

252-257

21/55(5)

第17卷第3期

生态学报

Vol. 17, No. 3

1997年5月

ACTA ECOLOGICA SINICA

May, 1997

南黄海浮游甲藻的生态研究^{**}

林金美 林加涵

(国家海洋局第三海洋研究所, 厦门, 361005)

Q949.240.8

A

摘要 调查南黄海浮游甲藻的种类组成、季节变化、水平分布及其与环境因素的关系, 结果表明浮游甲藻类有74种, 分隶于8科9属。其中高温高盐种占71.63%, 广温广盐种占22.97%。低盐近岸种和冷水性种类各占2.7%。南黄海浮游甲藻细胞总量的季节分布, 以夏季7月为最高峰, 春季3月为最低谷, 并对其生态特征和水文环境因素的关系进行了详细的研究与讨论。钩梨甲藻, 赛氏鸟尾藻、圆头角藻、指状角藻和新月角藻等, 仅分布于126°E以东、表层(10 m)盐度34.00的海域, 可作为黄海暖流的指示种。

关键词: 甲藻, 生态学, 南黄海。

ECOLOGICAL STUDIES ON PLANKTONIC DINOFLAGELLATE IN THE SOUTHERN YELLOW SEA

Lin Jinmei Lin Jiahuan

(Third Institute of Oceanography, SOA, Xiamen, 361005, China)

Abstract This paper reports the composition and distribution of planktonic dinoflagellate in the Southern Yellow Sea and its adjacent waters (32°~34°N, the west of 127°E) during the period from December 1997 to November 1978. 74 species belonging to 9 genera in families were identified, among which 71.63% were warm water species, 22.97% eurythermic species, 2.7% neritic species and 2.7% cold-water species. Seasonal variation of the total number of dinoflagellate shows that the highest peak was in July and the lowest value in March. The effects on the numerical distribution and seasonal variation of dinoflagellate were discussed as well. It is pointed out that some species, *Pyr. hamulus*, *Orn. thurnii*, *Cer. gravidum*, *Cer. ramipes* and *Cer. lunula* etc., only presented in the eastern of 126°E, which was just in agreement with the isohaline of 34.00, and can be taken as indicator species for the Yellow Sea warm current.

Key words: dinoflagellate, ecology, Southern Yellow Sea.

收稿日期: 1995-05-20, 修改稿收到日期: 1996-04-01。

^{**} 工作单位: 厦门大学生物系。

在海洋浮游植物中, 甲藻的种类与数量仅次于硅藻。有关黄海浮游甲藻的研究, 以前有些学者都有涉及^[1,2], 但迄今尚未见到对该海域浮游甲藻进行周年生态学专门报道。本文就南黄海甲藻类的种类组成、季节变化、水平分布及其与环境因素的关系进行了详细研究与讨论。

1 材料与方法

本文分析、鉴定的 300 号样品, 系 1977-12~1978-11 逐月采自南黄海区(32°~34°N, 127°E 以西)的 25 个站位(图 1), 各站均用口径 37cm, 长度 270cm, 国际标准 20 号筛绢制成的小型浮游生物网, 自海底至表面作垂直拖取。样品的固定、浓缩和定量计数方法, 按现行海洋调查规范进行。文中的水温和盐度资料为同步观测的实测数据。

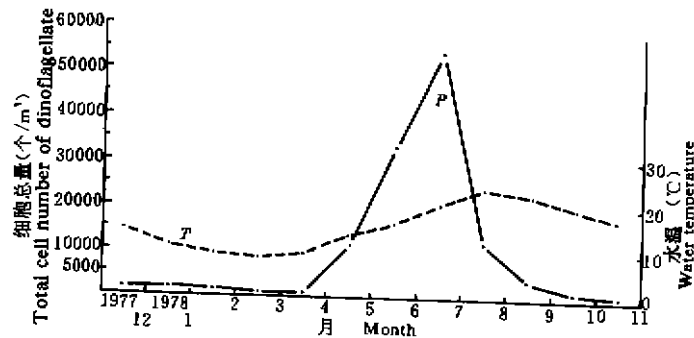


图 1 浮游甲藻细胞总量的季节变化

Fig. 1 The seasonal distribution of total cell of planktonic dinoflagellate

T: Temperature P: Total cell of dinoflagellate

2 结果与讨论

2.1 种类组成与生态特点

通过周年调查, 发现南黄海浮游甲藻的种数比南海(118 种)和东海(122 种)的少^[3,4], 只有 74 种, 分隶于 8 科 9 属(表 1)。

调查表明, 冬季(12~翌年 2 月)种类最多, 达 60 种, 春季(3~5 月)种数最少, 仅有 22 种, 夏季(6~8 月)和秋季(9~11 月)分别为 41 种与 38 种, 两者颇接近。

