

季報

第 96 号

ホンダワラ類の増殖

藻場の維持、造成に向けて



宮津市養老大島地先の藻場造成域

平成 21 年 1 月

京都府立海洋センター

目 次

はじめに	1
1 ホンダワラ類の生態	2
(1) ホンダワラ類とはどのような海藻か?	2
(2) ホンダワラ類はどこにどのように生えるのか?	4
(3) ホンダワラ類はどのような生活を送っているのか?	5
2 ホンダワラ類の増殖技術	7
(1) 一定規模の藻場を維持していくためには	7
(2) 磯焼け域に藻場を再生することはできるのか?	7
(3) 藻場を新しく造成する方法	8
(4) 流れ藻を利用した新しい幼胚供給技術の開発	9
おわりに	13

はじめに

京都府沿岸の岩礁域（磯）には、「ホンダワラ類」と呼ばれる大型の海藻が繁茂している場所が多くみられます。また、内湾の砂地には「アマモ」と呼ばれる海草が繁茂している場所があります。このような大型の海藻や海草が繁茂している場所のことを「藻場」と呼びます（図1）。

藻場は、アオリイカの産卵場、メバルやカサゴの棲み場となります。また、岩礁域から切れて流出したホンダワラ類は、海面を漂う「流れ藻」（図1）となり、サヨリやトビウオの産卵場、ウスメバル稚魚やブリ稚魚（モジャコ）の棲み場となります。さらに、岩礁域に流れ着いた流れ藻は、アワビ類やサザエの主要な餌となります。したがって、藻場は、それらの魚介類を漁獲する沿岸漁業にとって大変重要な場所であるといえます。

しかしながら、京都府沿岸では高度経済成長期に埋め立てや水質汚濁によって約22haの藻場が消滅しました。また、温暖化が進行する現在、大型海藻が消失し、藻場が衰退する「磯焼け」現象が日本各地で拡大しており、今後、京都府沿岸でも同様のことが起こらないとも限りません。このような状況下で沿岸漁業を持続的に行っていくためには、藻場の再生や造成など、一定規模の藻場を維持するための努力が必要になります。

京都府では、平成17年度から1年に1haずつのペースで、砂地に自然石を設置して岩礁域を人工的に作り、ホンダワラ類の藻場を造成する事業を行っています。この造成事業を効果的に行うため、海洋センターでは、京都府沿岸におけるホンダワラ類の生態を調べ、人工的に作った岩礁域にホンダワラ類を繁茂させる技術を開発してきました。

この冊子では、ホンダワラ類の生態とその増殖技術について整理し、紹介したいと思います。



図1 ホンダワラ類の藻場(左)、アマモの藻場(中央)、ホンダワラ類の流れ藻(右)

1 ホンダワラ類の生態

(1) ホンダワラ類とはどのような海藻か？

ホンダワラ類の生態について触れる前に、まず、ホンダワラ類とはどのような海藻であるのかを紹介します。

図2に京都府沿岸に生育するホンダワラ類の代表的な種類であるマメタワラ、ヤツマタモク、フシスジモク、アカモクを示しました。

「ホンダワラ類」という名称は、褐藻綱ヒバマタ目ホンダワラ科に属する植物の総称です。ホンダワラ類の形態は、種類によって異なりますが、以下の点で共通しています。

- ① 陸上植物の根に当たる「付着器」を持つこと
- ② 陸上植物の茎に当たる「茎状部」を持つこと
- ③ 陸上植物の葉に当たる「葉状部」を持つこと
- ④ 茎状部から枝に当たる「主枝」を派生すること
- ⑤ 主枝に、浮き袋となる「気胞」を持つこと

海藻の「付着器」は岩に固着するための器官であり、陸上植物の「根」のような水や栄養を吸収するための器官ではありません。また、陸上植物の「茎」には、根から葉に水と栄養を運ぶ「導管（どうかん）」と、葉から体全体に物質を運ぶ「篩管（しかん）」がありますが、海藻にはそれらがありません（種類によっては篩管に相当する器官を持っています）。

海藻は、陸上植物のような根、茎、葉を持たないため、「下等な植物」と呼ばれることがあります。しかし、海藻は水と栄養を海水中から体全体で吸収することができるため、陸上植物のような根や茎を作る必要がなかったと思われます。

