

國際農業科技新知 No. 105

Agricultural Science and Technology Newsletter International Quarterly



土壤生態經營 農田地力提升

適用於臺灣農地的土壤生態經營策略

應用微生物製劑改善作物栽培土壤地力

編者的話

土壤是地球蘊育萬物的來源，極端天候及氣候暖化等問題，已經影響全球人類的生活，保護土壤恢復地力健康，讓土壤發揮調適氣候的強大功能，降低人類活動對土壤的衝擊，以及提升農作物栽培技術，改善土壤問題已刻不容緩。

本期「農政視野」單元邀請相關領域專家，針對土壤永續生態經營發展及探討植物及微生物間的關係對土壤環境的影響。農業部臺南區農業改良場黃瑞彰副研究員兼斗南分場分場長，研究以微生物技術改善土壤因長期失衡所造成之地力劣化，增加問題土壤的作物產量與品質，以回復土壤地力、維護土壤健康和植物肥力。

大誠土壤作物技術館陳興宗館長，說明農地土壤生態系經營、土壤性質影響作物生長所需資源的有效性、生態系中各個成員的

相互影響及如何維護經營作物生存環境，並探討臺灣農地所面臨的問題及氣候變遷的挑戰。

健康的土壤對氣候變遷帶來的衝擊較有抵抗力，不僅有助於提高農作物產量，還能有效儲存碳，減少溫室氣體排放，藉此保育農業資源與生態環境，強化農地生態與生物多樣性，進而促使臺灣農業永續發展。



徵稿簡則

1. 本刊以報導國際間之農業科技新知為宗旨，內容分為農業科技視野、農業科技論壇、農業科技活動、農業科技新知與農業科技網站等。本刊農業科技論壇園地公開，歡迎投稿。
2. 本刊篇幅有限，專題報導以不超過4,000字為原則，來稿文件請以Word檔案(*.docx)儲存，並註明投稿《國際農業科技新知》。如有相關照片請註明其說明文字，譯稿請附原文檔案或影印本，並註明出處。來稿請詳示真實姓名、寄送地址、服務機關、職稱、聯絡電話，以利聯繫。
3. 本刊對來稿有刪改權，如未採用，恕不退還，如需退稿或不願刪改，請於來稿時註明。

來稿請寄：ag.scitech@gmail.com

目錄

農業科技視野

土壤生態經營 農田地力提升

- 4 適用於臺灣農地的土壤生態經營策略
- 16 應用微生物製劑改善作物栽培土壤地力

農業科技論壇

- 22 善用「臺灣歷史氣候重建資料整合分析平台」建立農民自主防災觀念

農業科技新知

- 30 白楊樹雜交系譜的發現，說明森林早已學會應對氣候變遷
蝴蝶翅膀上的靜電，讓牠們獲得隔空授粉的超能力
- 31 禽流感已確認會在哺乳動物之間傳染
汙水處理廠汙泥製成的肥料，仍有改善空間
- 32 塑膠汙染與海水倒灌威脅海岸矮生植物
為何在城市中種樹反而使紐約空氣品質更糟了？

- 33 使用SERS技術，學界發現殘留農藥比以往想像的更頑強
研究改良貓飼料，還是要讓貓咪出馬
- 34 我們所吃的肉在不知不覺之間，又將引發大流行病
蜂蜜以及產業轉型，將拯救現實世界中的柏靈頓小熊

農業科技活動

- 36 2月活動預告
- 37 3月活動預告
- 38 4月活動預告

農業科技網站

- 40 歐洲農業保育聯盟 European Conservation Agriculture Federation (ECAF)
國際林業研究組織 International Union of Forest Research Organizations (IUFRO)

農業科技視野

土壤生態經營 農田地力提升



國際農業科技新知 季刊 發行月分：1、4、7、10月

網址 | <https://www.ccasf.org.tw>

發行人 | 朱建偉

策劃 | 劉易昇

出版 | 財團法人中正農業科技社會公益基金會
臺北市中正區忠孝東路一段10號
02-2321-8217

總編輯 | 梁鴻彬

主編 | 張維柔

編輯排版 | 顏伶

編印 | 財團法人豐年社
臺北市大安區溫州街14號1樓
02-2362-8148



適用於臺灣農地的土壤生態經營策略

作者\陳興宗 (大誠土壤作物技術館館長)

此議題相當廣泛，在篇幅有限情況下，筆者以下撰文的內容將著重於大家常忽略的土壤物理觀點，畢竟過往時日中，大家在土壤生物性質與化學性質著墨甚深。再者，有甚多的土壤物理性質會持續影響大家關注的土壤生物性質與化學性質。

「農地土壤生態系」所論範疇

大家常聽聞生態系 (Ecosystem) 一詞，係指在一個特定空間內非生物因子 (例如：陽光、空氣、水、土壤……等) 對空間內的生物存在交互作用，以及空間內的生物之間存在交互作用，此特定空間可稱生態系。前述的交互作用所指為不斷進行的物質轉換和能量流動，其中也存在物質流和能量流的連接與循環關係。而特定空間可大可小，則視大家所關切的範圍而定。

「農地土壤生態系」是人類所創的生態系，農友會從外帶入許多非原地產出的資材、引入灌溉水、強制人為擾動、帶入許多人擇新物種……等。也會因為很多人為管理作為的改變，而讓生態系其中有生命物種與非生物環境快速變動，其中，人類的意志與行動佔有相當大的影響權重。

在沒人照顧與管理的自然野地山林中，所有正生活其中的植物，看來天生地養的，可自所在環境持續得到生活所需資源而得

以存活。而那些無法獲得生存資源的種子或個體，就回歸到大自然的物質轉換與能量流動中，為另一生命提供未來的生存資源。所有有生命個體可說是在物質轉換與能量流動巨輪中得到自己所需的那一部分而存在。

從吸收養分角度來看，作物的根與根上的菌根菌好似人類的腸；從消化分解有機物而得到養分角度來看，作物的根旁土壤內的微生物、小動物就好像人類的胃。而這腸與胃的比擬，也只是作物與周邊土壤密切關係的眾多高大冰山內的一小冰角。

筆者會把有生命個體在環境內得到所需生存資源的過程，用人類在都市的生活機能來描述。設想一情境，因特定因素非要您遷移到新居所，對現代人而言，是否有醫療、市場？治安是否穩定？交通是否方便？水電是否穩定？……等「生活機能支持網」是很重要的選擇考量。若您想在遷入後再自行從無到有建立生活機能支持網，那是相對高成本且容易失敗的途徑。

農友在農地內恣意種下目標作物，農友的意願為優先，很少考量到作物生活機能滿足這樣的觀點，不少農友總以為，只要持續提供資源，作物就能順利獲得資源，健康茁壯。事實證明，這是過於天真地簡化了田間的生產系統。

最理想的狀態應該先是農地生產系統設置好作物生活機能支持網後，再讓作物遷入新居，但這違反大家的操作常態，甚至是大家沒設想過的情境。

農地土壤和作物生長

一、土壤性質影響作物生長所需資源的有效性

論及作物生長之所需資源，人人均可輕鬆回應：陽光、空氣、水、礦物質養分，缺一不可。但農地裡這些資源都存在，甚至還多了許多外源物資設備，例如：肥料、農藥、設施、機械……等，有時肥料供給都超乎作物合理所需量。為什麼在相同管理方法且充足資源下，各家各處作物生長良莠卻大不相同？

再回到沒人照顧與管理的自然野地山林來看，前述問題的答案就顯而易見了。陽光是植物行光合作用的驅動能量，植物會積極爭取可滿足生長需求的最大日照量。因所處時空條件差異，例如：緯度、坡向、季節、氣候、受遮蔭程度，成就了不同光照條件，而有不同物種分布或生長狀況。農地中，光照條件要恰好地滿足作物各階段生長的需求，作物的生長與產出才能滿足農友的目標，這個「恰好」正是農友須巧思經營的重點。

空氣中的氧氣是植物地上部光合作用的副產物，但亦是植物行呼吸作用之所需。對無法行光合作用卻需要充足氧氣的根細胞與周邊根圈環境而言，來自地表大氣擴散進入土壤的氧氣為重要輸入來源。因此，氧氣擴散途徑不得有阻塞滯礙之情事，而常見土壤裸露後的土壤水蝕所致土表封閉

化與結皮，可快速減少土表上下的氣體交換通量。

土壤內生物呼吸作用是大氣中的二氧化碳重要來源。空氣中的二氧化碳是光合作用的材料，會從葉部氣孔大量攝入。二氧化碳亦是土壤內自營菌 (例如：對氮循環很重要的氨氧化菌、亞硝酸氧化菌) 的重要碳源。二氧化碳溶於水形成的微酸環境有利土壤膠體上的陽離子交換。前述這些過程都和植物生存有密切關係，二氧化碳合理分配到土壤上、下空間有其生態發展上的必要。前述的土表封閉化與結皮會致使作物根圈二氧化碳濃度累積到妨礙根系有氧呼吸的程度。

植物生長所需氮素，主要途徑是倚賴根部的吸收過程，而未被人類施肥土地中的土壤氮來源為土壤有機質的分解、地勢上方水流或降水內帶來的含氮 (硝酸態氮、氨氮、銨態氮……) 物質。空氣內雖有豐富含量的氮氣，多數生物無法直接攝入同化，只能藉固氮生物帶入生物圈後，從而進入生態系內的氮循環。前述的土表封閉化與結皮會致使作物根圈的固氮生物與氮氧化微生物缺氧，妨礙植物吸收氮元素。

水佔植物體重很大的部分、光合作用材料之一、植物體內養分輸送媒介、根旁的養分質體流、擴散、光合作用時的降溫冷卻……等，以上種種關於水無可取代的角色，也讓植物生長與水資源關係密切。

空氣內的水蒸氣從大尺度來看，與氣候、降雨有關，可幫助大環境溫度的穩定、遠距離水循環的促成。在小尺度內，水蒸氣亦有助水資源在土壤大孔洞內的運動。因水的氣態與液態特質的差異，致使水在

土體內的移動也呈現差異，但土表封閉化與結皮、土體內孔隙的連續性的程度，更為水的移動增添複雜，從而影響大、小尺度的氣候與土壤對水資源的緩衝能力。

只要施肥，作物就能順利攝取肥分嗎？這樣的期待肯定是簡化了其中的複雜過程。植物藉著攝水的過程把氮、磷、鉀、鈣、鎂、硫、鐵、錳、硼、銅、鋅、鋁、氯等養分吸收進入植物體內。植物需藉呼吸作用來維持根部的滲透壓梯度，才有機會持續順利攝水。而根圈氧氣、溫度都要在合理的範圍才能支持呼吸作用的順遂，並使根部的滲透壓梯度處於有利根部吸水與運送養分的狀態。

水資源搭配健康植物根系而發揮的水力提升作用也不容忽視，其過程中，根系在夜間從深層、潮濕、營養貧乏的土壤層吸收水分，然後被動地將這些水釋放到淺層、乾燥、營養豐富的土壤層的過程（Caldwell 等，1998）。淺土層中釋放的水可維持細根和相關微生物的生長，進而提高土壤養分的利用率和根圈土壤生物多樣化。

以上段落論述，只是揭露了幾項「必要卻常被忽視」的植物生存資源有效性觀點。大家應可理解：並不是單純只要有供給充裕肥、水資源、有陽光照射，農友就可放心期待「作物一定能順利獲取並利用這些資源」。大家更需理解，隨著時空變化，在自然與人為影響作用之下，作物生存資源有效性也會是隨時動態變化的。

二、土壤對生命的支持而得以生育萬物

聯合國農糧組織於 1995 年調查資料揭

露每人每日所需卡路里之 99%、每日所需蛋白質之 94.2%、每日所需脂肪之 98.6% 來自於陸地上的生產（FAO, 2001）。

陸地生產的食物對人類重要，對陸域生態系亦是重要，而土壤是陸域生態系的發展基地。植物生長過程中藉光合作用，以太陽能為驅動能量，將攝入的水、礦物質、二氧化碳產出餵養生態系成員所需的食物。食物中的物質與能量則透過食物網，分配或轉換到生態系內各空間與各組成個體身上，生物圈各成員得以獲得生命所需能量與物質。

物質轉換與能量流動順暢是生態系穩定運轉的重要特質，農地栽培生產系統則是人類師法自然所安排的田間生態系統，其中物質轉換與能量流動順暢原則一樣也要被重視。有智慧的農友應能藉力使力，在合理投入下經營管控系統，讓系統能持續運作，讓物質轉換與能量流動順暢，並導向目標作物，滿足作物生長時所需的物質與能量，得以產出作物，養活人類。

三、土壤內的永續之脈不容忽視

影響作物生存資源有效性之因子甚多，其中，土壤孔隙的狀況常被忽略。我們可針對「土壤孔隙」再提出更具體的描述：同時具有實際存在、連續途徑長、尺寸形式多樣化、孔隙可連通地表更是理想。筆者將此兼具四特質理想孔隙定義為「永續之脈」（表 1），作物根系生長與此永續之脈脫離不了關係。該如何讓土壤內存在孔隙？孔隙可連通延伸？孔隙能多樣化？孔隙能通地表？這是管理者該全心投入的課題。從大家實際田間所見經驗可觀察到，

