

褐藻アカモク（ヒバマタ目）幼体の低温保存

金丸太守^{1*}, 室井利允²

Storage of germlings of *Sargassum horneri* (Fucales, Phaeophyceae) in low temperature

Daimori Kanamaru^{1*}, Toshimitsu Muroi²

Key words: Germling, Low temperature, *Sargassum horneri*, Seeding

Abstract

The embryos of *Sargassum horneri* were cultured in the filtered seawater at 4°C, 1,000 lux 12:12 hrs L:D cycle for 60 days until they developed rhizoidal holdfast. Early germlings were then transferred to the aquarium containing seawater at temperature of 20°C under the irradiance of 2,000 lux, and photoperiod of 12:12 hrs LD for 90 days, prior to outplanting in the sea. Early leaf formation, wherein young germlings produced one or two primary-branched leaves within 60 days of culture. After transplantation to the sea, young explants developed into the large adult plants, and which produced numerous receptacles on the thalli.

褐藻ホンダワラ属の優占する生態系はガラモ場とも呼ばれ、高い一次生産力を有し、魚介類の成育場所として磯根資源や沿岸生態系の維持に大きな役割を果たしている。しかし、沿岸域の埋立てや水質環境の変化ならびに藻食性動物の増加などにより、その面積は近年減少しており、¹⁾そのため藻場造成を目的とした海藻付着基盤の投入や母藻移植などが試みられているが、²⁾夏季の初期減耗が著しく、藻場造成の問題となっている。³⁻⁴⁾本研究は、ホンダワラの培養における初期減耗を防ぐために、低温条件下で幼体を人工的に培養することを試みたものであり、その低温保存株を種苗として実際に海に移植した結果についても報告する。

実験方法

研究に用いた褐藻ホンダワラ属のアカモク (*Sargassum horneri*) の幼胚は、2009年5月22日に鹿児島県出水郡長島町諸浦薄井地先に自生していた藻体の雌性生殖器床から採取した。その後、0.45 µm ミリポアフィルター (Merck Millipore) で濾過した海水を満したプラスチック製容器 (TupperwareTM, 1L 容) に雌性生殖器床を入れ、室温条件下で一晩静置培養し、自然に落下した幼胚を集めて濾過海水で数回洗浄したのちに、付

着物などを除去し実験に供した。

幼胚の培養方法

100 mL 容プラスチック製ペトリ皿に 50 ~ 60 mL の濾過海水を入れ、4°C, 1,000 lux (白色蛍光灯), 光周期 12:12 hrs LD の条件下で幼胚を培養した。その際に 5 日に 1 回の頻度で濾過海水の入れ替えを行いながら、30 日、60 日、90 日、120 日目に実体顕微鏡で外部形態を観察した。次に、その一部をピンセットで剥離し、濾過海水を入れた別のペトリ皿に移して、初期葉が 1 ~ 2 枚形成されるまでは 20°C, 2,000 lux, 12:12 hrs LD で静置培養したが、これ以降は最終濃度が 0.5 ~ 1.0 % になるように希釈した Provasoli 栄養補強培地⁵⁾ (以下、ESP 培養液と略す) を定法により作成して加えた。また、鋸歯葉の形成後は、照度を 1,000 lux に下げて、1 ~ 2 L 容ガラスビーカーで通気培養した。

天然海域への移植

このようにして培養したアカモクの幼体 (人工種苗) 20 個を直径 5 mm のクレモナロープに 10 cm 間隔で挟み込み、2009年11月17日に鹿児島県長島町薄井地先海域 (鹿児島大学水産学部附属海洋資源環境教育研

¹⁾ 九電産業株式会社環境部 (Kyuden Sangyo Co., Ltd., Department of Environment, 2 -18 - 20 Najima, Higasiku, Fukuoka 813-0043, Japan)

²⁾ 海洋プランニング株式会社 (Ocean Planning Co., Ltd., 6015-7 Imazu, Nishiku, Fukuoka 819-0165, Japan)

