

運用羅吉斯迴歸分析山坡地土地可利用限度查定分類

林俐玲⁽¹⁾ 王兆文^{(2)*} 沈哲緯⁽³⁾

摘要

查定工作係依平均坡度、土壤有效深度、土壤沖蝕程度及母岩性質等 4 項因子，作為土地類別等級之依據，惟查定人員往往現場判定受於地形複雜度而影響判定之準確性，故本研究期以客觀且量化評估山坡地土地可利用限度查定分類之適宜性。

本研究以南投縣竹山鎮大坑段、大鞍段、筍子林、鯉魚尾及雲林縣古坑鄉草嶺段等 5 個地段為區域，5 個地段需辦理查定之地籍坵塊共計 10,085 筆，其中宜農牧地計 6,799 筆、宜林地計 2,915 筆及加強保育地計 357 筆，透過 SPSS 統計軟體亂數選取宜農牧地及宜林地各 1,175 筆土地為訓練資料，餘為測試資料之使用。再運用羅吉斯迴歸方法，選取坡度、地形曲率、降雨沖蝕指數、土壤沖蝕性指數、土地覆蓋與管理指數、土壤有效深度、坡地岩體強度、常態化差異植生指數等因子進行山坡地土地可利用限度查定分類分析得知，宜林地與宜農牧地準確率皆有七成以上，總體準確度達 73%，而驗證總準確度亦達七成以上，模式預測成效尚稱良好，故本研究建立之山坡地土地可利用限度查定分類模式，應可輔助查定人員現場判定參考，以提升查定人員之行政效率。

(**關鍵詞**：山坡地土地可利用限度查定分類、羅吉斯迴歸)

Classification of Slope Land Utilization Limitations by Logistic Regression Analysis

Li-Ling Lin⁽¹⁾ *Chao-Wen Wang*^{(2)*} *Che-Wei Shen*⁽³⁾

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

Research Engineer⁽³⁾, Geotechnical Engineering Research Center, Sinotech Engineering Consultants, INC., Taipei 11057, Taiwan, R.O.C.

ABSTRACT

(1)國立中興大學水土保持學系教授

(2)國立中興大學水土保持學系博士生(通訊作者 e-mail:wangjw@ms30.url.com.tw)

(3)財團法人中興工程顧問社研究員

The verification tasks are categorized into classes according to factors including average slope, soil depth, soil erosion and parental rock. However, the accuracy of judging in the field made by the manual verification may be affected by terrain complexity; this study therefore employs quantified objective data for assessing the suitability of the classification of slopeland utilization limitations.

The study takes 5 sections as the study area, which are Da-Keng Section, Da-An Section, Sun-Zih-Lin Section and Li-Yu-Wei Section in Jhushan Township of Nantou County and Tsao-Ling Section in Gukeng Township of Yunlin County. A total of 10,085 cadastral entries of hilly parcels are included in the 5 sections under study, of which 6,799 are suitable for agriculture or animal husbandry, 2,915 are suitable for forestry, and 357 are classified as requiring enhanced preservation. Through random selection, 1,175 entries each are chosen as training data by the SPSS software from the slopelands suitable for forestry and from slopelands suitable for agriculture or animal husbandry; the rest are used as test data. Followed by logistic regression analysis, factors including slope, terrain curvature, erosivity index, erodibility index, land cover and management index, soil depth, strength of rock mass, and normalized difference vegetation index are selected for classifying slopeland utilization limitations. The results show an accuracy of more than 70% with an overall accuracy of 73%. Total accuracy of the verification also exceeds 70%, the modal forecast is fairly good. Therefore the modal classification of slopeland utilization limitations built by the study shall be very useful to judging in the field made by the verifications in escalating his/her administrative efficiency.

(Keywords : Classification of slopeland utilization limitations,logisitic regression)

前言

近年來，因地理環境不佳及坡地開發行為不當而造成自然環境破壞，又加上颱風及豪雨不斷，侵襲台灣災情頻傳，促使水土資源耗竭嚴重，亦造成國土保育體制上隱憂。其中山坡地土地可利用限度分類查定標準(行政院農業委員會，1995；行政院農業委員會水土保持局，1995)係為國土保育之重要課題，如現今興建農舍所影響農業生產環境之破壞及山坡地超限利用所造成水土保持失衡等重要問題，均與山坡地土地可利用限度分類查定息息相關，足以顯示山坡地土地管理之重要性。

依據 1976 年公布訂定山坡地保育利用條例第 16 條規定(行政院農業委員會，1976、1977)：「山坡地供農業使用者，應實施土地可利用限度分類，並由中央或直轄市主管機關完成宜農牧地、宜林地、加強保育地查定」，查定作業係查定人員手持查定基本圖冊與地籍藍晒圖，赴現場分別量測平均坡度、土壤有效深度、土壤沖蝕程度及母岩性質等 4 項因子後，依分級規定判定土地可利用限度查定類別，然人為現場判定較流於主觀且受地形複雜度影響判定之準確性，故期以科學且量化方式訂定適宜評估方法。

本研究以南投縣竹山鎮大坑段、大鞍段、筍子林、鯉魚尾及雲林縣古坑鄉草嶺段等 5 地段為研究區域，選取坡度(Wilson，

2000)、地形曲率(王鑫, 1988; Heimsath et al., 1999)、降雨沖蝕指數(黃俊德, 1981; 盧光輝, 1999; 盧昭堯, 2005)、土壤沖蝕指數(萬鑫森, 1989; 林俐玲, 2000)、土地覆蓋與管理指數、土壤有效深度、母岩性質、常態化差異植生指數(以下簡稱NDVI)(Rouse, 1973)等8項因子, 運用羅吉斯迴歸方法進行山坡地土地可利用限度查定分類之分析, 建立山坡地土地可利用限度查定分類模式, 有效評估土地可利用限度查定類別, 提供查定人員現場查定分類參考, 提昇中央或直轄市主管機關山坡地土地可利用限度分類查定效率, 及建立完善山坡地土地管理之國土保育規畫。

