

台灣農業生物科技 創新系統之五十年演進

機遇與挑戰

成功大學政治學系助理教授／鍾兆真



本文從創新系統的角度出發，藉由產官學的網絡，分析台灣光復以來農業生物科技的系統性變遷，分述如下。

農業公共研究機構和私人企業

台灣種子創新相關的機構，最初是在日本殖民統治時期，由日本政府所創建；而在1945年台灣光復之後，中華民國政府便在日本政府的基礎上，將農業創新繼續發展。台灣最主要的農業科技創新機構全部都是公務部門的農業試驗機關，這些機關，包含農業試驗所和農業改良場，也是最重要的種子創新機構。這些公共研究組織在日本殖民統治時期便已被日本政府所建立，而後則被國民政府接管。日本殖民統治時期，在日本政府的統轄下，在台設置的公共農業試驗機構，其最主要的任務，是使台灣的農業產出可以餵飽日本國民，供應日本本

土的糧食需求。為了供給日本本國國民的糧食需求，日本政府便引進日本種稻米至台灣。為了使長於溫帶的日本種稻米可以在台灣的亞熱帶氣候條件下生存，當時農業試驗所的日本籍專家便使用傳統的生物雜交技術育種，將台灣原生稻種(在來米)和日本稻種進行雜交，以改良日本稻種。蓬萊米，一種長相和口感都和日



本米很像，但能在台灣的亞熱帶氣候種植的稻種，便是其研發出的新稻種的代表。農業試驗所的專家除了研究稻種，亦進行了亞熱帶水果與蔬菜的基因研究，譬如甘蔗和茶。在1945之前，農業試驗所的日本籍研究者曾在機構內培訓過一些台灣籍專家。1949後除了原先的台籍專家外，一些隨國民政府來台的大陸籍科學家取代了日籍研究者。原先台籍與後來大陸遷台的學者結合，一起成為試驗場內的主幹。在日本之前所累積的知識基礎上，種子的異種雜交的技術被台灣的農業專家群進一步發展，尤其是稻米基因的改良，成為農業試驗機構最主要的任務。

所有種子在被農業試驗所發明出來後，農業試驗所必須將之移交給農會。農會的其中一項重要職責，便是分派這些種子給個體農民。農會在日據時期，是由日本政府創立，用以控制農民的生產活動。1945年後，國民政府取代了日本政府，接管農會。在台灣的農民開始有各自的農田，並進行集約耕作。農民可以直接向農會免費取得種子。然而，在整個種子的創新制度之中，農民只是被當成單純的低階生產者。農民僅僅具有與耕種相關的有限知識累積，而這些經驗鮮少被反饋給農會。農業試驗所事實上無法從農民的耕作經驗上，了解下一代種子的改良。並且，在1980年代之前，台灣主要的農作物，譬如稻米等，大部分都出口到外國市場，賺取外匯以發展工業。負責種植的農民在實踐上，只知道關於他們作物的海外銷售數字。但是，農民所得到的真正報償，僅夠他們生存，無法讓他們對種子創新或改良進行再投資。

1980年代現代生物科技，尤其是基因改造技術，開始被引入農業，並且大大改變了種子創新所使用的知識和科技基礎。種子的基因改造技術透過一群在美國留學的台灣科學家，被引進了農業試驗所。一方面，傳統的生物雜交技術在農業試驗所內仍持續被種子創新所使用，並且擴張到牲口品種的創新領域（譬如農場牲畜和水產）；另一方面，現代生科技術，譬如基因改造，已經被採用以改造特定種子種類，例如亞熱帶水果的品種。1997年，基因改造木瓜已經成功的被台灣科學家研發，經歷實地測試，成為台灣基因改造發展路程上的一個里程碑。事實上，台灣所有的木瓜皆是在台灣南部的亞熱帶氣候下種植的。由於舊有品種的木瓜容易受寄生蟲感染，所以新品種的木瓜被基因改造成能夠抗病蟲害的類型。但基於台灣法規，儘管這些基因改造的新品種木瓜即使被成功研發，它們仍不能在一般農田內種植，只能試驗於實驗田內，且基改農作與牲畜產品皆不能作商業販賣。

台灣的私人種子公司皆是中小企業，他們只能環繞在公共農業試驗所周圍，扮演從屬性的角色。這些私人公司大多將研發目標鎖定在農業試驗機關不研發的特定種子品種，並將私人研發的種子賣給農民。例如農友種苗股份有限公司從1960年代起便專注研發西瓜種子，並販賣給農民。這些私人公司所使用的技術與過去農業試驗所所使用的傳統異種雜交技術相同。只有到了1990年代左右，一些中小型企業才開始從學術機構技術轉移現代的生物基因



改造技術，並開始進行基因改造生物的研發，特別是非食用型基因改造生物。郇港科技便是其中一例。該公司本來為販賣觀賞魚類的貿易公司，曾在1990年代與台灣大學合作進行基因改造觀賞魚研發。然而，2000年以前並沒有任何成功的基改產品被私人公司研發出來，直到2000年代初，私人公司才在基因改造上有成功研發的商品。綜觀台灣的農業歷史，跨國企業，譬如孟山都，並沒有在台灣種子創新的過程中扮演重要角色。

大學和學術網絡

大學扮演著研究基礎農業科技的角色，並透過研究網絡，將研究應用到農業試驗所。農業試驗所和大學的網絡建立於1945以前，直到1970年代，台灣大學農學院為台灣最重要的基礎農業研究學術機構，而農業試驗所為最重要的應用研究機構。農業試驗所的總部最初就設在台灣大學旁。透過大學畢業生的人才流動，傳統的生物科技雜交技術便在農試所和大學間流通傳遞。事實上，許多受訓於台大的畢業生都在農業試驗所中擔任要職。1970年代早期，當農業試驗所的總部移至中興大學時，本來是農業類職業學校的中興大學便成了另一個重要的農業研究機構。

