第1卷 第13期
2008 年 11 月

www.paper.edu.cn
中国科技论文在线
Sciencepaper Online

Vol.1 NO.13
November 2008

杂色鲍培苗膜上藻类的初步分析

李海云[1]，李　娜[2]，唐汇娟[1]，孙　媛[1]

（1. 华南农业大学动物科学学院，广州　510642；
2. 华南农业大学图书馆，广州　510642）

摘要：本文结合光镜与扫描电镜技术，对杂色鲍培苗膜上的藻类进行了初步分析，结果表明：杂色鲍培苗膜上的藻种类多，有不同大小、不同形态的卵形藻、舟形藻、菱形藻、羽纹藻、直链藻、针杆藻、绿藻等类型。在附苗状况良好的薄膜上，卵形藻为优势种。而在附苗状况较差的薄膜上，舟形藻成群分布，较为大型的绿色藻类及直链藻分布较多。文中记述了主要的 14 个较为清晰的藻种，它们分别为扁圆卵形藻变种、盾卵形藻微尖变种、舟形藻未定种、小型舟形藻未定种、小型羽纹藻未定种、中型羽纹藻未定种、斜纹藻未定种、琴式菱形藻、直链藻未定种、针杆藻未定种、新月菱形藻、长菱形藻、细柱藻未定种和念珠直链藻。所记述的种类均附有相应的实物照片，并有相关的测量数据。

关键词：水产学基础学科；杂色鲍；培苗膜；藻类；初步分析

中图分类号：S9　　**文献标识码**：A　　**文章编号**：1674-2850(2008)11-1523-9

Primary analysis of the algae on breeding biofilm for juvenile *Haliotis diversicolor*

LI Haiyun[1], LI Na[2], TANG Huijuan[1], SUN Yuan[1]

(1. *College of Animal Science, South China Agricultural University, Guangzhou* 510642, *China*;
2. *Library of South China Agricultural University, Guangzhou* 510642, *China*)

Abstract: In the paper, light and scanning electric microscopic techniques were used to analyse the algae on the breeding biofilms for juvenile *Haliotis diversicolor*. The results showed that there were many kinds of algae on the breeding biofilms, such as *Cocconeis*, *Navicula*, *Nitzschia*, *Pinnularia*, *Melosira*, *Synetra* and green algae in different size and shape. On the biofilm which juvenile abalone grew well, *Cocconeis* were the dominant species, while on the film which juvenile abalone grew badly, *Navicula* were the dominant species, and they often grew together, and there were more green algae and *Melosira* in larger size. Meanwhile, the main fourteen clear algae species were recorded and described in the paper. They were *Cocconeis Placentula* var., *Cocconeis scutellum* var., *Navicula* sp1., *Navicula* sp2., *Pinnularia* sp1., *Pinnularia* sp2., *Pleurosigma* sp., *Nitzschia panduriformis*, *Melosira* sp., *Synedra* sp., *Nitzschia closterium*, *Nitzschia longissima*, *Leptocylindrus* sp., and *Melosira moniliformis*. For all the recorded species, there were photos enclosed and the relative data were measured.

Key words: basic disciplines of fisheries; *Haliotis diversicolor*; breeding biofilm; algae; primary analysis

0　引言

自 2000 年以来，我国台湾、广东、福建、海南等地的养鲍场不断有鲍培苗中出现不明原因的严重“脱板”现象。鲍幼体附在采苗板（塑料透明薄膜或波纹板）上生长期间，大部分甚至全部鲍苗第 1 呼吸孔尚未形成之前先变白，1～2 d 内“脱板”死亡。这成为近期制约鲍养殖业发展的瓶颈。关于鲍苗

基金项目：广东省自然科学基金（032248，06025794）；华南农业大学大型仪器使用基金（2007Y002）
作者简介：李海云（1966—），女，教授，主要研究方向：无脊椎动物生物学. E-mail：hyli@scau.edu.cn

“脱板”的原因，已有一些研究认为是球形病毒[1]、副溶血弧菌[2]、溶藻弧菌[3]、硅藻欠缺及种类不当[4~6]等所致，但终无明确结论。笔者就深圳某杂色鲍场培苗膜上的藻种进行初步分析研究，以期为鲍苗“脱板症”的“硅藻”成因提供佐证，同时也为“脱板症”的防治提供参考。

1 材料与方法

杂色鲍培苗膜于 2004 年 9 月采自深圳一养鲍场，从两个附苗状况良好及两个附苗状况较差的育苗池中随机选取薄膜，分别剪下约 16 cm^2 大小的薄膜，放入塑料采样瓶中，带回实验室进行后续处理观察。

