

研究简报

炼油废水对凤眼莲根系微型动物种类、数量和生物量的影响

杨 柳 燕 张 学 梅

马 文 漪

(南京组合环保工程公司,南京 210029)

(南京大学环境科学系,南京 210008)

摘要 用凤眼莲净化炼油废水,其根系的生物种类很丰富,成为一个亚生态系统,其中微型动物有 20 种,轮虫 3 种,线虫、枝角类等 4 种。优势种群为沟钟虫、转轮虫和盘状鞍甲轮虫,它们各占总量的 18.5%、17.5% 和 34.5%。炼油废水在氧化塘中滞留期越长,根系微型动物种类和数量越多。从废水的进口到出口凤眼莲根系微型动物总的数量呈增加趋势,最高数量为 1.91×10^7 个/ m^2 。对照塘除具有自氧作用的裸藻外,水体中几乎无微型动物。废水滞留期的延长对进、出口凤眼莲根系上好氧和兼性好氧微生物数量的影响不大。

关键词 氧化塘,微型动物,凤眼莲,净化作用。

凤眼莲净化化工废水已有许多研究^[1-4],但室外大面积试验的报道较少。为了解凤眼莲处理化工废水的机制和效果,笔者对其根系微型动物进行了观察和研究。

1 方法和材料

1.1 样品的采集和计数

氧化塘和对照塘的长为 100m, 宽为 40m, 水深 1.5m, 水温在 20—30℃ 之间。采样点设在氧化塘进口 (I)、中间 (II)、出口 (III) 和对照塘进口 (IV)、出口 (V)。取 1000ml 水样, 用 Boin's 液固定, 在室内浓缩到 30ml, 计数原生动物和轮虫^[5]。在氧化塘的进口、中间和出口采样点取凤眼莲的根系, 同时加一定量经曝气的自来水, 带回实验室进行活体观察。在进行定量计数时, 用天平分别称取 250g 鲜重的凤眼莲根系, 用 Boin's 液固定, 在室内用 Boin's 液洗涤其根系, 直到根系上微型动物在显微镜下基本查不到为止。洗涤后的水样定量到 500ml。在进行样品计数时, 摇匀水样, 吸取 0.1ml 于计数框中计数原生动物, 吸取 1ml 计数轮虫等, 每个水样重复 4 次, 求其平均值。

1.2 微型动物生物量测定

在氧化塘不同位置随机取样方, 在 $1m^2$ 面积内, 称重凤眼莲的现存量和根系与全株的重

量比。根据已有的资料和实测的微型动物的重量, 计算单位面积内微型动物总的生物量。

1.3 微生物的检测

在采样点用经灭菌的小口试剂瓶, 加入一定数量的水样、底泥和根系, 装入冰瓶保存带回实验室, 用带玻璃珠的无菌水稀释, 振荡后, 采用不同稀释倍数, 用平板法计数微生物^[6]。

2 结果和讨论

2.1 微型动物种类、数量和生物量

2.1.1 微型动物种类在氧化塘中以原生动物和轮虫为主, 而对照塘则以自氧的裸藻为主, 说明

表 1 凤眼莲根系和水中微型动物种类

种 类	滞留期 (d)					
	4		8		12	
	根 系	水 体	根 系	水 体	根 系	水 体
原生动物	6	4	10	3	13	5
轮 虫	3	3	3	1	3	2
鳃 虫	1	1	1		1	
线 虫		1	1		1	
颤 体 虫			1		1	
枝 角 类					1	
合 计	10	9	16	4	20	7

氧化塘和对照塘中微型动物在食物链中所处的地位是不同的,氧化塘中凤眼莲的存在改变了水生态系统的种类结构。氧化塘中凤眼莲根系和水体微型动物种类见表 1, 不论废水在氧化塘中滞留期长短,凤眼莲根系微型动物种类都比水体多,凤眼莲根系为微型动物提供了一个

良好的栖息环境,成为一个亚生态系统,其种群多样性,生物的丰盛度远比周围水体大。随着废水在氧化塘中滞留期变长,凤眼莲根系微型动物种类增加,说明废水滞留期越长,废水净化效果越有利微型动物生长、繁殖。

