

近海底栖海藻对介质渗透压变化的适应研究

II. 海水浓度对潮间带底栖褐藻光合和呼吸活性的影响

姚南瑜 张英泽 蔡淑频 康晓慧
(辽宁师范大学, 大连)

提 要

本文报道了8种近海底栖褐藻在不同浓度的人工海水中的光合活性。结果表明其最高光合活性大部分处于0.75倍到正常海水浓度之间。呼吸活性一般和光合平行,但当藻体受渗透冲击明显伤害时,某些藻中呼吸作用发生不正常的提高。本文尚以各藻达到正常光合活性80%的浓度范围作为指标对所测褐藻对介质浓度的适应性进行了比较,并与其所在栖息地之间的关系进行了讨论。

生长在潮间带的底栖藻类遭受到环境因子变化的幅度远比分布在海洋深处的藻类要大得多。潮间带的温度没有海洋深处恒定;海水的pH值,在一些局部小区域如石沼中则会因藻类本身的光合作用而上升到9或更多^[6]。至于盐度变化则更显著,高潮带的石沼在下雨时盐度迅速下降到2.88‰^[1]。从光照方面来看,潮间带藻类在生理上也带有和其生活条件相联系的一定特色^[3,4]。每一种环境因子和相互关系都能使相应的藻类产生一定的生理效应,这些生理效应随外加因子的作用程度不同而变化^[8]。

我们就介质渗透压对潮间带海藻生理活性影响作了较系统的调查研究。本文报道了8种底栖褐藻在不同浓度海水中光合活性变化的测定结果。

材 料 和 方 法

实验材料取自大连老虎滩石槽村,属黄海西部海藻区系^[2]。9月下旬到10月下旬三次大潮期间采集了鹿角菜(*Pelvetia siliquosa*),羊栖菜(*Sargassum fusiforme*),海蒿子(*Sargassum pallidum*)和网地藻(*Dictyota dichotoma*);12月底采集了网翼藻(*Dictyopteris* sp.),萱藻(*Scytosiphon lomentarius*),鼠尾藻(*Sargassum thunbergii*)和囊藻(*Colpomenia sinuosa*),共8种大连近海常见底栖褐藻。

