

图们江污染的水生 生物学影响及其评价

中国科学院水生生物研究所
吉林省水产科学研究所

一九八〇年十月

目 录

图们江污染的水生生物学影响及其评价	(1)
一、前 言	(1)
图们江污染的水生生物学影响及其评价	(3)
二、藻 类	(3)
(一)工作方法	(3)
(二)野外监测结果	(5)
(三)室内检测结果	(11)
(四)讨论和小结	(12)
1、图们江干流各江段污染程度的评价	(12)
2、主要污染源及其危害的评价	(13)
3、藻类监测方法的探讨	(14)
图们江污染的水生生物学影响及其评价	(17)
三、底栖动物	(17)
(一)工作方法	(17)
(二)调查结果	(17)
(三)室内毒性试验	(27)
(四)讨论	(27)
(五)小结	(29)
图们江污染的水生生物学影响及其评价	(30)
四、鱼 类	(30)
(一)鱼类区系分布与鱼类资源概况	(30)
(二)野外监测	(33)
(三)室内检测	(39)
(四)讨 论	(53)
1、鱼类资源衰竭原因的探讨	(53)
2、主要污染源及其排放标准	(54)
3、主要污染物毒性评价及水质标准	(55)

4、纸浆废水毒性评价.....	(57)
(五)小 结.....	(58)
图们江污染的水生生物学影响及其评价.....	(61)
五、水生生物学综合评价.....	(61)
(一) 各江段污染程度综合评价.....	(61)
1、方法和指标的选择.....	(61)
2、评价标准.....	(62)
3、综合评价结果.....	(62)
(二) 废水的毒性评价.....	(63)

目 录

图们江污染的水生生物学影响及其评价	(1)
一、前 言	(1)
图们江污染的水生生物学影响及其评价	(3)
二、藻 类	(3)
(一)工作方法	(3)
(二)野外监测结果	(5)
(三)室内检测结果	(11)
(四)讨论和小结	(12)
1、图们江干流各江段污染程度的评价	(12)
2、主要污染源及其危害的评价	(13)
3、藻类监测方法的探讨	(14)
图们江污染的水生生物学影响及其评价	(17)
三、底栖动物	(17)
(一)工作方法	(17)
(二)调查结果	(17)
(三)室内毒性试验	(27)
(四)讨论	(27)
(五)小结	(29)
图们江污染的水生生物学影响及其评价	(30)
四、鱼 类	(30)
(一)鱼类区系分布与鱼类资源概况	(30)
(二)野外监测	(33)
(三)室内检测	(39)
(四)讨 论	(53)
1、鱼类资源衰竭原因的探讨	(53)
2、主要污染源及其排放标准	(54)
3、主要污染物毒性评价及水质标准	(55)

(一) 野外调查和监测

1、人工基质(挂片)上着生藻类的种类和数量的测定。求得优势种类、种类数、总个体数及相对总个体数、Shannon—Weaver指数及其他多样性指数。

2、人工基质(挂笼)中底栖动物的种类和数量的测定,求出总个体数、种类数、Chandler指数和其他指数。

3、鱼类区系分布和鱼类资源调查。调查鱼类种类及其分布,大麻哈鱼的渔获量变化情况。

4、人工装置中大麻哈鱼鱼卵和鱼种的存活率的测定。

5、几种鱼体内重金属、有机氯农药等残留量的测定。

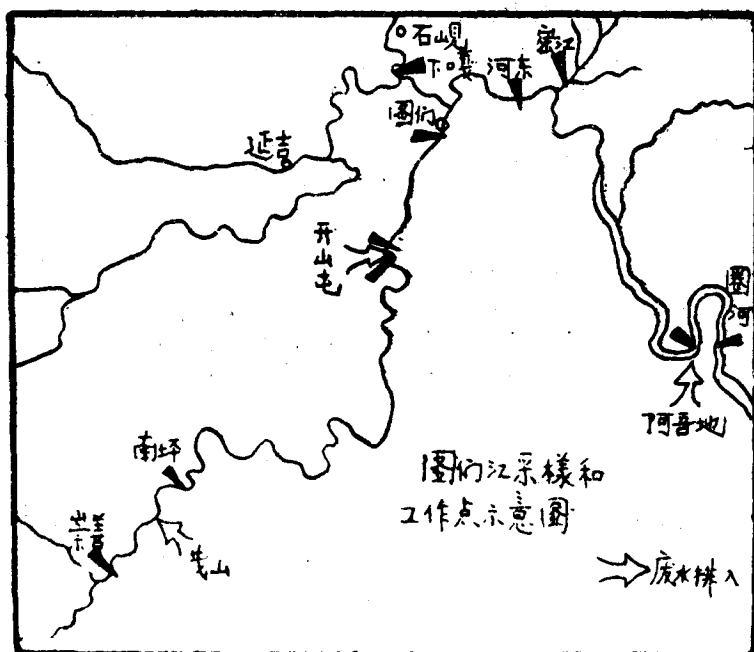
(二) 室内检测

1、几种废水对栅藻的生长抑制试验。求得抑制中值(ILM)。

2、几种废水对蜉蝣稚虫和球蚬的急性试验。求得致死中值(TLM)。

3、几种废水和木素磺酸钠对大麻哈鱼鱼种的急性试验,求得致死中值。纸浆废水对大麻哈鱼鱼种的亚急性(生长率、血液指标、组织病变和回避行为)试验,求得阈浓度。

在工作中,得到吉林省、延边朝鲜族自治州、图们市、珲春县等各级水利、水产、环境保护和边防海关等部门的指导和帮助,特别是延边州环办、图们江环保监测站、开山屯化学纤维浆厂、图们海关卫生检疫所、珲春县水产站等单位,对工作给予大力支持,在此表示衷心感谢。



