

山岳生態資料庫之規劃與建置

李培芬、許嘉恩、許皓捷

國立台灣大學 生態學與演化生物學研究所、生命科學系

【摘要】

建置山岳生態資料庫是一項很重要的工作，對於登山者、資源經營者、一般民眾均有正面的意義。本文從永續利用、生態保育、解說教育與生態旅遊的觀點，就建立台灣山岳生態資料庫之重要性與價值、基本規劃架構（GIS 與資料庫技術、使用者類型、時間、空間尺度考量）與內容（利用 GIS 與 WebGIS 彙整自然環境、自然資源與生態因子等資料）、建置策略（機構資訊整合、教育訓練、應用模組、Internet 之使用）與可能之應用（生態保育之課題、各種災害防治與搜救、解說教育、生態旅遊之支援）等課題，進行探討。台灣目前已有充足的資訊，農委會與內政部應合作來建立一套良好的山岳生態資料庫。台灣社會普遍瀰漫一股短視近利的氣氛，短程利益凌駕一切，影響所及，政府機關的主管們也是採行短線操作，比較不願意做中長程的投資（如建立山岳生態資料庫）。我們衷心期望本次研討會是一個好的開始，讓屬於台灣山林的山岳生態資料庫能有落實生根的機會。

【關鍵字】：自然資源(Natural resources)、地理資訊系統(Geographic information system, GIS)、資料庫(Database)、網際網路(Internet)、生態旅遊(ecotourism)、保育(conservation)

前言

本文的目的在於說明建立台灣山岳生態資料庫之重要性，並提出基本架構和內容項目建議，最後就建置策略和可能的應用方向進行探討。

為何需要山岳生態資料庫？

台灣是一個登山者非常喜愛的國家。我們擁有東亞的第一高峰，也擁有 200 多個超過 3000 公尺的高山，登山人口多，遍布各階層。再加上地理位於亞熱帶，氣候多變化，使得這些區域充滿了多樣化的生命，與各式各樣的生態系，熱、暖、溫、寒等型態的生態系均可在這一小島上出現，從這個角度而言，台灣實在是北半球的縮影。許多的特有種充滿於台灣的山林內，到台灣的山上旅遊，隨處可見大自然所賜給我們的驚奇。

20 世紀的保育風潮為我們留下了許多珍貴的自然資源，這種趨勢持續到了 21 世紀，也開啟了生態旅遊的發展。台灣在這方面可算是得天獨厚，在我們四周的海洋，人們可以潛水、賞鯨、海釣，在山上，則有森林遊樂、賞鳥、登山…等。

自從政府實施週休二日政策後，旅遊的需求逐漸增加，加上 21 世紀提倡生態旅遊，強調永續性與知識性的旅遊型態，其觀念也逐漸為國人所接受，因此，對於高山地區的旅遊需求也逐漸增加。過去政府劃設國家公園、森林遊樂區，除了顧及生態保育外，也提供民眾旅遊景點，近年來政府進行高山步道系統與國家風景區之開發，也是著眼於此。如何在兼顧永續發展、自然環境保育與提供高品質旅遊之間取得和諧，值得深入探討。

過去的登山活動大多以體力和毅力的考驗為活動的主要目標，參與者莫不視登山活動為體力的考驗。近幾年來許多政治人士和企業界人物的攀登玉山，更是這種想法的延伸。然而，從大自然所提供的生態系服務來看，這些人物太忙了，他們來去匆匆，讓人覺得他們有入寶山而空手回的遺憾。因為，在我們的山上，充滿了驚奇和美麗，若能有充裕的時間停下來好好的欣賞，一定會有更深刻的體驗。

過去政府在開發新的遊樂區、新設立保護區及國家公園時，均會委請相關機構進行資源調查，調查項目包括動物、植物、地理、地質、考古、景觀資源等，而調查成果也常作為土地規劃與資源開發的基礎。比較可惜的是在成立之後，由於許多的因素（如土地利用改變、自然演替、人為破壞、使用不當…等），常會造成自然資源和生態的改變，失去原先設置的美意。更令人遺憾的是這種改變卻又缺乏適當的基準資料庫，以及隨著時間改變後的監測資料。資源管理單位無法有充足的資訊對改變所造成的衝擊進行適當的評估。

10年前，經建會曾提出以生態為基礎的國土規劃策略，農委會則提出「中央山脈保育廊道」之劃設，而內政部也有「中央山脈保育軸」之劃設（中國文化大學，2001），國家森林遊樂區與國家風景區的陸續被劃設。最近3年來因應觀光開發計畫，又有「國家植物園」、「國家步道系統」之規劃。雖然這些計畫有不同的目的和方向，但是，大部分的重點均在台灣的山區，其使用環境的方式也有或多或少的衝突，更嚴重的，規劃中大多使用不完整的資訊。資訊的不足讓我們無知，錯誤的資訊誤導我們，而最終的結果卻是台灣山林受到無情的破壞。

山岳生態資料庫的建置應該是改善上述問題的重要方案之一。

多年來，從國土資訊系統開始（國土資訊系統網站，2003），政府各部門均已建立了各式各樣的資料庫（如吳水吉，1995；林玲，1996；李培芬等，1998；台灣自然資源與生態資料庫，2003；台灣生物資源資料庫中心，2003；數位典藏國家型科技計畫，2003；國土資訊系統，2003；自然保育網，2003）。許多的資料均已保存在政府、研究機構與民間社團的資訊設備中。不過，由於這些資料可能僅有特定之範圍（如李培芬與林曜松，1994）、或解析度較差、缺乏特定的資訊、資訊缺乏更新（如李培芬，1996）、缺乏整合等因素，導致資料庫的運用效果並不好，許多資料庫發展後，缺乏後續的支持而幾近於停擺。