2.1.1 高温高盐种类 又称暖水性种类, 有 53 种, 占总种数的 71.63%, 其中又可分为广暖性种类和狭暖性种类, 前者如短角角藻(*Cer. breve*)和二齿双管藻(*Amphisolenia bidentata*)等, 后者有方鸟尾藻(*Ornithocercus quadratus*)、尖角藻(*Cer. belone*)、剑峰角藻(*Cer. incisum*)和尖角藻(*Pyr. hamulus*)等。这些种类是随黄海暖流水而分布到该海域的, 由于黄海暖流水有冬强夏弱的季节变化^[5,6], 所以, 冬季(12~2 月)海区中出现的暖水种类最多(46 种), 为全年之冠。

2.1.2 广温广盐种类 共计 17 种, 占总种数的 22.97%, 如具尾鳍藻(*Dinophysis caudata*)、纺锤角藻(*Cer. fusus*)、大角角藻(*Cer. macroceros*)、三角角藻(*Cer. tripos*)和扁平多甲藻(*Peridinium depressum*)等, 这些种类适温、适盐范围比较大, 不仅是南黄海中的主要优势种, 也是我国各海区的常见种类。

2.1.3 低盐近岸种类

发现 2 种, 即宽阔多甲藻(*Per. latissimum*)、和夜光藻(*Noctiluca scintillans*)、占总种数的 2.70%, 主要出现于春末夏初的近岸浅海, 其分布与苏北沿岸水和长江冲淡水密切相关。

2.1.4 冷水性种类 发现弯顶角藻(*Cer. longipes*)和三角角藻广盐型(*Cer. tripos* f. *subsalsum*)^[7], 占总种数的 2.70%, 它们出现于冬、春季的 33°N 以北水域。在中国海域水螅水母类区系的初步分析一文中,

