第三章　水土保持研究

張賢明、鄭慶生

臺灣近年來，經濟不斷成長，人口增加，生活水準提高，不但果蔬的需要量日益增加，並且休閒活動的場所，益迫切的需要，平地面積已不敷使用，山坡地開發逐年增加，但不論農業或非農業的使用山坡地，均將破壞其原本之生態平衡，如無適當的保育措施，皆將引起嚴重的災害，小則不但坡地表土沖蝕殆盡，土質劣化荒廢，大則造成下游地區泥沙爲害，破壞道路、橋樑、水庫，甚者危及大眾的生命財產安全。

本省水土保持試驗工作，爲時不久，至今也不過40年歷史。臺灣省農業試驗所，鳳山熱帶園藝試驗分所，自1956年起，即以各種不同之水土保持方法爲經，以不同作物爲緯，在農委會、國科會及省政府的經費、技術補助、支援及歷任所長及分所長的支持，自張雙滿博士開始，領導黃俊德博士、王孝才先生等規劃之下，從事一系列之農地水土保持方法試驗研究，以期確立坡地農業耕作之規範，達到保育及增產之效果，同時使土地達到永續利用之境界。

重要研究成果

一、坡地鳳梨園水土保持方法(1956～1968)

台灣鳳梨栽培大部份在中南部及東部之丘陵地，一般多採上下行栽植，由於未作適當之水土保持處理，且因土壤抗蝕力弱，故土壤流失嚴重，尤其當鳳梨連作後，表土流失殆盡，嚴重影響鳳梨產量及品質，本分所有鑑於此，自民國45年起，從事鳳梨園水土保持方法之研究，試驗結果顯示：坡地鳳梨以等三角形密植稻草敷蓋配合山邊溝爲鳳梨園最佳水土保持方法，可減少水土流失量，且可改善土壤理化性，提高鳳梨產量及品質，而於鳳梨園休閒期間，採鳳梨殘株敷蓋最理想，因殘株腐爛後，能增加土壤有機質及其他養份，改善土壤理化性質，可減少施肥量，增加後作鳳梨之產量。

二、坡地香蕉園水土保持方法(1965～1977)

香蕉爲本省主要果樹之一，除南部地區部份種植於水田外，中部則多栽植於坡地，坡地香蕉園以往以淨耕疏植爲主，未實施水土保持處理，故水土流失甚爲嚴重，且香蕉爲淺根作物，由於表土流失，而影響香蕉之品質與產量，爲探討坡地水土保持方法及改進香蕉之產品及品質，本分所於民國54年開始在南投縣集集鎮設香蕉水土保持試驗站，從事一系列的坡地香蕉園水土保持試驗得知，坡地香蕉園水土保持以水平式平台階段較佳，內斜式平台階段次之，草帶法再次之，惟平台階段構築成本高，維護困難，又不便機械作業，故蕉園可以實施草帶法配合山邊溝處理，草帶間距5公尺時，香蕉產量最高，本方法能有效控制水土流失，改善土壤性質，又有增產功效，爲理想可行之方法，且可用至26度陡坡地。

三坡地柑桔園水土保持方法(1971～1974)

柑桔園爲臺灣主要經濟果樹之一，以往栽培方式以平台階段爲主，但經試驗確認，經濟省工的覆蓋作物處理，配合山邊溝的設置，能有效的控制水土流失，其效果與水平蓄水式平台階段相似，並優於排水式、內斜式及外斜式階段。同時得知，全面敷蓋處理，雖然有多方面的效益，如減少水土流失，保持土壤有機質等，但亦有諸多缺點，如敷蓋材料之不易取得，易遭火災，病蟲害增加等，故不盡理想。百喜草帶狀覆蓋與敷蓋及百喜草全園覆蓋、樹冠下敷蓋二處理方式，不但兼具覆蓋與敷蓋兩項之優點，避免單項之缺點，於旱季時刈草敷蓋，不但敷蓋材料可就地供應，同時亦可減少旱季缺水而引起之水分競爭，爲最經濟有效之水土保持方法。

四坡地荔枝園水土保持方法(1967～1974)

荔枝爲臺灣中南部重要經濟果樹，一般坡地栽培時，均利用平台階段或山邊溝處理爲主，經鳳山熱帶園藝試驗分所進行山邊溝及平台階段二種處理比較逕流量試驗時發現(平台階段台壁及山邊溝之栽植坡面均未植草)，在構築初期因平台階段所攪動的土方較多，內側底土裸露，滲透量降低，逕流量較大，至第二年後，土壤逐漸安定，逕流量亦隨之下降，至構築後第四年，逕流量爲山邊溝處理之四分之三。但在山邊溝之栽植坡面及平台階段之台壁，同時種植百喜草，於第二年完成覆蓋後，逕流率即顯著下降，山邊溝處理更爲明顯，至第四年，年平均逕流率爲6.62％約爲平台階段處理13.73%之一半。此種山邊溝配合坡面植草處理，在25°之陡坡上亦有相同的效果。

