

## 近海底栖藻类对介质渗透压变化的适应研究

### III. 潮间带底栖红藻在不同海水浓度条件下的光合作用

姚南瑜 安力佳 康晓慧 张英泽 蔡淑频  
(辽宁师范大学,大连)

#### 提 要

用氧电极测定了8种近海底栖红藻在不同浓度人工海水中光合活性的变化。结果表明,不同种类的红藻对渗透压冲击的抵抗能力差别很大,这可能与其分布在潮间带的范围比较广泛有关。光合速率多数在正常浓度的海水中最高。在溶液浓度下降时,光合作用急剧下降。这点与红藻大部分生长在低潮带和潮下带有密切关系。文中尚就三大类底栖海藻对溶液浓度变化的适应能力进行了概括和比较,并联系其居住地的特点进行了讨论。

藻类比较光合特性方面的研究,过去偏重于光因子的较多<sup>[8,12,13]</sup>,一般认为藻类所含色素与其在海洋中的垂直分布有极大的关系<sup>[4,11]</sup>。然而,实际上在近海潮间带三大类群的藻类(绿藻、褐藻和红藻)经常混杂分布。因此,除了光的强度和光谱成分之外,其它因子对藻类生态分布的影响很值得探讨。由于潮汐造成了潮间带渗透环境的特殊变化,而藻类对周围环境中渗透压变化的适应能力又不尽相同。本文主要探讨潮间带红藻在不同海水浓度下光合强度的变化,并在过去研究绿藻和褐藻的基础上,做一比较,试图从中找出其抗渗透胁迫的能力与生态分布间的一些规律来。

#### 材 料 和 方 法

1981年10月,我们在大连老虎滩石槽村近海采集了8种底栖红藻:海膜 *Halymenia sinensis*; 绒线藻 *Dasya villosa*; 仙菜 *Ceramium* sp.; 金膜藻 *Chrysiomenia wrightii*; 鸭毛藻 *Symphocladia latiuscula*; 角叉菜 *Chondrus ocellatus*; 蜈蚣藻 *Grateloupia filicina*; 叉枝藻 *Gymnogongrus flabelliformis*, 对其进行了光合和呼吸强度的测定。介质采用人工配制海水。处理浓度为0(蒸馏水), 0.5, 0.75, 1, 1.5, 2, 3倍 *Brujewiox* 溶液<sup>[5]</sup>。测定方法为氧电极法,照明用4盏100W白炽灯,光照强度用经标准灯泡校准后的照度计测定。反应室温度用循环水流保持,测定时间为30 min。设空白和黑瓶对照,以求得溶液本身的溶氧量和该藻体在同一温度下的呼吸速率。另外还进行了藻体从异常浓度中(蒸馏水和

3 倍海水)取出后的恢复试验。先分别用蒸馏水和 3 倍海水处理各种海藻 30min, 测定其光合作用, 再分别放入正常海水中恢复 60min, 然后测定其光合强度。以处理前该藻在正常海水中的光合作用为 100, 比较在处理过程中光合活性的变化。