有记录黄海 4 种冷水种水母^[8], 此外, 黄海底栖动物也有冷水性群落记载^[9], 显然, 这些与黄海冷水团分布有关。

表 1 浮游甲藻种名录

Table 1 The species lists of planktonic dinoflagellate

<i>Amphisolenia bidentata</i>	* <i>Cer. horridum</i>	<i>Cer. tripos</i> f. <i>subsalsum</i>
* <i>Dinophysis caudata</i>	<i>Cer. horridum</i> var. <i>inclanatum</i>	<i>Cer. longipes</i>
<i>Ornithocercus quadratus</i>	<i>Cer. molle</i>	<i>Cer. pulchellum</i>
<i>Orn. steinii</i>	<i>Cer. tenue</i>	<i>Ceratocorys horrida</i>
<i>Orn. thurani</i>	* <i>Cer. macroceros</i>	<i>peridinium concium</i>
<i>Ceratium gravidum</i>	<i>Cer. macroceros</i> var. <i>gallicum</i>	<i>Per. latissimum</i>
<i>Cer. gravidum</i> var. <i>angustum</i>	* <i>Cer. massiliense</i>	<i>Per. subnerme</i>
<i>Cer. belone</i>	* <i>Cer. trichoceros</i>	<i>Per. divergens</i>
<i>Cer. kofoidii</i>	<i>Cer. vultur</i> var. <i>sumatranum</i>	<i>Peu. elegans</i>
<i>Cer. candelabrum</i>	<i>Cer. vultur</i> f. <i>angulatum</i>	<i>Per. grande</i>
* <i>Cer. furca</i>	<i>Cer. ranipes</i>	<i>Per. steinii</i>
<i>Cer. incisum</i>	<i>Cer. arietinum</i>	* <i>Per. depressum</i>
<i>Cer. lineatum</i>	* <i>Cer. breve</i>	<i>Per. murrayi</i>
<i>Cer. pentagonum</i>	<i>Cer. schmidtii</i>	* <i>Per. oceanicum</i>
<i>Cer. extensum</i>	<i>Cer. contortum</i>	<i>Per. pallidum</i>
<i>Cer. extensum</i> f. <i>strictum</i>	<i>Cer. contortum</i> var. <i>saltans</i>	<i>Per. pellucidum</i>
<i>Cer. falciforme</i>	<i>Cer. declinatum</i>	<i>Pyrocystis gerbaultii</i>
<i>Cer. falcatum</i>	<i>Cer. eucarvatum</i>	<i>Pyr. hamulus</i>
* <i>Cer. fusus</i>	<i>Cer. gibberum</i>	<i>Pyr. hamulus</i> var. <i>inaequalis</i>
<i>Cer. inflatum</i>	<i>Cer. gibberum</i> var. <i>dispar</i>	* <i>Pyr. fusiformis</i>
<i>Cer. longirostrum</i>	<i>Cer. lunula</i>	* <i>Pyr. pseudonocilluca</i>
<i>Cer. carriense</i>	<i>Cer. karstenii</i>	<i>Pyr. obtusa</i>
<i>Cer. contrarium</i>	<i>Cer. symmetricum</i>	<i>Pyrophacus horologicium</i> var. <i>stein</i>
* <i>Cer. deflexum</i>	* <i>Cer. tripos</i>	* <i>Noctiluca scintillans</i>
<i>Cer. hexacanthum</i>	<i>Cer. tripos</i> var. <i>atlanticum</i>	

* 主要优势种

2.2 甲藻细胞总量的季节变化与水平分布

南黄海浮游甲藻的平均细胞总量为 20350 个/ m^3 , 这比东海甲藻细胞总量的年平均值 4882 个/ m^3 , 这比东海甲藻细胞总量的年平均值 4882 个/ m^3 高 4 倍多, 可见生物数量随纬度增高而增多, 一般的生态规律^[10]。

3 月为一年中的最低谷, 仅有 692 个/ m^3 , 7 月达一年的最高峰(54074 个/ m^3)。这种全年的月平均细胞总量呈现一峰一谷的单周期性变化, 与东海浮游甲藻的季节变化规律相一致(图 1)。

南黄海浮游甲藻细胞总量的平面分布, 随季节的不同有很大差异。

12 月和 1 月, 其最高细胞总量分别为 3714 个/ m^3 与 14867 个/ m^3 , 均发现于海州湾东南近岸(34°N、121°30'E)高、低盐水交汇区。2 月大于 1000 个/ m^3 的密集区, 亦出现于 122°30'E 以西海域, 最大密集中心(14867 个/ m^3)的位置, 与前 2 个月的相同。

3 月, 是全年的低谷期, 本月大于 500 个/ m^3 的高数量分布区, 出现在 123°E 以西海域。4 月, 高数量密集区发现于 33°N、124°30'E 水域。5 月, 甲藻细胞总量激增, 其最大数量(64900 个/ m^3)密集区出现于 32°N、123°30'E 水域。

6 月, 其最高细胞总量的密集区出现于 33°N、123°30'E 水域, 后者则出现在 32°N、124°E 水域。

7 月和 8 月, 高数量密集区也发现于长江口北岸近海, 前者位于 32°N、123°E 水域, 后者则出现在 32°N、124°E 水域。

9月,在124°E以西水域,其数量均在1000个/m³以上。10月,高数量密集区发现于长江口北岸近海(32°N、123°E),达7294个/m³。11月,其细胞总量显著下降,大片水域均在100~500个/m³。

2.3 主要种类的分布

2.3.1 夜光藻 *Noctiluca scientillans* (Macar.) Kofoid et Swezy 低盐近岸种。其年平均细胞总量为3848个/m³。5月细胞总量急剧上升,6月是一年中的最高峰,达26487个/m³。7月,其数量仍保持在较高水平。它和纺锤角藻、三角角藻、短角角藻等,是形成南黄海浮游甲藻细胞总量年高峰的主导种。8月,其数量显著下降,11月至翌年2月,数量低下。最低谷出现于冬季2月,仅有1.25个/m³(图2A)。

