

台南市山坡地土地可利用限度查定結果分析：以楠西區與 大內區共 600 筆山坡地為例

蕭宇伸⁽¹⁾ 賴昱來^{(2)*} 張翊⁽²⁾

摘 要

本研究針對台南市楠西區與大內區共 600 筆山坡地，分別利用內業與外業方式，查定其土地使用分類，並針對兩者得到之坡度與土壤深度結果進行比較。內業為利用既有地理資訊系統 (Geographic Information System, GIS) 圖層與數值高程模型 (Digital Elevation Model, DEM) 等圖資，在 ArcGis 軟體中進行所有土地之套疊分析。外業乃利用雷射測距儀與土鑽針對選定勘驗之土地，測得坡度與土壤深度值，並將其現場勘驗數據與內業圖層套疊之結果進行比較分析。由內業與外業分析比較可發現，在坡度方面，內業與外業得到有效 33 筆土地分析結果，其相關係數為 0.6327；在土壤深度方面，得到有效 35 筆土地分析數據，其中 12 筆土地在內外業分析結果相同、23 筆土地不同。本研究能對日後於土地可利用限度查定工作之準確性上，提供給相關單位作為參考。

(關鍵字：土地使用分類、坡度、土壤深度)

Land Use Classification at Hillside Areas in Tainan: A Case Study in 600 Lands of Nansi and Danei Districts

Yu-Shen Hsiao⁽¹⁾ Yu-Lai Lai^{(2)*} Yi Chang⁽²⁾

ABSTRACT

This study is aimed at slopeland use classifications on 600 slopelands located in Nansi and Danei, Tainan city by internal and external works, respectively. The results from the two methods are well compared in this study. For internal works, several geographic information system (GIS) maps and a digital elevation model are used for map overlapping by ArcGis; for external works, we use a soil auger and a Nikon laser rangefinder to obtain soil depths and terrain slopes, respectively. The results from external works are subsequently compared with those from internal works. According to the results of terrain slopes, the correlation coefficient between the terrain slopes derived from internal

(1) 國立中興大學水土保持系助理教授

(2) 國立中興大學水土保持系碩士生(通訊作者 e-mail: yulai0919@gmail.com)

and external works on 33 slopelands is 0.6327; according to the results of soil depths derived from internal and external works, 12 of 35 slopelands are consistent and 23 of them are inconsistent. Overall, the purpose of this study is to discuss the accuracy of slopeland use classification, and to provide the results to the related departments as a reference.

(Keywords: slopeland use classification, terrain slope, soil depth)

前言

鑒於山坡地自然災害發生案例逐年增加，為了降低天然災害造成的人民生命財產損失，合理使用山坡地實屬重要。近年來山坡地土地使用分類及管理受到重視，除期望促進山坡地土地合理利用、保護水土資源以外，更重要的是減少造成坡面發生災害的誘因。故水土保持局與各直轄市政府，近年來陸續辦理各縣市山坡地土地可利用限度查定工作，逐一將每筆山坡地依據其坡度、土壤深度、沖蝕程度與母岩性質等情況，將山坡地分類。分類之準則為依據「山坡地土地可利用限度分類標準」(水土保持局，2015) (圖 1)。由圖 1 之山坡地土地可利用限度分類標準圖可發現，土壤深度與坡度(由數值地形計算得到)扮演極重要之角色，這兩個影響因子於土地可利用限度判定結果中，會直接影響最後判定之正確性。

於圖 1 分類標準中，均有法規規範其土地利用之用途。以宜農牧地四之二級為例，依據規定(水土保持局，2015)，此土地僅限於種常年地面覆蓋不須全面擾動土壤之多年

生果樹或牧草，若土地級別為宜林地五級，依規定應行造林或維持自然林木或植生覆蓋，不宜農耕之土地。由上述可知，山坡地土地可利用限度之判定結果，對於土地所有權人之權益影響甚鉅，若判定結果稍有不慎，將造成人民生活財產上之巨大損失。然而過去針對山坡地土地可利用限度查定工作之研究，包括宋(2006)、林與張 (2006)、洪(2008)、陳(2005)、陳等(2006)、陳與洪(2009)、黃等(2015)，均無針對坡度與土壤深度之資料準確性做相關研究分析，甚為可惜。本研究除了以既有坡度與土壤深度圖資判定台南市楠西區與大內區共 600 筆山坡地之分類外，亦選取部分山坡地進行現場勘查，並針對山坡地判定結果之準確性進行探討。本研究之最終目標為希望對未來山坡地土地可利用限度查定工作準確性之提升，能盡一份心力。

