

嘉南藥理科技大學專題研究計畫成果報告

計畫編號：CNEE94-06

計畫名稱：利用土壤滲濾系統處理及再利用社區污水之研究(1/3)

執行期間：94 年 1 月 1 日至 94 年 12 月 31 日

☒ 整合型計畫

☐ 個別型計畫

計畫總主持人：林瑩峰

計畫主持人：

子計畫主持人：林瑩峰



中華民國九十四年十二月三十一日

摘要

台灣地區由於污水處理工程缺乏，家庭污水普遍未經處理或未妥善處理而排放，已形成自然水體的主要污染源。污水的現地處理技術可提高污水再生及再利用的便利性，這幾年來在國際間逐漸受到重視。本計畫以評估生活污水自然淨化系統(或稱為生態工程處理系統)作為鄉村型社區現地處理技術的可行性，經評選的可行技術包括人工濕地、土壤滲濾、穩定塘等。這些自然處理系統具有以下共同的優點：低成本、操作維護簡單、建造容易、無須依賴機械設備及能源電力。此外，人工濕地還可提供野生動物的棲息地及增進景觀美學的額外功能。本文主要探討大甲土壤滲濾系統現地處理及再利用社區生活污水的效益，及社區永續經營之經驗。結果顯示，此處理系統能有效地削減進流污水中的主要污染物，處理後放流水之水質並時常符合國家放流水標準，亦即總懸浮固體物(TSS)<30 mg/L、5天生化需氧量(BOD₅)<30 mg/L、總大腸菌類<2000 CFU/mL。系統處理後的家庭污水不予以放流棄置，而是再利用於鄰近的景觀、園藝及農地的澆灌上，以增進水資源的再利用。生態調查結果顯示，場址內觀察到物種相當豐富的植物相及動物相。植物相包括了人為種植的溼地植物、地面上的景觀植物及誘蝶鳥植物、及野生植物及野草。動物相則包含相當多不同物種的鳥類、兩棲類、昆蟲類、蛛類及水生無脊椎動物。本研究證實土壤滲濾系統之生態工程方法為經濟及技術上可行的現地處理技術，適合應用於鄉村型社區生活污水的再生與再利用，並增進社區環境的景觀及生態美學。

關鍵詞：土壤滲濾系統、再利用

ABSTRACT

Due to the lack of sewage treatment system in Taiwan, domestic wastewater is untreated or improperly treated and has become one of the major polluting sources on natural water bodies. Interest in the development of on-side (decentralized) treatment of wastewater has been increasing because it offers householders or small communities of reusing the reclaimed wastewater without expensive reticulated sewerage. The study has initiated a series of projects to evaluate the feasibility of natural treatment systems, or so called ecological engineering methods, as on-side treatment technologies for management of domestic wastewater from rural communities. The technologies that have been examined include constructed wetlands, soil filtration system, stabilization pond etc. They have common advantages of low cost, low maintenance, easy construction, and lack of need for heavy machinery and energy. Constructed wetlands can additionally provide wildlife habitats and enhance

landscape aesthetics. Results show that all the system could effectively reduce the major pollutants from influent sewage, resulting in treated effluents that always satisfied the Discharge Standards, i.e. TSS <30 mg/L, BOD₅ <30 mg/L, and total coliforms <2000 CFU/mL. The treated wastewaters from the system were reused, rather than disposal, for irrigation of landscape, horticulture, or agriculture lands close to the treatment system. The results of ecology survey demonstrate that ecological engineering treatment system increased the diversity of flora and fauna in the landscape. Flora includes the macrophytes and ornamental plants artificially planted and the wild grasses or plants. Fauna includes a variety of birds, amphibians, insects, spiders, and aquatic invertebrates species. This study concludes that ecological engineering approaches are cost effective and technically suitable for on-site treatment and reuse of domestic wastewater from rural communities as well as enhancement of landscape and ecology aesthetics.

