

# 南海大鹏湾夜光藻种群 在其生态群落中的地位和功能\*

黄长江 杞 桑 齐雨藻 林小涛

(暨南大学水生生物研究所, 广州 510632)

欧 强

(国家海洋局南海分局, 广州 510301)

**提要** 分析了1991年上半年南海大鹏湾盐田水域夜光藻(*Noctiluca scintillans*)和浮游动、植物之间的种群动态关系。结果表明,在春季高峰期3月至5月初,调查海域共出现12个夜光藻和浮游动、植物高峰。其中,以发生4次赤潮的夜光藻种群占主导地位,其次是枝角类的鸟啄尖头蚤(*Penilia avirostris*),其最高数量高达 $96\ 238\ \text{ind.}/\text{m}^3$ 。相比之下,在夜光藻和枝角类鸟啄尖头蚤捕食压力的影响下,浮游植物(尤其是硅藻)的春季高峰并不显著。调查结果表明夜光藻的过度繁殖( $> 10^3\ \text{cell}/\text{L}$ ),不但对产浮游性卵的桡足类、甲壳类及鱼卵仔鱼具明显的捕食压力,而且使浮游动物种类多样性降低。调查水域在3—5月,以不到6d的周期出现1个生产高峰。这种高生产力即体现了富营养化程度较高的近岸水域的特性,又是生态系整体构造的衰退、生物多样性降低和食物链的缩短的表现。

**关键词** 夜光藻 赤潮 群落生态 鸟啄尖头蚤

黄长江等(1996; 1997)在对1990年3月—1992年6月间大鹏湾盐田海域夜光藻的数量变动及其与环境理化因子的关系进行系统分析后,发现夜光藻种群于1—6月出现在调查海域,种群数量的季节变动非常显著,高峰期出现在3—5月。黄长江等(1997)认为水温、盐度、叶绿素浓度、气候和潮流等理化因子对夜光藻的数量变动都具有不同程度的影响。但环境生物因子与夜光藻之间的关系如何?特别是夜光藻大量繁殖或发生赤潮时对其饵料生物(如浮游藻类、桡足类的无节幼体和卵、鱼卵仔鱼等)的摄食压力,及赤潮发生时对整个生态群落的影响,都是值得探讨的问题。本文将夜光藻赤潮最多发的1991年(4次)为例,分析大鹏湾盐田海域夜光藻种群与浮游动、植物群落之间的动态关系,以揭示夜光藻赤潮对环境生物因子,乃至整个生态系统的影响。

## 1 材料和方法

采样内容包括夜光藻、浮游动、植物和各种理化因子(温度、盐度、pH、叶绿素

\* 国家自然科学基金资助项目, 9389008号。黄长江, 男, 出生于1957年11月, 博士, 教授。

收稿日期: 1995年6月21日, 接受日期: 1996年4月13日。

养元及微量营养物质)。采样的时间为 3—6 月, 每 3d 一次; 在赤潮发生期间为每 3h 采样 1 次, 其余月份每半月 1 次。采样站位包括 S0, S1, S2 和 S3(黄长江等, 1997, 图 1), 其中 S3 站最深(水深约 11m)。

夜光藻和浮游动、植物的采样方法按国家海洋局的调查规范<sup>1)</sup>。其中, 液光藻采样分网采和瓶采两种。网采用直径 37cm, 长 140cm 的 III 型浮游生物网(网目直径 68 $\mu$ m), 从海底往海面垂直拉网; 瓶采则用 2.5L 的采水器分别于表(0.5m 以浅)、底(离海底 1m 处)两层各采水 1L, 加入福尔马林溶液, 使其最终浓度为 4%—5%。此后, 瓶采水样在实验室经静止沉淀浓缩处理至 20ml, 尔后进行细胞计数。本文所用的夜光藻数据为瓶采数据, 但在夜光藻种群密度极低(1, 2, 6 月), 而瓶采无法采到夜光藻个体时, 则采用网采数据。瓶采分为表、底二层, 但 S0 站的水深由于只有 3m 左右, 故只采表层。

浮游动物采样用直径 37cm, 长 140cm 的 I 型浮游生物网, 从海底往海面垂直拖网。浮游植物采样方法与夜光藻的网采一样。

本文只分析了 1991 年 1—6 月的调查资料。

## 2 结果

**2.1 温、盐的季节变化** 图 1 示 1991 年 1—6 月调查水域水温的季节变化非常显著, 全年低谷位于 2 月中旬, 此后开始回升。但在整个回升过程中, 阶段式上升特征比较明显, 水温经过 3 月初、4 月上旬和 5 月中旬 3 段急升后, 于 6 月开始进入夏季高温期。盐度在春季受降雨的影响, 明显低于冬、夏两季。从盐度的季节变化可以看出, 由于调查海域离岸很近, 且整个海湾为半封闭内湾, 调查水域盐度因降雨而引起的短期波动非常明显。

