

美国威斯康星州的 Lower Fox River 和 Lower Green Bay 水域的污染 沉积物对鱼类影响的研究

张甫英

(中国科学院水生生物研究所, 武汉 430072)

Johnson R. D.

(EPA, ERL-D U. S. A.)

提 要

Lower Fox River 和 Lower Green Bay 水域的沉积物造成了该地区的轻度污染。经测定和分析, 沉积物中含有较高的 PCBs 和较低含量的 PCDFs 及 PCDDs, 在鱼样品中呈现有 PCBs 和农药。组织病理学检查, 鱼体内寄生虫感染发生率较高, 部分肝组织坏死, 出现肉芽瘤状物, 胰腺纤维化, 但没有发现鱼体上有肿瘤。

关键词 沉积物, 组织病理学, PCBs, PCDFs, PCDDs

Baumann 等的研究报告指出, 在大湖的水环境受到污染, 能引起人类致癌的一些化学品, 同样在鱼体上也会产生肿瘤^[1]。Malins 等的研究表明, 鱼体的肿瘤高发生率与水底污染沉积物中高浓度的 PAHs (polynuclear aromatic hydrocarbons) 有关^[2]。Black 和 Metcalfe 等在实验室内将鱼暴露于 PAH 的污染沉积物的抽提物中, 同样能诱发出肝肿瘤^[3,4]。

经调查 Lower Fox River 和 Lower Green Bay 水域, 其污染沉积物中含有较高的 PCBs (polychlorinated biphenyls) 和较低含量的 PCDFs (polychlorinated dibenzofurans) 及 PCDDs (polychlorinated dibenzo-p-dioxins) (见表 2)。作者参加了由美国国家环保局 (EPA) 组织的该地区水域的环境污染综合评价, 研究内容包括水质及水底沉积物的化学分析; 底栖动物的调查; 沉积物的毒性测试; 鱼体肿瘤发生率调查和致癌性和诱变性的生物测试; 化学致癌物的测定; 鸟类生殖影响以及鱼类组织病理学的研究。本文报道污染沉积物对叉尾鲟属鱼类 Bullheads (*Ictalurus spp.*) 的影响。

1 材料和方法

1.1 材料鱼

材料鱼采用三种美国鲟鱼: 黑叉尾鲟 (*Ictalurus melas* (Rafinesque)), 云斑鲟 (*Ictalurus*

nebulosus (Lesueur)) 和黄鲟(*Ictalurus natalis* (Lesueur))。由于这种鱼类的底栖习性,具有经常与污染沉积物相接触的机会,污染沉积物中的有毒物质会对它产生直接的影响,其中云斑鲟对环境污染物较为敏感,并经常被诱发出肿瘤^[5],因此美国学者们推荐云斑鲟为进行肿瘤研究和水体污染调查的材料鱼。相对来说,黑叉尾鲟对环境污染物的敏感性不如云斑鲟,但是当直接暴露于致癌剂中亦能诱发出肿瘤^[6]。

1.2 采样

采样点分布在 Lower Fox River 和 Lower Green Bay 具有代表性的 13 个位置。样品鱼采用刺网和长袋网以及电捕船进行捕获。

1.3 样品处理

捕获来的样品鱼用 MS-222 麻醉,逐尾进行测量体长和称重,鉴定性别,取其胸鳍棘进行年龄鉴定(该项任务由芝加哥大湖研究中心承担)。仔细检查鱼体的异常部位如唇部引突。然后,切取二块 0.5cm 的肝组织块,立即放入 10% 的福尔马林溶液内固定。其后的组织学处理在 ERL-D 组织学实验室内进行。样品用包埋剂乙二醇异丁烯酸酯塑料(Glycol methacrylate plastic)进行包埋并切片,切片厚度为 3μ, H-E 染色。镜检、显微摄影并记录。

2 结果和讨论

2.1 样品鱼的性别和年龄

从 13 个取样点采集来的 142 尾样品鱼,能够满足用二项式分布具有的 95% 的可信

表1 样品鱼的性别和年龄

Tab. 1 Sex and age of the fish samples

鱼的种类 Species	样品鱼数 No. of the fish	性别 Sex		年龄(年) Age (Year)			
		雌 Female	雄 Mele	2	3	4	5
黑叉尾鲟 Black bullhead	118*	56	62	36	43	27	7
云斑鲟 Brown bullhead	16	7	9	4	7	3	2
黄 鲟 Yellow bullhead	8	5	3	0	5	1	2

* 5 尾黑叉尾鲟样品鱼因没取到胸棘而未进行年龄鉴定

There are 5 black bullheads of which the age was not identified because of the failure of sampling pectoral spines

限(表 1)。

2.2 沉积物分析

沉积物的化学分析结果列于表 2。

由表 2 可见,沉积物中的 PCBs 含量在 0.31—6.57μg / g; 异构物 77, 105 和 126 的含量分别为 1.275—48pg / g, 3.276—15.302pg / g 和 24—730pg / g。

