

天津市综合污水及其某些组分 对鱼虾的毒性研究*

崔可铎 吴玉霖 赵鸿儒 侯兰英 姜清香
(中国科学院海洋研究所)

30年代起欧美、苏联和日本已有关于污水研究的报道,我国学者费鸿年1954年也发表过论文。但有关综合污水对海洋动物的毒性的研究还不多见,这主要是因为污水的成分比较复杂,往往差异很大,难于控制,经常给实验研究工作造成很大的困难。渤海湾的大沽口和北塘口是天津南、北排污河综合污水的入海口,已受到明显的污染,局部水域还比较严重,据塘沽区环境监测站测定,水中的主要污染物有COD、氨氮、酚、石油类和五氯酚钠等,它们来源于天津市和塘沽地区的工业废水和城市生活污水。因此,了解和掌握综合污水对海洋动物的毒性规律,可为渤海湾的环境保护和水产养殖提供科学依据。

一、材料和方法

综合污水取自天津南排污河和北排污河的入海水闸前,然后,根据需要将其配成不同

表1 实验中测试的理化因子(1984年8月21—27日,平均值)

项目	温度 (°C)	DO (mg/L)	电导 (ms/cm)	pH	浊度 (ppm)
新鲜海水	26.3	7.6	38.9	8.0	6.7
井水	23.9	4.8	4.4	7.7	1.0
对照组 (鱼虾死亡)	26.6	2.5	26.7	7.9	5.6
南排污河污水	27.4	1.8	24.7	7.2	9.3
南排污河污水 (15%)	26.4	2.9	37.3	7.9	5.3
南排污河污水 (25%)	26.3	2.2	36.9	7.8	6.0
南排污河污水 (35%)	27.2	2.2	37.0	7.4	5.0
北排污河污水	28.2	1.9	5.2	7.4	17.5

* 中国科学院海洋研究所调查研究报告第1404号。
收稿日期: 1986年8月2日。

的实验浓度。1984年5, 8, 10月在北塘养虾场进行了约30余次实验, 并将5, 10月的污水运回青岛, 在中国科学院海洋研究所实验室进行了10余次补充实验, 对单一污染物, 包括敌百虫、五氯酚钠、阴离子表面活性剂(烷基磺酸钠)的毒性实验了10余次; 又应北塘养虾场要求做了蓆运河污水的毒性实验。

实验用的生物材料为对虾、鲈鱼、梭鱼和非洲鲫鱼, 多为体长10cm左右的幼体。实验中理化因子用多功能水质仪测定(表1)。

实验用无毒聚乙烯白塑料桶进行。鱼虾与水体的比例保持在1g/L, 每个实验设3—5个试验浓度, 每个浓度的试验液放生物5—10尾, 设2或3个平行实验组, 另设对照组。为了使水质保持新鲜和试验液浓度没有较大的变化, 每天更换相应浓度的新配试液一次, 不暴气、不投食, 观察4天, 详细记录, 最后以直线内插法在半对数坐标纸上计算TLm(半忍受限)值或推算半致死浓度。

二、结 果

综合污水对鱼虾的毒性实验结果如表2。

表2 综合污水对鱼虾24h的TLm值(%)

月份	TLm 值 污水来源	种类			
		非洲鲫鱼	鲈 鱼	梭 鱼	对 虾
5月	南排污河	0.6 ⁽¹⁾	0.3 ⁽¹⁾		
	北排污河	28.5 ⁽¹⁾	54 ⁽¹⁾ (48h)		
8月	南排污河	>25 ⁽²⁾ (48h)	25.3 ⁽²⁾	26.9 ⁽¹⁾	0.7 ⁽¹⁾ (72h)
	北排污河	>60 ⁽²⁾	26 ⁽²⁾		—
10月	南排污河	5 ⁽²⁾	5 ⁽²⁾	17 ⁽²⁾	7 ⁽²⁾
	北排污河			>60 ⁽²⁾	
附 注	实验条件	(1) 平均体长8.4cm, 体重10.7g, 水温24°C	(1) 平均体长8.1cm, 体重6.6g, 水温25°C	(1) 平均体长9.0cm, 体重7.0g, 水温25.5°C	(1) 平均体长8.3cm, 体重5.2g, 水温24.5°C
		(2) 平均体长7.2cm, 体重7.9g; 水温25—28°C	(2) 平均体长7.5cm, 体重5.4g, 水温25—28°C	(2) 平均体长6.1cm, 体重2.8g, 水温18°C	(2) 平均体长12.3cm, 体重14.4g; 水温15—19°C
		(3) 平均体长9.1cm, 体重14.9g; 水温15—19°C	(3) 平均体长13.2cm, 体重21.8g, 水温18°C		

5月份南排污河污水的毒性实验, 非洲鲫鱼在5%浓度污水中5h即开始死亡, 在20%浓度污水中7h后全部死亡, 浓度达50—80%时半小时后即全部死亡, 其24h的TLm值为0.6%。经5%浓度的污水实验后死亡的鲈鱼, 其体表粘液多而长, 嘴张大; 把鱼

