

以 1999 年夏季为高，1999 年春季最低（表 3-18）。

表 3-18 鄱阳湖及其附近长江枝角类和桡足类现存量的季节变化

Tab.3-18 Seasonal changes in standing crops of cladocerans and copepods in Poyang Lake and adjoining Changjiang River

类别 sort	春 spring (1998)	秋 autumn (1998)	春 spring (1999)	夏 summer (1999)	
枝角类 cladoceran	数量/(ind/L) 生物量/(mg/L)	3.8 0.076	2.1 0.047	3.1 0.063 333	16.3 0.326 722
	数量/(ind/L) 生物量/(mg/L)	7.8 0.043	4.5 0.023	3.9 0.020	76.9 0.292

2. 水平分布

枝角类和桡足类现存量在各个采样站间的分布并不一致。枝角类现存量较高的站为 13、12、8、9、14、7、10、6、15；次之的为 11、18、17、16；最低的为 3、4、5、2、1。桡足类现存量较高的站为 6、8、9、11、10、7、4、13、12、14；次之的站为 2、1、16、18、17；最低的为 3、15、5。

3.4.2.4 枝角类和桡足类的资源评价

根据调查结果，鄱阳湖大型浮游动物资源相对东湖是很贫乏的。因此不适宜大量放养滤食性鱼类。Виноградов 等（1979）报道，保证鳙迅速生长的浮游动物生物量低限浓度为 3~5 mg/L，鄱阳湖浮游动物生物量远远不能满足鳙生长的需要。即使如此，鄱阳湖大型浮游动物也是一项重要的水生生物资源。以 1998~1999 年鄱阳湖枝角类和桡足类生物量平均值为 0.2216 mg/L、平均水深为 7.2 m 来计算，鄱阳湖每亩水面可产枝角类和桡足类 1.0626 kg。枝角类和桡足类的 P/B 系数如按 40 计算，则枝角类和桡足类的产量为 2.8336 kg/hm²。如果枝角类和桡足类的利用率为 30%，饵料系数以 10 计算，则鄱阳湖枝角类和桡足类可能提供的鱼产量为 0.0850 kg/hm²。因此，很有必要在资源利用阈值限度内进一步开发利用这一宝贵资源。

（冯伟松）

3.5 底栖动物

1997 年 10 月~11 月及 1998 年 4 月~1999 年 7 月对鄱阳湖及其附近长江干流的底栖动物进行了五次调查。湖泊自然概况、形态参数、理化特征和采样点设置参见本章第 1 节。研究方法同 2.5 节。

3.5.1 种类组成

鄱阳湖全湖的底栖动物计 51 种，隶属于 5 门 24 科 47 属，其中寡毛类 14 种，软体动物 8 种，水生昆虫 22 种，其他动物 7 种（表 3-19）。该湖泊的区系很有特点：①具有海相性质的动物。如鄱阳沼纽虫 (*Limnemertes poyangensis*) (Gibson et al. 2003)，其绝大部分成员栖息于海洋，我国仅有的例外是在珠江口发现过 (Gibson et al. 1991)，此次记录是该类动物在我国内陆水体的首次记载。多毛类在鄱阳湖及其附近较常见，而其上游目前尚未发现。此外，还记载了线虫异齿属 (*Parodontophora*) 一新种，是该属动物在淡水的首次报道 (吴纪华 2000)。鉴于这些动物的海相特性，我们推测历史上鄱阳湖地区曾受到海洋动物的影响。关于长江中下游的划分，目前有两种不同的观点，一种认为镇江是分界线，另一种则认为是湖口。本研究显示鄱阳湖似乎是海洋影响的上限，是后一种观点的一个佐证。②流水和喜硬底的种类占相对大的比重，如河蚬、沟虾、毛翅目幼虫等。③特殊寡毛类单向蚓的出现值得一提。该科的动物主要栖息于地下水，在我国以前从未在浅水湖泊发现过。在长江发现一寡毛类新种，即拟钝毛水丝蚓 (*Limnodrilus paramblysetus*) (Wang et al. 2001)。另外，在景德镇的昌江还发现一寡毛类新记录，即单齿布拉迪虫 (*Bratislavia unidentata*)，此种仅在美洲发现过。

比较长江、通江水道和主体湖的种类丰盛度（图 3-5）发现：主体湖的种类最多，是通江水道的 1.4 倍，为长江干流的 2 倍。在整个区系中，有 30% 仅见于主体湖，主要是寡毛类和节肢动物，如单向蚓、颤蚓和一些昆虫。软体动物在主体湖和通江水道较多，而在江中却很少。从种类组成看，通江水道是主体湖和长江干流之间的过渡地带。不同区域的多样性指数列于表 3-20，其趋势与种类数一致。

表 3-19 鄱阳湖及其附近长江干流的底栖动物的种类组成与分布(1997~1999年)

Tab. 3-19 Taxa of zoobenthos in Poyang Lake and adjoining Changjiang River (1997~1999)

种类 species	长江干流	通江水道	主体湖
	(1, 3~5 站) ^{a)}	(6~12 站) ^{b)}	(13~18 站) ^{c)}
纽形动物门 Nemertinea			
有针亚纲 Enopla			
纽虫一科 Tetrastemmatidae			
鄱阳沼纽虫 <i>Limnemertes poyangensis</i>			+
线虫动物门 Nematoda			
环节动物门 Annelida			
多毛纲 Polychaeta			
多鳃齿吻沙蚕 <i>Nephthys polybranchia</i>	+	+	+
寡毛纲 Oligochaeta			

续表

种类 species	长江干流	通江水道	主体湖
	(1, 3~5站) ^{a)}	(6~12 站) ^{b)}	(13~18 站) ^{c)}
单向蚓科 Haplotaxidae			
单向蚓 <i>Haplotaxis</i>			+
线蚓科 Enchytraeidae			
中线蚓 <i>Mesenchytraeus</i>	+		
仙女虫科 Naididae			
费氏泥仙女虫 <i>Paranaïs frici</i>	+		
多突赖皮虫 <i>Slavina appendiculata</i>			+
指鳃尾盘虫 <i>Dero digitata</i>			+
叉形管盘虫 <i>Aulophorus furcatus</i>	+		
长毛吻盲虫 <i>Pristina longiseta</i>			+
颤蚓科 Tubificidae			
颤蚓 <i>Tubifex</i> sp.		+	+
巨毛水丝蚓 <i>Limnodrilus grandisetosus</i>	+		+
拟钝毛水丝蚓 <i>Limnodrilus paramblysetus</i>	+		
厚唇嫩丝蚓 <i>Teneridrilus mastix</i>	+	+	+
尼氏癞颤蚓 <i>Spirosperma nikolskyi</i>			+
湖沼管水蚓 <i>Aulodrilus limnobius</i>		+	
多毛管水蚓 <i>Aulodrilus pluriseta</i>			+
皮氏管水蚓 <i>Aulodrilus pigueti</i>		+	+
有栉管水蚓 <i>Aulodrilus pectinatus</i>		+	
维窦夫盘丝蚓 <i>Bothrioneurum vejdovskyanum</i>			+
苏氏尾鳃蚓 <i>Branchiura sowerbyi</i>	+	+	+
蛭纲 Hirudinea			
舌蛭科 Glossiphonidae			
蛙蛭 <i>Batracobdella</i>		+	
舌蛭 <i>Glossiphonia</i>			+
泽蛭 <i>Helobdella</i>		+	
软体动物门 Mollusca			
腹足纲 Gastropoda			
田螺科 Viviparidae			
环棱螺 <i>Bellamya</i>		+	+
豆螺科 Bithyniidae			
沼螺 <i>Parafossarulus</i>		+	+
狭口螺科 Stenothyridae			
狭口螺 <i>Stenothyra</i>		+	
扁卷螺科 Planorbidae			
圆扁螺 <i>Hippeutis</i>			+
双壳纲 Bivalvia			
贻贝科 Mytilidae			
湖沼股蛤 <i>Limnoperna lacustris</i>	+	+	+
珠蚌科 Unionidae			
丽蚌 <i>Lamprotula</i>		+	
无齿蚌 <i>Anodonta</i>		+	+
蚬科 Corbiculidae			
河蚬 <i>Corbicula fluminea</i>	+	+	+

