

# 地域特産藻類増養殖技術開発研究 (ホンダワラ、アカモク、エゴノリ)

三浦信昭・中林信康

## 【目的】

本県において、主として男鹿半島周辺で漁獲されるホンダワラと県北部地区で漁獲されるアカモクは、古くから食用海藻として珍重されてきた。また、これらホンダワラ類に付着するエゴノリにおいても、天然の健康食品として、また医薬品・化粧品材料用として需要が増大している。しかしながら、これらの藻類は資源変動が大きく生産量が不安定である。このため、それら資源の増大と生産の安定を図るための増養殖手法を確立する。

## 【方法】

1. 実施期間 2000年4月～2001年3月
2. 実施場所 男鹿市、八森町の地先海域
3. 調査方法

- (1) ホンダワラ
  - (a) 天然生態の把握

1997年5月に採苗し、コンクリートブロック上に付着させた種苗4基を、1998年7月に戸賀湾へ設置した。このうち、湾口消波堤の内側の水深約3m地点に設置した2基を「湾口区」、塩戸漁港内水深3m地点に設置した2基を「港内区」とした。湾口区のうち1基については、1999年1月に主枝の刈り取りを行っていることから、これを「湾口（収穫）区」とし、刈り取りを行わなかったものを「湾口（非収穫）区」として区別することとした。

調査は約1か月間隔でスキューバ潜水により、生長、成熟、枯死にいたるまでの状況や、再生産した個体の状態の変化を観察した。また、生長指標として全長の測定も行った。

### (b) 種苗生産

採苗から育成管理までの流れと基質の形状を図1に示した。

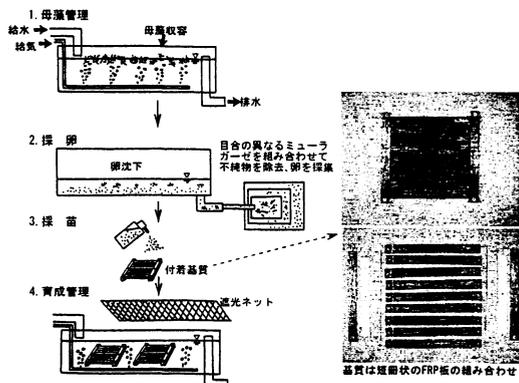


図1 採苗から育成管理までの流れ

本年度は、4月4日に双六地先から母藻を採集し、5月15日～6月10日に採苗した。基質にはFRP板（L400mm×W40mm×H5mm）を11枚を1組として連結したものを使用した。育成は3.7t角型水槽で毎分50ℓの流水とし、通気による攪拌を行った。照度は遮光ネットにより自然光の概ね10%となるように調整した。なお、9月14日に栄養塩として固形状のN、P、Feを添加した。

### (c) 養殖技術開発

1999年に採苗しFRP板に付着させた種苗を11月9日に椿漁港内に垂下して養殖試験を実施した。垂下については、FRP板の裏を貼り合わせた2枚を1組とし、FRP板の両端にある穴をロープ（φ3mm）で連結した。水面に水平に張ったロープと平行となるようにして、5組ごとに3m（φ10mm）のロープで垂下し、垂下ロープの先には約1kgの重りを取り付けた。（図2）

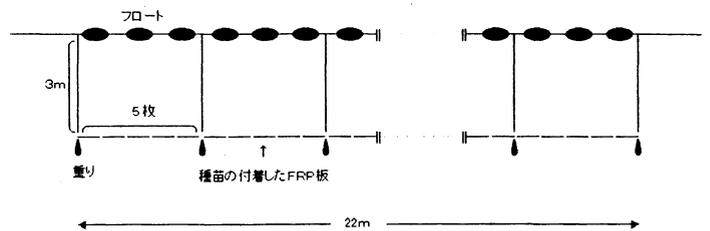


図2 ホンダワラ養殖試験模式図

### (2) アカモク

#### (a) 増殖技術開発

6月6日に八森地先において、スポアバック式増殖試験を実施した（図3）。まず、試験区周辺のアカモクが生育している海域において、雌株でかつ生殖器床上に受精卵が付着しているアカモクを選出し、刈り取りを行った。次に、刈り取った母藻をアカモクの生育が全く見られない海域へ移植した。この海域は水深約5mの転石地帯で、高さ1.2mのアワビ稚貝保護用コンクリートブロック（以下「アワビ保護礁」とする。）が4基設置されており、転石及びアワビ保護礁の表面は、無節サンゴモで被われた状態となっていた。また、キタムラサキウニが高密度で生息していた。移植の方法としては、母藻を網袋に入れるか又はわら縄で束ねて行った。網袋はアワビ保護礁上面に2袋ずつ4基に設置し、わら縄は工用ブロックに結びつけて周囲の海底8か所に沈めた。同時に