人類使用資料庫起源甚早，在資訊發達後，更加普遍，我們的日常生活中，到處充滿著資料庫的應用。任何人都不會否定資料庫對我們的重要性，然而一旦談到要建置資料庫，則常會有不願投資，或僅有一次投資的意願，更有人認為這是一個無底錢坑，永無止境。我們認為這些見解，都是不正確的。相信大家大多在電視上，看過美國的職業球賽的轉播，也很習慣從播報員口中或螢幕上，接收到各個選手的一連串資訊，讓我們對於球賽的進行，更增添一份期待，因為也許在比賽中有某位選手即將要打破某個記錄。這些就是資料庫的妙用之處，這些資訊提供我們知識的來源，也提供我們做判斷、決策的基礎。

資料庫的基本架構與內容

架構

以目前的科技而言，一個完善的山岳生態資料庫可建構在地理資訊系統（GIS）為基礎的系統上，利用 Internet 之便利，將資料傳送給需要的人，當然這些資料也可製成 DVD 光碟，或製作成書本、小冊或摺頁，提供給不同需求的使用者。

從使用者的類型來看，這樣的架構不僅提供大眾、登山者知識的來源，也可提供政府相關單位作為規劃、宣導、解說、保育、監測等的資訊，甚至在山難發生者，也可作為搜救的基礎資訊。

從空間層面來看，運用 GIS 之助，可以將空間資料納入資料中，改善文字型資料庫所無法達成的視覺化效果，也使得這些文字資料在空間中更具有效能。在空間解析力而言，高解析度的衛星影像，如 IKONOS 和 QuickBird，已經提供我們非常豐富的大地資訊，農林航空測量所生產的正射化影像，解析力也達 0.5 公尺，而對於一些經常多雲的區域，也可考慮洽購雷達影像，以解決沒有影像的困擾。

再就時間的尺度來看，資料庫的內容必須視資料的特性而適時更新。屬於非生物因子的資訊，更新的速度可能會比生物性因子的資訊慢，對於可以掌握的資料則應排定時程、依計畫執行資料之收集，尤其是一些生物性的監測資料，更應該有定期監測的資料收集。

從內容而言，這些資訊必須有滿足各使用階層人士所需的項目，就本資料庫而言，一般的大眾、中、小學校學生、登山者、資源管理者、研究人員，均是可以服務的對象。

因此台灣山岳生態資料庫的基本架構，如圖 1 所示。

在各項資料的解析度上，應以 1/5000 或更精細尺度為目標，但在建置初期，可就已有之資料庫加以整合，整合時可以 1/25000 為基礎，並就目前尚缺資料、資料不全、空間解析力不夠、資料需要更新之項目等，建立分工調查機制，寬列調查經費。

基本內容

對建置山岳生態資料庫者而言，每一項基本內容均可以想像成一個圖層，許多文字或多媒體型態的內容，可透過地點的關連而進入資料庫，利用 GIS 的分析能力，串連成豐富的資訊，提供各界使用。我們認為山岳生態資料庫可以應該至少包括以下的圖層與資訊：

基本資料、土地利用與土地覆蓋：

- 基本地圖（1:25,000、行政區域、地名、等高線、…）
- 道路（國道、省道、縣道、鄉鎮道、林道、步道）
- 土壤（土壤分類、平地、農地、山坡地、高山）
- 地質（基本分布圖、特殊地質分布區）
- 地形（DTM、坡度、坡向、環境異質性、…）
- 氣象（溫度、雨量、風力、測候站位置、…）
- 水文（水文站位置、流速、水量、水質、…）
- 水資源（水庫、湖泊、溪流、河道分布、…）
- 航、遙測資料（航空照片、正射化影像、歷史影像、多譜掃描影像、衛星影像）
- 地籍圖資料（地目、面積、所有權）
- 森林資源（國有林、林班界線、面積、…）
- 礦產資源（地熱、溫泉、各種礦產礦區）

自然生態：

- 國家公園分布（位置、特色、設立背景、注意事項、…）
- 自然保留區分布（位置、特色、設立背景、注意事項、…）
- 野生動物保護區分布（位置、特色、設立背景、注意事項、…）

野生動物分布（包括重要或瀕臨危險的野生動物及淡水魚類的分布範圍）
綠資源（植生指數分布、自然度分布）
植群分布（高山草原、櫟林帶、楠櫟林帶、...）
代表性樹種分布（原生之針葉樹種，如圓柏、冷杉、雲杉、鐵杉、扁柏、紅檜、樟科、殼斗科樹種）
珍稀植物分布（如山毛櫸、台灣檫樹、隸慕華鳳仙花、台灣穗花杉、台灣油杉、紅星杜鵑、烏來杜鵑、南湖柳葉菜、台東蘇鐵、...）
老樹資源（位置、樹種、推估年齡）
森林蟲害（各類型森林蟲害之物種、危害情形與可能的防治方法）
生態敏感區（特殊野生動、植物的重要棲息地、生態系、或地景分佈）
研究調查文獻資料庫（文獻目錄、原文 PDF 檔、儲存位置、研究區域、研究種類或項目、關鍵字）
生物性基本資料（分類特徵、生活史、生態習性、生態需求、分布）
生態照片（景觀、動物、植物、生態系）
動物叫聲（主要為哺乳類、鳥類、兩生類）
自然聲音（風聲、水流、...）

社會人文：

人口資料（人口數、戶口數、年齡、變遷、...）
人文資料（部落、文化特色、傳統獵區、獵徑、...）
史蹟資料（古道、舊部落位置、古戰場、...）
考古資料（位置、年代、代表文化、...）
文化景觀敏感區（保留完整的部落建築區、考古挖掘區、原住民信仰聖地或禁地、...）
社會人文照片（部落、建築、祭典、節慶、考古、特殊或重點性物件、歷史價值事件、...）
社會人文聲音（祭典、節慶、民謠、語言、口述歷史、...）