倚重土壤而生存的那些土壤生物可對永續之脈助益甚大，也可說是農地中管理者可靠的重要員工。

永續之脈的持續存在也意味著土壤構造的穩定性、以及土壤生物的存在與生活，所以，我們看待有生機的農地土壤不能只拘泥在內含物質的實際存在，例如：只在乎那一張破壞性化學成分分析的報告，這般狹隘硬體觀點，還要關心到底有那些生命能生活其中？那些生命如何利用土壤內資源？以及後續環境的變化是如何？……等軟體運作的觀點；下面就四種特質再多補充說明（表 2）。

土壤內的大小孔隙成因頗多，即使是極細緻到難以有氣體交換的極細孔隙內的還

原反應，也都為整體土體內的物質轉換與能量流動提供重要場域。

作物栽培過程中也常關注到氧氣充足的「有效土層」的觀點，有效土層可視為作物根與根圈生態正常生存與生活的環境，有效土層越深，農友管理過程可以越輕鬆，而有效土層也正是永續之脈分布的深度。

Moebius-Clune 等（2008）指出，農地內的土壤水浸穩定土壤團聚結構（WSA）、作物可用水容量（AWC）、總體密度（BK）、有機質（OM）、球囊黴素（TG）等有關作物生長的指標，都會因耕犁活動而顯著受到負面影響。這也可視為永續之脈被擾動或阻礙的負面衝擊。

表 1. 永續之脈四特質說明

土壤孔隙的狀況	說明
孔隙實際存在	合理孔隙率可降低總體密度，讓土壤疏鬆。人為翻耕可打破壓實層次，拉開土塊或土粒之間的距離，增加土壤內的孔隙。土壤生物擾動也會有相同的效果。
連續途徑長度	翻耕雖可增加土壤內的孔隙，但因土粒、土塊呈不規則排列，孔隙彼此斷裂不連續，限制了資源與廢棄物的流通。土壤生物擾動產生的孔隙會有更多的連續途徑。
尺寸形式多樣化	土壤世界內，存在水分子間與土粒之間的交互作用力：水分子間的內聚力、水分子與土粒表面附着力及好多水分子聚集後的重量的影響。其中，大孔隙可助資源與廢棄物的流通，小孔隙則有助水與資源儲存。
孔隙可連通地表	土壤和大氣之間的邊界是一個重要且活躍的地方，控制著營養物質、水、氣體和熱能進出下層土壤的通量。它對界面以下土壤的狀況以及微生物、動物和植物產生直接而巨大的影響，也影響水循環。

表 2. Totsche 等（2017）將土壤孔隙分類方式總整如下

區別	尺寸 (μm)	孔隙所在的位置
細孔隙	<0.2	微聚集體內
中孔隙	0.2~10	聚集體內部孔隙空間
大孔隙	10~50	機械裂縫和生物孔（細根）
大孔隙	>50	裂縫、生物孔（根、蚯蚓）

四、南瓜小試驗的啟示

筆者與團隊夥伴 2022 年於雲林縣褒忠鄉進行土壤改善與南瓜栽培試驗，栽培過程摘要如下：

在種植南瓜之前，整田區自東北向西南，似乎存在一界線，B 區的草總長不好，作物長得好；A 區的草長得好，作物長得較不好。

收成後挖掘土壤剖面調查。也一併比較同田區、同管理下南瓜生長差異區域的土壤入滲（水自土表進入土壤）與滲漏（水在土壤內移動）狀況，找到土壤剖面二區域的常態耕犁不及層次（犁底層）進行測試。生長良好 B 區水的入滲與滲漏都在 5 公分／小時。生長不良 A 區入滲率在 10 公分／小時，犁底層下滲漏率在 0.8 公分

／小時。生長良好 B 區耕犁層的孔隙率為 48%，犁底層在 30 公分，層次較不完整、不連續；生長不好 A 區耕犁層的孔隙率為 44%，犁底層在 25 公分，且層次完整連續。假設同樣降雨 10.56 公釐時，即可快速讓 A 區面臨土壤孔隙充水、氣體交換不

順暢的窘境，若後續雨停又遇高溫的時間，地上的作物將全株面臨生存壓力。自氣象署褒忠站當時資料所見，南瓜生長旺期約當 5、6 月，都有 50 公釐的最大日降水量，最高氣溫在 31~32 °C。

栽培管理摘要

- 全區平坦農地露天栽培，占地0.17公頃。
 - 全區持續為水旱輪作田(水稻、花生、玉米、甘蔗栽培)。
 - 曾於30年前種植山藥，以怪手深耕翻土擾動到地下1.5米位置。
 - 全區以井水淹漫灌溉方式給水。入水口位於田區東北角，全區淹漫灌時入水進度不一。
 - 另有整地不平的問題，平時不易察覺，放水時東北角已近滿溢到畦面，西南側甚至水未進溝。
- 2021
- 2021年底種植太陽麻以為綠肥作物。
 - 2022春天刈除所有綠肥地上部，全區綠肥殘體淺翻耕入土，作畦定植一批中國南瓜。
- 2022
- 2022六月底南瓜全部採收並挖掘剖面、採樣調查。
 - 2022七月初將所有殘存南瓜株連同雜草翻耕入土。

圖1. 南瓜試驗管理摘要。



圖2. 試驗場域空間說明。

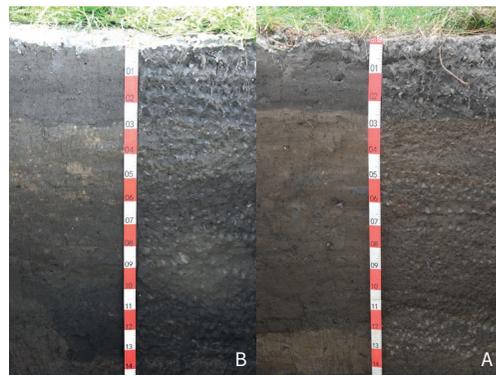


圖3. 長得好B區與長不好A區之土壤剖面。

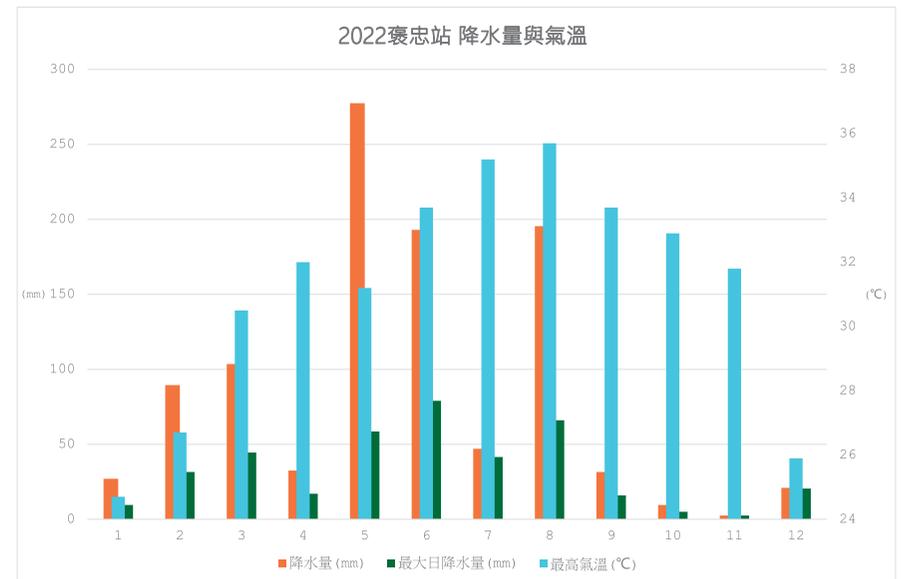


圖4. 2022年褒忠站降水量與氣溫。(摘自氣象署網頁)

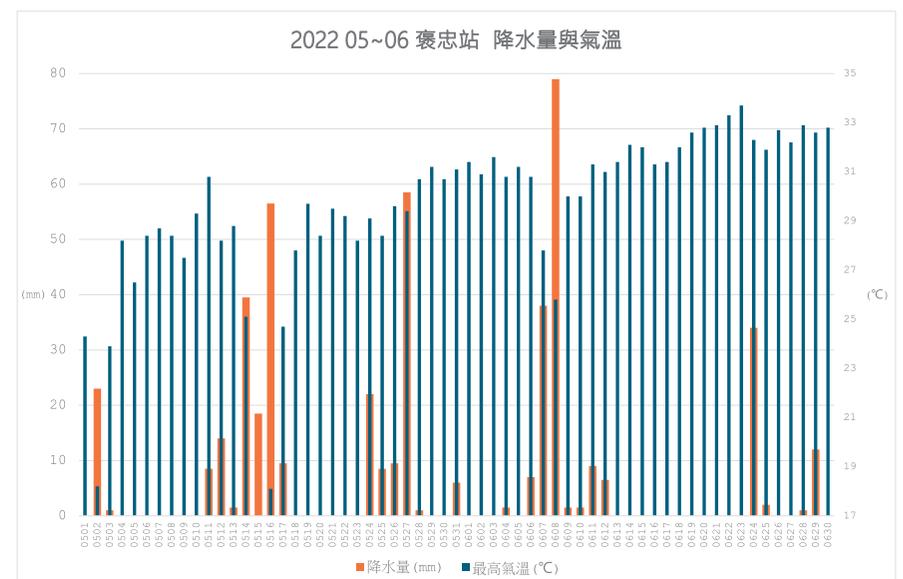


圖5. 2022年5、6月褒忠站降水量與氣溫。(摘自氣象署網頁)

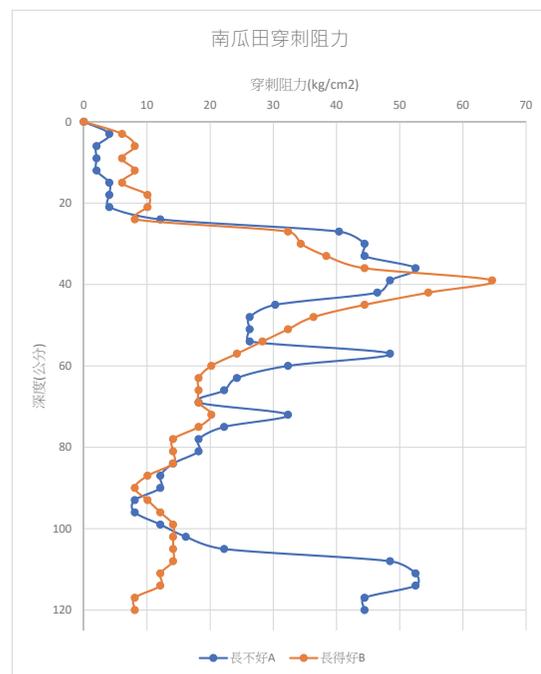


圖6. A區與B區之貫入式土壤穿刺阻力圖。

高溫蒸發散強，卻面臨相對水飽和的A區根系，作物根系缺水逆境必然發生，此論述也確實於當時田間A區中午高溫時分，葉片萎焉可得證。

A區耕犁層穿刺阻力低，土壤鬆軟，水入滲快，雜草生長旺盛，作物生長較差，是長期以來管理者可見到的事實。這種狀況在臺灣許多持續耕作田區非常容易見到，農友總會有這樣的提問：為什麼雜草永遠比作物肥美？為什麼排水看來很快，但作物遇大雨就被淹死？為什麼作物總是有病蟲害？為什麼都草生栽培很久很久，卻不見土壤改善？……等顯而易見的問題，背後更多複雜的原因為何？就等待大家更多的持續探究。除上述資訊外，其他田間土壤測值列於表3、表4。

表3. A、B區耕犁層土壤性質比較

	剖面B	剖面A
南瓜狀況	長得好	長不好
雜草狀況	長不好	長得好
耕犁層	表土入滲略差 5.37公分/小時	表土入滲較快且側溢漏 10.07公分/小時
	耕犁層總體密度較小 1.54公克/立方公分	耕犁層總體密度較大 1.66公克/立方公分
	孔隙率較大 48.0%	孔隙率較小 44.1%
	穿刺阻力較大 10公斤/平方公分	穿刺阻力較小 5公斤/平方公分

表4. A、B區犁底層土壤性質比較

	剖面B	剖面A
南瓜狀況	長得好	長不好
雜草狀況	長不好	長得好
犁底層	滲透快且側溢漏 5.14公分/小時	滲透極慢 0.78公分/小時
	總體密度差異不大 1.78公克/立方公分	總體密度較大 1.76公克/立方公分
	孔隙率差異不大 41.5%	孔隙率差異不大 42.4%
	穿刺阻力較小 35公斤/平方公分	穿刺阻力較大 45公斤/平方公分



圖7. 不一樣的做法，產出質量兼具的阿成南瓜。

臺灣農地的问题

Stika (2016) 把農地土壤問題呈現表象列舉如下(表5)，以大家在臺灣農地的經驗，應可想像這些表象問題與大家長久以來的田間例行習慣作業有哪些關聯。

農地被賦予糧食生產責任，因此不免會被農友投入大量外源物質與過當人為擾動，甚至改變了土壤內物理與化學的條件，衝擊了土壤生態系，而擾亂了原有的物質轉換與能量流動過程，終究引發許多作物生長障礙與病蟲害的問題，若遇農友在不明就裡的情況下再引入更多的外源物質與

人為擾動，或異常天候再來攪局，田間生產系統的問題將更趨複雜難解。

農地土壤存在作物生長障礙，將衍生作物無法健康生長，引發的作物病蟲害失控、作物產量品質下滑、農藥殘留風險升高、農友生產效益下滑、農村人口老化、農地流失……等更複雜的社會問題。

