

此外，藥害或其他非生物因子造成的斑點則常為圓形至不規則型，顏色為內外一致的深紅色，或者邊緣呈明顯深紅色，中央為米白色或乾草色。非生物因子造成的斑點通常顏色較單一以及界線分明，較少有兩端出現尖銳拖尾的情形（圖4）。

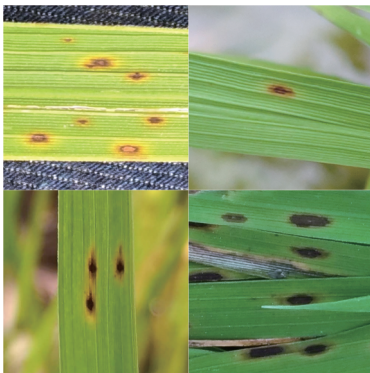


圖3. 胡麻葉枯病病斑



圖4. 藥害或其他非生物因子造成的紅斑

結語

稻熱病通常於發病兩週後就可能造成大面積葉片枯萎，不僅嚴重影響稻叢生長勢，也提高後續發生穗稻熱病的風險，因此早期監測配合防治為重要管理策略。除掌握防治時機，也應注意合理化施肥及藥劑輪替，以達到理想的病害管理成效。

赴德國馬克斯·普朗克 生物地球化學研究所考察

文·圖/胡智傑¹、侯秉賦²

前言

在全球「2050淨零排放」與臺灣「自然碳匯」戰略的背景下，高雄區農業改場（以下簡稱高雄農改場）轄下旗南分場已連續進行37年的全國最悠久有機生態試驗田，具備極高的科學研究價值。過去研究已證實，水旱輪作系統與有機肥施用能顯著提升土壤微生物多樣性與產量。為了接軌國際，本場團隊於2025年7月25日至8月6日赴德國考察，參訪馬克斯·普朗克生物地球化學研究所（Max Planck Institute for Biogeochemistry, MPI-BGC）（圖1），目的在於學習先進的溫室氣體量測技術與長期實驗設計，希望將本場長期有機生態農場定位為亞熱帶與熱帶氣候下的農業生態示範中心。

馬克斯·普朗克生物地球化學研究所考察

馬克斯·普朗克生物地球化學研究所致力於探討全球物質循環及其與氣候系統的長期相互作用，其研究範疇涵蓋土壤、植被與大氣間的水、碳、氮及能量交換。該所利用高達325米的觀測塔進行空中量測，並結合衛星數據、穩定同位素分析與機器學習模型，解決跨空間尺度的複雜科學挑戰。考察團隊特別關注其Field Experiment & Instrumentation部門，了解由Dr. Tarek-Sebastian El-Madany研發的自動溫室氣體量測船(圖2)，該設備能精確量化水域的甲烷排放。此外，李松靜博士(Dr. Sung-Ching Lee)向團隊展示如何利用高頻率渦流協變性(Eddy Covariance, EC)量測數據與人工智慧技術(圖3, 4)，優化淨生態系統交換量的劃分，其研究證明「再濕化」復育策略能有效恢復生態系統的碳吸收功能。考察團隊亦討論到該所其它研究(圖5)，如乾旱如何改變樹木內部的碳分配，減少對根系與根際微生物的能量供應，這些高精度的觀測技術與根圈攝影技術，是為精確量化亞熱帶農田碳收支提供了重要啟示。



圖1. 拜訪Department Biogeochemical integration 主管Professor Markus Reichstein(中)及 Eco-Meteorology小組組長Dr. Sung-Ching Lee (左2)



圖2. Dr. Tarek El-Madny所設計的溫室氣體分析船



圖3. 研究所內收集試驗土壤淋洗液



圖4. 研究所內及時樹徑量測系統



圖5. 與MPI-BGC全所研究人員討論亞熱帶地區(臺灣)溫室氣體排放研究

耶拿試驗 (Jena Experiment) 考察

自2002年建立的耶拿試驗(圖6)是全球指標性的草地生物多樣性長期實驗，其核心在於探討植物物種豐富度與功能群多樣性對生態系統功能的影響。實驗透過精細的區塊設計，設置了包含1至60種物種的坡度等級，並根據禾草、小型草本、高大草本及豆科植物四個功能群進行組合研究。研究成果顯示，植物多樣性對約45%的生態系統指標有顯著正向影響，且多樣性較高的群落能增強對氣候極端事件的抵抗力與對外來物種的抗入侵性。值得注意的是，許多生物多樣性效應具備「延遲性」，例如土壤碳儲存量與根系生物量的正向效應通常需在實驗開始3至5年後才顯現，這反映了長期試驗在數據解析上的不可替代性(圖7)。在碳循環方面，土壤碳儲量隨物種豐富度增加而顯著提升，且豆科植物的固氮比例亦會隨之增加，顯示出資源互補的生態效益。此外，研究證實即使在施肥與割草等集約化管理下，多樣性對生產力的正向貢獻依然存在，這為永續農業管理提供了強而有力的科學支撐。



圖6. 耶拿試驗空拍圖(圖片取自耶拿實驗官網，符合無商業用途使用權)



圖7. 與耶拿試驗人員及中興大學林政賢教授討論土壤淋洗液收集系統

結語

本次考察深化了對長期生態試驗價值的認識，確認高雄農改場現有的37年數據在自然碳匯浪潮中具備高度價值。團隊建議借鑒耶拿試驗的邏輯，構思建立一套適合臺灣農作物的多樣性長期試驗，納入豆科、禾本科及不同根系深度的作物組合，以精確量化其對養分循環與碳匯的影響。在技術層面，應導入如通量塔連續監測、溫室氣體高頻量測、根圈攝影觀測及AI分析模型，以升級現有的監測體系。最後，應積極與馬克斯·普朗克生物地球化學研究所等頂尖機構建立正式合作機制，透過跨緯度與跨氣候區的長期數據對比分析，將臺灣的農業生態研究推向世界級示範場域，為推動淨零排放策略提供實證。