

夏季东海 PN 断面浮游植物群集

郭术津¹, 孙军², 汪岷¹

(1. 中国海洋大学 海洋生命学院, 山东青岛 266003; 2. 天津科技大学 海洋科学与工程学院, 天津 300457)

摘要: 2009年8月对东海PN断面11个站位进行了综合调查, 对获得的53个浮游植物样品采用Utermöhl方法进行分析, 初步鉴定出浮游植物4门40属77种(不包括未定名种), 其中硅藻28属54种, 甲藻10属21种, 金藻1属1种, 蓝藻1属1种。调查断面浮游植物的细胞丰度介于 $0.044 \times 10^3 \sim 113.3 \times 10^3$ 个/L, 平均值为 6.178×10^3 个/L; 硅藻占浮游植物细胞丰度的比例最大, 介于 $0.037 \times 10^3 \sim 106.9 \times 10^3$ 个/L, 平均值为 5.855×10^3 个/L; 其次为甲藻, 细胞丰度介于 $0.037 \times 10^3 \sim 13.1 \times 10^3$ 个/L, 平均值为 0.752×10^3 个/L; 金藻细胞丰度较低, 只在个别站位出现; 蓝藻细胞丰度介于 $0.037 \times 10^3 \sim 1.148 \times 10^3$ trichomes/L, 平均值为 0.305×10^3 trichomes/L。调查海区浮游植物的生态类型以温带近岸性为主, 优势物种为: 柔弱伪菱形藻(*Pseudo-nitzschia delicatissima*)、伏氏海线藻(*Thalassionema frauenfeldii*)、骨条藻(*Skeletonema* sp.)、简单裸甲藻(*Gymnodinium simplex*)、尖刺伪菱形藻(*Pseudo-nitzschia pungens*)、圆筛藻(*Coscinodiscus* spp.)、夜光藻(*Noctiluca scintillans*)、菱形海线藻(*Thalassionema nitzschioides*)、具槽帕拉藻(*Paralia sulcata*)、原多甲藻(*Protoperdinium* sp.)、铁氏束毛藻(*Trichodesmium thiebautii*)和锥状施克里普藻(*Scrippsiella trochoidea*)。浮游植物细胞丰度总体从近岸到外海呈逐渐降低的趋势, 在近岸的YZ03站位表层达到最高值 113.3×10^3 个/L, 在YZ12和YZ13站位达到 34.2×10^3 个/L和 50.5×10^3 个/L; 外海的PN05站位也有细胞丰度高值区出现, 这主要是受黑潮的影响所致。香农-威纳多样性指数和Pielou均匀度指数在断面中部较高, 而在近岸处较低。

关键词: 浮游植物; 群集结构; 夏季; PN断面

中图分类号: Q948.1

文献标识码: A

文章编号: 1000-3096(2011)11-0101-07

浮游植物作为海洋初级生产力的主要贡献者, 在物质循环和能量转化过程中起着非常重要的作用, 在碳循环和全球气候变化中的关键作用也日益受到重视^[1-2]。东海陆架海域, 区域宽阔, 岛屿棋布, 岸线复杂; 由于受大量长江冲淡水及北上的高盐黑潮水的影响, 该海域的浮游植物的群集分布比较复杂^[3]。PN断面从东海西北角长江口到东南角琉球群岛呈西北-东南走向, 大致与纬线呈 40° 夹角, 且水深变化很大, 由最浅处水深大约100 m到最深处水深超过1 000 m。该断面横跨整个东海陆架, 是长江冲淡水主轴方向的延伸, 且与东海内的黑潮主轴垂直, 水文环境复杂, 对于研究东海浮游植物群落结构和理解人类活动改变东海生态系统的过程大有裨益, 是一个典型的研究断面^[4]。尽管相关的浮游植物调查工作已经展开, 但是基于Utermöhl方法的定量研究还很匮乏。本文通过2009年8月份东海PN断面海域浮游植物分布的调查, 采用国际通行的浮游植物样品分析Utermöhl方法^[5]分析了该断面自长江口近岸至外海的浮游植物群集分布特征, 以期为了解长江

