



第五章 驗證作業與成果

5.1 自行驗證方式

自行驗證工作目的為在驗證單位採樣驗證前先行確認改善作業是否已具成效，即了解擬定改善之污染物濃度是否因改善作業之實施而達整治目標，同時由自行驗證之成果亦可得知各施工方法之標準作業流程是否具有完整性。

本團隊委託本公司實驗室進行採樣及檢測分析作業，亞太公司於土壤及地下水調查項目已獲得行政院環境保護署環境檢驗所之採樣及分析認證，近年來已完成百餘家公私場所之土壤污染檢測資料，符合本計畫檢測規範之要求。

本計畫之改善目標為污染坵塊之重金屬濃度(鉻、鎳、銅、鉛、鋅)降至食用作物農地監測標準以下(銅 120 mg/kg、鋅 260 mg/kg、鉛 300 mg/kg、鎳 130mg/kg、鉻 175 mg/kg)，故自行驗證將以此為依據，相關標準依據如表 5.1-1。

本計畫執行至今，已完成大里區 3 筆坵塊及烏日區 5 筆坵塊自行驗證採樣分析作業，總計自行驗證面積 1.7151 公頃，檢驗報告詳見附錄六。

表 5.1-1 本計畫污染物驗證目標

項目	銅	鋅	鉛	鎳	鉻
土壤監測標準值	220	1000	1000	130	175
食用作物農地監測標準值	120	260	300	-	-
本計畫驗證目標	120	260	300	130	175

參考來源：行政院環保署

單位：mg/kg

本工作團隊規劃於每筆坵塊污染改善作業完成並經過自行成效評估確認達到改善目標後，累積至一定數量，即進行自行驗證作業。

一、驗證地點及採樣深度：

依據本計畫工作內容，每坵塊採樣點至少 1 個點，採樣深度需至少達



污染改善工作之深度。9筆坵塊，依契約規劃 XRF 篩測數量為 27 點次，全量分析 9 點次。本計畫於服務建議書額外承諾自行驗證於入水口增加採樣點數，故將額外增加 9 點採樣數量。

在自行驗證採樣深度規劃方面，每點採集至污染改善深度或至礫石層為止，在不同佈點點位採取不同深度土壤樣品，如耕犁深度為 40 公分，則採深度 0~20 公分及 20~40 公分之土樣進行 XRF 篩測，詳細工項內容請參見表 5.1-2。

二、驗證方式及檢測方法：

檢測方法則以環保署公告之 NIEA S321.63B 進行檢測，若檢測結果仍高於改善目標時，將檢討發生之原因及改善方法，然後再次進行土壤翻轉混合稀釋之改善作業，直至自行驗證通過為止，於自行驗證結果達到改善標準後，再提報相關資料至環保局，申請驗證單位之污染改善驗證工作。

表 5.1-2 各坵塊自行驗證採樣工項

項次	坵塊編號	地區	地段	面積(m ²)	污染項目	自行驗證採樣點數	採樣深度區間(cm)
1	W001	烏日區	溪尾北段	841	鉛	2	0-20、20-40、40-60
2	W002	烏日區	溪尾北段	2,041	鉛	2	0-20、20-40、40-60
3	W003	烏日區	溪尾北段	795	鉛	2	0-15、15-30
4	W004	烏日區	溪尾北段	1,239	鉛	2	0-20、20-40、40-60
5	W005	烏日區	溪尾北段	2,394	鉛	2	0-15、15-30
6	J296	大里區	夏田西段	696.68	鎳	2	0-20、20-40、40-60
7	J330	大里區	夏田西段	6,879.86	鎳	2	0-20、20-40、40-60
8	D003	大里區	國中段、夏田東段	2,264.80	鉻、銅	2	0-20、20-40、40-60
9	DS001	大甲區	順帆段	1,714.83	鋅	2	0-15、15-30



5.2 自行驗證成果

本計畫至今已完成大里區 3 坵塊及烏日區 5 坵塊之自行驗證作業，面積總計 1.7151 公頃，目前大里區自行驗證結果皆達改善標準，後提報環保局，申請外部驗證已通過；烏日區全量分析數值檢測中。

本團隊於 107 年 03 月 20 日進行大里區自行驗證採樣作業，依據自行驗證規劃佈點方式，3 個坵塊共計 6 個採樣點，採樣樣品數共 18 個，其指標污染物(鉻、銅、鎳)數值皆低於改善目標即土壤污染(食用作物農地)監測標準。

另於 107 年 6 月 21 日進行烏日區自行驗證採樣作業，依據自行驗證規劃佈點方式，5 個坵塊共計 10 個採樣點，採樣樣品數共 25 個，其指標污染物(鉛)數值皆低於改善目標即土壤污染(食用作物農地)監測標準。

大里區、烏日區各坵塊自行驗證佈點規劃、XRF 檢測數據資料或全量分析數據請參見下列圖、表。

表 5.2-1 大里區完成自行驗證坵塊摘要表

項次	坵塊編號	地區	地段	面積(m ²)	污染項目	自行驗證點數/XRF 篩測數	全量分析樣品數
1	J296	大里區	夏田西段	696.68	鎳	2/6	1
2	J330	大里區	夏田西段	6,879.86	鎳	2/6	1
3	D003	大里區	國中段、夏田東段	2,264.80	鉻、銅	2/6	1