Key words : soil filtration system, reuse

一、前言

台灣地區由於污水處理工程缺乏，家庭污水普遍未經處理或未妥善處理而排放，已形成自然水體的主要污染源。集中式大型污水處理廠可有效解決水污染問題，然而設置及操作成本高，建設期程長；加上近幾年國家財政逐漸困難，因此各鄉鎮市均無法負擔此種公共建設。再者，因為再利用場址與污水處理場之間的距離往往相當長，集中式污水處理系統通常無法有效的進行污水處理後的再利用。相反地，污水的現地處理技術可提高污水再生及再利用的便利性，這幾年來在國際間逐漸受到重視。為此，各級環保單位一直努力推動之各項河川污染整治措施。整治河川的技術很多，包括：污水處理廠(需配合下水道系統)、強化型自然淨水系統(如：截流污染河水以曝氣的方式處理)、另一種就是以完全自然淨水系統(如：人工溼地)直接淨化生活污水以減少河川承受污染物的負荷等。而由於國內河川環境與受到污染的行為有很大的差異，因此應用於污染整治的技術也應該從各種可行的方法中，探討最佳的應用組合，如此才能以最經濟、最有效、最生態的方式，在污染淨化的過程中同時兼顧生態保育、環境復育及全民參與等效益。

台南縣境內之二仁溪、將軍溪等河川因長期受到其流域工業、畜牧、及生活等廢污水的排放，污染程度已經達到戊級水體的地步。然而整治污染河川的主要原則是必須從根源做起，爾後再經由其自淨作用逐步恢復到原來的清淨。工業與畜牧廢水能夠具體的依據水污染防治法所規定的排放許可，有效的控制接收水體

所承受的污染量。但是一般社區污水則因下水道系統的缺乏，持續的成為接收河川的主要污染源之一。台南縣三十一個鄉鎮市中除永康市為都會型，其餘皆為鄉村社區型態，縣政府已規劃未來都市計畫區生活污水以爭取設置公共污水下水道，接至污水處理廠，而都市計畫區外之村里社區則以現地處理系統處理該社區之生活污水。本計畫以評估生活污水自然淨化系統(或稱為生態工程處理系統)作為鄉村型社區現地處理技術的可行性，經評選的可行技術包括人工溼地、土壤滲濾、穩定塘等，此生態工程方法具有以下共同的優點：低成本、操作維護簡單、建造容易、無須依賴機械設備及能源電力(Kadlec, and Knight, 1996)。此外，人工溼地還可提供野生動物的棲息地及增進景觀美學的額外功能。本文主要目的乃探討大甲社區土壤滲濾系統現地處理及再利用社區生活污水的效益，及增進社區當地生物多樣性的能力。

二、研究目的

生態工程方法具有低成本、操作維護簡單、建造容易、無須依賴機械設備及能源電力等優點，且人工溼地亦可提供野生動物的棲息地及增進景觀美學的額外功能。因此，本文主要目的乃探討大甲社區土壤滲濾系統現地處理及再利用社區生活污水的效益，及增進社區當地生物多樣性的能力。

三、研究方法

1. 大甲社區自然淨水系統

大甲社區位於台南縣仁德鄉二仁溪畔，大甲自然淨水系統的處理流程為：厭氧消化槽→土壤濾床→生態放流池，如圖 1 所示，主要設備與功能如下：

(1) 厭氧消化槽：

厭氧消化槽為長 12.25m、寬 9m、高 1.5m 之槽體，提供進流污水沉澱及厭氧菌生長之場所，兼具沉澱、調勻、厭氧硝化等功能，使污水 $\text{NH}_3\text{-N}$ 轉換成 $\text{NO}_3\text{-N}$ ，便於地下滲濾濾床進行好氧生物處理，確保處理水質之功效。

(2) 土壤濾床：

土壤濾床為長 82.5m、寬 15m、高 1m，以不透水布與外圍土壤阻隔。土壤濾料以現場土壤為主，再加入生稻殼約 8%、熟稻殼約 8%、雞糞 3.5% 均勻拌合後回填，濾床內共設 3 個處理系統，污水於濾床中滲濾的過程中，土壤中之微生物即為分解污水中的有機污染物，土壤礦物亦可吸附特定物質(如磷酸鹽類等)。