在資材更方便取得、政府補助政策利多的當代，農友應心有警惕，平時田間例行習慣作業真能解決所面臨的問題嗎？還是會帶來其他問題嗎？有沒有後遺症更少的替代方案？隨時關心這樣的議題。

表5. 農地土壤問題呈現表象

問題型態	物理性	化學性	生物性
呈現表象	壓實 土壤侵蝕	酸鹼值異常 鹽度異常 礦物質成分改變 毒性物質	作物單一 生態單調
那些例行習慣作業會導致這些問題？	過當耕耘 過當除草 抑草蓆 機械重量	過當施肥 過當施用農藥 外來污染	大面積單一作物 專業栽培

考量臺灣氣候的影響

鍾侑達等(2009)論及極端降雨與年總不降雨日數在全臺灣各地區都有增加之趨勢。若考慮極端降雨致使農地中土壤孔隙水飽和，後續又遇到高溫日照的條件，面對常見的作物生長障礙，大家或許會有不一樣的看待方式與因應對策。

參考雲林縣斗南鎮 2024 年 7 月 13 日氣象站當日土溫與氣溫資料，夏季地表到底下 20 公分內的土溫可達 30~33 °C 這樣的溫度可讓土壤內的作物根系與土壤生物處於相當活躍狀態，有機物可快速分解、氧氣消耗快速、二氧化碳產出快速是必然可見的情境。一片欣欣向榮中，當土表封閉或結皮，作物根系所需的氧氣充裕補給條件不在，作物健康備受挑戰。

田野觀察所見

2024 年 7 月 24 日凱米颱風重創臺灣，我們在雲林縣褒忠鄉玉米田區觀察到一些有趣的現象。這些玉米田全區都被水淹沒並浸泡超過 24 小時，水退之後相同田區的玉米卻有不一樣的存活狀態。田區外圍的玉米能夠順利存活，田區中間的玉米卻都在風雨停歇的炙陽下日曬乾涸枯黃死亡。存活的玉米植株地下的土壤表面有許多土壤生物活動後的孔洞，而死亡的玉米植株底下的土壤表面封閉光滑，未見生物活動孔隙。外圍的空間接近田間邊緣的水泥構造物，而中間的區域遠離水泥構造物。是因為水泥構造物讓玉米淹水後卻存活了下來？我們寧願相信是因為水泥構造物會讓耕耘機駕駛者刻意讓機械與水泥構造物保持距離，讓邊緣地帶的土壤耕犁擾動程度較低，保留較多且更完整的永續之脈。

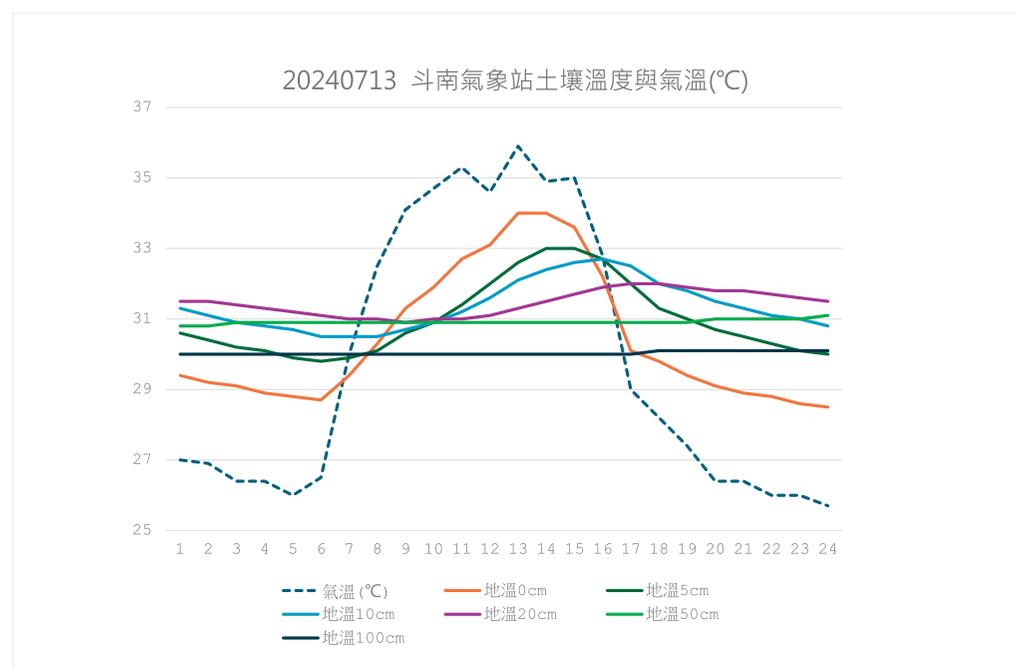


圖 8. 20240713 斗南氣象站土壤溫度與氣溫。

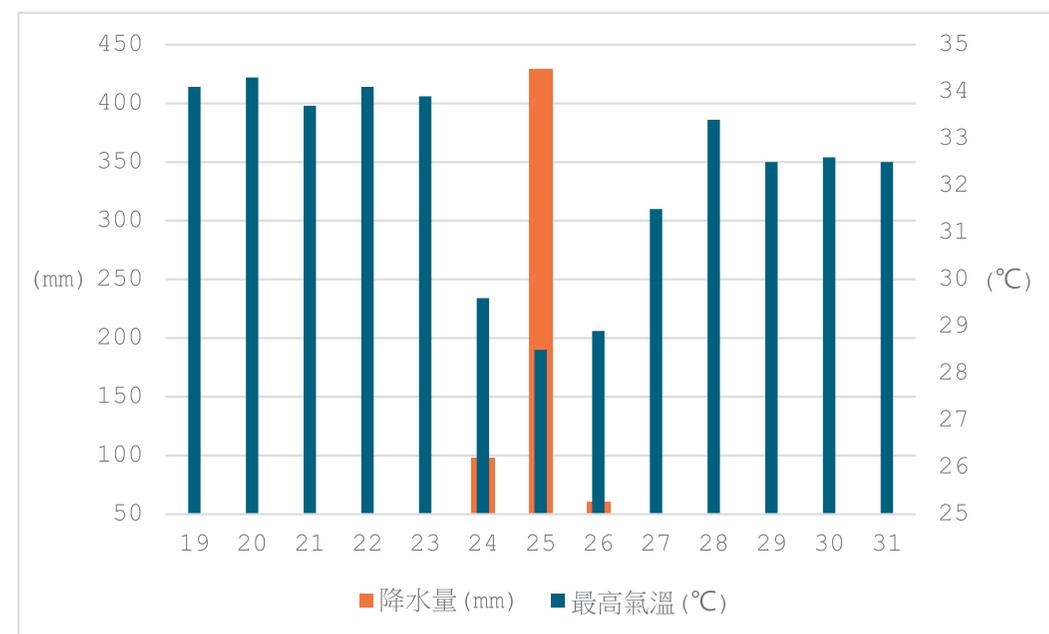


圖 9. 20240719~0731 褒忠站降水量與氣溫。(摘自氣象署網頁)



圖 10. 照片右側為水泥田埂，邊緣處玉米在淹水後存活下來。(許嘉洋提供)



圖 11. 田區外圍邊緣處玉米在淹水後存活下來。(許嘉洋提供)



圖 12. 存活玉米地下土壤的生物孔洞。(許嘉洋提供)



圖 13. 乾涸死亡玉米地下土壤的罕見生物孔洞。(許嘉洋提供)

這類玉米在颱風過後青黃生死分布狀態在當地其他玉米田處處可見。水稻田也很常見類似現象，許多稻熱病或二化螟發生的區域都會集中在田區內相對被更徹底耕耘的區域。

農地土壤生態管理原則

綜上段落說明內容，可理解經營土壤內生態系統的穩定有其必要性，經營目標不外乎達到物質轉換與能量流動的順暢、讓作物能在系統中得到生存所需資源，甚至生物擾動也可維持土壤內永續之脈的存在與效能，終究讓土壤得以持續有生育萬物的功能。經營土壤生態還會有更多實質上對作物的幫助，例如：作物病蟲草害控制、作物功能性成分與風味、作物生產效益、逆境下的韌性……等。臺灣本地的相關研究非常有限，期待更多各方有心人士的研究。

筆者在農地的生態管理會有以下原則：

- 一、多樣化植物：田間有不同的植物，代表不同的食物，也代表田間生態系統生物多樣化的開始。從生物多樣化才能有機會經營生態系內功能群的更多樣化。
- 二、更多活體植物根：活體植物的根會有根圈分泌物，養活的許多土壤微生物、原蟲、以及更多的土壤動物。活體植物根的存在能持續源源不斷地供應食物給免費長工。
- 三、合理灌溉：土壤內的土壤生物對作物的生存貢獻良多，雖是免費長工，但它們也需要足夠的水分供應。
- 四、減少耕犁或降低耕犁破壞程度：永

續之脈生成與經營不易，耕犁前一定要三思。當耕犁有其必要性，請重視減少耕犁或降低耕犁破壞程度的觀點，不要讓悶氣的、大型的、深度的耕犁成為常態例行工作，耕犁之後更要重視永續之脈的重建。

合適臺灣農地的土壤生態經營行動

筆者確實與許多生產夥伴在田間執行經營行動，也獲致許多良好顯著成效，建議行動參考如下：

- 一、團體合作：臺灣地小人稠，農地被頻繁耕作與擾動；應考量區域內的農民合作活動與生產計畫，適度安排土地輪作與休養，重建永續之脈。
- 二、計畫生產：永續之脈存在且土地休養之後，作物的產期可跨越大家認知內的常態時間，甚至可望向前與向後延伸。計畫生產下，「持續」地在國內產出國內需要的產品，不要讓產季過於集中。大家一起有產品或大家一起沒有產品，農友都不會有理想的獲利。
- 三、正確管理：每塊土地都有不同的條件，若套用相同的標準操作程序，就得面對無法完整看清系統的問題全貌而管理不當的風險。若有機會還是要理解生產系統的完整全貌，找到更多眼前簡單問題背後的複雜原因。
- 四、最小化衝擊：為達最佳的缺失改善效益，若需投入物質時，應以非外源為優先考量、應檢視改善作為與投入物質是否真能解決問題或引發

更多後續問題、應持續檢視有無更低影響程度的替代方案、應是可接受範圍內的最低負面衝擊程度，不宜躁進。

- 五、善用土壤剖面診斷：農地土壤剖面像是一個紀錄器，忠實地記錄了自然與人為的影響下，作物、土壤生物、雜草的生活過程，它可以協助農友與生態系統成員對話。
- 六、教育宣導與交流：農業生產入門門檻低，但背後須很多專業科學知識支持，農友應有此認知，持續觀察、思考、反省、思辨與交流。教育宣導不能忽視相關素養。

結語

近期的淨零政策宣導，讓農業生產領域人士也關注到農地增加碳匯的可能性。然而，大家有目共睹，我國農地多處潮濕溫暖環境，加以農地內持續有頻繁的人為耕犁與施用氮肥、澆水、施用石灰、尿素……等因素，讓土壤有機質的提升的難度大增，農地內土壤碳匯增加也因此成為一個達成的目標。

因此，農友與相關部門可聚焦在生產過程的減排、減少外源物質的碳足跡、農友在廣泛農業經營下對生態系服務功能的維持……等方面應可獲致更多的具體成效。

本文內對於農地土壤生態的經營論述已落實在南投縣濁水溪社區大學內成員的農地上，其中也不乏具有一定生產規模的田區。透過持續學習、交流、研討、修正，期待找到更多適合臺灣農地，兼具經濟與生態的理想管理方式。

參考文獻

1. Caldwell, M. M., Dawson, T. E., & Richards, J. H. (1998). *Hydraulic lift: Consequences of water efflux from the roots of plants*. *Oecologia* 113: 151-161.
2. FAO. (2001). *FAOSTAT: FOOD Balance Sheets*. Food and Agriculture Organization, United Nations. <http://faostat.fao.org> (accessed March 2023)
3. Magdoff, F., & Es, H. v. (2020). *Building Soils for Better Crops Ecological Management for Healthy Soils*. SARE Outreach Publications.
4. Moebius-Clune, B. N., M. van Es, H., Idowu, O. J., Schindelbeck, R. R., Moebius-Clune, D. J., Wolfe, D. W., Abaw, G. S., Thies, J. E., Gugino, B. K., & Lucey, R. (2008). *Long-term effects of harvesting maize stover and tillage on soil quality*. *Soil Science Society of America Journal* 72: 960-969.
5. Plaster, E. (2017). *Soil Science and Management* (6th ed.). Cengage Learning.
6. Stika, J. (2016). *A soil owner's manual: How to Restore and Maintain Soil Health*. CreateSpace Independent Publishing Platform.
7. Strickler, D. (2021). *The Complete Guide to Restoring Your Soil*. Storey.
8. Strickler, D. (2018). *The Drought-Resilient Farm*. Storey.
9. Talukder, R., Plaza-bonilla, D., Cantero-martínez, C., Wendroth, O., & Lampurlanés, J. (2023). *Soil Hydraulic Properties and Pore Dynamics under Different Tillage and Irrigated Crop Sequences*. *Geoderma*, 430(116293). <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2022.116293>
10. Weil, R. R., & Brady, N. C. (2016). *Nature and Properties of Soils* (15th ed.). Pearson.
11. 交通部中央氣象署(2024)。觀測網資料。網頁擷取於2025年1月3日。 <https://codis.cwa.gov.tw/StationData>
12. 鍾侑達、郭峻菖及陳昶憲。(2009)。台灣區域降雨趨勢分析。農業工程學報。第55卷第4期。