* Corresponding author, E-mail: daimori_kanamaru@kyudensangyo.co.jp

究センター東町ステーション) に設置した食害防止用の網を張った深さ 6 m の養殖生簀内に垂下し、2010 年 1 月 20 日に藻体の全長と生残率を測定した。また、このようにして養殖生簀内で屋外培養したアカモク 6 個体を 12 月 15 日にクレモナロープに挟み込み、L390 mm × W190 mm × H120 mm のモルタルセメント製ブロックに埋めたアンカーボルトに固定して、養殖生簀近傍の水深 6 m の海底に設置し、主枝の長さとし残率を毎月測定した。なお、天然海域に移植してからの水温と水中照度は、水中データロガー (HOBO Pendant temp/light, Onset Computer) で計測した。

結果

低温処理がアカモク幼胚に及ぼす影響

アカモクの幼胚を 4°C の低温条件下で 30 日培養した

ところ、初期葉が発生する前の状態で生長が停止したが、仮根は分化してペトリ皿の表面に付着した (Fig. 1. A)。また、60 日後には、仮根が伸びただけの幼体に混じって、初期葉を伸ばし始めた幼体の混在も見られた (Fig. 1. B)。一方、90 日間培養した幼胚からは、初期葉がさらに伸長し、先端部が二つに分かれているものも観察された (Fig. 1. C)。また、培養 120 日後には、初期葉の分岐する変形が多くみられた (Fig. 1. D)。

さらに、4°C の低温条件のまま 60 日間保存培養した幼胚を 20°C に戻して培養すると、90 日後には鋸歯葉が発達した (Fig. 2. A)。しかし、4°C のまま 90 日培養した場合においては、初期葉にアカモク特有の切れ込み (鋸歯) が生じた段階で生長が止った (Fig. 2. B)。しかし 4°C でさらに 30 日間 (合計 120 日間) 培養したアカモクの幼体は、20°C の条件下で健全に生長するこ

