

集水區環境敏感區位劃定系統在鄉村區 土地適宜性評估之應用

林昭遠⁽¹⁾ 鄭旭涵⁽²⁾ 林家榮⁽²⁾

摘 要

臺灣地區城鄉之間的距離近年來已大幅縮短，平原地區鄉村多呈農工混合發展型態，山坡地鄉村區由於土地資源之先天限制，開發乃成為必然之趨勢。其中以山坡地農業、休閒觀光以及各種道路開闢、建築等非農業開發利用，導致環境品質劣化，以及部分具有緩衝天然災害之區位功能逐漸喪失，最令人擔憂。山坡地鄉村區之環境災害主要為水土災害，其原因除了與地形、地質等先天條件有關外，水是最主要的誘發因素。本研究以集水區的觀點切入，探討山坡地鄉村區實際土地利用，與現行法規所劃定之環境敏感區位，是否有無法落實或必須檢討之處；同時比較一般土地適宜性研究所採用之評估觀念，與集水區環境敏感區位劃定觀念之差異。從水里溪集水區開發現況差異分析檢討結果發現，部份鄉村區土地利用及開發區位，恰巧落於環境敏感區位；另從歷史災害統計分析，環境敏感區位確實有較高災害發生頻率。不適宜之土地利用，則是災害加劇加深的主要原因。本研究建置之集水區環境敏感區位劃定系統，彙整各類土地利用環境敏感評估準則，可迅速運算、客觀的提供集水區土地適宜性之空間分佈及量化成果。研究結果顯示魚池鄉、水里鄉內山坡地鄉村區之土地利用規劃，應以水里溪集水區整體考量；同時對於現行已分佈於湖泊週邊、溪流交匯口、土石流扇狀堆積區、地質脆弱地區、歷史崩塌區等之土地開發利用，應視環境敏感區位之性質與保護標的，從質與量的影響，採行土地使用管制或者透過保護帶之劃設與徵收等方式，予以降低使用密度或預先遷離土砂災害潛勢區。政府部門對於整體山坡地鄉村區之區域發展規劃，更應從環境保育、災害預防與規避、景觀風貌、鄉村產業經濟發展等角度，以集水區流域地形變遷及土砂運移之長遠思考，落實環境敏感區位之劃定與執行，以達到減災、避災之效果，降低土地開發維護成本，進而保護民眾生命財產安全，並保育山坡地水土環境。

（**關鍵字**：環境敏感區位、土地適宜性評估、鄉村區）

A GIS base systems for delineating watershed environmental sensitive area in assessment the suitability of landuse at rural areas

(1) 國立中興大學水土保持系教授

(2) 國立中興大學水土保持學系博士班研究生

Chao-Yuan Lin⁽¹⁾, Hsu-Han Cheng⁽²⁾, Chia-Rung Lin⁽²⁾

Professor⁽¹⁾, Doctoral graduate Student⁽²⁾, Department of Soil and Water Conservation National
Chung Hsing University Taichung, Taiwan 402, R.O.C.

Abstract

The traveling distances between urban and rural areas have been shortened based on the convenient highway and expressway network system and infrastructure. Most of suburban areas became half or an hour trip from metropolitan areas. The villages on the plain are mainly distributed on the south-central agricultural counties and they represent agriculture-industrial combination developing pattern. Due to the natural resources limitation on the slopeland villages, the area development is necessary. The slopeland agriculture, recreational activities and non-agricultural utilization such as road constructions or buildings deteriorate the slopeland environment. Especially, some environmental sensitive areas decreasing hazard buffering capacity will be a great worry to publics. The major environmental hazards on the slopeland are soil and water hazards. Besides the topologic and geologic related conditions, water is the most important induced factor. This study is based on the watershed stream network viewpoint to discuss the differences and reasons between real slopeland utilization and environmental sensitive area reservation in current regulations. In the meantime, the results from the different concepts in regular landuse appropriate evaluation and watershed environmental sensitive area delineation were also discussed to indicate the differences on the slopeland village landuse suggestion. From the analyzed results of Shuili Stream watershed case study, most the current rural landuse and development areas are located on the environmental sensitive areas derived by watershed environmental sensitive area delineation system. From the statistical analysis results using historical data, these environmental sensitive areas were suffered by natural hazards with more intensive frequency. The improper landuse pattern on this slopeland maybe the most important reason causing higher casualties. The watershed environmental sensitive area delineation system established in this study summarizes landuse environmental sensitive evaluation criteria and provides efficient and objective watershed landuse appropriate spatial distribution results. From the study results, the slopeland utilizations in Yuchi and Shuili townships need be reconsidered based on the total Shuili Stream watershed unit assessment. The developed areas scatter along the lakeshores, stream intersections, debris-flow deposition areas, geologic vulnerable areas and landslide areas need be restricted based on different sensitive area properties and protection reasons through buffer zone delineation or land levy processes to decrease landuse intensity and evacuate debris hazard potential areas. The area development planning of whole slopeland village areas should be examined based on environmental conservation, hazard prevention, landscape, and rural industrial economic development factors. Also considering the watershed topologic changes, sediment transport, and environmental sensitive areas delineation and enforcement can provide better hazard mitigation

effects, reduce land development and maintenance cost, and improve slopeland soil and water conservation. The proposed concepts and processes can protect human lives and properties, and contribute quality and esthetics to the environment.

(**Keyword** : Environmental Sensitive Areas, Landuse Suitability Assessment, Rural Areas)

前 言

台灣高山和坡地佔全島總面積2/3，平原土地已開發利用趨近飽和，隨著交通路網建置、周休二日以及產業發展等因素，山坡地逐漸成為梅、李、桃、茶、咖啡、檳榔、蔬菜等經濟農業作物的重要生產區。由於土地價格成本相較低廉，非農業使用之住宅別墅、寺廟道觀、觀光遊憩區、高爾夫球場，甚至大專院校、工業區等，已逐步入侵山坡地鄉村區。山坡地鄉村區因人口街廓之密集程度，可區分為有都市計畫之農村（村里）區、原住民部落，以及屬於非都市土地之農山村聚落與莊園。早期發展係沿溪流兩側所開闢之林道及產業道路往上游開發，聚落主要分布於河口沖積扇、濱水區及山麓地帶；後來則逐漸由道路往山嶺地區開發。

台灣位處西太平洋島弧之地殼皺摺地帶，山高嶺峻，水流湍急，加上地震頻仍，颱風盛行，降雨豐沛而集中，因此水系發育密集，河川切割劇烈，土砂運移暢旺，山坡地地形演化變遷相當迅速。另一方面由於氣候高溫多濕，植生茂盛而歧異，野生物種豐多，自然資源非常豐富。山坡地開發改變了大自然的原始面貌，也為人類帶來各種程度不等的災害。過度與不適宜的山坡地土地開發利用方式，包括在行水