放进 20% 浓度的污水中,稍停片刻,鱼即上下翻滚,20min 后全部死亡,胸、背鳍突起,嘴张大;其 24h 的 TLm 值为 0.3%。

8 月 15—19 日进行的南排污河污水对对虾的毒性实验,48h 内没有对虾死亡,72h 的 TLm 值为 0.7%。而 8 月 15, 20, 25 日又另做了三次实验,污水浓度分别为 0.1, 0.5, 1, 5, 15, 25, 35%, 另设对照组,24h 后各组对虾全部死亡,测定当时水质条件为:水温 27.2°C; pH7.3—7.1, 溶解氧 1.6—2.2mg/L; 其死亡原因不是致毒而是缺氧。

单一污染物对鱼虾的毒性实验结果如表 3。

表 3 单一污染物对鱼虾 24h 的 TLm 值 (mg/L)

TLm 值 / 种类		非洲鲫鱼	对 虾	梭 鱼
敌百虫		46 ⁽¹⁾		
阴离子表面活性剂		1.7 ⁽²⁾		3.3 ⁽¹⁾
五氯酚钠		0.9 ⁽³⁾	4.2 ⁽¹⁾	0.12 ⁽²⁾
附 注	实验条件	(1) 平均体长 5.4 cm, 体重 7.2g; 水温 20—21°C (2) 平均体长 7.7 cm, 体重 9.2g; 水温 25°C (3) 平均体长 7.2 cm, 体重 7.4g; 水温 24.5°C	(1) 平均体长 6.8 cm, 体重 2.5g, 水温 24°C	(1) 平均体长 8.0 cm, 体重 5.1g, 水温 21.5°C (2) 平均体长 7.4 cm, 体重 4.4g, 水温 21.5—26.5°C

三、讨 论

由表 2 可以明显地看出南排污河综合污水的毒性反应,鱼类的半忍受限 (TLm 值) 在 5 月份为 0.3—0.6%, 8 月份为 25—26.9%, 10 月份为 5—17%, 季节变化显著;北排污河污水对非洲鲫鱼的 TLm 值除在 5 月份为 28.5% 外,其他多在 50—60% 以上,没有明显的季节变化。南排污河污水对鱼虾的毒性大于北排污河。

据初步测试,5 月份南排污河污水的五氯酚钠含量较大,约在 30mg/L 以上,而且春季久旱无雨,蒸发量较大,所以对生物的毒性很高;8 月份雨量充沛,污水毒性大大降低;10 月份河水水位下降约 2m,污水毒性又有所回升。

以上情况与此次调查对水样、底质样品中有机物含量的分析结果,以及对鱼虾回避反应的研究结果完全一致,也与塘沽区环保监测站测定的 1984 年排入南、北排污河主要有有机污染物的含量相吻合。

从表 3 可看出,五氯酚钠对鱼虾致毒的浓度很低,其毒性很大,这又进一步说明南排污河 5 月份污水的毒性很高是因含大量五氯酚钠所致。敌百虫在污水中的毒性很低,这可能是由于有机磷类农药在水中不稳定的缘故。阴离子表面活性剂的毒性也较大,所以,城市生活污水中洗涤剂的含量不可忽视,它往往是形成环境污染的因素。

从表 2 还可以看出,不同鱼类对污水的反应有差异,鲈鱼较为敏感,非洲鲫鱼次之,梭

鱼的忍受能力较强。从表 3 也可看出,非洲鲫鱼对阴离子表面活性剂的毒性反应比梭鱼敏感,而对五氯酚钠的忍受能力则比梭鱼强。从表 2, 3 的比较可以看出,单一污染物的毒性比综合污水的毒性高得多。对虾对污水的反应比较敏感,约为梭鱼的 2 倍,而对五氯酚钠的毒性反应则比较迟钝,其半忍受限约为鱼类的 3—4 倍。用对虾做各种浓度污水的毒性实验时,发现对虾的死亡主要不是由于污染物致毒,而是由于水中缺氧,如 8 月份的实验,对照组出现死虾时的溶解氧平均含量为 2.5 mg/L,而各浓度污水中溶解氧含量为 1.9—2.9 mg/L (表 1)。对虾的呼吸率很强,所以对溶解氧含量的反应非常敏感。

日本小泉(1954)(转引自田村正著,1956)把各厂、矿排出的废水,按处理方法和工艺过程的不同分成四大类:酸性、碱性、重金属和有机物。南、北排污河的污水来源于造纸、纺织、炼油和合成化学纤维等工业废水和城市生活污水,主要污染物是有机物。从以上实验结果来看,这种污水对鱼虾造成的危害有两个方面,一是污水中各种污染物质的毒性作用,一是污水的严重缺氧,而后者往往是主要的。根据现场观察和实验结果分析,造成污水中动物严重缺氧的原因可能是:(1)污水表面覆盖一层油膜,隔绝水体与空气的接触,影响了水-气间气体的交换;(2)污水中有机颗粒含量过多,可能使水生动物呼吸运动发生机械性障碍而窒息死亡;(3)由于排出大量有机物使细菌活动旺盛,在分解有机物时,消耗了水中大量溶解氧,使水中缺氧,嫌氧细菌又大量繁殖,它们继续分解有机物而产生氨或硫化氢等气体。

