

汉江流域黑竹冲河五种优势摇蚊的周年生产量及营养基础分析*

闫云君, 李晓宇

(华中科技大学生命科学与技术学院, 武汉 430074)

摘要:2003年6月至2004年6月间对汉江流域2级河流——黑竹冲河大型底栖动物群落优势种类的生产力进行为期一周年的调查研究, 其中主要优势摇蚊中粗腹摇蚊(*Pentaneura* sp.)和多足摇蚊(*Polypedilum* sp.)的生活史为一年三代, 小摇蚊(*Microtendipes* sp.)和帕摇蚊(*Pagastia* sp.)为一年两代, 刺突摇蚊(*Chaetocladius* sp.)为一年一代。粗腹摇蚊种群生物量和多度在一年中出现两次峰值, 多足摇蚊则出现三次, 小摇蚊在6月份达到最大峰值, 刺突摇蚊在1月份达到最大峰值, 帕摇蚊在10月份和次年1月份分别达到次峰值和主峰值。采用龄期频率法(instar-frequency method)测算的周年生产量(鲜重)分别为:粗腹摇蚊, 19.9233 g/(m²·a), P/B为8.7;多足摇蚊, 7.2177 g/(m²·a), P/B为8.1;小摇蚊, 0.8996 g/(m²·a), P/B为6.0;刺突摇蚊, 3.2533 g/(m²·a), P/B为3.4;帕摇蚊, 8.5132 g/(m²·a), P/B为8.4。除粗腹摇蚊外, 其它四种摇蚊的前肠内含物中无形态碎屑所占比例均高于90%, 对生产量的贡献率达到77%–96%;粗腹摇蚊的动物性食物所占比例达到14.73%, 其对生产量的贡献率高达46.04%。

关键词:大型底栖动物; 生产量; 黑竹冲河; 摇蚊; 营养基础

Secondary production and its trophic basis of five dominant chironomids in Heizhuchong Stream, Hanjiang River Basin

YAN Yunjun & LI Xiaoyu

(College of Life Science and Technology, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430074, P. R. China)

Abstract: Macrozoobenthos community plays an important role in material cycle and energy flow in riverine ecosystem. During the period of June, 2003 to June 2004, an investigation on the life cycle and production of the dominant species of macrozoobenthos community in a second-grade river of Hanjiang River Basin was carried out. From the upper reach to the lower reach of Heizhuchong stream, we chose six types of habitats to sample. At each station, two quantitative samples were taken with a 167 μ m D-frame kick net or a Surber net, and the samples were sieved with a 167 μ m net, sorted in a porcelain dish with naked eye. The specimens were kept in 10% formalin for later processing. The life cycles of the two dominant chironomids were analysed by the monthly size-class frequency distribution, the cohort and annual production were estimated by size frequency method. The results showed that the *Pentaneura* sp. and *Polypedilum* sp. appeared to develop 3 generations for one year, *Microtendipes* sp. and *Pagastia* sp. had two generations one year, while *Chaetocladius* sp. just developed one generation per year. The standing stocks of *Pentaneura* sp. and *Pagastia* sp. had two peaks, that of *Polypedilum* sp. had three, while that of *Microtendipes* sp. and *Chaetocladius* sp. only had one. The estimated annual production of *Pentaneura* sp. by size-frequency method was 19.9233 g/(m²·a) (FW), and the P/B ratios was 8.7. The annual production of *Polypedilum* sp. was 7.2177 g/(m²·a), and the P/B ratios was 8.1. Annual production of *Microtendipes* sp. was 0.8996 g/(m²·a), and P/B was 6.0; production of *Chaetocladius* sp. was 3.2533 g/(m²·a), and P/B was 3.4; and that of *Pagastia* sp. was 8.5132 g/(m²·a) and 8.4, respectively. By analyzing their fore-gut contents, it was found that all species except *Pentaneura* sp. consumed a large portion of amorphous detritus, constituting

* 国家自然科学基金(30270278)资助。2005-05-05 收稿; 2005-09-30 收修改稿。闫云君, 男, 1969年生, 教授。E-mail: yanyunjun@tom.com.

more than 90% of their diets, and contributing 77% - 90% to their secondary production.

Keywords: Macrozoobenthos; production; chironomid; Heizhuchong Stream; trophic basis analysis

大型底栖动物是河流生态系统中比较重要的生态类群,在水底起着加速碎屑分解,促进泥水界面物质交换和水体自净,为河流生态系统物质循环和能量代谢的重要功能环节,也是了解河流生态系统结构和功能及健康状况的关键类群.此外,河流大型底栖动物作为重要的指示生物,已广泛应用于水质及环境监测上,起着水下哨兵的作用^[1].目前河流大型底栖动物群落结构与功能已成为生态学研究的重点领域之一^[2].而我国对河流的生态学研究工作主要集中在资源调查及水质监测等方面,涉及河流生态系统功能的研究工作鲜见报道^[3].但随着我国对河流水电的大规模开发、河流环境的污染恶化,使河流可持续利用问题变得日益尖锐突出.因此,加深对我国河流生态系统结构和功能的认识,尤其是对河流大型底栖动物群落结构与功能的了解,以制订适合我国河流状况的综合生物监测体系,提出污染河流治理、恢复和保护的有效对策,非常迫切而重要.以下是作者于2003年至2004年间对汉江流域低级河流大型底栖动物摇蚊部分的研究结果.