光镜下观察采回的薄膜，剪取一小块放在载玻片上；或用鸡毛把薄膜上的生物刷到玻片上；或用 300 目网过滤取网上样品进行活体观察；或用 10％甲醛固定后进行观察，在 100，400，1 000 倍显微镜下选取适当对象拍照。

扫描电镜样品的制备与观察：取薄膜小片，在 0.1 mol/L 磷酸缓冲液中快速漂洗 3 次，然后迅速放入 4℃的 2.5％戊二醛固定 4 h 以上，再经 4℃的 1％四氧化锇固定 1 h，最后将 2.5％戊二醛和 1％四氧化锇都用 pH 7.4 的 0.2 mol/L 磷酸缓冲液配制。双固定后经 0.1 mol/L 磷酸缓冲液漂洗 3 次（每一步漂洗处理都注意留下沉淀物），再经梯度酒精脱水，HCP-2 临界点干燥仪干燥，IB-5 离子溅射仪喷金，XL 30 环境扫描电子显微镜观察并拍照。

2 结果

所取的杂色鲍育苗薄膜上的藻种类多，有不同大小、不同形态的卵形藻（*Cocconeis* sp.）、舟形藻（*Navicula* sp.）、菱形藻（*Nitzschia* sp.）、羽纹藻（*Pinnularia* sp.）、直链藻（*Melosira* sp.）、针杆藻（*Synedra* sp.）及绿藻等类型。现分别记述主要种类如下。

2.1 扁圆卵形藻变种 *Cocconeis Placentula* var.（如图版Ⅰ：1～2 所示）

藻体壳面椭圆形，长 6.8～8.1 μm，宽 4.2～5.7 μm；壳面中轴区线形，无壳缝；横线纹 29～30 条，横线纹粗、间断，横线纹间形成空白条纹。壳缘无纹，为椭圆环状平滑带。

2.2 盾卵形藻微尖变种 *Cocconeis scutellum* var. *Minutissima*（如图版Ⅰ：3 所示）

藻体壳面椭圆形，长 7.73 μm，宽 3.64 μm；壳面中轴区线形，无壳缝；横线纹 26 条，横线纹粗、间断，横线纹间形成空白条纹。壳缘隆起成嵴状。

2.3 舟形藻未定种 *Navicula* sp1.（如图版Ⅰ：1，4～5；图版Ⅱ：1～2 所示）

藻体壳面长椭圆形，长 17.6～23.8 μm，宽 6.8～9.5 μm；壳面中轴区线形，有壳缝、壳缝在中央间断，无中央节和极节；横线纹 35～36 条，横线纹由 8～18 个杆状裂纹组成，横线纹间形成空白细条纹；壳缘无纹，为长椭圆环状平滑带；壳环带无孔纹。

2.4 小型舟形藻未定种 *Navicula* sp2.（如图版Ⅱ：3 所示）

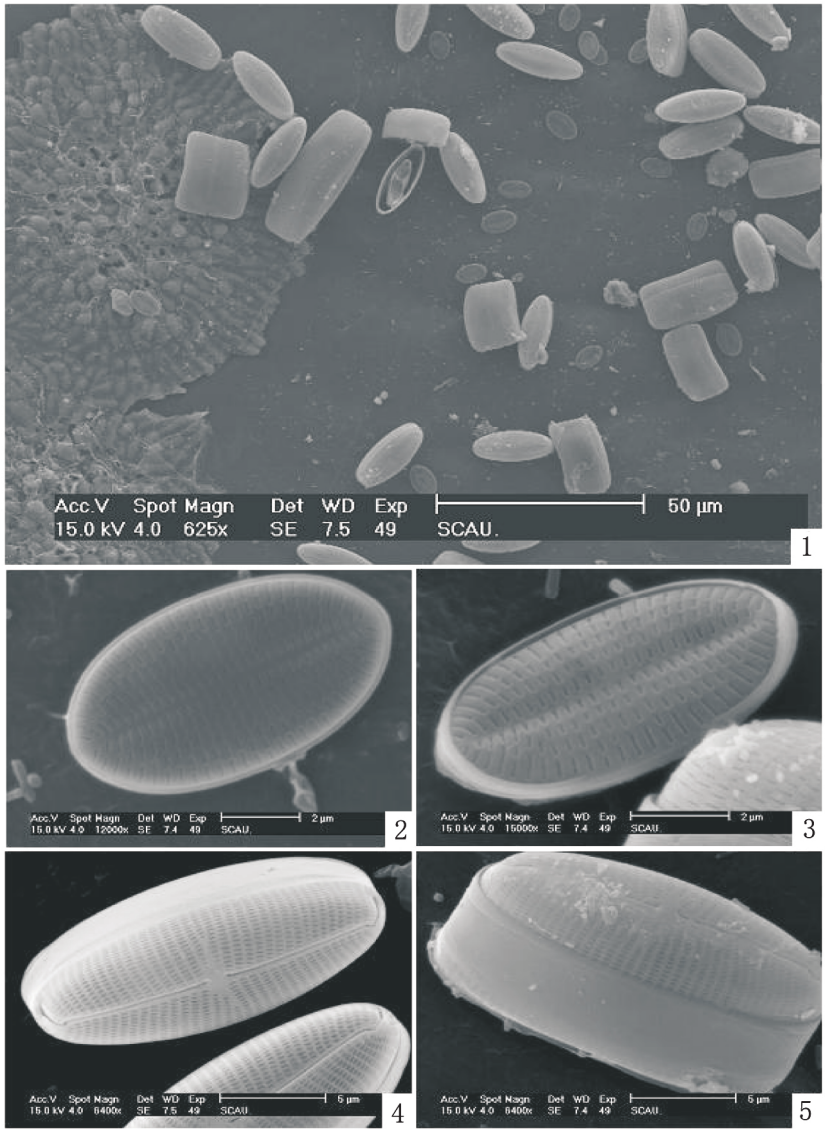
此藻仅观察到壳环带面观，呈刷子形态。藻体长 13～15 μm，壳环带高 4.2～5.1 μm；此壳环带与上述舟形藻（*Navicula* sp.）之壳环带有明显区别，有由小孔组成的 5 纵列线纹。

