

温度对细基江蓠繁枝变型生长的影响*

任国忠 陈美琴

(中国科学院海洋研究所, 青岛)

提要 细基江蓠繁枝变型是海南岛当地居民的主要栽培种。本文报道了用切枝培养的方法, 研究这种江蓠在不同温度下的生长情况。研究结果表明, 细基江蓠繁枝变型的生长适温为15—30℃, 最适为22.5℃。文章对这种江蓠的耐高温习性进行了讨论。

细基江蓠繁枝变型 *Gracilaria tenuispitata* Chang et Xia f. *liui* Zhang et Xia 是海南岛当地居民的主要栽培种。藻体的分枝比较细。据了解, 这种江蓠生长快, 能够耐比较高的温度, 可以在比较广的盐度范围内生长, 在有大量淡水流入的浅滩及池沼内生长良好。同时, 由于这种江蓠主要靠营养体进行繁殖, 栽培方法比较简单(只要把藻体切断, 投入培养池内, 就可以大量繁殖), 因此, 这是一种很有发展前途的栽培种。为了推动这种江蓠的人工栽培事业进一步发展, 中国科学院海洋研究所海藻实验生态组, 于1985年从海南岛引进这种江蓠, 进行了实验生态学的研究。关于温度的试验结果报告如下。

一、材料和方法

试验材料是由海南岛琼山县运回的细基江蓠繁枝变型。1985年3月23日由海南岛起运, 途中经14天, 于4月6日抵达青岛。藻体运回后即放在一半海水一半淡水的低比重海水(1.010左右)内暂养, 备试验用。

试验于4月11日开始, 取藻体顶枝和上部的小侧枝(长2.1—6.0 cm), 在12.5, 17.5, 22.5, 27.5和32.5℃的不同温度下培养。由于这种江蓠在当地多生长在低比重的海水内, 因此每种温度用两种比重的海水培养, 即青岛外海水(比重为1.024左右)和1.010的低比重海水。每种比重海水内放三个样品, 每个样品10棵藻体。培养光照10小时, 光强3000lx左右。海水经加热消毒后, 加营养液以补充氮、磷营养盐, 硝酸氮为7ppm, 磷酸盐为1.55 ppm。试验期间每周称量每个样品的鲜重和每棵藻体的长度, 并计藻体长出的小侧枝数目。试验结束时, 在低倍镜下测量从藻体基部向上2—3cm处主枝直径, 同时观察藻体的成熟情况。试验期间白天通压缩空气搅动培养液。为防止水分蒸发影响培养液的比重, 每隔一天按标定的水体补充淡水。用盐度比重计测定培养液的比重, 每次检查时, 均属正常范围。

二、试验结果

1. 温度对藻体鲜重增长的影响

* 中国科学院海洋研究所调查研究报告第1325号。插图由冯明华同志协助复墨, 特此致谢。

收稿日期: 1986年5月19日。

试验结果表明,在 12.5—32.5℃ 的试验温度范围内,细基江蓠繁枝变型都可以生长,但增长速度差异很大,生长最快的温度是 22.5℃,因为在这一温度内鲜重增长最快。生长的适温范围约在 17.5—27.5℃,超出此范围(在 12.5℃ 和 32.5℃ 内)生长都很慢(图 1,2)。图中 1.010 低比重的海水和 1.024 的正常海水的藻体鲜重增长趋势基本一样。根据观察

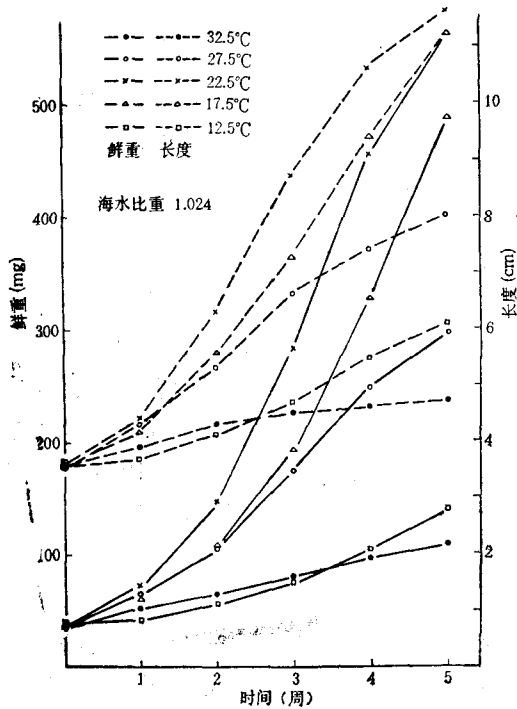


图 1 不同温度内藻体的鲜重和长度生长 (海水比重 1.024)