休閒遊憩：

森林遊樂區（位置、特色、設立背景、旅遊注意事項、...）
建物設施（位置、設立背景與內容、...）
遊憩資源（分布、特色、背景、旅遊重點、...）
重要景觀資源（重要地質、地形景觀、動植物景觀與資源）
解說資料（位置、特色、歷史背景、注意事項、...）

災害防治：

強震敏感區（斷層帶、地震震央、頻度、強度）
崩塌敏感區（地滑、碎石坡、崩場地、...）
潛在危險因子（位置、內容、危險性評估、防治方式、...）
森林火災（歷年起火點、火災跡地、防火巷）
歷年山難資料庫（原因、發生位置、情況）
直昇機可降落區域
避難小屋（位置、設施、容納人數）
救災中心（警察局、派出所、分駐所、檢查哨、救難人員數）

以上所敘述者應為最基本之內容，資源經營管理單位可視需要增加內容，並應發展簡易使用之應用模組，以供使用。此外，資料也應保持其最佳的狀態，時日久遠之資料，如生物性之資訊，應有持續之更新，以保持資料的正確性，並可據此建立保育監測系統。

山岳生態資料庫之建置策略

如前所述，本文所探討的山岳生態資料庫，部分之內容早已存在許多人或單位的系統內，但是眾人所擁有的，大多是片段式的資訊，雖然資訊的內容足以滿足個人的研究所需，或是機構的日常業務需求，但是卻少有能有全面的整合。即使是我國發展達 10 多年的國土資訊系統，其下 9 大資料庫也是各自獨立運作，尚缺乏整合性（圖 2）。

要建立一套完整的山岳生態資料庫系統的難度有多高？我們認為應屬中等，更何況前面所提到的資訊內容中，大部分的資料均已建有建置的機構，僅有少數生物性的資料亟待補充，或可利用已完成的研究報告加以建置。所以我們認為目前的當務之急是整合全國已有的相關資料庫內容。

要整合這些資料庫，必須有一個機構來主其事，理想上應是未來的國土資源部，但是在這機構尚未存在之前，我們認為農委會和內政部的組合應是目前的唯一選擇。農委會的林務局掌管全國的森林地，其內資訊課已經有非常多的資訊（林務局，2003），可做為山岳資料庫的基礎，加上農林航空測量所的各時期航空照片、像片基本圖和正射化影像（圖 3），提供充分的地圖素材，以及農委會所進行的生物資源調查（圖 4）（台灣生物資源資料庫中心，2003）、自然資源與生態資料庫（圖 5 與 6）（台灣自然資源與生態資料庫，2003）、全國植群圖調查等，提供較充分的生物分佈資訊。而內政部下的各個國家公園管理處，所轄之區域均有山岳分布，平時均已對這些區域建立了研究資料，部分管理處更已經建立了資料庫（林玲，1996），恰可補充農委會的不足。

資料庫的應用除少數日常所需者外，常需要專業的人員長時期的維護和更新，並適時開發新模組，以應緊急之需。有鑑於資訊人員的高流動性，以及如何能確保山岳生態資料庫的維護與更新，是其成功的另一個關鍵。目前大多數機構的解決方案是由進行教育訓練工作，藉由熟悉這個系統的人員對處理資料庫的人員進行定期的教育，以及不定期的知識補充，如參加研討會、討論會或讀書會等方式，以達到目的。

應用模組的開發是第三個關鍵，若能有專業人士開發適當的應用模組給資源機構（如國家公園管理處）使用，當可省下許多的人力，負責資料庫維護的人，也可有充分可資使用的應用工具，如此才可將資料庫的效能發揮到極致。

最後一個重點是 Internet 的使用，對於一般大眾而言，Internet 的使用已成為日常生活的一部份，如果能將山岳生態資料庫中與民眾相關的內容，透過 Internet 傳送給使用者，應該是最好且最經濟的模式。就技術上而言，軟-硬體設備，以及網路設施均已成熟，也足可提供這些服務，當然也應該利用這些技術來傳遞資訊。不過，目前也仍有一些無法使用 Internet 的時機，此時 DVD 光碟就可派上用場。當然，若 Internet 和 DVD 均不可行，則平面印刷的書籍也應該考慮。

應用方向

基本上，山岳生態資料庫的應用是無窮的，套句 ESRI 總裁 Jack Dangermond 的說法，它的限制是人們的想像力。不過從許多國家公園管理處的發展經驗而言，似乎我們的資源管

理者仍無法充分體會它的好用。究其原因可能是過去的資訊不足，完成之應用系統，大多僅為一個架構，而新調查的資料，又缺乏資料庫之建檔。此外人員的 GIS 知識與學習意願，也是一個很重要的因子。

扼要而言，山岳生態資料庫的應用範圍包含生態保育之課題（圖 7）、各種災害防治與搜救、解說教育（圖 8）、生態旅遊之支援等：

1. 生態與保育措施之規劃〈保護區與保育區、生態敏感地區、限制參觀區域、緩衝區、景觀區、古蹟保護區、潛在危險因子、遊憩步道、…等之判定與劃設、工程規劃之輔助與工程之管理〉
2. 自然資源的監測〈自然資源之分布現況、豐度、多樣性、分布熱點、監測資料建檔與分析、經營管理分析、…〉
3. 自然資源的承載力與耐受力的分析〈承載力之分析、外來干擾（如遊憩人口、伐木、開路、颱風）之分析、耐受力分析、減輕衝擊對策分析、…〉
4. 自然災害、森林火災與山難防治與搜救支援〈災害位置、與周遭資源之關係、地形與地勢分析、潛在衝擊評估、該區面積與損失估算、搜救區環境資訊、資源調配、災區重建、…〉
5. 土地利用適宜性分析與開發總量管制〈土地之特色與限制分析、土地承載力與適宜性分析、開發區域的總量管制、開發區域與自然資源之關係、建物設施管理維護、…〉
6. 環境解說教育與鄉土教育教材之支援〈解說教材編撰、本土動物介紹、本土植物介紹、特殊地景介紹、DVD 與書籍出版、資源地圖、文化地圖、自然資源查詢系統、…〉
7. 生態旅遊支援〈提供旅遊景點與休息點資訊、各式地圖、動植物資源與生態系分布與特色介紹、特殊之生物之專輯（介紹與多媒體展示）、如何觀賞特殊之生物、保育資訊、遊客管理與維護、…〉