文獻回顧

1. 國內外農地土地利用分類規定之探討：

(1)台灣早期山坡地土地可利用限度分類查定方法係參酌美國農業部之各州農地土地判定分級標準而訂定(Doolittle, 2002; Dave Franzen, 2003; David, 2003; Keith, 2004; Wisconsin, 2009), 而美國無統一農地判定分級標準, 係由美國各州自行訂定後依不同土地能力分級作不同之土地管制及保育措施, 同時提供當地就業機會, 略彙整如表 1。

(2)英格蘭及威爾士於 1988 年訂定農業土地分類等級規定, 利用土壤物理或化學特性將土地劃分成五個等級, 並在農業使用上施以長期限制(MAFF, 1988), 其略彙整如表 2。

(3)我國於 1976 年公布「山坡地保育利用條例」後, 更訂定「山坡地土地可利用限度分類標準」, 將山坡地依其平均坡度、土壤有效

深度、土壤沖蝕程度及母岩性質等條件, 將土地查定分類簡化區分為六個等級, 依不同特性實施土地利用並配合水土保持處理與維護, 如表 3。

2. 國內外山坡地土地利用分類方法

(1)台北市建設局(2003)以台北市為研究區域, 應用地理資訊系統、衛星定位儀及網際網路等現代化技術, 建立完成山坡地土地可利用限度查定自動化分析模式。

(2)陳志彰(2005)應用地理資訊系統分析技術結合遙測影像, 並利用 U/L ratio 評估法將土地條件等級(U)與土地利用型態等級(L)來評估分析南投縣竹山鎮圓山段等山坡地土地利用合理性之評估。

(3)宋文彬(2006)在利用 DEM 計算山坡地地籍坵塊平均坡度之研究中指出, 利用 DEM 資料及數位地籍圖求出每個地籍坵塊之平均坡度, 與目前人工作業方式所得之山坡地可利用限度之查定坡度成果比較, 其差異並不大, 吻合度高, 應可代替人工查定之坡度判別。

(4)洪崇仁、陳文福(2008)以東勢鎮之軟埤坑溪、中寮鄉之土地公坑及獅潭鄉之新店溪等三個集水區為單元, 探討集水區內各宗土地查定之結果與各因子間的關聯性, 並找出影響查定結果最具關鍵性之因子。

(5)蘇政宇等人(2007)應用地理資訊系統分析技術配合數值地形模型與遙感探測之影像, 以廣域快速之方法幫助判定土地可利用限度分類, 並藉由 U/L 值評估分析土地利用之適宜性。

表1 美國肯塔基州、密西西比州、北達科他州及南達科他州之農地判定分級標準

Table 1 The standards of farmland in the Kentucky, Mississippi, North Dakota and South Dakota state, United States

州名	判定因子	土地能力等級						
		等級 I	等級 II	等級 III	等級 V	等級 IV	等級 VI	等級 VII
肯塔基州	坡度	0-2%	2-6%	6-12%		12-20%	20-30%	30-50%
	沖蝕量	無到輕微	中等	嚴重				
	沖蝕程度	無到輕微	中等	嚴重		非常嚴重		
	耕作能力	好	中等	差				
	根部深度	深層 超過 40"	中等 20-40"	淺層 20"以下				
	透氣及排水	好	中等	差		非常差		
	供給水分能力	好	中等	差				
密西西比州	土壤構造	中等粗；中等；中等細；細顆粒		粗顆粒				
	土壤滲透性	中等	慢	快	非常慢			
	土壤深度	超過 40"or 20-40"	10-20"					10" 以下
	坡度	0-1%	1-3%	3-5%	5-8%	8-15%		Over 15%
	土壤沖蝕	無到輕微	中等				嚴重或極嚴重	
	表面逕流	好	一般	過度		差		
北達科他州	氣候		北達科他州氣候因子					
	地表構造	中等細；中等	細顆粒	中等粗	粗顆粒			
	土壤深度	超過	20-36"	10-20"	0-10"			

		36"						
坡度	0-3%	3.1-6%	6.1-9%	9.1-12%		超過12%		
歷史水或風蝕量	低	中等		嚴重		非常嚴重		
水或風蝕等級	低	中等		高		非常高		
鹽度	沒有影響	輕微	中等			嚴重		
表面逕流	慢；中等	非常慢		快				
土壤滲透性	慢；中等	非常慢		快				
濕度		隨著地表 - 排水		無法實施排水且此時期耕作需大於50%	無法實施排水且此時期耕作需<於50%			
南達科他州	表土及底土構造	中等, 中等細	細, 中等粗	粗顆粒				
	土壤深度	深	中等深		淺		非常淺	
	歷史沖蝕	無, 堆積		中等			嚴重	
	坡度	0-3%	3-6%	6-9%	9-15%	下壓坡	15-25%	>25%
	含石率	無			中等			太過
	土壤滲透性	中等	慢	快	非常慢			
	表面逕流	慢	中等	快		阻塞		
	地下水深度	>20"	10-20"		0-10"	Ponded		
	土地利用	耕地				牧場-濕地		

(6)Bhagat et al. (2009)以印度的喜馬偕爾邦為區域，選取氣候(降水和溫度)，地形(海拔)，土壤類型和土地覆蓋等參數，透過決策法則及 Arcview 空間分析，以進行評估土地適宜性。

(7)Cengiz et al. (2009)以土耳其之 Dumrek 村莊為研究區，選用土壤深度、土地利用能力等級、沖蝕程度、坡度、坡向、水源距離、道路距及土壤限制因子等，透過層狀分析法結合 GIS 技術對每一個土地利用形態去評估土地單元之適宜值。

