

近海底栖藻类对介质渗透压变化的适应研究

I. 海水浓度对潮间带底栖绿藻光合活性的影响

姚南瑜 康晓慧 张英泽 安力佳 蔡淑频

(辽宁师范学院)

潮间带藻类具有与其他植物类群不同的渗透特性,其忍受海水渗透压变化的程度和相应的生理变化对潮间带藻类分布以及进行人工养殖密切相关。方同光等^[1]曾对青岛太平角的潮间带四种绿藻和一种褐藻的渗透生理及其在潮间带分布的关系做了研究。他们曾对石莼和鼠尾藻的光合与呼吸作用进行过测定。据报道,国外也有一些学者(Legendre 1921; Hoffman 1929; Biebl 1938, 1939, 1952; Kanwisher 1957)先后就某些藻类忍受渗透压变化范围以及它们在各种盐度海水中的光合和(或)呼吸作用进行过一些测定。Vonshak (1981)曾对一种淡水蓝藻(组囊藻)在遭受盐分冲击(Shock)时,光合和呼吸活性的变化作过探讨^[8]。

我们于1981年分别对大连近海的大类群(绿藻、褐藻、红藻)中常见的藻类在介质渗透压变化时光合作用等生理特性进行了测定。试图从中找出不同类群藻类的渗透特性及其与所处环境之间的规律性联系。

本文报道了四种大连近海常见底栖绿藻在不同浓度海水中光合活性变化的测定结果。

材料与方 法

1981年9—10月我们对大连老虎滩石槽村潮间带四种绿藻:孔石莼(*Ulva pertusa*)、肠浒苔(*Enteromorpha intestinnalis*)、刚毛藻(*Cladophora* sp.)和刺松藻(*Codium fragile*)的光合活性进行了测定。人工海水采用Bruijewioz配方^[2],采用了七种浓度处理(0, 0.5, 0.75, 1, 1.5, 2, 3倍人工海水)。

藻体受害后恢复能力的测定方法如下:以正常海水含盐量为3%计,于100ml天然海水中添加6克NaCl作为三倍海水浓度,分别用蒸馏水和三倍海水处理藻体30分钟,然后放入普通海水中恢复60分钟,以处理前正常海水中的藻体作为对照,比较测定在处理过程中光合活性的变化。

测定方法采用氧电极法,所用仪器为CY-2型测氧仪(上海新华仪表厂产)。光源采

用 4 个 500W 手术灯,用调节与光源距离的方法控制光照强度,用标准灯泡校正过的照度计测定光强。采用水槽隔热,并用循环水流来保持温度波动不超过 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 。每项处理均设黑瓶修正呼吸。

结果与讨论

图 1 表示了这四种底栖绿藻光合作用和海水浓度的关系。图 2 是四种绿藻在不同海水浓度条件下真光合的相对活性比较(各自以其在正常海水浓度下的光合活性为 100%)。