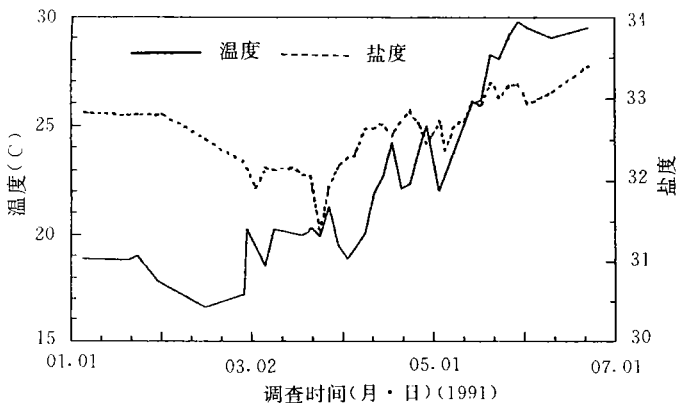


图 1 1991 年各测站表、底层温、盐平均值的时间变化

Fig. 1 The seasonal distribution of average temperature and salinity over all sampling stations in 1991

**2.2 夜光藻、浮游动植物数量的季节变动** 夜光藻、浮游植物和浮游动物数量的季节变化非常显著(图 2)。它们虽然都在春季出现高峰, 但彼此之间的高峰强度和变化模

1) 海洋调查规范, 第五分册: 海洋生物调查: V6—V7。

式相差很大。在冬季(1—2月),浮游植物数量出现1个较明显的低谷。春季,随着水温的回升,数量呈现出向上波动的趋势,但其春季高峰并不显著,而且其间有几个明显的低谷。从夜光藻高峰期结束后的初夏开始,浮游植物丰度的整体水平明显升高。

夜光藻于1月初开始出现在调查水域,但在冬季(1—2月)其种群密度并不高。从3月初起,夜光藻种群数量随着水温的回升而急剧增加。此后,数量上下波动较大,但数量高峰一直维持到5月初,然后急速减少,并于6月初完全从调查海区消失。在3、4月份,调查海域的夜光藻种群共出现6个高峰,其中有4个达到 $10^4$ cell/L数量级水平(夜光藻的赤潮的密度标准一般位于此数量级;黑田一记等,1978),最高密度为 $4.9 \times 10^4$ cell/L。

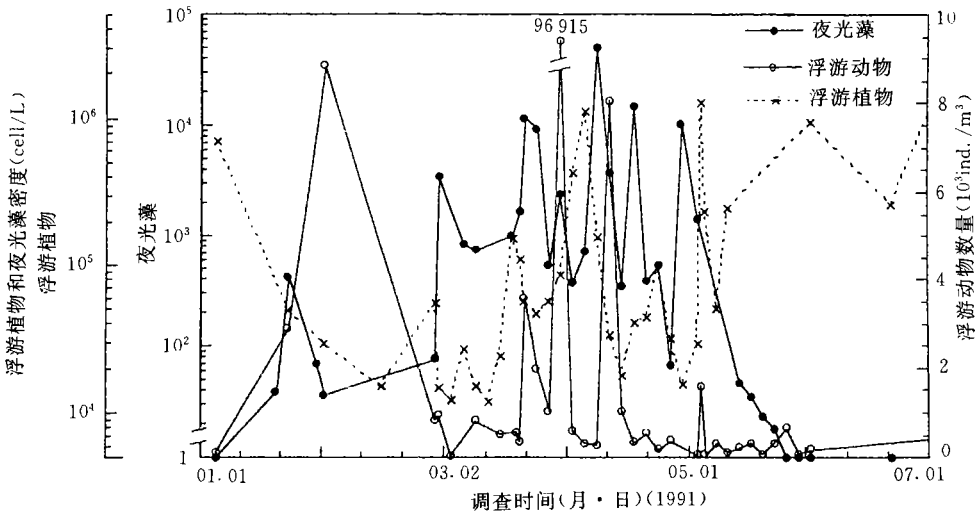


图2 1991年各测站表、底层夜光藻、浮游植物和浮游动物平均丰度的时间变化

Fig. 2 The seasonal distribution of average abundances of *Noctiluca scintillans* phytoplankton and zooplankton over all sampling stations in 1991

