

渤海强壮箭虫摄食的初步研究*

杨纪明 李 军

(中国科学院海洋研究所 青岛 266071)

提要 阐明了强壮箭虫营浮游动物食性,主要捕食桡足类。真刺唇角水蚤、双刺唇角水蚤和小拟哲水蚤是它的主要捕食对象。强壮箭虫有同种相残的习性,但发生频率不高。其消化道内的小颗粒硅藻和甲藻并非由它主动摄入。它在渤海的食物组成四季都以桡足类为主,但捕食其中各种类的比例则有明显的季节变化。强壮箭虫的摄食强度与水温呈负相关的趋势,在夏季水温高时最低,在冬季水温低时最高,说明这个种的冬季世代具有典型喜冷性的生态特点。

关键词 渤海,强壮箭虫,摄食

渤海是我国的内海,80年代已被选定为我国海洋水产资源增殖基地。为使渤海增殖目标和措施能建立在科学基础之上,必须对这个水域的生物生产过程进行系统的研究。渤海游泳动物、底栖动物和浮游动物的食性和营养级的研究,则是这一过程研究的基础。过去对这个海区的鱼类等游泳动物的食性,已经进行了一些研究,但是对底栖动物和浮游动物的食性报道很少。强壮箭虫(*Sagitta crassa*)是渤海浮游动物中的一个优势种^[1]。它的捕食器官比一般桡足类的强锐。这种特点必然反映到它的摄食习性上。关于渤海强壮箭虫的食性研究,曾有零星记载^[2],但迄今尚未见有专题报道。本文根据1周年中4个季度月的样品,对渤海强壮箭虫的摄食习性作一分析。

1 材料和方法

本研究通过消化道内食物分析方法,来揭示强壮箭虫的食性特征。所用的强壮箭虫标本,是1992年8月(夏季)、10月(秋季)和1993年2月(冬季)和5~6月(春季)在渤海用大型浮游生物网(GG36筛绢,网口直径80cm,长

270cm)进行浮游动物和鱼卵、仔鱼大面积(118°00'~122°00'E,37°10'~40°50'N)调查时垂直拖取捕获的。起网后当场把样品放入5%福尔马林溶液中固定保存。

进行消化道内含物分析时,把强壮箭虫样品放在载玻片上,滴上少量饱和次氯酸钠溶液,3~5min后箭虫体呈现透明状态,然后把盖玻片压在箭虫体消化道部位上方,轻轻敲击盖玻片,再移至显微镜下观察,首先辨明消化道内含有食物与否。如有,则为实消化道,作食物种类的鉴定,并分别计数。如无,则作空消化道丢弃处理。通过大量强壮箭虫样品的观察,发觉这一种类的空消化道比例大得惊人。为此专门做了一次统计,发现在509个强壮箭虫样品中,只有6个的消化道内含有食物。本文仅得含有食物的消化道样品149个,即1992年8月65个,10月37个,1993年2月21个,5~6月26个,全部用于鉴定和计数。此外,还测定了渤海一些单细胞藻类和原生动物的个体重量,供消化道内

* 国家自然科学基金资助项目,39270541号。中国科学院海洋研究所调查研究报告第2724号。

收稿日期:1995年8月28日

相应种类的个体数换算成重量之用。强壮箭虫 的。有关数据处理应用以下公式计算^[4]：
所吃桡足类的重量是根据白雪娥^[3]的资料换算

$$\text{重量百分比}(\%) = (\text{该成分的更正重量} / \text{食物总更正重量}) \times 100$$

$$\text{出现频率}(\%) = (\text{含有该成分的消化道数} / \text{总实消化道数}) \times 100$$

表 1 渤海强壮箭虫食物组成(四季平均)

Tab. 1 Food composition of the Bohai Sea *Sagitta crassa* (mean of four seasons)