## 结果和讨论

图 1a—h 系 8 种底栖红藻在不同渗透压溶液中真光合作用和呼吸强度的变化。

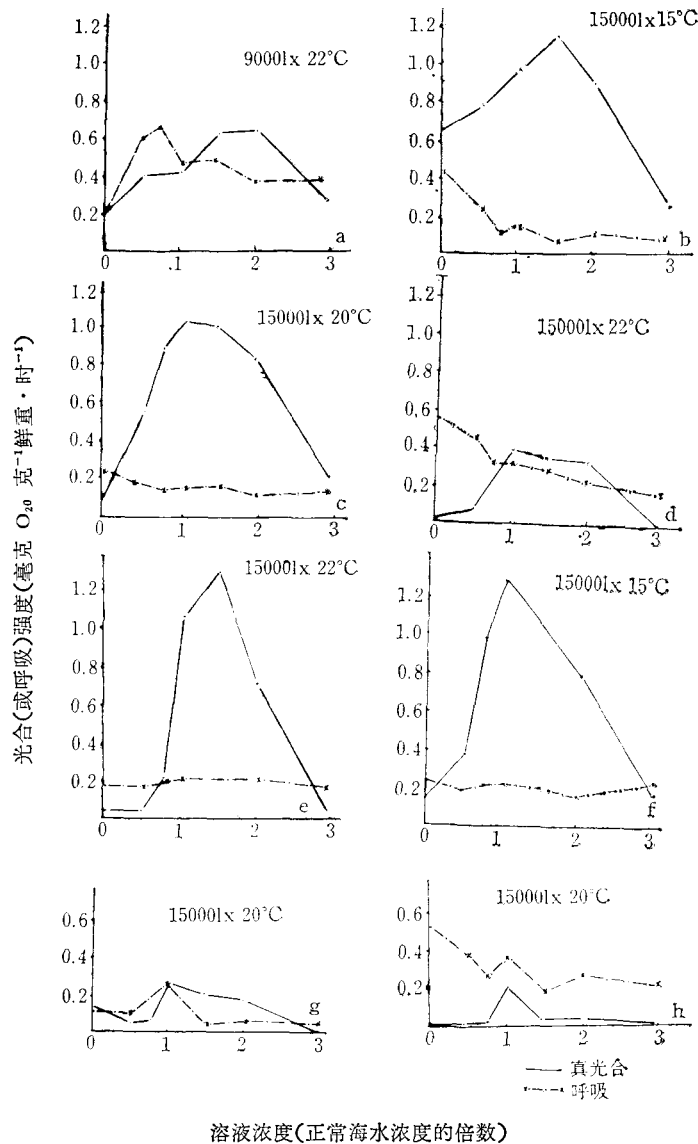


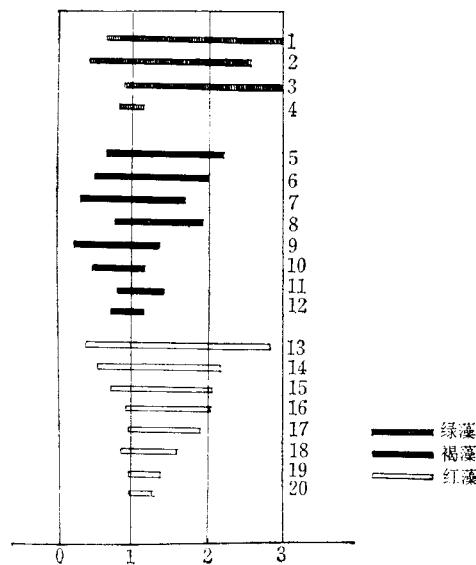
图 1 不同海水浓度中红藻的光合和呼吸作用

a. 海膜 *Halymenia sinensis*; b. 叉枝藻 *Gymnogongrus flabelliformis*; c. 角叉菜 *Chondrus ocellatus*; d. 绒线藻 *Dasya villosa*; e. 仙菜 *Ceramium sp.*; f. 蜈蚣藻 *Grateloupia filicina*; g. 金膜藻 *Chrysymenia wrightii*; h. 鸭毛藻 *Symphyocladia latiuscula*

红藻的光合作用高峰大多数出现在正常浓度, 只有为数不多的红藻当溶液浓度高于

正常时光合速率提高(如叉枝藻和仙菜在 1.5 倍海水浓度,海膜在 2 倍海水浓度)。

从红藻在不同渗透压溶液中光合活性达到对照溶液中活性 80% 的浓度范围来看,海膜为 0.35—2.85 倍海水浓度(相当 8.54—69.51atm);叉枝藻 0.5—2.16 倍(12.20—52.68 atm);角叉菜 0.7—2.05 倍(17.07—50.00atm);绒线藻 0.9—2 倍(21.95—48.78atm);仙菜 0.95—1.95 倍(23.17—46.34atm);蜈蚣藻 0.8—1.55 倍(19.51—37.80atm);金膜藻 0.92—1.35 倍(22.44—32.93atm);鸭毛藻 0.95—1.25 倍(23.17—30.49atm)。图 2 是上述适应范围大小的图解。



溶液相对浓度(以正常人工海水浓度为 1, 渗透压相当 24.39atm)

图 2 各种海藻达到正常海水中的光合活性 80% 的浓度范围

1.刚毛藻 *Cladophora* sp.; 2.孔石莼 *Ulva pertusa*; 3.肠浒苔 *Enteromorpha intestinnalis*;  
4.刺松藻 *Codium fragile*; 5.羊栖菜 *Sargassum fusiforme*; 6.鹿角菜 *Pelvetia siliquosa*;  
7.鼠尾藻 *Sargassum thunbergii*; 8.海蒿子 *Sargassum pallidum*; 9.萱藻 *Scytosiphon lomentarius*;  
10.囊藻 *Colpomenia sinuosa*; 11.网翼藻 *Dictyopteris* sp.; 12.网地藻 *Dictyota dichotoma*;  
13.海膜 *Halymenia sinensis*; 14.叉枝藻 *Gymnogongrus flabelliformis*; 15.角叉菜 *Chondrus ocellatus*;  
16.绒线藻 *Dasya villosa*; 17.仙菜 *Ceramium* sp.; 18.蜈蚣藻 *Grateloupia filicina*;  
19.金膜藻 *Chrysomenia wrightii*; 20.鸭毛藻 *Symphyocladia latiuscula*

