

应用系统聚类分析的方法 评价珠江流域北江水系的水质状况^{*}

张子安 齐雨藻 林宗振

(暨南大学生物系)

(暨南大学数学系)

摘 要

硅藻被认为是水体环境的良好指示藻类。本文利用着生硅藻结合水体中的物理、化学等因素,以系统聚类分析方法对珠江流域北江水系的8条河流的水质状况进行评价,证明这些河流的水质是清洁的。

对水体环境的研究认为水体变化的实质是一个极其复杂的生物因素和物理、化学等诸因素相互影响的多变量的大生态系统问题,需要用相应的行之有效的方法——系统聚类分析方法去研究。本文试图用此方法对广东省珠江流域北江水系的8条河流的水质状况进行综合的分析,以期达到客观评价河流的水质状况的结果。

1983年9—10月间及1984年4—5月间广东省环保所(现华南环保所)组织有关单位开展两次该水系的水质状况的调查研究。由于该水系地处亚热带区域,河流环境复杂,物产及矿产资源丰富,为广东省重要的经济区域的一部分,这次调查研究结果,对于开发利用水资源及环境保护等工作将提供科学依据。

一、工 作 方 法

1. 河流分布概况及采样点的布设

珠江是由广东省的东江、西江和北江等水系汇合而成的。其中的北江水系包括武江、浈水、南水、翁江、连水、滨江、潞江、绥江等8条河流,流经14个县境,流域面积达5,115平方公里。

根据河流的水文和水化特征,水域的生态系统特点及地区类型的特殊性等,在8条河流布设15个采样点(图1)。

2. 着生硅藻的调查方法

着生硅藻已被认为是水体的水质状况的良好指示藻类,它对水体中的pH、溶解氧、BOD₅、COD、无机盐及有机盐类等都有明显的反应。着生硅藻的生态调查是在特制的硅藻计(Diatometer)进行的。硅藻计有木制的及有机玻璃制的两种。木制硅藻计的规格为9×11厘米,内置10张载玻片,四角系上4个小泡沫塑料块(图2:A),以利于在水中飘浮。有机玻璃硅藻计系参考美国费城自然科学院,由中国科学院水生生物研究所制成的,其泡沫塑料块固定在两端(图2:B)。放置时硅藻计应置于水下10厘米深处,这样有利于硅藻的光合作

^{*}本文承美国威斯康星大学的藻类、湖泊及环境生物学家L.E.奥尔教授提出修改意见;数据处理得到暨南大学计算中心的帮助;文中插图由廖沃根及黎星同志所绘,在此一并致谢。