區或洪泛地區開發建築、闢建道路、施築攔河構造物，阻擋河道輸砂；或在濱水區伐木屯墾、封築堤防、挖採土石等，已造成墾民付出生命財產損失的代價，更造成自然生態環境無可彌補的嚴重破壞。這些無知與不當的土地利用行為，因近年來台灣地區風災不斷而特別將問題突顯出來，專家學者乃呼籲政府部門有必要依自然資源保育與人為利用條件，將各類環境敏感區位依其性質管制土地開發，並透過劃分可發展區、限制發展區、保留區與禁止開發區，嚴格執行。

現行各類環境敏感區位因地政管理機關與各目的事業管制管理機關業務功能因素，相關法規限制落差嚴重或互有重疊；實際山坡地鄉村區之土地利用更因墾民已投注心血或多年安身立命與既得利益而多就現狀予以合法；政府部門亦多已投入各項公共建設及龐大治理防災經費。欲劃定山坡地鄉村發展規劃時應考慮趨避之各類環境敏感區位，除利用民眾已普遍體認山坡地與集水區環境保育之重要，民氣可用之外，仍需透過立法手段推行。而提供政府部門專業研究意見與技術協助，則是本研究建構集水區環境敏感區位劃定系統之目標。本研究透過地理資訊系統，以集水區為空間單元整合目前國內各相關機關之環境保育與地用管制政策，供國土規劃管理參考。

文獻回顧

(一) 環境敏感區位定義

環境敏感地區 (Environmentally Sensitive Area) 泛指具有特殊價值之地區、不宜人類居住之地區、或極易因不當之人為活動而導致環境負效果之地區 (行政院經濟建設委員會, 1988)。概念相關的名詞尚包含危急地區、敏感土地、環境敏感地區、環境重要地區及脆弱土地 (表1)。

環境敏感區的分類因個案需求而有不同, 一般可分為生態系統、自然資源、天然災害及文化景觀等方面。環境敏感區則依其保護目的歸納出劃設準則。這些區位視其性質對於開發行為或人為活動加以限制, 部分地區甚至完全禁止 (余志偉等, 2004)。禁止開發區及限制開發區可設置緩衝帶, 提供暴雨滯洪、減輕土壤沖蝕及過濾污水, 平時亦可發揮休憩及娛樂的功

能, 減少災害對環境的負面影響。

本研究認為「環境敏感區位」為環境敏感地區在集水區內的空間分佈, 而環境敏感地區則係某種區域之環境狀態, 極容易因外力影響而產生質或量的變化。這些變化對於人類利用具有健康上、安全上的威脅, 或對於生態環境有無法復原之耗損與破壞。

(二) 環境敏感區位考量因子

國內環境敏感地之研究, 多集中於水土保持「天然災害潛勢區」, 且一般配合農村土地適宜性及土地使用潛力等加以評估。天然災害敏感區, 包含崩塌區、土石流危險區及暴雨集中區等易誘發土砂災害之敏感區。考量之因子包含坡度、坡向、地質、崩落地、土石流潛勢溪流及沖積扇、地表植生覆蓋率、土壤沖蝕、道路分布、水系分布及雨量分布等 (黃麗津, 2003; 林家榮, 2004; 黃振原, 2005; 劉文賢, 2005; 李俊賢, 2005)。

表 1. 環境敏感地區相關名詞

Table 1. Terms of environmental sensitive area

名稱	年代	出處
危急地區 (Critical Area)	1965,1973	U. S. Congress, 93rd Congress
敏感土地 (Sensitive Lands)	1975	Thurow, Toner, and Erley
環境敏感地區 (Environmentally Sensitive Area)	1981	Eagles
敏感地區 (Sensitive Area)	1983	Newman and Steiner
環境重要地區 (Environmentally Significant Area)	1983	Lamoureux, R. G. Chow and B. Reeves
脆弱土地 (Fragile lands)	2005	Barbier, Edward B.

近年來「生態敏感區」亦成為環境敏感區之重要課題，內政部營建署即以保安林、國有林、野生動物保護區、溼地、沿海保護帶及國家公園，作為生態環境敏感區。但對於以生態為本的環境考量，集水區才是一個完整的自然生態系統單元，從集水區整體性的考量可避免造成生態系的切割與破碎化，故應當以集水區做為「生態敏感區」劃設時所採用之基本空間單元。整體而言，藉由環境敏感區位劃定與土地利用變遷分析，可達到檢視土地利用現況，是否符合環境災害趨避以及土地利用適宜性的目的。故在土地利用開發上，若能以環境敏感地的概念做區位差異檢討，並輔導合理利用與規劃配置，可避開或減輕災害的衝擊，達到保育生態環境與資源永續利用之目標（黃振原，2005）。

（三）環境敏感區位相關規定

環境敏感區位相關規定繁多，自然資源類如森林法、國家公園法、野生動物保育法、自然保護區設置管理辦法等，文化景觀類如文化資產保存法，天然災害類則無環境敏感區之劃定專法，本研究針對土砂災害收錄水土保持相關規定如下。

水土保持法（2003 修訂）

下列地區，應劃定為特定水土保持區：（第16條）

1. 水庫集水區。
2. 主要河川集水區須特別保護者。
3. 海岸、湖泊沿岸、水道兩岸須特別保護者。
4. 沙丘地、沙灘等風蝕嚴重者。

5. 山坡地坡度陡峭，具危害公共安全之虞者。
6. 其他對水土保育有嚴重影響者。
 - （1）新、舊崩塌地。
 - （2）土壤沖蝕嚴重地區。
 - （3）土石流危險區。
 - （4）環境風險率在 12 以上，且總面積在 50 公頃以上者。
 - （5）經主管機關認定有必要劃定之地區。

經劃定為特定水土保持區之水庫集水區，其管理機關應於水庫滿水位線算起至水平距離30 公尺或至50 公尺範圍內設置保護帶（第20條）。

由於水庫集水區之特定水土保持區劃定，遭逢極大阻力，目前為止僅劃定白河水庫及烏山頭水庫2區，經濟部水利署即要求研議修正水土保持法第16條為：「一、崩塌區。二、地滑區。三、土石流危險區。四、土壤沖蝕嚴重區。五、沙丘地風蝕嚴重地區」等五類。並將水庫集水區排除。

特定水土保持區劃定與廢止準則（2000 修訂）

1. 水庫集水區（第 3 條第 1 項第 1 款）。
2. 主要河川集水區須特別保護者：洪水或土砂災害頻度及損失較高之上游集水區、或為維護水土資源所需之集水區（第 3 條第 1 項第 2 款）。
3. 易受沖蝕、崩塌之湖泊沿岸或水道兩岸土地，其寬度自沖蝕或崩塌地之外緣起算，陸側水平距離 30m 或坡長 100m 範圍內（第 3 條第 1 項第 3 款）。
4. 山坡地坡度陡峭，其平均坡度在 70 %

以上，總面積在 50 ha 以上，且有危害聚落、重要公共設施、名勝、古蹟等之虞者（第 3 條第 1 項第 5 款）。

5. 新、舊崩塌地，且具危害公共安全之虞者，經主管機關認定劃定之地區（第 3 條第 1 項第 6 款）。
6. 土石流危險區：溪床坡度在 30 % 以上者，且其上游集水區面積在 10ha 以上，且下游有聚落、重要公共設施、名勝、古蹟等需要保護之重要對象，經主管機關認定有必要劃定者（第 3 條第 1 項第 6 款）。

