

陽明山國家公園景觀生態干擾效應與 區域生境安全格局之研究

內政部營建署陽明山國家公園管理處委託研究報告

中華民國 95 年 12 月

(國科會 GRB 編號)

PG9503-0662

(本部計畫編號)

095-301020300G1005

陽明山國家公園景觀生態干擾效應與 區域生境安全格局之研究

受委託者：財團法人臺灣發展研究院

研究主持人：賴明洲 教授/博士

協同主持人：薛怡珍 研究員/博士

劉儒淵 研究員/博士

張小飛 副研究員/博士

研究人員：李佩芳、李吳嘉、黃莉婷、

余貞曄、黃鈺婷、楊孟潭、

許伯嘉、張慧如

內政部營建署陽明山國家公園管理處委託研究報告

中華民國 95 年 12 月

目次

表次.....	III
圖次.....	IV
摘要.....	VI
目次.....	I
第一章 緒論.....	1
第一節 計畫緣起與研究目的.....	1
第二節 研究方法與研究流程.....	5
第二章 文獻回顧.....	13
第一節 相關名詞概述.....	13
第二節 區域生境安全格局.....	16
第三節 生態(系統)健康、生態系統管理與恢復生態學	19
第三章 基地現況概述.....	23
第一節 陽明山國家公園自然資源概述.....	24
第二節 陽明山國家公園人文資源概述.....	39
第三節 陽明山國家公園遊憩資源概述.....	45

第四節	陽明山國家公園環境規劃目標之確立	52
第四章	研究方法	55
第一節	區域生境安全格局操作模式	55
第二節	景觀生態類型分類步驟	66
第三節	景觀指數計算方式	72
第五章	研究結果	79
第一節	哺乳類區域生境安全格局	79
第二節	鳥類區域生境安全格局	91
第三節	兩棲類區域生境安全格局	103
第四節	爬蟲類區域生境安全格局	111
第五節	景觀生態干擾效應與景觀指數分析	118
第六節	結果與討論	122
第六章	結論與建議	131
第一節	結論	131
第二節	建議	134
附錄一	137
參考文獻	139

表 次

表 1-1.	陽明山國家公園土地利用分區劃設原則與管理原則	3
表 1-2.	研究時程計畫作業進度表	12
表 3-1.	陽明山國家公園月平均氣溫 (°C) 表	25
表 3-2.	陽明山國家公園月降雨量 (mm) 表	25
表 3-3.	陽明山國家公園月降雨日數	26
表 3-4.	陽明山國家公園月平均相對溼度 (%)	26
表 3-5.	海拔高度分析表	29
表 3-6.	坡度分析表	30
表 3-7.	陽明山國家公園四大火山分區環境發展與限制表	31
表 3-8.	陽明山國家公園主要河川流域特性彙整表	33
表 3-9.	陽明山國家公園重要古道之歷史意涵與重要性及保育現況	43
表 3-10.	陽明山國家公園遊憩資源類型表	45
表 3-11.	臺灣地區遊客人數與陽明山國家公園主要遊憩區遊客人數比較表	47
表 3-12.	陽明山國家公園計畫分區年代比較表	53
表 3-13.	陽明山國家公園 1994-2005 年計畫分區細部比較表	53
表 4-1.	陽明山國家公園區域生境安全格局操作說明	58
表 4-2.	陽明山國家公園具代表之特有種與保育類動物名錄	60
表 4-3.	陽明山國家公園第一優先保育物種相關文獻回顧資料彙整表	63
表 4-4.	陽明山國家公園第一優先保育物種生態資料一覽表	64
表 4-5.	陽明山國家公園景觀生態類型表	66
表 4-6.	陽明山國家公園歷年景觀生態類型面積比較表	70
表 5-1.	植被結構組成評估等級	81
表 5-2.	人為干擾程度評估等級	82
表 5-3.	陽明山國家公園哺乳類動物生境或物種遷移阻力評值表	82
表 5-4.	陽明山國家公園紫嘯鸕生境或物種遷移阻力評值表	92
表 5-5.	陽明山國家公園鉛色水鸕生境或物種遷移阻力評值表	93
表 5-6.	陽明山國家公園大冠鶯、臺灣藍鶲及畫眉生境或物種遷移阻力評值表	93
表 5-7.	陽明山國家公園兩棲類生境或物種遷移阻力評值表	104
表 5-8.	陽明山國家公園爬蟲類生境或物種遷移阻力評值表	112
表 5-9.	陽明山國家公園整體景觀指數分析一覽表	119
表 5-10.	景觀多樣性指數檢定一覽表	119
表 5-11.	1983 年陽明山國家公園個別景觀指數分析一覽表	120
表 5-12.	1994 年陽明山國家公園個別景觀指數分析一覽表	120
表 5-13.	2003 年陽明山國家公園個別景觀指數分析一覽表	121
表 5-14.	各國家公園計畫分區面積比較表	122
表 5-15.	陽明山國家公園景觀策略點判識結果比較	126

圖 次

圖 1-1.	陽明山國家公園計畫分區圖	2
圖 1-2.	研究計畫架構流程圖	7
圖 1-3.	地理資訊系統圖檔蒐集及建立操作步驟	8
圖 1-4.	陽明山國家公園 27 張航空照片範圍圖	8
圖 1-5.	區域生境安全格局判釋之操作步驟	9
圖 1-6.	陽明山國家公園三期航空照片鑲嵌圖	10
圖 1-7.	陽明山國家公園地理資訊系統前置作業圖檔	11
圖 3-1.	陽明山國家公園航空照片圖	23
圖 3-2.	陽明山國家公園降雨量圖	26
圖 3-3.	陽明山國家公園地質年代圖	27
圖 3-4.	陽明山國家公園火山地形分區圖	28
圖 3-5.	陽明山國家公園高程圖	29
圖 3-6.	陽明山國家公園坡度圖	30
圖 3-7.	陽明山國家公園水系圖	32
圖 3-8.	陽明山國家公園植群分佈圖	35
圖 3-9.	陽明山國家公園保安林圖	36
圖 3-10.	陽明山國家公園行政區界分區圖	40
圖 4-1.	陽明山國家公園景觀生態類型（土地使用類型）數化網格圖	69
圖 4-2.	陽明山國家公園歷年景觀生態類型面積消長圖	71
圖 5-1.	動物活動範圍.....	80
圖 5-2.	陽明山國家公園臺灣獼猴區域生境安全格局分佈圖	85
圖 5-3.	陽明山國家公園山羌區域生境安全格局分佈圖	86
圖 5-4.	陽明山國家公園白鼻心區域生境安全格局分佈圖	87
圖 5-5.	陽明山國家公園麝香貓區域生境安全格局圖	88
圖 5-6.	陽明山國家公園哺乳類區域生境安全格局分佈圖	90
圖 5-7.	陽明山國家公園紫嘯鸕區域生境安全格局分佈圖	96
圖 5-8.	陽明山國家公園鉛色水鶉區域生境安全格局分佈圖	97
圖 5-9.	陽明山國家公園大冠鶯區域生境安全格局分佈圖	98
圖 5-10.	陽明山國家公園臺灣藍鵲區域生境安全格局分佈圖	99
圖 5-11.	陽明山國家公園畫眉區域生境安全格局分佈圖.....	100
圖 5-12.	陽明山國家公園鳥類區域生境安全格局分佈圖	102
圖 5-13.	陽明山國家公園褐樹蛙區域生境安全格局分佈圖	106
圖 5-14.	陽明山國家公園臺北樹蛙區域生境安全格局分佈圖	107
圖 5-15.	陽明山國家公園莫氏樹蛙區域生境安全格局分佈圖	108
圖 5-16.	陽明山國家公園兩棲類區域生境安全格局分佈圖	110
圖 5-17.	陽明山國家公園臺灣草蜥區域生境安全格局分佈圖	114

圖 5- 18. 陽明山國家公園臺灣蛇蜥區域生境安全格局分佈圖	115
圖 5- 19. 陽明山國家公園爬蟲類區域生境安全格局分佈圖	117
圖 5- 20. 陽明山國家公園個別區塊類型面積比較圖	121
圖 5- 21. 整體生境安全格局源點分佈圖	123
圖 5- 22. 陽明山國家公園物種生境之生態策略點分佈圖	125
圖 5- 23. 陽明山國家公園物種區域生境安全格局分佈圖	127
圖 5- 24. 陽明山國家公園生態廊道圖	129



摘要

關鍵字：景觀生態學 (Landscape ecology)、區域生境安全格局 (Regional habitat security pattern)、生態干擾效應 (Ecological disturbance effect)

一、研究緣起

國家公園乃以保存珍貴稀有資源為主，以「為保護國家特有風景，野生物及史蹟，並提供國民之育樂及研究」為設立宗旨。為避免過多的遊憩活動對國家公園生物棲息範圍造成負面的衝擊影響，本研究透過區域生境安全格局理論並結合地理資訊系統技術對陽明山國家公園進行物種生境空間分析，並評估第二次通盤檢討的計畫分區對生境格局的影響程度及干擾效應。

二、研究方法及過程

本研究主要採用文獻回顧法、實地觀測調查法、區域生境安全格局判釋法、生態干擾效應評估等方法進行研究。

三、重要發現

哺乳類主要源點大部份分佈於目前鹿角坑生態保護區及磺嘴山生態保護區以及特別景觀區中，其區域生境安全格局屬於網絡型。鳥類主要源點分佈於生態保護區及特別景觀區範圍內，其遷移路徑密集分佈於整個陽明山國家公園。兩棲類源點、策略點以及遷移路徑主要沿著水源及低坡度的環境分佈，而爬蟲類源點大部份分佈於生態保護區及特別景觀區範圍中，策略點位置大多位於四周低海拔且坡度平緩的一般管制區。

四、主要建議事項

立即可行的建議：

(一) 針對陽明山國家公園境內的哺乳類動物區域生境安全格局的保護，應加強磺嘴山北側（鹿角坑溪附近）與中正山至紗帽山間的生態廊道的串連以及擴大生態保護區之劃設範圍。

(二) 針對陽明山國家公園境內的鳥類區域生境安全格局的保護，應加強新北投、竹子

湖、鹿角坑生態保護區至馬槽間等一般管制區生境保護，以建構完善之鳥類區域生境安全格局。

(三) 而欲建構完善的兩棲類區域生境安全格局，則應需注意各溪流水質監測、控管及棲地附近生態環境的保護。除此之外，應於兩棲類通過的最小累積生境阻力路徑或通道周邊應加強緩衝區劃設，以強化陸域及水域廊道的連接。

(四) 爬蟲類的部份則應著重加強鹿角坑生態保護區西側及陽明山國家公園園區南側一般管制區中其生態環境的維護及生態廊道的串連，並且於這些地區加強爬蟲類生境重建，同時對在地區民宣導物種生態環境之重要性。

中長期的建議：

未來的動植物調查研究應可考慮結合 3S 技術，加強管理處自然資源資料庫的建立，希望藉由適度的經營管理與人為控制，避免因開發對環境所造成的過度干擾與衝擊。

ABSTRACT

Keywords: Landscape ecology, Regional habitat security pattern, Ecological disturbance effect

1. Main Purpose

The main purpose of national parks is based on preservation of precious and rare resources. The aim of establishment is not only to protect nationally specific scenery, wildlife and historic sites, but also to provide citizens with recreation and research. Excessive recreational activities may cause negative influence on species habitats. Therefore, this study adopted the theory of regional habitat security pattern and unified the geographic information system (GIS) technology to analyze species habitats in the Yangmingshan National Park. Through a divisional district plan of the second overall review, the present study had also evaluated the influence and disturbance effect on species habitat pattern.

2. Methodology

Literature review, in-situ observation, the approach of regional habitat security pattern, and the evaluation of the ecological disturbance effect.

3. Important results

The final finding was detected as: the major source of mammals is almost distributed in Lujiaokeng Ecological Conservation Area, Mt. Huangzuei Ecological Conservation Area and significant scenic areas. The mammal regional habitat security pattern belongs to a network type. The main source of birds is almost distributed in ecological conservation areas and significant scenic areas. Bird's migration path is distributed in the entire Yangmingshan National Park. The amphibian's source, strategic point and migration path mainly follow the water environment and low slope to distribute. The reptile source is mostly distributed in the ecological conservation areas and significant scenic areas. In addition, the strategic point of reptile mostly be located in a lower elevation and slope even in a Development Controlled Area.

4. Suggestions

- (1) In order to protect mammal regional habitat security pattern in the Yangmingshan National Park, this study emphasized on a strong connection of the ecological corridors between the north side of the Huangzuei Mountain (nearby Lujiaokeng Stream) and the Zhongheng Mountain to Shamao Mountain, and an extension of the ecological protected area.

- (2) To protect bird's regional habitat security pattern should strengthen the habitat conservation of the General Restricted Area in the Hsin Beitou, Jhuzihhu, Lujaokeng Ecological Conservation Area to Macao in order to establish bird's regional habitat security pattern. The protection of bird's regional habitat security pattern in the Yangmingshan National Park was focused on the habitat protection of the General Restricted Area from Hsin Beitou, Jhuzihhu, Lujaokeng Ecological Conservation Area to Macao in order to establish bird's regional habitat security pattern.
- (3) It is necessary to monitor water quality and protect ecological environment near habitats in order to establish amphibian regional habitat security pattern. In addition, it is also necessary to establish a buffer area near the amphibian path of minimum cumulative resistance (MCR) . It strengthened both terrestrial and aquatic ecological corridors.
- (4) In terms of reptiles, it should be placed emphasis on the protection of ecological environment and the connection of ecological corridors in the west of the Lujaokeng Ecological Conservation Area and in the south of the General Restricted Area, the Yangmingshan National Park. Besides the reconstruction of the reptile habitats in these areas, it is important to guide local people to understand the ecological environment of the species.

The future investigation for animals and plants would use the 3S technique in order to integrate the GIS database of natural resources in the administrative office. By means of appropriate management and control, it was expected to avoid excessive disturbance and impact on environmental development.



第一章 緒論

第一節 計畫緣起與研究目的

壹、計畫緣起與研究目的

國家公園以保存珍貴稀有資源為主，以「為保護國家特有風景，野生物及史蹟，並提供國民之育樂及研究」為設立宗旨。為避免過多的遊憩活動對國家公園生物棲息範圍造成負面的衝擊影響，本研究以景觀生態學（或稱地景生態學）、區域生境安全格局、生態（系統）健康、恢復生態學、生態系統管理等觀點探討陽明山國家公園境內之景觀生態干擾效應與適應性生態系統管理之研究，研究目的在於取得最適生境安全格局，以提供對陽明山國家公園管理處經營管理工作上之參考。

貳、研究範圍

本研究之服務工作範圍為陽明山國家公園（如圖 1-1）。陽明山國家公園為臺灣地區第 3 個成立的國家公園，以臺灣最北端之富貴角與臺北盆地間之大屯火山群壘地區為中心，其區域位於臺灣次北端，以東面至磺嘴山、五指山東側、西面至烘爐山、面天山西麓，北面包括竹子山及其北面之土地公嶺；南面至紗帽山南麓，向東延伸至平等里東側山谷為界，區內擁有豐富的自然生態、人文史蹟、景觀資源。其範圍包括臺北市士林區與北投區以及臺北縣萬里鄉、金山鄉、石門鄉、三芝鄉以及淡水鎮，面積共計 11,455 公頃。包括生態保護區（共計 1,349 公頃，佔總面積約 11.78 %），特別景觀區（共計 4,364 公頃，佔總面積約 38.10 %），遊憩區（共計 283 公頃，佔總面積約 2.48 %）；一般管制區（共計 5,459 公頃，佔總面積約 47.66 %）。其土地利用分區劃設原則與管理原則說明如表 1-1。

依據臺閩地區營建 93 年統計年報（內政部營建署，2004）資料顯示：陽明山國家公園區域內目前植物種類共計有 1,773 種，單子葉植物 351 種、雙子葉植物 831 種、裸子植物 2 種、蕨類植物 195 種、苔蘚類植物 123 種、藻類植物 50 種。其它還有菌類植物 210 種及地衣類 11 種。其中重要的森林景觀包括以紅楠為主、以長梗紫芋麻為主、以大葉楠為主、以及以昆欄樹為主等的森林景觀，及人工林景觀（內政部，2005）。

哺乳類動物共計約 22 種，約佔臺灣陸生哺乳動物三分之一，其中屬於珍貴稀有野

生動物共計 5 種，包括臺灣獼猴、山羌、白鼻心、穿山甲、麝香貓。於陽明山國家公園內鳥類約 120 種（內政部營建署，2004），約佔全臺灣地區鳥類種數的五分之一。候鳥的種數佔一半左右，且大多為冬候鳥。陽明山國家公園中留鳥中屬於珍貴稀有野生動物包括冠鷲、臺灣藍鵲、畫眉、鳳頭蒼鷹、夜鷲、領角鴉、紅隼、灰面鷲、赤腹鷹等；留鳥中屬於其他應予保育之野生動物共計 2 種，包括紫嘯鶇、鉛色水鶇；候鳥中屬於其他應予保育之野生動物計有 1 種為紅尾伯勞。兩棲類共計約 22 種，約佔臺灣產兩棲類種數的近七成，其中屬於珍貴稀有野生動物共計 6 種，包括褐樹蛙、臺北樹蛙、臺北赤蛙、莫氏樹蛙、貢德氏赤蛙、虎皮蛙。爬蟲類共計約 48 種，約佔臺灣產陸生爬蟲類種數的一半以上，其中屬於珍貴稀有野生動物共計 11 種，包括食蛇龜、柴棺龜、臺灣蛇蜥、蛇蜥、臺灣草蜥、龜殼花、雨傘節、眼鏡蛇、環紋赤蛇、紅竹蛇、錦蛇。魚類共計約 12 種，蝴蝶共計約 191 種，約佔臺灣產蝴蝶種類的八分之三以上。

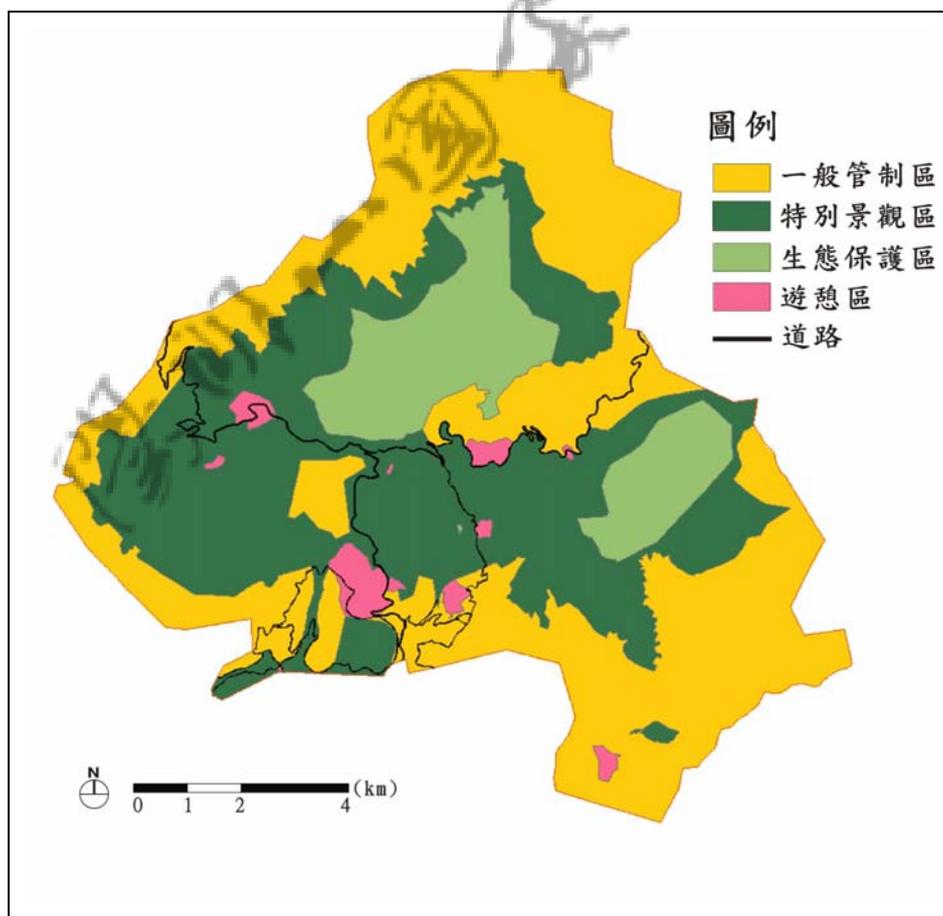


圖 1- 1. 陽明山國家公園計畫分區圖

(內政部，2005)

表 1-1. 陽明山國家公園土地利用分區劃設原則與管理原則

土地利用分區類別	定義	劃設原則	管理原則	代表區域
生態保護區	係指為供研究而應嚴格保護之天然生物社會及其生育環境之地區。	<ul style="list-style-type: none"> ■具有特殊性及代表性、自然度高（已經復育）之生態系。 ■重要珍稀或特殊之動植物。 ■環境歧異度高、生物多樣性高。 ■地質、地形、水文環境敏感區，需維持自然及原始狀態或不宜破壞自然環境，以免造成環境災害者。 ■本計畫依據林曜松等（1983）《陽明山國家公園生態景觀資源研究》及嚴月珠（1983）《陽明山國家公園旅遊活動及遊憩需求之調查與分析》原則劃設。 	平時嚴格管制，禁止進入。除非為學術研究所必要，經過向管理處申請同意，或是管理處舉行生態研究活動，始准予進入。	鹿角坑、磺嘴山、夢幻湖共3處生態保護區。
特別景觀區	係指具無法以人力再造之特殊天然景緻，而應妥予保護之地區。	<ul style="list-style-type: none"> ■生態保護區外圍屬硫氣孔、箭竹草原、火山口湖等特殊景觀之地區。 ■區域西北面、西南面包括南面中正山、紗帽山一帶海拔標高500公尺以上之地區，以及東北面往南至鵝尾山一帶海拔標高700公尺以上之地區，基於視覺景觀保護需要，劃設為特別景觀區。 ■主要景觀道路中心兩旁各50公尺，及次要景觀道路中心兩旁各25公尺之地區，基於視覺景觀保護需要，劃設為特別景觀區。 	<p>特別景觀區或生態保護區內，為應特殊需要，經國家公園管理處許可，可為下列行為：</p> <ul style="list-style-type: none"> ■引進外來動植物。 ■採集標本。 ■使用農藥。 	擎天崗、金包里大路
遊憩區	可以發展國民戶外遊憩活動，並適合興建遊憩設施，開發遊憩資源的地區。	<ul style="list-style-type: none"> ■區位理想且適宜作為全區國民遊憩服務中心的地區。 ■景觀優雅，腹地廣大，客觀發展條件優良的地區。 ■已具有遊憩區的規模，僅需要稍加規劃整理，即可發展為優良遊憩的地區。 	<p>經國家公園管理處許可為下列行為：</p> <ul style="list-style-type: none"> ■公司建物或道路、橋樑之建設與拆除。 ■水面、水道的填塞、改道或擴展。 ■礦物或土石之勘探。 	馬槽七股溫泉區、二子坪、大屯自然公園、陽明公園區、童軍露營區、菁山露營區、雙溪瀑布、硫磺谷龍鳳谷、冷水坑、小油坑共10處。
一般管制區	資源景觀品質介於保護與利用地區之間的緩衝區，得准許原有土地利用型態的地區。	前述分區之外具有緩衝性質的地區。	<ul style="list-style-type: none"> ■土地的開墾或變更使用。 ■垂釣魚類或放牧牲畜。 	竹子湖一帶

(整理自《陽明山國家公園計畫第二次通盤檢討》，2000)

參、研究內容

本研究之服務項目及服務內容茲分述如下，包括理論之探討、現況資源之分析、現有地理資訊系統資料庫之整合、干擾效應之評估、管理策略之擬定、以及研究成果之撰寫等。

- 一、相關理論之探討，包括景觀生態學（或稱地景生態學）、區域生境安全格局、生態（系統）健康、恢復生態學、生態重建、生態系統管理等。
- 二、現況資源與遊憩使用類型之調查分析。
- 三、陽明山國家公園自然資源地理資訊系統資料庫之整合。
- 四、景觀生境干擾效應之評估。
- 五、適應性生態系統管理策略之擬定。
- 六、研究成果之撰寫。

第二節 研究方法與研究流程

壹、研究方法概述

本研究針對研究內容及研究流程，主要採用文獻回顧法、實地觀測調查法、區域生境安全格局判釋法、干擾效應評估法等，以進行全程工作。

- 一、文獻回顧法：針對包括景觀生態學（或稱地景生態學）、區域生境安全格局、生態（系統）健康、恢復生態學、生態系統管理等相關理論進行文獻回顧評述。
- 二、實地觀測調查法與土地利用類型圖檔建立：針對環境現況及遊憩衝擊進行實地觀測與調查，並蒐集相關資料以建立土地利用類型圖檔。依據地表覆蓋類型將土地利用類型分為 11 類，包括水體（天然形成或人工開發的水體，包括河川、溪流、湖泊、溫泉等）、林地（天然林地或人工植栽的林地，包括闊葉林及混濇林等）、灌草地（天然地被或人工植栽的地被，包括灌木、地被、以及草地）、果園（具生產、經濟價值的果園，包括各類果園、苗圃、以及花園等）、農作物用地（具生產、經濟價值的農地，包括水稻田、旱作田、以及菜園等）、裸露地（包括荒地、廢耕地、沙石地、棄土地、崩塌地、以及停車場等未有植被覆蓋的土地）、墳墓（供喪葬設施的土地）、礦場（供礦業的土地）、建成地（人為創造的建區，供人生活、生產等功能的土地。包括建築聚落及獨立房屋等）、道路（交通運輸用地，提供縣與縣、市與市鎮間的聯絡交通要道。包括省道及一般道路）、其它（其他無法歸類於上述分類者以及圖面上留白的用地，包括軍事用地）。
- 三、區域生境安全格局判釋法：整合陽明山國家公園自然資源地理資訊系統資料庫，以判釋生境之源（source），進而建立阻力面，並依據阻力面來判釋生境安全格局，以區劃陽明山國家公園生境安全格局之緩衝區、源間聯接、輻射道和策略點等。判釋的步驟包括源的確定、物種穿越生境介面阻力之分析、生境阻力表面之建立、策略點之判釋、緩衝區之判定、生境安全格局之確立等。
 - （一）物種穿越生境介面阻力分析：物種從源移動到空間某一點的過程中，由於生境介面所形成的阻力值不同，因此對物種移動有不同的影響。依據不同保護物種的生境阻力有不同分類標準。舉凡如生境的地表覆蓋度、坡度、坡向和高程等均影響其每一點的阻力值。當考慮因子多時，採用加權的方法計算各因子對總阻力值的大小。
 - （二）建立生境阻力表面：生境阻力表面反映了物種空間運動的趨勢，有多種數學模式可用來表達該趨勢表面的建立。其中最為常用的為最小累積阻力模式（minimum cumulative resistance, 簡稱 MCR）(Knaanpen *et al.*, 1992; Yu, 1995a,

b)。該模式考慮源、距離和生境介面特徵（地表覆蓋度、坡度、坡向、高程等）3個因子。

本研究以確保陽明山國家公園境內物種生境之源與策略點生態廊道聯繫是否健全為目標，找出區域生境安全格局，並以具代表性之陽明山國家公園物種為生境源之選擇依據。

四、干擾效應評估法：針對碎形維度指數（fractal dimension, FD ）、景觀分離度（separation index, S_k ）與景觀破碎度（fragmentation）等景觀生態指數，並結合地理資訊系統軟體評估生境干擾效應及其景觀格局健康性。

（一）碎形維度指數（fractal dimension, FD ）計算如公式 1 所示， k 回歸方程中自變量的系數（即斜率）， k 由公式 2 可求得。 L 為周長， S 為面積， C 為截距。 $1 < FD$ 值 < 2 。當 FD 值愈趨近於 1，區塊的自相似性愈強，區塊形狀愈有規律；同時 FD 值愈趨近於 1，區塊的幾何形狀愈趨近於簡單（Turner, 1990）。

$$FD = 2k \quad \text{公式 1}$$

$$\ln(L/4) = (k \times \ln S) + C \quad \text{公式 2}$$

（二）景觀分離度（separation index, S_k ）計算如公式 3 所示，其中 D_k 為景觀類型 k 的距離指數， $D_k = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{n_k}{A}}$ ； B_k 為景觀 k 的面積指數， $B_k = \frac{A_k}{A}$ 。 A_k 為景觀類型 k 的面積和； A 為景觀總面積； n 表景觀類型 k 中的區塊總個數； S_k 表景觀類型 k 的分離度值，即某一景觀類型中不同區塊個體分離程度。分離度值越大，則景觀分佈越複雜、破碎化程度也較高（修改自陳利頂、傅伯杰，1996）。

$$S_k = \frac{D_k}{B_k} \quad \text{公式 3}$$

（三）景觀破碎度（fragmentation）係指景觀的破碎化程度，反映景觀空間結構的複雜性（complexity）（陳利頂、傅伯杰，1996），計算如公式 4 所示，其中 n 表景觀類型 k 中的區塊總個數， A 為景觀總面積。

$$C = \sum_{k=1}^m \frac{n_k}{A} \quad \text{公式 4}$$

貳、操作步驟與研究流程

本研究依據研究計畫緣起、研究範圍、研究目的、研究內容及研究時程等研擬研究計畫架構流程說明如圖 1-2，圖檔蒐集及建立之操作步驟說明如圖 1-3，包括 27 張航空

照片圖（如圖 1-4），區域生境安全格局判釋之操作步驟說明如圖 1-5。目前已完成陽明山國家公園 1985 年、1994 年及 2003 年三期航空照片圖之掃瞄、校正（如圖 1-6）及數化工作，以及陽明山國家公園地理資訊系統圖檔之蒐集（如圖 1-7）。

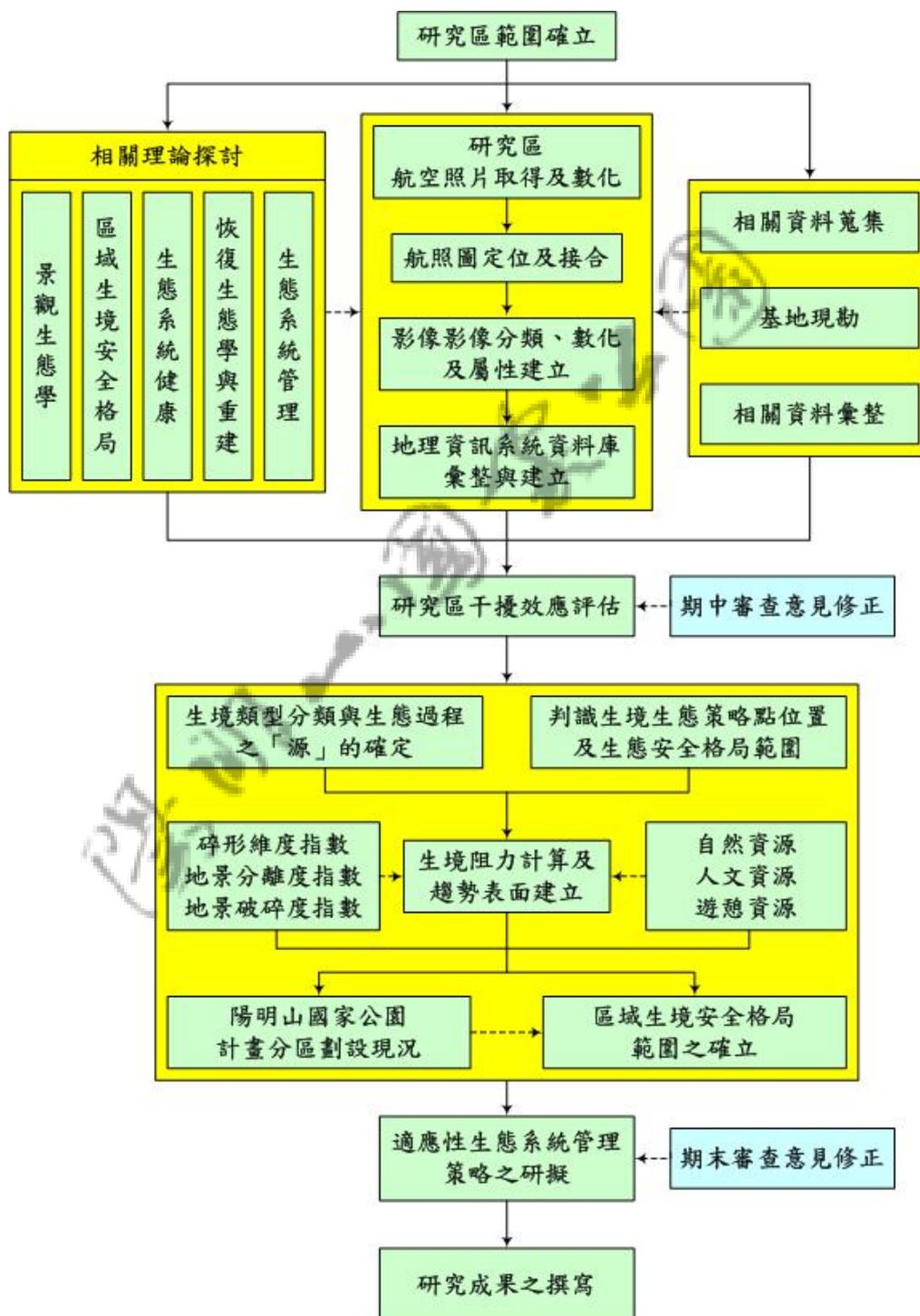


圖 1-2. 研究計畫架構流程圖

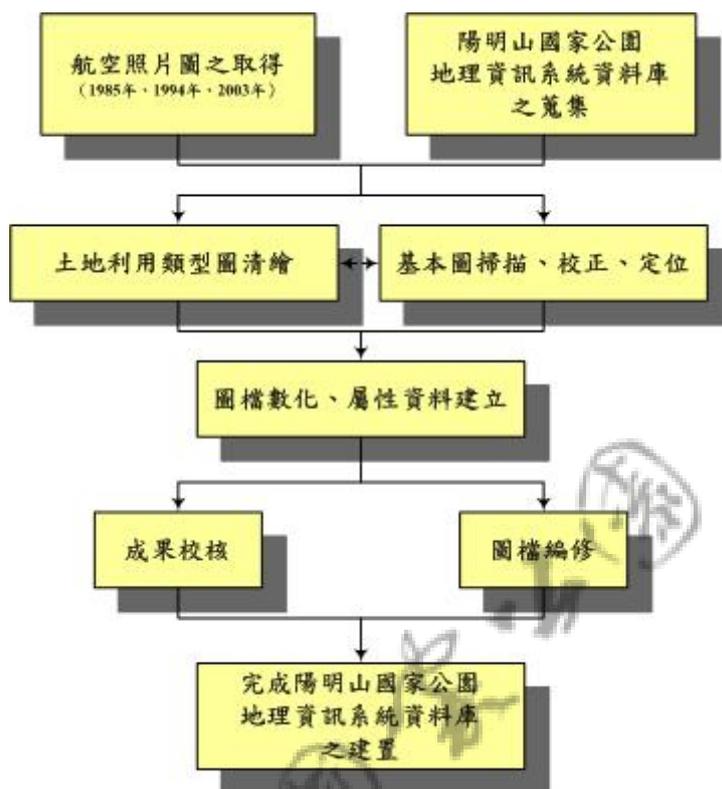


圖 1- 3. 地理資訊系統圖檔蒐集及建立操作步驟

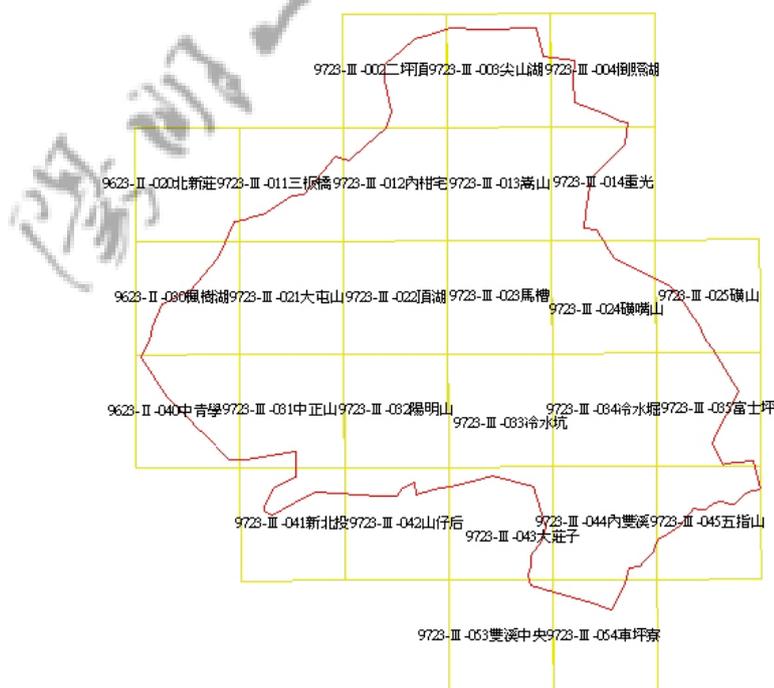


圖 1- 4. 陽明山國家公園 27 張航空照片範圍圖

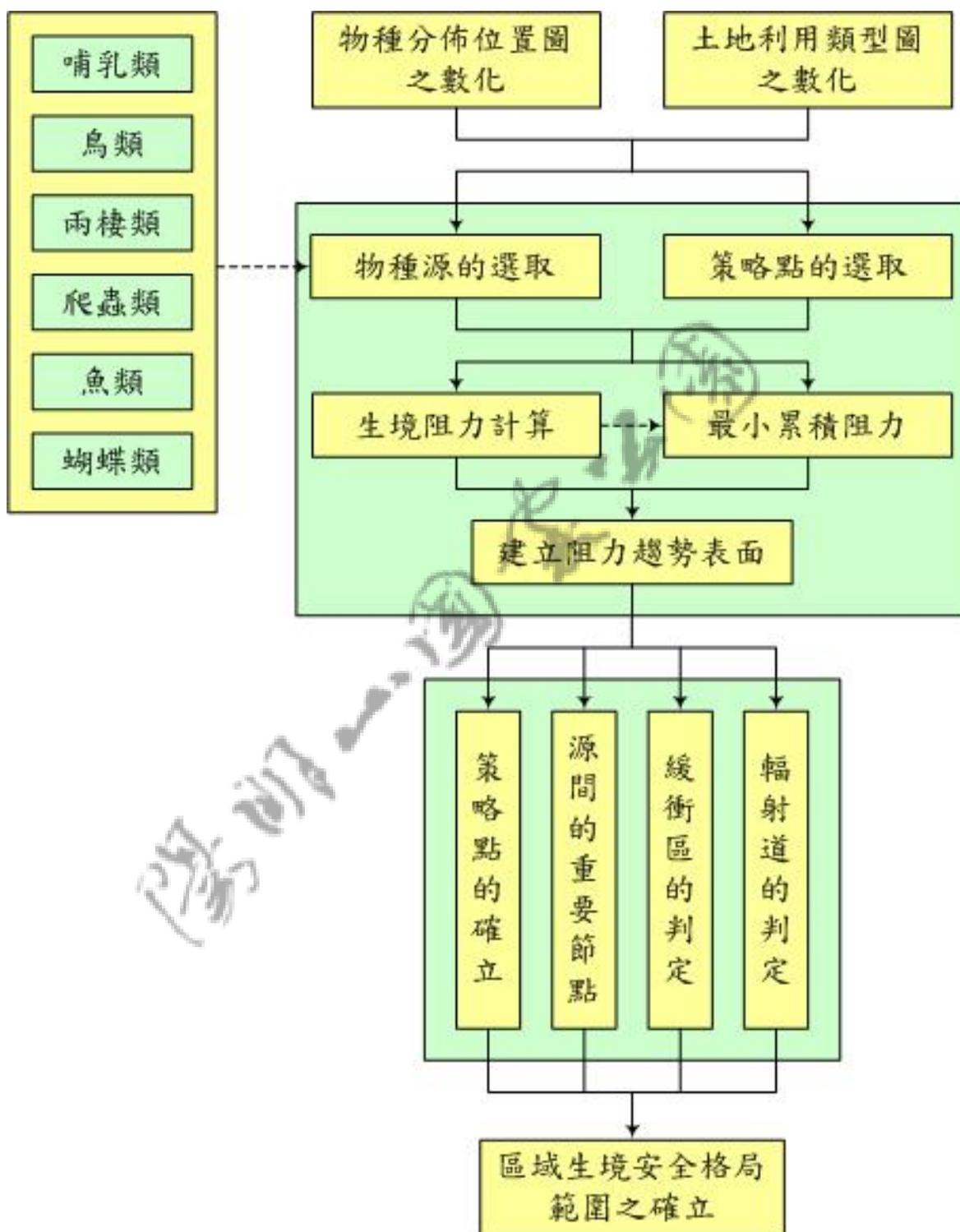
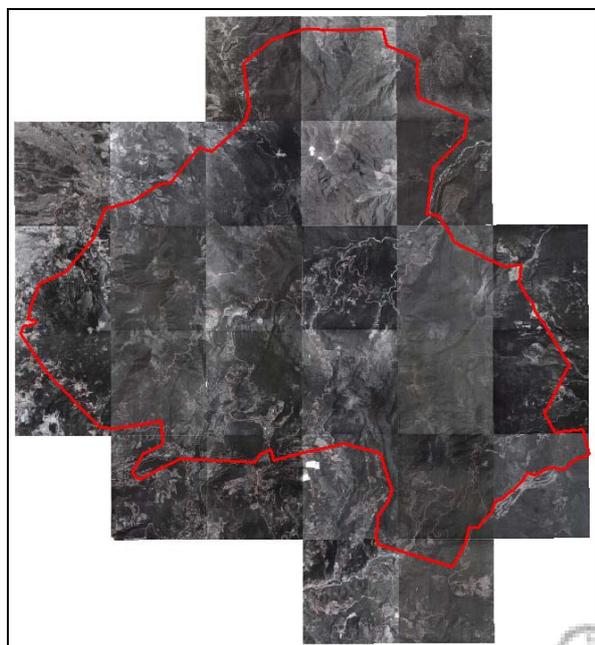
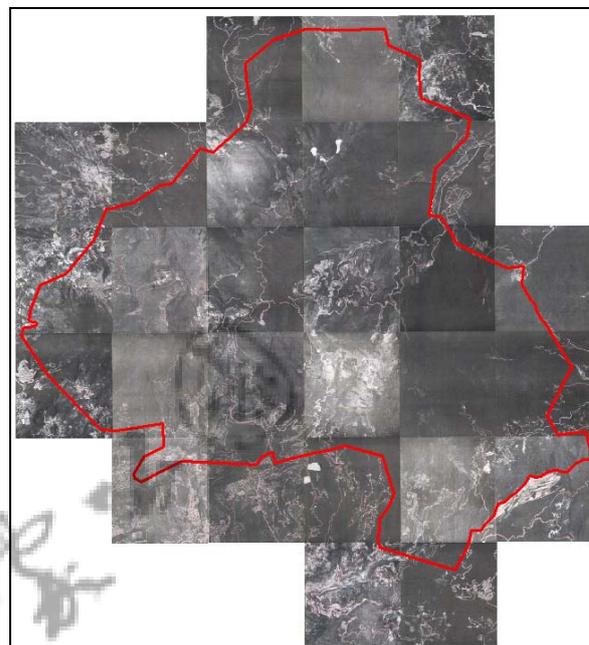


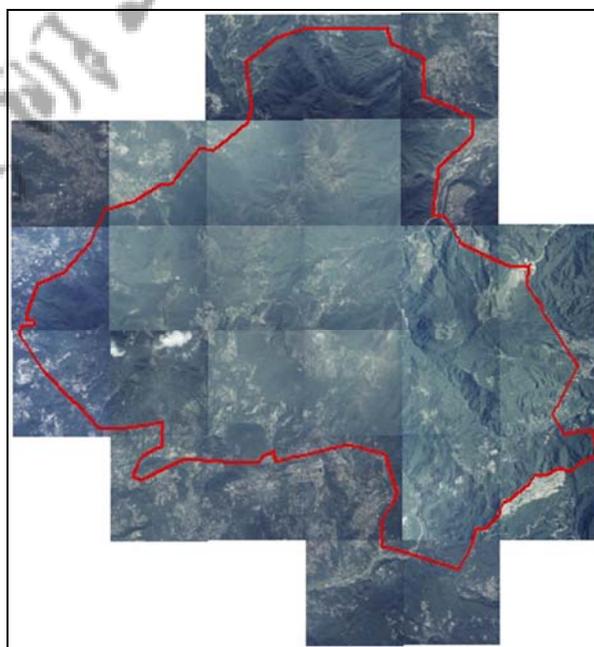
圖 1-5. 區域生境安全格局判釋之操作步驟



1985 年航空照片鑲嵌圖

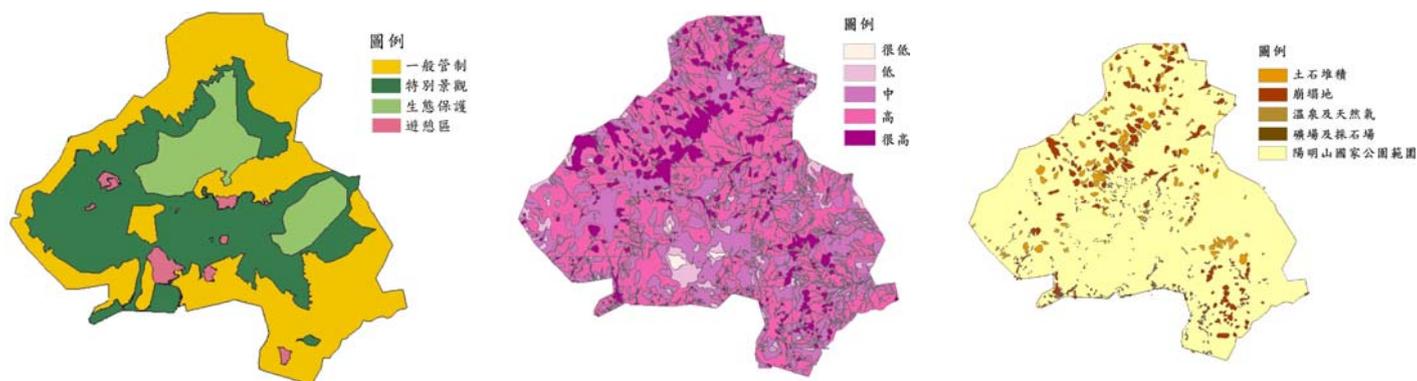


1994 年航空照片鑲嵌圖



2003 年航空照片鑲嵌圖

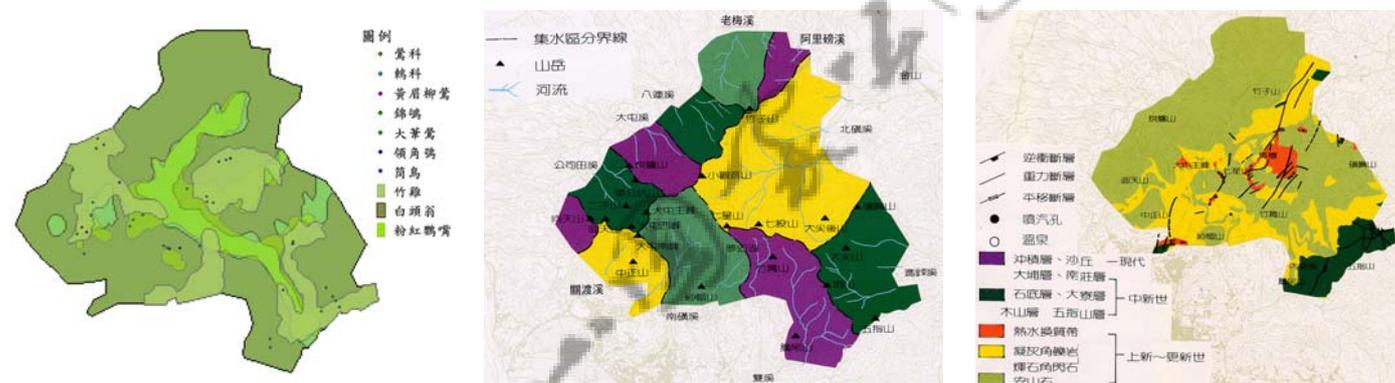
圖 1- 6. 陽明山國家公園三期航空照片鑲嵌圖



陽明山國家公園計畫分區圖 (數化檔)
(引自陽明山國家公園, 2005)

陽明山國家公園環境敏感圖 (數化檔)
(引自張石角等, 1989)

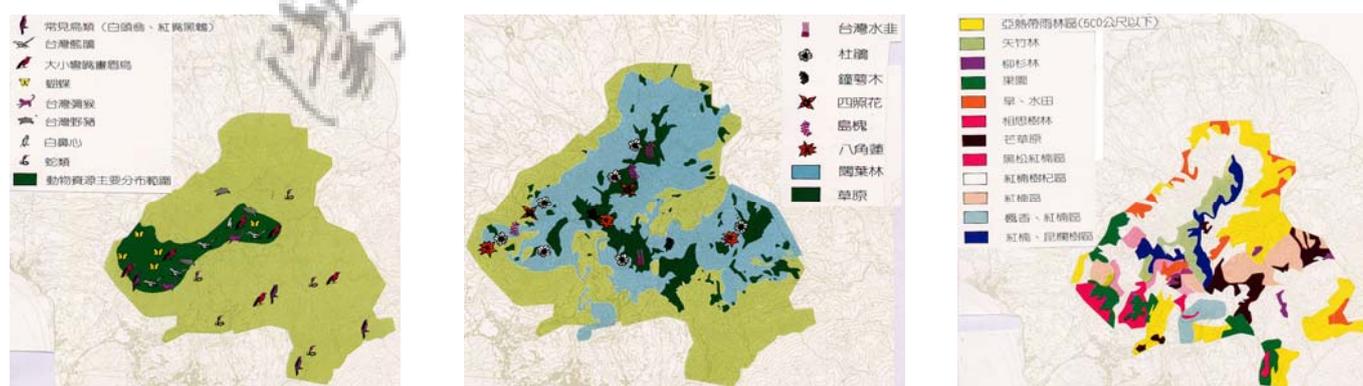
陽明山國家公園地質災害圖 (數化檔)
(引自陳宏宇, 2002, 2003)



陽明山國家公園鳥類分佈圖 (數化檔)
(本研究整理自林曜松等, 1983)

陽明山國家公園山岳水系圖 (影像檔)
(引自內政部, 1994, 2005;
陽明山國家公園管理處, 2000)

陽明山國家公園地質圖 (影像檔)
(引自內政部, 1994, 2005;
陽明山國家公園管理處, 2000)



陽明山國家公園動物分佈圖 (影像檔)
(引自內政部, 1994, 2005;
陽明山國家公園管理處, 2000)

陽明山國家公園植群景觀圖 (影像檔)
(引自內政部, 1994, 2005;
陽明山國家公園管理處, 2000)

陽明山國家公園植群分佈圖 (影像檔)
(引自內政部, 1994, 2005;
陽明山國家公園管理處, 2000)

圖 1-7. 陽明山國家公園地理資訊系統前置作業圖檔

參、計畫作業進度

本研究依據研究計畫緣起、研究範圍、研究目的及研究內容等研擬研究時程計畫作業進度如表 1-2。

表 1-2. 研究時程計畫作業進度表

工作項目		月份	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		期	相關文獻資料蒐集	■	■							
	理論之探討	■	■	■								
	現況資源之調查與分析		■	■	■	■	■	■				
	現有地理資訊系統 資料庫之整合		■	■	■	■	■	■				
	干擾效應之評估初步評估			■	■	■	■	■				
期	期中審查意見修正		■	■	■	■	■	■				
	區域生境安全格局判釋			■	■	■	■	■	■	■		
	干擾效應之評估			■	■	■	■	■	■	■	■	
	管理策略之擬定			■	■	■	■	■	■	■	■	
	期末審查意見修正									■	■	
	研究成果之撰寫											■