1 工作方法

1.1 采集点和采样时间

在湖北省襄樊市南漳县城关镇附近有三条相邻河流,其中黑竹冲河未受污染,选择作为研究地点(表1,图1).根据河流生境类型从上游往下游选择了6个采样点,分别是:1站(S₁)位于上游河心的大圆石块区域;2站(S₂)位于一堰塘内,基底为砾石;3站(S₃)位于缓流河段中心点,少数砾石半没于泥砂中;4站(S₄)位于河边生长水草的区域;5站(S₅)位于急流中心的大石街区;6站(S₆)位于一间歇排污口的下游,为泥沙底(图1),每个采样点间距约为1000-1500m,样点大小为30×30cm.采样时间一般在每月28日左右,为期一年,即2003年6月至2004年6月.

表1 黑竹冲河河水理化性质

Tab. 1 Main physical and chemical characteristics of Heizhuchong Stream

pH	悬浮物 (mg/L)	总磷 (mg/L)	总氮 (mg/L)	氨氮 (mg/L)	亚硝酸盐氮 (mg/L)	硝酸盐氮 (mg/L)	溶解氧 (mg/L)	高锰酸盐 指数	BOD ₅ (mg/L)
8.0	5.000	0.017	1.572	0.223	0.009	1.33	11.5	1.5	1.41

1.2 标本采集及处理

定量采集使用60目的D型网和Surber网,每样点1次,1个重复.样品经60目铜筛筛洗后,置于白色解剖盘中分检,标本用10%的福尔马林固定保存.

1.3 生活史

摇蚊生活史属完全变态类型,幼虫每蜕皮一次,虫体就快速增长一次,因此其头壳表现出明显的不连续增长,可以通过其头壳的大小变化推知幼虫所处龄期,再根据采样各月龄期的分布频率,可以了解种群年龄结构动态,从而获得种群生活史的有关信息^[4,5].

1.4 生产量的测算

计数和测量每月个体数、体长,并选择足够数量各体长组的个体,测算各体长的平均体重.采用体长频率法(size-frequency method)测算其周年生产量^[6-8],计算公式:

$$P = ib \sum_{j=1}^i (N_j - N_{j+1}) (W_j \times W_{j+1})^{1/2}$$

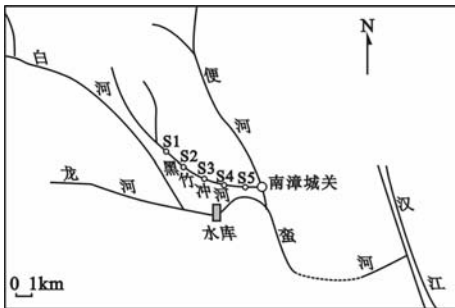


图1 黑竹冲河及采样点的分布

Fig. 1 Heizhuchong Stream and distribution of sampling sites

在此,以一周年完成的世代数(b)估算 $365/CPI$ (Cohort production interval),并忽略校正系数 $i (Pe/P)$,令其等于 1,原因是 Pe/P 在实际计算非常困难,而且造成的误差极小^[6,7].

1.5 生产量的营养基础分析

生产量的营养基础分析,依照 Wallace, *et al.*^[5,9]的方法,分别分析春、夏和秋三个季节五种摇蚊前肠内含物所占比例,并在考虑各类食物同化率的基础上,估算其对生产量的贡献率大小.

2 结果

2.1 种群动态

粗腹摇蚊:黑竹冲河粗腹摇蚊种群现存量表现出双峰态. 6 月份达到第一次峰值,然后又快速下降,11 月达到现存量的最低值,此时的多度和生物量分别为 6 ind./m^2 和 8.27 mg/m^2 ;次年 2 月份,多度和生物量达到第二次峰值,分别为 372 ind./m^2 和 505.01 mg/m^2 ,然后随之快速下降,到次年 6 月份才稳定在一个较低水平. 上述两次高峰后的快速下降可能与蛹在此期间大量羽化成成虫有关(图 2a).