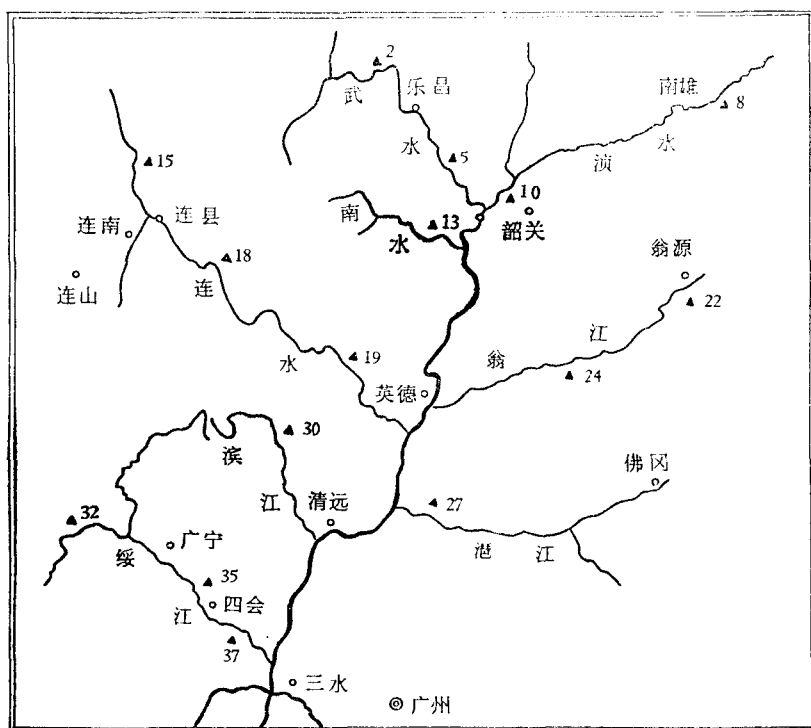


图1 珠江流域北江水系采样点示意图

Fig. 1 Sampling stations of the Beiji River system of the Pearl River valley

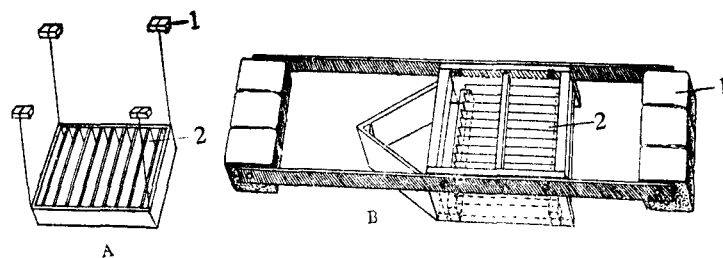


图2 硅藻计 A. 木制 B. 有机玻璃制 (1. 不泡沫塑料块; 2. 载玻片)

Fig. 2 Diatometer A. wooden made B. plastic made (1. floating; 2. Slides)

用和繁殖。每个采样点放置2个硅藻计，下端用尼龙绳固定在河流的深水处。2周后，取出硅藻计，将其中的两片载玻片阴干备查，另外各取4片分别装入有河水的广口瓶内，用4%的福尔马林固定，按硅藻的定性和定量方法分别进行种类鉴定及数量统计。

两次采样共鉴定硅藻18属102种20变种(表1)。

对各采样点同时进行pH、电导率、溶解氧、COD、BOD₅等多项水质指标的测定分析，结果如表2。

3. 计算原理

用系统聚类分析方法评价水质状况的方法如下：

设有 n 个采样点, 在各采样点对 p 个水质项目进行测定分析, 结果得到上述的表 2, 即得到 n 个的 q 维向量。由于各实测的数据参差不齐, 所用的量纲也不一致, 不便进行系统聚类分析, 为此采用公式:

$$y_{ij} = \frac{x_{ij} - \min_{1 \leq i \leq n} \{x_{ij}\}}{\max_{1 \leq i \leq n} \{x_{ij}\} - \min_{1 \leq i \leq n} \{x_{ij}\}}$$

其中 x_{ij} 表示第 i 个采样点上第 j 个水质项目的实测数据, 各向量之间的距离采用 Minkowski (明考夫斯基) 距离:

$$d_{ij} = \left[\sum_{k=1}^p |y_{ik} - y_{jk}|^2 \right]^{\frac{1}{2}}$$

表 1 各采样点出现的硅藻种类
Table 1 Diatoms appeared on sampling stations

不同时期出现的硅藻种类	采样点	2	8	10	15	19	22	27	30	35	37
<i>Achnanthes andicola</i>					*	▲		*			
<i>A. biasoletiana</i>					*	▲		*		▲	
<i>A. biproma</i>	▲										
<i>A. crenulate</i>											
<i>A. delicatula</i>				*					*		
<i>A. dispar</i>				*							
<i>A. exilis</i>											
<i>A. exigua</i>			*	▲*	*	▲	▲*				
<i>A. gibberula</i>	▲										
<i>A. grimmei</i>			*	*							
<i>A. hauckiana</i>			*	*							
<i>A. lanceolata</i>				*							
<i>A. lanceolata</i> var. <i>dubia</i>				▼		▲					▲
<i>A. lanceolata</i> var. <i>rostrata</i>	▲	▲								*	
<i>A. linearis</i>		*	*	*				*			
<i>A. minutissima</i>		▲*			▲*	▲	▲*				
<i>A. microcephala</i>				*	▲*	▲*	▲*				
<i>A. minutissima</i> var. <i>cryptocephala</i>					▲*	▲*	▲*				
<i>A. par gallii</i>				*						*	
<i>Amphora normani</i>										*	
<i>A. perpusilla</i>								*		*	
<i>Cocconeis placentula</i>	▲*		▲*	▲*	▲*	*	*		▲*	▲	
<i>C. placentula</i> var. <i>euglypta</i>	▲*	▲*	▲*	▲*	*	*			▲*	*	
<i>C. ymbella affinis</i>	▲*		▲*	*					▲*	▲*	
<i>C. amphicephala</i>			*						*		
<i>C. austriaca</i>				*							
<i>C. delicatula</i>								*			
<i>C. ehrenbergii</i>	▲*		▲*			▲*	▲	*		*	▲
<i>C. gracilis</i>									*	▲	

续表 1

不同时期出现的硅藻种类	2	8	10	15	19	22	27	30	35	37
<i>C. hustedtii</i>				*	*					
<i>C. laevis</i>				▲*	*					
<i>C. microcephala</i>	▲		▲*	▲*			▲	*	*	▲
<i>C. minuta</i>	*		▲*	▲			*		*	*
<i>C. parva</i>				*			*		*	▲
<i>C. perpusilla</i>							*		*	
<i>C. pusilla</i>	▲		▲*							
<i>C. cistula</i>										
<i>C. tumida</i>						▲				▲
<i>C. tuggida</i>						▲				▲
<i>C. turgidula</i>				*				▲		*
<i>Cyclotella stelligera</i>				*				▲		*
<i>Diploneis pseudovailis</i>										▲
<i>Eunotia arcus</i>	▲	▲								
<i>E. pectinalis</i>	▲		▲		*				▲	
<i>E. praerupta</i>						▲				
<i>Fragilaria constuens</i>									*	*
<i>F. construens</i> var. <i>venter</i>									*	
<i>F. virescens</i>									*	
<i>Gomphonema</i> sp.	*								*	
<i>G. apicatum</i>										*
<i>G. angustatum</i>	▲*			*			*			
<i>G. angustatum</i> var. <i>producta</i>		*								
<i>G. augur</i>		▲								
<i>G. brasiliense</i>			▲*				▲*			▲*
<i>G. carolimemse</i>		▲	▲		▲			▲*	*	
<i>G. constrictum</i>				*	*					
<i>G. gracile</i>	▲			▲	▲		*			
<i>G. gracile</i> var. <i>lanceolata</i>	*									
<i>G. helveticum</i>	▲*									
<i>G. intricatum</i>	▲*									
<i>G. intricatum</i> var. <i>pumila</i>	▲*									
<i>G. longiceps</i> var. <i>subclavata</i> f. <i>gracilis</i>				*	*					
<i>G. novacula</i>		*								▲
<i>G. olivaceum</i>				*	*					
<i>G. parvulum</i>	▲*	*			▲*	▲*			▲*	
<i>G. parvulum</i> var. <i>micropus</i>	*	*								
<i>G. parvulum</i> var. <i>subelliptica</i>	▲	*								
<i>G. sphaerophorum</i>	▲*	*	▲*			*	▲*	*		▲
<i>G. subclavatum</i> var. <i>mexicanum</i>								▲		*
<i>G. turis</i>			*						▲	
<i>Gyrosigma Kützingii</i>	▲*					*			*	
<i>G. sp.</i>								▲	▲	

