

立体攪拌方式によるホンダワラの種苗生産

西垣友和, 道家章生, 和田洋藏

Seedling production of edible brown seaweed, *Sargassum fulvellum*.

Tomokazu Nishigaki, Akio Douke* and Yozo Wada

A new method of *Sargassum fulvellum* seedling production was developed. In this method, seedlings are detached from the substratum and agitated in a culture tank by a bubbling system. In this report, daily growth and survival rate were examined in young *S. fulvellum* detached and agitated in four densities (25, 50, 100, 200 inds./L) and in non-detached culture. Daily growth and survival rates of detached and agitated seedlings cultured for 54 days were 5.6×10^{-5} - 2.8×10^{-4} g/day and 49-79 %, respectively, and these were higher at the lower density. These values of non-detached seedlings cultured for 57 days were 7.0×10^{-5} g/day and 20 %, respectively. These results suggest that this new method is useful for seedling production of *S. fulvellum*.

キーワード：ホンダワラ, 立体攪拌方式, 種苗生産

ホンダワラ *Sargassum fulvellum* は、京都府ではジンバと呼ばれ（有用海藻増殖研究会，2002），佃煮，汁物，サラダなど様々な形態で食されている（池原，1987；有用海藻増殖研究会，2005）。京都府沿岸における本種の分布域は狭く，漁獲量は少ない上に年変動が大きい。本種を地域特産種として利用するには安定した原藻の供給が不可欠であり，養殖による増産が望まれている。海藻養殖を普及させるためには，種苗を効率よく大量に生産する技術を開発する必要がある。

本種を含むホンダワラ科海藻の種苗生産は，多くの場合，クレモナ系やFRP製の板などの様々な基質に幼胚を着生させ，陸上水槽で育成する方法（以下，平面静置方式と称す）で行われている（河本，富山，1968；吉田，西川，1975；中久，1978,1980；三浦，中林，1999）。平面静置方式で生産され，小型の段階で移植されたホンダワラの主枝は1年目にはほとんど伸長せず，その間の生残率は低い（吉田，西川，1975；三浦，中林，1999）。

京都府は，基質に着生させた種苗を育成初期に剥離し，その後水槽内で立体的に攪拌しながら育成する方法（以下，立体攪拌方式と称す）を考案した。本報では，この方法によりホンダワラの種苗の育成を行い，平面静置方式で育成された種苗との生長および生残を比較した。その結果，立体攪拌方式による種苗育成方法の有効性が確認されたので報告する。

材料および方法

幼胚の採集 2002年4月5日に竹野郡網野町（現京丹後市網野町）三津漁港内で母藻を採集した。京都府立海

洋センターの屋外水槽棟に設置したトレーに母藻を収容し，砂濾過した海水（以下，濾過海水と略す）をかけ流して5日間育成した。トレーの底に落下した幼胚を集め，目合い1 mmの篩で葉片などの夾雑物を取り除き，濾過海水で数回洗浄した。

平面静置方式による育成 2002年4月10日に，FRP製の水槽（5×1×0.55 m）にコンクリート製建材ブロック（40×20×15 cm）40個を隙間無く並べ，建材ブロックの上面から5 cmの高さになるまで濾過海水を注入した。その状態で，駒込ピペットで建材ブロック上にできるだけ均一に幼胚を散布し，水槽内の光量子量が直射日光下の約2%になるよう水槽上面を遮光幕で覆った。散布から2日間は止水で，その後は換水率約1.5回転/時間で2002年7月1日まで育成した。また，立体攪拌方式による育成結果との比較のために，同年8月26日まで建材ブロック2個分の種苗を継続して育成した。

立体攪拌方式による育成 2002年7月1日に，スクレーパーで建材ブロック6個の種苗を剥離し（Fig. 1-A），重量法で個体数および平均個体重量を推定した。その後容量50Lの透明ポリカーボネイト製水槽4基に，概数で1,250，2,500，5,000，10,000個体の種苗を入れ，育成密度を25，50，100，200個体/Lとした。