从图 2 我们可以看出除刺松藻外,其它三种绿藻对海水浓度的适应范围都比较广,其

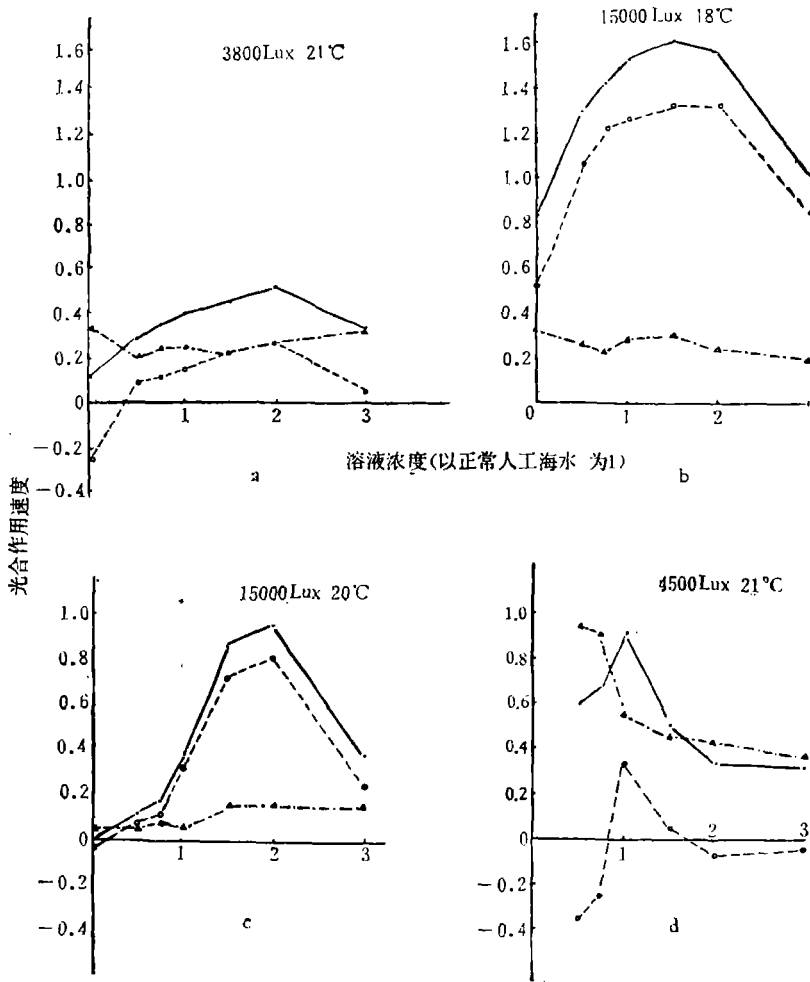


图 1 溶液浓度对四种绿藻光合作用的影响

Fig. 1 The effect of concentration of solution on photosynthesis of four species of green algae

a. 刚毛藻; b. 孔石莼; c. 肠浒苔; d. 刺松藻。

a-c 中光合作用单位为毫克 O_2 /克鲜重·时;而 d 中则为毫克 O_2 /克干重·时

●—● 真光合作用; ○---○ 净光合作用; △-·-△ 呼吸作用

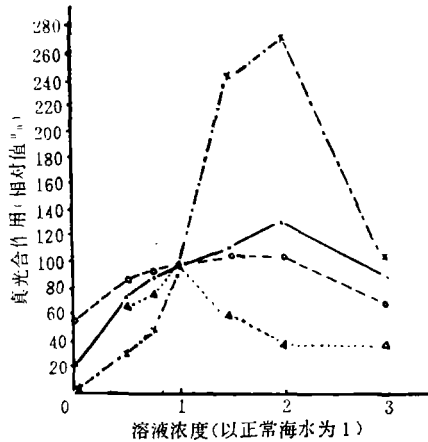


图 2 四种底栖绿藻在不同浓度溶液中的光合相对活性比较

Fig. 2 The comparison of relative photosynthetic rates of four species of benthic green algae in various concentrations of solution

●—● 刚毛藻; ○---○ 孔石莼; ×---× 肠浒苔; △.....△ 刺松藻

保持对照光合活性 80% 的溶液浓度, 刚毛藻为 0.65—3 倍人工海水, 孔石莼为 0.4—2.6 倍人工海水, 肠浒苔为 0.9—3 倍人工海水; 刺松藻适应范围比较狭窄, 只在正常海水浓度 $\pm 20\%$ 范围内 (0.8—1.15 倍人工海水) 才能维持 80% 的正常光合活性。

在适应溶液渗透压变化的方向方面, 除刺松藻以外的三种绿藻对高渗溶液的抗性均高于低渗溶液, 甚至浓度提高有促进其光合活性的现象 (图 1: a—c, 图 2), 在 1.5—2 倍浓度的人工海水中光合活性最高, 这在我们所用的盐度为 34.325‰ 的人工海水条件下, 渗透压为 36.59—48.78 atm^[2]。

