

# 第五屆海洋污染與生態毒性國際研討會

5<sup>th</sup> International Conference on Marine pollution and Ecotoxicology

清華大學生醫工程與環境科學系 董瑞安

## 一、參加會議經過

第五屆海洋污染及生態毒性國際會議(5<sup>th</sup> International Conference on Marine Pollution and Ecotoxicology)於二〇〇七年六月三日至六日在香港九龍塘的城市大學(City University)舉行。本研討會於一九九五年由城市大學舉辦第一屆開始，每三年在城市大學舉辦一次，至今已第五屆。研討會的主軸也由單純的討論香港與東亞地區河川與海域污染的區域性問題，轉變為對河海水質及底質的特性、污染物處理及生態毒性的國際性研討會。本次會議共有來自全球三十幾個地區國家，近二百位專家學者參與盛會，國內則有相當多的學校與機構，包括中山大學、台灣大學、成功大學、東海大學、海洋大學等單位，都有人與會。

本次會議依目前國際上相當重要的研究領域，區分為新穎技術應用於海洋污染(innovative technology in marine pollution)、海洋環境之新興化學污染物(chemicals of emerging concern in the marine environment)、缺氧環境及優養化(hypoxia and eutrophication)、污染監測與復育(pollution monitoring and remediation)、生態毒性及風險評估(ecotoxicology and risk assessment)、持久性有機污染與內分泌干擾物質(persistent organic pollutants and endocrine disruptors)等六大議題進行研討，並邀集世界知名專家學者，如美國密西根大學食品及毒物國家中心 Giesy 教授，挪威 Oslo 大學 Gray 教授及英國 Glasgow 大學 Furness 教授進行專題演講。整體而言，本次會議可謂是一次涵括海洋環境分析技術、新興污染物特性評估、風險評估與環境復育等寬廣層面，兼具河川及海洋水體環境及底質污染特性的國際性學術研討

會，各國與會代表所發表的論文兼具理論及實務層面，部份在底質相關議題具有領導地位國家代表在會議中提出之論點及技術，的確足為國內從事相關領域研究的學者及政府機關參考。

大會首日上午由主席 Rudolf Wu 教授揭開序幕，說明會議的沿革與本次大會的主題後，隨即進行四場專題演講(keynote speech)，邀請美國密西根大學食品及毒物國家中心 Giesy 博士、英國 Furness 教授、挪威 Gray 教授與美國 Duke 大學 Hinton 教授分別針對環境中新興污染物之監測、汞污染長期監測進行研討交流。隨後大會即分為三個場次進行論文發表，而壁報展示的說明則穿插於各休息時間中進行研討。

筆者此次有二篇壁報論文發表，第一篇的論文題目為「二仁溪水體生態環境中持久性有機氯化污染與微量元素之特性分析」(Characterization of persistent organochlorine pollutants and trace elements in the aquatic ecosystem of the ERH-JEN river estuary)，文中針對台灣南部地區二仁溪河口有機氯化污染物及微量元素進行研究，結果發現河川底泥及水體當中含有高濃度的重金屬，大致可分為三大類，第一類源自自然環境中，包含鈷(Co)、砷(As)、汞(Hg)；第二類來自工業廢水，如：鋅(Zn)、銅(Cu)、鎳(Ni)、鉻(Cr)，第三類則為家庭及農業廢水，如：鉛、砷等。檢測結果亦同時顯示，雖然有機氯農藥在國內已禁用近 30 年，但在底泥中仍可檢測蟲必死類(HCH)、環二烯類(cyclodiene)或滴滴涕類(DDT)的殘留量，其分別濃度為 0.08-3.16, 0.18-8.94, 0.16-1.12ng/g-乾重。有機氯農藥代謝產物的濃度及檢出率均高於原有有機氯劑，且高揮發性物質的殘留量比低揮發性農藥殘留量高，說明此些有機氯農藥多源自於禁用前及長距離傳輸(long range transport)的污染。