2.5 小型羽纹藻未定种 *Pinnularia* sp1.（如图版Ⅱ：4 所示）

藻体壳面长椭圆形，长 10.1 μm，宽 3.2 μm（中央区宽 2.1 μm）；壳面中轴区管状隆起，中央略细，至两端部渐细后略膨大，无壳缝、无中央节和极节；壳面边缘隆起成嵴，长轴中央区嵴略为反卷；横肋纹 50 条，近平行排列。

2.6 中型羽纹藻未定种 *Pinnularia* sp2.（如图版Ⅱ：5 所示）

藻体短杆状，端部圆钝，体长 85.3 μm，宽 8.4 μm；壳底板中轴区十字形隆起，无壳缝、无中央节和极节；壳底具格状纹，纵向 84 格，横向 8～10 格；底板边缘隆起成嵴，底板壳环带具有格状纹。



图版Ⅰ说明

图 1 低倍镜下混合的藻种，示其不同大小与形态（标尺＝50 μm）；

图 2 扁圆卵形藻变种 *Cocconeis Placentula* var. 壳面观（标尺＝2 μm）；

图 3 盾卵形藻微尖变种 *Cocconeis scutellum* var. *Minutissima* 壳面观（标尺＝2 μm）；

图 4 舟形藻未定种 *Navicula* sp1. 壳面及环面观（标尺＝5 μm）；

图 5 舟形藻未定种 *Navicula* sp1. 壳面及环面观（标尺＝5 μm）

Explanation of Plate Ⅰ

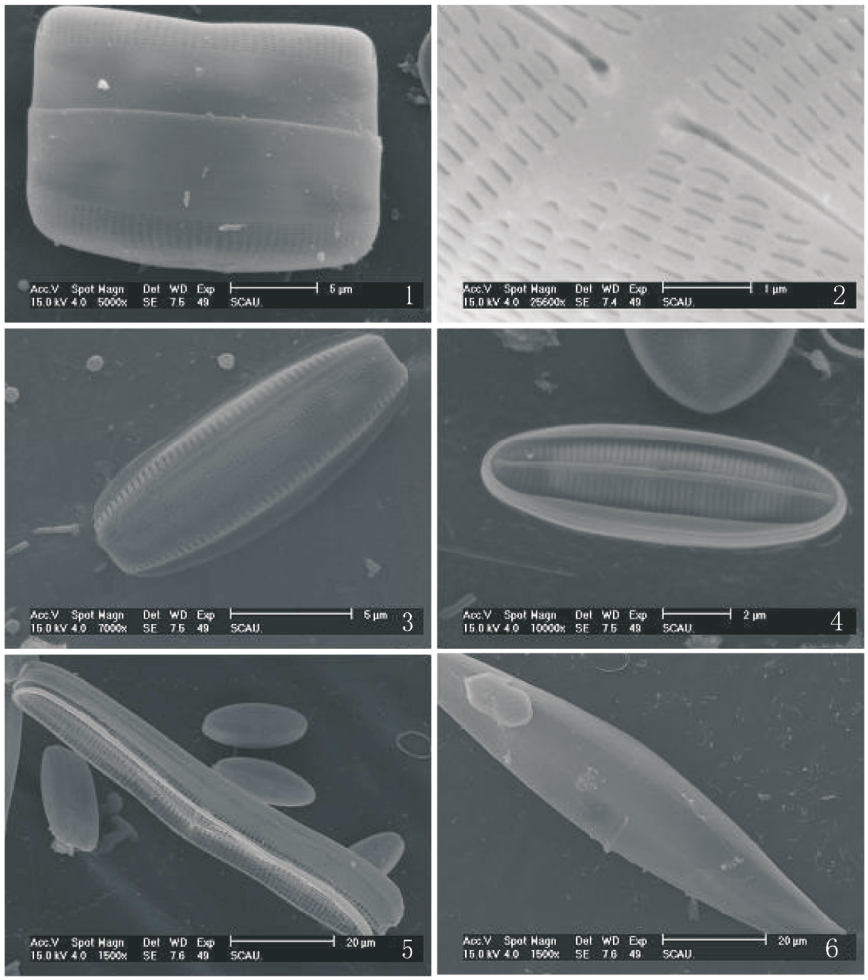
Fig. 1 Mixed algae under low amplified light microscope, showing the different sizes and shapes (scale bar=50 μm);

