行政院農業委員會水土保持局
Soil and Water Conservation Bureau,
Council of Agriculture, Executive Yuan

非點源污染削減之低衝擊開發(LID)設施納入水庫集水區農地水土保持處理的可行性研究

國立臺灣大學　范正成 名譽教授

2019/03/19



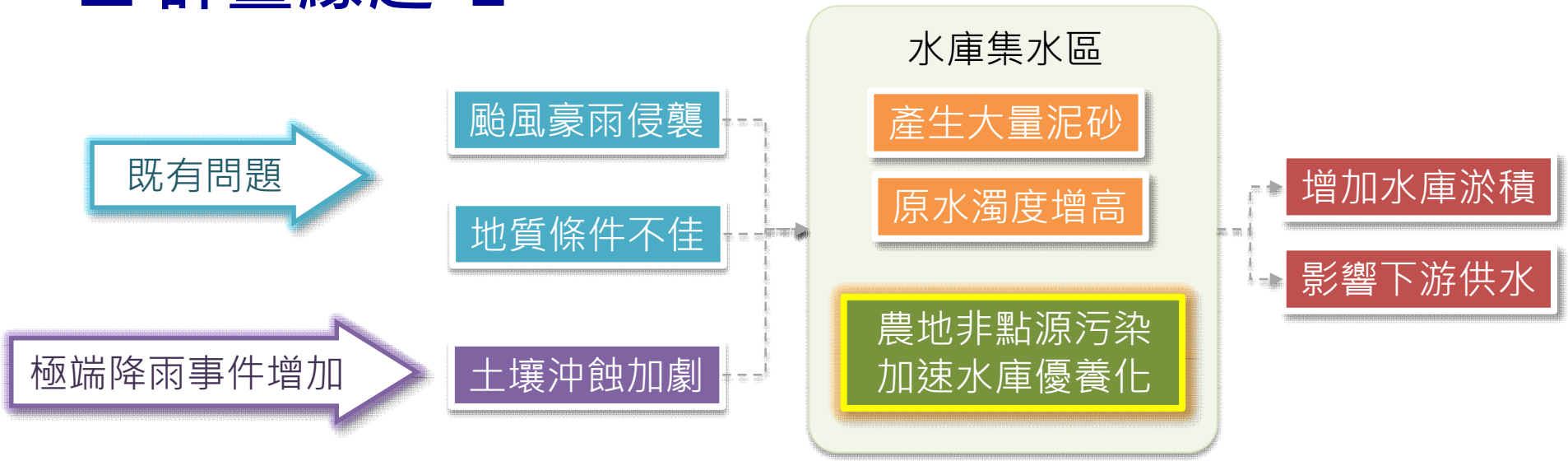
簡　報　大　綱

- 前言
- 山坡地農業行為之低衝擊開發案例回顧與適用性探討
- 山坡地農業非點源污染管制與處理之國內外案例與法規研析
- 低衝擊開發設施應用於水土保持處理與維護之適用性探討
- 低衝擊開發納入水土保持處理與維護之機制建議
- 結論與建議

前　言

計 畫 緣 起 及 目 的

□ 計畫緣起-1



前瞻基礎建設-水環境建設

加強水庫集水區保育治理計畫

降低非點源污染對水庫水質的影響

利用低衝擊開發工法進行山坡地農業非點源污染的削減

計 畫 緣 起 及 目 的

計畫緣起-2

加強水庫集水區保育治理計畫 - 實際推動階段

目的	源頭處理山坡地耕作行為所造成的非點源污染問題
手段	由低衝擊開發工法進行山坡地農業非點源污染的削減
執行流程與面臨問題	無明確法律規範執行山坡地低衝擊開發工法的施設

依據現地特性擇定合適工法

土地權屬多為私人土地

評估對農民的影響程度

與農民溝通協調

取得地主合作同意

低衝擊開發設施設置





耗時費力且不易廣泛推動

計 畫 緣 起 及 目 的

計畫目的

針對水庫集水區內有關**山坡地農業非點源污染控制之權責單位與分工情形**等進行探討，並**提出明確分工執掌與建議**。

透過**實際案例之勘查**以及與**當地民眾的訪談**，針對低衝擊開發設施實際施作後，可能面臨的問題進行探討與釐清，進而**評估低衝擊開發設施應用於水土保持處理與維護之適用性**。