2.3 鱼体的残毒分析

表2 由Lower Fox River (1-10)和Lower Green Bay (11,12)以及East River (13)采样点
取来的沉积物的分析结果

Tab. 2 Analysis of sediments from the Lower Fox River (1-10), Lower Green Bay
(11,12) and East River (13)

采样点 Sampling site	有机碳(%) Organic carbon (%)	总PCBs Total PCBs (μg/g)	PCB异构物 (pg/g) PCB congener (pg/g)		
			77	105	126
1	7.36	6.57	48.147	15.302	730
2	6.70	2.40	17.470	12.755	233
3	2.28	0.31	3.381	3.603	50
4	5.39	2.65	18.203	7.191	239
5	8.28	4.01	17.404	7.153	213
6	7.37	3.06	20.107	3.734	178
7	1.26	0.41	1.275	3.276	24
8	2.81	1.24	6.316	3.978	73
9	5.57	2.30	14.809	8.739	182
10	3.31	1.83	9.709	4.833	76
11	2.70	0.81	11.175	7.133	101
12	4.37	0.71	9.851	11.559	90
13	1.46	0.09	—	1.025	—

2.3.1 提供残毒分析的样品鱼的种类和重量

表3 由Lower Fox River和Lower Green Bay采集来的鲟鱼种类和重量

Tab. 3 Species and weight of bullheads sampled from the
Lower Fox River and Lower Green Bay

采样点 Sampling site	鱼的数量 No. of fish	总重量(克) Total weight (g)	种 类 Species
1	5	668	Black
2	5	812	Black
3	5	754	Black
4	5	1204	4 Black 1 Yellow
5	0	—	—
6	3	533	Black
7	0	—	—
8&9	5	903	Black
10	0	—	—
11	0	—	—
12	0	—	—
13	0	—	—

提供残毒分析的鱼样品是由各个采样点收集来的鲟鱼,其种类和重量统计于表 3。

2.3.2 样品鱼的残毒分析 鱼体样品内多氯联苯和农药的残留量分析结果于表 4。

残毒分析结果表明,在鱼体样品中没有发现 PCDDs, PCDFs 和 PAHs(检测限: PCDDs 和 PCDFs > 4.0μg / g, PAHs 为 50ng / g),但鱼体内存在着 PCBs 和农药。

2.4 组织病理学检查

病理损害的观察指标为肝部寄生虫侵袭,唇部乳状小引突,还有一部分为难于判别的症状。从各个采样点取来的三种鲟鱼,经组织病理学的观察和分析,其病理损害的症状统

表4 各个采样点中农药和PCBs在鱼样品内的残留量分析(ppb)
Tab. 4 Residue analysis of pesticides and PCBs in fish sampled from each collected site (ppb)

农药Pesticides	采样点位置 Collected site					
	1	2	3	4	6	8&9
林丹 Lindane	<0.19	<0.16	<0.18	<0.16	<0.27	<0.28
氧化氯丹 Oxychlordan	0.44	<0.17	0.35	0.51	<0.25	<0.26
反式氯丹 Trans-chlordane	0.32	0.18	0.29	0.24	<0.094	0.20
顺式氯丹 Cis-chlordane	1.12	0.62	0.84	0.76	0.47	0.78
反式九氯 Trans-nonachlor	2.19	0.97	1.08	1.73	0.99	1.16
狄氏剂 Dieldrin	0.37	0.23	0.51	0.40	<0.17	0.48
异狄氏剂 Endrin	<0.23	<0.21	<0.22	<0.19	<0.32	<0.34
顺式九氯 Cis-nonachlor	3.58	1.51	2.56	2.73	1.46	2.42
甲氧滴滴涕 Methoxychor	<0.85	<0.80	<0.83	<0.79	<1.19	<1.22
滴滴伊 DDE	33.58	19.27	23.32	12.30	14.02	32.71
灭蚊灵 Mirex	0.14	0.06	0.03	0.03	0.10	0.07
总的多氯联苯 Total PCBs	2444.21	948.96	1056.68	1074.53	504.82	930.27
一氯联苯 Monochloro	4.03	5.85	1.29	1.13	8.20	—
二氯联苯 Dichloro	144.41	6.20	4.55	8.77	4.78	4.82
三氯联苯 Trichloro	999.41	135.28	122.98	189.57	48.63	110.76
四氯联苯 Tetrachloro	769.25	410.68	496.83	446.57	181.75	358.49
五氯联苯 Pentachloro	299.45	197.92	240.65	206.60	118.23	220.97
六氯联苯 Hexachloro	117.86	107.58	111.89	123.26	78.22	126.44
七氯联苯 Heptachloro	76.29	57.33	53.88	67.01	44.31	71.95
八氯联苯 Octachloro	28.49	24.30	21.08	27.07	17.75	31.33
九氯联苯 Nonachloro	3.98	3.09	2.57	3.31	2.32	4.40
十氯联苯 Decachloro	1.04	0.72	0.96	1.24	0.63	1.09
有机碳(%) Organic carbon (%)	7.36	6.70	2.28	5.39	7.37	8.38

