

國家公園自然環境地理資訊系統發展之研究

賴進貴^(1,3)、蔡慧敏⁽²⁾

(收稿日期：89年5月2日；接受日期：89年5月31日)

摘 要

國家公園具有保育自然與文化資產，並讓世人類得以欣賞並怡情啟智之功能，因此國家公園經營管理涉及複雜的自然與社會經濟環境之整合分析。本研究研析如何藉由地理資訊系統(GIS)之功能來整合與分析國家公園內之環境資訊，並提供管理者便利的登錄、查詢、決策分析、與環境監測之功能，以提昇國家公園的管理效能。本研究根據國家公園管理業務之需求，建議國家公園管理單位應發展之GIS系統與應用模組及其功能，並進行自然環境資料庫的規劃與建議。規劃建議中亦針對自然環境資料庫所應該包含的圖層類別、應用系統及模組、優先發展項目等，提出具體的說明和規範，以作為國家公園管理單位建立資料庫或檢討現有系統之依據。

關鍵詞：地理資訊系統、自然環境資料庫、資源管理。

一、前 言

地理資訊系統(geographic information system, 簡稱GIS), 是近年來快速發展的一個跨學門新科技, 涵蓋的理論和技術來自於數個傳統的學科, 包括: 地理學、地圖學、測量學、數學、資訊科學等。就應用層面而言, 它所涉及的領域更為廣泛, 如: 環境影響評估、資源管理、國土規劃、都市和區域計畫、交通管理、森林經營、運輸規劃、生態保育、考古調查等等, 舉凡需要涉及地理因子或空間資料的問題, 都可以利用此種技術來輔助作業。

國家公園設立的基本理念, 在於保護具有國家代表性、特殊的自然與文化資產, 經由永續經營管理, 讓世代國民均可享用美質景觀、提供教育研究、及休閒遊憩的功能。近十餘年來台灣地區陸續設立墾丁、玉山、陽明山、太魯閣、雪霸、金門等六處國家公園, 對於特殊地景、重要生態系、及特殊文化環境的維護, 以及資源解說及遊憩品質之提昇方面, 皆有顯著成果。然而, 由於國家公園內景觀資源豐富, 且國

(1)國立台灣大學地理環境資源學系, 台北市106羅斯福路四段1號。

(2)國立台灣師範大學環境教育研究所, 台北市116汀州路四段88號。

(3)通信聯絡員。

民因週休二日休閒時間加長，各個國家公園皆面臨遊憩壓力日增、公共服務設施需求加大、資源保育面臨更大衝擊之狀況。因此，如何在面臨遊客壓力下，仍能有效保育園區資源，同時兼顧遊客在知性、美質與休閒的需求，是國家公園經營管理面臨的一大考驗。而國家公園內複雜的自然環境因子與社會經濟資料，如能藉由地理資訊系統之功能來整合與分析，並提供管理者便利的登錄、查詢、決策分析、與環境監測之功能，必能有效提昇國家公園的管理效能。近十年來各國家公園管理處雖皆已發展地理資訊系統，並應用在地籍資料、資源登錄與查詢等工作（陳朝任等，1992；朱子豪，1993、1994；李培芬等，1994；群璇，1994；周天穎等，1995；林俐玲等，1998）。然而，在應用層面上仍有許多應用面向，值得進行研發與推廣。

本研究的主要目的即在根據國家公園管理業務之需求，以國外實例為借鏡，建議 GIS 對國家公園經營管理應發展之功能，並進行自然環境資料庫的規劃與建議，規劃建議中亦針對自然環境資料庫所應該包含的圖層類別、圖層內容和格式，提出具體的說明和相關規範及標準，以作為建立資料庫或檢討現有系統之依據。

二、文獻回顧

(一) 地理資訊系統應有之基本功能

一般自然資源之經營管理工作，包括：量度 (measurement)、繪圖 (mapping)、模擬 (modeling)、監測 (monitoring) 等四個部份 (Aronoff, 1989)，國家公園的資源管理工作亦然，這些工作通常可以整合到地理資訊系統內執行。茲將這四個 M's 的具體工作，以及地理資訊系統所能提供的功能介紹說明如下：

