

渤海桡足类(Copepoda)的食性和营养级研究

杨纪明

(中国科学院海洋研究所研究员)

中国山东省青岛市南海路7号 邮编 266071



【提要】对渤海11种桡足类包括了优势种和常见种的研究表明,大多数种类即小拟哲水蚤、双刺纺锤水蚤、太平洋纺锤水蚤、墨氏胸刺水蚤、瘦尾胸刺水蚤、刺尾歪水蚤、钳形歪水蚤、汤氏长足水蚤和中华哲水蚤均营浮游植物食性,以摄食硅藻类为主,其营养级一般为2.0级,仅双刺纺锤水蚤和刺尾歪水蚤由于它们同时摄食少量原生动物的纤毛虫类(拟铃虫),为2.1级。此外,双刺唇角水蚤和真刺唇角水蚤均营小型浮游生物食性或称杂食性,它们都以小拟哲水蚤为最重要的摄食对象,又摄食不少硅藻类,其营养级分别达到2.7级和2.8级。

杨纪明, 2001. 渤海桡足类(Copepoda)的食性和营养级研究,《现代渔业信息》杂志, Vol. 16, No. 6, 6-10.

关键词: 渤海 桡足类(Copepoda) 食性 营养级

海洋生物生产过程的阐明,有赖于食物链各环节作用机制的揭示。桡足类作为渤海食物链的重要环节,在该海域生物生产过程中起着非常重要的作用。关于渤海桡足类的食性和营养级研究,尚未见有专题报道。本文根据一周年中4个季度月的样品,对渤海11种桡足类包括了优势种和常见种的食性和营养级作一分析。

1. 材料和方法

本研究通过消化道内食物分析方法,来揭示桡足类的食性特徵。所用的桡足类标本是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。起网后当场把这些样品放入5%福尔马林溶液中固定保存。

进行消化道内食物分析时,把桡足类样品放在载玻片上,滴上少量饱和次氯酸钠溶液,3~5min后,蚤

体呈现透明状态,然后把盖玻片压在蚤体消化道部位上方,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,进而作食物种类的鉴定,并分别计数。如无,则作空消化道丢弃处理。本文共获得桡足类标本3758个,其中空消化道率为29%,实消化道为2667个。各种类的实消化道数如下:小拟哲水蚤400个,双刺纺锤水蚤145个,太平洋纺锤水蚤67个,墨氏胸刺水蚤220个,瘦尾胸刺水蚤33个,刺尾歪水蚤245个,钳形歪水蚤83个,汤氏长足水蚤129个,双刺唇角水蚤145个,真刺唇角水蚤800个,中华哲水蚤400个。以上实消化道全部用于食物成分的鉴定和计数。此外还测定了渤海31种微藻类和原生动物的个体重量(湿重),供消化道内相应种类的个数换算成重量之用。上述个体重量是先测量该种类的几何图形体积乘以其生物比重(1.027)得出的。桡足类食物组成重量百分比的计算公式(杨纪明、郑严,1962)^[1]如下:

重量百分比(%) = (该成分的更正重量/食物总更正重量) × 100

式中更正重量是指个体数乘以个体重量之积。

营养级计算以植物性食物成分为1级,摄食植物性食物的动物为1+1=2级,即食物组成中各成分营养级总和加1等于摄食者的营养级。当食物组成中既有植物性又有动物性成分时,则食物成分营养级的总和由两者按其在食物组成中的重量百分比加权计算(Yang Jiming, 1982)^[2]。

2. 研究结果

2.1 饵料生物个体重量

由表1可见,渤海31种微藻类和原生动物的个体重量(湿重)测定值波动在0.1ng(新月菱形藻)至980ng(威氏圆筛藻)之间。虽然它们的个体都很微小,但彼此之间的重量差别却很大。各种类的个体重量列于表1不作叙述。

表1 渤海微藻类和原生动物的个体重量(湿重)

