

家鄉的土——中部地區土壤表土鉛鎘污染調查

高中組地球科學科第二名

台中一中

作者：楊立群、廖本舜
張法榮、楊昌學
指導教師：蔡長華

一、動機與目的

日前，據報載，桃園縣觀音鄉等地有所謂「痛痛病」的病歷發生，日本早在二十多年前就有「痛痛病」的事件，病因是長期食用含有「鎘毒」的食物，輕者內臟受損，重者，令人痛不欲生。同時根據資料顯示，日本發生痛痛病的地區，其稻田早在 1943 既已受損，而人民得病却遲至 12 年後的 1955 年，可知重金屬中毒之最大一項特徵就是「慢性長期」的累積中毒。更甚者，痛痛病目前仍無有效醫療。

並且，世界糧農組織更將鎘列為第一級毒物，鉛為第二級毒物，均屬毒性極強的污染物。

有鑑於此，我們便想到分析中部地區土壤之鎘鉛含量。希望能提醒大家對土壤資源的重視與保護。

二、實驗器材

挖泥器、研鉢、杵、烘箱、電動天平、濃硝酸 15N、燒杯、表玻環、加熱板、滴量管、純水、100ml 小瓶子、濾紙、漏斗、原子吸光儀 (A. A.)。

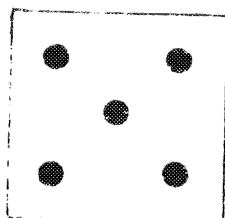
三、實驗過程

(一) 土壤取樣

- 1 調查範圍：中部各縣市(鎮)。
- 2 取樣地點：德基水庫佳陽之濫墾區、台中、東勢、卓蘭、后里、梧棲、鹿港、埔里、草屯、豐原、清水、潭

子、彰化。

3. 取樣方法：以挖泥器在取樣地點上，約插入地面下30公分作「點」的分布挖土，如圖：



將土挖出後充分混合，再取一些做成樣品，裝入塑膠袋。

(二) 烘乾

1. 將所採取到的樣本 1 ~ 73 號，放入研鉢中，用杵磨碎。
2. 待磨成細粉狀時，倒在濾紙上放進烘箱裡烘乾。
3. 約 3 小時後，拿出來通風。由於泥土內部仍是高溫，所以須放 1 小時，待內外均冷卻時，再拿進烘箱再烤大約費時一天。

(三) 消化

1. 烘乾後，用電動天平稱取 1 ~ 73 號泥土各 1 g 置於燒杯中，再加入 3 ~ 5 ml 的濃 HNO_3 (15 N) 搖混均勻，並靜置 20 ~ 30 分鐘，然後用表玻璃蓋上送入加熱板上加熱。
2. 開關打開，溫度調整至 250 $^{\circ}\text{C}$ ，大約 1 小時後，燒杯上的表玻璃有水珠滴下時，即表示開始迴流。
3. 等燒杯內剩下微量的 HNO_3 時，用滴量管吸取 HNO_3 ，每個燒杯中均加入 4ml，再次迴流消化。
4. 如此反覆 4 次後，則等待 HNO_3 完全蒸乾，此即消化完全，此步驟大約費時 4 小時。

(四) 過濾

1. 消化完全後，將燒杯取出，打開表玻璃，此時有大量的 HNO_3 蒸氣跑出，應該戴上口罩，以免發生危險。
2. 等蒸氣消失後，先讓燒杯冷卻一會兒，然後每個燒杯均加入 5ml 濃硝酸，混搖均勻。

3. 將這些消化液靜放 1 小時，待溫度降低至常溫。
4. 溫度降低後，每個燒杯均以純水稀釋至 100 ml，充分混搖，再用濾紙過濾，把濾液用漏斗裝入 1 ~ 73 號的 100ml 小瓶子，裝至 2 / 3 滿即可，其餘棄之。