图们江采样和工作点示意图

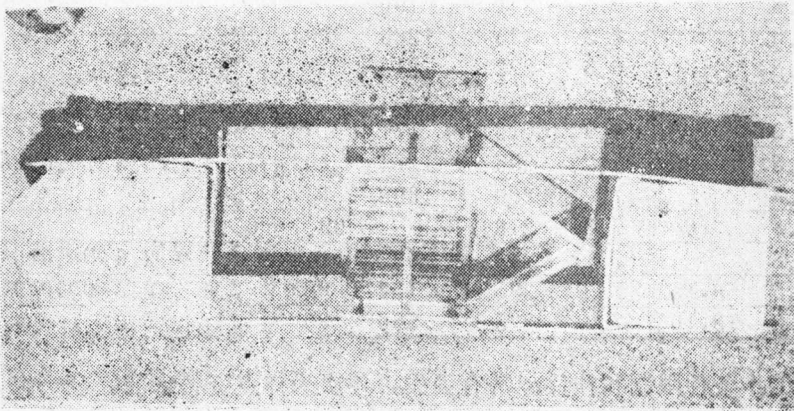
图们江污染的水生生物学影响及其评价

二、藻 类

(一) 工作方法

野外监测采用人工基质着生藻类方法。〔8〕用自己设计制作的有机玻璃挂片架,以普通载玻片作为人工基质,收集着生藻类。(见照片)玻片悬挂深度为3—5厘米(崇善点因透明度高,为10厘米左右)。挂片时间两星期左右。括下玻片上着生的藻类,用蒸馏水稀释到30毫升,固定保存。计数时用力摇匀,吸取0.1毫升于计数框内,用置于目镜内的平行线(宽度150 μ),在计数框不同位置计算整个横行内的藻类,总计数个体至少在200个以上。根据计数结果,换算每个平方厘米玻片上着生的藻类数量和各个种的个体数量占总数的%值。种类数系根据定量时在相同的计数面积中出现的种类统计。多样性指数系采用Shannon—Weaver的、经Lloyd和Ghelardi改进的公式:

$$H' = \frac{3.322}{N} (N \log N - \sum n_i \log n_i) [1,2]。$$
 在计算种类数和多样性指数时均以种为单位,同一种的不同变种都合并作为一个种计算。



采样于1977、1978和1979年的8月各进行一次,1979年5月增加了一次,共计四次。

根据污染源和野外挂片条件,选择采样点位置。1977年的采样点为崇善、南坪、开山屯、图们、河东和圈河。1978年和1979年取消了下游的圈河点,而在开山屯化学纤维浆厂排水口上游增设了三合、香仁坪两个采样点;在排水口的下游增设了菜队、船口、白龙、马牌等点。各采样点在采样时的理化条件见表1。

表 1

图们江各采样点理化条件

		透明度 (厘米)	pH	电 导 率 (微欧姆 /厘米)	悬浮物 (毫克 /升)	耗氧量 (毫克 /升)	生物耗 氧量 (毫克 /升)	木质素 (毫克 /升)	酚 (毫克 /升)	氰化物 (毫克 /升)
崇善	1977.8	35								
	1978.8	>80	7.5	90.2	2	6.8				0
	1979.5	25	7.1	145	0	20	1.1	0.1	0	0
	1979.8	>40		64		16		0.4	0	0
南坪	1977.8		7.5	122.5		3.9	16.8	0	0	0
	1978.8	4	7.5	138,166	945	6.8		0.1		
	1979.5	6	7.8	145	2610	32	3.4	0.4		
	1979.8	10	7.7	120	1094	24		0.9	0	
三合	1978.8	5	6.9	288,217	279	14.4	1.16	0.3		0
	1979.5	5	7.3	200	1102	36	2.8	0.4	0.0017	0
	1979.8	12	7.6	130	4798	20		0.9		
香仁坪	1978.8	8.0	7.0	186	210	3				0
	1979.5	6.5	7.7	80	1154	32	7.2	1.3	0.003	
	1979.8	11		160		36		0.9		
菜队	1978.8				320					
	1979.5		7.4		922	192	28	25	0.008	0.010
	1979.8			350		120		28		
船口	1978.8	5	7.4	282	260					
	1979.5	6	7.4	150	1060	128	12.8	13	0.0012	0
	1979.8	16		210				14.4	0	0
白龙	1978.8	5.5								
	1979.5	7	7.4	132.5	1160	120	16.8	14	0.0012	0
马牌	1978.8	6		241	190					
	1979.5	5	7.3	135	1236	104	13.2	6.5		
	1979.8	13	6.6	222	214		44	8.6		
图们	1977.8	6	7.7	390	255.2			4	0	
	1978.8	8	6.4	460,243	171	140	16.6	15.2	0.0075	0
	1979.5	5.5	7.2	295	1274	104	12.4	10.5	0.0025	0.02
	1979.8		7.2	200	1398	132	56	8		
河东	1977.8	10	7.3	218.7		39.1	65.2	13		
	1978.8		7.1	244	62	51.4		3.6	0.015	0
	1979.5	8,15	7.2	295	182	92	7.4	10.5	0.0019	0
	1979.8	18,10	7.4	225	560	80	44	5.6	0	