むしろ、ホンダワラ類は、浮力により海水中で体を直立させる「気胞」を持つことによって大型化に成功し、茎や葉と類似した器官を発達させて効率的に光を利用しているため、「海の中の高等植物」と呼べるかもしれません。



図2 代表的なホンダワラ類
マメタワラ(左上)、ヤツマタモク(右上)、フシスジモク(左下)、アカモク(右下)

(2) ホンダワラ類はどこにどのように生えるのか？

ホンダワラ類は岩礁域に繁茂しますが、岩礁域であっても場所によっては生育しないことや、生育する種類が大きく異なることがあります。ここでは、それらの理由を含めてホンダワラ類の生育場所を紹介します。

図3に若狭湾沿岸の岩礁域における植生の模式図を示しました。

若狭湾沿岸の岩礁域の多くの場所では、浅所には転石が散在し、深所に行くにつれて大きな岩や岩盤が多くなり、さらに深所では砂地になっています。ホンダワラ類の分布はこのような底質と対応しており、大きな岩や岩盤には生育していますが、転石や砂地には生育していません。ホンダワラ類の生育には、大きな岩や岩盤などの「安定した基質」が必要なのです。

なお、天橋立の西側に位置する阿蘇海では、底質が砂地であるにも関わらずホンダワラ類のミヤベモクが藻場を形成していますが、これは堆積したカキの殻の上に生育しているものです。波が穏やかな海域ではカキ殻も十分に「安定した基質」として利用できるようです。

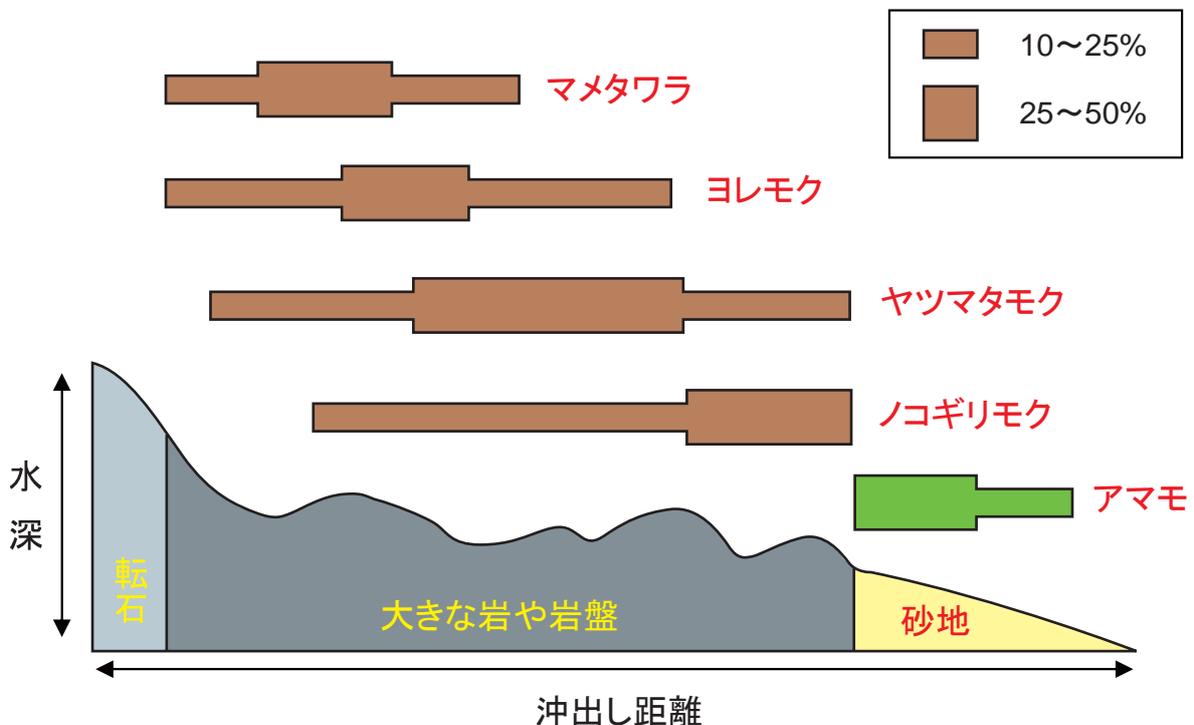


図3 若狭湾沿岸におけるホンダワラ類とアマモの占有面積の割合

次に、ホンダワラ類の種類ごとの垂直分布に注目すると（図3）、浅所から深所にかけて、マメタワラ、ヨレモク、ヤツマタモク、ノコギリモクの順に繁茂する傾向が認められます。このように、水深帯によって異なる種（しゅ）が分布することを「帯状（おびじょう、たいじょう）分布」と呼びます。