表 2 英格蘭和威爾士之農業土地分類等級規定

Table 2 The land classification for agriculture in England and Wales

判定因子	土地能力等級					
	等級 1	等級 2	等級 3a	等級 3b	等級 4	等級 5
坡度		7 ⁰		11 ⁰	18 ⁰	>18 ⁰
洪水(夏季)	非常罕見	罕見	非常罕見 或偶然或 罕見	罕見 或偶然	偶然或 經常	經常
洪水(冬季)	罕見	罕見 或偶然	罕見 或偶然或 經常	偶然或經 常	經常	
土壤深度	60 cm	45 cm	30 cm	20 cm	15 cm	<15 cm
含石率(岩屑大於 2 cm)	5	10	15	35	50	>50
水分平衡(小麥和 大豆)	+30 及 +10	+5 及-10	-20 及-30	-50 及-55	<-50 或 <-55	

表 3 我國山坡地可利用限度查定分類標準表

Table 3 The land classification standards for permissible slopeland use

查定因子 查定類別	平均坡度 (%)	土壤有效 深度(公 分)	土壤沖蝕程度	母岩性質
宜農牧地 一級地	5 以下	50~90	輕微	軟質
	5 以下	90 以上	輕微	軟質
宜農牧地 二級地	5~15	20~50	輕微	軟質
	5~15	50~90	輕微	軟質
	15~30	90 以上	輕微	軟質
宜農牧地 三級地	5~15	20~50	輕微	軟質
	15~30	50~90	輕微	軟質
	30~40	90 以上	輕微	軟質
宜農牧地 四之 1 級地	5~15	20 以下	輕微	軟質
	15~30	20~50	輕微	軟質
	30~40	50~90	輕微	軟質
	40~55	90 以上	輕微	軟質
宜農牧地 四之 2 級地	30~40	20 以下	輕微	軟質
	40~55	20~50	輕微	軟質
宜林地	30~40	20 以下	嚴重	硬質
	40~55	20 以下	嚴重	輕微或硬質
	40~55	20 以下	任何沖蝕程度	輕微或硬質
	55 以上	20~90	任何沖蝕程度	輕微或硬質
加強保育地	沖蝕極嚴重、崩坍、地滑、脆弱、母岩裸露等			

(8)Bobade et al.(2010)以印度 Seoni 部落為研究地區，運用地理資訊系統萃取土壤調查資料，評定耕地或非耕地或生育能力等，以評估土地使用適宜性且達到合理分配。

(9)Rozenstein et al.(2011)以以色列內蓋夫北部為研究區域，運用遙感探測結合 GIS 技術，以評估區內土地使用分類為六等級。

羅吉斯迴歸理論基礎

羅吉斯迴歸模型(logistic regression model)是對數線性模型的一種特殊形式(Feinberg, 1985; Agresti, 2002)。當對數線性模型中的一個二元變數被當作應變數並定義為一系列自變數的函數時即屬之，其形式如下：

$$P_i = \frac{1}{1 + e^{-(\alpha + \beta x_i)}} = \frac{e^{\alpha + \beta x_i}}{1 + e^{\alpha + \beta x_i}} \quad (1)$$

其中， P_i 為第 i 個案例發生事件的機率，它是一個由變數 x_i 構成的非線性函數(non-linear function)，此非線性函數可以被轉換為線性函數， α 和 β 分別為迴歸截距和迴歸係數。本研究將此發生事件的機率定義為山坡地土地可利用限度分類指標，分類上以 $P_i = 0.5$ 為分類門檻。若該分類指標大於 0.5，可被歸類為宜林地，反之，則被歸類為宜農牧地。

最後利用 Hosmer-Lemeshow 檢定(Hosmer, 1989)、卡式檢定 χ^2 與 Cox & Snell R square 值與 Nagelkerke R square 等統計量檢驗羅吉斯模式之顯著性。(Hair, 1998)

研究資料蒐集及處理

本研究蒐集整理之基本資料包括：5m×5m 數值地形模型(digital terrain model,DTM)、福衛二號衛星影像圖(莫拉克颱風前)、坡地岩體強度圖、1/5000地籍圖、降雨沖蝕指數圖、土壤沖蝕性指數、1/5000坡地土壤圖、1/5000國土利用現況圖及行政區域圖。

依據山坡地土地可利用限度分類標準規定，查定基準係以坡度、土壤沖蝕程度、土壤有效深度及母岩性質等4項因子，故本研究以查定基準作為篩選因子之準則，其中土壤沖蝕程度係根據經驗及前人研究結果(Mokma 1996; Bewket 2009; 林俐玲 2011)，選取坡度、地形曲率、降雨沖蝕指數、土壤沖蝕性指數、土地覆蓋與管理指數；母岩性質則採用中央地質調查所所建立之坡地岩體強度，該強度分級係參考「國際岩石力學協會」(ISRM,1981)，並配合Franklin(1975)之岩體強度分級方法。由於查定工作需赴現場判定地表特性，故本研究納入NDVI分析。

本研究以免費軟體 Python 編譯地籍坵塊因子萃取(factor extraction)程式，供作建立山坡地土地可利用限度查定分類模式之使用，各因子空間分布成果如圖 1~8。為裨益處理分析，所有資料採用地籍坵塊為分析單元，並轉為點陣式(Raster)資料，再以地籍坵塊進行平均值計算，求出研究區各地籍坵塊之因子平均值。

研究方法

1. 研究區域

山坡地土地可利用限度查定範圍係以山坡地範圍內供農業使用之土地為對象，依規定應按地政單位提供之土地登記簿及地籍圖逐筆查定，故本研究南投縣竹山鎮大坑段、大鞍段、筍子林段、鯉魚尾段及雲林縣古坑鄉草嶺段等五個地段為主要區域。經彙整水土保持局資料得知地目包含林、原、道、旱及建，土地區分為國有地及私有地(廖洪鈞，2003；Lin，2010)。其中國有地之管理機關為財政部國有財產局及行政院農業委員會林務局等。依據「山坡地土地可利用限度查定工作要點」規定，扣除「不屬查定範圍之土地」及「無查定資料」之情形，經統計需辦理查定資料共計 10,085 筆，其中宜農牧地計 6,799 筆、宜林地計 2,915 筆及加強保育地計 357 筆如表 4，其中加強保育地依規定係沖蝕極嚴重、崩坍、地滑、脆弱母岩等應加強保育處理，由於涉及各種地質災害影響參數複