续表

种类 species	长江干流	通江水道	主体湖
	(1, 3~5站) ^{a)}	(6~12 站) ^{b)}	(13~18 站) ^{c)}
节肢动物门 Arthropoda			
桡足纲 Copepoda			
猛水蚤目 Harpacticoida	+		
软甲纲 Malacostraca			
端足目 Amphipoda			
沟虾科 Gammaridae	+	+	+
昆虫纲 Insecta			
蜉蝣目 Ephemeroptera			
蜉蝣科 Ephemeridae			
蜉蝣科一属 <i>Pentagenia</i>		+	
蜉蝣 <i>Ephemera</i>	+	+	+
蜻蜓目 Odonata			
蜻蜓目一科 Caenagrionidae			+
箭蜓科 Gomphidae	+		
半翅目 Hemiptera			
划蝽科 Corixidae			
小划蝽 <i>Sigara substriata</i>		+	
毛翅目 Trichoptera			
长角石蚕科 Leptoceridae			
长角石蚕科一属 <i>Athripsodes</i>		+	+
多距石蚕科 Polycentropodidae			
多距石蚕 <i>Polycentropus</i>	+	+	+
经石蚕科 Ecnomidae			
经石蚕 <i>Ecnomus</i>		+	+
毛翅目一种 Psychomyiidae			+
双翅目 Diptera			
蠓科 Ceratopogonidae			
蠓科一属 <i>Bezzia</i>	+		
大蚊科 Tipulidae		+	
摇蚊科 Chironomidae			
菱跗摇蚊 <i>Clinotanypus</i>		+	+
大粗腹摇蚊 <i>Macropelopia</i>			+
直突摇蚊 <i>Orthocladius</i>	+		
摇蚊 <i>Chironomus</i>	+		+
隐摇蚊 <i>Cryptochironomus</i>	+	+	
二叉摇蚊 <i>Dicrotendipes</i>			+
拟摇蚊 <i>Parachironomus</i>			+
雕翅摇蚊 <i>Glyptotendipes</i>			+
小摇蚊 <i>Microchironomus</i>	+		+
多足摇蚊 <i>Polypedilum</i>	+	+	+
摇蚊一属 <i>Xenochironomus</i>		+	+
流水长附摇蚊 <i>Rheotanytarsus</i>			+
摇蚊亚科一属 <i>Zavrelia</i>			+

a) Changjiang mainstream (ST1, 3~5); b) outlet lake (ST6~12); c) proper lake (ST13~18)

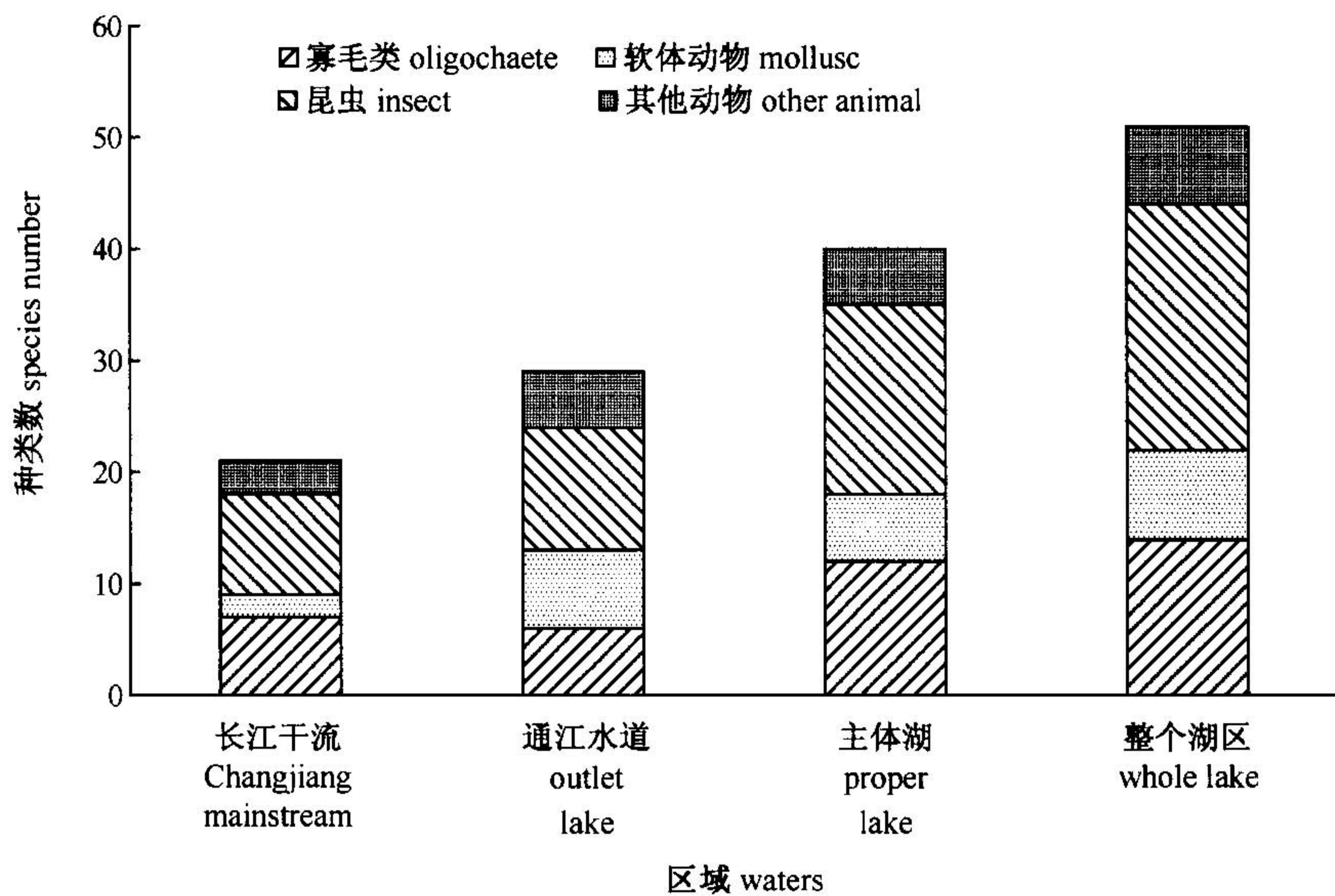


图 3-5 鄱阳湖及其附近长江干流中底栖动物的种类数组成

Fig. 3-5 Taxonomic composition of zoobenthos in Poyang Lake and adjoining Changjiang River

表 3-20 鄱阳湖及其附近长江底栖动物的种类数(S)和 Shannon 指数(H)

Tab. 3-20 Number of taxa(S) and Shannon diversity index(H) in zoobenthic community of Lake Poyanghu and adjoining Changjiang River

采样时间 sampling time	长江干流 (1, 3~5) Changjiang mainstream (ST1, 3~5)		通江水道 (6~12) outlet lake (ST6~12)		主体湖 (13~18) proper lake (ST13~18)		整个湖区 (6~18) whole lake (ST6~18)	
	S	H	S	H	S	H	S	H
1997.10	5	1.2	11	2.1	10	2.2	13	2.3
1998.4	10	0.8	12	2.7	23	3.0	34	2.0
1998.11	5	1.2	10	2.1	17	2.2	23	3.2
1999.5	9	2.7	10	2.4	15	2.6	27	2.9
1999.7	6	2.1	22	2.2	14	1.8	28	2.4
全年/平均 whole/mean	21	1.2	31	2.3	41	2.4	51	2.6