冲淡水、黑潮对该海域生态环境的影响提供基础资料。

1 材料与方法

1.1 站位设置及采样方法

2009年8月23日至2009年8月25日对东海长江口PN断面海区($29^\circ 00' N \sim 32^\circ 00' N$, $122^\circ 20' E \sim 126^\circ 00' E$)进行了水文、化学和生物的综合外业调查, 共设置了11个浮游植物调查站位(图1)。按照《海洋调查规范》^[6], 采集标准层浮游植物水样250 mL轻倒入聚乙烯样品瓶中, 立即用中性福尔马林固定, 使其最终浓度达到1%~2%, 然后带回实验室进行浮游植物物种鉴定和细胞丰度分析, 共采集53个浮游植物样品。

收稿日期: 2010-04-01; 修回日期: 2010-06-02

基金项目: 国家重点基础研究发展规划项目(2009CB421202)

作者简介: 郭术津(1986-), 男, 山东潍坊人, 硕士研究生, 主要从事海洋浮游植物生态学研究; 孙军, 通信作者, 博士, 研究员, 主要从事海洋浮游植物分类学与生态学研究, E-mail: phytoplankton@163.com

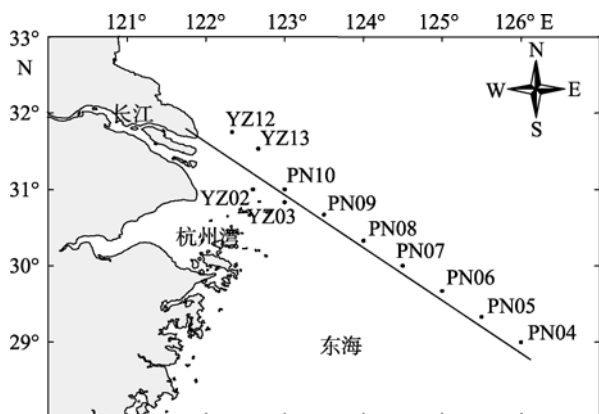


图 1 调查海区 and 站位

Fig. 1 Study area and sampling stations

1.2 样品分析方法

采用 Utermöhl 方法^[5]对样品进行分析。取 25mL 或 100mL 浮游植物亚样品于 Hydro-bios 的 Utermöhl 计数框, 沉降 24 h, 用 AO 倒置显微镜在 200 或 400 倍下进行浮游植物物种鉴定与计数, 细胞丰度的统计和误差处理参考孙军等^[5]。

1.3 浮游植物群落结构分析

浮游植物群落分析采用香农-威纳(Shannon-Wiener, H')物种多样性指数、Pielou 物种均匀度指数(Pielou's index, J)和优势度指数(Y), 如下^[7]:

香农-威纳物种多样性指数计算公式如下:

$$H' = -\sum_{i=1}^S P_i \log_2 P_i$$

表 1 调查区浮游植物优势物种*

Tab. 1 Dominant species of phytoplankton in the survey area

物种	频度	丰度比例 (%)	优势度
柔弱伪菱形藻 <i>Pseudo-nitzschia delicatissima</i>	0.312	31.60	0.098 4
伏氏海线藻 <i>Thalassionema frauenfeldii</i>	0.492	11.42	0.056 1
骨条藻 <i>Skeletonema</i> sp.	0.213	19.28	0.041 0
简单裸甲藻 <i>Gymnodinium simplex</i>	0.607	2.39	0.014 5
尖刺伪菱形藻 <i>Pseudo-nitzschia pungens</i>	0.197	5.55	0.010 9
圆筛藻 <i>Coscinodiscus</i> spp.	0.492	1.46	0.007 2
夜光藻 <i>Noctiluca scintillans</i>	0.344	1.68	0.005 8
菱形海线藻 <i>Thalassionema nitzschioides</i>	0.213	2.14	0.004 6
具槽帕拉藻 <i>Paralia sulcata</i>	0.213	1.91	0.004 1
原多甲藻 <i>Protoperidinium</i> sp.	0.361	0.94	0.003 4
铁氏束毛藻 <i>Trichodesmium thiebautii</i>	0.246	1.38	0.003 4
锥状施克里普藻 <i>Scrippsiella trochoidea</i>	0.164	1.26	0.002 1

*种名更改参见孙军等^[9]

