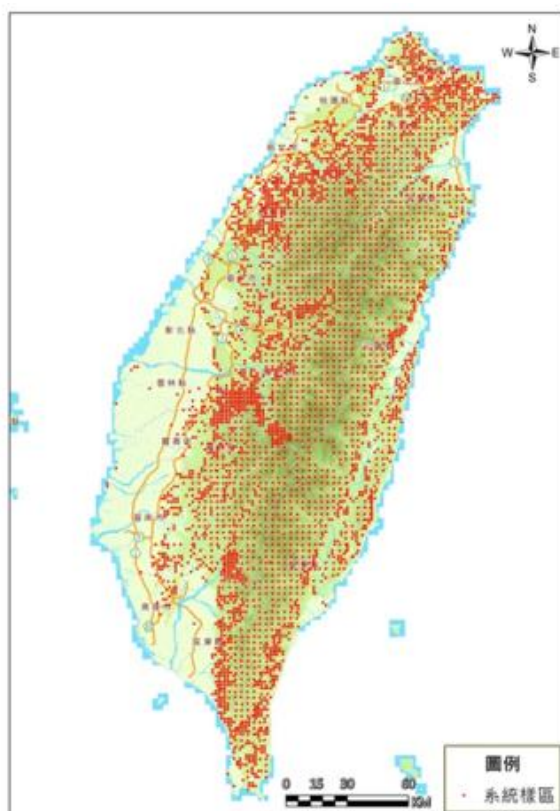


圖 2-2：地面樣區配置圖

樣區大小除竹林取 0.01 公頃外，均以 0.05 公頃為原則，惟樣區範圍內如出現 3 株胸徑大於 100 公分樣木時，必須將面積擴增至 0.1 公頃，以避免大徑林木造成單位面積蓄積之高估。調查項目除樣區座標位置與環境等基礎資訊外，樣區內胸徑大於 6 公分以上的活存林木必須逐一記錄其樹種、胸徑、高度、樹冠狀態、以及相對位置，枯立木及倒木亦一併調查。為利現場作業，由林務局發展出於可攜式行動裝置上結合衛星定位系統(GPS)與無線射頻辨識系統 (RFID) 之調查系統，除將 GPS 定位資訊直接整合至調查系統紀錄外，更設計高耐候性之 RFID 電子標籤 (Tag) 作為記錄媒介，調查紀錄除利用行動裝置儲存攜回，同時亦備份於釘掛樣木上的 Tag 中，作為該樣木的標誌。此作業方式可有效避免人工資料輸入錯誤，縮短紙本資料核對及登打時程，同時可利用 Tag 資料存取特點，提供後續複查最有效的依據。詳細的地面樣區調查方法、作業流程請參閱附錄二「地面樣區調查工作手冊」。

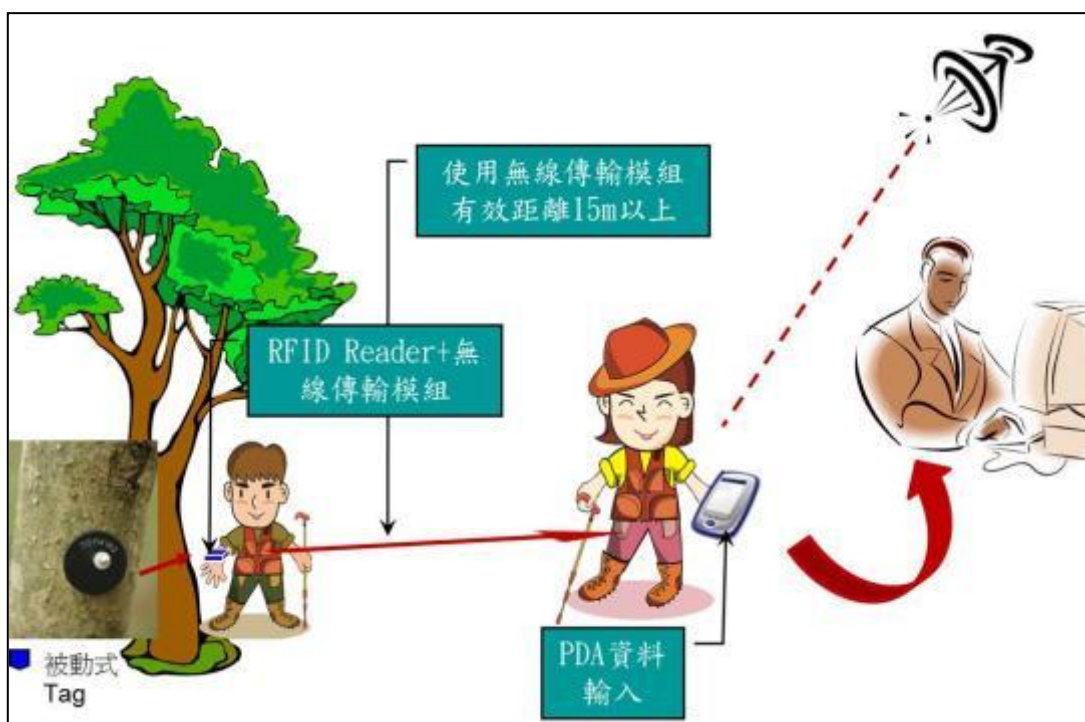


圖 2-3：以個人數位助理(PDA)結合無線射頻系統(RFID)進行樣區調查流程示意

(二) 航照樣點判釋

航照樣點的設置係參照第三次森林資源調查的作法，以每 12.5 公頃取一處航照像片樣點進行立體觀測，在實作上與林型圖的判釋描繪均在三維立體觀測平台上完成，記錄林分之樹高、冠幅與鬱閉度等三項參數，結合地面實際調查蓄積，求取前揭參數與林分單位面積蓄積之關係式(空中林分材積式)，推算各樣點之單位面積蓄積，此方法較地面樣區調查更能精細描繪出林型蓄積的空間分布。惟基於前次調查經驗，像片樣點判釋對於樹冠組成複雜，立體觀測時不易掌握地表高程位置的闊葉林而言，其效果並不理想，基於闊葉林型之地面取樣數已適足，爰本次資源調查僅針對樹冠較為單純之天然針葉林與人工林共 191,240 個樣點進行量測。航照樣點量測之詳細步驟請參閱附錄一「內業土地覆蓋型及航照樣點量測作業手冊」。



圖 2-4：航照樣點量測是在立體觀測儀下進行作業

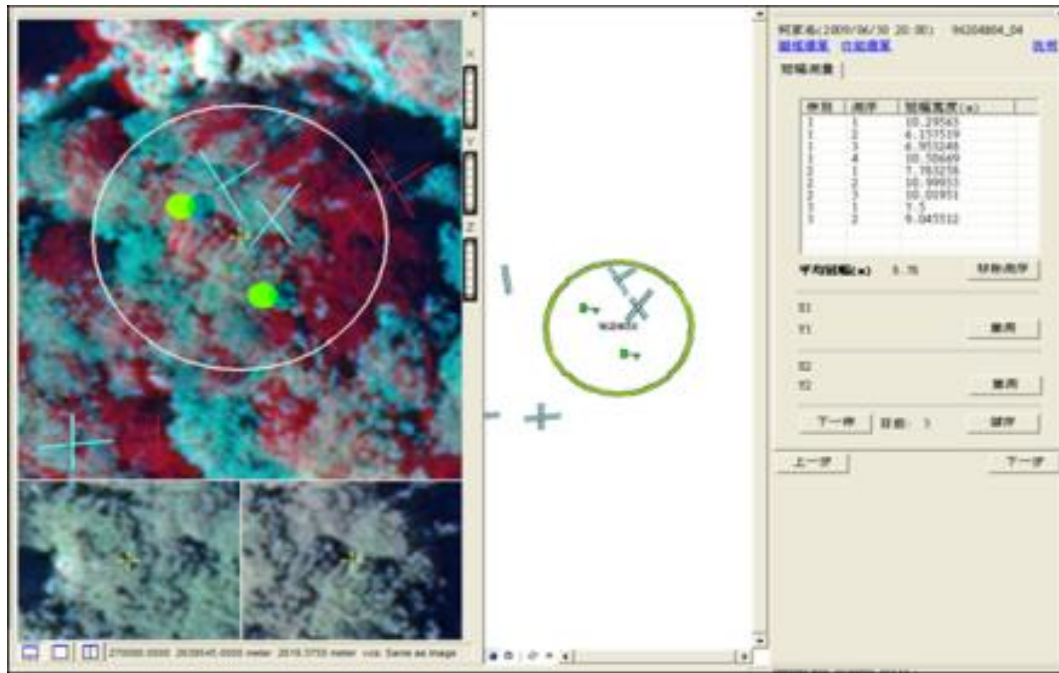


圖 2-5：立體觀測介面下量測樣點內之林木冠幅、樹高、鬱閉度等航照影像參數

四、 林地以外之森林覆蓋情形

本次調查雖以林地為主要調查對象，然而對於林地以外之農地或其他使用編定類別之土地，亦多有森林覆蓋，特別是在近年政府獎勵造林政策下，已有許多農牧用地參與造林工作，這些土地雖非屬森林法所定義的森林，然而其現況與變遷仍為環境重要的指標，因此亦有加以調查必要，同時也有利於與過去歷次資源調查成果進行比較。

林地以外之山坡地區域，參考水土保持局 100 年完成之「山坡地土地利用型調查」成果中森林使用類別之範圍面積；對於平地部分，則以國土測繪中心 98 年完成之第二次全國國土利用調查圖層，以其第二類森林使用土地之範圍，再濾除未達 0.5 公頃森林閾值之區域。

五、 野生動物調查

野生動物的棲地與森林息息相關，其族群數量與分布等資訊更是生物多樣性與是森林環境的重要指標，因此，自全島第三次森林資源調查以來，野生動物已成為資源調查工作中不可或缺的一環。然而由於野生動物容易懼生躲避的特性，其調查方法迥異於定著於林地的林木，而針對不同調查目的以及調查對象，所使用的方法也會有很大的差異。過去資源調查多以目擊紀錄方式辦理，容易受到調查人員主觀與個別專業能力差異的影響，使調查結果缺乏客觀標準，同時也缺少足夠的證據力，加以許多動物晝伏夜出的習性，更增加了林木調查時附帶進行動物調查的困難。

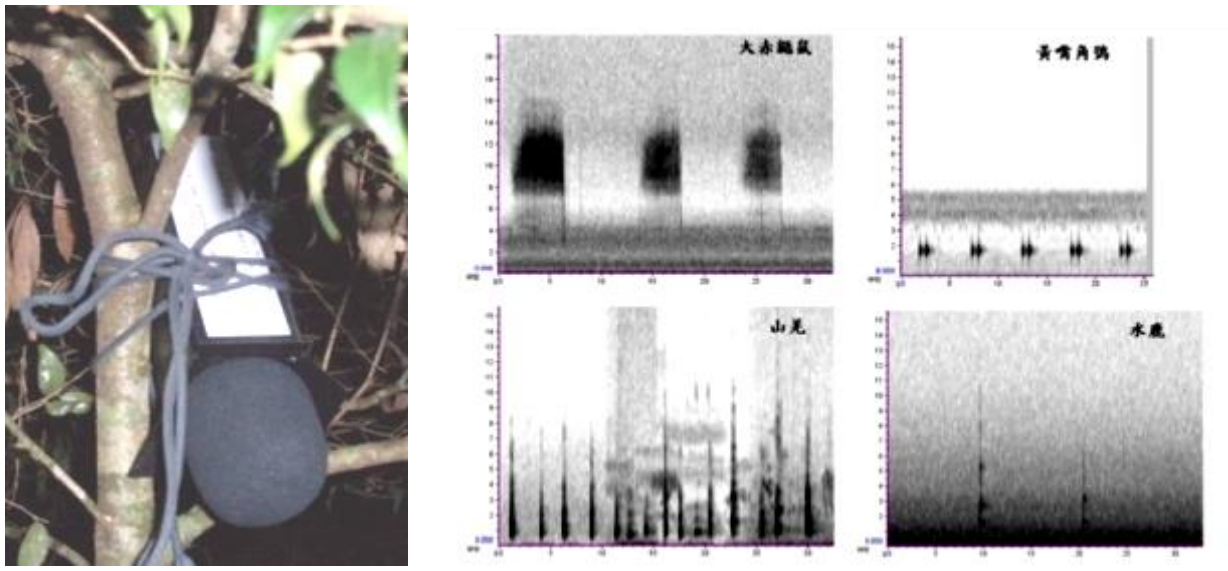


圖 2-6：左：野生動物鳴叫錄音裝置架設情形；右：野生動物錄音聲紋辨識。

由於數位錄音與電子記憶媒體的發展，得以藉由長時間定點錄音的方式，蒐集許多具有鳴叫特徵之大型哺乳類、鳥類及兩生類的活動跡象，其中不乏具有指標意義或以往不易調查到之珍貴稀有或瀕臨滅絕的物種。調查人員很容易就可以在取樣調查的路途中，選擇適當地點裝設錄音裝置，攜回足夠的錄音資訊，無須耗費時間於調查訓練。至於所取得的錄音檔，則可藉由

電腦聲紋自動比對，以及專業人員的抽樣監聽，準確客觀地分析出現的動物種類甚至數量。

除了聲音以外，調查沿途也很容易發現動物的排遺、屍體以及爪痕等跡象，則以數位相機結合全球衛星定位，紀錄其影像與發生位置。無論是影像或是聲音的紀錄，由於在調查中均要求應進行 GPS 定位，因此可以將其出現資訊透過 Google Earth 或其他地理資訊平台展現，作為野生動物保育與經營管理重要資訊。因野生動物調查資料涉及繁雜的資料處理及監聽流程，其分析方法及成果報告另以專書記載，詳見「第四次全國森林資源調查-野生動物調查報告」一書。



圖 2-7：調查沿途直擊動物或發現動物之排遺、屍體、爪痕等跡象，則以數位相機結合全球衛星定位進行紀錄座標資訊於數值照片上，可展繪於地圖上。

第三章：調查期間、人力與經費

一、 調查期間

(一) 人員集訓

本次調查由林務局所屬八個林區管理處及農航所執行，由各林管處甄選 4~5 名人員組成森林資源調查隊，負責各項調查工作。為使相關作業程序、方法及基準的統一，林務局於 96 年 9 月集中徵調各處調查隊員，實施長達 3 個月之訓練，課程涵蓋理論與實作，包括樹種鑑定、林木測計、地圖判讀及 GPS 應用、航照判釋等，此外，調查隊必須跋涉進入深遠山區執行任務，因此對於山野安全、緊急避難以及急救技術等，亦安排專業教師授課及實習，使隊員熟稔相關知識與技能，研習訓練班之課程大綱詳如表 3-1。



圖 3-1：森林資源調查隊員於內洞森林遊樂區進行樹種鑑識訓練課程

表 3-1：第四次森林資源調查技術訓練班課程大綱

課程名稱	時數(小時)	內容
航照判釋	88	以航空照片判釋技術為主，讓學員了解如何應用航空照片進行大面積之森林資源調查之理論與方法；判釋照片樣區之林型、樣木高度、樹冠幅、林分密度、材積級及空中材積表之製作等。
遙測在森林資源調查之應用	16	讓學員了解衛星影像之種類、衛星影像之前期處理、影像分類及衛星影像在森林資源調查之應用。
林木資源調查、永久樣區設置	82	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 課程著重於導線測量、立木測計之理論與相關儀器之操作，提供學員了解測量及測樹之基礎概念與實作。 ◆ 講解地面永久樣區之調查目的、永久樣區取樣及設置方法。
森林碳吸存調查	4	講解森林碳吸存調查之目的，森林碳吸存調查方式與分析方法。
森林資源調查資料分析與處理 (含 GIS 之應用)	42	讓學員了解 GIS 的基本概念及軟體操作，並以土地利用類型轉繪、照片樣區資料更新之實務操作為實習重點。
樹種判釋	92	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 樹木種類、形態與系統分類的基本理論，並著重於中、低、高海拔之重要樹種，期以加強野外樹種判釋的能力，增加樹種辨別的正確度。 ◆ 學習植物標本採集及製作技術，並介紹植物標本館及標本保存與管理之方法。
地圖判釋與 GPS 之應用	36	講解地圖製作原理及地圖判讀方法。GPS 之定位原理及操作。如何結合 GPS 與地圖進行樣區定位。

野生動物辨識調查	32	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 野生動物(哺乳類及鳥類)之調查方法及物種辨識。 ◆ 錄音調查操作原理及技術。
野外安全訓練	36	訓練野外調查人員危機應變處理能力，如何預防災害發生及災害發生時之自救方法，減少及減輕調查人員災害發生的機率。