結論

1. 建置山岳生態資料庫是一項很重要的工作，以台灣目前官方、研究機構與民間已有的資訊而言，已經足以建置一套良好的資料庫，政府相關單位應積極彙整這些資訊。
2. 農委會與內政部過去在這方面的著力頗多，建議由這兩個單位合作來建立山岳生態資料庫。
3. 山岳生態資料庫應以 GIS 為基礎架構，配合衛星影像、航空照片、文字型描述資料、多媒體資料建立。生物性與非生物性因子均應涵蓋，服務對象應包括一般大眾、國中、小學師生、研究人員與政府的資源管理者。資訊的傳播方式可用 Internet、DVD 光碟與書籍等方法。
4. 社會普遍瀰漫一股短視近利的氣氛，短程利益凌駕一切，影響所及，政府機關的主管們也是採行短線操作，比較不願意做中長程的投資（如建立山岳生態資料庫）。我們衷心期望本次研討會是一個好的開始，讓屬於台灣山林的山岳生態資料庫能有落實生根的機會。

致謝

本文之部分內容取材自農委會、國科會、雪霸國家公園管理處之相關補助研究計畫，作者多年來在台灣山區的野外調查工作，受益於這些研究案的支持，尤其是在自然資源與生態資料庫之建置上，更受到農委會的鼎力支持，特此致謝。

引用文獻

1. 台灣自然資源與生態資料庫，2003。 <http://ngis.zo.ntu.edu.tw>
2. 台灣生物資源資料庫中心，2003。 <http://bio.forest.gov.tw>
3. 自然保育網，2003。 <http://www.coa.gov.tw/external/preserve/preserve/index1.htm>
4. 數位典藏國家型科技計畫，2003。 <http://www.ndap.org.tw/>
5. 國土資訊系統，2003。 <http://ngis.moi.gov.tw/ngis-net/index2.jsp>
6. 李培芬，1996。七家灣溪集水區之遙測監測，雪霸國家公園管理處，台中縣。
7. 李培芬、林曜松，1994。臺灣地區國家公園動物生態資料庫建立，內政部營建署，臺北市。
8. 李培芬、呂光洋等，1998。臺灣地區野生動物分佈資料庫之建立，行政院農業委員會，406頁。
9. 中國文化大學，2001。國土之保育與利用-中央山脈保育軸先驅計畫，內政部營建署，臺北市。
10. 林玲，1996。國家公園管理處地理資訊系統發展現況，國土資訊系統通訊，第17期（網路版）
11. 吳水吉，1995。自然資源與生態資料庫分組，國土資訊系統通訊，第14期（網路版）