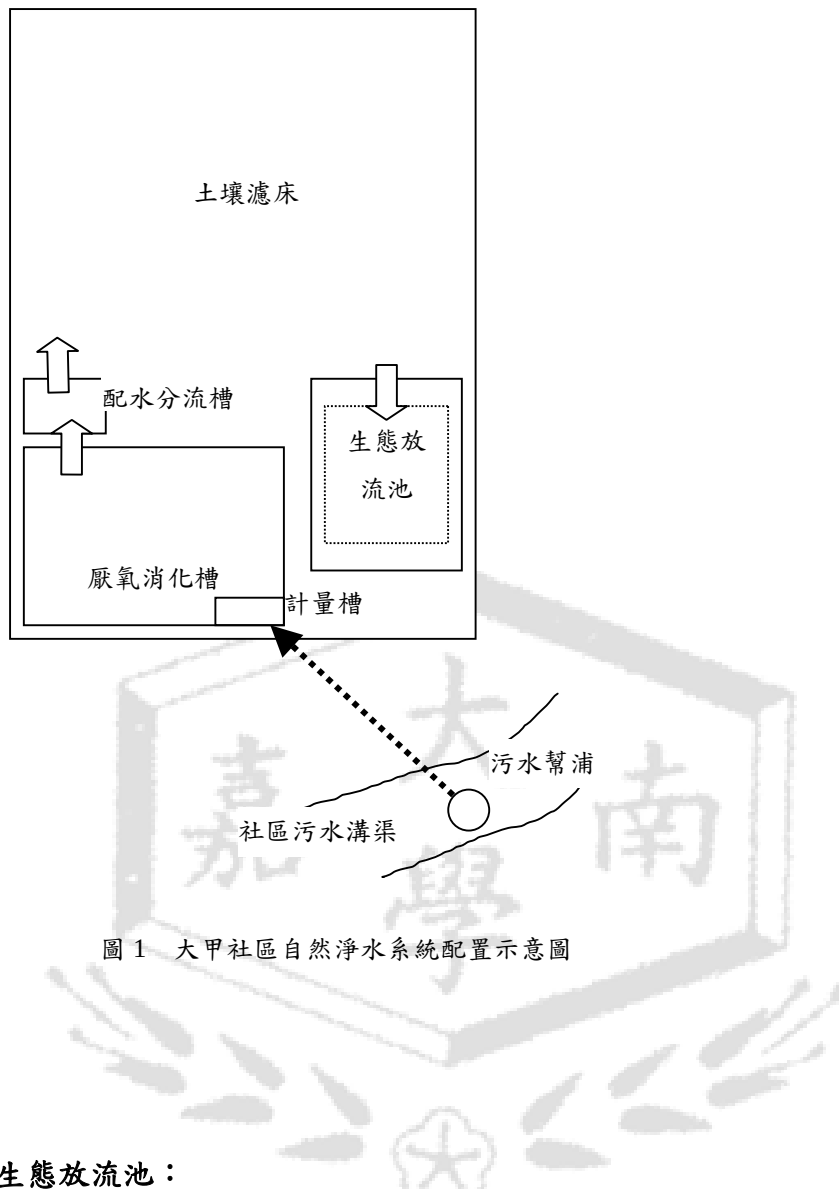


圖 1 大甲社區自然淨水系統配置示意圖

(3) 生態放流池：

生態放流池長 3m，寬 2m，深 0.55m，供觀察出流水植與種植水生植物，多餘的排放水再經由此排放至承受水體。

(4) 系統操作：

大甲社區自然淨水系統至 2004 年 6 月中旬開始操作，設計處理污水量為 100 CMD，實際每日平均進流社區污水量為 40-60 CMD。社區污水進流方式為利用沉水幫浦抽取社區污水溝渠中的污水，並以時間控制器控制進流時間達到每日的進流量。

2. 水質採樣與分析

每兩星期採樣一次，分別採集各項統的進流與放流水。水樣的各項水質分析，包括總懸浮固體物(TSS)、生化需氧量(BOD₅)、氨氮(NH₃-N)、總磷(TP)、總凱氏氮(TKN)、硝酸氮(NO₃-N)、亞硝酸氮(NO₂-N)、總大腸菌類(total coliform)、氫離子濃度(pH)等，依照 Standard Methods[2]所列的方法進行分析。分析亞硝酸氮、硝酸氮之水樣，均預先以濾膜過濾，分析結果屬溶解態。

