

## アマモの光合成活性測定に関する2, 3の実験

尾田 正

Experiments on the Measurement of Photosynthesis Activation  
in Eelgrass *Zostera marina*

Tadashi ODA

キーワード：アマモ, 光合成, プロダクトメーター

アマモ *Zostera marina* はアマモ属アマモ科に属し、北半球を中心に内湾の浅海域の砂泥に生息する種子植物である。アマモ場は我が国においても北海道から九州沿岸に普遍的に見られ、魚介類仔稚魚の揺籃場として、また水質浄化の場<sup>1)</sup>として水産上重要な役割を果たしている。しかし、近年は埋め立てや生活排水、工場排水の汚染などにより全国で藻場が消滅してきている<sup>2)</sup>。特に瀬戸内海では多くの藻場が消滅しており、岡山県においては大正年代後期に約4,200haあったアマモ場は1977年の調査では675ha<sup>3)</sup>、'89年の調査では約575ha<sup>4)</sup>となり、大正年代の約1/7と激減してしまった。

岡山県ではアマモ場の再生のために'77年からアマモ場造成に関する基礎的研究を始め、'98年からは(株)マリノフォーラム<sup>2)</sup>と共同でアマモ場造成技術を確認するための調査研究を行っている。その一環としてアマモ生育の制限要因となっている光環境について明らかにする目的でアマモの純光合成速度を指標とした光要求量を調査している。本報告は、アマモの純光合成速度を測定するにあたり、光源の種類や葉片切除後経過時間に伴って光合成活性が受ける影響について明らかにするために実験を行ったものである。

報告にあたり、プロダクトメーターを貸与していただいた(株)芙蓉開発、光合成測定方法について指導して下さった元筑波大学下田臨海実験センター横浜康継教授に厚く御礼申し上げます。

## 材 料 と 方 法

光源の違いによる光合成活性の変化 アマモの光合成活性が光源の違いにより受ける影響を検討する目的で実施した。光源として太陽光線の分光分布に近い人工太陽灯(セリック(株), SOLAX, 以下AS)とスライドプロジ

ェクターランプ(以下SL)を用いた。光合成の測定は、横浜ら<sup>5)</sup>の考案した改良型プロダクトメーター(差動式検容計)2基を用いた。

実験に用いたアマモは多年生アマモ場から栄養株を地下茎と根を有するように採取し、流水中で1日以上養生させた。測定に用いた葉片は、地下茎から約15cmの部位の若葉を鋭利な刃物で約3cm(1.5~1.8cm<sup>2</sup>)切除して作成した。葉片に付いた微小藻類はティッシュペーパーで拭き取った。測定には異なった株から切除した葉片を2枚用意し、ASとSLで交互に純光合成速度を測定した。反応容器に収容した葉片は光を当てて振とうし、光合成活性が安定した後、3~5分毎に酸素発生量を読みとった。7から10回読みとった後、酸素発生量をプロットし、アマモ葉片1cm<sup>2</sup>・1時間当たりの純光合成速度( $\mu$ l/cm<sup>2</sup>/h)を求めた。得られた純光合成速度は以下の式に基づいて標準状態(0℃, 1気圧)に補正した。

$$V \cdot 273 / (273 + t)$$

V: 室温t℃で得られた値

水温は自然水温とし、光量を150 $\mu$ E/m<sup>2</sup>/Sとした。なお、光量は光量子計(QSP-160, BIOSPHERICAL INSTRUMENTS INC.)を用いて測定した。実験は'98年10月4日と11月22日に行った。

葉片切除後経過時間に伴う光合成活性の変化 葉片を切除してから光合成活性が安定するまでの時間と光合成活性が持続する時間を検討する目的で実施した。光源はSLを用い、プロダクトメーター2, 4基で光源による光合成活性で用いた方法と同様の方法で測定した。実験は'98年10月7~9日, 10月21日~12月27日に実施した。