ホンダワラ類が帯状分布を示すのは、浅所と深所で「光の強さ」と「波当たりの強さ」が異なることから、このような環境条件が関係していると考えられていますが、詳しい理由は分かっていません。種類によって生育できる環境条件が異なるのかもしれませんが。

（3）ホンダワラ類はどのような生活を送っているのか？

陸上の落葉広葉樹が、春に芽を出し、夏に向けて葉を茂らせ、秋に葉を落として越冬するように、植物は季節に対応した生活を送っています。そのような生活サイクルのことを「生活年周期」と呼びます。ここでは、ホンダワラ類の生活年周期について紹介します。

図4にホンダワラ類の生活年周期の模式図を示しました。

ホンダワラ類の多くの種類は多年生（寿命が数年）であり、夏頃に発芽してから1年間はあまり成長しませんが、2年目の秋から冬にかけて主枝を1m以上の長さにまで生長させます。そして、春になると成熟して主枝上に「生殖器床」という部位を作り、その中に陸上植物の種（たね）に当たる「幼胚」を作り、周囲に散布します。その後、主枝は切れて流出しますが、付着器と茎状部は越夏し、秋から再び主枝を生長させます。

なお、生殖器床を形成して幼胚を作る「成熟時期」は種類によって大きく異なります（表1）。

一方、1年生（寿命が1年）であるアカモクは、夏頃に発芽するとすぐに生長し、冬には全長が1m以上に達します。そして、春に成熟して幼胚を散布し、その後、岩から付着器ごと流出します。

多年生種も1年生のアカモクも、成熟後には流出して大量の「流れ藻」を発生させます。流れ藻は、流れ着いた場所で放出されずに残っていた幼胚を散布するため、藻場が拡大する上で大変重要な役割を果たしています（このことについては、第2章で触れます）。