應用微生物製劑改善作物栽培土壤地力

作者\黃瑞彰（農業部臺南區農業改良場副研究員兼斗南分場分場長）

前言

香蕉 (*Musa sapientum*) 及落花生 (*Arachis hypogaea*) 均為臺灣中南部地區重要作物，其中香蕉更是全球第 4 大經濟作物，亦為臺灣極重要果樹之一，依據農業部 112 年農業統計資料顯示臺灣香蕉目前種植面積約 14,866 公頃，產量約為 333,361,584 公噸。而落花生為彰化、雲林、嘉義沿海地區之重要傳統經濟作物，年栽培面積約 17,154 公頃，年產量約 43,489 公噸，此兩種作物均屬於國內大宗之果樹及雜糧作物，但在人稠地窄土地集約耕作的制度下，一味追求作物高產，大量施用化學資材提升作物產量，進而忽略土壤管理重要性，而使土壤劣化，造成土傳性病害發病機率大增，將會造成生產上之障礙。

以香蕉及落花生而言，若土壤劣化引起土傳性病害發病，如香蕉黃葉病 (*Fusarium oxysporum*) 或落花生果莢黑斑病 (Pod rot, Pod breakdown)，一旦病害發生，均無法有效即時克服及治療，因此這些病害僅能借助土壤綜合管理及優化作物根圈微生物相，減緩發病機率，使農民在病害防治上減少損失。

作物土壤性傳播病害

香蕉黃葉病又稱巴拿馬病，世界香蕉栽培史上最可怕的病害，迄今仍無良方妙藥。病原菌可經病苗病土及流水傳播，有時病菌會從母株塊莖穿過吸芽相連部位而侵入吸芽。病原菌可以厚膜孢子在土壤中存活多年。發病生態與傳播方式：整年均會發生，但 10 月至次年 2 月為發生嚴重時期。由蕉株根部或塊莖感染，病原菌可靠河水、灌溉水、農具及病苗而傳播。臺灣南部地區自 57 年首次出現黃葉病以來，病勢逐年擴散，現已波及多數蕉園，蕉農將發病殘株廢棄於水溝和自病區取苗，乃本病傳播迅速之主要原因。由於病原菌在病株組織內可產生大分生孢子、小分生孢子和厚膜孢子，但在土壤中主要以厚膜孢子存活，其存活期可達數年之久。一般言之，本病在酸性砂質地較易發生，又排水不良及傷根情況下可促進本病發生。

落花生果莢黑斑病為多種土壤病原微生物複合感染所造成之土壤傳播性病害，於落花生結莢後一個月，在未熟之果莢上即發現黑色如針頭大的小斑點，依果莢上之病斑型態可分為二類，一為斑點型，於果莢上形成褐色線條型或斑點型之黑斑，不



易擴展或侵入果仁危害，只影響到果莢的外觀及品質，不會造成產量嚴重損失；另一為水浸狀腐爛型，侵染果莢及果柄後，初呈現水浸狀斑點，後漸擴大，被害果莢易沾粘土壤，土粒不易脫落，有時於病斑上可見病原菌絲或侵入果仁引起腐爛，致無法收穫，造成產量與品質嚴重損失，春、秋作之中後期均普遍發病。而雲林地區的農田多為石灰性砂頁岩沖積土壤，含有較高的鈣離子，易造成落花生植株缺微量元素與鎂元素。

植物與微生物的關係

植物在生長過程中，時時與外在環境進行交互作用。微生物雖然肉眼不見，卻無所不在，空氣與土壤中都充斥著微生物。由於大部分的植物都是定點固著於土壤終其一生，因而與周遭的微生物間有著密不可分的關係。植物和微生物之間的互動可以是正面的、負面的，甚至是互利的。有

些微生物能幫助植物吸收養分、增加植物的抗病能力，甚至可以幫助植物與其他生物互動；另一方面，有些微生物對植物造成危害，引起疾病或死亡。這些微生物會破壞植物的根系、阻礙植物吸收養分，或直接影響植物的生長發育。而在農產品的表現上，將使作物歉收，影響糧食安全，可謂不容小覷。

微生物是生態系的重要組成之一，對人類生活與環境影響甚鉅。一般認為微生物可在農業環境中，與各種棲息地的其他物種共存，達到理想的生態效果，因此具有廣泛的環境應用潛力。另一方面，土壤退化 (soil degradation) 是糧食生產中最嚴重的環境問題，會導致發展中國家的貧困和飢餓問題。因此，發展創新、可永續的農業栽培管理技術，專注於解決當前密集、且不可永續的農業管理相關環境、經濟與社會問題，是確保糧食生產安全所必需面對的課題。

因此，為確保臺灣農業永續發展，保育農業資源與生態環境，協助回復土壤地力，強化農地生態與生物多樣性研究，臺南區農業改良場自110年執行「農業用微生物產業固本與加值應用技術研發」之子項計畫「建立健康土壤微生物評估指標協助土壤回復地力」，開發拮抗微生物或其他有益微生物菌群，用以改善已劣化的土壤微生物菌相，並搭配健康土壤的微生物評估指標，以微生物技術改善土壤因長期失衡所造成之地力劣化，增加問題土壤的作物產量與品質，以回復土壤地力、維護土壤健康。

土壤綜合管理與有益微生物田間接種應用測試

臺灣位於亞熱帶與熱帶地區，高溫多雨加上高度密集的耕作土壤，使臺灣農田土壤容易引起地力衰退、土壤劣化等問題。臺灣農田問題土壤有酸性土壤、微量元素缺乏土壤、鹽化土壤、山坡地土壤沖蝕、排水不良、壓實性土壤、受污染土壤與有機質缺乏土壤等。以往我們改良土壤大多著重在土壤理化性質的改良，較少注意到土壤微生物的變化。而微生物的群落組成和多樣性是生物學中重要的研究課題，因為微生物在環境生態中關乎著各種重要的養分循環。



圖1. 土壤改良區香蕉生長勢較佳(左)。

很多的土壤因子會增加養分的利用率和植物的生產力，其中，最具影響力的可能是根圈的土壤微生物群組。每種土壤微生物都與整體土壤微生物群組同作用，來影響植物健康和作物生產力，而植物可以透過根分泌物來改變土壤微生物群組。操縱土壤微生物群組可以增加土壤健康和植物肥力。茲說明執行應用微生物製劑改善香蕉與落花生栽培土壤地力成果：

一、香蕉土壤改良與接種微生物製劑測試

選擇嘉義縣大林鎮簡姓農友田區，試驗前進行Z字型土壤採樣，試驗處理主要包括慣行區、土壤改良區、接種有益微生物組(包括 *Funneliformis mosseae*; F.M.、*Bacillus velezensis*; B40、*Bacillus amyloliquefaciens* CL3;BACL3)等共9個處理組合。香蕉生長過程調查抽穗比例、株高、莖周、葉片數、黃葉病罹病程度。試驗結果顯示土壤改良組經施用苦土石灰及蔗渣有機質肥料，有助於提升土壤酸鹼

值及有機質；香蕉株高與假莖莖周以土壤改良區 BACL3 處理最佳，農友慣行區最差(圖1)。調查香蕉抽穗率以土壤改良區 F.M. 處理最佳達成 88%，接種 B40 次之 69%，農戶慣行區最差 17%(表1)。

表1. 接種微生物對香蕉抽穗率影響

處理	抽穗率 (%)
農友慣行區	17±6
慣行區+F.M.	65±15
對照組	50±12
F.M.	88±17
B40	69±16
BACL3	62±14
F.M.+B40	41±12
F.M.+BACL3	67±15
BACL3+B40	67±14

F.M.: *Funneliformis mosseae*; B40: *Bacillus velezensis*; BACL3: *Bacillus amyloliquefaciens* CL3

果實產量調查以土壤改良區接種 BACL3+B40 處理最高，F.M.+BACL3 處理次之，較慣行區處理增加 24%，顯示香蕉土壤改良與接種微生物可以提早開花與增加果實產量，另調查資料也顯示接種微生物肥料提升果實良級(圖2)。進行香蕉黃葉病調查，



圖2. 接種微生物肥料提升果實良級(左)。

資料顯示農友慣行區罹病率最高 55%，土壤改良區接菌處理以 F.M.+B40 罹病度 10.8% 最低，顯示土壤改良與香蕉接種微生物可以降低黃葉病發生。

二、落花生土壤改良與接種微生物製劑測試

選擇雲林縣北港鎮張志郎農友設置示範田，試驗前先採田區土壤檢測後，針對問題進行改善，土壤分析資料顯示偏鹼性及有機質含量不足，經過施用硫磺粉及粗纖維有機質肥料等資材改善(圖3)，調整後土壤肥力分析，土壤酸鹼值下降與有機質含量上升。112年落花生產量調查，資料顯示接種固氮菌與貝萊斯芽孢桿菌(B40)較接種固氮菌提升產量 15%。另也採落花生田區土壤樣品分析功能性微生物菌數，由分析資料顯示兩區土壤固氮、放線菌與溶磷菌菌數無差異，溶鉀菌以固氮菌+B-40 處理較低。113年調查落花生生長勢，資料顯示土壤改良區接固氮菌+B40 處理最高，而慣行區則以接固氮菌處理較高。產量調查資料顯示以接種固氮菌與貝萊斯芽孢桿菌最高，農友慣行區接固



圖3. 依土壤檢測報告施用改良資材。

氮菌最低，提升產量 65%，由試驗結果得知土壤改良與接種微生物可以提升落花生產量（圖 4），另調查資料顯示落花生接種固氮菌 +B40 處理可以降低果莢黑斑病發生率（圖 5）。

結語

土壤微生物中有一群根圈微生物（plant growth-promoting rhizomicroorganism, PGPM），可棲群於植物根部並促進植物生長。這些微生物具有多種功能，例如可產生多種分解酵素，IAA、具有固氮、溶磷與嵌鐵能力，可促使作物根系生長、協助有效率吸收土壤中肥分，這些根圈微生物不僅能夠改善土壤結構、促進作物對水分及養分的吸收，還能在逆境條件下通過產生植物激素、代謝調節物等方式來增強作物的生理抗逆性。近年來氣候變遷影響日益顯著，冬季靈雨、春季乾旱及夏季暴雨等現象，急遽氣候異常變化，往往造成農民栽培管理及用藥防治之缺口，唯有藉助適當土壤管理及開發有益微生物菌群加以應用，藉以維持良好田間作物生長條件，優化土壤微生物菌群，以促進作物養分吸收能力，並維持良好土壤

管理模式，將大幅提升農民收益，並減少土壤病害發生機會，減少化學藥劑施用成本，友善農耕環境。

表 2. 不同施肥與微生物處理對落花生產量影響

處理	產量 (公斤/0.1公頃)
慣行區接固氮菌	250
慣行區接固氮菌+B40	263
改良區接固氮菌	288
改良區接固氮+B40	413

B40: *Bacillus velezensis*



圖 4. 不同施肥與微生物處理可以增加落花生產量（右）。
B40: *Bacillus velezensis*。



圖 5. 接種微生物可降低落花生果莢黑斑病發生率（右）。
B40: *Bacillus velezensis*。

農業科技論壇

匯聚產官學研意見，激發新思維



善用「臺灣歷史氣候重建資料整合分析平台」建立農民自主防災觀念

作者：楊滿霞（農業部農業試驗所副研究員）
 姚銘輝（農業部農業試驗所研究員）
 徐永衡（國家災害防救科技中心助理研究員）
 陳永明（國家災害防救科技中心組長）

前言

掌握氣候變化的趨勢，可以幫助農民調整種植計畫和作物選擇，提升農業韌性。透過過去的氣候數據，如溫度、降雨量及極端氣候事件，我們可以掌握長期的氣候變化趨勢，從而預測未來的氣候情況。研究歷史氣候資料的趨勢變化，有助於我們深入了解氣候變遷的模式及其影響，農作物的生長和產量受到氣候因素的直接影響，因此能事先掌握這些訊息對於農業生產至關重要。

臺灣氣候變遷推估資訊與調適知識平台（TCCIP），提供超過 40 年臺灣歷史氣候重建資料，利用動力降尺度技術，提升臺灣地區氣候資料之解析度，劃分 2 公里網格密度，共 10,143 個網格位點，產製臺灣地區高時空檢析度之長期歷史氣候資料，其中包含降雨量、最高溫、最低溫、平均溫、日射量、平均風速、相對溼度及地面壓力等 8 個氣候因子，能夠提供長期的環境變化趨勢，幫助農業栽培規劃做出更準確的預測和決策，這些研究能提供農業相

關政策制定方向，減少氣候變遷帶來的風險，確保糧食安全。

應用軟體套件於臺灣歷史氣候重建資料之加值利用

應用 R 軟體 Shiny 套件，能夠輕鬆地將數據分析成果轉化為互動性強、易於使用的網頁應用，提升了數據展示和分析的效率。TCCIP 提供之臺灣歷史氣候重建資料內容完善，透過該平台申請審核通過之後即可免費下載使用，若下載目前該平台上所有臺灣歷史氣候重建資料，共近 7,000 個檔案，對於不諳程式之研究人員，難以作進一步加值應用。

為使此份長期氣候歷史資料能讓更多研究人員使用，作者使用 R 軟體 Shiny 套件創建一互動式網頁介面「臺灣歷史氣候重建資料整合分析」平台（圖 1），提供使用者以點選方式，即可獲得長期氣候趨勢