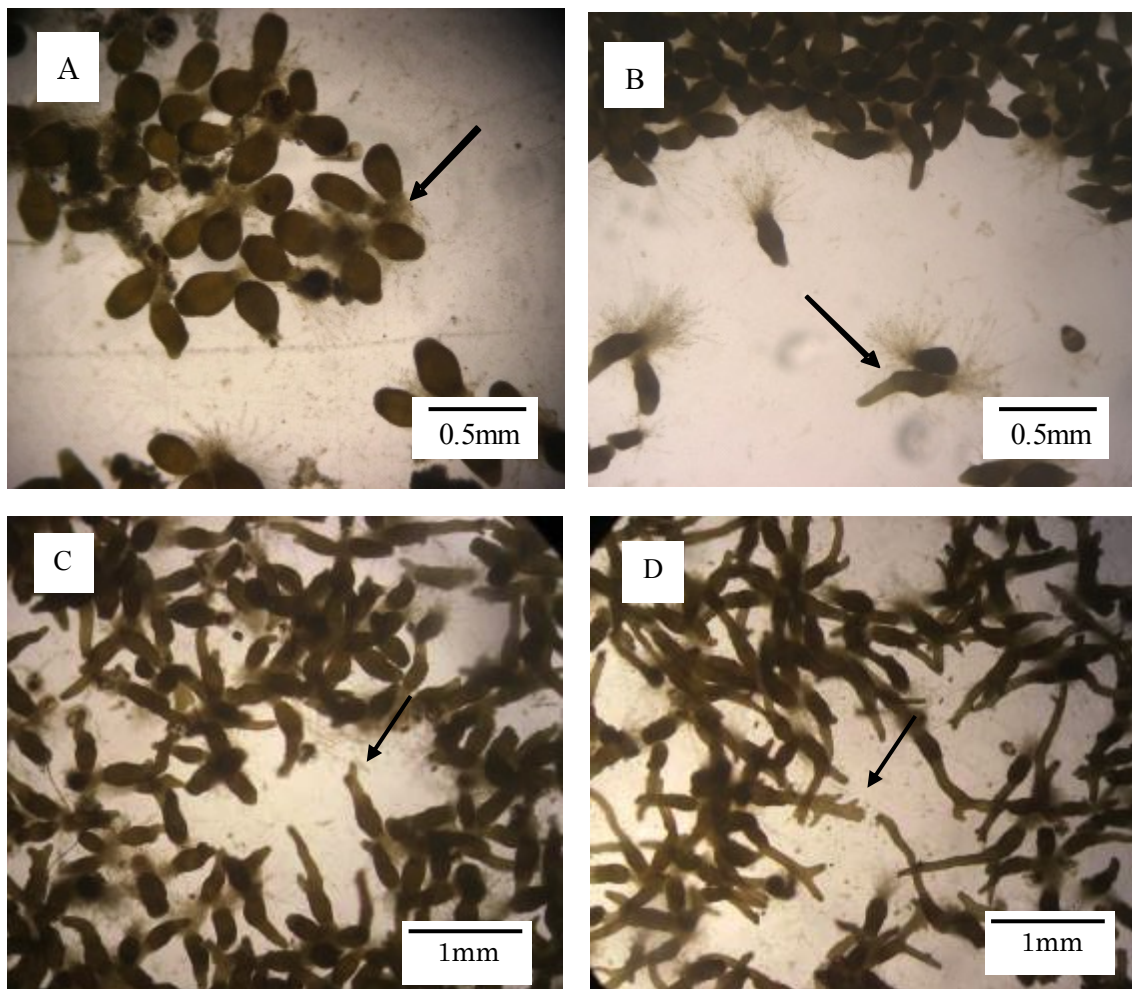


Fig. 1. Germlings of *Sargassum horneri* cultured under the condition of at 4°C, 1,000 lux, 12:12 h LD each. A, the arrow showed rhizoids developed after 30 days cultivation; B, primary branch (arrow) after 60 days; C, Y-shaped primary branch (arrow) developed after 90 days; D, pinnately-shaped primary branch (arrow) after 120 days.

