

ロープを採苗基質としたヒジキ人工種苗の有効性（ノート）

松倉一樹

Artificially produced seedlings of *Sargassum fusiforme* on a rope and its effectiveness

KAZUKI MATSUKURA

長崎県では、1998年以降にヒジキの生育不良が確認され、摂食痕の観察結果から、アイゴやノトイソズミの食害が原因であると考えられている。¹⁾このような状況の中、1996年に4,644トンであった本県産天然ヒジキの漁獲量は、2006年にはおよそ半分の2,307トンへと大幅に減少している。²⁾天然ヒジキの減少を受け、本県では2008年から養殖試験が開始され、³⁾近年は南島原市内の複数の漁協等で養殖業が営まれている。しかし、現状では種苗を他県産の天然種苗に依存し、種苗の安定確保が課題となっており、県内の漁業関係者から人工種苗の生産技術開発が強く望まれている。

近年、ヒジキの人工種苗について、複数の研究機関で生産技術開発に向けた取組が実施され、試験的には成功した事例が報告されているが、⁴⁾⁶⁾商業化には至っていない。また、漁業者からは、養殖開始時に種苗を幹ロープに挟み込む作業の煩雑さから、ロープに種苗が付いた状態での流通を望む声が多い。そこで本研究では、ロープ等を基質としたヒジキの人工採苗試験を2回行い、その中でロープの基質としての有効性や、基質に適したロープの種類を検討した。併せて、生産した種苗を用いた海面での養殖試験を行い、ロープに採苗した人工種苗の有効性を検討した。

材料と方法

ロープとブロックの比較試験（試験1）

ロープの採苗基質としての有効性を検討するため、3本撚ポリエステル製ロープを基質とした試験区（以下、3本撚PET区）と、コンクリートブロックを基質とした試験区（以下、ブロック区）

を設け、2023年5月23日～6月30日の43日間、水槽での育苗試験を行った。

両区で用いた基質を図1に示す。3本撚PET区は、直径20mm、長さ50cmの塩ビ管2本に直径6mmで3本撚のPETロープを密に巻き付け、両端を直径20mmの塩ビ製チーズで挟んだものとし、ブロック区は、縦19cm×幅39cm×高さ15cmのコンクリートブロックとした。なお、両区では各3個の基質を用いた。

育苗試験では、本県産養殖ヒジキを母藻として得られた幼胚と海水200mLを容量500mLのビーカーへ収容し、5mL駒込ピペットを用いて各基質の上から個別に滴下させて播種した。播種した密度は、3本撚PET区で210粒/cm²、ブロック区で110粒/cm²であった。試験に用いた水槽は、縦90cm×横60cm×水深20cm（海水の容量が108

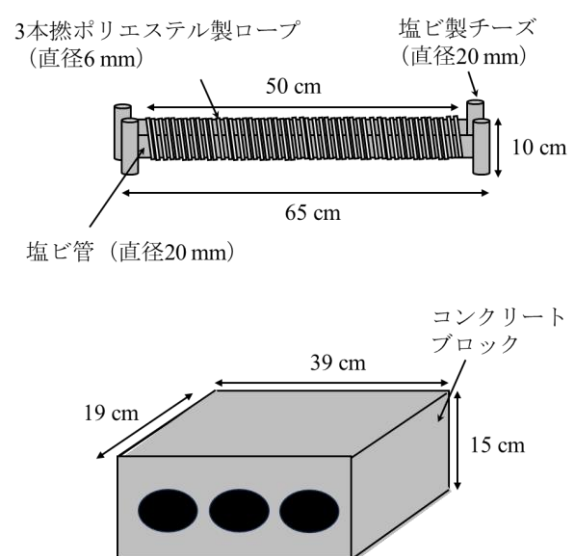


図1 両区の採苗基質
(上：3本撚PET区、下：ブロック区)

L) の角型 FRP 水槽であり、播種後 5 日間は止水の状態とした。6 日目以降は、ろ過海水を毎分 3.6 L 前後注水して育苗を継続した（自然水温、試験中の水温は 20.1～24.8℃で推移）。

終了時には、各基質上で生残していたヒジキ幼体の株数及び上位 20 株の全長を調べ、両区で 1 cm² あたりの生残株数、生残率及び平均全長を比較した。

なお、この試験では日光を光源とし、テント内に設置した水槽の水面上から約 3 m の高さに 70% 遮光幕を展開し、1 日の照度が最高 12,000 lx 程度となるよう遮光した。播種から 2 週目以降は、雑藻対策の目的で 2～3 日に 1 回海水を強く噴射し、基質とヒジキの幼体を洗浄した。

採苗に適したロープの検討試験（試験 2）

採苗に適したロープを検討するため、原料や規格が異なる 4 種類のロープを基質として、2024 年 5 月 29 日～7 月 26 日の 61 日間、水槽での育苗試験を行った。

