

ヒジキの人工種苗生産試験

本田恵二

Artificial seedling production test of *Sargassum fusiforme* (Harvey) Setchell

Keiji HONDA

We conducted an artificial seedling production test using about 113,000 embryos obtained from mature *S. fusiforme* plants collected in Yashima Bay from mid-June. As the results, only 35 seedlings were produced in about a year culture (in a land-based tank and offshore). The main reason for this was thought to be that diatoms and other algae that appeared in summer and early fall inhibited the growth of many *S. fusiforme* thalli due to lack of photosynthesis and other factors, causing them to die. If technological development to solve this problem progresses remarkably in the future, it is considered that artificial seedlings of *S. fusiforme* could be produced more efficiently and stably by land-based culture.

キーワード：ヒジキ，人工種苗生産，陸上培養，

ヒジキ (*Sargassum fusiforme*) は日本をはじめ韓国、中国沿岸の各地に広く分布し、食材としてもよく利用されるホンダワラ科の褐藻類である。国内ヒジキの生産量は概ね6,000～8,000t (1997～2006年 生重量) だが、韓国及び中国からも輸入されており、国内で流通する国産ヒジキの割合は3割にも満たず、残りの約7割以上は外国産で占められている²⁾。国内産の大部分は天然物となっているが、近年天然種苗による養殖事例が増加し、種苗として藻体を付着器ごと採取するケースも多いことから、将来的な天然資源への影響も懸念されている。そのため、養殖用種苗の安定確保を図る目的で、人工種苗の生産試験に取り組む自治体等^{3-9,14,15)}が増え、量産化に成功した事例も見られる⁴⁾。ヒジキはこれからも安定した需要が見込まれ、本県の県民にも馴染みが深く、またヒジキ養殖に関心を寄せる漁業者もいることから、ノリ及びアオノリ養殖を補完する今後の新たな養殖に向けた技術開発の一環として、今回本県でも人工種苗の生産試験に取り組んだ。

材料および方法

① 母藻の採集と幼胚の確保

(1) 幼胚の採取

6月上～中旬、本県屋島湾でヒジキの母藻(雄株と雌株)を採取し、キャンバス水槽に收容した。母藻に

生殖器床が形成された時点で、両株を同じ13Lバケツに入れ上から緩く濾過海水をかけ流し、産卵と精子の放出から受精卵(幼胚)の形成を待った。受精のタイミングを見逃さないように、成熟した雄株と雌株の一部を切り取り、別途1Lビーカーに滅菌海水と共に入れ、インキュベーターに收容して培養を開始し、連日幼胚の形成状況を確認した(培養温度20°C、光強度44 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ (約4,000lux)、明暗サイクル12L:12D)。

(2) 屋外水槽による幼胚の飼育

得られた幼胚を角型・R型水槽(0.9m×1.28m×0.4m)内の別の30L円形水槽内に播種した。円形水槽内には幼胚の付着基質として、直径35cmの円形トリカルネットにクレモナ糸(径1.3mm)及び化繊糸(径1.7mm)を半分ずつ詰めて張り込んだものを予め設置した。播種後3時間そのままにした後、基質上の幼胚が仮根により付着基質に固着するまで約1週間、円形水槽の上から緩く流水をかけ流した(Fig.1)。幼胚の付着基質への定着が十分であることを確認した後、強めの流水(1.26t/h, 2.8回転/h)で通気しながら培養を開始した。

6月26日以降、成長に応じて幼体長または全長(主枝を伸ばした時の付着器から葉の先端までの最大長)を測定するとともに、水槽内の水温を適宜測定した。

(3) 海上小割筏による幼体の培養

2月24日、幼体となったヒジキを基質ごと別のロープに挟みこみ、陸上水槽から水試の海上小割筏(5m×5m)に移設した(吊下げ最大水深約30cm)。併せて小割周辺の水温(表層)を6月2日まで測定した。