配制了不同浓度的人工海水。用氧电极测定了光合和呼吸速率。正常浓度采用Brjeweiz配方,氯度为19‰,盐度为34.325‰,渗透压相当24.39atm。

结 果 和 讨 论

将8种褐藻的真光合(true photosynthesis)和呼吸相对活性示于图1。

收稿日期: 1982年9月6日。

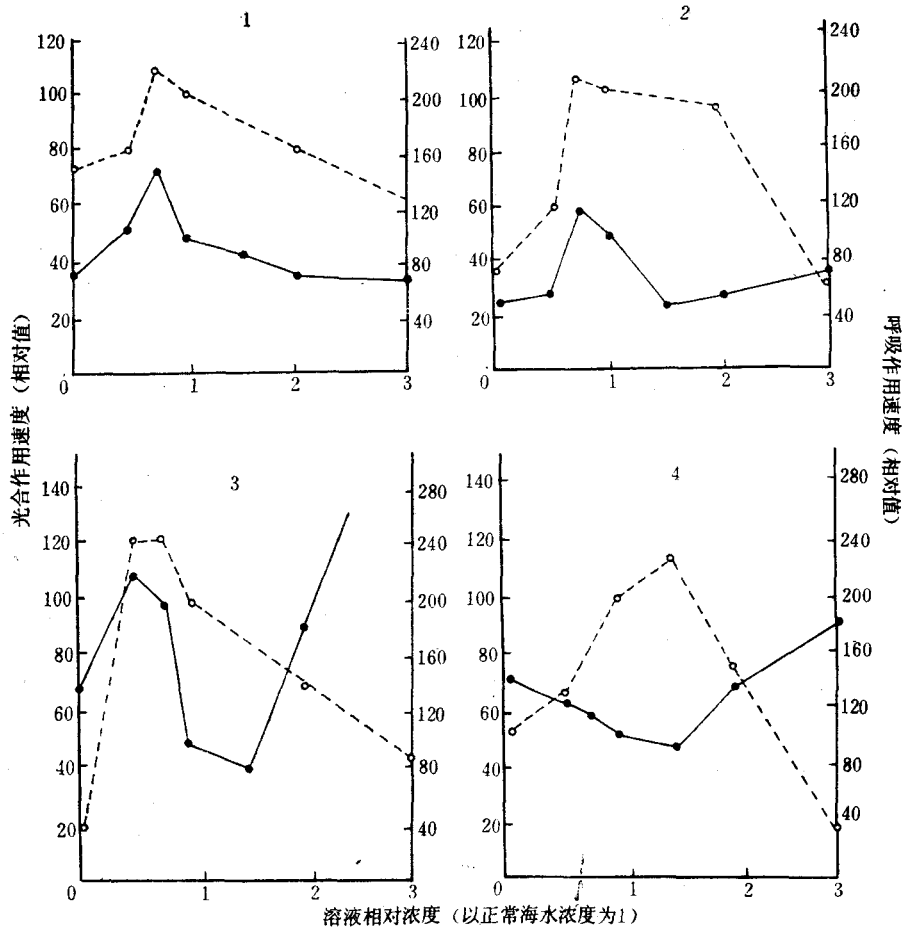
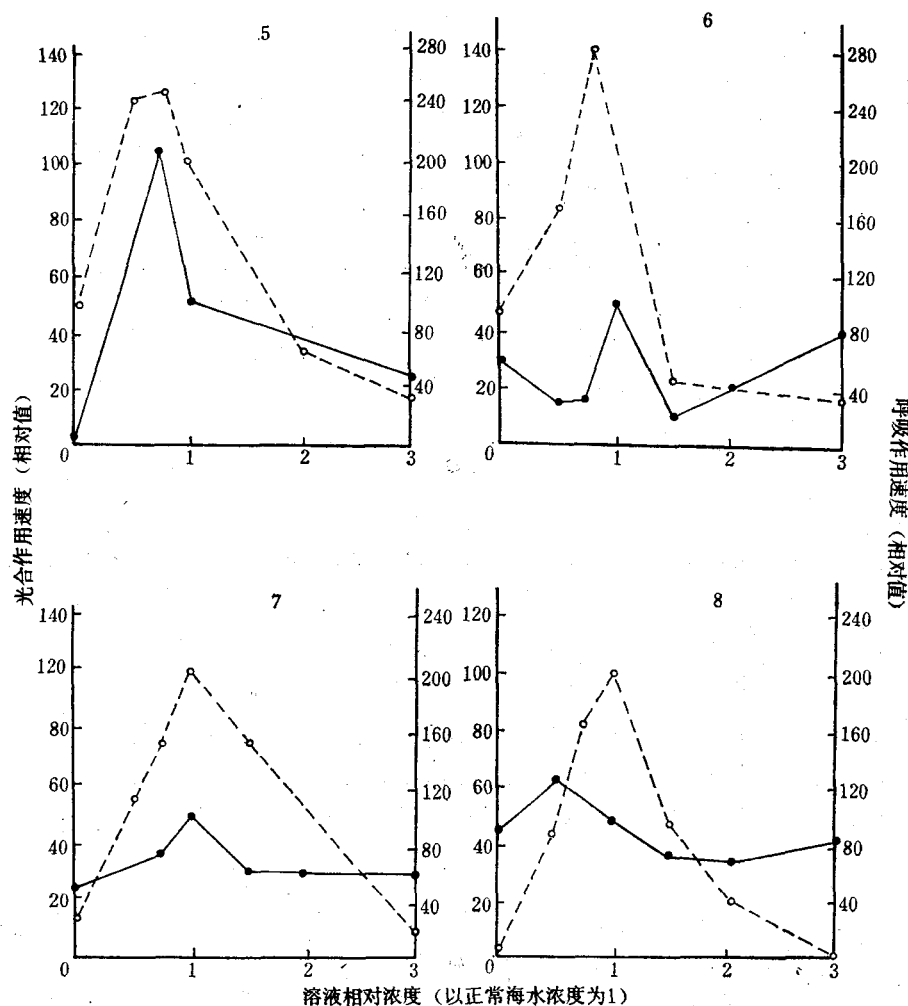


图1 8种底栖褐藻光合作用和呼吸作用速度与介质浓

1. 鹿角菜; 2. 羊栖菜; 3. 鼠尾藻; 4. 海蒿子;

可以明显看出其中鹿角菜和羊栖菜的耐盐度变化能力最强。鹿角菜在蒸馏水和三倍浓度海水中尚可分别保持其正常光合活性的72%和67%。羊栖菜在蒸馏水中光合速度下降67%,在三倍海水中下降70%,但在相当大的范围内(0.65—2.2倍海水)可保持其正常活性的80%,可见其耐受盐度变化的范围相当广。其它按耐性大小,依次排列的顺序为:鼠尾藻、海蒿子、萱藻、囊藻、网翼藻和网地藻。在这类群中抗性最弱的是网翼藻和网地藻。尤其是网地藻,周围浓度稍一偏离正常,光合速度急剧下降。虽然该类群中抗性各有高低,但比之绿藻^[7]适应性适中者尚属多数。

