

出國報告（出國類別：其他）

參加永續未來之土壤繪圖研討會暨第二屆世界土壤聯盟數位土壤繪圖與全球土壤圖工作小組聯合工作坊

服務機關：行政院農業委員會 農業試驗所

姓名職稱：許健輝副研究員

派赴國家：法國

出國期間：112年2月4日至112年2月12日

報告日期：112年4月19日

摘要

永續未來之土壤繪圖研討會暨第二屆世界土壤聯盟數位土壤繪圖與全球土壤圖工作小組聯合工作坊於法國奧爾良舉辦，該會議聚焦於數位土壤繪圖的研究範疇，發表內容包含採樣設計、繪圖尺度、環境共變數、模式驗證、不確定度評估及不同農業環境議題之應用，讓從事土壤繪圖工作的學者互相交流及討論，並且建立未來研究合作的聯繫管道。會議時間從 112 年 2 月 7 日至 2 月 9 日，共有 74 場口頭發表及 48 張壁報發表。許健輝副研究員於 2 月 8 日 10:30 至 12:00 進行海報發表，發表題目為「繪製臺灣區域尺度表土碳儲潛力圖」，呈現本所於土壤碳儲潛力空間分析之成果。此外，於會議期間，透過聽取業務相關的研究發表，瞭解國際間相關研究發展近況，可作為後續研究規劃之參考。

目錄

摘要.....	2
本文.....	4
一、 目的.....	4
二、 過程.....	5
三、 心得與建議.....	11
附錄.....	13

本文

一、 目的

本次參加的研討會為「永續未來之土壤繪圖研討會暨第二屆世界土壤聯盟數位土壤繪圖與全球土壤圖工作小組聯合工作坊(LE STUDIUM Conference—Soil Mapping for a Sustainable Future-2nd joint Workshop of the IUSS Working Groups Digital Soil Mapping and Global Soil Map)」，舉辦國家為法國，舉辦地點為奧爾良，研討會舉辦時間為 112 年 2 月 7-9 日。該會議是全世界土壤繪圖領域重要的會議之一，相關領域的各國學者都會藉此機會發表研究成果，並且也可藉此機會相互交流。本會議有關土壤繪圖論文發表的議題相當多元，包括不同尺度的數位土壤繪圖(digital soil mapping, DSM)成果、DSM 方法學探討、土壤採樣議題、預測結果表現評估方法，以及如何將 DSM 成果提供給政策、土壤管理、土地利用規劃及生態系服務價值等議題應用。藉由本次會議除了可得知與業務相關的研究發展(農業水資源、淨零排放、農業生態系服務價值)外，也可以瞭解到其它學者做了哪些未來我們可能可以投入的研究議題。透過與各國的學者交流討論，期望可激盪出新的想法，改善及強化現有的不足。

二、過程

1. 會議行程表

日期	地點	行程
112年2月4-5日	臺灣-法國巴黎	由臺灣出發至法國，2/5 抵達法國巴黎。
112年2月6日	法國巴黎-法國奧爾良	由法國巴黎前往奧爾良(會議舉辦地點)，抵達後準備會議資料。
112年2月7-9日	法國奧爾良	參加研討會，搜尋和研究相關的議題，到會議廳聽取相關研究學者之簡報，並且於壁報討論時間與不同國家之學者進行學術討論。本人的壁報發表時間為2/8 上午10:30-12:00。
112年2月10日	法國奧爾良-法國巴黎	會議結束後由奧爾良前往巴黎，預計2/11 搭機返國。
112年2月11-12日	法國巴黎-臺灣	由法國巴黎返回臺灣，預計2/12 抵達臺灣。

2. 會議經過概述

2023年2月4-5日

2月4日晚上11:30點由桃園機場出發，搭乘長榮航空 BR 87 班機飛往法國巴黎戴高樂機場，抵達時間約為當地時間2月5日早上8點20分，飛行時間約為15小時50分。同行出發人員包括國立屏東科技大學水土保持系簡士濠教授及國立臺灣大學農業化學系黃胤中研究助理。