結果および考察

(1) 幼胚の採取

6月19日、インキュベーター内の1Lビーカーの底にまとまった量の幼胚が確認されたので、同日母藻を入れていた13Lバケツの海水を篩(1000 μ m⇒500 μ m⇒250 μ m)で順次濾過し、雑藻類等を取り除いた結果、約113,000個体の幼胚(体長約200 μ m)を採取した。一部の幼胚に僅かながら仮根の形成が見られたため、全ての幼胚を円形水槽内(前出)に播種した。播種後、基質(糸)上全体に幼胚が満遍なく確認されたが、部分的に基質間に僅かな隙間があったため、そこをすり抜けて水槽の底板に着底した幼胚もかなりあった。仮に全幼胚の50%が基質上に残ったとして、基質上への播種密度は約58個体/cm²と試算され、これは本試験と基質の形状等が異なるが、愛媛県のマニュアルに示された散布密度(47~95個体/cm²)¹⁰⁾の範囲内、同じく和歌山県(10~30個体/cm²)¹¹⁾の約2~6倍に相当した。

(2) 屋外水槽による幼胚の飼育

播種1週間後、ほとんどの幼胚は発芽体に成長し(体長約350~400 μ m)、仮根で付着基質にしっかり固着した(Fig.2)。約1か月後、発芽体は第一次初期葉(体長約1.5~2mm)までに成長したが、水温の上昇とともに珪藻類や雑藻類が増加し、発芽体の一部と基質部分に付着し始めた(Fig.3)。約40日後さらに雑藻類の付着量が増加し、両水槽の内面やヒジキの幼体をほとんど覆いつくす状態となった。そこで水槽を適宜掃除するとともに、幼体に影響のない弱放水(濾過海水)で連日付着基質を洗浄し、駒込ピペットや素手によりできる限り付着物の除去に努めたが、完全に取り除くことは不可能だった。この頃から幼体の枯死・脱落が確認され、クレモナ糸よりも化繊糸側でより幼体の脱落が多く観察された(Fig.4)。水槽と付着基質の洗浄を続けた結果、8月下旬まで雑藻類の影響は幾分緩和されたが、9月初旬再び相当量が付着し、特に円形水槽で多く、基質上に確認できる幼体数がかなり減少した。そのため、比較的大きめの幼体を基質ごと切り取り、円形水槽外側の角型・R型水槽内にロープで吊るして培養を継続した(Fig.5)。その後10月下旬まで水温は27~21°Cで推移しながら低下し、ヒジキの生育適温範囲(15~30°C)¹²⁾であったが、雑藻類の影響が目立った成長は見られなかった(Fig.7)。11月~12月中旬、水

温が更に低下し、両水槽内の雑藻類の付着量がかなり減少した。特に水温が20°Cを下回る11月中旬頃から幼体の成長が良くなったが、全長平均は11月30日時点で3.6±2.4cm(n=36)、最大11.0cmで、個体差が大きかった(Fig.6,7)。その後も幼体は成長したが、1月下旬~2月上旬、低水温(7.3~9.3°C)や貧栄養の影響で成長が鈍化し(Fig.7)、一部主枝の色が褪せた。11月中旬頃成長が良くなったのは雑藻類の減少が主な要因と思われたが、水温変化との関係から幼体の生育適温が10~20°Cで、低温型¹³⁾に近い可能性も考えられた。

(3) 海上小割筏による幼体の培養

小割筏に移設後(Fig.8)、ハバノリが幼体に付着し始め、定期的に除去したが状況はなかなか改善しなかった。ただ3月上旬以降、水温が10°Cを超えた頃から幼体の成長が促され、同下旬から急激に主枝が伸長した。3月29日並びに6月2日の全長平均値及び最大値はそれぞれ14.9±6.2cm及び30.5cm(n=34)、43.2±14.3cm及び82cm(n=35)だった(Fig.7,9)。