3.5.2 现存量

鄱阳湖全湖的底栖动物密度为 596 ind/m^2 ，其中软体动物为优势类群，占 63.4%，昆虫占 10.4%，寡毛类占 9.6%，多毛类占 3.4%，沟虾占 3.0%；生

物量(湿重或带壳湿重)为 146.7 g/m^2 , 其中软体动物更占优势, 高达99.5%, 优势种类河蚬、沼螺和湖沼股蛤分别占38.5%、16.7%、4.1%, 昆虫占0.3%, 寡毛类占0.1%, 其他动物占0.1%。主体湖与通江水道的区别在于前者的资源较丰富, 如其贝类和寡毛类较多。长江干流底栖动物较少, 密度为 129 ind/m^2 , 生物量仅 0.4 g/m^2 , 其中主要是多毛类和沟虾(表3-21, 表3-22)。

表3-21 鄱阳湖及其附近长江底栖动物的密度($D \pm SE$), 生物量($B \pm SE$)及其百分比(1997~1999年)

Tab.3-21 Density ($D \pm SE$), biomass ($B \pm SE$) and percentage of zoobenthos in Poyang Lake and adjoining Changjiang River (1997~1999)

类群 group	长江干流 (1, 3~5) Changjiang mainstream (ST1, 3~5)		通江水道 (6~12) outlet lake (ST6~12)		主体湖 (13~18) proper lake (ST13~18)		整个湖区 (6~18) whole lake (ST6~18)	
	D	B	D	B	D	B	D	B
寡毛类 oligochaete	18 ± 9	0.06 ± 0.03	15 ± 3	0.06 ± 0.02	114 ± 70	0.2 ± 0.09	57 ± 30	0.1 ± 0.04
软体动物 mollusc	14.2	16.0	2.7	0.05	17.3	0.1	9.6	0.1
昆虫 insect	2 ± 1	0.04 ± 0.02	385 ± 167	115.6 ± 26.4	369 ± 75	186.4 ± 39.6	378 ± 100	145.9 ± 22.9
其他动物 other animal	1.9	9.2	70.2	99.4	55.9	99.5	63.4	99.5
合计 total	129 ± 39	0.4 ± 0.2	548 ± 186	116.6 ± 26.4	659 ± 108	187.3 ± 39.6	596 ± 116	146.7 ± 22.9
	99.9	100.1	100.1	100	100	99.9	100	100

表中斜体数字为百分比 percentage (in italics)

D: 底栖动物的密度 density (ind/m^2); B: 生物量 biomass (g/m^2)

3.5.3 功能摄食类群

鄱阳湖及长江干流底栖动物功能摄食类群的种类数如图3-6。可以看出各个区域均以收集者为主。在主体湖刮食者较多。与其他湖泊比较, 撕食者种类数有所增加。

不同区域底栖动物功能摄食类群密度和生物量列于表3-23。在鄱阳湖, 收集者和刮食者占优势, 密度分别为 355 ind/m^2 、 154 ind/m^2 , 分别占57.0%、24.7%, 生物量(湿重或带壳湿重)分别为 103.6 g/m^2 、 42.9 g/m^2 , 分别占70.6%、29.2%; 其中收集者以过滤类群为主, 占 $2/3$ 以上。虽然撕食者不是优势类群, 但与其他湖泊相比则显著增多, 因为鄱阳湖兼具湖泊和河流的特性, 有较多的外源有机物。长江干流各功能类群的密度和生物量均很小, 撕食者密度占优势, 为 90 ind/m^2 , 占70.3%, 生物量的构成主要是撕食者和直接收集者。

表 3-22 鄱阳湖及其附近长江底栖动物常见种类的密度、生物量(湿重或带壳湿重)及其百分比

Tab. 3-22 Density, biomass/(wet weight with shell in molluscs) and percentage of common zoobenthic species in Poyang Lake and adjoining Changjiang River.

种类 species	长江干流 Changjiang mainstream				通江水道 outlet lake				主体湖 proper lake				整个湖区 whole lake			
	密度 density	百分比 biomass	生物量 biomass	百分比 biomass	密度 density	百分比 biomass	生物量 biomass	百分比 biomass	密度 density	百分比 biomass	生物量 biomass	百分比 biomass	密度 density	百分比 biomass	生物量 biomass	百分比 biomass
厚唇嫩丝蚓 <i>Tenerridrilus mastix</i>	2	1.7	0.0002	0.04	4	0.8	0.01	0.005	49	7.8	0.02	0.01	1	0.08	0.0001	0.0004
沼螺 <i>Parafossarulus</i>	0	0	0	0	128	23.3	29.9	25	159	25.4	51.5	28.7	141	15.1	39.2	16.7
湖沼股蛤 <i>Limnoperna lacustris</i>	1	0.6	0.01	3.6	32	5.8	4.3	3.6	40	6.4	5.1	2.8	43	4.6	10.2	4.1
河蚬 <i>Corbicula fluminea</i>	2	1.2	0.02	6.1	2281	41.8	77.7	64.9	123	19.7	110.4	61.5	198	21.2	96.4	38.5
蜉蝣 <i>Ephemera</i>	8	5.8	0.09	23.6	21	3.8	0.2	0.2	8	1.3	0.4	0.2	20	6.7	0.4	0.02
多鳃齿吻沙蚕 <i>Nephthys polybranchia</i>	48	34.8	0.2	47.9	31	5.6	0.1	0.1	20	3.2	0.1	0.07	31	3.4	0.1	0.06
沟虾 <i>Gammaridea</i>	50	36	0.002	0.5	47	8.6	0.03	0.03	63	10.1	0.2	0.1	28	3.0	0.02	0.01

底栖动物常见种类的密度 density(ind/m²)；生物量 biomass(g/m²)

