

台南市政府專案工作計畫

中石化舊台鹼安順廠污染區居民血液中戴 奧辛暴露評估及健康影響調查計畫

期中報告

計畫期程：95年10月25日起
至96年6月30日止

國立成功大學環境微量毒物研究中心

中華民國九十六年三月

台南市政府專案工作計畫

中石化舊台鹼安順廠污染區居民血液中戴 奧辛暴露評估及健康影響調查計畫

期中報告

計畫期程：2006/10/25～2007/6/30

委託機關(單位)：台南市政府

研究單位：國立成功大學環境微量毒物研究中心

研究計畫主持人：李俊璋

研究計畫協同主持人：蘇慧貞、郭浩然、廖寶琦、陳秀玲

研究計畫研究人員：張榮偉、林姮君、楊淑瑤、陳駿、
林佳蓉、朱俊軍、姚慧君、洪崇峯、王世欽、黃素春、余
秋桂、洪振維、王怡文、邱毅堯、陳泓翰、吳双藝、陳怡
萱

中華民國九十六年三月

摘要

台南市鹿耳門溪源自安南區土城，經由媽祖宮出海，原本是一條甚少污染的河川，河水出海口處常有漁民插蚵架養蚵。但根據『台南市安順廠區戴奧辛污染調查報告』及分析結果，顯示台鹼中石化安順廠附近土壤、漁塭戴奧辛濃度均高於台灣其他地區一般檢測值的一百倍以上。而該廢棄廠址正位於顯宮、鹿耳兩個里的分界處，廠區內則封存大量五氯酚，由於製造五氯酚所留下來的戴奧辛、汞等副產品，甚具毒性且嚴重污染了整個週邊環境，台南市政府已將其公告為污染管制廠址。此外，根據國民健康局委託成大環境微量毒物研究中心所做的九十二年『台南市中石化安順場附近居民流行病學及健康照護研究計劃』報告中發現顯宮里和鹿耳里的居民血液中戴奧辛平均濃度分別為 61.3 及 61.2 pg WHO₉₈-TEQ_{DF}/g-lipid，此結果顯示研究區域內民眾血液戴奧辛濃度顯然比台灣地區其他民眾為高，然目前顯宮、鹿耳及四草三里所完成血液戴奧辛濃度量測之民眾僅有 90 名，應僅是此污染事件的冰山一嶼，因此對於該地是否有更多民眾受到此一戴奧辛污染事件之暴露及是否會造成該地民眾的健康問題仍須進一步釐清，本計畫工作項目包括：(1)蒐集國內外相關計畫規劃方式及執行方法。(2)完成台南市安南區顯宮里、鹿耳里、四草里等三里居民血液一般臨床生化檢查、血液中多氯戴奧辛及多氯呋喃(以下簡稱戴奧辛)與血液總汞等生物指標之量測及健康問卷調查；(3)整合分析上述三里居民之血液中具有生物毒性之血液戴奧辛與血液總汞量測結果，評估潛在健康風險影響，作為健康照護之參考。(4)整合血液戴奧辛、血液總汞檢測資料與生物指標資料，並配合附近居民之時間活動、飲食模式調查資料，推估戴奧辛與總汞經由飲食進入人體之暴露量，以致癌風險評估模式估算附近居民之戴奧辛暴露致癌風險，以非致癌風險評估模式估算附近居民之總汞暴露風險，評估安順廠附近居民健康之潛在危害程度。(5)分析比較國內外執行相關計畫之結果及差異性。

本研究第 1 年工作自 95 年 10 月 25 日起至 96 年 6 月 30 日止，預計完成 1000 人以上之檢測工作；期中進度部分，本研究已於 95 年 11 月 10 日假鹿耳門天后宮公館召開說明會，並邀請政府相關單位及民間團體針對採樣地點、時間及計畫執行工作相關內容進行討論與溝通，並於會中達成諸多共識；本中心亦於今年 1/6-7、1/20-21、1/27-28、2/3-4、及 2/10-11 日針對顯宮、鹿耳及四草里等三里居民進行居民健康檢查、健康與飲食問卷調查及血液採樣以進行一般臨床生化檢查、血液中戴奧辛、總汞量測，至 96 年 2 月 11 日止，本中心共完成 371 位居民血液樣本採集、健康及飲食問卷訪視、血液一般臨床生化檢查及血液總汞分析，達成率為 47.5%。血液中戴奧辛分析量測部份，將 94 年中石化計畫尚未分析之