キタムラサキウニの除去試験も実施することとし、移植地点の周囲約100m<sup>2</sup>内を試験エリアとした。

その後、定期的にキタムラサキウニの除去を実施するとともに、アカモクの生育状況を調査した。生育状況については、約0.25m<sup>2</sup>の面積を数か所写真撮影し、その範囲のアカモクの被度を画像処理により算出した。

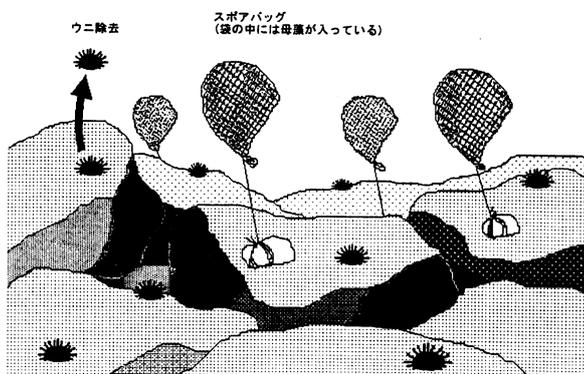


図3 アカモク増殖試験模式図

(3) エゴノリ

(a) 種苗生産

組織培養による種苗生産の可能性を検討するため、エゴノリ四分胞子体をミキサーで粉碎し、その再生状況を調査した。試験には実験室内で育成したF<sub>1</sub>を使用し、培養は滅菌状態で行った。培地はPES培地を使用し、13℃、1,000~3,000Lux (12L:12D)の温度及び光条件下でエアレーションを適宜用いた。

(b) 養殖技術開発

昨年度に採苗し、実験室内で育成していた種苗を4月10日に戸賀湾内の水深約5m地点に沖出しして養殖試験を実施した。種苗はクレモナ糸に付着させた10~30mmの四分胞子体F<sub>2</sub>で、これを2m×4mのポリエステル無結節網に巻き付けた。養殖方法としては、網を水深1~3mとなるように垂下し、両側をロープとアンカーで固定した。(図4)

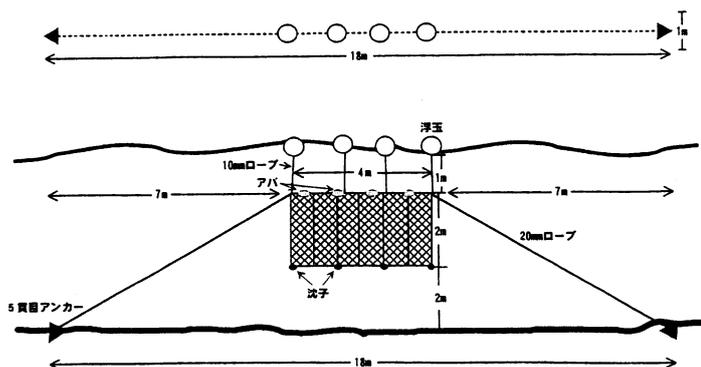


図4 エゴノリ養殖試験模式図

【結果及び考察】

1. ホンダワラ

(1) 天然生態の把握

(a) 昨年度までの結果

ホンダワラの生長過程を便宜的に図5のとおり5段階に区分した。受精卵が発芽してへら状の葉が形成され、平面的に生長した段階を「幼体期」、茎（もしくは主枝）を形成し立体的な生長を示すが、個体ごとに茎と主枝を瞬時に判別することが困難である状態のときを「茎形成期」とした。その後主枝が伸長し、その上部には下部のへら状のものより小型の葉を多数形成するようになる段階を「主枝伸長期」とし、気胞を形成する段階を「気胞形成期」、生殖器床を形成する段階を「成熟期」とした。

