

## 成熟母藻投入法と幼胚集積法によるオオバノコギリモク群落の形成

吉川 浩二

### Effect of the Supply of Mature Thalli and the Shelter Methods on the Bed Formation of *Sargassum giganteifolium* YAMADA

Koji Yoshikawa

In order to form a stable sargassum bed of *Sargassum giganteifolium* YAMADA on an artificial reef two treatments of supplying mature thalli to enhance embryos (The mature thalli method) and of sheltering embryos on the reef by canvas sheets around the artificial reef (The canvas sheets method) were employed and the process of sargassum beds formation was surveyed.

Two assemblies of artificial concrete reefs, one for the mature thalli method and the other for canvas sheets method, were set on a sandy bottom of 5-6 m deep in the vicinity of natural *Sargassum* beds in the coastal waters of Yashiro Island in Hiroshima Bay. Some sheaves of mature *S. giganteifolium* were arranged on and around the reefs to obtain its embryo on the reefs. In the initial stage *S. horneri* predominated and it finally dominance changed to *S. giganteifolium* through a combined population of *S. giganteifolium*, *S. siliquastrum*, and *S. micracanthum*, in the three years which showed no notable difference between treatment.

The population density of *S. giganteifolium* was 50 to 60 inds./m<sup>2</sup> and a standing crops of about 25 kg wet weight/m<sup>2</sup> on the reefs for both methods. About 80 to 90 percent of the standing crops were derived from *S. giganteifolium*. The canvas sheets method resulted in a high density of *S. giganteifolium* young thalli at the first year, but the density diminished gradually to be equal to that of the mature thalli method by the third year.

Thus the both methods proved to be essential to form the stable sargassum beds of perennial species like *S. giganteifolium*.

**Key words:** *Sargassum* beds formation, *Sargassum giganteifolium*, Supply of mature thalli, Canvas sheets method

日本沿岸海域には大型海藻のホンダワラ類を中心とした藻場（通称ガラモ場）が形成され、有用水産生物の生息、摂餌、産卵等の資源水産生物の涵養の場として主要な役割を果たしている。近年、埋め立てや水質汚染等の影響によって藻場の衰退や減少は著しく、水産上のみならず地球環境の保全の観点から、その重要性が認

識され、藻場造成に関しても様々な調査・研究がなされている。

太平洋外海域では瀬戸口（1978）、中久・小島（1983）は、コンクリートブロックを投入してホンダワラ類藻場の造成を試みたが、群落形成過程で魚類および巻貝類の食害や強い波浪等により生残率の低下をきたして造成を極めて困難と

したとの報告がある。瀬戸内海域では山内(1984)、田染(1985)がのり網や植毛板付き礁などの人工的な基盤に幼胚を着生させて、単年生アカモク群落の造成を成功させている。しかし、アカモクは成長が速く、1年目の繁茂期には大きな現存量が得られたものの、繁茂期を過ぎるとそれが激減した。また、筆者は1982年以来天然ホンダワラ類藻場において出現する各種の生長や成熟および群落遷移等を中心とした生態学的研究を進めると共に、藻場造成を実証するための調査・研究にも取り組んできたが、それに基づく知見でも瀬戸内海域におけるホンダワラ類藻場の多くは、春季(3~5月)にはアカモクの最繁茂により群落規模(現存量)は年間で最大となるが、夏季(6~8月)になるとアカモクの枯死・流失に伴いそれは年間で最小になった\*)。この様に造成藻場でも天然藻場でも、アカモクは成長が速く、1年目の繁茂期には大きな現存量が得られるものの、寿命が1年と短いため繁茂期を終えると枯死・流失して藻場が著しく貧弱化する。また、翌年の繁茂期でも藻場の現存量は極めて小さいため、これを直接あるいは間接的に利用する幼稚仔魚及びアワビ、サザエ、ウニ、ナマコ等の有用水産生物の餌料及び棲み場としての漁場価値が低下することが欠点となる(吉川, 1985a)。

そこで、藻場の現存量を周年に亘って安定化させる造成手法の開発は新たな課題となり、このため成長が遅いものの数年間生存し、比較的安定した現存量が期待できる多年生ホンダワラ類による藻場造成やその維持・管理技術の開発が求められている。

著者は前報(吉川, 1987)で、ホンダワラ類藻場の現存量を年間的に安定化するために、アカモクとは繁茂時期の異なる多年生ホンダワラ類による優占群落を人為的に造成することを目的に、ヤツマタモク *Sargassum patens* の優占群落造成を図ったところ、数年間に亘って群落が安定的に維持されたことを観察した。