(二)地面樣區調查

以系統取樣設計的地面樣區調查，是本次調查最困難、艱鉅的任務，樣點均勻的散布於廣大的山區，大部分均無步徑可循，須靠隊員披荊斬棘、負重長途跋涉，始能到達指定的取樣地點，展開調查工作。在調查過程中，隊員因長期在山區露宿，除了必須犧牲家庭的溫暖，忍受長期的孤寂煎熬，為了到達樣區地點，更須克服險阻地形的挑戰，練就攀岩、溯溪的本事，此外在路程中還要冒著黑熊、虎頭蜂、恙蟲、毒蛇侵擾的危險，因此調查歷程不但考驗資源調查隊員的體力與耐力，更試探著他們的毅力與膽識，如非對於這片土地抱持熱忱，真心熱愛山林生活，將無法勝認這些工作，也因憑藉著這份勇於承擔與堅持到底的傻勁，森林資源調查工作亦蒙受農委會長官的肯定與感動，於98年經農委會評定為「尋找阿甘」績優工作團隊，獲頒「阿甘同心獎」。

地面樣區調查從97年初開始試作、編訂調查作業手冊，於97年6月正式展開，調查期間遭逢98年莫拉克風災，山區發生嚴重災情，道路中斷、崩塌地大量增加，大幅提高到達樣區的困難度及危險性，但調查工作並沒有因此中斷，隊員如履薄冰、步步驚心的穿梭在走山嚴重、被崩塌地撕裂的山林，亦見證這場世紀風災的威力。國有林事業區總計有1,648個地面樣區，調查時程至101年底結束，另外花蓮林管處所負責的轄區因幅員廣闊、地形險阻，樣點數及調查困難度均較其他林區高出許多，為利時效爰分別由鄰近

之羅東處、南投處、嘉義處及委外團隊協助調查計 28 個樣點，花蓮處部分樣點至 102 年 6 月始完成調查。事業區外林地樣區調查則採分批委外辦理方式，從 97 年起即陸續辦理北部(宜北北基桃竹苗)、中部(中彰投雲嘉)、南部(高屏)、東部(花東)縣市之委外調查，

由於每次行程均要求調查隊員製作行程紀錄並接收 GPS 軌跡，以利後續複查作業，因此可進一步獲得每個樣點調查所耗費之天數，總計國有林事業區有 1,648 個樣點，總調查天數為 5,165 天，平均每個樣點須花 3.13 天調查；區外林地有 2,000 個樣點，總調查天數 1,790 天，平均每個樣點須花 0.89 天。

表 3-2：地面樣區樣區數與調查天數統計表

區域		調查單位	樣區數	總調查天數
國有 林事 業區	羅東林區	羅東處	196	621
	新竹林區	新竹處	185	445
	東勢林區	東勢處	145	362
	南投林區	南投處	226	740
	嘉義林區	嘉義處	137	405
	屏東林區	屏東處	198	594
	台東林區	台東處	255	969
	花蓮林區	花蓮處	288	986
事業 區外 林地	北部	委外團隊	738	482
	中部	委外團隊	578	376
	南部	委外團隊	250	322
	東部	委外團隊	300	479
	離島	各林管處	152	131
總計			3,648	6,955

(三) 林型土地覆蓋型數化及航照樣點判釋

林型圖繪製及照片樣點判釋等內業工作，涉及 GIS 數化及立體判釋平台之建置，經過 2 年時間的規劃、開發與人員訓練，於 99 年中始正式啟動數化作業，每個林管處配有 2 台林型立體數化儀，可由 2 名數化人員同時操作，國有林事業區範圍約 153 萬公頃，總計切分成 428 個專案、2,397 幅圖幅，至 102 年中完成數化；而事業區外林地總計有 1,910 圖幅，由農航負責數化，雖然區外林地已參考水保局 100 年完成之「山坡地土地利用型調查」成果重新判釋，但因範圍過於零碎、分散，圈繪較為費時，至 103 年始全告完成。

二、 調查人力

調查期間林務局總計投入 72 名人力，其中負責外業調查者計有 48 人，內業數化有 26 人，圖資處理及統計分析者計有 6 人，有部分人員同時兼任內、外業工作。由於調查期程長，雖常有人員調動，或甚至因傷退出資源調查隊之情形，然而仍有多達 31 人全程參與調查。

事業區外樣區調查係採委外辦理方式，總計有中華民國航遙測學會、臺灣植物分類學會、永全空間資訊公司、植群生態研究有限公司等 4 個團隊投入調查，並另委託國立臺灣大學辦理查驗及監審作業，總計有 32 人投入調查作業(表 3-4)。

表 3-3：林務局參與第四次森林資源調查人員名單

服務機關	姓名	工作內容	起迄年月
林務局	張偉顛	督導調查業務	97 年 10 月至 100 年 6 月
林務局	邱立文	督導調查業務	100 年 6 月至 103 年 12 月
林務局	黃群修	方法規劃設計、綜攬調查業務	96 年 9 月至 103 年 12 月
林務局	林奐宇	方法規劃設計、調查業務推動	96 年 9 月至 99 年 10 月

林務局	吳俊奇	調查業務推動、資料統計分析	99年10月至103年12月
林務局	黃兆吟	辦理區外樣區委外調查業務	97年6月至99年12月
林務局	高義盛	辦理區外樣區委外調查業務	100年1月至102年3月
林務局	康恬慎	圖資處理、統計分析	96年9月至101年3月
林務局	謝小恬	圖資處理、統計分析	101年4月至103年12月
林務局	劉新金	協助督辦外業調查業務	96年9月至102年12月
新竹林管處	紀金秋	調查隊隊長	96年9月至102年12月
新竹林管處	楊佳如	調查隊隊員	96年9月至101年12月
新竹林管處	劉文仁	調查隊員、內業數化	96年9月至102年12月
新竹林管處	李財源	調查隊員	96年9月至101年12月
新竹林管處	余智賢	調查隊員	97年6月至101年12月
新竹林管處	朱勇雄	調查隊員	97年6月至101年12月
新竹林管處	張紹泉	調查隊員	97年6月至101年12月
新竹林管處	陳淑儀	內業數化	98年6月至102年12月
羅東林管處	何家名	調查隊隊長	96年9月至99年5月
羅東林管處	葉清旺	調查隊隊長	96年9月至101年12月
羅東林管處	李智群	調查隊隊員	99年12月至101年12月
羅東林管處	游輝毅	調查隊隊員	96年9月至101年12月
羅東林管處	林憲敏	調查隊隊員	96年9月至99年12月
羅東林管處	邱士昱	調查隊隊員	99年6月至101年12月
羅東林管處	張登傑	調查隊隊員	99年6月至101年12月
羅東林管處	陳淑姿	內業數化	99年1月至102年12月
羅東林管處	林秀靜	內業數化	100年1月至102年12月
東勢林管處	張森源	調查隊隊長	96年9月至101年12月
東勢林管處	盧致華	調查隊隊員	96年9月至98年10月
東勢林管處	黃仲維	調查隊隊員、內業數化	96年9月至99年10月
東勢林管處	張約翰	調查隊隊員	99年6月至101年12月
東勢林管處	郭聖平	內業數化	99年1月至102年12月
花蓮林管處	黃俊銘	調查隊隊長	96年9月至101年12月

花蓮林管處	劉建麟	調查隊隊員	96年9月至99年3月
花蓮林管處	黃芎軒	調查隊隊員	99年3月至101年12月
花蓮林管處	廖義信	調查隊隊員	99年3月至101年12月
花蓮林管處	莊建成	調查隊隊員	96年9月至101年12月
花蓮林管處	沈芳伶	內業數化	99年1月至102年12月
南投林管處	李祈德	調查隊隊長	96年9月至101年12月
南投林管處	陳照鈞	調查隊隊員	96年9月至97年12月
南投林管處	吳進華	調查隊隊員	96年9月至101年12月
南投林管處	曾德懋	調查隊隊員	96年9月至101年12月
南投林管處	楊榮明	調查隊隊員、內業數化	96年9月至102年12月
南投林管處	蔡伶靈	內業數化	99年1月至102年12月
嘉義林管處	劉坤宗	調查隊隊長	97年6月至101年12月
嘉義林管處	王秋偉	調查隊隊員	97年6月至101年12月
嘉義林管處	陳東鈿	調查隊隊員	97年6月至101年12月
嘉義林管處	陳宗成	調查隊隊員	97年6月至101年12月
嘉義林管處	方駿宸	內業數化	99年1月至99年7月
嘉義林管處	林坤億	內業數化	99年6月至102年12月
屏東林管處	卓惠崇	調查隊隊長	97年6月至100年1月
屏東林管處	葉定宏	調查隊隊長	100年1月至101年6月
屏東林管處	陳君傑	調查隊隊長	101年7月至101年12月
屏東林管處	黃永吉	調查隊隊員	97年6月至98年12月
屏東林管處	賴明慶	調查隊隊員	97年6月至101年12月
屏東林管處	陳敏雄	調查隊隊員	99年1月至101年12月
屏東林管處	賴盈憲	調查隊隊員	97年11月至101年12月
屏東林管處	張嘉珮	內業數化	99年1月至102年12月
屏東林管處	吳采曄	內業數化	99年3月至102年12月
臺東林管處	黃俊元	調查隊隊長	97年6月至101年12月
臺東林管處	江達金	調查隊隊員	97年6月至101年12月
臺東林管處	謝坤其	調查隊隊員	97年6月至101年12月

臺東林管處	李國維	調查隊隊員、內業數化	97年6月至102年12月
臺東林管處	蔡柏健	內業數化	99年1月至102年12月
農林航空測量所	鄧國禎	綜整協調內業數化及檢核	96年9月至103年12月
農林航空測量所	于幼新	內業數化檢核	96年9月至98年6月
農林航空測量所	徐新武	內業數化檢核、統計分析	96年9月至103年12月
農林航空測量所	陳豐苙	內業數化檢核、統計分析	98年6月至103年12月
農林航空測量所	蔡家銘	內業數化檢核	98年6月至103年12月
農林航空測量所	黃宗仁	內業專案影像製作	99年6月至103年12月
農林航空測量所	劉奕驊	內業專案影像製作	97年6月至99年12月
農林航空測量所	賴淑麗	內業數化	97年6月至103年12月
農林航空測量所	陳玉文	內業數化	97年6月至103年12月
農林航空測量所	任達	航照判釋	96年9月至103年12月

表 3-4：事業區外地面樣區調查人員名單

區域	團隊名稱	參與人力
北部(宜北北基桃竹苗)	中華民國航遙測學會	顏明星、呂仲耿、郭家榮、曾鴻文、廖永裕
中部(中彰雲嘉南)	中華民國航遙測學會	唐家慶、呂仲耿、陳力士、曾榮崧、吳品儀
中部(南投)	臺灣植物分類學會	林笈克、溫庭毅、吳聖傑、吳婉君、黃柏勝、陳欣一、黃江綸
南部(高屏)	永全空間資訊公司	成晨光、江正人、郭家榮、孔鵬超、陳怡君、梁慧舟
東部(台東)	中華民國航遙測學會	陳力士、賴慶昌、曾榮崧、吳品儀、曾鴻文、廖永裕
東部(花蓮)	植群生態研究有限公司	宋梧魁、程宗德、邱宗儀、劉宇軒、黃名義
查驗監審	國立臺灣大學	邱祈榮、林建平、呂欣苓、廖學儀、湯冠臻

三、 經費投入

本次調查估算經費支出約 1.8 億元，其中絕大部分用於業務費(佔 85%)，包含外業調查之差旅費、工資、調查裝備(耗材)等，設備與投資費約佔 15%，主要用於立體判釋數化平台開發、系統維護、調查 PDA 採購、登山或調查裝備採購等(詳表 3-5)。

表 3-5：各工作項目經費支出

工作項目		經費(萬元)
業務費	事業區外地面樣區調查	6,138
	事業區內地面樣區調查	8,010
	土地利用型數化判釋	1,820
設備及投資	土地覆蓋型數化判釋平台 系統建置	1,350
	PDA 樣區調查系統建置	168
	調查裝備儀器	882
總 計		18,368

第四章：我國森林資源狀況分析

一、森林面積

(一) 臺灣地區森林面積

本次調查統計結果，臺灣地區(含金門、連江縣)總森林面積為 2,197,090 公頃，森林覆蓋度為 60.71%，其中屬森林法定義之林地，其森林覆蓋面積為 1,781,660 公頃；林地以外之其他土地，森林覆蓋面積為 415,430 公頃。以 104 年內政部統計人口數 23,492,074 人計算，人均森林面積為 0.092 公頃/人。

表 4-1：臺灣地區森林覆蓋面積

單位：公頃

區位	總面積	森林覆蓋面積	覆蓋率
林地	1,993,205	1,781,660	89.38%
其他土地	1,625,791	415,430	25.54%
合計	3,618,996	2,197,090	60.71%

(二) 各縣市別森林面積

依各縣市行政區界統計其森林覆蓋區域，森林面積以花蓮縣 37.3 萬公頃為最大，南投縣 30.3 萬公頃次之；而森林覆蓋率則以台東縣 81.64% 最高，花蓮縣 80.54% 次之。大致而言，行政轄區內山地區域占比越大者，其森林覆蓋度也越高，以平原及都會區域為主的縣市，森林覆蓋度均較低，差距可謂十分懸殊。

表 4-2：各縣市別森林面積及森林覆蓋率

縣市	土地面積(ha)	森林面積(ha)	森林覆蓋率
新北市	205,257	155,483	75.75%
台北市	27,180	11,491	42.28%
桃園市	122,095	47,134	38.60%
台中市	221,490	113,963	51.45%
台南市	219,165	54,148	24.71%
高雄市	294,762	170,523	57.85%
宜蘭縣	214,363	168,384	78.55%
新竹縣	142,754	104,211	73.00%
苗栗縣	182,031	125,946	69.19%
彰化縣	107,440	10,104	9.40%
南投縣	410,644	303,186	73.83%
雲林縣	129,083	12,609	9.77%
嘉義縣	190,364	79,888	41.97%
屏東縣	277,560	156,194	56.27%
台東縣	351,525	286,984	81.64%
花蓮縣	462,857	372,781	80.54%
澎湖縣	12,686	3,242	25.56%
基隆市	13,276	9,395	70.77%
新竹市	10,415	2,804	26.92%
嘉義市	6,003	773	12.88%
金門縣	15,166	6,452	42.54%
連江縣	2,880	1,393	48.37%
總計	3,618,996	2,197,090	60.71%

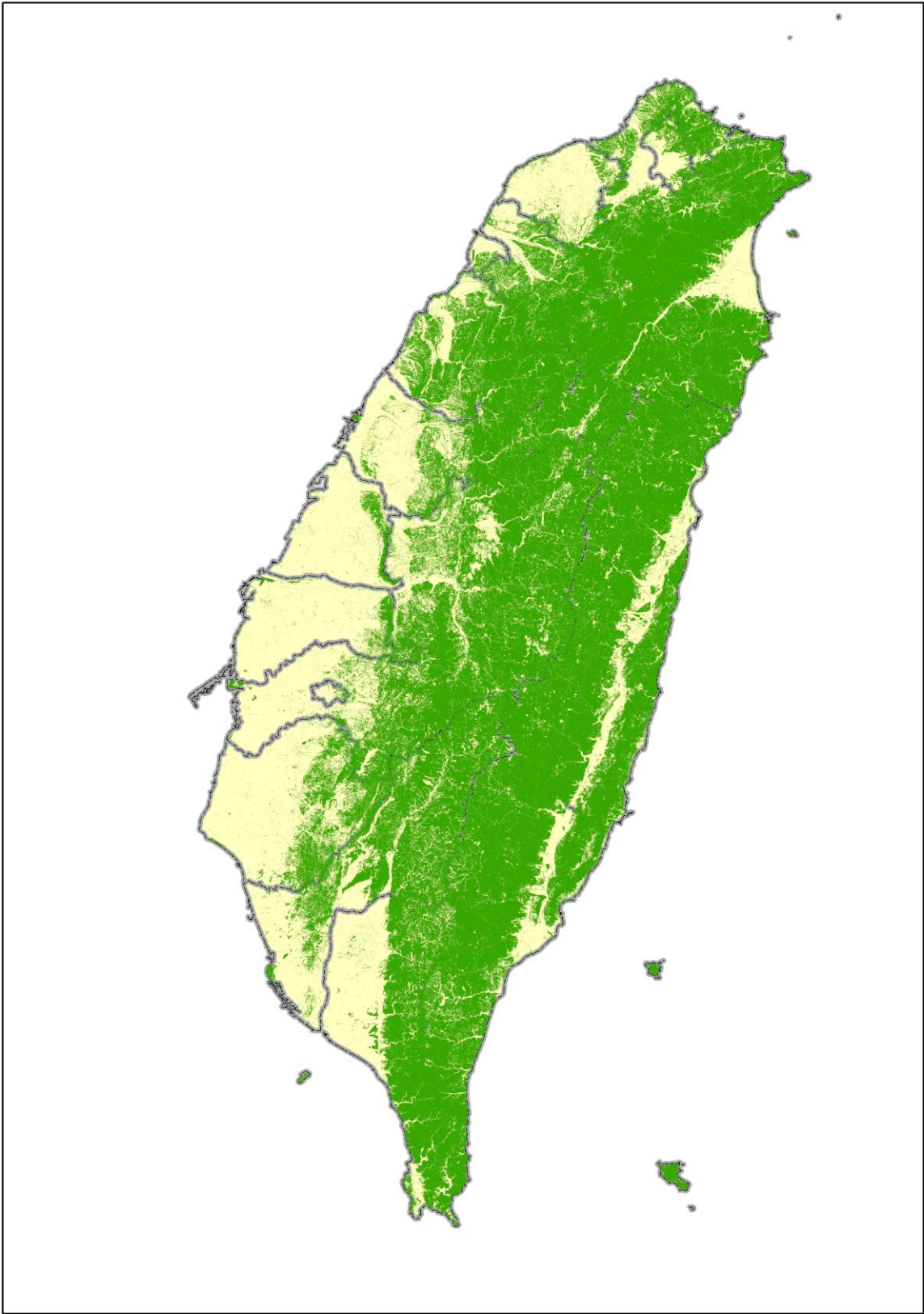


圖 4-1：全島各縣市森林覆蓋範圍圖

(三) 林型及優勢樹種

森林林型分類以闊葉樹林型面積最多，計 1,469,898 公頃，佔 67%；針葉樹林型計 299,216 公頃，佔 14%；針闊葉樹混淆林計 171,346 公頃，佔 8%；竹林計 112,549 公頃，佔 5%，竹木混淆林 114,900 公頃，佔 5%；待成林地(新植造林或稚樹發生地)有 29,181 公頃，佔 1%。林型分類於全島的分布圖如圖 4-3 所示，針葉樹林、針闊葉樹混淆林以高山地區為主要分布，闊葉樹林則廣泛分布於全島山區、丘陵地帶，竹林、竹木混淆林則以西部淺山丘陵地帶為主。