1. 量度 (measurement)：空間資料的管理與分析工作，往往需要進行距離、面積等幾何因子的量度，甚至由基本的量度來推導更多的數值，如地形高度可以推算出坡度、坡向，進一步分析地質穩定性。地理資訊系統的分析計算功能全形，可以由基本資料推算出許多決策分析所需的數值。
2. 繪圖 (mapping)：地圖是地表現象的一種模型，具有傳播 (communication)、儲存和分析的功能。現有的地理資訊系統，大都具備繪製地圖、輸出地圖的功能。當決策分析者需要以圖形來展現空間資料時，地理資訊系統可以提供繪圖功能。
3. 模擬 (modeling)：空間和環境的決策分析中，常需利用模型來預測大尺度或長時間的地理現象之演變，例如：在特定的地形、植被、風向之下，一個森林火災的蔓延預測。地理資訊系統本身是一套電腦系統，具備高速的計算能力，又可以分析模型所需的參數，可以方便空間模型的建立和測試。
4. 監測 (monitoring)：地理資訊系統提供彈性的資料收集與更新功能，可以整合遙測影像、自動記錄資料、全球衛星定位系統，以進行監測與管理，如：空氣和水質指標的即時偵測全形，就可以和 GIS 結合，提供適時的管理策略。

(二) 國家公園中地理資訊系統之需求與應用

他山之石，可以攻錯。以美國國家公園體系為例，地理資訊系統 (GIS) 在公園系統中的使用已經非常普遍。從美國國家公園的網站報告資料顯示 (NPS, 1998)，國家

公園署所管轄的各種類型公園數量、面積及遊客均快速增加，但是人員及經費卻未增加，以至於國家公園管理服務設施無法擴建，相關設備也未能妥善維護。面對這些行政運作上的困難，公園管理單位的因應對策之一就是採取「業務自動化」。設在丹佛的服務中心 (Denver Service Center)，為了統籌全美國家公園的規劃、設計、營建管理等繁重業務，積極推動 GIS 的研究發展及應用，透過效率的提昇彌補人力不足，並提昇經營管理服務的品質。

1980-1994 年間，美國國家公園署之 GIS 部門仍只是一個提供技術協助的分立部門 (與我國目前各國家公園資訊部門之處境類似)，而自 1994 年起，個人電腦及 GIS 資訊已普及各部門，在國家公園內資源的研究、監測、管理，及遊客之教育、安全、資訊等方面皆提供了更有效能的服務工具；自 1995 年來，GIS 部門則特別著重於製圖資料的添加、GIS 的訓練、技術與行政方面的支援等工作；新的 GIS 應用範圍除了自然資源分析與監測外，更包括公園的推廣服務，以至於輔助歷史地景重建等動態模擬解說等功能。

為因應國家公園經營管理之需求，目前美國國家公園署要求各公園應建立之數值化基本圖層及應用包括如下 (美國國家公園首頁，1998)：

1. 基本地理資訊圖層：

- (1) 基本地圖—包括公園邊界圖、山岳分佈圖、河流水系分佈圖、道路及步道分佈圖、地質結構圖等。
- (2) 生物資源圖—包括野生動物敏感棲地、植被圖、溼地分佈圖、野生動物分佈圖、河川流域管理區圖等。
- (3) 文化資源圖—文化地景分佈圖、歷史區域或史蹟位址圖、考古遺址圖、人類文化或民俗資源圖等。
- (4) 景觀圖—特別景觀區或景點分佈圖、重要視域圖、景觀河流或景觀廊道分佈等。
- (5) 自然環境圖—地質災害區、洪氾區域圖、土壤圖、落石或易崩塌區等。

2. 資源空間分析：

對於新設立的國家公園或園內特定景觀的環境規劃，GIS 提供規劃設計者有效的空間分析以及地圖資料管理工具。分析需求包括：土地適宜性分析 (suitability analysis)、棲地評估 (habitat evaluation)、視域分析 (viewshed analysis)、坡度水文與流域分析、土地利用分類分析與規劃、交通動線規劃、基本資料建立及圖層管理等。

