

陽明山國家公園長期生態 監測模式之建立

內政部營建署陽明山國家公園委託研究報告
中華民國九十六年十二月

國科會GRB編號

PG9604-0055

陽明山國家公園長期生態 監測模式之建立

受委託者：中華民國自然生態保育協會

研究主持人：李培芬

研究助理：楊子欣、柯智仁、楊曼瑜、陳宛均、

吳采諭、李依紋、羅敏莉、王金美

內政部營建署陽明山國家公園委託研究報告
中華民國九十六年十二月

目次

表次	II
圖次	III
摘要	IV
一、 研究緣起	IV
二、 研究方法及過程	IV
三、 重要發現	IV
四、 主要建議事項	V
第一章 緒論	1
第一節 研究緣起	1
第二節 研究區域概況	2
第二章 研究方法	3
第一節 國際間長期生態研究文獻回顧	3
第二節 彙整美國國家公園相關 Vital Sign Monitoring	4
第三節 建立陽明山國家公園之生態特色區域與現有生態資訊	5
第四節 問卷調查	5
第五節 進行陽明山國家公園之長期生態模式規劃工作	5
第三章 研究結果	7
第一節 國際間長期生態研究文獻回顧	7
第二節 生命徵象	11
第三節 重要案例 - APHN 的 I&M 背景與重點	12
第四節 APHN 的階段性目標與建立法則	19
第五節 陽明山國家公園研究調查現況分析	28
第六節 問卷調查結果	45
第四章 長期生態監測規劃	49
第一節 長期生態監測計畫之規劃	50
第二節 生命徵象選取方式	55
第五章 建議	57
第六章 建議工作時程表	59
附錄一 標準調查方法	61
附錄二 標準調查表格	65
附錄三 陽明山脊椎動物名錄	67
附錄四 陽明山生物空間分布數化文獻	73
參考數目	79

陽明一國志

表 次

表 3.1	指示或影響 NPS I&M 計畫的相關聯邦法案與總統行政命令	8
表 3.2	為 APHN 所提交的與自然資源監測有關的 GPRA 目標：	10
表 3.3	美國國家公園署生命徵象監測計畫目標.....	11
表 3.4	APHN 現正進行與過去的監測項目統整.....	18
表 3.5	APHN 過去與現在監測計畫中主題項目，依廣義的生態資源類群區分	19
表 3.6	阿帕拉契國家風景步道生命徵象列表.....	24
表 3.7	APHN 發展監測計畫的規劃與設計流程（共分三個階段）	27
表 3.8	陽明山主要溪流特性.....	31
表 3.9	陽明山國家公園過去進行的研究統整.....	32
表 3.10	資源調查問卷結果.....	45
表 3.11	研究範圍之問卷調查結果.....	46
表 3.12	研究項目之問卷調查結果.....	46
表 4.1	生命徵象選取工作歷程.....	55

陽明一國志

圖 次

圖 3.1 陽明山國家公園水系與山系圖.....	28
圖 3.2 陽明山國家公園歷年委託進行之動物相生態研究.....	33
圖 3.3 陽明山國家公園歷年委託進行之哺乳類動物生態研究.....	34
圖 3.4 陽明山國家公園歷年委託進行之鳥類生態研究.....	35
圖 3.5 陽明山國家公園歷年委託進行之兩生爬行類動物生態研究.....	36
圖 3.6 陽明山國家公園歷年委託進行之水生動物生態研究.....	37
圖 3.7 陽明山國家公園歷年委託進行之昆蟲類動物生態研究.....	38
圖 3.8 陽明山國家公園歷年委託進行之外來種動物生態研究.....	39
圖 3.9 陽明山國家公園歷年委託進行之植物生態研究分布樣區.....	40
圖 3.10 陽明山國家公園歷年委託進行之包箬矢竹研究分布樣區.....	41
圖 3.11 陽明山國家公園歷年委託進行之台灣水韭生態研究.....	43
圖 3.12 陽明山國家公園歷年委託進行之大屯杜鵑生態研究.....	43
圖 3.13 陽明山國家公園歷年委託進行之鐘萼木生態研究.....	44
圖 4.1 長期生態監測之工作架構.....	49
圖 4.2 資源調查標準作業程序流程.....	53

陽明一國志

摘 要

關鍵字：生物多樣性、長期生態監測、生命徵象、陽明山

一、研究緣起

為了解園內的生態資源特色，作為經營管理依據，發展長期生態監測工作十分重要。除了整合目前諸多的監測項目，並彙整最新的作法外，須就現有的工作項目，加以檢討。

二、研究方法及過程

國際間長期生態研究文獻回顧

參考美國 LTER 的精神和研究內容，整理相關研究項目與執行方法之內容和重點，彙集出重點工作，作為規劃參考內容。

彙整美國國家公園相關 Vital Sign Monitoring

藉由長期生態計畫的執行，累積大量的生態資料，以作為經營決策依據。將 Vital Sign 精神與作法引入陽明山國家公園的長期生態監測模式規劃之內。

建立陽明山國家公園之生態特色區域與現有生態資訊

蒐集回顧陽明山國家公園成立以來，委託進行的生態研究報告，了解陽明山國家公園內重要的生態特色，並以生態資源特色為重點藉以作為代表。

問卷調查

徵詢陽明山國家公園與生態研究人員意見，以作為監測規劃參考。

三、重要發現

國際間長期生態研究文獻回顧

國家公園應建立自然生態系統的資源調查與監測，利用監測的成果來維持甚

至復育自然生態系統的完整性。

生命徵象

生命徵象 (Vital Signs) 可以反應國家公園自然資源的整體健康情形或狀態，以及壓力源 (stressors) 所造成的已知或假設的衝擊效應。

建立陽明山國家公園之生態特色區域與現有生態資訊

回顧陽明山國家公園的研究報告資料，由環境特色與生物相特徵分別論述現況。發現現階段，最需要執行的工作為全區自然資源普查。

問卷調查

多數研究人員認為陽明山國家公園的資源以地質地形景觀、植物生態以及動物生態最具價值。並普遍認為需要加強火山生態系的研究，而研究的面向則是以物種分布與棲息地保育為著重的重點。

四、主要建議事項

建議一：推動資源調查的標準作業程序：立即可行建議。

建議二：進行全區自然資源普查：立即可行建議。

建議三：建立生態系永久樣區：中長期建議。

建議四：不定期進行任務型研究計畫：中長期建議。

建議五：不定期進行資源特色型計畫：中長期建議。

建議六：持續更新國家公園自然資源資訊資料庫：中長期建議。

建議七：召開生命徵象研習會：中長期建議。

ABSTRACT

Keywords: Biodiversity, Long-Term Ecology, Vital Sign, Yangmingshan

The purpose of this study is to develop a long-term ecological monitoring program to be used as a strategic plan for Yangmingshan National Park. To design this system, we'll consult experience from the US and Taiwan long-term ecological research (LTER) and compile resource database from previous researches. By completing this project, the system and future data collected can be used (1) to develop mid- to long-term development plan for the park, (2) to implement a previous developed plan, i.e., Conservation Assessment and Monitoring System of National Parks in Taiwan, and (3) to be used as a guidance for constructing the Biodiversity Databank of National Parks in Taiwan that will be implemented in 2008.

Based on the experience from international LTER and US National Park Vital Science Program, National Park Headquarters should establish a framework for integrating natural resource monitoring and other science activities into the management processes.

- Identify, acquire, and interpret needed inventory, monitoring, and research, including applicable traditional knowledge, to obtain information and data that will help park managers accomplish management objectives required by law and planning documents.
- Define, assemble, and synthesize comprehensive baseline inventory data describing the natural resources under its stewardship, and identify the processes that influence those resources.
- Use qualitative and quantitative techniques to monitor key aspects of resources and processes at regular intervals.
- Analyze the resulting information to detect or predict changes, including

interrelationships with visitor carrying capacities, that may require management intervention, and to provide reference points for comparison with other environments and time frames.

- Use the resulting information to maintain, and, where necessary, restore the integrity of natural systems.

Designing a long-term ecological monitoring program for Yangminshan National Park with diverse natural resources and management mandates is a difficult, iterative process. Vital Signs, subsets of physical, chemical, and biological elements and processes of park ecosystems, are selected to represent the overall health or condition of park resources.

Based on the analysis of current data compiled from the researches in Yangmingshan National Park conducted between 1983 and 2006, we suggest some immediate and long-term tasks.

Immediate recommendations:

1. Adopt a standardized sampling protocol to conduct resource inventory, and require future researches to implement the data collection.
2. Conduct a parkwide inventory work

Mid to long-term tasks:

1. Establish some ecosystem-based long-term monitoring sites
2. Infrequently conduct mission-oriented researches
3. Infrequently conduct resource-specific researches
4. Continue to update the National Resource Database of Yangminshan National Park
5. Hold a workshop on Vital Sign monitoring by integrating all park managers in Taiwan

第一章 緒 論

第一節 研究緣起

陽明山國家公園成立已達 20 年之久，多年來透過各種委託研究之執行，以了解園內的生態資源特色，這些資訊更是管理處人員賴以作為經營管理的依據。近年來由於各種自然和人類所造成的因素影響，永續發展成為主軸，使得生物多樣性的獲取和持續性長期生態監測工作，更加重要。許多資訊、空間技術的進步，空間資料的增加，也使得相關資料的累積、呈現與分析，更加有效率。

近幾年內政部營建署委託李玲玲教授進行「國家公園保育成效監測系統之建立」的規劃工作（李玲玲等，2003）。過去陽明山國家公園也曾針對園區生態旅遊地區，進行環境衝擊調查與監測規劃，同時也有火災跡地環境監測計畫、火山噴氣與溫泉水之地球化學監測研究、夢幻湖監測與自行研究微氣候監測、道路野生動物遺體監測等計畫與監測工作。

生物多樣性的發展日益受到重視。在美國，長期生態學研究（Long-Term Ecological Research，簡稱 LTER）早已進行了將近 30 年以上，這是由美國國科會主導的大型研究計畫，涵蓋全美國各種自然與人為的生態系。美國的國家公園亦有進行 Vital Sign Monitoring 的工作，每個國家公園均以其重要的自然資源為標的，由園內的研究人員擬定調查方法，並經過多次的討論後，進行長期的監測工作。顯見全世界的發展頗為類似，從經營管理的觀點而言，除了整合目前諸多的監測項目，並彙整最新的作法外，亦有必要就現有的工作項目，以國家公園的自然生態資源特色為基礎，加以檢討，以作為陽明山國家公園長期生態監測模式之參考。

本計劃之目標在於依據國際間長期生態學研究組織的發展經驗，參考陽明山國家公園之生態特色，藉由彙整過去的相關研究報告與資料庫，規劃國家公園內的長期生態監測體系，作為未來經營管理之基礎。

本計畫將可提供陽明山國家公園擬定中、長期發展計畫之建議，並可執行營

建署於 2004 年完成之「國家公園保育成效與監測系統之建立」結論與建議，同時，也將因應 2008 年開始之「國家公園生物多樣性資料庫建置計畫」，系統化地提供各種監測目標的執行。

第二節 研究區域概況

陽明山國家公園於民國七十一年依「國家公園法」劃定公告，以台灣北端之富貴角與台北盆地間之大屯火山群壘地區為中心，東至磺嘴山、五指山東側；西至烘爐山、面天山西麓；北包括竹子山及其北面之土地公嶺；南至紗帽山南麓，向東延伸至平等里東側山谷為界，面積約為 11,455 公頃（內政部，2005）。本計劃以陽明山國家公園為範圍，園內的自然資源為監測目標，進行長期生態規劃。

由於緊臨人口稠密的大台北地區，陽明山國家公園每年遊客及通過陽金公路的承車遊客達一千萬人次，大量的車輛與遊客使用，成為影響本區生態系的重要因子。

第二章 研究方法

第一節 國際間長期生態研究文獻回顧

長期生態學研究 (LTER) 源自美國，並擴展到世界各地，成立國際長期生態研究網 (iLTER)。LTER 於 1992 年時，在林業試驗所、中央研究院、全國大學院校、國科會眾多研究人員的努力下，被引入台灣，由國科會主導與經費支持，建立了福山、關刀溪、塔塔加、南仁山和鴛鴦湖等 5 個 LTER 研究站。執行多年的研究後，其後又因為墾丁外海的漏油事件，在墾丁國家公園管理處的支持下，加入了墾丁海域的 LTER 研究站。此外，台灣的 LTER 也曾經有農田生態系和都市生態系的研議。這些計畫匯集了全台灣的生態研究學者，共同執行同一地點、不同類型的生態監測工作，研究內容從個體生態到地景生態，從非生物內容到微生物、植物、動物，從海洋生態系、溪流生態系到森林生態系，從低海拔到中、高海拔，均有涵蓋。台灣的 LTER 計畫，可說是台灣有史以來規劃完整、動員人力最多的大型生態監測計畫，累積了非常多的生態資料。

過去在太魯閣國家公園中，也曾倡議進行長期生態研究之規劃。雖然如此，由於許多主觀與客觀的原因下，國科會所主導的長期生態研究已幾近於名存實亡，每年雖然有科學家會議的召開，各研究站仍有零星的計畫。但是，由於經費的支持問題，各研究站已逐漸瓦解中，目前僅有少數的研究站尚維持正常的研究工作，僅有墾丁國家公園的海域研究，尚能維持小規模的運作。

本計畫擬參考美國 LTER 的精神和研究內容，整理相關研究站的研究項目與執行方法，了解這相研究項目的內容和重點，彙集出 LTER 研究的重點工作，作為本計畫規劃陽明山國家公園長期生態監測模式的參考內容。

第二節 彙整美國國家公園相關 Vital Sign Monitoring

Vital Sign Monitoring 是最近 10 年間美國國家公園正在進行的大型監測計畫，計畫精神與 LTER 相似，也是在於藉由長期生態計畫的執行，累積大量的生態資料，以提供公園管理處作為經營這些寶貴資源的決策依據。

Vital Sign Monitoring 的執行，需要先有一連串的規劃工作，每一個國家公園的研究人員參與相關的討論與腦力激盪，提出監測項目，並據此研擬科學調查方法，經過互相的溝通後，在每一個國家公園建立長期生態研究站，再藉由各類型的研究題目，串連各個國家公園，建立全國性的監測網絡。

Vital Sign Monitoring 在規劃之初，即選取植群、外來種與鳥類作為監測工作的測試，隨後又以每一個國家公園的自然資源特色與所需經營管理資源的差異，作為進一步規劃相關的生態重點，並考量資訊的代表性，將同性質的監測工作，串連成全國性的監測網絡。其中，資源調查方法和監測方法的一致性與科學性，是規劃的另一個重點項目。

資料庫與資料中心的設置也是 Vital Sign Monitoring 的重點之一，每一項工作均有其規劃書，每一項資料均必須建立資料庫，並彙整到資料中心，以 GIS 空間呈列方式，展現其資源特色與現況。基本上，資料的使用有一定之規範，使用時，除了尊重原始生產者外，亦有一定的協議，以求能將資料的價值發揮到極大，並保有資料生產者的權益。

本計畫將會將這種精神與作法引入陽明山國家公園的長期生態監測模式規劃之內，詳細參酌相關的規劃內容，進行規劃工作。

第三節 建立陽明山國家公園之生態特色區域與現有生態資訊

蒐集回顧陽明山國家公園從成立以來，委託進行的生態研究調查報告。透過過去保育研究調查報告，了解陽明山國家公園內重要的生態特色，並將所有調查報告進行文獻回顧與數化定位工作，利用地理資訊系統將陽明山國家公園與鄰近區域以 240 個 $1 \times 1 \text{ km}^2$ 的網格進行劃分，呈現各區域的生態資源分布情形。

並以陽明山國家公園的大屯火山群所形成的生態資源特色為重點，整合各類型動、植物生態系資源和與火山相關的生物資源分布，找出其區域性特色，藉以作為代表本國家公園的生態特徵。

第四節 問卷調查

除了上述參考國際間長期生態學研究經驗，並回顧陽明山過往之相關研究報告與資料庫成果外，特別同時進行問卷調查。從陽明山資源調查、徵詢陽明山國家公園與生態研究人員意見，以作為陽明山國家公園長期生態監測規劃參考。

第五節 進行陽明山國家公園之長期生態模式規劃工作

基本上，本計劃的規劃定位上，希望以未來陽明山國家公園管理處能夠執行、具有代表性、經濟上可行、可以持續監測的工作為主，選擇的項目直接參考國內、外 LTER 的作法和國內 LTER 的範例等；其中，美國國家公園的 Vital Sign Monitoring 作法，更是重點。此外，陽明山國家公園管理處已有生態研究資料的狀態，也是考量的重點。

本項規劃的項目內容包括自然資源調查與監測項目，工作所需時間頻度、經費需求、空間範圍與樣點（線）選擇、調查監測所需的時程等。同時，也將以資料流轉的角度，研擬每一項監測工作的研究計畫資訊流轉標準化、空間與資源調

查資料庫建構、資料中心之規劃和資訊之運用等。

易言之，本計畫將建議長期生態監測的項目、實務監測的內容與標準作業程序，預估將會建立各項生物資源調查方法與各種自然資源監測制度。建立資料庫架構與相關的資料庫中心需求。



第三章 研究結果

第一節 國際間長期生態研究文獻回顧

一、I&M 計畫背景

I&M 計畫（資源調查與監測計畫，Inventory and Monitoring Program，I&M）源自於美國 1998 年制訂的國家公園綜合管理法（National Parks Omnibus Management Act）。該法明訂國家公園署應「將自然資源的調查、監測以及相關科學研究等事項，整合進國家公園的經營管理排程之中」，並要求美國內政部長（Secretary of the Interior）應不間斷的加強國家公園署在（1）經營管理策略、（2）環境保護措施，以及（3）對國家公園系統（National Park System）內自然資源的詮釋與研究此三方面的能力。

2001 年的國家公園署經營政策（NPS Management Policies），更進一步將過去所有相關政策與法案更新統整後（表 3.1），指出國家公園署應建立自然生態系統的資源調查與監測，內容應包括：

- 辨別、執行，並詮釋必要的調查、監測，以及研究項目（包括具應用價值之傳統知識），以獲得能夠協助國家公園管理者完成符合法律規定與政策計畫的公園經營目標的資訊與資料。
- 在國家公園管理者的職責下，定義、整理、並統合描述自然資源並易於理解的基礎調查資料；同時探究影響這些資源的作用過程。
- 採用定性、定量的技術進行關鍵面向的自然資源與作用過程監測，並依據一致的時間間隔。
- 分析成果中的資訊以察覺或預測變化，並同時分析可能需要管理者干預的遊客承載量（visitor carrying capacity）與此變化的相互關係。成果資訊亦可當作與其他環境與時間的比較基準點。
- 利用監測的成果來維持甚至復育自然生態系統的完整性。

因此，自然資源監測明訂為國家公園職責的主要部分，也是 NPS 的自然資源挑戰計畫（Natural Resource Challenge）－一項為使 NPS 的自然資源計畫振興與擴充而擬定的計畫重要基石。監測的成果將可應用於評估經營管理與復育措施的成效、對即將發生的災害提供預警，以及為本身即具有複雜與多樣特性的自然系統變動提供判讀與瞭解的基礎資訊。因此，監測資料可協助管理者找出造成環境破壞的原因，以及何時該啟動或修正經營管理措施。

表 3.1 指示或影響 NPS I&M 計畫的相關聯邦法案與總統行政命令

國家公園署組織法（1916）
空氣清淨法（1955 & 1990）
荒野保護法（1964）
國家環境政策法（1969）
環境品質改善法（1970）
水質清淨法（1972）
瀕絕物種法（1973）
候鳥協定法（1974）
森林和牧場可再生資源規劃法（1974 & 1976）
國家公園採礦法（1976）
礦產開採管制法（1977）
聯邦洞穴資源保護法（1988）
政府績效與成果法案（1993）
國家公園綜合管理法（1998）
總統行政命令 -
包括外來生物、洪氾區管理、越野車行駛管理、濕地保護、候鳥保護方案、聯邦污染控制標準規則、入侵物種

二、I&M 作為評估長期生態健康狀態以及處理經營管理議題的基礎

為了評估、管理，並保護生態系統的健全，國家公園署應明確掌握各種自然資源與作用過程的狀態。為達成這個目標，第一步是建立「資源調查」（inventories）－亦即在調查之中，決定一個點（包括時間與位置）來描述某生物性或非生物性資源的狀態。此外，資源調查可同時包括既有資料的彙整以及新

資料的收集。

第二步，則是進行「監測」(monitoring) - 監測不同於資源調查的地方在於增加了「時間」維度，而且其目的為偵測資源狀態的改變或趨勢。監測進行的方式通常為對相同的樣點隨著時間重複調查，部分監測樣點也可能與資源調查的樣點相同。

監測的整體目地為發展出具有廣泛面向與科學根據的現況與長期趨勢資訊，這些資訊應與國家公園生態系的健康、組成、架構，以及功能有關。此外，這些因子對經營管理動作的回饋反應亦為監測的觀測重點。

三、I&M 的策略規劃與績效管理 (GPRA)

美國國家公園綜合管理法 (National Park Omnibus Management Act) 指出所有執行單位 (field units) 應提交與政府績效與成果法案 (Government Performance and Results Act, 1993) 相府的策略規劃與年度績效計畫 (Strategic Plans and Annual Performance Plans)。依據此原則，NPS 策略規劃的第一期五年計畫目標 (2001-2005) 設定為四大類群：

- 保育國家公園資源
- 提供遊憩民眾與遊客體驗國家公園的相關資訊
- 加強並維護與合作單位共同管理的自然人文資源與觀光機會
- 確保機關執行效率

此四大類群的計畫目標再進一步依據時程區分為任務型目標 (不定期執行)、長期目標 (每五年一期)，以及年度目標 (每一年一期)。網絡內的所有國家公園都必須配合 NPS 的 GPRA 目標，配合方式包括提交策略計畫、年度工作執行計畫、年度工作執行報告等等 (表 3.2)。

