

合成木材を用いたカジメ種苗生産と海岸構造物を利用した中間育成場  
及び造成藻場の拡大

大野正夫<sup>1</sup>・斉藤 仁<sup>1</sup>・高橋次郎<sup>1</sup>・林克治<sup>1</sup>・小松宏史<sup>1</sup>

井本善次<sup>2</sup>・平岡雅規<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 株式会社オーシャンラック 〒 781-0262 高知市浦戸 822-59

<sup>2</sup> 高知大学総合研究センター海洋生物研究教育施設 〒781-1164 高知県土佐市  
宇佐町井尻 194

緒 言

離岸堤や防波堤には多様な間隙を持つ基盤があり、また、平坦な基盤(根固ブロック)を備えている。これらの基盤には多くの海藻が着生して豊かな藻場になっている。そこで海岸構造物周辺を水産生物に適した環境にする事業が進められてきた(電力中央研究所 1991, エコポート技術WC 1998)。このような海岸構造物への藻場造成事業は、減少した天然藻場の代替えとして海洋牧場化構想となっている。この研究では、合成木材を着生基盤とした大型褐藻の種苗生産技術と海岸構造物を利用した幼体を成体まで育てる中間育成場の造成が試みられた。

カジメの種苗生産の研究は 2003 年の秋季より高知大学海洋生物研究教育施設の屋外水槽を用いて開始された。カジメ胞子が合成木材に着生して生長した数 cm までの若い藻体は、高知県中央部の浦ノ内湾の湾口に設置されている導流堤の平坦な根固めブロック上に置かれた移植用コンクリートブロック(1 m<sup>3</sup>)に移植された。夏季を経て育った藻体は、ほかの海岸構造物の移植種苗として間引きしながらも残存した個体が 3 年以上順調に生育した。ここに、藻場造成技術として開発されたカジメ種苗生産法と中間育成場の造成後に移植ブロックを中心として拡大した藻場の現況について報告する。

## 材料と方法

### 1. 基盤材とカジメ孢子の採取

藻場を構成するカジメ孢子の基盤材として MK ウッド(商品名)が開発された。この基盤材の原料は間伐材と合成樹脂の粉末であり、高熱混合し板状にした建材として開発されたものである。この合成木材は有害成分の流出がなく、海中での耐久性に優れ海藻の孢子やホンダワラ類幼胚の着生が良好である。比重は 1.0 以上であり沈下し海岸構造物に合わせた整形や釘による固定も容易である。MK ウッドは合成木材と認定されているので、産業廃棄物の範疇にはなく環境にやさしい素材であるのが特徴である。芽生えた藻体が着生した基盤材を天然岩礁や海岸構造物に取り付ける形状としては、棒状(ステイック)から盤状などが試みられた。ステイック基盤材は長さ 50 cm、幅 1~3 cm で通常のクーラーに入れて運搬できるものにした。

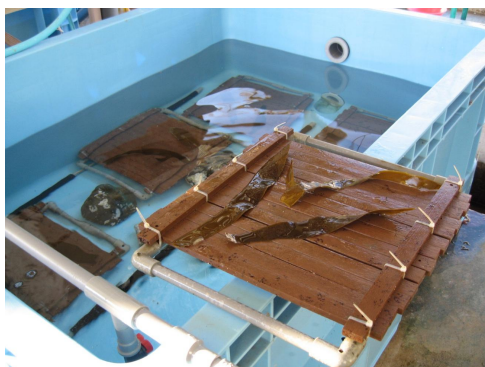


Fig.1



Fig.2

初年度の 2003 年のカジメ母藻は、高知県下の田野浦漁港外に自生しているものを用いた。母藻の採取は 10~11 月の大潮時に行った。2 年目以後の孢子採取用の母藻は中間育成場で育った成熟個体を採取した。孢子採取のために 1 トン水槽に基盤材を置き、水深 20 cm ほど濾過海水を注入した。成熟藻体から子嚢斑部位(生殖組織)を切り取り、20~30 分ほど水切りをして乾燥刺激を与えて水槽に投入した。孢子放出は、子嚢斑部位の投入後短時間で始まるが、その後も未成熟部位が成熟し数日孢子放出が行われる(Fig.1, 2)。そのために孢子放出作業開始から 1 週間は止水にした。