2.1.2 不同废水滞留期微型动物数量见表 2。

表 2 不同废水滞留期

种 类	4d					
	水 体			凤眼莲根系		
	I	III	V	I	II	III
裸藻 <i>Euglena</i> sp.		2.5	7.65	0.037	0.22	0.48
扁裸藻 <i>Phacus</i> sp.						
沟钟虫 <i>Vorticella convallaria</i>		2.5	0.15	0.22	0.48	0.40
梨形四膜虫 <i>Tetrahymena pyriformis</i>		5.0	0.15			0.037
单核丝虫 <i>Blepharisma steini</i>		5.0		0.11	0.18	0.07
波形丝虫 <i>Blepharisma undulans</i>				0.073	0.073	0.22
僧帽肾形虫 <i>Colpoda cucullus</i>					0.04	
背状棘尾虫 <i>Stylonychia notophora</i>						
足吸管虫 <i>Podophrya</i> sp.						
尾草履虫 <i>Paramecium caudatum</i>						
急游虫 <i>Strombidium</i> sp.						
矛棘虫 <i>Hastatella</i> sp.						
太阳虫 <i>Actinophrys</i> sp.						
长颈虫 <i>Dileptus</i> sp.						
钝漫游虫 <i>Litonotus</i> sp.						
尾丝虫 <i>Hironema</i> sp.						
旋口虫 <i>Spirostomum</i> sp.						
转轮虫 <i>Rotaria rotatoria</i>		2.25		1.86	5.55	1.21
懒轮虫 <i>Rotaria tardigrada</i>		0.38		0.37	0.66	0.48
盘状鞍甲轮虫 <i>Lepadella patella</i>		0.13		0.15	0.33	0.69
鼃虫 <i>Chaetonotus</i> sp.		0.13				0.04
线虫 <i>Nemathelminthes</i>		0.50				
尖额蚤 <i>Alona</i> sp.						
颤体虫 <i>Aelosoma</i> sp.						
合 计		18.39	7.95	2.81	7.52	3.62

表 3 不同废水滞留期各类微

种 类	4d								
	水 体			凤眼莲根系			水 体		
	I	IV	V	I	II	III	I	III	V
藻 类		20	61.2	0.29	1.75	3.8	67.2	262.24	7780.24
原生动物		787.5	18.9	25.33	48.26	45.99	14.49	9.45	194.04
轮 虫		1562.5		1186.5	2882.08	1187		3.75	
其他动物		125				18.5			
合 计		2495	80.1	1212.12	2932.1	1236.8	81.70	275.4	7974

其优势种群为沟钟虫 (*Vorticella convallaria*), 转轮虫 (*Rotaria rotatoria*) 和盘状鞍甲轮虫 (*Lepadella patella*), 它们各占总量的 18.5%、17.5% 和 34.5%。特别在废水滞留期为 8d 时, 盘状鞍甲轮虫占总数量的 50.6%。对照塘水体中优势种群为裸藻 (*Euglena* sp.), 在

同一废水滞留期, 氧化塘进口、中间和出口凤眼莲根系微型动物总的数量呈增加趋势, 说明废水流经凤眼莲根系后, 水质得到净化有利于微型动物生存。同时, 微型动物的群落结构也发生变化。例如, 废水滞留期 12d 时, 出口凤眼莲根系转轮虫比进口减少了 70%, 而盘状鞍甲轮

微型动物数量 (10^6 个/ m^3 水柱)

8d						12d					
水 体			凤眼莲根系			水 体			凤眼莲根系		
I	III	V	I	II	III	I	III	V	I	II	III
8.4	32.78	972.53	0.096			7.73	3.08	227.63	0.56	1.30	0.14
								0.075			
0.23	0.075	0.90	1.15	1.37	3.71		0.75	0.23	3.70	4.50	3.62
					0.11		0.53		0.034	0.56	0.14
										0.06	
			0.032						0.14	0.07	0.18
				0.084	0.036				0.15		0.21
			0.032	0.14	0.83				0.32	0.60	0.39
				0.11	0.04				0.037	0.062	0.35
				0.20	0.25					0.23	0.11
				0.028	0.32						0.46
	0.075	0.15									
		1.05							0.037	0.034	0.035
		0.98	0.032						0.037	0.10	0.11
										0.068	
			0.29	0.42	1.37		0.075		6.29	5.49	1.89
				0.084	0.18				0.049	0.065	
	0.007		0.80	0.53	7.42		0.007		1.24	0.85	6.41
			0.096	0.056	0.32				0.14	0.034	0.50
			0.032	0.028	0.036				0.11		0.035
					0.036				0.037		
8.63	32.93	975.61	2.56	3.05	14.66	7.73	4.44	227.93	12.88	14.02	19.08

型动物生物量 (mg/m^3 水柱)