肆、預期成果與結論建議

本研究針對陽明山國家公園境內之景觀生境干擾效應與適應性生態系統管理之研究，預期成果為：

- 一、取得最適生境安全格局。
- 二、評估計畫分區對景觀生境格局之影響程度，及生境干擾效應。

第二章 文獻回顧

第一節 相關名詞概述

壹、景觀生態學（或稱地景生態學）

對景觀某一地段上生物群落與環境間中主要的、綜合的、因果關係的研究，這些相互關係可以從明確的分佈組合（景觀鑲嵌、景觀組合）和各種不同等級的自然區域表現出來（Troll, 1968）。景觀生態學是地理學研究的一個方面，其注重由相關作用單元組成的某一地域性的整體性（Zonneveld, 1979）。景觀生態學是地理學與生態學之間的交叉科學，其將地理學研究空間相互水平方法與生態學研究功能相互作用的垂直方向結合起來，探討空間異質性的發展和動態、對生物與非生物的影響過程以及空間異質性的管理（Naveh & Lieberman, 1984）。1986年，Forman & Godron（1986）認為景觀是由一組類似方式重複出現、相互作用的生態系統所組成的異質性陸地區域。綜合上述，景觀生態學主要探討生物的生態過程與其賴以生存的棲地環境之間的關係，其研究大多是為了透過對景觀尺度上的格局與過程的瞭解，進而能合理的規劃與管理土地。

貳、區域生境安全格局

景觀安全格局（Landscape Security Patterns）此一名詞是由大陸學者俞孔堅於1995年所提出。俞孔堅（1998）認為景觀中存在某種潛在的空間格局是由一些關鍵性的局部、位置、空間聯繫所構成，這種格局對某種生態過程可達到關鍵性的維護和控制。在有限的資源環境中，透過對水平生態過程的瞭解作空間規劃，可達到生物生境的維護以實現對生物的保護，這即是景觀安全格局的理論與方法。景觀安全格局是結合生態學與地理學的新理論，藉由判識生態過程的關鍵點，規劃生態單元的空間配置的以發揮其生態功能。在規劃目標的指導原則下進行最適合的生態規劃，最終目的在於建構最適合、最高效的生態網絡。本研究再依據景觀生態學、生態（系統）健康、恢復生態學與生態重建、生態系統管理等理念，將景觀安全格局理論應用於陽明山國家公園經營管理之參酌，目的在確保陽明山國家公園境內物種生境之源與策略點生態廊道聯繫是否健全為目標，找出區域生境安全格局，並以具代表性之陽明山國家公園物種為生境源之選擇依據，並與其比較目前陽明山國家公園計畫分區之差異性，據此建立區域生境安全格局。

參、生態干擾

干擾和脅迫是影響生態系統健康的主要因素，在生態系統可承受的外界因素作用下，生態系統對干擾的反應過程有三個階段，開始時為「初期反應」，隨後是「抵抗階段」，最後是「恢復階段」。生態系統對脅迫的反應結果有 4 種：(1)消失或死亡；(2)退化（演替偏離軌道，逆向演替）；(3)恢復（即恢復到原狀態及其相似狀態）；(4)進入新的狀態（修改自任海等，2000）。干擾可能導致一個群落或生態系統特徵超出其正常波動範圍，干擾的體系包括干擾的類型、頻率、強度及時間等，各種生態系統對逆境的脅迫反映不同，同一生態系統內的物種個體、族群、群落和生態系統層次對脅迫的反應也不一致，生態系統在脅迫情況下會在能量、物質循環、群落結構等系統上發生變化（Odum, 1985）。事實上，干擾的類型、強度和頻度影響及決定生態系統退化的方向與程度甚深。

肆、生態（系統）健康

生態系統健康（Ecosystem Health, EH）是生態系統管理學中新興的概念，生態系統健康應該包含滿足人類社會合理要求的能力和生態系統本身自我維持與更新的能力。事實上，生態系統健康是環境管理的目的，同時也為環境管理提供了新的概念及方法，因為健康的生態系統是為了實現區域永續發展而提供技術和發展基礎。

伍、恢復生態學與生態重建

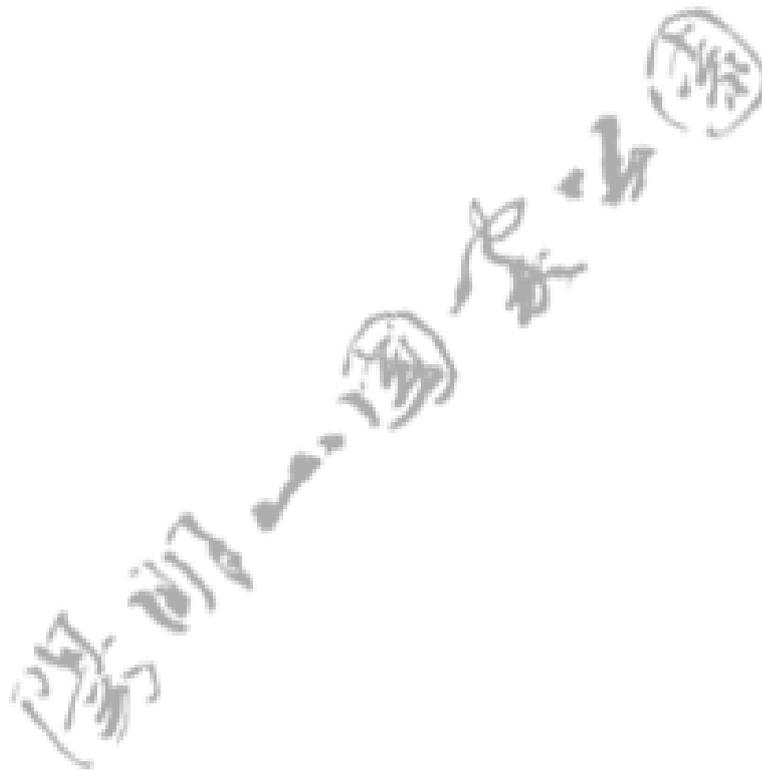
生態系統退化原因可能是人類的干擾，造成天然環境的改變，也可能是由非正常的環境變化所引起。國家林業局野生動植物保護司（2001）將受害生態系因管理對策的不同，可能會有以下四種結果，除了下述四種外，賴明洲（2003）相關名詞還包括復建（Reclamation），復建是指以人工措施促進更有利的使用。茲說明如下：

- 一、恢復（Restoration）：恢復到原來的狀態。
- 二、改建（Reconstruction）：重新獲得一個既包括原有特性，又包括對人類有益的新特徵狀態。
- 三、重建（Rehabilitation）：由於管理技術的應用，僅恢復至相當程度，進而改善原先退化的狀態，形成一種改進的和原來不同的狀態。
- 四、惡化（Deterioration）：因溼地發育適宜條件不斷消失，溼地生態系統受到破

壞。

陸、生態系統管理

生態系統管理 (Ecosystem Management, EM) 簡單地說就是在充分認識生態系統的整体性和複雜性的前提下，以持續地獲得期望的物質產品和生態及社會效益為目標，並依據對關鍵生態過程和重要生態因素長期監測的結果而不斷調整的管理活動。



第二節 區域生境安全格局

景觀生態安全格局是結合生態學與地理學的新理論，藉由判識生態過程的關鍵點，規劃生態單元的空間配置以發揮其生態功能。在規劃目標的指導原則下進行最適合的生態規劃，最終目的在於建構最適合、最高效的生態網絡。俞孔堅（1995, 1996, 1997）曾將此理論應用於廣東丹霞山風景區內的生物保護規劃得到很好的效果。景觀生態安全格局應用於景觀生態學及結合地理學表面的研究結果，透過阻力表面來反映過程動態和趨勢，並依據此特徵來判識控制過程的關鍵性和空間關聯性，對於景觀空間戰略有很大的幫助。有鑑於此，本研究將以「景觀生態安全格局」的模式，探究研究區物種之生態過程，找出其物種的源、策略點、計算生境阻力、建立生境阻力表面、及其緩衝區、源間的連接及輻射道的劃設，有關單位可據此作為規劃棲地生境安全格局及土地開發過程中的保育規劃之依據。目前國內外引用「景觀生態安全格局」於實質空間的研究少見，舉凡如 Yu（1995, 1996, 1997）、俞孔堅（1998）、羅宏銘（2002）、黃國平（2002）、邱淑美（2004）、高雅力（2004）、翁雅瑩（2005）、俞孔堅等（2005）等，但多應用於「生態廊道之規劃與建構」上，茲簡述如下：

(1) Yu, K. J. (1995) 「Security patterns in landscape planning: with a case in South China」

Yu, K. J. (1996) 「Security patterns and surface in landscape ecological planning」

Yu, K. J. (1997) 「Security patterns: a defensive approach toward landscape and environmental planning」

俞孔堅（1998）「景觀生態戰略點識別方法與理論地理學的表面模型」

該研究以廣東丹霞山風景區為例，進行區內的生物保護規劃，將所有景觀生態策略點全部疊加，得到研究區整體景觀生態策略點分佈格局，對景觀生態保護有極其相當重要的意義，因為景觀生態策略點也是生態敏感和低臨界值的區位。通過對這些生態策略點的保護，可以最有效的提高景觀生態系統結構和功能的完整性，並使人類為保護生態系統所付出的經濟代價降低到最小。

(2) 羅宏銘（2002）「農地景觀生態廊道建構之研究—以得子口河流域平原農地為例」

（同蔡厚男、羅宏銘、呂慧穎。2003年。農地景觀生態廊道建構之研究—以得子口

溪流平原為例。都市與計劃 30(2): 157-181。)

該研究針對農地自然生態網絡的聯結以及對現今農地利用與規劃所面臨的問題之瞭解，透過地理資訊系統數化建構研究區之數據資料庫，並以景觀生態學之「景觀生態安全格局」理論為基礎，結合「中位模式」以分析得子口河流域之平原農地，目的在於嘗試整合景觀尺度的農地自然生態網絡系統（區塊與廊道之分佈關係），尋求最適生態策略點與最適生態廊道的分佈，以建立農地景觀生態規劃模式。

(3) 黃國平（2002）「景觀安全格局理論在風景區規劃中的應用——以湖南省武陵源風景名勝區為例」

該研究以湖南省武陵源風景名勝區為例，以生態安全格局為理論，並藉助於景觀生態學和地理資訊系統的發展，綜合了垂直生態自然過程及水平空間格局的研究成果，通過最小累計阻力的計算來模擬物種或景觀要素在空間中擴散的趨勢，進而從中判識出對整個景觀空間格局產生重要作用的策略點或局部區域。通過對這些重要策略點或局部區域的控制，從而以最小的代價控制整個景觀空間結構。

(4) 高雅力（2004）「都會區生態廊道規劃之研究——以臺南市為例」

該研究運用景觀生態安全格局理論以作為建構臺南市都會區生態廊道之規劃依據，並檢視其廊道的結構及土地利用間的關係。就生態廊道規劃而言，臺南市目前僅以少數公園道作為串連都市公園之生態廊道，其連接度與環通度明顯偏低，因此針對研究地區特性提出本土化生態廊道規劃之建議後，發現其連接度與環通度皆明顯提升。

(5) 邱淑美（2004）「農村路網系統對景觀生態格局衝擊分析與評估」

該研究以質化及量化方法分析農村景觀生態格局，應用地理資訊系統為分析工具，評估路網佈設對農村景觀碎裂的影響及最佳路徑分析，研擬路網調整措施及原則，以進行路網整合，進而提出永續性農村路網佈設方案建議。研究區包括花蓮縣、臺東縣的富里鄉、池上鄉與關山鎮等範圍，在經過景觀生態安全格局的路網調整後，研究區整體碎裂度均有降低的趨勢。與路網調整前比較，以池上鄉受到道路的影響最大；關山鎮受到多種景觀類型所支配，其景觀碎裂不僅受到道路切割的影響，亦明顯受到

土地使用類型之影響；富里鄉在路網調整後，更加強其主導景觀之優勢。

(6) 翁雅瑩 (2005) 「以景觀生態安全格局觀點探討農村環境規劃—以嘉義縣朴子溪流域為例」

該研究利用現有農村環境所遺留的良好景觀生態組成元素，擬出農村地區景觀生態規劃模式，以維繫及改善農村的景觀生態結構，進而增加農村景觀生態之多樣性。以地理資訊系統工具來分析農村地區景觀生態環境問題，並配合景觀生態安全格局的概念，透過實案操作，以科學實證方式評估選取其安全格局，有助於規劃者將生態復育與實質土地利用結合，以改善農村空間規劃問題，進而達到農地更有效的運用。

(7) 俞孔堅等 (2005) 「快速城市化地區遺產廊道適宜性分析方法探討—以臺州市為例」

該研究以浙江省臺州市為例，主要是為了保護世襲遺產廊道 (heritage corridors)，並利用最小累計阻力模型以及以對當地人在休閒遊憩中對遺產偏好高者為基礎排序，再經由多個專業人員評分統計的值來決定的阻力係數方式，進行阻力面建立，來探討快速城市化地區過程的世襲遺產廊道保護的適宜性分析方法。

本研究希望藉過地理資訊系統的輔助，建立數據資料庫，除計算景觀指數分析研究區的景觀變遷情形，同時，以陽明山國家公園指標物種作為區域生境安全格局為判識研究對象，以落實研究計畫之目的，其研究成果可提供有關單位於陽明山國家公園進行土地使用規劃時之參酌，進而控制或減低開發行為對園內環境及生態所造成的破壞及衝擊。從某種生態意義上講，高效優勢是地景生態安全格局的總體特徵，同樣會反映在主動優勢和空間聯繫優勢之中。以保護區為例，典型的生境安全格局包含下述幾個要素：

- (1) 源 (source) — 存在的本土物種棲地、物種擴散及維持的來源原點；
- (2) 緩衝區 (buffer zone) — 環繞源的周邊地區，相對物種擴散的低阻力區；
- (3) 源間聯結 (inter-source linkage) — 相鄰兩源之間最容易聯繫的低阻力通道；
- (4) 輻射道 (radiating routes) — 由源向周邊地景輻射的低阻力通道。
- (5) 策略點 (strategic point) — 對聯結相鄰源之間的維繫具有重要關鍵意義的中繼站。

第三節 生態（系統）健康、生態系統管理與恢復生態學

壹、生態（系統）健康、生態系統管理

生態系統管理（Ecosystem Management, EM）簡單地說就是在充分認識生態系統的整體性和複雜性的前提下，以持續地獲得期望的物質產品和生態及社會效益為目標，並依據對關鍵生態過程和重要生態因素長期監測的結果而不斷調整的管理活動。而生態系統健康（Ecosystem Health, EH）是生態系統管理學中新興的概念，生態系統健康應該包含滿足人類社會合理要求的能力和生態系統本身自我維持與更新的能力。事實上，生態系統健康是環境管理的目的，同時也為環境管理提供了新的概念及方法，因為健康的生態系統是為了實現區域永續發展而提供技術和發展基礎。然而，由於人口的急劇增長、社會經濟的高度發展和資源的極強度開發等因素所引起的人為干擾脅迫，直接或間接導致了生態系統的退化，最明顯的結果是導致生態系統初級和次級生產力降低、生物多樣性減少或喪失、土壤養分維持能力和物質循環效率降低、外來物種入侵和非鄉土固有種優勢度的增加等。生態環境急速退化的問題，已嚴重威脅著人類的發展；而如何減緩和防止自然生態系統的退化，以及恢復重建受損的生態系統等議題，愈來愈受到國際社會的廣泛關注和重視。據此，恢復生態學（Restoration Ecology, RE）因應而生，恢復生態學是研究生態系統退化的原因、退化生態恢復與重建的技術與方法、生態學過程與機理的科學。研究內容主要包括對生態系統退化與恢復的生態學過程，舉凡如各類退化生態系統的成因和驅動力、退化過程、特點等；以及藉由生態工程的技術對各種退化生態系統恢復與重建模式的試驗示範研究。生態恢復研究主要目標是恢復被損害的生態系統到接近於它受干擾前的自然狀況，即重建該系統干擾前的結構與功能有關的物理、化學和生物學特徵。本研究希望將以生態系統管理的角度並結合景觀生態學、恢復生態學、退化生態學，以區域生境安全格局為操作方法，探討維繫永續生態系統健康之必要性。

貳、生態系統健康

一、生態系統健康的發展與特質

「生態系統健康（Ecosystem Health）」是近年來的新概念，然而早在 1788 年蘇格蘭物理學家和地質學家 James Hutton 就將生態系統或整個地球看作是一個大的完整的有機體。20 世紀 40 年代，著名的自然科學家 Aldo Leopold 發展了「土地健康（Land Health）」

的概念。到了 70 年代末 80 年代初，Rapport *et al.* (1979) 繼續發展了這一理論，並提出了「生態系統醫學 (Ecosystem Medicine)」的名詞來描述這個領域研究的新進展。Schaeffer *et al.* (1988) 首次探討了有關生態系統健康度量的問題，但沒有明確定義生態系統健康。1989 年，Rapport 也討論了生態系統健康的內涵。

生態系統健康具有：(1)不受對生態系統有嚴重危害的生態系統脅迫綜合症的影響；(2)具有恢復力，能夠從自然或人為的正常干擾中恢復過來；(3)在未投入的情況下，具有自我維持能力；(4)不影響相鄰系統，也就是說健康的生態系統不會對別的系統造成壓力；(5)不受風險因素的影響；(6)在經濟上可行；(7)維持人類和其他有機群落的健康。生態系統健康反映了該複雜系統及其各組分的狀態及其過程，是一門綜合的、多尺度的、動態的、分級的測量組織、活力和恢復力的科學 (肖風勁等，2003)。

Mageauetal (1995) 認為生態系統健康的基本特質包括活力 (Vigor)、恢復力 (Resilience, 或稱抵抗力) 和組織 (Organization)。活力可以用生產力或生態系統中物質和能量的交換量來表示。恢復力可以用系統在壓力狀態下保護生態功能的結構和格局的能力來衡量，恢復力指系統抵禦壓力和在壓力減小時恢復的能力 (Holling, 1986)。組織可以通過組分的多樣性和組分之間的相互作用來評估。

- (一) 活力：即生態系統的功能，可依據新陳代謝或初級生產力等來測度。
- (二) 恢復力：係指從干擾中恢復的能力，是用以描述社會生態系統非線性特質的指標，指的是生態系統在遭受多大的干擾後還能維持其原有系統狀態的能力。可依據景觀結構和功能的維持程度和時間來測度 (Rapport, 1998；孔紅梅等，2002)。
- (三) 組織：組織係指生態系統的複雜性，常伴隨著物種數量、種類及相互作用的複雜性增加而增大。生態系統中的生物和非生物因素的依據存性也會隨著時間增加而不斷增加。而 Rapport *et al.* (1985) 認為受干擾的生態系統通常會出現物種豐富度降低、共生關係減弱等現象。對於組織的度量，可依據系統組之間相互作用的多樣性及數量來評估。

二、生態系統健康的評估

生態系統服務功能的保持。這是評估生態系統健康的一個關鍵原則，指的是生態系統令人類社會受益的功能，包括有機質的合成與生產、生物多樣性的產生與維持、調節氣候、營養物質貯存與循環、土壤肥力的更新與維持、環境淨化與有害有毒物質的降解、植物花粉的傳播與種子的擴散、有害生物的控制、減輕自然災害等許多方面。壓力常常會使得服務功能的質和量降低(Cairns & Pratt, 1995)。相對來說，唯有健康的生態系統，才會有更全面更強的服務功能。

而生態系統健康的評估是環境管理和生態系統監測的基礎，生態系統健康評估指標包括生態指標、物理化學指標、人類健康與社會經濟指標三大類。生態指標是反映生態系統特徵和狀態的生物指標，它分為生態系統、群落和族群與個體等不同層次的指標或指標體系。物理化學指標是檢測生態系統的非生物環境的指標。人類健康與社會經濟指標著眼於生態系統對人類生存與社會發展的支持作用，採用經濟參數和社會發展的環境壓力指標等來衡量生態服務的質量與永續性。依據其敏感程度和功能性，生態系統健康評估指標分為早期預警指標、適宜程度指標和診斷指標三類。一個完整的生態系統評估應包括上述三大類指標或指標體系，但在具體的評估實踐中往往因評估目的和對象的不同而有所選擇。生態系統健康評估目前有兩個亟待解決的問題：如何有效確立評估標準與參照系統，以及如何正確區分人為壓力和自然干擾(李瑾等, 2002)。

參、生態恢復

生態恢復與重建是跨尺度、多層級的問題，包括生態系統(生物群落)、景觀，甚至區域，而不能僅僅局限於生態系統。景觀的恢復與重建是針對景觀退化而言，景觀退化從表現形式上可分為景觀結構退化與景觀功能退化。景觀結構退化即景觀破碎化，係指景觀中各生態系統之間的各種功能聯繫斷裂或連接度(Connectivity)減少的現象；而景觀聚集(Aggregation)的現象在很多情況下，同樣具有造成景觀退化的負面效應。景觀功能退化係指與前一狀態相比，由於景觀異質性的改變導致景觀的穩定性與服務功能等的衰退現象。景觀恢復係指恢復原來在生態系統間被人類活動終止或破壞的相互聯系；景觀生態建設應以景觀單元空間結構的調整和重新構建為基本手段，包括調整原有的景觀格局，引進新的景觀組分等，以改善受脅或受損生態系統的功能，提高其基本生產力和穩定性，將人類活動對於景觀演化的影響導入良性循環。此二者的綜合統稱為「景觀生態恢復與重建」，是構建安全的區域生態格局的關鍵途徑。其目標是建立一種由結構合理、功能高效、關係協調的模式生態系統(Model Ecosystem)組成的模式景觀(Model

Landscape)，以實現生態系統健康、生態格局安全和景觀服務功能持續，以 3S（RS、GPS、GIS）技術為支撐的 GAP（a Geographic Approach to Protect Biological Diversity）分析將為大尺度景觀恢復的診斷、評估、規劃提供重要的手段。景觀中某些關鍵點、位置或關係的破壞對整個生態安全具有毀滅性的後果，因此，研究景觀層次上的生態恢復模式及恢復技術、選擇恢復的關鍵位置、構築生態安全格局已成為景觀生態學家關注的焦點（關文彬等，2003）。



第三章 基地現況概述

臺灣地區國家公園於功能定位上，兼具研究保育、遊憩育樂及環境教育等目標，並且蘊涵豐富的自然生態、人文史蹟、景觀資源，是為臺灣地區設立保護區管理體系重要的一環。陽明山國家公園早於 1935 年日據時期，即被指定為「大屯國立公園」預定區域，範圍包括觀音山及大屯山一帶地區，後因二次世界大戰而無進一步發展。直至 1972 年政府頒佈國家公園法，1981 年成立國家公園組的專責單位後，陸續規劃出臺灣的國家公園。陽明山國家公園於成立 1985 年 9 月，是為臺灣第 3 座國家公園。其最具特色的資源便是特殊的火山地質地貌，由中央向四周輻射散布的水系、起伏變化的地形、豐富多樣的野生動物及複層植群結構（如圖 3-1）。由於鄰近臺北都會區，並且兼具自然環境與人文的發展資源，因此成為臺北市民重要的遊憩休閒場所，也是臺北都會區的重要地標。但由於鄰近人口密度最高、政經發展集中的大臺北都會區，東南臨基隆河谷，北部海域的圍繞，使得陽明山國家公園成為臺灣北端的島嶼生態系統的核心區。



圖 3-1. 陽明山國家公園航空照片圖

（修改自農委會林務局自然資源與生態資料庫網站，2006）

第一節 陽明山國家公園自然資源概述

壹、氣候景觀資源

陽明山國家公園由於鄰近臺灣北部海域，因此於高度與地形的變化影響下，使這裡形成多風、多雨、多霧的氣候環境，且於山凹山谷複雜的地形的因子綜合下，形成複雜多樣的局部微氣候。蘊育著多樣且複雜的植物生態。陽明山國家公園的相對濕度大，全年平均在 80% 以上，

氣候，中央山區以鞍部、竹子湖測候所之氣候資料為代表，東北側坡地以基隆、國聖測候站之資料為代表，西南側、南側坡地以淡水、臺北測候站之資料加以分析推測，茲分述如下：

一、氣溫

陽明山國家公園平均氣溫隨高度之增加而遞減，竹子湖為 18.14°C，鞍部為 16.5°C，其餘地區約於 18-21°C 之間，全區除西北側地區外，以 1 月份為最冷，平均溫度約在 5-12°C 之間，7 月份為最熱，其平均溫度約在 25-32°C 之間。在季節變化上，東北側地區因濱臨海洋，受海洋氣候之影響，呈冬暖夏涼之現象，而西南側地區則反之（如表 3）。

二、降雨

陽明山國家公園主要降雨為 5 月中旬至 6 月中旬的梅雨、6 月至 8 月的夏季西南季風雨（熱雷雨）、7 月至 9 月的颱風或熱帶性低氣壓雨、10 月下旬至 5 月上旬的東北季風雨、以及 11 月至 3 月的鋒面雨（大陸寒潮或冷鋒面）等 5 種。因此整年常處於濕氣偏高的地區，其全區降雨量與降雨日數茲分述如下：

（一）降雨量

降雨量以竹子湖一帶的中央山區為最多，年雨量在 4,000 mm 以上，東北側地區次之，約在 2,800 至 4,500 mm 之間，西北側及西南側地區因東北季風雨較少之故，年雨量較少，約在 2,000 至 2,500 mm 之間。因受東北季風及颱風環流影響，最高月平均雨

量多發生在冬季 10 月；最低月平均雨量則隨各地區而異，中央地區為 4 月份，南側及西南側地區為 12 月（如表 3-1、表 3-2、圖 3-2）。

（二）降雨日數

年雨量日數一般而言，東北測地區及中央山區約在 190 天以上，大屯山鞍部則高達 205 天，西南側及西北側地區較少，約在 150 至 170 天左右，中央及東北側地區之最多日月份為 11 月，月雨日在 20 天以上，西南側地區則在 1 至 3 月間，月雨日約在 16 天左右，全區均以 7 月份為最少雨，其月雨日約在 8 天左右（如表 3-3）。

三、濕度

陽明山國家公園絕對濕度隨著高度而遞減，夏季大冬季小，年變化非常規則。在相對濕度方面，因降雨多濕度大，全年均在 80% 以上，其中又以中央地區為最高，鞍部高達 92%，竹子湖也高達 87%，比臺灣南部山地（玉山約為 80%，阿里山約為 86%）及臺北市（82%）都來得高（如表 3-4）。

表 3-1. 陽明山國家公園月平均氣溫（ $^{\circ}\text{C}$ ）表

測候站 \ 月份	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	年平均
淡水	14.8	15.2	17.4	21.6	24.4	27.1	28.9	28.7	27.0	23.7	20.3	16.9	22.2
鞍部	9.2	10.1	12.4	16.4	19.2	21.4	23.0	22.6	20.8	17.5	14.2	11.1	16.5
臺北	15.0	15.6	17.8	21.8	24.7	26.7	28.8	28.7	27.0	23.8	20.5	17.2	21.1
竹子湖	11.3	12.0	14.4	18.2	21.0	23.1	24.6	24.4	22.8	19.5	16.1	13.1	18.4
基隆	15.4	15.6	17.4	21.0	24.1	26.4	28.7	28.4	26.7	23.7	20.6	17.3	22.1
國聖	15.6	15.5	17.5	21.4	23.8	27.0	28.8	28.4	26.7	23.8	19.9	17.2	22.1
乾華	15.6	15.3	16.5	20.7	25.5	26.8	28.4	27.9	26.8	23.6	20.1	17.8	22.1

（引自陽明山國家公園管理處，2005）

表 3-2. 陽明山國家公園月降雨量（mm）表

測候站 \ 月份	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	年平均
鞍部	353.4	267.4	261.5	170.1	281.3	341.6	244.4	372.6	738.0	915.2	568.3	387.8	4202.1
竹子湖	288.6	222.4	210.5	130.8	235.3	293.6	235.2	353.4	714.4	874.8	523.5	343.1	4425.6
臺北	97.9	109.9	161.1	122.4	228.7	289.6	265.7	220.9	303.4	120.0	80.0	76.1	2015.7
淡水	143.0	132.7	160.4	120.6	195.6	250.2	135.3	209.8	267.0	242.1	143.7	111.9	2082.8
基隆	290.4	240.1	250.7	156.9	222.4	269.1	123.4	142.6	326.8	274.8	196.4	268.4	2762.0
國聖	273.6	242.2	246.9	179.0	343.7	253.1	143.9	189.7	225.6	227.1	253.2	218.5	2763.5

（引自陽明山國家公園管理處，2005）

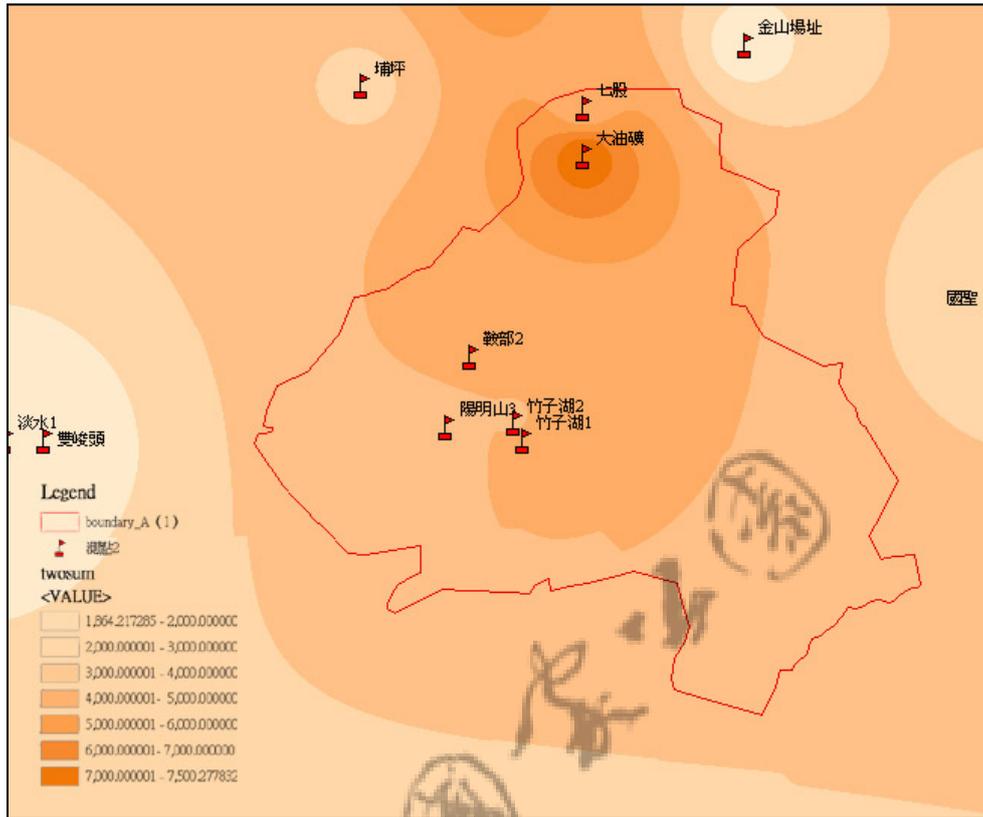


圖 3-2. 陽明山國家公園降雨量圖

(本研究繪製)

表 3-3. 陽明山國家公園月降雨日數

月份 測候站	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年平均
鞍部	20.8	18.8	18.6	15.0	16.8	14.7	10.2	11.4	15.5	20.4	22.2	21.3	205.7
竹子湖	18.0	16.3	16.2	13.2	15.0	14.3	10.2	10.7	16.0	19.1	21.8	19.7	191.5
臺北	14.0	13.9	15.1	12.2	15.8	16.5	11.9	12.4	13.2	23.0	14.4	14.9	176.3
淡水	15.6	14.1	15.7	11.7	14.2	13.7	8.3	9.9	11.3	12.9	14.4	14.8	156.6
基隆	19.7	18.4	19.7	15.5	19.2	15.3	8.6	10.8	15.1	17.6	20.6	20.4	200.9
國聖	18.2	17.4	19.5	15.6	19.1	11.9	8.1	11.1	12.2	16.2	19.4	17.4	186.1
乾華	16.0	14.0	16.2	12.8	16.5	11.3	8.9	7.8	12.2	15.8	14.7	15.8	162.0

(引自陽明山國家公園管理處, 2005)

表 3-4. 陽明山國家公園月平均相對溼度 (%)

月份 測候站	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年平均
鞍部	93	83	92	91	92	91	88	90	91	93	95	93	92
竹子湖	87	88	87	87	88	88	86	86	87	87	89	88	87
臺北	81	82	82	80	82	82	76	77	78	78	80	80	80
淡水	83	83	84	83	84	82	79	79	79	80	80	80	81
基隆	81	83	84	83	84	85	78	78	80	79	80	80	81

(引自陽明山國家公園管理處, 2005)

貳、地質地形資源

一、地質

陽明山國家公園境內地質年代包括有早第三紀漸新世(約 3,400 萬年前)、晚第三紀中新世(約 1,300 萬年前)、第四紀更新世(約 180 萬年前)及第四紀全新世(約 1 萬年前)的地質所構成。主要以第四紀更新世火山活動噴出的安山岩熔岩流和火山碎屑岩為主，這些熔岩留級碎屑所形成的火山堆即為陽明山地區的主體—大屯火山群，而在大屯火山群四周露出的些許岩層為第三世紀漸新世與中新世較老的沉積岩層，主要為砂岩和頁岩為主，陽明山國家公園境內分佈於五指山一帶及內雙溪附近(如圖 3-3)。

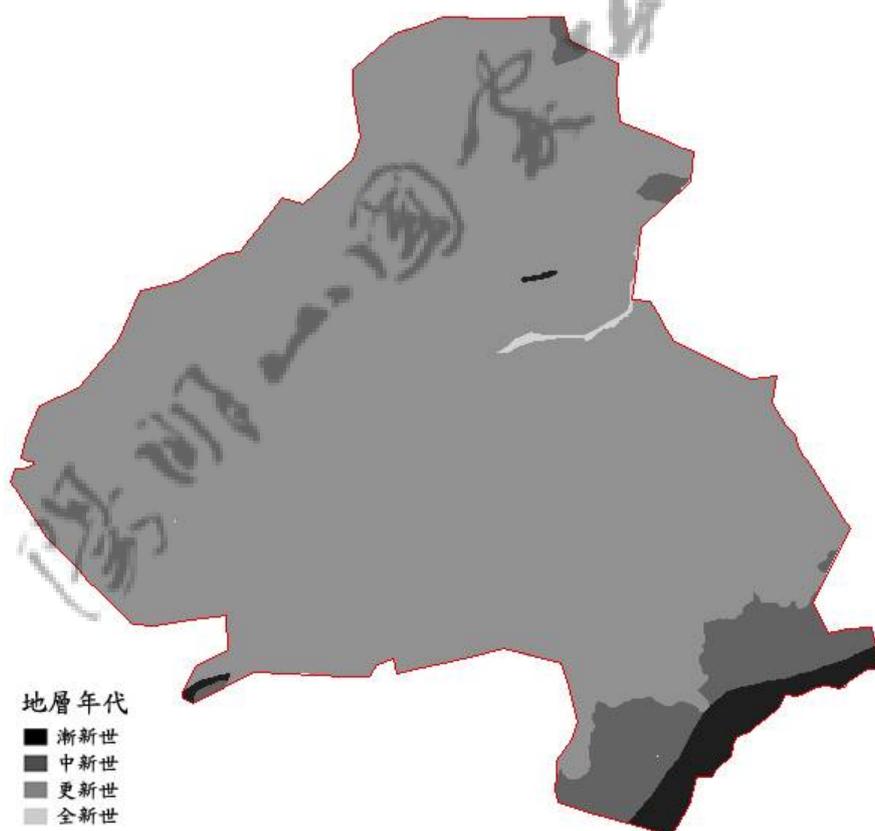


圖 3- 3. 陽明山國家公園地質年代圖

(引自陽明山國家公園管理處，1994)

二、土壤

於大屯山、七星山群峰一帶為灰棕壤，其餘地區大部分為灰化紅壤，極少部分為黃壤。由於土壤質多鬆軟，加上雨水多，淋蝕作用特別旺盛，鹽基大多流失而使土壤成酸性反應且易於滲透。在熔岩臺地上則為火山灰土所覆，表土呈暗灰色富有機質。

三、地形

陽明山國家公園擁有臺灣最重要且最完整的火山地形區，由於火山活動之關係形成火山河谷相間之錯綜地形，依火山地形區分大致可分為4個區域，分別為：塊狀火山區、錐狀火山區、切割熔岩臺地區以及沈積岩區。塊狀火山區係以竹子山系所形成的東北—西南走向的山脈，形成陽明山國家公園內地形之主軸；分佈廣泛的錐狀火山群地形區，是由東向西排列包括磺嘴山、大尖山、七股山、七星山、紗帽山、大屯山、面天山、向天山、百拉卡山、菜公坑山、烘爐山等與山間凹地，形成錯落有致起伏高差甚大的山谷地形；切割熔岩臺地位於錐狀火山群東南，形成起伏複雜的深切割的溪谷地形；而位於陽明山國家公園東南側則為唯一沈積岩地形分佈的地形區，包括烏塗山、車平寮山（如圖 3-4）。

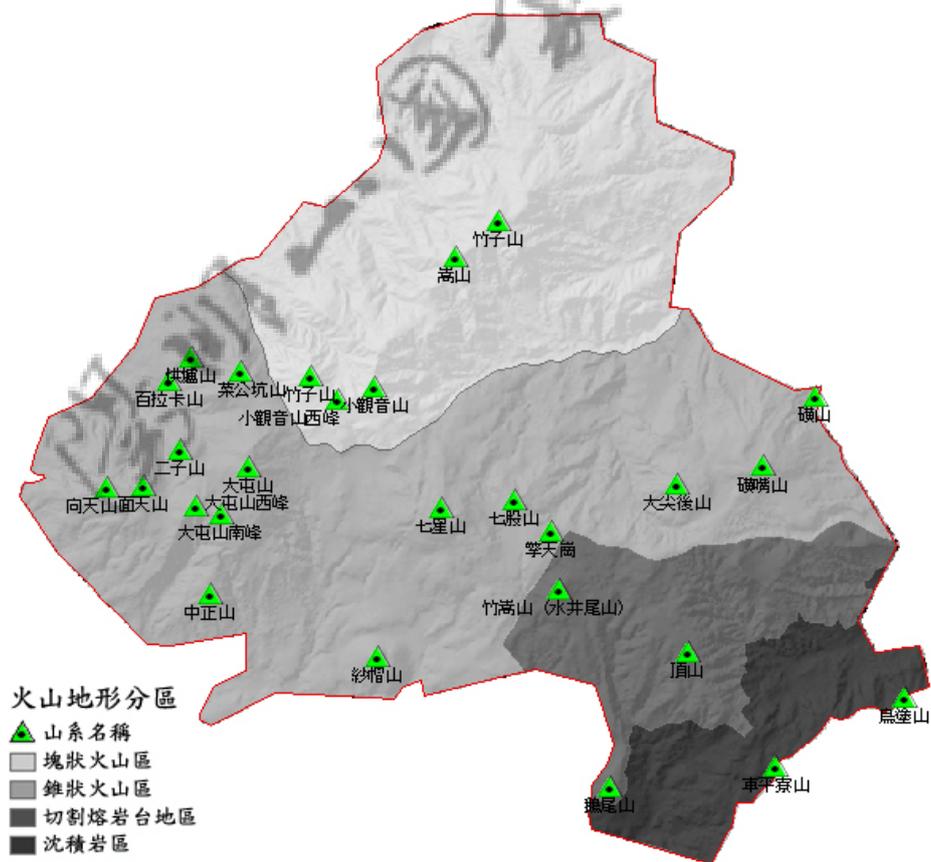


圖 3-4. 陽明山國家公園火山地形分區圖

(引自陽明山國家公園管理處，1994)

海拔標高度最高為七星山山頂，標高 1,120 公尺，標高 400 公尺以下之地區，約佔全區之五分之一，標高 400-600 公尺之地區最多，約佔全區之三分之一，標高 600-800 公尺約佔以上之地區約佔 25.8%，標高 800 公尺以上也約佔了 15.9%(如表 3-5、圖 3-5)。

表 3-5. 海拔高度分析表

項 目 海 拔 高	面積(公頃)	百分比(%)	累計百分比(%)
1,000 公尺以上	167	1.3	1.3
801-1000 公尺	1,674	14.61	15.9
601-800 公尺	2,954	25.8	41.7
401-600 公尺	4,068	35.7	77.4
201-400 公尺	2,392	20.9	98.3
200 公尺以下	200	1.7	100
合 計	11,455	100	—

(引自陽明山國家公園管理處，2005)

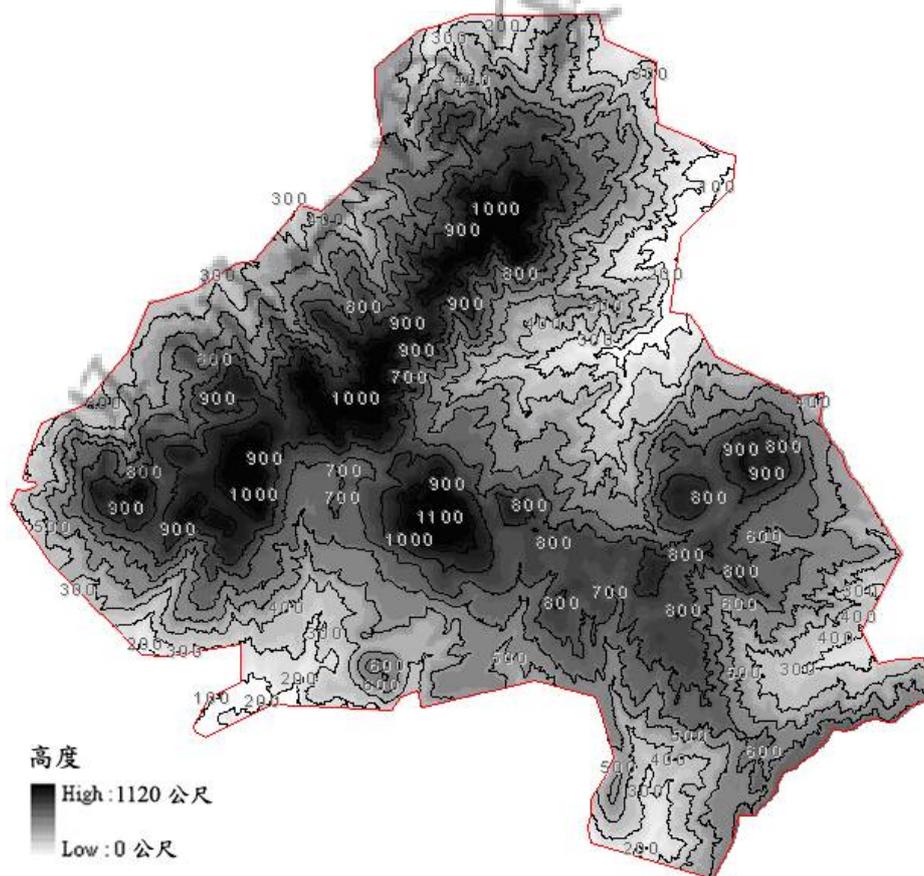


圖 3-5. 陽明山國家公園高程圖

(引自陽明山國家公園管理處，1994)

而坡向則以西北-東南走向為多，依據山坡地保育利用條例標準將坡度分為 6 級，其各級所佔面積及百分比情形如表 3-6，分佈情形如圖 3-6。其中 30%以上土地約佔全區

60%，成為土地利用上極大的限制，也因為坡度大多陡峭，得以保持良好植生。坡度介於 15%-30%之間者將近佔全區的四分之一，小於 15%以下的土地約佔 15%，是國家公園中土地利用最為集中的地區，也因為位於臺北盆地邊緣，因此面臨極大的開發壓力。

表 3-6. 坡度分析表

海拔高 \ 項目	面積(公頃)	百分比(%)	累計百分比(%)
55 %以上	3,350	29.3	29.3
45-55 %	2,090	18.3	47.5
30-45 %	1,471	12.9	60.3
15-30 %	2,794	24.4	84.7
5-15 %	1,441	12.6	97.3
5 %以下	309	2.7	100
合計	11,455	100	—

(引自陽明山國家公園管理處，2005)

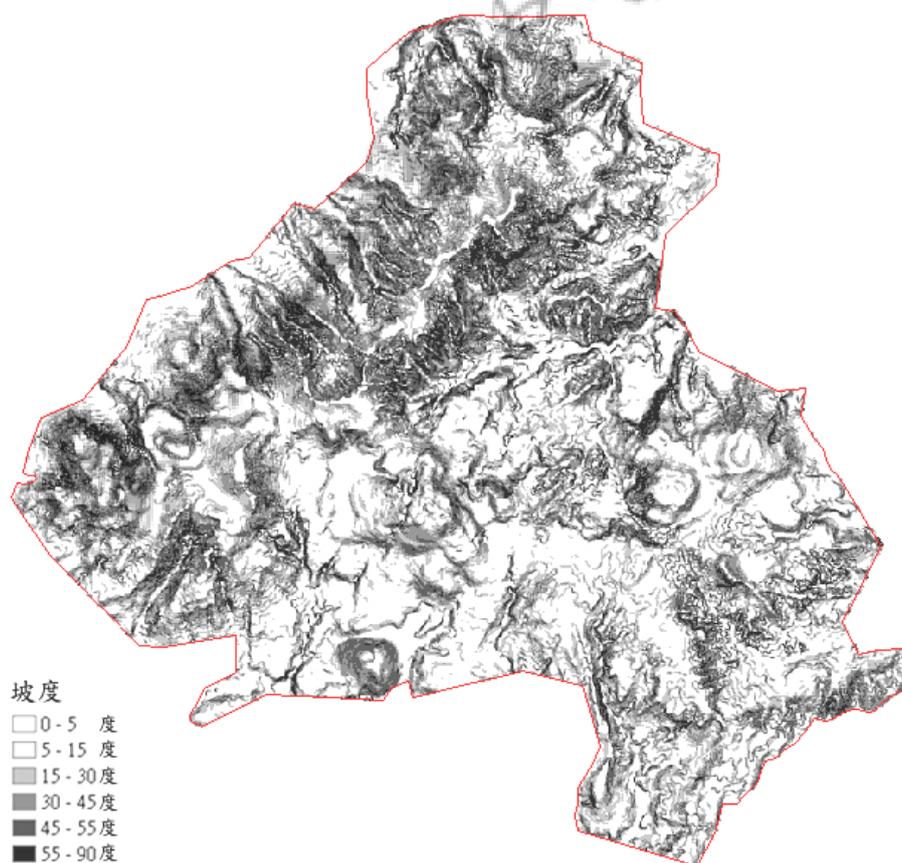


圖 3-6. 陽明山國家公園坡度圖

(引自陽明山國家公園管理處，1994)

以下就各火山分區的地質、地形做環境的發展潛力限制分析（如表 3-7）。

表 3-7. 陽明山國家公園四大火山分區環境發展與限制表

說明 分區	環境特徵	利於發展區	環境敏感區
塊狀火山區	<ul style="list-style-type: none"> ■陽明山國家公園北部之中央脊樑山脈，屬於裂隙噴發的火山地形區，山脈相連，呈東北—西南走向。 ■溪流均由中央脊樑山脈成放射狀向四周流。 ■山塊中心大多為陡峭的山坡地形，為環境敏感區，不利於土地利用，因此保持了相當完整而自然動植物自然景觀。本區應列入生態保護區。 ■緩坡地分佈於山塊主體的四周，主要分佈於放射狀的河谷谷口兩側，由東而西逆時鐘依據次為磺溪頭、六股林口、內阿里磅、尖山湖、三板橋。其次為位於熔岩臺地的平坦地，包括二湖村、二坪頂、圓山頂。大多為農業用地分佈。 	<ul style="list-style-type: none"> ■谷口緩坡、熔岩臺地等緩坡地，土壤肥沃適於農業發展。但陡坡邊緣緩坡區的為崩坍波及區，及山谷谷口二側為土石流波及區不利於土地利用之。目前也大多屬於農業生產區。 ■目前以圓山頂的臺北鄉城開發為密度較高的住宅區之外，其餘為農業區，僅有少數零星農家分佈。 	<ul style="list-style-type: none"> ■全區大多為環境敏感區，除了地形陡峭之外，也是陽明山國家公園中植被覆蓋較佳生態環境敏感區。
錐狀火山區	<ul style="list-style-type: none"> ■位於陽明山國家公園中部最寬區 ■錐狀火山地形林立，由東而西，依據次為磺嘴山、大尖山、七股山、七星山、紗帽山、大屯山、百拉卡、二子山、面天山、火燒山、向天山。 ■其中磺嘴山、大尖山因為面迎東北季風、地形陡峭為環境敏感區，不利於發展，交通亦不便利，因此保持了相當原始而完整的動植物景觀。應劃為生態保護區。 ■七星、紗帽山兩側及其以東地區為斷層密佈區，多有溫泉分佈。硫磺礦與溫泉開發得早。 ■火山之間為平坦的山間窪地，由東而西依據次為鹿堀坪、翠翠谷、八煙、七股、馬槽、冷水坑、山豬湖、陽明公園、竹子湖、頂湖、大屯坪、二子坪。除了翠翠谷因為交通不便利保持了相當的原始環境之外，部分位於山頂區氣候不佳，不利於開發外，其餘地區因為地形坦、土壤肥沃早期成為重要的農作區。現在更成為重要的景觀與遊憩的重要分佈區。 ■火山體的邊緣為熔岩臺地，主要分佈西南緣，由北而南為碧湖、興福寮、中清巒、粗坑、嶺頭、十八分等處。由於因為位於東北季風的背風坡，氣候宜人，且因為鄰近臺北盆地，早期即有農業開發與社區發展，成為目前的聚落與散村分佈區。 ■屬於山谷谷口緩坡有二處：菜公坑、楓樹湖，均以農業土地利用為主。 	<ul style="list-style-type: none"> ■山間窪地與熔岩臺地除了臺地崖邊緣以及位於斷層帶的火山噴氣孔分佈區外，大致為平坦地形，環境敏感度較低，為重要可資發展的地理區。 ■山間窪地由於四周為自然度高的火山地形景觀優美，凹地土壤肥沃，又有溫泉資源，因此成為陽明山國家公園中最重要的遊憩分佈區，遊憩活動極為密集。除了交通不變的翠翠谷保持原始風貌外，大致為高度發展區，尤其交通便利，緊鄰臺北盆地，更成為陽明山國家公園中人口密度最高的地區。 ■熔岩臺地的發展則深受交通影響，主要道路經過之處有商業活動，其餘大多以農業產業為主。 	<ul style="list-style-type: none"> ■臺地崖 ■錐狀火山四周陡坡區 ■斷層破碎帶，風化程度高的火山碎屑岩與河川谷口區為崩坍災害敏感區 ■火山噴氣孔分佈區 ■面迎東北季風的磺嘴山、大尖山區以及北磺溪兩岸。
切割熔岩臺地	<ul style="list-style-type: none"> ■位於陽明山國家公園東南部 ■僅擎天崗南部有廣大平坦地分佈，其餘僅於稜線區有少數殘餘的平坦地 ■其餘大都為深切的河谷地形區 	<ul style="list-style-type: none"> ■全區除擎天崗之外，地形陡峭，不利於發展。 	<ul style="list-style-type: none"> ■全區除擎天崗之外，地形陡峭，不利於發展。
沈積岩區	<ul style="list-style-type: none"> ■位於陽明山國家公園東南緣，主要屬外雙溪及瑪鍊溪主流二岸。二溪主流成東北—西南走向，西北因位於石底層、大寮層順向坡，地形較為平緩。東南半部因為構造屬於五指山層反向坡，地勢較陡。 	<ul style="list-style-type: none"> ■順向坡地形平緩區，為大寮層風化土較肥沃，利於農作。 ■河谷沖積扇，土壤肥沃利於農業用地。 ■雙溪集水區，河谷寬廣，交通易達性高，河床地層為水平的砂岩層，又有瀑布景觀，除了農業土地利用外，利於遊憩發展。 	<ul style="list-style-type: none"> ■全區多為深切地形複雜且坡度大的環境敏感區。