綜合前述，**提出低衝擊開發納入水土保持處理與維護之機制建議**，藉以提供後續推展相關農地非點源污染削減工作之參考依據。

實施方法與步驟

1. 山坡地農業行為之低衝擊開發案例回顧與適用性探討

- 蒐集國內外集水區設置低衝擊開發之相關案例
- 提出適用於水庫集水區農業行為之低衝擊開發設施

2. 山坡地農業非點源污染管制與處理之國內外案例與法規研析

- 蒐集國內外有關山坡地農業行為管理與維護之相關案例或法規
- 蒐集國內外有關非點源污染管制與處理之相關案例或法規
- 綜合探討山坡地農業非點源污染控制之權責單位與分工情形

3. 低衝擊開發設施應用於水土保持處理與維護之適用性探討

- 針對地主、中央地方主管單位進行深入訪談
- 山坡地農業行為低衝擊開發設施之實際設置案例蒐集、現地踏勘以及對地主之訪談
- 提出應用於水土保持處理與維護之適用性探討結果

4. 低衝擊開發納入水土保持處理與維護之機制建議

- 提出低衝擊開發納入水土保持處理與維護之機制建議，其包含法規面以及實際執行面之建議

研 究 架 構 與 流 程

山坡地農業行為之低衝擊開發案例回顧與適用性探討

蒐集國內外集水區設置低衝擊開發之相關案例

提出適用於水庫集水區農業行為之低衝擊開發設施

山坡地農業非點源污染管制與處理之國內外案例與法規研析

蒐集國內外有關非點源污染管制與處理之相關案例或法規

蒐集國內外有關山坡地農業行為管理與維護之相關案例或法規

蒐集國內外有關非點源污染管制與處理之相關案例或法規

低衝擊開發設施應用於水土保持處理與維護之適用性探討

針對地主、中央地方主管單位進行深入訪談

山坡地農業行為低衝擊開發設施之實際設置案例蒐集、現地踏勘以及對地主之訪談

提出應用於水土保持處理與維護之適用性探討結果

低衝擊開發納入水土保持處理與維護之機制建議

提出低衝擊開發納入水土保持處理與維護之機制建議，其包含法規面以及實際執行面之建議

山坡地農業行為之低衝擊開發案例回顧與適用性探討

國內現行山坡地農地水土保持處理措施

山坡地農地水土保持目的

合理土地利用

農藝方法及水保措施

友善環境及生態保育

→ 控制土壤沖蝕

→ 農業生產永續性

水土保持手冊 (2017)

省工經營措施：
山邊溝、平台階段、寬壟階段、石牆法、梯田

農地水土保持配合措施：
農路系統、農地排水、農地灌溉

農地耕作措施：
等高耕作、覆蓋、敷蓋、綠肥、農地整坡

農地防災措施：
草帶法、砌石護坡、農塘、農地沉砂池、農地防風

減少土壤沖蝕
進行水土保育

應納入**非點源污染對應處理措施**進行源頭控制

土砂減量入庫
水源水質改善

低衝擊開發之相關案例蒐集













篩選適用於水庫集水區進行非點源污染控制之工法

山坡地農地低衝擊開發設施之適用性評估

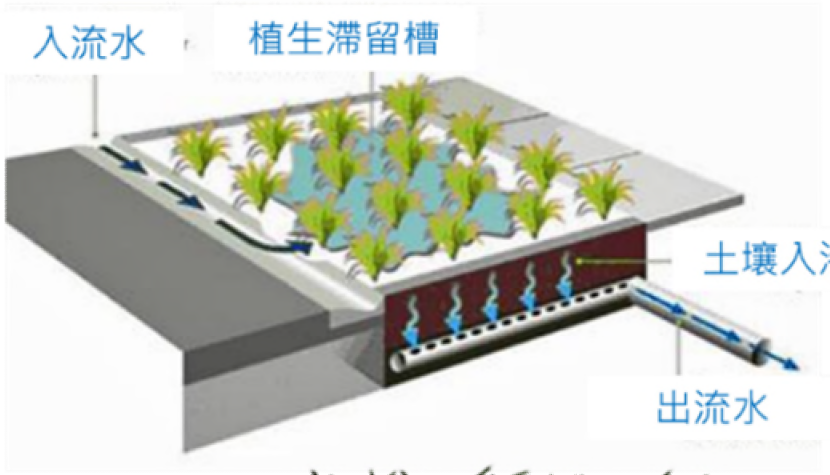
工法	集水區農地適用性
植生滯留槽	◘具有逕流削減與水質改善功能。 ◘可配合本區內果園特性，以小面積區塊形式規劃設置於排水路匯流處末端，不影響既有作物耕作與排水，十分適合規劃設置。
草溝(植生溝)	◘可將地表逕流匯集，具滲透保水及利用植披吸附污染物功效。 ◘可搭配其他LID設施，在農地排水路上進行草溝施作
樹箱過濾設施	◘針對區內的道路設施(包括農路)或公園，後續可以利用路旁設置樹箱過濾，來改善地表逕流水的水質。
綠屋頂	◘必須配合建築物於屋頂上設置，不適合農地設置
透水鋪面	◘區內已多屬透水性面，無須設置。
雨水儲留設施	◘僅貯水功能，無水質改善效益，不適用於本區。

