

## 温度对真江蓠幼苗早期生长发育的影响\*

陈美琴 任国忠

(中国科学院海洋研究所, 青岛)

**提要** 本文讨论了温度对真江蓠 *Gracilaria asiatica* Zhang and Xia<sup>1)</sup> 幼苗早期生长发育的影响。结果表明,孢子在 5—30℃ 的范围内均可萌发,以 15—20℃ 为宜。“半球状体”和盘状体时期的适温范围为 15—25℃。在 25—30℃ 条件下,盘状体直径生长快。在不同光强条件下,盘状体生长仍遵循温度愈高生长愈快的规律。试验表明,在青岛地区江蓠人工育苗,适宜采苗时间在 6 月下旬—7 月下旬和 9—10 月。

关于温度对真江蓠幼苗早期生长发育的影响,国内外有关这方面的研究不多<sup>[5,7,8]</sup>。加拿大藻类学家 Mclachlan 和 Edelstein<sup>[6]</sup> 以及美国学者 Friedlander 和 Dawes<sup>[4]</sup> 曾就叶江蓠 *G. foliifera* 幼苗的发育与光、温等条件的关系进行了研究和讨论。在国内,早在五十年代后期,曾呈奎等<sup>[3]</sup> 发表了关于真江蓠的繁殖习性和幼苗的室内培育研究报告,但还有不少问题没有弄清。当前,真江蓠的人工采苗栽培生产问题已经被提到议事日程,因此有必要在以上工作的基础上作进一步的深入研究。本文介绍温度的试验结果。

### 一、材料与方 法

试验用真江蓠 *Gracilaria asiatica* 采自青岛湛山湾。挑选出具有成熟囊果和四分孢子囊的藻体,用软毛刷在海水中充分洗刷其表面的污泥和杂藻,经消毒海水冲洗多次后,用吸水纸吸去水分,放在实验室内通风处阴干刺激约半至 1 小时,然后将种菜放入盛有消毒海水的容器内,搅动海水,约 1—2 小时取出种菜,用筛绢过滤后,取样计算孢子水的浓度。孢子水浓度一般以 600 个/cm<sup>2</sup> 的密度为宜。将所需要的孢子水倒入预先摆好 10 块小玻片的培养缸内,在室温 20℃、光强 2000 米烛左右的条件下培养。培养液为加入 7 ppm NO<sub>3</sub>-N 和 1.55 ppm PO<sub>4</sub>-P 的经加热消毒的青岛外海水。10 天之后,在显微镜下计算孢子萌发个数。取 10 块玻片,每块玻片随机镜检 10 个视野,计算孢子萌发数和盘状体的数量,然后计算出孢子萌发率和盘状体的百分数。

在不同时期采苗试验中,用以上的采苗方法,分别于 6 月 5 日、6 月 25 日、7 月 9 日、7 月 30 日、8 月 21 日、8 月 24 日、9 月 23 日、10 月 20 日、11 月 20 日进行采苗试验(因果孢子囊较四分孢子囊成熟晚,所以 6 月 5 日少采了一批苗)。在不同温度对真江蓠四分孢子和果孢子萌发的影响试验中,用以上同样的方法采好苗之后,分别放入 5, 10, 15, 20, 25℃ 五

\* 中国科学院海洋研究所调查研究报告第 1309 号。

本文承费修绶教授提出宝贵意见,谨致谢意。

1) 本种过去曾称为 *Gracilaria verrucosa* (Huds.) Papenfuss 现已更名为 *G. asiatica*<sup>[1]</sup>。

收稿日期: 1986 年 4 月 20 日。

种温度内培养。10 天之后,计算孢子的萌发率和盘状体的百分数。在不同温度和不同光强试验组,用上述同样方法和条件培养后,放到不同温度的不同光强下培养。试验前镜检三块小玻片,每块玻片测量 10 株盘状体的直径大小,以后每隔 10—15 天测量一次盘状体的直径大小,然后计算出平均日增长率,并作图进行比较。

