

第一章 緒論

第一節 研究動機與目的

一、研究動機

由於台灣地區屬於海島型氣候，加上地形與高程變化繁複，在 3,591,500 公頃（台灣省林務局 1999）的土地上，孕育出許多不同的生育環境及與之相應的植物社會，其中林地面積達 2,100,400 公頃（佔總面積 58.53%），是相當重要的生態體系，並與水資源涵養、國土保安、野生動物棲息、休閒遊憩及森林資源的生產等有相當密切的關係。

台灣森林經營面臨下述問題：

- （一）森林資源方面：由於其組成相當複雜，就生產量與蓄積量而言，多屬低蓄積量的林分，且大部分林地陡峻、土層淺薄，包括貴重檜木在內的針葉樹，其年枯死量均大於生長量（-0.29%），極需加以保育。
- （二）造林方面：基於經濟考量，先前造林多以針葉樹為主，單純的林相加重了病蟲害、火災等不利因素的影響，並造成地表生產力降低與地景單調等問題，過份的密植也使得下層植生無法生長，而降低森林涵養水源的功能。
- （三）伐木方面：雖然林木為再生資源，但受限於台灣地形、地質、土壤等因素，對伐木行為仍多有限制，因此並不能成為主要的經營收入。
- （四）森林遊樂與自然資源保育方面：雖然森林遊樂對森林經營具有正面的功能，但人為活動也為其帶來不小的衝擊，因此資源利用、遊客限制及污染問題等皆是相當重要的規劃課題。

之前國人為求生活品質提升，致力於工商業的發展與交通建設，短短十餘年間，都市的規模不斷向外擴張，在都市土地不足的情況下，開發行為也不得不向廣大的山林進行，因此也為森林生態系帶來相當大的衝擊。近年來由於保育觀念的建立及天然災害後的省思，大家逐漸重視起環境保育的重要性，因此如何對森林資源進行合理的經營與保育，已成為當前主要的課題之一。

由此可知，在天然環境的限制下，台灣森林資源經營未來的規劃方向，不但要顧及區域內社會經濟效益，更需要加入生態與環境的考量，故本研究擬結合地景生態學原理與森林生態系經營理論，以生態規劃法觀點，對森林土地利用做最適規劃。

二、研究目的

惠蓀林場面積 7,434 公頃，為中興大學四個實驗林（惠蓀、新化、東勢、文山）中面積最大的一個，早在日據時代便開始著手相關的林業經營工作，至台灣光復後交由省林務局監理，並成立第三示範林場，於 1949 年起，由中興大學（當時台灣省立農學院）接管。

惠蓀林場設立的宗旨以試驗研究、教學實習、示範經營及森林資源保育為主，但自 1954 年起，省政府發令學校員工薪俸需自行支付後，林場便必須藉由砍伐林木以增加收入，至 1981 年，林場經營已面臨人工造林趕不及天然林砍伐的過渡時期，其間不少針一級木如紅檜、扁柏、肖楠等已所剩無幾，只得轉向經濟價值較低的闊葉林，有鑑於此，其管理單位乃修正經營方向，以森林多目標利用理念，發展森林觀光遊憩事業（國立中興大學實驗林管理處 1986）。

發展至今，在生態保育意識日益抬頭的風氣下，社會大眾逐漸意識到遊憩活動對自然資源所帶來的衝擊，因此衍生出許多遊憩限制（遊客人數、動線、活動類型...等），而交通路線的開發，除破壞生物棲息地外，也為台灣原本不穩定的地質，增加了安全上的顧慮。

基於上述，在增加森林資源經濟效益與生態保育的前提下，本研究擬以景觀規劃專業角度，運用地理資訊系統技術，以生態規劃法為基礎，配合森林生態系經營與地景生態學理念，對惠蓀林場進行兼顧生態、景觀與經濟發展的最適土地利用規劃研究。研究目的如下：

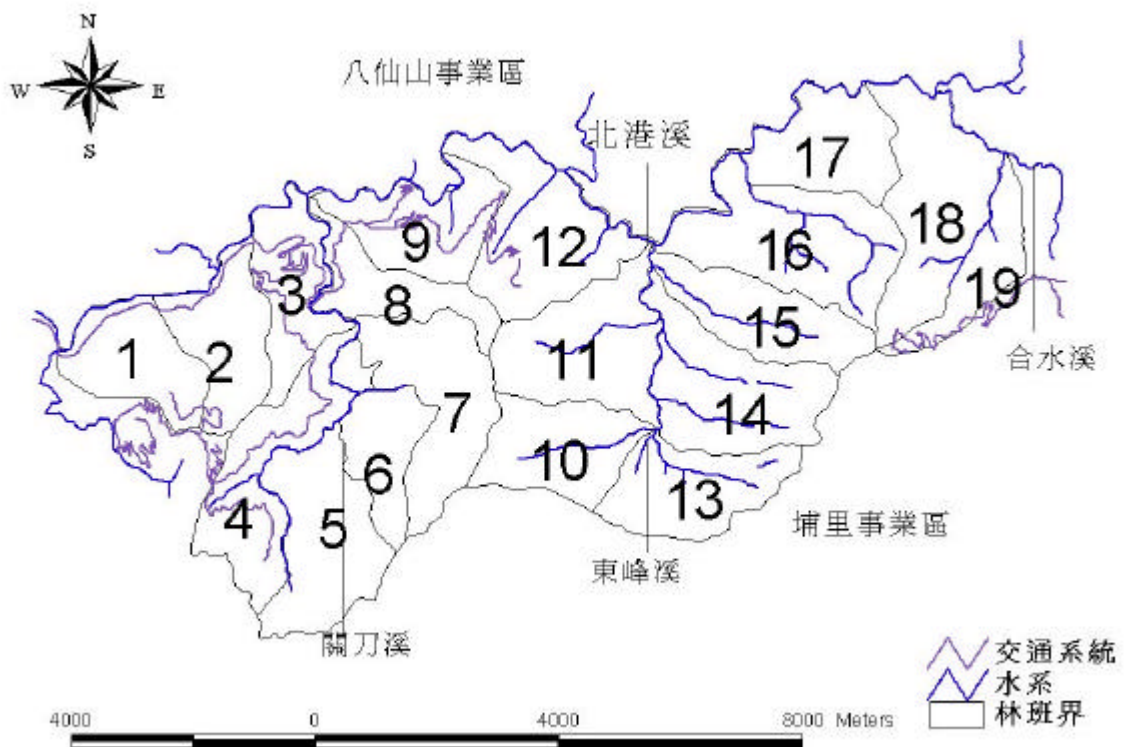
- （一）瞭解惠蓀林場的自然環境及經營所面臨的問題，並尋求解決之道。
- （二）以生態規劃法原理，結合森林生態系經營、地景生態學理念，建立惠蓀林場土地利用之最適方案。

第二節 研究範圍與內容

一、研究範圍

本研究範圍為惠蓀林場，行政區劃屬台灣省中部南投縣仁愛鄉轄區內，北緯 24° 02' 至 24° 06'，東經 120° 59' 至 121° 09' 之間。

林場的東西兩端僅有極少部分與山地保留地相接，其餘皆與國有林地相鄰。自迎翠橋起至東峰溪口止，以北港溪為界，北為國有林八仙山事業區；東峰溪口起乃以北港溪為界，至東端以合水溪為界，與國有林大甲溪事業區接壤，南面與西端與國有林埔里事業區相鄰（如圖一），區內海拔高度變化大（500m-2,420m），林相變化複雜，且水勢湍急。



圖一：研究範圍圖

(中興森林系 1993)

二、研究內容

本研究擬對實證基地—惠蓀林場內自然、人文特性進行瞭解，整理相關研究與森林經營理論，並以生態保育為出發點作為生態規劃的概念，期望對惠蓀林場進行最適土地規劃。

在理論方面本研究擬對生態規劃法、地景生態學、森林生態系經營、地理資訊系統等原理與其在實際案例上的運用進行探討，在地景生態學方面，藉由地景格局的組成、地景流等對生態環境發生影響與相關性進行瞭解，作為規劃上需遵守的基礎原則，並結合森林生態系經營理念，以森林永續經營觀點，考量惠蓀林場未來的經營方向，最後整理前人對上述理論的實際運用案例，瞭解兼顧開發與保育的規劃應如何進行，以做為林場日後經營的參考。

在實證方面，本研究擬利用地理資訊系統的數值分析方法與生態規劃方法，對基地自然環境與人文特性進行分析，以瞭解本區域的土地適宜性、開發上的限制及社會經濟條件上的需求。在自然環境方面，本研究擬對基地之地形、地質、土壤、植生、野生動物等資料進行整合；在人文特性方面，擬探討其區域內土地經營變革與交通開發等項目，經個別分析後以地理資訊系統將相關資料加以整合，以瞭解上述因子共同作用下對惠蓀林場發生的影響。

最後，基於上述結果，以文獻整理所得之規劃原則，完成惠蓀林場土地利用規劃，並透過評估方式，決定基地最適的土地利用方案。

第三節 研究方法與流程

一、研究方法

本研究藉由土地利用規劃相關研究與地景生態學、森林生態系經營的等理論，在瞭解惠蓀林場自然、人文特性後，並藉由地理資訊系統對其最適土地利用進行分析，以作為未來土地利用規劃的參考，研究方法說明如下：

(一) 文獻回顧法

本研究針對森林經營相關文獻進行回顧，包括地景生態學、森林生態系經營理念，並對基地進行相關資料的蒐集，以作為問題發掘與未來經營的基礎，並利用對地理資訊系統原理的探討，瞭解其應用上的基礎概念。

此外，由於本研究操作上採生態規劃方法，故就其原理及分析方法等相關文獻進行整理。

(二) 生態規劃法

本研究以生態規劃法，就惠蓀林場內主要自然環境因子與社會經濟條件進行分析，並瞭解其土地利用上的潛力與限制，以提出最適宜的土地利用方式。

(三) 地理資訊系統數值分析法

本研究擬利用地理資訊系統的數值分析方法，就影響基地主要的自然環境（地形、地質、土壤、植生、野生動物等）與人文特性（土地經營變革與交通開發等）進行分析，以瞭解本區域土地適宜性。

(四) 實地實證

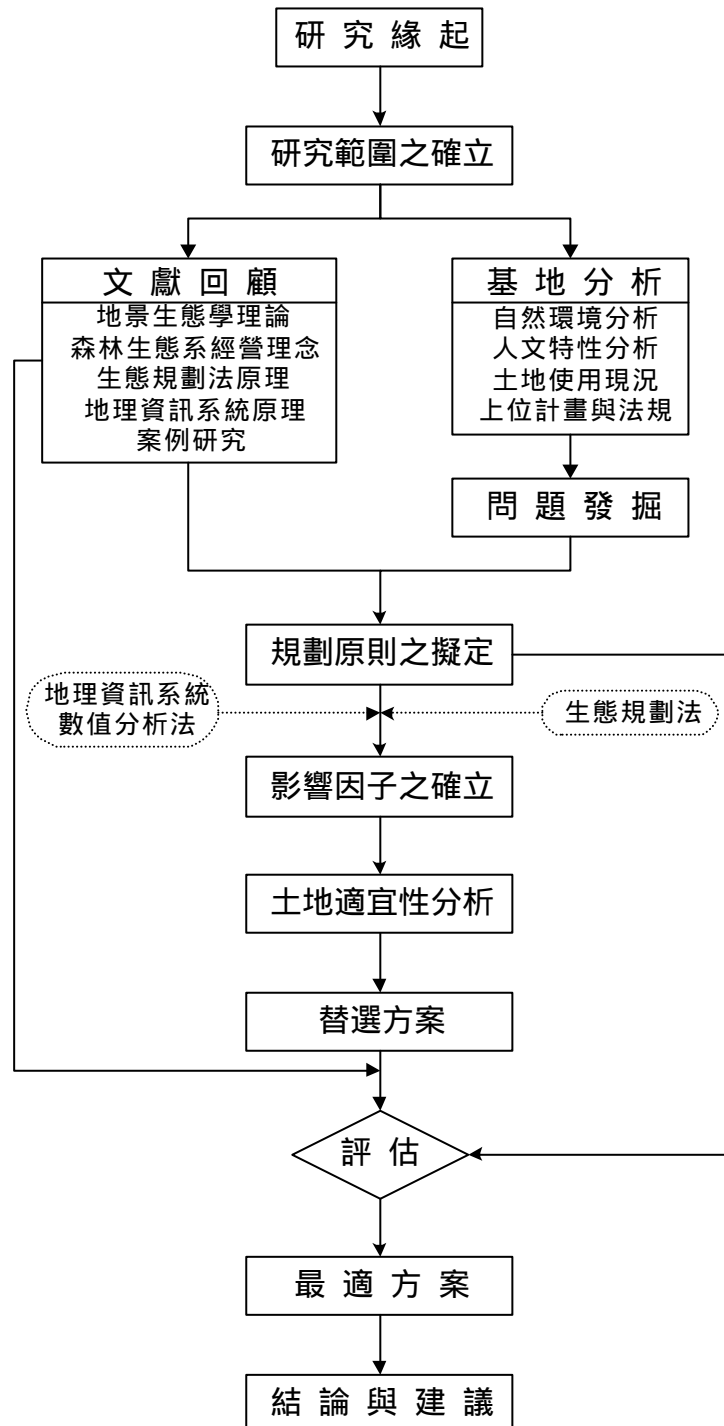
本研究以惠蓀林場作為實際案例進行研究，對基地之相關資料加以分析故為實地實證法。

二、研究流程

本研究在確立研究動機後，選定惠蓀林場作為實證研究的基地，開始著手進行相關文獻的蒐集與基地特性的分析。

在基地特性、問題發掘與相關文獻的探討後，建立本研究的規劃目標，及達成規劃目標所面臨的主要影響因子，並利用地理資訊系統進行基地的土地適宜性分析。

之後，在文獻回顧的基礎下，評估土地利用的替選方案，以求最適的利用方式，並針對目前基地的土地利用現況，提出未來需改進的方向。本研究流程如下：



圖二：研究流程圖

第二章 文獻回顧

第一節 生態規劃法理論與操作

壹、生態規劃法源起

在 1920 年代，由於美國工商業發展日益興盛，對資源的需求量也不斷增加，因此沒有限度的資源開採、人口過於集中等現象，導致資源耗盡與區域不平衡的新興問題，因此學術界乃提倡「區域主義 (regionalism)」，強調相關區域的整體發展，並呼籲人與環境間的和諧 (Friedman & Weaver 1979)。

1930 年代羅斯福總統任內，成立美國區域規劃協會 (Regional Planning Association of America)，其主要宗旨便是希望以生態觀點為基礎塑造實質環境，以促進高水準的文化建設以及以生物科技為基礎的經濟發展，但在操作上，其對環境資源的分析多強調單一因素，例如水資源、土壤等，當時土地規劃的目的如下 (黃書禮 2000)：

- 一、促進人類與自然界間的和諧發展；
- 二、開發資源並重視自然體系對人為因素介入的限制；
- 三、避免高度集中化的都市發展現象。

至 1950 年系統觀念逐漸被發展出來，並綜合分析多種自然環境因素，及自然環境在空間分佈的差異性，在此時便出現「花園城市」的構想，希望藉由隔離都市及工業區的理念，遠離當時因工業發展導致的都市生活環境品質惡化的問題。其後的土地利用規劃，規劃師已逐漸結合科學領域，透過生態原則的利用，整合當前科技，綜合分析各項自然因子 (生物、土地、空氣、水等) 以尋求合理的土地利用方式 (Fabos 1979)。

1960 年代起，人類開始注意到開發行為對地球造成的傷害，因此有了承載量 (carrying capacity) 觀念的出現，並將其擴展至環境保育與都市成長管理 (Godschalk 1977)，承載量的理念主要源自生態系統管理，指的是生態環境所能持續支持某一生物品種的最大族群數量 (Odum 1971)，Ricci (1978) 指出將承載量觀念應用於土地規劃時，其所需考量的層面如下：

- 一、環境承載量：包括該區域的自然環境 (氣候、地形、土壤、動物、植物等)、使用限制、敏感度與資源的可利用程度。
- 二、設施承載量：基礎設施的提供與設置位置。
- 三、經濟承載量：該區域經濟上所能支持的成長程度 (農業、漁業等產業)。
- 四、知覺承載量：人類對於環境改變所能接受的程度與期望。

事實上承載量的觀念首先被應用於土地利用規劃及探討人口與都市成長議題者，可追溯自 1969 年 Ian L. McHarg 所出版的 *Design with Nature* 一書，首先以環境為出發點對土地利用進行規劃，其所建立的方法即被稱為生態規劃法，而 McHarg 的理念便是著重於分析環境資源在空間分佈的差異性，以瞭解土地的適宜性，減少土地的開發行為對環境的衝擊（黃書禮 2000）。

貳、生態規劃法的操作

本方法理論由美國賓夕法尼亞大學景觀建築及區域規劃系主任 Ian L. McHarg 提出（鄭秀藝 1987），其認為人與自然是密不可分的，我們可藉由其殘存或健康的部分，瞭解自然及其作用。故其強調自然環境的承載量，並在生態的理念下建立土地利用的評估方法（PRIZE：Prof. Ian L. McHarg http://www1.mesh.ne.jp/jstf/english/kako/2000/mc_e.html. 2000）。

由於本方法重點在於土地利用之區位與型態必需遵循自然環境特性，視自然環境為一地質與自然作用相互關聯、相互制約的演化過程，因此 McHarg 的資源分析方法又被稱為「生態規劃法（Ecological Planning）」即為最早的生態規劃方法（黃書禮 1987）。

McHarg 的分析方法首先需收集、研判各種自然環境的地理資訊，包括氣候、地質、地文、水文、土壤、植被、動物及土地利用，並依據因素的影響深遠，強調資料蒐集的順序性（由氣候、地質分析，可瞭解該地區的地文特性，並可進一步瞭解該區河流與湖泊的型態、地下水分佈、地下水補注，此即為 McHarg 所強調的自然作用）（黃書禮 2000）。其認為自然作用可決定土地的利用，但卻非消極的去限制開發，而是強調土地的發展潛力（鄭秀藝 1987）。

然後以關聯性矩陣分析各種土地利用類別對自然環境之需求以及可能產生的效果，最後透過疊圖（overlay）作業，套繪出最適宜某種土地利用類別之區位分佈。其規劃步驟如下（McHarg 1992）：

步驟一：確立規劃目標。

步驟二：定義區域內主要的生物作用、生態機制與社會經濟價值。

步驟三：分析上述因子特性並將其結果個別繪製於圖上。

步驟四：將相關的因素圖進行疊合，並得出該區域對將來規劃的適宜性等級。

在 McHarg（1992）再版的 *Design with Nature*（初版為 1986 年）一書中，其提出相關土地規劃上應注意的項目：

- 一、由於自然資源具脆弱（vulnerable）的特性，在開發無法避免的情形下，規劃者需就其承載量進行瞭解。
- 二、無法控制的成長會帶來破壞，故發展必需遵守著既定的目標。
- 三、維護的原則必須要能夠避免破壞並確保土地經濟效益的增加。

四、該區域能承受未來所有計畫中的成長，並較計畫前具更高的效益與滿意度。

五、在規劃的過程中，公眾與私人皆能夠參與並瞭解計畫。

總而言之，生態規劃的目的，即是在開發過程中，遵循著既定的目標，提升環境整體的利益。而在 McHarg 的生態規劃方法中，主要在探討自然環境對土地利用的發展潛力與限制，故於 1974 年 Juneja 對其加以闡述認為在分析自然環境潛力時應包含：

- 一、對所分析的土地利用類別具高生產力之資源分佈
- 二、費用之簡省（工程、維護、資源供給）
- 三、滿足慾望及需求（區位、行為）

而在限制條件方面則包括：

- 一、具潛在天然災害將危及人類生命者（例如洪害、天然火災）
- 二、由於人為因素將導致人類生命及健康威脅者（如水污染、地滑）
- 三、無法替代、獨特、或稀有之資源者（如原生植相）
- 四、脆弱性資源，需加強管制以避免增加社會成本（如水源涵養）

基本上 McHarg 生態規劃方法，著重於對自然環境的瞭解以及預期土地利用類別間的相互影響，整合自然生態與社經人文等因素（表一），透過科學模型完成土地利用規劃。

表一：土地利用規劃所需自然環境、人文特性資料與分析內容

自然環境資料項目		分析內容
氣候	降雨：年（月）平均降雨量（日） 各頻率年降雨強度	居住適宜性、水資源可利用性、戶外遊憩、暴雨管理、洪水平原的潛在土壤流失量
	氣溫：月均溫、月平均最高溫、月平均最低溫	居住適宜性、作物生長期與灌溉需求、乾旱期分佈、能源使用需求
	風：風速、風向	居住適宜性、空氣污染擴散速率
	相對濕度	居住適宜性
	蒸發量	水資源可利用性、作物灌溉需求
	颱風路徑	災害防治
	日照量	植物生長、居住適宜性
地質	岩石：種類、軟硬度、孔隙度 地層：年代、厚度、斷層、摺曲、走向、傾斜	山坡地地質災害、礦物資源分佈、地層下陷、地質與地形演變、抗剪作用與工程承载力、特殊地形、地下水分佈與補注區
	環境地質：崩坍、侵蝕、風化程度、崩積土	災害防治
地形	等高線：坡度、坡向、海拔高	研判坡度、坡向、集水區範圍、順逆向波、地質災害、潛在土壤流失量、景觀分析

自然環境資料項目		分析內容
水文	地表水分佈：河流、湖泊、濕地、河川等級、集水區、河川流量、水位、水質、斷面	水資源保育、生態保護、洪水平原、水源涵養
	水質水量保護區	
	地下水補注區：地下水出水量、水位、流速	地下水涵養

(續下表)

表一：土地利用規劃所需自然環境、人文特性資料與分析內容(續)

自然環境資料		分析內容
土壤	質地、母質、PH值、厚度、陽離子交換能力、排水性、有機質含量、滲水性、季節性地下水	作物生產力、暴雨管理、地下水補注、作物施肥需求、土壤沖蝕防治、地下水污染防治
	土壤沖蝕指數	估算潛在土壤流失量
	工程承载力	開發建設適宜性
生物	植生：族群種類、演替、稀有與特殊品種分佈	生態保護、遊憩價值、演替趨勢、坡地穩定度、土壤流失估算
	動物：種類與分佈、數量、棲息地、稀有與特殊品種分佈、遷移路徑	
	自然保留區	
	國有林自然保留區	
	沿海保護區圖 國家公園	
土地利用	現況：種類、分佈、型態、管理方式	由社、經、人文、生態觀點探討人與環境的關係

(資料來源：黃書禮 2000)

參、土地適宜性分析方法與比較

由於生態規劃方法最重要的觀念便是對土地作最適宜的使用，因此在後來的規劃作業中，土地適宜性分析方法便發展出不同的應用方式，而任一種適宜性分析方法，均會涉及劃分同質的土地單元，及評估該土地單元對某種土地利用的適宜等級兩個工作項目，Hopkins (1977) 便以此為根據將土地適宜性分析的作業方式，將其分為型態法、數學組合法、同質區界定法及邏輯組合法，茲說明如下(整理自黃書禮 2000)：

一、型態法 (Gestalt Method)

表二：型態法說明表

目的	1.將地景劃分為數個同質區域
----	----------------

	2.解決因素相依的問題
假設	地景可明顯被判斷
所需資料	航照圖或實際勘查資料
所需技術	(仰賴作業人員的專業)
操作步驟	1.根據航照圖或實際勘查結果，將地景化分為數個同質區域。 2.研擬評估適宜性表，並定性描述各分區進行土地利用規劃時所遭遇到的問題及影響。 3.將上述評估結果繪製成圖，以表示其土地適宜性。

(續下表)

表二：型態法說明表(續)

操作限制	1.作業者需具備相當的專業 2.缺乏明顯的方法架構 3.易流於作業者主觀判斷
備註	

二、數學組合法 (Mathematical Combination)

(一) 序位法 (Ordinal Combination Method)

表三：序位法說明表

目的	以數學評估方式，明確表示出適宜性等級
假設	可以數學評估方式，評斷土地利用適宜性等級
所需資料	各種自然因素的屬性在地理上的分佈
所需技術	
操作步驟	1.依據自然因素在地理上的分佈繪製成圖 2.依據土地適宜性等級研擬評估表 3.將適宜性等級以不同色調繪於透明膠片 4.將膠片重複套疊後可由色調深淺得出適宜的區位
操作限制	1.不能有太多的因素圖 2.無法判斷因素間的相依性問題 3.以序位進行度量，不能做算數運算
備註	若以數值進行因素屬性的序位相加，則其數值應同時屬間距性度量

(二) 線性組合法 (Linear Combination Method)

表 四：線性組合法說明表

目的	1.以數學評估方式，明確表示出適宜性等級 2.為解決序位法中，因數的相對重要性常被忽略的問題
假設	各自然因素間均為獨立的
所需資料	各種自然因素的屬性在地理上的分佈
所需技術	
操作步驟	1.依據自然因素在地理上的分佈繪製成圖 2.針對各自然因素對特定土地利用的適宜性，訂定相對權重值，並給予其屬性值間距性的度量 3.將各因素的權重值乘以不同的間距屬性度量 4.將上述結果進行相關因素的加總
操作限制	1.無法解決因素間相依性問題 2.決定權重值的問題
備註	在權重的訂定上，可採用回歸分析、矩陣運算、分析階層程序法（AHP）等方法決定之。

（三）非線性組合法（Non-linear Combination Method）

表 五：非線性組合法說明表

目的	1.以數學評估方式，明確表示出適宜性等級 2.解決因素間相依性的問題
假設	各因素間具有相依性
所需資料	各種自然因素的屬性在地理上的分佈
所需技術	
操作步驟	1.依據自然因素在地理上的分佈繪製成圖 2.針對各自然因素對特定土地利用的適宜性，訂定相對權重值，並給予其屬性值間距性的度量 3.藉由對因素間的關係性有一相當程度的瞭解，克服非線性關係的問題 4.將上述結果進行加總
操作限制	影響因素與成本無法確實掌握
備註	操作上可結合地理資訊系統，分析自然作用在空間上的互動；或利用成本函數的建立，以「幣值」作為衡量基準，亦比一般權重分析更具說服性

三、同質區界定法 (Identification of Regions)

(一) 因素組合法 (Factor Combination Method)

表 六：因素組合法說明表

目的	1.解決因素間相依性問題 2.明確劃分同質區域
假設	
所需資料	各種自然因素的屬性在地理上的分佈
所需技術	
操作步驟	1.組合所有因素的各種屬性類別，得一同質性區域綜合圖 2.針對各區域做土地適宜性分級 3.將上述結果以圖面表示
操作限制	1.僅是用於少數因素時 2.缺乏明顯的評估方法
備註	

(二) 群團分析法 (Cluster Analysis Method)

表 七：群團分析說明表

目的	1.解決因素間相依性問題 2.明確劃分同質區域
假設	
所需資料	各種自然因素的屬性在地理上的分佈
所需技術	多變量分析
操作步驟	1.利用多變量分析，計算、比較基地的相似係數 2.將具相似性的區間集合為群落
操作限制	缺乏明顯的評估方法
備註	可減少組別的數目，若結合統計方法或相關評估分析，則可作為規劃上的重要依據

	規劃上的重要依據
--	----------

四、邏輯組合法 (Logical Combination)

表 八：邏輯組合法說明表

目的	1.解決因素間相依性問題 2.解決當因素很多時，訂定規劃原則的複雜性 3.解決無法量化的問題
假設	
所需資料	各種自然因素的屬性在地理上的分佈
所需技術	邏輯分析
操作步驟	1.建立所需的自然因素項目及其適宜性等級 2.訂定適宜性衡量標準（因素間的相對重要程度） 3.將所有因素的組合類別依其適宜性進行分析
操作限制	
備註	有規則組合法（Rules of Combination Method）及階層規則組合法（Hierarchical Combination Method）兩種，使用階層規則組合法可減少規則組合法中需同時考量所有因素組合的困擾，但需要考量因素的組合。

上述之土地適宜性分析方法比較如下：

表 九：土地適宜性分析方法比較表

方法 條件	型態法	數學組合法			同質區界定法		邏輯組合法	
		序位法	線性 組合法	非線性 組合法	因素 組合法	群落分析	規則 組合法	階層 組合法
有明確的方法架構								
明顯劃分同質區域								
有明確適宜性等級								
不受限於因素數量								
可解決因素相依的問題								
可說明因素的相對重要性								
可解決主觀判斷上的問題								

(整理自黃書禮 2000)

由上述比較法得知，目前所利用的土地適宜性分析方法，以邏輯組合法中的階層組合法最佳，不但有明確的分析方法、適宜性等級、更可解決因素數量與相依關係的問題，在目前應用上，階層組合法多用於電腦相關的研究上，而將其應用於土地規劃方面的相關論文為吳少明（1992）「環境地質調查與分析應用在都市坡地開發適宜性規劃—以甲仙地區為例」，其利用階層組合法對高雄甲仙地區進行山崩潛感及開發適宜性作業，並比照工研院能資所研究結果，證明本法的正確性。

此外，由上述比較與說明中得知型態法、因素組合法及群落分析法，因先進行同質區劃分，因此可解決因素間相依性的問題，卻缺乏明確的方法架構，而序位法及線性組合法，能明確的評估土地適宜性等級，確有因素相依性與決定權重值的問題，至於線性組合法卻因關係無法明確的界定出，至今未被廣泛的利用，而規則組合法，則必須在準則的研擬上相當注意，才能發揮其功能，因此黃書禮（2000）將土地適宜性作業需注意的關鍵整理如下：

- 一、因素間相依性
- 二、權重值的決定
- 三、空間相依性

糧食及農業組織（The Food and Agricultural Organization）亦針對土地適宜性分析提出六項原則（王鑫 1982；鄭秀藝 1987）：

- 一、土地適宜性分析評估與分類是針對某種方式的特殊用途而進行。
- 二、在評價（evaluation）的工作裡，對不同的土地類型，需要進行可獲利益及付出投資的比較。
- 三、需要專業團隊共同進行評價。
- 四、評價的進行需符合研究區域的整體自然、經濟、社會背景。
- 五、土地的生產利用必須是持續性的。
- 六、評價的工作包括兩種以上的土地利用方式進行比較，其可能是土地利用型或耕種作物的種類。

而在實際的操作中，為解決各方法間的缺失，可將兩種以上的方法加以並用，例如以線性組合法與非線性組合法配合規則組合法，則可解決因素相依與主觀的權重值決定等問題（黃書禮 2000）。

肆、生態規劃法在土地利用規劃上的應用

自 McHarg（1969）年出版 *Design with Nature* 至今，生態規劃法已在環境規劃實務中引發相當大的迴響，在相關的教學研究單位中，更將其視為環境規劃教育的既定項目與過程，但其雖有一定的思考架構，分析項目卻依據基地特性而有所不同，若盲目的強調「遵循法則」，將使其規劃結果於未來產生更嚴重的問題（General Land Use Planning and Control 網頁）。

在 1992 年再版的 *Design with Nature* 中，McHarg 將其生態規劃法理念藉由一些案例進行說明，以紐澤西海岸為例，當地的海岸豎立著自然（沙丘）與人為（堤防）兩種不同的遮蔽物，但沿岸仍存在著具潛在危險的土地，並不適宜人們居住，因此在一個強烈的暴風雨中，一些無視於這項危險的土地所有者便遭受強大的損失，而這些皆需在日後規劃的過程中加以避免。

其次，在一項高速公路的開發計畫中，Mcharg 將自然與社會需求（包括坡度、地表排水、土壤排水、岩床組成、土壤組成、侵蝕敏感區、土地價值、潮汐氾濫、歷史價值、科學價值、遊憩價值、水資源價值、森林資源價值、生物價值、居住價值、公共價值等項目），共同視為具價值的項目進行評估，以求得兼顧生態與社會經濟的開發路線。

至目前為止生態規劃法於國內規劃上的應用已相當廣泛，以下依據其應用方向舉例說明如下：

一、一般土地規劃部分

黃書禮於 1987 年提出「應用生態規劃方法於土地使用之研究—土地使用適宜性分析評鑑準則之研擬與評鑑途徑之探討」，探討（Ian McHarg 等）生態規劃方法中土地適宜性的分析方法與作業過程，並探討適於國內採用的各種土地使用類別之評鑑準則、準則權重，以及分析途徑，並用電腦輔助分析與繪圖，以落實土地使用計畫。其分析步驟如下：

（一）土地規劃過程：

1. 探討問題界定目標、標的。
2. 收集資料調查分析。
3. 計畫方案。
4. 方案評估。
5. 計畫核定及執行。

（二）適宜性分析步驟：

1. 界定規劃範圍內預期之土地使用類別與使用型態。
2. 分析每一種土地類別與自然及實質環境間的關係。
3. 分析規劃範圍內之環境潛能與環境敏感性之分佈。
4. 研擬發展潛力與發展限制分析之評估方法與準則。
5. 土地適宜性疊圖。
6. 綜合分析規劃範圍內所界定之土地使用類別其適宜性分級及相容性。

二、自然資源經營部分

王小璘（1991）所發表的「自然遊憩資源經營管理計劃程序」一文中，其主要理論架構乃依據作者於 1986 年所發表的景觀生態規劃法及多目標線性規劃法，並結合景觀生態、遊憩承載量及成本效益分析等加以整合發展而成（蘇泰霖 1992）。此法乃綜觀生態、社會及經濟等三層面，對於土地資源利用與開發提供一完整的評估模式，使決策者能充分掌握不同分析層面各項資訊，以達到土地合理的開發利用。其分析步驟如下：

- （一）研究基地之選定。
- （二）綜合及確定自然遊憩資源經營管理目標。
- （三）相關法規及上位計劃整理分析。
- （四）遊憩機會序列分析。
- （五）基本資料調查分析。
- （六）遊憩資源及適宜導入之遊憩活動分析。

- (七) 土地評估。
- (八) 調查樣本之選擇與描述。
- (九) 實地訪談與觀查。
- (十) 遊客擁擠感及容許限度分析。
- (十一) 實質社會承載量模式建立。
- (十二) 實質生態因子調查。
- (十三) 實質生態因子分析。
- (十四) 實質生態承載量模式建立。
- (十五) 成本效益淨現值分析。
- (十六) 系統評估模式建立。
- (十七) 導出合理土地使用計劃。

三、休閒遊憩部分

包健 (1993) 的「海岸遊憩的生態規劃」，藉由討論海岸資源使用的衝擊情況與種類，說明海岸發展評估過程的主要方法與步驟。其作業流程如下：

- (一) 確立目標—包括業主、時間、動態、爭議等內容。
- (二) 瞭解基地環境特性—生物、非生物、文化及目前的使用狀態等。
- (三) 確立環境衝擊項目—包括長期、短期、可能發生的污染及社會經濟等項目。
- (四) 說明規劃的選擇
- (五) 評估如何降低不可避免的衝擊
- (六) 評估如何減輕可避免的衝擊
- (七) 確立衝擊最小的組合方案

四、棲地復育部分

林裕彬、郭瓊瑩、柳文成 (1999) 將生態規劃法作用於生態復育的方向，希望藉由規劃與設計、監測的程序達到目標物種、生物族群及生物功能、生物棲地等項目的復育目標。最初在 1995 年由 Wyant 等人提出在生態復育之前必須先確立：1. 復育目的；2. 人類干擾的生態累積衝擊；3. 確立最佳的復育方式；4. 判斷執行的成功與否。