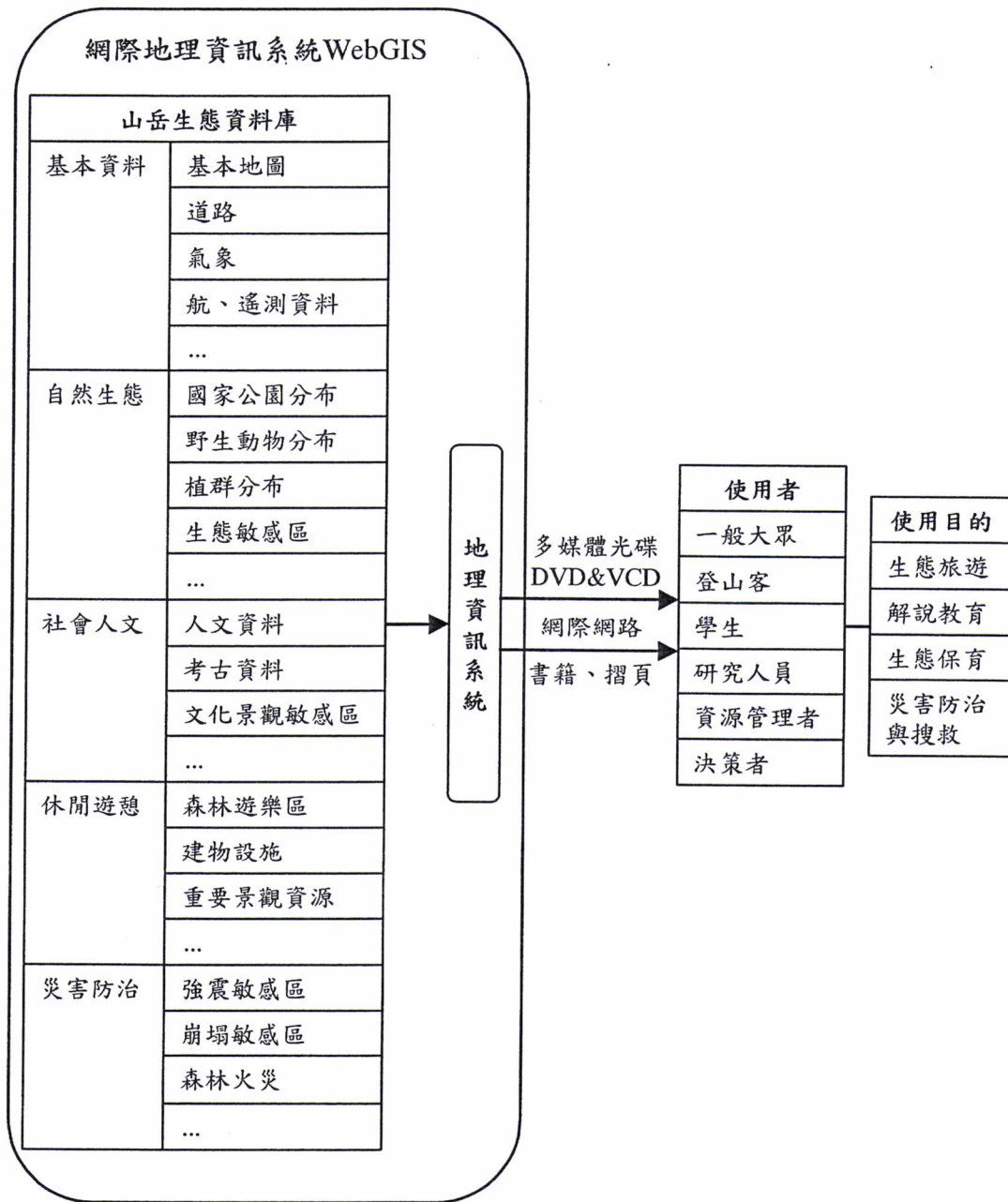


圖 1、台灣山岳生態資料庫之基本架構

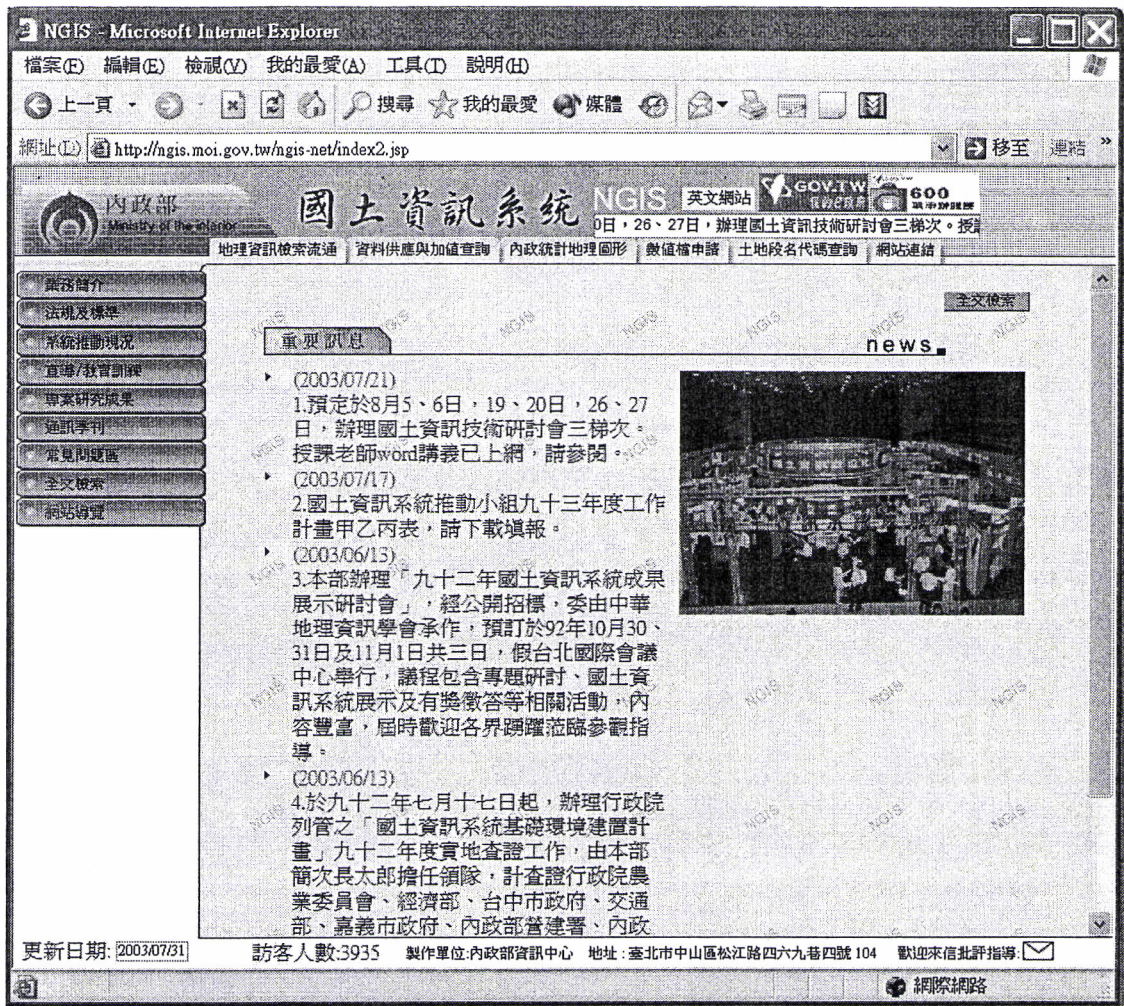


圖 2、發展多年之國土資訊系統，在政府多年來大量的投資後，已逐漸發揮其功能



圖 3、農林航空測量所的生產之正射化影像，本圖為觀霧附近之影像（圖號為 9622-III-085）

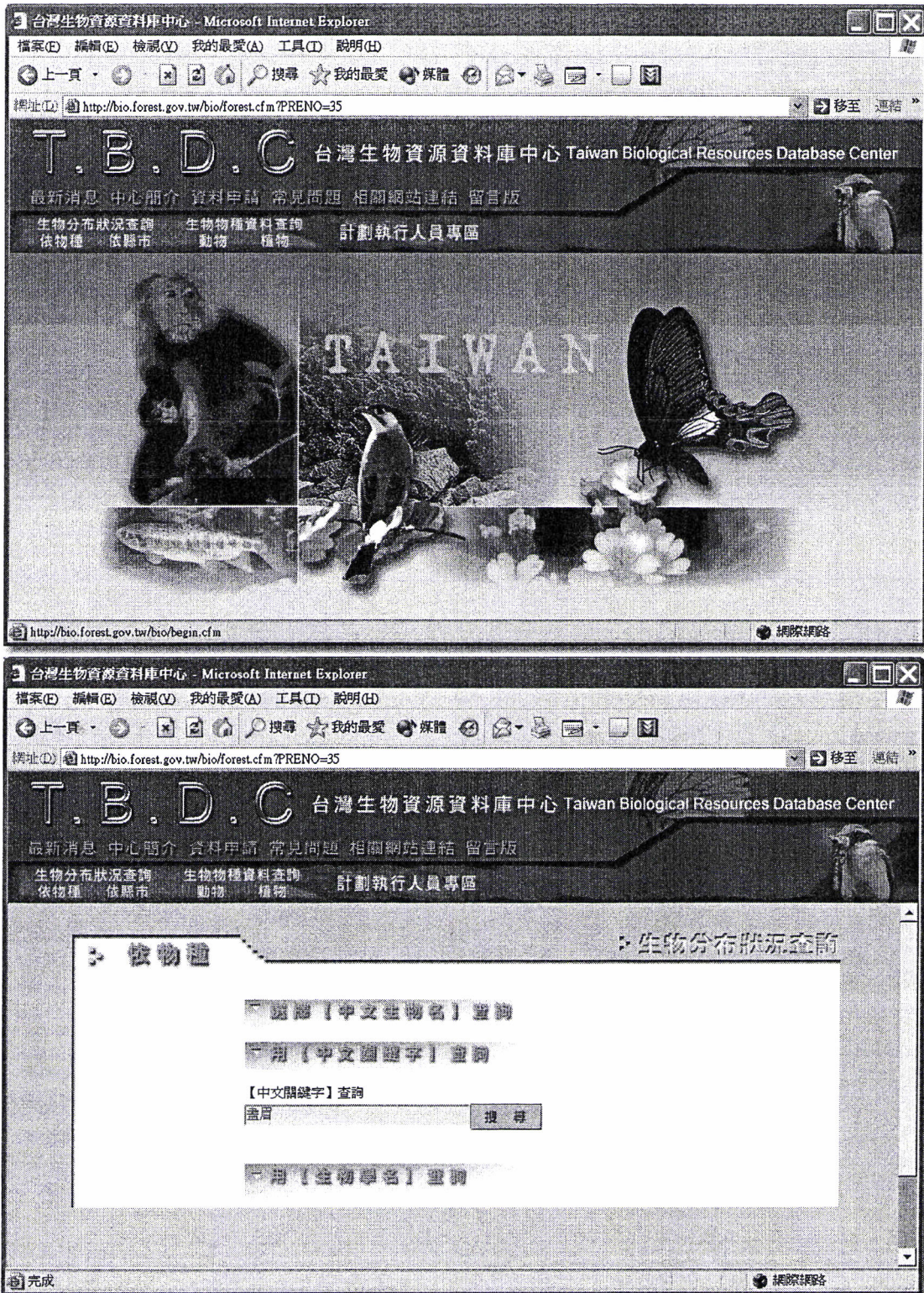


圖 4、台灣生物資源資料庫中心提供近五年來生物資源調查的成果

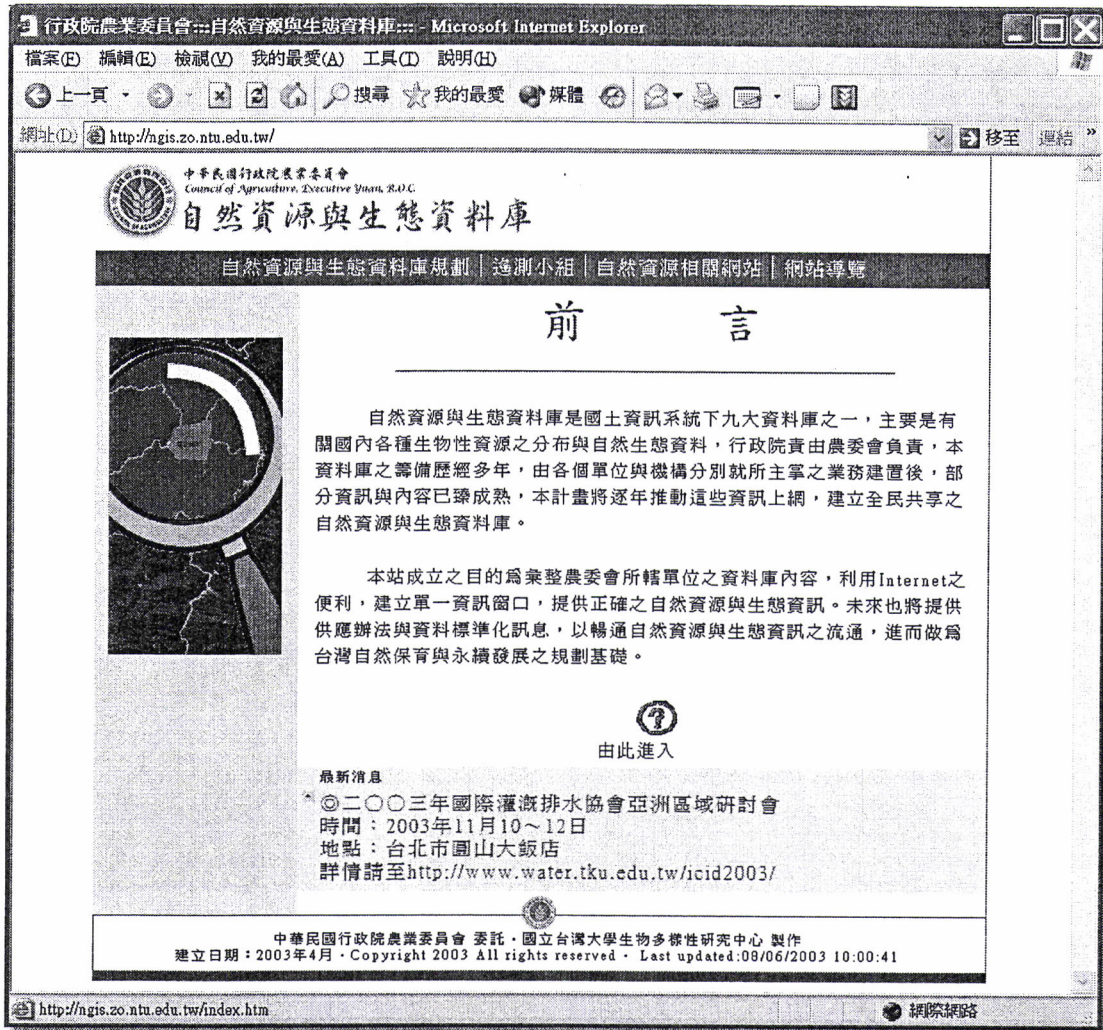


圖 5、農委會的自然資源與生態資料庫，網站於 2003 年正式上線

台灣的自然保留區

在民國71年所公布的文化資產保存法(以下簡稱文資法)中,將「自然文化景觀」依其特性分為生態保育區、自然保留區及珍貴稀有動、植物等三種。自然保留區(nature reserve)係指具有代表性的生態體系,或獨特地形、地質意義,或具有基因保存、永久觀察、教育研究價值及珍稀動、植物之區域。

民國75年起,行政院農業委員會與經濟部評審臺灣地區必需嚴格保護的區域,此份工作後來因業務移轉,由農業委員會全權負責,到民國86年12月止,先後陸續公告了各地亟待保護的19處自然保留區。

