

生育深度を異にする緑藻の光合成特性*

横浜 康 継**

Y. YOKOHAMA: Photosynthetic properties of marine benthic green algae from different depths in the coastal area.

緑藻は浅所に、紅藻は深所に、そして褐藻はその中間に適応しているという ENGELMANN^{1,2)} の補色適応説は一般によく知られている。LEVRING^{3,4)} によれば紅藻は沿岸部海中の緑色光を、褐藻は外洋の海中の青色光を効率よく光合成に利用し、緑藻は浅所の白色光ばかりでなく外洋の海中の青色光も効率よく利用できるという。しかし、実際には緑藻・褐藻・紅藻の各々が浅所にも沿岸部および外洋の深所にも生育しているので、上記の説明は実際の海藻の垂直分布に対しては不十分なものである。

ある種の緑藻は浅所にみられず、沿岸部の深所に分布している。沿岸部深所の光は一般に緑色であり、そのような環境に好んで生える緑藻の存在は大変興味深い。そのような緑藻の性質を浅所の緑藻と比べながら調べてみた。

材料と方法

藻体は朝採集後、大量の海水に浸したまま 20 分以内に下田臨海実験所に持ち帰り、流海水中に保ち、1 時間以内に実験に供した。時期は 4 月から 6 月にかけてである。

光合成の測定には筆者と市村⁵⁾ の報告した検容計を用いた。白色光としては幻灯機の光をそのまま用い、緑色光はそれを 1.5 mm のアクリル板でつくった水槽に硫酸ニッケル 1 モル溶液を封じて 6 mm の層としたフィルターに透過させて得た。前者は太陽光よりも短波長域の成分の割合がやや小であるが、後者は沿岸部の深度 10 m 付近の光に質的に近い。

結果と考察

Fig. 1 にアオサ目 3 種の光合成—光曲線を示す。ヒトエグサ (*Monostroma nitidum*) は潮間帯上部、アナアオサ (*Ulva pertusa*) は同中部付近に生育し、ヤブレグサ (*Ulva japonica*) は下田では深度 10 m 前後の所によくみられるが、それより深い所にも生育し

* 下田臨海実験所業績 No. 260.

** 東京教育大学理学部附属臨海実験所 (静岡県下田市 5-10-1) Shimoda Marine Biological Station, Faculty of Science, Tokyo Kyoiku University, Shimoda, Shizuoka-ken, Japan.
The Bulletin of Japanese Society of Phycology, Vol. XXI, No. 2, 70-75, June 1973.

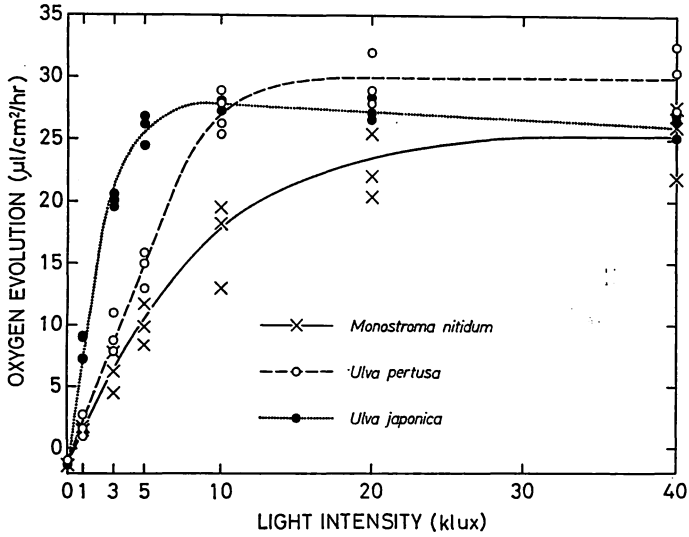


Fig. 1. Photosynthesis-light curves in three species of Ulvales. *Monostroma* was collected from the upper intertidal zone, *Ulva pertusa* from the middle intertidal zone and *U. japonica* from the flat bottom 10 meters deep. The experimental temperature was 20°C.

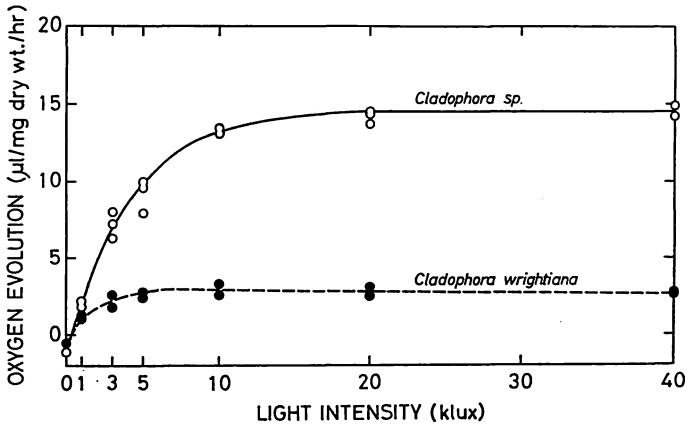


Fig. 2. Photosynthesis-light curves in two species of *Cladophora*. *Cladophora sp.* was collected from the upper intertidal zone and *C. wrightiana* from the flat bottom 5 meters deep.