蕭宇伸、賴昱來、張翊：

台南市山坡地土地可利用限度查定結果分析：以楠西區與大內區共 600 筆山坡地為例

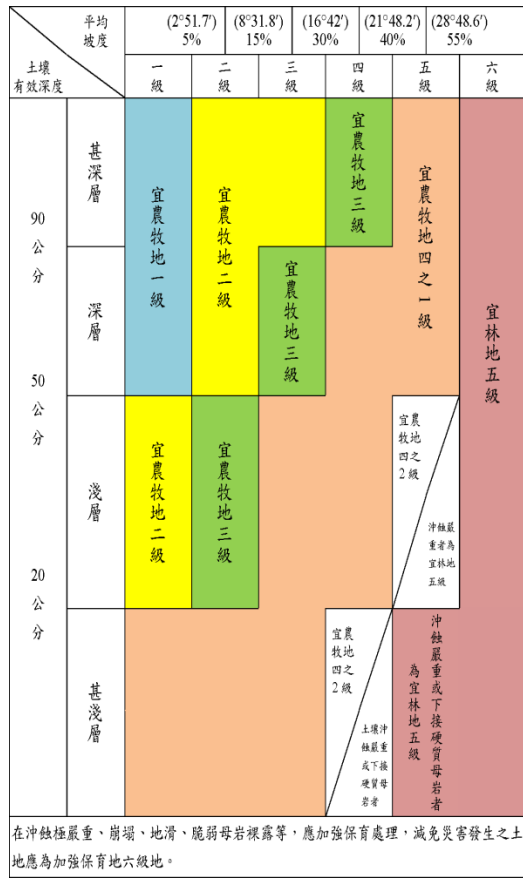


圖 1 山坡地土利可利用限度分類標準圖

Figure 1 The criteria of land use classification over hillside areas

研究區域、坡度與土壤有效深度

1. 研究區域

本研究之研究區域為台南市楠西區與大內區共 600 筆山坡地，此 600 筆土地中，屬於楠西區雙溪段共 380 筆、屬於楠西區東勢坑段共 217 筆，屬於大內區大內段共 3 筆土地。楠西區土地面積共約 10,960 公頃，而研究區域面積加總約為 246 公頃，其地理位置

座落於楠西區北側；大內區土地面積共約 7,031 公頃，而研究區域面積約為 0.18 公頃，地理位置座落於大內區西南側。600 筆土地中，其所屬行政區、地段名稱與地理位置如表 1 與圖 2 所示。

表 1 本研究所查定土地之資訊表

Table 1 The information of study areas for land use classification

行政區域	地段	筆數
楠西區	雙溪段	380
	東勢坑段	217
大內區	大內段	3
合計		600

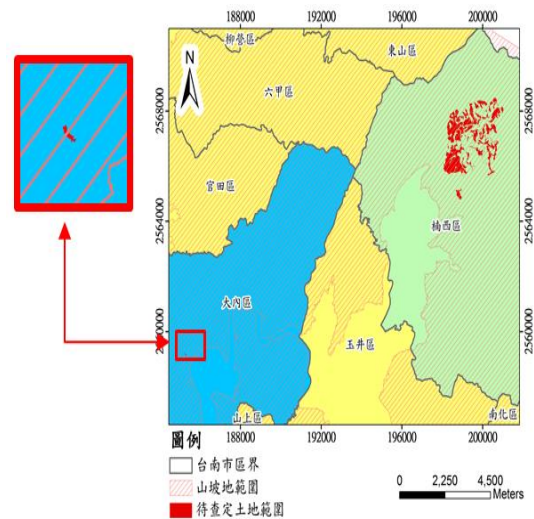


圖 2 查定之 600 筆土地(紅色區域)之位置圖

Figure 2 The locations of 600 lands for land use classification

2. 坡度

根據民國 104 年 10 月編印之水土保持技術規範第 23 條所述(水土保持局, 2015), 坡度係指一坵塊土地按自然排水方向之平均傾斜比, 以百分比表示之。若再依據水土保持技術規範所定義地形分類, 各坡度之代表地形為: 陡峭山地($S > 100\%$)、山嶺區($55\% < S \leq 100\%$)、丘陵地($5\% < S \leq 55\%$)與平坦地($S \leq 5\%$)。其分級標準如表 2 所示。

