



代表性生態系經營管理：環境敏感區域持久性有機污染物調查

柯風溪^{1,2}、吳孟瑀^{1,3}、張瓊文¹、田至峰^{2,3}、鄭英敏¹

國立海洋生物博物館,¹國立東華大學生物多樣性及演化研究所,²國立中山大學海洋生物研究所³

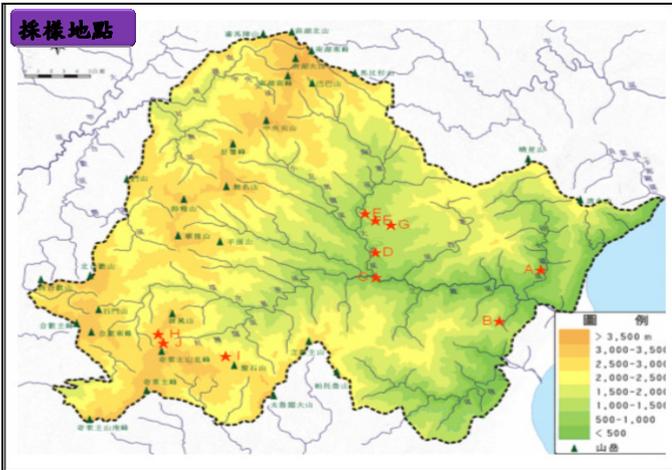
Abstract

持久性有機污染物 (POPs) 不易分解、長距離傳播及具生物累積性，為全球性分佈污染物。本計畫分析太魯閣國家公園POPs含量調查研究其在水生生態環境棲息地及生物體內的分佈與傳遞概況。結果顯示太魯閣地區水直中之POPs濃度分佈，砂卡礑測站的總PAHs濃度最高，文山測站的總OCPS濃度最高；沈積物部分，明顯的皆以湖泊測站高於河流測站；生物部分，兩棲類的PAHs和OCPS的總濃度皆高於其他生物。相較於其他地區，太魯閣水中和沈積物中POPs屬於低含量，但在生物體中之濃度接近於歐美地區低污染區含量。初步判定太魯閣地區PAHs來源可能以燃燒為主，在水和沈積物中，具致癌潛力的PAHs化合物佔總PAHs濃度的百分比含量極低或未檢出，但在生物體內的含量比率較高，顯示PAHs可能對該區生物具有潛在性的危害。大部份OCPS已經停止生產或使用，初步研究結果亦顯示目前太魯閣國家公園環境中的OCPS為過去殘留，本計劃為初步調查研究，目前採樣及分析資料有限，對於持久性有機污染物對環境的危害性與評估，需要長時間監測以釐清其潛在性風險，建議先行對太魯閣國家公園湖泊生態系與河川生態系進行長時間與詳細調查監測研究。

Introduction

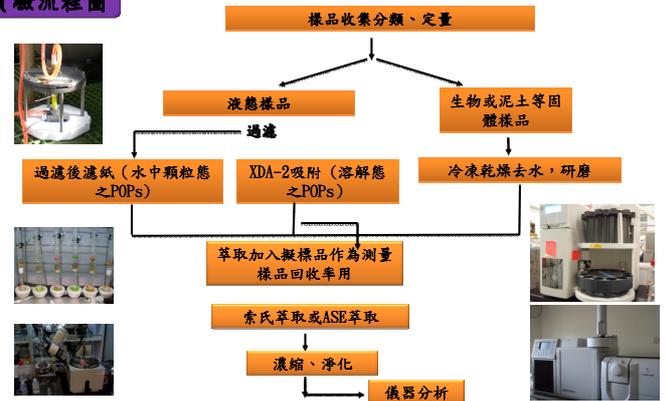
1960年中橫公路的開通後，為太魯閣國家公園帶來絡繹不絕的人潮潮，此外過去園區曾有農業與礦產活動，隨著人為活動所帶來的現代文明污染物可能威脅其生態環境與野生生物的多樣性與生存。在國家公園致力於生態環境的保育政策下，對於因人為活動所帶來的環境有機污染物，在生態棲息地與生物的分佈與含量調查及其可能對生態系之危害評估，更需儘早有效建立，以達兼顧生態保育與觀光旅遊之規劃管理。

Materials and Methods



實驗流程圖

- A. 砂卡礑
- B. 水源地
- C. 天祥
- D. 文山
- E. 陶塞溪支流
- F. 蓮花池
- G. 西喀拉罕溪
- H. 黑水塘
- I. 磐石山驚嘆池
- J. 奇萊北峰月形池



