

出國報告(出國類別：研究)

研習牧草環境友善栽培之永續生產技術

服務機關：行政院農業委員會畜產試驗所

姓名職稱：張世融 副研究員

派赴國家：美國

出國期間：108年11月4日-108年11月17日

報告日期：109年1月17日

目次

一、 摘要-----	2
二、 緒言及目的-----	3
三、 出國行程-----	4
四、 研習過程及具體成果-----	5
五、 心得與建議-----	23
六、 致謝-----	24

一、摘要

本報告為行政院農業委員會畜產試驗所 108 年科技計畫之出國報告，本計畫由主持人張世融副研究員出國赴美國德州執行為期 2 週的參訪，赴美國期間，張副研究員於德州農工大學土壤暨作物科學系（Department of Soil and Crop Sciences, Texas Agricultural and Mechanical University）研習牧草環境友善栽培之永續生產技術。美國德州農工大學土壤暨作物科學系多位教授，組成的研究團隊結合了牧草育種、栽培、土壤肥料、作物模式等學者專家，長期致力於禾本科牧草（包括青割玉米、芻料高粱與多年生牧草等）選育與生產技術的研究及開發，將牧草生產與禽畜堆肥或綠肥搭配，並配合分子育種技術，整合發展許多實用的低投入栽培生產技術，不僅能改善農地生產力，減少化學肥料投入，實際協助農民降低牧草生產成本，同時維持芻料產量並達到節能減碳的環境友善效果，值得我國觀摩參考及技術交流。另外，計畫執行期間，張副研究員參加於德州聖安東尼奧市舉行之 2019 年美國農藝學會、美國作物科學會及美國土壤學會聯合年會暨研討會，發表研究成果（論文題目：Silage Quality and Forage Potential of Sesbania [*Sesbania Roxburghii*]），並與世界各國農業專家學者交流討論牧草相關議題。本報告對於國內牧草產業發展現況，提出幾點建議：其一，芻料生產對於我國冀求降低草食動物產業生產成本而提升產業競爭力，扮演重要角色，為求芻料產量與牧草地土壤肥力之間的平衡，諸如堆肥施用、禾豆混植或輪作模式、禽畜沼液牧草地循環利用等相關試驗研究，國內應落實為常態性長期的研究重點方向。其二，因應未來可能屢現能源危機，芻料短缺而大幅漲價的情形，國外早已進行牧草節能減碳低投入生產技術之研發，並已獲致實用的研發成果。我國亦應積極研發牧草之環境友善栽培生產技術，隨時作好最佳準備。建議國內農政及試驗研究人員，可積極投入將牧草生產與禽畜堆肥或綠肥搭配整合的長期性栽培試驗研究，發展適合我國各地土壤條件之節能減碳栽培模式，推廣農民利用。

二、緒言及目的

我國牧草栽培面積達 13,000 公頃，其中約有 8,000 公頃種植青割玉米，而狼尾草或盤固草等多年生禾本科牧草的栽培面積約為 5,000 公頃。青割玉米產量高而品質良好，但農田土壤無法有效地蓄積有機質，而消耗地力甚劇；栽培狼尾草或盤固草等多年生禾本科牧草雖然較為省工，但農地相對地缺乏適當耕犁，導致多年生牧草地均有土壤理化性質顯著劣化的狀況，使生產力下降，因此，國內現行牧草的栽培法須投入高量肥料以維持牧草地之生產力。由於氣候與耕地面積等因素，我國經常性地面臨芻料供應量不足的狀況，設法保持地力並提升牧草產量，有助於減低進口芻料需求量；另一方面，我國當前推動的「大專業農」與「休耕地活化」等農地政策，牧草的種植面積呈增加趨勢，攸關牧草地土壤肥力維持之環境友善生產技術成為重要課題。美國德州農工大學土壤暨作物科學系之 Prof. Zhang、Prof. Jessup 與 Prof. Rooney 等教授，其組成的研究團隊結合了牧草育種、栽培、土壤肥料、作物模式等學者專家，長期致力於禾本科牧草（包括青割玉米、芻料高粱與多年生牧草等）生產技術的研究及開發，將牧草生產與禽畜堆肥或綠肥搭配，並配合分子育種技術，整合發展許多實用的低投入栽培生產技術，並實際推廣供農民應用，協助農民降低氮肥施用量，同時維持芻料產量，不僅能改善農地生產力，減少化學肥料投入，並達到節能減碳的環境友善效果，且降低牧草生產成本，值得我國觀摩參考及技術交流。

在為期 2 週的赴美行程中，出國人員首先參訪德州農工大學土壤暨作物科學系（Department of Soil and Crop Sciences, Texas Agricultural and Mechanical University），研習牧草環境友善栽培之永續生產技術。計畫執行期間於赴美行程的後半段，出國人員參加於德州聖安東尼奧市舉行之 2019 年美國農藝學會、美國作物科學會及美國土壤學會聯合年會暨研討會，發表研究成果（論文題目：Silage Quality and Forage Potential of *Sesbania* [*Sesbania Roxburghii*])，並與世界各國農業專家學者交流討論牧草相關議題。