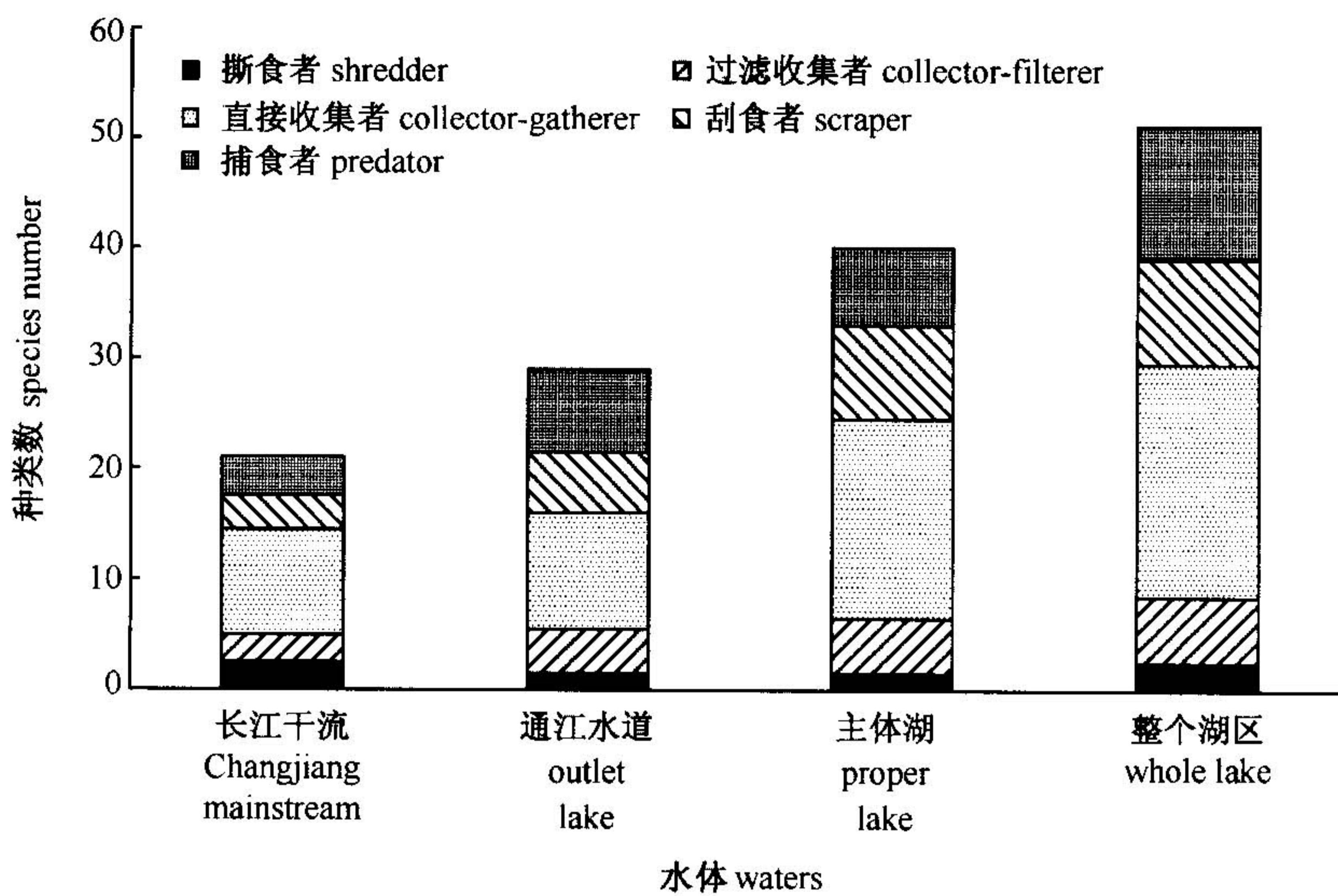


图 3-6 鄱阳湖及其附近长江底栖动物各功能摄食类群的种类数

Fig. 3-6 Taxa number of zoobenthic functional feeding groups in Poyang Lake and adjoining Changjiang River

表 3-23 鄱阳湖及其附近长江底栖动物功能摄食类群的密度 ($D \pm SE$)，生物量 ($B \pm SE$) 及其百分比 (1997~1999 年)

Tab. 3-23 Density ($D \pm SE$), biomass ($B \pm SE$) and percentage of zoobenthic functional feeding groups in Poyang Lake and adjoining Changjiang River (1997~1999)

类群 group	长江干流 (1, 3~5) Changjiang mainstream (ST1, 3~5)		通江水道 (6~12) outlet lake (ST6~12)		主体湖 (13~18) proper lake (ST13~18)		整个湖区 (6~18) whole lake (ST6~18)	
	D	B	D	B	D	B	D	B
撕食者 shredder	90 ± 39 70.3	0.2 ± 0.1 44.8	92 ± 47 16.8	0.2 ± 0.04 0.2	105 ± 52 16.0	0.2 ± 0.05 0.1	98 ± 34 15.7	0.2 ± 0.03 0.1
过滤收集者 collector-filterer	2 ± 1 1.6	0.04 ± 0.02 9.0	255 ± 160 46.5	85.6 ± 24.0 73.5	210 ± 57 31.9	126.4 ± 37.8 67.5	263 ± 94 42.2	103.0 ± 22.1 70.2
直接收集者 collector-gatherer	31 ± 10 24.2	0.2 ± 0.06 44.8	58 ± 17 10.6	0.5 ± 0.3 0.4	138 ± 73 21.0	0.6 ± 0.3 0.3	92 ± 32 14.8	0.6 ± 0.2 0.4
刮食者 scraper	2 ± 1 1.6	0.002 ± 0.002 0.4	132 ± 33 24.1	30.2 ± 7.8 25.9	183 ± 58 27.8	60.0 ± 19.6 32.0	154 ± 31 24.7	42.9 ± 9.6 29.2
捕食者 predator	3 ± 1 2.3	0.004 ± 0.002 0.9	11 ± 3 2.0	0.02 ± 0.01 0.02	22 ± 8 3.3	0.06 ± 0.03 0.03	16 ± 4 2.6	0.04 ± 0.01 0.03
合计 total	129 ± 39 100	0.4 ± 0.2 99.9	549 ± 186 100	116.6 ± 26.4 100.02	659 ± 108 100	187.3 ± 39.6 99.903	596 ± 116 100	146.7 ± 22.9 99.903

表中斜体数字为百分比 percentage (in italics)

D：底栖动物功能摄食类群的密度 density (ind/m²)；B：生物量，biomass (g/m²)

3.5.4 环境分析

鄱阳湖是大型通江湖泊，自然环境与中小浅水湖泊差异较大，因此影响底栖动物的环境因素也不尽相同。下面分析水体理化因素对底栖动物的影响。

本节符号的含义及其单位如下：

D_T ——底栖动物密度(ind/m ²)；	B_T ——底栖动物生物量(g/m ²)；
D_O ——寡毛类密度(ind/m ²)；	B_O ——寡毛类生物量(g/m ²)；
D_{GA} ——螺类密度(ind/m ²)；	B_{GA} ——螺类生物量(g/m ²)；
D_{BI} ——双壳类密度(ind/m ²)；	B_{BI} ——双壳类的生物量(g/m ²)；
D_I ——昆虫幼虫密度(ind/m ²)；	B_I ——昆虫幼虫生物量(g/m ²)；
D_{SH} ——撕食者密度(ind/m ²)；	B_{SH} ——撕食者生物量(g/m ²)；
D_{CF} ——过滤收集者密度(ind/m ²)；	B_{CF} ——过滤收集者生物量(g/m ²)；
D_{OG} ——直接收集者密度(ind/m ²)；	B_{OG} ——直接收集者生物量(g/m ²)；
D_{SC} ——刮食者密度(ind/m ²)；	B_{SC} ——刮食者生物量(g/m ²)；
D_{PR} ——捕食者密度(ind/m ²)；	B_{PR} ——捕食者生物量(g/m ²)；
DEP——水深(m)；	SD——透明度(cm)；
T——水温(℃)；	pH——pH值；
COND——电导率(μS/cm)；	H——总硬度(德国度)；
ALK——碱度(mg/L)；	$\rho(\text{SiO}_2)$ ——硅酸盐质量浓度(mg/L)；
$\rho(\text{Ca})$ ——钙离子质量浓度(mg/L)；	$\rho(\text{Mg})$ ——镁离子质量浓度(mg/L)；
$\rho(\text{PO}_4^{3-}-\text{P})$ ——磷酸盐磷质量浓度 (μg/L)；	$\rho(\text{TP})$ ——总磷质量浓度(μg/L)；
$\rho(\text{NO}_2^--\text{N})$ ——亚硝酸盐氮质量浓 度(μg/L)；	$\rho(\text{NO}_3^--\text{N})$ ——硝酸盐氮质量浓 度(μg/L)；
$\rho(\text{NH}_4^+-\text{N})$ ——氨氮质量浓度 (μg/L)；	$\rho(\text{TN})$ ——总氮质量浓度(μg/L)。

3.5.4.1 水深

水深与底栖动物的回归方程如下($n=81$)：

$$\begin{aligned}\ln(D_T + 1) &= 5.39 - 0.154 \text{ DEP} & r = -0.244 & p = 0.028 \\ \ln(B_T + 0.01) &= 3.50 - 0.334 \text{ DEP} & r = -0.293 & p = 0.008 \\ \ln(B_O + 1) &= -2.87 - 0.110 \text{ DEP} & r = -0.264 & p = 0.017\end{aligned}$$