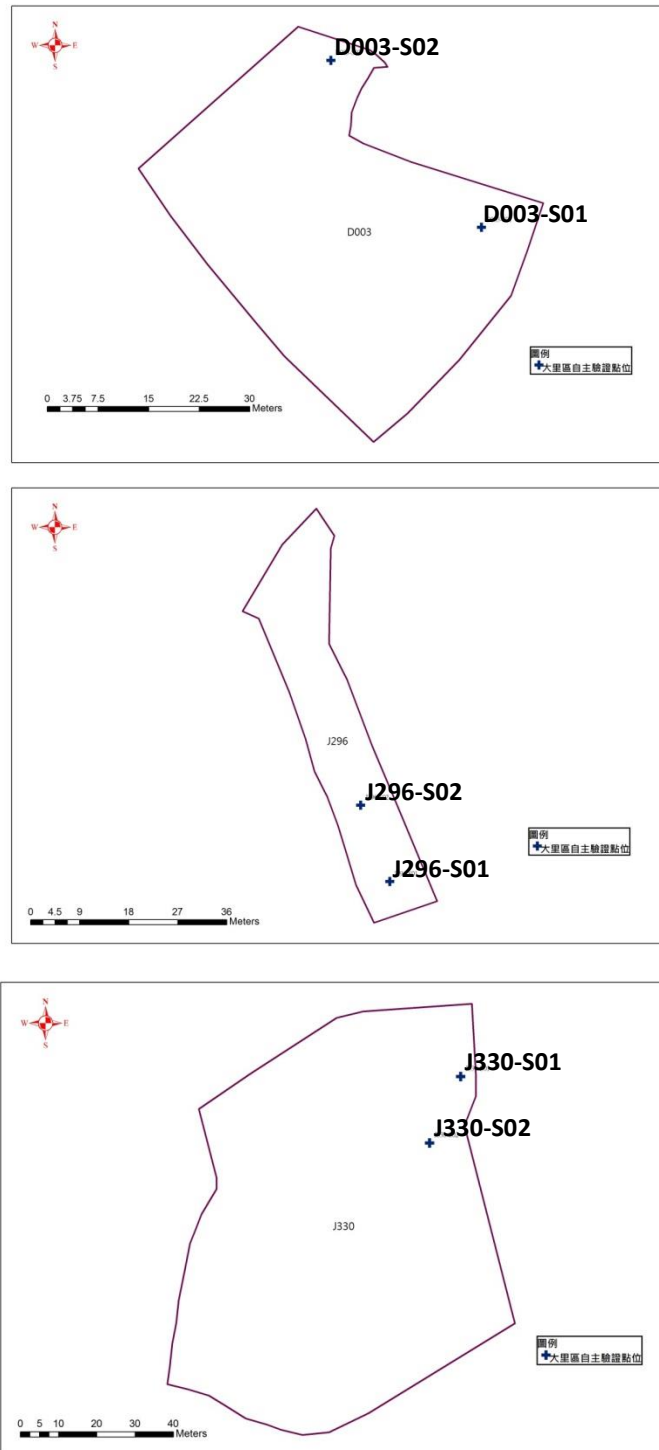




表 5.2-2 大里區 D003-XRF 篩測值

場址 名稱	採樣 編號	採樣深度 (cm)	XRF-鉻	XRF-銅	XRF-鎳	XRF-鉛	XRF-鋅	XRF-鎘
儀器理論偵測極限(IDL)			5	8	18	3	5	4
監測標準 (食用作物農地監測標準)			175	220(120)	130	1000(300)	1000(260)	10(2.5)
D003	S01-01	0-20	43	45	57	16	46	<IDL(0)
	S01-02	20-40	44	44	58	16	52	<IDL(0)
	S01-03	40-60	38	42	58	16	44	<IDL(0)
	S02-01	0-20	62	92	72	19	72	<IDL(0)
	S02-02	20-40	58	93	53	18	74	<IDL(0)
	S02-03	40-60	54	64	45	18	56	<IDL(0)

a.單位:mg/kg

b.灰底為指標污染物

c.粗字斜體為需全量分析之編號

表 5.2-3 大里區 D003-全量分析值

	鉻	銅	鎳	鉛	鋅	鎘
監測標準 (食用作物農地監測標準)	175	220(120)	130	1000(300)	1000(260)	10(2.5)
D003-S02-02	81.7	108	56.9	12.3	83.2	N.D.

a.單位:mg/kg

b.灰底為指標污染物

表 5.2-4 大里區 J296-XRF 篩測值

場址 名稱	採樣 編號	採樣深度 (cm)	XRF-鉻	XRF-銅	XRF-鎳	XRF-鉛	XRF-鋅	XRF-鎘
儀器理論偵測極限(IDL)			5	8	18	3	5	4
監測標準 (食用作物農地監測標準)			175	220(120)	130	1000(300)	1000(260)	10(2.5)
J296	S01-01	0-20	45	23	74	16	48	<IDL(0)
	S01-02	20-40	69	32	121	16	71	<IDL(0)
	S01-03	40-60	34	19	61	11	30	<IDL(0)
	S02-01	0-20	38	25	62	12	40	<IDL(0)
	S02-02	20-40	47	29	83	13	51	<IDL(0)
	S02-03	40-60	70	31	112	14	66	<IDL(0)

a.單位:mg/kg

b.灰底為指標污染物

c.粗字斜體為需全量分析編號



表 5.2-5 大里區 J296-全量分析值

	鉻	銅	鎳	鉛	鋅	鎘
監測標準 (食用作物農地監測標準)	175	220(120)	130	1000(300)	1000(260)	10(2.5)
J296-S01-02	92.1	25.1	123	8.65	68.4	N.D.

a.單位:mg/kg

b.灰底為指標污染物

表 5.2-6 大里區 J330-XRF 篩測值

場址 名稱	採樣 編號	採樣深度 (cm)	XRF-鉻	XRF-銅	XRF-鎳	XRF-鉛	XRF-鋅	XRF-鎘
儀器理論偵測極限(IDL)			5	8	18	3	5	4
監測標準 (食用作物農地監測標準)			175	220(120)	130	1000(300)	1000(260)	10(2.5)
J330	S01-01	0-20	47	31	73	19	72	<IDL(0)
	S01-02	20-40	43	20	70	12	71	<IDL(0)
	S01-03	40-60	42	23	65	14	65	<IDL(0)
	S02-01	0-20	34	19	60	16	50	<IDL(0)
	S02-02	20-40	31	14	38	9	28	<IDL(0)
	S02-03	40-60	25	20	56	14	43	<IDL(0)

a.單位:mg/kg

b.灰底為指標污染物

c.粗字斜體為需全量分析編號

表 5.2-7 大里區 J330-全量分析值

	鉻	銅	鎳	鉛	鋅	鎘
監測標準 (食用作物農地監測標準)	175	220(120)	130	1000(300)	1000(260)	10(2.5)
J330-S01-01	67.2	19.5	61.8	8.23	80.8	N.D.