視覺化圖和數據展示，並提供氣候統計檔案下載功能，以利後續加值使用。使用者在「臺灣歷史氣候重建資料整合分析」平台上，可依田區位置輸入縣市別、經緯度資訊（WGS84）、氣候因子、門檻值及月份後，即可產製 9 張統計圖及 2 個檔案提供線上查詢。

本平台依使用者輸入位點，從 1,0143 個網格位點中抓出距離最近位點之氣候資訊做後續分析，第 1-4 張統計圖為依使用者所選擇的氣候因子繪圖，包含逐日視覺化圖、逐日趨勢圖、每旬盒鬚圖及每旬中位數圖；第 5~9 張圖為除了氣候因子外，更結合所輸入之門檻值資訊所繪製之統計圖，包含門檻值每旬逐日視覺化圖、門檻值每旬發生機率圖、門檻值趨勢圖、門檻值盒鬚圖、門檻值每旬中位數圖。此外，提供繪製以上 9 張統計圖的 2 個氣候資料檔案，分別為逐日資料檔及



圖 1. 「臺灣歷史氣候重建資料整合分析」平台使用者操作介面，左列表之預設位點為臺中市摩天嶺甜柿產區。

每旬資料檔，左列表亦提供相對應之檔案下載功能。

本平台左列表之預設位點為臺中市摩天嶺甜柿產區，設定最低溫小於 10 度為門檻值，其產製之統計圖及檔案說明如後。

「逐日視覺化圖」之 Y 軸為年份 1980-2020 年，X 軸為每月天數，一般 1-30 或 31 天（2 月份有 28 或 29 天），黃色代表最低溫之溫度較低，紅色代表溫度較高，由此圖可見氣候變遷影響，最低溫隨著月份及年份趨勢變化（圖 2）。「逐日趨勢圖」之 Y 軸為最低溫數值範圍，X 軸為每月天數，可比較 1980-1999 年（紅線）及

2000-2020 年（藍線）之最低溫趨勢變化（圖 3）。

「每旬盒鬚圖」之 Y 軸為點選之最低溫數值範圍，X 軸分為上旬、中旬及下旬，可比較 1980-1999 年（紅色）及 2000-2020 年（藍色）兩者之盒鬚圖，此圖可看出極端氣候事件出現之頻率（圖 4）。對於極端氣候事件頻繁出現之資料，可參考中位數統計量較為穩健，此時可參考「每旬中位數圖」，Y 軸為最低溫數值範圍，X 軸分為上旬、中旬及下旬，可比較 1980-1999 年（紅線）及 2000-2020 年（藍色）兩者之中位數值（圖 5）。

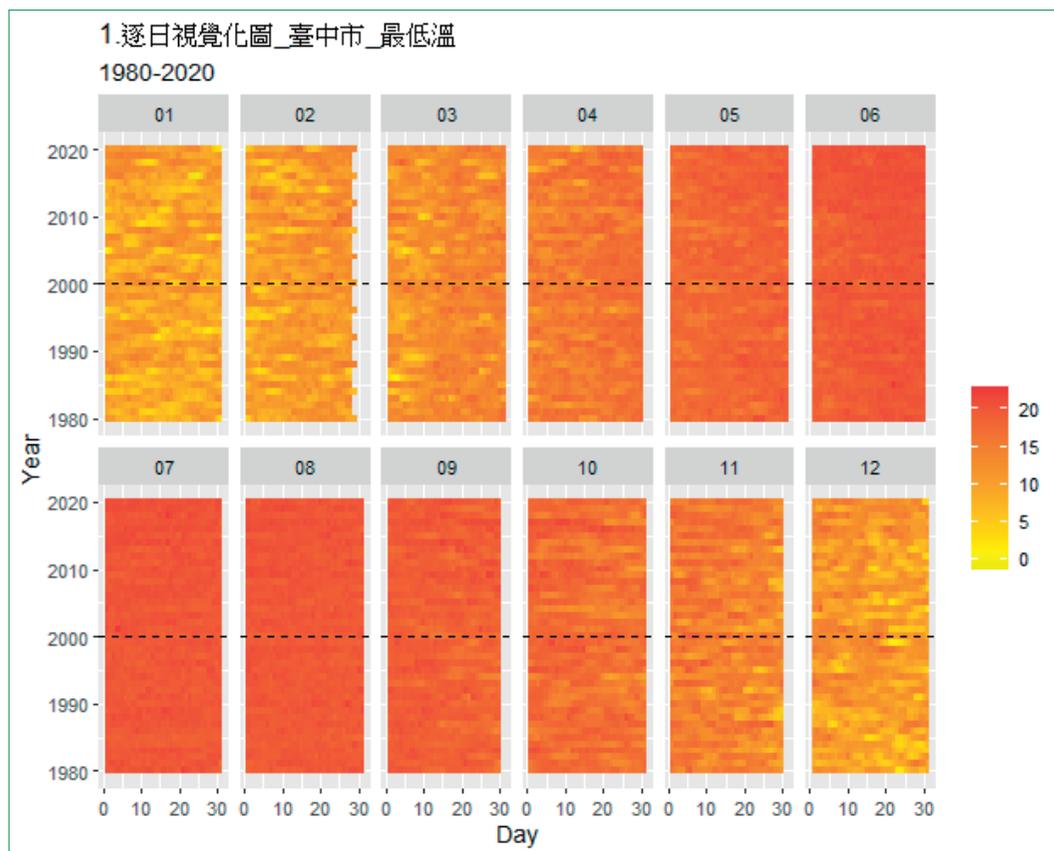


圖 2.「逐日視覺化圖」由此圖可見氣候變遷影響，最低溫隨著月份及年份趨勢變化。

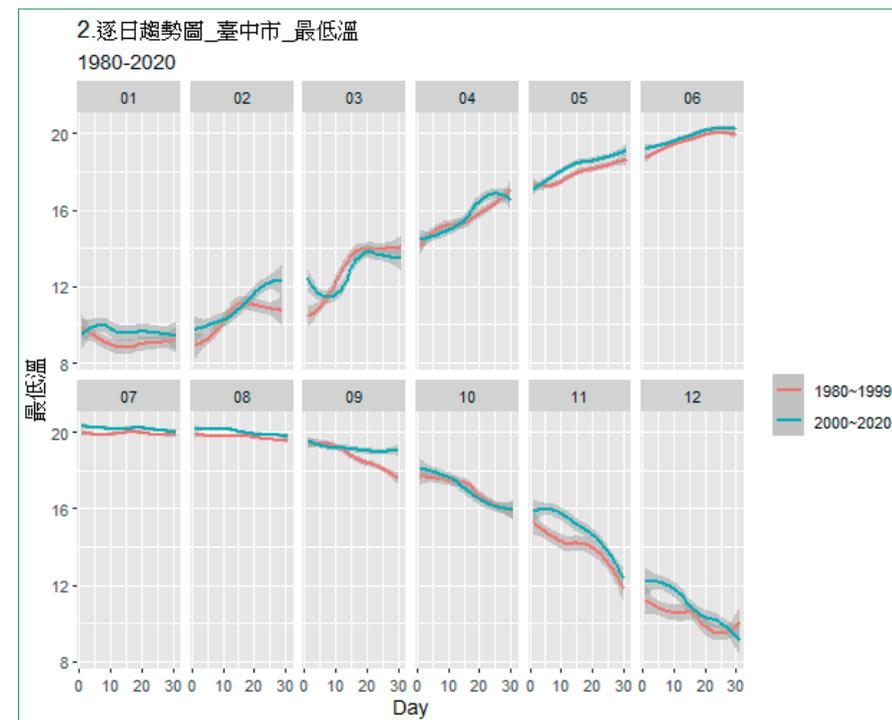


圖 3.「逐日趨勢圖」可比較 1980-1999 年（紅線）及 2000-2020 年（藍線）之最低溫趨勢變化。

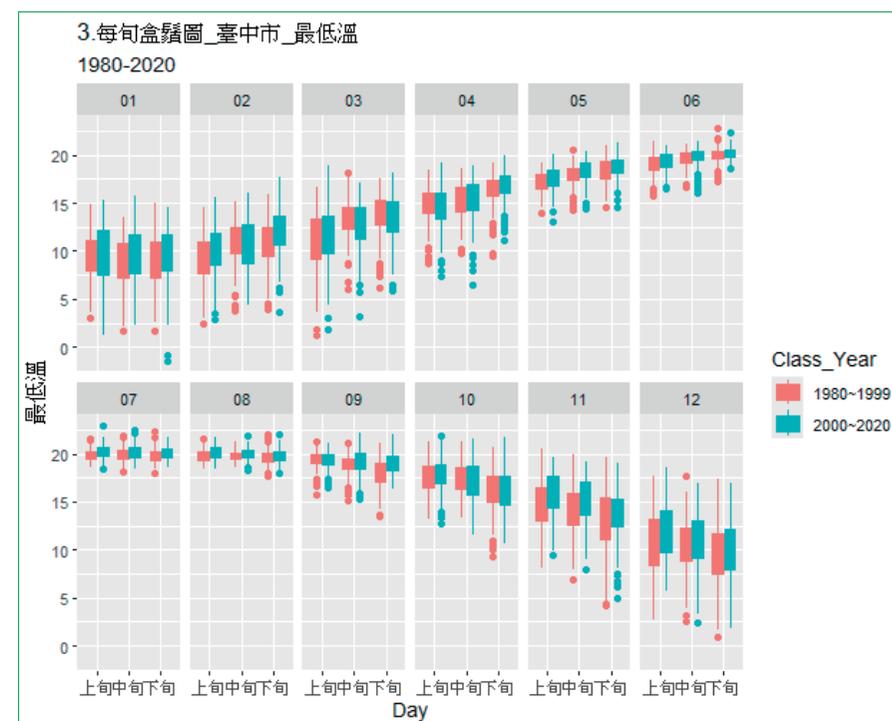


圖 4.「每旬盒鬚圖」可比較 1980-1999 年（紅色）及 2000-2020 年（藍色）兩者最低溫之盒鬚圖，可看出極端氣候事件出現之頻率。

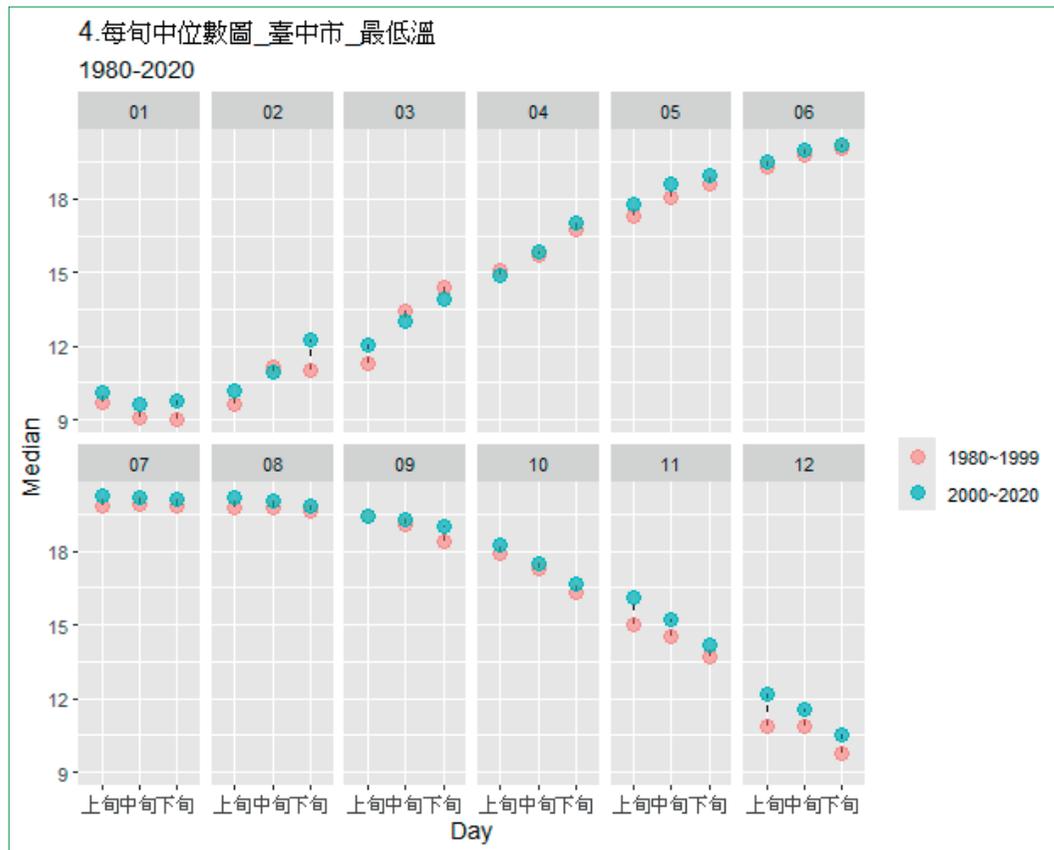


圖5.「每旬中位數圖」可比較1980-1999年(紅色)及2000-2020年(藍色)兩者之中位數值，對於極端氣候事件頻繁出現之資料，可參考中位數統計量較為穩健。

