

海带“海青一号”配子体和幼孢子体 对高温的适应力*

方宗熙

(山东海洋学院, 中国科学院海洋研究所)

吴超元 李家俊

(中国科学院海洋研究所)

温度对藻类的分布是极其重要的限制因素^[1]。藻类的种类不同,所能适应的温度范围也往往有所不同。有不少藻类可以生活在极地的低温条件下,有少数藻类可以生活在温泉的高温(50°C左右,甚至85.2°C)条件下,大多数藻类分布在这两种极端温度之间的各种温度条件下。

海带类(*Laminaria*)植物主要分布在比较寒冷海区。它们生活史的各时期对温度的适应能力有所不同。一些研究者在这问题上进行了研究,但所得到的结果有所出入。例如, Schreiber (1930) 认为糖海带(*L. saccharina* (L.) Lamour.)在夏季会失去生殖力,并认为这是由于温度升高所造成的结果。他指出,如果把培育在16—18°C条件下的配子体移到6°C的条件下,就可以恢复能育性。

Harries (1932) 的观察结果与 Schreiber 的不同,她指出糖海带雌配子体到16°C条件下还能形成卵囊。不过,她也承认温度升高到一定程度会抑制生殖,虽然可以促进生长。Parke (1948) 的观察又有所差异。她看到糖海带的孢子体在一年四季里都可以在她观察的海区里形成,因此推测这个物种的配子体在全年的任何月份里都可以进行生殖。

上述的观察差异由于什么原因,值得讨论。Harries 和 Parke 所观察的都是英国的糖海带,她们的研究结果比较相近,都以为配子体能够在较高温度下进行生殖。但是 Schreiber 观察的糖海带可能是另一地理区域的种群,或者属于另一族,分布在温度较低的更高纬度带,它们对于温度的适应力有所差异。实际是否这样,尚有待进一步的探讨。

本文所讨论的是海带类的另一物种,即海带(*L. japonica* Aresch.)。这种海带原产日本北海道及其附近。根据木下虎一郎(1947)的记载,海带生长发育期所能适应的温度范围是1—2°C到18—19°C。

我国藻类学家曾呈奎、吴超元、孙国玉(1957)就温度对海带生长发育的影响进行了实验观察。他们的研究指出,目前养殖的海带生长温度的最低限度可以推至1°C左右,最高限度可以达到20°C左右;生长最快的温度是5—10°C;但低适温(1—5°C)和高适温(10—13°C)随藻体的大小而不同,藻体较小的(2.5米以内)忍耐高温的能力较强。他们的研究(1955)又指出,幼孢子体的生长也需要较低的温度。曾呈奎、吴超元、任国忠(1962)报导配子体在18—20°C及以上温度条件下,不能进行生殖,并分析了温度对于海带配子体生长发育的影响^[4]。

* 中国科学院海洋研究所调查研究报告第175号。本实验在进行中承中国科学院海洋研究所副所长曾呈奎先生提出若干宝贵意见,谨此志谢。

从以上材料可以知道，海带类植物对于温度的适应可以区别为三种情况：1. 物种之间的差异，例如糖海带在较低的温度条件下(16℃以下)形成卵囊，而海带则能在较高温度下(18℃以下)形成卵囊；2. 物种内部的差异，例如同一种(糖海带)分布在不同地区所要求的温度条件有所差异，或同一种分布在同一地区也可以呈现个体差异；3. 同一个体的不同发育阶段或不同发育时期的差异，这是种内差异的另一类型。例如配子体和孢子体所要求的温度条件有所差异，大小不同的孢子体所能适应的温度条件也有所差异。本文将结合海带海青一号新品种配子体和幼孢子体对温度反应的研究，讨论种内不同个体对温度适应力的差异和不同发育阶段或不同发育时期对温度适应力的差异，并分析这些差异的原因。