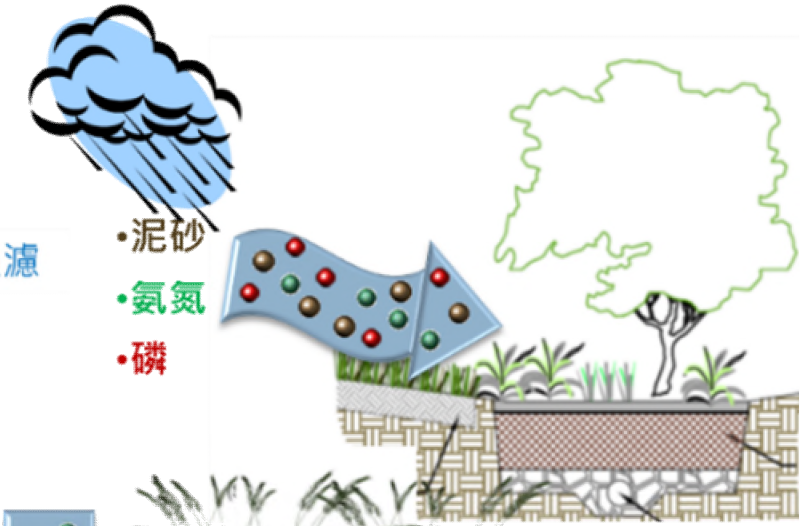
◘ 減低土壤沖蝕
◘ 營養鹽削減控制

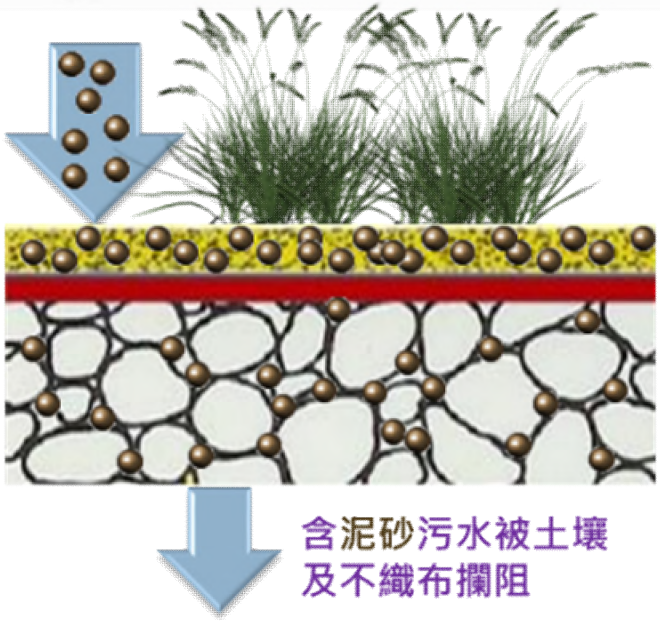
→

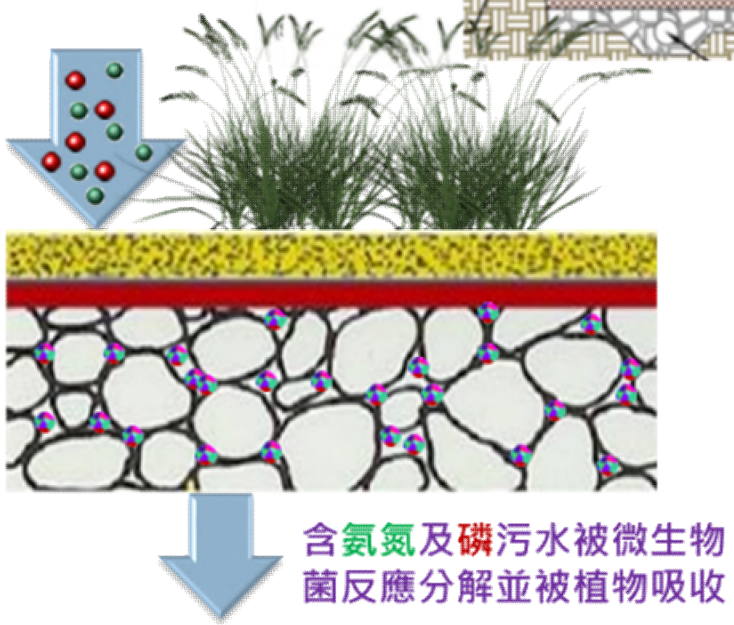
◘ 蜿蜒性草溝設計提供沉砂空間
◘ 植生滯留槽進行營養鹽削減

植生滯留槽運作原理


入流水
植生滯留槽
土壤入滲過濾
出流水


•泥砂
•氨氮
•磷


含泥砂污水被土壤
及不織布攔阻


含氨氮及磷污水被微生物
菌反應分解並被植物吸收

植生滯留槽案例彙整

- 國內已有運用植生滯留槽進行農地非點污染削減的案例，且在技術面上推廣LID工法設置具有可行性，且亦有顯著之成效。

北勢溪流域鰱魚堀溪之茶園示範場址(槽體2.25m³)
總磷削減率介於33~67%之間
懸浮固體削減率介於93~96%之間
氨氮削減率介於29~63%之間

石門水庫集水區之拉拉山水蜜桃園示範場址(槽體1m³)
化學需氧量平均去除率為72.7%
懸浮固體平均去除率為97.2%
總磷平均去除率為43.3%

石門水庫集水區之高麗菜園示範場址(槽體1m³)
化學需氧量平均去除率為37.6%
懸浮固體平均去除率為99.3%
總磷平均去除率為60.8%

翡翠水庫集水區、石門水庫集水區、明德水庫集水區、曾文水庫集水區等地區之山坡地農地非點源污染削減計畫陸續執行中

- 將納入設置流程、效益評估、維護機制及認證機制等四個面向，進行低衝擊開發設施應用於水土保持處理與維護之可行性探討，評估各面向的適用性，藉以提出低衝擊開發納入水土保持處理與維護之機制與建議。

山坡地農業非點源污染管制與處理之國內外案例與法規研析

山坡地農業行為管理與維護

□ 國內案例或法規探討

山坡地供農業使用者

→不得超限利用
(山坡地保育利用條例 第十六條)
→應依據水土保技術規範實施水土保持之處理與維護
