生物炭應用在邊坡復育成果案例分享

洪志祥科長報告

115年11月17日

國際趨勢-淨零排放

巴黎協定&IPCC 特別報告 → 歐盟 碳邊境制度 → 國際 淨零排放宣示 → 台灣啓動 淨零排放評估

國際能源
提出2050淨零排放

行政院農業部
成立「氣候變遷調適及淨零排放專案辦公室」

農村水保署
110年度創新計畫「生物土壤技術應用於減緩土壤沖蝕試驗計畫」

農村水保署臺南分署
107年度「利用生物炭改良泥岩惡地土壤沖蝕量」

- ◆生物炭為農業部作為氣候變遷調適及淨零排放的重要方法之一
- ◆生物炭的製作原理及特性
- ◆生物炭室內外試驗成果
- ◆生物炭應用於邊坡水土保持
- ◆結果與討論

優質・效率・團隊

生物炭為農業部作為氣候變遷調適及淨零排放的重要方法之一

優質．效率．團隊

可供「淨零碳排」施政方針做爲參考依據

未來生物炭複合資材(植生粒劑)增加山坡地土壤碳匯完整之效益評估

「法國千分之四」倡議

每年可以增加千分之四的碳蓄積量於土壤表層40公分中，就能平衡每年因人類活動增加至大氣中的二氧化碳量。



林業論壇

法國「千分之四」倡議的說明及因應

⊙林業試驗所育林組・林孟穎、陳財輝 (thchen@tfri.gov.tw)

化碳太多，而土壤中留存的碳太少。

因此轉換個角度思考解決氣候變遷的方法，不僅是減少工業革命後因化石燃料及科技發展過程中排放過多的二氧化碳量，而可以朝如何將大氣中的二氧化碳固定回其原本就應貯存的土壤中之方向思考，從根本的問題來解決。

大氣中的二氧化碳轉換成土壤中的碳之過程，主要藉著植物光合作用捕捉大氣中二氧化碳，除了轉化成碳水化合物供植物地上部成長，另一部份約有40%的二氧化碳經由植物根系分泌之代謝物釋放回歸於土壤中，提供土壤微生物生長，經一系列生化反應之後，一部分營養元素再提供給植物，剩下的即為不溶性的腐植質(humus)固定在土壤中，若不加以干擾，其碳素即能較穩定的固定在土壤中約幾百年。

「千分之四」倡議 (4 per 1000 Initiative)

目前全世界經植物光合作用吸收二氧化碳轉換成有機型式儲存在土壤中的碳含量有15,000億噸，近乎是大氣中二氧化碳的兩倍，因此在探討減緩因溫室氣體造成的氣候變遷問題時，不能忽略土壤的角色。

經過幾十年研究之後，發現土壤為減少大氣中二氧化碳的重要關鍵，因此在2015年於巴黎舉行的第21屆氣候高峰會(COP21)中，主辦國家法國提出的「千分之四」倡議，即是針對土壤龐大的碳匯功能來著手，若是每年可以增加千分之四的碳蓄積量於土壤表層40公分中，就能平衡每年因人類活動增加至大氣中的二氧化碳量。如圖1所示，在停止毀林的假設下，土地利用改變之碳排放變為0(圖1-A和B)，並且當達到千分之四倡議的目標時，土壤將增加約3.4(GtC)的碳含量(圖1-B)，可使大氣中因人類活動所排放的二氧化碳量不再成長(4.3→0)。

4‰不是絕對標準數字，是可以因著每個國家的狀況不同能有所調整，其是要說明即使是微量的土壤碳蓄積增加(農業、森林土壤及濕地)，不僅可使土壤更加健康及提升農業產量，還能達到控制全球平均升溫低於

優質・效率・團隊

研商生物炭應用暨輔導措施會議
壹、時間：114年10月28日（星期二）下午2時
貳、地點：農業部臺南區農業改良場行政大樓二樓第一會議室
參、主持人：莊司長老達

肆、報告事項：

案由四：評估生物炭作為建材或工程材料之可行性，提請討論。
決 議：
為評估生物炭作為各項工程材料之可行性，請林業及自然保育署、農村發展及水土保持署評估透過研究計畫進行小型試驗；生物炭料源請洽本部林業保育署協助提供。

優質．效率．團隊

生物炭的製作原理及特性

優質・效率・團隊

生物炭的製作原理

製作步驟

- **原料收集**：使用農業與林業廢棄物（如稻殼、稻草、果殼、木材或竹子）

- **缺氧（絕氧）加熱**：將原料放入密閉或控制氧氣的容器中加熱。因為缺乏充足的氧氣，有機物不會完全燃燒成灰燼

- **熱裂解反應**：在約 300°C 至 700°C（甚至更高）的高溫下，植物體內的纖維素、半纖維素與木質素發生熱化學分解

- **釋放揮發物**：過程中的水分、氣體（如一氧化碳、甲烷）與焦油會被排除，剩下結構穩定、富含高含量石墨化碳結構的固體產物，這就是生物炭

優質．效率．團隊

生物炭的製作原理

為什麼不直接燃燒？

- 直接燃燒：若在空氣中直接燃燒，植物中的碳會與氧氣結合變成二氧化碳（CO_2）回到大氣中，並產生大量 PM2.5 空氣汙染

- 生物炭製程：透過熱裂解將植物固定的大氣碳轉化成高度穩定的固體形態，埋入土中可以封存數百年甚至千年，達到「負排放」與固碳效果

優質．效率．團隊

◆製作及施用規範：

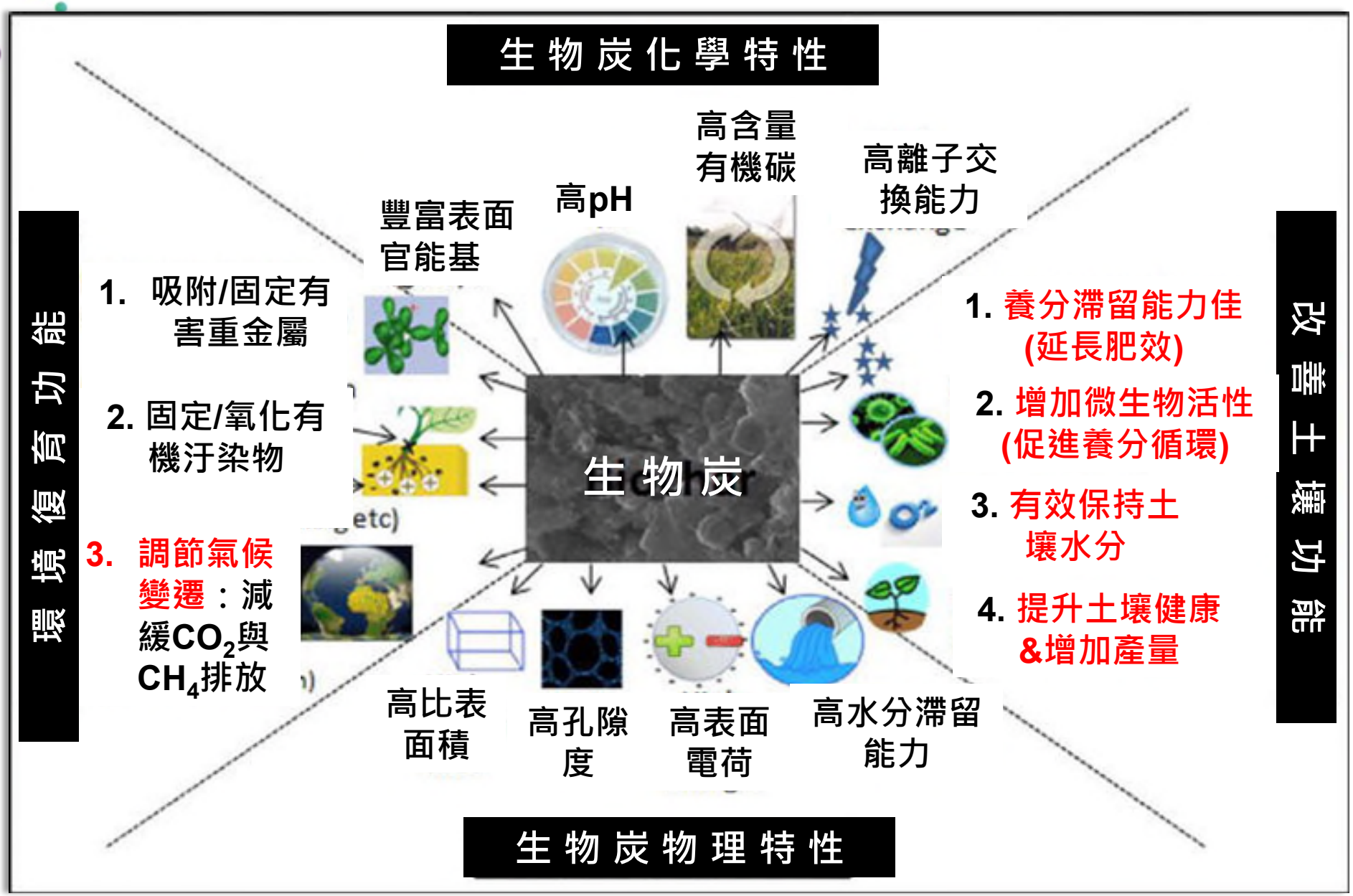
- 生物炭標準須符合國際生物炭倡議(International Biochar Initiative, IBI)或歐洲生物炭標準(The European Biochar Certificate, EBC)的規範。
- 選用堆肥須符合本國堆肥品項(5-09、 5-10、5-11)之品項標準。
- 生物炭與堆肥配比須為1: 3或1:4之比例(視土壤養分狀況)。
- 資材造粒(圓柱體)大小約為：直徑1±0.2 cm及高度 2±1.0 cm。
- 複合資材於邊坡之施用量為 600±50 g / m^2。