Pastorok 等人在 1997 年即對其程序訂出以下項目：

- (一) 利用物理、化學及生物狀況量化以定義棲息地及現有問題
- (二) 確立發展復育之目的、目標及時限
- (三) 發展生態復育之觀念性模式
- (四) 發展復育假說

- (五) 定義可被操作或監測的主要生態系參數與執行準則
- (六) 使用生態模式或相關地區的消息評估及改善復育假說
- (七) 發展復育設計
- (八) 可行性、成本及影響分析
- (九) 發展最終執行計畫及復育設計
- (十) 計畫執行
- (十一) 執行監測及適當的管理與維持

由上述的說明得知，目前生態規劃法已被廣泛的應用在各種目的的規劃上，而其操作的原理便是針對基地的特性、規劃的目標及欲解決的問題，歸納出主要的影響因子，並進行其土地的適宜性評估，以尋求出最適宜從事該土地利用類型的區域，而在本研究的基地上，由於惠蓀林場雖具備豐富的自然資源，但其經營上卻必須兼顧教學、研究、示範經營、森林保育及遊樂等功能，在開發與保育不同的利用方向下，利用生態規劃法求得土地的適宜性，將可建立兼顧社會經濟與生態的權衡方案。

第二節 地景生態學理念

壹、地景生態學的發展歷程

地景生態學 (landscape ecology 或稱景觀生態學) 一詞是由德國植物學家 C. Troll 於 1939 年首先提出來，當時應用於東非的土地利用的問題研究上 (龔威平 1988)。

地景生態學的起源可追溯至 19 世紀初期，德國 A. von Humboldt 將植物學與自然地理學理念相結合 (Naveh & Lieberman 1984)，因而地景的概念正式被引入科學當中，也為地景生態學的誕生奠定了基礎。

二次大戰結束後，中歐的地景生態學研究迅速的發展，不但陸續設置相關的學術研究機構，也將其理論、方法延伸至景觀維護、自然保育、環境規劃等方向上 (Naveh 1982; Naveh & Lieberman 1984; 陳昌篤等 1989; 肖篤寧 1989)。而同時期相關領域的推廣，也將其應用領域拓展至地景結構、生物指標及土地利用等方向，並發展出足以支持地景生態學的理论模式 (陳昌篤等 1993)。

1982 第六次地景生態學國際學術研討會上，正式成立「國際地景生態學協會 (International Association for Landscape Ecology, 簡稱 IALE)」，使地景生態學的發展進入蓬勃發展的階段，不但確立了理論基礎，頻繁的學術活動更增進了其應用的領域，對於解決實際問題，有了真確的效果 (陳昌篤等 1993)。

近幾年來，許多物理學與其他科學理論，皆被引入地景生態學當中，例如擴散、滲透、邊界流等理論，配合種群的動態，可預測格局 (pattern) 與其動態對生態的影響，而地景結構和有機體遷移、散佈的相互作用對种群發展、邊界結構與功能、網絡理論皆有相當重要的關係，使地景生態學的領域超越了國界，其特有的連接性也將使全球的生態過程密不可分，地景生態的前景更為廣闊 (陳昌篤等 1993)。

貳、地景生態學的定義

C. Troll (1968) 認為「地景生態學是對某一地段的生物群落與環境地景間主要的、變動的、綜合的、因果關係的研究，這些關係可以從其各種大小不同等級的分佈與組合表現出來」 (龔威平 1988)。之後各國學者專家，針對地景生態學的研究範疇或定義也有著不同的看法，其說明如下：

- 一、荷蘭國際航空調查與地球科學研究所的 I. S. Zonneveld (1972) 定義地景生態學「是地景科學的重要的亞學科，它研究由不同要素彼此相互作用組成的整個實體的地景」 (Naveh & Lieberman. 1984)。

- 二、國際地景生態學協會主席莊奈沃得（1981）定義地景生態學為「在時間空間中所有組成成分相互關係的研究稱為地景生態學。但是那些利用地景生物分佈學與地景分類結合，描述圖例、編製地景圖的工作，便不是地景生態學（Tjallingli. & de Veer 1982）。
- 三、美國的 Risser P. G., Karr J. R.和 Forman R. T. T.等認為「地景生態學不是一門獨立的學科，也不是生態學的簡單分支。它是強調地景時空模型相關學科的綜合交叉學科」（Risser *et al.* 1984）。
- 四、A. P. Avink 認為「地景生態學（景觀生態學）是地景研究的一種方法。地景是維持自然生態系統和文化生態系統的；地景生態學研究生物圈、人類圈和地球表層或非生物組成之間的相互關係」（Vink 1983）。
- 六、德國漢諾威技術大學地景管理和自然保護研究所的 H. Langer 則定義地景生態學為「一個科學學科，它涉及地景有關係的內部功能、空間組織和相互關係」（景貴和 1993）。

總括言之，地景生態學被視為地理學與生態學之間的交叉學科，針對地景的空間結構、內部功能及其時空尺度、動態變化現象等進行理論的探索與研究，以求其間的關係。

參、地景生態學的理論基礎

肖篤寧（1993）將景觀生態學的理論基礎總括為七項原則來說明：

- 一、生態進化與生態演替理論：由於「景觀的演替受環境的影響」是地景生態學一個相當重要的基礎，在生態進化與演替的原則下，便有所謂地景穩定性、動態平衡等理論發展。
- 二、空間分異性與生物多樣性理論：空間分異性是地理學的基礎理論，藉由不同的尺度可說明地帶性、地區性、地方性、局部性及微域性等不同的變異，而生物為適應其變異便衍生出物種多樣的變化，可藉此探討地景的結構與功能及能流、物流、物種流的多樣性。
- 三、景觀異質性與異質共生理論：由於地景的組成要素其分佈並非均質，加上生物的進化、物質能量的流動、干擾等因素，因此地景永遠達不到一致的狀態，故其具有異質性與共生性原則，對地景生態學而言，依此便發展出時空、多維空間、時空耦合（四維）及邊緣效應等異質特性。
- 四、島嶼生物地理與空間鑲嵌理論：所謂地景的空間結構，實際上是由許多不同的地景元素相嵌所形成，在古典區位理論的探討中，常將研究對象視作一孤立島，周圍環境為均質，藉由島嶼生物地理學的發展，我們進一步瞭解「孤島」的面積、形狀皆對島上物種的數量、進化等有顯著的關係，以此為基礎，地景生態學將其應用於嵌塊體特性的探討上。
- 五、尺度效應與自然等級組織理論：現在的科學研究中，一個相當重要的環節便是尺度的選擇，在共同的尺度基礎下，許多科學有了數量化的發展，而自然等級組織便是一個尺度科學的概念，將其用於地景生態學的研究上，便對其地景生態分類有相當重要的意義。

六、生物地球化學與景觀地球化學理論：生物地球化學主要以宏觀的角度探討化學元素在地球上的循環、平衡、變異及規律，景觀地球化學亦是以此為基礎，皆應用於地景生態學的研究當中。

七、生態建設與生態區位理論：在以生態為出發點的建設當中，我們期望藉由地景要素的優化組合，或引入新的地景元素，調整或建構新的地景格局，以增加其異質性與穩定性，進而創造優於原有地景生態系統的經濟與生態效益。而區位的概念，便是一個最佳競爭優勢的空間位置，生態區位論便是一種以生態為指導原則將地理學、經濟學、系統學用來進行區位規劃的研究，可應用於地景生態學的實際運作上。

肆、地景生態學的結構單元

地景生態學的結構單元包括嵌塊體（patches）、廊道（corridors）、基質（matrix）三個部分，並由其組合成不同的生態網絡（network），茲說明如下（張啟德（譯）1994）：

一、嵌塊體

地景的嵌塊體係指一定面積下，包含有機與無機的同質區域。嵌塊體是顯著而普遍存在的地景結構形貌，它是一種稍不同於周邊環境的非線性地景區域。由於嵌塊體是人類所引導的干擾（人為創造）與原先環境資源的差異所造成，因此嵌塊體的大小、形狀、類型、異質性及其邊界特徵會因人類的干擾程度的多寡，而呈現不同的多樣。

嵌塊體的種類依不同的起源而有下列幾種分類：

- （一）干擾性嵌塊體（disturbance patches）
- （二）殘留的嵌塊體（remnant patches）
- （三）環境資源嵌塊體（environmental resource patches）
- （四）種植嵌塊體（planted patches）
- （五）聚居地嵌塊體（habitation patches）

其中環境資源嵌塊體是比較具永久性，而其他各種嵌塊體的持續性變化很多，這完全視其所受的干擾是單一性的或是長期性的。

嵌塊體大小影響單位面積生物量、生產力、養分儲存、物種組成和多樣性的主要變量。雖然一個地景嵌塊體的物種多樣性主要取決於棲息環境多樣性和干擾狀況，嵌塊體形狀在地景中也具有重要意義，特別是在考慮邊緣效應的結果時更是如此。內-緣比率對說明等徑和扁長嵌塊體內的物種差異是很有用的，例如圓形的嵌塊體與矩形的嵌塊體在面積相同下，由於邊長與形狀皆不相同，因此它們的邊緣作用和效益將有所差異。瞭解嵌塊體的起源、大小和形狀的作用，嵌塊體的數量、形狀、組成方式也就相對的具有重要性。

二、廊道

廊道在運輸、保護資源和美學等方面的應用，幾乎能以各種方式滲透到每一個地景中，廊道的起源在某種程度上與嵌塊體相同。干擾廊道由帶狀干擾所致，例如線性採運作業、鐵路和動力線通道等（Niering & Goodwin 1974）；殘存廊道由周圍基質的干擾所引起的。因此，採伐森林所留下的林帶，或穿越農田的鐵路兩側的天然草原帶，都是以前大面積植被的殘遺群落；環境資源廊道是由環境資源在空間上的異質性線性分佈形成的；種植廊道皆是由人類耕種形成的；再生廊道係指的是干擾地區內的再生帶狀植被。廊道的曲度的主要生態意義與沿廊道的移動有關，廊道結構可分為三種基本類型：

- （一）線狀廊道（line corridors）：如小道、公路、樹籬、地產線、排水溝及溝渠等，係指全部由邊緣物種佔優勢的狹長條帶。
- （二）帶狀廊道（strip corridors）：係指具有含豐富內部生物的中心內部環境的較寬條帶，每邊都有邊緣效應。線狀廊道與帶狀廊道的基本生態差異主要在寬度具有重要的功能意義。在地景中，帶狀廊道出現的頻率比線狀廊道少（Forman & Godron 1981；Forman 1983）。
- （三）河流廊道（stream corridors）：分佈於河流兩側，不同於周圍基質的植被帶，其寬度隨河流的大小而變化，其寬度變化也具有重要的功能意義。

廊道與嵌塊體具有相同的成因機制。當從空中觀察時，廊道的一個重要特點是其連續度或其間斷區的存在，廊道兩側的小氣候和土壤梯度變化明顯，中心地帶通常是一獨特的棲息地，並部分地取決於沿廊道內所發生的傳輸或遷移。

三、基質（matrix）

地景是由若干類型的地景要素組成的。其中基質的是面積最大、連接性最好的地景要素類型，因此，在地景功能上起著重要作用（即能流、物流和物種流）。在整體上，基質對地景動態上有很大的影響。它至少有六項重要結構特色，包括種群性、社會性、複合性、均質性、多元性、片狀性。其準則有如下：

- （一）基質比其中的任一嵌塊體面積都大的多。
- （二）基質在地景結構中的連接度最高。

判斷基質可從面積來看，佔總面積比例最大的地景要素類型可做基質，而假若所有的地景要素類型都不佔優勢，則根據連接度和相對面積來決定基質。上述特性假若都不明顯時，則視其在整體地景中的機動強度來決定。

四、網絡（network）

一般而言，地景網絡可以說是由節點嵌塊體、線狀廊道以及面狀基質所相互作用連接而成的。由於多數的網絡結構主要取決於人類活動的影響，因此，地景網絡總是隨著經濟、社會與生態的因素而發展變化的。網絡在地景中的作用反映在現有的交點類型、廊道的網狀格局和包含的地景要素的網眼大小等方面。

伍、地景生態學的一般原理

在 Forman R. T. T 及 Godron M. (Forman & Godron 1986) 合著的《景觀生態學》一書中，列舉了七條地景生態學的一般原理，包括景觀結構和功能原則、生物多樣性原則、物種流動原則、養分再分配原則、能量流動原則、景觀變化原則、景觀穩定原則等，簡述如下 (景貴和 1993)：

- 一、景觀結構與功能原理 (landscape structure and function principle)：在地景尺度上，每一個獨立的生態系統 (或地景單元) 皆可視為嵌塊體、廊道或是背景基質，這些地景單元的空間分佈決定了地景的結構與功能，並造就出地景結構的異質性 (heterogeneous)。而其嵌塊體、廊道和基質中，物種、能量和物質的分佈與流動，也使得其功能有所差異。
- 二、生物多樣性原理 (biodiversity principle)：地景異質性增加，會降低生態環境內需要大量內部空間的物種豐富度 (dominance)，而增加邊緣棲息地及地景各種元素的豐富度，可進而增強總體物種共存的潛在能力。生物多樣性除應包括所有的植物、動物、與微生物外，還包括基因、物種與生態系的多樣性，使生物擁有各自的生物群與物種庫。因此，生物多樣性保育除了保育個別生命外，還得保育基因、物種與生態系的多樣性。
- 三、物種流動原理 (species flow principle)：造成物種流動的主因是生物群落的異質性，及其在不同地點之間的差異現象，在自然或人類干擾所形成的地景干擾單元區，則會引起敏感地區物種的減少。
- 四、養分再分佈原理 (nutrient redistribution principle)：礦物質養分可通過風、水或動物流入或流出地景，並可在地景內由某一生態系統再分佈到另一生態系統，一般而言，養分在地景單元間的再分配比例會隨地景單元中的干擾程度增加而增加。
- 五、能量流動原理 (energy flow principle)：地景中流經不同嵌塊體、廊道、基質邊界的能量及生物量會隨著地景異質性的增加而增加。如在氣流的運動過程中，越過帶有小鑲嵌體的異質地景時會顯示出相當大的擾動，因此大部分的地景在邊界特定棲息地類型 (ecotope) 時會很容易被風穿透，由於其熱能被風水攜帶，故使它能容易從一個地景單元被帶到另一個地景單元。
- 六、景觀變化原理 (landscape change principle)：當地景結構不再受到干擾時，其結構會逐漸趨於均質化 (homogeneous)，但當地景受到適度干

擾時，會增加其內部的異質性；而若其受到嚴重干擾時，地景的異質性可能增加亦可能減少。故在地景中的適度干擾常常可建立更多的嵌塊體或廊道。

- 七、景觀穩定性原理（landscape stability principle）：穩定性是指地景對外界干擾的抵抗性及其受干擾後的恢復能力，當地景中的物種數量低時，地景對干擾的抵抗性小，但可迅速恢復；相反的，若地景中的物種數量高時，地景對干擾的抵抗性大，但復原較慢（Forman & Godron 1986）。

陸、地景生態空間理論

全球生態、區域生態和地景生態是生態研究的不同層次，地景生態學關注於對生態系統空間關係的研究，而地景生態學的理论核心也可以說就是地景生態空間理論，主要焦點為研究地景空間異質的保持與發展。

- 一、地景空間格局：地景生態學十分重視生態系統空間屬性的研究，認為地景空間格局是生態系統中空間變異程度的具體表現，它包括空間異質性、空間相關性和空間規律性，同時認為嵌塊體空間分佈的地景格局就是若干自然作用和非自然作用長時間下來的產物。
- 二、地景異質性：係指的是地景的變異程度。地景生態學測定異質性的指標如：類型多樣性的指數、優勢度、鑲嵌度指數和棲地破碎化指數等以作為落實地景空間異質性的參數。
- 三、地景多樣性：地景生態學強調多樣性與生態系統多樣性的關係，主要就是瞭解較大尺度的地景多樣性、異質性作為背景和基質，對生態系統中之地景要素的空間組織、多樣性和穩定性的維持及其動態變化、演替規律的影響。

而地景生態學方法論的特點包括生態合理性、重視尺度性、強調異質性、控制複雜性、提供實效性、高度綜合性以及人類主導性等。並針對地景生態的核心學科、基礎研究及應用領域進行研究。以地景生態系統結構與功能研究、地景生態監測和預警研究以及地景生態設計與規劃研究為任務。地景生態學的最新發展，大量應用地理資訊系統（Geographic Information System, GIS）及全球衛星定位系統（Global Positioning System, GPS）等先進科技，針對地景的組成、結構、功能等各方面，提出決定性的觀念與經驗性的數據。

柒、地景生態學的應用

地景生態學的應用大致可分為下述幾個方向（肖篤寧 1993）：

- 一、空間格局研究（美國）：經過 Forman 等地景生態系統研究後，地景生態學已在現代科學與系統生態學基礎上，建立了地景空間結構分析、地景生態功能研究、地景動態變化分析及地景控制與管理等方向。
- 二、地景生態規劃與設計（荷蘭、德國、歐洲）：由於東歐地區的地景生態研究具有綜合性的傳統，故其在進行規劃與開發時，發展出根據生態資訊、生態平衡原則，對人類經營的生態系統做最適的設計。而在西歐地區，其主要應用地景生態學思想，對土地進行評價、規劃與設計。
- 三、土地生態分類（加拿大、澳洲）：其建立一套用生態學原則和標準對土地進行分類的方法，除自然地理外，特別強調土地的生態屬性與功能。
- 四、生態管理（中國）：由於中國的地景生態學發展，結合生態、農業與經濟方面需求，故其特別強調在生態的原則下，如何增加生產等經營管理方面的成效。

捌、地景生態學理念應用於生態規劃之探討

在環保意識逐漸抬頭的今日，許多土地規劃或經營目標均強調生態保育與生物多樣性的重要，在相關研究中指出由於地景排列或破碎程度與生物棲息有相當密切的關係，影響其生長、遷徙、覓食、族群數量等，因此必須尋求一兼具時空、尺度特性的規劃觀點，因此地景生態學已成為目前相當熱門的生態規劃理念。

將地景生態學理念應用於森林土地規劃當中，首先需將地景視為一生態系進行瞭解，包括其結構、功能、運作過程及關聯性，並確認有關地景型態及現行政策的經營目的，才能將地景生態學理論、經營目標及區域特性作最適當的土地規劃（劉一新 1999）。其操作程序及流程如下（圖三）：

一、分析階段

步驟一：鑑定、確認、圖繪、描述各地景單元（廊道、嵌塊體、基質）及其型態。

步驟二：鑑定、確認、圖繪重要的地景流。

步驟三：描述地景單元、型態與地景流間的交互作用，以了解其功能。

步驟四：描述干擾與自然演替的過程在地景中的運作與影響。

步驟五：描述各相連地區功能的聯結性。

二、設計階段

（一）建構目標

步驟六：確立何種地景型態或標的物已因此計畫執行而存在。

步驟七：應用上述資料，針對欲達到的地景型態（規模、結構等）進行描述。

(二) 空間設計

步驟八：整合上述結果，利用地景分析及空間設計專業技術，圖繪各區域理想的地景型態。

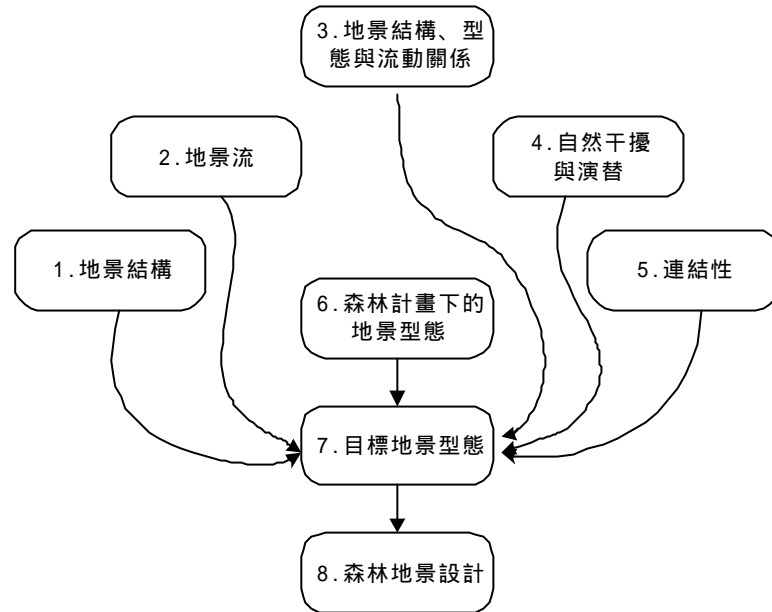


圖 三：地景生態規劃流程圖

(資料來源：劉一新(譯) 1999)

在以地景生態學為基礎的規劃中，相對於明確地界定地景的面積，更重要的是去瞭解地景中所發生的各種作用、各作用間的關係，以及需要何種結構來維繫這些作用，才是真正重要的議題。最後，這計畫必須將結合專業與各方的意見，在資源經營的基礎上，對保存與發展進行選擇，以達到一致認可的方式。

此外，在這樣的規劃過程中，其亦強調該區域內生物多樣性的保存，為使天然物種得以生存、繁衍，我們必須就面積、個別棲息地的大小與物種移動或產生關聯的廊道進行探討，因此其另一個重點便是建立該區域物種與環境在生態上的連結。其計畫結構如圖四。

特別是在一些具特殊價值的土地上，為保存該區域的自然狀態或特殊的經營目標，地景生態規劃接需結合地理資訊系統，隨時依據新的資料進行更新，而在森林的應用上，其持續的成長常被作為棲息地保存計畫中重要的指標。

因此，在以地景生態學為基礎的規劃，我們必須先就基地上主要的地景結構與地景流進行瞭解，才能進一步掌握地景的變化與其間發生的影響、關

係，這與生態規劃法操作步驟中，定義區域內主要的生物作用、生態機制與社會經濟價值的目標是相同的。

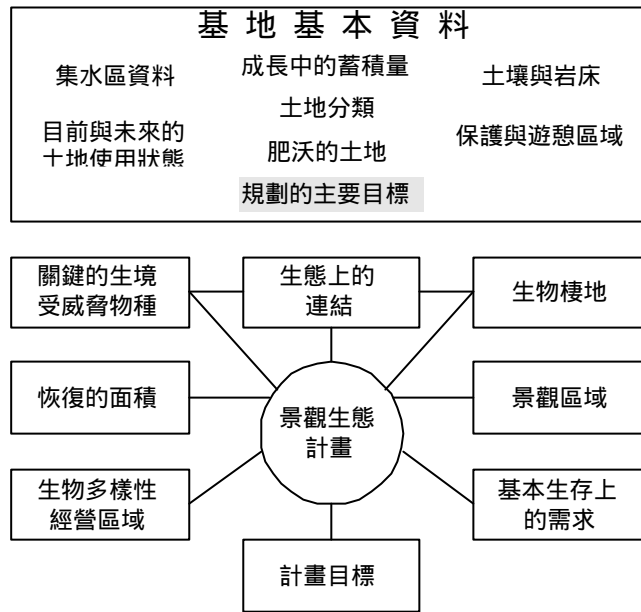


圖 四：地景生態計畫結構圖

(資料來源：Bech *et al.* 1999)

第三節 森林生態系經營理念

在自然資源當中，森林一直扮演著相當重要的角色，早在上古時代，人類便學會利用木材築屋、取火，在人口有限的前提下，對森林資源的利用可說是予取予求，隨著工業的發展與人口增加，森林資源逐漸不敷使用，為提升森林資源的生產量，人類開始發展出各種經營管理策略（周楨 1968），期望增加木材的生產與其他附加產物的經濟價值（遊憩），經年累月，以經濟為導向的經營方式使得森林結構面臨單一化與更新能力降低等問題，其連帶也影響了依附於森林結構下生存的相關物種，而產生了新的生態問題。

因此相關學者提出「森林生態系經營」的經營理念，在林業永續經營的指導原則下，將森林生態學知識與林業經營進行結合，以滿足森林生態系的永續與民眾經濟需求兼顧的目標（王鴻濬 1999）。

壹、森林生態系與其價值

生態系（Ecosystem）是 1935 年英國植物學家 Alfred George 首先使用，其指的是一個整體（holistic）與整合（integrativ）的生態觀念，將具有生命的有機體與物質環境組合成一體（Golley 1993；林文亮 1998）。

森林生態系是一種特殊的生態系統，有其特殊的組分、結構和功能。生物學家侯學煜認為，森林植生、動物、水分、土壤、大氣、日光、溫度之間不是孤立存在的，而是互相聯繫、依存而制約的。這些錯綜複雜的因素和成分，構成了一個不可分割的綜合體，這個綜合體稱為森林生態系統（王傳書、張鈞成 1989）。

森林生態系統(forestry ecosystem)是指以喬木和其他木本植物為主體的生物群落與非生物環境之間，通過能量轉換和物質循環構成一定結構和機能的相互作用的體系。更具體一點說，就是森林植物、動物、微生物以及光、溫、水、氣、土等成分，通過能量轉換和物質循環互相聯繫、互相依存、互相制約所構成的一個不可分割的統一綜合體（王傳書、張鈞成 1989）。

森林生態系具有 FOREST 所代表的七種功能（馮豐隆 1996）：

- 一、F：魚類與野生動物的棲息地（fish and wildlife）
- 二、O：戶外遊憩的場所（outdoor recreation）
- 三、R：資源保育（resource preservation）
- 四、E：提供良好的環境品質（environment amenity）
- 五、S：水土資源涵養保持（soil and water conservation）
- 六、T：林木及其製品的提供（timber）
- 七、SE：社會教育（social education）

相關資源經濟學者並根據其重要性，將森林生態系的經濟價值區分為對人類與對生態系兩個方面。對人類而言，其價值包括使用價值（包括直接與間接使用價值）與非使用價值；對生態系而言，則包括光和作用、水循環等項目，其說明如下圖。

台灣的森林遍布全島，森林生態系可說是台灣最大的陸域生態系，台灣地區 15 至 20 萬物種約有一半以上仰賴其生存，張偉祐（2000）將森林生態系的經濟價值分類如下：

一、生物資源的商業價值

（一）林產物產值：木材生產、蓄積量。

（二）製藥價值：例如紅豆杉中紫杉醇（taxol）便是極佳的抗癌藥物（何禮剛 1993；林仁混、蕭水銀 1996）。

二、生態旅遊價值：遊憩體驗

三、環境服務價值

四、美學價值：人類的審美判斷（章和杰 1996）

五、科學研究價值：相關林木生長、生產及該區域生物保育等研究。

六、保育與生態價值

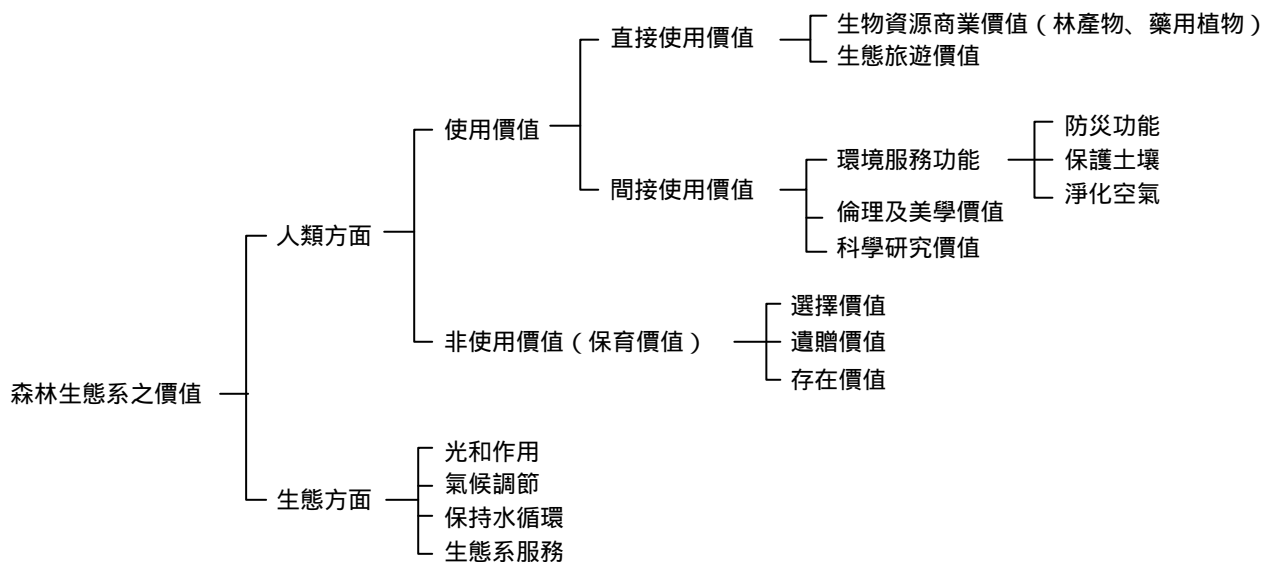


圖 五：森林生態系經濟價值圖

（資料來源：Pearce & Moran 1995；張偉祐 2000）

貳、森林生態系經營理念之詮釋

森林生態系經營理念自 1992 年於美國林務屬正式提出後，於國內發生相當大的迴響，於 1993 年便有鄭祈全、謝漢欽等將其加以說明與應用，發展至今並提出以地景層級作為經營單元的概念，本研究將國內學者有關森林生態系經營理念整理如下：

表 十：森林生態系經營理念說明表

時間	人名	定義
1993	鄭祈全、謝漢欽等	為一種符合民眾需求和環境價值的經營方式（美國林務屬）。
1995	洪富文、夏禹九、張東柱、劉一新	以集水區、地景及區域為單位，在不破壞長期生產力及增加生物多樣性之下，進行森林的永續經營。
1995	洪富文	將森林視為一生態系，以符合生態原則的方式進行經營，使其為社會所接受，同時經濟上可行。
1996	馮豐隆	保續社會價值與生態承載量，以達健康、歧異度高、生產力強的森林，其經營理念包含地景生態、經濟及生態考量。
1998	黃裕星	把人為干擾視為大自然中不可或缺的一項因素，由積極面去規範適宜的干擾方式，並非消極的放任開發或封閉保留。 在確保資源的前提下，發揮其生產價值、服務及有效利用，使知足可滿足人類對森林的需求，同時永續維護生態系的健全及生產力，以供後世子孫使用。
1998	鄭祈全	以森林生態系為考量的經營，其過程中強調生態系能量與物質流動的動態預期狀況，目的在維持森林的生產力、更新能力及生物多樣性，使森林符合生態性、經濟性及社會性，以利林業永續發展。
1998	陳永寬	乃視森林為一生態系，以生態原則經營之，使其在經濟上可行，並符合民眾需求與環境價值，能為社會大眾所接受，使森林成為可預期、健壯、多樣及永續經營的生態體系。 其強調以生物與物理等科技來達到服務人類的目的，並涵括生物、物理、人文三個向度。
1999	王鴻濬	其為落實森林永續發展一項重要的策略，不但要滿足當代對森林的需求，並保有後代子孫對森林資源需求的滿足。

由上表可知，森林生態系經營為一種以生態為出發點的森林經營方式，期望在兼顧生態、經濟、景觀的前提下，對森林資源進行適度的開發，並求得森林生態系的健全發展。

而森林生態系經營的理念，便是為了求得整個生態系健全的前提下，將研究及經營範圍擴展至整個與森林相互依存的生態體系，特別包括人為的需求在內，以取得開發與保育間的和諧，這與生態規劃法的理念是相同的。

參、森林生態系經營發展歷程

森林生態系經營的基礎理念，最早可追溯自 19 世紀末葉，由德國森林學家蓋爾（Karl Gayer 1822-1907）氏領導的「回歸自然」運動，其要求森林的經營需遵照自然法則，例如以混淆林取代純林、以天然更新替代皆伐式的人工播種、及以異齡林取代同齡林等措施，在結合了經驗與理論的前提下，使德國林業有了不同於以往的發展（楊榮啟、林文亮 1994）。

自 1980 年代末期，森林資源的經營便成為世界矚目的議題，在工業發展與人類生活需求下，森林資源相繼轉換為原料、能源，而原本森林所處的空間亦為住宅、工業區所取代，在 1990 年間，美國首先提倡新林業的觀念，便是期望能順應目前的環境變遷，以解決保育與開發間的問題。

1992 年 6 月 4 日美國前林務署長 Dale Robertson 正式宣佈美國國家森林（National Forest）經營正式邁入「生態系經營（Ecosystem management）」時代，使得森林經營進入了新的里程（黃裕星 1998），其經營原則為符合生態學原理、社會大眾可接受、經濟原則可行。與此同時，在木材生產及傳統的森林遊樂功能之外，生態系經營將設法增進森林之生物多樣性、健康性及美質（黃裕星 2000）。

雖然森林生態系經營在 1990 年代初期便已經提出，但是至今可落實於林區經營的實用法則，卻仍然在嘗試與建立當中。而在台灣地區，行政院農業委員會以及林務局，有鑑於森林生態系經營對未來台灣林業發展的重要性，自八十三年起，以台東林區管理處以及東勢林區管理處所分別管轄之安朔溪集水區以及十文溪集水區為範圍，試行森林生態系經營（王鴻濬 1999）。

1996 年度開始，由國內各有關林業機構與學術、研究單位共同執行，策劃推動台灣地區的森林生態系經營先驅計畫，目標即在發展適合台灣森林特性之新林業經營技術體系（黃裕星 2000）。

肆、森林生態系經營的目標

在生態系經營的理念下，森林的組成可說是一個複雜的網絡，這當中包含了動物、植物、微生物、土壤、空氣與水等自然元素，及人類依據不同目的利用森林所產生的干擾，因此森林生態系經營具體的目標可列舉如下（黃裕星 1998）：

一、持續恢復及保存土地的土壤、空氣、水、生物多樣性及生態歷程的完整

性。

- 二、在維持土地永續性之範圍內，對仰賴自然資源生活的人類，提供足夠食物、燃料、庇護所、民生必需品及情感上的慰藉。
- 三、在維持土地永續性的前提下，經由多樣化、效益性及注意環境保護之技術，以生產、利用及保育自然資源，改善社區、地方及全國之福祉。
- 四、兼顧不同的利益團體，顧及全區域性並考慮後代權益的前提下，尋求人類與土地之間的平衡與調和，以滿足當代人對資源之需求，並確保後世子孫亦有足夠的資源供應。
- 五、增進社會大眾與參土地與資源決策之效率。
- 六、加強資源經營者與研究人員之團隊合作，包括社會學、生物學及其他自然科學訓練之整合。

第一項目的為發展多樣性效益的森林，維持森林在全球環境、遺產價值的機制與功能。二至四項，為增進人類永續發展的森林經營。第五項為加強公眾參與的親民林業（王鴻濬 1999）。最後結合各相關學科專業人士不斷的努力，將新的技術與資訊進行整合，才可使森林資源的經營方向與方式修正至最佳的狀態，達到永續經營的目的。

伍、森林生態系經營方式

森林生態系經營的特性，在於結合保育生態學與地景生態學的觀點，進行森林的經營，在經營的過程中，同時也必須考慮公眾參與等社會經濟面向的相關問題。因此，參與森林生態系經營的部門與個人，必須瞭解生態系經營為一個整合性的跨部門團隊工作，異於一般性的部門工作計劃（Hautaluoma 1991）。

