

胶州湾 3 种哲水蚤种群动态的研究

仲学锋 肖贻昌

(中国科学院海洋研究所, 青岛 266071)

收稿日期 1991 年 6 月 26 日

关键词 拟哲水蚤, 纺锤水蚤, 种群动态

编者按 研究生这一学者群已能代表或体现某一学科领域新的学术思想、观点, 他(她)们应用了新技术、方法或手段, 向传统的思想、观念提出了挑战, 为科学的发展注入了新的生机。鉴此, 本刊辟出专栏, 为海洋科学界的研究生们提供一个讲坛、论坛, 以期为读者洞开一扇能吹进清新空气和温馨晨光的——窗。

提要 本文研究了胶州湾内小拟哲水蚤 (*Paracalanus parvus* Claus), 双刺纺锤水蚤 (*Acartia bifilosa* Giesbrecht) 和太平洋纺锤水蚤 (*A. pacifica* Steuer) 3 种哲水蚤一年内的种群结构和种群数量的季节变化规律, 并讨论了体长的季节变化及其与温度之间的关系。

作为胶州湾内浮游桡足类的优势种, 小拟哲水蚤、双刺纺锤水蚤和太平洋纺锤水蚤在胶州湾生态系食物网中起着重要作用。对这些优势种种群动态的研究, 不仅能搞清其本身的繁殖、发育、生长和种群变动规律, 也可为研究浮游动物在胶州湾生态系物质循环和能量流动中的作用提供依据。

I. 材料与方法

在湾东近岸 B₂ 站 (120°19.8'E, 36°09.3'N), 1988 年 5 月~1989 年 5 月, 每月采样 1~2 次。用浅水 II 型网和浅水 III 型网自底至表垂直拖网, 样品当场用 5% 福尔马林海水固定。同时测表层水温和表层海水盐度。按桡足幼体分五期(分别用 C₁ 至 C₅ 表示), 成体分雌、雄(分别用 FC₁ 和 MC₁ 表示)分别计数。

随机选取雌、雄成体各 50 个, 测量头胸部长度, 取其平均值。太平洋纺锤水蚤末胸节后侧角刺状突起的长度不计算在内。

II. 结果与讨论

II. 1. 种群结构与种群数量的季节变化

II.1.1. 小拟哲水蚤(图 1)

小拟哲水蚤在胶州湾内终年存在。调查开始的 5 月份数量还很少; 5 月下旬, 桡足幼体占总数的 82%; 6 月上旬, 数量上升到 160 个/m³, 桡足幼体比例下降到 62%; 此后数量继续上升, 6 月底, 为 1500 个/m³, 此时成体占种群的 56%。这时成体体长也明显大于其后成体体长。由此可见, 5~6 月完成了第 1 个世代。7 月份, 前期桡足幼体 (C₁~C₃) 的数量逐渐增加, 后期桡足幼体