この実験に用いた水槽は市販のアルテミア孵化水槽を加工したもので，下面が中心に向けて緩やかに傾斜しており，上面からの注水と下方からのエアレーションによって種苗が攪拌される（Fig. 1-B, Fig. 2）。換水率は約0.5回転/時間とし，種苗が流出しないように，水槽上部の排水口に目合い0.5 mmのミューラーガー

* 京都府農林水産部水産課（Fisheries Division, Department of Agriculture, Forestry and Fisheries, Kyoto Prefectural Government, Kyoto 602-8570）特許第3769535号 褐藻類幼体の剥離攪拌法による培養養成法

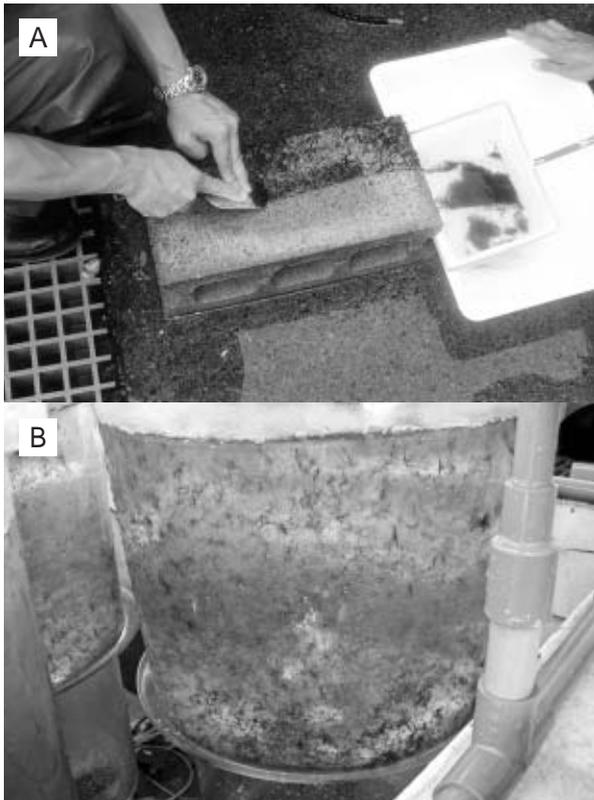


Fig. 1 A: Detaching seedlings from the block with a scraper. B: *S. fulvellum* seedlings cultured in a cultivation tank.

で覆ったパイプを取り付けた。水槽は、育成中の光量子量が直射日光下の約2%となる場所に設置した。日間生長量および生残率 立体攪拌方式による育成を8月23日までの54日間行い、育成密度の異なる各水槽について重量法で個体数および平均個体重量を推定した。平面育成を継続していたものを8月26日に剥離し、同様に個体数および平均個体重量を推定した。

育成開始時（7月1日）と終了時（8月23日あるいは8月26日）の平均個体重量の差を育成日数で割って、日間生長量を求めた。育成開始時と終了時の個体数から

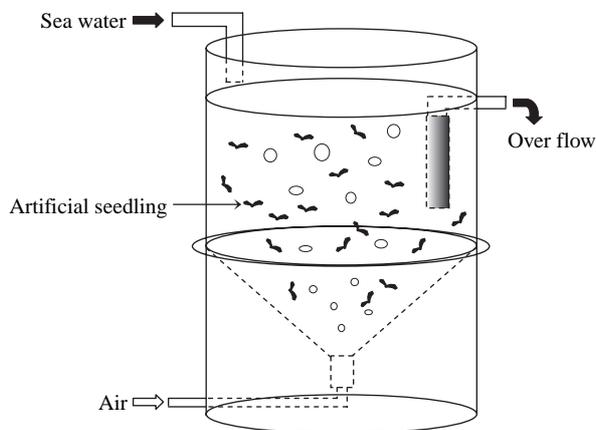


Fig. 2 Diagram shows the cultivation method for artificial seedlings of *S. fulvellum*. These seedlings are grown freely in a cultivation tank by a bubbling system.

