

# 行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

## 坡地最佳生態環境保育利用分析

計畫類別：個別型計畫

計畫編號：NSC94-2313-B-034-006-

執行期間：94年08月01日至95年07月31日

執行單位：中國文化大學土地資源學系

計畫主持人：盧光輝

計畫參與人員：張若韻

報告類型：精簡報告

處理方式：本計畫可公開查詢

中 華 民 國 95 年 9 月 20 日

# 行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

## 坡地最佳生態環境保育利用分析

Optimum Hillslope Ecological and Environmental Land Use Analysis

計畫編號：NSC94-2313-B-034-006

執行期限：：94年8月1日至95年7月31日

主持人：盧光輝 教授 中國文化大學土地資源學系

計畫參與人員：張若韻 中國文化大學地學研究所

### 一、中文摘要

以土地適宜性評估方法規劃土地利用型態，避免不同土地利用型態與環境的衝突，可達到土地資源永續與最適化的利用。本研究以地理資訊系統為基礎，結合模糊隸屬函數與層級分析法，對不同的土地利用型態作土地適宜性評估。首先評估各種不同土地利用之間的需求，考量生態保育與地質災害的防治，訂定其適宜性準則。在土地適宜性評估中結合模糊隸屬函數，以求得各種土地利用型態的適宜性等級。最後則運用層級分析法給予準則適當的權重，決定其區域內最適宜的土地利用型態，以達成研究區域內最適化土地利用型態的空間分佈。並以汐止市為主要研究地區，將所規劃的研究成果與汐止市實際土地利用情況作比較分析，說明土地利用型態上的優缺點與未來應調整的方向。

**關鍵詞：**土地適宜性分析、地理資訊系統、層級分析法、模糊隸屬函數

#### Abstract

Land suitability analysis is a prerequisite to achieve optimum utilization of ecological conservation on slopeland use. The development of hillside often encounters conflicts among different land use and environment. Land suitability analysis can provide a satisfying solution for suitable and optimum utilization under different land characteristic constraint. Therefore, this study uses research tools

such as Geographic Information System (GIS), and combines with fuzzy membership classification and analytical hierarchy process (AHP) techniques. The fuzzy membership classification is applied to classify land unit into suitability ratings, and AHP is used to determinate the weighting factors for each land characteristic. Finally, an optimum land use utilization distribution map is proposed for the research area.

**Keywords:** Land Suitability Analysis, Geographic Information System, Analytical Hierarchy Process, Fuzzy Membership Function.

### 二、緣由與目的

台灣地區為高山多平原少的島嶼，土地資源利用有限，且近年來，受到都市人口成長壓力以及經濟產業迅速發展帶來生活型態結構變遷等因素的影響，原本屬於低經濟價值的山坡地，已成為土地開發的重要對象。然而，山坡地不同於一般土地，尤其是台灣地區經常遭受豪雨、颱風及地震等侵襲，降雨量多而強度大，加上山坡地地勢陡峻且地質脆弱，土壤抗蝕力差等因素，致使集水區中上游地區常發生崩塌，其山洪挾帶大量砂石而形成土石流；其次，山坡地的密集利用與違反坡地生態的不適當開發，使得大地無情的反撲作用，嚴重地威脅下游民眾生命及財產的安全。故本研究的主要目的是以生態保育與防治地質災害為基礎，以汐止地區為研究

對象，蒐集該地區的自然環境資料，利用土地適宜性分析方法來決定土地利用準則及其適宜性等級，並結合模糊隸屬函數與層級分析法，以評估研究地區內每一土地單元最適宜的土地利用型態。研究成果可以在地理資訊系統架構下展示及分析，對於研究地區在土地開發與生態保育並重的目標下，能提供作為重要的參考依據。

### 三、研究區域

汐止市地區位於東經 121°36' - 121°43' 及北緯 25°2' - 25°9' 之間，其極東為東山里東南角，極西為八連里西北角，極南為白雲里南界角，極北為烘內里東北角，面積約為 72 平方公里。汐止市位於基隆河流域中央地帶，基隆河由東北東貫穿汐止市，並且將汐止一分為二，其行政區大致以山陵線作為行政區域分界線，因此汐止市是一個行政單位，也是地形上的集水區單位，南以南港山脈與平溪、石碇兩鄉鎮為鄰，北以五指山脊與萬里鄉及台北市士林、內湖兩區接壤，東鄰基隆市，唯有西南以河川與南港區為界。汐止市土地利用主要以山林為主，佔了全部土地利用面積的 4341.36 公頃，約 62.3%，水田和旱田總和佔了 1503.76 公頃，約 21.6%，其餘的土地利用佔總面積的 16.1%。

### 四、研究區域土地利用準則及適宜性等級

土地適宜性分析，主要是經由基本土地相關因子的調查與評估，如自然環境因子及社會經濟因子等，依照開發或利用型態評選出發展潛力區與限制區。希望在開發行為之前，先進行審慎的評估，詳細分析區域環境特性與適宜開發程度及種類，以避免不當的開發所造成自然資源不可回復的損害。本研究針對汐止地區的規劃，