(引自陽明山國家公園管理處，2000)

參、水系及流域資源

陽明山國家公園境內地形複雜，但因地形走勢為中央高四周低的火山地形，使得水系呈現放射狀水系，溪流均孕育自大屯火山群中，沿山坡自四方分歧而下，溪谷流路中，也因火山週期性隆起活動坡降甚大，形成河流遷急點，產生許多瀑布的特殊景觀，較著名包括冷水坑的絹絲瀑布，內雙溪的雙溪瀑布以及鹿角坑溪的楓林瀑布與崩石瀑布等。

在輻射狀水系以流向分項：南向溪流在五指山以西者匯集於雙溪，在五指山以東者匯集於瑪鍊溪；東向溪流以員潭溪及北磺溪為最大，均流入太平洋中，北向溪流有阿里磅溪、老梅溪、陳厝坑溪及八連溪等，西向溪流有大屯溪及若干小溪流（如圖3-7）。

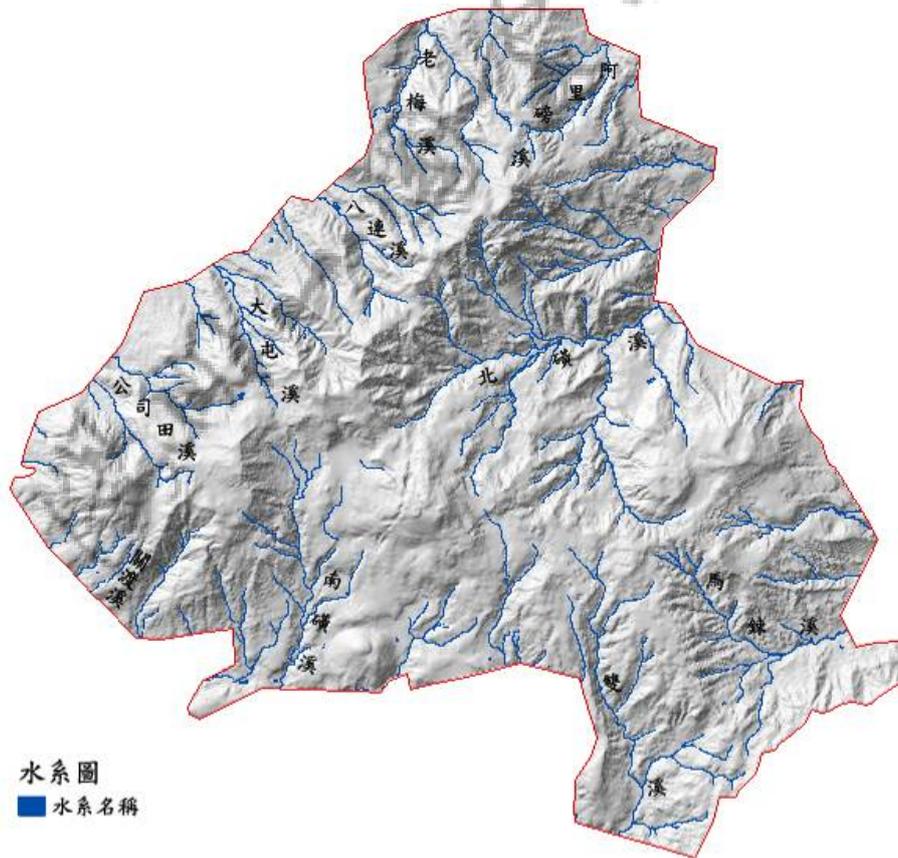


圖 3- 7. 陽明山國家公園水系圖

(引自陽明山國家公園管理處，1994)

表 3-8. 陽明山國家公園主要河川流域特性彙整表

流域	起迄地點	主流長度 (km)	園內長度 (km)	園內面積 (ha)	流域特性
北磺溪	七星山北麓-金山	11	6	3450	由西南流向東北，走向略與竹子山系平行，金山斷層與本主流約略重疊。左岸為植被良好的竹子山系東南坡，右岸為馬槽、七股、八煙地區。流經磺溪頭、重光、金山，由社寮出海。上游為鹿角坑溪，動植物資源豐富，且因植被完整，開發面積少，水質極佳，為陽明山國家公園最重要的水源之一。馬槽之後因有硫磺質溫泉匯入，水質較差。 七星山北麓至七股間約三公里，海拔高度由八百公尺降至二百五十公尺，致崖高谷深，急流不絕，七股至磺溪頭間一段，流長約三公里，坡降約二百公尺，較平緩，至重光段以下進入平地。
南磺溪	七星山南側竹子湖-北投頭尾洲	10.0	5	2120	南磺溪與北磺溪同為陽明山國家公園最重要的溪流，二溪南北分流連成一線，與金山斷層位置相重疊，溪流沿線溫泉密佈，為陽明山國家公園內重要的溫泉分佈，為陽明山國家公園土地利用最密集的地區，上游主要集水範圍為竹子湖，污染嚴重，竹子湖至雷隱橋之間，溪床坡降極大，二岸坡度陡峭，植被良好，為重要的污染過濾區，使得本段溪流為重要灌溉水水源區，卻也因此水量至此之後驟減，對於溪流生態有重大的影響。 本溪流於半嶺以上又稱松溪，北部支流來自中山樓與山豬湖之間，南部支流來自山豬湖與陽明山公墓間，為重要溫泉匯集區，水質較差。自半嶺以下出國家公園範圍，左岸傍逼華崗，峭壁陡立，右岸則較緩，至天母，海拔降至五十公尺，進入平原呈自由曲流現象，於頭尾洲與雙溪會合入基隆河。
雙溪	擎天崗-北投頂八仙	19	7	1382	本溪流劃為水源、水質水量保護區。崁腳斷層於主流左岸平行分佈，沿溪床右岸為火成岩分佈區，左岸為沈積岩分佈區。集水區主要土地利用為農地。流域中有聖人瀑布與天溪瀑布聞名，使集水區之遊憩壓力甚大。自源流南流六公里後轉西，先後匯集內雙溪、新安溪、石角溪、南磺溪及北投溪等支流，於北投頂八仙附近流入基隆河。
瑪鍊溪	北五指山-萬里	—	7.15	846	瑪鍊溪發源於頂山北側，與雙溪背道而流，二溪幹流略成一線，與崁腳斷層相平行，幹流左岸為火成岩，右岸為沈積岩分佈區。為水源、水質水量保護區。僅上游一段屬國家公園陽明山國家公園內，主要土地利用為農地，大多分佈於溪床兩側。
關渡溪	大屯、面天山	—	1.52	—	基隆河支流，集水區包括不動瀑布、貴子坑及陽明山國家公園之中清巒、頂清巒等一帶之丘陵地。主要土地利用為果園。其支流貴子坑溪及水磨坑溪，曾經因為土石流而造成下游地區之嚴重災害。
公司田溪	面天山麓-三芝南側	—	2.25	610	有二大支流，南支流源自面天山北麓，流經楓樹湖，北支流源自烘爐山、百拉卡山及菜公坑山之南麓以及大屯自然公園。面天山溪流上游陡峻，植被豐富且茂盛，保留極佳的生態相。流至楓樹湖坡度變緩，為重要農作區。二支流均為下游重要的水源區。
大屯溪	小觀音山西麓-淡水三芝交界附近	14.5	2.75	680	上游為竹子山與烘爐山、百拉卡山及竹子山之北麓，上游動植物生態相極佳，有二支流，一源流至菜公坑，一源流至三板橋，二處位於二溪流谷口會流區附近，為重要農作區，上游為重要水源區，提供下游飲用水及灌溉用水。菜公坑有住戶分佈。集水區有陽明山國家公園早期之傳統染料植物大菁的分佈，並有完整的清巒遺址。下游並已完成整治工程。

(續下表)

表 3-8. 陽明山國家公園主要河川流域特性彙整表 (續)

流域	起迄地點	主流 長度 (km)	園內 長度 (km)	園內 面積 (ha)	流域特性
八連溪	竹子山附近-三芝	—	1.25	149	河谷深峻坡陡，西北流至內柑宅附近急降 300m，河道上安山岩礫巨石、瀑布、急湍遍佈。上游多條支流分佈於竹子山系西側，動植物生態相極佳，溪流景觀優美。僅位於陽明山國家公園邊緣地帶開始有極少數農地分佈。
老梅溪	竹子山北麓-老梅村	24.2	3.0	625	主要分佈於山溪村行政區範圍內，為水源水質水量保護區。上游動植物生態相極佳，僅於陽明山國家公園邊界附近的尖山湖地區開始有農田分佈，以梯田景觀著稱。上游有瀑布景觀，吸引不少遊客前往。但未經規劃管理。下游核電廠所產生的飛灰，沿集水區而上，對於本區之農作有顯著影響，但對於生態環境影響則尚未知之，有待進一步調查。
阿里磅溪	土地公嶺-乾華	—	2.5	394	主要分佈於乾華村，位於陽明山國家公園內之集水區大部分動植物生態相極佳，僅位於陽明山國家公園邊界之內阿里磅一帶有農田分佈。

(引自陽明山國家公園管理處，2000)

肆、植物生態資源

陽明山國家公園植物係以亞熱型闊葉林為主要上層植物，臺灣中低海拔常見蕨類植物及草生植物為中下層植物，其中也包括有中、高海拔植物種類，如臺灣龍膽與昆欄樹等，顯示本區氣候之特殊。在國家公園內分佈不同生態系，成為臺灣北部地區具代表性的生物棲息生境（如圖3-8），而園區部份的森林，多屬於保安林（如圖3-9）。

依據臺閩地區營建93年統計年報（內政部營建署，2004）資料顯示：陽明山國家公園區域內目前植物種類共計有1,773種，單子葉植物351種、雙子葉植物831種、裸子植物2種、蕨類植物195種、苔蘚類植物123種、藻類植物50種。其它還有菌類植物210種及地衣類11種。其中重要的森林景觀包括以下5類（內政部，2005）：

一、以紅楠為主的森林景觀

為陽明山國家公園內最常見森林景觀，其組成相當穩定，除紅楠為主要樹種外，伴生有樹杞、楊桐、墨點櫻桃等。

二、以長梗紫芋麻為主的森林景觀

所佔面積較小，大多以潮濕山谷為主要分佈地區，由於本種植物景觀為早期森林演替初期植物社會，並不穩定，將逐漸變為以大葉楠為主之森林景觀。

三、以大葉楠為主的森林景觀

主要分佈於700公尺以下之低海拔或較潮濕之坡地或谷地，常有20公尺高之大葉楠出現，伴生樹種有紅楠、長葉木薑子等，下層植物則有山龍眼、山橘、長梗紫芋麻、臺灣山香圓。

四、以昆欄樹為主的森林景觀

分佈於七星山及鹿角坑溪附近山谷地，常有純林出現。

五、人工林景觀

為日據時代或臺灣光復後之人工林景觀，除了前述的面天山之外，主要分佈於烘爐山、頂山、竹子湖等。烘爐山之相思樹林亦有相當迷人之景觀，頗值觀賞。

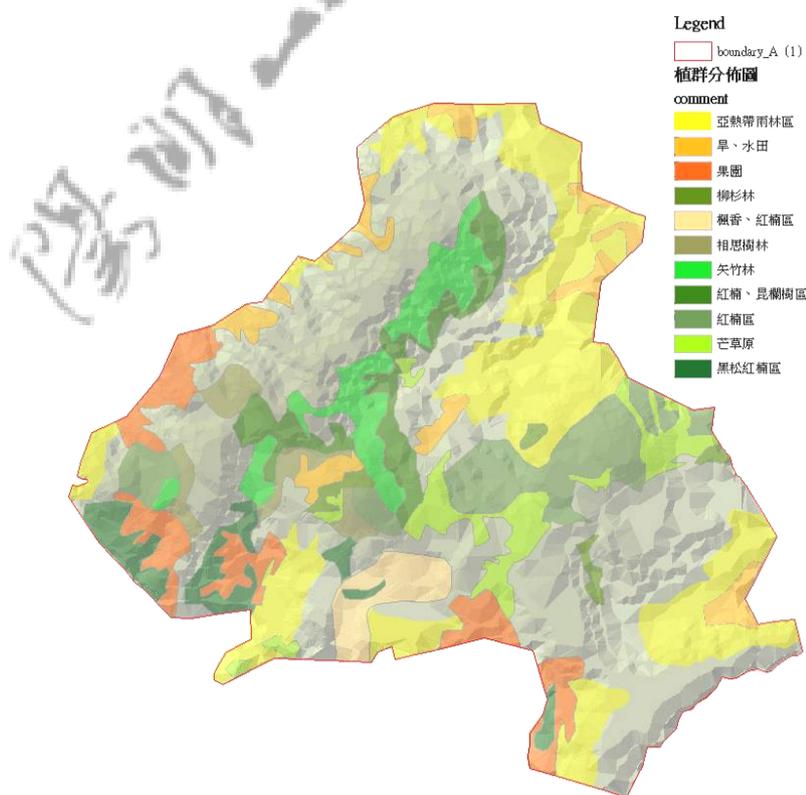


圖 3- 8. 陽明山國家公園植群分佈圖

(引自陽明山國家公園管理處，1994)

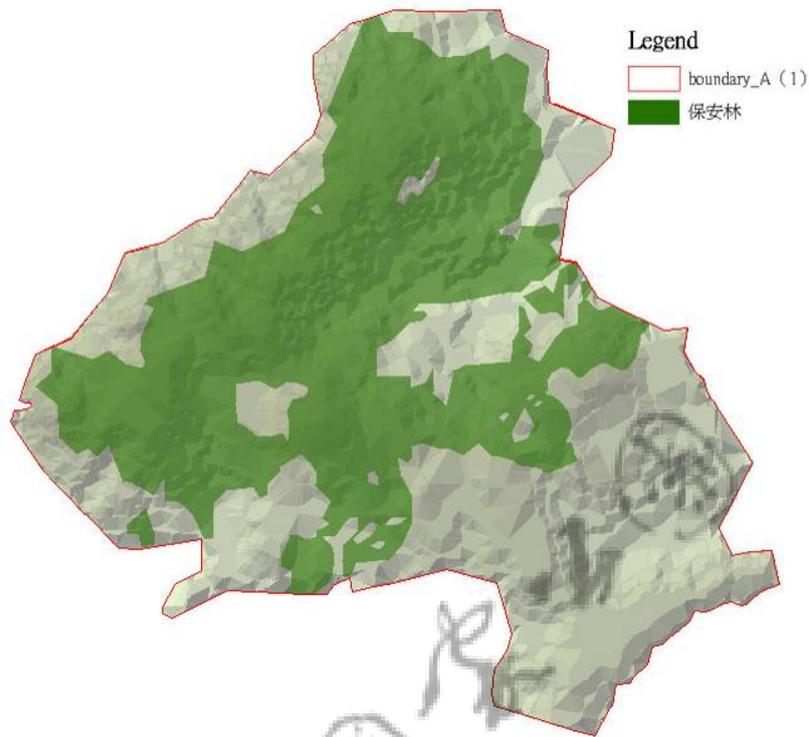


圖 3-9. 陽明山國家公園保安林圖

(引自陽明山國家公園管理處，1994)

伍、動物生態資源

陽明山國家公園屬於人為活動相當頻繁的地區，加上人為農墾或採礦等相甚早，因此影響野生動物種類族群數逐漸減少，甚至滅絕，而生物棲息地遭受破壞。依據過去資料顯示，曾有梅花鹿、山羌、帝雉、黃鸝等動物出沒於陽明山國家公園內，然而至今除鹿角坑溪森林區仍有少數哺乳動物外，大致以鳥類、爬蟲類、兩棲類及蝴蝶類為主。

一、哺乳類

本區哺乳類動物共計有 22 種，約佔臺灣陸生哺乳動物三分之一。包括臺灣鼯鼠、臭鼩（錢鼠）、臺灣大蹄鼻蝠、臺灣小蹄鼻蝠、臺灣葉鼻蝠、臺灣獼猴、臺灣野兔、赤腹松鼠、刺鼠、鬼鼠、巢鼠、月鼠、田鼠、玄鼠、小黃腹鼠、家鼯鼠、鼬獾、臺灣野豬、白鼻心、麝香貓、臺灣鱧鯉（穿山甲）和山羌等。以赤腹松鼠最為常見，一般森林及橘園中均有其蹤跡。臺灣獼猴及白鼻心分佈於鹿角坑溪及大屯山至中正山間森林中，臺灣

野豬、野兔則分佈於竹子山、磺嘴山、大尖山一帶山區（內政部，2005）。其中屬於珍貴稀有野生動物共計 5 種，包括：臺灣獼猴、山羌、白鼻心、穿山甲、麝香貓。

二、鳥類

陽明山國家公園境內鳥類物種約 120 種（內政部營建署，2004），約佔全臺灣地區鳥類種數的五分之一。候鳥的種數佔 50% 左右，且大多為冬候鳥。大多來自北方，由臺灣北部海岸登陸，再越過陽明山區向南遷移。其中臺灣地區的特有種包括：紫嘯鶇、鉛色水鶇、大冠鷲、臺灣藍鵲、畫眉、竹雞、斑頸鳩、金背鳩、紅嘴黑鶇、山紅頭、繡眼畫眉、藪鳥、黃山雀、白耳畫眉和冠羽畫眉等。整體而言，鳥類數量以留鳥較多，以白頭翁、繡眼畫眉、紅嘴黑鶇、山紅頭等 4 種最為常見，臺灣鷓鴣、灰頭鷓鴣、尖嘴文鳥、粉紅鸚嘴、頭烏線、綠繡眼、家燕、小雨燕等次之。林野間經常可聽到鳥鳴，或可見到成群飛翔（內政部，2005）。

陽明山國家公園境內留鳥中屬於珍貴稀有野生動物，包括：大冠鷲、臺灣藍鵲、畫眉、鳳頭蒼鷹、夜鷲、領角鴞、紅隼、灰面鷲、赤腹鷹等；留鳥中屬於其他應予保育的野生動物共計 2 種，包括：紫嘯鶇及鉛色水鶇；候鳥中屬於其他應予保育的野生動物計有 1 種：紅尾伯勞。

三、兩棲類

回顧陽明山國家公園相關文獻記錄所發現的兩棲類物種共計有 22 種，佔臺灣兩棲類種數的 70%，包括：蟾蜍科 2 種、樹蟾科 1 種、狹口蛙科 1 種、樹蛙科 7 種，以及赤蛙科 11 種，其中以盤古蟾蜍、長腳赤蛙的族群量最多，分佈範圍也較廣；梭德氏赤蛙、日本樹蛙、牛蛙及臺北赤蛙所見的頻率最少。可能由於陽明山國家公園內海拔高度偏低，氣候較為溫暖潮濕，因此棲地種類多樣化，使食物較為充裕，適合兩棲類生存。其中屬於珍貴稀有野生動物共計 6 種，包括：褐樹蛙、臺北樹蛙、臺北赤蛙、莫氏樹蛙、貢德氏赤蛙及虎皮蛙。

四、爬蟲類

爬蟲類不論種類與族群均相當豐富，共有 48 種，約佔臺灣產陸生爬蟲類種數的 50% 以上。其中 35 種蛇類、10 種蜥蜴類、3 種烏龜。蛇類均為陸生，且大多無毒。少數有毒的蛇類中，以赤尾青竹絲（俗稱赤尾鮎）的數量最多，龜殼花次之。爬蟲類動物大多喜於樹林底層潮濕而隱蔽之草叢或落葉中活動，或於溪流附近草地為多。此外，臺灣蛇蜥為一種四肢已經退化的蜥蜴，不但是臺灣特有的稀有種，且主要分佈於本陽明山國家公園內，應特別保護其棲息地（內政部，2005）。其中屬於臺灣特有種包括共計 3 種：包括臺灣蛇蜥、黃口攀蜥及臺灣草蜥；屬於珍貴稀有野生動物共計 11 種，包括：食蛇龜、柴棺龜、臺灣蛇蜥、蛇蜥、臺灣草蜥、龜殼花、兩傘節、眼鏡蛇、環紋赤蛇、紅竹蛇及錦蛇。

五、魚類

具代表性的陽明山國家公園魚類共計 12 種，包括臺灣石鱚、臺灣鏟頰魚、褐吻蝦虎、臺灣纓口鰍、泥鰍、臺灣馬口魚、粗首鱖、七星鱧、吳郭魚、鯽魚（金魚）、鯉魚（錦鯉）及鱧魚等。其中屬於臺灣特有種的物種包括：臺灣纓口鰍及臺灣馬口魚 2 種。

六、蝴蝶類

蝴蝶為陽明山國家公園內的重要動物資源及景觀，共約 191 種約佔臺灣產蝴蝶種類的八分之三以上。其中鳳蝶科 25 種，粉蝶 25 種，斑蝶科 12 種、蛇目蝶科 27 種、蛺蝶科 44 種、小灰蝶科 27 種、弄蝶科 30 種及環紋蝶科 1 種，主要棲息於森林區，其中面天山與大屯山間森林區之蝴蝶種類和數量最為豐富，景觀最負盛名，為臺灣北部區域最佳賞蝶區，可觀賞到亞熱帶、溫帶及亞高山系之蝴蝶種類，每逢春夏兩季，尤其以 4 至 10 月是蝴蝶出現較多的月份。如每年 6 月於大屯山上有上萬隻青斑蝶產生（內政部，2005）。

第二節 陽明山國家公園人文資源概述

壹、人口活動

一、人口分佈

陽明山國家公園內人口分佈特色依據其密度可分為人口密集區、集村區、散村與獨立散戶等4級，由於分佈的區位與地形特色不同，其經濟及社會環境也有所不同。可發現人口分佈與土地使用密集度常有一致現象，因此所產生的經營管理問題層面，人口狀況分述如下：

- (一) 人口密集區—位於陽明山中山樓一帶。
- (二) 集村區—此區人口集居較具規模，可再依據其所在區位細分為2類，一類位於園區核心地帶：包括湖山里竹子湖、湖底，泉源里頂湖、十八份、嶺頭，溪山里內雙溪；另一類則位於園區邊界地帶，包括菁山里山豬湖，樹興里興福寮與永春寮、中和里中青巒、重和村六股林口一帶。
- (三) 散村—位於興華里櫻花別墅、圓山村臺北鄉城、馬槽、七股、八煙、溪底村、大坪、平等里等地。
- (四) 獨立散戶—散居於溪流兩岸可耕地上或產業道路側。包括水源里楓樹湖、店子村菜公坑、圓山村三板橋與二坪頂、山溪村尖山湖、乾華村內阿里磅、二湖村二湖、湖山里馬槽、菁山里七股、重和村八煙、平等里內寮、新圳頭等地。

二、人口之就業結構

陽明山國家公園內人口就業結構，早期係以農、林、礦第一級產業人口為最多，但近年來林業、礦業已有漸減的趨勢，因此現今除了農業以外，遊憩活動所帶來的第三級產業（如：餐飲、零售等服務業）也逐漸增加中。

陽明山國家公園主要餐飲及住宿服務以陽明公園、龍鳳谷、硫磺谷、頂湖、湖底、竹子湖、山豬湖、礦寮、馬槽等遊憩據點為主，其中以陽明山公園地區較具規模外，其

餘地區則大多為非法臨時性商業活動，經營品質較差且對環境景觀形成衝擊，未來可結合社區發展進一步改善環境。其行政區界如圖3-10所示，包括石門鄉、三芝鄉、金山鄉、萬里鄉、淡水鎮、北投區以及士林區。

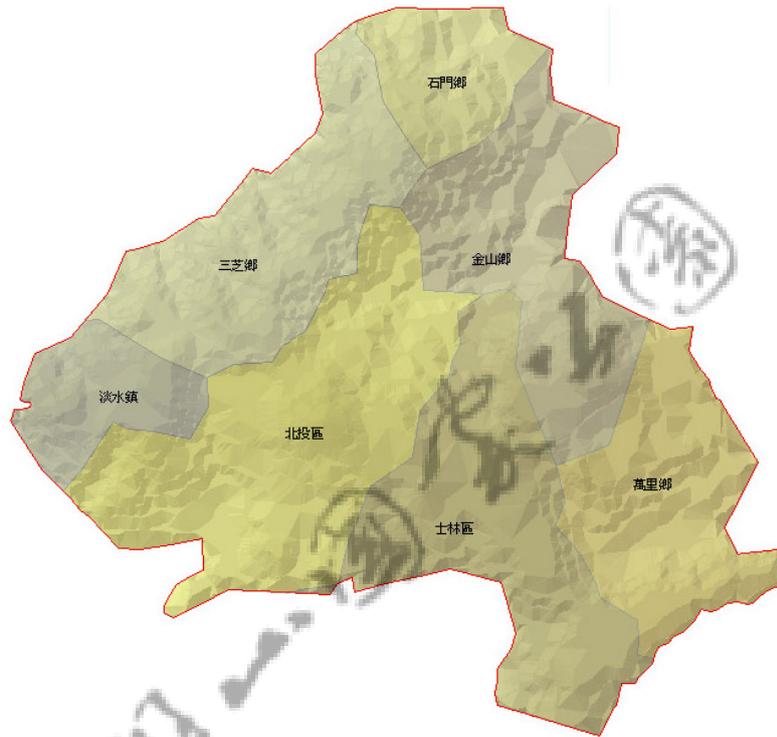


圖 3- 10. 陽明山國家公園行政區界分區圖

(引自陽明山國家公園管理處，1994)

貳、古蹟遺址

回顧陽明山國家公園對考古遺址人文調查歷年相關研究報告，包括：陳仲玉等（1998）《陽明山國家公園大屯山區遺址之研究》；劉益昌等（2002）《金包里大路（魚路古道）沿線考古遺址調查研究》；劉益昌等（2003）《陽明山國家公園面天坪古聚落考古學研究》；詹素娟、劉益昌（2005）《陽明山國家公園大屯山區考古遺址調查（二）—古聚落相關之考古學研究》；劉益昌等（2006）《陽明山鄰近地區考古學研究的回顧與展望期中報告》等，發現陳仲玉等（1998）提出大屯山區為先民居住及活動的場所，民族誌中的「大屯社」即位於大屯山西麓，經史籍文獻和古地圖研究分析此遺址地區，認為面天坪遺址即為凱達格蘭族「大屯社」的舊址，於研究中並推測建築結構可能為干欄式

結構。然而於 2000 年後，劉益昌等的研究中認為考古遺址遺物很少，且地形也不利於人們居住，這些聚落中即使為原住民活動痕跡，然而並非長期居住的遺址，對考古學而言，是否需要復原當時生活景象的意義較為不大。

陽明山國家公園的史蹟歷史以年代來分，大致可分為 3 個時期與階段，包括日據時期以前、日據時期、以及臺灣光復迄今，茲分述如下：

一、日據時期以前

清康熙以前主要為凱達格蘭族活動區域，由於臺北湖尚未退去，湖畔重要的平坦地，即成為其重要的活動範圍，尤其緊鄰臺北湖周邊的陽明山國家公園範圍內，分佈有多處的熔岩臺地，可及性高，背東北季風，土壤肥沃，動植物資源豐富，又有硫磺，可作為交換物資，因此成為重要的活動區域。

二、日據時期

簡大獅抗日盤據山區，為了平亂，日軍多次穿過山區，所進行的掃蕩及建設活動，例如擎天崗為二軍作戰的古戰場，以及數條景觀道路的興建。其二為了迎接未來的天皇繼承人日本太子來臺視察，以陽明山地區作為樣板，所進行的大規模建設。其間所進行的建設包括：中山樓、草山賓館、太子亭、陽明公園的 30 棟各具特色的溫泉別墅、眾樂園別館、若草屋、山梅館、國際旅舍等大眾溫泉池，為了引溫泉所建設的引水隧道以及用途不明的其他類型山洞等。未來可針對此一系列的日本聚落加以復舊，以整建成不同主題的博物館。

三、臺灣光復後迄今

民國政府初來臺時，為了反攻大陸，也為了防禦共軍空襲，遂以陽明山作為反攻基地的核心基地，此由所成立的草山管理局直屬於總統府（與廬山管理局地位相當），即可知其重要性。以陽明書屋為指揮中心，各將軍首長分配居住於日據所留下來的日本菁英避暑泡湯的 30 棟別墅，可隨時在緊急時刻召見商討大計，並且由於緊鄰中山樓，可隨時召集國民大會。使得陽明山區在政府退據臺灣初期成為全國的最重要決策中心，而為了保護元首安全，重要的元首居住所在的陽明書屋（中興賓館），建立非常嚴密的防

禦設施，儼然如歐洲古城堡，例如屋內照明設計成不外露，公路沿線多處碉堡等等重要具有時代意義的文化地景。目前陽明書屋已開放供民眾參觀。

整體而言，若能藉由現存重要的史蹟遺址，重建不同時期的生活文化及聚落型式，配合不同社區居民的文化特質與景觀遊憩活動如溯溪、民俗活動、人文之旅、賞花等的結合，可使環境教育更豐富化。

參、古道系統

陽明山國家公園內有許多古道已被列為臺灣重要古道，具有特殊的歷史意義，可作為國家公園內發展解說與保存史蹟的生態旅遊地。其中以南北向的魚路古道、東西向的淡基橫斷古道，沿線遺址、資源豐富，最具有環境教育的價值。以下將各古道名稱，坊間俗稱，所聯絡的城鎮，開闢時間與其重要性，說明如表 3-9。

表 3-9. 陽明山國家公園重要古道之歷史意涵與重要性及保育現況

重要性	古道名稱	坊間俗稱	開闢年代	歷史意義與重要性	保育計畫
第一級 (國家級)	淡基橫斷古道 (東段)	鹿堀坪 古道	清 1892	可算是「清末最後一條官道」或「清末最後一條軍道」。三年之後的 1895 年，清廷割讓臺灣，日本開始治臺。淡基橫斷古道的途中設有一座河南營。河南營遺址位於擎天崗西南方約 600m 的雞心崙上，中央有寬闊的平地，四周芒草叢生，常有牛群出沒，地面留有清朝碎磁片，殘存石牆僅北面較為完整。南面牆原有窗戶與槍孔，但被駐軍充當碉堡材料。	為園區內重要文化資產，進一步列入研究調查，並進行發展計畫。
	淡基橫斷古道 (西段之一)	打石窟 古道	清 1892		
	淡基橫斷古道 (西段之二)	蜜蜂巢 古道	清 1892		
	淡基橫斷古道 (西段之三)	十八彎 古道	清 1892		
第二級	百六砌 古道	巴拉卡 古道	清 1816	名稱由來：北新庄至竹子湖途中，因山路陡峭，居民用一段一段的筆筒樹幹鋪設臺階，總計 162 階，後來改用石塊鋪設，簡稱「百六砌」。百六砌分為百六砌頂與百六砌腳二個聚落，日治時期稱為百六刻、百六隙、百六戛，光復後卻被訛稱為「巴拉卡」。	調查階段
	平林坑 溪古道	平林坑溪 古道	清 1823	自大嶺（擎天崗）採東南向，經過後湖底、細腳幼仔寮、頂礮寮、土地公寮，然後由此分二叉：一向內寮，再至坪頂；另一向下礮寮，然後再分二叉，其一越溪，經狗母豬潭，再沿坪頂古圳而行；另一直接走向平林尾，再越溪至坪頂古圳，二線均至內厝，抵坪頂。由坪頂而出，順著大平尾而下，至外雙溪，最後抵達士林。沿途多大菁植群，並有菁礮遺址二處，唯多已破損。	調查階段
	藍路古 道（大 桶湖溪 古道）	大屯溪 古道	清 1823	興建時正值臺灣藍業興起的年代。自北新莊進入，沿大桶湖溪而行，沿途至少有四處菁礮遺址，且保留極為完整，加以大菁植群茂盛，又有瀑泉之勝，實為人文資源與自然條件極為豐富的古道。並遺有日據時期為調查大屯山區資源所建之調查站。	菁礮遺址列入調查保護計畫

註：第一級：國家級，具有歷史意義，第二級：縣市籍，為縣市間相互聯絡，具有重要產業、交通往來、文化交流等任務的古道。第三級：鄉鎮級，屬於小區域性，且已交通聯繫為主要任務的古道。

(續下表)

表 3-9. 陽明山國家公園重要古道之歷史意涵與重要性及保育現況 (續)

重要性	古道名稱	坊間俗稱	開闢年代	歷史意義與重要性	保育計畫
第二級	馬鞍格古道	鹿角坑溪古道(山線)	清 1832	鹿角坑溪古道是最深入山區的古道。沿途資源有楓林、炭窯、瀑布等。咸豐四年(1854)北投社通事與金包里社業主曾簽下契約，議定二社的勢力範圍以大溪(鹿角坑溪)為界，溪北歸金包里社掌管，溪南歸北投社掌管，別稱「蕃社合約古道」。又可細分二支線：馬鞍格與挨心石二路線。 馬鞍格古道自磺溪頭進入，經坑內、格腳，再翻越馬鞍格大崙，然後至湖內、鹿角坑。自鹿角坑再跨越紅石仔坑溪、清水溪，然後至後山頂坪，轉出竹仔湖、湖底。由湖底可分抵士林、北投。 挨心石古道自茅埔頭進入，沿鹿角坑溪主流南岸而行，經挨心石，在抵達馬槽溪交會口之前越至北岸，然後沿楓林溪，至湖內、鹿角坑，這是主要的幹道。	調查階段
	挨心石古道	鹿角坑溪古道(溪線)	清 1832	資料從缺	調查階段
	金包里大路(魚路古道)	嶺腳庄古道(北段)	清 1852	沿途資源有魚、牛、石屋、大油坑硫磺礦區等，以「魚路古道」著稱。這條古道曾於1898年，由歸順的土匪簡大獅率部眾加以整修，別稱土匪古道。1901年，日本人再依據等高線迂迴整修，歷經二年的歲月，終於在1903年完成，別稱士林金山道路。	北向段已開發
	後尖古道	絹絲瀑布古道(南段)	清 1852	又可細別為三段：(一)死磺仔坪古道(二)刺熄坑古道(三)內雙溪古道。 1858年，郎和走的路線可能先採後尖古道的死磺仔坪路線，再接至平林坑溪路線，然後轉出內寮，再至坪頂，順著大平尾而下，至外雙溪，最後抵達士林。	調查階段
		後尖古道	清 1858		
	淡基環山古道	淡基環山古道	清 1871	銜接北新莊、二坪頂、尖山湖、倒照湖等山村，沿途資源有石橋、茶園等，別稱三板橋古道。	調查階段
七股古道	七股古道	清 1860	以茶葉著名，為陽金公路的前身	調查階段	
第三級					

註：第一級：國家級，具有歷史意義，第二級：縣市籍，為縣市間相互聯絡，具有重要產業、交通往來、文化交流等任務的古道。第三級：鄉鎮級，屬於小區域性，且已交通聯繫為主要任務的古道。

(引自陽明山國家公園管理處，2000)

第三節 陽明山國家公園遊憩資源概述

壹、遊憩資源

陽明山國家公園境內遊憩資源豐富，所形成的遊憩據點吸引不同遊客族群前往，遊憩資源大致上可分為山系遊憩、溪流遊憩、瀑布景觀欣賞遊憩、人為開發遊憩、草原景觀賞景、湖沼濕地、溫泉遊憩、休閒農園遊憩以及特殊建築等 9 種類型（如表 3-10）。

表 3-10. 陽明山國家公園遊憩資源類型表

類型	據點
山系遊憩	七星山、紗帽山、竹篙山（水井尾山）、鵝尾山、大屯主峰、大屯南峰、大屯西峰、面天山、向天山、中正山、萊公坑山、烘爐山、頂山
溪流遊憩	北磺溪、雙溪
瀑布景觀欣賞遊憩	絹絲瀑布、陽明瀑布、大屯瀑布、楓林瀑布、崩石瀑布、雙溪瀑布
人為開發遊憩	陽明公園、前山公園、童子軍陽明山露營場、菁山露營場
草原景觀賞景	包籐矢竹為主之草原群落、擎天崗草原
湖沼濕地	火山口湖
溫泉遊憩	陽明山溫泉、馬槽溫泉、鳳凰溫泉、硫磺谷溫泉、湖山溫泉
休閒農園遊憩	北投觀光花園、北投觀光橘園、碧園農場、後山田園、竹子湖田園
特殊建築	于右任墓園、中山樓、三聖宮、清天宮

（引自陽明山國家公園管理處，2000）

貳、遊憩活動

陽明山國家公園現有旅遊活動大致以觀賞地形地質、觀察動植物資源、眺望、攝影、野餐、露營、溫泉浴、登山、健行、開車兜風、自然攬勝等活動為主。旅遊方式分為一日遊及二日遊二種，較少三日遊者（陽明山國家公園，2005a）。

一、一日遊旅遊模式

包括以陽明公園、竹子湖、小油坑、內雙溪、馬槽、夢幻湖、于右任墓園、擎天崗、冷水坑等著名遊憩區為主要活動範圍，進行觀賞、眺望、野餐、攝影、溫泉浴等活動。由於交通可及性大，不需花費太多體力或時間，為常見典型的大眾遊憩類型。而大屯山、七星山、紗帽山、中正山、面天山、鵝尾山等山峰或鹿角坑溪、絹絲瀑布等地區可從事登山健行、眺望景觀、自然攬勝等活動，由於行程較為艱苦，需要花費體力，主要以青年學生或喜好登山者為多。

二、二日遊旅遊模式

可分為2類，包括在現有露營場地露營及在陽明山國家公園附近或國家公園內的旅館住宿。

(一) 在現有露營場地露營

在童子軍露營場或菁山露營場等地露營，並於附近遊憩據點從事遊憩活動。由於本區地理條件和氣候因素的限制，雖然露營設備日益完善，但露營活動的重要性不高，主要以團體活動的學子為主。

(二) 在陽明山國家公園附近或國家公園內的旅館住宿

以陽明山公園、紗帽山、夢幻湖等遊憩據點為活動範圍，從事觀賞風景、攝影留念、野餐休憩、溫泉浴等活動，此類遊客多來自臺北都會區外或為國際觀光客。

參、遊憩壓力

從表 3-11 可看出陽明山國家公園境內的遊憩壓力逐年遞增，因此管理處在《陽明山國家公園第二次通盤檢討》中提出，從遊憩活動管理策略可將陽明山國家公園內的遊憩區分為北部遊憩系統、西南部遊憩系統及東南部遊憩系統等3個遊憩系統，並提出以適當的導引方式分散遊客來降低遊憩壓力（內政部，2005）。茲分述如下：

一、北部遊憩系統

包括大屯、二子坪、小油坑、大油坑、冷水坑、馬槽等遊憩區。除馬槽遊憩區外，部分遊憩區臨接生態保護區或特別景觀區，為避免造成環境敏感區破壞，以發展靜態賞景、資源型態的遊憩活動為主，並依據各遊憩區資源類型發展生態旅遊。

二、西南部遊憩系統

包括陽明公園、遊客中心、龍鳳谷與硫磺谷、童軍露營場等，位於國家公園邊緣，臨接高密度開發的臺北市區，區位佳、交通便利、可及性高，現有公共設施充足，地形平坦，腹地充足，歷年來即已對遊客具有極大的遊憩吸引力，屬於高密度使用的遊憩區。其中陽明公園、童軍露營場遊憩密度已過高，為疏散二者遊憩壓力，需適度導引遊客至

龍鳳谷硫磺谷遊憩區，與北投地區溫泉遊憩系統相連結，並進行湖山社區整體規劃，提供高品質的休閒農園設施。

三、東南部遊憩系統

包括菁山、雙溪二處遊憩區，皆適合發展為中密度遊憩區。

表 3- 11. 臺灣地區遊客人數與陽明山國家公園主要遊憩區遊客人數比較表

年度	臺灣地區遊客人數	成長率	陽明山國家公園 園區主要遊憩區遊客統計	成長率	陽明山國家公園平均 每人可使用的面積 (m ² /人)
80	26,210,096	—	897,252	—	128
81	39,506,741	50.7%	1,024,008	14.1%	112
82	40,939,604	3.6%	1,022,259	-0.2%	112
83	42,142,447	2.9%	719,709	-29.6%	159
84	45,691,541	8.4%	829,090	15.2%	138
85	42,443,097	-7.1%	917,202	10.6%	125
86	64,417,650	51.8%	1,173,539	27.9%	98
87	66,766,008	3.6%	1,497,501	27.6%	76
88	88,029,343	31.8%	3,583,069	139.3%	32
89	96,003,597	9.1%	4,406,374	22.9%	26
90	106,172,612	10.6%	4,562,546	3.5%	25
91	108,409,330	2.1%	4,317,096	-5.4%	27
92	124,896,695	15.2%	4,559,489	5.6%	25
93	142,034,920	13.7%	4,849,794	6.3%	24

(修改自內政部，2005)

肆、遊客特性

依據研究顯示，本園區的遊客主要來自臺北縣市，因此有關的遊憩活動需要考量其特性以作為規劃設計之基礎，因此本研究除了針對園區內的遊客特性進行分析之外，並就臺北市的遊客特性進行瞭解。

主要的遊客特性分析依據《陽明山國家公園遊客行為及遊憩型態發展之研究》(1996)、《擎天崗草原景觀區遊客特性、遊客數量及交通量的調查分析》(1996)、《臺灣地區國民旅遊狀況調查報告》(1994)、《臺北市綜合發展計畫》(1992)、《加速臺北市觀光資源開發之研究》(1988)、以及《臺北縣觀光遊憩整體發展計畫》(1986)等研究成果。有關臺北市民的旅遊特性及旅遊人口特性，茲分述說明如下：

一、臺灣地區國民旅遊狀況調查報告(1994)

- (一) 臺北都會區從事國民旅遊的人口佔全省 33.2%。
- (二) 臺北市民每年從事國民旅遊的平均次數為 3.5 次，居全省之冠。
- (三) 國民主要休閒活動種類：「郊遊、登山、健行、釣魚」已成為男性最常從事的第二位、女性的第四位。
- (四) 臺北市民從事戶外活動最喜歡的地方：
 1. 就人數而言人少清靜的環境。
 2. 就目的而言：可休閒打發時間的地方。
 3. 就性質而言：瀑布、溪谷。
- (五) 臺北市民至遊憩據點主要的從事活動順位：野餐烤肉、觀賞自然景觀、露營、野外健行登山、觀賞文化古蹟、駕車兜風、遊樂園活動、觀賞鳥蝶、採集標本、攝影寫生、乘坐遊艇、游泳、溯溪、溫泉浴、海釣溪釣、滑水潛水衝浪、水上摩托車、採集果實、泛舟。

二、臺北市綜合發展計畫（1992）

臺北市民對戶外遊憩地點的偏好順位：郊外或山上、市區內公園、河濱公園。

三、加速臺北市觀光資源開發之研究（1988）

- （一）臺北市民選擇戶外遊憩地點的考慮因素順位：交通方便與否、花費的金額、遊憩的時間、滿足及娛樂身心的程度、富有教育及啟發性。
- （二）臺北市民從事戶外遊憩之交通工具順位：私人轎車、市公車、機車、步行、火車、公路局、計程車、文化公車、腳踏車。
- （三）臺北市民最適宜的旅遊地點車程時間順位：1小時、1~2小時、2小時以上。

四、臺北縣觀光遊憩整體發展計畫（1986）

- （一）都會區居民對有興趣的活動希望花費的時間順位：半日~一日、一日~二日、二日~三日、半日以下、三日~五日、五日以上。
- （二）影響都會區居民外出旅遊興緻因素順位：交通擁擠延滯、交通車次太少不方便、交通車程太長、所遊之地停車設施不便、所遊之地面狀況不良。

五、擎天崗草原景觀區遊客特性、遊客數量及交通量的調查分析（1996）

- （一）性別：男性佔 63.7%，女性佔 36.6%。
- （二）年齡：20 歲以下佔 22.4%，20-40 歲佔 61.3%，60 歲以上佔 1%。
- （三）教育程度：大專以上佔 57.1%，高中及以下佔 42.9%。
- （四）職業：學生佔 35.5%，商人佔 19.5%，自由業者佔 12.7%，工人佔 9.7%，家管佔 4.2%，農人佔 0.8%，退休人員佔 0.8%。
- （五）收入：25,000 元以下者佔 10.7%，25,000-50,000 元者佔 41%，50,000-100,000 元者佔 41%，100,000 元以上者 7.2%。

- (六) 客源地：臺北縣市佔 82.3%，新竹以北佔 6.9%，中南部佔 8.4%，東部佔 1.6%，國外佔 0.8%。
- (七) 前來次數：第一次佔 32%，第二次佔 22%，三-五次佔 25%，六-十次佔 10%，第十次以上佔 11%。
- (八) 交通工具：經陽金公路中湖開車佔 41%。經山仔后冷水坑佔 44%，由絹絲瀑布健行佔 11%，經風櫃嘴石梯嶺步道健行佔 1%。
- (九) 停留時間：半時內佔 7%，0.5-1 時佔 25%，1-2 時佔 36%，2-3 時佔 21%，3-4 時佔 7%，4 時以上佔 3%。
- (十) 同伴性質：家人親戚佔 39%，好朋友佔 38%，普通朋友佔 15%，社會團體佔 3%，學校團體佔 3%，其他佔 1%。
- (十一) 結伴人數：獨自一人佔 4%，2 人佔 32%，3-5 人佔 39%，6-10 人佔 17%，11-20 人佔 4%，21-40 人佔 2%，41 人以上佔 3%。
- (十二) 今天已到過或想在去的遊憩據點：專程而來佔 37%，小油坑佔 19%，大屯自然公園或二子坪佔 14%，陽明公園佔 13%，馬槽佔 5%，其他佔 12%。
- (十三) 來遊原因：慕名而來佔 57%，順道來訪佔 27%，隨團佔 11%，登山路過佔 5%。
- (十四) 最喜歡遊憩型態：自然原始佔 60%，低度開發半原始人煙稀少佔 25%，中度開發半人工化地區佔 14%，高度開發人工設施多且熱鬧地區佔 1%。
- (十五) 從事活動：接近自然欣賞草原景觀佔 71%，登山健行佔 6%，沈思靜坐佔 6%，親子遊戲佔 3%，散步佔 3%，野餐聚會團體活動佔 3%，聊天交朋友佔 3%，其他佔 4%。
- (十六) 再遊意願：極願意佔 35%，願意佔 55%，普通佔 9%。

(十七) 車輛壅塞應採取措施：規劃遊園接駁公車佔 34%，維持散步步道佔 33%，戰備道路不要封閉應維持開放佔 24%，規劃自行車道佔 9%。

(十八) 草原擁擠程度：很擁擠佔 5%，稍微擁擠佔 14%，普通佔 29%，不擁擠佔 45%，極不擁擠佔 7%。

(十九) 最優先需要設施：避雨涼亭佔 37%，廁所佔 27%，不必要有任何設施佔 16%，解說服務站佔 10%，觀景平臺佔 9%，其他佔 1%。

(二十) 遊客普遍認為廁所、停車場、涼亭、垃圾桶等設施均相當不足，認為本區最嚴重的違規事件為亂丟垃圾。

六、陽明山國家公園遊客行為及遊憩型態發展之研究（1996）與本處於 1990 年對本區遊客之調查報告比較：

未來週休二日之後，假日型態趨向短期化，區域性的旅遊活動，仍將逐漸強化，預測遊憩活動仍將以欣賞風景、健行登山活動為主，且大多仍應屬於短暫性與經常性的遊客，且未來的遊憩人口與交通擁擠度勢將隨之提高，因此交通疏散政策，遊園公車等交通系統，以及與臺北市周山登山系統的連結，均需要更進一步的協調管理，以改善未來的需求增加所造成的環境衝擊與遊憩品質惡化問題。

第四節 陽明山國家公園環境規劃目標之確立

依據國家公園法第 12 條規定，將陽明山國家公園區域按其資源特性與土地利用型態劃分不同管理分區，以不同措施達成保護與利用功能，本研究透過陽明山國家公園相關計畫，將陽明山國家公園土地利用分區劃設原則與管理原則彙整如表 1-1。陽明山國家公園分為生態保護區、特別景觀區、遊憩區、一般管制區共 4 種分區，雖目前有數個較具保存價值之人文遺址，惟尚待調查求證，故暫無法劃設為史蹟保存區。以下就陽明山國家公園 4 種土地利用分區。

自陽明山國家公園於 1985 年成立以來，原有計畫面積約 11,456 公頃，涵蓋了一般管制區 5,678 公頃 (49.55%)、遊憩區 227 公頃 (2.00%)、特別景觀區 4,318 公頃 (37.69%)、生態保護區 1,233 公頃 (10.76%)。於第一次通盤檢討 (1994) 時增加金山鄉秀峰坪一帶，並將白石腳社區畫出國家公園範圍。第一次通盤檢討面積共計 11,455 公頃，涵蓋了一般管制區 5,634 公頃 (49.18%)、遊憩區 279 公頃 (2.44%)、特別景觀區 4,189 公頃 (36.57%)、生態保護區 1,353 公頃 (11.81%)。第二次通盤檢討 (2005) 總面積不變，共計 11,455 公頃，涵蓋了一般管制區 5,459 公頃 (47.66%)、遊憩區 283 公頃 (2.48%)、特別景觀區 4,364 公頃 (38.1%)、生態保護區 1,349 公頃 (11.78%)。

觀看 1985-1994 年面積增減量：總面積減少 1 公頃，一般管制區減少 44 公頃、遊憩區增加 52 公頃、特別景觀區減少 129 公頃、生態保護區增加 120 公頃。1994-2005 年面積增減量：陽明山國家公園總範圍與面積不變，但 4 個分區內部都有變化，於生態保護區竹子山、鹿角坑溪 (生一) 面積減少 4 公頃，特別景觀區增加一處鹿嶠坪特別景觀區 (特七) 增加 175 公頃，遊憩區馬槽溫泉區 (遊一) 劃設增加 8 公頃，但磺谷龍鳳谷 (遊八) 減少 4 公頃，共計遊憩區增加 4 公頃，於一般管制區的管三、管四區則減少 175 公頃 (如表 3-12、表 3-13)。因此自陽明山國家公園成立以來至今，面積總增減量：共計減少 1 公頃，其中一般管制區共減少 219 公頃、遊憩區共增加 56 公頃、特別景觀區共增加 46 公頃、生態保護區共增加 116 公頃。由此可知，遊客

對於遊憩的需求量增加，且由於管理處對於特別景觀與生態環境保護的重視，因此對於兩者面積規劃皆有明顯的增加。

表 3-12. 陽明山國家公園計畫分區年代比較表

面積變化 分區說明	1985年 陽明山國家公園成立		1994年 第一次通盤檢討計畫		2005年 第二次通盤檢討計畫		1985-1994 面積 增減量	1994-2005 面積 增減量	1985-2005 面積 總增減量
	計畫面積 (公頃)	百分比	計畫面積 (公頃)	百分比	計畫面積 (公頃)	百分比			
生態保護區	1,233	10.76%	1,353	11.81%	1,349	11.78%	增加 120公頃	減少 4公頃	共增加 116公頃
特別景觀區	4,318	37.69%	4,189	36.57%	4,364	38.1%	減少 129公頃	增加 175公頃	共增加 46公頃
遊憩區	227	2%	279	2.44%	283	2.48%	增加 52公頃	增加 4公頃	共增加 56公頃
一般管制區	5,678	49.55%	5,634	49.18%	5,459	47.66%	減少 44公頃	減少 175公頃	共減少 219公頃
總面積	11,456	100%	11,455	100%	11,455	100%	減少 1公頃	—	共減少 1公頃

