

温度和遗传对海带雌配子体细胞数目 和成熟速度的影响*

方宗熙

李家俊

(山东海洋学院;中国科学院海洋研究所)

(中国科学院海洋研究所)

从一些研究知道,海带属(*Laminaria*)植物的生殖作用直接受温度的制约。殖田三郎(1929)^[2]报导皱海带 *L. religiosa* 的配子体在 12.4°C 以上不能形成孢子体。Harries (1932)^[1]报导糖海带 *L. saccharina* 的配子体在 16°C 以上不能形成孢子体。木下虎一郎(1947)报导海带 *L. japonica* Aresch 的配子体在 12°C 以上不能形成孢子体。上述学者对配子体的生长和发育未加区别。曾呈奎、吴超元和任国忠(1962)^[6]联系温度条件曾较深入地观察了我国养殖的海带配子体。他们区分了配子体的生长和发育,认为海带配子体发育的最适温是 10°C,而生长的最适温在 15—20°C。他们的研究又指出,在 18°C 温度条件下,仍有一部分配子体可以发育成孢子体。于是出现了这样的问题:海带形成孢子体的最高温度究竟是多少呢?这最高温度可以改变吗?如果可以改变,这跟遗传有没有关系呢?这些都是值得探讨的问题。

神田(Kanda, 1936)^[2]在不控制温度的条件下,观察了海带配子体的生长情况,根据他的观察,海带属雌配子体起初例如在培养 9 天内是单细胞或两个细胞,以后大都长成多细胞丝状体。在营养充分的情况下,一般是多细胞丝状体。其他一些国外文献(Papenfuss, 1951; Bold, 1957)^[16,8]都报导海带属雌配子体是多细胞的丝状体,多细胞雌配子体的每一个细胞都可能先后排卵受精。曾呈奎等^[5]根据自己的实验室观察,指出海带雌配子体一般是单细胞的。他们的研究(1959)^[4]又指出,在连续光照的条件下,海带雌配子体会形成多细胞。这样看来,海带雌配子体可以是单细胞的,也可以是多细胞的。这究竟是什么原因呢?是不是完全取决于外界条件呢?什么外界条件呢?是不是也受遗传因子的制约呢?这也是值得进一步探讨的一些问题。

过去几年,我们对这些问题感到兴趣,并曾根据一些初步观察进行总结^[3],认为海带雌配子体对温度的反应很有变化,它们在排卵速度、细胞数目、死亡率等方面都表现不少差异,而这些差异既跟环境有关,也跟遗传有关。我们认为这跟 Schmalhausen (1949)^[18]所讨论的反应规范(reaction norm)一致。

由于海带具有杂种性^[1],通过连续自交和选择,已经出现了若干海带自交系。因此,现在可以用一些自交系作实验材料,从遗传学的角度来进一步探讨上面提出的一些问题。

一、材料和方法

为了探讨上述的问题;我们曾进行了几个实验。实验所用的材料都是附着在玻片上

* 中国科学院海洋研究所调查研究报告第 303 号。

的配子体。观察的对象是雌配子体,包括以下的系统:

1. A 501, 这是一个自交系,经过 5 年连续单棵采孢子,属于“海青一号”的系统;藻体较长较宽,柄部较长。

2. A 503, 另一个自交系,也经过 5 年连续单棵采孢子;藻体较短,柄部较短。

3. A 507, 另一个自交系,也经过 5 年连续单棵采孢子;藻体很薄,柄部较短。

4. 普通海带,作为对照,未经过自交和系统选择,都由若干棵海带混合采孢子。

采孢子是在同一天进行的,即 1963 年 6 月 28 日;都按照过去采孢子的习惯方法进行。

各系统的孢子都采集在玻片上,孢子密度适中。

培育条件基本上都按照过去所采用的培育条件:起初的温度是 10°C 左右,光照时间每天 10 小时,光强约 1,300 米烛,培养的海水是消毒过的瘦区海水再加入适量的营养盐。进行高温实验时,温度逐渐升高。温度分 18°、20° 和 24°C 三个等级。

二、实验结果

1. 实验 I: 在 10°C 条件下雌配子体生长发育情况

在 10°C 温度条件下,各组绝大部分雌配子体都是单细胞的,这一情况跟曾呈奎等^[6]的观察一致。

但是各组雌配子体的排卵速度有所差异(见表 1)。

表 1 几个自交系海带和普通海带雌配子体在 10°C 的排卵情况

Table 1. Rate of development of female haidai gametophytes in three inbred lines and the control population.