2023年2月6日

由巴黎搭車前往奧爾良，抵達後入住飯店，當天確定研討會會場(Auditorium du Musée des Beaux Arts)位置，並於飯店準備會議資料。

2023年2月7-9日

2月7-9期間為口頭及壁報發表的時間，本會議和其他大型國際研討會不同，只有開放一間演講廳，三天的會議內容主要都是由各國參與學者針對數位土壤繪圖(Digital Soil Mapping, DSM)的研究進行發表和討論，報告內容包括不同尺度(全球、區域、國家等)的DSM成果、DSM方法學的精進(包括測試新的模式及納入新的共變數)、採樣設計、驗證預測表現的方法、DSM的不確定度評估方法、應用DSM於決策、土壤管理和保育、土地利用規劃及生態系服務價值評估等成果。有關這三天會議與會人員的發表內容，我記錄與自身研究有關的研究成果概述如下：

(1) Session 1: Global, continental and country reports (2月7日)

本主題為研究人員針對所在地區和國家進行數位土壤繪圖研究工作，利用土壤資料庫進行土壤圖和土壤性質圖的繪製，發表內容摘述如下：

A. 印度學者 Dr. Subramanian Dharumarajan 報告主題為「IndianSoilGrids -

National level digital soil resource information for sustainable land use planning」，內容主要為印度目前土壤數位繪圖(DSM)的成果，利用土壤資料繪製土壤深度、有機碳儲量、水力性質、pH、陽離子交換容量、粒徑分佈及總體密度等分佈圖，並且說明這些土壤資料庫可以協助決策者管理土壤資源及維護土壤品質。

- B. 巴西學者 Taciara Zborowski Horst 報告主題為「MapBiomass Soils: Revealing the spatio-temporal dynamics of soil carbon stocks and their relationships with changes in climate and land cover and use in Brazil」，內容主要為說明巴西過去透過 Soil working group (WG)產製 1985-2021 年每一年表層 30 公分土壤有機碳分佈圖，在本研究想要探討土壤有機碳儲量的時空動態變化，以及其與土地利用/土地覆蓋(LULC)間的關係，期望未來能透過 LULC 的變化來監測土壤有機碳儲量。
- C. 美國 USDA 學者 Suzann Kienast-Brown 報告主題為「Soil landscapes of the United States (SOLUS): A 21st century raster soil survey inventory」，該學者分享美國 National Cooperative Soil Survey (NCSS)正在開發以 DSM 繪製解析度 30 公尺的土壤性質圖(國家尺度)，並且透過 Google Earth Engine 的數據庫公開提供。此外，該學者也提到，希望可以將動態土壤特性與當前的靜態土壤特性集結合起來，進而發展使用這些圖資於農業管理的方法。
- D. 法國 INRAE 學者 Antonio Bispo 報告主題為「Comparison of LUCAS and national Soil Information Monitoring System (SIMS) datasets Exploring the technical possibilities to support the development of an EU harmonized monitoring system」，該學者指出，由於不同的土壤退化過程，歐洲 60-70% 的土壤被認為是不健康的，因此有必要監測土壤隨時間的變化。因此，該學者開發了 LUCAS (Land Use/Land Cover Area Frame Survey)和 SIMS (Soil Information Monitoring Systems)之間的比較協議，提出了一個框架來定位兩個數據集之間的差異，下一步將建立 LUCAS 和 SIMS 數據集間的轉換函數。
- E. 澳洲 CSIRO 學者 Stirling Robertson 報告主題為「Demonstrating the use of ANSIS - The Australian National Soil Information System」，該學者分享澳洲開發國家土壤資訊基礎設施 ANSIS (Australian Government to re-develop our national soil information infrastructure) 的經驗，並且說明 ANSIS 發展重點為繪製澳大利亞土壤有機碳固存潛力圖、土壤自然資本評估，以及展示如何國家尺度的土壤資訊運用在田區管理。

(2) Session 2: Case studies (2 月 7 日)