褐藻光合曲线的特点是,适应溶液适当稀释的能力较强,其光合高峰大部分处于0.75倍浓度(鹿角菜、羊栖菜、鼠尾藻、萱藻和囊藻)到正常浓度(网翼藻、网地藻)。只有海蒿子例外(1.5倍海水)。与此相应,除少数外,褐藻的呼吸活性基本上和其光合曲线是平行的。一般表现为当光合活跃时,呼吸相对活性也较高,反映出它们在不同盐度介质中生理



度的关系(○---○光合速度; ●---●呼吸速度)

5. 萱藻; 6. 囊藻; 7. 网翼藻; 8. 网地藻;

活性的高低。关于不同盐度对藻类呼吸的影响,文献中记载不一致,有的认为和光合相比,呼吸作用比较不容易受到溶液渗透压变化的影响^[7]。我们在绿藻的测定中也没有看到褐藻中这种光合和呼吸活性平行的现象^[5]。Vonshak^[9]等在蓝藻中所做的试验指出短暂的渗透冲击(osmotic shock)和处于稳恒状态下高盐度对蓝藻 *Anacystis nidulans* 的呼吸影响是不一样的,前者对呼吸影响不大,而后者由于植物主动控制盐份进出质膜的能量需要以及为提高内渗透值,产生适应能力,呼吸作用往往出现随处理的外界盐份浓度提高而增高的现象。我们在试验中,除了看到呼吸和光合活性在一般情况下平行外,还可以看到当介质渗透压大幅度提高时,呼吸有急剧加强的现象。其中比较明显的有鼠尾藻、海蒿子、羊栖菜和囊藻。关于这部分“过份”呼吸(excess respiration)在藻类抵抗渗透胁迫(osmotic stress)中的适应意义如何,尚不好评论。但知道不同的藻类是通过不同方式的生理效应来达到和外界环境一致。如抗性强的鹿角菜在异常的浓度冲击下,并未出现大幅度的呼吸

上升。

我们还测定了几种褐藻在经受渗透冲击后,放到正常海水中的恢复能力。先测定其在正常海水中的光合强度,然后把它们放到蒸馏水或三倍海水中进行测定,最后用正常海水处理 60 分钟后再进行测定。三倍海水是往每 100ml 海水中添加 6g 食盐配成。以它们各自在正常海水中(处理前)的光合活性为 100, 所得相对光合数值如下表。

表 1 4 种褐藻在异常海水中受害和恢复程度

光合相 对活性 处理	藻名	鹿角菜 <i>Pelvetia siliquosa</i>	羊栖菜 <i>Sargassum fusiforme</i>	海蒿子 <i>Sargassum pallidum</i>	网地藻 <i>Dictyota dichotoma</i>
蒸 馏 水		76	76	22	55
蒸馏水处理后,在正常海水中恢复 1 小时		142	56	77	7
三倍海水		98	77	26	68
三倍海水处理后,在正常海水中恢复 1 小时		119	78	64	52

鹿角菜和羊栖菜用蒸馏水和三倍海水处理后,光合速率下降不多,海蒿子虽在处理后的光合活性下降甚多,但一旦放到正常海水中,很快就得到恢复。甚至可看到鹿角菜经恢复后,光合大于对照的现象,这可能是一种尚未达到稳恒态的生理补偿现象。至于网地藻在回放至正常海水中活性进一步下降可能是浓度的再一次转换(从 0 或 3 倍放回正常浓度),对于适应性弱的网地藻又是一次渗透冲击。总之,海藻耐受盐度变化的能力,无论从它们在不同浓度介质中光合活性的变化或在受害后的恢复情况来看,结果都很符合。

鹿角菜主要着生在中潮带的岩石上,10 月中旬采集时一般带有生殖托。至 12 月份则已不多见。羊栖菜、鼠尾藻和海蒿子则在大连秋冬广为分布,群落茂盛,在中潮至低潮线的岩石和石沼中均可找到。网地藻和网翼藻分布位置较低,多在低潮线附近的石沼中,而囊藻则往往着生在马尾藻或其它藻体上,至于萱藻,我们则采自中、低潮带的岩石上。