相比之下,浮游动物的冬季低谷和春季高峰要比浮游植物和夜光藻的滞后3周左右,但其数量的春季高峰的强度要远远大于浮游植物。其个体总数在3月31日达到最高的 $9.6 \times 10^4$ ind./m<sup>3</sup>。浮游动物数量的季节变化的另一个特征是春季高峰的突然性和短期性。另外,整个春季高峰期间,夜光藻和浮游动、植物共出现大小12个峰值,这些峰值一般持续时间较短,但彼此之间具有明显交替出现的特征(图2)。虽然3月31日有夜光藻和浮游动物的峰值同时出现的现象,但夜光藻和浮游动物的峰值分别出现在S0和S2站,在水平分布上具有明显的分离特征。

**2.3 浮游动、植物的群落组成** 调查水域夜光藻高峰期间的浮游植物群落主要由硅藻和甲藻组成,如4月6日高峰的最优势种是硅藻类中肋骨条藻(*Skeletonema costatum*)、其次分别为细弱海链藻(*Thalassiosira subtilis*)、圆海链藻(*Th. rotula*)和甲藻类的多甲藻(*Peridinium* sp.);而5月5日的高峰值,80%是甲藻类的多纹膝沟藻(*Gonyaulax polygramma*)。但3月—5月期间的浮游植物数量低谷,其种类组成几乎都是以甲藻占绝

对优势，优势种有叉角藻 (*Ceratium furca*)、梭角藻 (*C. fusas*)、多甲藻和多纹膝沟藻。浮游动物则以枝角类的鸟啄尖头蚤 (*Penilia avirostris*) 占绝对优势，为调查期间浮游动物总个体数的 94.4% (图 3)。除了 2 月 1 日的高峰值，被囊类的百分比稍高以外，其它数量高峰的 99% 以上都是鸟啄尖头蚤。枝角类的另一种肥胖三角蚤 (*Evaden tergestina*) 占浮游动物总个体数的约 1.6%，而种类上占优势的桡足类只占 2% 左右，剩下的约 2% 为毛颚类、被囊类和少量的鱼卵仔鱼。

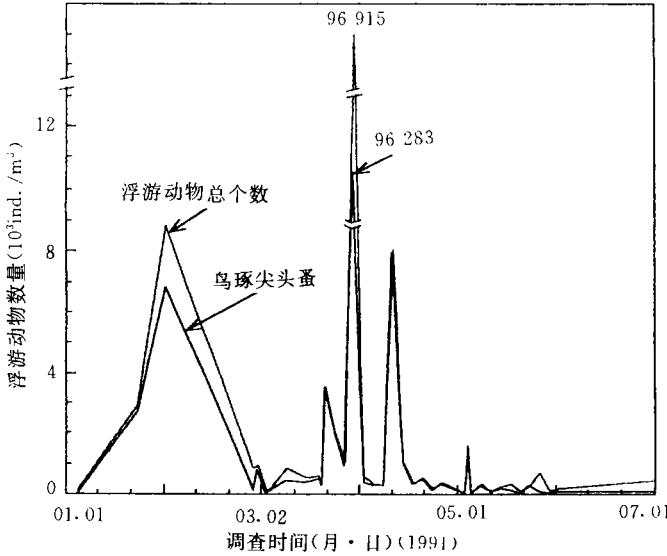


图 3 1991 年各测站表、底层浮游动物总个数和鸟啄尖头蚤数量平均值的时间变化

Fig.3 The seasonal distribution of average abundances of whole zooplankton and *Penilia avirostris* over all sampling stations in 1991

**2.4 夜光藻种群密度与桡足类、甲壳类幼体和鱼卵仔鱼的关系** 图 4 示在夜光藻种群密度小于 1 000 cell / L 时，桡足类 (Copepoda)、甲壳类幼体 (Crustacea larval) 及鱼卵仔鱼 (Fish egg & Larval) 的数量为无序分布。但当夜光藻种群密度大于 1 000 cell / L 时，桡足类、甲壳类幼体和鱼卵仔鱼的个体数量随着夜光藻种群密度的增大而减少。