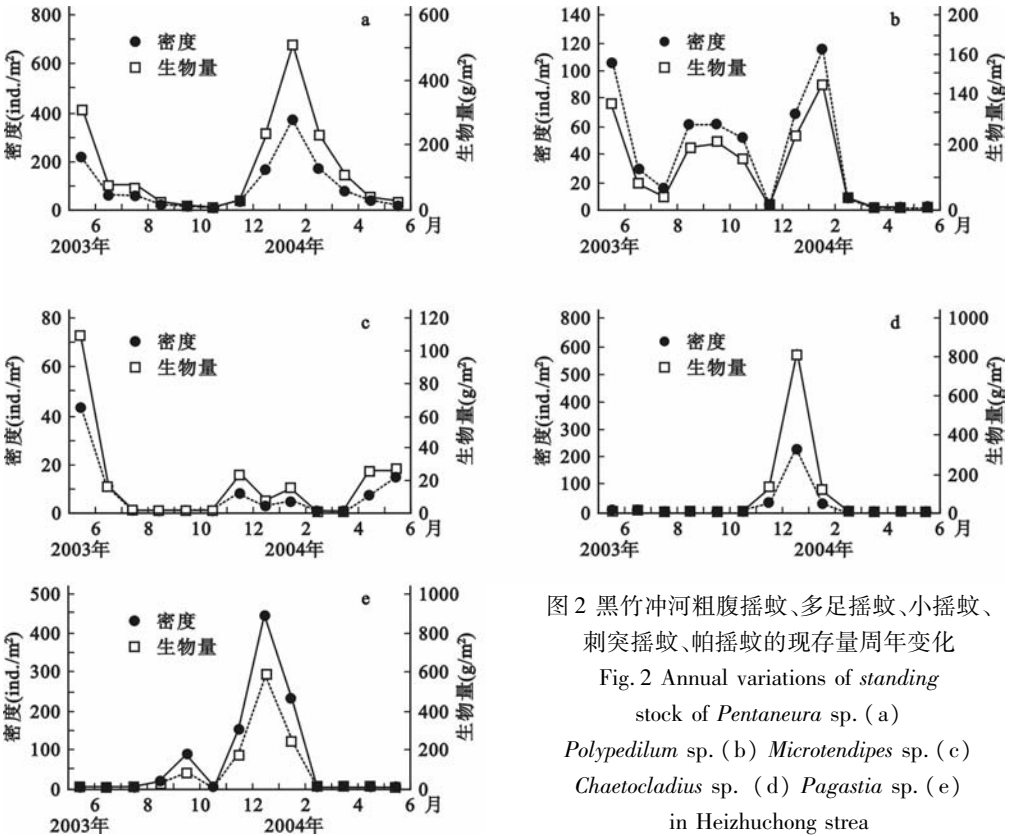


图 2 黑竹冲河粗腹摇蚊、多足摇蚊、小摇蚊、刺突摇蚊、帕摇蚊的现存量周年变化

Fig. 2 Annual variations of standing stock of *Pentaneura* sp. (a)

Polypedilum sp. (b) *Microtendipes* sp. (c)

Chaetocladius sp. (d) *Pagastia* sp. (e)

in Heizhuchong stream

多足摇蚊:黑竹冲河多足摇蚊种群现存量表现出三峰态. 在 3 月份,多度和生物量出现第一次峰值,分别为 106 ind./m^2 和 108.48 mg/m^2 ,然后随之快速下降,到 8 月份达到低谷;然后又上升,10 月份出现较小的第二次峰值,之后降至第二次低谷(12 月),次年 2 月又出现第三次峰值,然后又快速下降,次年 4 月稳定在一个较低最低值. 上述三次高峰后的快速下降可能与蛹在此期间大量羽化成成虫有关(图 2b).

小摇蚊:黑竹冲河小摇蚊种群现存量在 2003 年 6 月份达到最大峰值,然后随之快速下降,到 8 月份才稳定在一个较低水平;12 月份又有所上升,次年 4 月份随着繁殖种群上升,达到第二次峰值,但较 2003 年 6 月份的小一些. 多度的变化格局与生物量的基本一致(图 2c).

刺突摇蚊:黑竹冲河刺突摇蚊种群现存量在 1 月份达到最大峰值,然后随之快速下降,到 3 月份才稳定

在一个较低水平. 从变化格局上看, 多度的变化趋势与生物量的基本一致(图 2d).

帕摇蚊: 黑竹冲河帕摇蚊种群现存量表现出双峰态. 多度和生物量在 10 月份和次年 1 月份分别达到次峰值和主峰值, 在其它月份种群稳定在一个较低水平. 多度的变化趋势与生物量的基本一致(图 2e).

2.2 生活史

粗腹摇蚊: 从采集的样品看, 多数标本均为二、三龄幼虫, 四龄幼虫较少采到, 但在多个月份都可以采集到蛹, 结合采集样品中粗腹摇蚊种群龄期频率分布的逐月周年动态, 可以看出, 粗腹摇蚊一年有三个世代, 各世代间存在一定程度的重叠, 但不影响世代的辨认和区分(图 3a).