## 結 果 と 考 察

光源の違いによる光合成活性の変化 葉片1の純光合

成速度は、ASで平均 $11.6 \mu\text{l}/\text{cm}^2/\text{h}$ 、SLで平均 $10.3 \mu\text{l}/\text{cm}^2/\text{h}$ であり、葉片2の純光合成速度は、ASで平均 $10.3 \mu\text{l}/\text{cm}^2/\text{h}$ 、SLで平均 $9.5 \mu\text{l}/\text{cm}^2/\text{h}$ といずれの葉片もASが高かった(図1-1)。しかし、葉片3の純光合成速度は、ASで平均 $29.7 \mu\text{l}/\text{cm}^2/\text{h}$ 、SLで平均 $29.9 \mu\text{l}/\text{cm}^2/\text{h}$ であり、葉片4の純光合成速度は、ASで平均 $23.5 \mu\text{l}/\text{cm}^2/\text{h}$ 、SLで平均 $30.1 \mu\text{l}/\text{cm}^2/\text{h}$ となり、いずれの葉片でもSLが高かった(図1-2)。2回の試験の結果は逆となり、ASが高い場合とSLが高い場合があり一定しなかったが、差はわずかであった。これは光源の種類による差よりも、むしろそれぞれの葉片の活力による差の方が大きいと思われた。

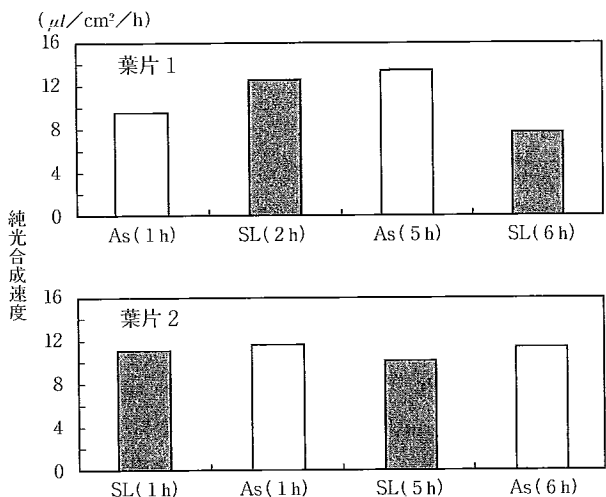


図1-1 光源の違いによる純光合成速度  
ASは人工太陽灯、SLはスライドプロジェクターランプ  
( )内は葉片切除後経過時間  
水温は $24.4 \sim 25.5^\circ\text{C}$

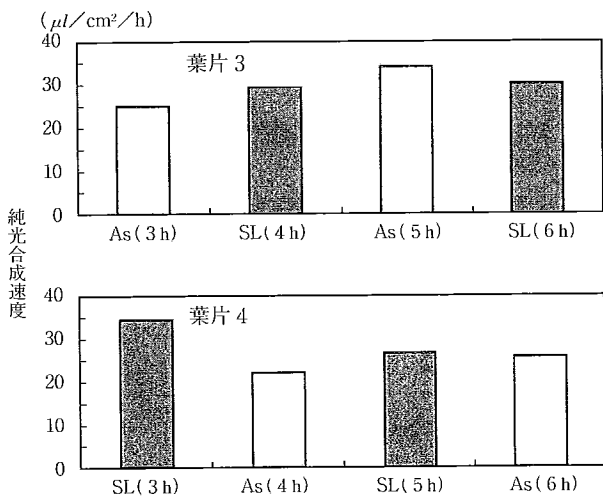


図1-2 光源の違いによる純光合成速度  
ASは人工太陽灯、SLはスライドプロジェクターランプ  
( )内は葉片切除後経過時間  
水温は $12.2 \sim 13.3^\circ\text{C}$

一般に藻類の生育に有効な光は、クロロフィル及び他の光合成の補助色素を吸収する波長域(400~700nm)の可視光線に限られている<sup>6)</sup>。ASは白色蛍光灯、白熱電球に比べると波長域が300~780nmと太陽光の分光分布に近く、光合成に利用されやすいと考えられたが、今回実施した測定結果では明確でなかった。これは1回の測定が35~45分間と短いことからその差が出るまでには至らなかったためと考えられる。プロダクトメーターを用いた純光合成速度の測定においては、測定時間が短時間であるために、光源として高価なASを用いる必要はなく、安価なSLでも信頼できるデータが得られることが判明した。