### 2. 種苗育成技術

カジメ孢子の着生したステイック基盤材は正方形の合成樹脂パイプ枠(50x50cm)に固定して、流水方式で給水された屋外水槽(1 トン)に設置して約

1 か月培養を行った。日中の光量は約  $50 \mu \text{mol} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$  であった。幼葉の葉長が 1cm 以上になった時に、密度の高いところは幼葉を間引き、新たな基盤材へ散布した。カジメ幼葉の屋外水槽での育成は 2~3 か月間行われた。

### 3. 中間育成場への移植

数 cm 以上になったカジメ種苗は、天然海域に設置された中間育成場に移植した。中間育成場は、土佐湾中央部の浦の内湾の湾口に設置されている導流堤であった (Fig. 3,4)。

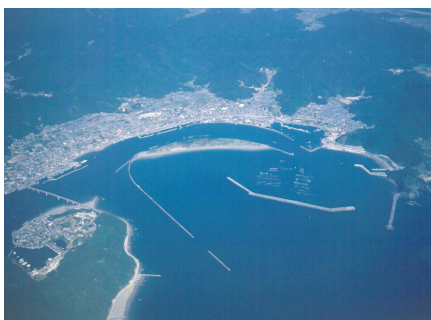


Fig 3



Fig.4

この導流堤周辺の環境は、外海からの波浪を直接受けることはなく、また、潮汐流の速いところであり藻食魚類の蝸集は多くない。基盤材は、導流堤の平坦な根固ブロックに設置されたコンクリートブロック (1x1x1m) に固定した (Fig.7)。中間育成用のコンクリートブロックは毎年増やしてゆき、50 個設置されている。基盤材設置後にウニの蝸集がかなりあったが、定期的に駆除を行った。この中間育成場には、2月から6月の期間に、逐次、基盤材を用いて種苗を移植した。

## 結 果

### 1. カジメ種苗生産技術

土佐湾のカジメ群落の多くは消失して、唯一、田野浦の沿岸にカジメ群落が維持されている。初年度は田野浦から母藻を採取したが、次の年からは中間育成場で育ったカジメ成体から子嚢斑のある葉体を採取した。子嚢斑は 8 月下旬から確認することができるが、10 月から 11 月中旬に多くの子嚢斑が出現し胞子放出が良好であった。胞子放出は、子嚢斑の縁辺部位から徐々に行われるので、時折、葉体を移動させるなどの作業をしたが、幼葉の出現密度は基盤材の場所

によりかなりばらつきがあった。そこで、幼葉の葉長が 1 cm 以上になってから濃い部位の幼葉はヘラなどで付着器よりはぎとり、薄いところに散布すると 2 週間くらいの期間に基盤材に固着した (Fig.5.6)。



Fig. 5

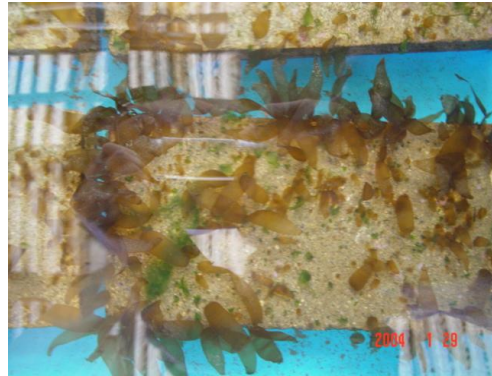


Fig. 6

このような方法で、葉長が約 5 cm までの幼体は、新しい基盤材に容易に固着した。大きくなりすぎると固着はしにくくなった。カジメ幼葉をはぎとり適度な密度に散布した基盤の方が、その後のカジメ葉体の成長は順調であった。基盤材に濃密に幼葉が固着すると成長が遅れ、葉厚の薄い弱い藻体に育った。そのために、1 本のステック基盤材に約 20~30 個体程度に着生密度を調整した。