式中: P_i 是第 i 种的个数与该样方总个数之比; S 为样方总数。

物种均匀度指数计算公式如下:

$$J = \frac{H'}{\log_2 S}$$

式中: S 为样方种数。

优势度计算公式如下:

$$Y = \frac{n_i}{N} f_i$$

式中: n_i 为第 i 个种的个体数; N 为每种出现的总个体数; f_i 为频度, 即该种在各站位出现的频率。

2 结果与讨论

2.1 浮游植物物种组成

共发现浮游植物 4 门 40 属 77 种(不包括未定名种), 其中硅藻门 28 属 54 种, 甲藻门 10 属 21 种, 金藻门 1 属 1 种, 蓝藻门 1 属 1 种。浮游植物的物种以温带近岸性为主, 主要优势种为柔弱伪菱形藻 (*Pseudo-nitzschia delicatissima*)、伏氏海线藻 (*Thalassionema frauenfeldii*)、骨条藻 (*Skeletonema* sp.)、简单裸甲藻 (*Gymnodinium simplex*)、尖刺伪菱形藻 (*Pseudo-nitzschia pungens*)、圆筛藻 (*Coscinodiscus* spp.)、夜光藻 (*Noctiluca scintillans*)、菱形海线藻 (*Thalassionema nitzschioides*)、具槽帕拉藻 (*Paralia sulcata*)、原多甲藻 (*Protoperidinium* sp.)、铁氏束毛藻 (*Trichodesmium thiebautii*) 和锥状施克里普藻 (*Scrippsiella trochoidea*) (表 1)。

受长江冲淡水的影响, 骨条藻和具槽帕拉藻等物种在长江近岸水域出现细胞丰度高值, 如 YZ13 站, 骨条藻细胞丰度最高, 达到 43.4×10^3 个/L, 这也与王丹等^[8]在长江口该水域的调查结果相一致。受台湾暖流和黑潮分支的影响, 部分外洋暖水性种也有出现, 如丛毛辐杆藻(*Bacteriastrum comosum*)、并基角毛藻(*Chaetoceros decipiens*)、距端假管藻(*Pseudosolenia calcar-avis*)和萎软几内亚藻(*Guinardia flaccida*)等。

2.2 浮游植物细胞丰度

2.2.1 细胞丰度分布

调查断面浮游植物细胞丰度分布见图 2。PN 断面浮游植物细胞丰度介于 $0.044 \times 10^3 \sim 113.3 \times 10^3$ 个/L, 平均值为 6.178×10^3 个/L。其中硅藻占浮游植物细胞丰度比例最大, 介于 $0.037 \times 10^3 \sim 106.9 \times 10^3$ 个/L, 平均值为 5.855×10^3 个/L; 其次为甲藻, 丰度介于 $0.037 \times 10^3 \sim 13.1 \times 10^3$ 个/L, 平均值为 0.752×10^3 个/L; 金藻只在个别站位出现, 丰度很低; 蓝藻细胞丰度介于 $0.037 \times 10^3 \sim 1.148 \times 10^3$ trichomes/L, 平均值为 0.305×10^3 trichomes/L。细胞丰度分布的总体趋势是从近岸到外海逐渐降低, 高值区出现在 PN 断面长江口

近岸处, 如在 YZ03 站位表层达到断面浮游植物细胞丰度最高值 113.3×10^3 个/L, 在 YZ12 和 YZ13 站位也相继达到 34.2×10^3 个/L 和 50.5×10^3 个/L, 这些站位的优势物种是伏氏海线藻、骨条藻、柔弱伪菱形藻和尖刺伪菱形藻。以上这些站位细胞丰度高值的出现与长江冲淡水中营养盐的输入有关, 长江冲淡水中富含的有机质和营养盐成分为该海域浮游植物的生长提供了有利条件^[13]。另外, 在外海的 PN05 站位也有细胞丰度高值区出现, 该站表层细胞丰度达到 6.756×10^3 个/L, 优势种为柔弱伪菱形藻和伏氏海线藻, 这主要是受上升流影响所致。入侵东海大陆架的黑潮次表层水在该海域形成上升流将底层的营养盐带到表层, 促进了该海域浮游植物的生长^[14]。浮游植物在断面中部偏东海域丰度较低, 尤其是 PN06、PN07 和 PN08 三个站位细胞丰度都在 2.0×10^3 个/L 以下。总体来说, 调查区浮游植物中硅藻占绝对优势, 其丰度分布决定着浮游植物细胞丰度的总体分布; 但甲藻也占有一定的比例, 甚至在某些站位占有优势, 如在 YZ12 站表层甲藻细胞丰度达到 13.1×10^3 个/L。本次调查中发现的金藻和蓝藻各 1 种, 分别是小等刺硅鞭藻(*Dictyocha fibula*)和铁氏束毛藻

