

活性污泥在持久有機物間歇負荷下分解能力之興衰

黃文璽、張玉明

E-mail: 9411630@mail.dyu.edu.tw

摘要

環工業者經常使用活性污泥作為有機污染物分解處理的主要媒介；若是要處理的對象是人造有機物(具持久性/難處理特性)，原始微生物(如一般廢水所培養的活性污泥)需要對物質進行一則馴化的階段，才能表現出分解能力。本研究是要對連續流活性污泥加入間歇性/週期性的持久有機物，馴化退化反覆，來研究污泥對該物質的分解能力興衰。研究採用的目標持久有機物是2,4-dichlorophenoxyacetic acid (2,4-D)，固定水力停留時間為8小時，再以污泥停留時間(τ)及操作次數作為變因，2,4-D以直角脈衝式進流衝擊。研究結果顯示：(1)當 τ 太短，則2,4-D處理能力及穩定性不足；(2)當down time小於 τ 時，污泥尚能保持良好之2,4-D分解能力，且操作次數越多則分解效果越顯著；(3)當down time大於 τ 甚遠時，原本已具分解能力的污泥經過世代交替已被替換，剩下的污泥對2,4-D的分解能力已減到極低。

關鍵詞：活性污泥；難分解有機物；2,4-D；馴化；生物分解

目錄

目錄	頁次	封面	內頁	簽名頁	授權書	iii	中文摘要	iv	英文摘要	v	誌謝	vi	目錄	vii	圖目錄	x	表目錄	xiv	第一章 前言	1	1.1 研究緣起	1	1.2 研究內容	2	1.3 研究目的	3	第二章 文獻回顧	5	2.1 活性污泥法	5	2.1.1 活性污泥法之發展經過	5	2.1.2 活性污泥及活性污泥法	6	2.1.3 活性污泥的生成	7	2.1.4 活性污泥中的微生物	13	2.1.5 活性污泥之生物指標	14	2.1.6 影響活性污泥法之因素	17	2.1.7 活性污泥膨化原因與現象	20	2.2 連續活性污泥操作法	26	2.3 活性污泥動力學關係式	27	2.4 微生物分解	29	2.4.1 馴化	30	2.4.2 影響微生物分解的因素	34	2.5 目標有機物2,4-D (2,4-dichlorophenoxyacetic acid)	36	2.6 2,4-D之性質	37	2.7 2,4-D的應用	39	2.8 環境中2,4-D與酚的來源及相關法規規定	39	2.9 氯酚化合物的特性、合成方式及用途	40	2.10 氯酚化合物的毒性與危害性	41	2.11 氯酚化合物之生物降解	41	2.12 2,4-D在一般的環境特性	45	2.12.1 土壤環境(Soil)	45	2.12.2 水相環境 (Water)	46	2.13 2,4-D的擴散機制 (Dissipation Mechanisms)	46	2.14 2,4-D的光分解 (Photodegradation)	47	2.15 2,4-D的吸附 (Adsorption)	47	2.16 2,4-D的化學分解(chemical decomposition)	48	2.17 2,4-D的微生物分解 (Microbial Degradation)	48	2.18 2,4-D與其衍生物	48	2.18.1 2,4-D與其衍生物的物化特性	49	2.18.2 2,4-D與其衍生物在土壤中之半衰期	53	2.19 2,4-D之生物效應	53	第三章 研究方法	55	3.1 實驗材料	55	3.1.1 儀器設備	55	3.1.2 實驗藥品	56	3.1.3 目標有機物	56	3.1.4 一般基質及營養劑	57	3.1.5 菌種來源	58	3.1.6 活性污泥反應器	59	3.2 實驗方法	61	3.2.1 連續活性污泥操作	61	3.2.2 實驗組合	61	3.3 分析方法	66	3.3.1 2,4-D濃度偵測	66	3.3.2 2,4-D檢量液製備	66	3.3.3 微生物菌量之分析	66	第四章 結果與討論	68	4.1 活性污泥分解2,4-D	68	4.2 測試污泥停留時間(τ)對馴化成功的影響 控制組(CA組)	69	4.3 接受衝擊組	72	第五章 結論與建議	84	5.1 結論	84	5.2 建議	85	參考文獻	87	附錄	93	圖目錄	93	圖2.1 活性污泥成熟過程	8	圖2.2 BOD去除機能示意圖	9	圖2.3 微生物之增殖過程	12	圖2.4 活性污泥中微生物之變化	14	圖2.5 具有污泥迴流的連續式活性污泥系統	28	圖2.6 2,4-D馴化示意圖	31	圖2.7 共軛誘發	33	圖2.8 逐一誘發	33	圖2.9 2,4-D之化學結構	38	圖2.10 共氧化代謝簡易示意圖	43	圖2.11 2,4-D的三種衍生物	49	圖3.1 實驗活性污泥反應槽構造示意圖	59	圖3.2 活性污泥槽外觀	60	圖3.3 連續流活性污泥反應器	60	圖3.4 2,4-D進流衝擊週期型式計畫示意	
----	----	----	----	-----	-----	-------	-----	------	-------	----	------	-------	---	----	-------	----	----	-------	-----	-----	-------	---	-----	-------	-----	--------	-------	---	----------	-------	---	----------	-------	---	----------	-------	---	----------	-------	---	-----------	-------	---	------------------	-------	---	------------------	-------	---	---------------	-------	---	-----------------	-------	----	-----------------	-------	----	------------------	-------	----	-------------------	-------	----	---------------	-------	----	----------------	-------	----	-----------	-------	----	----------	-------	----	------------------	-------	----	---	-------	----	--------------	-------	----	--------------	-------	----	--------------------------	-------	----	----------------------	-------	----	-------------------	-------	----	-----------------	-------	----	--------------------	-------	----	-------------------	-------	----	---------------------	-------	----	--	-------	----	-----------------------------------	-------	----	----------------------------	-------	----	---	-------	----	--	-------	----	-----------------	-------	----	------------------------	-------	----	---------------------------	-------	----	-----------------	-------	----	----------	-------	----	----------	-------	----	------------	-------	----	------------	-------	----	-------------	-------	----	----------------	-------	----	------------	-------	----	---------------	-------	----	----------	-------	----	----------------	-------	----	------------	-------	----	----------	-------	----	-----------------	-------	----	------------------	-------	----	----------------	-------	----	-----------	-------	----	-----------------	-------	----	---	-------	----	-----------	-------	----	-----------	-------	----	--------	-------	----	--------	-------	----	------	-------	----	----	-------	----	-----	-------	----	---------------	-------	---	-----------------	-------	---	---------------	-------	----	------------------	-------	----	-----------------------	-------	----	-----------------	-------	----	-----------	-------	----	-----------	-------	----	-----------------	-------	----	------------------	-------	----	-------------------	-------	----	---------------------	-------	----	--------------	-------	----	-----------------	-------	----	------------------------	-------	--