Fig. 1 The increase in wet weight and length of *Gracilaria tennistipitata* Chang et Xia f. *liui* Zhang et Xia in different temperatures

和测量的结果,在低比重海水内生长快一些,生长速度下降得早;在比重为 1.024 的海水内生长慢一些,生长速度下降得晚。外观两种比重海水的藻体形态,低比重海水的藻体色淡,触感较柔;比重为 1.024 海水的藻体色深,触感较硬。

从图中还看出,培养初期(三周内),在 32.5℃ 和 27.5℃ 高温内的藻体,分别比 12.5℃ 和 17.5℃ 低温内的藻体生长快;三周后,17.5℃ 比 27.5℃ 的生长快,12.5℃ 比 32.5℃ 的生长快,温度高生长速度显著缓慢,低温内仍在继续增长。

2. 温度对藻体长度生长的影响

藻体的长度生长也是在 22.5℃ 内最快,而且在不同温度内的增长趋势也与鲜重一致,但增长的幅度均少于鲜重的增长幅度,这在图 1 和 2 内已显示出,而图 3 的曲线更显示了长度和鲜重增长幅度的差异以及同温度的关系。

从图 1 和图 2 也看到,与鲜重一样,培养初期(三周内),高温 32.5℃ 和 27.5℃ 内的长度生长分别比 12.5℃ 和 17.5℃ 的快;培养三周后,12.5℃ 和 17.5℃ 分别超过了

32.5℃ 和 27.5℃。两种比重的海水内,长度生长的趋势一致,只是低比重的生长快一些。

3. 温度对藻体侧枝生长的影响

图 4 表明,藻体侧枝数量的增长也是在 22.5℃ 内最快,说明侧枝数量增长与鲜重、长度生长同温度关系一致。但在 32.5℃ 和 12.5℃ 两种温度内,侧枝数的差异比长度和鲜重的差异明显(图 1, 2; 图 4)。这说明,在高温内侧枝发生比低温早。从侧枝的大小看,32.5℃ 的侧枝很短,枝细,色黑,说明侧枝长出后,在高温内长度生长慢。在两种比重的海水内,侧枝数的增长趋势基本一致,但低比重的增长略快一些。

4. 温度对主枝直径增长的影响

藻体主枝直径的增长同样也是在 22.5℃ 内的为最大,但与鲜重和长度增长相比,主枝的直径在温度低时比温度高时大,12.5℃ > 32.5℃, 17.5℃ > 27.5℃,最大直径的温度低

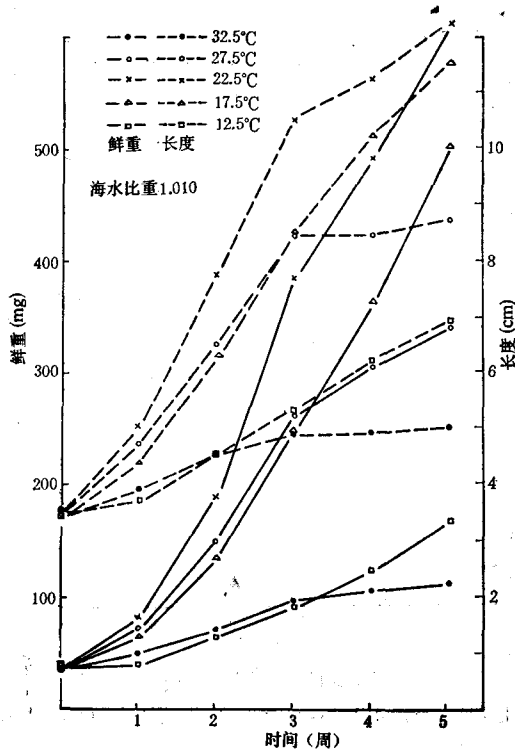


图 2 不同温度内藻体的鲜重和长度生长 (海水比重 1.010)