8d			12d					
凤眼莲根系			水 体			凤眼莲根系		
I	II	III	I	III	V	I	II	III
0.768		333.65	61.84	24.64	1821.04	4.48	10.4	1.12
18.50	121.72	4485		99.54	19.22	280.67	395.89	353.12
545	517	1258		41.25		3789.5	3202.5	4150
64	42					125	17	267.5
688	1780.7	6076.7	61.84	165.4	1840	4199.7	3625.8	4771.7

虫却增加了 80%。随着氧化塘废水滞留期变长,凤眼莲根系微型动物数量也增加,废水滞留期为 4d、8d 和 12d 时,III 站微型动物分别为 3.62×10^5 个/ m^3 , 14.66×10^6 个/ m^3 和 19.08×10^6 个/ m^3 , 说明废水滞留期长有利于生物的生长和繁殖。

2.1.3 不同废水滞留期各类微型动物生物量见表 3。 在相同的废水滞留期,氧化塘中从废水进口到出口,微型动物生物量一般呈增加趋势,除个别例外。废水滞留期越长,微型动物生物量越大,这同微型动物数量变化趋势相一致。由于轮虫个体一般都比原生动物个体大,因此轮虫生物量占各类微型动物总生物量的绝大部分。

2.2 凤眼莲根系微型动物作为水质指示生物

在对照塘中以裸藻为主,而以细菌和有机碎屑为食的异氧原生动物基本还不能生存;在放养凤眼莲的氧化塘中出现了各种微型动物,因此无论从生物的多样性还是从生物的数量都表明氧化塘废水处理效果比对照塘好。这同氧化塘出口水体的总磷、总氮、含油率、溶解氧和 COD 都比对照塘出口低相一致,其去除率分别提高 23.3%、4%、50%、28% 和 21.5%。当废水滞留期从 4d 延长到 12d 时,氧化塘 COD 去

除率从 15.1% 提高到 29.8%,凤眼莲根系微型动物数量增加 4.3 倍。因此,微型动物可以作为指示生物来监测水质净化的效果。

2.3 凤眼莲根系、底泥和水体微生物数量比较

凤眼莲根系、底泥和水体微生物数量测定结果见表 4。凤眼莲根系好氧和兼性好氧微生物数量比底泥和水体中多,同时镜检表明凤眼莲根系菌胶团发育很好,而水体中以游离细菌为主,菌胶团较少。因此,凤眼莲根系微生物能净化炼油废水,同时成为微型动物的食物之一,有利于微型动物繁殖。由于微型动物对微生物的摄食,同时氧化塘出水溶解氧只有 0.9mg/L,不利于好氧微生物生长,所以氧化塘出口处微生物数量比进口处低。

3 结语

氧化塘中微型动物种类、数量和生物量高于对照塘。在氧化塘中随着废水滞留期延长,微型动物种类、数量和生物量呈增加趋势,凤眼莲根系原生动物和轮虫高于水体中的原生动物和轮虫。理化监测结果表明氧化塘水质净化效果高于对照塘,因此,微型动物可以作为指示生物来监测水质优劣。凤眼莲根系中微生物不仅可以净化水质,而且成为微型动物的食物,有利于微型生物生长繁殖。

致谢 唐述虞先生对本工作作了指导,特表感谢。

参 考 文 献

- | 样 品 | 日期(月,日) | | |
|----------------------|---------|-------|-------|
| | 10,5 | 10,17 | 10,21 |
| I 水体(10^6 个/ml) | 12.2 | 10.1 | 13.8 |
| III 水体(10^6 个/ml) | 4.23 | 0.97 | 13.3 |
| V 水体(10^6 个/ml) | 5.81 | 1.13 | 25.1 |
| I 根系(10^6 个/g) | 13.6 | 22.5 | 25.9 |
| III 根系(10^6 个/g) | 10.0 | 25.5 | 19.7 |
| III 底泥(10^6 个/g) | 0.20 | 1.81 | 1.94 |
| V 底泥(10^6 个/g) | 10.0 | 2.24 | 9.27 |
- (上接第 66 页)
- Gros H, Schnoor G and Rutten P. *Water Supply* 1986, 4: 11
 - Gros H and Treutler K. *Aqua*. 1986, 5: 288
 - Dries D, Liessens T et al. *Water Supply*. 1988, 6: 181
 - James J et al. *J Environ. Engin. Division*. 1977, 103: 593
 - Claus G and Kutzner H J. *Appl. Microbiology and Biotech.* 1985, 22: 289
 - Claus G and Kutzner H J. *Appl. Microbiology and Biotech.* 1985, 22: 283
 - Batchelor B and Lawrence A W. *J. Water Pollution Control Federation*. 1978, 50(8): 1986
 - 吴振斌等. 水生生物学报. 1987, 11(2): 139, (4): 299
 - 郑师章等. 生态学杂志. 1987, 6(4): 30
 - 佐藤治雄等. 淡水生物科技情报. 1985, (4): 87
 - Baruah JN et al. 世界环境. 1985, (3): 9, (4): 15
 - 沈韞芬. 废水生物处理微型动物图志. 北京: 建筑工业出版社, 1976: 1
 - 刘鸣亮. 湖泊富营养化调查规范. 北京: 中国环境科学出版社, 1987: 1