水中總大腸菌類利用塗抹法以 Chromocult® Coliform Agar(Merk , Germany) 在 37°C下培養 24 小時，觀察鮭魚肉-紅色及深藍-紫色之獨立菌落，結果以 CFU/mL 表示。

3. 處理效能評估

自然淨水系統的水力負荷(hydraulic loading rate)為進、出流平均流量(Q)除以系統面積(A)。系統的水力停留時間(t, nominal hydraulic retention time)以下式估算：

$$t = \frac{Ah\varepsilon}{Q} \quad (1)$$

其中，

A：系統面積, m²

h：系統水深, m

ε：床體空隙率(porosity)

Q：進流水流量, m³/day

污染負荷(LR, pollution loading rate)，污染物去除速率(REM, pollution removal rate)及污染物去除效率(EFF, percentage of pollution removal efficiency)，則以下列三式計算：

$$LR = qC_i \quad (2)$$

$$REM = q(C_i - C_o) \quad (3)$$

$$EFF = 100 \frac{REM}{LR} = 100 \frac{C_i - C_o}{C_i} \quad (4)$$

其中，

C_i：進流水污染物濃度

C_o：出流水污染物濃度

4. 生態調查與多樣指標評估

本研究以香農韋納指數 (Shannon - Wiener index, H') 進行各系統的生物多樣性評估：

$$H' = - \sum_{i=1}^S P_i \log_2 P_i \quad (5)$$

H'：多樣性指數

S：樣品中的種類總數(物種總數)

P_i：第 i 種的個體數 (n_i) 與總個體數 (N) 的比值 (n_i / N)

四、結果與討論

1. 水質分析結果

2005 年 5~12 月之採樣分析結果如表 1 所示。11 月份的分析結果顯示，進流於大甲社區自然淨水系統的生活污水 DO 濃度在 1 mg/L 以下，經厭氧槽後，出流濃度仍維持在 0.0 mg/L，經過土壤濾床後，DO 濃度度仍在 0.0 mg/L 以下。從進流至出流水的 pH 均維持在 7 左右。進流污水 SS 進流濃度為 37 mg/L，厭氧槽濃度為 22 mg/L，土壤濾床濃度為 10 mg/L，生態池出流濃度為 27 mg/L；整個系統之 SS 去除為 41 %。BOD₅ 的系統進流濃度為 49 mg/L，厭氧槽濃度為 8 mg/L，土壤濾床為 2 mg/L，生態池出流濃度 5 mg/L；整個系統之 BOD₅ 去除為 90 %。NH₄-N、TKN、TN 的系統進流污水濃度分別為 30.80 mg N/L、44.1 mg N/L、44.5 mg N/L，厭氧槽濃度分別為 16.85 mg/L、24.0 mg N/L、24.8 mg N/L，土壤濾床濃度分別為 0.06 mg N/L、3.1 mg N/L、3.9 mg N/L。系統之 TP 進流濃度為 3.2 mg P/L，系統出流濃度為 0.2 mg P/L，系統之 TP 去除率為 94 %。Total coliforms 之出流濃度為 12000 CFU/mL。

12 月份的分析結果顯示，大甲社區自然淨水系統的進流水 DO 濃度為 0.0 mg/L，厭氧槽出流濃度為 0.0 mg/L，土壤濾床 DO 濃度度為 0.0 mg/L 以下，生態池出流為 1.2 mg/L。進流污水 pH 為 7.6，經厭氧槽為 7.4，土壤濾床之後在 7.1 左右，生態池出流為 7.1。進流污水 SS 進流濃度為 33 mg/L，厭氧槽濃度為 20 mg/L，土壤濾床出流濃度為 8 mg/L，生態池出流為 20 mg/L；整個系統之 SS 去除為 76 %。BOD₅ 的系統進流濃度為 49 mg/L，厭氧槽濃度為 26 mg/L，土壤濾床濃度為 10 mg/L，生態池為 12 mg/L；整個系統之 BOD₅ 去除為 76 %。NH₄-N、TKN、TN 的系統進流污水濃度分別為 18.93 mg N/L、37.1 mg N/L、38.1 mg N/L，厭氧槽濃度分別為 12.68 mgN/L、34.2 mg N/L、34.8 mg N/L，土壤濾床放流濃度分別為 0.63 mg N/L、1.1 mg N/L、1.8 mg N/L。系統之 TP 進流濃度為 2.9 mg P/L，系統出流濃度為 1.1 mg P/L，系統之 TP 去除率為 62 %。Total coliforms 之出流濃度為 1600 CFU/mL。

