

環境荷爾蒙－塑膠添加物(鄰苯二甲酸酯類)之環境流布

前言

環境荷爾蒙係指外因性干擾生物體內分泌之化學物質，此類化合物是在環境中殘留之微量化學物質，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，並影響本身體內荷爾蒙含量，進而干擾內分泌之原本機制，造成內分泌失調，可能阻害生物體生殖機能或引發惡性腫瘤，對懷孕期胚胎或成長初期影響頗大。早在1897年出版的「文明的殘酷」一書就已預言：文明的進步將招致自然殘酷的反撲。1962年「寂靜的春天(Silent Spring)」一書更進而指出殺蟲劑(DDT)對自然生態的危害。1996年出版的「失竊的未來(Our Stolen Future)」及1997年出版的「雌性化自然(The Feminization of Nature: Our Future at Risk)」二本書，具體舉證了提供「文明生活」的74種化學物質對於人類及生態的禍害，並將這些化學物質定名為「外因性內分泌干擾物質」。1997年7月，日本的NHK在探討此一相關問題時，與會人士認為上項名稱太專業化，因此乃依其特性創造了「環境荷爾蒙」的新名詞。而此一名詞即成為1998年日本十大流行語。迄今日本已出版了18本皆以「環境荷爾蒙」為書名的相關書籍。

何謂鄰苯二甲酸酯類

塑膠，這個與我們日常生活息息相關的人造物質將人類的物質生活帶向了另一個紀元。因為塑膠具有良好的延展性與穩定的物理化學特性所以被人類大量使用於建築原料、家具設備、運輸工具之材料、衣物、食品包裝與醫藥產品等。使得塑膠如此神奇的原因即是其中所添加的塑化劑－鄰苯二甲酸酯類(Phthalate esters)。鄰苯二甲酸酯類(Phthalate esters)是鄰苯二甲酸(Phthalate acid)的衍生物，其為具有芳香氣味的無色液體，中等黏度、高分子量、高穩定性、低揮發性，在水中溶解度很小，但容易溶於多數有機溶劑中。鄰苯二甲酸酯類在日常及工業上被廣泛使用於聚氯乙烯、聚丙烯、聚乙烯、聚苯乙烯的生產，亦可作為塑化劑、可塑劑、膠合劑、塗料、油墨等用途。日前日本環境廳所公告的疑似環境荷爾蒙中包括八種工業上做為可塑劑的鄰苯二甲酸酯類，其中用量最大的兩種：鄰苯二甲酸二(2-乙基己基)酯(di-(2-ethyl hexyl) phthalate)及鄰苯二甲酸二丁酯(dibutylphthalate)，於中華民國八十八年十二月二十四日也由我國環保署所列管。

過去25年美國使用鄰苯二甲酸酯類化合物的生產量直線增加，從1961年到1970年產量每年增加10%。1978年鄰苯二甲酸酯類化合物的年產量達50萬噸，且還在上升。1998年世界各國年產量大約為美國產量的3-4倍，其他主要生產國家是日本、俄羅斯以及德國。而台灣的年產量為美國的10%，約七十萬噸。

由於鄰苯二甲酸酯類被大量檢出於兒童玩具及用品中，因此歐盟於1999年12月7日正式作出決定，在歐盟成員國內，對三歲以下兒童使用之與口接觸的玩具以及其他兒童用品(如：嬰兒奶嘴、出牙器等)中的聚氯乙烯塑料(簡稱PVC塑料)中的塑化劑含量進行限制，要求PVC中所含六種鄰苯二甲酸酯類物質：鄰苯二甲酸二(2-乙基己基)酯(DEHP)、鄰苯二甲酸二異壬酯(DINP)、鄰苯二甲酸二辛酯(DNOP)、鄰苯二甲酸二丁酯(DBP)、鄰苯二甲酸二異癸酯(DIDP)、鄰苯二甲酸丁酯苯甲酯(BBP)，總含量不超過0.1%。目前已有9個國家立法禁止上述PVC玩具的銷售和使用。

因為人類對於鄰苯二甲酸酯類的龐大需求量，使得各國在工業上大量製造並對整個生態環境造成不小的污染。因此，許多科學家對其污染與危害十分關注，目前包括歐盟及美日各國均已將此類化合物訂為優先列管物質。

表一.日本、美國及歐盟目前已列管之鄰苯二甲酸酯類化合物:

日本	美國	歐盟
鄰苯二甲酸二乙酯 Diethyl phthalate	鄰苯二甲酸二甲酯 Dimethyl phthalate	鄰苯二甲酸丁酯苯甲酯 Benzyl butyl phthalate
鄰苯二甲酸丁酯苯甲酯 Benzyl butyl phthalate	鄰苯二甲酸二乙酯 Diethyl phthalate	鄰苯二甲酸二丙酯 Dipropyl phthalate
鄰苯二甲酸二丁酯 Di-n-butyl phthalate	鄰苯二甲酸二丙酯 Dipropyl phthalate	鄰苯二甲酸二辛酯 Di-n-octyl phthalate
鄰苯二甲酸二丙酯 Dipropyl phthalate	鄰苯二甲酸二丁酯 Di-n-butyl phthalate	鄰苯二甲酸二丁酯 Di-n-butyl phthalate
鄰苯二甲酸二(2-乙基己基)酯 Di-(2-ethyl hexyl) phthalate	鄰苯二甲酸二(2-乙基己基)酯 Di-(2-ethyl hexyl) phthalate	鄰苯二甲酸二(2-乙基己基)酯 Di-(2-ethyl hexyl) phthalate
鄰苯二甲酸二環己酯 Dicyclohexyl phthalate	鄰苯二甲酸二辛酯 Di-n-octyl phthalate	鄰苯二甲酸二異癸酯 Di-Isodecyl Phthalate
鄰苯二甲酸二苯酯 Dicheryl phthalate		
鄰苯二甲酸二己酯 Di-hexyl phthalate		

(整理自國外資料)

環境中的分佈

早在1984年時即有研究學者發表鄰苯二甲酸酯類在環境中到處都可以被偵測到。1997年鄰苯二甲酸酯類環境中的命運(fate)也被學者發表。在各國的研究報導中顯示，鄰苯二甲酸酯類在環境中污染濃度最高的地方有：塑膠產品工廠、工業及民生污水處理場、垃圾場、受污染之河川底泥及下水道污泥。由研究結果得知鄰苯二甲酸酯類在環境中的分解機制有：化

學分解(chemical breakdown)、生物分解(biodegradation)及光分解(photolysis)三種。此類化合物在純水中不易溶解，而在環境水體中可溶於fulvic及humic acid並形成複合物，或吸附於微粒物質上，如底泥。而鄰苯二甲酸酯類在海水和淡水表層的濃度為0.1-300µg/L，在底泥的濃度為0.1ng/g-100µg/g。在環境中的自淨作用，若以化學或物理降解過程（如光解、水解）來分解鄰苯二甲酸酯類其半衰期(t1/2)長達數年。然而，一些微生物、淡水無脊椎動物和魚類可在有氧環境下代謝鄰苯二甲酸酯類，而半衰期(t1/2)僅為1~3天，其分解半衰期依溫度和其結構功能基的長度及多寡而定。

目前國內研究結果顯示在淡水河之四個採樣點包括關渡橋、台北橋、忠孝橋及中興橋之河底泥中含有鄰苯二甲酸酯類化合物(行政院環保署, 1998)。其中包括鄰苯二甲酸二乙酯、鄰苯二甲酸丁酯苯甲酯、鄰苯二甲酸二辛酯、鄰苯二甲酸二丁酯、鄰苯二甲酸二(2-乙基己基)酯，其濃度範圍分別為ND~0.007mg/g，ND~0.16mg/g，ND~1.04mg/g，0.17~0.93mg/g，5.61~90.9mg/g。此外，在中港溪、客雅溪、淡水河、二仁溪之河底泥中，鄰苯二甲酸酯類包括鄰苯二甲酸二己酯、鄰苯二甲酸丁酯苯甲酯、鄰苯二甲酸二環己酯、鄰苯二甲酸二(2-乙基己基)酯、鄰苯二甲酸二丁酯，其濃度範圍分別為ND~Trace，ND~2.36mg/g，ND~6.17mg/g，Trace~13.9mg/g，13.1~37.34mg/g(張等人, 2000)。此結果初步證實鄰苯二甲酸酯類化合物已流入河體環境中。污染物釋放進入河川中，即使濃度不高，但是經由食物鏈濃縮之作用，亦可能會造成危害，故國際上如美日各國均開始投入人力、物力進行評估的工作。

綜合各國的研究結果發現，鄰苯二甲酸二(2-乙基己基)酯(DEHP)和鄰苯二甲酸二丁酯(DBP)在河水與河底泥中的含量是各種鄰苯二甲酸酯類中最高的，而鄰苯二甲酸二(2-乙基己基)酯與鄰苯二甲酸二丁酯也是工業上最常使用的鄰苯二甲酸酯類。