生残率を求めた。

光量子量と水温の測定 京都府立海洋センター屋上に設置された光量子センサー（LI-COR社製，LI-192SA）とデータ・ロガー（同社製，LI-1000）で得られた光量子量の1日間の積算値（ $\text{mol} / \text{m}^2 / \text{day}$ ）を求めた。また、濾過海水の水温を1時間毎に測定し、日平均値を求めた。

結 果

2002年7月1日まで平面静置方式で82日間育成された種苗は1枚の茎葉（吉田，1984）を形成していた。平均個体重量は0.003 gであり、建材ブロック1個にはおよそ6,000個体の種苗が生育していた。

7月1日に建材ブロックから剥離し、立体攪拌方式で54日間育成された種苗の全個体が2枚の茎葉を形成していた。一方、7月1日以降も平面静置方式で育成された種苗のほとんどは8月26日には2枚の茎葉を形成していたが、一部の個体は1枚の茎葉しか形成していなかった。

育成密度の異なる立体攪拌方式で育成された場合および平面静置方式で継続して育成された場合の日間生長量と生残率をFig. 3に示した。育成密度を25，50，100，200個体/Lとして立体攪拌方式で育成された場合の日間生長量（ g / day ）は、それぞれ 2.8×10^{-4} ， 1.7×10^{-4} ， 1.4×10^{-4} ， 5.6×10^{-5} となり、育成密度が高くなるほど小さくなった。平面静置方式で育成された場合の日間生長量は $7.0 \times 10^{-5} \text{ g} / \text{day}$ であり、立体攪拌方式の高密度区（200個体/L）で育成された場合と同程度であった。立体攪拌方式で育成された場合の生残率は、25個体/Lから200個体/Lまで順に75%，79%，64%，49%であり、低密度の水槽で高く、50個体/L以上では収容密度が高くなるにつれて低下した。平面静置方式で育成された場合の生残率は20%であり、立体攪拌方式で最も生残率の低かった高密度区（200個体/L）の0.41倍であった。

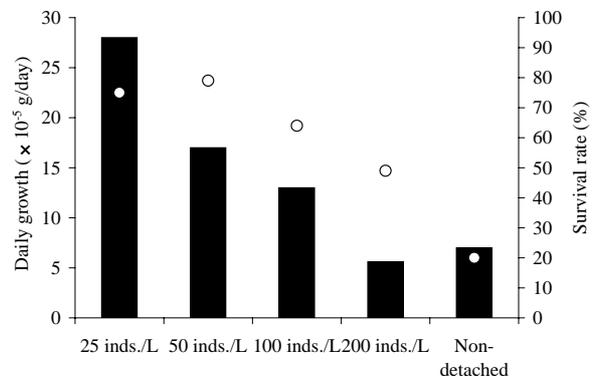


Fig. 3 Daily growth and survival rates of artificial *S. fulvellum* seedlings cultured at different densities (25, 50, 100 and 200 inds./L) and non-detached ones from July 1 to August 23 or 26, 2002. Bars and open circles indicate daily growth and survival rates, respectively.

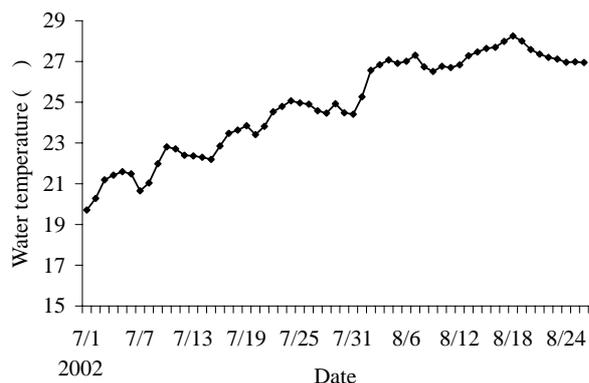


Fig. 4 Water temperature in the cultivation tank from July 1 to August 26, 2002.