(水土保持法第八條)
→應配合集水區治理計畫或農牧發展區之開發計畫
(水土保持法第十條)

前瞻基礎建設-水環境建設
加強水庫集水區保育治理計畫

→

土砂減量入庫
改善水源水質

□ 國外案例或法規探討

美國農業部-自然資源保育局 (NRCS)

提供技術支援或諮詢，也指導鄉村社區發展及提供資源保育技術，亦使山坡地農地之地主或農民能自行設置水土保持設施。

非點源污染管制與處理

□ 國內案例或法規探討

項目	權責	相關法規
水質污染防治	環保署	水污染防治法
水庫水質保護	水庫管理單位	水庫蓄水範圍使用管理辦法
山坡地農業行為管理	農委會水土保持局	水土保持法

→ **尚無針對山坡地農業非點源污染的分工或專門負責單位**

□ 國外案例或法規探討

美國國家環境保護局(EPA)

致力於非點源污染的削減，並在各州各區域有許多水體水質改善的成功案例。

在切薩皮克灣所執行之流域實行計畫(Watershed Implementation Plans, WIP)，進行非點源污染削減，將於2025年達到適用水質標準(Applicable Water Quality Standards)，預估自2011年至2025年將花費36億美元

綜合探討權責單位與分工情形

1. 國內雖在山坡地農業行為有山坡地保育利用條例與水土保持法進行相關規範，然而卻無專門法規依據與權責單位進行非點源污染的管制。
2. 美國環境保護局整合性、系統性及延續性推動相關策略的運作方式，可作為後續臺灣推動山坡地非點源污染削減之參考。
3. 民國107年5月3日通過政府組織改造案，將環保署升格為環境資源部，未來對於山坡地農地非點源污染削減之權責分工，可在環資部的架構下，與利益關係人進行更深入的訪談與探討，藉以凝聚各方共識，並歸納出合適的權責分工建議。

低衝擊開發設施應用於水土保持處理與維護之適用性探討

實際LID設置案例

北勢溪流域鱟魚堀溪之茶園示範場址 (槽體2.25m³)