$D_{GA} = 199 - 13.6 \text{DEP}$	$r = -0.222$	$p = 0.046$
$\ln(B_{GA} + 0.01) = 0.958 - 0.323 \text{DEP}$	$r = -0.277$	$p = 0.012$
$\ln(B_{CF} + 0.01) = 1.83 - 0.287 \text{DEP}$	$r = -0.234$	$p = 0.037$
$\ln(B_{CG} + 0.01) = -2.12 - 0.118 \text{DEP}$	$r = -0.223$	$p = 0.047$
$D_{SC} = 207 - 13.6 \text{DEP}$	$r = -0.223$	$p = 0.047$
$\ln(B_{SC} + 0.01) = 1.03 - 0.314 \text{DEP}$	$r = -0.272$	$p = 0.015$

方程显示鄱阳湖的大多数底栖动物与水深呈指数式负相关(图3-7)，比中小湖泊更为明显(参见本书前面章节)。总密度和生物量的瞬时增长率分别为-0.15、-0.29，即深度每增加1 m，分别下降15%、29%。虽然鄱阳湖水深的季节变化较大，但最深也不过十几米，集中在通江水道。主体湖较浅，特别是枯水季节。因此，水深不大可能直接产生影响。由于深水区域常常流速大，且多为砂底，推测水深与底栖动物只是一种间接关系。事实上在水流较缓的深水区曾发现大量动物，如湖口回水区。

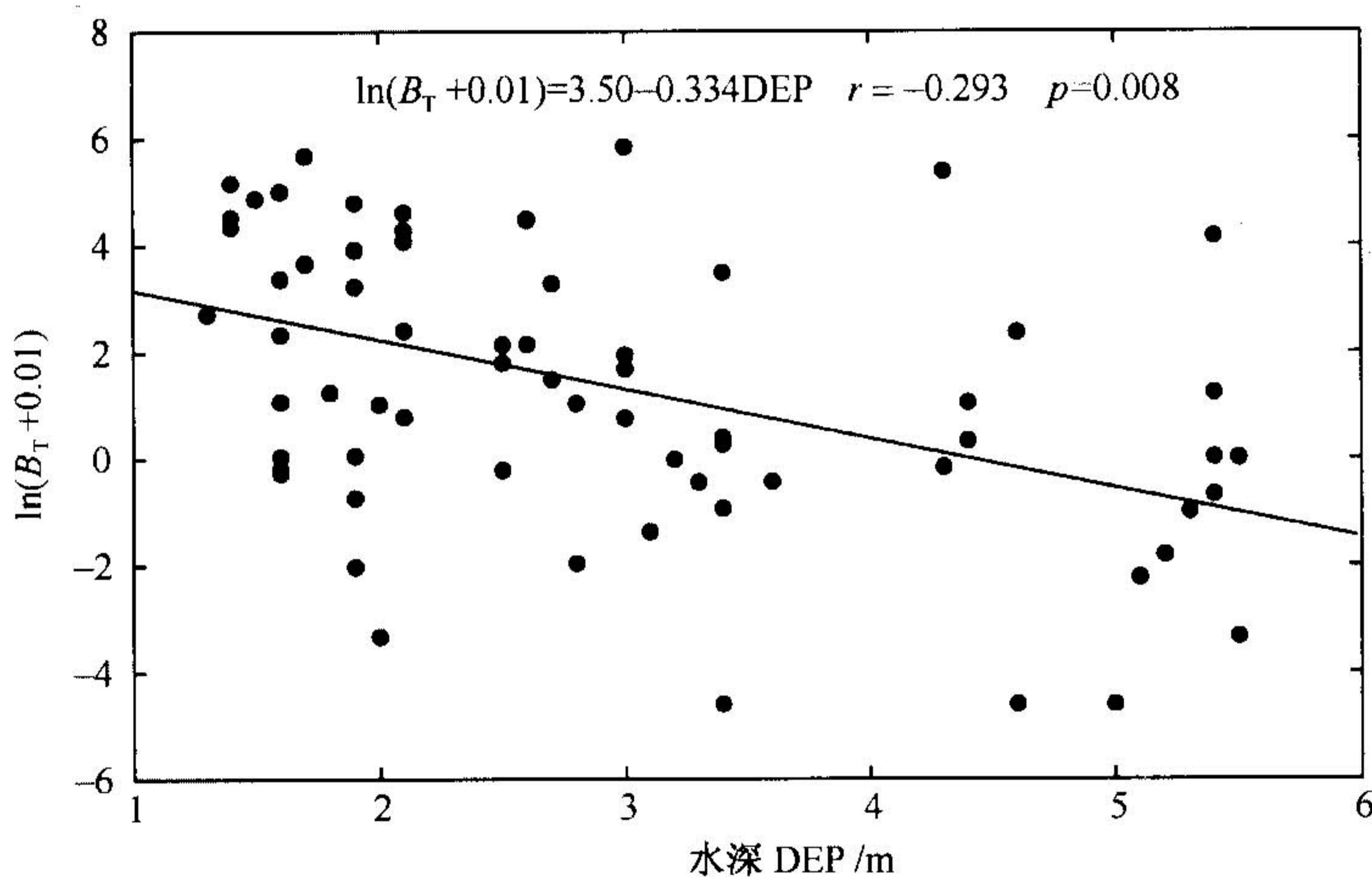


图 3-7 鄱阳湖及其附近长江底栖动物生物量与水深的关系

Fig. 3-7 Relationship between biomass of zoobenthos and water depth in Poyang Lake and adjoining Changjiang River

B_T 为底栖动物生物量，单位为 g/m^2

B_T : biomass of zoobenthos, g/m^2

3.5.4.2 透明度

透明度与底栖动物的回归方程如下 ($n = 81$):

$\ln(D_T + 1) = 3.50 + 0.00988 \text{SD}$	$r = 0.348$	$p = 0.001$
$\ln(B_T + 0.01) = -0.458 + 0.0200 \text{SD}$	$r = 0.391$	$p = 0.000$

$B_O = -0.0238 + 0.00183SD$	$r = 0.344$	$p = 0.002$
$D_{GA} = 29 + 0.925SD$	$r = 0.339$	$p = 0.002$
$B_{GA} = 3.70 + 0.327SD$	$r = 0.393$	$p = 0.000$
$\ln(D_{BI} + 1) = -0.981 + 0.0182SD$	$r = 0.313$	$p = 0.004$
$\ln(B_{BI} + 0.01) = -1.34 + 0.0151SD$	$r = 0.274$	$p = 0.013$
$\ln(D_{SH} + 1) = 1.98 + 0.00783SD$	$r = 0.294$	$p = 0.008$
$B_{SH} = 0.0150 + 0.00198SD$	$r = 0.415$	$p = 0.000$
$\ln(D_{CF} + 1) = 1.92 + 0.00861SD$	$r = 0.279$	$p = 0.012$
$\ln(B_{CF} + 1) = -1.40 + 0.0153SD$	$r = 0.280$	$p = 0.012$
$D_{SC} = 36 + 0.930SD$	$r = 0.341$	$p = 0.002$
$B_{SC} = 4.66 + 0.324SD$	$r = 0.388$	$p = 0.000$

方程显示底栖动物与透明度呈显著正相关（图 3-8、3-9），与中小型湖泊截然不同（参见本书前面章节）。其原因是透明度在后者是初级生产力水平的一种量度，而在鄱阳湖区域则主要与泥沙的含量有关。透明度每增加 1 cm，过滤收集者的密度和生物量分别增加 1%、2%，刮食者密度和生物量分别增加 0.9 ind/m²、0.3 g/m²，可见泥沙对于过滤者的影响特别突出。