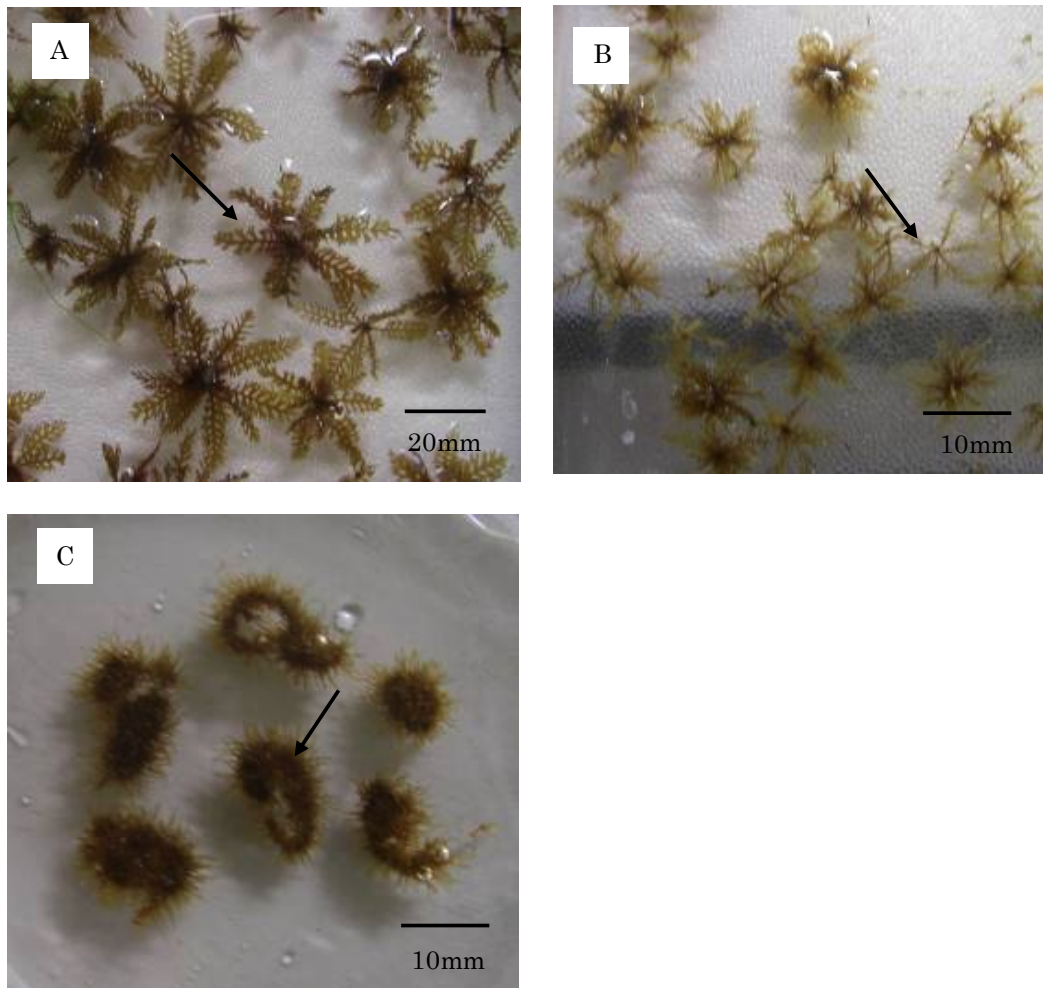


Fig. 2. Young seedlings of *Sargassum horneri* cultured in ESP medium for 90 days under the condition of 20 °C, 1,000-2,000 lux, 12:12 h LD.

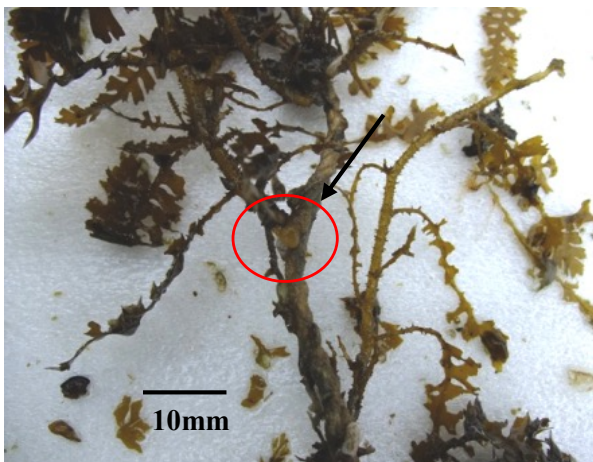


Fig. 3. Holdfast (arrow) of *Sargassum horneri* attached on the ropes. Explants maintained at 4°C for 60 days were transplanted on the ropes and were cultivated in the sea for 2 months.

Table 1. Survival rate and growth of *Sargassum horneri* explants after 2 months of transportation to the sea and 60 days of storage at 4 °C.

| | |
|---|---------|
| Number of the seedlings of <i>Sargassum horneri</i> explants transplanted to the sea* | 20 |
| Seedlings of <i>Sargassum horneri</i> explants survived after two month transplantation | |
| Number of seedlings (pieces)** | 17 |
| Survival rates (**/*) | 0.85 |
| Maximum length (cm) | 97 |
| Minimum length (cm) | 3 |
| Average length ± SD (cm) | 33 ± 23 |

とはなく、互いに絡み合った状態を維持した (Fig. 2. C)。

人工種苗の海域への移植

4°Cの低温条件下で60日間培養したアカモクの幼体(種苗)を直径5mmのクレモナロープに挟み込んで2009年11月17日から1月20日までの2ヶ月間を養

殖生簀の中で生育させた結果を Table 1 に示した。それによれば、この2ヶ月間の生残率は85% (n = 20) で、生き残ったアカモクのうち最も小さな個体は3 cm、最大のもは97 cm にまで生長し、平均体長が 33 ± 23 cm (Mean \pm SD) となり、仮根は付着器となってロープに着生した (Fig. 3)。

