

# 不同降坡下之山邊溝於初設期沖蝕量比較

謝政宏<sup>[1]</sup> 郭泰源<sup>[1]</sup> 唐琦<sup>[2\*]</sup>

**摘 要** 本研究自 2013 年 8 月 1 日起擇定國立屏東科技大學水土保持戶外教室之示範果園，針對果園內山邊溝初設期有裸露地表條件下，針對在 1.5%、4%、5%、8%、9%及 11%等 6 種不同山邊溝之溝面降坡來土壤沖蝕量進行觀測，進而探討山邊溝之合適降坡以供相關坡地開發與規劃設計參考，初步結果得知，山邊溝之溝面坡降與其土壤沖蝕量間具有對數遞增之關係，當坡降 1.5%~5%之山邊溝土壤沖蝕量相近，但當坡降大於 9%時土壤沖蝕量具有明顯上升之趨勢。

**關鍵詞**：山邊溝、沖蝕量、坡降。

## The Comparison for Soil Erosion of Initial Hillside Ditches under Different Steepness

Cheng-Hung Hsieh <sup>[1]</sup> Tai-Yuan Guo <sup>[1]</sup> Chi Tang <sup>[2\*]</sup>

**ABSTRACT** The purpose of this study was aimed at the soil erosion of hillside ditch with initial stage in expose situation. The experimental site was located in the comprehensive district of soil and water conservation of National Pingtung University of Science and Technology, Taiwan. The steepness of hillside ditches were included 1%, 4%, 5%, 8%, 9% and 11%, and observational period was from August 1, 2013. All the results could offer the reference between utilization and management for slopeland. The primarily results had summarized as; there was a logarithmic increasing tendency between soil erosion of hillside ditch and steepness. The quantity of initial soil erosion of hillside ditch was near with steepness in 1.5%~5%, and apparently increased above 9%, respectively.

**Key Words:** Hillside ditch, soil erosion, steepness.

### 一、前 言

近年來受氣候變遷下，常有降雨量及降雨強度有異常增加之趨勢，有謂是氣候變遷。臺灣受此等氣候變遷下之強降雨所帶來的影響，常造成鉅大的坡地土石災害。其中，臺灣地區之夏秋兩季頻繁，暴雨侵襲而使得在山坡地之土地利用產極大衝擊，此係暴雨，會直接對於土壤受雨滴或浸水作用自團粒分離，再由表面逕流運送自他處，此時坡地土壤有侵蝕及沖蝕等作用，終將導致土壤流失。又或者降雨在落至地表土壤時，會先由土壤表層進行入滲，而當降雨量大於入滲量時則開始產生地表逕流，地表逕流即會造成土壤沖蝕。在研究土壤水蝕方面除考量土壤基本性質外，亦須考慮降雨量及降雨強度、坡度、坡長及植生狀況等因子 (萬鑫森及黃俊德, 1989)。山邊溝為一兼具防止土壤沖蝕、增加入滲、坡地截排水及配合農業機具作業之優良水土保持方法，其可按照地形、坡度、土壤性質、作物種類因素加以構築，儼然成為一適合臺灣山坡地發展農業中最經濟且迅速達到成效之水土保持方法，山

[1] 國立屏東科技大學水土保持系碩士生

Graduate student, Department of Soil and Water Conservation, National Pingtung University of Science and Technology, Neipu, Pingtung, Taiwan

[2] 國立屏東科技大學水土保持系副教授 (\* 通訊作者 E-mail: [tangchi@npust.mail.edu.tw](mailto:tangchi@npust.mail.edu.tw))

Associate professor, Department of Soil and Water Conservation, National Pingtung University of Science and Technology, Neipu, Pingtung, Taiwan.

邊溝大致沿等高線構築，坡度緩和，故又稱緩坡溝渠流，其對於滯洪非常有效，同時將原本較長之坡長，經由山邊溝處理將之截成數段，減緩流速，使逕流入滲率增加，減少土壤沖蝕，達到土壤流失率降低之功效(顏清連及林崇明, 1981)。相關山邊溝土壤沖蝕量之研究，如在坡度 52% 以下，平台階段淨根區土壤流失量為 15.185ton/ha，裸露區域為 61.22ton/ha，山邊溝土壤流失量則是 8.3ton/ha(林俐玲及胡自健, 1998)。又在坡度為 36° 之陡坡地鳳梨園，於山邊溝間距範圍內，採用等高密植鳳梨殘株敷蓋處理將具有防沖蝕之效果，為經濟有效水土保持方法(鄭慶生, 1981)。