雜，故不納入本研究分析，餘查定分類資料作為本研究分析模式。

2. 研究材料與方法

本研究區將山坡地土地可利用限度查定分類資料(如圖 9)中選取宜農牧地 (計 6,799 筆)、宜林地 (計 2,915 筆)等二類資料，以 SPSS 統計軟體亂數取樣的程式選取各類相同樣本(即宜農牧地:宜林地=1:1,各選 1,175 筆，訓練樣本合計 2,350 筆)，其餘未選取者即為測試樣本(宜林地為 1,740 筆，宜農牧地為 5,624 筆，共計有 7,364 筆)，研究區訓練與測試樣本空間分布如圖 10 所示。

本研究採用因子資料型態有連續型(如坡度、地形曲率、土壤沖蝕性指數、降雨沖蝕指數、土地覆蓋與管理指數與 NDVI)及類別型(如坡地岩體強度與土壤有效深度)等兩種，連續型皆以原始數值輸入，而類別型中坡地岩體強度依中央地質調查所分級方法分

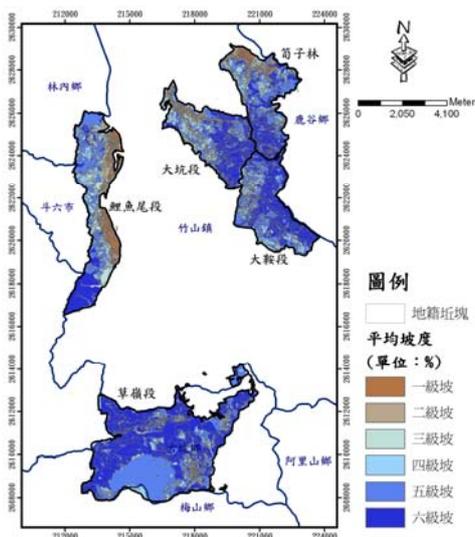


圖 1 研究區地籍坵塊平均坡度圖

Figure 1 Average slope overlay with cadastral maps of study area

林俐玲、王兆文、沈哲緯:運用羅吉斯迴歸分析山坡地土地可利用限度查定分類

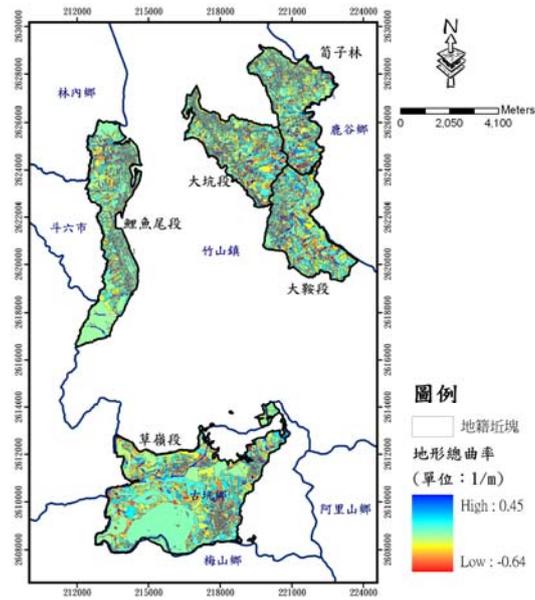


圖 2 研究區地籍坵塊地形曲率分布圖

Figure 2 Terrain curvature overlay with cadastral maps of study area

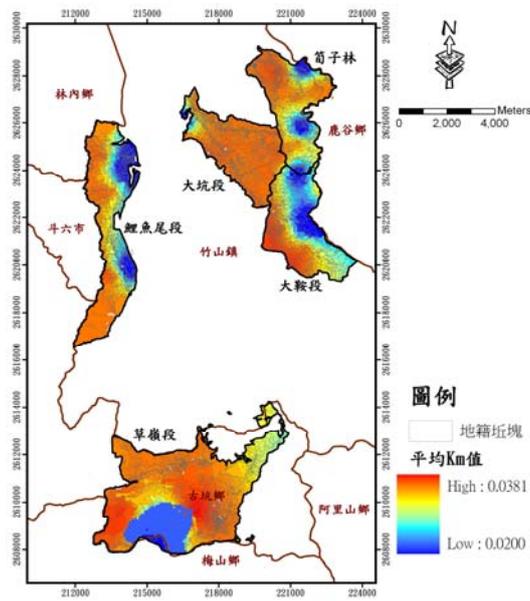


圖 3 研究區地籍坵塊土壤沖蝕性指數分布圖

Figure 3 Erosivity index overlay with cadastral maps of study area

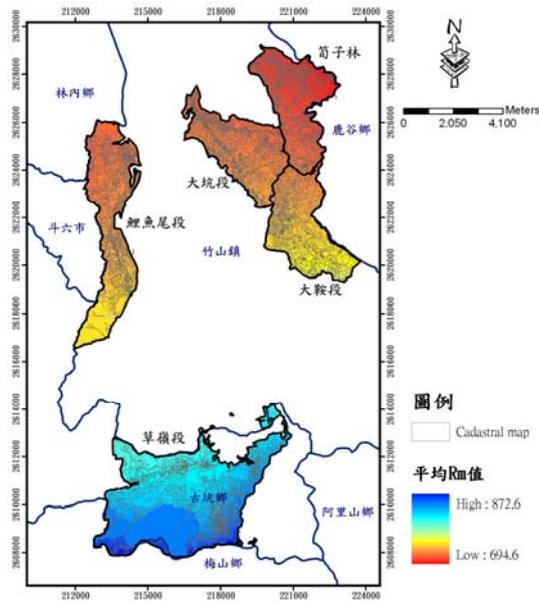


圖 4 研究區地籍坵塊降雨沖蝕指數分布圖

Figure 4 Erodibility index overlay with cadastral maps of study area

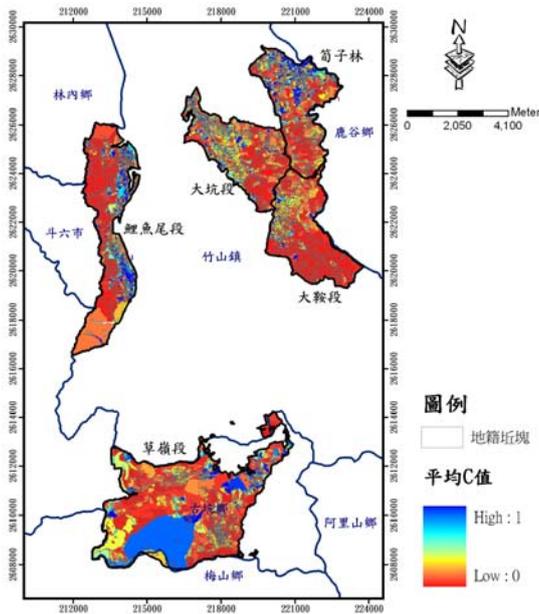


圖 5 研究區地籍坵塊土地覆蓋與管理指數分布圖