第5及7-9張圖與前述4張圖類似，相異點為達到門檻值(預設範例為最低溫小於10度)之資料集始列入繪圖，以「門檻值逐日視覺化圖」為例，上色的點位代表達到所設定門檻值，即可看出最低溫達小於10度的分布，可見2015-2020年11月~12月達到門檻值點位少很多，可明顯看出氣候變遷造成暖化的現象(圖6)。第6張圖為「門檻值每旬發生機率圖」，Y軸為達到門檻值之機率，X軸分為上旬、中旬及下旬，可比較1980-1999年(紅色)及2000-2020年(藍色)兩者之每旬達到設定門檻值(最低溫小於

10度)的機率值及隨著月份及年份趨勢變化(圖7)。對於前述統計圖標定位置之實際數值有興趣之使用者，可以參考「逐日資料檔」及「每旬資料檔」資訊，可以參照統計圖上標點了解實際數值趨勢變化，另提供檔案下載功能，提供使用者其他加值利用。使用者可進入農業試驗所網頁，其中作物組之下載專區(統計軟體教學區)提供「臺灣歷史氣候重建資料整合分析平台資料下載及安裝說明」檔案，依照下載檔案之操作說明進行安裝，即可在個人電腦上進行臺灣歷史氣候重建資料整合分析。

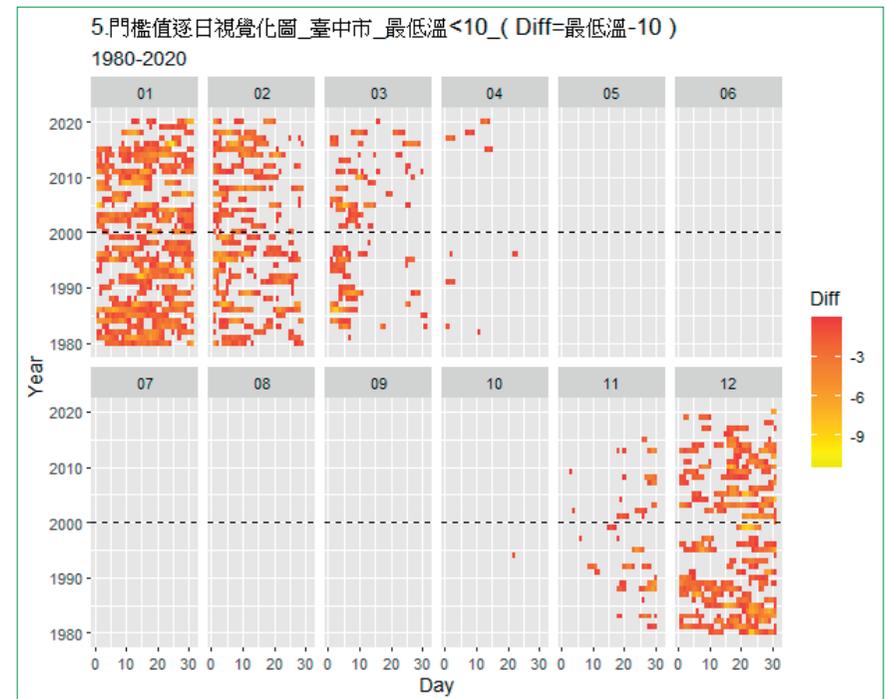


圖6.「門檻值逐日視覺化圖」上色的點位代表達到所設定門檻值，即可看出最低溫達小於10度的分布，可見2015-2020年11月-12月達到門檻值點位少很多，可明顯看出氣候變遷造成暖化的現象。

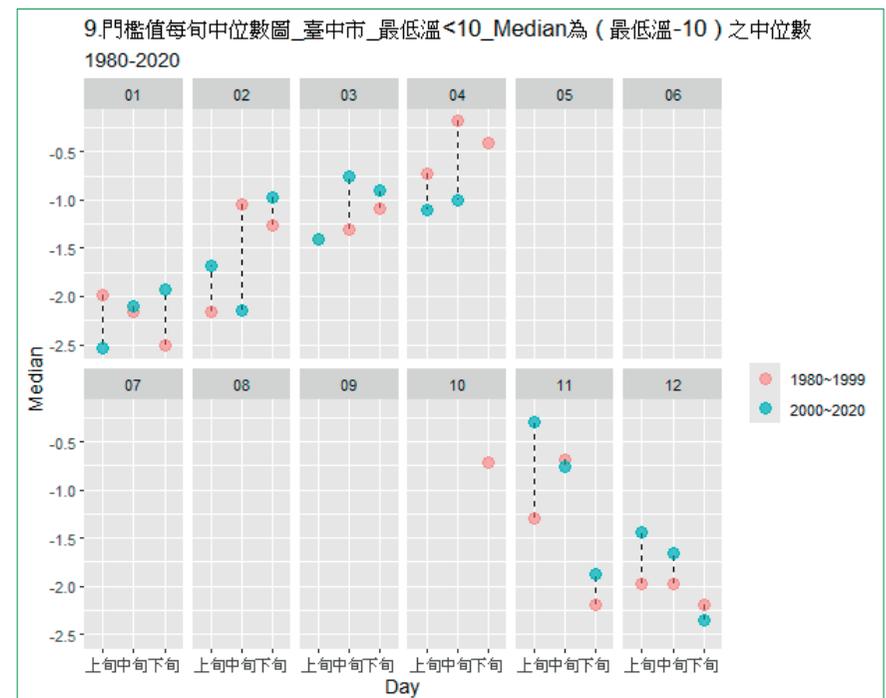


圖7.「門檻值每旬發生機率圖」可比較1980-1999年(紅色)及2000-2020年(藍色)兩者之每旬達到設定門檻值(最低溫小於10度)的機率值及隨著月份及年份趨勢變化。

結論與展望

長期氣候資料的趨勢分析結果，對於農業防災策略的制定方向是重要參考之一。隨著全球氣候變遷的加劇，農業面臨越來越多的挑戰，包括極端天氣事件、作物病蟲害的增加以及水資源短缺等問題。因此，透過系統化地分析溫度、雨量和日射量等氣候因素的長期變化，農民和政策制定者能夠更有效地應對這些挑戰，確保農業永續發展。「臺灣歷史氣候重建資料整合分析平台」除了可針對各項氣候因子產製各種趨勢視覺化圖，使用者亦可自行設定氣候因子之門檻值進行趨勢分析，歷史氣候資料的趨勢變化對於農業防災策略規劃具有參考價值，各項作物之災害預警門檻值及發生月份大相逕庭，特別推薦使用者到「農作物災害預警平台」(<https://disaster.tari.gov.tw/ARI/>) 瀏覽，網頁內提供作物防災栽培曆供下載參考，各項

作物之防災栽培曆皆提供「致災情形」、「預警條件」、「防範措施」及「災害復原」4大項目，其中使用者可參考「預警條件」之說明來設定門檻值，配合自家田區經緯度位點設定，了解氣候變遷對自家田區各項氣候因子及達到預警門檻值之趨勢變化，配合調整栽培模式，以達農民自主性防災之目的。依據長期氣候資料的趨勢分析，農業防災策略的制定變得更加科學和系統化。這不僅有助於提高農業生產的穩定性和永續性，還能夠為面對未來氣候變遷挑戰做好充分準備。

文獻參考

1. 鄭兆尊、林士堯（113年4月3日）。臺灣歷史氣候重建資料說明文件（1.6版）。
2. 姚銘輝、李亭儀、柳再明、陳永明、呂椿棠（2022）。農業防災體系及農作物早期災害預警平臺。災害防救科技與管理學刊，11（2），75-87。 [https://doi.org/10.6149/JDM.202209_11\(2\).0005](https://doi.org/10.6149/JDM.202209_11(2).0005)。



農業科技新知

產業發展動向與環境相關議題探討

編譯／黃仁藝



白楊樹雜交系譜的發現， 說明森林早已學會應對氣候變遷

科學家在北美從南到北，從阿拉斯加到懷俄明的七個狹長區域，對 546 棵楊樹採集樣本進行基因分析，發現了在野外竟能自然產生出雜交種的楊樹族群。科學家指出，這些「毛果楊」原本生長在潮濕的海岸區域，但約 80 萬年前，它們的分布範圍逐漸往內陸與東部移動。這是因為氣候的改變，使純粹只適應潮濕環境的毛果楊族群縮小了；當毛果楊與白楊樹雜交之後，毛果楊獲得了抵抗乾燥高溫環境的能力，雜交種的數量也逐漸增多。科學家認為，研究毛果楊的雜交現象，應該可以解答許多植物物種演化的秘密，特別是關於樹木

在遭受全球暖化的突如其來的威脅時，如何透過與其他物種交換基因來適應環境。這項研究也說明樹木雜交在大自然中的發生率恐怕比人們想像的更頻繁，森林中的樹木尤為如此。為了找出森林中自然雜交區的形成機制，科學家梳理樹木的族群統計歷史、基因流動，以及不同的基因組世系如何彼此互動。有利於管理者在將來更有效地預測移動路徑，進行氣候變遷相關的森林管理。

資料來源：<https://www.sciencedaily.com/releases/2024/07/240717162310.htm>

蝴蝶翅膀上的靜電， 讓牠們獲得隔空授粉的超能力

在近期一項新研究中，科學家發現蝴蝶和蛾飛翔的時候會製造出非常多靜電，這使得牠們可以在幾公厘甚至是幾公分的距離內，直接從花朵中「吸取」花粉粒。這意味著蝴蝶和蛾是相當高效率的授粉者，超越以往學界所預期。進行本研究的團隊採集了來自五大洲、11 個物種的 269 隻蝴蝶與飛蛾，牠們居住的原生環境種類不同、類型眾多，能夠代表大多數生態系統。而且根據該研究的觀察結果，蝴蝶與蛾身上所帶的靜電量，會因為物種不同而有所差異；這些差異與牠們形形色色的生態學正好呼應。例如，牠們是否造訪那個地區

的花朵、是否來自熱帶環境、生存的地方是否乾燥，或者牠們通常在白天飛行，或為夜行性。換句話說，科學家找到了證據，說明動物身上的帶靜電量是適應性特徵，因此可以透過環境天擇的過程演化出來。這說明靜電是多麼強大且普遍的授粉工具；然而這又延伸其他問題：天擇的過程如何使飛蛾與蝴蝶接受靜電的益處？若動物身上積累的靜電強大到可以直接吸取花粉，這是否能為當前的農業開拓新的授粉可能性。

資料來源：<https://www.sciencedaily.com/releases/2024/07/240723204731.htm>

禽流感已確認會在哺乳動物之間傳染

新研究證據指出，禽流感已經能從禽鳥傳染給乳牛，然後在乳牛之間傳染，甚至傳播至接觸乳牛的浣熊以及貓的身上。這是學界首次發現 H5N1 禽流感建立起有效、持續不斷的哺乳動物對哺乳動物傳播鏈。科學家針對病毒的基因定序，並沒有揭露任何病毒突變能夠強化它對人類的傳染性，但是數據確實顯示，病毒正逐漸適應哺乳類動物。從 2022 年至今，美國發現 11 名人類禽流感感染者，所有人皆屬輕症；其中 4 人來自乳牛牧場，另外 7 人接觸過養雞場。而 11 人裡面有 4 人是近幾週疫情的染病者。科學家注意到，這些比較近期的患者身上的病毒，跟在乳牛之間相互

傳染的病毒屬於同一個病毒株，因此它應該可以溯源至同一個郡內的同一批牧場。雖然 H5N1 禽流感病毒尚未擁有直接感染人類，並在人類體內複製的能力，因此它對人類的傳染力仍很弱；但是隨著病毒對哺乳動物的適應性增強，也許或遲或早，使禽流感真正成為哺乳動物疾病的突變將會發生，並且搖身一變成為真正的人畜共通病。科學家呼籲當局提供農場主足夠的經費，持續監測動物受感染的情況，以及早遏阻人類受感染的情況進一步擴大。

資料來源：<https://www.sciencedaily.com/releases/2024/07/240724122226.htm>

污水處理廠污泥製成的肥料，仍有改善空間

人類生活髒水經過污水處理廠淨化後剩下的污泥，飽含氮、磷，以及其他植物生長所需的養分，生產過程節能且廉價。僅在 2022 年，美國的污泥肥料產出量就高達 376 萬噸。乍看之下，污泥確實是優良的農業肥料，然而它卻可能充斥著十分危險的有機化合物。為了解決這項問題，科學家調查了來自美國與加拿大各地污泥中的生物固體 (Biosolids)，以了解它們的化學構成，並且找出哪些固體最值得優先研究處理。透過先進的化學分析技術，科學家可以從 16 個生物固體樣本中辨識出上千種化學物質，包含藥品、工業化合物，各式各樣的香精，以及對製造業而言耳熟

能詳的酚甲烷 (BPA)，塑膠製品與一種名為卡馬西平的癲癇兼精神科藥物，都含有酚甲烷。最終科學家篩選出 92 種存在於高達 80% 生物固體樣本中的化合物。接著，科學家將這 92 項化合物與美國環保局毒理資訊網的化學品資料庫 (CompTox Chemical Dashboard) 作交叉比對，找出其中有哪些對人類或環境高度有害，而且可能經由肥料被農作物吸收。該研究的下一步，就是在實驗室中實際使用生物固體培養作物，查明化合物的濃度是否真的會帶來威脅。