森林生態系經營所包含的內容相當的廣泛；包含森林生態系經營的分區經營構想、生態法則的育林方式、經營策略的釐定與管理、適應性經營的監測計劃與實施、加強森林生態系經營的宣告，與對當地居民溝通，以及協助公眾參與森林生態系經營計劃的釐訂等（王鴻濬 1999）。

在落實森林生態系經營，可歸納為下列七點（Franklin 1992；黃裕星 1993；王鴻濬 1999）：

- 一、以宏觀的地景生態系（landscape ecosystem）理念，將經營單位定位於地景層級，亦即以集水區為規劃經營之單位，在利用其自然資源時，仍維護其生態結構，確保生態系自然復原能力。避免傳統以林分為經營基礎的格局，造成森林的破碎化，以確保生態系之自然復原能力。
- 二、生態系經營重視生物多樣性（biodiversity）的維護，對於傳統林業認為無價值之殘材、枯立倒木，均適度遺留於林地，除可收養分回歸之效外，更可提供野生動物棲息之絕佳場所。於更新造林時，更應採用混合樹種造林，以育成更接近自然狀態的人工林。其反對單一樹種造林，提倡混合樹種造林，以育成更自然的人造林。

- 三、善用生物遺產 (biological legacies)，降低人為擾動干預。在森林遭受火災、風災、人為破壞，因地上仍留存大量有機遺體、種子、根株等，善加誘導即可逐漸復舊，人力僅協助加速森林復舊過程。
- 四、非所謂保留的林業 (preservative forestry)，其認為「經由封存森林以保存森林生態系之完整」是一種無理論根據的作法。若完全不砍伐，對林木的演化和對環境適應能力將減弱，因此主張自然環境之經營應以科技研發為基礎，配合人類生存之需求，以人性化之森林生態系經營，取代物性化之林木經營。
- 五、採取保育物物學的觀點。因為森林生態系經營所期望的未來狀況是生物多樣的狀況；也就是說經營的方式必須考慮林分或地位階層，也考慮空間和時間的生物多樣性，所以保育生態學的觀念亦應融入在生態系的經營管理中。
- 六、採取適應性經營 (adaptive management) 的方式，進行林業經營。由於人類不可能完全了解生態系及生態系對人為經營可能產生的反應，因此在森林，經營與決策制定上，風險即在所難免。而適應性經營則強調從事學習及經驗中，減低風險所帶來的負面效益。在這樣的架構下，經營是一連續的過程，包括了規劃、監測研究、評估與調整經營計畫。

森林生態系的經營策略雖然可因地制宜，因為實施地區的自然環境、人文社會環境條件的不同，而有不同的經營策略。然而，經營的整體目標：發展多樣性效益的森林、尋求永續發展的資源利用，與公眾參與決策過程卻是相同一致的。

陸、森林生態系經營理念的應用

相較於過往的森林經營方式，「森林生態系經營」已將林業經營的範圍由原本的林木生長、木材蓄積等方向，擴展至整個森林的生態系統，由於研究尺度不同，又可細分為巨觀的地景生態方面，與微觀的動物、植物、微生物或小尺度的環境因素等個別項目，但兩者最終的目的，皆是希望維護目前林木生長環境及生物多樣性，以達資源永續利用的目的。茲就其理念應用說明如下：

一、巨觀方面—地景生態 (景觀生態)

在森林生態系經營的理念下，許多有關永續林業的定義與指標相繼產生，因此有關地景中嵌塊體 (patch) 的關係與機制 (地景生態學 landscape ecology) 與干擾及變遷 (生態系動態學 ecosystem dynamics) 的相關研究便日漸受到重視 (鄭祈全等 1999)。

Franklin (1993) 指出，在可能的情況下，利用生態規劃的手法，可避免日後產生出非期望中的地景 (鄭祈全 1999)；Harris (1984) 及 Saunders *et al.* (1991) 亦針對地景的破碎化與生物多樣性問題，提出需以大尺度的地景觀念對森林進行經營。此外，並有相關研究指出地景的排列、變遷對生物棲

息與繁衍影響甚大 (Swanson *et al.* 1993 ; McGarigal & McComb 1995 ; 鄭祈全 1999) 。

藉著地理資訊系統技術的不斷創新，我們對於大尺度地景判釋亦更加精確，利用於林業經營上，可依據地形、土壤、植生結構來分析地景單元，方便於林分經營規劃作業的參考。

謝漢欽 (1997) 指出為使經營者瞭解土地的應用潛力，目前美國林業人員多利用地景生態系分類 (Landscape Ecology Classification, LEC) 原理，在相對未受干擾的植生及土壤中判斷該區域的地形和土壤變數，以進行土地單元的分區，並確立每一分區的植生演替類型，依此作為日後森林的經營與區劃單元。

此外，由於各地景單元間邊界並不一定可明確的劃分，故其邊界具有過渡帶 (ecotone) 及邊際效應，就生態上而言，這區間往往孕育著較單一地景單元內更豐富的生物種類，因此過渡帶的長度與寬度亦是影響物種棲息重要的因素，亦是森林生態系保育重要的議題 (李玲玲 1989) 。

二、微觀方面

在森林生態體系中，包含了許多不同的生物種群，他們是森林的資源，也是構成森林生態系重要的組成之一，在複雜的生態網絡中，任何一個種群的喪失，皆會對生態系產生相當的影響，因此近年來所提倡的生物多樣性保育，其目的便是在維護整個生態系的健全。其相關研究如下：

- (一) 動物方面：鳥類、魚類、哺乳動物等個別物種或種群間棲息地維護與繁衍的相關研究。
- (二) 植生方面：植物生長、森林經營、枯立倒木管理、林地分級等。
- (三) 小尺度環境因素：地形、微氣候等對森林動植物的影響。
- (四) 其他：林火、森林間隙、崩坍等。

由於森林生態系的組成相當複雜，亦互相含括，目前有關動、植物、小尺度環境因素等研究皆已具備相當的成果，因此如何將各方研究資料進行統合，對森林生態系進行一完整的經營，才是目前因該努力的方向。

柒、目前台灣地區實施森林生態系經營的現況

由於台灣地形、氣候變化繁複，其中孕育的生態資源亦相當複雜，在工商業發展與人口密度增加的情況下，資源的開發與保育已成為重要的議題，也是攸關生態系經營成敗的關鍵，故於森林生態系經營規劃時，應具備下述的作業流程 (黃裕星 1996) ：

- 一、建立長期生態監測系統：包括設置永久樣區與監測站，以瞭解該對象的

價值、動態、影響、變遷及其與目標的符合程度。

- 二、蒐集生態系演替相關資料：包括調查現存森林生態系結構、組成與交互間的影響，及其受干擾後的變遷。
- 三、確認當地居民對該生態系的使用需求：以訪談、問卷、會議等方式瞭解該區域森林生態系的價值、受干擾的原因及當地使用者的需求。
- 四、商議生態系經營目標：在集合各領域專業人員與公眾的結論後，在多目標利用的前提下，制訂其經營目標。
- 五、草擬生態系經營計畫：其內容需包括目標、操作方法、操作程序經費與任務分配等項目。

自 1997 年起行政院農委會即在森林永續經營的指導原則下，集合國內相關的學術機構、研究單位，在地景生態為基礎的規劃單元內，研發適宜台灣森林特性的經營技術。目前台灣地區國有林地面積約佔本島總面積 43.69%，在農委會森林生態系經營先驅計畫支援下，林務局成立森林生態系經營策劃小組，進行森林生態系經營理念的宣導與應用（黃裕星 2000）。

其同時亦選定東勢八仙山事業區內十文溪集水區與台東大武事業區內安湖溪集水區，作為示範經營區，希望將森林生態系經營理念進行時地的驗證，在本地化經營理念尚未確立前，研討「適應性」的經營策略，以做為 2001 年全面實施森林生態系經營的參考，其目前相關經營計畫包括森林遊樂、生態教育、生態系監測、林木更新、林道維護及物種的復育等項目（黃裕星 2000）。截至 2000 年為止台灣地區共完成六龜試驗林、棲蘭山林區天然檜木林、台大實驗林、惠蓀林場及華林林場與烏來地區國有林等森林生態系經營計畫報告（李國忠編 2000）。

在目前中興大學實驗林管理處所擬定的惠蓀林場森林生態系經營計畫當中，其研擬者除森林系專業人士外，並結合昆蟲系、動物系、水土保持學系、植物系及經管理單位共同參與，目標在於維護生物多樣性、水土資源及文化資產，並發揮林場教學、實習、示範經營、遊樂等功能。其中有關土地利用規劃方面，其共分為森林生態保育區、景觀保護區、教學示範區、試驗研究區、森林遊樂區及營林區六種，雖目前尚未完成土地利用分區規劃，但此仍可作為相關研究的參考依據（許博行等 2000）。

森林生態系經營以集水區為經營單元，成為台灣未來森林經營的主流。森林生態系經營對臺灣永續林業的發展，將是一個新的經營理念與行動落實。而這種理念與落實，對林業人員也帶來三方面的改變與衝擊；林業經營觀念的改變、實務操作與策略方式的改變、以及經營組織上的調整，無疑的將影響台灣地區執行此項政策成敗的重要關鍵（王鴻濬 1999）。

第四節 地理資訊系統原理與應用

在以往我們雖與世界各國人士共同生活於一個地球之上，但對於其發生或進行中的事物、地點，卻無法詳實的瞭解，如同早期進行的土地規劃一般，由於現勘時間的有限，大多只能達到概略的結果，實際建設中所面臨的問題便交由現場人員處理，也因此產生許多問題。

有賴於目前科技的發展與資訊的日新月異，在規劃一個土地區域或處理其相關環境問題時，我們不能再只對其進行概括的瞭解，或只進行區域內點狀的分析，因此，為了對空間中的資訊做利用地理資訊系統，對研究區域內資訊的整理及分析進行輔助。

壹、地理資訊系統發展歷程

地理資訊系統（GIS）起源於 1960 年代初期，由加拿大的 Roger F. Tomlinson 和美國的 Duane F. Marble 在不同的時間及地點所提出。其中 Tomlinson 於 1962 年提出利用電腦技術，進行大量的土地資料分析，並首先提出地理資訊系統一詞；而後，Duane 也提出利用電腦軟體輔助程式交通的研究，促進後來相關軟體的研發工作（陳述彭等 1999）。

發展至今，地理資訊系統已經有 30 多年的歷史，影響其發展因素包括使用者的需求、科學技術與相關理論的進步，以及專業組織的確立。以下便將國內外發展歷程概述如下（陳述彭等 1999；朱子豪 1995）：

一、國際發展概況

首先，於 1960 年代，此時地理資訊系統的開空間資料的處理，例如人口統計（美國人口調查局建立的 DIME）及資源普查資料（加拿大統計局的 GRDSR）等，許多大學也以網研發出有關的應用軟體，綜合其研發動技術的應用及大量空間資料處理的需求，但此時的研究工作多僅限於政府及學校的研究工作。

1970 年代是地理資訊系統的穩固發展期，此時工作重點在於空間地理資訊的管理，其原因是由於當時開始進行大量的資源開發，故管理單位開始注意到環境保護的問題，積極尋求一個能對空間資訊有效的分析與處理系統，加上這段期間中，不論在處理速度或是記憶容量上，電腦科技都迅速進步，促使價格的下降，使得除了政府、學校外，許多研究機構及相關公司行號皆能進行地理資訊系統的研發工作，此外，1960 年代至今培訓的專業人才紛紛投入相關行業，亦加速目前地理資訊系統的發展。

1980 年代是地理資訊系統的技術發展時期，此時著重於空間決策的支援與分析。由於地理資訊系統涵蓋的領域迅速擴大，不論在資源管理、資源規

劃及緊急應變措施方面，皆涉及地理資訊系統的技術，其包含的學術領域有人類學、景觀生態規劃、森林管理、土木工程與電腦科技等，各國皆有重要的成績，並成立全國性的機構，包括中國的「資源與環境資訊系統國家重點實驗室」（1985）、美國的「國家地理資訊與分析中心」（NCGIA 1987）及英國的「地理資訊協會」（1987），此時，在技術上最大的突破，是商業使用系統的迅速推展。

90年代地理資訊系統的用戶時代，不門，地理資訊系統皆改變原先的工作方認識更普遍，需求也日益增加，目前地的空間資料輔助的處理工具。

二、國內發展概況

我國於1990年由經建會報請行政院，成立國土資訊系統（NGIS）推動小組，開始著手進行國土地理資訊系統的推動。

在國土資訊系統推動小組成立之前，各部門多依照各自不同的空間資訊需求，進行各自的研發工作，其中較具系統者，一是以內政部地政司及其前身內政部地政資訊中心主導的地政自動作業核心的遙感探測的應用研究。

國土資訊系統推動小組成立初期，僅部會的組織，而後由於工作需求的增加，陸續增設12個分組及推動小組。

目前國土資訊系統相關工作頗多，包括GIS整體規劃、示範工作、空間資料生產、應用程序工具發展、標準化及訓練專業人才等專案，茲將其摘要說明如下：

（一）整體規劃方面

目前我國已完成的GIS整體規劃包括國土資訊系統整體規劃、環保署GIS整體規劃、環境基本資料庫、基本圖資料庫、環境資源及生態資料庫整體規劃等，其中部分工作由學校單位協助進行，部份由相關單位執行，其目的是希望藉由確立資訊系統的格局，對空間資訊進行維護管理及更新等工作。

（二）示範工作方面

求完成全國性GIS綜合作業，國土資訊系統推動小組亦於1992年規劃五類示範作業，包括都市地理資訊系統、新市鎮規劃作業、公共設施管線資訊系統、水資源規劃資訊系統及交通網絡資訊系統。

（三）資料

目前有關GIS生產資料頗多，主要工作共

形圖、地籍圖、區域及都市計劃分區圖、交通路線圖、人口或公務統計之社經資料等。

(四) 應用軟替及本土化 GIS 發展

由於考慮到 GIS 軟體在購價上成本過高，故國內亦有相關單位自行研發，加上目前專業人才不斷增加，將有助於本土化 GIS 的發展。

(五) 教育

目前國內 GIS 的教育方面，多以短期訓練班的型式，並因應各單位需求，各自形成訓練體系。

(六) 標準化

求全 GIS 的通行，目前內政部資訊中心已針對相關目錄、資料、名詞、資料格式等訂定標準規範。

發展至今，我國國土資訊系統已顯示出相當大的實質效益，且其服務物件相當廣泛，加上目前專業人才日益增加，將有助於未來朝向更縝密的訊息管理工作。

貳、地理資訊系統的定義

地理資訊系統是一個空間資料管理及空間資訊分析的電腦系統，依其目前的應用方向可細分土

本研究依據國外專家學者定義「GIS」整理如下表：

表 十一：地理資訊系統定義表

人名	年代	定義
Dueker	1979	一個特別的資訊系統，其資料包括了觀察空間的排列、動作及事件，並解釋空間中的點、線、面。GIS 可對點、線、面的資料進行查詢與分析。
Ozemoy, Smith and Sicherman	1981	一個自動的設定函數，可提供地理上區域資料專業的儲存、回復、控制及展示的高階能力。
Burrough	1986	一個有力的搜集、儲存、回復工具，可將真實世界中的資料進行展示及轉換。
Devine and Field	1986	一種藉由圖像展示—MIS (anagement nformation System) 方法之一。
DoE	1987	一個攫取、儲存的決策系統，可操縱分析及展示地球上有關的資料資料。
Smith <i>et al.</i>	1987	一個以空間資料基礎的資料基了解釋空間事件的資料基礎
Cowen	1988	一個支援決策系統，可綜合空間相關的資料—解決當前的環境問題。

(續下表)

表十一：地理資訊系統定義表（續）

Rarker	1988	一個儲存、分析與展示空間與非空間資料的資訊技術。
Aronoff	1989	一個人工與電腦基礎設定的資料。
Carter	1989	一個研究技術，在時間上結合了資料、專業與經濟支援的組織結構。
Koshkarivo, Tikunov and trofumov	1989	一個促進地理分析模式能力的系統。

（本研究整理自陳述彭等 1999）

與一般管理系統相比，地理資訊系統具有以下特點（陳述彭等 1999）：

- 一、在進行問題的處理時，地理資訊系統使用了空間與屬性的資料，並透過資料資料庫將兩者關聯在一起，進行管理、分析與應用。
- 二、地理資訊系統強調空間分析，透過空間解析模式來分析空間資料，其成功與否的關鍵，便是依賴其分析模式的設計。
- 三、人所生的影響，對地理資訊發展已經超出單存技術領與的範疇。

基於以上的定義整理，本研究將「地真、處理、檢索、分析和表達地理空間資料的電腦資訊系統，有助於處理目前空間與非空間問題。

參、地理資訊系統原理

地理資訊系統的資料結構包括物件的位置、可能的位元向關係及其屬性記錄。地理資料是以一套標準的坐標系統表示物件在地表的相對位置，如橫麥卡托投影坐標系統，所有的地理資訊研究皆需要具備現象（phenomenological）觀念，如城鎮、河流...，以作分析與合成體，並可依其階層分類尺度的單元，如國家、縣、市、區的層級或土壤、動、植物分類系統。

地理資訊系統是將所本有的資料都簡化面，並將每個地理現象依這個原理，加上標示加以說明，例如點 - 樹，線 - 林道、河流，面 - 土地利用型、林型。以下就其基本原理略作說明。

一、地圖與空間資料觀念

所謂地圖是以平面描述地球的系統模式，並以符號表達某些目標及現象。在早期，空間資料多由航行者、地理學等進行相關的調查與收集；至 19 世紀，歐洲的強權國家乃利用地圖對區域進行戰力評估與資源開發；20 世紀，立體空中照相及遙感探測的發展，大大增加了空間測量的精確度（朱子豪 1995）。

但受限於地球—球體，非我們所熟悉面依經緯線體系進行投影，以下將不同之地圖投影特性加以說明如下（朱子豪 1995）：

（一）圓柱投影

經緯線均直線，並

（二）圓錐投影

經線均向一個方線集聚，並向另一方向散都是同心圓弧。

（三）方位投影

凡通過方位投影之中心（切點）之大圓圈中心連接等距各點可成一正圓。

就地理空間資料而言，基本上可約形），例如當我們對地球表面這些資料進行儲存及處理時，首先需將其細分可辨別且富有意義的個體或物件，並進是代表地球的「模式」。此外，除空間資料外，非空間性及屬性資料的處理亦是如此。目前利用電腦進行繪圖以發展出下列優點（陳述彭等 1999）：

- （一）已存在的地圖可快速、經濟的印出；
- （二）符合特定使用者的需求；
- （三）相同資料可允許不同的繪圖表現；
- （四）分析便利，可直接進行交互比較及統計；
- （五）量化可執行手繪地圖所無法完成之事，如三維地圖。

二、有效率的空間資料庫應用

因每個專案所需的地理資訊不同，並考量電腦交叉運作的效率，加上目前在資料儲存時需耗費相當多的人力，故目前在進行數值資料庫輸入、輸出儲存及擷取資料時，採用以下四種資料庫結構（陳述彭等 1999）：

（一）層級式資料結構（hierarchical data structure）

當資料呈現一對多的關係時，其最佳儲存方式便是利用層級式資料結構，其優點在於容易瞭解，有助於即時反映，但因其資料放，故易造成檔案過大增加儲存的成本。

（二）網路系統（network）

例如繪製地圖時，滿處，故有了網路系統的發展，其優點在於避免資料的冗長，缺點因資料庫具有方向指正或更新。

（三）關係型數據庫結構（relational database structure）

目前 90% 的資料用此方法建立，其儲存方式

並利用二維表格將所有的屬性值關聯在一起，並依據使用者需求來定義其關聯。其優點在於具彈性，可解決交集、聯集等數學問題，並允許不同的資料型式；缺點是在資料相當繁雜時仍需化費相當多的時間與精力。

(四) 記錄結構 (record structures)

其資料庫是以記錄型式書寫，有固定長度記錄 (Fixed length records) 及變動長度記錄 (variable length records) 兩種。

由於地理資訊系統的資料庫是大量而需要整合的，故目前利用電腦技術作其處理基礎，其系

- (一) 由資料庫進行資訊整合，以提供不同使用者所需資料；
- (二) 資料有效率共用；
- (三) 資料獨立性；
- (四) 新資料易應用於實做上。

三、空間資料模式的整合

對於人類來說，辨別形狀 (shapes) 與形式 (forms) 並不困難，但電腦操作卻需要在空間型態上有正確的指引，以下有兩種相映互補的方式來表示資料屬性，一顯性的網格式資料，一間實體。其說明如下 (陳述彭等 1999)：

(一) 網格式 (raster)

最簡單的網格式資料結構包括網格式單元 (grid cells)，每一個網格式單元由一個列、行決定，以描述繪圖的型態或數值。在網格式結構裏，一個點是由單一網格式結構表示，而線是由許多鄰近單元串聯配合一個方向而成，面即是由許多鄰近單元組合。此種資料結構因用一序列的行、列儲存、電腦作業，但由於其資料是以二維網格式資料表示，故其量化示法的前提是假設地理空間式平坦的表面，因此其解析度或網格式資料的尺度，必須視其資料網格式大小而定。

(二) 向量式 (vector)

向量式資料結構組成要素點、線、面三結，其物件的表示方法，是利用數對表示起點與終點，並加以連結。

其二者間的差別如下：在儲存空間方面，向量式儲存方法需要較少的儲存空間；在美學上，利用向量式表現方式，其線條與邊緣較網格式平滑，故較漂亮；在資料更新上，當連接資訊時，而當資料有所變動需進行更新時，網格式資料只需取消舊數值換上新的即可，但向量式則需重建其座標及連結性 (見表十二)。

表 十二：向量式與網格式比較表

	向量式 (vector)	網格式 (Raster)
優點	描述性佳 壓縮資料結構 網路連結可完全描述位元向關係 繪圖正確 可擷取、更新圖及屬性	資料結構簡單 疊圖整合及圖形結合容易 易於不同的空間分析 仿真容易 技術便宜
缺點	資料複雜 向量式多邊形不易進行疊圖 若資料型式不同則仿真困難 展示成本昂貴 技術複雜 無法進行多邊形內的空間分析	繪圖資料體積大 網格式度過大將造成資料失真 邊緣不平滑 網路連結困難 投影轉換耗時

(資料來源：馮豐隆等 1999)

在目前的發展中，兩者之結構以可進行相互的轉換，最佳的空間資料是要能以網格式及向量式兩者同時表示，特別是在線或邊界需進行網路的連接時，其二者相輔相成的需求，將有助於提高解析度，並幫助資料進行壓縮。

四、地理資訊系統的應用與展望

目前地理資訊系統的應用範圍相當廣泛，若廣義的來說，只要是需要需要空間資訊的業務及工作，便是地理資訊系統的使用者，但由於科技的發展，對地理資訊的需求更加的複雜而大量，故必須借由電腦自動化的協助。

在地理資訊系統的應用領域上，目前以利用於土地規劃、土地利用、資源分析經營與利用、環境經營與保育、水資源經營、交通運輸網路規劃、國防應用、社會安全系統、公共設施管線經營與管理、地質研究、汽車領航系統、商業市場分析等方面，由於地理資訊系統的功能是幫助進行相關的空間分析，故在經營管理上是不可或缺的操作技術，以下將其應用方向說明如下 (朱子豪 1995)：

一、資料的生產管理

此為地理資訊系統最基礎的使用層次，任何之基本資料皆須數化生產，並加以管理及展示，但非所有的系統皆須直接生產原始資料，完整的地理資訊系統可將空間資料轉換為較高層次的運用。

二、資料查詢

地理資訊系統可將未經空間、屬性分析的資料，直接加以取用，使用上極為彈性。

三、製圖

地理資訊系統可將已有的資料以地圖的方式表現出來，這部份包含了地圖的美觀性、使用的方便性、易讀性、資料的符號化及簡化的圖面安排，需在考慮資料的流通性的前提下，利用電腦地圖完成。

四、統計分析

利用地理資訊系統的空間及屬性資料，可進行描述性分析、分析統計及空間的資料統計。

五、空間分析

空間分析式地理資訊系統的主要功能，是將空間中的資料，利用電腦技術加以整合與分析，以進行運算及展現。

六、綜合性決策支援

此項工作為目前較有系統的支援系統，以解決問題為目標導向，整合現有各項資源。

由於目前空間資料的生產品質及效率，隨著現代科技的進步與社會的發展不斷提昇，每天都有新的地理資訊產生，若要對其進行有效且全面性的管理，便必須依賴地理資訊系統的發展，目前由於網路的發達，為能使資訊更為普及，故在未來的發展上，地理資訊系統必須使數據在不同的系統下能相互操作，並在不同結構的數據庫中獲得所需的資訊。

因此為求對地理資訊系統全面性的應用，目前國內積極展開本土化地理資訊系統的研發工作，其工作重點在於應用、工具、方法及理論三個方向，期望將專業的知識技術，推展至其他相關的應用領域。

第三章 材料與方法

第一節 基地現況分析

壹、自然環境特性

本研究之基地為惠蓀林場，其位於台灣中部，北緯 24° 2' 至 24° 6'，東經 120° 59' 至 121° 9' 之間，東西水平距離約 15 公里，南北最寬處約 7 公里，面積為 7,447 公頃（中興大學實驗林管理處 1994b），行政區劃屬南投縣仁愛鄉轄區內，為國有林班實驗林地，歸國立中興大學管轄。

林場的東西兩端僅有極少部分與山地保留地相接，其餘皆與國有林地相鄰。自迎翠橋起至東峰溪口止，以北港溪為界，北為國有林八仙山事業區；東峰溪口起乃以北港溪為界，至東端以合水溪為界，與國有大甲溪事業區接壤，南面與西端與國有林埔里事業區相鄰。茲就其自然環境特性說明如下（中興大學實驗林管理處 1986；中興大學實驗林管理處 1994a）：

一、氣候

由於本區地勢變化複雜，故各區間氣候各有不同，其說明如下：

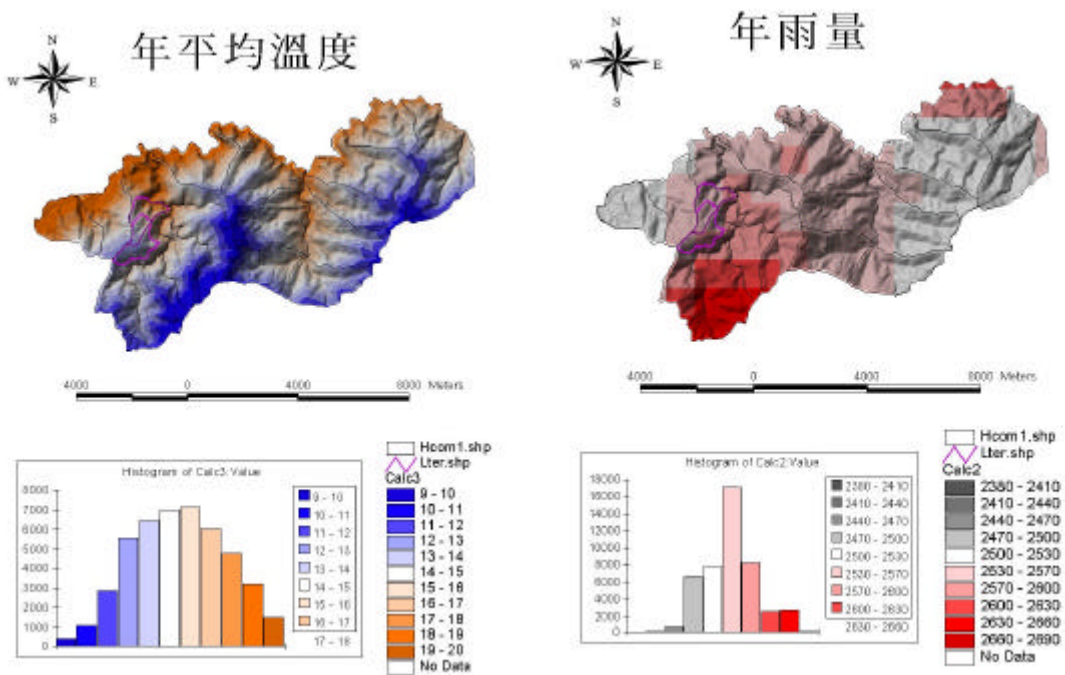
- （一）中低海拔地區年平均氣溫約攝氏 21 。夏季平均氣溫約攝氏 24.9 ，冬季平均氣溫則約攝氏 15.9 ，年平均雨量達 2,676 厘米，相對濕度為 84.8%。
- （二）高海拔地區年平均溫為 13.2 ，夏季平均溫 17 ，冬季則為 8.6 ，年平均雨量為 1090.6 厘米，相對濕度為 74.5%。
- （三）全區四至九月為雨季，其中以五、六月之雨量較多，而十月至翌年三月為乾季。
- （四）日照時間平均為每日九小時。
- （五）風速則因四周山脈的圍閉度而有所不同。

二、地形地勢

本區屬中央山脈合歡山西南支脈，脈峰最高處為守城大山 2,420 公尺，其次為北東眼山 2,077 公尺，南東眼山 1,875 公尺，構成本區的南界，向北至北港溪，海拔高度降至 500 公尺，為北向的急斜地。

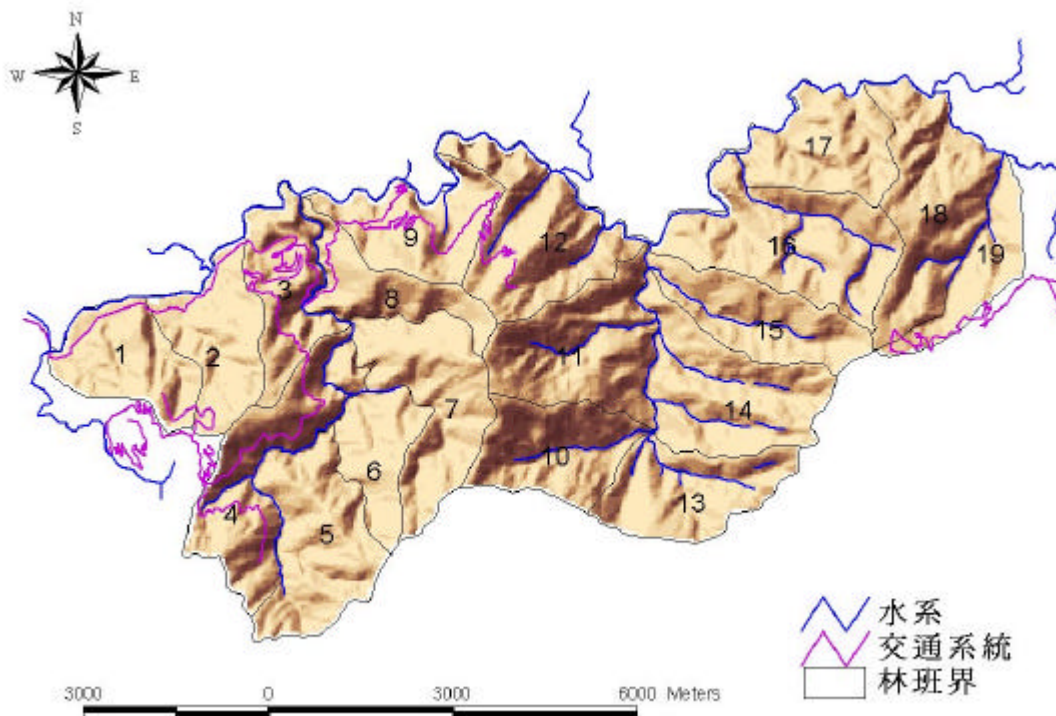
三、地質

本區屬第三紀層砂岩與頁岩交互而成，岩盤多為粘板岩系所構成，主要岩石為砂岩及頁岩，故區內土壤多為粘板岩、砂岩及頁岩風化而成。



圖六：惠蓀林場年平均氣溫及年雨量圖

(資料來源：中興森林系森林調查測計研究室)



圖七：惠蓀林場地形圖

(資料來源：中興森林系森林調查測計研究室)

四、土壤

本區的土壤以壤土面積最大，共 7,292 公頃，為林場總面積的 98.09%。若以土壤深度論，全區面積的 98.61% 屬於中及深者；以土壤結合度論，則以軟者面積最廣；而以土壤濕度論，則 98.61% 屬於適者（見表十三）。

表 十三：惠蓀林場土壤特性說明表

土壤特性	面積 (公頃)	百分比 (%)
砂壤土 (sandy loam soil)	39.00	0.52
壤土 (loam soil)	7,292.00	98.09
其他 (包括岩石、斷崖及建地)	103.00	1.39
合計	7,434.00	100.00
土壤深度	面積 (公頃)	百分比 (%)
淺 (shallow)	—	—
中 (medium)	4,222.00	56.79
深 (deep)	3,109.00	41.82
其他 (包括岩石、斷崖及建地)	103.00	39
合計	7,434.00	100.00
土壤結合度	面積 (公頃)	百分比 (%)
堅 (heavy)	—	—
軟 (soft)	7,331.00*	98.61
鬆 (light)	—	—
其他 (包括岩石、斷崖及建地)	103.00	1.39
合計	7,434.00	100.00
土壤濕度	面積 (公頃)	百分比 (%)
乾 (dry)	—	—
適 (moderate)	7,331.00*	98.61
濕 (moisture)	—	—
其他 (包括岩石、斷崖及建地)	103.00	1.39
合計	7,434.00	100.00

其中 7,292 公頃為壤土

(資料來源：中興大學農學院實驗林管理處 1984)

五、水文

水系主流為北港溪，發源於中央山脈西合歡山西麓，流經國姓鄉注入烏溪，再由大肚溪入海，且其支流甚多，計有合水溪、東峰溪、關刀溪、蘭島溪等，所匯集的水資源相當豐富。

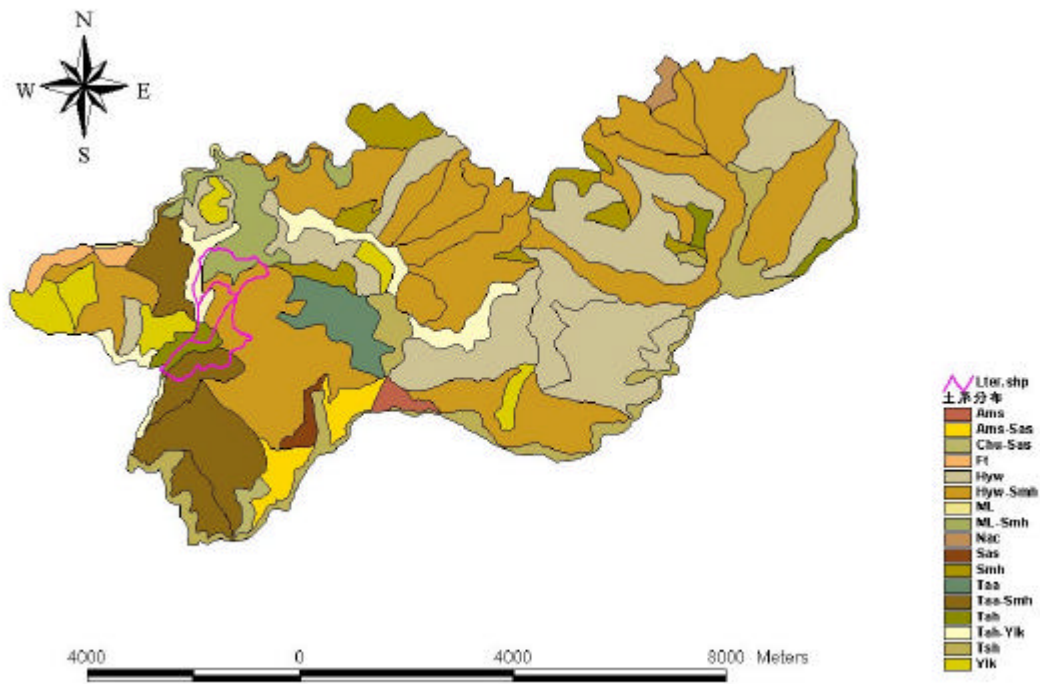


圖 八：惠蓀林場土系圖

(資料來源：中興森林系森林調查測計研究室)