## 二、试验结果

### (一) 温度对真江藻四分孢子和果孢子萌发的影响

真江藻孢子从藻体释放出后不久即萌发进入幼苗生长发育阶段,但萌发快慢受温度的影响很大。从图 1 中可以看到,四分孢子萌发的适宜温度范围比较宽,在 5—25℃ 范围内孢子均能萌发:以 15℃ 条件为最宜,镜检其萌发率可达 66.7—80.3%;20℃ 条件下萌发率为 41.8—77.1%;10℃ 和 25℃ 又次之,萌发率分别为 19.9—66.9% 及 30.1—65.0%;5℃ 的最低,萌发率只有 2.7—24.7%。试验分四次不同日期采苗,四次四分孢子的萌发率都是以 15℃ 组为最高(7 月 30 日,20℃ 略高于 15℃)。图 1 的结果说明,四分孢子的萌发主要受萌发时的温度条件影响,与采苗的日期关系不大。

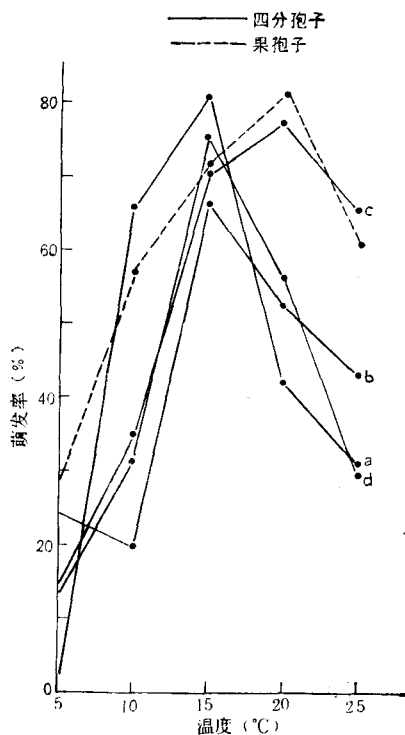


图 1 不同温度对真江藻四分孢子和果孢子萌发的影响

a—d 代表不同采苗时间: a 为 6 月 25 日; b 为 7 月 9 日; c 为 7 月 30 日; d 为 9 月 22 日。

同样,果孢子萌发的温度范围也比较宽,5—25℃ 范围内孢子均能萌发:20℃ 条件为最高,萌发率为 80.2%;15℃ 次之,为 71.8%;25℃ 和 10℃ 分别为 60.1% 和 57.1%;5℃ 最低,为 28.5%。

从图 1 的结果可以认为,在 15—25℃ 范围的温度,孢子都能正常萌发,萌发率平均在 30% 以上,因此,青岛地区在 6 月份藻体成熟后即可采苗。

图 2 是不同采苗时期的孢子萌发结果。自 1982 年 6 月 5 日—11 月 20 日的分期分批采苗试验也证明,在青岛地区,6—10 月无论四分孢子还是果孢子都可以采苗,由于果孢子囊成熟较晚,采苗时间较四分孢子晚半个月左右。从萌发率来看,四分孢子和果孢子都有两次高峰,第一次在 6 月下旬—7 月下旬,第二次在 9—10 月份。8 月中旬前后,水温高,藻体衰老,萌发率明显下降。因此,采苗时间应在 6 月下旬—7 月下旬和 9—10 月份为宜,四分孢子的萌发率分别达到 79.1—79.5% 和 40—72.9%。因果孢子萌发高峰出现得晚,下降得早,采苗时间应在 7 月份和 9 月份为宜。进入 11 月份,两种孢子的萌发率都显著下降,在 2.5% 以下,已无生产意义。