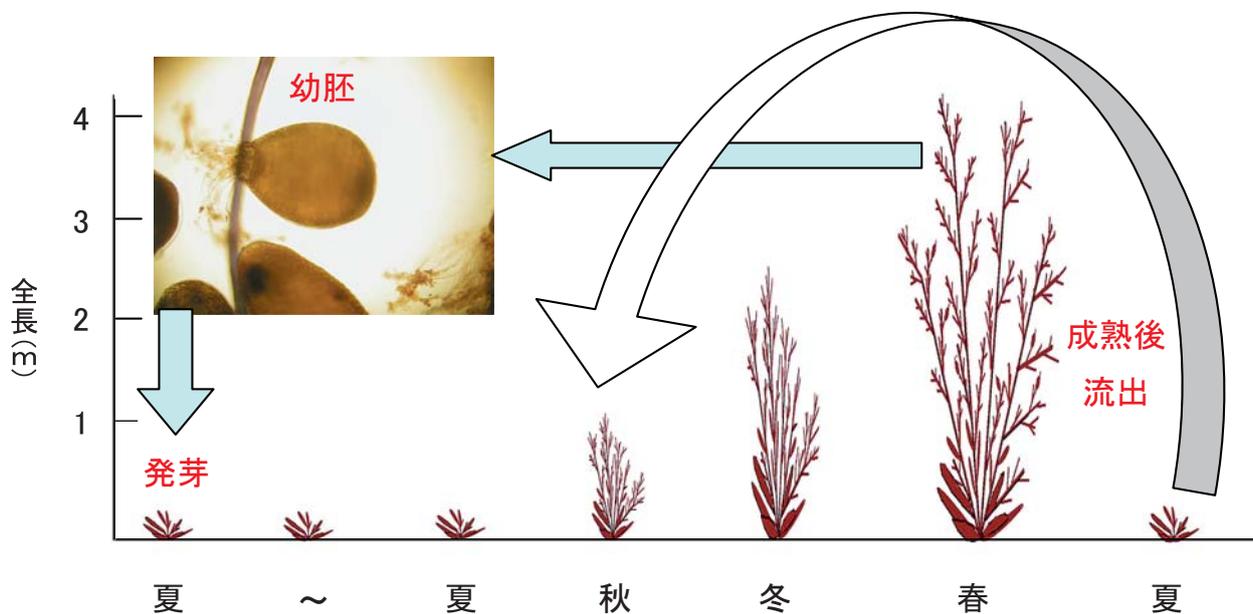


図4 多年生ホンダワラ類の生活年周期

表1 京都府におけるホンダワラ類の成熟時期

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
ジョロモク		■	■	■								
ホンダワラ		■	■	■	■							
フンスジモク			■	■	■	■						
アカモク			■	■	■	■	■					
ヨレモク			■	■	■	■						
マメタワラ				■	■	■	■					
トゲモク				■	■	■	■					
ナラサモ				■	■	■	■					
ノギリモク					■	■	■	■				
ヒジキ					■	■	■	■				
イソモク					■	■	■	■				
ヤツマタモク					■	■	■	■				
エゾノネジモク						■	■	■	■			
ミヤベモク						■	■	■	■			
ウミトラノオ						■	■	■	■			
エンドウモク							■	■	■	■		
ヤナギモク								■	■	■	■	
アキヨレモク									■	■	■	■

2 ホンダワラ類の増殖技術

(1) 一定規模の藻場を維持していくためには

ホンダワラ類が生育するには大きな岩や岩盤などの「安定した基質」が必要であることを踏まえると、一定規模の藻場を維持するためには以下の努力が必要となります。

- ①藻場が著しく縮小した岩礁域（「磯焼け域」）に藻場を再生する。
- ②砂地上に岩礁域を人工的に作り、藻場を新しく造成する。

本章では、それぞれの方法の問題点を整理し、それを解決するための新技術を紹介します。

(2) 磯焼け域に藻場を再生することはできるのか？

大型海藻が繁茂する藻場が縮小し、それに伴って藻場で生活する魚介類の漁獲量が減少する現象は「磯焼け」と呼ばれ、日本各地で大きな問題となっています。京都府沿岸では大規模な磯焼けは確認されていませんが、ホンダワラ類が生育していない「磯焼け域」は存在します。ここでは、磯焼けが何故起こるのかについて現段階で分かっていることを整理し、磯焼け域にホンダワラ類の藻場をつくることができるのか否かを考えます。

磯焼け域には、多くの場合、海藻を食べるウニ類が多数生息しています。このため、「磯焼けが起こったのは、ウニが大発生して海藻を食べてしまったからだろう」と長い間考えられてきました。しかし、ホンダワラ類とともに日本沿岸に藻場を形成する大型海藻「コンブ類」（マコンブ、アラメ、カジメ、クロメなど）の場合には、この考え方は否定されつつあります。以下のメカニズムにより磯焼けが起こることが分かってきたからです。

- ①暖流の影響が大きくなるか、寒流の影響が小さくなって「高水温・貧栄養の海況条件」になると、コンブ類は死にやすく、かつ生えにくくなる。
- ②また、高水温によって海藻を食べる南方系の魚類の行動が活発になり、(海域にもよるが) 生き残っていたコンブ類も食べられてしまう。

- ③コンブ類がなくなると、岩の表面を覆っている「無節サンゴモ」という海藻が露出する。
- ④無節サンゴモは、プランクトンとして海中を漂っているウニの幼生の着底・変態を誘起する物質を出して、ウニを大量に発生させる。
- ⑤発生したウニは新たに発芽してくる海藻を食べ、磯焼けを長引かせる。

さらに、コンブ類は、富栄養な条件であれば、ある程度の高水温でも生きられることが分かってきたため、沿岸域に適量の肥料（無機窒素）を足すことによって藻場をつくるという試みが始まっています。

しかし、ホンダワラ類の藻場の場合には、磯焼けが起こるメカニズムがコンブ類と同じなのか否かは明らかにされていません。そのため、現段階では、磯焼け域にホンダワラ類の藻場を再生することはできないのです。