Figure 5 Land cover and management overlay with cadastral maps of study area

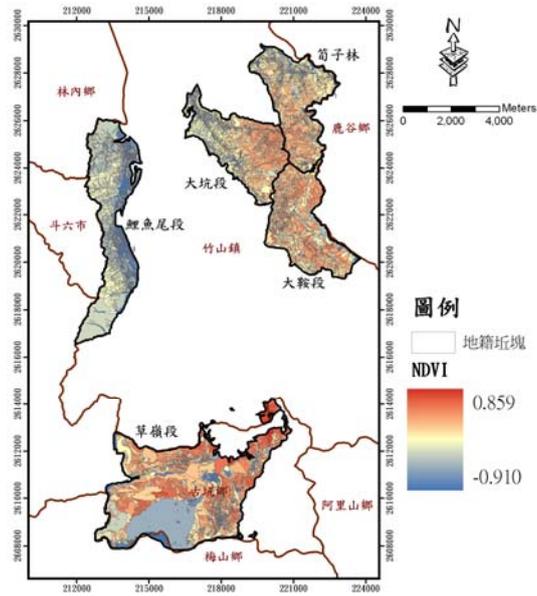


圖 6 研究區地籍坵塊 NDVI 分布圖

Figure 6 NDVI overlay with cadastral maps of study area

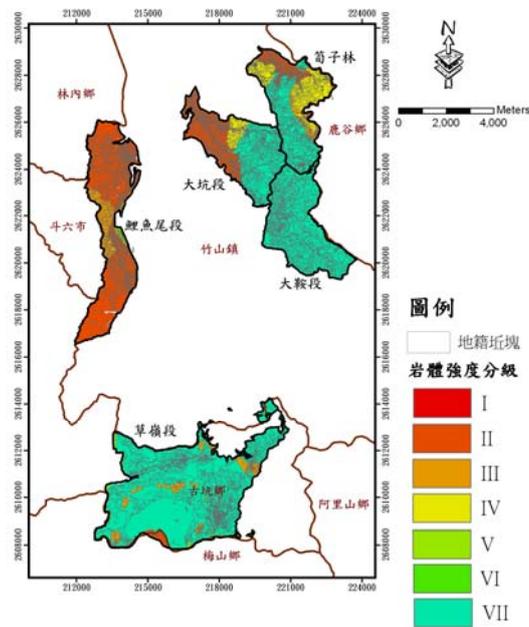


圖 7 研究區地籍坵塊坡地岩體強度圖

Figure 7 Rock mass strength overlay with cadastral maps of study area

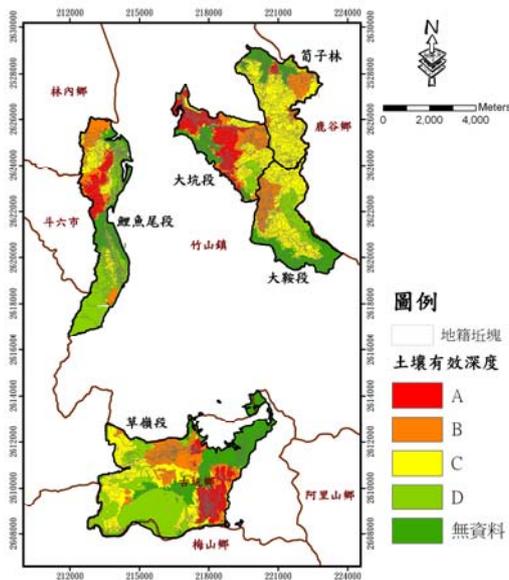


圖8 研究區地籍坵塊土壤有效深度分布圖

Figure 8 Soil depth overlay with cadastral maps of study area

表 4 研究區之土地查定分類統計表

Table 4 Statistical list of land classification in the study area

土地分類別 段別及類別		總土地	不屬查定 範圍土地 及無查定 資料	需查定範圍土地			
				宜農 牧地	宜林地	加強 保育地	總計
竹山鎮 大坑段	筆數	2,294	361	1,101	795	33	1,929
	面積 (公頃)	947.36	103.44	320.88	516.52	6.52	843.92
竹山鎮 大鞍段	筆數	2,298	317	1,332	581	65	1,978
	面積 (公頃)	941.10	58.72	406.47	423.24	52.67	882.38
竹山鎮 筍子林 段	筆數	2,613	407	1,306	785	112	2,203
	面積 (公頃)	917.71	59.12	365.83	405.22	29.88	411.48
竹山鎮 鯉魚尾 段	筆數	2,372	541	1,314	479	36	1,829
	面積 (公頃)	1,225.25	192.52	415.24	604.37	13.12	1,032.73
古坑鄉 草嶺段	筆數	2,386	252	1,746	275	111	2,132
	面積 (公頃)	2,425.66	825.27	822.19	411.32	366.88	1,600.39

