

海洋深層水を用いた紅藻トゲキリンサイと トサカノリのタンク培養

大野正夫¹・矢野誠¹・平岡雅規²・岡直宏³・谷口道子²

¹ 高知大学海洋生物教育研究センター 781-1164 土佐市宇佐町井尻194

² 高知県海洋深層水研究所 781-7101 室戸市室戸岬7156

³ 高知大学大学院農学系研究科 783-8502 南国市物部乙200

Tank Culture of *Eucheuma serra* and *Meristotheca papulosa* using with deep sea water

Masao OHNO¹, Makoto YANO¹, Masanori HIRAOKA², Naohiro OKA³ and Michiko TANIGUCHI²

¹ Usa Marine Biological Institute, Kochi University, Usa, Tosa, Kochi, 781-1164, Japan,
e-mail: mohno@cc.kochi-u.ac.jp

² Kochi Prefectural Deep Seawater Laboratory, Murotomisaki, Muroto, Kochi, 781-7101, Japan

³ Department of Aquaculture, Kochi University, Monobe, Nangoku, Kochi, 783-8502, Japan

Abstract: The coast of Muroto in Kochi faces to the Pacific Ocean, and has a steep sea floor. Thus, the deep seawater can be obtained from 320 m of depth, only 2 km off the coast. The characteristic of deep seawater are to be colder water temperature of 12°C, greater quantities of nitrogen, phosphates and silica. The materials of useful red seaweed, *Eucheuma serra* and *Meristotheca papulosa* grew well in the outdoor tank using with deep seawater. The average daily growth rates for *E. serra* showed 2.0-2.5%. The average daily growth rates for *M. papulosa* also showed 1.5-2.0%. These growth rates of them are similar to the results of their cultivation in the sea. The daily growth rates for *E. serra* attained more than 3.0%, when their plants were cultured under temperature control condition of deep seawater.

Key words: Deep seawater, *Eucheuma serra*, growth rate, *Meristotheca papulosa*, Seaweed, tank culture

緒 言

高知県海洋深層水研究所では、北太平洋中層水（North Pacific Intermediate Water）と呼ばれる海洋深層水を水深30mから取水している。取水した海洋深層水は、水温が平均12°Cであり、栄養塩は表層海水に比べて窒素成分が高いのが特徴である（室戸海洋深層水：NO₃-N, 12.1-26.0μM；PO₄-P, 1.1-2.0μM, 表層海水：NO₃-N, 0-5.4μM, PO₄-P, 0-0.5μM）（山口ほか, 1994）。このような特徴から、海洋深層水を用いた藻類の培養は、海洋深層水の取水が始まった当初から各種海藻で行なわれてきた（山口ほか, 1994, 大野ほか, 2000）。

紅藻のトゲキリンサイは暖海性であり、水深数m以深に繁茂しており限られた分布が見られる。この海藻の含有成分は、機能性成分を多く含むことから注目されているが、海藻資源

として多量に採取することが困難である。紅藻のトサカノリは、海藻サラダの素材となり、多量に採取されて資源が枯渇している。この2種について、海洋深層水を用いてタンク培養を行った。

材料と方法

トゲキリンサイは、1999年5月と2001年5月に徳島県海部地先で採取された藻体500~1000gを用いた (Fig.1-A) さらに2000年に採取されて海洋深層水研究所で室内タンク培養で越冬した藻体を500~1000g, 2000年の夏季に海洋深層水研究所でタンク培養して越冬させ、その年の11月から高知県浦の内湾で籠に入れて養殖された藻体を500~1000g用いた。このように、異なる藻体の培養を行ったが、培養水槽の容量から藻体2~3Kg以上になると十分な通気が出来なくなるので間引き、少量にして培養を再開した。トサカノリは、2001年6月にトゲキリンサイと同じ場所で採取されたもの860gを用いて培養を開始した (Fig.1-B)。