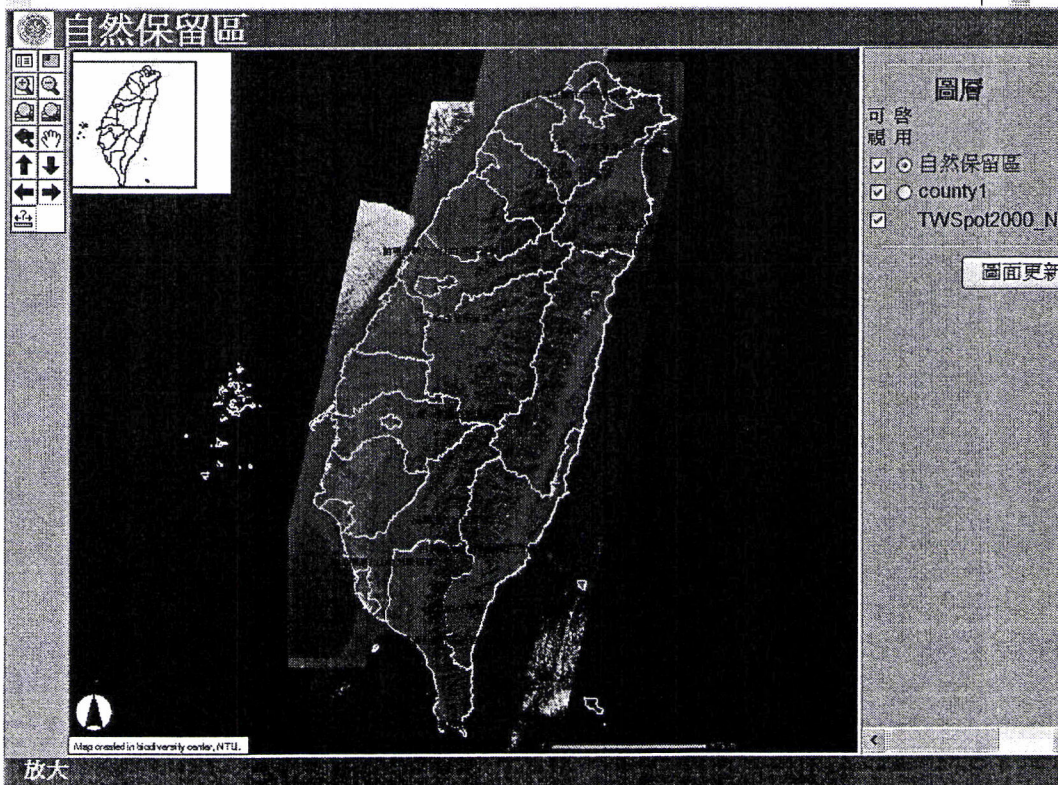


圖 6、農委會的自然資源與生態資料庫提供自然保留區之資訊

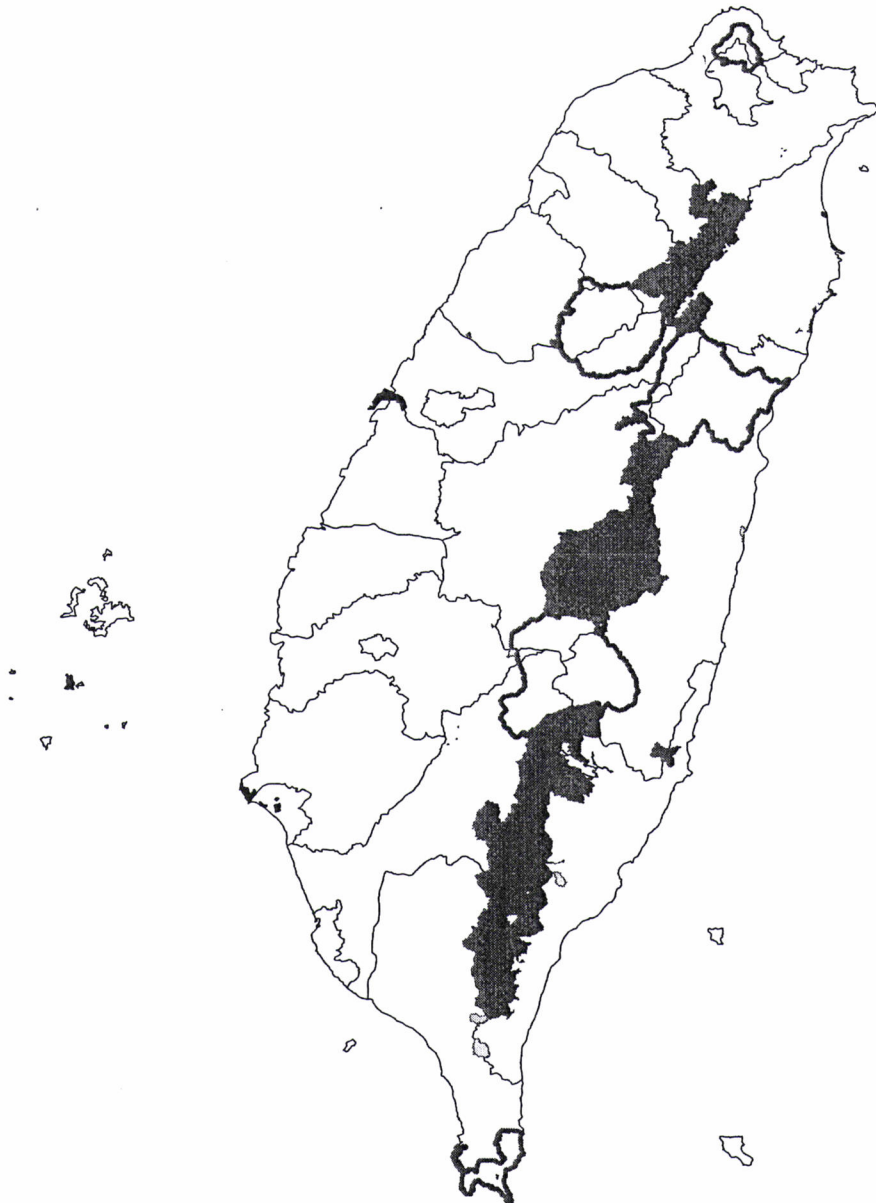