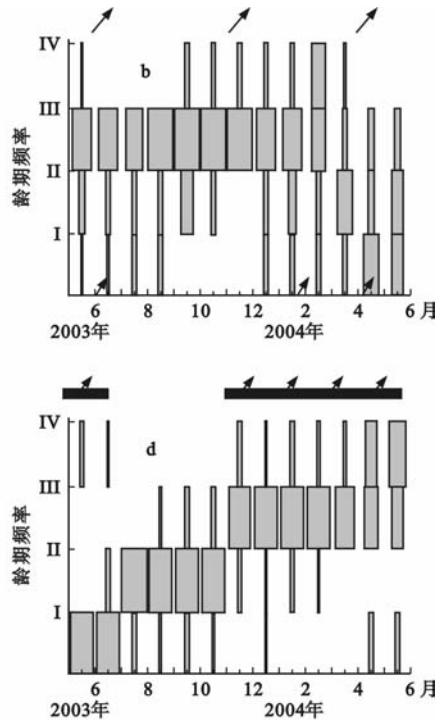
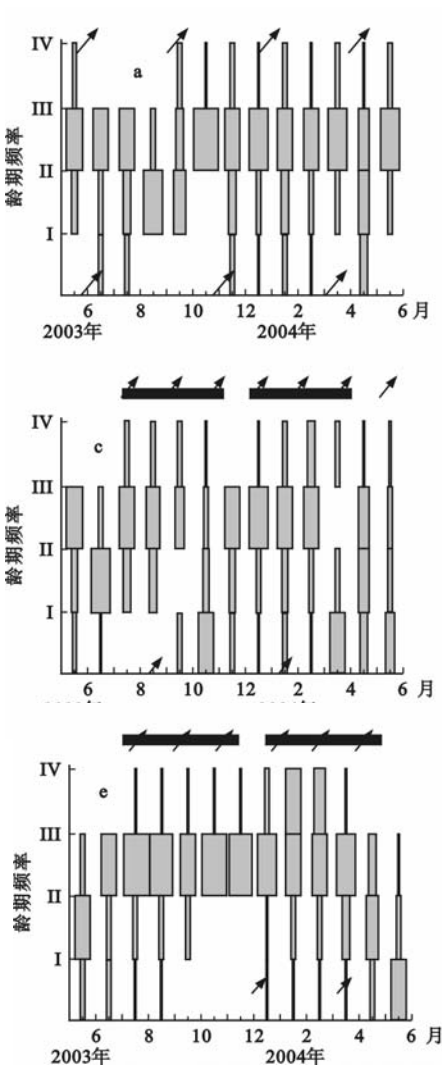


图 3 黑竹冲河 5 种优势摇蚊种群的龄期频率分布逐月动态

Fig. 3 Monthly instar frequency distributions for *Pentaneura* sp. (a) *Polypedilum* sp. (b) *Microtendipes* sp. (c) *Chaetocladius* sp. (d) *Pagastia* sp. (e) in Heizhuchong stream

多足摇蚊: 采集的标本多数为三龄幼虫, 但在多个月份都可以采集到蛹, 特别是在“↗”标记的月份蛹较多. 结合采集样品中多足摇蚊种群龄期频率分布的逐月周年动态, 可以看出, 多足摇蚊一年有三个世代, 相互间存在一定程度的重叠(图 3b).

小摇蚊: 多个月份采集的样品都有蛹, 特别是在春季和秋季蛹及成虫较多. 结合采集样品中小摇蚊种群龄期频率分布的逐月周年动态, 可以看出, 小摇蚊一年有两个世代, 世代间存在少许重叠(图 3c).

刺突摇蚊: 采集的样品中多个月份都有刺突摇蚊的蛹, 特别是在冬末和春初蛹及成虫较多. 结合采集样品中刺突摇蚊种群龄期频率分布的逐月周年动态, 可以看出, 刺突摇蚊的生活史为一年一个世代(图 3d).

帕摇蚊:多个月份都可以采集到帕摇蚊的蛹,特别是在冬季和春季蛹及成虫较多. 结合采集样品中帕摇蚊种群龄期频率分布的逐月周年动态,可以看出,帕摇蚊的生活史为一年两个世代,两个世代间也存在一定程度的重叠现象(图 3e).

2.3 周年生产量

粗腹摇蚊:由于粗腹摇蚊一年完成三个世代,因此周年生产量为其同龄群(cohort)的 3 倍. 根据龄期频率法(instar-frequency method)测算粗腹摇蚊同龄群生产量和周年生产量(表 2). 由表 2 可知,粗腹摇蚊同龄群生产量和周年生产量湿重分别为 6.6411 g/m²和 19.9233 g/(m²·a);同龄群 P/B 系数为 2.9,周年 P/B 系数为 8.7.

多足摇蚊:由于多足摇蚊一年完成三个世代,因此周年生产量即为其同龄群生产量. 根据龄期频率法测算多足摇蚊同龄群生产量和周年生产量(表 3). 由表 3 可知,多足摇蚊同龄群生产量为 2.4059 g/m²,周年生产量湿重为 7.2177 g/(m²·a);同龄群 P/B 系数为 2.7,周年 P/B 系数为 8.1.

表 2 龄期频率法测算的黑竹冲河粗腹摇蚊周年生产量

Tab.2 Annual production (g/m²,FW) of *Pentaneura* sp. estimated by instar-frequency method in Heizhuchong Stream

龄期 (mm)	密度 (ind./m ²)	体均重 (mg)	生物量 (g/m ²)	减员数 (ind./m ²)	减员个体均重 (mg)	损失量 (g/m ²)	生产量 (g/m ²)
I	40.7	0.3422	0.0139	-1009.30	0.5324	-0.5374	-2.1495
II	1050	0.8284	0.8698	179.60	1.1102	0.1994	0.7976
III	870.4	1.4879	1.2951	829.70	2.1820	1.8104	7.2417
IV	40.7	3.2000	0.1302	40.7	4.6147	0.1878	0.7513