表 3.2 為 APHN 所提交的與自然資源監測有關的 GPRA 目標：

(目標完成時間：2005 年 9 月 30 日)	APPA	BISO	BLRI	GRSM	OBRI
選取長期監測的生命徵象指標	X				X
執行長期監測				X	
瀕危與瀕臨絕生物狀態穩定或成長	X	X	X	X	X
自然資源調查	X		X		X
受干擾土地復育	X	X	X	X	
火燒經營管理		X			
舞毒蛾 (gypsy moth) 族群控制		X			
外來入侵型植物調查與控制	X	X		X	X
外來動物控制				X	
水資源調查	X				
水質水量分析		X		X	X
目標物種管理 (黑熊、麝鹿)		X		X	
土地取得					X
目標棲地管理				X	

四、I&M 監測計畫的主要受益者與目標對象

I&M 計畫設定的主要受益者為國家公園資源管理者，因為他們需要以下兩種資訊：(1) 察覺資源狀態的顯著變化、(2) 評估資源對管理動作的回饋反應。此外，長期監測獲得的國家公園生態系基礎資訊將可供作民間相關團體與學術界參考，預計此舉將可促進資源交流、一般性任務的完成，以及避免人力與經費的不必要性重複。最後，將這些資訊提供給關注國家公園的專業人士以及一般民眾，將更能帶動這些人對國家公園議題的參與感。

第二節 生命徵象

生命徵象監測計畫 (Vital Signs Monitoring Plan) 為美國國家公園署 (National Park Service, NPS) 的 I&M 計畫中，作為評斷各國家公園的自然資源狀態與長期趨勢而進行的一項長期研究監測計畫。

表 3.3 美國國家公園署生命徵象監測計畫目標

-
1. 選取公園內生態系的相關指標，並提供其狀態 (status) 與趨勢 (trends) 的資訊，以幫助經營者在擬定決策時擁有更可靠的資訊基礎，並且促進與其他維護公園資源的單位 (agency) 和個人的合作效率。
 2. 提供特定資源的異常狀況預警 (early warning)，以協助擬定調適策略並減少經營管理的支出。
 3. 提供能夠幫助瞭解公園生態系的狀態與動態變化的資料，此資料亦可作為與其他受干擾環境的比較基準。
 4. 提供完整的資料，以滿足自然資源保護相關法律與國會法案要求，以及遊憩之需求。
 5. 提供決策目標的進度與成效評估。
-

生命徵象 (Vital Signs) 是計畫中的指標群。他們是國家公園生態系統內的眾多物理、化學，以及生物因子或作用過程/process 的子集合，這些生命徵象可以反應國家公園自然資源的整體健康情形或狀態，以及壓力源 (stressors) 所造成的已知或假設的衝擊效應；此外，與人類活動有重大關係的因子亦可能被選用為生命徵象。換而言之，生命徵象是被指示「維持不受損害」的眾多自然資源的子集合，這些自然資源包括水資源、空氣、地質資源、動植物，以及會對以上那些資源造成影響的眾多生態、生物或物理現象。

此計畫希冀能夠讓生命徵象監測在經營管理決策上，提供最實際且可靠的幫助。因此，生命徵象不一定每一個能夠作為反映生態系統整體狀態的指標，許多生命徵象被採用的原因，是因為它們擁有重要的人類價值（如：重要採集或捕獵物種，或明星物種），或是對某種資源具有重要顯著的影響。

第三節 重要案例 - APHN 的 I&M 背景與重點

本研究計畫參考生命徵象監測計畫之精神，選取屬於 I&M 網絡中的阿帕拉契高地網絡（Appalachian Highland I&M Network，APHN）為研究個案，回顧該網絡內五個國家公園之長期監測架構，及其規劃過程所需之背景建構、生態概念模式（Conceptual Model）建構，及各監測項目（生命徵象）之決定原則與方法；作為陽明山國家公園長期監測架構規劃之參考。

阿帕拉契高地網絡（Appalachian Highland Network，APHN）屬於 32 個 NPS 為建立國家公園自然資源資源調查與長期監測的 I&M 網絡的其中之一，APHN 內共包含阿帕拉契國家風景步道（Appalachian National Scenic Trail，APPA）、大南叉國家河流遊憩區（Big South Fork National River and Recreation Area，BISO）藍嶺公園路（Blue Ridge Parkway，BLRI）、大煙山國家公園（Great Smoky Mountains National Park，GRSM）、Obed 河野生風景區（Obed Wild and Scenic River，OBRI）。

此計畫在規劃時首先彙整各公園既有之調查研究資料與監測計畫，建立起各公園（1）具衰敗風險之自然資源、（2）關鍵性的科學/管理議題、（3）過去與現行的自然資源監測等項目，茲整理摘要如下：

一、具有衰敗風險的自然資源

包含（A）瀕危與瀕臨絕種物種、（B）水資源，以及（C）空氣品質三項。

A. 瀕危與瀕臨絕種物種

APHN 的公園內棲地環境可以提供（或曾經可提供）34 種聯邦列為瀕臨絕種（Endangered）或瀕危（Threatened）的保育類生存，此外亦有 409 種美國自然保育協會（The Natural Conservancy）列為極危（Critically Imperiled）、瀕危（Imperiled），或易危（Vulnerable）的物種（皆為全球等級 G3 以上）。部分的聯邦保育類在 APHN 內的族群並占全球現存族群很重要的比例（包括 rock gnome

lichen, duskytail darter, spotfin chug...etc.)。公園內的族群因而對這些物種的存續與回復擁有決定性的意義。

1973 年的瀕絕物種法要求所有聯邦的單位，包括 NPS，務必要保育聯邦瀕危與瀕臨絕種物種與所需棲地。2001 年擬定的國家公園署管理政策（National Park Service Management Policies）亦將州定保育類（state-listed species）列入保育對象內。

B. 水資源

坎勃蘭高原（Cumberland Plateau）內的公園（BISO & OBRI）面臨的主要水質水量議題（water quality and quantity issues）包括廢棄礦場的污水排放、現存採礦作業如石油與天然氣開採所產生的污染物與淤積（包括煤粉，或煤礦風化所產生的微塵粒物質）、民生與工業用水抽取，以及因公園內外的活動而造成的腐蝕性沈降作用（erosion-related sedimentation）。即便如此，部分坎勃蘭高原裡最原始純淨的溪流仍存在於 OBRI 與 BISO 內。

在三個山岳型公園（APPA、BLRI、GRSM）內，水質議題也與大氣沈降（atmospheric deposition）有關。南阿帕拉契山區（Southern Appalachians）許多溪流源頭的土壤均由具低緩衝能力（buffering capacity）的物質構成，因而這些溪流很容易受酸雨影響而產生酸化（acidification）的現象，並且進一步造成大型無脊椎動物與魚類的生存率與多樣性下降。此外，在被舞毒蛾感染而大量掉葉的森林的集水區內，硝酸化（nitrate acidification）的情形也可能會變的更加嚴重，這個情形已經在 BLRI 與 APPA 內發生。最後，隨著人口的成長，氮氧化物（nitrogen oxides）的排放也預期會跟著增加，並透過大氣沈降對水資源造成影響。

對於形狀線狀狹長的公園如 APPA、BLRI，以及 OBRI 而言，水資源的維護將是個不小的挑戰，更何況許多威脅都來自公園外。對 BISO 而言，主要的困難也是在於外來影響。BLRI 在設立時，周圍土地大都已經開發為農業用地，並以牧場為主。為了保存傳統景觀與文化特質以供 BLRI 的遊客們體驗，這些週邊土地大都被允許持續採用相同的利用方式。

C. 空氣品質

GRSM 是清靜空氣法 (Clean Air Act) 規劃為 Class I 區域的公園，即表示該區應接受到最高優先的空氣品質保護。這項法案同時要求國家公園署應該「保護所有與空氣品質相關的價值」，包括能見度 (visibility)、動植物相、地表水 (surface water)、生態系，以及歷史資源。

空氣污染物 (air-borne pollutants) 正在降低公園資源與民眾遊憩時景觀遠眺的品質，且大部分的污染物均是由南阿帕拉契山區以外的地區排出。燃燒石油的發電廠、工廠，以及汽機車是主要的排放來源。南阿帕拉契山區的高度 (北美東部最高的山脈) 與物理結構，以及該地區獨特的氣候型態，均會使人類污染物易於困住集中於 APPA、BLRI，以及 GRSM 涵蓋的區域。GRSM 地區的硫、氮沈降比例有時是北美最高的。雖然二氧化硫排放量在美國整體呈現下降趨勢，但南阿帕拉契山區在過去二十年來反而是逐漸成長，並對空氣品質與能見度造成不良的影響。空氣污染物沈降的方式包括降雨，乾性微塵粒以及雲水 (cloud water)。GRSM 地區的年平均降雨 pH 值甚至比自然降雨酸了十倍。

地面臭氧 (ground-level ozone) 是南阿帕拉契山區的另一個空氣品質問題。汽機車和工廠排放的一氧化氮 (nitrogen dioxide, NO) 在陽光下會與碳氫化合物混和進而造成臭氧的產生。大部分南阿帕拉契山區的臭氧污染都是由公園外的地區產生，在被風帶到此區。暴露在臭氧之中以至少造成南阿帕拉契山區 30 種原生植物的嚴重傷害，而且這個情形在高海拔地區應會更為嚴重。大煙山區 (Great Smoky Mountains) 上的臭氧監測站並測得北美地區最高的臭氧濃度，遠超過國家環境空氣品質標準 (National Ambient Air Quality Standard)。在網絡內的五個公園中均有發現對臭氧敏感的物種。

空氣品質的下降，也造成南阿帕拉契山區的標準視程 (standard visual range) 由 93 哩縮減至 22 哩，在有霾出現的時間裡，視程甚至剩不到一哩。很顯然地，能見度的降低將會影響大眾對山區景觀的遊憩喜好程度，而高海拔地區對周圍景觀的遼闊視野即是 BLRI、APPA，以及 GRSM 吸引遊客的重要因素之一。

二、關鍵的經營/管理議題

水質水量、空氣品質，以及瀕絕與受威脅種物種是 APHN 內最關鍵的三個自然資源管理議題。除此之外，尚有無數其他方面的議題正威脅著 APHN 內的自然資源，其中有許多議題在 NPS 的所有國家公園內均普遍存在，包括：

A. 入侵型外來種

APPA 與 BLRI 公園的狹長廊道形狀造外來植物的入侵成為一個長久存在的問題。公園內以發現超過 100 種以上的外來植物，且至少有 15 個瀕絕動物特區與許多稀有植物族群的位置都已被外來植物入侵。許多外來種的侵入起始點位於與道路銜接處、效能廊道 (utility corridor) 以及農業用地。GRSM 除外來植物以外，1950 年代始進入園區的歐亞野豬 (European wild boar) 是最主要的外來種威脅之一，尤其對擁有無數稀有與瀕絕動植物的中生環境 (mesic area) 與高海拔地區衝擊最大。野豬的活動會改變植被覆蓋、造成土壤侵蝕、污染水質，而且會與原生動物競爭穀類植物來源。過去 50 年來，800 隻以上的野豬被移除了，雖然現有技術無法徹底執行，但可將族群控制到傷害最小的情況。

B. 森林健康 – 疾病感染

在上一世紀中，BLRI、GRSM，以及 APPA 這三個公園內的南阿帕拉契山區森林遭逢了數次的外來病蟲害，並嚴重的使部分森林群落類型大量減少。最早，也是最嚴重的一次，是 1930 年代發生的栗樹枝枯病 (chestnut blight)，這場災難最後將 American chestnut (本來是一種優勢的樹冠層組成物種) 從北美東部的森林中移除了。1954 年發現的冷杉球蚜 (balsam wooly adelgid) 則造成南阿帕拉契山區的高海拔雲杉-冷杉混合林中的成熟福來賽氏冷杉 (Fraser fir) 消失。福來賽氏冷杉的大幅減少更進一步致使其他無種 (如苔蘚類) 的族群存續陷入困境。

而 1988 年於 BLRI 首度發現的舞毒蛾，對公園內的橡樹森林已然成為一項非常嚴重的威脅。除了造成橡樹族群的下降外，因樹木掉葉而致使樹冠層 (canopy) 減少將會對許多陸域生物、水域生態系以及視野 (viewshed) 造成衝擊。此外，1980 年代的 dogwood anthracnose (一種寄生性真菌)、鐵杉球蚜 (hemlock

wooly adelgid)、beech bark disease，以及其他許多類型的病蟲害均對 APHN 網絡內的公園產生威脅。

C. 火燒

APHN 公園內有數種生物群落屬於火燒適存群落 (fire-dependent communities)，包括：原生草原 (native grasslands)、橡樹原 (oak savannas)、松櫟石南原 (pine-oak heath)，以及峽谷邊緣群落 (gorge rim communities)。這些生物群落以及生活於其中的稀有物種，已演化成適應且依賴週期性野火來維持他們特殊植群組成與結構。如果沒有火燒來縮短演替的週期，這些群落的物種組成與結構將會迅速改變，許多稀有物種進而會消失。許多受關注的物種包括爬行類、鳥類，以及許多的稀有植物均屬於火燒適存群落內的物種。

D. 國家公園內與周邊的土地利用

這一部份含括公園周圍的不相容性土地發展，比如大賣場的建設、土地劃分 (subdivision)、露天採礦 (open-pit mines) 的工程、採石場 (rock quarries)，以及伐木等等；道路建設以及非經允許的路徑開發也算在內。這些土地利用類型時常會侵佔公園內的土地，進而對國家公園署努力維護以供遊客參觀的自然資源與景觀造成影響。

E. 不永續或不相容 (incompatible) 的遊憩利用行為

APHN 網絡內的年遊客人口相當的高，以 BLRI 為例，年遊客人次可達兩千萬以上。大量湧入的遊客所帶來的步道踐踏 (包括步行與騎馬) 等環境衝擊，對希望能同時提供遊客優美景觀並保護敏感的高海拔棲地與物種的國家公園署來說，無疑是個相當大的挑戰。

F. 資源消耗行為 – 盜獵與合法採收

在 APHN 網絡內的狹長型公園如 BLRI，長期以來即面臨不小的盜獵/盜採壓力。雖然各種生物均有被盜獵的情形發生，受到最嚴重衝擊的還是稀有物種，例

如 bog turtle、稀有植物以及蝴蝶。許多藥用與觀賞用的植物近年來被盜採的量也非常的多。公園本身能夠對盜獵/盜採採取法律制裁的能力與人力都不多，因而盜獵的情形不易控制。相對而言，面積較大，離人類主要市鎮也較遠的公園如 GRSM 面臨的問題則輕微許多。

三、過去與現行的自然資源監測

APHN 的自然資源長期監測將於 2005 年整個網絡的監測計畫審核通過後開始執行。其他由 NPS 與鄰近土地所有權者於過去或正在進行的監測計畫，雖然沒有整合為一個整體的長期監測計畫，但仍能提供許多與 APHN 內自然資源相關的寶貴基礎資訊（表 3.4、表 3.5）。

表 3.4 APHN 現正進行與過去的監測項目統整

監測類別	APPA	BISO	BLRI	GRSM	OBRI	總計
空氣品質：						
酸沈降				C		1
臭氧		C	C	C		3
能見度				C		1
空氣微塵粒				C		1
汞沈降				C		1
其他有毒物質						
氣象因子：						
溫度、相對濕度		C		C		2
降雨量		C		C		2
視覺景觀：	C		C	C		3
水質：						
核心元素（水溫、pH、導電度、溶氧量）	C	H		C	H	4
濁度&淤積		H			H	2
污染物		H		C	H	3
細菌		H		C	H	3
水生大型無脊椎動物		C		C	H	3
水量：						
地下水位			C			1
地表水流		C	C	C	C	4
動物相特徵：						
哺乳類		C	C	C		3
鳥類		C	C	C	C	4
兩生類			C	C		2
爬行類			C			1
魚類				C	C	2
外來動物		C		C		2
植被：						
稀有自然生物群落			C	C		2
稀有植物	C		C	C		3
火燒效應		C		C		2
植物群落/族群變化			C	C		2
外來植物	C	C	C	C	C	5
森林昆蟲與疾病	C	C	C	C	C	5

C：資料在五年內收集

H：資料在五年前以上收集

灰色格子：NPS 提供經費的項目

表 3.5 APHN 過去與現在監測計畫中主題項目，依廣義的生態資源類群區分

	APPA	BISO	BLRI	GRSM	OBRI
大氣		-氣候 -臭氧	-臭氧	-氣候 -臭氧 -微量氣體 -氮、硫、Hg，以及濕 沈降；基性陽離子 -微塵粒/能見度 -CASTNet， NADP/NTN， IMPROVE*	
陸域	-稀有植物 -入侵性外來植物 -森林病蟲害	-繁殖鳥類 -度冬鳥類 -火燒效應 -步道遊憩效應 -舞毒蛾	-春池兩生類 -bog turtle -繁殖鳥類 -遊隼 -northern flying squirrel -稀有植物 -入侵性外來植物 -遊憩活動對稀有植物 的影響 -舞毒蛾 -beech bark disease -鐵杉	-春池兩生類 -鳥類 -遊隼 -黑熊 -白尾鹿 -northern flying squirrel -European Wild Boar -蝙蝠 -植群組成、結構 -稀有植物 -入侵性外來植物 -火燒效應 -舞毒蛾 -mountain ash sawfly -南方松甲蟲 -beech bark disease -鐵杉 -Fraser fir -introduced disease of rhododendron， butternut， and holly	-繁殖鳥類 -度冬鳥類 -遊憩活動對崖生植群 的影響
水域	-水質	-水生大型無脊椎動物 -淡水蚌基礎調查 -水質（受污染的礦山 排水、污水排放、淤 積、石油與天然氣開 採的影響） -水量/水文	-水質（多種參數）	-水生大型無脊椎動物 -brook trout -魚類群聚 -稀有魚類 -水質（大氣沈降的影 響）	-魚類（NAWQA**） -spotfin chub -淡水蚌基礎調查 -水質 -水量/水文
地質				-地震活動	

* CASTNet: Clean Air Status and Trends Network; NADP/NTN: National Atmospheric Deposition Program/National Trends Network; IMPROVE: Interagency Monitoring of Protected Visual Environments.

** NAWQA = National Water-Quality Assessment

第四節 APHN 的階段性目標與建立法則

一、APHN 的階段性目標（objectives）依據以下的步驟建立：

- (1) 徵詢國家公園管理者意見，瞭解最重要的自然資源監測與資訊需求
- (2) 整合國家公園內已完成與正在進行的監測計畫、進行文獻回顧，以及尋找在國家公園鄰近區域進行且可能應用或合併於 NPS 內的監測計畫
- (3) 舉行研習會（workshops），邀請國家公園員工、大學裡的學者，以及其他單位或公司的人員，集思廣益討論出關鍵性的科學關注點與資訊需求

- (4) 以上資訊將被統整進概念模式 (conceptual models)，各國家公園的主要生態系 (major ecosystems) 均有屬於自己的模式
- (5) 建立一個用以評估生態系組成 (包括驅動力、壓力源、屬性，以及以上元件的監測測量值) 的組織架構
- (6) 發展一套評估標準 (criteria) 來分析概念模式以及其內的屬性資料；評估標準與管理相關性、生態顯著性、對生態系整體的威脅程度、以及監測效率與可行性等因子有關。
- (7) 在生命徵象的研習會 (Vital Signs workshops) 中，應用上述之評估標準建立網絡內各個公園生命徵象長期監測項目的優先性。

根據以上的步驟所發展出來的階段性目標，以下依據不同類別，分別列出 APHN 擁有最優先順序的資源監測重點：

空氣品質 Air Quality

- 會對公園內環境產生影響的空氣品質趨勢為何？
- 空氣品質的趨勢與觀測到受影響的自然資源之間有何種關連？(尤其是高海拔生態系的溪流與濕地，受酸化與相關水文品質的衝擊為何？)
- 是否有特定的敏感陸域或水域群聚會因空氣污染而產生變化？
- 空氣微塵粒 (fine particulates) 與能見度 (visibility) 的惡化趨勢為何？
- 地面臭氧濃度，尤其是高海拔地區的趨勢為何？又臭氧敏感生物是如何受臭氧影響的？

氣候 Weather

- 降雨量 (包括暴風雨事件)、溫度、相對濕度、風速與風向、太陽輻射 (solar radiation)、霧雲的籠罩時間 (immersion time) 以及紫外線輻射 (UV-B radiation) 的趨勢為何？這些因子又如何影響其他被監測的資源？
- 特定年度的年降雨量/降雪量與溫度與歷史平均值間的差異為何？
- 每年的暴風雨次數與強度為何？以此類推。

水文 Water

- 公園內的水質水量的趨勢為何？又水質水量的變化對公園內水域與河岸資源的影響為何？
- 抽取水（water withdrawals）與水壩建置對公園的地表水流與水質，或對焦點生物的生存是否會有影響。
- 焦點水污染物的趨勢為何？