表5 样品鱼呈现的病理损害
Tab. 5 Lesions found in the fish samples

种类 Specis	病理损害(%) Lesion (%)		难于识别的症状 Blindness
	肝部寄生虫 Liver parasites	唇部乳状小引突 Lip papilloma	
黑叉尾鲟 Black bullhead	35.6%	7.6%	9.3%
云斑鲟 Brown bullhead	43.8%	0	25%
黄 鲟 Yellow bullhead	25%	0	12.5%

计百分率于表 5。

由于沉积物对水环境造成不同程度的污染,导致鱼体质下降,因此呈现出鱼体对寄生虫的易感染性。由表 5 可见,三种样品鱼中肝部寄生虫感染百分率最高者为云斑鲟(43.8%)其次是黑叉尾鲟(35.6%)和黄鲟(25%)。对收集来的 142 尾样品鱼的肝脏组织进行病理学观察和分析,用显微摄影记录典型的病理症状:胰腺组织内呈现纤维化(图版 I: 2);部分肝组织细胞坏死(图版 I: 3, 4);肉芽瘤状物(图版 I: 5);胆管受寄生虫侵入(图版 I: 6)。

3 结 论

3.1 Lower Fox River 和 Lower Green Bay 水域的沉积物造成该地区的轻度污染。经测定,结果表明,沉积物中含有较高的 PCBs 和低含量的 PCDFs 和 PCDDs,有机碳的含量也在不断地增加。样品鱼的组织内没有发现 PCDFs, PCDDs 和 PAHs, 但有 PCBs 和农药。

3.2 从所获得的样品鱼的总体检查情况来看, Lower Fox River 和 Lower Green Bay 水域仍然是鱼类较为正常的生活环境。从鱼样品的组织病理学观察和检查, 没有发现肿瘤及明显的先期性瘤状物, 仅有部分样品鱼的肝组织出现一些轻度的病变症状。由于水环境受到沉积物的轻度污染引起生活在该水域的鱼体质下降, 抗病能力减弱, 以致造成鱼体易受寄生虫侵袭。

参 考 文 献

- [1] Baumann, P. C., Smith, W. D., and Parland, W. K., Tumor frequencies and contaminant concentration in brown bullheads from an industrialized river and recreational lake. *Trans. Amer. Fish. Soc.* 1987, **116**: 79—86.
- [2] Malins, D. C., McCain, B. B., Myers, M. S., Brown, D. W., Krahn, M. M., Roubal, W. T., Schiewe, M. H., Landahl, J. T., and Chan, S. L. Field and laboratory studies of the etiology of liver neoplasms in marine fish from Puget Sound. *Environ. Health Persp.* 1987, **71**: 5—16.
- [3] Black, J. J., Field and laboratory studies of environmental carcinogenesis in Niagara River fish. *J. great Lakes Res.* 1983 **9**: 326—334.
- [4] Metcalfe, C. D., Cairns, V. W., and Fitzsimons, J. D., Experimental Induction of liver tumors in rainbow trout (*Salmo gairdneri*) by contaminated sediment from Hamilton Harbour, Ontario. *CAn. J. Fish. Aquat. Sci.*, 1988, **45**: 2161—2167.
- [5] Couch, J. A., and Harshbarger, J. C., Effects of carcinogenic agents on aquatic animals: An environmental and experimental overview. *Environ. Carcinogenesis Revs.* 1985, **3**: 63—105.
- [6] Grizzle, J. M., Black bullhead: An indicator of the presence of chemical carcinogens. IN: Water Chlorination: Chemistry, Environmental Impact and Health Effects. Vol.5. EDS: Jolley, R. L. et al. Lewis Publ., Inc. Chelsea MI. 1985.

EFFECT OF SEDIMENT CONTAMINATION ON FISH IN LOWER FOX RIVER AND LOWER GREEN BAY, WISCONSIN, U.S.A

Zhang Fuying

(Institute of Hydrobiology, The Chinese Academy of Sciences, Wuhan 430072)

Johnson, R. D.

(EPA ERL-D. U.S.A.)

Abstract

The sediment in Lower Fox River and Lower Green Bay caused a little degree of pollution. The results of the paper suggested that the concentration of PCBs was higher while the concentration of FCDFs and PCDDs were lower in sediments. Moreover, there were PCBs and pesticides in fish sampled from each collected site. Examinations with histopathological method indicated that the infection rate with parasites in fish is high; Meanwhile, necrotic tissue and granuloma were found in liver, fibrous area in pancreas appeared but tumor was not found in the fish.

Key words Sediment, Histopathology, PCBs, PCDFs, PCDDs