三、出國行程

出國行程表

日期	地點	工作內容
11月04日	臺灣-美國 (休士頓)	去程。
11月05日	美國德州 休士頓	抵達，投宿旅館。
11月06日→ 11月08日	德州農工大學 (Texas A&M University)	參訪德州農工大學土壤暨作物科學系 (Department of Soil and Crop Sciences) 參訪行程包括： 1. Prof. Hong-bin Zhang 引領參訪土壤暨作物科學系 (Department of Soil and Crop Sciences)，拜訪 Prof. Bill Rooney 研究室、Prof. Michael Thomson 研究室及 Prof. Hong-bin Zhang 研究室。 2. 參與土壤暨作物科學系系主任 Prof. David Baltensperger 主持的專題討論及座談會，以「Research of Forage Crops in Taiwan」為題目，報告我國牧草產業及試驗研究現況、未來展望與面臨的挑戰，雙方交流分享試驗成果資訊與經驗。 3. 參訪德州農工大學農業試驗場與農業推廣中心，由 Prof. Hong-bin Zhang 引領參訪。
11月11日	德州農工大學 Kingsville 分校；King Ranch	參訪德州農工大學 Kingsville 分校 (Texas A&M University - Kingsville) 合作實習牧場 (King Ranch)，由 Prof. Glen Aiken 引領參訪。
11月12日→ 11月15日	德州 聖安東尼奧	參加 2019 年美國作物學會、美國農藝學會及美國土壤學會聯合研討會 (2019 ASA-CSSA-SSSA International Annual Meeting)，發表研究成果。 (論文題目為 Silage Quality and Forage Potential of Sesbania [<i>Sesbania Roxburghii</i>])
11月16日→ 11月17日	美國-臺灣	回程。(聖安東尼奧-舊金山-台北)

四、研習過程及具體成果

(一) 參訪德州農工大學 (Texas Agricultural and Mechanical University)

美國德州的德州農工大學(Texas Agricultural and Mechanical University, 常簡稱為 Texas A&M University, 縮寫為 TAMU) 創建於 1876 年, 為德州第一所高等教育學府, 更是全球頂尖工程與農業學府, 德州農工大學擁有極高之學術成就, 在美國與國際皆享有盛名, 始終名列各大權威學術評鑑機構所列之世界百大名校之中。2018 年版的 U.S. News & World Report 排名中, 德州農工大學在許多學術領域皆排進全美 20 強, 包括化工、農業、農業工程、生物、航太、獸醫與核工等, 其中化工與農業都排名全美第二。

德州農工大學位於德州休士頓北邊的大學城 (College Station, 常簡稱為「CS」), 占地約 2,000 公頃, 屬於公立研究型大學。德州農工大學可說是校地及師生數都非常可觀的大型大學, 約有教師 4,900 位, 學生人數則約 69,000 (包含大約 20,000 名研究生), 總師生人數占大學城人口的 70%。(圖 1、2)



德州農工大學除了位於大學城的主校區之外, 另有 10 所分校, 8 個研發及推廣機構和一個健康科學中心, 這些學術、教學或推廣單位組成了德州農工大學系統 (Texas A&M System)。德州農工大學比較知名的分校有 West Texas A&M University、Texas A&M University-San Antonio、Texas A&M University-Kingsville 及 Texas A&M University - Central Texas 等。德州農工大學系統中的「Texas A&M AgriLife Research」與「Texas A&M AgriLife

Extension」為農業相關的聯合組織，「Texas A&M AgriLife Research」是德州在農業、自然資源和生命科學領域的首要研究組織。「Texas A&M AgriLife Research」不僅資助德州農工大學的學者專家進行研究，並支持德州的其他各個研究機構與德州農工大學農業與生命科學學院合作從事學術研究，每年均執行數百個合作研究計畫，為德州及美國，乃至全球具有影響力的農業研究機構。(圖 3-4)

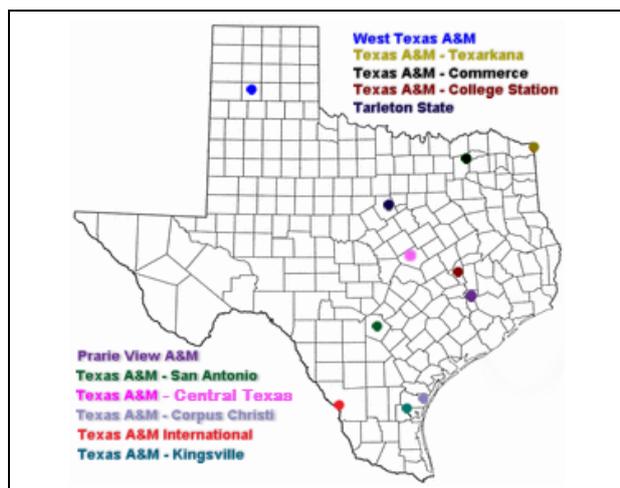


圖 3. 德州農工大學系統位置圖。



圖 4. Texas A&M AgriLife Extension。

「Texas A&M AgriLife Extension」則為的農業與生命科學之教育與推廣組織，「Texas A&M AgriLife Extension」在德州 250 個城鎮設立推廣教育辦公室，並設有超過 900 名專業推廣教育人員提供網絡線上諮詢，為德州每位居民提供農業與生命科學之專業知識。