种 类 名 称	个 体 (重 量)		
	mg(毫克)	μg(微克)	ng(纳克)
威氏圆筛藻 <i>Coscinodiscus wailesii</i>	0.00098	0.98	980
星脐圆筛藻 <i>Coscinodiscus asteromphalus</i>	0.00091	0.91	910
辐射圆筛藻 <i>Coscinodiscus radiatus</i>	0.00028	0.28	280
线形圆筛藻 <i>Coscinodiscus lineatus</i>	0.000033	0.033	33
中心圆筛藻 <i>Coscinodiscus centralis</i>	0.000195	0.195	195
偏心圆筛藻 <i>Coscinodiscus excentricus</i>	0.000195	0.195	195
细弱圆筛藻 <i>Coscinodiscus subtilis</i>	0.000175	0.175	175
波状辐柄藻 <i>Actinopterychus undulatus</i>	0.0000326	0.0326	32.6
中华盒形藻 <i>Biddulphia sinensis</i>	0.0002054	0.2054	205.4
布氏双尾藻 <i>Ditylum brightwellii</i>	0.000220	0.220	220
柱状小环藻 <i>Cyclotella stylum</i>	0.0000326	0.0326	32.6
蜂腰双壁藻 <i>Diploneis bombus</i>	0.00000031	0.00031	0.31
具槽直链藻 <i>Melosira sulcata</i>	0.00000155	0.00155	1.55
舟形藻 <i>Navicula</i> sp.	0.00000031	0.00031	0.31
奇异菱形藻 <i>Nitzschia paradoxa</i>	0.00000128	0.00128	1.28
尖刺菱形藻 <i>Nitzschia pungens</i>	0.00000488	0.00488	4.88
印度翼根管藻 <i>Rhizosolenia alata f. indica</i>	0.00000488	0.00488	4.88
刚毛根管藻 <i>Rhizosolenia setigera</i>	0.0000024	0.0024	2.4
曲舟藻 <i>Pleurosigma</i> sp.	0.0000344	0.0344	34.4
菱形海线藻 <i>Thalassionema nitzschioides</i>	0.00000266	0.00266	2.66
佛氏海毛藻 <i>Thalassiothrix frauenfeldii</i>	0.0000124	0.0124	12.4
骨条藻 <i>Skeletonema closterium</i>	0.00000155	0.00155	1.55
新月菱形藻 <i>Nitzschia closterium</i>	0.0000001	0.0001	0.1
梭角角藻 <i>Ceratium fusus</i>	0.0000693	0.0693	69.3
三角角藻 <i>Ceratium tripos</i>	0.0001002	0.1002	100.2
长角角藻 <i>Ceratium macroceros</i>	0.0001297	0.1297	129.7
翅甲藻 <i>Dinophysis</i> sp.	0.000048	0.048	48
多甲藻 <i>Peridinium</i> sp.	0.000060	0.060	60
四角网骨藻 <i>Dictyocha fibula</i>	0.000005	0.005	5
运动类铃虫 <i>Codonellopsis mobilis</i>	0.0001986	0.1986	198.6
拟铃虫 <i>Tintinnopsis</i> sp.	0.0001880	0.1880	188

表2 渤海桡足类的食物组成 (重量百分比,%)

摄食者 食物名称	小拟哲 水蚤	双刺纺 锤水蚤	太平洋纺 锤水蚤	墨氏胸 刺水蚤	瘦尾胸 刺水蚤	刺尾歪 水蚤	钳形歪 水蚤	汤氏长 足水蚤	双刺唇 角水蚤	真刺唇 角水蚤	中华哲 水蚤
波状辐射藻	1.9	0.5	1.0	0.1	0.8	0.1	0.5	1.0	0.1	+	0.5
星脐圆筛藻	9.3	21.0	51.7	48.7	53.6	18.9	47.3	28.5	5.1	3.4	10.2
中心圆筛藻	4.8	4.1	7.5	1.3	7.2	4.0	12.9	16.3	2.7	0.9	1.9
偏心圆筛藻	14.2	14.3	1.6	8.6		9.1	0.7	3.8	0.5	2.4	24.8
线形圆筛藻	+		1.1	0.5	2.2	2.7	0.3	1.2	0.3	0.9	0.2
辐射圆筛藻	36.8	7.6	36.6	17.8	24.0	10.7	37.6	49.0	12.5	7.3	38.5
细弱圆筛藻	0.1	1.7		6.1		1.5				0.7	1.5
或化圆筛藻	1.0										
未查明的圆筛藻	30.7	35.8		13.8	11.7	36.9			1.0	4.6	15.7
布氏双尾藻		2.1		0.2						0.3	1.0
丰腰双壁藻						+				+	+
条纹小环藻									1.8		
柱状小环藻									1.8		
具槽直链藻	0.8	+	0.1	0.1		+	0.1	+	+	+	0.3
舟形藻	+	+	+	+	+	+	+	+	0.5	+	+
新月菱形藻										+	+
奇异菱形藻											+
尖刺菱形藻	+	+			+					+	+
羽毛根管藻				+						+	+
印度翼根管藻	+										+
曲舟藻			0.4	+		+	0.6	0.2		+	+
菱形海线藻						+				+	+
佛氏海毛藻						+			0.2		+
中华盒形藻										+	
长角角藻									0.1		
棱角角藻									0.1	+	
三角角藻	0.3			0.1	0.3	5.3				0.9	2.1
多甲藻	0.1	4.9		1.1	0.2	4.5			0.2	0.2	1.6
翅甲藻									0.1	+	0.1
四角网骨藻				+	+	0.1			+	+	0.2
运动类铃虫										0.4	
拟铃虫		8.0		1.6		6.2			0.2	1.1	1.4
小拟哲水蚤									62.8	74.7	
大眼剑水蚤									3.3		
桡足类									6.7	1.7	