表 2 坡度分級標準

Table 2 The criteria of terrain slopes

坡度級別	分級範圍
一級坡	$S \leq 5\%$
二級坡	$5\% < S \leq 15\%$
三級坡	$15\% < S \leq 30\%$
四級坡	$30\% < S \leq 40\%$
五級坡	$40\% < S \leq 55\%$
六級坡	$55\% < S \leq 100\%$
七級坡	$S > 100\%$

3. 土壤有效深度

依據「山坡地土利可利用限度分類標準」(水土保持局, 2015)規定, 土壤有效深度指從土地表面至有礙植物根系伸展之土層深度, 以公分表示之, 其分級如表 3 所示。

表 3 土壤有效深度分級標準

Table 3 The criteria of soil depths

有效深度級別	分級範圍
甚深層	超過九十公分
深層	超過五十公分至九十公分

淺層	超過二十公分至五十公分
甚淺層	二十公分以下

研究流程與方法

1. 研究流程

本研究查定方法為採用台南市地政機關提供各地段地號之地籍圖及土地謄本, 並確認是否位於山坡地保育利用條例所稱之山坡地範圍內, 經土地權屬確認後, 以 5 公尺解析度數值高程模型(Digital Elevation Model, DEM)分析坡度及農試所提供之土壤圖作為分析土壤有效深度之依據, 在土壤沖蝕情形及母岩性質上, 本研究則採預設值(輕微沖蝕及軟質母岩)。將上述各圖資以 Arc GIS 軟體進行套別套疊分析(內業), 以決定其土地可利用限度類別。圖層套疊分析之主要資料包括地籍圖、1/5,000 正射影像圖、土壤深度圖、1/5,000 相片基本圖與數值地形等圖資。本研究為了解圖資套疊分析得到坡度與土壤深度之結果與現況之差異性, 將 600 筆土地中抽樣 39 筆土地進行坡度與土壤深度之現場勘查測定(外業)作業, 其結果將與現有坡度與土壤深度圖層進行成果比較分析, 本研究之流程圖如圖 3。