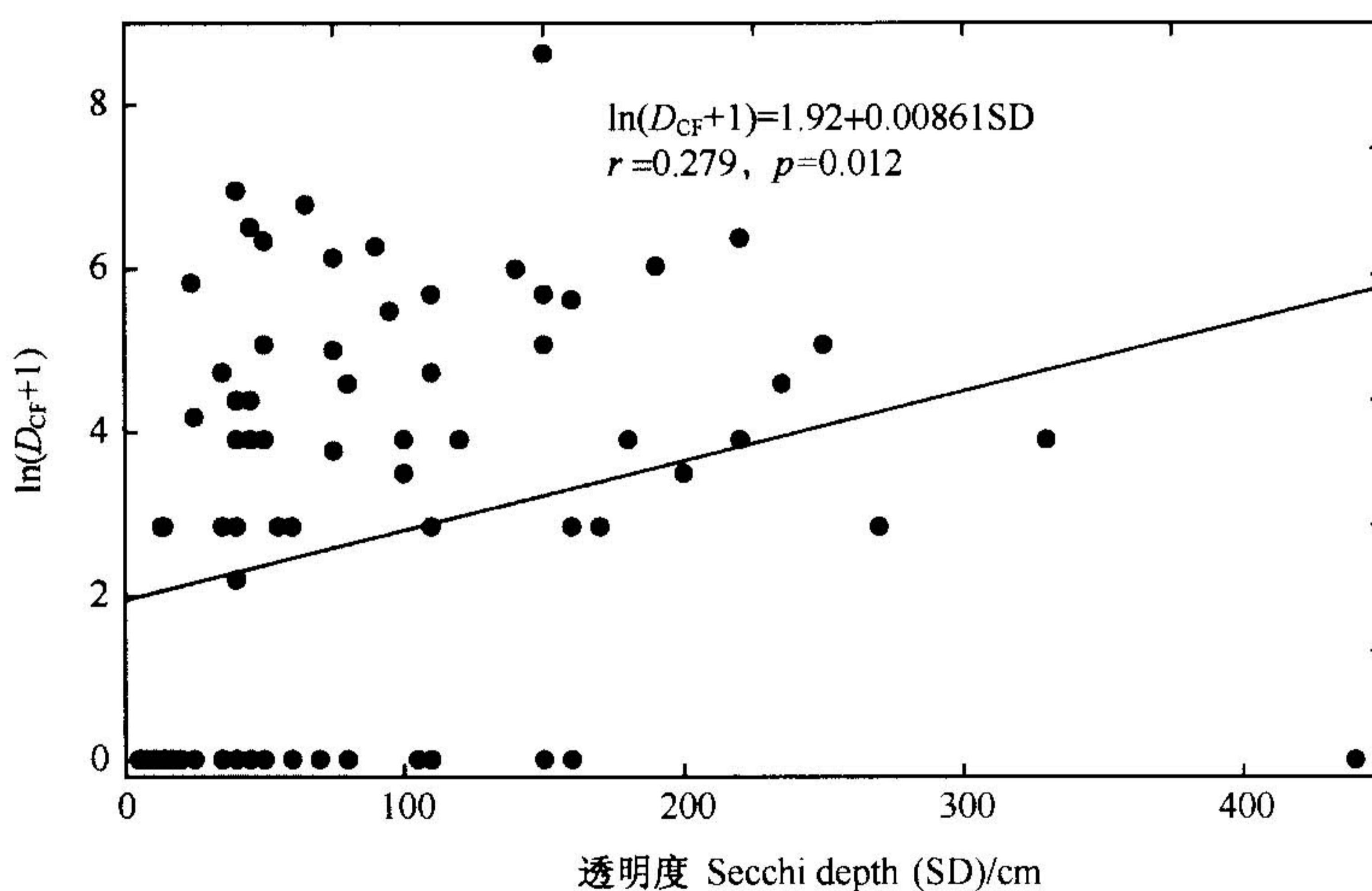


图 3-8 鄱阳湖及其附近长江干流过滤收集者密度与水体透明度的关系

D_{CF} 为过滤收集者密度，单位为 ind/m²

Fig.3-8 Relationship between density of collector-filters and Secchi depth in Poyang Lake and adjoining Changjiang River

D_{CF} : density of collector-filters, ind/m²

表 3-24 鄱阳湖及其附近长江干流的底栖动物现存量与环境因子的相关系数与概率水平($n=81$)Tab. 3-24 Simple correlation (and probability level) between zoobenthic standing crop and environmental factor in Poyang Lake and adjoining Changjiang River ($n=81$)

D/B	r/p	DEP	SD	T	pH	COND	H	ALK	SiO ₂	Ca	Mg	PO ₄ ³⁻ -P	TP	NO ₂ ⁻ -N	NO ₃ ⁻ -N	NH ₄ ⁺ -N	TN
D_T	<i>r</i>	0.00	0.18	0.14	-0.02	-0.23	-0.21	-0.12	-0.04	-0.22	-0.18	-0.15	-0.04	-0.26	-0.07	-0.17	
	<i>p</i>	0.99	0.11	0.22	0.84	0.04	0.07	0.30	0.76	0.05	0.10	0.19	0.20	0.70	0.02	0.54	0.13
B_T	<i>r</i>	-0.13	0.24	0.15	-0.02	-0.33	-0.31	-0.18	-0.10	-0.33	-0.23	-0.11	-0.34	-0.12	-0.12	-0.29	
	<i>p</i>	0.25	0.03	0.19	0.83	0.00	0.01	0.11	0.36	0.00	0.01	0.04	0.33	0.00	0.30	0.01	
D_O	<i>r</i>	-0.16	-0.05	-0.08	-0.03	-0.01	-0.05	-0.11	0.01	-0.05	-0.06	0.14	-0.04	0.28	-0.05	0.30	0.04
	<i>p</i>	0.16	0.68	0.49	0.82	0.90	0.66	0.34	0.96	0.63	0.59	0.22	0.72	0.01	0.65	0.01	0.76
B_O	<i>r</i>	-0.14	0.34	-0.06	-0.14	-0.05	-0.02	0.05	0.06	0.00	-0.09	-0.05	-0.06	-0.11	-0.12	-0.12	-0.16
	<i>p</i>	0.23	0.00	0.62	0.20	0.66	0.85	0.68	0.60	0.99	0.45	0.66	0.62	0.34	0.27	0.31	0.17
D_{GA}	<i>r</i>	-0.22	0.34	0.11	0.01	-0.25	-0.19	-0.04	0.03	-0.14	-0.24	-0.21	-0.17	-0.23	-0.27	-0.29	-0.23
	<i>p</i>	0.05	0.00	0.31	0.90	0.02	0.09	0.71	0.78	0.21	0.03	0.07	0.13	0.04	0.02	0.01	0.04
B_{GA}	<i>r</i>	-0.13	0.39	0.25	0.12	-0.25	-0.22	-0.07	-0.09	-0.19	-0.24	-0.22	-0.16	-0.17	-0.23	-0.23	-0.19
	<i>p</i>	0.25	0.00	0.02	0.28	0.02	0.05	0.53	0.43	0.09	0.03	0.05	0.15	0.13	0.04	0.04	0.09
D_{BI}	<i>r</i>	0.13	0.11	0.13	-0.02	-0.16	-0.14	-0.09	-0.05	-0.18	-0.09	-0.13	-0.09	-0.19	-0.07	-0.07	-0.13
	<i>p</i>	0.24	0.34	0.24	0.83	0.16	0.22	0.43	0.65	0.12	0.43	0.25	0.44	0.59	0.09	0.52	0.26
B_{BI}	<i>r</i>	-0.09	0.09	0.05	-0.08	-0.26	-0.24	-0.17	-0.08	-0.24	-0.15	-0.19	-0.05	-0.28	-0.03	-0.24	
	<i>p</i>	0.45	0.41	0.64	0.48	0.02	0.03	0.13	0.50	0.01	0.03	0.19	0.10	0.68	0.01	0.81	0.03
D_1	<i>r</i>	-0.03	0.07	0.14	0.00	-0.20	-0.19	-0.02	-0.03	-0.19	-0.15	-0.12	-0.04	-0.10	-0.06	-0.08	
	<i>p</i>	0.77	0.55	0.23	0.98	0.08	0.09	0.85	0.81	0.09	0.09	0.19	0.30	0.73	0.36	0.62	0.47
B_1	<i>r</i>	-0.15	0.02	-0.03	-0.09	-0.10	-0.10	-0.07	0.16	-0.07	-0.16	-0.06	-0.08	0.04	-0.09	0.05	-0.05
	<i>p</i>	0.19	0.88	0.80	0.45	0.37	0.37	0.55	0.16	0.52	0.16	0.61	0.51	0.69	0.42	0.63	0.64
D_{SH}	<i>r</i>	0.06	0.17	0.09	0.08	-0.09	-0.09	-0.11	-0.06	-0.08	-0.11	-0.12	0.06	-0.11	-0.11	-0.09	
	<i>p</i>	0.62	0.13	0.42	0.50	0.41	0.43	0.33	0.61	0.47	0.35	0.38	0.29	0.60	0.35	0.42	
B_{SH}	<i>r</i>	0.09	0.42	-0.01	-0.02	-0.11	-0.13	-0.18	-0.01	-0.13	-0.15	-0.15	0.15	-0.11	0.04	-0.11	
	<i>p</i>	0.42	0.00	0.91	0.87	0.34	0.26	0.11	0.90	0.24	0.27	0.20	0.19	0.18	0.35	0.76	0.35
D_{CF}	<i>r</i>	0.13	0.10	0.13	-0.02	-0.16	-0.14	-0.05	-0.09	-0.13	-0.18	-0.13	-0.15	0.15	-0.11	0.04	-0.13
	<i>p</i>	0.25	0.36	0.24	0.83	0.15	0.21	0.43	0.65	0.11	0.42	0.25	0.43	0.62	0.10	0.52	0.26
B_{CF}	<i>r</i>	-0.09	0.09	0.05	-0.08	-0.26	-0.24	-0.17	-0.08	-0.24	-0.15	-0.19	-0.05	-0.28	-0.03	-0.24	