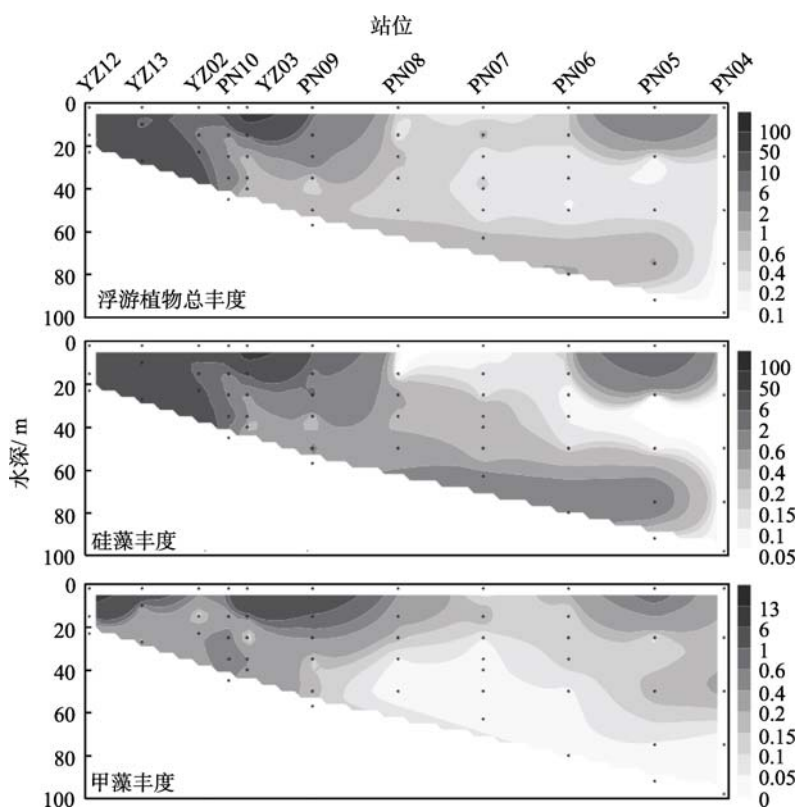


图 2 调查区浮游植物细胞丰度($\times 10^3$ 个/L)分布

Fig. 2 Distribution of phytoplankton cell abundance ($\times 10^3$ ind/L) in the survey area

(*Trichodesmium thiebautii*), 其中小等刺硅鞭藻只在个别站位出现; 铁氏束毛藻分布则较广, 细胞丰度也较高, 介于 $0.037 \times 10^3 \sim 1.1 \times 10^3$ trichomes/L, 平均值为 0.305×10^3 trichomes/L。

2.2.2 优势种分布

调查断面的优势种与往年同期资料比较见表 2。与以往研究相比, 骨条藻、尖刺伪菱形藻、菱形海线藻和具槽帕拉藻仍然是优势种, 而柔弱伪菱形藻作为新优势种出现, 密集区出现在近岸海域, 在 YZ03 站表层丰度达到 77.1×10^3 个/L; 此外, 伏氏海线藻也成为了本次调查区的优势种, 分别在 YZ12 站和 PN10 站出现细胞丰度高值。

调查断面优势种细胞丰度分布见图 3。骨条藻的细胞丰度介于 $0.178 \times 10^3 \sim 43.407 \times 10^3$ 个/L, 平均值为 4.925×10^3 个/L, 其分布与长江冲淡口舌一致, 因此可作为长江冲淡口舌的指示种。具槽帕拉藻的丰度较低, 介于 $0.178 \times 10^3 \sim 0.889 \times 10^3$ 个/L, 平均值为 0.503×10^3 个/L, 大多出现在各个站位的底层, 这与其底栖生活的习性是相适应的; 与骨条藻相比, 具槽帕拉藻分布比较均匀, 但在近岸海域的 YZ02 站和断面外侧的 PN06 站出现两个轻微高值区, 细胞丰度分别达到 0.800×10^3 个/L 和 0.889×10^3 个/L。柔弱伪菱形藻细胞丰度介于 $0.133 \times 10^3 \sim 77.1 \times 10^3$ 个/L, 平均值为 5.822×10^3 个/L, 在 YZ03 站位表层达到丰度最大