蕭宇伸、賴昱來、張翊：

台南市山坡地土地可利用限度查定結果分析：以楠西區與大內區共 600 筆山坡地為例

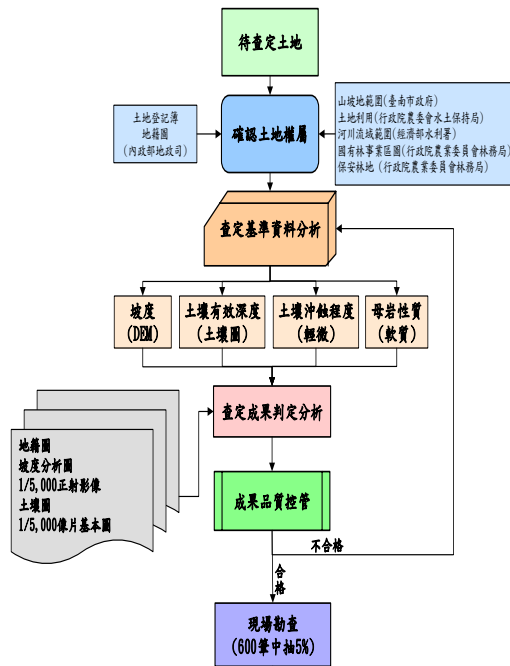


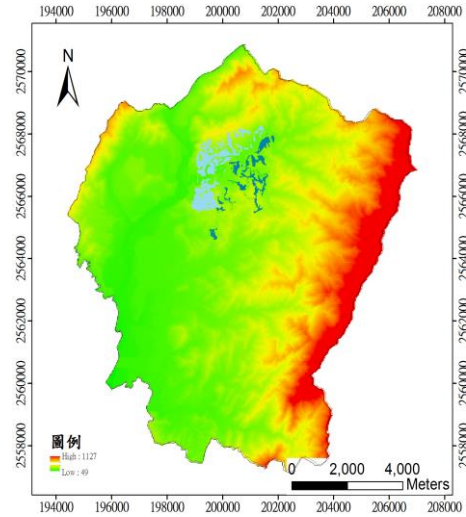
圖 3 研究流程圖

Figure 3 The flowchart of this study

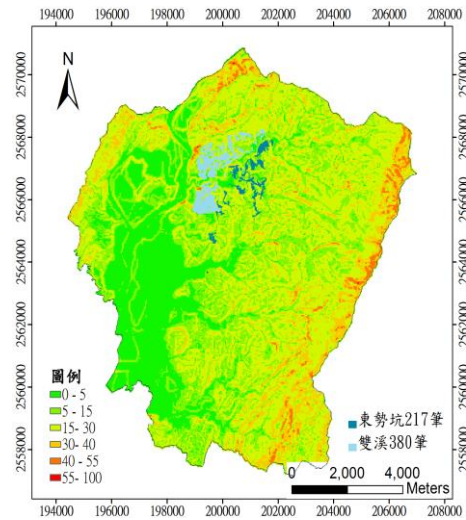
2. 圖層套疊 (內業)

在坡度計算方面，不論是利用等高線或數值高程模型資料，現今坡度計算方法大多以方格作為計算單元(邱，2008)。本研究採用數值高程模型(Digital Elevation Model, DEM)來進行坡度分析，計算每一網格之平均坡度，計算軟體採用 Arc GIS 所提供之 Spatial Analyst Tools。本研究區域之高程值與所計算得到之坡度值如圖 4 與圖 5 所示。由圖 4 與圖 5 可發現，楠西區土地之高程(圖 4(a))分布約為海拔 49 至 1127 公尺，平均坡度(圖 4(b))約為 16%，大內區土地之高程(圖 5(a))分布約為海拔 3 至 396 公尺，平均坡度(圖 5(b))約為 9%；在土壤深度圖資方面，本研究採用農業試驗所之土壤圖作為土壤有效

深度分析之依據。



(a)



(b)

圖 4 臺南市楠西區(a)高程與(b)坡度圖

Figure 4 The elevations (a) and the terrain slopes (b) in Nansi, Tainan.

