



農業部農村發展及水土保持署
Agency of Rural Development and Soil and Water Conservation, MOA



以實驗、管理層面探究山坡地劃定 準則因應氣候變遷之調適作業

洪啟耀 副教授
國立中興大學水土保持學系

114年6月17日



目錄 Content



1 前言

1 前言

研究目的

- 山坡地劃定基準：一、**標高在一百公尺以上者**。
二、**標高未滿一百公尺，而其平均坡度在百分之五以上者**。
- 山坡地劃定基準是否需**重新訂定**？

氣候變遷

- ✓ 劃定基準自民國65年起制定至今，**已40餘年無進行更動**。
- ✓ 現今**地質**因近年來地震及全球暖化下的氣候異常變得更加**脆弱**，**極端降雨事件**使山區土砂流失更加嚴重、水庫更容易淤積導致儲水防洪能力下降。

社會影響

- ✓ 臺灣地勢高峻陡峭，可使用之平地面積僅占1/3，開發土地時常腹地不足；然而臺灣人口逐年上升、經濟發展提高，民眾不得不開發山坡地，進而**增加開發成本**，並降低投資意願等。

科學根據缺失

- ✓ **無明確科學證據**支持山坡地劃定基準。

- 期望能透過本研究探討山坡地劃定準則是否仍適用，進而提供各單位未來進行山坡地規劃使用之參考依據。

2 計畫構想與目標

2 計畫構想與目標

- 本計畫為長期計畫，本期計畫以第二條「**標高未滿一百公尺，平均坡度達百分之五者**」進行研討。

國內法規沿革與討論

- ✓ 訪談資深教授
- ✓ 了解立法考量與依據

國外現行法規蒐集

- ✓ 蒐集氣候條件相近國家之法規
- ✓ 與本國法規比較

法規面

綜合
評估

學理
計算面

土壤基本性質實驗

- ✓ 水份係數、顆粒分析、力學參數

沖蝕啟動應力實驗

- ✓ 探討不同坡度下之土壤沖刷情形

3 法規與文獻



3 法規與文獻

國內法規沿革

- 本計畫邀請國立中興大學水土保持學系之**資深教授**：林俐玲教授、游繁結教授，針對法規沿革進行訪談。

	林俐玲 教授	游繁結 教授
歷史沿革	為 方便管理 而制定。以 USLE 公式為出發點，標準試區為 9% ，此範圍已到二級坡，故當年為統一管理標準或為方便管理，將山坡地的限制訂定為 5% 。	早期農復會 (中國農村復興聯合委員會)訂定了「山坡地」一詞之概念，因當時無法條、僅有計畫，故 僅概括性地研擬 ，包含山坡地之栽種方法、如何於山坡地引進農業、水源等，對土地管理方面概念不明確。而後續藉由法條 明定山坡地之範圍可落實界定並使管理面可依法行政 。
學理因素	1. 沖蝕量增加 。在坡度達到 5% 以上時，土壤沖蝕開始明顯有增大的趨勢 2. 山坡地的劃定標準 是為了減少土壤流失、降低土砂災害，而 5% 只是其中的標準。	1. 流體力學觀點 ：流速與水深之關係，當坡度為小於 5% 之沖蝕量較不明顯，而 5%以上 則需要 加強保育避免土砂流失 ，目的為土地合理開發為主，但需要保育。 2. 力學觀點 ：當坡度超過 5% ， 雨濺沖蝕 使土砂被帶往下游。



3 法規與文獻

國內法規沿革

- 結合學者訪談結論並剖析立法目的，可以了解雖自平均坡度達5%以上即納入管理，但卻未禁止利用行為。回歸立法目的，是為了使人民利用土地下同時避免水土流失、土砂災害，保全人民生命財產安全之積極作為。
- 根據相關法條，針對符合特定規範區域，政府皆可以依法辦理劃出山坡地，提高土地利用價值。

3 法規與文獻

國外現行法規蒐集

- **泰國**蘇梅島為其國內的第二大島嶼，其土地規劃相關原則，主要可以分為依照海拔與坡度進行劃分，其中：

1. **坡度**限制地區是否可以開發。
2. **海拔**限制如何開發及開發時須注重什麼。



1 - Low density residential area	7 - Kept open for the public use
2 - Medium density residential area	8 - Reserved forest area
3 - High density residential area	9 - Educational area
4 - Industrial and warehouse area	10 - Tourist and fishery
5 - Specific agricultural area	11 - Religious area
6 - Agriculture area	12 - Government offices and public utilities



3 法規與文獻



國外現行法規蒐集

● 泰國蘇梅島土地相關條件及限制彙整如表：

條件	限制
海拔高度低於80m	需使用當地原生種
海拔高度大於80m小於140m	基地面積不得低於100平方米。 建物高度不超過6米。 綠地面積不少於申請建築許可用地面積的50%。 屋頂面積不低於建築面積的80%。 需使用當地原生種
海拔高度大於140m	基地面積不得小於100平方米。 建物不得超過6米。 建物的最大面積不超過90平方米。 綠地面積不低於申請建築許可用地面積的70%。 綠化面積不少於基地面積的50%。 需設置水保設施(如沉砂池、排水溝等)。 屋頂面積不低於建築面積的80%。 需使用當地原生種。

條件	限制
坡度為35%至50%	高度不超過6公尺的獨棟建物，擴大建物高程需另外申請建築許可。 建築面積不得小於120平方米。 建築佔地面積不超過80平方米。 空地面積不少於建物的75%。 綠化面積不少於基地面積的50%。 屋頂面積不低於建築面積的80%。 需使用當地原生種。
坡度超過50%	禁止建造或改造任何建築物。



3 法規與文獻



國外現行法規蒐集

- 亞洲國家：日本、中國。

國家	相關坡地定義	坡地開發相關法規
臺灣	標高100公尺以上或平均坡度5%以上為山坡地。 宜林地定義： 1.甚淺層之四級坡(>30%且≤40%)，且其土壤沖蝕嚴重或下接硬質母岩。 2.甚淺層之五級坡(>40%且≤55%)。 3.淺層之五級坡(>40%且≤55%)，且其土壤沖蝕嚴重或下接硬質母岩。 4.六級坡(>60%)。	山坡地依照坡度級距、母岩性質、土壤深度及沖蝕程度區分為宜農牧地、宜林地或加強保育地。其中宜林地及加強保育地均禁止開發及農牧利用行為。
日本	坡度大於57.7%以上為陡坡地	禁止未受許可之開發行為
中華人民共和國	無明確定義	針對坡度進行規範： 1. 8.7%以上未達46.6%開墾種植農作物，應當採取水土保持措施。 2. 46.6%以上之坡地禁止種植農作物。