统计结果表明，在夜光藻高峰期 (3 月 1 日—5 月 3 日) 桡足类的平均个体数为 41.7 ind. / m<sup>3</sup>，其余间期的平均值为 95.4 ind. / m<sup>3</sup>。鱼卵仔鱼在夜光藻高峰期和非高峰期的平均数量分别是 3.7 ind. / m<sup>3</sup> 和 14.7 ind. / m<sup>3</sup>。桡足类的组成以纺锤水蚤 (*Acartia*) 和伪哲水蚤 (*Paracalanus*) 两属占优势，但前者在夜光藻高峰期的数量要比其它期间的少得多。

**2.5 夜光藻种群密度与浮游动物种类多样性的关系** 在内湾或近岸水域，浮游动物平面分布的趋势一般是离岸越近，种类数相对减少。统计表明，S0, S1 和 S2 站的浮游动物出现种类的平均值为 8.65, 10.53 和 13.65 种。这种平面分布上的差异对图 5 产生一定的影响，但仍可以看出随着夜光藻种群密度的增大，浮游动物种类数有明显下降的趋

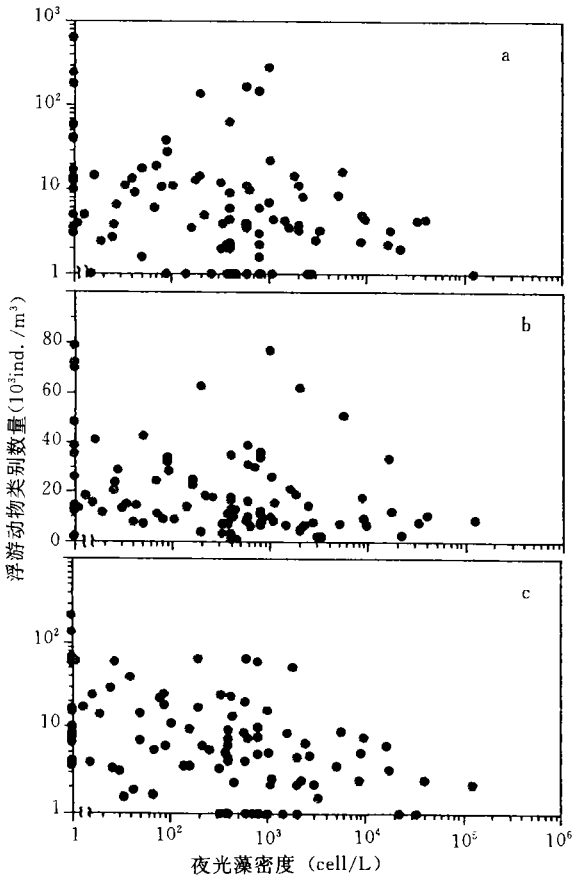


图4 桡足类(a)、甲壳类幼体(b)、鱼卵仔鱼(c)丰度和夜光藻密度的关系

Fig.4 The relationship between densities of *Noctiluca scintillans* and abundances of copepoda (a), crustacea larval (b) and fish eggs & larval (c)

量繁殖而形成赤潮(黑田一记等, 1978)。羽田良禾(1976)则明确认为水域富营养化容易导致夜光藻赤潮发生与夜光藻的广食性关系密切。

黄长江等(1997)认为, 地理条件引起的水体交换缓慢和稳定闷热的天气, 是大鹏湾盐田海域夜光藻多发的一个重要因素, 而水域富营养化却是夜光藻赤潮多发的基础。虽然饵料不可能成为限制夜光藻赤潮发生的一个主要因子(Uhlig等, 1990), 但夜光藻的过度繁殖却可能对浮游植物数量产生一定的压力(黄长江等, 1997)。象大鹏湾这样的亚热带港湾水域, 一般浮游植物的年高峰应出现在春季。但结果表明, 调查水域1991年的浮游植物春季(3—4月)高峰并不显著, 其数量低值与冬季低谷相差无几。在1990年3月—1992年6月除了发生8次夜光藻赤潮以外(黄长江等, 1996), 还发生了13次由硅藻和其它甲藻引起的赤潮。其间, 只有1991年3月20—21日的海洋卡盾藻(*Chattonella marina*)赤潮是发生在夜光藻种群高峰期的3—5月(齐雨藻等, 1997)、其余的12次非夜