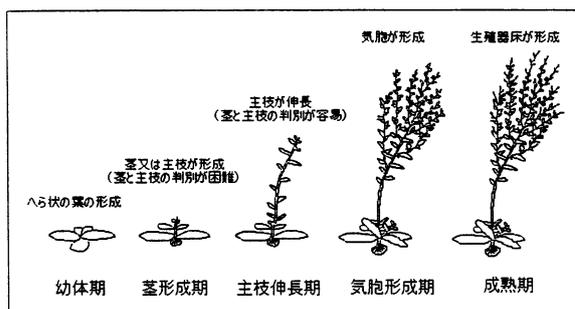


図5 ホンダワラ生長過程における区分

沖出しは、種苗のほとんどが主枝伸長期となった1998年7月(採苗から14か月後)に行った。沖出し後のホンダワラの生長については、図6に示した。

湾口区、港内区とも大きな減耗もなく順調に生長し、沖出し2か月後の1998年9月にはほとんどの個体が気胞形成期へと推移した。

1999年1月に平均全長783mmに生長した湾口区のブロック1基について、基質上面から高さ10cmに相当する部分より上の主枝を切り取った。残存した個体には10cmに満たない短い数本の主枝の存在を確認した(気胞形成期の基準としている気胞を有した主枝を切り取ったことにより、この段階で生長過程は主枝伸長期となる)。

湾口(非収穫)区及び港内区では、1999年4月には成熟期へと移行し、平均全長は湾口(非収穫)区693mm、港内区1,447mmとなった。5月(採苗後2年)になると、伸長した主枝が枯れたり途中で切れて流出したりしており、受精卵は既に放出したものと推察された。しかし、全ての個体において茎は残存しており、湾口(収穫)区と同様に短い数本の未成熟の主枝が存在していた(この段階で大多数の個体は主枝伸長期となる)。この成熟しなかった主枝は全区において7月まで生長が認められ、全長56.8~80.3mmとなった。

ところが、8月になるとほとんどの個体において、主枝のみならず茎までもが仮根上部から消失又は切れかかった状態となった。このとき湾口区で、残った仮根から新たな個体が多数萌出しているのが確認され、港内区でも9月に確認することができた（この段階で大多数の個体は幼体期となる）。以後、もともとあった個体を「オリジナル」、新たに萌出した個体を「C<sub>1</sub>」（クローン一代※）と表現する。

11月には全区において、主枝及び茎が残ったわずかなオリジナル個体が気胞形成期へと変化し、C<sub>1</sub>においても茎形成期へと変化するものが出現した。2000年3月には、C<sub>1</sub>のほとんどの個体が茎形成期となった。

成熟期となる5月（採苗後3年）において、成熟期となったオリジナル個体は全区でわずか2個体で、C<sub>1</sub>はほとんどが茎形成期のままであった。

(b) 本年度結果

成熟期となったオリジナル個体2個体のうち、港内区の1個体は6月に流出しており、湾口（収穫）区の1個体も7月には流出していた。これらの個体が確認できなくなった段階で、主枝伸長期の個体も確認できなかったことから、オリジナル個体は全て枯死したものと推定された。

また、7月には港内区でブロックの周囲約2mの範囲に茎形成期の個体が30~40個体生育しているのを確認した。この場所では本来ホンダワラが生育していなかったことから、試験区から再生産した個体であると推定された。再生