另一篇壁報論文的題目為「高屏溪河口底泥中重金屬與有機氯農藥之組成及特性分析」(Characterization and composition of heavy metals and persistent organochlorine pesticides in estuarine sediments from the Gao-Ping river)。高屏溪為南部給水的重要河川之一，其總長約為 171 公里，同時，

其也為污染最嚴重的河川，每天大約有 500,000 噸的工業與家庭廢水會排放至此，因此本篇論文主要針對台灣南部地區高屏溪河口重金屬及有機氯農藥進行研究。結果發現在河川底泥及水體當中含有高濃度的重金屬，包括鉻(Cr)、鋅(Zn)、鎳(Ni)、銅(Cu)、砷(As)。檢測結果亦同時顯示，雖然有機氯農藥在國內已禁用近 30 年，但在底泥中仍可檢測蟲必死類(HCH)、環二烯類(cyclodiene)或滴滴涕類(DDT)的殘留量，其分別濃度為 0.37-36.33, 0.21-19.04, 0.44-1.88ng/g。而 PCB 在底泥中的濃度則為 0.37-5.89ng/g，且其濃度分佈與底泥中的有機含量呈現正相關的趨勢。 $\alpha$ -HCH 為底泥中最主要的 HCH 化合物，說明此些有機氯農藥多源自於禁用前及長距離傳輸(long range transport)的污染。

目前許多研究指出，長距離傳輸通常是持久性有機物(persistent organic pollutat, POP)污染的主要原因之一，有機氯農藥中 HCH, endosulfan 及 DDT 均屬於持久性有機物，此些農藥的殘留量雖然低，但由於具有相當高的致癌斜率因子(carcinogenic slope factor) 及環境持久性，因此對河川及海洋生態仍具相當大的潛在威脅性。由於目前少有台灣地區河川底質污染現況的文獻資料，因此頗受到與會專家學者的重視。

## 二、與會心得

- (1) 由於工商業的蓬勃發展，導致許多污染物，如重金屬、有機氯農藥、含氯碳氫化合物、及多環芳香烴碳氫化合物等，均會大量排入自然環境中，由於此類物質多為疏水性有機物或毒性物質，與土壤具有良好的結合力，因此進入水體後不僅易隨水流移動累積於河口及海灣港口中，也會蓄積在河川與海洋的底質中，造成水體與底質的嚴重污染。香港特別行政區的環保部，針對這些污染物做了為期三年(2004-2006)的監控，其中包含了戴奧辛(dioxins)、呋喃(furans)、多氯聯苯(PCBs)、多環芳香族碳氫化合物(PAHs)、苯酚(phenol)、多溴聯苯(PBDEs)等有機物與銀

(Ba)、鎘(Cd)、銅(Cu)、汞(Hg)、銀(Ag)、鈾(Th)、錫(Sn)、鋅(Zn)等金屬，結果顯示了香港的海洋環境污染物濃度與其他大城市比較，有逐漸減少的趨勢。而針對海洋環境中重金屬含量的監控，香港城市大學胡紹燊教授更提出了人工貝類(Artificial Mussel, AM)的新穎材料，這種元件包含了一個含有聚合物配位基的 Perspex 玻璃管，兩端以半滲透膠封住，以這個裝置在實驗室及現場做實驗，監控五種金屬(Cd、Cr、Cu、Pb、Zn)。現場研究發現，人工貝類不只可以提供一個金屬濃度隨時間變化的估計，也可以比較不同環境或地區的金屬含量。另外，台灣海洋大學邱文彥教授也針對由於 94 年 10 月 10 日沉沒在桃園外海之韓國籍化學輪三湖兄弟(SAMHO BROTHER)苯及油汙外洩，以及馬爾他籍貨輪吉尼(TZINI)於 95 年 12 月 24 日在蘇澳外海燃油外洩事件進行探討，並對政府當局做了一些建議，也期望這些相關研究可以提供給受海洋污染威脅的國家或地區作為參考。

