

黃蝶翠谷自然保護區劃設及經營管理分區規劃委託研究計畫

中文摘要

屏東林區管理處旗山事業區之 46 至 52 林班，為雙溪谷地，位處玉山山脈尾段與中央山脈南端夾峙之河谷平原，具有獨特的生態地理區位，動植物生態豐富。本計畫依據計畫區之生態資源與棲地重要性，以地理資訊系統，結合生物資源資料進行自然保護區分區規劃。研究結果核心區主要位於旗山事業區 49 林班，面積共 271.02 ha，緩衝區位於 48、49 及 50 林班，面積共 1150.19 ha，其它區域則規劃為永續利用區，面積為 1383.97 ha。計畫中並依照分區規畫結果，整合自然保護區周邊社區及資源，擬定並完成自然保護區「綱要規劃書」與「經營管理計畫」。

關鍵詞：自然保護區、區劃、分區規畫、自然保護區經營管理。

Abstract

The 46 to 52 compartment of Chihan Forest Working Circles that rule by Pingtung Forest District Office was Shuangxi valley, located in Yushan Mountain endian and between southern tip of the Central Mountain Range valley plain. It has rich flora and fauna, and unique ecological and geographic status. We use geographic information system and integrate biological resources data, based on the importance of ecological resources and habitat to plan and to partition the nature reserve. The results of research, the Core area was mainly located and 49 compartment, Chihan Forest Working Circle, the area was 271.02 ha. The Buffer area was located at 48, 49 and 50 compartment, the area was 1150.19 ha. Others were planned as Sustainable area, the area was 1383.97 ha. According to the zoning plan, we integrate community and other resources around nature reserve, develop and complete nature reserve outline planning and management plan program.

Keywords : nature reserve, partition, zoning plan, nature reserve management.

目錄

中文摘要	I
Abstract.....	II
目錄	III
圖目錄	V
表目錄	VII
一、前言	1
二、研究目的(含文獻回顧)	2
(一) 計畫目標	2
(二) 計畫流程	3
(三) 文獻回顧	4
三、研究材料及方法	10
(一) 林地及保護區範圍	12
(二) 自然環境及資源現況	15
(三) 土地利用現況	29
(四) 生物資源	33
(五) 人文景觀與環境現況	39
四、結果與討論	42
(一) 土地利用之適宜性分析	43
(二) 集水區分析	46
(三) 生物資源分布推測	48
(四) 土地區分分析與規劃結果	54
(五) 5 次工作會議	59
(六) 完成「黃蝶翠谷自然保護區」綱要規劃書	60
(七) 完成「黃蝶翠谷自然保護區」經營計畫書	61

圖目錄

圖 2-1 計畫流程圖	3
圖 3-1 半變異圖模式的主要特徵與參數示意圖	5
圖 3-2 套疊分析(Overlay Analysis)例圖	8
圖 3-3 具權重值之地理空間資料套疊分析例圖	9
圖 4-1 資料蒐集計畫圖	10
圖 4-2 林地位置圖	12
圖 4-3 林地位置海拔分布圖	13
圖 4-4 保護區位置圖	13
圖 4-5 鄉里圖	14
圖 4-6 山脈分布圖	16
圖 4-7 計畫區地型圖	17
圖 4-8 計畫區土壤圖	18
圖 4-9 計畫區地質圖	18
圖 4-10 計畫區域數值地形模型	22
圖 4-11 計畫區坡度圖	23
圖 4-12 計畫區坡度分級統計圖	23
圖 4-13 計畫區坡向圖	24
圖 4-14 計畫區坡向分級統計圖	24
圖 4-15 數位高程推估全天光空域之計算流程	25
圖 4-16 計畫區域全天光空域	25
圖 4-17 計畫區域水份梯度圖	27
圖 4-18 計畫區集水區圖	28
圖 4-19 計畫區租地分布圖	31
圖 4-20 46 林班租地位置圖	30
圖 4-21 47 林班租地位置圖	31
圖 4-22 48 林班租地位置圖	30
圖 4-23 49 林班租地位置圖	32
圖 4-24 50 林班租地位置圖	31
圖 4-25 51 林班租地位置圖	32

五、建議.....	63
六、參考文獻.....	64
七、附錄(含樣區、生物照片或工作情形照片).....	67
(一)期中報告意見回覆.....	67
(二) 期末報告意見回覆.....	72

圖 4-26 52 林班租地位置圖	31
圖 4-27 產業道路分布圖	32
圖 4-28 黃蝶翠谷位生態廊道示圖	33
圖 4-29 台灣 52 個重要鳥類棲息地	34
圖 4-30 計畫區聯外道路圖	39
圖 4-31 區位分析流程圖	42
圖 4-32 山坡地土地可利用限度分類統計圖	44
圖 4-33 山坡地土地可利用限度分類圖	45
圖 4-34 計畫區集水區分析圖	47
圖 4-35 計畫區集水區分析圖 3D 視圖	48
圖 4-36 白鼻心熱點分布	51
圖 4-37 山羌熱點分布	51
圖 4-38 獼猴熱點分布	52
圖 4-39 野豬熱點分布	51
圖 4-40 食蟹獾熱點分布	52
圖 4-41 鼬獾熱點分布	52
圖 4-42 松鼠熱點分布	53
圖 4-43 野兔熱點分布	52
圖 4-44 動物出現指數套疊分析結果	53
圖 4-45 保護區土地分區規劃面積百分比圖	56
圖 4-46 保護區土地分區規劃	57
圖 4-47 保護區土地分區規劃 3D 視圖	58

表目錄

表 4-1 計畫區物理環境資料表	11
表 4-2 本研究使用之環境因子定義	19
表 4-3 山坡地土地可利用限度坡度分級表	20
表 4-4 計畫區坡度統計表	20
表 4-5 計畫區坡向統計表	21
表 4-6 地形位置之判釋法則 (Whittaker, 1960)	26
表 4-7 計畫區租地造林統計表	29
表 4-8 美濃區文化資產保存法公告古蹟	41
表 4-9 山坡地土地可利用限度分類成果表	44
表 4-10 計畫區中野生動物出現指數表(OI)	49
表 4-11 保護區分區面積及百分比表	56

一、前言

屏東林區管理處旗山事業區之 46 至 52 林班，為雙溪谷地，黃蝶翠谷及雙溪熱帶樹木園總面積有 486 ha，本區位處玉山山脈尾段與中央山脈南端夾峙之河谷平原，具有獨特的生態地理區位，文獻分析及現場調查結果顯示，本區為低海拔地區生物重要棲地，當地 NGO 會之長期監測資料有鳥類 38 科 85 種，其中包括有保育類之熊鷹、八色鳥、朱鸛等及多種冬候鳥及過境鳥，為臺灣重要鳥類棲息地(Important Bird Area, IBA)之一。蝶類為本區域重要生物資源，種類豐富，有 5 科 115 種，且過去大量的鐵刀木造林使得本區蘊育密度甚高之銀紋淡黃蝶，是東南亞唯一的生態型蝴蝶谷(美濃鎮誌，1997)，為低海拔地區生物重要棲地，植物資源上，日據時代設置之雙溪樹木園，引種來自南洋群島、中南半島、澳洲、非洲與南美洲各地之樹種，具有學術、教育、觀光以及經濟上的價值。

自然生態保育工作乃以人類長遠之福祉為中心，以尋求人類之活動與其他生物及環境間之平衡關係，保存生物系之潛力及維護良好之自然環境，兼具有保護及合理利用之雙重意義，本區區域生態及景觀資源豐富而多樣，為避免不當的開發及利用，或未加以妥善規劃與管理，將使本區的生態資源產生不可回復的衝擊。鑒此，擬設置自然保護區以謀求該地區豐富資源得以永續發展。

二、研究目的(含文獻回顧)

(一) 計畫目標

本計畫將依據計畫區之生態資源與棲地重要性，蒐整黃蝶翠谷相關次級資料，以地理資訊系統所提供之各項地理資訊，結合生物資源資料，以依森林法第 17-1 條及自然保護區設置管理辦法第 2 條之規定，劃設為自然保護區，並依自然保護區設置管理辦法第 7 條之規定，「因環境特性及生態狀況，自然保護區內可畫分為核心區、緩衝區及永續利用區，以利經營管理」進行規劃研究。並完成保護區之「綱要規劃書」與「經營管理計畫」。

(二) 計畫流程

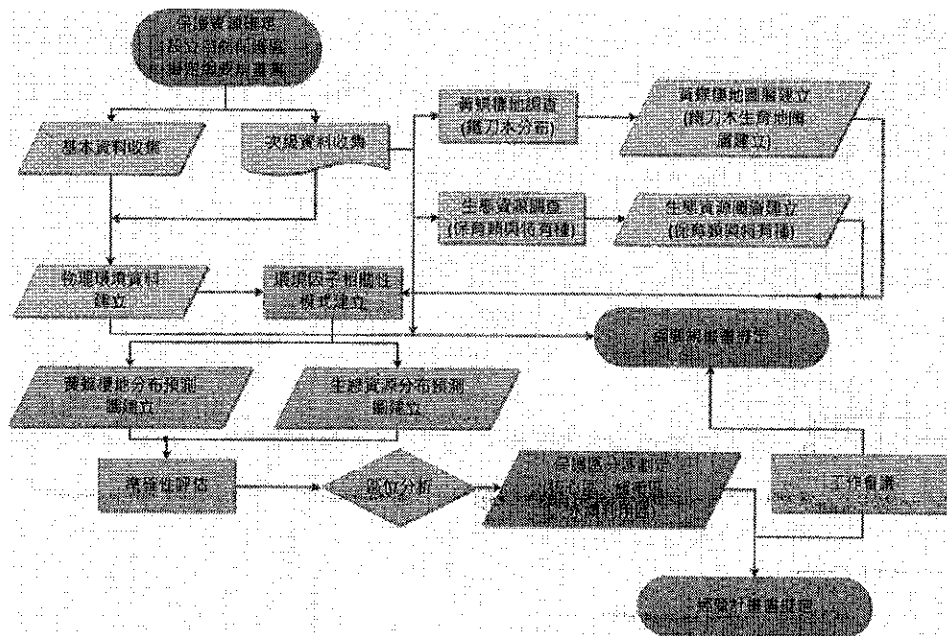


圖 2-1 計畫流程圖

(三)文獻回顧

1.生物及群落之空間分布模式推導

地理統計方法經常被使用於研究點資料之定量分析與空間模式的建立，地理統計(Geostatistics)是利用統計的理論與方法來處理及推估地理空間之未知特性及處理空間變異的科學，常見的方式包括地理統計距離反比權重法(IDW)與克利金法(Kriging method)與 GAMs 廣義加法模式，建立環境因子相關性模式，進行棲地及生物資源分布預測空間推估，建立棲地及生物資源資料分布預測圖。

(1)距離反比權重法 (IDW)

距離反比權重法針對每一個未知點的數值推估，距離反比權重法是利用它鄰近的已知點之數值來進行加權運算，所給的權重依照距離遠近來計算，其概念和物理學上的重力模式相似，公式如下：

$$F(x,y) = [\sum w(di)z_i] / [\sum w(di)]$$

其中， $w(di)$ 是權重方程， z_i 是第 i 個已知點的數值， di 是 i 點到未知點之間的距離。 $w(di)$ 的大小是由減的次方之反比來決定計算之，若採用距離的高次方之反比為權重，則未知點受鄰近資料點的影響增大。在這個內插過程中，如何選擇已知的樣本點來估算未知點的數值，是運算過程的另一個關鍵。針對這個因子，ARC/INFO 系統提供兩種選點的方式，一是決定樣本點的數目，以最鄰近的 n 個已知點作為資料來源；一是決定取樣的半徑 (r)，落在未知點周圍以：為圓周範圍內的點都被納為加權計算的樣本點。

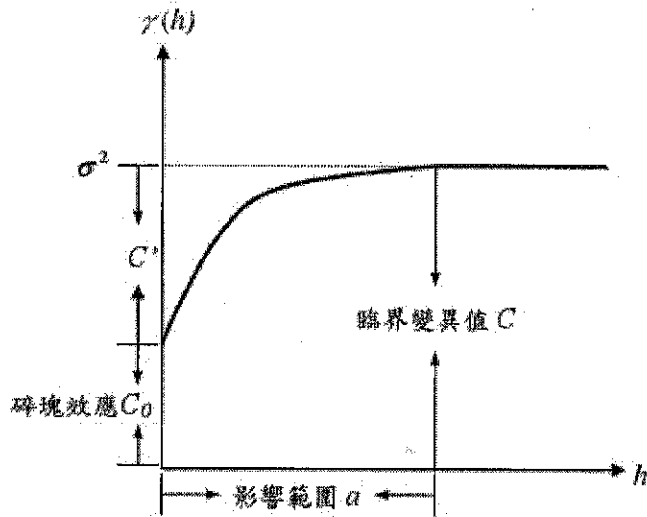


圖 3-1 半變異圖模式的主要特徵與參數示意圖 (Rahman *et al.*, 2003)

(2) 克利金法 (Kriging method) 建立樓地分布預測圖

克利金法是基於區域變化理論，經半變異圖分析(Semivariogram dependence)，得到區域化變數空間相依的結構，克利金模式為未知樣本間提供了直線加權推估，且以已知樣本位置為基礎作分析；而半變異圖為不同的距離及方位提供了關聯性的量測 (Antoaneta, 1999；Groenigen *et al.*, 1999；Grushecky and Fajvan, 1999；Nanos and Montero, 2002)。在滿足最佳線性無偏估計的條件下，以克利金法推估未採樣點的數值。

克利金法以半變異圖或半變異數 $\gamma(h)$ 來描述解釋資料的空間變異結構，提供空間變異分析和空間內插推估的統計方法，以「克利金法」的最佳線性無偏估式進行空間內插推估，其中半變異圖代表觀測資料於空間中與隨機變數間的關係，為克利金推估法之核心。進行地理統計空間變異分析時，通常會先計算樣本的空間相關性與變異數圖形，並找出最適當的迴歸曲線，利用克利金半變異圖所推導之各函數間的關係，探討不同樣點於空間上之關聯性，各參數之表示方式如圖 3-1 所示。

半變異圖具有三個重要參數，分別為碎塊效應 (Nugget effect)、臨界變異值 (Sill) 及變域或稱影響範圍 (Range)。當兩樣本間距離為 0 時，半變異數 $\gamma(h)$ 也應該為 0，但實際上由於觀測資料間並無非常近距離的 $\gamma(h)$ ，此一點不連續的現象稱為碎塊效應，其產生的原因可能是小距離發生在較小採樣間隔內的變異或是觀測值之實驗誤差，可用來解釋未知樣本於空間上之變異，是否具有空間相關性或純粹為隨機變異 (Bacchi and Kottegoda, 1995; Leeuwen et al., 1996; Nangendo et al., 2002)，半變異數 $\gamma(h)$ 會隨著距離 h 增大而增大，最後 $\gamma(h)$ 會逼近一定值，此時半變異圖曲線會成水平，此時之 $\gamma(h)$ 值稱為臨界變異值，可用來評估樣本半變異圖模擬曲線，在一定範圍內是否具有空間相依性，在一定範圍內各方向之試驗半變異圖將具有相近的臨界變異值，該值與各點間之變異性大小有關。(Treitz and Howarth, 2000; Nangendo et al., 2002)，而逼近臨界變異值所對應的 X 軸距離，稱為變域或稱影響範圍，該樣本空間隨機率函數各點間相關性將隨著距離漸增而減少，理論上若大於該一距離， $\gamma(h)$ 呈現平緩而不再增加，各方向影響範圍的不同，可由此訂出該區域空間變數之異向性，該範圍內之各樣點互相具有空間相依性 (Leeuwen et al., 1996)。

以克利金模式推估未知點資料，其最佳解指觀測值與估計值之差的變異數最小、線性為推估值為觀測值的線性組合、無偏估是指理論上估計值的平均值等於觀測值，且推估值與觀測值之差的期望值為零 (馮豐隆、高堅泰，1999；李宣德，2000；高堅泰、馮豐隆，2001；Antoaneta, 1999；Groenigen et al., 1999；Serón et al., 1999；Sousa and Pereira, 1999；Gandah et al., 2000；Wen et al., 2002)。

克利金推估模式包括線性推估如一般克利金 (Ordinary kriging)、簡單克利金 (Simple kriging)、指標克利金 (Indicator kriging)、通用克利金 (Universal kriging) 等多種不同形式 (鄭克聲，2001)。以上各項克利金推估法均有其不同之統計特性，因其分析對象及因子不同，而有不同的選擇，因此運用克利金法推估點之空間資料時，會依所選擇的配套模式而有所不同。

(3) 棲地分布推估

本計畫之生物棲地分布推估資料型態為連續變量資料，計畫中將

調查結果之生物調查資料，建立點資料空間資料庫，利用地理統計克利金之半變異圖分析，探討該樣本資料於空間分布之變異情形。

半變異圖代表觀測資料於空間中與隨機變數間的關係，為模式建立前，應針對物種分布資料進行初步分析，因物種分布會依某特定環境梯度而出現或不出現，使得物種分布在不同環境梯度下資料的分布型態不一定為常態分布，因此可藉由散佈圖之初步分析，掌握其資料的分布情形及特性。

克利金推估法之核心。在進行地理統計時，通常會先算出樣本的空間相關與變異數圖形，並找出最適當的迴歸曲線，利用克利金函數間的關係，探討不同數種間於空間上之關係。克利金法基於區域化變數理論 (Regionalized variable theory)，假設 z 值的空間變異現象具全面統計同值性 (Statistical homogeneity)，即空間中任一點之物理量 z 視為隨機變數 $Z(x)$ ，各隨機變數 $Z(x)$ 構成一隨機變域，而不同位置之隨機變數間，存在一空間變異結構，使 $Z(x)$ 除受地區性變異之影響外，也受該空間變異結構之影響，則 $Z(x)$ 稱為一區域化變數 (馮豐隆、黃志成，1997)。

在進行克利金網格點運算時，偏離值將會造成資料分布呈現高度偏歪，甚至遮蔽了空間資料之相依性，而導致無法從半變異圖分析中得到穩定之空間結構，並影響到進行克利金推估的精確度，而產生了純碎塊效應 (李達源、莊愷璋，2001)。計畫中將利用其他克利金模式進行推估模擬，以降低偏離值對於空間結構分析的干擾 (張尊國等，2001)。或在已確定該偏離值是發生自採樣調查或測定分析所得之誤差，採將偏離值視為極端值 (Extreme value)，將該值除去後，再進行空間結構分析，以避免會影響全區模擬之真實性 (李達源、莊愷璋，2001)。

2. 區位分析方法

本計畫以地理資訊系統所提供之各項地理資訊，結合已有之生物資料，進行黃蝶翠谷自然保護區規劃研究。區位分析是空間規劃重要的一環，而空間規劃則時常面臨如何結合區域資源屬性和適當活動的問題。本研究以最適區位分析的概念，將地理空間資料，進行空間規劃分析，綜合衡量自然環境及人為環境的特性，將自然保護區內依具

環境特性及生態狀況劃分核心區、緩衝區及永續利用區，以使自然保護區區化完備。

計畫中將應用土地使用配置，物理環境資料，黃蝶棲地分布及生物分布資料進行分級(Reclass)，利用地理資訊系統之空間分析方法，以網格分析法(Grid Maker)賦予權重值，ESRI Arc GIS 10 地理資訊系統進行套疊分析(Overlay Analysis)，進行區位分析，劃分自然保護區中核心區、緩衝區及永續利用區之範圍。