本研究は、確実に合理的な藻場造成技術を開

発することと、造成群落の周年化を目的として、試験海域内では水深5m以深の海域にししか生育がみられない多年生種のオオバノコギリモク *Sargassum giganteifolium* YAMADA を造成対象種として選定し、その成熟母藻を設置藻礁の周辺部へ投入して幼胚の着生を図る方法(以下、成熟母藻投入法と称する)と、前報(吉川, 1987)で用いた成熟母藻から落下する幼胚の設置藻礁への着生を効果的に図る方法(以下、幼胚集積法と称する)により群落造成を試み、その形成過程および群落形成後の変化を約4年間に亘り観察した結果を検討した。また、群落造成技術としての上記2手法の差異を明らかにして、藻場を周年化するための造成技術としての適否についても検討したので、その大要をまとめここに報告する。

## 実験方法

本造成試験は前報(吉川, 1985b, 1986, 1987)と同じ山口県大島郡東和町伊保田松ヶ鼻地先で実施した。

造成試験区として Fig. 1 に示すごとく本試験海域内の東側へ成熟母藻投入区を、西側へ幼胚集積区を設定し、1985年5月17日に Fig. 2 に示した藻礁を各々16基づつを、Fig. 3 の通り配置した。両藻礁設置点とも海底は砂質帯であり、近傍には天然ホンダワラ類群落が生ずる。藻礁設置点の水深は成熟母藻投入区が約5.1m、幼胚集積区が約5.8mで、その水深差は約0.7mであった。

成熟母藻投入法で用いたオオバノコギリモクの成熟母藻は1985年6月18日に本試験海域内で採集し、その1~3個体の根茎部を小石に縛り、藻礁上面および藻礁周辺の海底6ヶ所へほぼ均等になるよう船上より投入静置した。成熟母藻の静置期間は7月19日までの31日間とした。

一方、幼胚集積法で用いたオオバノコギリモクの成熟母藻は1985年7月1日に本試験海域内

\* 吉川浩二, 1995: 山口県東和町松ヶ鼻におけるホンダワラ類群落について、主として、9年間の種組成変化。日本水産学会春季大会講演要旨集, 98。

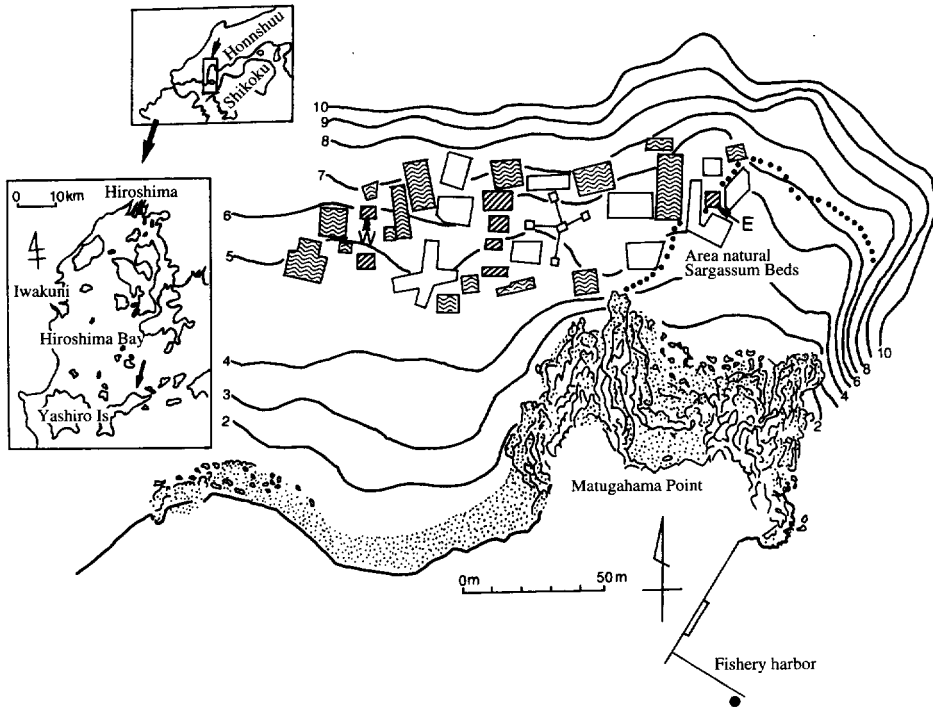


Fig. 1. Location of the artificial seaweed reefs and water depth contours.

The striped areas show artificial seaweed reefs in the present experiment, and the open areas show those from a previous experiment, and a ripple mark areas show after experimet.