D/B	r/p	DEP	SD	T	pH	COND	H	ALK	SiO ₂	C _a	Mg	PO ₄ ³⁻ -P	TP	NO ₂ ⁻ -N	NO ₃ ⁻ -N	NH ₄ ⁺ -N	TN
D_{CG}	p	0.45	0.41	0.64	0.48	0.02	0.03	0.13	0.50	0.01	0.03	0.19	0.10	0.68	0.01	0.81	0.03
	r	-0.14	-0.01	0.00	-0.02	-0.06	-0.09	0.01	-0.09	-0.10	0.07	-0.05	0.21	-0.08	0.23	0.01	0.01
B_{CG}	p	0.22	0.92	0.98	0.86	0.61	0.44	0.41	0.90	0.44	0.39	0.55	0.65	0.07	0.46	0.04	0.91
	r	-0.21	0.00	-0.05	-0.11	-0.09	-0.08	-0.04	0.16	-0.05	-0.16	-0.04	-0.07	0.02	-0.11	0.03	-0.08
D_{SC}	p	0.07	0.97	0.66	0.31	0.41	0.46	0.69	0.16	0.66	0.17	0.71	0.53	0.86	0.32	0.80	0.46
	r	-0.22	0.34	0.13	0.03	-0.27	-0.21	-0.04	0.02	-0.16	-0.26	-0.21	-0.18	-0.23	-0.26	-0.29	-0.23
B_{SC}	p	0.05	0.00	0.26	0.80	0.02	0.07	0.75	0.89	0.16	0.02	0.06	0.11	0.04	0.02	0.01	0.04
	r	-0.13	0.39	0.25	0.12	-0.26	-0.22	-0.08	-0.09	-0.20	-0.24	-0.22	-0.16	-0.17	-0.23	-0.24	-0.19
D_{PR}	p	0.24	0.00	0.02	0.31	0.02	0.05	0.51	0.45	0.08	0.03	0.05	0.17	0.13	0.04	0.03	0.09
	r	-0.17	0.06	-0.04	-0.08	-0.14	-0.13	-0.13	-0.02	-0.10	-0.17	-0.02	-0.13	0.12	-0.20	0.15	-0.09
B_{PR}	p	0.13	0.60	0.73	0.47	0.21	0.26	0.25	0.86	0.39	0.14	0.88	0.25	0.29	0.07	0.20	0.40
	r	-0.06	0.08	0.09	-0.03	-0.11	-0.10	-0.04	-0.10	-0.08	-0.12	-0.10	-0.08	-0.07	-0.19	-0.04	-0.15
P	p	0.58	0.50	0.41	0.82	0.34	0.40	0.71	0.39	0.49	0.29	0.40	0.46	0.54	0.09	0.75	0.19

符号的含义见正文。黑体表示 $P \leq 0.05$ 。

表 3-25 鄱阳湖及其附近长江干流水深(DEP), 透明度(SD)与其他环境因子的相关系数及概率水平 ($n = 81$)

Tab. 3-25 Simple relation(and probability levels) between depth (DEP), Secchi depth(SD) and environmental factor in Poyang Lake and adjoining Changjiang River ($n = 81$)

	r/p	T	pH	COND	H	ALK	SiO ₂	C _a	Mg	PO ₄ ³⁻ -P	TP	NO ₂ ⁻ -N	NO ₃ ⁻ -N	NH ₄ ⁺ -N	TN
DEP	r	0.56	0.47	-0.01	-0.12	0.13	-0.42	-0.24	0.09	-0.34	0.28	-0.13	0.17	-0.02	0.36
	p	0.00	0.00	0.94	0.28	0.26	0.00	0.03	0.43	0.00	0.01	0.26	0.13	0.86	0.00
SD	r	0.57	0.19	-0.47	-0.47	-0.20	-0.26	-0.43	-0.52	-0.43	-0.29	-0.33	-0.45	-0.43	-0.29
	p	0.00	0.09	0.00	0.00	0.08	0.02	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01