(1—12.见参考文献[3], [4])

由图可见红藻对渗透压变化的适应性大小差别非常大,抵抗性非常强的海膜,既耐低渗,又抗高渗;抵抗性极低的鸭毛藻,只能在正常浓度左右才显示有光合活性。

从适应渗透压变化方向上看,红藻除少数抗性较强的种类(海膜、叉枝藻)外,一般均不能忍受溶液稀释的为害,当海水稍被冲淡,光合活性便急剧下降。

同光合作用相比,在不同渗透压溶液中呼吸作用的变化较小。只有金膜藻和鸭毛藻在 0.75 倍到 2 倍浓度范围内呼吸和光合强度的变化才基本一致。大多数红藻从海水稀释 25% 开始,呼吸速率上升,在稀溶液端出现明显升高的现象。

红藻自不同渗透压溶液中回放到正常海水里光合能力恢复的情况可见表 1。

表 1 红藻在异常海水中受害和恢复能力\*

藻 名	处 理 光合活性 (相对值)	蒸 馏 水		三 倍 海 水	
		处理 30min	然后在正常海水中 恢复 1h.	处理 30min	然后在正常海水中 恢复 1h
海 膜 <i>Halymenia sinensis</i>		30	49	49	82
叉枝藻 <i>Gymnogongrus flabelliformis</i>		82	84	74	99
角叉菜 <i>Chondrus ocellatus</i>		61	69	20	84
绒线藻 <i>Dasya villosa</i>		25	14	61	95
仙 菜 <i>Ceramium</i> sp.		37	2	35	82
鸭毛藻 <i>Symphyocladia latiuscula</i>		77	25	44	32

\* 以各自在正常海水中的光合活性为 100。

根据表 1 中的数据可将其分成三类: (1) 海膜、叉枝藻、角叉菜在渗透压变化时受害较轻,或受害后回放到正常溶液后恢复很快; (2) 绒线藻和仙菜经蒸馏水处理后,藻体受到严重伤害,即使放回正常海水亦难恢复,光合活性进一步降低,但它们对高渗溶液则抗性较强,受害后很快在正常海水中得到恢复; (3) 鸭毛藻经受低渗或高渗溶液处理后,放回正常溶液均不能恢复,光合活性进一步降低。这里所表现出来的恢复能力大小和前面用达到正常光合活性 80% 所在浓度范围大小来表示的抗性强弱大体上符合(海膜、叉枝藻和角叉菜抗性最强;绒线藻和仙菜居中,且不耐低渗;鸭毛藻抗性最弱)。

从上面这些测定结果可以看出红藻类对环境渗透压适应的一些特点。首先是这类藻绝大多数不能耐受溶液稀释的影响。在溶液冲淡时光合曲线迅速下降,而与此同时,呼吸骤然上升,反映了正常生理此时受到了严重损害。在近海潮间带,除了少数种类(如海膜)外,大部分红藻分布在较深处,在低潮带的为多。特别是在潮间带较低部位的石沼中,在退潮时露出的机会少且时间短,渗透压变化较缓和,根本没有完全淡化的可能。所以它们对低渗透压的忍耐力特别低;第二个特点是红藻对渗透压变化的适应能力差别很大。如抗性最强的海膜,其抗性大小和适应范围与绿藻中抗性最强的种类——刚毛藻和孔石莼不相上下。叉枝藻和角叉菜的抗性居中。而抗性最低的金膜藻和鸭毛藻则和绿藻中抗性最弱的刺松藻类似(图 2),这可能和红藻在潮间带的分布状况有关。上自高潮带的石沼,下至终年不干的低潮带石沼,在落大潮期间,红藻在整个海岸均可觅得。

