嘉南藥理大學 104 年度教師研究補助研究計畫

重點研究總計畫

校園魚菜共生水處理循環系統之可行性評估

子計畫名稱：水循環回收效益評估

子計畫主持人：賴振立

摘要

水資源的保育與再利用為當前日益重要且受重視的環境議題。本校目前已設置 4 座污水處理廠與一座人工濕地系統，其中新建宿舍之 MBR 污水處理廠處理後之放流水直接應用於宿舍區之沖廁用水，本計畫研究水循環回收效益之評估。

研究目的

本校已逐步在宿舍園區與教學區執行中水回收再利用政策，因此有必要針對回收使用的中水施行水質監測工作，查核是否經常性可符合環保署所頒布之中水回回再利用關規定，因此本研究擬針對本校中水回收設施，以及新設之 MBR 污水處理廠進行長期的水質水量監測工作，以提供日後有關中水回收再利用、污水處理廠操作之參考。

文獻探討

經污水處理設施所排放之二級處理放流水，進行三級處理的主要目的大致可分類為：(1)進一步處理污水處理設施硝化之後放流水；(2)原污水處理設施欲符合更嚴苛的放流水標準，在不擴增規模的原則下，進行三級處理；(3)三級處理後之淨化水直接進行再利用。由於近年來許多國家均產生水資源的缺乏的危機，其中以淨化水進行再利用為目的三級處理日益盛行，以美國為例，在加州地區的水資源相當匱乏，必須仰賴他洲的接濟，因此在加州地區進行污水三級處理後，再進行回收利用的誘因相當大。由於加州橘郡主要淡水來源 70 %為來自地下水，但由於過度抽取地下水，致使濱海沿岸地區海水入侵地下水的情況相當嚴重，進而造成地下水鹽化的問題，因此當地進行污水再利用的主要用途為補助地下水。污水三級與回收系統的水源為二級處理廠部分放流水，以三級處理結合回收系統處理過後在注入地下水，三級處理與污水回收系統包含：次氯酸鈉處理(用以防止後續濾膜處理產生生物膜)、微篩(去除懸浮固體、細菌、原生生物等)，逆滲透濾膜(去除溶解性有機物、農藥、溶解性固體等)，紫外線及過氧化氫強勢氧化處理(去除有害微生物及殘留有機物等)及加石灰(補充礦物質以防止腐蝕管件)等單元。另外，在亞歷山納州的鳳凰城，由於當地政府欲在二十年內，達到回收污水佔總用水量的 25%目標，因此規劃新建之污水處理設時，也將三級處理與污水回收的處理單元一並併歸納於污水處理設施中。其三級處理與回收系統的規劃設備，為在一般的二級生物處理設施之後，

銜接一逆流式沙濾裝置，紫外線消毒等，使其污水廠的放流水經三級處理與污水回收之後，即可達到污水回收的標準。

在地中海盆地國家中，以色列為實行廢水再利用發展之先驅國家，以色列大約有 92%之廢水透過下水道系統被收集，其中有 72%經過三級與回收處理後再利用，而這些回收再利用水量，有 42%被用做灌溉用途，另有 30%被用做地下水補注，有關廢水三級與回收再利用必須經過當地政府機關所允許，特別是用作灌溉水質必須符合衛生單位所制定標準。

由於國內的水資源日益缺乏，因此廢污水進行三級處理之後的主要目的，同樣仍較偏重於進行回收再利用，其中目前國內幾座污水廠進行三級處理的方法，不外乎以消毒(包含添加藥劑消毒、紫外線消毒等技術)、過濾(包含砂濾、薄膜過濾、微過濾等技術)，以及添加化學藥劑(化學沉澱等)為主，而這些三級處理過後的回收水主要用途大都使用於污水處理設施內園區設施的清洗、花草的澆灌，以及市區道路清洗、行道樹的澆灌等。

然而，傳統的廢水處理程序並無法有效地處理特性日新月異的廢水，而且使得處理成本日益增加，處理水質亦不穩定。由於薄膜程序可同時去除各種有機及無機物質，相較其他物化程序具有更多彈性，並可作為傳統高級物化程序的替代程序，為現階段最具潛力的廢水回收再利用技術 。