「Helping Texans Better Their Lives」是「Texas A&M AgriLife Extension」的服務宗旨，包括三項任務：(1) 致力於減輕農業災害影響，有效率管理節約家庭、景觀和農業用水資源；(2) 促進農業生產及應變管理以加強糧食安全及(3) 透過飲食、運動以及疾病預防和管理等方面的教育來保護人民健康。

Texas A&M University-Kingsville 位於德州南部的金斯維爾市 (Kingsville) 是德州農工大學系統中位在德州最南部的一所小型公立研究型大學，占地約 650 公頃，總師生人數約有 9,000 位。Texas A&M University-Kingsville 的教育著重在管理、工程、教育及生態方面，其較有名的一個研究及教育訓練機構為「King Ranch Institute」，為德州最負勝名的大型牧場集團，「King Ranch」所捐助成立的機構，專為培養大型牧場管理 (Ranch Management)

人才所設。「King Ranch Institute」透過講座系列和專題討論課程，為牧場主及工作人員提供學習機會，旨在教授推廣大型牧場管理方面的最新知識與技術。

1. 農業與生命科學學院 (College of Agriculture and Life Sciences)

德州農工大學農業與生命科學學院 (College of Agricultural and Life Sciences) (以下簡稱農學院)，農學院位於「大學城校區」，成立於德州農工大學創校的 1876 年，目前，農學院已成為世界最好的五所農業學院之一。農學院設立的宗旨是「培養農業和生命科學領域的領導者，並為他們提供在科學、農業及商業等領域之職業所需的技能」。農學院設立農藝、園藝、土壤、植物、動物、食品、環境等多項應用科學專業，包括 14 個科系，8,000 名學生，並擁有 300 多位教授和科研專家。其畢業生在世界各國皆成為農業、食品 and 生命科學領域的精英。(圖 5 - 8)



圖 5. 德州農工大學農學院大樓。



圖 6. 位於「大學城校區」之農業試驗場。



圖 7. 位於 Beaumont 之德州農工大學農學院農業試驗場。



圖 8. Texas A&M AgriLife Extension 位於「大學城校區」的辦公室。

德州農工大學農學院的 14 個科系如下：Soil and Crop Sciences、Animal Science、Poultry Science、Horticulture Science、Agricultural Economics、Entomology、Nutrition and Food Science、Plant Pathology and Microbiology、Biochemistry and Biophysics、Biological and Agricultural Engineering、Ecosystem Science and Management、Agriculture Leadership, Education, and Communication 以及 Wildlife and Fisheries Sciences，除此之外，農業學院還設有 Meat Science and Technology Center、Center for Coffee Research、Texas A&M Forest Service 及 Texas A&M Veterinary Medical Diagnostic Laboratory 等數個研究中心，並且在校內外設有多座農業試驗場，提供農學院師生及研究人員進行各種農業學門之田間及現場試驗與實習。德州農工大學農學院也涵蓋在德州農工大學系統中的「Texas A&M AgriLife Research」與「Texas A&M AgriLife Extension」兩個農業聯合組織，緊密連結農業研究和推廣教育，致力於提升德州及美國的生活水準。

2. 土壤暨作物科學系 (Department of Soil and Crop Sciences)

土壤暨作物科學系的系館主建物為 Heep Center，其與農學院大部分建物一起位於德州農工大學的中心地區，兩側即為 Animal Science 系和 Poultry Science 系，以及 Biochemistry and Biophysics 系。(圖 9 - 10)



圖 9. Heep Center，土壤暨作物科學系系館。



圖 10. Heep Center 內部一隅。

土壤暨作物科學系在「大學城校區」另有「Agronomy Field Lab」、「Beasley Lab」、「Cotton Improvement Lab」、「Soil Testing Lab」、「Farm Services」、「Foundation Seed Building」、「Variety Testing and Sorghum Breeding」與「Lawn and Garden Research」等實驗室。土壤暨作物科學系目前共有 91 位教授，77 位職員，8 位博士後研究員；研究生約 131 位，大學部學生約 250 位，相較於臺灣各大學的農藝學系，德州農工大學土壤暨作物科學系頗具規模。

土壤暨作物科學系的教育理念為「經由試驗進行土壤、水資源與作物科學相關知識的探索與研究，將之推廣傳播給公眾，以應用於提升農業生產力」。該系的學術風格強調走出校園實際應用，不同的研究室相互結合成研發及推廣團隊，從改善德州的農業生產開始，努力朝向解決世界人類各種糧食及生活方面的難題。



