

畑 正好*・横浜康継**：本邦北部産海藻の光合成 —温度特性とその季節変化

Masayoshi HATA* and Yasutsugu YOKOHAMA**：Photosynthesis-temperature relationships in seaweeds and their seasonal changes in the colder region of Japan.***

海藻の光合成—温度特性とその季節変化は、すでに伊豆下田産の材料について、横浜^{1, 2)}によって報告された。今回、海水温が下田より通年5°C前後低い岩手県小本で同様の実験を行なったので報告する。

材料および方法

藻体は小本海岸の潮間帯または低潮線下数メートルまでの深さで採集し、大量の海水と共に、同海岸に近接した岩手県立岩泉高校小本分校へ運び、直ちに実験に用いた。光合成測定には差働式検容計³⁾を用い、容積約20 mlのワールブルグ型容器に2~3 cm²の海藻葉片を約5 mlの濾過海水と共に入れ、発生する酸素の量を測定した。光源には幻灯機を用い、検容計容器の浸っている恒温水槽の下に置いた鏡で反射させて、容器の底面から光を海藻葉片面に直角に当て、そこでの照度が20,000 luxになるようにした。

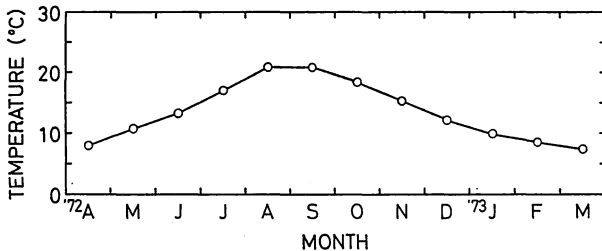


Fig. 1. Annual changes of the sea-water temperature near Omoto, measured by the Iwate Prefectural Fisheries Experimental Station.

* 新潟大学理学部生物学教室 (950-21 新潟市五十嵐二の町 8050).

Department of Biology, Faculty of Science, Niigata University, Niigata, 950-21 Japan.

** 東京教育大学理学部附属臨海実験所 (415 静岡県下田市 5-10-1).

Shimoda Marine Biological Station, Faculty of Science, Tokyo Kyoiku University, Shimoda, Shizuoka, 415 Japan.

*** 下田臨海実験所業績 No. 298

Bull. Jap. Soc. Phycol., 24: 1-7, 1976.

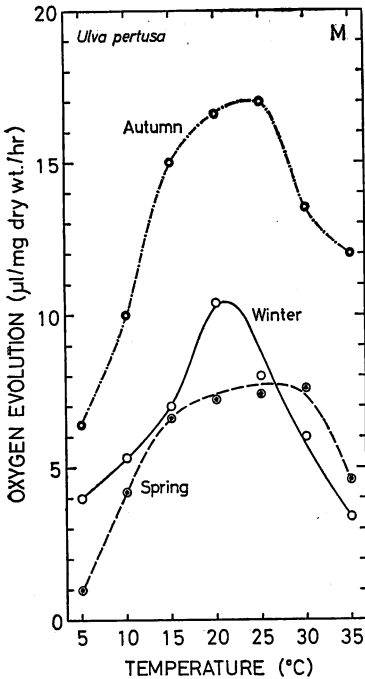


Fig. 2. Photosynthesis-temperature relationships seasonally measured for a green alga, *Ulva pertusa*, under illumination of 20,000 lux. Mean values of repeated three measurements are plotted. M denotes middle intertidal zone where the materials were growing.

結果と考察

測定は年4期にわたって行なった。Fig. 1から分るように海水温の最も高くなるのは8月～9月であるので、この時期を高温期(夏)、海水温の最も低い2月～3月を低温期(冬)とし、5月～6月(春)と11月～12月(秋)をそれぞれ中間の時期とした。

Fig. 2, Fig. 3, および Fig. 4に、アナアオサ(緑藻)、コンブ属の1種、ワカメ(褐藻)およびナミノハナ、エヅツノマタ、ダルス、ユナ(紅藻)について年2期ないし4期にわたって測定した純同化速度と温度との関係(光合成—温度特性)を示した。いずれの種でも季節ごとに明らかに曲線の形が異なり、光合成の最適温度は夏に最高、冬に最低となり、高温による光合成の抑制が冬に最も著しくなることが分る。春と秋には中間的な性質が現われ、曲線は3ヶ月足らずの間に明瞭に異なった特徴をもつものに移行するといえる。しかし現場の海水温に対して光合成最適温度は夏以外の時期にはかなり高くなる。月平均海水温が約21°Cである8月～9月には、ほとんどの種の光合成最適温度は25°C前後であって、その差がわずかであるのに対して、2月～3月には前者は約8°Cであるのに

