

# 珠江口哲水蚤桡足类肠含物荧光分析

黄创俭

陈清潮 黄良民

(香港中文大学) (中国科学院南海海洋研究所, 广州 510275)

收稿日期 1990年6月13日

关键词 珠江口, 哲水蚤, 肠荧光

**提要** 本研究以哲水蚤桡足类为实验材料, 通过用荧光法测定其肠内植物色素(叶绿素 a + 褐色素)的办法, 来估算哲水蚤的现场摄食活动。在鉴定的 16 个种中, 有 13 种含有肠荧光。观察肠荧光与周围食物之间不存在显著相关。还观察到有 3 个种的肠荧光有强烈昼夜变化, 其高值出现在夜间。

有关珠江口哲水蚤的食物和摄食生态方面的研究尚不多见。本项研究在于提供珠江口哲水蚤主要种类摄食生态方面的初步资料。以肠内叶绿素 a 加褐色素的总量作为哲水蚤被采获

时现场摄食活动的一个指标<sup>[14]</sup>。

## I. 材料和方法

研究所用样品系 1989 年 6~12 月间在珠

江口采集站(图 1)用浮游生物网(口径 0.5m, 筛绢 660.7 $\mu$ m) 垂直拖网所获。将采到的哲水蚤用海水冲洗后, 放入培养皿速冻。取表层水样测定周围食物量。在实验室内采用帕森等人(1984)荧光法测定叶绿素 a 含量。在显微镜下检定浮游植物密度, 并在解剖镜光亮中快速将所需要的桡足类挑出, 以避免肠色素光降解。分析之前将挑出的哲水蚤放入小指管在暗冰箱内保存。

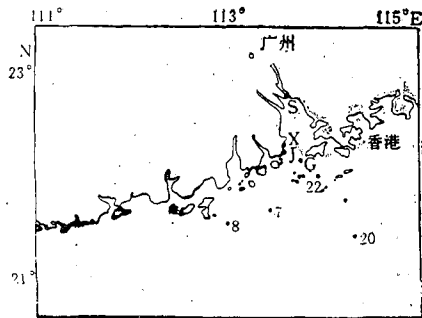


图 1 珠江口区哲水蚤肠含物荧光分析采集点  
Fig. 1 Sampling sites

桡足类肠荧光的测量以 Mackas 和 Bohrer 的方法进行修正。将桡足类从指管中挑出, 置入含有 5mL 90% 丙酮的小试管中渗透。每个丙酮样品的个体数 2~22 个。对个别采样站, 最多用了 4 个样品反复测定一个种的肠内色素。对样品萃取 4h 和一夜的情况进行比较后, 发现没有差别, 为此将所有样品在暗箱萃取 4h 定为最低处理时间。荧光的测量以特纳 112 荧光计进行, 其方法是先用丙酮萃取荧光, 继之加一滴 5% 盐酸起酸化作用。叶绿素 a 和褐色素的计算按 Wyman 方程式进行, 以肠内色素量作为一个指标求出总数。一些作者修正了在动物饥饿状态下的荧光背景值<sup>[6,14,16]</sup>。一些样品中, 肠荧光少于 0.01ng 个体, 系动物持续饥饿之后背景值, 因此所得结果是不准确的。

## II. 结果和讨论

表 1 示在珠江口各采集站的采集日期、最大深度和包含食物量。通过测量肠荧光检定哲水蚤的摄食活动, 以及从叶绿素 a 和与叶绿素

a 等重的褐色素的总和确定肠内植物色素的数量。这个数值代表哲水蚤被捕获时的摄食浮游植物总量。用于测定的哲水蚤共有 16 种(隶属于 9 科 11 属)。在单个取样站的一个种的重复样品中肠内色素含量的差异性是小, 其平均范围约为 0.5 到 2 倍。相反, 这种差异性在各采集站中相当高(表 2), 可以认为海洋桡足类的摄食活动是随着季节, 一天内不同时间和周围食物量的多少而变化的。其他作者<sup>[1,4,6,11]</sup>的报告也表明, 大多数的肠管饱满值均在此范围。