Fig. 2 Shell surface view of *Cocconeis Placentula* var. (scale bar=2 μm);

Fig. 3 Shell surface view of *Cocconeis scutellum* var. *Minutissima* (scale bar=2 μm);

Fig. 4 Shell surface and ring surface views of *Navicula* sp1. (scale bar=5 μm);

Fig. 5 Shell surface and ring surface views of *Navicula* sp1. (scale bar=5 μm)



图版Ⅱ说明

图 1　舟形藻未定种 *Navicula* sp1. 环面观（标尺＝5 μm）；
图 2　舟形藻未定种 *Navicula* sp1. 壳面中央区放大（标尺＝1 μm）；
图 3　小形舟形藻未定种 *Navicula* sp2. 环面观（标尺＝5 μm）；
图 4　小形羽纹藻未定种 *Pinnularia* sp1. 壳面观（标尺＝2 μm）；
图 5　中形羽纹藻未定种 *Pinnularia* sp2. 环面观及底板观（标尺＝20 μm）；
图 6　斜纹藻未定种 *Pleurosigma* sp. 壳面及环面观；左上角附着一琴式菱形藻 *Nitzschia panduriformis*（标尺＝20 μm）

Explanation of Plate Ⅱ

Fig. 1　Ring surface view of *Navicula* sp1.（scale bar＝5 μm）；
Fig. 2　Amplified shell surface central area of *Navicula* sp1.（scale bar＝1 μm）；
Fig. 3　Ring surface view of *Navicula* sp2.（scale bar＝5 μm）；
Fig. 4　Shell surface view of *Pinnularia* sp1.（scale bar＝2 μm）；
Fig. 5　Ring surface and base plate views of *Pinnularia* sp2.（scale bar＝20 μm）；
Fig. 6　Shell surface and ring surface views of *Pleurosigma* sp.；a *Nitzschia panduriformis* is attached at the top left corner（scale bar＝20 μm）

2.7　斜纹藻未定种 *Pleurosigma* sp.（如图版Ⅱ：5～6 所示）

藻体壳面狭舟形，几乎是直的，端部圆钝，长 110～120 μm，宽 14.7～16.7 μm；点纹细小，成斜向交叉排列，斜向纹路之间的交叉角约 70°，低倍镜下难辨认其斜纹；壳缝在中央，不间断。

2.8 琴式菱形藻 *Nitzschia panduriformis*（如图版Ⅲ：1 所示）

藻体细胞底板壳面琴式或称茧形，中央凹缢明显，两端略圆钝，长 12.4 μm，宽 4 μm；壳面无区分，无中央节和极节，底板壳面有 19 条孔纹，每条孔纹由 1～13 个孔组成，孔两端部分有 1 个，向中央渐多，至中央凹缢处略少。近壳面边缘由无孔区开成茧形环带；底板壳环带具有一轮孔状环纹。

2.9 直链藻未定种 *Melosira* sp.（如图版Ⅲ：2～3 所示）

藻体细胞圆柱形，直径 11.67 μm，长 34 μm；由两个藻体细胞连接在一起，细胞之间连接处为溢缩带，带中央为两细胞镶嵌处，溢缩带两侧各有一呈不完整环状的领样结构；环面近溢缩带约细胞全长 1/3 区段有大小不一、呈不规则排布的点状饰纹，环面远溢缩带约细胞全长 2/3 区段有孔纹结构组成的环带。