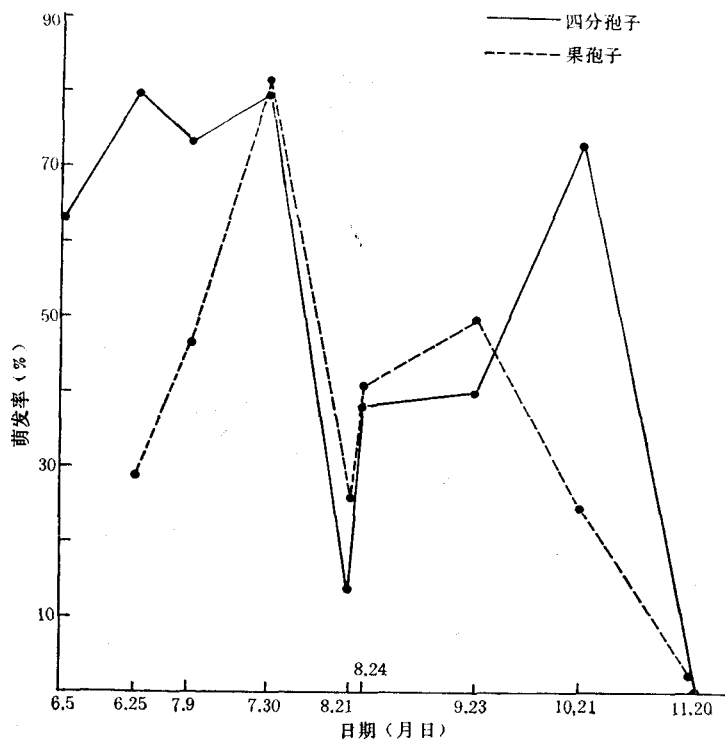


图2 不同采苗时期的孢子萌发情况

## (二) 温度对盘状体生长发育的影响

孢子萌发后不久即进入半球状体时期和盘状体时期的发育阶段<sup>[2]</sup>。温度是影响盘状体阶段生长发育的重要生态因子。

### 1. 盘状体生长发育阶段的适宜温度

关于四分孢子和果孢子的萌发以及发育成盘状体与温度的关系，见图3, 4。在5—25℃之间共分五组，对孢子萌发后进入初分时期、半球状体时期到盘状体时期各阶段的细胞分裂连续7天进行观察记录。结果如下。

(1) 四分孢子和果孢子的细胞分裂过程基本上是一致的。在半球状体时期，大约14个细胞时，开始出现顶端和基部的初步分化，开始向盘状体阶段过渡。在果孢子萌发过程中，培养至第5天，在20℃条件下，出现2%的盘状体藻体；第6天和第7天，在20—25℃条件下，盘状体占2—4%左右。在四分孢子萌发过程中，培养第6天，在25℃内，盘状体占12%；第7天增至18%，而20℃内，盘状体占4%。镜检时，可以看到在这些幼藻体的基部出现薄壁细胞的盘状体构造；可以看出这种构造在四分孢子萌发过程中出现得相对多些。

(2) 温度是影响孢子萌发后进行细胞分裂的重要生态因子。在图3, 4中可以看到，在15—25℃温度范围内，孢子萌发后进行细胞分裂迅速，很快由初分时期过渡到半球状体时期及盘状体时期的发育；在10℃条件下，细胞分裂很慢，经过7天的培养，仍停留