12月,在123°E以东水域均为大于31.50的高盐所盘踞,本月夜光藻只在33°~34°N、122°15'E以西水域的个别站位有零星出现。1月全区匿迹。2月,仅在32°N、123°E水域有少量分布(31个/m³。)

3月,高数量(933个/m³)密集区位于33°N、122°30'E水域。4月的最大数量(632个/m³)发现在海州湾东南近海(34°N、121°30'E)。5月,夜光藻大量繁殖与生长,密集区出现在32°~33°N、124°E以西海区。

6~7月,其大于2000个/m³的密集区仍出现在32°~33°N、124°E以西水域。8月,夜光藻数量明显下降,较大数量(300个/m³)分布区出现于32°N、123°E海域。9月,长江径流减弱,盐度增高,夜光藻只零星地出现于123°E以西水域,高数量分布区(1714个/m³)发现于34°N、122°30'E水域。10月,仅见于32°N、123°30'E以西的个别站位。11月,全区匿迹。

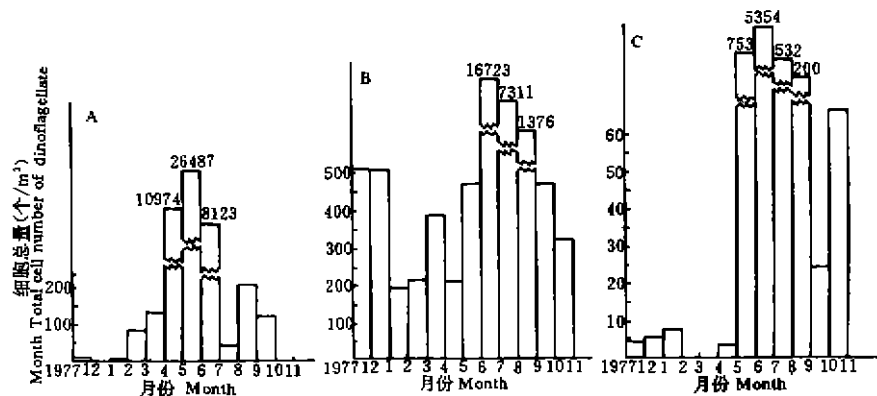


图2 浮游甲藻主要优势种的季节变化

Fig. 2 The seasonal distribution of main planktonic dinoflagellate

2.3.2 纺锤角藻 *Ceratium fusus* (Ehr.) Dujardin 广温广盐种。其年平均细胞总量为2393个/m³。低谷出现于冬季2月,只有197个/m³。6月其数量激增,7月达1年中的最高峰(16723个/m³)。10~11月,细胞总量显著下降,12月至翌年1月,其数量不大,仅510个/m³(图2B)。

12月和1月,高数量密集区均出现于海州湾东南水域(34°N、121°30'E),前者达2857个/m³,后者为2800个/m³。2月,其大于500个/m³的密集区发现在122°E以西海区。

3月,散布于各测站,其数量不大。4月,密集区出现于33°N、124°30'E水域。5月,其较大数量分布区已往南移至32°N、124°E海域,达579个/m³。

6~8月,纺锤角藻的高数量密集区出现于32°N、124°E以西水域。9月,其密集区出现于33°E、122°30'E水域,达7407个/m³。10月和11月,数量明显下降,而且,这2个月高数量密集区分别出现于32°N、123°E和32°N、122°15'E海域。

2.3.3 短角角藻 *Ceratium breve* (Ost. & Schmidt) Schroder 高温高盐种。年平均细胞总量达579个/m³。12~1月,数量极低(图2C),只零星地分布于123°E以东海区。2月,仅出现在124°E以东水域,较大数量密集区,发现于32°N、126°30'E海域,达75个/m³。

3~4月,全区未见。5月,只出现在34°N、123°E以东海域,但数量不大。

6月,全区数量激增,密集区出现于33°N、122°30'E水域,达6143个/m³,7月,高数量分布区发现于32°N的近岸(23259个/m³),8月,密集区仍出现在32°N、123°E水域,达2600个/m³,从8月在32°N、122°30'~123°30'E范围,10m等深线处有一个32.00高盐水舌伸向南黄海(图3C)。看来,其分布趋势似与北上的台湾暖流对南黄海的影响有关。