（四）內政部營建署環境敏感地劃設原則

依據區域計畫法施行細則第六條規定，內政部營建署（營建署）於1992年委託規劃單位完成北、南部區域、1996年完成中部區域之環境敏感地劃設分析報告，並經營建署綜合計畫組核定在案；而行政院環保署亦分別於民國1995年至1997年完成了東部區域（包含花蓮、台東、蘭嶼、綠島）之環境敏感地劃設研究。

營建署環境敏感地劃設標準，分為北、中、南、東部區域（含蘭嶼、綠島）與澎湖、金門、馬祖地區；分類包含生態敏感地、文化景觀敏感地區、優良農田敏感地、地表水維護區、地下水補注區、地質災害敏感地及洪泛地區。

（五）土地適宜性分析

一般經濟上之土地適宜性評估多從土地之取得價格、交通可及性、勞力及資源供應便利性、市場運距、聚集效應、政府投資與公共設施、廢棄物處理成本等評估

土地利用之適宜性，較少從資源保育或風險評估的觀點思考。因此山坡地鄉村區之發展，多逐水而居，主要原因係河岸沖積區土壤肥沃、農耕灌溉方便。而河川水系多循地質弱面切割分布，水流、土砂則藉由河川往下游運移。道路又沿著水系週邊串連這些聚落；如此一來，往往人類所認為山坡地最適合農耕居住開發的區位，也正好是大自然釋放能量的區位。

唐一凡1999年以地質、土壤、水文等自然環境因子做為影響山坡地開發區位選擇之主要因子，利用多目標規劃模式之開發適宜等級及土地承載量限制函數，求算山坡地土地適宜開發規模與區位，並指出影響各類型山坡地適宜開發面積之主要因子包含安全淤砂量、總磷量、區域開發利益等環境因子。王京國（2000）建議山坡地之土地、水資源開發所可能產生的風險問題與災害，應於開發計劃初期即審慎評估，並規劃、訂定和管制可容許之開發量。董倫政（2002）以崩塌地及其附近地區土地利用，進行土地利用的適切性評估，從自然因素如降雨、地形及地質的因素，與人為的不當或過度的開發所造成的災害，利用地形成長曲線決定網格，分析土地條件(L)及土地利用現況(U)之比值U/L，來判定土地利用的適切與否。黃以方於2003年進一步以坡度、岩性及植生覆蓋率為評估因子。徐偉鈞（2003），另由「環境及公共設施容受力」的角度，以灰色階層程序法及灰關聯分析，探討各個因子間的相對關係及各個因子間的重要程度，建構山坡地之總量管制評估準則。

山坡地鄉村區土地利用適宜性評估，

集水區環定敏感區位劃定系統在鄉村區土地適宜性評估之應用：林昭遠、鄭旭涵、林家榮

可以透過集水區環境敏感區位劃定系統，以各種現行關於天然災害或資源保護之環境敏感區位有關規定所建立之劃設準則，從集水區空間位相之分布和實際土地利用現況進行差異分析，並從歷史災害與人類土地利用區位改變進行變遷分析。此外，更可以進一步將重疊區位之不同土地利用類型與災害發生之規模、頻率等，進行環境條件之影響變異研究，提供山坡地鄉村區發展規劃時之技術參考。

研究試區

(一) 研究區域

水里溪集水區位於濁水溪上游，居南投縣之中央，以TM二度分帶座標系統涵蓋其範圍，左下坐標為(232920, 2634320)，右上坐標為(244080, 2647640)，面積約為83Km²，海拔高介於262~1,462 m之間。主要涵蓋魚池及水里兩鄉，其中包含鉅工、農富、水里、武登、車程、水社、五城、日月、新興、天雁、頭社及中明等村，如圖1所示。

(二) 地形與水系

水里溪集水區之地勢除西南端為較低緩之丘陵地外，大部份為山岳地帶，海拔高集中於400 m至800 m之間，約75%。全區平均坡度29.1%，其中，四級坡面積達集水區22.6%，六級坡25.2%次之，而陡坡區位集中於主流兩側及集水區東南方。坡向分布以東向(15.2%)最多，其次為西向(14.7%)。日月潭為集水區內最大之蓄水庫體，該潭之集水來源除潭區降雨外，主要係由

區外武界水庫引水道灌注而來。

(三) 地質與土壤

本區地質主要為四稜砂岩，成分為厚層淺灰色到灰白色石英岩質砂岩或石英岩為主，夾有暗灰色硬質頁岩或板岩；其次為乾溝層為黑色到深灰色頁岩質沉積物為主的板岩；石底層主要黑灰色頁岩和白灰色砂岩或粉砂岩所成的條紋狀薄頁互層；南莊層以塊狀到厚層白色中粒砂岩為主、夾有深灰色頁岩、淡青色泥岩、以及砂岩和粉砂岩及頁岩的緻密薄頁層；沖積層主要由粘土、粉砂、砂和礫石組成，主要分布於集水區地區南緣。

土壤以崩積土面積最多，主要分布於丘陵地及山地較陡之坡腳，因地形不安定，故土壤難有良好的化育但含礫石量較多；其次為黃壤及石質土，分布於集水區東側及北方；沖積土則零星分布於集水區中，及紅壤分布於集水區北方。

(四) 土地利用概況

集水區土地分布類型中，闊葉林約占42.8%、針葉林7.4%、竹林5.4%及少許灌木；區內有日月潭水庫及頭社水庫，故水體面積總計達10.8%；人為開發約占25.9%，顯示本集水區開發程度極高，如圖2所示。其中檳榔椰子為最大宗佔集水區19.2%，其次為建築區1.6%、道路及果園則各佔1.4%，使用比例如表2所示。