A. 来源	B. 采 孢 子 后 天 数					
	12 天		14 天		16 天	
	E. 总数	F. 排卵(%)	E. 总数	F. 排卵(%)	E. 总数	F. 排卵(%)
C. A501	186	15.6	150	56.0	157	96.2
C. A503	154	5.8	129	58.1	142	97.2
C. A507	125	3.2	136	33.8	153	88.9
D. 对照	146	15.8	136	55.8	160	93.1

Explanations:

A. Source of material; B. Days after spores collecting; C. Inbred line; D. Control; E. Total number observed; F. Percentage of extruded eggs.

A 501 和对照组雌配子体排卵速度相近,都较快,A 503 和 A 507 排卵速度相近,都比较慢些。例如,采孢子后第 12 天,A 501 和对照的排卵数达 15% 以上,而 A 503 和 A 507 的排卵数只有 5.8% 和 3.2%。以后继续观察,看到 A 503 的排卵速度跟上去了,而 A 507 的排卵速度却一直是比较落后的。

以前讨论过,不同自交系排卵速度的显著差异大概跟遗传的分化相联系^[2]。

2. 实验 II: 在高温情况下雌配子体生长发育的情况

在开始高温实验时,雌配子体已发育到晚期,个别雌配子体已开始出现突起,但尚未排卵。

温度升高后,大部分雌配子体都停止产生突起;已产生突起的个别雌配子体能继续生长,增大体积,逐渐形成多细胞,而不是向排卵方向发育。

在 18°、20° 和 24°C 温度条件下,各组雌配子体大部分都形成多细胞。形成多细胞的雌配子体的情况在不同温度下有所不同;在不同组里也有所不同(表 2)。总的看来,20°C 最能引起多细胞的形成,其次是 18°C,再其次是 24°C。

就各组讲,雌配子体形成多细胞的数量,在自交系 A 503 最多,不论在 18°、20° 和 24°C 的情形都大致如此。对照组雌配子体形成多细胞的数量,在上述各种温度下最少。

在高温条件下雌配子体所形成的多细胞数目也有所差异。分析高温处理后第 14 天各组雌配子体多细胞数目,可以是两个细胞、3 个细胞、4 个以上细胞(见图 1),它们的数量比例归结如表 3。

从表 3 可以看到,20°C 条件下所形成的多细胞雌配子体,大部分在 4 个细胞以上,并可形成丝状体。在 18°C 和 24°C 条件下,有相当数量的雌配子体是两个细胞,大都不是丝状体。

就各组讲,自交系 A 503 雌配子体在上述各种高温下形成 4 个以上细胞的数量最多,而对照组形成 4 个以上细胞的数量最少(见表 3)。

为什么如此不同,这留待下面讨论。

在高温条件下的实验还产生另一种结果,就是 18°C 的温度条件虽然抑制了雌配子体的排卵,但这只是推迟作用。再经过若干天,可以看到有一部分多细胞雌配子体有个别细胞在排卵。但各组雌配子体在 18°C 条件下排卵的数量有所差异,情形如表 4。

从表 4 可以看到,在 18°C 条件下,各组雌配子体到一定时期,都有一部分能开始排卵,但各组差异很大,例如,在高温处理后第 18 天,自交系 A 503 雌配子体只有 4.5% 排卵,自交系 A 501 雌配子体则有 31.3% 排卵,跟对照组相近(35.1%)。