圖 11. 筆者與臺灣大學農藝系林彥蓉教授及劉力瑜教授在 Heep Center 合影。



圖 12. Heep Center 一樓大廳。



圖 13. 土壤暨作物科學系系辦公室前



圖 14. 土壤暨作物科學系系辦公室前

此行主要任務之一就是前往德州農工大學農學院的土壤暨作物科學系參訪研習。筆者與臺灣大學農藝系林彥蓉教授及劉力瑜教授在土壤暨作物科學系會合，一起進行參訪研習任務。林及劉兩位教授均為德州農工大學 Ph. D，林彥蓉教授畢業自土壤暨作物科學系，目前為臺大農藝系系主任，專長為分子生物學，劉力瑜教授則在統計系取得學位，為臺大農藝系生物統計組教授。(圖 11 - 14)

這次的參訪研習任務是透過林及劉兩位德州農工大學校友的協助行程安排，行程由土壤暨作物科學系 Prof. Hong-bin Zhang (張宏彬教授) 安排，Prof. Zhang 於 Heep Center 專題討論室安排一場 Guest seminar，由兩位土壤暨作物科學系的年輕學者與林彥蓉教授及筆者進行演講與座談。除了專題討論，Prof. Zhang 還安排包括參訪牧草育種研究室、高粱研究室、基因體研究室及 Norman Borlaug 教授紀念館等豐富充實的參訪行程。

2-1 專題討論 (Guest seminar)



圖 15. 筆者與參加專題討論的教授合影。



圖 16. 林彥蓉教授進行演講與討論。

林彥蓉教授的演講題目為「Subtropical Adaption of Temperate Plant Utilizes Non-Vernalization responsive QTLs.」，說明近年來林教授在十字花科蔬菜的 QTLs 研究成果。筆者的演講題目為「Research of Forage Crops in Taiwan」，向與會學者簡報臺灣飼料作物研究現況、未來展望與面臨的挑戰。演講後由土壤暨作物科學系系主任 Prof. David Baltensperger 主持專題討論，筆者和與會的學者教授就我國牧草種類、生產環境、牧草育種、牧草地永續性栽培管理及未來研究挑戰等題材進行座談討論。(圖 15 - 18)



圖 17. 筆者於 Heep Center 專題討論室與土壤暨作物科學系的教授學者進行演講與座談。

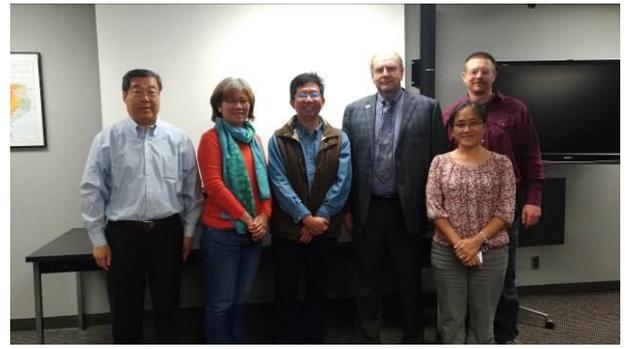


圖 18. 筆者及林及劉兩位教授於專題討論後合影。左起第一位為安排參訪行程的 Prof. Zhang，左起第四位為系主任 Prof. David Baltensperger，右起第一位為副系主任 Prof. Larry Redmon。

參與座談會的學者對於我國的牧草研究提出幾點意見：

- (1) 當前牧草生產研究的重要課題為劇烈的氣候變遷或其他因素，常造成牧草生產環境的逆境，因而影響牧草生產。除了栽培技術的改良，更須積極選育耐逆境牧草新品種，以維持芻料之永續生產力；
- (2) 牧草生產宜兼顧產量與土壤肥力之維持，因此節能減碳的永續生產技術須積極研究；
- (3) 臺灣有國產芻料供應短缺的困境，故須積極開發多元性芻料提供農民選擇利用。

2-2 參訪 Prof. Hong-bin Zhang 植物基因體研究室

Prof. Zhang 目前為土壤暨作物科學系教授，主持植物基因體研究室，專長為植物基因體 (Plant Genomics) 及系統分子生物學 (Systems Biology)。Prof. Zhang 近來的研究重點是纖維作物的基因體學研究，利用基因體學的研究成果改進作物育種的技術，其中包括重新建立遺傳學和生物學的分子基礎和機制，尤其是控制作物重要農藝性狀的數量性狀基因座 (QTL)；此外，由基因體學研究，詮釋作物重要的生物學現象或特徵的分子機制，諸如作物產量及品質、作物雜種優勢及多倍體之數量遺傳學與表現型遺傳學基礎。Prof. Zhang 一方面解說其研究重點與成果，一方面與我們討論基因體學對於作物選種工作的應用性，

Prof. Zhang 並引領我們參觀其分子生物學實驗室，詳細解說總價值數百萬美金的各項儀器設備。(圖 19 - 22)



圖 19. Prof. Zhang 解說其研究重點與成果。



圖 20. 參觀 Prof. Zhang 分子生物學實驗室。



圖 21. Prof. Zhang 的分子生物學實驗室。



圖 22. 分子生物學實驗室之貴重儀器。

2-3 參觀 Norman Borlaug 中心

Prof. Zhang 引領我們參觀座落於德州農工大學農學院大樓旁的 Norman Borlaug 中心，該中心一樓為 Prof. Norman Borlaug 紀念館，其餘樓面為德州農工大學農學院的作物改良中心。Prof. Norman Borlaug 可說是德州農工大學農學院最傑出的教授，其畢生職志為開發更好的小麥品種及小麥栽培技術，經其 30 年的努力，世界小麥產量倍增。