圖.....64	圖4.1 從未接觸過2,4-D的活性污泥在CSTR與2,4-D反應的情形(c=8天, 2,4-D進流濃度為50mg/L).....69	圖4.2 活性污泥處理2,4-D的出流濃度與污泥停留時間的關係.....70	圖4.3 活性污泥生長與污泥停留時間的關係.....71	圖4.4 長時間活性污泥處理2,4-D的出流濃度與污泥停留時間的關係.....72	圖4.5 移除進流2,4-D經過5天之後(DT=5), 再行進流2天; 此時活性污泥處理2,4-D的情形(c分別為8天及12天。紅色實線為2,4-D進流濃度為50mg/L).....74	圖4.6 移除進流2,4-D經過8天之後(DT=8), 再行進流2天; 此時活性污泥處理2,4-D的情形(c分別為8天。紅色實線為2,4-D進流濃度為50mg/L).....75	圖4.7 移除進流2,4-D經過16天之後(DT=16), 再行進流2天; 此時活性污泥處理2,4-D的情形(c分別為8天。紅色實線為2,4-D進流濃度為50mg/L).....76	圖4.8 移除進流2,4-D經過24天之後(DT=24), 再行進流2天; 此時活性污泥處理2,4-D的情形(c分別為8天。紅色實線為2,4-D進流濃度為50mg/L).....77	圖4.9 活性污泥系統在 c=8天, 經過不同DT之後, 2,4-D再行進流2天; 此時活性污泥處理2,4-D的情形(DT分別為5天及12天。紅色實線為2,4-D進流濃度為50mg/L)....79	圖4.10 活性污泥系統在 c=12天, 經過不同DT之後, 2,4-D再行進流2天; 此時活性污泥處理2,4-D的情形(DT分別為5天及12天。紅色實線為2,4-D進流濃度為50mg/L).....80	圖4.11 活性污泥系統在 c=14天, 經過不同DT之後, 2,4-D再行進流2天; 此時活性污泥處理2,4-D的情形(DT分別為5天及12天。紅色實線為2,4-D進流濃度為50mg/L).....82	表目錄	表2.1 活性污泥法允許重金屬濃度.....19	表2.2 膠羽生成菌與絲狀菌生理特性.....24	表2.3 相關研究文獻.....43	表2.4 2,4-D與其衍生物的顏色.....49	表2.5 2,4-D與其衍生物的物理狀態.....50	表2.6 2,4-D與其衍生物的氣味.....50	表2.7 2,4-D與其衍生物的熔點.....50	表2.8 2,4-D與其衍生物的密度.....51	表2.9 2,4-D與其衍生物的溶解度.....51	表2.10 2,4-D與其衍生物的蒸氣壓.....51	表2.11 2,4-D與其衍生物的游離常數.....52	表2.12 2,4-D與其衍生物的辛銅/水分離係數.....52	表2.13 2,4-D與其衍生物的pH值.....52	表3.1 每日營養鹽液配方.....58	表3.2 控制組的實驗組合.....62	表3.3 衝擊試驗所有組合.....64	表3.4 接受衝擊組與反應器 c作比較之實驗組合說明.....65
----------	--	--	------------------------------	---	--	--	--	--	---	--	--	-----	--------------------------	---------------------------	--------------------	---------------------------	-----------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	----------------------------	-----------------------------	------------------------------	----------------------------------	-----------------------------	----------------------	----------------------	----------------------	-----------------------------------