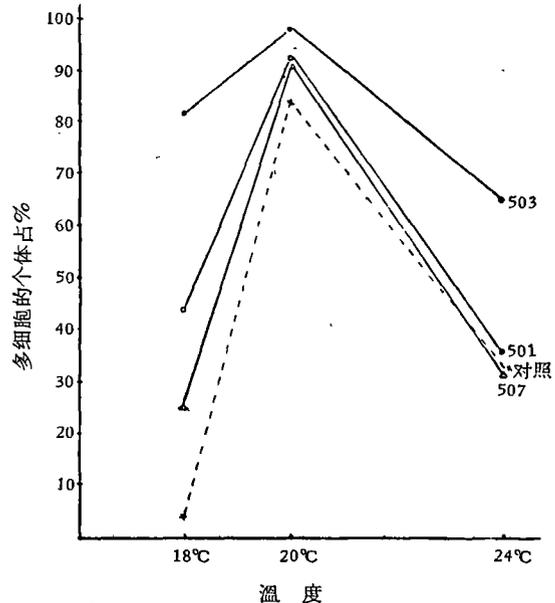


图 1. 几个自交系和对照组海带雌配子体在不同温度下形成四个以上细胞的数量比较

Fig. 1. Formation of more-than-4-celled femal gametophytes among different inbred lines and the control at 18 C, 20 C, and 24 C.

三、討 論

外界环境条件对海带雌配子体的生长发育有很大影响。根据我们实验室所拥有的未发表的资料看来,可以引起雌配子体形成多细胞的至少有三方面的外界条件,即肥料、光线和温度。这里着重联系温度条件的影响讨论两个问题:一是温度对海带雌配子体生长发育的影响及其与遗传的关系,一是海带雌配子体在 18°C 条件下仍能排卵受精形成孢子体的遗传因素。

表 2 几个海带自交系雌配子体在不同温度下形成多细胞个体的比较
 Table 2. Comparison of number of many-celled female gametophytes at different temperatures in the three inbred lines and the control.

A. 温 度	B. 材 料 来 源	C. 移 入 高 温 后 天 数					
		第 2 天		第 7 天		第 14 天	
		G. 总 数	H. 多细胞个体 (%)	G. 总 数	H. 多细胞个体 (%)	G. 总 数	H. 多细胞个体 (%)
18°C	D. 自交系 A 501	145	1.4	266	66.5	187	93.0
	D 自交系 A 503	169	1.2	227	62.1	148	100.0
	D 自交系 A 507	145	2.8	205	60.5	165	84.0
	E. 对 照	137	5.8	171	7.6	107	57.9
	F. 平 均	596	2.7	869	53.5	607	86.3
20°C	D. 自交系 A 501	182	0.5	169	78.7	157	99.5
	D 自交系 A 503	130	2.3	180	96.1	188	100.0
	D 自交系 A 507	137	0.0	198	74.7	150	100.0
	E. 对 照	121	0.0	194	66.0	181	98.9
	F. 平 均	570	0.7	741	78.5	676	99.4
24°C	D. 自交系 A 501	157	0.0	159	8.8	159	78.5
	D 自交系 A 503	133	0.0	135	20.0	126	88.1
	D 自交系 A 507	151	0.0	143	21.0	120	75.0
	E. 对 照	120	0.0	137	13.9	155	71.0
	F. 平 均	561	0.0	574	15.7	560	76.1

Explanations:

- A. Temperature;
- B. Source of material;
- C. Days after transferring to higher temperature;
- D. Inbred lines;
- E. Control;
- F. Average;
- G. Total number observed;
- H. Percentage of many-celled female gametophytes.