费鸿年(1954)在研究河水污染时,综合各方面论点,提出适合鱼虾类正常生活的水质条件,其中主要两项是溶解氧含量和氢离子浓度(pH)。溶解氧含量对于水生动物特别是鱼虾类起着决定性的作用,在水温为 20℃时,大多数鱼虾类维持正常生活所需溶解氧含量不低于 5.0 mg/L。然而,鱼类和其他水生动物代谢作用的耗氧量与水温有关,水温每增加 10℃,其耗氧量约增加一倍。所以,考虑水中溶解氧含量时,必须考虑水温。许多鱼虾类正常生活所需 pH 值大都在 6.3—8.6。从此次实验中测定的水质条件来看,鱼虾死亡后测定的 pH 值,都在 7—8 之间,没有较大的变化;而溶解氧含量都在 3.0 mg/L 以下,在水温为 27—28℃时,鱼虾正常生活所需溶解氧含量应在 7—8 mg/L 以上,所以鱼虾死亡的主要原因是缺氧。溶解氧和 pH 处于正常范围之内而发生的鱼虾死亡,则是由于污染物质的毒性作用。

由上可知,工业废水和城市生活污水污染水质从两个方面造成危害:一是污染物质直接对水生动物起一种特殊的致毒作用;二是污染物质改变了各种水生动物正常生活所要求的水质条件而使其间接受害。但污水中的污染物质是多种并存的,所以对生物的直接或间接的危害也是并存的,并互相影响。

四、小 结

1. 南排污河污水对鱼虾的毒性大于北排污河,并有明显的季节变化,5 月份高,8 月份降低,10 月份有所回升。

2. 单一污染物五氯酚钠的毒性很高,阴离子表面活性剂次之,敌百虫在水中的毒性较小。城市生活污水中洗涤剂的含量应引起重视。

3. 非洲鲫鱼和梭鱼对污染物的忍受能力较强, 鲈鱼较弱; 对虾对污染物的毒性反应比较迟钝, 而对溶解氧的含量反应则非常敏感, 易因缺氧而死亡。

4. 综合污水污染水质对生物造成危害有两个方面, 一是污染物质对水生动物的直接致毒作用, 一是污染物质改变了水生动物正常生活所要求的水质条件而使其间接受害。

参 考 文 献

费鸿年, 1954. 河水污染对水生生物的影响. 学艺 23(4): 60—62; 23(5): 74—79.
 郝斌、孙海宝、陈芳顺, 1985. 对虾呼吸生理的研究. 海洋湖沼通报 3: 51—61.
 田村正著, 1956. 论水质污染与对水生生物的危害. 水产增殖学 127—135 页. 转引自国外水产, 1964, 4: 28—32.
 未广恭雄、新田忠雄, 1956. 水质污染对鱼类的影响. 鱼类学, 226—232 页; 水质保护论, 32—35 页. 转引自国外水产译丛, 1964, 9: 73—80.
 A. P. H. A., A. W. W. A. & W. P. C. F., 1971. Standard methods for the examination of water and wastewater. U. S. A., pp. 398—408.
 Eriehen Jones, J. R. (Edit.) 1964. Fish and River Pollution. London, Butterworth, pp. 176—185.
 Dueal, I. W., 1983. Wastes in the Ocean, Vol. 1. Industrial and Sewage wastes in the Ocean. Part IV. Biological and Toxic Effects. U. S. A., pp. 201—251.

LABORATORY STUDIES ON TOXICITY OF INDUSTRIAL AND SEWAGE WASTE FROM TIANJIN*

Cui Keduo, Wu Yulin, Zhao Hongyu, Hou Lanying and Lou Qingxiang
 (Institute of Oceanology, Academia Sinica)

ABSTRACT

Studies were carried out to determine the toxicity of industrial and sewage wastes from Tianjin dumpsite and of some individual toxic compounds present in them to fish and Chinese shrimp. The results were shown as in table 1 & 2.

Table 1 Toxicity of the industrial and sewage wastes from Tianjin dumpsite [24 h, TLm (%)]

month	TLm dumpsite	Speies	<i>Tilapia</i>	<i>Lateolabrax</i>	<i>Mugil so-iuy</i>	<i>Penaeus</i>
			<i>mossambica</i>	<i>japonicus</i>		<i>orientalis</i>
May	South		0.6	0.3		
	North		28.5	54 (48h)		
Aug.	South		>25 (48h)	25.3	26.9	0.7(72h)
	North		60	26		
Oct.	South		5	5	17	7
	North				>60	

* Contribution No. 1404 from the Institute of Oceanology, Academia Sinica.

Table 2 Toxicity of individual compounds in industrial and sewage wastes [24 h, TLm (mg/L)]

Compounds	TLm Species		
	<i>Tilapia mossambica</i>	<i>Mugil so-iyu</i>	<i>Penaeus orientalis</i>
Dipterex	46		
Dodecyl sulphonic acid sodium salt	1.7	3.3	
Pentachlorophenol sodium salt	0.9	0.12	4.2