E : Experimental area with the supply of mature thalli method.

W : Experimental area with the shelter of canvas sheets method.

\* The Datum Level for soundings of Towa town ...+1.76 m and number shows depth shown in meters.

で採集し、その 2~5 個体の根茎部を小石に縛り、6ヶ所の藻礁を選びそれらの上面へ潜水作業により静置した。幼胚集積法は設置藻礁の上面へ幼胚の着生を効率的に図ろうとするもので、方法については前報（吉川，1987）に準じて藻礁周辺部をシートで囲み、その中の藻礁上面へ成熟母藻を静置して、幼胚の着生を促進させた。成熟母藻の静置期間は同年 7 月 19 日までの 19 日間とした。

1985 年 8 月下旬にホンダワラ類幼体の着生を両試験区ともに確認し得たので、これ以後 1989 年 2 月下旬までの約 4 年間に亘り目視観察と坪刈調査を実施した。坪刈調査は 2~4 ヶ月毎に潜水により行い、群落形成初期には 10 cm×10 cm、その後は 25 cm×20 cm の枠を用いて、両試験区の藻礁上面 1~2 ヶ所で採集した。坪刈調

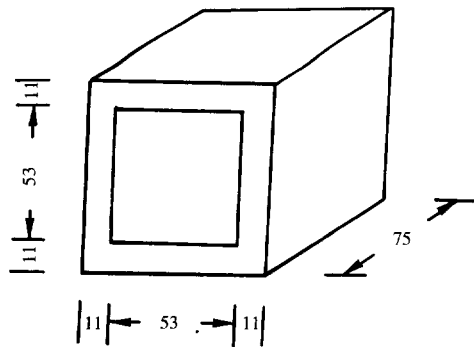


Fig. 2. Artificial reef blocks for used in the present experiment (unit: cm).

査で得られたホンダワラ類および海藻類は種類毎に分け、各個体の全長と湿重量を測定した。また、オオバノコギリモクおよび他ホンダワラ

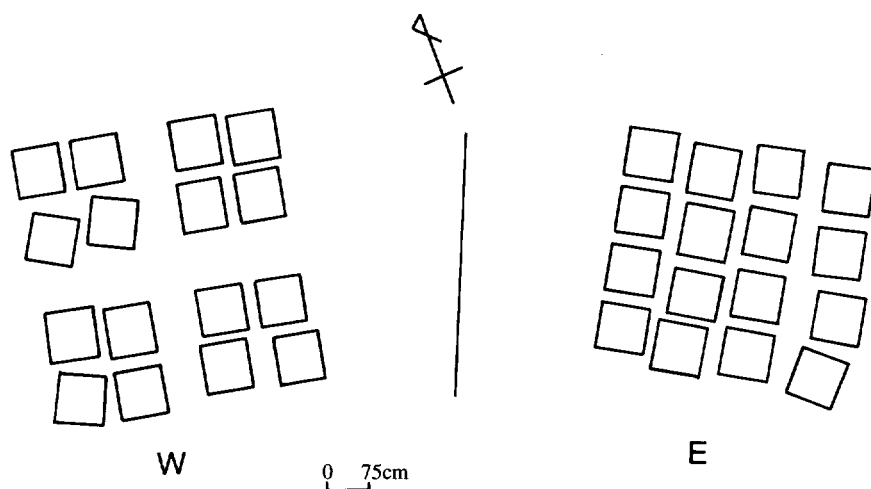


Fig. 3. Detailed horizontal arrangement of the artificial reefs for settling of the embryos of seaweed from mature *S. giganteifolium*.

E : For the mature thalli method.

W : For the canvas sheets method.

類の成熟は、生殖器床の形成や成熟卵等の有無により確認した。

なお、試験海域の生育環境を調べるため、調査海域に近い東和町伊保田漁港内の表層水温を漁業者に委託して毎日9時(頃)に測定し、旬平均を求めた。

## 結 果

**現存量の変化** 群落形成過程における成熟母藻投入区と幼胚集積区の全ホンダワラ類の現存量は、生育密度(個体数/m<sup>2</sup>)と湿重量(kg/m<sup>2</sup>)で求めてFig. 4に示した。

試験開始後約2ヶ月を経過した1985年8月下旬には、両試験区とも4~5種のホンダワラ類が着生し、それらは既に幼体となっていた。この時点および10月中旬には初期群落形成したが、この期間でホンダワラ類の生育密度は、成熟母藻投入区が780から560個体/m<sup>2</sup>に、幼胚集積区が760から990個体/m<sup>2</sup>に推移した。これ以降同年12月中旬の間では、各種のホンダワラ類は茎や枝の伸長が顕著となり、その形態的特徴が発現したため全種の判定も可能となった。