(五) 氣象及水文

蒐集水里溪集水區附近雨量站，包含水社進水、大觀、鉅工、魚池、蓮華池、集集(2)、龍神橋及青雲等8站。水里溪集水

區豐水期為5~10月，雨量多集中於集水區 北部上游處，經計算平均年雨量約 2,160 mm。

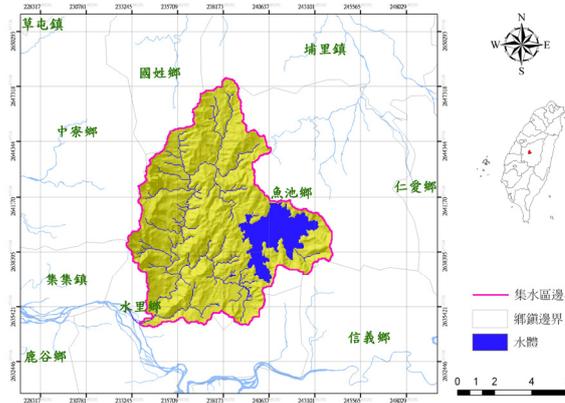


圖 1. 試區位置

Figure 1. Site of study area

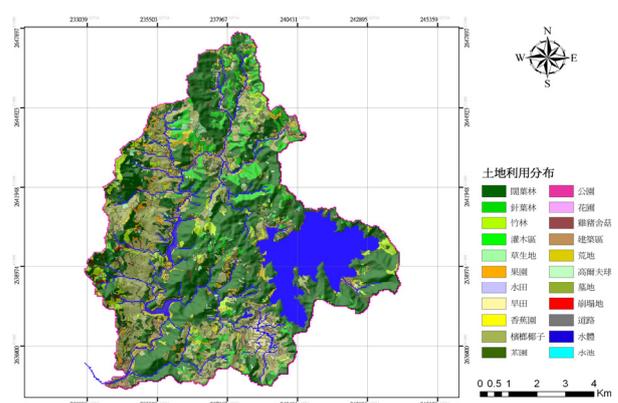


圖 2. 水里溪集水區土地利用分布

Figure 2. Landuse patterns in Shuili watershed

表 2. 水里溪集水區土地利用型態

Table 2. Areas of landuse patterns in the watershed

土地類型	面積 (m ²)	土地類別	面積 (m ²)	土地類別	面積 (m ²)
公園	6,400	建築區	1,364,800	道路	1,132,800
水田	36,800	香蕉園	35,200	墓地	64,000
河流	8,929,600	荒地	4,731,200	闊葉林	35,475,200
水池	44,800	草生地	1,512,000	檳榔椰子	15,900,800
竹林	4,438,400	茶園	467,200	雞豬舍菇	131,200
旱田	1,076,800	針葉林	6,120,000	灌木區	3,200
果園	1,169,600	高爾夫球	6,400		
花圃	19,200	崩塌地	265,600		
總計			82,931,200		

材料與方法

(一) 研究架構與方法

本研究參考營建署之「環境敏感地準則」及「集水區相關法規」，劃設水里溪集水區環境敏感區位。其中，營建署部分

為地質災害敏感區、地表水維護區及文化景觀敏感區；相關法規部分則包含：陡坡區、濱水區、土石災害區及地質斷層區等。所得之環境敏感區位圖與土地利用圖差異分析，可瞭解土地利用圖中之土地之適宜性，是否受到敏感區位影響。分析架構及資料來源如圖3及表3。

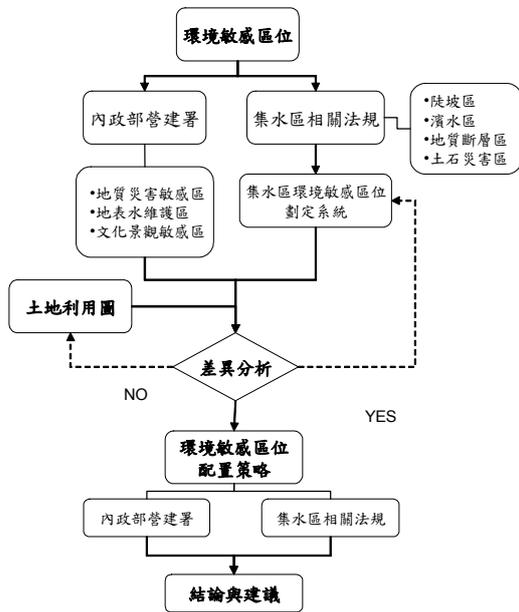


圖 3. 分析流程

Figure 3. The flow chart of the study

表 3 圖資格式與來源

Table 3. Type and source of thematic maps used

圖資名稱	格式	來源
數值高程模型	網格檔	中央大學
崩塌地分布圖	向量檔	水土保持局
土石流分布圖	向量檔	中央地質調查所
土壤圖及地質圖	向量檔	中央地質調查所
土地利用圖	向量檔	水土保持局
土壤沖蝕分布圖	網格檔	Lin <i>et al.</i> ,2002

(二) 分析步驟

1. 營建署建議之敏感區位準則

營建署環境敏感地劃設標準分為北、中、南、東部區域，本研究採用中部地區之準則劃設地質災害敏感區、地表水維護區及文化景觀敏感區，準則參考營建署「區域計畫地理資訊查詢系統」。

(1) 地質災害敏感區

地質災害敏感地係針對地質、地質斷層、土壤及坡度等邊坡條件及現況之蝕溝及崩塌情形，評估地質脆弱易發生災害的區位。

(2) 地表水維護區

地表水維護區由水份儲存力及土壤流失兩大指標構成。其中，水質維護地區（A區）為土壤沖蝕嚴重但水分儲存較差之區域，考量沖蝕攜帶之污壤物影響水質；而土壤水份儲存力差且沖蝕嚴重之區域，則劃為緩衝地區（B區）以阻擋下移泥沙進入河道；水量維護地區（C區）因土壤水份儲存力佳且沖蝕並不嚴重，故劃設為水量維護區；限制開發地區（D區）雖土壤水份儲存力佳，但因土壤沖蝕嚴重所以對水質水量最為敏感，需禁止一切開發並加強水土保持。

(3) 文化景觀敏感區

本敏感地劃設準則分為自然景觀敏感面及區內景觀管制及遊憩資源面，其中自然景觀敏感面考量地形、植被及水文；區內景觀管制及遊憩資源面考量古蹟、各類保護區及風景特定區。

2. 集水區相關法規

整理環境敏感區位相關法規，分為陡峭區、濱水區、地質斷層區、崩塌地及土石流潛勢區等，詳述如下。

(1) 陡峭敏感區

由數值高程模型（DEM）分析而得之坡度，依水土保持技術規範分為7級，將6~7

級視為陡峭區位，如表4所示。

(2) 濱水敏感區

河岸緩衝帶劃設方面考量非點源污染的濾除及生態棲地保護，配合國內外研究建議消除農藥的緩衝帶（表5及表6）及40m之DEM，以河道邊緣向外側劃設40m範圍作為河岸緩衝帶。

(3) 崩塌敏感區

崩塌地為山坡地保育利用條例中之加強保育地，而特定水土保持區劃定與廢止準則中，針對湖泊及水道兩岸特別保護地區，規定崩塌地之外緣起算，陸側水平距離30公尺或坡長100公尺範圍內，劃為特定水土保持區。據此，配合DEM劃設40m範圍為崩塌敏感區。

(4) 地質斷層敏感區

採用經濟部中央地質調查所地質圖，並依建築法規定（表7），當史上最大地震規模 < 6 或無紀錄者，以斷層帶二外側邊各30m範圍內，劃設為地質斷層敏感區。配合DEM劃設40m範圍為地質斷層敏感區。