由于野外工作条件限制和挂片架常有丢失, 各次采样点资料未能完全一致。

室内检测在1977年和1979年进行。观察了几种废水或江水对栅藻的生长抑制情况。试验所用藻种为水生所藻类室提供的斜生栅藻 (*Scenedesmus obliquus* (Turp. Kutz.))。培养基为水生4号。^[8]藻种经通气或震荡培养3—5天后, 用于试验接种, 接种时藻种液浓度为2—5×10⁶个/毫升。1977年试验系在300毫升锥形瓶中进行。用废水、水生4号培养基各组分的浓贮液和蒸馏水配成不同的废水浓度, 每个浓度两并, 不加废水为对照。然后接种藻种, 使试验开始时的藻体个数为10⁵个/毫升, 试验液总体积为100毫升。光照用30瓦白色荧光灯, 底部照光, 照度约为4000—5000勒克斯

斯, 光照时间为每天10小时, 每隔1小时人工摇匀1次。1979年试验系在50毫升试管中进行, 试液总体积为20毫升。用小型电动振荡器连续振荡, 每个浓度3支管。其余试验条件相同。

定时取样测定栅藻数量。每次试验共延续7天, 前3天每天取样, 后4天隔天取样。计算各试验组与对照组的相对生长值和生长率 ($K = \frac{\ln(N_2/N_1)}{T_2 - T_1}$)。依最大生长率时(一般为试验的第2—3天)的相对生长值, 用直线内插法求得抑制中值(ILm)。^[4]

(二) 野外监测结果

1、1977年的野外调查取得了5个采样点的着生藻类资料。(表2)

崇善的藻类总数很高, 南坪和图们则极低, 相差几个数量级, 到河东和圈河又很高。定量时出现的种类数, 以崇善最多, 南坪和圈河最少, 多样性指数的情况也类似。

表2 1977年夏季图们江着生藻类野外监测结果

	总数, N (10^8 个/平方厘米)	种类数, S	多样性指数, H'
崇善	74	20	2.83
南坪	0.66	5	2.10
图们	0.02	11	2.40
河东	50	13	2.65
圈河	102	7	1.88

崇善的优势种类有碎片菱形藻(*Nitzschia frustulum* (Kütz.) Grun), 占藻类总数的42.6%; 隐头舟形藻(*Navicula cryptocephala* Kütz.), 占19.6%; 箱形桥弯藻(*Cymbella cistula* (Hempr.) Grun.), 占12.5%。南坪优势种是微小异极藻(*Gomphonema parvulum* (Kütz.) Grun.), 占68.2%。其他各站的优势种也是碎片菱形藻。优势种类数量在各个点的变动情况见图2—1。

1977年的调查结果表明: 崇善可以被认为是基本保持自然状态的一个对照点。南坪点距崇善只有40公里, 但因该点上游9公里处有朝方茂山铁矿尾矿废水的大量排入, 对着生藻类的数量、种类和多样性均有影响。图们点在开山屯厂总排水口下游, 受的影响也很明显。河东点在图们市下游32公里处, 着生藻类生长情况与图们点比有很大改善。圈河点着生藻类数量很高, 种类组成与以上几点有很大不同。这个点距离河东109公里, 已位于图们江下游, 自然地理条件相差较大; 其上游有阿吾地化工厂废水排入。这两个因素无疑对着生藻类的群落特点产生了影响。