2.10 针杆藻未定种 *Synedra* sp.（如图版Ⅲ：4 所示）

藻体细胞环面观为长棍形，中部略粗，两端渐细，且一端比另一端略细；长 50.33 μm，环面最宽处为 4.64 μm；壳面结构未观察到。

2.11 新月菱形藻 *Nitzschia closterium*（Ehrenberg）W. Smith，1853（如图版Ⅲ：5 所示）

藻体细胞小，单个生活。壳面长，中部膨大，膨大部长约 20 μm，宽 3.5 μm，两端尖细，各长约 20 μm，并略向同一方向弯曲。色素体条片状，2 个，位于中部膨大区。

2.12 长菱形藻 *Nitzschia longissima*（Breb.）Ralfs，1880（如图版Ⅲ：6 所示）

本种与藻体新月菱形藻相似，但细胞大，膨大部长约 50 μm，宽 10 μm，两端尖细，各长约 100 μm，伸展方向直。色素体条带状，2 个，位置超出中部膨大区。

2.13 细柱藻未定种 *Leptocylindrus* sp.（如图版Ⅲ：7 所示）

藻体细胞长圆柱形，直径约 6 μm，长为直径的 2～3 倍；叶绿体小板状，多数，多分布于胞质周边。

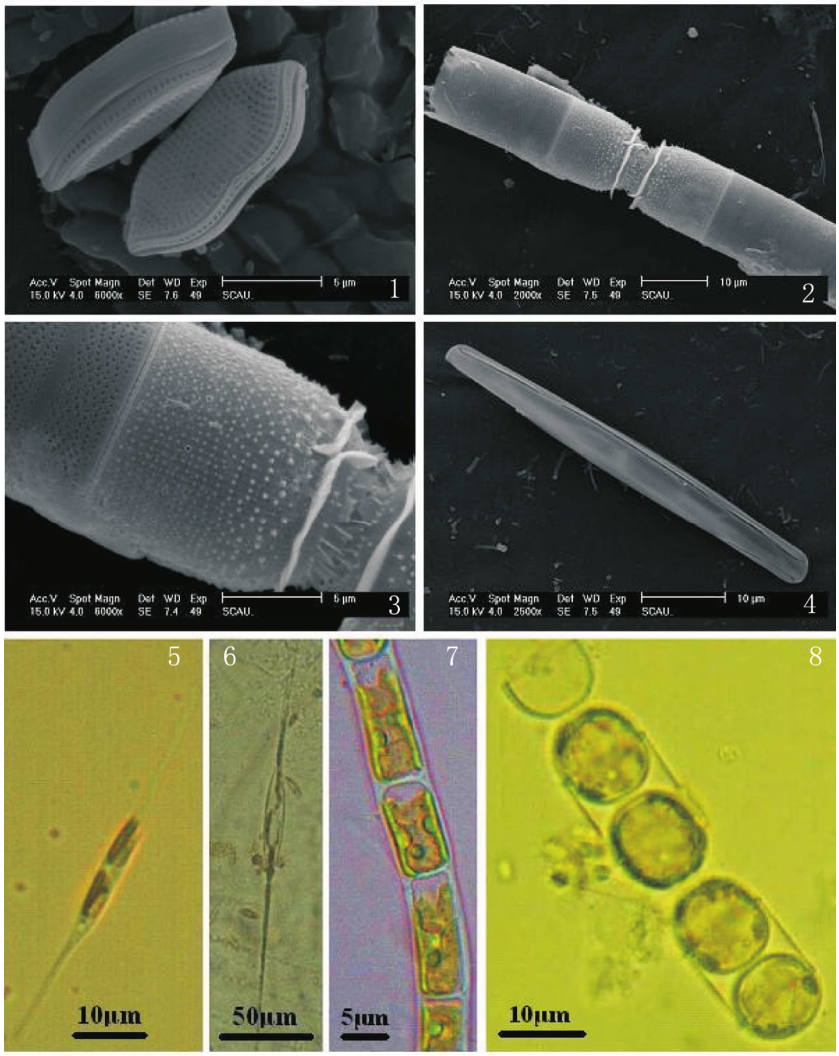
2.14 念珠直链藻 *Melosira moniliformis*（Muller）Agardh，1824.（如图版Ⅲ：8 所示）

藻体细胞球形，直径约 9 μm. 细胞链直，呈念珠状。此外，在附苗较差的薄膜上，发现有大量硅藻聚生（如图版Ⅳ：1 所示），同时薄膜发绿，有未定种名之绿藻（如图版Ⅳ：2～3 所示）附生。在光镜下还观察到各薄膜上偶有少量楔形藻 *Licmophora* sp.、圆筛藻 *Coscinodiscus* sp.、环刺藻 *Gossleriella* sp. 及蓝藻等种类，由于量少且所获图片不够清晰，在此不作记述。

