

## アカモクの光合成の日変化

高 坤 山

(※関西総合環境センター (530 大阪市北区中崎西2-3-39))

GAO, K. 1990. Diurnal photosynthetic performance of *Sargassum horneri*. Jpn. J. Phycol. 38: 163-165.

Higher morning photosynthetic rates and afternoon photosynthetic depression were observed on sunny days in *Sargassum horneri*. Such afternoon photosynthetic depression, however, was not observed when the plants were exposed to much reduced solar radiations. Photosynthesis and dark respiration in *S. horneri* showed apparent day-night rhythms independent of daytime exposures to various reduced solar radiations.

*Key Index Words:* diurnal change—photosynthesis—respiration—*Sargassum horneri*.

Kunshan Gao, Kansai Environmental Engineering Center, Nakazaki-nishi 2-3-39, Kita-ku, Osaka, 530 Japan

ある植物の特定期間における生産量を、ある時点で測定された光合成及び呼吸速度から算出する場合がある (e.g. BRINKHUIS 1977)。しかし、光合成活性は1日の間にも変化することが、ある種海藻で知られている (RAMUS and ROSENBERG 1980, GERARD 1986)。また、ホンダワラ科のウミトラノオにおいて光合成の日変化パターンを調べた GAO and UMEZAKI (1989a, b) は、晴天の日の午後の光合成速度が午前と同じ日射下での値より低くなることを見出している。アカモクを用いた本研究においても、晴天の日の午後における光合成速度の低下はみられたが、さらに、日中の光強度に関係なく、日中と夜間で光合成能に違いがみられたので、その結果も併せて報告する。

### 材料と方法

1986年8月と1987年8月に日本海に面する舞鶴湾でアカモクの幼体 (長さ 1-2 cm) を平均海面からの水深約 1 m の所から採集し、海水で洗ってから、直ちに実験に用いた。光合成の測定は流水測定法 (GAO and UMEZAKI 1989a, GAO 1989) と改良型プロダクトメーター (横浜ら 1986) を用いた差動式検容法で行った。流水測定法の場合は、直径 3 cm, 長さ 70 cm の透明または不透明のパイプの中に 5-10個のサンプルを維持し、流入口と流出口の海水の溶存酸素量をウィンクラー法で測定し、その差から純光合成速度または暗呼吸速度を求めた。差動式検容法の場合は、直読された酸素発生量あるいは酸素消費量から純光合成速度あ

るいは暗呼吸速度を求めた。

1986年8月26日夕方から翌日の夕方にかけて、晴天下の屋外におけるアカモク幼体の光合成を流水測定法で追跡した。また、天候と光合成及び呼吸活性の日変化との関係を明らかにするため、晴天の1987年8月28日の朝から翌日の朝まで、日光の強さが海面直下の70, 60, 40, 20%になるようにカーテン地で覆った場所で、サンプルを流海水中に維持した。その間、2または4時間おきに室内に持ち込み、光飽和光合成速度 (光源白熱電球, 110 V, 150 W; 光強度  $600 \mu\text{Em}^{-2}\text{s}^{-1}$ ) 及び暗呼吸速度をプロダクトメーターで測定した。1回の測定には約30分を要した。両実験とも実験水温は8月の舞鶴湾の表面水温にほぼ等しく、27-29°C であった。

### 結果と考察

Fig. 1 は晴天下の屋外で流水測定法によって得られたアカモク幼体の光合成-日射曲線である。日が昇るにつれてサンプルの光合成速度は上昇し、日射が  $900 \mu\text{Em}^{-2}\text{s}^{-1}$  になった7時30分頃最大値に達し、その後は日射が増加したにもかかわらず低下し、午後には15時頃までの間はほぼ一定に保たれ、以後日射の減少につれて低下した。暗呼吸速度は日没後に日の出の時より2倍ほど高くなった。午前と午後の同じ光強度下の純光合成速度を比較すると、午後の値が午前の値よりかなり低いことがわかる。昼間の純光合成速度、昼間の暗呼吸速度 (平均  $4.0 \text{ ml O}_2 \text{ g(d.w.)}^{-1}\text{h}^{-1}$ ) 及び