Fig.7



Fig.8

屋外水槽では、3~5 月の期間、葉体が 5~10 cm の葉長になるまで培養を行った。その後多くの種苗は中間育成場に移植したが、そのまま、屋外水槽で夏季の期間も培養を続ける種苗もあった。しかし、これらの藻体の葉厚は薄く成長も遅れた。海面に移植した藻体の方が、生殖速度は速く生育状態は良好で、多くの種苗は葉厚が厚くなり天然岩礁にみられる葉体と同じ形状になった (Fig 7.8)。

## 2. カジメ種苗の食害

中間育成場には、ウニ類の仲間のムラサキウニとガンガセ、ナガウニが周年見られた。ウニによる食害は移植直後の春季に多く、この時期にはウニ類の除去を行った。これにより種苗の壊滅的な被害には至らなかった。

5～6月の期間にアメフラシの蝸集がみられた。ウニよりもカジメ葉体の摂食が著しくアメフラシの大量発生時には駆除に苦慮したが、種苗の壊滅的な被害に至ることはなかった。中間育成場は湾口部に位置しているため、潮汐流が速くて藻食魚類の蝸集は確認できず、藻食魚類による食害は、はっきりとは確認されなかった。

毎年2～4月に移植した藻体は成長が良好であった。しかし、生長が遅れて5月に葉長が数cmになった藻体は、移植後も生長は良くなく流出する藻体が多くみられた。

## 3. 中間育成場におけるカジメ藻体の生育状況

中間育成場に2004～2007年の期間、春季に移植されたカジメ種苗は、初夏から夏季の魚介類の食害被害にあまりあわずに順調に生育した。7月には側葉が多くみられるようになり茎も太く長くなり、生長の速い藻体の葉長は30～50cm以上になった (Fig. 9)。移植時に葉厚で健全な藻体は、中間育成場に移植後も生育が順調であった。夏季に数回の台風の来襲があったが、育成場は波浪の影響をあまり受けることがなく、固定した基盤から藻体が波浪により流出することはほとんどみられなかった。10月には子嚢斑を持つ藻体を多く確認できるようになった。

移植された種苗の多くは、2月に突堤などの海岸構造物に取り付けるために中間育成場から取り外したが、そのまま、中間育成場におかれたものは、2年令～3年令の藻体に成長して茎長も数10cm以上になった。



Fig. 9

#### 4. カジメ移植場よりカジメ群落の拡大

2005年3月になると、移植したカジメの多くは側葉が肥大し、茎も10cm以上に長くなり、2年令の藻体になった。藻体上には付着生物の着生や魚介類による食害の痕もなく健全な状態で生育していた。移植用ブロックには、カジメが密生し人工的な藻場が形成された。これらの2年令になったカジメ藻体から基盤材を設置したブロックの周囲には、多くの幼体が数多く出現した。

カジメ藻体は、周囲の根固ブロックから波消し用に設置されたテトラブロックまで、カジメ藻体がみられるようになった。2007年10月24日のカジメ分布調査の結果を Fig 10 に示す。

