

南投埔里大坪頂 突破世紀灌溉藩籬 開創永續共好生活

孫維廷、張光耀、邱亭瑋



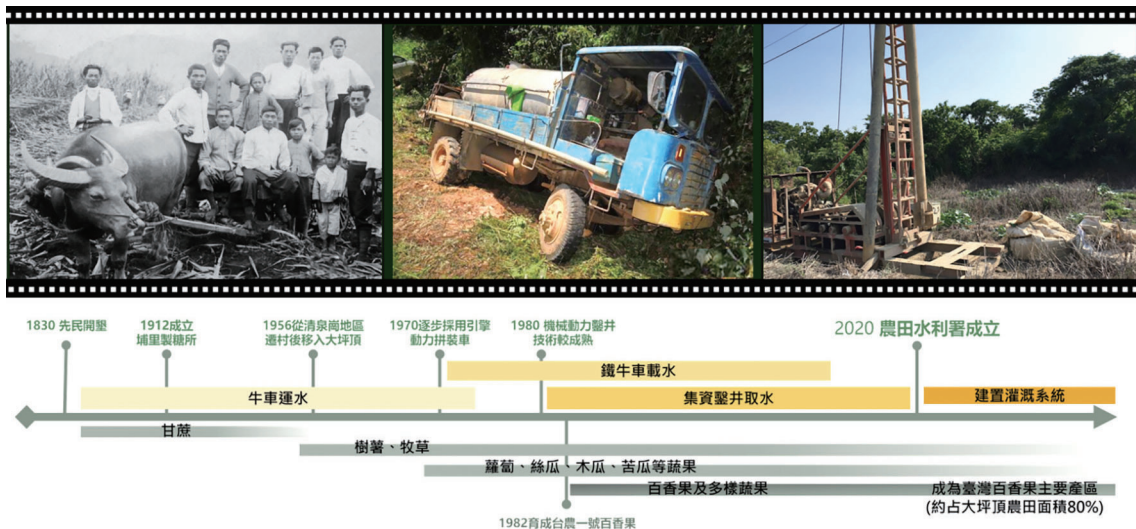
上 大坪頂台地及埔里鎮合成社區環境空拍照片
下 埔里大坪頂台地開墾及灌溉變遷歷史

位於南投縣埔里鎮西北方的大坪頂，因為地形是一大片平坦的台地而得名，此處海拔高度介於550~750公尺之間，農作面積約為624公頃，區內人口約600戶。

在清末及日治時期，大坪頂多以種植甘蔗為主，因戰爭及國際糖價降低，製糖產業沒落，農民改種樹薯、牧草或紅茶等作物。至民國45年因擴建公館機場(清泉崗機場)而徵收臺中大肚臺地，並將其中3百多戶疏開

至本區。因原有作物利潤較低，疏開的居民開始改種蔬果，其中又以蘿蔔、絲瓜及苦瓜等為主，使大坪頂成為夏季蔬菜產地。

到了民國70年代，政府決定將百香果推廣到較不受颱風影響的中部地區，隨著吊網採收的技術發展，加上適宜的氣候條件，大坪頂農作區就此形成全台最大的百香果生產園區。



大坪頂耕作困境及轉捩點

在氣候條件正常的情況下，百香果每公頃一年可生產約30~60噸，並帶來約200~400萬元的產值。然而，大坪頂因位於台地上，引水困難，且過去屬於農田水利會灌區外，長期無政府照顧服務，一直存在著灌溉水源不穩定以及農民需要付出高昂的代價取得灌溉用水的問題，若遇到乾旱，則產量與品質也會受到很大的影響。

三代都在大坪頂耕作的青農，現擔任大坪頂蔬果生產合作社理事主席的杜縉易理事長說：「從爺爺、父親到他現在這一代，灌溉水源一直不足，作物品質也不佳，造成百香果每公頃產量不到正常產量的1/3……」。

