

成功大學

文字 / 鸞九丞 圖片提供 / 成功大學

# 從微生物到數位孿生， 為臺南種下百年永續



## 臺

南的土地，承載著稻香、藍染與溪水的記憶，也面臨高齡化、農業轉型與極端氣候的挑戰。幾年前，一場

看似偶然的契機，讓成功大學跨領域的師生走進這片土地——從曾文溪流域到後壁稻田，從復耕大菁的藍染聚落到川文山的防災現場，透過友善農法、文化復興與智慧減災，嘗試為它描繪一條跨越百年的永續路徑，並與在地居民攜手，讓這片土地世世代代持續繁盛。

「這是一場美麗的意外！」成功大學生命科學系特聘教授、USR計畫主持人蔣鎮宇笑著回憶。當時，賴清德市長與議長希望尋求臺南農業的解方。雖然對具體內容不甚了解，他仍在校方鼓勵下提交計畫書，意外開啓這段跨越農業、文化與工程的永續之旅。

### 微生物翻轉稻田，後壁青農自力更生

這段旅程的第一站，是「以微生物科技導入臺南市大溪北及大臺南智慧新農業」計畫。啟動前，團隊對後壁等大

溪北地區幾乎一無所知；走進社區後，映入眼簾的是高齡化、年輕人口外流，以及傳統水稻農業高度依賴農藥化肥的現況。

「後壁多是祖父母帶孫，父母外出打工，田裡化肥、農藥、除草劑用量驚人，生物幾乎絕跡。」蔣鎮宇透露，初期推動自然農法並不順利，所幸遇見一群熱血中生代青農。爾後，團隊與廠商共同研發微生物製劑，改善土壤、強化根系，使作物能抵禦高溫、病害與水患，「第二年颱風來襲，稻田積水，本應頭重腳輕而倒伏，甚至罹患稻熱病的稻作，卻因採用微生物農法而表現穩健。」

為建立農民信心，團隊舉辦「自然農法優質稻米競賽」，對採自然農法的稻米進行重金屬、農藥殘留、胺基酸含量等嚴格檢測；結果發現，經培訓農民栽植的稻米均達金質獎等級，數據優於國家標準，消息傳開後供不應求。

團隊還結合微生物技術與精密水土管理，解決臺灣稻米長期神超標、無法出口歐盟的問題，並將技術擴展至咖啡和蘆筍產業，把農民視為「廢棄物」的蘆筍邊角料萃取開發成精華液與化妝品，創造高附加價值。

最令蔣鎮宇引以為豪的是，計畫結束後，團隊將設備、操作 SOP 與培訓方法留在後壁，當地青農持續運作至今，並透過匯聚三百多名農民、廠商與團隊共建的「自然農法平臺」

提供諮詢、互助及技術支援，真正實現自力更生，連教育部審查委員亦為之驚艷。

### 復耕大菁重啟藍染，跨域學習讓學生愛上家鄉文化

第三期「臺南400年：從倒風內海到東原山林溪北傳統特色產業的升級之路」計畫中，文學院研究專家陳志昌擔任文化傳承與跨域連結的核心角色，其長期主講的通識課程「踏溯臺南」不僅是銜接計畫的橋梁，更成為成大學生的共同記憶。陳志昌表示：「這門課九年來吸引逾兩萬六千名學生，涵蓋五十類主題，橫跨全校九大學院專業領域，目前已帶學生走訪三十一個行政區，探索水資源、人口與污染等議題。」

要將歷史、生命科學與土木工程串聯起來並非易事。經過深入爬梳史料後，陳志昌鎖定復耕大菁、復興藍染為目標，因其自一六三四年由荷蘭人引進後，在化學染料出現前，曾是臺南重要出口產業。

他解釋：「復耕地點選在後壁『菁寮』，昔日即是大小菁栽植與藍染聚落。我們藉由蔣鎮宇老師的生物科技技術培育大菁，水資源管理則由土木工程專家的王雲哲老師負責，再結合當地農民和工藝師的經驗，逐步將藍染從歷史中找回，並將製程標準化，讓長輩也能輕鬆參與，回應在地人口高齡化現況。」



「值得注意的是，學生們後來研究時，將家鄉作為研究對象的比例提高，顯示課程確實增強了他們對在地文化的認同感。」陳志昌也分享參與USR計畫對自己的影響，「跨學科合作補足我過去只看結果、忽略技術變革過程的盲點，更衝擊向來的獨立研究模式，讓我意識到合作對整合不同思維、探索新路徑的重要性。」

### 數位變生技術首度落地，川文山AI防災新思維

土木工程系主任王雲哲不僅是前三期計畫的共同主持人，也是第四期「曾文溪的美麗與哀愁：從水文與人文歷史、特色產業、到人工智慧數位永續系統的建置與驗證」的計畫主導人。

遇到乾旱時，團隊透過地下管線與埤塘儲存上游水源，缺水時再回送至上層灌溉，成功撐過連續八個月無雨、五十年一遇的大旱，充分展現巧妙的水資源管理能因應極端氣候帶來的旱澇挑戰。

回顧前三期成果，他以東山「你我他農場」為例。針對南部短時強降雨，團隊在果園設置淺凹槽以減弱逕流沖刷，保護植物根部土壤，同時種植根系較深的牛奶奶果以保護坡地表層土壤，防止雨水沖刷；前幾年發生乾旱時，團隊透過地下管線與埤塘儲存上游水源，缺水時再回送至上層灌溉，成功

撐過連續八個月無雨、五十年一遇的大旱，證明巧妙的水資源管理可因應極端氣候帶來的旱澇現況。

第四期計畫的創新在於，從工程視角強化防災與減災，並將發展近十年的數位孿生（Digital Twin）技術首度導入真實場域——官田川文山。這座海拔不到百米、被譽為「南部小陽明山」的山丘，長年受強降雨所擾，雨季時逕流直衝家園；王雲哲解釋：「數位孿生的核心，是在電腦中打造與實境一致的虛擬模型，彙整物理、化學、生物數據分析，能提前預測並減緩災害，保障居民生活與生產。」

歷經多年USR計畫合作，王雲哲深刻體悟工程人才須兼具多方視野：「必須從地方歷史理解人文脈絡，將居民需求納入設計；要看見生物科技對環境的作用，學會尊重生物多樣性，不再以混凝土解決所有問題，避免對歷史與生態造成不可逆的傷害。」

邁入第四期USR計畫，王雲哲語帶雄心地說：「夢要做大，我們希望為地方奠下未來百年的永續基石，如同八田與一興建烏山頭水庫，為後代帶來百年福祉。」蔣鎮宇則提醒團隊反思：「計畫結束後，你留給在地的是什麼？地方能否自力更生才是關鍵！唯有具備商業價值，成果方能永續，才能在有限資源裡創造共贏。」