3 法規與文獻

國外現行法規蒐集

- 歐美國家：德國、美國(紐澤西州、埃奇伍德市)。

國家/城市	相關坡地定義	坡地開發相關法規
美國/ 埃奇伍德市	無針對山坡地之定義，但定義 坡度15% 為地滑危險區， 坡度20% 以上為水土流失危險區域。	水土流失危險區域及地滑危險區 禁止未經允許之利用行為 。
美國/ 紐澤西州	坡度10%以上為陡坡	若坡度達 10%以上未達20% 則可依據現場情況分為可一般開發或只能線性開發。坡度達 20%以上 者僅能依據情況進行 線性開發 。
德國	無明確坡地定義	依據 坡度大於3% 之坡地情況依據其土壤因子K、坡度因子S、再生侵蝕係數R的乘積劃分為Kwasser1及Kwasser2兩類之水蝕等級，並分別對其進行 耕作之限制 。



3 法規與文獻

國外現行法規蒐集

- 不論有無利用坡度以界定坡地之範圍，對於開發利用之規定多數皆使用坡度做為界定之依據。
- 部分國家除界定坡度外，還會於法規中加諸其他條件用以詳細劃分開發利用限度，例如臺灣額外使用了土壤深度、沖蝕情形以及母岩性質；德國使用了土壤因子、再生侵蝕係數進行水蝕程度劃分。
- 雖臺灣對於坡度之定義最為嚴格，但反觀農牧用地、宜林地的標準並未特別嚴苛。尤其臺灣與日本皆擁有極端地理與水文環境(地震頻率高、強降雨、地質年代年輕)等，易造成沖蝕情形加劇及較易發生災害之背景原因，但標準卻較日本嚴格。

4 學理計算



4 學理計算



土壤基本性質實驗

土壤採樣



新北市新店區獅頭山地區



台東縣卑南鄉知本地區



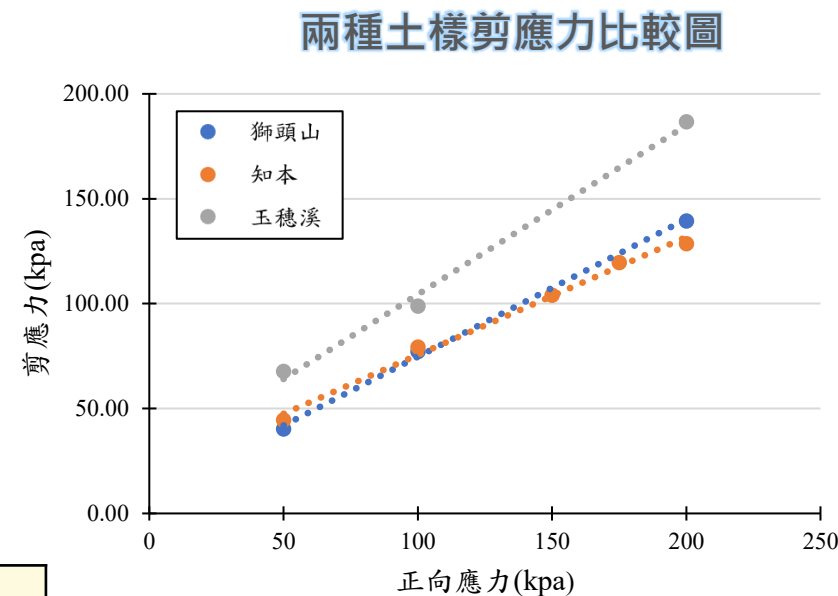
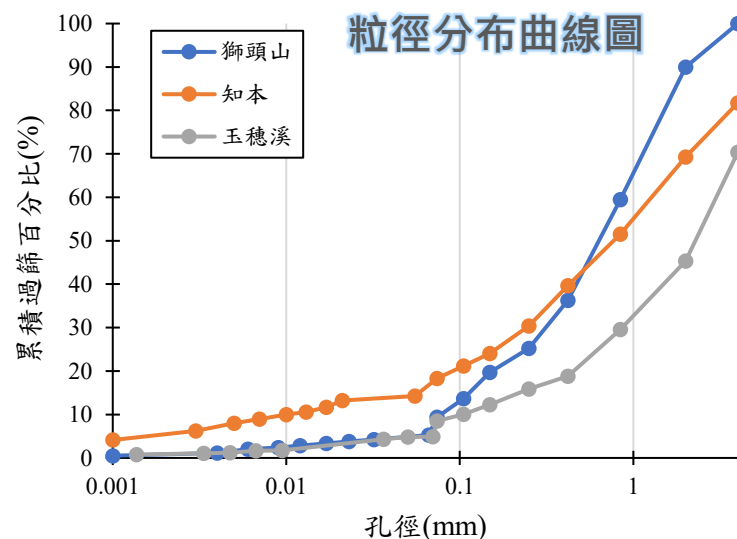
高雄市桃源區玉穗溪地區

土壤水份係數

土壤顆粒密度

土壤顆粒分析

土壤力學實驗



土樣 數值	獅頭山	知本	玉穗溪
水份係數	1.009	1.015	1.010
顆粒密度 (g/cm^3)	2.52	2.64	2.76
級配	優良	不良	優良
土壤質地分類	砂土	壤質砂土	砂土

土樣 數值	獅頭山	知本	玉穗溪
內摩擦角	33°26'	29°33'	38°51'
凝聚力 (Kpa)	9.12	19.38	23.81



4 學理計算

啟動應力實驗- 理論基礎

- 從力平衡之觀點，當水流作用**土壤顆粒**之**運移能力大於**土壤本身抵抗移動之**抗沖蝕力**時，平衡狀態受到破壞，使土壤顆粒(團粒)脫離周圍土體**開始移動**，即發生**沖蝕和土砂運移**。
- 前人研究以**力平衡**觀念，提出土壤沖蝕率或分散能力($\text{kg}/\text{m}^2/\text{s}$)與水土交界面造成的摩擦剪力(τ)關係式(Foster et al., 1981; Lick, 1982; Elliot et al., 1989; Wang et al., 2016)：

$$E = M(\tau - \tau_c)^n$$

E ：土壤沖蝕率($\text{kg}/\text{m}^2/\text{s}$)

τ ：水土介面的摩擦剪應力(Pa)

τ_c ：土壤沖刷臨界剪應力(Pa)

M 、 n ：率定常數

- 從水流作用剪應力與土壤抗沖蝕力之抗衡作用推導沖蝕現象之發生，並推估沖蝕率(或土壤分離率)。

4 學理計算



啟動應力實驗

實驗渠槽

- ✓ 循環式矩型水工渠槽，邊壁為強化玻璃，底板為不鏽鋼。
- ✓ 長10公尺、寬0.4公尺、深0.4公尺。
- ✓ 渠槽底部以3.5mm粒徑之礫石鋪面。
- ✓ 具可調式坡降螺桿，坡度範圍為0%~8%。

