

德兴铜矿废水污染对乐安河上游藻类的影响

夏旭华

(生物系)

乐安河是赣东北主要河流之一,源于赣皖边界的怀玉山西麓,流经婺源、德兴、乐平、万年、波阳等县,全长279公里,流域面积达8367平方公里。

德兴铜矿位于乐安河上游南岸,北纬 $29^{\circ}41'$,东经 $117^{\circ}44'$,全矿区总面积为100平方公里。矿山的酸性水和选厂的废水均汇集于流经矿山腹地的大坞河,于沽口处注入乐安河,从而造成了乐安河局部地区水质的严重污染。为了对之作出科学的评价,于1983年数次前往现场调查了乐安河上游从镇桥至香屯桥河段中的藻类。

一、调查方法

现场调查时间:1983年4月进行现场勘察,确定布点位置,5月下旬第一次采样,10月中旬第二次采样。

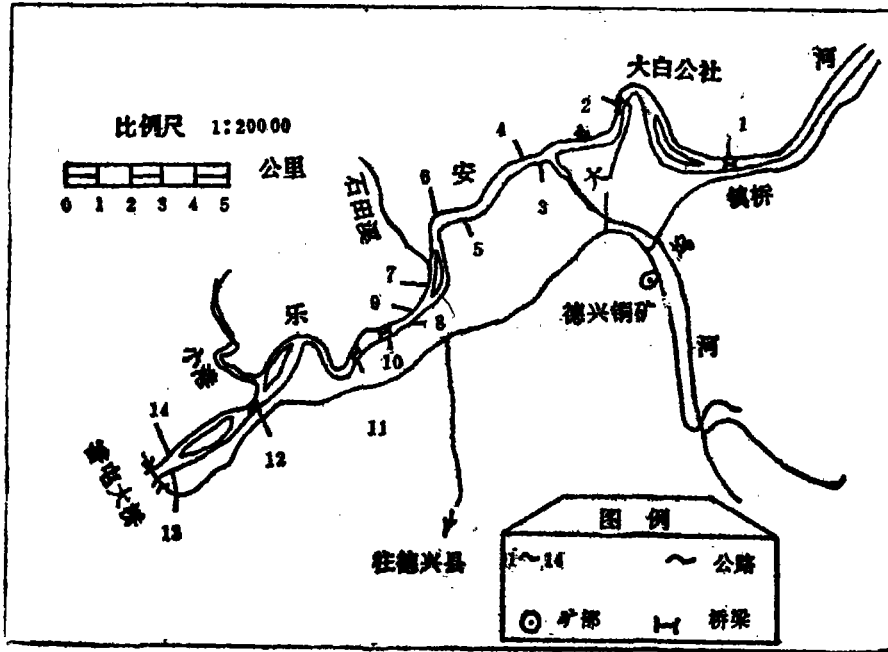
布点:共在乐安河(从镇桥至香屯大桥)设置了14个样点,见图1。样点1,2在沽口上游,属非污染区,作为对照。样点3与4、5与6、8与9均是南、北岸成对配置,以了解污染物由南岸向北岸的过程。样点7用来了解石田溪对污染物的局部稀释作用。样点10和11用来说明河水的自净作用。设置样点12以评定小港来水对污染物的稀释作用。香屯大桥位于评价区极点,样点13和14呈南北配置以观察北岸生活污水对藻类的影响。

采样方法:由于水质污染,河中藻类比较的贫乏。且由于我们工作的目的在于进行定性的初步评价,故未曾首先确定藻类的分布型再据此制定采集方案,而是直接用主观选样法在各样点(实为与河流平行的样条)内,从肉眼可见的固着性藻类群落中选取样品。保存于广口瓶中,每瓶中包含有从一个样点内5个以上藻类群落中选取的样品(点3秋季调查时例外。因无肉眼可见的藻类群落。故在点内5个地方刮取河床带色表土,并加采200ml水样沉淀检查)。