(本研究整理)

表 3-13. 陽明山國家公園 1994-2005 年計畫分區細部比較表

面積變化 分區說明	1994年 第一次通盤檢討計畫		2005年 第二次通盤檢討計畫		1994-2005年 面積增減量	備註	
	計畫面積 (公頃)	百分比	計畫面積 (公頃)	百分比			
生態保護區	生一	917	8.00%	913	7.97%	減少 4 公頃	竹子山、鹿角坑溪
	生二	435	3.80%	435	3.80%	—	磺嘴山、大尖後山
	生三	1	0.01%	1	0.01%	—	七星山夢幻湖
	小計	1,353	11.81%	1,349	11.78%	減少 4 公頃	
特別景觀區	特一	4,000	34.92%	4,000	34.92%	—	核心景觀區
	特二	90	0.79%	90	0.79%	—	陽金公路景觀區
	特三	20	0.17%	20	0.17%	—	一〇一甲公路景觀區
	特四	30	0.26%	30	0.26%	—	陽投、紗帽山環山公路景觀區
	特五	30	0.26%	30	0.26%	—	冷水坑道路景觀區
	特六	19	0.17%	19	0.17%	—	內雙溪中上游水源涵養區
	特七	—	—	175	1.53%	增加 175 公頃	鹿堀坪特別景觀區
	小計	4,189	36.57%	4,364	38.1%	增加 175 公頃	
遊憩區	遊一	25	0.22%	33	0.29%	增加 8 公頃	馬槽溫泉區
	遊二	21	0.18%	21	0.18%	—	二子坪遊憩區
	遊三	41	0.36%	41	0.36%	—	大屯自然公園
	遊四	120	1.05%	120	1.05%	—	陽明公園
	遊五	6	0.05%	6	0.05%	—	童軍露營場
	遊六	25	0.22%	25	0.22%	—	菁山露營場
	遊七	20	0.17%	20	0.17%	—	雙溪瀑布區
	遊八	5	0.04%	1	0.01%	減少 4 公頃	硫磺谷龍鳳谷
	遊九	10	0.09%	10	0.09%	—	冷水坑遊憩區
	遊十	3	0.03%	3	0.03%	—	大油坑遊憩區
	遊十一	3	0.03%	3	0.03%	—	小油坑遊憩區
	小計	279	2.44%	283	2.48%	增加 4 公頃	各遊憩區之詳細範圍與面積， 依據經核定之細部計畫所定為準
一般管制區	管一	42	0.37%	42	0.37%	—	臺北市陽明里湖山里
	管二	6	0.05%	6	0.05%	—	陽明山國家公園管理中心
	管三	5,586	48.76%	1,224	10.69%	—	
	管四			4,187	36.55%	—	
小計	5,634	49.18%	5,459	47.66%	減少 175 公頃		
合計	11,455	100.00%	11,455	100.00%	—	詳細面積以實際測量分割為準	

(本研究整理)



第四章 研究方法

第一節 區域生境安全格局操作模式

壹、區域生境安全格局操作流程

陽明山國家公園以獨特的地質景觀、完整的生態環境、珍貴稀有的動植物而被指定為臺灣的國家公園，也是重要生態環境的保護對象，在面臨大量的遊客干擾與環境衝擊，研究陽明山國家公園景觀安全格局是非常必要的。在重要生物的棲地環境建立適當的緩衝區，以保護現存動植物的生物環境。

本研究以景觀安全格局理論對陽明山國家公園進行空間分析，探討土地使用類型分佈與生態過程等空間關係，以地理資訊系統軟體 Arc GIS 9.1 版為分析工具，其操作流程、方法與內容說明如圖 1-5、表 4-1 所示。

以往的相關研究僅針對某一期的地景類型進行區域生境安全格局規劃，並未進行動態適應性地景生態安全格局規劃，包括如 Yu (1995, 1996, 1997)、俞孔堅 (1998)、羅宏銘 (2002)、邱淑美 (2004)、高雅力 (2004)、翁雅瑩 (2005)、俞孔堅等 (2005)。因此，本計畫未來希望藉由 2 期的景觀變遷及生境安全格局之分析，建立動態的棲地區域生境安全格局。

生態安全格局判識步驟包括源的確定、依據棲地環境阻力對物種所穿越景觀進行分類、建立棲地的阻力趨勢表面、依據阻力趨勢表面來判識棲地的生態安全格局，其判識步驟茲簡述如下：

一、源的確定

以自然保護區為例。在多數情況下，自然保護的對象是一個或多個物種或族群。在野外調查，充分瞭解各種物種棲地環境的基礎上，將主要保護對象物種的棲地作為種源的原點，即是「源 (source)」。

二、依據棲地環境阻力對物種所穿越景觀進行分類

物種從「源 (source)」到棲地空間的某一點，在其移動歷程中，不同的景

觀區域對其物種移動有著不同的影響。不同的景觀地貌表面及位置有其相對不同的生境阻力值。因此，景觀可依據對某一物種的適宜性和可達性進行分類，而不同的保護物種生境阻力有著不同的分類依據及標準，舉凡如景觀的覆蓋物、坡度、坡向和高程等均影響每一物種至棲地空間某一點的阻力值。當考慮因子多時，可採用加權的方法來計算各因子對總阻力值的貢獻大小。對某一特定保護物種的景觀每一點之阻力值，可依據公式 5 計算取得阻力值：

$$R_i = \sum_{j=1}^m W_{ij} \times r_{ij} \quad j = 1, 2, 3, \dots, m \quad \text{公式 5}$$

式中的 R_i 為景觀 i 點相對總阻力值； W_{ij} 為景觀 i 點 j 因子在阻力中的權重； r_{ij} 為景觀 i 點 j 因子的相對阻力值。

三、建立棲地的阻力趨勢表面

棲地的阻力趨勢表面反映了物種空間運動的趨勢，有多種數學模型可用來表達該趨勢表面的建立。其中，最為常用的為最小累計阻力模型（minimum cumulative resistance，簡稱 MCR）（Knaanpen *et al.*, 1992；Yu, 1995）。該模型考慮源、距離和棲地的地貌特徵（地表覆蓋物、坡度、坡向、高程等）3 個因子，可依據公式 6 計算取得棲地的阻力趨勢表面：

$$MCR = f \min \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n (D_{ij} \times R_i) \quad i = 1, 2, 3, \dots, n; j = 1, 2, 3, \dots, m \quad \text{公式 6}$$

式中的 f 為一個未知的正函數，反映空間任一點的景觀（即棲地）最小阻力以及其到所有源的距離和景觀基面特徵的正相關關係； D_{ij} 為某物種從源 j 到空間某一點所穿越的景觀 i 的空間距離； R_i 為景觀 i 對某一物種移動的阻力。函數 f 通常是未知的，但 $D_{ij} \times R_i$ 的累積值可以認為是物種從源到空間某一點所經路途的相對易達性衡量指標，從源到空間的某一點可能有多條途徑。式中 D_{ij} 代表物種離開源 j 和經過景觀 i 的擴散距離， R_i 則是景觀 i 的阻力， MCR 是物種由源 j 擴散到空間某點的最小累計阻力。函數 f 未知，但反映 MCR 與變量 $R_{ij} \times R_i$ 之間的正比關係。每一種景觀對物種擴散的阻力 R_i 由景觀的地貌特性和物種本身的擴散能力決定。其中，有一條途徑的生境阻力累積值最小，此值被用來衡量從源到該點的相對易達性。因此，阻力趨勢表面反映了物種移動

的潛在可能性和趨勢。

四、依據阻力趨勢表面來判識景觀安全格局

阻力趨勢表面可用等阻力線來表示，類似地表面的等高線。這一阻力趨勢表面在源處下陷（dip），在最不容易到達地點呈峰（peak）狀凸起，兩陷之間有低阻力的谷線（course）相連，兩峰之間有高阻力的脊線（ridge）貫通。每一谷線或脊線上各有一鞍（這裏將鞍和窪均稱為鞍），它們是谷線或脊線上的極值策略點。

對生境阻力趨勢表面進行空間分析來判識緩衝區、源間聯結、輻射道和策略點。上述的各種潛在的景觀結構組分疊加組合，形成某一安全水平上的生態保護安全格局。對不同層次的安全水平，要求有相應的景觀安全格局。該理論提供的生境阻力趨勢表面特性分析以及相應的數學方法，為確定各層次的安全格局提供了理論依據和相應的方法，這對自然保護區、生態旅遊區以及人類自然世襲遺產等地區的景觀建設規劃將可發揮重要的指導作用。

表 4-1. 陽明山國家公園區域生境安全格局操作說明

操作流程	方法	內容
第一優先保育物種名單與生態流（物種遷移）之確立	基地生物資料蒐集 文獻回顧	將生物物種共分為哺乳類、鳥類、兩棲類、爬蟲類、魚類、蝴蝶類等 6 類為研究對象
數化物種分佈位置	文獻回顧 以 Arc GIS 9.01 版建製物種分佈圖檔	透過回顧陽明山國家公園研究報告以及調查資料，數化物種分佈位置
基本資料庫建立	圖形資料蒐集 掃圖與定位接合 以 ArcGIS9.01 版進行數化	蒐集 1/5000 陽明山國家公園航空像片基本圖 建立數化圖檔
土地使用類型分類	航空像片基本圖判釋 以地形圖輔助 配合現地實查判識	將圖面資料辨識分類為所需之「土地使用類型」
物種源的選定	配合物種分佈位置與已數化之土地使用類型、現地實查，經過 ArcGIS 疊圖運算，遴選物種源	依據物種其特殊性、瀕臨絕種、珍貴稀有、受保育的程度及其分佈範圍的生態敏感地區為源，魚類則以河谷交匯處為魚類的源
策略點選取	於 ArcGIS 運算並建製策略點圖檔	依據不同種類物種，陸域物種，選擇區塊面積需大於某公頃的棲地為策略點，水域選擇水系河流廊道的交匯點為生態策略點
景觀介面阻力計算 （最小累積阻力） 建立阻力趨勢表面	$MCR = f \min \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n (D_{ij} \times R_i)$ ($i = 1, 2, 3, \dots, n; j = 1, 2, 3, \dots, m$)	依據不同物種評估其景觀介面的阻力權重 最小累積阻力模式計算生境阻力表面
緩衝區的判識	依據最小累積阻力相對應的面積作為緩衝區依據	當最小累積阻力值相對應面積大於 50%，是為一個較理想的緩衝區範圍
源間的連接	以 ArcGIS cost distance 運算，各源之間最短路徑的距離	找出源到源間的相對易達性最高的路徑
輻射道	以 ArcGIS 運算	以原有棲息地為基地，找出阻力趨勢表面上向外發散的低阻力谷地，此為向外擴散的最有效途徑
最適生境安全格局	將各種生境安全格局上的位置與空間聯繫，找出最適生境安全格局	將各物種保護為目標的生境安全格局疊加，可得保護多類型生物群體為目標的生境安全格局

(本研究整理)

貳、第一優先保育物種名單與生態流（物種遷移）之確立與數化

本研究以保育陽明山國家公園境內動物物種為目標，因此本研究主要係維繫生態流（物種遷移）的串連，實際操作上需要以假設性的族群物種作為生物遷移路徑的參考。進行生態流（物種遷移）的篩選確立時，首先以行政院農委會公告訂定之臺灣特有種以及保育類野生動物的物種作為遴選依據。其中，野生動物保育法（1995）第4條更將保育類野生動物名錄區分為3個等級：瀕臨絕種野生動物（Ⅰ級）、珍貴稀有野生動物（Ⅱ級）及其他應予保育的野生動物（Ⅲ級）（如表4-2）。透過回顧陽明山動物的研究報告與調查資料，將物種分為哺乳類、鳥類、兩棲類、爬蟲類、魚類、蝴蝶類等6類為研究對象，並將其分佈位置以 Arc GIS 數化，再建立各類物種的景觀格局。

本研究透過文獻回顧得知陽明山國家公園境內動物計有哺乳類22種、鳥類約120種、蛙類22種、爬蟲類48種、魚類22種、蝶類約191種（內政部，2005）。其中具境內代表性動物計有哺乳類14種、鳥類53種、蛙類22種、爬蟲類33種、魚類12種、蝶類約61種（陽明山國家公園網站，2006）。本研究將具代表的動物相關資料加以歸納整理，分別依據是否為特有種（亞種、變種）、保育等級、分佈海拔高度、棲地類型、繁殖期及調查分佈範圍進行資料彙整；植物分為裸子植物、水生植物、蔓藤植物、草本植物及木本植物，進行陽明山國家公園具代表植物生態資料的建置，資料項目包括是否為原生種、特有種、稀有種以及開花期等。

本研究先針對研究區內具代表性物種中遴選兼具特有種且具保育等級（珍貴稀有及其他保育）物種為「第一優先保育物種」，作為區域生境安全格局分析資料。經由陽明山國家公園歷年調查研究報告及農委會等相關研究文獻回顧資料整理，得知研究區內符合第一優先保育物種共計14種（如表4-2），其中哺乳類計有4種，包括臺灣獼猴、山羌、白鼻心、麝香貓；鳥類計有5種，包括紫嘯鶇、鉛色水鶇、大冠鷲、臺灣藍鶇、畫眉；兩棲類計有3種，包括褐樹蛙、臺北樹蛙、莫氏樹蛙；爬蟲類計有2種，包括臺灣蛇蜥、臺灣草蜥。又文獻資料顯示陽明山國家公園境內並無兼具特有種且具保育等級的魚類及蝴蝶類物種。

表 4-2. 陽明山國家公園具代表之特有種與保育類動物名錄

類別	動物名稱(別名)(學名)	特有種 (亞種、變種)	保育等級		
			瀕臨絕種	珍貴稀有	其它保育
哺乳類	臺灣獼猴(<i>Macaca cyclopis</i>)	●		●	
	山羌(<i>Muntiacus reevesii micrurus</i>)	●		●	
	白鼻心(果子狸、烏腳香、白面狸)(<i>Paguma larvata taivana</i>)	●		●	
	麝香貓(<i>Viverricula indica pallida</i>)	●		●	
	臺灣野兔(<i>Lepus sinensis formosus</i>)	●			
	鼬獾(<i>Melogale moschata subauranti</i>)	●			
	穿山甲(臺灣鱗鯉)(<i>Manis pentadactyla pentadact</i>)			●	
	刺鼠(<i>Niviventer coxinga</i>)	●			
鳥類	紫嘯鶇(<i>Myiophoneus insularis</i>)	●			●
	鉛色水鶇(<i>Phoenicurus fuliginosus</i>)	●			●
	大冠鷲(<i>Spilornis cheela</i>)	●		●	
	臺灣藍鶇(<i>Urocissa caerulea</i>)	●		●	
	畫眉(<i>Garrulax canorus</i>)	●		●	
	鳳頭蒼鷹(<i>Accipiter trivirgatus</i>)			●	
	竹雞(<i>Bambusicola thoracica</i>)	●			
	斑頸鳩(珠頸斑鳩、斑甲)(<i>Streptopelia chinensis</i>)	●			
	金背鳩(<i>Streptopelia orientalis</i>)	●			
	五色鳥(<i>Megalaima oorti</i>)	●			
	紅嘴黑鶇(<i>Hypsipetes madagascariensi</i>)	●			
	白頭翁(<i>Pycnonotus sinensis</i>)	●			
	大彎嘴畫眉(<i>Pomatorhinus erythrogenys</i>)	●			
	小彎嘴畫眉(<i>Pomatorhinus ruficollis</i>)	●			
	山紅頭(<i>Stachyris ruficeps</i>)	●			
	繡眼畫眉(<i>Alcippe morrisonia</i>)	●			
	粉紅鸚嘴(<i>Paradoxornis webbianus</i>)	●			
	臺灣小鶇(<i>Cettia fortipes</i>)	●			
	赤腹山雀(<i>parus varius</i>)	●			
	頭烏線(<i>Alcippe brunnea</i>)	●			
	夜鶇(<i>Nycticorax nycticorax</i>)			●	
	領角鴞(<i>Otus bakkamoena</i>)			●	
	紅隼(<i>Falco tinnunculus</i>)			●	
	紅尾伯勞(<i>Lanius cristatus</i>)				●
	灰面鵟鷹(灰面鶻)(<i>Butastur indicus</i>)			●	
	赤腹鷹(<i>Accipiter soloensis</i>)			●	

(續下表)

表 4-2. 陽明山國家公園具代表之特有種與保育類動物名錄 (續)

類別	動物名稱(別名)(學名)	特有種 (亞種、變種)	保育等級		
			瀕臨絕種	珍貴稀有	其它保育
兩棲類	褐樹蛙(<i>Buergeria robustus</i>)	●		●	
	臺北樹蛙(<i>Rhacophorus taipeianus</i>)	●		●	
	莫氏樹蛙 (<i>Rhacophorus moltrechti</i>)	●		●	
	盤古蟾蜍(<i>Bufo bakorensis</i>)	●			
	面天樹蛙(<i>Chirixalus idiotocus</i>)	●			
	貢德氏赤蛙(<i>Rana guentheri</i>)			●	
	臺北赤蛙(<i>Rana taipehensis van</i>)			●	
爬蟲類	臺灣蛇蜥(<i>Ophisaurus formosensis</i>)	●		●	
	臺灣草蜥(<i>Takydromus formosanus</i>)	●		●	
	食蛇龜(箱龜)(<i>Cyolemys flavomarginata</i>)			●	
	柴棺龜(黃龜)(<i>Clemmys mutica</i>)			●	
	蛇蜥(<i>Ophisaurus harti</i>)			●	
	黃口攀蜥(<i>Japalura swinhonis</i>)	●			
	龜殼花(<i>Trimeresurus mucrosquamatus</i> (Cantor))			●	
	兩傘節(<i>Bungarus multicinctus</i>)			●	
	眼鏡蛇(飯匙倩)(<i>Naja naja atra</i>)			●	
	環紋赤蛇(<i>Calliophis macclellandi</i>)			●	
	紅竹蛇(<i>Elaphe poryphyracea</i>)			●	
	錦蛇(<i>Elaphe taeniura friesei</i>)			●	
魚類	臺灣纓口鰓(<i>Crossostoma lacustre</i> (Steindachner))	●			
	臺灣馬口魚(<i>Zacco barbata</i> (Regan))	●			
蝶類	臺灣鳳蝶 (<i>Papilio taiwanus</i> Rothschild)	●			

(有底色標示者為第一優先保育物種)

(本研究整理)

因此本研究針對上述 14 種第一優先保育動物物種進行物種分佈範圍及相關資料文獻回顧 (如表 4-3) , 對其有生物分佈調查的文獻包括下述所列:

1. 翟鵬。1977 年。臺灣鳥類生態隔離的研究。東海大學生物學研究所碩士論文。
2. 林曜松、顏瓊芬、關永才。1983 年。陽明山國家公園動物生態景觀資源。陽明山國家公園管理處研究報告。62 頁。陽明山國家公園管理處。
3. 王穎。1986 年。臺灣特有亞種鉛色水鵝的生態研究。師大生物學報 21: 15-40。
4. 呂光洋、葉冠群、陳世煌、林政彥、陳賜隆。1987 年。陽明山國家公園兩棲和爬蟲之生態調查。陽明山國家公園管理處研究報告。76 頁。陽明山國家公園管理處。
5. 楊懿如。1987 年。臺北樹蛙生殖行為之研究。58 頁。臺灣大學動物研究所碩士論文。

6. 鄭先祐、劉炯錫、史育女、鄭任南、楊曼妙、鄒天水、姚正得、陳韋呈。1987年。陽明山國家公園夢幻湖生態保護區生態系之研究。陽明山國家公園管理處研究報告。67頁。陽明山國家公園管理處。
7. 林曜松、陳擎霞、張耀文、張淑美、梁煜明、姚桂月、呂佩義、蘇逸峰。1989年。陽明山國家公園向天山及火口湖生態系之調查研究。陽明山國家公園管理處研究報告。89頁。陽明山國家公園管理處。
8. 呂光洋、王震哲、曹潔如、呂玉娟、張巍薩、陳宜隆、花炳榮、馬協群。1990年。陽明山國家公園翠翠谷沼澤生態系之研究調查。陽明山國家公園管理處研究報告。64頁。陽明山國家公園管理處。
9. 羅淑英。1992年。陽明山國家公園蝴蝶花廊、賞鳥步道、動物相之調查研究。陽明山國家公園管理處研究報告。65頁。陽明山國家公園管理處。
10. 周蓮香、陳淑貞、黃祥麟、王緒昂、楊莉玲。1995年。陽明山國家公園鹿角坑生態保護區動物相調查。陽明山國家公園管理處研究報告。53頁。陽明山國家公園管理處。
11. 陳育賢。1995年、1997年、1998年。陽明山國家公園動物資料庫之初步建立(一)、(二)、(三)。陽明山國家公園管理處研究報告。222頁、28頁、321頁。陽明山國家公園管理處。
12. 黃光瀛。1996年。陽明山國家公園猛禽生活史及生態研究一日行性遷移猛禽調查。陽明山國家公園管理處研究報告。73頁。陽明山國家公園管理處。
13. 黃光瀛。1999年。陽明山國家公園猛禽生活史及生態研究。陽明山國家公園管理處研究報告。26頁。陽明山國家公園管理處。
14. 劉小如、徐景彥。1998年。陽明山國家公園內臺灣藍鵲合作生殖研究。陽明山國家公園管理處研究報告。38頁。陽明山國家公園管理處。
15. 徐景彥、劉小如。1998年。陽明山地區臺灣藍鵲食物種類之觀察。中華飛羽 11(1): 19-20。
16. 林曜松。2000年。陽明山國家公園磺嘴山生態保護區動物相調查研究。陽明山國家公園管理處研究報告。63頁。陽明山國家公園管理處。
17. 陳振榮。2003年。鉛色水鵝領域行為與棲地利用。臺灣師範大學生物研究所碩士論文。
18. 方志仁。2004年。臺灣紫嘯鵝(*Myiophonus insularis*)的領域與鳴叫行為。臺灣師範大學生命科學研究所碩士論文。
19. 蘇美如、張世倉、林瑞興。2006年。臺灣鉛色水鵝海拔分佈之季節性變化。特有生物研究 8(2): 1-6。

而陳育賢(1995, 1997, 1998)的研究結果也顯示園區境內調查的各種動物相關資料並建置資料庫的整合, 詳見於陽明山國家公園動物資料庫網站(URL: <http://animal.ymsnp.gov.tw/chinese/default.asp>)。

本研究試圖結合臺灣大學生態學與演化生物學研究所建置的臺灣大學動物博物館網站(URL: <http://archive.zo.ntu.edu.tw/>)、陽明山國家公園管理處建置的陽明山國家公園自然資源資料庫網站(URL: http://gis.ymsnp.gov.tw/nature/sys_guest/animal.htm)及農委會林務局自然資源與生態資料庫網站 URL: <http://ngis.zo.ntu.edu.tw/index.htm>)等資料庫內容, 作為本研究第一優先物種有分佈調查樣點之物種源點選擇參酌。然而, 上述網站資料除了對物種分類、型態、生態環境及繁殖有詳細說明外, 其分佈範圍資料皆是以 2 km×2 km 的網格的尺度進行建置。對本研究而言, 2 km×2 km 的網格尺度作為源點參考則過於粗略, 因此本研究源點選取依據仍以蒐集歷年文獻回顧為主。但是文獻回顧中發現, 哺乳類與兩棲類的調查分佈與敘述較少見, 而關於臺灣蛇蜥的文獻僅顯示有物種出現, 針對調查區域及分佈位置則未多加說明。

表 4-3. 陽明山國家公園第一優先保育物種相關文獻回顧資料彙整表

物種分類	資料來源	
哺乳類	臺灣獼猴	林曜松等(1983); 呂光洋等(1990); 周蓮香等(1995)
	山羌	呂光洋等(1990); 林曜松(2000)
	白鼻心	林曜松等(1983); 呂光洋等(1990); 周蓮香等(1995); 林曜松(2000)
	麝香貓	呂光洋等(1990); 林曜松(2000)
鳥類	紫嘯鶇	林曜松等(1983); 羅淑英(1992); 周蓮香等(1995); 王穎(1986)
	鉛色水鶇	林曜松等(1983); 周蓮香等(1995); 翟鵬(1977年); 王穎(1986)
	大冠鷲	林曜松等(1983); 鄭先祐等(1987); 林曜松等(1989); 呂光洋等(1990); 周蓮香等(1995); 黃光瀛(1999); 林曜松(2000)
	臺灣藍鵲	林曜松等(1983); 林曜松等(1989); 呂光洋等(1990); 羅淑英(1992); 周蓮香等(1995); 劉小如、徐景彥(1998); 林曜松(2000)
	畫眉	林曜松等(1983); 鄭先祐等(1987); 周蓮香等(1995); 林曜松(2000)
兩棲類	褐樹蛙	呂光洋等(1987); 周蓮香等(1995)
	臺北樹蛙	林曜松等(1983); 呂光洋等(1987); 楊懿如(1987); 林曜松等(1989); 呂光洋等(1990); 羅淑英(1992); 周蓮香等(1995); 林曜松(2000)
	莫氏樹蛙	楊育昌(2001)
爬蟲類	臺灣蛇蜥	羅淑英(1992)
	臺灣草蜥	鄭先祐等(1987); 林曜松等(1989); 羅淑英(1992); 周蓮香等(1995)

(本研究整理)

表 4-4. 陽明山國家公園第一優先保育物種生態資料一覽表

動物名稱(別名)(學名)	特有種 (亞種、變種)	保育等級			分佈海拔高度		棲地類型 a b c d e f g	食性	繁殖期(月)												備註 (調查分佈區域)				
		瀕臨絕種	珍貴稀有	其它保育	A B C D E F G H I J K L	1			2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12						
哺乳類																									
臺灣獼猴(<i>Macaca cyclopis</i>)	•		•		■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■	雜食性				•	•	•											鹿角坑生態保護區、中正山、紗帽山、翠翠谷一帶
山羌 (<i>Muntiacus reevesii micrurus</i>)	•		•		A ■	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■	肉食性		•	•	•	•	•										磺嘴山、竹子山北側、鹿角坑、翠翠谷一帶	
白鼻心(果子狸、烏腳香、白面狸) (<i>Paguma larvata taivana</i>)	•		•		■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ e f g	雜食性							•	•	•	•						磺嘴山、鹿角坑生態保護區、翠翠谷一帶	
麝香貓 (<i>Viverrica indica pallida</i>)	•		•		■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■	a ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ e f g	雜食性							•	•								磺嘴山、翠翠谷一帶	
鳥類																									
紫嘯鶇 (<i>Myiophonus insularis</i>)	•			•	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ c d e f ■ ■ ■ ■	雜食性				•	•	•	•	•	•	•						留鳥，分佈鹿角坑生態保護區、馬槽、竹子湖、中正山、二子坪、雙溪、下七股、擎天崗	
鉛色水鶇 (<i>Phoenicurus fuliginosus</i>)	•			•	A ■	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ b c d e f ■ ■ ■ ■	雜食性		•	•	•	•	•	•	•								留鳥，分佈擎天崗、內雙溪、紗帽山、鹿角坑生態保護區	
大冠鶯 (<i>Spilornis cheela</i>)	•		•		A ■	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ c d e f g	肉食性				•	•	•										留鳥，分佈竹子湖、中正山、于右任墓園、二子坪、向天山、小觀音山、楓林、下七股、擎天崗、紗帽山、七星山、夢幻湖生態保護區、鹿角坑生態保護區等地	
臺灣藍鵲 (<i>Urocissa caerulea</i>)	•		•		A ■	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ b c d e f g	雜食性							•	•	•	•						留鳥，分佈竹子湖、中正山、二子坪、向天山、新北投、小觀音山、楓林、鹿角坑生態保護區	
畫眉 (<i>Garrulax canorus</i>)	•		•		■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■	a ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ e f g	雜食性							•	•	•	•	•					留鳥，分佈二子坪、下七股、內雙溪、七星山、磺嘴山、竹子山、冷水坑、夢幻湖生態保護區、鹿角坑生態保護區	

註一：各分佈海拔高度分為代表號分為 12 級，分別為：A 1-100 公尺；B 101-200 公尺；C 201-300 公尺；D 301-400 公尺；E 401-500 公尺；F 501-600 公尺；G 601-700 公尺；H 701-800 公尺；I 801-900 公尺；J 901-1,000 公尺；K 1,000-1,100 公尺；L 1,100 公尺以上。

註二：棲地類型代表號共計 7 種，分別為：a 森林；b 灌木叢；c 草地；d 果園；e 農耕地；f 裸露地(沙丘)；g 溪澗、水域。

表 4-4. 陽明山國家公園第一優先保育物種生態資料一覽表 (續)

動物名稱(別名)(學名)	特有種 (亞種、變種)	保育等級			分佈海拔高度 A B C D E F G H I J K L	棲地類型 a b c d e f g	食性	繁殖期(月)												備註 (調查分佈區域)				
		瀕臨絕種	珍貴稀有	其它保育				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12					
兩棲類																								
褐樹蛙(<i>Buergeria robustus</i>)	•		•		■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ d e f ■ ■ ■	肉食性								•	•	•	•	•	•			分佈於中低海拔各溪流附近、鹿角坑溪、內外雙溪、馬鍊溪、南磺溪	
臺北樹蛙 (<i>Rhacophorus taipeianus</i>)	•		•		■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ c d ■ ■ ■ ■ ■ ■	肉食性	•	•	•	•										•	•	分佈於大屯山、竹子湖、七星山、夢幻湖、湖底、百拉卡山、內雙溪、平等里、聖人瀑布、鹿角坑溪、陽明山公園、面天山、向天池、興福寮、于右任墓園、鹿角坑生態保護區等地的闊葉林、水田、池塘	
莫氏樹蛙 (<i>Rhacophorus moltrechti</i>)	•		•		■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ b c d ■ ■ ■ ■ ■ ■	肉食性	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•						自 1991 年後始有莫氏樹蛙的紀錄，分佈於二子坪及面天山一帶闊葉林地、溪流、河川	
爬蟲類																								
臺灣蛇蜥(<i>Ophisaurus formosensis</i>)	•		•		■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ d e f i g	肉食性																	
臺灣草蜥 (<i>Takydromus formosanus</i>)	•		•		■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■	a ■ ■ ■ ■ ■ e f i g	肉食性			•	•	•	•	•	•								分佈於面天山、向天池、擎天崗、太陽谷、北新莊、溪底、夢幻湖、鹿角坑生態保護區等低海拔山區平地及草地	

註一：各分佈海拔高度分為代表號分為 12 級，分別為：A 1-100 公尺；B 101-200 公尺；C 201-300 公尺；D 301-400 公尺；E 401-500 公尺；F 501-600 公尺；G 601-700 公尺；H 701-800 公尺；I 801-900 公尺；J 901-1,000 公尺；K 1,000-1,100 公尺；L 1,100 公尺以上。

註二：棲地類型代表號共計 7 種，分別為：a 森林；b 灌木叢；c 草地；d 果園；e 農耕地；f 裸露地（沙丘）；g 溪澗、水域。

(整理自林曜松等, 1983, 1989; 李炳華, 1984; 呂光洋等, 1987, 1990; 鄭先祐等, 1987; 楊懿如, 1987; 俞秋豐, 1990; 羅淑英, 1992; 中華民國自然生態保育協會, 1994; 周蓮香等, 1995; 陳育賢, 1995, 1997, 1998; 黃光瀛, 1996; 徐景彥、劉小如, 1998; 劉小如、徐景彥, 1998; 林曜松, 2000; 陽明山國家公園管理處, 2000; 張杏枝, 2000; 楊育昌, 2001; 陽明山國家公園管理處網站, 2006; 陽明山國家公園動物資料庫網站, 2006; 臺灣大學動物學系空間生態研究室網站, 2006; 農委會特有生物保育中心網站, 2006)

第二節 景觀生態類型分類步驟

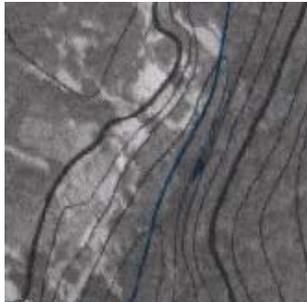
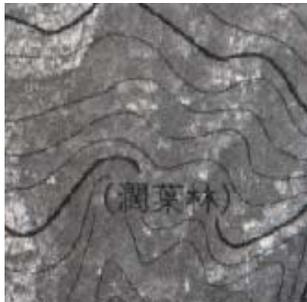
壹、基本資料庫建立

首先以農林航空測量所 1994 年（第 3 版）所拍攝的陽明山國家公園 1/5000 航空像片基本圖為底圖，作個別掃描、影像接合與定位、對照地形圖與實地實查，總研究區共計 27 幅圖。使用軟體包括：Arc GIS 9.1、ERDAS Imagine 8.4、Excel 2003、Photoshop 7.01 等。

貳、陽明山國家公園景觀生態分類

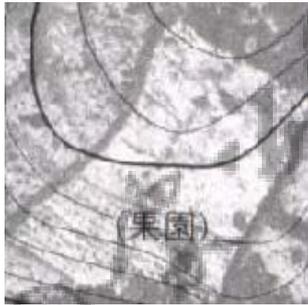
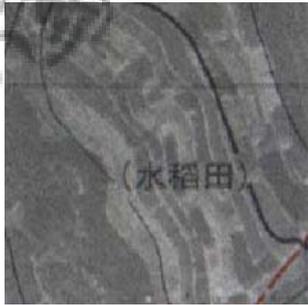
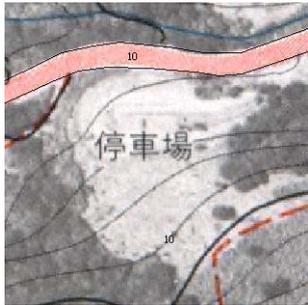
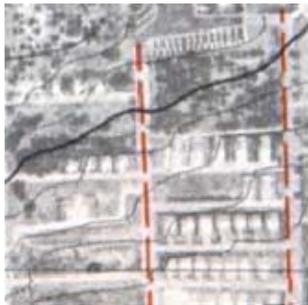
使用航照圖及遙測影像時，會隨目的不同或土地利用特性將影像進行不同分類。本研究依據陽明山國家公園植被覆蓋情形與人為土地使用對動物棲地的干擾，進行景觀生態分類，分別為「水體」、「林地」、「灌草地」、「果園」、「農作物用地」、「裸露地」、「墳墓」、「礦場」、「建成地」、「道路」及「其它」等共計 11 類，相關定義如表 4-5：

表 4-5. 陽明山國家公園景觀生態類型表

圖層編碼	景觀生態類型	內容定義	航照圖例	景觀生態類型照片
1	水體	天然形成或人工開發的水體。包括河川、溪流、湖泊、溫泉等。		
2	林地	天然林地或人工植栽的林地。包括闊葉林、混淆林等。		

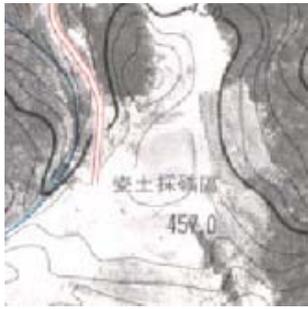
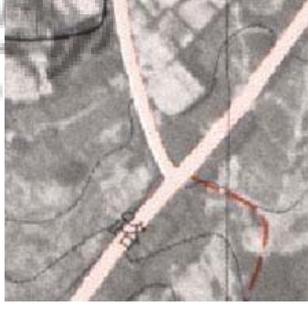
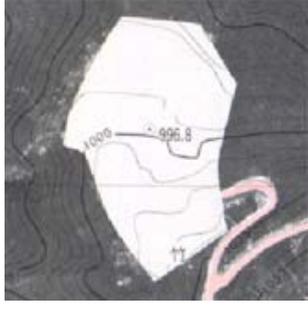
(續下表)

表 4-5. 陽明山國家公園景觀生態類型表 (續一)

圖層編碼	景觀生態類型	內容定義	航照圖例	景觀生態類型照片
3	灌草地	天然地被或人工植栽的地被。包括灌木、地被、草地。		
4	果園	具生產、經濟價值的果園。包括各類果園、苗圃、花園等		
5	農作物用地	具生產、經濟價值的農地。包括水稻田、旱作田、菜園等。		
6	裸露地	包括荒地、沙石地、棄土地、崩塌地、停車場等未有植栽覆蓋的土地。		
7	墳墓	供喪葬設施的土地。		

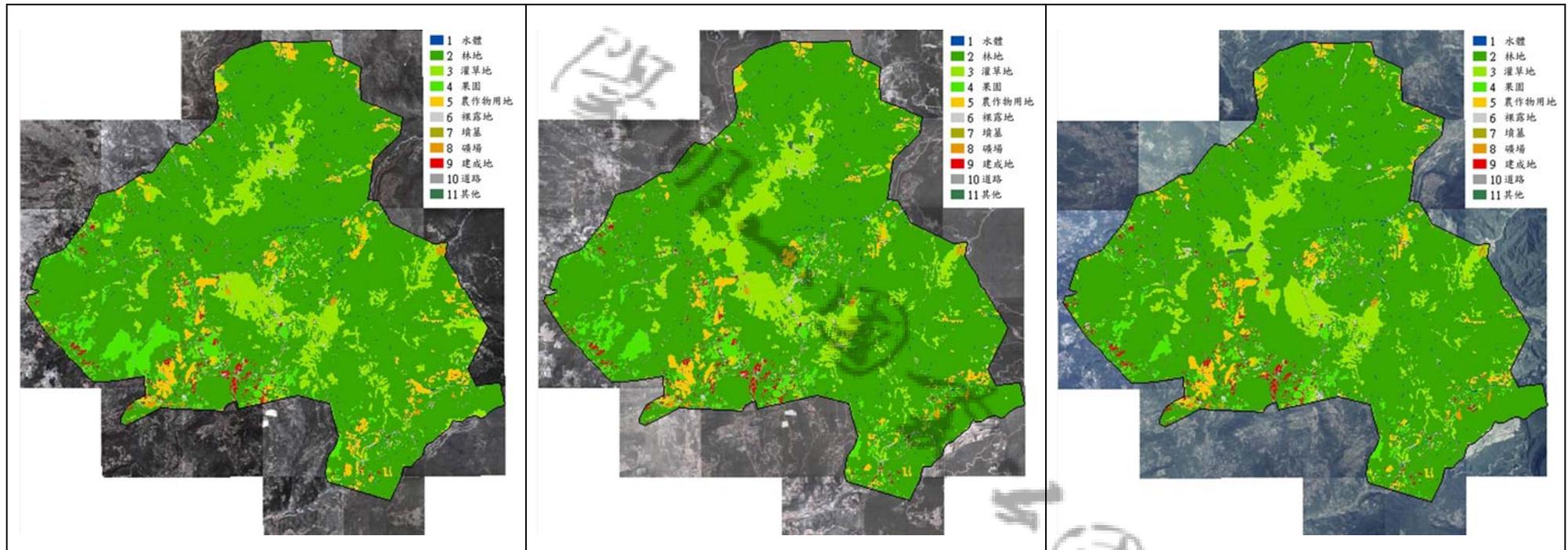
(續下表)

表 4-5. 陽明山國家公園景觀生態類型表 (續二)

圖層編碼	景觀生態類型	內容定義	航照圖例	景觀生態類型照片
8	礦場	具礦產資源的土地。		
9	建成地	人為創造的建區，供人生活、生產等功能的土地。包括建築聚落、獨立房屋等。		
10	道路	交通運輸用地，供縣與縣、市與市鎮間的聯絡交通要道。包括省道、一般道路、產業道路。		
11	其它	圖面上留白的用地。包括軍事用地。		

(本研究整理)

在數化過程中，為了達到數化時的精確度，本研究先由 1/5000 的航照圖為底圖，進行全區的指認及瞭解，對整體有所概念後再進行縮放數化。每種景觀生態類型數化時比例不同，如水系、建物與道路較細，約放大 1/300 至 1/500 進行數化；林地與灌草地則放大約 1/1000 至 1/2000 進行數化，範圍區內數化完成後，並將其轉為每一方格 2.5 公尺的網格大小的檔案（如圖 4-1、圖 4-2、表 4-6）。



1985 年

1994 年

2003 年

圖 4-1. 陽明山國家公園景觀生態類型（土地使用類型）數化網格圖

（本研究繪製）

表 4-6. 陽明山國家公園歷年景觀生態類型面積比較表

圖層 編碼	景觀生態類型 (土地使用類型)	1985 年			1994 年			2003 年		
		面積 (m ²)	面積百分比	網格個數 (個)	面積 (m ²)	面積百分比	網格個數 (個)	面積 (m ²)	面積百分比	網格個數 (個)
1	水體	442,313	0.39%	70,770	413,300	0.36%	66,128	419,731	0.37%	67,157
2	林地	87,861,819	77.21%	14,057,891	89,708,756	78.83%	14,353,401	91,043,050	80.03%	14,566,888
3	灌草地	12,657,156	11.12%	2,025,145	12,419,425	10.91%	1,987,108	11,693,450	10.28%	1,870,952
4	果園	4,837,431	4.25%	773,989	3,964,419	3.48%	634,307	2,923,294	2.57%	467,727
5	農作物用地	4,240,563	3.73%	678,490	3,195,300	2.81%	511,248	3,285,206	2.89%	525,633
6	裸露地	677,300	0.60%	108,368	850,813	0.75%	136,130	1,076,675	0.95%	172,268
7	墳墓	70,169	0.06%	11,227	69,944	0.06%	11,191	65,919	0.06%	10,547
8	礦場	315,213	0.28%	50,434	315,219	0.28%	50,435	298,825	0.26%	47,812
9	建成地	1,024,913	0.90%	163,986	1,051,463	0.92%	168,234	1,061,031	0.93%	169,765
10	道路	1,615,969	1.42%	258,555	1,736,400	1.53%	277,824	1,729,000	1.52%	276,640
11	其它	46,069	0.04%	7,371	69,569	0.06%	11,131	163,688	0.14%	26,190
總計		113,788,913	100.00%	18,206,226	113,794,606	100.00%	18,207,137	113,759,869	100.00%	18,201,579

(本研究整理)

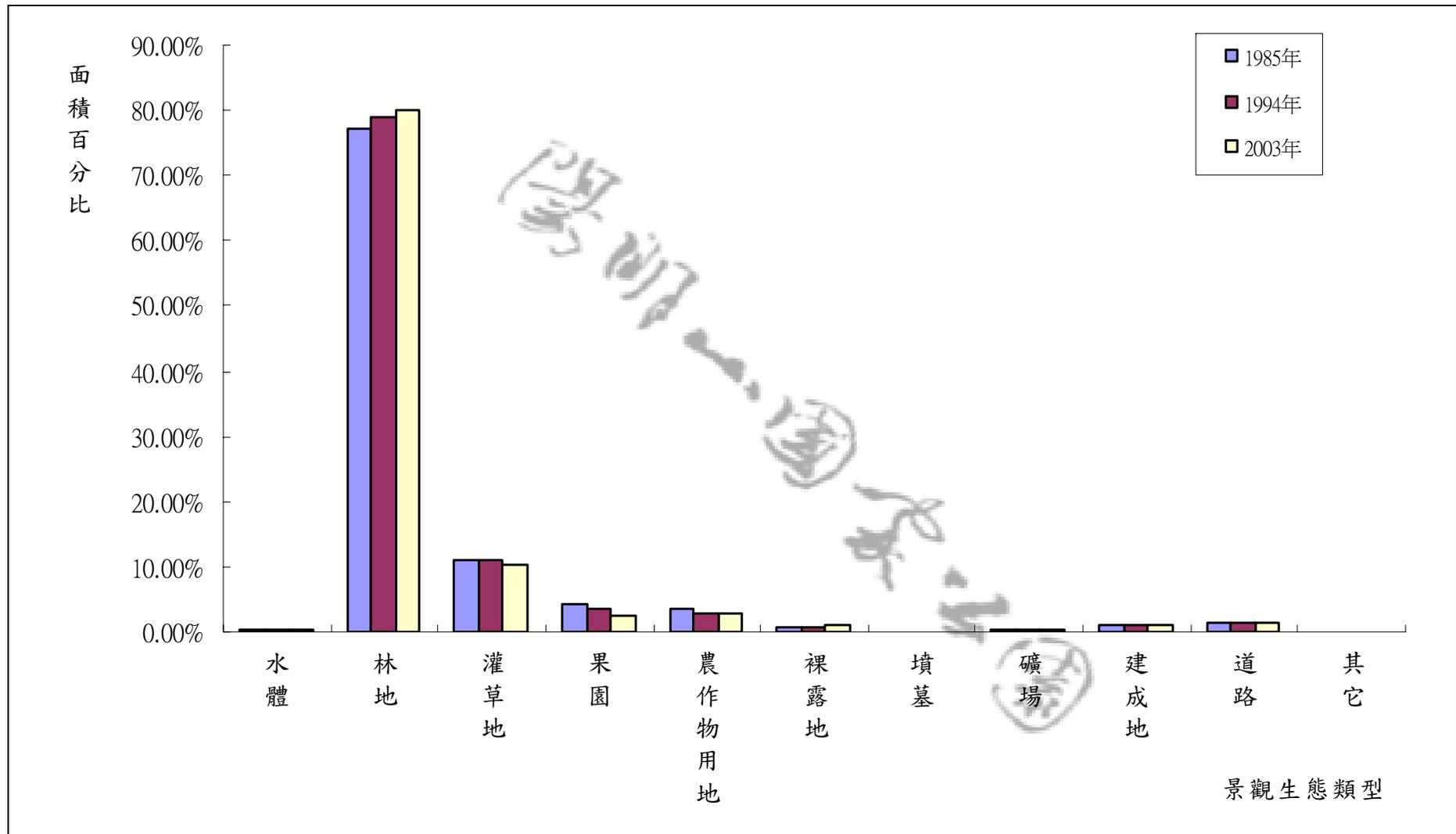


圖 4-2. 陽明山國家公園歷年景觀生態類型面積消長圖

(本研究繪製)

第三節 景觀指數計算方式

由於量化景觀結構為研究景觀功能和變遷之首要工作，因此，本研究希望分別計算研究區 3 期的景觀指數，再利用該指數來分析研究區之景觀變遷情形。近年來，愈來愈多的學者開始對景觀生態系統空間特徵的量度及其指標體系的建立之方向。王仰麟等（1999）認為從建立一套指標體系開始，景觀生態系統的空間結構特徵至少應包括個體單元空間形態、群體單元的空間組合狀況、單元間的空間關聯指數、結構的空間變化規律等方面；針對各個空間特徵，可以設計不同的量度指標。事實上，同一個量度指標通常會有不同的計算方法。就景觀空間結構而言，景觀可分為景觀組成（composition）和景觀排列（configuration）（Dunning *et al.*, 1992）。前者係指景觀內之區塊類型之變異和豐富度（variety and abundance of patch type with a landscape），後者係指景觀內之區塊分佈或空間特性（placement or spatial character），二者係以個別或組合方式影響生態過程。

而景觀破碎化過程的發生將首先改變景觀組成元素的邊界特徵，進而由於邊緣效應問題改變棲地生態特徵，最終影響到生物多樣性的區域分佈格局（Metzger, 1997；Rescia *et al.*, 1997；Acosta *et al.*, 2000；Golden & Crist, 2000）。而景觀破碎化的邊界問題研究主要集中在邊界數量、長度、景觀元素的形狀、碎形維度特徵、景觀多樣性和複雜性等方面（Ludwig & Tongway, 1995；Collinge, 1996；Metzger & Muller, 1996；Kent *et al.*, 1997；Metzger, 2000）。因此，本研究依據 McGahgal and Marks（1994）所提出的景觀結構量化之方法，針對景觀組成與排列二項，選擇相關的量化景觀指數，作為探討景觀變遷之指標，包括景觀多樣性指數、均勻度指數、碎形維度指數、相鄰性指數、散佈性指數、景觀分離度指數、景觀破碎度指數、景觀面積百分比指數、最大區塊指數、平均形狀指數、以及面積加權後的平均形狀指數等。其計算公式簡述如下：

壹、景觀多樣性指數

多樣性（diversity）指數的大小反映景觀類型的多少和各景觀類型所佔比例的變化。當景觀是由單一類型構成時，景觀是均質的，其多樣性指數為 0；由兩個以上類型構成的景觀，當各景觀類型所佔比例相等時，其景觀的多樣性指數最高，各景觀類型所佔比例差別增大，則景觀的多樣性下降。

- (1) Shannon 多樣性指數 (Shannon diversity index, *SHDI*) 計算如公式 7 所示，其中 m 為景觀區塊類型數， P_i 為第 i 種景觀區塊類型所佔的面積比例。*SHDI* 值愈大，表示該地區的景觀多樣性愈大。

$$SHDI = -\sum_{i=1}^m (P_i) \ln(P_i) \quad \text{公式 7}$$

- (2) Simpson 多樣性指數 (Simpson diversity index, *SIDI*) 計算如公式 8 所示，其中 m 為景觀區塊類型數， P_i 為第 i 種景觀區塊類型所佔的面積比例。其中 $0 \leq SIDI$ 值 < 1 。

$$SIDI = 1 - \sum_{i=1}^m P_i^2 \quad \text{公式 8}$$

- (3) 修正 Simpson 多樣性指數 (modified Simpson diversity index, *MSIDI*) 計算如公式 9 所示，其中 m 為景觀區塊類型數， P_i 為第 i 種景觀區塊類型所佔的面積比例。其中 *MSIDI* 值 ≥ 0 。

$$MSIDI = -\ln \sum_{i=1}^m P_i^2 \quad \text{公式 9}$$

上述三種景觀多樣性指數，當景觀區塊類型僅有一種時，其值均為 0，這表示該一地區的景觀並無多樣性。隨著區塊類型數目的增加，除 *SIDI* 值會接近 1 之外，*SHDI* 值及 *MSIDI* 值均隨之增加。

貳、均勻度指數 (E)

均勻度是用以描述景觀組成是否是由少數幾個主要景觀類型控制的程度，計算如公式 10 所示：

$$E = (SHDI / SHDI_{\max}) \times 100\% \quad \text{公式 10}$$

- (1) Shannon 均勻度指數 (Shannon evenness index, *SHEI*) 計算如公式 11 所示，其中 $0 \leq SHEI$ 值 ≤ 1 ：

$$SHEI = \left[-\sum_{i=1}^m (P_i \times \ln P_i) \right] \times (\ln m)^{-1} = SHDI / \ln m \quad \text{公式 11}$$

- (2) Simpson 均勻度指數 (Simpson evenness index, *SIEI*) 計算如公式 12 所示，其中 $0 \leq SIEI$ 值 ≤ 1 ：

$$SIEI = \left(1 - \sum_{i=1}^m P_i^2\right) / (1 - 1/m) = SIDI / (1 - 1/m) \quad \text{公式 12}$$

- (3) 修正 Simpson 均勻度指數 (modified Simpson evenness index, *MSIEI*) 計算如公式 13 所示，其中 $0 \leq MSIEI$ 值 ≤ 1 。

$$MSIEI = \left(1 - \ln \sum_{i=1}^m p_i^2\right) / \ln m = MSIDI / \ln m \quad \text{公式 13}$$

上述三種均勻度指數，當景觀僅有一區塊時，其值均為 0。惟當區塊類型之分佈呈不均勻時，譬如某一類型分佈佔優勢，則均勻度指數將接近於 0，而當分佈呈均勻時，其值則接近於 1。

參、量化景觀排列的指數

量化景觀排列的指數有多種，如代表空間特性之形狀指數 (shape index) 和碎形維度指數 (fractal dimension, 或稱分形維數或分維數)，以及代表區塊分佈特性之分離指數 (isolation index) 和相鄰性指數 (contagion index, 或稱聚集度指數或蔓延度指數) 等 (修改自鄭祈全, 1999)。