Results and Discussion

表一、各樣區環境介質之總多環芳烴含量分佈。

樣區	水 (ng L ⁻¹)	沈積物 (ng g ⁻¹ dw)	兩棲類	魚 (ng g ⁻¹ fat)	蝦	蟹	浮游生物 / 藻類 (ng g ⁻¹ dw)
砂卡礑	1.46	0.37-1.28	207-1455	1.9-2158	6.9-97.4	-	45.1927.86
水源地	0.02	1.22-1.46	2343-485	-	-	30.3-504	-
天祥	0.29-0.71	0.15-1.60	2944-3855	-	8.1-32.3	-	-
文山	0.23-0.4	0.85-4.58	-	-	-	-	-
陶塞溪支流	0.04	1.33-1.50	1887-755	-	-	-	-
蓮花池	-	9.60-28.29	333-988	90.3-433	-	-	-
西喀拉罕溪	-	0.65	65.1-431	14.1-58.3	-	-	-
奇萊山黑水塘	-	96.31	-	-	-	-	-
磐石區驚嘆池	-	10.35	-	-	-	-	-
奇萊北峰月形池	-	2.87	-	-	-	-	-

表二、各樣區環境介質之總有機氯農藥含量分佈。

樣區	水 (ng L ⁻¹)	沈積物 (ng g ⁻¹ dw)	兩棲類	魚 (ng g ⁻¹ fat)	蝦	蟹	浮游生物 / 藻類 (ng g ⁻¹ dw)
水源地	0.09	0.30-0.45	2911-4579	-	10.2-64.5	8.0-294	-
天祥	0.27-0.52	0.16-2.11	-	-	-	-	-
文山	1.74-3.09	0.20-1.01	-	-	-	-	-
陶塞溪支流	0.63	0.27-0.67	2273-25209	-	-	-	-
蓮花池	-	0.62-3.30	101-502	98.6-206	-	-	-
西喀拉罕溪	-	0.10	-	24.6-40.1	-	-	-
奇萊山黑水塘	-	6.11	-	-	-	-	-
磐石區驚嘆池	-	1.32	-	-	-	-	-
奇萊北峰月形池	-	0.55	-	-	-	-	-

1. 水中的PAHs總濃度以砂卡礑為最高；PAHs濃度在湖泊沈積物中含量皆比河流測站高10-100倍；在生物方面，兩棲類的PAHs濃度最高。(表一)
2. 水中的OCPS濃度以文山為最高；沈積物中，OCPS濃度與PAHs皆以湖泊測站高於河流測站；生物仍以兩棲類的OCPS濃度為最高。(表二)
3. 生物 (魚、蝦和浮游生物) 體內PAHs總濃度比水中高1000倍，比沈積物高3-40倍。OCPS在砂卡礑生物 (魚、蝦和浮游生物) 體內總濃度比在水中高1000倍，比沈積物高6倍。顯示PAHs和OCPS在生物體內累積現象。(表三)
4. 太魯閣測站水中PAHs濃度以水源地濃度最低，在砂卡礑之濃度最高，與其他國家河川湖泊相比較，所有測站的水中PAHs濃度皆低於其他地區河流濃度。(表四)
5. 在湖泊 (蓮花池和奇萊山區) 中沈積物PAHs比在河流 (砂卡礑、水源地和立霧溪流域) 中沈積物之濃度高10-100倍。太魯閣河流的沈積物PAHs濃度遠低於其他國家河川中沈積物PAHs濃度，但湖泊區域的沈積物PAHs含量接近美國偏遠湖泊和中西歐高山湖泊PAHs含量。(表四)
6. 太魯閣水中OCPS組成以 Σ HCH、 Σ Hept、 Σ DDTs濃度最高，與中歐地區表水和歐洲偏遠高山湖泊水中 Σ HCH、 Σ DDTs的濃度相當。(表五)

表三、PAHs和OCPS在砂卡礑水、沈積物和生物

環境介質 化學物質	水 ppt (ng L ⁻¹)	沈積物 ppb (μg kg ⁻¹ dw)	浮游生物+藻類 ppb (μg kg ⁻¹ dw)	魚 ppb (μg kg ⁻¹ ww)	蝦
PAHs					
Σ 3-ring	1.09	0.67	10.30	2.98	0.67
Σ 4-ring	0.36	0.13	16.94	1.013	ND
Σ 5-ring	<0.01	0.03	5.64	1.15	2.24
Σ 6-ring	ND	ND	3.65	ND	ND
Σ CPAH	<0.01	0.03	11.43	0.69	0.15
Total	1.46	0.83	36.53	5.15	2.91
OCPS					
Aldrin	<0.01	0.15	0.25	0.05	ND
Endrin	<0.01	0.04	0.64	0.72	ND
HCB	0.02	0.74	0.08	0.25	0.03
Σ HCH	0.12	1.45	2.99	0.44	0.94
Σ Hept	0.15	1.14	1.64	3.21	0.09
Σ DDE	0.02	0.06	0.26	7.11	0.05
Σ DDD	0.06	ND	0.50	1.20	ND
Σ DDT	0.01	0.01	0.84	3.97	0.03
Σ DDT	0.08	0.06	1.63	12.28	0.08
Total	0.39	2.59	7.24	16.15	1.14

