

研究简报

## 蓝裸甲藻有性生殖的初步观察

张舒群 俞敏娟 黎尚豪

(中国科学院水生生物研究所, 武汉)

### PRELIMINARY OBSERVATION ON THE SEXUAL REPRODUCTION OF *GYMNODINIUM EUCYANEUM HU* (DINOPHYCEAE)

Zhang Shuqun, Yu Minjuan and Li Shanghao

(Institute of Hydrobiology, Academia Sinica, Wuhan)

关键词 有性生殖, 甲藻纲, 蓝裸甲藻

**Key words** Sexual reproduction, Dinophyceae, *Gymnodinium eucyanum* Hu

早在 1879 年, Joseph 就描述了 *Peridinium stygium* 的配子融合现象。之后的近八十年中, 对甲藻生活史中是否存在有性生殖一直存在着争论。直至 Von Stosch (1964) 报道了 *Ceratium horridum* 和 *C. cornutum* 有性生殖核配的详细过程后, 甲藻的有性生殖才得到公认<sup>[1,2]</sup>。迄今, 至少已在 15 属 30 种甲藻的生活史中观察到有性阶段。

Anderson 等人经大量的研究, 证明: *Gonyaulax tamarensis* 的周期性赤潮起源于海底沉积物中的休眠合子。在 *Gonyaulax tamarensis* 赤潮后期, 甲藻行有性生殖, 形成合子沉入海底。合子在海底沉积物中休眠三个月或更长时间后, 受水温变化诱导, 萌发后生长形成下一次赤潮<sup>[6-8]</sup>。

在本所鱼池中, 蓝裸甲藻能周期性形成水华<sup>[3]</sup>。我们推测: 与 *G. tamarensis* 一样, 蓝裸甲藻的生活史中同样存在着有性生殖, 其周期性水华的出现与合子的形成、休眠及萌发有关。本文报道了蓝裸甲藻 *Gymnodinium eucyanum* Hu 生活史中的有性生殖过程。

### 材料与方法

蓝裸甲藻从鱼池中采回后先用池水培养, 利用其强烈趋光性进行初步纯化。然后在解剖镜下用微吸管吸取约 200 个细胞, 在 1/2MCV 培养基中洗涤几次后, 接入盛有 3 毫升 1/2MCV + V-8 培养液的小玻璃碗中, 放入 LRH-150G 光照培养箱中培养, 温度 16℃, 光强 3500 lx, 光周期 12 小时黑暗: 12 小时光照。

有性生殖的观察是将正在配合的细胞用微吸管转入加有 1/2MCV + V-8 培养液的凹玻片中, 每天用解剖镜观察。需要时补加培养基或将细胞转入另一凹玻片。配合过程的详细观察是将正在配合的细胞用悬滴法悬于盖玻片上, 四周用液体石蜡封住, 用 Zeiss Winkle 双筒显微镜进行跟踪观察。

### 结果与讨论

蓝裸甲藻营养细胞含一个典型的甲藻核

1988年7月28日收到。

(dino-nucleus) 及一至多个超数核 (supernumerary nuclei)<sup>[1,4,5]</sup>, 细胞呈梭状, 长 20—25 $\mu\text{m}$  宽 10—15 $\mu\text{m}$ 。在 1/2MCV + V-8 培养液中生长约 60 天后, 细胞逐渐变小。由这些小营养细胞进行分裂形成配子。与营养细胞分裂方式相同, 上面一个子细胞继承母细胞的上锥部, 下面一个子细胞继承母细胞的下锥部。在分裂过程中, 细胞始终保持游动状态。进行配合的配子除体积较小、颜色较淡外, 与营养细胞区别不大。