Prof. Norman Borlaug 不僅在學術研究方面成果豐碩，其更致力於推廣小麥的新品種及新技術給世界各開發中國家。Prof. Norman Borlaug 多方奔走推動，尋求金援資助，終於促成美國、墨西哥兩國政府及洛克斐勒基金會 (Rockefeller Foundation) 共同出資，於墨西哥設立國際玉米與小麥改良中心 (International Maize and Wheat Improvement Center, CIMMYT)，將許多農藝、植病及農化專家結合組織起來，開始進行一系列玉米與小麥的

改良計畫。CIMMYT 之試驗研究以育種為主，栽培管理為輔，成立以來該組織創造了許多玉米與小麥的高產品種，開發許多有效率的栽培生產技術，大幅提高開發中國家農村的生產力及經濟力，使開發中國家農村人口開始有自給自足的能力而逐漸擺脫貧困。Prof. Norman Borlaug 的努力加速農業轉型，使 1960 年代前後的農業生產大幅增長，其成果被稱為第一次綠色革命（Green Revolution）！Prof. Norman Borlaug 於 2009 年去世，被譽為綠色革命之父。由於他的成就被認為拯救超過十億人免於飢餓。因此 1970 年，Prof. Norman Borlaug 獲頒諾貝爾和平獎，以表彰他通過增加糧食供應對世界和平所做的貢獻。（圖 23）



2-4 參訪 Prof. Russell Jessup 牧草研究室

Prof. Russell Jessup 為土壤暨作物科學系教授，主持牧草研究室，專長為多年生禾草遺傳及育種（Genetics and Breeding of Perennial Grass）。其育種研究同時並重於慣行選拔方法（Conventional selection）與細胞遺傳學和基因體學策略（cytogenetic and genomic strategies），利用分子標記（molecular marker）輔助牧草育種程序，提升選拔效率，加速多年生牧草的改良與新品種選育。Prof. Russell Jessup 近來的育種研究重點之一為多年生禾本科草種的多元化應用之選育，包括芻料、生質能源、草坪草、觀賞植物、修復植物（Phyto-remediator）與可再生生物基產品（Renewable bio-based products）。Prof. Russell Jessup 另一個育種研究重點為選育資源利用效率（Resource use efficiency）高的環境友善牧草品種與耐逆境（Stress tolerance）牧草品種。（圖 24）



圖 24. 參訪 Prof. Russell Jessup 牧草研究室。

2-5 參訪 Prof. William Rooney 高粱育種研究室

Prof. William Rooney 為土壤暨作物科學系教授，主持高粱育種研究室，專長為高粱之遺傳及育種，其同時也是 Norman Borlaug 中心主任，主導體州農工大學的作物改良與育種研究的方向與計畫。(圖 25)



圖 25. 參訪 Prof. William Rooney 高粱育種研究室。

Prof. William Rooney 擬定高粱育種改良計畫之長期目標是提高穀物用、芻料用和生質能源用之高粱生產系統的生產力和盈利能力。除此之外，高粱種原基因型之改良、高粱抗病蟲育種以及食用穀物品質的提高，也是德州農工大學高粱育種改良計畫的規劃方向。Prof. William Rooney 以分子遺傳為基礎，應用分子標記輔助選種法 (Molecular-Marker Assistant

Selection) 進行，提升育種程序之選拔效率，加速多年生牧草的改良與新品種選育。Prof. William Rooney 近 10 年已命名釋出 13 個高粱新品種，堪稱高粱育種的世界級權威。