+ 表示重量百分比不足 0.1%

2.2 食性

由表2可见:

小拟哲水蚤(*Paracalanus parvus*)营浮游植物食性,主要摄食硅藻类,占其食物组成的99.6%(重量百分比)。其中辐射圆筛藻(*Coscinodiscus radiatus*),未查明的圆筛藻(*Coscinodiscus* sp.)和偏心圆筛藻(*Coscinodiscus excentrics*)都是它的主要摄食对象,分别占其食物组成的36.8%、30.7%和14.2%。星脐圆筛藻(*Coscinodiscus asteromphalus*)、中心圆筛藻(*Coscinodiscus centralis*)、波状辐桐藻(*Actinopterychus undulatus*)、威氏圆筛藻(*Coscinodiscus wailessi*)等在食物组成中所占比例都不到10%,是小拟哲水蚤的次要摄食对象。此外它也摄食很少量的甲藻类(0.4%)。

双刺纺锤水蚤(*Acartia bifilosa*)营浮游植物食性,主要摄食硅藻类,占其食物组成的87.1%。其中未查明的圆筛藻(35.8%)、星脐圆筛藻(21.0%)和偏心圆筛藻(14.3%)都是它的主要摄食对象。辐射圆筛藻(7.6%)、中心圆筛藻(4.1%)、布氏双尾藻(*Ditylum brightwellii*)(2.1%)、细弱圆筛藻(*Coscinodiscus subtilis*)(1.7%)等都是它的次要摄食对象。此外它也摄食少量的原生动物中的拟铃虫(*Tintinnopsis* sp.)和甲藻类中的多甲藻(*Peridinium* sp.),分别占食物组成的8.0%和4.9%。

太平洋纺锤水蚤(*Acartia pacifica*)营浮游植物食性,摄食硅藻类,占其食物组成的100%。其中星脐圆筛藻和辐射圆筛藻都是它的主要摄食对象,分别占食物组成的51.7%和36.6%。中心圆筛藻(7.5%)、偏心圆筛藻(1.6%)、线形圆筛藻(*Coscinodiscus lineatus*)(1.1%)和波状辐桐藻(1.0%)等都是它的次要摄食对象。

墨氏胸刺水蚤(*Centropages memurricchi*)营浮游植物食性,主要摄食硅藻类,占其食物组成的97.2%。其中星脐圆筛藻、辐射圆筛藻和未查明的圆筛藻都是它的主要摄食对象,分别占食物组成的48.7%、17.8%和13.8%。偏心圆筛藻(8.6%)、细弱圆筛藻(6.1%)和中心圆筛藻(1.3%)等都是它的次要摄食对象。此外它也摄食很少量的甲藻类(1.2%)和原生动物中的拟铃虫1.6%。

瘦尾胸刺水蚤(*Centropages tenuiremis*)营浮游植物食性,主要摄食硅藻类,占其食物组成的99.5%,其中星脐圆筛藻、辐射圆筛藻和未查明的圆

筛藻都是它的主要摄食对象,分别占食物组成的53.6%、24.0%和11.7%。中心圆筛藻(7.2%)和线形圆筛藻(2.2%)等都是它的次要摄食对象。此外它也摄食很少量的甲藻类0.5%。

刺尾歪水蚤(*Tortanus spinicaudatus*)营浮游植物食性,主要摄食硅藻类,占其食物组成的83.9%。其中未查明的圆筛藻、星脐圆筛藻和辐射圆筛藻都是它的主要摄食对象,分别占食物组成的36.9%、18.9%和10.7%。偏心圆筛藻(9.1%)、中心圆筛藻(4.0%)、线形圆筛藻(2.7%)和细弱圆筛藻(1.5%)等都是它的次要摄食对象。此外它也摄食少量原生动物中的拟铃虫(6.2%)和甲藻类中的三角角藻(*Ceratium tripos*)(5.3%)、多甲藻(4.5%)。

钳尾歪水蚤(*Tortanus fopipatus*)营浮游植物食性,摄食硅藻类,占其食物组成的100%。其中星脐圆筛藻、辐射圆筛藻和中心圆筛藻都是它的主要摄食对象,分别占食物组成的47.3%、37.6%和12.9%。其他硅藻在食物组成中占的比重很小,都在1%以下。

汤氏长足水蚤(*Calanopia thompsoni*)营浮游植物食性,摄食硅藻类,占其食物组成的100%。其中辐射圆筛藻、星脐圆筛藻和中心圆筛藻都是它的主要摄食对象,分别占食物组成的49.0%、28.5%和16.3%。偏心圆筛藻(3.8%)、线形圆筛藻(1.2%)和波状辐桐藻(1.0%)等都是它的次要摄食对象。

