

異なった水温条件下におけるアマモの光合成速度と呼吸速度

尾田 正

Photosynthesis- and Respiration-Temperature Relationship in the Eelgrass *Zostera marina*

Tadashi ODA

キーワード：アマモ，光合成，呼吸，水温

アマモ *Zostera marina* はアマモ科アマモ属に属し，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，魚介類仔稚魚の成育の場として，また水質浄化の場¹⁾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²⁾。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675ha³⁾，'89年の調査では約575ha⁴⁾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（社）マリノフォーラム21と共同でアマモ場造成技術を確立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た*。本報告は，アマモの純光合成速度の季節的变化を測定するにあたり，アマモの光合成と水温の関係についてその季節的变化について検討したので報告する。

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筑波大学下田臨海実験センター元教授横浜康継博士に厚く御礼申し上げます。

材料と方法

測定に供試したアマモは岡山県水産試験場沖にある黒島の多年生アマモ場から採取したものをを用いた。D.L.

-0.3m付近に分布するアマモを地下茎と根を有するように採取し，水産試験場に運搬後，流水式水槽に収容した。採取して1日以上経過した後，内側の若葉を地下茎から約15cm上方の葉状部を長さ約3cm（1.5~2.0cm²）になるように鋭利な刃物で切除した。葉片に付いた微小藻類等はティッシュペーパーにより拭き取った後，ビーカー内に1日静置し，光合成活性が安定してから測定を行った。

光合成測定は，筑波大学下田臨海実験センター横浜教授らが藻類の光合成や呼吸量を測定するために開発，改良⁵⁾した差動式検容計であるプロダクトメーター（日光科学社製）を用いた。光源はスライドプロジェクターランプを用い，光条件を0，200 μ E/m²/sの2段階，温度条件5~35 $^{\circ}$ Cまで5 $^{\circ}$ C間隔に7段階に設定した。1条件当たり異なる4株の葉片を4台のプロダクトメーターで同時に測定した。反応容器に収容した葉片に光を当てて振とうし，光合成活性が安定した後，5分毎に酸素発生量を読みとった。6回読みとった後，最小二乗法でアマモ葉片の1時間当たりの純光合成速度（ μ l/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 $^{\circ}$ C，1気圧）に補正した。

$$V = V_t \times 273 / (273 + t)$$

ただし， V_t は室温 t° Cで得られた純光合成速度（ μ l/h）を示す。

測定した葉片は-80 $^{\circ}$ Cのフリーザー内に保管し，その後，乾燥重量とクロロフィル量を測定した。クロロフィル量は葉片を10mlのN,Nジメチルホルムアミド(DMF)に浸

* 未発表

し、 -20°C の暗所に24時間放置した後、上澄み液を664及び630nmにおける吸光度(A664及びA630)を分光光度計を用いて測定した。クロロフィルa量は以下の式^{6,7)}を用いて求めた。

$$\text{クロロフィルa量 } (\mu\text{g/ml}) = 11.47A_{664} - 0.40A_{630}$$

測定は'00年4, 7, 10月, '01年1月の4回実施した。1月と4月, 7月と10月における自然水温はほぼ同様であるが, 1月は更に最低水温へと降下する時期であり, 4月は最低水温を経て水温上昇期にあたる。7月はアマモの衰退期で水温上昇期にあたり, アマモにとって最も厳しい高水温という環境条件への移行期である。10月は最高水温から水温下降期にあたり, アマモが盛んに成長する分枝期から伸長期にあたる。このように自然水温は同様であってもアマモのライフサイクルにおいては生理的に異なった時期である。

結果と考察

葉片の乾燥重量当たりのクロロフィルa含量(図1)は顕著な季節的变化を示し, 4月, 7月は少ないが, 10月に最も多くなり, 1月にはやや少なくなった。また, 葉面積当たりのクロロフィルa含量も同様な傾向を示した。10月に最も高くなるのは, 衰退期を経て盛んに光合成を行う分枝期に当たるためであると思われる。このようにアマモは衰退期にかけてはクロロフィルa含量が少なくなり, 分枝期, 伸長期には多くなることが判明した。

酸素発生速度($\mu\text{l}/\text{cm}^2/\text{h}$)を葉片のクロロフィルa量当たりで表した(図2)。いずれの月も純光合成速度は水温の上昇とともに増加し, 25°C 付近で最大となった後, 下降した。このことはアマモの光合成の最適水温が $25\sim 30^{\circ}\text{C}$ にあることを示している。しかし, 一般に海藻類の光合成の最適水温は生育の最適水温よりも 10°C 前後も高い⁸⁾ことが知られており, アマモも秋季から冬季に成長することから生育の最適水温は光合成の最適水温よりも低いと思われる。

5°C の低水温, 35°C の高水温条件下においても純光合成速度が最も大きいのは1月であり, 伸長期は最も光合成活性が高いと思われる。

また, 同水温下において純光合成速度が最も大きいのは1月, 次いで4月であり, 最も小さいのは7月, 次いで10月であった。

呼吸速度はいずれの月も水温が高くなるほどやや上昇する傾向が見られる。

呼吸速度は低水温の 5°C や高水温の 35°C では非常に不安定であり, 測定値が大きく変動した。これはこれらの温度では岡山県に分布するアマモの生息環境として不適であり, アマモが生理的に異常をきたしたのと考えられる。純光合成速度においても同水温下では不安定であった。

