

土壤沖蝕

鳳山熱帶園藝試驗分所 鄭慶生

前言

土壤因受雨水、逕流、風力等外力的剝蝕作用，以及地震、海浪、重力、溫度等原因，致固結的土體呈現分離、搬移與沉積的現象，稱之為土壤沖蝕。土壤之沖蝕情形，因地表狀況、土壤性質、坡度急緩、地質種類、雨量及降雨強度大小、逕流速度、風力強弱、植生被覆、耕種方法、土地利用狀況及季節性不同等而產生差異，其中最常見危害最大之沖蝕為水蝕及風蝕。水蝕係由水滴打擊地面之動能及地面逕流之剪力作用而發生，風蝕係藉風之動能引起之土粒移動。

土壤沖蝕之種類

土壤沖蝕乃是地質演變過程現象之一，使土壤由高山或坡地高處，搬移至河川下游低窪地、水庫、湖、海或造成新生之地形。土壤沖蝕因動力性質之不同，並按其沖蝕程度及進度之先後可分為：

(一)正常沖蝕：

又稱自然沖蝕或地質沖蝕。在自然均衡之環境下，原有良好之植被保護，無人為破壞，地球上任何陸地，此種沖蝕無時不在進行。其土粒之移動過程極為緩慢，幾乎不易察覺。下層土壤與母岩經風化作用生成之土壤，足以抵償因沖蝕而損失之土壤，且能長期保持地面上土壤之均衡狀態。在正常沖蝕情形下，沖蝕之範圍不致擴大或加強，亦不致因沖蝕使作物減產或土地受到災害。

(二)加速沖蝕：

當地面之天然植被與土壤結構被人為因素破壞後，沖蝕現象逐漸加劇，稱為加速沖蝕或變態沖蝕。加速沖蝕期間由母岩生成之土壤不足以抵償已損失之土壤，地面也漸失去自然均衡狀態。最先沖蝕地表，將其所含之養分完全隨表土流失，地力因而降低，然後露出心土再至基岩，終致災害益形擴大，最後沖蝕溝不斷加深與擴大，流出物沈積於沖蝕平原、河口三角洲或海岸平原。

土壤沖蝕之原理

土壤沖蝕乃因土壤受外力干擾，致土壤組織結構遭受破壞之結果。外力之不同對土壤結構之侵蝕力量亦不同，而土壤本身反抗此等外力之破壞作用，亦受其理化性質及結構情形等多有不同，此等反抗外力之各因素，統稱為內抗力。換言之，外力為水力、風力、河流淘刷及海岸沖擊等，對土壤侵蝕作用，以及火山爆發、地震山崩等，使地殼發生蠕動，破壞土壤組織功能之統稱。內抗力為土壤內部之自然結合力量，即土壤遭受破壞時之抵抗力，如土粒間之吸引力、土壤之內聚力、土壤間之摩擦力、土粒濕氣薄膜、毛細管作用、有機物質之粘著力等總和。

沖蝕作用發生時，如外力大於內抗力，則發生沖蝕現象，若土壤之內抗力大於外力時，則沖蝕現象不易發生。但外力大小瞬間變化極大，所發生之侵蝕作用不易作有效之控制。故水土保持方法，乃在探求增強土壤之內抗力，以期有效的阻止或減低外力之破壞作用，以安定土壤，控制沖蝕發生，而達到保護土壤於正常沖蝕現象以內。

土壤沖蝕過程

從降雨打擊地面至土粒之沈積所造成之加速沖蝕，可分為三個程序：

(一)分散作用：

當雨滴打擊裸露地表時，雨滴三分之二的能量消耗在撞擊土壤表面，產生坑口，並使土粒分散；其餘三分之一的能量則使土粒飛濺至他處。同時被雨滴分散之細小土粒，可封閉土壤孔隙，形成硬殼，使土壤滲透能力降低。當降雨強度超過土壤滲透強度時，超滲雨量初期可形成地表薄膜水，此時土壤中之細粒及膠體物易懸浮其中。此等雨滴之打擊作用與薄膜水之懸浮作用，主要在使土粒分離，為加速沖蝕之第一階段，稱之為分散作用。

(二)搬運作用：

當持續降雨，薄膜水深增加，慢慢以層流往下流動，並將細粒土砂攜帶離開。當水深增大再加上雨滴對地表水之擾亂作用，而使地表水形成亂流狀態，對土粒之曳引力增加，非但可將大量分散之土粒搬離，甚至可使較大之石礫移動，即為搬運作用，為加速沖蝕過程中，對土壤破壞最嚴重之階段，造成地表蝕溝發生。

(三)堆積作用：

當隨水流沖蝕而下的土砂，於低平處因流速減低而沈積下來，即為堆積作用，為加速沖蝕過程中之最後階段。堆積作用雖非沖蝕現象，但常因沈積位置不當，使良田淤積或低凹之蓄水場所變成沼澤，破壞原有之土地利用型態。

土壤沖蝕之型態

雨滴之打擊力及地面逕流之曳引力為加速沖蝕之主要動力，因此造成之沖蝕型態可分類如下：

(一)飛濺沖蝕：

飛濺沖蝕又名雨滴沖蝕，雨滴落下時與空氣之摩擦作用，在接近地面時成等速運動，當雨滴到達地面，其本身之動能消耗在打擊地面之作用上，致裸露之土粒將因雨滴打擊而分散，甚至隨飛濺的水滴而濺射至他處，即稱之為飛濺沖蝕。

(二)層狀沖蝕：

層狀沖蝕又名表層沖蝕。由超滲雨量逐漸形成逕流之初，逕流呈緩和而均勻之漫地流，深度多在 0.1~3.0mm 之間，稱為薄膜流。薄膜流僅於土粒之間流

動，或帶有極小之波紋在地表面由上而下流動，俟流速加大時，平滑之坡面即遭沖蝕而成層狀剝落，此即逕流沖蝕之開始，亦即層蝕開始。層狀沖蝕將表土內之有機質與細土粒沖蝕俱去，而無顯著之痕跡，不易為人查覺，但因土壤養分隨表土流失，形成地力衰退、土壤劣化，很難恢復。

(三)指狀沖蝕：

指狀沖蝕又稱細溝或紋溝沖蝕。地表經層狀沖蝕之後形成凹凸不平，雨水即向低窪處或順坡耕犁溝匯流，產生許多小溝，分佈似手指分歧，故稱之為指狀沖蝕。指狀沖蝕之蝕溝以寬 100 公分、深 30 公分為限，若超過即列為溝狀之沖蝕。

(四)溝狀沖蝕：

溝狀沖蝕又稱為溝壑沖蝕。當指狀小蝕溝續擴展、加深、延長、擴寬或互相兼併，逕流更集中。沖蝕能量大增，形成大蝕溝，即為溝狀沖蝕。蝕溝之形狀大致可歸列如下 4 種型態：

1. **寬平淺溝**：於土壤堅實粘重之地，經沖蝕之後，形成溝底寬廣而溝邊圓平之淺溝。
2. **V 型蝕溝**：在表土軟而深厚之地，經沖蝕之後，蝕溝多成堅底 V 型斷面。
3. **U 型蝕溝**：在土壤鬆軟，底部堅硬，蝕溝多成溝底寬平而溝邊陡峭之 U 型斷面。
4. **複式溝**：在 U 型的溝底，繼續下割進展到穿過堅硬的土層或岩盤時，若再遇鬆軟的土層，又形成 V 型深溝，同時兼俱有上部 U 型與下部 V 型的複式斷面。