試験開始後約9ヶ月を経過した1986年4月上

旬には、両試験区の群落は1回目の最繁茂期に達した。成熟母藻投入区の全ホンダワラ類の生育密度は350個体/m<sup>2</sup>となり、同様に、幼胚集積区では350個体/m<sup>2</sup>となった。試験開始後約14ヶ月以上を経過した1986年10月中旬(秋季)になると、両試験区の全ホンダワラ類の現存量は、4~5月頃(春季)に比べるとかなり減少した。

1987年5月下旬には再び繁茂期に達して、全ホンダワラ類の現存量は、成熟母藻投入区では生育密度が180個体/m<sup>2</sup>、幼胚集積区では200個体/m<sup>2</sup>となった。これ以降両試験区の群落規模は1年目に比べてかなり小さくなり、約26ヶ月を経過した1987年9月上旬の全ホンダワラ類の生育密度は、成熟母藻投入区では190個体/m<sup>2</sup>、幼胚集積区では170個体/m<sup>2</sup>となった。そして、約34ヶ月を経過した1988年5月上旬には両試験区とも3回目の繁茂期に達して、全ホンダワラ類の生育密度は成熟母藻投入区では90個体/m<sup>2</sup>、幼胚集積区では120個体/m<sup>2</sup>となった。約39ヶ月を経過した1988年10月上旬の秋季には群落が肥大し始め、約41ヶ月を経過した1988年12月上旬から約43ヶ月を経過した1989年2月中旬の間には両試験区の群落は4回目の

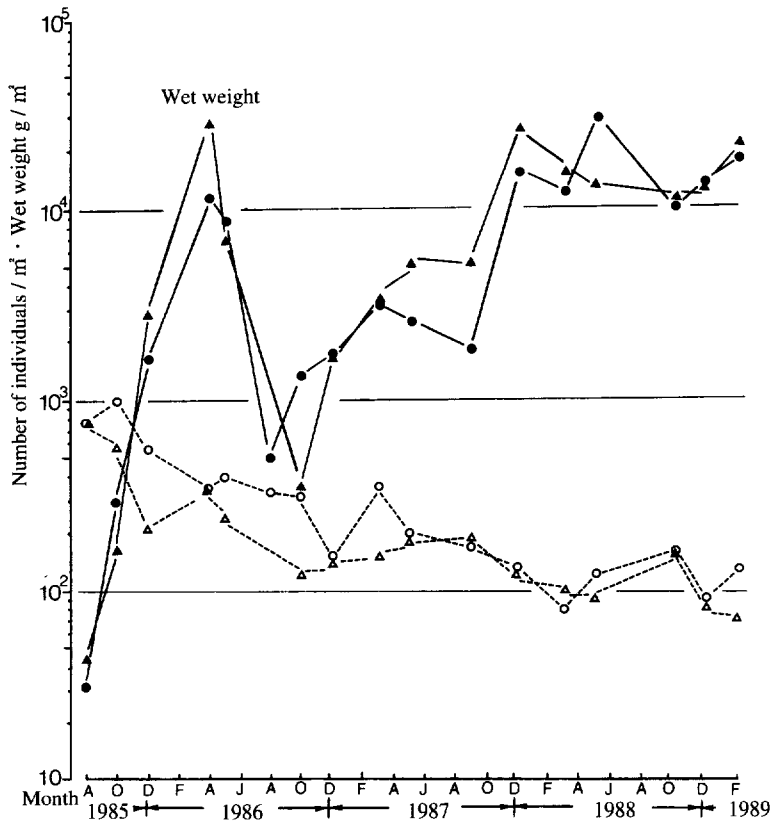


Fig. 4. Standing crops of all Sargassaceae in this experiment.

▲, △ : mature thalli method  
●, ○ : canvas sheets method

最繁茂期に達した。2月中旬における全ホンダワラ類の生育密度は成熟母藻投入区では70個体/m<sup>2</sup>、幼胚集積区では130個体/m<sup>2</sup>となった。

この生育密度の変化に対して湿重量の変化をみると、1985年8月下旬および10月中旬の初期群落形成期では、全ホンダワラ類の現存量は成熟母藻投入区が0.04から0.16 kg/m<sup>2</sup>に、幼胚集積区が0.03から0.29 kg/m<sup>2</sup>に増加したものの、量的には極めて少なく、変化も小さかった。これ以降同年12月中旬までの間には全ホンダワラ類の湿重量は両区ともに増加し、成熟母藻投入区が2.8 kg/m<sup>2</sup>、幼胚集積区が1.7 kg/m<sup>2</sup>となった。そして、1回目の最繁茂期に達した1986年4月上旬には、全ホンダワラ類の湿重量は成熟母藻投入区が27.0 kg/m<sup>2</sup>、幼胚集積区

