

近邻剑水蚤对浮游动物的摄食*

杨宇峰¹⁾ 杨家新 黄祥飞

(中国科学院水生生物研究所, 武汉 430072)

摘要 近邻剑水蚤能捕获和摄食实验所提供的所有浮游动物, 尤喜食小型浮游动物。猎物受攻击的部位发生在头部, 背部和腹部。猎物密度、水温、光照强度和昼夜变化对近邻剑水蚤的摄食有重要影响。

关键词 近邻剑水蚤, 摄食, 摄食率, 浮游动物

近邻剑水蚤(*Cyclops vicinus Uljanin*)自60年代以来一直是湖北省武汉东湖的优势种类之一。至90年代, 它的种群数量已超过广布中剑水蚤(*Mesocyclops leuckarti*), 从而成为东湖桡足类的第一优势种^[1,2]。1996年12月, 其密度高达60 ind./L。过去几十年东湖桡足类的研究仅局限于种类组成和现存量变动, 对近邻剑水蚤的摄食生态尚属空白。与桡足类密切相关的枝角类特别是蚤类近10多年来却发生了巨大变化。在东湖水果湖湖湾, 年均密度由80年代中期以前的30 ind./L下降至现在的1 ind./L左右种^[3,4]。近邻剑水蚤和蚤类种群一升一降, 是否存在内在联系? 这是一个值得探讨的重要生态学问题。本研究作为东湖生态系统结构、功能及优化模式研究的一部分, 试图揭示捕食性桡足类与其它浮游动物之间的相互关系, 并检测近邻剑水蚤的捕食对其它浮游动物的下行效应(Top-Down Effect)。

1 材料和方法

1996年10—12月, 在武汉东湖用孔径120 μ m的浮游生物网采集浮游动物。共有11种浮游动物用于摄食实验: 桡足类有近邻剑水蚤, 枝角类有透明蚤(*Daphnia hyalina*)、隆线蚤一亚种(*D. carinata* ssp.)、微型裸腹蚤(*Moina micrura*), 轮虫有臂尾裂足轮虫(*Brachionus diversicornis*), 壶状臂尾轮虫(*B. urceolaris*), 萼花臂尾轮虫(*B. calyciflorus*), 角突臂尾轮虫(*B. angularis*), 长肢多肢轮虫(*Polyarthra dolichoptera*), 晶囊轮虫(*Asplanchna*), 长足轮虫(*Rotaria neptunia*), 原生动物有钟虫(*Vorticella*)。浮游动物经过孔径为120 μ m, 330 μ m, 650 μ m的筛绢, 分为小型(120—330 μ m)和大型(330—650 μ m)两

1997-01-23收到。

1) 现在工作单位: 汕头大学科学院海洋生物实验室。

* 本研究得到淡水生态与生物技术国家重点实验室基金和国家自然科学基金重点基金(编号39430101)资助。

全文经刘建康教授和黄祥飞教授审阅, 倪乐意博士测定光照强度, 谨此致谢。

类。将采集的浮游动物立即分放到盛有经 $35\mu\text{m}$ 筛绢过滤湖水的玻璃缸 (5L) 中。用玻璃吸管挑选行动活泼, 不带卵的个体作为实验材料。除了不同光强, 不同水温对摄食率影响的实验外, 其余实验均在光强为 $1\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ (每天 40W 日光灯照射 10h) 容量为 500ml 有机玻璃瓶中进行¹⁾。

用经 $330\text{—}650\mu\text{m}$ 过滤, 行动活泼的近邻剑水蚤作为捕食者。每一实验 (有捕食者) 和对照 (无捕食者) 都有 3 个重复。但在猎物浓度对近邻剑水蚤摄食率影响的实验中, 实验和对照只有 2 个重复。通常, 每一实验瓶中有 20 个近邻剑水蚤。实验持续 24h。实验结束后经 $35\mu\text{m}$ 的筛网过滤, 猎物和捕食者被保存在 5% 福尔马林溶液中。

摄食率由公式 $FR = \frac{N_c - N_e}{T N_p}$ 得出^[5]