2、1978年的调查, 在采样点设置上作了调整, 结果见表3。

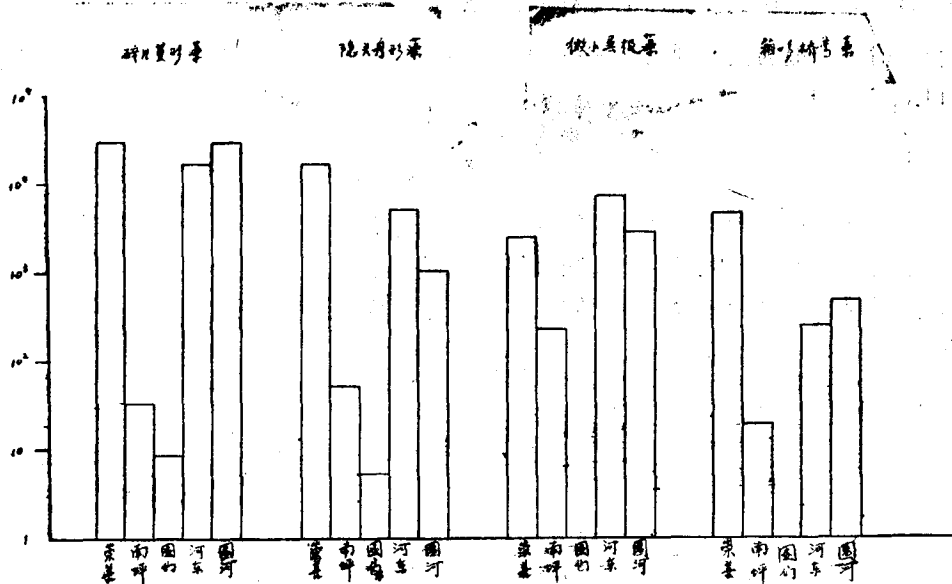


图 2—1 优势藻类数量 (1977年 8 月)

表 3 1978年 8 月图们江着生藻类野外监测结果

		N	S	H'
崇善	三合	492.9	15	2.24
船口	白龙	105.4	15	2.44
马牌	图们	2.6	9	2.32
		5.9	12	2.80
		25.9	15	2.48
		58.0	10	1.49

与1977年相同，藻类总数以崇善最高。南坪点因挂片丢失，而未取得数据，但根据1977年和1979年（见后）的资料可以推测，它的藻类数量应是很低的。三合点藻类总数仍只有崇善的1/5。开山屯厂排水口下游的几个点，总量急剧下降，船口与白龙两个点比崇善点要低两个数量级。愈往下游逐步回升。种类数船口和图们较低。优势种类与1977年相似。碎片菱形藻在崇善和三合数量很高，并分别占总数的69%和51%。到船口点，

这个种的数量急剧下降，只占2.4%。在白龙、马牌和图们，数量逐步上升，相对比重也逐步增为25%，30.5%和32.2%。卵囊椭圆藻（*Ellipsoidion oocystoides* Pasch.）也有类似趋势。隐头舟形藻是船口和白龙点的优势种。（图2—2）

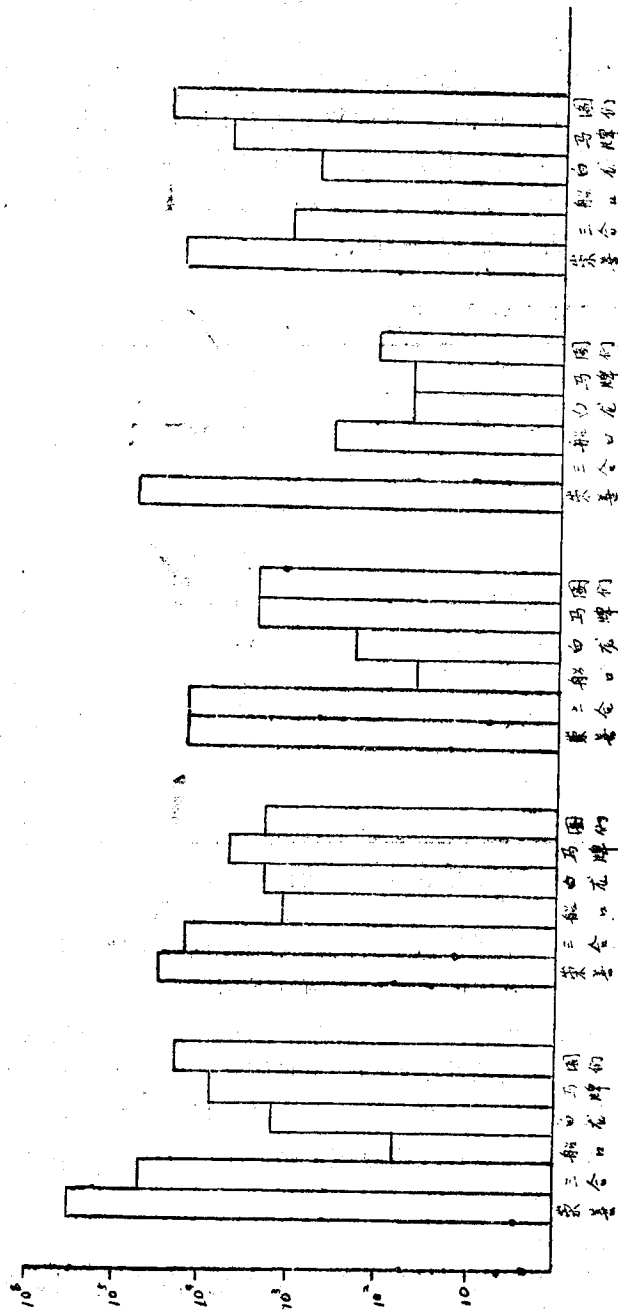


图2—2 优势藻类数量（1978年8月）

至于多样性指数,除图们明显低外,其他各点参差不齐,规律性不明显。

3、1979年增加了一次春季采集。(表4)崇善点的着生藻类总数仍属最高,远远大于其他各点,并且也是整个4次调查中最高的一次。南坪点数量急剧下降。以后各个点,除三合和河东稍高一些外,都处于很低的水平。种类数也以崇善为最高,次为三合和河东。这次在崇善的优势种是弧形蛾眉藻(*Ceratoneis arcus* Kutz.)及其变种var. *amphioxys* (Rabenh.) Brun., 占总数的83.3%,这是一种广泛分布于寒冷地区流水中的硅藻。在南坪、三合和香仁坪等点,它的数量大为下降,但仍占有一定比重(分别为45.5%、27.4%和44.9%)。再往下游各点,不仅数量更少,比重也很低(10%左右)。肘状针杆藻(*Synedra ulna* (Nitzsch) Ehrenbrg),主要是其短缩变种var. *contracta*,在一些点占总数的20—40%。