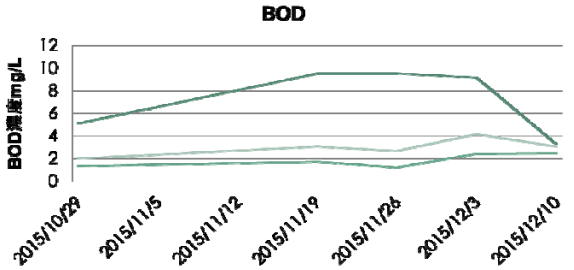
近年來傳統活性污泥結合薄膜單元發展出薄膜生物反應槽（Membrane bioreactor, MBR），利用薄膜取代沉澱池，達到固液分離的效果。由於 MBR 處理程序能對各種廢水有相當程度的去除效率，且出流水可達放流水標準，但也因其反應器型式、薄膜種類、孔徑大小與進流水質特性的差異，造成出流水中仍有或多或少的污染物，若欲將 MBR 出流水回收至較高標準的回收用水，則仍須有進一步處理的必要。

研究方法

本研究擬以校園魚菜共生水處理循環系統之水質與水量為依據，進行相關文獻資料的蒐集，並記錄整理系統水循環設施的用水量，配合系統實際運轉操作的耗電量等資訊，最後以經濟效益分析進行探討，將獲得最佳回收方案。

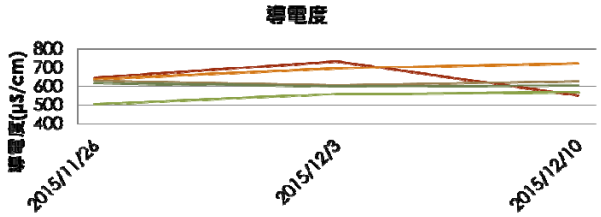
結果與討論

測試進流水、反應槽及放流水的水質監測，五天分別取樣並監測水中生化需氧量、懸浮固體濃度、導電度及濁度。各點之水質結果如下圖所示。生化需氧量的處理效果顯著，放流水質皆較進流水低。水中懸浮固體濃度及濁度已能顯示處理效果。



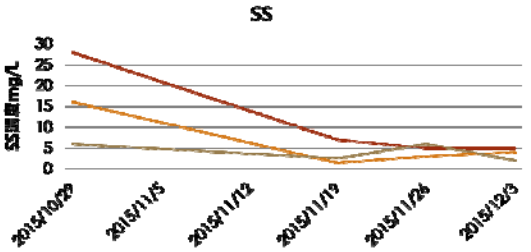
	2015/10/29	2015/11/19	2015/11/26	2015/12/3	2015/12/10
進流水	5.1	9.54	9.52	9.18	3.31
SSF	1.32	1.71	1.22	2.42	2.49
FWS	2.02	3.06	2.68	4.15	3.05

水中生化需氧量



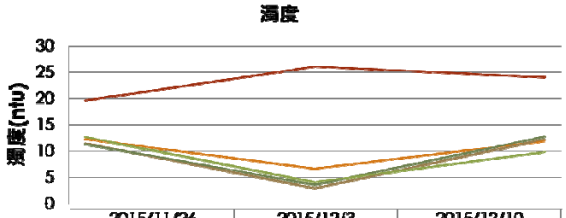
	2015/11/26	2015/12/3	2015/12/10
進流水	647	733	551
SSF	639	697	723
FWS	628	605	626
水塔	616	599	603
馬桶	505	559	570

水中導電度



	2015/10/29	2015/11/19	2015/11/26	2015/12/3
進流水	28	7	5	5
SSF	16	1.5	3	4
FWS	6	2.5	6	2