生長速度は、日間成長率 (%) で表し、日間生長率 (%) = $\sqrt[n]{W_n/W_0} - 1 \times 100$ (W_n =培養終了時の藻体生重量, W_0 =培養開始時の藻体生重量) の式で求めた。

培養は屋外に設置したパンライト製培養タンク (1トン) と透明ビニールシート・グリーンハウス内にアルテミア培養水槽 (0.2トン) を設置して行った (Fig.2-A,B)。藻体は固着しないで水槽に入れて培養期間中は通気を行い、通気で藻体が水槽中で拡散回転するようにした。水槽に注入する海洋深層水の注入流量 (注流量, 150-200L/min.) を調節して行った。光条件は天然光下で行われた。水温の測定は、投入式の温度計ロガ (StowAway "Tidbit", パシコ貿易 (株)) を用いて行った。

結 果

トゲキリンサイ

培養1. 不透明パンライト水槽による培養

1999年の培養水槽は、1.0トンで不透明水槽を用い光量は上方からだけにした。これは、トゲキリンサイが比較的水深の深いところに繁茂する海藻であるので、光量を減量する目的で

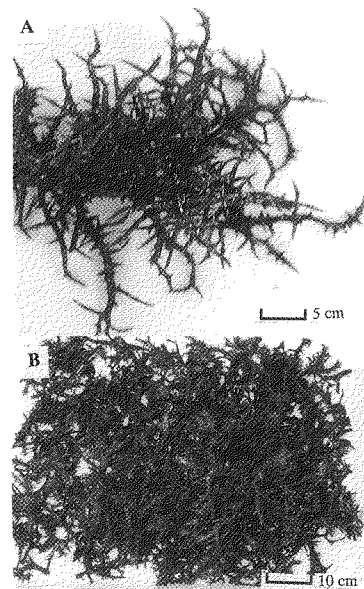


Fig. 1 Fronds of *Eucheuma serra* (A) and *Meristotheca papulosa* (B)



Fig. 2 Out door tank culture (A) and tank culture (B, in green house) of *Eucheuma serra* and *Meristotheca papulosa* cultured in the tank using with deep seawater, in 1999

行った。海洋深層水を連続給水し、水温の測定は日中に行ったが、15～20℃の範囲であった (Fig.3)。12月以降は、急激に低下し12℃になった。6月から8月までは、通気の仕方によって藻体が一カ所に集まることもあり、日間生長率に変動があったが、その後、培養法の改善で生長率が高まり、1.5～2.3%の範囲であった。晴天、雨天の状況により、日間生長率に差異があったが、夏季から秋季の期間は、藻体へ着生藻も少なく正常な生育が見られたが、12月に入り水温が15℃以下になると急に生長速度が減少して、藻体は緑色から黄緑色になり死滅していった。

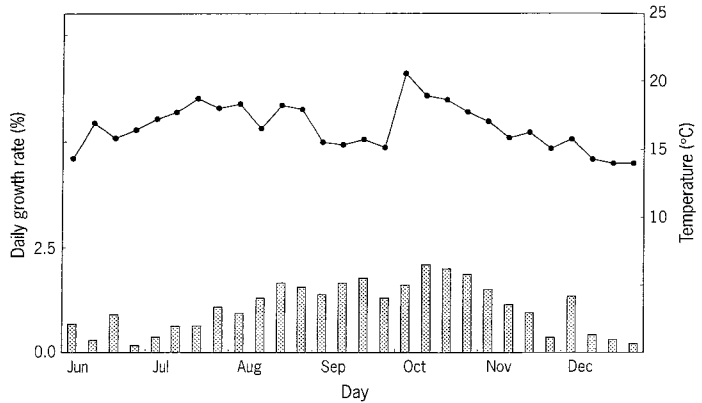


Fig. 3 Water temperature changes and daily growth rates of *Eucheuma serra* materials collected in 1999, cultured in the tank using with deep seawater.