其中: FR 代表摄食率, 单位为猎物 * / 捕食者 / 天 (* 为被吃掉的猎物) (no. prey / predator / day), N_c 代表对照瓶中猎物平均数量; N_e 代表实验瓶中猎物平均数量; N_p 代表捕食者的数量; T 代表实验持续时间; 单位为天, 所有实验数据经 95% LSD (最小显著性差异) 统计处理, 以检验不同处理之间是否具显著性差异。

1.1 近邻剑水蚤的摄食行为

近邻剑水蚤及某些较大猎物的游泳速度是在直径为 14.5cm 的解剖盘中 (内盛经 $35\mu\text{m}$ 筛绢过滤湖水, 水深 0.5cm), 用 SJ9-1 型液晶电子秒表 (上海手表五厂生产) 进行测定; 无节幼体和轮虫的游泳速度是将玻璃皿 (内有 5ml 过滤湖水) 置于显微镜下测定。在摄食行为实验中, 将 10 个裸腹蚤, 5 个近邻剑水蚤放入盛有 5ml 过滤湖水的玻璃皿, 置于显微镜 (10×4) 下, 每隔 10min 观察近邻剑水蚤的摄食行为, 每一次观察实验持续 3—4h。

1.2 摄食实验

1.2.1 近邻剑水蚤对小型浮游动物的摄食 对于小型浮游动物, 先取小样, 估计猎物的密度, 然后再放到盛有经 $35\mu\text{m}$ 过滤湖水的玻璃缸中, 使猎物密度为 500 ind. / 500ml 左右。

1.2.2 近邻剑水蚤对大型和小型猎物的摄食 为了比较近邻剑水蚤对大型和小型猎物摄食率的差异, 分别用 20 个大型的蚤类 + 20 个小型的蚤类及 20 大型裸腹蚤 + 20 小型裸腹蚤进行实验。

1.2.3 猎物密度对近邻剑水蚤摄食率的影响 所有实验都在 500ml 的有机玻璃瓶中进行, 但猎物密度分别为 20, 40, 60, 80, 100 ind. / 500ml。实验和对照各有 2 个重复。

1.2.4 水温对近邻剑水蚤摄食率的影响 用加热棒加热盛有 50l 自来水的水族箱, 将水温分别调至 10°C 、 20°C 、 30°C 。将用于摄食实验的玻璃瓶置于水族箱内。每个实验瓶各盛有小型蚤类 40 个和近邻剑水蚤 20 个。以比较不同水温条件下, 近邻剑水蚤摄食率的差异。

1.2.5 不同光照强度和光照时间对近邻剑水蚤摄食率的影响 运用不同功率的日光灯管调节光照强度: 强光 ($24\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), 弱光 ($1\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), 两种光强下再经 L:D = 24:0; L:D = 16:8; L:D = 8:16 和 L:D = 0:24 这 4 种不同处理。用于实验的猎物种类, 密度与 1.2.1, 1.2.2 和 1.2.4 相同。

1.2.6 东湖近邻剑水蚤和枝角类的数量动态 1996 年 11 月 27 日—12 月 25 日, 在武汉东湖

1) 光强经 LI-1000 Data Logger, LI-210 SA Sensor 测定, 美国 LI-COR 公司生产。

水果湖湖湾(水深约 2m),每隔一个星期左右,用 2.5L 采水器分 4 层(0m, 0.5m, 1m, 1.5m)采集 10L 混合水样,计数近邻剑水蚤和枝角类的数量变化,同时分析了 1994—1996 年 1—4 月和 12 月水果湖湖湾的野外调查数据。以便检测自然条件下,近邻剑水蚤对枝角类的下行效应。

2 结果

2.1 几种典型浮游动物的游泳速度

表 1 列出了几种典型浮游动物的游泳速度,测定结果表明,作为捕食者的近邻剑水蚤游泳速度最快,且个体越大,游泳速度越快。如长度 1800—2000 μm 个体的近邻剑水蚤最大游泳速度达 9.00cm / s,平均速度为 3.31cm / s。在猎物中,速度最快的裸腹蚤为 1.75cm / s,游泳速度最慢的是萼花臂尾轮虫,最大速度也仅有 0.07cm / s。近邻剑水蚤的游泳速度最快,这就使得它追逐和捕食其它浮游动物成为可能^[6]。