表4 1979年春季图们江着生藻类野外监测结果

	N	S	H' *
崇善	920	19	1.15
南坪	4.12	7	2.19
三合	15.72	14	2.51
香仁坪	2.05	7	2.41
菜队	2.65	10	2.58(0.58)
船口	1.06	9	2.76(1.87)
白龙	1.08	8	2.98(0.55)
马牌	0.3	8	3.75(0.94)
图们	1.04	7	3.10
河东	13.05	13	2.50

* 括号内的多样性指数值是包括球衣菌在内的计算值。

应特别指出的是开山屯厂废水排出口下游的几个采样点,在玻片上除了藻类外,着生了大量丝状菌。因此,我们对其中的浮游球衣菌(*Sphaerotilus natans*)的数量也作了计算,它的数量要远远超过着生藻类的数量。显然,它的大量出现是由于这一江段受到纸浆废水的严重污染。它们的数量变动情况见图2—3—1, 2—3—2。

由于弧形蛾眉藻在数量上的绝对优势,使崇善点的多样性指数反而最低。在表3内我们同时列出了包括球衣菌在内的多样性指数值,以显示造纸废水污染对整个着生生物群落的影响。

1979年夏季的调查结果见表5。

藻类总数和种类数仍以崇善最高,河东次之,再次之为香仁坪。其他各点均低。多样性指数以河东和崇善为高。

这次调查中,非硅藻的卵囊椭圆藻成为崇善点的优势种,数量很大。这是因为在采样前发生的特大洪水带来了较多的上游森林腐植质,为这种藻创造了适宜的生态条件。

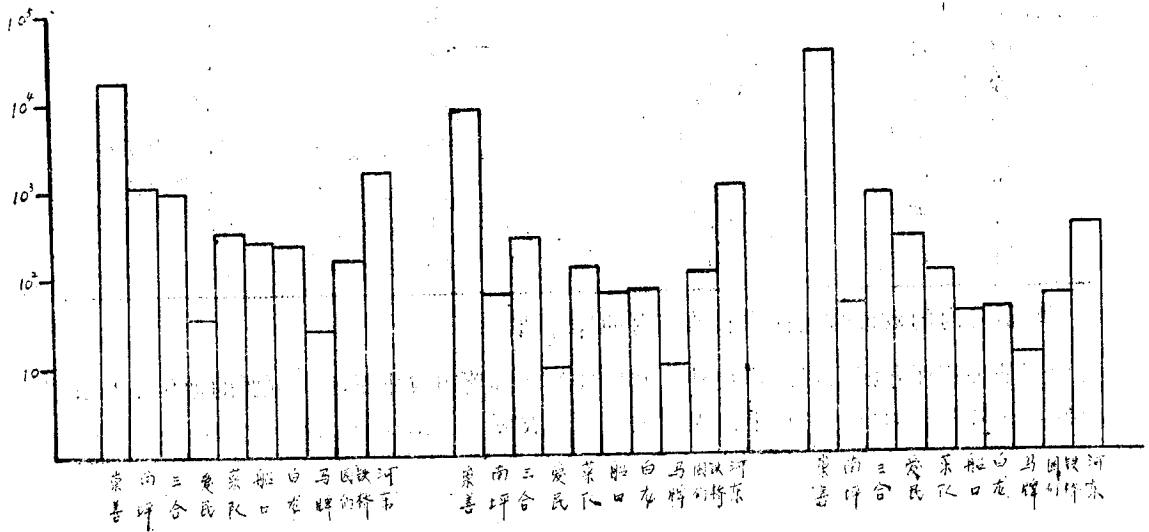


图2-3-1 优势藻类数量 (1979年5月)