9月,其高数量分布区发现于34°N、122°30'E水域,达1906个/m³,10月,散布于122°30'E以东海区,11月,仅见于济州岛南面的站位,其余水域未见分布。

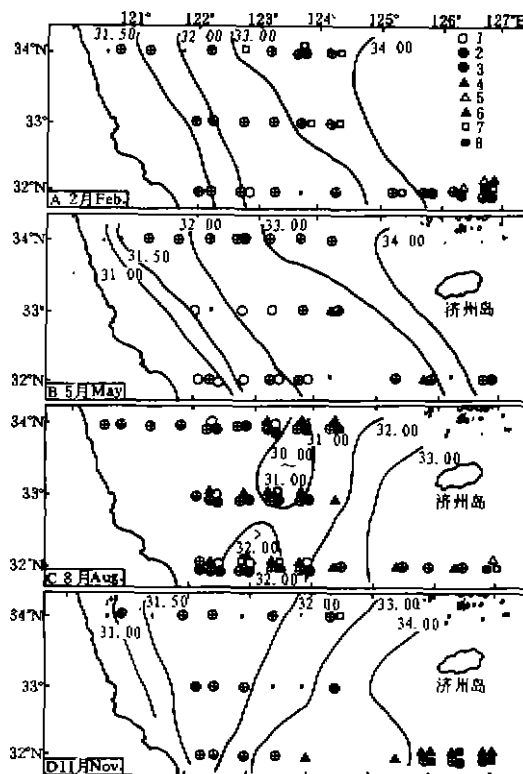
2.4 甲藻的分布与环境因素的关系

调查海区受苏北沿岸水,长江冲淡水,黄海暖流水和黄海冷水制约^[12,12],不同水系的季节更替与变化,给南黄海浮游甲藻的种类组成和数量变化带来明显影响。

2月,调查海区盛行偏北风,黄海中央冷水往南可达32°N。由于苏北沿岸水和长江径流最弱,冲淡水向东扩张势力很小,所以,冬季低盐近岸种夜光藻的数量极少,仅出现于123°E以西的个别站位。

冬季,强盛的黄海暖流水,自济州岛东南往调查海区的西北方向入侵,不仅使浮游甲藻细胞总量的高数量分布区,出现于海州湾东南近岸,高低盐交汇区(34°N、121°30'E),而且,随黄海暖水而分布到调查海区的暖水种类如短角角藻、纺锤梨甲藻(*Pyrocystis fusiformis*)、驼背角藻(*Cer. gibberum*)等可分布到123°E以东,等盐线大于33.00的海域,不过,一些狭高温高盐种,如钩梨甲藻、赛氏乌尾藻(*Orn. thurnii*)、圆头角藻(*Cer. gravidum*)、指状角藻(*Cer. ranipes*)和新月角藻(*Cer. lunula*)等,仅分布于126°E以东、等盐线34.00的黄海暖流区。此外,在黄海冷水影响强烈的34°N、122°30'E水域,发现冷水种三角角藻广盐型,该处水深36m,底层水温9.38℃(图3A)。

5月,是冬季风转变为夏季风的过渡时期,黄海沿岸到4月份即转为偏南风。长江口因径流增大,盐度显著降低^[13],所以,低盐近岸种夜光藻在32°~33°N、124°E以西水域,形成一高数量分布区(>10000个/m³),从而使本月甲藻细胞总量的密集区亦出现于32°N、123°30'E海域。本月暖水种短角角藻和三叉角藻(*Cer. trichoceros*)随黄海暖水可分布到123°E以东、等盐线大于32.00海域。不过,驼背角藻异角变种(*Cer. gibberum* var. *dispar*)、对称角藻(*Cer. symmetricum*)、美丽角藻(*Cer. pulchellum*)、和拟夜光梨甲藻(*Pyr. pseudonocitiluca*)等高温高盐种类仅出现于32°N、126°E以东,等盐线大于33.00海域。此外,春季黄海冷



(图3A-D)

