

## 海水养虾池浮游动物对浮游植物牧食力的研究\*

217-222

赵文

刘国才

(青岛海洋大学 青岛 266003)

S963.21

**摘要** 利用常规显微镜直接计数法评估了海水养虾池浮游动物对浮游藻类的牧食力。测得虾池浮游动物对水柱浮游植物的总滤水率为  $80.38\text{ml}/(\text{L}\cdot\text{h})$ ，每个浮游动物的滤水率平均为  $11.13\mu\text{l}/(\text{ind}\cdot\text{h})$ ，总牧食率为  $10.50\mu\text{g}/(\text{L}\cdot\text{h})$ ，即  $1.25\text{ngC}/(\text{ind}\cdot\text{h})$ 。浮游动物对水柱原位主要浮游藻类的选食，以隐藻和舟形藻为最多，其次是扁藻和小环藻，6h 内对上述 4 种藻类的选食率分别为 92.68%、72.46%、36.22% 和 32.56%，其相应的选择指数依次为 0.7331、0.6717、0.4345 和 0.3913。对水柱总体而言，6h 内有 35.72% 的主要浮游藻类被选食了。

**关键词** 海水养虾池，浮游动物，浮游植物，牧食率。

## IN SITU GRAZING CAPACITY OF ZOOPLANKTON GRAZING ON PHYTOPLANKTON IN MARINE SHRIMP PONDS

ZHAO Wen LIU Guo-Cai

(Ocean University of Qingdao, Qingdao, 266003, China)

**Abstract** A direct counting method was used to estimate in situ grazing capacity of zooplankton grazing on phytoplankton in the marine shrimp ponds located in Haiyang city, Shandong Province. The results showed that the total clearance rate of zooplanktonic community is  $80.38\text{ml}/(\text{L}\cdot\text{h})$ , i. e.  $11.13\mu\text{l}/(\text{ind}\cdot\text{h})$ , the total grazing rate is  $10.50\mu\text{gC}/(\text{L}\cdot\text{h})$ , i. e.  $1.25\text{ngC}/(\text{ind}\cdot\text{h})$ . Zooplankters grazed most effectively on phytoflagellates such as *Cryptomonas ovata*, *Navicula* sp., *Platymonas cordiformis* and *Cyclotella* sp. ect. On the basis of numbers per liter, the selective feeding rates on them were 92.68%, 72.46%, 36.22% and 32.56%, respectively in 6 hours, and the relevant selection indices were 0.7331, 0.6717, 0.4345 and 0.3913. As far as the abundance of the major algal species, 35.72% of it was grazed by zooplankters in the period of 6 hours.

**Key words** marine shrimp ponds, zooplankton, phytoplankton, grazing rates.

浮游动物是水域生态系统次级生产者之一，在物质循环和能量流动过程中具有重要作用。因而研究其对浮游植物的牧食力对了解水生态系统的结构与功能意义重大。另一方面，就养虾池生态系而言，浮游植物是初级生产者，又是虾池溶解氧的主要来源，同时也是养殖鱼虾的饵料基础，因此研究浮游动物的摄食生

\* 本文承蒙李德尚教授、董双林教授修改，特此致谢。

第一作者原在吉林农业大学水产系工作，现在青岛海洋大学攻读博士学位。

收稿日期：1996-11-14，修改稿收到日期：1998-08-26。

态对渔业生产也有重要实践意义。目前,这方面的研究对象多采用单一种群<sup>[1-3]</sup>,而群落水平上的原位研究则相对较少<sup>[4,5]</sup>。关于虾池浮游动物对浮游植物牧食率的研究则尚未见报道。本文采用原位实验法测定了海水养虾池浮游动物对浮游藻类的牧食力。

## 1 材料与方方法

本研究系于1996年秋季在山东海阳市黄海水产集团公司养虾场80号池进行。该池面积约2hm<sup>2</sup>,平均水深1.2m,盐度平均为23.3·10<sup>-3</sup>,系中国对虾养殖池。用容积为2.5L的水生80型有机玻璃采水器在该池距水面0.5m深度采水50L,用孔径为64μm的25号浮游生物网过滤,将过滤后的浓缩物立即悬浮于10L原池水中混匀,然后将此混合液再分别用孔径为35μm和300μm筛绢网过滤。两种过滤水及未过滤水样(即上述的混合液)分别装入已编号的容量为1L的磨口广口瓶中,盖紧瓶塞。实验瓶悬挂在采样原位水面0.5m水深处6h。每处理设两个平行组,在两天内共定时测定4次。试验期间池水水温为22~25℃,pH为8.6~8.9。