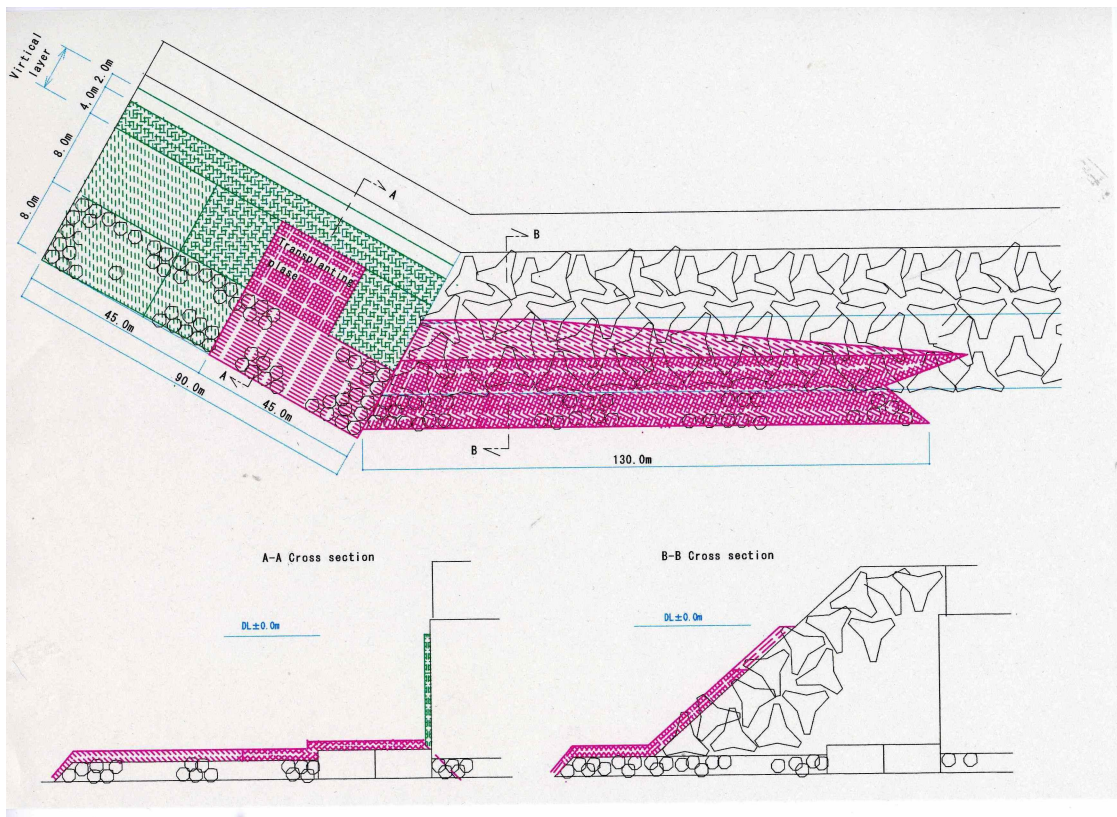


Fig.10

移植用ブロックを設置しているところから、西に向って設置されている根固ブロック上には被度50%~75%以上に濃密に約90mの距離まで2~3年令のカジメ藻体が繁茂していた。消波用のブロックの西側設置されているブロック上には130mの距離にカジメが着生していた。正面の波から波が強く当たるブロック上には、現在のところカジメの藻体は着生していなかった。

育成ブロックから陸へ東向けの根固ブロックには平面として30mの範囲に濃

密なカジメ群落が見られたが、陸に向けてだんだんと着生量は減少してゆき、陸側末端のブロックにはカジメ藻体はほとんどみられなかった。水深の深い方に向けて捨石がある砂地までカジメ藻体は繁茂していた



Fig.11 垂直面に着生するカジメ藻体



Fig.12 捨石に着生するカジメ藻体

突堤の垂直面は、潮間帯下部からアオサが濃密に着生しており、その下方に褐藻のヘラヤハズ、フクロノリ、カヤモノリ、紅藻のソゾ類、マクサなどが着生していた。フジツボなどがみられる潮間帯上部から下方、水深約 2 m から多くのカジメが着生していた。突堤垂直面のカジメの着生密度は上方 2 m では低く被度 25 % であるが、下方の垂直面は 4 m の幅に帯状に被度 50 % の繁茂がみられた(Fig. 11)。このようにして、中間育成場は、3 年間に移植場を中心として約 210 m の距離にカジメ群落が形成された(Fig.12)。捨石の範囲水深 6 m までの面（平面距離で 30 m）と垂直面を合わせると 36 m の幅になり、突堤の長さが 210 m であるので、7,560 m<sup>2</sup> のカジメ群落が形成されたことになる。