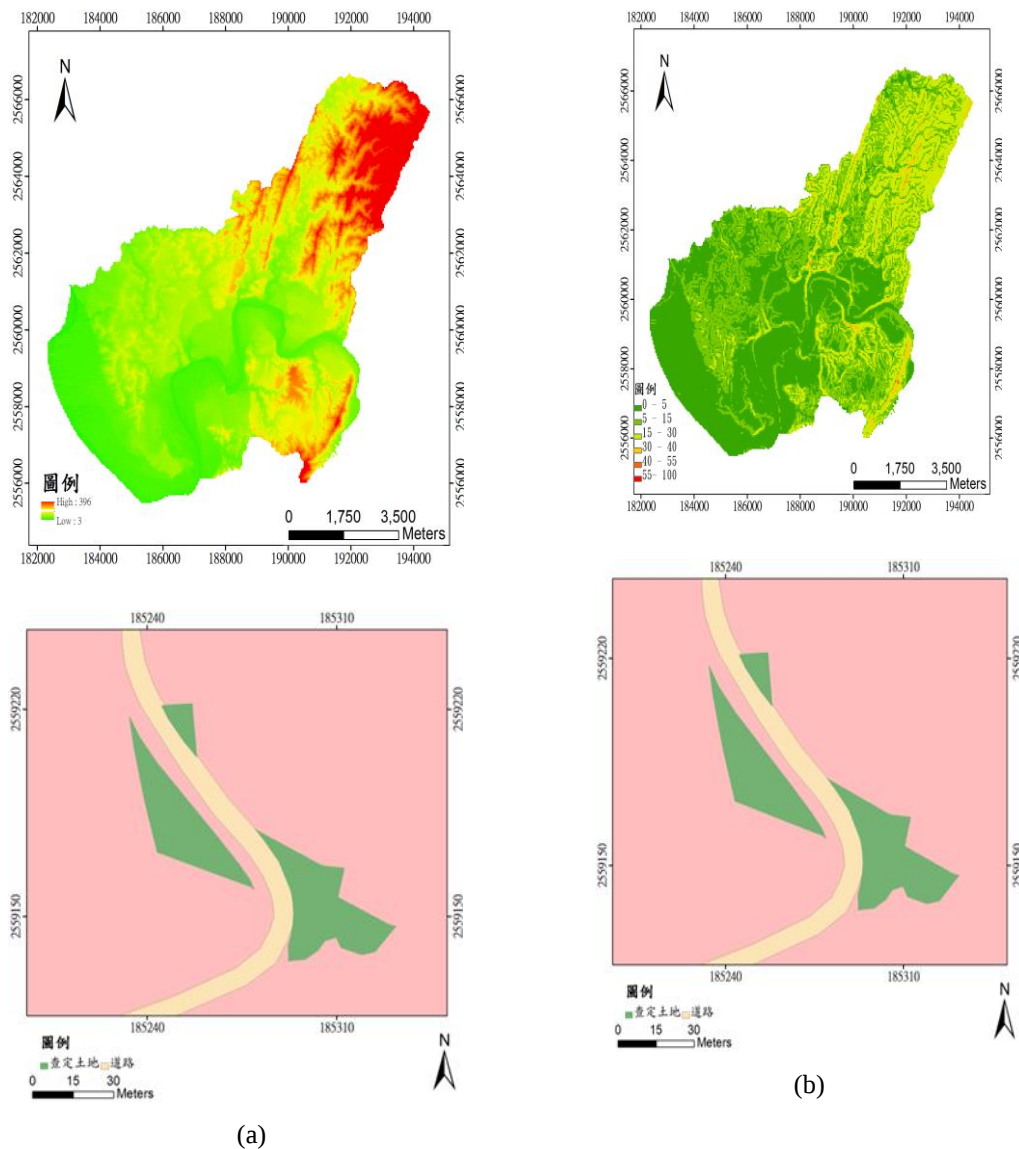


圖 5 臺南市大內區(a)高程與(b)坡度圖

Figure 5 The elevations (a) and the terrain slopes (b) in Danei, Tainan.

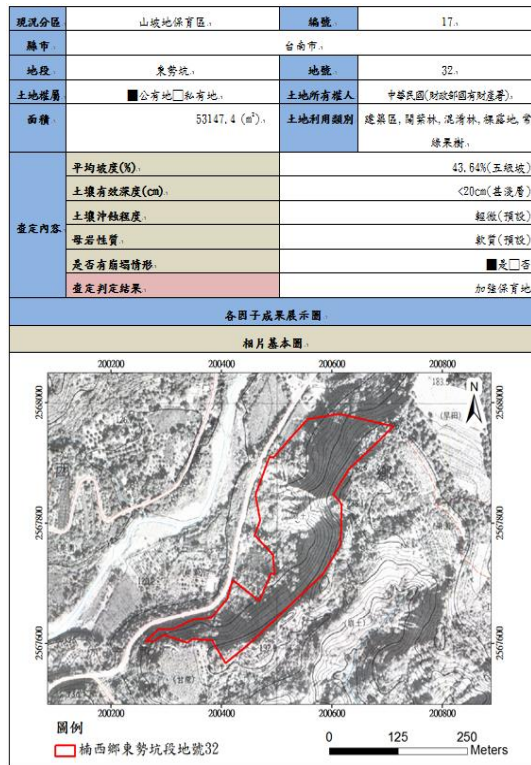
本研究將 600 筆土地之查定成果，整理製表如附件一，再將其每筆資料製圖表示之，如圖 6(a)與(b)。此圖 6 成果中，坡度、土壤有效深度、正射影像、像片基本圖等均包括其中。另外表格中還記錄了現況分區、土地

權屬、面積、地號、土地利用類別、平均坡度、土壤有效深度、土壤沖蝕程度、母岩性質、土地是否有崩塌情形及土地判定之結果。其中母岩性質與土壤沖蝕程度於本研究中分別預設為軟質與輕微。以圖 6(b)範例為例，