血液樣本納入後，本中心共完成 406 位居民，達成率為 40.6%。其中包括在檢測第一優先順序的 54 名具癌症及重大傷病身分之里民，226 名 65 歲以上里民，119 位 40 至 64 歲里民部分，及列入其他檢測順序共七名；居民血液中戴奧辛每克血脂中毒性當量濃度之範圍為 7.2- 555.7 pg WHO₉₈-TEQ_{DF}/g lipid，平均濃度為 71.9 pg WHO₉₈-TEQ_{DF}/g lipid，較國內一般焚化爐附近居民血液中戴奧辛平均值 19.7 pg WHO₉₈-TEQ_{DF}/g lipid 高出三至四倍。而從年齡組別來看，隨著年齡增加有增高的趨勢(p<0.001)。在回答曾食用儲存池之魚及海鮮的人其血液中 PCDD/Fs 毒性當量濃度和不曾食用過的人相比亦有較高之情形(76.9 v.s 64.9 pg WHO₉₈-TEQ_{DF}/g lipid) (p<0.001)。居民血液總汞濃度之範圍為 1.0- 89.2 ug/L，平均濃度為 12.8 ug/L，高於世界衛生組織建議之 8 ug/L，且有 16.5% 以上之里民其血液總汞濃度高於可能會產生神經病變之 20 ug/L。本研究未來將於繼續針對待採樣民眾進行血液戴奧辛檢測，並完成健康、飲食問卷及生化檢測；此外，顯宮、鹿耳及四草三里民眾目前已完成 447 位民眾血液戴奧辛分析工作，待完成 500 位民眾血液戴奧辛檢測結果後，將整合並分析其血液戴奧辛分布情形並與生化測值及疾病罹患率進行相關性探討，並參考國內外文獻，提出血液中戴奧辛濃度基準值草案至健康照護暨污染防制委員會討論認可後，做為未來補償金發放之依據。至於為瞭解居民暴露戴奧辛後之健康影響，將進一步利用居民身份證字號與全民健康保險資料庫進行比對與連結，以進行分析並作為健康照護執行之依據，最後將整合血液戴奧辛、血液總汞檢測資料與生物指標資料，並配合附近居民之時間活動、飲食模式調查資料，推估戴奧辛與總汞經由飲食進入人體之暴露量，以致癌風險評估模式估算附近居民之戴奧辛暴露致癌風險，以非致癌風險評估模式估算附近居民之總汞暴露風險，評估中石化安順廠附近居民潛在之健康危害程度。

目錄

第一章 背景	1
1-1 計畫緣起	1
1-2 計畫區域汞污染問題	5
1-3 相關文獻回顧-戴奧辛	11
1-3-1 戴奧辛類化合物（多氯戴奧辛/呋喃）之來源	11
1-3-2 多氯戴奧辛/呋喃之特性	11
1-3-3 多氯戴奧辛/呋喃之毒性	12
1-3-4 世界各國(包含我國)有關人體血液中多氯戴奧辛/多氯呋喃相關 研究	16
1-3-4-1 加拿大進行之相關研究	16
1-3-4-2 比利時進行之相關研究	16
1-4 相關文獻回顧-總汞	17
1-4-2 汞的毒性作用	19
1-4-2-1 神經毒性	20
1-4-2-2 腎臟/泌尿生殖器毒性	28
1-4-2-3 呼吸毒性	29
1-4-2-4 胃腸毒性	29
1-4-2-5 肝毒性	29
1-4-2-6 免疫毒性	30
第二章 年度目標	31
2-1 計畫目標	31
2-2 計畫工作項目	31
第三章 工作方法	34
3-1 第一年工作執行架構及流程(95/10/25 起至 96/06/30)	34
3-2 蒐集相關計畫規劃方式及執行方法	35
3-3 里長、居民代表、民意代表、衛生局及相關專家學者說明會	36
3-4 居民血液臨床生化檢查、血液中多氯戴奧辛及多氯呋喃、總汞等 生物指標之量測及健康問卷調查	36
3-4-1 採樣對象選取方式	36
3-4-2 採樣執行方案	37
3-4-3 採樣對象血液樣本收集	38
3-4-4 健康飲食問卷調查及健康門診	39
3-4-5 居民血液中多氯戴奧辛/呋喃之量測	40
3-4-5-1 分析程序	41
3-4-5-2 高解析氣相層析儀/質譜儀儀器分析操作條件	41