鉴定:鉴定在普通光学显微镜下进行,各样本分别记载。不同样本其装片观察的次数是不同的,其终止法则是:当连续两次装片观察均未有新的种类出现时,该样本的镜检即告结束。

原始样本经固定后保存于江西大学植物标本室。

图1、乐安河藻类调查布点示意图



二、调查结果

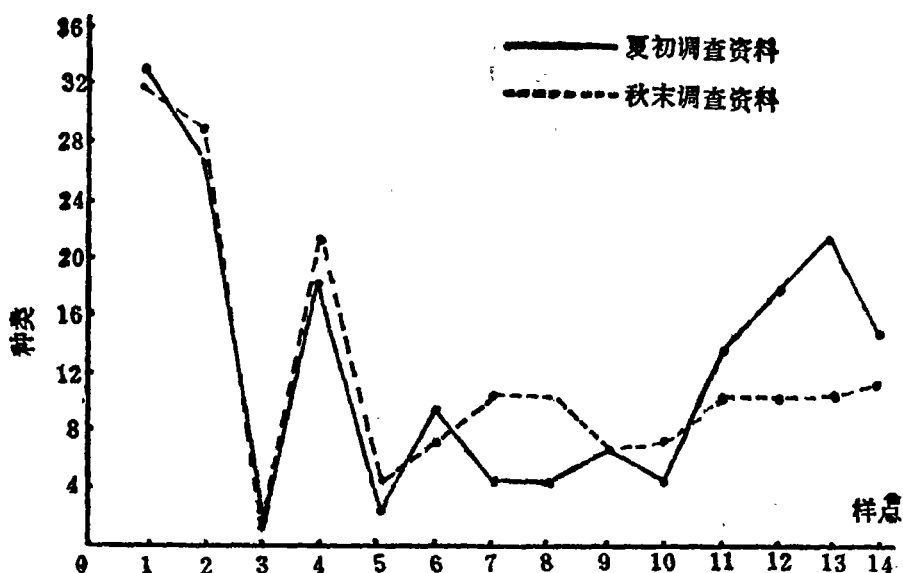
经鉴定,两次共采集藻类6门31科56属135种(包括4个变种)^{[1][2][3]},其中蓝藻门5科10属22种,黄藻门1科1属2种,硅藻门9科20属56种,裸藻门2科3属4种,绿藻门13科21属50种,轮藻门1科1属1种。各样点两次调查的区系组成见附表1,藻类名录见附表2。

三、分析与评价

(一)、种类多样性比较:

将各样点的藻类种数示之于图2,可以看出三点:①、点1、2种数最多,至点3种类骤减;②、污水注入之初,南北岸藻类的多样性差异非常明显(比较南岸的点3、点5和北岸的点4、6)。这差异随污水向北扩散而逐渐消失;③、到香屯桥(点13和14)附近,藻类的种数已有较明显的回升。

图 2、14个样点和藻类群落多样性比较



(二)、分类和排序分析:

为了更清楚地了解藻类群落在污染物作用下的演替过程,本文采用了相互平均法(reciprocal averging)^[5]和指示种分析法(indicator species analysis)^[4]对藻类调查资料进行排序和分类。

根据原始资料,分别整理出夏初、秋末两次调查得到的 29×14 和 27×14 维的两个二元数据矩阵,见表1和表2。整理的原则如下:

1、以属作为属性。据我的观察,乐安河中藻类同属的各个种对环境的反映是比较一致的。故可作为指示单位。^{[3][6][7]}

2、若一属中仅含一种,且该种在各样本中仅出现一次,显然这样的属对环境的指示作用是不可信的,故在整理中均予去除。^[8]

根据表1和表2进行相互平均法和指示种分析法的计算,所得计算值亦列于表1和表2中。现将表1中的排序坐标分别示之于图3和图4,两次指示种分析法所得结果分别示之于图5。

图3的生态学意义是很明显的。①非污染区的点1、2与污染最严重的点3各居一隅,说明污染物是影响藻类群落组成的主导因子;②考察南北配置的3对样点:点3和点4、点5和点6、点8和点9,可见南北岸差异明显,但这种差异越往下游越小;③点7受石田溪来水影响而与点1、2靠近,但石田溪水流很小,其稀释作用是是很局部的;④点12以下受小港来水影响,藻类有明显恢复。

表 1 相互平均法和指示种分析法计算表(夏初资料)

