

Study on Species of Plicatulidae off the China Coasts

Wang Zhenrui

(Institute of Oceanology, Academia Sinica)

Abstract

The present paper deals with the species of the Family Plicatulidae found from Chinese waters. Five species belonging to two genera are identified. Of these, two species (marked with asterisk) are recorded for the first time from Chinese waters. The species are as follows.

1. *Plicatula plicata* (Linnaeus)
2. *P. simplex* Gould
- *3. *P. australis* Lamarck
- *4. *P. philippinarum* (Hanley)
5. *Spiniplicatula muricata* (Sowerby)

过剩摄食的实验室研究

罗会明

(厦门大学海洋系)

“过剩摄食”(Superfluous feeding)问题的研究,关系到探讨浮游植物与浮游动物的种群数量变动规律,进而分析食物链各个环节之间的数量消长和种类更替等复杂而重要的生态学问题,所以很受重视。

浮游动物有无进行“过剩摄食”的能力,“过剩摄食”在什么情况下将会发生,迄今仍有颇大的争议。早在1954年春季, Cushing 就发现英国东北部海域的第Ⅴ期哲钹水蚤(*Calanus V*)的日摄饵量为其体重的370%,每日滤水5600毫升。而正常时日摄饵量只占体重的26%,日滤水量为2695毫升^[4]。1964年,他又测得*Calanus V*在浮游植物春季高峰时的平均日摄饵量为正常时的10倍以上^[6]。显然,这是产生“过剩摄食”的现象了。但他自己又发现,滤水量受培养浮游动物容器大小的影响很大,造成5—6倍的差别^[9],而摄饵量正是由

滤水量与饵料密度变化求得的。后来许多人都证实了这种方法不可靠^[2,4,5]。西沢敏等(1977)^[4]指出,关于是否存在“过剩摄食”的争论,主要是由于缺乏实验室证据。为此,我们用示踪原子方法在各种组合下直接测定动物的摄食与吸收,为“过剩摄食”提供了一些证据。

一、材料与方 法

以¹⁴C ($\text{NaH}^{14}\text{CO}_3$)、³⁵S (³⁵S-甲硫氨酸)和³²P ($\text{Na}_2\text{H}^{32}\text{P}_4$)分别标志扁藻(*Platymonas* sp.)、菱形藻(*Nitzschia closterium*)和角毛藻(*Chaetoceros* sp.)等植物性饵料,来喂饲给双齿许水蚤(*Schmackeria dubia*)成体、脊尾白虾(*Palaemon (Exopalaemon) carinicauda* Holthuis)蚤状幼体和长

毛对虾 (*Penaeus penicillatus* Alcock) 蚤状幼体。

以渗入法标志卤虫 (*Artemia salina*) 的无节幼体作为动物性饵料喂饲给脊尾白虾幼体和长毛对虾糠虾幼体。

用被³²P标志了的菱形藻喂饲牡蛎 (*Ostrea cucullata*), 取其煮熟肝脏作为人工饵料, 喂饲给脊尾白虾各期幼体。

有关藻类的标志、测定、实验的设备、样品的制作和放射性强度的测量以及数据处理, 均参见文献[1]。

全部实验都是在 $25 \pm 0.5^\circ\text{C}$ 下进行的。海水经粗细砂层和杉皮炭层过滤, 盐度取各实验动物最适盐度的范围。全部喂饲实验都在黑暗环境中进行, 以免藻类增殖以及卤虫无节幼体趋光而造成饵料密度不均匀的情况出现[4]。

实验动物对饵料的摄食率和吸收率都用直接测定方法求得:

设被标志的藻类 10^3 个细胞的计数率为 a_1 (cpm), 每尾标志卤虫无节幼体的计数率为 a_2 (cpm); 实验结束时动物所排出的粪块的总计数率为 b (cpm), 折算成藻类细胞为 $\frac{b}{a_1}$ (10^3 个), 折算成卤虫无节幼体为 $\frac{b}{a_2}$ (尾); 摄食了标志饵料7小时后每尾实验动物的平均计数率为 c (cpm), 折算成藻类细胞数为 $\frac{c}{a_1}$ (10^3 个), 折算成卤虫无节幼体为 $\frac{c}{a_2}$ (尾)。牡蛎肝脏作人工饵料的计数与折算方法与卤虫无节幼体相同, 只是换以毫克为单位。于是有:

$$\text{摄食率} = \left(\frac{b}{a_1} + \frac{c}{a_1} \right) / t = (b+c)/a_1 t$$

(10^3 个细胞/小时/尾);