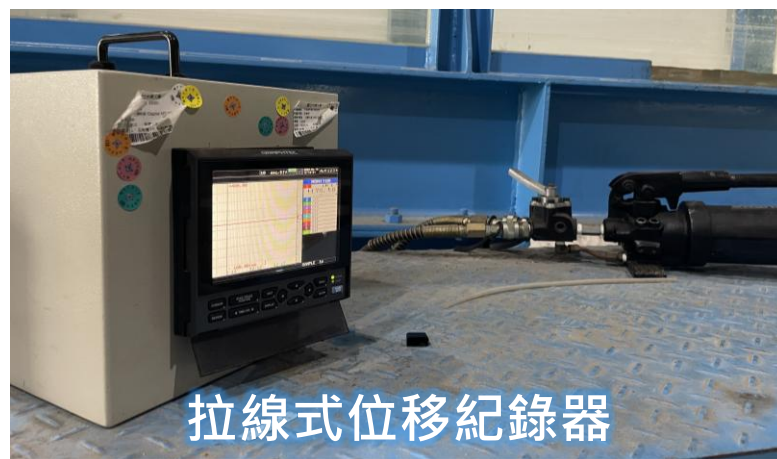
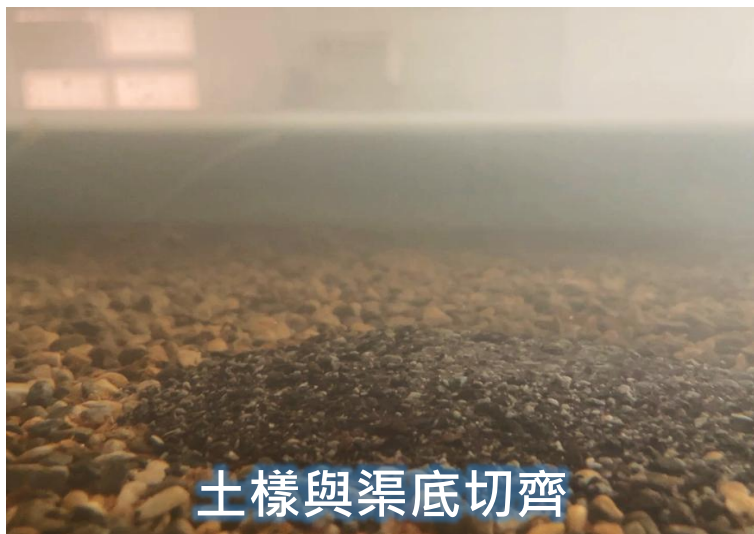