ているといわれている。Fig. 2 は潮間帯上部にみられるシオグサ属の一種とふつう約5 m以深に生えるチャシオグサでの結果である。生育深度の大なるものほど陰生植物的傾向を示すことが分かる。以上は白色光を用いての結果であるが、光は深度が増すと共に弱まるばかりでなく、質的にも変化することを考慮しなければならないので、緑色光を用いて更に実験をおこなった。Fig. 3 はアオサ目の3種について緑色光と白色光を用いて得た結果である。白色光による結果は Fig. 1 とほとんど同じ傾向を示している。緑色光と白色光の効率を比較すると、潮間帯の2種では緑色光の方が低く、ヤブレグサでは両者の効率は全く等しい。

Chlorophyll の両吸収極大付近の成分をほとんど含まない緑色光をヤブレグサが効率よく利用できる理由は、その葉の色がアナアオサ等より著しく黒っぽいことからある程度推察できる。実際に生葉の吸収スペクトルをとってみたところ、Fig. 4 で明らかなように

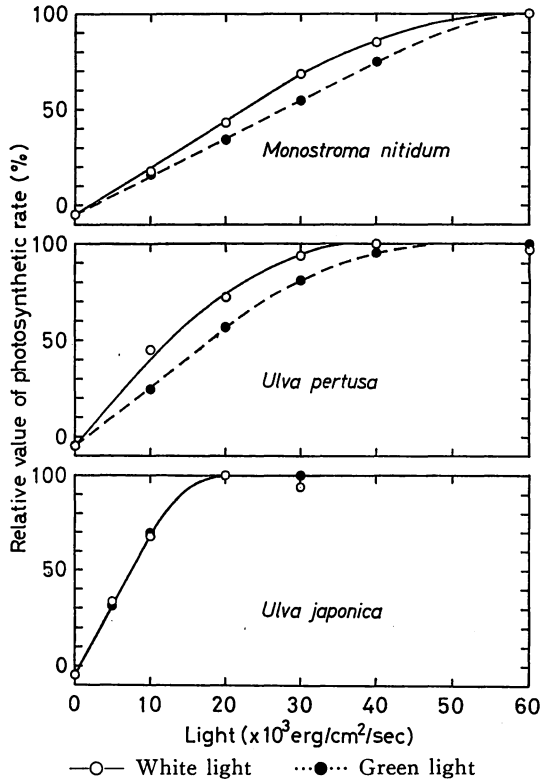


Fig. 3. Photosynthesis-light relationships with white and green light in three species of Ulvaes. The green light simulated illumination in the water about 10 meters deep in the coastal area.

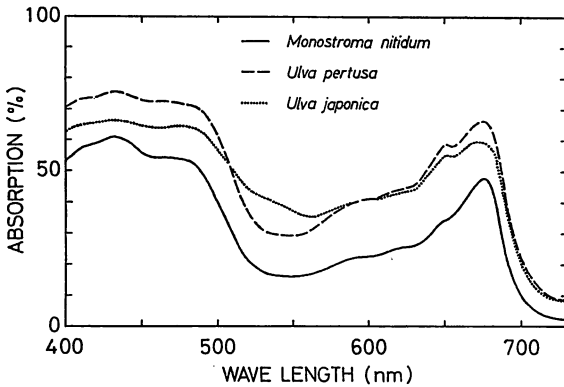


Fig. 4. Absorption spectra of living fronds in three species of Ulvales.

ヒトエグサとアナアオサでは谷底となる 540 nm 付近にヤブレグサでは顕著なふくらみがみられた。また葉から抽出した色素のエチルエーテル溶液の 642.5 nm と 660 nm における O. D. から Chlorophyll *a* 含量と *b* 含量の比を COMAR と ZSCHEILE⁶⁾ の式によって計算したところ、ヒトエグサで 1.9, アナアオサで 1.5, ヤブレグサで 1.2, そしてシオグサの一種で 1.8, チャシオグサで 1.3 となり、生育深度の大なるものほど Chlorophyll *a* の占める割合が減ることが分かった。Fig. 5 は計算のもとになった色素のエチルエーテル溶液の長波長域における O. D. を相対値で示したものであり、Chlorophyll *b* の吸収極大の位置である 642.5 nm にみられる肩のふくらみの程度から Chlorophyll *b* の割合を見当づけることができる。ヤブレグサの色素抽出液の吸収スペクトルでは生葉の吸収スペクトル

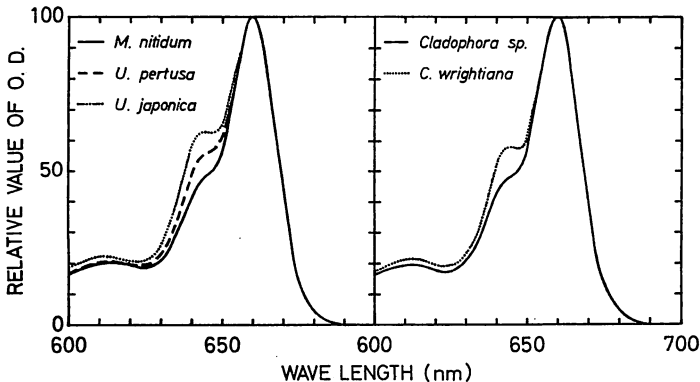


Fig. 5. Longer range of absorption spectrum of pigments from the green algae in ethyl ether. Values were expressed by percentages of the maximum in each solution.