本主題為研究人員針對所在地區進行數位土壤繪圖的個案研究，特別在小尺度(田區尺度)上繪圖方法建立及成果應用，發表內容摘述如下：

- A. 法國 INRAE 學者 Philippe Lagacherie 報告主題為「Exploring the contribution of farmers to local digital soil mapping」，該學者指出現在全球及國家尺度的 DSM 圖資無法提供規模較小區域準確的資訊，同時

在許多地區礙於經濟考量無法進行土壤調查工作。因此，該學者分享如何結合當地農民的土壤知識和 DSM 來繪製詳盡的土壤圖 (1:12,500)，透過三種定性土壤特性（質地類、礫石類和土壤圖）繪製試驗區(印度 Gopalapura village)之土類(Soil type)圖。

- B. 巴西學者 Wanderson Mendes 報告主題為「A case study in Brazil of how the digital soil mapping products can be efficiently applied in-situ」，該學者指出，農場的土壤管理必須具備大比例尺的土壤圖，因此，在報告中分享利用 DSM 成果(包含土壤物化屬性及礦物特性等)來推估過去試驗區土壤調查圖的潛力，進而將 DSM 繪圖成果應用於甘蔗產量之評估。
- C. 比利時 Université Catholique de Louvain 學者 Yue Zhou 報告主題為「High-resolution soil organic carbon mapping at the field scale in Southern Belgium (Wallonia)」，該學者指出準確的估算土壤有機碳含量有助於估算土壤碳固存量，然而，國家尺度及區域尺度的土壤有機碳分布圖無法提供農民實際田間管理的資訊及應用在碳定價上，因此該研究於試驗區採集土壤樣本及蒐集 5 個與土壤有機碳累積有關的環境共變數(作物分布、NDVI、DEM、Clay 含量、降雨量)來進行模式建立及繪圖，結果顯示模型預估表現 R^2 為 0.77。產出田區尺度的 SOC 圖可作為農民及相關機構的基礎資料，並且讓決策者提出合理的永續土地利用決策。

(3) Session 3: Covariates & remote sensing (2 月 8 日)

本主題為研究人員針對進行數位土壤繪圖時的環境共變數選擇以及蒐集環境變數的遙測方法，進行研究成果分享，發表內容摘述如下：

- A. 法國 INRAE 學者 Emmanuelle Vaudour 報告主題為「Satellite-based spectral approaches to map topsoil organic carbon content for croplands: overview of past approaches and hot topics」，該學者回顧有關利用衛星影像繪製農地表層土壤有機碳的方法及熱門的研究題目，發現在歐洲、中國及北美長年耕作的農地土壤有機碳(SOC)含量在 $15-30 \text{ g kg}^{-1}$ 間，並且列出主要的土壤分類(Cambisols, Luvisols, Regosols, Leptosols, Stagnosols and Chernozems.)。並且指出在過去大部分利用衛星產製的 SOC 預測模式主要是源自於裸土(bare soil)的 NDVI，其中約 1/3 是利用 partial least squares regression 建模，其他 2/3 是利用 random forest 與其他機器學習方法。最後，講者建議未來該議題的研究方向包括時間鑲嵌、測試/減輕可能干擾因素的影響以及提升空間模型的預測能力和不確定性分析。
- B. 美國 New Mexico State University 學者 Colby Brungard 報告主題為「The application of multiple digital soil mapping techniques within the framework of geomorphology and soil data correlation」，該學者提到美國土壤調查計畫透過土壤數據發展概念性的土壤-地貌-氣候的相關性，作為土壤調查的基礎架構。在該學者的研究中分享利用 DSM

來更新美國新墨西哥州(Upper Rio Puerco watershed)土壤圖的過程，包括過去土壤調查資料的擷取、土壤分類建模、評估不確定度的田間採樣，最後建立具土壤-地貌-氣候相關性的土壤圖。

- C. 丹麥 Aarhus University 學者 Triven Koganti 報告主題為「Mapping Peat Thickness Using a Portable Gamma-Ray Sensor」，該學者指出泥炭土是陸地碳的主要儲存庫，在調節氣候和水資源發揮著至關重要的作用，並提供多種重要的生態系統服務。因此，了解泥炭土的分布包括空間範圍、厚度和地下水位深度，有助於估算土壤碳庫。講者介紹利用可攜式伽馬射線儀量測泥炭土深度的研究成果，結果指出單用該儀器可預測 4 公尺內的泥炭土深度，超過 4 公尺的部分可透過其他環境共變數提高預測表現。