3 讨论

3.1 不同附苗状况薄膜上的藻种差异

在附苗状况良好的薄膜上，主要分布有体型较小的卵形藻，此外，有少量羽纹藻、舟形藻、直链藻及小型蓝藻；附苗状况较差的薄膜上各种藻类都有分布，以附生的绿藻、羽纹藻及大型舟形藻较多，其硅藻常呈聚生状态。底栖藻类在鲍培苗中起着重要作用[7～9]，藻类的胞外分泌物不但可以促进鲍苗附着，为鲍苗提供营养，还可以提高鲍苗的变态率。鲍苗长到一定大小后，可以直接用不断发育坚强的齿舌刮食小型藻类，其中卵形藻体型小、壳层薄，是鲍苗较好的食饵之一。TAKAMI 等[10]研究表明：卵形藻膜不仅能较好地诱导皱纹盘鲍（*Haliotis discus hannai*）幼苗附着，而且对皱纹盘鲍的幼苗变态有良好的促进效果。笔者在附苗状况良好的薄膜上主要找到的是小型卵形藻，亦说明了同样的结论。绿藻附着在薄膜上成片状生长，使其他藻种尤其是小型单胞硅藻量减少，大型藻种相对较多，有的呈聚生状，在空间上阻碍了鲍苗的附着，生理上鲍苗难于刮食大型硅藻，结果造成附苗状况较差。在采样时注意到，鲍苗附着状况与培苗池光照状况有关，光照较强的培苗池，绿藻生长较多，附苗状况较差。WATSON 等[11]亦研究表明：光照较强可造成枝角类大量繁殖，枝角类以硅藻为食，使硅藻量减少，造成鲍苗死亡率增高。



图版Ⅲ说明

图 1　琴式菱形藻 *Nitzschia panduriformis* 底板及环面观（标尺＝5 μm）；

图 2　直链藻未定种 *Melosira* sp. 环面观（标尺＝10 μm）；

图 3　直链藻未定种 *Melosira* sp. 局部放大，示溢缩带及不成完整环状的领样结构（标尺＝5 μm）；

图 4　针杆藻未定种 *Synedra* sp. 环面观（标尺＝10 μm）；

图 5　光镜下的新月菱形藻 *Nitzschia closterium*（标尺＝10 μm）；

图 6　光镜下的长菱形藻 *Nitzschia longissima*（标尺＝50 μm）

图 7　光镜下的细柱藻未定种 *Leptocylindrus* sp.（标尺＝5 μm）；

图 8　光镜下的念珠直链藻 *Melosira moniliformis*（标尺＝10 μm）

Explanation of PlateⅢ

Fig. 1　Base plate and ring surface views of *Nitzschia panduriformis* (scale bar＝5 μm)；

Fig. 2　Ring surface view of *Melosira* sp. (scale bar＝10 μm)；

Fig. 3　Local amplification of *Melosira* sp. , showing the shrink strap and incomplete ringed collar-like structure (scale bar＝5 μm)；