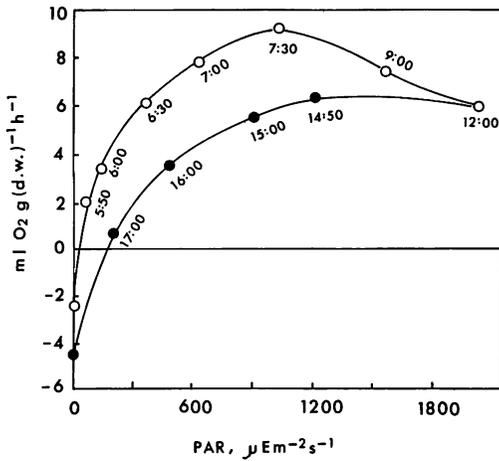


Fig. 1. Photosynthesis vs. solar radiation curves of *Sargassum horneri* on August 27, 1986. Open circles are for the data before noon, and filled circles for the data after noon. The numbers along the lines indicate the time of the day.

夜間の呼吸速度 (平均  $2.5 \text{ ml O}_2 \text{g(d.w.)}^{-1}\text{h}^{-1}$ ) から、測定に用いたアカモク幼体の1986年8月26日から27日にかけての24時間あたりの総同化量及び純同化量を算出することができるが、 $1 \text{ mg O}_2$  ( $0.7 \text{ ml O}_2$ ) が  $0.84 \text{ mg}$  の乾物量に相当する (IKUSIMA 1965) とすれば、それぞれ  $142.1 \text{ mg(d.w.)}^{-1} \text{g(d.w.)}^{-1}$  及び  $46.5 \text{ mg(d.w.)}^{-1} \text{g(d.w.)}^{-1}$  となる。

1987年8月28日から翌日にかけて、種々の相対日射強度下に置かれたサンプルを用いて行った実験の結果を Fig. 2 に示す。70%の日射強度の下に置かれたサンプルでは (Fig. 2A), 光飽和光合成速度は日中に低下し、14時頃極小値に達した後にわずかに上昇して、18時に極大に達した後に再び低下し、翌朝にまた上昇した。午後の光飽和純光合成速度は午前に比べて25~40%程低かった。一方、60%から20%までの日射強度の下に置かれたサンプルでは (Fig. 2B-D), 光飽和純光合成速度が午後になっても午前中とほぼ等しい値に保たれたが、夜間には著しく低下した。暗呼吸速度は、70%の日射強度の下に置かれたサンプルで午前から午後に向かって20%程上昇したが、他のサンプルでは日中ほぼ一定に保たれた。しかし、いずれのサンプルでも、夜間には暗呼吸速度の明らかな低下がみられた。

以上の結果から、アカモク幼体の光飽和光合成速度と暗呼吸速度を模式的に表わすと Fig. 3 のようになる。点線で表わされた日射の弱い日のパターンは、光合成活性及び暗呼吸活性が共に昼間に高く夜間に低くなるというリズムを有することを暗示しているが、晴