(5) 土石流潛勢溪流影響範圍

水土保持局劃定之土石流潛勢溪流影響範圍，係依日本學者池谷 浩及水山高久（1982）提出之土石流沖積扇計算式，其公式如下：

$$\log(L) = 0.42 \times \log(V \times \tan \theta_d) + 0.935$$

其中：

- V=70,992A^{0.61}；
- L：淤積長度（m）；
- A：集水區之總面積（Km²）；
- V：土砂流出量（m³）；
- θ_d：下游坡度。

(6) 集水區環境敏感區位劃定系統

整合上述劃設環境敏感區位，彙整其法規依據及條件（表8），建立集水區環境敏感區位劃定系統，如圖4所示。

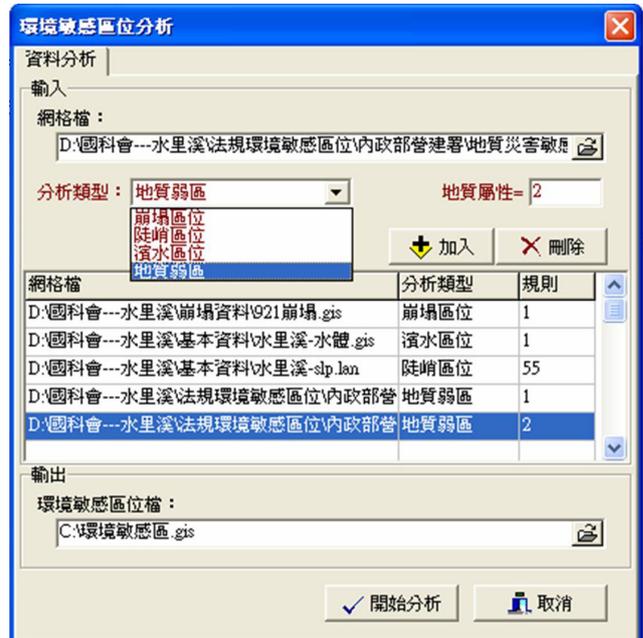


圖 4. 集水區環境敏感區位劃定系統

Figure 4 . Watershed environmental sensitive area classified system

集水區環定敏感區位劃定系統在鄉村區土地適宜性評估之應用：林昭遠、鄭旭涵、林家榮

表 4. 各坡度分級推薦之合理土地利用
Table 4. Proper landuse recommended according to slope categories

坡度分級	坡度範圍	土地利用管理
一級坡	$S \leq 5\%$	在良好覆蓋及安全排水設施保護下，可依平原區之利用管理原則，生產高經濟價值之作物
二級坡	$5\% < S \leq 15\%$	
三級坡	$15\% < S \leq 30\%$	為避免造成沖蝕，勿種植需整地勤耕之短期作物，以栽植高經濟價值之果樹、茶、桑樹等不需經常耕犁之長期作物，避免破壞地表植生覆蓋，並加強山邊溝及安全排水等設施，對水土保持較為適宜。
四級坡	$30\% < S \leq 40\%$	
五級坡	$40\% < S \leq 55\%$	土壤深度多屬淺層，土地利用時以種植多年生果樹及牧草為宜，儘量保持或加強地表植生覆蓋為主，山邊溝及安全排水之配置要注意安全，減少不必要之工程設施。
六級坡	$55\% < S \leq 100\%$	維持原地形地貌，避免破壞地表植生覆蓋。
七級坡	$S > 100\%$	

表 5. 以生態棲地考量的濱水緩衝帶劃設
Table 5. Riparian buffer zone classified by ecological habitat

來源	寬度	棲地型式
PFLUG (1989)	2-5m	水源區
	10-50m	河川
BLESS (1985)	20-200m	大河、急流
	最小 10m	流動的水域
MOLLENHAUER & WOHLRAB (1990)	20m	近農地的水域
MANDER (1989)	10m	河岸帶

(資料來源：黃振原，2005)

表 6. 控制非點源污染植生緩衝帶劃設建議
Table 6. Vegetated buffer zone classified by non-point source pollution control

污染型式	寬度	來源
短效性農藥 (四氯丹)	10m	丁昭義、陳信雄 (1979、1981)
水溶性農藥	30m-60m	丁昭義、陳信雄 (1979、1981)
總氮與總磷量	12m	Thompson 等 (1978)

(資料來源：黃振原，2005)

表 7. 地質斷層不得開發建築範圍

Table 7. The forbidden regions for development in geological fault

歷史地震規模	不得開發建築範圍
$M \geq 7$	斷層帶二外側邊各 100 m
$7 > M \geq 6$	斷層帶二外側邊各 50 m
$M < 6$ 或無記錄者	斷層帶二外側邊各 30 m 內

*建築技術規則建築設計施工編 262 條（全國法規資料庫，2005）

結果與討論

（一）內政部建議之環境敏感區位

1. 地質災害敏感區

潛在災害嚴重區域佔集水區面積15%，主要分布於西側嶺線及主河道斷層線上之東側（圖5），其中以竹林面積最高達1,011,200 m²；潛在災害嚴重區域之土地利用以果園163,200 m²最高，其次為建築區126,400 m²、香蕉園16,000 m²、茶園52,800 m²及道路105,600 m²等；潛在災害次嚴重區面積佔集水區30%，分散於潛在災害嚴重區周圍，其土地利用面積總計952,000 m²；而潛在災害不嚴重及無潛在災害面積，分別佔集水區面積39%及15%，土地利用面積總計4,089,600 m²（表9）。

本區劃定的區位為高潛在的地質弱區，應以「地質災害潛勢區」（geological hazard-potential areas）一詞較為恰當。

2. 地表水維護區

水質維護地區面積佔集水區0.8%，區

內土地利用包含檳榔椰子112,000 m²、建築區54,400 m²、雞豬舍菇寮1,600 m²及道路62,400 m²，面積總計230,400 m²，其中建築區及雞豬舍菇寮等土地利用為主要污染源，需考量污水緩衝等處理設施；緩衝地區面積佔集水區39.9%，開發面積為18,537,600 m²，而檳榔椰子為區內主要開發類型，面積高達15,788,800 m²，故需評估其所能提供之緩衝效果；水量維護地區面積佔集水區58.3%，開發面積為2,641,600 m²，主要為旱田1,006,400 m²、果園1,148,800 m²及茶園376,000 m²；限制開發區面積佔集水區1.0%，區內開發狀態尚不顯著，僅1,600 m²面積之果園，惟需做好減少土壤沖蝕之處理（如圖6及表10）。

3. 文化景觀敏感區

經分析得知風景特定區佔集水區總面積21.0%，區內因觀光產業之故，已利用土地面積達1,092,800 m²，而建築物佔272,000 m²；自然景觀敏感區符合1項、2項及3項條件之區域，分別佔集水區面積30.4%、26.5%及3.1%。

集水區環定敏感區位劃定系統在鄉村區土地適宜性評估之應用：林昭遠、鄭旭涵、林家榮

不屬文化景觀敏感區面積佔集水區19.0%，主要的土地利用亦集中於本區，面積約11,321,600 m²（如圖7及表11）。

4. 內政部環境敏感區位之土地適宜性評估

選擇地質災害敏感區的第三及四級、地表水維護敏感區的水質維護及限制開發區、文化景觀敏感區中符合3項自然景觀敏感區條件及風景特定區，作為土地不適宜開發區。經分析得到敏感區外的面積共為32,449,600 m²，主要分布於集水區中部及東南部（圖8）。