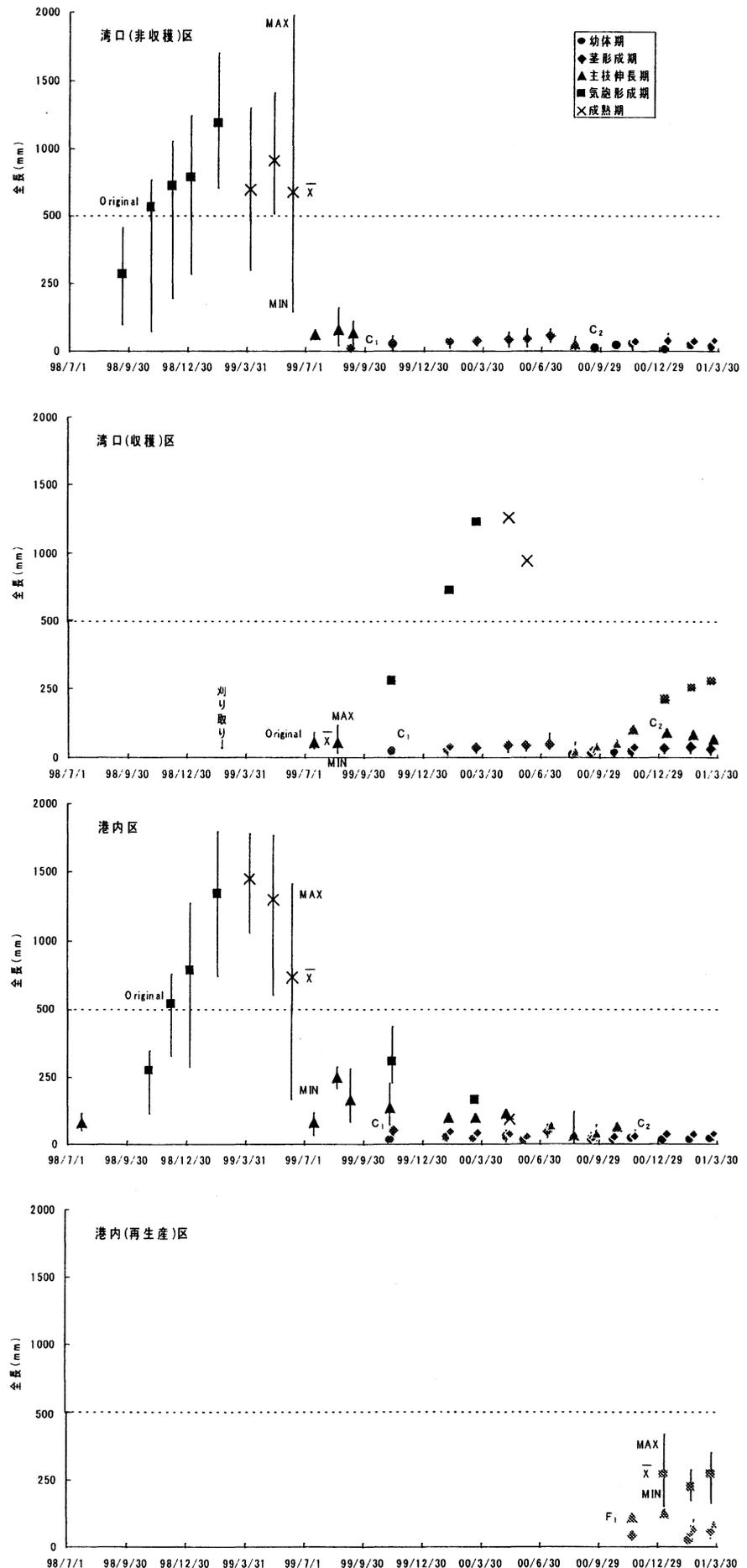


図6 戸賀湾におけるホンダワラの全長変化

産の時期については、この場所で当年成熟した個体は1個体であったこと（1個体では受精できないこと）や、そのサイズや形態から、前年に起こったものと推定された。これにより、本県の天然海域においてホンダワラは1年で成熟できないというこれまでの仮説が裏付けられる形となった。以後、再生産個体は「F<sub>1</sub>」と表現することとし、経過については「港内（再生産）区」として示すこととする。

8月には、C<sub>1</sub>は全て主枝伸長期へと移行したようであったが、前年と同様に主枝や茎が途中から切れて、立ち枯れ状態となっていた。このとき湾口（収穫）区では幼体期個体の存在を確認し、C<sub>2</sub>であるものと判断した。C<sub>2</sub>は9月になって全区で確認することができたが、同時に湾口（非収穫）区ではC<sub>1</sub>が全滅したことも確認した。11月には、港内区でC<sub>1</sub>の全滅を確認した。残る湾口（収穫）区のC<sub>1</sub>については、2001年3月現在において、1個体であるが気胞形成期まで移行した個体を確認している。

港内（再生産）区のF<sub>1</sub>は、2000年11月から主枝伸長期へと移行する個体が現れ、2001年3月現在で主枝伸長期が1個体、気胞形成期が3個体となっていた。気胞形成期の1個体については、主枝が不自然に切断されており、漁業者による漁獲（ナマコ漁での混獲）の可能性が考えられた。

## (2) 種苗生産

主枝伸長期に移行した個体は減耗が小さく、次の段階への移行もスムーズに行われることから、沖出しに最も適していると思われる。したがって、種苗生産においては、主枝伸長期まで育成する必要があるが、その段階まで生長させるには通常約14か月を要する。

種苗生産における過去の様々な試験の中で、1998年に採苗した種苗においては、11月（採苗から約6か月）までに高い割合で主枝伸長期の個体を出現させることができた。その要因の1つとして栄養塩の添加が考えられたため、本年度においても9月14日に栄養塩の添加を行った。

しかし、その後水槽内での珪藻の増加が著しく、種苗の生長は停滞し、11月になっても主枝伸長期へ以降した個体は出現しなかった。その後も育成管理は継続したが、翌年3月には種苗のほとんどが枯死したため、育成を終了することとした。

## (3) 養殖技術開発

11月に沖出しした種苗は、莖形成期、主枝伸長期、気胞形成期のものが混在していた。平均全長は、莖形成期で $50.7 \pm 15.8$ mm (N=30)、主枝伸長期で $151.0 \pm 47.9$ mm (N=30)、気胞形成期で $375.0 \pm 104.6$ mm (N=20)であった。