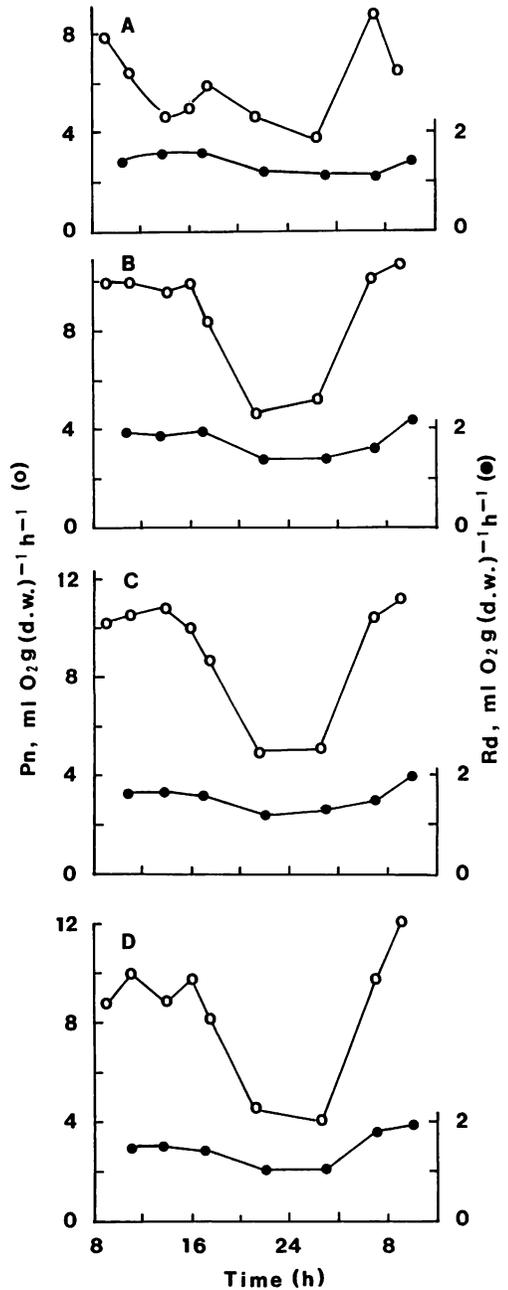


Fig. 2. Changes with time in net photosynthesis (Pn) and dark respiration (Rd) of *Sargassum horneri* juveniles exposed to various levels of solar radiation (A, 70%; B, 60%; C, 40%; and D, 20%) on August 28-29, 1987, when the solar radiation at noon was  $2000 \mu\text{Em}^{-2}\text{s}^{-1}$ . Two to three juveniles were used in each case.

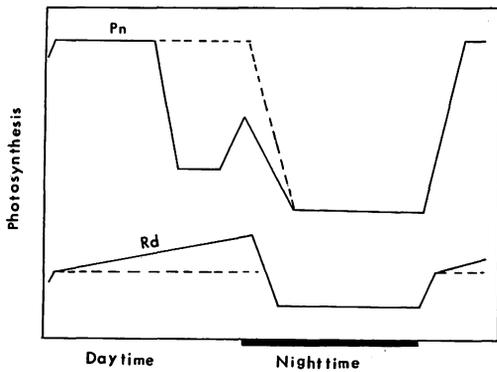


Fig. 3. Model curves of photosynthetic and respiratory performance in *Sargassum horneri* on a sunny day (solid lines) or on a rainy day (dotted lines). Pn is for light-saturated net photosynthesis, and Rd for dark respiration.

天の日には、実線で表わされているように、光飽和光合成速度は午後一時低下し、また暗呼吸速度は日中ゆるやかに上昇する。このような晴天の日の午後における光合成の抑制と呼吸の促進は、GAO and UMEZAKI (1989a, b) がウミトラノオについて考察しているように、強光下での光合成産物の蓄積の結果と考えられる。

日本近海においてアカモクは水深 20 m 付近まで分布しているが(能登谷 1988)、舞鶴湾では平均海面からの水深約 0.5 m から 3 m 付近まで分布しており、本研究でのサンプリング深度における相対日射強度は海面直下の約 70% であるので、この深度に生育しているアカモク幼体の光合成活性は晴天の日の午後には低下するものと考えられる。

## 謝 辞

本報告の原稿は中原紘之博士に読んでいただいた。本報告のデータは博士論文の一部であり、京都大学大学院農学研究科博士課程において同大学の梅崎勇先生と東京水産大学の有賀祐勝先生のご指導をいただいた。ここに厚くお礼を申し上げる。

## 文 献

- BRINKHUIS, B. H. 1977. Comparisons of salt-marsh fucoid production estimated from three different indices. *J. Phycol.* 13: 328-335.
- GAO, K. 1989. Studies on photosynthesis of *Sargassum* plants. Doctoral thesis, Kyoto University.
- GAO, K. and UMEZAKI, I. 1989a. Studies on diurnal photosynthetic performance of *Sargassum thunbergii* I. Changes in photosynthesis under natural sunlight. *Jpn. J. Phycol.* 37: 89-98.
- GAO, K. and UMEZAKI, I. 1989b. Studies on diurnal photosynthetic performance of *Sargassum thunbergii* II. Explanation of diurnal photosynthesis patterns from examinations in the laboratory. *Jpn. J. Phycol.* 37: 99-104.
- GERARD, V. A. 1986. Photosynthetic characteristics of giant kelp (*Macrocystis pyrifera*) determined *in situ*. *Mar. Biol.* 90: 473-482.
- IKUSIMA, I. 1965. Ecological studies on the productivity of aquatic plant communities I. Measurement of photosynthetic activity. *Bot. Mag. Tokyo*, 78: 202-211.
- 能登谷正浩 1988. 青森県竜飛—藤島沿岸における大型海藻類10数種の垂直分布。日本植物学会第53回大会研究発表記録(要旨)。
- RAMUS, J. and ROSENBERG, G. 1980. Diurnal photosynthetic performance of seaweeds measured under natural conditions. *Mar. Biol.* 56: 21-28.
- 横浜康継・片山 康・古谷庫造 1986. 改良型プロダクトメーター(差働式検容計)とその海藻の光合成測定への応用。藻類 34: 37-42.