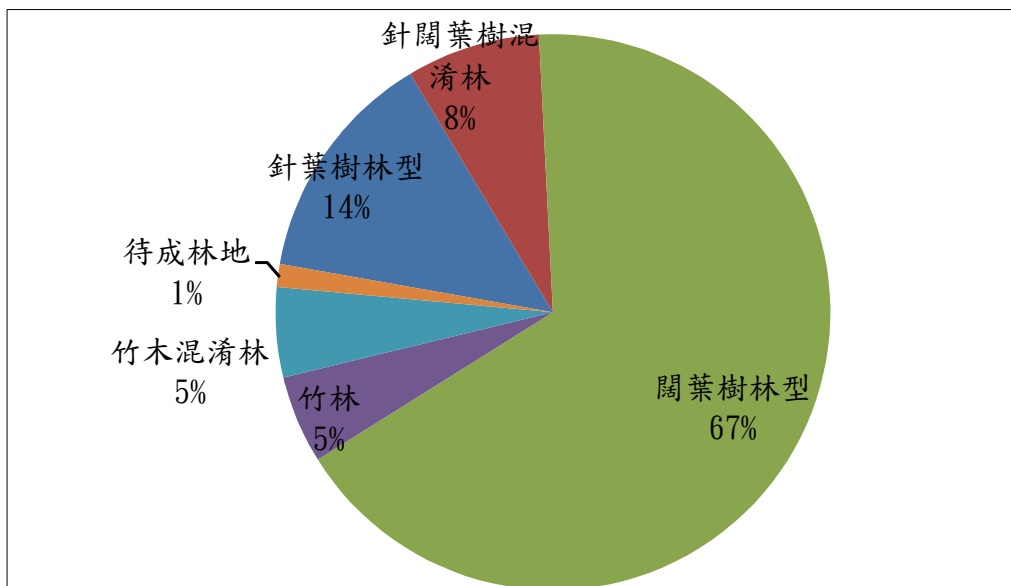


圖 4-2：各林型面積所占比例

如以各林分主要的樹種區分，則冷杉林有 27,877 公頃，鐵杉林有 82,106 公頃，檜木林有 85,631 公頃，松類總計 113,555 公頃，相思樹 16,513 公頃，主要樹種分布如圖 4-4。

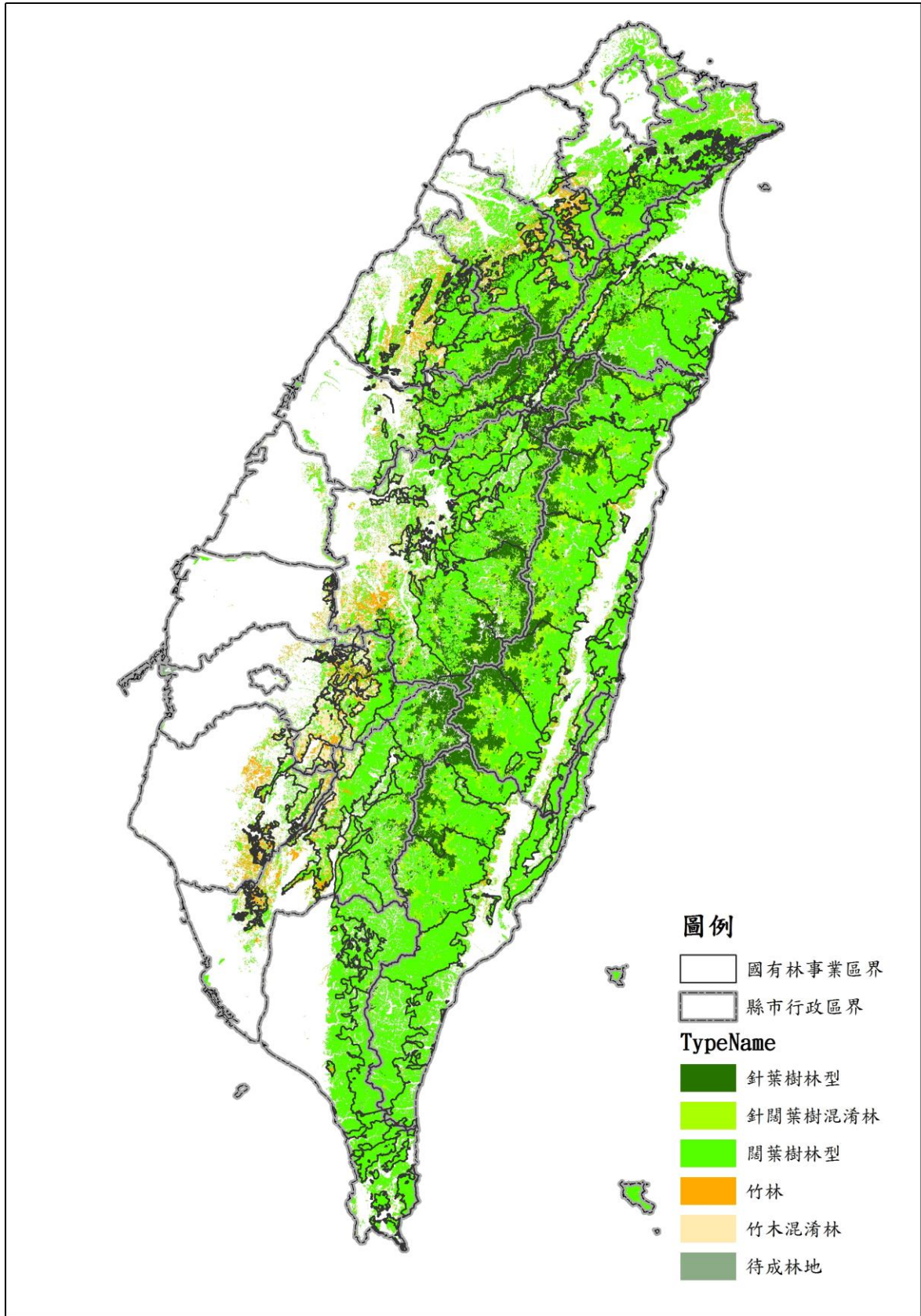


圖 4-3 森林林型分布圖

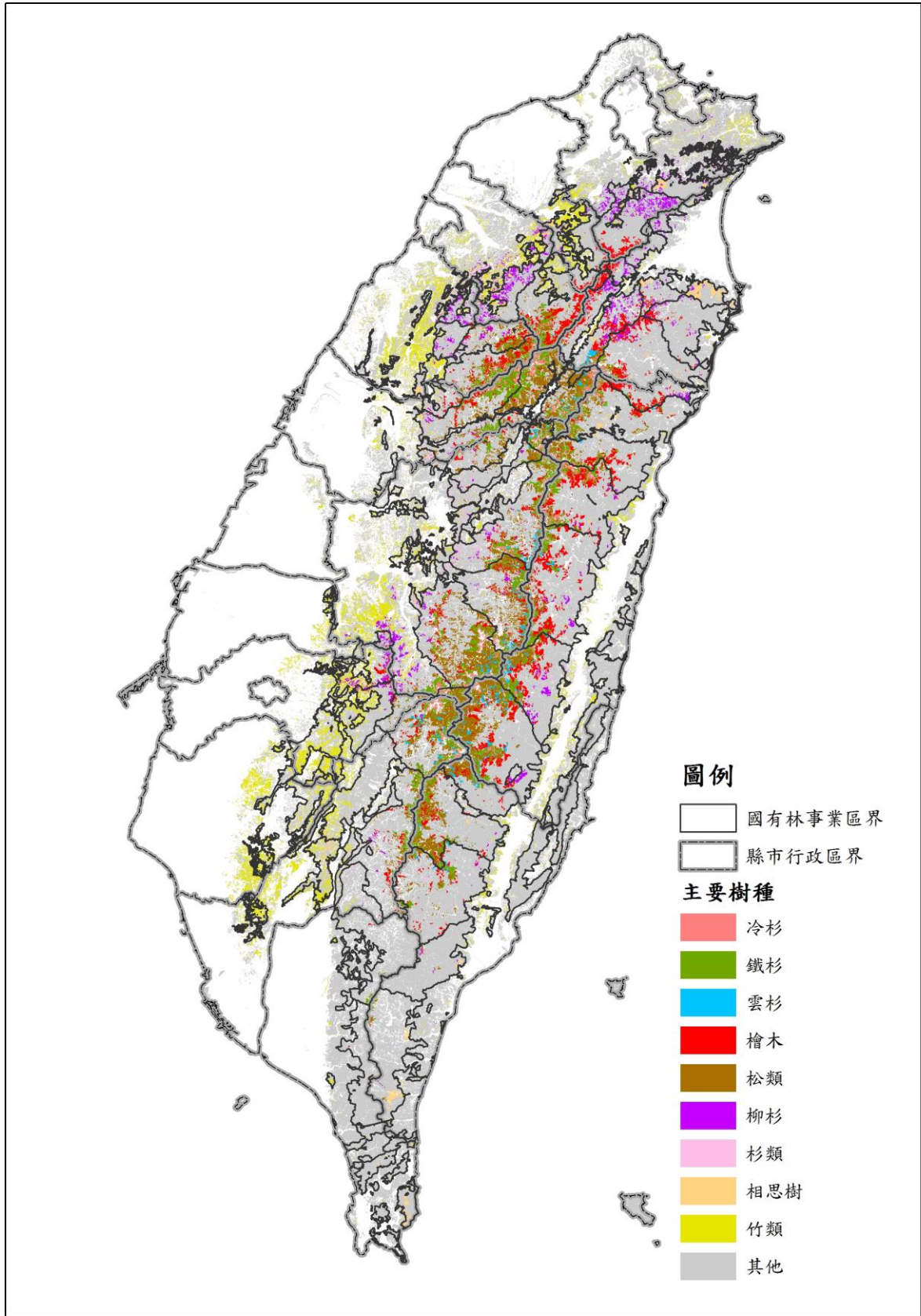


圖 4-4：森林主要優勢樹種分布圖

表 4-3：主要樹種面積

主要樹種	面積(公頃)
冷杉林	27,877
鐵杉林	82,106
雲杉林	12,749
檜木林	85,631
松類	113,555
柳杉林	41,390
相思樹林	16,513

(四)經營使用類別

以經營使用分類而言，原生林計有 1,091,882 公頃，佔 51%，經改造天然林則有 595,300 公頃，佔 28%；生產性人工林計 290,385 公頃，佔 12%，保護性人工林有 169,165 公頃，占 8%(圖 4-5)。森林經營類別分布如圖 4-6 所示，原生林、保護性人工林大部分均在於國有林事業區中，而經改造天然林、生產性人工林則以分佈於國有林事業區外緣地帶，以及區外林地為主。

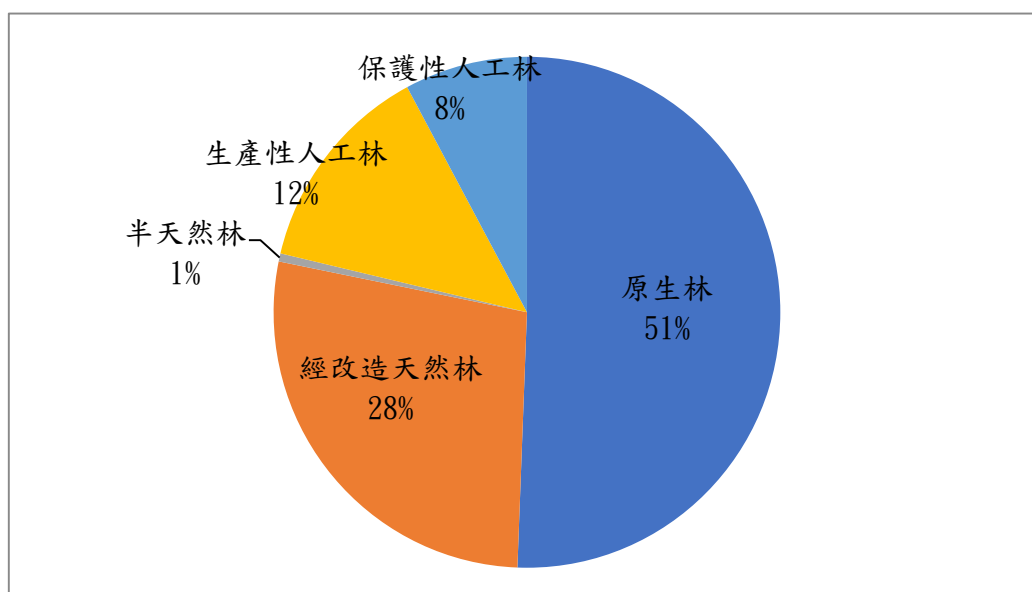


圖 4-5：森林經營使用類別比例(離島地區森林及待成林地未判別經營使用分類)