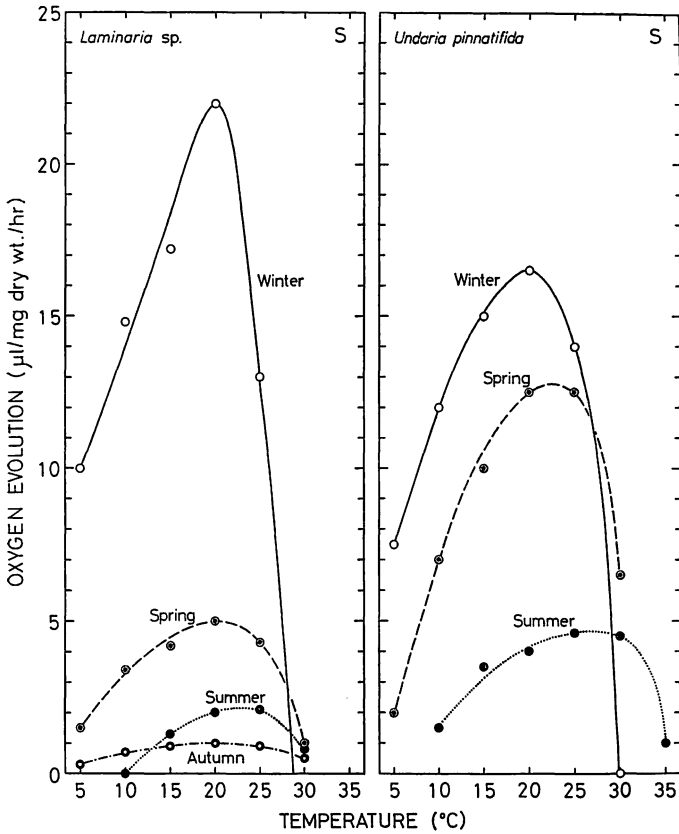


Fig. 3. Photosynthesis-temperature relationships seasonally measured for brown algae. S denotes subtidal zone where the materials were growing.

後者は20°C前後となり、両者の差は大きくなる。5月～6月には前者は11°C～13°Cで後者は20°Cと25°Cの間にあり、11月～12月には前者は12°C～15°Cで後者は20°Cと25°Cの間にある。以上のような、高温環境下の藻体の光合成最適温度が環境温度とあまりちがわず、低温環境下のそれは環境温度よりかなり高いという事実は下田の材料でも認められたが、天然の植物プランクトン群集や培養したクロレラについてもすでに有賀^{4,5)}によって報告されている。またHEALEY⁶⁾によれば、北極の氷点下に生育していた海藻においてさえも光合成最適温度は20°Cから25°Cの間にあったという。小本の場合、月平均海水温の年較差が13°C以上であるのに対して、海藻の光合成最適温度

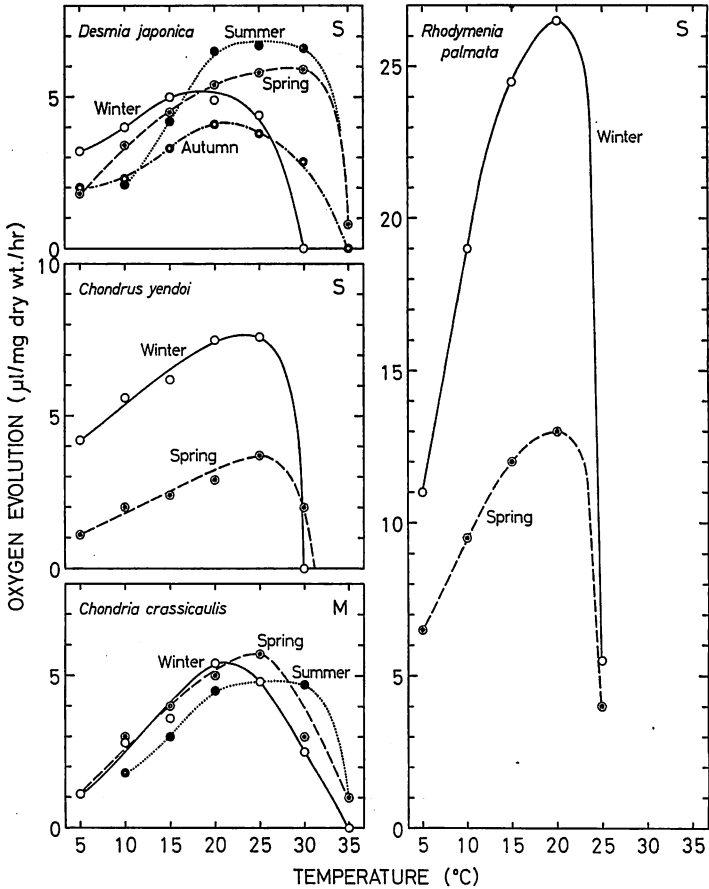


Fig. 4. Photosynthesis-temperature relationships seasonally measured for red algae. Notations are the same as in Fig. 2 and Fig. 3.