续表 2

不同时期出现的硅藻种类	2	8	10	15	19	22	27	30	35	37
<i>Melosira granulata</i> var. <i>angustissima</i>				*	*					▲
<i>M. varians</i>	▲	▲	*						▲	
<i>Mavicula cari</i>		▲						*		
<i>N. cincta</i>										
<i>N. cryptocephala</i>			▲		*			*		
<i>N. dicephala</i> var. <i>undulata</i>								*	▲	
<i>N. dicephala</i>				▲ *		▲ *	▲ *	▲		
<i>N. exigua</i>							*	*	▲	
<i>N. gothlandica</i>			*		*					
<i>N. graciloides</i>							*	*	▲	*
<i>N. hasta</i>									▲	▲
<i>N. hustedtii</i>			*			*				*
<i>N. infrenis</i>		*						*		
<i>N. lanceolata</i>				*	*		▲ *		▲	▲ *
<i>N. minima</i>								*	*	
<i>N. protracta</i>			*			*				▲
<i>N. radiosa</i>								*	*	*
<i>N. rhynchocephala</i>	▲ *		▲ *			▲ *				
<i>N. sp.</i>	▲ *			*	*					
<i>N. wulffii</i>	▲					▲	*			
<i>Nitzschia amphibia</i>							*	*		▲ *
<i>N. communis</i>			*							
<i>N. fonticola</i>			*							
<i>N. frustulum</i>							▲ *	▲ *		▲ *
<i>N. hantzschiana</i>										▲ *
<i>N. hungarica</i>		*	*							
<i>N. kutzingiana</i>		▲	*			*				
<i>N. microcephala</i>				▲	▲					
<i>N. palea</i>		▲ *					▲ *	▲ *		
<i>N. romana</i>										*
<i>N. sp.</i>			*			▲				
<i>N. stagnorum</i>		*				▲	*			
<i>Pinnularia Braunii</i> var. <i>amphicephala</i>					▲		*			
<i>P. fasciata</i>					▲ *	▲ *	▲ *			
<i>P. gracillima</i>	▲		▲			*			*	
<i>P. gibba</i> var. <i>linearis</i>				*			*			▲
<i>P. interrupta</i>		▲			*			▲		
<i>P. sp.</i>						▲				*
<i>P. subcapitata</i> var. <i>hybrido</i>	▲		▲ *			▲		▲	*	
<i>Rhopalodia gibberula</i>				*		▲ *			▲	
<i>Surirella biseriata</i>	▲ *		▲ *							
<i>Synedra amphicephala</i>		▲	▲	▲ *	*	▲		▲ *	*	▲ *
<i>S. minuscula</i>					▲				*	*
<i>S. rumpens</i> var. <i>fragilarioides</i>		▲						▲ *	▲ *	

续表 3

不同时期出现的硅藻 硅藻种类	采样点	2	8	10	15	19	22	27	30	35	37
<i>S. rumpens</i> var. <i>meneghiniana</i>					▲ *			*	▲ *	▲ *	▲
<i>S. tenera</i>						*			▲		*
<i>S. ulna</i>		▲			▲ *	*	▲			*	*
<i>S. ulna</i> var. <i>amphirhynchus</i>		▲			*	▲ *	*			▲	*
<i>S. vaucheriae</i>		▲ *				*					▲
<i>Tabellaria fenestrata</i>		▲ *			▲		*				

▲ 1983年9—10月出现的硅藻

* 1984年4—5月出现的硅藻

起初把各向量视为一类, 所以类与类之间的距离与向量之间的距离是一样的, 然后选择距离最小的一对向量并成一个新类。如表4中的 G_{11} 就是由表3中的 G_4 与 G_5 合并而成的一个新类, 因为 G_4 与 G_5 的距离 0.9660 为最小。计算新类与旧类之间的距离, 再选择距离最小的一对并成另一个新类。如此计算下去, 每次合并就减少一类, 直至所有的类并成一类为止。各类之间的距离, 常有 8 种, 借助于电子计算机运算, 得出 8 个聚类图, 发现各类之间的距离采用最短距离法:

$$D_{T_q} = \min \{d_{i1}\} \\ i \in G_T \\ l \in G_q$$

比较合适。此处 D_{T_q} 表示类 G_T 与 G_q 之间的最短距离, 这样就得出聚类分析图 5。

表 2 各采样点的水质资料 (1983年9—10月)¹⁾

Table. 2 Data deals with water quality at stations (Sept. to Oct., 1983)