海带海青一号是经过1958—1961年间的选种工作所培育出来的新品种^[1]。这个品种在青岛和厦门分别进行了实验。我们在青岛看到这个品种的孢子体比对照组能耐高温，产量较高。在厦门海区海青一号耐受高温的表现尤其明显。但是海青一号的配子体和幼孢子体是否也有同样的优点呢？这是我们所关心的问题。因此，我们进行了以下的实验，取得了一些成果。

一、材料和实验

实验所用的材料是海青一号和对照组海带的配子体和幼孢子体。首先用玻璃片采集海青一号和对照海带的游孢子。都用单棵采孢子，保证自交。这些海带都经过三年连续的自交。因此，每一单棵的后代都可以看做一个自交系。

海带孢子和以后长成的配子体和幼孢子体都培育在消毒过的海水里，并加入适量的氮和磷($\text{NO}_3\text{-N}$: 2.8ppm; $\text{PO}_4\text{-P}$: 0.28ppm)。

育苗工作于1961年6月底进行，高温适应力实验于8月初开始。实验分两部分进行。一是观察海青一号配子体对高温的适应力。二是观察海青一号幼孢子体(300个细胞左右)对高温的适应力。

I. 配子体对高温的适应实验

将原来培育在低温(10℃左右)下的配子体玻片分成三组，分别放在18℃、20℃和24℃温度下。对照组玻片也分成三组在同一条件下进行实验。7月间我们因忙于其他工作，曾把这批配子体全部置于黑暗之中达两星期。根据过去经验置于黑暗中的配子体生长发育很缓慢，不易排卵。温度的实验开始前，玻片都经过检查，确定研究对象仍处于配子体阶段，然后放入三种不同温度的海水中。经过20天以后，为了进一步验证海青一号配子体耐高温的能力，各组玻片又分出一半置于26℃的高温中。

II. 幼孢子体对高温的适应实验

将原来在低温(10℃左右)下发育起来的海青一号幼孢子体，于8月底分成三组分别置于18℃、20℃和24℃的温度中。对照组同一发育时期的幼孢子体(大小相近)也分成三组，置于上述三种温度中，进行观察。除了上述实验以外，我们还另外11棵海青一号自交的后代和4棵对照组海带自交的后代进行高温实验，把它们从10℃提高到24℃的海水中。所以幼孢子体的实验一共包括12棵海青一号的自交后代(即12个自交系)和5棵对照组的自交后代(即5个自交系)。

二、观 察

I. 海青一号雌配子体对高温的适应力

海青一号和对照組雌配子体从 10°C 左右的低温提升到 18°C、20°C 和 24°C 后, 起初十几天, 我們并没有看到各組雌配子体对这些温度的适应力有什么差异。到第 19 天, 我們看到 18°C 和 20°C 条件下的雌配子体没有什么死亡, 可是 24°C 条件下的雌配子体不仅部分細胞变綠, 出現死亡, 而且海青一号和对照組死亡率經過随机检查, 有所差异, 死亡率也随時間而增加(見表 1)。

表 1 海帶海青一号雌配子体在 24°C 温度下的死亡率(培育条件:
光强 1100 米燭, 光照 10 小时, 起初都培育在 10°C 左右)

Table 1. Mortality of female gametophytes of the Haiqing No. 1 breed under 24°C (Original temperature: 10°C)

	A. 高温培育的时间(天)					
	19		22		25	
	B. 总数	C. 死亡(%)	B. 总数	C. 死亡(%)	B. 总数	C. 死亡(%)
D. 海青一号	110	1.0	140	3.6	116	26.7
E. 对照	118	18.6	115	33.9	129	55.0

Explanations:

- A=Time elapsed after cultivating at 24°C (in days);
B=Total number;
C=Mortality;
D=Haiqing No. 1 breed of *L. japonica*;
E=Control.