綜合以上數據，在流量 20-35CMD 的操作下，BOD₅ 的去除速率約在 1.3g/day 左右，單位面積去除速率約為 0.8 g/m²/d。5~7 月的操作流量同樣也控制在 20-30CMD 左右，由 8~12 月的數據結果顯示，大甲系統在相同流量負荷的操作下，可維持穩定的去除速率與單位面積去除速率。在氮的去除方面，由 NH₄-N 與 TKN 之數據比較顯示，有機氮與無機氮的去除均顯示良好的去除效果，厭氧槽除了去除 NH₄-N 之外，一方面還將有機型態的氮礦化成無機氮，以 12 月 20 日採樣的結果為例，NH₄-N 去除的比例與有機氮礦化成 NH₄-N 的比率約為 1：1，而礦化後的 NH₄-N 可在土壤率床中被去除，因此總氮的去除率可達 95%。磷的去除方面，出流水濃度均可維持在 1mg P/L 左

右。出流水的 Total coliforms 濃度略為偏高，進行淨化水再利用時，可能需要考量公共衛生的問題，盡量不宜予人體直接接觸或噴灑澆灌。

2. 生態調查

除場址之生態調查之外，分別在場址附近類似之地點，作為對照組之生態調查，以釐清自然淨水系統對於生態復育的貢獻。調查共發現鳥綱 3 種、兩棲綱 1 種、蛛型綱 6 種、昆蟲綱 24 種。調查之物種種類如表 2 所示。在大甲場址附近尋找之對照組調查結果如表 3 所示，共發現鳥綱 2 種、蛛型綱 3 種、昆蟲綱 14 種。調查物種之部分照片如照片 1 所示。

另外，針對大甲場址以及對照組進行蚯蚓數量的調查，其結果如表 4 所示。蚯蚓調查方法：設定一個樣方為 25cm x25cm x25cm 大小，每各地點取四個樣方，將裡面的土全部挖起，再以徒手篩檢法，篩檢蚯蚓個體，帶回測量濕重，並固定保存。

由於大甲社區自然淨水系統屬於土壤滲濾系統，較缺乏如溼地的水域環境，因此除了無底棲昆蟲與魚類之外，在本研究調查期間也幾乎無觀察到爬蟲類，兩棲類可能由系統週遭的稻田遷徙至此，但在 12 月即無任何發現的紀錄。

由上述自然淨水系統之染物處理效能評估以及所提供之生態多樣性，證實人工溼地、土壤滲濾、穩定塘等生態工程方法為經濟及技術上可行的現地處理技術，適合應用於鄉村型社區生活污水的再生與再利用，並增進社區環境的景觀及生態美學，並利用自然淨水系統作為媒介，將原本對於社區造成環境壓力的生活污水，轉變成為可以供社區永續利用的淨化水。目前社區的自然淨水系統仍持續操作中，除了可持續處理社區所產生之生活污水，削減排放至河川等水體的污染量，並且由逐漸發展完全之生態環境，可增加更多樣性的生物棲息環境，而達到更多樣性的生物指標。

五、結論

1. 2005 年 5~12 月之採樣分析在流量 20-35CMD 的操作下，BOD5 的去除速率約在 1.3g/day 左右，單位面積去除速率約為 0.8 g/m²/d。磷的去除方面，出流水濃度均可維持在 1mg P/L 左右。
2. 調查發現鳥綱 3 種、兩棲綱 1 種、蛛型綱 6 種、昆蟲綱 24 種。
3. 由大甲社區自然淨水系統證實人工溼地、土壤滲濾、穩定塘等生態工程方法為經濟及技術上可行的現地處理技術，適合應用於鄉村型社區生活污水的再生與再利用，並增進社區環境的景觀及生態美學，並利用自然