參考文獻

- 參考文獻 1.A. Vallecillo, P. A. Garcia-Ehncina, M. Pena, (1999). Anaerobic biodegradability and toxicity of chlorophenols. *Wat. Sci. Tech.*, Vol.40, 161~168. 2.Aiking H., and G. Sojka, (1979). Response of *Rhodospseudomonas capsulate* to illumination and growth rate in light-limited continuous culture. *Journal of bacteriology*. Vol.139, pp.530~536. 3.Allan E.K., (1993). Distribution and activity of microorganisms in lake effect of physical processes. pp.47~68. in Ford Y. E. eds. *Aquatic Microbiology*. Blackwell Scientific Publication, Inc., Boston. 4.Aly, O.M., and S.D. Faust, (1964). Studies on the fate of 2,4-D and ester derivatives in natural surface waters. *Agric. Food Chem.* 12(6):541~546. 5.Audus, L.J, (1960). Herbicide behaviour in the soil. Chapter 5 in *Physiology biochemistry of herbicides*. L. J. Audus. Academic Press, New York, N. Y.555. 6.CCME (1995), 2,4-D. In: Canadian water quality guidelines. Ottawa, Ontario, Canadian Council of Ministers of the Environment. 7.Foster P.L. and J.M. Trimarchi, (1994). Adaptive reversion of a frameshift mutation in *Escherichia coli* by small base deletion in homopolymeric runs. *Science*, Vol. 265, pp.407~409. 8.Foster, R.K. and R.B. Mckercher, (1973). Laboratory incubation studies of chlorophenoxyacetic acids in chernozemic soils. *Soil Biol. Biochem.* 5, 333~337. 9.Gaudy,A.F., and Gaudy, E.T., (1980). *Microbiology for Environmental Scientists and Engineers*. Mc.Graw-Hill Now York. 10.Halter, M, (1980). 2,4-D in the aquatic environment. Section II in *Literature Reviews of Four Selected Herbicides: 2,4-D, dichlobenil, diquat & endotall*. Shearer R., and M. Halter, eds. 11.Hemmett, R.B. and S.D. Faust, (1969). Biodegradation Kinetics of 2,4-dichlorophenoxyacetic acid by aquatic microorganisms. *Residue. Rev.*29:191~207. 12.Hu, H.Y., Nozawa, M., Fujie, K. Makabe, T. and Urano K. (1998) Analysis of microbial acclimation to refractory chemicals in wastewater using respiratory quinone profiles. *Wat.Sci.Tech.* Vol.37, pp.407~411. 13.Johnson. W.G., T.L. Lavy, and E.E. Gbur, (1995b). Sorption mobility, and degradation of triclopyr and 2,4-D and four soils. *Weed Sci.* 43:678~684. 14.Johnson.W.G., T.L, Lavy, and E.E. Gbur, (1995a). Persistence of Triclopyr and 2,4-D in Flooded and Non-Flooded Soil. *Journal of Environmental Quality*, 24(3) pp493~497. 15.K. W. Wang, B. C. Baltzis, G. A. Lewandowski, (1996). Kinetics of phenol biodegradation in the presence of glucose. *Biotechnology and Bioengineering*, Vol.51, Issue 1, pp87~94. 16.Kintz, P., Tracqui, A., and Mangin, P., (1992). Accidental death caused by the absorption of 2,4-dichlorophenol through the skin. *Archives of Toxicology*, 66: 298~299. 17.Kunc F, Rybarova J., (1983). Effect of glucose on the amount of bacteria mineralizing 2,4-dichlorophenoxyacetic acid in soil. *Folia Microbiol (Praha)*. 28(1):54~56. 18.McCarthy, D.L., Navarrtet, S., Willett, W.S., Babbitt, P.C., and Copley, S.D, (1996). Exploration of the relationship between tetrachlorohydroquinone dehalogenase and the glutathione S-transferase superfamily, *Biochemistry*, 35(46): 14634~14642. 19.Oh, K.H, and O.H. Tuovinen, (1991). Bacterial degradation of phenoxy herbicide mixtures 2,4-D and MCP. *Bull. Euvir. Contum. Toxicol.*47:222~229. 20.Prescott L.M., J.P. Harley and D.A. Klein, (1999). *Microbiology*,4th ed. McGraw-Hill. 21.Que Hee, S.S., and R.G. Sutherland, (1981). *The phenoxyalkanic Herbicides, Volume 1 : Chemistry, Analysis, and Environmental Pollution* Press. Inc., Boca Raton, Florida 319 pgs. 22.Rheinheimer G, (1992). The influence of environmental factors on the development of microorganisms. pp.111~147. in Rheinheimer G. eds. *Aquatic Microbiology* 4th ed. Baffins Lane, England. 23.Sandmann erima Loos, and Ip Van Dyk, (1988). The microbial degradation of 2,4-Dichlorophenoxyacetic acid in soil. *Reviews Environ. Contam. Toxicol.* 101:1~53. 24.Shaw, L.J., and R.G. Burns, (1998). Biodegradation of 2,4-D in a noncontaminated grassland soil profile *J. Environ. Qual* 27.pp.1464~1471. 25.Tyler, J.M. and Finn, R.K., (1974). Growth rates of a