設置流程

- 鳶清水庫水質主要污染源
- 利用相關圖資計算農地之地形特徵
- 實地勘查重新修正農地面積
- 由分析與勘查結果依原則篩選合適農地
- 與地主溝通並取得合作同意書
- 提出規劃與設計後進行施設

效益評估

- 完工後經幾場降雨使設施功能穩定
- 採集進出流口的水樣進行水質分析
- 由檢測分析的濃度計算削減率 (效益)

總磷削減率：
介於33~67%之間
懸浮固體削減率：
介於93~96%之間
氨氮削減率：
介於29~63%之間



實際LID設置案例

北勢溪流域鱮魚堀溪之茶園示範場址 (槽體2.25m³)

維護機制

- 設施應定期維護以維持設施運作功能
- 定期維護項目包含：入流水路、槽體表面、植栽生長、調配土層，以及入、出流排水管等項目
- 管理檢核表
  供現場維護人員進行檢核設施運作狀況

茶園 LID 設施維護情形　月份月報表

茶園負責人			設施編號		
維護管理人			填表時間		
檢核設施	檢核項目	維護頻率	完成維護	維護日期	說明
入流排水路	暢通排水路	每月一次	□是□否		
		暴雨過後	□是□否		
槽體表面	落葉及雜草清除	不定期	□是□否		
	淤積土砂清除	每月一次	□是□否		
		暴雨過後	□是□否		
	研判不織布是否需更換或卵礫石是否需洗	每月一次	□是□否		
		暴雨過後	□是□否		
植栽生長	生長情形維護	不定期	□是□否		
	植物修剪及枯枝剪除	每月一次	□是□否		
出流排水管	堵塞檢查	每月一次	□是□否		
補充說明					

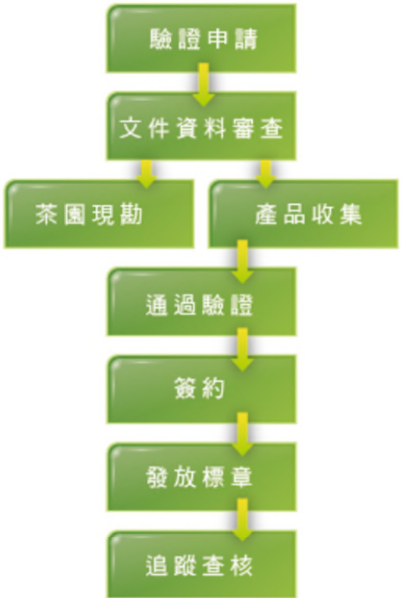
註:若遇維護頻率為當月不需維護者，於「是否完成維護」欄勾選否，並備註前次維護時間。

認證機制

- 標章核發提升茶農參與污染防治的意願
- 標章申請資格：茶園所有權人或合法承租人、設置非點源污染削減設施、合理化施肥及安全用藥並自主管理、茶園無超限利用



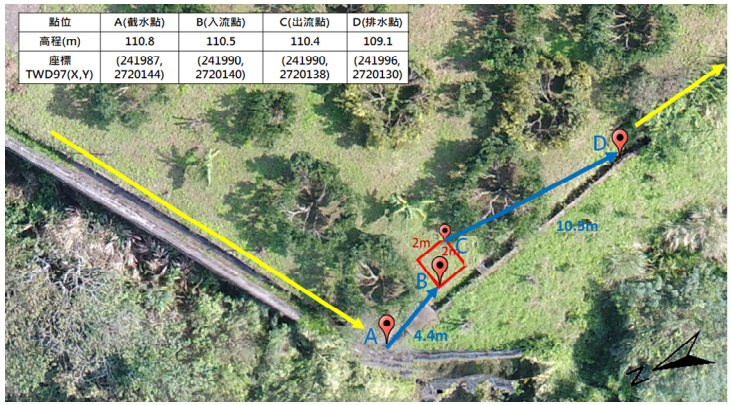
環境友善茶園標章



實際LID設置案例

- 施作之前進行完整的現地踏勘及綜合評估
- 與地主進行溝通協調、舉辦地區說明會，消弭有關施作的疑慮
- 使農民瞭解工法的施作對水庫水質改善的助益
- 完成景觀營造與附加推廣教育功能
- 透過教育訓練使地主能快速簡單地掌握巡視維護的要點，由地主進行簡易的自主維護管理，提升管理之效率。