優質．效率．團隊

說明

於土壤中之功能

生物炭（Biochar）



生物炭室內外試驗成果

優質．效率．團隊

行政院農業委員會水土保持局

功能化植生粒劑對邊坡植生復育之效益評估

研究分享報告



國立屏東科技大學 水土保持系
簡士濠 教授
shjien@g4e.npust.edu.tw
08-7740358

國立屏東科技大學

中華民國 110 年 04 月 20 日

優質、效率、團隊

現地以電漿技術搭配生物炭優化資材改善邊坡植生工法效益



國立屏東科技大學 水土保持系
簡士濠 教授

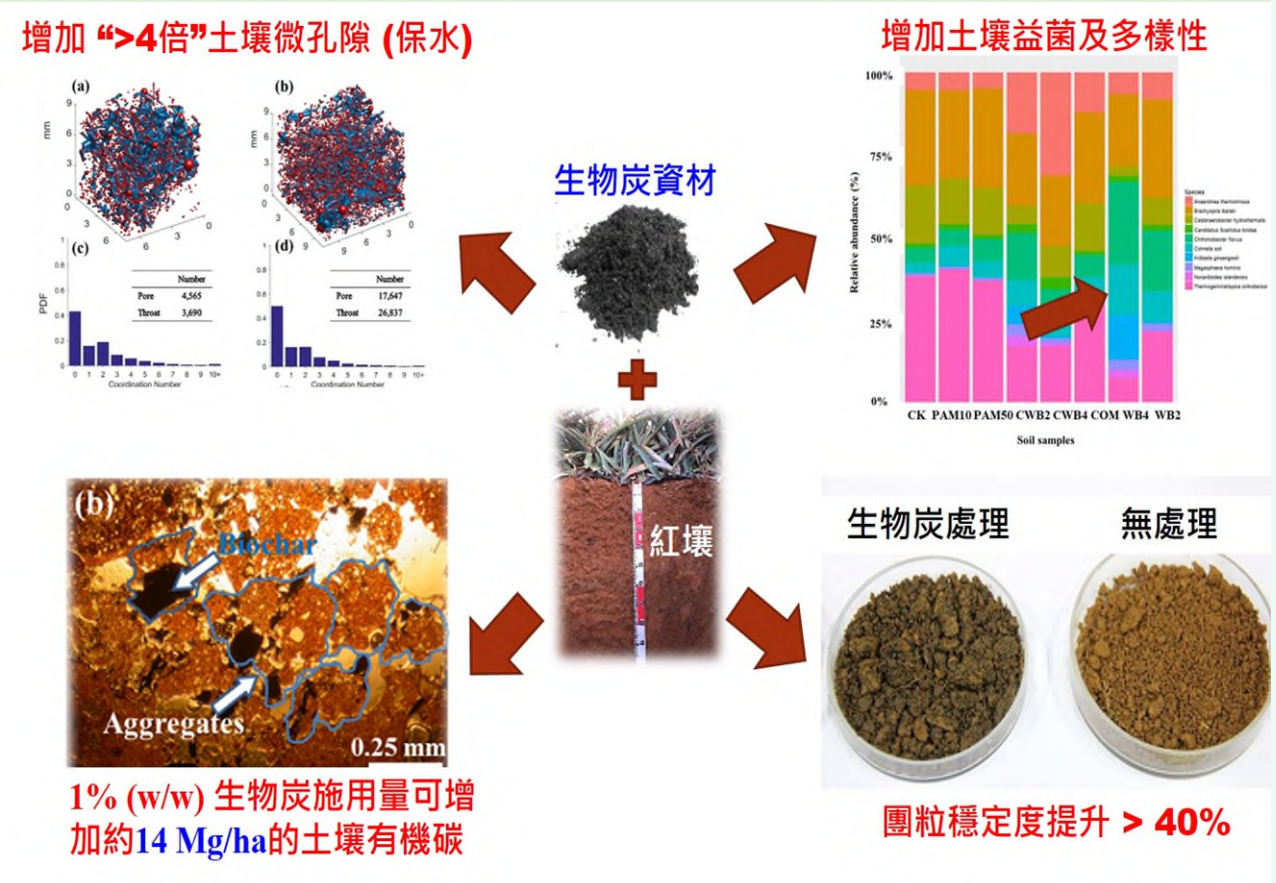
108年02月26日

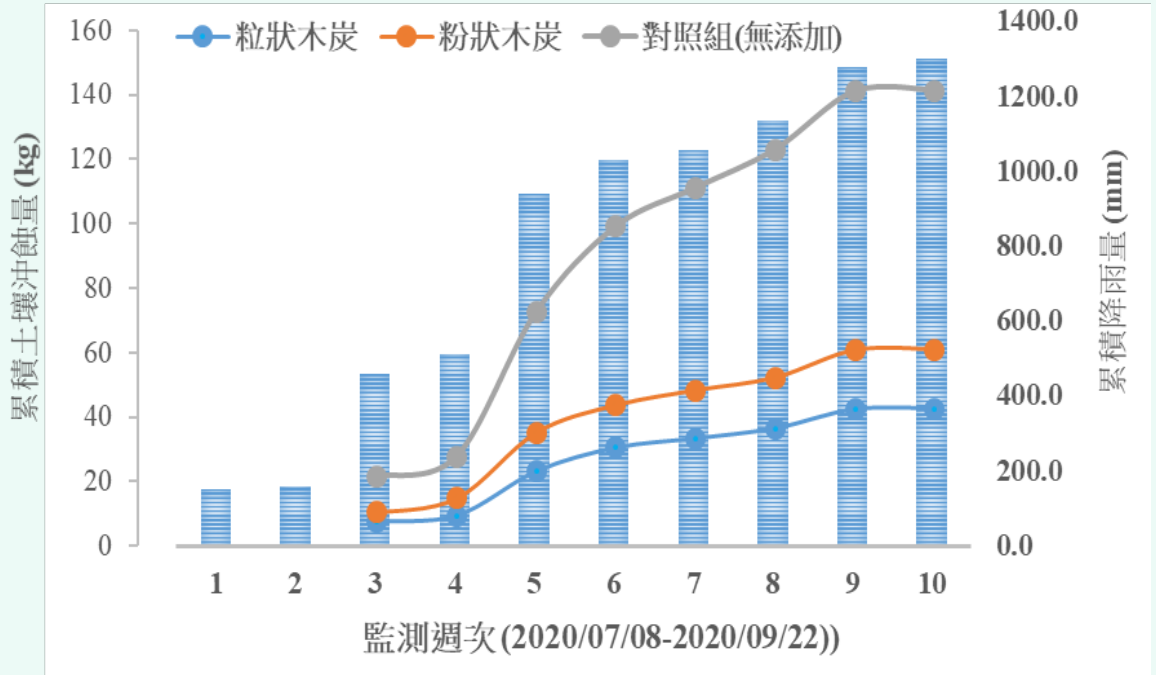
說明

減緩土壤退化現況

- ◆ 提升土壤品質
- ◆ 降低土壤沖蝕與逕流

(目前研究成果僅侷限於泥岩、紅壤及固定坡度~9%)

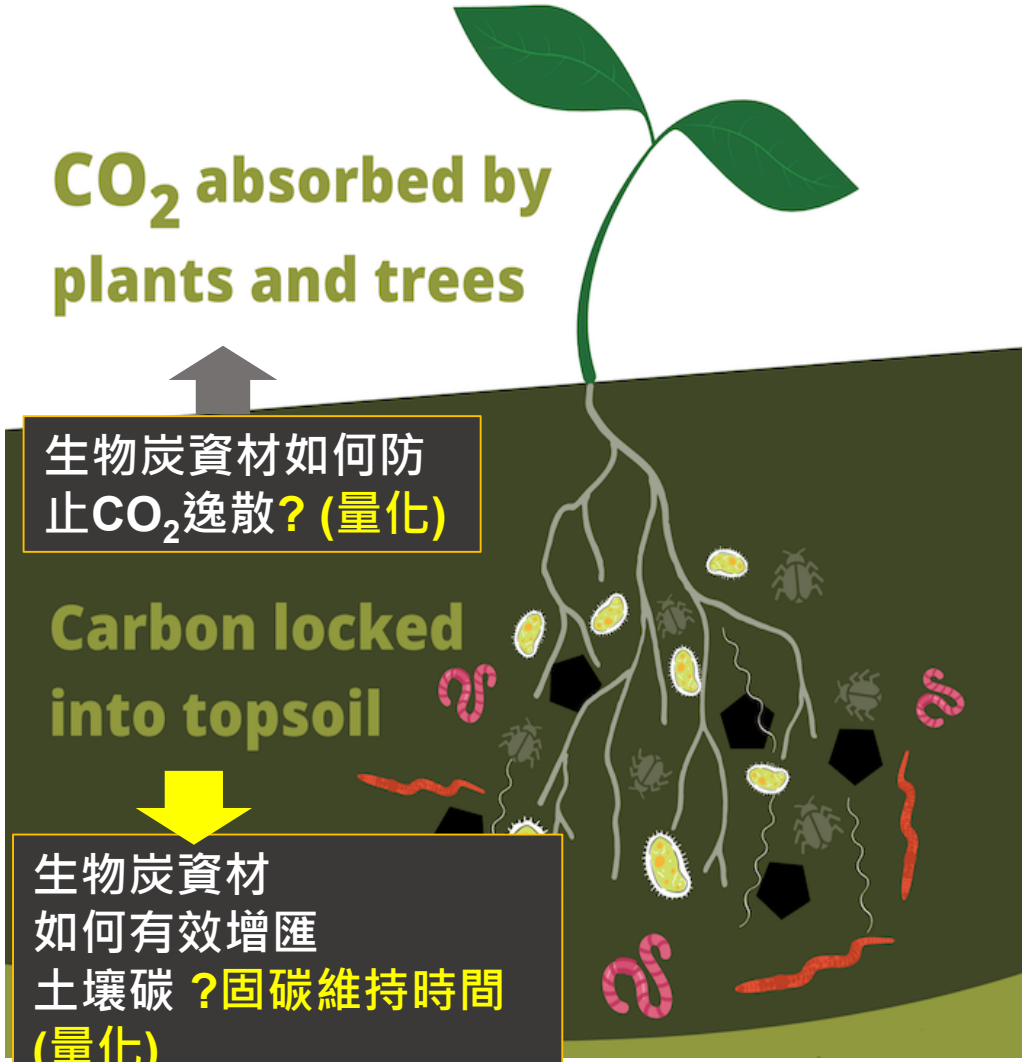


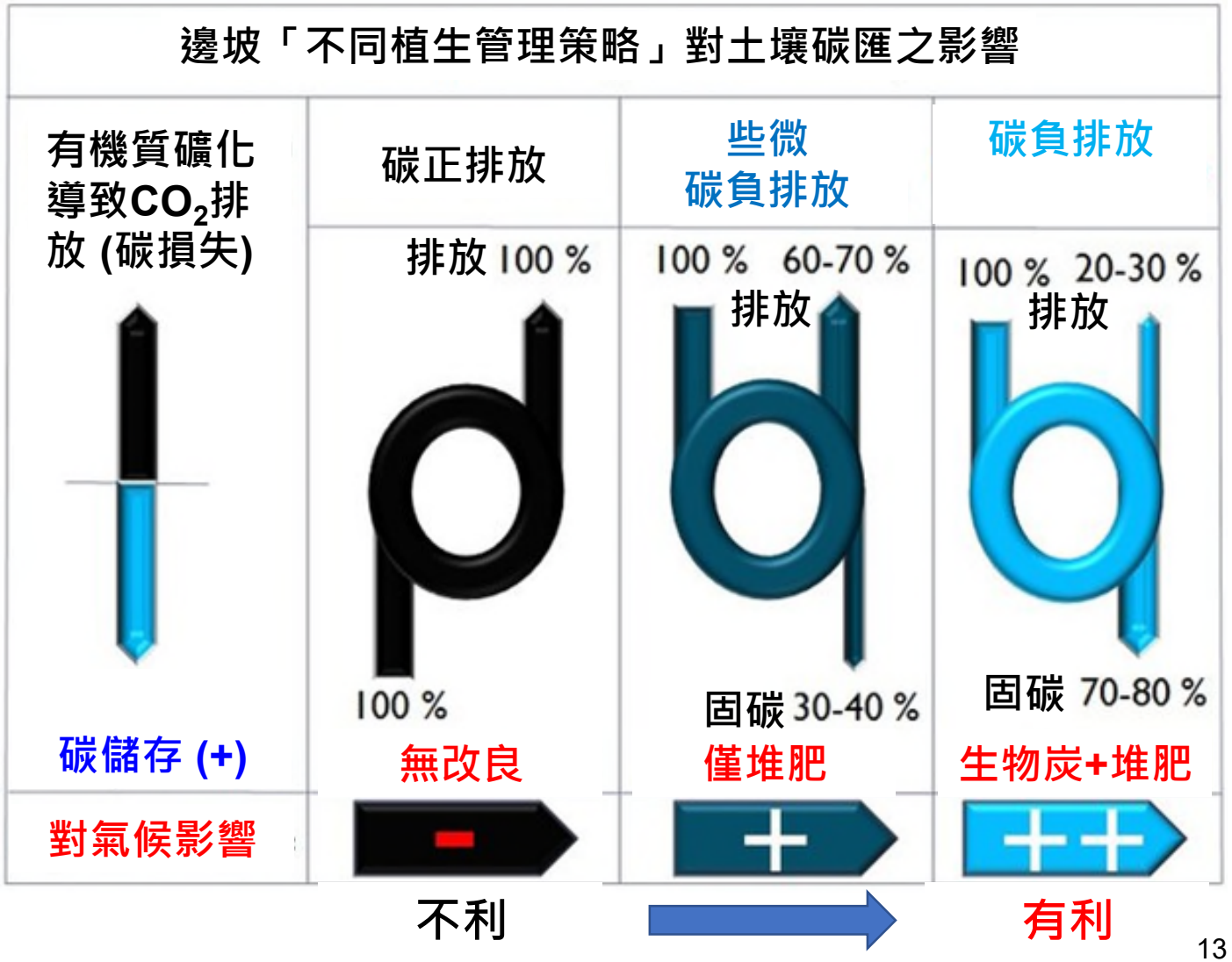


105年科技部計畫(紅壤_標準沖蝕試區)