样 点 属 名	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14														合 计	r ₁	r ₂	指示意 义指标 d
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14				
1. Lyngbya	1												1	1	3	8	73	-0.38
2. Microchaete													1	1	2	14	96	-0.25
3. Oscillatoria		1											1	1	3	18	66	-0.38
4. Phormidium*					1			1	1	1	1	1			6	100	46	+0.71
5. Tribonema													1	1	2	14	96	-0.25
6. Amphora		1		1									1		3	21	28	-0.38
7. Cocconeis				1		1					1				3	55	7	-0.08
8. Cymbella*	1	1		1			1		1		1	1	1		8	41	29	-0.42
9. Fragilaria	1	1		1		1						1			5	30	10	-0.63
10. Gomphonema*	1	1		1			1						1		5	19	27	-0.63
11. Melosira*	1	1		1						1	1	1	1	1	7	30	43	-0.58
12. Meridion		1		1								1			3	32	13	-0.38
13. Navicula		1			1	1			1		1	1	1		7	68	30	0
14. Nitzschia		1		1											2	20	0	-0.25
15. Stauroneis		1				1			1						3	60	2	-0.08
16. Surirella	1	1		1											3	13	9	-0.38
17. Synedra	1	1		1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	12	52	39	-0.33
18. Tabellaria	1													1	2	0	67	-0.25
19. Astartia						1						1			2	58	11	-0.25
20. Euglena		1				1					1				3	60	11	-0.08
21. Closterium	1	1													2	12	17	-0.25
22. Cosmarium	1			1											2	6	10	-0.25
23. Gonatozygon													1	1	2	39	62	-0.25
24. Oedogonium													1	1	3	27	77	-0.38
25. Rhizoclonium*			1					1			1		1		4	96	100	+0.38
26. Scenedesmus*	1	1		1		1						1			5	30	10	-0.63
27. Sphaerosozma										1	1	1			3	88	43	+0.21
28. Spondylosium		1						1			1	1	1	1	6	52	62	-0.17
29. Ulothrix*	1											1	1	1	4	20	64	-0.50
合 计	12	16	1	12	2	8	3	4	5	3	10	14	15	10	115			
z ₁	0	18	100	10	83	40	21	71	56	78	57	35	16	3				
z ₂	22	12	100	5	28	0	20	55	17	33	31	28	52	63				

注: 标“*”号的8个属用来计算各样点的指示分。

表 2 相互平均法和指示种分析法计算表(秋末资料)

属名	样点														合计	y _i	d
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14			
1. Lyngbya	1	1		1	1	1			1	1	1	1	1	1	11	71	-0.20
2. Oscillatoria	1	1		1			1	1		1		1	1		8	59	-0.50
3. Phormidium	1						1	1		1					4	71	-0.03
4. Tribonema										1	1	1		1	4	100	+0.40
5. Cocconeis*	1	1													2	13	-0.67
6. Coscinodiscus*		1		1											2	0	-0.67
7. Cymbella	1	1		1	1	1	1	1			1	1	1	1	11	69	-0.20
8. Epithemia	1							1		1					3	65	-0.13
9. Fragilaria	1	1		1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	12	71	-0.10
10. Frustulia	1							1							2	53	-0.23
11. Gomphonema	1	1		1	1		1				1		1	1	8	64	-0.50
12. Gyrosigma*	1	1		1					1						4	30	-0.90
13. Melosira	1	1		1											3	9	-1.00
14. Navicula*	1	1		1		1									4	26	-0.90
15. Pinnularia	1	1		1		1	1	1			1		1	1	9	63	-0.40
16. Stauroneis	1								1			1	1	1	5	82	+0.07
17. Surirella*	1	1		1		1	1	1			1				7	53	-0.60
18. Synedra	1	1			1						1	1		1	6	71	-0.27
19. Euglena		1		1				1		1					4	42	-0.47
20. Closterium*		1		1											2	0	-0.67
21. Cosmarium*	1	1										1			3	42	-0.57
22. Microspora							1					1			2	93	+0.20
23. Oedogonium*	1	1													2	13	-0.67
24. Scenedesmus	1	1		1											3	9	-1.00
25. Ulothrix						1		1	1		1			1	5	91	+0.50
26. Pediastrum	1	1		1											3	9	-1.00
27. Achnanthes*		1		1										1	3	34	-0.57
合计	20	20		16	4	7	8	10	5	7	8	10	7	10	132		
z ₁	26	0		2	83	69	81	70	84	83	100	90	83	91			

注: 标有“*”号的9个属用来计算各样点的指示分。

指示种分析法将14个样点分成两组,见图5(a)和图5(b),没有发生错分类,表明藻类群落在污染物作用下其异质性是很明显的。图5(a)是基于夏初的调查资料,所显示各样点之间的关系与图3一致。特别是点12、13、14和点1、2同属一组,进一步说明了小港来水的稀释作用。图5(b)基于秋末的调查资料,与图5(a)对照有两点差异。一是南北岸之间的区别消失较快,至点5和点6时已不甚明显;二是藻类的恢复较慢,这可能是由于石田溪、小港等支流水量有所减少的缘故。此外,秋末调查时点3未查出藻类,故在图5(b)中没有显示其位置。

