

嘉南藥理科技大學專題研究計畫成果報告

重金屬鉛在土壤中吸-脫附受不同乾-濕循環週期影響之研究

計畫類別： 個別型計畫 整合型計畫

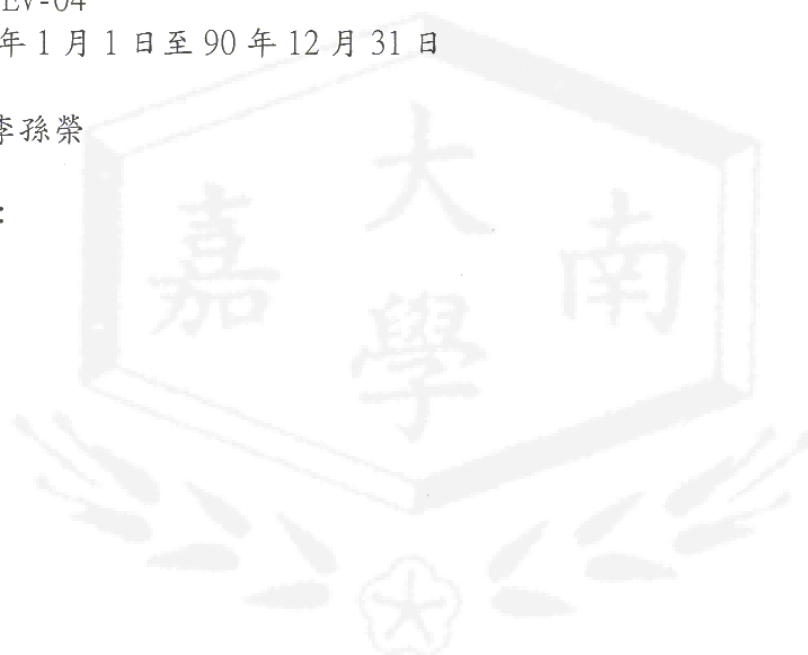
計畫編號：90-EV-04

執行期間：90年1月1日至90年12月31日

計畫主持人：李孫榮

共同主持人：

計畫參與人員：



執行單位： 環境工程衛生系

中華民國 91 年 2 月 15 日

九十年度補助教師專題研究計畫成果報告

重金屬鉛在土壤中吸-脫附受不同乾-濕循環週期影響之研究

計畫編號: 90-EV-04

執行期限: 民國 90 年 1 月 1 日至 90 年 12 月 31 日

主持人: 李孫榮 嘉南藥理學院環境工程衛生系

執行單位: 私立嘉南藥理學院環境工程衛生系

一、中文摘要

(關鍵字: 土壤、重金屬、吸附、脫附、熱力學、非均質、地下水)

本計劃針對台灣地區土壤受到重金屬鉛之污染時，其在不同之乾-濕循環作用下吸附與脫附之影響。由台灣地區選出五種極具代表性之土壤作為本研究之試驗土樣，對其土樣分別控制五種不同水分含量境況作為試驗之操作條件，以重金屬鉛為添加試劑，探討在不同的控制操作條件下重金屬鉛之吸附與脫附行為，藉此試驗模擬自然環境之操作條件下土壤於重金屬鉛污染狀況之綜合趨勢分析。計畫目的在嘗試建立一套實際資料庫，可提供未來在土壤使用、污染預防及整治復育上一正確可靠之訊息。本研究結果顯示出五種不同之土樣在水分乾-濕交替循環作用下，乾-濕循環次數愈多重金屬鉛之脫附量則呈現減少的情況。根據此結果推論出當重金屬鉛在乾旱少雨之地區土壤中累積時，因脫附作用發生污染地下水體之機率極大。

二、英文摘要

(Keywords: Soil; Lead; Organic matter; Partition coefficient ;Desorption)

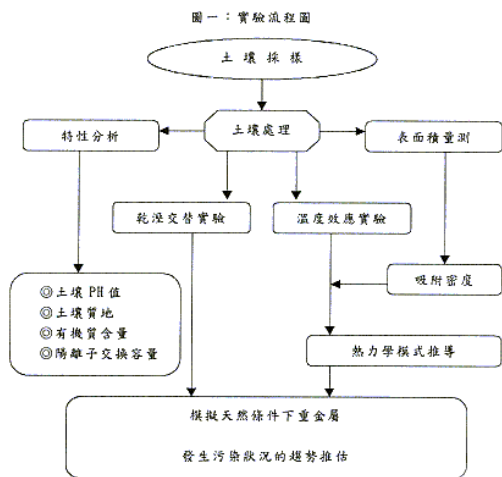
The partitioning of lead between soil and soil solution is a key to view environmental problems and the fate of metals in the environment. The transport of lead through the soil column is controlled by many parameters including the contents of organic matter, metal oxides, and surface area. Factors such as rainfall and

weathering may have great potential effect on lead adsorption and desorption in native soils. The adsorption-desorption process plays an important role in assessing the behavior of lead in soils. The effects of wet-dry cycles and temperature in lead desorption from soils had been studied to simulate in-situ circumstance. This study had been focused on the desorption of lead in a simulating field condition by treating the soil sample for a number of wet-dry cycles and temperatures.