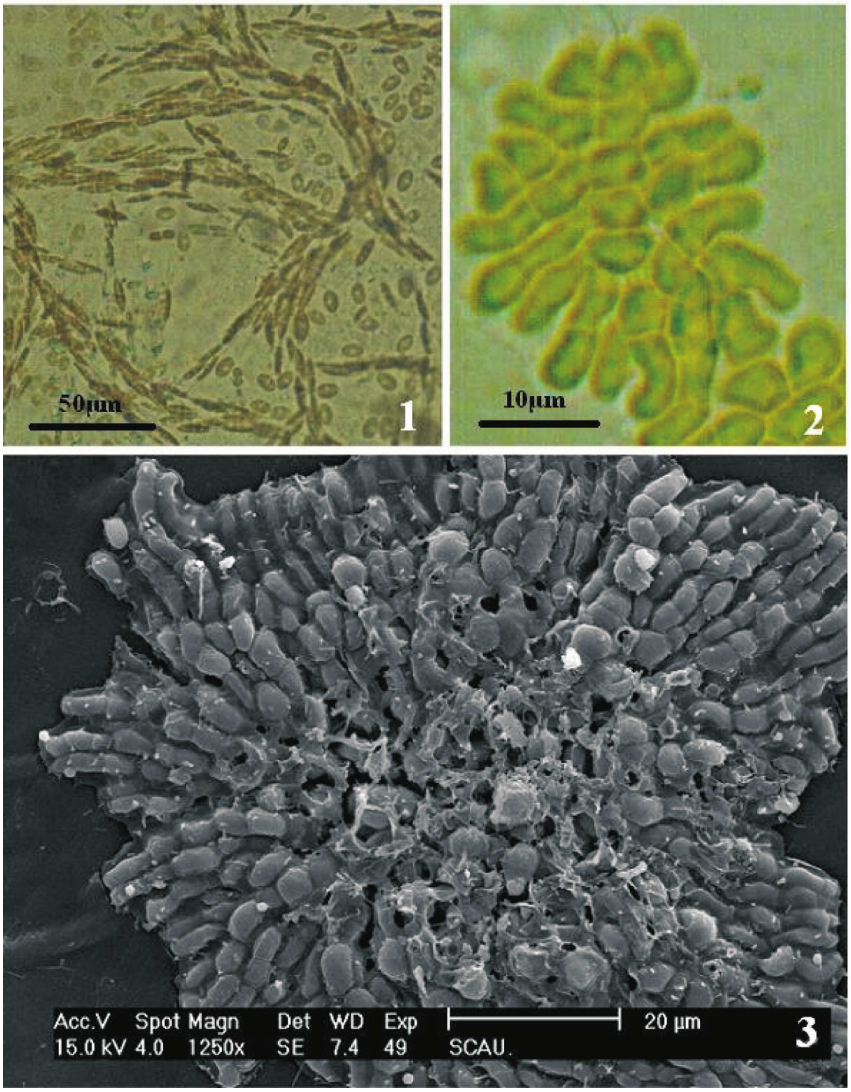
Fig. 4　Ring surface view of *Synedra* sp. (scale bar＝10 μm)；

Fig. 5　*Nitzschia closterium* under light microscope (scale bar＝10 μm)；

Fig. 6　*Nitzschia longissima* under light microscope (scale bar＝50 μm)；

Fig. 7　*Leptocylindrus* sp. under light microscope (scale bar＝5 μm)；

Fig. 8　*Melosira moniliformis* under light microscope (scale bar＝10 μm)



图版Ⅳ说明

图 1 附苗较差的薄膜上之藻的聚生状况（标尺＝50 μm）；
图 2 光镜下附苗较差的薄膜上之绿藻（标尺＝10 μm）；
图 3 扫描电镜镜下附苗较差的薄膜上之绿藻（标尺＝20 μm）

Explanation of PlateⅣ

Fig. 1 Gathered state of algae on the biofilm, on which juvenile abalone attached badly (scale bar＝50 μm);
Fig. 2 Green algae under light microscope on the biofilm, on which juvenile abalone attached badly (scale bar＝10 μm);
Fig. 3 Green algae under scanning electron microscope on the biofilm, on which juvenile abalone attached badly (scale bar＝20 μm)

3.2 关于藻种分类

分类过程中，参考了一些书籍及文献[12~16]，发现多数藻类形态特征记录不全，表现在：有的只有形状，没有具体数据及相应图版；有的只有一个面的形态，没有壳面、底板及壳环（带）面三维的描述；多数只是光镜下的结构，细微的结构无法了解等。有相当部份同种异名及异种同名现象，形态分类存在一定混乱，如具槽帕拉藻［*Paralia sulcata*（Ehr.）Cleve，1873］之同种异名有：具槽直链藻［*Melosira sulcata* var. *Sulcata*（Ehr.）Kutz，1844］、具槽盖亚朗藻［*Gaillonella sulcata* Ehr.，1838］、海洋直丝藻［*Orthosira marine* W. Smith，1856］、海洋帕拉藻［*Paralia marine* Heiberg，1863］等。

分类工作量大、枯燥、不受欢迎和重视，但却是其他一切深入研究的基础，故需给予适当重视。

致谢

本研究所用鲍培苗膜的采集得到了广东省农科院兽医研究所石和荣、柯浩和深圳某鲍场领导的大力帮助，在此表示诚挚的谢意。

[参考文献] (References)

[1] 宋振荣，纪荣兴，颜素芬，等. 引起九孔鲍大量死亡的一种球状病毒[J]. 水产学报，2000，24 (5)：463～466，468.
SONG Z R，JI R X，YAN S F，et al. A sphereovirus resulted in mass mortality of *Haliotis diversicolor aquatilis*[J]. Journal of Fisheries of China，2000，24(5)：463～466，468. (in Chinese)

[2] 徐力文，刘广锋，王江勇，等. 杂色鲍育苗中“掉板症”的药物防治研究[J]. 海洋水产研究，2004，25 (4)：41～45.
XU L W，LIU G F，WANG J Y，et al. Study on medicines control to mass mortality of larvae of *Haliotis diversicolor* Reeve[J]. Marine Fisheries Research，2004，25(4)：41～45. (in Chinese)

