

# 應用水土肥整合管理技術復耕花蓮光復災區
## -瑪布隆和邦查農場驗證案例

農試所農化組 江志峯 張翊庭 劉滄棪

## 一、前言

2025年9月因樺加沙颱風及後續11月鳳凰颱風引發花蓮縣馬太鞍溪堰塞湖潰堤災害，導致光復鄉及鳳林鎮超過500公頃農田遭受不同程度之淤泥掩埋，徹底改變了該區域之土壤物理、化學與生物性質(圖一)。面對這場沖積扇扇端沈積物帶來的「砂質化」與「礫石化」挑戰，必須認清該區土壤性質改變，現存的土壤為粗砂質地，像漏斗一樣，水一澆下去就消失了。因此，農業試驗所團隊提出全面導入『微滴灌』的管路灌溉系統，這不是選項，而是必要條件。本所提出一套結合「重機械精準整地」、「滴灌水肥一體化」及「高經濟旱作轉型」的復耕模式。透過邦查農場與瑪布隆農場的實證試驗，證明此模式不僅能克服災後惡劣的地質條件，更能引導在地農業從傳統水稻耕作轉型為具備氣候韌性的有機旱作產業。成果顯示，移植後20天內，瑪布隆農場的滴灌蔬菜生長旺盛，條播的蕎麥發芽覆蓋地表。證明了本所的技術路線正確，更重要的是經濟成本與效益評估，輔導種植的『有機櫻桃蘿蔔』，在大賣場每公斤賣到319元，批發價也有100多元。由於作物生長期短 (約30天) ，極為適合災後急需現金流的農民。

作　　者：江志峯副研究員
連絡電話：04-23317404

## 二、深度技術分析與標準操作流程1.0

### (一) 示範場域建立與社會溝通

災後農民處於高度風險趨避 (Risk Aversion) 狀態。他們剛經歷了巨額損失 (光復鄉農損佔比極高)，無法承受新技術失敗的代價。而建立示範田 (Demonstration Plot) 是農業推廣學中的核心策略，透過「眼見為憑」( Seeing is believing)，將無形的技術轉化為可見的作物生長，強化重建復耕決心。此外，選擇「旱作」作為示範重點具有氣候韌性意義。考量到未來氣候變遷下乾旱頻率增加，且馬太鞍溪流域水資源不穩定，從高耗水的水稻轉型為低耗水的雜糧/蔬菜，是符合長期生態效益的調適策略 (Adaptation Strategy)。


DOI：10.30248/TSQBTARI.202609_(147).0002

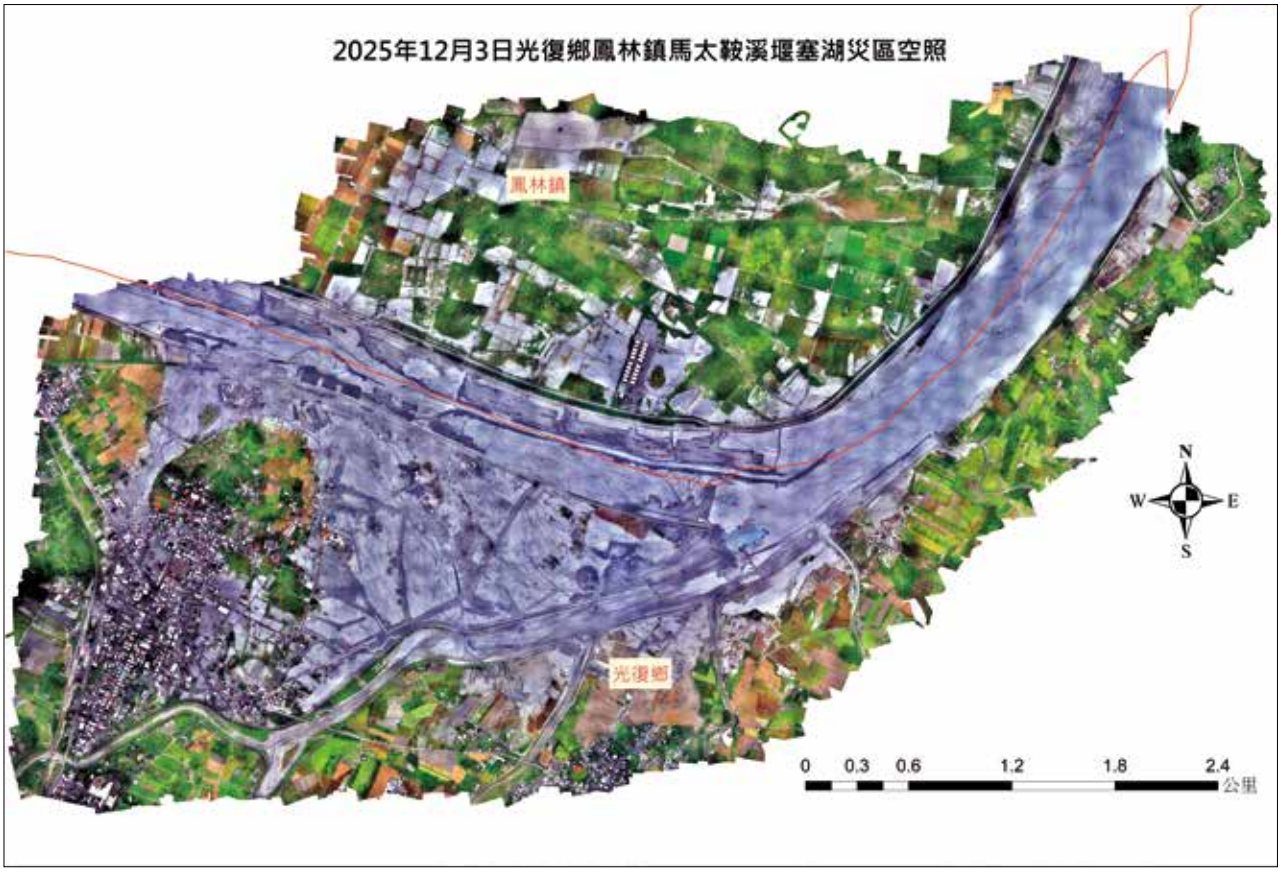
### (二) 砂質土壤水勢 (Soil water potential, SWP) 調度的灌溉