(4) Session 4: Sampling, validation & uncertainty (2 月 8 日)

本主題為研究人員針對進行數位土壤繪圖時的採樣方法、模式驗證及不確定度評估，進行研究成果分享，發表內容摘述如下：

- A. 荷蘭 Wageningen University and ISRIC 學者 Gerard Heuvelink 報告主題為「Accounting for measurement errors in calibration and validation of DSM models」，該學者指出在進行 DSM 研究時，往往忽略校正數據本身的量測誤差，例如使用近端感測(proximal sensing)得到的數據，量測誤差往往大於濕化學分析法。因此講者於報告中分如何區分數據的量測誤差及 DSM 的預測誤差。
- B. 荷蘭 ISRIC 學者 Cynthia van Leeuwen 報告主題為「The effect of uncertain calibration and validation soil data on the prediction accuracy of pedotransfer functions」，該學者認為現今許多研究倚賴土壤轉換函數(PTF)來計算不易分析的土壤屬性，並進一步繪製空間分布圖。建構 PTF 需要校準(calibration)及驗證(validation)的濕化學分析數據集，但這些數據可能存在量測誤差。因此，講者以土壤陽離子交換容量的 PTF 為例，分享數據的量測誤差如何影響 PTF 預測和相關預測的不確定性。
- C. 美國 USDA-ARS 學者 Zamir Libohova 報告主題為「The effect of sampling density, grid resolution, modelling, and their interactions on accuracy predictions of soil properties」，該學者指出土壤圖的預測準確性取決於多種因素，例如土壤數據的品質和數量（地理參考點的可用性、採樣設計、遙測數據的可用性等）、地形和預測模型。因此，該學者以土壤有機質和陽離子交換容量為例，評估採樣設計和密度、地形、DEM 和模型及其相互作用對該土壤性質預測準確度的影響。

(5) Session 5: Pedological knowledge and DSM (2 月 8 日)

本主題為研究人員針對土壤學知識和 DSM 間的關係，進行研究成果分享，發表內容摘述如下：

- A. 澳洲雪梨大學學者 Budiman Minasny 報告主題為「Assessing soil organic carbon change using pedogenon sampling and digital soil

mapping」，該學者指出土壤碳對地球健康至關重要，持續不當使用土壤進行種植已經耗盡了碳的存量，然而，目前還缺乏繪製土壤中已經損失的碳及土壤碳的封存潛力的方法。因此，講者分享使用 pedogenesis 的概念來區分由相同土壤生成因子形成的土壤類群(soil group)，並於每個土壤類群進行採樣並繪製有機碳分布圖，比較自然條件和農作條件下土壤碳變化和封存。

- B. 澳洲雪梨大學學者 José Padarian 報告主題為「Exploring the relationship between soil organic carbon sequestration potential and clay activity in Australia」，該學者指出土壤黏土礦物可透過生成有機-礦物化合物(organo-mineral compounds)來保護土壤的有機碳(SOC)，同時指出 SOC/clay 常被用來評估土壤碳的飽和能力。由於並非所有黏土礦物的碳保存能力都相同，取決於黏土的活性。因此，講者於報告中介紹利用大陸尺度(continental scale)的 SOC、黏土及陽離子交換容量(CEC)間的關係，並且比較不同土地碳儲存潛力的差異，進而計算大陸尺度的土壤碳儲存潛力。
- C. 美國 USDA-NRCS 學者 Jessica Philippe 報告主題為「The Importance of Soil-Landscape Knowledge in Digital Soil Mapping to Drive Innovation of Soil Information Products」，DSM 是利用現地或實驗室觀測資料與環境共變數間的定量關係，預測有關土壤類型或特性的空間資訊。這種土壤繪圖的定量方法需要含括土壤地景關係的土壤學知識才能成功。講者在報告中提到，USDA-NRCS 土壤和植物科學部已採用嚴謹的 DSM 方法，用在地方、區域和國家尺度上對土壤類型和連續性土壤特性進行土壤繪圖。同時，土壤和植物科學部的所有土壤和生態科學家都應具備 DSM 與土壤地觀的知識，並充分參與土壤調查的活動。最後，講者提到 DSM 提供了創新的方法，可將現有寶貴的數據和關鍵的土壤地景知識結合到土壤資訊中(raster-based soil information products)，以滿足不同使用者的需求。