捕食率 $= (b+c)/a_2 t$ (尾/小时/尾, 或毫克/小时/尾);

吸收率 $= \frac{c}{a} / t = c/at$ ($a=a_1$ 时, 单位为 10^3 个细胞/小时/尾; $a=a_2$ 时, 单位为尾/小时/尾)。

二、实验结果

(一) 摄食率与吸收率的变化特点

滤食性浮游动物对浮游植物的摄食率随着饵料密度变化的趋势, 不论是双齿许水蚤成体对扁藻 (图1)、还是长毛对虾蚤状幼体-Ⅱ对角毛藻 (图2), 都表现出一个共同的特点。即摄食率随着藻类密度的增大而增大, 并在藻类密度增至相当大之后逐渐趋向一个稳定的水平。此后摄食率就一直保持在这个最大值上, 不再随饵料密度的继续增大而变化。

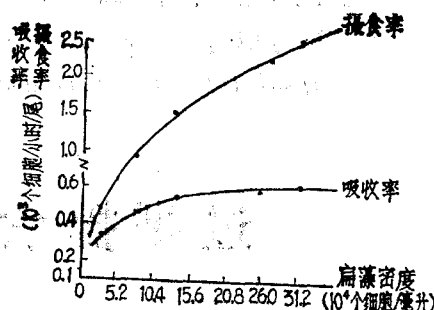


图1 双齿许水蚤成体对扁藻的摄食率与吸收率

(¹⁴C标志, $25 \pm 0.5^\circ\text{C}$, 在黑暗中摄食5—8小时)

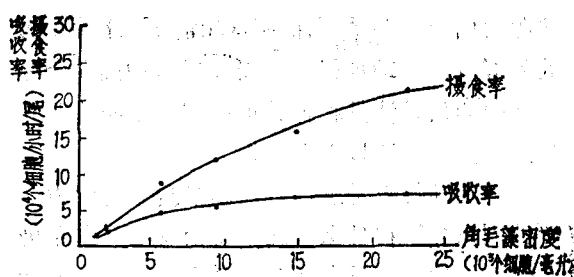


图2 长毛对虾蚤状幼体-Ⅱ对角毛藻的摄食率与吸收率

(³⁵S标志, $25 \pm 0.5^\circ\text{C}$, 在黑暗中摄食8小时)

在捕食性浮游动物中, 捕食率随饵料动物密度的变化情况服从于同样的规律。例如, 脊尾白虾蚤状幼体-Ⅲ和长毛对虾的糠虾幼体-Ⅱ对卤虫无节幼体的捕食, 就是如此 (图3、4)。

在吸收率方面, 图1—4表明, 尽管我们用不同的放射性同位素进行标志, 这四种浮游

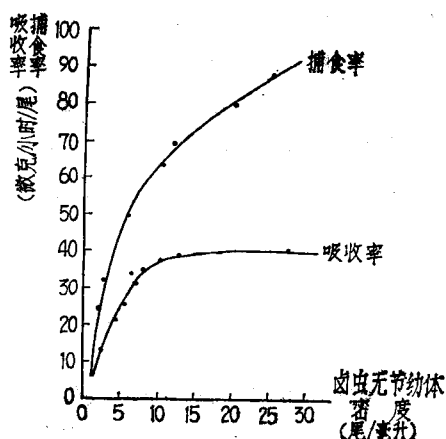


图3 脊尾白虾三龄幼体对卤虫无节幼体的摄食率与吸收率
(^{35}S 标志, $25 \pm 0.5^\circ\text{C}$, 在黑暗中摄食5小时)

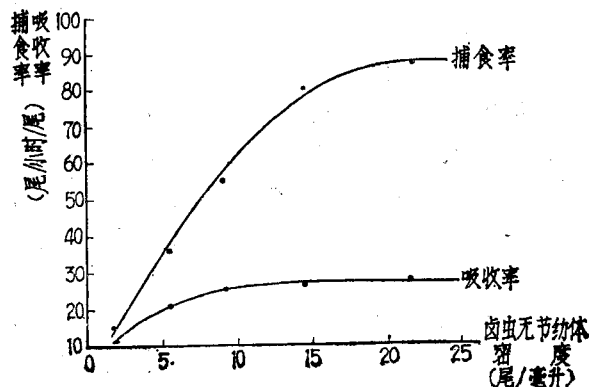


图4 长毛对虾二龄幼体对卤虫无节幼体的捕食率与吸收率
(^{35}S 标志, $25 \pm 0.5^\circ\text{C}$, 在黑暗中摄食8小时)