a.單位:mg/kg

b.灰底為指標污染物

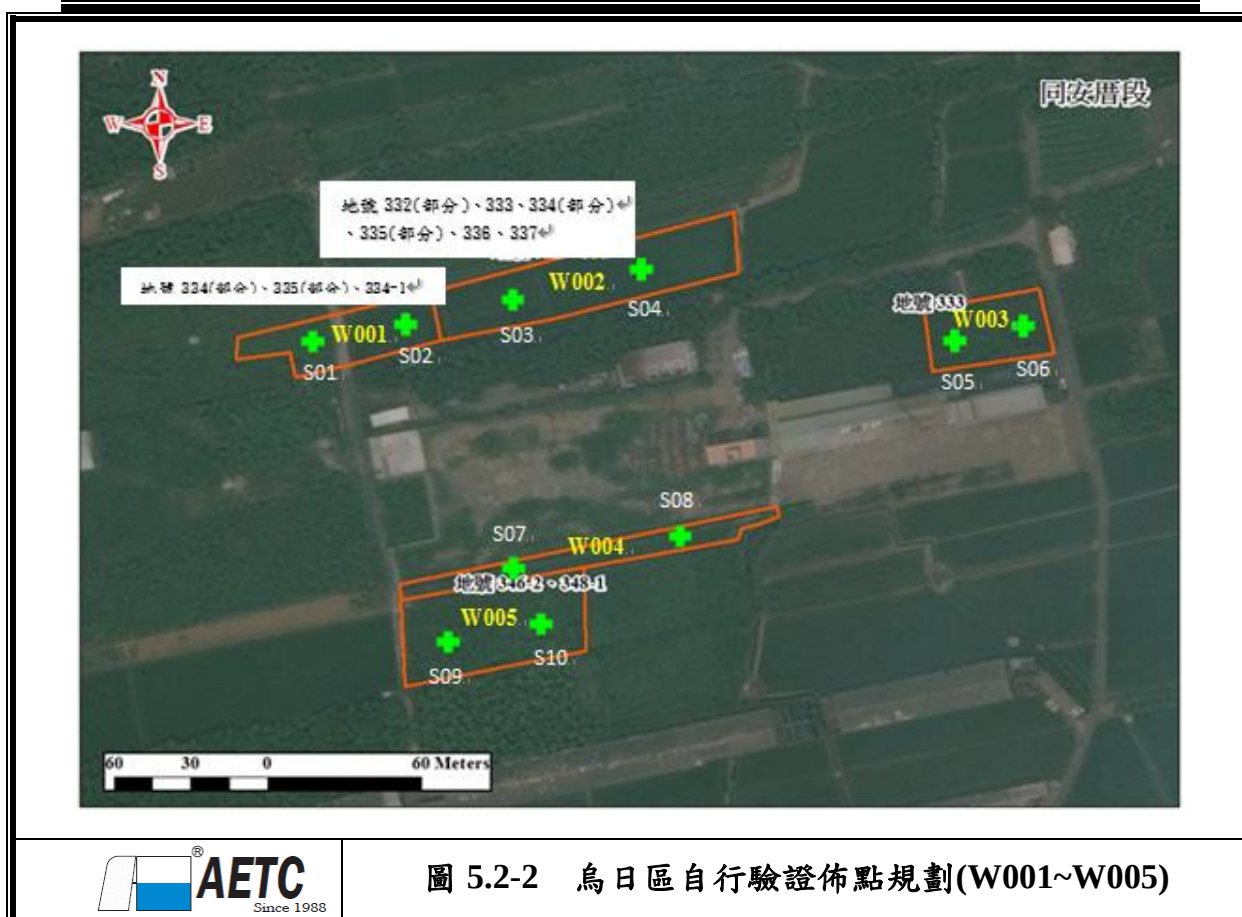


圖 5.2-2 烏日區自行驗證佈點規劃(W001~W005)

表 5.2-8 烏日區 W001-XRF 篩測值

場址名稱	採樣編號	採樣深度(cm)	XRF-鉻	XRF-銅	XRF-鎳	XRF-鉛	XRF-鋅	XRF-鎘
儀器理論偵測極限(IDL)			5	8	18	3	5	4
監測標準 (食用作物農地監測標準)			175	220(120)	130	1000(300)	1000(260)	10(2.5)
W001	S01-01	0-20	24	16	46	29	34	ND
	S01-02	20-40	33	11	34	25	40	ND
	S01-03	40-60	20	18	44	19	47	ND
	S02-01	0-20	20	13	42	28	35	ND
	S02-02	20-40	23	12	35	24	28	ND
	S02-03	40-60	16	18	53	24	32	ND

a.單位:mg/kg

b.灰底為指標污染物

c.粗字斜體為需全量分析之編號

表 5.2-9 烏日區 W001-全量分析值

	鉻	銅	鎳	鉛	鋅	鎘
監測標準 (食用作物農地監測標準)	175	220(120)	130	1000(300)	1000(260)	10(2.5)
W001-S01-01	18.4	9.03	15.4	27.4	50.8	N.D.

a.單位:mg/kg

b.灰底為指標污染物

表 5.2-10 烏日區 W002-XRF 篩測值

場址名稱	採樣編號	採樣深度(cm)	XRF-鉻	XRF-銅	XRF-鎳	XRF-鉛	XRF-鋅	XRF-鎘
儀器理論偵測極限(IDL)			5	8	18	3	5	4
監測標準 (食用作物農地監測標準)			175	220(120)	130	1000(300)	1000(260)	10(2.5)
W002	S03-01	0-20	30	19	53	131	42	ND
	S03-02	20-40	21	22	58	113	39	ND
	S03-03	40-60	20	12	34	109	39	ND
	S04-01	0-20	21	17	26	146	46	ND
	S04-02	20-40	26	20	37	121	45	ND
	S04-03	40-60	20	14	30	20	31	ND

a.單位:mg/kg

b.灰底為指標污染物

c.粗字斜體為需全量分析之編號

表 5.2-11 烏日區 W002-全量分析值

	鉻	銅	鎳	鉛	鋅	鎘
監測標準 (食用作物農地監測標準)	175	220(120)	130	1000(300)	1000(260)	10(2.5)
W002-S04-01	21.4	12.2	15.4	149	58.6	0.09

a.單位:mg/kg

b.灰底為指標污染物

表 5.2-12 烏日區 W003-XRF 篩測值

場址名稱	採樣編號	採樣深度(cm)	XRF-鉻	XRF-銅	XRF-鎳	XRF-鉛	XRF-鋅	XRF-鎘
儀器理論偵測極限(IDL)			5	8	18	3	5	4
監測標準 (食用作物農地監測標準)			175	220(120)	130	1000(300)	1000(260)	10(2.5)
W003	S05-01	0-15	33	17	29	124	69	ND
	S05-02	15-30	32	24	56	67	69	ND
	S06-01	0-15	25	18	29	186	49	ND
	S06-02	15-30	24	29	44	192	63	ND

a.單位:mg/kg

b.灰底為指標污染物

c.粗字斜體為需全量分析之編號

表 5.2-13 烏日區 W003-全量分析值

	鉻	銅	鎳	鉛	鋅	鎘
監測標準 (食用作物農地監測標準)	175	220(120)	130	1000(300)	1000(260)	10(2.5)
W003-S06-02	19.9	17.8	18.7	204	75.8	N.D.

a.單位:mg/kg

b.灰底為指標污染物



表 5.2-14 烏日區 W004-XRF 篩測值

場址名稱	採樣編號	採樣深度(cm)	XRF-鉻	XRF-銅	XRF-鎳	XRF-鉛	XRF-鋅	XRF-鎘
儀器理論偵測極限(IDL)			5	8	18	3	5	4
監測標準 (食用作物農地監測標準)			175	220(120)	130	1000(300)	1000(260)	10(2.5)
W004	S07-01	0-20	20	17	33	59	41	ND
	S07-02	20-40	23	21	47	56	34	ND
	S08-01	0-20	29	18	39	48	34	ND
	S08-02	20-40	17	27	44	41	39	ND
	S08-03	40-60	36	18	48	48	43	ND

a.單位:mg/kg

b.灰底為指標污染物

c.粗字斜體為需全量分析之編號

表 5.2-15 烏日區 W004-全量分析值

	鉻	銅	鎳	鉛	鋅	鎘
監測標準 (食用作物農地監測標準)	175	220(120)	130	1000(300)	1000(260)	10(2.5)
W004-S07-01	13.4	10.0	15.7	66.2	46.4	N.D.