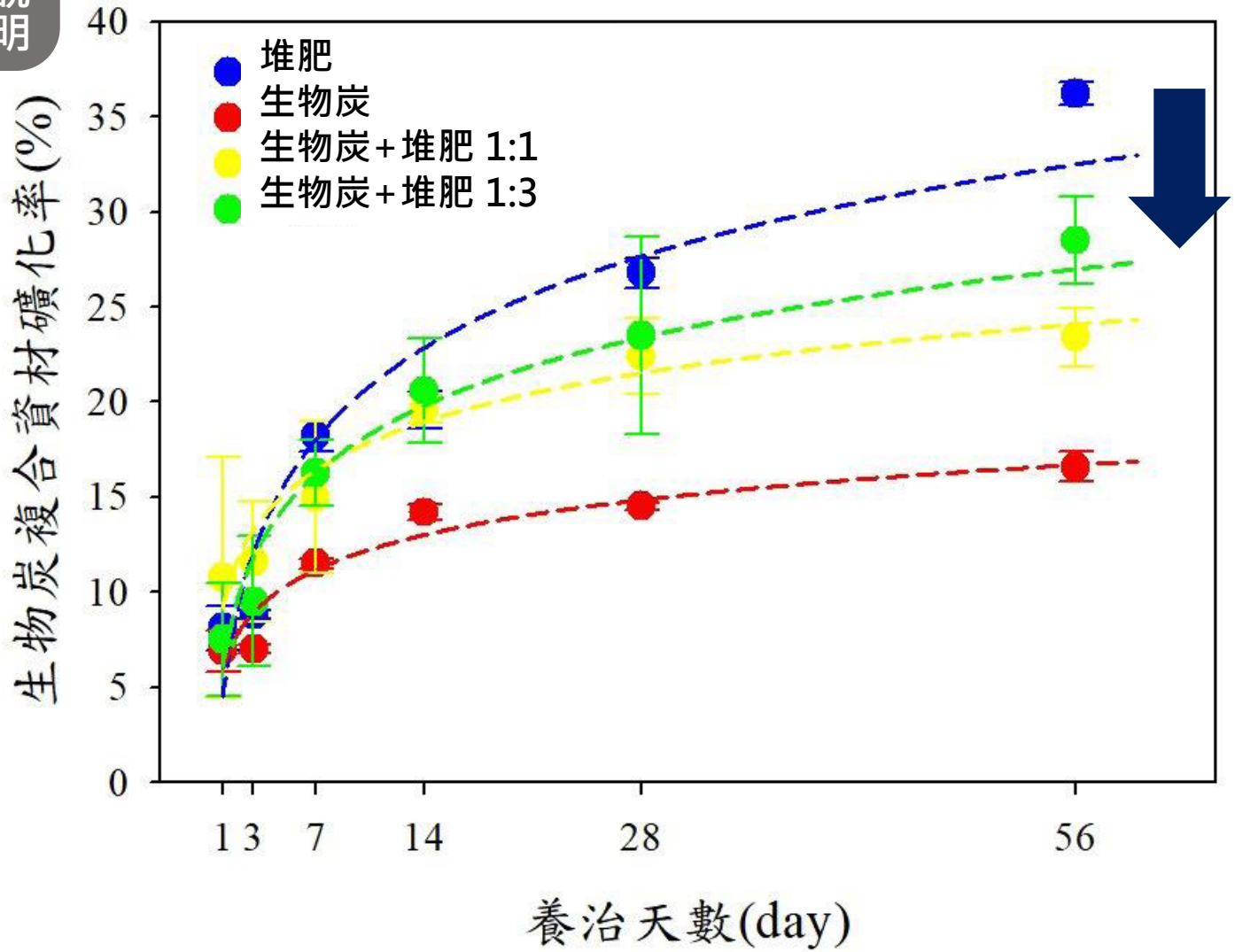
農村水保署臺南分署109年委辦計畫(泥岩_標準沖蝕試區)

生物炭複合資材(植生粒劑)對「增加土壤碳匯」之效益





說明



生物炭複合資材可
降低~10%分解率

1. 防止土壤有機質快速損失
2. 防止CO_2逸散至大氣，減緩暖化

農委會科技處計畫 2018 (紅壤_室內養治試驗)

