

嘉南藥理科技大學補助教師專題研究計畫成果報告

生活污水回收再利用技術與管理： Rhodamine WT 於人工溼地之降解特性

計畫類別：個別型計畫 整合型計畫

計畫編號：CHEM9302

執行期間：93年1月1日至93年12月31日

總計畫主持人：廖志祥

計畫主持人：錢紀銘

本成果報告包括以下應繳交之附件：

- 赴國外出差或研習心得報告一份
- 赴大陸地區出差或研習心得報告一份
- 出席國際學術會議心得報告及發表之論文各一份
- 國際合作研究計畫國外研究報告書一份

執行單位：嘉南藥理科技大學環境工程與科學系

中華民國九十四年二月二十八日

嘉南藥理科技大學補助教師專題研究計畫成果報告

Rhodamine WT 於人工溼地之降解特性

Degradation of Rhodamine WT in constructed wetland

計畫編號：CNEM93-02

執行期限：93 年 1 月 1 日至 93 年 12 月 31 日

主持人：錢紀銘 嘉南藥理科技大學環境工程與科學系

一、中文摘要

本計畫主要探討螢光染料 Rhodamine WT 於人工溼地之質傳過程中之其降解特性及其受鹽度之影響，以為其水力特性研究之用。由研究結果顯示鹽度不致影響 Rhodamine WT 之光解與發光特性，其光強隨溶液溫度上升而下降，而濃度則會因日照光解作用而有明顯降低現象。而鹽度對固定生物膜或懸浮微生物而言，皆有加重染料濃度減少趨勢之作用，而未有鹽度影響效應時，固定生物膜之存在條件會降低染料濃度，而懸浮微生物則無明顯影響。

關鍵詞：人工溼地、螢光染料、降解特性、溼地水力特性

Abstract

To investigate the hydraulics of constructed wetland, the degradation processes of fluorescent dye, Rhodamine WT, had been qualitative studied in the present study. The salinity effect was also considered since it was an important parameter in tidal freshwater constructed wetland. From the results obtained, it shows that the salinity will not affect the fluorescence emission and photolysis process. A higher temperature of dye solution will decrease the fluorescent light intensity. For an environment of fixed biofilm or suspended microorganism, the salinity decreases the concentration of dye solution. In fact, the suspended microorganism will not lower the concentration, on the contrary, it can be

lessened by fixed biofilm.

Keywords: wetland, fluorescent dye, degradation, wetland hydraulics

二、緣由與目的

政府為加速解決台灣地區之水污染問題，除推動各項污染防治與管制策略外，另針對鄉村偏遠地區亦推動污水生態處理工法，以符合經濟效益，依環保署(2005)自 93 年 1 月開始執行之「環境保護施政三年行動計畫」內所規劃之「河川流域污染減量計畫」預計推動「生態治河計畫」，以生態工法處理水體水質，落實環境保育之目的，處理截流水體除 91 及 92 年度所完成之朴子溪、二仁溪、將軍溪、淡水河系、南崁溪、烏溪、朴子溪、二仁溪、將軍溪、高屏溪、冬山河等水體所完成之 23 座淨水設施外，自 93 年度起陸續納入水體包括；高屏溪、南崁溪、二仁溪、將軍溪、淡水河系；94 年度增加南崁溪、鹽水溪、烏溪、北港溪、澎湖縣湖泊；95 年度鹽水溪、烏溪、朴子溪、淡水河系、二仁溪等，其中預計至 95 年度為止，以生態工法處理河川截流量累計達 18000 噸，預計完成 19 座淨水設施，而環保署所採用生態工法類型如表 1 所示，其中有尤人工溼地法最為廣泛，92 及 93 年度人工溼地相關自然淨水設施規劃設置完成即有 16 座，由此可見

該處理法業為環保署大力推動為下水道系統完成前水污染防治之替代方案之一。

表 1 環保署所推動生態工法類型

工法	工程
植生處理法	1濕地 2浮島 3浮游植生 4草溝 5草帶 6植栽濾床
土壤處理法 灌溉處理	1快滲 2慢滲 3地表漫流
地下滲濾	1單體式 2多重式
接觸氧化法	1礫間接觸 2填充濾材 3淵與瀨