每批试验结束时,各瓶水样立即加入15ml鲁哥氏液固定,静止24h,然后浓缩按常规法进行浮游植物定性定量,并进行浮游动物种类鉴别及生物量测定。浮游动物生物量系据实测大小按体积法测定,全部以湿重计。

浮游动物对浮游植物的滤水率计算式见式(1)<sup>[3]</sup>,牧食率(即滤食率)计算式见式(2)<sup>[3]</sup>:

$$F = \frac{V \cdot f}{N} = \frac{V}{N} \cdot \left( \frac{\ln C_0 - \ln C_t}{t} + K \right) \quad (1)$$

$$G = A \cdot F \cdot \bar{C} = A \cdot F \cdot (C_t - C_0) / [(k - f) \cdot t] \quad (2)$$

式中, $F$ :滤水率,指一定量水样中浮游动物个体或总个体数在单位时间内滤过的含有一定数量浮游藻类的水样量,单位可表示为μl/(ind·h)或ml/(L·h); $C_0$ :试验开始时水样中浮游植物的密度(cells/L); $C_t$ : $t$ 时刻试验组中浮游植物的密度(cells/L); $v$ :牧食试验水样体积(ml); $N$ :1L水样中浮游动物总数(ind./L); $t$ :试验时间(h); $f$ :摄食系数( $f = [(\ln C_0 - \ln C_t)/t] + K$ ); $K$ :为浮游植物增殖系数( $K = (\ln C_t - \ln C_0)/t$ ); $G$ :为牧食率(μgC/(L·h)或ngC/(ind·h)); $A$ :换算系数,为每个浮游植物细胞的含碳量,单位为μgC/cell,根据1g浮游植物细胞湿重约等于0.0456gC<sup>[2]</sup>,再乘以每个浮游植物细胞平均湿重得出,此据经验数据推算得出, $A = 0.0456 \times 2 \cdot 10^{-8} = 0.912 \times 10^{-5}$ μgC/cell; $C_t$ : $t$ 时刻对照组中浮游植物的密度(cell/L); $\bar{C}$ :从试验开始到结束期间浮游植物的平均密度( $\bar{C} = (C_t - C_0) / [(k - f) \cdot t]$ )。

本试验中,经35μm筛绢网过滤的水样未见有浮游动物或仅有极少量的原生动,故将盛有该过滤水样的试验瓶作为对照组,并假定浮游动物滤食速度恒定且不繁殖。

浮游动物对某种浮游植物的选食率( $S_i$ )计算式<sup>[1]</sup>为:

$$S_i = [(C_0 - C_{it})/C_0] \times 100(\%)$$

浮游动物对某种浮游植物的选择性摄食的选择指数采用Ivlev(1955)<sup>[2]</sup>的计算式,即

$$S_i = (r_i - P_i) / (r_i + P_i)$$

式中, $S_i$ :选择指数; $r_i$ :为某种浮游植物在被浮游动物所摄食的全部浮游植物中所占比例,本试验结束后试验瓶中浮游植物的减少量即为浮游动物的摄食量; $P_i$ :为试验开始时试验瓶中某种浮游植物与全部浮游植物的比例。

## 2 结果

### 2.1 虾池浮游动物种类组成及其生物量

由于试验瓶中的浮游动物系虾池水样浓缩后得到,因此试验瓶中浮游动物的种类组成(表1)代表了虾池浮游动物的种类组成。浮游动物共有18种。其中原生动物有12种,即Tontonia sp.、樱球虫(*Cyclotrichium* sp.)、急游虫(*Strombolidium* sp.)、佛氏焰毛虫(*Askenasia faurei*)、钝漫游虫(*Litonotus obtusus*)、钟虫(*Vorticella* sp.)、累枝虫(*Epistylis* sp.)、尾草履虫(*Paramecium caudatum*)、环鞭纤虫(*Cothurnia annulata*)、尖尾拟铃壳虫(*Tintinnopsis oxyuris*)、游仆虫(*Euplotes* sp.)和蒜头剑葡萄虫(*Xiphobotrys elamta*)。轮虫仅一种,即钩状狭甲轮虫(*Colurella uncinata*);桡足类3种,即海洋伪镖水蚤(*Pseudodiaptomus marinus*)、火