势。尤其是当夜光藻种群密度超过1000cell/L时, 这种下降趋势更为显著。

### 3 讨论与结语

夜光藻是一种完全异养的单细胞生物, 其个体的直径一般在300—800 $\mu$ m之间, 最大的可达1mm以上。夜光藻的摄食对象极其广泛, 除了浮游植物以外, 还摄食自己种类的小细胞、鱼卵和小型桡足类(Enomoto, 1956)、桡足类卵(Sekiguchi et al., 1976; Daan, 1987)、植物纤维、碎屑、原生动物和细菌等(Uhlig et al., 1990; Kirchner et al., 1996)。也可以说除了因个体大小和运动能力的限制以外, 夜光藻对所有遭遇到的可以摄食的东西一般都不会放过(黑田一记等, 1978)。夜光藻的广食性使自己在很大程度上避免了受食物供给的限制。所以, 日本水产厅濑户内海渔业调整事务局的多年(1971—1977年)调查结果表明, 夜光藻是濑户内海最占优势的种类, 在春夏两季其它环境要素(如水温、盐度等)适合的时候, 这种单细胞生物就很容易大

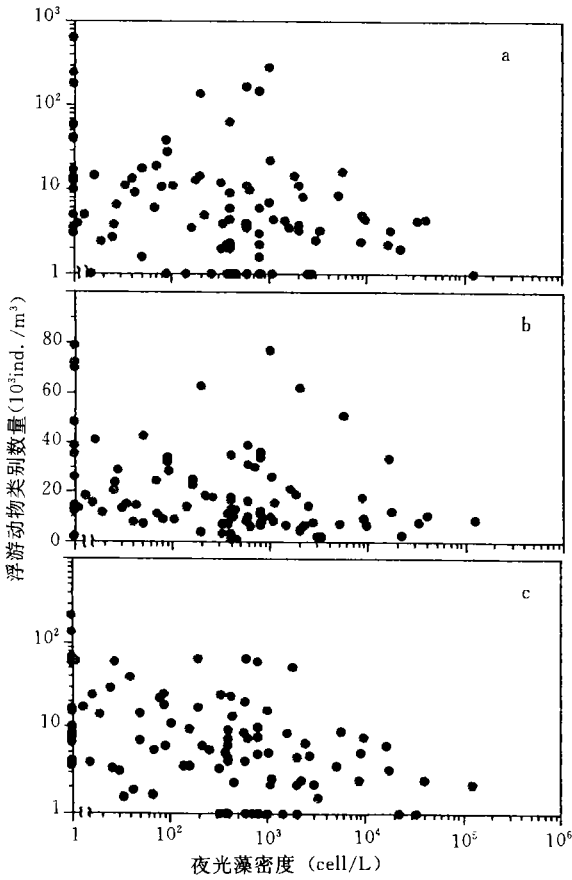


图4 桡足类(a)、甲壳类幼体(b)、鱼卵仔鱼(c)丰度和夜光藻密度的关系

Fig.4 The relationship between densities of *Noctiluca scintillans* and abundances of copepoda (a), crustacea larval (b) and fish eggs & larval (c)

量繁殖而形成赤潮(黑田一记等, 1978)。羽田良禾(1976)则明确认为水域富营养化容易导致夜光藻赤潮发生与夜光藻的广食性关系密切。

黄长江等(1997)认为, 地理条件引起的水体交换缓慢和稳定闷热的天气, 是大鹏湾盐田海域夜光藻多发的一个重要因素, 而水域富营养化却是夜光藻赤潮多发的基础。虽然饵料不可能成为限制夜光藻赤潮发生的一个主要因子(Uhlig等, 1990), 但夜光藻的过度繁殖却可能对浮游植物数量产生一定的压力(黄长江等, 1997)。象大鹏湾这样的亚热带港湾水域, 一般浮游植物的年高峰应出现在春季。但结果表明, 调查水域1991年的浮游植物春季(3—4月)高峰并不显著, 其数量低值与冬季低谷相差无几。在1990年3月—1992年6月除了发生8次夜光藻赤潮以外(黄长江等, 1996), 还发生了13次由硅藻和其它甲藻引起的赤潮。其间, 只有1991年3月20—21日的海洋卡盾藻(*Chattonella marina*)赤潮是发生在夜光藻种群高峰期的3—5月(齐雨藻等, 1997)、其余的12次非夜

势。尤其是当夜光藻种群密度超过1 000 cell/L时, 这种下降趋势更为显著。

### 3 讨论与结语

夜光藻是一种完全异养的单细胞生物, 其个体的直径一般在300—800 μm之间, 最大的可达1 mm以上。夜光藻的摄食对象极其广泛, 除了浮游植物以外, 还摄食自己种类的小细胞、鱼卵和小型桡足类(Enomoto, 1956)、桡足类卵(Sekiguchi et al., 1976; Daan, 1987)、植物纤维、碎屑、原生动物和细菌等(Uhlig et al., 1990; Kirchner et al., 1996)。也可以说除了因个体大小和运动能力的限制以外, 夜光藻对所有遭遇到的可以摄食的东西一般都不会放过(黑田一记等, 1978)。夜光藻的广食性使自己在很大程度上避免了受食物供给的限制。所以, 日本水产厅濑户内海渔业调整事务局的多年(1971—1977年)调查结果表明, 夜光藻是濑户内海最占优势的种类, 在春夏两季其它环境要素(如水温、盐度等)适合的时候, 这种单细胞生物就很容易大