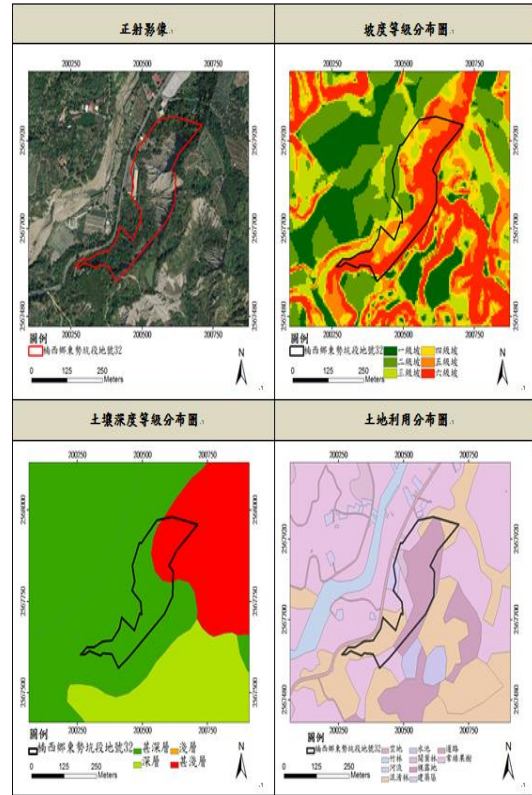
蕭宇伸、賴昱來、張翊：

台南市山坡地土地可利用限度查定結果分析：以楠西區與大內區共 600 筆山坡地為例

若正射影像圖中有明顯崩塌情形，在本研究中將直接判定為”加強保育地”。若由正射影像與土地利用圖資發現其道路、房屋、建築等設施超過法規(「山坡地土地可利用限度查定工作要點」第四條第四項第 3 點)規定每筆土地達 3 分之 2 以上供非農業使用者，則判定為不屬查定範圍。其它土地判定結果，則主要由坡度圖與土壤深度圖之套疊來判定最後之結果。



(a)



(b)

圖 6 山坡地查定成果範例 (以臺南市楠西區東勢坑段地號 32 土地為例)

Figure 6 A sample for land use classification over hillside area

3.現場勘查(外業)

本研究於 600 筆山坡地中抽樣 39 筆土地 (如圖 7)進行坡度與土壤有效深度值之現場勘查測定作業，並使用 MMAP 系統作為定位工具，輔助確認是否已抵達目標土地範圍內，以及記錄採樣點位。在坡度計算方面，依單筆地號土地範圍中按自然排水方向之平均傾斜比以百分比表示之，即同筆土地內自然排水方向各坡度，並計算其土地面積之加權平

均坡度，現場採用 Nikon Forestry Pro 測距儀（如圖 8(a)）測量其坡度值；在土壤深度方面，於同筆土地面積一公頃以下者鑽孔數至少三孔，每增加零點五公頃應增加一孔，未滿一公頃者以一公頃計，但不超過十孔。鑽孔位置應平均分布於該筆土地範圍內，盡可能以未整過坡面之地點為佳且較具代表性，土壤有效深度計算方法採用平均值，即取樣土壤有效深度之總和除以取樣數。現場則採用土鑽（圖 8(b)）量測土壤深度。

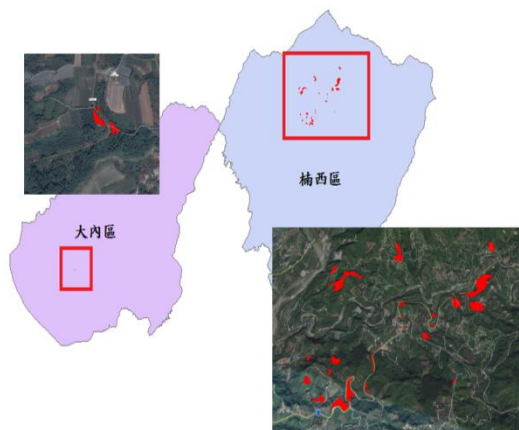


圖 7 35 筆現勘山坡地(紅色區域)之位置圖

Figure 7 The locations (red) of 35 lands for field surveys.



(a)



(b)

圖 8 現場勘查採用之儀器：(a) Nikon Forestry Pro 測距儀。(b)土鑽

Figure 8 The tools for field surveys : (a) Nikon forestry laser rangefinder (b) Soil auger.

結果與討論

1. 圖層套疊(內業)查定結果

600 筆土地圖層分析分類結果如圖 9 所示，其中宜農牧用地共 423 筆、宜林地共 138 筆、加強保育地共 2 筆、不屬查定範圍共 37 筆。依以上分類結果，宜農牧用地占所有土地之 70.5%，加強保育地只占 3%。由圖層分析結果可知，本研究區域 600 筆土地中，大部分屬於宜農牧用地，且由於判定為加強保