淨水系統作為媒介，將原本對於社區造成環境壓力的生活污水，轉變成為可以供社區永續利用的淨化水。

六、參考文獻

1. Kadlec, R. H., and R. L. Knight. "Treatment Wetlands." CRC Press, Boca Raton, FL(1996).
2. APHA, "Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater," 17th edition, American Public Health Association, Washington, D. C (2000).
3. United State Environmental Protection Agency, EPA Manual for Constructed Wetlands Treatment of Municipal Wastewaters, EPA/625/R-99/010 (2000).
4. 林瑩峰、荊樹人、李得元、張翊峰、余元傑、施凱鐘、張弘昌、李穆生，社區水資源再利用與永續經營，第9屆水再生及再利用研討會論文集，pp.21-32，(2004)。

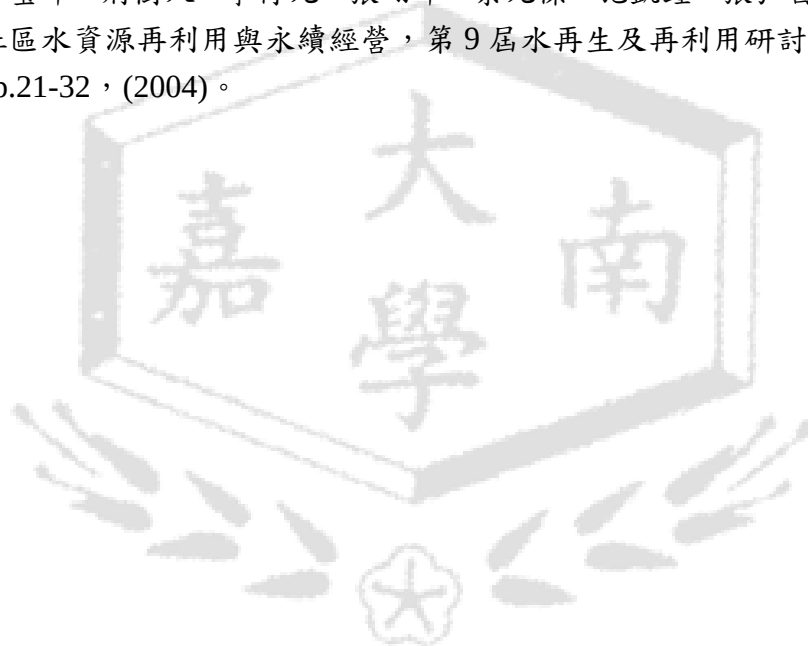


表 1 大甲社區自然淨水系統水質採樣分析結果(1/3)

檢測日期：2005/5/27					流量：30 CMD				
檢測項目	DO	pH	SS	BOD ₅	NH ₄ -N	TKN	TN	TP	Total coliforms
單位	mg/L		mg/L	mg/L	mg N/L	mg N/L	mg N/L	mg P/L	CFU/mL
系統進流	0.7	7.5	20	54	27.81	42.9	43.0	4.2	167200
厭氧槽出流	0.6	7.2	18	53	18.72	33.7	34.1	3.7	110000
系統(土壤濾床)出流	0.6	7.0	16	11	0.00	28.5	28.9	3.3	53600
去除率(%)	-	-	20	80	100	34	33	23	68
去除速率(g/day)	-	-	0.12	1.29	0.83	0.43	0.42	0.03	-
單位面積去除速率(g/m ² /day)	-	-	0.08	0.84	0.54	0.28	0.27	0.02	-
檢測日期：2005/6/30					流量：30 CMD				
檢測項目	DO	pH	SS	BOD ₅	NH ₄ -N	TKN	TN	TP	Total coliforms
單位	mg/L		mg/L	mg/L	mg N/L	mg N/L	mg N/L	mg P/L	CFU/mL
系統進流	0.0	6.1	30	56	28.62	45.2	45.8	7.7	223000
厭氧槽出流	0.8	7.2	21	52	20.13	35.4	36.1	2.2	110000
系統(土壤濾床)出流	0.8	7.1	15	15	7.25	25.6	26.1	0.7	42300
去除率(%)	-	-	50	73	75	43	43	91	81
去除速率(g/day)	-	-	0.45	1.23	0.64	0.59	0.59	0.21	-
單位面積去除速率(g/m ² /day)	-	-	0.29	0.80	0.42	0.38	0.38	0.14	-
檢測日期：2005/7/13					流量：28 CMD				
檢測項目	DO	pH	SS	BOD ₅	NH ₄ -N	TKN	TN	TP	Total coliforms
單位	mg/L		mg/L	mg/L	mg N/L	mg N/L	mg N/L	mg P/L	CFU/mL
系統進流	0.0	7.3	32	51	25.13	48.1	48.5	3.6	263000
厭氧槽出流	0.8	7.2	20	45	15.21	32.1	32.8	1.4	140000
系統(土壤濾床)出流	0.7	6.1	12	12	10.22	20.5	21.9	0.1	41200
去除率(%)	-	-	63	76	59	57	55	97	84
去除速率(g/day)	-	-	0.56	1.09	0.42	0.77	0.74	0.10	
單位面積去除速率(g/m ² /day)	-	-	0.36	0.71	0.27				