褐藻在潮间带的分布往往混杂一起,生境并没有显著的区别,反映在它们对外界渗透压变化的适应性虽有高低差别,但抗性多属中等。其中抗性较强的鹿角菜分布位置较高。羊栖菜、鼠尾藻和海蒿子在潮间带的不同部位均有分布,其分布范围广,反映了它们对不同渗透压条件的广泛适应性。在岩石上着生,因此有机会搁浅和暴露在大气中。但由于大多数分布位置较绿藻低,故退潮的时间短,适应干旱和高渗的能力要比绿藻小(当海水浓度达到正常海水 2 倍时,光合急剧下降),适应渗透压变化的范围也比较窄。至于网翼藻和网地藻,我们是从低潮线附近的石沼中采来的,那里的介质渗透压比较稳定,所以耐性很差。

另一方面藻类抗性高低可能亦与进化中所形成的形态结构特点有关。羊栖菜、鹿角菜、鼠尾藻和海蒿子都具有坚硬和厚革质的藻体,有助于耐受因海水浓度变化引起水份出入所造成的体积变化。从内部结构来看,凡表皮和皮层细胞较小,内含稠密物质,并且细胞排列紧密和皮层较厚的藻体,适应性就强。含稠密物质的小细胞可减少在低渗液中吸水膨胀的伤害和在高渗溶液中失水引起的原生质膜从细胞壁上撕裂的危险。用 2M 蔗糖液观察鹿角菜的质壁分离,只见细胞比处理前稍有缩小,但很难见到其发生质壁分离,可见

其藻体细胞壁的韧性很大。由于遗传上形态、解剖和生理特性的差异使生长在同一生境中不同藻类对环境变化的抵抗能力也有程度上的区别。但是通过对这 8 种大连近海常见褐藻的光合活性的测定,可以看出这一类群藻类对渗透压变化的适应特点和趋势。

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] 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。
- [3] 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。
- [4] 曾呈奎、潘忠正、周百成, 1981。底栖海藻比较光合作用研究 II. 潮间带褐藻的光合作用和光强的关系。海洋与湖沼 12(3): 252—258。
- [5] 姚南瑜、康晓慧、张英泽等, 1983。近海底栖藻类对介质渗透压变化的适应 I. 海水浓度对潮间带底栖绿藻光合特性的影响。海洋与湖沼 14(3): 250—255。
- [6] Bidwell, R. G. S., 1979. Plant Physiology. Macmillan Publishing Co. Inc., New York, pp. 595—608.
- [7] Biebl, R. 1962. Seaweeds. In "Physiology and Biochemistry of Algae," edited by Ralph A. Lewin. Academic Press Inc., New York, pp. 799—804.
- [8] Dawson, E. Y., 1966. Marine Botany. An Introduction. Holt, Rinehart and Winston Inc., New York, pp. 242—259.
- [9] 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 AREAS TO THE CHANGES IN OSMOTIC PRESSURE

II. THE EFFECTS OF SEA WATER CONCENTRATION ON PHOTOSYNTHESIS AND RESPIRATION OF INTERTIDAL BENTHIC BROWN ALGAE

Yao Nanyu Zhang Yingze Cai Shupin Kang Xiaohui and An Lijia
(Liaoning Normal University, Dalian)

ABSTRACT

Photosynthesis and respiration in various concentrations were measured for eight species of benthic brown algae collected from the Shicao village, Laohu Tan, Dalian. The artificial sea water (salinity ca. 34.3‰ osmotic pressure 24.4 atm) was taken as control and seven concentrations were employed (0, 0.5, 0.75, 1, 1.5, 2.3-fold concentration of control).

The results are as follows:

1. Most of the benthic brown algae show the maximum photosynthetic activities in the range of 0.75-fold conc. (*Sargassum fusiforme*, *Pelvetia siliquosa*, *Sargassum thunbergii*, *Scytosiphon lomentarius*, *Colpomenia sinuosa*) to the normal (*Dictyota dichotoma*, *Dictyopteris* sp.). Only a few species require a little higher concentration (1.5-fold conc. for *Sargassum pallidum*).

2. The concentration range in which the algae can sustain 80% of normal photosynthetic activities was taken as indication of their resistance to the osmotic stress, and the resistance sequence (from strong to weak) is: *Sargassum fusiforme*, *Pelvetia siliquosa*, *Sargassum thunbergii*, *S. Pallidum*, *Scytosiphon lomentarius*, *Colpomenia sinuosa*, *Dictyopteris* sp., *Dictyota dichotoma*.

3. The respiratory rates are approximately parallel with the photosynthesis within the normal physiological adaptive scale. Moreover, while the thalli were badly damaged by the osmotic shock, especially in the hypertonic media, their respiration increase anomalously. As is expected, the moderate adaptation of the benthic brown algae is well conformed with their habitats, always lower than that of green algae. However, among the identical group itself, distinctions yet exist, as related to their concrete locations.