具体分析这四种绿藻在不同浓度海水中的光合曲线, 又可看到其中各自的特点。孔石莼在所用各种浓度 (0—3 倍人工海水) 中均有明显的表观光合作用。从曲线两端下降趋势看来, 稀溶液端下降比浓溶液端快。刚毛藻和肠浒苔在蒸馏水中净光合为负值, 在 0.5 倍海水中只有痕量的光合作用, 从改变渗透压对光合的抑制效应看来, 也是稀溶液端大于浓溶液端。刚毛藻和孔石莼的光合曲线在溶液浓度适当提高时上升形状相似, 不如肠浒苔提高得剧烈。当溶液浓度由正常提高到 1.5 倍和 2 倍时, 肠浒苔的光合作用可达对照的 240% 和 270%。刺松藻则表现为另一种类型, 只在正常浓度和稍大于正常海水浓度时, 才有可测值的净光合作用。当溶液渗透压略有变化时, 净光合就表现为负值。

为了进一步认识这些抗性较强的绿藻对海水浓度变化的忍受能力, 我们还对藻体经处理和回放到正常海水中的光合能力恢复情况作了观察, 结果见表 1。

从表 1 可以看出孔石莼和肠浒苔的恢复能力较强, 用蒸馏水和三倍海水处理后, 经一小时正常海水处理可使光合活性恢复到处处理前的 80% 左右, 刚毛藻的光合活性也可部分恢复。

绿藻由于其色素成分和对可见光谱中长波光的吸收, 一般分布在浅水中, 但亦不是没有例外, 当然和红藻相比, 分布的例外类型尚属少见^[6]。刚毛藻一般生长在高潮带的岩

表 1 海藻在异常浓度处理后和回放到原来海水中的光合活性变化(占对照%)

Table 1 The changes of photosynthetic rate of algae treated with anomal concentration and returned to the original sea water (% of control)

处 理 Treatment	相对光合活性 Relative photosynthetic activity		
	刚毛藻 <i>Cladophora</i> sp.	孔石莼 <i>Ulva pertusa</i>	肠浒苔 <i>Enteromorpha intestinnalis</i>
蒸馏水 Distilled water	42	64	44
蒸馏水处理后,经 1 小时恢复 Restore in common sea water for 1hr after being treated with distilled water	53	78	78
三倍海水浓度 Three times concentration of sea water	49	69	83
三倍海水处理后经 1 小时恢复 Restore in common sea water for 1hr after be- ing treated with three times conc.	65	83	80

石、贝壳上和石沼中;孔石莼则分布在中潮带的岩石上和石沼中;肠浒苔多半生长在靠近低潮带石沼沉积的淤泥上;而刺松藻则生活在低潮带深处的石沼中。绿藻对海水盐度变化的适应性与其在潮间带的分布有关。越靠近潮间带上部,其生态因子变化越剧烈。高潮带和中潮带的石沼可因雨水而使其海水浓度变得极低;而当退潮时,岩石又完全暴露于大气中。由于在生理上植物抵抗高渗的能力与其忍耐干旱的能力相当^[7],因此生长在这里的刚毛藻与孔石莼适应低渗和高渗溶液的能力都比较强。肠浒苔生长在接近低潮带的石沼中,这里退潮时间较短,因而海水浓度遭受雨水变淡的机会极小,其藻体忍受低渗溶液的能力很有限,当海水浓度下降 25% 时,真光合活性就下降达 50% 以上。至于在低潮带深处石沼的刺松藻,既不容易干露,又不容易被淡水洗淋,故其忍受渗透压变化的范围极窄,与其它三种绿藻显然有别。刺松藻体内所具有的管藻黄素和较高比例的叶绿素 b^[5],对其适应含有较多短波光的深水环境似有一定的作用,从形态上看松藻柔软多汁,组织含水量达 90% 以上,是一种多核无隔植物,当海水浓度增加时,藻体失水很多(表 2),因而严重破坏了原生质胶体结构,故尤不堪高渗透压和干旱脱水的危害。

表 2 刺松藻在各种浓度人工海水中藻体失水情况

Table 2 Changes in water content of *Codium fragile* in various concentrations of artificial sea water

人工海水浓度(倍数) Concentration of artificial sea water (times of control)	0	0.5	0.75	1	1.5	2	3
水分变化(g/g 干重) Changes in water content (g/g dry wt.)	+7.18	+3.90	+2.03	0	-3.0	-4.74	-5.49

刺松藻只在极窄海水浓度范围内(正常海水附近)才显示出有可测值的净光合作用,这可能与我们所采用的光照强度(4500Lux)太低有关。因为据曾呈奎等^[5]报道,刺松藻的光饱和点超过 40,000 Lux。但是从真光合作用和光合相对活性的变化曲线来看,刺松藻