[3] 严正凛，关瑞章，胡家财，等. 九孔鲍苗种培育期间“脱板症”预防探讨[J]. 海洋环境科学，2007，26 (3)：252～255.
YAN Z L，GUAN R Z，HU J C，et al. Primary discussion on prevention mass mortality of *Haliotis diversicolor aquatilis* larvae[J]. Marine Environmental Science，2007，26(3)：252～255. (in Chinese)

[4] 聂宗庆，王素平. 鲍养殖实用技术[M]. 北京：中国农业出版社，2000.
NIE Z Q，WANG S P. Practicality technology of abalone breeding[M]. Beijing：China Agriculture Press，2000. (in Chinese)

[5] 聂宗庆，王素平. 鲍育苗生物学研究进展[J]. 湛江海洋大学学报，2002，22 (3)：78～82.
NIE Z Q，WANG S P. Research progress on abalone seeding biology[J]. Journal of Zhanjiang Ocean University，2002，22(3)：78～82. (in Chinese)

[6] 陈冲，宋广军. 鲍采苗板上底栖硅藻种类变化的观察[J]. 水产科学，2005，24 (10)：40～41.
CHEN C，SONG G J. Changes in benthic diatom species on attachment plates for larval abalone[J]. Fisheries Science，2005，24(10)：40～41. (in Chinese)

[7] 蔡俊鹏，程璐，陈惠源. 鲍育苗用底栖硅藻的研究进展[J]. 水产科学，2006，25 (9)：480～482.
CAI J P，CHENG L，CHEN H Y. Research progress on diatom related to successful abalone seeding[J]. Fisheries Science，2006，25(9)：480～482. (in Chinese)

[8] 郭峰，柯才焕，周时强. 不同单胞藻饵料培养九孔鲍早期稚贝的研究[J]. 中国水产科学，2007，14 (2)：263～269.
GUO F，KE C H，ZHOU S Q. Postlarva rearing of abalone *Haliotis diversicolor supertexta* with different unicelluar algae species[J]. Journal of Fishery Sciences of China，2007，14(2)：263～269. (in Chinese)

[9] DAVID S B，SERGIO G D P，ELISA S Z. Main diatom taxa in the natural diet of juvenile *Haliotis fulgens* and *H. corrugata*(Mollusca：Gastropoda) in Bahia Tortugas and Bahia Asuncion，B. C. S.，Mexico[J]. Pacific Science，2005，59(4)：581～592.

[10] TAKAMI H，KAWAMURA T，YAMASHITA Y. Survival and growth rates of post-larval abalone *Haliotis discus hannai* fed conspecific trail mucus and/or benthic diatom *Cocconeis scutellum* var. *parva*[J]. Aquaculture，1997，152 (1～4)：129～138.

[11] WATSON D，DAUME S，PRINCE J，et al. The influence of light intensity on the density of different diatoms as feed for juvenile greenlip abalone (*Haliotis laevigata*)[J]. Aquaculture，2004，235 (1～4)：345～359.

[12] 闵华明，马家海. 上海市滩涂夏季底栖硅藻初步研究[J]. 热带亚热带植物学报，2007，15 (5)：390～398.
MIN H M，MA J H. Benthic diatoms from the tidal flat of Shanghai，China，during 2005 summer[J]. Journal of Tropical and Subtropical Botany，2007，15(5)：390～398. (in Chinese)

[13] 闵华明，马家海. 上海市滩涂冬季底栖硅藻种类组成和生态分布[J]. 海洋渔业，2007，29 (2)：109～114.
MIN H M，MA J H. Species composition and ecological distributio of benthic diatoms on the tidal flat of Shanghai during winter[J]. Marine Fisheries，2007，29(2)：109～114. (in Chinese)

[14] 胡鸿钧，魏印心. 中国淡水藻类-系统、分类及生态[M]. 北京：科学出版社，2006.
HU H J，WEI Y X. The freshwater algae of China-systematics，taxonomy and ecology[M]. Beijing：Science Press，2006. (in Chinese)

[15] 金德祥，程兆第，林均民，等. 中国海洋底栖硅藻类(上卷) [M]. 北京：海洋出版社，1982.
JIN D X，CHENG Z D，LIN J M，et al. Benthic diatoms from marine of China(Superior Edition)[M]. Beijing：Marine Press，1982. (in Chinese)

[16] 杨世民，董树刚. 中国海域常见浮游硅藻图谱[M]. 青岛：中国海洋大学出版社，2006.
YAN S M，DONG S G. Atlas of floating diatoms frequently seen in sea area of China[M]. Qingdao：Press of Ocean University of China，2006. (in Chinese)