表1 几种典型浮游动物的游泳速度
Tab.1 Swimming speeds(cm/s) of several typical zooplankton

种类 Species	近邻剑水蚤 <i>C. vicinus</i>		透明蚤 <i>D. hyalina</i>		裸腹蚤 <i>Moina</i>	萼花臂尾轮虫 <i>B. calyciflorus</i>	桡足幼体 <i>Copepodites</i>	无节幼体 <i>Nauplii</i>	晶囊轮虫 <i>Asplanchna</i>
大小 (μm)	1800—2000	1400—1600	2000—2200	1000—1200	100—1300	210—260	600—800	300—400	300—400
最大速度 (cm/s)	9.00	6.45	1.09	0.45	1.75	0.07	0.80	0.22	0.04
平均速度 (cm/s)	3.31	2.61	0.46	0.31	1.33	0.04	0.46	0.11	0.04

2.2 近邻剑水蚤的摄食行为

将 10 个裸腹蚤,5 个近邻剑水蚤放入到盛有 5ml 过滤湖水的玻璃皿中,置于显微镜下观察。开始时它们各自在水中运动。当近邻剑水蚤碰到裸腹蚤后,前者立即试图抓住后者。几次相遇后,近邻剑水蚤抓住了裸腹蚤,并咬断其第二对触角,且头部相对(图 1)。在摄食猎物时,捕食者的腹部弯曲,其游泳足趋向前方,且指向猎物。随着近邻剑水蚤肠道

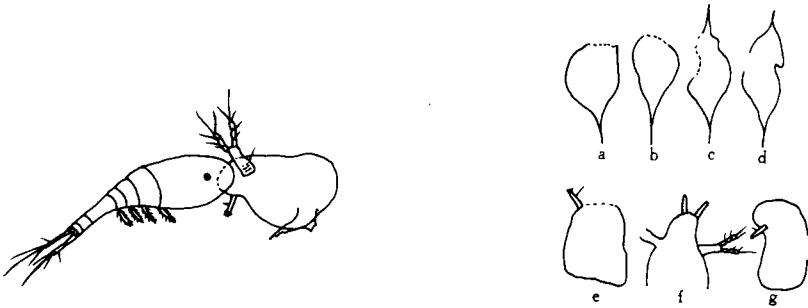


图1 图示近邻剑水蚤正在攻击和吃食裸腹蚤
Fig.1 Sketch showing *Cyclops vicinus* attacking and eating a *Moina*.

图2 蚤和裸腹蚤的甲壳残体显示了近邻剑水蚤的攻击对策
Fig.2 Carapace remains of *Daphnia* and *Moina* indicating attack strategies of *Cyclops vicinus*.

的收缩,裸腹蚤的内含物逐渐被近邻剑水蚤摄食。约 10 min 以后,捕食者重新安排猎物的位置和方向,继续消化猎物。最后裸腹蚤只剩下头部和不易消化的外壳。有时还可观察到 2 个捕食者同时摄食同一个裸腹蚤。图 2 为摄食实验完后,一些典型的猎物残体观察和记录。蚤和裸腹蚤受攻击的部位可以是头部(a, b, e)、背部(d, g)和腹部(c, f)。一些仅有部分体节、不带尾叉的桡足幼体残体;失去足、被甲被咬的臂尾轮虫也被观察到了。但没有发现无节幼体和晶囊轮虫的残体,可能是由于这两类猎物不具坚硬的几丁质被甲,易于被近邻剑水蚤消化之故。

2.3 近邻剑水蚤对小型浮游动物的摄食

表 2 为近邻剑水蚤对小型浮游动物的平均摄食率。近邻剑水蚤对无节幼体的摄食率最高,为 5.75,其次为蓼花臂尾轮虫(1.65),再次为长足轮虫(1.63)。对透明蚤的摄食率最低(0.05)。总共有约 50% 的猎物被近邻剑水蚤所摄食,且近邻剑水蚤能摄食实验所提供的所有猎物(12 种)。

表2 近邻剑水蚤对小型浮游动物(120—330μm)的平均摄食率
(猎物浓度为429—511 ind./500ml, 3个重复)

Tab.2 Mean feeding rates (no.prey/predator/day) by *Cyclops vicinus* on small prey types (120—330μm) at a concentration of 429—511 ind. /500ml. (3 replicates)