圖 7、台灣中央山脈保育廊道之位置，紅色：國家公園，綠色：自然保留區，藍色，野生動物保護區，粉紅色：野生動物重要棲息環境

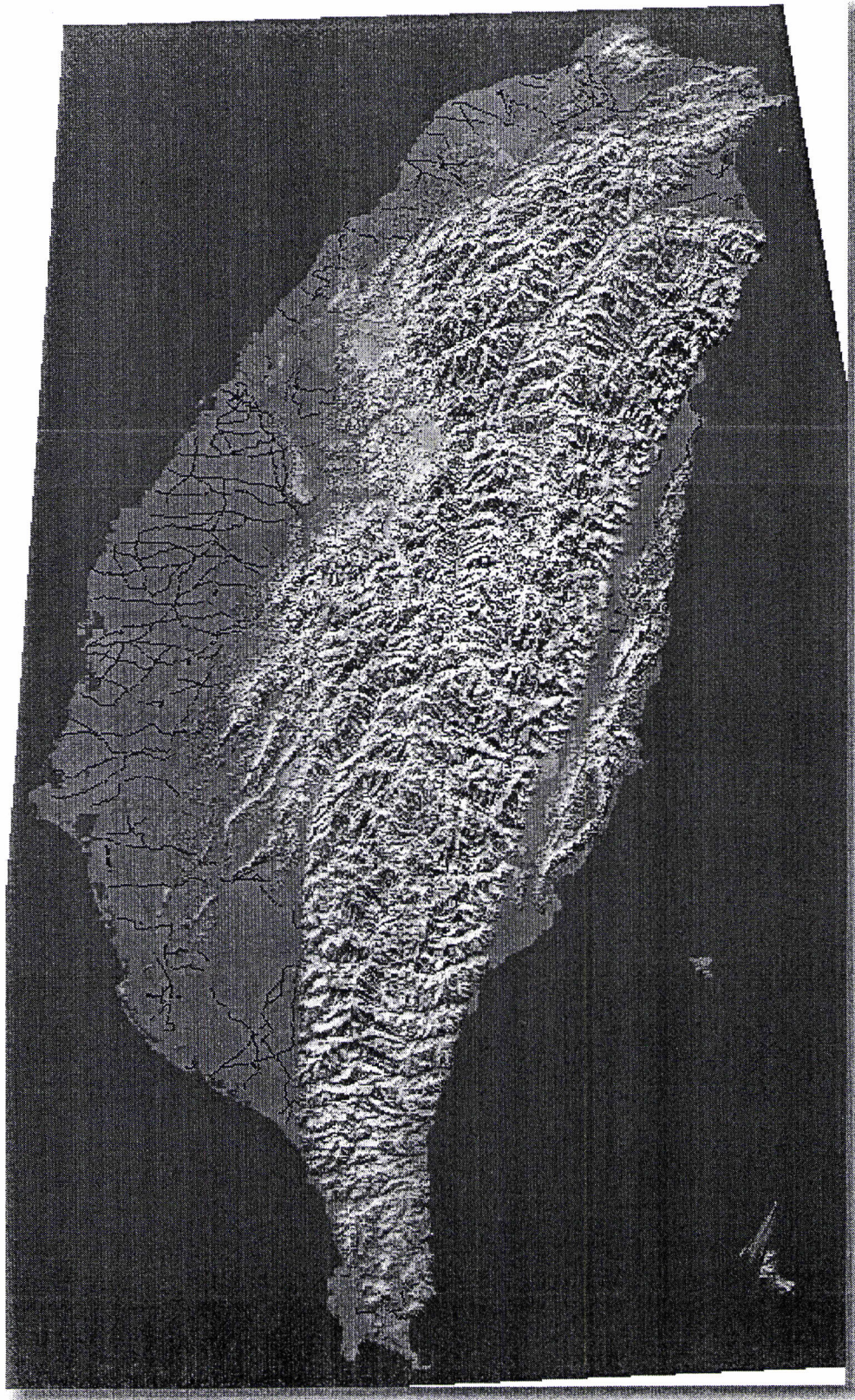


圖 8、利用 DTM 資料製作 3D 地形示意圖