

農地雷射整平技術

於畦溝灌溉應用與推展成效

農試所農化組 江志峯

一、前言

極端氣候引發農業用水供需失衡，極需提升作物灌溉效率。傳統畦溝灌溉是利用畦溝引水進入田間並下滲入作物根區土壤，達到灌溉作物的目的。傳統灌溉均假定田面是平順光滑的，但實際田面是凹凸不平的，較差的田間微地形條件會嚴重干擾水流向下游的正常推進，導致水流無法順流至畦尾或水流推進鋒面的非均勻分布，造成灌溉效率下降。如果稻田水平畦面不平整，在不減少土壤對於水稻之水分提供量前提下，必須投入更多之灌溉水使土面較高處亦能有足夠之浸水高度，因此，提高田面平整度而節省之水量相當可觀。

目前大規模的水田整平作業均以機械化設備為主，但受一般機械平整設備自身缺陷和人工操作平整精度較低的限制，土地平整精度在達到一定程度後無法繼續提高。近40年來，新的平整機械設備不斷研發和改良，以期提高土地平整作業的效率和精度，其中具有重大突破的進展之一，即是雷射光控制技術在土地整平上的應用。農地雷射整平技術是利用雷射光進行量測，精準度遠高於目前慣行以人工和機械操作。農業試驗所農業化學組過去20年致力於發展雷射整平水田節水技術，在評估水稻直播節水之效益已屬可行，可大幅度提高田間土地的平整精度，成功解決目前一般水田高低差大多大於12公分的問題。大幅降低水田的淹水深度，有效地節省灌溉用水，每期稻作平均可以減少20-25%的用水量。而旱田慣行整平後的高低差一般比水田更大，經導入雷射整平技術後，畦溝灌溉效率也可大幅提升。本文簡介雷射整平的原理與步驟及實際應用等，以供農友參考。

作者：江志峯助理研究員
連絡電話：04-23317404

二、雷射整平的原理與步驟

放置在田邊的雷射光發射器發射光束，該光束被安裝在曳引機鏟斗上方的接收器攔截與接收，再將光束信號傳輸到安裝在曳引機上的控制器進行運算，藉控制鏟斗的提升或降低，以進行田面土壤挖高填低的反覆操作，使整個田地達到平整。

(一)整平前高程量測：整平前使用雷射光儀按方形網格完成擬欲整平地塊的地面高程量測，得到田塊內各測點處的地面相對高程。

(二)整平高程的設計：根據地面相對高程的測量結果進行整平設計，確定整平的設計高程，其原則是通過選擇適當的整平設計高程，並使整平作業中的挖方量與填方量基本相等。

(三)雷射光發射與接收：在田塊適當位置處安裝雷射光發射器，確保雷射光束平面(參照面)高於田內任何障礙物，以便安裝在整平設備桅桿上的雷射光感應裝置能接收到來自發射器的光束(圖一)。

(四)鏟運機具的設定：根據田塊內整平設計高程，確定鏟運機具刀口的起始位置點。即刀口落地，上下調節安裝在鏟運設備桅桿的雷射光接收器的安裝高度，當接收器中心控制點的位置與

雷射光控制參照面同位時，即可固定接收器的位置。

(五)鏟運整平機具的運作：從整平起始位置點開始，由曳引機牽引的鏟運設備在田塊內反覆作業，挖高填低，搬運土方，自動完成土地的精確整平工作。

(六)平整度的檢測：整平作業完畢後，按整平前相同的網格形式進行地面高程點的複測，以評估整平的精度及效果。

三、土地平整的優點

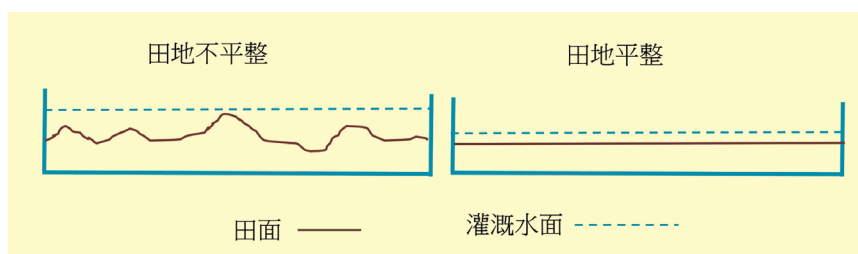
(一)減少灌溉水量：以水稻栽培為例，水田未整平前，土面最高和最低部分之間差異大，達到曳引機可濕耕犁的灌水量較整平後為多；且因不平整稻田，水稻生育不一致，部分過綠稻葉往往造成病蟲害感染擴散點，也由於成熟不一致，容易造成青米粒比率高，品質下降，不利於水稻的生產(圖二)，同時浪費農民等候田區灌滿時間，如果抽地下水灌溉，更是浪費很多的電費(圖三)。



