

# 以綠色溶劑萃取土壤中總石油碳氫化合物之研究

## Study of total petroleum hydrocarbon extraction from soil by green solvent

鄭惇仁(Tun.Jen, Cheng)<sup>1</sup>, 彭彥彬(Yen.Ping, Peng)<sup>1\*</sup>, 蕭穎郁(Ying.Yu, Hsiao)<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 國立中山大學環境工程研究所 yppeng@mail.nsysu.edu.tw

### 摘要

總石油碳氫化合物(Total petroleum hydrocarbons, TPH)為土壤中常見的有機污染物，柴油為其主要的來源。二氯甲烷(methylene chloride)常用作分析 TPH 之萃取溶劑，然而二氯甲烷為管制毒化物，因此本研究嘗試探究如何在受柴油污染的土壤中，應用田口實驗法於不同的 TPH 前處理萃取流程，選定 L18 直交表與離心、溶劑種類、溶劑濃度、溶劑量、土壤含水率、vortex 震盪時間以及圓周式震盪器震盪時間等八個控制因子，以最少的實驗次數計算出 TPH 萃取效率之最佳化參數組合實驗結果以原始流程做為基準計算 TPH 萃取回收率，砂質壤土之最佳化參數組合為：需要離心，溶劑種類為正戊烷與丙酮之混和溶液，其正戊烷/丙酮(v/v)濃度為 50%、溶劑量 15mL、無水硫酸鈉 5g、土壤含水率 0~10%、Vortex 震盪時間 1min 及圓周式震盪器震盪時間 60min 在壤質砂土中，萃取效率之實驗最佳參數組合與砂質壤土之組合僅有正戊烷/丙酮(v/v)濃度 20%與溶劑量 10mL 的水準不同，其他因子之水準皆相同。實驗採集兩種土壤，使用吸管法分析土壤質地，計算出兩種土壤之粒徑組成百分比，並藉由質地三角圖推得兩種土壤為砂質壤土(砂粒 56%、粉粒 36%及黏粒 8%)與壤質砂土(砂粒 81%、粉粒 10%及黏粒 9%)。將此兩種土壤與柴油混拌配製，分別進行以二氯甲烷為溶劑之原始萃取前處理流程，以及利用田口式實驗法設計之實驗流程，將實驗結果以原始流程做為基準計算 TPH 萃取回收率最佳水準條件組合之實驗結果中，砂質壤土的萃取回收率最高為 104.1%，壤質砂土最高為 100.5%，兩種土壤的萃取效率皆相較田口方法的 18 組中最高之回收率有提高。本研究亦以乳酸乙酯作為環境友善之溶劑萃取土壤中總石油碳氫化合物之檢測方式，探討傳統溶劑(正己烷、正戊烷、丙酮)及綠色溶劑之萃取效率，評估以田口實驗方法解析綠色溶劑(乳酸乙酯)萃取砂質土壤中柴油之最佳化條，由結果顯示綠色溶劑萃取柴油土壤效果高於二氯甲烷萃取效果，其最高回收率為 102.8%，平均回收率最高為 97.86%，藉由評估綠色溶劑與傳統溶劑萃取之成本比較，落實我國綠色化學之標的。

關鍵字: 土壤、總石油碳氫化合物、綠色萃取

Keyword: Soil、Total petroleum hydrocarbons (TPH)、Green extraction