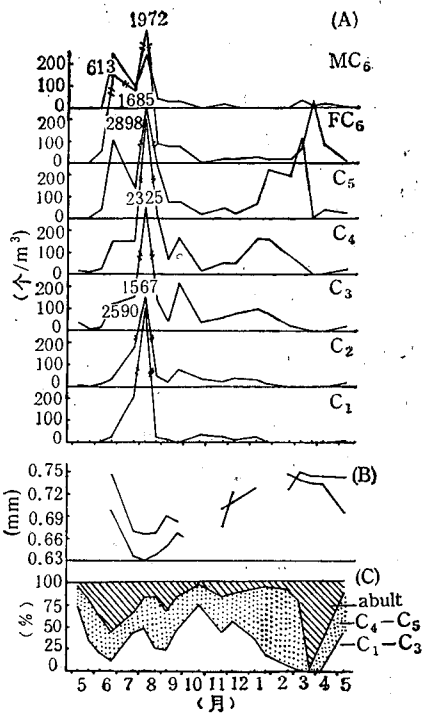


图1 小拟哲水蚤
(图中“abult”应为“adult”)
Fig. 1 *Paracalanus parvus*

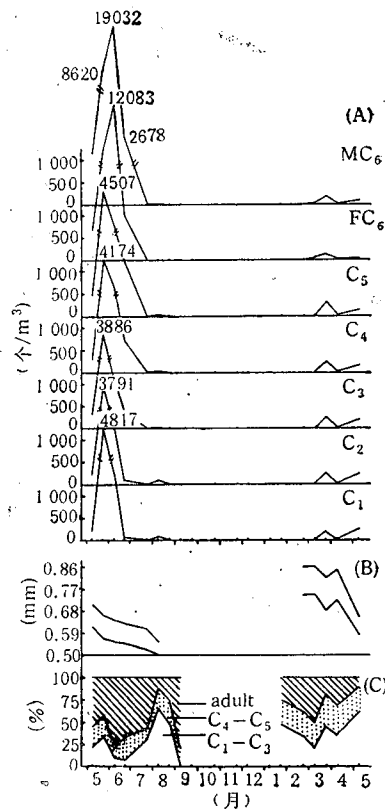


图2 双刺纺锤水蚤
Fig. 2 *Acartia bificosa*

及成体的数量逐渐减少;7月下旬至8月上旬,数量急增。8月中旬,数量达一年的最高峰,为13000个/m³。此时前期桡足幼体占优势,为50%。估计6月底成体产生的幼体在7月底8月初发育成熟并开始繁殖,加之继续发育成熟的成体,共同形成了8月中旬的数量高峰。这时成体体长较6月下旬的成体体长有明显的减小。因此判断第2个世代的时间大约在7~8月初。8月底,数量急剧下降到840个/m³,成体占15%;9月中旬,成体比例上升到33%,成体体长也较第2世代有明显的回升。此时,估计已完成了第3个世代。9月底,数量稍有回升,桡足幼体占85%;10月下旬数量下降到140个/m³,桡足幼体占99%;11月底成体的比例上升到16%,这时成体体长较上一个世代又有所增加,此时估计完成了第4个世代。11月份成体数量较多,此时可能产生越冬的第5世代。从图1(A)中可以明显地看出,12月至翌年3月,桡足幼体各发育期随时间推移而呈现逐渐成熟的趋势。3月底已发育成熟,雌性成体数量占绝对优势,为94%。这时已完成了第5世代。5月初,又开始出现前期桡足幼体,开始了下一个年周期变动。

综上所述,胶州湾内小拟哲水蚤全年存在,数量高峰发生在8月,全年约有5~6月,7~8月初,8~9月,9~11月和11至翌年4月5个世代。前4个世代生长较快,时间短,相邻世代之间常有交叉重叠。唯有冬季的第5个世代,生长慢、周期长,逐期发育的趋势清晰可辨。胶州湾内小拟哲水蚤是以后期桡足幼体的形式过冬的。在加拿大不列颠哥伦比亚省 Saanish 湾也发现,小拟哲水蚤和小伪哲水蚤 (*Pseudocalanus minutus*) 也是以后期桡足幼体形式过冬的。^[3]

II.1.2. 双刺纺锤水蚤(图2)

双刺纺锤水蚤在胶州湾内数量高峰出现的时间比较集中。调查开始的5月上旬,其数量已较

多,成体占 55%,可见此时这种哲水蚤已发育成熟,并开始繁殖。此后其数量急剧增加,前期桡足幼体的比例加大;5月下旬数量为 35 000 个/ m^3 ,其中桡足幼体占 59%;随后桡足幼体数量下降,成体数量增加,6月上旬,达一年数量最高峰,为 40 000 个/ m^3 。至此,这一世代的个体发育成熟。比较该世代与上一世代的成体体长,有较明显的差异。6月份水温已升至 20°C,已不利于该种的繁殖、发育。6月底,该种数量下降到 7 100 个/ m^3 ,其中成体占 66%;此后数量继续下降,9月份该种从水体中完全消失,而以休眠卵的形式存在于底泥中(关于休眠卵的研究结果将另文发表)。1989年1月下旬,有零星个体出现,2~3月数量缓慢增加,桡足幼体比体逐渐减小,成体比例逐渐增大。3月上旬,数量为 170 个/ m^3 ,其中成体占 51%;3月下旬,数量增加到 1 500 个/ m^3 ,其中桡足幼体数量占优势,为 81%,这可能是3月上旬的成体繁殖的结果,也可能是休眠卵继续卵化造成的。4月上旬,种群数量为 140 个/ m^3 ,5月上旬,数量又增加到 1 100 个/ m^3 ,桡足幼体占 49%。比较连续两年5月上旬的情况,1989年该种种群的发育比1988年要迟一些。综上所述,并结合体长变化分析,双刺纺锤水蚤在胶州湾内大约有3~5月、5~6月和7月至翌年3月3个世代。其中第三个世代是越冬世代,7月至翌年1月间,以休眠卵的形式存在于底泥中。

II.1.3. 太平洋纺锤水蚤(图3)