表 3 龄期频率法测算的黑竹冲河多足摇蚊周年生产量

Tab.3 Annual production (g/m²,FW) of *Polypedilum* sp. in Heizhuchong Stream

龄期 (mm)	密度 (ind/m ²)	体均重 (mg)	生物量 (g/m ²)	减员数 (ind./m ²)	减员个体均重 (mg)	损失量 (g/m ²)	生产量 (g/m ²)
I	13.0	0.2510	0.0033	-611.10	0.3945	-0.2411	-0.9644
II	1624.1	0.6201	0.3870	213.00	0.8216	0.1750	0.7000
III	1411.1	1.0887	0.4476	381.50	1.5160	0.5784	2.3135
IV	29.6	2.1111	0.0625	29.6	3.0127	0.0892	0.3567

小摇蚊:由于小摇蚊一年完成两个世代,因此周年生产量约为其同龄群的 2 倍. 根据龄期频率法测算小摇蚊同龄群生产量和周年生产量(表 4). 由表 4 可知,小摇蚊同龄群生产量和周年生产量湿重分别为 0.4498 g/m²和 0.8996 g/(m²·a);同龄群 P/B 系数为 3.0,周年 P/B 系数为 6.0.

刺突摇蚊:由于刺突摇蚊一年完成一个世代,因此周年生产量既为其同龄群生产量. 根据龄期频率法测算刺突摇蚊同龄群生产量和周年生产量(表 5). 由表 5 可知,刺突摇蚊同龄群生产量(周年生产量)湿重为 3.2533 g/(m²·a);同龄群 P/B 系数(周年 P/B 系数)为 3.4.

帕摇蚊:由于帕摇蚊一年完成两个世代,因此周年生产量为其同龄群的 2 倍. 根据龄期频率法测算帕摇蚊同龄群生产量和周年生产量(表 6). 由表 6 可知,帕摇蚊同龄群生产量和周年生产量湿重分别为 4.2566 g/m²和 8.5132 g/(m²·a);同龄群 P/B 系数为 4.2,周年 P/B 系数为 8.4.

表 4 龄期频率法测算的黑竹冲河小摇蚊周年生产量

Tab.4 Annual production (g/m²,FW) of *Microtendipes* sp. in Heizhuchong Stream

龄期 (mm)	密度 (ind./m ²)	体均重 (mg)	生物量 (g/m ²)	减员数 (ind./m ²)	减员个体均重 (mg)	损失量 (g/m ²)	生产量 (g/m ²)
I	11.1	0.2255	0.0025	-29.60	0.3772	-0.0112	-0.0447
II	40.7	0.631	0.0257	-42.60	0.9097	-0.0388	-0.1550
III	83.3	1.3114	0.1092	77.70	1.8583	0.1444	0.5776
IV	5.6	2.6333	0.0147	5.6	3.2112	0.0180	0.0719

表5 龄期频率法测算的黑竹冲河刺突摇蚊周年生产量

Tab. 5 Annual production (g/m^2 , FW) of *Chaetocladius* sp. in Heizhuchong Stream

龄期 (mm)	密度 (ind./ m^2)	体均重 (mg)	生物量 (g/m^2)	减员数 (ind./ m^2)	减员个体均重 (mg)	损失量 (g/m^2)	生产量 (g/m^2)
I	5.6	0.2385	0.0013	-403.70	0.3869	-0.1562	-0.6247
II	409.3	0.6275	0.2568	42.60	1.0218	0.0435	0.1741
III	366.7	1.664	0.6102	338.90	2.3622	0.8006	3.2023
IV	27.8	3.3535	0.0932	27.8	4.51110.1254	0.5016	

表6 龄期频率法测算的黑竹冲河帕摇蚊周年生产量

Tab. 6 Annual production (g/m^2 , FW) of *Pagastia* sp. in Heizhuchong Stream

龄期 (mm)	密度 (ind./ m^2)	体均重 (mg)	生物量 (g/m^2)	减员数 (ind./ m^2)	减员个体均重 (mg)	损失量 (g/m^2)	生产量 (g/m^2)
I	3.7	0.2111	0.0001	-29.6	0.2990	-0.0089	-0.0354
II	33.3	0.4235	0.0141	-707.4	0.6864	-0.4856	-1.9422
III	740.7	1.1125	0.8240	685.1	1.8927	1.2967	5.1867
IV	55.6	3.2200	0.1790	55.6	4.7101	0.2619	1.0475

2.4 营养基础分析

根据 Wallace, et al. ^[5,9] 的方法,分别分析了春、夏和秋三个季节前肠内含物(主要食物无形态碎屑、真菌和硅藻)所占比例。粗腹摇蚊前肠内含物中,无形态碎屑、真菌、硅藻和动物性食物所占比例分别为 68.40%、0.91%、15.96% 和 14.73%,对生产量的贡献率分别为:30.54%、2.03%、21.38% 和 46.04%;多足摇蚊前肠内含物中,无形态碎屑、真菌和硅藻所占比例分别为 98.81%、0.18% 和 1.01%,对生产量的贡献率分别为:96.21%、0.84% 和 2.95%;小摇蚊前肠内含物中,无形态碎屑、真菌和硅藻所占比例分别为 92.32%、2.20% 和 5.48%,对生产量的贡献率分别为:77.09%、9.19% 和 13.72%;刺突摇蚊前肠内含物中,无形态碎屑、真菌、硅藻和丝状藻所占比例分别为 93.16%、1.89%、4.83% 和 0.12%,对生产量的贡献率分别为:79.31%、8.05%、12.34% 和 0.30%;前肠内含物中,帕摇蚊无形态碎屑、真菌和硅藻所占比例分别为 97.62%、0.58% 和 1.80%,对生产量的贡献率分别为:92.16%、2.74% 和 5.10%(表7)。