生物完整性（焦點物種/群聚與瀕危生物群） Biological Integrity

- 鐵杉優勢群落內的樹冠層組成變化為何？鐵杉消失的位置與速率為何？（與近期入侵 APHN 地區的且預測將對當地鐵杉森林造成重大危害的鐵杉球蚜 (hemlock wooly adelgid) 有關）
- 當鐵杉被移除時，何種物種以多快的速度進駐？進駐的物種是否有入侵型外來物種？如果是外來種，是在鐵杉死亡多久入侵的？
- 被外來的 beech bark disease 感染的山毛櫸優勢林中，樹冠層組成變化為何？山毛櫸的死亡速率與嚴重程度是否與海拔有關？山毛櫸的死亡對擁有許多稀有植物與動物的山毛櫸優勢群落底層組成有何影響？
- 原為以橡樹為主要組成的森林是否因舞毒蛾對橡樹的感染而使橡樹轉變為稀有植物？橡樹不斷的落葉現象對森林底層的組成是否有影響？
- 鵝卵石區（cobblebars）與懸崖邊界（cliffines）的稀有物種（rare species）族群變化趨勢為何？這些變化與河流內的水文與水質改變有何種關連？這些國際瀕危棲地內是否正遭受外來物種的入侵？如果是的話，入侵速度與物種為何？哪一種外來物種對當地群聚的威脅最強大？這些地區的遊憩使用是否會對稀有物種或整體生物組成造成影響？
- 公園邊界外一哩內的外來植物有哪幾種？隨時間的變化趨勢為何？外來物種的傳播媒介為何，要入侵國家公園內的一塊新區域對它們而言有多容易/迅速？特定外來物種的擴散速度為何？
- 列為聯邦保育類的 duskytail darter 與 spotfin chub（兩種魚）的相對豐度變化趨勢為何？又變化趨勢與水質水量關係為何？
- 稀有淡水蚌的相對豐度、分布狀況與年齡階層結構變化趨勢為何？又這些因子與水質水量的關係為何？

人為利用 Human Use

- 藥用/觀賞用植物被盜採的情形對物種組成與群落結構的影響為何？

生態系現象與作用過程 Ecosystem Patterns and Processes

- 橡樹優勢森林是否因缺少週期性森林大火而逐漸轉變為以北美紅楓 (red maple) 為主的森林？
- 焦點植物群落的空間幅度與結構隨時間的變化趨勢為何？
- 鄰近國家公園的棲地破碎化現象是否對公園內的敏感物種有影響？
- 國家公園鄰近區域的植被組成是否對公園內的棲地面積敏感專一物種 (area-sensitive habitat specialist species) 有利？(舉草生地鳥類為例)
- 因火燒減少產生的南方松甲蟲 (southern pine beetle) 大發生對當地生態系現象與作用過程的影響為何？
- 國家公園周遭的土地利用變化是否對公園內的外來物種分布產生影響？
- 國家公園鄰近區域與上游的土地利用與人類發展的變化方式與速度為何？
- 哪一種區外土地利用類型的變化是公園內資源變化的最佳預測因子？

二、生命徵象的選取與優先性排序

由於各個國家公園資源不同，管理方法也不同，若欲設計一套適用於不同地區的長期生態監測計畫將是一件繁複的工作，必須有邏輯地逐步建構該監測系統。首先是考量四個主要的面向：生態系驅動者、壓力源與生態作用、重點資源、構成完整生態系的關鍵要素與過程；並從生命徵象名錄 (表 3.6) 中去蕪存菁，留下部分可以反應國家公園生態系整體健康程度，既使有新的壓力源進入該生態系統仍具有效力的重要的指標。

APHN 所擬定生命徵象的標準篩選流程：

1. 依據各公園的管理問題排定監測內容優先順序。

監測計畫制訂者必須與國家公園內部的員工密切溝通合作，以瞭解什麼是該國家公園最迫切的管理問題。在整個過程中，公園的意見扮演了重要角色，它被用來引導整個制訂流程並作為重要依據。

2. 發展概念模式與屬性的評估標準。

有兩套評估標準可用以排定生態系模式以及相關屬性的優先順序，分別是生態系概念模式計分標準以及屬性（潛在生命徵象）計分標準。

3. 舉行生命徵象研討會以修正生態概念模式並排訂優先順序。
4. 選擇重要的屬性進行評分與評估。

所謂的重要屬性指的是重要壓力源或驅動者，扮演各個生態系過程中整合者的角色，或為某特定生態系的重要資源。

5. 彙編資料（定量與定性）的評估值並分析結果
6. 選擇具管理重要性、生態重要性以及可行性的生命徵象為第一優先選項。

生態系概念模式計分標準從對整體生態系統的重要性、對生態系完整性的威脅性、是否符合公園的管理目標，又是否具有實踐性等方向進行給分。而屬性（潛在生命徵象）計分標準也從管理、生態系以及指標可行性與功效這幾個角度切入：

管理重要性：

- (1).法規或政策上的授權：就法律以及政策面來說，監測該項目或屬性到底多重要。
- (2).是否能協助管理單位做決策：監測內容是否能夠提供足夠且必要的資訊以輔助決策單位在重要的時候做出決定，或是否能評估管理決策所造成的結果。
- (3).對於資源管理的重要性：屬性表中的內容與公園內其他資源的相關程度。
- (4).是否能影響外部決策：若公園以外的活動影響到了公園內的資源，公園能夠影響這些活動的權力有多大。

生態重要性：

- (1).該屬性是否具有控制者與整合者的功能
- (2).該屬性解釋整個生態系模式的能力，以及該指標反應環境變遷的敏感度。
- (3).連結性：該屬性是否與其他屬性有相關性？是否能夠與地區性重要資源有相關性？
- (4).保護園區內的族群，對全區其他同類的分布是否有重要影響。

指標可行性與功效：

- (1).目前對該屬性已有多少瞭解？
- (2).屬性是否有足夠的反應力能夠量化壓力源的變異？
- (3).屬性是否容易被量測，量測造成的副作用有多大？
- (4).收集該屬性資料時是否能夠同時收集其他屬性的資料？

依據以上的篩選過程，APHN 所選定的生命徵象如表 3.6 所示：

表 3.6 阿帕拉契國家風景步道生命徵象列表

層級 1	層級 2	生命徵象	方法	大南叉國家 河流遊憩區	南嶺公 園路	大煙山國 家公園	Obed 河野 生風景區
空氣與氣象	天氣與氣象	天氣	降雨量、降雪量、溫度、相對濕度、風速與風向、太陽輻射、雲霧散開時間長短、紫外線輻射	+	+	●	+
	空氣品質	臭氧	大氣臭氧濃度、對敏感性植物的傷害程度	+	+	●	+
		濕沈降與乾沈降	硝酸鹽與硫酸鹽的乾濕沈降、氮濃度、硫酸鹽在高海拔溪流含量	+	+	●	+
		能見度與微粒物質	IMPROVE station data、能見度與分視指數的改變	+	+	●	+
		空氣污染	高海拔溪流中鋁與汞含量	+	+	●	+
地質學與土壤	地形學	溪流/河的河道特徵	河道中淺灘、深流、水池、礫石河床，以及鵝卵石區的分布、河道寬、坡度	◇	—	—	◇
		溪流沈積物的輸送	沈積物在河道的位置與深度	◇	—	—	◇
	地層地質過程	地震活動	地震事件的頻度與強度	—	●	—	—
	土壤品質	土壤結構與穩定性	酸鹼值、高海拔群聚的陽離子交換容量、土壤營養鹽、土壤沖蝕率、土壤裸露程度、沖蝕率	◇	◇	—	◇
水	水文學	地下水動態	泥炭沼澤與鹽水沼澤的地下水深度	—	●	—	—
		表層水動態	流量、每年水位變動資料（作為輔助性資料以助監測水質）	+	+	●	+
	水質	水化學	溫度、導電度、酸鹼值、溶氧量、酸中能力和、濁度、主要離子	+	+	●	+
		營養動態	硝酸鹽、氨水、總磷酸鹽含量	+	+	●	+

層級 1	層級 2	生命徵象	方法	大南叉國家 河流遊憩區	南嶺公 園路	大煙山國 家公園	Obed 河野 生風景區
		有毒物	重金屬、木炭、鋁	+	+	●	+
		微生物	大腸桿菌群、大腸球菌	+	+	●	+
		水生大型無脊椎 生物	物種豐度、多樣性、溪流大型無脊椎生 物的生物整合指標、相對豐量	+	+	●	+
生物整合性	入侵種	入侵外來種	新入侵種（預警）、出現、分布模式	+	+	●	+
	病蟲害	（植物）害蟲	爆發的範圍與程度、植物種組成與分布 的改變	●	●	●	●
		植物病害	爆發的範圍與程度、植物種組成與分布 的改變	●	●	●	●
	焦點物種或群 聚	水岸群聚	物種組成、結構、分布、斑塊大小（patch size）、稀有種在該群聚內的分布與趨勢	+	—	—	+
		長草地	物種組成、結構、分布、斑塊大小（patch size）、稀有種在該群聚內的分布與趨勢	—	●	●	—
		森林植被	群聚結構與樹木統計學、物種組成、相 對豐量、外來種的出現	+	+	●	+
		淡水無脊椎生物	貽貝類物種組成、豐量、年齡結構	+	—		+
		兩生類	蟾蜍在春池的豐量與分布		●	●	
		魚類	本土與外來鮭魚的分布以及年齡結構	—	—	●	—
		鳥類	分布、豐量、繁殖成功率	●	●	—	●
	受威脅生物	瀕危與瀕臨絕種 物種與群聚	點鰭鱗和麻斑鰱鱸的分布、豐量、年齡 結構，以及其他瀕危與瀕臨絕種物種的 分布與豐量	+	●	●	+
人為使用	耗水量	盜獵植物	藥用植物及觀賞植物的分布模式改變情 形與族群趨勢	◇	+	●	—
		狩獵動物	黑熊、白尾鹿的族群大小與年齡結構	●	●	●	—

層級 1	層級 2	生命徵象	方法	大南叉國家 河流遊憩區	南嶺公 園路	大煙山國 家公園	Obed 河野 生風景區
	觀光遊憩	攀岩運動對植群 造成的衝擊	植群結構、物種組成、基質的裸露程度	◇	+	—	+
地景（生態系 模式與作用過 程）	火	火與燃料動態	火災後續監測、衛星影像中火災強度、 連結性（航空照片與衛星影像；植群圖； 森林資源清查分析）、道路密度、住家密 度、其他鄰近公園的開發與資源取用	●	●	●	—
	地景動態	土地覆蓋與使用		+	+	●	+

⊕：表示該生命徵象的使用與監測是依據 Oakey *et al.* (2003) 所研訂的標準進行；部分生命徵象（如氣候與空氣品質）必須從其他項目現有之資料去蒐集、擷取與分析，這也屬於標準監測方法的一部份

●：已被公園系統或聯邦單位所監測的生命徵象

◇：現在與將來皆未規劃要監測的生命徵象

—：此生命徵象並不適用該公園

三、I&M 計畫時程與顧問諮詢

在國家 I&M 計畫的規劃下，生命徵象監測計畫的時程劃分為三個階段。第一階段的內容為背景資料收集與概念模式建立，意在為第二階段打好基礎。第二階段則是生命徵象的選取與優先順序排列。第三階段則進行落實監測工作所需的細部規劃設計，包括取樣方法的建立、細部統計方法設計、資料整理與分析的規劃，以及提供與各種監測成果的類型與內容相關的資訊（表 3.7）。

在整個監測計畫的規劃過程中，APHN 定期向顧問們徵詢與計畫方向與程序相關的意見。徵詢的內容包括生命徵象的選取，以及選取生命徵象所採用的程序。顧問群則包括 I&M 網絡的理事會（Board of Directors）、技術與科學委員會（Technical and Science Committee），以及特定主題的專家群。第三階段的報告（監測計畫草案）則於 2004 與 2005 年在 NPS 華府辦公室進行顧問諮詢。獲得認可的最終計畫將在 2005 年 9 月公布，監測計畫的執行動作即接著展開。

表 3.7 APHN 發展監測計畫的規劃與設計流程（共分三個階段）

	第1年 十月- 三月	第1年 四月- 九月	第2年 十月- 三月	第2年 四月- 九月	第3年 十月- 三月	第3年 四月- 九月	第4年 十月- 三月	第4年 四月- 九月	第5年 十月- 三月
資料收集 & 內部意見整合									
為監測基礎進行資源調查									
意見整合研習會									
概念模式建立									
指標選取與優先順序排列									
監測工作設計與擬定草案									
第一、二、三階段完成日期					第一 階段		第二 階段		第三 階段

第五節 陽明山國家公園研究調查現況分析

回顧陽明山國家公園相關的研究報告資料，並數化自 1983－2006 年陽明山國家公園委託之動物、植物研究計畫報告，歸納陽明山國家公園之自然資源現況、特色和其面臨的問題；在有限的資源下，選擇重要且迫切的項目進行監測，以作為後續監測架構規劃之基礎。

一、環境特色



圖 3.1 陽明山國家公園水系與山系圖

大屯火山群環境生態資源

陽明山國家公園境內的大屯火山群，具有火山體、火山窪地、噴氣孔以及溫泉等多重環境特色，火山活動對於生態環境造成的影響極需要監測與研究。以溪流環境為例，許多溪流環境亦受到火山活動旺盛的影響，硫磺谷、冷水坑、馬槽、大油坑、小油坑、四磺坪等地的水質偏酸性，對當地環境的水生生物相造成重大影響。溫泉、噴氣孔週遭的溫度偏高，對附近植物的影響很大，僅有少數藻類、地衣以及苔蘚可以生存。

水系

陽明山國家公園水系呈放射狀，源至大屯山、七星山、小觀音山及竹子山等高山區。流域面積大於 3 km^2 者包括往東流之北磺溪、瑪鋉溪；往南的雙溪、南磺溪、關渡溪；往北及西北的阿里磅溪、老梅溪、八連溪、大屯溪、公司田溪等。其中流域面積最大的為北磺溪 (34.50 km^2 ，公園轄內長度 6 km)，其次為雙溪（流域面積 13.82 km^2 ，轄內長度 7 km ）、南磺溪（流域面積 21.20 km^2 ，轄內長度 5 km ）、瑪鋉溪（流域面積 8.46 km^2 ，轄內長度 7.15 km ）等（圖 3.1、表 3.8）。除溪流外，由於雨量豐沛，陽明山國家公園內高低起伏的山區間還有不少小型湖泊及濕地等靜水域，是本區水系的另一項特色，著名的包括夢幻湖、向天池及翠翠谷等。

本區雖然雨量多、溪水豐沛，但由於水質清澈，鹿角坑溪、磺溪、雙溪、公司田溪等被引為附近鄉鎮的自來水源及農田灌溉用水。部份溪流（例如：南磺溪、公司田溪）因多處被攔水引用，導致下游地區的河谷呈現無能河的型態，可見河谷裸露（陳信雄，1992）。除了一般民生用水外，此區溪流及湧泉也提供園內遊憩區的大量遊客使用。

水質監測

在水質水量的調查監測方面，由於本區溪流上游為附近鄉鎮的主要水源，因此無論是台北自來水處、環保署、或縣市環保區皆對其飲用水源有長期定期的

水質監測。台北自來水處位於陽明山國家公園內的水質監測地點包括陽明山第一水源、陽明山第三水源、陽明山第四水源、頂北投、中山樓、菁山路、雙溪水源等處¹。環保署的監測點位北磺溪上游的上磺溪橋²，台北縣亦對於瑪鋉溪、北磺溪、老梅溪、大屯溪等水源有定期水質監測。這些單位的測站資料皆可成為陽明山國家公園水域監測的資料來源。至於湖泊濕地過去的監測資料，主要來自於上述研究為了解水生動植物的棲息環境（蛙類、水棲昆蟲、台灣水韭等）曾針對夢幻湖、冷水坑、鹿角坑溪及雙溪等局部區域所進行的水質及水文調查（呂光洋等，1990；林曜松，2004；張永達、邱文彥，2000；張永達、陳俊雄，2003）。

酸性水質是另一項影響本區水域生態的重要因素。從天然條件來看，陽明山山區火山活動旺盛，硫磺谷、冷水坑、馬槽、大油坑、小油坑、四磺坪等地仍持續釋出帶有 H_2S 、 SO_2 的含硫氣體，氣體溶入水中使水呈酸性，在空氣中遇雨水則成酸雨，流入附近土壤及溪流湖泊中。從人為因子來看，進入園區大量的汽車持續排放含氮氧化物及硫化物廢氣，而園區外大台北地區的都市和工業廢氣則隨風飄入，這些廢氣也是本區酸雨的主要來源。這些酸雨對於靜水域的影響尤其為大，造成其水溫、化學物質及酸鹼物質的改變，而影響依存水域的各類生物。園區內夢幻湖、冷水坑、向天池、大屯池、翠翠谷沼澤等多處湖泊濕地水質皆呈強酸性至微酸性。依據楊及邱的研究，陽明山地區的拉都希氏赤蛙的生長的確會受酸性水質的影響（楊育昌、陳俊宏，1996），由此可知酸雨對於陽明山豐富的兩生類族群可能會有影響。

其它因素影響本區水域環境的因素還包括：季節性的雨量變化影響溪流湖泊水量和水質的改變。此外，居民、遊客或農業造成的有機廢水排放進入土壤、溪流中多少也成為水域環境的負擔。

¹台北自來水處水質中心 http://www.twd.gov.tw/water_kn/quality/quality_1.html

²全國環境水質監測網 <http://wqshow.epa.gov.tw/>

表 3.8 陽明山主要溪流特性

水域	流域面積(km ²)	區內長度(km)	特性	外在壓力
北磺溪	34.50	6	1.發源於竹子山、小觀音山、七星山、大尖後山與磺嘴山一帶，上游支流多。 2.馬槽溪溫泉質豐富，水質呈強酸性。 3.鹿角坑溪為北磺溪主要支流之一，集水區為生態保護區，沿岸植被完整，區內動植物物種豐富。降雨量豐沛，水質乾淨，為大台北飲用水源之一。	1.馬槽一帶溫泉產業發達 2.國家公園成立前，自來水廠即於鹿角坑溪設立取水堰阻隔了溪流上下游魚類迴游，民國八十年方完成魚道設置。
瑪鍊溪	8.46	7.15	發源於頂山北側，上游為水源保護區	1.上游地帶多農地，引水灌溉 2.萬里鄉溪底有瓷礦開採約 80 公頃，地被裸露，洗礦廢水可能流入瑪鍊溪。
雙溪	13.82	7	發源於擎天崗附近，可分為內雙溪、菁礮溪兩大支流。上游為水源保護區。	1.菁礮溪西岸平等里一帶農業發展已久。 2.內雙溪聖人瀑布一帶及附近河谷的緩坡地區，假日遊客多，遊憩壓力漸增。
南磺溪	21.20	5	1.發源於七星山與大屯山之間的竹子湖與小油坑，上游雨量豐沛，河水量季節差異不大。 2.沿岸溫泉泉源豐富，部份河段水質呈酸性。	流經之湖山里及泉源里為大型社區，餐廳及溫泉業林立，民眾自行引水接管情形嚴重，亦被引為灌溉用水，導致下游地區的河谷呈無能河型態，處處可見巨石裸露。
關渡溪		1.52	源至頂青礮一帶，主要支流為貴子坑溪及水磨坑溪。	1.上游土地利用方式為果園 2.貴子坑溪及水磨坑溪曾因土石流造成下游嚴重災害
公田司溪	2.25	6.10	1.兩條主要支流，南支流源於面天山北面，北支流源自烘爐山、百拉卡山及菜公坑山南麓。 2.面天山上游植被豐富，保留極佳的生態相	1.流經楓樹湖一帶坡度緩，為重要農作區，溪水引為灌溉。

二、生物相特徵

結果具有有效的生物資源分布資訊者共有 72 篇（動物 45 篇，植物 27 篇），以研究內容涵蓋對象與年代進行分類，分成動物相特徵、生態系以及植被三大項，結果如表 3.9。陽明山國家公園於成立初期曾廣泛的進行過普查，惟近年來較少針對具有生態指標意義之物種類群進行調查。此外，亦在下一段落對歷年研究涵蓋範圍與陽明山分區圖進行比較，以了解研究調查的空間分布狀態。

表 3.9 陽明山國家公園過去進行的研究統整

監測類別	1983-1990 年	1991-2000 年	2001-2006 年
動物相特徵			
哺乳類	2	6	1
鳥類	2	7	-
兩生爬行類	6	4	1
水生動物	5	2	7
昆蟲	3	11	3
外來動物	-	2	1
生態系			
火口湖生態系	1	-	-
沼澤生態系	1	-	-
湖泊生態系	1	-	-
植被			
稀有植物	3	3	4
火燒	1	1	-
植物群落/族群變化	4	7	4
外來植物	-	-	1
森林昆蟲與疾病	1	1	-
火山植物群落	1	-	-

動物相特徵

陽明山國家公園的動物群聚普遍面臨棲地減少、高遊憩量以及環境惡化的壓力。檢視園區內曾經進行過的四篇動物相研究，除 1983 年曾經進行過全區的調查，其餘研究則特別針對鹿角坑生態保護區、巴拉卡公路以及磺嘴山生態保護