采样点	水温 (℃)	pH	氧化还原电 位 (毫伏)	电导率 (微欧姆/厘米)	水色 (度)	悬浮物 (毫克/升)	溶解氧 (毫克/升)	COD (毫克/升)	BOD ₅ (毫克/升)
JB002	24.8	7.7	310	270	10	4.50	7.08	1.52	4.36
JB008	32.8	7.8	320	122	25	42.86	6.76	1.98	0.56
JB010	27.8	7.3	290	96	15	7.56	6.91	1.42	0.30
JB015	30.0	8.0	327	191	5	9.12	7.80	2.00	1.95
JB019	28.2	8.0	340	207	5	2.25	7.69	0.96	2.30
JB022	33.0	8.0	340	166	10	1.20	8.17	0.50	2.45
JB027	29.2	6.98	304	93.3	10	15.8250	6.47	1.55	0.77
JB030	33.5	7.03	305	60.0	20	74.9875	6.35	1.62	2.66
JB035	29.4	7.50	168	17.0	12	1.9375	6.80	2.50	1.30
JB037	30.2	7.30	318	133.0	12	8.7750	7.30	1.43	0.66

表 2 (续)

采样点	硬 度 (德国度)	矿化度 (毫克当 量/升)	重碳酸盐 (毫克/升)	氨 氮 (毫克 /升)	亚硝酸盐氮 (毫克/升)	硝酸盐氮 (毫克 /升)	硫酸盐 (毫克 /升)	磷酸盐 (毫克 /升)	硅藻数量	硅藻种数
JB002	1.42	0.30	18.24	0.049	0.003	0.049	1.04	0.266	686.1	
JB008	2.85	0.79	65.54	0.063	0.004	0.094	1.04	0.209	37.8	
JB010	2.10	0.60	45.59	0.044	0.030	0.279	2.07	0.513	1,337.5	
JB015	45.58	1.79	118.63	0.050	0.0032	0.045	2.06	0.190	34,384.8	
JB019	31.10	2.61	129.64	0.0043	0.013	0.031	4.10	0.235	32,161.9	
JB022	23.43	1.98	96.90	0.019	0.004	0.026	5.12	1.081	12,474.2	
JB027	1.40	1.337	30.40	0.276	0.009	0.275	2.96	3.50	328.4	
JB030	1.09	0.923	16.30	0.580	0.002	0.157	1.64	2.94	69.4	
JB035	1.26	0.830	36.22	0.060	0.003	0.302	1.50	0.20	154.0	
JB037	3.08	2.309	62.70	0.055	0.161	0.161	4.12	3.22	1,301.0	

1) 本表水质资料的测定与分析由广东省环保所及环保监测中心站、韶关地区(市)环保监测站、肇庆地区(市)环保监测站及暨南大学生物系、中山大学地理系等单位完成。

二、结果与讨论

1. 硅藻群集中的种类组成

从表 1 中可知,各采样点中硅藻种类出现较多的有如下的属种:

1) 曲壳藻属 (*Achnanthes*) 共 19 种,其中的短小曲壳藻 (*A. exigua*)、微小曲壳藻 (*A. minitissima*)及其隐头变种 (*A. minitissima* var. *Cryptocephala*) 出现较多,特别在 JB015、JB019 及 JB022 等采样点成为优势种。微小曲壳藻的大量出现,起了净化水质的作用。