（3）藻場を新しく造成する方法

一方、「砂地に岩礁域を人工的に作り、藻場を新しく造成する」ことは可能であり、京都府ではこの方法を藻場造成事業として行っています。ここでは、人工的に作った岩礁域にホンダワラ類を繁茂させるための技術を紹介します。

砂地に新しく造成した岩礁域では、多くの場合、1年後には1年生種のアカモクが生え、2年後以降に多年生のホンダワラ類が増えますが、それらの多年生種が繁茂するまでにはさらに長い年月が必要となります。その理由としては、生育しているホンダワラ類は幼胚を形成しても周囲1～2mにしか散布することができないため、天然の藻場から離れた造成域には幼胚がほとんど供給されないことが挙げられます。したがって、ホンダワラ類を早く繁茂させるためには、幼胚を人為的に供給する努力が必要となります。

これまで日本各地で用いられてきたホンダワラ類の幼胚供給技術は、天然の藻場で成熟したホンダワラ類（以降、母藻と呼びます）を採集し、それを岩礁上に固定するというもので、代表的な例として「スポアバッグ法」と「中層網法」が挙げられます（図5）。

スポアバッグ法は、網袋（バッグ）に 0.5～2.0 k g 程度の母藻を収容し、それに錘をつけて岩礁域に設置する方法です。なお、この方法では幼胚の分散範囲が半径 1～2 m 程度と狭いため、バッグを 1 平方メートルに 1 個程度設置しなければなりません。一方、中層網法は、ノリ網などに母藻を挟み込み、ノリ網を海底近くに固定するというものであり、比較的広範囲に幼胚を供給することができます。

しかし、これらの方法には問題があります。いずれの方法を用いる場合にも大量の母藻を採集する必要がありますが、良質な母藻を大量に入手することは、①ホンダワラ類が幼胚を多量に持っている期間が短いこと、②成熟時期が場所や年によって変化することから、大変困難なのです。

なお、幼胚が形成される前の藻体を用いると、幼胚が形成される前に枯れてしまう恐れがあるため、注意が必要です。



図5 スポアバッグ法の実例(左)と中層網の設置の様子(右)

（４）流れ藻を利用した新しい幼胚供給技術の開発

前述のように、既存の技術には良質の母藻を大量に採集することは困難であるという問題点がありました。そこで、海洋センターでは、母藻を採集する必要のない、より簡便な幼胚供給技術の開発に乗り出しました。

それは、「流れ藻を利用する方法」です。ホンダワラ類は成熟後に主枝を流出させますが、この流れ藻に幼胚が十分に残っているのであれば、母藻として利用することができる考えたのです。

しかし、流れ藻が「京都府沿岸にどのくらい流れてくるのか」、「幼胚をどのくらい持っているのか」は明らかではありませんでした。そこで、宮津市養老長江地先の定置網に絡まっている流れ藻の量と、その流れ藻から放出される幼胚の数を調べました。その結果、流れ藻は定置網の側張りに1 mあたり 1.3kg も絡まり、さらに、その流れ藻は藻場から採集した藻体と同等の幼胚を持っていることが分かりました。これらの結果から、流れ藻から十分量の幼胚を得ることができるといえます。

次に、流れ藻から得た幼胚を供給する方法が問題となります。スポアバッグ法や中層網法でも良いのですが、より簡便な方法を模索し、「流れ藻が流れ着いた場所で幼胚を散布することが藻場を拡大する上で重要な役割を果たしていること」に着目しました。そこで、「造成した岩礁域上の海面にロープを張って流れ藻を留めさせ、幼胚を散布させる」という極めて簡便な方法を考案しました。以下、これを「流れ藻捕捉装置」(図6)による方法と呼ぶことにします。