1. 温度对海带雌配子体生长发育的影响和雌配子体对温度反应的遗传因子

温度对海带雌配子体发生了什么影响？是不是在低温条件下，海带雌配子体一般是单细胞的，在高温（例如 18°C 以上）条件下，海带雌配子体大都形成多细胞？国外学者所观察的雌配子体为什么主要是多细胞丝状体？

根据我们的实验观察，海带雌配子体在不同温度条件下细胞数目有相当大的变化，情形大致如下：

(1) 如果光强适宜，肥料不过多，那末在稳定的适宜的低温条件下，例如把雌配子体培育在 10—12°C 条件下，绝大部分雌配子体是单细胞，并且能够很快地产生突起排卵，形成孢子体。这跟曾呈奎等^[6]的观察一致。

(2) 在上述同样光强和肥料条件下，遇到高温，多数雌配子体形成多细胞。在 20°C 条件下，雌配子体大部分是多细胞丝状体；在 24°C 条件下，有相当多的雌配子体由两个细胞组成，每个细胞大致呈圆形，丝状体不明显。

表 3 几个海带自交系在不同温度下多细胞雌配子体细胞数目的比较(处理后第 14 天)

Table 3. Comparison of number of cell in female gametophytes, the 14th day after transferring to higher temperatures.

A. 温度	B. 材料来源	C. 总数	D. 单细胞个体(%)	E. 2 细胞个体(%)	F. 3 细胞个体(%)	G. 4 细胞个体(%)
18°C	H. A 501	187	7.0	22.5	25.7	44.9
	H A 503	148	0.0	2.7	14.2	83.1
	H A 507	138	18.1	36.2	19.6	26.1
	I. 对照	107	42.1	44.9	8.4	4.7
	J. 平均	580	14.3	24.8	18.1	42.8
20°C	H. A 501	157	1.3	2.5	3.8	92.4
	H A 503	188	0.5	0.5	0.0	98.9
	H A 507	150	0.0	2.7	6.0	91.3
	I. 对照	181	1.1	3.9	11.0	84.0
	J. 平均	676	0.7	2.4	5.2	91.7
24°C	H. A 501	159	27.7	27.8	7.5	36.5
	H A 503	126	11.9	13.9	8.7	65.9
	H A 507	120	25.0	31.7	10.8	32.5
	I. 对照	155	29.0	23.9	14.2	32.9
	J. 平均	560	23.9	24.5	10.4	41.3

Explanations:

- A. Temperature;
 B. Source of material;
 C. Total number observed;
 D. Percentage single-celled;
 E. Percentage 2-celled;
 F. Percentage 3-celled;
 G. Percentage 4-celled or more than 4;
 H. Inbred lines;
 I. Control;
 J. Average.

表 4 几个海带自交系在 18°C 下排卵速度的比较

Table 4. Comparison of rate of egg-extrusion of female gametophytes at 18°C.

A. 来源	B. 移入 18°C 后							
	2 天		7 天		9 天		18 天	
	E. 总数	F. 排卵(%) (包括幼孢子体)	E. 总数	F. 排卵(%) (包括幼孢子体)	E. 总数	F. 排卵(%) (包括幼孢子体)	E. 总数	F. 排卵(%) (包括幼孢子体)
C. A501(海一)	145	0.0	283	6.0	214	4.7	192	31.3
C. A503	169	0.0	211	2.8	214	1.4	179	4.5
C. A507	145	0.0	239	0.1	203	5.9	215	28.4
D. 对照	137	0.0	195	12.3	231	18.2	239	35.1

Explanations:

- A. Source of material;
 B. Days after transferring to 18°C;
 C. Inbred lines;
 D. Control;
 E. Total number observed;
 F. Percentage of extruded eggs.

根据以上的材料,我们认为国外学者关于海带雌配子体是多细胞丝状体的描述大概主要是由于他们的观察是在不控制或不严格控制环境条件的情况下进行的。

现在要问:高温为什么容易引起海带雌配子体形成多细胞或多细胞丝状体?

