

# 嘉南藥理科技大學專題研究計畫成果報告

計畫名稱

地下水體與培養基質中氯苯化合物之芬頓氧化降解

計畫類別：個別型計畫      整合型計畫

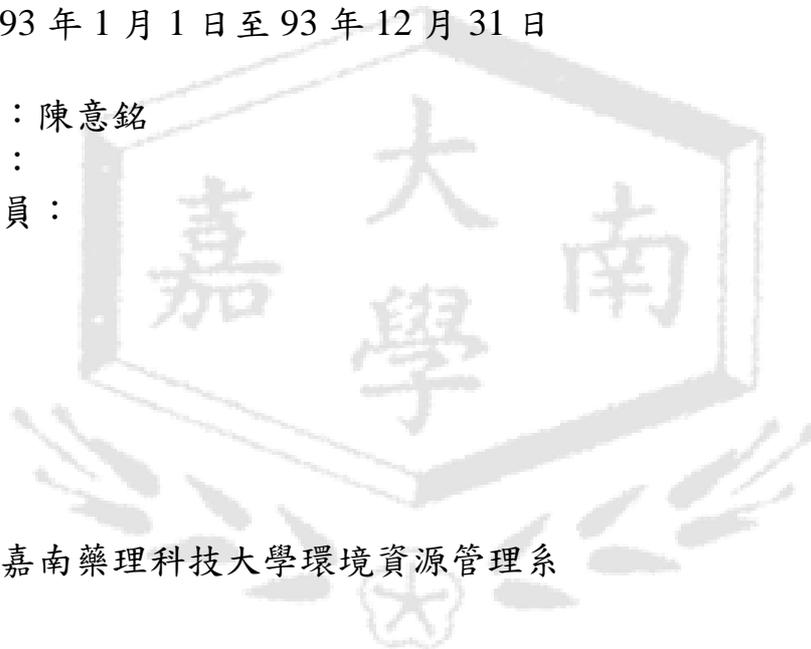
計畫編號：CNEM93-03-(3)

執行期間：93年1月1日至93年12月31日

計畫主持人：陳意銘

共同主持人：

計畫參與人員：



執行單位：嘉南藥理科技大學環境資源管理系

中華民國九十四年二月二十一日

# 嘉南藥理科技大學專題研究計畫成果報告

地下水體與培養基質中氯苯化合物之芬頓氧化降解

## Degradation of chlorinated benzenes in groundwater and synthetic media by Fenton system

計畫編號：CNEM93-03-(3)

執行期限：93 年 1 月 1 日至 93 年 12 月 31 日

主持人：陳意銘 嘉南藥理科技大學環境資源管理系

### 一、 中英文摘要

利用化學氧化分解程序進行有機毒性物質之排除，為近來頗受重視之研究方向。本計畫利用芬頓氧化系統，對於六氯苯(HCB)採取化學性氧化分解程序。研究成果顯示，採用化學氧化降解，高含氯量之芳香族化合物具有抵抗化學氧化之特性，因此 Fenton 系統針對這類化合物並無明顯降解效果。若以 Fenton 系統處理低含氯量之 135-三氯苯、13-二氯苯、14-二氯苯，其降解率可達 72%、88%與 86%。然而若在環境基質溶液中進行化學氧化作用，因為溶液之有機質與微生物的干擾，其化學氧化效率會明顯降低，此外研究結果亦顯示，較低有機質將有助於氯苯化合物之氧化降解。

關鍵詞：六氯苯、化學氧化、芬頓系統

### Abstract

Recently, a method of chemical oxidation treatment to deplete the HCB

pollutions were discussed. In this study, the degradations of HCB were made by chemical oxidation procedures. The results suggested that the highly chlorinated aromatics were more resistant to Fenton oxidation than less chlorinated ones. The less chlorinated compounds, 135-trichlorobenzene, 13-dichlorobenzene, 14-dichlorobenzene were treated by Fenton system with decomposition ratios of 72%, 88% and 86%, respectively. The organic matters in the environmental water bodies and media solutions had reduced the extent of oxidation. In this study, we also evaluated how the organic contents affected the efficiency of Fenton system.

