

厦门潮间滩涂小型底栖硅藻和叶绿素的分布

陈兴群 陈其焕 张明

(国家海洋局第三海洋研究所, 厦门)

摘要

厦门海域潮间滩涂小型底栖藻类的叶绿素a的年变化范围为0.35—130mg/m², 平均为18.5mg/m², 脱镁叶绿素年变化范围为0.2—411mg/m², 平均为57.9mg/m². 在43属182种及变种的底栖硅藻中, 常见的优势种有小伪菱形藻双楔变种(*Pseudo-Nitzschia sicula* v. *Bicuneata*)和弯菱形藻(*Nitzschia sigma*)等. 研究表明: 生态环境的不同导致两种叶绿素比值的变化, 河口区海水盐度的梯度分布决定底栖藻类种群结构的差异, 各个时期温度、降雨等环境因素的变化影响种群数量在潮区间的分布.

关键词: 潮间滩涂, 小型底栖硅藻, 叶绿素, 分布.

潮间带小型底栖藻类, 尤其是硅藻, 在底栖生态系中起着重要作用, 它们能量的产生和循环, 以及与周围环境因素之间的关系已成为港湾和沿岸生态学研究的一个范畴.

一、材料和方法

在厦门西港和九龙江口沿岸潮间滩涂区选取8个断面站(图1), 各断面从高潮至低潮区依次布设高潮区(H), 中潮区1(M₁), 中潮区2(M₂), 中潮区3(M₃)和低潮区(L)五个采样点. 高潮区底质除浮宫为底质外, 其余均为沙质, 中潮至低潮区均为泥质地. 浮宫的高潮至中潮区1为红树林所覆盖, 海门、后井和贞庵的中潮区1生长少量的红树林, 大屿为贝类养殖区. 1987年2、5、8和11月在上述站位进行取样. 并进行分析测定.

叶绿素测定采用分光法^[1], 底栖硅藻样品分析按 Round^[2]方法. 硅藻的群聚结构相似性分析用Mountford^[3]的相似度系数 I_s 表示.

二、结果与讨论

1. 叶绿素的分布和变化

叶绿素a与脱镁叶绿素的测定结果如图2所示, 高值多分布于中潮区, 个别见于高潮

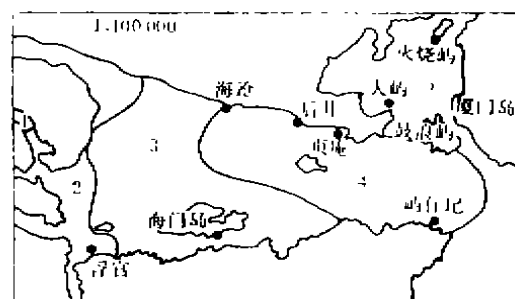


图1 调查站位图及盐度分区

Fig.1 Stations for benthic survey and salinity gradient divisions in sea area around Xiamen

或低潮区。各季度月比较, 8月最高, 5月和2月其次, 11月最低; 叶绿素a与脱镁叶绿素在各潮区的对应分布不成正比, 前者在 $0.35-130.7\text{mg}/\text{m}^2$ 之间, 均值为 $18.5\text{mg}/\text{m}^2$, 后者在 $0.21-411.4\text{mg}/\text{m}^2$ 之间, 均值为 $57.9\text{mg}/\text{m}^2$ 。按两种叶绿素对应数据对的比值分析, 30对高潮区数据中, 近半数前者高于后者, 而中潮区以低的124对数据中, 只有4对, 其大部则为后者高于前者, 比值可高达20:1(脱镁叶绿素:叶绿素a, 五个潮区和的平均)。这些结果与 Colijn^[4]等人在Dutch wadden海东部潮间带所取的实验结果一致。研究表明, 水体中脱镁叶绿素的存在主要起因于: 浮游动物摄食活动后排出体外的部分植物细胞叶绿素的降解和无光状态浮游植物细胞内叶绿素的转化^[5,8]。沙质或泥质表面脱镁叶绿素的形成显然不止于上述因素。沙质地主要的小型藻类为硅藻, 底栖硅藻具运动性, 在潮水淹没或暴露于光之前就能根据对光的适应而在沙缝中移动, 以调节自身的最适受光位置^[2,5], 另外沉积作用和动物摄食影响小, 故叶绿素a含量大多高于或接近于脱镁叶绿素。泥质地的硅藻主要生活于近表面或表面^[6], 因而波浪冲击下某些藻类被细泥掩盖而产生的叶绿素转化, 泥质地小型底栖食植性动物的摄食活动, 水体中含脱镁叶绿素颗粒体的沉积, 均是造成泥质地, 尤其是上述的浮宫、贞庵和大屿等红树林生长以及贝类养殖区两种叶绿素高比值的原因。