表7 5种优势摇蚊前肠内含物所占比例及对生产量的贡献率(%)

Tab. 7 Foregut food contents of the five dominant chironomids and proportion of annual production attributable to various food types is shown in parentheses below each value

物种	观察数量	无形态碎屑	真菌	植物纤维碎屑	硅藻	丝状藻	动物性食物
粗腹摇蚊	12	68.40	0.91	0.00	15.96	0.00	14.73
		(30.54)	(2.03)	(0.00)	(21.38)	(0.00)	(46.04)
多足摇蚊	12	98.81	0.18	0.00	1.01	0.00	0.00
		(96.21)	(0.84)	(0.00)	(2.95)	(0.00)	(0.00)
小摇蚊	12	92.32	2.20	0.00	5.48	0.00	0.00
		(77.09)	(9.19)	(0.00)	(13.72)	(0.00)	(0.00)
刺突摇蚊	12	93.16	1.89	0.00	4.83	0.12	0.00
		(79.31)	(8.05)	(0.00)	(12.34)	(0.30)	(0.00)
帕摇蚊	12	97.62	0.58	0.00	1.80	0.00	0.00
		(92.16)	(2.74)	(0.00)	(5.10)	(0.00)	(0.00)

3 讨论

3.1 生产量

对不同水体摇蚊生产量的研究已有较多报道,因此有足够的资料可以用于比较. 总体上看,黑竹冲河摇蚊优势种的周年生产量相对河流水体比较适中,但远高于湖泊水体摇蚊的周年生产量(表 8),这与河流摇蚊种类比湖泊的个体小,而生活史短(一般为 20 - 100d)有关^[10]. 同时,河流生境复杂多样,使河流摇蚊类群的密度一般比湖泊高,也是原因之一. 此外,与湖泊水体中鱼类捕食压力较大也不无关系. 就 P/B 系数而言,一般报道的河流双翅目昆虫都较大^[1,11,12],这种现象 Huryñ 等人^[10]已进行了深入探讨,这里不作分析. 但 Waters^[13]、Benke^[1]对大多数水体动物 P/B 系数进行研究后,认为一年多代的双翅目昆虫的 P/B 系数在 10 以上,一年一代或两代的双翅目昆虫 P/B 系数为 4 - 7,生活史超过一年的,其 P/B 系数较小,一般为 1 - 3. 这与本研究中黑竹冲河的粗腹摇蚊和多足摇蚊 P/B 系数比较一致.

表 8 不同水体摇蚊生产量和 P/B 系数比较

Tab. 8 Comparison of secondary production and P/B ratio with other studies of chironomids in different waters

物 种	生产量 (mg/m ² , DW)	P/B	研究地点	文献来源
<i>Cricotopus</i> spp.	1251	99	at upper site of Satilla River	Benke, <i>et al.</i> ^[11] .
<i>Thienemannimyia</i> spp.	1274	136	at upper site of Satilla River	Benke, <i>et al.</i> ^[11] .
<i>Polypedilum</i> spp.	3413	166	at upper site of Satilla River	Benke, <i>et al.</i> ^[11]
Tanytarsini	2397	176	at upper site of Satilla River	Benke, <i>et al.</i> ^[11]
<i>Corynoneura</i> spp.	400	200	at upper site of Satilla River	Benke, <i>et al.</i> ^[11]
<i>Synochironomus</i> spp.	423	65	at upper site of Satilla River	Benke, <i>et al.</i> ^[11]
<i>Chironomus</i> sp.	4920	81.1	in Douglas creek in southeastern Washington	Games, <i>et al.</i> ^[12]
<i>Parametriocnemus</i> sp.	875	84.1	in Douglas creek in southeastern Washington	Games, <i>et al.</i> ^[12]
<i>Chaetocladius</i> sp.	426	121.7	in Douglas creek in southeastern Washington	Games, <i>et al.</i> ^[12]
<i>Heleniella</i> sp.	423	94.0	in Douglas creek in southeastern Washington	Games, <i>et al.</i> ^[12]
<i>Polypedilum</i> sp.	161	73.1	in Douglas creek in southeastern Washington	Games, <i>et al.</i> ^[12]
<i>Thienemannimyia</i> sp.	75	83.6	in Douglas creek in southeastern Washington	Games, <i>et al.</i> ^[12]
<i>Brillia flavifrons</i>	68	75.0	in Douglas creek in southeastern Washington	Games, <i>et al.</i> ^[12]
<i>Cricotopus</i> spp.	1251	99	at upper site of Satilla River	Benke, <i>et al.</i> ^[11]
<i>Thienemannimyia</i> spp	1274	136	at upper site of Satilla River	Benke, <i>et al.</i> ^[11]
<i>Polypedilum</i> spp.	3413	166	at upper site of Satilla River	Benke, <i>et al.</i> ^[11]
Tanytarsini	2397	176	at upper site of Satilla River	Benke, <i>et al.</i> ^[11]
<i>Corynoneura</i> spp.	400	200	at upper site of Satilla River	Benke, <i>et al.</i> ^[11]
<i>Synochironomus</i> spp	423	65	at upper site of Satilla River	Benke, <i>et al.</i> ^[11]
<i>C. plumosus</i>	536	2.92	Banyoles 湖 (7m)	Prat & Rieradevall ^[14]
<i>Tanytarsus inopertus</i>	909.5	5.2	南威尔士一水库	Potter & Learner ^[15]

