

第九章 結論與建議

9.1 結論

- 一、本計畫自 106 年 4 月 6 日簽約後開始執行，計畫執行期程共計 16 個月，針對臺中市大里、霧峰區、龍井區、后里區、大甲區之農地土壤重金屬(鉻、銅、鎳、鋅)濃度超過食用作物農地土壤管制標準之坵塊進行污染改善工作，採用之改善工法為「翻轉稀釋法」或「排土客土法搭配翻轉稀釋法」改善，執行改善坵塊數量總計 60 筆，面積為 9.3721 公頃。
- 二、本計畫 60 筆污染改善坵塊範圍包含大里區詹厝園段、夏田東段、夏田西段；霧峰區吳厝段、五福北段；龍井區田水段；后里區月眉段；大甲區福安段，指標污染物超標情形主要為鎳，其次鉻、鋅。因本區礫石層深度較深，稀釋土方量足夠改善工法主要多為翻轉稀釋，部分礫石層較淺或是污染濃度較高之污染坵塊則以排土客土法搭配翻轉稀釋法進行改善作業。
- 三、本計畫於 105 年 6 月 30 日協助環保局及監督單位進行污染改善作業執行前農民說明會，並於會中協助解答農民提問。
- 四、本公司為求能更詳細規劃後續施工作業，細密調查作業針對 11 筆坵塊，低濃度以 20 m × 20 m 網格佈點，總計約為 43 點次，高濃度則以 10 m × 10 m 網格佈點，總計為 40 點次，共計增加採樣點數約 50 點，前處理後 XRF 篩測樣品約 249 個，實驗室全量分析樣品 25 個。除作為後續施工規劃之參考依據外，更藉此建立現場 XRF 篩測儀器之檢量線，作為現場改善成效評估之判斷依據。
- 五、依據細密調查結果與補充調查資料所規劃之改善工法進行各坵塊污染改善作業，於改善作業前，針對現場進行告示牌及警示帶設立，並且視現場狀況進行二次污染防治作業(防塵網架設、灑水...等)，並於改善作業完成後，清潔機具進出所造成之地面髒污，以避免對周邊環境及居民生活品質造成影響。
- 六、本計畫執行採用之污染改善工法為翻轉稀釋法或排土客土搭配翻轉稀釋改善，於改善開挖作業執行前，先確認改善區域範圍，並試挖確認礫石層深度及記錄改善施工深度，污染改善作業使用機具主要為挖土機(土壤開挖、深層翻轉、排土裝載、回填整平)以及迴轉犁(淺層翻轉)及大、中、小型卡車(排、客土搬運集中、離場清運)等。
- 七、本計畫以排、客土後再進行翻轉稀釋之坵塊共計 17 筆，共計執行 12 天排土清運作業，排土離場依契約規定運送至合格之處理場(本計畫配合之處理場為大倉公司)，總計排除土方量為 3,759.56m³。
- 八、污染改善作業以坵塊為執行單位，每完成一筆坵塊改善作業後立即以 XRF 快篩儀器進行改善成效評估，於確認污染物濃度達改善目標後，機具再往下一坵塊施作。完成一

定數量改善作業後即安排認證實驗室進行自行驗證，確認自行驗證結果皆達改善目標後，再提報環保局進行外部驗證作業申請。

- 九、目前全數坵塊皆已通過內部自行驗證，剩餘排土暫置坵塊(J514)待外部分析檢驗結果，總計改善 60 筆坵塊，其中 3 筆坵塊未通過第一次驗證，統計第一次驗證通過率為 94.4%(以坵塊數量百分比)，若以面積及外部驗證分析點數來看，第一次驗證通過率則分別為 93.4%及 98.2%。
- 十、針對第一次驗證未通過之坵塊，探究其原因，主要分為 2 類型：1.土壤團塊未確實破碎 2.土壤濕黏以至於翻轉稀釋混合效果不佳。後續依據驗證單位提供之點位及污染物濃度進行二次改善規劃，並同樣於改善作業完成後依序進行改善成效評估、自行驗證採樣分析、外部複驗申請。二次改善後之坵塊複驗結果皆達改善目標，複驗通過率為 100%。
- 十一、污染改善作業完成後即依據十二縣市地力回復標準進行地力回復作業，本公司於此項作業執行同時，皆會聯絡告知地主商請至現場瞭解作業內容，經詢問農民地主對於地力回復作業項目關心之要點，多數表達之重點有三項：1.礫石清除 2.田埂修復 3.犁底層構築。本公司除於回復作業中對於上述重點特別自我要求外，另對於農民額外之要求，亦於合理之範圍內盡量配合。
- 十二、因本計畫多數地號礫石層較深，且在改善施工期間亦特別注意礫石層問題，避免將其翻至淺層(0~15cm)造成後續農民耕作上之困擾，所以在後續礫石清除部分，主要採以人工方式撿拾表面之礫石，而在深層(15~30cm)之礫石因屬少量，在犁底層構築作業時，以推土機或迴轉犁等較重型之機具採用濕式拖平，藉由機具重量將礫石壓至更深層，除可解決礫石影響耕種之問題外亦可同時增加犁底層之強度。
- 十三、犁底層構築作業使用之機具包含推土機、怪手、迴轉犁及濕式推土機，並參考當地專業人士及實際施作後之成效進行評估，目前成效最好之方法為，先使用怪手進行初步濕式整平，再以迴轉犁進行濕式拖平作業。
- 十四、驗證單位於確認通過外部驗證後，即安排進行肥力採樣分析作業，本公司依據驗證單位肥力分析數據進行肥料添加量計算，並提報環保局及監督單位核備確認後，依據計算結果，進行肥力添加作業。
- 十五、施工改善照片、等濃度圖、週工作表詳附錄十三。
- 十六、最後依據契約規定，提供相關資料協助環保局辦理解除列管作業，目前已完成 60 筆自行驗證數據上傳作業，後續將成果報告上傳至入環保署土壤及地下水資訊管理系統(SGM)，預計於期末報告核定後 25 日內上傳完畢。