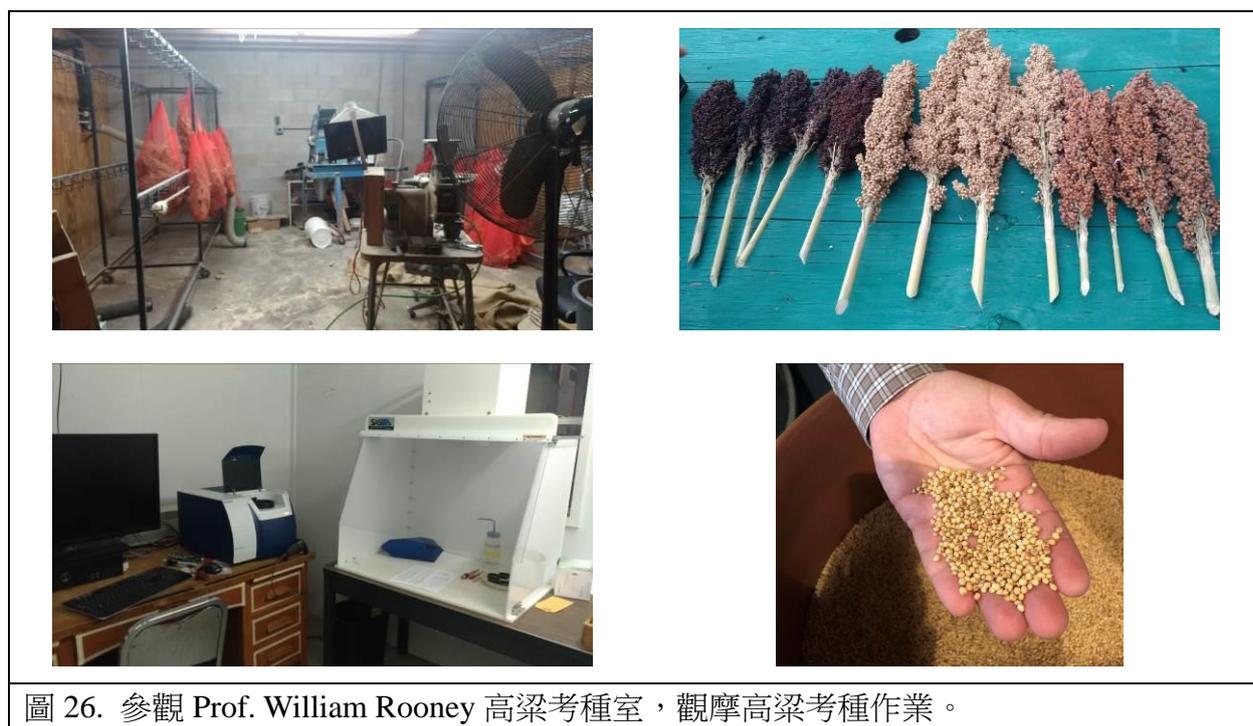


圖 26. 參觀 Prof. William Rooney 高粱考種室，觀摩高粱考種作業。

Prof. William Rooney 為人親切幽默，以超過 2 個鐘頭的時間，詳細而不厭其煩地侃侃而談他的高粱育種計畫，並討論我國芻料生產環境適合的高莖型禾本科芻料草種，提供育種及栽培等多方面的建議。Prof. William Rooney 認為高粱因為具有很優異的耐逆境特性與環境適應力，所以適合供作我國多元性芻料的草種，他對於我國已經著手芻料高粱選育研究，並且已經育成 2 個芻料高粱品種很感興趣，表示贊同及祝福，也願意提供相關研究成果及種原資訊。

Prof. William Rooney 並引領我們參觀其進行高粱育種工作的考種室，觀摩高粱考種作業，解說現場研究人員進行中的考種工作。(圖 26)

隨後 Prof. William Rooney 引導我們參觀並解說德州農工大學農學院的種原庫及農機庫。(圖 27)



圖 27. 參觀德州農工大學農學院的農機庫（左上）及種原庫。

2-6 參訪國王牧場（King Ranch）與 King Ranch Institute

Prof. Hong-bin Zhang 特別安排筆者加入「Texas A&M AgriLife Extension」農業推廣中心舉辦的專家參訪團體，驅車至 Texas A&M University-Kingsville 參訪國王牧場（King Ranch）與 King Ranch Institute。參訪活動由 Prof. Glen Aiken 引領，由「King Ranch」集團副總裁兼總經理(Vice President and General Manager)Dave DeLaney 導覽，活動全程 Texas A&M University-Kingsville 校長 Dr. Mark Hussey 均親自陪同接待並協助解說。(圖 28、29)

國王牧場是美國最大的牧場，由德州東南部的四片土地組成，總面積約為 825,000 英畝（333,800 公頃）。國王牧場是由西班牙裔 Richard King 建立的，Richard King 為西班牙海軍艦長，因參與墨西哥戰爭（1846 - 48）而前來美國德州，戰爭結束後，他開始購地開

設牧場，King 及其繼承人最終積累了超過 1,250,000 英畝（約 505,000 公頃）的土地，建立了一個畜牧大帝國，土地遍布德州各縣，牧場總部則設在 Kingsville。



圖 28. 參觀國王牧場（King Ranch）與 King Ranch Institute。

國王牧場以牛和馬畜牧產業以及高粱和小麥生產為主，1910 年育成 Santa Gertrudis，為世界著名的肉牛品種。國王牧場在 1940 年代開始跨足石油和天然氣等能源產業，成為國際性企業集團。近年來，國王牧場積極拓展觀光事業，其博物館和原野生態旅遊活動每年吸引上萬的遊客。（圖 30、31）



圖 29. 圖右為引領「King Ranch」參訪活動的 Prof. Glen Aiken，圖中為「King Ranch」副總裁兼總經理 Dave DeLaney，圖左為 Texas A&M University-Kingsville 校長 Dr. Hussey。

圖 30. 參觀國王牧場（King Ranch）博物館。

國王牧場為了回饋社會，特別捐助成立一個專為培養大型牧場管理（Ranch

Management) 人才所設之研究及教育訓練機構,「King Ranch Institute」。透過講座系列和專題討論課程,為牧場主及牧場工作人員提供學習機會,教授推廣大型牧場管理方面的最新知識與技術,以提升美國的畜牧產業水準。