猎物种类		平均摄食率	被吃的猎物/ 提供的猎物	猎物被吃的百分率(%)
Prey types		Mean feeding rates	(no.eaten/ no.provided)	Percentage of eaten prey
桡足幼体	Copepodites	0.53±0.04	33/109	30.28
无节幼体	Nauplii	5.75±0.73	346/673	51.41
透明蚤	<i>D.hyalina</i>	0.05±0.00	3/9	33.33
臂尾裂足轮虫	<i>B.diversicornis</i>	0.08±0.02	5/9	55.56
壶状臂尾轮虫	<i>B.urceolaris</i>	0.20±0.03	11/32	34.38
蓼花臂尾轮虫	<i>B.calyciflorus</i>	1.65±0.08	99/120	82.50
角突臂尾轮虫	<i>B.angularis</i>	0.85±0.28	48/96	50.00
长肢多肢轮虫	<i>P.dolichoptora</i>	0.18±0.02	8/16	50.00
晶囊轮虫	<i>Asplanchna</i>	0.23±0.07	14/24	58.33
长足轮虫	<i>R.ncplunia</i>	1.63±0.19	99/265	37.36
轮虫	Rotifer	0.47±0.06	28/39	71.79
钟虫	<i>Vorticella</i>	0.20±0.03	12/27	44.44
总计		11.75	710/1419	50.04

表3 近邻剑水蚤对大型和小型溞类摄食率的多重分析

Tab.3 Multiple range analysis for feeding rates (FR) of large-sized and small-sized *Daphnia* by *Cyclops vicinus*

方法	Method: 95% LSD		
处理	平行样数量	平均摄食率	两种处理间的差异
Treatment	No. replicates	Average FR	Difference between Treatment 1 and 2
1 (large-sized)	3	0.093 33	-0.126 67*
2 (small-sized)	3	0.220 00	

* 有显著性差异 (denotes a statistically significant difference)

2.4 近邻剑水蚤对大型和小型猎物的摄食比较

表3为近邻剑水蚤对大型和小型蚤的摄食。捕食者对小型蚤类的摄食率(0.22)明显高于大型蚤类(0.093)。表4也显示了相似的实验结果。近邻剑水蚤对小型裸腹蚤(0.480 00)的摄食率明显高于大型裸腹蚤(0.286 67)。这些实验结果表明:捕食者对大型和小型猎物的摄食率有显著性差异,近邻剑水蚤喜食小型浮游动物。

表4 近邻剑水蚤对大型和小型裸腹蚤摄食率的多重分析
Tab.4 Multiple range analysis for feeding rates (FR) of large-sized and small-sized *Moina* by *Cyclops vicinus*

方法	Method: 95% LSD		
处理	平行样数量	平均摄食率	两种处理间的差异
Treatment	No. replicates	Average FR	Difference between Treatment 1 and 2
1 (large-sized)	3	0.286 667	-0.193 33*
2 (small-sized)	3	0.480 000	

* 有显著性差异 (denotes a statistically significant difference)

2.5 猎物密度对近邻剑水蚤摄食率的比较

近邻剑水蚤对小型蚤类的摄食率随着猎物密度的升高而增大,但猎物密度过高,摄食率反而下降(图3)。统计结果表明:(方法95%LSD)当小型蚤类密度为20和60 ind./500 l时,近邻剑水蚤对小型蚤类的摄食率有显著差异(摄食率分别为0.23和0.77,两者差0.54),实验结果表明:猎物密度对近邻剑水蚤的摄食率有重要影响。

2.6 水温对近邻剑水蚤摄食率的影响

当水温为10℃、20℃、30℃时近邻剑水蚤对小型蚤类的摄食率分别为0.25,0.40和0.65。其摄食率随水温升高而增加。统计结果(方法95%LSD)表明:捕食者对猎物的摄食率经10℃、20℃、30℃3种不同水温处理后,每2种处理之间均有显著差异($p < 0.05$)。