至於國內學術界亦相對廣續投入人工溼地應用領域之相關研究，處理對象包含受污染之河水(陳與郭，2005)、校園廢水(左惠文等人，2005A)、社區污水(游程凱等人，2005；左惠文等人，2005B)、醫療廢水(王淑珍等人，2005A、2005B)、廢棄物衛生掩埋場滲出水(蔡與楊，2005)等，由上述研究中可知人工溼地對水中有機物、懸浮質、營養鹽、致病菌均有不同程度之去除效果，然國內相關研究大都著重於污染去除及機制之探討，對於水力或水文條件對人工溼地物染降解效率之影響則較少論及，僅錢等人(2005)對國內兩種不同構型之人工溼地進行水力特性之實驗研究，尤其結果可知實驗用之人工溼地模廠反應器常因進水水溫高於溼地水體而形成漂浮流，由此造成不同之水力特效，為能進一步使國內人工溼地之發展更為完整，相關研究實有必要推展。

一般對流場進行水力特性進行研究大都採用追蹤劑實驗(tracer test)，然於進行前，需瞭解追蹤劑於流場中之降解特性，以免對測試結果有誤判之虞。一般常用於水力實驗之追蹤劑包括有螢光染料、鹽、放射性同位數、金屬離子等物質，其中因螢光染料具低成本、低偵測極限、無毒性、對研究對象影響較低等特性，其應用範圍

頗為廣泛，Shilton & Prasad(1996)、Lin *et.al.*(2003)、錢等人(2005)等人皆曾以螢光染料進行人工溼地之追蹤劑水力實驗。

據此，本計畫擬對追蹤劑 Rhodamine WT 進行追蹤劑水力實驗時之探討其於人工溼地中降解變化之影響因素，藉此方可提高水力實驗數據解讀之正確性。

三、實驗分析與佈置

螢光染料進入人工溼地時，影響其降解變化之因素包括水溫、日照、生物分解、鹽度等，研究進行時，則以批次實驗方式進行水樣染料之螢光分析，根據以往經驗，螢光光強與水樣染料濃度之迴歸方程式多為非線性二次方程式表示之；

$$C(x) = C_a + C_b \cdot (abs) + C_c \cdot (abs)^2 \quad (1)$$

式中 C 表追蹤劑之濃度， C_a 、 C_b 、 C_c 則為其迴歸係數， abs 為由螢光分析儀(JASCO-FP6200)所測得之螢光信號強度，藉此即可知追蹤劑之濃度。本計畫所選定之螢光染料主要為 Rhodamine WT ($C_{29}H_{29}N_2O_5 \cdot Cl \cdot 2Na$)，進行降解影響因素之探討時係分別配置固定螢光染料濃度之水樣，就所探討之影響因素觀察不同時間濃度之變化，藉以瞭解影響。

實驗進行前需先對前述染料檢較其激發與散射波長，以增加其檢測精度，圖 1 及圖 2 為 Rhodamine WT 之激發與散射波長頻譜，由其結果可知其激發波長為 554nm 與散射波長 574nm 時，可得最佳檢測精度，本計畫實驗進行時則皆以上述結果為螢光分析儀之之分析設定值。

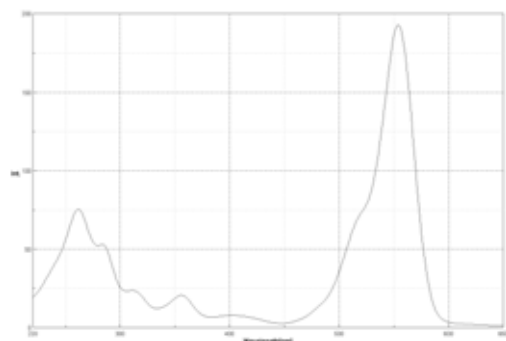
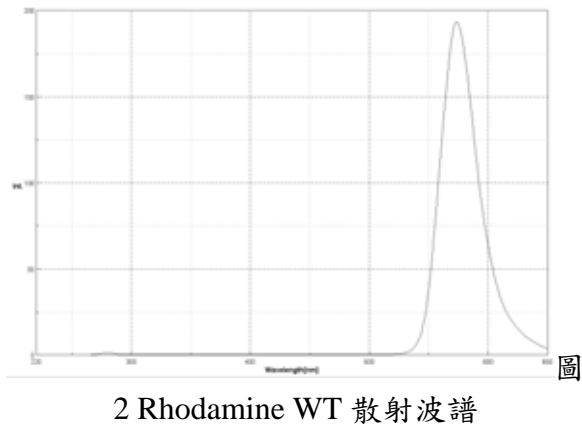