3. 經營管理：

(1) 設施管理

以美國 Santa Monica Mountains 國家遊憩區為例，該公園管理處訓練自願者、工作人員與公園員工共同使用全球定位系統 (GPS)，再以 GIS 特性繪製各項設施及使用狀況追蹤圖，用來產生高品質的公園設施及路徑分佈圖，以檢測園區內各種服務設施品質，並規劃未來的檢查路線。

(2) 棲地品質評估／生態分析

就生態保育工作而言，棲地調查與分析對於基本資料的需求甚殷，也常需要進行模擬和預測工作。應用實例如下：

- ① 棲地評估：以夏威夷的國家公園為例，公園管理處利用 GIS 繪製公園內稀少且瀕臨絕種植物與無脊椎動物的分佈圖，然後將此分佈圖與植物、熔岩流和氣象圖重疊，以找出棲息地所需具備的條件；在所有區域內搜尋已符合棲地條件者，便形成特定種類生物的可能分佈圖。而由於每一種資源都受到許多環境變數的影響，例如巨角山羊喜好棲息於距離水源 3.2 公里、坡度 27 至 85 度的開放式植生區，使用 GIS 便能考量所有的變數，以決定是否有適合的棲息地可供不同族群的巨角山羊生存，以利管理其族群及自然環境。
- ② 生態分析：美國 Santa Monica 山區國家遊憩區公園為例，管理處利用 GIS 作為生態分析工具，將北美山貓棲息條件與 GIS 中土地利用資料結合，進而找出其可能的棲息地，用以評估 Santa Monica 山區北美山貓群落的存活性。他們也評估侵害性發展與分割棲息地對大型肉食性動物的衝擊，幫助公園管理者確立需保護或恢復之臨界棲息區域及通道。另外，這項分析工作也評估人類分佈型態及對小型哺乳類與鳥類的影響。透過生態預測模式，確立敏感性植物與野生種類的可能分佈。
- ③ 野生生物管理：以 Yellowstone 湖為例，該湖為美國最大的高海拔 (2359m) 淡水湖，於 1994 年，在湖中發現一條外來的魚種 (湖鱒 *Salvelinus namaycush*)，值得擔心的是那個湖鱒可能將取代當地土產的黃石殺手鱒 (Yellowstone cutthroat trout)；而這衝擊也將影響其他生物種類之生存，諸如：灰熊以黃石殺手鱒在這季節產的卵為一個重要的食物來源，湖鱒之侵入將連帶影響灰熊之生存。自從湖鱒被發現，在管理上需要移走全部湖鱒，於是湖底輪廓地圖就成為一個很重要的參考資訊。管理處所使用的湖底輪廓地圖，即是使用已有的向量資料，並用 Arc/Info 的內插功能產生網格資料，製作三度空間立體圖供管理者使用參考。
- ④ 生物棲地管理：以美國黃石國家公園最遠端、一般遊客不易到達的區域為例，此區域之三度空間圖，可計算並顯示從此區域任何點到一條道路的最遠距離；而這些點所受到的人類活動衝擊最少，因此此分析圖可顯示哪些據點或棲地將是野生動物的最佳避難所。
- ⑤ 生物傳播途徑監測：再以美國黃石國家公園為例，一些外來的植物或野草已經形成固定傳播途徑，得以進入該國家公園。為了更深入瞭解這些野草對這個公園造成的衝擊，公園管理處利用一個 GIS 資料庫登錄它們的範圍；這張地圖可顯示外來種於 1995 年夏季被發現的位置，進而追蹤及處理這些外來種之傳播。
- ⑥ 園區空間分析：美國黃石國家公園近年設一空間分析中心 (Spatial Analysis Center)，在 WWW 網站上提供 GIS 資料，包括土壤、地形、地質、母岩、30 公尺解析度之數值地形模型 (DTM)、棲息地型態、植被覆蓋型態、主要道路、1988 年火災影響程度、以及影響範圍等資訊，為公園管理者提供極佳之管理決策分析資訊。