腿许水蚤(*Schmackeria poplesia*)和短角长腹剑水蚤(*Oithona brevicornis*)。此外还有黑褐新糠虾(*Neomysis awatshensis*)和一种蜗虫。浮游动物的主要种类为海洋伪镖水蚤、短角长腹剑水蚤、*Tontonia* sp. 和急游虫。生物量组成上,35 $\mu$ m 以下的浮游动物仅是原生动动物,其它两组均以桡足类占绝对优势(见表 1),其中海洋伪镖水蚤为优势种。

表 1 牧食试验瓶内浮游动物的大小分布和生物量

Table 1 Composition and biomass of zooplankton in experimental bottles

浮游动物 Zooplankton	<35 $\mu$ m 过滤水样 Filtered sample		<300 $\mu$ m 过滤水样 Filtered sample		未过滤水样 Non-filtered sample	
	生物量 Biomass (mg/l)	生物量百分比 Percentage of biomass (%)	生物量 Biomass (mg/l)	生物量百分比 Percentage of biomass (%)	生物量 Biomass (mg/l)	生物量百分比 Percentage of biomass (%)
原生动动物 Protozoa	0.423	100	1.234	2.64	1.983	3.06
轮虫 Rotifera	0	0	0.002	0.004	0.019	0.03
涡虫 Turbellarian	0	0	0.001	0.002	0	0
桡足类 Copepoda	0	0	44.086	94.15	57.415	88.38
糠虾 Mysidacea	0	0	1.500	3.20	5.550	8.54
总计 Total	0.423	100	46.823	100	64.967	100

## 2.2 虾池浮游植物种类组成

试验期间虾池浮游植物群落共有 6 个门,即绿藻门、金藻门、蓝藻门、硅藻门、隐藻门和甲藻门,计有 27 个种属。各门的数量( $1 \times 10^6$  cells/l)分别为 6.66、0.286、0.155、10.85、0.241 和 0.251,浮游植物总丰度为  $18.34 \times 10^6$  cells/l,其中硅藻和绿藻分别占 58.95% 和 36.0%。而浮游植物生物量总计为 3.37mg WW/L,各门分别占 53.07%、0.59%、0.74%、33.89%、6.5% 和 5.20%,以绿藻所占比例最大,硅藻次之。平均每个浮游植物细胞湿重为  $2 \times 10^{-6}$  mg/cell。

浮游植物主要种类为球等鞭金藻(*Isochrysis galbana*)、衣藻(*Chlamydomonas* sp.)、盐藻(*Dunaliella salina*)、心形扁藻(*Platymonas cordiformis*)、小环藻(*Cyclotella* sp.)、舟形藻(*Navicula* sp.)、长菱形藻(*Nitzschia longissima*)、卵形隐藻(*Cryptomonas ovata*)和海洋卵甲藻(*Exuviella marina*)。其中小环藻的丰度最大,盐藻次之。

## 2.3 虾池浮游动物对浮游植物的牧食率

试验前后各试验瓶中的浮游植物丰度变化见表 2。可见以桡足类为主的浮游动物的牧食对浮游植物的数量具有明显的影响。不同大小组份牧食效果不同,小于 35 $\mu$ m 的浮游动物只有某些原生动动物,而且其生物量很小,因此以它为主的各瓶中的浮游植物丰度均比试验开始时有所增大,而其它两组浮游动物主要是桡足类,包括其无节幼体和桡足幼体,6h 后浮游植物的丰度均比试验前低,说明虾池浮游藻类是桡足类的重要食物源之一。

浮游动物对浮游植物的牧食率结果见表 3。以 <35 $\mu$ m 过滤水样为对照组,<300 $\mu$ m 过滤水样和未过滤水样中浮游动物主要是桡足类,但由于未过滤水样中海洋伪镖水蚤成体稍多于 <300 $\mu$ m 过滤水样,因此前者的滤水率( $F$ )和牧食率( $G$ )均稍高于后者,差异不明显。平均总滤水率为 80.38ml/(L·h),即 11.13 $\mu$ l/(ind·h);平均总牧食率为 10.50 $\mu$ gC/(L·h),即 1.25ngC/(ind·h)。