GIS 以分層的方式組織地理空間資料，將地理空間資料按主題分層提取，同一地區的整個資料層表達了該地區地理空間資料的內容。GIS 中的套疊分析(Overlay Analysis)是將兩層或多層圖資進行套疊而產生一種新的地理空間資料，透過圖資間相應的屬性信息進行交集、聯集及差集等的集合運算，由套疊分析所產生的新地理空間資料，綜合了原本各個圖層間的訊息，為一種空間分析上重要的手段方式。套疊分析是將同一地區兩個或多個圖資進行套疊如圖 3-2 所示。

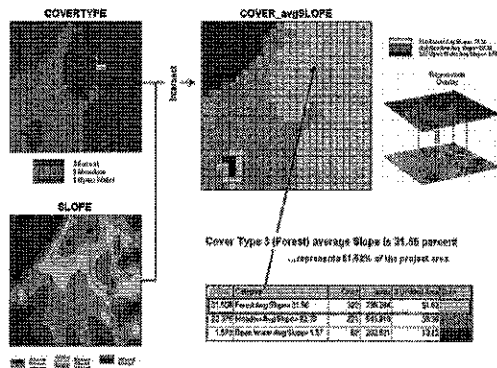


圖 3-2 套疊分析(Overlay Analysis)例圖

計畫中將收集匯整所建置之物理環境資料及調查資料和次級資料統整所建置之棲地資料及生物資源資料，依據自然保護區設置管理辦法第五條所規範，自然保護區內環境特性及生態狀況及其特性做分級(Reclass)，賦予權重值，以網格分析法(Grid Maker)進行套疊分析(Overlay Analysis)，將不同性質空間資訊進行套疊，綜合了原本各個圖層間的訊息，產生新的地理空間資料，地理空間資料各區域，則將有不同的權重值，如圖 3-3。

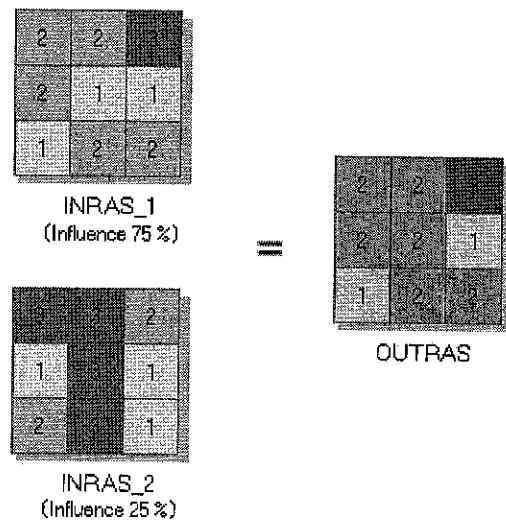


圖 3-3 具權重值之地理空間資料套疊分析例圖

本計畫將利用此權重值，依照專家系統進行集群分析，將計畫區中不同區域以集群分析結果區分，用以劃分自然保護區中核心區、緩衝區及永續利用區之範圍。

三、研究材料及方法

本計畫以地理資訊系統收集及匯整各項棲地物理環境及生物資訊，包括數位地形、坡度、坡向、地質土壤、土地利用及生物資源等，並利用地理空間分析法，進行土地適宜性分析及進行保護區之規劃研究，資料蒐集計畫如圖 4-1。

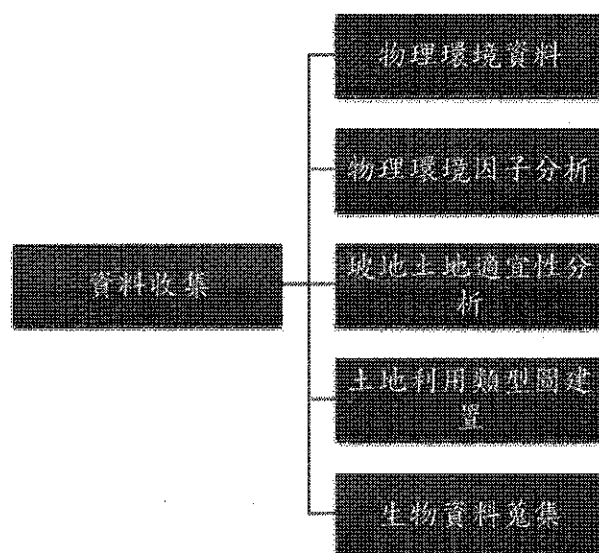


圖 4-1 資料蒐集計畫圖

本計畫將蒐集匯整計畫區之地理資訊物理環境資料，包括影像資料、網格式(Raster)資料及向量式(Vector)資料數位地形資料、路網數值圖、水系圖、林班圖、國土利用現況圖、1/25000 地形圖、農林航測所數值航空照片、Landsat 衛星影像、Formosat 2 衛星影像等，並應用於保護區規畫及資料分析，各項資料詳如表 4-1。

表 4-1 計畫區物理環境資料表

資料名稱	資料型態	來源	說明
數值航空照片	Raster	農委會林務局農林航測所	影像資料
40m 數值地型資料	Raster	內政部地政司	地形資料
30m 數值地型資料	Raster	中研院 GIS 中心	地形資料
1/25000 地形圖	Raster	內政部國土測繪中心	地形資料
Landsat 衛星影像	Raster	NASA	影像資料
Formosat 2 衛星影像	Raster	中央大學太空遙測中心	影像資料
路網數值圖	Vector	交通部運輸研究所	道路圖
水系圖	Vector	經濟部水利署	河川水系
林班圖	Vector	農委會林務局	林班界
國土利用現況圖	Vector	內政部國土測繪中心	土地利用
地質圖	Vector	中央地質調查所	地質資料
土壤圖	Vector	中央地質調查所	土壤資料

(一) 林地及保護區範圍

1. 林地位置

本計畫位於林務局所轄國有林部分屬旗山事業區第46、47、48、49、50、51及52林班，如圖4-2，林班地面積約2,805.19 ha，海拔高度介於60至818 m之間，林地位置海拔分布圖，如圖4-3。

執行區域內包括雙溪熱帶樹木園，位置約在 TWD97 TM2 (208073.541488, 2537069.36258)，面積約7.56 ha，海拔介於90至100 m間。

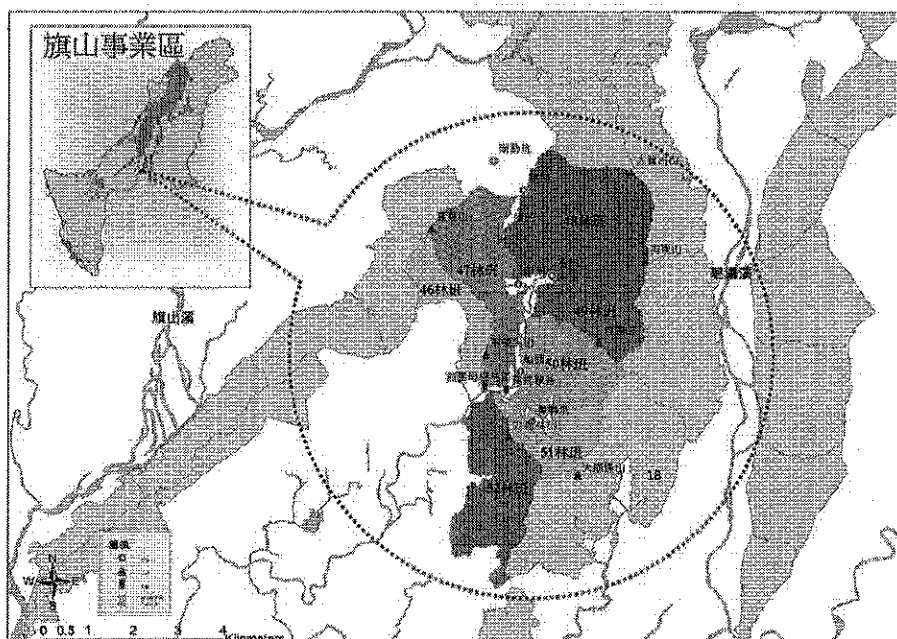


圖 4-2 林地位置圖

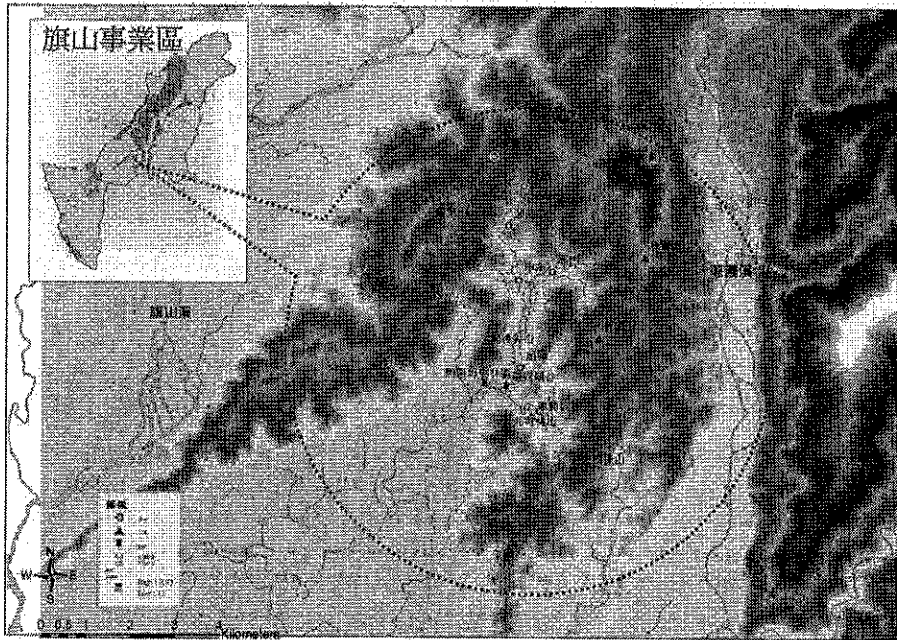


圖 4-3 林地位置海拔分布圖

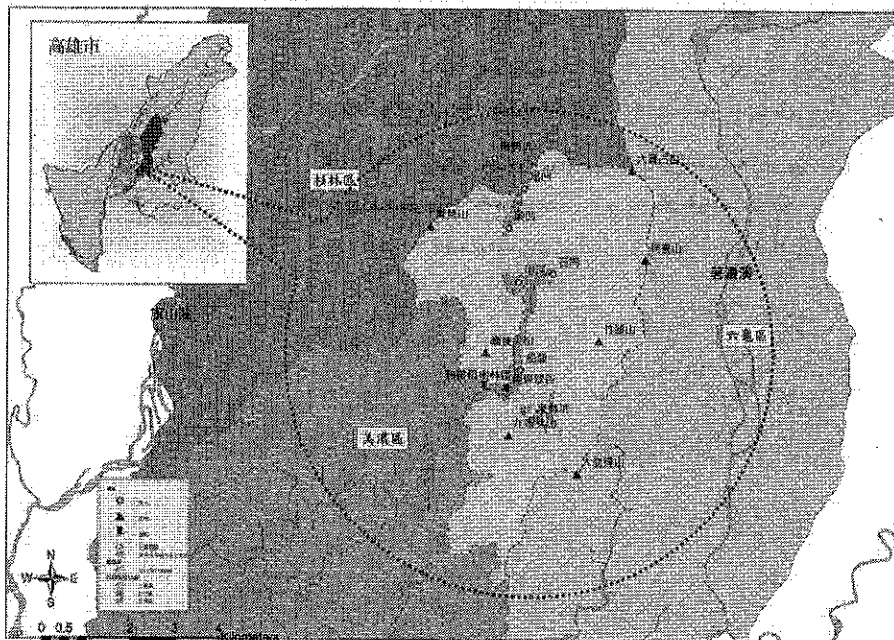


圖 4-4 保護區位置圖

2.保護區地理位置

保護區地理位置為高雄市美濃區東北角之黃蝶翠谷（雙溪谷地），位於美濃區、杉林區與六龜區之交界處，保護區位置圖如圖 4-4，保護區範圍大部份位於美濃區廣林里及龍肚里，地段為美濃雙溪段，鄉里圖如圖 4-5。

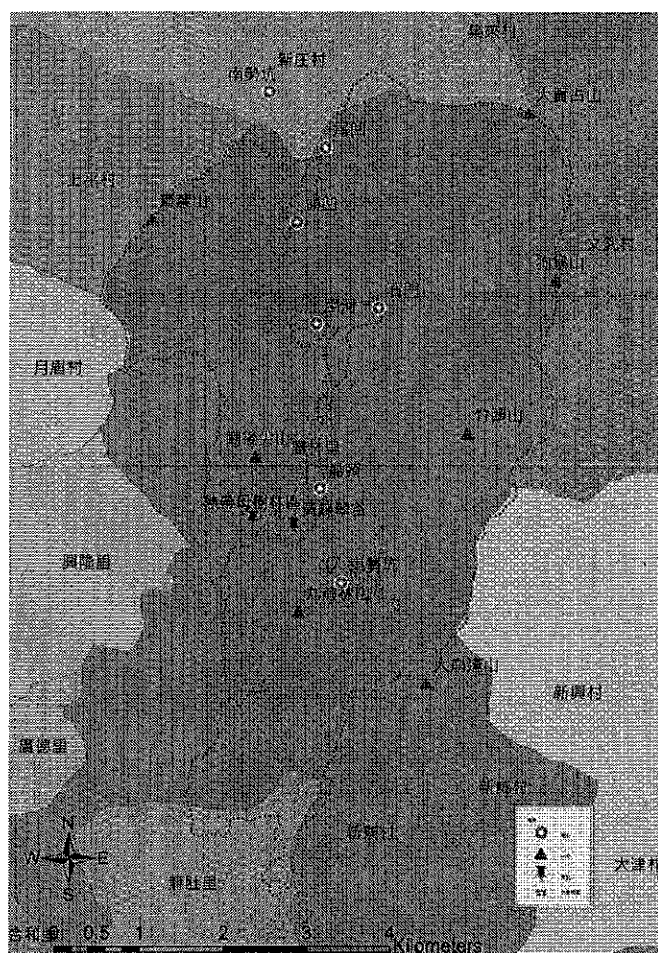


圖 4-5 鄉里圖

(二) 自然環境及資源現況

1. 氣候

本區位於旗山溪上游，雙溪與東勢坑溪兩條源流貫穿山谷，而構成封閉的溪谷地形，年降雨量充沛，約為 1000 mm 至 3000 mm，雨量分佈季節變化頗大，大多集中於夏季，每年 10 月至隔年 4 月為乾季，降雨量僅佔全年雨量 10% 以下，5 至 9 月為雨季，則佔全年雨量之 89%。園內年平均溫度約 23.°C，年最高溫度為 29.°C，最低溫度約 19.2.°C。風向則以西風及西南風為主，平均風速約為每秒 1.1 m(賴明洲等 1986)

2. 地質、地形

地形、地質景觀資料收集，美濃山脈是玉山山脈南向的最後餘脈，位處荖濃溪與楠梓仙溪夾抱之地，主要為丘陵地形，主要坡向為西向及西北向為主，坡度大多為 5-30% 左右，本地區因地形位於玉山山脈尾端，兩側有中央山脈與阿里山山脈屏壁，呈畚箕地形，西南氣流帶來豐沛之雨量易被山勢阻擋於平原地區，釀成水患，山脈分布圖如圖 4-6。

計畫區北部、東北部、以及東部等地區地勢較高，屬於麓山帶之丘陵區。東北部與六龜鄉交界之大貢占山海拔高度為 823 公尺，為境內最高山；狗寮山海拔高度為 554 公尺，狗寮山西南方之竹頭山海拔高度為 535 公尺，計畫區地型圖如 4-7。

計畫區地質屬南勢坑層為主，另有一小部份為台地堆積層，主要組成為砂岩及頁岩。在斷層分布方面，本區計有月光山斷層、伯公坑斷層、廣林向斜、茶頂山背斜及茶頂山向斜、六龜斷層等 5 條構造斷層，地質圖如圖 4-9。

南勢坑層由深灰色和淡青灰色的頁岩及砂質頁岩組成，含有細粒砂岩和粉砂岩的夾層，其中有幾層較厚的砂岩都為泥質砂岩，南勢坑層的厚度約為 700 m。台地堆積層主要由未經膠合的礫石及夾在其中平緩的砂質或粉砂質凸鏡體組成，礫石通常以岩屑砂質岩與石英砂岩為主，一般層理和淘選度不佳，礫石的直徑大小不一差異很大，種類則隨著來源地區的不同而異，台地堆積層厚度由數公尺至 200 公尺以

上，為台灣西部丘陵山地及河階台地廣泛的分布之地質層種類。

土壤圖如圖 4-8，本區土壤包含牛路彎系與大崎頂系，大崎頂系與牛路彎系皆為黃棕色崩積土，土層厚度分別約 50 cm 及 20 cm，黃棕色崩積土屬淡色崩積土，崩積時間較長，夾雜之有機物質已分解殆盡，再加上淋洗效應已明顯，故土色為黃棕色。

本區由於經年受高溫多雨影響，有機質分解容易，腐質層甚淺，並受淋洗作用影響，有機質含量在 1.3-2.5% 間，且鹽機性物質大多流失，含石量低，結持力較密實，土壤反應趨於強酸性，pH 值在 4.5-4.9 間。土壤發育傾向於黃棕壤類，質地屬於砂質壤土、砂質粘壤土或壤土，土壤含水量在 0.01-0.03% 之間(賴明洲等 1986)。