双刺唇角水蚤(*Labidocera bipinnata*)营小型浮游生物食性,既摄食大量动物性饵料(73.0%),又摄食不少植物性饵料27.0%,故亦可称为杂食性。小拟哲水蚤是双刺唇角水蚤的最重要摄食对象,占其食物组成的比例达到62.8%。辐射圆筛藻也是它的主要摄食对象之一,占12.5%。大眼剑水蚤(3.3%)和其他桡足类(6.7%)以及星脐圆筛藻(5.1%)、中心圆筛藻(2.7%)、条纹小环藻(*Cyclotella striata*)(1.8%)、柱状小环藻(*Cyclotella stylonum*)(1.8%)等都是它的次要摄食对象。

真刺唇角水蚤(*Labidocera euchaeta*)营小型浮游生物食性,既摄食大量动物性饵料(77.9%),又摄食不少植物性饵料(22.1%),故亦可称为杂食性。小拟哲水蚤是真刺唇角水蚤的最重要摄食对象,占其食物组成的比例达到74.7%。其他桡足类(1.7%)、拟铃虫(1.1%)和辐射圆筛藻(7.8%)、未查明的圆筛藻(4.6%)、星脐圆筛藻(3.4%)、偏心圆筛藻

(2.4%)等,都是它的次要摄食对象。

中华哲水蚤(*Calanus sinicus*)营浮游植物食性,主要摄食硅藻类,占其食物组成的94.6%。其中辐射圆筛藻、偏心圆筛藻、未查明的圆筛藻和星脐圆筛藻,都是它的主要摄食对象,分别占其食物组成的35.8%、24.8%、15.7%和10.2%。中心圆筛藻(1.9%)、细弱圆筛藻(1.5%)和布氏双尾藻(1.0%)等都是它的次要摄食对象。此外它也摄食少量的甲藻类(3.8%)、金藻类(0.2%)和原生动物中的拟铃虫(1.4%)。

2.3 营养级

由表3可见,渤海11种桡足类中,有7种即小拟哲水蚤、太平洋纺锤水蚤、墨氏胸刺水蚤、瘦尾胸刺水蚤、钳形歪水蚤、汤氏长足水蚤和中华哲水蚤的营养级为2.0级;有2种即双刺纺锤水蚤和刺尾歪水蚤的营养级为2.1级;另有2种即双刺唇角水蚤和真刺唇角水蚤的营养级分别达到2.7级和2.8级。

表3 渤海桡足类的营养级

种 名	营养级
小拟哲水蚤 <i>Paracalanus parvus</i>	2.0
双刺纺锤水蚤 <i>Acartia bifilosa</i>	2.1
太平洋纺锤水蚤 <i>Acartia pacifica</i>	2.0
墨氏胸刺水蚤 <i>Centropages mcmurricchi</i>	2.0
瘦尾胸刺水蚤 <i>Centropages tenuiremis</i>	2.0
刺尾歪水蚤个 <i>Tortanus spinicaudatus</i>	2.1
钳形歪水蚤个 <i>Tortanus fociatus</i>	2.0
汤氏长足水蚤 <i>Calanopia thompsoni</i>	2.0
双刺唇角水蚤 <i>Labidocera bipinnata</i>	2.7
真刺唇角水蚤 <i>Labidocera euchaeta</i>	2.8
中华哲水蚤 <i>Calanus sinicus</i>	2.0

参考文献

- [1]杨纪明、郑严,1962.浙江、江苏近海大黄鱼的食性及摄食的季节变化,海洋科学集刊,(2):14-30.
- [2]Yang Jiming. 1982. A tentative analysis of the trophic levels of North Sea fish, Mar. Ecol. Prog. Ser. 7: 247-252.

A Study on Food and Trophic Levels of Bohai Sea Copepoda

Yang Jiming

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

(上接第29页)

章,约230多万字。内容包括:淡水鱼类繁殖,池塘综合养殖模式与大水面增殖,淡水鱼养殖技术,水生经济动物养殖,名特优种类养殖,稻田养鱼,两栖动物养殖,爬行动物养殖,营养与代谢,病害与防治,生物工程与育种,基础理论研究,

海水鱼养殖,甲壳类养殖,贝类养殖,藻类养殖,棘皮动物和腔肠动物养殖,饵料生物培养,海洋增殖,水产养殖经济,水生动物运输设备、技术与方法等。该书可供有关领导、水产科技生产人员、大专院校师生、养殖专业户等使用参

考。该书定价:135.00元,邮购请与中国农业出版社读者服务部联系。

地址:北京市朝阳区农展馆北路2号 中国农业出版社读者服务部,邮政编码:100026,电话:(010)65083260,64191582

(书讯)