食物名称		重量(mg) (100个消化道内)	重量百分比 (%)	一个消化道 内最多个数
中华哲水蚤	(<i>Calanus sinicus</i>)	1634.6	7.7	1
小拟哲水蚤	(<i>Paracalanus parvus</i>)	899.4	4.2	3
墨氏胸刺水蚤	(<i>Centropages mcmurricchi</i>)	1435.9	6.7	2
真刺唇角水蚤	(<i>Labidocera euchaeta</i>)	16414.7	76.8	1
双刺唇角水蚤	(<i>Labidocera bipinnata</i>)	153.2	0.7	1
太平洋纺锤水蚤	(<i>Acartia pacifica</i>)	48.5	0.2	1
大同长腹剑水蚤	(<i>Oithona similis</i>)	17.8	0.1	1
近缘大眼剑水蚤	(<i>Corycaeus affinis</i>)	216.0	1.0	3
挪威小星猛水蚤	(<i>Microsetella norvegica</i>)	104.2	0.5	1
强壮箭虫	(<i>Sagitta crassa</i>)	438.2	2.1	1
中心圆筛藻	(<i>Coscinodiscus centralis</i>)	1.7	+	5
偏心圆筛藻	(<i>Coscinodiscus excentricus</i>)	1.9	+	3
辐射圆筛藻	(<i>Coscinodiscus radiatus</i>)	0.4	+	2
圆筛藻	(<i>Coscinodiscus</i> sp.)	2.0	+	5
波状辐衲藻	(<i>Actinopterychus undulatus</i>)	0.02	+	1
柱状小环藻	(<i>Cycolotella stylorum</i>)	0.15	+	2
具槽直链藻	(<i>Melosira Sulcata</i>)	0.01	+	11
菱形藻	(<i>Nitzschia</i> sp.)	+	+	1
三角角藻	(<i>Ceratium tripos</i>)	0.15	+	2
长角角藻	(<i>Ceratium macroceros</i>)	0.18	+	2
四角网骨藻	(<i>Dictyocha fibula</i>)	0.01	+	1
合 计		21 369.02	100.0	

注：“+”表示重量不足 0.01 μg 或重量百分比不足 0.1%，以下均同。

2 结果与讨论

2.1 食物组成

由表 1 可见,渤海强壮箭虫消化道内含物包括了桡足类、箭虫类和单细胞藻类三类。其中桡足类居绝对优势,占食物组成(重量)的 97.9%,箭虫类只占 2.1%,单细胞藻类不到 1%。显然桡足类是强壮箭虫的主要食物。在桡足类中真刺唇角水蚤为它的主要摄食对象,占食物组成的 76.8%,其次是中华哲水蚤、墨氏胸刺水蚤和小拟哲水蚤,分别占食物组成的 7.7%,6.7%和 4.2%,其他桡足类如双刺唇角水蚤、挪威小星猛水蚤、太平洋纺锤水蚤、大同长腹剑水蚤则都在 1%以下。李军^[2]初步分析的渤海 1984

年 6~11 月 54 个强壮箭虫消化道内含物中,小拟哲水蚤和双刺唇角水蚤居优势,分别占食物组成(重量)的 31.3%和 23.1%,其次是中华哲水蚤(9.9%)、真刺唇角水蚤(7.2%)、墨氏胸刺水蚤(7.0%)、钳歪水蚤 *Totanus forcipatus* (4.8%)、近缘大眼剑水蚤(2.8%)。由此归纳起来,真刺唇角水蚤、双刺唇角水蚤和小拟哲水蚤是强壮箭虫的主要捕食对象。中华哲水蚤、墨氏胸刺水蚤、钳歪水蚤、近缘大眼剑水蚤是其次要捕食对象。

强壮箭所吃的箭虫类都是强壮箭虫,这表明它们具有同种相残的习性。但同种相残的频率不高,平均在 5%以下(表 3)。同种个体构成它们食物组成的 2~8%(表 1 和文献[2]),是次要捕食对象。

表 2 渤海强壮箭虫摄食强度和食物组成季节变化

Tab. 2 Seasonal changes of food composition and feeding intensity of the Bohai Sea *Sagitta crassa*

食物名称	重量(μg)(100个消化道内)				重量百分比(%)			
	春	夏	秋	冬	春	夏	秋	冬
中华哲水蚤	5 769.2	769.2	/	/	20.6	15.1	/	/
小拟哲水蚤	115.4	2 123.1	1 216.2	142.9	0.4	41.7	10.4	0.4
墨氏胸刺水蚤	3 876.9	/	/	1 866.7	13.9	/	/	4.6
真刺唇角水蚤	17 538.5	876.9	9 243.2	38 000.0	62.7	17.2	79.4	93.2
双刺唇角水蚤	/	/	621.6	/	/	/	5.3	/
太平洋纺锤水蚤	107.7	86.2	/	/	0.4	1.7	/	/
大同长腹剑水蚤	/	/	37.8	33.3	/	/	0.3	0.1
近缘大眼剑水蚤	/	680.0	183.8	/	/	13.4	1.6	/
小毛猛水蚤	/	92.3	324.3	/	/	1.8	2.8	/
强壮箭虫	576.9	461.5	/	714.3	2.1	9.1	/	1.8
中心圆筛藻	0.8	/	5.8	/	+	/	0.1	/
偏心圆筛藻	/	/	5.8	1.9	/	/	0.1	+
辐射圆筛藻	/	/	1.5	/	/	/	+	/
圆筛藻	/	0.3	6.5	1.0	/	+	0.1	+
波状辐桐藻	/	/	0.1	/	/	/	+	/
柱状小环藻	/	/	0.6	/	/	/	+	/
具槽直链藻	/	/	0.1	/	/	/	+	/
菱形藻	/	/	+	/	/	/	+	/
三角角藻	/	0.3	0.3	/	/	+	+	/
长角角藻	/	/	0.7	/	/	/	+	/
四角网骨藻	/	/	+	/	/	/	+	/
合 计	27 985.4	5 089.8	11 648.3	40 760.1	100.1	100.0	100.1	100.1