培養2. 海洋深層水研究所室内培養で越年培養した藻体を用いた培養

培養は7月28日から行われた。温度計ログ-による連続測定の結果から、最高水温は、7月下旬日から9月上旬までは、昼間最高水温は18.5～20.1℃、夜間最低水温は14.2～16.5℃であり、昼夜の水温差が4～5℃と大きく変動した (Fig.4)。この期間の日間生長速度は、0.2～1.6%で、多くの測定結果は1.0%以上であった。

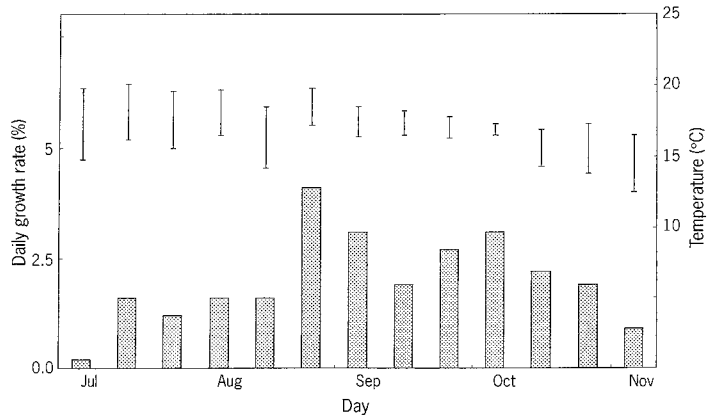


Fig. 4 Water temperature changes and daily growth rates of *Eucheuma serra* materials collected in 2001 cultured in the tank using with deep seawater.

次に夜間の給水を止めて培養を行った。この期間の昼間最高温度17.3～19.8℃であり夜間最低水温は、16.3～17.2℃で、昼夜の水温差が2～3℃ほどになった。この培養条件では日間生長速度は、1.9～4.1%/dayと連続給水で行った時の生長速度率の2倍以上の高い値を示した。次に1日おきに止水して、昼間にのみ深層水給水の培養法を行った。昼夜の温度差は、同時に2～3℃と狭くなったが、夜間の水温が12.5～13.8℃と低下したために、日間成長率は、0.9～2.2%/dayと比較的低い値であった。

培養3. 2000年に採取し冬季、浦の内湾で篤養殖した藻体の培養

培養は、7月28日から行われた。培養2と同様な培養条件で行った。7月下旬日から9月上旬

日までは、昼間最高水温は19.3～20.3℃、夜間最低水温は、14.6～16.2℃と昼間と夜間で水温が大きく変動した。この期間の日間生長速度は0.8～1.8%/day、多くは1.8%/day以上であった (Fig.5)。この培養水槽は、9月以後も連続給水が続けられて、11月上旬まで昼間最高温度は、16.2～19.1℃であった。夜間最低水温は12.6～15.3℃で、昼夜の温度差が狭くなった。この期間の日間生長速度は、1.5～2.9%/dayであった。

培養4. 2001年採取した藻体の培養

培養は、7月8日から行われた。培養は0.5トンの水槽を用いたので、藻体が十分に拡散せず、一カ所に集まる傾向があった。昼間最高水温は、8月下旬までは、18.5～20.1℃、夜間最低水温は、14.2～16.2℃と昼間と夜間で水温は、3～4℃変動した (Fig.6)。この期間の日間生長速度は、0.4～2.7%/dayであった。この培養藻体は、屋根のない屋外水槽であったことと、採取してそのまま、培養したので、アオサ類、アオノリ類と褐藻のシオミドロが、多くのトゲキリンサイの藻体に寄生繁殖し、毎回の測定時に除去した。10月上旬日まで、昼間最高温度は17.6～19.8℃であった。夜間最低水温は、13.8～15.6℃で、昼夜の温度差が2～4℃であった。日間生長速度は、0.4～3.3%/dayであり、シオミドロの寄生が多い時と雨天が続くと生長が遅れた。寄生藻が完全に除去できずに、培養は中断した。