a.單位:mg/kg

b.灰底為指標污染物

表 5.2-16 烏日區 W005-XRF 篩測值

場址名稱	採樣編號	採樣深度(cm)	XRF-鉻	XRF-銅	XRF-鎳	XRF-鉛	XRF-鋅	XRF-鎘
儀器理論偵測極限(IDL)			5	8	18	3	5	4
監測標準 (食用作物農地監測標準)			175	220(120)	130	1000(300)	1000(260)	10(2.5)
W005	S09-01	0-15	20	19	40	80	40	ND
	S09-02	15-30	18	21	38	57	45	ND
	S10-01	0-15	21	17	30	120	34	ND
	S10-02	15-30	24	10	48	66	44	ND

a.單位:mg/kg

b.灰底為指標污染物

c.粗字斜體為需全量分析之編號

表 5.2-17 烏日區 W005-全量分析值

	鉻	銅	鎳	鉛	鋅	鎘
監測標準 (食用作物農地監測標準)	175	220(120)	130	1000(300)	1000(260)	10(2.5)
W005-S10-01	17.1	10.4	15.4	127	51.8	N.D.

a.單位:mg/kg

b.灰底為指標污染物



表 5.2-18 大甲區 DS001-XRF 篩測值

場址名稱	採樣編號	採樣深度(cm)	XRF-鉻	XRF-銅	XRF-鎳	XRF-鉛	XRF-鋅	XRF-鎘
儀器理論偵測極限(IDL)			5	8	18	3	5	4
監測標準 (食用作物農地監測標準)			175	220(120)	130	1000(300)	1000(260)	10(2.5)
DS001	1-01	0-15	34	19	30	29	107	ND
	1-02	15-30	29	20	42	30	106	ND
	2-01	0-15	36	22	44	32	95	ND
	2-02	15-30	30	19	29	26	78	ND

a.單位:mg/kg

b.灰底為指標污染物

c.粗字斜體為需全量分析之編號

表 5.2-19 大甲區 DS001-全量分析值

	鉻	銅	鎳	鉛	鋅	鎘
監測標準 (食用作物農地監測標準)	175	220(120)	130	1000(300)	1000(260)	10(2.5)
DS001-1-01	27.7	18.1	35.5	29.4	133	N.D.

a.單位:mg/kg

b.灰底為指標污染物



5.3 外部驗證成果

驗證作業其目的在確認曾遭污染之場址是否已達污染改善目標。如前所述本工作團隊於污染改善作業完成後，進行自行採樣驗證，但為求公證與嚴謹，環保局則另行委託合格檢測公司針對場址污染改善後之採樣調查，以確定改善作業是否合格完成。本計畫整治目標為食用作物農地監測標準以下(銅 120 mg/kg、鋅 260 mg/kg、鉛 300 mg/kg、鎳 130mg/kg、鉻 175 mg/kg)，故外部驗證標準以此作為依據。

大里區目前自行驗證採樣及分析作業已完成 3 個坵塊，並已向環保局提出驗證申請，並在環保局及監督單位審核後，由驗證單位於 107 年 04 月 02 日執行驗證作業。統計申請驗證 9 個坵塊(1.8866 公頃)，其中 J330 為二次改善坵塊，詳細介紹於 5.4 章節。烏日區及大甲區於 107 年 07 月 09 日執行驗證作業，其 6 坵塊已全數通過驗證。相關之坵塊資料彙整如表 5.3-1，相關檢測數據如表 5.3-2~5.3-10，採樣作業情形如圖 5.3-1。

通過外部驗證之坵塊，於地力回復後協同監督單位一齊執行硬度檢測作業，目前本計畫 9 筆坵塊已全數通過硬度測試(標準值須達 27mm)，相關資料彙整於表 5.3-11，作業情形如圖 5.3-1。

表 5.3-1 大里、烏日、大甲區完成外部驗證坵塊摘要表

項次	坵塊編號	地區	地段	面積(m ²)	污染項目	是否通過外部驗證
1	J296	大里區	夏田西段	696.68	鎳	○
2	J330	大里區	夏田西段	6,879.86	鎳	※
3	D003	大里區	國中段、夏田東段	2,264.80	鉻、銅	○
4	W001	烏日區	溪尾北段	841	鉛	○
5	W002	烏日區	溪尾北段	2,041	鉛	○
6	W003	烏日區	溪尾北段	795	鉛	○
7	W004	烏日區	溪尾北段	1,239	鉛	○
8	W005	烏日區	溪尾北段	2,394	鉛	○
9	DS001	大甲區	順帆段	1,714.83	鋅	○
合計				18,866.17		

○ 為通過第一次外部驗證

※ 為通過第二次外部驗證

表 5.3-2 大里區(J330)外部驗證全量分析數據(1/2)

檢驗項目	MDL	單位	食用 作物 農地 之土 壤監 測標 準	食用 作物 農地 之土 壤管 制標 準	J330-S01 (0~15cm)	J330-S02 (30~60cm)	J330-S03 (30~60cm)	J330-S06 (15~30cm)	J330-S05 (30~60cm)	J330-S04 (60~90cm)	J330-S07 (30~60cm)	J330-S08 (15~30cm)
鎘	0.06	mg/kg	2.5	5	<0.33(0.15)	<0.33(0.16)	<0.33(0.14)	<0.33(0.10)	<0.33(0.06)	<0.33(0.07)	<0.33(0.12)	<0.33(0.17)
鉻	1.68	mg/kg	175	250	88.6	87.9	62.6	65.9	45.1	68.2	59.0	115
銅	1.40	mg/kg	120	200	26.3	25.8	17.6	18.9	13.0	19.4	17.4	31.1
鎳	0.97	mg/kg	130	200	76.4	82.3	69.7	68.9	55.4	65.3	59.6	134
鉛	1.03	mg/kg	300	500	15.6	15.8	13.9	14.3	11.4	11.0	12.3	16.8
鋅	1.84	mg/kg	260	600	112	106	79.7	84.5	63.8	82.7	82.2	122

a：單位為 mg/kg

b：MLD 為最小偵測極限

c：灰底粗體表示超過食用作物土壤監測標準

表 5.3-2 大里區(J330)外部驗證全量分析數據(2/2)

檢驗項目	MDL	單位	食用 作物 農地 之土 壤監 測標 準	食用 作物 農地 之土 壤管 制標 準	J330-S09 (0~15cm)	J330-S13 (0~15cm)	J330-S12 (0~15cm)	J330-S11 (0~15cm)	J330-S10 (0~15cm)	J330-S14 (0~15cm)	J330-S15 (0~15cm)
鎘	0.06	mg/kg	2.5	5	<0.33(0.13)	<0.33(0.12)	<0.33(0.15)	<0.33(0.08)	<0.33(0.12)	<0.33(0.16)	<0.33(0.08)
鉻	1.68	mg/kg	175	250	80.2	67.3	74.2	104	80.4	61.7	54.8
銅	1.40	mg/kg	120	200	21.9	18.6	20.9	27.6	23.7	19.0	16.9
鎳	0.97	mg/kg	130	200	97.0	84.6	92.5	116	96.2	83.4	71.7
鉛	1.03	mg/kg	300	500	17.0	16.0	17.3	17.9	16.6	17.6	16.8
鋅	1.84	mg/kg	260	600	98.1	87.9	95.1	116	108	98.3	86.5