が11.3 kg/m<sup>2</sup>となった。

1986年10月上旬の秋季では、両試験区の全ホンダワラ類の現存量は、4~5月頃(春季)に比べると急減した。この時点における全ホンダワラ類の湿重量は成熟母藻投入区が0.4 kg/m<sup>2</sup>、幼胚集積区が1.3 kg/m<sup>2</sup>となった。この後より全ホンダワラ類の現存量は緩やかに増加して、1987年5月下旬には再び繁茂期に達した。全ホンダワラ類の湿重量は成熟母藻投入区では5.1 kg/m<sup>2</sup>、幼胚集積区では2.7 kg/m<sup>2</sup>となった。これ以降秋季の間では両試験区の現存量はほとんど変化していない。しかし、冬季に入ると急速に群落が肥大し始め、約29ヶ月を経過した1987年12月中旬の全ホンダワラ類の湿重量は、成熟母藻投入区では25.9 kg/m<sup>2</sup>、幼胚集積区では

15.3 kg/m<sup>2</sup>となり、特に成熟母藻投入区の増加が顕著であった。そして、約34ヶ月を経過した1988年5月中旬には3回目の繁茂期に達して、全ホンダワラ類の湿重量は、成熟母藻投入区が13.7 kg/m<sup>2</sup>、幼胚集積区が29.0 kg/m<sup>2</sup>となった。さらに、約41ヶ月を経過した1988年12月上旬から約43ヶ月を経過した1989年2月中旬の間には両試験区の群落は4回目の最繁茂期に達した。2月中旬における全ホンダワラ類の湿重量は、成熟母藻投入区が22.2 kg/m<sup>2</sup>、幼胚集積区が18.5 kg/m<sup>2</sup>となった。

このような全ホンダワラ類の現存量の変化に対して、造成対象種オオバノコギリモクの現存量についても生育密度と湿重量で求め、その変化をみた。ここには生育密度についてのみFig. 5に示した。

各年度毎の群落最繁茂期におけるオオバノコギリモクの生育密度は、成熟母藻投入区では1年目が100個体/m<sup>2</sup>で、2年目が60個体/m<sup>2</sup>、3年目が50個体/m<sup>2</sup>、4年目が30個体/m<sup>2</sup>となり、年月の経過とともに徐々に減少した。これに対して、幼胚集積区では同様に、240個体/m<sup>2</sup>、120個体/m<sup>2</sup>、60個体/m<sup>2</sup>、90個体/m<sup>2</sup>

となり、3年目までは減少したが、4年目には増加した。この様に全試験期間を通してみると、オオバノコギリモクの生育密度は両試験区とも減少傾向を示し、2年目以降ではその増減の幅が小さくなった。両試験区の生育密度の推移をみると、幼胚集積区の生育密度は成熟母藻投入区よりも概ね倍程度の高い値を示すとともに、成熟母藻投入区の2年目の密度(60個体/m<sup>2</sup>)以下にはならなかった。

ここで、両試験区における群落形成過程をみるため、各年度毎の群落最繁茂期における主要構成種の生育密度と湿重量はFig. 6, 7に示し、それらの上位2種について生育密度と湿重量の変化をみた。

1985年8月下旬および10月中旬の初期群落形成時における主要構成種は単年生種のアカモク *S. horneri* C. AGARDH で、秋季以降それが急速に生長して1986年4月上旬には1年目の最繁茂期となったが、両試験区とも単年生種アカモクによる優占群落を形成した。この時点での現存量は成熟母藻投入区ではアカモクが第1位で、その生育密度が110個体/m<sup>2</sup>、湿重量が約26.1 kg/m<sup>2</sup>となり、第2位がオオバノコギリモクで