蓝裸甲藻 (*Gymnodinium eucyanum*) 的有性生殖为同配, 少数配对细胞不等大。配子配合大多发生在进入暗期三小时左右。在有性生殖过程中, 配子有明显的趋化运动, 许多配子相互吸引, 聚集在一起, 相互围绕着快速运动, 形成“舞群” (dancing group)。可能是两种类型配子或只有其中一种类型配子分泌出性外激素类似物 (pheromone-like substance)。这样大大地提高了两个有配合潜力配子的配合机率。在自然水体中, 藻的密度较低, 这种趋化作用就越发显得至关重要。两配子一经粘合, 便退出“舞群”。几分钟后, 配子从细胞侧面横沟处开始融合, 其中一配子转动约 180°, 两配子的上锥部分别成为合子的上、下锥部, 而下锥部融入细胞内。这时, 融合细胞上可见有三个小缺口: 一个由两配子横沟的一端融合而成; 另两个缺口分别为横沟的另一端(图

1)。在整个配合过程中, 细胞都保持游动状态。配合开始时可见四条鞭毛, 其中两条: 一条横鞭毛、一条纵鞭毛运动活泼, 决定了配合细胞的运动, 另两条鞭毛运动很慢。约一小时后, 两配子的下锥部被完全“吸收”, 形成一个两端圆钝的合子。这时可见一条横鞭毛及一条纵鞭毛, 由于在观察过程中未见有脱落下的游离鞭毛, 所以另两条鞭毛的消失很可能是通过收缩完成的。

甲藻核的配合稍迟于质配, 在质配完成后不久也告完成。刚形成的合子大小似营养细胞, 但上、下锥部圆钝, 游动缓慢。合子保持运动状态约五天, 此间, 细胞增大、积累大量贮存颗粒, 颜色逐渐变浅, 在上锥部出现 1—2 个浅红色颗粒, 即: 贮体 (accumulating body)。之后, 横沟逐渐消失, 细胞停止游动, 沉入容器底部。最后细胞变圆, 原生质体收缩, 形成不动合子, 进入休眠。观察中未发现合子表质膜 (emphiesma) 有明显增厚。图 2 示蓝裸甲藻的有性生殖过程。

现已发现在四种甲藻: *Glenodinium foliaceum* (Dodge, 1971)、*Peridinium balticum* (Tomas et al., 1973)、*Gymnodinium eucyanum* (李靖炎等, 1979; 曾昭琪, 1981; 施之新等, 1983) 和 *Glenodinium gymnodinium* (周理良等, 1984) 中存在多核现象, 细胞具有一个典型甲藻核和一至多个超数核<sup>[1,2,4,5,9,13]</sup>。超数核起源于金藻,