圖 1 Rhodamine WT 激發波譜



四、結果與討論

由於本計畫係人工溼地系列研究之前期計畫，鹽度為後期計畫主要討論課題，故於選擇螢光染料時須先考量鹽度之影響，此一因素為探討螢光染料於人工溼地各項降解影響因素時之共同討論因子。圖3為固定濃度螢光染料水樣於不同溫度條件下所測得知螢光光強，由其結果可知，在溫度範圍為14℃~40℃時，螢光光強係隨溫度上升而下降，其關係可表示如下；

$$abs = A + BT \quad (2)$$

式中 T 表水樣溫度， A 、 B 為其迴歸係數，本計畫之實驗結果分別為 11.70 及 -0.129，若在水樣加入 2% 之食鹽，則其值為 11.98 與 -0.130，二者幾為相同，由此可知，以食鹽所配置之鹽度並未影響 Rhodamine WT 之發光特性，主要之影響因子為溫度，故所有樣品於檢測時需調整其溫度，以降低實驗誤差之影響。

圖 4 主要係討論 Rhodamine WT 之光解性質，實驗時係將經二段水稀釋至固定濃度之螢光染料溶液至於日光下進行自然曝曬光解，經 72hrs 之作用後可發現染料濃度有明顯下降趨勢，顯示於追蹤劑實驗可能受日照光解影響致數據解讀有誤，至於容易中加入 2% 之食鹽不致改變此一趨勢，顯示鹽度對 Rhodamine WT 之光解特性不會有影響。

另者，Rhodamine WT 於人工溼地之質傳過程中，除上述影響因素外，尚受生物作用，其中包括固定生物膜與懸浮微生物之影響，圖 5 即為固定生物膜之實驗結果，實驗中所使用之生物膜係取自於長期操作人工溼地礫石所附著之生物膜，以燒杯裝盛後加入含染料溶液至於原人工溼地取樣位置，由其結果可知其溶液染料濃度略有降低現象，當加入食鹽後，其降低程度明顯增加，顯示鹽度將改變二者之作用關係，類似現象亦可於懸浮微生物之實驗結果中發現，如圖 6 所示，再不加食鹽時，則其濃度未有明顯下降趨勢，於 72hrs 時則有略增現象，應是葉綠素之螢光干擾。