a：單位為 mg/kg

b：MLD 為最小偵測極限

c：灰底粗體表示超過土壤污染監測標準

表 5.3-3 大里區(J296)外部驗證全量分析數據

檢驗項目	MDL	單位	食用作物農地之 土壤監測標準	食用作物農地之 土壤管制標準	J296-S02 (15~30cm)	J296-S01 (15~30cm)
鎘	0.06	mg/kg	2.5	5	ND	<0.33(0.10)
鉻	1.68	mg/kg	175	250	55.9	87.7
銅	1.40	mg/kg	120	200	16.0	24.3
鎳	0.97	mg/kg	130	200	73.2	117
鉛	1.03	mg/kg	300	500	12.3	12.7
鋅	1.84	mg/kg	260	600	60.5	77.3

a：單位為 mg/kg

b：MLD 為最小偵測極限

表 5.3-4 大里區(D003)外部驗證全量分析數據

檢驗項目	MDL	單位	食用作物農地之土壤監測標準	食用作物農地之土壤管制標準	D003-S02 (30~60cm)	D003-S01 (0~15cm)	D003-S04 (0~15cm)	D003-S03 (0~15cm)	D003-S05 (15~30cm)
鎘	0.06	mg/kg	2.5	5	<0.33(0.13)	<0.33(0.08)	<0.33(0.18)	<0.33(0.20)	<0.33(0.13)
鉻	1.68	mg/kg	175	250	57.5	52.3	91.4	75.4	81.4
銅	1.40	mg/kg	120	200	59.2	49.3	107	85.9	96.9
鎳	0.97	mg/kg	130	200	43.1	38.6	62.6	53.4	57.0
鉛	1.03	mg/kg	300	500	15.2	13.6	17.3	15.9	16.9
鋅	1.84	mg/kg	260	600	72.7	70.5	102	84.8	91.6

a：單位為 mg/kg

b：MLD 為最小偵測極限

表 5.3-5 烏日區(W001)外部驗證全量分析數據

檢驗項目	MDL	單位	食用作物農地之土壤監測標準	食用作物農地之土壤管制標準	W001-S01 (30~60cm)	W001-S02 (0~15cm)	W001-S03 (15~30cm)
鎘	0.06	mg/kg	2.5	5	<0.33(0.19)	0.36	<0.33(0.12)
鉻	1.68	mg/kg	175	250	16.3	17.4	15.9
銅	1.40	mg/kg	120	200	<6.67(6.59)	9.21	7.07
鎳	0.97	mg/kg	130	200	15.2	14.0	13.6
鉛	1.03	mg/kg	300	500	12.1	53.2	26.0
鋅	1.84	mg/kg	260	600	47.1	53.6	47.7

a：單位為 mg/kg

b：MLD 為最小偵測極限

表 5.3-6 烏日區(W002)外部驗證全量分析數據

檢驗項目	MDL	單位	食用作物農地之土壤監測標準	食用作物農地之土壤管制標準	W002-S01 (0~15cm)	W002-S02 (0~15cm)	W002-S03 (0~15cm)	W002-S04 (0~15cm)	W002-S05 (30~60cm)
鎘	0.06	mg/kg	2.5	5	<0.33(0.20)	<0.33(0.27)	<0.33(0.17)	<0.33(0.28)	<0.33(0.32)
鉻	1.68	mg/kg	175	250	20.1	21.1	20.6	18.9	18.3
銅	1.40	mg/kg	120	200	11.4	11.0	10.3	8.51	8.70
鎳	0.97	mg/kg	130	200	14.1	15.0	14.2	16.8	15.2
鉛	1.03	mg/kg	300	500	123	134	119	192	174
鋅	1.84	mg/kg	260	600	57.6	59.5	56.2	53.8	53.4

a：單位為 mg/kg

b：MLD 為最小偵測極限

表 5.3-7 烏日區(W003)外部驗證全量分析數據

檢驗項目	MDL	單位	食用作物農地之土壤監測標準	食用作物農地之土壤管制標準	W003-S01 (0~15cm)	W003-S02 (0~15cm)	W003-S03 (0~15cm)
鎘	0.06	mg/kg	2.5	5	<0.33(0.24)	<0.33(0.21)	<0.33(0.27)
鉻	1.68	mg/kg	175	250	18.5	21.5	21.2
銅	1.40	mg/kg	120	200	14.3	17.6	16.5
鎳	0.97	mg/kg	130	200	15.7	19.1	19.2
鉛	1.03	mg/kg	300	500	239	128	98.7
鋅	1.84	mg/kg	260	600	63.9	81.3	80.8

a：單位為 mg/kg

b：MLD 為最小偵測極限

表 5.3-8 烏日區(W004)外部驗證全量分析數據

檢驗項目	MDL	單位	食用作物農地之土壤監測標準	食用作物農地之土壤管制標準	W004-S01 (0~15cm)	W004-S02 (30~45cm)	W004-S03 (0~15cm)
鎘	0.06	mg/kg	2.5	5	<0.33(0.07)	<0.33(0.08)	<0.33(0.11)
鉻	1.68	mg/kg	175	250	15.6	17.2	16.3
銅	1.40	mg/kg	120	200	9.20	7.82	9.56
鎳	0.97	mg/kg	130	200	14.7	15.2	15.9
鉛	1.03	mg/kg	300	500	74.6	35.2	43.7
鋅	1.84	mg/kg	260	600	48.6	52.0	52.6

a：單位為 mg/kg

b：MDL 為最小偵測極限

表 5.3-9 烏日區(W005)外部驗證全量分析數據

檢驗項目	MDL	單位	食用作物農地之土壤監測標準	食用作物農地之土壤管制標準	W005-S01 (15~30cm)	W005-S02 (0~15cm)	W005-S03 (30~40cm)	W005-S04 (15~30cm)	W005-S05 (0~15cm)	W005-S06 (0~15cm)
鎘	0.06	mg/kg	2.5	5	<0.33(0.22)	<0.33(0.17)	<0.33(0.19)	<0.33(0.25)	<0.33(0.19)	<0.33(0.30)
鉻	1.68	mg/kg	175	250	18.5	17.3	17.1	18.1	16.1	18.5
銅	1.40	mg/kg	120	200	11.0	9.91	9.68	9.89	8.72	11.0
鎳	0.97	mg/kg	130	200	14.6	15.9	15.4	15.7	13.7	16.1
鉛	1.03	mg/kg	300	500	166	72.7	61.1	107	72.3	168
鋅	1.84	mg/kg	260	600	58.8	55.8	51.6	56.3	48.1	59.5

a：單位為 mg/kg

b：MDL 為最小偵測極限

表 5.3-10 大甲區(DS001)外部驗證全量分析數據

檢驗項目	MDL	單位	食用作物農地之土壤監測標準	食用作物農地之土壤管制標準	DS001-S01 (15~30cm)	DS001-S02 (0~15cm)	DS001-S03 (15~30cm)	DS001-S04 (0~15cm)
鎘	0.06	mg/kg	2.5	5	<0.33(0.25)	<0.33(0.24)	0.36	0.33
鉻	1.68	mg/kg	175	250	23.1	25.1	21.5	26.1
銅	1.40	mg/kg	120	200	13.9	15.7	15.9	17.0
鎳	0.97	mg/kg	130	200	32.3	32.3	51.1	38.5
鉛	1.03	mg/kg	300	500	25.9	28.6	23.5	29.2
鋅	1.84	mg/kg	260	600	139	133	185	169