(3) 資源調查/環境監測

基於保育工作和科學研究的需要，國家公園必須有效地進行資源調查、登錄、長期監測等，以提供管理上的需求。舉國外應用實例如下：

- ① 長期生態監測：在同一樣區系統及圖層處理下，可提供各不同植物或動物資

源普查登錄及研究記錄基準，其長期資料除具學術研究價值外，更可對棲地品質或生態演替過程狀況做有效監測與維護。

- ② 森林火災控制：可由火苗地點預測分佈路徑，做有效控制或管理。以夏威夷國家公園的應用為例，該管理處將歷來火災地區彙集成「野火資料庫」，這資料記錄 1920 至 1996 年間曾經發生過的火災，其中有火災的名稱、日期與發生原因，並將這些資訊連接至數位化地圖。
- ③ 文化資源管理：對於歷史或文化遺址之地址及其私有土地權屬分佈狀況加以登錄，有助於運用當地資源，共同維護文化資源。
- ④ 野生動物管理：對於園區內野生動物族群分佈及遷移情形，可經由 GIS 動態登錄，有效了解生物族群之動態，並視需要提出不同之管理對策。
- ⑤ 植物地理分佈：將所收集的標本分類與記錄，產生公園中所有外來與稀有植物的圖。
- ⑥ 植物與燃料分析：數位化的植物地圖用來製作更詳盡的燃料地圖，而燃料地圖將會是防火策略規劃的有效輔助工具。
- ⑦ 運用直昇機上 GPS 定位來繪製火災圖，將此資訊載入 ArcView，再與燃料、稀有植物、考古學地址及構造等地圖重疊，即可研擬防火策略。
- ⑧ 在自然資源調查方面，以有蹄類調查為例，公園處在直昇機內運用 GPS 單元收集綿羊、山羊、與野生羊 (mouflon) 群落位置資訊，然後使用這些資訊繪製地圖，就可以顯示出有蹄類群落相對於植物群落、以及區域內稀有植物間的關係。

(4) 遊客服務

在遊憩服務方面，公園管理者可因 GIS 之應用，提供更快捷之遊憩資訊服務、安全警示、安全服務系統、資源解說服務等，更可經由巡邏員及遊客協助，對園區資源損害或設施損壞情形提供立即回報管道，以快速修復。舉例如下：

- ① 遊憩資訊服務：經由 GIS 對園區資源系統之建立，遊客可從網頁上或遊客服務站上取得園區地圖、遊憩賞景路線、景觀特色及分佈圖、園區內外住宿餐飲服務設施分佈等資訊。遊客並可於具觸動式螢幕使用 GIS 資訊，以了解所在位置之景觀資源或尋找可用的露營場。
- ② 安全資訊：對於潛在性危險地區 (如落石、陡坡、大型野生動物出沒區等)、季節性天然災害警告、求救設施位置、安全服務系統、救難系統等資訊，皆可事前提供查詢服務。
- ③ 解說服務：可提供解說與教育服務設施之位置、使用時間、預約系統、及各項資源分佈與解說資料等服務，也可對義工及解說人員訓練提供更便捷之資訊。
- ④ 公園之友：經由資訊交流，可建立互動性之公園之友網絡，增加民眾對資源保育及公園發展之支持。
- ⑤ 資訊服務：有些國家公園在 WWW 上提供 GIS 資料，提供下載 (down load) 資料。例如：美國 Manassa National Park 公園提供的資料包括：公園範圍、湖泊及河川、鐵路、道路、溪流、地質結構等；Alaska 國家公園的網頁則提供阿拉斯加 15 個國家公園的主題圖查詢，並且可以免費下載 Arc/Info 格式的 GIS 圖層。