1980年代一群留美的台灣科學家將現代分子生物學引進台灣。分子生物學大大加深了台灣基礎農業研究的深度，特別是在基因改造方面。但由於大學之間的網絡連結尚未建立，故大學的研究主題選擇，經常是因為個體學者的喜好而選。學者所選的主題經常發生重複的狀況，而不同的科學團隊相互合作的案例也很少。直到2000年左右，大部分大學所做的現代生物科技研究才被轉移到農業試驗所進行進一步研究。為了儲存這些傳統雜交混種和現代生物技術基因改造的種子，農業試驗所建造了微生物基因儲存銀行，即國家植物遺傳資源中心。但中心內的所有種子資源皆不作商業販售。當傳統雜交種子被免費分送給農民時，那些基因改造種子依然被儲存在農業試驗所中且不得在一般田地裡被耕種。而農業試驗所雖然

掌管龐大的基因資源，他們的服務卻鮮少針對管理和運送進行收費。但也確實，直到1990年前只有在少數特殊的例子之下，才有現代生科技術從大學技轉至農業公司的狀況，譬如邵港股份有限公司。

國家制度:農業政策

台灣政府利用農業政策來支持農業生物科技的發展，但這些農業政策的目標方向在1980年代有了重大轉變。在1980年代以前，農產品皆為出口導向。當時農業政策的主要目標為指導農業部門進行農產品產出，特別是米和甘蔗，盡可能的最大化產量以賺取大量外匯。過去主要的外匯收入多用於支持製造業發展，特別是資通訊產業（I C T）。只有到1980年後，當製造業已經順利發展，並且農產品不再出口而轉向內銷的時候，農業政策的目標則轉變到提升農民生活品質為目的。然而儘管生物科技已經密集的被應用在農業上，農業生物技術卻鮮少受到產業政策的重視。例如1982年行政院將生物技術列為八大重點科技之一，但是所謂的生物科技，其實是指製藥業。製藥業的技術基礎主要是化學工程，政府政策，其實是鼓勵製藥業運用更多的化工技術，而非生物技術。事實上在1980年代之後，農業部門被認為是相較於I C T產業而言不具生產力的部門。政府部門的資源多投注於扶持I C T產業，相較之下投注於農業部門的資源則相當有限。

兩項主要的農業政策分別從農業研發和管理政策面著手，以支持農業生科技術創新系統

的發展。在農業研發政策方面，政府不斷地向大學撥款，支持基礎農業研究，並且將研究結果應用至農業試驗所。1980年代以前，傳統生科技術多致力於增加農業部門的產量，然後到了1980年代後，生物科技的研究多專注於為農民創造福利。由於農業相關研發被當作是一種福利政策，大學和公部門所研發的農業生科技術大多不作商業販售，而是以非營利的方式轉移給農民。到了1990年代，當台灣政府準備加入世界貿易組織（W T O）並開放國內市場給國外農產品時，這些對現代農業生物科技的研發資金全部銳減。而且與此同時，農民保險也隨之被成立。另一項重要的農業政策則是農業控管。1980年代前對種子的創新並沒有任何政策控管，然而隨著1980年後現代生物基因改造技術的發展，「基因改造科技管理條例」被實施。而且除了實地測試之外，任何基因改造種子皆不能在國內市場販售。且至今都沒有針對非食用性基因改造生物限制的法規。因此非食用性基因改造生物，譬如基改觀賞魚類，皆可以在國內市場販售，不須申請核准。

總體而言，除了農業政策之外，台灣政府並沒有一個特定政策去支持農業生物科技的發展。儘管台灣在農業生科創新系統上，所擁有的技術層面相當的高，但因為政策因素導致這些生科技術皆鮮少做商業用途。

未來的機遇與挑戰

農業曾經是台灣最大的外銷產業，卻在1980年代成功賺取外匯以支持工業發展後，逐



漸被邊緣化。當農產品由外銷轉向內銷，農業政策的主軸也從產業發展，轉向農村福利。政府的農業研發經費更在欲加入WTO之後，因為將農業視為台灣不具競爭優勢的夕陽產業，而大幅縮減。此種種的政策，一方面沒有完全考慮農業的永續發展，另一方面，也忽略了農業在國家發展中的重要。現行政策主軸僅考慮到老農的安養，卻很少考慮如何讓年輕人回到農村，以維持農業的永續經營。倘若台灣農村無法永續發展，糧食勢必倚賴進口。然則，若台灣人連最基本的，佔「食衣住行」首位需求的「食」都無法自主，空談政治上的獨立與否又有何意義？

促使台灣農業產值低落最大的因素，在於產業結構與政策。台灣的農業生物技術在政府長期的補助下，事實上擁有世界級的高科技，

然而，農業卻因為被政府視為福利政策的一環，而將研發成果免費派給農民。再者，農民耕種之後，又因為缺乏國際銷售管道，僅能在國內市場進行競爭；而當台灣的勞工實質薪資不斷下降，卻又很難付得起相對高的價格購買食物，導致農產品價格始終低迷。免費分派研發成果與市場價格不振，一來一往，造成農業生物科技技術程度雖高，卻產值有限。若要改善農業高科技，低產值的困局，需要從「技術轉移機制」與「建立國際行銷通路」著手。前者可以由大學或研發機構完成，後者則可以成立新創公司，以現代品牌與通路的行銷概念，在國際上重新建立屬於台灣農產品的市場。不管是前者還是後者，對於正在思考未來走向的成大學子，應該都有所啟示。