2. 底栖硅藻的分布和变化

在总计43属162种及变种的底栖硅藻中, 园筛藻属(*Coscinodiscus*)和菱形藻属(*Nitzschia*)的种数占总种数的四分之一, 分别为22和19种及变种, 其次为舟形藻属(*Navicula*)和布纹藻属(*Gyrosigma*), 分别为12和10种及变种。按生态习性, 可区分为海水, 半咸水和淡水种三类^[7,8], 海水种为100种, 占总数的62%, 淡水种16种, 占10%, 其中8种淡水种: 盘形菱形藻(*Nitzschia tryblionella*), 盘形菱形藻维多变种(*Ni. tryblionella* v. *victoriae*), 雪白舟形藻(*Navicula nivalis*), 肘状针杆藻(*Synedra ulna*), 粗糙桥弯藻(*Cymbella aspera*), 披针桥弯藻(*Cy. lanceolata*), 北方羽纹藻(*Pinnularia borealis*)和大形羽纹藻(*Pi. major*)仅见于浮宫; 其余8种: 海氏窗纹藻(*Epithemia hyndmanii*), 膨胀桥弯藻(*Cymbella*

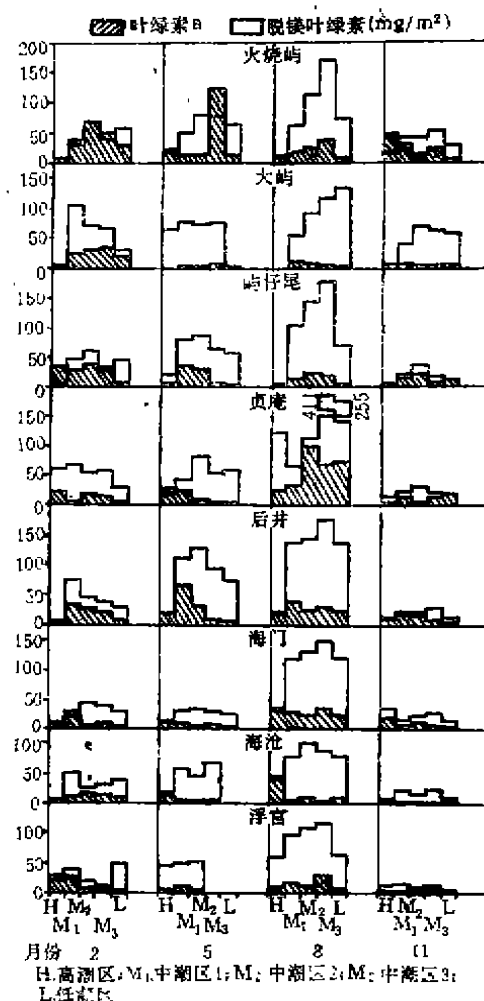


图2 各站不同潮区叶绿素a和脱镁叶绿素的季度月变化
Fig.2 Seasonal month variation of chlorophyll a and phaeophytin in different intertidal flat of stations

tumida), 边缘桥弯藻(*Cy. affins*), 新月桥弯藻(*Cy. lunata*), 叉翼羽纹藻(*Pinnularia stauroptera*), 微缘羽纹藻中间变种(*P. viridis* v. *intermedia*), 纤细菱形藻(*Nitzschia subtilis*) 以及双头辐节藻西伯利亚变种(*Stauroneis anceps* v. *siberica*) 则见于多数站位。近半数的海水种也出现于浮宫, 而海水习性的粗纹藻属(*Trachyneis*), 三角藻属(*Triceratium*), 盒形藻属(*Biddulphia*), 美壁藻属(*Caloneis*) 和马鞍藻属(*Campylodiscus*) 所属种仅分布于除浮宫外的站位。显然, 河口区海水与河水的交汇, 水体的运动使某些底栖种已不仅仅局限于它们固有的生状习性而有了更广的分布。