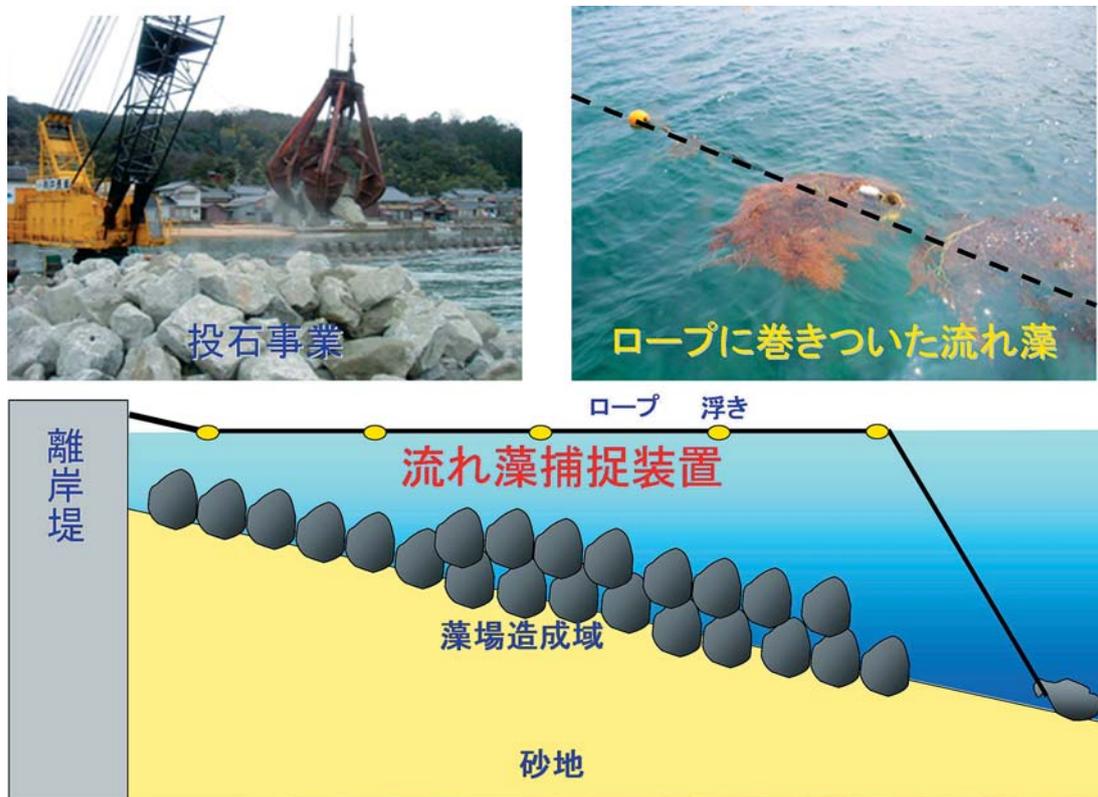


図6 流れ藻捕捉装置

それでは、海面にロープを張るだけでホンダワラ類は本当に繁茂するのでしょうか。流れ藻捕捉装置の効果を検証するため、平成18年3月に岩礁域が造成された宮津市養老大島地先において、4～7月にかけて海面にロープを張り、ロープ周辺の植生の変化を追跡しました。

同年の9月に、ロープと垂直に調査ラインを設置し、調査ラインに沿って正方形の枠を置いてホンダワラ類の占有している面積の割合を測定しました(図7)。その結果、ホンダワラ類の占有面積は、ロープ直下の沖出し16.5m地点でもっとも大きくなりました。流れ藻捕捉装置に幼胚を供給する効果があることは間違いなさそうです。