培育在 18°C、20°C 和 24°C 的上述各組雌配子体, 經過二十天后都分出一半培育在更高温度(26°C)下。六天后检查, 看到各組都出現死亡, 而且表現有規律的差异: 不論海青一号或对照組都是原先培育在 20°C 条件下的較能耐受 26°C 的高温, 死亡率低(見表 2)。

表 2 海青一号雌配子体在 18°C、20°C 和 24°C 下培育 20 天后移入 26°C 条件下培育的死亡率

Table 2. Mortality of female gametophytes of the Haiqing No. 1 breed cultivated at 18°C, 20°C and 24°C for 20 days and then transferred to 26°C (Observations taken after 6 days at 26°C)

	A. 18°C 組		B. 20°C 組		C. 24°C 組	
	D. 总数	E. 死亡(%)	D. 总数	E. 死亡(%)	D. 总数	E. 死亡(%)
F. 海青一号	107	10.3	133	5.3	120	12.5
G. 对照	106	40.6	105	12.4	128	46.1

Explanations:

- A=Original cultivation temperature 18°C;
B=Original cultivation temperature 20°C;
C=Original cultivation temperature 24°C;
D=Total number;
E=Mortality;
F=Haiqing No.1 breed;
G=Control.

理由可能是这样: 24°C 对于雌配子体已引起死亡, 移入 26°C 自然会引起更多死亡。从 18°C 移到 26°C 比从 20°C 移到 26°C 变化较大, 因此也会引起较多的死亡。

II. 海青一号幼孢子体对高温的适应力

幼孢子体在高温下的死亡过程大致是这样的: 基部细胞变绿, 接着是细胞松弛。这可能是由于细胞壁上的某些胶质分解了。

幼孢子体从低温提升到高温后, 起初每天进行观察, 随机计算各组的死亡个体。我们看到海青一号幼孢子体在 18°C、20°C 和 24°C 下的死亡率都低于对照组。表 3 就是我们所观察的一部分材料。

表 3 海青一号和对照组幼孢子体从低温提升到 18°C、20°C 和 24°C 后的死亡率
Table 3. Mortalities of very young sporophytes of Haiqing No.1 under 18°C, 20°C and 24°C

		A. 在高温的时间(天数)							
		1		2		8		23	
		B. 总数	C. 死亡(%)	B. 总数	C. 死亡(%)	B. 总数	C. 死亡(%)	B. 总数	C. 死亡(%)
D. 海青一号	18°C	237	0	277	0.4	318	18.6	144	91.0
	20°C	247	0	276	2.2	269	28.3	151	98.7
	24°C	258	1.2	261	3.1	218	95.0	—	100
E. 对照	18°C	219	0.5	255	1.3	308	92.2	121	100
	20°C	232	0.9	288	4.5	366	95.6	137	100
	24°C	291	98.3	255	100	—	100	—	100

Explanations:

A=Time elapsed after transferred to higher temperatures (in days);

E=Total number;

C=Mortality;

D=Haiqing No. 1 of *L. japonica*;

E=Control.

从表 3 可以看出, 对照组幼孢子体在 24°C 条件下经过一天, 几乎全部死亡(死亡率 98.3%)。在 18°C 和 20°C 条件下经过八天也几乎全部死亡(死亡率是 92.2% 和 95.6%)。而海青一号幼孢子体却有截然不同的表现。海青一号幼孢子体在 24°C 下经过一天, 死亡率很少(死亡率 1.2%), 到第八天才几乎全部死亡(95%)。在 18°C 和 20°C 下的反应更好, 它们经过 3 个星期以后才呈现严重的死亡。从表 3 还可以看到, 在 24°C 条件下, 海青一号幼孢子体八天后的死亡率跟对照组一天后的死亡率相近; 在 18°C 和 20°C 条件下, 海青一号幼孢子体 23 天后的死亡率与对照组八天后的死亡率相近。