鄭瑞漢及葉維岳(1987)於新竹縣寶山鄉坡地柑橘園水土保持新方法中，在坡地果園配置山邊溝情況下，證實其能有效減少土壤流失問題，再加以配合坡面植草，更可達水土保持之功效，亦可增進土壤有機質，使土地能永續利用。黃俊德等人(1970)研究指出農地山邊溝為平台階段以外之主要方法，其工本低廉且利於農機具運作，Miyazaki(1997)提出農地山邊溝之設置對於山坡地有助於達到截流之效果。由前述可知，山邊溝為一水土保持處理方法，能有效減緩逕流，增加入滲，以達滯洪之功效，並降低土壤流失量，且設置成本較低成效迅速，為坡地果園常見之設施。故本研究嘗試就不同坡度之內斜式山邊溝於初設期，在其溝面無植生覆蓋及表土受擾動條件下，來觀測雨季期間各種不同坡度下之山邊溝於降雨後所造成土壤沖蝕情形，藉以比較探討山邊溝於初設期土壤沖蝕量與坡度間之關聯，進而提出較合適之山邊溝設計坡降，以供日後相關研究之參考。

## 二、研究區域概述

本研究試區位於國立屏東科技大學水土保持戶外教室之示範果園，該區域氣候可由鄰近試區之教學氣象站(編號 A0R08, N 20°39', E 120°36', 海拔高度 71 m)於 1997 年至 2012 年氣象資料統計得知，該區域年平均降雨量為 2,831 mm，氣溫為 24°C，相對濕度為 79%，屬於亞熱帶氣候，本區域旱雨季分明，夏季午後常有雷陣雨。其中於本示範果園面積約為 0.7 ha，平均坡度 24%，土壤屬於洪積台地老埤系紅壤，土壤質地為砂質黏土至壤土。當以山中式硬度計測定山邊溝坡面土壤硬度為 2.1 mm，入滲率為 0.19 mm/min(詹于婷, 2011)，示範果園內以種植芒果為主。

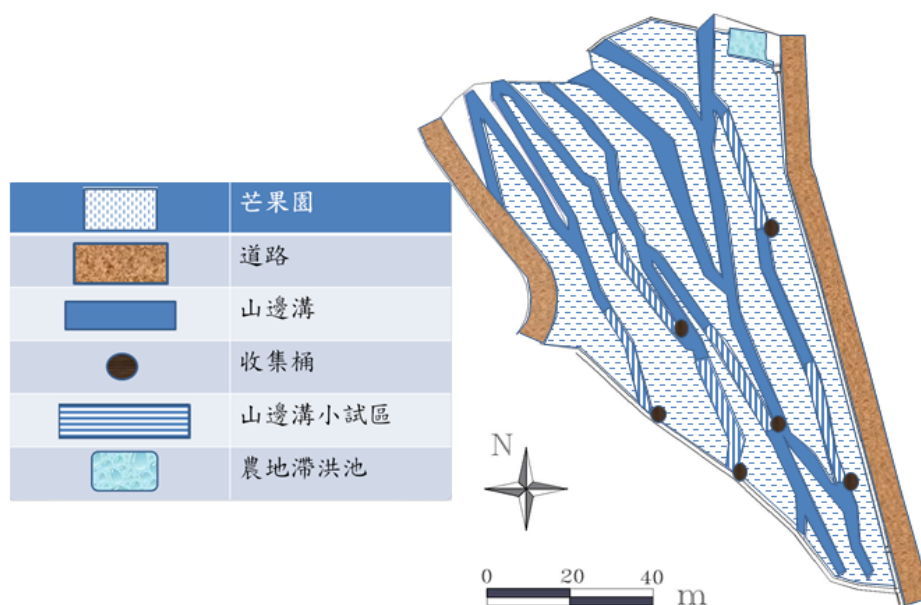


圖 1 試區概況

**Fig. 1 The experimental site**

示範果園於 2013 年 6 月經整修山邊溝及芒果樹矮化整理，曾造成果園內內斜式山邊溝有裸露情

形，因此本研究先進行地形測量已標示出各山邊溝位置圖(如圖 1)，再調整各山邊溝長度及溝面坡降後，分別擇定 1.5、4、5、8、9 及 11% 等不同坡降之山邊溝小試區，以供作山邊溝於初設期之土壤沖蝕量比較。另參照 USLE 土壤沖蝕試區長度為 22.13 m，本研究各山邊溝試區長度均為 22.5 m。各小試區於每次觀測前，均需對其先行整坡平順，觀測期間為維持地表裸露，需要確保地表植被淨除，此外各山邊溝小試區上緣分別再就局部地形設置土溝或沙包，已確使地表逕流避免匯入區內，而各山邊溝小試區在下緣則有橫置 0.25 m 寬之 U 型 PVC 管並連接土壤沖蝕沖蝕量收集桶。而每次暴雨後即至各山邊溝小試區下緣之土壤沖蝕收集桶進行採樣與秤重。