水中懸浮固體濃度

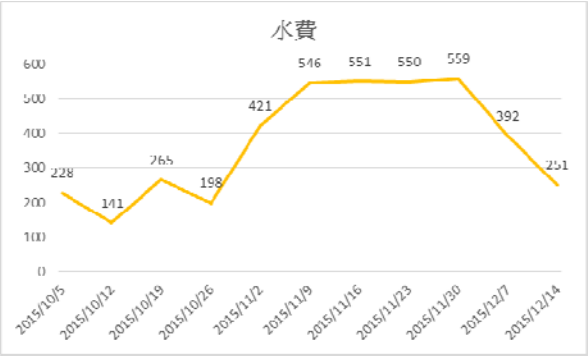


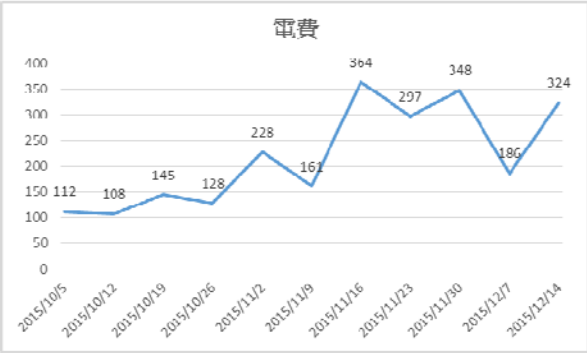
	2015/11/26	2015/12/3	2015/12/10
進流水	19.6	26	24
SSF	12.3	6.6	11.9
FWS	11.5	2.9	12.2
水塔	11.3	3.6	12.7
馬桶	12.6	4.1	9.8

水中濁度

綜合以上結果，平均結果整理成下表:

水質 參數	pH	DO mg/L	SS mg/L	濁度 NTU	BOD mg/L
進流濃度	7.4	0.5	11.3	23.2	7.3
出流濃度	7.3	0.2	4.1	8.9	3.0
中水	7.1	2.1	4.0	9.2	3.2
人工濕地平均處理污水量：200~300 CMD 中水使用量(平均上課日)：70~150 CMD					





平均每日用水量為 54.7 度，平均每日用電量為 32 度，每一度水所需的電為 0.58 度，若以每度電費 3.75 元計算，水費以一度 13.13 元計算，平均節省下來的水費約為 16451 元，花費的電費為 2703 元，因此總節省 13748 元。

結論

1. 中水回收再利用之水質達到預估成效。
2. 水質與氣候降雨有極大的關聯性。
3. 經評估效益後發現，節省費用達 13748 元。

致謝

本研究承蒙嘉南藥理大學104年度教師研究補助研究計畫經費補助，特此致謝。

參考文獻

1. Gleick, P. H., 1993. Water Crisis: A guide to the world’s freshwater treatment resources. Oxford University Press, Washington DC, USA.
2. 經濟部水利署網站，www.wra.gov.tw
3. 經濟部水利署，「台灣地區水資源調配及開發策略」，2004
4. Allison, R.P., Electrodialysis reversal in water reuse applications, Desalination, 103, 11-18 (1995)
5. Masson, M.; Deans, G., Membrane filtration and reverse osmosis purification of sewage: Secondary effluent for re-use at Eraring Power Station, Desalination, 106, 11-15 (1996).
6. Wilf, M.; Alt, S., Application of low fouling RO Membrane elements for reclamation of municipal wastewater, Desalination, 132, 11-19 (2000)
7. Judd, S.; Jefferson, B., Membranes for Industrial Wastewater Recovery and Re-use, Elsevier, New York (2003)
8. Broens, L.; Liebrand, N.; Futselaar, H.; de Armas Torrent, J.C., Effluent reuse at Barranco Seco (Spain) a 1,000 m3/h case study, Desalination, 167, 13-16 (2004)

9. 周珊珊，梁德明，莊世享，螺絲業廢水處理及水處理案例介紹，工業技術研究院環境與安全衛生技術發展中心，(2005)
10. 林發恩，莊靜雨，洪福亮，吳政峰，應用薄膜技術進行鋼廠廢水回收之評估，中鋼集團與中宇環保工程股份有限公司研究報告，(2006)
11. 朱敬平，林哲昌，吳勇興，鍾裕仁，業區綜合廢水處理廠放流水再生程序之選擇與成本評估，中興工程，第九十六期，67-74 (2007)。
12. Chaoa, Y.M.; Liangb, T.M., A feasibility study of industrial wastewater recovery using electrodialysis reversal, Desalination, 221, 433-439 (2008)
13. 黃守正，蕭入仕，陳春來，鄭文昱，高效率整合式逆滲透膜組於發電廠冷卻水塔排放水回收再利用之應用，化工技術，第十六卷第十期，138-152 (2008)。
14. 經濟部，投資評估與財務規劃，1-2(2010)
15. 廖宗盛，國際水價現況解析，自來水會刊，第 27 卷第 4 期，(2008)