Fig. 2 The increase in wet weight and length of *Gracilaria tennistipitata* Chang et Xia f. *ligni* Zhang et Xia in different temperatures

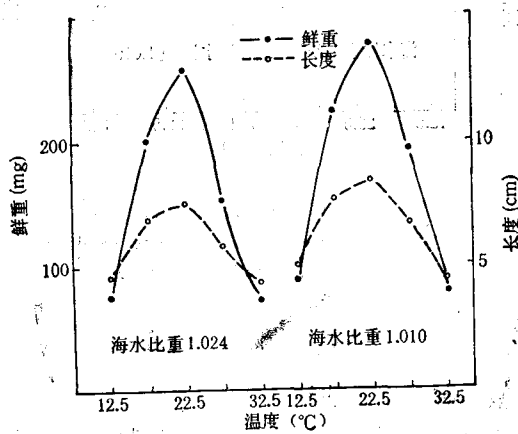


图 3 藻体鲜重和长度生长与温度的关系

Fig. 3 Relation between temperature and the increase in wet weight and length

于 22.5°C (图 5)。从藻体的形态和颜色比较, 32.5°C 的藻体很细, 色黑; 其他温度由高到低, 藻体颜色为褐、棕褐、棕黄、黄。两种比重的海水, 主枝直径的大小基本一致。

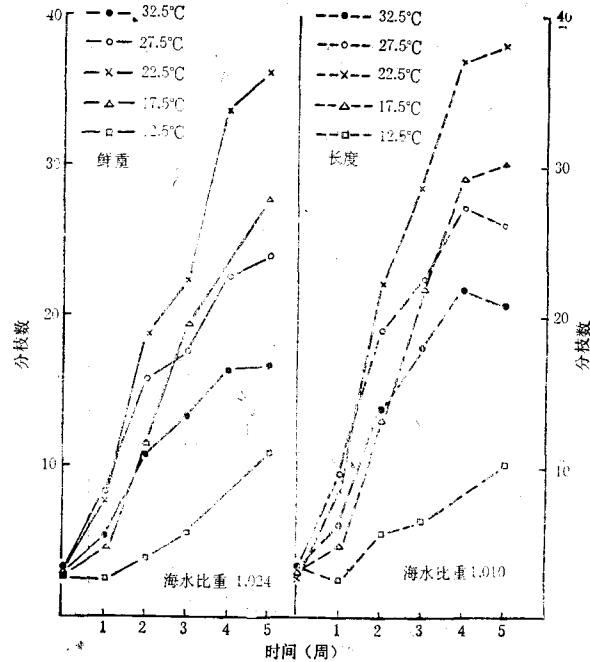


图4 不同温度内藻体侧枝数的增长

Fig. 4 The increase in number of branchlets in different temperatures

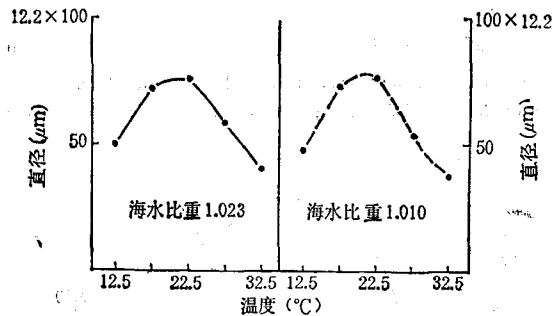


图5 主枝直径的增长与温度的关系

Fig. 5 Relation between the increase of diameter of main branch and temperature

三、讨论

1. 细基江蕨繁枝变型具有耐高温的特性

温度是影响江蕨生长的重要因子^[6,8],且不同种江蕨的生长适温以及幼体与成体的生长适温也不一样^[1-2],细基江蕨繁枝变型的生长温度比真江蕨高,在试验条件下最适为22.5°C,适温范围为17.5—27.5°C。但根据12.5°C和17.5°C以及27.5°C和32.5°C的生长情况,可将生长的适温范围扩大到15—30°C,说明这种江蕨具有适应高温的能力。这种耐高温的特性与细基江蕨繁枝变型原生长海区水温高有关(海南岛海水的最高温度可达32°C)。