a：單位為 mg/kg

b：MDL 為最小偵測極限

表 5.3-11 犁底層外部驗證-硬度測試結果

項次	坵塊編號	地區	地段	面積(m ²)	是否通過硬度外部驗證(27mm)
1	J296	大里區	夏田西段	696.68	V
2	J330	大里區	夏田西段	6,879.86	V
3	D003	大里區	國中段、夏田東段	2,264.80	V
4	W001	烏日區	溪尾北段	841	V
5	W002	烏日區	溪尾北段	2,041	V
6	W003	烏日區	溪尾北段	795	V
7	W004	烏日區	溪尾北段	1,239	V
8	W005	烏日區	溪尾北段	2,394	V
9	DS001	大甲區	順帆段	1,714.83	V
合計				18,866.17	



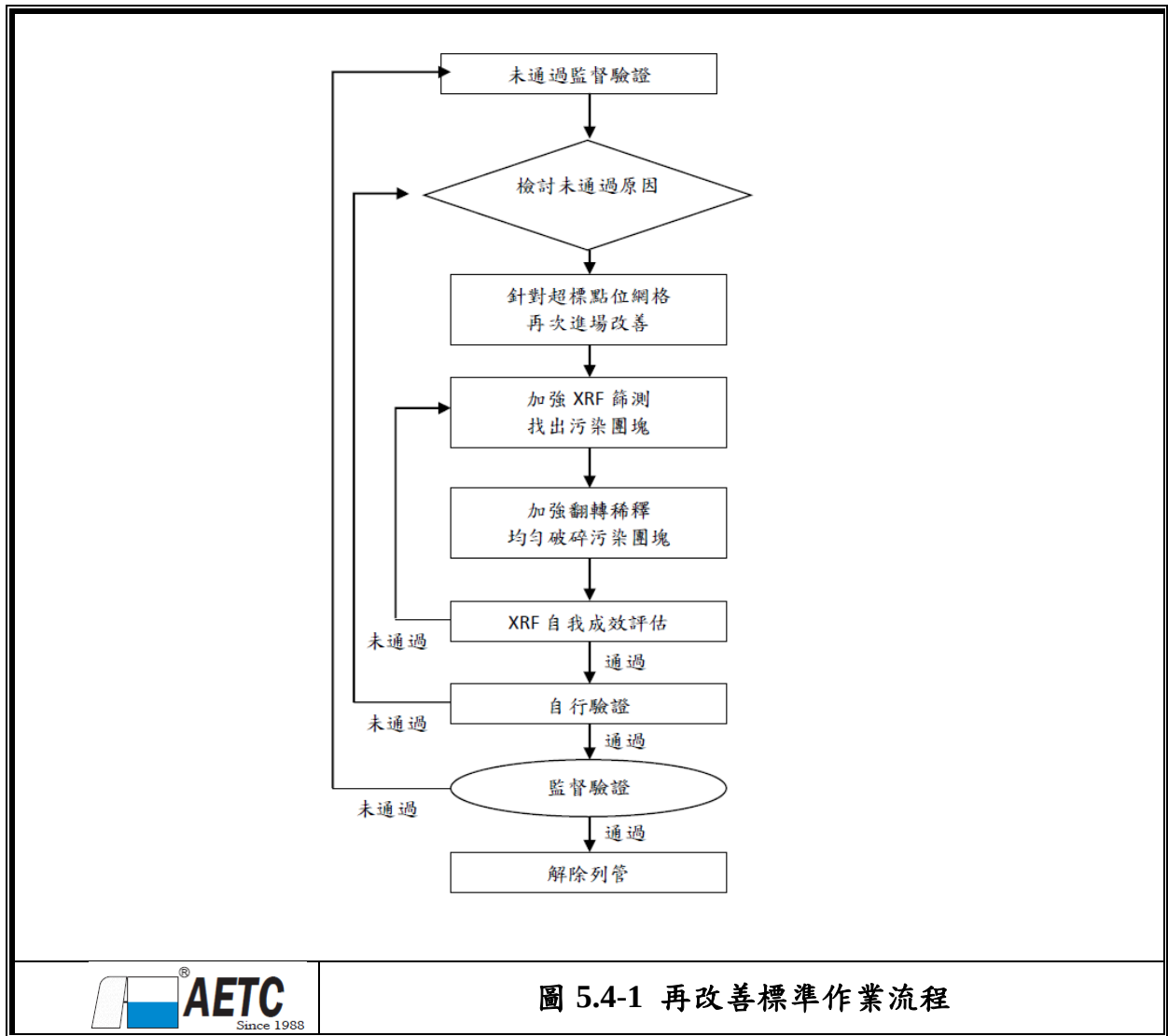
5.4 外部驗證未通過原因探討及再改善措施

本團隊已完成大里區污染改善作業並確認通過自行驗證達到改善目標後，將相關資料提送監督單位及環保局進行外部驗證之申請。大里區第一次驗證未通過共 1 筆農地坵塊(J330)，後續本公司則依據驗證單位提供之



相關資料進行後續二次改善施工規劃，並於改善完成通過自行驗證後提送申請複驗。

大里區 J330 坵塊驗證未通過之可能原因為污染土壤結成塊狀，未被均勻混拌、破碎，其改善對策為加強翻攪、混拌作業，以均勻稀釋污染之土壤。其再改善標準作業流程如圖 5.4-1，相關之二次改善施工規劃及改善成效說明如下：



本計畫驗證單位為香港商艾奕康股份有限公司臺灣分公司，其委託檢驗單位為台灣檢驗科技股份有限公司於 107 年 04 月 02 日執行場址改善完成之驗證調查作業，該坵塊共計佈設 15 個採樣點位，其中點位 J330-S08 之 15~30cm 採樣區間處土壤樣品鎳之濃度為 134 mg/kg，未符合改善目標（鎳之農地食用作物監測標準值為 130 mg/kg）。彙整補充調查數據以及相關



施工規劃和後續自行驗證數據並與驗證單位之數據進行比對分析，研判未通過因素可能為污染土壤結塊或與乾淨土壤混合不均勻，導致稀釋效果不佳。

規劃施作範圍，以污染點位為中心進行 5m×5m 範圍施作，利用垂直耕犁方式以達改善效果，並於改善作業完成後立即進行成效評估，確認已確實達到改善目標，二次改善施工規劃如圖 5.4-2。

第二次大里區 J330 污染改善工程於 107 年 05 月 02 日作業，並於 05 月 04 日進行自行驗證，指標污染物鎳之數據皆達到改善目標(自行驗證全量數據彙整如表 5.4-1，檢測報告請參見附錄七)，並於 05 月 14 日進行第二次驗證，驗證結果為通過(外部驗證全量數據彙整如表 5.4-2)。