滴灌系統在砂質土壤具有不可替代優勢：

1. 防止滲漏：傳統溝灌或淹灌在砂土上的效率極低 (往往低於40%) ，大部分水在流到田尾之前已垂直滲漏。滴灌透過控制滴頭流量(如 1.0-2.0 L/hr)，使水分擴散速率與土壤入滲速率匹配，形成理想的濕潤球(Wetting Bulb) 。
2. 肥灌技術：災後新土極度貧瘠，缺乏保肥力。滴灌系統結合施肥桶 (Venturi injector) ，可以實施「少量多餐」的液態施肥。這對於根系尚未健全的作物至關重要，能將氮肥利用率從傳統的30%提升至90% ，大幅降低生產成本並減少地下水硝酸鹽污染。

### (三) 農藝技術操作分析

1. 圓盤犁 (Disk Harrow)：相較於一般板犁，圓盤犁更適合在含有殘留礫石或大量植物殘體的土地作業，它能切斷而非鉤住障礙物。
2. 硫磺 (Sulfur) 應用：這是針對災後土壤pH值偏高的具體處方。高pH會導致磷、鐵、錳等元素被固定而無效化。硫磺氧化成硫酸後可降低pH值，釋放被固定的營養元素。




**圖一、空拍圖 (2025年12月3日拍攝)。**


DOI：10.30248/TSQBTARI.202609_(147).0002

3.起畦 (Bedding) ：在排水不良的淤泥地上，高畦栽培 (High Bed) 能增加根圈透氣性並防止暴雨淹水。

### (四) 土壤改良與有機質投入

土質改良的具體要點：既然沙子保不住水，我們就加『海綿』進去。這個海綿就是有機質肥料。本所建議：有機農場每公頃投入100噸，一般農田投入20噸。這遠高於平常的施肥量，因為投入的目的不只是給營養，預期可將淤土低於0.1%的有機質含量提高至2-5%，足夠提供作物短期的氮肥力，待下期作物種植時逐年減少。另一方面，利用大量的有機質來膠結砂粒，重建土壤的團粒結構。這就像是在原本鬆散的沙堆裡加入黏著劑，讓它重新變成有生命的土壤。

在災後新沖積土 (Entisols) 中，投入巨量有機肥 (50-100噸/公頃) 是基於以下科學原理：

1. 提升保水力 (WHC)：腐植質 (Humus) 的親水基團能吸附其重量4-6倍的水分，直接補償砂土的物理缺陷。
2. 增加陽離子交換能力 (CEC)：砂土的CEC極低 (通常< 5 cmol(+)/kg) ，無法吸附銨態氮或鉀離子。有機質的CEC高達200 cmol(+)/kg以上，能成為養分的暫存庫 (Nutrient Buffer)。
3. 緩衝pH值：施硫磺的目的是淤泥可能偏鹼性 (pH > 7.5，常見於鈣質沖積物)。有機質分解產生的有機酸能中和鹼性，並螯合微量元素 (如鐵、鋅)，避免缺素症。