显然,这是有关细胞分裂原因的问题。正如 Waymouth (1952)^[22] 所说,有丝分裂的具体原因现在还不够了解。但这里可以进行一些推测。

从生理学的角度看,海带雌配子体形成多细胞可以用曾呈奎等^[6]关于配子体发育最适温度的观察来解释。根据他们的实验室分析,10°C 是雌配子体发育最适的温度,在这个温度下绝大部分雌配子体能够迅速排卵,形成孢子体。这样就没有形成多细胞的机会。但遇到较高的温度,雌配子体的发育怎样呢?据目前我们的材料看来,可以认为雌配子体的发育受到影响。但光合作用仍能进行,雌配子体仍能生长,并继续累积生活物质,于是细胞质的体积加大了,影响到细胞质和核的比例,终于导致细胞分裂,形成多细胞或多细胞丝状体。Swanson (1960)^[20] 和 Mazia (1961)^[15] 都指出,由于生理的原因,细胞质增大会引起细胞分裂。

支持这个论点的是多细胞雌配子体的排卵大大推迟,一般可以推迟一个星期以上,这是其一。第二,在不同温度条件下,雌配子体的细胞大小不一样。例如,在高温处理后第 8 天,我们曾测量了对照组单细胞雌配子体在不同温度下的细胞大小,即测量了细胞的长直径和短直径,看到在 10°C 条件下的细胞最小(见表 5)。这结果跟曾呈奎等的观察^[6]一致。

表 5 不同温度下海带单细胞雌配子体的细胞大小。观察的细胞数目 (n) = 100
Table 5. Comparison of cell-size of one-celled female gametophytes at different temperatures. (n = 100)

A. 温 度	B. 细胞平均长 (μ)	C. 平均宽 (μ)	D. 平均面积和标准差 (μ^2)
10°C	25.6	17.8	463.7±129.0
18°C	27.7	22.7	630.0±90.7
20°C	25.6	22.0	554.4±105.8

Explanations:

A. Temperature;

B. Average of long diameter of cell (μ);

C. Average of short diameter of cell (μ);

D. Average area of cell and standard deviation (μ^2).

分析表 5 的材料,在 18°C 条件下海带单细胞雌配子体的细胞显著地大于在 10°C 条件下的细胞。其间大小差异($630.0 - 463.7 = 166.3 \mu^2$)是: $d = 10.545$, P 在 0.001 以下。

但是,海带雌配子体是否形成多细胞完全取决于环境条件吗?

看来不是,应该还有遗传的原因。

第一,普通海带(即具有高度杂种性的海带)的雌配子体,在高温条件下仍有一部分个体始终保持单细胞状态,在 10°C 条件下,也有个别个体形成多细胞。

第二,各自交系海带雌配子体,在高温条件下形成多细胞的情况颇不相同。例如,在 18°C 条件下,自交系 A 503 雌配子体形成 4 个以上细胞丝状体的占 83.1%,而自交系 A 507 雌配子体在同样温度下形成 4 个以上细胞丝状体的却只有 26.1%。在 24°C 条件

下, 自交系 A 503 雌配子体形成 4 个以上细胞丝状体的占 65.9%, 而自交系 A 507 却只有 32.5%。

这就是说, 如果不同的反应规范跟不同的基因型相联系, 那末海带雌配子体在同一温度条件下的不同表现型, 既有环境的原因, 又有遗传的原因。可以这样设想: 有一些基因型在不致死的几种温度条件下能够保持单细胞, 另有一些基因型在相似条件下则容易形成多细胞, 还有一些基因型在对发育适宜的温度条件下是单细胞, 在对发育不很适宜的温度(例如 18°C 以上的高温)下是多细胞。看来最后这种基因型在普通海带中所占的频率最高。

因此, 通过系统的选择, 有可能选育出雌配子体细胞数目不同的品系。

2. 海带雌配子体在日本和我国在不同温度条件下形成孢子体的原因

以前提到, 根据木下虎一郎(1947)^[7]的观察, 海带雌配子体不能在 12°C 以上条件下形成孢子体, 而曾呈奎等^[6]则观察到海带雌配子体能在 18°C 条件下形成孢子体。这一观察的差异当然不能简单地归因于地理条件的不同。那末是什么原因呢? 至少有以下三方面的原因值得考虑。