phic denitrification causes high sulfate content in the treated water.

Key words: drinking water, nitrate, ion exchange, denitrification.

Influence of Wastewater from Oil Refinery on Species and Biomass of Microzoon in Rootzone of Waterhyacinth. Yang Liuyan, Zhang Xuemei (Nanjing Combined Environmental Engineering Company, Nanjing 210029): *Chin. J. Environ. Sci.*, **14**(2), 1993, pp. 67—70

There are lots of biological species in rootzone of waterhyacinth, which can purify wastewater from oil refinery. Rootzone of waterhyacinth is an ecological subsystem. There are 20 microzoon species including 13 protozoa, 3 rotifer and 4 others. The main species are *Vorticella convallaria*, *Rotaria rotatoria* and *Lepadella patella* with percentages of 18.5%, 17.5% and 34.5%, respectively. The longer retention time of the wastewater is in the oxidation pond, the more species and the bigger population of microzoon in rootzone of waterhyacinth. The total biomass increases along with wastewater flow. The maximum value of the population is 1.91×10^7 ind./m². There is no microzoon except *Englena* which is an autotrophic organism in control pond. Increase of retention time of wastewater is beneficial to biomass of microzoon and has no effect on the content of aerobic and facultative aerobic microbes in oxidation pond.

Key words: oxidation pond, microzoon, waterhyacinth purification.

Simultaneous Determination of Plutonium and Uranium in Environmental Samples. Jiao Shufen et al. (Liaoning Institute of Labour Hygiene, Shenyang 110005): *Chin. J. Environ. Sci.*, **14**(2), 1993, pp. 71—74

Plutonium and uranium in a plant sample ash was simultaneously determined studied by using anion exchange resin columns, and concentrated hydrochloric acid and nitric acid. At the final stage of the determination of the nuclides, each of them was

electrodeposited together with a little amount of molybdenum carrier onto a stainless steel plate and measured by α -ray spectrometer. The recoveries of uranium and plutonium from the plant samples determed by adding internal standard ²³⁶Pu was 100% and 63%, respectively.

Key words: plutonium, uranium, anion exchange resin, α -ray spectrometer.

Determination of Organic Chlorine by Gas Chromatography with Ion Selective Electrode. Chen Xiaoming, Kong Zhenfang et al. (Xiangtan Municipal Environmental Monitoring Station, Xiangtan 411104): *Chin. J. Environ. Sci.*, **14**(2), 1993, pp. 75—77

Using chlorine ion selective electrode as the detector of gas chromatograph, r-BHC, CH₂Cl₂ and CCl₄ were determined with the detection limits of 2.6×10^{-10} , 1.8×10^{-10} and 1.0×10^{-10} mol, respectively. Relative standard error for r-BHC determination was 3.4% and linear range is 2.6×10^{-10} — 9.8×10^{-7} mol.

Key words: gas chromatography, ion selective electrode, organic chlorine.

The Determination of Trace Arsenic in Wastewater with a Inductive Kinetic Spectrophotometric Method. He Ronghuan, Wang Jianhua. (Chemistry Department of Yantai Teacher's College 264000): *Chin. J. Environ. Sci.*, **14**(2), 1993, pp. 78—81

A kinetic spectrophotometric method for the determination of trace arsenic was proposed based on the inductive effect of As(III) on the Cr(VI)-Fe(phen)₃²⁺ redox reaction in acidic medium. The optimal conditions were established as: [Cr(VI)] = 2.2×10^{-4} mol/L; [Fe(II)] = 1.2×10^{-4} mol/L; [phen]/[Fe(II)] = 5.6; pH 1.2; and wave length 512nm. The calibration curve was linear for a As(III) concentration range of 0—3.0 μ g/ml and the detection limit was 0.01 μ g/ml As(III). The method have been satisfactorily used in the determination of arsenic in industrial wastewater. The recovery was 95.8%, and relative standard deviation was 3.78%.