各國的研究亦指出鄰苯二甲酸酯類並不只是存在於生態環境裡，在各式各樣由塑膠所製造而成的家具、兒童玩具、飲料包裝等日常生活用品，也會使得我們生活的空間中、呼吸的空氣中、飲用的水中充滿了鄰苯二甲酸酯類蹤跡。目前除了歐盟已經確定兒童玩具中會釋放出此類化合物，日本及韓國的科學家也在各式飲料中測出鄰苯二甲酸酯類的存在。

表二. 鄰苯二甲酸二(2-乙基己基)酯 (DEHP) 每日攝入估計量

媒介	估計攝入量 (mg/kg/day)	
	0.5歲	20歲
空氣	0.00003-0.0003	0.00003-0.0003
(加拿大五大湖區)		
室內空氣	0.99	0.85
飲用水	0.06-0.18	0.02-0.06
食品	17.8	4.9
土壤	0.00004	0.000003
兒童製品	< 0.0089到4.07	

(資料來源：美國環保署)

表三. 日本及韓國飲料中鄰苯二甲酸酯類的含量調查 (µg/g)

飲料	日本		韓國	
	DEP	DEHP	DEP	DEHP
包裝水	0.004	0.022	0.001	0.005
啤酒	0.051	0.094	0.045	0.054
罐頭飲料	0.005	0.003	0.005	0.019
含酒精飲料	0.006	0.018	0.001	0
營養飲料	0.151	0.084	0.175	0.018
伏特加	0.006	0.021	0	0.005
果汁	0.013	0.065	0.022	0.046
紅酒	0.275	0.024	0.004	0.010
白酒	0.098	0.016	0	0.016
水果酒	0.003	0.003	0.008	0

(資料來源：日本埼玉醫科大學化學系-矢野一行教授)

未來展望

雖然日前世界衛生組織(WHO)所屬的國際癌症研究所已經宣佈工業上最常用的可塑劑(Plasticizer)：鄰苯二甲酸二(2-乙基己基)(Di(2ethylhexyl)phthalate；簡稱DEHP)，不是致癌物質，並歸類為非人類致癌物質。但是鄰苯二甲酸酯類這個已充斥在整個地球環境中的人造物質，是否對於生物或環境具有某些潛在性的影響仍然需要更長期的研究來進一步的證實。

解決鄰苯二甲酸酯類污染的根本之道必須從多方著手，透過國際間的立法來限制各國產量，如此即可降低使用量與排放量。科學研究則需要更進一步的瞭解鄰苯二甲酸酯類是否具有任何潛在的危害性並探討全面使用更穩定無害的塑膠替代物質之可能性。至於環境中存在的鄰苯二甲酸酯類仍需各國投入人力及預算，作長期的生態環境監測以瞭解其影響。

參考文獻

1. 王正雄。1999。淺談環境荷爾蒙--干擾內分泌之化學物質。環境檢驗雙月刊。
2. 行政院環保署。1998。淡水河水體環境分析及研究。環保署環境檢驗所年度報告。
3. 袁紹英。2000。鄰苯二甲酸酯類(Phthalate Esters)環境荷爾蒙對生物的影響。環境檢驗雙月刊。
4. 張碧芬。2000。河川環境鄰苯二甲酸酯類化合物之調查及生物降解之研究。環境荷爾蒙研討會論文集。
5. Bauer M. J., Herrmann R., Martin A. and H.zellmann.1998.Chemodynamic,Transport Behaviour and Treatment of Phthalic Acid Ethers in Municipal Landfill Leachates Water Science Techenology 38:185-192.
6. Charles A. Staples , Dennis R. Peterson , Thomas F. Parkerton andWilliam J.Adams 1998. The Environmental Fate of Phthalate Esters: A Literature Review. Chemosphere 35:667-749.
7. Matteo V., Maurizio G. and G. Macilenti. 1997. Phthalate esters in freshwaters as markers of contamination sources-A site study in ITALY Enviroment International 23:337-347.
8. Turner, A., and M. C. Rawling. 2000. The behaviour of di-(2-ethylhexyl) phthalate in estuaries. Marine Chemistry. 68:203-217

東吳大學微生物學系1, 行政院環保署環境檢驗所2 廖健森1、張碧芬1、袁紹英2

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】