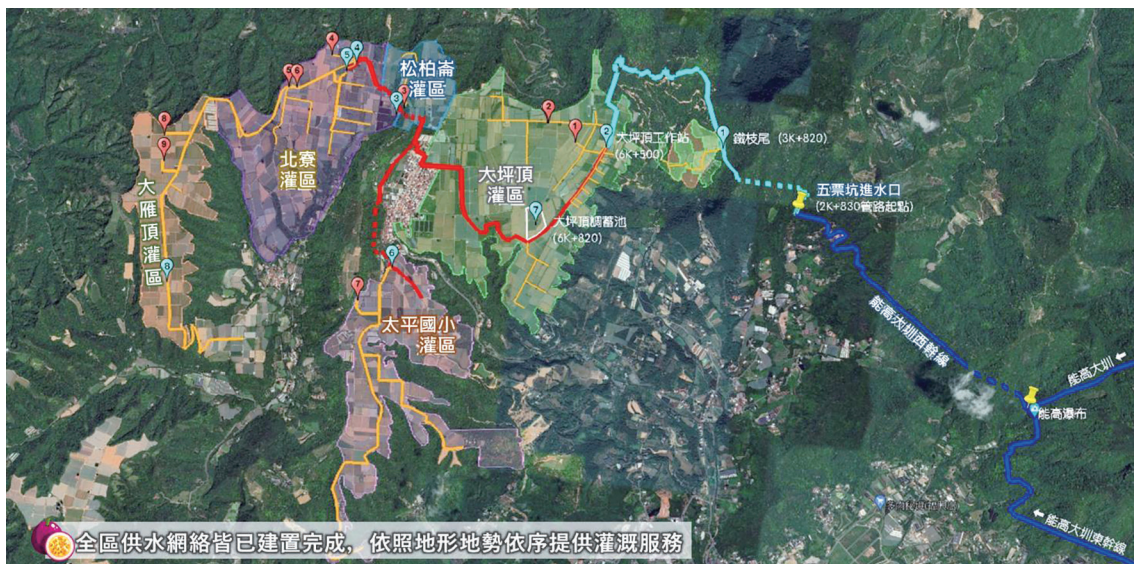
在地百香果農蔡明煌曾說：「聽我阿爸說在阿公的時代，農地想要灌溉，要用牛車

從河邊一桶一桶的載回來，到我阿爸的時代就方便一點，可以用鐵牛車載水，也可以跟水車買水，但每噸大概25至30元，也有些農民會存錢，大家共同集資鑿井，但一口井成本大概100~150萬元，如果失敗了，那就血本無歸了」。並且，鑿井取水的農民仍需分時段排隊取水，枯旱時期，地下水位低時甚至無水可用。在水量有限、灌溉尖峰期情況下，半夜取水、甚至搶水，衍生人力增加及安全問題。

青農陳政毅分享：「在農水署還沒進來幫忙的時候，常常半夜才輪到我開始站在田裡灌溉，3吋大的水管噴出來又只有不到一半的水量，一次只能噴1分地，水小到像老頭子尿尿，但又不敢不顧著，如果這次沒灌

能高大圳及供灌區域分布





上 圖埔里大坪頂台地灌溉區域分布圖
下 大坪頂六萬噸調蓄池完工空拍照片

到，那就不用想收成了」。

為提供大坪頂灌溉用水，農水署調查可能供灌的水資源、農地使用情形、地形地貌等因素進行評估。首先，經過當地的作物調查，多屬於旱作作物，未來如果要用最有效率的方式運用水資源達成精準配水、智慧灌溉的目的，全區需全面採用滴灌、噴灌等設備，而這些設備對於水質的要求很高，如果水質不佳，則容易產生噴頭堵塞，所以需要潔淨的水源；另考量水脈的高程以及是否

有充沛的水源供給量，才能提供農民穩定的灌溉用水。

純淨的水源與遍布種植區域的供水網路

大坪頂灌溉用水來自合歡山融雪的能高大圳，係由距大坪頂16公里外的惠蓀林場九仙溪及關刀溪取水，再由以隧道、座槽、渡槽等輸水構造物以自然重力將水送至埔里荖坑，接著分東西幹線送至埔里鎮農作區，大坪頂即由西幹線沿荖坑山麓，以專用輸水管路將水資源輸送至田間。

由於大坪頂原本為農田水利會灌區外，在地農民過往長期無政府部門協助施設灌溉設施，對於遵循用水調配、設施管理、經營維護等公共事務較為欠缺相關概念，故農水署於灌溉系統佈設前，採取示範區、分階段辦理模式。首先，先將全區624公頃農地依其地形地勢進行劃分，並以在地熟悉地標或地名作為灌溉分區命名，分別為大坪頂、北寮、太平國小、大雁頂、松柏崙等5大灌溉區域。