これらの4回の培養実験で生長したトゲキリンサイ藻体は、天然海中に自生していた藻体と大きな形態的变化は生じなかったが、藻体の色は天然産より紅色が濃い、濃紅色になり藻体は硬くなる傾向がみられた。

トサカノリ

トサカノリは、トゲキリンサイ採取地と同じ場所で採取された。トサカノリの培養は、培養4と同じ水槽で混合培養を行った。トサカノリの藻体へのシオミドロやアオサなどの着生は、トゲキリンサイよりも濃密に寄生し、9月下旬にはトサカノリ藻体を被うほどになり培養を中

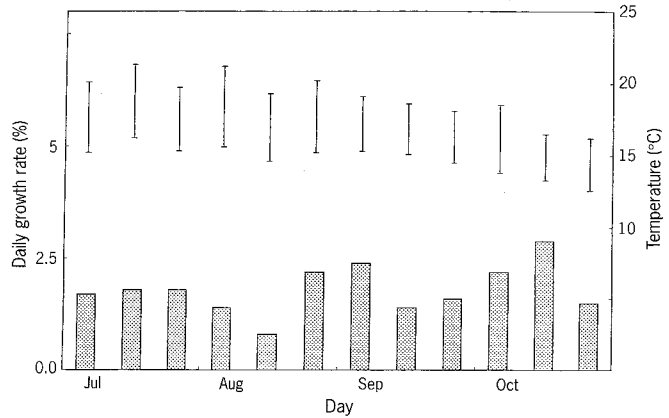


Fig. 5 Water temperature changes and daily growth rates of *Eucheuma serra* cultured in the outdoor tank using with deep seawater, after cultured for one year with deep seawater in the tank.

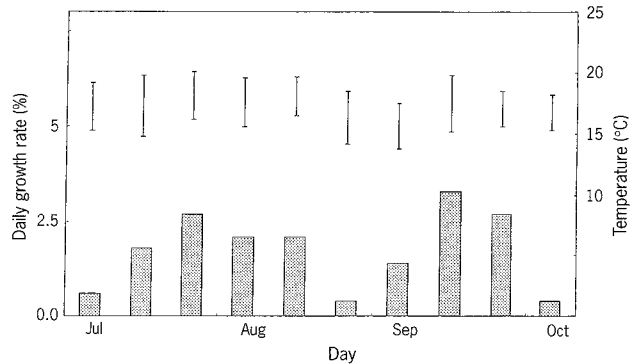


Fig. 6 Water temperature changes and daily growth rates of *Eucheuma serra* in the tank using with deep seawater, after cultivated in waters in Uranouchi Inlet.

止した。日間生長率は生長が良好な期間の8月中旬までは、2.2~2.3%/dayの値であった (Fig.7) が、寄生藻が多く付き始めた後は、0.2~1.1%/dayと低下した。

考 察

今回のトゲキリンサイの培養は、天然海域から採取した藻体、1年以上海洋深層水で培養を続けた藻体、海洋深層水で夏季に培養し越冬させた藻体を海面養殖した藻体など異なる経歴の藻体の培養を行い、藻体の形状と生長速度の差異を比較した。異なる方法の培養によるそれぞれの藻体の日間生長率は1~2%/dayの範囲で変動した、大きな差異がなく、藻体の形態は同じで藻体色もほぼ同じであった。これらの結果から、トゲキリンサイ藻体は、陸上タンク培養を長い年月続けるクローン培養 (藻体を成熟させずに) 生産を行っても、藻体の形態や生長速度に変異がないことがわかった。

夏季に海洋深層水でタンク培養したものを、籠に入れて、冬季から初夏まで海面養殖した藻体は、塩分が少し低い浦の内湾では、平均日間生長率1.5~2.0%/dayであった (未発表)。また、土佐湾の志和地先の外海に面した海域でのトゲキリンサイの籠養殖では、2.0~2.6%/dayと少し高い値を示した (高知県中央指導書、未発表)。これらの海面養殖と海洋深層水を用いた陸上タンク養殖の生長を比較すると極めて似た日間生長率であったことは興味深い。海洋深層水の連続給水では、昼夜の温度差が4~5℃もあり、トゲキリンサイは、天然では水深10m付近のところに繁茂しており、比較的昼夜の温度差が狭い環境に生育しているので、温度差が生長の妨げになっている可能性がある。そこで、温度差を狭くさせた培養では、日間生長率は3~4%海面養殖の2倍ほどの高い生長率を示したことは、光条件や他の培養条件の改良で、さらに生長速度を高めることが期待できる。

