

美丽斜纹藻的碎屑形成过程*

张其永 林育庆
(厦门大学海洋学系)

收稿日期: 1989年5月25日

关键词: 美丽斜纹藻, 碎屑, 藻体死亡, 降解过程

提要 在实验室条件下, 依据藻体死亡后的形态变化, 美丽斜纹藻 (*Pleurosigma formosum*) 的碎屑形成过程可归纳为5个阶段: (1) 临界死亡期; (2) 色素体变化期; (3) 细胞核模糊消失期; (4) 胶体形成期; (5) 碎屑完全形成期。降解过程 19~21d (30℃) 或 13~15d (37℃)。作者将色素体变化期定为美丽斜纹藻的碎屑开始期。

有机碎屑是河口、淡水和海洋生态系统的-一个重要组成部分, 许多底栖动物、浮游动物和游泳动物 (包括幼体和成体) 直接摄食有机碎屑, 形成了以有机碎屑为基础的食物网^[3,5]。淡水浮游生物 (隆线蚤、水华束丝藻、螺旋鱼腥藻、铜绿微囊藻) 和大茨藻的碎屑形成过程, 国内已有专题研究^[1,2], 但在海洋底栖硅藻方面未见报道。我们在大弹涂鱼人工育苗研究中发现微型颗粒有机碎屑是大弹涂鱼仔鱼开口摄食期的适口饵料^[4]。为此, 从底栖硅藻优势种中, 选取美丽斜纹藻 (*Pleurosigma formosum* W. Smith) 作为材料, 用人为的方法促其死亡, 然后观察其碎屑的形成过程, 为颗粒有机碎屑产生的具体途径提供依据。

I. 材料与方 法

取晒干的细碎海泥于培养皿 (内径 15 cm, 高 2.5 cm), 加入新鲜的过滤海水搅拌并抹平, 海水稍高出泥面, 引入美丽斜纹藻于培养皿中。氮、磷、硅、铁四种营养盐溶液各加 0.5ml, 营养盐的浓度: $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 94.38 mg/ml, NaH_2PO_4 7.74 mg/ml, $\text{Na}_2\text{SiO}_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ 5 mg/ml, FeCl_3 0.58 mg/ml。室内 1 支 40 W 日光灯, 光照强度 2400 lx, 光照周期: 10h 光照, 14h 黑暗。培

养 2d 后用滤纸粗面覆盖海泥, 翌日冲洗滤纸粗面, 经微细筛绢过滤, 将美丽斜纹藻收集于烧杯中。在解剖镜下, 用微吸管挑选个体, 放在玻片上, 盖上盖玻片。为避免玻片上的海水干涸, 除经常在其上加入适量过滤海水外, 在培养皿 (内径 9cm) 内放 4 支短玻璃棒, 垫以清洁纱布, 并加入适量海水, 然后把玻片放在短玻璃棒上, 盖上培养皿, 置于恒温箱中。第一组经 40℃ 3h 后在 30℃ 恒温培养; 第二组经 50℃ 4h 后在 37℃ 恒温培养。每组另有培养皿中的群体作为对照组。

经伊红染色, 每天镜检观察藻体形态变化。用革兰氏涂片染色法 (明胶为粘片剂) 检查细菌入侵藻体的情况。

II. 结 果

美丽斜纹藻又称美丽曲舟藻, 隶属于羽纹硅藻纲舟形藻科。细胞细长, 壳面呈“S”形, 纵沟在壳的中线上, 也呈“S”形。斜纹交叉成直角。每 10 μ 内有斜点条纹 10 条, 横点条纹 7 条。细胞内充满黄色色素体两个, 呈片状。细胞核清晰可见, 位于中心区。两端各有两个明

