

前往CIMMYT-Asia印度-海德拉巴分部 參訪與研習心得

農試所作物組 戴宏宇

一、前言

硬質玉米為台灣最大宗進口穀物之一，每年需求量超過四百萬公噸，用於飼料、食品加工等用途，但我國硬質玉米種植面積約為15,000公頃，收穫量約為68,000公噸（104年農業統計年報），因此多仰賴進口以滿足需求（自給率<3%）。但是近年來亦因全球人口成長、氣候變遷等因素造成國際穀物供應與價格不穩定，衍生國內糧食安全議題。另一方面，每年卻有超過10萬公頃的休耕地未被用於種植作物及需要政府進行相關補貼，未充分發揮農地價值。因此，為提升糧食自給率、調整耕地使用結構與休耕地鼓勵轉作進口替代作物，硬質玉米目前為我國重要政策推廣作物之一。

在氣候變遷的趨勢下，台灣極端降雨或乾旱事件也隨之增加。在此種情境下，降雨集中將造成浸水逆境機率增加進而影響玉米生長發育。玉米屬於熱帶旱田作物，喜好溫暖濕潤的氣候條件，但對於浸水逆境相對敏感，若遭遇浸水逆境，容易造成植株死亡缺株或根系受損進而影響產量。若能瞭解耐浸水的生

理機制及形態上之反應，則可利用作為選拔指標，以育種方式增加玉米品種浸水耐受性。

農委會(Council of Agriculture, COA)與國際玉米小麥改良中心(CIMMYT)於105年簽訂研究合作備忘錄，合作內容包含：1.玉米遺傳材料交流與進行(非)生物性逆境評估，選育具有逆境調適能力之雜交種。2.選送農業研究人員前往CIMMYT進行人員交流與培訓。依據前述合作目的，筆者藉由COA農業菁英培訓計畫支持，於105年7到9月間前往印度的CIMMYT-Asia海德拉巴分部進行研習與交流。CIMMYT-Asia海德拉巴分部長期投入玉米耐逆境育種計畫，對於耐浸水及耐熱、旱逆境評估與選拔具有豐富的經驗與學術發表，因此本次透過該分部的Pervez Haider Zaidi博士安排，前往參訪與研習玉米耐浸水評估選拔，同時對耐旱、熱育種工作進行瞭解。

二、CIMMYT-Asia海德拉巴分部參訪與研習

國際農業研究諮商組織(Consultative Group for International Agricultural Research, CGIAR)為非營利性國際農業研究機構，下轄研究中心

作者：戴宏宇助理研究員
連絡電話：04-23317111

包含國際玉米與小麥研究中心（Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo, CIMMYT）、國際半乾旱作物研究所（International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics, ICRISAT）等15個國際研究中心。本次參訪研習地點位於印度海德拉巴ICRISAT總部中，隸屬於國際玉米與小麥研究中心全球玉米計畫（Global maize program）的CIMMYT-Asia海德拉巴分部，該分部自2008年起正式常駐研究人員與執行計畫，目前包含7名研究人員、13名技工與3名行政人員。目前育種目標根據重要性依序為熱、乾旱、浸水、紋枯病等性狀，並成熟運用全基因組關聯分析、分子標幟輔助選種、雙單倍體族群結合高通量外表型評估設施與方法進行數量性狀基因座定位、驗證及田間選拔。

CIMMYT-Asia海德拉巴分部所在的ICRISAT總部，園區佔地1390公頃（試驗田區佔800公頃），年雨量約800公釐，雨季（Khalif）為每年6到9月，其餘月份

少雨，3到6月海德拉巴地區高溫可達攝氏40度以上，因此耐熱評估方式為3月種植，於生育後期利用天然高溫逆境進行評估選拔。乾旱評估季節為11月至隔年4月，配合設施及標準化種植管柱最多可同時評估2800個植株，標準化種植用管柱長1.5公尺、含土約重180公斤、底部置可排水之PVC底板，管柱能配合裝置進行移動與秤重（圖一）。本次研習標的耐浸水評估則為每年雨季期間（6到9月），評估方式分為田間浸水評估以及設施浸水評估，浸水逆境評估設施每單位批次可處理300株，評估內容包含土表根（Surface root）、支持根、萎凋等級、倒伏等級、死亡率、開花天數、吐絲期及開花 - 吐絲間隔日數，其中浸水逆境所誘導產生的支持根的數目與產生支持根的節數，這些被誘導產生的支持根與產量具有正相關性；土表根（Surface root）為玉米根部於浸水期間為取得氧氣供應，其不定根根尖突出土表現象（圖二）。目前Dr. Zaidi團隊已撰寫並經由CIMMYT

