

## 底栖海藻比较光合作用研究\*

### II. 潮间带褐藻的光合作用与光强的关系

曾呈奎 潘忠正 周百成

(中国科学院海洋研究所)

沿岸带底栖海藻的垂直分布情况比较复杂。在黄海沿岸潮间带不仅有绿藻,而且有许多褐藻和红藻,有些褐藻不仅生长茂盛而且数量很多。显然,它们对于潮间带的这种特殊的生态环境是能够适应的。

底栖褐藻的光合作用与光照条件的关系是决定其垂直分布的重要因素之一。Kageyama 和 Yokohama<sup>[5]</sup>测定过分别生长在潮间带中部、低潮线和低潮线下15米深处的四种褐藻的光合作用与光强的关系。他们认为底栖褐藻的光合作用也有适应高光强的种类,并不象一般学者认为的那样,只有底栖绿藻的光合作用才是适应高光强的。但在他们所报道的四种褐藻中,明显适应高光强的只有一种采自潮间带中部的铁丁菜(*Ishige sinicola*)。是否生长在潮间带的其他底栖褐藻的光合作用也适应高光强?我们在研究绿藻<sup>[2]</sup>之后,又测定了七种在黄海西部沿岸有代表性的潮间带底栖褐藻的光合作用与光强的关系,同时用两种潮下带底栖褐藻作了比较测定。

### 材料和 方法

1979年2月至4月间,我们先后对九种底栖褐藻进行了测定,计有:点叶藻(*Punctaria latifolia*)、囊藻(*Colpomenia sinuosa*)、水云(*Ectocarpus confervoides*)、黑顶藻(*Sphacelaria subfusca*)、鼠尾藻(*Sargassum thunbergii*)、萱藻(*Scytosiphon lomentarius*)、海黍子(*Sargassum kjellmanianum*)、裙带菜(*Undaria pinnatifida*)和海带(*Laminaria japonica*)。除海带外,其他褐藻都采自青岛太平角。点叶藻、囊藻、水云和黑顶藻采自潮间带中部,鼠尾藻和萱藻采自潮间带下部,它们都生长在岩礁上,退潮时干出水面。海黍子采自潮间带中部石沼中,退潮时仍浸在水中。裙带菜采自低潮线下的礁石上,海带采自青岛栈桥附近水下约一米的养殖筏上。采集后立即将海藻浸入盛有新鲜海水的容器中,迅速带回实验室,在一小时内进行测定。所有样品的测定都在当天完成。

测定方法和装置与测定绿藻时基本相同<sup>[1,2]</sup>。每年2月至4月,胶州湾的海水表面平均温度在8°C以下,这也是实验用褐藻在自然条件下进行光合作用的温度。但根据 Hata 和 Yokohama<sup>[3]</sup>的测定结果,在冬、春两季,多数海藻光合作用的最适温度是20°C左右。因此,在比较各种底栖海藻的光合作用与光强的关系时,都在20°C条件下进行测定<sup>[5,10,11]</sup>。我们测定绿藻的光合作用与光强的关系时也在20°C<sup>[2]</sup>。为了与上述结果比较,在褐藻的

\* 中国科学院海洋研究调查研究报告第615号。  
本刊编辑部收到稿件日期:1980年8月5日。

实验中,测定温度仍采用 20℃。

## 结果和讨论

图 1—9 表明了九种底栖褐藻光合作用速度与光强的关系,从图中可以清楚地看出,采自潮间带的七种褐藻(图 1—7)的光饱和点都比较高。萱藻、点叶藻、水云的光饱和点大约为 25,000 米烛,海黍子、鼠尾藻、黑顶藻约为 30,000 米烛,囊藻约为 32,000 米烛,都在 20,000 米烛以上,同生长在潮间带中部的一种铁丁菜<sup>[5]</sup>相似。

潮间带的底栖褐藻同绿藻所处的光照条件相同。它们在涨潮时虽然被水淹没,但由于水层较浅,光照强度仍比较强。在白天退潮时,生长在岩礁上的褐藻就暴露在空气中,直接受到强光照;生长在潮间带石沼中的褐藻,虽然仍浸在海水中,也是接近水的表面,这时也受到强光照。因此,潮间带的褐藻和绿藻都是在强光照的条件下生长和进行光合作用的。如果将潮间带底栖褐藻的光合作用光曲线同潮间带底栖绿藻的光曲线<sup>[2]</sup>相比较,萱藻、点叶藻、水云的光饱和光强同花石莼 (*Ulva conglobata*) 相近;海黍子、鼠尾藻、黑顶藻的光饱和光强和长石莼 (*U. linza*) 及囊藻膜 (*Monostroma angicava*) 相近,囊藻的光饱和光强比上述藻类都高。由此可见,这些潮间带褐藻的光合作用同那里的底栖绿藻一样,也是适应高光强的。这同它们的生长环境中的光照条件是一致的。