根据上述分析,我们认为如下三点是成立的:

1、矿山废水对乐安河藻类的影响是比较严重的。

2、污染物对藻类的影响,在秋末较夏初为严重。

3、至江村坂(点12)以下,藻类已有所恢复。

四、废水污染源及其治理

大坞河废水主要来自矿山酸性水和选厂排水。前者呈酸性,系由黄铁矿和边界品位外的贫矿在废石场和坑道内经自然氧化和雨水、地下水淋溶而产生,含有铁、铜及其离子和大量的硫酸根离子;后者呈碱性,含有大量的尾矿颗粒。两者混合后,由于酸碱中和反应,使大坞河水的PH值接近于5。废水注入乐安河后,其中所含的重金属元素可对藻类产生直接的毒害作用,而其中大量的悬浮尾矿颗粒不但改变了河水的透明度,而且通过机械的碰撞及沉淀时对河床底质的改变等恶化了藻类(特别是底栖藻类)的生境。

因此,废水的治理应着重于重金属元素的回收和尾矿入河的防止。

铜矿工业流程设计中拟采用修筑迳流调节水库及较大规模的铁屑置换回收铜等治理措施,并在大面积积物上进行绿化。如果上述措施能及早得以贯彻和加强,乐安河水质必定能得到改善。

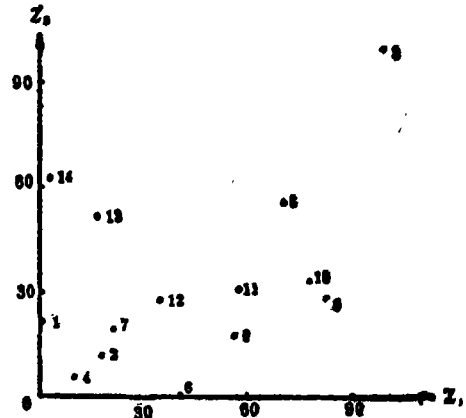


图3、14个样点用相互平均法排序的二维图解

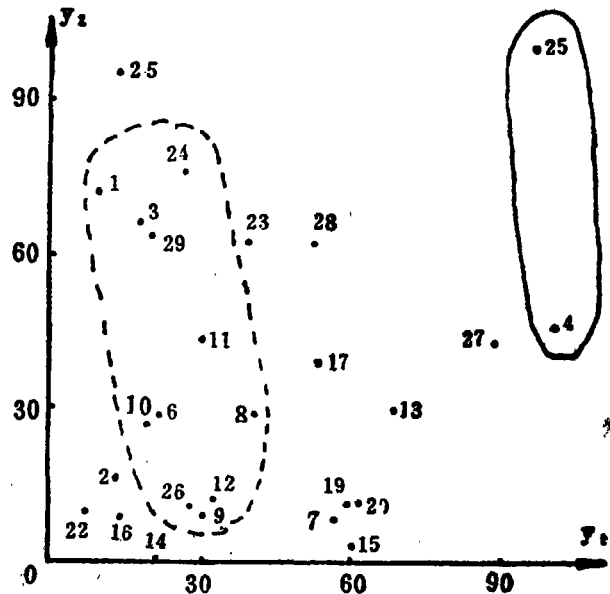


图4、29个属用相互平均法排序得到的二维图解,图中虚圈内为指示生物分析法中的b值,≤ -0.38的属,实践圈内为b值≥ +0.38的属。

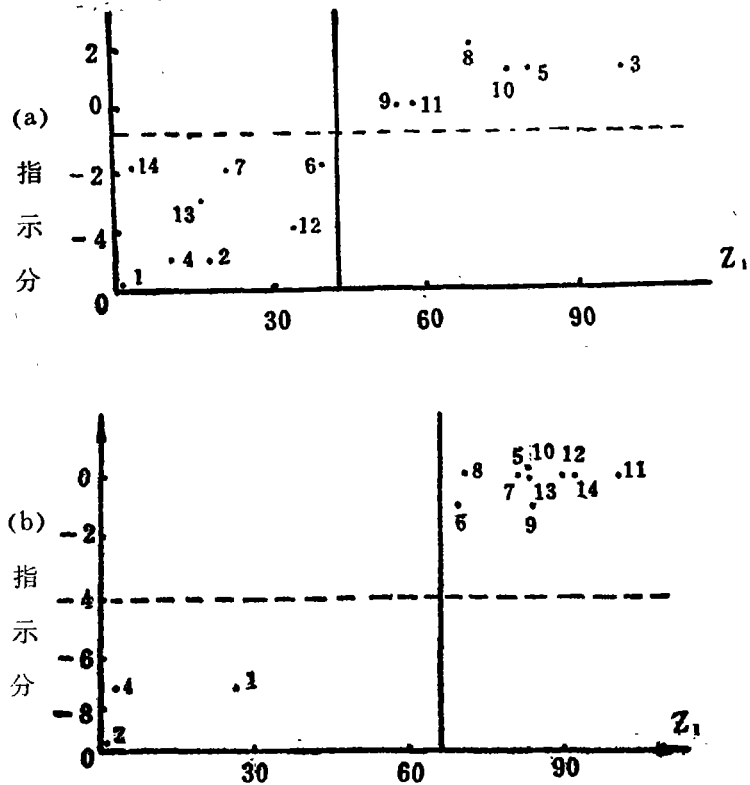


图 5、14 个样点用指示种分析法第一次分划示意图
(a) 夏初调查资料 (b) 秋末调查资料

参 考 文 献

[1] 胡鸿钧等：中国淡水藻类，上海科技出版社，1980

[2] 山东省水产学校：淡水浮游生物图谱，山东省水产学校编印，1976

[3] B. 福迪著，罗迪安译：藻类学，上海科技出版社，1980

[4] 阴舍熙，卢泽遇：植物生态学的数量分类方法，科学出版社，1981 PP, 153—159, 288—304。

[5] Gauch, H. G: Noise reduction by eigenvector ordination. *Ecology* (1982) 63: 1643—1649。

[6] 贵州省环保所综合室浮游生物组：南明河浮游生物调查报告，《环保科技》，1981年1期，20—25。

[7] 刘运兰：玄武湖浮游藻类调查及其与水质污染的关系，《南京院学报》（生物专辑），1981年第3期：49—61。

[8] Goodall, D. W; Numbrical classification. in R. H. Whittaker, editor, *classification of plant communities*. Juek, The Hague, 247—286 1980。

附表1. 乐安河藻类区系组成与分布

样点及采样 时间	5 月 下 旬														10 月 中 旬														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
1. Aphanizomenon												1																	
2. Cylindrocapsa												1																	