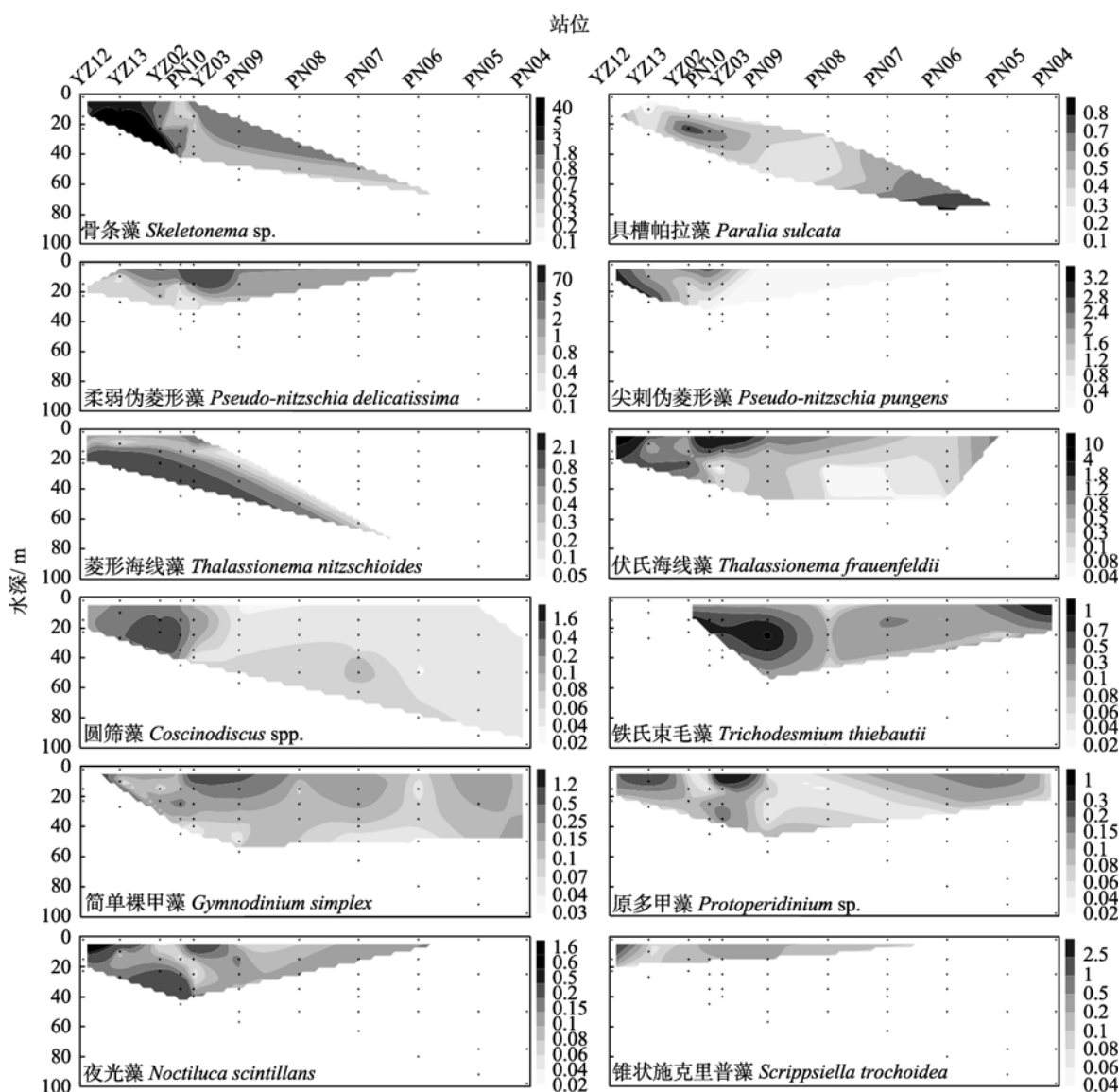


图 3 调查断面浮游植物优势种细胞丰度($\times 10^3$ 个/L)分布

Fig. 3 Distribution of phytoplankton dominant species cell abundance ($\times 10^3$ ind/L) in the survey area

表 2 调查区浮游植物丰度和往年资料(网样或水样)比较

Tab. 2 Comparison among historical data of phytoplankton cell abundance in the survey area