虾池浮游动物对浮游植物的选食率和选择指数示于表 4,可见浮游动物的选食以对隐藻门的隐藻为最高,其次是硅藻门的舟形藻、小环藻及绿藻门的扁藻,在 6h 内分别牧食了其数量的 92.68%、72.46%、32.56% 和 36.22%,从水柱总体而言,6h 内 35.72% 的主要浮游植物被浮游动物牧食掉了。浮游动物对上述 4 种主要藻类的选择指数依次为 0.7331、0.6717、0.3913 和 0.4345,表明以海洋伪镖水蚤为优势种的浮游动物群落对浮游植物具有摄食选择性。

表 2 试验前后各试验瓶中浮游植物丰度和生物量 [ $(1 \times 10^6 \text{ cells/l}) / (\text{mg/l})$ ]  
Table 2 Phytoplankton abundance and their biomass in different bottles before and after the experiments

试验日期 Date of experiment	0 小时未过滤池水 0 h non-filtered sample	6 小时后 After 6 h		
		<35 $\mu\text{m}$ 过滤水样 Filtered sample	<300 $\mu\text{m}$ 过滤水样 Filtered sample	未过滤水样 Non-filtered sample
1996-09-11	18.36/2.84	25.05/2.24	15.79/1.20	17.39/1.66
1996-09-11	30.16/4.87	36.02/5.80	27.60/3.71	22.94/1.90
1996-09-12	13.04/3.01	14.47/2.33	8.51/1.54	7.80/2.03
1996-09-12	11.79/2.75	16.37/4.18	11.01/2.92	7.49/2.07
平均 Average	18.34/3.37	22.95/3.64	15.73/2.34	13.91/1.92

表 3 海水养虾池浮游动物对浮游植物的牧食率  
Table 3 Grazing rates of zooplankton of different size groups on phytoplankton in marine shrimp pond

试验日期 Date of experiment	牧食率 Grazing rate	<300 $\mu\text{m}$ 过滤水样 Filtered sample	未过滤水样 Non-filtered sample
1996-09-11	F (a)	76.9	60.8
	F (b)	12.29	9.89
	G (c)	210	178
	G (d)	0.0019	0.0016
1996-09-11	F (a)	44.4	75.2
	F (b)	4.47	5.05
	G (c)	129	133
	G (d)	0.0012	0.0012
1996-09-12	F (a)	88.4	102.9
	F (b)	8.47	12.08
	G (c)	90.0	123
	G (d)	0.0008	0.0011
1996-09-12	F (a)	65.1	129.3
	F (b)	20.19	16.59
	G (c)	99.5	131
	G (d)	0.0009	0.0012
平均 Average	F (a)	68.7	92.05
	F (b)	11.36	10.90
	G (c)	132	141
	G (d)	0.0012	0.0013

F: 滤水率 (Clearance rate), (a)  $\text{ml}/(\text{L} \cdot \text{h})$ ; (b)  $\mu\text{l}/(\text{ind.} \cdot \text{h})$ ; G: 牧食率 (Grazing rate), (c)  $\text{cell}/(\text{L} \cdot \text{h})$ ; (d)  $\mu\text{gC}/(\text{ind.} \cdot \text{h})$

### 3 讨论

研究浮游动物对浮游植物的牧食力有很多方法,除直接计数法外,还有放射性核素标志方法、肠荧光技术等。无论采用何种方法,不外是基于环境水中食物悬粒的减少率或动物体内食物的积累来确定浮游动物的摄食活动。直接计数法因其简便易行而得以普遍应用,包括显微镜直接计数法、叶绿素 a 法 (即 presence/absence method) 和犁刀计数器计数法,此外还有用荧光染色颗粒代替饵料生物的直接计数法的模拟法<sup>[1,2,5,6]</sup>。显微镜直接计数法要求准确计数实验前后浮游植物的丰度,其减少量即为浮游动物的摄食量。试

表 4 海水养虾池浮游动物对主要浮游植物的选食率( $S_1$ )和选择指数( $S_2$ )

Table 4 Selecting feeding rate and selection index of zooplankton on the major phytoplankton in marine shrimp pond