林俐玲、王兆文、沈哲緯:運用羅吉斯迴歸分析山坡地土地可利用限度查定分類

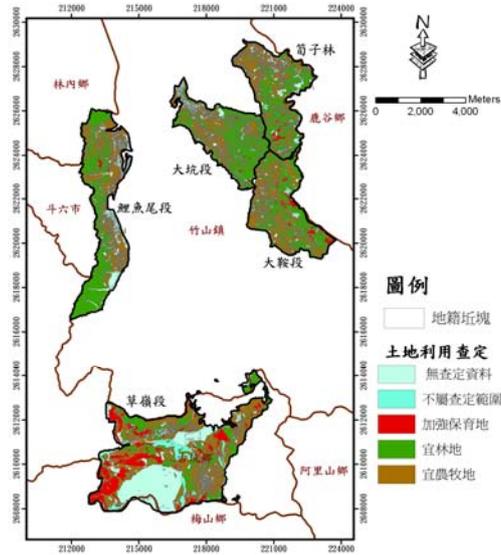


圖 9 研究區土地可利用限度查定分類資料空間分布圖

Figure 9 Distribution of classification of slopland utilization limitations in the study area

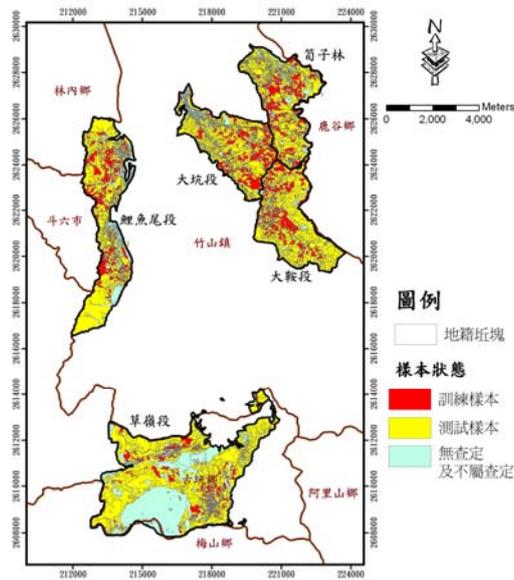


圖 10 研究區訓練與測試樣本空間分布圖

Figure 10 Distribution of training data and testing data in the study are

為七級(中央地質調查所, 2006), 土壤有效深度則依分類規定分為四級, 所有分類等級大

小轉換成數值輸入。

為避免因子間相依性過高而降低後續模式分析之效率，本研究進行相關係數分析，詳表 5，得知土壤沖蝕性指數與降雨沖蝕指數為最高，達 0.440，其餘彼此因子相關性均低，且各個因子皆具有代表性，故全部因子納入分析。

最後透過 SPSS 統計軟體進行羅吉斯迴歸分析，並以測試樣本進行模式預測準確性驗證，建立山坡地土地可利用限度查定分類模式。

結果與討論

1. 羅吉斯迴歸分析

本研究將各因子代入羅吉斯迴歸後，得

知其迴歸式如下式(2)

$$P = \frac{1}{1 + e^{-(0.026 \times Slp - 3.953 \times Cur - 0.023 \times Rm + 28.708 \times Km - 3.462 \times C + 3.542 \times NDVI + 0.051 \times RMSSC - 0.118 \times DEPTH + 14.460)}} \quad (2)$$

其中， P 為土地利用分類指標(為條件機率，值域 0~1)； Slp 為平均坡度； Cur 為地形曲率； Rm 為降雨沖蝕指數； Km 為土壤沖蝕性指數； C 為土地覆蓋與管理指數； $NDVI$ 為常態化差異性植生指數； $RMSSC$ 為坡地岩體強度分級； $DEPTH$ 為土壤有效深度。

2. 統計檢定

2.1 個別參數檢定

參考 Hair(1998)建議 Cox & Snell R square 值與 Nagelkerke R square 值兩種，本

表 5 土地查定因子間相關係數

Table 5 Correlation coefficient between land classification factors

	坡度	地形曲率	降雨沖蝕指數	土壤沖蝕性指數	土地覆蓋與管理指數	NDVI	坡地岩體強度	土壤有效深度
坡度	1.000	0.002	0.331	0.376	-0.061	0.173	-0.126	0.019
地形曲率	0.002	1.000	-0.001	-0.014	0.014	-0.033	0.014	0.022
降雨沖蝕指數	0.331	-0.001	1.000	0.440	0.105	0.154	0.031	0.369
土壤沖蝕性指數	0.376	-0.14	0.440	1.000	-0.131	0.425	-0.225	0.342
土地覆蓋與管理指數	-0.061	0.014	0.105	-0.131	1.000	-0.175	0.130	-0.068
NDVI	0.173	-0.033	0.154	0.425	-0.175	1.000	-0.186	0.180
坡地岩體強度	-0.126	0.014	0.031	-0.225	0.130	-0.186	1.000	-0.072
土壤有效深度	0.019	0.022	0.369	0.342	-0.068	0.180	-0.072	1.000

模式 Cox & Snell R 平方為 0.251，表示因子組合解釋分類關聯強度為 25%，Nagelkerke R 平方為 0.335，則表示全體因子與執行適當性之關聯強度為 33%，依 Hair(1998)建議值為中度關聯性。