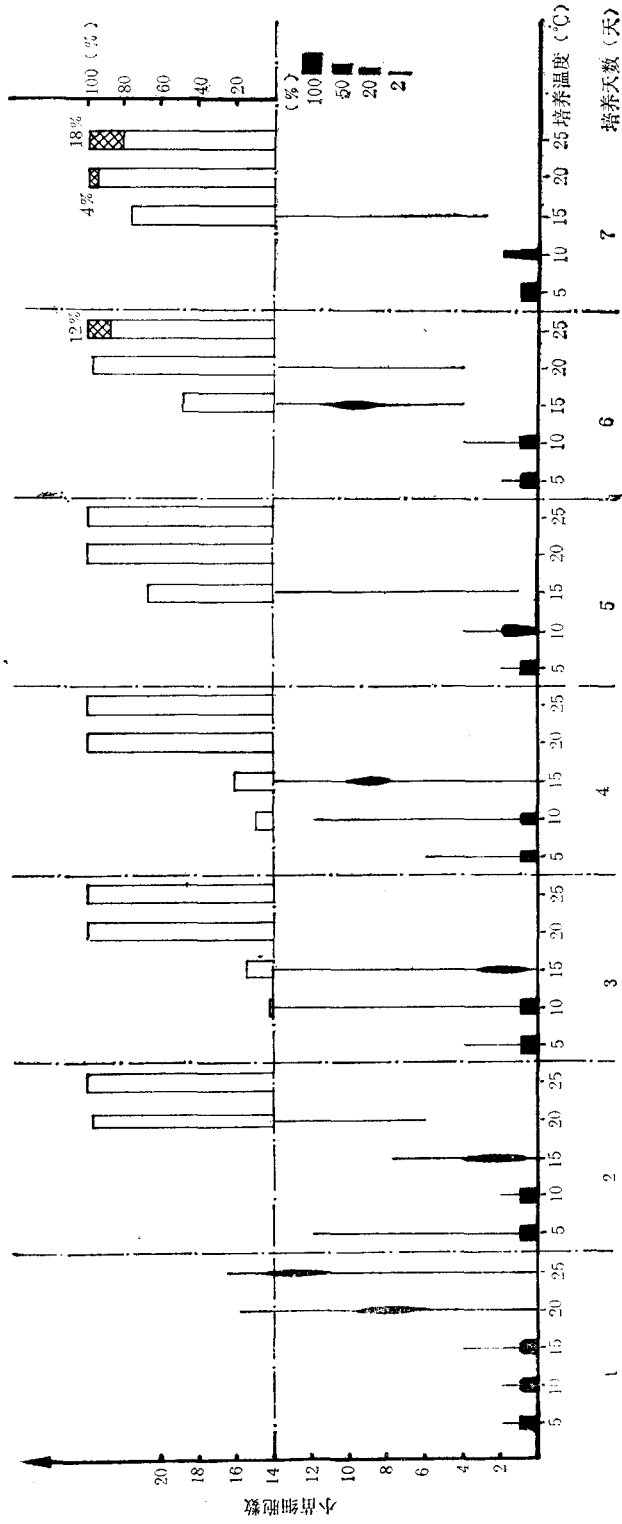


图 3 温度对真菌四分孢子的萌发及幼苗早期生长的影响  
 ☒ 盘状体时期所占比例; ■ 半球状体时期所占比例; ▨ 表示 14 个细胞以下的小苗所占比例。图 4 同。