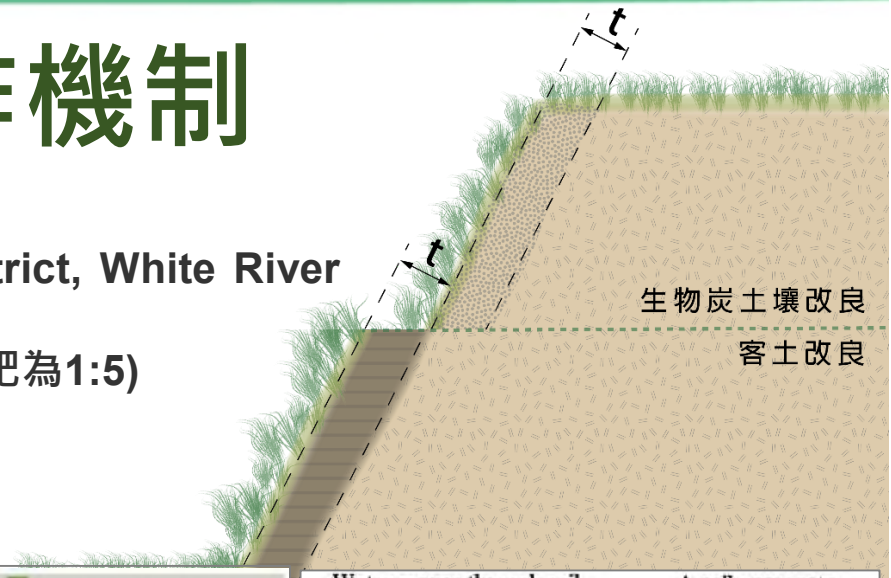
優質．效率．團隊

生物炭複合資材運作機制

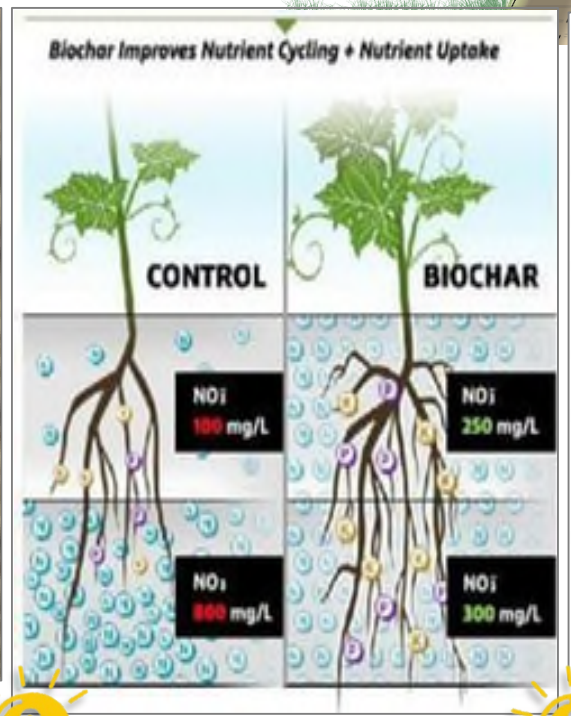


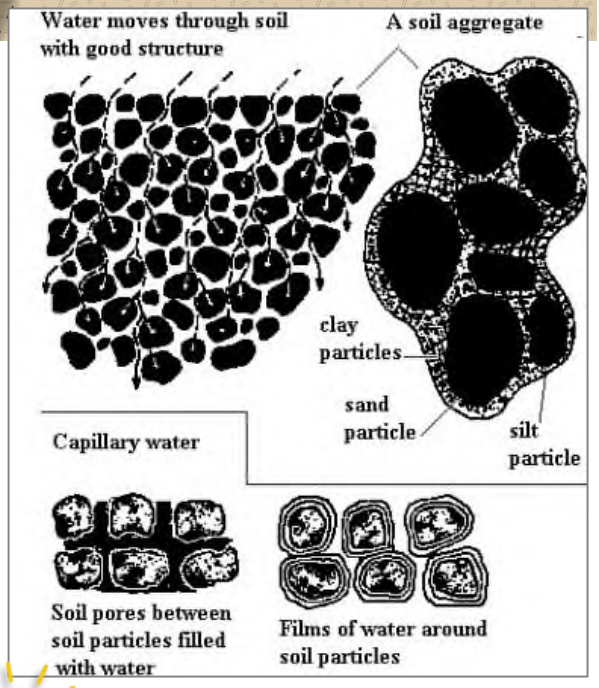


美國科羅拉多州一礦區邊坡
(Hope Mine project, Aspen Ranger District, White River National Forest)。
使用『生物炭複合資材噴植』 (生物炭：堆肥為1:5)
施用期間：**2010/7 – 2011/8 (一年)**









穩定改善土壤團粒
減少土壤沖蝕

增加土壤養分與肥效

生物炭表面保持土壤水分

實例

臺南市龍崎區182縣道邊坡(S≒40°)植生工程

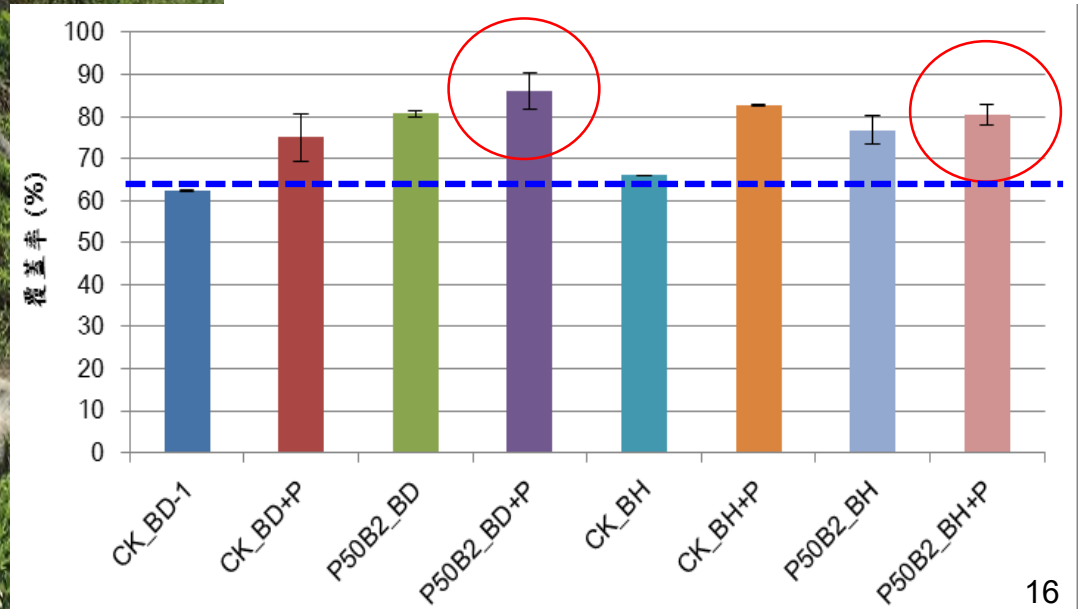


本計畫僅使用粉狀生物炭噴植
(非植生粒劑)

→水泥格框噴植 + 生物炭
→農村水保署106年創新計畫
(僅針對植被生長情形，未針對土壤養分及碳匯進行評估)