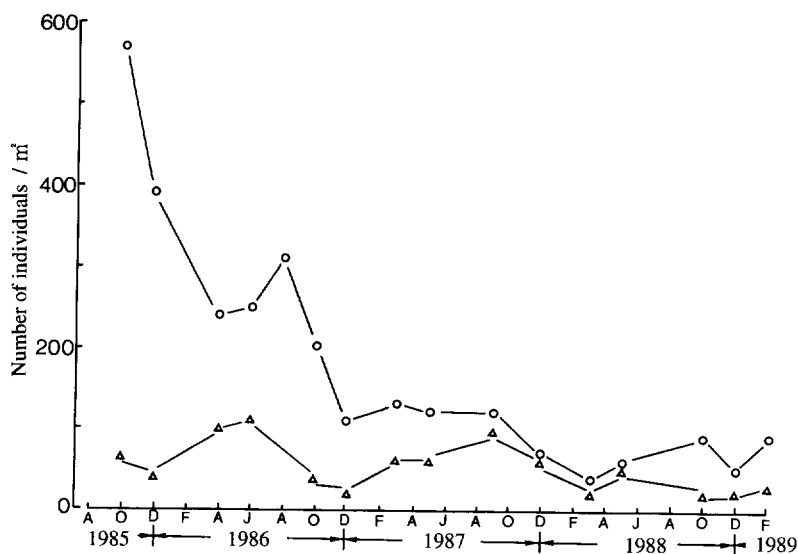


Fig. 5. Annual and seasonal variation in the number of individuals of *S. giganteifolium*, Oct. 1985–Feb. 1989.

△ : mature thalli method

○ : canvas sheets method

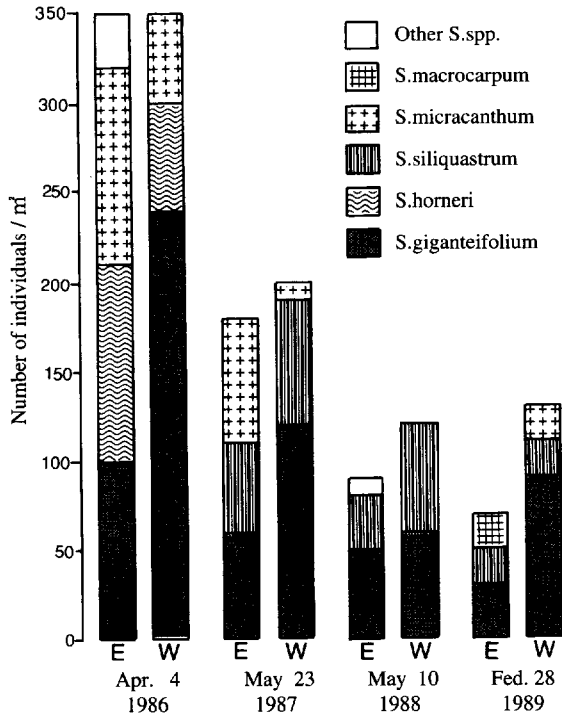


Fig. 6. Annual change of the standing crops of individuals of *Sarugasaum* species in each year.  
 E : mature thalli method  
 W : canvas sheets method

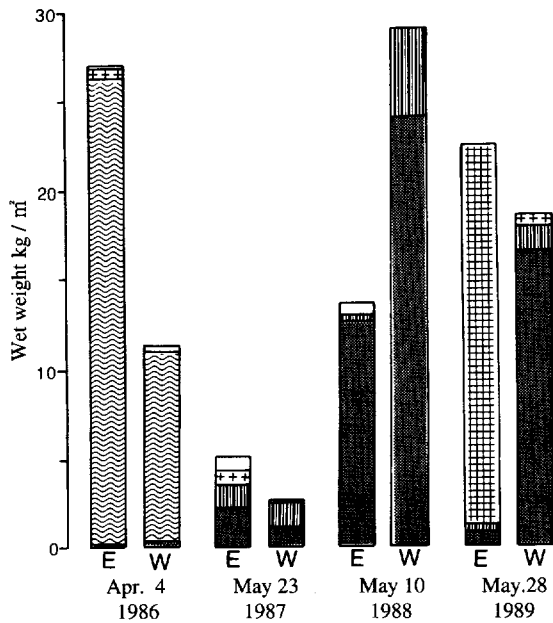


Fig. 7. Annual change of the standing crops of wet weight in *Sarugasaum* species in each year.  
 keys are the same as Fig. 6.