育地者非常稀少，故由圖層套疊分析結果判定，本研究區域並未有受到較大天然災害之情況。

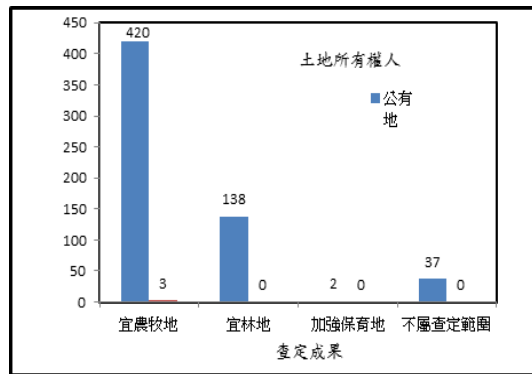


圖 9 600 筆山坡地土地可利用限度查定分類結果直方圖

Figure 9 histogram of 600 lands for land use classification

2. 圖資套疊與現場勘查比較分析

2.1 坡度比較

於圖資套疊與現場勘查結果分析之總筆 39 筆數據中，不包括 2 筆加強保育地及 4 筆不屬於查定範圍之土地，得到 33 筆有效數據去探討分析(圖 10)。由圖 10 中可發現，成果中現地勘查與室內圖層分析之坡度相關係數為 0.6327，並將坡度分為 $>40\%$ ，圖資套疊坡度與現場勘查坡度分析小於 40% 以下之相關係數則為 0.7431，大於 40% 以上之相關係數則為 0.0144。由此得知，當坡度小於 40% 以下時，圖層套疊與現場勘查分析結果較為相近；反之，大於 40% 以上之坡度圖資套疊與現場勘查分析結果落差甚大。本研究針對 600 筆土地中，共有 266 筆土地坡度大

於 40% 。依上述圖層套疊與現場勘查結果分析後可發現，圖層套疊分析坡度大於 40% 以上時，與現場勘查結果之相關係數較無相關性，研判可能的原因為：

- (1) 因坡度計算網格為 5 公尺解析度之 DEM，導致部分狹長型土地於 GIS 坡度計算精度時，坡度平均過程可能出現誤差；因此，針對圖層分析結果坡度大於 40% 及狹長型之土地，未來可列為現勘優先抽查對象，抑或可採用內政部 1 公尺解析度之 DEM 資料進行圖層分析，以利提高查定成果之正確率。
- (2) 另外，本研究圖層套疊坡度之分析乃以單筆地號平均坡度為準，可能出現單筆土地內平緩地經平均後，坡度過陡而查定為宜林地，或有單筆土地內陡峭地經平均後，坡度因而平緩查定為宜農牧地，造成土地不合理的開發利用。

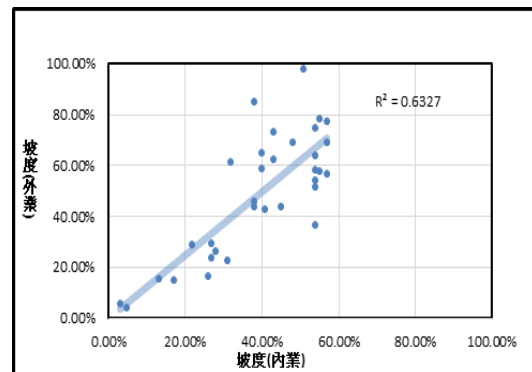


圖 10 圖層分析查定與現場勘查之坡度比較圖

Figure 10 Comparison of terrain slopes derived from map overlapping and fieldworks

2.2 土壤深度比較

於圖資套疊與現場勘查查定將土壤深度依據四種類別(甚淺層、淺層、深層、甚深層)分析比較，現場勘查查總筆 39 筆土地數據中，其中 4 筆為不屬於查定範圍。圖資套疊與現場勘查查定結果，依據土壤深度分成相同類別者和不同類別者表示，如圖 11，依圖所示可知 35 筆土地數據中，土壤深度之圖資套疊與現場勘查查符合數據有 12 筆土地與 23 筆土地圖資套疊與現場勘查查結果有較大之差異。鑒於農試所 GIS 資料來源只提供土壤深度(甚深層、深層、淺層、甚淺層)分類並無實際深度數值，且圖層分析數據大多皆落在分類層級的邊界，對於判定之結果可能造成極大之爭議。除資料來源無實際深度數值外，因測設年代、作業方式、使用儀器不同及氣候因子等因素都會造成圖層與現勘結果的差異性。