區。且由於最近一次的整體動物相的種類、數量以及全區的調查，距離據今已相隔多年（圖 3.2），且調查範圍並未涵蓋全區，造成現況的評估有所困難。

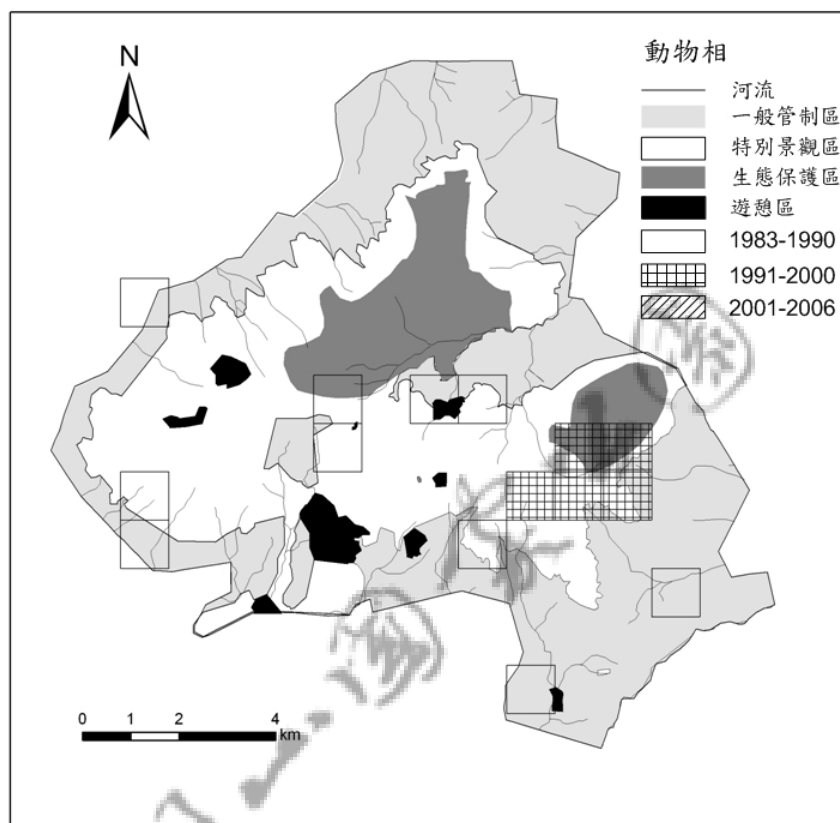


圖 3.2 陽明山國家公園歷年委託進行之動物相生態研究

哺乳類

早期園區內哺乳動物曾記錄 34 種，但除了鹿角坑生態保護區及磺嘴山一帶可能仍有較多的鼬獾、台灣野豬、白鼻心、麝香貓、穿山甲、山羌以及台灣獼猴等中型動物外（林曜松等，1983；周蓮香，1995），其餘地區多為常見的赤腹松鼠等啮齒類。1983-1995 年之間曾經在面天山區、磺嘴山、擎天崗以及翠翠谷等地，進行啮齒類、野兔與牛隻的研究。

目前所有哺乳類中最完整的調查研究，為 2006 年的全區蝙蝠調查（李玲玲、徐昭龍，2006），其中有多種為陽明山之新記錄種。依據調查，陽明山地區由於棲地多樣，森林、草原、溪流皆有發現數量不少的蝙蝠。此外，由於陽明山地區有許多適合蝙蝠的洞穴，調查中也發現不少穴居性蝙蝠的棲所洞穴，顯示陽明山

國家公園內蝙蝠數量豐富。

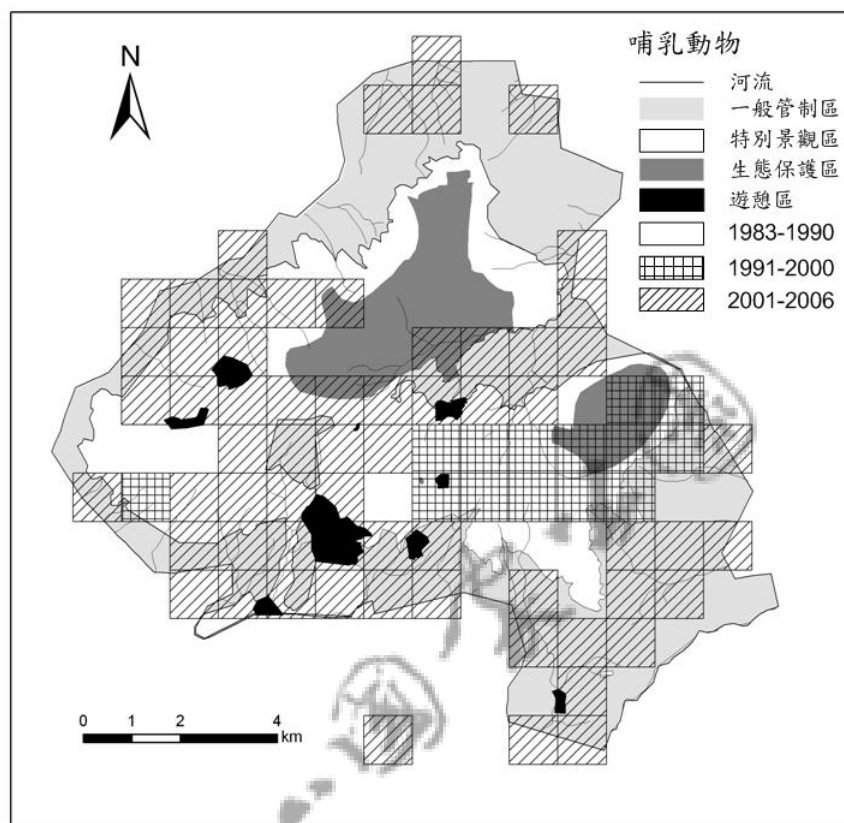


圖 3.3 陽明山國家公園歷年委託進行之哺乳類動物生態研究

鳥類

園區內的鳥類有 122 種，約佔台灣鳥種的五分之一。顯示陽明山國家公園境內，擁有豐富的鳥類資源。而鳥類也經常被當作是監測環境生態變化的重要指標物種。

但自 1983 年進行過的動物生態景觀資源調查（林曜松等，1983）之後至今，未曾進行過全區完整的鳥類相調查。已經完成的八篇鳥類相關的研究調查，僅五色鳥、台灣藍鵲以及留棲性猛禽等單一物種鳥類研究較為完整，但涵蓋範圍多在大屯山區二子坪地區、童軍露營場、冷水坑以及大屯自然公園等地（圖 3.4）。此外，近五年未曾針對鳥類族群現狀進行調查。以現階段掌握的資料，難以反應陽明山國家公園全區的鳥類資源分布現況。

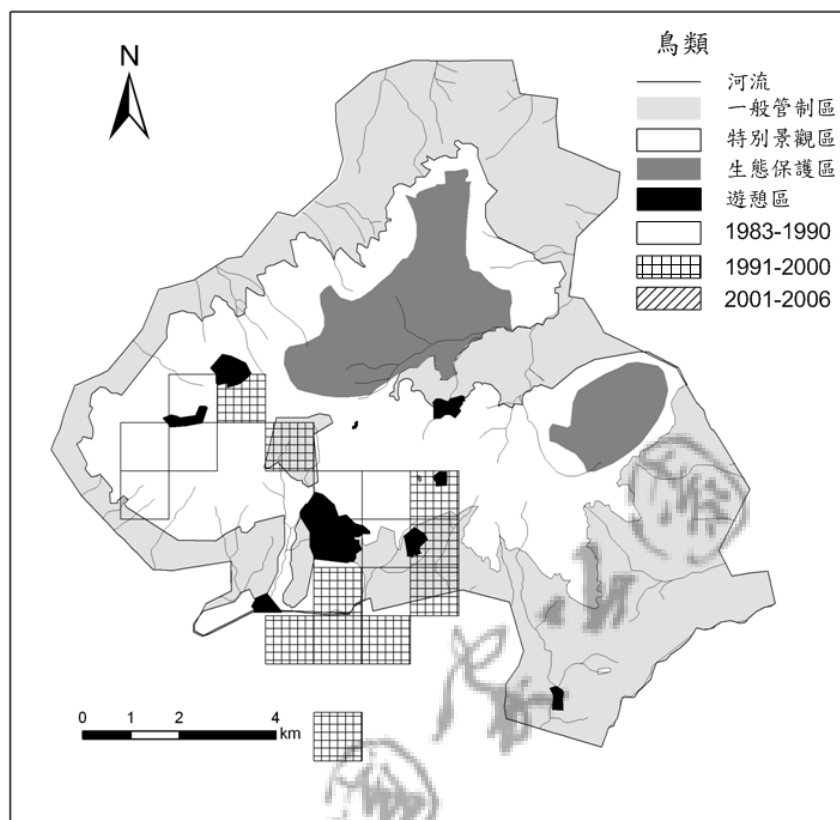


圖 3.4 陽明山國家公園歷年委託進行之鳥類生態研究

兩生爬行類

陽明山山區由於雨量多、溫暖潮濕、水域資源豐富，為兩生類極佳的生存環境。本區兩生類有 22 種，為台灣兩生類分布的熱點。各種兩生類中，以長腳赤蛙、澤蛙等 4 種分布範圍最廣，台北赤蛙最為珍貴，其它包括艾氏樹蛙、拉都希氏蛙等 8 種分布較為侷限。兩生類對於水、土壤、空氣的改變都很敏感，因此環境的污染及惡化可能會是影響其生存的主要原因。

本區爬行類與兩生類一樣種類、數量豐富，曾記錄 53 種，包括 35 種蛇類、14 種蜥蜴類及 4 種龜類。其主要生存於樹林底層潮濕隱蔽的草叢或落葉中，或於溪流附近的草地為多。各種類中，雨傘節、眼鏡蛇、阿里山龜殼花、環紋赤蛇等 4 種毒蛇，可能因面臨人為濫捕及棲地破壞已數量稀少。另外，臺灣蛇蜥為臺灣特有的稀有種，且主要分布於陽明山山區。陽明山爬行類除了因棲地破壞可能影響其生存外，依據黃的調查，於本區道路撿拾遭車撞死的動物遺體，以爬行類

數量最多（黃光瀛，2001）。

園區內曾經在 1987 年進行過全區徹底的兩生爬行類調查（呂光洋等，1987），之後至 2004 年在雙溪及鹿角坑溪進行蛙類群聚結構與生態相關研究（林曜松，2004）。在這期間，亦有虎皮蛙、白領樹蛙、面天樹蛙以及拉都希氏赤蛙等，許多針對單一蛙類進行的生態研究，研究範圍主要為於夢幻湖、冷水坑、竹子湖與面天山區一帶。

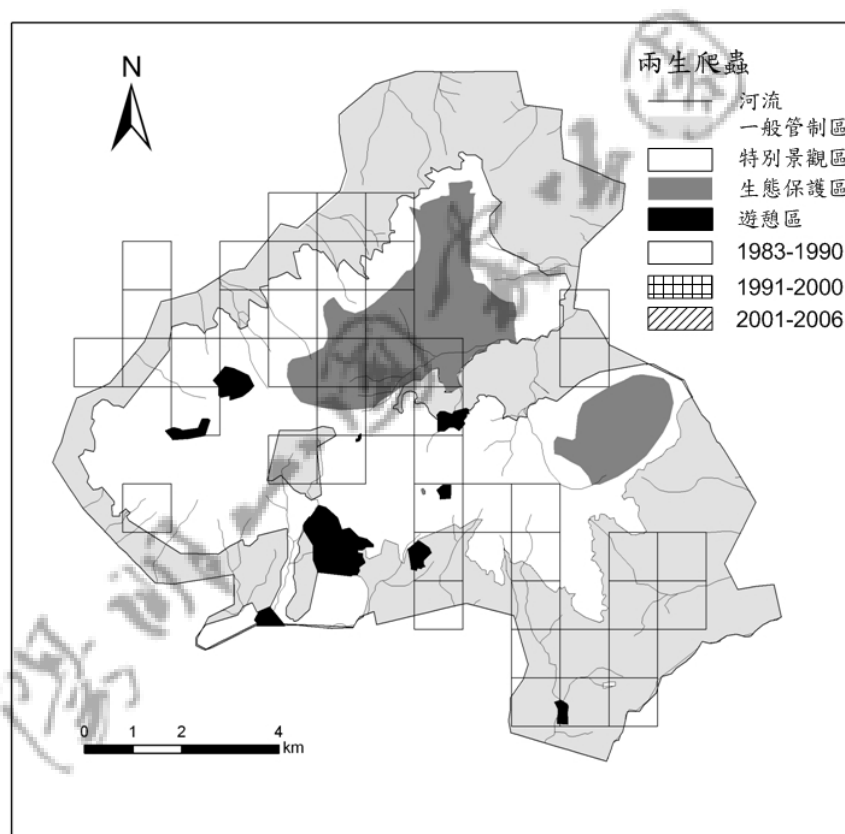


圖 3.5 陽明山國家公園歷年委託進行之兩生爬行類動物生態研究

水生動物

由於陽明山國家公園開發得早，許多水域環境已非原始的生態樣貌。依存於溪流環境的生物包括水生及河岸生物：淡水魚類、蝦、蟹、水棲小型無脊椎以及兩生類等動物，對於環境的敏感度亦高。因此，水生動物極具水生環境上的生態指標意義。

鹿角坑生態保護區保留了陽明山僅存的大片原始闊葉林，可代表陽明山山區溪流生態的原貌。依周（周蓮香，1995）及沈（沈世傑、曾晴賢，1990）的調查，出現於鹿角坑溪的動物包括魚類 4 種、蝦蟹各 2 種、水生昆蟲 85 種、兩生類 12 種等，為多樣性極高的地區。此外，保存良好的湖泊濕地環境也蘊育豐富、特殊的生物資源，其中向天湖具有週期性乾涸的特性，有豐年蝦、蚌蟲等特殊習性的生物生存其中（林曜松、周蓮香，1991；周蓮香，2004）。

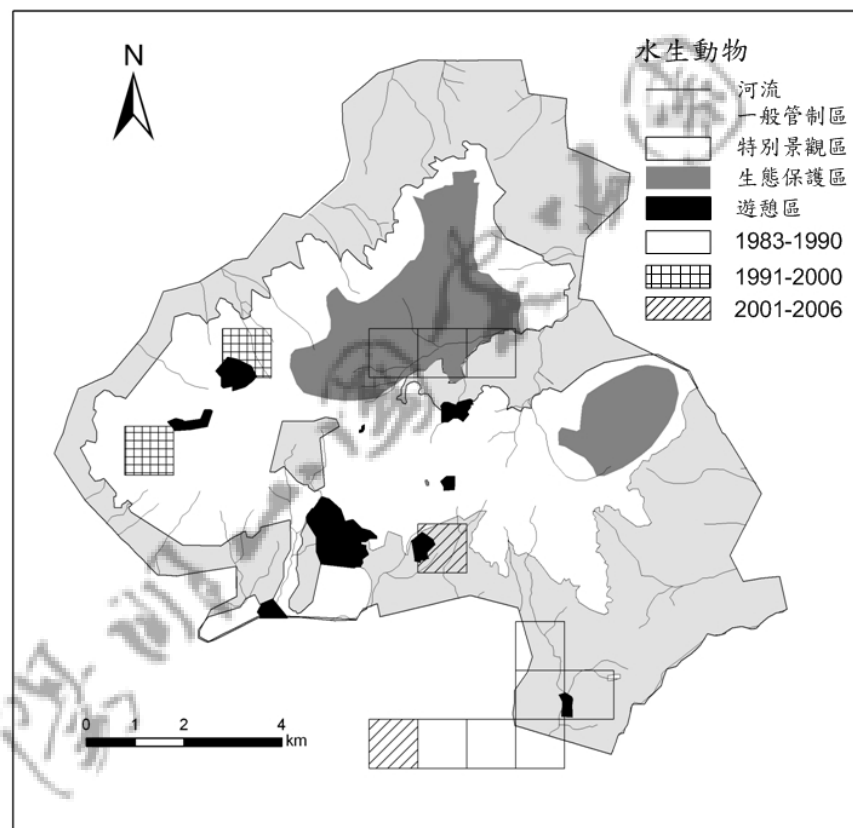


圖 3.6 陽明山國家公園歷年委託進行之水生動物生態研究

彙整過去及現在針對陽明山國家公園水域所進行的相關監測。管理處所委託的研究中，發現其中有關水生動物生態的研究有 12 篇，但研究範圍較為侷限，僅有部分鹿角坑溪、雙溪、夢幻湖、大屯自然公園以及向天池曾有較多研究（圖 3.6）；其中，魚類相的研究，也僅在 1987 與 1990 年在內外雙溪流域與鹿角坑溪有過完整的調查，且經過多年的環境變遷，不易以年代久遠的局部資料來進行整體評估。而全區內的水系範圍廣闊，亦有許多有特色的溫泉、湖泊濕地，尚待後續的研究調查。

昆蟲

無脊椎動物中，蝴蝶為陽明山最重要的動物資源，共約 191 種，約佔臺灣蝶類的八分之三。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都最為豐富。以陽明山國家公園的狀況而言，蝴蝶是一個頗理想的指標物種，適合進行長期的監測。歷年來，有對台灣麝香鳳蝶、枯葉蝶、端紅粉蝶、青斑蝶類、大紅紋鳳蝶以及青斑蝶等許多專門針對蝴蝶的研究。此外，羅（羅淑英，1997）對園區內多處的昆蟲相進行調查研究，奠定不錯的基礎，惟未詳細列出物種分布位置，難以藉此評估昆蟲資源狀態，此為可惜之處。

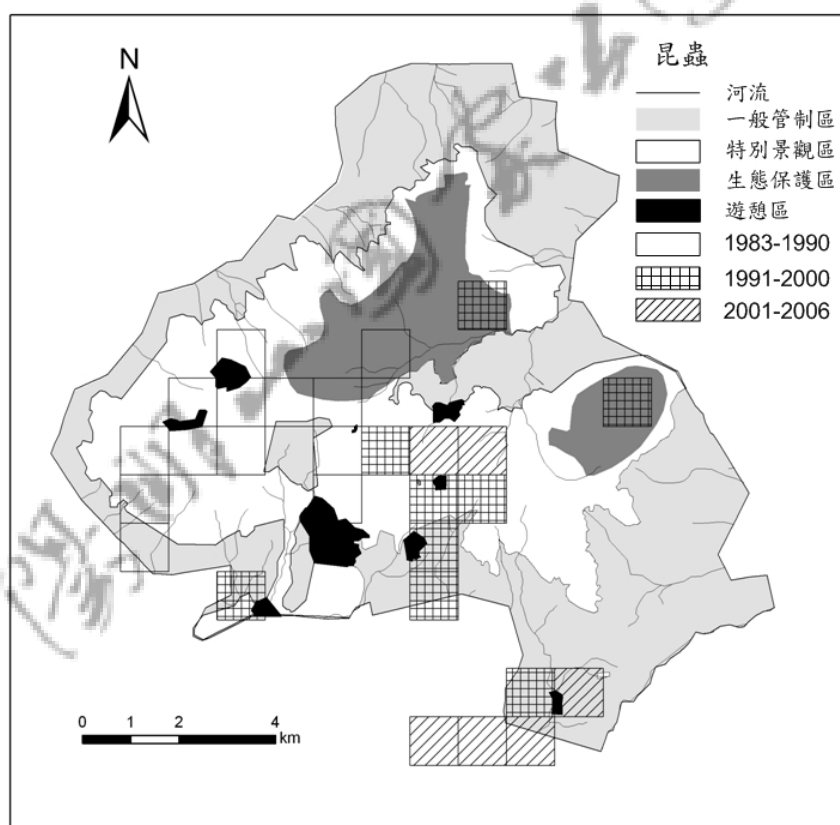


圖 3.7 陽明山國家公園歷年委託進行之昆蟲類動物生態研究

外來動物

許多外來種動物會與當地原生物種競爭環境資源。園區內目前受到關切的外來動物為流浪犬隻的問題，而近年進行的研究計畫也將焦點集中於此。

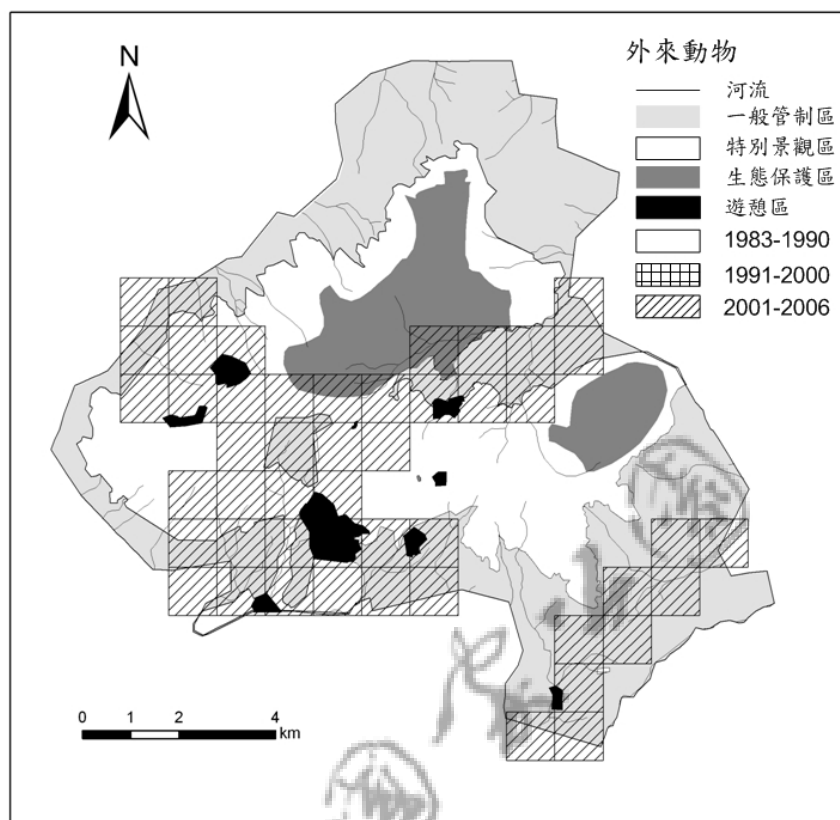


圖 3.8 陽明山國家公園歷年委託進行之外來種動物生態研究

植被

陽明山國家公園植物群落大致可分為水生植物群落、草原植物群落、及森林植物群落（劉崇瑞、陳明哲，1976）。黃（黃增泉，1983）認為本區亦可分為農作區、人工林、草原帶、天然闊葉林等植被類型。陽明山山區由於長久以來歷經清朝時期、荷蘭治台、日本治台、國民政府等不同政權管理與開發，經歷農、林、礦、牧等產業，區內天然林大多已遭受過干擾或破壞，這些無論是過去或現今仍進行的開發活動，至今仍是影響陽明山植群相的重要因素。