五坡地檬果園水土保持方法(1970～1979)

檬果爲熱帶地區重要水果，本省栽培已有三百多年歷史，除小部份由水田轉作外，大部份種植於山坡地帶，近年來大量推廣下，已成爲台灣重要水果。根據本分所試驗研究得知：坡地檬果園採用覆蓋或敷蓋處理均有控制土壤流失之功能，各處理以百喜草全園覆蓋及敷蓋處理之土壤流失量最低。在乾旱季節表層土壤水分含量以戀風草敷蓋處理最高，顯示敷蓋處理保水功效優於覆蓋處理。由土壤各項物理性測定結果顯示：覆蓋或敷蓋處理有改善土壤物理性之功效，而以百喜草全面覆蓋效果最佳，乃因百喜草根系茂密，老化的草根在土壤中腐爛後，可使土壤有機質增加，並提高土壤大孔度比率，對土壤之滲透有改善效果。土壤化學性測定顯示：

百喜草覆蓋可提高土壤有機質含量，配合敷蓋處理土壤有效磷、鉀之含量亦增加，淨耕區之土壤化學性較差。檬果產量以戀風草敷蓋處理區最佳，百喜草帶狀覆蓋及敷蓋處理區次之，二者均有增產現象，其他處理區則產量降低，而以大葉爬地藍覆蓋區最低。綜上所述，坡地檬果園在山邊溝間距範圍內，以採用百喜草帶狀覆蓋及敷蓋處理方法最佳，此方法不但具有防止沖蝕效果，且能改善土壤理化性，並有增產效果，適於農機作業，同時敷蓋材料可就地刈草取得，可解決敷蓋材料來源缺乏及運搬費用，實爲簡易、經濟且有效的水土保持方法，在25°陡坡地本方法仍可適用。

六坡地夏季蔬菜園水土保持方法(1985～1987)

台灣平地夏季高溫多濕，病蟲害嚴重，加上易遭颱風豪雨之侵襲，影響夏季蔬菜生長甚距，而造成台灣夏季蔬菜缺乏問題，坡地不僅排水良好無水患之虞，而且溫度較平地爲低，有利夏季蔬菜生產與品質之提高。爲了解決台灣夏季蔬菜缺乏，因而坡地夏季蔬菜生產面積逐年提高，

蔬菜爲生育期短且需勤耕之作物，坡地栽植蔬菜如無適當的水土保持措施，易造成嚴重的土壤沖蝕，平台階段原爲坡地蔬菜園有效的水土保持方法，但由於構築費用高往往不易被採用，因此濫墾及土地超限利用處處可見，故是否能以較經濟簡易，省工的水土保持方法替代平台階段，以適應現代省工經濟的山坡地農場，經本分所試驗得知：採用百喜草條帶配合敷蓋處理之水土保持方法對控制水土及養分流失，減少土壤水分蒸發，改善土壤理化性質，提高蔬菜產量之效果均較其他水土保持處理爲佳，故在與試驗區各項條件近似的20％坡地夏季蔬菜園採用百喜帶狀覆蓋及敷蓋處理配合山邊溝之水土保持方法最佳，且適於農機作業，符合省工經濟原則，爲一種經濟有效的水土保持方法。

七、植生覆蓋資材之研究(1964～1990)

目前台灣山坡地被大量的開發，除了作爲農地外，尤其以道路的開闢，房舍的興建、工廠、墳地的設立、高爾夫球場、遊樂休閒設施的闢建，以及土石採取及廢棄土的堆置等，非農業使用地亦大幅的增加，爲水土保持及綠美化功用，植生覆蓋資材，顯得特別重要。經研究調查發現覆蓋作物吸水型態及根系生長分佈情形，確定百喜草根群分佈大都在地表下 30cm 內，與深根性果樹主作物甚少發生水分及養份的競爭，又其根系枯死、腐爛後，能增加土壤的孔隙度，提高土壤滲透量及水份的含量。並又調查主作物檬果之根系發現，百喜草帶狀覆蓋處理能促進檬果細根的數量，增加主作物吸收養份、水份的能力，此結果經水土保持局，大量推廣於坡地果園種植百喜草覆蓋，成效良好。

坡地農場土壤沖蝕之防止及農場之綠美化，爲現代化農場及永續農業的必備條件，所需大量的草皮，研究發展出底層使用塑膠布，上舖不織布，以泥炭土及河床土作基材，撒播種子，並用自動噴灌灑水，經三個月後，即能成爲實用之草皮，舖設方便，此簡易之培苗技術已提供推廣使用。