(6) Session 6: Digital assessment of soil functions and services (2月9日)

本主題為研究人員針對 DSM 來進行土壤功能評估及生態系服務價值，進行研究成果分享，發表內容摘述如下：

- A. 美國 USDA-NRCS 學者 Suzann Kienast-Brown 報告主題為「Digital Soil Mapping and Dynamic Soil Survey: A Vision for Soil Survey in the USA」，該學者指出土壤類型、特性、狀況和恢復力的資訊對於進行環境評估和制定土地管理決策相當重要。由於土壤的形成為動態過程，因此，動態土壤調查需結合土壤學、生態學和水文學方面的最新進展和長期積累的知識與數位技術。講者於報告中介紹應用動態土壤調查技術與資料於美國西南部土壤鹽分的來源，進而提供土地管理決策。講者也提到 DSM 對於美國發展動態的土壤調查非常重要，其有利於精準農業、多尺度環境評估及國家尺度的土地管理決策等應用。

- B. 澳洲雪梨大學學者 Andree Nenkam Mentho 報告主題為「Effect of soil maps on simulated yield for spatial crop modelling」，該學者提到土壤資料為許多作物模式重要的輸入參數，為了能夠使作物模式空間化，必須輸入具有空間特性的土壤資料。儘管現今已有許多國家、大陸或全球尺度的數位土壤圖資，但該產品大多是非常粗糙的，無法釐清農田尺度的土壤變異。因此，講者於報告中說明對於作物模式產量預測精準度來說，是否需要提供解析度高的土壤圖資。因此，該研究以西非地區為例，比較不同解析度的土壤圖資(250m 及 1km)對於作物模式預測產量的影響。結果顯示，兩解析度產出的土壤輸入參數對於玉米預測產量的影響不顯著，推測該結果是因為解析度低的高不確定性導致。
- C. 西班牙 CSIC 學者 Christian Walter 報告主題為「Using digital soil mapping data from scenario studies to model changes in soil threats and soil ecosystem services - a meta-analysis」，該學者指出，近年來，基於情境分析的前瞻性研究在土壤科學領域發展顯著，用來評估土壤威脅或土壤生態系統服務如何隨著氣候、生產系統或土地管理的潛在變化而演變。講者介紹利用已發表的 DSM 土壤空間資料來進行上述議題的情境分析，並且說明哪些土壤資訊適合應用、DSM 產品適合的空間解析度，以及不確定度分析。最後，講者認為利用 DSM 資料進行情境分析，可用於政策及土地規劃。

2023 年 2 月 10-12 日

2 月 10 日由奧爾良搭車至巴黎，2 月 11 日上午 11:20 搭乘長榮航空 BR88 班次返國，2 月 12 日上午 7:00 抵達桃園機場。

3. 論文發表

本人的壁報發表時間為 2 月 8 日上午 10:30-12:00，研究題目為 Regional scale mapping of topsoil carbon sequestration potential in Taiwan，本研究目的為利用數位土壤繪圖模擬及預測區域尺度土壤碳儲潛力，並且比較其不同土地利用(水田、旱田、果園、森林、其他)的差異。淨零排放為近年我國重要的政策，也是全球關注的議題，土壤碳匯為僅次與海洋，地球第二大的自然碳匯，準確估算土壤碳儲量及碳儲潛力對於農業部門土壤增匯目標設定非常重要。然而，國內過去對於區域性土壤碳儲潛力的空間分析研究有限，因此，本研討會發表結果是先利用農試所過去土壤調查資料進行先驅研究。