3. Homoeothrix														1															
4. Lyngbya	2												1	1	2	1		1	1	1				1	1	2	1	1	
5. Merismopedia	1															1													
6. Microchaete												1	1									1							
7. Nodularia																	1												
8. Nostoc													1																
9. Oscillatoria		1											1	1	1	1		2					1		1		1	3	
10. Phormidium					1			1	1	2	2	1				1						1	1		1				
11. Tribonema													1	1											1	1	1	1	
12y. Achuanthes					1								1				1		1									1	
13. Amphora		1			1								1				1												
14. Cocconeis					1		1										1	1											
15. Coscinodiscus	1																1		1		1								
16. Cymbella	3	3		1			1		1		1		3		1	2		3	1	1	1	1			1	1	1	1	
17. Epithemia																1							1		1				
18. Fragilaria	5	1		1		1						1			2	2		2		1	1	1	1	1	1	1	1	1	
19. Frustulia																1							1						
20. Gomphonema	2	2		2			1						1		3	3		1	1		1				1		1	1	
21. Gyrosigma		1															1	1		1				1					
22. Melosira	2	2		2								1	1	1	1	1		1											
23. Meridion		1		1									1																
24. Navicula		2			1	1			1		1	1	1		2	2		1		1									
25. Nacidium						1																							
26. Nitzschia		1		1																								1	
27. Pinnularia				2												1	1		2		1	1	1			1		1	1
28. Stauroneis		1				1		1								1								1		1	1	1	
29. Surirella	1	1		1												1	1		1		1	1	1			1			
30. Synedra	2	1		1			1	1	2	1	1	1	2	1	1	1		1							1	1		1	
31. Tabellaria		1																											