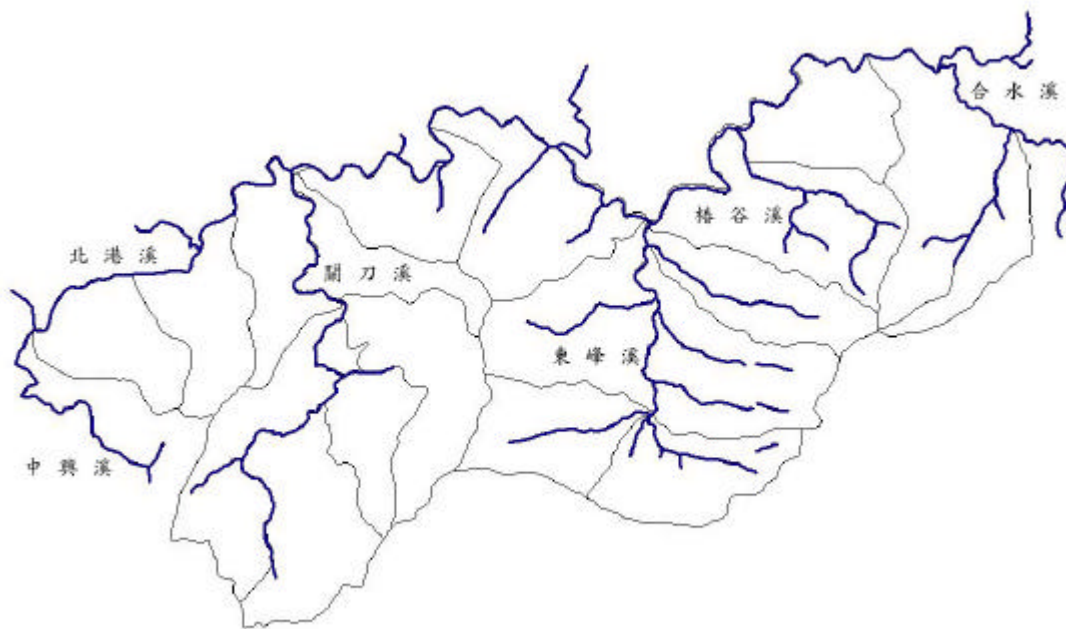


圖 九：惠蓀林場水系圖

(資料來源：中興森林系 1993)

六、動物

本區因氣候涵蓋溫帶、暖帶、亞熱帶，且因大部分尚未開發，故植被完整，而提供了動物絕佳的棲息地，為中台灣地區著名的賞鳥、賞蝶據點，野生動物甚多，林場內已發現的野生動物種類如下：

(一) 鳥類

經調查結果惠蓀林場共記錄 80 種鳥類，分屬於九目、二十八科。其中留鳥 68 種（85%）；夏候鳥僅有針尾雨燕 1 種（1.3%）；冬候鳥為黃鶺鴒、樹鵲、灰山椒鳥、紅尾伯勞、黃尾鶇、虎鶺、赤腹鶺、極北柳鶯、藍鶺 10 種（12.5%）；過境鳥為白腰雨燕 1 種（1.3%）。而在台灣 10 種特有種鳥類中，惠蓀林場有紀錄的為藍腹鶺、深山竹雞、台灣藍鶺、白耳畫眉、藪鳥、冠羽畫眉、紫嘯鶺 7 種（黃光瀛 1991）。

由食性比較得知，山漆、山红柿、小葉桑、山黃麻、山櫻花、裏白饅頭果、羅氏鹽膚木、江某、二葉松、五葉松、烏心石等植物皆為許多鳥類所喜愛（黃光瀛 1991）。

黃光瀛（1991）經調查後建議惠蓀林場內較佳的賞鳥據點如下：

1. 山嵐小徑：竹雞、五色鳥、紅山椒鳥、樹鵲、小彎嘴畫眉、山頭紅、藪鳥、繡眼畫眉、冠羽畫眉、綠畫眉、赤腹山雀、綠繡眼、白腰文鳥等（冬季）。
2. 舊實習管：山雀科、畫眉科鳥類（櫻花開時）；白鶺鴒（冬季）；虎鶺、樹鵲、台灣藍鶺（全年）。
3. 關刀溪：鉛色水鶺、河鳥、紫嘯鶺（水泥橋）；檀鳥、紅山椒鳥（溪邊）。
4. 湯公碑沿途：熊鷹（開闊處）；藍腹鶺、竹雞、深山竹雞（林下）。
5. 松風山區：五色鳥、樹鵲、小啄木等，偶有朱鶺、黃尾鶇。
6. 湯公亭步道：頭烏線、虎鶺（竹林）。

呂金城、歐辰雄（1996）將關刀溪長期生態研究區依造植被特徵分為 6 類，包括竹葉楠林型、日本扁柏林型、杉木林型、香桂紅花八角亞型、變葉新木薑子—台灣黃杞及反刺楸—台灣黃杞，其中鳥類豐度以日本扁柏林最為豐富，香桂紅花八角亞型、杉木林型次之。

尤少彬（1999）為探討關刀溪不同林相和植群中鳥群聚的結構，將鳥類棲地分為 4 型，分別為原始闊葉樹林、日本扁柏造林地、杉木造林地及杉木造林混雜闊葉樹林地，歧異度結果顯示於闊葉林中有明顯優勢鳥種影響群聚的結構。

(二) 昆蟲：

由於惠蓀林場植物資源豐富，可提供昆蟲生長繁衍所需的資源與環境，故其種類繁多包括螳螂目、蜚目、直翅目、革翅目、同翅目、半翅目、廣翅目、長翅目、鱗翅目、鞘翅目等。其中又以鱗翅目中的蝶科種類觀賞價值最高。

惠蓀林場常間蝴蝶種類為青帶鳳蝶、黑鳳蝶、青斑鳳蝶、玉帶鳳蝶、台灣鳳蝶、台灣鳳蝶、琉璃鳳蝶、黃星鳳蝶、台灣白紋鳳蝶、大鳳蝶、斑粉蝶、雌白黃蝶、端紅粉蝶、黑脈樺斑蝶、樺斑蝶、圓翅紫斑蝶、黑星蝶、鸞褐蝶、黑蝶、環紋蝶、枯葉蝶、石牆蝶、樺蛺蝶、琉璃蛺蝶、紅星斑蛺蝶、琉球紫蛺蝶、黑端豹斑蝶、孔雀青蛺蝶、白蛺蝶、細蝶、姬雙尾蝶、紅蛺蝶、紅邊黃小灰蝶（中興大學實驗林管理處 1996）。

經食性比較得知，蝶類重要食草與蜜源植物包括樟科、芸香科（柑橘類）、白花菜科、白花草科、摩蘿科、薑科、禾本科、堇菜科、爵床科等植物。

（三）哺乳類

目前棲息於關刀溪森林生態系及鄰近的哺乳動物共計 23 種，分屬 7 目（吳海音 1999；許博行 2000）：

1. 食蟲目：共 5 種，包括鼯鼠與 4 種尖鼠。其中鼯鼠多生活於海拔 1,400 公尺以下的森林底層；尖鼠當中則以台灣長尾麝鼯分佈最廣、其次為細尾長尾鼯（1,100-1,600 公尺的原生林與次生林間）、台灣灰鼯鼠、台灣煙鼠。
2. 翼手目：有管鼻蝠 1 種。
3. 靈長目：有台灣獼猴 1 種（天然林及木荷保護區）。
4. 齧齒目：包括赤腹松鼠、大赤鼯鼠、白面鼯鼠（以上 3 種多見於杉木及殼斗科植物地區）、條紋松鼠、刺鼠、巢鼠及台灣煙鼠 7 種。
5. 鱗甲目：有穿山甲 1 種。
6. 食肉目：有華南鼬（1,400 公尺以上的次生林中）、鼬獾（1,400 公尺以下，特別是關刀溪岸的天然林中）、棕簑貓、貓（1,400 公尺以下的杉木林中）及 921 地震後才出現的台灣黑熊共 5 種。
7. 偶蹄目：有山羌、野豬（以上 2 種多出現海拔 1,500 公尺以上次生林中）、台灣山羊（關刀溪附近）3 種。

（四）蛇類

錦蛇、百步蛇、過山刀、青竹絲等共 17 種。

（五）魚類

惠蓀林場主要溪流為關刀溪及北港溪，屬於溪流上游型態，水位深淺不一，同時具有急瀨、平灘、深潭、緩流，成為各種溪流魚類的棲息地點，經調查發現，目前二溪中的溪流魚類共有 9 種，皆為台灣原生種，其中鱸鰻為保育類動物，台灣石、台灣馬口魚、粗首、台灣纓

口鳅、台灣間爬岩鳅、台灣鮠、赤斑吻蝦虎 7 種為特有種及台灣鏟魚（李宗翰、林明進 2000）。

（六）兩生類

關永才（1999）以惠蓀林場及關刀溪為基地進行調查，發現樹蛙科有莫氏樹蛙、褐樹蛙、白額樹蛙、面天樹蛙及艾氏樹蛙，蟾蜍科的盤古蟾蜍，赤蛙科的斯文豪氏赤蛙、梭德氏赤蛙、拉都希氏赤蛙、古氏赤蛙及澤蛙，小雨蛙科的黑蒙西氏小雨蛙及巴氏小雨蛙，共 4 科 13 種，其中又以斯文豪氏赤蛙及盤古蟾蜍為最常見的種類。

依其棲息特性，主要分布於溪澗、蓄水池及廢棄的攔沙壩水池等。

七、植物

本林場的植被型態，以闊葉樹林面積最廣，約 4,632 公頃，在海拔 500 至 2,100 公尺皆有分佈，但以 1,100 至 1,400 公尺之間生長最茂盛，約佔總闊葉林面積 50%；人工林共 1,482 公頃，分佈於海拔 500 至 2,000 公頃間，其中又以 800 至 1,500 公尺間最多，約佔人工林總面積 75%；針闊葉混交林約 382 公頃，分佈於海拔 600 至 2,200 公尺之間，又以 800 至 1,500 公尺間最多；針葉林以檜木為主，分佈於 5、6 林班 1,800 至 2,000 公尺處。區域內林型與面積說明如下表：

表 十四：惠蓀林場主要林型之面積說明表

林型	面積（公頃）	百分比（%）
針葉樹林	167.25	2.25
針闊葉樹混交林	382.00	5.14
闊葉樹林	4,634.00	62.31
人工林	1,482.00	19.93
其他	770.75	10.37
合計	7,434.00	100.00

（資料來源：中興大學農學院實驗林管理處 1986）

本區主要樹種如下：

- （一）針葉樹：紅檜、松樹（二葉松、五葉松）、杉木、台灣杉、柳杉、肖楠。
- （二）闊葉樹：泡桐、木荷、赤楊、相思樹、山黃麻、柚木、鐵刀木、楠木。
- （三）竹類：桂竹。

其他具觀花價值的植物包括梅、山櫻、笑靨花、大葉溲疏、西番蓮、山茶、杜鵑、毬蘭等（中興大學森林系 1998）；具觀果價值的植物包括羅漢松、山櫻、梅、呂宋莢、台東莢、太平山莢、楊梅、牛奶榕、台灣紫珠、刺茄等（中興大學森林系 1990）。

貳、人文特性

一、相關計畫

本區屬國立中興大學之實驗林地，在台灣中部區域計畫之土地分區使用計畫中，本區屬非都市土地之森林區，由中興大學農學院實驗林管理處管轄，相關計畫及與本研究相關內容如下：

表 十五：相關計畫表

計畫名稱	計畫性質	計畫範圍	計畫單位
台灣中部區域計畫第一次通盤檢討 (1996)	促進經濟發展，減少人口外流，確定都市體系，減少生活差距，並改善交通、管制土地利用，加強資源的開發與保育。	苗栗縣、台中縣(市)、彰化縣、南投縣、雲林縣	台灣省政府住宅及都市發展局
南投縣觀光整體發展綱要計畫 (1997)	為確立觀光事業的發展方針，以為施政依據，指導各觀光地區未來發展的方向、時序與規模，並協調配合農、林、漁、牧等產業、交通運輸及都市計畫。	南投市、埔里鎮、草屯鎮、竹山鎮、集集鎮、名間鄉、鹿谷鄉、中寮鄉、魚池鄉、國姓鄉、水里鄉、信義鄉、仁愛鄉	台灣省政府住宅及都市發展局
國立中興大學農學院實驗林管理處經營計畫 (1986)	除提供實驗研究、教學實習、示範經營等功能，並發展森林遊樂、水資源、野生動物、木材利用等多目標經營的方向。	惠蓀林場、新化林場、東勢林場、文山林場	國立中興大學農學院實驗林管理處
國立中興大學惠蓀實驗林場經營計畫 (1980)	為惠蓀林場之經營方向。	惠蓀林場	國立中興大學農學院實驗林管理處
惠蓀林場森林遊樂區計畫 (1993)	為惠蓀林場開發觀光資源、發展森林遊樂的依據	惠蓀林場第一、二、三、八、九林班	國立中興大學農學院實驗林管理處

(一) 台灣中部區域計畫第一次通盤檢討 (1996)

1. 計畫目標：

- (1) 促進經濟發展，提高生活水準，減少人口外流。
- (2) 合理分佈人口與產業活動，以促進都市與鄉村均衡發展。
- (3) 確立都市體系，以健全都市機能，縮小生活差距。
- (4) 配合相關重要經濟建設，發揮整體效益。
- (5) 提供便捷、經濟、安全之運輸系統，以適應人貨流通需要。
- (6) 促進水土、森林等天然資源之保育與開發，全面合理管制土地利用，改變環境品質。

- (7) 加強水資源、土地資源、礦藏資源、森林資源及觀光遊憩資源之開發與保育。
- (8) 改變區域內發展緩慢地區之產業結構，創造就業機會，抑制人口外流現象。

2. 相關內容：

中部區域計畫是基於地理、人口、資源經濟活動等相互依賴及共同利益關係而制訂。並以 1996 年為計畫目標年，其將區域內地區發展條件與趨向作全盤而綜合之規劃，用以指導各地區之都市規劃、各項區域性實質發展計畫及非都市土地利用分區，以健全區域之整體發展。

本區六縣市，地形複雜變化極大，有海岸、平原、盆地、台地、丘陵及山岳，且有海灘、名勝古蹟、水岸、湖泊溫泉、森林等分佈期間，故遊憩資源甚為豐富，唯多數為自然發展者，有待進一步納入區域計畫系統，作整體之規劃與開發。

與本研究基地非都市土地中森林區部分（見圖十），為加強森林涵養水源功能，森林經營應配合集水區之保護與管理，為避免水源保護區過渡開發，影響生態環境，應訂定績效管制標準並規範該地區土地利用限度。此外，在坡度大於 30%、斷層、邊坡不穩定及地質災害地區應劃定為山坡地保育區。

圖 十：中部區域計畫森林區位置圖

（二）南投縣觀光整體發展綱要計畫（1997）

1. 相關內容：

由於南投縣平地面積少（20,491 公頃，佔全縣 5%），全區多為山坡地、河川及高山林區，故土地利用受自然環境、地理位置、交通運輸路線的影響甚鉅。而本區產業資源豐富，在遊憩需求與都市化交相壓力下，產業可配合觀光措施，以提高其經濟價值。

在林業部分，其觀光資源包括林物採收型、森林遊樂區、國家公園型及林業標本園型（具研究、教育及觀光的功能），建議設立林產採收園、森林遊

樂區、觀光林業標本園。

本研究範圍屬遊憩資源分區中霧社—埔里系統的惠蓀區（見圖十一），區域內遊憩資源包括瀑布（芙蓉瀑布）、森林（惠蓀林場）、特殊動植物景觀（惠蓀林場咖啡園及動植物保護區）、山岳（守城大山）、產業特色（惠蓀林場咖啡、楊桃、枇杷、番石榴、草莓、梅及國姓的水鹿養殖）。

就惠蓀林場而言，其發展應就區域內植物群落，劃設各種林木保護區，並以學術教育研究及社會教育為主，聯外交通應加以改善，並加強區內解說及住宿的服務。

圖 十一：霧社—埔里系統觀光資源分佈圖

（三）國立中興大學農學院實驗林管理處經營計畫

1. 經營目的：

- (1) 提供教學實習的產所與設備。
- (2) 提供試驗研究的場所與材料，並從事實際的試驗與研究。
- (3) 從事踏實的示範性「多目標經營」，將其成果推廣應用。
- (4) 保育森林資源，並維護森林生態之平衡。

2. 經營原則：

- (1) 配合本校農學院森林及有關係所師生在林場的試驗研究和教學實習。
- (2) 遵造國家林業政策最高原則，適度收穫森林資源，避免大面積皆伐作業。
- (3) 林相低劣材份實施林相改良，改種適地、適木、品質較佳的新林。
- (4) 草生地及無立木地應與以造林綠化。
- (5) 有限度發展森林遊樂，並把握育教於遊樂的宗旨。
- (6) 保留貴重樹木為自然生態保護區。

(四) 國立中興大學惠蓀實驗林場經營計畫

1. 相關內容：

- (1) 保安林、施業限制地、自然保護區、造林無法成功之處及主要溪流兩旁 50 公尺以內之地區需列為禁伐地。
- (2) 森林遊樂之主要地區及風景優美且顯而易見處，僅能做有限度的擇伐。
- (3) 禁止打獵、電毒魚、捉蝴蝶、採收黃藤、蘭花等林業副產品。

(五) 惠蓀林場森林遊樂區計畫 (1994)

1. 計畫目標

- (1) 將森林遊樂福利效益發展到極致，並帶動地方之繁榮。
- (2) 使規劃區之環境及設施能提供 100 萬人次 / 年遊客。
- (3) 提供師生實驗、實習的場所。
- (4) 加強與各有關單位的研究計畫。

2. 相關內容

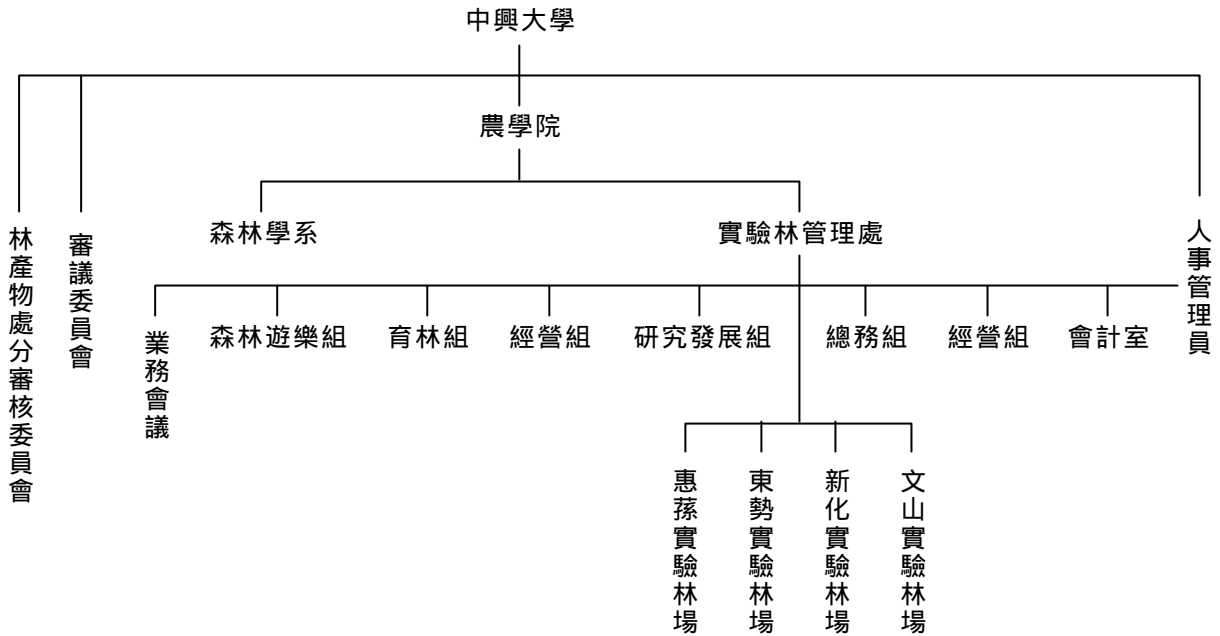
- (1) 在顧及自然景觀、水土保持及不破壞地形、地物的原則下，對森林遊樂資源做合理的開發利用。
- (2) 加強環境教育與解說設施並注意相關安全措施。
- (3) 區內土地規劃為營林區 (602 公頃, 38.42%)、遊樂設施區 (100 公頃, 6.38%)、景觀保護區 (371 公頃, 23.68%) 及森林生態保護區 (494 公頃, 31.52%) (見圖十四)。

二、歷史背景

惠蓀林場設立於日據時代，當時被稱之為北海道帝國大學演習林，國民政府播遷來台後，於 1949 年將當時的第三模範林場撥由中興大學（當時的高等農業學校）接管，並改名為能高林場，後於 1967 年，為紀念當時校長湯惠蓀先生於巡視林場時身故，而改名為惠蓀林場，目前屬中興大學農學院實驗林管理處管理。

三、行政組織

惠蓀林場屬中興大學農學院實驗林管理處管理，管理處依組織規程設置處長一人，由校長就農學院森林系專任教授中聘請兼任之，其組織系統如



下：

圖 十二：惠蓀林場組織系統圖

(資料來源：中興大學實驗林管理處 1986)

各組室設主任一人，林場設場長一人，由技術人員中遴選兼任之，人事業務，仍由學校人事室統轄管理。

四、交通運輸系統

本區對外的聯外道路有鄉道投 80 線、縣道 133 線及台 21 線，而本區內有一長條形柏油路貫穿全區，且往平台區可由松風山區走南線至平台區，再由北線回松風山區，茲說明如下：

(一) 聯外道路

1. 縣道 133 線：即葉厝柑子林段長 6.106 公里，已按 7.5 公尺拓寬完成。
2. 鄉道投 80 線：即梅子林至惠蓀林場長 12.73 公里，係林場聯外孔道。
3. 台 21 線部分已分段拓寬為 7.5 公尺。

(二) 區內道路

本區區內主要道路為鄉道投 80 線且步道四通八達，主要道路如下：

1. 計畫區內主要道路屬鄉道投 80 線的一部分。
2. 松風山區至平台區之道路現已開發，寬 4.0 公尺，部分已鋪設柏油，關刀溪水泥橋至平台區為寬 4.0 公尺之產業道路，梨園至平台區也是產業道路。
3. 登山步道：本森林遊樂區內登山步道共有 14,273 公尺，主要有山嵐小徑 1,990 公尺，有氧健身道 2,970 公尺及松風山步道 3,910 公尺。

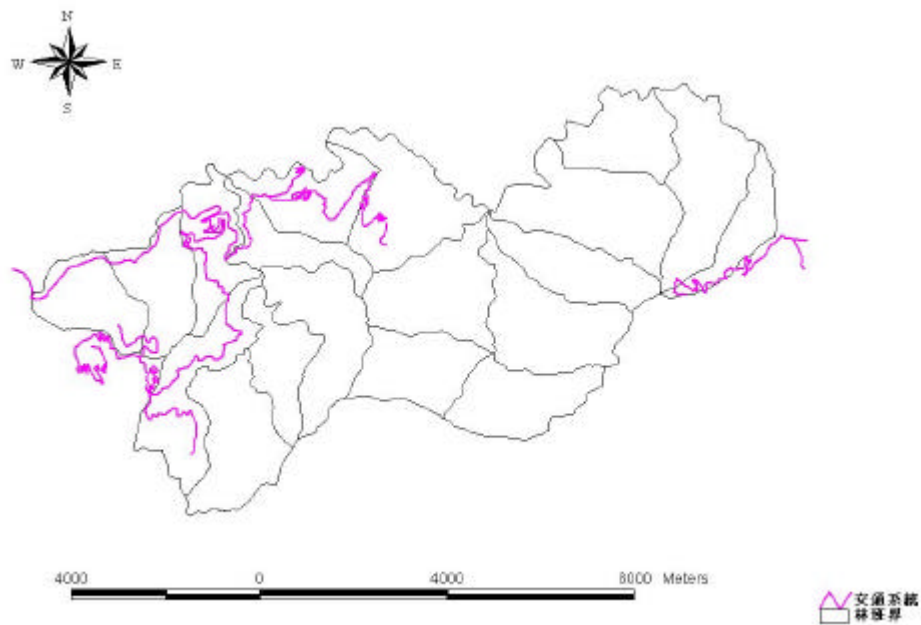


圖 十三：惠蓀林場交通系統圖

(資料來源：中興森林系 1993)

三、土地利用現況

惠蓀實驗林場自日據時代，即供師生實驗、實習、伐木及育林用。今在森林資源多目標利用上，為迎合社會潮流及國民需求而特別將惠蓀林場第一林班、第二林班、第三林班、第八林班及第九林班規劃為森林遊樂區，其面積共 1,567 公頃，以作為遊客休閒育樂及自然教育之場所。

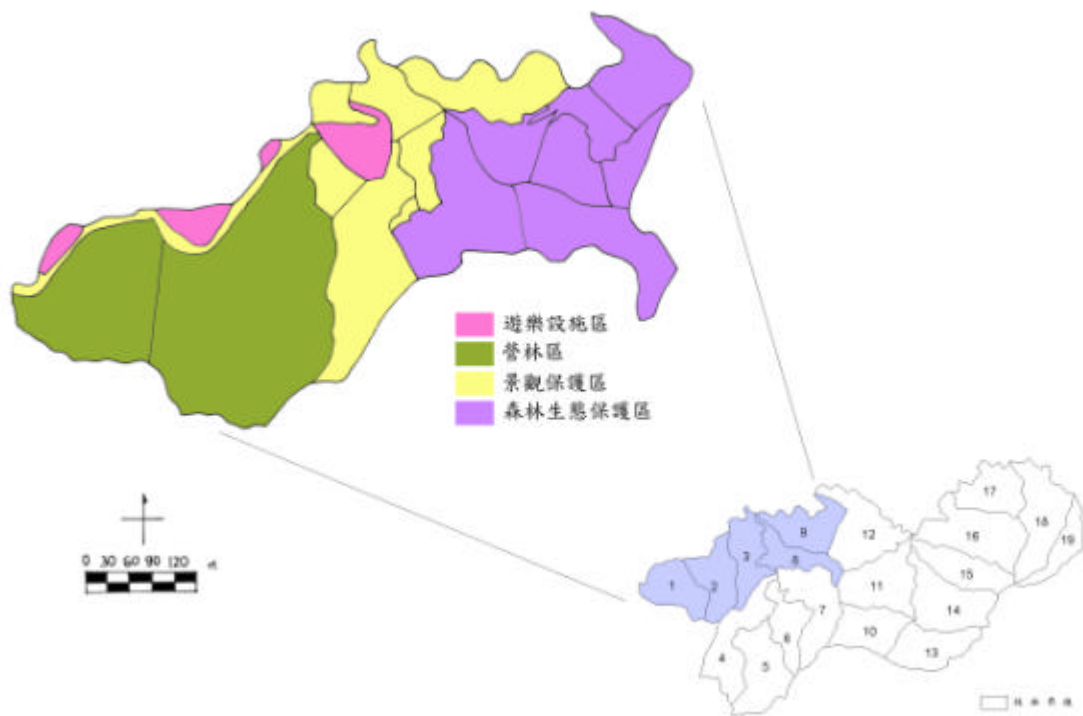


圖 十四：現有土地利用分區圖

(資料來源中興大學實驗林管理處 1993)

其內主要的的地景結構包括成熟的天然林分嵌塊體、未成熟的林分嵌塊體、人為嵌塊體、惡變嵌塊體，茲說明如下：

- (一) 成熟的天然林分嵌塊體：自然生成而具備完整林相的嵌塊體。
- (二) 未成熟的林分嵌塊體：演替未完成的區域，包括採伐作業跡地、人為的林木經營區域及灌叢、草生地等。
- (三) 人造嵌塊體：即因應人為使用需求所設置的建物、停車場、交通路線及垃圾場等相關服務性設施。
- (四) 惡變嵌塊體：包括土石崩坍地、岩石裸露地等會因為降雨或震災而帶來危險的嵌塊體。

而基地主要地景流項目如下：

- (一) 風流：由於基地內植物生長以自然長成者居多，故風為影響其生長重要的地景流項目。
- (二) 水流：水為基地內物質、養分流動重要的傳遞者，並維繫著基地內生物的生長與繁衍。
- (三) 動物：基地內主要的動物流項目以鳥類、蝴蝶為主，其他哺乳類由於移動性較大，目前仍缺乏研究資料。

(四) 人：以遊客及教學、研究的師生為主，其主要動線仍依據交通路線為主。
基地內地景結構與地景流關係如下：

表 十六：地景結構與地景流關係表

地景結構 地景流	成熟的天然林分 嵌塊體	未成熟的林分嵌 塊體	人為嵌塊體	惡變嵌塊體
風流				
水流				
動物				
人				

(「+」表示正相關，「-」表示負相關，「0」表示無關連)

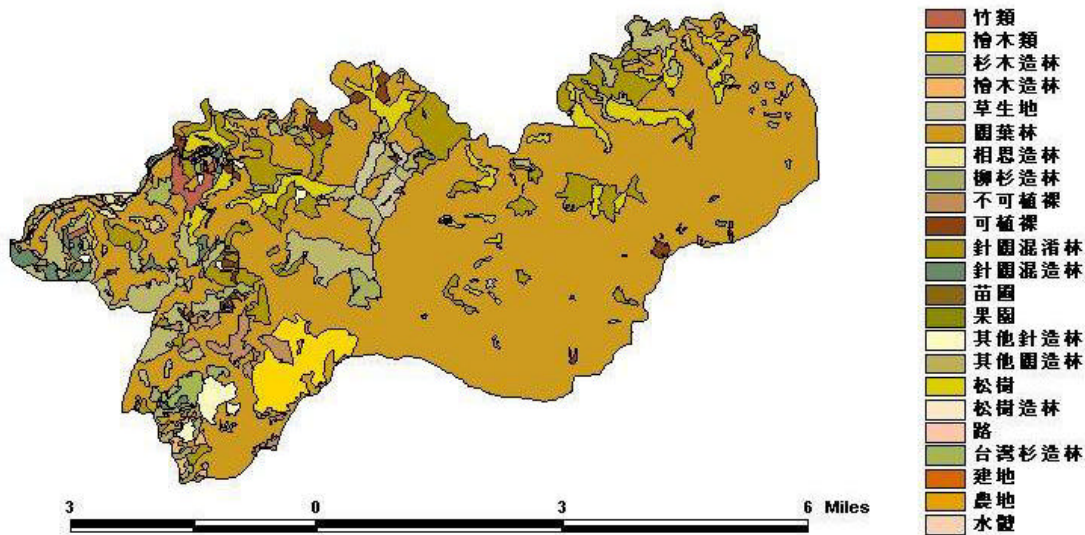


圖 十五：地景結構與地景流說明圖

(資料來源：馮豐隆、黃志成 1997)

此外，森林遊樂區部分自 1981 年已對外開放，以主要道路串聯一系列設施區，即第一林班之入口區、第二林班之咖啡園區及露營區、第三林班松風山區，其土地利用說明如下：

- (一) 入口區：總面積約為 17 公頃，主要設施包括停車場、苗圃、收費站。
- (二) 咖啡園區：總面積有 29 公頃，包括咖啡展示中心、蘭島溪排洪溝攔砂壩、停車場、休憩區、觀賞步道、腳踏車道。
- (三) 露營區：總面積 6 公畝，包括服務管理站、盥洗室、營火場、烤肉區、停車場等。

- (四) 松風山區：面積為 48 公頃，是遊客主要的遊憩地區，包括住宿區、車道、步道及各遊樂據點。
- (五) 平台區：本區距離松風山約 3 公里，交通以產業道路為主，計畫將其規劃為小型森林公園。

參、現況問題

自 921 地震發生至今，林場內因地質不穩定而產生落石、崩坍一直是經營管理上重要的問題，截至目前為止，仍有部分地區因崩坍而發生交通中斷，由災後航空照片得知，目前區域內崩坍情形較為嚴重的區域為山脊線及交通動線上，這是未來在水土保持方面急需注意的項目。

此外，基於上述基地特性的分析，在未來規劃上需注意的內容如下：

一、自然方面

- (一) 由於區域面積廣大，並含括合水溪、東峰溪、關刀溪、蘭島溪及北港溪等數個大小集水區，在規劃上需考量水土保持上得需求。
- (二) 由於區域內山脈交錯縱橫，部分地區為坡度較大的急斜地，需限制其中的土地利用類型。
- (三) 由於區域內生態環境變化複雜，孕育相當多不同種類的生物，更是台灣著名的賞鳥及賞蝶的景點，需就其環境進行保育並發展相關教育活動。

二、人文方面

- (一) 依據相關計畫，本區的自然資源種類相當豐富，故未來發展可依據資源特性，發展以環境教育為主的遊憩活動。
- (二) 此外，惠蓀林場需兼具教學、研究、示範經營、遊憩等功能，需在林場有限的可利用面積內完成。

第二節 研究操作步驟

本研究經由惠蓀林場經營之相關計畫，得知其設置的目的為教學、研究、示範經營等項目，之後由於學校財力有限與社會對森林遊憩的需求，在多目標經營的理念下，發展森林遊樂，故本研究的土地分區以林木經營、教學實習、森林研究、森林遊樂等四項為主，並在考量環境與法規的限制下，增設限制開發區，並探討各分區使用者的需求。

蒐集自然環境與人文特性等相關資料後，得出影響基地未來發展的主要潛力與限制因子，利用疊圖方式說明基地的土地適宜性，以得出土地利用分區方案，加以評估。本研究步驟如下：