为同潮间带的底栖褐藻比较,我们测定了裙带菜和海带的的光合作用光曲线。裙带菜是生长在潮下带的底栖褐藻,除潮间带下部石沼中有少量生长外,其分布上限是大潮低潮线附近。测定用的藻体就采自低潮线附近的岩礁上。由图 8 可见,生长在低潮线附近的裙带菜的光饱和光强约为 12,000 米烛,比上述潮间带底栖褐藻的光饱和光强都低。这一测定结果同 Kageyama 和 Yokohama<sup>[5]</sup> 报道的生长在低潮线的同一种裙带菜的测定结果很接近。这些测定结果都是以生长在分布上限的裙带菜为材料的。据报道<sup>[5]</sup>,生长在低潮线下 15 米深处的另一种裙带菜 (*Undaria petersoniana*) 的光饱和光强更低。生长在潮下带的裙带菜 (*U. pinnatifida*) 的光饱和点有待进一步测定,可能比生长在低潮线附近的个体还要低。

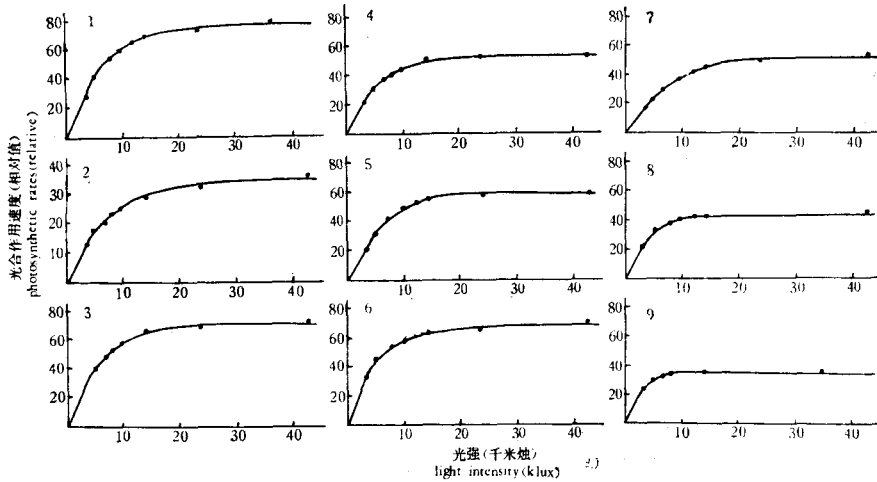
海带这种大型底栖褐藻自然生长在潮下带的礁石上,人工养殖的海带也始终生长在一定深度(1—2 米)的水层以下。测定用海带个体是采自浮筏上,生长水层较浅,比自然条件下和一般养殖条件下的个体适应较高的光强。即使如此,其光饱和光强也只有 11,000 米烛左右(图 9),也比上述测定的七种潮间带底栖褐藻的光饱和点都低。

Levring<sup>[4]</sup> 认为,在沿海地带,绿藻长在浅处,只在很清的海水中才长在较深的地方;不同深度处都有红藻生长,但深水中最多;褐藻生长在中等深度处。但在青岛沿岸地区,底栖海藻的垂直分布情况并非如此简单,潮间带不仅有绿藻,而且有不少褐藻;马尾藻属 (*Sargassum*) 的某些褐藻大量地同石莼属 (*Ulva*) 的绿藻生长在同一潮带,使潮间带底栖海藻的垂直分布呈现着错综复杂的情况。

Kageyama 和 Yokohama<sup>[5]</sup> 的研究结果已经说明底栖褐藻的光合作用同光强的关系与它们的垂直分布有关,潮间带的底栖褐藻的光合作用的光饱和点较高,是属于适应高光强的类型。但他们测定的种类较少,而且侧重于潮下带的种类,属于潮间带底栖褐藻的只有一种铁丁菜,因而不能对潮间带底栖褐藻的光合作用同光强的关系作出比较普遍的结论。

为此,我们着重对更多的潮间带褐藻进行了测定。结果表明,所测定的七种潮间带底栖褐藻的光合作用的光饱和点都比较高,同一些潮间带底栖绿藻相似。由于这些底栖褐藻都是黄海西部沿岸有代表性的种类,因此,可以认为这一地区潮间带的主要的底栖褐藻的光合作用都是适应高光强的。它们同潮下带的海带和裙带菜有明显的区别。由此可见,有不少褐藻同绿藻一样,光合作用都适应高光强,这同它们的垂直分布的实际情况是相符的,而同关于海藻的垂直分布的传统说法是不一致的。

由于潮汐的作用,生长在潮间带岩礁上的褐藻的光合作用不仅适应高光强,而且耐干燥。近年来的一些研究结果<sup>[8,9]</sup>已经证明,生长在潮间带的墨角藻(*Fucus*)等在干出水面时仍能进行光合作用,且生长潮位越高的种类在干出时保持的光合作用活性越强。在潮间带,除生长在岩礁上的褐藻外,还有些褐藻生长在石沼中。例如海黍子,一般都生长在潮下带,但在潮间带的石沼中也有少量的生长。这些石沼较浅,而且没有其他海藻遮挡,也是处在高光强的环境中。测定结果表明,它们的光合作用的光饱和点也比较高。但在退潮时,这些石沼中的褐藻仍浸在海水中,不象岩礁上的褐藻那样暴露在空气中逐渐变干。因此,潮间带岩礁上和石沼中的一些褐藻的光合作用虽然都适应高光强,但它们的耐干燥的能力可能是不一样的。此外,潮间带石沼这种小生境中的环境条件与岩礁不同,具有它本身的特点。这些石沼中的底栖褐藻的光合作用特性还需要进一步地研究。