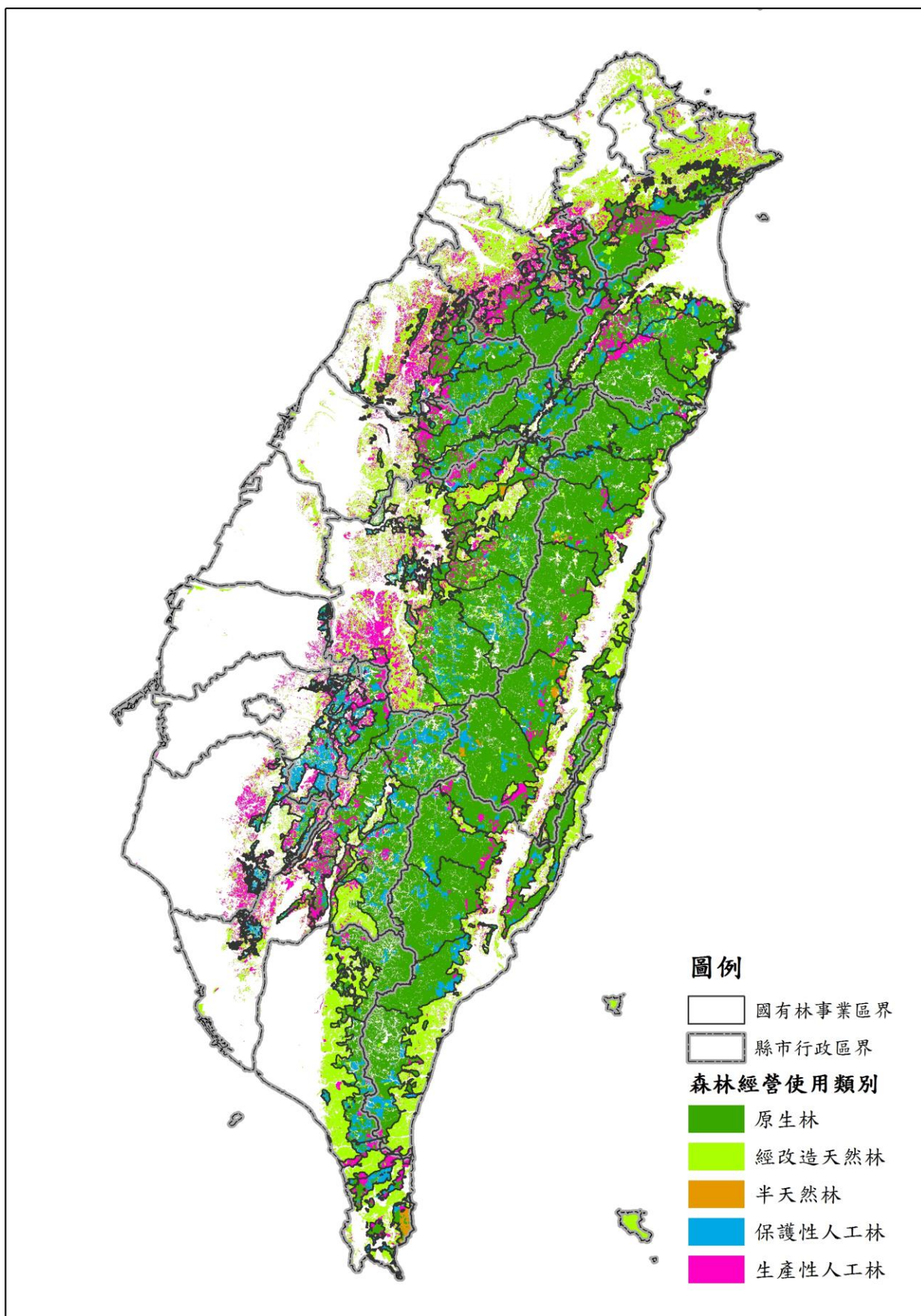


圖 4-6：森林經營使用類別分布圖

(五) 林地與所有權屬分布面積

以地籍資料篩選出符合森林法施行細則第 3 條定義的林地區塊，臺灣全島林地總面積為 1,993,205 公頃，依所有權屬區分，國有林有 1,849,818 公頃，佔 92.8%，公有林 6,832 公頃，佔 0.3%，私有林有 136,555 公頃，佔 6.8%。在國有林中，以林務局所管國有林事業區占 1,533,811 公頃，原民會所轄原住民保留地之林地次之，為 111,454 公頃，另各大專院校實驗林地及林業試驗所所轄試驗用林地總計有 47,706 公頃。

表 4-4：林地所有權屬面積

所有權屬	管理機關	林地面積
國有林	林務局 國有林事業區	1,533,811
	林務局 事業區外林地	82,817
	國有財產署	64,538
	原民會	111,454
	林業試驗所	11,411
	大專院校實驗林地	36,295
	其他	9,492
	小計	1,849,818
公有林	縣市政府	6,832
私有林	-	136,555
總計		1,993,205

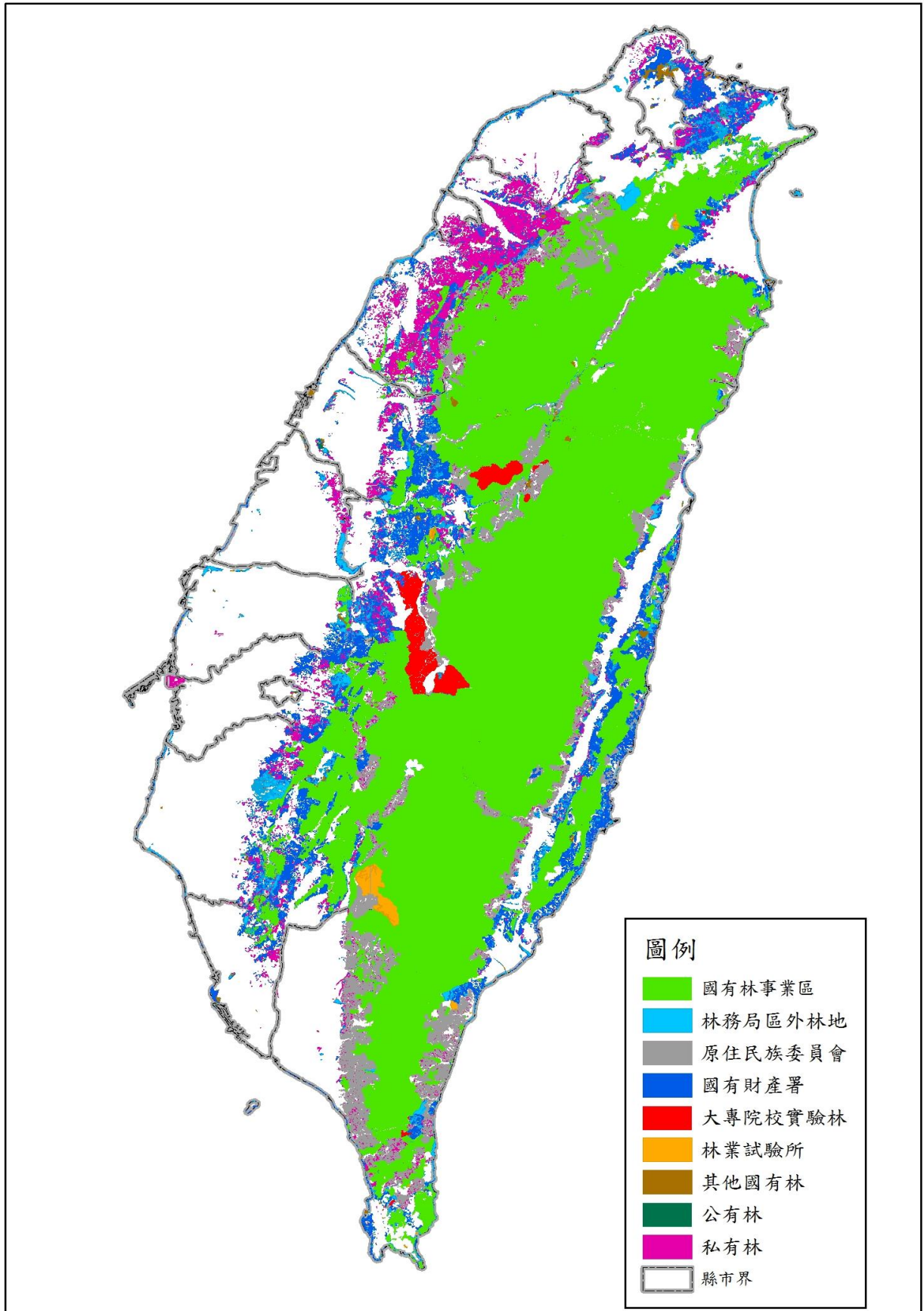


圖 4-7：林地所有權屬及管理機關分布圖

(六) 林地非營林使用態樣

林地是屬於地用類別(Landuse)的概念，如進一步以林地範圍套疊土地覆蓋型圖(landcover)，則可瞭解林地實際的使用情形。依套疊分析結果得知，林地上有森林覆蓋之面積計 1,781,660 公頃，約佔 89.4%，其餘有 211,545 公頃，佔林地總面積之 10.6%。分析其原因主要以崩塌裸露地為主，計 71,177 公頃，其次為農作使用，計 52,842 公頃，另草生地有 43,761 公頃。如區分為國有林事業區及區外林地，其非營林態樣差異頗大，事業區內仍以裸露地最多，約佔 44%，事業區外林地則以農作使用最多，佔 51%(圖 4-8、4-9)。

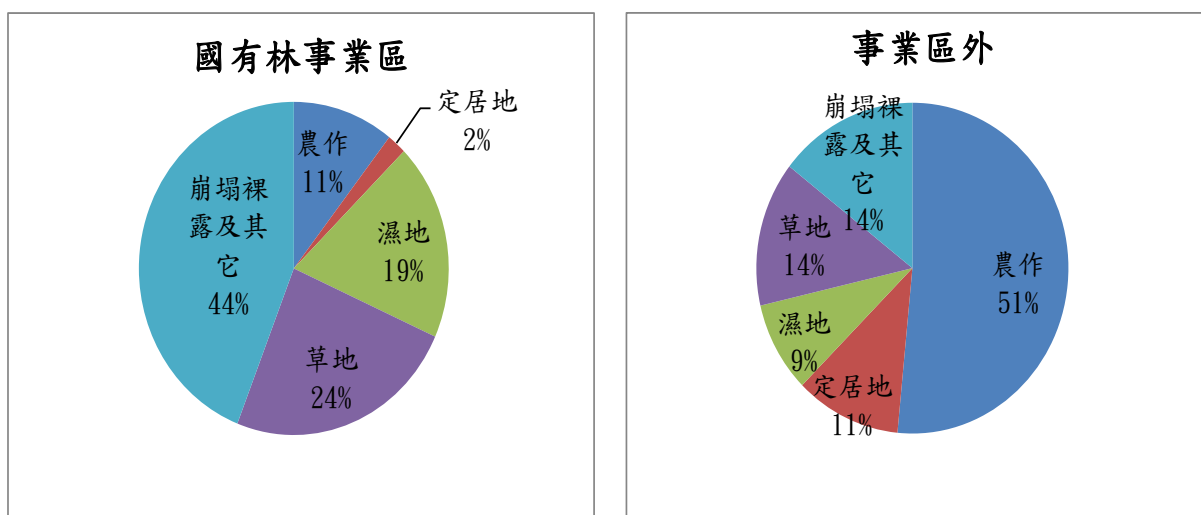


圖 4-8：國有林事業區內及區外林地之非森林使用態樣比例

林地作農作使用中又以果樹最多，計有 23,996 公頃；檳榔次之，計有 19,721 公頃。如進一步以各縣市行政區域來看，其主要作物類別均有所差異，如南投、嘉義、花蓮縣以檳榔最多，台中、台南及高雄市則以果樹最多(圖 4-10)。

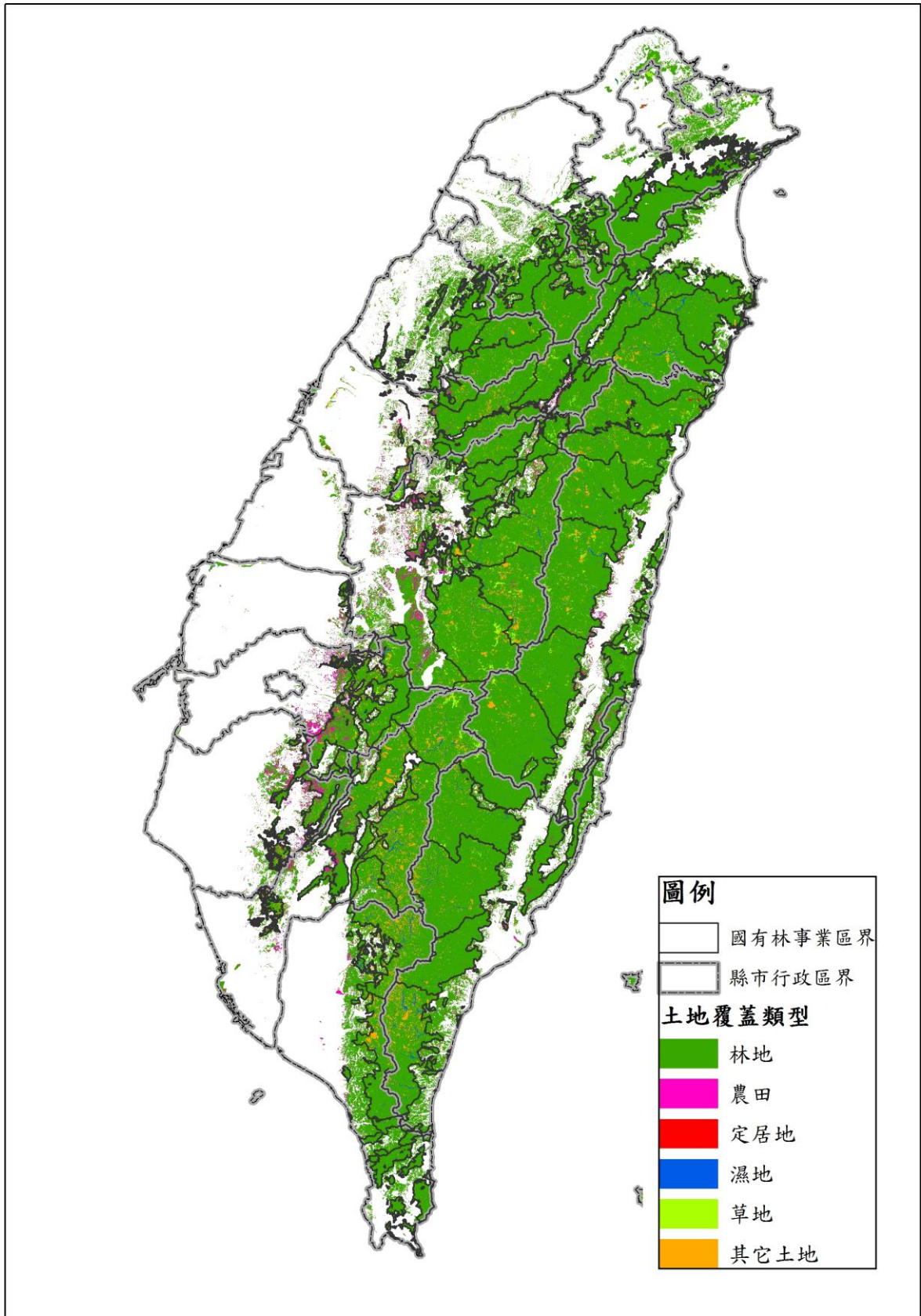


圖 4-9 全島林地土地覆蓋類型圖

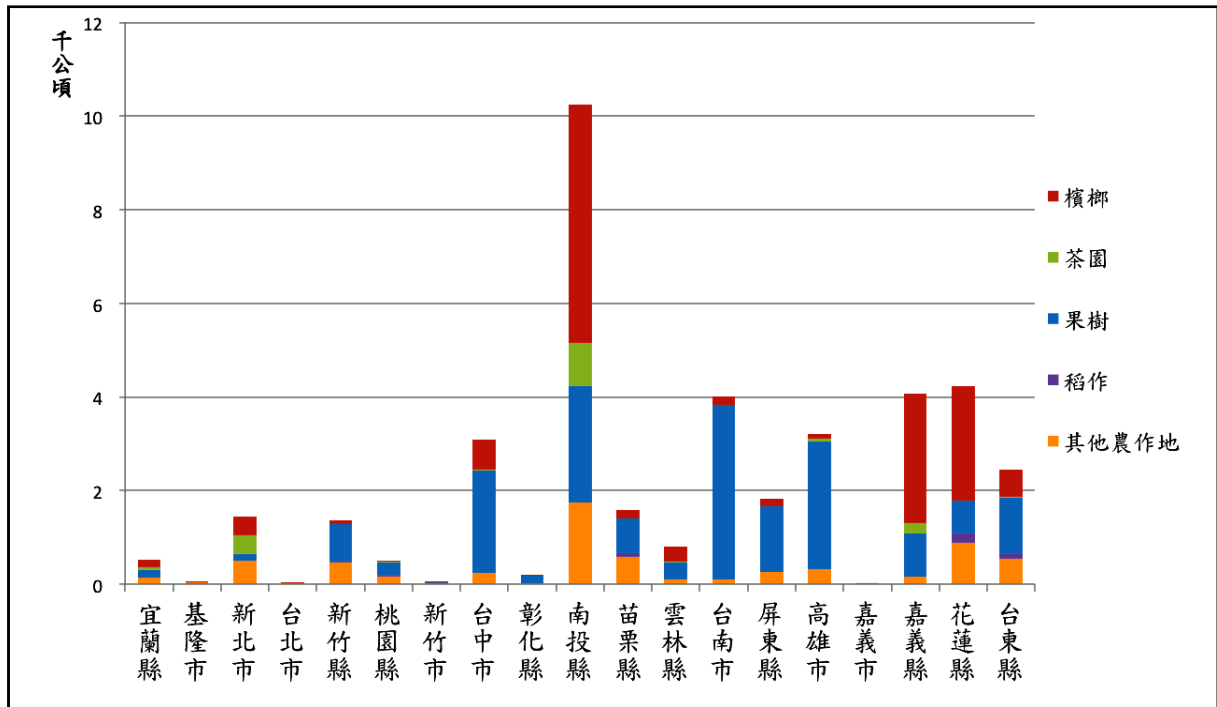


圖 4-10：各縣市林地作農作使用態樣分析

二、森林蓄積

(一) 森林林型及主要樹種單位蓄積

森林蓄積的推估，係經由 3,648 個地面樣區取樣調查資料計算而得，採用第三次森林資源調查相同之材積式，估算各樣區蓄積，再依樣區面積換算成各林型單位面積(每公頃)蓄積，再乘以各林型面積累計而得。各林型單位蓄積計算結果如表 4-5，天然針葉樹林型平均每公頃蓄積 499.65 立方公尺，其中以檜木林每公頃 746.63 為最高立方公尺、雲杉林 657.48 立方公尺次之；人工針葉林平均每公頃蓄積 318.05 立方公尺，以柳杉每公頃 388.89 立方公尺最高；人工闊葉樹林平均每公頃僅 147.66 立方公尺。竹林樣區則係計算竹材單位面積支數，如屬竹木混淆者並另行計算林木材積，總計事業區內有 138 個竹林樣區、事業區外有 388 個竹林樣區，竹林樣區分為單桿狀竹及叢生狀竹 2 類，單