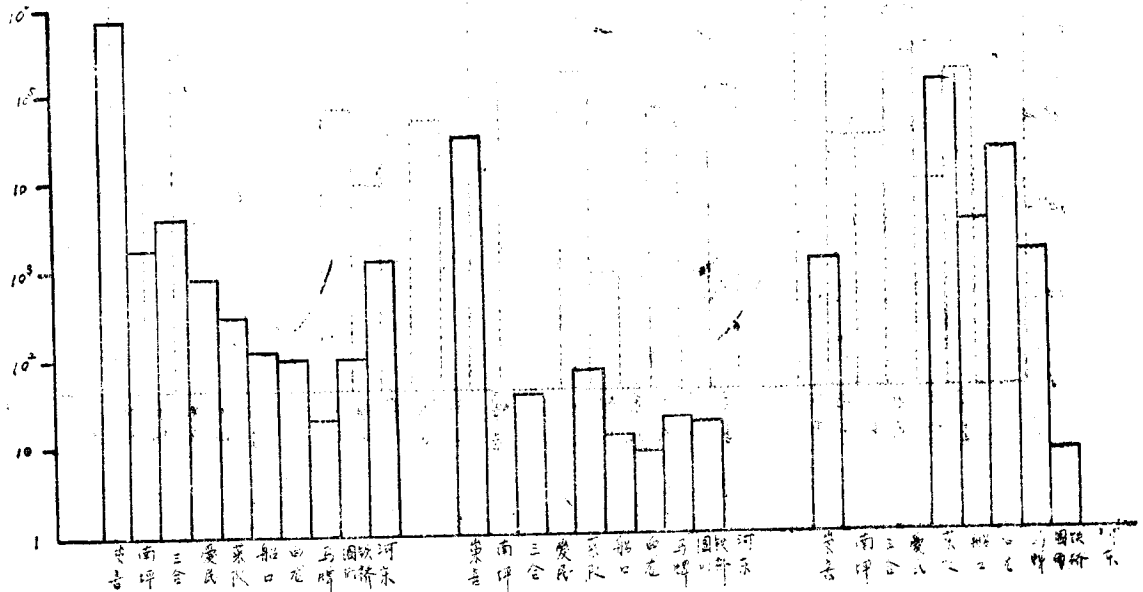


图2-3-2

表 5

1979年夏季图们江着生藻类野外监测结果

	N	S	H' *
崇善	137.06	27	2.46
南坪	1.79	8	2.0
香仁坪	45.33	22	1.8
菜队	1.69	11	2.34(0.34)
船口	1.18	9	2.03(0.26)
马牌	0.3	8	
河东	90.79	28	2.82

* 括号内的数值是包括球衣菌在内的计算值。

菱形藻是香仁坪和河东点的优势种。其他种类在群落组成中都不居重要的地位。与春季一样，在菜队和船口两个点上出现了极多的球衣菌。（图 2—4）

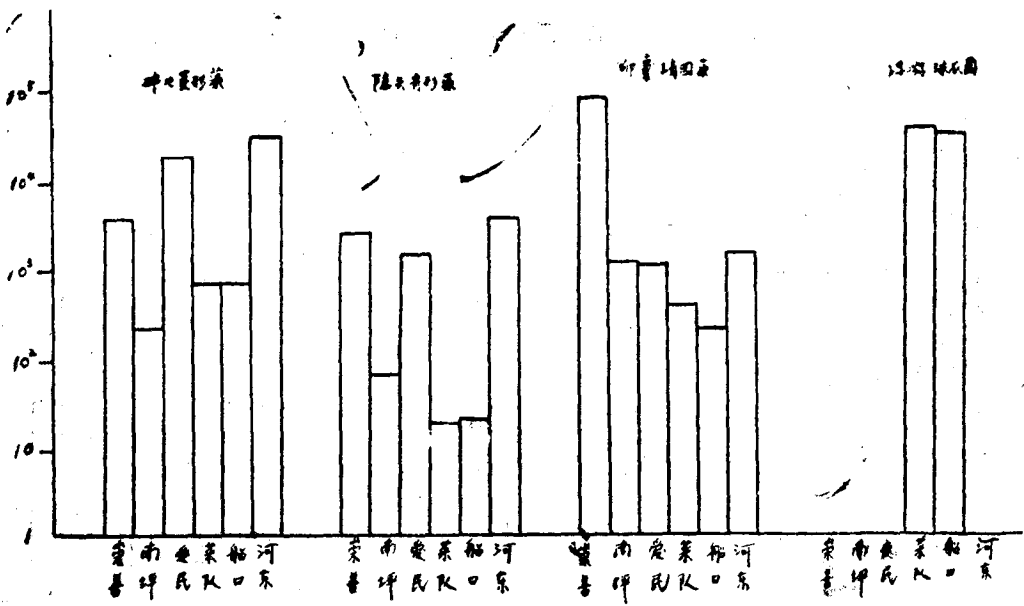


图 2—4 优势藻类数量 (1979年 8 月)

(三) 室内检测结果

用于进行藻类检测的废水或江水的水质见表6。

表6 废 水 水 质 表

废水名称	采水日期	颜 色	溶解氧 (毫克/升)	PH	电导率 (微欧/厘米)	耗氧量 (毫克/升)	悬浮物 (毫克/升)	木质素 (毫克/升)	酚(毫 克/升)	氰(毫 克/升)
开山屯厂 总排水	1977 8.17	棕 色	3.7	6.0		4283		1354	0.425	
开山屯厂 总排水	1979 8.14	棕 色		4.7	1900	6080	74	392		
开山屯厂 蒸煮三遍 水	1977 8.17	深褐色		4.0		20436		9303	0.675	
嘎呀河排 水	1977 8.28	浅 黄 褐 色		6.5		152			0.0025	
阿吾地川 排 水	1977 8.27	黑 色		6.5		3370		0.1	0.004	
南坪江水	1977 8.18	淡黄色 悬浮物	6.0	6.5		19	1340.8			
南坪江水	1979 8.15	同 上	5.8	7.7	120	44	1094	1.36	0	0
图们, 江 水	1979 8.15	浅 黄 褐 色	1.9	7.2	200	132	1398	9.6	0	0