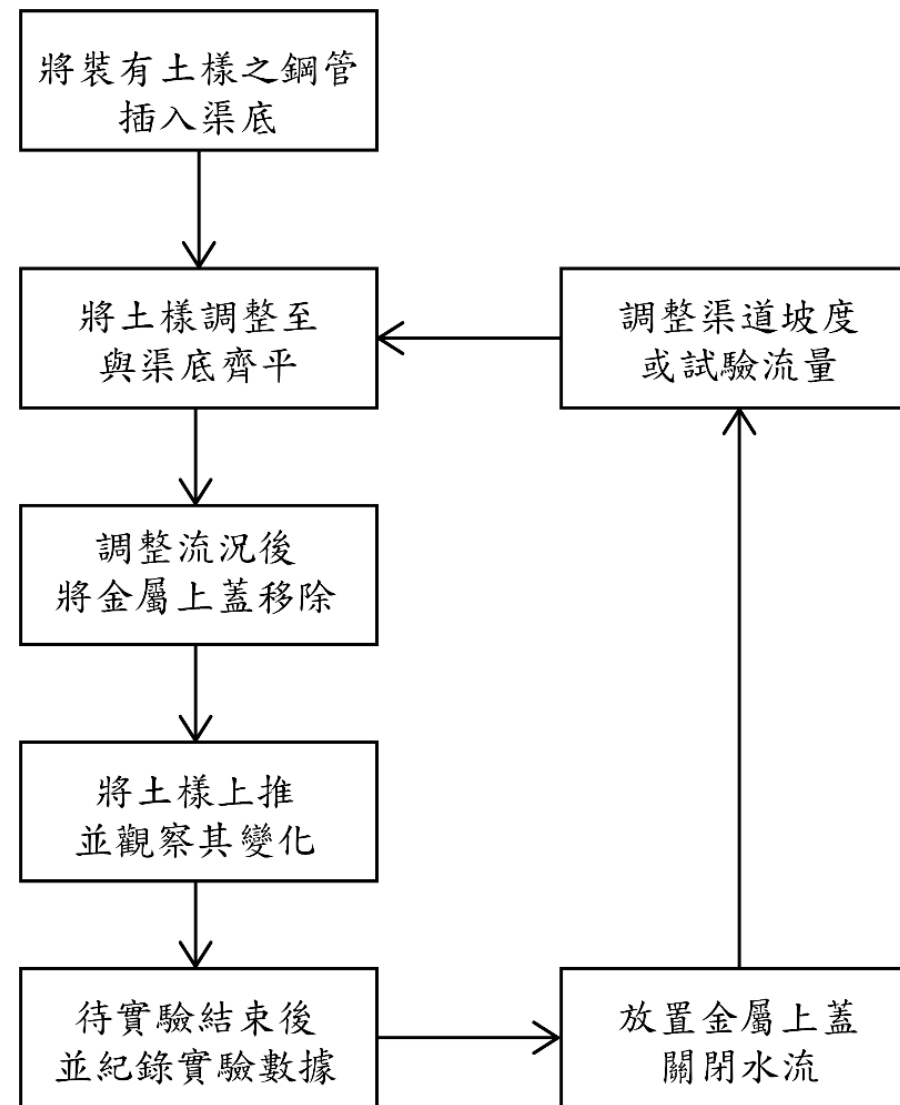
4 學理計算



啟動應力實驗



實驗流程

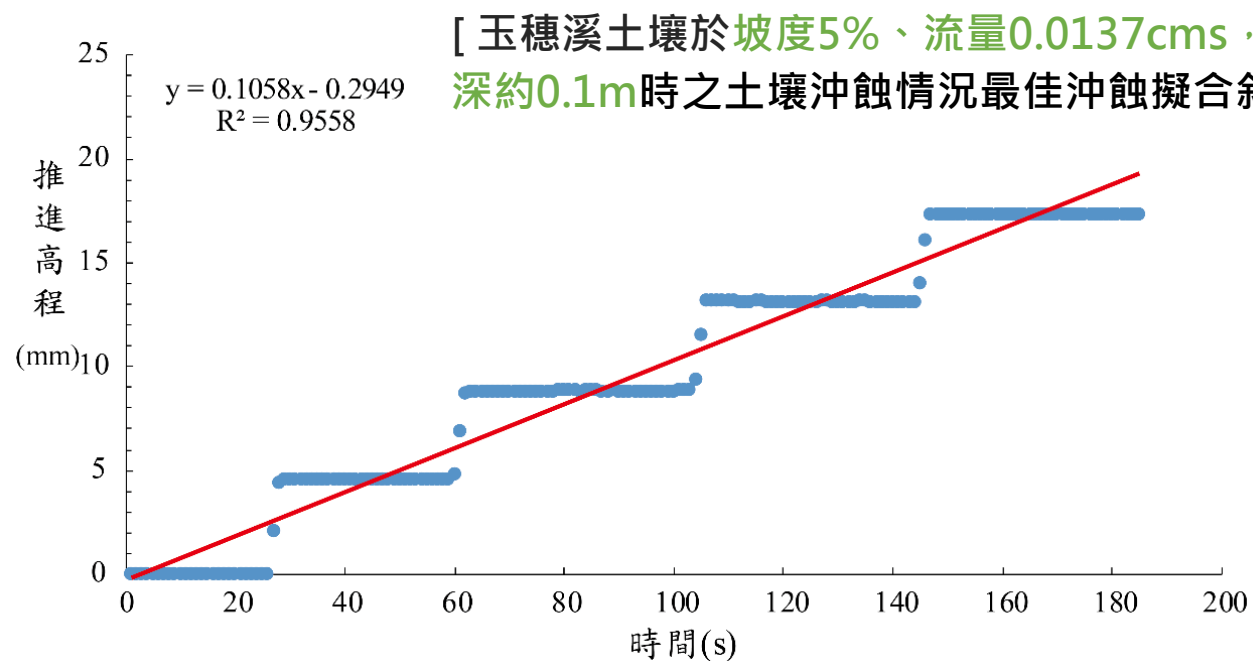


4 學理計算



啟動應力實驗

- 以固定流量沖刷一定量體土壤，紀錄其全部沖刷所需時間，再推算**質量沖蝕速率**。
- 使用**2種流量**(0.00974、0.01370cms)、**7種坡度**(1-7%)。

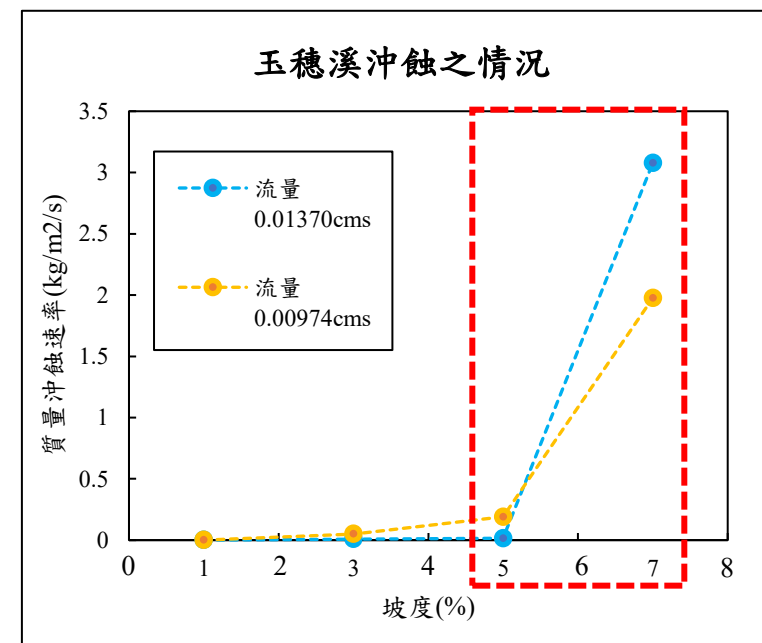
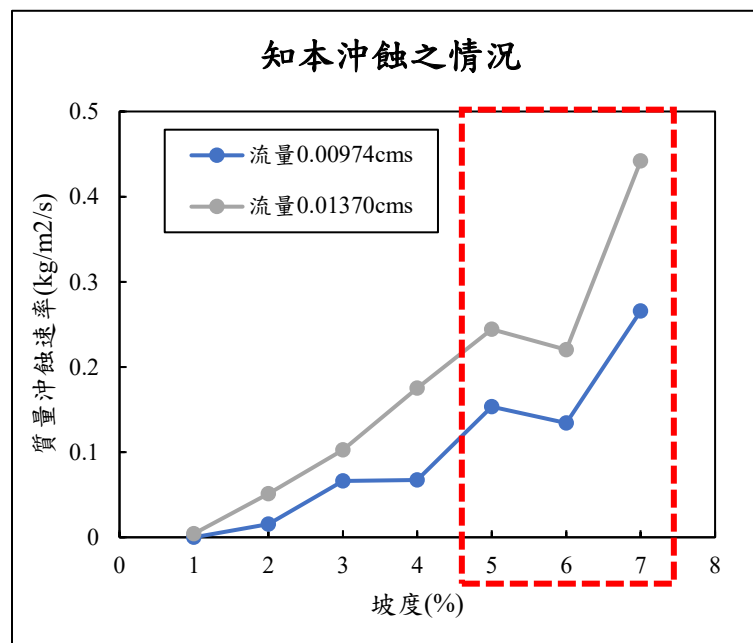
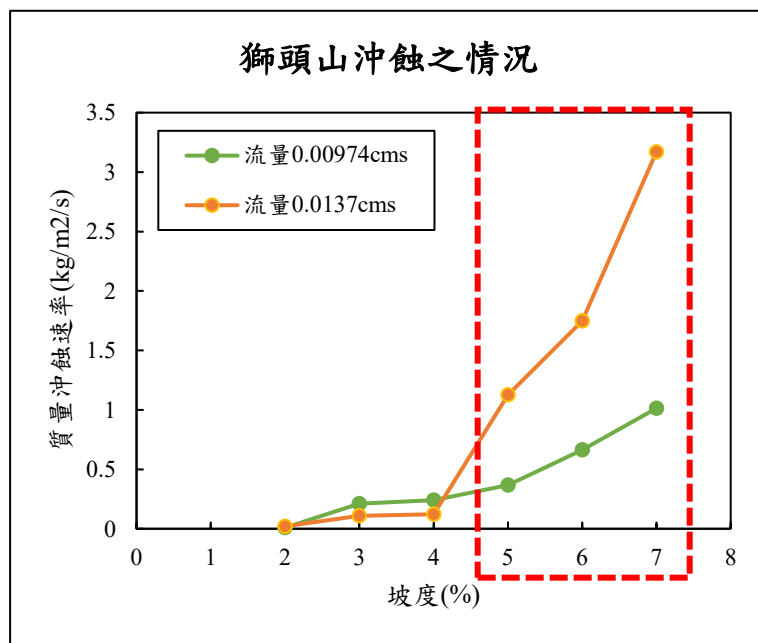