位置	时间(年-月)	物种数	优势种	丰度 ($\times 10^3$ 个/L)	方法	参考文献
29°00'~32°00'N 122°20'~126°00'E	2009-08	75	参考表 1	6.178	Utermöhl	本文
30°00'~32°00'N 121°00'~123°30'E	2003-05	87	颗粒浮生直链藻 <i>Aulacoseira granulata</i> 中肋骨条藻 <i>Skeletonema costatum</i> 具齿原甲藻 <i>Prorocentrum dentatum</i>	675	沉降	[10]
28°00'~32°00'N 121°00'~124°00'E	1994-10~1994-11	140	旋链角毛藻 <i>Chaetoceros curvisetus</i> 扁面角毛藻 <i>Chaetoceros compressus</i> 尖刺伪菱形藻 <i>Pseudo-nitzschia pungens</i> 菱形海线藻 <i>Thalassionema nitzschioides</i> 中肋骨条藻 <i>Skeletonema costatum</i>	46.34	网采	[11]
27°00'~32°30'N 122°00'~128°30'E	1993-02~1993-03	103	具槽帕拉藻 <i>Paralia sulcata</i> 华丽双壁藻 <i>Diploneis splendida</i> 六幅辐辏藻 <i>Actinoptychus senarius</i> 佛氏梯形藻 <i>Climacodium frauenfeldianum</i>	0.2~10(近岸) 0.5~1(离岸)	沉降/扫 描电镜	[12]

值 77.1×10^3 个/L, 该藻主要分布在各站位表层。尖刺伪菱形藻的细胞丰度介于 $0.222 \times 10^3 \sim 3.333 \times 10^3$ 个/L, 平均值为 1.796×10^3 个/L, 细胞丰度高值区出现在长江口近岸水域, 最高值出现在 YZ12 站位, 沿远离长江口的方向, 细胞丰度逐渐降低。菱形海线藻的细胞丰度介于 $0.074 \times 10^3 \sim 2.133 \times 10^3$ 个/L, 平均值为 0.568×10^3 个/L; 与尖刺伪菱形藻一样, 菱形海线藻细胞丰度总体分布趋势是从长江口向外海方向逐渐降低, 不同的是细胞丰度高值区大都出现在各站位的底层。伏氏海线藻细胞丰度介于 $0.044 \times 10^3 \sim 10.8 \times 10^3$ 个/L, 平均值为 1.582×10^3 个/L, 在各站位表层丰度较高, 随着水深的增加, 丰度降低。圆筛藻分布较广, 在各站位都有出现, 细胞丰度介于 $0.037 \times 10^3 \sim 1.600 \times 10^3$ 个/L, 平均值为 0.170×10^3 个/L, 密集区处于 YZ02 站位附近水域。铁氏束毛藻细胞丰度介于 $0.037 \times 10^3 \sim 1.148 \times 10^3$ trichomes/L, 平均值为 0.305×10^3 trichomes/L; 在离长江口最近的 YZ12 和 YZ13 站位没有发现该物种, 而在离长江口较远的 PN09 和 PN04 却出现了该物种的两个密集区, 细胞丰度分别达到了 1.111 trichomes/L 和 1.148 trichomes/L。简单裸甲藻细胞丰度介于 $0.037 \times 10^3 \sim 1.259 \times 10^3$ 个/L, 平均值为 0.225×10^3 个/L, 最高值和最低值分别出现在 YZ03 站和 PN06 站。原多甲藻细胞丰度介于 $0.037 \times 10^3 \sim 1.037 \times 10^3$ 个/L, 平均值为 0.142×10^3 个/L。夜光藻细胞丰度介于 $0.037 \times 10^3 \sim 1.600 \times 10^3$ 个/L, 平均值为 0.266×10^3 个/L, 最大值出现在 YZ12 站表层。锥状施克里普藻细胞丰度介于 $0.044 \times 10^3 \sim 2.667 \times 10^3$ 个/L, 平均值为 0.453×10^3 个/L, 该藻在各站位只在表层出现。

2.2.3 群落多样性分布

群落多样性是衡量群落稳定性的一个重要尺度, 通常与两个参数密切相关, 即物种丰富度和物种细胞丰度^[15]。本文采用香农-威纳物种多样性指数和 Pielou 物种均匀度指数对浮游植物的群落结构进行综合分析, 前者多用于反应群落结构的复杂程度, 而后者能较好地反应群落的均匀度^[15]。

调查断面浮游植物的香农-威纳多样性指数和 Pielou 均匀度指数见图 4。断面浮游植物的香农-威纳指数介于 0.772~3.496, 平均值为 2.115, 总体分布比较均匀, 并没有出现特别明显的高值区和低值区, 但在 YZ02 和 PN09 站位出现了两个相对高值区, 香农-威纳指数分别达到了 3.496 和 3.462。在 PN06、PN07 和 PN08 三个站位香农-威纳指数较低。这三个站位的共同特点是物种丰富度少, 群落结构比较简单。另外, 在 YZ13 站位香农-威纳指数也出现低值, 其底层香农-威纳指数为 0.947, 该水层骨条藻细胞丰度达到 43.4×10^3 个/L, 远远高于其他物种细胞丰度, 造成物种群落组成优势种单一且优势度大, 从而使群落多样性降低。由此可见, 优势种的物种丰富度对群落结构的多样性具有重要影响。