代表开山屯厂对图们江的直接污染作用的是该厂总排水。用采自该厂总排水沟的两次废水作了三次试验, 结果见表7。1977年试验如用外推法估计抑制中值(ILm)大约是70%。1979年两次试验, 求出的ILm值分别为45%和44%。两年结果不同是因为废水成份有变化。如果以废水中耗氧量(COD)为指标计算, 1977年废水耗氧量为4280毫克/升, ILm值相当于耗氧量值约为3000毫克/升; 1979年试验废水的耗氧量值为6080毫克/升, ILm值约为2700毫克/升。两者颇为接近。

表7 开山屯厂总排水对栅藻生长的抑制%值

	对 照	废 水 浓 度 (%)						
		1.0	5.0	10.0	25.0	30.0	50.0	70.0
1977年 8 月	100	113	91	74	63	—	56	—
1979年 8 月	100	137	108	95	86	—	42	—
1979年 8 月	100	94	—	80	—	59	47	25

其他几种废水或江水的检测结果见表8。开山屯厂蒸煮后洗浆三遍废水的毒性很大, 废水浓度为10%时, 一天后栅藻细胞破坏而全部死亡; 5%浓度, 在整个试验期间

生长均受明显抑制。按最大生长期时计算的 I_{m} 值约为5%。阿吾地川排水取自阿吾地化工厂排水排入阿吾地川后进入图们江干流处,对藻类生长有较大毒性。图们点取的江水,对栅藻生长也有抑制作用。嘎呀河排水取自进入图们江前的八叶桥下,高浓度组开始第一天有延滞生长作用,但随后赶上对照组,反而表现有促进作用,且浓度越高,促进作用越大。

各种废水水质的变化是很大的,以上试验次数少,重复不够,但可作为了解一般毒性和深入测试的参考。

表8 几种废水或江水对栅藻生长的抑制%值(最大生长率时)

废 水	对 照	废 水 浓 度 (%)						
		1.0	2.5	5.0	10.0	25.0	50.0	90.0
开山屯厂三遍水	100	65	56	54	5	0		
嘎呀河排水	100				123	118	84	56
阿吾地川排水	100	95		85	82	56	37	33
南坪,江水(1977年)	100	102			88	75	82	74
南坪,江水(1979年)	100							69
图们,江水	100				74	63	57	41

(四) 讨论和小结

1、图们江干流各江段污染程度的评价

崇善点位于图们江上游。该江段两岸高山连绵、森林茂密,河底为大块石,水流湍急,沿岸村庄稀落、人口稀少,生态系统基本上处于自然状态,很少受到人为干扰。该江段化学耗氧量最高不超过10毫克/升,年平均值为10—20毫克/升,生化耗氧量大多只有几个毫克/升,悬浮物大多在50毫克/升以下,江水清澈见底,透明度都在几十厘米以上。着生藻类群落表现为数量高(10^5 — 10^6 个/平方厘米)、种类多,以清水性种类占绝对优势且生长良好、色素鲜明。南坪点距崇善点40公里,自然条件与之相似,但因在南坪上游9公里处有朝方茂山铁矿尾矿废水通过城川江汇入,水中悬浮物质骤然猛增,1978—1979年大都在几千毫克/升,年平均值分别为6816毫克/升和2882毫克/升。江水浑浊,透明度大多不到10厘米。因此着生藻类数量急剧下降。结合室内测试结果,其原因主要是因悬浮物质而使水的透明度降低,导致藻类光合作用受抑制,数量下降。

三合点着生藻类的生长,与崇善相比,显然仍受到尾矿废水的影响;但与南坪比,又有一定程度的好转。由于它距茂山污染源有134公里,对藻类生长有较大影响的悬浮物量有所下降,该点1978和1979年悬浮物质的年平均值分别为1723毫克/升和1569毫克/升。同时,在它上游有朝方会宁市的排污,但看来影响并不十分严重。

香仁坪点距城川江口184.7公里,在开山屯厂上游4.7公里处,藻类总量1979年8月比上游的南坪和下游的菜队两个相邻采样点都高,1979年5月则与之接近。就种类组成和

优势种类来说，它与上游各点接近，而与开山屯厂下游的几个点迥然不同。

菜队采样点在开山屯厂总排口下游0.7公里处，该点的着生藻类数数量低、种类少，而且玻片出现了大量球衣菌和其他丝状菌，其数量远远超过了藻类。从着生藻类以及整个着生生物的群落状况来看，开山屯造纸废水的排入的影响是明显的。再下游接连的几个采样点、船口（距排污口7.2公里）、白龙（距排污口 公里）、马牌（距排污口26.2公里）和图们（距排污口36公里），情况类似，说明仍受影响，但是程度有所不同。这是随废水排放量及其毒性大小，河流水文条件而变化的。如1977年和1979年5月的调查资料表明，直到图们点，污染程度仍较严重；而1978年8月的调查，则到图们已有所减轻。

河电站的藻类生长，一方面继续受到图们江干流上游带来的污染影响，另一方面又要受到最大支流嘎呀河沿岸许多厂矿（主要是石岘造纸厂）的废水的影响。从这几次调查资料看，这种影响似不太严重。用嘎呀河水作的毒性试验也可以说明这点。