浮游植物 Phytoplankton	未过滤水样 Non-filtered sample		<300 $\mu$ m 过滤水样 Filtered sample		试验开始时密度 Density of phytoplankton at 0 hours (cells/ml)
	$S_1$ (%)	$S_2$	$S_1$ (%)	$S_2$	
球等鞭金藻 <i>Isochrysis galbana</i>	15.04	0.024	35.87	0.1961	300
衣藻 <i>Chlamydomonas</i> sp.	12.95	-0.048	39.50	0.2408	1370
盐藻 <i>Dunaliella salina</i>	25.85	0.004	10.38	-0.3992	4570
心形扁藻 <i>Platymonas cordiformis</i>	36.22	0.4345	40.00	0.2470	570
小环藻 <i>Cyclotella</i> sp.	32.56	0.3913	20.09	0.026	10750
舟形藻 <i>Navicula</i> sp.	72.46	0.6717	69.07	0.6014	200
长菱形藻 <i>Nitzschia longissima</i>	29.59	0.3529	0	-1.0	80
卵形隐藻 <i>Cryptomonas ovata</i>	92.68	0.7331	46.43	0.3155	210
海洋原甲藻 <i>Exuviella marina</i>	4.11	-0.5455	31.27	0.1282	250
平均 Average	35.72		32.51		

验时间、容器大小、水样中浮游动物丰度、饵料浮游植物种类及密度等对牧食试验结果均有影响。试验时间多采用 4~24h, 试验容器容量一般为 1L, 饵料浮游植物密度要适量。水样中浮游动物的丰度是确定牧食率精确度的条件之一, 实验室研究此丰度可人为控制, 而天然水体中进行原位试验时, 试验用水样体积相对很小, 即使浮游动物丰度适中, 1L 试验瓶中浮游动物数量也相对很少, 结果是牧食量较少, 计算结果的误差较大, 因此, 水样浓缩法近来较多地被采用, 但也有人指出与不浓缩水样的牧食实验相比, 水样浓缩法测得的牧食率反而降低了<sup>[6]</sup>, 有的结果却没有出现差别<sup>[7]</sup>, 对此尚需进一步研究。总之, 应用直接计数法来评估浮游动物对浮游藻类的牧食力, 曾广泛地用于实验室培养研究, 其中研究最多的是枝角类和桡足类<sup>[1,3,4,5,8]</sup>, 牧食对象是实验室培养的某种藻类<sup>[1,2]</sup>, 而且多是研究浮游动物单一种群的摄食<sup>[3,5]</sup>。应该指出, 浮游动物单一种群的牧食力反映了该种动物的生物学特性, 而自然水体的浮游动物往往是混合种群, 因此群落水平上的浮游动物牧食力的研究, 对深入了解水生生态系统的结构与功能意义更大。

浮游动物对浮游植物的牧食力受很多因素的影响, 如温度、光照、浮游动物丰度和大小及生理状况、浮游植物种类组成和密度等都可影响浮游动物的摄食<sup>[2,4]</sup>, 因此浮游动物滤水率的试验结果各作者间往往出入很大。据 Adrian 的资料<sup>[5]</sup>, 杂食性的近邻剑水蚤(*Cyclops vicinus*)成体在 Balaton 湖用<sup>14</sup>C 标记法测得的滤水率为 70~124 $\mu$ l/(ind. · h)<sup>[9]</sup>, 而在 Heiligensee 湖用直接法和<sup>14</sup>C 标记法测得的滤水率范围为 32~58 $\mu$ l/(ind. · h)。又如长额象鼻溞(*Bosmina longirostris*)、秀体溞(*Diaphanosoma birgei lacustris*)、蚤状溞(*Daphnia pulex*)和透明溞(*D. hyalina*)的滤水率分别为 18、55、2333 和 658 $\mu$ l/(ind. · 24h)<sup>[5,6]</sup>; 飞马哲水蚤(*Calanus finmarchicus*)、小伪哲水蚤(*Pseudocalanus minutus*)、克氏纺锤水蚤(*Acartia clausi*)、长角宽水蚤(*Temora longicornis*)、哈默胸刺水蚤(*Centropages hamatus*)、海岛哲水蚤(*Calanus helgolandicus*)、大同长腹剑水蚤(*O. similis*)和细真镖水蚤(*Eudiaptomus gracillius*)的滤水率分别为 4000~240000、900~9100、100~10400、8400、13000、10000~36000、20 和 183~296 $\mu$ l/(ind. · 24h)<sup>[5]</sup>。本文测得以海洋伪镖水蚤为优势种的浮游动物群落的滤水率为 267 $\mu$ l/(ind. · 24h), 这虽难与上述单一种群的结果比较, 但与上述一些已有的资料相比偏低, 分析其原因是本文所讨论的浮游动物群落的滤水率、密度上占相当比重的原生动、轮虫及桡足类的桡足幼体和无节幼体也计在其内, 另一方面也不排除浮游动物个体大小、水温、饵料浮游植物密度等因子的影响。本文的结果还显示, 桡足类成本较多的未过滤水样中浮游动物滤水率稍高于<300 $\mu$ m 的过滤水样, 表明浮游动物的滤水率随着发育而加速, 这与 Gauld 研究飞马哲水蚤的结果<sup>[4]</sup>相一致。