(1) 一个可能的原因是木下虎一郎进行实验时, 观察有所遗漏, 即可能有少数雌配子体能在 12°C 以上条件下形成孢子体而没有被观察到。

(2) 另一个可能的原因是木下虎一郎和曾呈奎等所观察的海带材料不是属于同一变种或同一地理族。根据曾呈奎等^[5]的报导, 海带有几个不同的变种。

(3) 再一个可能的原因是我国现在养殖的海带跟日本原产地的海带在这方面已经发生了遗传的分化, 具有不同的基因型。

这三方面的原因哪一个是主要的, 现在还不知道。当然, 也可能这三方面的原因都发生作用, 也可能另有其他的原因。

但是, 遗传分化的论点值得重视。支持遗传分化的论据如下:

第一, 我国养殖的海带自然种群即普通海带, 根据几年来的观察, 确实象其他由有性生殖产生后代的许多自然物种一样, 具有杂种性^[1], 不同的个体具有不同的遗传基础, 因此可以通过自交和选择, 培育出不同的品系。对具杂种性的生物进行自交和选择会引起遗传分化, 这已是周知的事实 (Mather, 1955; Robertson, 1955)^[13, 17]。

由于海带具有杂种性, 所以可以观察到许多不同的反应规范^[3]。

有理由猜测, 日本的海带自然种群也具有杂种性, 不同的个体有不同的遗传基础。它们对外界条件也有相当广泛的反应能力。看来国外学者包括木下虎一郎在内, 都没有从遗传和进化的角度来观察海带配子体对外界条件的反应, 可能对少数雌配子体的例外反应没有给以应有的重视。

第二, 如果海带在日本的自然种群具有杂种性, 这看来是没有疑问的, 那末, 到了我国北部海区的海带在世代传递中会发生什么变化呢?

据曾呈奎的报导, 我国养殖的海带是 1927 年开始从日本移过来的^[5]。在这三、四十年的过程中, 虽然没有经过系统的人工选择, 但自然选择是要发生作用的, 特别是在跟日本海带没有机会杂交的隔离条件下。由于我国北部海区多少跟日本海带自然生长的地区

有些差异,特别是我国北部海水温度平均要高一些。在适应新条件的过程中,海带的种群遗传性会发生一些变化。这就是说,日本海带移到我国后,由于具有杂种性,每代会出现许多不定变异;比较能适应我国条件的基因型会受到保存;由此所引起的遗传分化,会由于 Mayer (1942)^[4] 所强调的隔离作用而得到发展。

这实际上是海带的进化过程,跟其他生物的进化基本上是一致的 (Dobzhansky, 1951; Darlington, 1956; Stebbins, 1959)^[10,9,19]。

支持这个论点的还有这样的材料。我们于 1963 年春天曾从大连和广东移来少数种海带,跟青岛的种海带培育在同一海区里,以后又在同一天分别采孢子,发现配子体在相同条件下它们的生长发育和对高温的反应有明显的区别。例如,在低温(5—7°C)条件下,在采孢子后第 21 天检查,不同地方的普通海带雌配子体形成多细胞丝状体的数量大有差异,广东的海带雌配子体有半数以上是多细胞丝状体,而大连和青岛的海带雌配子体只有少数形成多细胞丝状体。海青一号新品种的雌配子体形成多细胞丝状体的最少(见表 6)。

表 6 几个不同地方养殖的海带雌配子在 3—7°C 下形成多细胞丝状体的比较
Table 6. Comparison of number of many-celled female gametophytes from different localities. (at 3—7°C)

A. 来 源	B. 总 数	C. 多细胞雌配子体(%)
D. 广东海带	173	52.0
E. 青岛海带	185	2.7
F. 大连海带	146	4.1
G. 海青一号	179	0.6

Explanations:

- A. Source of material;
- B. Total number observed;
- C. Percentage of many-celled female gametophytes;
- D. From Canton;
- E. From Tsingtao;
- F. From Dairien;
- G. Haiqing No. 1 breed, a new haidai variety.