为了进一步检查海青一号和对照组幼孢子体对高温的适应力, 我们把另外 11 棵海青一号各自分别自交的后代和另外 4 棵对照组各自分别自交的后代都从低温升到 24°C 高温, 观察它们的死亡率。在头三天, 我们看到反应差异很大, 总的情况是海青一号各自交系大部分都表现较低的死亡率。对照组各自交系死亡率较高, 但有一个自交系(玻片号 230-1)在头五天里表现很好。表 4 仅提出实验总结果的一部分。

表 4 海青一号幼孢子体由低温提到 24°C 后的死亡率
Table 4. Mortality of very young sporophytes of different inbred lines of the Haiqing No. 1 breed under 24°C

A. 自交系		B. 在 24°C 后的时间(天)							
		1		2		3		5	
		C. 总数	D. 死亡(%)	B. 总数	C. 死亡(%)	B. 总数	C. 死亡(%)	B. 总数	C. 死亡(%)
E. 海青 一号	258-1	116	9.5	102	33.3	103	57.3	99	94.9
	258-2	116	12.9	105	21.9	130	54.6	145	97.0
	258-3	144	28.5	152	50.0	181	70.7	220	99.1
	258-4	112	25.0	101	40.6	104	64.4	101	94.1
	258-5	123	22.0	106	57.6	117	89.7	131	100
	258-7	320	10.0	298	34.2	428	39.3	330	64.5
	252-1	131	27.5	138	63.0	137	78.1	110	95.5
	252-2	95	14.7	114	43.5	92	64.1	95	94.7
	252-3	95	54.7	103	75.7	107	90.7	84	100
	252-6	243	16.9	239	30.6	216	71.8	190	97.4
	151-1	258	1.2	261	3.1	266	29.0	298	79.5
	153-5			140	32.1	142	39.4	(140)*	(71.4)*
	总 计	1753	17.1	1859	36.3	2023	56.8	1943	84.9
F. 对 照	230-1	210	22.4	226	24.8	232	55.6	182	72.0
	230-8	207	16.9	173	68.2	140	92.9	144	99.3
	256-8	178	53.4	197	89.8	143	99.3	123	100
	101-1	291	98.3	255	100				
	104-5	170	20.0	137	70.8	112	96.4	90	98.9
	总 计	1056	47.1	988	71.2	627	81.2	539	90.2

* 是第六天观察的材料。

Explanations:

A=Inbred lines;

B=Time elapsed after cultivating at 24°C (in days);

C=Total number;

D=Mortality;

E=11 inbred lines of the Haiqing No. 1 breed of *L. japonica*;

F=5 inbred lines of control;

* Observation taken after 6 days.

三、討 論

上面的观察清楚地表明了以下的事实:

1. 不论是海青一号或对照组, 雌配子体都比幼孢子体能耐较高的温度;
2. 海青一号的配子体和幼孢子体都比对照组能耐较高的温度;
3. 海青一号和对照组各个体自交所产生的各自交系对高温的反应彼此有所差异。

为什么配子体比幼孢子体能耐较高温度? 为什么海青一号的幼孢子体较能耐高温? 为什么各自交系对高温的适应力彼此有所差异? 这些是值得讨论的问题。

1. 配子体比幼孢子体能耐较高温度问题

据观察, 不论海青一号和对照组, 它们的雌配子体在 18°C 和 20°C 下经过一个月的时

間，都沒有发生严重的死亡。但幼孢子体在同样温度条件下經過 3 个星期就死亡严重。例如，海青一号幼孢子体在 18℃ 經過 23 天，随机检查，死亡率达 91.0% (表 3)。在 24℃ 下，雌配子体也有相似較好的表现，例如雌配子体在 24℃ 下經過 19 天死亡并不严重(表 1)，而幼孢子体在 24℃ 下只經過五天就发生了严重的死亡(表 4)。

为什么雌配子体比幼孢子体較能耐高温？

某些生物在生活史的不同时期对温度或其他外界条件可以有不同的反应。例如，小麦在幼苗的早期能耐低温，拔节以后就不能耐 0℃ 左右的低温。海带在生活史的不同时期，对温度也有不同的反应。海带配子体能耐高温，幼孢子体不能耐高温，大孢子体又能耐高温。