の 540 nm 付近に吸収極大を持つ、色素の存在を示唆する吸収極大等は見出せず、その色素がどんなものであるのか全く分からないが、この色素の存在がこの海藻に緑色光の高い利用率をもたらしていることは、沿岸部海中光の分光分布のピークが丁度 540 nm 付近にあることから、ほとんど間違いないのでないかと思われる。またヤブレグサ等では、Chlorophyll *a*・*b* 比が低いこと、すなわち *b* の割合が大きいことも緑色光の利用率を高める一因となっていると考えられる。なぜなら、Chlorophyll *b* の二つの吸収極大の位置が *a* のそれらより可視部中央すなわち緑色部に近い上、*a* に比べ長波長側の吸収極大が低く、短波長側のそれが高いからである。

緑藻は“緑”の補色である赤色の光あるいは Chlorophyll が効率よく吸収するもう一方の波長域の光、すなわち青色光の占める割合の高い光の下でなければ生育できないという説明はすべての種類にはあてはまらない。緑藻・褐藻・紅藻の三者を対比させて論ずることは、それらの垂直分布の現状を説明するためにはあまり意味のないことであろう。ENGELMANN や LEVRING のようにこれらの三者を各深度に対応させることは、むしろそれらの分類群や各群に特徴的な色素等の起源を考える上に重要な示唆を与えるかも知れない。

Summary

Five species of Chlorophyta were collected from different depths in the coastal area of Shimoda, Izu Peninsula. Photosynthesis-light curves of algae from the intertidal zone were of sun pattern but those of ones from deeper range were of shade pattern.

Ulva japonica growing in the range deeper than 10 meters utilized green light by the same efficiency as white light, while in the case of *Monostroma* and *U. pertusa* growing in the intertidal zone the efficiency of the green light was apparently lower than that of the white light.

In the absorption spectrum of the living frond of *U. japonica* a notable bulge was observed in the range around 540 nm where the deep trough existed in the case of *Monostroma* and *U. pertusa*. The ratios of chlorophyll *a* to chl. *b*. in Ulvales were 1.9 in *Monostroma nitidum*, 1.5 in *Ulva pertusa* and 1.2 in *U. japonica*, and those in *Cladophora* were 1.8 in *C. sp.* and 1.3 in *C. wrightiana*.

The high efficiency in utilization of the green light observed in *U. japonica* suggests the well adaptation of this alga to the deep water in the coastal area where illumination is greenish. Such a high efficiency may be mainly due to the existence of unknown pigment having a peak at 540 nm in the absorption spectrum of its living frond as well as to its high ratio of chlorophyll *b* to chl. *a*. Such a pigment composition may contribute to maintenance of the shade pattern of photosynthesis-light curve in this alga.

引用文献

- 1) ENGELMANN, Th. W. (1883) Farbe und Assimilation. *Botanische Zeitung*, 41: 1-32.
 - 2) ——— (1884) Untersuchungen über die quantitativen Beziehungen zwischen Absorption des Lichtes und Assimilation in Pflanzenzellen. *Ibid.* 42: 81-112.
 - 3) LEVRING, T. (1967) Photosynthesis of some marine algae in clear, tropical oceanic water. *Botanica Marina*, 11: 72-80.
 - 4) ——— (1969) Light conditions, photosynthesis and growth of marine algae in coastal and clear oceanic water. *Proc. 6th Intern. Seaweed Symp.* 235-244.
 - 5) YOKOHAMA, Y. and ICHIMURA, S. (1969) A new device of differential gas-volumeter for ecological studies on small aquatic organisms. *Jour. Oceanogr. Soc. Japan*, 25: 75-80.
 - 6) COMAR, C. L. and ZSCHEILE, F. P. (1942) Analysis of plant extracts for chlorophylls *a* and *b* by a photoelectric spectrophotometric method. *Plant Physiol.*, 17: 198-209.
-

生物科学ニュース購読について

日本植物学会・動物学会・生化学会では生物科学に関する情報を会員に知らせるため、生物科学ニュース (B5版・約12頁・月刊) を共同で発行しています。内容は生物科学の各領域について、国際会議、各種学術集会の案内、書評、学術会議等のニュースです。

購読料金は1部50円、年間購読料900円(600円(50円×12ヶ月)+郵税・送料300円)です。

購読申込みは下記宛連絡して下さい。

日本学会事務センター/東京都文京区弥生2-4-16学会センタービル/Tel. 03-815-1903/
振替東京 55247。

尚50名以上が一括購読の形をとると、料金が割安となる由ですので、ご希望の方は藻類学会庶務幹事宛に10月10日までにご連絡下さい。