表 5.4-1 大里區(J330)第二次自行驗證全量分析數據

坵塊編號	點位編號	樣品深度 (cm)	鎘 (mg/kg)	鉻 (mg/kg)	鎳 (mg/kg)	銅 (mg/kg)	鉛 (mg/kg)	鋅 (mg/kg)
食用作物農地監測標準			2.5	175	130	120	300	260
J330	J330-S08-01	15~30	ND	90.2	104	25.2	14.5	95.6

a:灰底為指標污染物

表 5.4-2 大里區(J330)第二次外部驗證全量分析數據

坵塊編號	點位編號	樣品深度 (cm)	鎘 (mg/kg)	鉻 (mg/kg)	鎳 (mg/kg)	銅 (mg/kg)	鉛 (mg/kg)	鋅 (mg/kg)
食用作物農地監測標準			2.5	175	130	120	300	260
J330	J330-2-S01	30~60	ND	37.7	43.9	11.5	11.8	59.2
J330	J330-2-S02	0~15	ND	30.0	33.4	9.63	11.5	53.1

a:灰底為指標污染物

5.5 地力回復

本計畫 9 坵塊於污染改善作業完成並通過驗證單位驗證後，即開始安排地力回復之作業，若該筆坵塊為水田耕作區域，則進行犁底層重建工作，於改善完成後須進行淹放水、曬乾作業(宜需曬乾至龜裂狀態)，另依據改善前調查之高程結果先進行地形地貌復原，再以怪手、耕耘機或濕式推土機進行夯實整平，並確認回復至可復耕之狀態，本計畫 9 坵塊目前已全數完成地力回復作業，其中大里區 D003 及大甲區 DS001 依照地主要求使用濕式推土機來進行地力回復作業，相關地力回復情形請參見圖 5.5-1，已完成犁底層夯實之坵塊資料彙整如表 5.5-1。

 107/09/12	 107/09/12
W001 犁底層建置作業	W001 地力回復後
 107/09/12	 107/09/12
W002 犁底層建置作業	W002 地力回復後
 107/09/11	 107/09/11
W003 犁底層建置作業	W003 地力回復後
 107/09/11	 107/09/11
W004 犁底層建置作業	W004 地力回復後
	圖 5.5-1 地力回復作業情形(1/3)

 107/09/11	 107/09/11
W005 犁底層建置作業	W005 地力回復後
 107/06/30	 107/06/30
J296 犁底層建置作業	J296 地力回復後
 107/06/29	 107/06/29
D003 犁底層建置作業	D003 地力回復後
 107/09/10	 107/09/10
J330 犁底層建置作業	J330 地力回復後
	圖 5.5-1 地力回復作業情形(2/3)



DS001 犁底層建置作業



DS001 地力回復後



圖 5.5-1 地力回復作業情形(3/3)



大里區 J330 地主視察



大里區 D003 地主視察



大甲區 DS001 地主視察



烏日區 W004 地主視察



圖 5.5-2 邀請農民視察地力回復成果



表 5.5-1 完成犁底層夯實坵塊資料

項次	坵塊 編號	地區	地段	面積(m ²)
1	J296	大里區	夏田西段	696.68
2	J330	大里區	夏田西段	6,879.86
3	D003	大里區	國中段、夏田東段	2,264.8
4	W001	烏日區	溪尾北段	858
5	W002	烏日區	溪尾北段	2,024
6	W003	烏日區	溪尾北段	795
7	W004	烏日區	溪尾北段	1,239
8	W005	烏日區	溪尾北段	2,394
9	DS001	大甲區	順帆段	1,714.83

5.6 肥力分析

表 5.6-1 為監督驗證單位委託之環境檢驗室(台灣糖業股份有限公司)之各項肥力分析數據，經表可得知烏日區 5 坵塊(W001~W005)及大甲區 1 坵塊(DS001)之交換性鉀未符合 12 縣市(水田)肥力標準值，其中烏日區 W004、W005 其有機質未符合 12 縣市(水田)肥力標準值，故需額外增添肥力，補充肥分之不足，增添肥料數量詳見表 5.6-2；大里區 3 坵塊(J296、J330、D003)其有機質、有效性磷、交換性鉀皆符合 12 縣市(水田)肥力標準值，故無需額外增添肥力。

本計畫依照監督單位提供肥力分析結果，並試算肥力添加量，經環保局核可後，依照農民意願配合發放肥料讓農民自行添加使用，調查意願書如圖 5.6-1 所示，6 筆坵塊調查結果由本計畫提供肥料供農民自行施灑，相關照片請參見圖 5.6-2。

表 5.6-1 坵塊肥力分析數據

“斜體底線”表示未符合 12 縣市標準值。

樣品編號 檢測項目及方法		12 縣 市標 準值 (水田)	W001	W002	W003	W004	W005	DS001	J296	J330	D003
酸鹼值(1:1)	NIEA S410.62C	≥ 5.5	7.0	6.7	6.8	7.0	7.0	6.9	6.4	6.7	7.0
導電度 (μ mho/cm)	導電度計法	-	564	356	744	580	767	1710	404	318	300
有機質 (%)	Modified Walkley-Black Method	≥ 1.0	1.09	1.31	1.77	<u>0.68</u>	<u>0.99</u>	1.24	1.57	1.90	1.57
有效性磷 (mg/kg)	Bray's No.1 法	≥ 10	26.3	27.1	34.9	22.8	38.0	19.9	34.2	50.0	28.6
交換性鈣 (mg/kg)	1N 中性醋酸 銨萃取/EDTA 滴定法	不定	968	465	1450	1650	1260	2980	6.51	8.01	6.51
交換性鎂 (mg/kg)	1N 中性醋酸 銨萃取/EDTA 滴定法	-	176	188	176	117	117	129	3.5	2.00	1.50
交換性鉀 (mg/kg)	1N 中性醋酸 銨萃取/原子 吸收光譜法	≥ 80	<u>0.43</u>	<u>0.44</u>	<u>0.43</u>	<u>0.31</u>	<u>0.36</u>	<u>0.44</u>	134	133	88
交換性鈉 (mg/kg)	1N 中性醋酸 銨萃取/原子 吸收光譜法	-	1.07	0.71	0.9	0.45	0.83	1.02	112	116	109
質地分析	修正鮑氏法	-	壤土	壤土	壤土	壤土	壤土	粉質 粘壤土	壤土	壤土	壤土

表 5.6-2 大里、烏日、大甲區肥力分析計算添加量

項次	地區	地段	坵塊編號	面積(m ²)	有機質添加量(kg)	磷添加量(kg)	鉀添加量(kg)
1	大里區	夏田西段	J296	696.68	-	-	-
2		夏田西段	J330	6,879.86	-	-	-
3		國中段、夏田東段	D003	2,264.8	-	-	-
4	烏日區	溪尾北段	W001	841	-	-	26
5			W002	2,041	-	-	62
6			W003	795	-	-	24
7			W004	1,239	773	-	38
8			W005	2,394	47	-	73
9	大甲區	順帆段	DS001	1,714.83	-	-	52
合計				18,866.17	820	-	275