この人工種苗のうち6個体を1月20日から5月17日まで水深6mの海底に移植して育成した結果を Table 2 に示した。それによれば1ヵ月後の2月17日の生残率 (n=6) は83% で、最も小さい主枝は120 cm、最大のもは300 cm にまで生長し、平均主枝長は 244 ± 66 cm (Mean \pm SD) であった (Fig. 4. A)。さらに、4

Table 2. Survival rate and growth of the transplanted *Sargassum horneri* explants during the study period.

| | 2010 | | | | |
|---|-------------|--------------|--------------|---------|---------|
| | Jan. 20 | Feb. 17 | Mar. 23 | Apr. 20 | May. 17 |
| Number of <i>Sargassum horneri</i> explants transplanted (**) and survived (*) on a block (pieces of plant) | 6** | 5* | 5* | 5* | 5* |
| Survival rates (*/**) | 1.00 | 0.83 | 0.83 | 0.83 | 0.83 |
| Maximum length (cm) | 100 | 300 | 500 | >500 | >500 |
| Minimum length (cm) | 18 | 120 | 400 | n.m. | n.m. |
| Average length \pm SD (cm) | 49 ± 26 | 244 ± 66 | 440 ± 37 | - | - |

(n.m. = not measured)

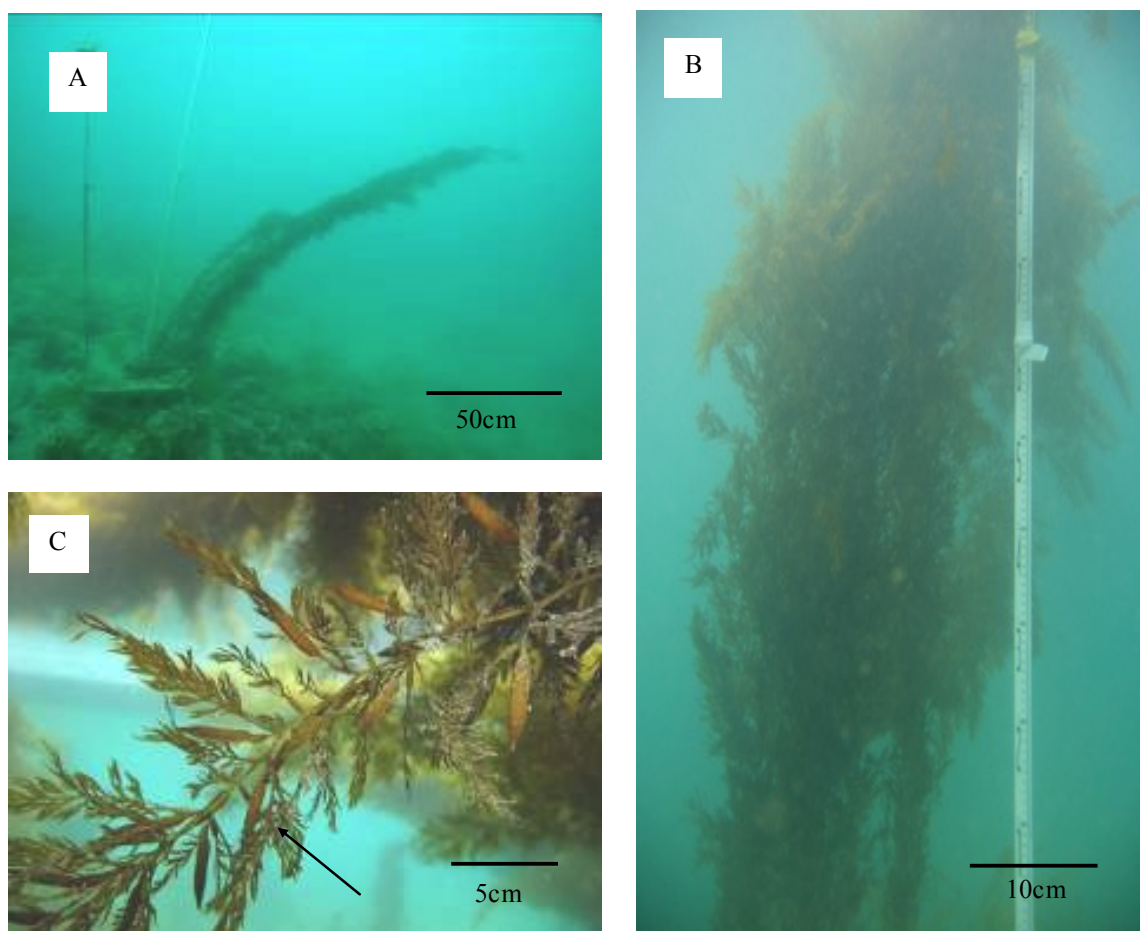