葉片切除後経過時間に伴う光合成活性の変化 葉片5は切除後0.5時間後から24.5時間後まで安定した測定値を示した。それに対し、葉片6は0.5時間後では最も低い測定値を示し、24.5時間後に最高値を示したが、その後は減少した(図2-1)。葉片5も32.5時間後には減少した。このことから、葉片によっては切除直後でも安定した光合成活性を示す場合と示さない場合がある事が判明した。また、切除後24時間以上経てば光合成活性が落ちる傾向が見られた。しかし、著者はアマモが葉だけでも水槽中に静置していると、1ヶ月経っても枯れないことをしばしば観察している。そこで、測定葉片を4枚に増加して長期にわたって測定した結果、アマモ葉片は切除後5時間以上経過すると、光合成活性が安定し(図2-2)、約2週間後まで安定した(図2-3)。2週間後からは徐々に活性が低くなったが、安定期間(2週間)の平均純光合成速度に対して半減するのは約50日後からであった。このことから、アマモ葉片は長期にわたって光合成活性が維持され、盛んに光合成をしていることが判明した。また、アマモ葉片の色彩が変化し、縁部が褐色がかってくるのは約50日後からであり、光合成活性

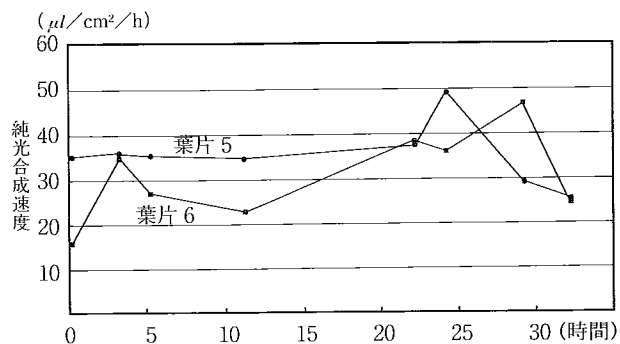


図2-1 葉片切除後の経過時間に伴う純光合成速度の変化  
水温は $23.6 \sim 25.5^\circ\text{C}$

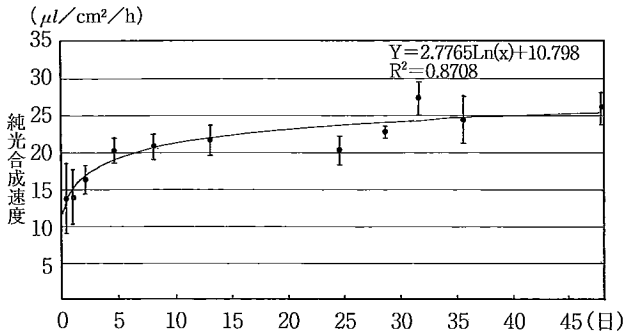


図 2-2 葉片切除後の経過時間に伴う純光合成速度の変化 (mean±SD, n=4)  
水温は18.3~20.5℃

が半減した頃と一致していた。

緑藻類のアナアサ *Ulva pertusa* や褐藻類のウミウチワ *Padina arborescens* など体制が比較的単純な藻類では、葉片切除直後でも安定した光合成活性を示すが、大型褐藻類のアラメ *Eisenia bicyclis* やカジメ *Ecklonia cava* では葉片切除後3時間以上流水中に漬けてからでないと光合成活性が安定しない<sup>8)</sup>。アマモは種子植物で葉、根、茎からなっており、体制が複雑であることから、葉片を切除すると維管束などが傷つけられ、光合成活性が安定するのにアラメやカジメよりも時間がかかると考えられる。

以上の結果から、アマモ葉片の光合成活性を測定するには、葉片を鋭利な刃物で切除し、少なくとも8時間以上、実用的には1日経過してから測定すれば信頼できるデータが得られること、そして同じ葉片を用いて測定す