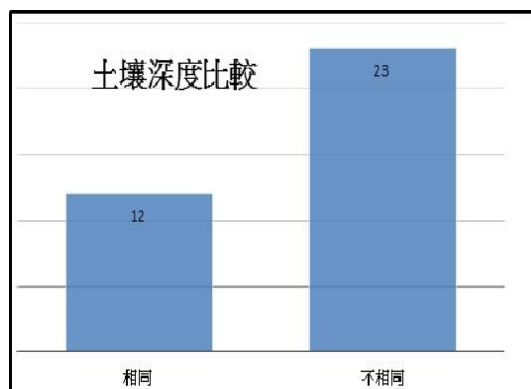


圖 11 圖層套疊分析與現場勘查查之土壤深度比較圖

Figure 11 Comparison of soil depths derived from map overlapping and fieldworks

結論與建議

鑒於山坡地自然災害發生案例逐年增加，為了降低天然災害造成的人民生命財產損失，合理使用山坡地實屬重要。近年來山坡地土地分類及管理受到重視，除期望促進山坡地土地合理利用、保護水土資源以外，更重要的是減少造成坡面發生災害的誘因。山坡地需經查定後，地政機關才能辦理編定，並進行土地使用管制，因此山坡地土地利用限度分類查定是山坡地土地管理中必要且重要的工作。依據「山坡地土地可利用限度分類標準」之規定，針對坡度等級、土壤有效深度二大因子，將供農業使用之山坡地進行土地分類查定，並分為「宜農牧地」、「宜林地」及「加強保育地」，供後續土地使用管制或限制土地使用類別，確保山坡地土地資源永續利用，有關本研究成果之重點如下：

- (1) 本研究於 104 年度辦理臺南市楠西區東勢坑段 217 筆、雙溪段 380 筆及臺南市大內區大內段 3 筆，合計共 600 筆土地辦理山坡地土地可利用限度查定(台南市政府水利局，2016)。經本研究圖層套疊(室內)分析結果為：宜林地 138 筆、宜農牧地 423 筆、加強保育地 2 筆、不屬查定範圍 37 筆。並挑選其中 39 筆土地進行現場勘查查。
- (2) 本研究採用地理資訊系統 Arc GIS 套裝軟體配合 SPSS 統計軟體，將逐筆土地進行分析工作，並針對有疑慮之土地進行現場勘查查，可大幅增加山坡地土地利用限度查定作業之執行效率。

- (3) 本研究成果針對坡度與土壤深度進行圖層套疊與現場勘查分析比較。而在軟岩部分，其結果並不影響土地可利用限度判定成果。於圖層套疊中針對土壤沖蝕程度預設為輕微、母岩性質則預設為軟質。

按照現行之「山坡地土地可利用限度分類標準」，影響土地可利用限度分類之因子以坡度為鉅，另「山坡地土地可利用限度查定工作要點」應與時俱進，建議針對是否簡化查定因子進行研究，並增加地形精度之判定，使查定工作效率與準確性提升。本研究冀希能對往後土地可利用限度查定工作之準確性及山坡地土地利用分類之合理化，提供相關單位未來規劃之參考。

誌謝

本文為國立中興大學承攬台南市政府之計畫「台南市 104 年度山坡地土地可利用限度查定工作」成果之一。

參考文獻

1. 水土保持局 (2015)。水土保持相關法規彙編。中華民國 104 年 10 月編印。
2. 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。
3. 林俐玲、張光宗(2006)。山坡地可利用限度分類標準檢討。行政院農業委員會水土保持局委託。
4. 洪崇仁(2008)。台灣「山坡地土地可利用限度」分類標準務實性檢討之研究。中興大學水土保持學系所學位論文。
5. 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碩士論文。
6. 陳文福、宋文彬、馮正一、陳啟天(2006)。應用 DEM 於山坡地土地可利用限度分類查定。水土保持學報。38(2)。pp. 177-194。
7. 陳文福、洪崇仁(2009)。以 GIS 改善辦理山坡地「土地可利用限度」查定工作可行性之研究。水土保持學報。41(1)。pp. 63-80。
8. 黃冠豪、黃怡華、龍瑛、洪本善(2015)。山坡地坡度分析與範圍劃定之研究-以台南市為例。台灣地理資訊學會年會暨學術研討會。
9. 邱景升 (2008)。應用多元方格網模式比較坡度計算法差異之研究。
10. 台南市政府水利局(2016)。臺南市 104 年度山坡地土地可利用限度查定工作期末報告。台南市政府水利局編印。

105 年 05 月 30 日收稿

105 年 06 月 07 日修改

105 年 06 月 21 日接受