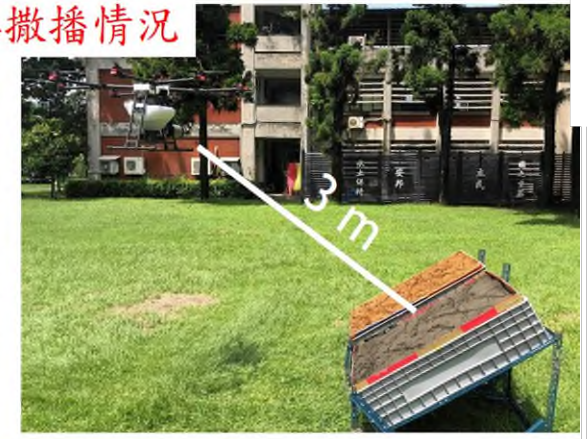
粉末生物炭(非植生粒劑)噴植 (2個月)：

1. 可增加~10%植物發芽率
2. 可增加~20%植被覆蓋率



農村水保署110年度創新計畫
功能化「生物炭植生粒劑」對邊坡植生復育之效益評估

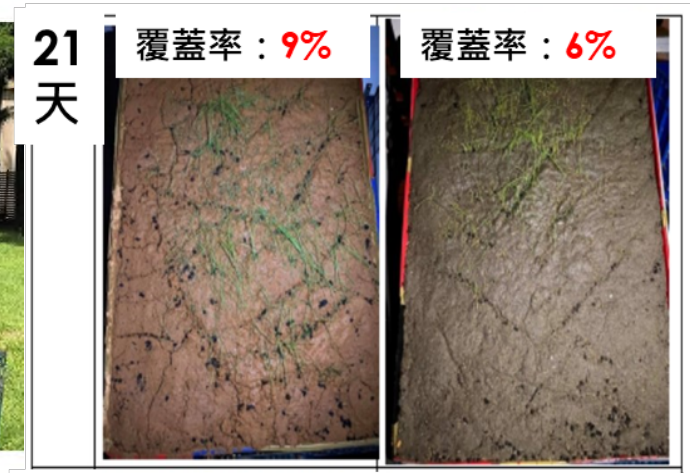


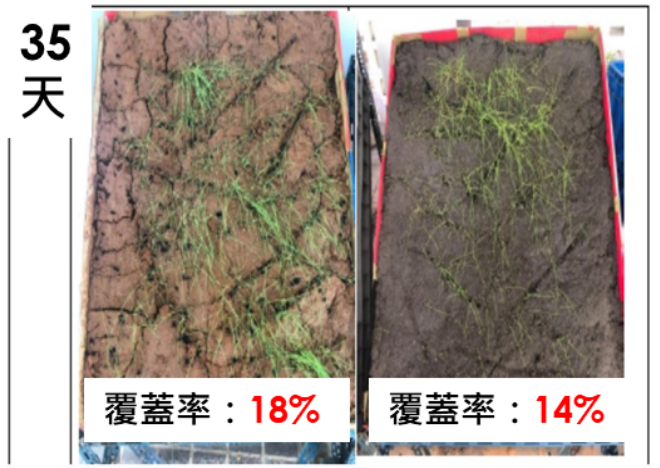


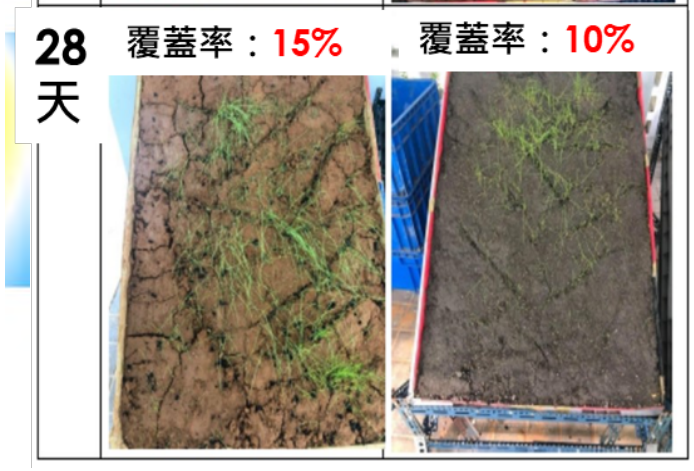


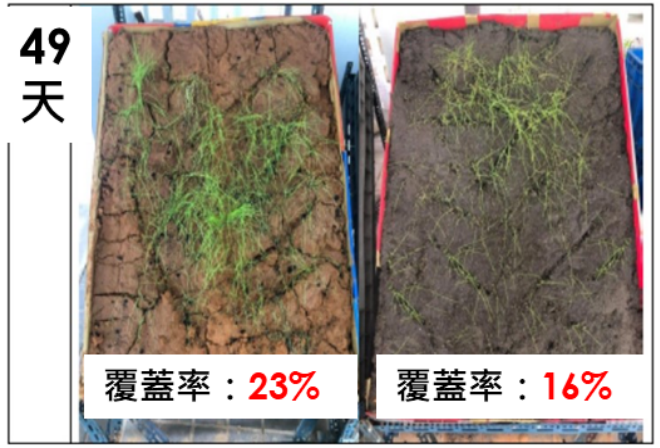
載重：10公斤
距離：3公尺
倉口(開口)：50%
轉速：900rpm/min



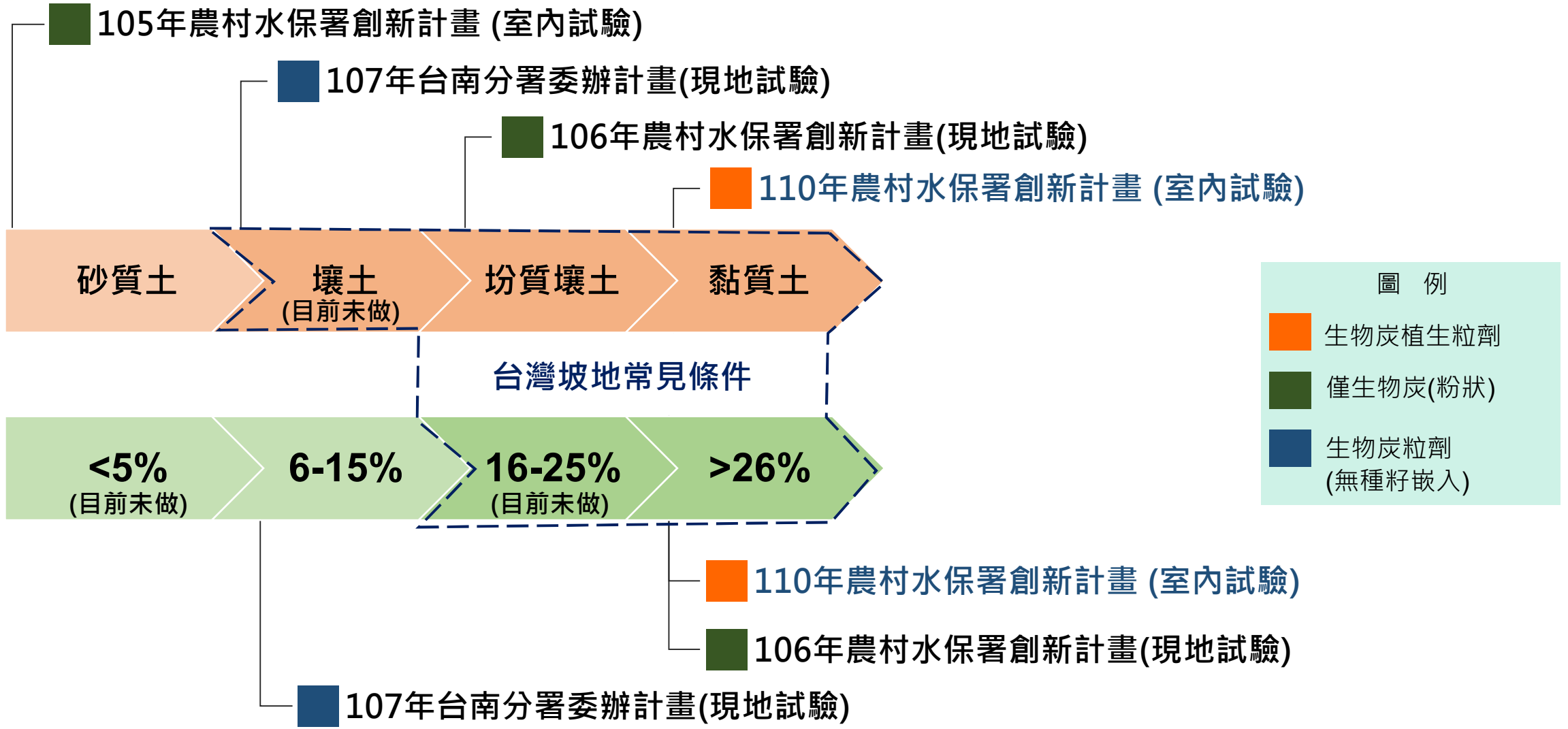








農村水保署以往相關執行計畫(共四件)：皆為室內試驗



優質・效率・團隊

生物炭應用於邊坡水土保持

優質．效率．團隊

111年度生物炭植生9件工程計2,566數量 (m2)

工程名稱	工程地點		數量 (m2)	工程座標TWD97	
	縣市	鄉鎮		X	Y
亞美坑溪與後堀溪匯流口改善三期工程	台南市	南化區	1050	207634	2562361
舊潭野溪護岸災後復建工程	高雄市	六龜區	564	215878	2545853
草埔林場野溪整治二期工程	屏東縣	獅子鄉	50	231877	2460651
大光段997等地號旁野溪整治工程	屏東縣	恆春鎮	100	222607 222806	2427695 2427778
茅埔野溪整治二期工程	高雄市	內門區	286	193676	2539605
拖竹路坑溪野溪整治工程	屏東縣	恆春鎮	200	221572 221434 221343	2434678 2434675 2434449
灣丘北勢科野溪整治工程	臺南市	楠西區	190	200498	2564687
高士佛山橋上游野溪整治工程	屏東縣	牡丹鄉	50	234316	2447785
大丘園南勢坑野溪護岸災害復建工程	臺南市	六甲區	76	194174	2566917

112年度生物炭植生13件工程計2,646數量 (m2)