表 1 采集时间、日期、最大深度和不同采集站浮游植物细胞密度和水中叶绿素 a 含量

Tab. 1 Times and dates of collection, maximum depth, phytoplankton cell density and water chlorophyll a content at various sampling sites

| 站位             | 日期<br>(年·月·日) | 时间<br>(时:分) | 最大深度<br>(m) | 细胞密度<br>(10 <sup>3</sup> Cells/<br>L) | 水中叶绿素 a<br>(mg·m <sup>-3</sup> ) |
|----------------|---------------|-------------|-------------|---------------------------------------|----------------------------------|
| 7              | 1989.7.14     | 14:30       | 30          | 3907                                  | 0.82                             |
| 8              | 1989.7.14     | 17:00       | 32.5        | 6030                                  | 1.32                             |
| 20             | 1989.7.20     | 17:15       | 74          | 45                                    | 1.41                             |
| 22             | 1989.7.20     | 14:30       | 25          | 547                                   | 3.85                             |
| S <sub>1</sub> | 1989.6.1      | 06:30       | 12          | 109                                   | 1.67                             |
| S <sub>2</sub> | 1989.6.1      | 21:30       | 12          | 109                                   | 1.67                             |
| S <sub>3</sub> | 1989.11.30    | 20:10       | 12          | 566                                   | 0.95                             |
| S <sub>4</sub> | 1989.12.1     | 11:10       | 12          | 566                                   | 0.95                             |
| J              | 1989.6.21     | 11:20       | 8           | 33                                    | 1.93                             |
| X              | 1989.6.21     | 09:40       | 3           | 12                                    | 1.93                             |
| G              | 1989.7.22     | 08:30       | 16          | 71                                    | 4.34                             |

S = 沙角; J = 九洲; X = 香洲; G = 桂山。

表 2 概括出 16 种哲水蚤中 13 个种的肠荧光研究结果。这个结果与过去的研究<sup>[1,13,15,21]</sup>是一致的。在所研究的 16 种哲水蚤中, 奥氏胸刺水蚤、海洋真刺水蚤和瘦歪水蚤等 3 种没有肠荧光记录。这些哲水蚤没有肠荧光, 是由于它们是肉食性的或者是在捕捉时没有摄食活动。真刺水蚤科和歪水蚤科是典型肉食性的<sup>[1,15,20]</sup>, 胸刺水蚤属是杂食性的, 但它喜食动物性食料<sup>[1]</sup>。对奥氏胸刺水蚤肠含物中没有色素的情况较难于解释。口器鉴别结果和实验室内摄食实验表明, 角水蚤科的摄食习性主要是肉食性的<sup>[1,15]</sup>。至此, 有意义的是注意到了唇角水蚤属内 3 个种的肠管色素含量均较高。此外, 曾有

