

國際交流心得

巴西大豆產業與研究介紹

農試所作物組 吳東鴻 戴宏宇

農試所種原組 溫英杰

一、前言

根據巴西官方所公佈的統計資料，從1990年至2010年以來的20年中，巴西農作物栽培面積增加了30%，產量提高150%；世界貿易組織統計數據顯示，2000到2008年之間，巴西農產品出口年均增長率為18.6%，皆高於加拿大6.3%、澳洲6%、美國8.4%和歐盟11.4%等國之年均增長率。聯合國糧農組織預測，如果巴西農業繼續以這樣的速度增長，10年將有可能取代美國，成為全球最大的糧食生產國。因巴西的農業政策中並無農民補貼措施，小型農戶平均栽培面積約50公頃，但大型農戶的平均栽培面積則高達1,000公頃。在大面積栽培上必須提高對機械化管理與作業的仰賴程度，因此巴西農業的栽培管理大多借助曳引機來進行種子直播、除草劑噴施與聯合收穫等田間工作。大豆是目前巴西最大宗的栽培作物，且巴西是目前全球第二大大豆出口國；然我國大豆（黃豆）消費量

幾乎仰賴進口，每年進口量高達234.8萬公噸。吾等透過國際學術交流的管道，前往巴西農牧業研究公司之大豆研究中心參訪並見習其產業現況，希望以此文介紹巴西目前大豆產業現況與其研發策略，供國內相關研究人員參考。

二、簡介Embrapa大豆研究中心

巴西農牧業研究公司 (EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria)，為巴西農業部所屬的全國性農業研究機構，該公司下的大豆研究中心設立於巴拉那州中的隆德里納市 (Londrina, PR)，佔地面積達350公頃、設施面積為23,000 m²，其中溫室面積達11,000m²，並設置29個研究室，編制員工達593位，包含69位研究人員、242位研究助理與7位產品、市場行銷開發人員等；研究領域涵蓋生物統計、生物資訊、社會經濟、作物和土壤管理、生態生理學（模式建立、氣候區劃分、耐旱等）、綜合蟲害防治、遺傳育種、植物病理、種子繁殖技術、土壤肥力（植物營養、微生物學）、技術轉移與雜草防治等，其中研究核心則鎖定在農業生態平衡、生物技術

作者：吳東鴻助理研究員
連絡電話：04-23317106

開發、向日葵與小麥輪作體系、機械化栽培、收穫後的利用效率與糧食安全等議題上。而目前巴西大豆品種以基因改造類型為大宗，非國營體系的商業種子公司更僅限於基改品種為選育目標，但該中心的品種選育為兼顧部分地區農民對於一般雜交選育品種的需求，在選育類別上將品種改良區分為基改品種與慣行雜交選育品種，兩者的試驗材料、栽培溫室、研究助理與種子保存庫等均相互獨立，其中基改相關研究場所均設有隔離設施與保全監控設定，避免兩者間的交叉汙染（圖一）。

從60年代由美國引入溫帶種原，在巴西南部溫帶地區進行雜交選育，篩選出適合巴西南部土壤與氣候的新品種，才使得大豆生產成為巴西糧食作物之一，之後該中心成立後，藉由溫室模擬熱帶氣候環境，成功選育出熱帶型大豆，讓大豆栽培面積得以逐漸北移擴大，近來藉由生物技術改造品種的除草劑耐受性，減輕生產成本，在巴西農業生產中，就屬大豆的栽培面積增加幅度最高且最大，在2012年各主要農作物栽培面積中，大豆27.3百萬公頃、玉米14.7百萬公頃、甘蔗8.5百萬公頃、豆類3.2百



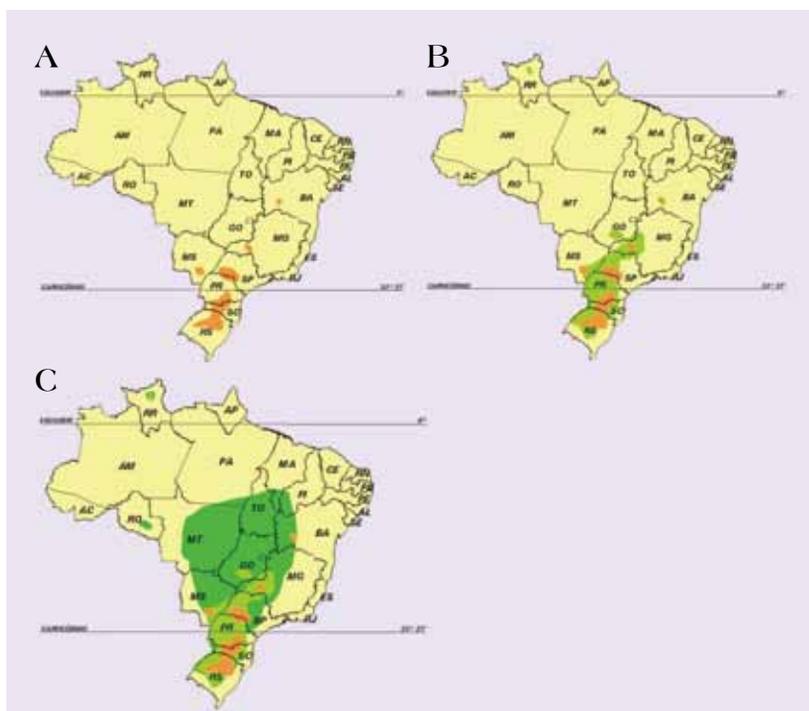
圖一、2013年國際交流參訪巴西Embrapa大豆研究中心與其種原保存體系，A:與大豆育種人員合影(右1至右3分別為本所種原組溫英杰研究員兼組長、大豆中心現任所長、作物組吳東鴻助理研究員)，B-D:大豆溫室模擬熱帶情境篩選現況與簡介種原保存體系。