### 三、研究材料與方法

本研究係針對土壤沖蝕方面進行探討，故於示範果園居中區域設有一傾斗式自記雨量器以進行降雨量之觀測，觀測期間降雨量資料則是利用資料收集器(Hobo, Onset computer corp., USA)配合傾斗式雨量自記器進行雨量之監測，傾斗每傾倒一次為 0.2 mm 之降雨量深度。本研究採用單場有效降雨進行相關試驗，故依據通用土壤流失公式(USLE)之定義：單場降雨之累積降雨量須超過 12.7 mm，且該場降雨與前場降雨之間隔須超過六小時以上，或單場降雨於 15 分鐘內須降下 6.35 mm 以上的雨量(土壤流失量估算手冊，1999)。

而當暴雨後土壤沖蝕量收集桶內所收集之沖蝕量將直接採用秤重方式為之，若其重量超過量秤之限度時，先將收集桶內之土壤沖蝕量與逕流量先進行攪拌後，隨即以 500 c.c.量杯進行取樣及烘乾秤重得樣品重量(w)，再分次將收集桶之土壤沖蝕量及逕流量秤重以得知其總重量(W)，系得出總重 W，再經均勻攪拌後，其中，烘乾秤重係將取樣量杯置入 103°C 烘箱進行烘乾 24hr 之後，再取出進行秤重以得知烘乾土樣重(e)，當以 e、w 及 W 代入式(1)即可進行土壤沖蝕量(E)估算，其關係式如下式。

$$\frac{E}{W} = \frac{e}{w} \quad (1)$$

式中，W 為收集桶內之水土總重；w 為取樣烘乾前水土重；e 為樣品烘乾後乾土重；E 為收集桶內乾土重，式中各參數之單位為 kg。而本試區土壤密度經採樣測定後得知為 2.63 ton/m<sup>3</sup>，則將土壤沖蝕量除以土壤密度及面積即可得知單位面積土壤沖蝕深度。

$$\frac{E}{\rho_s \times A} = d \quad (2)$$

式中，A 為試區面積(m<sup>2</sup>)，d 為土壤沖蝕深度(mm)。

### 四、結果與討論

山邊溝於整修期間，雖在其地表呈現裸露狀態，其土壤沖蝕量產生並不明顯，顯示山邊溝確可作為山坡地農地水土保持推廣措施，在觀測期間僅在降雨強度較大之午後雷陣雨及颱風外圍環流之暴雨期間方有土壤沖蝕觀測值。因此，本研究先就 2013 年 9 月期間所測得 3 場午後雷陣雨後，於各不同坡降下山邊溝小試區之土壤沖蝕變化繪如圖 2。由圖 2 觀之，在三場大雨下之土壤沖蝕量，均除降雨量在 56 mm 時，有隨著山邊溝之溝面坡降增加之趨勢不明顯外，此係該場降雨發生前已有 10 天無降雨事件，使得降雨初期已入滲各山邊溝表土層所故，然各不同坡降山邊溝之土壤沖蝕仍有隨坡降增加之趨勢。餘者二場大雨均在山邊溝溝面坡降大於 5% 時會有較明顯遞增趨勢，再將降雨量 26 mm 及 49 mm 時，各不同山邊溝坡降下之土壤沖蝕量之關係，整理如式(3)及式(4)。

$$Er_{(46)} = 0.037 e^{0.22x}, r = 0.99. \quad (3)$$

$$Er_{(49)} = 0.01 e^{0.37x}, r = 0.98. \quad (4)$$

上式中， $E_r$  為土壤沖蝕量； $X$  為山邊溝坡降；26 及 49 為降雨量，由式(3)及式(4)可知，山邊溝坡降與土壤沖蝕量之間呈現對數遞增趨勢，顯示出山邊溝坡降應有限制範圍，以防土壤沖蝕量有加速沖蝕情形。

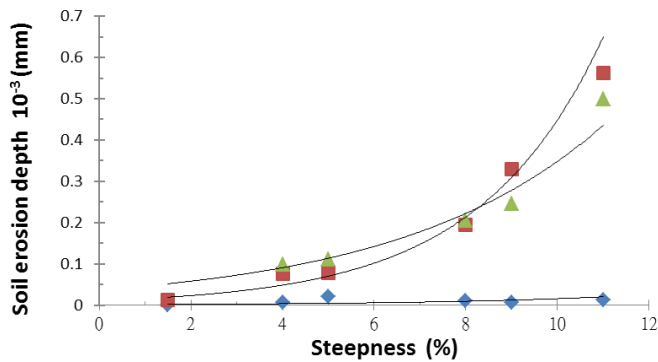


圖 2 不同坡降之山邊溝於暴雨時土壤沖蝕量(累積雨量為 56 mm、49 mm、26 mm)

**Fig. 2 The soil erosion quantity form hillside ditch under rainfall were 56 mm, 49 mm and 26 mm for six distinct steepness with 1.5%, 4%, 5%, 8%, 9% and 11%**