3-4-5-3 所使用的標準品	42
3-4-6 總汞分析方法及操作流程	46
3-4-6-1 總汞分析方法	46
3-4-6-2 總汞操作流程	47
3-5 整合分析居民血液中多氯戴奧辛/呋喃量測結果，評估潛在健康影響風險影響	48
3-6 整合分析居民血液中總汞量測結果，評估潛在健康影響風險影響	48
3-7 樣品分析之品保品管	49
3-7-1 樣本管制制度	49
3-7-2 樣本分析過程各項管制指標查核制度	50
3-7-3 檢測儀器各項管制指標查核制度	54
3-7-4 數據演算、驗算與報告制度	58
3-7-5 實驗室內部與外部之系統與績效查核制度	60
3-7-6 總汞分析之品保品管	61
第四章 結果與討論	63
4-1 計畫成果說明與量化成果表	63
4-2 居民血液樣本戴奧辛含量分析及問卷調查結果	66
4-2-1 實際參與居民之基本資料分布	66
4-2-2 問卷調查結果	66
4-2-3 血液生化檢查檢測結果	67
4-2-4 血液中多氯戴奧辛及多氯呋喃分析結果	68
4-2-5 居民食用中石化安順廠海水儲存池中之魚及海鮮之情形	68
4-2-6 血液生化檢查結果與血液 PCDD/Fs 濃度之關係	69
4-2-7 血液中總汞分析結果	69
4-2-8 血液生化檢查結果與血液總汞濃度之關係	70
4-2-9 參與居民之疾病史與血液戴奧辛之關係	71
4-2-10 參與居民自覺健康狀況、婦科史與血液戴奧辛及總汞之關係	71
第五章 未來工作	72
5-1 後續健檢活動規劃	72
5-2 無法完成血液採樣之後續處理	72
5-3 血液戴奧辛建議值擬定	73
5-4 全民健康保險資料整理	73
5-5 中石化附近居民之戴奧辛及總汞暴露風險估算	73
參考文獻	74
附件一 健康問卷	164

附件二 飲食問卷	173
附件三 生化檢查結果書面報告格式	177
附件四 高解析層析儀/高解析質譜儀各項品保項目執行結果彙整	185
附件五 人體試驗同意書	195
附錄六 評選會議委員意見及回覆	185
附錄七 說明會簽到單	201

圖目錄

圖 1-1-2 場址已公告污染範圍分區示意圖.....	77
圖 3-1-1 本計劃研究架構.....	78
圖 3-4-1 採樣對象通知流程圖.....	79
圖 3-4-2 本研究計畫血液前處理流程圖.....	80
圖 3-4-3 總汞分析儀元件配置圖.....	82
圖 3-4-4 總汞分析儀操作流程.....	82
圖 3-7-1 本研究計畫採樣作業圖表流程.....	83
圖 3-7-2 樣本檢驗品保流程圖.....	84
圖 3-7-3 本計畫空白樣本原始上機濃度 17 種戴奧辛/呋喃同源物管制 結果.....	85
圖 3-7-4 本計畫 17 種戴奧辛/呋喃同源物偵測極限總毒性當量濃度管 制結果.....	86
圖 3-7-5 本計畫混合血清 17 種戴奧辛/呋喃同源物總毒性當量濃度	87
圖 3-7-6 本計畫樣本分析 17 種戴奧辛/呋喃同源物同位素標記標準品 回收率管制結果.....	88
圖 3-7-7 本計畫十七種多氯戴奧辛/呋喃同源物監測時窗區查核執行 結果之一.....	89
圖 3-7-8 本計畫十七種多氯戴奧辛/呋喃同源物儀器靈敏度確認結果 之一.....	90
圖 3-7-9 本計畫十七種多氯戴奧辛/呋喃同源物層析解析度執行結果 之一.....	91
圖 3-7-10 本計畫十七種多氯戴奧辛/呋喃同源物層析解析度執行結果 之一.....	92
圖 3-7-11 本計畫十七種多氯戴奧辛/呋喃同源物平均相對感應因子建 立 RRF 相對平均標準差(RSD%)結果之一.....	93
圖 3-7-12 本計畫十七種多氯戴奧辛/呋喃同源物平均相對感應因子查 核結果之一.....	94

表目錄

表 1-1-1 台灣地區已完成檢測之十九座垃圾焚化爐附近居民血液中戴奧辛毒性當量濃度平均值及範圍	95
表 1-1-2 台南市城西里焚化爐附近地區依擴散模擬結果分區之居民之血液中	95
多氯戴奧辛及呔喃分析結果	95
表 1-1-3 世界各國人體血液中戴奧辛平均毒性當量濃度及範圍	97
表 1-1-4 台南城西焚化爐附近居民血液中戴奧辛毒性當量濃度	99
表 1-1-5 台南市安順廠區整治場址及地下水污染範圍調查及整治報告結果	100
表 1-1-6 台南市安順廠區戴奧辛污染調查報告結果	101
表 1-1-7 魚體中戴奧辛毒性當量濃度 (pg I-TEQ/g) 整理	102
表 1-1-8 顯宮及鹿耳里附近漁塭及海水貯存池中不同魚種多氯戴奧辛/呔喃濃度	102
表 1-1-9 顯宮及鹿耳里附近漁塭及中不同海鮮多氯戴奧辛/呔喃濃度	103
表 1-1-10 台南城西附近四名居民血液中戴奧辛重複分析結果	104
表 1-1-11 台南城西附近地區三名居民血液中戴奧辛檢測結果 (第一次)	106
表 1-1-12 海水貯存池附近地區(顯宮、鹿耳、四草、鹽田里)居民與其他安南區血中戴奧辛濃度比較	108
表 1-2-1 海水貯水池內魚類含汞量($\mu\text{g/g}$ 濕重量)	109
表 1-2-2 鹿耳門溪牡蠣、魚體汞含量	110
表 1-2-3 中石化海水儲水池魚體、蟹類汞含量	111
表 1-2-4 底泥總汞濃度分布 (乾重)	112
表 1-2-5 台南市安順廠區整治場址及地下水污染範圍調查及整治報告結果	113
表 1-2-6 世界不同國家血液總汞濃度比較	114
表 1-4-1 人體的暴露資料	115
表 1-4-2 FDA 歸類為含汞量較高之魚種	116
表 1-4-3 FDA 歸類為含汞量較低之魚種	117
表 3-4-1 血液生化檢測項目註解	118
表 3-7-1 本計畫十七種多氯戴奧辛/呔喃初始精密度規範及測試結果	121
表 3-7-2 本計畫十七種多氯戴奧辛/呔喃初始準確度(回收率平均值)規範及測試結果	122
表 3-7-3 血液樣本戴奧辛分析量測不確定度評估	123