桿狀竹每公頃平均有 14,929 支，而叢生狀竹每公頃平均 10,618 支。

表 4-5：各林型主要樹種單位面積蓄積

	樣區數	材積(m ³ /ha)	標準誤差(m ³ /ha)
天然林			
針葉樹林型	241	499.65	31.08
鐵杉林	67	606.86	72.44
冷杉林	47	426.94	49.63
雲杉林	13	657.48	64.23
天然檜木林	37	746.63	93.52
天然松類	70	271.04	24.39
其它針葉林	7	379.48	122.26
針闊葉樹混淆林	113	486.28	39.20
闊葉樹林型	2073	198.95	4.07
人工林			
針葉樹林型	153	318.05	18.58
檜木人工林	26	320.43	49.64
肖楠人工林	4	86.18	32.35
松類人工林	29	296.31	25.26
杉木人工林	17	222.57	25.99
柳杉人工林	72	388.89	37.43
臺灣杉人工林	3	258.11	56.92
其它人工針葉林	2	230.71	111.09
針闊葉樹混淆林	75	287.77	25.57
闊葉樹林型	135	147.66	15.83
臺灣檫人工林	7	193.15	152.34
樟樹人工林	5	76.60	27.85
相思樹人工林	65	171.06	27.25
光臘樹人工林	7	147.35	18.79
其它闊葉人工林	51	146.20	17.52
竹林			
單桿狀竹	230	14,929 支	3,261
叢生狀竹	296	10,618 支	3,914
竹木混淆林	314	67.1	14.06
合計	3,648	227.9	4.6

表 4-6：六大竹種單位面積支數

	小樣區數	單位面積支數(桿/公頃)	標準差
桂竹	1,239	16,148	2,873
孟宗竹	249	8,864	1,285
長枝竹	226	21,500	7,065
荊竹	136	10,344	2,071
綠竹	376	7,088	3,640
麻竹	292	6,872	1,206

(二) 森林林型及主要樹種蓄積

各林型總蓄積係依據前述各林型單位蓄積乘上林型面積累計而得，臺灣地區森林總蓄積量約為 5 億 2 百萬立方公尺，其中天然林之蓄積量有 4.29 億立方公尺，佔 85.6%，天然針葉林 1.03 億立方公尺，天然闊葉林有 2.69 億立方公尺；人工林總計有 6,449 萬立方公尺，佔 12.8%，人工針葉林有 2,947 萬立方公尺，人工闊葉林有 1,979 萬立方公尺(詳表 4-7)。

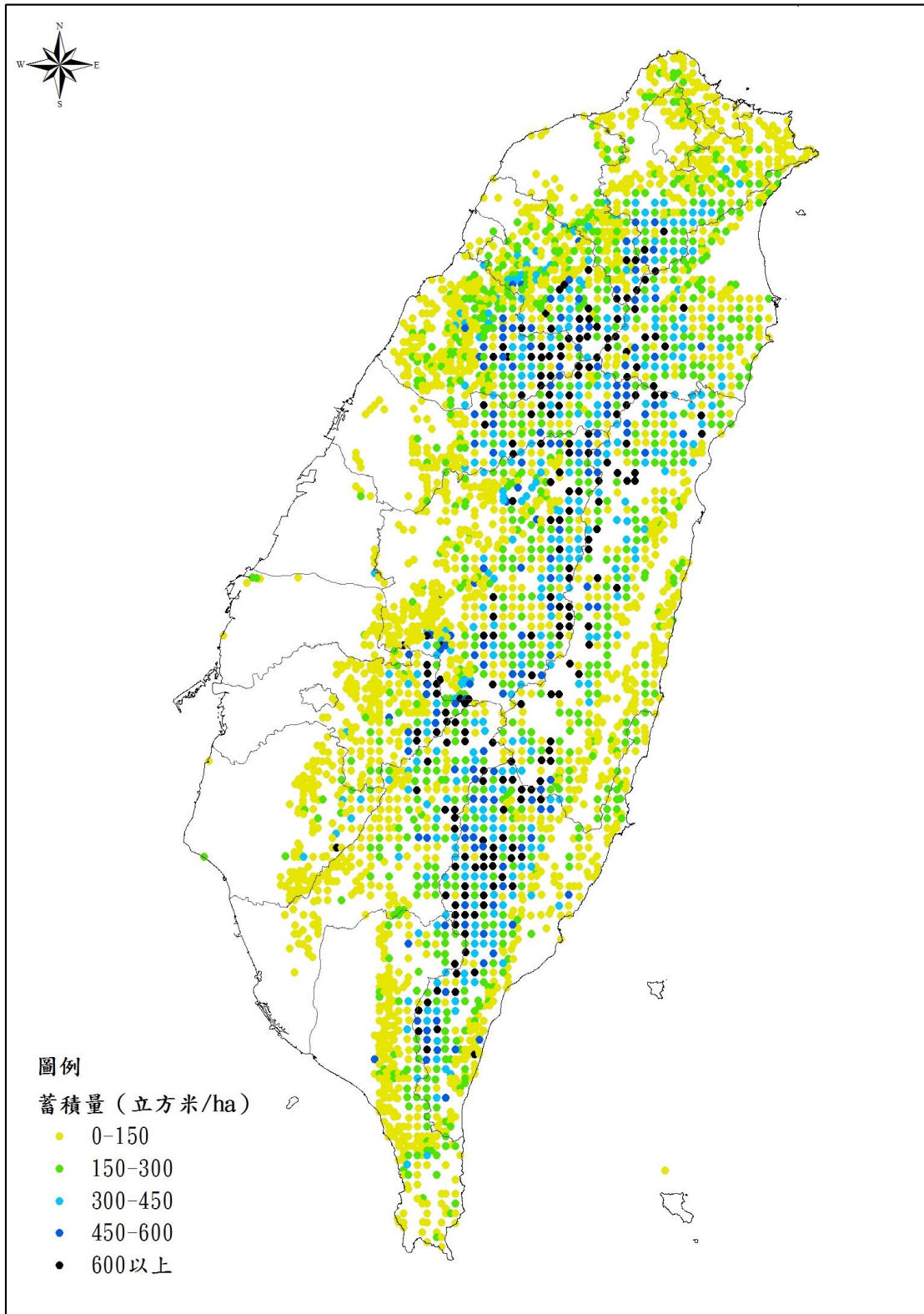


圖 4-11：地面樣區單位面積蓄積分布圖

表 4-7：森林林型及主要樹種總蓄積量

林型分類	總蓄積(單位:千方公尺)
天然林	429,525
針葉樹林型	103,070
冷杉林	11,562
鐵杉林	44,834
雲杉林	6,191
天然檜木林	22,189
天然松類	17,176
其他天然針葉林	1,118
針闊葉樹混淆林	57,581
闊葉樹林型	268,874
人工林	64,491
針葉樹林型	29,474
檜木人工林	5,740
松類人工林	7,940
杉木人工林	1,658
柳杉人工林	11,882
其他針葉人工林	2,254
針闊葉樹混淆林	15,226
闊葉樹林型	19,790
竹木混淆林(木)	8,018
總計	502,034

(三)各縣市森林蓄積

以各縣市行政轄區套疊分析，花蓮縣森林總蓄積量最高，為 98,531,307 立方公尺，其次為南投縣的 77,951,990 立方公尺，再其次為台東縣的 65,281,372 立方公尺。

表 4-8：各縣市林型蓄積（單位：立方公尺）

加總	針葉樹林型	針闊葉樹混淆林	闊葉樹林型	總計
新北市	3,097,745	3,510,545	25,197,897	31,806,187
台北市	17,310	16,986	1,282,011	1,316,306
桃園縣	973,292	839,066	6,553,348	8,365,705
台中市	16,373,579	5,719,870	11,293,276	33,386,725
台南市	53,163	2,787	6,041,857	6,097,808
高雄市	10,850,247	3,828,267	22,084,342	36,762,855
宜蘭縣	8,130,432	6,005,938	26,064,388	40,200,757
新竹縣	7,373,417	4,041,729	12,068,686	23,483,832
苗栗縣	8,309,400	3,718,687	15,606,434	27,634,521
彰化縣	13,195	33	1,760,365	1,773,593
南投縣	30,055,556	13,040,346	34,856,089	77,951,990
雲林縣	41,510	13,629	1,514,983	1,570,122
嘉義縣	2,309,730	873,485	9,126,568	12,309,784
屏東縣	503,395	425,633	29,993,684	30,922,712
台東縣	10,736,072	7,268,727	47,276,573	65,281,372
花蓮縣	29,747,368	20,547,839	48,236,100	98,531,307
澎湖縣	3,948	10,056	631,165	645,169
基隆市	9,455	64,885	1,672,415	1,746,756
新竹市	358	-	501,324	501,682
嘉義市	4,652	75,804	91,078	171,533
金門縣	55,450	-	1,243,916	1,299,366
連江縣	-	-	274,052	274,052

(四) 竹類森林資源

臺灣本島之各縣市均有竹林之分布，以本次調查之林型分類結果，竹類純林(竹類佔 80% 以上)有 112,549 公頃，及竹木混淆林(竹類佔 20% 以上)有 114,900，合計 227,449 公頃，惟本小節將竹類資源獨立討論，爰比照林業統計之分類方式，以竹類佔林分 50% 以上者均視為竹林，如此臺灣全島竹林面積計有 183,330 公頃，推估竹材的蘊藏量約有 15.8 億支。從各縣市別視之(表 4-9)，以嘉義縣面積 25,971 公頃、竹材推估 224,014,087 支為最多，南投縣竹林 23,952 公頃、竹材桿數 206,596,225 支次之。

表 4-9：各縣市別竹林面積及竹材桿數

縣市別	竹林面積 (公頃)	竹材桿數 (支)
新北市	11,562	99,726,916
台北市	4,892	42,198,746
桃園縣	9,495	81,898,025
台中市	4,359	37,597,591
台南市	23,307	201,037,969
高雄市	23,584	203,425,614
宜蘭縣	2,203	19,001,260
新竹縣	15,758	135,923,894
苗栗縣	18,123	156,324,919
彰化縣	1,125	9,707,394
南投縣	23,952	206,596,225
雲林縣	4,778	41,213,554
嘉義縣	25,971	224,014,087
屏東縣	1,518	13,095,539
台東縣	3,808	32,849,369
花蓮縣	7,813	67,391,016
基隆市	713	6,150,966

新竹市	255	2,200,839
嘉義市	113	978,409
總計	183,330	1,581,332,332

竹林可分為叢生狀竹及單桿狀竹兩大類，前者以刺竹、長枝竹、麻竹、綠竹為主，面積約 120,130 公頃，後者以桂竹及孟宗竹為主，面積約 63,200 公頃。全臺竹林之分布圖詳見圖 4-12。

(五) 主要林型空中材積關聯式

本次調查利用航照樣點量測資料與地面樣區蓄積量資料，建立航攝樣點各項樹冠變數之各林型材積關聯式，以利航攝調查結果推估林型蓄積。由於天然闊葉林因地面取樣數較多，不予量測航照樣點，本次調查總計量測 191,240 個航照樣點，可對應的地面樣區計有 731 個點，採用廣義的線性模式(GLM)，以不同資料集(Data set)測試地面樣區蓄積量對航攝樹冠變數進行掃描變數之測試，再分別以對數轉換的線性模式及非線性模式建立迴歸式。

結果顯示在針葉樹林型中的檜木林、松類林、鐵杉林、柳杉林以及針闊混淆林等林型，可以建立航攝樣點樹冠變數與地面樣區材積之關聯式，其中以航攝樣點的林分高為最重要的解釋變數，其次才是樹冠鬱閉度與樹冠幅寬，而主要樹種所佔的百分率(MajorP)僅在少數樹種迴歸式中具有顯著的影響，針葉樹林型比較有建立迴歸式的可能，尤其是在天然林裡。

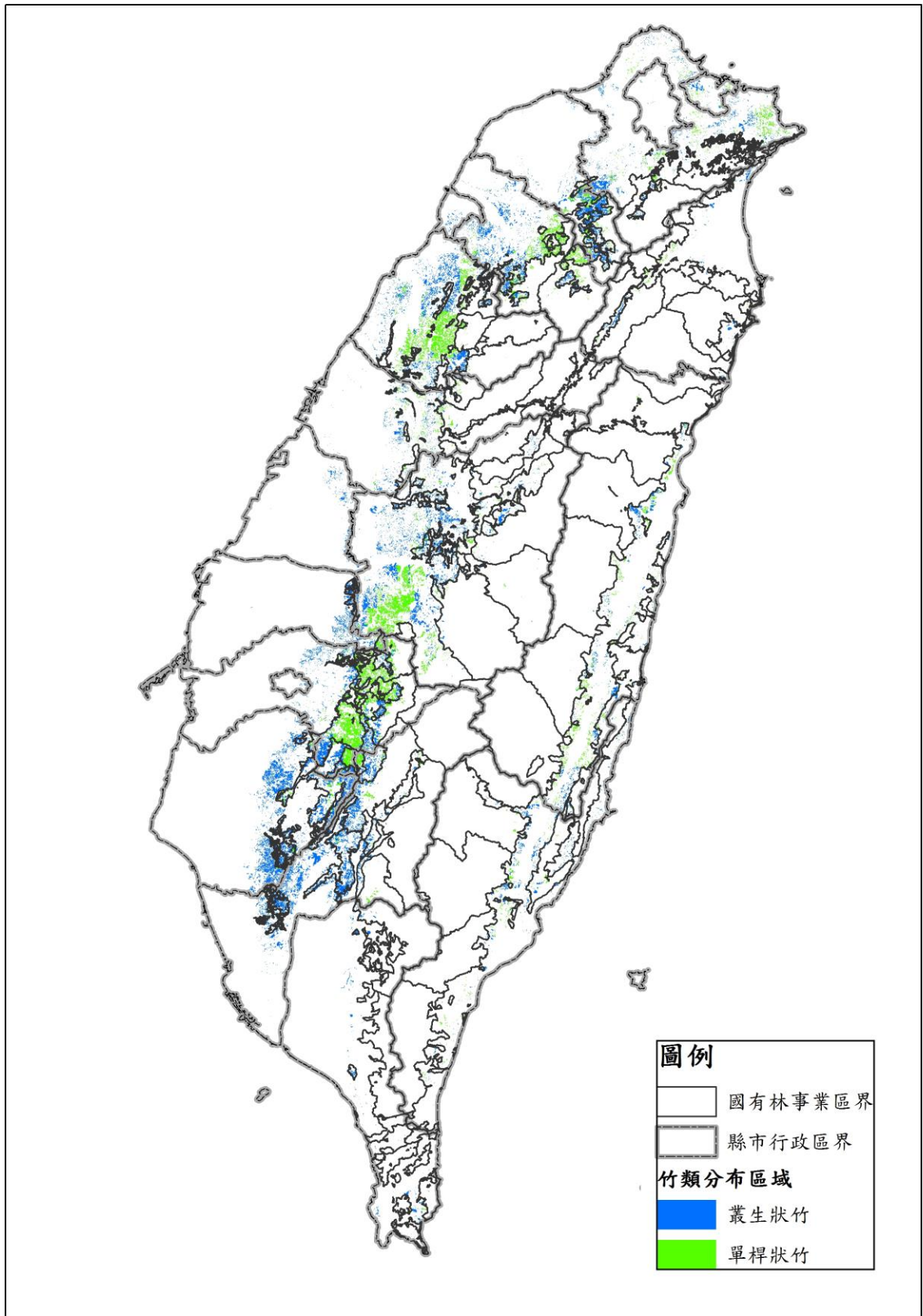


圖 4-12：全臺竹林分布區域圖

表 4-10：地面樣區蓄積量對航照樣點變數的迴歸分析結果

建立空中材積關聯式後，可藉由航照樣點量測結果，推算該樣點的單位面積蓄積，有助於將地面樣區調查之尺度，由每 9 平方公里之地面樣區取樣，擴展至每 12.5 公頃的有效範圍，透過 GIS 結合林型圖數化成果，可繪製 1/2000 比例尺支森林蓄積分布地圖(如圖 4-13)。