- (1) 碎形維度指數 (fractal dimension, *FD*) 計算如公式 14 所示，*k* 回歸方程中自變量的係數 (即斜率)，*k* 由公式 15 可求得。*L* 為周長，*S* 為面積，*C* 為截距。 $1 < FD$ 值 < 2 。當 *FD* 值愈趨近於 1，區塊的自相似性愈強，區塊形狀愈有規律；同時 *FD* 值愈趨近於 1，區塊的幾何形狀愈趨近於簡單 (Turner, 1990)。

$$FD = 2k \quad \text{公式 14}$$

$$\ln(L/4) = (k \times \ln S) + C \quad \text{公式 15}$$

- (2) 相鄰性指數 (contagion index, *CI*) 係指景觀中不同類形成份的團聚程度。相對相鄰性指數 (*RC*) 計算如公式 16 所示，其中 *C* 為複雜性指數，*C*_{max} 是 *C* 的最大可能值，其中 $0 \leq RC$ 值 ≤ 1 。*RC* 值愈大，則表示該一地區的景觀由少數團聚的大區塊組成；*RC* 值愈小，則表示該一地區的景觀由許多小區塊組成 (Turner, 1990)。

$$RC = 1 - C / C_{\max} \quad \text{公式 16}$$

- (3) 散佈性指數 (interspersion and juxtaposition index, *IJI*) 計算如公式 17 所示，其中 *E* 代表景觀邊界之總長，*e*_{ik} 代表 *i* 類型與 *k* 類型之相鄰邊界總長。 $0 < IJI$ 值 < 100 。當

某一區塊類型之散佈呈不均勻時，其值接近於 0，反之，其值則接近於 100（鄭祈全，1999）。

$$III = \left\{ - \left[\sum_{i=1}^m \sum_{k=i+1}^m (e_{ik} / E) \times \ln(e_{ik} / E) \right] \div \ln \left[1/2(m(m-1)^2) \right] \right\} \times 100 \quad \text{公式 17}$$

- (4) 景觀分離度 (separatioin index, S_k) 計算如公式 18 所示，其中 D_k 為景觀類型 k 的距離指數， $D_k = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{n_k}{A}}$ ； B_k 為景觀 k 的面積指數， $B_k = \frac{A_k}{A}$ 。 A_k 為景觀類型 k 的面積和； A 為景觀總面積； n 表景觀類型 k 中的區塊總個數； S_k 表景觀類型 k 的分離度值，即某一景觀類型中不同區塊個體分離程度。分離度值越大，則景觀分佈越複雜、破碎化程度也較高（修改自陳利頂、傅伯杰，1996）。

$$S_k = \frac{D_k}{B_k} \quad \text{公式 18}$$

- (5) 景觀破碎度 (fragmentation) 係指景觀的破碎化程度，反映景觀空間結構的複雜性 (complexity) (陳利頂、傅伯杰，1996)，計算如公式 19 所示，其中 n 表景觀類型 k 中的區塊總個數， A 為景觀總面積。

$$C = \sum_{k=1}^m \frac{n_k}{A} \quad \text{公式 19}$$

肆、景觀個別指數

- (1) 景觀面積百分比指數 (percentage of landscape, %LAND) 計算如公式 20 所示，係指各區塊類型面積佔景觀總面積的百分比，目的在於瞭解各區塊類型別相對於景觀的重要性。

$$\%LAND = P_i = \sum_{j=1}^n a_{ij} \times 100\% \quad \text{公式 20}$$

- (2) 最大區塊指數 (largest patch index, LPI) 計算如公式 21 所示，係指各區塊類型別最大的區塊佔整個景觀面積的百分比。

$$LPI = \left[\text{Max} \left(a_{ij} \right)_{j=1}^n \right] / A \times 100\% \quad \text{公式 21}$$

(3) 平均形狀指數 (mean shape index, *MSI*) 計算如公式 22 所示, 係指一種計算區塊類型別內平均景觀形狀指標的方法, 主要是將各區塊類型別的景觀形狀指數除以該區塊類型別區塊的數目, 為的是在瞭解各區塊類型別的區塊其平均形狀的複雜程度。

$$MSI = \sum_{j=1}^n \left(P_{ij} / 2\sqrt{\pi_0 \times a_{ij}} \right) / n_i \quad \text{公式 22}$$

(4) 面積加權後的平均形狀指數 (area-weighted mean shape index, *AWMSI*) 計算如公式 23 所示, 使用面積加權的目的在於假設大面積的複雜圖形較小面積的複雜圖形對於整個景觀複雜性程度更具影響力。AWMSI 值 ≥ 1 , 當 AWMSI 值=1 時, 表示所有的區塊類型為圓形或方形。

$$AWMSI = \sum_{j=1}^n \left[\left(P_{ij} / 2\sqrt{\pi_0 \times a_{ij}} \right) \left(a_{ij} / \sum_{j=1}^n a_{ij} \right) \right] \quad \text{公式 23}$$

伍、景觀指數檢定

本研究使用 Magurran (1998) 所提出的 *t* 檢定, 來檢驗研究區景觀的變遷的差異程度, 該方法係由 Hutcheson (1970) 依據 Shannon 多樣性指數推導而得 (鄭祈全, 1999)。 *t* 檢定計算如公式 24 所示, 式中 H_i 為 *i* 景觀或 *i* 時期的 Shannon 多樣性指數, $VarH_i$ 為變異數, 其計算分別如公式 25、26 所示。自由度如公式 27 所示。式中的 m_i 為第 *i* 期區塊之類別數, n_i 為第 *i* 期區塊之個體數, P_i 為第 *i* 類景觀類型之面積比。

$$t = \frac{(H_1 - H_2)}{\frac{1}{(VarH_1 + VarH_2)^2}} \quad \text{公式 24}$$

$$H_i = -\sum_{i=1}^m P_i \times \ln P_i - \frac{m_i - 1}{n_i} \quad \text{公式 25}$$

$$VarH_i = \frac{\sum_{i=1}^m P_i (\ln P_i)^2 - \left(\sum_{i=1}^m P_i \times \ln P_i \right)^2}{n_i} + \frac{m_i - 1}{2n_i^2} \quad \text{公式 26}$$

$$df = \frac{(VarH_1 + VarH_2)^2}{\frac{(VarH_1)^2}{n_1} + \frac{(VarH_2)^2}{n_2}}$$

公式 27

陽明大學圖書館



第五章 研究結果

第一節 哺乳類區域生境安全格局

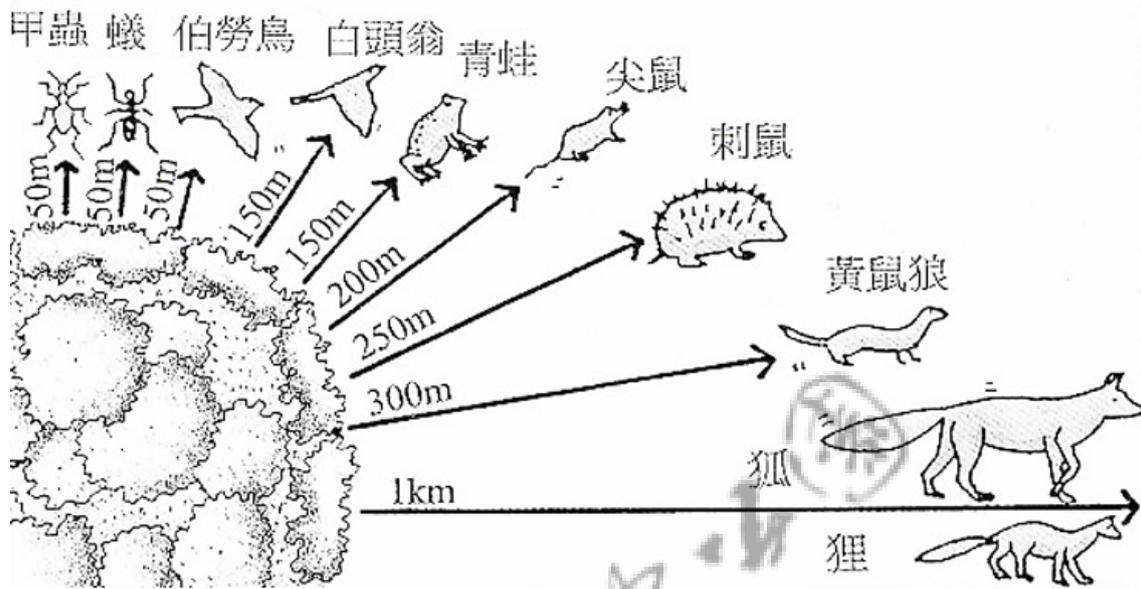
依據表 4-2 至表 4-4 可得知陽明山國家公園符合第一優先保育的哺乳類物種，包括：臺灣獼猴、麝香貓、白鼻心、山羌共計有 4 種，主要屬於中、小型哺乳動物。

壹、哺乳類源點與策略點選取依據

依據表 4-2~表 4-4 及相關文獻回顧可得知：

- 一、臺灣獼猴主要分佈於鹿角坑生態保護區、中正山、紗帽山、翠翠谷一帶；
- 二、山羌主要分佈於磺嘴山、竹子山北側、鹿角坑、翠翠谷一帶；
- 三、白鼻心主要分佈於磺嘴山、鹿角坑生態保護區、翠翠谷一帶；
- 四、麝香貓主要分佈於磺嘴山、翠翠谷一帶。

本研究依據上述作為哺乳類動物源點的選取。又以中、小型哺乳類活動範圍（Home range）約 1 公里至 2 公里考量（如圖 5-1），其活動範圍面積約 100 公頃至 400 公頃，因此以介於 100 公頃至 400 公頃為範圍的林地作為其策略點選擇位置，共計有 16 處；又大於 400 公頃以上者劃設兩個策略點，而陽明山國家公園範圍內最大林地不超過 1000 公頃，因此把範圍界定於 400-1000 公頃的林地範圍中，因此大於 400 公頃的林地則為共計 5 處，各設置 2 處策略點，故哺乳類策略點共計有 26 處。策略點選取方式乃係以 ArcGIS9.1 擴充模組中 X Tool Pro 工具列內 Feature Conversions 的 Shapes to Centroids 產生的幾何中心點，並依據產生生態區塊的幾何中心點建立屬性資料。



(引自林憲德, 2005)



動物活動範圍示意圖

(引自 2006 生態工程博覽會陽明山園區生態廊道展示版, 2006)

圖 5-1. 動物活動範圍

貳、哺乳類生境阻力評值

本研究依據文獻回顧，得知影響哺乳類動物生境阻力的重要因素包括：「景觀生態

類型（即土地利用類型）」以及「坡度」（俞孔堅，1998；黃國平，2002），其中的景觀生態類型可分為「植被結構組成」與「人為干擾程度」二大主要評估因子（如表 5-1、表 5-2），因此本研究參考 Knaapen（1992）針對評估景觀規劃中的棲地孤立性，羅宏銘（2002）與蔡厚男等（2003）針對得子口溪流平原建構農地景觀生態廊道之研究，翁雅瑩（2005）以景觀生態安全格局觀點探討嘉義縣朴子溪流流域之農村環境規劃，李吳嘉（2006）探討大肚溪口之景觀變遷等研究結果及評估準則，擬定更詳細的評估準則（如表 5-3）。

一、其中，「植被結構組成」項目可分為植被組成複雜、單純、單調或大部分已消失不見，茲分述如下（如表 5-1）：

- （一）植被組成複雜，具高、中、低複層植被（阻力評值為 10）；
- （二）植被組成單純，具高-低、高-中層植被（阻力評值為 20）；
- （三）植被組成單調，具中-低或低層植被（阻力評值為 30）；
- （四）植被大部分已消失不見，多為人工構造物（阻力評值為 40）。

二、「人為干擾程度」項目可分為具足夠緩衝空間、具部份緩衝空間、僅具少部份緩衝空間或無緩衝空間，茲分述如下（如表 5-2）：

- （一）具足夠緩衝空間與人為活動區域隔離或人為活動干擾頻度低（阻力評值為 10）；
- （二）具部份緩衝空間與人為活動區域隔離或人為活動干擾頻度中等（阻力評值為 20）；
- （三）僅具少部份緩衝空間與人為活動區域隔離或人為活動干擾頻度高（阻力評值為 30）；
- （四）無緩衝空間與人為活動區域隔離或人為活動干擾頻度極高（阻力評值為 40）。

表 5-1. 植被結構組成評估等級

植被結構組成評估等級內容	評值
植被組成複雜，具高、中、低複層植被	10
植被組成單純，具高-低、高-中層植被	20
植被組成單調，具中-低或低層植被	30
植被大部分已消失不見，多為人工構造物	40

（本研究整理）

表 5-2. 人為干擾程度評估等級

人為干擾程度評估等級內容	評值
具足夠緩衝空間與人為活動區域隔離或人為活動干擾頻度低	10
具部份緩衝空間與人為活動區域隔離或人為活動干擾頻度中等	20
僅具少部份緩衝空間與人為活動區域隔離或人為活動干擾頻度高	30
無緩衝空間與人為活動區域隔離或人為活動干擾頻度極高	40

(本研究整理)

表 5-3. 陽明山國家公園哺乳類動物生境或物種遷移阻力評值表

保護要素	相關因素與 權重係數 (100%)	生境阻力分類	植被結構 組成評值 (p)	人為干擾 程度評值 (d)	生境阻力權重 評值 (W=p+d)	
哺乳類	景觀生態 類型	70%	林地	10	10	20
			灌草地、水體	20	10	30
			果園、農作物用地	20	20	40
			墳墓、其它	20	30	50
			礦場	20	40	60
			裸露地	30	40	70
			建成地、道路	40	40	80
	坡度	30%	0-10 度		0	
			10-20 度		5	
			20-30 度		10	
			30-40 度		20	
			40-50 度		30	
			50-60 度		40	
			60-70 度		50	
		70-80 度		60		
		80 度以上		100		

(本研究整理)

一、臺灣獼猴區域生境安全格局

據上述，陽明山國家公園境內臺灣獼猴主要分佈源點以鹿角坑生態保護區、中正山、紗帽山、翠翠谷一帶為主，共 5 處源點（如圖 5-2 左上圖）以及 26 處策略點（如圖 5-2 右上圖），將其位置與空間聯繫，並考慮生境或物種遷移阻力（如表 5-3），進而取得臺灣獼猴遷移最小累積阻力線（如圖 5-2 左下圖），並將數化分析結果與國家公園計畫分區範圍套疊，以求得出臺灣獼猴區域生境安全格局（如圖 5-2 右下圖）。

由圖 5-2 右下圖可知陽明山國家公園境內的臺灣獼猴分佈的源點分別位於特別景觀區（3 處）及生態保護區（2 處），由源間連接最小累積生境阻力線可知於中正山至紗帽山一帶，臺灣獼猴移動通道會經過一般管制區（如圖 5-2 左下圖），此區相較於其他計畫分區的人為干擾較為嚴重，因此建議未來於此區可加強物種遷移的生態廊道串連或擴大保護區範圍。

二、山羌區域生境安全格局

據上述，陽明山國家公園境內山羌主要分佈源點以磺嘴山、竹子山北側、鹿角坑、翠翠谷一帶為主，共 4 處源點（如圖 5-3 左上圖）以及 26 處策略點（如圖 5-3 右上圖），將其位置與空間聯繫，並考慮生境或物種遷移阻力（如表 5-3），進而取得山羌遷移最小累積阻力線（如圖 5-3 左下圖），並將數化分析結果與國家公園計畫分區範圍套疊，以求得出山羌區域生境安全格局（如圖 5-3 右下圖）。

由圖 5-3 右下圖可知陽明山國家公園境內的山羌分佈的源點於鹿角坑生態保護區及磺嘴山生態保護區中，其源間連接也在生態保護區及特別景觀區的計畫分區範圍中。然而由源點至策略點的物種遷移路徑仍須經過磺嘴山北側的一般管制區（如圖 5-3 左下圖），因此建議未來於此區可加強物種遷移的生態廊道串連或擴大保護區範圍。

三、白鼻心區域生境安全格局

據上述，陽明山國家公園境內白鼻心主要分佈源點以磺嘴山、鹿角坑生態保護區、翠翠谷一帶為主，共 3 處源點（如圖 5-4 左上圖）以及 26 處策略點（如圖 5-4 右上圖），將其位置與空間聯繫，並考慮生境或物種遷移阻力（如表 5-3），進而取得白鼻心遷移最小累積阻力線（如圖 5-4 左下圖），並將數化分析結果與國家公園計畫分區範圍套疊，以求得出白鼻心區域生境安全格局（如圖 5-4 右下圖）。

由圖 23 右下圖可知陽明山國家公園境內的白鼻心分佈的源點於鹿角坑生態保護區及磺嘴山生態保護區中，但其源間連接的通道需經過一般管制區（如圖 23 左下圖），因此建議未來於此區可加強物種遷移的生態廊道串連或擴大保護區範圍。

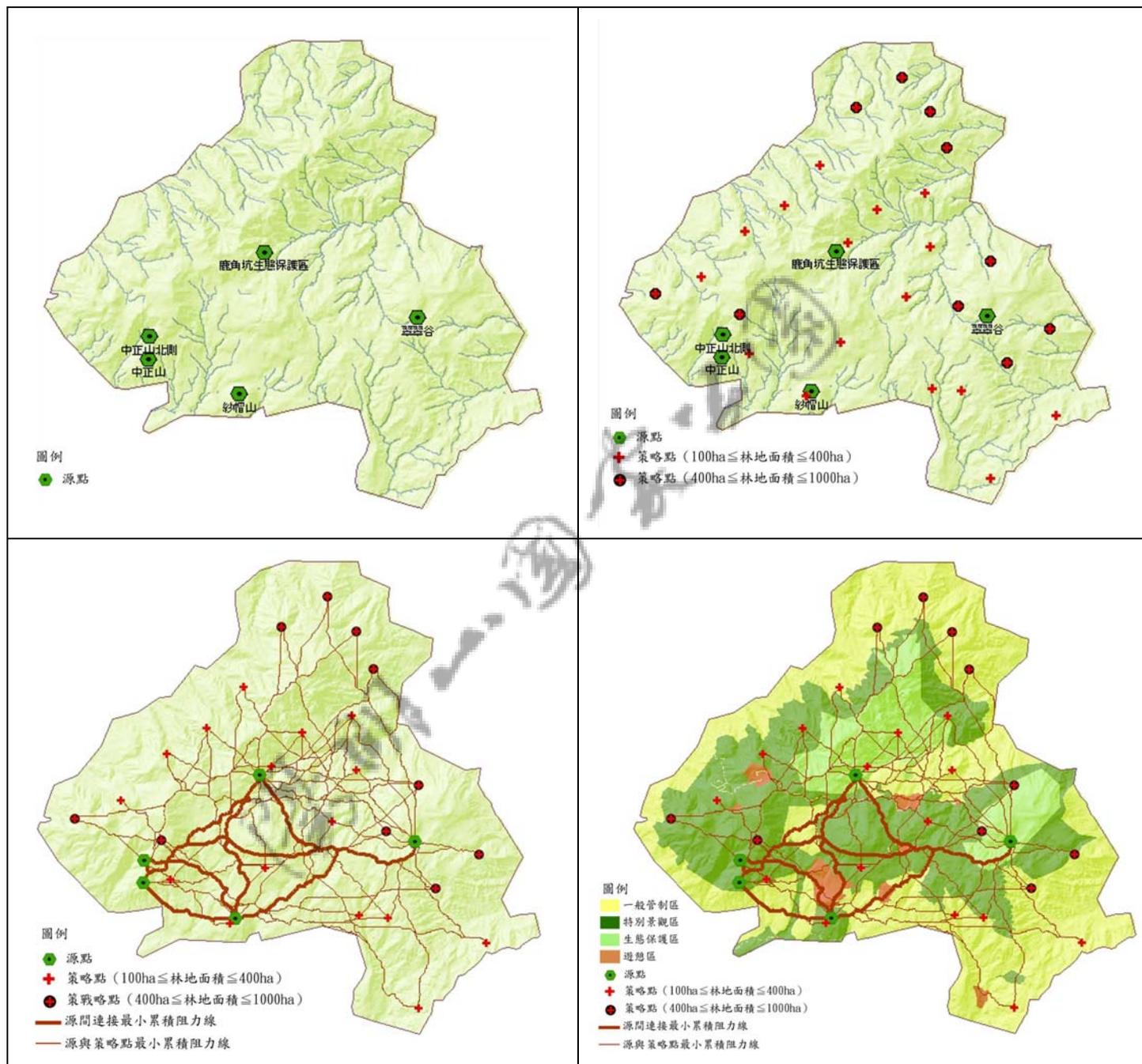
四、麝香貓區域生境安全格局

據上述，陽明山國家公園境內麝香貓主要分佈源點以磺嘴山及翠翠谷一帶為主，共 2 處源點（如圖 5-5 左上圖）以及 26 處策略點（如圖 5-5 右上圖），將其位置與空間聯繫，並考慮生境或物種遷移阻力（如表 5-3），進而取得麝香貓遷移最小累積阻力線（如圖 5-5

左下圖)，並將數化分析結果與國家公園計畫分區範圍套疊，以求得出麝香貓區域生境安全格局（如圖 5-5 右下圖）。

由圖 5-5 右下圖可知陽明山國家公園境內的麝香貓最小累積生境阻力線所組成的網絡為支流狀，其源間連接均在磺嘴山生態保護區範圍內。然而於磺嘴山北側的一般管制區範圍中有多處具有控制麝香貓向北移動的點，建議未來於此區可加強生態廊道串連。





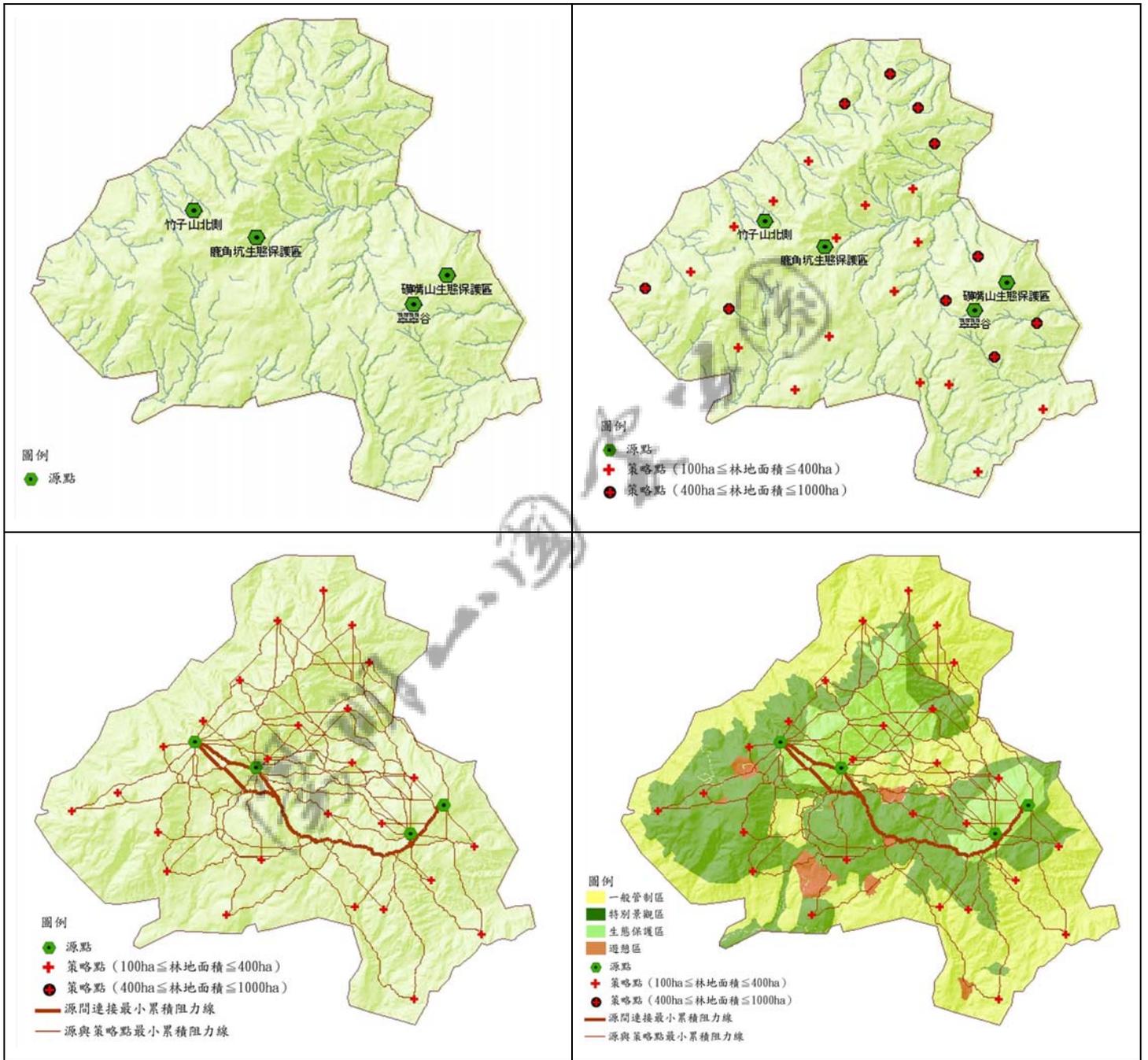
註一：左上圖為臺灣獼猴源點分佈圖，共 5 處（資料來源如表 4-2~表 4-4）。

註二：右上圖為臺灣獼猴策略點分佈圖，共 26 處，其中 16 處依據林地面積介於 100 至 400 公頃之林地中央點劃設；10 處依據林地面積介於 400 至 1000 公頃。

註三：左下圖為臺灣獼猴生境最小累積阻力線（依據景觀生態類型、坡度計算，生境阻力評值=植被景觀結構組成+人為干擾程度）。

註四：右下圖為臺灣獼猴區域生境安全格局與國家公園計畫分區範圍關係圖。

圖 5-2. 陽明山國家公園臺灣獼猴區域生境安全格局分佈圖



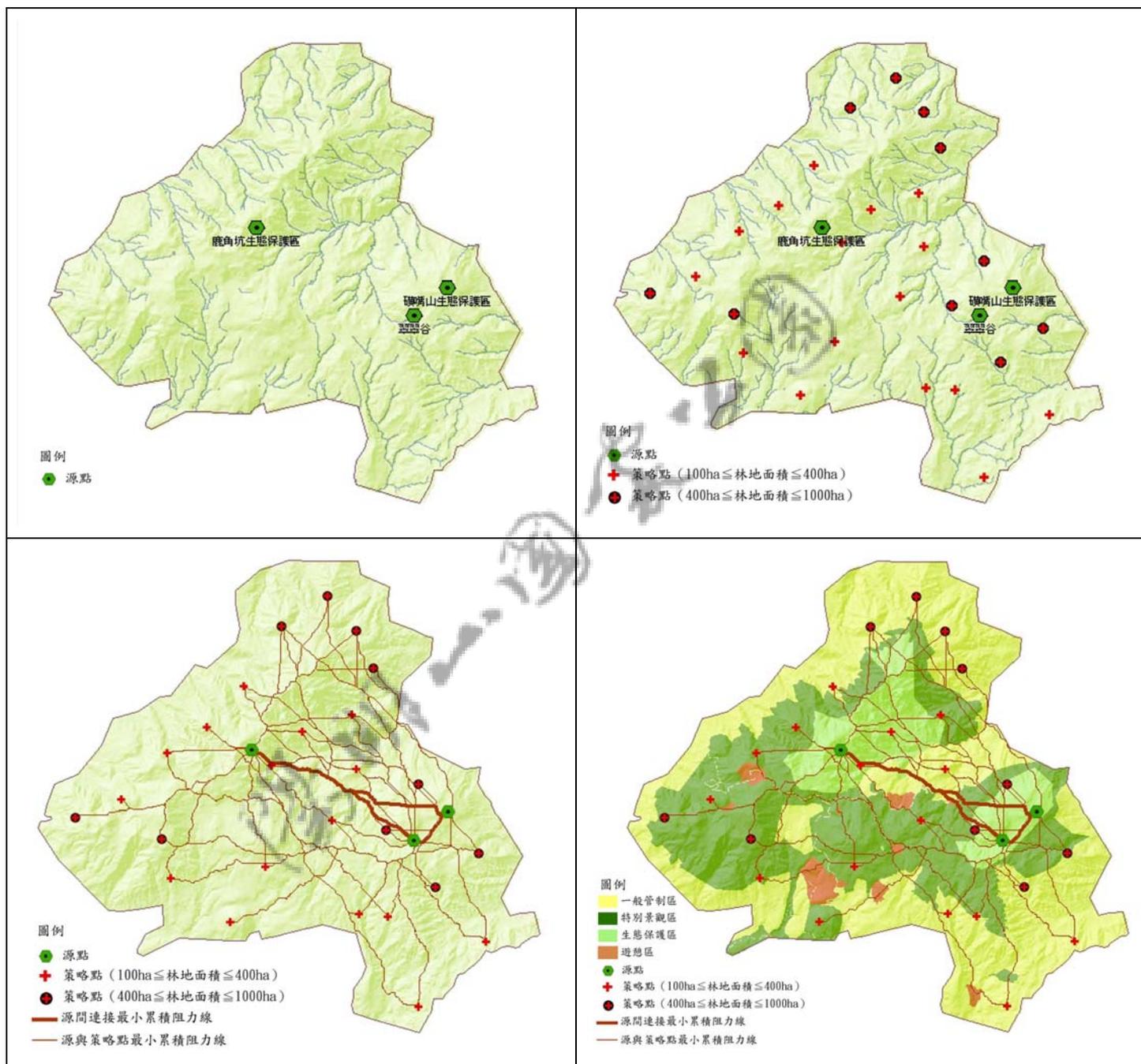
註一：左上圖為山羌源點分佈圖，共 4 處（資料來源如表 4-2~表 4-4）。

註二：右上圖為山羌策略點分佈圖，共 26 處，其中 16 處依據林地面積介於 100 至 400 公頃之林地中央點劃設；10 處依據林地面積介於 400 至 1000 公頃。

註三：左下圖為山羌生境最小累積阻力線（依據景觀生態類型、坡度計算，生境阻力評值=植被景觀結構組成+人為干擾程度）。

註四：右下圖為山羌區域生境安全格局與國家公園計畫分區範圍關係圖。

圖 5- 3. 陽明山國家公園山羌區域生境安全格局分佈圖



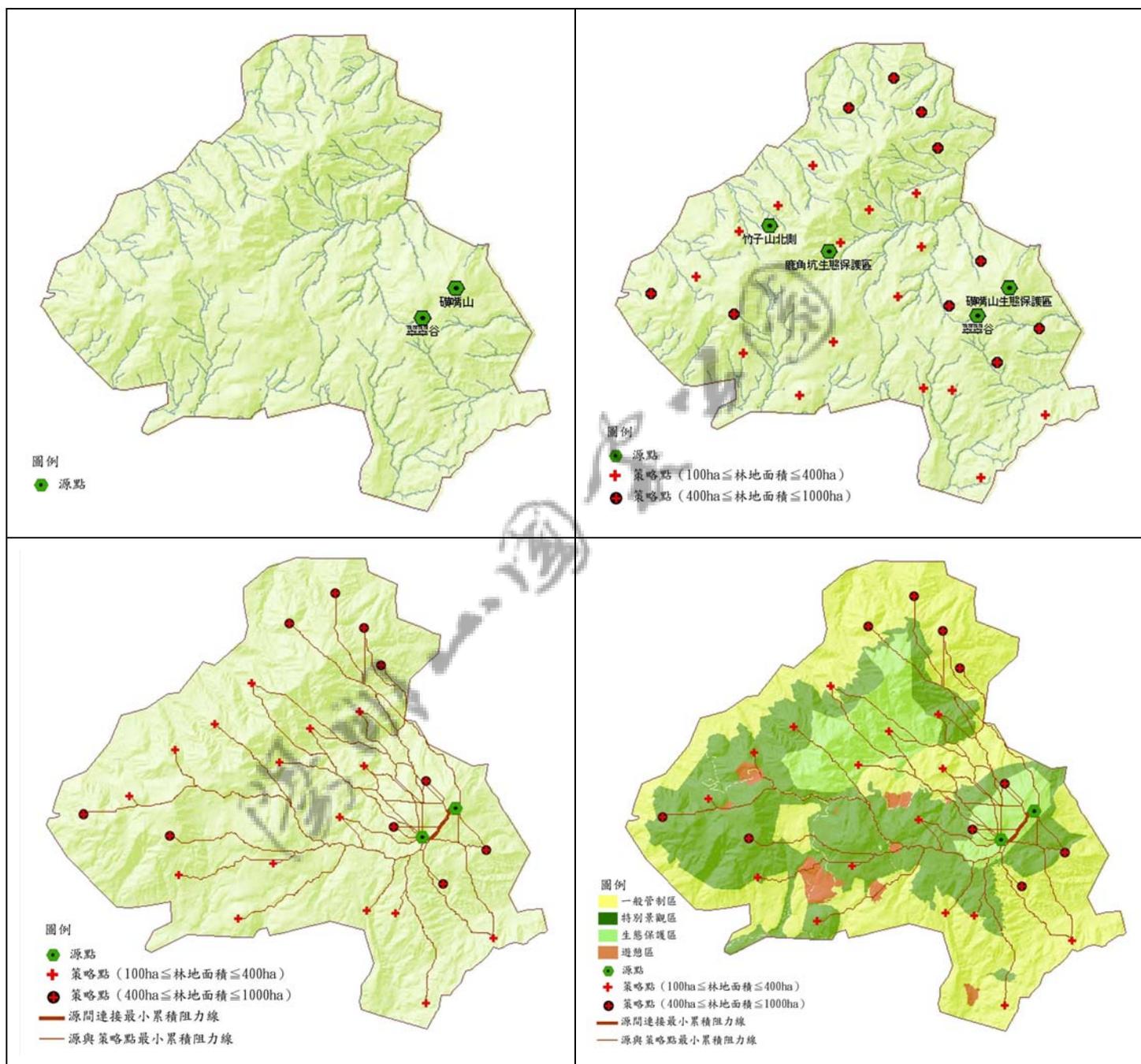
註一：左上圖為白鼻心源點分佈圖，共3處（資料來源如表4-2~表4-4）。

註二：右上圖為白鼻心策略點分佈圖，共26處，其中16處依據林地面積介於100至400公頃之林地中央點劃設；10處依據林地面積介於400至1000公頃。

註三：左下圖為白鼻心生境最小累積阻力線（依據景觀生態類型、坡度計算，生境阻力評值=植被景觀結構組成+人為干擾程度）。

註四：右下圖為白鼻心區域生境安全格局與國家公園計畫分區範圍關係圖。

圖 5-4. 陽明山國家公園白鼻心區域生境安全格局分佈圖



註一：左上圖為麝香貓源點分佈圖，共 2 處（資料來源如表 4-2~表 4-4）。

註二：右上圖為麝香貓策略點分佈圖，共 26 處，其中 16 處依據林地面積介於 100 至 400 公頃之林地中央點劃設；10 處依據林地面積介於 400 至 1000 公頃。

註三：左下圖為麝香貓生境最小累積阻力線（依據景觀生態類型、坡度計算，生境阻力評值=植被景觀結構組成+人為干擾程度）。

註四：右下圖為麝香貓區域生境安全格局與國家公園計畫分區範圍關係圖。

圖 5-5. 陽明山國家公園麝香貓區域生境安全格局圖

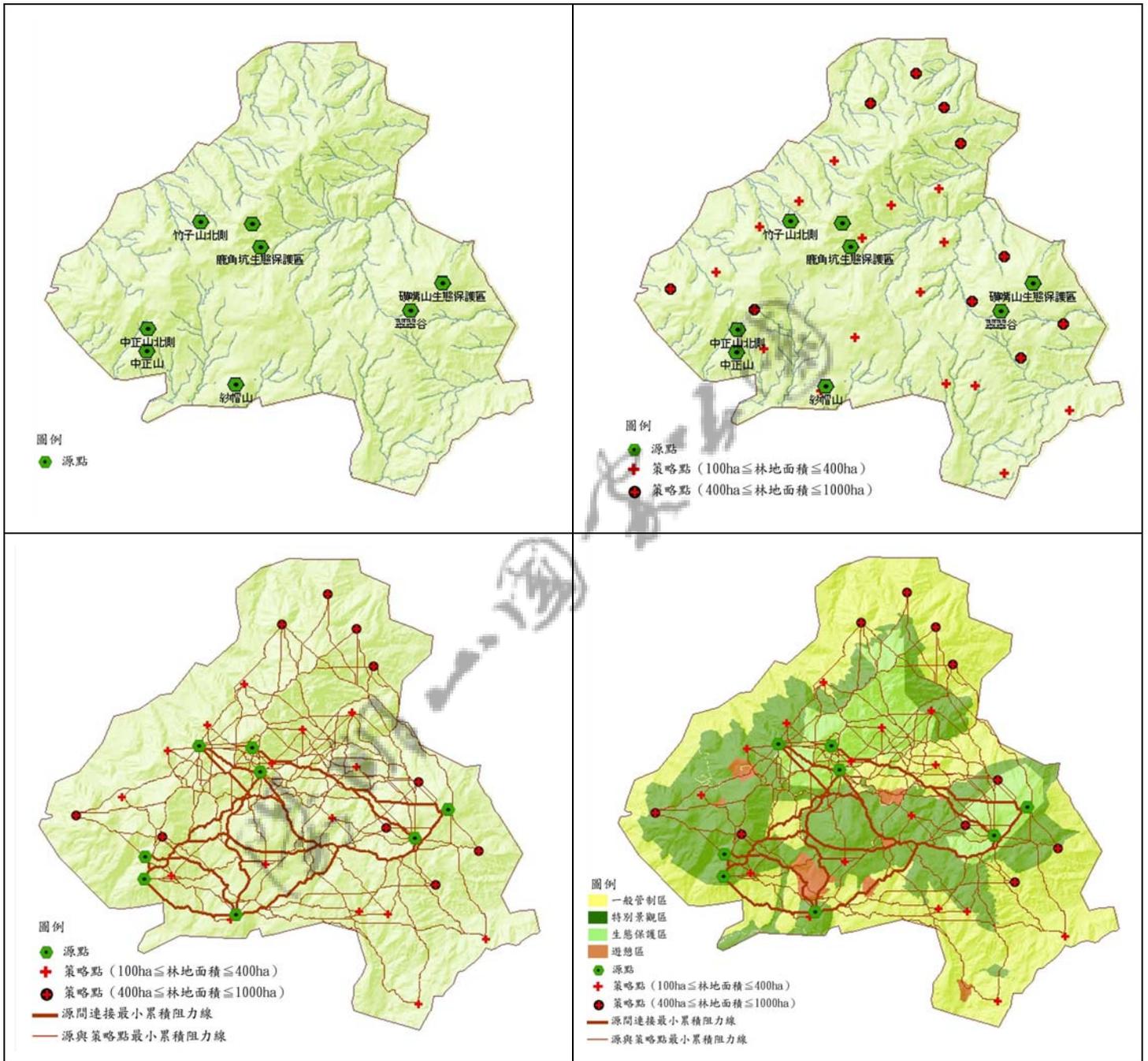
參、哺乳類區域生境安全格局

本研究將四種第一優先保育的哺乳類物種之區域生境安全格局（如圖 5-2~圖 5-5）相套疊，取第一優先保育物種哺乳類物種主要分佈源點，共 8 處（如圖 5-6 左上圖），其中分佈於紗帽山、中正山、中正山北側的物種有臺灣獼猴，分佈於鹿角坑生態保護區北側的物種有白鼻心，分佈於鹿角坑生態保護區的物種有臺灣獼猴、山羌，分佈於翠翠谷的物種有臺灣獼猴、山羌、白鼻心、麝香貓，分佈於磺嘴山生態保護區的物種有山羌、白鼻心、麝香貓。

又以中、小型哺乳類活動範圍（Home range）約 1 公里至 2 公里考量（如圖 5-1），其活動範圍面積約 100 公頃至 400 公頃，因此以介於 100 公頃至 400 公頃為範圍的林地作為其策略點選擇位置，共計有 16 處，而大於 400 公頃的林地則為共計 5 處，各設置 2 處策略點，故哺乳類第一優先保育的物種策略點共計有 26 處（如圖 5-6 右上圖）。再將其位置與空間聯繫，並考慮生境或物種遷移阻力（如表 5-3），最小累積生境阻力分析之加總（如圖 5-6 左下圖），據此取得陽明山國家公園境內哺乳類物種最適區域生境安全格局分佈範圍（如圖 5-6 右下圖）。

整體而言，哺乳類主要源點大部份分佈於目前鹿角坑生態保護區及磺嘴山生態保護區以及特別景觀區中，可於圖 5-6 右下圖中可得知哺乳類物種區域生境安全格局是屬於網絡型。

本研究建議針對陽明山國家公園境內的哺乳類動物物種的區域生境安全格局的保護，應加強磺嘴山北側（鹿角坑溪附近）與中正山至紗帽山間哺乳類動物生態廊道的串連以及擴大生態保護區之劃設範圍。



註一：左上圖為哺乳類物種源點分佈圖，共 8 處（資料來源如表 4-2~表 4-4）。

註二：右上圖為哺乳類物種策略點分佈圖，共 26 處，其中 16 處依據林地面積介於 100 至 400 公頃之林地中央點劃設；10 處依據林地面積介於 400 至 1000 公頃。

註三：左下圖為哺乳類物種生境最小累積阻力線（依據景觀生態類型、坡度計算，生境阻力評值=植被景觀結構組成+人為干擾程度）。

註四：右下圖為哺乳類物種區域生境安全格局與國家公園計畫分區範圍關係圖。

圖 5-6. 陽明山國家公園哺乳類區域生境安全格局分佈圖

第二節 鳥類區域生境安全格局

陽明山國家公園鳥類符合第一優先保育物種包括：紫嘯鶇、鉛色水鶇、大冠鶇、臺灣藍鶇、畫眉共計有 5 種，主要屬於留鳥。

壹、鳥類源點與策略點選取依據

依據陽明山國家公園第一優先保育物種相關文獻回顧資料彙整可知紫嘯鶇主要分佈於鹿角坑生態保護區、馬槽、竹子湖、中正山、二子坪、雙溪、下七股、擎天崗；鉛色水鶇主要分佈於擎天崗、內雙溪、紗帽山、鹿角坑生態保護區；大冠鶇主要分佈於竹子湖、中正山、于右任墓園、二子坪、向天山、小觀音山、楓林、下七股、擎天崗、紗帽山、七星山、夢幻湖生態保護區、鹿角坑生態保護區等地；臺灣藍鶇主要分佈於竹子湖、中正山、二子坪、向天山、新北投、小觀音山、楓林、鹿角坑生態保護區；畫眉主要分佈於二子坪、下七股、內雙溪、七星山、磺嘴山、竹子山、冷水坑、夢幻湖生態保護區、鹿角坑生態保護區，本研究依據此作為鳥類物種源點的選取。

Forman (1995) 對於紐澤西農地鳥類棲地需求的研究中指出：「一般而言，提供食蟲鳥類的棲地大小，最佳為 40 公頃以上的綠地；而食穀類、種子的鳥類棲地需求也需 2 公頃大小的綠地。」(李吳嘉，2006) 而陽明山國家公園鳥類中的第一優先保護物種大部分為雜食性，因此大冠鶇、臺灣藍鶇及畫眉策略點以面積大於 40 公頃的棲地類型為選取策略點依據。

針對紫嘯鶇的部份，本研究參考方志仁 (2004) 研究中對紫嘯鶇以 Last-Square Cross-Validation 法 (簡稱 LSCV) 估計其活動範圍，繁殖期雄鳥的活動範圍為 3.25 公頃，雌鳥為 3.62 公頃。因此，遴選紫嘯鶇策略點考慮以繁殖期所選擇「以水系、林地、灌草地面積大於 3.25 公頃且水系溪流 50 公尺範圍內」作為選點依據。

針對鉛色水鶇的部份，本研究分別參考王穎 (1986) 《臺灣特有亞種鉛色水鶇的生態研究》及陳振榮 (2003) 《鉛色水鶇領域行為與棲地利用》的研究中所提及鉛色水鶇活動範圍終年以溪谷的一段為其生活領域，且很少離開到兩旁山林，其活動範圍平均領域長度為 190 公尺，寬度則與溪谷同，因此本研究將依據陽明山國家公園境內的水系交匯處為其策略點選取依據。

又依據陽明山國家公園第一優先保育物種生態資料顯示 (如表 4-2~表 4-4)：紫嘯鶇的棲地類型以水系、林地、灌草地為主，故於策略點的選擇上以林地、灌草地及水體

面積大於 3.25 公頃且水系溪流 50 公尺範圍內為選點依據，計算取得紫嘯鶇策略點共計 156 處；鉛色水鶇的棲地類型以水系為主，較少離開到兩旁山林，故於策略點的選擇水系交匯處為其策略點選取依據，計算取得其策略點共計 157 處；大冠鷲及臺灣藍鵲的棲地類型以林地為主，故於策略點的選擇上以面積大於 40 公頃林地為其策略點依據，計算取得其策略點共計 29 處；畫眉的棲地類型包括灌木叢、草地，因此策略點選取除了依景觀生態類型林地面積大於 40 公頃 29 處之外，並增加灌草叢面積大於 40 公頃，共計有 4 處策略點，故畫眉策略點計算取得共計有 33 處。

貳、鳥類生境阻力評值

紫嘯鶇和鉛色水鶇覓食、求偶、交配及繁殖等活動範圍在溪流水系附近，於方志仁（2004）行為研究中指出：紫嘯鶇繁殖期活動地點大多在距離溪流 50 公尺以內，其環境包含溪流、溪床及森林邊緣，因此，本研究於紫嘯鶇繁殖期的生境阻力考量上，則以「景觀生態類型」與「水系」二大評估因子為主（如表 5-4）。

表 5-4. 陽明山國家公園紫嘯鶇生境或物種遷移阻力評值表

保護物種	相關因素與 權重係數 (100%)		阻力分類	生境阻力評值
紫嘯鶇	景觀生態 類型	50%	水體	10
			林地	10
			灌草地	10
			果園	30
			農作物用地	40
			裸露地	70
			墳墓	50
			礦場	60
			建成地	80
			道路	80
			其它	50
	水系	50%	距水系 50 公尺範圍內	0
			距水系 50 公尺範圍外	50

(本研究整理)

鉛色水鶇分佈於全臺灣海拔 100-2,500 公尺範圍（王穎，1986；陳振榮，2003；蘇美如等，2006），又依據翟鵬（1977）研究提出：鉛色水鶇終年以溪谷的一段為其領域，很少離開到兩旁山林，活動範圍平均領域長度為 190 公尺，寬度則與溪谷同，領域形狀呈細長帶狀，不同於部分溪流鳥類呈不規則多邊形（Higuchi & Hirano, 1989）。因此本研究將「水系」視為鉛色水鶇的阻力因子，水系分為有水系、距水系 50 公尺範圍內林

地景觀類型、距水系 50 公尺範圍內其他景觀類型、距水系 50 公尺範圍外 4 種阻力評值（如表 5-5）。

表 5-5. 陽明山國家公園鉛色水鵝生境或物種遷移阻力評值表

保護物種	相關因素與 權重係數 (100%)		阻力分類	生境阻力評值
鉛色水鵝	水系	70%	有水系	0
			距水系 50 公尺範圍內 林地景觀類型	10
			距水系 50 公尺範圍內 其他景觀類型	30
			距水系 50 公尺範圍外	50

(本研究整理)

本研究依據文獻回顧，認為影響鳥類阻力線重要因素係以「景觀生態類型」為主，景觀生態類型中包括了「植被結構組成」與「人為干擾程度」為主要評估因子，參考其評估準則擬定（Knaapen, 1992；羅宏銘，2002；黃國平，2002；蔡厚男等，2003；翁雅瑩，2005），將大冠鶯、臺灣藍鵲及畫眉物種評分等級再細分給予不同評值（如表 5-6）。

表 5-6. 陽明山國家公園大冠鶯、臺灣藍鵲及畫眉生境或物種遷移阻力評值表

保護要素	相關因素與 權重係數 (100%)		阻力分類	植被結構 組成評值 (p)	人為干擾 程度評值 (d)	生境阻力評值 (W=p+d)
大冠鶯、 臺灣藍鵲、 畫眉	景觀 生態 類型	100%	林地	10	10	20
			灌草地、水體	20	10	30
			果園、農作物用地	20	20	40
			墳墓、其它	20	30	50
			礦場	20	40	60
			裸露地	30	40	70
			建成地、道路	40	40	80

(本研究整理)

一、紫嘯鶉區域生境安全格局

據上述，紫嘯鶉主要源點以鹿角坑生態保護區、馬槽、竹子湖、中正山、二子坪、雙溪、下七股、擎天崗為主，共 10 處源（如圖 5-7 左上圖）以及 156 處策略點（如圖 5-7 右上圖），將其位置與空間聯繫，並考慮生境或物種遷移阻力（如表 5-4），進而取得紫嘯鶉遷移最小累積阻力線（如圖 5-7 左下圖），並將數化分析結果與國家公園計畫分區圖套疊，以求得出紫嘯鶉生境安全格局（如圖 5-7 右下圖）。

由圖 5-7 右下圖可知紫嘯鶉主要源點除了雙溪位於遊憩區附近及竹子湖位於一般管制區（2 處）之外，大部份分佈於生態保護區（3 處）及特別景觀區範圍（4 處）內。於

鹿角坑生態保護區與馬槽之間可見紫嘯鶯路徑沿著河岸有廊道通過於一般管制區中，相同的，源間連接通過於雙溪至紗帽山間一般管制區（如圖 5-7 右下圖），因此，本研究建議未來可加強這些區域的生態廊道串連或增加生態保護區之劃設，並應注重河川的環境保護，避免遭到污染，同時也宣導遊客及附近居民紫嘯鶯於生態上的重要性。

二、鉛色水鶯生境安全格局

據上述，陽明山國家公園境內鉛色水鶯主要源點以擎天崗、內雙溪、紗帽山、鹿角坑生態保護區為主，共 4 處源點（如圖 5-8 左上圖）以及 157 處策略點（如圖 5-8 右上圖），將其位置與空間聯繫，並考慮生境或物種遷移阻力（如表 5-5），進而取得鉛色水鶯遷移最小累積阻力線（如圖 5-8 左下圖），並將數化分析結果與國家公園計畫分區圖套疊，以求得出鉛色水鶯生境安全格局（如圖 5-8 右下圖）。

由圖 5-8 右下圖可知陽明山國家公園境內鉛色水鶯除了內雙溪的源點位於遊憩區附近之外，大部份源點分佈於生態保護區（1 處）及特別景觀區（2 處）範圍內。鹿角坑生態保護區源點連接紗帽山與擎天崗源點都需經過鹿角坑流域一帶的一般管制區（圖 5-8 右下圖），因此在其遷徙過程中，應避免一般管制區對其棲地環境的干擾，所以建議未來加強此區鉛色水鶯生態廊道的串連，另外，雙溪至中正山源的連間也應加強其生態廊道串連。由於鉛色水鶯主要的生態廊道係以水系為主，因此河川環境品質更應加強監測，以維護鉛色水鶯的棲地環境。

三、大冠鷲區域生境安全格局

據上述，陽明山國家公園境內大冠鷲主要源點以竹子湖、中正山、于右任墓園、二子坪、向天山、小觀音山、楓林、下七股、擎天崗、紗帽山、七星山、夢幻湖生態保護區、鹿角坑生態保護區等地為主，共 14 處源點（如圖 5-9 左上圖）以及 29 處策略點（如圖 5-9 右上圖），將其位置與空間聯繫，並考慮生境或物種遷移阻力（如表 5-6），進而取得大冠鷲遷移最小累積阻力線（如圖 5-9 左下圖），並將數化分析結果與國家公園計畫分區圖套疊（如圖 5-9 右下圖），以求得出大冠鷲生境安全格局。