不能忍受海水渗透压变化的趋势则是明确和肯定的。

至于在刚毛藻中所得光合绝对值较低,恐亦与试验时光照不足有关。

刚毛藻、孔石莼、肠浒苔和刺松藻秋季在大连近海是相当多的。另据记载,孔石莼、肠浒苔和刺松藻是黄海西部沿岸绿藻区系的优势种^[4],所以它们在不同浓度海水中,光合活性的变化似可以代表大连近海底栖绿藻的一般适应规律。

参 考 文 献

- [1] 方同光、张学明、赵学武,1964。几种海藻的渗透生理与它们在潮间带分布的关系。海洋与湖沼 6(1): 85—96。
- [2] 朱波夫, H. H., (施正镗等译), 海洋学常用表。科学出版社, 183 页。
- [3] 斯费德鲁普, H. H. 等(毛汉礼译), 1958。海洋。科学出版社, 第一卷, 158 页。
- [4] 曾呈奎、张峻甫, 1962。黄海西部沿岸海藻区系的分析研究 I. 区系的温度性质。海洋与湖沼 4(1—2): 49—59。
- [5] 曾呈奎、周百成、潘忠正, 1980。底栖海藻比较光合作用研究。I. 潮间带绿藻光合作用特性和色素组成。海洋与湖沼 11(2): 134—140。
- [6] Bidwell, R. G. S., 1979. Plant Physiology. Macmillan Publishing Co. Inc., New York, pp. 595—608.
- [7] Dawson, E. Y., 1966. Marine Botany An Introduction. Holt, Rinehart and Winston Inc., New York, pp. 242—259.
- [8] Vonshak, A. and A. Richmond, 1981. Photosynthetic and respiratory activity in *Anacystis nidulans* adapted to osmotic stress. *Plant physiol.* 68: 504—505.

STUDIES ON ADAPTATION OF THE MARINE BENTHIC ALGAE IN COASTAL AREA TO THE CHANGES OF OSMOTIC PRESSURE

I. THE EFFECTS OF SEA WATER CONCENTRATION ON PHOTOSYNTHESIS OF INTERTIDAL GREEN ALGAE

Yao Nanyu Kang Xiaohui Zhang Yingze An Lijia and Cai Shupin
(Liaoning Normal College)

ABSTRACT

The effects of osmotic pressure of solution on photosynthetic activity were measured for four species of intertidal marine benthic green algae. They were *Ulva pertusa*, *Enteromorpha intestinnalis*, *Cladophora* sp. and *Codium fragile*.

Cladophora sp. was taken from a rock pool in higher intertidal zone, *Ulva pertusa* from rock in middle littoral zone, whereas *E. intestinnalis* was collected from sedimentary mud in the rock pool near the lower littoral zone and *Codium fragile* from the lower intertidal zone further below.

Brujeweiz prescription was used to make the artificial sea water, and seven concentrations of medium were employed including 0, 0.5, 0.75, 1, 1.5, 2, 3 times the concentration of control.

The results indicated that the green algae usually living in the shallow could survive a wide range of concentration between 0—73.17 atm. in osmotic pressure for a short time.

The concentrations of solution in which their photosynthesis could reach as high as 80% activity in the normal medium were: 0.65—3 fold of control con. for *Cladophora* sp., 0.4—2.6 fold for *Ulva pertusa* and 0.9—3 fold for *Enteromorpha intestinnalis*.

Codium fragile was the exception among them. It just adapted to the changes in osmotic pressure to a limited extent. Only near the normal concentration could its net photosynthesis proceed (21°C, 4500 Lux).

It could be found that the adaptation was closely associated with their ecological habitats. The majority of benthic green algae were growing at the higher or middle part of intertidal zone subjected to the changes of osmotic pressure of surroundings due to the spring tide, exposure or rainfall now and then. So naturally they showed strong resistance to the extremes of concentration. However, in the lowest part of littoral zone, the changes in ecological factors of the environment slowed down, and the habitant *Codium fragile* involved might display the weakest resistance.