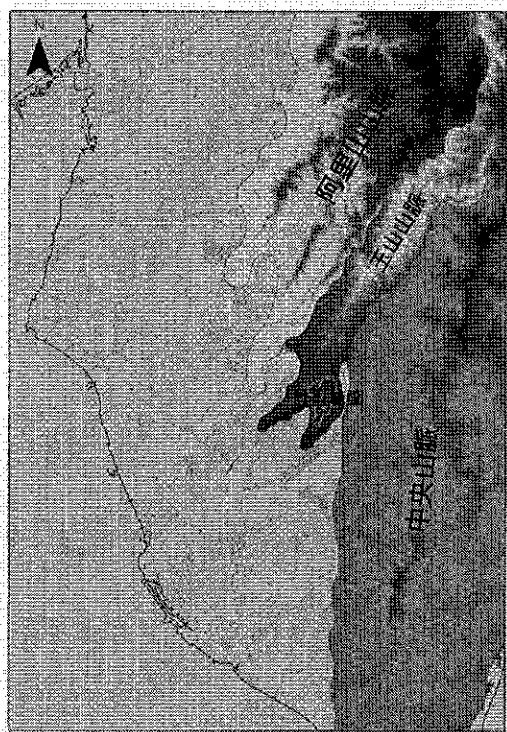


圖 4-6 山脈分布圖

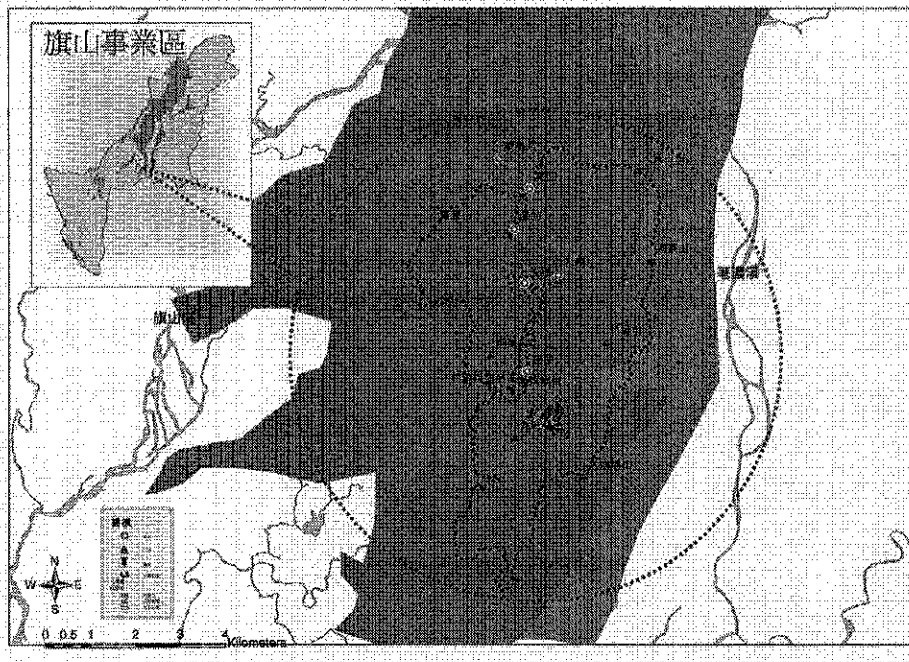


圖 4-8 計畫區土壤圖

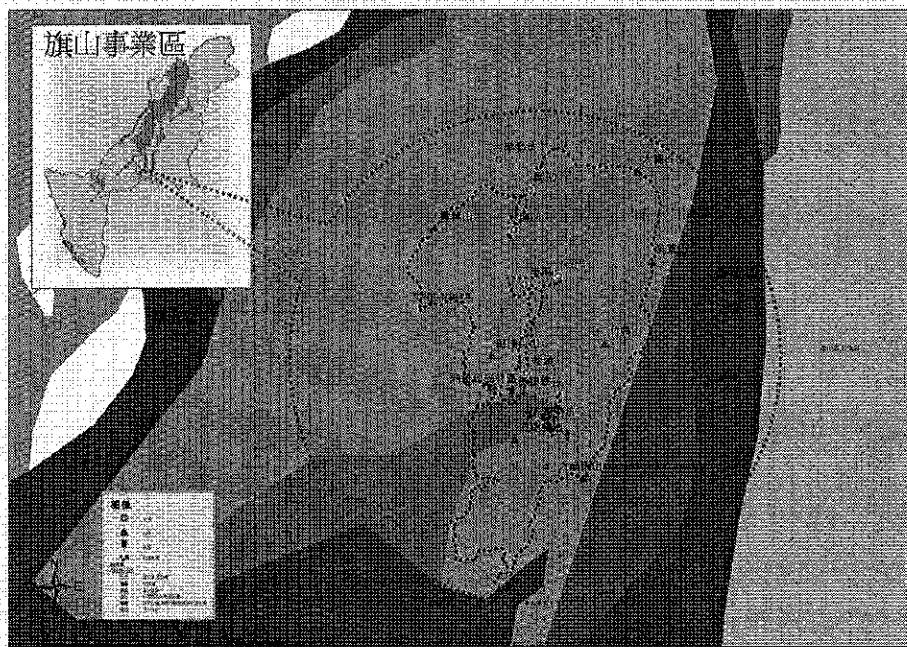


圖 4-9 計畫區地質圖

物理環境資料蒐集外，由於植群分化主要受到演替度、海拔高度、全天光空域及水份梯度之影響，本研究並整合現有之環境因子資料，利用 ESRI ArcGIS 10 空間分析模組配合數值地形資料進行分析，計算建置海拔高、坡度、坡向、全天光空域及水分梯度 5 項網格式資料圖層，表 4-2 為本研究各環境因子之定義。

表 4-2 本研究使用之環境因子定義

環境因子	代碼	資料類型	說明
海拔	ALT	連續變量	海拔值表示實際海拔高度，單位為公尺(m)。
坡度	SLOP	連續變量	值為 0~57.39，越大表示坡度越陡，單位為度(°)
全天光空域	WLS	連續變量	值為 0~1，值越大代表受光度越大，單位為 (%)
坡向	ASP	連續變量	值為 0~359，代表水分指標值，單位為度(°)
水分梯度	WATER	連續變量	值為 0~1，代表水分指標值

(1)海拔

本計畫以 2009 年 6 月底美國太空總署(NASA)和日本經濟產業省(METI)在釋出之全球數值地形模型(GDEM)資料，由中研院 GIS 中心將資料中涵蓋臺灣本島及澎湖的區域下載，為 30 m×30 m 之數值地形資料，可以符合比例尺 1:50,000 至 1:250,000 之地圖繪製需求，圖 4-10 為計畫區域數值地形模型，呈現計畫區域之海拔高度模型。

(2)坡度

應用 ARCGIS 地理資訊系統的空間分析(Spatial Analyst)模組，進行坡度值的計算，ARCGIS 根據擬合曲面法進行地形坡度之計算，以 3×3 為計算網格組，每個網格組中心為一個高程點 e，利用兩高程點間的距離與角度計算其坡度。坡度公式為：

$$\text{slope} = \tan \sqrt{\text{slope_we}^2 + \text{slope_sn}^2}$$

Slope 為窗口中心的坡度，Slope_we 與 Slope_sn，分別為 X 方向上的坡度與 Y 方向上的坡度。

本計畫依據山坡地土地可利用限度分類標準，如表 4-3，進行坡度分級，將坡度級分為 6 級，坡度分析結果圖 4-11，各坡度級面積如

表 4-4，結果顯示一級坡為 20.61 ha，二級坡為 191.55 ha，坡度 15% 以下的二級坡以下僅佔計畫區總面積的 8%，三級坡面積為 736.77 ha，四級坡面積為 681.62，五級坡面積為 791.25，坡度大於 55% 的六級坡為 383.03 ha，佔全面積之 14%。統計分析結果顯示三級坡、四級坡及五級坡為計畫區中主要坡度分級，佔全面積之 78%，坡度統計分析圖如圖 4-12。

表 4-3 山坡地土地可利用限度坡度分級表

坡度級	分	級	範	圍
一級坡	坡度百分之五以下。			
二級坡	坡度超過百分之五至百分之十五。			
三級坡	坡度超過百分之十五至百分之三十。			
四級坡	坡度超過百分之三十至百分之四十。			
五級坡	坡度超過百分之四十至百分之五十五。			
六級坡	坡度超過百分之五十五。			

表 4-4 計畫區坡度統計表

坡度分級	面積(公頃)	百分比
一級坡	20.61	1%
二級坡	191.55	7%
三級坡	736.77	26%
四級坡	681.62	24%
五級坡	791.25	28%
六級坡	383.03	14%

(3)坡向

坡向的計算為應用 ARCGIS 地理資訊系統的空間分析(Spatial Analyst)模組 Aspect 工具進行計算，利用一組 3×3 的網格組進行分析，以每組 3×3 網格組的中心，每個窗口中心與其八個相鄰的網格進行關係計算，計算後將網格做標示，a 至 i 值，當網格被標為 e 的時後，表示那一格已經計算過坡向。

坡向分析結果如圖 4-13，各坡向面積如表 4-5，坡向級共分為 9 級，以南向、西南向及西向為主要之坡向，總面積為 1,410.38 ha，佔全面積之 50%，其次為東北、東及東南向，總面積為 1,001.98 ha，佔全面積之 40%，計畫區坡向統計如圖 4-14，坡向坡向分析結果顯本區主要區位為西南至東北向。

表 4-5 計畫區坡向統計表

坡向	面積(公頃)	百分比
平坦	95.44	3%
北	180.29	6%
東北	290.50	10%
東	370.59	13%
東南	340.89	12%
南	427.24	15%
西南	564.82	20%
西	418.32	15%
西北	116.72	4%

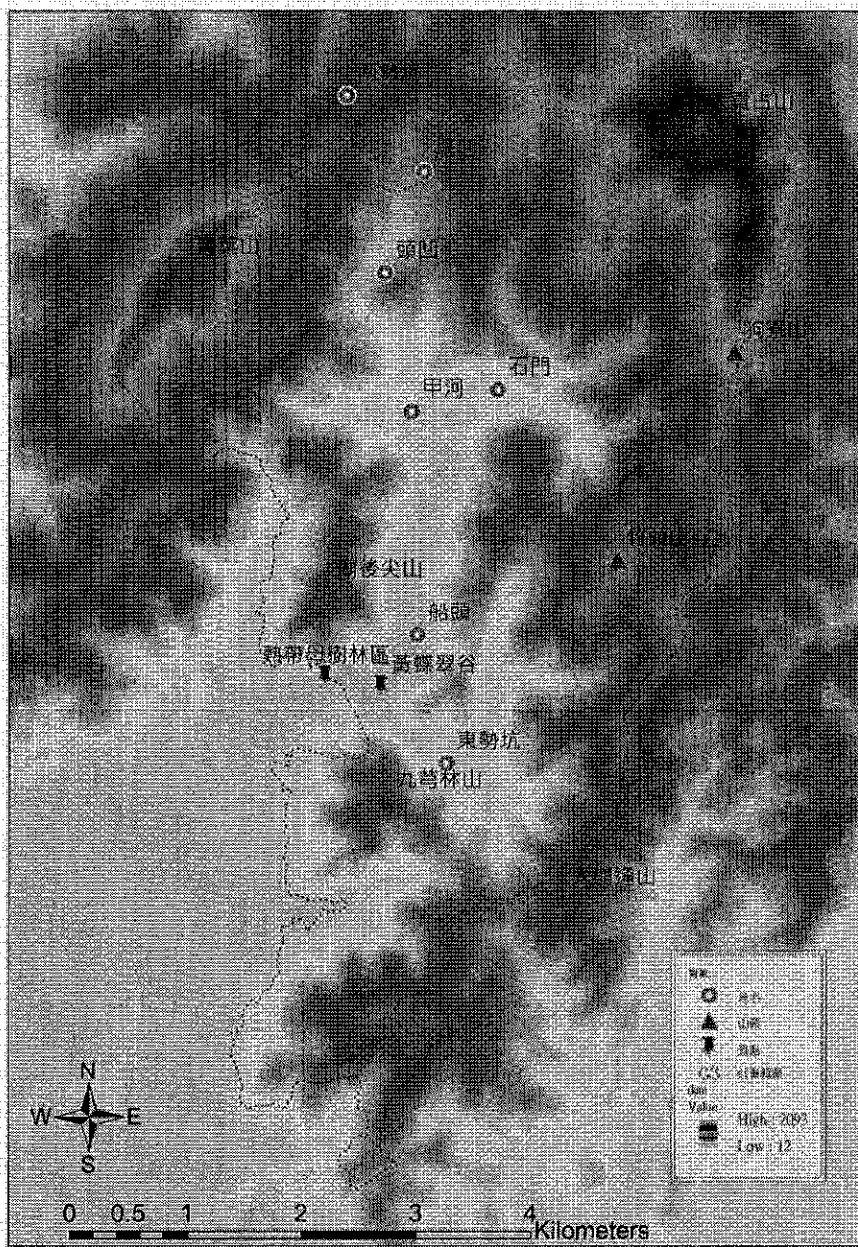


圖 4-10 計畫區域數值地形模型

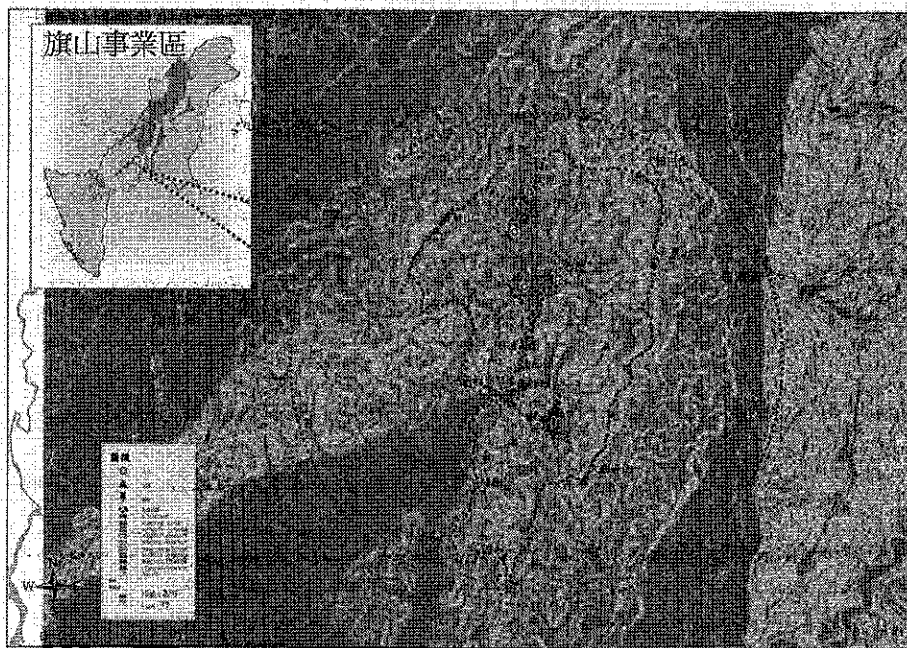


圖 4-11 計畫區坡度圖

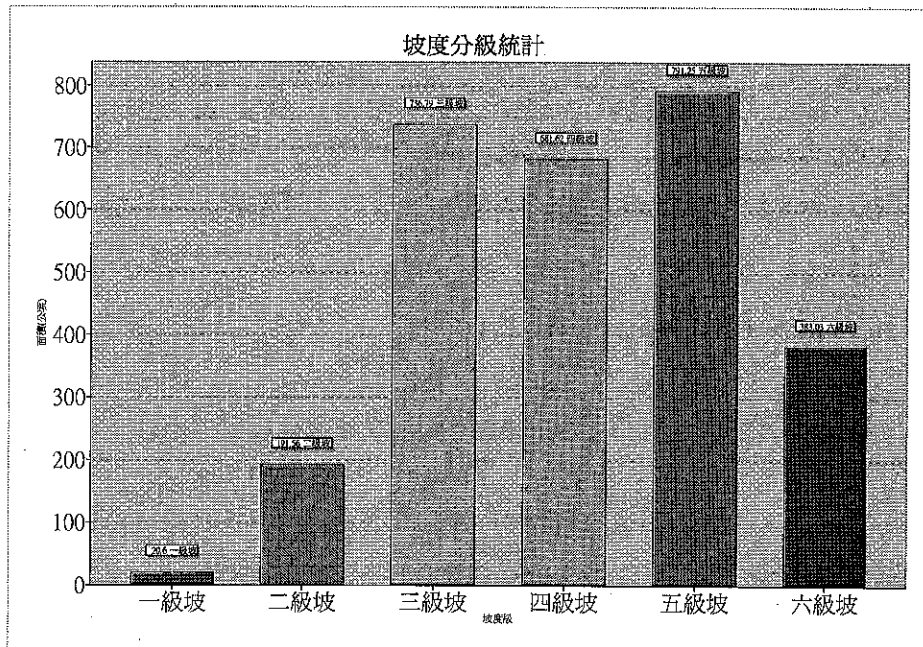


圖 4-12 計畫區坡度分級統計圖

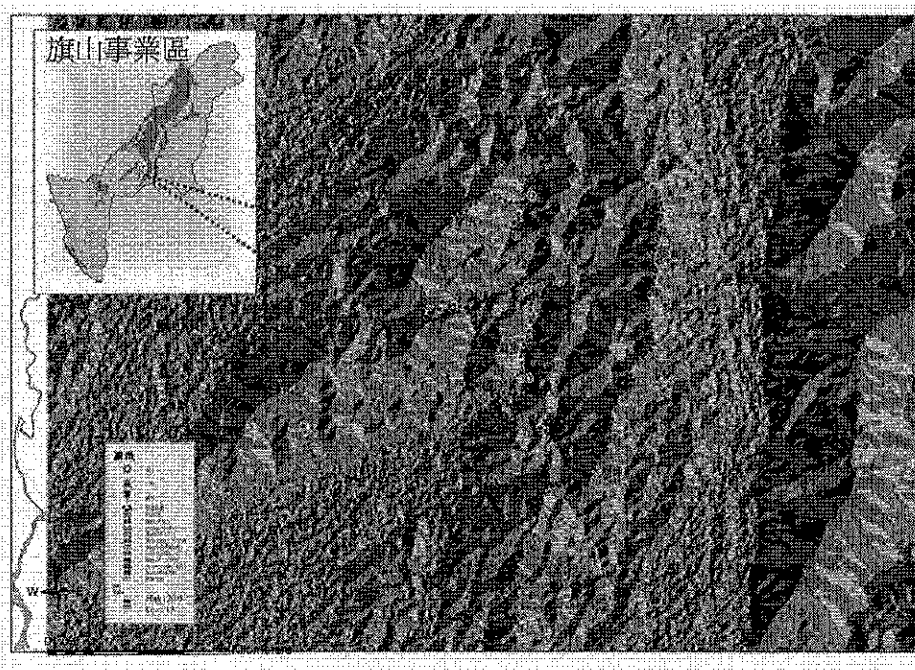


圖 4-13 計畫區坡向圖

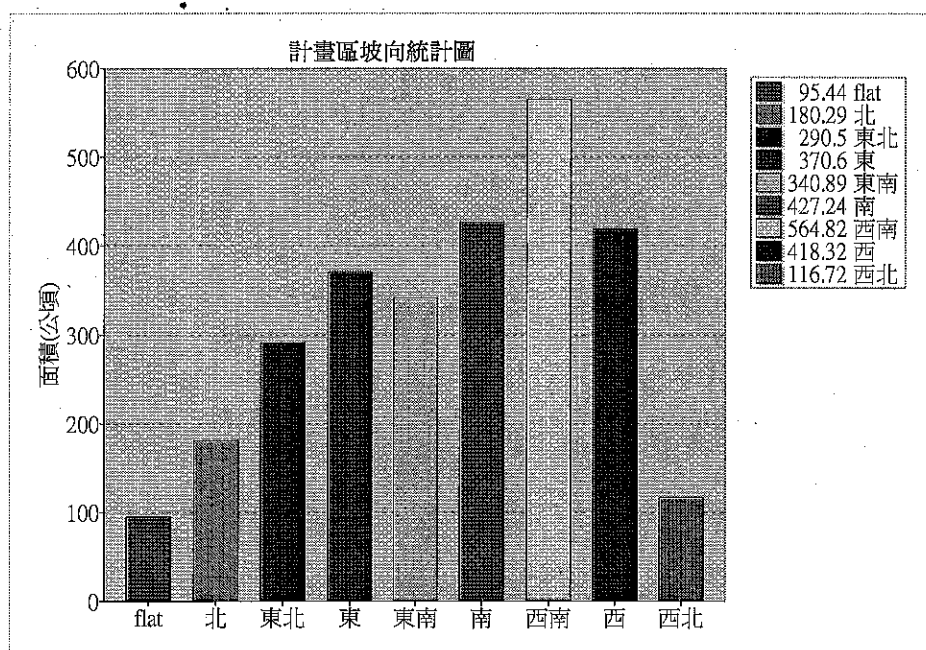


圖 4-14 計畫區坡向分級統計圖

(4) 全天光空域

利用高程、坡度及坡向資料，配合全天光空域運算公式，計算全天光空域(Whole Light Sky Space, WLS)資料，並將該資料轉化成空間性資料圖層，全天光空域的計算為從各網格向四周的 12 個方位搜尋有最高仰角的遮蔽物，計算流程如圖 4-15，成果如圖 4-16。

