

環境荷爾蒙 - 壬基苯酚與雙酚A 在臺灣水環境中之分析與流布調查

1996年美國的暢銷書Our Stolen Future(國內中譯本「失竊的未來—生命的隱形浩劫」)再一次喚醒人類對化學污染物的重視，書中舉出許多化學污染物對人類與生態的嚴重影響，甚至禍延後代，並將這些物質命名為「外因性內分泌干擾化學物質(Environmental Endocrine Disrupting Chemicals)」，或稱為Endocrine Disruptors¹，而日本學術界認為此名詞一般人不易瞭解，因此乃創出較為大眾接受的「環境荷爾蒙(Environmental Hormones)」。荷爾蒙又稱為激素，為分佈於生物體內各處之線體，如甲狀腺、腎上腺、性腺等，所製造的微量化學物質，主要在控制生物體的發育、新陳代謝活動、臟器功能與生理活動，以及性別和生殖功能發育等作用。環境荷爾蒙即指存在於周遭環境中的微量化學物質，通常經由食物鏈進入體內，形成假性荷爾蒙，傳送假性化學訊號，進而干擾內分泌之原本機制，造成內分泌失調，特別是在生殖機能或引發與荷爾蒙相關之惡性腫瘤方面。對懷孕期胚胎或成長初期影響頗大，並導致雌雄不分，終致絕其子嗣。而壬基苯酚(Nonylphenol，簡稱NP)和雙酚A(Bisphenol A，簡稱BPA)便是被證實為環境荷爾蒙之兩種化合物。壬基苯酚及何謂環境荷爾蒙雙酚A之結構。

生物危害

由於壬基苯酚之化學結構與動物雌性激素結構相似，會干擾內分泌之原本機制，造成內分泌失調。當此類物質由食物鏈進入到魚體內，經生物累積作用(Bioaccumulation)，使得體內濃度劇增，由研究報告指出此雄性魚類精子數目會降低，且含有較高的卵黃前質(vitellogene)，導致魚類雌雄不分，因而喪失繁衍能力。而雙酚A近年來亦被證實其具有干擾生物的內分泌激素調節機制，使得動物失去性別特徵，喪失生殖能力。日本最近更報導，在人類母體臍帶中發現1.2~2.0 ng/g (wet weight)之壬基苯酚及0.4-1.6 ng/g (wet weight)的雙酚A，目前正進一步追蹤調查其來源，及其對胎兒成長發育之影響。

主要來源

壬基苯酚之主要來源為壬基苯酚聚乙氧基醇類非離子型界面活性劑，簡稱NPEO，如圖二)之微生物降解殘留物質。因NPEO大量使於工業洗滌和民生用品上，而壬基苯酚(Nonylphenol，簡稱NP)和其相關殘留化學物質(例如Nonylphenol Polyethoxy Carboxylate，簡稱NPEC)等，在水環境中又不易再被分解，使得此類有機物質在世界各國河川中皆被檢測。而雙酚A為一低揮發性的化合物，大部分(99.9%以上)被使用於製造碳酸脂聚合物和環氧化合物或苯酚化合物樹脂。在塑膠製程中，如聚氯乙烯，會添加雙酚A為穩定劑或抗氧化劑。理論上，這些化學污染物會在工業或民生用廢水處理廠中被分解處理，但由於臺灣目前之廢污水處理廠嚴重不足，平均只有5%之廢污水經處理後排放，其餘廢污水，皆直接排放到河川中，而造成河川嚴重污染。雖然歐美與日本已對此類污染物有許多研究，然而國內之經濟活動與國人生活型態，和歐美國家差異極大，因此壬基苯酚與雙酚A在國內環境中之流布情況，不能完全參考國外數據，尤其在對環境荷爾蒙之風險評估中，所要考慮之曝露量，必須依據本土參數取得本土數據加以計算，才不會遺漏或錯估此兩類環境荷爾蒙之風險。本研究之主要目的，即為發展分析方法與調查臺灣地區主要河川中壬基苯酚與雙酚A污染之現況及濃度之流佈。期望能瞭解壬基苯酚及雙酚A對水中生態環境之影響，並提供對河川資源管理，永續經營與保育之科學依據。

分析方法

本研究之分析檢測方法主要以黑石墨碳(GCB)固相萃取管柱，萃取與濃縮水樣中之壬基苯酚4,5及雙酚A 6。以氣相層析質譜儀(GC-MS)之選擇質量層析圖(Extracted Ion Chromatography)中的壬基苯酚之特徵斷裂 m/z 135 + m/z 149層析峰群及雙酚A之特徵斷裂 m/z 213 + m/z 228層析峰來鑑定並定量。並藉由大體積進樣裝置的輔助，以提高偵測壬基苯酚及雙酚A的精確度及靈敏度⁵，其層析圖如圖三所示。而本實驗以GCB進行固相萃取壬基苯酚及雙酚A之各種回收率，其測試結果如表一所示，且方法於200毫升水樣中的偵測濃度，分別皆為0.1 μ g/L (ppb)。