物种	生产量 (mg/m ² , DW)	P/B	研究地点	文献来源
<i>Procladius</i> sp.	192.8	5.3	后湖	闫云君 ^[16]
<i>Orthocladius lapponicus</i>	125	2.4	Char 湖	Welch ^[17]
<i>Polypedilum</i> sp.	1443.54	8.1	黑竹冲河	闫云君 ^[18]
<i>Pentaneura</i> sp.	3984.66	8.7	黑竹冲河	闫云君 ^[18]
<i>Microtendipes</i> sp.	179.92	6.0	黑竹冲河	闫云君 ^[18]
<i>Chaetocladius</i> sp.	650.66	3.4	黑竹冲河	闫云君 ^[18]
<i>Pagastia</i> sp.	1702.64	8.4	黑竹冲河	闫云君 ^[18]

3.2 营养基础

目前,关于底栖动物生产力营养基础分析的报道仅见国外资料^[8,9,19],在这些研究中,仅有 Hall 等人对几种摇蚊的营养基础进行了分析,与之相比,本研究的结果在功能摄食群层面上与报道种类是比较一致的,说明在源头溪流中,当生境较为相似时,属于同一功能摄食群的物种,其营养基础趋于一致。

对大型底栖动物包括摇蚊的营养基础的定性和定量分析是正确把握该类群在生态系统中功能大小主要技术手段,也是构建生态系统食物网的基础工作,具有非常重要的理论意义。但从国内情况看,关于大型底栖动物群落或种群营养基础、生产力的研究工作比较少,这与我国环境保护与治理的巨大需求极不相称。目前,加强这方面的基础研究工作迫在眉睫。

4 参考文献

- [1] Benke A C. Baldi Memorial Lecture: Concepts and patterns of invertebrate production in running waters. *Verh Internat Verein Limnol*, 1993, **25**: 15 - 38.
- [2] Covich A P, Palmer M A & Crowl T A. The Role of Benthic Invertebrate Species in Freshwater Ecosystems. *Bio Science*, 1999, **49** (2): 119 - 127.
- [3] 蔡立哲. 大型底栖动物污染指数(MPI). *环境科学学报*, 2003, **23**(5): 625 - 629.
- [4] Hamilton A L. On estimating annual production. *Limnology and Oceanography*, 1969, **14**: 771 - 782.
- [5] Benke, A C & Wallace J B. Trophic basis of production among net-spinning caddisflies in a southern Appalachian stream. *Ecology*, 1980, **61**: 108 - 118.
- [6] Georgian T & Wallace J B. Seasonal production dynamics in a guild of periphyton-grazing insects in a southern Appalachian stream. *Ecology*, 1983, **64**: 1236 - 1248.
- [7] Benke, A C & Wallace J B. Trophic basis of production among riverine caddisflies: implications for food web analysis. *Ecology*, 1997, **78**: 1132-1145.
- [8] Hynes HBN & M J Coleman. A simple method of assessing the annual production of stream benthos. *Limnol & Oceanogr*, 1968, **13**: 569 - 573.
- [9] Menzie C A. A note on the Hynes method of estimating secondary production. *Limnol & Oceanogr*, 1980, **25** (4): 770 - 774.
- [10] Hurn A D & Wallace J B. Life history and production of stream insects. *Annu Rev Entomol*, 2000, **45**: 83 - 110.
- [11] Benke A C, T C Arsdall & D M Gillespie. Invertebrate productivity in a subtropical blake water river: the importance of habitat and life history. *Ecol Nongogr*, 1984, **54**: 25 - 63.
- [12] Games W L, C E Cushing & Smith S D. Secondary production estimates of benthic insects in three cold desert streams. *Great Basin Naturalist*, 1992, **52**(1): 11 - 24.

- [13] Waters T F. Secondary production in inland waters. In: Macfadyen A, ed. *Advances in Ecological Research*, New York:Academic Press, 1977, **10**: 91 - 164.
- [14] Prat N & Rieradevall M. Life cycle and production of Chironomidae (Diptera) from Lake Banyoles (NE Spain). *Freshwat Biol*, 1995, **33**: 511 - 524.
- [15] Potter DWB & Learner M A. A study of the benthic macroinvertebrates of a shallow eutrophic reservoir in South Wales with emphasis on the Chironomidae (Diptera): their life-histories and production. *Arch Hydrobiol*, 1974, **74**: 186 - 226.
- [16] 闫云君. 浅水湖泊大型底栖动物生态能量学及生产量的研究. 中国科学院水生生物研究所博士论文. 武汉.
- [17] Welch H E. Ecology of Chironomidae (Diptera) in a polar lake. *J Fish Res Bd Can*, 1976, **33**: 227 - 247.
- [18] 闫云群, 梁彦龄. 草型湖泊与藻型湖泊大型底栖动物生产力的比较. *湖泊科学*, 2004, **16**(1): 81 - 84.
- [19] Hall, R O J R, Likens G E & Malcom H M. Trophic basis of invertebrate production in 2 streams at the Hubbard Brook Experimental Forest. *Journal of the North American Benthological Society*, 2001, **20**(3): 432 - 447.