底栖硅藻在断面潮区的分布呈现随季节的推移而变化, 高数量分布区在中潮与低潮区之间转移, 如图3中的火烧屿站所示: 2月高数量区位于中潮区2与中潮区3之间, 5月移至低潮区, 8月移至中潮区3, 11月到中潮区2。屿仔尾站具相似的高数量分布区转移现象, 浮宫除8月外, 其余月份同上。

此外, 在终年可见的优势种中, 小伪菱形藻双楔变种(*Pseudo-Nitzschia sicula* v. *bicuneata*) 见于所有站位, 而多枝舟形藻(*Navicula ramosissima*), 弯菱形藻(*Nitzschia sigma*), 偏心园筛藻(*Coscinodiscus excentricus*) 等仅见于个别站位, 部分种类在某一、二个季节成优势, 且具有明显的季节性相对优势演替, 如海门站, 2月相对优势种有日本桥弯藻(*Cymbella japonica*) 与岩石舟形藻(*Navicula scopulorum*), 5月由弯菱形藻替代岩石舟形藻而成为优势, 8月由膨胀桥弯藻替代日本桥弯藻而成为优势, 11月优势则是温和园筛藻(*Coscinodiscus temperlei*)

3. 某些环境因素对底栖硅藻分布的影响

显然, 由于九龙江河水的注入使调查区形成五个不同盐度梯度分区(图1), 本调查的8个站位正位于其中的四个分区, 取其中5个站位种类分布的相似度聚类分析(图4), 表明, 每两个站位中共有种数低于不相同种。同时, 在各站位之间的低相似度分布中, 仍可区分出种类群聚比较接近的站位及相似顺序, B与C, BC与D, A, E, 即海门与海沧的群聚相似度高于与其它站位, 屿仔尾的群类似于海门与海沧, 浮宫与火烧屿的群聚结构相对独立, 聚类分析的结果表明种群随盐度梯度的变化呈现不同的群聚结构。

同时, 底栖硅藻的季节分布以及高值区在不同潮区的转移与各季节光照时数, 温度和降雨量的变化有密切的关联, 如图5所示, 屿仔尾和火烧屿两站的硅藻丰度与日照时数, 气温

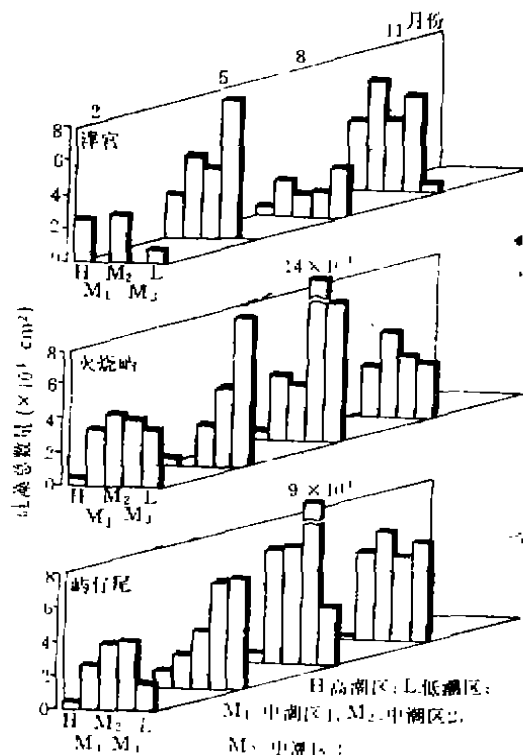


图3 部分站位不同月份底栖硅藻总数量分布
Fig.3 Abundance of benthic diatoms in different month and some stations

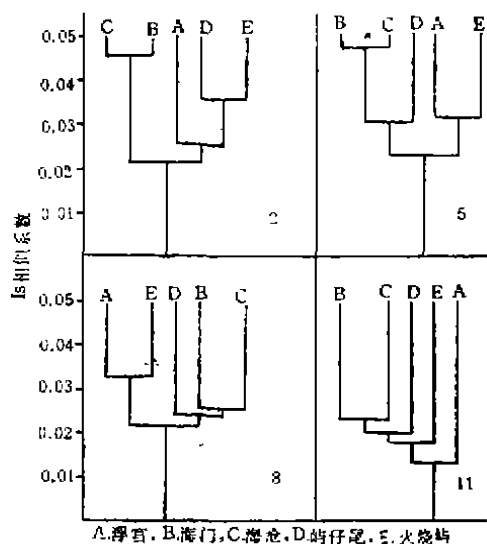


图4 底栖硅藻种群分布的聚类分析

(A. 浮宫, B. 海门, C. 海沧, D. 屿仔尾, E. 火烧屿)
Fig.4 Dendrogram from cluster analysis of population distribution of benthic diatoms in different month
(St., A. Fugong, B. Haimen, C. Haicang, D. Yuziwei, E. Huoshayou)