4 學理計算



啟動應力實驗

- 雖目前土樣僅有兩種，但依目前實驗成果表明，土樣**沖蝕情形與坡度呈正相關**。
- 未來可採用**多種土壤**進行實驗，以使實驗成果更加完整。



➤ 1~3%：趨勢大致相同且**無太大變化**

➤ 5%：質量沖蝕率**開始上升**

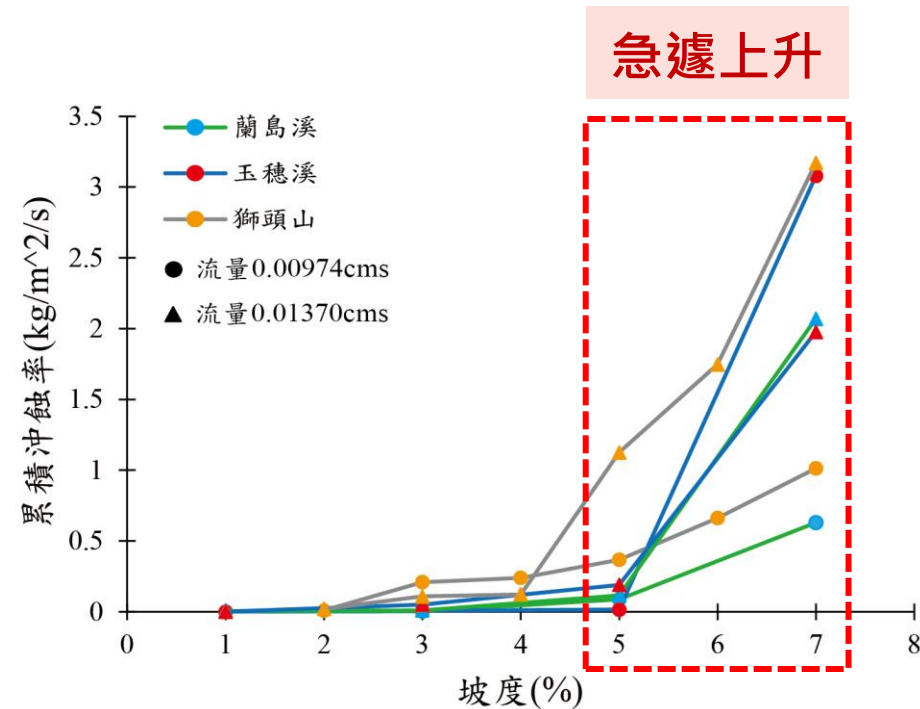
➤ 7%：質量沖蝕率**急遽上升**

4 學理計算



綜合討論

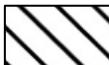
- 以上土壤沖蝕實驗可檢討山坡地定義之坡度是否合宜，由實驗成果可表明，**坡度到達5%以上之山坡地容易導致水土資源的流失**。因此，當山坡地進行開發時，需制定水土保持計畫，並設計足夠的排水設施、擋土構造物、植生覆蓋等水土保持措施，以減少基地內之土壤流失，達成保育水土資源之目的。
- 本計畫之土樣雖採集三處不同地區，但土壤分類多為「砂土」，而全臺各地區土樣相當多元，並非僅有「砂土」一種土壤類型，且**不同種類的土樣擁有不同之土壤結構與性質**，對於土壤的抗沖蝕能力皆有影響。若要建立全臺灣各地區土樣之土壤沖蝕率資料庫，需**以更多臺灣本島土壤進行實驗**，以**更全面地探討不同土壤在不同坡度下對於沖蝕之影響**，確定現行法規之山坡地定義是否合理。

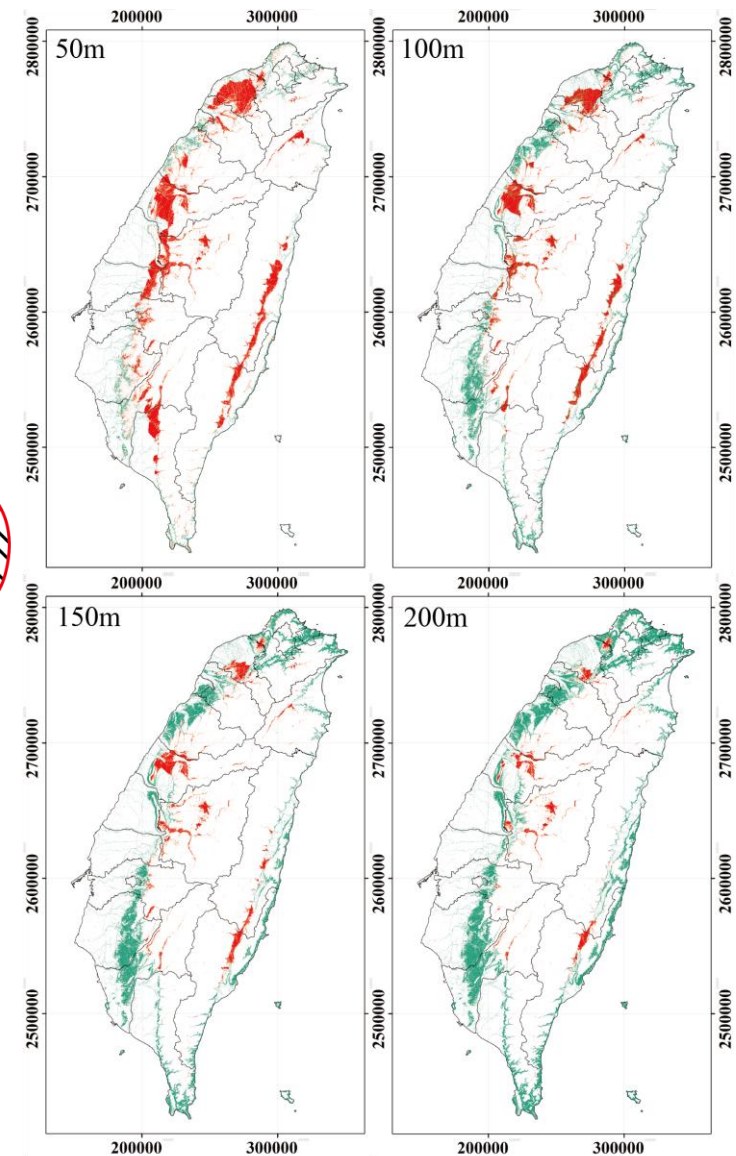
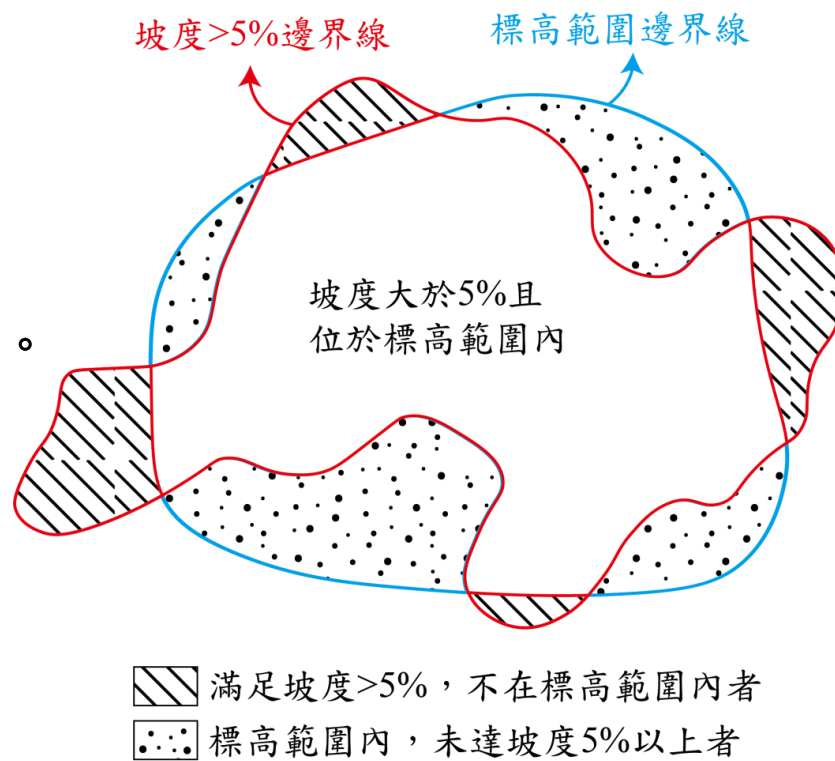