三、心得與建議

1. 探討土地利用變化對於土壤碳儲量的影響為本人研究的重點之一，在本次的會議本人發表的研究題目為「Regional scale mapping of topsoil carbon sequestration potential in Taiwan」。過去國內主要是針對土壤碳儲量的空間分析進行探討，較少研究針對土壤的碳儲潛力進行討論，特別是區域尺度的估算更是有限。因此，在壁報發表時，有幾位學者發表土壤碳儲潛力相關的研究，同時和我討論數據分析的作法及給予建議，我覺得這是相當寶貴的經驗及交流。
2. 近年來，大數據及人工智慧為研究發展的趨勢，在土壤科學及土壤繪圖領域也相同。在會議發表期間，有許多學者分享應用機器(或深度)學習模式納入土壤繪圖模式建立的程序，試圖在有限的土壤資料下，透過環境參數來預測不同的土壤屬性，進而用於不同空間尺度農業管理與環境評估，包含碳匯的估算、生態系服務價值的評估、土壤功能的空間化及稀有元素的空間分布等。
3. 本次參加的會議是由美國 INRAE 主辦。參與的專家學者大多來自於土壤繪圖及土壤資訊應用研究領域，因此，研討會的主題主要針對數位土壤繪圖相關的研究方向進行安排，包含採樣設計、繪圖尺度、環境共變數、模式驗證、不確定度評估及不同農業環境議題之應用。整場活動只有一間會議室，大家三天都在會議室聽取口頭和壁報發表，這場會議非常重視討論，透過研究細節的探討，以及與相關學者的經驗交流確實能夠激勵本人於該領域的研究想法。
4. 研討會主辦單位於會議開始前已將論文發表摘要及壁報連結寄給參與人員，讓我們能夠在參與會議前就了解大致的發表內容，這是相當好的會議設計。另外，該研討會參與的人數不同於其他國際大型會議，僅有約 200 人參與，但參與者都是在土壤繪圖領域重要的學者，比較容易找到該研究議題未來合作的對象。
5. 本人與臺灣大學、屏東科技大學的學者一同參加會議，透過交流除了可了解國內外相關領域的研究發展，也可討論未來的研究合作方向。現在的研究需要透過團隊合作，成果才會全面及實用，這次的會議奠定了本人未來與相關領域專家合作的基礎。
6. 由這次的會議了解，目前的研究非常重視全球性的議題，要能夠做出有足夠代表性的成果，必須仰賴國際間的合作，參與國際組織和學術活動為國際合作的溝通平台之一。然而，相較於大專院校，農業研究單位及試驗改良場所較難有機會出國參與國際會議。在本次的會議中，除了基礎研究的成果發表外，也有許多不同尺度(田區、區域、國家、大陸與全球尺度)的應用研究成果，這些都與我國農業研究機關的研究重點相關，包括利用數位土壤繪圖技術於淨零排放、農業水資源、生態系服務價值、作物模式等研究。因此，建議農委會及國科會未來能夠提供更多的方式及機會讓農業試驗改良場所的研究人員出國參與學術研討會，以提高研究量能。
7. 本次參加的會議主題為數位土壤繪圖，該議題的學者在國內外的土壤領域都是偏少的，在國內特別有限。然而，在現有的農業環境大尺度的研究議題(淨零排放、農業水資源、生態系服務價值等)往往需要這樣的空間分析技術，因此，建

議農委會及國科會未來可支持相關研究計畫的執行，以及支持辦理相關議題的學術交流活動。

Regional scale mapping of topsoil carbon sequestration potential in Taiwan

Chien-Hui Syu ¹, Bo-Jiun Yang, Hsin-Ju Yang, Tsang-Sen Liu, Horng-Yuh Guo
Taiwan Agricultural Research Institute - Taiwan
Corresponding author email: chsyu@tari.gov.tw