- (2) 目前在環境監測上主要著重於一些已知及具危害性的污染物，然對於此類新穎化學藥品監測的研究則相當少數，此乃因新興產物缺少標準方法來及儀器方法偵測物種。在此次會議中，密西根大學食品及毒物國家中心的 Giesy 教授即提出一些新興產物，如含氟物質(perfluorinated organic compounds(PFOCs))、多溴化合物(Poly-brominated compounds)、製藥、化粧品等，由於其物化特性有別於傳統的有機氯化物，因此需要對這類新興產物作環境監控及其在環境中的物種分佈。除此之外，可利用質量平衡分析法(mass balance analysis)、生物分析法(bio-analysis)、替代的儀器等方式來達到監測及分析目的。
- (3) 優養化環境在環境科學上已是相當確定的議題，不管河川或海洋環境，只要水體中營養物質濃度偏高即有可能會造成優養化現象，雖然優養化常伴隨著氧氣不足的情形，但一般並不重視。此次的會議中，大部分研

究主要針對海洋環境的缺氧(Hypoxia)情形進行深入的研究與探討。一般海洋水體的缺氧環境可定義為水體中的氧氣量小於 2.8 mg-O<sub>2</sub>/L，主要由於鹽度與溫度所造成，低鹽度高溫度會造成表層缺氧，高鹽度低溫度則造成底層缺氧。香港城市大學吳教授認為缺氧環境也是種內分泌干擾物質，其先前研究指出當鯉魚和斑馬魚在缺氧環境時生長受阻，且魚體的受精率，孵化率及幼蟲殘留率也會明顯降低。除了單一因素(缺氧)的研究外，在此次會議當中，Zou博士同時探討多環芳烴(PAHs)及缺氧情況對咖啡蝦(*Penaeus aztecus*)的影響，一為當環境中存有PAHs時，咖啡蝦對缺氧情況的敏感度，二為PAHs在蝦中的生物累積作用是否因缺氧情況增加。其結果顯示當咖啡蝦曝露在naphthalene中，自身對氧氣的調節能力會下降，導致其在缺氧情況下生長受阻；而缺氧情況對naphthalene在咖啡蝦體內的生物累積作用效果不明顯，此乃因當咖啡蝦曝露在缺氧環境下會使其對naphthalene的代謝增加，因而減少生物累積作用。

- (4) 多環芳香烴化合物(polycyclic aromatic hydrocarbons, PAHs)係指由兩個以上苯環所組成之碳氫化合物，為非極性物質，不易溶於水且具有高熔點及高沸點之特性，在常溫常壓下，蒸氣壓不高，約介於  $10^{-2} \sim 10^{-11}$  mm Hg之間，屬於半揮發性有機化合物。多環芳香烴化合物目前成為已知環境中最大量具致癌性之單一化學物種，其中以四個苯環以上之多環芳香烴化合物較具有致癌性。近年來由於多環芳香烴化合物及其衍生物陸續被認定具有致癌性，有待相關單位對於多環芳香烴化合物訂定排放標準，以減少多環芳香烴化合物的排放及對自然環境與人體健康的危害。許多香港的與會者在會中均提到香港海域底泥中的多環芳香烴化合物可高達 100,000 µg/g，因此利用不同復育技術，包括自然衰減法(natural attenuation)，生物放大 (bioaugmentation)，植生污染整治技術

(phytoremediation) 和紅樹林沼澤環境來進行多環芳香烴化合物之降解效率評估。發現由實際污染環境中培養及純化的兩株細菌 (SCSH及SAFY), 可以有效利用三環及四環污染物包括phenanthrene, fluoranthene和pyrene當主要碳源且亦可以降解多環芳香烴化合物。另Tam教授的研究也發現添加微生物於污染環境的生物放大作用對於多環芳香烴化合物的去除效率沒有比現地自然衰減法好。由此可知, 自然環境中的微生物, 植物, 與土壤都能自然且逐漸的分解及處理底泥內的多環芳香烴化合物。雖然其處理速度慢及技術尚未成熟, 穩定性不足, 但是其成本低廉, 政府、社會大眾接受度高且降低二次污染可能性。故可能是另一種自然環境保護及維護的方法。