資料來源：<https://www.sciencedaily.com/releases/2024/06/240625205641.htm>

塑膠汙染與海水倒灌威脅海岸矮生植物

塑膠汙染與海水倒灌是最嚴重的兩種環境壓力，威脅著生長於海岸的植物。常綠矮生植物車前子，它生長在靠海的沙丘或鵝卵石海灘等區域，歐洲、亞洲、北非、美國與紐澳各地都能見到它的蹤跡。科學家將車前子種植在含塑膠垃圾的土壤中達35天，然後它們將被海水淹沒72個小時，模擬暴風雨漲潮的情境。接下來，科學家繼續養殖車前子24天，監測植物後續的生長存活狀況，包括植物體的尺寸、光合作用與開花繁衍。結論指出，塑膠微粒確實影響植物的繁衍，而海水倒灌會直接導致植物組織壞死。科學家意識到，「塑膠

微粒」除了傳統意義上的塑膠以外，另外還有「可生物降解塑膠」，同樣也會衝擊植物的生理機能，使它們更難應對海平面上升與海岸淹水的情況。然而，隨著全球氣候變遷惡化與垃圾問題日益嚴重，以上兩種環境壓力將會大範圍地影響植物分配資源的方式，使得植物的生長狀態改變並在短時間內壓抑光合作用的效率，導致植物吸收水分、營養與陽光的能力降低。不起眼的矮生植物是鞏固沙丘與關鍵生態系統的功臣，學界確實該重視它們的生存空間了。

資料來源：<https://www.sciencedaily.com/releases/2024/08/240802132907.htm>

為何在城市中種樹反而使紐約空氣品質更糟了？

紐約市政府每年種植成千上萬棵樹，製造宜人的綠色空間。樹木釋放水氣的作用可降低地面溫度、吸收空氣中的排放碳、清除煤煙與懸浮汙染物，讓野生動物有家可回。然而新研究指出，種樹也能種出大問題。紐約市絕大多數種植的樹木是橡木與美國楓香，它們釋放出大量名為異戊二烯(isoprene)的揮發性化合物。異戊二烯可能是某些樹木品種的光合作用副產品，樹木為了避免樹葉因高熱而枯萎，失去光合作用的能力，會隨著溫度升高釋出更大量的異戊二烯。樹木釋放的各種化合物也往往具有吸引授粉者的功能。橡樹的異戊二烯排放量是低排放樹木的八百倍，

例如槭樹與英桐。雖然異戊二烯本身無害，卻很容易跟汽車與工廠排放出來的汙染物氮氧化物起反應，在地面製造出一層臭氧，並導致居民罹患氣喘與肺疾。科學家指出，若紐約市政府繼續按照原有的模式種樹，未來十年內曼哈頓空氣中的異戊二烯會增加至140%，保有最多種樹區域的皇后區則會增加四倍，其他行政區則遭遇程度不一的衝擊。人為排放廢氣是臭氧生成的另一半關鍵因素，並非全歸因於樹木，而這些複雜的因素將考驗紐約當局城市管理的智慧。

資料來源：<https://www.eurekalert.org/news-releases/1053537>

使用SERS技術，學界發現殘留農藥比以往想像的更頑強

殺蟲劑與除草劑是全球農業所不可或缺，但是人們吃進這些化學物質有可能損害健康。科學家發展出更先進的影像分析技術，名為「表面增強拉曼光譜儀」，簡稱SERS。它能以非侵入性的方式，偵測到水果或其他農產品最微量的化學藥劑汙染。SERS的原理是，當拉曼雷射光束照射農產品時，用來強化分子訊號的金屬奈米粒子或奈米片會使光線以特別的模式散射開來；只要判讀分子的特徵，即可偵測出哪些化合物殘留在其中，殘留量多少。為了進一步優化SERS的敏感度，研究團隊設計出一種金屬薄膜，可以包覆待檢測的農產品。做法是將纖維素水膠浸泡在硝酸

銀中，讓可強化SERS的銀奈米粒子嵌入纖維溝槽中，最後形成極具彈性的透明膜。科學家將得恩地與貝芬替兩種殺蟲劑按照一般的方式噴灑在風乾的水果上，然後模仿消費者的飲食習慣清洗這些水果。結果發現，蘋果上的殺蟲劑不僅難以完全洗淨，而且會穿透果皮滲透至果肉表層，只能建議民眾削皮食用蘋果。黃瓜、蝦仁、辣椒粉與白米也被發現含殺蟲劑。這項研究結果確實使學界意識到，目前通用的防範化學藥劑汙染的方法，仍有許多不足之處。

資料來源：<https://www.acs.org/pressroom/presspacs/2024/august/researchers-show-pesticide-contamination-is-more-than-apple-skin-deep.html>

研究改良貓飼料，還是要讓貓咪出馬

貓咪是出了名的挑食，要如何設計出經科學證實貓咪喜歡的飼料，成了本次研究的大哉問。貓的嗅覺比人類更敏銳，舌頭也比人類更容易偵測到「鮮味」(umami)；因此貓食中的香味幾乎決定了牠們願意吃下，還是掉頭就走。此外，貓其實無法品嚐到甜味。雖然肉味誘食噴霧劑可以改善乾飼料的風味，但是飼料對貓具有高適口性是否真的與揮發性味道化合物有關，尚未徹底解開這個問題。科學家先均質化熱處理雞肝，做成肉泥，然後用酵素分解肉泥中的蛋白質，最後做出4種不同的誘食噴霧劑。這些噴劑中共含50種不同的味道化合物，諸如花香、汗味，

甚至是橡皮味。科學家將誘食劑噴灑在市售貓飼料上，並求助於10隻貓咪組成試吃評審團，透過牠們的反應辨識出哪些味道化合物最受貓們的青睞。科學家會詳盡記錄貓隻最先被哪款噴霧劑吸引，以及牠們一天之內吃了多少食物。結果發現含更多游離氨基酸的誘食劑最受貓的歡迎，因為這些經過熱處理，能加強香味的化合物，是會產生梅納反應(Maillard reaction)的風味前導物；帶有磨菇與油脂氣息的噴霧也頗受貓咪喜愛，但是偏甜或偏酸的選項，貓咪就興致缺缺了。

資料來源：<https://www.acs.org/pressroom/presspacs/2024/august/improving-cat-food-flavors-with-the-help-of-feline-taste-testers.html>

我們所吃的肉在不知不覺之間， 又將引發大流行病

農業抗菌劑濫用與微生物產生抗藥性的問題，將使動物成為人類遭受大流行病侵犯的管道。世界衛生組織預估，到了 2050 年，與細菌抗藥性相關的疾病會造成將近一千萬人死亡。若超級細菌興起的情況繼續發展下去，人類將耗盡可以用來治療感染的抗生素。亞洲是動物身上產生抗菌劑抗藥性的重災區；特別是東南亞。據聯合國農糧組織統計，東南亞養超過 29 億隻雞、2 億 5 千 8 百萬隻鴨子、7 百萬頭牛、1,540 萬頭水牛、7,750 萬頭豬、1,370 萬頭綿羊，與 3,060 萬頭山羊，牠們都面臨兩大問題：抗菌劑抗藥性與抗菌劑的殘留物。農場流放至水中、土壤、以及排泄物

裡的抗生素就彷彿無處不在，不斷「訓練」微生物產生抵抗力。

此外，為了促進動物生長，農人過量使用或濫用抗菌劑藥物，都會加速細菌產生抗藥性，而這些超級細菌可以藉著直接接觸或食物鏈進入人類體內。所謂殘留物，就是滯留在動物組織內的藥物與其他化學物質，例如抗生素生長促進劑；當消費者不經意地吃進這些抗生素，抗藥性問題就會延燒到人類身上。雖然許多國家試圖立法管制，但徹底落實農業抗生素的合理使用，仍有段距離。

資料來源：<https://www.sciencedaily.com/releases/2024/08/240821124357.htm>

蜂蜜以及產業轉型， 將拯救現實世界中的柏靈頓小熊

乾旱侵襲、森林縮減以及當地農場主對熊採取的報復濫殺行動，危害玻利維亞安第斯熊的生存空間。安第斯熊是在玻利維亞南部旱生林中的離群索居動物，這種森林往往長滿茂密的樹木與灌木，也有不少黃褐色的枯葉叢夾雜其中，提供熊極佳的掩護。這些彷彿戴著一副小小眼鏡的熊，是愛吃柑桔醬的「柏靈頓小熊」現實生活中的原型，但如今牠們也難逃瀕危的命運。

這是因為當地世世代代的農人相信熊是殺死動物、吃掉牛群的兇手；實際上熊造成的畜牧業破壞僅占所有損失的 5% 到 10%，落後的管理模式、疾病肆虐、動物不慎墜山以及遭毒蛇咬，才是家畜死亡最

主要的原因。安第斯熊真正的主食是鳳梨花（Bromeliad）以及類似的山中植物，只有迫不得已時才會襲擊動物，然而要改變農人代代相傳的觀念十分困難。玻利維亞生物學家決定幫助部分農夫從畜牧業轉型至養蜂業，不僅開設養蜂場供當地人參觀，也提供社區課程鼓勵人們學習養蜂，連一般家庭都能擁有自己的簡易養蜂場。當產業擁有了適度轉型的彈性，人們的觀念也將變得不再僵化，一味地把人類與熊放在敵對的兩端。

資料來源：<https://www.bbc.com/future/article/20240819-how-beekeeping-is-protecting-the-real-life-paddington-bear-in-bolivias-andes>

農業科技活動

放眼世界，掌握農業脈動



2/5-7

日本 東京

國際生物能源與農業會議**International Conference on Bioenergy and Agriculture (ICBA)**

隨著全球對永續發展需求的不斷攀升，低碳排放的農業生產模式已成為各國追求的重要目標，而生物能源、生物經濟與自然經濟等相關議題的關注度也與日俱增。本次會議聚焦於生物能源的生產模式及其在農業中的應用，特別探討如何藉助人工智慧技術的導入，實現生物能源生產與農業效率的平衡發展。會議議題涵蓋生物能源在多功能綜合農業中的應用優勢與挑戰。

2/10-11

印度 新德里

國際森林與氣候變遷會議**International Conference on Forests and Climate Change (ICFCC)**

印度作為南亞經濟的火車頭，林業是該國的重要經濟支柱。然而，自然災害與高碳排放產業問題帶來嚴峻的環境挑戰。本次活動將深入探討森林在緩解氣候變遷與推動永續發展中的關鍵作用，特別聚焦於多樣化社區林業的發展議題。其他特色主題還包括珍貴稀有樹種的復育與基因保存、印度黃檀木的培育技術以及城市森林覆蓋率的提升等。

2/12-14

法國 巴黎

全球農業風險管理與技術會議**Global Conference on Agricultural Risk Management and Technology**

農場推行風險管理實務的首要條件，是能夠具體量化風險的不確定性及可能損失，從而制定針對不同風險的有效策略與應對措施。議程中與會者綜合發表農業風險評估的最新指標與數據，包括病蟲害發生率、新種植技術的採用率，以及供應鏈與市場的穩定性等。透過對農業風險的深入研究與評估，期望能幫助農業企業主與農民提升收益，推動農業的穩健發展。

2/17-18

美國 紐約

永續流域管理國際會議**International Conference on Sustainable Watershed Management**

人口增長、氣候變遷、用水需求增加及水資源分配管理不當等多重因素的影響下，水資源短缺（Water Scarcity）成為全球性的生態與經濟危機。會議將聚焦相關議題包含「流域管理的實踐內容」、「水系統相關環境風險的評估」、「農業水資源的分配管理與應用」以及「灌溉流域資源整合」。期以透過這些主題的交流與討論，引起公眾與相關部門對水資源危機的重視，並推動可行的解決方案。

2/18-20

德國 柏林

國際能源系統與永續農業發展會議**International Conference on Energy Systems and Agricultural Sustainability (ICESAS)**

主辦單位響應聯合國「2030永續發展目標」，著重於平衡社會、環境與經濟三大核心議題，同時支持聯合國糧農組織（FAO）推動的永續糧食與農業（Sustainable Food and Agriculture）倡議。本次會議廣邀相關學者與業界代表，共同投入永續能源與農業系統整合的開發與推廣。會議特別以德國生質能源村的成功案例為基礎，深入探討區域性永續農業的發展潛力。

2/19-21

韓國 首爾

國際農業科技會議**International Conference on Agricultural Science and Technology**

本次會議聚焦於現代農業創新、農業生物技術及智慧農業解決方案。韓國政府自2016年推行的智慧農場產業（Smart Farm Industry）計畫，致力於利用資通訊技術建設溫室與畜牧場，讓農民可透過智慧型手機或電腦遠端監控和管理作物與動物的生長環境。會議議程包括分享韓國運用IT技術打造智慧農場的實踐經驗，以及探討AI技術導入後對智能農業的數據影響，推動農業科技的全面升級。

2/26-27

泰國 曼谷

植物基因組學和生物技術會議**Plant Genomics and Biotechnology Conference**

植物基因組學與生物技術是探索植物基因組結構、功能與應用的重要領域。本次會議以農業生物技術為核心，探討生物技術在植物改良與保護中的應用。與會者將分享最新的植物基因組學研究成果，並介紹泰國農業大學在基因編輯技術上的最新進展。徵集議題涵蓋瓜果基因互作與調控機制、RNA干擾技術的應用，以及轉基因生物檢測技術的開發。

3/4

泰國 曼谷

3/6

中國 上海

2025年亞洲—澳洲糧食產業大會
AGIC Asia 2025

大會匯聚來自澳洲及亞洲糧食行業的企業代表，共同探討市場機會、糧食安全與價值鏈的發展。活動內容包括「商業對接會議」、「價值鏈成果發佈」、「區域市場論壇」及「食品加工技術工作坊」。透過這些環節，全面展示澳洲糧食價值鏈的優勢與發展潛力，並為亞洲地區的行銷商、加工商、消費者及監管機構搭建溝通橋樑，促進業界交流，探索合作新機遇。