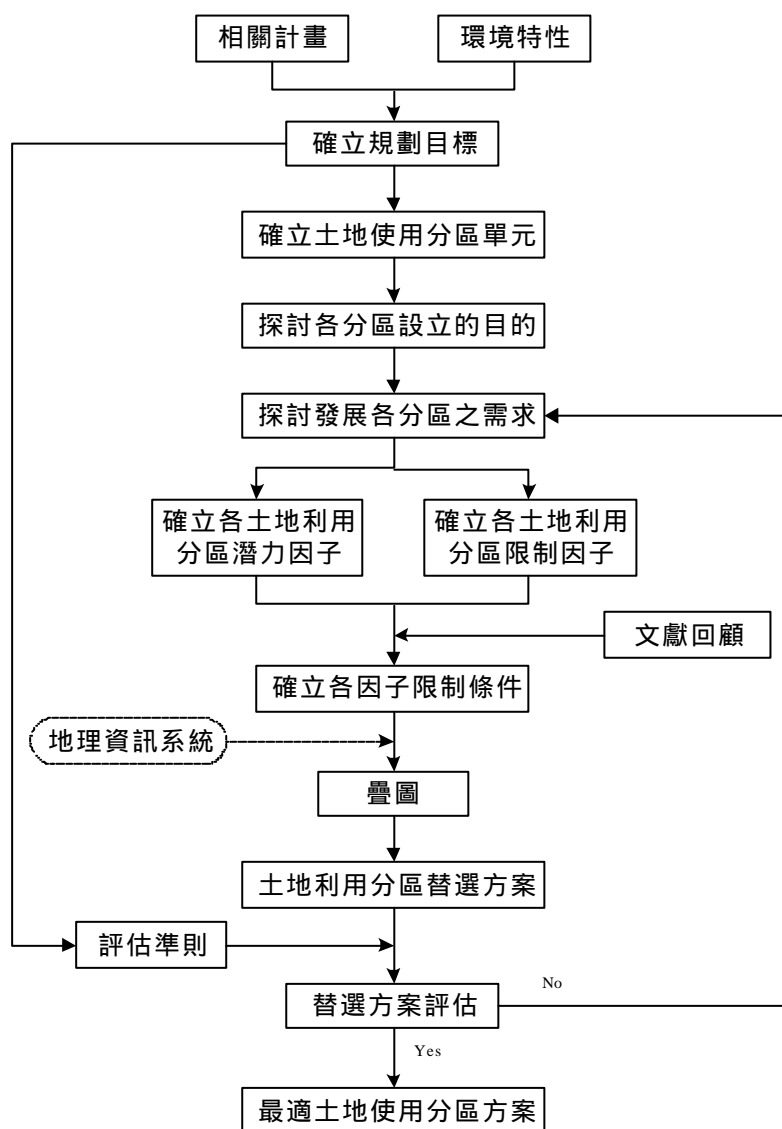


圖 十六：操作步驟流程圖

第三節 土地利用分區原則探討

本研究依據經營計畫，擬將惠蓀林場的土地利用依其設立目的分為林木經營區、教學實習區、森林研究區及森林遊樂區，並將其於不適宜開發的區域設定為限制開發區共五種土地使用類別，茲就各分區定義及發展需考量的潛力面與限制面因子說明如下：

一、林木經營區：

(一) 定義：從事具經濟價值的木材生產與森林的副產品栽植。

(二) 發展需求

1. 經濟價值高之林木種類適宜的生長環境。
2. 經濟價值高之森林副產品適宜生長環境。
3. 採收過程方便。
4. 無水土保持的顧忌。

(三) 發展潛力因子

1. 造林樹種生育地：

針葉樹種：台灣扁柏、紅檜、肖楠、巒大杉、台灣杉、鐵杉、杉木、柳杉、台灣雲杉、台灣冷杉、台灣二葉松、華山松。

闊葉樹種：烏心石、厚殼桂、樟樹、大葉楠、香楠、紅楠、鐵刀木、相思樹、台灣赤楊、石櫨、木荷、錐果櫨、長尾尖櫨、短尾石櫨、台灣櫟、白桐。

基於上述的造林樹種生育地特性分析，針葉樹除台灣扁柏、杉木、柳杉外，多適生於海拔 2,500 公尺以上，與現行森林經營法規發生衝突，故不將其納入考量，而以現有的造林地替代。

此外，林木生長受外在環境條件影響，故林務局乃針對林木生長因子（土壤與坡度）進行評估分級，以作為林業經營基礎，本研究選定其中地位等級 的條件作為適宜林木經營區的劃定準則，其優點在於地形平坦、土層深厚、土壤肥沃、一般植物生長優良、適宜機械操作，且對國土保安與土壤沖蝕的顧慮較少。其環境條件如下：

- (1) 坡度 15 度以下；有效土層及表土層深厚，堅密度屬鬆軟狀態，多為崩積土，對喬木根系生長無障礙；土壤水分終年保持濕潤狀態，土壤養分足以提供林木發育正常者（通常於山麓位置，為水分聚集的地形，屬微酸性土壤）。
- (2) 坡度 15 度以下；有效土層喬木根系生長無障礙，但表土較薄，

土壤中養分稍嫌不足，表土層密度軟但心土稍堅，土壤中水分狀態有季節性變化，但對林木生長不構成明顯障礙（通常於山腰以下斜坡面，多為酸性土壤）。

2. 林產物種生育地：竹筍、水晶蘭、金線蓮

（四）發展限制因子

1. 交通可及性：在交通動線服務範圍內
2. 安全性：
施作無災害發生之虞：崩坍地、土石流
經營過程無引發災害之虞：土壤沖蝕
3. 法規限制（國家公園或風景特定區內森林區域管理經營配合辦法條文）禁止採伐區域：
 - （1）主要溪流兩岸水平距離 50 公尺範圍內之地區。
 - （2）海拔高度二千五百公尺以上地區。
 - （3）坡度在 35 度以上地區。

二、教學實習區

（一）定義：提供中興大學森林系師生及其他相關科系課程教學、實習之用。

（二）發展需求

1. 交通方便
2. 環境安全
3. 需滿足樹木學、育林學、經營學、測量學及測計學等科目教學與實習需求。
4. 具動物資源（森林系、植物系、生物系）。

（三）發展潛力因子

1. 滿足樹木學、育林學、經營學、測量學及測計學等科目的教學環境
2. 動物棲息繁衍地點

鳥類：山嵐小徑、舊實習管、關刀溪（水泥橋、溪邊）、湯公碑沿途（開闊處、林下）、松風山區、湯公亭步道（竹林）。

由食性比較得知，山漆、山红柿、小葉桑、山黃麻、山櫻花、裏白饅頭果、羅氏鹽膚木、江某、二葉松、五葉松、烏心石等植物皆為許多鳥類所喜愛。依造植被特徵，其中鳥類豐度以日本扁柏林最為豐富，香桂紅花八角亞型、杉木林型次之。

昆蟲：樟科、芸香科（柑橘類）、白花菜科、白花草科、摩蘿科、薑科、禾本科、堇菜科、爵床科等植物生長地點。

哺乳類：於各處天然林、次生林當中皆有不同種類生存。

魚類：關刀溪、北港溪中。

兩生類：溪澗、蓄水池及廢棄的攔沙壩水池等。

(四) 發展限制因子

1. 交通可及性：在交通動線服務範圍內
2. 安全性：

無災害發生之虞：崩坍地、土石流、森林火災、土壤沖蝕、水患

三、森林研究區

(一) 定義：本區域土地提供森林生態系及林業經營相關研究之用。

(二) 發展需求

1. 具動物研究價值
2. 具植物研究價值
3. 具災害研究價值

(三) 發展需考量因子

依據各研究需求所劃設的區域，需考量進行當中的研究區域（關刀溪長期生態研究及其他林業經營研究）。

四、森林遊樂區

(一) 定義：位於森林區域內，可以提供遊客休閒及育樂活動。

(二) 發展需求

1. 特殊的森林、地質、地理、野生動物、氣象等景觀（森林遊樂區設置管理辦法第三條）。
2. 富教育意義之重要學術、歷史、生態價值的森林環境（森林遊樂區設置管理辦法第三條）。
3. 交通方便
4. 水源取得方便
5. 環境安全

(三) 發展潛力因子

1. 自然環境具遊憩價值的地點

氣象景觀：日出、日落、雲海、雲霧及其他因氣象變化產生的特殊景觀的地點。

地形地質變化：峭壁、山峰等。

水體：溫泉、溪流、瀑布等。

視野良好

野生動物棲息繁衍地點（同上）及林相特殊的地區

2. 人文環境具遊憩價值的地點

具特殊歷史價值：湯公碑、湯公亭

（四）發展限制因子

1. 交通可及性：在交通動線服務範圍內

2. 水資源的可利用性

與水源的距離

3. 安全性

無災害發生之虞：崩坍地、土石流、森林火災、土壤沖蝕、水患

4. 法規限制：森林遊樂區設置管理辦法

五、限制開發區

（一）定義：不宜從事任何開發行為的區域

（二）發展需求

1. 具災害發生的危險性

2. 水土保持需求

3. 稀有動物植物生育環境

4. 稀有的地景結構

（三）發展需考量因子

1. 災害易發生地點：崩坍地、土石流、森林火災、土壤沖蝕、水患

2. 法律條文限制（山坡地土地可利用限度標準）：

（1）宜林地：應行造林或維持自然林木或植生覆蓋，不宜農耕之土地，初期造林有沖蝕現象時，應配合必要的水土保持。其區域特性如下：

a. 有效土壤深度 20 公分以上，坡度大於 55%。

b. 有效土壤深度小於 20 公分，坡度大於 40%。

c. 有效土壤深度大於 20 50 公分，坡度 40% 55%，土壤沖蝕嚴重者。

d. 有效土壤深度小於 20 公分，坡度 30% 40%，土壤沖蝕嚴重或下接硬質母岩。

（2）加強保育地：需實施水土保持

a. 沖蝕極嚴重（掌狀溝蝕分歧交錯，含石量超過 40%，底土流失量超過 50%，甚至母岩裸露，局部有崩塌現象）、崩坍、地滑、脆弱母岩裸露等，應加強保育處理，避免災害發生之土地

(3) 需依賴森林或林木以預防災害，保育水土資源，維護公共安全之土地或林業試驗用地及重要母樹或紀念性林木生育地，經主管機關查定為宜林地。

上述五種土地利用分區間的關係如下：

表 十七：土地利用分區類型關係說明表

	林產經營區	教學實習區	森林生態研究區	森林遊樂區	保護區
林產經營區	/				
教學實習區		/			
森林生態研究區			/		
森林遊樂區				/	
保護區					/

「 / 」表二者關係互補；「 / 」表二者關係互斥；「 / 」表二者並無明顯關係

以上的比較本研究僅就正常的土地利用下，進行其土地單元間的探討，以森林遊樂區與林木經營例，若遊客動線與經營運輸動線發生衝突，兩種型態間便會發生不良的影響，但若其結合良好，森林經營亦不失為遊樂的另一種體驗，但就土地利用規劃而言，森林遊樂區與林木經營區相比鄰時，並不會發生互斥或互補的關係。

由上述可知，本研究於土地適宜性分析時需考量因子包括：

- (一) 生育地因子：1. 氣候條件 2. 地形條件 3. 地質特性 4. 土壤特性
- (二) 發展潛力因子：1. 生物資源分佈（具教學研究價值的動物種類生長繁衍地點、具教學研究價值的植物種類及其生長地點、特殊或稀有動物種類生長繁衍地點、特殊或稀有的植物種類及其生長地點）2. 遊憩資源分析（特殊的自然與人文景緻）
- (三) 發展限制因子：1. 交通可及性 2. 易發生災害地點（崩坍地、土石流、土壤沖蝕、水患、森林火災）。
- (四) 地景結構與地景流：1. 水流 2. 交通

此外，由於各土地使用類型間關係不一，需於分區配置時注意。

第四節 土地適宜性分析

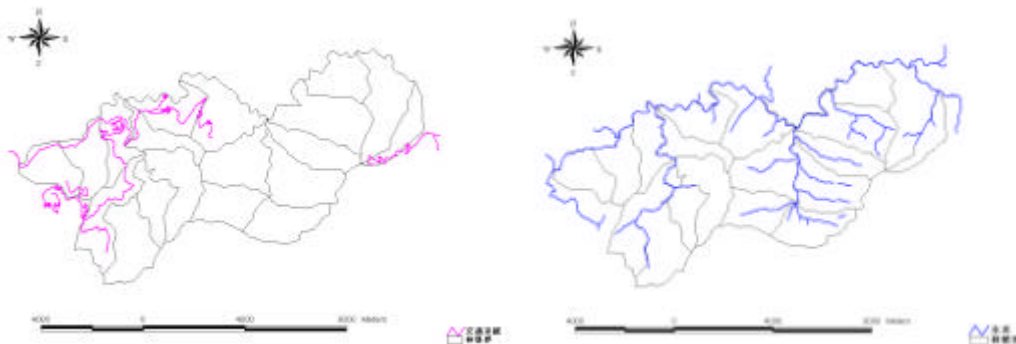
在利用地理資訊系統就發展各分區所需之潛力與限制因子進行整合後，本研究得出惠蓀林場適宜作為林木經營區、教學實習區、森林研究區、森林遊樂區及限制開發區的地理區位，茲說明如下：

一、林木經營區

由潛力面觀之，只要選擇適當的樹種，林場全區皆適宜作為造林樹種的生育地，然依據林務局林業經營評估分級，林場全區除河流及山脊線兩側，甚少地區坡度小於 15 度，並不適宜進行大面積機械式經營，在天然林禁止開發的法律原則下，本研究林木經營區的決定步驟如下：

- (一) 首先將已進行伐木與造林的人工林地，作為首要考量，並可利用現有交通路線，降低日後重新開發的衝擊。
- (二) 為顧及區域內因震災所發生的崩坍地、現況坡度過陡的地區及主要溪流兩側的水土保育，降低日後經營管理上的成本，將上述地區由人工林地中劃定出。

其考量因子與結果如下圖：

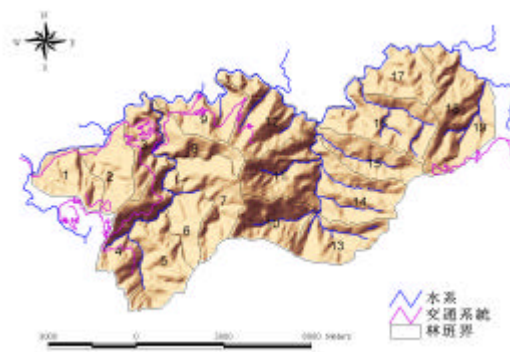


交通系統

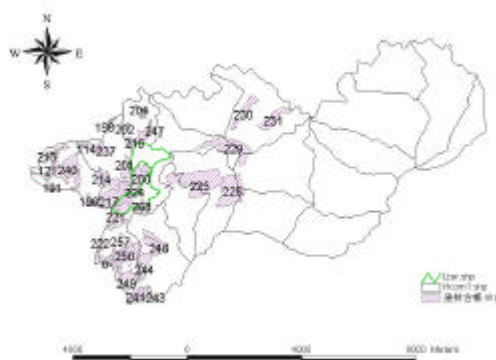
水系



坡度



地形



造林台帳



伐木台帳

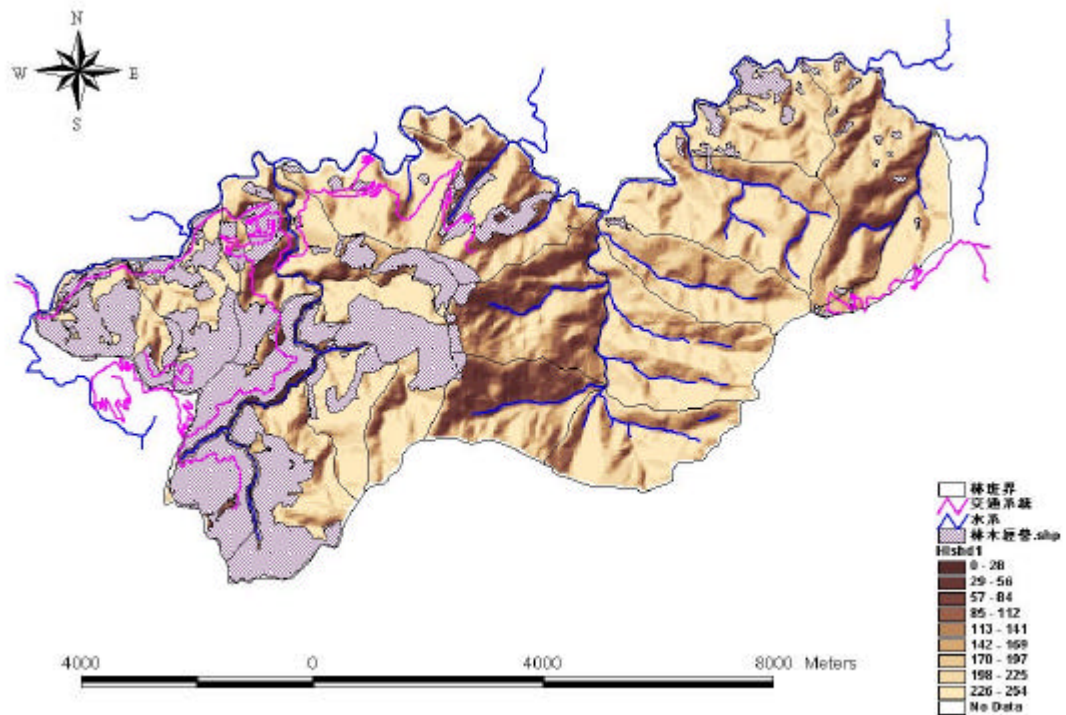


圖 十七：惠蓀林場適宜發展林木經營土地位置圖

(資料來源：中興森林系森林調查測計研究室)

雖然林木經營目前已非惠蓀林場重要的經濟來源，但在資源多目標利用的前提與相關的教學實習上，林產物的經營仍是未來林業發展的重要方向，故本研究建議在上述適宜的區位當中，選擇較適宜的林班，作為日後林木經營的地區，並方便於日後的管理。

總體而言，本區位的選定雖經過生育地因子與相關環境特性考量，但在法規與現況的條件限制下，為兼顧發展的經濟效益，仍以此作為主要規劃依據。

二、教學實習區

經中興大學實驗林管理處資料整合得知，目前於其所轄林場進行實習的單位及科目包括中興大學森林系的育林學、經營學、測量學、樹木學、測計學，水保系的測量學及昆蟲系、土壤系的戶外教學等。除上述項目外，因目前惠蓀林場具有森林遊樂的功能，故其他休閒遊憩相關科系亦在此進行實習。

由發展潛力面觀之，教學實習區的位置必須符合上述各個科目的需求，但在環境與交通的限制下，本研究教學實習區的決定步驟如下：

- (一) 首先以交通路線所及的地區為主要考量。
- (二) 區位的劃定以目前已進行教學實習的第一、二、三、四、五、六林班為主，並含括目前休閒遊憩科系實習的森林遊樂區位置。

其考量因子與結果如下圖：



交通系統



水系

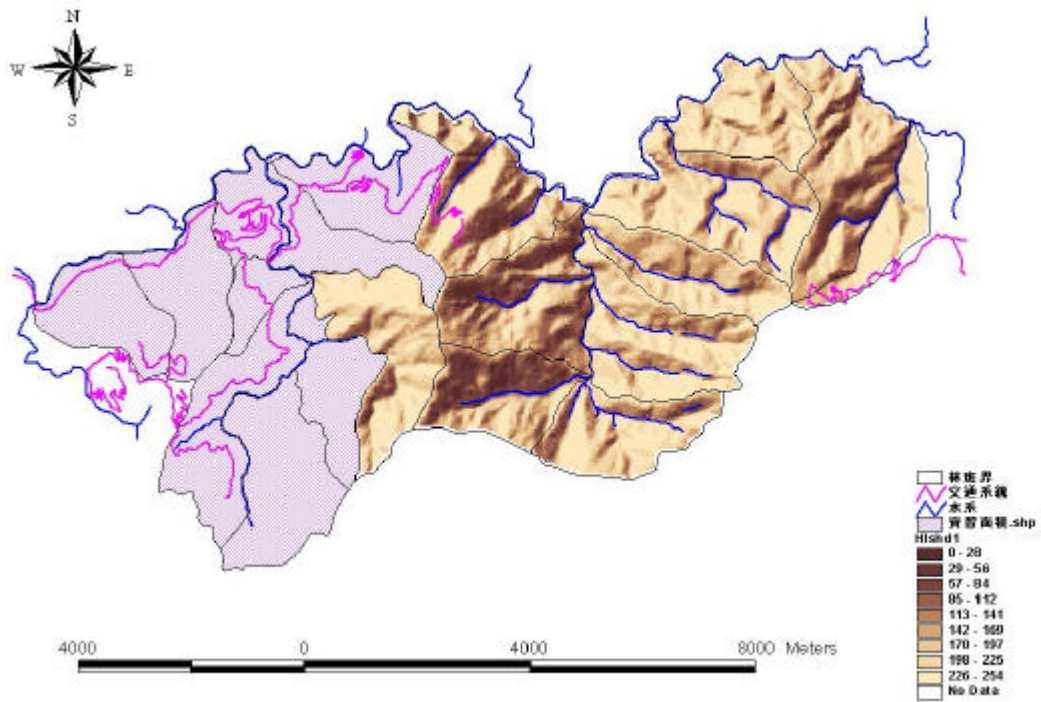


圖 十八：惠蓀林場適宜發展教學實習土地位置圖

(資料來源：中興森林系森林調查測計研究室)

本區位置的選定，受限於學生人數較多與環境問題，仍以現況為主要考量，其優點在於可利用現有的交通動線，並維護其他區域的原始環境，在學生安全的顧慮上，也比較容易掌握。

三、森林研究區

本區域的選定，目的在提供森林生態系及林業經營等相關研究之用，故於發展因子的考量上，需就其環境內具備的資源特性進行瞭解。

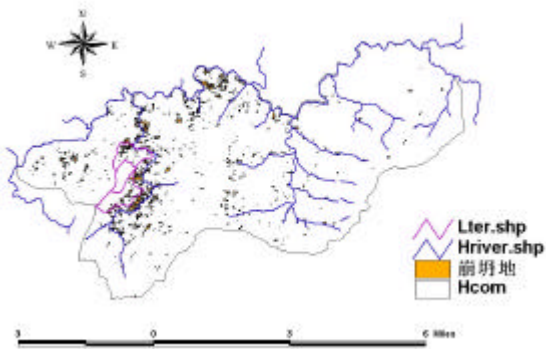
不同的研究課題，有不同的研究對象，目前惠蓀林場內包括自然與人造的森林景觀，而不同的環境當中亦生活著不同的森林動物，加上 921 震災當中受損的地區，皆可做為日後研究的重點項目，故本研究在森林研究區域的劃定上，擬就現況當中，排除已劃定的保護區範圍，訂定為適宜做森林研究的地區。其考量因子與結果如下圖。



交通系統



水系



崩坍地

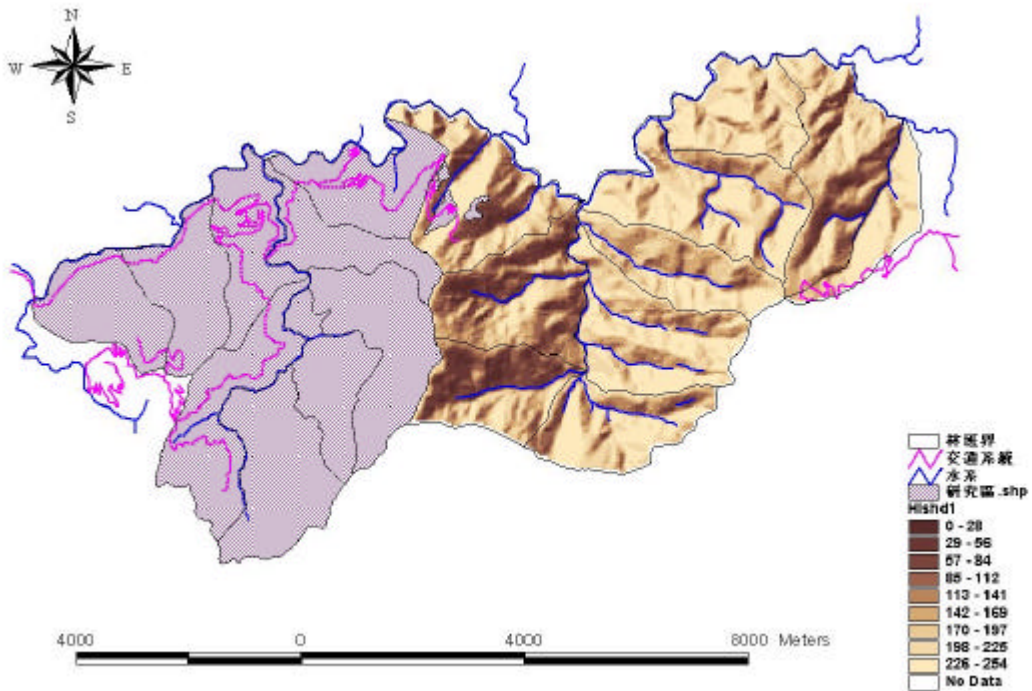


圖 十九：惠蓀林場適宜發展森林研究土地位置圖

(資料來源：中興森林系森林調查測計研究室)

經中興大學實驗林管理處資料整合得知，歷年於惠蓀林場進行相關研究的單位以中興大學森林系、植物系與昆蟲系為主，主要選定的研究區域包括蘭島溪、關刀溪及東峰溪等集水區，其他除森林遊樂區外，指明特定的林型或林班地，自 1996 年來，又以關刀溪集水區的相關研究最多，其內容含括植群（造林樹種、天然植群等）、野生動物（鳥類、昆蟲、鼬等）及相關環境因子（土壤）的研究。

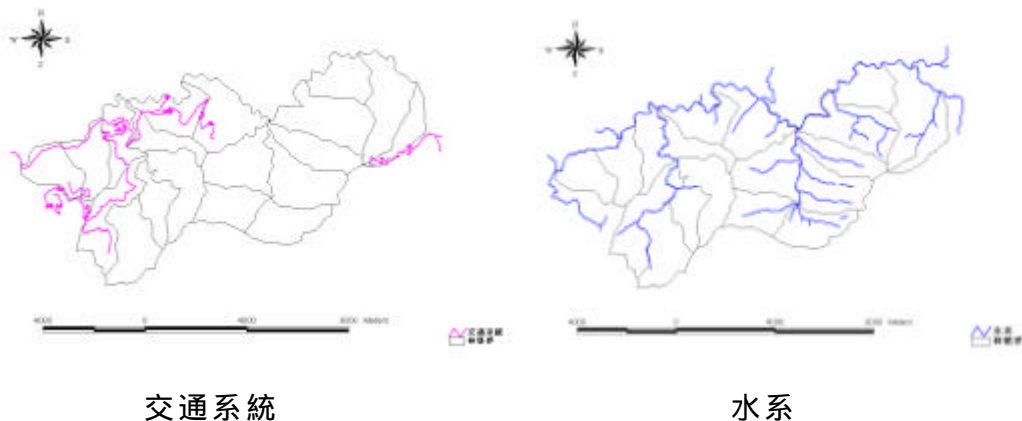
其他曾選擇惠蓀林場進行研究的單位包括東海景觀系、彰師大生物系、文化地質系等，主要的研究地點仍以上述區位為主。

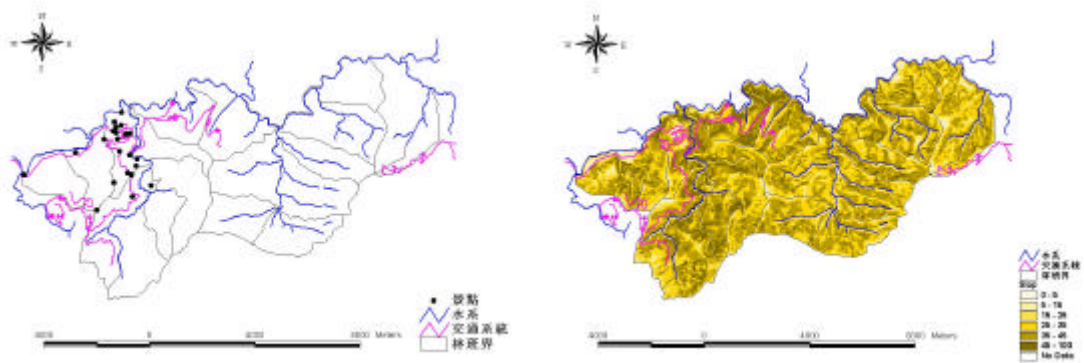
四、森林遊樂區

本區域設立的目的，主要在森林資源多目標利用的前提下，提供遊客休閒及育樂活動的場所。由發展潛力觀之，該環境需具備特殊的森林、地質、地理、野生動物及氣象條件，但本區域的設立仍須符合森林遊樂區設置管理辦法相關條文，依據惠蓀林場森林遊樂區經營計畫，其已明文規定第一、二、三、八、九林班為森林遊樂區。

在遊憩資源的探討中，上述範圍已含括惠蓀林場著名的咖啡產地及主要的溪流（北港溪、關刀溪），在人文部分，除舊的學生實習館外，並包括紀念前校長的湯公碑與湯公亭，而在森林浴步道的開發上，本區的交通系統也較其他區域發達，加上其他相關遊憩活動所需的場地與設施較為健全，經評估後，適宜做為森林遊樂區。

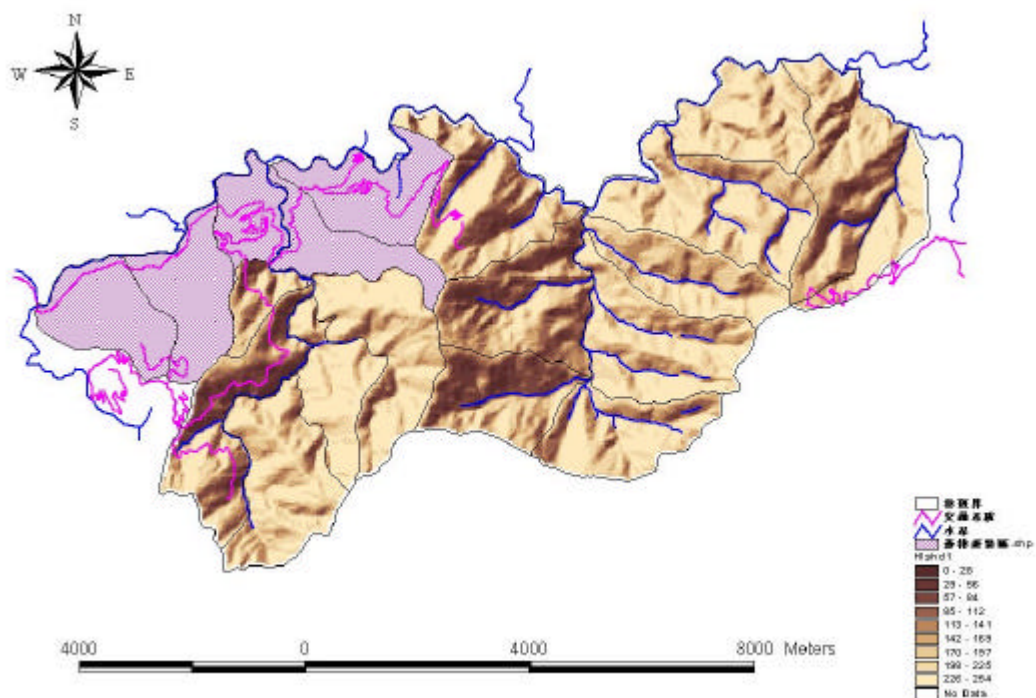
此外，由於目前區域內部分第三林班土地被劃定為長期生態研究區域，在研究樣區需加以維護的考量下，將本區自原本遊樂區範圍內去除，其結果如下圖。





景點位置

坡度



圖二十：惠蓀林場適宜發展森林遊樂土地位置圖

(資料來源：中興森林系森林調查測計研究室)

五、限制開發區

惠蓀林場的組成主要為森林資源，其關係著區域內野生動物棲息與繁衍，為達資源保育，許多地區並不適宜進行大面積的開發。以森林資源為例，其為集水區內重要的水土保持元素，在國土保安及水質水量維持的考量下，於主要溪流附近，便必須就開發行為加以限制。

自 921 地震發生之後，林場內亦有許多地區因地質變動引發土石崩坍，由於土地的恢復需要時間，故崩坍區域需加以隔離，除限制開發外，亦可進

地震崩坍地

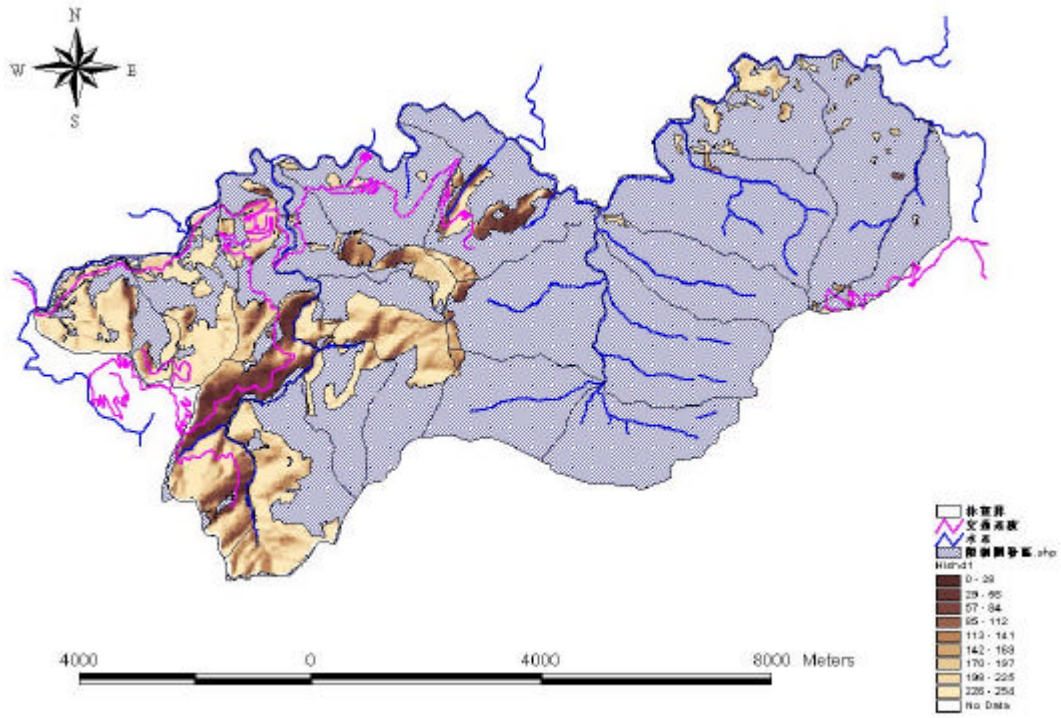


圖 二十一：惠蓀林場適宜作為限制開發區土地位置圖

(資料來源：中興森林系森林調查測計研究室)

第四章 結果與討論

第一節 地景、生態分析與生態規劃法的整合

森林生態系經營的理念，是將森林經營的層面擴展至整個與森林相互依存的生態體系，包括生產者、消費者及分解者，各種生物依據其特性在其間扮演著不同的角色，並構成複雜的生態網絡，維持生態系的平衡。

何謂一個健全的生態體系，簡單的說便是一個動態平衡的生態體系。在健全的森林生態系中，林木在生物與環境交互作用下，可持續的生長、演替並達到永續的生產，故我們若能對森林生態系的維持加以努力，便可更進一步的確保森林資源的永續利用。