以上の結果から、機能性成分を多く含むトゲキリンサイを海洋深層水を用いた陸上培養によって、海面養殖よりもかなり高い生長速度の生産の可能性が認められた。

トサカノリは初夏から成熟し、7月頃には藻体の部分は枯渇して、海面から消える。このようなトサカノリ藻体を夏季に海洋深層水を用いてタンク培養し、成熟させずに越冬させた藻体を、冬季に海面養殖をすると日間生長率が2.0%で1ヶ月後に2倍の藻体量になることが報告され、十分に水産業として成り立つことが報告されている (大野, 1998)。この報告では、海洋深層水での藻体保存を目的にしており、室内タンク培養で光条件が低かったので生長率は極めて低かった。今回のトサカノリの培養は屋外のタンク培養であったが、日間生長率は、1~2%でトゲキリンサイより低く、また、寄生藻の着生が著しく、光条件や培養開始の時の藻体の洗浄などの工夫が必要であることがわかった。寄生藻が多くついた藻体は、海面で籠養殖をした正常な生長を示した (未発表)。このことから、トサカノリの海洋深層水を用いたタ

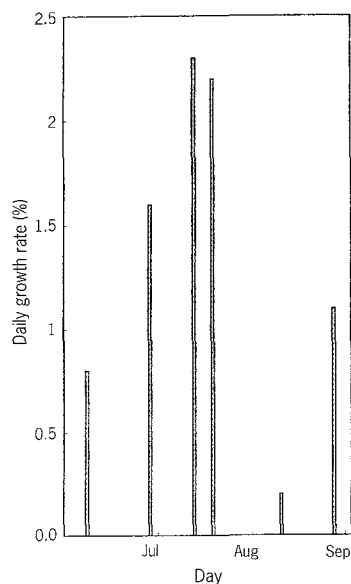


Fig. 7 Changes of daily growth rates of *Meristotheca papulosa* in the tank using with deep seawater.

ンク培養の可能性は認められたが、塩分を低下させることによって、海洋深層水でさらに生長速度を高めることが推察された。

海洋深層水を用いたアオサノリの培養では、日間生長率は、70%/day以上と極めて高い値を示し、海面養殖以上の生長率を示している（大野ほか 2000）。このように海洋深層水を用いた海藻の培養は、海面養殖よりも高い生長速度を得ることが可能であり、海面養殖より均一な品質が得られる特徴がある。また、通年養殖が可能で計画生産もできるので、有用海藻の事業レベルの生産には有望であることがわかった。

謝 辞

本研究は、高知大学と高知県海洋深層水研究所との共同研究であり、地域研究開発促進拠点支援事業（科学技術振興事業団）の補助金を得て行った。本件の一部は、「NEDO フェローシップ」事業の援助を受けて行った。

引用文献

- 山口光明, 田島健司, 山中弘雄, 岡村雄吾, 1994. 海洋深層水による大型海藻の培養. 月間, 285, 186-158.
大野正夫, 1998. 海洋深層水を用いたトサカノリの培養. 海洋深層水 '98.高知大会, 講演要項, 32.
大野正夫, 團昭紀, 平岡雅規, 鍋島 浩, 2000. 海洋深層水と表層海水を用いたオフシーズンのワカメの屋内培養. 日本水産学会誌, 66 (4), 737-738.
大野正夫・鍋島 浩・平岡雅規, 2000. 海藻類の生育における海洋深層水の促進効果, マリンバイオテクノロジー学会講演要旨, 49.