

# 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 .....	4
1-3 相關文獻回顧-戴奧辛 .....	9
1-3-1 戴奧辛類化合物（多氯戴奧辛/呋喃）之來源 .....	9
1-3-2 多氯戴奧辛/呋喃之特性 .....	10
1-3-3 多氯戴奧辛/呋喃之毒性 .....	11
1-3-3-1 肝臟毒性 .....	12
1-3-3-2 免疫毒性 .....	14
1-3-3-3 神經毒性 .....	15
1-3-3-4 心臟血管毒性 .....	25
1-3-3-5 內分泌毒性 .....	27
1-3-3-6 皮膚疾病 .....	30
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 .....	31
1-3-4-1 加拿大進行之相關研究 .....	31
1-3-4-2 比利時進行之相關研究 .....	31
1-4 相關文獻回顧-總汞 .....	32
1-4-1 汞的毒性作用 .....	34
1-4-1-1 肝臟毒性 .....	35
1-4-1-2 免疫毒性 .....	35
1-4-1-3 神經毒性 .....	36
1-4-1-4 心臟血管毒性 .....	44
1-4-1-5 內分泌毒性 .....	46
1-4-1-6 腎臟/泌尿生殖器毒性 .....	47
1-4-1-7 呼吸毒性 .....	48
1-4-1-8 胃腸毒性 .....	49
第二章 年度目標 .....	50
2-1 計畫目標 .....	50
2-2 計畫工作項目 .....	50
第三章 工作方法 .....	53
3-1 第四年工作執行架構及流程(98/7/1 起至 99/6/30) .....	53
3-2 蒐集相關計畫規劃方式及執行方法 .....	54
3-3 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 .....	54

3-3-1 採樣對象選取方式 .....	55
3-3-2 採樣執行方案 .....	56
3-3-3 採樣對象血液樣本收集 .....	57
3-3-4 健康飲食問卷調查及健康門診 .....	58
3-4 居民血液中戴奧辛及總汞之量測 .....	59
3-4-1 多氯戴奧辛/呔喃分析方法及操作流程 .....	59
3-4-2 高解析氣相層析儀/質譜儀儀器分析操作條件 .....	60
3-4-3 所使用的標準品 .....	61
3-4-4 總汞分析方法及操作流程 .....	65
3-4-5 總汞操作流程 .....	66
3-5 整合分析居民血液中多氯戴奧辛/呔喃量測結果，評估潛在健康影響風險影響 .....	67
3-6 樣品分析之品保品管 .....	67
3-6-1 樣本管制制度 .....	68
3-6-2 樣本分析過程各項管制指標查核制度 .....	68
3-6-3 檢測儀器各項管制指標查核制度 .....	73
3-6-4 數據演算、驗算與報告制度 .....	76
3-6-5 實驗室內部與外部之系統與績效查核制度 .....	78
3-7 代謝症候群判定基準 .....	80
3-8 胰島素抗性指標 .....	80
3-9 心血管疾病指標 .....	81
3-10 因素分析 .....	82
3-11 統計分析 .....	82
<b>第四章 結果與討論 .....</b>	<b>84</b>
4-1 計畫成果說明與量化成果表 .....	84
4-2 居民血液樣本戴奧辛、總汞含量分析及問卷調查結果 .....	85
4-2-1 實際參與居民之基本資料分布 .....	85
4-2-2 問卷調查結果 .....	87
4-2-3 血液生化檢查檢測結果 .....	96
4-2-4 血液中多氯戴奧辛及多氯呔喃分析結果 .....	97
4-2-5 回答是否食用特定區域魚及海鮮之居民血液戴奧辛濃度分布比較 .....	99
4-2-6 血液生化檢查結果與血液 PCDD/Fs 濃度之關係 .....	100
4-2-7 血液中總汞分析結果 .....	101
4-2-8 回答是否食用特定區域魚及海鮮之居民血液總汞濃度分布比較 .....	102
4-2-9 血液生化檢查結果與血液總汞濃度之關係 .....	102
4-2-10 參與居民之疾病史與血液戴奧辛之關係 .....	104