今回の試験では、ヒジキの人工種苗生産は可能だったが、約1年間の培養の結果、成体に近い幼体も含め35株の種苗生産に留まった。ただ海上培養では、他の生物による食害や枯死した状況はほとんど見られず、陸上培養中の歩留り低下が顕著だった。その要因として、付着基質の素材(特に化繊糸)や形状、幼胚の播種密度等も一因と思われたが、主たる要因は、夏から初秋にかけて発生した珪藻や雑藻類のため、多くの小さな幼体が光合成不足等により成長が阻害され、枯死したことと考えられた。こうした事例は過去の種苗生産試験でも報告され、その対策として、遮光ネットによる光強度の調整やノリ酸処理方法の活用、また今回の試験で行ったように駆除対象となる藻類等を海水(淡水)で洗浄したり、ピンセットで取り除くなど、地道かつ労力を要する作業が中心に行われていたが、完全に状況を解決するまでには至っていなかった。ただ最近、種苗生産初期における緑色LEDの照射¹⁴⁾やメジナ類を活用した雑海藻の除去¹⁵⁾など、労力軽減につながる新たな対応策も提案されている。今後この分野の技術開発がさらに進むと、大量生産を視野に、陸上培養によりヒジキの人工種苗生産をもっと効率的かつ安定的に行うことが可能になると思われた。

謝 辞

今回の試験を進めるにあたり、貴重な助言を頂いた水産技術研究所 環境・応用部門 吉田吾郎 博士に深謝します。また培養作業全般に協力頂いた本試験場 明石英幹 氏に厚くお礼申し上げます。



Fig.1 Two 30L circular tanks were set up inside the square tank (0.9 m×1.28 m×0.4m) filled with running filtered seawater, and *Sargassum fusiforme* embryos were seeded on the substrate in the circular tank (right side) and culture was started. The other circular tank (left side) was used to gather *S. fusiforme* embryos with a 13L bucket in it.

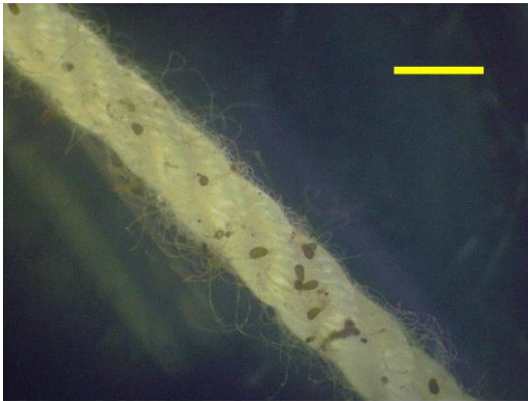


Fig.2 After 7 days of culture, *S. fusiforme* embryos grew into germinating bodies and were attached to the substrate (the string) with their rhizoids. (Scale bar =2mm)



Fig.3 After 29 days of culture, the fast-growing *S. fusiforme* embryos grew into thalli. Diatoms and miscellaneous algae also began to grow around the substrate to which thalli were adherent. (Scale bar =2mm)

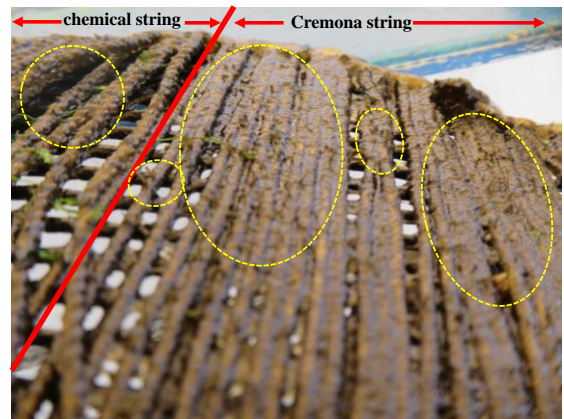


Fig.4 After 38 days of culture, the amount of diatoms adhering to the substrate was quite high, almost covering *S. fusiforme* thalli. At this time, many thalli began to die and drop out, but more thalli dropped out on the chemical string than on the Cremona string. Remaining thalli are visible in the yellow circles.



Fig.5 After 110 days of culture. To reduce damage caused by miscellaneous algae, the relatively large sized *S. fusiforme* thalli were moved outside of the circular tank with their substrates. (Scale bar =2cm)



Fig.6 One of the *S. fusiforme* thalli 164 days after the start of embryos culture, and the longest at 11 cm in total length.