关于桡足类是否具有摄食选择性尚存争论,但总的看来,很多桡足类具有不同程度的选择食物的能力,同时也有一些种类不加选择地摄食周围水域中数量最多的种类<sup>[2]</sup>。本研究采用的浮游动物均是滤食性的,且以海洋伪镖水蚤为优势种。已有资料表明,海洋的镖水蚤的食料成分以海链藻(*Thalassiosira*)和圆筛藻占优势,分别占总个数的13.8%及7.3%;火腿许水蚤主要滤食硅藻类的圆筛藻和小环藻,前者约占总个数的87.6%,后者约占25.6%<sup>[4]</sup>。表明这两种桡足类有摄食选择性。本研究的结果也证实了浮游动物对浮游植物有一定的摄食选择性,用选食率和选择指数两种指标的计算结果比较一致,以海洋伪镖水蚤为优势种的浮游动物群落有选择地摄食隐藻、舟形藻、扁藻和小环藻。虽在水样中未见到海链藻,但却见到少量的辐射圆筛藻(*C. radiatus*)。桡足类大多是滤食性的,浮游植物应该是它的主要饵料,同时兼食细菌及有机碎屑等,作者在进行本试验的同时也进行了浮游动物对浮游细菌的牧食力试验,结果将另文发表。

林婉莲等<sup>[1]</sup>指出,直接计数法用于研究浮游动物选食浮游植物的效果明显,但不适用于浮游动物对水柱原位浮游植物的总牧食力的测定,且不能反映出藻类的具体生产力<sup>[1]</sup>。本文的结果显示,浮游动物对浮游植物的牧食效果明显,这说明直接计数法的结果是可以用来表示浮游动物对水柱原位浮游藻类的牧食率的,只不过是不能确切反映出藻类具体生产力而已。Adrian也指出直接法和放射性核素标志法的结果较一致,后者较好<sup>[5]</sup>。这是因为不同水体浮游动物和浮游植物的种类组成及丰度都存在差异,因此任何结论都有局限性。另一方面,本文的结果是采用水样浓缩法得出的,因此只是相对地代表了虾池水中浮游动物对浮游植物的牧食情况,这也是与林婉莲等的结论<sup>[1]</sup>一致的原因之一。对不同水体的浮游动物群落对浮游植物的牧食力尚需深入研究。

#### 参 考 文 献

- 1 林婉莲、李纯厚、王 建. 武汉东湖浮游动物的牧食力研究. 东湖生态学研究(二). 北京: 科学出版社, 1995. 246~259
- 2 何志辉. 淡水生物学(下册). 北京: 农业出版社, 1985
- 3 大森信、池田勉. 罗会明等译. 浮游动物生态研究法. 北京: 海洋出版社, 1987. 158~182
- 4 郑 重、李少菁、连光山. 海洋桡足类生物学. 厦门: 厦门大学出版社, 1992
- 5 Adrian R. Filtering and feeding rates of cyclopoid copepods feeding on phytoplankton. *Hydrobiologia*, 1991, **210**: 217~223
- 6 Bojtnsen, *et al.* A field technique for the determination of zooplankton grazing on natural bacterioplankton. *Freshwater Biology*, 1986, **16**: 245~253
- 7 Riemann B & Bosselmann S. Daphnia grazing on natural populations of bacteria. *Verh. Int. Verein. Limnol.*, 1984, **22**: 795~799
- 8 Gulati R D. The ecology of common planktonic crustacea of the freshwaters in the Netherlands. *Hydrobiologia*, 1978, **59**: 101~112
- 9 Zankai P N & Ponyi J E. Composition, density and feeding of crustacean zooplankton community in a shallow, temperate lake(Lake Balaton, Hungary). *Hydrobiologia*, 1986, **135**: 131~147