32. Astasia				1						1																
33. Distigma										1																
34. Euglena		1		1					1					1	1				1	1						
35. Chora	1																									
36. Chlorella										1																
37. Chlorococcum										1																1
38. Cladophora																										
39. Closterium	3	1												1							1					
40. Cosmarium	5		2											1	3									1		
41. Desmidium		1																								
42. Euastrum	1													1												
43. Gonatizygon										1	1															
44. Microspora											1									1				1		
45. Oedogonium										1	1	1		1	1											
46. Pediastrum														2	1											
47. Pleurotaenium														1												1
48. Rhizoclonium			1		1				2	1				1										1		1
49. Scenedesmus	2	3		1	1					1				1	1											
50. Sphaeroszoma										1	1	1														
51. Spirogyra		1																								
52. Spondylosium		1			1					1	1	1	1		1											
53. Staurastrum		1													1											
54. Stigeoclonium														1												
55. Ulothrix	1										1	1	1							1			1	2	1	
56. Vaucheria					1																					
小 计	33	27	1	18	2	9	4	4	6	4	13	17	21	12	32	29	0	21	4	7	10	10	6	7	10	10

附表2.乐安河藻类名录

蓝藻门 CYANOPHYTA

一、色球藻科 Chroococcaceae

1. 中华平裂藻 *Merismopedia sinica* Mey2. 细小平裂藻 *M. tenuissimo* Lemm.

二、胶须藻科 Rivulariaceae

3. 溪生须藻 *Homoeothrix fluviatillis* Jao

三、微毛藻科 Microchaetaceae

4. 柔嫩微毛藻 *Microchaete tenera* Thur.

四、念珠藻科 Nostocaceae

5. 水华束丝藻 *Aphanizomenon flos-aquae* (L.) Ralfs6. 静水柱孢藻 *Cylindrospermum stagnale* (Kütz.) Born. et Flah.7. 泡沫节球藻 *Nodularia spumigema* Mert.8. 点形念珠藻 *Nostoc punctiforme* (Kütz.) Hariot

五、颤藻科 Oscillatoriaceae

9. 赖氏鞘丝藻 *Lyngbya lagerheimii* (Mob.) Gom.10. 大型鞘丝藻 *L. major* Men.11. 巨大鞘丝藻 *L. majuscula* Harvey12. 马氏鞘丝藻 *L. martensiana* Menegh.13. 两栖颤藻 *Oscillatoria amphibia* Ag.14. 美丽颤藻 *O. formosa* Bory.15. 湖生颤藻 *O. lacustris* (Kleb.) Geitler16. 巨颤藻 *O. princeps* Vauch.17. 小颤藻 *O. thnuis* Ag.18. 皮状席藻 *Phormidium corium* (Ag.) Gom.19. 窝形席藻 *P. foveolarum* (Mont.) Gom.20. 纸形席藻 *P. papyraceum* Gom.21. 小席藻 *P. tenue* (Menegh.) Gom.22. 洗氏席藻 *P. valderiae* (Delp.)

黄藻门 XANTHOPHYTA

一、黄丝藻科 Tribonemataceae

23. 丝状黄丝藻 *Tribonema bombycium* (Ag.) Berb.24. 小型黄丝藻 *T. minus* (Mille) Haz.

硅藻门 BACILLARIOPHYTA

一、圆筛藻科 Coscinodiscaceae

25. 湖沼圆筛藻 *Coscinodiscus lacustris* Grun.26. 波形直链藻 *Melosira undulata* (Ehr.)27. 变异直链藻 *M. varians* Ag.

二、脆杆藻科 Fragilariaceae

28. 钝脆杆藻 *Fragilaria capucina* Desm.
29. 缢缩脆杆藻 *F. construens* (Ehr.) Grun.
30. 巴豆叶脆杆藻 *F. crotonensis* Kitton
31. 中型脆杆藻 *F. intermedia* Grun.
32. 绿脆杆藻 *F. virescens* Ralfs
33. 环状扇形藻 *Meridion circulare* (Grev.) Ag.
34. 尖针杆藻 *Synedra acus* Kutz.
35. 双头针杆藻 *S. amphicephala* Kutz.
36. 肘状针杆藻 *S. ulna* (Nitzsch.) Ehr.
37. 绒毛平板藻 *Tabellaria flocculosa* (Roth.) Kutz.

三、舟形藻科 Naviculaceae

38. 菱形肋缝藻 *Frustulia rhomboids.* (Ehr.) De Toni
39. 尖布纹藻 *Gyrosigma acuminatum* (Kütz.) Rabh
40. 卡里舟形藻 *Navicula cari* Ehr.
41. 长园舟形藻 *N. oblonga* Kütz.
42. 扁园舟形藻 *N. placentula* Ehr.
43. 喙头舟形藻 *N. rhynchocephala* Kütz.
44. 简单舟形藻 *N. simplex* Krasske
45. 近缘长筒藻 *Neidium affine* (Ehr.) pfitz.
46. 歧纹羽纹藻 *Pinnularia divergentissima* (Grun.) Cl.
47. 同族羽纹藻 *P. gentilis* (Donk.) Cl.
48. 中突羽纹藻 *P. mesolepta* (Ehr.) W. Smith
49. 细条羽纹藻 *P. microstauron* var. *brebissonii* (Kütz.) Hust.
50. 著名羽纹藻 *P. nobilis* Ehr.
51. 双头辐节藻 *Stauroneis anceps* Ehr.
52. 双头辐节藻线形变种 *S. anceps* f. *linearis* (Ehr.) Cl.
53. 矮小辐节藻 *S. pygmaea* Krieg.