- (5) 持久性有機物及環境荷爾蒙的污染監測是近年來環境污染的重要議題之一, 此類物質包括自然產生、環境污染物、製藥產物及工業產品等大項, 包括 DDT, PAHs, PCBs, Dioxin, Bisphenol A, alkyl phenol 等許多環境中常出現的污染物。香港 Lam 博士即針對南亞地區持久性有機物進行研究, 選擇三種不同地方(香港, 廈門, 廣州)的鳥蛋來進行偵測, 其結果顯示在廣州及廈門海灣中具有高濃度的 DDT 含量, 除此之外, 也發現樣品中含有 PCB、氯丹、PBDEs 等污染物。目前世界各工業化國家對環境型內分泌干擾素之研究, 主要著重於女性荷爾蒙, 如負責雌性特徵發育之雌性激素(17 $\beta$ -estradiol, 主要由卵巢和部分由腎上腺分泌)化學結構類似的化學物質; 和負責雄性特徵發育之雄性激素 (睪固酮 testosterone, 主要由睪丸分泌), 此類化合物被認為是導致許多野生動物女性化(feminization)的主要原因。在此次會議當中, Schlenk 博士利用動物曝露系統(animal exposure system)來評估廢水及底泥中的雌性激素的影響, 結果顯示生物對含有高濃度之 17 $\beta$ -estradiol 及 estrone 的廢水沒太大反應, 但對 bisphenol、nonylphenol、製藥與個人保健產品

(PPCPs)等濃度不超過閾值(threshold value)的化合物則有誘發現象，從其結果可得知，雌素激素類化合物並非是造成女性化的主因。

- (6) 污染監測及風險評估也是近年來廣受各界注意的議題之一，然從部分文獻也可發現以往的監測程序都僅著重於環境在空間上與短暫的變化，較缺乏有力的統計數據來預測環境當中持久性有機物(POPs)濃度及變化量。雖然目前各國都已訂定 POPs 在環境中的標準值，卻顯少有法規訂定 POPs 違害生物或人體健康閾值。在本次會議中，香港城市大學吳教授建立了 POPs 違害綠貽貝(*Perna viridis*)的閾值，同時也建立不同 POPs 產物與定量的關係，提供決策者擬定 POPs 生物違害政策之依據。然由於各地區水質、底泥與污染物特性及生物族群分布的差異，因此在進行環境品質指標制定的過程當中，如何尋得具代表性的生物指標，到目前為止則仍無定論，也為目前此領域的發展作了最佳的詮釋。

### 三、建議

經由參予本次國際會議和學術交流討論，筆者謹提出以下各項建議，供相關單位參考：

1. 河川與港灣的水質與底質污染均有其地域性，未來相關的政府機關應持續推動水體與底質的長期監測計畫，以及早建立完整的本土化水體與底質污染資料庫。
2. 生態毒性與風險評估是近年來世界各國在訂定環境品質標準時常使用的技術，國內目前雖有部分的研究，但在執行環境品質規劃時，並未實際應用此技術，為落實環境保護政策，相關單位應可參照各世界先進國家組織各種研究團隊，針對基礎與本土化環境資料進行研究，以期能加速提昇我國環境規劃與管理的能力。
3. 污染監測的相關研究早已成為世界各國相當關注的重要議題，且已逐漸由地域性的研究發展為全球性的研究調查工作。國內除可持續推動各項

研究計畫外，亦應主動派員參加各國際性研究活動，以展示國內之科技研究潛力及政策執行魄力，同時並可透過與國際間先進國家的交流，達到提昇研究水準目的。

#### 四、攜回資料

5<sup>th</sup> International Conference on Marine Pollution and Exotoxicology 論文集  
一本