2) 卵形藻属 (*Cocconeis*) 主要有扁圆卵形藻 (*C. placentula*)及其多孔变种 (*C. plac-*

表 3 各采样点的第 0 次聚类分析

Table 3 Null cluster analysis

	G_1	G_2	G_3	G_4	G_5	G_6	G_7	G_8	G_9	G_{10}
G_1	0.0000	4.2435	4.5665	3.6876	4.2371	5.0168	5.4137	6.3741	4.7710	5.1138
G_2		0.0000	2.6631	3.5487	4.7421	4.0538	3.5729	3.0078	2.6743	3.0268
G_3			0.0000	4.9767	4.8526	5.1427	1.9396	4.5659	2.0406	2.6105
G_4				0.0000	0.9660	1.3646	5.7370	7.3386	4.9276	3.6277
G_5					0.0000	1.0179	6.8403	8.4491	6.2856	3.0891
G_6						0.0000	5.2360	6.9173	6.0968	2.3413
G_7							0.0000	2.0844	2.6667	1.0522
G_8								0.0000	4.4171	3.5523
G_9									0.0000	3.3970
G_{10}										0.0000

表4 各采样点的第1次聚类分析

Table 4 First cluster analysis

	G_1	G_2	G_3	G_6	G_7	G_8	G_9	G_{10}	G_{11}
G_1	0.0000	4.2435	4.5665	5.0168	5.4137	6.3741	4.7710	5.1138	3.6876
G_2		0.0000	2.6031	4.0538	3.5729	3.0078	2.6748	3.0268	3.5481
G_3			0.0000	5.1427	1.9896	4.5659	2.0406	2.6105	4.8526
G_6				0.0000	5.2360	6.9173	6.0968	2.3413	1.0179
G_7					0.0000	2.0884	2.6667	1.0522	5.7370
G_8						0.0000	4.4173	3.5523	7.3386
G_9							0.0000	3.3970	4.9276
G_{10}								0.0000	3.0891
G_{11}									0.0000

entula var. *euglypta*)，在JB002、JB010等采样点成为优势种。样种藻类在清洁或微污水水体出现。

3) 桥穹藻属 (*Cymbella*) 有 17 个种及变种，其中埃伦桥穹藻 (*C. ehrenbergii*) 小头桥穹藻 (*C. microcephala*) 及微小桥穹藻 (*C. minuta*) 等在 JB002、JB010、JB015 等采样点出现较多。

4) 异极藻属 (*Gomphonema*) 的 22 个种及变种中，主要有窄异极藻 (*G. angustatum*) 巴西异极藻 (*G. brasiliense*) 微细异极藻 (*G. parvulum*) 及球异极藻 (*G. sphaerophorum*) 而后者特别在 JB027 采样点出现的数量较多。

5) 舟形硅藻属 (*Navicula*) 种类多，共 18 种与变种。较多出现的有双头舟形藻 (*N. dicephala*) 披针舟形藻 (*N. lenceolata*) 及喙头舟形藻 (*N. rhynchocephala*) 等，后者在 JB002、JB010 及 JB022 等采样点均有较多数量出现。

6) 菱形藻属 (*Nitzschia*) 的 12 种中，双头菱形藻 (*N. amphibia*) 肋缝菱形藻 (*N. frustulum*) 谷皮菱形藻 (*N. palea*) 出现较多，后者在 JB008、JB027 及 JB030 采样点出现的数量多些。

7) 针杆藻属 (*Synedra*) 中的双头针杆藻 (*S. amphicephala*) 肘状针杆藻 (*S. ulna*) 及尾针杆藻 (*S. rumpens*) 出现较多。

2. 硅藻的种类与数量的变化

硅藻在不同季节的存在及数量变化较大，从图 3 可知，1984 年 4—5 月间着生硅藻的种类除 JB002 采样点外，其他采样点较 1983 年 9—10 月间的着生硅藻的种类多。

硅藻的数量变化也大 (图 4)，JB002 采样点中的扁圆卵形藻 (*Cocconeis placentula*) 种原是绝对优势种，占该采样点的硅藻总数量的 82%，但是到 1984 年 4—5 月间就不成为优势了。有些采样点如 JB008、JB030 及 JB035，硅藻总数量较前期的增多了。这说明从当年的枯水期至来年的丰水期的生长过程中，经过冬季寒冷季节、一些适合于这种环境生长的种类大量繁殖起来，而在春暖季节，部分硅藻种类减少下来，反映出硅藻在不同的生长季节的消长状况。