圖 31. King Ranch 的放牧肉牛,右圖為 King Ranch 獨特飼養的 Texas Longhorns 肉牛。

「King Ranch Institute」並創立世界唯一的牧場管理理學碩士課程,提供學生領導大型牧場產業所需的生產和業務管理技能,栽培牧場業的下一代領導者,使學生具備科學化管理大型牧場,以及系統化管理大型牧場之多樣化野生動植物資源的能力。「King Ranch Institute」設置於金斯維爾市的「King Ranch」總部,學員及學生除了在 Texas A&M University-Kingsville 校區內上課,並須於「King Ranch」進行訓練實習。(圖 32)



圖 32. King Ranch Institute 學員上課情形。

(二) 2019 年美國作物學會、美國農藝學會及美國土壤學會國際聯合年會 (2019 International Annual Meeting of ASA, CSSA, and SSSA)

美國三大農學團體,美國農藝學會 (American Society of Agronomy)、美國作物科學會

(Crop Science Society of America) 與美國土壤學會 (Soil Science Society of America)，慣例在每年的十一月舉辦國際聯合年會暨研討會，為世界規模最大的農業研討會。聯合年會舉辦時間為 2019 年 11 月 11 日至 11 月 15 日，地點在德州的聖安東尼奧 (San Antonio) 的世貿中心 (San Antonio Convention Center)。由於三大農學團體擁有眾多的美國及世界各國的會員，有超過 5,000 位會員參加 2019 年的聯合年會，發表將近 1,000 篇的研究成果，堪稱世界上最盛大的農業學術研討會。(圖 33)

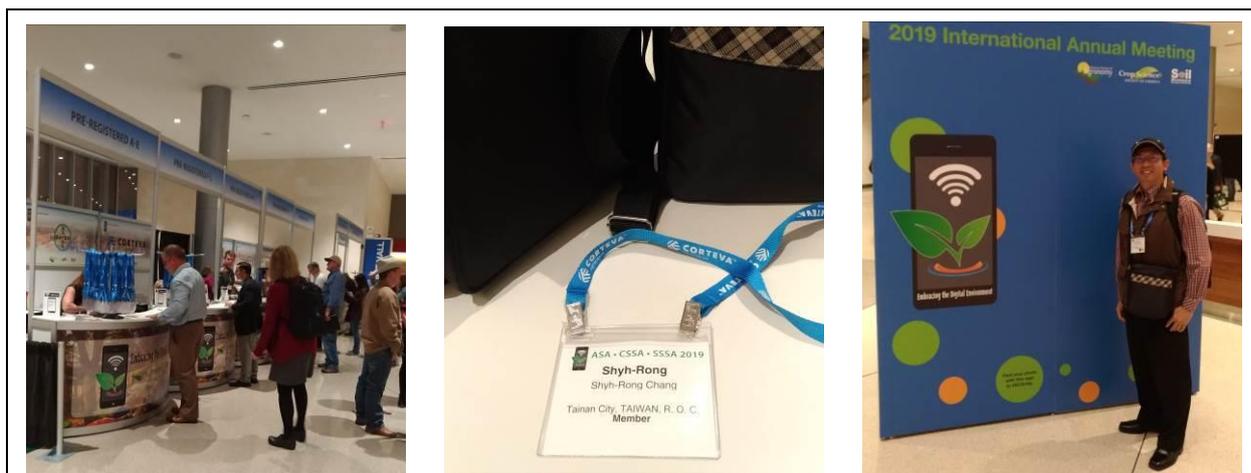


圖 33. 在 San Antonio Convention Center 舉行的 2019 年三大農學團體聯合年會暨研討會。

2019 年三大農學團體的國際聯合年會暨研討會開幕式由三大農學團體的理事主席共同主持，分別為美國農藝學會的理事主席 Dr. Gary Pierzynski (Department of Agronomy, Kansas State University)、美國作物學會的理事主席 Dr. Elizabeth Guertal (Department of Crop, Soil and Environmental Sciences, Auburn University) 及美國土壤學會的理事主席 Dr. William Pan (Department of Crop and Soil Sciences, Washington State University)。三位主席共同揭櫫 2019 年聯合年會的宗旨：「EMBRACING THE DIGITAL ENVIRONMENT」亦即代表 2019 年聯合年會的主題為「智慧農業」。(圖 34、35)



圖 34. 2019 聯合年會暨研討會開幕及 Keynote speech。

2019 年聯合年會的 Opening Keynote 主持人為三位智慧農業專家：Prof. Sylvie Brouder (Purdue University)，Prof. Shawn Kaeppler (University of Wisconsin-Madison) 與 Prof. Ole Wendroth (Department of Plant and Soil Sciences, University of Kentucky)，他們三位一同歡迎 Keynote 演講者，邀請自美國能源部的國家先進研究計畫召集人 Dr. Joe Cornelius，其演講題目為「Remaining Awake Through A Great Revolution」。