穩定的灌溉水源是欣欣向榮的起點

水路佈設完成後，為因應氣候變遷造成豐枯水期水量差異更加明顯的情形，穩定灌溉水源以增加農業韌性，採取蓄豐濟枯的策略，將豐水期的水源蓄存供枯水期使用，更能讓農民調適氣候變遷帶來的影響。

經由工作站與在地的水利小組長與農民協調，已廣設調蓄水池共6,065噸，亦積極向農民推廣補助田間蓄水池，目前已補助了92座蓄水池共3,600噸；且依據極端氣候風險評估結果，更增設6萬噸大型調蓄水池。6萬噸的調蓄池佔地面積廣大，工程用地的取得有賴居民相挺，提供工程用地的農民陳鴻銘說：「農田水利署做好灌溉設施後，我只要在田邊的水池(蓄水池)一打開水就來了，現在要做調蓄設施是有利整個大坪頂地區，我願意提供土地給公共設施使用」。

大坪頂工作站謝鈺堯站長說：「百香果1年共有3次開花期，而開花期也是農民用水量的高峰，未來完成後，就算遇到乾旱、不下雨，也至少可提供1次開花期用水量，我再也不用擔心農民沒有水可以灌溉了」。

6萬噸調蓄水池已於114年2月完工，同時，農水署更進一步的導入智能管網系統，除了有效檢視、監控灌溉輸水網絡，使輸水管路不會發生因管壓不足無法送水或管壓太強產生爆管的情形，也針對不同枯旱情勢進行模擬，以評估整體所需要的調蓄水量，使蓄豐濟枯策略發揮最大的功能。

建立百香果智慧灌溉所需之作物需水量數據，共創三贏

在訪查灌溉用水情形時發現，農民對於百香果各生長階段所需澆灌的水量，是以

口耳相傳的經驗分享作為澆灌的依據，經過自己反覆試驗，最後成為每個農民的個人經驗。

然而在缺水的地區，更需要高效的利用水資源，精準配水，而瞭解農作物各生長時節的需水量亦是實施精準配水的關鍵，嘉義大學陳清田副教授說：「大坪頂要達成精準配水，推動智慧灌溉，首先必需從百香果各生長階段的作物需水量著手，才能進一步規劃整體的灌溉配水模式」。

由於前人研究中並無百香果需水量相關論述，因此，由嘉義大學陳清田副教授及醒吾大學張煜權教授合作，成功建置百香果各生長階段的作物需水量，亦將研究成果發表於國際灌溉排水委員會(International Commission on Irrigation and Drainage)於2023年舉辦的第25屆研討會，此研究成果為東亞地區首創。

其研究成果可反饋農民田間管理，透過設定灑水器啟閉條件，使百香果澆灌處於最適宜狀態、自動澆灌，從繁瑣的田間作業得到解放，擁有更多時間從事其他活動；其亦被用於南投管理處大坪頂工作站灌溉用水管理中，透過建立了智慧管理系統，讓管理處的人員可以即時瞭解各灌溉分區的水源運用狀況，如果有任何狀況，也可以馬上到現場勘查，排除障礙，對於維護管理極為便利。

擴大灌溉服務效益

大坪頂經系統性建設灌溉設施後，改變在地原以車輛載水灌溉的情形，有效降低碳排放量，平均每年環境效益約16.5萬元。而整體性考量農田水利設施系統，可有效降低農損、減緩災害影響、增加氣候變遷調適韌性。

25th International Congress on Irrigation and Drainage
01-05 November 2023, Visakhapatnam, India

Q.65
R.65.3.00

DETERMINATION OF COEFFICIENT OF PASSION FRUIT UNDER DIFFERENT WATER REGIME ON FARM IN NANTOU AREA

Ching-Tien Chen¹, Yi-Ju Lin^{2*}, Sheng-Fu Tsai³, Wei-Ting Sun⁴, Kuang-Yao Chang⁵,
Ya-Ching Ke⁶, Yu-Chuan Chang⁷ and Chien-Lin Huang⁸

ABSTRACT

Passion fruit is a vital crop in Nantou. A 2022 field experiment assessed the crop coefficient (K_c) of passion fruit under diverse growth stages and irrigation treatments. The experiment included a conventional farming group (control) covering around 70m x 45.3m and a precision irrigation group (experimental) covering about 13.3m x 45.3m. The locally cultivated "Tainung No.1" variety was used, and the experiment lasted from January 6 to November 19, 2022.