2.7 不同光强和光照时间对近邻剑水蚤摄食率的影响

在光强为 $21\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 时,分别作L:D = 24:0; L:D = 16:8; L:D = 8:16和L:D = 0:24这4种不同处理,近邻剑水蚤对小型蚤类的平均摄食率分别为0.67, 0.61,0.52和0.43。摄食率随着光照时间的减少而下降,而且L:D = 24:0和L:D = 0:24两种不同处理之间,近邻剑水蚤对小型蚤类的摄食率有显著差异($P < 0.05$)。在弱光(光强为 $1\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 时)条件下,经与强光条件相同的4种光照时间处理,平均摄食率分别为0.66,0.63,0.68和0.57。不同光照时间处理对摄食率影响不大。尤其是近邻剑水蚤在完全黑暗的情况下,仍能摄食小型蚤类,且摄食率并未因完全黑暗而显著降低。

2.8 东湖近邻剑水蚤和枝角类的数量动态

冬春季是近邻剑水蚤数量的高峰期,作者于1996年11月27日至12月25日在东湖水

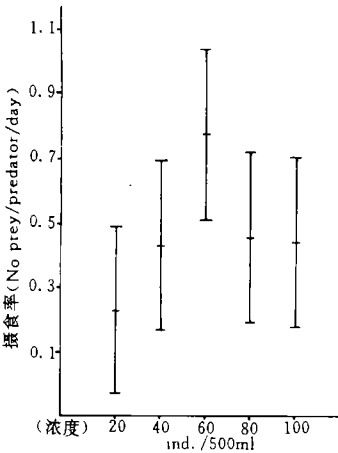


图3 近邻剑水蚤的摄食率与猎物密度的关系(图中显示了标准误差范围)

Fig.3 The relationship between feeding rate of *Cyclops vicinus* and prey densities. Standard errors are indicated.

果湖湖湾调查了近邻剑水蚤(不含无节幼体)和枝角类的数量变化(表 5)并结合 1994—1996 年 1—4 月和 12 月水果湖湖湾的野外调查数据(表 6),分析了东湖近邻剑水蚤(不含无节幼体)和枝角类之间的数量关系。结果表明,在武汉东湖,近邻剑水蚤数量占优势时,蚤、秀体蚤、裸腹蚤和象鼻蚤的密度很低。这些野外数据表明,近邻剑水蚤可能通过摄食枝角类,从而在一定程度上控制枝角类种群的发展。近年来武汉东湖近邻剑水蚤数量急剧增加,它们必然大量摄食浮游动物,包括 10 年前占优势地位的透明蚤。近邻剑水蚤的摄食可能是透明蚤种群规模日趋减小的重要原因。

表5 近邻剑水蚤(不含无节幼体)和枝角类的数量动态(10 升水样)

Tab.5 Fluctuations in the number of *Cyclops vicinus* (nauplii excluded) and Cladocera (10 L water sample)

1996年	11月27日	12月4日	12月9日	12月18日	12月25日
近邻剑水蚤	90	39	38	200	42
<i>Cyclops vicinus</i>					
蚤	5	3	1	3	3
<i>Daphnia</i>					
秀体蚤+裸腹蚤+	6	0	2	0	0
象鼻蚤					
<i>Diaphanosoma</i> +					
<i>Moina</i> + <i>Bosmina</i>					

表6 近邻剑水蚤(不含无节幼体)和枝角类的平均密度(ind./L)

(1994—1996年1—4月和12月)

Tab.6 Average densities (ind./L) of *Cyclops vicinus* (nauplii excluded) and Cladocera (January–April and December of 1994–1996)

1994—1996年	1月	2月	3月	4月	12月
近邻剑水蚤	17.63	12.45	13.03	17.37	12.40
<i>Cyclops vicinus</i>					
蚤	0.33	0.15	0.57	0.67	0.23
<i>Daphnia</i>					
秀体蚤+裸腹蚤+	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00
象鼻蚤					
<i>Diaphanosoma</i> +					
<i>Moina</i> + <i>Bosmina</i>					

3 讨论

3.1 关于桡足类的摄食

桡足类是浮游动物群落结构中的重要组成成分。桡足类中许多种类都能摄食其它浮游动物,因此了解作为捕食者的桡足类与作为猎物的其它浮游动物之间的关系,对于研究浮游动物的群落结构具有非常重要的作用。正因为如此,自 30 年代以来,桡足类的摄食生态已被广泛研究^[7-10]。据报道,桡足类的猎物是非常广泛的,其中包括枝角类、轮虫等^[8],猎物的种类,大小,形状,外壳强度,游泳速度等都影响桡足类对它们的摄食^[6, 11-13]。摄食行