5 行政管理

5 行政管理

以地形資料驗證山坡地定義之高程

- **有效劃定山坡地範圍**，需選取**適當標高**，使得  的範圍盡可能縮小。同時增加  的面積，或者減少  的面積。
- 四種標高內，以100公尺的兩種圖層最為平衡，這樣劃定地區既能夠涵蓋具有較高坡度、易受環境危害的地區，又避免誤將適合開發的平緩地區納入山坡地範圍，影響土地利用和經濟發展，因此法規才選擇以100公尺作為標準。



 滿足坡度>5%，不在標高範圍內者

 標高範圍內，未達坡度5%以上者

5 行政管理

以地形資料驗證山坡地定義之高程

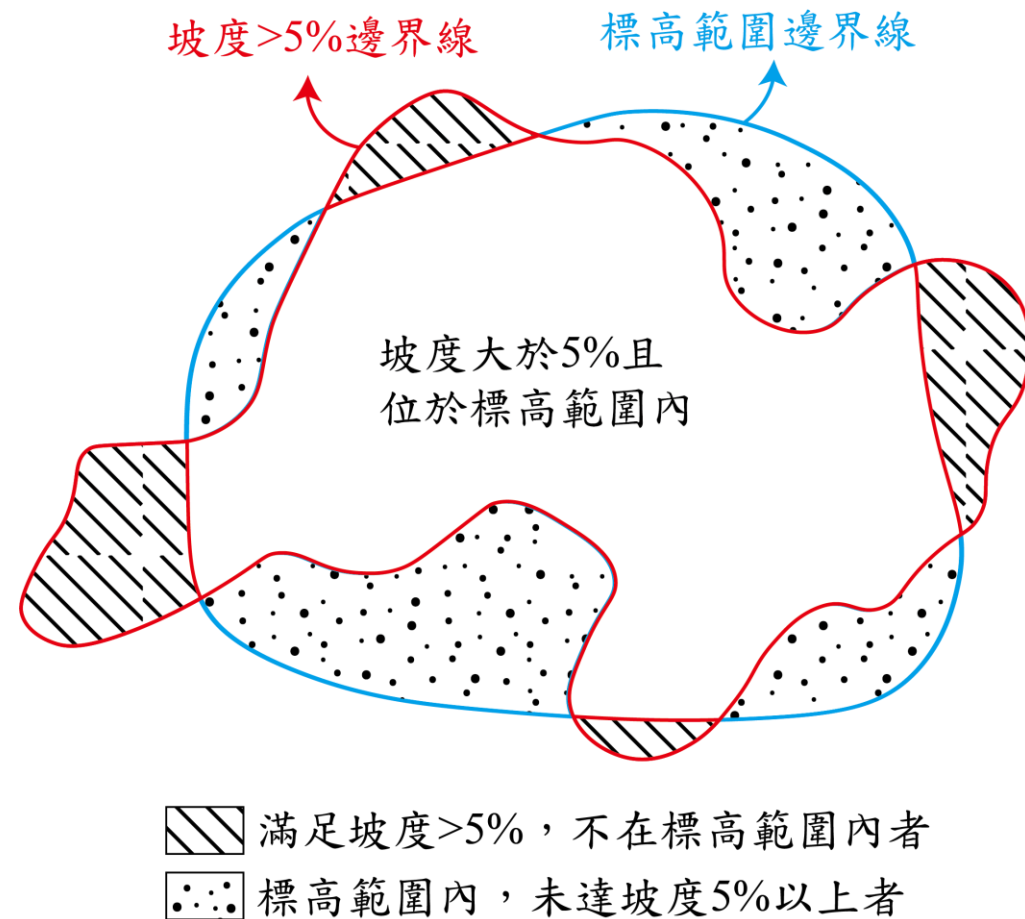
- 新增兩項指標，有助於量化標高與坡度範圍的匹配程度，從而找到最佳高程。

- **面積重合率**：不同標高與坡度5%重疊之部分佔該標高面積之百分比。

高程越高，此高程涵蓋面積越小，與5%重疊面積也越小，但能更精準涵蓋到5%之範圍，因此隨著高程提高，該高程與5%的重合率也隨之提升。

- **面積包覆率**：不同標高與坡度5%重疊之部分佔坡度5%面積之百分比。

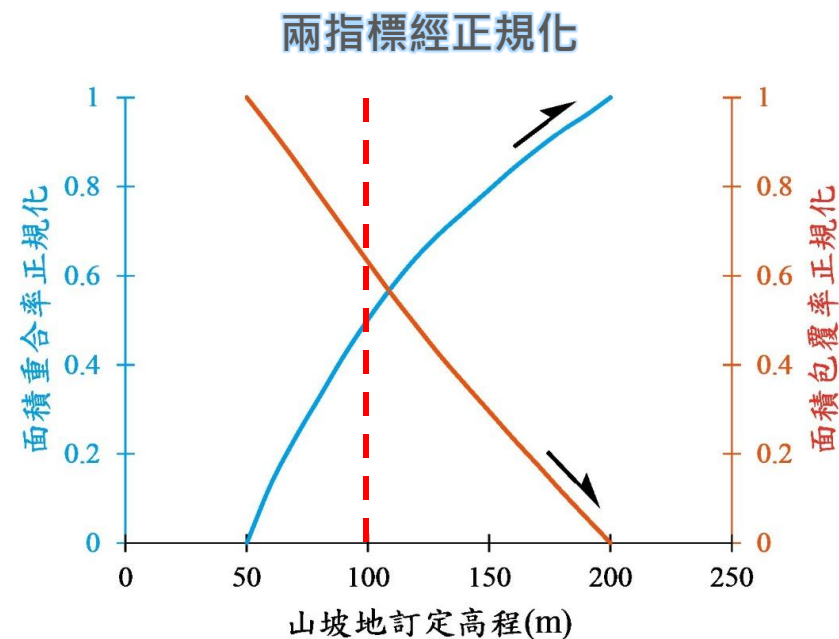
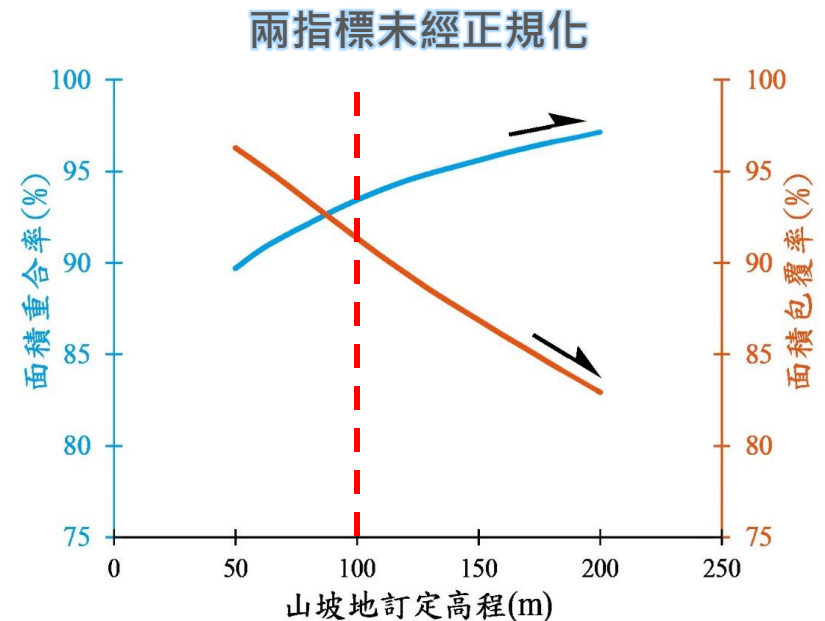
高程越高，此高程涵蓋面積越小，同時符合5%的面積也隨之減少，因此隨著高程的提高，5%包覆率隨之降低。