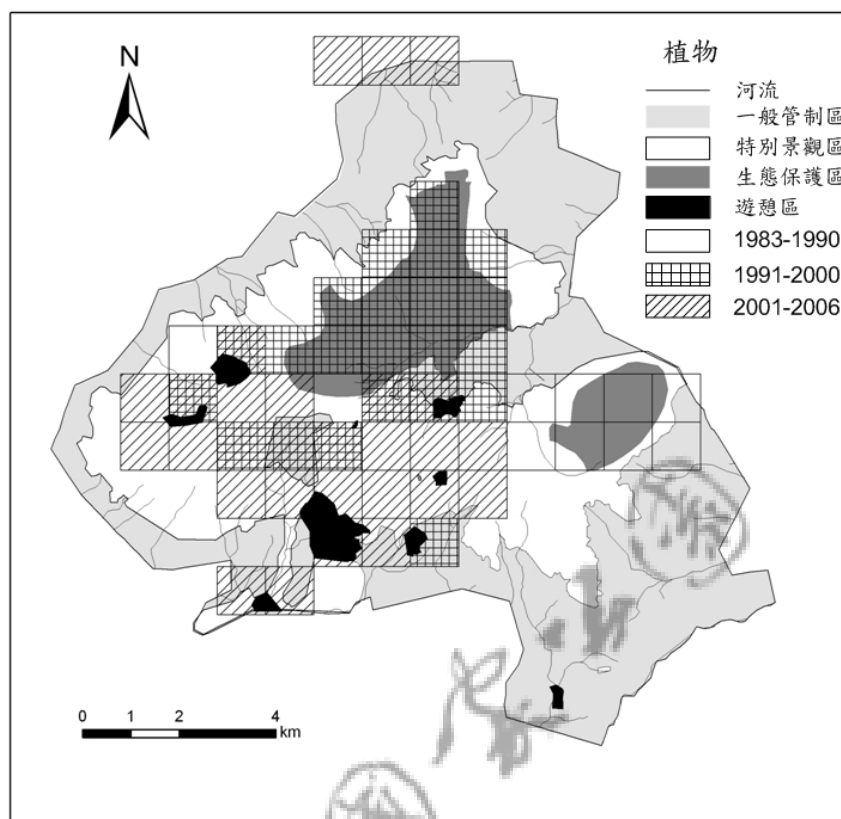


圖 3.9 陽明山國家公園歷年委託進行之植物生態研究分布樣區

植物群落/族群變化

草原植物群落

草原植物群落分布以各山峰海拔 800 m 以上區域為多，依其組成不同可區分為臺灣箭竹、臺灣芒、五節芒及放牧草原植物社會（黃增泉，1983）。台灣矢竹（包籜矢竹）為台灣特有種，分布以竹子山至大屯山、小觀音山至七星山一帶稜線為主，且隨著海拔增加，台灣矢竹林所佔面積亦增加，為本區 1,000 m 以上最適合生長的植物社會。芒草植被則以擎天崗至頂山、七星山至七股山區、大屯山區為主，其次為磺嘴山區、竹子山至小觀音山區（周昌弘、李瑞宗，1991）。

陽明山山區森林與草原界限遠低於台灣其它山區，起因於受東北季風影響，迎風面林木更新緩慢；本區地熱作用旺盛，屬乾燥環境；地形陡峭，土壤不易留存，不利林木生長（王義仲等，2003）。除此之外，七星山東面山坡曾在 1988 年及 2001 年發生森林火災，各延燒面積 11 公頃及 25 公頃。火災後芒草迅速萌

發生長，成為該區優勢物種（周雪美等，2002；韓志武，1992），而火災後地表土易沖刷亦使木本植物難以生長，而使該區得以維持草原型態。

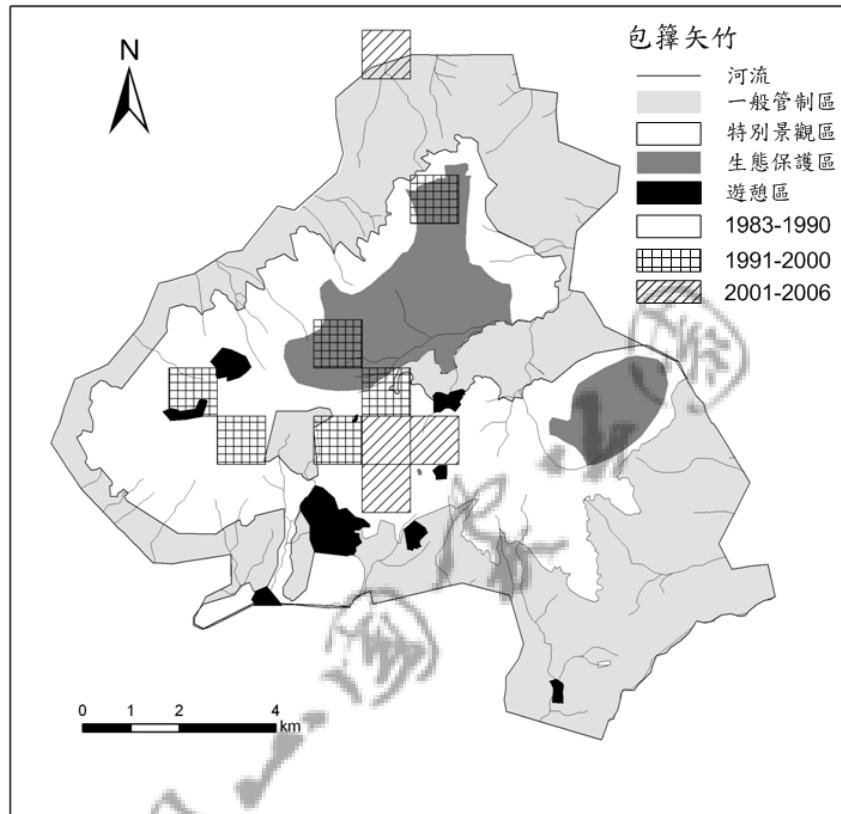


圖 3.10 陽明山國家公園歷年委託進行之包籜矢竹研究分布樣區

放牧草原植物社會位於七星山以東至磺嘴山，即今所稱擎天崗地區，本區原生優勢植物為五節芒，但日治時代時即引入種植類地毯草，長久以來牛隻啃食及踩踏使該區成為此類草原（張新軒，1992）。近十年來，牛隻減少但大量遊客踩踏，亦可能是此類草原型態持續維持的原因（李培芬，1995）。依據陳的研究（陳俊雄，2003），牛隻糞便提供此類型草原穩定的養份來源，可能是造成擎天崗地區某些食糞金龜和食葉金龜數量豐富的因素，另一方面，土壤昆蟲可能增加土壤孔隙，加速養份回歸至土壤。牛隻、遊客、昆蟲等上述因子，使此地區形成一特殊的生態體系。

森林植物群落

森林佔陽明山山區的絕大部份，是本區最重要的植被類型，分布以海拔 500

m 至 900 m 為主，主要之組成份子為樟科植物，其中以紅楠及大葉楠為最優勢種。其主要的森林植被包含尖葉槭、昆欄樹、紅楠、大葉楠、長梗紫芋麻等植物社會（黃增泉，1983）。劉與陳（劉崇瑞、陳哲明 1976）於大屯山至五指山進行植群研究，認為陽明山的森林狀態由水生植物群落及草原植物群落演替而來，各地區受海拔高度及東北季風影響，使演替處於不同階段。如大屯山區海拔 700 m 以上即受東北季風影響，氣候惡劣，加上地形陡峭，土壤不易積留，使草原形成該地形之極盛相（王義仲等，2003）。

稀有植物

依據黃增泉（1986）等對於稀有植物之分級，陽明山國家公園內稀有或受威脅的植物中，台灣水韭屬於第二級瀕臨滅絕種類，七星山穀精草和大屯杜鵑屬於第三級面臨危機物種，園區內其它稀有植物還包括中原氏杜鵑、台灣馬鞍樹、台灣金絲桃、鐘萼木、島槐、細花根節蘭等。現有對於個別種類之相關研究，僅台灣水韭及鐘萼木有較完整的研究，下列歷年研究的分布位置。

1. 台灣水韭

為台灣特有種植物，僅分布於夢幻湖中（圖 3.11）。平時生長於水底，遇乾季時也能露出水面短暫耐旱。為目前水韭分布緯度最南之生育地，對植物學、地理學、生態學等研究均有重有的意義。由於夢幻湖因淤積有逐漸演化為陸地的趨勢，使台灣水韭面臨滅絕危機。

2. 七星山穀精草

台灣水韭伴生植物，亦僅見於夢幻湖，與水韭面臨相似問題，但較耐乾旱。

3. 大屯杜鵑

台灣原生種杜鵑，僅分布於大屯山和七星山海拔 800 至 1,100 m 一帶（圖 3.12）。原二子坪一帶尚有分布，後因開墾而逐漸消失。人為盜採亦造成其生存壓力（謝長富等，1990）。

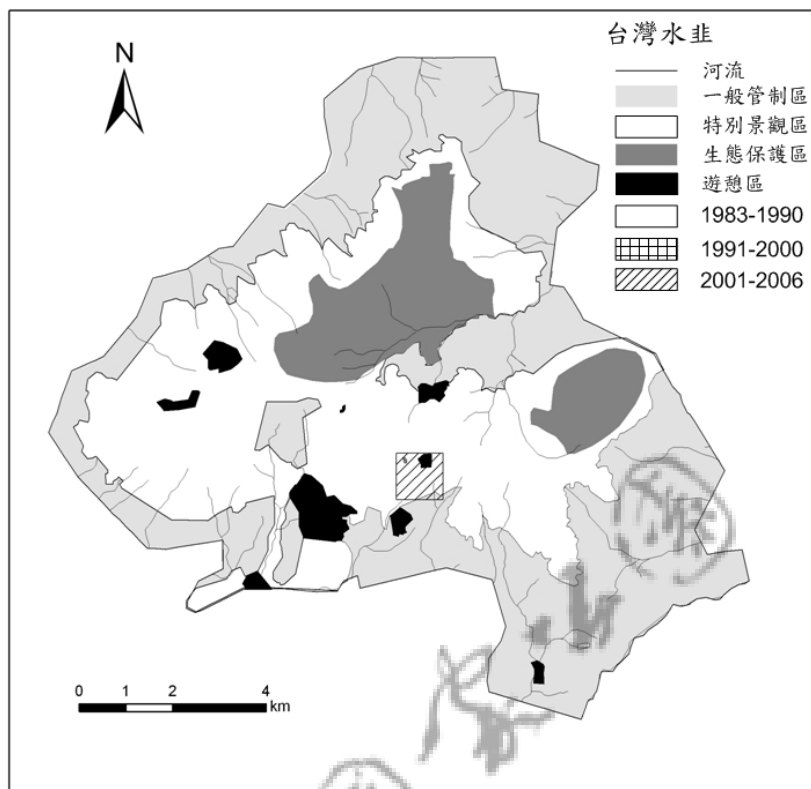


圖 3.11 陽明山國家公園歷年委託進行之台灣水蛙生態研究

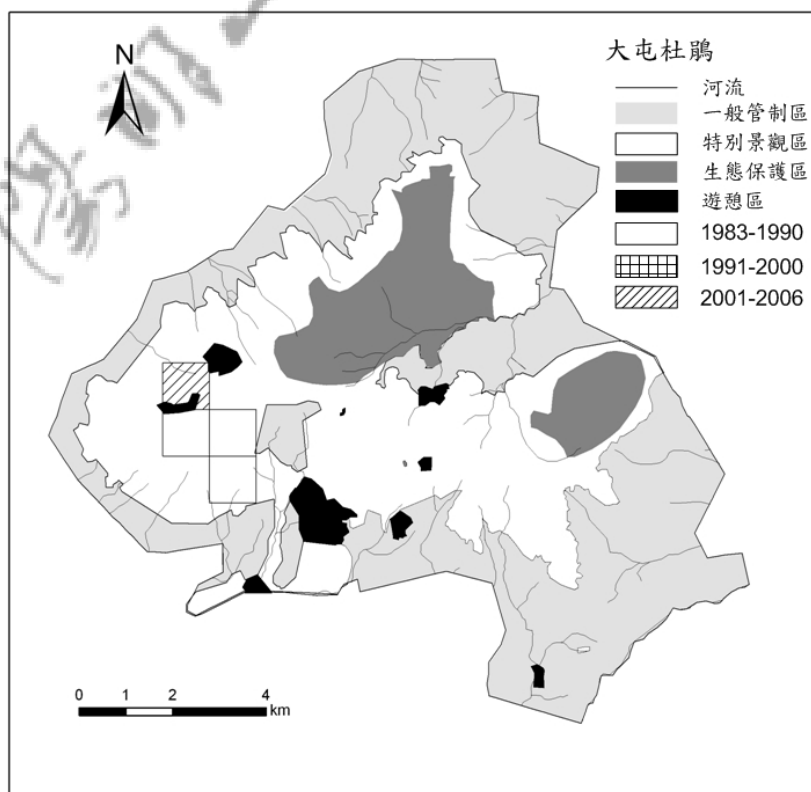


圖 3.12 陽明山國家公園歷年委託進行之大屯杜鵑生態研究

4. 鐘萼木

原產於中國大陸，1981 年才在台灣發現，僅分布於北部金瓜石、侯硐及陽明山大油坑一帶。鐘萼木為喜陰性的先驅物種，分布於山谷地形，由於對於生長條件嚴苛，分布於極少數地區，若此些地區受到人為開發而改變，則生存將受到影響（黃生 1997；黃生、陳進霖 1998）。

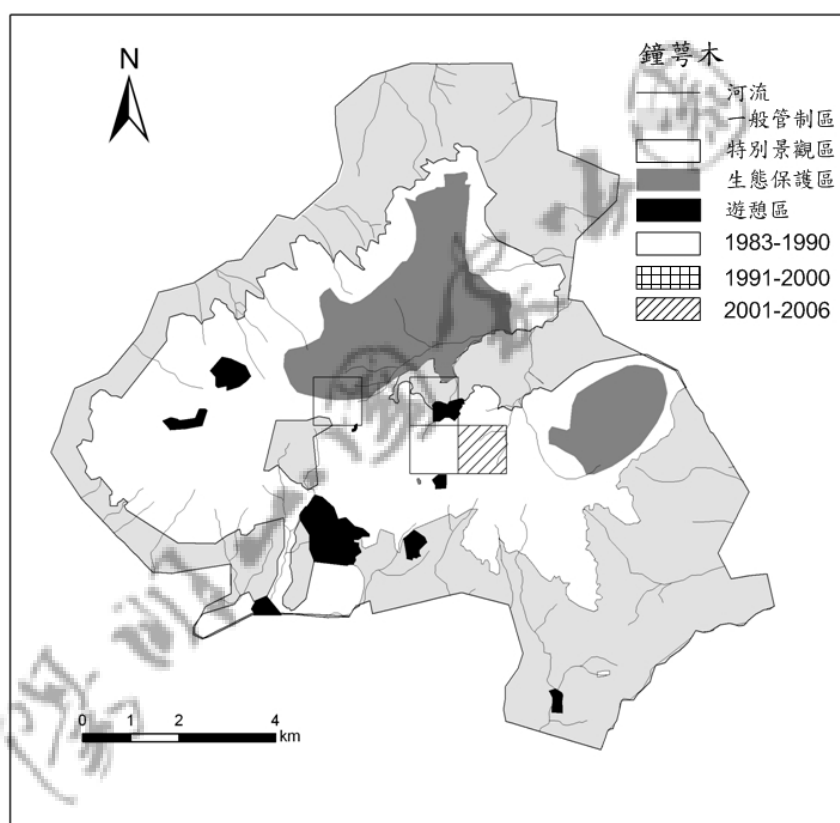


圖 3.13 陽明山國家公園歷年委託進行之鐘萼木生態研究

外來入侵植物

陽明山國家公園的植物群落主要受到人為開發的影響，緊臨人為環境的野外地區，皆有外來種植物分布，非洲鳳仙花、大花鬼針草、四季海棠等常見的外來種植物也皆可見，目前外來種在園區內尚未造成顯著的生態危害，但有必要加以追蹤調查，作為經營管理之參考（花炳榮，2004）。

第六節 問卷調查結果

分別以資源調查、研究範圍、研究項目以及其他建議，幾個方向來徵詢陽明山國家公園研究人員以及生態相關研究者的意見，作為陽明山長期生態監測模式建立之參考。共回收 24 份有效問卷，獲得下述幾項結果與建議。

資源調查

資源調查問卷結果顯示，多數研究人員認為陽明山國家公園的資源以地質地形景觀、植物生態以及動物生態最具價值。近五年保存最為良好的資源為地質地形景觀。而近五年有明顯變化的資源為歷史與人文。每項資源研究的理想頻度為三年或五年（表 3.10）。

表 3.10 資源調查問卷結果

最有價值之資源			
植物生態	動物生態	歷史與人文	地質地形景觀
29%	19%	6%	45%
近五年保存良好之資源			
植物生態	動物生態	歷史與人文	地質地形景觀
30%	15%	4%	52%
近五年內有明顯變化之資源			
植物生態	動物生態	歷史與人文	地質地形景觀
27%	19%	38%	15%
資源通盤研究的理想頻度			
三年	五年	十年	其他：一年
41%	45%	9%	6%

研究範圍

對於研究範圍這個範疇，普遍認為需要加強火山生態系的研究，其次為草原生態系。夢幻湖、向天池等地則是需要進行長期監測的地點。而生態系的監測頻度亦以三至五年為佳（表 3.11）。

表 3.11 研究範圍之問卷調查結果

需要加強研究之生態系									
火山生態系		草原生態系		森林生態系		溪流生態系	溼地生態系		
42%		213%		19%		5%	145%		
哪些區域需要進行監測									
夢幻湖		鹿角坑溪		磺嘴山		翠翠谷	向天山	七星山	冷水坑
32%		13%		3%		11%	26%	8%	8%
生態系監測頻度									
三年		五年		十年		其他：一年			
43%		43%		9%		4%			

研究項目

需要進行研究的項目，分為水域與陸域，水域的水生植物、淡水魚類、兩棲類、蝦、蟹與水棲小型無脊椎生物皆為重要的項目；而陸域植物方面以稀有及特有植物、草原生態系與森林植物群落為重；陸域動物無論是哺乳類、昆蟲、蝴蝶、爬行類、鳥類或兩棲類，皆是眾人關注的焦點。研究的面向則是以物種分部與棲息地保育為著重的重點（表 3.12）。

表 3.12 研究項目之問卷調查結果

需要研究監測的生物資源					
水域					
水生植物	淡水魚類	水岸鳥類	兩棲類	蝦、蟹與水棲小型無脊椎	
23%	17%	14%	23%	23%	
陸域植物					
草原生態系	森林植物群落		稀有及特有植物	真菌、苔蘚與蕨類	
32%	26%		39%	3%	
陸域動物					
哺乳類	鳥類	兩棲類		爬行類	昆蟲、蝴蝶
31%	15%	13%		19%	21%
需著重於哪個面向的研究					
物種及分布	基因庫保育	棲息地保育	復育研究	保護區 經營管理	經濟、社會、文 化影響評估
22%	14%	25%	15%	17%	7%

其他適合補助研究的項目

- 物種普查、資料蒐集建檔
- 生態系變遷分析、影響因子評估
- 危險因子影響衝擊管理

其他重要意見

- 找出指標物種，每隔數年持續監測。
- 建議蒐集國內外監測執行的頻度與方式，擬訂必要與次要監測對象、調查頻度與方式，提供未來保育研究與監測計畫執行之中長程計畫擬定與經費、設備、人力需求編列支應。
- 長期生態研究的團隊成員，應包括專家學者、研究生、管理處人員、保育志工以及在地居民，以能真正落實長期生態監測工作。
- 研究案適合以合作研究或委託專家學者進行。
- 長期生態研究在短期間不易見到成果，需仰賴政府單位長期支持。



第四章 長期生態監測規劃

了解國家公園內的自然資源特色，對於管理人員作為經營管理的依據十分重要，因此必須執行生物多樣性的獲取和持續性長期生態監測工作。回顧國際間相關的長期生態監測研究，發現全世界的發展頗為類似。從經營管理的觀點而言，除了整合目前諸多的監測項目，彙整最新的作法外，亦就現有的工作項目，以國家公園的自然生態資源特色為基礎，設計長期生態監測模式之藍圖。

本研究規劃以五年期為目標，分別就自然資源定期調查、建立生態系永久樣區、發展資源特色型監測計畫、不定期舉行任務型監測計畫，以及推動資源調查標準作業程序，共五個方向來進行長期生態監測的初步自然資源調查工作（圖 4.1）。