三、研究方法

為了就國家公園管理處之地理資訊系統資料庫提出進一步建議，本研究先就實務發展進行訪談及資料蒐集，再就資料庫中自然環境部份應包含的系統與應用進行規劃。研究過程包括：

- (一) 文獻回顧與資料收集：經由圖書文獻、資訊網路等管道收集現有規劃和研究報告，收集整理各國家公園的基本資料、業務規劃、國土資訊系統的推動進度等相關資料。另一方面，也收集國內外的研究報告，瞭解國內外國家公園利用 GIS 進行管理規劃上的應用實例。由於國外國家公園的相關書面研究報告不易取得，本研究特別藉助全球資訊網 (WWW) 來蒐集參考資料。
- (二) 業務訪談：國家公園的 GIS 發展，牽涉國土資訊系統的整體架構、營建署以及各國家公園管理處的業務。兩位研究者原本即對於國家公園的組織、架構和職掌有所瞭解，而研究進行期間並分別赴六個國家公園進行訪談，以確認各業務處室的系統功能及資料需求。
- (三) 專家訪談／座談：GIS 發展的考慮層面廣泛，需要結合 GIS 的理論技術之外，也需要相關應用領域的專業知識。本研究除進行深入訪談之外，也邀請國家公園相關學者、地理資訊學者、相關政府單位及民間顧問公司等，以座談會的方式廣泛討論，以作為規劃報告之參考。
- (四) 資料庫規劃：資料庫的建構是影響地理資訊系統成敗的重要關鍵。本研究整合了技術、應用、行政等各個層面的考量，探討自然環境資料庫所應該要包含的圖層類別，並且就各圖層的內容和資料格式加以探討界定，以提供各個國家公園管理處作為資料建構的依據。
- (五) 確定應用系統架構：本研究在文獻回顧及業務訪談之後，提出系統項目及功能。這些架構再歷經兩次的審查與討論後始予以確認，由研究者正式提出自然環境資料庫的應用系統與分析模組規劃建議，作為未來進一步研發應用系統之參考。
- (六) 網路示範系統建置：為了強化各國家公園管理處對於全球資訊網應用功能的瞭解，本研究並建立一個我國六個國家公園網路地理資訊查詢系統。這個系統已經具備查詢和展示等一般常用的功能，並提供基本資料。只要彙整相關資料即可以是一套完整的網路 GIS 系統。

四、結果與討論

(一) 我國國家公園地理資訊系統實務應用分析

國家公園管理處係國家公園計畫之執行、細部計畫研擬及經營管理單位。茲依各國家公園主要業務單位中，GIS 對於實務工作可協助之部份，舉例說明如下：

1. 企劃經理課：企劃經理課除了負責執行國家公園計畫之推動與行政企劃外，主要負責土地利用之規劃與管理，包括擬開發或建設區位之細部計畫研提或初步審議核准、土地使用分區申請案件之審核、用地取得、法規或管制要點之研擬等。GIS 能

提供區位資源查詢、區位分析、用地適宜性及合法性查詢等功能。

2. 工務建設課：工務建設課主要負責園區內各項設施工程之基地規劃、設計，以及工程建設之發包施工與監督管理等。GIS 能提供基地區之自然環境資訊、潛在災害區、環境敏感區、聯外道路系統、基地內建物及設施分佈等資訊，並可提供管理者進行全區工程施工分佈與監督、水土保持監測、基地狀況監測等。
3. 觀光遊憩課：主要負責遊客服務設施的規劃與管理維護，GIS 之應用包括：
 - (1) 設施養護方面：包括公共服務設施檢測與修護、道路設施檢修維護、步道及附屬設施檢測維修等，GIS 可協助各項設施之分佈、登錄、與查報系統更有效率。相關資料可包括設施分佈、設施例行檢查路徑圖、道路系統 (含設施)、步道系統 (含設施)、歷年災害損害分佈圖、維修登錄圖等；而道路或步道沿線之地質、地形、水文、微氣候、生物棲地、史蹟與文化位址、潛在災害區、環境敏感區等資料則可提供檢查及維修人員之參考。
 - (2) 園區清潔維護：包括步道及道路垃圾清運、遊憩區環境清潔與維護等工作，GIS 可提供潛在災害區、環境敏感區、步道系統、道路系統、環保設施分佈、清運路線圖等資訊。
 - (3) 園區植栽養護：GIS 可建立原生樹種分佈、園藝植栽分佈、微氣候、土壤分析等資訊；並對植物病蟲害之分佈進行監測。
 - (4) 遊憩服務與安全管理：可經由 GIS 建立園區內外遊憩服務網路查詢、並建立災害預警、遊客安全通報、救難途徑部署計畫等系統。所需涵蓋之資料庫包括：園區內外遊憩服務設施分佈、遊客統計與分佈資訊、住宿設施分佈、服務設施檢測記錄、步道系統、道路系統、潛在災害區、環境敏感區、火災分佈、救難路徑、疏散路徑、求救設施分佈等。
4. 保育研究課：保育研究課主要負責資源之調查研究與保護。GIS 之應用包括：
 - (1) 資源調查研究：GIS 可協助研究人員有系統進行自然環境定期調查資料登錄、生物資源定期調查登錄、歷史文化資源調查登錄、珍稀或脆弱資源登錄、研究計畫成果分析與登錄等工作。
 - (2) 資源管理與監測：GIS 可協助重要生物棲地位址資料登錄、生態變遷監測、重要歷史與文化資產分佈、森林火災監測、棲地生態分析、外來種分佈及監測等管理及長期監測所需資料之分析。所需長期建立之資料包括地質、地形、水文、氣候、動物分佈、植物分佈、生物棲地、史蹟與文化位址、潛在災害區、火災記錄、環境敏感區 (各項資料定期登錄更新) 等。
 - (3) 保護區管理與監測：GIS 可協助保護區狀況各項資源之登錄資源、核心保護區生態變遷監測、依據資源狀態決定申請進入生態保護區之許可與否。
5. 解說教育課：主要負責環境解說、教育活動推廣、出版品研製、義工及解說教育人員培訓、國家公園之友或當地住民社區之聯繫、參與、宣導等工作。GIS 可提供各種資訊之查詢及推廣。