の夏冬間の差はほとんどの種で 5°C 前後しかなく、光合成最適温度は環境温度ほど大きくは変化しないことが分る。しかし光合成—温度曲線の形は季節的にかなり大きく変化するような印象を受ける。これは高温部における曲線の下降の状態、すなわち高温による光合成の抑制の程度が季節的にかなり変化するためであろう。

光合成—温度特性は地域的な温度条件の相違にも対応した変異を示すであろうと思われる。そこで下田の材料の特性と比較するため、小本でも冬に集中的に多くの種で実験を行なった。下田での冬の結果²⁾と同じ形式で表わした図が Fig. 5 であるが、同一種でも小本産の藻体の光合成最適温度は下田産のものより一般に 2°C ないし 4°C

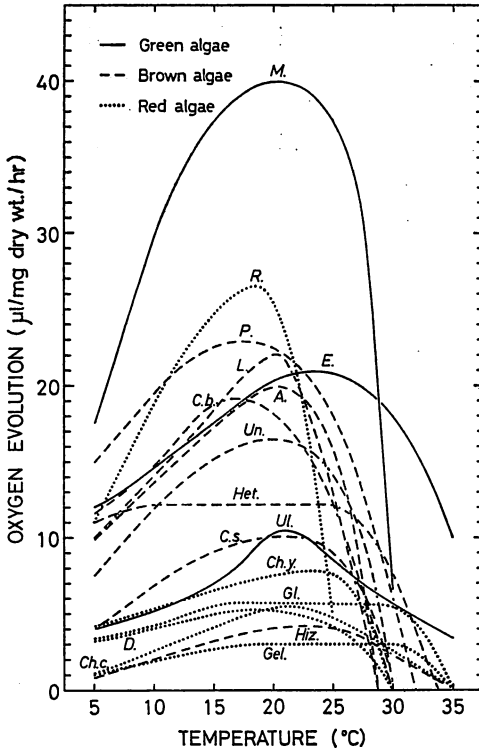


Fig. 5. Photosynthesis-temperature curves in winter materials of green, brown and red algae. M.=*Monostroma grevillei*; Ul.=*Ulva pertusa*; E.=*Enteromorpha linza*; Het.=*Heterochordaria abietina*; C. s.=*Colpomenia sinuosa*; C. b.=*Colpomenia bulbosa*; P.=*Petalonia fascia*; L.=*Laminaria* sp.; A.=*Alaria crassifolia*; Un.=*Undaria pinnatifida*; Hiz.=*Hizikia fusiformis*; Gel.=*Gelidium amansii*; D.=*Desmia japonica*; Gl.=*Gloiopeltis furcata*; Ch. y.=*Chondrus yendoii*; R.=*Rhodymenia palmata*; Ch. c.=*Chondria crassicaulis*.

低い。しかしアアナオサ (*Ulva pertusa*) の場合はその差が約 7°C で、下田と小本の冬の海水温の差 (約 5°C) よりも大きい。この事実は小本産の藻体と下田産の藻体間の生理的な分化を物語っているのかも知れない。ウスヒトエグサ (*Monostroma grevillei*) は下田ではみられない北方産の種であるが、この光合成最適温度は下田産のヒトエグサ (*M. nitidum*) のそれより約 10°C も低い。またこの種では、用いた他の緑藻ではみられない著しい高温阻害もみられた。北方産の紅藻であるエゾツノマタ (*Chondrus yendoii*) でも著しい光合成の高温阻害がみられ、さらに北方産のダルス (*Rhodymenia palmata*) ではその傾向がより著しい。

下田では、それぞれの種の示す光合成—温度曲線は、それぞれの属する分類群内の他

の仲間と互に似た特徴をもっているようにみえたが、今回測定した小本産のものでも同じような傾向がみられた。すなわち、緑藻と紅藻は光合成最適温度が一般に褐藻より高いが、紅藻は緑藻に較べて高温部での曲線の下降がより急激であること、また褐藻内では、夏でも潮間帯で大きな形態を保っているヒジキ (*Hizikia fusiformis*) は他の種に較べて高温に対する耐性が大きいなどの点は下田の場合と同じであった。