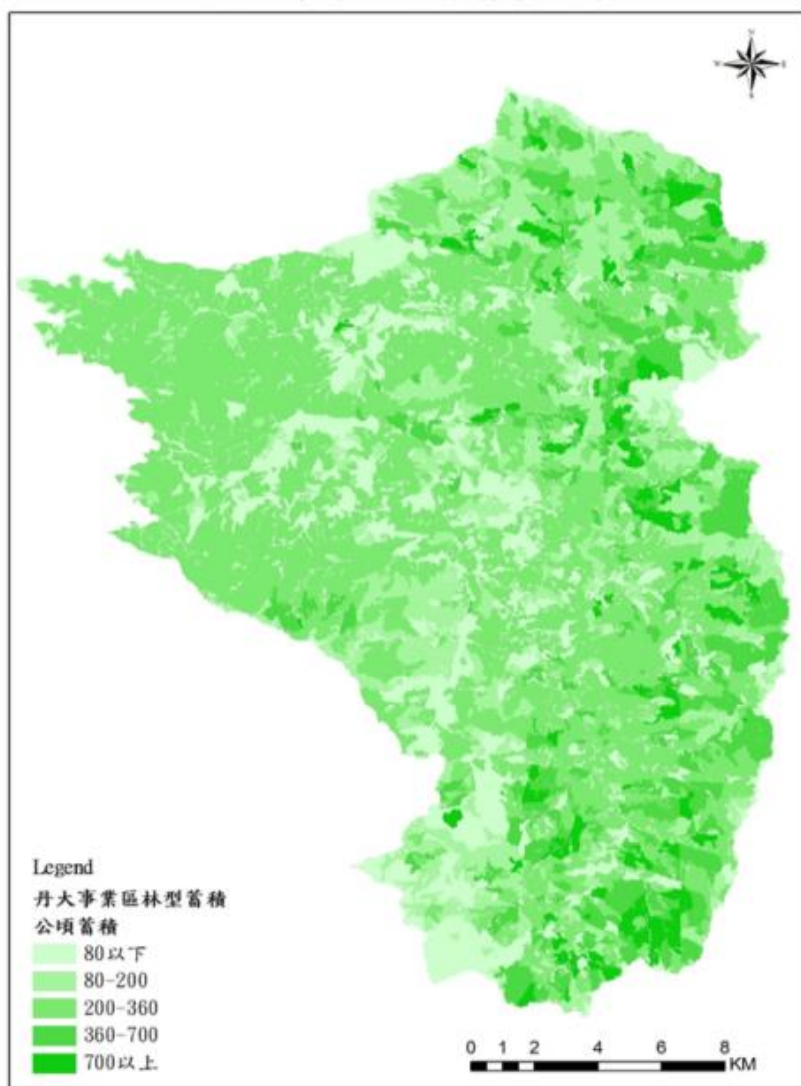


圖 4-13：丹大事業區森林蓄積分布示意圖

三、 森林碳儲存

(一) 森林總碳儲存

森林碳儲存量的計算是以地面樣區調查結果，依據「國際氣候變遷專家委員會」(IPCC)建議的公式，由樣區蓄積乘上擴展係數及轉換係數而得，相關係數採用林務局、林試所於 95~98 年對 12 種主要樹種之研究成果，計算樣區碳儲存量，再乘上林型面積。

估算結果，森林總碳儲存量轉換為 CO₂ 儲存量，為 7 億 5 千 4 百萬公噸，其中以闊葉林型最高，約佔 63%；針葉樹林型次之，佔 21%；竹林、竹木混淆林則佔 3.4%(如表 4-11)。

表 4-11：各林型 CO₂ 儲存量 (單位：萬公噸)

林 型	CO ₂ 儲存量
針葉樹林型	15,627
針闊葉樹混淆林	10,361
闊葉樹混淆林	46,899
竹林	1,463
竹木混淆林	1,078
總計	75,418

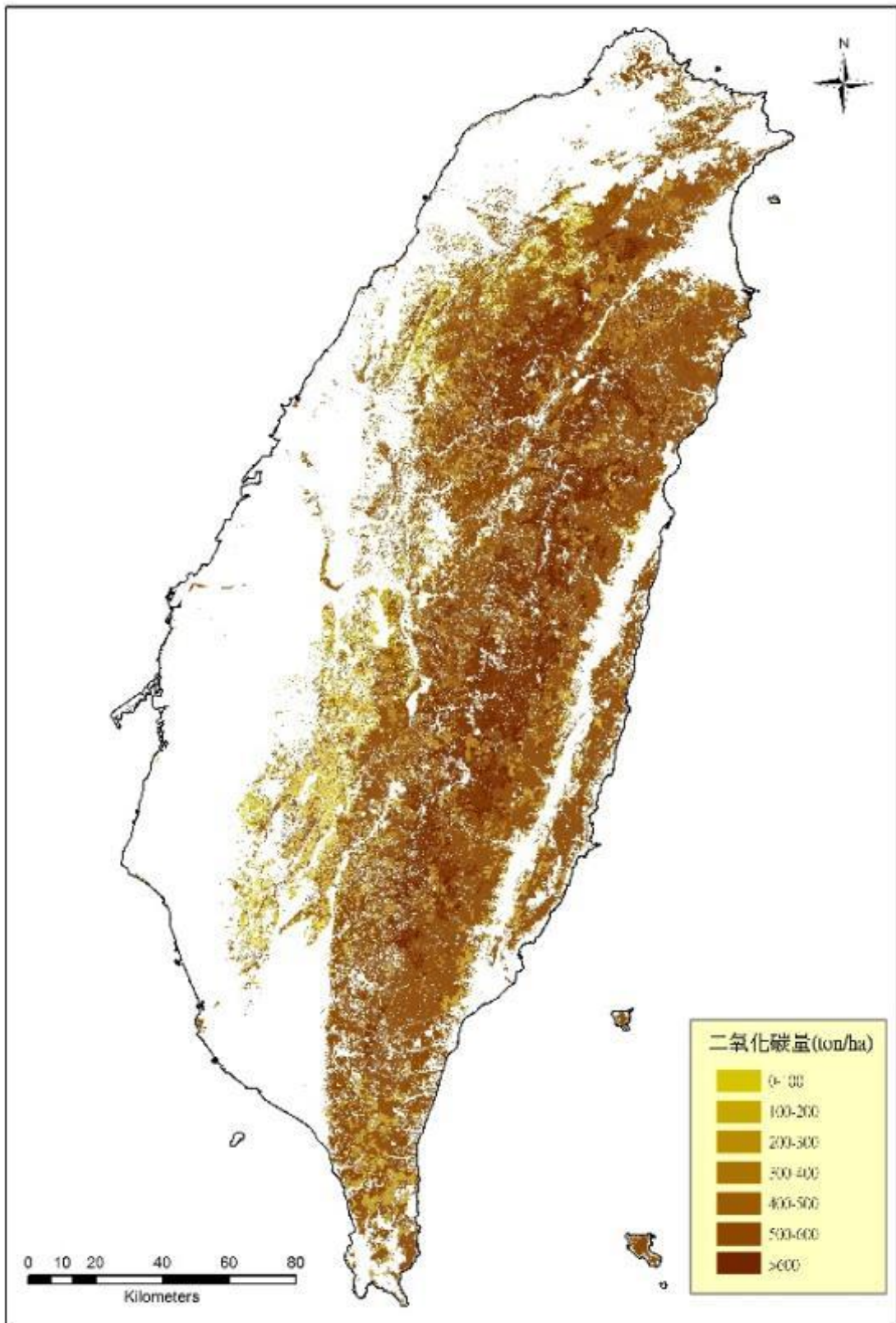


圖 4-14：全島森林碳儲存量分布圖

(二) 主要樹種碳儲存量

以主要樹種而言，鐵杉的 CO₂ 總儲存量為最高，達 4,928 萬公噸，檜木次之，為 2,399 萬公噸，闊葉樹以相思樹 357 萬公噸最高；而每公頃儲存量以鐵杉 767.1 公噸最高、檜木 715.4 公噸次之(表 4-12)。

表 4-12：主要樹種 CO₂ 儲存量

樹種	公頃 CO ₂ 儲存量 (公噸/公頃)	總 CO ₂ 儲存量 (萬公噸)
冷杉	483.4	1,187
雲杉	686.6	627
鐵杉	767.1	4,928
檜木	715.4	2,399
松類	352.1	2,136
柳杉	452.1	647
杉木	421.2	244
相思樹	477.4	357
臺灣檫	452.2	23
光臘樹	313.6	17

第五章：森林資源變遷、與世界各國比較及總結

一、森林資源變遷

(一) 森林總面積

與歷次全國森林資源調查結果比較，森林面積之變遷如圖 5-1，由於第 1 次調查到第 3 次調查範圍均僅於臺灣本島，未擴及外島，爰第 4 次調查成果僅以本島部分之數據顯示，以利比較。自第 2 次調查以後，全島竹木覆蓋面積呈現上升的趨勢，第 3 次調查面積為 210.2 萬公頃，覆蓋率 58.53%，本次調查本島森林覆蓋面積 218.6 萬公頃，覆蓋率提高至 60.91%，森林面積增加的區位多在國有林事業區外的平地及山坡地(圖 5-1)。

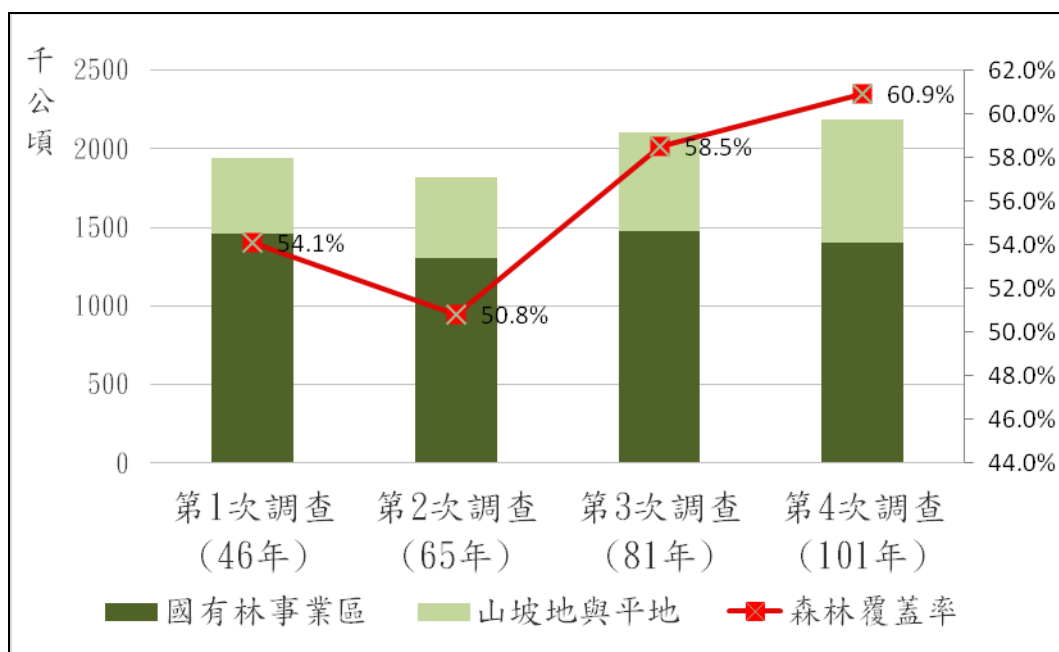


圖 5-1：歷次森林資源調查森林面積變化情形

以森林組成結構而言，天然林面積持續增加，自第 2 次調查 121.9 萬增加到本次調查 167.5 萬公頃；人工林面積則有減少的現象，本次調查較前(第 3)次調查減少約 10 萬公頃，部分人工林有逐漸退化、為次生林木入侵之現象；另外竹林亦呈現略為增加的情形，自第 2 次調查 13.3 萬公頃增加到 18.3 公頃(圖 5-2)。

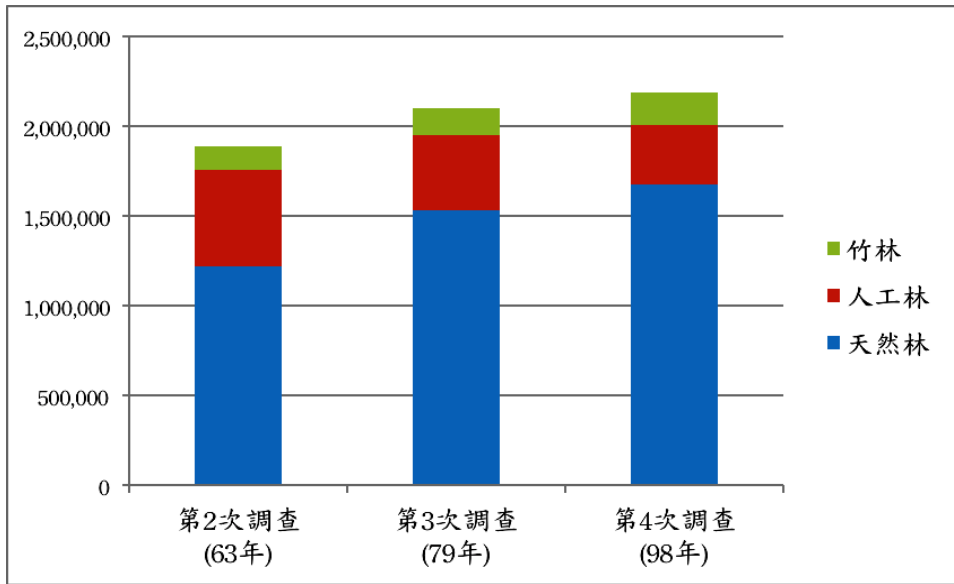


圖 5-2：歷次森林資源調查林型組成變化情形

(二) 森林蓄積

森林蓄積亦呈現上升的趨勢，從第 2 次調查 30,336 萬立方公尺增加到本次調查 50,203 萬立方公尺，本次調查較第 3 次增加 1.5 億立方公尺，約增加 40.3%。從林型組成來看，天然林與人工林總蓄積量皆呈現持續增加情形，天然林較前次調查增加 36.2%，人工林部分則較前次調查增加 85% (圖 5-3)。

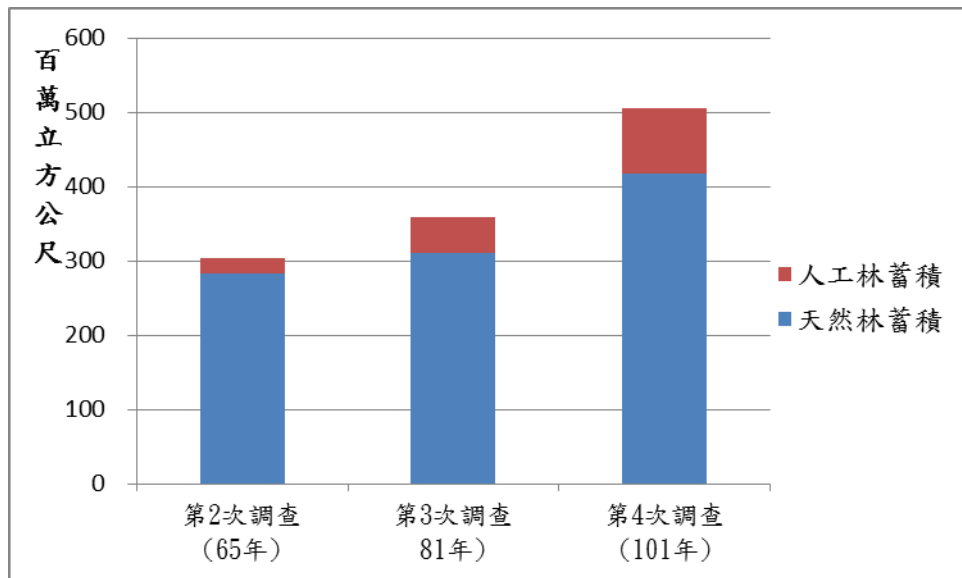


圖 5-3：歷次森林資源調查蓄積變化情形

(三) 主要林型年生長量

本次調查之地面樣區取樣位置、樣區設計均與前(第 3)次調查相同，因此藉由兩次調查間樣區蓄積量的差異，除以調查間距年數，便可計算各林型的年均生長量。各林型年均生長量結果如表 5-1 所示，天然林年均生長量平均為 2 立方公尺/公頃，人工林年均生長量為 6.8 立方公尺/公頃，人工林中又以人工針闊葉混淆林生長量最高，達 10.4 立方公尺/公頃。