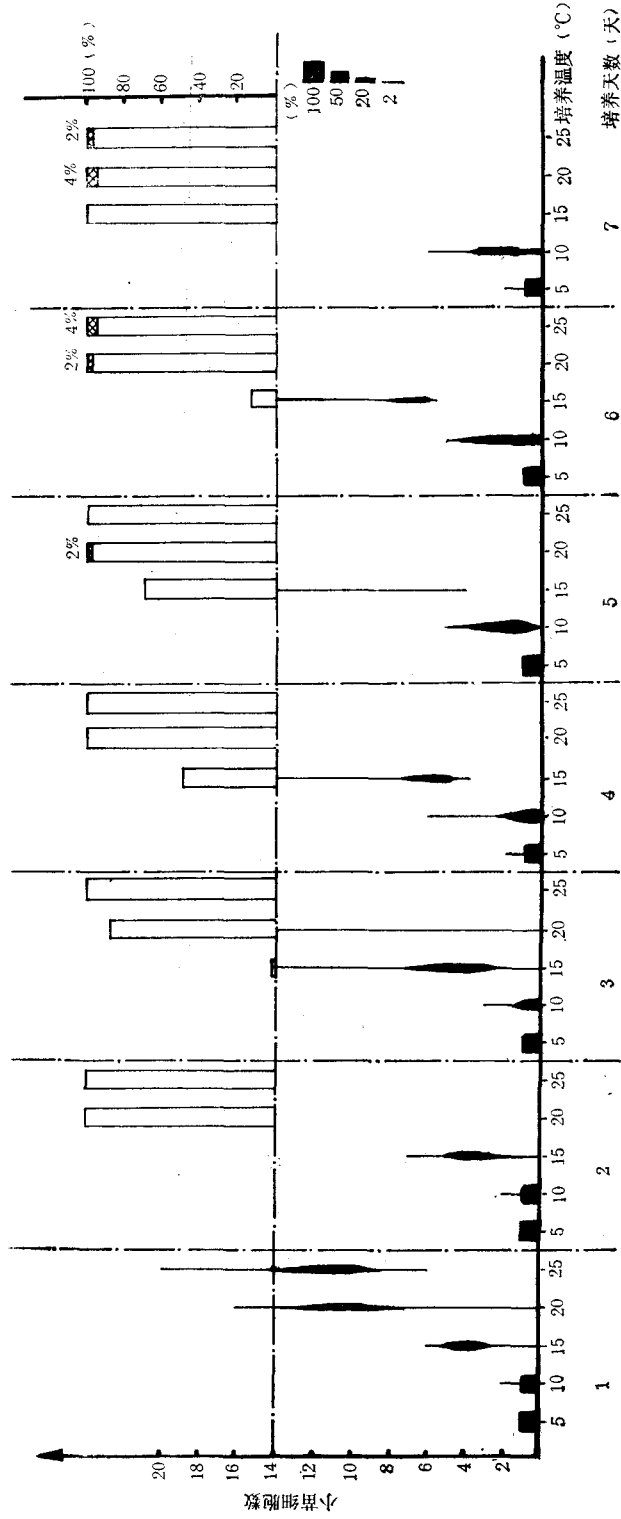


图 4 温度对真江蒿果孢子的萌发及幼苗早期生长的影响

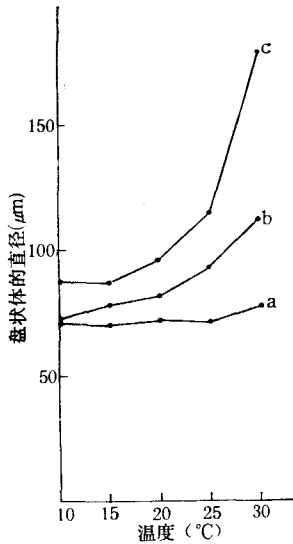


图5 温度对盘状体小苗生长的影响  
a 为8月3日(试验开始); b 为8月14日  
(第一次测量); c 为9月3日(第二次测量)。

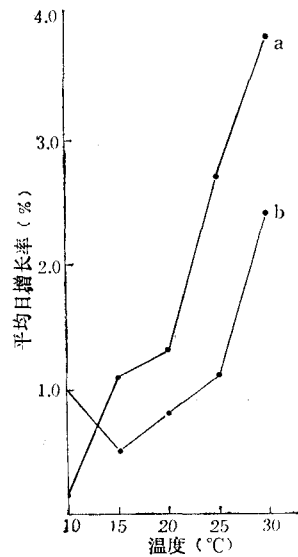


图6 不同温度下盘状体小苗的日生长  
a 为8月3—14日; b 为8月14日—9月  
3日。

在含2—10个细胞的半球状体时期;在5℃条件下,孢子基本上未萌发或者极少数萌发过渡到初分时期。试验说明,盘状体时期的适宜温度为20—25℃,盘状体生长发育良好。需说明的一点是,由于试验安排有限,盘状体在30℃时的生长情况还需进一步试验观察。

## 2. 温度对盘状体直径生长的影响

盘状体的生长发育状况直接影响到幼苗的附着能力。盘状体生长发育良好,直径加大,附着能力强,不易脱落。如图5所示,盘状体直径增长的最适温度是25—30℃,尤其在30℃条件下,其直径几乎是10℃时的2.5倍;20℃次之;15℃和10℃更次之。图6是在不同温度下培养一个月时间内,不同时期盘状体直径的平均日增长率的比较,显示了在8月3—14日时间内平均日增长率较高,而自8月14日—9月3日时间内,平均日增长率逐渐减缓。说明了盘状体小苗在不同温度条件下培养一个月,前10天内的平均日增长率较快,而后20天内的平均日增长率逐渐减慢。此外,从图5和图6中还可以看到,盘状体直径大小和平均日增长率与温度的关系,自10—30℃,盘状体直径和平均日增长率明显递增,说明在此范围内,温度越高盘状体生长越快。

### (三) 光强对盘状体生长与温度关系的影响

如上所述,温度直接影响孢子的萌发和盘状体的生长。当光强改变时,能否影响温度与盘状体生长的关系呢?从表1中可以看到,在试验的光强范围内,盘状体生长仍遵循温度愈高,生长愈快的规律,同时,相同温度下,盘状体直径的平均日生长率有随着光强的增强而增加的趋势。

表 1 不同光强条件下温度对盘状体直径平均日增长率的影响  
(1984年9月12—24日)

盘状体直径平均日增长率(%) 光照强度(米烛)	温度(°C)	30	25	20	15	10
	3000—3600		3.33	3.51	2.60	1.66
1400—2000		3.96	3.13	2.05	1.10	0.80
600—900		1.96	1.54	1.68	1.23	1.04

### 三、结 论

**1. 孢子萌发时期的温度范围和适温范围** 试验结果表明, 孢子萌发的温度范围为5—30°C, 但适温范围为15—20°C。孢子的萌发主要受萌发时的温度条件的影响, 而与采苗的日期关系不大。从分期分批的采苗试验也证明, 在青岛地区6—10月, 无论四分孢子还是果孢子都可以采苗。从萌发率来看, 四分孢子和果孢子都有两次高峰, 第一次在6月下旬—7月下旬, 第二次在9—10月。8月中旬前后, 水温高, 藻体衰老, 萌发率明显下降。从采苗效果考虑, 采苗时间以在6月下旬—7月下旬和9、10两个月为宜。因果孢子萌发高峰出现得晚, 下降得早, 采苗时间应集中在7月份和9月份。