3. 系统聚类分析结果

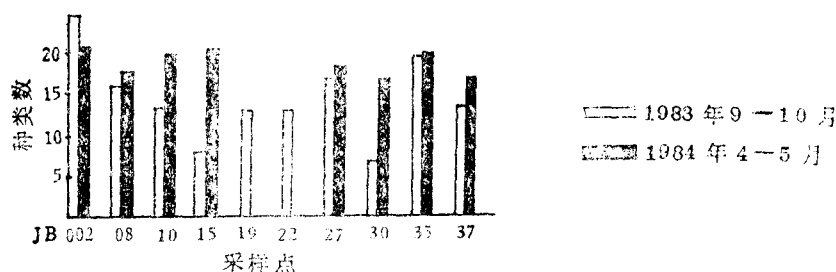


图 3 不同时期各采样点硅藻种类变化的比较

Fig. 3 Comparison of change of diatom's composition at stations in different period

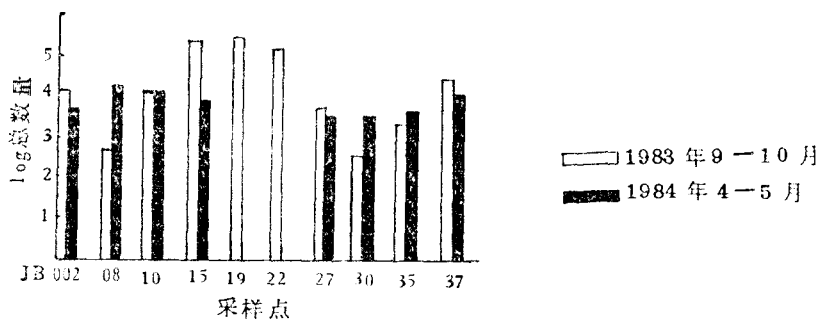


图 4 不同时期各采样点硅藻数量变化的比较

Fig. 4 Comparison of change of diatom's quantity at stations in different period

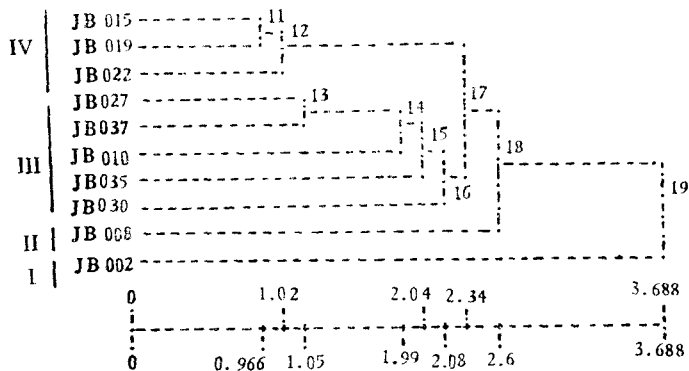


图 5 系统聚类分析结果 (1983 年 9—10 月)

Fig. 5 Result of systematic cluster analysis (Sept. to Oct., 1983)

1983 年 9—10 月间珠江流域北江江水系各项数据的聚类分析结果, 从 2.08 距离可将各采样点分为四大类 (图 5):

第一类: JB002 采样点, 位于武江上游清澈山溪中。溪水的溶解氧为 7.08 毫克/升, COD 为 1.52 毫克/升, BOD₅ 为 4.36 毫克/升。硅藻种类多, 共 28 个种及变种, 总数量为 19211 个/平方厘米, 优势种为扁圆卵形藻 (*Cocconeis placentula*) 还有埃伦桥穹藻 (*Cymbella ehrenbergii*) 等也在这里出现, 此水体反映出良好的自然生态的类型。