(五)分析

1. 利用原子吸光儀的吸管將濾液吸入霧化，送入火焰中，霧化速度 6ml / 分，火焰燃料是空氣和乙炔氣。其原理是利用當將鎘、鉛、霧化送入火焰時用陰極中空射線管照射，使原子之 e 能階提高，而原子之 e 降階時放出能量時，即可測定鎘、鉛的濃度，通常以 PPM 為單位。
2. 由於鉛 (Pb) 較不穩定，原子吸光儀起動後，必須經由一段時間才能測定，又因其濃度低只能先測定其吸光率，然後再換算成 PPM。

四、分析結果

編號	地區	分 類	Cd (p.p.m)	Pb (p.p.m)
1	德 基	濫墾區	——	0.57
2		山坡地	0.01	0.35
3		坍塌土	——	0.32
4.	台 中	東 區	0.01	0.26
5.		西 屯	0.01	0.29
6.		南 屯	0.01	0.35
7.		北 屯	——	0.38
8.		北 屯	0.02	0.41
9.		西 區	0.01	0.32
10.		西 區	0.01	1.27
11.		西 區	0.05	0.39
12.	加工區	0.01	0.49	

13.	台	加工區	0.07	1.40
14.		加工區	0.05	0.91
15.		加工區	0.28	1.27
16.	中	加工區	0.02	1.02
17.	鹿	農田	0.01	0.29
18.		果園	0.02	0.35
19.	港	未種植土	—	0.73
20.	埔	農田	0.01	0.73
21.		山坡地	0.02	0.50
22.	里	未種植土	0.01	0.81
23.	梧	沙灘土	0.01	0.50
24.		農田	—	0.47
25.		果園	—	0.54
26.	棲	未種植土	0.01	0.44
27.	后	農田	0.01	0.92
28.		果園	—	0.81
29.	里	未種植土	0.01	0.88
30.	草	花圃	0.02	0.47
31.		果園	0.01	0.38
32.		稻田	0.01	0.41
33.	屯	未種植土	0.02	0.35
34.	東	稻田	0.02	0.73
35.		果園	0.01	0.73
36.	勢	未種植土	0.02	1.11
37.	卓	果園	0.01	0.54
38.		菜園	0.01	0.41
39.	蘭	未種植土	—	0.47

40.	豐 原	普通土	0.02	0.73
41.		普通土	0.01	0.48
42.		普通土	0.01	0.23
43.		市 區	0.01	0.77
44.		市 區	0.03	1.64
45.		市 區	—	0.70
46.		住宅旁	0.01	0.67
47.		路 旁	—	0.67
48.		稻 田	0.02	0.47
49.	稻 田	0.04	2.00	
50.	清 水	芭樂園	0.02	0.72
51.		溪 旁	0.02	0.68
52.		溪 旁	0.01	0.90
53.		果 園	0.01	1.56
54.		果 園	0.02	0.59
55.		果 園	0.01	0.22
56.	潭 子	田	0.03	2.33
57.		住家附近	0.01	0.86
58.		路 旁	0.02	0.79
59.		加工區	0.02	1.90
60.		加工區	0.02	1.13
61.		加工區	0.08	3.44
62.		加工區	0.01	1.57
63.		加工區	0.30	1.64
64.		加工區	0.14	3.40
65.	加工區	0.01	0.96	
66.		未種植土	0.02	1.22

67.		未種植土	0.01	0.56
68.	彰	安全島	0.03	1.40
69.		台化附近	0.04	1.78
70.		台化附近	0.06	2.39
71.		台化附近	0.03	1.89
72.	化	台化附近	0.01	0.90
73.		台化附近	0.07	3.20

註：“—”表示濃度低於 0.01 ppm

五、結 論

(一)中部地區表土Cd含量 最高0.30 ppm
最低N.D.