2.2 整體模式檢定

利用指標檢測整體模式之適配度 (Goodness of fit)，分別為卡式檢定 χ^2 值與 Hosmer-Lemeshow 檢定。本研究卡式檢定 χ^2 為 12.508，小於自由度 8 時，卡方臨界值 15.507 且 P 值為 0.130，大於 95%信賴區間的最小超越機率 $\alpha = 0.05$ ，表示其未達顯著，符合 Hosmer-Lemeshow 檢定要求，拒絕虛無假設，代表模型是適合的。

表 6 研究區羅吉斯迴歸分類誤差矩陣(訓練樣本)

Table 6 The classification results based on confusion matrix using logistic regression in the study area (training data)

		樣本數與準確率		
		宜農牧地 樣本數	宜林地 樣本數	準確率 (%)
實際 查定 分類	宜農牧地	846	329	72.0
	宜林地	318	857	72.9
總體準確度		1,164	1,186	72.5

3.模式訓練

本研究將樣本區分為宜林地與宜農牧地，利用羅吉斯迴歸式將樣本進行預測分類。其結果宜林地與宜農牧地準確率皆有七

成以上，總體準確度達 73%，模式預測成效尚稱良好。

4.模式驗證

前述預留的測試樣本可供本分類模式進行驗證，亂數取樣測試樣本 (宜林地為 1,740 筆，宜農牧地為 5,624 筆，共計有 7,364 筆)，將測試樣本代入(2) 式中，輔以羅吉斯迴歸指標 ($P = 0.5$) 進行分類，將分類結果與實際查定資料進行比對，計算驗證樣本分類誤差矩陣，結果如表 7 所示，驗證結果以宜農牧地較佳，達 76.7%準確度，總體準確度達七成以上。利用上述迴歸式再以不同顏色區分不同查定類別，產生山坡地土地可利用限度分類結果圖，詳圖 11。

表 7 研究區羅吉斯迴歸分類誤差矩陣(測試樣本)

Table 7 The classification results based on confusion matrix using logistic regression in the study area (testing data)

		樣本數與準確率		
		宜農牧地 樣本數	宜林地 樣本數	準確率 (%)
實際 查定 分類	宜農牧地	4,312	1312	76.7
	宜林地	846	894	51.4
總體準確度		1,164	5,158	70.7

結論與建議

本研究模式分析結果雖整體準確率達七成，成效尚佳，主要查定人員係依規定以現場地形及地貌狀況為判定基準，本研究則採

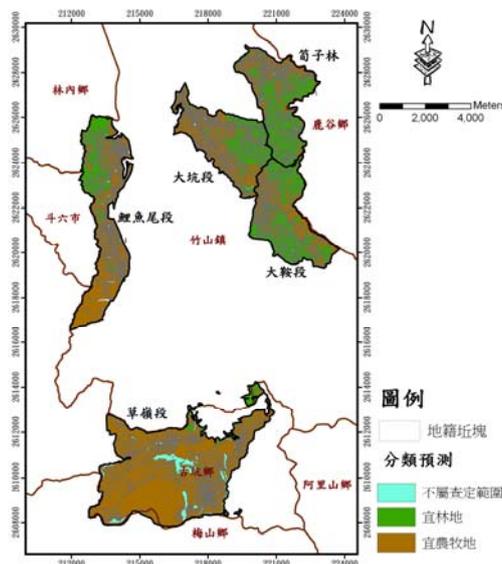


圖 11 本研究區山坡地土地可利用限度分類結果圖

Figure 11 Classification of slopedland utilization limitations in the study area

用土地判定內在及外在影響因子，運用多變量迴歸建立山坡地土地可利用限度查定分類模式，未來可提供查定人員現場判定之參考依據。

為提升模式準確率，未來可擴大以流域概念為研究對象，並慎選重要的類別因子，並透過地質或地形因子特性預先進行分區，建立不同地形或地質分區的分類模式，減少地形或地質等參數變異所造成誤判機率之結果。

另目前山坡地土地可利用限度分類查定標準規定係以坡度、土壤有效深度、土壤沖蝕程度及母岩性質等四項因子，作為查定分類之依據，其中坡度因子及土壤有效深度對現地查定人員判定具有決定性影響，如坡度40%以下、土壤有效深度淺層，土壤沖蝕嚴

重且母岩性質為硬岩情況下，查定類別為宜農牧地，惟就國土保育觀點來看，易致災區的土地查定應著重於土壤沖蝕程度及母岩性質等地質災害影響因子，建議檢討修訂山坡地土地可利用限度查定分類標準，參考美國農地判定規章土地能力分級方法，每一個判定因子均視為獨立查定因子並分成不同土地查定等級，依不同等級實施不同管制及保育措施。