调查断面浮游植物的 Pielou 均匀度指数介于 0.223~1.000, 平均值为 0.754。均匀度指数从近岸到外海呈逐渐升高的趋势, 低值区出现在断面近岸位置, 在 YZ13 站位底层 Pielou 均匀度指数仅为 0.223, 该站位骨条藻丰度远远高于其他藻类细胞丰度, 优势种单一, 多样性降低。Pielou 均匀度指数高值区出现在 PN 断面外海区域, 在 PN05 和 PN06 站位达到最高。

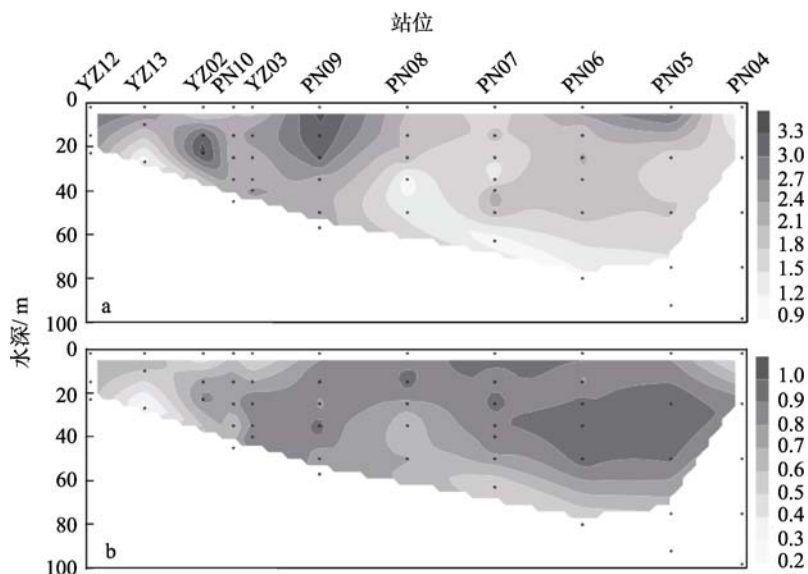


图 4 调查断面浮游植物的香农-威纳指数(a)和 Pielou 均匀度指数(b)的分布

Fig. 4 Distribution of Shannon-Wiener diversity index (a) and Pielou's evenness index (b) in the survey area

3 结论

夏季东海 PN 断面的浮游植物主要以硅藻为主, 硅藻的分布刻画了浮游植物的总体分布。甲藻在个别站位上会成为优势类群。主要优势种为柔弱伪菱形藻、伏氏海线藻、骨条藻、尖刺伪菱形藻、菱形海线藻、具槽帕拉藻等。浮游植物物种的生态类型多为温带近岸型, 但由于受黑潮北上的影响, 在断面外侧站位也出现了远洋暖水性种, 如丛毛辐杆藻、并基角毛藻等。浮游植物香农-威纳多样性指数和 Pielou 均匀度指数均在近岸区域出现低值区, 香农-威纳多样性指数在调查海域中部出现高值区, 而 Pielou 均匀度指数在外海站位较高。

致谢: 感谢“东方红 2”调查船船长和船员们, 现场浮游植物样品的采集工作由宋书群、何青和张晓东完成, 栾青杉对论文写作提供了帮助, 谨致谢忱!

参考文献:

[1] Charlson R J, Lovelock J E, Andreae M O, et al. Oceanic phytoplankton, atmospheric sulphur, cloud albedo and climate[J]. Nature, 1987, 326: 655-661.

[2] Sathyendranath S, Gouveia A D, Shetya S R, et al. Biological control of surface temperature in the Arabian Sea[J]. Nature, 1991, 349: 54-56.

[3] Chiang K P, Chen Y T, Gong G C. Spring distribution

of diatom assemblages in the East China Sea[J]. Marine Ecology Progress Series, 1999, 186: 75-86.

[4] 张媛, 吴德星, 林霄沛. 东海 PN 断面水团分布的季节变化[J]. 中国海洋大学学报, 2009, 39(3): 369-374.