动物在个体大小、食性分类上也有很大的差别, 饵料的种类也发生更换, 但所得到的结果却都反映出一个明显的特点: 吸收率在饵料密度较低时随密度的增大而迅速升高; 随后这种变化的趋势便逐渐缓和下来, 并在某一饵料密度下达到最大值; 此后就稳定于这个水平而不再随饵料密度的继续增大而变化。我们称最大吸收率出现时所对应的饵料密度值为最适密度。而最大摄食率出现时所对应的饵料密度则称为最大密度。

图1—4表明, 当吸收率达到最大值并进入稳定水平时, 摄食率还处在上升阶段, 远未

达到最大值。这说明, 当实验动物此时发挥最大的消化吸收能力时, 该动物还在继续增加饵料的摄入量。这种多余的摄食量显然是一种浪费, 表明在饵料密度大于最适密度之后, 摄食已经过多了。换言之, 此时即产生了“过剩摄食”。

因此, 研究最适密度的某些性质, 便与“过剩摄食”问题的探讨紧密相连。

(二) 最适密度与最大密度的关系

如前所述, 可知在给定条件下, 最适密度总是小于最大密度。表1所提供的数据也说明了这一点。同时还表明, 最适密度比最大密度小的程度依饵料种类而异。例如脊尾白虾三龄幼体对双齿许水蚤无节幼体和对卤虫无节幼体的捕食情况便是如此。蚤-I与蚤-II两比值为什么趋势不同, 可能与实验动物本身的生理状态及捕食能力有关, 亟待进一步探讨。

表1 脊尾白虾幼体最适密度与最大密度的关系

实验动物	饵料 比 值	双齿许水蚤 无节幼体	卤虫无节幼体
		最适密度: 最大密度	最适密度: 最大密度
蚤-I		1:2.22	1:1.33
蚤-II		1:1.07	1:2.00

(三) 最适密度与饵料种类的关系

对于同一种实验动物来说, 在环境条件相同的情况下, 最适密度的大小与饵料的种类有密切的关系。如脊尾白虾幼体(表2)捕食双齿许水蚤和卤虫的无节幼体时, 实验条件和时间完全一样, 所得最适密度就大不相同。原因是卤虫无节幼体大小为0.6—1.0毫米, 许水蚤无节幼体大小为0.2—0.3毫米, 二者相差甚多。假定二者被白虾幼体消化吸收的程度及营养价值相同, 那么在同样的密度下, 某一期的白虾幼体在单位时间内所捕获的卤虫无节幼体无疑要比许水蚤的多。换言之, 也就比较先产生“过剩摄食”。事实上, 这两种饵料对白虾幼体来说, 营养价值和消化吸收难易都相当接近。所以将它们所对应的捕食率和吸收率用重

量单位(微克或毫克)来表示时,我们这个解释就变得更加明显了^[1]。

表2 脊尾白虾幼体的最适密度与饵料种类的关系

实验动物	最适密度 (尾/毫升)	
	许水蚤无节幼体	卤虫无节幼体
蚤-I	37.0	6.5
蚤-II	81.0	10.0
蚤-III	86.0	11.0

(四) 最适密度依动物种类而异

图3与图4表明在同样的实验条件下分别给脊尾白虾和长毛对虾的幼体投喂相同的卤虫无节幼体,由于实验动物的种类不同,二者的最适密度相差也较明显。白虾蚤状幼体-III此时的最适密度为12.5尾/毫升,而长毛对虾糠虾幼体-II此值却为15.0尾/毫升。

动物不同,其营养需求量各异。本例中还含有二种动物发育阶段不同所产生的影响,但却不能排除由动物种类不同所起的作用。可见,不同的动物摄取同样的饵料时,将在不同的密度下产生“过剩摄食”。

(五) 最适密度依动物的生长发育而类

图5是用熟牡蛎肝脏作为人工饵料投喂给脊尾白虾各期幼体的实验结果。饵料投喂量是过量的,保证白虾幼体吃不完,因此所得的捕食率与吸收率都是最大值。图5表明,随着脊尾白虾幼体的生长发育,最大吸收率也相