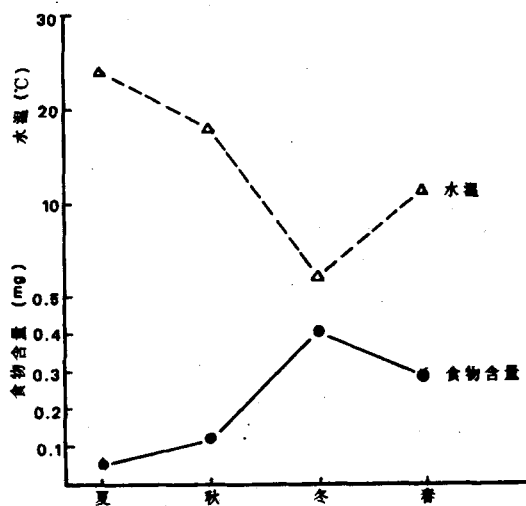


图 1 渤海强壮箭虫摄食强度季节变化与水温关系

Fig. 1 Relationship between feeding intensity and water temperature of the Bohai Sea *Sagitta crassa*

强壮箭虫消化道内残留的极少量的单细胞

藻类包括硅藻和甲藻,是不是被箭虫吃进去的。作者对这个问题提出如下看法:强壮箭虫具有镰刀状几丁质顎毛和 1~2 列小齿构成的捕食器官,而无滤食器官;它们性凶猛且同种相残;此外,它们主要捕食桡足类等小型浮游动物,后者中的滤食性动物滤食硅藻、甲藻等小颗粒食物。因此认为,强壮箭虫消化道内残留的硅藻和甲藻不是它们主动摄入的,而是由其俘获物消化道中散出的。当然并不排斥强壮箭虫在捕食其他动物时偶然带进一两个小颗粒硅藻和甲藻的可能性。

由上可见,强壮箭虫营浮游动物食性,主要捕食桡足类。

2.2 食物组成季节变化

由表 2 可见,渤海强壮箭虫所吃的食物类群,没有明显的季节变化,一年四季都以桡足类为主,桡足类在强壮箭虫食物组成中所占的比例各季都在 90%以上,春季为 97.9%,夏季为

90.9%,秋季为99.8%,冬季为98.2%,季节变化较小。但是强壮箭虫捕食桡足类中各种类的比例,则有明显的季节变化。如真刺唇角水蚤在强壮箭虫食物组成中所占的比例,春季为62.7%,夏季只有17.2%,秋季升至79.4%,冬季达到最高峰,为93.2%。小拟哲水蚤在强壮箭虫食物组成中所占的比例,春季只有0.4%,夏季取代真刺唇角水蚤而达41.7%,居主导地位,秋季降为10.4%,冬季则更降至0.4%。中华哲水蚤在强壮箭虫食物组成中所占的比例,春季为20.6%,夏季为15.1%,秋冬两季均为0。

强壮箭虫所吃的同种个体,春季占食物组的2.1%,夏季占9.1%,秋季为0%(1984年曾有22.2%的记录),冬季为1.8%。

2.3 摄食强度及其季节变化

由表1可知,渤海强壮箭虫消化道内食物含量(重量)四季平均值为0.21mg,相当于它们

平均体重(1.3mg^[3])的16%左右。其消化道内残留的个体较大的桡足类如中华哲水蚤、真刺唇角水蚤、双刺唇角水蚤,都只有一个个体。这说明强壮箭对这些饵料的捕食,一次即达到饱食量,而不连续捕食。其消化道内残留的个体较小的桡足类如小拟哲水蚤、墨氏胸刺水蚤、近缘大眼剑水蚤,可达2~3个个体甚至更多,说明强壮箭虫对它们可以连续捕食。从图1可知,渤海强壮箭虫消化道内食物含量平均值春季为0.28mg,夏季降至0.05mg,秋季升到0.12mg,冬季达到最高峰为0.4mg。不难看出,强壮箭虫的摄食强度在夏季栖息水温高(24.1℃)时最低,而在冬季栖息水温低(1.9℃)时最高。说明这个种的冬季世代具有典型喜冷性的生态特点。强壮箭虫冬季世代的个体较大,其消化道内食物含量的相对平均值应略低于上述数值。