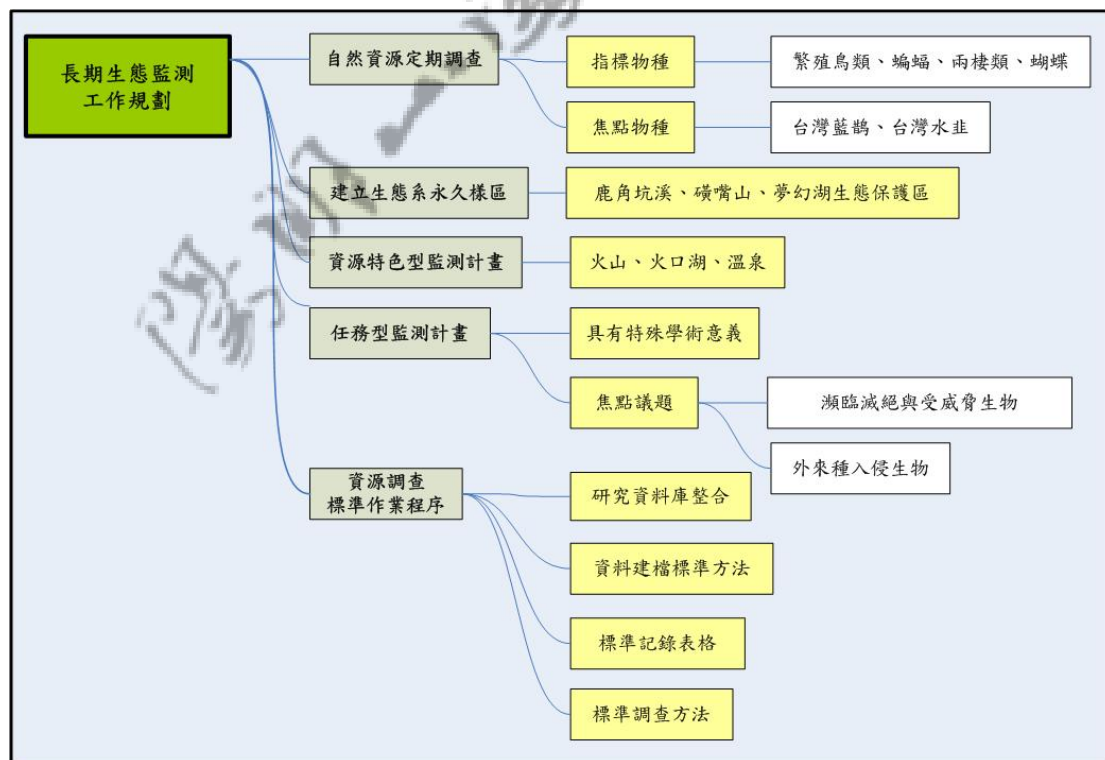


圖 4.1 長期生態監測之工作架構

第一節 長期生態監測計畫之規劃

一、長期目標，定期進行全區資源調查

長期生態監測的目的為評估、管理與保育國家公園內的生態系。執行這項工作的第一步，即為建立完整的「資源調查」，了解過去與現在的自然資源狀態。

回顧研究文獻，可以發現陽明山國家公園在成立之初，針對哺乳類、鳥類、兩生爬行類、水生動物以及植物群落進行過較為完整的調查，但是僅在 1987 年的兩生爬行類調查以及 2006 年的蝙蝠調查為全區普查。而且近年來，尤其是自 2001 年之後較少進行相關生物資源調查的研究，或是研究範圍較為侷限。無法確切掌握全區目前的自然資源狀況。劉小如³教授於 2001 年亦針對陽明山國家公園提出各項基礎資料搜集為第一優先之建議。

就現階段而言，陽明山國家公園迫切需要進行的工作，為進行全區生物相普查，進行全區的背景資料現狀蒐集，掌握園區內的資源狀態；選定具有生態指標性意義之物種，建議以每五年為一個循環，輪流進行指標物種，如植被變遷、鳥類、哺乳類、兩生爬行類、魚類、水生生物以及昆蟲類的蝴蝶、蜻蜓等的全區生物相研究調查。每一季的野外調查結束後，可以進行每季與年度的自然資源調查回顧，每年進行目標修正，使研究趨於完善。此外，像是台灣藍鵲、台灣水韭等焦點物種，也可視需求定期進行族群量的監測，同時陽明山國家公園特有的包籜矢竹與芒草等草原生態系為例，需進行長期的追蹤，監測其植被的消長與地景的變化。

二、建立生態系永久樣區

長期生態監測的第二步為「監測」。選定固定樣區，透過長期的監測可以了解該地的資源變化趨勢。理想的狀態是在進行完初步的資源調查後，選定具有生態指標意義的調查點進行經常性的重複調查，許多監測工作不需要每年進行，如

³劉小如。2001。陽明山國家公園保育研究計劃檢討與展望。內政部營建署陽明山國家公園管理處。

植群、包箨矢竹與草原地景等，僅需要每三至五年重複一次定期調查，掌握長期的變化趨勢即可。

由於現階段於全區資源仍有不清，可暫時以過往研究為基礎，於鹿角坑溪、磺嘴山以及夢幻湖等保護區內建立永久樣區，進行經常性以草原生態系或森林生態系等以生態系為單位的長期生態監測，每三至五年進行一次密集的生態監測。

又由於動物對環境的改變較為敏感，建議動物的監測可以使用較密集的頻度，以兩年或每年執行調查。除了在地面上進行調查，有些監測工作也可以利用衛星影像與航空照片判讀的航測方式執行；如在地景部份，建議使用航遙測資訊，以每年或季為週期進行長期性的追蹤，既有效率也可節省人力。

三、任務型研究計畫

除了基礎例行性的自然資源調查外，具有衰敗風險的自然資源與關鍵性影響的科學管理議題，也是必須關注的焦點；此類議題列為任務型計畫，可由下列各項任務型計畫中擇一，或依實際需求訂定主題，不定期進行研究。

焦點議題

- 水質水量
- 空氣品質
- 瀕臨絕種與受威脅的物種

關鍵之經營管理議題

- 入侵型外來種
- 森林健康監測管理
- 地層地質相關研究
- 地景動態
- 國家公園內及周邊之土地利用
- 園內的遊憩量與遊憩行為監控管理

四、資源特色型計畫

視國家公園的特性不同，也會有不同的關鍵性議題，陽明山國家公園具有特殊的火山溫泉資源，火山生態系資源亦是眾多研究人員所關注的焦點。因此火山生態系資源研究相當的重要，這些研究不僅在台灣是特殊的研究題材，在國際間也是非常具有特色的內容。發展火山生態系資源研究，未來可以讓陽明山國家公園成為國際間火山生態系研究的焦點。

目前在園區內已有許多相關的研究計畫，建議未來也持續進行，並且就過去之研究題材，如豐年蝦、蚌蟲等進行監測性的複查工作。此外，有許多具有特殊學術意義之生物，雖沒有迫切的長期監測需要，但也需要進行進一步的研究，此類研究適合獎勵研究生對此進行專案計畫。

五、推動資源調查的標準作業程序

回顧陽明山國家公園委託研究報告 101 篇中，由於研究報告提供的資訊不足，僅能由 74 篇中獲得資訊。且每位研究人員使用的調查方法不一，進行綜合研究分析不易，亦無法由各個研究間了解區內的自然資源變遷。因此，為利於資源整合，推動資源調查的標準作業程序為長期生態監測重要的工作之一。

資源調查的標準作業程序，可以分為訂定標準調查方法、標準化資料表格、研究資料庫建置（圖 4.2）。

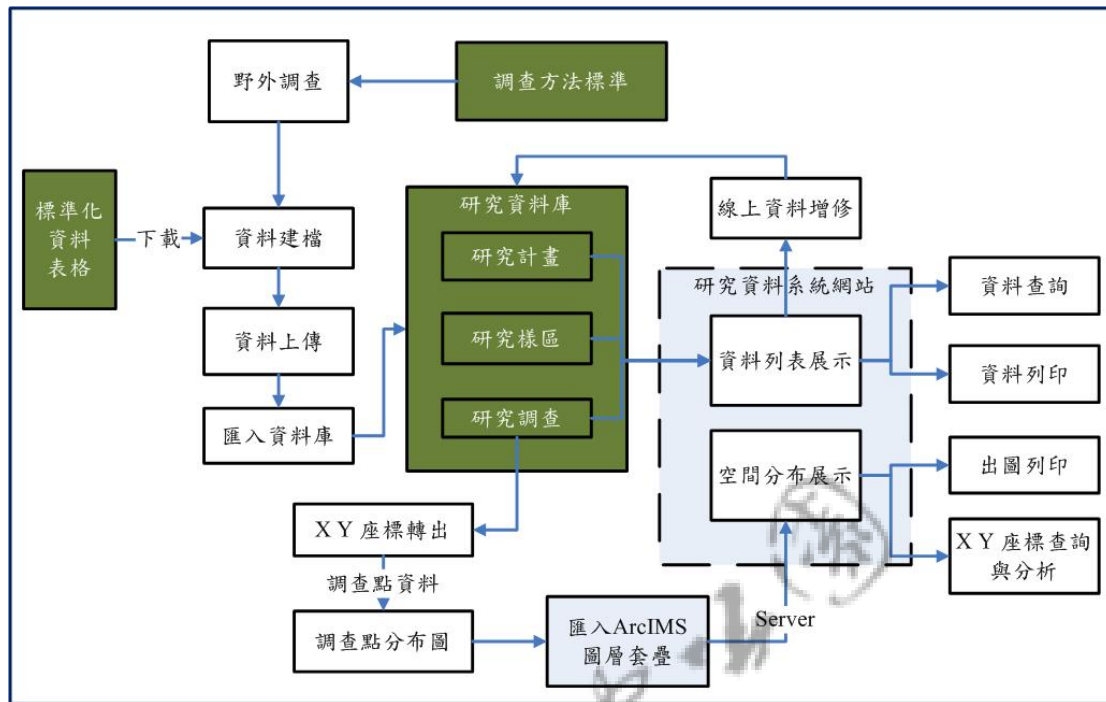


圖 4.2 資源調查標準作業程序流程

標準調查方法

調查方法的統一，將可方便日後的資料與整合分析。附件一列出鳥類、蝴蝶與淡水魚類的調查方法與建議調查時間（附件一）。另可參考行政院農委會推動的國土資訊系統下屬之「自然資源與生態資料庫」，曾針對生物調查方法標準制度，訂定哺乳類、鳥類、爬行類、兩生類、節肢動物、淡水魚類、蝦、蟹類以及植物各項生物的標準調查方法。

標準記錄表格

除了標準調查方法外，調查資料的基本記錄格式標準化也是相當重要的工作。為了各個研究間的整合，需要制訂記錄的標準格式，各項研究報告所需提供的空間分布資料格式，包括研究計畫紀錄表、研究樣區紀錄表與研究調查紀錄表三個表格，可參考標準格式（附件二），將資料匯入資料庫中。研究資料的建置，必須包括下列幾個要件：

- 研究計畫間共用的表格欄位，可以將所有的表單資料整合連結成資料庫。
- 核心資料表單，資料的關鍵數據，應包括經緯度（或以 TWD97 座標為記錄標準）、地點、樣區編號、日期、調查者、調查時間（開始和結束時間）、調查物種的中文名稱、學名以及數量等資料。
- 各研究計畫分別特有的欄位表格。

為使調查所得之資料於日後能夠統整應用，物種名稱之統一甚為重要。行政院國家科學委員會於 2001 年開始推動設立「台灣生物多樣性國家資訊網」計畫⁴，與行政院農委會、中央研究院一同進行台灣物種名錄的資料庫建置，物種分類生態資料庫中之資料由國內分類專家學者提供，至目前已完成了 45,237 個物種資料登錄上網，由中研院生物多樣性研究中心維護與更新。目前已是國內最具權威的標準內容，為了方便資料的處理，建議研究者採納此網站所提供的名錄，作為物種記錄的標準。

研究資料庫建置

完成上述調查方法與資料記錄方法的標準化後，亦需要將資料彙整至中央資料倉儲管理系統。將有助於各個自然資源研究計劃的資料管理與整合。資料庫建置的目標如下：

- 協助發展理想的長期生態監測系統。
- 使用 GIS 或是其他工具，輔助國家公園管理人員發展決策系統。
- 有效的連結國家公園的監測、保育計畫與遊憩行為的經營管理，使之能更加完整的進行國家公園內的自然資源保育。
- 加強與其他機構部門或研究團體的資料共享與技術合作，減少人力與物力不必要的浪費。

⁴ Taiwan Biodiversity National Information Network, TaiBNET, <http://taibnet.sinica.edu.tw/>

這個部份的資料庫系統，可以與陽明山國家公園過去三年所執行的「自然資源資料庫查詢管理系統」結合，由於目前的資料庫查詢系統受限於資料之品質與涵蓋度，而尚未能完整呈現園區內的現況。未來的長期生態監測研究可更新擴充現有的線上資料庫系統，配合陽明山國家公園已建置完成之地理空間資訊，可以由時間與空間兩個面向的尺度，作為國家公園未來針對自然資源之經營管理及對外展示的基礎。

第二節 生命徵象選取方式

上述初步的長期生態監測規劃，是由於目前陽明山國家公園內的自然資源狀況尚未明朗，所進行的第一步長期生態監測工作規劃。

由於每個國家公園資源不同，管理方法也不同，若欲設計一套適用長期生態監測計畫，將是一件長程的目標，必須有邏輯地逐步建構該監測系統。擬定能完整呈現國家公園生態系狀態的生命徵象。待進行完上述五年期的普查計畫後，可參考建議採用的生命徵象篩選流程（表 4.1），召開陽明山國家公園的生命徵象研習會，篩選理想的生命徵象，進行下一步正式且完整的長期生態監測。

建議邀請相關主關機關、專家學者、研究人員、管理處人員以及保育志工，一同針對影響陽明山國家公園自然資源的重要關鍵因子進行討論，篩選適用的生命徵象與排定優先指標，以規劃實施長期生態監測的工作項目。

表 4.1 生命徵象選取工作歷程

	第 1 年	第 2 年	第 3 年	第 4 年	第 5 年	第 6 年	第 7 年	第 8 年
為監測基礎進行資源調查								
研究資料庫的建置								
統整生命徵象項目								
生命徵象研習會								
指標選取與優先順序排列								
監測工作設計與擬定草案								



第五章 建議

建議一

推動資源調查的標準作業程序：立即可行建議

主辦機關：營建署、陽明山國家公園管理處

協辦機關：各國家公園管理處

為利於各項研究報告之間的整合，使用標準方法、記錄格式以及空間資料的提供是必要的工作；需提供的空間分布資料格式，可參考本計畫設計之標準記錄表格，標準記錄表格包括研究計畫記錄表、研究樣區記錄表與研究調查記錄表，規範研究執行者於計畫完成時須交付予管理單位之資料內容，管理單位可據以檢驗研究案之完成度。

建議二

進行全區自然資源普查：立即可行建議

主辦機關：陽明山國家公園管理處

協辦機關：營建署、農委會林務局

就現階段而言，最迫切需要進行的工作為進行全區生物相普查，進行全區的自然資源現狀資訊蒐集，以掌握園區內的資源狀態；選定具有生態指標性意義之物種，建議以每五年為一個循環，輪流進行指標物種，如植被變遷、鳥類、哺乳類（蝙蝠）、兩生爬行類、蜻蜓以及蝴蝶的全區生物相調查。並配合遙測資訊的獲取，得到全面的園區自然資源資訊，最後將這些資訊建成空間性的資料庫。

建議三

建立生態系永久樣區：中長期建議

主辦機關：陽明山國家公園管理處

協辦機關：營建署、農委會林務局

在尚未完成全區普查，全區資源仍有些狀態不明的現階段，可暫以過往研究為基礎，於鹿角坑溪、磺嘴山以及夢幻湖等保護區內建立永久樣區，以草原生態系或森林生態系等為單位，進行經常性的長期生態監測，頻度可以每三至五年進行一次。指標物種仍以植被、鳥類、哺乳類（蝙蝠）、兩生爬行類和蝴蝶為主。

建議四

不定期進行任務型研究計畫：中長期建議

主辦機關：陽明山國家公園管理處

協辦機關：營建署、農委會林務局、國科會

不定期依照需求委託或與專家學者合作進行任務型研究計畫，探討具有衰敗風險的自然資源與關鍵性影響的科學管理議題。

建議五

不定期進行資源特色型計畫：中長期建議

主辦機關：陽明山國家公園管理處

協辦機關：營建署、農委會林務局、國科會

陽明山國家公園具有特殊的火山溫泉資源研究相當的重要，以及許多具有特殊學術意義之生物，雖沒有迫切的長期監測需要，但也需要進行進一步的研究，此類研究適合以獎勵研究生對此進行專案研究計畫。

建議六

持續更新國家公園自然資源資訊資料庫：中長期建議

主辦機關：陽明山國家公園管理處

協辦機關：營建署

可參考「自然資源資料庫查詢管理系統」，以系統架構作為資料庫的建構藍本，將每個年度各區域進行各類型自然資源調查成果匯入資料庫，補充現有資料之不足。作為後續生命徵象選取，進行完整長期生態監測工作項目訂定的基礎。

建議七

召開生命徵象研習會：中長期建議

主辦機關：營建署

協辦機關：各國家公園管理處

建議營建署邀請相關主管機關（如各國家公園管理處）、專家學者、研究人員、管理處人員和保育相關團體，一同討論影響台灣各國家公園自然資源的關鍵因子，篩選適用的生命徵象，以規劃進一步實施長期生態監測的工作項目和內容。

第六章 建議時程表

建議項目	三年內	六年內	九年內	說明
建議一：推動資源調查的標準作業程序	執行	執行	執行	建議每一個研究案均需執行資源調查的標準作業紀錄
建議二：進行全區自然資源普查	執行		執行	建議每 5 年執行一次。由於相關資料的缺乏，需要執行全區性的資源普查工作，以建立全面性生物資源分布資訊
建議三：建立生態系永久樣區		執行		建議依據各項調查成果，選擇適當的區位作為永久樣區，各類型物種可有相同的位置與其特定的位置
建議四：不定期進行任務型研究計畫	執行	執行	執行	依據各種保育與經營管理任務的需求，不定期進行適當的調查研究計畫
建議五：不定期進行資源特色型計畫	執行	執行	執行	依據各種資源之特色，如火山資源相關的生態研究，可以不定期地進行適當的調查研究計畫
建議六：持續更新國家公園自然資源資訊資料庫	執行	執行	執行	目前已有相關資料彙整與資料庫建置，但是因為仍有許多的資料亟待補充，有賴前述各項計畫的執行，建議每 3 年進行資料的更新與分析
建議七：召開生命徵象研習會	執行	執行		建議營建署先辦一次說明會，將相關的觀念讓國家公園人員了解，並由各國家公園自行執行相關的準備工作，5 年後，召開生命徵象研討會，正式執行國家公園的生命徵象監測工作

陽明大學圖書館

附錄一 標準調查方法

鳥類

由於不同調查分區內的鳥類群聚類型差異頗大，本記錄擬針對不同的鳥類群聚設立不同的調查方法，以下逐一列出：

●定點調查法 (point count)

每一樣點相隔 200 m 以上，每一樣點停留 6 分鐘，以 50 m 內、50 至 100 m、100 m 外三個距離段記錄發現的鳥類種類和數量

設計對象：森林性鳥種

適用分區：300 m 以上山區 – 陽明山國家公園

●穿越線調查法 (transect count)

每一條樣線 1 km 或 2 km，以步行速度小於 2 km/hr 的速度前進，記錄沿線所發現的鳥種與數量

設計對象：開闊環境、草原或疏林之陸域鳥種

適用分區：都市綠地、農地、濕地

●群集計數法 (count flock)

於調查樣區的邊緣選定一視野良好的調查點，將所有見到的鳥種與數量確實記錄。

設計對象：大量聚集於開闊水域之水鳥，如鸕鶿科、雁鴨科等等。

適用分區：濕地

調查時間

鳥類指標以繁殖鳥族群與度冬鳥族群為主要對象，此二族群的調查時間不同，分列於下：

繁殖鳥類適用調查時間 – 每年三月至五月

度冬鳥類適用調查時間 – 每年十二月至翌年二月

蝴蝶

由於不同調查分區內的蝴蝶群聚差異頗大，本記錄擬針對不同的蝴蝶群聚設立不同的調查方法，以下逐一列出：

●定點調查法 (point count)

每一樣點相隔 200 m 以上，每一樣點停留 6 分鐘。

設計對象：森林性蝴蝶

適用分區：300m 以上山區 – 陽明山國家公園

●穿越線調查法 (transect count)

每一條樣線 1 km 或 2 km，以步行速度小於 2 km/hr 的速度前進，記錄沿線所發現的蝴蝶種類與數量。

設計對象：開闊環境、草原或疏林之蝴蝶

適用分區：都市綠地、農地、濕地

●群集計數法 (count flock)

誘蝶盤或陷阱吸引大量蝴蝶於單一地點。

適用分區：濕地—關渡及華江橋雁鴨保護區

調查時間

調查將以對台北市生態環境依存性高的物種為主要對象，如寄主植物專一之物種等等。

調查時間則分成兩個時期：

春型蝴蝶適用調查時間 – 每年三月至五月

夏型蝴蝶適用調查時間 – 每年七月十月

淡水魚類

淡水魚類的主要調查法分列如下：

●網捕法：主動網捕法

●船隻拖曳漁網 (適用於河川下游等較廣寬水體)

- 手拋網(cast net) (適用於緩流水域)

- 電魚法：背負式電魚法

適用於溪流中上游之可涉水河段，需一人操作電魚器，後方則另需一至二人協助採集被電昏之魚隻，在河段中，通常由下游往上游以“Z”字型前進。

調查時間

在急瀨之採集時間建議在 20-30 分鐘，魚類物種之資料較具代表性，數量紀錄仍需視監測目的而抉擇。平潭區採集時間應在 20-30 分鐘較為適當，整體而言，在源頭河川溪段長約 20 m 且不用攔截網之條件下，以電魚法(三人)採集時，建議至少須連續採集 20 分鐘以上，方能得到較有代表性之魚種與個體數量之資料(林與莊，1998)。調查頻度建議一年進行四季，一季一次；或一年進行兩季，分乾溼兩季進行。

蝙蝠

蝙蝠為夜行性動物，由於其在空中移動速度快，加上具有許多不易觀察的特徵，使得人們常忽略蝙蝠的存在，也因此提高蝙蝠調查工作的困難。目前，已發展出四種常用的蝙蝠調查方法：

- 直接觀察，可以透過觀察在夜空中飛行的蝙蝠及蝙蝠的棲所兩類：

1、觀察飛行的蝙蝠：主要觀察特徵可以有體型、翼展大小、及翼展型態等。

2、觀察蝙蝠棲所：多於洞穴、樹葉下、或一些人造建築，例如橋墩下、房舍屋簷下、蝙蝠屋等。

- 網具捕捉，這是目前最精確，也是最多研究者使用的調查方法，使用的工具為霧網 (mist net) 或豎琴網 (harp trap)。

- 回聲定位叫聲監測

許多種類的蝙蝠以超音波回聲定位系統在黑暗的情況下偵測環境與獵物。不同種類的蝙蝠會因其生活環境條件的差異而採用不同的回聲定位策略，大致上來說，蝙蝠的回聲定位叫聲具有種類的專一性，因此研究人員也開始著手利用這些具有種別特徵的回聲定位叫聲來辨識種類。