各々 100 個体/m<sup>2</sup>, 約 0.2 kg/m<sup>2</sup> となった。同様に, 幼胚集積区ではアカモクが第 1 位で, その現存量は各々 60 個体/m<sup>2</sup>, 約 10.7 kg/m<sup>2</sup> となり, 第 2 位がオオバノコギリモクで各々 240 個体/m<sup>2</sup>, 約 0.4 kg/m<sup>2</sup> となった。

2 回目の最繁茂期となった 1987 年 5 月下旬には, 両試験区の群落はアカモクに替わってトゲモク *S. micracanthum* ENDLICHER やヨレモク *S. siliquastrum* (TARNER) C. AGARDH およびオオバノコギリモク等による混生群落を形成した。特に, ヨレモクの着生は 10 月中旬に初めて両試験区で確認されたが, これは藻礁設置後約 1 年以上を経過していた。この時点での現存量は, 成熟母藻投入区ではオオバノコギリモクが第 1 位で, 生育密度が 60 個体/m<sup>2</sup>, 湿重量が約 2.3 kg/m<sup>2</sup> となり, 第 2 位がトゲモクで各々 70 個体/m<sup>2</sup>, 約 1.7 kg/m<sup>2</sup> となった。同様に, 幼胚集積区ではオオバノコギリモクが第 1 位で各々 120 個体/m<sup>2</sup>, 約 1.1 kg/m<sup>2</sup>, 第 2 位がヨレモクで各々 70 個体/m<sup>2</sup>, 約 1.4 kg/m<sup>2</sup> となった。

3 回目の最繁茂期となった 1988 年 5 月中旬には, 両試験区の群落はオオバノコギリモクの生長に伴って肥大するとともに, ヨレモクやトゲモクも加わって, より安定した混生群落を形成した。成熟母藻投入区ではオオバノコギリモクが第 1 位で, その現存量は生育密度が 50 個体/m<sup>2</sup>, 湿重量が約 12.6 kg/m<sup>2</sup> となり, 第 2 位がトゲモクで各々 30 個体/m<sup>2</sup>, 約 0.4 kg/m<sup>2</sup> となった。同様に, 幼胚集積区ではオオバノコギリモクが第 1 位で各々 60 個体/m<sup>2</sup>, 約 24.1 kg/m<sup>2</sup>, 第 2 位がヨレモクで各々 60 個体/m<sup>2</sup>, 約 4.9 kg/m<sup>2</sup> となった。

4 回目の最繁茂期となった 1989 年 2 月下旬には, 成熟母藻投入区ではノコギリモク *S. macrocarpum* C. AGARDH (吉田, 1983) が急増して第 1 位となり, その現存量は個体密度が 20 個体/m<sup>2</sup>, 湿重量が約 21.4 kg/m<sup>2</sup> となった。第 2 位がオオバノコギリモクで各々 30 個体/m<sup>2</sup>, 約 0.8 kg/m<sup>2</sup> と極めて少ない。これに対して, 幼胚集積区ではオオバノコギリモクが第 1 位で各々 90 個体/m<sup>2</sup>, 約 16.5 kg/m<sup>2</sup>, 第 2 位がヨレモクで各々 20 個体/m<sup>2</sup>, 約 1.4 kg/m<sup>2</sup> となった。

この様に, 1985 年 5 月中旬以降アカモクの枯死・流失後には両試験区ともオオバノコギリモク優占の混生群落か, オオバノコギリモクの単一優占群落を形成した。

造成対象種であるオオバノコギリモク優占群落の形成速度は, 幼胚集積区では 1 年目の後半には既に形成されたのに対して, 成熟母藻投入区のそれには 2 年目の後半以降で, 前者が後者に比べてかなり速い。形成された群落は周年を通してみると, 春季が繁茂期, 夏季が衰退期, 秋季が再形成期となり, このパターンは 2 年目以降もほぼ同じであった。

なお, 両試験区ともにホンダワラ類が優占的に繁茂したが, それ以外の海藻の出現状況は群落形成初期にアナアオサ *Ulva pertusa* KJELLMAN, ヒラムチモ *Cutleria multifida* GREVILLE, ウミウチワ *Padina arborescens* HOLMES が大量に藻礁上面を覆ったが, 冬季にはほとんど消失した。その後は, 毎年秋季にはそれら 3 種と小型紅藻類等の着生があったものの量的には 0.1 kg/m<sup>2</sup> 以下と極めて少ない。また, 小型紅藻類のユカリ *Plocamium telfairiae* HARVEY やエゴノリ *Compylaephora hypnaeoides* J. AGARDH 等の着生は稀で, その量が少ない。従って, これら小型海藻類が群落形成や群落の持続を阻害することはなかった。

**群落の優占種が全ホンダワラ類の個体数および湿重量に占める割合** 群落形成過程における種組成の変化から遷移実態を明らかにするため, 主要構成種の各々が全ホンダワラ類の個体数および湿重量に占める割合を求めたが, そのうち個体数に占める割合についてのみ Fig. 8 に示した。