为什么这样？这跟海带自然种羣生活史上的生活条件相联系。原产在北海道的海带，孢子体到 8—9 月間成熟。这时期的海水温度可达 18—19℃ 以上。成熟孢子体所产生的游孢子萌发形成配子体，雌雄配子接合后逐渐发育成多細胞的幼孢子体，到 1—2 月間，所长出的幼孢子体肉眼可以看到。这时期的海水温度已下降到 1—2℃。这就是說，海带自然种羣的成熟孢子体和所产生的游孢子以及随后胚孢子萌发形成的配子体能耐受 18℃ 或者更高一些的温度，多細胞的幼孢子体却是在温度較低的条件下长成的。这是海带自然生长的情况，也就是海带在北海道海区适应一定自然条件所形成的生活史。这意味着海带适应温度有自己的遗传性，有自己的特点。这是海带系統发育的結果。現在我們實驗室和海上观察的材料跟上述的自然种羣的生活史中的特点是一致的。在我国养殖的海带，成熟的孢子体都能耐受 25℃ 左右的温度。我們的實驗室观察也充分表明幼孢子体和配子体同样能耐受 18℃ 到 20℃ 的温度。但配子体在 20℃ 温度条件下，不能形成卵囊和卵，精囊和精子，受精作用也要在低于 20℃，大致 18℃ 左右的温度下进行^[4]。这就保証由受精卵发育起来的多細胞幼孢子体能遇到較低温的条件。如果海带在 20℃ 能正常形成卵子和精子，那么幼孢子体就会遇到 20℃ 而遭受損失。可見雌配子体在 20℃ 不形成卵子，不受精，对海带有利。这可以看做是自然选择所保留下来的合理性。

这就是說，海带生活史的各个时期在自然海区里都表现生物体跟生活条件的統一。这种情况跟小麦的阶段发育有相似之处^[5]。海带生活史上各时期所适应或所要求的不同温度是跟海带原产地的海水温度的季节变化相联系的。这是海带經過长期的自然选择所发展起来的遗传性，是海带系統发育的結果。

2. 海青一号的配子体和幼孢子体为什么能耐較高的温度

实验提供的若干材料表明，海青一号的配子体和幼孢子体比对照組能耐較高的温度(表 1—4)。为什么海青一号幼体表现这种优点？这是种內差异問題。

根据我們以前的分析^[1]，海青一号的成体在若干生理和形态性状上已显著不同于对照組。我們的解释是：通过連續的自交和定向的选择，海青一号的遗传性在某些方面已跟对照組有所差异，其中重要的一个遗传差异是海青一号成长的孢子体能耐較高的温度。我們現在所取得的关于海青一号配子体和幼孢子体能适应較高温度的材料支持这一結論。这就是說，由于某些遗传差异，海青一号不仅在成长的孢子体方面，而且在配子体和幼孢子体方面，都比对照組能耐較高的温度。

3. 各自交系对高温的适应力为什么有所差异

海青一号 12 个自交系幼孢子体对温度 24°C 的适应力差异很大。在高温下一天以后, 除一个自交系没有及时检查外, 其余 11 个自交系幼孢子体的死亡差异很大, 最低死亡率是 1.2%, 最高死亡率是 54.7%。两天以后, 最低死亡率是 3.1%, 最高死亡率是 75.7%。对照组的 5 个自交系幼孢子体对 24°C 的反应也表现显著的差异。

为什么自交系幼孢子体对高温的反应不一致? 对 24°C 的耐受力为什么表现差异?

由于实验材料都是在同样发育时期的幼孢子体, 又都培育在同样的条件下, 我们认为这些差异在很大程度上可以归因于遗传。这就是说, 我们认为各自交系的遗传性有所差异。这个结论适用于海青一号, 也适用于对照组。

为什么各自交系表现遗传的差异?