(二) 國家公園地理資訊應用系統發展建議

依據前述應用說明，再參考國家公園管理單位對於其業務需求之訪談結果，本研

究建議國家公園之地理資訊系統，包括系統子系統名稱、功能及所需之數值資料。整體架構展現如圖一，各子系統的功能與資料則呈現表 1 至表 6。

(三) 建立環境基本資料庫 (自然環境部份) 建議

在前項建議之應用系統中，部份資料目前各國家公園管理處已陸續建立，包括土地使用分區、道路/步道系統、設施分布、建物分布等，但屬於自然資源利用分析所需之自然環境基本資料則較缺乏，為發揮各應用系統的功能，應優先建立之自然環境基本資料庫，建議如下表 7：



圖一、國家公園地理資訊應用系統架構建議

表 1. 土地利用管理系統

功能說明	相關業務	相關資料及圖檔
土地適宜性分析 1、一般功能：繪圖、查詢、資料維護 2、特殊功能：特定範圍平均坡度計算、視域分析、疊圖、環域分析	1. 國家公園分區計畫檢討 2. 細部發展計畫規劃/審核 3. 民眾申請案件審核	地質、地形、水文、環境生態、史蹟與文化位址、潛在災害區、環境敏感區、景觀視域圖、行政區界、其他事業區界、分區樁位、土地權屬
土地利用管理 1、一般功能：繪圖、查詢、資料維護 2、特殊功能：特定範圍平均坡度計算、視域分析、疊圖、環域分析	1. 土地利用現況登錄、監測 2. 用地計畫 (徵收或撥用) 管理 3. 建物管理	地質、地形、水文、環境生態、史蹟與文化位址、潛在災害區、環境敏感區、史蹟與文化位址、衛星影像歷史圖檔、分區樁位、土地權屬、道路系統、步道系統、建物分佈等

表 2. 設施規劃與工務管理系統

功能說明	相關業務	相關資料及圖檔
基地分析 1、一般功能：繪圖、查詢、資料維護 (說明：細部設計所需要的精度要求較高，不適宜以 GIS 處理。)	1. 設施基地細部規劃審核	地質、地形、土壤沖蝕、水文資料、基地微氣候資料、潛在災害區、環境敏感區、景觀視域圖 分區樁位、土地權屬
工程建設管理 1、一般功能：繪圖、查詢、資料維護	1. 施工及建督 2. 水土保持監測 3. 基地狀況監測 4. 環境災害監測及預警	工程地質、土壤沖蝕分析、基地水系水文資料、基地微氣候資料、潛在災害區、環境敏感區、聯外道路系統、基地內建物及設施分佈、施工進度影像
設施養護管理 1、一般功能：繪圖、查詢、資料維護	1. 公共服務設施檢測與修護 2. 道路設施檢修維護 3. 步道及附屬設施檢測維修 4. 天然災害預警與損害檢測	設施分佈、設施例行檢查路徑圖、道路系統 (含設施)、步道系統 (含設施)、歷年災害損害分佈圖、維修登錄圖