太平洋纺锤水蚤在胶州湾出现的时间集中在5~9月5个月的时间内。5月份数量很少;6月

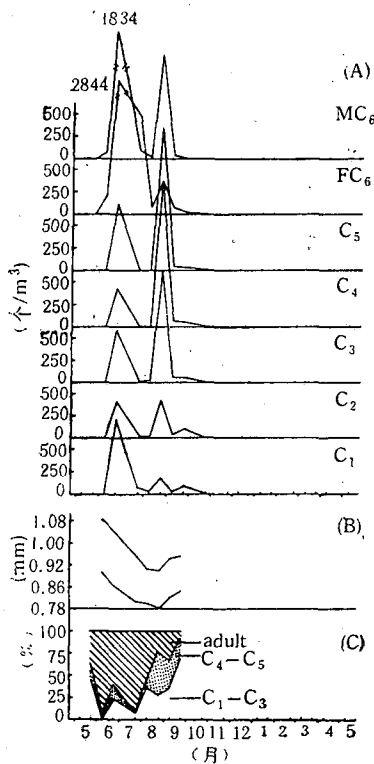


图3 太平洋纺锤水蚤
Fig. 3 *Acartia pacifica*

注: A. 种群结构及种群数量的季节变动; B. 体长的季节变动; C. 不同发育期数量比例的季节变动

A. Abundance of stages; B. Body length; C. Percentage distribution of stages

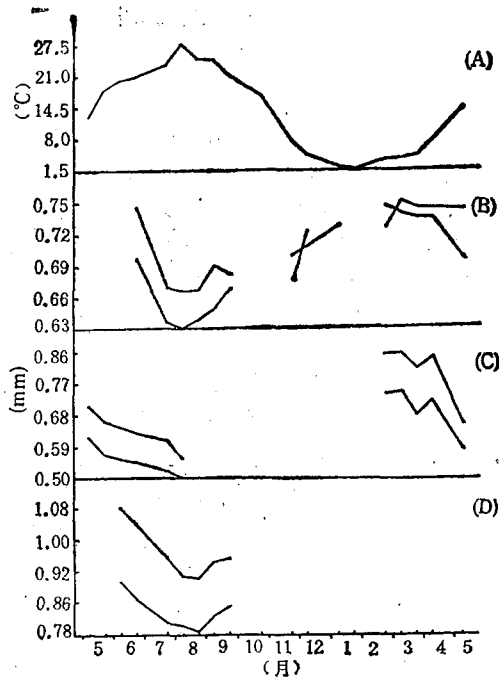


图4 体长的季节变化

Fig. 4 Seasonal changes of temperature and body length

A. 表层水温; B. 小拟哲水蚤; C. 双刺纺锤水蚤; D. 太平洋纺锤水蚤

A. Surface water temperature; B. *Paracalanus parvus*; C. *Acartia bifilosa* D. *Acartia pacifica*

份数量开始增加。6月上旬数量为 300 个/m³其中成体占 95%，表明此时完成了一个世代。这个世代是由休眠卵孵化而来的。世代发育过程中水温较低，其成体体长最大。6月中旬数量猛增，桡足幼体比例逐渐增大；6月下旬数量达 7 700 个/m³，为一年的数量最高峰。7月下旬数量下降到 1 300 个/m³，成体占 92%，这是本年第一个世代的终结。这个世代期间由于水温升高，体长明显较小。8月中旬，数量减少到 170 个/m³；8月底数量急增至 6 600 个/m³，形成一年中数量的次高峰。这时桡足幼体占优势，为 77%，9月中旬数量下降到 300 个/m³，成体比例增加到 35%，表明太平洋纺锤水蚤已基本完成了第 2 个世代。由于这一世代期间水温降低，所以成体体长较上一世代有所回升。10 月，该种从水体中完全消失。因此，太平洋纺锤水蚤在胶州湾内有 3 个世代，出现时间分别约在 6~7 月、8~9 月和 9 月至翌年 6 月。其中第 3 个世代是越冬世代，冬季，以休眠卵的形式存在于底泥中。

根据黄世玖及胶州湾农牧化浮游动物调查报告¹⁾，太平洋纺锤水蚤在胶州湾一年内仅有一个数量高峰，未发现本文所述的第二个数量高峰。这或许是种群数量年际变动的结果，也可能是由调查及分析方法不同造成的。如果每月仅采样一次，且只计数成体，这就有可能因忽视该种发育快的特点，在取样时，恰恰错过了这种哲水蚤出现的第二个数量高峰。