萬公頃、水稻2.4百萬公頃、咖啡2百萬公頃、小麥1.9百萬公頃與棉花1百萬公頃，便可知大豆在巴西農業生產中的重要性。

三、巴西大豆發展現況

大豆生產係提升巴西農業生產力的主要動力，在過去33年來，因土壤管理（不整地省工栽培）、遺傳改良、植物營養、植物保護與機械化栽培等領域上的技術創新，巴西農業生產力的漲幅領先全球，每年將近成長3.7%的趨勢往上提昇，其中熱帶型大豆的品種改良大幅擴大其栽培範圍，讓巴西農業貿易可取得大幅出口利潤。以大豆適栽區的變遷而言，在1960年大豆栽培面積僅侷限於南迴歸線附近聖保羅州（SP）、巴拉那州（PR）、聖卡塔琳娜州（SC）與南里奧格蘭州（RS）等地區零星分布，如（圖二），總生產面積約為40萬公頃、總產量50萬噸，每公頃產量僅1,089公斤；1980年開始逐漸擴大至戈亞斯州（GO）、米那思吉拉斯（MG）與南馬托格羅索州（MS）等低緯度地區，總生產面積約為950萬公頃、總產量1640萬噸，

每公頃產量成長至1,721公斤；至2013年大豆栽培地區已經往熱帶地區擴展，更涵蓋馬托格羅索州（MT）、托坎廷斯州（TO）、戈亞斯州（GO）、南馬托格羅索州（MS）等全州地區，總生產面積約為2,730公頃、總產量8,270萬噸，每公頃產量更提升至3,023公斤。歸納巴西農業穩健成長的原因，主要係1.土壤管理得當、2.有效運用作物營養與3.提升雜草管理；在土壤管理上，採用無耕犁等省工栽培、輪作制度以及農林牧綜合栽培，而營養管理上，增加肥料使用量、肥料有效型式、善用土壤分析與接種技術，雜草控制上如同病蟲防治一般，採用噴施除草劑等化學藥劑，並搭配基因改造技術導入耐性基因。在巴西大豆栽培上可以分為非基因改造與基因改造品種，在2008-2009



圖二、巴西大豆適栽區之變遷分布圖；A:1960年、B:1980年與C:2013年（資料來源：Embrapa大豆中心）。

年間，大豆栽培面積為21,194,000公頃，而其中種植基因改造品種的面積比例占了62%、傳統品種則是38%，2009-2010年間栽培面積略成長至22,837,000公頃，基因改造品種的種植比例提升至71%，到了2010-2011年，栽培面積仍逐步增加為23,713,000公頃，基因改造品種的栽培比例已達81%。近兩年基因改造品種因方便在大型田區上使用除草劑進行雜草管理，其栽培比例更達90%以上。

四、參訪 TMG (Tropical melhoramento & Genetica) 大豆育種商業公司

TMG大豆公司是一間巴西全國性公司，專職致力於大豆新品種的選育與創新，公司成立於2001年，該公司的品種均屬於基因改造類型，雖然公司總部的設施主要為密閉式溫室與分裝工廠、分生實驗室等數棟基礎設施，佔地面積2,400 m²，該公司在新品種選育上採用改良式單莢後裔法選育雜交後裔，並利用密閉溫室維持高溫環境營造熱帶型氣候輔助篩選，並先針對各優良後裔進行銹病、線蟲等大規模生物逆境與非生物逆境篩檢，大量淘汰感性品系後所得之優良品系，再將這些品系依序編號送入分生實驗室，利用機械手臂等高通量儀器自動進行DNA核酸萃取，待完成核酸製備後，並經由該公司自行解序所建置的SNP基因型系統分析各抗性基因，所採用的分子標誌輔助系統主要為Taq-man與High Resolution Melt (HRM) 兩種螢光類型，每年度育種計畫篩檢高達650,000個雜交後

裔，不僅投入在各農藝性狀上大規模篩檢，在分子輔助育種與基因轉殖平台上亦運用自如，所挑選出優良品系再依照不同轉殖基因在各別獨立房間進行分裝與編號，最後依照各育種計劃的參試品系整批寄至各地區契約農戶進行區域產量試驗。

在2005年推出第1個TMG品種，TMG RR 103是市場上率先推出兼具耐Roundup除草劑Roundup Ready® (RR) 與耐受根結線蟲的大豆基改品種，2007年再推出TMG RR 115能耐除草劑與耐受孢囊線蟲的新品種，並於2008年推出了第一款超早熟大豆品種 (TMG 123 RR) 能同時耐除草劑並聚合孢囊線蟲抗性和收穫前發芽耐受性。

五、展望

台灣因地形及歷史等因素，農戶平均持有農地約1公頃左右，與巴西的大農制度有所差異，但是巴西育成熱帶型大豆品種的模式可作為台灣學習的標竿。大豆為溫帶起源作物，巴西全境皆屬熱帶與亞熱帶地區，卻能利用種原篩選、選育發展熱帶型大豆，使種植區域不斷往赤道拓展。巴西所累積的熱帶型大豆種原，對類似環境的台灣具有極大的應用潛力，未來若能引進當地的優良種原，不但能增加台灣大豆品種遺傳歧異度，並配合台灣本身優異的設施環控經驗，及導入分子標誌輔助選種平台，期能快速篩選、建立適合台灣氣候環境的大豆育種材料。