出版“Phenotyping for Abiotic Stress Tolerance in Maize”系列手冊，包含耐浸水、耐旱及耐熱性狀評估及選拔方法依據與介紹，在CIMMYT網站上皆可瀏覽。

本次研習除田間試驗實務外，



圖一、ICRISAT總部的耐旱評估設施。

亦受邀參加Climate Resilient Maize for Asia (CRMA) : Project Inception Meeting & Workshop on Precision Phenotyping for Abiotic stresses, CRMA由德國Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ)提供經費, CIMMYT主導執行計畫, 其前期計畫為Abiotic stress tolerant maize for Asia (ATMA), CRMA期程為2016至2020年, 參與機構橫跨德國、印度、巴基斯坦、泰國及越南。會議內容除前期計畫成果介紹與品種選育現況、各國玉米產銷概況、生產環境瓶頸(旱、浸水)與展望外, 亦針對計畫執行細節以及工作分配進行長時間充分討論, 以確保跨國試驗能順利執行與獲得可靠結果。另一方面, 為參與該計畫學者皆能運用適外表型分析技術與設施進行玉米品種選育, 大會亦安排CIMMYT科學家進行教育訓練Workshop “Precision Phenotyping for Abiotic Stress Tolerance in Maize”, 自田間試驗設計分析到非生物性逆境外表型分析進行整合性的教學。

三、參訪ICRISAT落花生育種計畫

ICRISAT與CIMMYT同為CGIAR下轄研究中心之一, 主要針對落花生、樹豆、鷹嘴豆、高粱、蠟燭稗 (Pearl millet) 及龍爪稷 (Finger millet) 等作物進行研究, 擁有超過15,000份的落花生種原, 為世界主要落花生種原保存與研究中心之一, 故藉由本次機會參訪該研究中心落花生育種計畫。ICRISAT落花生育種團隊包含5名研究人員及技術人員15名, 在充足的基層技術人員與跨領域合作下, 目前共執行高油酸、早熟等六個育種計畫, 每期作試驗田種植超過20公頃。高油酸落花生育種計畫引進美國高油酸種原SunOleic 95R作為高油酸對偶基因來源, 並利用分子標幟輔助選種選拔後裔。早熟性以積溫1240及1470度日(degree days)為標準分別進行選拔, 若以1470度日為標準選出品系, 在2016年台灣氣候條件下推估, 若於2月底種植, 6月中便可收穫, 較台灣常見栽培種早熟兩週以上,



圖二、浸水逆境誘導所產生的支持根(左圖)及土表根(Surface root)(右圖)。

相關育種經驗與種原可作為我國未來落花生育種目標借鏡與利用。本次參訪除瞭解育種計畫研究現況，亦參與田間落花生誘變圃選拔，累積誘變育種實務經驗（圖三）。

四、心得與建議

分工明確並落實執行：ICRISAT及CIMMYT – Asia內部分工明確，職稱包含育種家、分子育種家、生理學家、病理學家及專案科學家，並有專業技術及行政人員妥善處理研究以外事務；此分工亦體現於機構間合作，CIMMYT總部具有雙單倍體族群材料建立能力，但CIMMYT – Asia仍然選擇與當地種子公司合作，由種子公司進行雙單倍體族群材料建立，以專注本身育種計畫工作。

注重工作環境改善與雙向溝通：本次執行計畫期間適逢CIMMYT所長(Director-general) Dr. Martin Kropff參訪，其進行研究會報時向CIMMYT – Asia團隊強調成功的關鍵在於CIMMYT與不同國

家、種子公司甚至於CGIAR研究中心間的合作關係，而非研究中心彼此對立、各行其是；另一重要目的為改善因種族、信仰、性向、性別、學歷、年齡及階級上的騷擾與霸凌，根據職務、性別分組進行保密座談以提升研究環境品質，對於台灣在農業試驗政策制定、推行性別主流化以及改善職場霸凌方面政策執行值得借鏡參考。

善用資訊軟體試驗資訊與分享機制完整：育種資料具有多年度、譜系複雜等特性，CIMMYT – Asia目前以CIMMYT自行開發的Excel外掛套件Fieldbook進行種原管理、雜交組合規劃及田間試驗分析等育種常規工作。CIMMYT、IRRI及ICRISAT等國際研究機構目前更進一步合作開發Breeding Management System (BMS)，其為無須仰賴Excel的獨立軟體。BMS除具有前述Fieldbook的功能外，更可以單一系統管理多種作物及整合基因型分析資料，ICRISAT目前便以雲端資料庫(BMS v4.0)方式統一管理落花生、高粱

等作物試驗研究資料，具有試驗資料及材料統一管理、減少研究人員管理負擔、材料容易分享與轉移等優點，未來國內農業研究機構或農企業可視需求導入以加強育種材料及試驗管理效率。



圖三、ICRISAT落花生誘變育種篩選圃。