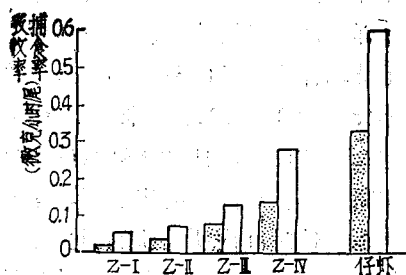


图5 脊尾白虾各期幼体对牡蛎肝脏的捕食率(白框)与吸收率(点框), (^{32}P 标志, $25 \pm 0.5^\circ\text{C}$, 在黑暗中摄食7小时)

应增大。即产生“过剩摄食”的密度值随着动物发育过程而增大。事实上,本组实验因为投饵量过剩,“过剩摄食”在各组合实验中都已产生,因而白虾幼体所排泄的粪块的放射性强度很高,内中含有大量未被消化吸收的人工饵料。

三、讨 论

1. 摄食率表明动物在给定条件下的摄食状况。它们的最大值表明动物在该条件的最大摄食能力。摄食率的这种依饵料密度而变化的规律性,不但为本实验从不同角度加以揭示,而且也早被许多学者查悉。Parsons (1969)^[10]、Nassogne (1970)^[3]、Steel (1974)^[11]等均得到类似的结果。即使所给的饵料大小不同时,所得摄食率随饵料密度而变化的情况,也服从于本实验所得的规律。Frost (1972)^[7]以直径为35 μ 、75 μ 和87 μ 的三种Coccinodiscus (藻类) 喂饲给太平洋哲水蚤 (Calanus pacificus) 也得到同样的结果。

可见,动物都有在某条件下的最大摄食能力。它们不可能无限地摄取饵料。另一方面,动物在给定条件下对某种饵料都有一个最大的消化吸收能力。当摄饵量超过这种最大消化吸收能力时,动物显然也不可能再多消化吸收一些饵料。因而此时动物排泄物中放射性强度的增大并非代谢尾产物增多,而是未被利用的饵料的排出量增大所致。

由于本实验用直接测定摄食与吸收的方法进行,因此结果的可靠性大。本实验证明,最大摄食能力远大于最大吸收消化能力,在饵料足够丰富时,即其密度大于最适密度时,产生“过剩摄食”是必然的。

过去,之所以对“过剩摄食”是否存在有颇大争论,主要原因是只从滤水量或摄食率的大小入手。把这种外表的指标作为探讨问题的指标^[4,5],却离开了动物对饵料消化吸收能力这个基本的内在依据,自然会陷入混乱。加

之摄食量又是间接计算的,可靠性差,并且滤水量的可变性也大^[2、4]。同时,人为地把动物最大摄食量定为约占其体重的40%左右更是欠妥的^[4]。因为动物种类、发育阶段和生理状态不同,营养需求量和消化吸收能力都在变化之中。并且,饵料本身的大小、轻重、营养价值与消化吸收的难易也各不相同。因此,过去的争论主要是没有抓住适宜的指标所致。

我们认为,用放射性同位素标志饵料的方法,从粪便、饵料生物和实验动物三者的放射性直接测定以获得吸收率与摄食率,以此来研究“过剩摄食”问题是一种比较妥当的方法。

2. 由本实验得知,四种不同大小、不同种类和不同发育阶段的浮游动物,对浮游植物、浮游动物及人工饵料都可能产生“过剩摄食”。脊尾白虾的仔虾对牡蛎肝脏也能产生“过剩摄食”。另外,在研究双齿许水蚤幼体、卤虫各期幼体、长毛对虾及脊尾白虾各期幼体的摄食与吸收时,都发现它们存在着“过剩摄食”现象。由此可见,“过剩摄食”具有普遍性。

实验还证明,饵料的最适密度受多种因素的影响而变化。这表明,“过剩摄食”也是可变化的,它具有受到最适密度而决定的一系列特点。

3. 由于本实验提供了“过剩摄食”的一些证据,这在理论上当有参考价值。在培育浮游动物和进行鱼虾贝类的人工育苗中,以最适密度为投饵量指标是至关重要的。这样既不浪费饵料,又能满足动物的营养需求,效果必然较好。例如, Lasker (1966)^[8]发现,以卤虫