2002年7月1日から8月26日までの水温変化をFig. 4に示した。試験開始時の約20 から上昇し、試験終了時には約28 になった。屋外での日積算光量子量の平均値および標準偏差は、7月1日から7月31日までが $30.0 \pm 13.1 \text{ mol / m}^2 / \text{day}$ 、8月1日から8月26日までが $32.8 \pm 12.8 \text{ mol / m}^2 / \text{day}$ であり、水槽内の相対光強度が2%であるので、試験期間中は平均0.6~0.7 mol / m² / dayの光環境で種苗が育成されていたことになる。

考 察

立体攪拌方式で育成された場合の日間生長量は、育成密度が最も高い200個体 / Lでは平面静置方式で育成した場合とほぼ同じであり、それより低密度では立体攪拌方式の方が平面静置方式より大きくなった。平面静置方式では受光不足により生長の遅れた個体が現れたが、立体攪拌方式では、基質から剥離された状態で攪拌されることで、個々の種苗に満遍なく光が当たり、生長が促進されたと考えられる。

天然海藻群落に大量の個体が加入した場合、個体の生長とともに、いわゆる「自己間引き」によって密度が減少する(前川, 1989)とされている。陸上水槽での育成では、食害や波による剥離などの減耗要因が少ないので、自己間引きによる減耗が天然群落より顕著に現れると考えられる。今回の試験では、立体攪拌方式で育成した場合の生残率は平面静置方式で育成した場合の2.5~4.0倍高かった。立体攪拌方式では平面静置方式で発生した自己間引きが起らなかった、あるいは自己間引きの影響が小さかったと推察され、密度が低いほど自己間引きの影響は小さくなると考えられた。

平面静置方式では水温が25 以上になるとホンダワラ種苗の生育が抑制される(河本, 富山, 1968; 中久, 1980)とされているが、今回育成期間中に水温が25 を越えたにもかかわらず、立体攪拌方式の100個体 / L以下の密度では良好な生長・生残であった。このような立体攪拌方式の低密度での育成では高水温の影響

を受けにくいと考えられた。

平面静置方式では基質に着生した種苗の育成密度を調整することは困難である。一方、立体攪拌方式では生長に応じて育成密度を容易に調整できる。今回の試験は、ホンダワラの茎葉が1枚から2枚になる段階のものであり、25個体 / Lの育成密度で特に生長、生残が良かった。適正な育成密度は種苗の生育段階により変化すると考えられ、より大型サイズの種苗の育成では密度を下げる必要がある。今後は、生育段階ごとに適正な育成密度を明らかにしていきたい。

立体攪拌方式では、基質から剥離された状態で種苗を育成するので、海面養殖開始時に種苗を基質やロープなどに固定しなければならない。著者らは、主枝が伸長し気胞が形成される段階まで立体攪拌方式で育成したホンダワラ種苗を網地に固定し沖出ししたところ、種苗は枯死・脱落することなく生長し、沖出しから半年後に収穫できた(道家ら 未発表)。

以上のことから、今回開発した立体攪拌方式は育成密度を調節できることから、これまで平面静置方式で問題となった自己間引きを防止することができ、かつ高水温期でも良好な生長を得ることができる優れた種苗育成方法であることが分かった。なお、この方式はホンダワラに限らず、ホンダワラ科海藻に広く応用できる可能性がある。

文 献

- 池原宏二．1987. 日本海における食用としてのホンダワラとアカモク．藻類，35：233-235.
- 河本良彦，富山 昭．1968. ホンダワラ類の増殖に関する研究 - クレモナ化繊糸による採苗，培養について．水産増殖，16：87-95.
- 前川行幸．1989. カジメ群落の更新．月刊海洋，21：329-340.
- 三浦信昭，中林信康．1999. 地域特産藻類増養殖技術開発研究(ホンダワラ，アカモク)．平成9年度秋田県水産振興センター事業報告書．314-325. 秋田県水産振興センター，秋田県．
- 中久喜昭．1978. ホンダワラ類の種苗生産研究 - 採苗と種苗の培養管理．徳島水試事業報告書(昭和47年~51年)．256-259. 徳島県水産試験場，徳島県．
- 中久喜昭．1980. ホンダワラ類の種苗生産研究 - 培養中の幼胚，幼体の減耗．徳島水試事業報告書(昭和40年~昭和52年追補)．118-120. 徳島県水産試験場，徳島県．
- 吉田範秋，西川 博．1975. ホンダワラの生長．長崎県水試研報，1：13-18.
- 有用海藻増殖研究会．2002. 日本海沿岸の海藻に関する情報(1)海藻の地方名．藻類，50：37-40.
- 有用海藻増殖研究会．2005. 日本海沿岸の海藻に関する