

# 以可見光-近紅外光光譜預測台灣地區之土壤有機碳含量

## Prediction of Soil Organic Carbon by Vis-NIR Spectrometry in the Soils from Taiwan

吳柏輝(P.H. Wu), 吳卓穎(C.Y. Wu), 許正一(Z.Y. Hseu)\*

國立台灣大學農業化學系

\*zyhseu@ntu.edu.tw

### 摘要

土壤有機碳 (soil organic carbon, SOC) 是土壤品質與土壤健康的關鍵指標，並且在減緩氣候變遷中扮演重要的角色。然而，傳統的 SOC 分析多以破壞性的方式測定，耗費大量人力與時間，並產生化學廢液。近年來，可見光-近紅外光光譜儀 (visible and near-infrared spectrometer, Vis-NIR) 被認為是一種快速推估 SOC 含量的潛力工具，該儀器能夠以非破壞性的方式測定樣品的反射光譜 (350-2500 nm)，這些光譜對映土壤有機質中官能基的分子振動光譜。因此，將 Vis-NIR 光譜的訊號結合機器學習演算法，即可建立非破壞性 SOC 的預測模型，提供了一種高效率且環境永續的分析方法，對於未來碳交易市場的監測、報告和驗證 (Measurement, Reporting and Verification, MRV) 具有重要意義。

本研究共收集 463 個台灣各地區的土壤樣品，涵蓋了不同母質與風化程度的土壤。土壤樣品皆經風乾、磨碎與過篩 (2 mm)。SOC 的破壞性分析使用 Walkley-Black 濕式氧化法與總有機碳 (TOC) 分析儀進行分析，而 Vis-NIR 反射光譜的測定則使用 NaturaSpec™ 可攜帶式光譜儀 (Spectral Evolution, Haverhill, MA, USA) 分析。將 Vis-NIR 光譜數據隨機分成校正組 (75%，n=348) 和測試組 (25%，n=115)，並使用 R 軟體中 Cubist 演算法，建立 SOC 預測模型。結果顯示，樣品之 SOC 分布範圍從 0.04% 到 34.7%，平均為 2.66%。在測試組中， $R^2$ 、均方根誤差 (root mean square error, RMSE) 和殘差預測偏差 (residual prediction deviation, RPD) 分別為 0.78、1.64 和 1.98。此外，因此，相較於高 SOC 含量的土壤，校正組與測試組對低 SOC 有較好的預測效果。結合 Vis-NIR 與 Cubist 演算法，能夠建立出對台灣地區土壤具有中等預測效果的 SOC 模型。

關鍵字：近端感測、可見光-近紅外光、土壤有機碳、機器學習

Keywords：proximal sensing、Vis-NIR、soil organic carbon、machine learning