5 行政管理

以地形資料驗證山坡地定義之高程

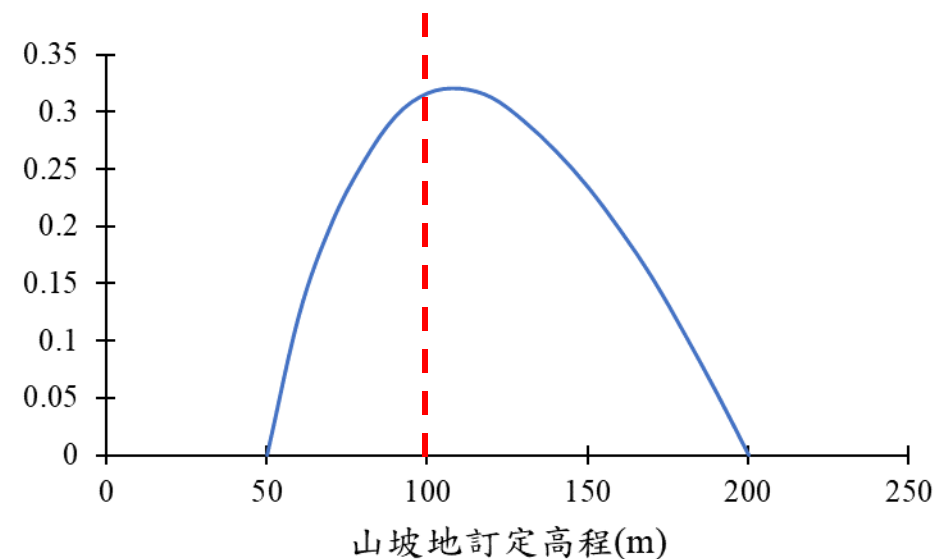
- 利用**地理資訊系統**（GIS）根據上述計算方法所得到的面積重合率與面積包覆率之結果，繪製**雙Y軸圖**，該圖展示了這兩項指標在不同標高下的變化趨勢。
- 為了提高數據分析的準確性，再分別將面積重合率與面積包覆率**正規化**，將兩項指標置於相同的量尺上（0~1），**消除數據量級上的差異**，使其具有可比較性與一致性。
- 由圖可以觀察到，面積重合率和面積包覆率的曲線在**接近100公尺處相交**，這表明在此標高下，兩項指標均達到理想的平衡點。因此，**標高100公尺被認為是劃定山坡地範圍的最佳參考標準**。



5 行政管理

以地形資料驗證山坡地定義之高程

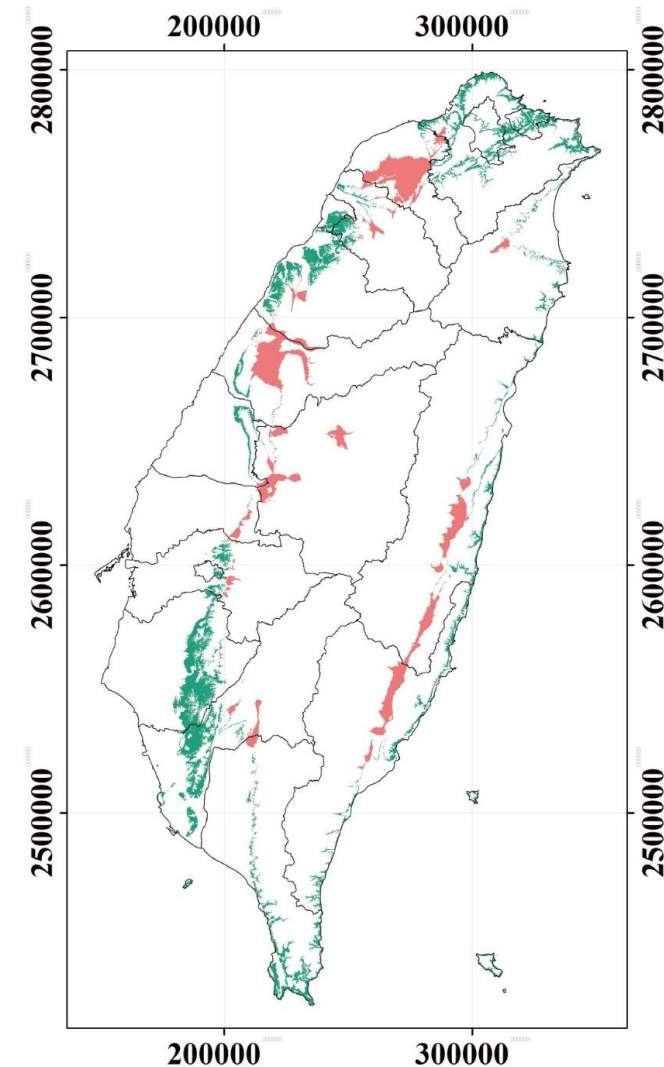
- 若想再進一步驗證，可以通過將兩項正規化後的**指標相乘**，其綜合考量兩項指標的表現，並尋找**乘積的最大值**，即代表兩者達到平衡的最佳點，為最適合的標高。
- 從該圖中可以清楚的看到，乘積的**最大值出現在接近100公尺處**，這一結果與前述分析一致，該標高既能有效覆蓋高坡度區域，又能最大限度減少誤劃區域的風險。進一步驗證了先前得出的結論：**標高100公尺是劃定山坡地範圍的最佳參考標準**。