无节幼体满足太平洋磷虾 (*Euphausia pacifica*) 的营养需求时,其日生长速度约为在自然海域中的二倍。

此外,培养池中的光线也宜均匀,并且池水宜稍有流动,否则饵料动物将由于趋光性而密集于光线较强的区域,这就可能产生“过剩摄食”的密度条件。

参 考 文 献

- [1] 黄厚哲、罗会明, 1980. 厦门大学学报(自然科学版), (3): 81—90.
- [2] 元田 茂编, 1975. 海洋プランクトン, P131—192, 东海大学出版会.
- [3] 丸茂隆三编, 1978. 海洋プランクトン, P87—110, 东京大学出版会.
- [4] 西沢 敏、石田力一、川崎 健编, 1977. 海の生物群集と生产, 恒星社厚生阁, P118—162.
- [5] Conover, R.J., 1963. *Limnol. Oceanogr.*, 11 (3): 346—354.
- [6] Cushing, D. H., 1964. The work of grazing in the sea, In *Grazing in Terrestrial and Marine Environments*, (E. J. Crisp, ed.), Blackwell, Oxford, 207—255.
- [7] Frost, B.W., 1972. *Limnol. Oceanogr.*, (17): 805—815.
- [8] Lasker, R., 1966. *J. Fish. Res. Bd. Can.*, (22): 1291—1317.
- [9] Marshall, S.M., 1973. *Adv. Mar. Biol.*, (11): 57—120.
- [10] Parsons, T.R., LeBrasseur, R.J., Fulton, J.D., and O.D., Kennedy, 1963. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, (3): 39—50.
- [11] Steel, J.H., 1974. *The Structure of Marine Ecosystems*, Blackwell Sci. Pub., Oxford, London, P128.

Experimental Studies on the Superfluous Feeding of Some Marine Zooplanktons

Luo Huiming

(Dept. of Oceanogr. Xiamen Univ.)

Abstract

The feeding rate, the predatory rate and the absorbance of *Schmackeria dubia* and the zoea of *Palaemon (Exopalaemon) carinicauda* HoHhuis and *Penaeus penicillatus* Alcock were investigated with C^{14} ($NaH^{14}CO_3$) and S^{35} (S^{35} -Methionine) and

$P^{32}(Na_2H^{32}PO_4)$ labelling technique, and the following results were obtained.

Using labelled *Platytomonas* sp., *Nitzschia clasterium* and *Chaetoceros* sp. as diet-phytoplanktons, the feeding rate of the experimental animals increases with the raising of the food density up to a certain level, then maintains at that level regardless of raising the density still further. Essentially, the predatory rate for the nauplius *Artemia salina* and the absorbance for these food also vary with the density of the diet on the same trend. We call the food density for maximum absorbance the optimal density.

The feeding rate or the predatory rate increases when the absorbance increases to a maximum and maintains at that level, that is to say, superfluous feeding may occur where the food density is higher than the optimal density. The characters of superfluous feeding have also been discussed preliminarily in this paper.

湛江内湾细基江蓠生态研究*

李 伟 新

(湛江水产学院)

细基江蓠 *Gracilaria tenuistipitata* C. F. Chang et B. M. Xia 属红藻门、红藻纲、杉藻目、江蓠科, 它和江蓠属的其他种类都是提取琼胶的主要原料。

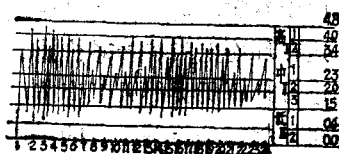
细基江蓠在湛江内湾分布广且产量大, 其中以特呈岛较多, 霞山次之。六十年代和七十年代, 我们先后在这两地选择了新屋、C点、东口、造船厂附近、海滨公园等5个观察点进行细基江蓠生态的观察, 每月进行生物量的统计。现将细基江蓠生态有关情况作一报道。

一、细基江蓠在潮间带的垂直分布

湛江内湾的潮汐属于不规则的半日潮, 大潮平均潮差为3.4米; 小潮最低为0.7米, 平均潮差为1.3米。

1963年2月1日—24日, 我们在湛江港内湾造船厂的观察点采用瓦扬 (Vaillant, 1896)

的划分方法, 依据大小潮时涨落的平均水位, 把潮间带的垂直区共分为高、中、低三区共七层 (见下图)。



每逢大潮之际, 我们在上述5个观察点的潮间带进行了定量采集和观察, 几年来我们发现潮间带的中Ⅱ₁、中Ⅱ₂、中Ⅱ₃、低Ⅲ₁、低Ⅲ₂都有细基江蓠生长。

细基江蓠在潮间带的适应能力是很强的, 只要有附着基或退潮时有积水的地方它们皆能生长。5个观察点的中、低潮带都有许多鹅蛋状的粗糙石块, 为细基江蓠的良好附着基。从

* 本文承张峻甫先生审阅, 黎绍贞、黄德调、刘思俭、丁镇芬同志参加了部分试验工作, 图件由丁镇芬清绘, 在此一并致谢。