表 2 不同采集站哲水蚤肠内色素量

Tab. 2 Gut pigment level of Calanoida at various sampling sites

|                                      | 体 长<br>(mm) | 站 位            | 肠内色素<br>(ng · ind <sup>-1</sup> ) | 数 目 |
|--------------------------------------|-------------|----------------|-----------------------------------|-----|
| 纺锤水蚤科<br><i>Acartia spinicauda</i>   | 1.40~1.55   | S <sub>3</sub> | 2.47                              | 3   |
|                                      |             | S <sub>4</sub> | 0.77                              | 15  |
|                                      |             | J              | 0.51                              | 10  |
| <i>Acartia negligens</i>             | 1.15~1.20   | 22             | 0.23                              | 12  |
| 哲水蚤科<br><i>Canthocalanus pauper</i>  | 1.50~1.55   | 22             | 0.32                              | 22  |
|                                      |             | G              | 0.00                              | 17  |
| <i>Undinula vulgaris</i>             | 2.80~2.95   | 7              | 0.00                              | 8   |
|                                      |             | 8              | 0.65                              | 25  |
|                                      |             | 20             | 1.05                              | 19  |
| 胸刺水蚤科<br><i>Centropages furcatus</i> | 1.60~1.75   | 7              | 0.11                              | 18  |
|                                      |             | 8              | 0.64                              | 5   |
|                                      |             | 22             | 0.59                              | 16  |
|                                      |             | G              | 0.00                              | 12  |
| <i>Centropages orsinii</i>           | 1.40~1.65   | 7              | 0.00                              | 13  |
| <i>Sinocalanus levidactylus</i>      | 1.20~1.30   | S <sub>2</sub> | 0.00                              | 14  |
|                                      |             | S <sub>3</sub> | 0.55                              | 13  |
|                                      |             | S <sub>4</sub> | 0.00                              | 2   |
| 真哲水蚤科<br><i>Eucalanus subcrassus</i> | 1.95~2.35   | 22             | 0.00                              | 20  |
|                                      |             | G              | 0.77                              | 35  |
| 真毛科<br><i>Euchaeta marina</i>        | 3.45~3.75   | 20             | 0.00                              | 2   |
| 角水蚤科<br><i>Labidocera acuta</i>      | 2.90~3.25   | 7              | 0.00                              | 7   |
|                                      |             | 8              | 0.98                              | 9   |
| <i>Labidocera euchaeta</i>           | 2.50~2.85   | S <sub>3</sub> | 2.21                              | 16  |
|                                      |             | S <sub>4</sub> | 1.44                              | 18  |
| <i>Labidocera minuta</i>             | 2.00~2.05   | 7              | 0.00                              | 21  |
|                                      |             | 8              | 0.43                              | 8   |
|                                      |             | G              | 0.00                              | 4   |
| 伪镖水蚤科<br><i>Schmackeria forbesi</i>  |             | S <sub>1</sub> | 0.35                              | 42  |
| 宽水蚤科<br><i>Temora discaudata</i>     | 1.80~       | 7              | 0.36                              | 9   |
|                                      |             | 8              | 0.29                              | 19  |
|                                      |             | 22             | 0.65                              | 10  |
| <i>Temora turbinata</i>              | 1.30~1.50   | 7              | 0.00                              | 24  |
|                                      |             | 8              | 0.00                              | 19  |
|                                      |             | 22             | 0.43                              | 24  |
|                                      |             | G              | 0.31                              | 15  |
| 歪水蚤科<br><i>Tortanus gracilis</i>     | 1.75~1.80   | 22             | 0.00                              | 15  |

报道三刺唇角水蚤也能摄食藻类, 在它们食物中包括双鞭毛藻和硅藻, 以及小型浮游动物<sup>[3]</sup>。

汇集所有的资料发现, 在捕获样品以水柱中的叶绿素 a 浓度与周围色素含量之间没有相关 ( $r = -0.24, n = 36, P > 0.05$ ) (图 2)。Boyd 等发现对秘鲁上升流系中的桡足类来说, 肠内色素量与水中叶绿素 a 的浓度之间很少相关。Dagg 和 Wyman 也曾报道, 在白令海对羽新哲水蚤和冠毛新哲水蚤来说, 周围水中叶绿素含量与肠内色素含量之间没有相关关系。与这些结果相反, Baars 和 Oosterhuis 报道, 北海的几种哲水蚤的肠色素水平与水中叶绿素浓度之间呈正相关。在厄勒海峡(瑞典-丹麦)钩胸刺水蚤和伪哲水蚤<sup>[16]</sup>和在实验室用培养藻