5 行政管理

以人口資料分析山坡地定義之高程

- 當比較臺灣現行《水土保持法》規定的山坡地範圍與標高超過100公尺的區域時，利用地理資訊系統（GIS）進行疊圖，將重疊部分刪除，由圖可以觀察到一現象：
■ 代表標高大於100公尺的地區，但未被包含在《水土保持法》規定的山坡地範圍內，這些地區擁有足夠的標高條件，理論上應該被規劃為山坡地，但卻無列入現行法律的保護範圍內。
- 造成這種現象的可能原因之一是地形特徵。這些被排除的粉色區域可能屬於臺地或較高海拔平原，不符合山坡地的嚴格定義。



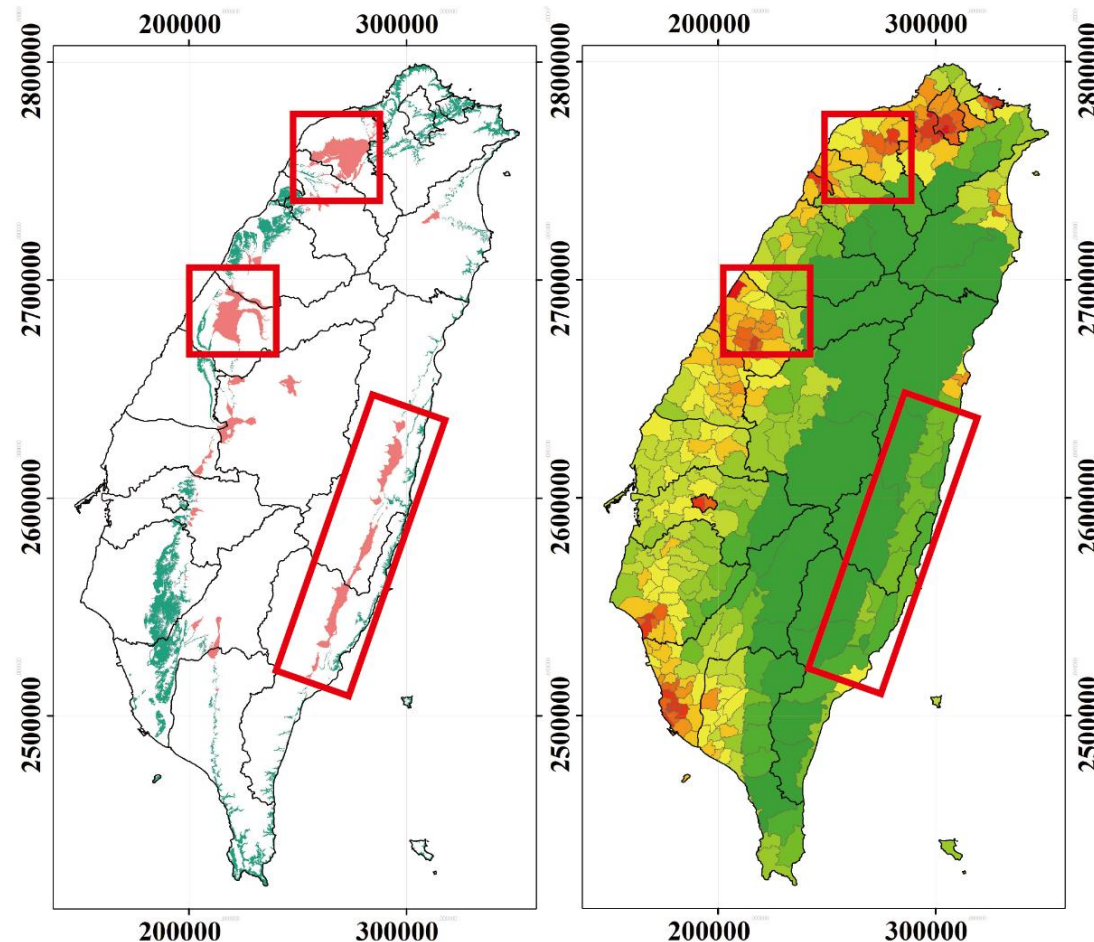
圖例

- 標高大於等於100公尺、但不包含在《水土保持法》規定的山坡地範圍內
- 標高小於100公尺、但包含於《水土保持法》規定的山坡地範圍內

5 行政管理

以人口資料分析山坡地定義之高程

- 進一步對比《水土保持法》中山坡地範圍與人口密度圖(圖4- 8)，可以發現這些被排除的
 區域通常位於**人口稠密**的地方，圖中所框選之地區為：**大肚臺地、桃園臺地**和**花東縱谷平原**，這也與其作為發展重點區域的特性相符。
- 雖然這些地區未被《水土保持法》保護範圍所覆蓋，但其環境管理和土地利用仍然需要特別注意，人口密集的地區通常面臨土地開發壓力，應避免水土流失、生態破壞及其他環境問題。



5 行政管理



綜合討論

- 過去在訂定標高100公尺作為山坡地判別標準，其中原因確實有其歷史背景和行政管理的**便利性考量**。在法律及科技不全面發展的時代，政府需要一個簡單明確的標準來區分山坡地和其他地形，以便於行政管理和執行。標高100公尺是一個**相對容易量化和標示的標準**，適合用於行政區劃和土地利用規劃
- 爾後法規選擇使用100公尺作為判斷山坡地的標準，除了是考量前部分經地理資訊系統**疊圖計算**所得結果，同時也是基於機關人員在管理層面上的**便利性**，與民眾的**接受度**，才選擇使用100公尺作為標準。在實際操作中，使用整數標高100公尺也更為簡單易行，**便於記憶和計算**，更有助於統一管理標準，減少管理上的複雜性和潛在的爭議，避免因不同標準而產生的混淆和管理困難。

6 初步研究結論

6 結論

- 雖本計畫採集的土樣來自臺灣三處不同地區，但它們在土壤分類上多屬於「砂土」。為建立全面的臺灣各地區土壤沖蝕率資料庫，需要增加對臺灣本島**更多**地區的**土壤進行實驗**，以深入研究不同土壤在不同坡度下對於沖蝕的影響，以及**山坡地定義是否合理**。
- 本計畫藉由法規、學理計算兩方面探究山坡地劃定準則因應氣候變遷之變化，目前對於前兩者已有明確之結論與建議，故將來可著重於**學理計算面之探討**。實驗以**沖蝕啟動應力實驗**為主軸，針對**坡度**以及**不同土壤**進行更多組數實驗，進一步建置臺灣土壤之沖蝕量資料庫。
- 最後藉由地理資訊系統（GIS）進行疊圖計算，了解到過去在訂定標高100公尺為山坡地判別標準，其中原因確實有其歷史背景和行政管理的便利性考量，並有助於政府資源的合理分配。

報告完畢 敬請指教



農業部農村發展及水土保持署
與您一起打拼