#### 考 察

今までに行われている藻場造成技術は、コンクリートブロックにカジメ母藻をとりつけて移植する方法（大野ら，1983），カジメ場にブロックを設置する方法（Watanuki and Yamamoto, 1990），成熟藻体を網袋に入れて海中に吊すスポアバック方法（芹沢ら 2005）と水槽内でロープやプラスチックパイプ，コンクリート基盤に人工種付けし，それら種苗が数 cm になった若い葉体を藻場造成基盤（海岸構造物）に固定する方法などであった（電力中央研究所 1991，エコポート技術，WC., 1998）。若いカジメ種苗を海面の中間育成場で育成するのは新しい手法である。カジメの幼葉を中間育成場に移植して，夏季を越して秋季の成熟

期に達した成体藻体を目的の藻場造成基盤に固定する方法は、成功率の高い藻場造成法であると考えている。数 cm の幼葉は、柔らかくウニや貝類などの食害被害を受けやすく、波浪などの海況にも弱い。また、多くの事例では台風の波浪で消失するが多かった。成体まで育ったカジメ藻体の移植は生残率が高く、移植後に短期間に成熟し孢子放出が行われると推察されるので、二次世代の葉体を海洋構造物に出現させる確率が高い。この方法で、高知県下で藻場造成をすでに試みているが経過は順調である。

また、孢子が基盤材に着生して若い葉体が出現した場合、着生量にかなりの濃淡があり、着生密度が高い場合にはタンク培養での成長が遅れることが多い。幼葉(1~5 cm)の時に、付着器からはぎとり、適度な密度で散布・固着させる方法は、今まで報告がなされていない。この方法で種苗を生産することで、適度な着生密度の種苗を生産することが容易になった。また、はぎとる時期を変えることにより葉長の異なる個体を生産することができるようになり、中間育成場に移植する時期も短期間に行う必要がなくなり、移植スケジュールが立てやすくなった。また、余剰に種苗をタンク培養で生産しておくことにより、中間育成場に移植して食害被害が出た時には、新たな種苗を、再度中間育成場の基盤にとり付けことができ、計画的な種苗生産が可能になった。さらに、このような藻場造成の技術として、合成木材のステック基盤材は、種苗の移送、藻礁や海岸構造物への種苗の固定・離脱はすばやくできた。

土佐湾中央部の浦ノ内湾の湾口部の導流堤に設置された中間育成場は、今までカジメ類が繁茂しなかった区域である。深い湾のため潮汐流が強く外海水の流入もあるので、カジメの生育には適するのではと推察された。基盤を設置してカジメの幼葉を育成したが、予想以上に良好な生育を示した。

その大きな原因は、藻食魚類が蝟集しなかったことと推察している。春季の4~6月のウニ類とアメフラシの増殖期には、これらの駆除を行った。このことより壊滅的な被害はなく、茎長の長い3年令のカジメが多く着生している。カジメ移植が始まって3年間で約210 mの範囲にカジメ群落は拡大していった。関西空港の人工島では数年間で数100 mの範囲にカジメ群落が拡大と報告があるが(エコポート技術 WC., 1998)、導流堤でのカジメ群落の形成の報告はない。

現在、多くの海岸でカジメ群落の磯焼けが報告されているが、導流堤や防波堤などの海岸構造物の周囲は潮汐流が強く、磯魚が蝟集しにくい場合が多い。このような場所を選定することにより、新たな藻場を造成でき、また周囲の岩礁域に拡大していく発端になる可能性も秘めていると思われる。

## 引用文献

大野正夫・笠原均・井本善次 1983.土佐湾カジメ類の生理生態学的研究 II . 成体からの移植実験. 高知大学生物研究報告. 5, 65-751.