为通常包括游泳,相遇,攻击,捕获和消化等一系列过程^[12]。猎物之所以易于被发现,是由于它在积极地作游泳运动;易于被捕获是由于它游泳速度较慢;易于被消化吸收,是由于它被捕食者捕获后外壳易于撕开^[6]。

3.2 近邻剑水蚤的摄食行为

枝角类和桡足类形态结构上的差异,导致了它们具有不同的游泳速度。甲壳动物的胸肢通常是运动器官,但枝角类的胸肢却丧失运动机能成为滤食器官,仅由第二触角司运动^[24],而桡足类除了4对胸足作为运动器官外,还有两对(第一和第二对)触角^[25]。这样枝角类仅具有有限的运动能力,而桡足类则能进行快速加速运动。轮虫和原生动物仅靠纤毛、短的附肢和足司运动,因而游泳速度更慢。这样就使得作为捕食者的桡足类攻击和捕获枝角类、轮虫及原生动物成为可能。作者的观察结果表明,一旦猎物被捕食者攻击数次致伤后,运动几乎停止,这时就容易被捕食者捕获。这与 Kerfoot 和 Li 和 Li 的研究结果相一致^[6,11]。当近邻剑水蚤捕获并进行消化猎物内含物时,捕食者的身体微微弯曲,游泳足指向猎物。这些观察结果与 Fryer, Brandl 和 Fernando 及 Yang 和 Brandl 的描述相同^[9,10,16]。

3.3 近邻剑水蚤对浮游动物的摄食率

对同一种猎物,近邻剑水蚤对小型猎物的摄食率明显高于大型猎物,这可能是因为小型猎物比大型猎物的游泳速度慢,更易被捕获和消化的缘故。许多作者都证实了捕食性桡足类喜食小型浮游动物^[5,12,16]。

猎物密度对摄食率有明显影响。在一定密度范围内,近邻剑水蚤的摄食率随着密度增大而增加。这可能是因为低密度时,捕食者和猎物相遇的机会较少;当密度增大时,这种机会随之增加,使捕食者用于寻找猎物的时间缩短,因而在单位时间内捕获的猎物数量增加,从而摄食率增高^[5,17]。但密度过高,摄食率反而降低。因为密度过高后,虽然遭遇的机会增多了,但对捕食者来说,用于寻找曾攻击过的猎物时间增加。大多数猎物并非仅受到一次攻击后就轻易被捕获,可能要经过多次相遇、攻击受伤后才易于被捕食者吃掉^[17]。

当水温提高后,近邻剑水蚤的摄食率也随之增加。一般来说,由于水温增高,捕食者和猎物的活动更积极,相遇和攻击的机会增多了,因而摄食率提高。

强光条件下,光照时间越长,摄食率越高,至于在黑暗条件下,近邻剑水蚤也能摄食浮游动物,这可能是因为近邻剑水蚤发现猎物并不完全依赖于视觉。

在摄食实验中,每组平行样中近邻剑水蚤的摄食率均有差异。据推测有以下几方面的原因。一是捕食者的个体大小有差异。据 Paffenhofer 和 Knowles 报道,摄食率随着捕食者个体增大摄食率提高^[18]。二是由于猎物的大小有一定范围,在这个大小范围内,摄食率随着猎物大小的变化而不同。第三个可能的原因是在挑选捕食者和猎物过程中偶而会导致它们的身体损伤,致使平行样中起始条件不能完全相同,影响捕食者的摄食。

3.4 近邻剑水蚤摄食浮游动物的证据

近邻剑水蚤能摄食浮游动物,国外学者已有报道^[8]。在本实验中,近邻剑水蚤能捕获与之共存的裸腹蚤(图1)。一系列摄食实验结束后,留下了许多猎物的残体,而且清楚显示了近邻剑水蚤对猎物的攻击部位(图2),表5和表6显示了1994—1996年冬春季东湖水果湖湖湾近邻剑水蚤与枝角类的数量动态,这可能是近邻剑水蚤控制枝角类种群的一个极好的野外证据。所有这些结果,均从不同侧面,证实了近邻剑水蚤能摄食浮游动物,特