各区で用いたロープには海面での養殖に適した耐候性や耐水性が高い原料を選定し、3 本撚 PE 区（3 本撚ポリエチレン製ロープ）、3 本撚混合区（3 本撚ポリエステル・ポリエチレン混合ロープ）、3 本撚 PET 区、金剛打ち PET 区（表面の凹凸が少ないポリエステル製ロープ）の 4 区を設定した。各区の基質には、直径 6 mm のロープを直方体の赤レンガ（21 cm×5 cm×6 cm）に密に巻き付けたものをを用いた。

育苗試験では、本県産養殖ヒジキを母藻として得られた幼胚 505,000 粒を海水 200 mL と共に 500 mL ビーカーへ収容し、全ての基質と海水 50 L を

入れた透明円形水槽 1 個（容量 100 L）の上から散布した。幼胚を散布した後、直ちに水槽の中層から底層に向かって海水を強く 3 回噴射し、幼胚を水槽内で均一に近い状態で漂わせ、自然落下させる方法で各基質に播種した。播種から 5 日間は透明円形水槽内で止水の状態とし、6 日目以降は、全ての基質を縦 76 cm×横 47 cm×水深 19 cm（海水の容量が 68 L）の角型ポリプロピレン製容器へ移動させ、ろ過海水を毎分 3.0 L 前後注水して育苗を継続した（自然水温、試験中の水温は 20.5～29.0℃で推移）。

終了時には、各区のロープ上で生残していたヒジキ幼体の株数及び全長を調べた。生残株数は、各区の上端から 8 列分を列ごとに計数し、1 cm² あたりの数値に換算した。全長は各区の上位 20 株を測定し、各区間で 1 cm² あたりの生残株数及び平均全長を比較した。併せて、各区のロープ上で生育していた雑藻を全て採取し、試験区毎に湿重量を測定した。

水槽の設置場所、光源及び雑藻対策については、前述の試験 1 とほぼ同様の条件で実施した。

ロープに採苗した人工種苗の養殖試験（試験 3）

3 本撚 PET を基質として前述の試験 1 と同様の方法で生産した人工種苗を、2023 年 7 月 7 日～11 月 28 日まで南島原市南有馬町地先の潮間帯で育苗し、全長が 40 mm 以上に達したものを回収した。回収した種苗は、総合水産試験場の屋外水槽で 22 日間ろ過海水を流水させて育苗し、養殖試験に供した。

養殖試験は、2023 年 12 月 20 日に長さ 25 m の種苗付きロープを直径 14 mm の幹ロープ（PE 製）に結束し、南島原市南有馬町地先の海面に浮かべて開始した。試験開始後は、1～2 ヶ月毎に上位 20 株の全長を測定した。2024 年 5 月 21 日の試験終了時には、幹ロープ 0.5 m の範囲でヒジキを全て刈り取って重量（湿重量）を測定し、幹ロープ 1 m あたりの収穫量を試算した。

統計処理

試験 1 では、両区の生残株数、生残率及び全長について、Mann-Whitney の U 検定を行った。試

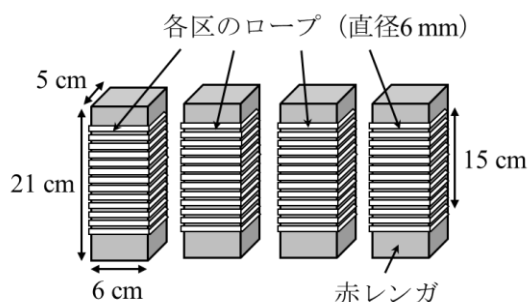


図2 試験2で用いた各区の採苗基質

験2では、各区の1 cm²あたりの生残株数及び全長について、一元配置の分散分析に引き続き、Tukey-Kramer 検定を行った。解析はStat View 5.0により行い、有意水準は5%とした。

結 果

ロープとブロックの比較試験（試験1）

試験終了時に両区で生残していたヒジキの生残株数、生残率及び平均全長を表1に示す。試験中は雑藻の繁茂によると考えられる減耗は認められなかったが、開始後約2週間は洗浄作業時にヒジキの脱落が頻発した。終了時の生残株数は、3本撚PET区で17.2株/cm²、ブロック区で7.7株/cm²であり、3本撚PET区ではブロック区に比べて多くのヒジキが生残していた。生残率は両区で7.1～9.5%を示し、差は認められなかった。終了時の平均全長は、両区で3.1～3.3 mmを示し、差は認められなかった。

表1 試験1終了時の両区の生残株数、生残率及び平均全長

試験区	生残株数 (株/cm ²)	生残率 (%)	全長 (mm)
3本撚PET区	17.2 ± 2.4 ^a	9.5 ± 2.6 ^a	3.3 ± 0.5 ^a
ブロック区	7.7 ± 4.6 ^b	7.1 ± 4.3 ^a	3.1 ± 1.1 ^a