表 1 大甲社區自然淨水系統水質採樣分析結果(2/3)

檢測日期：2005/8/6					流量：- CMD				
檢測項目	DO	pH	SS	BOD ₅	NH ₄ -N	TKN	TN	TP	Total coliforms
單位	mg/L		mg/L	mg/L	mg N/L	mg N/L	mg N/L	mg P/L	CFU/mL
系統進流	0.0	6.4	37	40	34.27	43.5	44.1	3.8	253000
厭氧槽出流	0.0	6.5	7	5	4.22	9.5	10.2	0.6	7500
系統(土壤濾床)出流	0.0	6.7	13	3	0.93	2.9	3.1	0.7	3300
生態池出流	2.6	6.8	19	6	1.31	3.1	3.2	2.3	6400
去除率(%)	-	-	54	93	97	93	93	82	99
去除速率(g/day)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
單位面積去除速率(g/m ² /day)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
檢測日期：2005/9/9					流量：- CMD				
檢測項目	DO	pH	SS	BOD ₅	NH ₄ -N	TKN	TN	TP	Total coliforms
單位	mg/L		mg/L	mg/L	mg N/L	mg N/L	mg N/L	mg P/L	CFU/mL
系統進流	0.0	7.0	38	42	36.60	43.4	44.6	3.4	436000
厭氧槽出流	0.9	7.0	6	7	0.68	7.8	9.1	1.6	9100
系統(土壤濾床)出流	0.8	7.2	7	4	0.07	3.9	5.2	1.2	100
生態池出流	2.3	7.2	19	4	0.14	1.7	5.5	1.9	100
去除率(%)		-	82	90	100	91	88	65	100
去除速率(g/day)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
單位面積去除速率(g/m ² /day)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
檢測日期：2005/10/5					流量：30 CMD				
檢測項目	DO	pH	SS	BOD ₅	NH ₄ -N	TKN	TN	TP	Total coliforms
單位	mg/L		mg/L	mg/L	mg N/L	mg N/L	mg N/L	mg P/L	CFU/mL
系統進流	0.5	7.0	27	15	23.35	26.1	26.5	2.7	183000
厭氧槽出流	0.8	7.1	11	12	21.53	23.5	24.1	2.2	112000
系統(土壤濾床)出流	4.4	7.0	58	2	1.12	2.1	1.3	0.6	360000
生態池出流	2.4	7.1	55	4	1.71	1.8	1.9	0.9	35000
去除率(%)	-	-	-115	87	95	92	95	78	-97
去除速率(g/day)	-	-	-0.93	0.39	0.67	0.72	0.76	0.06	
單位面積去除速率(g/m ² /day)	-	-	-0.60	0.25	0.43	0.47	0.49	0.04	

表 1 大甲社區自然淨水系統水質採樣分析結果(3/3)