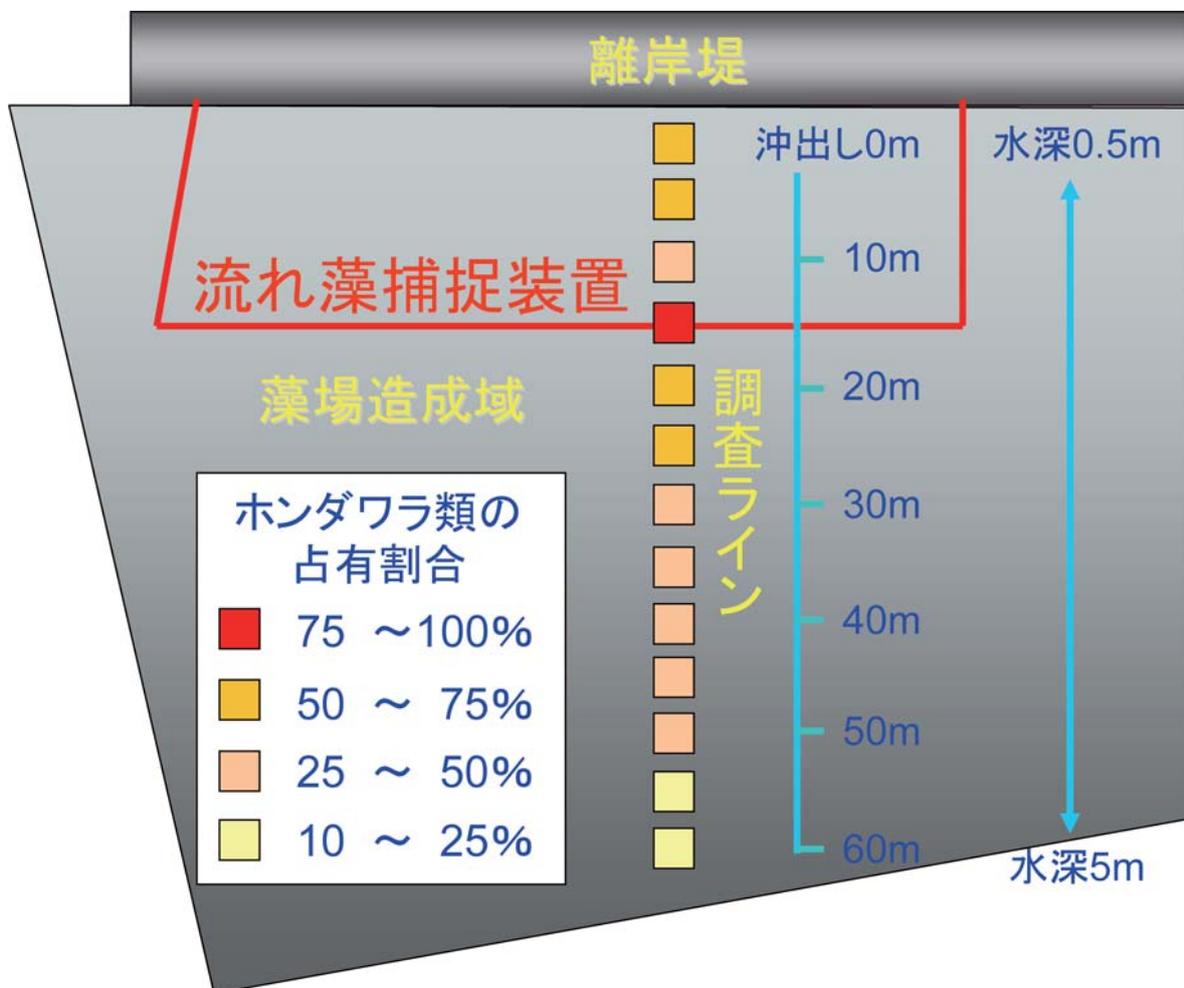


図7 宮津市養老大島地先の藻場造成域におけるホンダワラ類の占有割合

その後も追跡調査を続けたところ、11月にはアカモクが全長2～3mに成長し、翌年の1月にはアカモクが繁茂していることが確認されました(図8)。さらに、平成19年8月の調査時には、ほぼ全域が多年生のホンダワラ類によって占有されていることが確認されました。これまで、多年生のホンダワラ類が繁茂するまでに約5年かかったという報告もあるのに対して、大島地先では多年生の藻場が2年で形成されたのです。

なお、流れ藻捕捉装置を用いる場合にも注意しなければならないことがあります。流れ藻の量は年や場所によって異なるため、少ない場合には当然のことながら捕捉装置の効果は発揮されません。「ロープを張ったらおしまい」というわけではなく、絡みついた流れ藻の量が少ない場合には、他の場所から母藻や流れ藻を採集し、ロープに巻き付けるという努力が必要となります。