* 生残株数と生残率はn=3, 全長はn=20, 平均値±標準偏差

* 異符号間には有意差あり (Mann-WhitneyのU検定, $p < 0.05$)

採苗に適したロープの検討試験（試験2）

試験開始から1.5ヶ月間は試験1とほぼ同様で、雑藻の繁茂によると考えられる減耗は認められず、開始後約2週間は洗浄作業時にヒジキの脱落が頻発した。開始して約1.5ヶ月が経過する頃から各基質上でシオミドロ類、アナアオサ、ボウアオノリが生育し、ヒジキの脱落が再び見られるようになった。試験終了時に各区で生残していたヒジキの生残株数及び平均全長を表2に示す。生残株数は各区で2.8～6.1株/cm²であり、金剛打ちPET区で3本撚PE区に比べて少なく、それ以外の試験区間では差が認められなかった。平均全長は各区で5.2～5.5 mmを示し、全ての試験区間で差が認められなかった。

表2 試験2終了時の各区の生残株数及び平均全長

試験区	生残株数 (株/cm ²)	全長 (mm)
3本撚PE区	6.1 ± 2.7 ^a	5.3 ± 0.5 ^a
3本撚混合区	4.2 ± 2.0 ^{ab}	5.4 ± 0.9 ^a
3本撚PET区	4.9 ± 1.6 ^{ab}	5.5 ± 0.9 ^a
金剛打ちPET区	2.8 ± 1.0 ^b	5.2 ± 0.7 ^a

* n=8, 平均値±標準偏差

* 異符号間には有意差あり (Tukey-Kramer検定, $p < 0.05$)

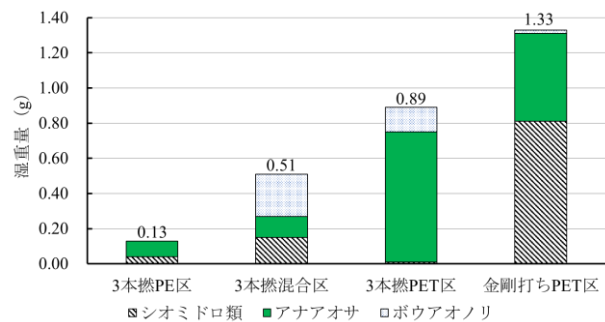
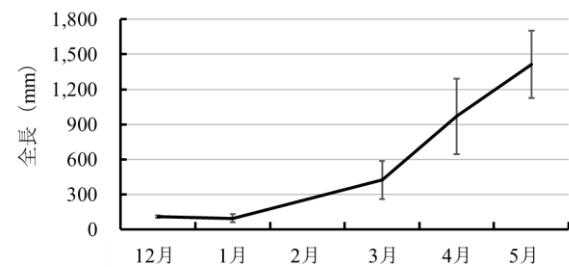


図3 試験2終了時の各区のロープ上で生育していた雑藻の種類及び湿重量



* n=20, エラーバーは標準偏差を示す

図4 試験3のヒジキの平均全長の推移

試験終了時に各区のロープ上で生育していた雑藻の種類及び湿重量を図3に示す。3本撚PE区、3本撚混合区、及び3本撚PET区では、アナアオサやボウアオノリが最も多く、雑藻湿重量の合計は0.13～0.89 g/区であった。金剛打ちPET区ではシオミドロ類が最も多く、雑藻湿重量の合計は1.33 gであり、3本撚PE区の約10倍に達した。

ロープに採苗した人工種苗の養殖試験（試験3）

試験期間中の平均全長の推移を図4に示す。開始時の全長が109 mmであったヒジキは順調に生育し、終了時の平均全長は1,413 mmに達した。終了時に試算した収穫量は、8.8 kg/mであった。

考 察

本研究では、3本撚PET等のロープについて、ヒジキの採苗基質としての有効性を5月～7月の間検討した。3本撚PETロープとブロックの比較試験では、両区とも7株/cm²以上の密度でヒジキが生育し、生残率や平均全長に差は認められなかった。ブロックは、ヒジキの天然または人工採苗を行った先行事例が複数存在し、⁷⁾既に採苗基質として広く利用されている。したがって、3本撚PETロープは、採苗後1ヶ月程度の期間を水槽で育苗する条件では採苗基質として利用できると考えられた。なお、終了時の生残株数は、3本撚PETでブロックより多い結果であったが、両区の生残率や全長が同等であったことから、単純に播種した幼胚数の差が生残数の差となって現れたものだと考えられた。