由圖 5-9 右下圖可知陽明山國家公園境內的大冠鷲大部份源點分佈於鹿角坑生態保護區（4 處）及特別景觀區（10 處）範圍內，其源點間的網絡密集頻繁交錯於特別景觀區中，唯中正山至紗帽山間建議應加強大冠鷲生態廊道的串連或增加生態保護區之劃設，以避免遷徙過程中一般管制區對其棲地環境的干擾。

四、臺灣藍鵲生境安全格局

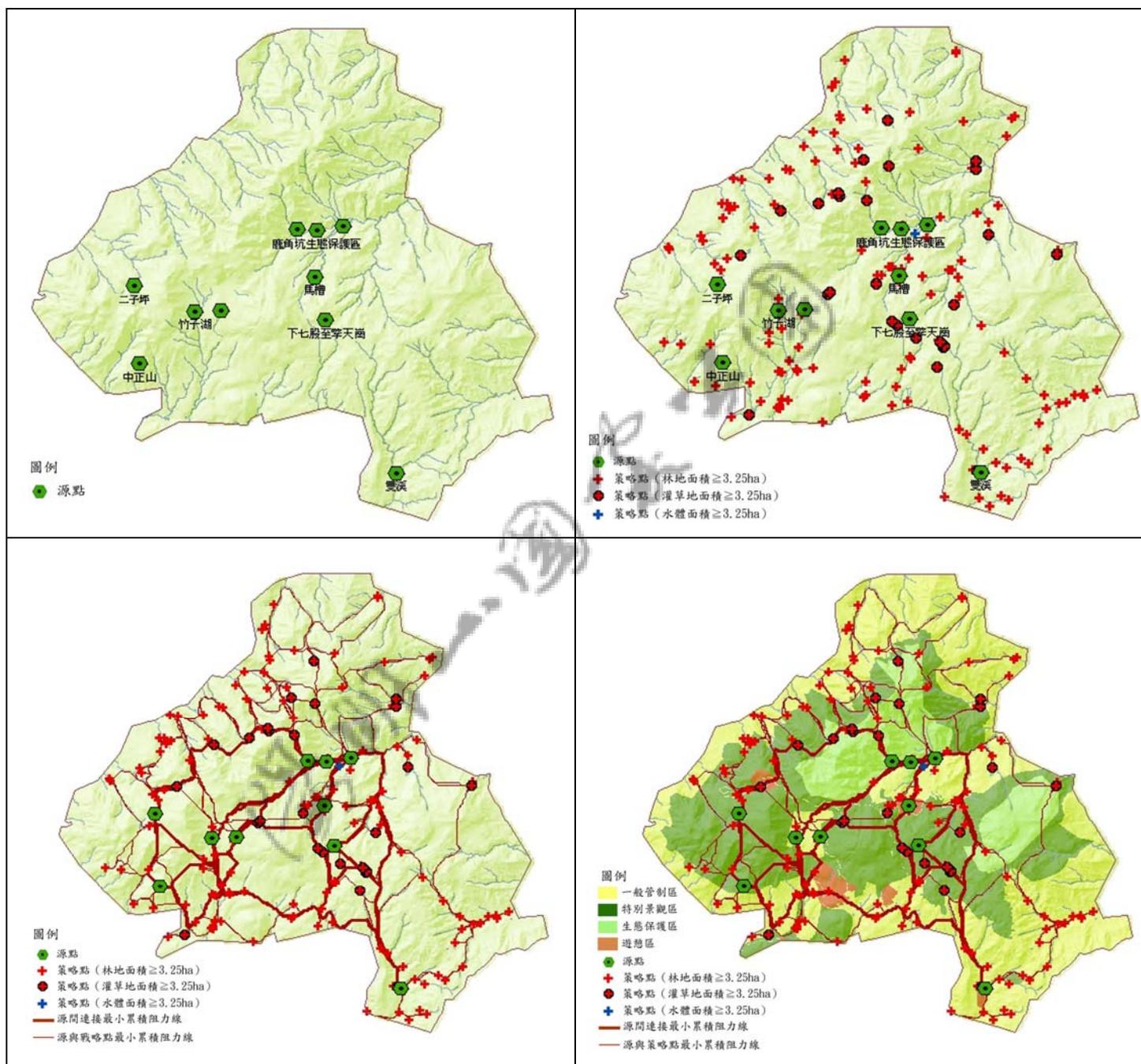
據上述，陽明山國家公園境內臺灣藍鵲主要源點以竹子湖、中正山、二子坪、向天山、新北投、小觀音山、楓林、鹿角坑生態保護區為主，共 9 處源點（如圖 5-10 左上圖）以及 29 處策略點（如圖 5-10 右上圖），將其位置與空間聯繫，並考慮生境或物種遷移阻力（如表 5-6），進而取得臺灣藍鵲遷移最小累積阻力線（如圖 5-10 左下圖），並將數化分析結果與國家公園計畫分區圖套疊（如圖 5-10 右下圖），以求得出臺灣藍鵲區域生境安全格局。

由圖 5-10 右下圖可知臺灣藍鵲除新北投、竹子湖外大部份源點分佈於鹿角坑生態保護區（3 處）及特別景觀區（4 處）範圍內。其源點間的網絡密集頻繁交錯於特別景觀區中。針對臺灣藍鵲建議可擴大其生態保護區範圍至二子坪，有益於臺灣藍鵲生態格局建構之完整性。

五、畫眉生境安全格局

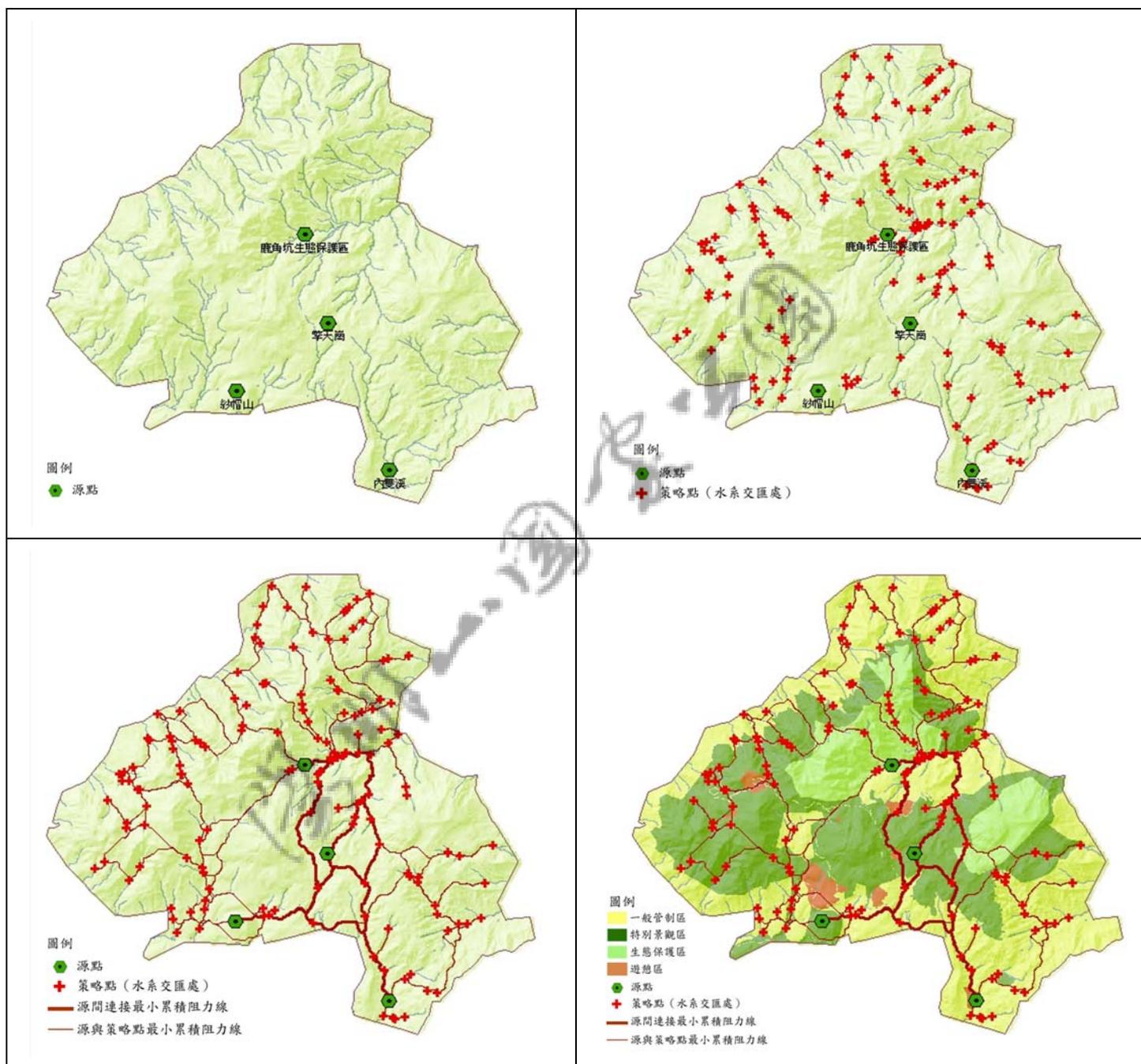
據上述，陽明山國家公園境內畫眉主要源點以二子坪、下七股、內雙溪、七星山、磺嘴山、竹子山、冷水坑、夢幻湖生態保護區、鹿角坑生態保護區為主，共 9 處源點（如圖 5-11 左上圖）以及 33 處策略點（如圖 5-11 右上圖），將其位置與空間聯繫，並考慮生境或物種遷移阻力（如表 5-6），進而取得畫眉遷移最小累積阻力線（如圖 5-11 左下圖），並將數化分析結果與國家公園計畫分區圖套疊（如圖 5-11 右下圖），以求得畫眉區域生境安全格局。

由圖 5-11 右下圖可知畫眉除了內雙溪的源點位於遊憩區附近之外，大部份源點分佈皆在生態保護區（3 處）及特別景觀區（5 處）範圍內。鹿角坑生態保護區源點連接磺嘴山源點、下七股源點、冷水坑源點都需經過鹿角坑溪流流域一帶的一般管制區，在其遷徙過程中，應避免一般管制區對其棲地環境的干擾，建議未來加強此區畫眉生態廊道的串連。



- 註一：左上圖為紫嘯鵜源點分佈圖，共 10 處（資料來源如表 4-2~表 4-4）。
- 註二：右上圖為紫嘯鵜策略點分佈圖，共 156 處（依據水體、林地、灌草地面積大於等於 3.25 公頃之林地的中央點劃設）。
- 註三：左下圖為紫嘯鵜生境最小累積阻力線（依據景觀生態類型及水系計算）。
- 註四：右下圖為紫嘯鵜區域生境安全格局與國家公園計畫分區範圍關係圖。

圖 5-7. 陽明山國家公園紫嘯鵜區域生境安全格局分佈圖



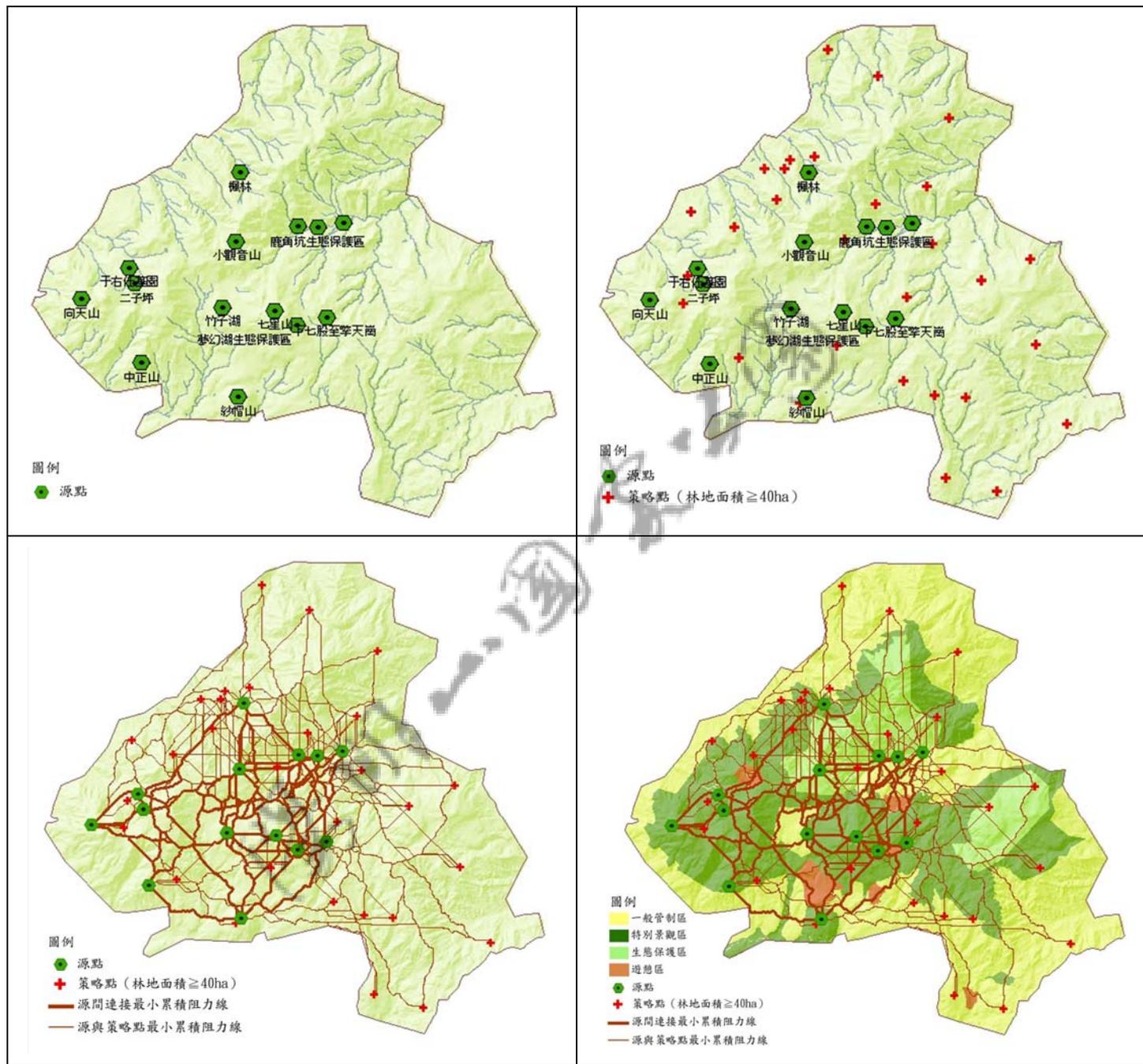
註一：左上圖為鉛色水鶉源點分佈圖，共 4 處（資料來源如表 4-2~表 4-4）。

註二：右上圖為鉛色水鶉策略點分佈圖，共 157 處（依據水系交匯處劃設）。

註三：左下圖為鉛色水鶉生境最小累積阻力線（依據海拔高度及水系計算）。

註四：右下圖為鉛色水鶉區域生境安全格局與國家公園計畫分區範圍關係圖。

圖 5- 8. 陽明山國家公園鉛色水鶉區域生境安全格局分佈圖



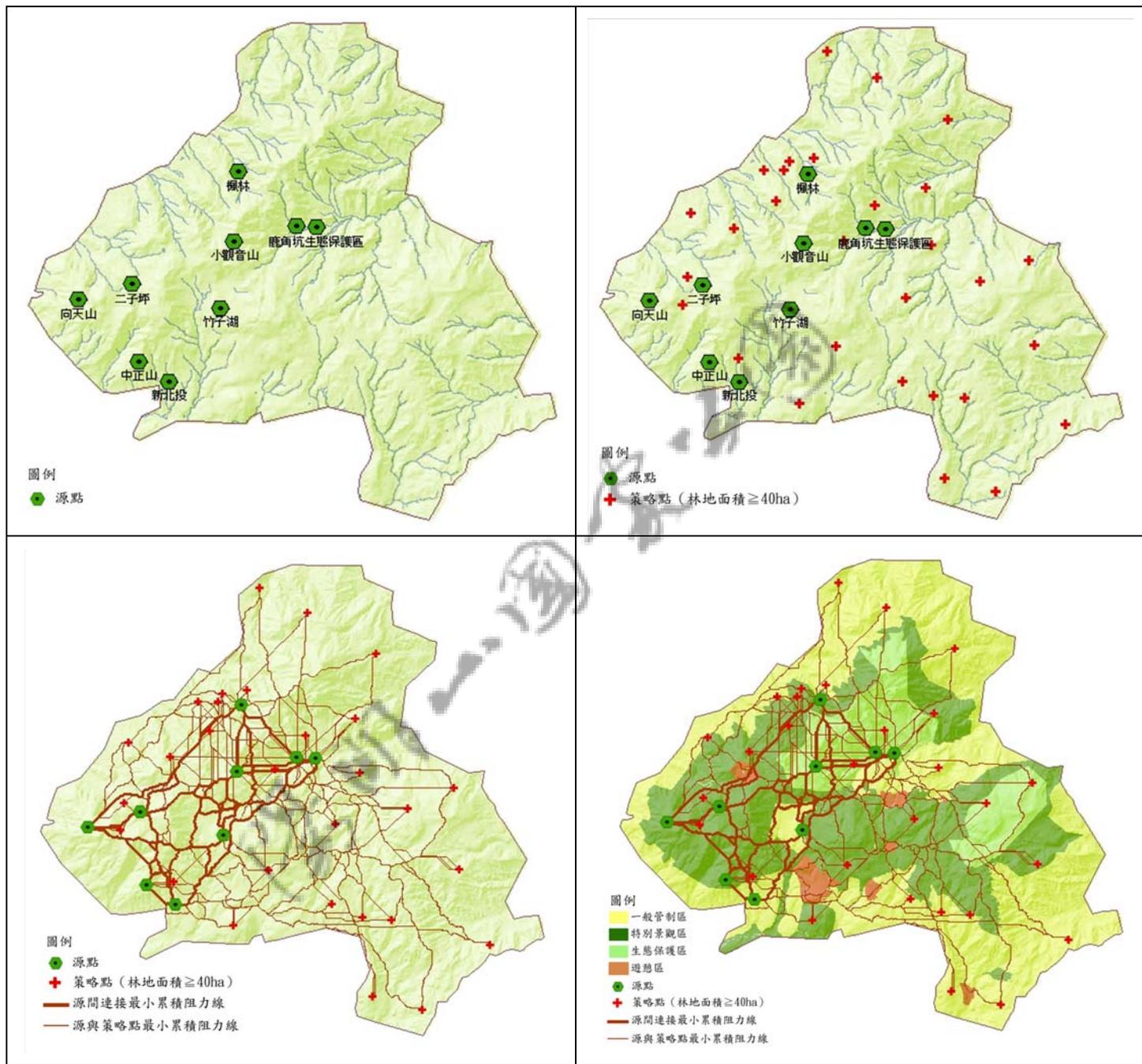
註一：左上圖為大冠鷲源點分佈圖，共 14 處（資料來源如表 4-2~表 4-4）。

註二：右上圖為大冠鷲策略點分佈圖，共 29 處（依據林地面積大於等於 40 公頃之林地的中央點劃設）。

註三：左下圖為大冠鷲生境最小累積阻力線（依據景觀生態類型對物種的遷移生境阻力計算，生境阻力評值=植被景觀結構組成+人為干擾程度）。

註四：右下圖為大冠鷲區域生境安全格局與國家公園計畫分區範圍關係圖。

圖 5-9. 陽明山國家公園大冠鷲區域生境安全格局分佈圖



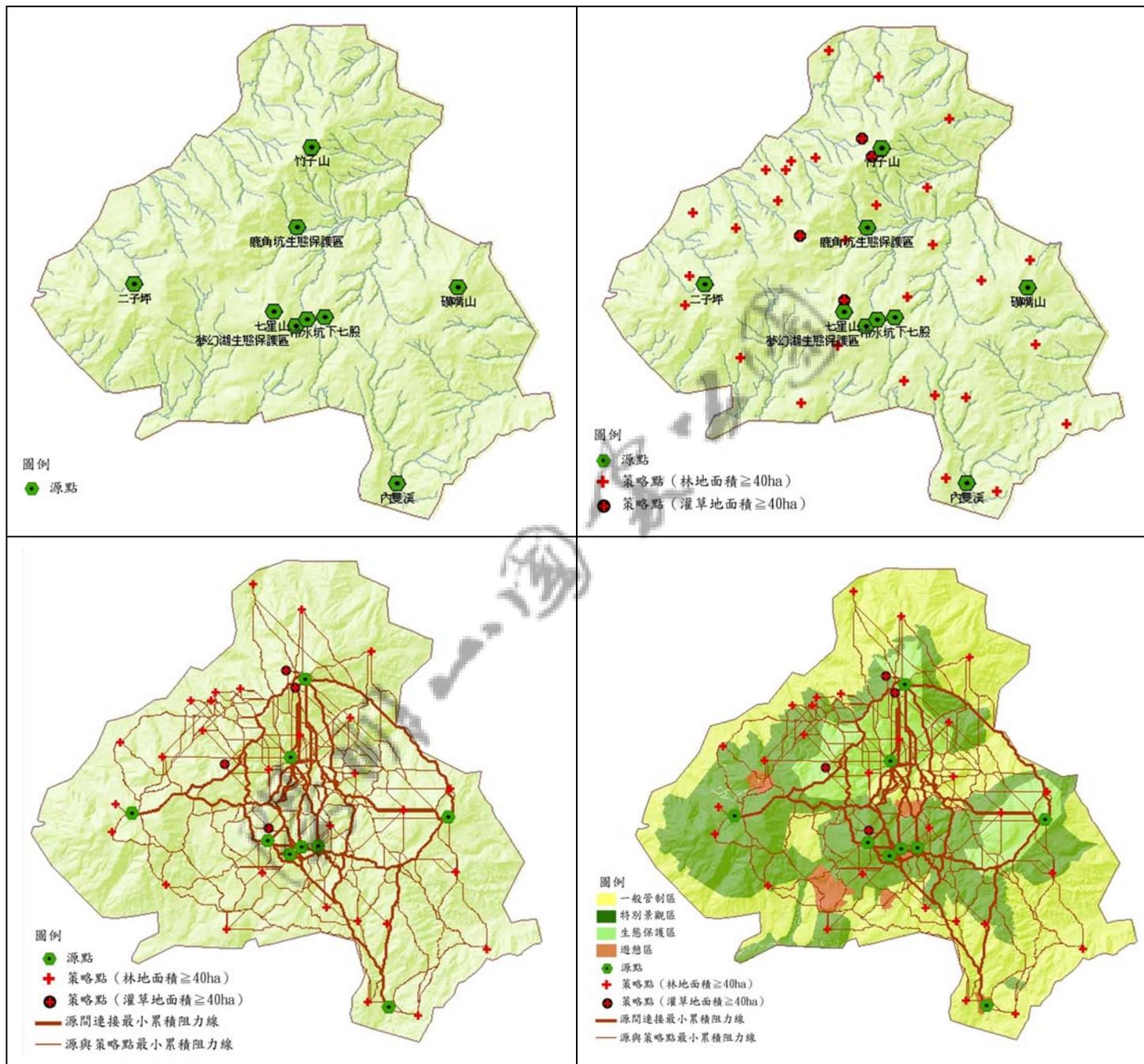
註一：左上圖為臺灣藍鵲源點分佈圖，共 9 處（資料來源如表 4-2~表 4-4）。

註二：右上圖為臺灣藍鵲策略點分佈圖，共 29 處（依據林地面積大於等於 40 公頃之林地的中央點劃設）。

註三：左下圖為臺灣藍鵲生境最小累積阻力線（依據景觀生態類型對物種的遷移生境阻力計算，生境阻力評值=植被景觀結構組成+人為干擾程度）。

註四：右下圖為臺灣藍鵲區域生境安全格局與國家公園計畫分區範圍關係圖。

圖 5-10. 陽明山國家公園臺灣藍鵲區域生境安全格局分佈圖



註一：左上圖為畫眉源點分佈圖，共 9 處（資料來源如表 4-2~表 4-4）。

註二：右上圖為畫眉策略點分佈圖，共 33 處（依據林地面積大於等於 40 公頃之林地的中央點劃設）。

註三：左下圖為畫眉生境最小累積阻力線（依據景觀生態類型對物種的遷移生境阻力計算，生境阻力評值=植被景觀結構組成+人為干擾程度）。

註四：右下圖為畫眉區域生境安全格局與國家公園計畫分區範圍關係圖。

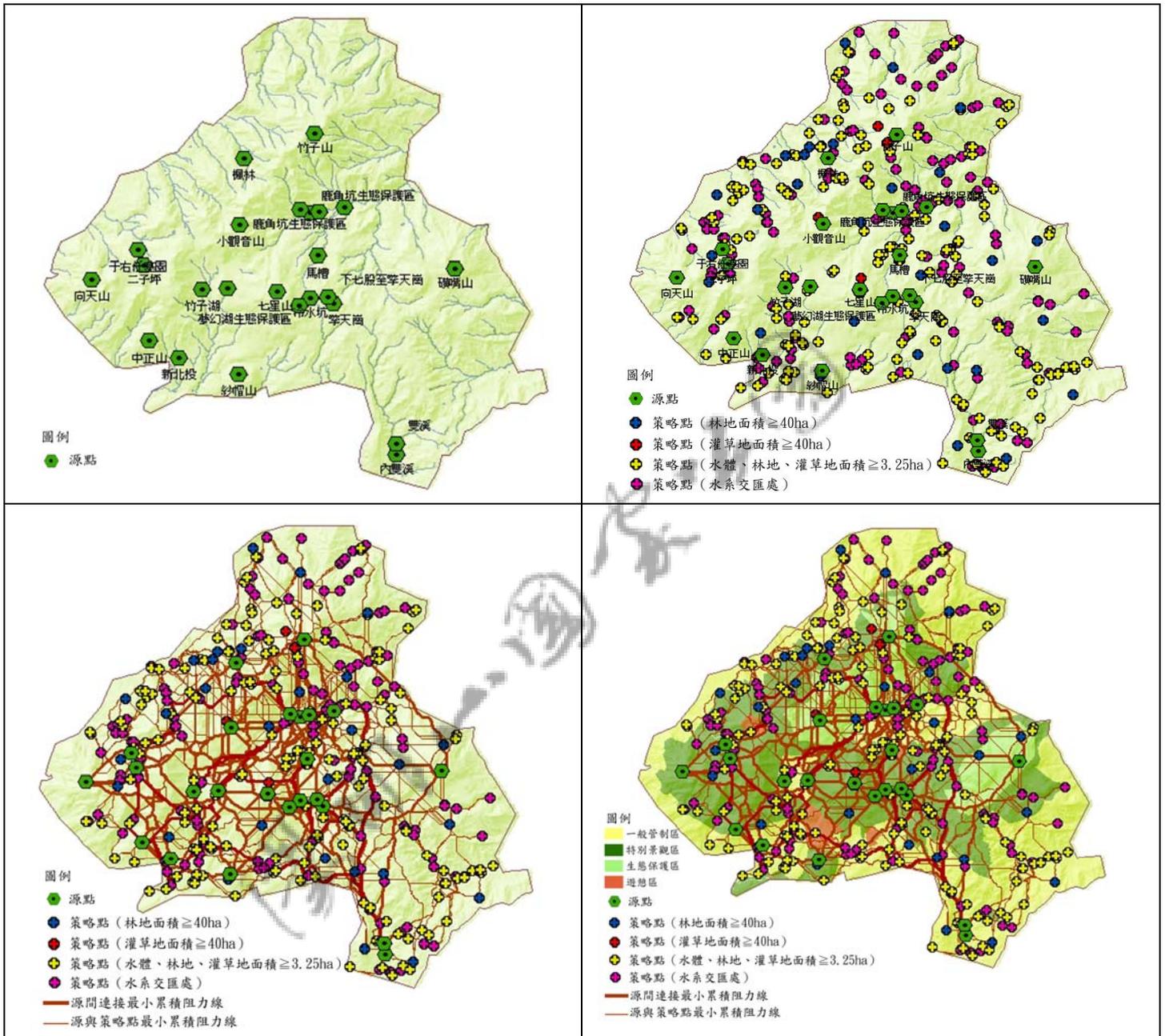
圖 5- 11. 陽明山國家公園畫眉區域生境安全格局分佈圖

參、鳥類區域生境安全格局

本研究將五種第一優先保育的鳥類物種之區域生境安全格局（如圖 5-7~圖 5-11）相套疊，取第一優先保育物種鳥類物種主要分佈源點，共 24 處（如圖 5-12 左上圖），其中分佈於竹子山的物種有畫眉、分佈於楓林的物種有大冠鷲、臺灣藍鵲，分佈於小觀音山的物種有大冠鷲、臺灣藍鵲，分佈於鹿角坑生態保護區的物種有紫嘯鶇、鉛色水鶇、大冠鷲、臺灣藍鵲、畫眉，分佈於磺嘴山的物種有畫眉，分佈於下七股至擎天崗的物種有紫嘯鶇、大冠鷲，分佈於下七股的物種有畫眉，分佈於擎天崗的物種有鉛色水鶇，分佈於馬槽的物種有紫嘯鶇，分佈於于右任墓園的物種有大冠鷲，分佈於二子坪的物種有紫嘯鶇、大冠鷲、臺灣藍鵲、畫眉，分佈於向天山的物種有大冠鷲、臺灣藍鵲，分佈於中正山的物種有紫嘯鶇、大冠鷲、臺灣藍鵲，分佈於紗帽山的物種有鉛色水鶇、大冠鷲，分佈於新北投的物種有臺灣藍鵲，分佈於夢幻湖生態保護區的物種有大冠鷲、畫眉，分佈於雙溪的物種有紫嘯鶇，分佈於內雙溪的物種有鉛色、水鶇畫眉，分佈於竹子湖的物種有紫嘯鶇、大冠鷲、臺灣藍鵲，分佈於七星山的物種有大冠鷲、畫眉，分佈於冷水坑的物種有畫眉。

Forman (1995) 對於紐澤西農地鳥類棲地需求的研究中指出：「一般而言，提供食蟲鳥類的棲地大小，最佳為 40 公頃以上的綠地；而食穀類、種子的鳥類棲地需求也需 2 公頃大小的綠地」（李吳嘉，2006）。依陽明山國家公園第一優先保育物種生態資料顯示（如表 4-2~表 4-4）：紫嘯鶇的棲地類型以水系、林地、灌草地為主，依據方志仁（2004）研究指出繁殖期紫嘯鶇雄鳥的活動範圍為 3.25 公頃，紫嘯鶇雌鳥為 3.62 公頃，故於策略點的選擇上以水系、林地、灌草地面積大於 3.25 公頃且水系溪流寬 50 公尺範圍內為選點依據；共計 156 處；鉛色水鶇的棲地類型以水系為主，較少離開到兩旁山林，故於策略點的選擇水系交匯處為其策略點選取依據，共計 157 處；而大冠鷲、臺灣藍鵲棲地類型以林地為主，故於策略點的選擇上以面積大於 40 公頃林地為其策略點依據，共計 29 處；畫眉的棲地類型包括灌木叢、草地，因此另外增加景觀生態類型灌草叢且面積大於 40 公頃的策略點計有 4 處，畫眉策略點共計有 33 處。整體而言，鳥類大部份最小累積生境阻力線架構在生態保護區及特別景觀區範圍內，可於圖 5-12 右下圖中可得知鳥類物種區域生境安全格局是屬於網絡型。然而於新北投、竹子湖、鹿角坑生態保護區至馬槽間鳥類較頻繁遷徙重要路徑皆位於一般管制區，此區人為干擾程度較其他計畫分區大，本研究建議針對陽明山國家公園境內的鳥類物種的區域生境安全格局的保護，應加

強對鳥類的生境保護，以建構完善之鳥類區域生境安全格局。



註一：左上圖陽明山國家公園鳥類源點，共 24 處（資料來源如表 4-2~表 4-4）。

註二：右上圖陽明山國家公園鳥類策略點，共 346 處（紫嘯鶇策略點依據水系、林地、灌草地面積大於 3.25 公頃的中央點劃設，共計 156 處；鉛色水鶇策略點依據水系交匯處，共計 157 處；大冠鶯及臺灣藍鶇依據林地面積大於 40 公頃的中央點劃設，共計有 29 處；畫眉依據林地、灌草地面積大於 40 公頃的中央點劃設，共計有 33 處）。

註三：左下圖陽明山國家公園鳥類最小累積阻力線（紫嘯鶇依據景觀生態類型、水系計算；鉛色水鶇依據海拔高度、水系計算；大冠鶯、臺灣藍鶇及畫眉依據景觀生態類型，生境阻力評值=植被景觀結構組成+人為干擾程度）。

註四：右下圖陽明山國家公園鳥類生境安全格局與國家公園計畫分區圖相疊。

圖 5-12. 陽明山國家公園鳥類區域生境安全格局分佈圖

第三節 兩棲類區域生境安全格局

依據表 4-2 及表 4-4 可得知陽明山國家公園符合第一優先保育的兩棲類物種，包括：褐樹蛙、臺北樹蛙、莫氏樹蛙共計有 3 種，且皆屬於樹蛙科。

壹、兩棲類源點與策略點選取依據

依據陽明山國家公園第一優先保育物種相關文獻回顧資料彙整可知褐樹蛙分佈於鹿角坑溪、內外雙溪、馬銖溪、南礮溪等中低海拔各溪流附近；臺北樹蛙分佈於大屯山、竹子湖、七星山、夢幻湖、湖底、百拉卡山、內雙溪、平等里、聖人瀑布、鹿角坑溪、陽明山公園、面天山、向天池、興福寮、于右任墓園、鹿角坑生態保護區等地的闊葉林、水田、池塘；莫氏樹蛙分佈於面天山、向天池、擎天崗、太陽谷、北新莊、溪底、夢幻湖、鹿角坑生態保護區等低海拔山區平地。本研究依據相關文獻分佈調查範圍作為兩棲類源點參考之外，另外考量蛙類遷移路徑範圍（Home range）大約 150 公尺為依據，將距離流域 75 公尺以內的範圍中，且具有蛙類分佈範圍作為源點的選取依據。

在過去兩棲類動物調查中可知，兩棲類大多分佈於 0-1,500 公尺，乾淨無污染的溪流附近或水源充足的地方，尤其以生態保護區內的數量更多，如：鹿角坑溪、夢幻湖、竹子湖、面天山、向天山、七星山、內雙溪、馬銖溪、大屯溪、礮嘴山、大屯自然公園等。因此策略點主要以有水系交匯處（包括河川、溪流、湖泊、溫泉等）作為兩棲類策略點，陽明山國家公園內水系交匯處共計有 157 處。

貳、兩棲類生境阻力評值

本研究依據文獻回顧，兩棲類生境阻力以「坡度」、「水系」及「高度」為重要影響因素（黃國平，2002），依據表 4-4 可得知兩棲類棲地多分佈於 0- 1,500 公尺的範圍中，換言之，海拔高度約 1,120 尺的陽明山國家公園在海拔因子中則可忽略不計，因此參考評估準則擬定給予兩棲類不同評值分數（如表 5-7）

表 5-7. 陽明山國家公園兩棲類生境或物種遷移阻力評值表

保護要素	相關因素與 權重係數 (100%)		阻力分類	阻力 係數
兩棲類	水系	50%	有水系流經地區	0
			非水系流經地區	50
	坡度	50%	0-5 度	0
			5-10 度	50
			其他	100

(本研究整理)

一、褐樹蛙區域生境安全格局

據上述，陽明山國家公園境內褐樹蛙主要分佈源點以鹿角坑溪、內外雙溪、馬鍊溪、南磺溪等流附近為主。本研究將距離流域 75 公尺以內且於文獻中有記載有褐樹蛙分佈範圍作為源點的選取依據，共計有 8 處源點（如圖 5-13 左上圖）以及 157 處策略點（如圖 5-13 右上圖），將其位置與空間聯繫，並考慮生境或物種遷移阻力（如表 5-7），進而取得褐樹蛙遷移最小累積阻力線（如圖 5-13 左下圖），並將數化分析結果與國家公園計畫分區範圍套疊，以求得出褐樹蛙區域生境安全格局（如圖 5-13 右下圖）。

就褐樹蛙的區域生境安全格局來說，其重要源點大多分佈於一般管制區的計畫分區上，其路徑主要沿著有水源及低坡度的生態環境移動。若欲建立完善的褐樹蛙區域生境安全格局，本研究建議應針對鹿角坑溪、內外雙溪、馬鍊溪水源溪流、河川水質進行監測與控制，並強烈禁止獵補、烤肉及農藥污染等破壞環境品質的行為發生，同時，應加強褐樹蛙於河川流域廊道及陸域廊道串連的完善性。

二、臺北樹蛙區域生境安全格局

據上述，陽明山國家公園境內臺北樹蛙分佈廣泛，主要分佈源點以鹿大屯山、竹子湖、七星山、夢幻湖、湖底、百拉卡山、內雙溪、平等里、鹿角坑溪、面天山、向天池、于右任墓園、鹿角坑生態保護區等地區為主。本研究將距離流域 75 公尺以內且於文獻中有記載有臺北樹蛙分佈範圍作為源點的選取依據，共計有 4 處源點（如圖 5-14 左上圖）以及 157 處策略點（如圖 5-14 右上圖），將其位置與空間聯繫，並考慮生境或物種遷移阻力（如表 5-7），進而取得臺北樹蛙遷移最小累積阻力線（如圖 5-14 左下圖），

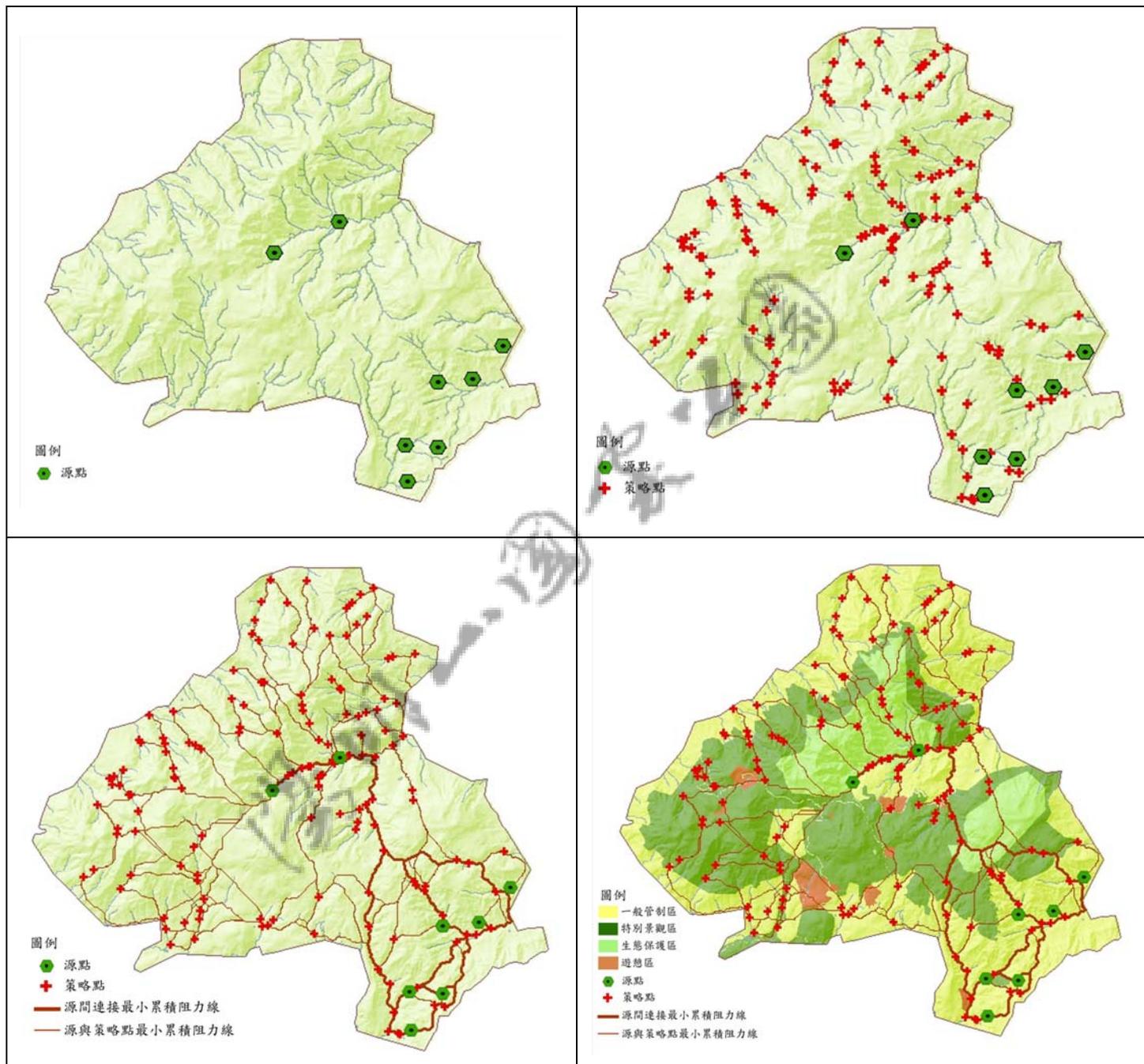
並將數化分析結果與國家公園計畫分區範圍套疊，以求得出臺北樹蛙區域生境安全格局（如圖 5-14 右下圖）。

就臺北樹蛙的區域生境安全格局來說，臺北樹蛙有 2 處源點分佈於特別景觀區竹子湖附近、冷水坑附近；2 處分佈於一般管制區的計畫分區上，其路徑主要沿著有水源及低坡度的生態環境移動。若欲建立完善的臺北樹蛙區域生境安全格局，本研究建議應需加強對內外雙溪、馬銖溪水源溪流、河川水質進行監測與控制，避免過度干擾，如：獵補、烤肉及農藥等破壞環境品質的行為發生。同時，應加強臺北樹蛙於河川流域廊道及陸域廊道串連的完善性。

三、莫氏樹蛙區域生境安全格局

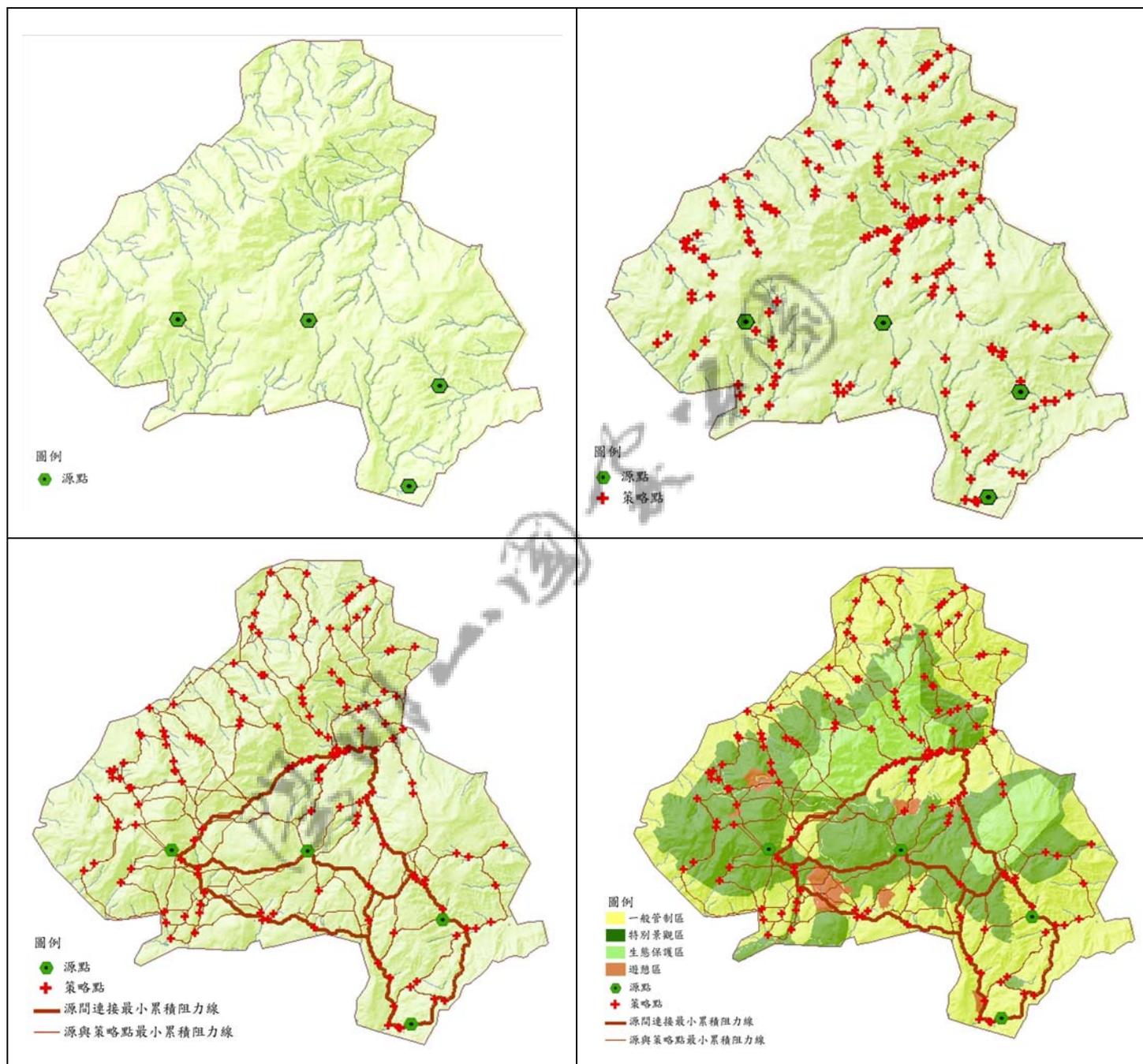
據上述，陽明山國家公園境內莫氏樹蛙自 1991 年後始有紀錄，分佈於二子坪及面天山一帶闊葉林地、溪流、河川，本研究將距離流域 75 公尺以內且於文獻中有記載有莫氏樹蛙分佈範圍作為源點的選取依據，共計有 2 處源點（如圖 5-15 左上圖）以及 157 處策略點（如圖 5-15 右上圖），將其位置與空間聯繫，並考慮生境或物種遷移阻力（如表 5-7），進而取得莫氏樹蛙遷移最小累積阻力線（如圖 5-15 左下圖），並將數化分析結果與國家公園計畫分區範圍套疊，以求得出莫氏樹蛙區域生境安全格局（如圖 5-15 右下圖）。

就莫氏樹蛙的區域生境安全格局來說，自 1991 年於面天山、二子坪一帶被發現後，其路徑主要沿著有水源及低坡度的生態環境移動。若欲建立完善的莫氏樹蛙區域生境安全格局，本研究建議應需加強對各水源溪流、河川水質進行監測與控制，避免過度干擾。其次，若莫氏樹蛙遷移路徑通過一般管制區，建議應予以劃設保護區並加強其移動過程水域及陸域生態廊道的串連。



- 註一：左上圖為褐樹蛙源點分佈圖，共 8 處（資料來源如表 4-2~表 4-4）。
- 註二：右上圖為褐樹蛙策略點分佈圖，共 157 處（依據園內水系交匯處分類）。
- 註三：左下圖為褐樹蛙生境最小累積阻力線（依據水系、坡度計算）。
- 註四：右下圖為褐樹蛙區域生境安全格局與國家公園計畫分區範圍關係圖。

圖 5-13. 陽明山國家公園褐樹蛙區域生境安全格局分佈圖



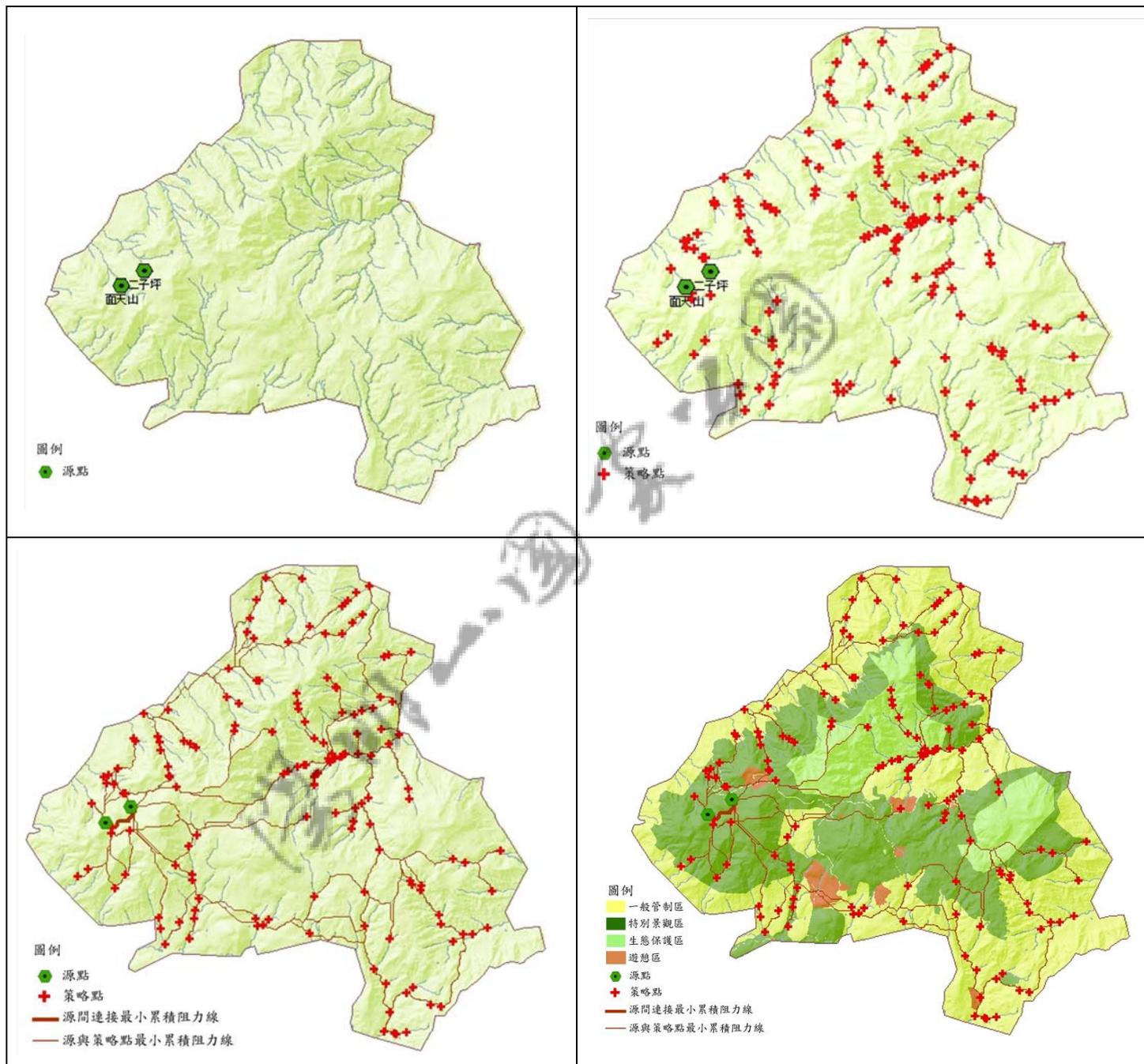
註一：左上圖為臺北樹蛙源點分佈圖，共 4 處（資料來源如表 4-2~表 4-4）。