3/6-10

美國 新奧爾良

水產養殖三年展**Aquaculture Triennial Exhibition 2025**

水產養殖三年展是全球最大規模的水產養殖會議與貿易展，吸引來自90多個國家的近4,000名參與者。這項盛會涵蓋水產養殖的各個層面，致力於推動技術創新、可持續發展及行業合作。活動內容包括水產養殖技術成果發表、未來市場趨勢與數字化轉型的專題演講。此外，國際水產品的展示與試吃以及水產養殖設備競賽，為活動增添了更多亮點，吸引眾多業界人士共襄盛舉。

3/12-14

越南 胡志明市

亞洲農業技術與亞洲園藝展覽會**Agri-technical Asia & Horti Asia 2025**

本次展覽的四大主題為東南亞農業無人機技術應用、智慧灌溉系統、植物育種技術及園藝創新。展覽內容除了靜態展示外，還有園藝設計示範與實地訪查等動態環節，與會者也能與農業機器人及智慧型感測器的互動體驗。大會安排的論壇與演講則涵蓋多元議題，目前已規劃講題如「降低垂直農法（Vertical Farming）生產成本」及「建立高效益的農民融資管道」，以促進技術交流與實務應用。

3/15-16

巴西 聖保羅

熱帶農業創新會議**Agricultural Innovations in the Tropics**

巴西得益於其穩定的兩水模式和較少極端氣候的農業優勢，全年均可進行糧食種植，並廣泛應用生物固氮技術，有效減少氮化肥的使用。本次會議主題為熱帶農業創新實踐及區域貿易動態，議程內容涵蓋：如何推動中南美洲熱帶農業低排碳模式、打造高價值熱帶經濟作物的產銷物聯網以及開發智慧型農業所需的支持性工具，旨在促進區域內農業技術創新與可持續發展性。

3/18-20

俄羅斯 莫斯科

俄羅斯農業科技博覽會**Agrotech Russia Expo**

本次博覽會展示了俄羅斯現代農業實踐、技術整合與永續發展策略。展會分為兩大展區：YugAgro（農業相關）與AGROS（畜牧相關）。YugAgro主要介紹俄羅斯及中亞地區最新的農業機械、農化產品和灌溉系統技術，並以智能作物生產設備作為亮點。AGROS則是俄羅斯最大的畜牧業和家禽業展覽，涵蓋動物飼料、健康與養殖技術，聚焦人工智能在畜牧業中的應用，展示未來畜牧業的發展潛力。

3/22-23

奧地利 維也納

國際有機農業論壇**International Forum on Organic Agriculture**

於奧地利維也納召開的國際有機農業論壇，旨在匯集相關研究學者、小農代表與廠商，共同討論智能時代下有機農業的未來發展。議題目前規劃包括新型態的有機農法、生物多樣性以及有機產品的市場機會。討論內容將聚焦於如何利用AI智能技術協助廠商開發有機生物性肥料，並輔助農民分析土壤感測器數據、挑選適宜的季節植物品種以及預測播種與收成時間。

3/25-27

秘魯 利馬

拉丁美洲水產養殖會議**Latin American Aquaculture Conference**

根據聯合國糧食與農業組織的調查報告，秘魯的水產養殖業仍處於起步階段，目前主要養殖蝦、扇貝、虹鱒及一些亞馬遜魚類。由於大量物種具有養殖潛力，近年來該國政府積極透過官方與民間組織促進水產養殖技術的交流與合作。會議將介紹南美洲區域水產養殖的特色與趨勢，並探討如何實現永續水產生產及掌握養殖水產品的市場動態，成為本次活動的重要焦點。

4/10-11
義大利 羅馬

國際動物福利與畜牧科學會議

International Conference on Animal Welfare and Husbandry Science

本次會議旨在提供學術與實踐的交流平臺，匯集相關領域的專家學者，共同探討全球畜牧業面臨的動物福利與永續發展挑戰。議程涵蓋動物友善與畜牧業的道德問題及創新解決方案，討論替代性飼料的開發，如昆蟲蛋白、藻類等營養價值及其對動物的影響。此外，會議也將探討如何利用傳感技術與數據分析，進行有效的動物福利評估，幫助畜牧業者在提高產業收益的同時，符合歐盟規範。

4/10-12
法國 巴黎

世界農林業與永續發展大會

World Congress on Agroforestry and Sustainable Development

大會圍繞永續發展的農林循環經濟，探索農林融合的途徑與方法。議程重點討論智能技術如何優化農林工程系統，例如何改良氮肥生產技術，顯著降低傳統哈柏法製氮過程中的碳排放；針對極端氣候引發的農業生產風險，探討退化土地恢復技術與農林複合經營模式等議題。會議不僅展示農林業領域的多維發展，還提出從經營永續環境到提升農業生產力的實用解決方案。

4/16-18
孟加拉 達卡

國際永續農業研討會

International Sustainable Agriculture Workshop

孟加拉境內多為沖積平原，北迴歸線經過達卡南方，氣候與臺灣相似，極適合農業耕作。該國主要經濟作物有黃麻和香料，並且不少臺灣食品加工廠商已在此設廠。然而，孟加拉長期面臨洪災問題，糧食產量至今未能實現自給自足。本次研討會旨在透過綜合討論多項農業技術，探索在友善環境中有效經營自然資源的策略，提升農業生產力，解決當前的糧食問題。

4/18-19
阿拉伯聯合大公國 杜拜

國際沙漠植物研究會議

International Conference on Desert Plant Studies (ICDPS)

阿拉伯聯合大公國雖有高溫乾旱、水資源短缺及土壤鹽鹼化等天然環境挑戰，但近年來透過科技創新並與荷蘭及以色列展開農業合作，該國正快速轉型為綠色高效的現代農業。本次會議將針對沙漠植物的基因研究與技術改良進行討論，重點包括中東地區植物的耐旱性與適應性，鹽生植物的栽培技術、水培技術在垂直農場中的應用，以及沙漠玫瑰的品種改良與加工等議題。

4/20-22
肯亞 內羅畢

全球植物區系保護與植物園會議

Global Flora Conservation and Botanical Gardens Conference

非洲擁有極為豐富的植物種類，這些植物在醫學、農業及含有生物活性物質的多種品系中，具有開發高附加值農業產品的潛力，如驅蟲劑、藥用作物和作物保護劑。不過因極端氣候、快速城市化和非法動植物貿易，非洲大陸正面臨生物多樣性危機。本次會議將邀請植物保育專家和植物園經營者分享經驗，共同探討應對非洲生態挑戰的方法，推動人類與植物共迎未來的保育行動。

4/21-23
哈薩克 阿拉木圖

中亞植物遺傳學與糧食安全論壇

Central Asia Forum on Plant Genetics and Food Security

阿拉木圖位於天山山脈的山腳下，是絲綢之路上的重要中亞城市，素有「蘋果之城」之稱。傳說亞歷山大大帝曾在此發現蘋果並帶回希臘，成為歐洲的第一顆蘋果。這段歷史與傳說彰顯出哈薩克植物的多樣性與該市悠久的農產品貿易傳統。本次會議將專注於植物遺傳學的應用，改善中亞地區的糧食安全，並加強農產品和食品的履歷產業鏈建設，促進中亞區域農產品出口至全球市場。

4/25-26
卡達 多哈

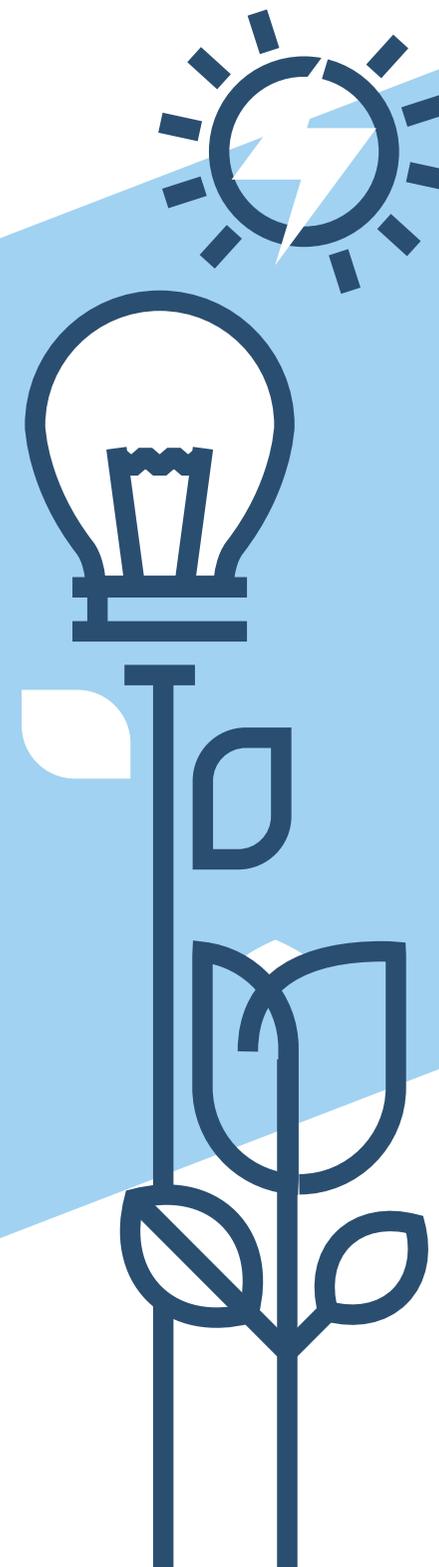
中東紅樹林生態系與沿海植物區系論壇

Middle East Forum on Mangrove Ecosystems and Coastal Flora

紅樹林可淨化空氣、從地面和水中過濾金屬，並且有效保護海岸線。卡達北部的艾塔基拉 (Al Thakira) 擁有一片古老珍貴的紅樹林區，在2022年世足賽期間驚豔全球，也是卡達政府推動「活的沙漠」計畫中的重要景點。本次論壇聚焦於沿海和海洋植物的保護，探討中東地區紅樹林恢復的最佳實踐，包括紅樹林沼澤區與沿海植物在鹽鹼環境中的適應機制、沿海植物再生過程中的基因多樣性管理。

農業網站導覽

知識經濟時代，一指蒐羅寰宇資訊



歐洲農業保育聯盟

European Conservation Agriculture Federation (ECAAF)

<https://ecaf.org/ecaf/>

ECAAF於1999年在比利時布魯塞爾成立，是一個非營利國際協會。其目的是鼓勵在永續農業推動下關注農業土壤及其生物多樣性的問題，並不涉及任何商業產品、設備或商標行為。

該聯盟匯集了19個國家協會，在歐洲農民中推廣保護性農業「最佳實踐」的土壤管理。協會會員遍佈奧地利、比利時、保加利亞、丹麥、芬蘭、法國、德國、希臘、愛爾蘭、義大利、摩爾多瓦、葡萄牙、俄羅斯、斯洛伐克、斯洛維尼亞、西

班牙、瑞士、土耳其和英國。並持續發展各項農業土壤、環境、生物保育教學、計畫及調查工作，並辦理國際研討會及會議，以促進歐洲永續農業的發展。



(圖片來源/ <https://ecaf.org/ecaf/>)

國際林業研究組織

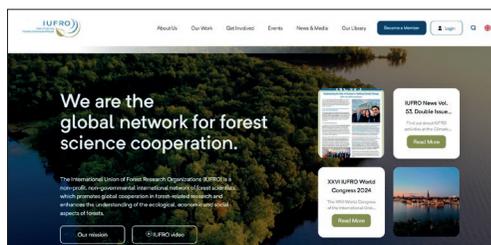
International Union of Forest Research Organizations (IUFRO)

<https://www.iufro.org/>

IUFRO是一個非營利、非政府的森林科學家國際網絡，全球共有115個國家及630多名會員參與，旨在促進森林相關研究的全球合作，並增進對森林生態、經濟和社會方面的了解，將森林、科學和人類連結起來的全球森林科學合作網絡。

目標推動卓越研究和知識共享，促進開發基於科學的解決方案來應對森林相關挑戰，期能造福全世界的森林和人類。透過全球網路合作，發掘問題進而透過交流溝

通來改善，並擁抱各領域多元化特性，持續發揮影響力，傳遞資訊及提升訊息能见度，強化推廣森林、社會、環境相關教育等計畫。



(圖片來源/ <https://www.iufro.org/>)

歷年出版研究報告

NEW

500元



NO.35 淨零趨勢下台灣農業的預期情境分析研究

600元



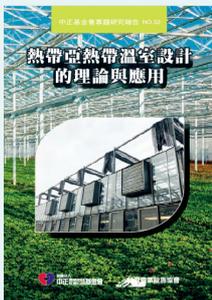
NO.34 植物工廠的栽培應用理論與營運操作實務

500元



NO.33 巴西蘑菇功效之科學驗證研究

600元



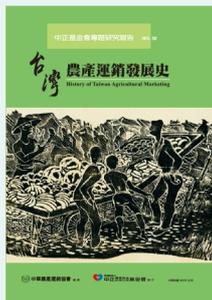
NO.32 熱帶亞熱帶溫室設計的理論與應用

350元



NO.31 食品安全檢驗中心之規劃設計

600元



NO.30 台灣農產運銷發展史

350元



NO.29 台灣高山有機咖啡產業發展研究

600元



NO.25 台灣農業機械發展史