表 3. 資源研究與監測系統

功能說明	相關業務	相關資料及圖檔
資源登錄分析 1、一般功能：繪圖、查詢、資料維護、GPS 資料整合 2、特殊功能：GPS 即時訊號接收、視域分析、疊圖、環域分析、影像分析處理 (影像分類、變遷分析)、空間分析 (面積、距離、分佈型態)	1. 自然環境定期調查登錄 2. 生物資源定期調查登錄 3. 歷史文化資源調查登錄 4. 珍稀或脆弱資源登錄 5. 研究計畫成果分析與登錄	地質、地形、水文、氣候、動物分佈、植物分佈、生物棲地、史蹟與文化位址、潛在災害區、環境敏感區、遙測衛星影像 (各項資料定期登錄更新)
資源管理監測 1、一般功能：繪圖、查詢、資料維護、GPS 資料整合 2、特殊功能：GPS 即時訊號接收、視域分析、疊圖、環域分析、影像分析處理 (影像分類、變遷分析)、空間分析 (面積、距離、分佈型態)	1. 重要生物棲地保護及生態變遷監測 2. 重要歷史與文化資產維護 3. 保護及維護計畫檢討 4. 棲地生態分析 5. 外來種分佈監測 6. 核心保護區生態變遷監測 7. 森林火災預測與擴散模擬分析	地質、地形分析、區域水文、氣候與微氣候、動物分佈、植物分佈、生物棲地、史蹟與文化位址、潛在災害區、環境敏感區、衛星影像歷史圖檔 (各項資料依研究發現與變化更新) 相關開發計畫分佈

表 4. 解說及教育服務系統

功能說明	相關業務	相關資料及圖檔
解說服務與訓練 1、一般功能：繪圖、查詢、資料維護 2、特殊功能：動態地形展示、網路 GIS 查詢	1. 解說服務勤務分配 2. 解說設施與人員動態資訊 3. 解說路徑及資源狀況資料 4. 環境教育服務網 5. 教材設計 6. 訓練活動資訊	園區資源分佈圖、解說服務設施分佈圖、自導式解說資料(與網站配合)
公園之友網絡 1、一般功能：繪圖、查詢、資料維護	1. 住民分佈及參與聯繫網路 2. 義工聯繫網路 3. 公園之友聯繫網	園區內外社區與族群分佈、鄰近學校分佈、鄰近公共服務事業分佈

表 5. 遊憩服務及安全系統

功能說明	相關業務	相關資料及圖檔
遊憩服務系統 1、一般功能：繪圖、查詢、資料維護 2、特殊功能：網路查詢	1. 建立園區內外遊憩服務網 2. 服務品質管理	園區內外遊憩服務設施及住宿設施分佈、服務設施檢測登錄圖、步道系統、道路系統
遊客安全及預警 1、一般功能：繪圖、查詢、資料維護 2、特殊功能：網路分析、野火模擬、GPS 即時定位通訊、疊圖、環域分析	1. 災害預警 2. 森林火災預警與疏散 3. 遊客安全通報 4. 救難計畫	潛在災害區、環境敏感區、火災分佈、救難路徑、疏散路徑、求救設施分佈

表 6. 環境品質維護與監測系統

功能說明	相關業務	相關資料及圖檔
園區環境品質維護 1、一般功能：繪圖、查詢、資料維護	1. 步道及道路垃圾清運 2. 遊憩區環保系統 3. 空氣品質監測 4. 水質監測	潛在災害區、環境敏感區、步道系統、道路系統、環保設施分佈、清運路線圖、空氣品質測試資料、水質測試資料及分佈