别是在种群密度较高时,能在相当程度上控制其它浮游动物的种群数量,对其它浮游动物有明显的下行效应。当然,枝角类的演替对桡足类的数量变动也有一定影响。如蚤类密度较高时,它可制约桡足类的发展^[1]。在这种情况下,剑水蚤的摄食作用将减弱。

参 考 文 献

- [1] 杨宇峰,陈雪梅,黄祥飞. 武汉东湖桡足类的生态学演变. 水生生物学报,1994,18(4): 334—340
- [2] 陈受忠. 武昌东湖桡足类数量的周年资料. 水生生物学集刊,1965,5(2): 202—219
- [3] 李纯厚,黄祥飞. 略论武汉东湖枝角类种类演替及其与生态因子的关系. 水生生物学报,1992,16(2): 101—112
- [4] 杨宇峰,黄祥飞,谢平. 鲢鳙对武汉东湖蚤类种群的影响. 刘建康主编,东湖生态学研究(二). 北京: 科学出版社,1995,415—421
- [5] Krylov P I. Predation of the freshwater cyclopoid copepod *Megacyclops gigas* on lake zooplankton: functional response and prey selection. *Arch. Hydrobiol.*,1988,113(2): 231—250
- [6] Li J L. Li H W. Species-specific factors affecting predator-prey interactions of the copepod *Acanthocyclops vernalis* with its natural prey. *Limnol.Oceanogr.*,1979,24(4): 613—626
- [7] Dziuban N A. On the nutrition of some Cyclopidae (Crustacea).*Comptes Rendus (Doklady) de l'Academie des Sciences de l'URSS*,1937,17: 319—322
- [8] Fryer G. The food of some freshwater cyclopoid copepods and its ecological significance. *J. Anim. Ecol.*, 1957a, 26: 263—286
- [9] Fryer G. The feeding mechanism of some freshwater cyclopoid copepods. *Proc. Zool. Soc. London*, 1957b, 129:1—25
- [10] Brandl Z, Fernando C H. Feeding of the copepod *Acanthocyclops vernalis* on the cladoeran *Geriodaphnia reticulata* under laboratory conditions.*Can. J. Zool.*,1974,52: 99—105
- [11] Kerfoot W C. Combat between predatory copepods and their prey: *Crdops*,*Epischura* and *Bosmina*.*Limnol. Oceanogr.*,1978,23(6): 1089—1102
- [12] Williamson C E. The predatory behavior of *Mesocyclops edax*: predator preferences,prey defenses and starvation induced changes. *Limnol.Oceanogr.*,1980,25(5): 903—909
- [13] Williamson C E. Behavioral interactions between a cyclopoid copepod predator and its prey. *Journal of plankton Research.*,1983,5(5): 701—711
- [14] 蒋堡治,堵南山编著. 中国动物志. 节肢动物门,甲壳纲,淡水枝角类. 北京: 科学出版社,1979,9—16.
- [15] 中国科学院动物研究所甲壳动物研究组编著. 中国动物志. 节肢动物门,甲壳纲,淡水桡足类. 北京: 科学出版社,1979,5—19
- [16] Yang Y F, Brandl Z. Feeding of *Acanthocyclops robustus* on zooplankton. *Chin. J.Oceanogr.Limnol.*,1996,14(1): 17—26
- [17] Roche K F. Post-encounter Vulnerability of some rotifer prey types to predation by the copepod *Acanthocyclops robustus*.*Hydrobiologia*,1987,147: 229—233
- [18] Paffenhofer G A, Knowles S C. Feeding of marine planktonic copepods in mixed phytoplankton.*Mar. Biol.*, 1978,48: 143—157

FEEDING OF *CYCLOPS VICINUS* ON ZOOPLANKTON

Yang Yufeng, Yang Jiaxin and Huang Xiangfei

(Institute of Hydrobiology, The Chinese Academy of Sciences,Wuhan 430072)

Abstract *C. vicinus* can capture and eat all prey types provided. Predator prefers small-sized to large-sized zooplankton. Parts of prey attacked were head, dorsal and ventral parts of the body. Prey concentration water temperature, light intensity and different ratios of light and dark period were found to have significant influences on feeding of *C. vicinus*.

Key words *Cyclops vicinus*, Feeding, Feeding rate, Zooplankton