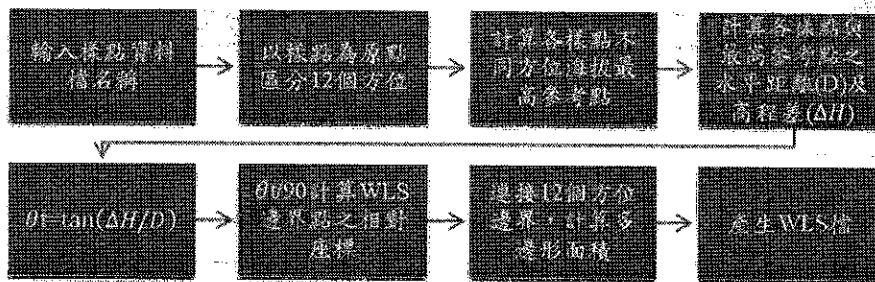


圖 4-15 數位高程推估全天光空域之計算流程

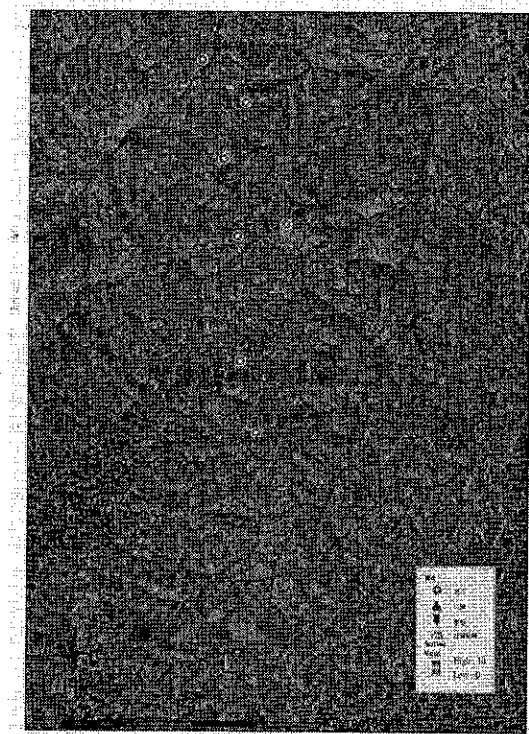


圖 4-16 計畫區域全天光空域

(5)水分梯度推估

本研究擬將坡向因子以 GAMs 模式中以 0~359° 的數值進行分析，經模式分析後，再將數值轉換為相對水分指標值，以利瞭解各物種分布之水分指標值。

由於影響生育地水份梯度大小之因子以地形位置及坡向影響最為重要，因此 Whittaker (1960) 即提出方位與地形位置合併評估水份梯度之方法。本研究利用 3×3 移動視窗及地形粹取準則，以全區數值地形資料萃取山谷線及嶺線兩種地形位置，並以 (5) 式配合表 4-6 之判釋準則決定地形位置後，再結合坡面方位資訊計算，綜合研判計畫區之水份梯度值，如圖 4-17。

$$P_{ij} = \frac{D_{PV}}{D_{PV} + D_{PR}} \dots\dots\dots(1)$$

P ：為檢定點， P_{ij} 為相對位置比例

D_{PV} ：P 點與最近河谷線之歐幾里德距離

D_{PR} ：P 點與最近嶺線之歐幾里德距離

表 4-6 地形位置之判釋法則 (Whittaker, 1960)

相對位置	坡面位置
$P_{ij} < 0.1$	山谷
$0.1 \leq P_{ij} < 0.4$	下坡
$0.4 \leq P_{ij} < 0.6$	中坡
$0.6 \leq P_{ij} < 0.8$	上坡
$P_{ij} \geq 0.8$	嶺線

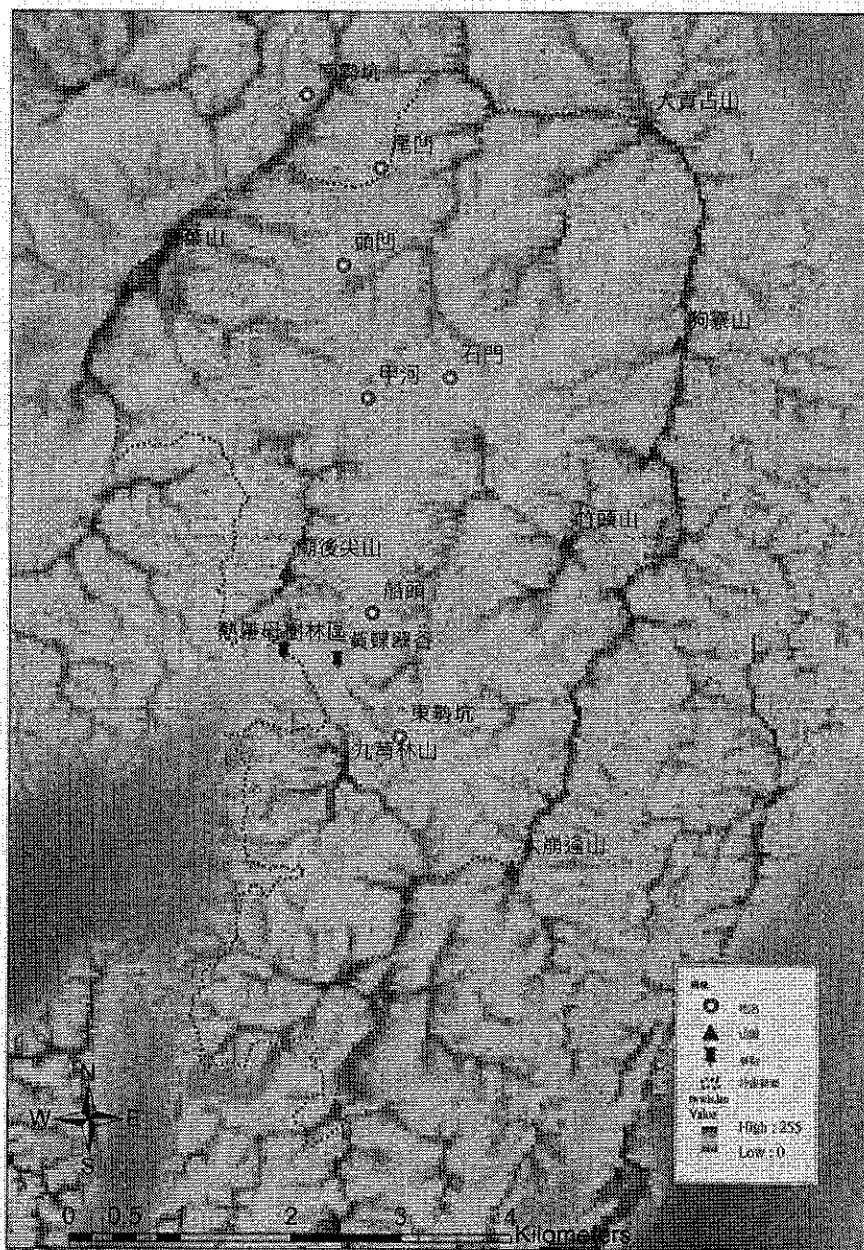


圖 4-17 計畫區域水份梯度圖

3. 水文

計畫區主要位於旗山溪與荖濃溪集水區，地形似一漏斗狀，東、西、北各以高起的稜線為界，形成分水嶺，跟周邊的杉林、六龜區隔，自成封閉的集水區，谷地內重要的溪流，自西而東，依次為水底坪溪、六秀坑溪、中心崙溪、發誓坑溪、鹽泥坑溪、西路坑溪、東勢坑溪，最後匯流成為雙溪，亦即美濃溪源頭。

區內主要溪流為雙溪，發源於九芎林北部楓樹林山溪北麓，為美濃溪之上游，至東門橋匯流為美濃溪，在枯水期時水量極少，在豐水期又遭逢暴雨氾濫，河水湍急；河水枯豐比的極度不均，加上谷內溪流的集水區範圍不大，上游水土保持因開發而不甚理想，山坡無法有效涵養水源，集水區範圍圖如圖 4-18。

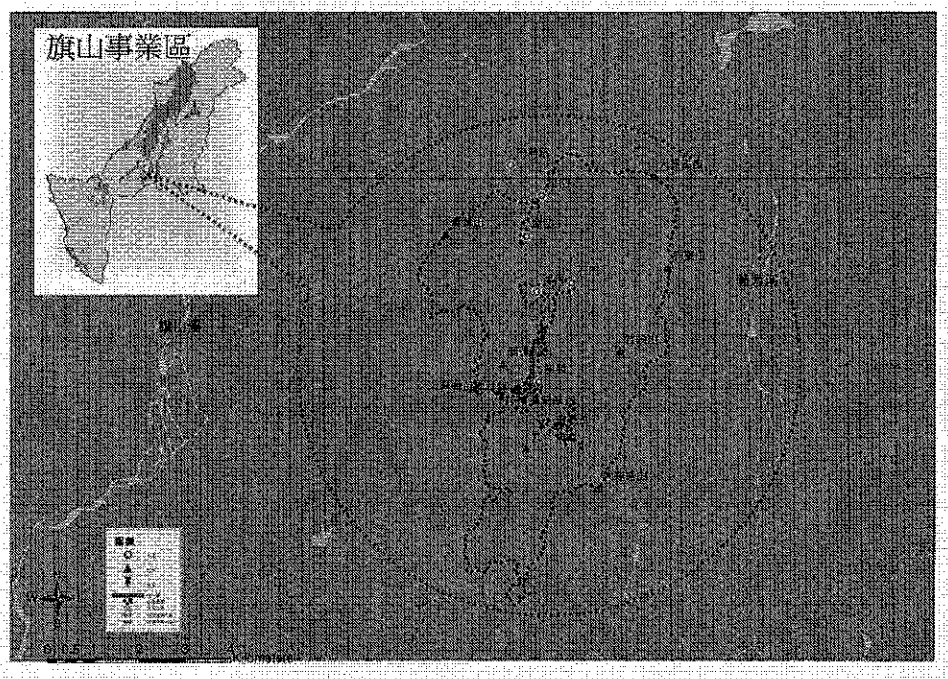


圖 4-18 計畫區集水區圖

(三) 土地利用現況

本區面積 2,805.19 ha，屬低海拔闊葉樹林，林木多為稀疏之小灌木及小喬木，區內有租地造林地 778 筆，面積 1559.21 ha，造林樹種主要為竹類，包括蔴竹、綠竹、長枝竹等，其它造林樹種包括有柚木、土芒果、摩鹿加合歡、鐵刀木、樟樹、黃蓮木、桃花心木、山黃麻等，計畫區租地造林統計如表 4-7，計畫區租地全圖如圖 4-19，各林班租地圖如圖 20 至圖 26。

採筍是雙溪谷地內的重要產業，每年有著數十萬至近百萬的產值，筍農在每年 4 至 5 月開始採筍，至 11 月結束，然後等待雙溪谷地枯水期到來，谷地內車輛可以通行，大盤商前來購買。雙溪谷地內的產業道路陡峻無鋪面，又錯綜複雜，車行不易，筍農採筍多採人力背覆的方式進行，每天約採 300 至 400 公斤的竹筍，調查確定雙溪谷地內目前仍在運作的筍寮有 2 座，估計每年約有近 10 萬公斤的採筍量。筍農每天採筍後運回筍寮，清洗後去筍殼，置入大釜中加熱消毒後，置入黑色儲存槽中密封儲藏，直到大盤商來收購。

表 4-7 計畫區租地造林統計表

林班號	租地造林(筆)	面積(ha)	備考
46	120	124.01	
47	190	229.34	
48	168	465.62	
49	73	78.92	
50	50	151.76	
51	38	161.15	
52	139	348.40	

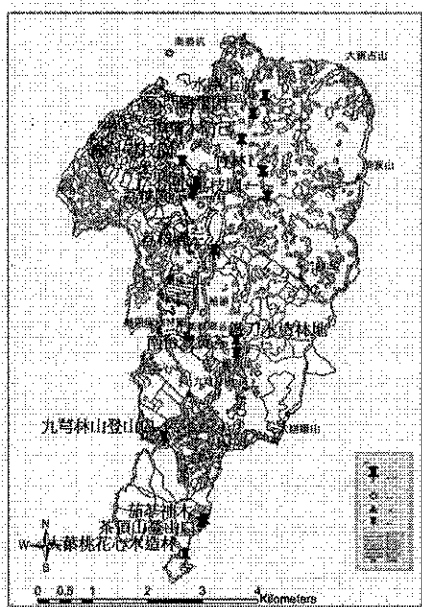


圖 4-19 計畫區租地分布圖

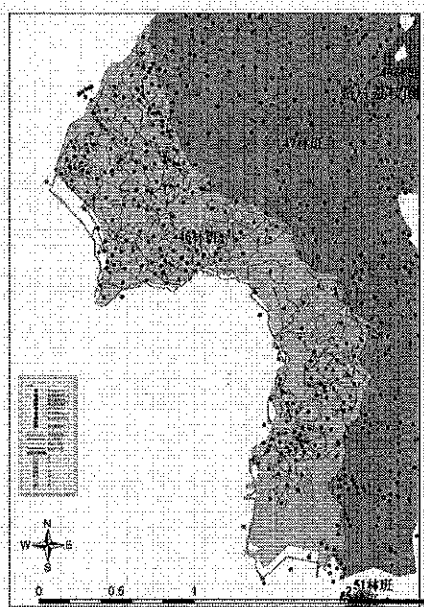


圖 4-20 46 林班租地位置圖

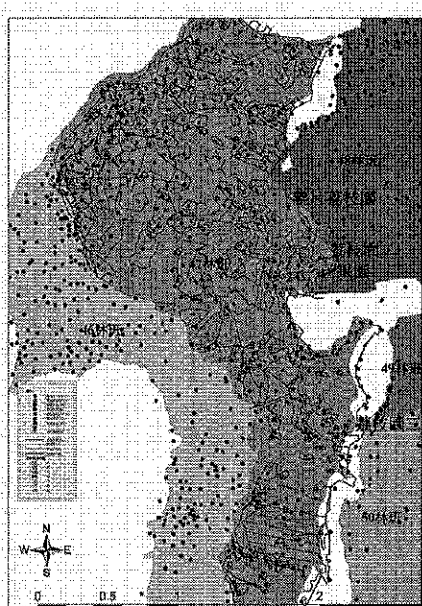


圖 4-21 47 林班租地位置圖

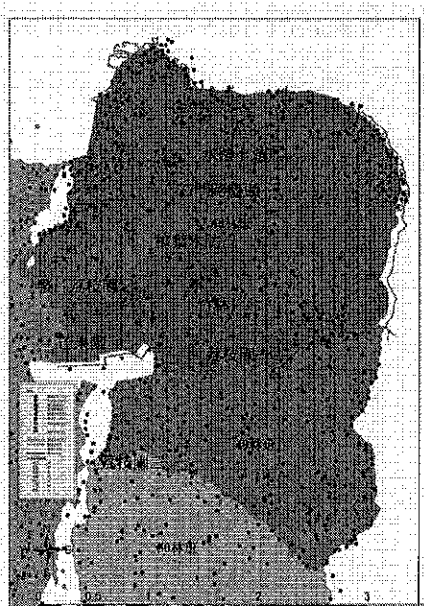


圖 4-22 48 林班租地位置圖

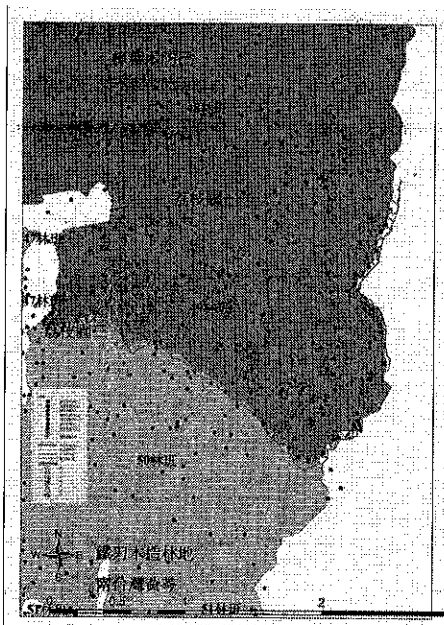


圖 4-23 49 林班租地位置圖

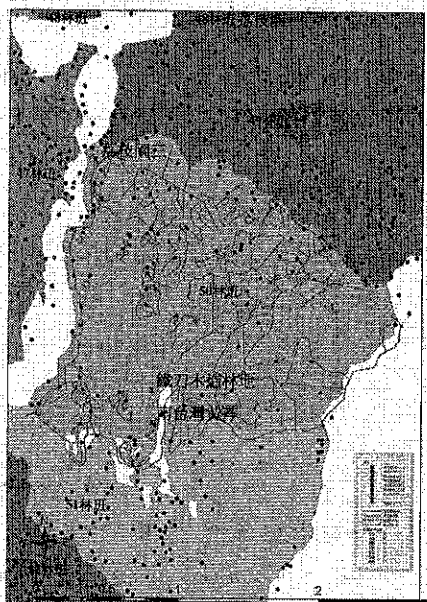


圖 4-24 50 林班租地位置圖

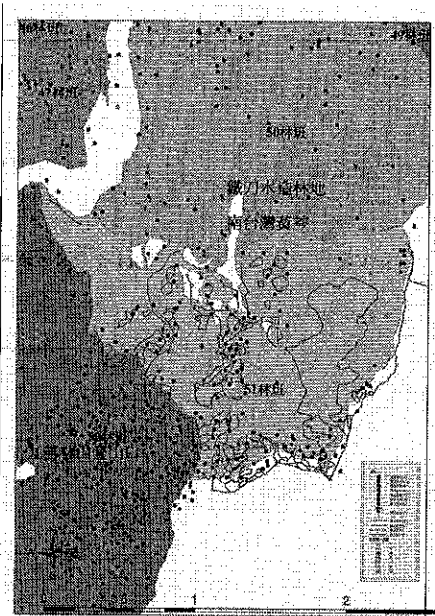


圖 4-25 51 林班租地位置圖

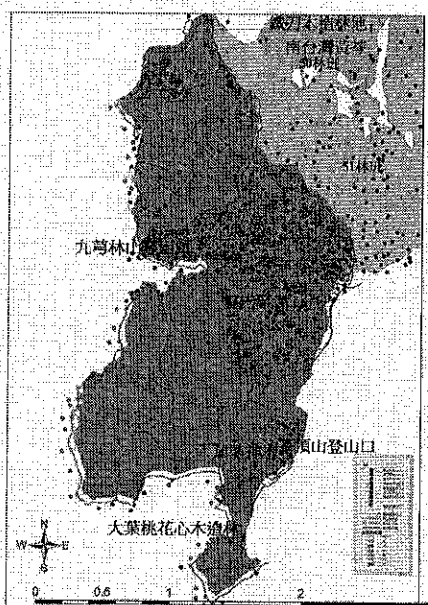


圖 4-26 52 林班租地位置圖

雙溪谷地中則有錯綜複雜之產業道路，擔負著採筍及台電保線之重任，谷內產業道路主要分兩線，如圖 4-27，其一為往竹頭山方向之產業道路，主要分布於 50 林班之中，另一條為經石門往狗寮山及大貢占山方向之產業道路，穿過 48 林班，可通行至六龜區與杉林區，然雨季時這條產業道路會受到大水阻隔，無法通行。另 47 與 48 林班邊界，由出火坪往頭凹及尾凹方向之產業道路，目前已經中斷，車輛不可通過。

出火坪至頭凹、尾凹之道路，目前已毀壞，因此無人行走，此路原來沿著溪流開闢，溪流平緩，兩旁林地少崩塌，林地狀況佳，然因上游尾凹一帶皆為果園，因此造成溪流內優養化嚴重，枯水期沿溪流深潭處可見到魚類，藻類生長較多之地方則僅見到螃蟹屍體。除此，由六龜的六龜隧道往狗寮山之產業道路，亦可進入雙溪谷地，多為筍農使用，然目前道路已崩壞失修，路況不佳。