藻类分布和环境因子的关系是很复杂的。在光因子方面,因透入海水光线的强弱和浸没时间的不同,形成了类似高等植物的阳生型和阴生型<sup>[1,2]</sup>。不同水层中光线波长的变化也影响着其类群的分布。此外,温度、海洋地质化学状况<sup>[6,7,9,10]</sup>以及河口、石沼的小环境特点都会对藻类的分布产生深刻的影响。通过关于三大类海藻对介质渗透压变化适应性的研究,可以看出周期性潮涨潮落所造成的介质浓度变化对藻类在潮间带的分布所起的

作用也是相当重要的。如多数绿藻分布位置较高,相应抗性强的类型就多一些,介质浓度适当提高还有促进其光合的趋势。褐藻在潮间带分布很广,对外界浓度适应的范围也较广,但由于分布位置适中者为多,适应性亦属中等。而红藻在三大类藻中分布最杂,不同的种类由于生长在潮间带的不同地带,对介质渗透压变化的适应能力也有显著的不同。但从总的说来,由于其分布在深处的较多,故特别不能忍受海水淡化的危害。这些都充分反映了藻类对介质渗透压变化的适应能力和它们具体着生的位置之间的关系是何等的紧密。

### 参 考 文 献

- [1] 曾呈奎、周百成、潘忠正, 1980。底栖海藻的比较光合作用研究 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。
- [2] 曾呈奎、潘忠正、周百成, 1981。底栖海藻的比较光合作用研究 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。
- [3] 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研究 I. 海水浓度对潮间带底栖绿藻光合活性的影响。海洋与湖沼 14(3): 250—255。
- [4] 姚南瑜、张英泽、蔡淑频等, 1985。近海底栖藻类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。海洋与湖沼 16(1): 51—56。
- [5] 斯费德鲁普, H. H. 等, 1958。海洋(毛汉礼译)。科学出版社, 第一卷, 158 页。
- [6] Dawson, E. Y., 1966. Marine Botany. An Introduction. Holt, Rinehart and Winston Inc., New York, pp. 242—259.
- [7] Hata, M. and Y. Yokohama, 1979. Photosynthesis-Temperature relationship in seaweeds and their seasonal changes in the colder region of Japan. *Bull. Jap. Soc. Phycol.* 24(1): 1—7.
- [8] Kageyama, A. and Y. Yokohama, 1974. Photosynthetic properties of marine benthic brown algae from different depths in coastal area. *Bull. Jap. Soc. Phycol.* 22(4): 119—123.
- [9] King, R. J. and W. Schramm, 1976. Photosynthetic rates of benthic marine algae in relation to light intensity and seasonal variations. *Marine Biology* 37(3): 215—222.
- [10] Levring, T., 1968. Photosynthesis of some marine algae in clear tropical oceanic water. *Bot. Mar.* 11(1): 1—7.
- [11] Ramus, J., S. I. Beale, D. Mauzerall, and K. L. Howard, 1976. Changes in photosynthetic pigment concentration in seaweeds as a function of water depth. *Marine Biology* 37(3): 223—230.
- [12] Yokohama, Y., 1973. Photosynthetic properties of marine benthic green algae from different depths in coastal area. *Bull. Jap. Soc. Phycol.* 21(2): 70—75.
- [13] Yokohama, Y., 1973. Photosynthetic properties of marine benthic red algae from different depths in coastal area. *Bull. Jap. Soc. Phycol.* 21(4): 119—124.

---

**STUDIES ON ADAPTATION OF MARINE BENTHIC  
ALGAE IN COASTAL AREAS TO THE  
CHANGES IN OSMOTIC PRESSURE  
III. THE PHOTOSYNTHESIS OF INTERTIDAL BENTHIC RED ALGAE  
IN VARIOUS CONCENTRATION OF SEA WATER**

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

ABSTRACT

Eight species were taken for investigation with an oxygen electrode. Most of the red algae showed the maximum photosynthesis in the normal concentration of sea water with a few exceptions.

We can see from its extensive and different habitat that the adaptation to osmotic stress varied greatly within the same group. *Halymenia sinensis* showed the strongest resistance, it could tolerate both hypertonic and hypotonic solution and maintain as high as 80% photosynthetic activity in 0.3—2.6 times the concentration of sea water. However the photosynthesis of *Chrysymenia wrightii* and *Symphycladia latiuscula* dropped markedly as the concentration deviated from the normal slightly.

The red algae couldn't stand the hypotonic damage as compared to the hypertonic. As a whole, their resistance to osmotic stress was lower than that of green and brown species.

The previous phenomena can probably be explained with their distributions prevailing in lower intertidal and sublittoral zone, where the changes in osmotic pressure become less and the washing of fresh water hardly happen.

---