类喂食的海洋哲水蚤<sup>[12,22]</sup> 也发现均呈正相关。

对在珠江口内沙角采集站于不同时间捕获的哲水蚤肠荧光变化探查, 发现它们摄食活动具有昼夜变化。11 月 30 日晚(20:10)在 S<sub>3</sub> 站和 12 月 1 日上午(11:10)在 S<sub>4</sub> 站所采的桡足类的肠内色素具强烈昼夜变化。对捕获的个体用于肠色素分析, 发现刺尾纺锤水蚤、左指华哲水蚤和真刺唇角水蚤 3 个种, 在夜间明显地出现最高值。在白天采集的左指华哲水蚤肠内不含色素, 在 20:10 时采到的标本每个个体肠色素含量平均为  $0.55 \mu\text{g} \cdot \text{个体}$ , 刺尾纺锤水蚤肠内色素量在 20:10 时平均为  $2.47 \mu\text{g} \cdot \text{个体}$ , 但次日 11:10 时采到的则减少到  $0.77 \mu\text{g} \cdot \text{个体}$ 。真刺唇角水蚤虽然变化幅度较低, 但也确实显示了肠荧光昼夜差异。在 20:10 时采集的, 其变化为  $2.21 \mu\text{g} \cdot \text{个体}$ , 于次日 11:10 时采集的则减至  $1.44 \mu\text{g} \cdot \text{个体}$ 。有关海洋哲水蚤许多种类肠内色素量的昼夜变化已有报道<sup>[2,5,8,10,11,14,15,19]</sup>, Gauld (1953)论证了哲水蚤昼夜摄食节律, 认为动物垂直移动与进入和移出食物富集层有关。关于这一方面, Petiga (1958)提出了摄食活动昼夜变化交替的假说。Duval 和 Geen (1976)在实验室中于连续黑暗的条件下, 观察了湖泊浮游动物摄食活动的内源节律。没有关于动物垂直分布的资料, 不可能决定所观察到的摄食活动的昼夜变化是否与垂直移动耦合。然而必须指出, 在珠江口内沙角白天采集的桡足类, 动物肠饱满的情况仍明显标志出昼夜的变化。由此看来可支持 Petiga 的假说。

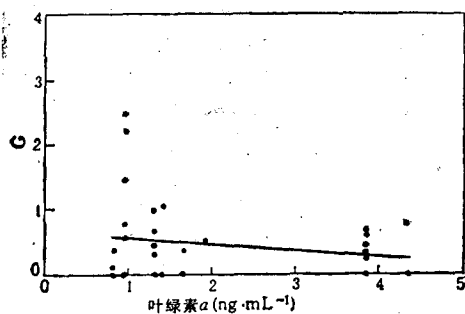


图 2 桡足类在水柱中叶绿素 a 和圆点对应哲水蚤肠含物相关

$$y = 0.11x + 0.68, r = -0.24$$

Fig. 2 Gut content of calanoid copepods plotted against concentration of chlorophyll a in the water column from which the animals were captured

# FLUORESCENCE ANALYSIS OF THE GUT CONTENTS OF CALANOID COPEPODS IN THE ZHUJIANG RIVER ESTUARY

Wong Chong Kim

*(Biology Department, The Chinese University of Hong Kong Shatin, N. T., Hong Kong)*

Chen Qingchao and Huang Liangmin

*(South China Sea Institute of Oceanology, Academia Sinica, Guangzhou 510275)*

Received: June, 13, 1990

**Key Words:** Zhujiang Estuary, Calanoid copepods, Gut Fluorescence

## Abstract

Calanoid copepods were collected from sampling stations in the Zhujiang River Estuary ( $113^{\circ}04'-114^{\circ}20'E$ ;  $21^{\circ}17'-22^{\circ}19'N$ ) from June to December, 1989. In situ grazing activity was estimated by measuring the fluorescence of plant pigments (chlorophyll *a* + phaeopigment) in the guts of the animals. 13 of 16 species examined contained gut fluorescence between sampling stations. No significant correlation between gut fluorescence and ambient food concentration was found. Strong diurnal variation in gut fluorescence with highest values at night was observed in 3 species.