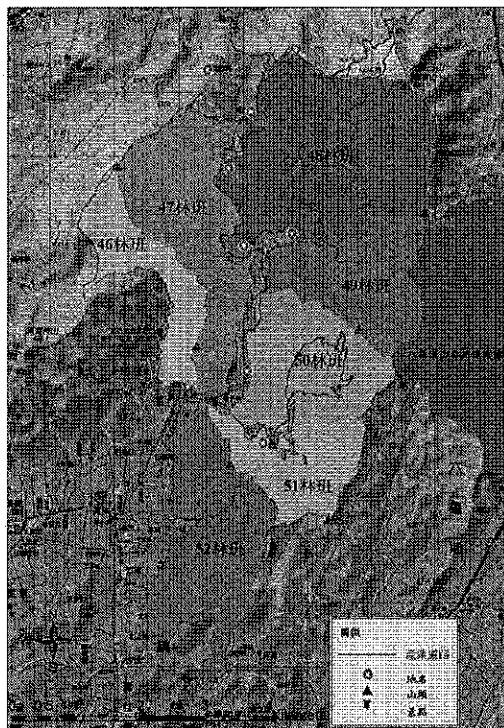


圖 4-27 產業道路分布圖

(四) 生物資源

本計畫區位置位於玉山山脈之尾段，屬於淺山地區，西邊為阿里山山脈，東鄰中央山脈，如圖 4-28，在地景生態學中，本區域除可做為連結平原至中高海拔之生態廊道，為動植物資源之庇護，亦可視為兩大區塊生態系間之網路連結，使動植物資得以播遷及交流。

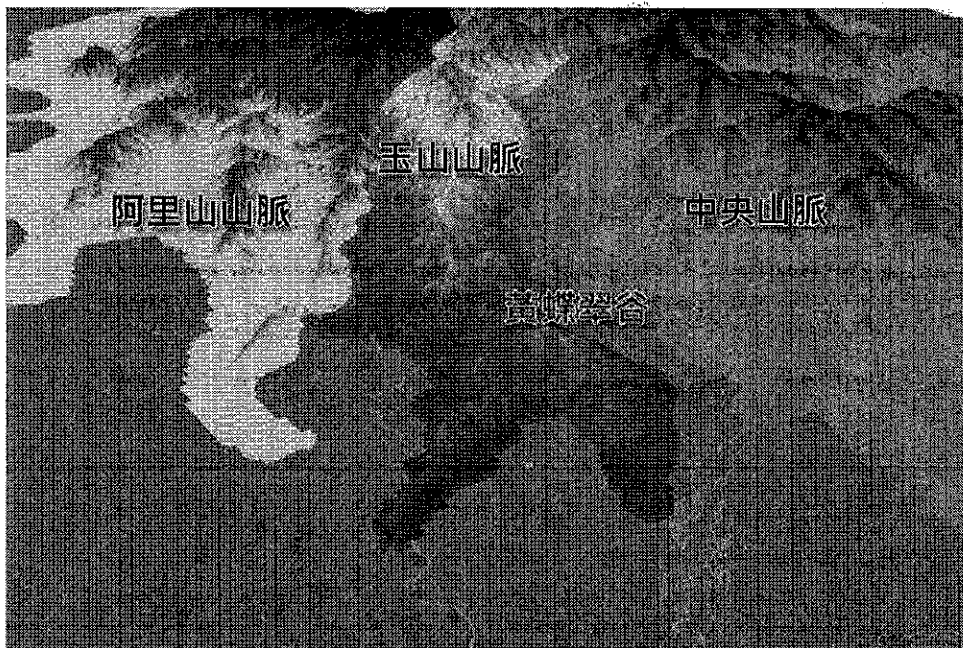


圖 4-28 黃蝶翠谷位生態廊道示圖

1. 動物資源

黃蝶翠谷鳥類資源相當豐富，為台灣 52 個重要鳥類棲息地之一。NGO 之長期監測資料記錄黃蝶翠谷內有 36 科 97 種鳥類，其中 6 種為台灣特有種、26 種為特有亞種；第一級保育 2 種（熊鷹、黃鸝）；第二級 15 種；第三級 3 種，台灣 52 個重要鳥類棲息地如圖 4-29。

台灣特有生物保育中心調查發現，黃蝶翠谷是八色鳥夏季重要的繁殖地，而雙溪谷地是本島西海岸朱鸕的少數棲息地之一；雙溪谷地的猛禽類項況也相當豐富，調查成果顯示雙溪谷地為赫氏角鷹重要活動地域，近年來亦有記錄本區為鷹類過境之棲息地。

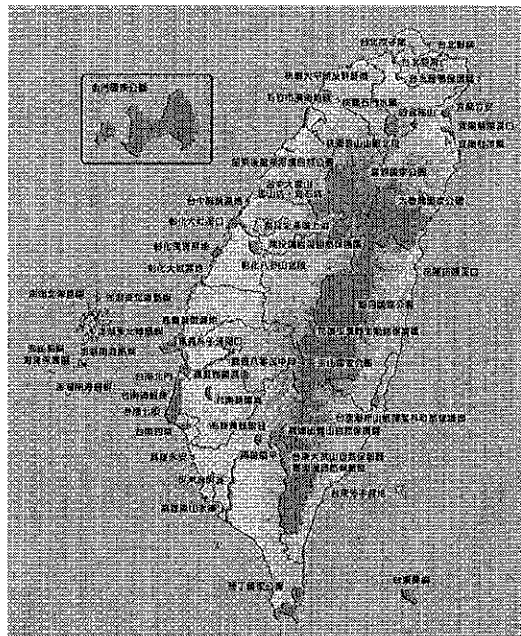


圖 4-29 台灣 52 個重要鳥類棲息地

在蝶類資源上，美濃鎮誌中記載黃蝶翠谷是東南亞唯一的生態型蝴蝶谷。生態型蝴蝶谷指的是特定生育地中生長大量蝴蝶之蜜源或蝴蝶幼蟲的寄主植物，大量蝴蝶前來訪花或在短時間大發生的現象，蝴蝶在一個生育地中由幼蟲羽化成蝴蝶完成其生命過程，此生育地稱為生態型蝴蝶谷。日治末期及民國 40、50 年代，林政單位在美濃雙溪谷地廣植鐵刀木，截至民國 84 年，總計造林十九萬株。因鐵刀木樹葉為銀紋淡黃蝶幼蟲之主要食草，在谷地的溫度、溼度、風速、植被群等氣候條件及蜜源植物等環境因素配合下，黃蝶翠谷全年都有淡黃蝶的生命蹤跡。

黃蝶翠谷蝶類資源豐富，蝶相屬於亞熱帶系統，台灣蝴蝶協會於 95 年~96 年調查黃蝶翠谷之蝶類有 5 科 115 種之多，其中銀紋淡黃蝶 (*Catopsilia pomona*) 為優勢蝶種，秋冬亦可見大量青斑蝶、紫斑蝶，黃蝶翠谷每年於 4 至 6 月蝴蝶盛期，大發生期時，山谷在蝴蝶盛期形成萬蝶群飛的大自然奇觀，以五月端午節前後最為壯觀，民國 77 年的紀錄，曾有五千萬隻以上的盛況，目前為止發現的蝴蝶谷中，黃蝶翠谷單位面積裡銀紋淡黃蝶族群數量是全世界最高的，擁有單位面積產蝶密度世界第一的記錄。除了銀紋淡黃蝶，其它主要蝶種尚包括臺

灣一字蝶、無尾鳳蝶、綠斑鳳蝶等。

動物調查文獻收集部分顯示計畫區內環境龐雜，為良好之野生動物棲息環境，翁國精(2012)現場調查資料中包括哺乳類 8 科 9 種，鳥類 33 科 65 種，爬蟲類 7 科 12 種，兩棲類 5 科 13 種，整合當地 NGO 的調查資料所有有記錄到的物種數：哺乳類 10 科 15 種，鳥類 42 科 96 種的，兩棲類 6 科 18 種，爬蟲類 9 科 25 種及蝶類 5 科 115 種。

哺乳類有記錄到的包括白鼻心、食蟹獾及山羌，保育類物種包括有麝香貓、穿山甲、台灣長鬃山羊等。

保育類鳥類包括有黃山雀、赤腹山雀、白喉笑鵲，保育類爬蟲類包括有龜殼花、標蛇、金絲蛇；兩棲類則記錄有台灣特有種之莫氏樹蛙及橙腹樹蛙。昆蟲類則記錄有瀕臨絕種的大紫蛱蝶及珍貴稀有的無霸勾蛱、台灣擬食蝸步行蟲、台灣大鍬形蟲、長角大鍬形蟲、台灣長臂金龜等。

邱郁文(2012)於黃蝶翠谷進行水棲生物調查，分別於水底坪、六秀坑、東勢坑溪、雙溪橋(母樹林)、船頭、德旺山莊、水底坪下游、雙溪橋及甲河設立調查樣站進行調查，調查結果共得環節動物及扁形動物共 28 科 48 種；蝦蟹類 3 科 9 種，包括原生種 3 種及特有種 6 種，螺貝類共 1 科 4 種，均為原生種；魚類共 4 科 13 種，原生種 3 種及特有種 10 種，無外來種。

2. 植物資源

(1) 雙溪熱帶樹木園

雙溪熱帶樹木園位於高雄縣美濃鎮，位於黃蝶翠谷旁，林務局於 1935 年在屏東林區管理處旗山工作站管轄的林地範圍內，選定高雄縣美濃廣興里設立竹頭角熱帶樹木園，之後則改稱為雙溪熱帶樹木園。全區面積 7.56 ha。雙溪熱帶樹木園海拔高度為 90 至 100 m，為丘陵地形，屬亞熱帶區域，年降雨量充沛，約為 2000 mm 至 3000 mm，雨量多集中於夏季，年平均溫度約 23.°C，年最高溫度為 29.°C，最低氣溫約 19.2.°C。

雙溪熱帶樹木園搜集與培育世界各地有用的外來重要樹種，觀察了解各樹種在栽植區的發育狀況，以明瞭其對當地環境的適應性，作為造林選種的參考，供學術界作更進一步林地試驗研究，或提供採集種子作為繁殖苗木之用，另外並可促進生產優良品質木材，以供木材工業之發展及拓展外銷之用，園內樹種來源包括南洋群島、中南半島、澳洲、非洲與南美洲各地，引進的植物種類總計有 270 餘種。

樹木園歷經 73 年的歷史，園內氣候溫和，適應之樹種已長成大樹且綠意成蔭，楊勝任於 2008 年進行每木調查複查，調查結果共計有 43 科 101 屬 137 種木本植物，目前僅栽植於雙溪熱帶母樹林園區的 27 種樹種有大葉栲皮樹、秦約克、大葉蘇白豆、埃克合歡、庫氏大風子、蘇白豆、香桉納士樹、太平洋鐵木、毛火焰木、狄薇蘇木、柯氏木、菲律賓香椿、小葉黃槐、菲律賓木薑子、小花山埔姜、南美香椿、非洲菜豆樹、緬甸鐵木、樹魚藤、翼果漆、菲律賓棗樹、細枝龍腦香、微瓣櫻桃、大花龍腦香、登吉紅柳桉、馬尼拉龍眼、鱗毛白柳桉等。

各樹種因競爭的結果，有些樹種無法繼續生長，樹木園內的引進物種在 2008 年調查時減少至 23 種，如紅花櫚、黃酸棗、小葉黃槐、兒茶、胭脂樹、馬尼拉龍眼、菲律賓棗樹等，目前已無法在園區看到，賓州光臘樹僅剩一棵，是台灣目前僅出現在本園區的物種。

有些則因競爭能力強且能適應本地的環境，使族群量不斷增加，如大葉桃花心木、毛火焰木、菲律賓木薑子等，菲律賓木薑子因適應

本地環境甚至有被觀察到已播遷至十八羅漢山自然保護區的範圍內，雷君木的苗木也在樹木園區外被發現。另外園區內也發現有 46 種次生演替樹種遷入此園區，如江某、潯葉榕、山柚仔、水錦樹等，並可在林下自然更新，若無管理可能會成為優勢樹種。

樹木園區內小溪流岩壁上一種苦苣苔科植物的密花盾座苣苔，為僅出現於此園區的稀有台灣固有種。

(2)黃蝶翠谷

本計畫區範圍均位於海拔 1000 m 以下的低海拔山區，大多數區域因早期即有人進入開發、進行經濟活動及造林作業，目前並無調查到有原始林存在，林地之組成多為竹林、造林地及荔枝、芒果等果園為主；其餘多為受過人為或天然的擾動後，原生森林物種再次傳播進入生長的次生林。

賴宜玲和王志強(2012)於計畫區中進行植群調查，結果顯示目前造林地樹種之大宗為早期因大量用材需求而種植之柚木、鐵刀木及摩鹿加合歡，但多數造林地長時間無人管理後均可見次生樹種與下層之耐陰性樹種參雜其間生長，主要之次生樹種有山黃麻、血桐、野桐、蟲屎、土密樹、香楠、大葉楠、錫蘭饅頭果等，均普遍且大量分佈，下層樹種如軟毛柿、內荖子、山刈葉、小梗木薑子與屏東木薑子亦相當常見。

過去調查學者曾將林下次生物種分為五種不同類型：1.大青-紅楠型、2.九芎-山柚型、3.火筒樹-水錦樹型、4.臺灣栲-克蘭樹型和 5.構樹-蟲屎型，未來待造林樹種逐漸衰退後或有可能自然演替為次生林。樹冠高處常見酸藤、光果翼核木、厚殼鴨跖藤、血藤等大型藤本，林下地被植物則有風藤、台灣鱗球花、地膽草、地毯草、中國穿鞘花等。果園之植物物種多寡則視管理程度而定，除少量次生樹種外，較開闊之果園提供陽性地被植物如兩耳草、倒地鈴、野棉花及垂椴草等合適生長環境，亦有香澤蘭、小花蔓澤蘭、大花咸豐草等高入侵性植物生長，如生長過量造成擠壓其他植物生長空間時或須適量進行防除。

雖然本區域林相大多為次生林、造林地和果園，區內也存在一些稀有及特殊植物，除了密花盾座苣苔外，東勢坑流域的南台灣黃

芩、台灣風蘭，石門、甲河附近的樟葉木防己、台灣魔芋等 4 種，皆為台灣低海拔山地不易見到的物種，也因台灣低海拔開發嚴重，急需多加保育。

計畫區中鐵刀木雖為外來引進的造林物種，卻成為黃蝶翠谷最重要黃蝶種類，銀紋淡黃蝶的幼蟲重要食草，供養每年上千上萬隻黃蝶幼蟲的生長。厚殼鴨腱藤也是稀有保育蝶類黑波紋小灰蝶的主要食草，該種蝴蝶僅零星分布在台灣南部少數地區，這些植物雖非台灣之稀有植物，卻對當地的動物生態有重要的功能，亦需要妥善管理並作為研究、解說教育和發展生態旅遊的資源。

十八羅漢山自然保護區所屬之 55 林班緊臨雙溪谷地之 48、49 及 50 林班，彼此間之地理位置關係緊密，葉慶龍(2011)調查十八羅漢山自然保護區植物種類、植群與環境相關性、植群多樣性等，調查成果共計維管束植物計 101 科 355 屬 512 種，其中蕨類有 57 種、種子植物 455 種。維管束植物種類最多的科為禾本科 42 種，稀有植物計 19 種，十八羅漢山保護區在設立保護區後有顯著增加及擴散，建議擴大十八羅漢山自然保護區至整個 55 林班。

(五) 人文景觀與環境現況

1. 實際使用現況

根據行政院客委會所進行的台灣客家鄉鎮人口調查中，美濃鎮人口中，客家族群約佔 90%，是台灣客家地域少數的客家族群最密集的居住地。現有的國家（自然）公園均是閩南、原住民聚落所在，美濃開庄近三百年，是台灣重要的客家傳統文化區，具有重要示範意義。

2. 交通運輸系統

美濃鎮對外交通是以公路為主，連結周邊城鎮的省道有台 28、台 3，連接里港、旗山、六龜等區域，另有縣 181 連結高樹與杉林，鎮內重要道路有中山路、中正路、中興路、民族路、復興路、成功路、中華路、光明路，計畫區聯外道路位置如圖 4-30，對外交通有高雄客運、屏東客運的班車可直達高雄、屏東、台南、六龜。

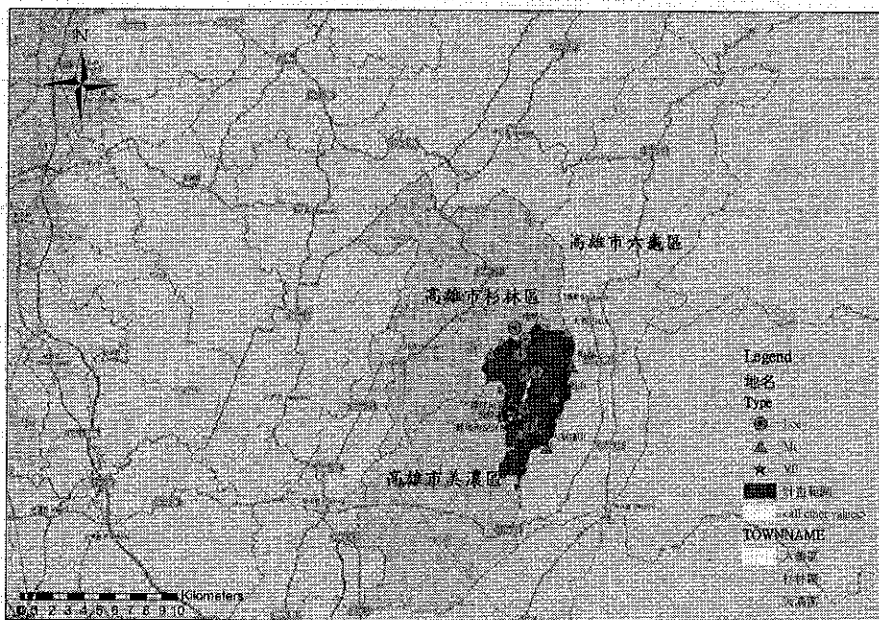


圖 4-30 計畫區聯外道路圖

3.鄉鎮村落、人口及產業

美濃鎮的地理環境封閉，三面環山，一面靠水，美濃在此獨等的山水間，孕育及保存了豐饒的客家人文風情，也塑造了特有的客家傳統文化和建築。今天的美濃，幾乎和南部客家人畫上了等號，在客家文化、語言腔調上，似乎大大的區隔了北部桃竹苗的客家文化。美濃鎮具有文化古蹟資產、客家文化產業、自然生態等特色產業。

本計畫區域植被及土地利用複雜，美濃鎮的地理環境封閉，三面環山，一面靠水，美濃在此獨等的山水間，具有文化古蹟資產、客家文化產業、自然生態等特色產業。孕育及保存了豐饒的客家人文風情，也塑造了特有的客家傳統文化和建築。

高雄縣美濃鎮，全鎮景點狀況以及鎮上特色產業可區分為：工藝藝術產業、文化展演設施產業、遊憩產業資源三大部分。工藝藝術產業包括有菸樓陶藝、美濃窯、油紙傘、藍衫店、美濃客家擂茶及板條店等。文化展演設施產業則包括美濃客家文物館、鍾理和紀念館、原鄉緣文化村及美濃民俗村。遊憩產業資源的部分則包括有美濃鎮入口意象圖「開卷有益」、敬字亭、白馬名家、朝元寺、百年公井、東門樓、庄頭伯公、竹子門發電廠、中正湖、熱帶雙溪母樹園及黃蝶翠谷等。

美濃目前多處的文化資產，例如竹仔門電廠、瀾濃東門樓已列為國定、縣定古蹟，美濃廣善堂已列為歷史建築，受《文化資產保存法》審查指定，並辦理公告的人類為生活需要所營建之具有歷史、文化價值之建造物及附屬設施群，項目共 15 項，其中竹仔門電廠為國定古蹟，如表 4-8：