表 7. 國家公園自然環境資料庫基本項目建議

資料項目	圖層	資料型態	屬性欄位
水文	水系	線或面	水體名稱
	集水區	面	面積、逕流量
	湖泊	面	名稱、面積
地形	地形高程	線	等高線高程
	山岳	點	名稱、高度
	數值地形模型	網格	高度
	坡度	網格	坡度值
	地形景觀	點、線、面	觀景點、特徵
地質	區域地質資料	面、線	地層名稱、構造、岩層傾斜、走向
	潛在災害區	面	崩山、土石流
土地覆蓋資料	林相資料	面	植群名稱、分佈區
	航空照片	面	具時間屬性之影像資料
	衛星影像	面	網格式影像資料
生態資料	主要植物分佈	點、線、面	原生植物、特殊植物、植群分佈
	主要動物分佈	點、線、面	鳥類、珍稀動物、動物相分佈與移動路徑
	重要生物棲地及生態環境敏感地	點、線、面	棲地位置、名稱、環境敏感地區

(四) 服務系統應用模組優先發展建議

除了依據各業務單位可發展之應用系統及應建置之基本資料庫外，本研究再依據訪談結果，對於當前國家公園管理業務中與對外服務相關性較高、使用者數量較多、及目前各單位發展上較可行性之項目，建議近程可優先發展之服務系統相關應用模組，如下表 8。

四、結 論

目前國家公園地理資訊系統的發展正處於一個轉型期。早期以集中式單一大型系統的使用，目前正由輕巧的桌上型系統所取代，資料的更新和傳遞也逐漸由網路傳輸來達成。軟硬體技術的升級，也是帶給國家公園地理資訊系統發展的另一線契機，值得各國家公園管理處把握，讓 GIS 發揮其協助經營管理之效能。本研究主要在於提供國家公園全面推動 GIS 系統之參考，並建議主管單位應配合採行下列配合措施或後序推動計畫，以落實國家公園 GIS 發展。這些措施包括：

(一) 系統化發展：國家公園中地理資訊系統的角色與功能應更被重視，不僅是「資訊室」之工作，而是國家公園各業務單位系統化經營管理之重要工具。本研究所建議之應用系統，可供各管理單位檢視目前所使用之 GIS 效能與未來系統化發展之參考。

- 林俐玲、陳禮仁、陳文福，1998。玉山國家公園內陳有蘭溪上游集水區地貌變遷動態資料庫建立之研究，*水土保持學報*，**30** (3): 207-227 頁。
- 周天穎、王鈴津，1995。結合遙感探測與地理資訊系統於玉山國家公園土地覆蓋變遷之探討，*遙感探測*，**22**: 1-16 頁。
- 陳朝任、賴政國，1992。地理資訊與土地管理業務之結合--以陽明山國家公園土地分區申請為例，*營建季刊*，**2**(4): -37 頁。
- 群璇地理資訊系統股份有限公司，1994，國家公園地理資訊系統整合規劃報告書，內政部營建署委託，共 166 頁。
- Aronoff, Stan 1989. *Geographic Information Systems: A Management Perspective*. WDL Publication, Ottawa, Canada, pp294.
- NPS 1998, National Park Service Webpages (<http://www.nps.aqd.gov/pubs/>).

Natural Environment Geographic Information System for Taiwan's National Parks

Jinn-Guey Lay^(1, 3) and Huei-Min Tsai⁽²⁾

(Manuscript received 02 May 1999 ; accepted 31 May 2000)

ABSTRACT: With a mission to conserve the natural and cultural heritage and values of the national park system unimpaired for the enjoyment of this and future generations, an integrated park environmental information system is needed for park managers to have a better understanding among natural and socio-economic aspects of park area. This study aims to analyze how to develop an efficient natural environment geographic information system (GIS) for Taiwan's national parks. In order to upgrade the efficiency of park management, the system should be able to help park managers in resources documenting, mapping, query, display, decision-making analysis, environmental monitoring, and public service programs. The development of this system is based on the survey of current status of GIS usage in each national parks in Taiwan, then prospects for a better integrated and functional system. The suggestions on the category of data and mapping units, the application modules, and the priorities for upgrading the current system are also addressed in this paper.

KEYWORDS: Geographic Information System, Natural Environment Database, Resources Management.

(1) Department of Geography, National Taiwan University, Taipei 106, Taiwan, R.O.C.

(2) Global Change Research Center, National Taiwan University, Taipei 106, Taiwan, R.O.C.

(3) Corresponding author.