（二）集水區相關法規

分析結果如圖10，環境敏感區內的土地利用情形（表12及表13）分述如下：

1. 陡坡環境敏感區位

陡坡環境敏感區佔集水區總面積27.4%，區內因易受沖蝕及破壞坡面安定，應禁止林業以外之開發使用。惟本區土地利用面積達2,611,200 m²，主要為檳榔椰子2,136,000 m²、果園329,600 m²及茶園19,200 m²。本區需加強保育及維護林木或自然植生覆蓋，避免破壞原地形地貌，而不屬造林樹種的檳榔椰子，亟需相關單位妥擬適當的處理方式，以符可利用限度分類標準之規定。

2. 濱水環境敏感區位

濱水環境敏感區佔集水區總面積26.6%，本區並著重於水質及洪水災害的防護，但除非劃入特定水土保持區，目前並無明文規定土地利用之限制。濱水環境敏感區內土地利用面積達4,590,400 m²，主要

為檳榔椰子2,907,200 m²、旱田603,200 m²、建築區299,200 m²及果園188,800 m²。故本區需留意農業耕作使用農藥及肥料直接影響水質，及雨季時上、下游處居住區之洪水防治。

3. 地質斷層環境敏感區位

依水里溪集水區過去的地震規模，屬地震歷史規模 $7 > M \geq 6$ ，應劃定斷層線兩側50m範圍內為地質斷層敏感區，取DEM40m範圍，其面積約佔集水區1.9%。建築物及道路面積分別佔65,600 m²及36,800 m²。本區主要需考量建築物構築之安全，其他類型之土地利用若未涉及其他敏感區位或法規時則不在此限。

4. 崩塌敏感區位

區內之崩塌地主要為921地震造成，集中於水里溪集水區西側及下游溪流兩側，依崩塌地及其兩側40m內範圍劃定之敏感區，佔集水區總面積3.2%。崩塌環境敏感區內主要土地利用，包含檳榔椰子180,800 m²、建築區44,800 m²、果園27,200 m²及旱田24,000 m²。基於生命保全及土砂災害之考量，崩塌地下方及之兩側範圍應進行緩衝處理，上方則應適當截水。

5. 土石流影響環境敏感區位

水土保持局劃定土石流潛勢溪流及沖積扇影響範圍，佔集水區總面積2.2%，集中於集水區西側。該區土地利用包含建築區46,400 m²、道路24,000 m²、果園11,200 m²、旱田11,200 m²及檳榔椰子131,200 m²等。土石流沖積扇於颱風豪雨時極易致災，極不適合居住及開發利用，建議本區

應施設梳子壩等整治設施或適當導流，減少土砂運移時溢流衝擊，並應定期重新評估其潛勢等級。

6. 集水區相關法規之土地適宜性評估

彙整相關法規劃定環境敏感區面積佔

集水區43,929,600 m²，未涉及法規管制的區位39,001,600 m²。若考慮禁止開發的林班地，區內允許開發面積為12,883,200 m²，主要分布於集水區東南方及西北，而以上面積及區位僅存針對法規管制的部分，尚未加上災害潛勢的敏感區分析。

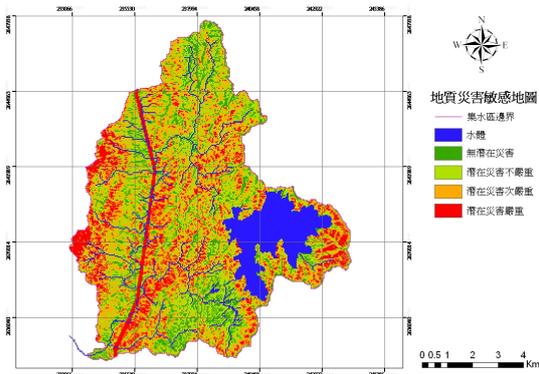


圖 5. 地質災害敏感區

Figure 5. Geological disaster sensitive areas

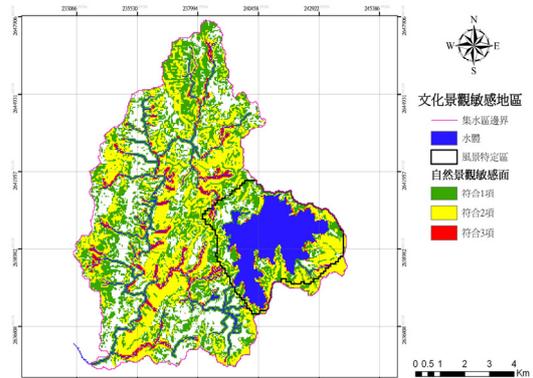


圖 7. 文化景觀敏感地區

Figure 7. Sensitive areas for culture and/or landscape

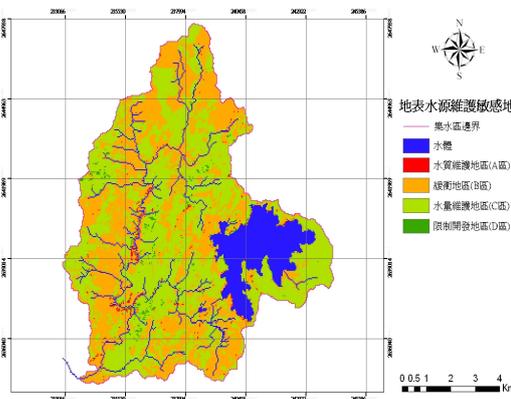


圖 6. 地表水源維護敏感地

Figure 6. Surface water source maintenance sensitive areas

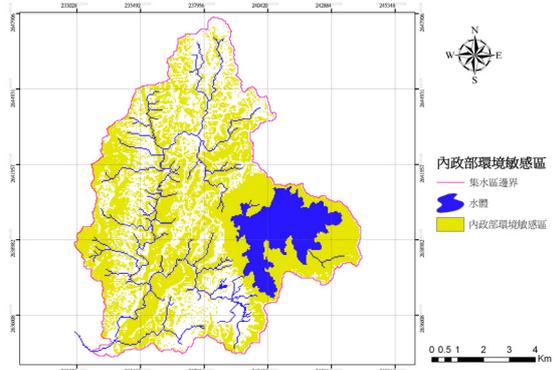


圖 8. 內政部環境敏感區

Figure 8. Environmental sensitive areas classified by Ministry of Interior

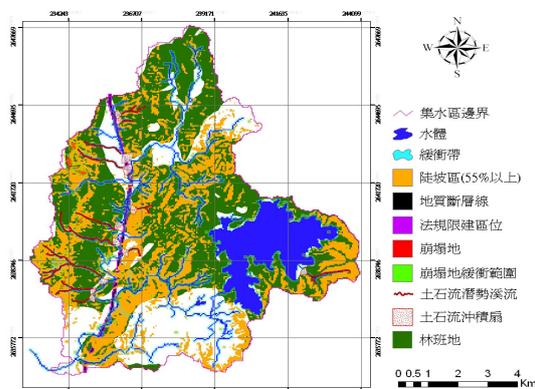


圖 9. 相關法規規定環境敏感區
Figure 9. Environmental sensitive areas classified by relative regulations