表 4-8 美濃區文化資產保存法公告古蹟

資產名稱	主管機關	類別	公告文號	公告日期
撮把戲	高雄市政府	傳統藝術(傳統表演藝術-說唱)	高市府文博第 10170004200 號	2012/1/5
龍肚鍾富郎派下夥房、伯公及菸樓	高雄市政府	直轄市定古蹟(祠堂)	府文資字第 0990277916 號	2010/12/2
美濃南隆輔天五穀宮	高雄市政府	歷史建築(寺廟)	府文資字第 0990185601 號	2010/8/23
美濃警察分駐所	高雄市政府	歷史建築(衙署)	府文資字第 0960082301 號	2007/4/9
客家八音	高雄市政府	傳統藝術(傳統表演藝術-戲曲)	府文表字第 0950298335B	2006/12/25
美濃水橋	高雄市政府	直轄市定古蹟(橋樑)	府文資字第 0950140946A 號	2006/6/20
美濃廣善堂	高雄市政府	歷史建築(寺廟)	府文資字第 0940107826B 號	2005/5/24
美濃舊橋	高雄市政府	歷史建築(橋樑)	府文資字第 0940107826A 號	2005/5/24
竹仔門電廠	文化部文資局	國定古蹟(產業設施)	台內民字第 09200083113 號	2003/10/28
金瓜寮聖蹟亭	高雄市政府	直轄市定古蹟	八九府文資字第 000 八二一 0 八號	2000/5/31
瀾濃東門樓	高雄市政府	直轄市定古蹟(城郭)	89 府文資字第 00082108 號	2000/5/31
九芎林里社真官伯公	高雄市政府	直轄市定古蹟(其他)	87 府民禮字第 256025 號	1998/12/31
龍肚庄里社真官伯公	高雄市政府	直轄市定古蹟(其他)	87 府民禮字第 256025 號	1998/12/31
瀾濃庄里社真官伯公	高雄市政府	直轄市定古蹟(其他)	八七府民禮字第 二五六 0 二五號	1998/12/31
瀾濃庄敬字亭	高雄市政府	直轄市定古蹟(其他)	台(80)內民字第 921648 號	1991/5/24

四、結果與討論

分區規劃是劃設自然保護區及其經營管理的關鍵因素，本計畫以地理資訊系統將計畫區蒐整之物理環境資料及物種生態資料，建置為空間資料，利用地理資訊系統之空間分析方法，將應用土地使用配置，物理環境資料，棲地分布及計畫區重要物種分布資料，以網格分析法賦予權重值，進行區位分析，擬定「黃蝶翠谷自然保護區」之範圍及劃分自然保護區中核心區、緩衝區及永續利用區之範圍，區位分析流程圖如圖 4-31。

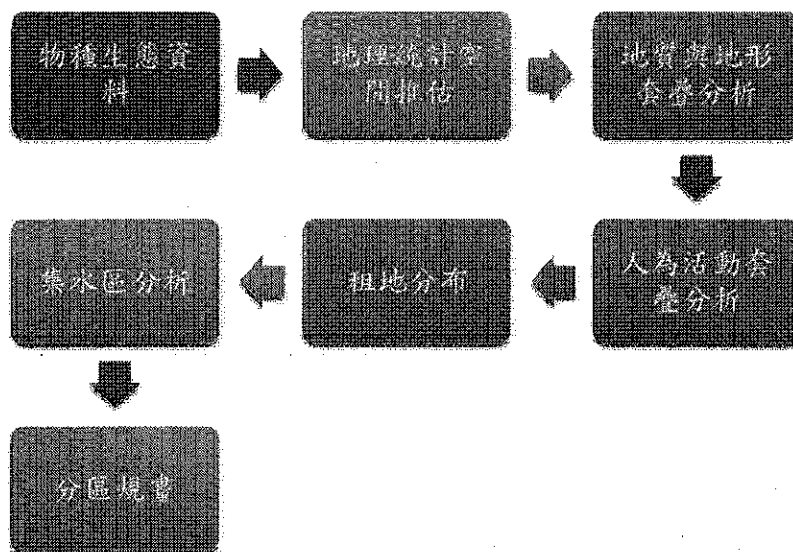


圖 4-31 區位分析流程圖

計畫中將依照自然保護區設置管理辦法第五條所規範，依照自然保護區內環境特性及生態狀況劃分核心區、緩衝區及永續利用區，並報經中央主管機關同意後管理之，各分區之內涵如下：

核心區：指受保護對象之主要生存、棲息、繁衍及族群最集中或地質地形最脆弱敏感之區域，並具易辨識區隔之天然或人為界線，區內僅供科學研究及生態監測活動。

緩衝區：指位於核心區外圍，隔離外界與核心區，以減少外在環境對核心區之影響。區內可進行與核心區相關之科學研究與生態及人文監測活動，並容許有限度之環境教育活動。

永續利用區：指位於緩衝區外圍，以維護保育對象的生存、繁衍，並促進鄰近社區之發展，區內資源容許有限度之利用。

(一) 土地利用之適宜性分析

土地適宜性分析為環境規畫之工具，土地適宜性分析乃從環境規劃觀點出發進行土地使用規劃，根據基地條件，在一定之規則下分析自然環境對各種土地使用狀況的潛力與限制，確保開發行為能在環境保育，目標相容下，進行有效的資源利用與分配，劃分其可供開發及限制開發區域，意即在其可容納之承載量下進行合理的基地開發，故適宜性分析乃整合土地開發利用與資源保育之重要過程。

本計畫蒐集有關計畫區之地形、坡度、土壤、地質、水分分佈、等資料，透過 ESRI Arc GIS 10 之空間分析功能，根據山坡地土地可利用限度分類標準規範之各限制因子之等級，進行套疊分析，將計畫區土地等級為六級，其中一級地、二級地、三級地及四級地為宜農牧地，五級地為宜林地，六級地為加強保育地。

計畫依照山坡地土地可利用限度分類標準規範土地利用之適宜性分析成果圖如圖 4-33，各類型面積如表 3-9，計畫區土地等級為二級地至五級地，土地可利用限度類別有宜農牧地及宜林地，其中二級地共 13.65 ha，僅佔計畫區全面積之 0.5%，三級地共 127.94ha，佔計畫區全面積之 4.6%，四級地面積為 2036.54 ha，佔計畫區全面積之 72.5%，以上為宜農牧地，五級地為宜林地，面積共 632.75 ha，佔全面積之 22.5%。

統計分析結果以四級地之面積為最多，五級地次之，統計結果如圖 4-32，計畫區內目前大部份面積皆為租地造林地，因此大多具森林覆蓋。山坡地土地可利用限度分類標準規範，計畫區土地等級為二級地至五級地，五級地為宜林地，面積共 632.75 ha，佔全面積之 22.5%，以 50 林班所佔面積為多。

本計畫以航空照片及現場調查雙溪谷地中崩坍地狀況，崩坍地以計畫區中 49 林班石門及出火坪上游溪谷崩塌最為嚴重，其中包括狗寮山上大片山壁崩落，原有林道破壞，林地遭到土石流嚴重破壞，溪谷上游亦滿足崩落之大石塊，為本計畫中地形地質狀況最不佳之區域。

表 4-9 山坡地土地可利用限度分類成果表

土地分級	面積(公頃)	百分比
二級地	13.65	0.5%
三級地	127.94	4.6%
四級地	2036.54	72.5%
五級地	632.75	22.5%

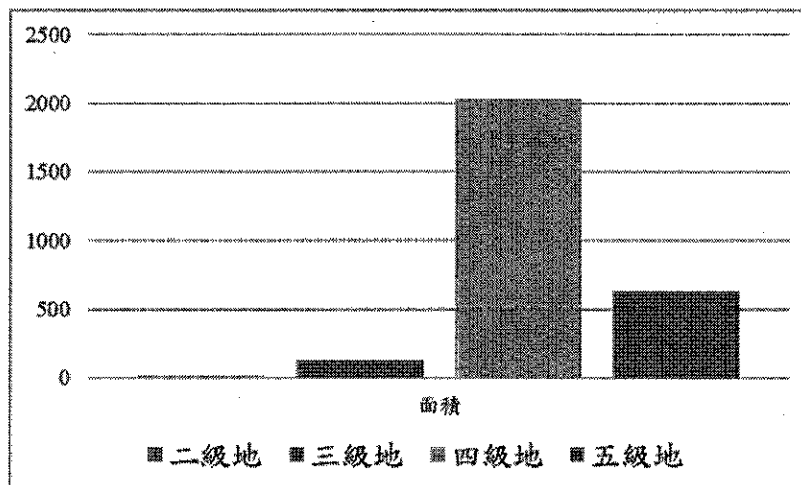


圖 4-32 山坡地土地可利用限度分類統計圖

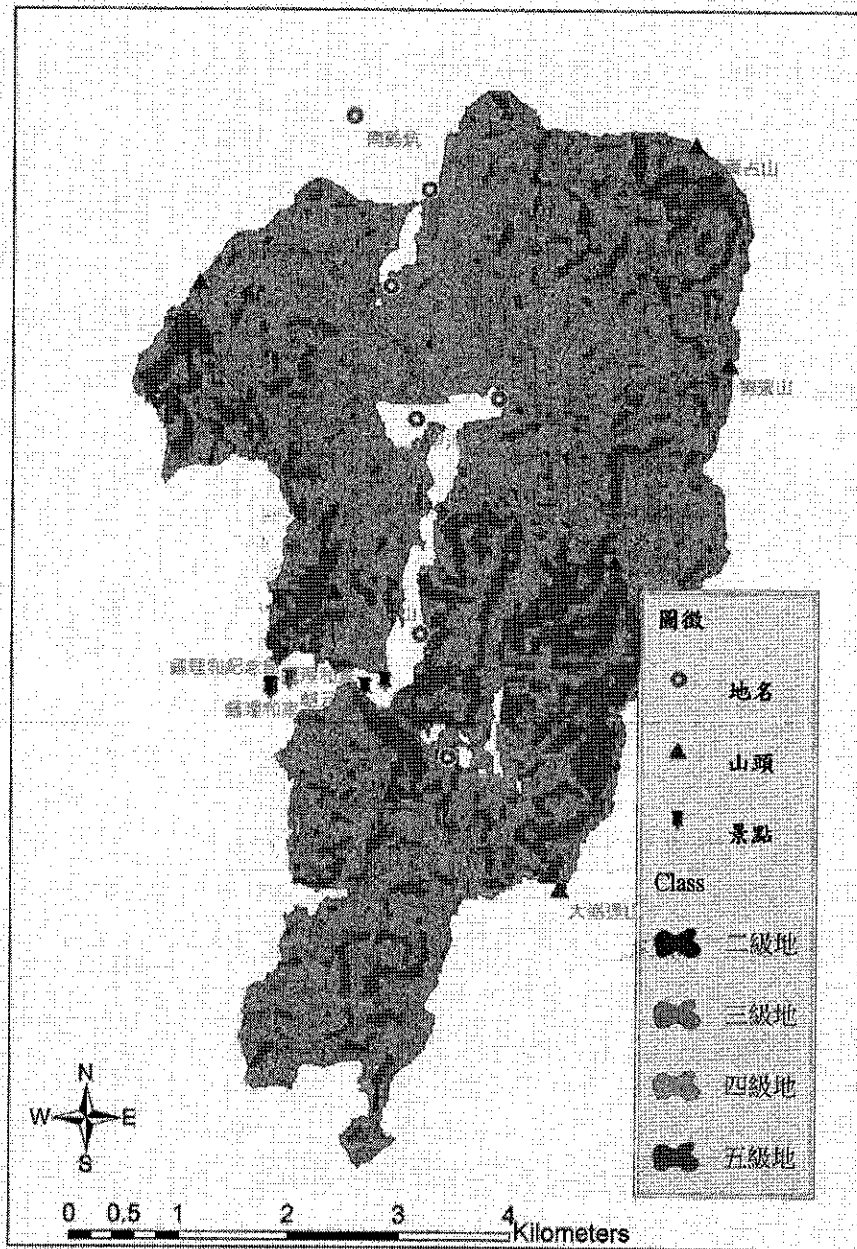


圖 4-33 山坡地土地可利用限度分類圖

(二) 集水區分析

集水區經營為以經營集水區內所有可以更新的資源，保證可用水之供應及河川流量的理想調節，防止沖蝕，減少洪氾及土砂等災害，以保持生物生長之生態系完整為目標。集水區以山嶺為界，降水匯集後排出，形成溪流，河川之水量將受到集水區面積大小、地表徑流、地質土壤及植生覆蓋所影響。為完善集水區之經營，林地區劃時應以集水區為單位，以期在同一個集水區內之森林經營計畫得以同一方式合理處理，以求集水區之永續發展，而其經營管理策略取決於有效地掌握及推估集水區的特性，以了解集水區經營所需面對的問題及影響。

由於集水區的地貌特徵是眾多物理環境及生物因子交互作用的結果，為相關環境學科研究的重要依據，目前利用數值地形模型能有效估計集水區形貌參數，藉以評估各相關的環境作用，成為數值地形模型中的重大應用目標。

本計畫以地理資訊系統之水文分析工具(Hydrologic Analysis)，撫以2009年6月底美國太空總署(NASA)和日本經濟產業省(METI)在釋出之全球數值地形模型(GDEM)資料，所產生之30 m×30 m之數值地形資料，分析獲取水文資訊，以了解計畫區之主集水區與次集水區，以及利用河網分級(Stream Order)，了解主支流間的關係，產生集水區分區圖，做為土地區分分析與規劃的基儲參考之料。

水文分析工具利用數位地形模型資料，以坡向及嶺線畫分集水區及流域，並計算地表逕流模型之水流方向(Flow Direction)，匯流累積量(Flow Accumulation)，透過各節點及匯流累積量，建置河流網路(Stream Network)之模型，並依據方位及高度進行河網分級，最後計算各河斷之長度。集水區分析結果將計畫區劃分為262個子集水區，最小的集水區為0.04公頃，最大的集水區為99.32公頃，集水區分布圖如圖4-34，集水區分析圖3D視圖如圖4-35。



圖 4-34 計畫區集水區分析圖

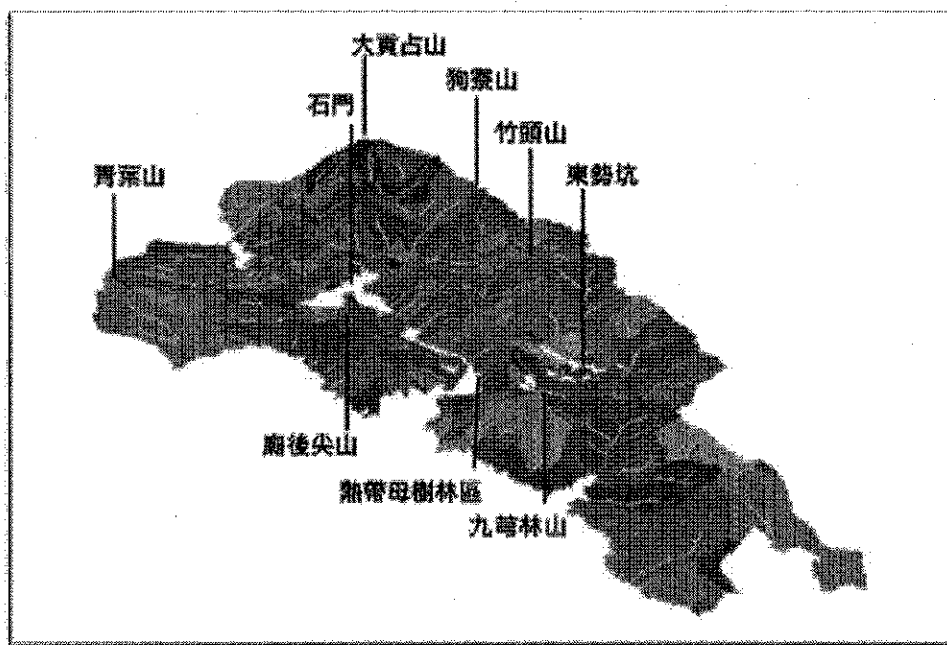


圖 4-35 計畫區集水區分析圖 3D 視圖

(三) 生物資源分布推測

本計畫利用屏東科技大學野生動物保育所翁國精 2012 年執行之「旗山事業區 46~52 林班的動植物資源調查」計畫以自動相機調查所得之出現指數 (Occurrence Index, OI) 調查資料，以克利金法進行空間推估，利用此空間分布模式，預測計畫區內野生動物分布之狀況，做為保護區分區規畫之生物資源參考資訊，結果如圖 4-36 至圖 4-43。

野生動物調查中，將自動相機所得調查資料視為定點計數之資料，計算每一樣點處的出現指數，出現指數為該區所有相機每 1000 個工作小時中所拍得的個體或群體照片數，出現指數可以代表目標物種對於各樣點環境的喜好性。調查資料包括有野豬、獼猴(群)、山羌及白鼻心等四種動物，樣區及出現指數如表 4-10。資料之判訂標準為 10 分鐘內若無法辨認為不同的動物個體則視為同一隻，另由於獼猴為群居動物，因此以群為單位。

本計畫以克利金法進行空間推估，利用此空間分布模式，預測計

畫區內野生動物分布之狀況，結果顯示白鼻心活動的熱點主要分布於48、49及50林班的位置，山羌活動的熱點則分布於46、47及48林班，台灣獼猴活動熱點主要分布於48及49林班，而野豬分布的熱點則為48林班及52林班之中。

表 4-10 計畫區中野生動物出現指數表(OI)

樣區	名稱	山羌	猴子	野豬	白鼻心	食蟹蒙	鼬獾
46	Mn51	-	8.93	-	2.98	-	-
	Mn52	-	-	-	2.86	-	-
	Mn53	-	-	-	-	-	-
	Mn55	-	9.26	-	-	-	-
	Mn56	-	-	-	-	-	-
47	Mn44	-	-	10.31	-	-	-
	Mn45	-	4.63	4.63	-	-	-
	Mn46	-	2.93	-	-	-	-
	Mn48	-	-	28.99	14.49	-	-
48	Mn35	-	3.82	-	-	-	-
	Mn36	7.60	-	-	-	-	-
	Mn39	3.79	11.36	15.15	-	-	-
	Mn40	-	5.99	5.99	-	-	-
	Mn41	3.82	-	7.63	-	-	-
49	Mn28	-	31.06	6.21	2.07	-	-
	Mn29	-	12.35	-	2.06	-	-
	Mn30	8.06	0.00	-	-	-	-
	Mn32	2.28	4.56	-	-	-	-
	Mn34	11.11	-	-	-	-	-
50	Mn19	-	6.41	-	-	-	-

樣區	名稱	山羌	猴子	野豬	白鼻心	食蟹蒙	鮑獾
	Mn21	14.39	0.00	-	-	-	-
	Mn23	12.95	2.59	-	-	-	-
	Mn25	3.14	-	-	-	-	-
	Mn26	-	-	5.19	2.60	-	-
	Mn27	-	2.60	2.60	-	-	-
51	Mn65	-	-	-	-	-	-
	Mn66	2.60	5.21	-	-	-	-
	Mn68	-	-	-	-	-	-
	Mn69	1.49	7.44	-	-	-	-
	Mn70	-	-	-	-	-	-
	Mn14	-	10.42	-	-	-	-
52	Mn1	5.08	10.15	10.15	-	-	-
	Mn2	-	-	23.47	-	-	-
	Mn57	8.67	-	-	-	-	-
	Mn58	-	1.73	-	-	1.73	-
	Mn59	5.20	6.93	-	-	-	1.73
	Mn60	9.17	9.17	-	-	-	4.59
	Mn61	-	1.60	-	-	-	-
	Mn62	1.60	-	-	-	-	-
	Mn64	-	4.57	-	-	-	-