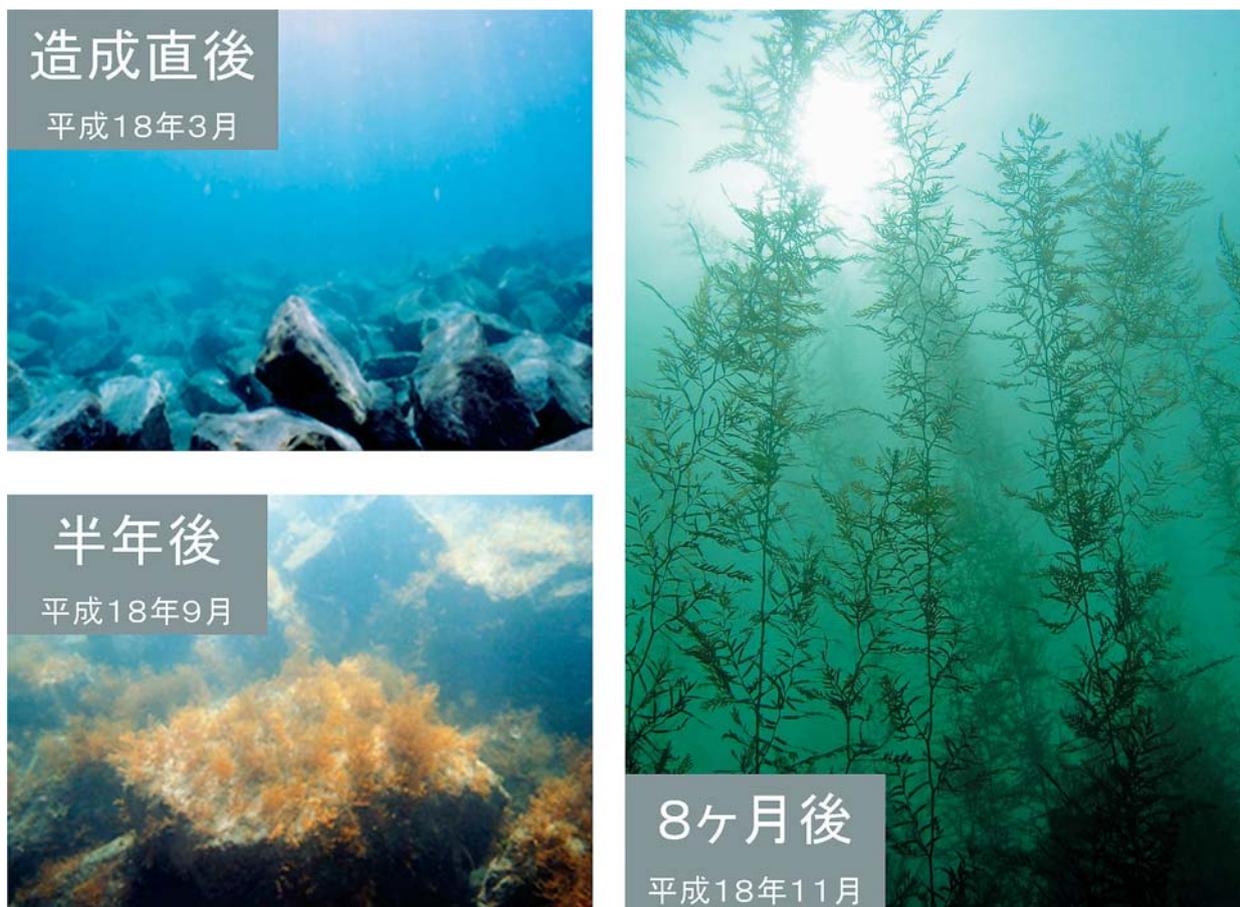


図8 造成域での海藻の繁茂状況の推移(宮津市養老大島地先)

お わ り に

今回はホンダワラ類の生態とその増殖技術について紹介しましたが、ホンダワラ類の生態については不明な部分が多く、増殖技術の開発も十分には進んでいません。

特に、日本各地で海況条件の変化や海藻を摂食する魚類やウニ類の影響により藻場の面積が縮小しているのに対して、京都府沿岸ではなぜ藻場が維持されているのかは明らかではなく、それと関連して、今後、温暖化の進行によってどのような影響を受けるのかについてもまったく分からないのです。

海洋センターでは、漁業生産にとって大変重要な藻場の変化をいち早く察知するため、藻場のモニタリングを開始しました。しかし、調査する場所と回数は限られており、京都府沿岸の藻場を維持・管理していくためには、漁業者の皆様のご協力が欠かせないと考えております。地先で藻場の変化が見られた場合には、海洋センターまで御一報いただければ幸いです。

最後になりましたが、この冊子が皆様の藻場に対する理解を深め、今後の藻場造成事業の礎となり、水産業の振興に少しでも貢献することを願っております。