兩棲類

受限於特殊的生活史，兩生類動物多半會出現在特定的微棲地環境中。兩生類的調查方法大致分為：

- 目視遇測法(visual encounter surveys)

在一定時間內有系統走過一特定段落的棲地，記下看到的物種類與數目。適用於動物資源的清查與監測，多用於研究一地區兩生類的種豐度(richness)，及比較同一群聚中不同物種的相對數量，但不能估算族群密度。

- 穿越帶鳴叫計數法(audio strip transects)

由於繁殖時雄蛙會以鳴聲吸引雌蛙，調查人員沿著長度至少 1 公里的穿越帶前進，由聽到的聲音判斷種類與隻數，得到鳴叫雄蛙的相對數量、成蛙的相對數量、種類組成、各種蛙類的繁殖地或偏好的微棲地以及各蛙類物種的繁植物候學。

- 方塊取樣法(quadrat sampling)

較花費時間與人力，不過可同時調查到底棲、樹棲與地表活動的物種，極適合環境狀況不均質的地區。在樣區中以逢機的方式設立取樣方塊並調查方塊中的兩生類動物，而獲得種類、相對豐度(relative richness)、密度等資料。

- 直線圍籬與下凹陷阱法(straight-line drift fences and pitfall traps)

直線圍籬法是以 5~15m 長的圍籬引導或限制兩生類動物的行走方向，讓動物落下預先埋設在圍籬盡頭的凹陷陷阱，是調查兩生爬蟲類資源時，最常被使用的方式。

- 繁殖區調查(surveys at the breeding sites)

兩生類交配前常會大量聚集在水域附近，配合目視遇測法計數，此法亦可用於計數蝌蚪。繁殖區調查法可顯示調查樣區中最適合的繁殖點，污染及水域酸化對成蛙與蝌蚪的影響，所得資料可用於長期的監測比對。

- 兩生類幼蟲取樣(quantitative sampling of amphibian larvae)

利用拖網圍捕、撈網撈取、陷阱捕捉、圍網圍捕等方法移除蝌蚪來計數，可獲得種類組成及族群大小的資料，此法所需時間短、人力最少又以不傷害蝌蚪的方式進行，特別適合監測瀕危及稀有物種。

附錄二 標準紀錄表格欄位

研究計畫-核心欄位

顯示欄位 (英文名稱)	顯示欄位 (中文名稱)	內容定義及填寫說明
prj_id	計畫編號	為政府單位所規定之計畫編號。
prj_name	計畫名稱	為政府單位所規定之計畫名稱。
year	計畫年度	時段資訊-單一日期(如:96 年度請填寫『96』)
org	受託單位	計畫委託之單位名稱。
researcher	研究者	研究者姓名。
abstract_c	中文摘要	以中文描述該計畫之主要研究內容及成果。
abstract_e	英文摘要	以英文描述該計畫之主要研究內容與成果。
keyword	關鍵字	資料描述之主題關鍵字詞,須用小寫『,』分隔。
keyword_e	英文關鍵字	資料描述之英文主題關鍵字詞,須用小寫『,』分隔。
purpose	研究目的	描述研究成果之主要用途。
location	研究範圍	描述研究進行之地理調查範圍,標明該地區之縣市/鄉鎮/村名或地名(如:台北市/士林區/平等里)
method	研究方法	說明研究進行之方法。
conclusion	結論	說明研究所得之成果。
suggestion	建議	提出研究相關之建議。

研究樣區-核心欄位

顯示欄位 (英文名稱)	顯示欄位 (中文名稱)	內容定義及填寫說明
prj_id	計畫編號	為政府單位所規定之計畫編號。
prj_name	計畫名稱	為政府單位所規定之計畫名稱。
site_id	樣區編號	研究進行之樣區編號
Area	樣區大小	研究進行之樣區大小,單位應為『km ² 』。
Method	調查法	描述於該樣區進行研究之調查方法(如與本標準化制度上述之動植物調查方法相同,建議直接引用其調查方法中文名稱;如調查方法與上述建議不同,請詳述所使用之調查方法。
Species	種類	描述樣區種類,如『陸域』、『水域』、『都市』、『山區』等。(如種類為『山區』請依下列方式標示海拔高度,如『海拔 500-1,000 m 山區』)

研究調查-核心欄位

顯示欄位	顯示欄位	內容定義及填寫說明
point_id	調查點編號	進行調查之地點編號。
tX	調查點 X 座標	填寫標準之橫麥卡托 TM 座標與『1980 國際地球原子』系統 (TM2/97) 之 X 座標資料
tY	調查點 Y 座標	填寫標準之橫麥卡托 TM 座標與『1980 國際地球原子』系統 (TM2/97) 之 Y 座標資料
Tdate	調查日期	該物種進行調查的日期，資料格式為西元日期 yyyy/m/d，如『2005/1/12』。
time	調查時間	該物種進行調查的時間，資料格式為 24 小時制 hh:mm，如『02:00 或 23:30』。
species_type	物種類別	該物種之生物分類階層，建議參考 TaiBIF 台灣生物多樣性網站內之物種名錄，如『鳥綱/雁形目/雁鴨科/鴛鴦』。
species_id	物種代號	該物種之代號。
c_name	生物中名	該物種之中文名稱，建議參考 TaiBIF 台灣生物多樣性網站內之物種名錄。
scientific_name	生物學名	該物種之學名，建議參考 TaiBIF 台灣生物多樣性網站內之物種名錄。
amount	數量	單位時間內調查所得之該物種數量，資料格式為阿拉伯數字，如調查到 15 隻麻雀，即『15』。
habitat	棲地	描述該物種棲地之地理環境，如『平原』、『丘陵』、『高山』、『都市』、『鄉村』、『溼地』、『河川』、『溪流』、『海濱』等。（如棲地海拔高於 500 m，請依下列方式標示海拔高度，例如『海拔 500-1,000 m/山區』）
researcher	調查者	調查者姓名全名或身份證字號。
identify	鑑定者	物種鑑定者之姓名全名或身份證字號。
other	其他	調查所得該物種之其他項目或相關記錄事項。

附錄三

陽明山脊椎動物名錄(鳥類 122 種)

代號	中文名	學名
AB0304	黃頭鷺	<i>Bubulcus ibis</i>
AB0309	小白鷺	<i>Egretta garzetta</i>
AB0320	夜鷺	<i>Nycticorax nycticorax</i>
AB0016	小水鴨	<i>Anas crecca</i>
AB0021	綠頭鴨	<i>Anas platyrhynchos</i>
AB0250	松雀鷹	<i>Accipiter virgatus</i>
AB0248	赤腹鷹	<i>Accipiter soloensis</i>
AB0249	鳳頭蒼鷹	<i>Accipiter trivirgatus</i>
AB0252	花雕	<i>Aquila clanga</i>
AB0253	白肩雕	<i>Aquila heliaca</i>
AB0255	灰面鵟	<i>Butastur indicus</i>
AB0256	鵟	<i>Buteo buteo</i>
AB0261	澤鵟	<i>Circus spilonotus</i>
AB0259	灰澤鵟	<i>Circus cyaneus</i>
AB0274	老鷹	<i>Milvus migrans</i>
AB0276	雕頭鷹	<i>Pernis ptilorhynchus</i>
AB0277	大冠鵟	<i>Spilornis cheela</i>
AB0275	魚鷹	<i>Pandion haliaetus</i>
AB0263	獵隼	<i>Falco cherrug</i>
AB0265	隼	<i>Falco peregrinus</i>
AB0281	紅隼	<i>Falco tinnunculus</i>
AB0002	竹雞	<i>Bambusicola thoracica</i>
AB0053	棕三趾鶉	<i>Turnix suscitator</i>
AB0134	白腹秧雞	<i>Amaurornis phoenicurus</i>
AB0138	紅冠水雞	<i>Gallinula chloropus</i>
AB0142	緋秧雞	<i>Porzana fusca</i>
AB0144	灰腳秧雞	<i>Rallina eurizonoides</i>
AB0183	山鵲	<i>Scolopax rusticola</i>
AB0190	磯鵲	<i>Tringa hypoleucos</i>
AB0116	翠翼鳩	<i>Chalcophaps indica</i>
AB0118	家鴿	<i>Columba livia</i>
AB0122	斑頸鳩	<i>Streptopelia chinensis</i>
AB0123	金背鳩	<i>Streptopelia orientalis</i>
AB0124	紅鳩	<i>Streptopelia tranquebarica</i>
AB0127	綠鳩	<i>Treron sieboldii</i>
AB0069	番鵲	<i>Centropus bengalensis</i>
AB0076	筒鳥	<i>Cuculus saturatus</i>
AB0107	領角鴉	<i>Otus bakkamoena</i>
AB0111	黃嘴角鴉	<i>Otus spilocephalus</i>
AB0098	小雨燕	<i>Apus nipalensis</i>
AB0099	白腰雨燕	<i>Apus pacificus</i>
AB0100	針尾雨燕	<i>Hirundapus caudacuta</i>
AB0062	翠鳥	<i>Alcedo atthis</i>
AB0063	赤翡翠	<i>Halcyon coromanda</i>
AB0061	佛法僧	<i>Eurystomus orientalis</i>
AB0055	五色鳥	<i>Megalaima oorti</i>
AB0540	小雲雀	<i>Alauda gulgula</i>
AB0469	毛腳燕	<i>Delichon dasypus</i>
AB0471	家燕	<i>Hirundo rustica</i>

AB0472	赤腰燕	<i>Hirundo striolata</i>
AB0473	洋燕	<i>Hirundo tahitica</i>
AB0381	灰山椒鳥	<i>Pericrocotus divaricatus</i>
AB0374	大卷尾	<i>Dicrurus macrocercus</i>
AB0370	樹鵲	<i>Dendrocitta formosae</i>
AB0386	台灣藍鵲	<i>Urocissa caerulea</i>
AB0526	粉紅鸚嘴	<i>Paradoxornis webbianus</i>
AB0461	煤山雀	<i>Parus ater</i>
AB0462	黃山雀	<i>Parus holsti</i>
AB0466	赤腹山雀	<i>Parus varius</i>
AB0503	頭烏線	<i>Alcippe brunnea</i>
AB0505	繡眼畫眉	<i>Alcippe morrisonia</i>
AB0511	畫眉	<i>Garrulax canorus</i>
AB0517	竹鳥	<i>Garrulax poecilorhynchus</i>
AB0519	白耳畫眉	<i>Heterophasia auricularis</i>
AB0521	藪鳥	<i>Liocichla steerii</i>
AB0534	大彎嘴	<i>Pomatorhinus erythrocnemis</i>
AB0535	小彎嘴	<i>Pomatorhinus ruficollis</i>
AB0536	山紅頭	<i>Stachyris ruficeps</i>
AB0538	冠羽畫眉	<i>Yuhina brunneiceps</i>
AB0539	綠畫眉	<i>Yuhina zantholeuca</i>
AB0481	紅嘴黑鵯	<i>Hypsipetes leucocephalus</i>
AB0485	白頭翁	<i>Pycnonotus sinensis</i>
AB0397	鵲鳥	<i>Erithacus akahige</i>
AB0405	野鵲	<i>Luscinia calliope</i>
AB0409	藍磯鶇	<i>Monticola solitarius</i>
AB0415	台灣紫嘯鶇	<i>Myiophonus insularis</i>
AB0418	黃尾鵲	<i>Phoenicurus aureus</i>
AB0420	鉛色水鶇	<i>Rhyacornis fuliginosus</i>
AB0427	赤腹鶇	<i>Turdus chrysolaus</i>
AB0435	虎鶇	<i>Zoothera dauma</i>
AB0430	斑點鶇	<i>Turdus naumanni</i>
AB0431	白眉鶇	<i>Turdus obscurus</i>
AB0432	白腹鶇	<i>Turdus pallidus</i>
AB0423	藍尾鵲	<i>Tarsiger cyanurus</i>
AB0508	短翅樹鶇	<i>Cettia canturians</i>
AB0509	小鶇	<i>Cettia fortipes</i>
AB0537	短尾鶇	<i>Urosphena squameiceps</i>
AB0490	錦鵲	<i>Cisticola juncidis</i>
AB0527	極北柳鶇	<i>Phylloscopus borealis</i>
AB0530	黃眉柳鶇	<i>Phylloscopus inornatus</i>
AB0493	灰頭鷓鴣	<i>Prinia flaviventris</i>
AB0494	褐頭鷓鴣	<i>Prinia inornata</i>
AB0477	戴菊鳥	<i>Regulus regulus</i>
AB0400	黃胸青鵲	<i>Ficedula hyperythra</i>
AB0401	白眉黃鵲	<i>Ficedula mugimaki</i>
AB0376	黑枕藍鵲	<i>Hypothymis azurea</i>
AB0411	紅尾鵲	<i>Muscicapa ferruginea</i>
AB0412	灰斑鵲	<i>Muscicapa griseisticta</i>
AB0410	寬嘴鵲	<i>Muscicapa dauurica</i>
AB0413	鮮卑鵲	<i>Muscicapa sibirica</i>
AB0384	綬帶鳥	<i>Terpsiphone atrocaudata</i>
AB0547	樹鵲	<i>Anthus hodgsoni</i>

AB0565	白鵲鴿	<i>Motacilla alba</i>
AB0566	灰鵲鴿	<i>Motacilla cinerea</i>
AB0568	黃鵲鴿	<i>Motacilla flava</i>
AB0355	紅頭伯勞	<i>Lanius bucephalus</i>
AB0356	紅尾伯勞	<i>Lanius cristatus</i>
AB0358	棕背伯勞	<i>Lanius sphenocercus</i>
AB0438	八哥	<i>Acridotheres cristatellu</i>
AB0447	九官鳥	<i>Gracula religiosa</i>
AB0496	綠繡眼	<i>Zosterops japonicus</i>
AB0563	斑文鳥	<i>Lonchura punctulata</i>
AB0564	白腰文鳥	<i>Lonchura striata</i>
AB0583	黃雀	<i>Carduelis spinus</i>
AB0586	臘嘴雀	<i>Coccothraustes coccothraustes</i>
AB0603	桑鵲	<i>Eophona personata</i>
AB0604	花雀	<i>Fringilla montifringilla</i>
AB0590	草鵲	<i>Emberiza cioides</i>
AB0591	黃喉鵲	<i>Emberiza elegans</i>
AB0596	鏞鵲	<i>Emberiza rutila</i>
AB0598	黑臉鵲	<i>Emberiza spodocephala</i>
AB0572	麻雀	<i>Passer montanus</i>

陽明山脊椎動物名錄(哺乳類 34 種)

代號	中文名	學名
AM0009	臺灣鼯鼠	<i>Mogera insularis insularis</i>
AM0003	臺灣灰鼯鼠	<i>Crocidura attenuata tanakae</i>
AM0007	小麝鼯	<i>Crocidura suaveolens hosletti</i>
AM0006	家鼯	<i>Suncus murinus</i>
AM0011	臺灣大蹄鼻蝠	<i>Rhinolophus luctus formosan</i>
AM0012	臺灣小蹄鼻蝠	<i>Rhinolophus monoceros</i>
AM0013	臺灣葉鼻蝠	<i>Hipposideros armiger terasensis</i>
AM0015	渡賴氏鼠耳蝠	<i>Myotis formosus watasei</i>
AM0017	臺灣鼠耳蝠	<i>Myotis taiwanensis</i>
AM0019	東亞家蝠	<i>Pipistrellus abramus</i>
AM0020	褶翅蝠	<i>Miniopterus schreibersi</i>
AM0039	皺鼻蝠	<i>Tadarida teniotis insignis</i>
AM0022	臺灣管鼻蝠	<i>Murina puta kishida</i>
AM0026	高山鼠耳蝠	
AM0040	臺灣獼猴	<i>Macaca cyclopis</i>
AM0041	臺灣野兔	<i>Lepus sinensis formosanus</i>
AM0042	赤腹松鼠	<i>Callosciurus erythraeus</i>
AM0050	家鼠	<i>Rattus rattus</i>
AM0051	溝鼠	<i>Rattus norvegicus</i>
AM0053	刺鼠	<i>Rattus coxinga niviventer</i>
AM0054	小黃腹鼠	<i>Rattus losea</i>
AM0059	家鼯鼠	<i>Mus musculus</i>
AM0060	田鼯鼠	<i>Mus formosanus</i>
AM0061	鬼鼠	<i>Bandicota indica</i>
AM0062	巢鼠	<i>Micromys minutus</i>
AM0064	黃鼠狼	<i>Mustela sibirica taivana</i>
AM0066	鼬獾	<i>Melogale moschata subaurantiaca</i>
AM0072	麝香貓	<i>Viverricula indica pallida</i>
AM0073	白鼻心	<i>Paguma larvata taivana</i>

AM0071	食蟹獾	<i>Herpestes urva</i>
AM0074	穿山甲	<i>Manis pentadactyla pentadactyla</i>
AM0079	臺灣野豬	<i>Sus scrofa taivanus</i>
AM0076	山羌	<i>Muntiacus reevesi micrurus</i>
AM0077	梅花鹿	<i>Cervus nippon taiouanus</i>

陽明山脊椎動物名錄(爬行類 53 種)

代號	中文名	學名
AR0009	斑龜	<i>Ocadia sinensis</i>
AR0008	柴棺龜	<i>Mauremys mutica</i>
AR0007	食蛇龜	<i>Cistoclemmys flavomarginata</i>
AR0011	紅耳泥龜	<i>Trachemys scripta elegans</i>
AR0017	守宮	<i>Gekko hokouensis</i>
AR0020	蝎虎	<i>Hemidactylus frenatus</i>
AR0019	無疣蝎虎	<i>Hemidactylus bowringii</i>
AR0015	琉球裂足蝎虎	<i>Gehyra variegata</i>
AR0031	斯文豪氏攀蜥	<i>Japalura swinhon</i>
AR0029	箕作氏攀蜥	<i>Japalura mitsukurii</i>
AR0030	黃口攀蜥	<i>Japalura polygonata xanthostoma</i>
AR0039	蓬萊草蜥	<i>Takydromus stejnegeri</i>
AR0034	臺灣草蜥	<i>Takydromus formosanus</i>
AR0046	麗紋石龍子	<i>Eumeces elegans</i>
AR0043	中國石龍子	<i>Eumeces chinensis</i>
AR0053	印度蜓蜥	<i>Sphenomorphus indicus</i>
AR0056	蛇蜥	<i>Ophisaurus harti</i>
AR0055	臺灣蛇蜥	<i>Ophisaurus formosensis</i>
AR0057	盲蛇	<i>Rhamphotyphlops braminus</i>
AR0081	臺灣鈍頭蛇	<i>Pareas formosensis</i>
AR0066	鐵線蛇	<i>Calamaria pavimentata</i>
AR0097	過山刀	<i>Zaocys dhumnades</i>
AR0088	細紋南蛇	<i>Ptyas korros</i>
AR0080	赤腹松柏根	<i>Oligodon ornatus</i>
AR0079	赤背松柏根	<i>Oligodon formosanus</i>
AR0092	黑頭蛇	<i>Sibynophis chinensis chinensis</i>
AR0078	擬龜殼花	<i>Macropisthodon rudis rudis</i>
AR0069	紅斑蛇	<i>Dinodon rufozonatum</i>
AR0077	白梅花蛇	<i>Lycodon ruhstrati ruhstrati</i>
AR0090	斯文豪氏遊蛇	<i>Rhabdophis swinhonis</i>
AR0063	梭德氏遊蛇	<i>Amphiesma sauteri</i>
AR0096	草花蛇	<i>Xenochrophis piscator</i>
AR0093	赤腹遊蛇	<i>Sinonatrix annularis</i>
AR0094	白腹遊蛇	<i>Sinonatrix percarinata suriki</i>
AR0064	花浪蛇	<i>Amphiesma stolata</i>
AR0062	金絲蛇	<i>Amphiesma miyajimae</i>
AR0068	青蛇	<i>Cyclophiops major</i>
AR0073	紅竹蛇	<i>Elaphe porphyracea nigrofasciata</i>
AR0070	臭青公	<i>Elaphe carinata</i>
AR0075	錦蛇	<i>Elaphe taeniura</i>
AR0076	水蛇	<i>Enhydrys plumbea</i>
AR0059	唐水蛇	
AR0065	大頭蛇	<i>Boiga kraepelini</i>
AR0084	茶斑蛇	<i>Psammodynastes pulverulentus</i>

AR0098	雨傘節	<i>Bungarus multicinctus multicinctus</i>
AR0101	飯匙倩	<i>Naja atra</i>
AR0100	帶紋赤蛇	<i>Hemibungarus sauteri</i>
AR0099	環紋赤蛇	<i>Hemibungarus maccllellandi</i>
AR0122	赤尾青竹絲	<i>Trimeresurus stejnegeri stejnegeri</i>
AR0121	龜殼花	<i>Trimeresurus mucrosquamatus</i>
AR0119	阿里山龜殼花	<i>Ovophis monticola makazayazaya</i>
AR0120	菊池氏龜殼花	<i>Trimeresurus gracilis</i>
AR0083	福建頸斑蛇	<i>Plagiopholis styani</i>

陽明山脊椎動物名錄(兩棲類 22 種)