九种褐藻的光合作用速度与光强的关系

The photosynthetic rates of nine species of marine brown algae as a function of light intensity

1. 海黍子 (*Sargassum kjellmanianum*); 2. 囊藻 (*Colpomania sinuosa*); 3. 水云 (*Ectocarpus confervoides*); 4. 鼠尾藻 (*S. thunbergii*); 5. 点叶藻 (*Punctaria latifolia*); 6. 黑顶藻 (*Sphacelaria subfusca*); 7. 萱藻 (*Scytosiphon lomentarius*); 8. 裙带菜 (*Undaria pinnatifida*); 9. 海带 (*Laminaria japonica*)。

### 参 考 文 献

- [1] 周百成、潘忠正, 1979. 测定海藻光合作用速度的自动记录装置及其应用。海洋湖沼通报 2:59—64。
- [2] 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。

- [ 3 ] Hata, M. and Y. Yokohama, 1976. Photosynthesis-Temperature relationship in seaweeds and their seasonal changes in the colder region of Japan. *Bull. Jap. Soc. Phycol.* **24**(1): 1—7.
- [ 4 ] Levring, T., 1968. Photosynthesis of some marine algae in clear tropical oceanic water. *Bot. Mar.* **11**(1): 1—7.
- [ 5 ] 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.
- [ 6 ] King, R. J. and W. Schramm, 1976. Determination of photosynthetic rates for the marine algae *Fucus vesiculosus* and *Laminaria digitata*. *Mar. Biol.* **37**(3): 209—213.
- [ 7 ] —————, —————, 1976. Photosynthetic rates of benthic marine algae in relation to light intensity and seasonal variations. *Mar. Biol.* **37**(3): 215—222.
- [ 8 ] Krener, B. P. and K. Schmits, 1973. CO<sub>2</sub>-fixation and translocation in benthic marine algae: On C-assimilation of some littoral brown algae under submerged and emerged conditions. *Z. Pflanzenphysiol.* **68**(4): 357—363.
- [ 9 ] Quadir, A. and P. J. Harrison, 1979. The effect of emergence and submergence on the photosynthesis and respiration of marine macrophytes. *Phycologia* **18**(1): 83—88.
- [ 10 ] Yokohama, Y., 1973a. Photosynthetic properties of marine benthic green algae from different depths in coastal area. *Bull. Jap. Soc. Phycol.*, **21**(2): 70—75.
- [ 11 ] —————, 1973b. Photosynthetic properties of marine benthic red algae from different depths in coastal area. *Bull. Jap. Soc. Phycol.* **21**(4): 119—124.

## COMPARATIVE PHOTOSYNTHETIC STUDIES ON BENTHIC SEAWEEDS\*

### II. THE EFFECT OF LIGHT INTENSITY ON PHOTOSYNTHESIS OF INTERTIDAL BROWN ALGAE

Zeng Chengkui (C. K. Tseng) Pan Zhongzheng and Zhou Baicheng

(*Institute of Oceanology, Academia Sinica*)

#### ABSTRACT

The effect of light intensity on rates of photosynthesis were measured for nine species of marine benthic brown algae in the coastal area in western Huanghai sea (yellow Sea). The benthic marine algae measured were *Punctaria latifolia*, *Colpomenia sinuosa*, *Ectocarpus corferoides*, *Sphacelaria subfusca*, *Sargassum thunbergii*, *Scytosiphon lomentarius*, *Sargassum kjellmanianum*, *Undaria pinnatifida* and *Laminaria japonica*. The first four species were collected from middle intertidal zone; *S. thunbergii* and *S. lomentarius* from lower intertidal zone; *S. kjellmanianum* from a rock pool in middle intertidal zone; and remaining two species, *U. pinnatifida* and *L. japonica*, were sublittoral, the former on rock below lower littoral zone and the latter on floating cultivation raft about 1 m. below sea surface. The experiments were conducted at 20°C.

The results of the measurement indicated that the light saturation values of photosynthetic light curves were higher for the seven species from the intertidal zone, *S. lomentarius*, *P. lotifolis* and *E. corferoides* saturated approximately at 25000 lux, *S. kjellmanianum*, *S. thunbergii* and *S. subfusca* at 3000 lux and *C. sinuosa* at 32000 lux. The light saturation values for the two species from the sublittoral zone were lower, being slightly more than 10000 lux.

The above results show that marine benthic brown algae growing in the intertidal zone, as well as the benthic green algae, are adapted to high light intensity, differing remarkably from the algae growing in the sublittoral zone which is adapted to low light intensity.

\* Contribution No. 615 from the Institute of Oceanology, Academia Sinica.