る場合は少なくとも2週間は安定したデータが得られることが判明した。

文 献

- 1) 倉敷市大畠地先アマモ場環境調査委員会, 1994: 倉敷市大畠地先アマモ場環境調査学術報告書, 1-83.
- 2) 相生啓子, 1998: 日本の海藻—植物版レッドリストより—, 海洋と生物, 114, 7-12.
- 3) 岡山県, 1979: 岡山県沿岸海域の藻場調査—藻場の分布について—, 77-101.
- 4) 環境庁・(財)海中公園センター, 1994: 第4回自然環境保全基礎調査, 海域生物環境調査報告書, 第2巻藻場, 400pp.
- 5) 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.
- 6) 岩崎英雄, 1969: 2.3.D培養の一般操作, 藻類研究法(西澤一俊・千原光雄編集), 共立出版, 東京, 189-194.
- 7) 横浜康継, 1982: 海藻の謎, 三省堂, 東京, 235pp.
- 8) Y.SAKANISHI, Y.YOKOHAMA, and Y.ARUGA, 1988: Photosynthesis measurement of blade segments of blown algae *Ecklonia cava* Kjeliman and *Eisenia bicyclis* Setchell, Jpn. J. Phycol.(Sorui), 36, 24-28.

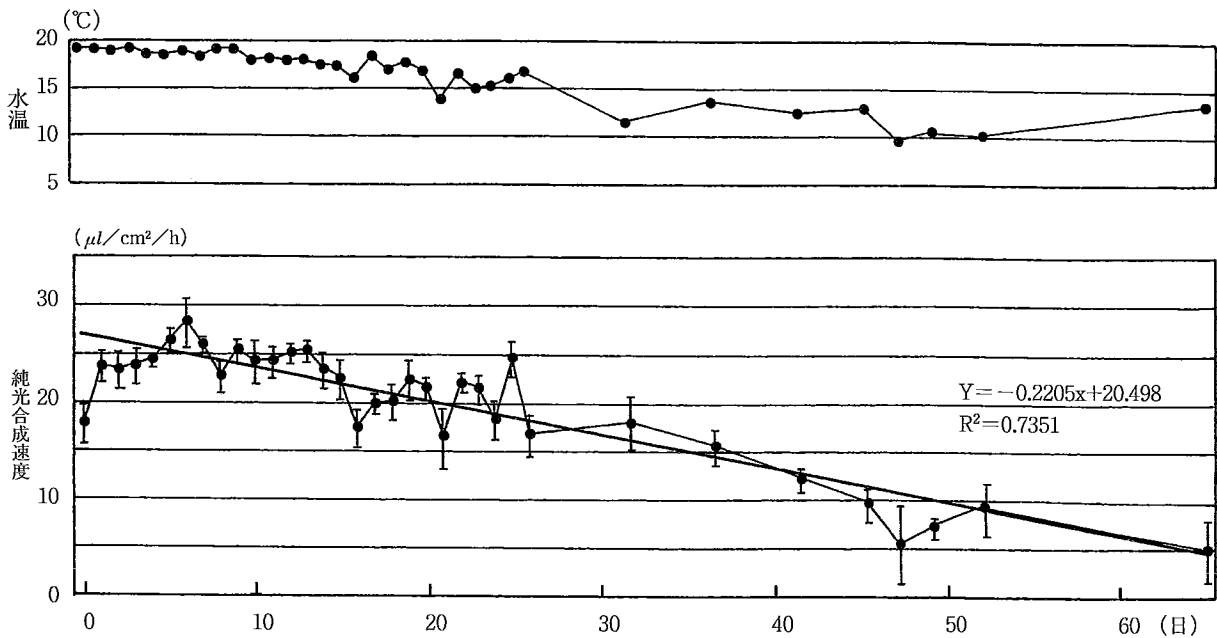


図 2-3 葉片切除後の経過時間に伴う純光合成速度の変化 (mean±SD, n=4)