Fig. 4. *Sargassum horneri* transplanted to the sea. A, Vegetative plant after one month of transplantation (Feb. 17, 2010); B, after three months after transplantation (Apr. 20, 2010); C, receptacles (arrow) developed on the thalli (Apr. 20, 2010).

月20日には、生残率は83%のままで変わらなかったが、最大の個体は5m以上にまで生長し (Fig. 4. B), 生殖床も確認できた (Fig. 4. C)。

なお、この移植実験を行った海域の水温は、11月から徐々に低下し、2月に13.7°C (最低水温) となった後に再び上昇した。水中照度は1月が最も低くなり (1,285 lux), その後徐々に上昇した (Fig. 5)。

考 察

アカモク幼体の種苗生産には、藻植生魚介類による食害被害や藍藻類の付着による生育阻害などの技術的な課題があり、また、夏季に見られる幼体の初期減耗も藻場造成上の問題となっている。本研究では、低温条件下でアカモクの幼体を保存することによって、藻場造成のための基礎的な知見を得ることを試みた。

その結果、アカモクの幼胚を4°C, 1,000 lux で保存的に培養することによって、少なくとも60日間は、仮根形成までの状態に維持できるとともに、この幼胚をESP培養液を加えて水温を20°Cに上昇させると、90日

後には3~4cmの幼体となった。さらに、この幼体を天然海域に移植したところ、その後の生育も良好で、天然海域でも藻体が伸長して成熟することが確かめられた。

しかし、4°Cのままで60日後も保存培養した幼体の初期葉は、分岐変形することもあり、これら幼体はその後20°Cで培養しても正常に生長することはなかった。このような初期葉の奇形は、アカモク幼胚の温度と照度の関係を調べた例でも報告されており、それによれば5°Cで培養した幼胚からは小さい葉が無秩序に形成されたという。⁶⁾

また、アカモクの生長は日長時間の変化が引き金になって始まることが報告されているが、⁷⁾今回、天然海域に移植した人工種苗(幼体)も、日長時間や水温の変化が原因となって1月から伸長したのではないかと推察された。