分析結果

結果顯示，臺灣地區五條主要河川(淡水河、頭前溪、朴子溪、高屏溪、東港溪)所含NP及BPA之濃度範圍分別為0.5-2.4 μ g/L、<0.1-3.0 μ g/L，如圖四所示。若以歐盟對NP風險評估所設定之預估無影響濃度值(Predicted-no-effect concentration) 0.7 μ g/L而言，台灣地區五條主要河川中所含NP之濃度有78%之樣品已超出此規定值。對於NPEO另外一類降解殘留物質NPEC在水樣中之含量檢測結果，如表二所示，其濃度範圍為0.2-73 μ ，其中擬似標準品(Octylphenoxy acetic acid，簡稱OPEC)之平均回收率為93%(RSD=10%，n=22)。雖然NPEC對動物之內分泌干擾不如NP大，但其可能為NP之前驅物質，且在水含量中高於NP濃度，因而對水中生態之衝擊將是顯而易見的。

表一. 壬基苯酚與雙酚A於各水樣之背景濃度及其添加回收率結果

樣品	壬基苯酚	雙酚 A
去離子水(n=5) 添加回收率(%)	84(6.0%)	80(5%)
淡水河河水(n=3)背景濃度(µg/L)	25.0(1.6%)	n.d.
高屏溪河水(n=3)背景濃度(µg/L)添加回收率(%)	0.7(3.5%)--	n.d. 82(4.8%)
東港溪河水(n=3)背景濃度(µg/L)添加回收率(%)	1.0(4.8%) --	1.8(5.0%) 85(6.9%)

括號內數據為相對標準偏差

---：表示無偵測

n.d.：偵測之濃度小於方法的偵測極限

表二、台灣地區河川水中NPEC之含量

河川	NP1EC(µg/L)	NP2EC(µg/L)	NP3EC(µg/L)
淡水河(n=8)	8.8-73.0	7.0-20	1.0-4.0
頭前溪(n=3)	0.6-1.9	5.0-9.0	n.d.-0.1
朴子溪(n=2)	5.7-7.2	6.0-16.0	4.0-6.1
高屏溪(n=4)	0.6-5.2	7.2-13.0	n.d.-0.5
東港溪(n=5)	0.8-4.1	5.2-4.8	n.d.-0.4

括號內數據為相對標準偏差

---：表示無偵測

n.d.：偵測之濃度小於方法的偵測極限

表三、各國河川水中壬基苯酚(NP)及雙酚A(BPA)之含量

國家	NP(µg/L)	BPA(µg/L)
瑞士	<0.3-2.0	--
美國	<0.1-0.6	2.0-8.0
加拿大	<0.01-0.92	--
英國	<0.1-5.	--
德國	0.01-0.4	0.004-0.065
日本	0.1-3.1	0.01-0.27
台灣	0.5-2.4	0.05-3.0

--、表示無資料

結語

由此初步採樣分析結果證實，台灣地區河川水樣中壬基苯酚與雙酚A其相關化學物質之濃度，略高於歐美地區且流布廣闊，其與各國河川水中壬基苯酚及雙酚A之濃度比較，如表三所示。由於亞洲太平洋(除日本外)大部份國家皆為開發中國家，相關工業與產業正蓬勃發展，但欠缺相對應之環境保護措施，例如廢污水處理廠嚴重不足，以致造成河川嚴重污染。臺灣地區河川對此類污染物之分析與流布調查結果，可作為其他國家有類似環境染問題之指標。本研究之結果更有助於探討此類污染物，在未經處理便直接排放至河川中對河川之生態影響，並與歐美各國之分析結果比較，提供相關主管參考，拿出具體辦法，以謀求臺灣地區河川永續經營與生態保育之改善。

參考資料

- 1.江晃榮，科學教育，民國87年9月。
- 2.H.Takada, et al.,International conf. Endocrine Disrupting Chemicals,Abstract No.P16(1999).

3.B. Thiele, K. Gunther, M.J. Schwuger,Chem. Rev.(1997) 97, 3247-3272.

4.曾新華，「非離子型界面活性劑之微量分析探討」碩士論文，國立中央大學化學研究所(1998)。5.W.H.Ding, S.H. Tzing, J.Chromatogr.A(1998)824,79-90.

6.W.H. Ding, C.Y. Wu, J. Chin.Chem.Soc.(2000)in press.

(註：本文主要內容已發表於Journal of Chinese Chemical Society (2000) Vol. 47, 中)

國立中央大學 化學系 吳建誼、丁望賢

本網頁於097/06/03編輯發行，最新檢視日期：102/03/01。

【資料內容為已確認之文件，非屬應即時更新之統計資訊】