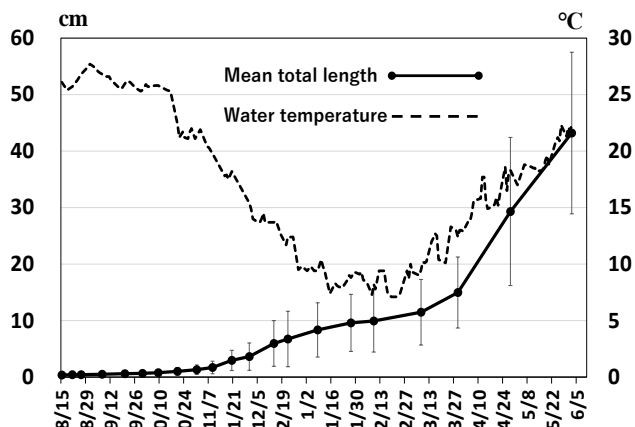


Fig.7 Changes in the mean total length of *S. fusiforme* thalli (filled circles) and water temperature (dotted lines) from Aug.15 to June 2. Here, the water temperature from Aug.15 to Feb.23 represents the temperature of the culture tank, and the one from Feb.24 to June 2 represents the temperature at a depth of 0.5 m in Yashima Bay. Error bars indicate standard deviations.



Fig.8 *S. fusiforme* thalli at 266 days after the start of embryos culture and 16 days after transfer from the land tank to the fish farming raft (5m×5m).



Fig.9 *S. fusiforme* thalli at 348 days after the start of embryos culture and 98 days after transfer from the land tank to the fish farming raft (5m×5m).

文 献

- 1) 農林水産省統計部：2008，平成9～18年漁業・養殖業生産統計年報，農林水産省，東京，131.
- 2) 山城繁樹・戸高義敦・南元洋：2004，ヒジキと海藻サラダ産業の現状と展望.有用海藻誌（大野正夫編著），内田老鶴園，東京，371-372.
- 3) 井上美佐・神谷直明ほか：2010-2011，2013-2014，有用藻類養殖対策事業（ヒジキ）ほか.平成21～24年度三重県水産研究所事業報告書.
- 4) 薬師寺房憲：2012，宇和海有用藻類量産化プロジェクト.平成22年度愛媛県農林水産研究所水産研究センター事業報告，79-81.
- 5) 伊藤龍星：2013，褐藻ヒジキ *Sargassum fusiforme* の挟み込み養殖と人工種苗生産に関する研究. 大分県農林水産研究センター研究報告（水産），3，21-56.
- 6) 谷田圭亮・二羽恭介・杉野雅彦・小柴貢二：2013，ヒジキ人工種苗量産技術の開発研究. 兵庫県農林水産技術総合センター年報（水産編），12.
- 7) 佐藤寛之：2013，ヒジキの人工種苗を用いた養殖技術開発. 三重大大学院生物資源学研究所修士論文.
- 8) 猪狩忠光ほか：2013-2016，鹿児島海藻パーク推進事業-I. 平成23～27年度鹿児島県水産技術開発センター事業報告書.
- 9) 吉見和輝：2015，ヒジキの人工種苗を用いた養殖技術開発および生長，成熟，初期発生と光合成産物量の変化. 三重大大学院生物資源学研究所修士論文.
- 10) 愛媛県農林水産研究所水産研究センター：2015，ヒジキ養殖マニュアル. 愛媛県農林水産研究所水産研究センター，26-34.
- 11) 和歌山県水産試験場：2018，ヒジキ種苗生産マニュアル. 和歌山県水産試験場，5-7.
- 12) 村瀬昇・阿部真比古・野田幹雄・杉浦義正：2015，山口県沿岸のヒジキの生育適温と生育上限温度. 水産大学校研究報告，63，238-243.
- 13) 原口展子・村瀬昇・水上讓・野田幹雄・吉田吾郎・寺脇利信：2005，山口県沿岸のホンダワラ類の生育適温と上限温度. 藻類，53，7-13.
- 14) 野田勉・藤浪祐一郎・紫加田知幸：2022，LED光源を用いたヒジキ発芽体の好適波長の探索. 令和4年度日本水産学会秋季大会講演要旨集，57.
- 15) 野田勉・門田立・島岡啓一郎・藤浪祐一郎：2022，メジナ幼魚の摂餌を利用したヒジキ種苗生産における基質の雑海藻除去. 水産増殖，70（1），113-117.