內容可歸納為兩個重點：

1. 由於資訊處理及其相關知識系統的蓬勃發展，對全球的影響越來越大，不同學術領域的界線逐漸消失，因此世界的科學正處於一場各學門快速技術整合的革命之中，農業亦然！
2. 隨著農業資源數位化整合及運用技術的發展，農業已迎向數位化智慧農業時代。因此，農業研究正面臨著巨大變化，農業研究唯有刻不容緩地數位化，才足以從容面對氣候變遷、節能減碳及永續經營等農業之未來挑戰

三位主持人並於 Dr. Joe Cornelius 的演講之後，與演講者及三位主席共同進行一場智慧農業論壇，交流討論智慧農業的研究趨勢。



圖 35. 三位主席共同揭櫫 2019 年聯合年會的宗旨（左圖）；國內前來參加這場研討會多位學者於開幕典禮後合影（右圖）。

國立臺灣大學生農院院長盧虎生教授與副院長李達源教授，也偕國內多位學者前來參加這場研討會，包括國立嘉義大學莊愷瑋教授及曾鈺茜教授、農業試驗所農化組許健輝博士及陳柱中助理研究員等。筆者加入美國農藝學會及美國作物學會已經多年，2019 年適逢

其盛，特地安排本次研習計畫的後半段參加此三大農學團體的國際聯合年會暨研討會，並發表壁報論文。(圖 36 - 38)

筆者發表的論文題目為 *Silage Quality and Forage Potential of Sesbania [Sesbania Roxburghii]* (Session title: Forage and Grazinglands; Poster area: Warm-Season Forages; Location: Henry B. Gonzalez Convention Center, Exhibit Hall 1; Poster Board Number: 1653)



圖 36. 筆者與臺灣大學生農院盧虎生院長參觀 2019 年聯合年會暨研討會之農機展。



圖 37. 筆者與臺灣大學生農院盧虎生院長於研討會發表壁報論文，並與各國的牧草專家學者交流討論。

藉此難得之盛會，筆者一方面觀摩世界各國專家學者的研究成果，彼此交流討論；另

一方面發表本所飼料作物組在關於牧草地節能減碳永續經營管理之研究成果。值此機會與世界各國的牧草專家學者交流，並觀摩國際上在牧草方面的研究成果及技術發展，獲益良多，不虛此行。

本報告赴美國 14 天進行參訪研習，國外學者專家長期關於環境友善之牧草地生產管理的研究成果，可茲我國借鏡以進行牧草生產技術之試驗改良，發展實用且可達到節能減碳效果的栽培方法廣供應用。



圖 38. 國內前來參加這場研討會學者們於閉幕典禮後合影。

五、心得與建議

- (一) 我國當前推動的「大專業農」與「休耕地活化」等農地政策，種植牧草的農田面積大幅增加，牧草栽培面積已達 13,000 公頃，現行牧草栽培法須投入高量肥料以維持農地之生產力，在當前講求節能減碳低投入之環境友善生產的時刻，美國德州農工大學學者專家的相關研發成果，尤其是其對於相關特性之品種選育的投入，與土壤肥力之維持技術的重視及努力鑽研，非常值得我國參考學習。
- (二) 我國冀求降低草食動物產業生產成本而提升產業競爭力，芻料生產供應扮演重要腳色，為求芻料產量與牧草地土壤肥力之間的平衡，諸如堆肥施用、禾豆混植或輪作模式、禽畜沼液牧草地循環利用等相關試驗研究，國內應落實為常態性長期的研究重點方向。
- (三) 因應未來可能屢現能源危機，芻料短缺而大幅漲價的情形，國外早已進行牧草節能減碳低投入生產技術之研發，並已獲致實用的研發成果。我國亦應積極研發牧草之環境友善栽培生產技術，隨時作好最佳準備。建議國內農政及試驗研究人員，可積極投入將牧草生產與禽畜堆肥或綠肥搭配整合的長期性栽培試驗研究，發展適合我國各地土壤條件之節能減碳栽培模式，推廣農民利用。
- (四) 農政單位與農業試驗所場應鼓勵研究同仁參與大型國際性研討會，發表國內相關研究的成果，以達到學術交流，提升國內農業研究的實力與外語能力。

六、致謝

承蒙臺美雙方很多人士的大力襄助，此次為期二星期的研習才能順利的完成。感謝農委會的經費支持，感謝畜試所長官們的支持與協助，也感謝畜試所飼作組同仁們的體諒與辛苦代勞，這個研習計畫得以如期執行！由衷地感謝美國德州農工大學土壤暨作物科學系的 Prof. Hong-bin Zhang 不吝撥冗，提供參訪研習機會並安排參訪及討論，讓筆者能在短時間內充分學習，使筆者對德州農工大學在環境友善之牧草生產的研究成果及未來的方向，能有完整的了解，也學習到德州農工大學在永續性牧草選育、栽培、調製、生產及利用的技術與經驗。臺灣大學農藝系林彥蓉主任及劉力瑜教授對於此行的聯繫事宜及國外旅行諸多煩瑣事務的幫忙與代勞，不遺餘力，於此報告最末節，再次致上最誠懇之謝忱。