四、桥弯藻科 Cymbellaceae

54. 卵圆双眉藻 *Amphora ovalis* Kütz.
55. 近缘桥弯藻 *Cymbella affinis* Kütz.
56. 埃伦桥弯藻 *C. ehrenbergii* Kütz.
57. 披针桥弯藻 *C. lanceolata* (Ehr.) V. H.
58. 偏桥弯藻 *C. lata*
59. 舟形桥弯藻 *C. naviculiformis* Auersw.
60. 微细桥弯藻 *C. parva* (W. Smith) Cl.
61. 极小桥弯藻 *C. perpusilla* Cl.
62. 微小桥弯藻 *C. pusilla* Grun.
63. 膨胀桥弯藻 *C. tumida* (Greg.) Cl.
64. 偏肿桥弯藻 *C. ventricosa* Kütz.

五、异极藻科 Gomphonemaceae

- 65. 窄异极藻延长变种 *Gomphonema angustatum* var. *producta* Grun.
- 66. 缢缩异极藻 *G. constrictum* Ehr.
- 67. 缢缩异极藻头状变种 *G. constrictum* Var. *capitata* (Ehr.) Cl.
- 68. 纤细异极藻 *G. gracile* Ehr.
- 69. 微细异极藻 *G. parvulum* (Kütz.) Grun.
- 70. 具球异极藻 *G. sphaeroporium*

六、曲壳藻科 Achnanthaceae

- 71. 矮小曲壳藻 *Achnanthes brevipes* Ag.
- 72. 膨胀曲壳藻 *A. inflata*
- 73. 园环卵形藻 *Coconcis placentula* (Ehr.) Hust.

七、窗纹藻科 Epithemiaceae

- 74. 膨大窗纹藻 *Epithemia turgida* (Ehr.) Kütz.
- 75. 斑纹窗纹藻 *E. zebra* (Ehr.) Kütz.

八、菱形藻科 Nitzschiaceae

- 76. 谷皮菱形藻 *Nitzschia palea* (Kütz.) W. Smith
- 77. 近线形菱藻 *N. sublineata* Hust.

九、双菱藻科 Surirellaceae

- 78. 美丽双菱藻 *Surirella elegans* Ehr.
- 79. 粗壮双菱藻 *S. robusta* Ehr.
- 80. 华美双菱藻 *S. robusta* var. *splendida* (Ehr.) V. H.

裸藻门 EUGLENOPHYTA

一、裸藻科 Euglenaceae

- 81. 梭形裸藻 *Euglena acus* Ehr.
- 82. 静裸藻 *E. deses* Ehr.

二、变胞藻科 Astasiaceae

- 83. 尾变胞藻 *Astasia Klebsii* Lemm.
- 84. 变异多形藻 *Distigma proteus* Ehr. em. Pring.

绿藻门 CHLOROPHYTA

一、小球藻科 Chlorellaceae

- 85. 小球藻 *Chlorella vulgaris* Bei

二、水网藻目 Hydrodictyaceae

- 86. 二角盘星藻 *Pediastrum duplex* Mey.
- 87. 四角盘星藻 *P. tetrus* (Ehr.) Ralfs

三、栅藻科 Scenedesmaceae

- 88. 双双栅藻 *Scenedesmus bijuga* (Turp.) Lag.
- 89. 龙骨栅藻 *S. cavinatus* (Lemm.) Chod.
- 90. 齿牙栅藻 *S. denticulatus* Lag
- 91. 二形栅藻 *S. dimorphus* (Turp.) Kütz.