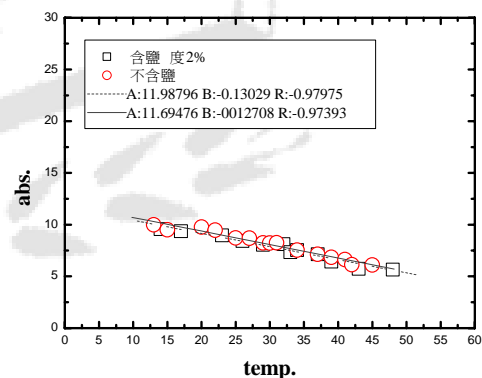


圖 3 溫度與鹽度對 Rhodamine WT 螢光光強之影響

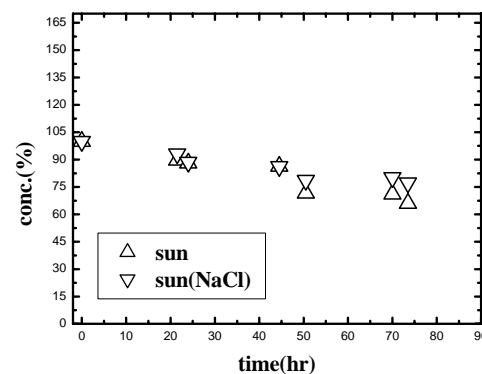


圖 4 日照與鹽度對 Rhodamine WT 降解之影響

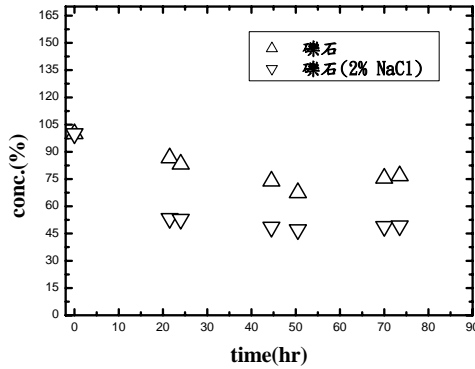


圖5 固定生物膜與鹽度對Rhodamine WT 降解之影響

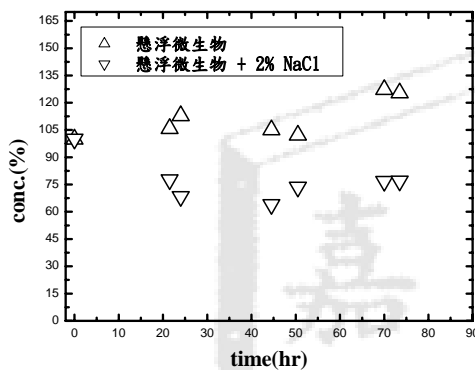


圖6 懸浮微生物與鹽度對Rhodamine WT 降解之影響

五、計畫成果自評

本計畫主要探討螢光染料 Rhodamine WT 於人工溼地之質傳過程中之其降解特性及其受鹽度之影響，由其結果顯示鹽度不致影響 Rhodamine WT 之光解與發光特性，其光強隨溶液溫度上升而下降，而濃度則會因日照光解作用而有明顯降低現象。而鹽度對固定生物膜或懸浮微生物而言，皆有加重染料濃度減少趨勢之作用，而未有鹽度影響效應時，固定生物膜之存在條件會降低染料濃度，而懸浮微生物則無明顯影響。

綜上述，以螢光染料 Rhodamine WT 於人工溼地進行追蹤劑實驗時，應考量日照光解之影響，應於植生較繁茂之系統中進行，以降低其影響。至於生物影響以固定生物膜較大，故以自由表面流人工溼地為較適當之實驗系統。

本計畫業完成原計畫申請時之執行目標且其成果亦頗具學術價值。

六、參考文獻

1. 行政院環境保護署網頁(2005)，”<http://www.epa.gov.tw/main/index.asp>”。
2. 游程凱、荊樹人、李得元、張翊峰、樓仲軒、張弘昌(2005A),台南縣二行社區自然淨水系統處理社區污水營養鹽之研究,第廿九屆廢水處理技術研討會論文集,WW-P-60, pp.1-85。
3. 施凱鐘、荊樹人、林瑩峰、許原哲(2005B),穩定期大林慈濟醫院人工溼地處理污水廠二級放流水之研究,第廿九屆廢水處理技術研討會論文集,WW-P-64, pp.1-87。
4. 王淑珍、荊樹人、林瑩峰、李得元、蘇桂令、翁雪芬,(2005A),人工溼地處理醫院廢水與民生廢水微生物削減能力之比較,第廿九屆廢水處理技術研討會論文集,WW-P-54, pp.1-82。
5. 王淑珍、謝峻旭、荊樹人、林瑩峰、蘇桂令、吳惠慈(2005B),人工溼地對於醫院廢水中微生物削減能力之研究,第廿九屆廢水處理技術研討會論文集,WW-P-55, pp.1-82。
6. 左惠文、李得元、簡淑娟(2005A),光華女中人工溼地處理校園污水之功能探討,第廿九屆廢水處理技術研討會論文集,WW-P-61, pp.1-85。
7. 左惠文、李得元、張翊峰、李俊儀、莊淳凱、賴文錕(2005B),不同水力負荷對人工溼地去除校園廢污水之研究,第廿九屆廢水處理技術研討會論文集,WW-P-56, pp.1-83。
8. 陳盈利、郭文健(2005),人工濕地在河川水質改善之應用研究,第廿九屆廢水處理技術研討會論文集,WW-F-02-07, pp.1-50。
9. 蔡凱元、楊磊(2005),人工濕地處理

中高埋齡垃圾掩埋場滲出水之研究,
第廿九屆廢水處理技術研討會論文集,WW-P-08 , pp.1-50。

10. 錢紀銘、林健榮、何伊婷、王姿慧、黃士哲(2005),自由表面流人工溼地水力特性之探討,第廿九屆廢水處理技術研討會論文集,WW-F-03-13 , pp.1-53。
11. Lin, A. Y., Debroux, J. F., Cunningham, Reinhard M. (2003) “Comparison of Rhodamine WT and Bromide in the Determination of Hydraulic Characteristics of Constructed Wetland”, *Ecological Eng.*, Vol.20, pp.75-88.
12. Shlton, Andy N. and Presad, Julius N. (1996) “Tracer Studies of a Gravel Bed Wetland”, *Wat. Sci. Tech.*, Vlo.34, No.3-4, pp.421-425.
13. Persson, J., Somes, N. L. G., and Wong, T. H. F., “Hydraulics Efficiency of Constructed Wetland and Ponds”, *Wat. Sci. Tech.*, Vol.40, No.3, pp.291-300(1999) .
14. Persson, J. “The Hydraulic Performance of Ponds of Various Layouts”, *Urban Water*, Vol.2, pp.243-250(2000).