另一方面,广东海带雌配子体对高温的适应力却最强,其次是海青一号(见表 7)。

广东海带雌配子体对温度反应所表现的显著差异,大概跟遗传分化有关。广东养殖的海带来自大连。从 1959 年起,广东有关研究单位结合当地海区条件,对海带进行了一些集体选择,并把选出的种海带培养在实验室里度夏,用它采集孢子。经过四年的集体选择,遗传性表现出一些特点是可以理解的。

总之,由于海带原始材料具有杂种性,在基因分离和重组的基础上,通过自然选择和人工选择,在各方面出现了遗传分化是很自然的。

因此,可以认为我国养殖的海带雌配子体至少有一部分能在 18°C 条件下形成孢子体,这是自然选择和人工选择的结果,是正常的进化现象。预计通过系统的选择工作,还可能提高海带雌配子体对高温的适应力。

表 7 几个不同地方养殖的海带雌配子体对高温适应力的比较
 Table 7. Mortality rate at 24°C of female gametophytes from different localities.

A. 来源	B. 在 24°C			
	第 4 天		第 6 天	
	G. 总数	H. 死亡(%)	G. 总数	H. 死亡(%)
C. 广东海带	148	1.4	130	1.5
D. 青岛海带	150	1.3	177	14.7
E. 大连海带	128	0.0	201	14.4
F. 海青一号	137	0.0	147	8.2

Explanations:

- A. Source of material;
- B. Days after transferring to 24°C;
- C. From Canton;
- D. From Tsingtao;
- E. From Dairien;
- F. Haiqing No. 1 breed, a new haidai variety;
- G. Total number observed;
- H. Mortality rate(%).

四、结 论

从几个海带自交系和普通海带的雌配子体对温度反应的实验结果, 我们提出以下的初步结论:

海带雌配子体的生长发育, 例如细胞大小、细胞数目、成熟速度等, 既受环境的影响, 也受遗传的制约。

在 10—12°C 条件下, 绝大部分雌配子体是单细胞, 并且成熟最快, 能迅速排卵。在 18°C 以上的较高温度的情况下, 大部分雌配子体会形成多细胞, 并且成熟延迟。

不同自交系在 10°C 条件下排卵速度有显著差异。在 18°C 条件下不同自交系雌配子体形成多细胞的比例有显著差异, 所形成的细胞数目也有显著差异; 例如, 有的自交系在 18°C 条件下能够迅速形成 4 个以上细胞的丝状体, 有的自交系却在这方面落后了。我们认为这跟不同的自交系有不同遗传性相联系。

在日本所观察到的海带雌配子体一般是多细胞丝状体, 不能在 12°C 以上条件下形成孢子体, 而我国目前养殖的海带雌配子体在不同温度条件下可以主要是单细胞, 也可以主要是多细胞, 多数雌配子体在低温条件下形成孢子体, 至少有一部分也能在 18°C 条件下形成孢子体。我们认为这观察的差异主要跟遗传分化有关。这就是说, 日本海带由于具有杂种性, 移入我国以来, 经过自然选择和人工选择, 在我国驯化了, 遗传基础开始有所差异了。

海带雌配子体对温度的各种反应规范, 是各种基因型和各种温度条件相互作用的产物。

参 考 文 献

- [1] 方宗熙、蒋木禹, 1962. 海带自然种群的杂种性及其利用前途. 山东海洋学院学报, 1962, (1): 1—5.