“-”表示無需添加。

有機質:(標準值-分析值)/100*1.95*1000000*面積(公頃)=有機質添加量(公斤)

鉀肥:(標準值-分析值)mg/kg*1.95*面積(公頃)/鉀肥係數(0.51)=鉀肥添加量(公斤)

臺中市農地污染控制場址適當措施改善計畫
大里、烏日、大甲等3區農地污染改善工作
污染改善完工同意書

臺中市烏日區溪尾北段 290 地號土地確為本人所有，經臺中市政府環境保護局於 106 年 10 月至 107 年 6 月期間委託亞太環境科技股份有限公司執行上述地號之土壤污染改善作業，確認改善完工。

後續地力回復肥料經亞太公司計算改善前後肥力差異，需補充肥料者，肥料添加方式本人同意：

- ☐ 由亞太公司進行施灑
☒ 由亞太公司提供肥料自行施灑

此致

臺中市政府環境保護局

立同意書人：

住址：[redacted] 號

電話：[redacted]

中華民國 107 年 8 月 16 日

臺中市農地污染控制場址適當措施改善計畫
大里、烏日、大甲等3區農地污染改善工作
污染改善完工同意書

臺中市大甲區順帆段 448 地號土地確為本人所有，經臺中市政府環境保護局於 106 年 10 月至 107 年 6 月期間委託亞太環境科技股份有限公司執行上述地號之土壤污染改善作業，確認改善完工。

後續地力回復肥料經亞太公司計算改善前後肥力差異，需補充肥料者，肥料添加方式本人同意：

- ☐ 由亞太公司進行施灑
☒ 由亞太公司提供肥料自行施灑

此致

臺中市政府環境保護局

立同意書人：

住址：[redacted]

電話：[redacted]

中華民國 107 年 8 月 16 日



圖 5.6-1 施肥方式調查意願書



肥料簽收單據

臺中市農地污染控制場址適當措施改善計畫-大里、烏日、大甲等3區農地污染改善工作 肥料簽收單										
項次	地區	編號	面積 (m ²)	地號	地號	有機質 添加量 (kg)	磷 添加量 (kg)	鉀 添加量 (kg)	合計(kg)	簽名
1	烏日區	W001	841	溪尾北段	202(鄉分)、203(鄉分)、 205、206	0	0	26	26	張進添
2	烏日區	W002	2,041	溪尾北段	202(鄉分)、203(鄉分)、 199(鄉分)、201、198(鄉分)	0	0	62	62	林麗雲
3	烏日區	W003	795	溪尾北段	237	0	0	24	24	許丁財
4	烏日區	W004	1,239	溪尾北段	263	773	0	38	811	江顯發
5	烏日區	W005	2,394	溪尾北段	290	47	0	73	120	李俊賢
6	大甲區	DS001	1,714.83	梧坑段	448	0	0	52	52	



圖 5.6-2 肥料發放情形及簽收單據

註：大里區3坵塊(J296、J330、D003)其有機質、有效性磷、交換性鉀皆符合12縣市(水田)肥力標準值，故無需額外增添肥力。

5.7 綠色及永續導向型整治(GSR)

環保署自 2008 年引進「綠色及永續導向型整治」(Green and Sustainable remediation, GSR) 觀點及想法，符合現行土壤及地下水污染整治法，依據場址特性及需求，於整治工作任一階段執行兼顧環境、社會與經濟之技術、工作、策略、管理，目標為綜合考量環境、社會與經濟三面向，最小化場址管理活動負面影響，創造最大正面效益，避免於解決污染問題同時衍生二次衝擊。本場址進行以下綠色及永續導向型整治評估：

1.執行流程：本場址將進行主要三大項工作項目，包含(1)污染細密及補充調查、(2)污染改善作業、(3)驗證作業，其中(2)污染改善作業對於環境面的衝擊較大，而消耗最多的是改善過程中機具開挖動作、土壤暫存及土壤離場運輸動作，上述使用機具的耗油量及廢氣排放為整治過程中碳排放貢獻最大者；另外，(1)污染細密及補充調查及(3)驗證作業雖不需動用大型機具，數個採樣點及樣品數量，於採集、包裝、運送、前處理及分析過程中卻可能產生許多廢水及廢棄物垃圾等，對於環境面衝擊同樣不容小覷。

2.GSR 執行架構及最佳管理措施(BMPs)

本計畫選定污染改善方案為耕犁及排客土工法，因此將精省污染改善方案評估(污染改善技術選取與設計)，而經彙整及盤查上述三項階段工作細項，列出本計畫改善作業對環境、社會及經濟可能造成之衝擊，同時納入二次污染防治元素，應用環境足跡分析工具瞭解場址現況，於環境面鑑別排放熱點、社會面考量整治人員、居民健康安全與生活干擾，研擬出可行且符合核心元素與原則(如表 5.7-1)之 BMPs 及本場址 BMPs 執行範例(表 5.7-2)。



表 5.7-1 GSR 評估核心元素與原則

面向	核心元素	採行原則
環境面	減少能源消耗	採行節能措施
		使用再生能源
		提高能源使用效率
	降低大氣排放	減少空氣污染物排放(NO _x 、SO _x 、PM ₁₀)
		降低溫室氣體排放
		防止關切污染物大氣排放或逸散
	最小化水資源使用影響	減少水資源消耗與廢水產生
		廢水回收再利用
		防止對地表及地下水體造成衝擊
	資材與廢棄物減量	減少資材或原料消耗
		減少廢棄物產生
		盡可能廢棄物回收再利用
社會面	人體健康及安全	減低對土壤及生態環境衝擊，減少生態風險
		保存生物多樣性
		整治前後人體健康風險
		整治過程中人體健康風險(包含整治工程人員與大眾)
		整治施工過程勞工意外風險
	社會公義	避免產生二次污染
		阻絕曝露途徑，避免居民與整治人員接觸
		利害關係人參與
		資訊公開
經濟面	成本效益項目	考慮整治活動對附近居民影響
		保護並保留文化資產
	經濟影響	提升專案財務成本投入效率
		增加整治行動對土地價值回復之正面效果
		極大化專案誘發之總體工作機會增加
		極大化專案誘發之總體產業產出增加效果
		極大化專案誘發之附加價值增加效果



表 5.7-2 本場址執行 BMPs

類別	BMPs	GSR 原則	核心元素	實施階段			文件紀錄
				污染調查	污染改善	驗證監測	
專案規劃與管理	整治過程中減少揚塵	整治前後人體健康風險，避免產生二次污染	人體健康及安全		V		現場照片
	減少施工產生之揚塵	考慮整治對附近居民影響	社會公義		V		現場照片
	監測施工產生之噪音	利害關係人參與資訊公開	社會公義		V		檢測報告
採樣與分析	使用現場篩測工具(XRF) 減少實驗室分析運輸及耗材	採行節能措施	減少能源消耗	V	V	V	現場篩測紀錄
場址整理與復原	回收並將未受污染的土壤為未來回填用途	減少廢棄物產生	資材與廢棄物減量		V		施工日誌