我们以前对海青一号的起源做过这样的解释: 海带自然种群具有杂种性, 个体差异是普遍的, 其中不同个体对高温的适应力有所差异, 通过连续的自交和定向的选择, 一个种群的遗传性逐渐跟对照有显著差异, 我们把这个种群叫海青一号。但这个种群的各性状还有相当的变异幅度, 这表明海青一号的遗传性还未纯一, 还未稳定, 需要继续选择培育。我们现在得到的关于各自交系幼孢子体对高温反应不一致的材料, 进一步支持我们的解释。这就是说, 海青一号和对照组的遗传基础都不纯一, 通过自交必然发生分离。这是细胞遗传学分离规律的作用^[1], 结果是不同的自交系有不同的遗传性。因此, 我们对于海青一号的选择和培育工作必须继续进行若干年, 才能使遗传性稳定下来。

四、提 要

本实验分析了海带海青一号品种雌配子体和幼孢子体 (300 个细胞左右) 对高温的适应力, 讨论了对高温适应力的个体差异及其原因。

实验结果表明: 1. 不论海青一号和对照组, 配子体都比幼孢子体能耐较高的温度, 在海带整个生活史中幼孢子体对高温最敏感; 2. 海青一号配子体和幼孢子体比对照组能耐较高温度; 3. 各自交系耐受高温的能力不一致; 4. 各种群内部广泛地存在着个体差异, 有的对高温的适应力很弱, 有的比较强些。

我们对这些现象的解释是: 1. 海带配子体比幼孢子体能耐较高的温度是海带自然种群在北海道原产地长期适应环境的结果, 跟那里的海水温度季节变化的特点相联系; 2. 海青一号幼孢子体能耐较高温度是由于它们已具有不同的遗传性; 3. 这种遗传差异是以原来存在的个体差异或杂种性为基础, 通过几年的连续自交和定向选择而分化出来的, 现在各自交系对高温的适应力不一致, 表明海青一号种群还有颇大的杂种性, 还要进一步地选育; 4. 同一自交系或同一种群广泛表现个体差异, 不仅表明原来的自然种群是杂种, 而且表明现在各自交系的遗传基础还相当不纯一。

参 考 文 献

- [1] 方宗熙、吴超元、蒋本禹、李家俊、任国忠, 1962. 海带海青一号的培育和初步的遗传分析。植物学报 10(3): 197—209。
- [2] 曾呈奎、吴超元、孙国玉, 1957. 温度对海带孢子体的生长和发育的影响。植物学报 6(2): 103—130。
- [3] 曾呈奎、孙国玉、吴超元, 1955. 海带的幼苗低温渡夏养殖试验报告。植物学报 4(3): 225—264。
- [4] 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。

- [5] 李森科, 1933. 春化作用的理論基础。見农业生物学, 傅子禎譯, 科学出版社, 1956年出版, 558頁。
- [6] 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, 79頁。
- [7] Feldmann, 1951. Ecology of marine algae. in "Manual of Phycology", edited by G. M. Smith. Chronica Botanica Company, pp. 313—334.
- [8] Harries R., 1932. An investigation by cultural methods of some of the factors influencing the development of the gametophytes and the early stages of the sporophytes of *Laminaria digitata*, *L. saccharina*, and *L. cloustoni*. *Annals of Botany*. 46:893—928.
- [9] Parke, M., 1948. Studies on British Laminariaceae I. Growth in *Laminaria saccharina* (L.) Lamour. *J. Mar. Biol. Ass. UK*. 27(3):651—709.
- [10] Schreiber, E., 1930. Untersuchungen über Parthenogenesis Geschlechtsbestimmung und Bastardierungsvermögen bei Laminarien *Planta*. 12:331—353.
- [11] Srb, A. M. and R. D. Owen, 1952. General Genetics. W. H. Freeman and Company. California, pp. 327—349.