4種類のロープで比較した結果、金剛打ちPET以外の3種類では、ヒジキの生残及び生長に差が認められず、採苗基質として利用できる可能性が考えられた。その一方で、金剛打ちPETロープでは、3本撚PEロープに比べてシオミドロ類等の雑藻が10倍程度多く生育し、生残株数が少ない結果であった。ヒジキの種苗生産中における雑藻の影響については、複数の先行事例でその問題が指摘されており、⁵⁾近年では小型メジナを用いた新たな技術が開発されている。⁹⁾このように、雑藻はヒジキの種苗生産を行う上で大きな障害となることから、金剛打ちPETロープは、採苗基質として適していない可能性が考えられた。

なお、同じPET製でも3本撚のロープでは、ヒジキの生残が他の試験区と同等であったことから、金剛打ちPETで雑藻が繁茂した要因は、素材によるものではなく金剛打ちと3本撚の違い、すなわち、表面が平滑で2次元的な構造が影響した可能性が考えられる。本試験では海水を強く噴射して基質の洗浄を行ったため、3本撚に比べて表面が平面的な金剛打ちのロープでは、海水がヒジキに直接当たる頻度が多く、脱落が生じやすい状況になっていた可能性が高い。しかし、本研究の結果

では、ロープの表面構造とヒジキの生残について十分に検討できたとは言い難く、このことについては、別途検討する必要があると考えられた。

3本撚PETロープに採苗した種苗を用いた養殖試験では、平均全長が1,413 mmに達し、収穫サイズは8.8 kg/mと試算された。大分県で天然種苗を用いて実施された養殖試験の結果では、終了時の5月下旬時点で平均全長が952～1,318 mmに達し、収穫量が8.7～15.3 kg/mであったことが報告されている。¹⁰⁾また、徳島県で天然採苗した種苗を用いて実施された養殖試験では、終了時の5月上旬時点で平均全長が1,186～1,949 mmに達し、収穫量が3.8～8.3 kg/mであったことが報告されている。¹¹⁾このように、本研究で用いたロープを着生基質とした種苗では、大分県や徳島県の事例と比べて、生長や収穫量は同等であったと考えられた。ただし、漁場環境の特性によってヒジキの生育は異なるため、ロープに採苗した人工種苗の養殖特性については、同一の漁場で市販の天然種苗との比較試験を行う等、今後更なる検討が必要である。

以上の結果から、3本撚PET等のロープは、ヒジキの採苗基質として利用できることが分かった。また、3本撚ロープに採苗したヒジキは、養殖種苗として有効であるとともに、種苗をロープに挟み込む作業が不要となり大幅な省力化につながると考えられた。

しかし、現状では本県の潮間帯でヒジキの食害が広範囲で確認されており、¹⁾潮間帯育苗期におけるヒジキの生育は安定しているとは言い難い。今後は、潮間帯でのヒジキの育苗技術を向上させることで、人工種苗の量産化及び実用化が可能となることが期待される。

謝 辞

本研究の調査にあたり、ご理解及び多大なご協力をいただいた島原半島南部漁業協同組合前組合長村田国博氏、職員及び漁業者の皆様に心からお礼申し上げます。

文 献

- 1) 桐山隆哉・藤井明彦・藤田雄二. 長崎県沿岸におけるヒジキ生育不良現象を摂食によって誘発している原因魚種. 水産増殖 2005; **53**: 419-423.
- 2) 水産庁. 漁業・養殖業生産統計年報 (2015) .
- 3) 吉川壮太・塚原淳一郎・大橋智志・岩永俊介. 温暖化に対応した藻類増養殖技術開発. 平成 20 年度長崎県総合水産試験場事業報告 2008; 82-84.
- 4) 伊藤龍星. 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指導センター研究報告 (水産研究部編) 2013; **3**: 21-56.
- 5) 愛媛県農林水産研究所水産研究センター. ヒジキ養殖マニュアル 3. 養殖種苗の入手について 2015; 24-42.
- 6) 和歌山県水産試験場. ヒジキ種苗生産マニュアル. 2018.
- 7) 大分県農林水産研究指導センター 水産研究部 北部水産グループ. ヒジキ資源増大のための手引き 2 建材ブロックを用いたヒジキの増殖. 2020; 10 -19.
- 8) 愛媛県農林水産研究所 水産研究センター栽培資源研究所. ヒジキ増殖事例集 2021.
- 9) 野田 勉・門田 立・島岡啓一郎・藤浪祐一郎. 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 2022; **70**: 113-117.
- 10) 伊藤龍星・寺脇利信・サトイト シリル グレン・北村 等. 天然藻体のロープへの挟み込み法によるヒジキ養殖. 水産増殖 2008; **56**: 97-103.
- 11) 中西達也・團 昭紀. 美波町阿部地先および小鳴門海峡におけるヒジキ養殖試験. 徳島県立農林水産総合技術支援センター水産研究所研究報告 2012; **8**: 17-21.