この研究によって、低温条件下で室内培養したアカモクの幼体を、天然海域に展開すると、生長を開始することが実証された。

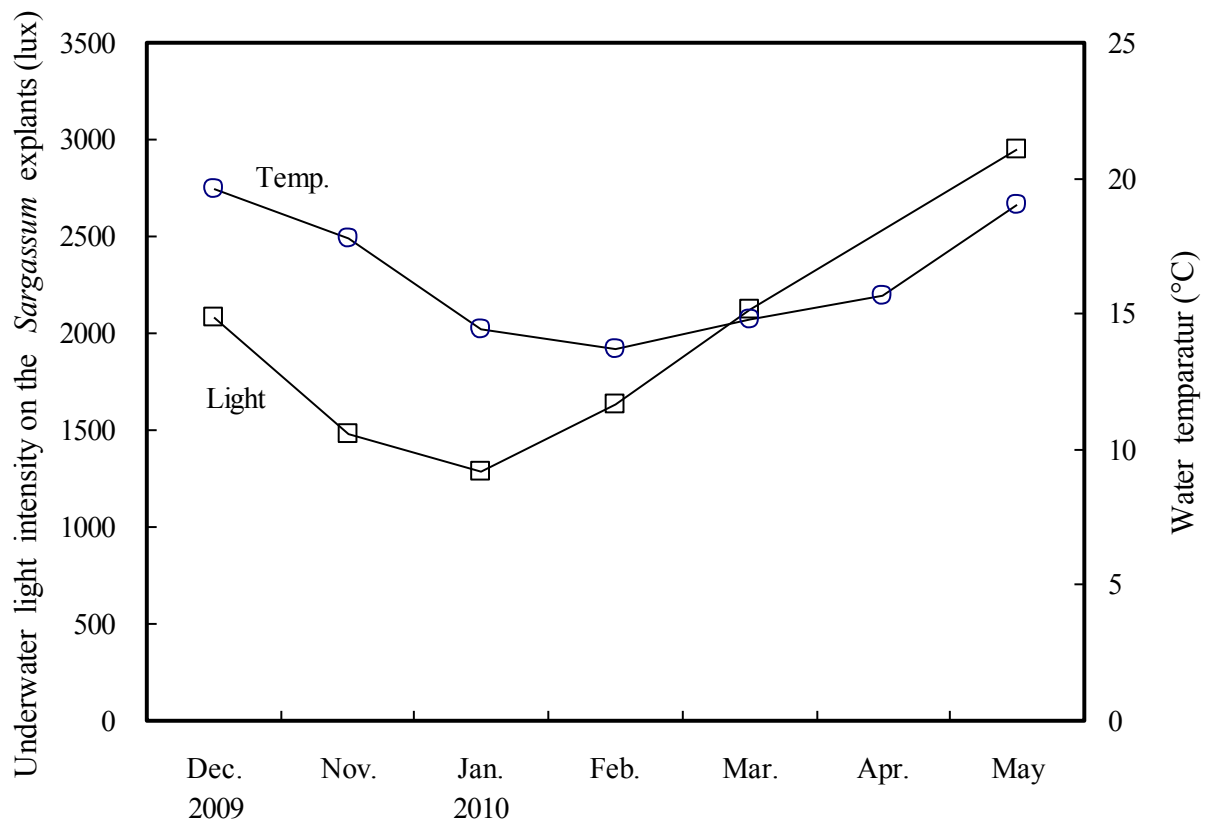


Fig. 5. Underwater temperature (○) and light intensities (□) at the study site of Azumacho, Nagashima Kagoshima, where *Sargassum horneri* transplanted.

謝 辞

本研究をまとめるにあたりご指導を賜った鹿児島大学水産学部の野呂忠秀教授と寺田竜太准教授にこの場を借りて心より御礼申し上げます。さらに、研究に際してご協力を頂いた同大学水産学部附属海洋資源環境教育研究センター東町ステーションの加世堂照男氏と尾上敏幸氏にもあわせて謝意を表します。

文 献

- 1) 田中敏博 (2010) 南日本における磯焼けと藻場回復. 鹿児島県水技研報, 1: 13-18.
- 2) 吉川浩二 (1986) ホンダワラ藻場造成に関する研究-II, 南

西水研報, 20:137-145

- 3) 吉田範秋, 西川博 (1975) ホンダワラ類の生長. 長崎県水産試験場研究報告, 1: 13-18.
- 4) 徳田廣, 大野正夫, 小河久朗 (1995) 海藻資源養殖学, 水産養殖学講座 10, 緑書房, 東京, VI 藻場造成 201-243.
- 5) Provasoli, L. (1968) Media and prospects for the cultivation of marine algae, in "Cultures and Collections of Algae" (ed. by Watanabe, A. and A. Hattori). Japanese Society of Plant Physiology, Tokyo, pp. 63-75
- 6) 吉田吾郎, 古川浩二, 寺脇利信 (2000) 低温保存したアカモク幼胚の発芽率と生長. 日水誌, 66 (4): 739-740.
- 7) 吉田吾郎, 有馬郷司, 内田卓志 (1994) 褐藻アカモクの初期生長に及ぼす日長・照度・水温の影響. 南西水研報, 28: 21-32.