三、計劃緣由及目的

水分在土壤中產生的物理、化學等效應被視為土壤系統中影響所有反應最不可乎視之因素。本研究計劃針對台灣地區土壤受到重金屬鉛之污染時，其在不同之乾-濕循環作用下吸附與脫附之影響。由台灣地區選出五種極具代表性之土壤作為本研究之試驗土樣，對其土樣分別控制五種不同水分含量境況作為試驗之操作條件，以重金屬鉛為添加試劑，探討在不同的控制操作條件下重金屬鉛之吸附與脫附行為，藉此試驗模擬自然環境之操作條件下土壤於重金屬鉛污染狀況之綜合趨勢分析。計畫目的在於建立一套實際資料庫，可提供未來在土壤使用、污染預防及整治復育上一正確可靠之訊息。進一步探討台灣地區真實自然環境中土壤在控制操作條件下，土壤中重金屬鉛藉由脫附作用進入生態食物鏈中或進入地下水體而造成生物之危害潛勢。

四、研究方法(圖一)



質地由砂質土至黏質土變化頗大，黏土含量由 6.4 至 34.2%；土壤酸鹼值範圍在 4.8 至 7.1；有機質含量由 1.3 至 6.7 不等。

表一 土壤基本性質

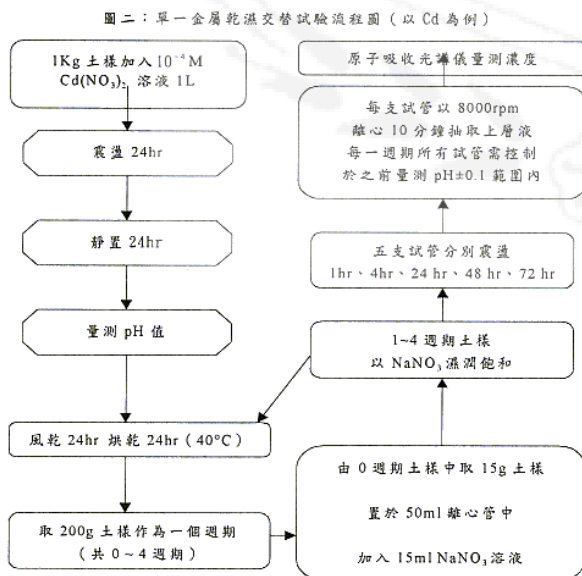
| Soil number | pH | Clay (%) | CEC (Cmoi/kg) | Surface Area (m ² /g) | Organic Matter (%) |
|-------------|----------|----------|---------------|----------------------------------|--------------------|
| | in water | | | | |
| 1 | 5.6 | 9.5 | 6.21 | 5.39 | 2.3 |
| 2 | 4.8 | 28.0 | 14.33 | 11.26 | 5.1 |
| 3 | 7.1 | 20.8 | 5.34 | 10.58 | 4.0 |
| 4 | 6.6 | 6.4 | 9.52 | 4.78 | 1.3 |
| 5 | 6.4 | 34.2 | 12.11 | 14.37 | 6.7 |

(1) 土壤前處理：收集五種具代表性典型台灣土壤，經風乾以 2mm 的篩網過篩，其後的研究都是以粒徑小於 2mm 的顆粒為主。(2) 土壤性質分析：對於實驗土樣之粒徑分佈、質地、有機質含量、陽離子交換容量 (cation exchange capacity)、表面積等進行分析以得到土樣基本資料。(3) 乾溼交替實驗：以不同乾溼週期 (wet-day cycle) 之水分境況作為控制操作條件，探討於不同水分境況下重金屬鉛脫附之行為(圖二)。

(二) 乾濕效應脫附實驗

經重金屬吸附飽和之土壤，以不同之乾溼交替之水分週期作為土壤水分境況控制條件，經由震盪使其於特定時間內脫附重金屬。鉛於 3 號土壤同時各週期之脫附率如圖三，由圖中顯示 3 號土壤在第 72 小時鉛之累積脫附量由高至低以週期排序為 0 > 1 > 2 > 3 > 4。

由表二實驗結果顯示重金屬鉛於各土壤之脫附量大致與週期循環次數反比，亦即水分乾溼交替次數愈多，重金屬鉛之脫附量愈少。考慮 0 週期中重金屬離子與土壤顆粒表面之有機質，鐵、錳等氧化物形成錯合物，由於水分之增加使重金屬溶解於水相以致形成脫附；後續之乾燥過程使土壤團粒中孔隙水分逸散，金屬離子快速佔據原本水分子之吸附位置而不易脫附。所以乾溼頻率愈多之土壤其中重金屬脫附量愈少。圖四更顯示重金屬鉛在 2 號土壤不同取樣時間之脫附量於乾溼循環次數愈多之週期中，脫附量亦呈現遞減之趨勢。考慮土壤膠體為帶電荷物質，因此具有極性之水分子能夠輕易且堅固地附著於土壤膠體表面。由於水與土壤膠體各具有正、負電荷，因此形成水分子以一定的方向排列，且與膠體粒子互相連結的狀態。由於水分子與土壤顆粒十分緊密的結合，當水自土壤中蒸發後，連結之水分子長度縮短，使結合土粒力量更為強大，因此牽引膠體粒子使之更緊密的結合。當更多的水從土壤散失，膠體粒子發生進一步的脫水，而使土粒黏著或成為粒團。而脫附反應亦有最大脫附濃度，而水分交替出現於土壤，使重金屬離子由於土壤因水分蒸發而減少土壤孔隙率使其濃縮