III. 体长的季节变化及与温度的关系

图 4 是胶州湾 3 种哲水蚤体长的季节变化。由图 4 可知，3 种哲水蚤的体长与水温呈明显的负相关。

通过线性回归计算，得出体长 $L(\mu\text{m})$ 与当时表层水温 $T(^{\circ}\text{C})$ 的关系： $(r$ 为相关系数)小

拟哲水蚤： 雌： $L = -2.50T + 743.17$ $r = -0.72$

雄： $L = -4.55T + 754.42$ $r = -0.89$

双刺纺锤水蚤： 雌： $L = -11.88T + 873.97$ $r = -0.90$

雄： $L = -9.86T + 753.12$ $r = -0.89$

太平洋纺锤水蚤： 雌： $L = -18.73T + 1395.76$ $r = -0.82$

雄： $L = -12.57T + 1119.33$ $r = -0.83$

以及体长与采样一个月前表层水温的关系：

小拟哲水蚤： 雌： $L = -2.61T + 744.97$ $r = -0.76$

雄： $L = -4.77T + 763.40$ $r = -0.94$

双刺纺锤水蚤： 雌： $L = -12.96T + 857.96$ $r = -0.91$

雄： $L = -10.95T + 742.21$ $r = -0.93$

太平洋纺锤水蚤： 雌： $L = -10.60T + 1192.83$ $r = -0.86$

雄： $L = -5.98T + 958.65$ $r = -0.74$

从以上计算结果看，三种哲水蚤的体长与水温呈明显的负相关。除太平洋纺锤水蚤雄性外，体长与采样一个月前水温的相关性较与采样时水温的相关性要稍好，这是因为前者能更好地代表其生长期间的温度。

一般认为，温度和饵料是影响桡足类体长的主要因素。^[4-6]胶州湾内浮游植物数量高峰出现在 8、9 月和 12 月至翌年 3 月^[2,7]。8~9 月，小拟哲水蚤和太平洋纺锤水蚤的体长都处于一年中的最低值，未表现饵料的增加对体长增加的促进作用；12 月至翌年 3 月，小拟哲水蚤和双刺纺锤水蚤体长都较大，但这也可能是由于低温造成的。胶州湾的初级生产力高于一般温带海湾，基础饵料

1) 肖贻昌、高尚武、张河清。胶州湾浮游动物的种类组成和数量变动(手抄稿)。

丰富,可为更高一级的生产者提供足够的饵料。这3种哲水蚤的个体较小,对食物的要求相对较少。因此可以估计,胶州湾内饵料基本可以满足这3种哲水蚤的食物需求。Deevey认为,在温度年较差大于14°C的水域,体长与水温呈明显的负相关,而与食物关系不大^[4]。Vidal也认为,在饵料充足的水域,食物不成为生长和体长的限制因素,^[5,6]胶州湾内水温年较差为23°C左右,饵料丰富^[4],因此估计温度是影响这3种哲水蚤生长和体长季节变化的主要因素。

参考文献

- [1] 黄世玫,1983。胶州湾的浮游动物。山东海洋学院学报 13(2) 43~60。
- [2] 钱树本等,1983。胶州湾的浮游藻类。山东海洋学院学报 13(1): 39~56。
- [3] Keoller, P. A. et al, 1979. Winter condition of marine plankton population in Saanich Inlet, B. C., Canada. 3. Meso-zooplankton. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 37: 161-174.
- [4] Deevey, G. B., 1960. Relative effects of temperature and food on seasonal variations in length of marine copepod in some eastern American and Western European waters. *Bull. Bingham Oceanogr. Coll.* 17:54-85.
- [5] Vidal, J., 1980. Physioecology of zooplankton. I. effects of phytoplankton concentration, temperature, and body size on the growth rate of *Calanus pacificus* and *Pseudocalanus* sp. *Mar. Biol.* 56: 111-134.
- [6] Vidal, J., 1980. Physioecology of zooplankton. III. effects of phytoplankton concentration, and body size on the development and molting rates of *Calanus pacificus* and *Pseudocalanus* sp. *Mar. Biol.* 56: 135-146
- [7] Miller, C. B. & J. K. Johnson, 1977. Growth rule in the marine copepod genus *Acartia*. *Limnol. Oceanogr.* 22: 326-335.

SEASONAL CYCLES OF ABUNDANCE OF THREE COPEPOD SPECIES POPULATION IN JIAOZHOU BAY

Zhong Xuefeng, Xiao Yichang

(Institute of Oceanology, Academia Sinica Qingdao 266071)

Received: June 26, 1991

Key Words: *Paracalanus parvus* Claus, *Acartia bifilosa* Giesbrecht, *A. pacifica* Steuer, Population abundance

Abstract

From May, 1988 to May, 1989, seasonal changes in abundance of three predominant copepod species, *Paracalanus parvus* Claus, *Acartia bifilosa* Giesbrecht and *A. pacifica* Steuer were studied in Jiaozhou Bay. *P. parvus* was found in water column throughout the year and had 5 generations. *A. bifilosa* was found mainly in winter-spring seasons and had 3 generations. *A. pacifica* was found mainly in summer-fall seasons and had 3 generations. Seasonal changes of adult body length and their relationships with temperature were also studied. A significant correlation between length and temperature was obtained in Jiaozhou Bay.

1) 郭玉洁,胶州湾的海洋学环境特点(手抄稿)。