INCREASED ADAPTABILITY TO HIGH TEMPERATURE OF GAMETOPHYTES AND SPORELINGS OF THE HAIQING No. 1 BREED OF *LAMINARIA JAPONICA* ARESCH.

T. C. FANG

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

C. Y. WU AND C. Z. LI

(Institute of Oceanology,
Academia Sinica)

(ABSTRACT)

The present paper reports some results of the experiments on the adaptability to high temperature of the gametophytes and sporelings of the new breed Haiqing No. 1 of *Laminaria japonica*. It has been observed that: 1) there were considerable individual differences in the same population and considerable populational differences among different inbred lines; 2) the gametophytes and sporelings of the new breed were able to adapt themselves to higher temperatures than those of the control; and 3) the gametophytes were able to adapt themselves to higher temperatures than the sporelings.

The study of the temperature adaptability of gametophytes and sporelings was made on observing and comparing the mortalities of gametophytes and sporelings cultivated at higher temperatures, 18°C, 20°C, 24°C, and 26°C. The mortalities of the female gametophytes of the Haiqing No. 1 breed and the control show statistically significant differences beginning from the middle of the third week (Table 1).

The Mortality at 26°C of female gametophytes of the Haiqing No. 1 breed originally cultivated in three different temperatures, 18°C, 20°C, and 24°C was all significantly lower than that of the control (Table 2). It is, however, to be noted that the mortality in the 20°C set is the lowest in both the new breed and the control. This regular deviation may be due to various causes. One of the causes is here suspected. At 24°C, the temperature was already too high for the gametophytes, and had caused some death (Table 1), a change from 24°C to 26°C would naturally increase the mortality. On the other hand, the gametophytes can endure a temperature at 18°C or at 20°C for a certain time. But the change in temperature from 18°C to 26°C is much more abrupt than that from 20°C to 26°C, and this might account for the different mortality observed in

the two sets.

The mortality of sporelings of the Haiqing No. 1 breed at 18°C, 20°C, and 24°C increased with the rise of temperature, but mortality in the three sets of the Haiqing No. 1 breed was, however, all significantly lower than that in the corresponding sets of the control (Table 3). After one day at 24°C nearly all sporelings (98.3%) in the control were killed, whereas the mortality rate of the new breed was only 1.2%. After 8 days at 18°C and 20°C, the sporelings in the control suffered high mortality (92.2% and 95.6% respectively), whereas the mortality rate of the new breed was very low (18.6% and 28.3% respectively). In all cases, it took much longer time for the breed to reach similar mortality rate, evidently showing its much greater adaptability to higher temperatures than the control.

A study of the mortality at 24°C of sporelings of different inbred lines showed that the mortality in the Haiqing No. 1 breed as a whole tended to be lower than that in the control, and that there was a great heterogeneity of the different inbred lines. This seems to be the logical results of genetic segregation after three successive generations of inbreeding.

From the present study the following preliminary conclusions have been drawn:

1) As the original populations of *L. japonica* under commercial cultivation have been shown to be hybrid in genetic composition, the interaction of inbreeding and selection should produce different inbred lines with different adaptability to high temperature. The increased adaptability of the gametophytes and sporelings of the Haiqing No. 1 breed which is a product of selection should possess a distinct genetic basis.

2) The variation in adaptability to high temperature observed in the same population of the Haiqing No. 1 breed indicates that a high degree of homozygosity has not yet been obtained, and further work is needed to stabilize the desirable characters.

3) The different ability of enduring higher temperatures in the different periods of the life history of *L. japonica*, the gametophytes being better adapted to higher temperatures, is a physiological difference with the same genetic content. This means that different developmental stages need different temperatures, reflecting on the natural seasonal changes in the Japanese waters where this *Laminaria* has been speciated and to which it has adapted, under the directive force of natural selection on the natural mutations and recombinations of genetic factors during the long process of evolution of this species of *Laminaria*.