代號	中文名	學名
AA0006	黑眶蟾蜍	<i>Bufo melanostictus</i>
AA0005	盤古蟾蜍	<i>Bufo bufo</i>
AA0007	中國樹蟾	<i>Hyla chinensis</i>
AA0013	莫氏樹蛙	<i>Rhacophorus moltrechti</i>
AA0014	褐樹蛙	<i>Buergeria robustus</i>
AA0015	臺北樹蛙	<i>Rhacophorus taipeianus</i>
AA0011	日本樹蛙	<i>Buergeria japonicus</i>
AA0008	艾氏樹蛙	<i>Chirixalus eiffingeri</i>
AA0012	面天樹蛙	<i>Chirixalus idiootocus</i>
AA0016	白領樹蛙	<i>Polypedates megacephalus</i>
AA0028	古氏赤蛙	<i>Rana kuhlii</i>
AA0024	虎皮蛙	<i>Rana tigerina rugulosa</i>
AA0032	澤蛙	<i>Rana limnocharis limnocharis</i>
AA0031	腹斑蛙	<i>Rana adenopleura</i>
AA0034	斯文豪氏蛙	<i>Rana narina swinhoana</i>
AA0035	臺北赤蛙	<i>Rana taipehensis</i>
AA0026	貢德氏蛙	<i>Rana guntheri</i>
AA0029	拉都希氏蛙	<i>Rana latouchii</i>
AA0033	梭德氏蛙	<i>Rana sauteri</i>
AA0030	長腳赤蛙	<i>Rana longicrus</i>
AA0021	小雨蛙	<i>Microhyla ornata</i>
AA0023	牛蛙	<i>Rana catesbeiana Shaw</i>

陽明山脊椎動物名錄(淡水魚類 26 種)

代號	中文名	學名
AF0006	白鰻	<i>Anguilla japonica</i>
AF0007	鱸鰻	<i>Anguilla marmorata</i>
AF0013	臺灣纓口鰱	<i>Crossostoma lacustre</i>
AF0018	泥鰱	<i>Misgurnus anguillicaudatus</i>
AF0019	大鱗副泥鰱	<i>Paramisgurnus dabryanus</i>
AF0031	鯉魚	<i>Cyprinus carpio carpio</i>
AF0025	鯽	<i>Carassius auratus auratus</i>
AF0020	臺灣石(魚賓)	<i>Acrossocheilus paradoxus</i>
AF0060	臺灣鐮頰魚	<i>Varicorhinus barbatulus</i>
AF0032	扁圓吻鰻	<i>Distoechodon compressus</i>
AF0029	草魚	<i>Ctenopharyngodon idellus</i>
AF0062	粗首鱻	<i>Zacco pachycephalus</i>
AF0063	平頰鱻	<i>Zacco platypus</i>
AF0061	臺灣馬口魚	<i>Zacco barbatus</i>

AF0069	虹鱒	<i>Oncorhynchus mykiss</i>
AF0071	大肚魚	<i>Gambusia affinis</i>
AF0073	帆鰭胎鰕魚	<i>Poecilia velifera</i>
AF0076	黃鰭	<i>Monopterus albus</i>
AF0081	莫三鼻口鰕魚	<i>Oreochromis mossambicus</i>
AF0083	吉利慈鯛	<i>Tilapia zillii</i>
AF0082	尼羅口鰕魚	<i>Oreochromis niloticus</i>
AF0126	日本禿頭鯊	<i>Sicyopterus japonicus</i>
AF0116	極樂吻鰕虎	<i>Rhinogobius giurinus</i>
AF0112	褐吻鰕虎	<i>Rhinogobius brunneus</i>
AF0144	七星鱧	<i>Channa asiatica</i>
AF0113	明潭吻鰕虎	<i>Rhinogobius candidianus</i>

附錄四、陽明山生物空間分布數化文獻

動物類				
編號	文獻名稱	作者	民國	數化
A0071	陽明山國家公園蟬科鳴聲之研究	陳振祥	95 年	
A0070	陽明山國家公園向天池蚌蟲之分類學鑑定及溫度對其生長速率的影響	周蓮香	95 年	V
A0069	陽明山國家公園蝙蝠多樣性之研究	李玲玲	95 年	V
A0067	陽明山國家公園溫泉昆蟲相分布與動態調查	陳俊雄	95 年	V
A0066	陽明山國家公園湖沼枝額蟲族群生態研究	黃祥麟、周蓮香	94 年	V
A0065	陽明山國家公園之捲葉象鼻蟲普查，築巢行為與生活史之研究	楊曼妙	94 年	V
A0064	雙溪流域水生昆蟲群聚分析與水質評估	陳俊雄	94 年	V
A0001	陽明山國家公園動物生態景觀資源	林曜松、顏瓊芬、 關永才	72 年	V
A0057	磺嘴山區草原生態系之研究與經營管理 1. 擎天崗地區草原土壤昆蟲相調查	陳俊雄	92 年	V
A0062	外雙溪流域水生微生物的調查與監測	李重義	93 年	V
A0061	陽明山國家公園湖沼枝額蟲之生活史研究	周蓮香	93 年	V
A0060	雙溪流域底棲水生昆蟲調查與監測	陳俊雄	93 年	V
A0043	陽明山國家公園水棲肉食甲蟲相及其分類學研究	汪良仲、楊平世	86 年	V
A0044	陽明山國家公園昆蟲資源調查 -- 解說篇	羅淑英	87 年	V
A0045	陽明山國家公園菁山遊憩區蝶相及其蜜源植物之研究	魏映雪	87 年	V
A0046	陽明山國家公園動物資料庫與自然保育監測系統之建立 (三)	陳育賢	87 年	
A0047	陽明山國家公園內臺灣藍鵲合作生殖研究	劉小如、徐景彥	87 年	V
A0048	陽明山國家公園螢火蟲復育展示計劃	陳建志、楊平世	87 年	V

A0049	陽明山國家公園猛禽生活史及生態研究	黃光瀛	87 年	V
A0050	陽明山國家公園棄養動物與外來種生物對環境影響之研究	林曜松	88 年	
A0051	陽明山國家公園螢火蟲復育及展示計劃~生態與監測研究	楊平世	88 年	V
A0052	陽明山國家公園磺嘴山生態保護區動物相調查研究	林曜松	89 年	V
A0053	陽明山國家公園龍鳳谷遊憩區流浪犬之社會結構與行為互動	林曜松、周蓮香	89 年	V
A0054	陽明山國家公園猛禽生活史及生態研究	黃光瀛	89 年	
A0056	陽明山國家公園園區內棄野犬族群調查研究	周蓮香	91 年	V
A0040	陽明山國家公園菜公坑山區齧齒類動物與植物社會關係之研究	劉炯錫	79 年	V
A0042	陽明山國家公園動物資料庫與自然保育監測系統之建立（二）	陳育賢	86 年	
A0041	陽明山國家公園台灣梅花鹿野放研究（三）- 台灣地區梅花鹿野放評估	劉小如	85 年	
A0039	陽明山國家公園大屯自然公園水生動物生態調查	楊平世	81 年	V
A0038	陽明山國家公園蝴蝶花廊、賞鳥步道動物相之調查研究	羅淑英	81 年	V
A0037	帝雉復育計畫之檢討	李純人	79 年	
A0036	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	黃光瀛	88 年	
A0035	陽明山國家公園動物資料庫與自然保育監測系統之建立（一）	陳育賢	85 年	
A0034	陽明山國家公園昆蟲資源調查--大型昆蟲篇	羅淑英	85 年	V
A0032	陽明山地區牛奶榕與牛奶榕小蜂的共生生態	巫紅靡、周蓮香	85 年	
A0033	酸性對陽明山拉都希氏赤蛙蝌蚪的影響	楊育昌、陳俊宏	85 年	
A0031	陽明山國家公園動物資料庫之初步建立	陳育賢	84 年	
A0030	牛隻活動對磺嘴山生態之影響	李培芬	84 年	V
A0029	陽明山國家公園鹿角坑生態保護區動物相調查	周蓮香	84 年	V
A0027	陽明山國家公園台灣梅花鹿野放研究（一）	王穎	83 年	
A0026	陽明山國家公園帝雉人工繁殖之初步研究	吳祥堅	76 年	

A0025	陽明山國家公園夢幻湖生態保護區生態系之研究	鄭先祐	76 年	V
A0024	陽明山國家公園大屯山區蝴蝶食草蜜源植物先期植栽試驗及野鳥棲地改善試驗計劃	楊平世	77 年	V
A0022	陽明山國家公園翠翠谷沼澤生態系之研究調查	呂光洋、王震哲、 曹潔如、呂玉娟、 張巍薩、陳宜隆、 花炳榮、馬協群	79 年	V
A0021	陽明山國家公園動物文獻之搜集整理研究	林曜松	80 年	
A0020	陽明山國家公園面天山區刺鼠之族群生態研究	何玉蟬	80 年	
A0019	陽明山國家公園青斑蝶類之生態研究	魏映雪	80 年	V
A0018	陽明山翠翠谷台灣野兔 (<i>Lepus sinensis formosanus</i>) 生態調查	陳宜隆	80 年	V
A0017	磺嘴山 (含擎天崗) 地區動物 (牧牛) 對環境影響之研究與管理	張新軒、陳茂牆、 卜瑞雄	80 年	V
A0016	陽明山國家公園鹿角坑溪取水堰魚道設置研究	沈世傑等	80 年	
A0015	陽明山國家公園負子蟲之生物學研究	蘇新基	80 年	
A0014	陽明山國家公園向天池豐年蝦生態之調查研究	林曜松、周蓮香	80 年	V
A0013	帝雉飼養管理之研究	李純人	80 年	
A0012	陽明山國家公園大紅紋鳳蝶之生物學研究	郭雅晴、楊平世	79 年	V
A0011	陽明山國家公園五色鳥之生物學研究—棲息行為及生殖生物學探討	何玉蟬	79 年	V
A0010	陽明山國家公園鹿角坑溪魚類放流及生態研究	沈世傑、曾晴賢	79 年	V
A0009	陽明山國家公園雙溪河域魚類復育暨設置溪釣場規劃經營管理之研究 (二)	林曜松、楊平世、 曾晴賢等	76 年	V
A0007	陽明山國家公園主要蝶種飼養及青斑蝶類行為之研究	楊平世	78 年	V
A0006	陽明山國家公園面天樹蛙生殖生物學之研究	張耀文	78 年	V

A0005	陽明山國家公園白領樹蛙生殖生物學之研究	張淑美	78 年	V
A0004	陽明山國家公園面天山區嚙齒動物之生態研究	張簡琳玟	78 年	V
A0003	陽明山國家公園兩棲和爬蟲之生態調查	呂光洋、葉冠群、 陳世煌、林政彥	76 年	V
A0002	虎皮蛙幼生期之呼吸生理生態學研究	吳祥堅	75 年	V
植物				
B0043	陽明山國家公園夢幻湖陸生植物對台灣水韭生長的影響	張永達	95 年	V
B0044	陽明山國家公園依附植物之研究	傅國銘	95 年	V
B0042	陽明山國家公園稀有原生種植物保育生物學之研究	張育森	95 年	V
B0040	陽明山國家公園包箬矢竹天然更新監測及生育地生態研究	黃生	93 年	V
B0039	夢幻湖生態系保護區台灣水韭保育與植群演替監測	張永達、陳俊雄	92 年	V
B0038	陽明山國家公園之長期生態研究—植被變遷與演替調查	王義仲、許立達、 林敏宜、林志欽	92 年	V
B0019	陽明山國家公園園區施工區植生復舊方法之試驗研究	花柄榮	85 年	V
B0038	陽明山國家公園之長期生態研究—植被變遷與演替調查	王義仲、許立達、 林敏宜、林志欽	92 年	V
B0037	陽明山區包箬矢竹更新監測及繁殖生態研究	黃生、韓中梅、廖 培鈞	91 年	
B0007	陽明山國家公園稀有植物族群生態調查	謝長富、黃增泉、 楊國楨、謝宗欣	79 年	V
B0026	菁山自然中心國蘭館暨蘭園溫室委託經營管理及研究	張組亮	86 年	
B0034	陽明山國家公園台灣水韭棲地及其族群遺傳之研究	張永達	90 年	V

B0036	冷擎步道及七星山北坡步道生態資源調查	陳俊雄	91 年	V
B0033	陽明山國家公園長期生態研究規劃	張永達、黃生	90 年	
B0030	陽明山國家公園冷水坑濕地台灣水韭移植與調查 暨 水質水文與湖泊變遷調查計畫	張永達、邱文彥	89 年	V
B0029	陽明山地區矢竹族群生態及遺傳研究	韓中梅、黃生	89 年	V
B0027	鐘萼木族群擴張之棲地選澤策略	黃生、陳進霖	87 年	
B0025	陽明山國家公園大屯山區蜜源植物調查	魏映雪	86 年	V
B0024	陽明山國家公園遊客對原生植物的視覺偏好研究	劉庭芬	86 年	V
B0023	鐘萼木的家族遺傳研究及解說規劃	黃生	86 年	
B0020	陽明山國家公園原生植物種子發芽型態及小苗生育條件試驗研究	花炳榮	85 年	
B0017	菁山自然中心國蘭館暨蘭園溫室委託經營管理及研究計畫	黃秀球	84 年	
B0016	陽明山國家公園菁山自然中心（遊憩區）原生植物培育規劃研究計畫	張清標	82 年	V
B0015	陽明山國家公園原生植物種源保存及培育方法之研究	花炳榮	82 年	
B0014	陽明山國家公園永久樣區生態調查研究	韓志武	81 年	V
B0013	陽明山國家公園鹿角坑溪生態保護區植物生態系之調查	賴明洲、李瑞宗	80 年	V
B0012	陽明山國家公園芒草生態之研究	周昌弘、李瑞宗	80 年	V
B0011	陽明山國家公園稀有及特殊植物繁殖之研究	楊錫昌	81 年	
B0010	陽明山國家公園區內農業地區農業使用調查	李國欽、李貽華、 胡淑萍	78 年	
B0009	陽明山國家公園植物及人文文獻之蒐集整理—植物篇	李瑞宗	80 年	
B0008	陽明山國家公園森林火災對生態之影響調查	黃增泉	79 年	V
B0006	陽明山國家公園苔蘚地衣類植物之資源調查	賴明洲	79 年	V
B0005	陽明山國家公園原生杜鵑復育計畫研究	馬溯軒、許圳塗、 許洞慶、張雅君	78 年	V

B0004	陽明山國家公園區內火山植物生態之研究	陳益明、郭城孟	78 年	V
B0002	陽明山國家公園台灣矢竹生態之調查研究	徐國士	75 年	V
B0001	陽明山國家公園植物生態景觀資源	黃增泉	72 年	V
研究報告類				
R0007	陽明山國家公園外來種植物調查研究	花炳榮	93 年	
R0005	陽明山國家公園鹿角坑溪與雙溪蛙類群聚結構與生態之研究	林曜松	93 年	V
R0002	陽明山國家公園園區生態工法之研究	汪靜明	93 年	

參考書目

Emmott, Robert G., Nora Murdock, Jack Ranney and Patrick Flaherty. 2005. National Park Service, Appalachian Highlands Inventory and Monitoring Network Vital Signs Monitoring Plan. Asheville, North Carolina. 207 pp. plus Appendices.

US EPA 的 EMAP <http://www.epa.gov/emap/>

US NPS 的 Vital Sign Monitoring <http://science.nature.nps.gov/im/monitor/>

US BBS <http://www.pwrc.usgs.gov/BBS/>

UK 永續發展指標 http://www.bto.org/research/indicators/uk_indicators.htm

內政部。2005。陽明山國家公園計畫（第二次通盤檢討）。內政部營建署陽明山國家公園管理處。

王義仲、許立達、林敏宜、林志欽。2003。陽明山國家公園之長期生態研究—植被變遷與演替調查。內政部營建署陽明山國家公園管理處。

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。陽明山國家公園翠翠谷沼澤生態系之研究調查。內政部營建署陽明山國家公園管理處。

呂光洋、葉冠群、陳世煌、林政彥。1987。陽明山國家公園兩生和爬行之生態調查。內政部營建署陽明山國家公園管理處。

李重義。2004。外雙溪流域水生微生物的調查與監測。內政部營建署陽明山國家公園管理處。

李玲玲、高雋、黃靖倫。2003。國家公園保育成效監測系統之建立。內政部營建署。

李玲玲、高雋。2005。生物多樣性指標之建構。行政院農業委員會林務局。

李玲玲、徐昭龍。2006。陽明山國家公園蝙蝠多樣性之研究。內政部營建署陽明山國家公園管理處。

李培芬。1995。牛隻活動對磺嘴山生態之影響。內政部營建署陽明山國家公園管

理處。

李培芬、梁世雄、陳韻如，2003，動物生態評估技術規範，行政院環境保護署，台北。

李培芬等，2004，台灣的自然資源與生態資料庫-生物多樣性，行政院農業委員會林務局，台北市。

李培芬等，2005，台灣的自然資源與生態資料庫-綠色大地，行政院農業委員會林務局，台北市。

李培芬，2005，環評報告書中的動、植物生態調查與評估技術，環境影響評估實務研習會，台北。

李培芬，2005，鳥類監測模式之建立，國家公園生物多樣性與環境監測研習班，台北。

李培芬等，2006，台灣的自然資源與生態資料庫-農林漁牧，行政院農業委員會林務局，台北市。

沈世傑、曾晴賢。1990。陽明山國家公園鹿角坑溪魚類放流及生態研究。內政部營建署陽明山國家公園管理處。

沈世傑等。1991。陽明山國家公園鹿角坑溪取水堰魚道設置研究。內政部營建署陽明山國家公園管理處。

周昌弘、李瑞宗。1991。陽明山國家公園芒草生態之研究。內政部營建署陽明山國家公園管理處。

周雪美、黃生、張琪如。2002。七星山麓火災跡地環境監測計畫。內政部營建署陽明山國家公園管理處。

周蓮香。2004。陽明山國家公園湖沼枝額蟲之生活史研究。內政部營建署陽明山國家公園管理處。

周蓮香。1995。陽明山國家公園鹿角坑生態保護區動物相調查。內政部營建署陽明山國家公園管理處。

林曜松、顏瓊芬、關永才。1983。陽明山國家公園動物生態景觀資源。內政部營建署陽明山國家公園管理處。

- 林曜松、楊平世、曾晴賢。1987。陽明山國家公園雙溪流域魚類復育暨設置溪釣場規劃經營管理之研究（二）。內政部營建署陽明山國家公園管理處。
- 林曜松。1999。陽明山國家公園棄養動物與外來種生物對環境影響之研究。內政部營建署陽明山國家公園管理處。
- 林曜松。2000。陽明山國家公園磺嘴山生態保護區動物相調查研究。內政部營建署陽明山國家公園管理處。
- 林曜松、周蓮香。1991。陽明山國家公園向天池豐年蝦生態之調查研究。內政部營建署陽明山國家公園管理處。
- 林曜松。2004。陽明山國家公園鹿角坑溪與雙溪蛙類群聚結構與生態之研究。內政部營建署陽明山國家公園管理處。
- 花炳榮。2004。陽明山國家公園外來種植物調查研究。內政部營建署陽明山國家公園管理處。
- 張永達。2004。夢幻湖水生生態系及水韭棲地復育監測計畫。內政部營建署陽明山國家公園管理處。
- 張永達。2001。陽明山國家公園台灣水韭棲地及其族群遺傳之研究。內政部營建署陽明山國家公園管理處。
- 張永達、邱文彥。2000。陽明山國家公園冷水坑濕地台灣水韭移植與調查暨水質水文與湖泊變遷調查計畫。內政部營建署陽明山國家公園管理處。
- 張永達、陳俊雄。2003。夢幻湖生態系保護區台灣水韭保育與植群演替監測。內政部營建署陽明山國家公園管理處。
- 張新軒。1992。磺嘴山（含擎天崗）地區動物（牧牛）對環境影響之研究與管理。內政部營建署陽明山國家公園管理處。
- 陳信雄。1992。陽明山國家公園區內水資源之調查與利用規劃。內政部營建署陽明山國家公園管理處。
- 陳俊雄。2005。雙溪流域水生昆蟲群聚分析與水質評估。內政部營建署陽明山國

家公園管理處。

陳俊雄。2003。磺嘴山區草原生態系之研究與經營管理 1.擎天崗地區草原土壤昆蟲相調查。內政部營建署陽明山國家公園管理處。

陳俊雄。2004。雙溪流域底棲水生昆蟲調查與監測。內政部營建署陽明山國家公園管理處。

黃生。1997。鐘萼木的家族遺傳研究及解說規劃。內政部營建署陽明山國家公園管理處。

黃光瀛。2001。公路對陽明山國家公園野生動物的影響及改進規劃。內政部營建署陽明山國家公園管理處。

黃祥麟、周蓮香。2005。陽明山國家公園湖沼枝額蟲族群生態研究。內政部營建署陽明山國家公園管理處。

黃增泉。1983。陽明山國家公園植物生態景觀資源。內政部營建署陽明山國家公園管理處。

楊平世。1992。陽明山國家公園大屯自然公園水生動物生態調查。內政部營建署陽明山國家公園管理處。

楊育昌、陳俊宏。1996。酸性對陽明山拉都希氏赤蛙蝌蚪的影響。內政部營建署陽明山國家公園管理處。

劉小如。2001。陽明山國家公園保育研究計劃檢討與展望。內政部營建署陽明山國家公園管理處。

鄭先祐。1987。陽明山國家公園夢幻湖生態保護區生態系之研究。內政部營建署陽明山國家公園管理處。

謝長富、黃增泉、楊國楨、謝宗欣。1990。陽明山國家公園稀有植物族群生態調查。內政部營建署陽明山國家公園管理處。

韓志武。1992。陽明山國家公園永久樣區生態調查研究。內政部營建署陽明山國家公園管理處。

羅淑英。1997。陽明山國家公園昆蟲資源調查 -- 解說篇。內政部營建署陽明山國家公園管理處。

台灣生物多樣性國家資訊網 Taiwan Biodiversity National Information Network, TaiBNET <http://taibnet.sinica.edu.tw/>

全國環境水質監測網 <http://wqshow.epa.gov.tw/>

臺北縣環保局 [http://www.epb.tpc.gov.tw/ file/1150/SG/23090/37808.html](http://www.epb.tpc.gov.tw/file/1150/SG/23090/37808.html)

臺北自來水處水質中心 http://www.twd.gov.tw/water kn/quality/quality_1.html

陽明山國家公園