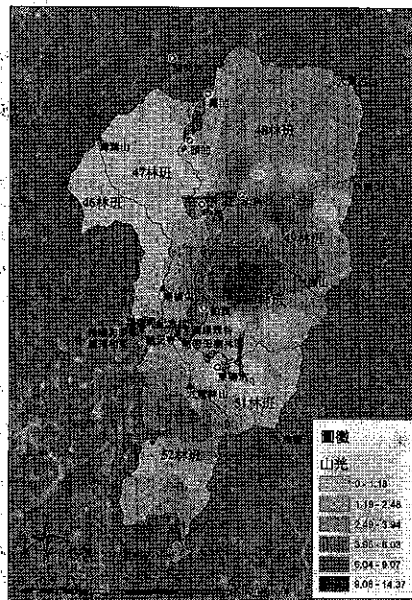
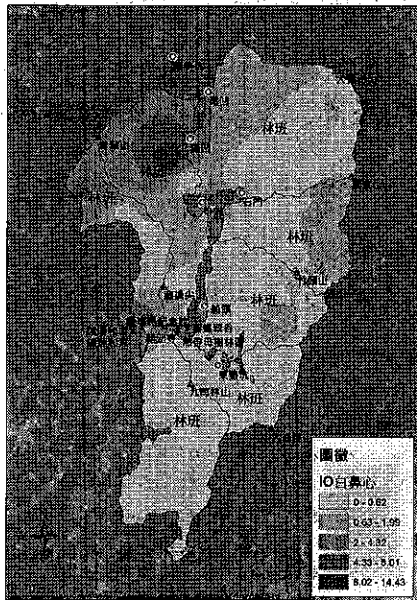


圖 4-36 白鼻心熱點分布 圖 4-37 山羌熱點分布

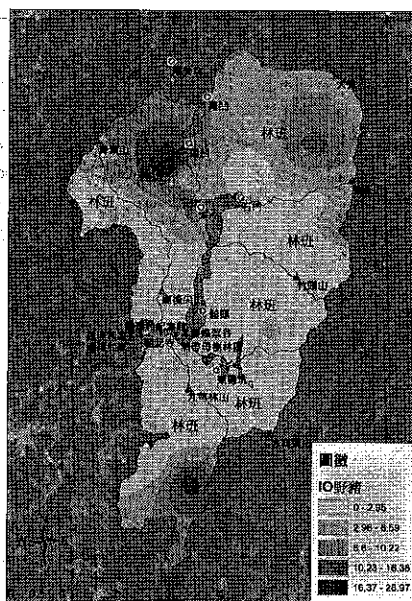
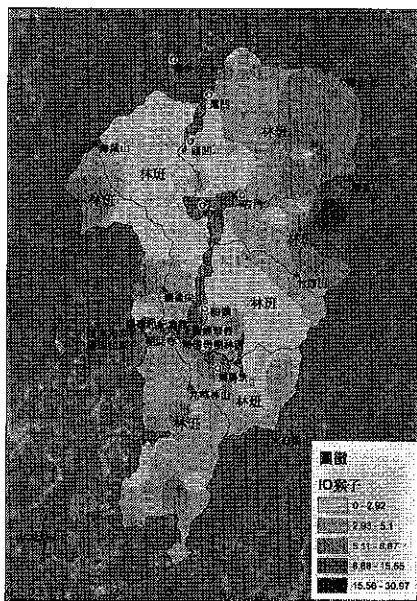


圖 4-38 獼猴熱點分布 圖 4-39 野豬熱點分布

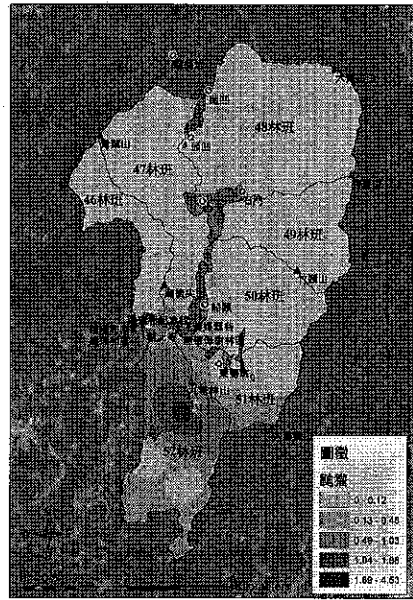
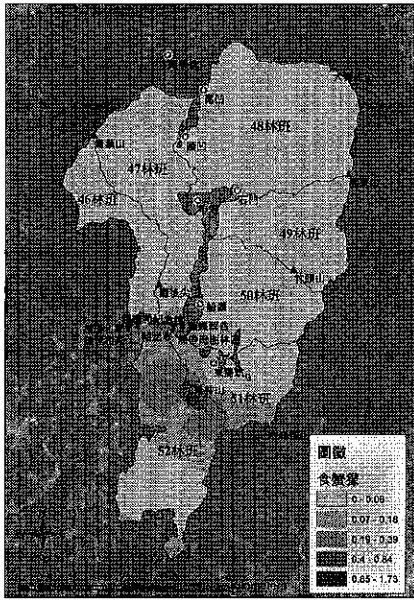


圖 4-40 食蟹獐熱點分布 圖 4-41 鼬獾熱點分布

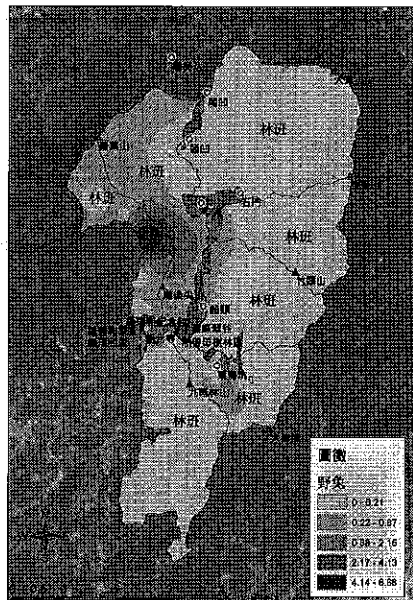
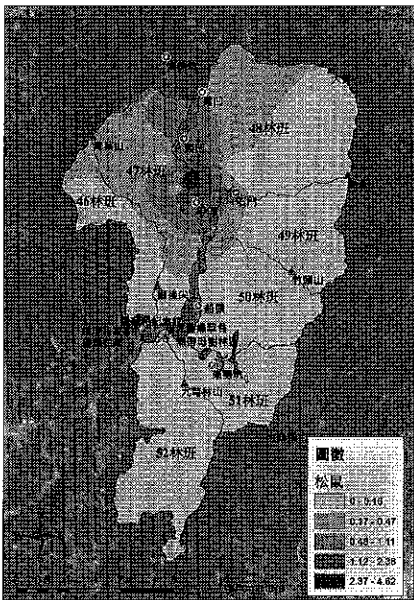


圖 4-42 松鼠熱點分布 圖 4-43 野兔熱點分布

計畫中將野生動物調查出現指數空間推估資料，依不同物種在各樣點的出現機率分為 5 級，將山羌、白鼻心、食蟹獾、野兔、野豬、鼬獾及獼猴等物種進行套疊分析，得到計畫區之野生動物分布熱點如圖，如圖 4-44。由套疊分析結果可發現野生動物活動的區域多集中於 47 林班北半部、48 林班、49 林班及 50 林班的位置，46 林班、50 林班南半部及 51 林班位置野生動物出現指數則較低。

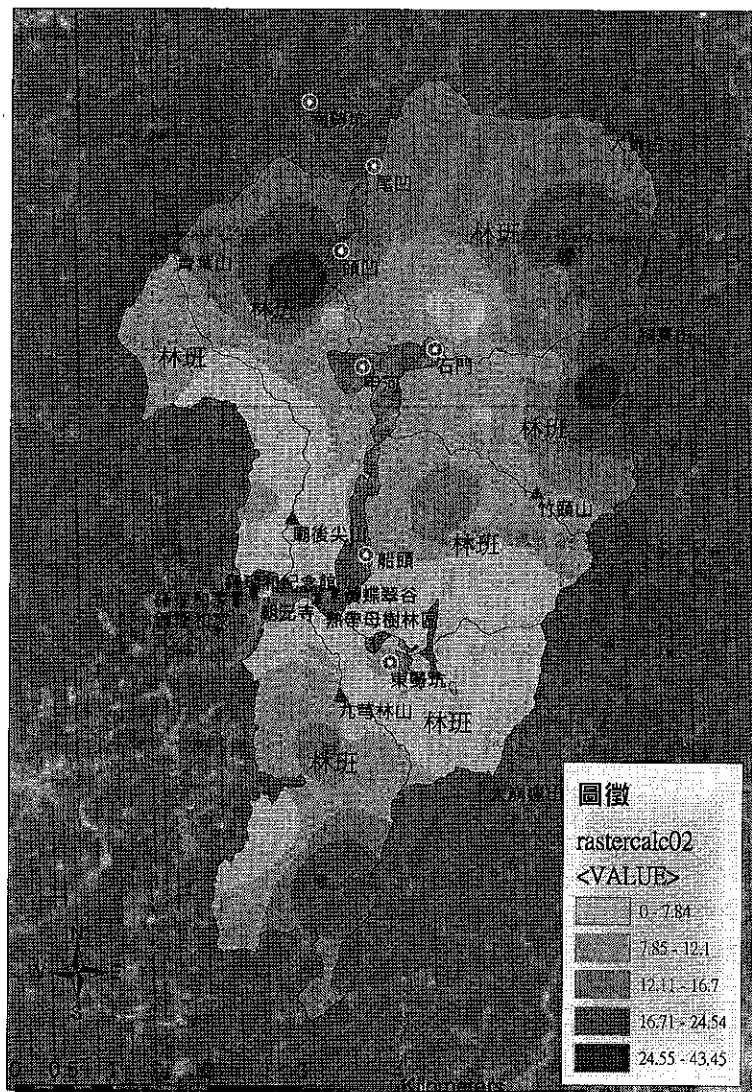


圖 4-44 動物出現指數套疊分析結果

(四) 土地區分分析與規劃結果

本計畫以地理資訊系統所提供之各項地理資訊，結合已有之生物資料，進行黃蝶翠谷自然保護區規劃研究。區位分析是空間規劃重要的一環，而空間規劃則時常面臨如何結合區域資源屬性和適當活動的問題。本研究以最適區位分析的概念，將地理空間資料，進行空間規劃分析，綜合衡量自然環境及人為環境的特性，將自然保護區內依具環境特性及生態狀況劃分核心區、緩衝區及永續利用區，以使自然保護區區化完備。

自然保護區之分區規劃，決定整個保護區之經營方針，亦影響鄉鎮公所舉行說明會時，當地居民的認同度。因此，分區規劃是劃設自然保護區及其經營管理的關鍵因素，為慎重起見，本計畫以野生動物活動的區域套疊分析結果為基礎，輔以現場地形地質及崩坍地狀況，依照地形之分布狀況，以及人類活動進入之難易程度和租地的分布，以 ESRI Arc GIS 10 地理資訊系統進行套疊分析(Overlay Analysis)後，依據集水區範圍進行及參酌原有林班地劃分將計畫區中不同區域進行區分。

以地理資訊系統綜整各項次級資料之空間地理資訊，結合生物資源資料，森林及集水區經營方法，進行規劃研究。綜合考慮保護區內之動植物自然資源特性、人文活動及租地造林地行為之影響，以集水區單元為基礎，以完整集水區經營之方式進行保護區分區經營管理，以維持集水區之永續利用及維護區內之生物多樣性，落實生態保育工作之推動，依據自然保護區設置管理辦法第七條進行土地分區規劃，包括核心區、緩衝區及永續利用區。

本區內有租地造林地 778 筆，面積 1559.21 ha，佔本區面積之 56%，區內租地造林地比照永續利用區管理方式，容許有限度之資源利用，即維持目前租地造林地現有之使用，並依據現行租地造林地管理規則等相關法令辦理，其他地區應予嚴格保護，且人類活動必須嚴格的加以控制。

土地分區規劃面積及百分比如表 4-11，面積百分比圖如圖 4-45，保護區分區規畫如圖 4-46，土地分區規劃 3D 視圖如圖 4-47。

1. 核心區

面積約 271.02 ha，主要位於旗山事業區 49 林班，石門以上的雙溪上游，有甲坑、鹽泥坑、發誓坑等支流，竹頭山及狗寮山山區間。本區域內坡度陡峭，地型變化大，地形為一谷地，開口向西及西北，與雙溪谷地向西南相異，形成地型屏障，阻隔氣候變化時之直接影響，可視為生物之避難所。狗寮山側為迎風面，地質脆弱崩坍地數量多竹頭山側林相被覆完整，崩坍地面積小，租地造林面積較低。

本區域內竹門山登山步道已荒蕪，狗寮山登山步道已崩坍，區內無主要之林道開設，不易進入，可遠離人類活動干擾。由地景生態學角度，本區域緊臨 18 羅漢山自然保護區所屬之 55 林班，藉由本計畫自然保護區區核心區之劃定，與 55 林班連結，可擴大核心區與緩衝區的面積，橫向並可形成連結荖濃溪集水區及旗山區集水區之廊道。核心區劃設後將提高管制加強保護，以維護核心區內之生態多樣性及棲地完整，核心區內將僅供對環境無影響之科學研究、及生態監測活動。

2.緩衝區：

面積約為 1150.19 ha，緩衝區主要位於旗山事業區 48 林班、49 林班竹頭山西側稜線及 50 林班，位於甲河及石門上游集水區及東勢坑溪集水區間，甲河往上游的支流有六秀坑、燒炭坑、竹坑、粗坑等溪流以，石門以上則主要鹽泥坑溪等支流，六秀坑溪及鹽泥坑溪匯流於甲河處，區內包括了竹頭山、狗寮山、大貢占山及頭凹等區域，大貢占山為本區最高山。

本區位於核心區之外圍，48 林班內有產業道路穿越，4 輪傳動之車輛可通行，通往六龜區及杉林區，50 林班內有產業道路，主要供採筍及林業所使用，本區內允許進行與核心區相關之科學研究與監測活動，並容許有限度之環境教育活動，因此本計劃將此區劃為緩衝區，以利未來巡察與監測使用。48 林班西北側，甲河上游頭凹及尾凹一帶多為私有地，主要土地利用型以果園為主，施放農藥之結果造成溪水優氧化，對於溪流生態影響大，緩衝區的劃設將有效的將核心區與人為影響有效的隔開。

3.永續利用區

面積為 1383.97 ha，範圍包含旗山事業區 46、47、51 及 52 林班，

46 及 47 林班位於計畫區西北邊，林相大多為次生林、造林地及果園，區域內包括廟後尖山及青葉山，51 及 52 林班位於計畫區之南側，本區並包括雙溪熱帶樹木園區，區域內有九芎林山、大崩達山及東勢坑溪，大部為租地造林地。永續利用區內，區內資源可容許有限度之利用，維持原有之租地造林作業及相關產業活動，並期藉由社區林業計畫發展在地生態解說活動，以促進保護區周維社區之發展。

表 4-11 保護區分區面積及百分比表

保護區分區	面積(ha)	百分比
永續利用區	1383.97	49%
緩衝區	1150.19	41%
核心區	271.02	10%

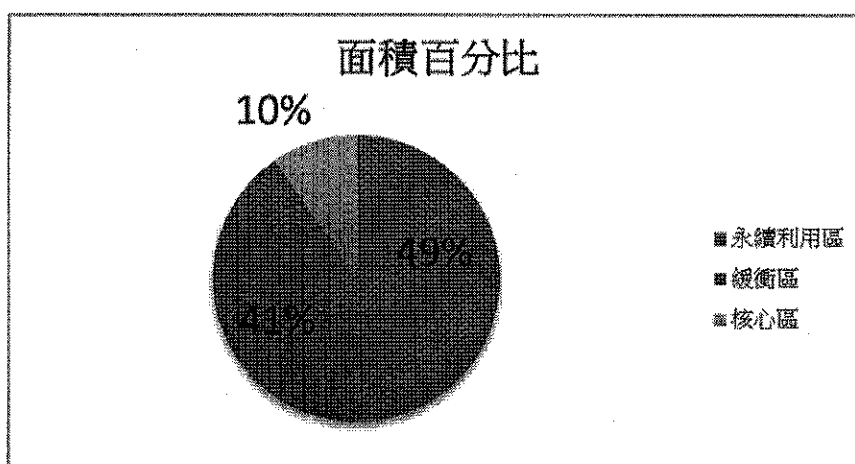


圖 4-45 保護區土地分區規劃面積百分比圖

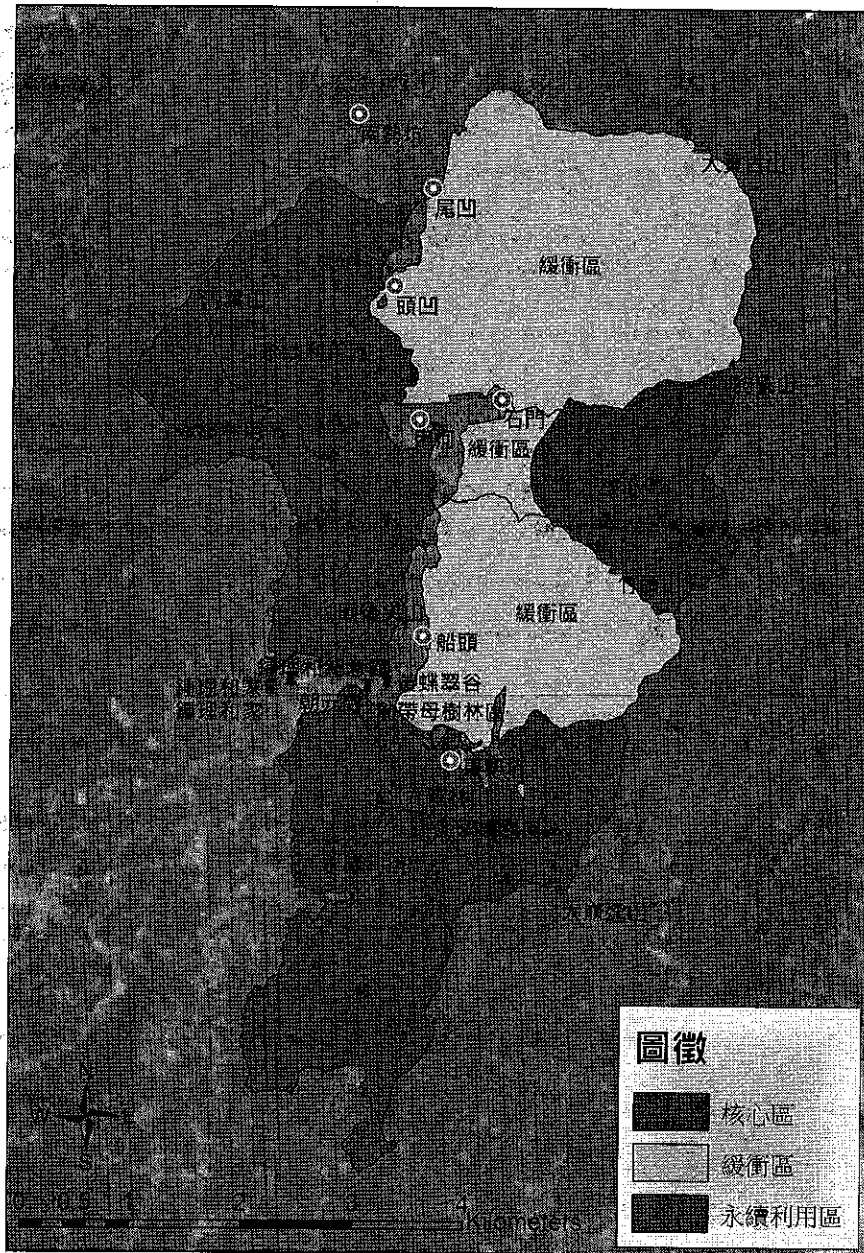


圖 4-46 保護區土地分區規劃

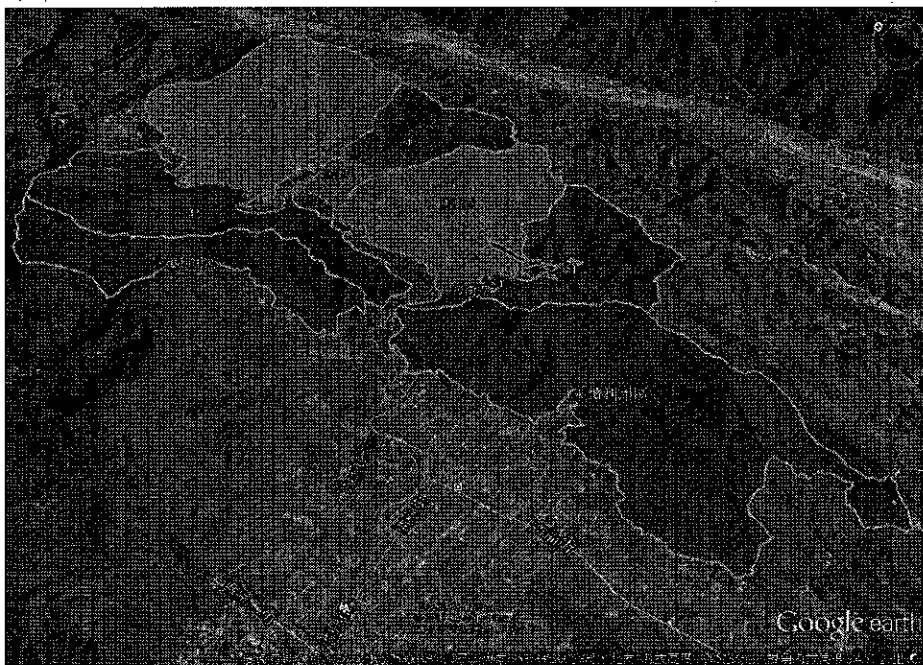


圖 4-47 保護區土地分區規劃 3D 視圖

(五) 5 次工作會議

本計畫已於 2012 年 4 月 21 日、2012 年 6 月 2 日、2012 年 8 月 16 日、2012 年 11 月 28 日、2013 年 2 月 21 日及 2013 年 3 月 21 日，分別於美濃愛鄉協進會、高雄鳥會、屏東林區管理處及林務局總局參與 6 次工作會議，並於 2012 年 8 月 18 日、2012 年 8 月 21 日及 2012 年 11 月 28 日參與地方說明會，共 4 場。