(四) 綜合討論

本研究採用內政部營建署及彙整集水區相關法規，作為環境敏感區劃分準則，分述如下：

1. 內政部營建署

營建署分類準則，包含地質災害敏感區、地表水維護區及文化景觀敏感區。其中，地質災害敏感區中的潛在災害嚴重區為坡度超過55%，屬崩塌、向源侵蝕及地質弱帶等極不穩定之地質區；而地質災害次嚴重區與地質災害嚴重區，差別在於次嚴重區坡度範圍為5%~55%，相較下敏感程度較低，故本研究將地質災害敏感區列為主要之環境敏感區位。

2. 集水區相關法規

本研究蒐集相關法規彙整後分為陡坡區、濱水區、地質斷層區、崩塌地及土石流影響區位。而各類敏感區皆有其限制開發項目，如陡坡區限制農業使用及任何造成水土流失之開發；濱水區雖無明文限制項目，但引據相關法規及研究建議該敏感區內，需管制任何可能造成污染之土地利用；地質斷層敏感區乃引建築法規定，該敏感區位內不得開發建

表 8. 環境敏感區位法規

Table 8. The regulations of environmental sensitive areas

環境敏感區位	劃設條件	法源依據	備註
陡峭區位	坡度 55%以上	山坡地保育利用條例施行細則 水土保持技術規範	限制農業使用
濱水區	水系兩側 30m~100m	特定水土保持區劃定與廢止準則	湖泊 水道兩岸保護區
禁止建設區位	斷層兩側 50m (歷史規模 7 以下)	山坡地建築管理辦法 實施區域計畫地區建築管理辦法	限制建築使用
土石流潛勢區位	溪流下游沖積扇	特定水土保持區劃定與廢止準則	限制建築使用
崩塌區位	周圍 30m	山坡地開發建築管理辦法 特定水土保持區劃定與廢止準則	加強保育地

表 9. 地質災害敏感分布之土地利用情形

Table 9. Landuse status of geological disaster sensitive areas

土地類別	地質災害第一級	地質災害第二級	地質災害第三級	地質災害第四級
	無潛在災害	潛在災害不嚴重	潛在災害次嚴重	潛在災害嚴重
(m ²)				
公園	0	3,200	3,200	0
水田	8,000	22,400	6,400	0
水池	8,000	28,800	8,000	0
旱田	412,800	624,000	27,200	12,800
果園	128,000	494,400	384,000	163,200
花圃	9,600	9,600	0	0
建築區	398,400	667,200	172,800	126,400
香蕉園	3,200	8,000	8,000	16,000
茶園	145,600	196,800	72,000	52,800
高爾夫球	1,600	1,600	3,200	0
崩塌地	11,200	41,600	83,200	129,600
道路	249,600	521,600	256,000	105,600
墓地	33,600	28,800	1,600	0
檳榔椰子	2,880,000	7,083,200	4,686,400	1,251,200
雞豬舍菇	51,200	64,000	16,000	0

築；崩塌地及土石流影響區位為土石災害區，影響區內住家生命財產安全且會影響下游安全，故需依狀況進行規劃整治。

3. 環境敏感區綜合分析

評估準則所劃分之環境敏感區統計如表 14，結果顯示營建署所劃設之環境敏感區面積最大，達 50,481,600 m²；集水區相關法規

之環境敏感區，面積達 43,929,600 m²。而劃分方式中以營建署之層面較廣，故考量因子多而不易求得精確資料；而集水區相關法規彙整之環境敏感區，雖考量簡單但應用上較為快速，資料之取得亦較為容易。故建議環境敏感區之劃定，可依情況採用相關之法規規定作為評估準則。

集水區環定敏感區位劃定系統在鄉村區土地適宜性評估之應用：林昭遠、鄭旭涵、林家榮

表 10. 地表水源維護敏感地之土地利用情形

Table 10. Landuse status of surface water source maintenance sensitive areas

土地類別	A 區	B 區	C 區	D 區
	水質維護地區	緩衝地區	水量維護地區	限制開發地區
	(m ²)			
公園	0	0	6,400	0
水田	0	25,600	11,200	0
水池	0	44,800	0	0
旱田	0	70,400	1,006,400	0
果園	0	19,200	1,148,800	1,600
花圃	0	19,200	0	0
建築區	54,400	1,310,400	0	0
香蕉園	0	6,400	28,800	0
茶園	0	91,200	376,000	0
高爾夫球	0	6,400	0	0
崩塌地	11,200	254,400	0	0
道路	62,400	1,070,400	0	0
墓地	0	0	64,000	0
檳榔椰子	112,000	15,788,800	0	0
雞豬舍菇	1,600	129,600	0	0

表 11. 文化景觀敏感地區之土地利用情形

Table 11. Landuse status of sensitive areas for culture and/or landscape

土地類別	不符條件	自然景觀敏感區 (地形、植被、水文)			現有景觀管制 風景特定區保護區
		符合 1 項	符合 2 項	符合 3 項	
		(m ²)			
公園	3,200	3,200	0	0	0
水田	17,600	6,400	0	0	12,800
水池	22,400	8,000	0	0	14,400
旱田	456,000	574,400	1,600	0	44,800
果園	444,800	648,000	76,800	0	0
花圃	8,000	11,200	0	0	0

建築區	856,000	233,600	3,200	0	272,000
香蕉園	11,200	24,000	0	0	0
茶園	294,400	116,800	1,600	0	54,400
高爾夫球	3,200	0	0	0	3,200
崩塌地	33,600	188,800	38,400	0	4,800
道路	459,200	350,400	33,600	0	289,600
墓地	36,800	27,200	0	0	0
檳榔椰子	8,654,400	6,390,400	443,200	0	412,800
雞豬舍菇	76,800	51,200	0	0	3,200

表 12. 各相關法規劃定環境敏感區位之土地利用情形 (I)

Table 12. Landuse status of environmental sensitive areas classified by relative regulations (I)

土地類別	陡坡敏感區	濱水敏感區		斷層敏感區	
		水體	濱水區	斷層線	兩側 50m 範圍
(m ²)					
公園	0	0	3,200	0	0
水田	0	4,800	14,400	0	0
水體	20,800	8,137,600	616,000	86,400	190,400
水池	0	4,800	3,200	0	0
旱田	0	200,000	403,200	4,800	9,600
果園	329,600	59,200	188,800	1,600	8,000
花圃	0	0	11,200	0	0
建築區	1,600	56,000	243,200	22,400	43,200
香蕉園	0	3,200	19,200	6,400	12,800
茶園	19,200	22,400	56,000	3,200	11,200
崩塌地	179,200	12,800	36,800	1,600	0
道路	121,600	72,000	251,200	16,000	20,800
墓地	3,200	1,600	22,400	0	0
檳榔椰子	2,136,000	720,000	2,187,200	83,200	155,200
雞豬舍菇	0	12,800	38,400	0	0