Keywords : Hexachlorobenzene,  
Chemical oxidation, Fenton system

### 二、 緣由與目的

含氯芳香族化合物中氯苯類化合物 (chlorinated benzenes, CBs)廣泛而大量地

利用於農、工業上，如農業用之殺蟲劑、殺菌劑，工業上之工業原料等。長期以降，氯苯類化合物在土壤、水體及生物體已造成嚴重的污染<sup>(1,2)</sup>。這些含氯芳香族化合物對多種生物均具毒性<sup>(3)</sup>，對微生物具抑制性，對人類亦有致突變性與致癌性<sup>(4)</sup>，其中尤以高含氯量之六氯苯(hexachlorobenzene, HCB)的危害最受重視，因此我國環保署明定多種氯苯類化合物為重要列管毒性物質。

近來台灣地區一連串水產魚貝類之含毒性物質事件，顯示環境有機毒性物質之處置迫在眉睫，在在引起環境與衛生學界的注意，亟欲達成該類化合物(CBs)等污染的防治及排除。在處理受污染的土壤與地下水之方法上，雖然採用生物處理法將有機污染物加以好氧礦化分解之研究已漸成熟，其費用與其他處理方法相較之下較為經濟，然而 CBs 為有毒性物質，若利用傳統的生物處理法(如活性污泥法、旋轉生物法、生物濾床等)處理，則會因此類化合物對微生物的抑制作用，容易造成整個生物處理系統的操作不良，而無法有效達到處理目的。因此化學處理法成為重要的處理方式，相關研究指出<sup>(5,6)</sup>，若於受污染土壤中注入適量過氧化氫，能有效去除難分解之有機物質，且過氧化氫分解後之產物可作為氧源供微生物利用，故此種兼具生物及化學反應之處理方式格外受到重視。本研究採取 Fenton 氧化系統，對於 HCB

等化合物進行化學性氧化分解程序，達成將 HCB 等化合物裂環分解之目標。

### 三、 結果與討論

#### 1. 氯苯化合物之 Fenton 降解效能比較

對各種化合物進行 Fenton 反應，比較固定條件下氧化降解效果，降解結果如表一所示，不同含氯量之氯苯化合物進行 Fenton 反應後之降解率。

表一 氯苯化合物之 Fenton 降解率

反應條件一： pH=3, H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> 0.1 ml, FeSO <sub>4</sub> 0.01 M		
氯苯化合物	降解率(%)	反應時間(Min)
一氯苯	78	30
二氯苯	52~68	30
三氯苯	37~62	30
四氯苯	31~39	60
五氯苯	33	60
六氯苯	21	60
反應條件二： pH=2, H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> 0.2 ml, FeSO <sub>4</sub> 0.01 M		
氯苯化合物	降解率(%)	反應時間(Min)
一氯苯	95	30
二氯苯	85~88	30
三氯苯	72~76	30
四氯苯	56~62	30
五氯苯	52	30
六氯苯	34	30

結果顯示，高含氯量之氧化分解效果甚差，不到 40%，然而低含氯量者之分解則可高達 80%，顯見 Fenton 系統對於 HCB 等高氯化合物非屬有效之方法。此外，相同含氯數之氯苯化合物，例如三氯苯(trichlorobenzene, TCB)有 123-三氯苯、124-三氯苯、135-三氯苯，這三種同類物之 Fenton 降解率分別為 72%、76%、76%，

差距並不大。

## 2. 有機成分對脫氯產物氧化分解的影響

研究分為兩部份，首先進行環境地下水體培養液之有機成分降低研究，實驗利用厭氧培養與好氧培養來降低有機物含量，結果如表二所示，

表二 添加有機物之水體培養液經不同培養方式之有機物分解情形

培養液添加物		培養方式	處理前 COD (mg/L)	處理後 COD (mg/L)	培養期 (天)
不添加		厭氧	98	76	30
		好氧	92	70	10
		厭氧-好氧	103	72	30-10*
YE** (g/L)	5	厭氧	4568	2465	60
		好氧	4568	1126	15
		厭氧-好氧	4568	983	70-15
	1	厭氧	863	362	45
		好氧	863	213	15
		厭氧-好氧	863	247	50-15
	0.1	厭氧	162	124	30
		好氧	162	89	15
		厭氧-好氧	162	79	35-15
Suc	5	厭氧	5018	2796	60
		好氧	5018	1352	15
		厭氧-好氧	5018	1035	70-15
	1	厭氧	921	405	45
		好氧	921	296	15
		厭氧-好氧	921	301	50-15
	0.1	厭氧	185	118	30
		好氧	185	132	15
		厭氧-好氧	185	103	35-15
Glu	5	厭氧	4855	2393	60
		好氧	4855	756	15
		厭氧-好氧	4855	697	70-15
	1	厭氧	987	362	45
		好氧	987	298	15
		厭氧-好氧	987	304	50-15
	0.1	厭氧	173	98	30
		好氧	173	102	15
		厭氧-好氧	173	93	35-15