在生態系當中，人類亦屬於相當重要的一部份，在人類智慧足以改變環境之後，人類已經成為足以與自然力相抗衡得地景製造者，而在森林生態系當中，人類為了生活與經濟上的需求，對森林資源進行開發，在不當的利用下，便會對生態系產生不當的干擾。因此，在森林生態系經營的理念下，亦需將人類的社會、經濟需求共同加以考量，以限制不當的開發行為，才可確保生態系的健全。

以地景生態學的觀點，其便強調地景的結構受自然及人類影響甚鉅，且嵌塊體的大小、形狀皆會影響其間物種的生長與繁衍，在物質流動的特性下，廊道成為各嵌塊體間重要的營養、能量流通的橋樑，更有依據地景中能流、物流特性所產生的地景流項目，這些都是規劃上重要的參考依據。

由於不同的地景結構會影響其間生物棲息與資源的經營價值，為生態系維繫的基礎，故對於不同的地景結構，需依據其特性作不同的經營管理，以森林遊樂為例便不適用於森林的各個區域。

其次，地景結構亦可反應該區域環境的特性，以森林為例，在不同的海拔高度、土壤肥沃度、地質環境、物理環境便可產生不同的植群型態，可作為土地利用上的參考。

而在生態規劃法當中，其相當重要的理念便是依據基地生物作用、生態機制與社會經濟需求等目標，做土地適宜性的考量，由於開發行為在目前的社會經濟條件下仍無法避免，故需就該區域的土地適宜性進行考量。

基於以上所述，為維護森林資源的永續，我們應當將影響森林生態系健全的因子，包括主要的生態系結構物、動態因子、社會經濟需求及基地特性共同納入未來規劃中加以考量，才可確保基地的永續發展。

本研究擬將上述所提之地景生態學、森林生態系經營概念，帶入生態規

劃法的流程，應用於惠蓀林場當中，其應用說明如下：

步驟一：確立土地利用分區單元

由於惠蓀林場面積廣大，含括數個集水區及許多重要的生物種類，在規劃目標的訂定時，除需就基地自然環境（地形、地質、土壤、水文）加以考量外，並必須遵循生態保育的相關原則，以資源的永續利用為最終目標。

步驟二：定義區域內主要的生物、生態作用與社會經濟因子

惠蓀林場範圍區生態系組成相當複雜，包括森林、水系及仰賴其維生的生物，而在其經營管理上，由於肩負著教學、研究、示範經營、森林遊樂等功能，亦為中台灣主要的賞鳥、賞蝶據點，這些皆必需加以考量。

由於地景及生態系具有動態的特性，故在植被的分析時，需包括其演替的歷程與特性，在生物的分析上，需包括其遷移、覓食的路線，此外水系、風的流動，皆為生態系中物質、能量循環重要的推動者。

步驟三：土地適宜性分析

就上述的主要因子，於惠蓀林場進行發展潛力與限制的評估作業。

步驟四：土地利用分區方案

在土地的適宜性及分區需求的基礎下，進行土地分區配置。

由於本研究強調地景與生態的考量，故在分區的配置上將以對土地衝擊程度較低者為優先，其分區原則如下表：

表 十八：土地利用分區原則表

土地分區適宜類型		第 X 區土地利用分區適宜類型				
第 X 區土地利用分區適宜類型						

(X 區土地利用分區適宜程度 > > > >)

步驟五：替選方案評估

本研究以符合地景、生態為規劃目標，故於方案評估時，除基地現況問題的解決外，於地景方面將評估各方案是否能保育生物多樣性、維持地景結構間動態平衡、維持基地與周圍環境間動態平衡、維持物質與

能量流通；在生態方面，將評估其是否保育生物多樣性、維護生態環境異質性及兼顧不同利益團體需求。

本研究在確立上述原則後，確立評估項目，進行各個替選方案的評估工作，以瞭解各替選方案的優劣。

相較於土地利用類型與地景的差異，一般在就土地利用型進行探討時，所展現的是目前特定範圍或各個區間內，地表的組成物及於人為利用上的差異，例如農地、林地、住宅區等，通常具有經濟上的意義；而以地景角度觀之，各個土地利用型便轉變為建構空間的嵌塊體、廊道與基質，其所展示的便不僅僅為組成物或人為利用上的差異，更進一步顯示了各個區間的關係，代表其對於環境的功能或地位，也就是地景當中的網絡結構。故於圖面說明時，即使二者展示出相同的結構，但其所代表的意義也大有不同。

以地景中的廊道為例，不論是河流或交通路線，皆是物質與能量流通的重要功臣，但於圖面的說明上，也許是以土地利用型中水域的方式呈現，或以緩衝帶的方式說明。

以地景的組成而言，其間任何一個嵌塊體的生成，皆起因於背後自然或人為的因素，而任一自然或人為干擾因素的介入，亦將衍生一連串的地景與生態上的變化，由於自然界組成的複雜度不一，所展現的變動程度便有所不同，直至產生新的平衡為止，故將上述的理論應用於土地利用規劃，規劃者必須就所有影響基地內外的因子進行瞭解，而最適土地利用的結果也必須在遵循自然動態平衡的狀態下，循序漸進而成。

總體而言，地景生態學與森林生態系經營的理念在土地利用規劃的應用上，其皆是以生態保育為出發點，期望達到生態系動態平衡的目標，故二者皆強調地景結構及生生態單元組成的重要性，並探討其中物質、能量流動的關係，而在實際操作上必須兼顧各個與基地相關的土地利用者的利益，這顯然包含公眾與私人的部分。

而在生態系動態平衡的理念下，地景生態學與森林生態系經營亦發展出不同的切入觀點，包括地景生態學強調的地景流與地景結構關係，與森林生態系經營理念所提出需達到生態系各組成個體的健全。而上述這些理念皆與生態規劃法所欲達到目標相同。

第二節 適宜性分析所得之替選方案

由於惠蓀林場的經營計畫當中，需兼顧教學、研究、示範經營及森林遊樂等不同的利用目標，加上資源保育的注重，於土地利用規劃的配置上，必須就不同的經營重點進行取舍。本研究基於保育、經濟與教學等觀點，依據上述適宜性所得的結果，以不同的替選方案說明如下：

一、替選方案一

本方案以資源保育為出發點，依據土地利用型對自然資源的衝擊程度，對土地利用分區進行規劃，其土地利用型決定以限制開發區為優先考量，保育基地天然林及野生動物資源，並限制崩坍地的開發，使土地能獲得休息而恢復地力。

其次的考量為森林研究區，由於林木與生態研究進行時，通常以觀察法或選取具代表性的樣區，人為干擾較少。再其次的考量為森林遊樂區，由於遊憩活動（登山、健行等）進行時，除直接對地被植物與土壤帶來衝擊，亦對區內野生動物造成驚擾，故僅選擇具遊憩資源地區進行。

最後的考量為教學實習區及林木經營區，由於部分實習科目及林木經營時，需對資源進行開發，而利用機具作業的同時，大面積的開發與交通路線的擴展，破壞了當地的生態，亦危及其間的生存的生物，故本研究僅選擇部分目前已開發的人工林地及交通路線較發達的地區進行。其結果及下圖。

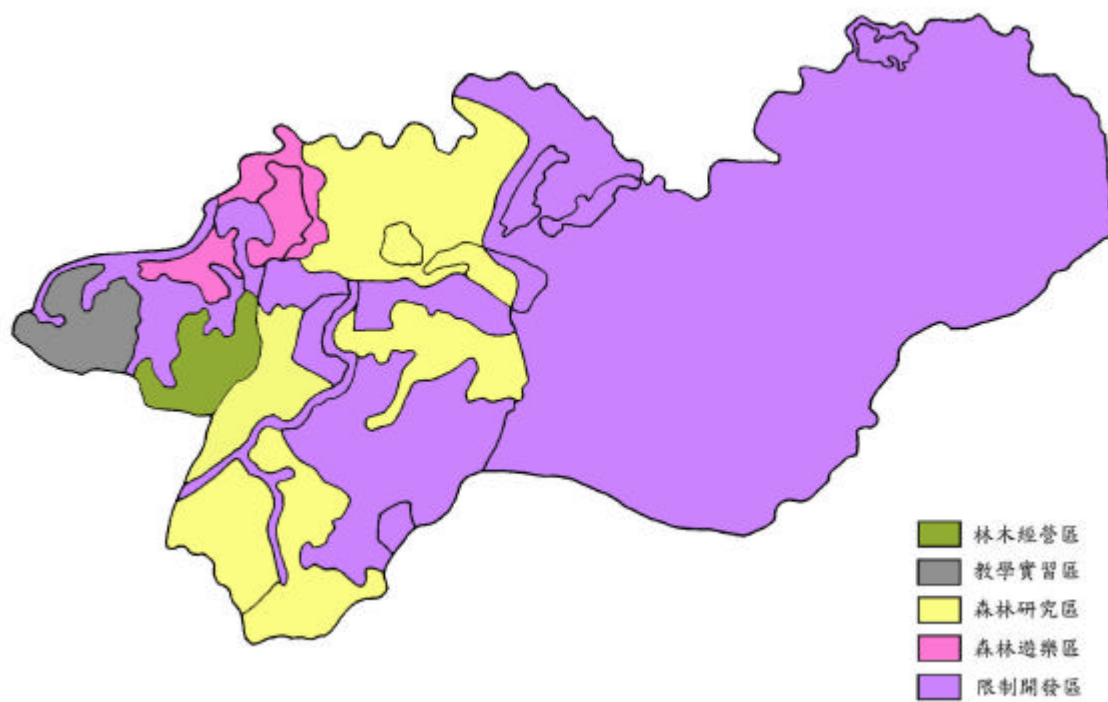


圖 二十二：土地利用替選方案一

本方案優缺點比較如下：

- (一) 優點：野生動物及天然植物資源獲得保護；有利於崩坍地的恢復。
- (二) 缺點：森林遊樂區面積較小，且未擴及自然度高的地區，不利於未來發展深度旅遊；教學實習區與林木經營區距離主要動線出入口距離較遠，在進行教學活動與林木經營時，所需負擔的交通成本較大。

二、替選方案二

本方案以經濟收益為出發點，依據各土地利用型於經濟上所獲得的實質收益，對土地利用進行規劃，其土地利用型決定以森林遊樂區為優先考量，由於以自然體驗為號召的森林遊樂方式，在現有的開發基礎下即可進行，且經營成本較低，獲利明顯，但在未來經營管理上，需就資源類型進行細部配置上的修正。

其次的考量為林木經營區，木材的生產為森林重要的經濟價值，但在經營上需配合交通路線以利機具開發，且林木生長需要相當長的時間，故其經濟上的效益便不如森林遊樂區立即且明顯。再其次的考量為森林研究區，在可開發面積有限的情況下，由政府或相關單位補助進行的森林生態或林木生長方面的研究，不但為實驗林場建立相關的資料，亦為維持實驗林運作重要的收入。

本方案最後的考量為教學實習區及限制開發區。在教學實習方面，除部分實習內容對林場環境維護上較有助益，經濟收益並不明確，且部分教學實習內容需砍伐林木，反而對資源帶來傷害；而在限制開發區方面，劃定為保護區的地區與部分具安全上顧慮的地區，降低土地的經濟價值，故將其列為最後的考量。本方案結果如下圖。

本方案優缺點比較如下：

- (一) 優點：森林遊樂區形狀完整，緊鄰入口區，並含括較多具發展潛力的遊憩資源，在交通動線的利用上也較為方便；林木經營區面積大，可就不同的造林樹種特性進行發展。
- (二) 缺點：教學實習區與林木經營區距離主要動線入口較遠，需付出較大的交通成本。

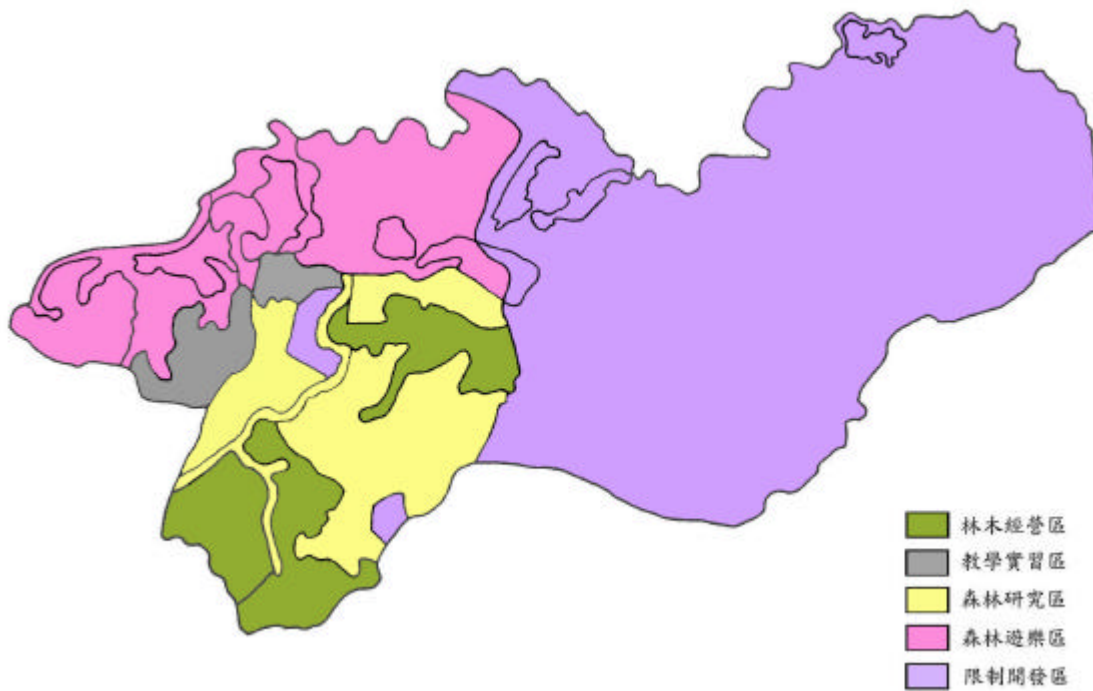


圖 二十三：土地利用替選方案二

三、替選方案三

本方案以教育學習及研究為出發點，依據土地利用型於科學及教育上的價值高低，對土地利用分區進行規劃，其土地利用型決定以森林研究區為優先考量，不論該研究是以生態或林木收穫為主，若能對惠蓀林場環境特性或生態機制有更進一步的掌握，對日後進行森林永續經營皆是相當大的助益。

其次的考量為教學實習區，目前惠蓀林場除提供各校森林系所教學實習之用，尚提供土壤、昆蟲、植物、水保等相關科系進行戶外教學及研究，對培育森林資源保育與經營方面專業人才提供了重要的學習環境；再其次的考量為限制開發區，以經濟利用的觀點，限制開發區的設置阻礙了土地的發展與進步，但就資源研究價值而言，在人們尚未研究出如何對能妥善的利用自然資源而對其造成干擾與危害時，本區的設置將有助於生物資源的保存。

本方案最後的考量為森林遊樂區及林木經營區，在森林遊樂區方面，由於目前中興大學並無遊憩方面的科系，在委外經營的情況下，每年所能提供的實習人數相當有限，且其內容多以環境維護為主，在教育方面的價值有限；而在林木經營區部分，其教育方面的價值已由教學實習區取代，故列為最後考量。本方案結果如下圖。

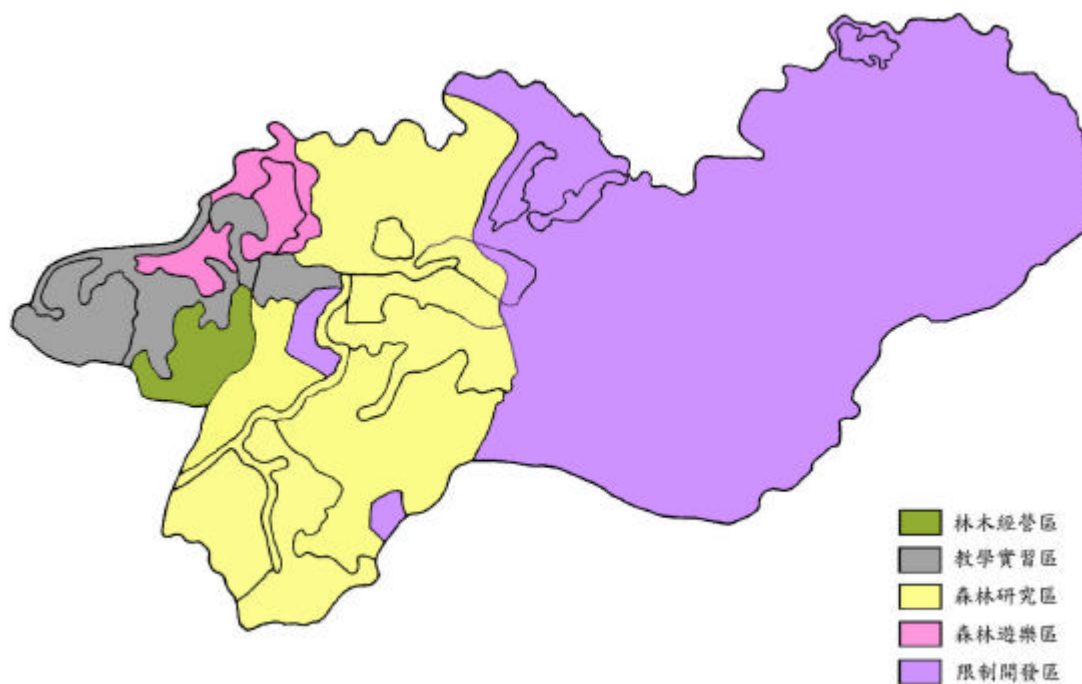


圖 二十四：土地利用替選方案三

本方案優缺點比較如下：

- (一) 優點：各土地利用分區劃分完整，並有交通路線連結，有利於各分區整體發展；資源（森林、水域等）主要用作研究方面，有助於未來研究的進行；對自然度較高地區，衝擊程度小。
- (二) 缺點：林木經營區距離主要動線出入口較遠，未來發展受限。

四、替選方案四

本方案期望以保育及經濟收益兼顧的角度為出發點，在排除需進行資源保育與不利於土地開發的地區之後，對土地利用分區進行規劃，其土地利用型決定以限制開發區及森林遊樂區為優先考量，在森林遊樂的經濟效益較為顯著的情況下，作為主要的發展項目。

其次的考量為森林研究區及林木經營區，在集水區水質水量的保育的概念下，上游地區以森林研究區為主。本方案結果如下圖。

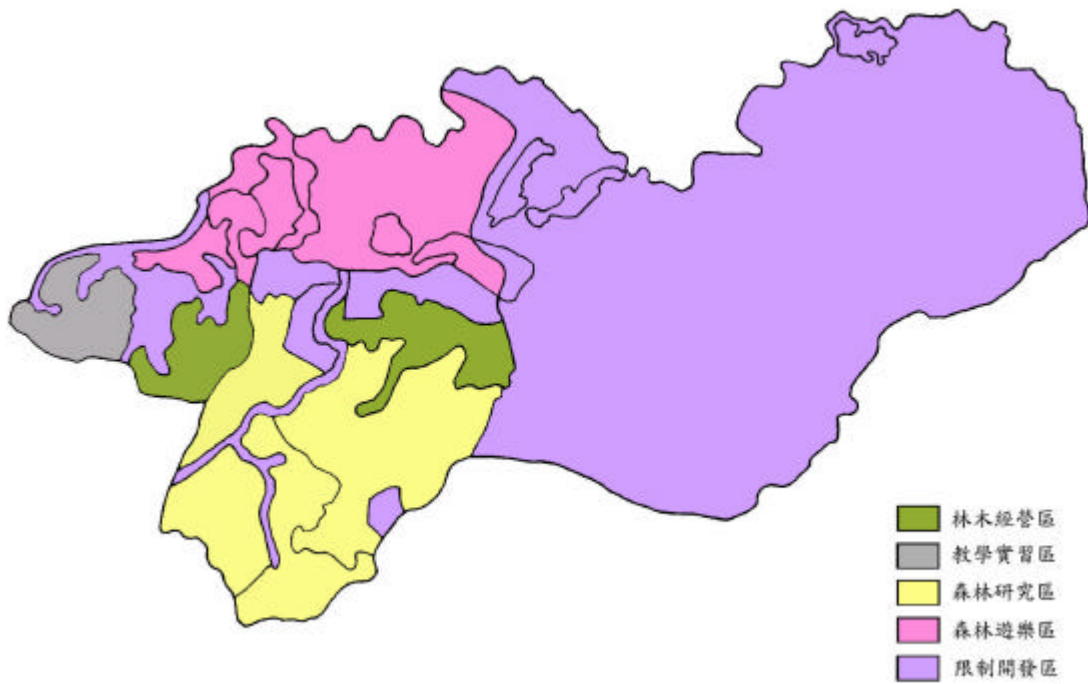


圖 二十五：土地利用替選方案四

本方案優缺點比較如下：

- (一) 優點：相較之下於土地開發時無安全與保育上的顧慮；森林遊樂區面積較為完整且概括的遊憩資源多（水域、咖啡園等），適宜森林遊樂的發展。
- (二) 缺點：限制開發區將林木經營區分隔，並阻隔部分森林遊樂區，在物質流通與土地規劃方面，限制較多，所需付出的成本也較大；教學實習區面積小且教學所需資源有限，距離主要出入口較遠，與惠蓀林場設置目標有所背離。

五、替選方案五

以現況分析之，目前惠蓀林場經營以森林遊樂項目一環最為薄弱，除咖啡的生產為其重要的宣傳點外，森林浴場環境並無法提供較高品質的遊憩體驗（缺乏野生動物資源規劃，例如季節性的賞蝶賞鳥路線；森林浴步道缺乏安全維護，而坡度較陡的地區亦無棧道），本方案期望在資源多目標利用的前提下，將目前開發較具規模的交通路線，配合關刀溪水域及部分較原始的地區，開放作森林遊樂之用，以增加惠蓀林場的遊憩價值。

在其餘的土地利用上，關刀溪上游仍以森林研究區為主，並將林木經營區及教學實習區設置於關刀溪中、下游西側，以配合交通路線的進行。本方案結果如下圖。

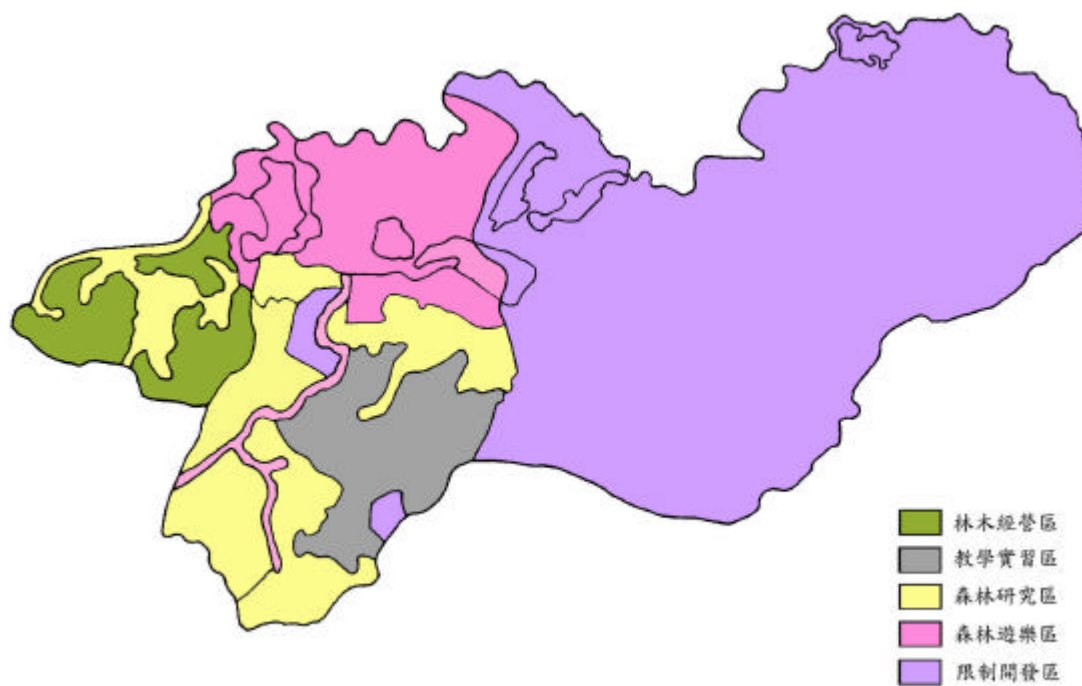


圖 二十六：土地利用替選方案五

本方案優缺點比較如下：

- (一) 優點：各土地利用分區劃分完整，並有交通路線連結，有利於各分區整體發展；森林遊樂區具備發展深度旅遊的潛力；林木經營區與教學實習區交通方便，有力於未來發展。
- (二) 缺點：部分不利於開發地區需投注較多的維護成本與安全考量；森林遊樂活動規劃需加以限制以免破壞水域生態。

第三節 替選方案評估

本研究基於森林生態系經營及地景生態理念，對惠蓀林場進行土地利用規劃，期望在生態考量的基礎下，改善目前土地利用問題，發揮資源的最佳效益，促進森林的永續經營與發展，本研究的規劃目標與其評估準則說明如下：

表 十九：規劃目標與方案評估準則說明表

主要目標	次要目標	評估項目
1. 符合森林生態系經營理念	(1) 保育生物多樣性	a. 維護野生動物棲息地 b. 維護植生種類的多樣性
	(2) 維護生態環境異質性	a. 維護野生動物棲息地 b. 維護植被種類的多樣性 c. 維護森林垂直結構完整
	(3) 兼顧不同利益團體需求	a. 教學、研究、示範經營及森林遊樂等區域的劃定，符合該項目需求並具備未來發展潛力
2. 達到地景規劃要求	(1) 保育生物多樣性	a. 維護野生動物棲息地 b. 維護植被種類的多樣性
	(2) 維持地景結構間動態平衡	a. 各土地利用型態間不會產生衝突與干擾
	(3) 維持基地與周圍環境間動態平衡	a. 土地利用分區方案不會與基地周圍環境發生衝突與干擾
	(4) 維持物質與能量流通	a. 除限制開發地區，交通路線皆可相互連結 b. 需交通方便的活動距離主要出入口近 c. 維護河川水域環境品質
3. 解決基地現況問題	(1) 維護環境品質與安全	a. 復舊與保育 921 震災跡地 b. 河川水質敏感地水土保持
	(2) 保育森林資源	a. 維護野生動物棲息地 b. 保護區內珍貴母樹林
	(3) 兼顧教學、研究、示範經營及森林遊樂等功能	a. 教學、研究、示範經營及森林遊樂等區域的劃定，符合該項目需求並具備未來發展潛力

主要目標	次要目標	評估項目
	(4) 增加林場經濟收益	a. 開發林產物 b. 開發遊憩資源 c. 改善遊憩品質

綜合以上所述，本研究之方案評估準則如下：

- (一) 維護野生動物棲息地：目前基地內劃設有一個野生動物保護區，而其他天然林地區及部分水域由於環境品質受人為干擾較少，仍有許多種類野生動物活動於其間，為維護野生動物棲息環境，需限制天然林環境與部分水域的開發。
- (二) 維護植被種類多樣性與垂直結構完整：由於基地早期以林木生產為主要經濟來源，為保護優良造林樹種，故區內設有母樹林保護區，為維護植被種類多樣性與垂直結構完整，除保護母樹林外，亦需限制天然林的開發。
- (三) 教學區域的劃定，符合其需求並具備未來發展潛力：需符合樹木、測量、測計、育林等森林相關科目及其他科系需求。
- (四) 研究區域的劃定，符合其需求並具備未來發展潛力：需符合長期生態觀察研究需求或具備特殊的環境因素。
- (五) 示範經營區域的劃定，符合其需求並具備未來發展潛力：需適宜造林樹種生長，並有利於大面積的開發。
- (六) 森林遊樂區域的劃定，符合其需求並具備未來發展潛力：除開發遊憩資源外，並增進遊憩品質，提供深度旅遊的體驗。
- (七) 各土地利用型間不會產生衝突與干擾：由於各個土地利用型內所進行的活動亦有不同，需確立其間不會發生衝突與干擾。
- (八) 土地利用分區方案不會與基地周圍環境發生衝突與干擾：由於部分分區與基地外的環境相鄰，在發展時需注意期間的衝突性。
- (九) 交通便利：除限制開發地區，交通路線皆可相互連結，且需交通方便的活動距離主要出入口近。
- (十) 維護河川水域環境品質：重視河川水質敏感地的水土保持及土地利用對其帶來的衝擊。
- (十一) 復舊與保育 921 震災跡地

替選方案評估如下表：

表 二十：替選方案評估表

評估準則	方案一	方案二	方案三	方案四	方案五
維護野生動物棲息地	4	-2	2	0	0
維護植被種類多樣性與垂直結構完整	4	0	4	2	4
教學區域的劃定，符合其需求並具備未來發展潛力	-2	-2	2	-2	0
研究區域的劃定，符合其需求並具備未來發展潛力	2	0	4	2	2
示範經營區域的劃定，符合其需求並具備未來發展潛力	-4	-2	4	-4	4
森林遊樂區域的劃定，符合其需求並具備未來發展潛力	-2	4	-2	2	2
各土地利用型間不會產生衝突與干擾	2	0	2	-2	4
土地利用分區方案不會與基地周圍環境發生衝突與干擾	2	-2	2	2	2
交通便利	-2	-2	0	-2	0
維護河川水域環境品質	4	-4	2	-2	0
復舊與保育 921 震災跡地	4	-2	4	-2	-2
總 分	12	-12	24	-6	16

評值訂定標準 完全符合：4 部分符合，其餘地區並不與該項發生衝突：2 雖無符合，亦不與該項發生衝突：0 部分不符合，部分不與該項發生衝突：-2 完全不符合：-4

經以上評估，本研究之替選方案以方案三的結果最佳，為在方案修正時需就其森林遊樂區位置進行修正，並改善其間的交通。

第五節 最適土地利用分區說明

本研究利用生態規劃方法，進行相關因子疊圖，經替選方案評估後，得方案三為較佳的土地利用分區，惟本方案於森林遊樂方面較為薄弱，故進行方案修正，得結果如下（林木經營區 2.28%、教學實習區 5.58%、森林研究區 29.61%、森林遊樂區 3.37%、限制開發區 59.16%）：

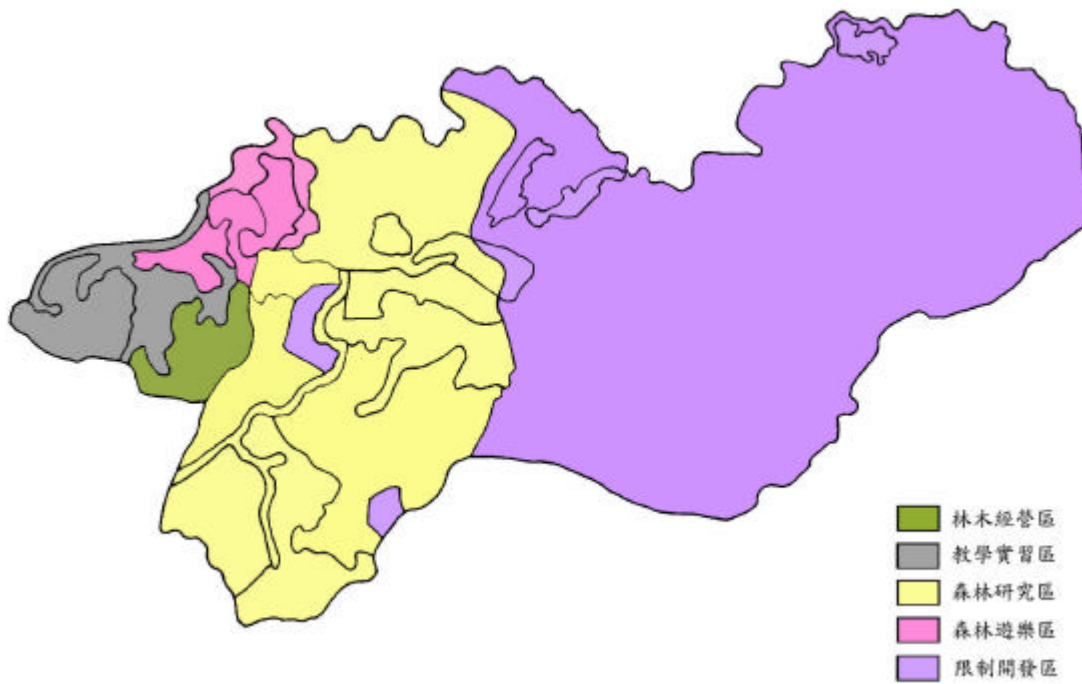


圖 二十七：最適土地利用分區圖

表 二十一：最適方案評估表

評估準則	維護野生動物棲息地	維護植被種類多樣性與垂直結構完整	教學區域的劃定，符合其需求並具備未來發展潛力	研究區域的劃定，符合其需求並具備未來發展潛力	示範經營區域的劃定，符合其需求並具備未來發展潛力	森林遊樂區域的劃定，符合其需求並具備未來發展潛力	各土地利用型間不會產生衝突與干擾	土地利用分區方案不會與基地周圍環境發生衝突與干擾	交通便利	維護河川水域環境品質	復舊與保育 921 震災跡地	總分
------	-----------	------------------	------------------------	------------------------	--------------------------	--------------------------	------------------	--------------------------	------	------------	----------------	----

	2	4	2	4	4	0	2	2	0	2	4	26
--	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

本方案在分區配置上，天然林區及東峰溪集水區部分，列為限制開發區，以保護其間野生動物生長繁衍環境與天然植物種類，佔有基地最大的面積，其餘地區以原本的木荷保護區及檜木保護區。在關刀溪集水區部分，鄰近限制開發區之林班及關刀溪水域緩衝帶，劃定為森林研究區，以作為相關森林生態與林木生長研究的區域。

鄰近入口區的土地，由於目前開發程度較大，交通較為方便，藉由咖啡園及現有建設發展相關遊憩活動，而教學的區位也在上述的考量下，設置於發展遊憩以外的地區。

在林木經營區的選定上，為顧及上游地區水土保持及崩坍地的休養復育，故選擇目前人工林部分，坡度較平緩的地區，惟交通成本花費較大。

相較於目前惠蓀林場的土地利用分區，其劃定範圍是以森林遊樂區部分為主，其餘地區並沒有利用上的限制，因此使得土地利用限制上缺乏依歸，且目前區內重要的教學實習、森林研究並未納入考量，與現況並不相符，本方案可加以改善之。

整體而言，受限於惠蓀林場的自然環境因素及相關法規限制，其土地利用仍是以森林研究與教學實習較為適宜，建議可藉此發展更具有其專屬特色的遊憩活動。

第五章 結論與建議

第一節 結論

不論在經營管理作業或科學研究當中，如何就其相關對象進行區分，皆是相當重要的課題，唯有明確的去辨別對象的種類或特性，規劃或實驗才能依此進行，因此於土地資源的利用規劃上，便必須依循著不同目標，做出不同的土地分區，其案例如下：