综上所述，可以对各江段污染状况作出以下评价。崇善（城川江汇入口）以上江段为未污染江段，河东以下到阿吾地川汇入处为轻度污染江段，三合到香仁坪江段为中度污染，南坪江段和开山屯废水排入口以下到图们为重污染江段和严重污染江段。

2、主要污染源及其危害的评价

根据野外监测和室内试验，图们江干流的主要污染源为茂山铁矿、开山屯化学纤维浆厂和阿吾地化工厂。茂山铁矿尾矿废水带来的大量悬浮物质，对藻类影响最大。这种废水的危害，在南坪江段极为突出，并一直到图们，只是因水文条件的不同而有程度上的差异。废水的排入也使江水中一些重金属的含量有所升高（表9），但以其浓度值以及室内外监测结果看，尚未达到直接严重危害的程度。

表9 图们江江水中重金属含量*

采样日期：1978年8月。

单位：ppb

	铜(Cu)	镉(Cd)	铅(Pb)	铬(Cr)	锌(Zn)
崇善	3.6	0.09	11.67	5.7	120.4
南坪	25.7	0.24	26.2	29.5	463.0
图们	15.6	0.12	12.0	16.8	78.7

* 水生所六室化学组分析，Perkin—Elmer503原子吸收分光光度计测定。

开山屯厂废水排放量大，有机物和毒物含量高，是中游的主要污染源。由于这种废水的排入，着生藻类群落变化较大，不仅数量上急剧下降，而且种类组成上也有明显改变；还出现了大量丝状菌。室内检测也表明一定浓度时降低栅藻的生长，并且在这些浓度组到试验后期（5—7天）都出现大量异养生物。该厂的蒸煮废水，呈强酸性，有害物质浓度极高，虽然排放量只有生产废水量的1/50，相对危害值却占80%以上，是今后治理的重点。

从我们的试验情况和国外资料来看，亚硫酸盐法纸浆废水对藻类生长的抑制来自三

个方面：水色和悬浮物（降低光的透入，而且废水颜色对光的吸收波段在400—500nm处，与叶绿素的一个吸收高峰相近），毒物（主要是酸度和硫化物，木质素对藻类毒性很小）以及异养生物的活动（争夺营养等）。同时，低浓度（当酸度和其他毒性不起抑制作用时）的废水对藻类则有促进生长作用。〔5,6,7〕

阿吾地化工厂排水对藻类有一定毒性，但因废水代表性和试验重复性不够有待今后深入研究其毒性影响。

石岘造纸厂废水经过嘎呀河的较长流程，从野外河东点着生藻类状况和室内栅藻检测结果看，对图们江干流藻类的影响似较轻微。

3、藻类监测方法的探讨

在河流污染的生物学监测中，除了底栖动物应用较多外，着生藻类也得到一定的应用，主要是采用人工基质的方法。〔8〕图们江的实际工作，表明采用着生藻类进行污染监测是可行的。在这里对此进行一些探讨。

着生藻类的总数与图们江的污染状况的相关性很好，是可以采用的一个指标。崇善作为对照点，藻类总数一般在 10^5 — 10^6 个/平方厘米。严重污染江段，如南坪、菜队、船口等点，一般为 10^3 /平方厘米。中污染或轻污染江段的数值在上两者之间。

因藻类数量随季节、年份和其他条件而有变动，同时，为了便于进行综合比较和评价，我们以崇善对照点为基数，求出其他各点的相对值。为使所得数值变动幅度不太大，将各点藻类总数对数化后再进行计算，即 $P_N = \frac{\log N_i}{\log N_0}$ （ N_0 ——崇善点的总数； N_i ——其他采样点的总数）。表10是计算的结果，与江段中的污染状况是相当吻合的。

表10 图们江各采样点藻类总数的 P_N 值

	崇善	南坪	三合	香仁坪	菜队	船口	白龙	马牌	图们	河东
1977年夏	1	0.579							0.267	0.965
1978年夏	1		0.882			0.600	0.662	0.775	0.837	
1979年春	1	0.606	0.704	0.555	0.574	0.508	0.509	0.415	0.506	0.690
1979年夏	1	0.633		0.906	0.628	0.487				0.873
平均	1	0.61	0.79	0.73	0.60	0.53	0.59	0.60	0.54	0.87
污染程度*	未污染	重污染	中污染	中污染	严重污染	严重污染	严重污染	严重污染	严重污染	轻污染

* >0.91 ，未污染； 0.8 — 0.9 ，轻污染； 0.7 — 0.8 ，中污染； 0.6 — 0.7 ，重污染； <0.6 ，严重污染。

以生物种类作为污染程度的指示，应用很早，也很广泛。根据图们江的调查结果，参照其他作者的报导，可提出下列种类。但在评价时不能单纯地根据种类的有无，而必须要结合数量（优势）的增减情况。

碎片菱形藻和卵囊椭圆藻，数量多，分布较广，泉生菱形藻（*Nitzschia fonticola* Grun）数量不多，但为常见种类。它们属于清水性种类。