依據內政部台灣地區土地利用分類第一級類別加以簡化區分，將預期規劃的土地利用類別分成五大類，分別為工業與都市發展；農業應用；生態保存與森林；遊憩與公園；水體與其它。研究中參考前人的研究結果，並假設各因子間互相獨立，綜合各種影響因子來選取土地利用適宜性評估準則，因此選取四種影響因子及 10 項土地利用準則，四種影響因子分別為土地土壤特性、地表水文狀況、環境生態指標及基礎建設有無；而 10 項土地利用準則分別是：(1)土地土壤特性，包括坡度、土壤流失量與地質災害敏感；(2)地表水文狀況，包括土壤外部排水、土壤內部排水、水質水量保護區及洪泛敏感；(3)環境生態指標，包括生態敏感及植生覆蓋率；(4)基礎建設有無，以道路可及性描述。

### 五、結果與討論

本研究主要是以地理資訊系統為架構的基礎下，結合模糊隸屬函數與層級分析法，對不同的土地利用型態進行土地適宜性評估，達到研究區域內最適化土地利用型態的空間分佈。在土地適宜性分析方面，將各項土地準則利用 ESRI 的地理資訊系統套裝軟體 ArcView8.1，作為研究分析的前期處理與研究成果展示。研究中將所收集的各種自然環境資料轉換為像元大小 100 公尺的網格式資料，並依據各種不同土地利用型態的特性，將自然環境資料進行重新分類，由適宜性等級最高 S1 到適宜性等級最低 S5，依序給予代表性數值。因此，除水體與其他該項土地利用型態外，其餘四種土地利用型態均可獲得 10 個土地利用準則的適宜性等級圖。研究中並利用 Fortran 程式語言，撰寫層級分析法與模糊隸屬函數的程式，分別計算土地利用指標權重與相對適合度。最後再將研究

成果以圖形的型態展示在地理資訊系統架構下，作為與現況的比較及分析。

#### 1. 未加權土地利用型態分佈

研究中利用每個土地單元對每一種土地利用型態的特性與適合度，可求得研究地區內該土地利用型態的適宜性等級分佈情形。而不同土地利用型態間的相對適合度，則可以決定每一個土地單元中最適宜的土地利用型態。圖 1 說明運用模糊隸屬函數所得到的各種土地利用型態的最適化分佈圖。由圖 1 中可以發現最適宜的土地利用型態為農業應用的型態。

#### 2. 土地利用準則權重因子

運用模糊隸屬函數可對每一個土地利用單元進行適宜性等級歸類，然而這種處理方式是假設每一個土地利用準則皆為同等重要，但實際上針對不同的土地利用型態，各項準則間應具有不同的重要性，如此方能合理地表現出真實現象。因此，研究中採用層級分析法(AHP)來決定各項準則間的權重，四種土地利用型態的一致性比率皆小於 0.1，均符合一致性評估結果。

#### 3. 加權後土地利用型態分佈

圖 2 表示各項土地利用準則，利用 AHP 加權後所得到的最適化土地利用型態分佈情形，而圖 3 為土地利用準則經過加權後與未加權的各種土地利用型態面積比較圖。由圖 3 中可知未加權的五種土地利用型態（工業與都市發展、農業應用、生態保存與森林、遊憩與公園、水體與其他）面積依序為 4.02、26.76、11.46、15.21、12.82 平方公里；而經過 AHP 加權後五種土地利用型態的面積則產生改變，依序為 5.25、4.41、44.93、2.86、12.82 平方公里。並且可以發現加權後的農業應用型態土地利用面積降低，而生態保存與森林型態則大幅增加，且最適宜的土地利用型態也由

農業應用轉換成生態保存與森林的型態。這樣的結果比較能夠反應真實現象。

#### 4. 研究結果與現況比較

汐止市大多數地區為山坡地，並且有些山坡地坡度較大，山坡地大量的超限使用，不但破壞生態環境，更容易增加地質災害發生的機會。因此本研究主要是從生態保育與防治地質災害的考量觀點出發，以作為坡地土地利用規劃為目的，將研究結果與汐止市地區的土地利用現況(圖 4)作分析比較，來說明汐止地區在土地利用情況上的缺失與未來可能改善的方向。

研究中發現汐止地區有部分的建築與工業用地分佈在生態敏感地區與水質水量保護區內。生態敏感地區一般為河口、河岸溼地，或具有重要物種與研究價值的地區，不適當的土地利用將對生態環境造成重大的衝擊。位在水質水量保護區內的建築與工業用地，則會對地表水與地下水等水資源產生嚴重污染，並且容易增加河道淤積而危害到下游區域。此外，汐止地區的超限利用，造成自然環境的破壞，與這些不適宜的土地利用型態，均會改變地表逕流情形，使得洪峰流量增加且縮短洪峰到達的時間，增加下游地區洪泛發生的機會，因此汐止地區的淹水情形才會如此嚴重與頻繁。