图3 浮游甲藻主要种类的平面分布

Fig. 3 The horizontal distribution of main planktonic dinoflagellate

- 1 夜光藻 *Noc. Scintillans*; 2 纺锤角藻 *Cer. fusus*; 3 短角角藻 *Cer. breve*; 4 三叉角藻 *Cer. trichoceros*; 5 圆头角藻 *Cer. gravidum*; 6 赛氏乌尾藻 *Orn. thurnii*; 7 纺锤梨甲藻 *Pyr. fusiformis*; 8 新月角藻 *Cer. lunula*

水往北退缩到 35°N 水域, 笔者在 34°N、122°30'E 和 34°N、124°E 水域均发现冷水种弯顶角藻, 此处底层水温分别为 9.99℃ 和 9.86℃ (图 3B)。

8 月, 盛吹东南风, 黄海冷水往北退缩, 仅达 34°N。由于太阳辐射强烈, 海区水温为全年最高值。从表层(10m)的 32.00 等盐线分布看出, 夏季除黄海暖流入侵调查海区外, 还受到北上台湾暖流的影响, 所以, 除 122°E 以西的苏北近岸水域外, 整个海区分布着短角角藻、三叉角藻、马西里亚角藻(*Cer. marseilleense*)、偏转角藻(*Cer. deflexum*)等大量暖水种类, 不过, 方乌尾藻、赛氏乌尾藻、指状角藻、新月角藻等一些高温盐种类, 仅出现于 32°N、127°E 水域、该处表层(10m)盐度为 33.73, 是黄海暖流区。而低盐近岸种夜光藻本月仅散布于 124°E 以西水域, 数量极少(图 3C)。

11 月, 已从夏季风转为偏北风, 由于长江径流减弱, 盐度增高, 本月未见低盐近岸种夜光藻的分布。9 月和 10 月, 暖水种类的分布趋势与夏季 8 月基本相似, 然而, 11 月暖水种类短角角藻、三叉角藻、纺锤梨甲藻等只分布于 124°E 以东、表层(10m)盐度大于 32.00 的水域, 其他暖水种如膨角藻(*Cer. inflatum*)、偏转角藻、马西里亚角藻、指状角藻等, 只出现于 126°E 以东, 表层(10m)盐度大于 34.00 的海域, 所以, 秋季 11 月, 全区甲藻细胞总量低下, 大片水域只在 100 个/m³ 至 500 个/m³ (图 3D)。

参 考 文 献

- 1 孟 凡等. 江苏海岸带水域浮游生物种类与数量分布. 海洋研究, 1981, 3: 82~89
- 2 林金美. 江苏、浙江近岸海域浮游生物的初步调查. 海洋科技, 1980, 15: 9~19
- 3 林金美. 南海中部浮游甲藻类的生态研究. 海洋通报, 1988, 7(3): 47~53
- 4 林金美. 东海浮游甲藻类的分布. 海洋学报, 1994, 16(2): 110~115
- 5 蓝淑芳等. 南黄海暖流水的温、盐度分布特征. 海洋科学集刊, 1986, 27: 45~53
- 6 赵保仁等. 秋末南黄海的透光度及其与环流的关系. 海洋科学集刊, 1986, 27: 97~106
- 7 Yamaji. I. *Illustrations of the marine plankton of Japan*. Hoikusha publishing Co., LTD. 1984. 1~537
- 8 张金标. 中国海域水螅水母区系的初步分析. 海洋学报, 1979, 1(1): 127~137
- 9 刘瑞玉等. 黄、东海底栖动物区系的特点. 海洋与湖泊, 1963, 5(4): 306~321
- 10 肖贻昌. 黄海浮游动物的基本生态特点. 海洋湖沼学报, 1979, 2: 51~55
- 11 管秉贤. 黄、东海浅海水文学的主要特征. 黄渤海海洋, 1985, 4(3): 1~19
- 12 郑全安. 由 GMS-1 和 NOAA-5 卫星红外照片得出的黄、东海冬季海面温度模式. 海洋学报, 1981, 3(4): 523~534
- 13 孙湘平. 中国沿岸海洋水文气象概况. 北京: 科学出版社, 1981. 1~159