明德水庫集水區 柑橘園





實際LID設置案例

石門水庫集水區









質性訪談之對象與主題

不同面向之利益關係人

設計訪談大綱

半結構式訪談

開放式意見彙整

強化研究結果的深度與廣度

訪談主題	訪談對象				
	中央主管機關	水庫管理機關	地方主管機關	專家學者	地主
農地非點源污染控制之主管權責機關及法源依據，應為何者較為恰當？	V	V	V	V	X
農地地主進行低衝擊開發設施設置之鼓勵措施，如初期設置經費之補貼、環境友善標章的認證等，何者較可能提升地主設置意願？	V	V	V	V	V
實地設置後，是否對既有的農耕行為產生影響？	X	X	X	X	V
實地設置後，後續對於設施的維護，是否造成管理上的困擾？	X	X	X	X	V
設施設置後之定期維護管理機制？	V	V	V	V	V

低衝擊開發納入水土保持處理與維護之機制建議

法規面(法源依據與權責單位)

農業行為的非點源污染削減及管理

1. **主要負責機關：環保署　法源：水污染防治法**
負責事項：針對農業行為的非點源污染削減及管理
針對農業行為的非點源污染削減及管理，依循水污染防治法進行研議，以環保署為主要負責機關進行推動與管理，並確立明確之罰則進行規範。

2. **協助機關：水土保持局　法源：水土保持法或山坡地保育利用條例**
負責事項：山坡地農業行為管理
水土保持局扮演協助的角色，進行山坡地農業行為管理，並檢視水土保持法或山坡地保育條例，探討增修的可能性，如由簡易水保納入LID設施進行源頭控管，並將LID設施的工法納入水土保持技術手冊，提供標準設計準則之參照。

3. **配合機關１：水庫管理單位**
負責事項：例行性巡查、舉報違法排放、協助水土保持設施規劃設計審查
配合機關２：地方政府
負責事項：水土保持計畫竣工審查

推動面(LID工法之推廣與設置)

提升地主意願

- 舉辦說明會
- 強化溝通協調
- 協助認證與產銷



將LID設施納入水保計畫

- 由申請人提出維護方式(水質維護計畫)
- 初期設置經費補貼



維護管理

- 以申請方式進行維護作業
- 公部門定期查核維護管理情形給予補助金



自主維護管理機制





以往LID設置案例 – 較缺乏景觀營造功能，農民自主維護意願較低

維護管理不易落實

後續執行方向：兼具淨化水質與景觀營造功能




如同照顧家中盆栽植物，輕鬆簡單無負擔

- ◆植栽日常基本維護、澆灌與修剪
- ◆清除設施槽體表面垃圾
- ◆大雨前後之入出流口巡視，避免砂土淤積影響排水
- ◆槽體結構損壞通報北水局

提升農民自主維護意願，達到維持景觀與淨化功能之效

結論與建議

結 論 與 建 議

1 山坡地農業行為之LID案例回顧與適用性探討

探討各式LID工法的功能與適用特性，歸納出**植生滯留槽**是為適用於山坡地農業非點源污染削減的LID設施。同時，可依現地條件**搭配蜿蜒性草溝**提供空間吸附污染物，強化LID設施工法對於污染削減的機能。

2 山坡地農業非點源污染管制與處理之國內外案例與法規研析

- 美國環境保護局整合性、系統性及延續性推動非點源污染削減相關策略的運作方式，可作為後續臺灣推動山坡地非點源污染削減之參考。
- 未來對於山坡地農地非點源污染削減之權責分工，可在**環境資源部的架構**下歸納出合適的權責分工建議。

結 論 與 建 議

3 LID納入水土保持處理與維護之機制建議

- 法源依據與權責單位：以**環保署為主要負責機關進行推動與管理**，並確立明確之罰則進行規範；水土保持局則扮演協助的角色，進行山坡地農業行為管理，如由簡易水保納入LID設施進行源頭控管，並將**LID設施納入水土保持技術手冊**，提供標準設計準則之參照。
- LID工法之推廣與設置：舉辦**說明會使地主瞭解LID設施**的作用及對水質的幫助，提升地主施作之意願；協助農民進行**友善認證及農作產銷**；建議在初期設置給予部分**經費補貼**，並由公部門定期查核維護管理情形再給予後續補助金。
- 維護管理機制：應朝向簡易管理、降低人力負擔的方式進行，建議回歸到**農民長期自主維護管理**，以美化設施環境的方式，提升地主自主維護管理意願，並提供補助由地主去做管理與維護作業。

簡報完畢

敬請指教