本研究再以康芮颱風(NO.1315)環流過境期間，除坡降為 1.5%之山邊溝因觀測裝置尚未完成，故僅就其餘 5 個坡降之山邊溝進行土壤沖蝕觀測，其變化繪如圖 3。

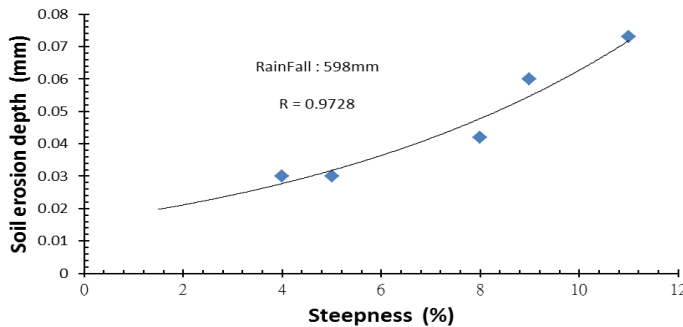


圖 3 不同坡降之山邊溝於暴雨時土壤沖蝕量(累積雨量為 598 mm)

**Fig. 3 The soil erosion quantity form hillside ditch under rainfall were 598 mm for five distinct steepness with 4%, 5%, 8%, 9% and 11%**

由圖 3 可知，颱風環流期間，各不同坡降山邊溝之土壤沖蝕量，均明顯隨著坡度增加而呈現遞增趨勢。再對照圖中可知，山邊溝坡降為 4%時，颱風環流期間隨降雨激增至 598 mm，其土壤沖蝕量為 0.03 mm，而午後雷陣雨之降雨量為 56 mm 時土壤沖蝕深度僅為 0.0001 mm，前者土壤沖蝕量為後者之 300 倍，同樣地，山邊溝坡降為 11%時，颱風環流過境及午後雷陣雨等二期間之土壤沖蝕量分別為 0.07 mm 及  $0.58 \times 10^{-3}$ ，則前者土壤沖蝕量是後者之 122 倍，另由圖 3 可知，於暴雨期間(累積雨量達 598 mm)比較各初設期之山邊溝在不同坡降(1.5、4、5、8、9、11%)下之土壤沖蝕量，於山邊溝在坡降 4~5%時之土壤沖蝕量變化較為相近，而坡降增為 8~11%時土壤沖蝕量則開始陡升，再次顯示出山邊溝之溝面坡降應有其限制。

## 五、結 論

依據前述結果與討論，得知以下結論：隨初設山邊溝之溝面坡降增加時，其土壤沖蝕量也隨之上升，然在坡降 1.5%~5%之土壤沖蝕量較為相近，但是在坡降達 9%以上時，沖蝕量有驟增現象，且

呈指數遞增之關係。而依據水土保持手冊可知，山邊溝設計之坡降範圍為 1~1.5%，雖可為配合地形必要時上限可達 5%，然此時於颱風期間之暴雨條件下，其坡降 5% 之山邊溝者之土壤沖蝕量明顯遠大於 1~1.5% 者，故應在此時適當予以水土保持處理，方能防止加速土壤沖蝕。

## 參考文獻

1. 行政院農委會水土保持局(2005)，「水土保持手冊」。
2. 林俐玲、胡自健(1998)，「茶園不同水土保持處理下土壤流失量之評估」，中華水土保持學報，29(3):249-260。
3. 吳嘉俊、盧光輝、林俐玲(1986)，「土壤流失量估算手冊」。
4. 程連瑞、陳慶雄，「農道路面植草維護之研究」，中華水土保持學報，7(1):1-17。
5. 詹于婷(2011)，「稻草蓆敷蓋下之礫石地土壤水分入滲研究」，屏東科技大學水土保持系碩士學位論文。
6. 萬金森、黃俊德(1989)，「台灣坡地土壤沖蝕」，中華水保學報，20(2):17-45。
7. 鄭慶生(1981)，「陡坡地鳳梨園敷蓋對水土流失、土壤理化性質之研究」，中華水土保持學報，12(2):175-184。
8. 廖綿濬、黃俊德、張雙滿(1970)，「平台階段、山邊溝逕流量之研究(初步報告)」，中華水土保持學報，1(1):24-32。
7. 盧惠生、楊炳炎(1979)，「不同覆蓋坡地土壤透之探討」，中華水保學報，10(2):111-120。
8. 顏清連、林崇明，「坡地逕流模式之比較研究」，中華水土保持學報，12(2):155-174。
9. 鄭瑞漢、葉維岳（1987），「寶山鄉坡地柑橘園水土保持新方法示範工作簡介」，中華水土保持學報，18(1):93-95。
10. Masahiro M (1997), "Mechanized farming System on sloping orchards in Japan," 坡地果園綜合管理國際研討會 25-38。