- (一) 在林業經營方面，為求經營的效益增加或降低成本，有所謂「林地分級」的分類標準，因林木生長受外在環境條件影響，故針對土壤因子（包括土壤性質、深淺與結合度）及位置因子（坡度），加以評估分級，以作為森林經營的指標。
- (二) 在農業生產方面，亦有學者提出土地的生態單元分類，依據該區域具備的光、熱、水條件及土壤種類、地表組成物，以地貌與土壤種為因子進行區分，以利農業生產與經營管理的便利性。
- (三) 在土地利用規劃方面，亦為了降低成本及顧及基地特性，需就其土地的適宜性進行瞭解，包括基地的地質、地形、微氣候、交通及區位等因子，以求出最合適基地的土地分區方案或設計。
- (四) 而在大尺度的生態系經營當中，為瞭解不同區域內的生物及環境潛能，亦必須就其間的組成、結構與變遷進行瞭解，以作為日後經營管理及評估的依據。

由於土地資源包含了植被、地形、土壤、水文等元素，故以生態觀點進行土地分類時，便有了不同的分類指標，但其最終的目地皆是希望將具相同特性的土地單元明確的標示。

在資源有限而人類生活需求無窮的今日，如何對資源做最佳的經營已成為當前首要解決的課題，而這類的問題特別容易出現於林地、河川等保育與經濟效益相衝突的地區，因此於土地利用規劃上，便必須在這其中做出選擇。

1969年 Ian McHarg 首先提出了「生態規劃」的想法，試圖以生態的觀點，依據基地的特性，解決人與環境間的衝突，期望依據土地發展的潛力與限制面因子，說明該區域最適的土地利用分區。

相較於以生態為基礎的土地分類與人類需求為導向的土地規劃，生態規劃法是一個很好的結合理念，只可惜相關學者進行理念詮釋時，往往將其生態的原理加以彰顯，卻忽略其於社會經濟上的著墨。

由於目前許多土地或其他資源不當利用的問題，多起因於社會經濟的層面，因此許多生態學者亦提出，由社會經濟層面解決生態環境問題的惡性循環，因此彭補拙、濮勵杰便將生態規劃修正為生態經濟規劃，相信能將 Ian McHarg 生態規劃法的原理，說明的更加清楚，也是未來解決生態與經濟衝突時較能根本解決問題的方式。

而在利用地理資訊系統進行土地規劃單元的分區時，單單以環境的自然環境進行考量，是比較容易區分出相似的土地單元，且圖面結果也比較完整，但若將遊憩、經濟生產及現況等因子加入，便會發生因子數量多且其目標間關係複雜（相衝突、互補或沒有關連）的狀況，使得相似的土地單元區劃發生困難，故本研究進行分區時，首先確立各個分區的特性及其需求的自然、人文條件，再由基地中篩選出適宜的範圍。

目前於森林地區進行規劃所採行的單元，一是依據山嶺或水系為界所劃分區的林班或小班，一是依據水系匯聚影響所劃分出的集水區，一是利用地理資訊系統的作業方便劃分出的大小不同的網格，而於本研究操作當中，由於林木經營區需考量現行法規中，溪流兩岸需設置不小於 50 公尺的林帶，及其他坡度與天然林保育的限制，無法以林班或集水區作為規劃單元，加上使用網格化將使圖面較為破碎，且不利於日後規劃作業進行，故仍以疊圖結果扣除面積過小或與相同屬性區域位置較遠的嵌塊體後呈現。

此外，於分區結果部分，本研究強調其為最適而非最佳的方案，在多目標經營理論當中，其包含下述兩種權重選擇方式（馮豐隆 1997）：

- （一）等地位論：各因子的地位，基本上是相同的，無相對的優先權，並必須求得其間應用上的和諧。
- （二）主利用論：依據目標或需求的先後緩急，資源的利用會發程度上的不同，故必須建立其間的主次關係。

本研究採取等地位論進行規劃，且由於各目標間的關係並非一致（包括互補、衝突等），其間許多目標必無法同時達成，故規劃結果並不如單一目標的操作上效益明顯，只能於各目標間求一權衡。

第二節 土地利用與後續研究建議

由於基地目前除訂定第一、二、三、八、九林班為森林遊樂區外，其餘林班土地並無明確的使用設定，故在資源的利用上，其功能多有重疊，以森林遊樂區為例，法律上便賦予其經營、保育等功能與使用方式，但惠蓀林場的林木生產卻並不限定於其營林區的位置，早期亦依據林木生產需求在林區內開闢林道，造成生態環境與資源的衝擊；而在教學實習區部分，目前也無明確的規劃，在各自為政的作業下，難免發生使用上的衝突。

因此本研究欲利用生態規劃方式，將林場內土地利用方式進行重新的分配，雖然林場各區間的工作有其重複性，但主要施行區的劃定，對於日後的經營管理作業的進行，仍具有相當的意義。

由於惠蓀林場全區坡度變化相當複雜，扣除河岸兩側的水質水量保育緩衝帶，可利用於林木生產的部分相當有限，在發展成本與生態保育的考量下，本研究並不建議日後以林木經營作為林場主要的收入來源，而建議將其轉變為局部區域的示範經營，強調如何對資源進行適當的開發，並就經營成果加以展示。

在教學實習區的選擇上，由於各個科目需求不同，在林型、樹種甚至環境方面的選擇上亦需考量不同的需要，故在資源承載量的許可下，配合其他區域進行。

而在森林遊樂區的部分，由於其經濟效益較為明顯且對環境衝擊較小，本研究建議將其作為基地未來發展的重點項目，除相關遊憩資源的開發外，並借重基地目前教學實習的特色，發展相關教育活動，使遊客在遊憩當中獲得不同的體驗，並瞭解林業相關的作業內容、樹種生長等，藉以強調林業對於台灣地區的重要性。

以惠蓀林場而言，相較於中部地區其他森林遊樂區，其具備相當多的發展潛力，在地形上其概括海拔 500 至 2,400 公尺，林相包含了天然林型的變化與人工的干擾結果，區域內水系交錯，並具有溫泉，加上鳥類、蝴蝶等著名的動物資源，故建議未來經營管理上將其進行統合。

由於惠蓀林場屬於實驗林，在其經營的目標下，教育的功能一直是相當重要的方向，除了相關學校教學實習外，如何將其目前的教學特色應用於森林遊樂中環境教育方面，將是未來重要的發展方向，亦可作為惠蓀林場主要的遊憩特色，是故未來的土地利用上，如何利用交通與遊程的規劃，帶領遊客進入不同的學習領域，將是相當重要的細部規劃項目。

此外，本研究於操作流程與成果部分仍有不足，故於後續研究的建議如下：

- (一) 由於土地適宜性分析的方法很多，本研究僅採其中邏輯組合法，為求適宜性分析的精確，故建議後續研究可採不同的適宜性分析方式與本研究結果進行比較。
- (二) 在生態規劃法的疊圖過程當中，由於基地目前相關資源與環境特性資料仍有不足，故相關因子的重要性與權重值無法決定，建議於未來資料更新與數值資料建立後，修正本研究的最適方案結果。
- (三) 在理論的應用上，本研究於操作內容上較著重於生態因子的疊圖，而地景生態方面的理論僅應用於分析與評估的方面，故建議未來研究以地景生態為主要的切入點，以作為土地分區結果的比較。
- (四) 由於生態規劃法與森林生態系經營理念，皆強調需顧及不同利益團體的需求，其中經濟上的考量便是不可或缺的因素，故建議為來可以經濟效益評估作為檢測依據。
- (三) 在方案評估的部分，本研究雖列有評估準則，但由於各項目的重要性會依據規劃目標的需求發生改變，故無法決定權重值，而採取多目標經營中的等地位論，於未來的研究上，建議可採行以權重值的方式決定土地的適宜性分區。
- (四) 在研究結果部分，本研究僅就土地利用分區進行探討，而未來惠蓀林場的經營內容，建議在分區確立的基礎下，進行交通、遊程、公共設施及通訊等細部的規劃。
- (五) 由於生態系具有動態平衡的特性，故於規劃最適方案時，應就其植被演替、土地利用的變遷、能流物流變化等，進行考慮，並配合隨時間變化的經營成本，以利經營管理作業的修正，故建議於基地生態作用掌握更為精確後，建立其各年期的變遷模式與因應的管理方式。

參考文獻

1. 中興大學森林系. 1990. 惠蓀實驗林場常見的果實. 中興大學森林系.
2. 中興大學森林系. 1998. 惠蓀實驗林場常見的花. 中興大學森林系.
3. 中興大學實驗林管理處. 1980. 國立中興大學惠蓀實驗林場經營計畫. 中興大學實驗林管理處.
4. 中興大學實驗林管理處. 1986. 國立中興大學農學院實驗林管理處經營計畫. 中興大學實驗林管理處.
5. 中興大學實驗林管理處. 1994a. 惠蓀林場森林遊樂區計畫. 中興大學實驗林管理處.
6. 中興大學實驗林管理處. 1994b. 國立中興大學農學院實驗林管理處簡介. 中興大學實驗林管理處.
7. 中興大學實驗林管理處. 1996. 惠蓀實驗林場常見的昆蟲. 中興大學實驗林管理處.
8. 中興森林系. 1993. 中興大學實驗林地理資訊系統之建立先驅計畫. 中興森林系.
9. 王傳書、張鈞成. 1989. 林業哲學與森林美學.
10. 王鴻濬. 1999. 森林生態系經營與組織建構. 台灣林業 25 (6) : 35-40.
11. 王鑫. 1982. 遙測研習班講義 (四) .
12. 包健. 1993. 海岸遊憩的生態規劃. 戶外遊憩研究 6 (3) : 77-95.
13. 台灣省林務局. 1999. 第三次台灣森林資源及土地利用調查. 台灣省林務局.
14. 台灣省農林廳水土保持局. 1999. 水土保持實務與對策研討會論文集. 台灣省農林廳水土保持局.
15. 朱子豪. 1995. 本土化 GIS 工具教材設計. 東海大學景觀學系上課講義.
16. 何禮剛. 1993. 紫杉醇：當今最熱門的抗癌藥物. 化學 51 (4) : 457-464.
17. 吳少明. 1992. 環境地質調查與分析應用在都市坡地開發適宜性規劃—以甲仙地區為例. 成功大學地球科學系碩論.
18. 吳海音. 1999. 關刀溪森林生態系的哺乳動物相. 林業研究季刊 21 (2) : 41-49.
19. 呂金誠、歐辰雄. 1996. 關刀溪長期生態研究區森林植群之初期研究. 中興大學實驗林研究彙刊 18 (1) : 77-108.
20. 李宗翰、林明進. 2000. 惠蓀林場溪流魚類飼育可行性之探討. 林業研究季刊 22 (2) : 1-6. 中興大學實驗林管理處.
21. 李玲玲. 1989. 哺乳動物與森林經營. 生態原則下的森林經營研討會論文集. p.223-229.
22. 肖篤寧. 1989. 國際上景觀生態學研究的進展和動向. 會議論文.
23. 肖篤寧. 1993. 試論景觀生態學的理論基礎與方法論特點. 景觀生態學理論、方法及應用 p.31-47. 地景企業股份有限公司.
24. 周楨. 1968. 森林經理學. 正中書局.
25. 林仁混、蕭水銀. 1996. 紫杉醇——一種新問世的抗癌藥物. 當代醫學 23 (10) : 43-48.
26. 林文亮. 1998. 森林生態系經營觀念模式的研究. 森林生態系經營中文文獻彙編. p.158-169.
27. 林裕彬、郭瓊瑩、柳文成. 1999. 環境復育之生態規劃初探. 環境教育 40 : 24-32.
28. 洪富文. 1995. 美國太平洋西北區的森林生態系經營. 林業試驗所百週年慶學術研討

會論文集.

29. 洪富文、夏禹九、張東柱、劉一新. 1995. 竹東造林中心區森林生態系經營的規劃. 林業試驗所百週年慶學術研討會論文集.
30. 張偉祐. 2000. 保育森林生態系經濟價值評估—以八仙山森林生態系經營試驗區為例. 中興大學農業經濟所碩論.
31. 張啟德 (譯). Forman R. T. T. & M. Godron (著). 1994. 景觀生態學. 田園城市文化事業有限公司.
32. 許博行. 2000. 關刀溪森林生態系之長期研究. 森林資源保育與經營研討會論文集 p. 71-85.
33. 許博行、歐辰雄、呂金誠、黃凱易、顏江河、唐立正、吳聲海、林昭遠、謝顯宗、施勝誠、羅南璋、蔡尚 . 2000. 惠蓀林場森林生態系經營計畫. 中興大學實驗林管理處.
34. 陳永寬. 1998. 地理資訊系統在森林生態系經營之應用. 森林生態系經營中文文獻彙編. p.347-358.
35. 陳昌篤、崔海亭、于子成. 1989. 關於景觀生態學的性質、任務及在我國開展該項研究的幾點建議. 會議論文.
36. 陳昌篤、崔海亭、于子成. 1993. 景觀生態學的由來和發展. 景觀生態學理論、方法及應用 p.15-21. 地景企業股份有限公司.
37. 陳述彭等. 1999. 地理資訊系統導論. 科學出版社.
38. 章和杰. 1996. 生態價值. 茂昌圖書有限公司.
39. 彭國棟. 1988. 台灣森林經營所面臨的生態問題. 台灣農業 24 (5) : 19-26.
40. 彭補拙、濮勵杰. 1993. 生態區建設原則初探. 景觀生態學理論、方法及應用 p.113-117. 地景企業股份有限公司.
41. 景貴和. 1993. 景觀生態學的若干理論問題. 景觀生態學理論、方法及應用 p.22-30. 地景企業股份有限公司.
42. 馮豐隆. 1996. 森林生態系經營與決策支援系統. 中華林學會年度報告.
43. 馮豐隆. 1997. 高等森林測計學. 中興教務處出版組. 中興森林系教材.
44. 馮豐隆、黃志成. 1997. 惠蓀林場土地利用之地景排列與變遷. 中華林學季刊 30 (4) : 387-400.
45. 馮豐隆、高堅泰、鄭吉延、簡炯欣. 1999. 自然資源地理資訊系統學—土地資源評估的地理資訊系統原則. 中興大學森林系上課講義.
46. 黃光瀛. 1991. 惠蓀實驗林場鳥類調查報告. 惠蓀實驗林場森林遊樂區常見的鳥類 pp.5-16. 中興大學實驗林管理處.
47. 黃書禮. 1987. 應用生態規劃方法於土地利用規劃之研究—土地利用適宜性分析評鑑準則之研擬與評鑑途徑之探討. 中興大學都市計畫研究所.
48. 黃書禮. 1987. 應用生態規劃法於土地使用之研究. 中興都計所.
49. 黃書禮. 2000. 生態土地利用規劃. 詹氏書局.
50. 黃裕星. 1993. 台灣永續林業之展望. 中華民國多用途樹種研討會論文集. p.1-5.
51. 黃裕星. 1996. 森林生態系經營理論與實務. 現代育林 12 (1) .
52. 黃裕星. 1998. 新林業—森林生態系經營理念. 森林生態系經營中文文獻彙編 p.1-4. 台灣省農林廳林務局.
53. 黃裕星. 2000a. 生物多樣性與森林生態系經營. 農政與農情. 行政院農業委員會. (online). Available: www.coa.gov.tw/magazine/farming/8911/010.htm

54. 黃裕星. 2000b. 林務局森林生態系示範經營計畫. 森林生態系示範經營研討會論文集. 行政院農委會林務局.
55. 楊榮啟、林文亮. 1994. 森林生態系經營. 台灣天然林生態系經營研習會論文集. 台大森林系.
56. 劉一新 (譯). Diaz, Nancy & Dean, Apostol (著). 1999. 森林地景分析及設計—地景經營的發展與實現. 行政院農業委員會林業試驗所.
57. 鄭秀藝. 1987. 土地利用適宜性分析評鑑準則之研擬與評鑑方法之探討. 中興大學都市計畫研究所碩論.
58. 鄭祈全、謝漢欽等. 1993. 訪華研習「森林生態系經營」報告. 台灣林業 19 (11) : 41-51 及 19 (12) : 16-25.
59. 鄭祈全. 1998. 地理資訊系統在森林資源經營上之應用. 森林生態系經營中文文獻彙編. p.117-157.
60. 鄭祈全. 1999. 森林地景變遷之監測研究. 台灣林業科學 14 (4) : 493-507.
61. 鄭祈全、詹進發、許立達. 1999. 應用碎形維度監測森林地景結構與變遷之研究. 台灣林業科學 14 (4) : 397-407.
62. 謝漢欽. 1997. 如何著手進行生態系經營? 細說美國東南部邁向生態系經營的第一步—地景生態系分類. 台灣林業 23 (3) .
63. 關永才. 1999. 關刀溪森林生態系兩棲動物群聚之研究. 林業研究季刊 21 (2) : 33-40. 中興大學實驗林管理處.
64. 蘇泰霖. 1992. 由景觀生態學觀點探討坡地遊憩區遊憩活動區為適宜之研究. 逢甲建都所碩論.
65. 龔威平 (譯). Troll (著). 1988. 景觀生態學與生物地理群落學—術語研究. 地理譯報.
66. Bech, N. J., Bizioukin, V. V., Martinov A. V. & P. Veijola. 1999. Landscape Ecological Plan for the Pribaikalski Zakasnik. (Online). Available: <http://www.tacisinfo.ru/brochure/ecoplan/index.htm>
67. Burrough, P. A. 1993. Principles of GIS for land resources assessment. Clarendon Press. Oxford.
68. Fabos, J. G. 1979. Planning the Total Landscape – A Guide to Intelligent Land Use. Boulder, CO: Westview Press.
69. Forman, R. T. T. & M. Godron. 1981. Patches and structural components for a landscape ecology. BioScience 31: 733-740.
70. Forman, R. T. T. 1983. Corridors in a landscape: their ecological structure and function. Ekologia (CSSR) 2: 375-387.
71. Forman, R. T. T. & M. Godron. 1986. Landscape Ecology. John Wiley & Sons.
72. Franklin, J. F. 1992. Harmonizing Forest Utilization and Conservation. In IUFOR All Division 5 Conference Plenary Speech.
73. Friedman, J. & C. Weaver. 1979. Territory and Function. Berkeley, CA: Univ. of California Press.
74. General Land Use Planning and Control. ENVIRONMENTAL INFO NUMBER 6. (online). Available: <http://theramp.net/smallplant/no06.html>.
75. Godschalk, D. R. 1977. Carrying capacity application in growth management: a reconnaissance. PB : 273-494. Washington, D. C.: U. S. Government Printing Office.
76. Harris, L. D. 1984. Study on Landscape Monitoring of Forest: an Illustration of Huisun

- Experimental Forest Station [dissertation]. Department of Forestry. National Chung-Hsing Univ. 116 pp. [in chinese with English summary].
77. Hautaluoma, J. 1991. Organizational structures workgroup finding. In: Bartlett, E. T. And D. R. Jones (eds.) Rocky Mountain new perspectives proceedings of a regional workshop. USDA Forest Service, General Technical Report RM-220. pp.39-41.
 78. Hopkins, L. D. 1977. Methods for Generating Land Suitability Maps: A Comparative Evaluation, *Journal of American Institute of Planners* 43 : 386-400.
 79. Juneja, N. 1974. Medford-Performance Requirements for the Maintenance of Social Values Represented by the Natural Environment of Medford Township, N. J. Medford, N. J.: Medford Township office.
 80. McGarigal, K & W. C. McComb 1995. Relationship between Landscape Structure and Breeding Birds in the Oregon Coast Range. *Ecol Monogr* 65 (3): 235-260.
 81. Mcharg, I. L. 1986. Design with Nature. Natural History Press.
 82. Mcharg, I. L. 1992. Design with Nature (2nd). John Wiley & Sons, Inc.
 83. Moss, M. R. 1983. Landscape Synthesis, Landscape Processes and Land Classification, Some Theoretical and Methodological Issues. *Geo Journal* 7 (2) : 145-153.
 84. Naveh, Z. 1982. Landscape Ecology as and Emerging Branch of Human System Science. *Advances in Ecological Research*.
 85. Naveh, Z. & A. S. Lieberman. 1984. Landscape Ecology: Theory and Application. Springer-Verlag.
 86. Niering, W. A. & R. H. Goodwin. 1974. Creation of relatively stable shrublands with herbicides: arresting succession on rights-of-way and pastureland. *Ecology* 55: 784-795.
 87. Odum, H. T. 1971. Environment, Power, and Society. New Yourk: John Wiley and Son.
 88. Patork, R. A., A. MacDonal, J. R. Sampson, P. Wilber, D. J. Yozzo & J. P. Titre. 1997. An Ecological Decision Framework for Environmental Restoration Projects. *Ecological Engineering*. 9: 89-107.
 89. Pearce, D. & D. Moran, 1995. The Economic Value of Biodiversity. IUCN.
 90. PRIZE : Prof. Ian L. Mcharg. 2000. (online) . Available : http://www1.mesh.ne.jp/jstf/english/kako/2000/mc_e.html.
 91. Ricci, P. F. 1978. Policy Analysis though Carrying Capacity. *Journal of Environmental Management* 6 : 85-97.
 92. Risser, P. G., Karr, J. R. & R. T. Forman. 1984. Landscape Ecology: Drections and Applications. Tlinois National History Survey.
 93. Saunders D., R. J. Hobbs & C. R. Margules. 1991. Biological Consequences of Ecosystem Fragmentation: a review. *Conserv Biol* 5: 18-32.
 94. Swanson, F. J., Jones, J. A., Wallin, D. O. & J. H. Cissel 1993. Natural Variability: Implications for Ecosystem Managemant. In: Jensen ME, Brougeron PS, (eds.) Eastside forest ecosystem health assessment, Volume : Ecosystem management: principles and applications. Portland (OR): U S Dept. of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Expt Stat. p. 89-103.
 95. Tjallingli. S. P. & A. A. de Veer (eds.) 1982. Perspetive in Landscape Ecology.
 96. Vink. A. P. A. 1983. Landscape Ecology and Land Use. Longman Group Limited.
 97. Wyant, J. G., R. A.Meganck & S. H. Ham. 1995. A Planning and Decision-Making Framework for Ecological Restoration. *Environmental Management* 19: 789-796.

附錄一 相關法規

一、基本法類

(一) 森林法

中華民國二十一年九月十五日國民政府制定公布全文七十七條 刊國民政府公報洛字第二十號

中華民國八十七年五月二十七日總統華總(一)義字第八七〇〇—〇四四九〇號令修正公布全文五十八條

中華民國八十九年十一月十五日總統華總(一)義字第八九〇〇二七五〇五〇號令修正第二條、第十二條、第二十六條、第二十九條、第四十八條

第一章總則

第一條 為保育森林資源，發揮森林公益及經濟效用，制定本法。

第二條 本法所稱主管機關；在中央為行政院農業委員會；在直轄市為直轄市政府；在縣(市)為縣(市)政府。

第二章 林政

第十條 森林有左列情形之一者，應由主管機關限制採伐：

- 一、林地陡峻或土層淺薄，復舊造林困難者。
- 二、伐木後土壤易被沖蝕或影響公益者。
- 三、位於水庫集水區、溪流水源地帶、河岸沖蝕地帶、海岸衝風地帶或沙丘區域者。
- 四、其他必要限制採伐地區。

第三章 森林經營及利用

第十七條 森林區域內，經環境影響評估審查通過，得設置森林遊樂區；其設置管理辦法，由中央主管機關定之。

第二十一條 主管機關對於左列林業用地，得指定森林所有人、利害關係人限期完成造林及必要之水土保持處理：

- 一、沖蝕溝、陡峻裸露地、崩場地、滑落地、破碎帶、風蝕嚴重地及沙丘散在地。
- 二、水源地帶、水庫集水區、海岸地帶及河川兩岸。
- 三、火災跡地、水災沖蝕地。
- 四、伐木跡地。
- 五、其他必要水土保持處理之地區。

(二) 森林法施行細則

中華民國二十四年一月三十一日國民政府訂定發布

中華民國八十九年一月十九日行政院農業委員會農林字第八八一六三六〇八號令修正第三條、第五條、第十一條、第十三條、第十九條

第三章 森林經營及利用

第十三條 國有林劃分林區時，由中央主管機關派員會同該管直轄市或縣（市）政府勘查，並測繪林區圖，由中央主管機關會同內政部核定之。

前項林區劃分時，應視當地情況就下列三種因素合併考慮之：

一、行政區域。二、生態群落。三、山脈水系。

第十四條 國有林林區得分為事業區，由各該林區管理經營機關，詳查森林面積、林況、地況、交通情況及自然環境，依照經營計畫綱要編定經營計畫，報請中央主管機關核定後經營之。

供學術研究之實驗林，比照前項規定辦理。

二、水土保持類

（一）山坡地保育利用條例

中華民國六十五年四月二十九日總統令公布

中華民國八十七年一月七日總統華總 義字第八六 二八四二三 號令公布修正

中華民國八十九年五月十七日總統華總一義字第八九 一一八四 號令公布修正第二至四、六、十一、十六、二十二及二十八條條文

第二條 本條例所稱主管機關：在中央為行政院農業委員會；在直轄市為直轄市政府；在縣（市）為縣（市）政府。

有關山坡地之地政及營建業務，由內政部會同中央主管機關辦理；有關國有山坡地之委託管理及經營，由財政部會同中央主管機關辦理。

第三條 本條例所稱山坡地，係指國有林事業區、試驗用林地及保安林地以外，經中央或直轄市主管機關參照自然形勢、行政區域或保育、利用之需要，就合於左列情形之一者劃定範圍，報請行政院核定公告之公、私有土地：

一、標高在一百公尺以上者。

二、標高未滿一百公尺，而其平均坡度在百分之五以上者。

第五條 本條例所稱山坡地保育、利用，係指依自然特徵、應用工程、農藝或植生方法，以防治沖蝕、崩坍、地滑、土、石流失等災害，保護自然生態景觀，涵養水源等水土保持處理與維護，並為經濟有效之利用。

第九條 在山坡地為下列經營或使用，其土地之經營人、使用人或所有人，於其經營或使用範圍內，應實施水土保持處理與維護：

一、宜農、牧地之經營或使用。

二、宜林地之經營、使用或採伐。

三、水庫或道路之修建或、養護。

四、探礦、採礦、採取土石、堆積土石或設置有關附屬設施。

五、建築用地之開發。

六、公園、森林遊樂區、遊憩用地、運動場地或軍事訓練場之開發或經營。

七、墳墓用地之開發或經營。

八、廢棄物之處理。

九、其他山坡地之開發或利用。

第十六條 山坡地供農業使用者，應實施土地可利用限度分類，並由中央或直轄市主管機關完成宜農、牧地、宜林地、加強保育地查定。土地經營人或使用人，不得超限利用。

前項查定結果，應由直轄市、縣（市）主管機關於所在地鄉（鎮、市、區）公所公告之；公告期間不得少於三十日。

第一項土地可利用限度分類標準，由中央主管機關定之。

（二）特定水土保持區劃定與廢止準則

中華民國八十五年三月二十五日行政院農業委員會八十五農林字第五〇三〇一一一A號令發布

中華民國八十九年十月九日(八九)農水保字第八九一八七〇七四七號修正

第三條依本法第十六條第一項應劃定為特定水土保持區之範圍如下：

一、水庫集水區：水庫大壩(含離槽水庫引水口)全流域稜線以內所涵蓋之地區。

二、主要河川集水區須特別保護者：洪水或土砂災害頻度及損失較高之上游集水區、或為維護水土資源所需之集水區。

三、海岸、湖泊沿岸、水道兩岸須特別保護者：

(一)海岸特別保護地區：海岸嚴重侵蝕地區，有危害人民生命財產及公共安全之虞者。

(二)湖泊沿岸特別保護地區：易受沖蝕、崩塌之湖泊沿岸土地，其寬度自沖蝕或崩場地之外緣起算，陸側水平距離三十公尺或坡長一百公尺範圍內。

(三)水道兩岸特別保護地區：易受沖蝕、崩塌之水道兩岸土地，其寬度自沖蝕或崩場地之外緣起算，陸側水平距離三十公尺或坡長一百公尺範圍內。

四、沙丘地、沙灘等風蝕嚴重者：凡遭受強勁季風之吹襲，產生飛砂災害之地區。

五、山坡地坡度陡峭，具危害公共安全之虞者：山坡地坡度陡峭，其平均坡度在百分之七十以上，總面積在五十公頃以上，且有危害聚落、重要公共設施、名勝、古蹟等之虞者。

六、其他對水土保育有嚴重影響者：指經主管機關認定具危害公共安全之虞，亟需加強水土保持處理及維護，以保護其鄰近地區聚落、重要公共設施、名勝、古蹟等之下列地區：

(一)新、舊崩場地。

(二)土壤沖蝕嚴重地區：水系密度在四．五以上，且其面積在五十公頃以上者。

(三)土石流危險區：溪床坡度在百分之三十以上，且其上游集水區面積在十公頃以上者。

(四)環境風險率在十二以上，且總面積在五十公頃以上者。

(五)經主管機關認定有必要劃定之地區。

前項第五款之平均坡度、第六款之水系密度及環境風險率之計算方法，依水土保持技術規範之規定。

三、集水區經營類

(一)臺灣省保安林施業方法

中華民國八十年四月十一日府農林字第一六一〇四號令公告

四、保安林之竹、木有左列情形之一者，得核准採伐：

(一)更新、撫育上所必要者。

(二)遭受病蟲害、風倒、火燒、枯損及其他災害之竹、木。

(三)伐木、造林、探採礦、採取土石及公共工程等無法避免之障礙竹、木。

(四)政府為搶修緊急災害或國防軍事上所必要採伐者。

(五)為林業試驗研究所必要者。

五、立木之採伐，應注意左列事項：

(一)施行擇伐作業時，除應降低擇伐率外，被害木竹、劣勢木竹等應優先採伐。

(二)施行皆伐作業時，應盡量縮小採伐面積，並分散採伐地點。

(三)為增進保安功能，應適時實施適度之疏伐，並避免作強度之疏開。

(四)施行複層林施業時，為維持森林之健全狀態，應視林內光度與下層木之生育狀況，施行上層木之採伐。

(五)立木採伐時，不得有左列行為：

1. 破壞水土保持。

2. 損害他人之竹、木或工作物。

3. 毀損或移動伐採區內設置之界木或境界標識。

4. 伐採經政府規定或點記保留之立木。

5. 盜伐、擅伐林產物。

七、各類保安林之施業，並應分別依左列原則施行：

(一)水源涵養保安林：

1. 應選擇深根性，根多、擴展範圍廣，常綠而落葉量多、枝葉密、樹冠大之樹種。

2. 盡量建造複層混合林，即生長快速樹種與生長遲緩樹種混合，陽性樹種與陰性樹種混合，深根性樹種與淺根性樹種混合，針葉樹與闊葉樹混合，常綠樹與落葉樹混合。

- 3.造林時以密植為原則（每公頃 3,000 株以上）；惟應在森林鬱閉之前，開始實施除伐、疏伐，使林地常有適量之下層植生及地被物之覆蓋。
- 4.造林地撫育，除應行刈草、切蔓等初期撫育外，更應實施修枝、疏伐等中、後期撫育。
- 5.溪流兩岸之森林，應保留五十公尺以上寬度之林帶，其更新以擇伐為限。

(二)土砂捍止保安林、墜石防止保安林：

- 1.造林時應選擇深根性、萌芽力強之樹種，並以萌芽更新為原則。
- 2.應盡量建造複層混合林。
- 3.以禁伐或擇伐為原則，但得視地形採用橫坡帶狀皆伐或小面積塊狀皆伐。
- 4.溪流兩岸及受其保護之鐵路、公路等兩側之森林，保留五十公尺以上寬度之林帶。

(三)風景保安林、自然保育保安林、衛生保健保安林：

- 1.應選擇當地鄉土樹種，建造複層混合林。
- 2.得施行局部皆伐作業之保安林，應採用屏遮法，施行橫坡帶狀作業。
- 3.溪流兩岸之森林，應保留五十公尺以上寬度之林帶，其更新以擇伐為限。

(二)保安林經營準則

中華民國七十八年九月十一日行政院農委會農林字第八一三三八八 號令發布

第五條 保安林於地勢陡峻、地盤脆弱、易起沖蝕、崩塌或造林困難地區，應行天然更新；於地勢平坦或緩坡容易復舊造林地區，其更新以擇伐為主。

第六條 國有保安林之擇伐作業，依國有林事業區經營計畫辦理。一年內得擇伐區域之面積，以該保安林可作業立木地面積除以迴歸期之商數為限；其擇伐材積，為該擇伐區域之林木總材積乘以擇伐度之積數；擇伐度最高不得大於三分之一。

公有保安林、私有保安林及國有經政府放租營造之保安林，一年內之皆伐面積，以該保安林可作業立木地面積除以伐期齡之商數為限；其皆伐面積並不得超過採伐區域面積之三分之一。其以擇伐方式為之者，準用前項之規定。

第一項已實施擇伐作業之擇伐區域，非經一迴歸期後，不得重行擇伐。

第七條 保安林如施行擇伐更新有困難，得施行橫坡帶狀或與季節風成直角之帶狀或塊狀皆伐。一年內皆伐面積在三公頃以上時，應分處皆伐，每一處不得超過三公頃。

前項保安林一年內之皆伐面積未達三公頃時，得施行三年期以下隔年局

部皆伐作業。

第一項分處皆伐之規定，於三年期以下隔年局部皆伐作業準用之。

(三) 台灣森林經營管理方案

中華民國七十九年十月十九日 行政院台農字三〇四三〇號令發佈

中華民國八十年十月十八日 行政院台農字三二九二〇號函修正

一、台灣林業係採保續經營原則，為國民謀取福利，積極培育森林資源，注重國土保安，配合農工業生產，並發展森林遊樂事業，以增進國民之育樂為目的。

六、加強辦理集水區治山防洪及野溪防沙治理工程；主要溪流兩岸，應設置不少於五十公尺寬度之保護林帶。

八、自八十一年度至八十六年度六年間，每年度伐木量最高限額以不超過二十萬立方公尺為原則，每一伐區皆伐面積不得超過五公頃。

前面禁伐天然林、水庫集水區保安林、生態保護區、自然保留區、國家公園，及無法復舊造林地區。

實驗林或試驗林非因研究或造林撫育之需要，不得砍伐。

十二、為因應國民休閒及育樂之需要，林業主管機關應積極規劃開發森林遊樂區，充實必要之遊樂設施。

十三、為保存自然景觀之完整，維護珍貴稀有動植物之繁衍，應積極依法劃定自然、生態保護區及野生動物保護區，並供科學研究及教育之用。

十四、為謀求改進林業技術及發展森林事業，林業研究工作應獲有充足之經費，特別加強應用方面之試驗與成果之推廣。

十六、本方案核定後，有關業務主管機關應訂定或修訂細部計畫，付諸實施。

四、森林育樂類

(一) 野生動物保育法

中華民國七十八年六月二十三日總統華總（一）義字第三二六六號令訂定發布全文四十五條

中華民國八十三年十月二十九日總統華總（一）義字第六五二五號令修正發布全文五十七條條文

第一章 總 則

第四條 野生動物區分為下列二類：

一、保育類：指瀕臨絕種、珍貴稀有及其他應予保育之野生動物。

二、一般類：指保育類以外之野生動物。

第一款保育類野生動物，由野生動物保育諮詢委員會評估分類，中央主管機關指定公告，並製作名錄。

第二章 野生動物之保育

第八條 野生動物重要棲息環境經營各種建設或土地利用，應擇其影響野生動物棲息最少之方式及地域為之，不得破壞其原有生態功能。必要時，主管

機關應通知所有人、使用人或占有人實施環境影響評估。

在野生動物重要棲息環境實施農、林、漁、牧之開發利用、採探礦、採取土石或設置有關附屬設施、修建鐵路、公路或其他道路、開發建築、設置公園、墳墓、遊憩用地、運動用地或森林遊樂區、處理廢棄物或其他開發利用等行為，應先向地方主管機關申請，經層報中央主管機關許可後，始得向目的事業主管機關申請為之。