表四、各國河川與湖泊之水與沈積物中PAHs濃度。

樣品地點	PAHs濃度 (ng L ⁻¹ , ng g ⁻¹ dw)	文獻
砂卡礑	1.46	本研究
水源地	0.02	本研究
立霧溪流域	0.04-0.71	本研究
高屏溪	10-9400	Doong and Li, 2004
東港溪	423.4-1571.4	洪甄甄, 2005
大遼河, 中國	946.1-13448.5	Gao et al., 2007
Saine River, 法國	4-36	Ferández et al., 1997
York River, 美國	2-123	Rebecca et al., 2003
River Nile, 埃及	1112.7-4364	Badawy et al., 2009
砂卡礑	0.37-1.28	本研究
水源地	1.22-1.46	本研究
立霧溪流域	0.15-4.58	本研究
蓮花池	9.60-28.29	本研究
奇萊山區湖泊	2.87-96.31	本研究
高屏溪	8-356	Doong and Li, 2004
大遼河, 中國	61.9-840.5	Guo et al., 2007
馬來西亞亞河與河口	4-924	Zakaria et al., 2002
中西歐高海拔湖泊	180-1100	Fernández et al., 1999
東歐高海拔湖泊	13000-18000	Fernández et al., 1999
美國偏遠湖泊	100-1100	Fernández et al., 1999

表五、不同區域水與沈積物之HCH、DDT 和Heptachlor濃度比較。

地點	Σ HCH	Σ DDTs	Heptachlor	Heptachlor-epoxide	文獻
水 (ng L⁻¹)					
砂卡礑	0.12	0.08	0.05	0.10	本研究
水源地	0.02	0.03	ND	ND	本研究
天祥	0.14-0.21	<0.01-0.10	<0.01-0.08	0.01-0.04	本研究
文山	0.49-1.08	0.30-0.33	ND-0.04	0.64-0.80	本研究
陶塞溪支流	0.05	0.01	ND	ND	本研究
Tonghui river, 中國	70.1-992.6	18.79-663.3	ND-957.8	ND-22.48	Zhang et al., 2004
Minjiang river河口, 中國	40.6-233.5	52.09-515.0	10.81-404.7	5.7-96.01	Zhang et al., 2003
Qiantang river, 中國	31.9-66.2	7.63-7.86	45.1-67.7	8.14-97.7	Zhou et al., 2007
表水, 孟加拉	-	0.04-0.166	0.15-1.02	-	Matin et al., 1998
表水, 中歐	0.12-0.17	0.01-0.13	-	-	Koç et al., 2007
高山湖泊, 歐洲	0.99-2.9	0.026-0.1	-	-	Vilanova et al., 2001
河川, 北格林蘭	ND-233	ND-64	ND-20	ND-24	Golginopoulos et al., 2003
底泥 (ng g⁻¹ dw)					
河流, 太魯閣	ND-0.58	ND-1.46	ND-0.25	ND-0.23	本研究
湖泊, 太魯閣	ND-2.85	0.21-1.49	ND-0.06	ND-0.41	本研究
烏溪, 台灣	0.99-14.5	0.53-11.4	-	-	Doong et al., 2002a
二仁溪、大漢溪, 台灣	0.57-14.1	0.21-8.81	<0.15-5.61	<0.05-0.15	Doong et al., 2002b
Tonghui river, 中國	0.06-0.38	0.11-3.78	0.22-0.38	ND-0.01	Zhang et al., 2004
Qiantang river, 中國	16.11-120.2	6.15-95.8	8.65-28.1	0.43-25.1	Zhou et al., 2007

Conclusion

太魯閣水生生態環境中PAHs與OCPS濃度在湖泊系統高於河流系統，但與其他偏遠地區水生生態環境含量相近，但生物體內濃度則接近低污染區含量，水中POPs含量以砂卡礑與文山濃度較高，沈積物POPs含量以奇萊山黑水塘和蓮花池的濃度高於其他測站，兩棲類以天祥測站樣品濃度最高，魚類則以砂卡礑測站樣品的濃度較其他測站高，蝦蟹類在不同測站中濃度差異不大。初步判定太魯閣水生生態環境中PAHs來源以燃燒性來源為主，而OCPS在水生生態環境中的組成以HCH和DDT系列農藥為主，各OCPS化合物在各環境介質組成比率相似，顯示環境中OCPS來源為過去殘留，希望藉由本計劃初步調查可進一步瞭解與評估持久性有機污染物在國家公園保護區中的流佈概況及在偏遠地區可能潛在的危害性。