本研究の遂行に対して便宜ならびに助言を賜った弘前大学教育学部石川茂雄教授・同学部附属中学校成田和樹教諭ならびに山本海苔研究所斉藤宗勝氏に深く感謝致します。

Summary

Photosynthesis-temperature relationships were studied for three species of the Chlorophyta, eight of the Phaeophyta and six of the Rhodophyta at Omoto which was located in the colder region of Japan. Their characters revealed in this study were compared with those of seaweeds at Shimoda in the temperate region, where the sea-water temperature was higher by about 5°C than that at Omoto through the year.

The optimum temperature for photosynthesis was higher than the sea-water temperature by the degree less than 5°C in summer but by about 10°C or more in the other seasons.

Investigations were carried out most extensively in winter. When the results for the different species were compared with one another, it was recognizable that the green algae were generally more heat-resistable whereas the brown algae were more heat-susceptible. This tendency was similar to those observed in the winter materials at Shimoda. The optimum temperatures for photosynthesis in the materials at Omoto were, however, generally lower than those at Shimoda. The difference in the optimum temperature between a material at Omoto and that at Shimoda of the same species was generally from 2°C to 4°C. The difference between *Monostroma grevillei*, a boreal species, at Omoto and *M. nitidum* at Shimoda was, however, as large as 10°C.

The boreal species including most of brown algae examined, a green alga, *Monostroma grevillei*, and red algae, *Chondrus yendoi* and *Rhodymenia palmata*, were extremely heat-susceptible.

引用文献

- 1) YOKOHAMA, Y. (1971) Photosynthesis-temperature relationships in several benthic marine algae. Proc. 7th Intern. Seaweed Symp.: 286-291.

- 2) ————— (1973) A comparative study on photosynthesis-temperature relationships and their seasonal changes in marine benthic algae. *Int. Revue ges. Hydrobiol.*, **58**: 463-472.
- 3) YOKOHAMA, Y. and ICHIMURA, S. (1969) A new device of differential gas-volumeter for ecological studies on small aquatic organisms. *J. Oceanogr. Soc. Japan*, **25**: 75-80.
- 4) ARUGA, Y. (1965) Ecological studies on photosynthesis and matter production of phytoplankton I. Seasonal changes of photosynthesis of natural phytoplankton. *Bot. Mag. Tokyo*. **78**: 280-288.
- 5) ————— (1965) Ecological studies on photosynthesis and matter production of phytoplankton II. Photosynthesis of algae in relation to light intensity and temperature. *Ibid.*, **78**: 360-365.
- 6) HEALEY, F. P. (1972) Photosynthesis and respiration of some arctic seaweeds. *Phycologia*, **11**: 267-271.

□ J. TOKIDA & H. HIROSE ed.: **Advance of Phycology in Japan**. 355 pp., 161 figs., 30 tables, VEB Gustav Fischer Verlag, Jena, 1975. (邦貨にして約1万5千円)

時田・広瀬両先生が監修された本書の内容は、系統学3, 形態学4, 生活史1, 生理学6, 生態学1, 分布1, 利用・応用4の合計20'題目からなり, 22名の研究者により分担執筆されている。

系統関係では, 堀・植田両氏が葉緑体, ピレノイドの電顕像から追求し, 西沢・佐々木両氏は細胞壁組成から展開し, 広瀬氏はフィコビリンの吸光曲線に5型あることを述べている。

形態学分野では, 高橋氏が *Chrysophyta* の鱗片, 鞭毛の構造を電顕走査像から解明し, 珪藻土の性格を知るためや分類学への応用をねらいとして奥野氏は, 殻片の pore 構造を調べ, 基本的に3型が認められるとし, 精緻な図, 写真を添えている。大森氏と藪氏は褐藻と紅藻・緑藻を取り扱った経験から, 固定葉を提示し, 染色体数表を添えている。

生活史は培養技術の進歩とともに近年著しい展開をみた分野で, 本書では紅藻関係のみであるが, 千原氏が要領よく整理している。

生理学関係では, 尾形氏, 中沢氏がアマノリ属とヒバマタ属についてそれぞれ解説され, *Chlorella* を対象としたものは, 長谷氏が同化作用に組み込まれ得る諸有機物質の存否と葉緑体の退化, 再生につき述べ, 宮地氏は光合成の機作を中心に解説している。また, 坪氏は単細胞藻類の種の中で, 普通に色素を有するものと, 欠くものについて (p. 12 に続く)