92. 四尾栅藻 *S. quadricauda* Bre'b.
- 四、绿球藻科 Chlorococaceae
93. 水溪绿球藻 *Chlorococcum infusionm* (Schr.) Meist.
- 五、丝藻科 Ulotrichaceae
94. 单型丝藻 *Ulothrix aequalis* Kütz.
95. 串珠丝藻 *U. moniliformis* Kütz.
96. 细丝藻 *U. tenerrina* (kütz) Kütz.
97. 多型丝藻 *U. variabilis* Kütz.
- 六、微孢藻科 Microsporaceae
98. 丛毛微孢藻 *Microspora floccosa* (Vauch.) Thur.
99. 方形微孢藻 *M. quadrata* Haz
100. 油生微孢藻 *M. stagnorum* (Kütz.) Lag.
- 七、胶毛藻科 Chaetophoraceae
101. 夏毛枝藻 *Stigeoclonium aestivala* (Haz.) Coll.
102. 优美毛枝藻 *S. amoenum* K. tz.
- 八、无隔藻科 Vaucheriaceae
103. 无隔藻 *Vaucheria* SP.
- 九、鞘藻科 Oedogoniaceae
104. 隐孔鞘藻 *Oedogonium cryptoporum* Wittr.
- 十、刚毛藻科 Cladophoraceae
105. 寡枝刚毛藻 *Cladophora oligoclona* Kütz.
106. 泉生根枝藻 *Rhizoclonium fontanum* Kütz.
107. 孤枝根枝藻 *R. hieroglyphicum* (Ag.) Kütz.
- 十一、双星藻科 Zygnemataceae
108. 最窄水绵 *Spirogyra tenoissima* (Hass.) Kütz.
- 十二、中带藻科 Mesotaeniaceae
109. 基纳棒形鼓藻 *Gonatozygon kinahani* (Arch.) Rabenh.
110. 棒形鼓藻 *G. monotaenium* De Bary
- 十三、鼓藻科 Desmidiaceae
111. 靳氏新月鼓藻 *Closterium jenneri* Ralfs
112. 月形藻 *C. lunula* Reinsch.
113. 微小新月鼓藻 *C. parvulum* Nag.
114. 反曲新月鼓藻 *C. sigmoideum* Lag. et Nordst.
115. 小新月藻 *C. venus* Kütz.
116. 双齿鼓藻 *Cosmarium binum* Nordst.
117. 双眼鼓藻 *C. bioculatum* Breb.
118. 葡萄鼓藻 *C. botrytis* Men.
119. 园鼓藻 *C. circulare* Reinsch.
120. 美丽鼓藻 *C. formosulum* Hoff.

- 121. 鼻形鼓藻 *C. nastutum* Nordst.
- 122. 钝鼓藻 *C. obtusatum* Schmidl.
- 123. 波特鼓藻 *C. portianum* Arch.
- 124. 三叶鼓藻 *C. trilobulatum* Reinsch.
- 125. 方鼓藻 *C. quadrum* Lund.
- 126. 四列鼓藻 *C. quadriafarium* Lund.
- 127. 扭联角丝鼓藻 *Desmidium aptogonum* Bre'b.
- 128. 锡兰凹顶鼓藻 *Euastrum ceylancicum* (W. et G. S. West) Krieg.
- 129. 花环宽带鼓藻 *Pleurotaenim coronatum* (Bre'b.) Rab.
- 130. 颗粒瘤接鼓 *Sphaerososma granulatum* Boy et Biss.
- 131. 平顶顶接鼓藻 *Spondylosium planum* (Woll.) W. et G. S. West
- 132. 矮型顶接鼓藻 *S. pygmaeum* (Cook.) West
- 133. 颗粒角星鼓藻 *Staurastrum punctulatum* Bre'b.
- 134. 赞布角星鼓藻 *S. zahlbruchneri* Lück.

轮藻门 CHAROPHYTA

一、轮科藻 Characeae

- 135. 布氏轮藻 *Chara braunii* Gm.

The Influence of Waste Water from Dexin Copper Mine on Algae in the Upper Reaches of the Lean River.

Xia Xuhua
(Jiangxi University)

Abstract

A preliminary investigation of algae in the Lean River in the northeastern Jiangxi was carried out in 1983, in order to assess the water quality deterioraed by the efferent from Dexin Copper Mine. The auther made a qualitative analysis of the data obtained, employing the reciprocal averaging method and the indicator species anlaysis, which are two widely-used techniques in the ordination and classification of plant communities.

The conclusions are as follows,

- 1. Within the region investigated, the pollution is a dominant factor among those that influence the distribution of algae in the river.
- 2. The influence of pollution upon the algae in late autumn seems to be more serious than that in early summer.
- 3. There are some signs of recovery of algae below sampling sttaion 12.