表 3-7-4 本計畫十七種多氯戴奧辛/呋喃同源物空白樣本濃度規範	124
表 3-7-5 本計畫十七種多氯戴奧辛/呋喃同源物同位素標記標準品回收率規範	125
表 3-7-6 質量解析度查核所進行查核的離子質荷比	126
表 3-7-7 本計畫十七種多氯戴奧辛/呋喃同源物之離子強度比值品管規範	127
表 3-7-8 本計畫十七種多氯戴奧辛/呋喃同源物平均相對感應因子與中點確認差異百分比品管規範	128
表 3-7-9 十七種多氯戴奧辛/呋喃同源物定量之對應關係	129
表 3-7-10 本計畫血液中十七種多氯戴奧辛/呋喃同源物濃度計算表格	130
表 3-7-11 本計畫血液中十七種多氯戴奧辛/呋喃同源物毒性當量因子	130
表 3-7-11 本計畫血液中十七種多氯戴奧辛/呋喃同源物毒性當量因子	131
表 3-7-12 內部績效考核一覽表	132
表 3-7-12 血液樣品總汞含量分析之品保目標及驗證結果	132
表 4-2-1 實際參與居民之基本資料分布(N=516)	134
表 4-2-2 實際參與居民之年齡及性別分布	136
表 4-2-3 實際參與居民之健康史--經醫師診斷曾患過之疾病 (N= 516)	137
表 4-2-4 實際參與居民之健康史—汞暴露相關自覺健康症狀(N=297)	140
表 4-2-5 實際參與居民之健康史--婦科史(N=257)	140
表 4-2-6 實際參與居民之飲食習慣及來源分布狀況	141
表 4-2-7 實際參與居民之各類食物總食用量分布	142
表 4-2-8 實際參與居民之血液生化檢查結果(N=516)	143
表 4-2-9 本計畫中已完成戴奧辛樣本分析及濃度分布情形	144
表 4-2-10 居民血液中 PCDD/Fs 濃度值於不同特性分類後之濃度分布情形	145
表 4-2-11 不同里別居民回答曾吃過特定區域海鮮比例	146
表 4-2-12 血液中 PCDD/Fs 濃度與食物攝取量之複回歸結果	146
表 4-2-13 曾食用儲存池之魚及海鮮之人之血液濃度值與海鮮食用量之比較	146
表 4-2-13 血液中 PCDD/Fs 毒性當量濃度之複回歸結果(續)	147
表 4-2-14 參與居民之血液生化檢查結果與血液戴奧辛之關係	148
表 4-2-15 血液中 PCDD/Fs 濃度與生化測值之複迴歸結果	150
表 4-2-16 本計畫中已完成總汞樣本分析及濃度分布情形	150

表 4-2-17 居民血液中總汞濃度值於不同特性分類後之濃度分布情形	151
(濃度單位： $\mu\text{g/L}$)	151
表 4-2-18 血液中總汞濃度與食物攝取量之複回歸結果	152
表 4-2-19 參與居民之血液生化檢查結果與血液總汞之關係	153
表 4-2-20 血液中總汞濃度與生化測值之複迴歸結果	155
表 4-2-21 參與居民之疾病史與血液戴奧辛之關係	156
表 4-2-22 參與居民自覺健康狀況與血液戴奧辛之關係	159
表 4-2-23 參與居民自覺健康狀況與血液總汞之關係	160
表 5-2-1 採樣過程連絡及通知情形.....	161
表 5-3-1 過去本中心已完成血液戴奧辛分析樣本數	162
表 5-3-2 依檢驗優先順序，本計畫已完成血液戴奧辛分析樣本數	163