工程名稱	工程地點		數量 (m2)	工程座標TWD97	
	縣市	鄉鎮		X	Y
滴水橋下游野溪整治工程	臺南市	東山區	165	190611	2573026
東阿里關段650-4等地號旁野溪整治工程	高雄市	甲仙區	260	207865	2551732
密枝產業道路支線野溪整治二期工程	台南市	楠西區	262	200752	2567619
南化中坑段野溪整治二期工程	台南市	南化區	437	194755	2550546
九層林段1780等地號野溪整治工程	台南市	玉井區	150	191138	2553846
九層林段265-1等地號野溪整治工程	台南市	玉井區	203	191419	2551855
牛食水野溪整治工程	台南市	玉井區	201	186554	2551466
刺桐腳旁野溪修復二期工程	台南市	玉井區	200	190636	2552683
仁里橋上游野溪整治工程	臺南市	龍崎區	120	186632	2541891
歸崇2號農路旁野溪整治工程	屏東縣	春日鄉	200	211951	2480510
文樂段313-1等地號旁野溪治理工程	屏東縣	來義鄉	150	212104	2489468
古亭路49-3號後方野溪整治工程	高雄市	田寮區	250	188371	2532588
杉林區十張犁段118-6等地號野溪整治改善工程	高雄市	杉林區	48	207675	2544722

出火橋下游野溪



剛完工情形



完工一年後情形

- ✓ 多孔隙護岸營造植物生育基盤降低排碳
- ✓ 導入固碳原生植物緩衝林

優質．效率．團隊

新化區礁坑里武聖宮上邊坡改善工程





新化區礁坑里武聖宮上邊坡改善工程







亞美坑溪與後堀溪匯流口改善三期工程



亞美坑2022



亞美坑2026

亞美坑溪與後堀溪匯流口改善三期工程



亞美坑2022



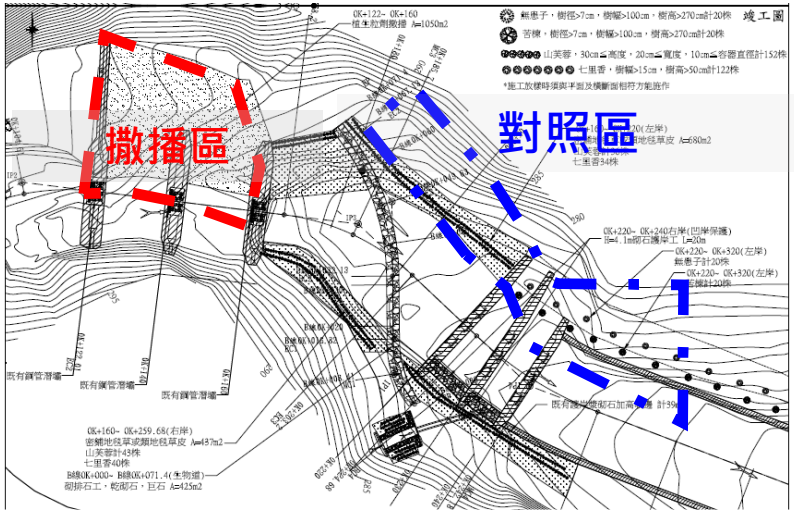
亞美坑2026



生物炭植生粒劑導入，減碳增加碳匯



✓「亞美坑溪與後堀溪匯流口改善三期工程」效益評估(完工8個月)





撒播區



對照區

護岸工程處理	土壤質地	輸入碳含量(植生粒劑)	有機質含量	NDVI(植生指標)	土壤呼吸率(減碳)	土壤碳匯(增匯)	地上部生物量(增匯)
		%	%		kg/m^2/yr	kg/m^2/yr	kg/m^2/yr
生物炭植生粒劑	壤土	0.25	1.62±0.27	0.87±0.01	0.04	2.87	2.48
對照組(未施用)	壤土	-	0.95±0.12	0.37±0.65	0.10	1.75	0.83

- ✓撒播區減緩土壤CO_2排放量2.5倍
- ✓撒播區土壤碳匯量1.64倍亦即相較對照組每年可增加11.2噸/公頃之土壤碳存量
- ✓撒播區地上部生物量2.98倍，亦即相較對照組每年可增加16.5噸/公頃之地上部生物量

結果與討論

優質．效率．團隊

- ✓ 在台灣，生物炭（Biochar）正從實驗室走向全面商業化與實務應用，目前主要應用於**循環農業**（土壤改良、育苗介質）、**環境工程**（水質淨化、綠色建材）以及**淨零碳匯**（碳權申請交易）三大領域

- ✓ 生物炭應用在水土保持工程將有效的提升水土保持成效，降低混凝土用量，達到減碳匯炭成效

優質．效率．團隊

可搭配護坡之水土保持工法

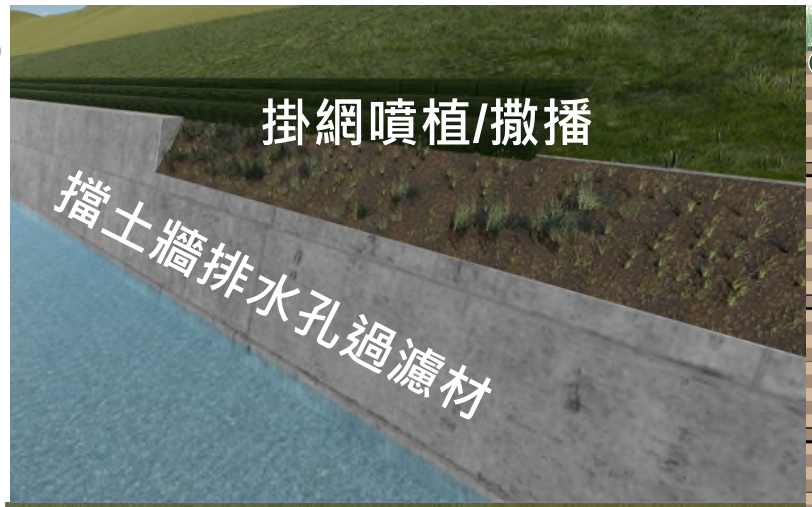
◆ 生物炭植生粒劑撒播觀測成果分析

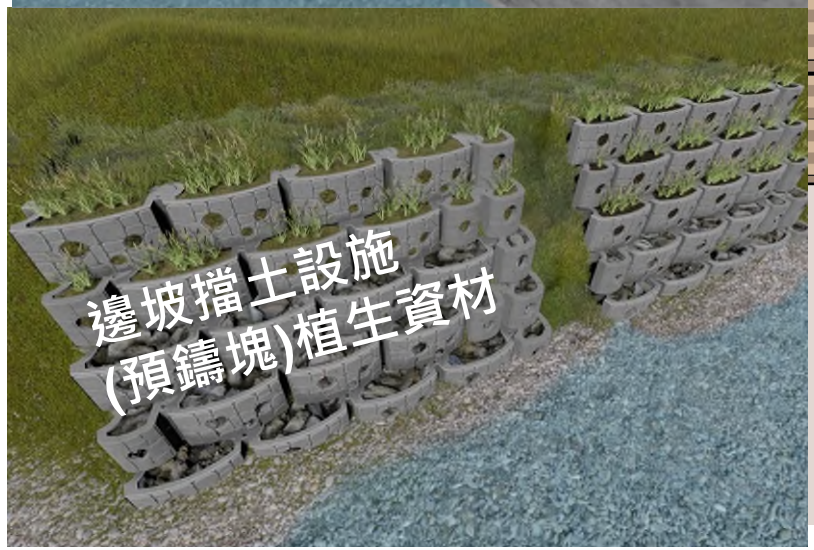
1. 生態永續工法(生物炭植生粒劑撒播)對邊坡植生發芽率與生長勢。
2. 提高邊坡植生覆蓋率