表 5-1：主要林型平均年生長量

	第 3 次單位蓄積 (m ³)	第 4 次單位蓄積 (m ³)	平均年生長量 (m ³ /ha/year)
天然林	203	242.2	2.0
天然針葉林	417	499.7	4.1
雲、冷杉	391	476.9	4.3
鐵杉	599	606.9	0.4
檜木	598	746.6	7.4
其他針葉林	218	379.5	3.1
混淆林	285	486.3	8.6
闊葉林	127	199.0	3.6
人工林	113	248.4	6.8
人工針葉林	156	318.1	8.1
人工混淆林	61	287.8	10.4
人工闊葉林	80	147.7	4.3
竹林(竹林內林木蓄積)	4	76.0	3.6

(四) 森林碳匯

碳匯是指從空氣中清除二氧化碳的過程、活動、機制，它主要是指森林吸收二氧化碳的能力，相較於碳儲存量而言，碳匯一般是指單位時間內(如一年內)森林吸收二氧化碳的總量，可視為一定期間內的森林蓄積增加量，

在 IPCC 指南建議的計算方式，除了估算森林面積擴展所增加的量外，尚包括林地維持為林地的自然生長量，以及須扣除森林轉變為其他土地利用型態所造成的損失量。

從兩次調查的成果統計中，可獲得森林面積增加的數據以及林木蓄積的年生長量，可據以估算「其他土地轉變為林地」及「林地維持為林地」所增加的蓄積量，再乘上活動係數即可得到碳匯數據，另外需再扣除依據林業統計發布的森林災害面積所估算的損失量，即為森林碳匯清冊數據。估算結果，我國自 1993 年至 2013 年每年森林碳匯量(亦即二氧化碳移除量)約 1700~2100 萬公噸(如圖 5-4)。

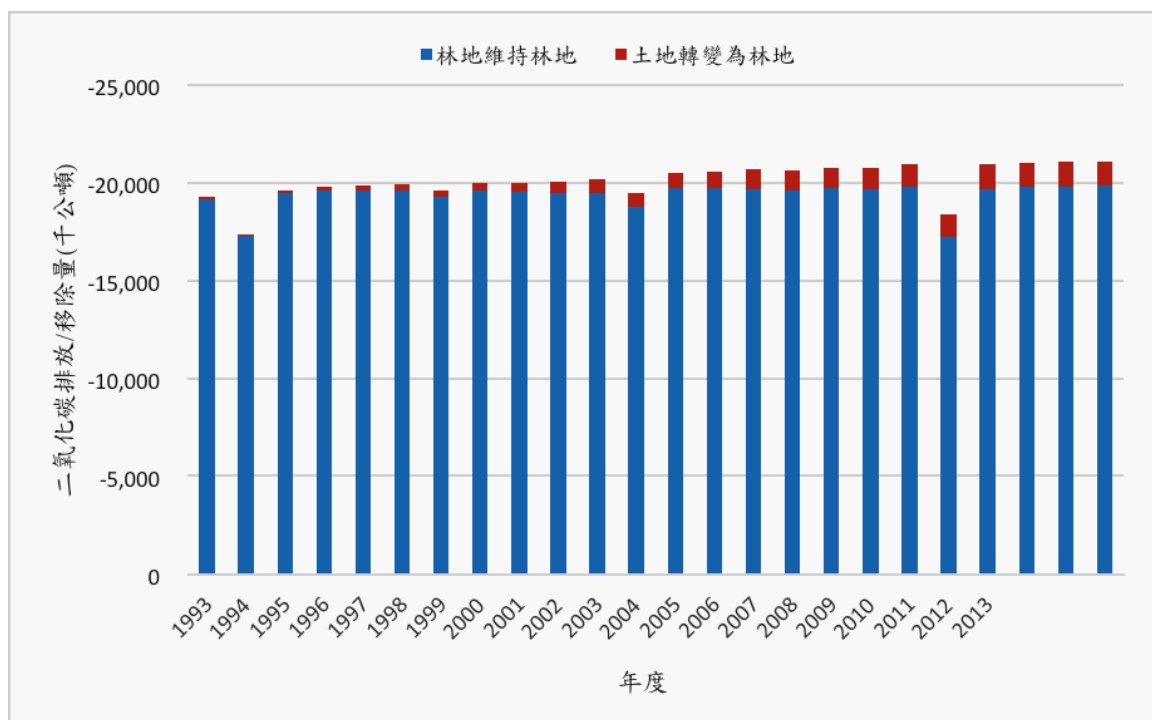


圖 5-4：我國森林資源之每年二氧化碳移除量(碳匯量)

二、與世界各國比較

世界糧農組織 FAO 於 1990 年起即定期(5 年)發布全球森林資源評估報告(Global Forest Resource Assessment, FRA)，藉由聯合國專家團隊蒐集

彙整各國資訊，評估全球森林資源狀況，最近一次是 2010 年發布的 FRA 2010，由其揭露的森林資源相關數據指標，可得知我國森林資源於世界各國之地位。我國因土地幅員的限制，森林面積總量或蓄積總量雖不高，然而如從森林覆蓋率或單位面積的蓄積等指標來看，我國森林資源在世界各國的排名係於前四分之一強。

(一) 森林覆蓋率及人均森林面積

我國森林覆蓋率為 60.7%，是全球平均值 30.3% 的 2 倍之高，於世界各國排名第 33 名；在亞洲地區國家排名第 7 名，僅次於日本、不丹、南韓、寮國、馬來西亞等國。但因我國地狹人稠，人均森林面積僅 0.092 公頃，遠低於全球平均值 0.624，亦低於中國大陸的 0.145 及日本的 0.195 公頃。

(二) 原生林及保護森林比例

依據 FAO 的定義，原生林(Primary Forest)係指沒有明顯人類活動跡象，及生態演替過程未受顯著干擾的森林，我國原生林佔總森林面積之比例達 51%，於世界各國排名第 26 名，在亞洲國家排名第 5，較中國大陸 6%、日本的 19% 為高。受保護森林定義為：「透過法規或政策工具，指定森林的用途為保護生物多樣性、水土保持、保存景觀價值或其他防護功能等」，國內採計位於國有林自然保護區、國土保安區、野生動物重要棲息環境、自然保留區、保安林、國家公園範圍之森林，受保護森林比例達 52%，於世界各國排名第 19 名，居於亞洲國家之首位。

(三) 每公頃蓄積

我國森林平均每公頃蓄積量達 228 m³，於世界排名第 19，僅次於德國的 315 m³ 及巴西的 243 m³，並居於亞洲國家首位，較日本的 170.5 m³ 及中國大陸的 89.7 m³ 高出許多。

表 5-2：全球與各主要國家森林資源狀況

區域/國家	森林覆蓋率		人均森林面積		原生林比例		受保護森林比例		公頃蓄積	
	%	排名	公頃/人	排名	%	排名	%	排名	m3/ha	排序
全球	30.3	-	0.624	-	-	-	-	-	109	-
臺灣	60.7	33	0.092	183	51	26	52	9	228	19
中國大陸	20.3	139	0.145	144	6	83	12	72	89.7	108
日本	68.2	18	0.195	126	19	55	53	8	170.5	46
南韓	63	25	0.13	149	48	29	-	-	97	72
加拿大	33.6	91	9.721	5	53	15	8	86	106	83
美國	33.1	95	1.033	50	25	46	10	79	155	59
澳大利亞	21.3	137	8.135	6	3	94	18	53	-	-
瑞典	66.9	20	3.064	26	9	73	5	100	119	79
德國	31.7	100	0.134	148	0	112	25	34	315	6
巴西	62	29	2.71	31	92	4	17	55	243	16

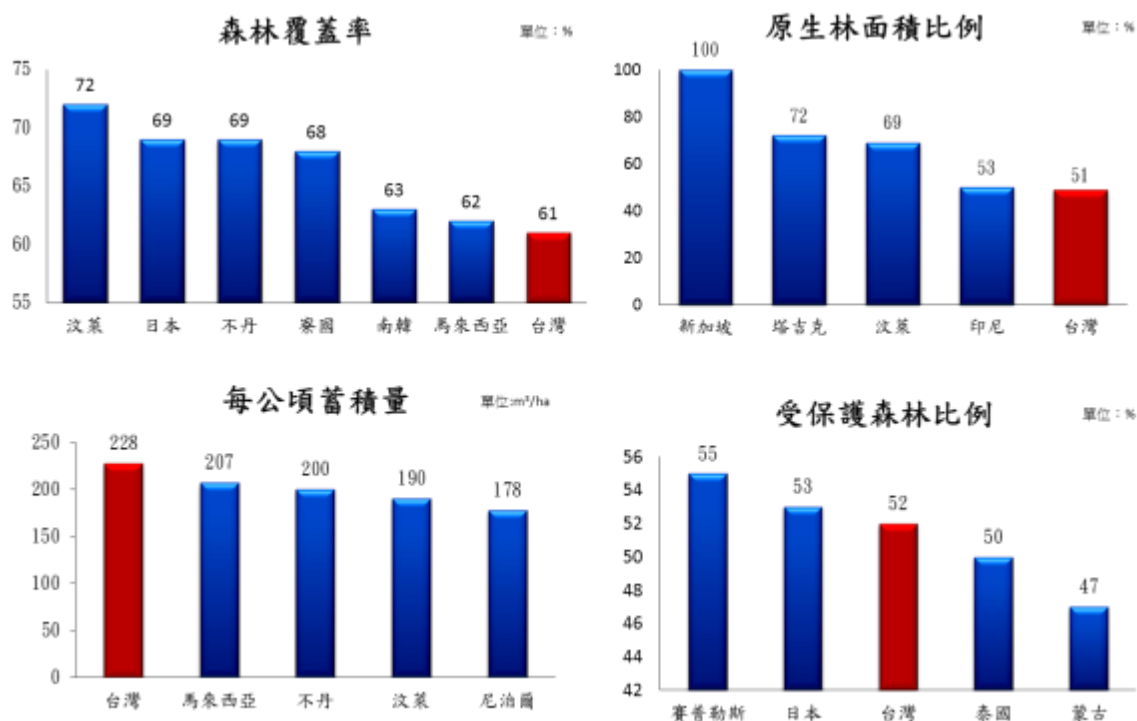


圖 5-5：亞洲國家森林資源排名(上左：森林覆蓋率、上右：原生林面積比例、下左：每公頃蓄積量、下右：受保護森林面積比例)

三、 總結與檢討

(一) 全國森林資源持續增加

本次調查全國森林覆蓋面積與前(第3)次調查比較,增加約8萬多公頃,覆蓋率從58.5%提升為60.7%,主要增加區位在國有林事業區外之山坡地與平地,顯示林務局從85年推動全民造林,以及從91年推動平地景觀造林以來,已呈現有相當的成效;另一方面,水土保持法自83年完成立法後,山坡地開發之管制亦趨於嚴格,對於森林覆蓋率的提升均有正面的助益。在森林蓄積部分,總蓄積量較前(第三)次調查增加1.5億立方公尺,增加40.3%,整體來說,森林資源在面積與蓄積都是持續提升的狀態,惟面積增加已趨緩,由於我國地狹人稠的先天條件下,可供新植造林土地極為有限,因此未來對於森林資源的經營重點,應從量(面積)的擴展轉變為質(蓄積)的提升,強化現有造林地撫育工作,提高森林的質量,亦可提升碳匯的功能。

(二) 人工林合理化經營

與前次調查成果相較,人工林整體面積減少,尤其在國有林事業區之人工林較前次調查減少8.3萬公頃,顯示部分人工林已有退化、劣化現象,漸為次生林所取代,檢討其原因可能係因近年來林業政策轉變以保育為重,部分林道已崩塌毀壞不再行維護,使人工林缺乏適當的撫育措施。林務局已依據本次調查為基礎,就逐筆造林地展開進一步的盤點清查,據以研擬合理化經營措施,期能在兼顧國土保安及生態保育的原則下,推動人工林產業再生、創造綠色經濟。

(三) 公私有林產業發展

現有公、私有林地面積約有 14 萬 4 千多公頃，如再加上以設定地上權，但尚未完成所有權移轉的國有原保地，約有 26 萬 8 千公頃林地可視為廣義的公私有林，然而調查成果顯示，目前土地使用現況為人工林或竹林者，僅約 9 萬餘公頃，顯示實際從事林產業經營之面積比例未達三分之一，因此，如何輔導林農從事林產業經營，創造適當的經濟誘因，並能兼顧國土保安之前提，是將來林產業應積極面對的課題，可透過推動精緻與高附加價值林產品研發、發掘具特色及發展潛力的重點產業、以及透過林業合作社組織等，促進公私有林產業發展。

(四) 混農林業推動

本次調查在林地以外之山坡地，森林覆蓋率仍達 36%，經套疊地籍資料顯示，山坡地之農牧用地現況為竹木覆蓋，而未實際從事農作使用者達 17 萬公頃，佔山坡地農牧用地面積之 38.5%，其中可能包含廢棄農耕地逐漸演替為次生林者，或實際於農牧用地從事竹木產業經營者。由於國際上結合林業與農業施作方式的混農林業已漸受到重視，此種經營方式被認為可兼顧環境永續與農民生計，然而在國內，農業行為欲於林地施行，除了有國土保安疑慮外，尚有森林法及山坡地保育利用條例等法規面限制需待突破，而農牧用地實施林業經營係屬降限使用行為，未違反土地使用管制法規，因此現況為竹木覆蓋之農牧用地，應可作為混農林業優先推動施行之區域，使農業生產多元化，創造更高利潤、更多產量、更加環保的永續農業經營模式。

第六章：成果更新維護及應用

森林調查的成果雖能反映調查當時現況，然而若無適當之後續複查規劃，其資料將隨時間進展漸與真實狀況脫節，而使其成效及應用價值大為縮減。目前國內有關森林資訊來源，包括有以全島尺度進行的全國森林資源調查、針對國有林事業區經營需要，以各事業區為單元所進行之檢訂調查、以及為瞭解林木生長狀況所進行之森林永久樣區調查，各依其調查目的與尺度而有不同，在本次推動全國大規模調查後，應同時思考後續資料的更新與維護機制，並就既有相關調查之優缺點予以適當整合，以建立更符合需求的森林監測體系。

參考國外的森林資源調查演變歷程，均已從時段性的調查轉為逐年持續性的調查方式，建立森林環境監測體系，例如美、日、中等國以五年完成一輪全國森林資訊的更新，因此，茲就本次調查成果，提出後續資料更新維護之規劃。

一、林型及土地覆蓋型圖之更新

林型或土地利用型圖的繪製，為森林蓄積量的估算基礎，也是土地使用變遷的依據，以往林務局對於國有林事業區之林型圖繪製，除了全國性森林資源調查外，尚有事業區檢訂調查所產出的林區基本圖，然而前者間隔約 15~20 年，後者係以事業區為單元輪替調查，每 10 年進行一次，以現行的更新頻率而言，無法適時反應土地使用現況，滿足現代資訊社會的需求；再者，因更新週期過長，雖能獲得森林資源整體變動之數據資訊，然而卻已無法追蹤掌握各筆林地發生變化的原因，達到監測目的，因此未來應朝向縮短更新頻率辦理。

本次調查已完成全島林地的林型土地覆蓋型圖，貯存於地理資訊系統

資料庫中，後續將依航攝更新作業的進程，以全島為尺度逐年就新攝取的航照影像進行前後期差異性比對，更新土地覆蓋型資訊，並記錄變遷的原因、面積等資訊，以達成森林資源監測的效果(如圖 6-1)。

由於本次調查同時記錄據以判釋之航照影像拍攝年度，可透過後端航照影像管理系統控制更新的時程、頻率，提供航攝計畫之排程建議，並可針對重點區域提高航攝更新的頻率，加強監測。依農航所現行的航攝作業能量，約 2~3 年即可取得全臺無雲的航攝影像，每年就前一年度新攝取的航攝影像進行差異比對，更新土地覆蓋型圖，可使資料庫中貯放的林型(土地覆蓋型)圖資維持更新，並獲取土地利用變化的資訊。相關工作可於本次調查建置之立體林型數化平台環境下，經介面功能適當修改後即可由各林管處同步作業，並依權責區域將圖幅分配給各林管處與農航所，林管處負責所轄林區、農航所負責事業區外土地之林型圖更新工作。