五、結果及討論

(一) 土壤特徵分析

表一中列出五種土壤的基本性質，其中土壤

於土粒間之縫隙中而無法釋出。

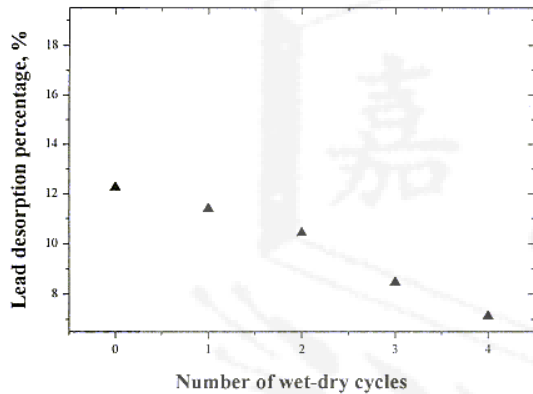
六、結論

表二 鉛於各土壤在第72小時不同乾溼週期之累積脫附量

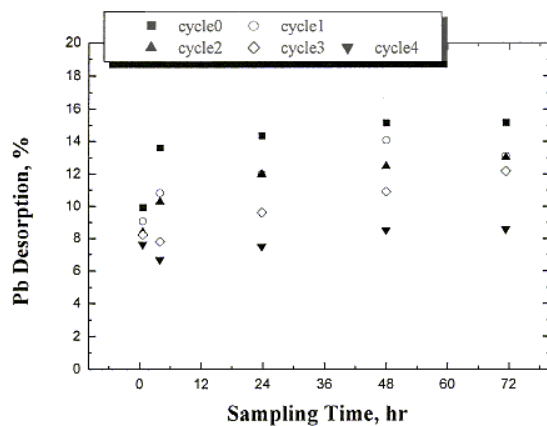
| Cycle # | Soil number | | | | |
|---------|-------------|------|------|------|-----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 0 | 8.6 | 15.5 | 12.2 | 11.4 | 7.3 |
| 1 | 7.8 | 13.6 | 11.3 | 10.5 | 6.1 |
| 2 | 7.1 | 13.5 | 10.8 | 8.9 | 4.9 |
| 3 | 6.6 | 12.1 | 7.5 | 6.7 | 5.3 |
| 4 | 4.4 | 8.4 | 2.1 | 5.7 | 3.7 |

1. 水分境況實驗結果顯示無論各種質地之土壤，皆表現出在水分乾溼交替循環次數愈多脫附量愈少的趨勢。
2. 綜合上述論點於巨觀環境考量，高溫且乾旱少雨地區如有重金屬高濃度的聚積，極易發生地下水體的污染，而後續整治尤須儘速進行。

七、參考文獻



圖三 鉛在 3 號土壤中各週期脫附實驗之脫附率



圖四 2 號土壤各重金屬在各週期脫附實驗之脫附率

- Christensen, T. H., Cadmium soil sorption at low concentrations: VIII. Correlation with soil parameters. *Water, Air, Soil Pollut.* 1989b, 44, 71-82.
- Comfort, S. D.; Dick, R. P.; and Baham, J. Air-Drying and Pretreatment Effects on Soil Sulfate Sorption. *J. Soil Sci. Soc. Am.* 1991, 55, 968-973.
- Eberl, D.D.; Srodon, J.; and Northrop, H.R. Potassium Fixation in Smectite by Wetting and Drying, *Geochemical processes at mineral surfaces.* 1986.
- Fang, S.C. Sorption and transformation of mercury vapor by dry soil. *Environ. Sci. Technol.* 1978, 12, 285-288.
- Griffin, R. A. and R. G. Burau. Kinetic and Equilibrium Studies of Boron Desorption from Soil. *Journal of Soil Science Society, Am.* 1974, 32, 892-897.
- Head, K.H., Particle Size. *Manual of Soil Laboratory Testing*, Pentech Press, London, 1980.
- Jenne, E. A.; DiToro, D. Herbert E.A. and Zarba, C. S. Activity-based model for developing sediment criteria for metals: Part I. A new approach. *Chemicals in the environment. Proc. Intern. Conf.; Lisbon, Portugal.* 1986.
- Kerndorff, H.; and Schnitzer M. Sorption of metals on humic acid. *Geochim. Cosmochim. Acta* 1980, 44, 1701-1708