檢測日期：2005/11/23					流量：25 CMD				
檢測項目	DO	pH	SS	BOD ₅	NH ₄ -N	TKN	TN	TP	Total coliforms
單位	mg/L		mg/L	mg/L	mg N/L	mg N/L	mg N/L	mg P/L	CFU/mL
系統進流	0.0	7.1	37	49	30.80	44.1	44.5	3.2	152000
厭氧槽出流	0.0	7.2	22	8	16.85	24.0	24.8	1.6	142000
系統(土壤濾床)出流	0.0	7.3	10	2	0.06	3.1	3.9	0.2	21000
生態池出流	2.4	7.1	27	5	1.71	2.1	2.9	0.9	12000
去除率(%)	-	-	41	90	100	93	91	94	92
去除速率(g/day)	-	-	0.38	1.10	0.77	1.03	1.02	0.08	
單位面積去除速率(g/m ² /day)	-	-	0.24	0.71	0.50	0.67	0.66	0.05	
檢測日期：2005/12/20					流量：35 CMD				
檢測項目	DO	pH	SS	BOD ₅	NH ₄ -N	TKN	TN	TP	Total coliforms
單位	mg/L		mg/L	mg/L	mg N/L	mg N/L	mg N/L	mg P/L	CFU/mL
系統進流	0.0	7.6	33	49	18.93	37.1	38.1	2.9	436000
厭氧槽出流	0.0	7.4	20	26	12.68	34.2	34.8	3.3	322000
系統(土壤濾床)出流	0.0	7.1	8	10	0.63	1.1	1.8	1.1	1600
生態池出流	1.2	7.1	20	12	3.40	8.0	8.5	1.5	2400
去除率(%)	-	-	76	76	97	97	95	62	100
去除速率(g/day)	-	-	0.88	1.30	0.64	1.26	1.27	0.06	
單位面積去除速率(g/m ² /day)	-	-	0.57	0.84	0.42	0.82	0.83	0.04	

表 2 大甲社區自然淨水系統 11-12 月物種調查結果

調查地點：大甲場址			
大類	物種總數	細項	物種名稱(學名)
鳥綱	3		白頭翁、麻雀、紅尾伯勞
兩棲綱	1		黑眶蟾蜍
爬蟲綱	0		
蛛形綱	6		茶色姬鬼蛛、黃姬鬼蛛、擬環紋豹蛛、長疣馬蛛、長疣馬蛛、無鱗尖鼻蛛
昆蟲綱	8	鱗翅目	樺斑蝶、紋白蝶、荷氏黃蝶、單帶弄蝶、迷你小灰蝶、波紋小灰蝶、黑脈粉蝶、銀條斜線天蛾
	1	蜻蛉目	薄翅蜻蜓
	15	螳螂目	小螳螂
		半翅目	廣二星椿、稻棘緣椿
		鞘翅目	中華褐金龜、東方白點花金龜、藍金花蟲、波紋瓢蟲
		雙翅目	斑眼食蚜蠅
		膜翅目	義大利蜂
		直翅目	紅后負蝗、長頭蝗、疣蝗、台灣稻蝗、褐背細斯

表 3 大甲社區自然淨水系統 11-12 月對照組調查結果

調查地點：大甲場址對照組			
大類	物種總數	細項	物種名稱(學名)
鳥綱	2		褐頭鷓鴣、紅尾伯勞
蛛形綱	3		茶色姬鬼蛛、偽黃金蛛、斜紋貓蛛
昆蟲綱	2	鱗翅目	紋白蝶、荷氏黃蝶
	1	蜻蛉目	薄翅蜻蜓
	11	螳螂目	小螳螂
		半翅目	條蜂緣椿
		鞘翅目	中華褐金龜、六條瓢蟲
		雙翅目	斑眼食蚜蠅
		膜翅目	義大利蜂
		直翅目	紅后負蝗、長頭蝗、斑蝗、台灣稻蝗、褐背細斯

表 4 大甲場址與對照組土壤中蚯蚓調查

	大甲場址				大甲場址對照組			
樣點編號	I	II	III	IV	I	II	III	IV
個體數	3	18	2	7	1	0	0	0
濕重(g)	0.1244	2	0.0576	1.4377	0.0697	0	0	0
總重量(g)	3.6197				0.0697			

		
中華褐金龜	波紋小灰蝶	紅后負蝗
		
藍金花蟲	樺斑蝶	波紋瓢蟲
		
六條瓢蟲-對照組	小螳螂-對照組	偽黃金蛛-對照組
		
條蜂緣椿-對照組	褐背細斯-對照組	大甲對照組場址照片

照片 1 生態調查物種照片