The control group employed farmer-based water management practices, while the experimental group utilized an automated irrigation system designed based on soil field capacity and permanent wilting point. An IoT agricultural weather station collected real-time data on rainfall, temperature, humidity, solar radiation, and wind speed. This data aided in calculating crop water requirements, irrigation needs, and precision irrigation decisions. Understanding soil conditions in each experimental area was crucial in determining the crop water requirements of passion fruit under different irrigation schemes. Factors considered included meteorological data, soil moisture content, and texture. Soil moisture content measurements and the soil water balance method were employed to calculate crop water requirements at each stage. Reference evapotranspiration (ETo) was estimated using the indirect method ($K_c = ETo/ETo$), and crop coefficients were determined based on these results. The crop coefficients were then used to estimate water requirements and irrigation scheduling for passion fruit at each growth stage.

Results indicated that the soil water balance method effectively calculated the crop water requirements of passion fruit in different experimental areas and growth stages. The average cumulative crop water requirement from January 8 to November 19, 2022, was 748mm. Average daily crop water requirements varied across growth stages: 0.78mm/day to 0.92mm/day during the initial growth period, 1.72mm/day to 2.02mm/day during vegetative growth, 2.87mm/day to 3.03mm/day during flowering, and 2.46mm/day to 2.77mm/day during fruit development. The highest daily crop water requirement occurred during the flowering period. These findings have the potential to enhance water use efficiency by optimizing irrigation scheduling for passion fruit.

¹ Associate Professor, Department of Civil and Water Resources Engineering, National Chiayi University, No.300, Syuefu Rd., Chiayi City 60004, Taiwan, ctchen@mail.nyu.edu.tw

² Research Assistant, Department of Civil and Water Resources Engineering, National Chiayi University, No.300, Syuefu Rd., Chiayi City 60004, Taiwan, pipolin@msn.com

³ Director-General, Irrigation Agency, Council of Agriculture, Executive Yuan, No. 5, Ln. 45, Sec. 1, Beixin Rd., Xindian Dist., New Taipei City 231002, Taiwan

⁴ Team leader, Irrigation Agency, Council of Agriculture, Executive Yuan, No. 5, Ln. 45, Sec. 1, Beixin Rd., Xindian Dist., New Taipei City 231002, Taiwan

⁵ Supervisor, Irrigation Agency, Council of Agriculture, Executive Yuan, No. 5, Ln. 45, Sec. 1, Beixin Rd., Xindian Dist., New Taipei City 231002, Taiwan

⁶ Engineer, Irrigation Agency, Council of Agriculture, Executive Yuan, No. 5, Ln. 45, Sec. 1, Beixin Rd., Xindian Dist., New Taipei City 231002, Taiwan

⁷ Professor, Department of Tourism Management, Hsing-Wu University, No. 101, Sec.1, Fenliao Rd., Linkou District, New Taipei City 244012, Taiwan, e00333@gmail.com

⁸ CEO, Hetengtech Ltd., 2F-8, No. 7, Sec. 3, New Taipei Blvd., Xinzhuang Dist., New Taipei City 242032, Taiwan



百香果作物需水量係數論文發表

經濟效益方面，大坪頂有了穩定的灌溉水源後，有效提升作物平均產值20%以上，降低用水成本40%，使農業勞動力產值提升。大坪頂百香果直接的經濟生產效益亦有逐年增加的趨勢，農作年產值從5億元增加至12億元，帶動整體產業鏈14億元，並提供1,250個就業機會，也在往後幾年帶來一小波農村人口的回流。

服務從未停止 我們持續前行

大坪頂擴大灌溉服務的成果，有賴於各

方持續的共同努力，所獲得的成功也為擴大灌溉服務樹立標竿，使其他地區得以複製成功經驗，讓擴大灌溉的成果遍地開花。透過大坪頂案例，逐步建立擴大灌溉服務政策的制度、執行方式，在各地所推動的擴大灌溉服務政策，都非常受到當地農民的歡迎與認同，目前已有6.2萬公頃農田受益，8.8萬多戶農民受惠。

新的設施、技術以及回流的青年農民也為這個地方注入一股新的活力，永續經營的理念的引入，讓這裡未來的發展值得期待。

(作者依序現任農業部農田水利署建設組組長、現任農田水利署科長、現任農田水利署正工程司) ■