2. 营养繁殖是细基江蓠繁枝变型的主要繁殖方式

根据检查,细基江蓠繁枝变型运回青岛时,未发现有成熟的藻体,经在不同温度下培养后,只有 17.5, 22.5 和 27.5℃ 三个温度的藻体形成四分孢子囊,以 22.5℃ 的为最多,占这一温度试验藻体的 60—70%; 17.5℃ 的为 30%; 27.5℃ 的为 10%。由于培养液的海水比重只有 1.024 和 1.010 两种,因此,看不出本实验的高盐度有利于有性繁殖、低盐度有利于营养繁殖的现象^[5]。但在海南岛,细基江蓠繁枝变型的繁殖方式是以营养繁殖为主,因此,这可能与它在当地多生长在比重很低的浅滩池沼内的海水盐度有关。试验期间没有发现配子体,因此,不形成或少形成有性生殖器官,可能是细基江蓠繁枝变型能在高温下生长的重要原因。

3. 鲜重是细基江蓠繁枝变型的适宜生长指标

试验结果表明,细基江蓠繁枝变型的鲜重、长度、侧枝和直径的增长对温度的反映是一致的,即四种生长指标均可以表明藻体生长同温度的关系。但从鲜重和侧枝数目来看,试验期间,22.5℃ 内鲜重和侧枝数目分别增加了 16 倍(表 1)和 14 倍,而长度和直径分别只增加了三倍(表 1)和两倍。这说明在江蓠的生长过程中,随着藻体长度的生长,藻体不断长出侧枝和分枝,这些侧枝和分枝大量生长是江蓠藻体鲜重增长快的主要原因,真江蓠 *Gracilaria asiatica* Chang et Xia 是这样^[4],细基江蓠繁枝变型也是这样。因此,以鲜重作为测定江蓠生长的指标是适宜的^[6]。

表 1 不同温度下藻体鲜重和长度的日增长率(%)

Tab. 1 The daily growth rate of *Gracilaria tenuistipitata* in wet weight and length in different temperature

培养温度 (°C)	比重	第 1 周		第 2 周		第 3 周		第 4 周		第 5 周		平均		增长倍数	
		鲜重	长度	鲜重	长度	鲜重	长度	鲜重	长度	鲜重	长度	鲜重	长度	鲜重	长度
12.5	1.010	1.6	1.1	7.6	3.0	5.8	2.8	4.9	2.7	5.1	1.7	5.0	2.3	4.5	2.0
	1.024	1.4	0.7	5.2	2.1	5.0	2.0	0.9	2.5	5.0	1.9	4.3	1.8	3.6	1.7
17.5	1.010	9.4	4.0	11.9	6.2	10.1	5.0	6.4	3.0	5.3	2.0	8.6	4.0	13.3	3.4
	1.024	7.0	2.2	9.3	4.9	9.9	4.5	8.8	4.1	6.6	3.0	8.3	3.7	12.2	3.1
22.5	1.010	13.4	5.5	14.3	7.2	11.8	5.1	4.1	1.2	3.7	1.4	9.5	4.1	16.9	3.4
	1.024	10.9	3.5	12.1	6.0	10.9	5.3	8.0	3.4	3.5	1.4	9.1	3.9	15.3	3.3
27.5	1.010	12.3	5.0	12.0	5.1	9.4	4.4	2.6	0	1.8	0.6	7.6	3.0	9.8	2.5
	1.024	9.7	3.1	8.4	3.6	8.2	3.6	6.0	2.0	3.0	1.3	7.1	2.7	8.3	2.3
32.5	1.010	5.7	2.3	6.0	2.1	5.0	1.5	1.3	0.1	1.1	0.4	3.1	1.2	3.1	1.5
	1.024	6.2	1.3	3.7	1.5	3.4	0.7	3.3	0.3	2.0	0.7	3.7	0.9	3.1	1.3

4. 细基江蓠繁枝变型是广温广盐栽培种

从表 1 的鲜重和长度的日增长率来看,温度高,最大日增长率出现早,下降得快;温度低,出现得晚,下降得慢。试验期间的平均日增长率,22.5℃ 的为最高,超过 9%;鲜重增加了 15.3—16.9 倍。27.5℃ 的最大日增长率虽然高于 17.5℃ 的,但平均日增长率不及

17.5℃的,27.5℃的为7%,17.5℃的为8%;鲜重增长倍数亦是17.5℃的大,为12—13倍,而27.5℃的为8.3—9.8倍,12.5℃的日增长率亦多高于32.5℃的。说明在生长的温度范围内,温度低一些比温度高更有利于生长。