參考文獻

1. 王鑫(1988)，「地形學」，聯經出版有限公司。
2. 中央地質調查所(2006)，「都會區及周緣坡地環境地質資料庫圖集-圖幅使用說明書」。

3. 行政院農業委員會(1995),「山坡地土地可利用限度查定工作要點」。
4. 行政院農業委員會水土保持局(1995),「台灣省山坡地土地可利用限度查定之工作手冊」。
5. 行政院農業委員會(1976),「山坡地保育利用條例」,水土保持法暨相關法規。
6. 行政院農業委員會(1977),「山坡地保育利用條例施行細則」,水土保持法暨相關法規。
7. 台北市建設局(2003),「山坡地土地可利用限度查定作業數位化暨管理作業系統報告書」。
8. 宋文彬(2006),「利用 DEM 計算山坡地地籍坵塊平均坡度之研究」,國立中興大學水土保持學系碩士論文。
9. 林俐玲、陳錦嫻(2000),「台灣西部地區集水區農業土壤資料庫之建立與應用」,集水區土砂災害防治與資料庫技術應用研討會,第 32-43 頁。
10. 林俐玲、王兆文、沈哲緯、陳品岡、翁志成(2011),「應用支持向量機探討山坡地土壤沖蝕程度之研究」,水土保持學報,第四十三卷,第一期,第 49-68 頁。
11. 洪崇仁、陳文福(2007),「台灣山坡地可利用限度分類標準實務性檢討之研究」,國立中興大學水土保持學系碩士論文。
12. 陳志彰(2005),「山坡地可利用限度之查定及土地利用合理性之研究」,國立成功大學地球科學研究所論文。
13. 黃俊德(1981),「台灣降雨沖蝕指數之研究」,中華水土保持學報,第十卷,第一期,第 127-143 頁。
14. 萬鑫森、黃俊義(1989),「台灣坡地土壤沖蝕」,中華水土保持學報,第二十卷,第二期,第 17-45 頁。
15. 廖洪鈞、胡逸舟、許秋玲(2003),「GIS 於山坡地土地可利用限度查定之應用」,第十屆大地工程學術研討會論文集,第 25-28 頁。
16. 盧光輝(1999),「降雨沖蝕指數之修訂」,中華水土保持學報,第三十卷,第二期,第 87-94 頁。
17. 盧昭堯、蘇志強、吳藝昀(2005),「台灣地區年等降雨沖蝕指數圖之修訂」,中華水土保持學報,第三十六卷,第二期,第 159-172 頁。
18. 蘇政宇、鄭旭涵、林家榮、林昭遠(2007),「地理資訊於土地可利用限度之劃定與土地利用適宜性之評估」,水土保持學報,第三十九卷,第四期,第 333-354 頁。
19. Agresti A. (2002), *Categorical data analysis*, 2nd ed., John Wiley, 710.
20. Bhagat, R. M., Singh Sharda, C. Sood, R. S. Rana, V. Kalia, S. Pradhan, W. Immerzeel and B. Shrestha (2009), "Land Suitability Analysis for Cereal Production in Himachal Pradesh(India) using Geographical Information System", *J. Indian Soc. Remote Sens.*, 37:233-240.
21. Bobade, S. V., B. P. Bhaskar, M. S. Gaikwad, P. Raja, S. S. Gaikwad, S. G. Anantwar, Patil S. V., S. R. Singh and A. K. Majia (2010), "A GIS-based land use

- suitability assessment in Seoni district, Madhya Pradesh, India”, *Tropical Ecology*, 51(1): 41-54.
22. Bewket, W. and E. Teferi (2009), “Assessment of soil erosion hazard and prioritization for treatment at the watershed level case study in the Chemoga watershed, Blue Nile Basin”, *Ethiopia. Land Degradation & Development*, 20 609622.
 23. Cengiza Tulay and Akbulakb Cengiz (2011), *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, 16(4): 286–294.
 24. Dave Franzen and Nels Peterson (2003), *Land and homesite judging in North Dakota*, North Dakota State University.
 25. David, L and M. R. Bill (2003), *4-H Land Judging in Kentucky*, University of Kentucky College of Agriculture.
 26. Doolittle, J. J. and D. D. Malo (2002), “Land judging in South Dakota”, *South Dakota State University College of Agriculture & Biological Sciences*.
 27. Feinberg S (1985), *The analysis of cross-classified categorical data* (2nd ed.), Cambridge, MA: MIT Press, 198.
 28. Franklin J. A. (1975), “Safety and Economy in Tunneling.”*Proc. 10th can. Rock Mech.Symp.*, Queens University, Kingston, Canada, 325-341.
 29. Hair, J. F., R. E. Anderson, R. L. Tatham and W. C. Black (1998), “*Multivariate data analysis*”, 5th Edition. Prentice-Hall, Upper Saddle River, NJ.
 30. Heimsath, A. M., W. E. Dietrich, K. Nishiizumi and R.C. Finkel (1999), “Cosmogenic nuclides, topography, and the spatial variation of soil depth”, *Geomorphology*, 27(1–2): 151–172.
 31. Hosmer, D. W and S. Lemeshow ,*Applied Logistic Regression*. New York: Wiley (1989).
 32. ISRM (1981), *Rock characterization, testing and monitoring*. International Society for Rock Mechanics, Suggested Methods, Pergamon Press, Oxford. Brown, E.T.
 33. Keith C. (2004), “Instructions on Land Judging in Mississippi”, *Mississippi State University Extension Center*.
 34. Lin, L. L., C. W. Wang, C. L. Chiu and Y. C. Ko (2010), “A study of rationality of slopland use in view of land preservation”, *Paddy Water Environ*, DOI 10.1007/s10333-010-0231-5.
 35. Mokma, D. L., T. E. Fenton and K. R. Olson (1996), “Effect of erosion on morphology and classification of soils in the North Central United States”, *Journal of Soil and Water Conservation*.
 36. Ministry of Agriculture, Fisheries and Food (1988), “*Agricultural Land Classification of England and Wales*”.
 37. Rouse, J. W., R. H. Hass, J. A. Schell, and D. W. Deering (1973), “Monitoring Vegetation Systems in the Great Plain With ERTS”, In *Third ERTS Symposium*, NASA SP-351, NASA, Washington, DC., 1: 309-317.
 38. Rozenstein Offer and Karnieli Arnon(2011), *Comparison of methods for land-use classification incorporating remote sensing and GIS inputs*, *Applied*

- Geography, 31:533-544.
39. Wilson, J. P. and J. C. Gallant (2000), “Digital terrain analysis - principles and applications”, New York, John Wiley & Sons.
40. Wisconsin NRCS. (2009), “Soil Study and Land Evaluation Materials for Land Judging Competitions”, www.wi.nrcs.usda.gov/technical/soil/soiljudging.html.

水土保持學報 43(3) : 277 – 296 (2011)

Journal of Soil and Water Conservation , 43 (3) : 277 - 296 (2011)