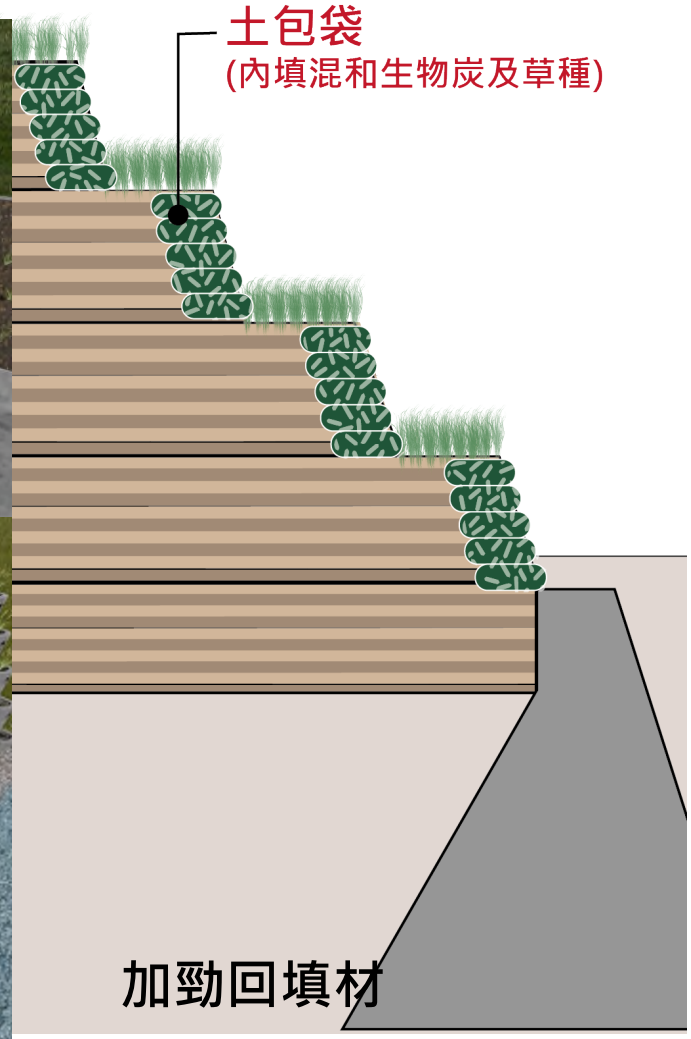
◆ 生物炭植生粒劑對邊坡土壤碳匯存

1. 生物炭植生粒劑對邊坡土壤碳匯效益。
2. 提高土壤有機質品質分析。

◆ 生物炭植生粒劑提升邊坡植生復育







優質・效率・團隊

強化治理工程固碳抗蝕能力，提升土壤碳匯

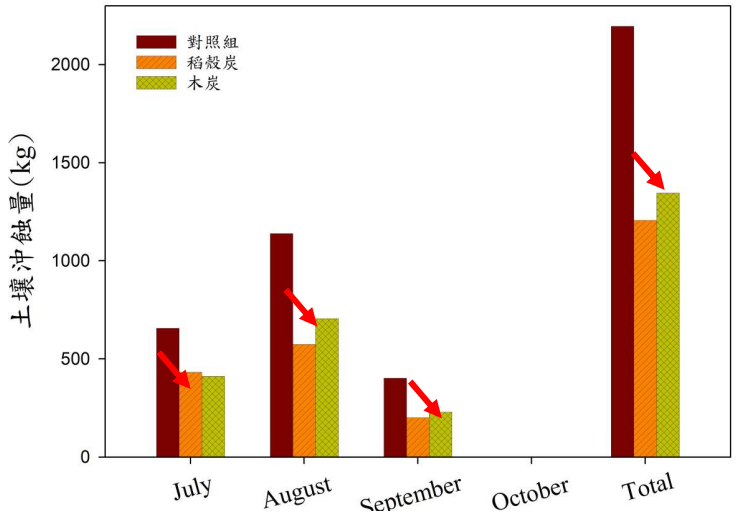
- 生物炭（biochar）是一種通氣性和透水性極佳的多孔性材料，對於土壤保水、保肥以及調節土壤酸鹼值和水、肥、氣、熱等土壤微環境相當有效。
- 透過生物碳改良，可減少坡面土壤沖蝕量約45%。
- 因生物炭不容易被生物分解，其存於土壤中可降低碳排量，發揮長期碳匯的作用。
- 可改善微生物的生存環境，為其生長和繁殖提供有利條件；而微生物代謝不但能提供氮肥，也能提高植物附近的二氧化碳濃度，達到加速復育效果。

農業棄材(可結合地區產業)



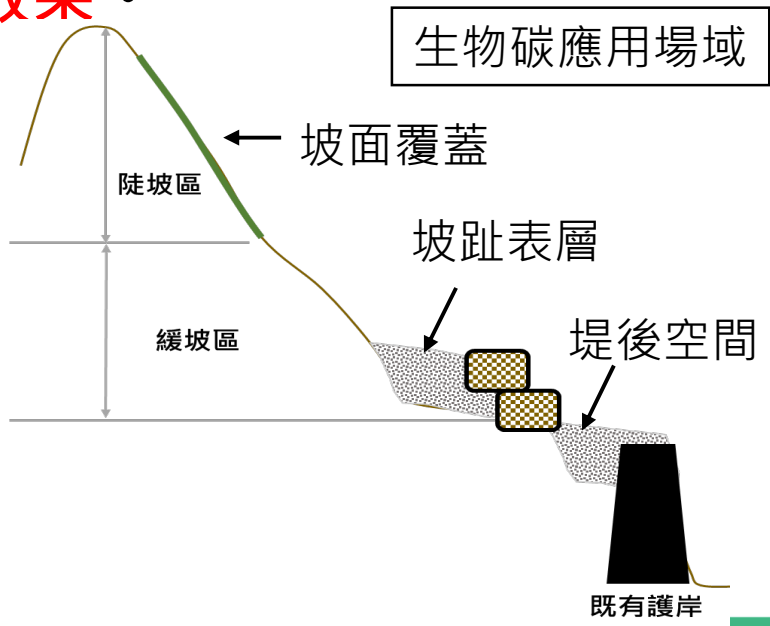
低氧燒製





生物炭抗沖刷成效

生物碳應用場域



優質．效率．團隊

說明

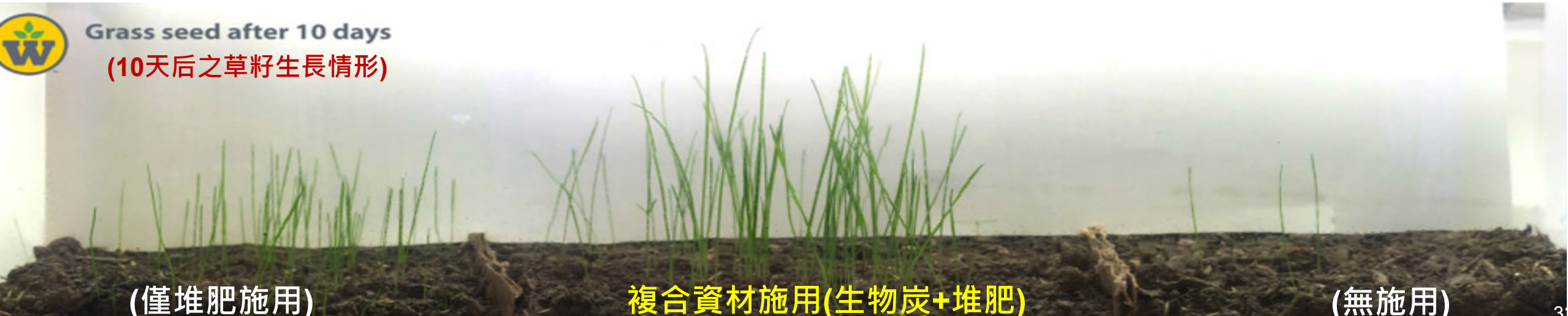
生物炭複合資材對邊坡植生復育之功能效益

符合國家施政方針





- **1.促進植物生長**
  - ◆加速植被生長及覆蓋
  - ◆加速原生植物演育
- **2. 減緩土壤退化**
  - ◆提升土壤品質
  - ◆降低土壤沖蝕與逕流
- **3. 增加土壤碳匯**
  - ◆增加土壤碳存量
  - ◆減少CO2排放



報告完畢
敬請指教