4-2-11 參與居民之疾病史與血液總汞之關係.....	105
4-2-12 血液戴奧辛暴露劑量評估結果.....	106
4-3 血液戴奧辛、總汞與慢性健康狀態之關係.....	107
4-3-1 研究族群基本資料.....	107
4-3-2 因素分析結果.....	108
4-3-3 血液戴奧辛與胰島素抗性對代謝症候群之交互作用.....	109
4-3-4 血液戴奧辛及總汞之交互作用.....	112
4-3-5 血液戴奧辛與心血管疾病之關係.....	115
<b>第五章 結論與建議.....</b>	<b>117</b>
5-1 結論.....	117
5-2 研究限制.....	118
5-3 建議.....	119
參考文獻.....	122
附件一 健康問卷.....	301
附件二 飲食問卷.....	310
附件三 生化檢查結果書面報告格式.....	314
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.....	324
附件五 99 年度實驗室人員內部績效查核結果.....	330
附件六 人體試驗同意書.....	333

## 圖目錄

圖 1-1-1 台南市城西里垃圾焚化爐空氣中戴奧辛毒性當量濃度.....153 (fg I-TEQ/Nm <sup>3</sup> )的擴散模擬圖.....153	153
圖 1-1-2 場址已公告污染範圍分區示意圖.....154	154
圖 3-1-1 本計畫研究架構.....155	155
圖 3-4-1 採樣對象通知流程圖.....156	156
圖 3-4-2 本研究計畫血液前處理流程圖.....157	157
圖 3-4-3 總汞分析儀元件配置圖.....159	159
圖 3-4-4 總汞分析儀操作流程.....159	159
圖 3-6-1 本研究計畫採樣作業圖表流程.....160	160
圖 3-6-2 樣本檢驗品保流程圖.....161	161
圖 3-6-3 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.....162	162
圖 3-6-4 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.....163	163
圖 3-6-5 本計畫品管血清樣本 17 種戴奧辛/呋喃同源物總毒性當量.....164 濃度管制結果.....164	164
圖 3-6-6 本計畫樣本 17 種戴奧辛/呋喃同源物同位素標記標準品.....165 回收率管制結果.....165	165
圖 3-6-7 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 .....166	166
圖 3-6-8 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.....167	167
圖 3-6-9 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.....168	168
圖 3-6-10 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(續) .....169	169
圖 3-6-11 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.....170	170
圖 3-6-12 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 .....171	171
圖 4-3-1 研究架構圖.....172	172
圖 4-3-2 心血管年齡與實際年齡的差異.....173	173
圖 4-3-3 不同年齡層與性別下之血液戴奧辛濃度及胰島素.....174 阻抗與心血管疾病罹患風險之關係.....174	174