* 国家自然科学基金和福建省水产厅资助课题。

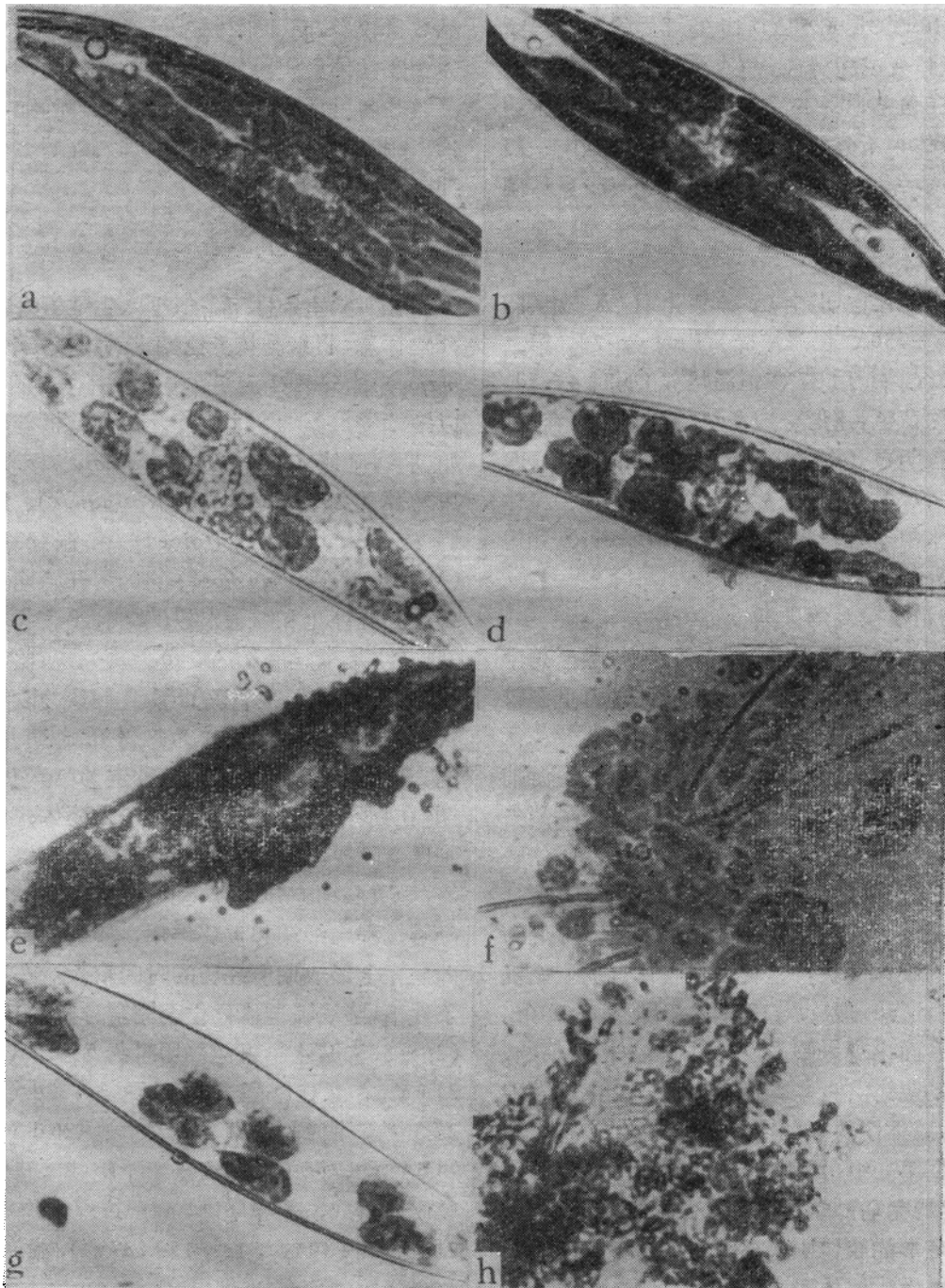


图 1 美丽斜纹藻碎屑形成过程

Fig. 1 The process of detritus formation in *pleurosigma formosum*

a. 活体; b. 临界死亡期; c. 色素体变化期; d. 细胞核模糊消失期; e. 细胞核模糊消失期, 示球菌分布; f. 胶体形成期, 示糊状胶体团块外逸; g. 碎屑完全形成期; h. 水中的颗粒碎屑 (×850)

亮的油点(图 1a)。

后的降解过程如下:

根据玻片上的观察结果, 美丽斜纹藻死亡

II. 1. 临界死亡期

经 40℃ 3h 或 50℃ 4h 处理后的美丽斜纹藻,色素体变成深黄色,两片色素体向中央核区收缩。在强光刺激下,色素体不移动,置于弱光,色素体也不分散。在此阶段中,细胞内一般没有细菌活动,但局部细胞壁周围有少量球菌(图 1b)。

II.2. 色素体变化期

从临界死亡期到色素体变化期,第一组(即 40℃ 3h 后 30℃ 恒温培养)历时 6~7d,第二组(即 50℃ 4h 后 37℃ 恒温培养)历时 4~5d。色素体深黄色,逐渐分成多块,细胞核仍存在,油点比较明显(图 1c)。在此阶段细胞壁表面出现大量球菌,微量球菌已进入细胞内,在藻体周围的水中还有一些游捕虫(*Euploes*)和尾棘虫(*Stylonychia*)。

II.3. 细胞核模糊消失期

细胞核变得模糊,核质逐渐减少,直至完全消失(图 1d)。色素体分散成团,此时可见到较多的油点,一般 7~8 个,多达 13~14 个。藻体内球菌较多,而且分布广泛(图 1e)。大量游捕虫和尾棘虫在藻体周围游动。细胞核模糊消失期第一组历时 6~7d,第二组历时 4~5d。

II.4. 胶体形成期

色素体较松弛,呈糊状,具粘稠感,渐变为黄褐色的胶体团块,这种生物胶体有别于无机胶体。油点一般 10~13 个,个别 18~20 个。细胞壁表面出现果胶质,可见到藻体相互粘结,细菌活动明显。有些藻体在壳面一端或两端破裂,糊状胶体团块和油点开始外逸(图 1f)。胶体形成期第一组历时 7d,第二组历时 5d。