[5] 孙军, 刘东艳, 钱树本. 一种海洋浮游植物定量研究方法——Utermöhl 方法的介绍及其改进[J]. 黄渤海海洋, 2002, 20(2): 105-112.

[6] 国家技术监督局. GB12763.6-1991 海洋监测规范 (第 6 部分): 海洋生物调查[S]. 北京: 中国标准出版社, 1992: 17-20.

[7] 孙军, 刘东艳, 宁修仁, 等. 2001/2002 年夏季南极普里兹湾及其邻近海域的浮游植物[J]. 海洋与湖沼, 2003, 34(5): 519-532.

[8] 王丹, 孙军, 安佰正, 等. 2006 年秋季东海陆架浮游植物群集[J]. 应用生态学报, 2008, 19(11): 2435-2442.

[9] 孙军, 刘东艳. 中国海区常见浮游植物种名更改初步意见[J]. 海洋与湖沼, 2002, 33(3): 271-286.

[10] Gao X L, Song J M. Phytoplankton distributions and their relationship with the environment in the Changjiang Estuary, China[J]. Marine Pollution Bulletin, 2005, 50: 327-335.

[11] Wu Y L, Zhang Y S, Zhou C X. Phytoplankton distri-

- bution and community structure in the East China Sea(ECS) continental shelf[J]. Chinese Journal of Oceanology and Limnology, 2000, 18(1): 74-79.
- [12] Furuya K, Kurita K, Odate T, et al. Distribution of phytoplankton in the East China Sea in the Winter of 1993[J]. Journal of Oceanography, 1996, 52: 323-333.
- [13] 王芳, 康建成, 周尚哲, 等. 2006 春秋季长江口及其邻近海域营养盐污染研究[J]. 生态环境, 2006, 15(2): 276-283.
- [14] Chiang K P, Chou Y S, Chang J, et al. Winter Distribution of Diatom Assemblages in the East China Sea[J]. Journal of Oceanography, 2004, 60: 1053-1062.
- [15] 孙军, 刘东艳. 多样性指数在海洋浮游植物研究中的应用[J]. 海洋学报, 2004, 26(1): 62-75.

Phytoplankton assemblages in PN section of East China Sea in summer

GUO Shu-jin¹, SUN Jun², WANG Min¹

(1. College of Marine Life Science, Ocean University of China, Qingdao 266003, China; 2. College of Marine Science and Engineering, Tianjin University of Science and Technology, Tianjin 300457, China)

Received: Apr., 1, 2010

Key words: phytoplankton; assemblage structure; summer; PN section

Abstract: Fifty-three water samples were collected from the PN section of East China Sea in August 2009. This paper presented the preliminary study on phytoplankton species composition and assemblage structure by the Utermöhl method. A total of four phylum and 40 genera including 77 taxa were found. There were 28 Bacillariophyta genera including 54 taxa, 10 Dinophyta genera including 21 taxa, one Chrysophyta genera including one taxon, and one Cyanophyta genera including one taxon. The cell abundance of the phytoplankton ranged from 0.044×10^3 to 113.2×10^3 cells/L, with an average of 6.178×10^3 cells/L; Bacillariophyta contributed most to the total cell abundance, ranging from 0.037×10^3 to 106.8×10^3 cells/L, with an average of 5.855×10^3 cells/L; secondary important group is Dinophyta, with cell abundance ranging from 0.037×10^3 to 13.067×10^3 cells/L, with an average of 0.752×10^3 cells/L; the cell abundance of Chrysophyta was low; the cell abundance of Cyanophyta ranged from 0.037×10^3 to 1.148×10^3 trichomes/L. The dominant species were *Pseudo-nitzschia delicatissima*, *Thalassionema frauenfeldii*, *Skeletonema* sp., *Gymnodinium simplex*, *Pseudo-nitzschia pungens*, *Coscindiscus* spp., *Noctiluca scintillans*, *Thalassionema nitzschioides*, *Paralia sulcata*, *Protoperidinium* sp., *Trichodesmium thiebautii*, and *Scrippsiella trochoidea*. The cell abundance of phytoplankton was relatively high in inshore and low in offshore area, at station YZ03, YZ12 and YZ13, the cell abundance reaching 113.2×10^3 cells/L, 34.2×10^3 cells/L, and 50.4×10^3 cells/L. In addition, there was another cell abundance high value area at PN05 station, maybe a result of the Kuroshio Current's inbreak. The Shannon-Wiener diversity index and Pielou's evenness index were higher in the middle stations of the section but lower in inshore part.

(本文编辑: 张培新)