## 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 .....	175
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多氯戴奧辛及呔喃分析結果(單位：pg WHO <sub>98</sub> -TEQ <sub>DF</sub> /g lipid).....	176
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 .....	177
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 .....	179
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 ....	180
表 1-1-6 台南市安順廠區戴奧辛污染調查報告結果 .....	181
表 1-1-7 魚體中戴奧辛毒性當量濃度 (pg I-TEQ/g) 整理 .....	182
表 1-1-8 顯宮及鹿耳里附近漁塭及海水儲存池中不同魚種多氯戴奧辛/呔喃濃度 .....	182
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 .....	183
表 1-1-10 海水儲存池附近地區(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 .....	184
表 1-2-1 海水儲水池內魚類含汞量( $\mu\text{g/g}$ 濕重量) .....	185
表 1-2-2 鹿耳門溪牡蠣、魚體汞含量 .....	186
表 1-2-3 中石化海水儲水池魚體、蟹類汞含量 .....	187
表 1-2-4 底泥總汞濃度分布 (乾重) .....	188
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 ....	189
表 1-2-6 世界不同國家血液總汞濃度比較 .....	190
表 1-4-1 人體的暴露資料 .....	191
表 1-4-2 FDA 歸類為含汞量較高之魚種 .....	192
表 1-4-3 FDA 歸類為含汞量較低之魚種 .....	193
表 3-1-1 依檢驗優先順序，本計畫已完成血液戴奧辛分析樣本數 .....	194
表 3-4-1 血液生化檢測項目註解 .....	195
表 3-6-1 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 .....	198
表 3-6-2 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 .....	199
表 3-6-3 血液樣本戴奧辛分析量測不確定度評估 .....	200
表 3-6-4 本計畫十七種多氯戴奧辛/呔喃同源物空白樣本濃度規範 .....	201
表 3-6-5 NCKU 與 ERGO 血液中戴奧辛分析結果比較表 .....	202
表 3-6-6 本計畫十七種多氯戴奧辛/呔喃同源物同位素標記標準品回收率規範 .....	203
表 3-6-7 質量解析度查核所進行查核的離子質荷比 .....	204
表 3-6-8 本計畫十七種多氯戴奧辛/呔喃同源物之離子強度比值品管規範 .....	205
表 3-6-9 本計畫十七種多氯戴奧辛/呔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.....	206
表 3-6-10 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.....	207
表 3-6-11 十七種多氯戴奧辛/呋喃同源物定量之對應關係.....	207
表 3-6-11 十七種多氯戴奧辛/呋喃同源物定量之對應關係.....	208
表 3-6-12 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.....	209
表 3-6-13 內部績效考核一覽表.....	210
表 3-6-14 血液樣品總汞含量分析之品保目標及驗證結果.....	211
表 4-1-1 依檢驗優先順序，本計畫已完成血液戴奧辛分析樣本數(第四年).....	212
表 4-1-2 本計畫完成之具體量化成果(第四年).....	213
表 4-1-3 血液採樣完成人數統計表.....	213
表 4-2-1 本年度實際參與居民之基本資料分布(N=239).....	214
表 4-2-2 本年度實際參與居民之年齡及性別分布(N=239).....	216
表 4-2-3 實際參與居民之基本資料分布(N=3199).....	217
表 4-2-4 實際參與居民之年齡及性別分布(N=3199).....	219
表 4-2-5 近十年來曾在以下場所工作三個月以上(N=2884).....	220
表 4-2-6 近十年來住家附近有以下工作場所(N=2854).....	220
表 4-2-7 本年度實際參與居民之健康史-經醫師診斷曾患過之疾病(N=239).....	221
表 4-2-8 實際參與居民之健康史-經醫師診斷曾患過之疾病(N=3196) <sup>1</sup> .....	224
表 4-2-9 最近一年有無做健康檢查.....	227
表 4-2-10 最近一次健康檢查下列項目有異常之描述(複選).....	227
表 4-2-11 除服用藥物之外，有採用其他方法控制健康問題(複選).....	228
表 4-2-12 實際參與居民之健康史—汞暴露相關自覺健康症狀(複選).....	229
表 4-2-13 實際參與居民之婦科史及生育史(N=1560).....	230
表 4-2-14 實際參與居民之飲食習慣及來源分布狀況.....	231
表 4-2-15 特定區域附近養殖、捕撈居民魚及海鮮食用量調查.....	232
表 4-2-16 實際參與居民之各類食物總食用量分布.....	233
表 4-2-17 坐月子及哺乳期間是否有喝魚湯.....	233
表 4-2-18 本年度實際參與居民之血液生化檢查結果(N=239).....	234
表 4-2-19 本計畫四年實際參與居民之血液生化檢查結果(N=3199).....	235
表 4-2-20 已完成居民血液中戴奧辛濃度分布情形.....	236
表 4-2-21 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 (N=3199).....	238
表 4-2-22 不同年齡及性別居民血液戴奧辛濃度分布.....	239
表 4-2-23 不同里別居民回答曾吃過特定區域魚及海鮮比例及濃度差異(四年資 料彙整).....	240
表 4-2-24 血液中 PCDD/Fs 濃度與食物攝取量之複迴歸結果.....	240
表 4-2-25 曾食用特定區域魚及海鮮居民血液 PCDD/Fs 濃度值與海鮮食用量之比 較(四年資料彙整).....	240