平均值為 0.026 ppm。含量較高的地區為：

台 中(西 區)、(工業區)

潭 子(加工區)

彰 化(台灣化學纖維公司附近)

除台中西區外，大多為工業區或工廠附近，顯示工業地區的土壤污染較為明顯。

(二)中部地區表土Pb含量 最高3.44 ppm
最低0.22 ppm

平均值為 0.93 ppm。含量較高的地區為：

台中西區 (編號10)

工業區 (13,15,16)

東 勢 未種植土 (36)

豐 原 市區 (44)

稻田土 (49)

清 水 果園 (53)

潭 子 田地 (56)

加工區 (59,60,61,62,63,64)

彰 化 未種植土 (66)

安全島 (68)

台北附近 (69,70,71,73)

有部分均在工業區內，可見中部地區之工業地區內的土壤污染較為明顯。

(三)「痛痛病」污染地區(如桃園高銀化工廠)之土壤含鎘量在5~1319ppm之間，含鉛量6.7~12742ppm之間，鎘、鉛之平均值(378ppm及3145ppm)，而中部地區之平均值為(0.026ppm及0.93ppm)，可知中部地區土壤污染較不明

顯。

六、討論

(一)在結論(一)中有部分地區並非工業區而Pb含量却很高，如在豐原市區、台中西區、彰化之安全島……顯示可能受汽車排煙而污染，造成土壤中鉛含量之增高，據悉中國石油公司在汽油中加入四乙基鉛以防爆震，因之我們建議中油公司可否改善或改良汽油中之添加物，以防鉛之污染。

(二)根據「台灣省水污染防治所」調查四百二十家重金屬工廠後認為：

1. 碱氯工業
2. 塑膠安定劑製造業
3. 鉛蓄電池製造業
4. 電鍍工業

為重金屬水污染的主要來源。同時也指出大多數工廠排放廢水均超過標準現值很多，因此要防止類似日本「痛痛病」之事件再發生，必須優先針對上述四類工廠進行管制及勸導。

(三)中部地區的農產品一向聞名於全省。例如：梨山的高麗菜、水果，武陵農場的水蜜桃，二林及東勢的葡萄，大湖的草莓，豐原的葫蘆墩米，……，因此中部地區土壤是否被污染，不但中部地區居民關心，全省消費者也是十分重視。此次調查結果，污染情形不太明顯，消費者暫可放心食用中部地區物美價廉的農產品，但是考慮未來的工業發展，以新近規劃完成的台中工業區為例，預計可容納400至500家工廠，目前僅有250家工廠，離飽和尙有一段距離，中部地區可說工業尙在起飛階段，又以本省的經濟型態而言，農業與工業一樣重要，因此，有關土壤污染問題希望大家及早注意，防患未然。

(四)土壤為萬物之母，但一般人只重視水及空氣的污染而忽略了土壤，本實驗原本應該做更密集的土壤調查，但畢竟我們都是在學學生，時間、人力、財力都有限，所以僅能做到概略的調查

，但仍希望藉此提醒大家對土壤污染的正視。

(五)本次實驗，檢驗部分均借重環境保護局之原子吸光儀(A.A.)精確度較為可靠，然因取樣較為疏散，所得之數據僅為中部地區土壤之鎘、鉛概略調查，無法作為中部地區土壤鎘、鉛含量之代表數據，理論上，應每一平方公里取一採樣點才較為準確，因之本實驗之數據僅提供做為參考之用。

七、參考資料

(一)含鎘鉛之工業廢水污染農業環境之探討計畫編號71農建~4.1
—源—47(2)，執行機關：台灣水污染防治所，行政院農業發展
委員會補助計畫。

(二)高中地球科學下冊—國立編譯館。

(三)環境廳水質保全局土壤農藥課(1973)公害と防止對策：土壤
污染，日本白亞書房。

(四)中部地區(台中市、台中縣、彰化縣)土壤微量元素調查，王
銀波、王明果(尚未發表)。

(五)聯合報(七十二) 11月 23日
 11月 24日 (第三版)
 11月 25日
 11月 26日

評語：一關注到鄉土自然環境，一般多是水質和空氣方面的污染，能
注意土壤污染甚為可取。

二土壤取樣方法與分析的步驟尚屬合理。

三重金屬離子污染是省內值得重視的問題，尤其是鉛與鎘之毒
性極強，是研究良好對象。

四能與研究機構和學府密切合作，做較精密的分析工作，值得
鼓勵。