Watanuki,A& Yamamoto, H, 1990. Settlement seaweeds ob coastal structure< Hydrobiologia 204/205: 275-280.

芹沢如比古・井本善次・田井野清也・際昌根・石川徹・大野正夫・平岡雅則 2005. 土佐湾の磯焼け海域におけるスポアバッグ法によるカジメ海中林の造成. 藻類, 53, 19-24.

電力中央研究所 1991.海中砂漠緑化技術の開発 第4報 砂地海底に設置したコンクリートブロック上でのアラメ・カジメ類の生育. 電力中央研究所報告 No. U91024 31pp.

エコポート技術WC. 1998. 港湾構造物と海藻海草の共生マニュアル(監修運輸省港湾局) 99pp. 港湾空間高度化センター1.

**New technology of the artificial seeding and nursery ground of brown seaweed *Ecklonia cava* on the coastal structure in the warm waters of Japan**

**Masao Ohno<sup>1</sup>, Hiroshi Saito<sup>1</sup>, Jiro Takahashi<sup>1</sup>, Taka Hayashi<sup>1</sup>, Hiroshi Komatsu<sup>1</sup>,  
Zenji Imoto<sup>2</sup> and Masanori Hiraoka<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Ocean Luck Co.Ltd. 3-101, Inari-cho, Kochi, 780-0814, Japan

<sup>2</sup> Usa Marine Biological Institute, Kochi University, Usa-cho, Tosa, Kochi, 781-1164, Japan

### Abstract

The spores of *Ecklonia cava* brown seaweed have artificially germinated on the synthetic materials with woods and plastics. They have been cultured to young fronds in the tank under outside condition. In Spring season, the young fronds grown up to several cm. have been transplanted at the seeding place set up at the bay entrance of Uranouchi Inlet, Tosa Bay, southern Japan. The transplanting of

them was fixed to the concrete block (1x1x1 m) and grew to adult size during period of summer season. Many adult fronds with mature have been again transplanted to breaker water structure at other coast. Many new plants from transplanting plants have appeared around the seeding brocks at the entrance of the bay. The artificial *Ecklonia* bed has made about 7,000 m<sup>2</sup> on the coastal structure.

**Figure**

**Fig 1** Method of spore releasing on the synthetic-weed board, with mature parts of *Ecklonia cava*.

**Fig.2** Young fronds appeared on the synthetic- weed board.

**Fig.3** Seaweed promotion place on the center breakwater at the entrance bay.

**Fig.4** Transplanting site of *Ecklonia* fronds on the breakwater

**Fig.5** Young fronds of *Ecklonia* grown on the synthetic wood in the tank.

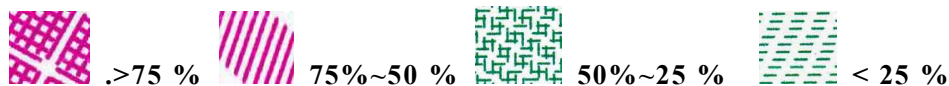
**Fig 6** Young fronds grown on the synthetic wood.

**Fig.7** Young seeding of *Ecklonia* fronds attached on the board set the concrete blocks ( 1m x 1m x 1m)

**Fig.8** *Ecklonia* plants grown at the transplanting place

**Fig.9.** Adult fronds of *Ecklonia* attached on the board for transplanting on the breakwater

**Fig 10** The distribution of expanding *Ecklonia* beds on the breakwater Coverage:



**Fig 11** *Ecklonia* fronds on the vertical layer growing s on the breakwater

**Fig.12** *Ecklonia* fronds to which grow on the slope of the stones