- [2] 方宗熙、李家俊, 1963. 自交对海带雌配子体和幼孢子体的影响。海洋与湖沼, 5 (1): 333—345。
- [3] 方宗熙、李家俊, 1963. 海带雌配子体对温度的反应规范。山东海洋学院学报, 1963, (1): 57—67。
- [4] 曾呈奎、任国忠、吴超元, 1959. 关于海带配子体的排卵和排精现象及精子的形态。科学通报, 1959 (4): 129—130。
- [5] 曾呈奎、吴超元等, 1962. 海带养殖学。科学出版社, 72—90 页。
- [6] 曾呈奎、吴超元、任国忠, 1962. 温度对海带配子体生长发育的影响。海洋与湖沼, 4(1—2): 22—28。
- [7] 木下虎一郎, 1947. コンブとワカメの増殖に関する研究。日本札幌北方出版社。
- [8] Bold, H. C., 1957. Morphology of Plants. Harper and Brothers, Publishers, N. Y. p. 77.
- [9] Darlington, C. D., 1956. Chromosome Botany. George Allen and Unwin LTD. London, pp. 126—133.
- [10] Dobzhansky, T., 1951. Genetics and the Origin of Species. Columbia Uni. Press, N. Y. pp. 76—107.
- [11] Harries, R., 1932. An investigation by cultural methods of some of the factors influencing the development of the gametophytes and early stages of the sporophytes of *Laminaria digitata*, *L. saccharina*, and *L. cloustonii*. *Ann. Bot.*, 46(184):893—928.
- [12] Kanda, T. (神田), 1936. On the Gametophytes of Some Japanese Species of Laminariales I *Sci. Rep. of Inst. of Alg. Res. Fac. of Sci. Hokkaido Imp. Univ.* 1(2):242—249.
- [13] Mather, K., 1955. Response to selection. *Cold Spring Harbor Symposia on Quantitative Biology*, 20:158—165.
- [14] Mayer, E., 1942. Systematics and the Origin of Species. Columbia Uni. Press, N. Y. pp. 225—238.
- [15] Mazia, D., 1961. Mitosis and the physiology of cell division, in *The Cell*, III, ed. by J. Bracher and A. E. Mirsky, Academic Press, N. Y.
- [16] Papenfuss, G. F., 1951. Phaeophyta, in *Manual of Phycology*. ed. by G. M. Smith, Waltham, USA, 145—150.
- [17] Robertson, F. W., 1955. Selection response and properties of genetic variation, *Cold Spring Harbor Symposia on Quantitative Biology*, 20:166—177.
- [18] Schmalhausen, I. I., 1949. Factors of Evolution. The Blakiston Company, USA. pp. 4—10.
- [19] Stebbins, G. L., 1959. Genes, chromosomes, and evolution. in *Vistas in Botany*, ed. by W. B. Turill, pp. 258—290.
- [20] Swanson, C. P., 1960. *The Cell*, pp. 12—25. Prentice-Hall, USA.
- [21] Ueda, S. (殖田) 1929. On the temperature in relation to the development of the gametophyte of *Laminaria religiosa* M. *J. Imp. Fish. Inst. Tokyo*, 24:174—180.
- [22] Waymouth, C., 1952. Nature of the stimulus to mitosis, in *The Mitotic Cycle* by A. Hughes, Butterworths, London, pp. 163—182.

EFFECTS OF TEMPERATURE AND HEREDITY ON THE CELL NUMBER AND MATURITY RATE OF FEMALE HAIDAI (*LAMINARIA JAPONICA*) GAMETOPHYTES

T. C. FANG

(Shantung College of Oceanology; Institute of Oceanology, Academia Sinica)

J. J. LI

(Institute of Oceanology, Academia Sinica)

ABSTRACT

The materials used in the present experiments were female gametophytes of *Laminaria japonica* Aresch. vernacularly called "haidai" from the "natural" population and three inbred lines after five years of inbreeding. The main results of the study were summarized as follows.

(1) At 10—12°C, believed to be the optimal temperatures for development of gametophytes, practically all the female gametophytes were one-celled.

(2) At higher temperatures (e.g. 18°C, 20°C, or 24°C) or when there were great temperature fluctuations in a day, the majority of the female gametophytes tended to become many-celled. The maturity of gametophytes were much delayed.

(3) The cell number, which may be taken to represent the rate of growth, and the rate of maturity of female gametophytes were observed to differ under different temperatures both in the individual female gametophytes of the "natural" population which was believed to be genetically mixed and in the several inbred lines studied.

(4) There were many female gametophytes which were able to form sporophytes at 18°C, although a Japanese writer stated that they could not do so above 12°C.

From the above facts it is believed (1) that the different phenotypes or reaction norms observed among the female gametophytes were the products of the interaction of different temperatures and various genotypes, (2) that some specific genotypes might be responsible for the different reaction norms, and (3) that the genotypes of the Chinese "haidai" might be different in some way from the Japanese alga.