これらのことから, アマモは分枝期から伸長期において最も光合成活性が高く, 衰退期には最も低くなることが明らかになった。また, 呼吸速度は純光合成速度に比べると温度による差は少なく, 水温の上昇が呼吸速度を著しく大きくして純光合成速度を減少させるということはないと考えられる。

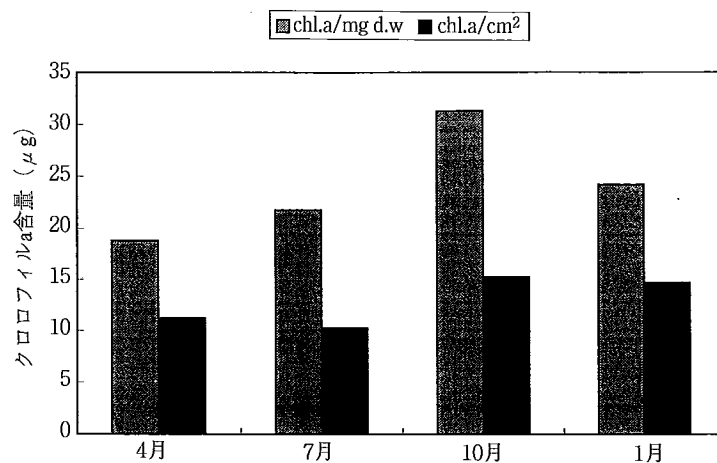


図1 葉片のクロロフィルa含量の季節的变化

乾燥重量1mg当たり, 及び面積1cm²当たりで示した

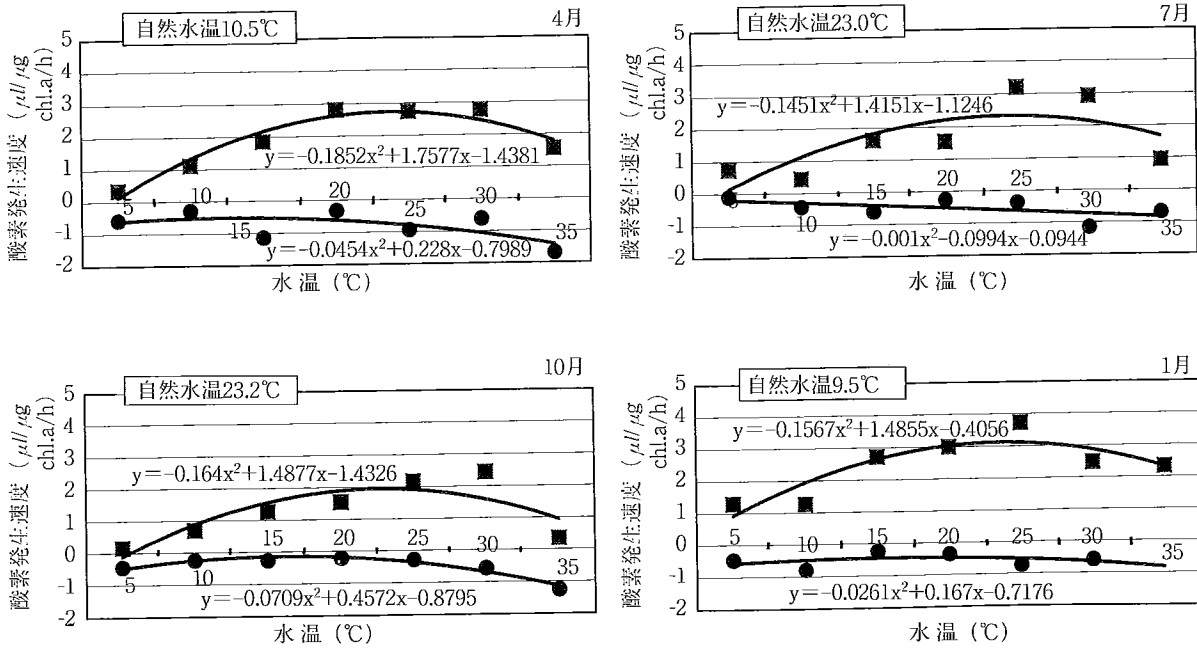


図2 プロダクトメーターにより測定した黒島地先のアマモ(多年生アマモ場)の光合成-温度曲線
 グラフの上段は光量 $200 \mu E/m^2/s$ における純光合成速度, 下段はdark条件下における呼吸速度を表す。
 酸素発生速度はクロロフィルa量・1時間当りの μl で表した。

文 献

- 1) 倉敷市大島地先アマモ場環境調査委員会, 1994: 倉敷市大島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) B.J.Speziale, S.P.Schreiner, P.A.Giammetteo, and J.E.Schindler, 1984: Comparison of N,N-dimethylformamide, dimethyl sulfoxide and acetone for extraction of phytoplankton chlorophyll, *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 41, 1519-1522.
- 7) W.J.Henley and K.H.Dunton, 1995: A seasonal comparison of carbon, nitrogen, and pigment content in *Laminaria solidungula* and *L. saccharina* (Phaeophyta) in the Alaskan Arctic. *J., Phycol.* 31, 325-331.
- 8) 横浜康継, 1982: 海藻の謎, 第1版, 三省堂, 235pp.