## 六、結論與建議

汐止市地區的山坡地超限利用非常普遍，坡地若開發為農牧用地，會造成明顯的土壤流失；而在行水區附近地區亦有都市與工業用地的開發，容易造成水資源的污染現象，且河道淤積而發生淹水情形。就土地利用的規劃與管制體系而言，應檢討當前規劃體系與制度，並且從事綜合性的土地利用規劃，資源應依其影響所及設立管理範圍，並納入生態容忍力的保育觀

念，調整汐止地區的土地利用型態，達到土地合理開發與保育兼顧的目標。

## 七、計畫成果自評

計畫研究內容與研提內容及預期目標均一致，在短短一年時間內，已獲得初步具體的成果，經適當修正及整理後，應可在學術性期刊中發表。重要的研究成果包括建立研究區內土地利用資料庫；有效判別不同土地利用型態所引致的環境品質改變；提供有效評估坡地最佳開發利用分析方法；有效規劃土地經營利用。

## 八、參考文獻

[1] 內政部營建署，1994，台灣地區數值土地利用資料圖電子圖檔。內政部營建署。

[2] 姜善鑫、盧光輝、蔡博文，1991，山坡地土壤流失量之推估。林業特刊 32:15-30。

[3] 鄧振源、曾國雄，1989，層級分析法（AHP）的內涵特性與應用（上）。中國統計學報 27（6）:5-22。

[4] 鄧振源、曾國雄，1989，層級分析法（AHP）的內涵特性與應用（下）。中國統計學報 27（7）:1-20。

[5] Nisar Ahamed, T.R., K. Gopal Rao, and J.S.R. Murthy. 2000. GIS-based fuzzy membership model for crop-land suitability analysis. Agricultural System 63:75-95.

[6] Saaty, T.L. 1980. The Analytic Hierarchy Process. Pp. 3-71. McGraw Hill.

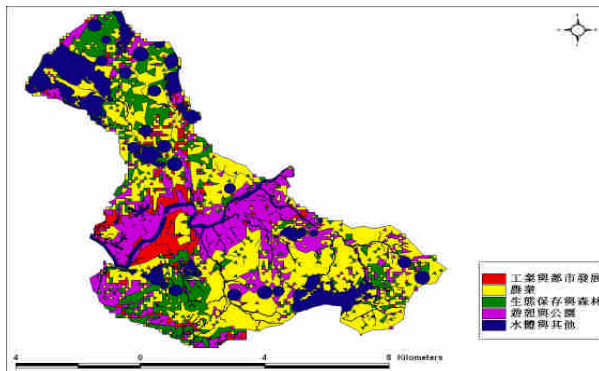


圖 1. 未加權之最適化土地利用型態分佈

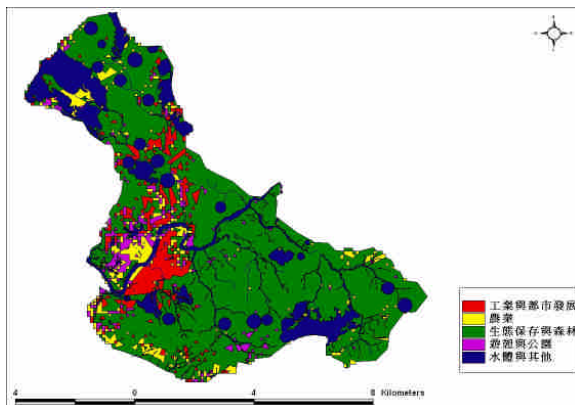


圖 2. 加權後之最適化土地利用型態分佈

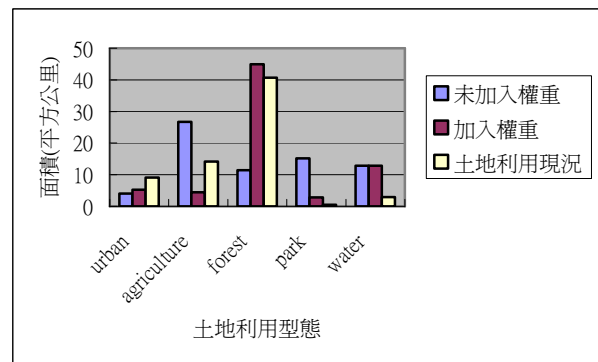


圖 3. 汐止市土地利用現況與研究結果比較

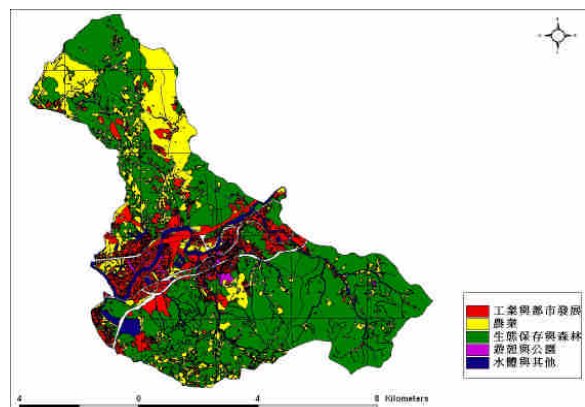


圖 4. 汐止市地區土地利用型態現況分佈