**2. 半球状体和盘状体时期的适温范围为15—25°C** 在20—25°C条件下, 经过7天时间的培养, 有些孢子萌发后很快进入盘状体时期, 说明盘状体在较高的温度下发育快; 在10°C条件下, 几乎所有的培养材料仍停留在仅含2—10个细胞的半球状体时期; 在5°C条件下, 孢子基本上未萌发或者极少数萌发过渡到初分时期。

**3. 盘状体直径的增长速度直接受到温度的影响** 试验表明, 盘状体直径生长的最适温度为25—30°C。在30°C条件下, 其增长速率最快, 例如, 试验开始时, 盘状体的直径平均为77.2  $\mu\text{m}$ , 在30°C条件下培养一个月之后, 其直径平均可达到179.9  $\mu\text{m}$ , 比原来增大2.3倍, 几乎是10°C时的2.5倍; 20°C次之; 15°C和10°C更次之。但必须说明的是, 由于试验设置所限, 我们没有安排关于盘状体在30°C以上的温度条件下的试验。因此, 有关30°C以上的高温条件下盘状体生长的速率问题, 尚需进一步探讨。

**4. 在不同光强条件下, 盘状体生长仍遵循温度愈高, 生长愈快的规律** 在同一温度下, 盘状体直径的平均日生长率有随着光强的增强而增加的趋势。

### 参 考 文 献

- [1] 张峻甫、夏邦美, 1985。中国的真江蓠和英国江蓠。海洋与湖沼 16(3): 175—180。
- [2] 陈美琴、任国忠, 1985。江蓠幼苗的早期发育过程。海洋与湖沼 16(3): 181—187。
- [3] 曾呈奎、陈淑芬, 1959。真江蓠的繁殖习性和幼苗的室内培养。科学通报 6: 202—203。
- [4] Friedlander, M. and C. J. Dawes, 1984. Studies on spore release and sporling growth from carpospores of *Gracilaria foliifera* (Forsskål) Børgesen var. *angustissima* (Harvey) Taylor I. Growth responses. *Aquatic Botany* 19: 221—232.
- [5] Komiyama, T. and M. Sasamoto, 1957. Studies on the Propagation of *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss I. On the settling of the spores and development of the early stage. *Report of the Investigations on the Ariake Sea* 4: 25—34.
- [6] McLachlan, J. and T. Edelstein, 1977. Life-history and culture of *Gracilaria foliifera* (Rhodophyta) from

- South Devon. *J. mar. Biol. Ass. U. K.* 57: 577—586.
- [ 7 ] Ogata, E., T. Marsui and H. Nakamura, 1972. The life cycle of *Gracilaria verrucosa* (Rhodophyceae, Gigartinales) in vitro. *Phycologia* 11(1): 75—80.
- [ 8 ] Oza, R. M., 1975. Studies on Indian *Gracilaria* I. Carpospore and tetraspore germination and early stages of development in *Gracilaria corticata* J. Ag. *Botanica Marina* 18: 199—201.

## THE EFFECT OF TEMPERATURE ON THE EARLY GROWTH AND DEVELOPMENT OF SPORELINGS OF *GRACILARIA* *ASIATICA* ZHANG AND XIA\*

Chen Meiqin and Ren Guozhong  
(*Institute of Oceanology, Academia Sinica, Qingdao*)

### ABSTRACT

After observation of the development process of sporelings of *Gracilaria asiatica*<sup>[8]</sup> we studied the effect of temperature on the early growth and development of sporelings of *Gracilaria asiatica*. The results show briefly in the following.

1. The temperature range of germination for carpospores and tetraspores is 5°C to 30°C, in which the favorable temperature range is 15°C to 20°C.
2. There are two favorable spore-collecting period for *G. asiatica*: late June to July and September to October.
3. The favorable temperature for the formation of "hemisphere body" stage and the basal disc stage is 15°C to 25°C but for the growth in diameter of basal disc is 25°C to 30°C.
4. The growth of basal disc stage is influenced mainly by temperature while light factor changes between 600 to 3600 Lx.

---

\* Contribution No. 1309 from the Institute of Oceanology, Academia Sinica.