II.5. 碎屑完全形成期

无定形的胶体团块逐渐变成暗黄褐色的颗粒碎屑。由于解体程度不同,有些藻体内仍残留数量不等的胶体团块,胶体的体积不再有多大变化,处于相对稳定期(图 1g);有些藻体只留有难以分解的空壳,内含物已消失,在玻片水中有许多分散的颗粒碎屑(图 1h)。

对照组中的藻体碎屑形成过程基本上与玻片上的相类似,但在培养皿中的美丽斜纹藻,样

品数量较多,而且水体较大,在胶体形成期,藻体相互粘结呈团块状,体积一般较大,粘结的藻体多者可达 40 多个。参与分解的细菌和游捕虫相当活跃,藻体较早地进入碎屑完全形成期。

III. 讨 论

在实验室条件下,依据水生维管束植物的死亡标志,将细胞核变色期定为大茨藻(*Najas major*)的碎屑开始期^[2]。根据藻类矿化概念,以细菌侵入藻细胞的时间,定为有机碎屑的开始期,将隆线蚤(*Daphnia carinata ssp.*)、水华束丝藻(*Aphanizomenon flos-aquae*)、螺旋鱼腥藻(*Anabaena spiroides*)和铜绿微囊藻(*Microcystis aeruginosa*)的碎屑开始期分别定为:心跳停止和细菌入侵(隆线蚤)、藻丝体断裂期(水华束丝藻和螺旋鱼腥藻)、灰蓝色细胞质显现期(铜绿微囊藻)^[1]。我们认为以细菌侵入有机体内这一时相作为碎屑开始期是合适的,美丽斜纹藻的碎屑开始期定为色素体变化期,在临界死亡期,未见细菌侵入藻体,从死亡到自溶阶段,所经历的时间很短;细菌侵入藻体后,导致藻细胞分解,出现矿化,形成碎屑,死亡降解过程中细菌起重要作用,碎屑开始期直至碎屑完全形成期所经历的时间较长。在实验室条件下,隆线蚤群体死亡至完全分解约 10~15d(26~30℃),水华束丝藻历时约 5~15d(17.5~24.0℃),螺旋鱼腥藻历时约 8~17d(18.0~28.0℃),铜绿微囊藻历时 7~20d(22.5~24.5℃)^[1],而美丽斜纹藻由于胞壁为硅质和果胶质所组成,藻壳坚硬,降解过程大约需 19~21d 时间(30℃),13~15d(37℃),温度高时,整个降解过程会加速。

在自然条件下,潮间带淤泥滩涂中的美丽斜纹藻,因受涨退潮和风浪的冲击作用,藻壳易于破裂,估计其死亡降解时间要比实验室的短。我们在室外(露天)水族箱和陶钵中,以海泥为底质,能培养出小批量的美丽斜纹藻,并常见到暗黄褐色的浮泥团上浮到水面,这些浮泥团

主要由美丽斜纹藻的颗粒有机碎屑所组成, 其中还粘附着活的美丽斜纹藻或死亡后分解的藻体。把水搅动后, 将泥团分散悬浮在水中, 并逐渐下沉。在天然水体中, 互相制约的因子很复杂, 在同一时刻内, 所有的藻细胞不可能同时发生同样的变化, 因此天然水体中, 美丽斜纹藻的降解过程是不同步的, 而且容易观察到降解的全过程。

参 考 文 献

[1] 林婉莲、刘鑫洲、刘建康, 1984。四种浮游生物的碎屑

形成过程。水生生物学集刊 8(2): 133~140。

[2] 林婉莲、刘鑫洲, 1984。大茨藻的碎屑形成过程。水生生物学集刊 8(3): 253~256。

[3] 张其永、林秋眠、林尤通等, 1981。闽南一台湾浅滩渔场鱼类食物网研究。海洋学报 3(2): 275~290。

[4] 张其永、张杰, 1988。大弹涂鱼仔鱼的摄食、生长和成活的研究。水产学报 12(3): 203~211。

[5] Odum, W. E. and E. J. Heald, 1975. The detritus-based food web of an estuarine mangrove community. *Estuarine Research* (1): 265~286。

THE PROCESS OF DETRITUS FORMATION FROM *PLEUROSIGMA FORMOSUM* W. SMITH

Zhang Qiyong and Lin Yuqing

(Department of Oceanology, Xiamen University)

Received: May 25, 1989

Key Words: *Pleurosigma formosum*, Detritus formation

Abstract

This paper deals with the morphological characteristics of the degradation from benthic diatom, *Pleurosigma formosum* W. Smith. Under laboratory condition, the formation of detritus morphological degradation may be delineated into 5 stages: stage 1) critical, stage 2) changing in chromatophores, stage 3) disappearance of nucleus, stage 4) stabilization of jelly, stage 5) complete formation of detritus. Laboratory observation indicated that the whole process of detritus formation from *Pleurosigma formosum* took about 19~21 days at the temperature of 30°C or 13~15 days at the temperature of 37°C. Stage 2) is considered to be the initiation of detritus formation when bacteria begin to come into direct contact with the dead cells.