八、不同水土保持處理對土壤理化性質之影響(1956～1994)

根據本分所歷年來水土保持試驗研究資料得知，坡地實施不同水土保持處理後對水土流失量，土壤理化性均有不同程度的影響，其結果摘要如下：

㈠坡地經水土保持處理後水土流失量均較對照區 (無水土保持處理) 低，平台階段處理體系與百喜草覆蓋及敷蓋處理配合山邊溝之處理體系均能有效控制水土流失，後者較前者經濟、簡易符合省工經營原則，爲目前廣被採用的水土保持方法體系。

㈡由本分所試驗報告得知：坡地隨逕流而流失之養份和降雨强度、降雨量及施肥量成正比，亦即如果在施肥後遇到雨量大且强度高的降雨時，未經水土保持處理區，必定造成嚴重的養份流失，水土保持效益高的處理區之養份流失亦較少，可做爲坡地土壤管理參考。

㈢坡地覆蓋作物及敷蓋可以改善土壤理化性，由試驗証明百喜草覆蓋對坡地土壤理化性改善效果最佳，仍因百喜草具有茂密根系，老化的草根於土壤中腐爛後，能增加土壤有機質，可促進土壤團粒化，改善土壤滲透性及通氣性。

㈣覆蓋作物與敷蓋均有減少水土流失效果，且能抑制雜草生長，緩和地溫變化，改善土壤物理性。敷蓋可減少水分蒸發，當作物殘株腐爛經礦質化作用後，可增加土壤肥力，如鳳梨殘株敷蓋可以改善土壤性質，提高鳳梨產量與品質。覆蓋作物則因本身吸收養、水分，故無此優點，但百喜草因具有茂密根系，可以維護或增加土壤有機質含量。

㈤坡地採用百喜草全園覆蓋處理會與主作物競爭養、水分影響主作物生育，惟改變爲百喜草帶狀覆蓋及敷蓋後，在主作物行間種植帶狀百喜草，草帶間行刈草敷蓋，百喜草刈草後就地敷蓋於主作物下方，刈草可以減少百喜草對養分及水分吸收，刈草量可增加土壤肥力，促進主作物養分吸收及生長，即可降低養、水份的競爭問題。

九、坡地果園排水草溝水理特性之研究(1966～1979)

坡地果園排水設施爲一重要課題，草溝爲山坡地排水渠道最主要的一種，係藉草類襯砌渠面以保護不致發生沖蝕，其費用遠較其他內面工爲低廉，又以草類之生長復舊能力强，而維護之所需尤爲經濟。草溝以百喜草襯砌，其根系對土壤固結力强，並耐浸水，可用於50％以下之坡度，0.5公頃以下之集水面積。

十、沖蝕模式之研究(1989～1991)

利用人工降雨模擬裝置，以不同之水量模擬不同的降雨强度，並以油壓式的載物台，模擬不同的坡度，以不同的降雨時間來觀測不同坡度、降雨强度及延續時間，所產生不同程度之沖蝕，發現在不同之降雨强度下，裸露地表在15％～40％坡度，均能產生逕流及沖蝕之最大值。

十一、水土保持教育與宣導(1990～1994)

鳳山熱帶園藝試驗分所爲台灣早期研究水土保持機關之一，歷年來研究工作頗多且已獲具体成果，爲配合研究成果之展現與落實，在本分所設置現代化坡地水土保持示範農場。又爲響應政府加强水土保持教育與宣導政策，在農委會經費補助下成立鳳山熱帶園藝試驗分所水土保持戶外教室。

水土保持戶外教室面積六公頃，其組合包括：山坡地水土保持示範農場、水土保持試驗區、水土保持草類標本區、水土保持草類根系觀察區、農業氣象觀測站，水土流失模擬觀測設施及水土保持視聽教室等可提供學校師生、農民、機關團體及社會大眾教學宣導及參觀研習之場所，促使大家對水土保持之認識及重視，激發參與水土保持工作的與趣，讓大家一起來愛護水與土，使我們的水土資源能被有效的永續利用。

未來展望

目前台灣生活水準提高，逐漸進入已開發國家行列，個人土地使用面積亦相對增加，除了衣、食、住、行均需依靠土地生產外，休閒活動更需要大量的土地資源。台灣土地狹小，平原地區更爲有限，要滿足土地供給的需要，坡地開發是勢在必行的措施。今後本分所將繼續向坡地果園栽培方法、覆蓋作物之選育及栽培技術、沖蝕產生之機制及抗蝕之原理、土壤施肥及水分管理加以更深層之研究，並爲提起民眾對水土保持之了解及重視，將更加强水土保持教育宣導，使全民大家一起來，爲我們後代子孫，留下一片美好土地，使青山常在，綠水常流。