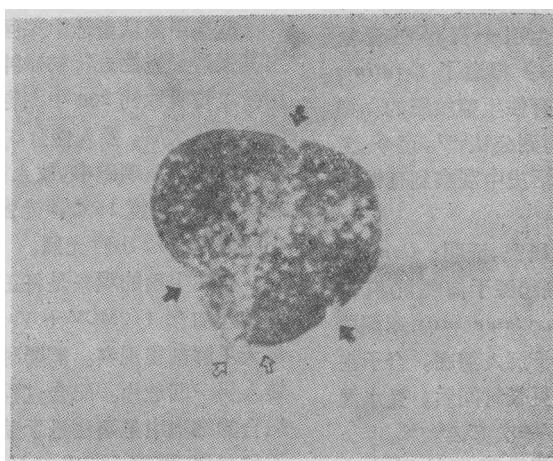


图 1 正在配合的两个配子

Fig. 1 The fusing gametes

实心箭头示配子的横沟位置

Black arrows indicate the position of two cingula

空心箭头示正在被“吸收”进细胞的两配子的下锥部

Blank arrows indicate the two hypocones which is “absorbing” into the cell

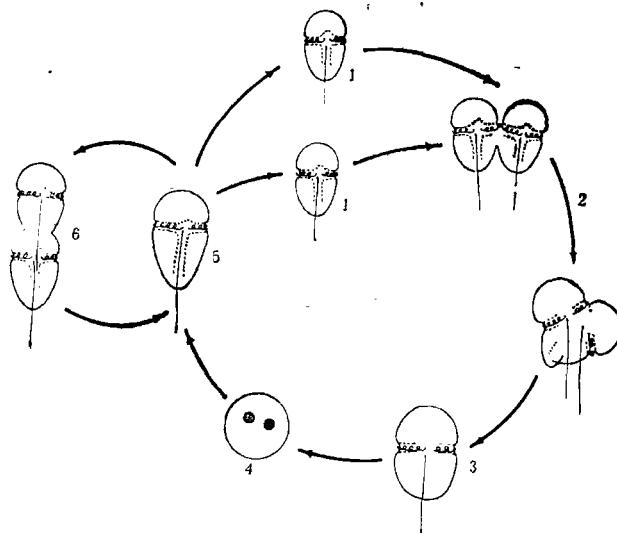


图2 蓝裸甲藻的有性生殖循环

Fig. 2 Sexual cycle of *Gymnodinium eucyanum* Hu

1.配子 gamete; 2.配合 fusing; 3.游动合子 swimming zygote; 4.不动合子 zygote; 5.营养细胞 vegetative cell; 6.细胞分裂 cell division

隐藻的共生<sup>[1, 12, 13]</sup>, 虽然具有真核的许多性状: 具典型的组蛋白, 有核小体结构, 具典型的核仁。但在长期的共生生演化中, 其分裂行为发生了较大的变化: 在分裂期染色质不浓缩, 无纺锤体形成, 行为似无丝分裂。超数核的分裂与甲藻核同步进行, 处于一种“被动”状态<sup>[11]</sup>。在有性生殖过程中, 超数核的行为是怎样的呢? 这个问题有待进一步深入研究。

## 参 考 文 献

- [1] 李靖炎、乔以炯、陈向虹、张慧绮, 1979。关于一种双核涡鞭毛虫。科学通报, 10: 461—462。
- [2] 周猩良、陈云鹤、宋承荣, 1984。一种淡水涡鞭毛虫人工培养成功。动物学研究, 5: 181—188。
- [3] 俞敏娟、俞家禄、林坤二、陈明惠、陶为民, 1983。蓝裸甲藻生态学的初步研究。第一届中国藻类学术讨论会论文集, pp. 15—22, 科学出版社。
- [4] 施之新、魏印心、胡鸿钩, 1983。蓝裸甲藻细胞核与核状物质的观察。海洋与湖沼, 14: 160—168。
- [5] 曾昭琪, 1982。真蓝甲藻——一种甲藻隐藻的共生有机体。南京大学学报(藻类专辑), pp. 71—81。
- [6] Anderson, D. M. & Morel, F. M. M., 1979. The seeding of two red tide blooms by the germination of benthic *Gonyaulax tamarensis* hypnocytes. *Estuarine Coastal Mar. Sci.*, 8: 279—293.
- [7] Anderson, D. M., Chisholm S. W. & Watras, C. J., 1983. Importance of life cycle events in the population dynamics of *Gonyaulax tamarensis*. *Mar. Biol.*, (Berlin), 76: 178—189.
- [8] Anderson, D. M., Kulis D. M. & Binder, B. J., 1984. Sexuality and cysts formation in the dinoflagellate *Gonyaulax tamarensis* cyst yield in batch culture. *J. Phycol.*, 20: 418—425.
- [9] Dodge, J. D., 1971. A dinoflagellate with both a mesocaryotic and a eucaryotic nucleus I. Fine structure of the nuclei. *Protozoa*, 73: 145—157.
- [10] Pfiester, L. A., 1984. Sexual reproduction. In: *Dinoflagellates* ed. by D. L. Spector, pp. 181—199. Academic Press.
- [11] Tippit, D. H. & Pickett-Heaps, J. D., 1976. Apparent amitosis in the binucleate dinoflagellate *Peridinium balticum*. *J. Cell Sci.*, 21: 273—289.
- [12] Tomas, R. N. & Cox, E. R., 1973. Observations on the symbiosis of *Peridinium balticum* and its intracellular alga-I: Ultrastructure. *J. Phycol.*, 9: 304—323.
- [13] Tomas, R. N., Cox E. R. & Steidinger, K. A., 1973. *Peridinium balticum* (Levander) Lemmermann, an unusual dinoflagellate with a mesocaryotic and an eucaryotic nucleus. *J. Phycol.*, 9: 91—98.