(六) 完成「黃蝶翠谷自然保護區」綱要規劃書

自然保護區設置管理辦法第四條：

自然保護區之設置地點及範圍，由森林所有人，擬具綱要規劃書，載明下列事項，報請中央主管機關核定公告；變更時亦同。

- (一)、林地位置、範圍、面積。
- (二)、環境特質及資源現況。
- (三)、設置或變更之理由。
- (四)、既有之保育措施及未來之保育策略。

本計畫將依照本法令擬具黃蝶翠谷自然保護區綱要規劃書，並在2012年6月時提出綱要規劃書草案。

本計畫將依據計畫所蒐集之物理環境資料、生態調查資料(次級資料)及實地探勘結果，參酌及納入第1次、第2次及第3次工作會議意見，決定「黃蝶翠谷自然保護區」林地位置、範圍、面積。

透過次級資料收集，了解「黃蝶翠谷自然保護區」環境特質以及資源現況概況，並透過訪談，對於資源現況做更一步的認識，以撰寫綱要規畫書。收集匯整國內其他自然保護區設置之原由，對照「黃蝶翠谷自然保護區」的狀況，提出自然保護區設置原由。

透過與屏東林區管理處及地方生態保育團體訪談及實際探查黃蝶翠谷及雙溪熱帶樹木園區，了解計畫區既有之保育措施，並對於未來之保育策略，如生態監測，棲地保育，外來種防治，解說教育工作，以及保護區相關法源之了解與宣導等，並在第2次工作會議意時提出討論相關議題。

本計畫於期中報告時提出綱要規劃書完稿，如附件。

(七) 完成「黃蝶翠谷自然保護區」經營計畫書

自然保護區設置管理辦法第五條：

自然保護區之設置地點及範圍，經核定公告後，森林所有人或經公告指定之管理經營機關應於六個月內，擬訂自然保護區經營管理計畫（以下簡稱經營管理計畫），並在森林所在地之鄉鎮公所舉行說明會，聽取當地居民意見後，報請中央主管機關核定實施；變更時亦同。

(一)計畫緣起：設立之目的、依據、範圍。

(二)計畫目標及內容：計畫欲達成之目標、期程、需求經費及內容。

(三)計畫地區環境特質及資源現況：自然及人文環境、自然資源及土地利用現況、現有設施及現有潛在因子、因應策略。

(四)分區規劃及保護利用管制事項：分區規劃範圍、環境資源及環教推廣、設施維護及重大災害應變。

(五)分區之許可、管制及利用事項。

(六)委託管理事項。

(七)圖籍資料：保護區面積在一千公頃以下，比例尺不得小於五千分之一；面積超過一千公頃者，比例尺不得小於二萬五千分之一，可清楚顯示界線之相關位置圖。

(八)附錄及其他指定事項，包括說明會紀錄。

本計畫將依據計畫所蒐集之物理環境資料、生態調查資料(次級資料)及實地探勘結果，參酌及納入工作會議意見，決定「黃蝶翠谷自然保護區」林地位置、範圍、面積。透過次級資料收集，了解「黃蝶翠谷自然保護區」環境特質以及資源現況概況，並透過訪談，對於資源現況做更一步的認識，以撰寫綱要規畫書。收集匯整國內其他自然保護區設置之原由，對照「黃蝶翠谷自然保護區」的狀況，提出自然保護區設置原由。

透過與屏東林區管理處及地方生態保育團體訪談及實際探查黃蝶翠谷及雙溪熱帶樹木園區，了解計畫區既有之保育措施，並對於未來之保育策略，如生態監測，棲地保育，外來種防治，解說教育工作，

以及保護區相關法源之了解與宣導等，本計畫於期末報告時提出經營計畫書書草稿，如附件。

五、建議

- (一)本計畫區之 46 至 52 林班，依照其生態地理區位及資源調查成果，具重要區位且生物資源豐富，符合森林法第 17-1 條自然保護區畫設之條件，評估後可劃設為自然保護區。
- (二)本計畫依據計畫區之生態資源與棲地重要性，以地理資訊系統，結合生物資源資料進行分析，完成自然保護區分區規劃，經工作會議討論後，建議將核心區主劃設於旗山事業區 49 林班，面積共 271.02 ha，緩衝區位於 48、49 及 50 林班，面積共 1150.19 ha，其它區域則規劃為永續利用區，面積為 1383.97 ha。
- (三)計畫中依據分區規畫結果，將周邊社區及相關資源納入，進行綱要規畫書及經營管理計畫之撰寫。後續的委託管理及協同管理，在自然保護區公告後，應儘早與社區及相關單位進行討論。

六、参考文献

- Antoaneta, B. 1999. Moho discontinuity in central Balkan Peninsula in the light of the geostatistical structural analysis. *Physic of the Earth and Planetary Interiors* 114: 49-58.
- Groenigen, J. W., W. Siderius and A. Stein. 1999. Constrained optimization of soil sampling for minimisation of the kriging variance. *Geoderma* 87: 239-259.
- Gandah, M., A. Stein, J. Brouwer and J. Bouma. 2000. Dynamics of spatial variability of millet growth and yields at three sites in Niger, West Africa and implications for precision agriculture research. *Agricultural Systems* 63: 123-140.
- Nangendo, G., A. Stein, M. Gelens, A. de Gier and R. Albricht. 2002. Quantifying differences in biodiversity between a tropical forest area and a grassland area subject to traditional burning. *Forest Ecology and Management* 164: 109-120.
- Rahman, A. F., J. A. Gamon, D. A. Sims and M. Schmidts. 2003. Optimum pixel size for hyperspectral studies of ecosystem function in southern California chaparral and grassland. *Remote Sensing of Environment* 84: 192-207.
- Serón, F. J., F. J. Sabadell, J. Badal and J. M. Martín. 1999. Modelling techniques for volumetric reconstruction of earth structure. *Physics and Chemistry of the Earth* 24: 261-268.
- Sousa, V. and L. S. Pereira. 1999. Regional analysis of irrigation water requirements using kriging: Application to potato crop (*Solanum tuberosum* L.) at Trás-os-Montes. *Agricultural Water Management* 40: 221-233.
- Treitz, P. and P. Howarth. 2000. High spatial resolution remote sensing data for forest ecosystem classification: An examination of spatial scale. *Remote Sensing of Environment* 72: 268-289.

- Whittaker, RH 1960. Vegetation of the Siskiyou Mountains, Oregon and California. *Ecological Monographs* 30:279-338
- Wen, X. H., C. V. Deutsch and A. S. Cullick. 2002. Construction of geostatistical aquifer models integrating dynamic flow and tracer data using inverse technique. *Journal of Hydrology* 255: 151-168.
- 李宣德, 2000, 森林空間動態模式之建立與應用。國立中興大學森林研究所碩士論文 96 頁。
- 李達源、莊愷瑋, 2011, 地理統計於重金屬污染場址危害範圍界定之應用。地理統計在農業和環境科學之應用研討會論文集 57-78 頁。
- 美濃鎮誌編纂委員會, 1997, 美濃鎮誌。高雄美濃鎮公所
- 高堅泰、馮豐隆, 2001, 森林生育地因子之空間推估與生育地分類。中華林學季刊 34(2): 167-184。
- 馮豐隆、高堅泰, 1999, 應用克立金推估模式於降雨製圖。臺大實驗林研究報告 13(2): 155-163
- 馮豐隆、黃志成, 1997, 空間模式應用於林分結構母數推估之研究。中興大學實驗林研究彙刊 19(2): 57-75。
- 鄭克聲, 2001, 地理統計之理論基礎和應用回顧。地理統計在農業和環境科學之應用研討會論文集 1-12 頁
- 張尊國、徐貴新、林裕彬, 2001, 地理統計結合地理資訊系統應用於土壤污染防治, 第 47 卷, 第 4 期, 農業工程學報, 20-28
- 賴明洲、趙令意、吳勝隆、李如玲, 1986, 雙溪森林遊樂區計劃。台灣省林務局印。
- 邱郁文, 2012, 雙溪流域水生生物及溪濱植群調查及解說資源建置。行政院農業委員會林務局屏東林區管理處委託研究計畫
- 翁國精、賴宜玲, 2012, 旗山事業區 46~52 林班內動植物資源調查及資料分析。行政院農業委員會林務局委託研究計畫
- 葉慶龍, 2011, 十八羅漢山自然保護區植群調查研究計畫。行政院農業委員會林務局屏東林區管理處委託研究計畫 99R22。

楊勝任, 2008, 雙溪熱帶樹木園珍貴樹種更新動態研究。行政院農業
委員會林務局委託研究計畫系列 96-06-5-02。

七、附錄(含樣區、生物照片或工作情形照片)

(一)期中報告意見回覆

廖學誠委員	
1. 研究區內租地造林地 778 筆，面積 1559.21 公頃，未來如果設置為自然保護區，承租地主是否同意？林務局該如何處理？ 2. 核心區中要保護的主要對象為何？何種動植物？為什麼？ 3. 租地造林地將以永續利用區進行管理，容許有限度之資源利用，不知目前的主要作物為何？是否會影響到周遭生態系？	1. 計畫於 2012 年 8 月 18 日、2012 年 8 月 21 日及 2012 年 11 月 28 日舉辦地方說明會，共 4 場，以了解當地居民及承租戶對於自然保護區成立之意向。進行分區規畫時，並綜合考慮保護區內人文活動及租地造林地行為之影響，區內租地造林地比照永續利用區管理方式，維持目前租地造林地現有之使用，並依據現行租地造林地管理規則等相關法令辦理。 2. 核心區中要保護的主要對象為核心區內之生態多樣性及棲地完整性，橫向並可形成連結荖濃溪集水區及旗山區集水區之廊道。 3. 本區域造林樹種包括有柚木、土芒果、摩鹿加合歡、鐵刀木、樟樹、黃蓮木、桃花心木、山黃麻等，竹類則包括蔴竹、綠竹、長枝竹等，其它，為一以人工林及次生林為主的淺山生態系，以有限度之資源利用，提供適當人為的擾動，俾益周遭生態

4. 保護區之委託經營與社區林業第三階段結合，方向頗為適切，未來的合作機制可再更深入且可行。	系。 4. 感謝委員意見。
李光中委員	
1. 非常肯定本自然保護區分區規劃之科學分析基礎。 2. 48 林班地定位為核心區，目前為次生林狀態，內含百餘筆租地造林地，屬人為擾動之半自然環境，未來核心區是否需要人為持續擾動？或嚴格保護以導向自然演替？建議作更清楚說明。 3. 保護區分區應考量「人」的角色，綱要規劃書應將「人類的福祉」納入。 4. 綱要計畫對經營管理議題分析似較簡略，另經營管理目標未列明建議補充。 5. 委託經營項目為社區夥伴關係之具體合作事項，建議在綱要計畫中有更清楚的規劃。	1. 感謝委員意見。 2. 依據自然保護區設置管理辦法，核心區內將僅供對環境無影響之科學研究、及生態監測活動，嚴格保護以導向自然演替。 3. 自然生態保育工作乃以人類長遠之福祉為目的，因此，本計畫於本區域設置自然保護區以謀求該地區豐富資源得以永續發展。 4. 已補充於經營計畫書中。 5. 已補充於經營計畫書中。
楊副局長宏志	

1. 本局應直接與高雄市副市長對談，就自然保護區規劃、保護區劃設後的議題、里山引入林農等進行意見交換。 2. 最常發生林農施藥的區域及濱溪植群的保留，請納入分區規劃考量。	1. 感謝委員意見。 2. 47 及 48 林班間溪流，上游多私有果園，造成溪流優養化較為嚴重，以規劃為緩衝區，與核心區隔離。
---	---

管立豪委員	
1. 自然保護區分區建議可以遷就現地利用狀況及資源分布之狀況。來加以分區，即分區區塊可以增加。 2. 根據土地分級保護區範圍四、五級土地占 95%，故永續利用區應可再限縮或是適當限縮。	1. 感謝委員意見，保護區分區依照現地狀況進行規畫，已於 3 月 21 日工作會議提出。 2. 「山坡地可利用限度查訂」適用於非國有林班地，本計畫區域皆為國有林班地，因此土地分級資料僅做為分區規畫參考，計畫將以最適區位分析的概念進行各分區之規畫。
邱立文委員	
溪流區域建議再行就土地使用管制面予以分析，再嘗試由私有地主與公部門共同合作劃設保護區之可行性，並納入對溪流區域之保育措施。	1. 感謝委員意見。

(二)其他單位人員發言彙整表

屏東林區管理處黃副處長妙修	
保護區內的分區，其依據的因素為何？各因素的權重為何？	1. 本計畫以野生動物活動的區域套疊分析結果為基礎，輔以現場地形地質及崩坍地狀況，依照地形之分布狀況，以及人類活動進入之難易程度和租地的分布，進行套疊分析後，依據集水區範圍進行及參酌原有林班地劃分將計畫區中不同區域進行區分。

森林企劃組黃簡任技正群修	
1. 「山坡地可利用限度查訂」適用於國有林班地外，建議修正。 2. 承租人之補償收回應考慮承租人實質利益損失。 3. 48 林班位屬核心區與緩衝區，則該林班內租地有幾筆？違約有幾筆？租地中荒廢與集約經營的情形如何？ 4. 企劃組可提供最新之林相資料與圖層(包含次生林、竹林)給受委託單位，作更細緻之分區規劃。	1. 感謝委員意見。 2. 感謝委員意見。 3. 已委請屏東林區管理去旗山工作站提供相關資料。 4. 感謝委員意見。
林政管理組范技正家翔	
有關分區補償收回，應就租地造林人之實際需求作考量，例如：部分承租人因租約關係可以納入農保，中止租約就喪失資格，所以有租約不一定代表有耕作。若屬前述狀況之租地造林地，就算位於核心區或緩衝區，是否影響保護區之經營管理且有立即收回之必要。	1. 感謝委員意見。
屏東處陳誼技正	
1. 期中報告 P. 25，綱要規劃書 P. 17，有關昆蟲的描述(25 科 78 種)其資料出處為何？建議加入參考文獻，同頁水生生物資源，建議依邱郁文老師報告，將水生昆	1. 感謝委員意見，已修正於期末報告 P. 37 頁。

蟲、蝦蟹類等分開計列。	
2. 綱要規劃書 P. 26，設置之理由建議修正。	2. 感謝委員意見，已修正於綱要規劃書 P. 26 頁。

(二) 期末報告意見回覆

廖學誠委員	
1. 綱要規劃書中未來保育策略有五大重點目標(p. 34)，但在經營計畫書中的保育策略則縮減為二大重點(p. 28)，宜力求統一連貫。 2. 後續的委託管理或協同管理，宜儘早規劃，如採用社區林業第三階段的協同管理，則管理辦法也應儘快提出，以利後續作業，若採委託管理則託管契約也應儘快提出。 3. 自然保護區規劃及後續落實現場永續經營工作，應再有一年研究計畫支持。	1. 感謝委員意見，綱要規劃書保育策略五大重點目標，計畫中依照自然保護區經營管理辦法中規範，撰寫於，第肆章、分區規劃及保護利用管制事項，第二項環境資源保護計畫中，如附件四。 2. 感謝委員意見。 3. 感謝委員意見。
管立豪委員	
同意採用 C 案分區規劃，綱要書亦請以 C 案分區來撰寫。	1. 感謝委員意見，已依照方案 C 進行，綱要規劃書及經營計畫書撰寫，如附件。
邱立文委員	

1. 本案之保護區分區規劃，經科學調查、分析結果，提供科學性論述支持。 2. 劃入核心區之承租戶態度如何？ 3. 溪流二冊私有地若劃入保安林，地主之態度如何？	1. 感謝委員意見。 2. 感謝委員意見，畫入核心區之租地，依法應補償收回，承租戶態度需後續作業後了解。 3. 保安林之劃設仍處於規畫階段，對於兩側地主之態度尚未進行了解。
--	---

林政管理組吳祥鳴技士	
1. 權益關係人應針對違規承租戶的進行訪談，以利後續處理工作之進行。 2. 旗山事業區第 46~52 林班承租戶參加原墾農權戶的比例，應進行瞭解，以利化解可能發生之抗爭活動。 3. 旗山事業區第 46~52 林班劃設保安林可分三個層次考量： (1) 以母樹林為主，因周邊無租地需處理，可以很快劃設為風景保安林或自然保育保安林。 (2) 核心區要不要優先劃設為保安林？ (3) 全區劃設為水源涵養保安林或自然保育保安林，但遭遇到的問題和困難度會和劃設保護區一樣。	1. 感謝委員意見。 2. 感謝委員意見。 3. 感謝委員意見，後續規劃將做為規畫參考。
屏東林管處旗山工作站洪寶林主任	
1. 承租戶違規案件依規進行輔導改善，不論保護區或保安林之劃設，應以維護合法承租人之權益作為優先考量，方符合公平正義原則。 2. 旗山事業區第 49 林班內有 2 件違規案件，均為工寮擴大使用。其他區域之違規情形為墾植果	1. 感謝委員意見。 2. 感謝委員意見。

樹，可藉由每公頃補植 600 株造林樹種，加以改正。	
屏東林管處董義課長	
1. 保安林劃設若以母樹林為主，作為自然保育保安林，最快六月可報局。 2. 核心區是否劃設為保安林，屏東處會再作內部討論。 3. 旗山事業區第 46~52 林班是否全區劃設保安林，可列為事業區經營的中長程計畫作討論。	1. 感謝委員意見。 2. 感謝委員意見。 3. 感謝委員意見。