Abstract

Increasing soil organic carbon (SOC) sequestration is considered as one of the effective solutions for climate change mitigation and adaptation, thus developing accurate prediction and mapping methods is important for estimating the carbon stock in soils of regional scale. In addition, due to there is an upper limit of SOC storage, the capacity of SOC saturation must be evaluated before calculating the SOC sequestration potential (SOC_{SP}). The objectives of this study are to model and map SOC_{SP} (topsoil: 0-30 cm) at regional scale using digital soil mapping and to compare the differences in those among different land use (paddy, upland, orchard, forest and other). The performance of SOC_{SP} prediction was assessed by validation data and we obtained an R² of 0.59, and the spatial distribution of SOC_{SP} was mainly controlled by climatic and topographic factors such as mean annual temperature (MAT) and elevation (DEM). The average SOC_{SP} of the paddy field (4.97 kg m⁻²) in this study area is higher than the other land use types (0.10-2.33 kg m⁻²), and the most of forest topsoil in the slope and mountain areas (elevation above 100 m) are over-saturated with a SOC_{SP} less than 0. We also found that the SOC_{SP} was strongly related to elevation for all land use, the contents of SOC_{SP} of plain areas (4.47 kg m⁻²) are significantly higher than those in slope (0.76 kg m⁻²) and mountain (0.05 kg m⁻²) areas. In total, the SOP_{SP} for the topsoil of this study area was about 2.28 Mt, which accounts for 19.5 % of total SOC saturation stocks.

Materials and methods

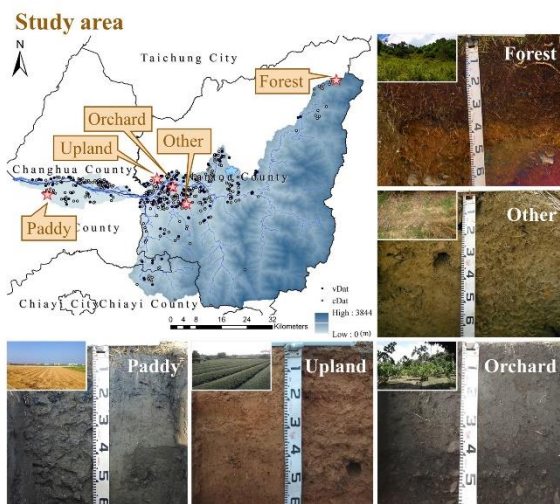


Fig. 1. Sample distribution map of Zhoushui river basin, and the photos of profiles in different land cover.

SOC saturation and sequestration potential

$$\bullet \text{SOC}_{\text{sat}} = 4.09 + 0.37 * \text{finefraction}$$

Where *finefraction* is the content of particle-size < 20 μm (%).

(Hassink, 1997)

$$\bullet \text{SOC}_{\text{sp}} = (\text{SOC}_{\text{sat}} - \text{SOC}_{\text{fine}}) * \text{BD} * \text{D} * 10^{-2}$$

Where SOC_{fine} is C in fine fraction (g kg⁻¹), BD is bulk density (kg m⁻³), D is depth.

(Chen *et al.*, 2018)

References

- Chen, S., M.P., Martin, N.P.A. Saby, C. Walter, D.A. Angers, and D. Arrouays, 2018. Fine resolution map of top- and subsoil carbon sequestration potential in France. *Sci. Total Environ.* 630, 389–400.
Hassink, J., 1997. The capacity of soils to preserve organic C and N by their association with clay and silt particles. *Plant Soil* 191, 77–87.

Results

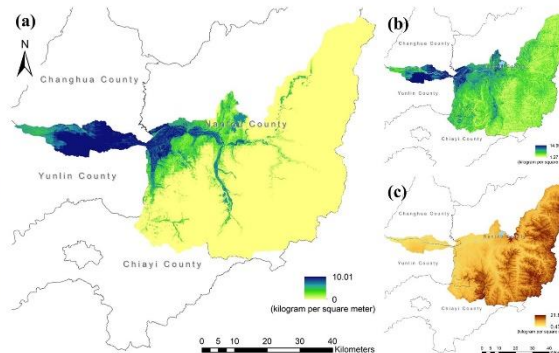


Fig. 2. The predicted map of (a) SOC sequestration potential, (b) SOC saturation and (c) SOC stock.