较快；二是水体富营养化的结果使得像夜光藻和鸟啄尖头蚤这种具有广食性和广适应性的生物能优于其它生物种类而大量增殖，造成生态系整体构造的衰退、生物多样性降低和食物链的缩短。

### 参 考 文 献

- 齐雨藻、黄长江, 1997, 海洋与湖沼, 28(4): 337—342.
- 黄亚如、欧强、李锦容等, 1993, 海洋通报, 12(2): 46—51.
- 黄长江、齐雨藻、杞桑等, 1996, 海洋与湖沼, 27(5): 493—498.
- 黄长江、齐雨藻、黄奕华等, 1997, 海洋与湖沼, 28(3): 245—255.
- 关口秀夫, 1977, 海洋科学, 9: 52—55.
- 羽田良禾, 1976, 广岛修道大学商业经济研究学报, 13: 23—48.
- 岗市有利、西尾幸郎, 1976, 日本プランクトン学会报, 23(2): 25—30.
- 黑田一记、佐贺史郎, 1978, 日本水产海洋研究会报, 32: 56—57.
- Daan, R., 1987, *Mar. Ecol. Progress Series*, 37: 9—17.
- Enomoto, Y., 1956, *Bull. Jap. Soc. Sci. Fisheries*, 22(2): 82—89.
- Hattori, S., 1962, *Bull. Tokai Reg. Fish. Res. Lab.*, 9: 211—220.
- Huang, C., Uye, S., Onbe, T., 1993, *Mar. Biol.*, 117: 289—299.
- Kirchner, M. et al., 1996, *Sarsia*, 81: 45—55.
- Onbe, T., 1991, Crustacean egg production, eds. by A. Wenner et al. A.A. Balkema Rotterdam Brookfield, pp. 41—55.
- Sekiguchi, H., Kato, T., 1976, *J. Oceanogr. Soc. Japan*, 32: 195—198.
- Schaumann, K., Gerdes D., Hesse K. J., 1988, *Meeresforsch.*, 32: 77—91.
- Uhlig, G., Sahling G., 1990, *Netherlands J. Sea Res.*, 25(1/2): 101—112.

## THE POSITION AND FUNCTION OF *NOCTILUCA SCINTILLANS* IN ITS ECOLOGICAL COMMUNITY IN DAPENG BAY, THE SOUTH CHINASEA

Huang Changjiang, Qi Sang, Qi Yuzao, Lin Xiaotao

(Institute of Hydrobiology, Jinan University, Guangzhou 510632)

Ou Qiang

(South China Sea Branch, SOA, Guangzhou 510300)

**Abstract** This paper presents an analysis of the relationship among the *N. scintillans* population, phytoplankton and zooplankton in Dapeng Bay, the South China Sea, showing that there were 12 peaks of *N. scintillans* population, phytoplankton and zooplankton in the study area between March—May, 1991. Among these three categories, *N. scintillans* with four blooms in 1991, was the first dominant, followed by cladocera *P. avirostris*, with abundance maximizing at 96 238 ind. / m<sup>3</sup>. In comparison with them, the spring peak of phytoplankton, especially in diatom, was not so remarkable, the feeding pressure from *N. scintillans* and *P. avirostris* being a most probable reason. Another finding in this study was that the *N. scintillans* population's great feeding pressure on copepoda, crustacean larvae and fish egg & larvae, and remarkably decreased the diversities of zooplankton species diversities.

In the study area, the production peak of *N. scintillans* phytoplankton or zooplankton shifting in about six-day interval between March and May. This agreed well with the ecological characteristics of coastal eutrophicated waters. For this finding there are two possible explanations: one is that animals such as *N. scintillans* and *P. avirostris* with great variety of foods and strong environmental adaptation can develop earlier than others; another is that the faster material cycle and energy flow due to vertical mixture in the shallow water may be contributive to the increase of productivity.

**Key words** *Noctiluca scintillans* Red tide Ecology of community *Penilia avirostris*