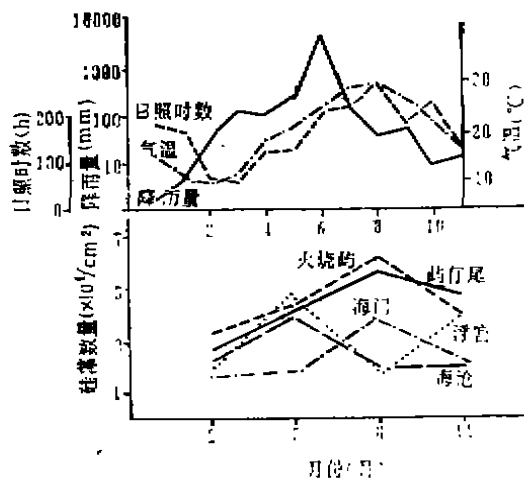


图5 厦门地区逐月降雨量,日照时数,气温(A)和不同站 位底栖硅藻的丰度变化(B)

Fig.5 Monthly variations of rainfall, radiation time, air temperature(A) and the abundance of benthic diatoms on intertidal flats (B) around Xiamen

的季节变化趋势相一致,不受降雨量变化的影响。海门站受到一定程度的影响,而浮宫和海沧5月之前同上述的变化趋势相似,5月后丰度下降。研究表明^[4],大雨及波浪均可使底表面由硅藻粘附而形成的表面膜破裂,进而使底栖硅藻细胞进入水体而成为悬浮状态。这部分解释了5月后丰度趋降的原因,而雨后低盐区盐度的下降导致生物的死亡可能是引起丰度锐减的另一因素。

参 考 文 献

- [1] Lorenzen, C. J., 1967, Determination of chlorophyll and phaeo-pigments: spectrophotometric equations, *Limnol. Oceanogr.* 12:343-346.
- [2] Round, F. E., 1979, A diatom assemblage living below the surface of intertidal sand flats, *Mar. Biol.* 54:219-223.
- [3] 陈兴群、黄丽琼, 1986, 生物群落结构特征值分析方法简介, *福建水产* 1:73-78.
- [4] Colljn, F and K. S. Dijkema, 1981, Species composition of benthic diatoms and distribution of chlorophyll a on an intertidal flat in the Dutch Wadden Sea, *Mar. Ecol.* 4:9-21.
- [5] Raymont, J. E. G., 1980, *Plankton and productivity in the oceans*, V, 1-Phytoplankton, Pergamon Press.
- [6] Yentsch, C. S., 1965, Distribution of chlorophyll and phaeophytin in the open ocean, *Deep-Sea Res.* 12:653-666.
- [7] 金德祥等, 1986, 《中国海洋浮游硅藻类》, 第1-230页, 上海科技出版社.
- [8] 金德祥等, 1982, 《中国海洋底栖硅藻类》(上卷), 第1-323页, 海洋出版社.

DISTRIBUTION OF CHLOROPHYLL AND BENTHIC DIATOMS IN THE INTERTIDAL FLAT AROUND XIAMEN

Chen Xing-Qun Chen Qi-Huan Zhang Min
(Third Institute of Oceanography, State Oceanic Administration, Xiamen)

Some ecological characteristics of microphytobenthos in the intertidal flat around Xiamen were studied in 1987. These include the abundance and the distribution of benthic diatoms, and the chlorophyll concentration of microphytobenthos. Annual range of 0.35—130mg/m² with the average of 18.5mg/m² for chlorophyll a and 0.2—411mg/m² with the average of 57.9mg/m² for phaeophytin showed that the microphytobenthos is the main primary producer in the benthic ecosystem. All 162 species of benthic diatoms have been identified, belonging to 43 genera in which *Pseudo-Nitzschia sicula* v. *bicuneata* and *Nitzschia sigma* are most dominant species. The gradient distribution of salinity resulted from the input of fresh water from Jiulongjiang river determines the population distribution of benthic diatoms. The abundance of benthic diatoms varies positively with the radiation time and the temperature, negatively with the amount of rainfall during some months of raining season in lower salinity flat have been discussed.

Key words: intertidal flat, benthic diatoms, chlorophyll, distribution.