Tab. 1. The predicted SOC sequestration potential at different land cover in (a) plain, (b) slope and (c) mountain areas.

Landcover	Area (ha)	0-30cm SOC _{sp} (kg/m ²)			SOC _{sp} (Tg)
		Min	Max	Average	
Paddy	7230	1.70	9.79	4.98	0.36
Upland	5045	1.15	10.01	4.25	0.21
Other	17951	0.06	9.84	4.42	0.79
Orchard	1124	1.18	8.95	4.01	0.05
Forest	743	0.85	9.08	3.06	0.02

Landcover	Area (ha)	0-30cm SOC _{sp} (kg/m ²)			SOC _{sp} (Tg)
		Min	Max	Average	
Paddy	21	0.19	5.27	3.54	0.00
Upland	12164	0.00	7.05	1.24	0.15
Other	30682	0.00	6.17	1.28	0.39
Orchard	4225	0.00	6.00	1.72	0.07
Forest	52916	0.00	5.08	0.27	0.14

Landcover	Area (ha)	0-30cm SOC _{sp} (kg/m ²)			SOC _{sp} (Tg)
		Min	Max	Average	
Paddy	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Upland	3009	0.00	4.25	0.53	0.02
Other	2703	0.00	4.25	0.36	0.01
Orchard	756	0.00	3.49	0.23	0.00
Forest	177996	0.00	3.83	0.03	0.06

圖 1. 本人發表壁報



圖 2. 本人於研討會會場(左圖)及與會人員(右圖)合照

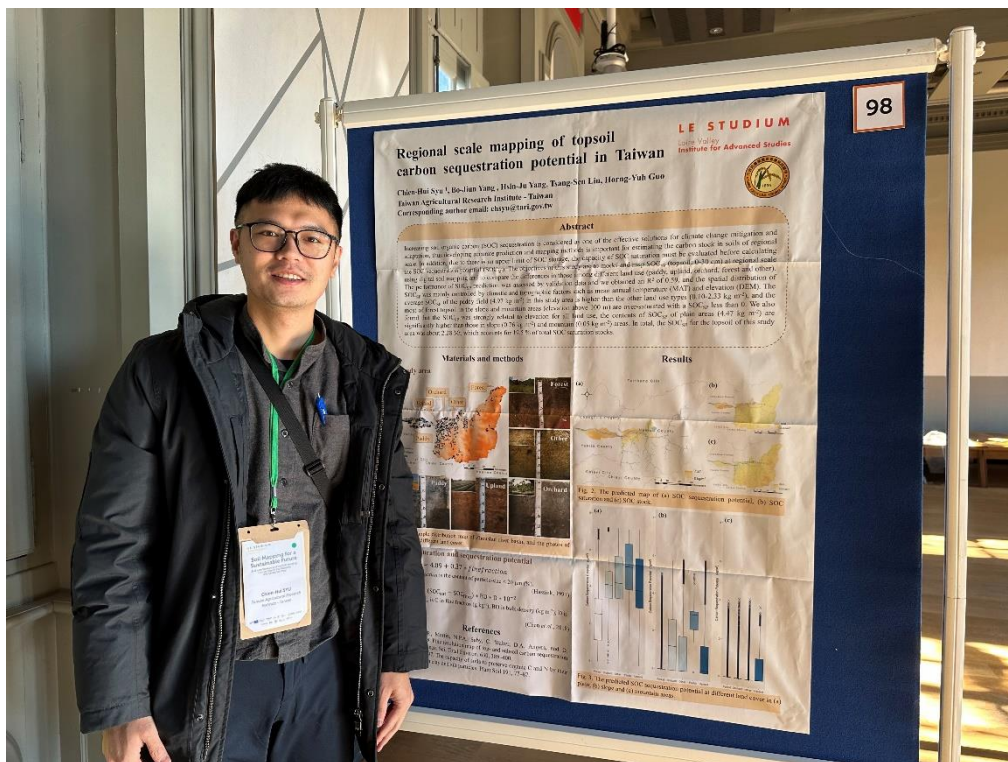


圖 3. 本人與發表壁報合照