### (五) 復耕標準作業流程(圖二)

**【流程】撿石➜圓盤犁➜雷射整平➜施硫磺➜深耙犁➜有機粒肥➜耕犁翻拌➜粗畦➜細畦➜移植➜鋪管➜滴灌**

首先用撿石機移除障礙；接著用圓盤犁切碎土塊；再用雷射整平機抓出水平。特別要注意中間這一步：『施硫磺』與『深耙犁』。這是為了調節土壤酸鹼度並打破淤泥形成的硬盤層。最後才是有機肥混拌與起畦。這套流程把原本混亂的災區，變成規格化的現代農田。圖二顯示滴灌管鋪設完成，水滴精準地滋潤每株菜苗，這是復耕成功的起點。

## 三、中輕度淤積石礫與泥砂農田實證場域與韌性案例：邦查與瑪布隆農場

選定兩個受災區進行農田復耕試驗，兩區農田遭受不等程度的危害，分別是中災區邦查農場 (蘇姓農友) 和輕災區瑪布隆農場 (柯姓農友)，如圖三。

## 四、大面積滴灌蔬菜復耕成效與經濟效益估算

移植後20天內(12月5日至24日)，瑪布隆農場的滴灌蔬菜生長旺盛，條播的蕎麥也已發芽覆蓋地表。證明本所的技術路線是正確的，更重要的是經濟效益評估。以『有機櫻桃蘿蔔』為例，如圖四，在大型超商同時期每公斤賣到319元，批發價也有一百多元。這種作物生長期短 (約30天) ，剛好適合災後急需


DOI：10.30248/TSQBTARI.202609_(147).0002

現金流的農民。因作物受季節性生產影響，以當地氣候環境條件粗評估約可有6個月生產期，成本與經濟效益分析表，如表一。原本種水稻，一公斤或許賣幾十元；現在轉型種精緻有機蔬菜，產值翻了好幾倍。這場災難，或許正是光復鄉農業轉型升級的契機。

## 五、結論與建議

### (一) 綜合評估

本次「花蓮縣光復鄉災區農田復耕計畫」透過科學化的分級治理與精準農業技術導入，成功在災後三個月內驗證一套可行的重建模式。

1. 技術可行性：「撿石機+滴灌+有機肥」的三位一體農法，有效解決沖積扇扇端礫石多保水差的土壤限制。
2. 經濟效益：櫻桃蘿蔔等高經濟作物成功試種，為受災農民開闢一條「高值化」的轉型之路。
3. 社會韌性：結合邦查與瑪布隆農場部落網絡，確保技術推廣的社會基礎。

### (二) 未來建議

1. 擴大機具補貼：鑑於撿石與篩土機具的高昂成本與專業性，建議成立「災後農機調度中心」，採租賃或代耕模式，避免農民個別重資購買。




**圖二、復耕標準作業流程圖。**


DOI：10.30248/TSQBTARI.202609_(147).0002



**圖三、兩處試驗區受災農田復耕前景象。**



**圖四、瑪布隆農場-柯姓農友以滴灌方式種植有機櫻桃蘿蔔。**

**表一、滴灌有機櫻桃蘿蔔經濟效益成本分析**

| 項目 | 滴灌設備<br>資本成本(B) | 管理成本(B)* | 粗收益(A)** | 淨收益(A-B) | 收益比<br>(A：B) |
|---|---|---|---|---|---|
| 單位 | (萬元/公頃) | (萬元/年/公頃) | (萬元/年/公頃) | (萬元/年/公頃) | |
| 數值 | 10.9 | 208.2 | 540 | 320.9 | 2.46 |

*一年種植6期次。

**有機櫻桃蘿蔔300元/公斤，3,000-7,000公斤/公頃，每期粗收益新台幣90-210萬元。

2. 長期土壤監測：砂質土壤的緩衝力弱，長期滴灌施肥可能導致鹽積(Salinization) 或酸化，需建立常態性的土壤電導度 (EC) 與pH值監測網。
3. 防災緩衝區劃設：依據淹沒範圍，建議在馬太鞍溪沿岸劃設「還地於河」的生態緩衝帶，該區域僅種植耐淹的深根系喬木或牧草，不再鼓勵投入高成本的設施農業，以順應自然的洪汛週期。



－農業試驗所技術服務季刊・2026年9月・147期－
DOI：10.30248/TSQBTARI.202609_(147).0002