圖一、田間組合雷射整平作業。



圖二、稻田平整度高有利於水稻生育一致，稻穀青米粒比率低(上)，不平整稻田，抽穗不整齊，容易造成稻穀品質下降，收購單價低(下)。



圖三、田面平整度對灌溉水量影響。

(二)更好的雜草控制：在水田，土地平整可改善雜草叢生的現象，並增加稻穀產量，土地平整提高水的覆蓋率，可減少40%雜草的滋生。雜草減少可使田間除草時間縮短。從21人工日減少到5人工日/公頃，每公頃可減少16人工日，而除草所需勞動力減少75%以上。

(三)增大耕地面積：由於田地高低落差太大，往往將田區分割成小區以利灌溉，良好的土地平整可減少因需提高灌溉效率而設置田中小埂的面積，而增加可耕的農田面積，並且提高作業效率。若將農田坵塊面積從0.1公頃擴增到0.5公頃，可耕面積約

增加5%至7%。使農民可以更容易規劃作業區域，並可將作業時間縮短10%至15%。

(四)更快的播種/更少的工作量：田區平整降低作物移栽和直播所需的時間，土地平整為直播提供更大的機會，從移植到直播的勞動力約可減少每公頃30人日。

(五)收益率較高：有效的土地平整減少讓作物移栽後存活的管理工作，使作物在農田中生長較一致，縮短採收期時間，亦利於機械採收，並提高產量和質量，增加農民收益。

四、雷射整平推展案例

(一)地點：台南北門三寮灣 **作物：**紅蔥

(二)平整田面的灌溉對生長影響：田地不平整，容易造成紅蔥鱗莖種植初期因灌溉不均勻，有些紅蔥因地勢低淹水或地勢高缺水而影響其發芽整齊度，整平後紅蔥田畦溝灌溉走水平順，未整平紅蔥田，農民需額外花時間、人力，用隔板控制畦溝水流量(圖四)，整平後紅蔥田由於灌溉一致，生長整齊，可提高作物生育的整齊度及收穫面積和產量，未整平紅蔥田，作物成熟期不一致，需分次採收，收益降低(圖五)。



圖四、精進田面平整度，可使灌溉水流均勻(左圖)，未整平紅蔥田畦溝灌溉不均勻，農民需用隔板控制水流量(右圖)。



圖五、整平後紅蔥田成長發育整齊劃一(左圖)，未整平紅蔥生長參差不齊(右圖)。



圖六、示範區整平後紅蔥田增加產量增加50~87.5% (左圖)，對照區未整平紅蔥產量不平均品質低(右圖)。

(三)灌溉效率提高增加產量與品質：於台南市學甲區舉辦「農田雷射整平技術在旱田(紅蔥)水分管理示範」，示範利用雷射整平技術提高紅蔥發芽率、灌溉效率。經110年9月栽培前的整平作業，於111年1月上旬收穫，結果雷射整平示範區與不平整對照區紅蔥產量相較，平均產量每分地由960公斤增加至1440~1800公斤，提高約50~87.5%；由於示範區產品品質較對照區好，大盤商主動加價2元(+16%)/台斤收購，農友在示範區較對照區增加1.74至2.17倍收益(圖六)。

五、結語

依據推展案例顯示，農田雷射整平可以節省作物灌溉水量與效率，除水稻田外，根莖類作物效果尤為明顯，因氣候變遷，農業灌溉用水供應不穩定，如能將此技術爭取納入政策支持項目，推廣的力道會更強，對於糧食生產的提升，頗有助益。

雷射整平機讓示範區的農友感受雷射整平作業極佳的成效，未來本所將加速完善GNSS-RTK網絡系統服務，可應用於自動量測農田高程，提供國內農機使用，提升整平、播種、噴藥、施肥、監測、收穫等農事操作效率，便利農友降低管理成本，增加收益。

六、參考文獻

- FAO, 1989. Guidelines for designing and evaluating surface irrigation systems.
- GIZ/Weber, 2005. Guidebook for Extension Training in Agricultural Water Management, Module No.4. Cairo.
- GIZ, 2010. Training Manual for Agricultural Water Management Specialists: Executive Summary, Cairo. http://www.knowledgebank.irri.org/factsheetsPDFs/Land_Preparation/landLeveling.pdf