表3 渤海强壮箭虫食物的出现频率和个数

Tab. 3 Occurrence frequencies and numbers of individuals in the food of the Bohai Sea *Sagitta crassa*

食物名称	出现频率(%)					个数(100个消化道内)				
	春	夏	秋	冬	平均	春	夏	秋	冬	平均
中华哲水蚤	11.5	1.5	/	/	3.3	11.5	1.5	/	/	3.3
小拟哲水蚤	3.9	58.5	29.7	4.8	24.2	3.9	70.8	40.5	4.8	30.0
墨氏胸刺水蚤	61.5	/	/	23.8	21.3	69.2	/	/	33.3	25.6
真刺唇角水蚤	30.8	1.5	16.2	66.7	28.8	30.8	1.5	16.2	66.1	28.8
双刺唇角水蚤	/	/	2.7	/	0.7	/	/	2.7	/	0.7
太平洋纺锤水蚤	3.9	3.1	/	/	1.8	3.9	3.1	/	/	1.8
大同长腹剑水蚤	/	/	5.4	4.8	2.5	/	/	5.4	4.8	2.6
近缘大眼剑水蚤	/	32.3	10.8	/	10.8	/	40.0	10.8	/	12.7
挪威小星猛水蚤	/	1.5	5.4	/	1.7	/	1.5	5.4	/	1.7
强壮箭虫	3.9	3.1	/	4.8	2.9	3.9	3.1	/	4.8	3.0
中心圆筛藻	3.9	/	8.1	/	3.0	3.9	/	29.7	/	8.4
偏心圆筛藻	/	/	10.8	4.8	3.9	/	/	29.7	9.5	9.8
辐射圆筛藻	/	/	2.7	/	0.7	/	/	5.4	/	1.4
圆筛藻	/	1.5	10.8	4.8	4.2	/	1.5	29.7	4.8	9.0
波状辐刺藻	/	/	2.7	/	0.7	/	/	2.7	/	0.7
柱状小环藻	/	/	10.8	/	2.7	/	/	18.9	/	4.7
具槽直链藻	/	/	2.7	/	0.7	/	/	29.7	/	7.4
菱形藻	/	/	2.7	/	0.7	/	/	2.7	/	0.7
三角角藻	/	1.5	2.7	/	1.1	/	/	2.7	/	1.5
长角角藻	/	/	2.7	/	0.7	/	/	5.4	/	1.4
四角网骨藻	/	/	8.1	/	2.0	/	/	8.1	/	2.0

参考文献

[1] 肖贻昌,1979.海洋湖沼通报 2:51~58.

议论文集 16~31.

[2] 李 军,1990.海洋科学集刊 31:93~107.

[4] 杨纪明、郑 严,1962.海洋科学集刊 2:13~30.

[3] 白雪娥,1963.太平洋西部渔业研究委员会第8次全体会

STUDY ON THE FEEDING OF THE BOHAI SEA *Sagitta crassa*

Yang Jiming and Li Jun

(Institute of Oceanology, Chinese Academy of Sciences, Qingdao 266071)

Received: Aug. 28, 1995

Key Words: Bohai Sea, *Sagitta crassa*, Feeding

Abstract

Sagitta crassa is a zooplankton-eater mainly feeding on copepoda. *Labidocera euchaeta*, *Labidocera bipinnata* and *Paracalanus parvus* comprise their main food species. *Sagitta crassa* are cannibalistic although the occurrence frequency of cannibalism is not high.

Diatoms and dinoflagellates in the alimentary canal are not taken in intentionally by *Sagitta crassa*. Copepoda is the most important food group in the food composition of *Sagitta crassa* in four seasons, but there are remarkable changes in percentage of copepoda species consumed by *Sagitta crassa*. whose feeding intensity correlates negatively with water temperatures, in other words feeding intensity is lowest at high water temperature in summer and highest at low water temperature in winter. It has been shown that the winter generation of *Sagitta crassa* typically prefers cold.