符号的含义见正文。黑体表示 $P \leq 0.05$ 。

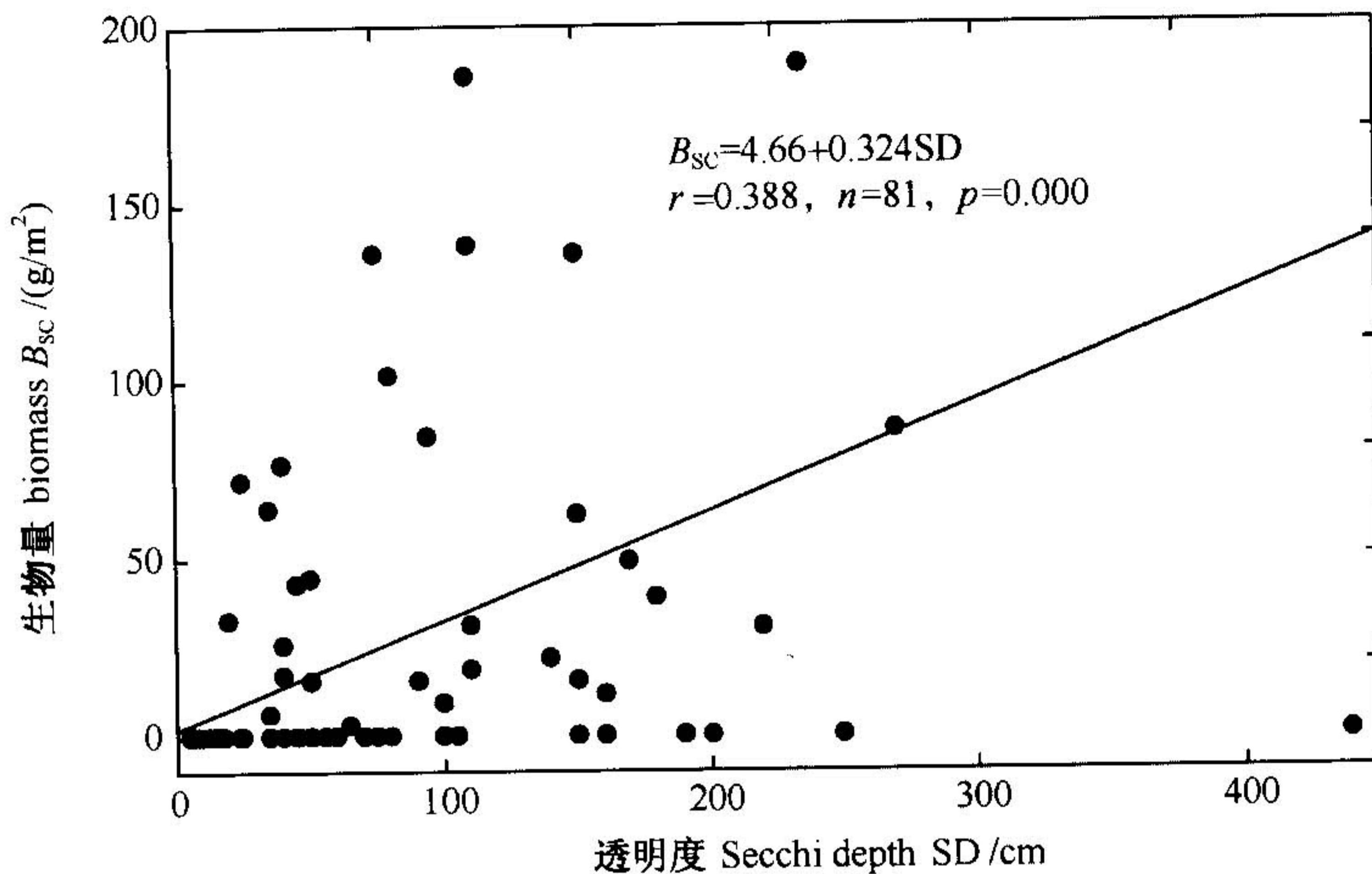


图 3-9 鄱阳湖及其附近长江干流刮食者生物量与透明度的关系

Fig. 3-9 Relationship between biomass of scrapers and Secchi depth in Poyang Lake and adjoining Changjiang River

3.5.4.3 其他因子

表 3-24 尚显示底栖动物与其他理化因子相关，但由于它们是非独立变量（表 3-25），似无直接的生物学意义。

综上所述，在鄱阳湖航道区及其附近水域，底栖动物的主要限制因子是底质、流速和泥沙含量。在砂质、流速较大和水质浑浊的区域，底栖动物总量一般较少，反之则较多。

3.5.4.4 小结

与本书前面章节所述的中、小湖泊比较，这里对鄱阳湖区域底栖动物的特点进行小结。

综合上述结果和其他研究（林振涛 1962；张玺等 1965；吴小平 1998），目前已知鄱阳湖有 130 多种大型底栖动物。与国内的其他湖泊相比，鄱阳湖的种类最多，其中软体动物尤为丰富，高于其他湖泊 7~16 倍，包括我国大部分已记载的种类。此外还发现了一些罕见的动物如纽虫、单向蚓、布拉迪虫。在资源量方面，鄱阳湖是其他湖泊的 3 倍以上，约 1500 kg/hm^2 。其中双壳类等过滤收集者和螺类等刮食者是优势类群，此外撕食者多毛类和沟虾等也有相当数量。蜉蝣也相当多，1998 年春季曾见其漂满全湖。因此鄱阳湖为我国特别是长江流域的水生无脊椎动物的宝库。这一方面与它通江有关，另一方面也说明污染较轻。为了持续利用鄱阳湖的自然资源，并使其充分发挥在维护长江水系生物多样性方面的

重要作用，应当加大对该湖的保护力度，并进一步深入研究。

(王洪铸 许巧情 谢志才 梁彦龄)

3.6 大型水生植物

长江中下游地区是我国最大的泛滥平原，自全新世以来，湖泊的形成与消亡过程在长江中下游泛滥平原的发育史上不断重复，其局部微地貌一直处于河→湖→沼→原的动态更替之中。但不论局部地貌如何变化，整个长江中下游泛滥平原生态系统的环境结构始终保持了江湖一体的自然景观（陈宜瑜等 1995）。

进入人类历史后，以围垦为主要形式的经济活动干扰了该地区地貌环境演变的历史（卞鸿翔等 1985）。据统计，在 20 世纪的 50~70 年代不到 30 年的时间内，长江中下游地区约有 $12\,000\text{ km}^2$ 的各类天然湖泊滩地被围垦，占 40 年代末期湖泊总面积的 34.2%（杨锡臣等 1982）。另外，长江中下游还普遍开展了水利建设，沿江除洞庭湖和鄱阳湖外，其余大小附属湖泊均建立闸坝节制洪水，成为人工调蓄湖泊，形成江湖阻隔局面。

作为长江中下游地区水系的主要组成部分，这些湖泊一般以草型湖泊为主，水生维管束植物（以下简称水生植物）构成了湖泊生态系统的基本骨架，对湖泊生态系统的组成、结构、功能以及演替产生着深远的影响（李伟 1995）。通江湖泊保持着江、河、湖、洲复合生态系统特点，其优势种类、群落特征以及动态变化均与非通江湖泊不同，对通江湖泊水生植被特征的认识将为阐明湖泊水生植被的特征与动态提供基础。鄱阳湖是进行此项研究的代表性通江湖泊。

鄱阳湖自然保护区位于鄱阳湖西部，地处江西省永修、新建和星子三县的交界，即赣江支流与修水复合三角洲前缘的湖滩湿地，由永修县吴城镇周围的 9 个自然湖泊即常湖池、中湖池、大汊湖、梅西湖、蚌湖、沙湖、大湖池、象湖和朱市湖组成，面积 224 km^2 （表 3-26）。其中大汊湖是鄱阳湖主体湖的一个湖湾，其余几个湖泊相对独立，蚌湖面积最大，终年与鄱阳湖主体湖连通，其余 7 个湖泊均与主体湖季节性连通。受到鄱阳湖水系的影响，丰水期（湖口站水位高程 $>16\text{ m}$ ）时，这些子湖连成一片，常水位（ $<12.92\text{ m}$ ）下被分割成大大小小的湖泊。

自然保护区的水位随鄱阳湖水位呈周期性变化，与候鸟秋去冬来的迁飞规律相应。候鸟一般 3 月中下旬飞向北方繁殖，自然保护区的洪水期（一般在每年 5~9 月）对其没有影响。到 10 月底水位便开始下降，11 月至第二年 3 月，水位降低，大部分湖泊露出地面形成滩地适于候鸟取食和栖息。据记录，该地区鸟类有 17 目 54 科 300 多种，占全国鸟类的 25.2%，其中列为国家一级保护的 11 种，二级保护的 42 种，在 300 种鸟类中候鸟有 188 种，其中不少为世界濒危物种。