9.2 建議

針對本次計畫執行成果，本公司彙整計畫過程執行之經驗，提出以下幾點建議供環保局或後續相關計畫作為參考：

1. 改善作業重點改善區域：

經由驗證單位外部驗證結果顯示，驗證未通過之點位多為入水口以及入水口周邊田埂旁之區域，對照農田污染分佈型態顯示，該區域通常正是污染最嚴重之區域。因此建議於後續相關改善作業進行時需特別注意該區域之施工情形，並且於改善前、中、後需留意周邊田埂之狀況(在本計畫改善施工過程中發現，部分老舊田埂可能在改善區深度以下有裂縫存在，為污染潛勢之區域)，做好阻隔污染源避免於改善過程中發生二次污染之情形。

2. 礫石間污染注意

綜觀本次計畫部分坵塊礫石層深度較淺且分佈不均，在細密調查階段或是執行補充調查時，污染深度多半調查至礫石層為止，雖然污染情形一般來說至礫石層為止，但因改善施工工法多為採取排土客土作業後再執行翻轉稀釋改善作業，使用之機具多為怪手、推土機或迴轉犁，施作深度也多半到礫石層為止，若礫石間有夾雜高濃度之污染物，則可能造成後續施作上無法有效達成改善目標。因此依據本公司之經驗，建議後續在施工過程中，可搭配 XRF 快篩儀器，確認底層礫石間之污染濃度，視情況修正施工深度或範圍，以確保能有效完成改善作業。

3. 地力回復

在地力回復作業執行過程期間，本公司密切與農民地主進行連絡，向當地農民學習相關經驗，商請農民地主協助進行淹、放水及除草作業，建立農民地主之參與感，增加民眾對環保局之信任，並深入瞭解農民地主之需求，在改善作業完成通過驗證後即協助農民盡快回復耕作，因此建議在地力回復作業期間，應多增加與農民地主之溝通連絡，互相配合，方可使作業過程順利，並建立農民地主間之信賴，獲得農民地主之肯定。

4. 農民關注重點

在協助參與一次農民說明會聽取農民意見以及改善施工期間與農民多次溝通後，瞭解農民對於此次計畫中較關注的幾項議題，最主要為污染源頭未徹底解決：農民多數反應，此地區並非第一次被公告有污染農地，探究源頭除了灌排系統沒有做好分離措施之外，上游之工廠偷排情形若仍持續發生，改善工程只是一再的重覆，對此處僅靠種田為生之農民終日提心吊膽，不堪其擾。

另外因公告至開始改善期間太長，幾乎所有坵塊都長滿雜草，鄰近農民皆會抱怨擔心造成窩藏蛇鼠，除了影響他們的安全，亦會造成稻作受到損害，雖然契約已有規

範改善單位需每半年進行一次除草作業，但可能因受到降雨或是農民引灌的影響，不到2個月，草又長得相當茂盛，因此建議可將此部份之作業項目間隔規劃及經費納入考量。

於農民說明會上，本公司將此次計畫坵塊清單及位置圖列印成大張海報輸出方便供民眾辨識確認其所屬之坵塊，建議後續若是計畫範圍內包含較多坵塊可參考此作法，以免因第一次與農民接觸雙方僅在口頭上說明，無法立即瞭解確認。

5. 申請展延條件認定

本次改善施工期間，因受梅雨季節、午後雷陣雨或颱風影響，造成場地積水後皆需待1至3天土壤較乾燥後機具才能再行施工，為避免影響改善成效，若依照契約規範，因天候影響而可申請展延標準需達豪雨標準，且申請日期僅限事故發生後五日內，建議可參考現場實際可施作情形、國內相關農地改善計畫經驗及經濟部水利署辦理工程工期核算注意事項，放寬展延申請認定，使施工單位可妥善規劃後續施工期程，以免影響改善成效。

6. 污染改善工程之標準作業流程

本團隊綜合本次計畫執行及國內相關農地改善計畫經驗，初步撰寫適合台中農地污染改善工程之標準作業流程如附錄十四，提供台中市政府環境保護局日後相關整治工程進行時作為參考。