pseudomonas on 2,4-dichlorophenoxyacetic acid and 2,4-dichlorophenol. Applied Microbiology, 28(1): 181~184. 26.Vallecillo, A., Garcia-Encina, and Pena, M., (1999). Anaerobic biodegradability and toxicity of chlorophenols. Water Science and Technology, 40(8): 161~168. 27.Wang, Y., C. Jaw, and Y. Chen, (1994). Accumulation of 2,4-D and glyphosate in fish and water hyacinth. Water Air Soil Pollut. 74: 397~403. 28.WHO (1984), 2,4-Dichlorophenoxyacetic acid (2,4-D). Geneva, World Health Organization (Environmental Health Criteria 29). 29.Winteringham, F.P.W., (1985). Environment and Chemicals in Agriculture. Elsevier Applied Sc. Pub., London. 30. 「水污染防治法規」, 行政院環境保護署環境保護人員訓練所編印, (2003). 31.王三郎, 「應用微生物學」, 高立圖書有限公司, (1994). 32.王俊欽、李季眉, 「固定化微生物對2,4-二氯酚及2,4,6-三氯酚之分解」, 第二十屆廢水處理技術研討會論文集, 第1-9~1-15頁, (1995). 33.王俊欽、李季眉、盧至人, 「酚對於固定化微生物分解2,4,6-三氯酚之影響」, 國立中興大學工程學報, 第八卷, 第178頁, (1997). 34.李茂山、盧至人, 「受2,4-二氯酚污染土壤之生物復育」, 第二十三屆廢棄物處理技術研討會論文集, 第299~304頁, (1998). 35.林志勇, 「微生物分解能力之化學計量」, 私立大葉大學環境工程學系研究所碩士論文, (2002). 36. 「活性污泥法新技術」, 經濟部工業污染防治技術手冊, (1994). 37.張紘偉, 「氯酚分解的質體核酸(plasmid DNA)量化分析」, 私立大葉大學環境工程學系研究所碩士論文, (2003). 38.陳國樹、袁紹英、張碧芬, 「厭氧混合菌分解氯酚化合物之研究」, 第十八屆廢水處理技術研討會論文集, 第487~499頁, (1993). 39.曾四恭、盧中榮, 「不同碳源對氯酚脫氯之影響」, 第二十屆廢水處理技術研討會論文集, 第3-39~3-44頁, (1995). 40.黃秋榕, 「固定化氯酚分解菌處理廢水中含氯酚類有毒物質之研究」, 國立中興大學環境工程學系研究所碩士論文(1993), . 41.廖宏慈, 「氯酚?類衍生物誘發DNA氧化損害作用之研究」, 國立中興大學環境工程學系研究所碩士論文, (2001). 42.蔡旭清, 「活性污泥分解2,4-D中間產物之動態」, 私立大葉大學環境工程學系研究所碩士論文, (2003). 43.歐陽嶠暉, 「下水道工程學」, 長松文化公司, (2000).