註二：右上圖為臺北樹蛙策略點分佈圖，共 157 處（依據園內水系交匯處）。

註三：左下圖為臺北樹蛙生境最小累積阻力線（依據水系、坡度計算）。

註四：右下圖為臺北樹蛙區域生境安全格局與國家公園計畫分區範圍關係圖。

圖 5- 14. 陽明山國家公園臺北樹蛙區域生境安全格局分佈圖



註一：左上圖為莫氏樹蛙源點分佈圖，共 2 處（資料來源如表 4-2~表 4-4）。

註二：右上圖為莫氏樹蛙策略點分佈圖，共 157 處（依據園內水系交匯處）。

註三：左下圖為莫氏樹蛙生境最小累積阻力線（依據水系、坡度計算）。

註四：右下圖為莫氏樹蛙區域生境安全格局與國家公園計畫分區範圍關係圖。

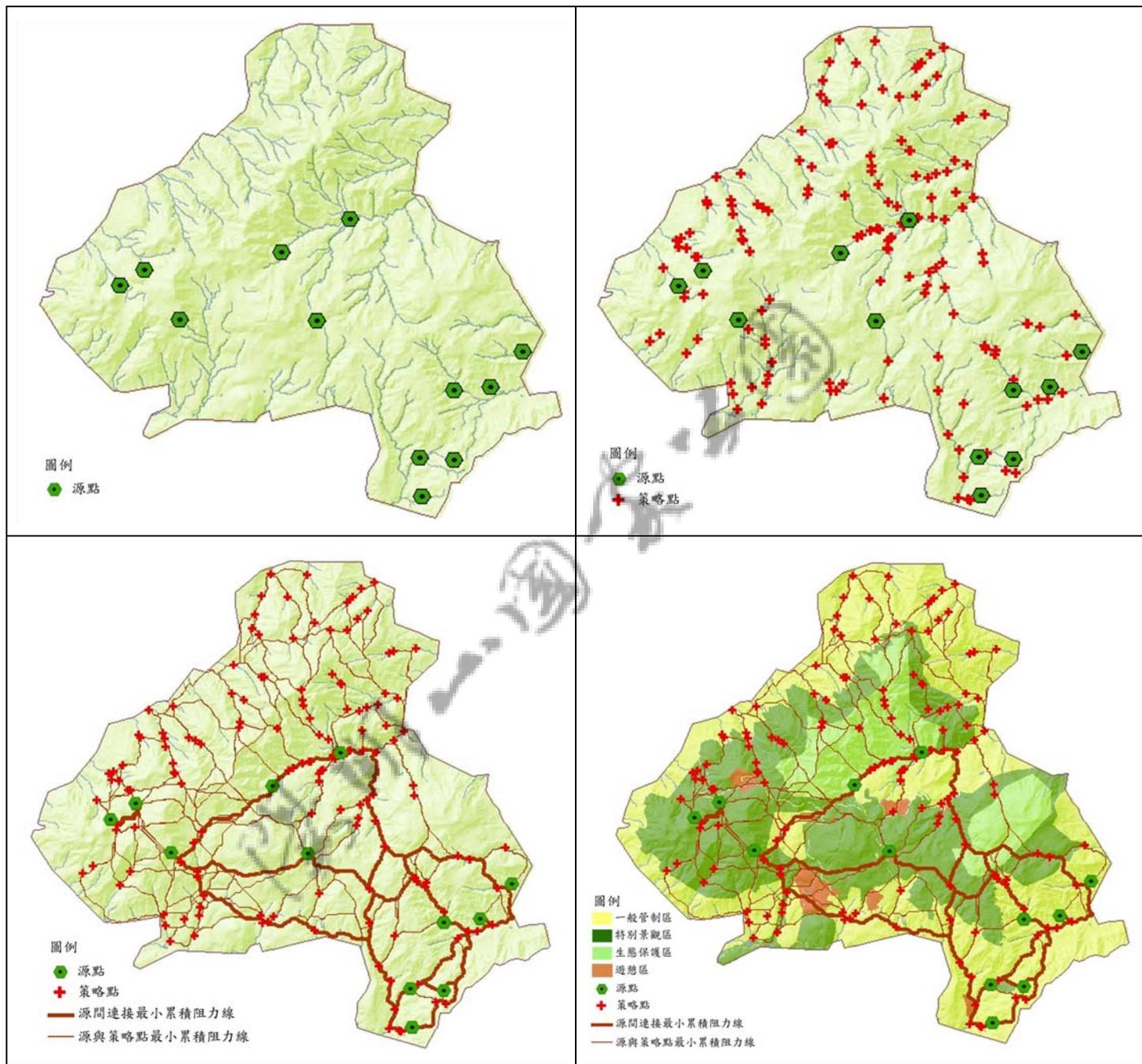
圖 5- 15. 陽明山國家公園莫氏樹蛙區域生境安全格局分佈圖

參、兩棲類區域生境安全格局

本研究將三種第一優先保育的兩棲類物種之區域生境安全格局（如圖 5-13~5-15）相套疊，取第一優先保育物種兩棲類物種主要分佈源點。又依據相關文獻分佈調查範圍作為兩棲類源點參考之外，另外考量蛙類遷移路徑範圍（Home range）大約 150 公尺為依據，將距離流域 75 公尺以內的範圍中，且具有蛙類分佈範圍作為源點的選取依據，共 12 處（如圖 5-16 左上圖）。再將其位置與空間聯繫，並考慮生境或物種遷移阻力（如表 5-7），最小累積生境阻力分析之加總（如圖 5-16 左下圖），據此取得陽明山國家公園境內哺乳類物種最適區域生境安全格局分佈範圍（如圖 5-16 右下圖）。

在過去兩棲類動物調查中可知，兩棲類大多分佈於 0-1,500 公尺，乾淨無污染的溪流附近或水源充足的地方，尤其以生態保護區內的數量更多，如：鹿角坑溪、夢幻湖、竹子湖、面天山、向天山、七星山、內雙溪、馬銖溪、大屯溪、磺嘴山、大屯自然公園等。因此策略點主要以有水系交匯處（包括河川、溪流、湖泊、溫泉等）作為兩棲類策略點，陽明山國家公園內水系交匯處共計有 157 處（圖 5-16 右上圖）。

整體而言，兩棲類主要源點分佈及其遷移路徑皆沿著有水源及低坡度的河谷地區生態環境移動。因此，欲建構完善的兩棲類區域生境安全格局，應需注意各溪流水質監測、控管及棲地附近生態環境的保護。除此之外，應於兩棲類通過的最小累積生境阻力路徑或通道周邊應加強緩衝區劃設，以強化陸域及水域廊道的連接。



註一：左上圖為兩棲類源點分佈圖，共 12 處（資料來源如表 4-2~表 4-4）。

註二：右上圖為兩棲類策略點分佈圖，共 157 處（依據園內水系交匯處分類）。

註三：左下圖為兩棲類生境最小累積阻力線（依據水系、坡度計算）。

註四：右下圖為兩棲類區域生境安全格局與國家公園計畫分區範圍關係圖。

圖 5-16. 陽明山國家公園兩棲類區域生境安全格局分佈圖

第四節 爬蟲類區域生境安全格局

依據表 4-2~表 4-4 可得知陽明山國家公園符合第一優先保育的爬蟲類物種，包括：臺灣蛇蜥、臺灣草蜥共計有 2 種。

壹、爬蟲類源點與策略點選取依據

依據陽明山國家公園第一優先保育物種相關文獻回顧資料彙整可知爬蟲類動物棲地類型為森林、灌木叢及草地，臺灣草蜥主要分佈於分佈於面天山、向天池、擎天崗、太陽谷、北新莊、溪底、夢幻湖、鹿角坑生態保護區等，臺灣蛇蜥則未多加說明，本研究依據分佈位置此作為爬蟲類動物源點的選取。

以爬蟲類遷移路徑範圍 (Home range) 約 150 公尺考量，其活動範圍面積約 2.25 公頃，因此選擇以大於 2 公頃為範圍的林地、草地作為其策略點選取位置，共計有 194 處。

貳、爬蟲類生境阻力評值

本研究依據文獻回顧，得知影響爬蟲類動物生境阻力的重要因素包括：「景觀生態類型 (即土地利用類型)」以及「坡度」(俞孔堅, 1998; 黃國平, 2002)，其中的景觀生態類型可分為「植被結構組成」與「人為干擾程度」二大主要評估因子(如表 22-23)，因此本研究參考 Knaapen (1992) 針對評估景觀規劃中的棲地分隔性，羅宏銘 (2002) 與蔡厚男等 (2003) 針對得子口溪流流域平原農地景觀生態廊道建構，翁雅瑩 (2005) 以景觀生態安全格局觀點探討嘉義縣朴子溪流流域之農村環境規劃，李吳嘉 (2006) 探討大肚溪口之景觀變遷等研究結果及評估準則，擬定更詳細的評估準則 (如表 5-8)。

表 5-8. 陽明山國家公園爬蟲類生境或物種遷移阻力評值表

保護要素	相關因素與 權重係數 (100%)		阻力分類	植被結構 組成評值 (p)	人為干擾 程度評值 (d)	生境阻力評值 (W=p+d)
爬蟲類	景觀生態類型	70%	林地	10	10	20
			灌草地、水體	20	10	30
			果園、農作物用地	20	20	40
			墳墓、其它	20	30	50
			礦場	20	40	60
			裸露地	30	40	70
			建成地、道路	40	40	80
	坡度	30%	0-10 度		0	
			10-20 度		5	
			20-30 度		10	
			30-40 度		20	
			40-50 度		30	
			50-60 度		40	
			60-70 度		50	
			70-80 度		60	
			80 度以上		100	

(本研究整理)

一、臺灣草蜥區域生境安全格局

臺灣草蜥普遍分佈於全省低海拔地區之開墾環境，常出現於草生地或小灌叢間，極為常見，臺灣草蜥共計 9 處源點以及 194 處策略點，將其位置與空間聯繫取得臺灣草蜥遷移最小累積阻力線，並將數化分析結果與國家公園計畫分區圖套疊，計算出臺灣草蜥區域生境安全格局（如圖 5-17）。

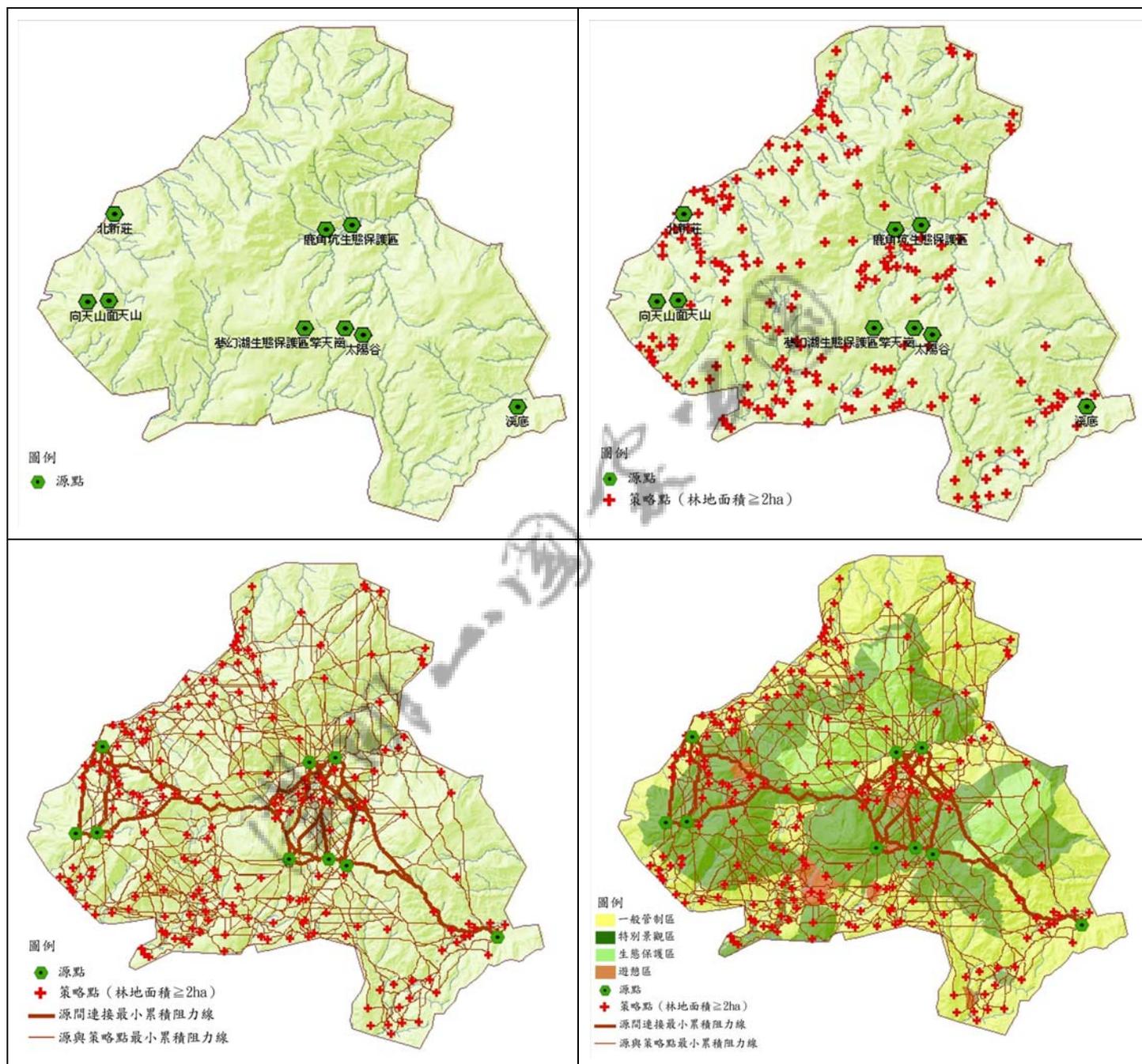
依據陽明山國家公園第一優先保育物種相關文獻回顧資料彙整可知爬蟲類動物棲地類型為森林、灌木叢及草地，臺灣草蜥主要分佈於分佈於面天山、向天池、擎天崗、太陽谷、北新莊、溪底、夢幻湖、鹿角坑生態保護區等，本研究依據此作為臺灣草蜥的源點，共計 9 處源點（如圖 5-17 左上圖）。以爬蟲類遷移路徑範圍（Home range）約 150 公尺考量，其活動範圍面積約 2.25 公頃，因此選擇以大於 2 公頃為範圍的林地作為其策略點選擇位置，共計有 194 處（如圖 5-17 右上圖）。將其位置與空間聯繫取得臺灣草蜥遷移最小累積阻力線（如圖 5-17 左下圖），並將數化分析結果與國家公園計畫分區圖套疊，計算出臺灣草蜥生境安全格局（如圖 5-17 右下圖）。

以 1994 年臺灣草蜥生境安全格局與國家公園計畫分區圖相疊的圖可知，源點大部份分佈於特別景觀區，其策略點位置大部份分佈於海拔較低坡度較平緩的一般管制區。因此，建議應加強宣導臺灣草蜥於生態上的重要性，及一般管制區內生態環境的維護。

二、臺灣蛇蜥區域生境安全格局

據上述，由於相關文獻中及歷年調查研究報告中並無法取得陽明山國家公園境內臺灣蛇蜥出沒正確位置，只知道其生活棲地環境大多於森林底層、偶爾可於灌草叢或農園間發現（如表 4-2~表 4-4 資料整理）。本研究考量蛇蜥的食物鏈，其略食者包括蛇、鳥...等，因此推測：若以 Forman (1995) 所提出提供食蟲鳥類的棲地大小最佳為 40 公頃以上的綠地，那麼臺灣蛇蜥可能棲息於超過 40 公頃綠地空間。故本研究以超過 40 公頃面積之林地、灌草地、果園且分佈於生態保護區之範圍內，作為其源點位置，共計 6 處源點（如圖 5-18 左上圖）。以爬蟲類遷移路徑範圍（Home range）約 150 公尺考量，其活動範圍面積約 2.25 公頃，因此選擇以大於 2 公頃為範圍的林地作為其策略點選擇位置，共計有 194 處（如圖 5-18 右上圖）。將其位置與空間聯繫，並考慮生境或物種遷移阻力（如表 5-8），進而取得臺灣蛇蜥遷移最小累積阻力線（如圖 5-18 左下圖），並將數化分析結果與國家園計畫分區圖套疊，以求得出臺灣蛇蜥生境安全格局（如圖 5-18 右下圖）。

由圖 5-18 右下圖可知陽明山國家公園境內臺灣蛇蜥源點位於鹿角坑生態保護區（4 處）及磺嘴山生態保護區（2 處），其策略點位置大部份分佈於海拔較低坡度較平緩的一般管制區，其中整體臺灣蛇蜥生境安全格局架構於鹿角坑生態保護區西側及陽明山國家公園園區南側。因此，建議除了應加強宣導臺灣蛇蜥於生態上的重要性及一般管制區內生態環境的維護之外，也需加強臺灣蛇蜥生態廊道的串連。



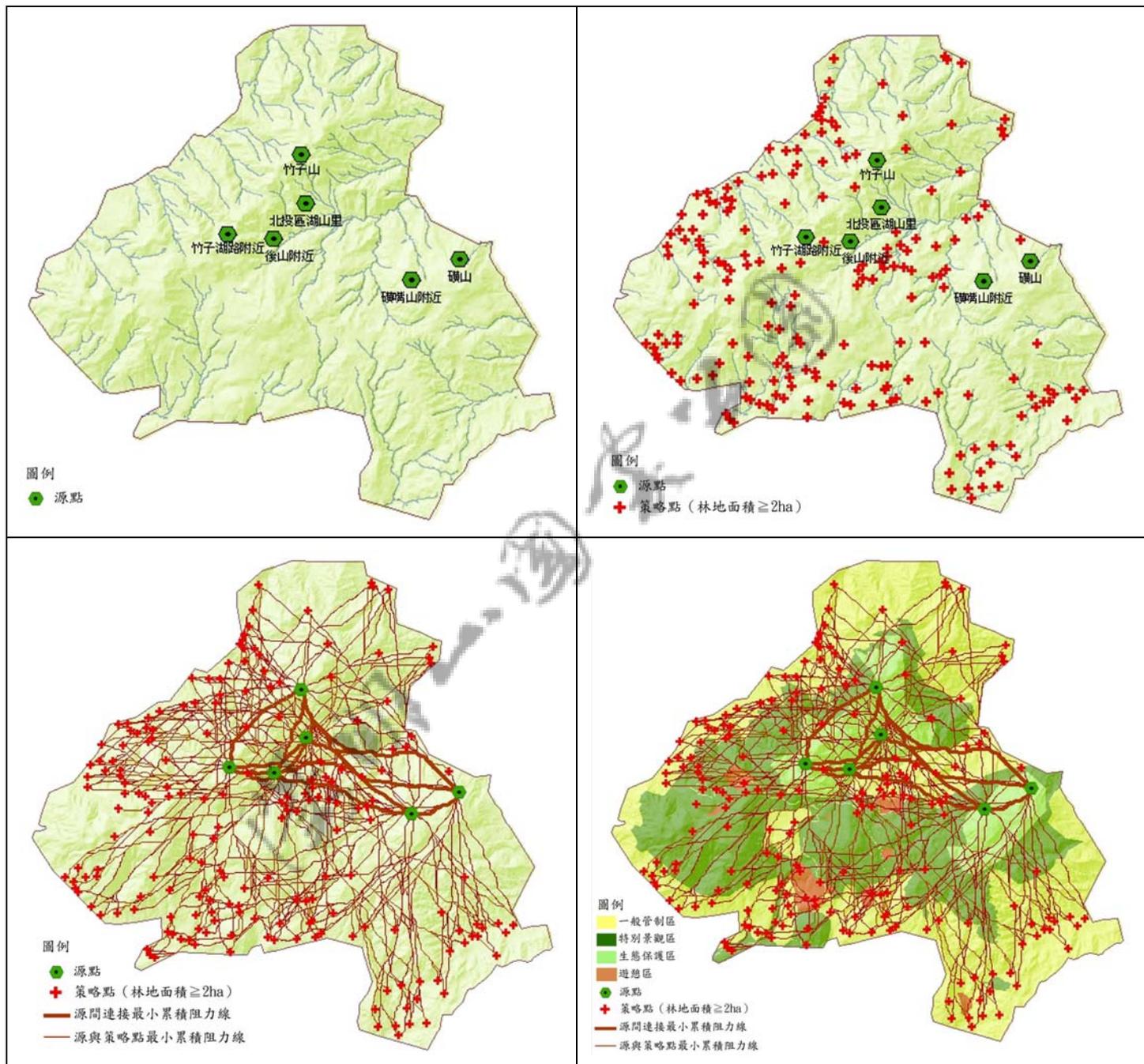
註一：左上圖為臺灣草蜥源點分佈圖，共 9 處（資料來源如表 4-2~表 4-4）。

註二：右上圖為臺灣草蜥策略點分佈圖，共 194 處（依據林地面積大於等於 2 公頃之林地的中央點劃設）。

註三：左下圖為臺灣草蜥生境最小累積阻力線（依據景觀生態類型、坡度計算，生境阻力評值=植被景觀結構組成+人為干擾程度）。

註四：右下圖為臺灣草蜥區域生境安全格局與國家公園計畫分區範圍關係圖。

圖 5-17. 陽明山國家公園臺灣草蜥區域生境安全格局分佈圖



註一：左上圖為臺灣蛇蜥源點分佈圖，共 6 處（依林地、灌草地、果園大於 40 公頃之面積且分佈於生態保護區之範圍內）。

註二：右上圖為臺灣蛇蜥策略點分佈圖，共 194 處（依據林地面積大於等於 2 公頃之林地的中央點劃設）。

註三：左下圖為臺灣蛇蜥生境最小累積阻力線（依據景觀生態類型、坡度計算，生境阻力評值=植被景觀結構組成+人為干擾程度）。

註四：右下圖為臺灣蛇蜥區域生境安全格局與國家公園計畫分區範圍關係圖。

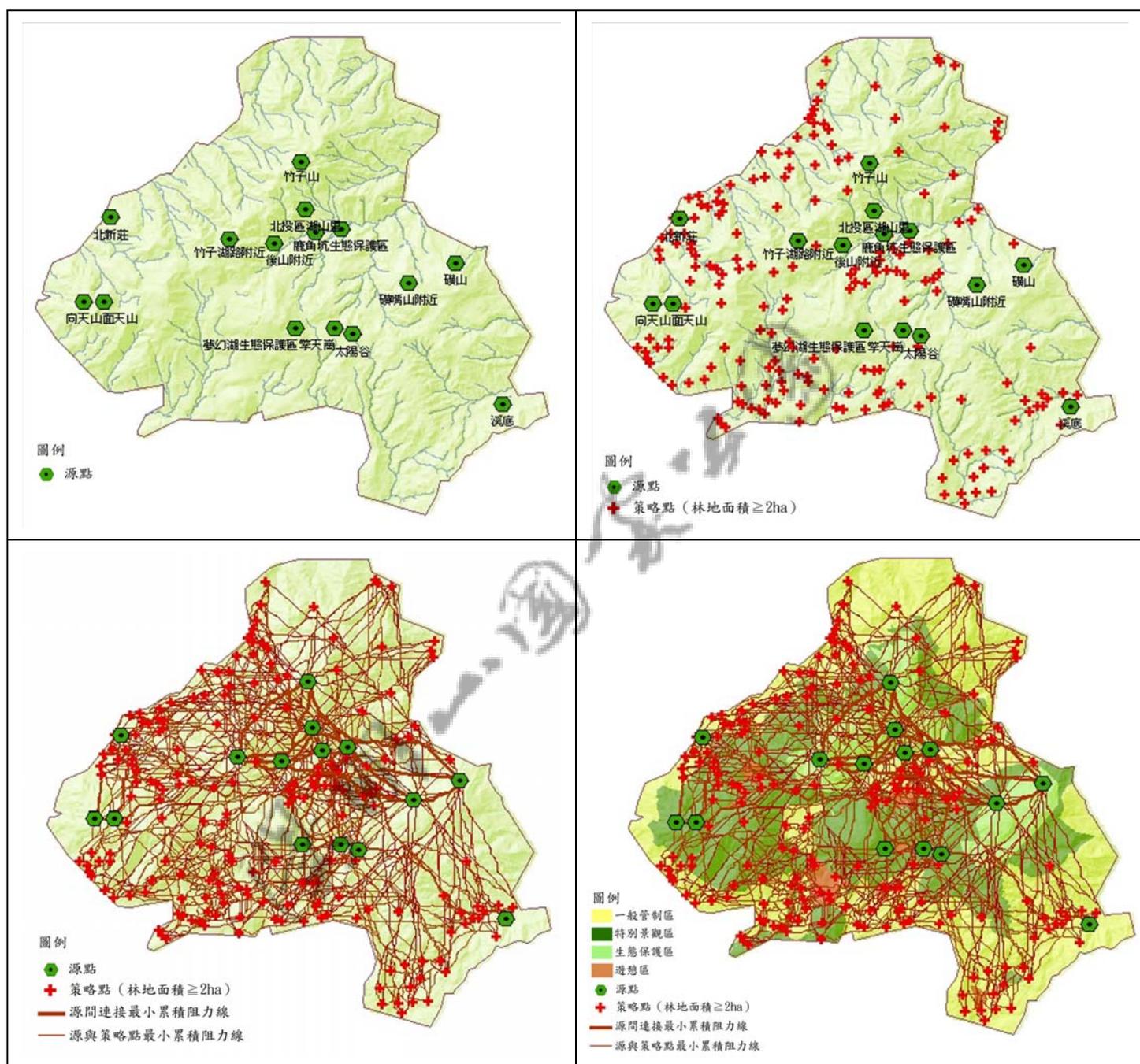
圖 5-18. 陽明山國家公園臺灣蛇蜥區域生境安全格局分佈圖

參、爬蟲類區域生境安全格局

本研究將兩種第一優先保育的爬蟲類物種之區域生境安全格局（如圖 5-17~5-18）相套疊，取第一優先保育物種爬蟲類物種主要分佈源點，共 15 處（如圖 5-19 左上圖）。其中臺灣草蜥主要分佈於面天山、向天池、擎天崗、太陽谷、北新莊、溪底、夢幻湖、鹿角坑生態保護區等，臺灣蛇蜥源點主要分佈於竹子山、北投區湖山里、竹子湖附近、後山附近、磺山及磺嘴山附近等生態保護區範圍中。

以爬蟲類遷移路徑範圍（Home range）約 150 公尺考量，其活動範圍面積約 2.25 公頃，因此選擇大於 2 公頃為範圍的林地、草地作為其戰略點選擇位置，共計有 194 處（如圖 5-19 右上圖）。再將其位置與空間聯繫，並考慮生境或物種遷移阻力（如表 5-8），最小累積生境阻力分析之加總（如圖 5-19 左下圖），據此取得陽明山國家公園境內爬蟲類物種最適區域生境安全格局分佈範圍（如圖 5-19 右下圖）。

整體而言，爬蟲類的源點大部份分佈於生態保護區及特別景觀區範圍中，策略點位置大多位於四周低海拔且坡度平緩的一般管制區，依其最小累積生境阻力線所建置的生境安全格局，應著重加強鹿角坑生態保護區西側及陽明山國家公園園區南側一般管制區中爬蟲類生態環境的維護及生態廊道的串連。而於園區磺山一帶因屬硫磺、地熱氣等特殊地質，爬蟲類較不易經過此區；北側大尖山一帶、西側楓樹湖一帶以及東南側溪底、雙溪一帶的一般管制區無爬蟲類最小生境阻力線通過，推估可能因為有較多農耕用地及建成地，農業用藥污染、道路、建築等人為過渡干擾皆會造成物種賴以生存棲息的生境破壞。因此若能於這些地區加強爬蟲類生境重建，並對在地區民宣導爬蟲類生態環境之重要性，更能將爬蟲類區域生境安全格局建構的更為完善。



註一：左上圖為爬蟲類物種源點分佈圖，共 15 處（臺灣蛇蜥依林地、灌草地、果園大於 40 公頃之面積且分佈於生態保護區之範圍內）。

註二：右上圖為爬蟲類物種策略點分佈圖，共 194 處（依據林地面積大於等於 2 公頃之林地的中央點劃設）。

註三：左下圖為爬蟲類物種生境最小累積生境阻力線（依據景觀生態類型、坡度計算，生境阻力評值=植被景觀結構組成+人為干擾程度）。

註四：右下圖為爬蟲類物種區域生境安全格局與國家公園計畫分區範圍關係圖。

圖 5-19. 陽明山國家公園爬蟲類區域生境安全格局分佈圖

第五節 景觀生態干擾效應與景觀指數分析

壹、整體景觀指數分析

景觀多樣性 (Diversity) 指數的大小反映景觀類型的多少和各景觀類型所佔比例的變化。當景觀是由單一類型構成時，景觀是均質的，其多樣性指數為 0；由兩個以上類型構成的景觀，當各景觀類型所佔比例相等時，其景觀的多樣性指數最高，各景觀類型所佔比例差別增大，則景觀的多樣性下降。當景觀區塊類型僅有一種時，其值均為 0，這表示該一地區的景觀並無多樣性。隨著區塊類型數目的增加，除 *SIDI* 值會接近 1 之外，*SHDI* 值及 *MSIDI* 值均隨之增加。

均勻度是用以描述景觀組成是否是由少數幾個主要景觀類型控制的程度，當景觀僅有一區塊時，其值均為 0。惟當區塊類型之分佈呈不均勻時，譬如某一類型分佈佔優勢，則均勻度指數將接近於 0；而當分佈呈均勻時，其值則接近於 1。

從表 5-9 顯示景觀均勻度值為從 1985 年的 0.37 變成 1994 年的 0.35，再變成 2003 年的 0.34，可得知陽明山國家公園的景觀分佈有趨向不均勻分佈的現象，但由於數值趨向 0，也說明陽明山國家公園境內的景觀生態類型有朝向某一單一類型分佈佔優勢的趨勢，即是森林（平均約 78.69%）。再從表 5-10~表 5-12 及圖 5-20 得知林地為陽明山國家公園主要基質，也是最大區塊指數，這說明森林這一景觀類型分佈在陽明山國家公園是佔優勢，而林地的面積從 1985 年的 8,787 公頃變成 1994 年的 8,972 公頃，再變成 2003 年的 9,105 公頃，於 1985 至 1994 年面積增加了 185 公頃，1994 至 2003 年面積增加了 133 公頃，1985 至 2003 年共增加了 318 公頃（約 3.18 km²）。依據 Forman & Godron 對生態過程與空間尺度關聯性研究：100 m² 範圍內可以發生樹種替代與物種競爭等生態過程，1 公頃（即 0.01 km²）範圍內可進行小型哺乳類動物的生命週期，100 公頃（即 1 km²）範圍內可產生生物演替過程，100 km² 範圍可發生大規模動物遷徙。

又以中、小型哺乳類活動範圍 (Home range) 約 1-2 公里考量（如圖 5-1），其活動範圍面積約 100-400 公頃（即 1-4 km²），又 Forman (1995) 對於紐澤西農地鳥類棲地需求的研究中指出：「一般而言，提供食蟲鳥類的棲地大小，最佳為 40 公頃以上（即 0.1 km²）的綠地；而食穀類、種子的鳥類棲地需求也需 2 公頃（即 0.02 km²）大小的綠地」（李吳嘉，2006）。

又依據呂光洋 (1999) 針對〈臺灣兩生及爬行類的生態特色與保育現況〉一文中說明：在動物演化過程上，兩棲類與爬蟲類其活動範圍或棲息環境類似，多是陰暗潮濕離水不遠處所，偏好在夜間活動或地底下活動等。因此依據圖 20，若蛙類及爬蟲類遷移路徑範圍 (Home range) 大約 150 公尺，那麼其活動範圍面積約 2.25 公頃（即 0.0225 km²）。

表 5-9. 陽明山國家公園整體景觀指數分析一覽表

景觀指數項目	年期		
	1985 年	1994 年	2003 年
景觀總面積 (m ²) (Landscape Area)	11,378	11,379	11,375
最大區塊指數 (Largest Patch Index)	76.50	78.19	79.61
區塊數量 (Number of Patches)	9,837	10,232	10,122
區塊密度 (Patch Density)	86.45	89.92	88.98
平均區塊大小 (m ²) (Mean Patch Size)	1.16	1.11	1.12
邊緣長度 (m) (Total Edge)	1,494,175	1,491,313	1,443,688
邊緣密度 (Edge Density)	131.32	131.06	126.91
平均形狀指數 (Mean Shape Index)	1.25	1.26	1.26
景觀多樣性指數 (Shannon Diversity Index)	0.88	0.84	0.81
景觀均勻度指數 (Shannon Evenness Index)	0.37	0.35	0.34

(本研究整理)

本研究使用 Magurran (1988) 所提出的 t 檢定，來檢驗研究區地景變遷的差異程度，檢定結果如表 5-10 所示，這顯示研究區在 1985 年到 2003 年間的景觀格局是趨向異質性狀態的區塊分佈，而非均質性狀態分佈。

表 5-10. 景觀多樣性指數檢定一覽表

	1985-1994 年	1994-2003 年	1985-2003 年
t 值	10.1774	-64.7754	-51.0789
自由度	13179	13361	13059
檢定結果	**	**	**

**表是在 $\alpha=0.05$ 水準下極為顯著， $t_{0.05(\infty)} = 1.9623$

貳、個別景觀指數分析

從表 5-11~表 5-13、圖 5-20 可以看出林地為陽明山國家公園主要基質，也是最大區塊指數，這說明森林這一景觀類型分佈在陽明山國家公園是佔優勢。

由表 5-11~表 5-13 可發現 1983 年景觀生態類型中，水體的碎形維度及景觀分離度最大，即水體的區塊形狀越不規則，區塊結構複雜性高，而於景觀破碎度指數中顯示道路的較其他景觀生態類型破碎度高。

表 5- 11. 1983 年陽明山國家公園個別景觀指數分析一覽表

指數說明 區塊類型	型別 總面積	地景面積 百分比	最大區 塊指標	區塊 總量	區塊 密度	平均區塊 面積	總邊長	邊長 密度	平均形狀 指標	碎形 維度	景觀 分離度	景觀 破碎度
水體	44.38	0.39	0.01	1,705	14.98	0.03	121,087.5	10.64	1.09	1.97	8,202	0.150
林地	8,787.22	77.23	76.5	394	3.46	22.3	1,197,088	105.21	1.38	1.56	179	0.035
灌草地	1,265.20	11.12	3.35	785	6.9	1.61	566,687.5	49.8	1.59	1.63	490	0.069
果園	483.70	4.25	1.41	266	2.34	1.82	197,425	17.35	1.67	1.59	439	0.023
農作物用地	424.48	3.73	0.38	203	1.78	2.09	197,225	17.33	1.76	1.61	511	0.018
裸露地	67.83	0.6	0.02	843	7.41	0.08	118,762.5	10.44	1.27	1.78	2,332	0.074
墳墓	6.91	0.06	0.02	19	0.17	0.36	5,150	0.45	1.39	1.56	872	0.002
礦場	31.42	0.28	0.07	32	0.28	0.98	19,362.5	1.7	1.6	1.59	726	0.003
建成地	101.77	0.89	0.04	888	7.8	0.11	144,212.5	12.67	1.28	1.74	1,618	0.078
道路	160.91	1.41	0.02	4,699	41.3	0.03	419,525	36.87	1.19	1.89	4,450	0.413
其它	4.64	0.04	0.03	3	0.03	1.55	1,825	0.16	1.29	1.36	318	0.000

(本研究整理)

表 5- 12. 1994 年陽明山國家公園個別景觀指數分析一覽表

指數說明 區塊類型	型別 總面積	地景面積 百分比	最大區 塊指標	區塊 總量	區塊 密度	平均區塊 面積	總邊長	邊長 密度	平均形狀 指標	碎形 維度	景觀 分離度	景觀 破碎度
水體	41.30	0.36	0	1,717	15.09	0.02	115,537.5	10.15	1.08	1.99	9,118	0.151
林地	8,971.73	78.85	78.19	326	2.86	27.52	1,197,287.5	105.22	1.42	1.56	177	0.029
灌草地	1,241.61	10.91	7.07	788	6.93	1.58	535,125	47.03	1.58	1.63	474	0.069
果園	396.23	3.48	0.44	328	2.88	1.21	205,950	18.1	1.64	1.62	553	0.029
農作物用地	320.14	2.81	0.42	171	1.5	1.87	153,450	13.49	1.77	1.60	498	0.015
裸露地	85.61	0.75	0.04	991	8.71	0.09	145,650	12.8	1.29	1.78	2,242	0.087
墳墓	6.88	0.06	0.02	17	0.15	0.4	4,825	0.42	1.41	1.54	790	0.001
礦場	31.42	0.28	0.04	35	0.31	0.9	21,187.5	1.86	1.64	1.59	747	0.003
建成地	104.52	0.92	0.04	915	8.04	0.11	147,662.5	12.98	1.27	1.74	1,611	0.080
道路	172.45	1.52	0.01	4,941	43.42	0.03	453,450	39.85	1.20	1.89	4,396	0.434
其它	6.98	0.06	0.03	3	0.03	2.33	2,500	0.22	1.40	1.37	290	0.000

(本研究整理)

表 5- 13. 2003 年陽明山國家公園個別景觀指數分析一覽表

指數說明 區塊類型	型別 總面積	地景面積 百分比	最大區 塊指標	區塊 總量	區塊 密度	平均區塊 面積	總邊長	邊長 密度	平均形狀 指標	碎形 維度	景觀 分離度	景觀 破碎度
水體	41.72	0.37	0	1,628	14.31	0.03	113,000	9.93	1.09	1.97	8,478	0.143
林地	9,104.89	80.04	79.61	300	2.64	30.35	1,149,538	101.05	1.4	1.56	171	0.026
灌草地	1,169.25	10.28	3.94	747	6.57	1.57	477,737.5	42	1.57	1.62	451	0.066
果園	292.62	2.57	0.32	291	2.56	1.01	176,062.5	15.48	1.64	1.63	634	0.026
農作物用地	329.31	2.89	0.44	200	1.76	1.65	167,887.5	14.76	1.74	1.61	537	0.018
裸露地	108.19	0.95	0.04	1,047	9.2	0.1	172,312.5	15.15	1.31	1.77	2,002	0.092
墳墓	6.42	0.06	0.02	18	0.16	0.36	4,450	0.39	1.4	1.55	811	0.002
礦場	29.64	0.26	0.04	34	0.3	0.87	19750	1.74	1.58	1.59	737	0.003
建成地	105.09	0.92	0.04	939	8.25	0.11	149,750	13.16	1.27	1.74	1,611	0.083
道路	171.92	1.51	0.01	4,914	43.2	0.03	451,925	39.73	1.2	1.89	4,450	0.432
其它	16.34	0.14	0.08	4	0.04	4.09	4,962.5	0.44	1.68	1.46	393	0.000

(本研究整理)

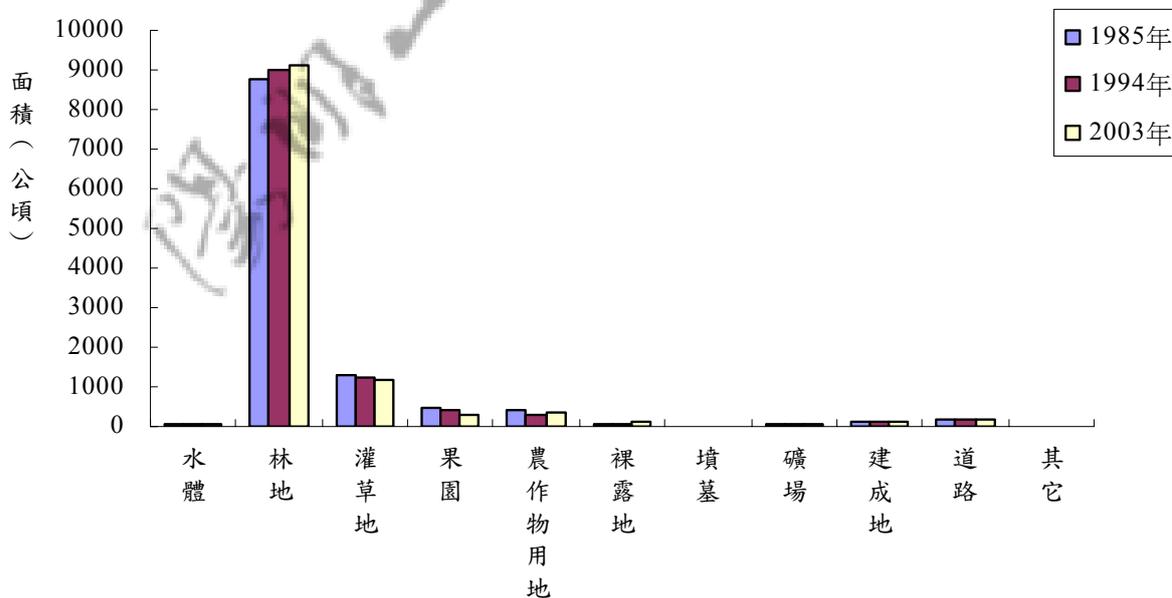


圖 5- 20. 陽明山國家公園個別區塊類型面積比較圖

(本研究繪製)

第六節 結果與討論

壹、計畫分區面積變化結果

一般管制區的劃設原則是考量具緩衝性質的地區，但從表 3-12、表 3-13 可看出歷年雖增加生態保護區面積約 116 公頃、特別景觀區約 46 公頃，但是介於生態保護區、特別景觀區與遊憩區之間的緩衝地區——一般管制區，卻減少了 219 公頃。但是又因為一般管制區的面積已佔國家公園境內的 47.66%（即 5,459 公頃），而目前生態保護區的面積僅佔國家公園境內的 11.78%（即 1,349 公頃）。因此，若依據整體區域生境安全格局的分析結果而言，對於生態保護區面積範圍的增加，確實可行，也有其必要性。從表 5-14 也可看出除了金門國家公園暫時未劃設生態保護區以外，其他有劃設生態保護區的國家公園面積比都比陽明山國家公園高。

表 5-14. 各國家公園計畫分區面積比較表

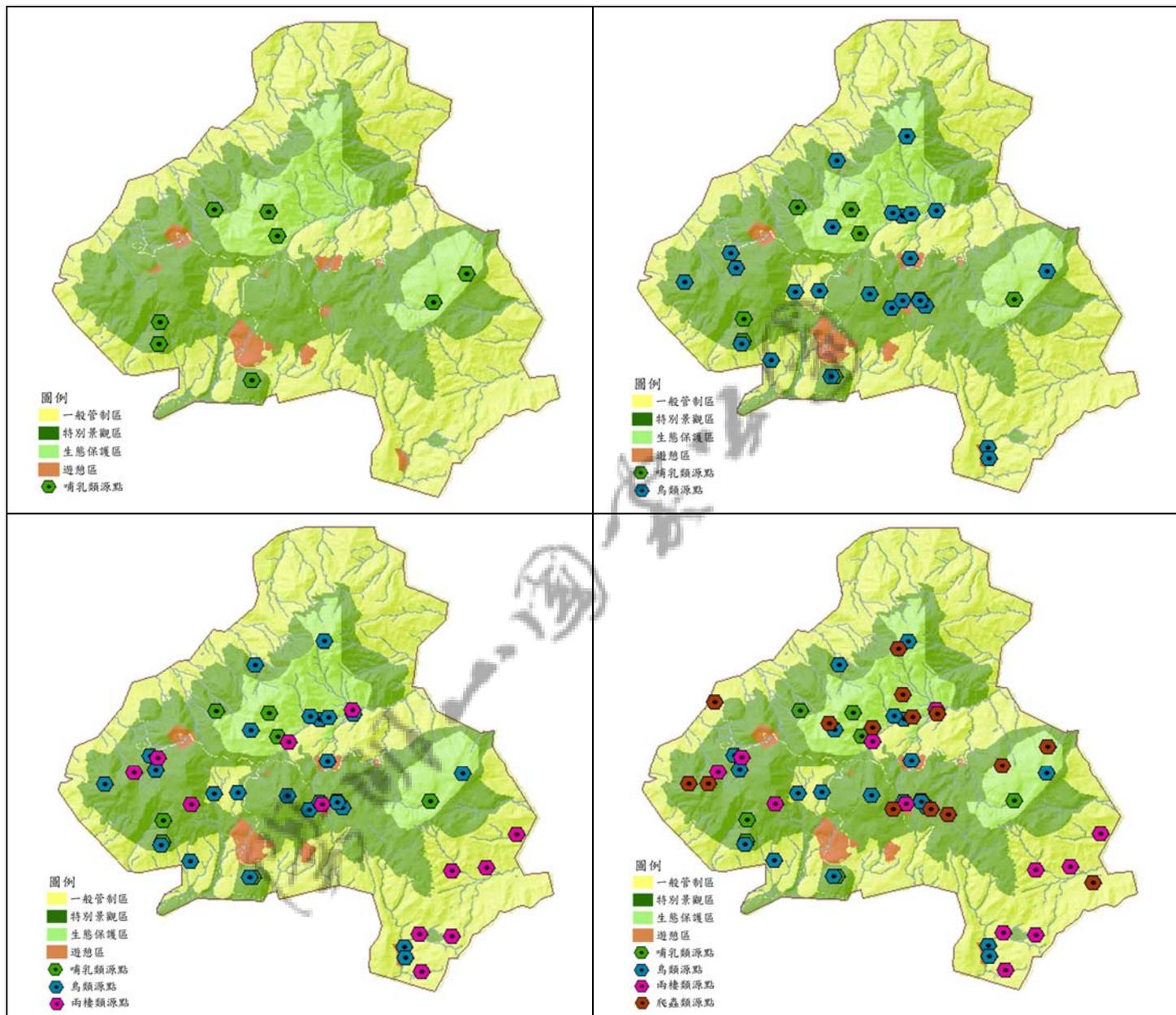
國家公園別	墾丁國家公園		玉山國家公園		陽明山國家公園		太魯閣國家公園		雪霸國家公園		金門國家公園	
成立年期	1984/1/1		1985/4/10		1985/9/16		1986/11/28		1992/7/1		1995/10/18	
生態保護區	6,694.24	20.11%	70,520.90	66.85%	1,349.00	11.78%	66,240.00	72.00%	51,640.00	67.20%	-	-
特別景觀區	1,861.04	5.59%	3,641.80	3.45%	4,364.00	38.10%	21,640.00	23.52%	1,850.00	2.41%	1,627.10	43.74%
史蹟保存區	15.15	0.05%	346.8	0.33%	-	-	40	0.04%	-	-	0.34	0.01%
遊憩區	789.41	2.37%	412.6	0.39%	283	2.47%	230	0.25%	84	0.11%	192.8	5.18%
一般管制區	23,929.75	71.88%	30,567.90	28.98%	5,459.00	47.66%	3,850.00	4.18%	23,276.00	30.29%	1,899.40	51.06%
總面積	33,289.59	100.00%	105,490.00	100.00%	11,455.00	100.00%	92,000.00	100.00%	76,850.00	100.00%	3,719.64	100.00%

（本研究繪製）

貳、整體區域生境安全格局之源點判識結果

本研究將哺乳類（臺灣獼猴、山羌、白鼻心、麝香貓等 4 種）、鳥類（紫嘯鶇、臺灣藍鶇、大冠鶇、鉛色水鶇、畫眉等 5 種）、兩棲類（褐樹蛙、臺灣樹蛙、莫氏樹蛙等 3 種）、爬蟲類（臺灣草蜥與臺灣蛇蜥等 2 種）第一優先保育的物種之源點相比較，哺乳類總源點共計有 8 處，大部份分佈於生態保護區與特別景觀區（如圖 5-21 左上圖）；鳥類總源點計有 24 處，全園區內各計畫分區皆有分佈（如圖 5-21 右上圖）；兩棲類總源點計有 12 處，都分佈於水源附近，分佈區位接近半數分佈於一般管制區（如圖 5-21 左下圖）；爬蟲類總源點計有 15 處，主要分佈於生態保護區與特別景觀區（如圖 5-21

右下圖)。分別依據表 4-2~表 4-4 資料選取整體生境安全格局之源點。



註一：左上圖為哺乳類物種源點分佈圖。

註二：右上圖為哺乳類、鳥類物種源點分佈圖。

註三：左下圖為哺乳類、鳥類、兩棲類物種源點分佈圖。

註四：右下圖為哺乳類、鳥類、兩棲類、爬蟲類物種源點分佈圖。

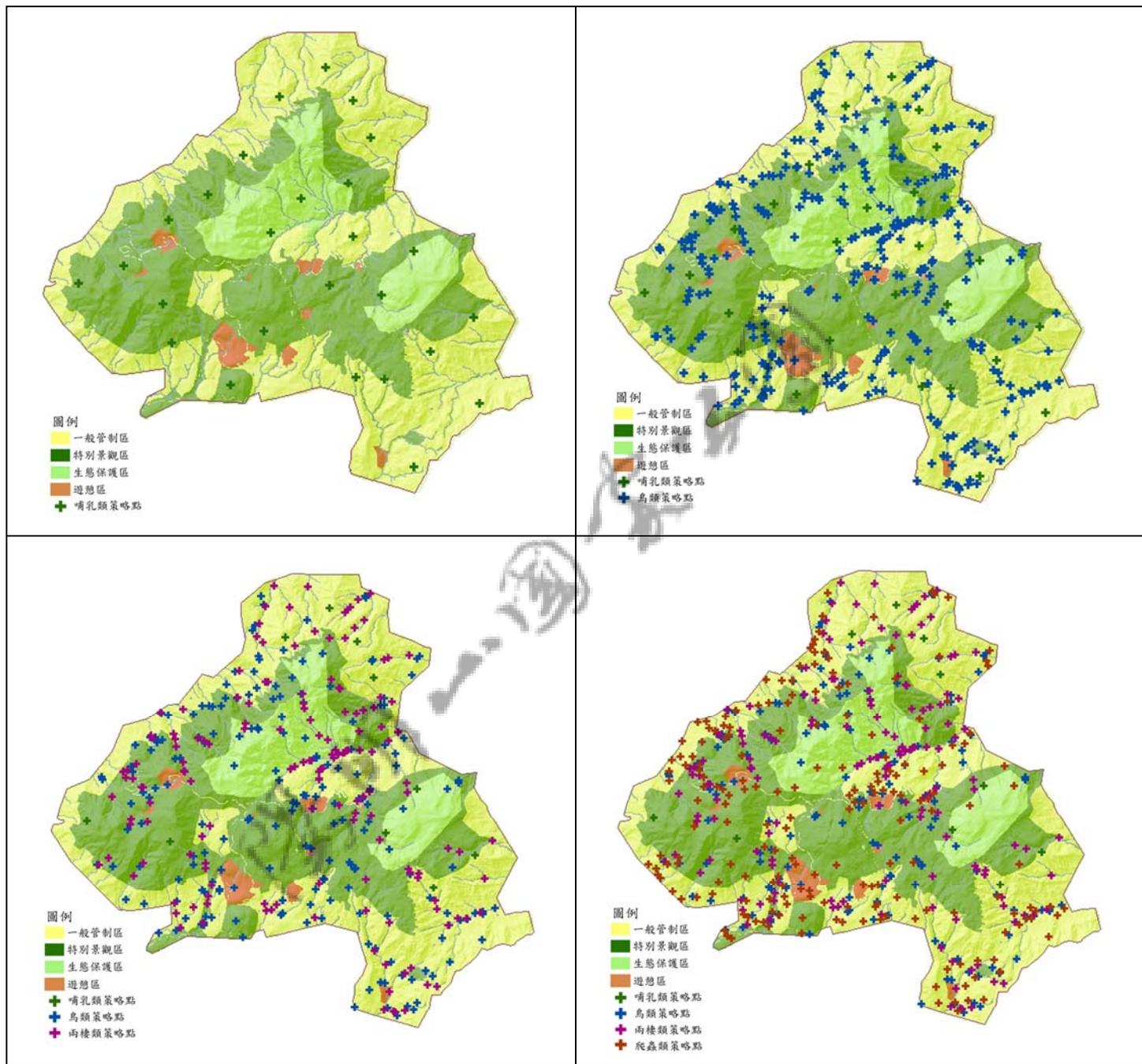
註五：哺乳類物種源點（共 4 種、8 處），鳥類物種源點（共 5 種、24 處），兩棲類物種源點（共 3 種、共 12 處），爬蟲類物種源點（共 2 種、6 處）。一共 14 種物種，50 處物種源點。