表 13. 各相關法規劃定環境敏感區位之土地利用情形 (II)

Table 13. Landuse status of environmental sensitive areas classified by relative regulations (II)

土地類別	崩塌地敏感區		土石流潛勢溪流	
	崩塌地	法規緩衝區	土石流潛勢溪流	土石流沖積扇
	(m ²)			
水體	241,600	33,600	24,000	81,600
水池	3,200	0	0	0
旱田	20,800	3,200	8,000	11,200
果園	22,400	4,800	22,400	11,200
建築區	38,400	6,400	9,600	46,400
香蕉園	0	0	3,200	16,000
茶園	9,600	3,200	0	0
崩塌地	32,000	16,000	22,400	0
道路	16,000	1,600	24,000	24,000
墓地	0	0	0	0
檳榔椰子	152,000	28,800	393,600	131,200
雞豬舍菇	4,800	1,600	0	0

結論與建議

本研究參考相關文獻及法規劃定之環境敏感區位，包含陡坡區、濱水區、土石災害區及地質斷層區。陡坡區限制農業使用及任何造成水土流失之開發，而水里溪集水區開發面積達2,611,200 m²，主要為檳榔椰子2,136,000 m²及果園329,600 m²；濱水區雖無明文限制項目，但引據相關法規及研究建議該敏感區內，需管制任何可能造成污染之土地利用。但目前約1/4面積之土地利用集中於區內，主要為檳榔椰子、

旱田及建築區，需留意污水、農藥及土壤沖蝕對水體之威脅；地質斷層敏感區乃引建築法規，該敏感區位內不得開發建

築，而本區約65,600 m²建築物面積，需留意地震時造成之影響；崩塌地及土石流影響區位為土石災害區，面積分別為2,640,000 m²及1,833,600 m²，為影響人民生命及財產安全的主要區位，且影響集水區下游安全，故需依狀況進行規劃整治。

未來宜針對環境敏感區位之管理準則進行探討，以減少環境敏感區開發對人民生命及財產造成之衝擊。

致 謝

本文承蒙行政院國家科學委員會之補助（NSC93-2621-Z-005-007-），方得以完成研究，作者謹此致謝。

集水區環定敏感區位劃定系統在鄉村區土地適宜性評估之應用：林昭遠、鄭旭涵、林家榮

表 15. 不同環境敏感區準則結果比較

Table 15. Comparison of results for different classifying criteria

準則依據	項目	集水區所佔面積	集水區環境敏感區 (m ²)
內政部營建署	地質災害次嚴重區	25,081,600	50,481,600
	地質災害嚴重區	12,590,400	
	水質維護地區	700,800	
	限制開發地區	851,200	
	自然景觀敏感區 (3 項)	2,555,200	
	文化風景特定區	17,436,800	
相關法規彙整	陡坡敏感區	22,744,000	43,929,600
	濱水敏感區	22,096,000	
	地質斷層敏感區	1,544,000	
	崩塌地敏感區	2,640,000	
	土石流影響敏感區	1,833,600	

參考文獻

- 內政部營建署 (2005) 「環境敏感區位劃設準則」, 區域計畫地理資訊查詢系統。
<http://gisapsrv01.cpami.gov.tw/fcu-gis/>。
- 水土保持保局 (2005) 「水土保持法規」, <http://www.swcb.gov.tw/Newpage/swcb09/index.htm>。
- 王京國 (2000) 「模糊理論應用於坡地合理開發之研究」, 中國文化大學地學研究所碩士論文。
- 行政院經濟建設委員會 (1988) 「台灣地區環境敏感地區管理制度之研究」, 行政院經濟建設委員會都市及住宅發展處。
- 余志偉、莊茹洳、趙亮謝、謝文章 (2004) 「環境影響評估、環境敏感地與高自然災害潛勢地區之介紹」, 國立台北大學自然資源與環境管理研究所風險分析期中報告, pp.1~10。
- 李俊賢 (2005) 「觀音坑溪集水區土砂災害區位治理順位之研究」, 國立中興大學水土保持學系碩士論文, pp.45~60。
- 林家榮、李錦育 (2005) 「潛在危險指標應用於屏東縣集水區之分級與分區研究」, 水土保持學報, 37 (1) :41~52。
- 唐一凡 (1999) 「以防災觀點探討山坡地開發適宜規模及區位之研究」, 國立成功大學都市計劃學系碩士論文。
- 徐偉鈞 (2003) 「由環境及設施容受力探討山坡地總量管制之研究---以台北縣

集水區環定敏感區位劃定系統在鄉村區土地適宜性評估之應用：林昭遠、鄭旭涵、林家榮

汐止市為例」，國立成功大學都市計劃學系碩士論文。

10. 黃以方（2003）「應用山坡地地文條件評估土地利用之研究」，國立臺灣大學森林學研究所碩士論文。
11. 黃振原（2005）「坡地農村環境敏感區位分析-以華山地區為例」，國立中興大學水土保持學系碩士論文，pp.24~28。
12. 黃麗津（2003）「應用地理資訊系統與數值地形模型於坡地敏感區劃設之研究—以花蓮清水溪流域為例」，國立臺灣師範大學/地理研究所碩士，p.3。
13. 董倫政（2002）「台北市近郊崩場地調查及其附近地區土地適切性評估」，國立臺灣大學森林學研究所碩士論文。
14. 劉文賢（2005）「大高雄地區崩塌因子量化之研究」，國立屏東科技大學碩士論文，p.100。
15. 全國法規資料庫（2005），<http://law.moj.gov.tw/fl1.asp>。
16. 池谷 浩、水山高久（1982）「土石流流動堆積研究」，土研報，157:88~153。
17. Barbier, B. Edward（2005）“Achieving Environmentally Sustainable Growth,” The Fifth Ministerial Conference on Environment and Development in Asia and the Pacific 2005, pp.3~4.
18. Eagle, P.F.J.（1981）“Environmentally sensitive area planning in Ontario,” Canada. Journal of American Planning Association, 313-323.
19. Lamoureux, R. G. Chow and B. Reeves（1983）“Environmentally significant areas of the Calgary region. Prepared by Lamoureux and Associates,” Calgary for Calgary Regional Planning Commission, Calgary.
20. Lin, C.Y., W.T. Lin, W.C. Chou（2002）“Soil erosion prediction and sediment yield estimation: the Taiwan experience,” Soil & Tillage Research 68:143-152.
21. Newman, H.G. and F.R. Steiner（1983）“The Definition of Environmentally Sensitive Areas for Landscape Planning, Pullamn,” WA: College of Agriculture Research Center, Washington State University, Scientific Paper No. 6360.
22. Thurow, C., W. Toner and D. Erley.(1975) “Performance Controls for Sensitive Lands: A Practical Guide for Local Administrators. Planning Advisory Service,” Report Nos. 307,308.
23. U.S.Congress, 93rd Congress（1973）“Senate Bill 268, Proposed National Land Use Policy and Planning Assistance Act of 1973,” Section 601 (i).