既有之建設、土地利用或開發行為，如對野生動物構成重大影響，中央主管機關得要求當事人或目的事業主管機關限期提出改善辦法。

第一項野生動物重要棲息環境之類別及範圍，由中主管機關公告之；變更時，亦同。

(二) 野生動物保育法施行細則

中華民國七十九年三月三十一日農業委員會七九農林字第九三四八八A號令 訂定發布全文三十九條

中華民國八十四年四月二十九日農業委員會農林字第四 三 三 一A號令 修正發布全文三十九條

第二章 野生動物之保育

第五條 法第八條所稱野生動物重要棲息環境，係指下列各款情形之一者：

- 一、保育類野生動物之棲息環境。
- 二、野生動物種類及數量豐富之棲息環境。
- 三、人為干擾少，遭受破壞極難復原之野生動物棲息環境。
- 四、其他有特殊生態代表性之野生動物棲息環境。

要棲息環境之類別如下：

- 一、海洋生態系。二、河口生態系。三、沼澤生態系。
- 四、湖泊生態系。五、溪流生態系。六、森林生態系。
- 七、農田生態系。八、島嶼生態系。
- 九、第一款至第八款各類之複合型生態系。十、其他生態系。

第十二條 本法第十條所劃定之野生動物保護區，得分為核心區、緩衝區及永續利用區，分別擬訂保育計畫。

(三) 森林遊樂區設置管理辦法

中華民國七十八年一月二十一日行政院農業委員會七十八農林字第八一 三五 四A號令訂定發布

中華民國八十九年十二月六日行政院農業委員會八九農林字第八九0一五六七0七號令修正第四條、第五條、

第十六條、第十七條、第十八條、第二十條及第二十二條條文

第二條 本辦法所稱森林遊樂區，係指在森林區域內，為提供遊客休閒及育樂活動，經中央主管機關核定而設置之遊樂區。所稱遊樂設施，係指在森林遊樂區內，經主管機關核准，為提供遊客育樂活動、食宿及服務而設置之設施。

第三條 森林區域內有左列情之一者，得選定為森林遊樂區：

- 一、特殊之森林、地理、地質、野生物、氣象等景觀。
- 二、富教育意義之重要學術、歷史、生態價值之森林環境。

三、林遊樂區，以面積不少於二十五公頃，具有發展潛力者為限。

第六條 森林遊樂區內之森林，視其資源特性，得劃分為左列各種使用區管理經營之。其編為保安林者，並依本法有關保安林之規定管理經營。

一、營林區。二、遊樂設施區。三、景觀保護區。四、森林生態保育區。

第七條 營林區以營林為主，其營林作業，應顧及自然文化景觀及水土保持之維護，採皆伐方式時，每年度伐木總面積不得超過遊樂區面積三十分之一，各伐採區應儘量分離，實施屏遮法，並於砍伐之次年度內完成更新作業；採擇伐方式時，其擇伐率不得超過現有蓄積量百分之三十。營林區除步道、涼亭、衛生、營林及資源保育維護所必要之設施外，不得興建建築物或設施。

第八條 遊樂設施區應就必要之設施，整體規劃設計，並顧及自然文化景觀與水土保持之維護及安全措施，其總面積不得超過遊樂區面積百分之十。

第九條 景觀保護區應以維護自然文化景觀為目的，除步道、涼亭、衛生及安全所必要之設施外，不得興建其他設施。

景觀保護區內如需為營林作業時，應以擇伐方式為之，其擇伐率不得超過現有蓄積量百分之十，如為竹林，其擇伐株數不得超過百分之二十五。

景觀保護區實施林相改良時，得選定適地樹種栽植之。

第十條 森林生態保育區應保存森林生態系之完整及珍貴稀有動植物之繁衍，禁止有改變或破壞其原有自然狀態之行為。

五、森林企畫類

(一) 台灣森林經營管理方案

中華民國七十九年十月十九日行政院台農字三〇四三〇號令發布

中華民國八十年十月十八日行政院台農字三二九二〇號函修正

中華民國八十六年五月十三日行政院台農第一九四三號函核定修正第八點

一、台灣林業係採保續經營原則，為國民謀取福利，積極培育森林資源，注重國土保安，配合農工業生產，並發展森林遊樂事業，以增進國民之育樂為目的。

二、國有林事業區之經營管理，應依據永續作業原則，將林地作不同使用之分級，以分別發展森林之經濟、保安、遊樂等功能，並配合集水區經營之需要，種植長伐期優良深根性樹種，延長林木輪伐期，釐訂森林經營計畫。

各事業區經營計畫，應每五至十年檢討一次，嚴格執行，並建立林地地理資訊系統，加以追蹤及考核。

六、加強辦理集水區治山防洪及野溪防沙治理工程。主要溪流兩岸，應設置不少於五十公尺寬之保護林帶。

八、自八十七年度至九十年年度四年間，每年度伐木量，以不超過二十萬立方公尺為原則，每一伐區皆伐面積不得超過五公頃。

全面禁伐天然林、水庫集水區保安林、生態保護區、自然保留區、國家公園、及無法復舊造林地區。

實驗林或試驗林，非因研究或造林撫育之需要，不得砍伐。

十二、為因應國民休閒及育樂之需要，林業主管機關應積極規劃開發森林遊樂區，充實必要之遊樂設施。

十三、為保存自然景觀之完整，維護珍貴稀有動植物之繁衍，應積極依法劃定自然、生態保護區及野生動物保護區，並供科學研究及教育之用。

(二) 國家公園或風景特定區內森林區域管理經營配合辦法

民國七十九年五月二十五日行政院台農字第一二六二六號令發布

第七條 國家公園一般管制區、遊憩區及風景特定區內保護區以外之分區，其森林之更新，依左列作業方法辦理：

- 一、森林更新應以擇伐為之，必要時得實施三公頃以下之皆伐更新。
- 二、天然林應設伐採列區，各區每年皆伐面積不得超過三公頃，伐採鄰接伐區，應採間隔五年以上之隔年作業。
- 三、每年伐採面積，不得超過該伐採列區可作業立木地面積，除以平均伐期齡所得之商數。
- 四、伐木跡地應於作業完畢後，選擇適當樹種，配合造林季節，立即造林。
- 五、擇伐或天然更新之伐採率，應在該伐區總蓄積量的百分之三十以下。

下列地區應禁止伐採：

- (一) 主要溪流兩岸水平距離五十公尺範圍內之地區。
- (二) 海拔高度二千五百公尺以上地區。
- (三) 坡度在三十五度以上地區。

附錄二 惠蓀林場教學、研究及活動記錄

一、教學實習

時間	單位	負責人	人數	內容	備註
1996/10/3	中興植物系	劉思謙講師	46	植物生態學	
1999/1/15	嘉義技術學院森林系		7	寒假實習	
1999/1/15 - 1999/2/11	嘉義技術學院森林資源管理科	林喻東主任	7	實習	
1999/7/7 - 1999/8/3	嘉義技術學院森林資源管理科	林喻東主任	6	實習	
2000/4/1 - 2000/4/7	台中市信義國小	唐益國老師	1	昆蟲採集	因地震及豪雨未成行
2000/6/3 - 2000/6/5	文化森林系	潘富俊教授	90	教學實習	因地震未成行
2000/7/1 - 2000/8/31	實踐觀光管理學系	朱永蕙老師	2 - 3	旅館管理實習	
2000/9/30 - 2000/10/1	中興水土保持學系	林信輝主任	100	校外實習暨迎新宿營	惠蓀林場及草屯風水坪
2001/1/20 - 2001/2/20	南台科大休閒事業管理系	簡秋蘭助教 謝秀雄主任		寒假實習	森林遊樂區渡假山莊
2001/1/20 - 2001/2/20	中興森林系			寒假實習	本處林場
2001/7/1 - 2001/8/31	實踐觀光管理學系	朱永蕙	2	旅館管理實習	
1999/5/22	嘉義技術學院植物保護學系	蔡竹固老師 黃 鍾 老	89	校外教學及倡導正當假日活動	
2000/11/25 - 2000/11/26	中興森林系	林仁政	20	樹木生態與木材利用研習營	

其工作項目包括每學年森林系育林實習、經營實習、測量實習、林政實習樹木學實習、測暨實習，水保系測量實習，昆蟲系昆蟲戶外實習；不定期土壤系戶外教學、輔大昆蟲戶外教學及本校相關系所。其他並包括長期生態調查行政支援、國科會生態系經營行政支援等項目。

二、活動協辦

時間	單位	人數	內容	備註
1998/2/10 -	林管處	70	親子利用研習營	

時間	單位	人數	內容	備註
1998/2/13				
1998/2/15 - 1998/2/16	中興森林系	50	系處聯繫會	
1998/2/17 - 1998/2/18	南投文化中心	60	家庭教育服務中心	
1998/2/19 - 1998/2/20	彰化啟智學校	65	特殊學校訓輔工作研討會	
1998/3/25 - 1998/3/27	台灣省林業試驗所	50	工業區綠化技術講習會	
1998/3/31 - 1998/4/2	台灣省政府農林廳	100	原住民鄉農產品運銷工作研習會	
1998/4/16 - 1998/4/18	台中高農	150	社會人文教育研習活動	
1998/4/20 - 1998/4/24	中興森林系	42	林務局保護區植群調查訓練班	
1998/4/28 - 1998/4/29	中國生產力中心	50	農豬經營管理人才培訓班研討會	
1998/5/2 - 1998/5/3	台中地方法院	80	87年度大專輔導員研習會	
1998/5/6 - 1998/5/8	台中高農		87年公私立高中職教師暨縣市政府人員社會人文教育研習活動	第二梯次
1998/5/6 - 1998/5/8	台中高農	120	社會人文教育研習活動	
1998/5/12 - 1998/5/15	林營處自然中心	40	86年度國民中小學教師戶外研習會	
1998/5/15 - 1998/5/16	儲蓄互助協會 南投分會	120	87年度儲蓄互助協會幹部研習會	
1998/5/23 - 1998/5/24	安麗民生中心	130	主管研習會	
1998/5/26 - 1998/5/27	中國生產力中心	80	87年度經營管理共同採購及統合經營人才培訓研討會	
1998/6/3 - 1998/6/4	台電公司核二廠	120	87年度核心輻防技術交流研討會	
1998/6/10	南投縣政府	60	南投縣辦理在營軍人及其家屬服務連線工作座談會	
1998/6/23 - 1998/6/26	東勢高工	40	高職傢俱木工科教師森林學研習會	
1998/7/25 - 1998/7/26	國際潛能科學總社	150	佛學講習	
1998/8/13 - 1998/8/14	省政府民政廳	180	虛報遷徙之防範與因應措施研討會	

時間	單位	人數	內容	備註
1998/9/7 - 1998/9/8	關刀溪 LTER 研究生委員會	32	關刀溪長期生態研究子計劃相互參訪活動	
1998/10/1 - 1998/10/3	台北市停車管理處	150	88 年度交通助理員常年教育講習	
1998/12/22 - 1998/12/24	台中國小	100	87 學年度國民小學智優班師生科學研習活動	
1999/1/14 - 1999/1/16	中興應數系	80	第七屆微分方程研討會	

三、研究試驗材料提供

時間	單位	負責人	人數	內容	備註
1999/8/1 - 2000/6/31	文化地質學系	羅偉副教授		野外地質調查	
1998/1/16	中興森林系	林建宗		杉木及柳杉抽出成分對類之抑碩士論文	杉木、柳杉
1998/1/20 - 1998/1/25	中興昆蟲系	楊正澤教授		昆蟲資源調查	8 人
1998/3/23	中興水土保持學系	鄭皆達所長		集水區水文模式之研究	1995 - 1997 氣象資料
1998/1/1 - 1998/4/30	東海景觀學系	章錦瑜副教授		鳥類研究	森林遊樂區
1998/8/25 - 1999/7/1	中興植物系	蕭淑娟教授	4	野菰開花物候之研究	第三、四、五、六林班
1998/9/21	彰師大生物學系	關永才		兩棲動物研究	1997/1 - 1998/7 氣象月報表
1998/10/22 - 1998/10/29	中興昆蟲系	楊正澤教授	7	台灣與菲律賓蟲相互影響計劃	
1998/11/21	中興森林系	洪國榮教授		改質木材之耐候性質研究	杉木、柳杉、台灣杉、柚木、光臘樹
1999/1/11	中興森林系			改良木材之耐候性質研究	台灣杉、杉木、柳杉
1999/1/18 - 1999/1/22	中興昆蟲系	楊正澤教授	25	昆蟲資源調查	
1999/4/30 - 1999/5/1	中興昆蟲系	唐立正老師	1	實習並採集標本	
1999/5/1 - 1999/5/2	輔仁生物系	李文蓉教授	24	採集	
1999/4/21 -	中興昆蟲系	楊正澤教授	6	昆蟲資源試驗、研究暨	

時間	單位	負責人	人數	內容	備註
1999/5/3				採集標本	
1999/5/9 - 1999/5/27	中興昆蟲系	楊正澤教授	6	昆蟲資源試驗、研究暨採集標本	
1998/9/1 - 1999/6/30	自然科學博物館	林政行博士	7	昆蟲學門蒐藏計劃	
1999/7/5 - 1999/7/8	中興昆蟲系	唐立正老師 郭美華老師	90	暑期兒童夏令營 昆蟲觀察及採集	
2000/4/15 - 2000/5/14	中興昆蟲系	楊正澤教授	5	昆蟲資源試驗、 研究暨採集	
2000/6/122 - 2000/6/29	中興昆蟲系	楊正澤教授	8	昆蟲資源試驗、 研究暨採集	
2001/3/27	中興森林系	洪國榮教授		碩士論文研究	麻竹、孟宗竹、刺竹

四、基地相關研究

時間	研究者	研究題目	地點	出處	備註
		台灣中部地區闊葉林人為干擾之植群演替	第二林班		中興山頂 1984年伐採跡地
		改良造林方法之省工研究 (第二次報告)	第二林班		西北向 1678 年的 伐木跡地
		杉木苗在庇蔭樹下栽植造林的影響	第三林班		西北向之 47 小班 伐採跡地
		蘭島溪沖積地山黃麻植群之演替	第二林班		蘭島溪及北港溪交 會處
	陳振東	Greener 對於濕地松及杉木栽植造林之效用	第一林班 萱野附近		天然闊葉林北麓原 又木採伐跡地
1954	陳振東	杉木栽植前之苗木儲置法試驗	第一林班中的 第一小班		12 年生的 泡桐林中
1969	陳振東 張峻德	台灣赤楊苗木分級及截幹之造林試驗	第一林班 萱野附近	中華林學季刊 2 (3) : 37-46	距關刀溪苗圃 4km 的野草地
1973	劉業經 等	中興大學惠蓀林場植物補遺之 3	惠蓀林場	森林學報 2 : 25-28	
1974	劉業經	杉木品種之研究 (二)	第三林班	中華林學季刊 7 (4) : 25-40	西北向 47 小班 伐採跡地
1976	賀主伯	台灣杉裸根苗枝條修剪時間之育林試驗	第四林班		針闊葉混交林之伐 採跡地, 包括北、 東北及東向
1976	實驗林 造林組	惠蓀實驗林場木荷母樹林生態調查	木荷保護區	森林學報第 5 輯 p. 119- 127.	
1977	林子玉	中興大學惠蓀實驗林場	森林遊樂區	臺灣林業 3 (4) : 4-10	

時間	研究者	研究題目	地點	出處	備註
	黃耀星	森林遊樂發展之構想			
1977	賀主伯	台灣二葉松直播與栽植之育林比較	第一林班 關刀溪苗圃	中華林學季刊 15 (1) : 53-62	1971 年之伐木跡地、北向與東北向
1978	李慶餘 林子玉 楊進 賀主伯	杉木人工林經濟性疏伐研究	第四林班 (200、201 號 育林地)		海拔 1,100-1,300 公尺中興山脈向北走
1979	林子玉 林文鎮 賀主伯	孟宗竹在不同光度及不同林被下育林之試驗	第一林班 關刀溪苗圃	中華林學季刊 12 (2) : 11-38	1972 年栽植之木油桐林下
1979	張豐吉	杉木林疏伐木綜合利用之研究 (D) 製漿造紙試驗	第三林班	興大實驗林研究報告 第 1 號 p. 31-41.	14 年生杉木造林地
1979	郭蘭生 張豐吉	山黃麻製漿試驗	惠蓀林場	興大實驗林研究報告 第 1 號 p. 59-73.	7 年生山黃麻幹材
1979	陳載永	山黃麻全株樹製造粒片板之試驗	眉原事業區 第二林班	興大實驗林研究報告 第 1 號 p. 42-57.	
1979	賀主伯	三種台灣二葉松苗造林比較	第三林班	興大實驗林研究報告 第 1 號 p. 2-5.	海拔 750 公尺 西北方向
1979	劉正宇	杉木林疏伐木綜合利用之研究 (C) 膠合性級樹皮萃取物、樹皮粉在膠合劑上利用之研究	眉原事業區 第二、三林班	興大實驗林研究報告 第 1 號 p.16-30.	第 200、201 號 造林地
1979	鄭美玫	具有原始美的--惠蓀實驗林場 森林遊樂區	森林遊樂區	房屋市場 69 : 92-96	
1980	林子玉 伍木林 林銘輝	可變樣區調查法與圓形樣區 調查法之比較研究	新化林場 惠蓀林場	興大實驗林研究報告 第 2 號 p. 130-149.	
1980	林子玉 賀主伯	速生木竹造林技術之改進	惠蓀林場	興大實驗林研究報告 第 2 號 p. 17-54	木油桐林、低質林、無林木地
1980	洪國榮 廖坤福	山黃麻強化基層材之製造及其性質之研究	第一林班	興大實驗林研究報告 第 2 號 p. 241-257	
1980	徐正鍾 張峻德	山黃麻無機養分含量之研究	眉原事業區 第二林班	興大實驗林研究報告 第 2 號 p. 119-129.	咖啡園西側 海拔 550 公尺
1980	張峻德	木油桐幼齡林分生產力之研究	第一林班	興大實驗林研究報告 第 2 號 p. 85-102.	海拔 800 公尺北或 西北向緩斜地
1980	許博行 張峻德	山黃麻種子之發芽促進及儲藏試驗 ()	眉原事業區 第二林班	興大實驗林研究報告 第 2 號 p. 103-118.	1970 年葛樂里 颱風崩壞地
1980	陳振東 方榮坤 許博行	木油桐之集約撫育試驗	第三林班	興大實驗林研究報告 第 2 號 p. 1-16.	海拔 750 公尺 西向山坡
1981	方榮坤	樹皮堆肥對木油桐生長及土壤改良之效果試驗	第一林班 關刀溪苗圃	興大實驗林研究報告 第 3 號 p. 1-40.	
1981	許博行 張峻德	山黃麻種子之發芽促進及儲藏試驗 ()	眉原事業區 第二林班	興大實驗林研究報告 第 3 號 p. 41-62.	1970 年葛樂里 颱風崩壞地

時間	研究者	研究題目	地點	出處	備註
1981	彭秀鳳	木油桐不同樹齡與部位之物理與機械性質試驗	萱野及關刀溪附近	興大實驗林研究報告第3號 p. 124-141.	
1982	林子玉 賀主伯 林喻東	杉木林人工疏伐試驗	第三林班	興大實驗林研究報告第4號 p. 17-25.	201號育林地
1984	呂福原 歐辰雄 廖秋成	惠蓀林場蘭島溪沖積地山黃麻植群之演替-1-	蘭島溪	興大實驗林研究報告第5號 p. 11-24.	
1984	郭寶章 林文鎮 方榮坤	松鼠為害臺灣杉與木荷之考察：兼論中興大學惠蓀實驗林場之松鼠為害概況	臺灣杉與木荷	中華林學季刊 17 (3) : 15-29.	
1984	賀主伯	杉木省功造林試驗	第二林班	興大實驗林研究報告第5號 p. 53-64.	217號造林地 47年伐木跡地
1985	劉業經 歐辰雄 呂金誠	中興大學惠蓀林場植物補遺之5	惠蓀林場	興大實驗林研究報告第6號 p. 9-17.	
1986	劉業經 等	惠蓀林場 葉樹次生林林相改良報告(1)：伐採三十年後之植生組成及初步處理	惠蓀林場	中華林學季刊 19 (3) : 1-11	
1988	方榮坤 廖天賜 沈慈安	杉木人工林之林下栽植試驗	第一林班 萱野附近	興大實驗林研究報告第9號 p. 9-15.	台灣杉、江某、光臘樹林下
1988	蔣中柱 許洞慶	臺灣關刀溪小浮塵子屬之一新種	關刀溪	Journal of Taiwan Museum 41 (2) : 67-69	
1989	陳明義 呂金誠 林昭遠	野火對惠蓀林場杜鵑嶺植群之初期影響	杜鵑嶺	興大實驗林研究報告第10號 p. 11-28.	
1989	馮豐隆 楊榮啟	使用貝爾陀蘭斐模式研究台灣七種樹種生長之適用性之探討	惠蓀林場	中華林學季刊 21 (1) : 47-64	
1990	方瓊撰	遊客疏忽行為之探討以惠蓀林場為例	森林遊樂區	中興園藝碩論	
1990	陳載永 董蓁叢 叢培芝	惠蓀實驗林場森林利用親子研習營成果分析	惠蓀林場	臺灣林業	
1990	羅紹麟 邱立文	惠蓀實驗林場設施維護管理與遊客滿意度分析之研究	森林遊樂區	興大實驗林研究報告 12 (2) : 45-76	
1992	羅南璋	惠蓀實驗林場東峰溪集水區植群分析	東峰溪集水區	中興森林碩論	
1993	呂金誠 羅南璋 歐辰雄	惠蓀實驗林場東峰溪集水區植群分析	東峰溪集水區	興大實驗林研究報告 15 (2) : 35-56	
1993	馮豐隆 黃志成	地理資訊系統應用於惠蓀實驗林場土地利用變遷之研究	惠蓀林場	遙感探測 19 : 71-95	

時間	研究者	研究題目	地點	出處	備註
	陳英彥				
1994	呂金誠 李明益 歐辰雄	惠蓀實驗林場楠櫨帶次生林植群生態之研究	楠櫨帶次生林	興大實驗林研究報告 16(1):1-28	
1994	許君銘	遊憩區服務品質模式之研究以惠蓀林場為例	惠蓀林場	中興園藝碩論	
1994	馮豐隆 黃志成	全球衛星定位系統在永久樣區定位之研究	惠蓀林場	中華林學季刊 27 (2):69-86	
1995	何一正	惠蓀林場實驗林場關刀溪流域靈芝屬與烏芝屬之分類研究	關刀溪	中興森林碩論	
1995	游麗玉	惠蓀實驗林場桂竹林生物量與養分聚積	桂竹林	中興森林碩論	
1995	楊正澤	利用黃色粘蟲紙調查惠蓀實驗林場第三林班昆蟲資源	第三林班	興大實驗林研究報告 17(1):77-91	
1996	吳海音 劉良力 蔡明宏	籠捕動物多少天才夠?以關刀溪的鼬獾為例	關刀溪	野生動物保育彙報及 通訊 4(2):11-12	
1996	呂金誠 歐辰雄	關刀溪長期生態研究區森林植群之初期研究-1-	關刀溪	興大實驗林研究彙刊 18(1):77-108	
1996	呂金誠 歐辰雄	關刀溪長期生態研究區森林植群之初期研究	關刀溪長期生態研究區	興大實驗林研究彙刊 18(1):77-108	
1996	黃凱易 楊曼蕾	三種尺度遙測影像於惠蓀林地被覆分類系統之建立	惠蓀林場	興大實驗林研究報告 18(2)p.58-79.	
1996	楊曼蕾	三種尺度遙測影像於惠蓀林地被覆分類系統之建立	惠蓀林場	中興森林碩論	
1996	楊淑燕 楊正澤 陳明義	關刀溪林區之香楠蟲癭	關刀溪	臺灣省立博物館年刊 39:17-29	
1997	邱明賜	臺灣野梨(惠蓀)之生理特性及對高接梨果實生長之影響	惠蓀林場	中興園藝碩論	
1997	曾喜育	惠蓀林場牛奶榕與牛奶榕小蜂之共生研究	惠蓀林場	中興森林碩論	
1997	馮豐隆 黃志成	惠蓀林場土地利用之地景排列與變遷	惠蓀林場	中華林學季刊 30 (4):387-400	
1998	陳明義 江英煜 楊正澤	關刀溪森林生態系依附植物之研究	關刀溪	興大實驗林研究彙刊 20(2):93-103	
1998	曾麗蓉	惠蓀林場台灣榕開花物候與授粉生態之研究	惠蓀林場	中興森林碩論	
1998	劉業經 等	香杉種源之試驗研究-2-	第一林班 關刀溪苗圃	興大實驗林研究報告 第9號 p.1-7	50號造林地
1999	高堅泰	群集分析法應用於台灣生育地研究	關刀溪長期生態研究區	中興森林系碩論	

時間	研究者	研究題目	地點	出處	備註
1999	高堅態 馮豐隆	台灣生態環境資料庫查詢及應用於 WWW	關刀溪長期生態研究區	台灣林業 25 (5) : 36-45	
1999	張集益	臺灣遊憩區森林鳥類與植群關係之研究以奧萬大森林遊樂區及惠蓀林場為例	奧萬大森林遊樂區及惠蓀林場	東海景觀碩論	
1999	梁立明等	關刀溪森林生態系變葉新木薑子與長葉木薑子蟲癭之發育	關刀溪	林業研究 21 (2) : 75-89	
1999	許博行 郭孟斯	關刀溪森林生態系三種林分之土壤理化性質及土壤水化學成分	關刀溪	林業研究 21 (3) : 1-13	
1999	陳昇明 何一正 徐希世	關刀溪森林生態系野生菇類出現與環境之關係	關刀溪	林業研究 21 (2) : 21-32	
1999	馮豐隆	臺灣森林資源調查與監測科技發展的探討	關刀溪	興大實驗林研究報告 13 (1) : 61-77	
1999	楊正澤 吳海音 胡峻毓	關刀溪森林生態系華南鼬 (Mustela sibirica Pallas) 排遺之昆蟲碎片分析初報	關刀溪	林業研究 21 (2) : 1-7	
1999	楊淑燕 楊正澤 陳明義	臺灣關刀溪森林豬腳楠癭蚋蟲癭之初步探討	關刀溪	中央研究院植物學彙刊 40 (2) : 153-158	
1999	蔡上	森林生態系經營模式之建構-以惠蓀林場紅檜人工林與闊葉樹次生林為例	紅檜人工林與闊葉樹次生林	中興森林碩論	
1999	簡炯欣	關刀溪長期生態試驗地之地景變遷及其代表性分析	關刀溪長期生態研究區	中興森林系碩論	
1999	關永才	關刀溪森林生態系兩棲動物群聚之研究	關刀溪長期生態研究區	林業研究季刊 21 (2) : 33-40	
2000	李宗翰 林明進	惠蓀林場溪流魚類飼育可行性之探討	關刀溪、北港溪流域	林業研究季刊 22 (2) : 1-6	
2000	李宣德	森林空間動態模式之建立與應用	關刀溪長期生態研究區	中興森林系碩論	
2000	梁立明 陳明義	關刀溪森林生態系臺灣二葉松與臺灣五葉松之物候現象	關刀溪	林業研究 22 (3) : 69-80	
2000	陳明義 周文鄧 蔡進來	關刀溪森林生態系之倒木孔隙更新	關刀溪	林業研究 22 (1) : 23-31	
2000	陳明義 梁立明	關刀溪森林生態系臺灣二葉松與臺灣五葉松在干擾地之天然更新	關刀溪	林業研究 22 (4) : 13-22	
2000	楊淑燕 陳明義 楊正澤	關刀溪森林生態系之產癭植物及蟲癭多樣性	關刀溪	TAIWANIA: Sciences Report of Plant Biology 45 (2) : 121-128	
2000	許博行	中興大學加強森林生態系經營計	惠蓀林場	森林生態系經營研討	

時間	研究者	研究題目	地點	出處	備註
	等	畫報告 惠蓀林場森林生態系經營計畫		會論文集. p.5-1—5-13.	
2001	馮豐隆 李宣德 林明進	林木位置圖應用於香杉之 疏伐業務	第三林班	林業研究季刊	香杉採穗園
2001	簡炯新 馮豐隆	關刀溪長期生態試驗地之 代表性分析	關刀溪長期生 態研究區 惠蓀林場	特有生物研究(4)	付印中

目 錄

第一章 緒論	1
第一節 研究動機與目的	1
第二節 研究範圍與內容	3
第三節 研究方法與流程	5
第二章 文獻回顧	7
第一節 生態規劃法理論與操作	7
第二節 地景生態學理念	20
第三節 森林生態系經營理念	29
第四節 地理資訊系統原理與應用	37
第三章 材料與方法	45
第一節 基地現況分析	45
第二節 研究操作步驟	62
第三節 土地利用分區原則探討	63
第四節 土地適宜性分析	68
第四章 結果與討論	77
第一節 地景、生態分析與生態規劃法的整合	77
第二節 適宜性分析所得之替選方案	80
第三節 替選方案評估	86
第五節 最適土地利用分區說明	89
第五章 結論與建議	91
第一節 結論	91
第二節 土地利用與後續研究建議	93
參考文獻	95
附錄一 相關法規	99
附錄二 惠蓀林場教學、研究及活動記錄	108

圖 目 錄

圖 一：研究範圍圖.....	3
圖 二：研究流程圖.....	6
表 一：土地利用規劃所需自然環境、人文特性資料與分析內容	9
表 一：土地利用規劃所需自然環境、人文特性資料與分析內容（續）	10
表 二：型態法說明表	10
表二：型態法說明表（續）	11
表 三：序位法說明表	11
表 四：線性組合法說明表.....	12
表 五：非線性組合法說明表	12
表 六：因素組合法說明表.....	13
表 七：群團分析說明表	13
表 八：邏輯組合法說明表.....	14
表 九：土地適宜性分析方法比較表	15
圖 三：地景生態規劃流程圖	27
圖 四：地景生態計畫結構圖	28
圖 五：森林生態系經濟價值圖.....	30
表 十：森林生態系經營理念說明表	31
表 十一：地理資訊系統定義表.....	39
表十一：地理資訊系統定義表（續）	40
表 十二：向量式與網格式比較表.....	43
圖 六：惠蓀林場年平均氣溫及年雨量圖	46
圖 七：惠蓀林場地形圖	46
表 十三：惠蓀林場土壤特性說明表	47
圖 八：惠蓀林場土系圖	48
圖 九：惠蓀林場水系圖	48
表 十四：惠蓀林場主要林型之面積說明表.....	51

表 十五：相關計畫表.....	53
圖 十：中部區域計畫森林區位置圖.....	54
圖 十一：霧社—埔里系統觀光資源分佈圖.....	55
圖 十二：惠蓀林場組織系統圖.....	57
圖 十三：惠蓀林場交通系統圖.....	58
圖 十四：現有土地利用分區圖.....	59
表 十六：地景結構與地景流關係表.....	60
圖 十五：地景結構與地景流說明圖.....	60
圖 十六：操作步驟流程圖.....	62
表 十七：土地利用分區類型關係說明表.....	67
圖 十七：惠蓀林場適宜發展林木經營土地位置圖.....	70
圖 十八：惠蓀林場適宜發展教學實習土地位置圖.....	71
圖 十九：惠蓀林場適宜發展森林研究土地位置圖.....	73
圖 二十：惠蓀林場適宜發展森林遊樂土地位置圖.....	74
圖 二十一：惠蓀林場適宜作為限制開發區土地位置圖.....	76
表 十八：土地利用分區原則表.....	78
圖 二十二：土地利用替選方案一.....	81
圖 二十三：土地利用替選方案二.....	82
圖 二十四：土地利用替選方案三.....	83
圖 二十五：土地利用替選方案四.....	84
圖 二十六：土地利用替選方案五.....	85
表 十九：規劃目標與方案評估準則說明表.....	86
表 二十：替選方案評估表.....	88
圖 二十七：最適土地利用分區圖.....	89
表 二十一：最適方案評估表.....	89

表 目 錄

圖 一：研究範圍圖.....	3
圖 二：研究流程圖.....	6
表 一：土地利用規劃所需自然環境、人文特性資料與分析內容	9
表 一：土地利用規劃所需自然環境、人文特性資料與分析內容（續）	10
表 二：型態法說明表	10
表二：型態法說明表（續）	11
表 三：序位法說明表	11
表 四：線性組合法說明表.....	12
表 五：非線性組合法說明表	12
表 六：因素組合法說明表.....	13
表 七：群團分析說明表	13
表 八：邏輯組合法說明表.....	14
表 九：土地適宜性分析方法比較表	15
圖 三：地景生態規劃流程圖	27
圖 四：地景生態計畫結構圖	28
圖 五：森林生態系經濟價值圖.....	30
表 十：森林生態系經營理念說明表	31
表 十一：地理資訊系統定義表.....	39
表十一：地理資訊系統定義表（續）	40
表 十二：向量式與網格式比較表	43
圖 六：惠蓀林場年平均氣溫及年雨量圖	46
圖 七：惠蓀林場地形圖	46
表 十三：惠蓀林場土壤特性說明表	47
圖 八：惠蓀林場土系圖	48
圖 九：惠蓀林場水系圖	48
表 十四：惠蓀林場主要林型之面積說明表.....	51
表 十五：相關計畫表	53
圖 十：中部區域計畫森林區位置圖	54

圖 十一：霧社—埔里系統觀光資源分佈圖	55
圖 十二：惠蓀林場組織系統圖	57
圖 十三：惠蓀林場交通系統圖	58
圖 十四：現有土地利用分區圖	59
表 十六：地景結構與地景流關係表	60
圖 十五：地景結構與地景流說明圖	60
圖 十六：操作步驟流程圖	62
表 十七：土地利用分區類型關係說明表	67
圖 十七：惠蓀林場適宜發展林木經營土地位置圖	70
圖 十八：惠蓀林場適宜發展教學實習土地位置圖	71
圖 十九：惠蓀林場適宜發展森林研究土地位置圖	73
圖 二十：惠蓀林場適宜發展森林遊樂土地位置圖	74
圖 二十一：惠蓀林場適宜作為限制開發區土地位置圖	76
表 十八：土地利用分區原則表	78
圖 二十二：土地利用替選方案一	81
圖 二十三：土地利用替選方案二	82
圖 二十四：土地利用替選方案三	83
圖 二十五：土地利用替選方案四	84
圖 二十六：土地利用替選方案五	85
表 十九：規劃目標與方案評估準則說明表	86
表 二十：替選方案評估表	88
圖 二十七：最適土地利用分區圖	89
表 二十一：最適方案評估表	89