圖 5- 21. 整體生境安全格局源點分佈圖

參、整體生境之生態策略點判識結果

本研究將哺乳類、鳥類、兩棲類、爬蟲類第一優先保育的物種之總策略點相比較，哺乳類總源點共計有 21 處，平均分佈園區內各處（如圖 5-22 左上圖）；紫嘯鶇策略點計有 156 處、鉛色水鶇策略點計有 157 處、大冠鶇及臺灣藍鶇總策略點計有 29 處（如圖 5-22 右上圖）；畫眉總策略點計有 33 處，鳥類策略點共計有 346 處；兩棲類總策略點計有 157 處（如圖 5-22 左下圖）；爬蟲類總策略點計有 194 處，兩棲類與爬蟲類大多分佈於一般管制區（如圖 5-22 右下圖）。生態策略點判識依據茲分述如下（如表 5-15）：

- （一）哺乳類生態策略點判識依據：若以中、小型哺乳類活動範圍（Home range）約 1-2 公里考量（如圖 5-1），其活動範圍面積約 100-400 公頃（即 $1-4 \text{ km}^2$ ）。
- （二）鳥類生態策略點判識依據：Forman（1995）對於紐澤西農地鳥類棲地需求的研究中指出：「一般而言，提供食蟲鳥類的棲地大小，最佳為 40 公頃以上（即 0.1 km^2 ）的綠地；而食穀類、種子的鳥類棲地需求也需 2 公頃（即 0.02 km^2 ）大小的綠地」（李吳嘉，2006），本研究並且考量各種鳥種的棲地環境與生態習性作為其策略點選取依據。
- （三）兩棲類與爬蟲類生態策略點判識依據：：依據呂光洋（1999）針對〈臺灣兩生及爬行類的生態特色與保育現況〉一文中說明：在動物演化過程上，兩棲類與爬蟲類其活動範圍或棲息環境類似，多是陰暗潮濕離水不遠處所，偏好在夜間活動或地底下活動等。因此依據圖 5-1，若蛙類及爬蟲類遷移路徑範圍（Home range）大約 150 公尺，那麼其活動範圍面積約 2.25 公頃（即 0.0225 km^2 ）。



註一：左上圖為哺乳類物種策略點分佈圖。

註二：右上圖為哺乳類、鳥類物種策略點分佈圖。

註三：左下圖為哺乳類、鳥類、兩棲類物種策略點分佈圖。

註四：右下圖為哺乳類、鳥類、兩棲類、爬蟲類物種策略點分佈圖。

註五：哺乳類物種策略點（共 26 處），鳥類物種策略點（共 346 處），兩棲類物種策略點（共 157 處），爬蟲類物種策略點（共 194 處）。一共 14 種物種，723 處物種策略點。

圖 5- 22. 陽明山國家公園物種生境之生態策略點分佈圖

表 5- 15. 陽明山國家公園景觀策略點判識結果比較

景觀生態類型 物種類別	水體		林地		草地	
	面積 (公頃)	數量 (處)	面積 (公頃)	數量 (處)	面積 (公頃)	數量 (處)
哺乳類 (臺灣獼猴、山羌、白鼻 心、麝香貓)	—	—	$100 \leq \text{林地} \leq 400$	16	—	—
	—	—	≥ 400	5	—	—
鳥類 (紫嘯鶇)	≥ 3.25	1	≥ 3.25	129	≥ 3.25	26
鳥類 (鉛色水鶇)	有水系 交匯處	157	—	—	—	—
鳥類 (大冠鷲、臺灣藍鵲)	—	—	≥ 40	29	—	—
鳥類 (畫眉)	—	—	≥ 40	29	≥ 40	4
兩棲類 (褐樹蛙、臺灣樹蛙)	有水系 交匯處	157	—	—	—	—
爬蟲類 (臺灣草蜥、臺灣蛇蜥)	—	—	≥ 2	194	—	—

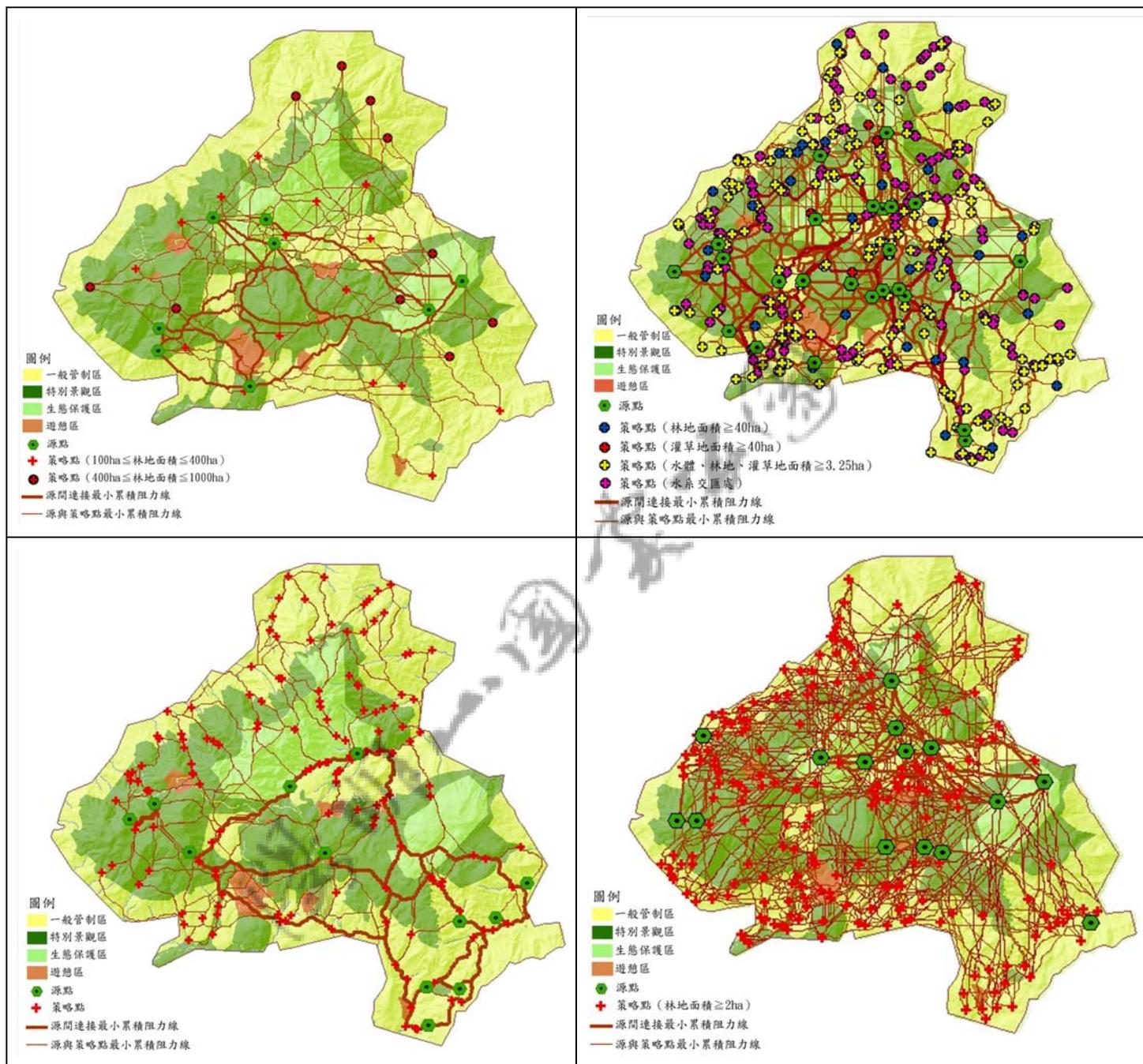
(本研究整理)

肆、整體區域生境安全格局結果比較 (如圖 5-23)

若將陽明山國家公園境內的哺乳類、鳥類、兩棲類、爬蟲類等第一優先保育物種的區域生境安全格局相比較，哺乳類動物遷移路徑範圍大多位於於目前生態保護區與特別景觀區範圍內，然而於鹿角坑溪流域的一般管制區、竹子湖附近之一般管制區、中正山與紗帽山之間等的一般管制區亦有哺乳類物種源間連接的路徑通過，因此這些地方更應加強生態廊道的串連，以維護哺乳類物種之生境安全格局之建構。

然而，國家公園境內又以鳥類的源點分佈最廣，就其區域生境安全格局而言，鹿角坑溪流域一般管制區與竹子湖一般管制區等地區，對於鳥類遷移路徑具網絡密集且頻繁的現象，而紗帽山至雙溪的源間路徑也在一般管制區範圍，建議這些地方都應加強鳥類生態廊道串連以及宣導鳥類生態重要性，以確保鳥類遷移路徑之生境格局的安全。

而兩棲類由於源點有將近一半分佈於一般管制區中，爬蟲類格局也大部份分佈於一般管制區，因此對於這兩類型的物種而言，應需加強對各水源溪流、河川水質進行監測與控制，避免過度干擾。其次，若於兩棲類最小累積生態阻力線通過一般管制區，建議應予以劃設保護區並加強其移動過程水域及陸域生態廊道的串連。



註一：左上圖為哺乳類區域生境安全格局圖

註二：右上圖為鳥類類區域生境安全格局圖

註三：左下圖為兩棲類區域生境安全格局圖

註四：右下圖為爬蟲類區域生境安全格局圖

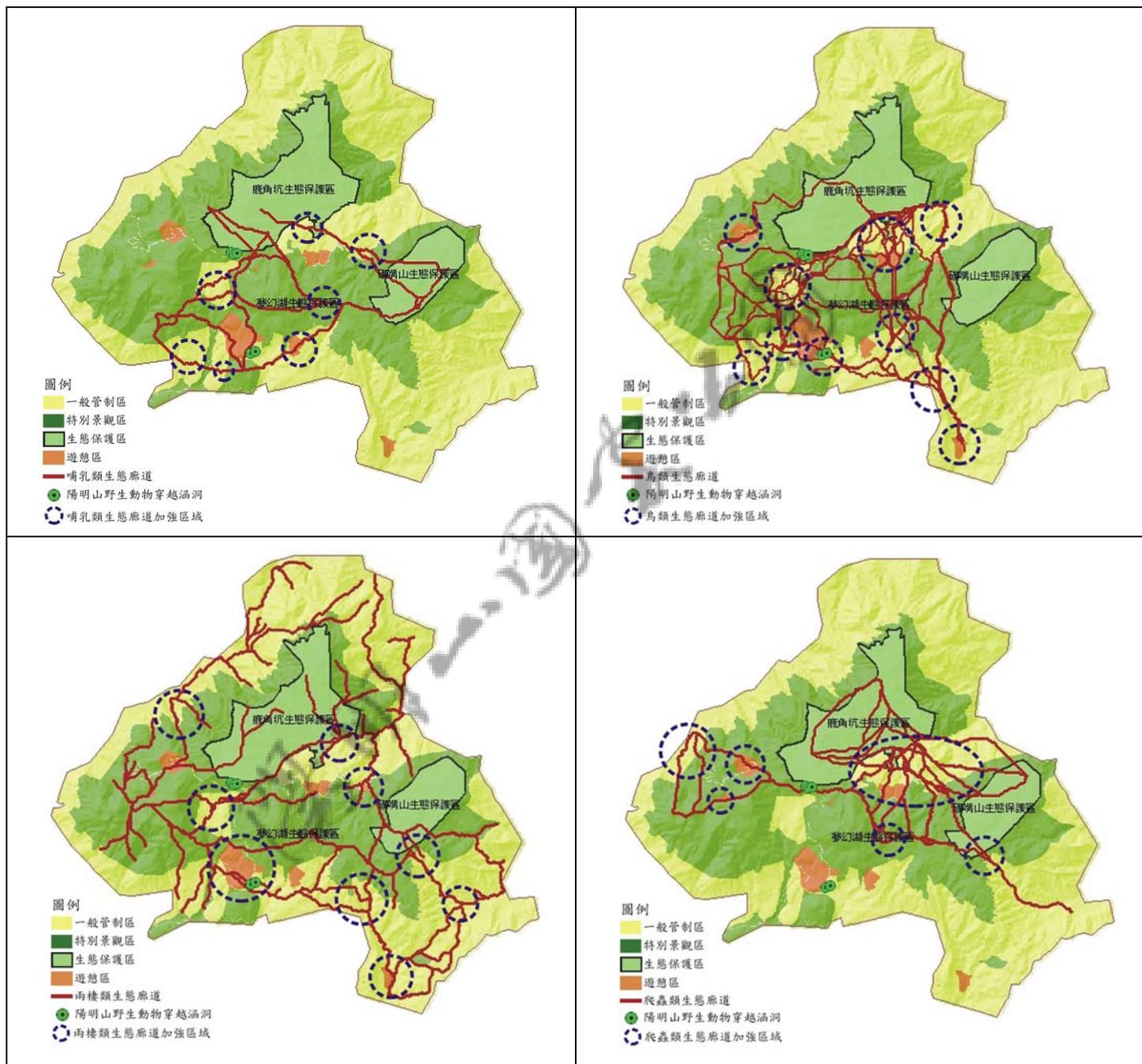
圖 5- 23. 陽明山國家公園物種區域生境安全格局分佈圖

伍、陽明山國家公園生態廊道規劃

以全臺灣的尺度而言，陽明山國家公園屬於全臺灣生物豐富度較高的源點之一，於國家公園境內又以依據重要珍貴稀有或特殊動植物所劃設生態保護區區內的生物多樣性更高。因此，本研究將陽明山國家公園境內第一優先保育物種的源間連接，作為物種遷移時重要的通道，當遷移路徑遇到道路、建物等高阻力景觀生態類型時，兩側棲地由於被切割使得生物無法穿越通過，故加強生態廊道串連即扮演是否可以維繫棲地健康及完整的重要角色。本研究建議將物種源間連接處與陽明山國家公園境內既有的鹿角坑生態保護區、磺嘴山生態保護區及夢幻湖生態保護區相疊合，即可得到哺乳類、鳥類、兩棲類、爬蟲類等物種於生態保護區間穿越的遷移路徑及目前需要加強保護的生態廊道區域（如圖 5-24）。由物種遷移路徑與空間分佈位置可知：

- 一、哺乳類應加強生態廊道串連的區域包括：鹿角坑生態保護區至馬槽一般管制區、下七股附近與大油坑遊憩區、竹子湖觀光農園的一般管制區、頂湖與湖底的一般管制區、菁山遊憩區及附近一般管制區等。
- 二、鳥類應加強生態廊道的區域包括：鹿角坑生態保護區與磺嘴山生態保護區之間的一般管制區，包括七股、馬槽附近、竹子湖觀光農園的一般管制區、大屯自然公園遊憩區、龍鳳谷、硫磺谷遊憩區、雙溪瀑布遊憩區及附近一般管制區等。
- 三、兩棲類應加強生態廊道串連的區域包括：菜公坑附近一般管制區、竹子湖一般管制區、陽明公園、雙溪瀑布遊憩區、大尖山及溪底附近的一般管制區溪流水域附近等。
- 四、爬蟲類應加強生態廊道的區域包括：烘爐山、楓樹湖、大屯自然公園遊憩區、二子坪遊憩區、鹿角坑與磺嘴山間的一般管制區、磺嘴山南側的大尖山、夢幻湖生態保護區及冷水坑遊憩區附近等。

藉由生態廊道的建置與劃設，可將遭切割零碎的棲地相連接，而生態廊道的建構，可以復育棲地環境的生態工程方式來建構。目前陽明山國家公園管理處設有 5 處動物穿越涵洞，均以生態工程的施作方式，為動物設置大小適中穿越道路的路徑，提供中、小型哺乳動物、爬蟲類、兩棲類動物穿越，以降低動物被車撞擊意外死亡的頻率。目前，具有良好的效果，未來可加強生態廊道區域內的涵洞設置數量及棲地復育場所。



註一：左上圖為哺乳類生態廊道及其廊道建議應加強區域

註二：右上圖為鳥類生態廊道及其廊道建議應加強區域

註三：左下圖為兩棲類生態廊道及其廊道建議應加強區域

註四：右下圖為爬蟲類生態廊道及其廊道建議應加強區域

圖 5-24. 陽明山國家公園生態廊道圖



第六章 結論與建議

第一節 結論

本研究以景觀生態學及景觀安全格局為理論基礎應用，並結合地理資訊系統，以陽明山國家公園境內的動物生境安全格局角度思考，探討動物遷移路徑與生境點-線-面生態網絡連結的問題，以供相關單位對於陽明山國家公園計畫分區與環境規劃之參酌，希望藉由適度的經營管理與人為控制，避免開發對環境所造成的過度干擾與衝擊。結論茲歸納如下：

壹、景觀生態類型的面積消長變化

自陽明山國家公園成立以來至今，面積共計減少 1 公頃，其中一般管制區共減少 219 公頃、遊憩區共增加 56 公頃、特別景觀區共增加 46 公頃、生態保護區共增加 116 公頃（如表 3-12、表 3-13）。由此可知，遊客對於遊憩的需求量增加，且由於管理處對於特別景觀與生態環境保護的重視，因此對於兩者面積規劃皆有明顯的增加。

而從表 5-8、表 5-9 及圖 5-20 得知林地為陽明山國家公園主要基質，也是最大區塊指數，這說明森林這一景觀類型分佈在陽明山國家公園是佔優勢。但是林地的面積從 1994 年的 8,972 公頃變成 2003 年的 7,060 公頃，減少了 1,911 公頃（約 19 km²）。依據 Forman & Godron 對生態過程與空間尺度關聯性研究：100 m² 範圍內可以發生樹種替代與物種競爭等生態過程，1 公頃（即 0.01 km²）範圍內可進行小型哺乳類動物的生命週期，100 公頃（即 1 km²）範圍內可產生生物演替過程，100 km² 範圍可發生大規模動物遷徙。

貳、哺乳類區域生境安全格局

本研究將四種第一優先保育的哺乳類物種之區域生境安全格局（如圖 5-2~圖 5-5）相套疊，取第一優先保育物種哺乳類物種主要分佈源點，共 8 處（如圖 5-6 左上圖）。整體而言，哺乳類主要源點大部份分佈於目前鹿角坑生態保護區及磺嘴山生態保護區以及特別景觀區中，可於圖 5-6 右下圖中可得知哺乳類物種區域生境安全格局是屬於網絡型。

本研究建議針對陽明山國家公園境內的哺乳類動物物種的區域生境安全格局的保護，應加強磺嘴山北側（鹿角坑溪附近）與中正山至紗帽山間哺乳類動物生態廊道的串

連以及擴大生態保護區之劃設範圍。

參、鳥類區域生境安全格局

本研究將五種第一優先保育的鳥類物種之區域生境安全格局（如圖 5-7~5-11）相套疊，取第一優先保育物種鳥類物種主要分佈源點，共 24 處（如圖 5-12 左上圖）。

整體而言，鳥類大部份最小累積生境阻力線架構在生態保護區及特別景觀區範圍內，可於圖 5-12 右下圖中可得知鳥類物種區域生境安全格局是屬於網絡型。然而於新北投、竹子湖、鹿角坑生態保護區至馬槽間鳥類較頻繁遷徙重要路徑皆位於一般管制區，此區人為干擾程度較其他計畫分區大，本研究建議針對陽明山國家公園境內的鳥類物種的區域生境安全格局的保護，應加強對鳥類的生境保護，以建構完善之鳥類區域生境安全格局。

肆、兩棲類區域生境安全格局

本研究將三種第一優先保育的兩棲類物種之區域生境安全格局（如圖 5-13~5-15）相套疊，取第一優先保育物種兩棲類物種主要分佈源點。

整體而言，兩棲類主要源點分佈及其遷移路徑皆沿著有水源及低坡度的河谷地區生態環境移動。因此，欲建構完善的兩棲類區域生境安全格局，應需注意各溪流水質監測、控管及棲地附近生態環境的保護。除此之外，應於兩棲類通過的最小累積生境阻力路徑或通道周邊應加強緩衝區劃設，以強化陸域及水域廊道的連接。

伍、爬蟲類區域生境安全格局

本研究將兩種第一優先保育的爬蟲類物種之區域生境安全格局（如圖 5-17~5-18）相套疊，取第一優先保育物種爬蟲類物種主要分佈源點，共 15 處（如圖 5-19 左上圖）。其中臺灣草蜥主要分佈於面天山、向天池、擎天崗、太陽谷、北新莊、溪底、夢幻湖、鹿角坑生態保護區等，臺灣蛇蜥源點主要分佈於竹子山、北投區湖山里、竹子湖附近、後山附近、磺山及磺嘴山附近等生態保護區範圍中。

整體而言，爬蟲類的源點大部份分佈於生態保護區及特別景觀區範圍中，策略點位置大多位於四周低海拔且坡度平緩的一般管制區，依其最小累積生境阻力線所建置的生境安全格局，應著重加強鹿角坑生態保護區西側及陽明山國家公園園區南側一般管制區中爬蟲類生態環境的維護及生態廊道的串連。而於園區磺山一帶因屬硫磺、地熱氣等特

殊地質，爬蟲類較不易經過此區；北側大尖山一帶、西側楓樹湖一帶以及東南側溪底、雙溪一帶的一般管制區無爬蟲類最小生境阻力線通過，推估可能因為有較多農耕地及建成地，農業用藥污染、道路、建築等人為過渡干擾皆會造成物種賴以生存棲息的生境破壞。因此若能於這些地區加強爬蟲類生境重建，並對在地區民宣導爬蟲類生態環境之重要性，更能將爬蟲類區域生境安全格局建構的更為完善。

陸、整體區域生境安全格局

若將陽明山國家公園境內的哺乳類、鳥類、兩棲類、爬蟲類等第一優先保育物種的區域生境安全格局相比較，哺乳類動物遷移路徑範圍大多位於於目前生態保護區與特別景觀區範圍內，然而於鹿角坑河流域的一般管制區、竹子湖附近之一般管制區、中正山與紗帽山之間等的一般管制區亦有哺乳類物種源間連接的路徑通過，因此這些地方更應加強生態廊道的串連，以維護哺乳類物種之生境安全格局之建構。

然而，國家公園境內又以鳥類的源點分佈最廣，就其區域生境安全格局而言，鹿角坑河流域一般管制區與竹子湖一般管制區等地區，對於鳥類遷移路徑具網絡密集且頻繁的現象，而紗帽山至雙溪的源間路徑也在一般管制區範圍，建議這些地方都應加強鳥類生態廊道串連以及宣導鳥類生態重要性，以確保鳥類遷移路徑之生境格局的安全。

而兩棲類由於源點有將近一半分佈於一般管制區中，爬蟲類格局也大部分分佈於一般管制區，因此對於這兩類型的物種而言，應需加強對各水源溪流、河川水質進行監測與控制，避免過渡干擾。其次，若於兩棲類最小累積生態阻力線通過一般管制區，建議應予以劃設保護區並加強其移動過程水域及陸域生態廊道的串連。

第二節 建議

壹、地理資訊系統之應用

本研究以地理資訊系統技術 (GIS) 進行大尺度的區域生境安全格局之分析，除了於各物種遷移路徑分析中，除了能反映物種生境地理空間上分佈與相對關係外之外，也能提供較為精確的計算方法。針對後續的研究，本研究建議如下：

- 一、不同年期的景觀生態類型面積可反映一研究區因自然演替過程與人為干擾的時間及空間變化，並可藉由其面積的消長來推估未來景觀生態類型的發展狀態。然而，由於真實景觀中仍有許多不確定因子會對景觀產生重要變化，舉凡如：地震、颱風等的影響，因此，在應用過程中，建議應釐清哪些影響因子是可以透過模型來進行模擬及預測的。
- 二、又區域生境安全格局的操作上的空間尺度較大，適宜判識物種遷移的過程，可待整體空間架構與佈局確定後，未來再將研究尺度縮小至某一小區進行更深度的探討與研究，同時也可納入更多影響因子評估之。

貳、生境安全格局對生態保護區規劃與保護具重要意義

透過對保護物種覓食、遷徙、活動的行為與棲息環境的瞭解，應用生境安全格局理論，以模擬物種活動路徑與生活範圍，對於生態保護區的規劃及保護工作確實有其必要性，亦可落實保護物種及其賴以生存的生境工作。

並結合生態學家與景觀學家專長，從生境環境營造與復育的手法，進行生態保護區的規劃、設計與保護。亦可從加速人工演替的植被生態工程，恢復原來的生境環境，並透過長期的生態監測，來掌握生境的品質。

參、源點、策略點的選取及生境阻力因子確立

在陽明山國家公園境內的動物生境安全格局建置過程中，「源點」與「策略點」的選擇，必需依據健全的相關文獻回顧、田野調查紀錄。因為物種與環境因子間交互作用的關係與阻力評值需依賴文獻回顧與經驗數值取得。而「物種源點」、「景觀生態策略點」的選取位置及「生境阻力評值」影響整體區域生境安全格局及物種遷移之生態廊道

分佈狀況，因此，在選取源點及策略點時，事先必須要有完善考量的評估準則及確認影響生境阻力的因素。陽明山國家公園管理處目前正積極建立陽明山國家公園自然資源資料庫的生物調查資料管理系統，但由於目前資料庫仍於建置階段，未來將整合歷年生態調查資料較為完整的資料庫，以提供管理單位及民眾上網查詢。因此，建議未來於動植物調查研究時，可考慮結合 3S 技術，以增加完整的自然資源資料庫內容及數據的正確性，以利相關單位經營管理之參酌及後人研究使用。

肆、生態廊道棲地生境復育的環境營造建構

本研究建議日後可加強陽明山國家公園境內生態廊道棲地生境復育的環境營造建構，茲分述如下：

- 一、可於道路兩旁設置緩衝帶，以降低車輛噪音干擾及污染對生境的衝擊。
- 二、棲地生境復育的環境營造，應事先針對目標物種的生態習性與環境瞭解。舉凡如對棲地生境復育的環境營造，可從加速人工演替的植被生態工程恢復原來的棲地生境環境，也可以濃縮式生態手法提高初期環境適應與生態多樣性，日後並對棲地生境進行長期的生態監測。
- 三、針對農園、果園的土地使用部份，應嚴格控管噴灑農藥用量，以避免影響棲地生境環境品質。
- 四、日後可從「區域-景觀-棲地生境」的尺度，評估國家公園境內各種景觀生態類型之生態結構 (Ecological structure) 與空間格局 (Spatial pattern) 與生態系統健康與生態退化之關係性。並且研擬國家公園境內各種景觀生態類型適合的生態復育策略與棲地重塑營造的生態工程設計方法。



附錄一

陽明山國家公園景觀生態干擾效應與區域生境安全格局之研究 期中成果報告會議記錄

會議時間：95 年 7 月 19 日上午 9：30

會議地點：陽明山國家公園管理處二樓會議室

審查委員建議	回覆
一、生境阻力因子的考量應加以說明。	本研究針對不同物種考量不同生境阻力因子，謝謝，已修正。
二、物種數據部分有誤請予以修正。	謝謝，已修正。

陽明山國家公園景觀生態干擾效應與區域生境安全格局之研究 期末成果報告會議記錄

會議時間：95 年 11 月 21 日上午 9：30

會議地點：陽明山國家公園管理處二樓會議室

審查委員建議	回覆
一、動物分佈資料可加入陽明山國家公園自然資源資料庫的內容。	<p>謝謝指正。</p> <p>本研究試圖結合臺灣大學生態學與演化生物學研究所建置的臺灣大學動物博物館網站、陽明山國家公園管理處建置的陽明山國家公園自然資源資料庫網及農委會林務局自然資源與生態資料庫網站等資料庫內容，作為本研究第一優先物種有分佈調查樣點之物種源點選擇參酌。</p> <p>然而，上述網站資料除了對物種分類、型態、生態環境及繁殖有詳細說明外，其分佈範圍資料皆是以 2 km×2 km 的網格的尺度進行建置。對本研究而言，2 km×2 km 的網格尺度作為源點參考則過於粗略，因此本研究源點選取依據仍以蒐集歷年文獻回顧為主。</p>
二、紫嘯鶇、鉛色水鶇和其他鳥類阻力係數應不同。	謝謝，已修正。
三、期末報告書中 p.41 人文資料有誤，請更正。	謝謝，已修正



參考文獻

1. Aaviksoo, K. 1993. Changes of plant cover and land use types (1950's to 1980's) in three mire reserves and their neighborhood in Estonia. *Landscape Ecology* 8(5): 287-301.
2. Amstel, A. Van., B. Schoorl and H. Van. De. Veen. 1988. A method for the development of ecological infrastructure at species and landscape level. In: Schrieber K F (ed.), *Connectivity in landscape ecology, proceedings of the 2nd international seminar of the international association for landscape ecology*, pp. 93-96. Ferdinand Schoningh. Paderborn.
3. Berger, J., A. Johnson, D. Rose and P. Skaller. 1977. *Regional planning notebook* (unpublished course guidelines) . Philadelphia, PA: Dept, of Landscape Archi. and Reg.. Planning, Univ. of Penn.
4. Boyd, S. W. and R.W. Butler. 1996. Seeing the forest through the trees: Using GIS to identify potential ecotourism sites in Northern Ontario. In: Harrison, L.C. and Husbands, W. (eds.), *Practicing Responsible Tourism: International case studies in tourism planning, Policy & Development* , pp. 380-403. Wiley & Sons, New York, J.
5. Burt, W. H. 1943. Territoriality and home range concepts as applied to mammals. *J. Mammalogy* 24:346-352.
6. Chorley, R. J. and P. Haggett. 1968. Trend-surface mapping in geographical research. *spatial analysis: a reader in statistical geography*, pp. 195-217, ed by Berry, B. J. L. and Marble, D. F., Englewood Cliffs, New Jersey.
7. Dramstad, W. E., J. D. Olson and R. T. T. Forman. 1996. *Landscape ecology principles in landscape architecture and land-use planning*. Washington, D. C.: Island Press.
8. Dramstad, W. E., W. J. Fjellstad, G. H. Strand, H. F. Mathiesen, G. Engan and J. N. Stokland. 2002. Development and implementation of the Norwegian monitoring programme for agricultural landscapes. *Journal of Environmental Management*, 64: 49-63.
9. Farina A. 1998. *Principles and methods in landscape ecology*. Chapman & Hall.
10. Federal Interagency Stream Restoration Working Group. 2001. *Stream corridor restoration principles, processes, and practices national technical information service*. U.S. Department of Commerce Springfield.
11. Forman, R. T. T. 1981. Interaction among landscape elements: a core of landscape ecology. *Proc. Int. Congr. Neth. SOC. Landscape Ecol. Veldhoven*. pp. 35-48.
12. Forman, R. T. T. 1995. Some general principles of landscape and regional ecology *Landscape Ecology*, 10(3): 133-142.
13. Forman, R. T. T. and M. Godron. 1981. Patches and structural components for a landscape ecology. *BioScience* 31: 733-740.
14. Forman, R. T. T. and M. Godron. 1986. *Landscape ecology*. 619pp, John Wiley & Sons, New York.
15. Gosselink, J. G., G. P. Shaffer, L. C. Lee, D. Burdick, D. Childers, N. Taylor, S. Hamilton, R. Boumans, D. Cushman, S. Fields, M. Koch, and J. Visser. 1990. Landscape conservation in a forested wetland watershed. *Bioscience* 40: 588-600.
16. Hersperger, A. M. 1994. Landscape ecology and its potential application to planning. *Journal of Planning Literature* 9(1): 14-29.
17. Higuchi, H. and Hirano, T. 1989. Breeding season, courtship behaviour, and territoriality of white and Japanese wagtails *Motacilla alba* and *M. grandis* . *Ibis*131:578-588.
18. Knaapen, J. P., Scheffer, M., and Hanns, B. 1992. Estimating habitat isolation in landscape planning. *Landscape and Urban Planning* 23: 1-16.
19. McHarg, I. L. 1986. *Design with Nature*. Natural History Press.
20. McHarg, I. L. 1992. *Design with Nature* (2nd). John Wiley & Sons, New York.

21. Naveh, Z. and A. S. Lieberman. 1984. Landscape ecology: theory and application. Springer-Verlag, New York.
22. Pickett, S. T. A and M. L. Cadenasso. 1995. Landscape ecology: spatial heterogeneity in ecological systems. *Science* 269: 331-334.
23. Powell, R. A. 2000. Animal home ranges and territories and home range estimators. In L. Boitani, and T. K. Fuller, eds., *Research Techniques in Animal Ecology: Controversies and Consequences*, 65-110. Columbia University Press, Columbia.
24. Risser, P. G., J. R. Karr and Forman, R. T. T. 1984. Landscape ecology: directions and approaches. Special Publication Number 2. Illinois Natural History Survey, Champaign, Illinois, USA.
25. Seaman, D. E., J. J. Millspaugh, B. J. Kernohan, G. C. Brundige, K. J. Raedeke, and R. A. Gitzen. 1999. Effects of sample size on kernel home range estimates. *J. Wildl. Manage.* 63:739-747.
26. Selman, A. J. Van. 1988. Ecological infrastructure: a conceptual framework for designing habitat networks. In: Schriber, K. F. (ed), *Connectivity in landscape ecology, proceedings of the 2nd international seminar of the international association for landscape ecology*, pp. 63- 66. Ferdinand Schöningh. Paderborn.
27. Turner, M. G. 1989. Landscape ecology: The effect of pattern on process. *Annual review of ecology and systematics* 20: 171-197.
28. Warntz, W. 1957. Geography of prices and spatial interaction. *Papers and Proceedings of the Regional Science Association*, pp. 118-129.
29. Warntz, W. 1966. The topology of a social-economic terrain and spatial flows. In: Thomas, M. D. (ed), *Papers of The Regional Science Association*, pp. 47-61. University of Washington, Philadelphia,
30. Warntz, W. and M. Woldenberg. 1967. Geography and the properties of surfaces, concepts and applications - spatial order. *Harvard Papers in Theoretical Geography* No. 1.
31. Wu, J. and O. L. Loucks. 1995. Island biogeography: theory and applications. In: Nierenberg, W. A. (eds.), *Encyclopedia of environmental biology*, pp. 371-379 San Diego: Academic Press.
32. Yu, K. J. 1995a. Security patterns in landscape planning: with a case in south China. doctoral thesis, Harvard University.
33. Yu, K. J. 1995b. Ecological security patterns of landscapes: concept, method and a case. *Proceedings for International Symposium of Geoinformatics* pp. 396-405, ed by Yu, K. J., Hong Kong.
34. Yu, K. J. 1996a. Security patterns and surface model in landscape planning. *Landscape and Urban Planning* 36(5): 1-17.
35. Yu, K. J. 1996b. Ecological security patterns in landscape and GIS application. *Geographic Information Sciences* 1(2): 88-102.
36. Yu, K. J. 1997a. Security patterns: a defensible approach toward landscape and environmental planning. *Proceedings, Athens International Conference , Urban Regional Environmental Planning and Informatics to Planning in An Era of Transition*, pp. 453-463, ed by T. Sellis and D. Georgoulis, National Technical University of Athens, Faculty of Architecture Dept. of Urban and Regional Planning.
37. Yu, K. J. 1997b. Ecologists, farmers, tourists -GIS support planning of Red Stone Park, China. *Geographic Information Research. Bridging the Atlantic*, pp. 480-494. ed by Craglia, M. and Hellen, C., Taylor & Francis.
38. 丁志堅。1997 年。運用馬可夫鏈模式度量土地利用變遷之研究。臺灣大學地理學系碩士論文。
39. 中華民國自然生態保育協會 (編)。1994 年。陽明山國家公園。內政部營建署。
40. 內政部。1994 年 10 月。陽明山國家公園計劃第一次通盤檢討。陽明山國家公園管理處研究報告。387 頁。陽明山國家公園管理處。

41. 內政部。2005年。陽明山國家公園計畫第二次通盤檢討。陽明山國家公園管理處研究報告。282頁。陽明山國家公園管理處。
42. 內政部營建署。2004年。臺閩地區營建統計年報93年(DVD)。
43. 方志仁。2004年。臺灣紫嘯鶇(*Myiophonus insularis*)的領域與鳴叫行為。臺灣師範大學生命科學研究所碩士論文。
44. 王穎。1986年。臺灣特有亞種鉛色水鶇的生態研究。師大生物學報 21: 15-40。
45. 交通部觀光局。2004年 a。2004年臺閩地區主要觀光遊憩區遊客人數月別統計報告。交通部觀光局。
46. 交通部觀光局。2004年 b。中華民國 93年國人旅遊狀況調查報告摘要報告。交通部觀光局。
47. 何欣怡。1999年。以景觀生態學觀點探討都市綠園道評估因子之研究—以臺中市經國園到為例。東海大學景觀系碩士論文。
48. 吳柏緯。1992年。從景觀生態學觀點探討都市景觀環境規劃準則之建立—以中興新村為例。成功大學建築學系碩士論文。
49. 吳貞純。1997年。地理資訊系統應用於森林遊樂區土地使用分區之研究—以八仙山森林遊樂區為例。中興大學森林學系碩士論文。
50. 呂光洋、王震哲、曹潔如、呂玉娟、張巍薩、陳宜隆、花炳榮、馬協群。1990年。陽明山國家公園翠翠谷沼澤生態系之研究調查。陽明山國家公園管理處研究報告。64頁。陽明山國家公園管理處。
51. 呂光洋、葉冠群、陳世煌、林政彥、陳賜隆。1987年。陽明山國家公園兩棲和爬蟲之生態調查。陽明山國家公園管理處研究報告。76頁。陽明山國家公園管理處。
52. 呂光洋。1999年。臺灣兩生及爬行類的生態特色與保育現況。動物園雜誌 19(1): 15-18。
53. 李吳嘉。2006年。應用景觀安全格局、中性景觀模型與滲透理論探討大肚溪口之景觀變遷。86頁。東海大學景觀學系研究所碩士論文。
54. 李炳華。1984年。紅嘴藍鵲的繁殖習性。野生動物 1: 18-20。
55. 汪家夷。2002年。生態旅遊之土地分區研究—以惠蓀林場為例。朝陽科技大學休閒事業管理學系碩士論文。
56. 肖篤寧。1993年。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、方法與應用。頁 31-47。肖篤寧(主編)。地景企業股份有限公司。
57. 周蓮香、陳淑貞、黃祥麟、王緒昂、楊莉玲。1995年。陽明山國家公園鹿角坑生態保護區動物相調查。陽明山國家公園管理處研究報告。53頁。陽明山國家公園管理處。
58. 林沛毅。2002年。以景觀生態學觀點探討棲地模擬模式—以臺中市大坑地區為例。東海大學景觀學系碩士論文。
59. 林晏州。2002年 12月。陽明山國家公園生態旅遊路線及解說規劃。陽明山國家公園研究報告。176頁。陽明山國家公園管理處。
60. 林裕彬、鄧東波、張尊國。2004年。以景觀生態方法分析桃園臺地埤塘變遷之研究。桃園大圳水資源暨營運管理學術研討會論文集。頁 493-527。臺灣省桃園農田水利會。桃園。
61. 林憲德。2005年。城鄉生態(2005年更新版:增修第四版)。303頁。詹氏書局。
62. 林曜松、陳擎霞、張耀文、張淑美、梁煜明、姚桂月、呂佩義、蘇逸峰。1989年。陽明山國家公園向天山及火口湖生態系之調查研究。陽明山國家公園管理處研究報告。89頁。陽明山國家公園管理處。
63. 林曜松、顏瓊芬、關永才。1983年。陽明山國家公園動物生態景觀資源。陽明山國家公園管理處研究報告。62頁。陽明山國家公園管理處。
64. 林曜松。2000年。陽明山國家公園磺嘴山生態保護區動物相調查研究。陽明山國家公園管理處研究報告。63頁。陽明山國家公園管理處。
65. 邱淑美。2004年。農村路網系統對景觀生態格局衝擊分析與評估。臺灣大學園藝學系碩士論文。
66. 俞孔堅、李迪華。1997年。城鄉與區域規劃的景觀生態模式。國外城市規劃 3: 27-31。

67. 俞孔堅、李偉、李迪華、李春波、黃剛、劉海龍。2005年。快速城市化地區遺產廊道適宜性分析方法探討—以臺州市為例。地理研究 2005(1): 69-76。
68. 俞孔堅。1998年a。景觀文化，生態與感知。469頁。田園城市文化事業有限公司。臺北市。
69. 俞孔堅。1998年b。景觀生態戰略點識別方法與理論地理學的表面模型。地理學報 53: 11-20。
70. 俞孔堅。1999年。生物保護的景觀生態安全格局。生態學報 19(9): 8-15。
71. 俞秋豐。1990年。臺灣哺乳動物(I)。臺灣野生動物資源調查手冊(1)。85頁。行政院農業委員會。
72. 夏禹九、洪富文、金恒鑣。1996年。放眼世界，胸懷臺灣，落實基層—由地景生態學來看林業的未來發展。臺灣林業 22(6): 11-17。
73. 徐景彥、劉小如。1998年。陽明山地區臺灣藍鵲食物種類之觀察。中華飛羽 11(1): 19-20。
74. 翁雅瑩。2005年。以景觀生態安全格局觀點探討農村環境規劃—以嘉義縣朴子溪流域為例。樹德科技大學建築與古蹟維護系碩士論文。
75. 高雅力。2004年。都會區生態廊道規劃之研究—以臺南市為例。成功大學都市計畫學系碩士論文。
76. 張小飛、馮豐隆、賴明洲。2001年。地理資訊系統在惠蓀林場生態規劃上的應用。中華地理資訊學會 2001年年會暨學術研討會論文集(光碟片)。中華地理資訊學會。
77. 張小飛。2001年。以生態規劃法探討惠蓀林場土地利用。東海大學景觀學系碩士論文。
78. 張石角、巫宗南、曾美麗、曾召育。1989年。陽明山國家公園環境敏感區及潛在災害地區之調查研究。陽明山國家公園管理處研究報告。78頁。
79. 張杏枝。2000年。陽明山國家公園第二次通盤檢討先期作業規劃書圖作業—自然及人文資源之調查分析，陽明山國家公園管理處研究報告。陽明山國家公園管理處。
80. 張蓓琪。1989年。電腦輔助自然景觀資源評估系統之研究—以陽明山國家公園為例。中興大學都市計畫學系碩士論文。
81. 陳仲玉、陳炳輝、張邑如。1998年。陽明山國家公園大屯山區遺址之研究。62頁。陽明山國家公園管理處。
82. 陳宏宇、林俊全、宋聖榮、王瑞鑣、陳耀麟、鄭遠昌。2003年。建置陽明山國家公園地質災害資料庫之調查研究(二)。陽明山國家公園管理處研究報告。76頁。陽明山國家公園管理處。
83. 陳宏宇、林俊全、宋聖榮、陳耀麟、賴春婷、胡哲華。2002年。建置陽明山國家公園地質災害資料庫之調查研究(一)。陽明山國家公園管理處研究報告。128頁。陽明山國家公園管理處。
84. 陳育賢。1995年。陽明山國家公園動物資料庫之初步建立(一)。陽明山國家公園管理處研究報告。222頁。陽明山國家公園管理處。
85. 陳育賢。1997年。陽明山國家公園動物資料庫之初步建立(二)。陽明山國家公園管理處研究報告。28頁。陽明山國家公園管理處。
86. 陳育賢。1998年。陽明山國家公園動物資料庫之初步建立(三)。陽明山國家公園管理處研究報告。321頁。陽明山國家公園管理處。
87. 陳怡君、王穎。2001年。玉山國家公園瓦拉米地區訪客數量對山羌之影響。國家公園學報 11(1): 86-95。
88. 陳振榮。2003年。鉛色水鵝領域行為與棲地利用。臺灣師範大學生物研究所碩士論文。
89. 景貴和。1993年。景觀生態學的若干理論問題。景觀生態學理論、方法與應用。頁 22-30。肖篤寧(主編)。地景企業股份有限公司。
90. 曾家琳。2001年。溪頭地區景觀結構對細蝶在嵌塊體中分佈影響之研究。東海大學景觀學系碩士論文。
91. 陽明山國家公園管理處。2000年。草山鷹飛。陽明山國家公園管理處。

92. 陽明山國家公園管理處。2000年。陽明山國家公園計畫第二次通盤檢討先期作業規劃書圖作業—自然及人文資源查檢討分析。陽明山國家公園管理處研究報告。373頁。陽明山國家公園管理處。
93. 陽明山國家公園管理處。2001年。陽明山國家公園遊憩承載量推估模式之建立。陽明山國家公園管理處研究報告。157頁。陽明山國家公園管理處。
94. 陽明山國家公園管理處。2002年。建置陽明山國家公園地質災害資料庫之調查研究(一)。陽明山國家公園管理處研究報告。128頁。陽明山國家公園管理處。
95. 陽明山國家公園管理處。2005年a。陽明山國家公園生態旅遊整體規劃案。陽明山國家公園管理處研究報告。277頁。陽明山國家公園管理處。
96. 陽明山國家公園管理處。2005年b。陽明山國家公園生態旅遊地環境衝擊調查與監測。陽明山國家公園管理處研究報告。144頁。陽明山國家公園管理處。
97. 黃光瀛。1996年。陽明山國家公園猛禽生活史及生態研究—日行性遷移猛禽調查。陽明山國家公園管理處研究報告。73頁。陽明山國家公園管理處。
98. 黃光瀛。1999年。陽明山國家公園猛禽生活史及生態研究。陽明山國家公園管理處研究報告。26頁。陽明山國家公園管理處。
99. 黃書禮。1987年。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。
100. 黃書禮。1988年。淡水河流域土地使用規劃與河川質管理之研究—土地分類之應用與土地管理策略之研擬。中興大學都市計畫研究所。
101. 黃書禮。2000年。生態土地使用規劃。406頁。詹氏書局。
102. 黃國平。2002年。景觀安全格局理論在風景區規劃中的應用—以湖南省武陵源風景名勝區為例。北京大學人文地理學系碩士論文。
103. 楊育昌。2001年。過去、現在的陽明山國家公園蛙類群相。社教資料雜誌 279: 7-11。
104. 楊懿如。1987年。臺北樹蛙生殖行為之研究。58頁。臺灣大學動物研究所碩士論文。
105. 詹素娟、劉益昌。2005年。陽明山國家公園大屯山區考古遺址調查(二)—古聚落相關之考古學研究。陽明山國家公園管理處。
106. 鄒建國。2003年。景觀生態學—格局、過程、尺度與等級: pattern, process, scale and hierarchy。五南圖書出版股份有限公司。
107. 綠野仙蹤—陽明山國家公園的動物世界光碟。1996年。陽明山國家公園管理處。
108. 翟鵬。1977年。臺灣鳥類生態隔離的研究。東海大學生物學研究所碩士論文。
109. 趙羿、賴明洲、薛怡珍。2003年12月。景觀生態學—理論與實務。372頁。地景企業股份有限公司。
110. 劉小如、徐景彥。1998年。陽明山國家公園內臺灣藍鵲合作生殖研究。陽明山國家公園管理處研究報告。38頁。陽明山國家公園管理處。
111. 劉茂松、張明娟。2004年。景觀生態學—原理與方法。化學工業出版社。北京。
112. 劉益昌、王淑津、顏廷仔。2006年。陽明山鄰近地區考古學研究的回顧與展望期中報告。48頁。陽明山國家公園管理處。
113. 劉益昌、郭素秋、陳惠君、鄭安晞、戴瑞春。2002年。金包里大路(魚路古道)沿線考古遺址調查研究。陽明山國家公園管理處。
114. 劉益昌、陳雪卿、顏廷仔。2003年。陽明山國家公園面天坪古聚落考古學研究。陽明山國家公園管理處。
115. 蔡厚男、羅宏銘、呂慧穎。2003年。農地景觀生態廊道建構之研究—以得子口溪流流域平原為例。都市與計劃 30(2): 157-181。
116. 鄭先祐、劉炯錫、史育女、鄭任南、楊曼妙、鄒天水、姚正得、陳韋呈。1987年。陽明山國家公園夢幻湖生態保護區生態系之研究。陽明山國家公園管理處研究報告。67頁。陽明山國家公園管理處。

- 117.賴明洲、薛怡珍。2003年12月。地景生態學的相關書籍與臺灣地區文獻介紹。造園季刊 49: 47-58。
- 118.薛怡珍、李國忠、賴明洲。2002年。臺灣地區地景生態學研究的現況與進展。造園學報 8(1): 1-20。
- 119.薛怡珍。2002年8月。地景生態過程與時空尺度之關係。臺灣林業 28(4): 15-23。
- 120.羅宏銘。2002年。農地景觀生態廊道建構之研究—以得子口溪流平原農地為例。臺灣大學園藝學研究所碩士論文。
- 121.羅淑英。1992年。陽明山國家公園蝴蝶花廊、賞鳥步道、動物相之調查研究。陽明山國家公園管理處研究報告。65頁。陽明山國家公園管理處。
- 122.嚴月珠。1983年。陽明山國家公園旅遊活動及遊憩需求之調查與分析。71頁。陽明山國家公園管理處。
- 123.蘇美如、張世倉、林瑞興。2006年。臺灣鉛色水鵝海拔分佈之季節性變化。特有生物研究 8(2): 1-6。
- 124.中央研究院生物多樣性中心網站。2006年。
<http://biodiv.sinica.edu.tw/index.php>。
- 125.中央研究院臺灣本土資料庫網站。2006年。
<http://taiwanflora.sinica.edu.tw/>。
- 126.北京大學。2005年。景觀規劃中心網頁。
<http://www.gsla.pku.edu.cn/frame/jgzx/lwjj/lwst05.htm>。
- 127.交通部觀光局網站，2006年，觀光統計年報觀光遊憩區遊客人數。
<http://202.39.225.136/indexc.asp>。
- 128.行政院農委會特有生物研究保育中心。2005年。保育類野生動物名錄。
<http://www.tesri.gov.tw/content/search/wild.asp>
- 129.野生動物保育法。1995年。全國法規資料庫野生動物保育法。
<http://law.moj.gov.tw/Scripts/Query4B.asp?FullDoc=所有條文&Lcode=M0040009>。
- 130.陽明山國家公園自然資源資料庫網站。2006年。
http://gis.ymsnp.gov.tw/nature/sys_guest/animal.htm。
- 131.陽明山國家公園動物資料庫網站。2005、2006年。
<http://animal.ymsnp.gov.tw/chinese/default.asp>。
- 132.陽明山國家公園管理處。2005年a。陽明山的代表性動物。
<http://www.ymsnp.gov.tw/web/resource4a.aspx>。
- 133.陽明山國家公園管理處。2005年b。陽明山動物資料庫。
<http://61.62.34.38/yms/chinese/default.asp>
- 134.陽明山國家公園管理處網站。2005、2006年。陽明山的代表性動物。
<http://www.ymsnp.gov.tw/web/resource4a.aspx>。
- 135.農委會林務局自然資源與生態資料庫。2006年。<http://ngis.zo.ntu.edu.tw/index.htm>。
- 136.農委會特有生物保育中心網站。2006年。
<http://twd.tesri.gov.tw/twd/index.html>。
- 137.維基百科—自由的百科全書網站。2006年。
<http://zh.wikipedia.org/wiki/%E5%8F%B0%E7%81%A3%E7%89%B9%E6%9C%89%E7%A8%AE%E5%88%97%E8%A1%A8>。
- 138.臺灣大學動物博物館網站。2006年。<http://archive.zo.ntu.edu.tw/>。
- 139.臺灣大學動物學系空間生態研究室網站。2006年。<http://wagner.zo.ntu.edu.tw/>。
- 140.臺灣的國家公園網站。2005年。內政部營建署。
<http://np.cpami.gov.tw/idea/01.asp>。