国际会议消息

《湖泊科学》网站(www.jlakes.org)目前提供了2006年5-12月召开的有关国际会议信息: 1) 第五届世界水大会: 可持续的水管理实践; 2) 第一届干旱半干旱地区的水、生态系统和可持续发展国际会议; 3) 第十届面源污染和流域可持续管理国际专题研讨会; 4) 第二十二届土壤、沉积物和水国际会议; 5) 第三届环境工程和管理国际会议; 6) 第三届跨区域水管理国际会议; 7) 第一届环境毒理学国际会议 (Environmental Toxicology 2006); 8) 第三十六届环境系统国际会议; 9) 第八届水污染模拟、监测和管理国际会议 (Water Pollution 2006); 10) 第七届环境地球化学国际会议; 11) 第五届国际环境地球技术大会; 12) 第十二届环境生物分析中的样品处置研讨会; 13) 第十一届国际微生物生态学会议; 14) 第七届国际水科学与工程大会; 15) 第六届高级环境检测国际研讨会; 16) 第三届污染沉积物国际研讨会; 17) 第十四届环境生物指标国际研讨会; 18) 第十七届国际沉积学大会; 19) 第十四届外来水生种国际会议; 20) 2006 东亚地区生态恢复国际会议; 21) 亚洲发展中国家水科学与水资源管理国际会议; 22) 水文学、生态学多学科国际研讨会 (HydroEco 2006); 23) 第七届亚洲纤毛虫生物学会议; 24) 第三届水资源综合管理国际研讨会; 25) 第十九届国际硅藻学大会; 26) 国际大湖研究会第四十九届年会; 27) 第五届国际水生动物健康学术会议; 28) 欧洲大型湖泊研讨会 2006; 29) 第四届国际湖泊地质学大会; 30) 第十届国际古湖沼学会议; 31) 第五届湖沼学与水禽国际研讨会 2006; 32) 第十届国际水栖寡毛类学术会议。

更多相关国际会议的最新消息, 请登陆www.jlakes.org了解。

《湖泊科学》第四届编辑委员会

顾问: 施雅风(中国科学院南京地理与湖泊研究所) 陈宜瑜(国家自然科学基金委员会)
刘鸿亮(中国环境科学院)

主编: 王苏民(中国科学院南京地理与湖泊研究所)

副主编: 秦伯强(中国科学院南京地理与湖泊研究所) 金相灿(中国环境科学院)
谢平(中国科学院水生生物研究所) 林泽新(水利部太湖流域管理局)
李万春(专职;《湖泊科学》编辑部)

委员:(以姓氏笔划为序)

丁永建(中国科学院寒区旱区环境与工程研究所)	陈英旭(浙江大学)
于革(中国科学院南京地理与湖泊研究所)	范成新(中国科学院南京地理与湖泊研究所)
马海洲(中国科学院青海盐湖研究所)	郑正(南京大学)
孔繁翔(中国科学院南京地理与湖泊研究所)	郑绵平(中国地质科学院)
王子健(中国科学院生态环境研究中心)	俞立中(华东师范大学;上海师范大学)
刘丛强(中国科学院地球化学研究所)	胡传林(水利部水工程生态研究所)
刘正文(中国科学院南京地理与湖泊研究所)	胡维平(中国科学院南京地理与湖泊研究所)
吕宪国(中国科学院湿地研究中心)	逢勇(河海大学)
曲久辉(中国科学院生态环境研究中心)	夏军(中国科学院地理与资源科学研究所)
余育和(中国科学院水生生物研究所)	徐福留(北京大学)
吴丰昌(中国科学院地球化学研究所)	陶澍(北京大学)
吴浩云(水利部太湖流域管理局)	崔广柏(河海大学)
宋立荣(中国科学院水生生物研究所)	黄真理(国务院三峡工程管理办公室)
李文朝(中国科学院南京地理与湖泊研究所)	彭平安(中国科学院广州地球化学研究所)
李世杰(中国科学院南京地理与湖泊研究所)	董增川(河海大学)
杨林章(中国科学院南京土壤研究所)	蔡庆华(中国科学院水生生物研究所)
杨桂山(中国科学院南京地理与湖泊研究所)	John Dearing(University of Liverpool, 英国)
沈吉(中国科学院南京地理与湖泊研究所)	Jørgensen S. E. (Royal School of Pharmacy, 丹麦)
肖举乐(中国科学院地质与地球物理研究所)	Martin Dokulil(Institute of Limnology, 奥地利)
陈发虎(兰州大学)	Stephen Carpenter(University of Wisconsin, 美国)
陈吉宁(清华大学)	