2001年3月26日に、基質を船上に引き上げ、基質から10cmの高さに当たる部分の主枝をハサミで刈り取って収穫を行ったところ、総重量は1.911kg（湿重）であった。刈り取った主枝は219本であったが、32本は枯れていた。残り187本のうち、181本には気胞があったことから、ほとんどが気胞形成期と判断された。これら主枝から全長を推定（主枝長+100mm）したところ、 $426.5 \pm 185.9$ mm (N=120)であった。主枝を刈り取らなかった個体（全長10cm未満の個体）については、基質1枚当たり10.1本付着しており、全長は $70.7 \pm 12.9$ mm (N=20)で、概ね主枝伸長期であった。

収穫量としては、予想していたよりもかなり少なく、主枝への雑海藻の付着も著しかった。この要因としては、垂下場所や水深が不適切であったことが考えられた。このため、今回は波浪の影響を考慮して静穏域で実施したが、今後は実際の生育場所に近い環境下での養殖を行う必要があると思われる。

## 2. アカモク

### (1) 増殖技術開発

母藻の移植とキタムラサキウニの除去を6月6日に実施した。その後、追跡調査を6月23日、7月5日、9月5日、10月11日、11月27日、1月9日、3月29日に行うとともに、併せてキタムラサキウニの除去も継続して行った。調査結果については表1に示した。

6月23日には母藻からの受精卵の落下が概ね終了したことを確認した。また、除去エリア外から数多くのキタムラサキウニが侵入していた。このキタムラサキウニの消化管内容物を調べたところ、アカモクの葉や生殖器床の破片が出現したことから、母藻を摂餌していたことも判明した。

7月5日には、母藻はほとんど消失していたが、キタムラサキウニの除去数は依然として多かった。

9月5日にはアカモクの幼体を多数確認できたことから、10月11日以降は被度撮影を実施した。

アワビ保護礁については、10月に5.1%であった被度が1月には25.8%と増加したが、3月は23.6%と停滞した。この要因の一つとして、アワビ保護礁が立体的な構造物であることから、強い波浪の影響による流出が推察された。

転石帯におけるアカモクの被度は15%前後で推移していたが、3月は急激に生長し62.5%と増加した。ただし、アカモクの生育密度は、母藻を設置した周辺で高いが、それから離れるにしたがって低くなるため、アワビ保護礁に比べ面積が広い転石帯では、被度撮影するポイントの選択によって、誤差が大きくなる可能性が考えられた。

表1 アカモク増殖試験調査結果

調査月日	キタムラサキ 除去個体数	アカモク被度			
		アワビ保護礁		岩 盤	
		平均	箇所数	平均	箇所数
00/6/6 (試験開始)	374				
6/2	154				
7/5	151				
9/5	202				
10/11	10	5.1%	8か所	18.8%	10か所
11/27	6	8.5%	10か所	11.6%	6か所
01/1/9	8	25.8%	3か所	15.2%	4か所
3/29	12	23.6%	8か所	62.5%	8か所

試験エリア内から除去したキタムラサキウニについては、9月5日までは1回当たり151~374個体であったが、10月11日以降は6~12個体と減少した。

### 3. エゴノリ

#### (1) 種苗生産

粉碎した四分胞子体の断片はほとんど再生せず枯れてしまったものの、ごく一部は再生し、試験開始から46日後には、四分胞子の放出を確認した。再生した断片はその形状から、粉碎前は藻体の先端部分であったものと推察された。

この方法では、再生する部位が限られていることや、十分生長する前（沖出し前）に成熟してしまうことから、種苗を大量にかつ簡易的に生産するための手法として適さないと判断し、約2か月後に試験を終了した。

#### (2) 養殖技術開発

沖出しから1か月後の5月10日には、ヨコエビ・ワレカラ類及び珪藻の付着が著しく、種糸に付着していたエゴノリはほとんど消失していた。7月14日に網を回収して付着しているエゴノリの重量を測定したところ、湿重でわずか26g（乾重4.52g）であった。他海藻として、アミクサが湿重214g（乾重23.37g）、モロイトグサが湿重3g（乾重0.48g）付着していた。

※ クローン (clone) とは、無性的な生殖によって生じた遺伝子型を同じくする生物集団を指す。栄養繁殖によるという意味で「栄養系」または「分枝系 (群)」などという訳語が与えられてきたが、現在では、そのままクローンと呼ぶのが普通となっている。(八杉龍一・小関治男・古屋雅樹・日高敏隆編. 1996. 岩波生物学辞典第4版. 岩波書店, 東京, 373-374.)