第二类: JB008 采样点, 位于南雄县的浈江上游, 两岸植被差、周围土质为红壤, 江内混杂大量红泥沙, 水色度为25度, 为各江河之首位, 总浮物含量高达42.86 毫克/升, BOD₅ 为0.56毫克/升, 硅藻生长不良, 主要有披针曲壳藻 (*Achnanthes lanceolata*) 及谷皮菱形藻 (*Nitzschia palea*) 等, 所以该采样点反映出多红泥的类型的水体。但到下游红泥沙减少, 水质明显好转。

第三类: 包括连江的JB015、JB019及滢江的JB022采样点。JB015 采样点附近的河流宽阔 (大于50米), 且较深 (2—3 米), 流速较大, 溶解氧为7.80毫克/升, COD 为2 毫克/升, BOD₅ 为1.55 毫克/升。硅藻的优势种为微小曲壳藻 (*Achnanthes minutissima*) 总数量高达275,078个/平方厘米。JB019及JB022采样点也出现此优势种的藻类, 其他的理化因素亦较接近, 所以把这3 个采样点归于同一相似水平。考尔诺基 (Cholnoky) 认为, 微小曲壳藻的大量出现, 能使水体中的溶解氧的含量大为增加, 使水质处于良好状态。

第四类: 包括 JB027、JB037、JB010、JB035及JB030等采样点。这些采样点的溶解氧在6.35—7.30毫克/升, COD在1.43—2.50毫克/升之间, 硅藻的优势种有双头针杆藻 (*Synedra amphiocephala*)、尾针杆藻梅尼变种 (*Synedra rumpens* var. *meneghiniana*) 球异极藻 (*Gomphonema phaeophorum*), 把这些采样点归于同一相似类型。这一类的水质较第二类 (JB008 采样点) 为好, 但不如第三类 (JB015、JB019及JB022采样点), 总的看来, 第四类各采样点的水质状况也是良好的。

综合以上分析, 珠江流域北江水系的各河流的上、下游的水质状况有的是不同的, 但从整个水系的8 条河流的水质状况的评价来看, 水质是良好的, 并没有严重地受人造的干扰的影响。

1984年4—5 月间进行第二次着生硅藻的采集, 由于水质的理化各项测试分析在当年的9—10月间进行, 故本文未采用第二次的系统聚类分析结果。

参 考 文 献

- 朱新源等 1982 应用模糊聚类分析对北京东南郊河流的污染状况进行分类. 生态学报 2(3):202—209.
- Besch, W. K., M. Ricard and Cantin 1972 Benthic diatoms as indicators of mining pollution in the north-west Miramichi River system, New Brunswick, Canada. Int. Revue ges. Hydrobiol. 39—74.
- Hohn M. H. et J. Hellerman 1963 The taxonomy and structure of diatom populations from three eastern north American Rivers using three sampling methods. Trans. Am. Micro. Soc. 82(3):248—328.
- Patrick, R., M. H. Hohn and J. H. Wallace 1954 A new method for determining the pattern of the diatom flora. Nat. Sci. Philad. 259:1—12.
- Patrick, R. and C. W. Reimer 1966—1975 The Diatoms of the United States. Philadelphia, Vol. 1, P. 1—688, Pl. 1—64(1966); Vol. 2, Part 1, P. 1—213, pl. 1—28(1975).
- Patrick, R. 1973 Use of algae, especially diatoms, in the assessment of water quality, Biol. Assessment Wat. Qual. Am. Soc. Testing & Materials:76—95.

THE APPLICATION OF THE SYSTEMATIC CLUSTER ANALYSIS METHOD TO EVALUATE THE WATER QUALITY OF BEIJIANG RIVER SYSTEM OF PEARL RIVER VALLEY

Zhang Zian Qi Yuzao

(Department of Biology, Jinan University)

Lin Zongzhen

(Department of Mathematic, Jinan University)

The diatoms are regarded as good indicators for water environment. By systematic cluster analysis method, the epiphytic diatoms combined with the physical and chemical factors of water bodies are used to evaluate the water quality of the eight tributaries of Beijiang River system of pearl River valley. It shows that the situation of the water quality of these rivers is still fine.