\*:30-10 表示先經厭氧培養 30 天，再經好氧培養 10 天。

\*\* :YE 為 yeast extract, Suc 為 Sucrose, Glu 為 Glucose。

至於第二部份之工作，則取用前述經培養降低有機含量的培養液，調整部份組別之 COD 值，加入氯苯化合物進行 Fenton 氧化分解，實驗結果如表三所示：

表三 不同培養方式之培養液中氯苯化合物之 Fenton 分解情形

培養液添加物	培養方式	COD (mg/L)	氧化分解率(%)			
			135-TCB	13-DCB		
不添加	An*	76	56	82		
	Ae	70	52	79		
	Bi	72	52	80		
YE** (g/L)	5	2465	11	23		
		An	1000#	22	30	
		697 <sup>§</sup>	28	41		
		Ae	1126	19	39	
		323 <sup>§</sup>	41	69		
		Bi	983	25	37	
	1	An	362	39	70	
		300#	46	68		
		115 <sup>§</sup>	53	78		
		Ae	213	56	68	
		132 <sup>§</sup>	53	77		
		Bi	247	50	70	
	0.1	An	124	53	81	
		100#	56	79		
		Ae	89	51	81	
Bi		79	54	80		
Suc		5	An	2796	12	26
			1000#	24	38	
	Ae		1352	16	39	
	1	1000#	22	38		
		Bi	1035	25	41	
		An	405	35	52	
	0.1	300#	43	56		
		Ae	296	42	61	
		Bi	301	40	63	
Glu	5	An	118	53	72	
		Ae	132	55	70	
		Bi	103	52	80	
	1	An	2393	15	27	
		1000#	26	35		
		Ae	756	29	38	
		Bi	697	34	41	
		An	362	39	52	
		300#	46	57		
0.1	Ae	298	45	61		
	Bi	304	43	58		
	An	98	53	79		
0.1	Ae	102	59	83		
	Bi	93	51	80		

\*:An 為厭氧，Ae 為好氧，Bi 為厭氧後好氧

#:培養液以二次水稀釋

@:培養液經 0.2um 濾膜過濾

由結果觀之，有機質含量對於低氯量之氯苯氧化降解影響甚大，當 COD 大於 1000，則分解率遽降至 30% 以下，但若將 COD 值降至 100 mg/L 的水準，則分解率則與純水中進行的相去不遠。因此有兩種方法可以改善有機物之干擾，一是降低有機物之添加，其次，對於培養液與天然水體進行適當的曝氣，亦可降低其有機質含量。此外，不同有機物添加的組別，若其 COD 值相近，則各氯苯化合物之氧化降解率差異不大。

#### 四、計畫成果自評

1. 完整進行各種氯苯化合物之 Fenton 反應研究，並據以建立各化合物最適之 Fenton 反應條件。
2. 經由有機物添加方式，已成功探討有機成份對氯苯化合物進行氧化降解之影響。

#### 五、參考文獻

1. Kawamoto, K., and K. Urano. Parameters for predicting fate of organochlorine pesticides in the environment (I) octanol-water and air-water partition coefficients. *Chemosphere*. 1989. 18:1987-1996.
2. Humppi, T. Observation of

polychlorinated phenoxyanisoles in technocal chlorophenol formulation and in sawmill environment. *Chemosphere*. 1985. 14:523-528.

3. van Gestel, C.A.M., W.C. Ma, and C.E. Smit. 1991. Development of QSARs in terrestrial ecotoxicology: Earthworm toxicity and soil sorption of chlorophenols. Chlorobenzenes and dichloroaniline. *Sci. Total Environ*. 109-110:589-604.
4. Gobas, F.A.P.C., E. J. McNeil, L. Lovett-Doust, and G. D. Franks. Migration of wood-preserving chemicals in contaminated ground water in sand aquifer at Pensacola, Florida. *Environ. Sci. Technol.* 1985. 19:955-961.
5. Valo, R., J. Apajalahti, and M. Salkinoja-Salonen. Studies on the physiology of microbial degradation of pentachlorophenol. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 1985. 21:313-319.
6. Walling, C. Fenton's Reagent Revisited. *Accounts of Chemical Research*. 1975. 8:125-131.