青岛地区的海水温度,在5月上旬即达到12℃以上,到11月下旬降到12℃以下,而夏季最高水温一般在27℃左右,因此,如果把细基江蓠繁枝变型移植于青岛海区栽培,栽培期可以从5月中旬到11月中旬,有半年以上生长期;而真江蓠 *Gracilaria asiatica* Chang et Xia 和龙须菜 *G. lemaniformis* 的生长季节在春、秋两季,夏季温度高,藻体大量成熟并衰老,为此,在青岛地区有可能将三种江蓠轮栽或混栽,充分利用海区和器材,以达到增产的目的。

江蓠是广盐性海藻^[4,6,7]。细基江蓠繁枝变型在海南岛生长于沿岸浅滩池沼内,由于受降雨和高温的影响,盐度变化比较大,具有明显的适盐广的特性。有关试验结果¹⁾也表明,在比重1.005—1.050范围的海水内都能生长。因而从适盐广、耐高温这一特性,细基江蓠繁枝变型有可能成为北方虾池内与虾混养的一种比较好的栽培种。

参 考 文 献

- [1] 任国志、陈美琴,1986。温度对真江蓠生长发育的影响。海洋与湖沼 17(4): 283—297。
- [2] 曾呈奎、陈淑芬,1959。真江蓠的繁殖习性和幼苗的室内培育。科学通报 6: 202—203。
- [3] 樊恭炬、李伟新、王永川、范允平,1974。琼胶海藻的研究 I. 龙须菜的果孢子萌发体的生长适温及其幼苗的季节生长。植物学报 16(1): 24—30。
- [4] Bird, N. L., L. C. -M. Chen & J. McLachlan, 1979. Effects of temperature, light and salinity on growth in culture of *Chondrus crispus*, *Furcellaria lambricalis*, *Gracilaria tikvahiae* (Gigartinales, Rhodophyta), and *Fucus serratus* (Fucales, Phaeophyta). Bot. Mar. 22(8): 521—527.
- [5] Gavino, C. T. Jr. & R. Azanza-Corrales, 1981. The seasonal variation in the biomass and reproductive state of *Gracilaria* in Manila Bay, Xth Intl. Seaweed Symp., Ed. by Tore Levring. pp. 743—748.
- [6] Jones, W. E., 1959. The growth and fruiting of *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss. J. M. B. Ass. U. K. 38: 47—56.
- [7] Kim, D. H., 1970. Economically important seaweeds in Chile I. *Gracilaria*. Bot. Mar. 13: 140—162.
- [8] Lapointe, B. E., L. D. Williams, J. C. Goldman and J. H. Ryther, 1976. The mass outdoor culture of macroscopic marine algae. Aquaculture 8: 9—21.
- [9] McLachlan, J. & T. Edelstein, 1977. Life history and culture of *Gracilaria* (Rhodophyta) from South Devon. J. M. B. Ass. U. K. 57: 577—586.

1) 费修颀等,1985年未发表资料。

THE EFFECT OF TEMPERATURE ON THE GROWTH
OF *GRACILARIA TENUISTIPITATA* CHANG
ET XIA f. *LIUI* ZHANG ET XIA*

Ren Guozhong and Chen Meiqin

(Institute of Oceanology, Academia Sinica, Qingdao)

ABSTRACT

Gracilaria tenuistipitata Chang et Xia f. *liui* Zhang et Xia collected in Hainan Island has recently been an artificial cultivation species. We culture the apical fragments of this species at different temperatures in laboratory to study the effect of temperature on its growth.

The results are summarized as follows:

1. This species could grow between the temperature range of 12.5—32.5°C. The favorable growth temperature is at about 22.5°C. Under this temperature the daily growth rate is 14% in wet weight and 7% in length.
2. It is mainly owing to its characteristics of vegetative propagation that the species is able to resist the higher temperature.
3. It is suitable to measure the growth of *Gracilaria* by the increase in wet weight, in length, in number of lateral branchlets or in diameter of main branches of the plants, but the increase in wet weight of the plants is the most suitable index for the growth measurement.
4. According to its characteristics of the temperature resistant, this species might be a suitable cultivation species in shrimp pond.

* Contribution No. 1325 from the Institute of Oceanology, Academia Sinica.