表 4-2-26 血液中 PCDD/Fs 毒性當量濃度與是否吃過特定區域之魚及海鮮之複迴歸結果(N=3000) (四年資料彙整).....	241
表 4-2-27 參與居民之血液生化檢查結果與血液戴奧辛之關係(N=3199) (四年資料彙整).....	242
表 4-2-28 居民生化檢測值與血液戴奧辛濃度之關係.....	244
表 4-2-29 居民生化檢測值與血液戴奧辛濃度之邏輯式複回歸結果.....	247
表 4-2-30 血液中 PCDD/Fs 濃度與生化測值之複迴歸結果.....	251
表 4-2-31 已完成居民血液總汞濃度分布情形.....	252
表 4-2-32 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.....	253
表 4-2-33 血液中總汞濃度與食物攝取量之複迴歸結果.....	254
表 4-2-34 曾食用特定區域魚及海鮮之人之血液總汞濃度值與海鮮食用量之比較(四年資料彙整).....	254
表 4-2-35 血液中總汞濃度與是否吃過特定區域之魚及海鮮之複迴歸結果(N=3000) (四年資料彙整).....	254
表 4-2-36 參與居民之血液生化檢查結果與血液總汞之關係(N=3199) (四年資料彙整).....	255
表 4-2-37 居民生化檢測值與血液總汞濃度之關係.....	257
表 4-2-38 居民生化檢測值與血液總汞濃度之邏輯式複回歸結果.....	260
表 4-2-39 血液中總汞濃度與生化測值之複迴歸結果.....	264
表 4-2-40 參與居民之健康史(經醫師診斷曾患過之疾病)與血液戴奧辛之關係(N=3196) <sup>1</sup> .....	265
表 4-2-41 居民眼部疾病與血液戴奧辛濃度之邏輯式複回歸結果.....	268
表 4-2-42 居民耳鼻喉疾病與血液戴奧辛濃度之邏輯式複回歸結果.....	269
表 4-2-43 居民消化系統疾病與血液戴奧辛濃度之邏輯式複回歸結果.....	270
表 4-2-44 居民泌尿系統疾病與血液戴奧辛濃度之邏輯式複回歸結果.....	271
表 4-2-45 居民皮膚疾病與血液戴奧辛濃度之邏輯式複回歸結果.....	272
表 4-2-46 居民骨骼肌肉疾病與血液戴奧辛濃度之邏輯式複回歸結果.....	273
表 4-2-47 居民其他系統疾病與血液戴奧辛濃度之邏輯式複回歸結果.....	274
表 4-2-48 居民其他慢性疾病與血液戴奧辛濃度之邏輯式複回歸結果.....	275
表 4-2-49 居民其他疾病與血液戴奧辛濃度之邏輯式複回歸結果(性別與抽菸分層).....	276
表 4-2-50 參與居民之之健康史(經醫師診斷曾患過之疾病)與血液總汞之關係(N=3196) <sup>1</sup> .....	277
表 4-2-51 居民眼部疾病與血液總汞濃度之邏輯式複回歸結果.....	280
表 4-2-52 居民耳鼻喉疾病與血液總汞濃度之邏輯式複回歸結果.....	281
表 4-2-53 居民消化系統疾病與血液總汞濃度之邏輯式複回歸結果.....	282
表 4-2-54 居民泌尿系統疾病與血液總汞濃度之邏輯式複回歸結果.....	283
表 4-2-55 居民骨骼肌肉疾病與血液總汞濃度之邏輯式複回歸結果.....	284

表 4-2-56 居民其他系統疾病與血液戴奧辛濃度之邏輯式複回歸結果.....	285
表 4-2-57 居民其他慢性疾病與血液戴奧辛濃度之邏輯式複回歸結果.....	286
表 4-2-58 由血液中濃度量測之推估暴露劑量 (N=3199).....	287
表 4-2-59 本研究受測里民血液戴奧辛暴露劑量與各研究設定劑量之比較.....	287
表 4-2-60 戶籍遷出三里 15 年以上之高濃度居民暴露情境描述.....	288
表 4-3-1 本研究參與對象基本資料與代謝症候群分數的關係(N = 2502).....	289
表 4-3-2 參與本研究居民血液戴奧辛及總汞濃度於基本資料及代謝症候群危險 因子之分佈.....	290
表 4-3-2 參與本研究居民血液戴奧辛及總汞濃度於基本資料及代謝症候群危險 因子之分佈.....	291
表 4-3-3 血液戴奧辛及總汞濃度與代謝症候群危險因子之相關性.....	293
表 4-3-4 居民原始變項經軸轉後之因素負荷量.....	294
表 4-3-5 居民代謝症候群因子與血液戴奧辛的複回歸分析結果.....	295
表 4-3-6 血液戴奧辛濃度與胰島素抗性之關係.....	296
表 4-3-7 17 種戴奧辛同源物不同濃度之代謝症候群勝算比.....	297
表 4-3-7 血液戴奧辛與總汞濃度與胰島素功能指標之複回歸分析結果.....	298
表 4-3-8 血液戴奧辛、總汞濃度與胰島素抗性之關係.....	299
表 4-3-9 血液戴奧辛濃度、胰島素阻抗與心血管疾病發生率危險指標之複回歸分 析結果.....	300