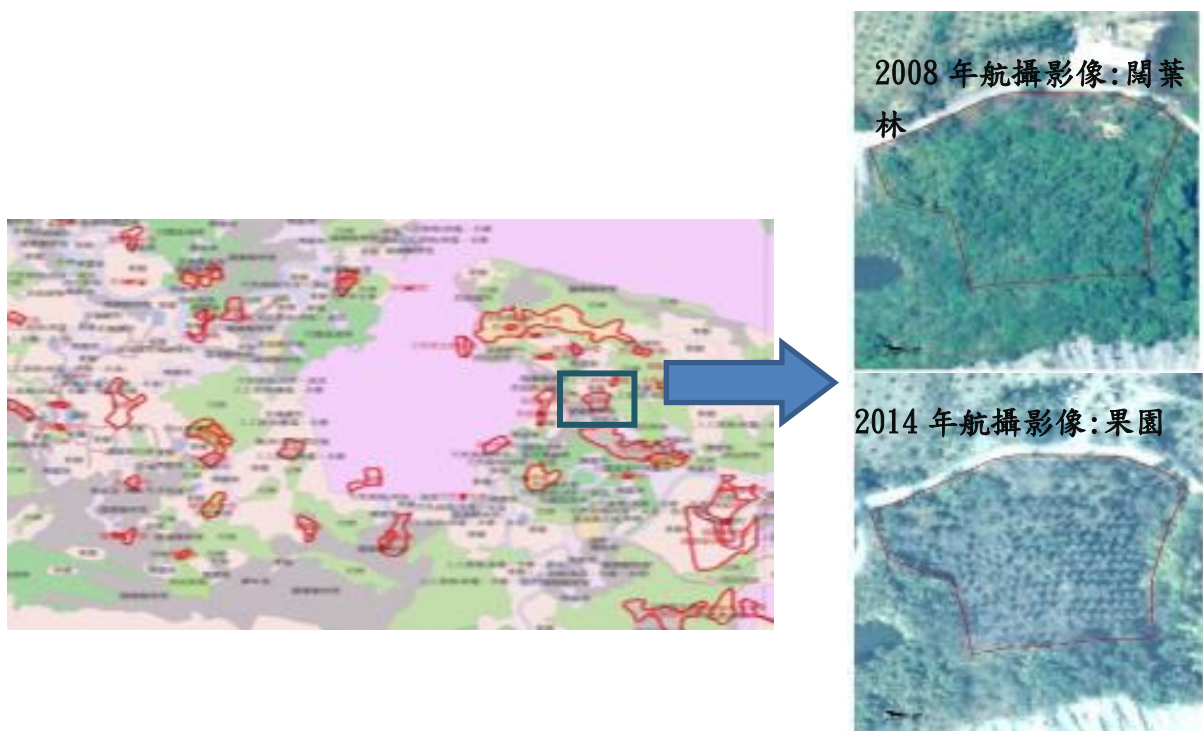


圖 6-1：更新時就前後期影像進行差異性比對，找出影像有變異的區域更新臨林型圖，如有林政案件可隨即進行後續查處，以達成監測效果。

二、 森林蓄積推估

為獲取林木生長資訊，林務局自民國 86 年起，即陸續分別於全島不同林型與海拔高度設置森林永久樣區，每 5 年複查一次，迄今獲得 2 至 3 輪之生長資訊，並已依據該資訊建立 12 種主要樹種之蓄積生長模式。然而森林永久樣區並非以系統方式取樣，容易受人為主觀影響，造成蓄積推估偏高情形，因此其最主要的價值在於累積長達 10 至 15 年連續長期的調查資料，仍是臺灣林木生長與枯死數據最完整與直接的來源，而非森林蓄積的推估。

本次調查已透過系統與雙重取樣的設計，藉由地面樣區及航照樣點的調查，分別獲得全國尺度及林分尺度的蓄積數據，將來對於森林蓄積的掌握，可運用已建立的林木生長模式進行推估，定期更新林分蓄積資料。然而連續及長期性的地面樣區調查仍有維持的必要，因目前所建立的生長模式僅基於 10 年間的觀測資料，且其調查並非以客觀的系統取樣方式為之，因此後續複查應以本次調查的系統樣區為主，原來的森林永久樣區為輔，篩選保留具代表性及成本效益的樣區為之，主要目的是持續獲取林分生長資訊，以回饋於生長模式的修正。

目前已依據樣區代表性及考量調查成本，篩選應實施複查的系統樣區計 1,376 個(約 84%)，森林永久樣區計 954 個(約 31%)，於 102 年起展開複查作業。原則上每 5 年複查 1 次，惟有 154 個樣區偏遠、調查成本較高，每 10 年複查 1 次。將來全國或區域尺度之森林蓄積，仍由系統樣區之單位蓄積結合林型面積推估，未實施複查之系統樣區則以該林型生長率估算其單位蓄積。

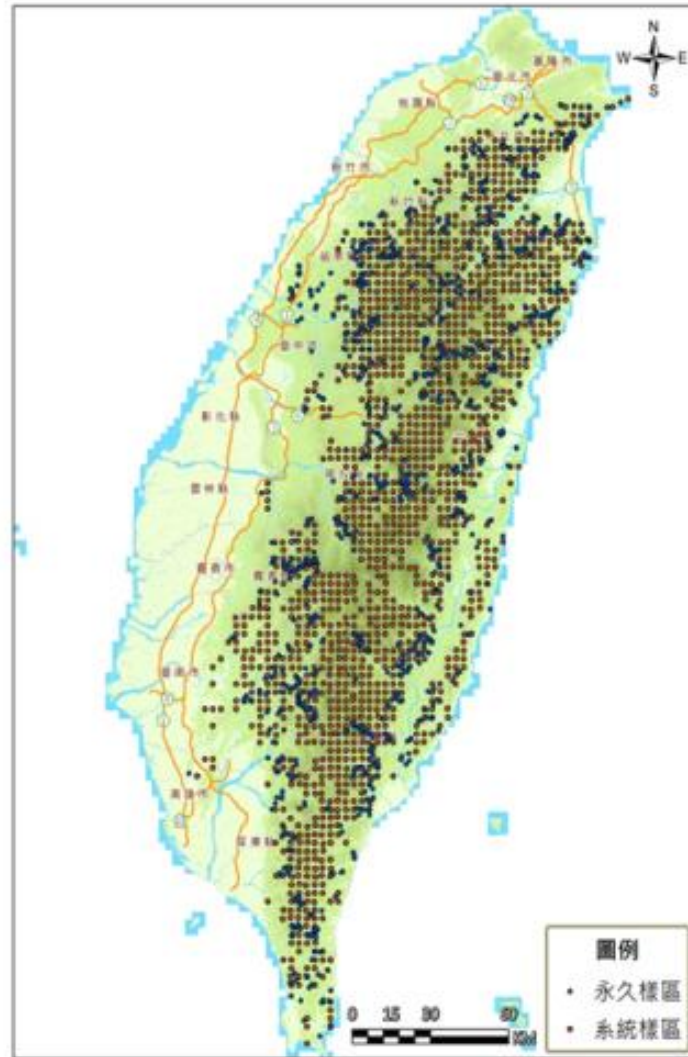


圖 6-2：應持續實施複查之系統樣區與森林永久樣區分布圖

三、 統計報告與資訊揭露

包括美國、日本、中國大陸等國家及聯合國糧農組織(FAO)，均已採每 5 年發布一次森林資源狀況報告，而我國以往森林資源調查報告之發布週期間隔達 15 年以上，更新頻率已未能滿足現代資訊社會之需求。在本次調查之後，透過地面樣區持續性的複查，以及林型圖不斷的更新，可將對外發布報告之頻率縮短為 5 年，俾與國際接軌、同步比較。

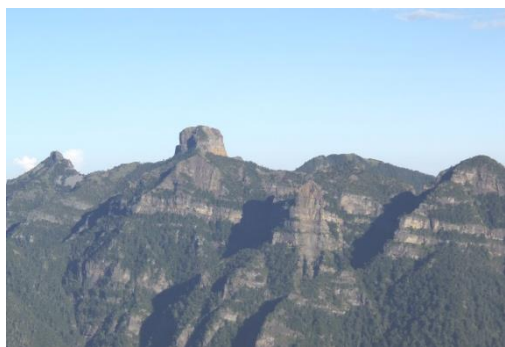
國有林事業區部分，將與暨有事業區檢訂作業結合，由各林管處以 5

年為週期，發布林區暨各事業區森林資源狀況之統計報告，取代現行事業區檢訂調查報告，內容應包括森林/非森林土地利用型變化及原因分析、森林蓄積與碳匯、森林生長量、人工林資源概況等，並透過林型圖現況的比對，檢討前期經營計畫的內容，例如造林撫育、崩塌地復育、林政管理、租地補償收回等業務的執行成效，是否有達成原訂目標等，作為下期經營計畫擬定的依據。未來全國森林資源資訊之揭露，可參考 FAO 全球森林資源評估報告項目的重要指標進行發布，並依據本次調查資料分析經驗，將各項森林重要指標分析工作模組化，從調查資料輸入到統計成果產出，計算方式均有固定的樣板可依循，每 5 年定期發布全國森林資源狀況報告，與國際森林資源資訊的揭露相互接軌。

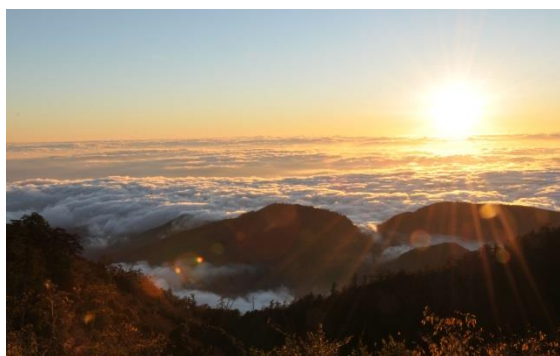
四、 結語

森林是台灣陸地最大的生態體系，孕育著豐富與多樣的生物多樣性，也是最大的碳匯（Carbon Sink）所在，森林資源的掌握與監測莫不為世界各國所重視，聯合國農糧組織(FAO)每五年均定期發布世界森林資源的評估報告。我國以往森林資源調查間隔過久，除了不利國內森林資訊掌握外，亦無法與國際接軌。台灣以往在數值航照及衛星遙測等技術上，已累積了相當的基礎，透過本次調查之成果更新維護機制，能建立有效的森林長期監測體系，將森林資源調查轉變為持續性、常態性的工作，除了確保相關資訊可維持更新，並與國際相互接軌外，亦可有利於相關調查技術之傳承。

一、森林與山岳景觀



大霸、小霸及東霸尖山稜線(新竹處)



中央山脈上的日出雲海(花蓮處)



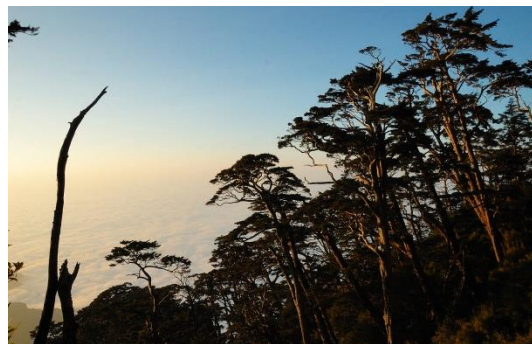
丹大山區松樹成林的松雲谷(南投處)



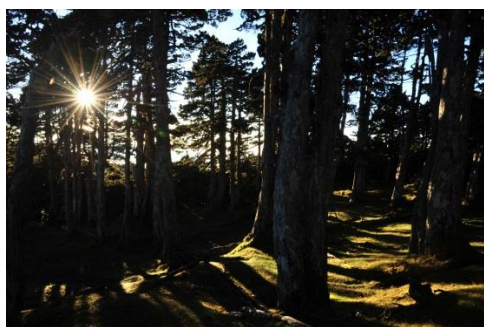
丹大東溪峽谷(南投處)



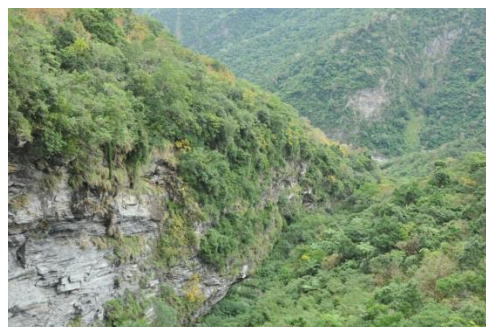
北大武山東側的鐵杉純林(台東處)



北大武山的鐵杉林(屏東處)



玉山圓柏純林(南投處)



瓦拉米步道之美景(花蓮處)



秀姑坪盛開的高山杜鵑(南投處)



卑南主山東稜上轉紅葉的巒大花楸(台東處)



奇萊主峰前亮麗的草坡(花蓮處)



延平事業區中海拔闊葉林(台東處)



東郡與東巒大山(南投處)



東郡與東巒大山(南投處)



美麗的高山湖泊_七彩湖(南投處)



能高安東軍山的稜線草坡(南投處)



針葉樹林型之冷杉林(花蓮處)



針葉樹林型針葉樹混淆林(羅東處)



針闊葉混淆林(南投處)



馬博橫斷群山(南投處)



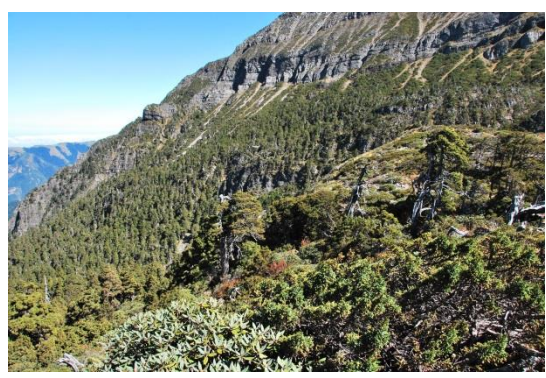
高大的臺灣杉原生樹(台東處)



清澈的卡社溪溪水(南投處)



雪山圈谷及 369 山屋(新竹處)



森林界線上緣的圓柏及冷杉混淆林(東勢處)



相原山隱密的高山湖泊(台東處)



聖稜線西側的白木林(東勢處)



調查隊行經雲霧中的嘉平林道柳杉造林(羅東處)



鎮西堡檜木及闊葉混淆林(新竹處)



險峻的黑色奇萊稜線(花蓮處)



大鬼湖(台東處)

二、調查過程



小心翼翼地崩塌地上踩出踏足點(花蓮處) 目睹八八風災被崩塌地撕裂的山林(屏東處)



在森林下拉起外帳就地而睡(東勢處)



在溪谷中攀登吊掛背包(台東處)



在溪邊露宿集炊食(台東處)



在廢棄林道上取芒草鋪地而睡(花蓮處)



行經清水山岩稜(花蓮處)



車行至林道盡頭準備晚餐(新竹處)



於馬洋池畔宿營(新竹處)



爬山涉水是家常便飯-恰堪溪(花蓮處)



冒險橫越湍急溪流(羅東處)



南湖五岩峰上臨深履薄小心翼翼(羅東處)



徒步行經已廢棄的大鹿林道西支線(新竹處)



回家路迢迢 (台東處)



缺水的稜線用帆布集雨水喝(花蓮處)



馬利加南山屋直升機空投運補情形(南投處)



馬利加南山頂合照(南投處)



累到只能就著松針而睡(花蓮處)



循著溪溝準備上攻稜線峭壁(花蓮處)



揹負重裝攀越峭壁(南投處)



腐朽的嵐山地鐵



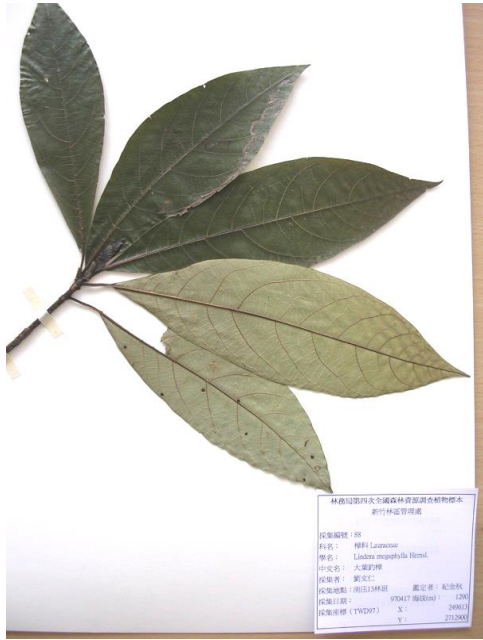
戰戰兢兢地行走於已廢棄的哈崙山地鐵道(花蓮處)



調查隊員以人身確保橫越溪流(南投處)



需揹負繁重的糧食裝備深入山區進行調查



製作植物標本(新竹處)



調查樣區內林木胸徑生長情形



攀岩溯溪是基本技能(花蓮處)



調查隊量測樣區內的林木(南投處)



在卑南東稜上同舟共濟(台東處)