オオバノコギリモクが全ホンダワラ類の個体数および湿重量に占める割合は, 初期群落形成時の 1985 年 8 月下旬から 1 年目の繁茂期となった 1986 年 5 月中旬までの約 10 ヶ月間には, 成熟母藻投入区では個体数が約 10~46%, 湿重量が約 1~11%, 幼胚集積区では各々約 11~71% と約 3~18% の範囲で推移した。そして, 1986 年 8 月以降から秋季にかけて群落の再形成が始まり, 1987 年 5 月下旬には個体数および湿重量



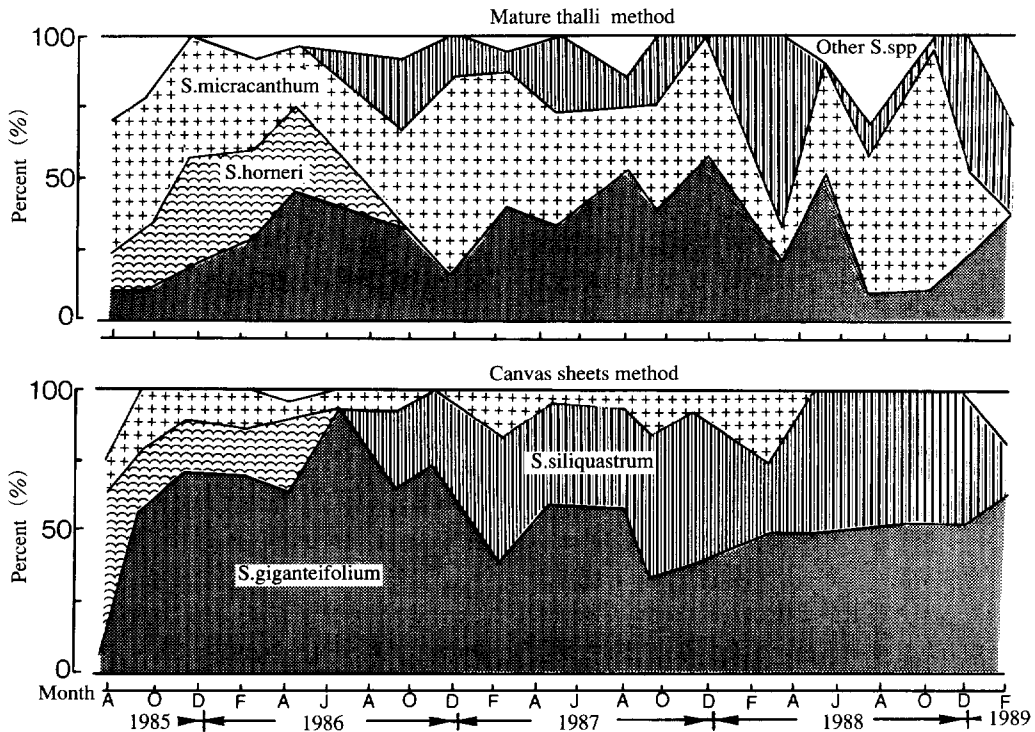


Fig. 8. Number of individuals of each species of Sargassaceae, Aug. 1985–Feb. 1989.

が占める割合は最大となった。この約10ヶ月間でオオバノコギリモクの占める割合は、成熟母藻投入区では体数が約14~40%、湿重量が約26~44%、幼胚集積区では各々約37~73%と約42~91%の範囲で推移した。その後より1987年秋季(9月上旬)には残存オオバノコギリモクの生長に伴い群落が急速に肥大して、1988年5月中旬には3回目の群落最繁茂期に達した。この時点でオオバノコギリモクが全ホンダワラ類に占める割合は、成熟母藻投入区では個体数が約56%、湿重量が約92%、幼胚集積区では各々約50%、約83%となった。4回目にオオバノコギリモクが占める割合が最大となる時期は、成熟母藻投入区が1988年12月下旬、幼胚集積区が1989年2月下旬となり両試験区で異なった。前者ではオオバノコギリモクの占める割合は個体数が約43%、湿重量が約4%、後者では各々約69%、約89%となった。

次に、オオバノコギリモク以外の他種が全ホンダワラ類の個体数および湿重量に占める割合

は以下のごとくであった。

アカモクが全ホンダワラ類に占める割合は、両試験区とも約1年後の1986年4~5月(春季)に92~97%と極めて高い値を示し、群落の主要構成種となった。しかし、アカモクは2年目以降では全く出現がなく、群落形成には関与していない。

ヨレモクは約1年以上を経過した1986年10月中旬に両試験区で始めて出現したが、それが全ホンダワラ類の個体数および湿重量に占める割合は、成熟母藻投入区では各々約25%、約32%、幼胚集積区では各々約29%、約57%であった。1988年3月下旬には全試験期間を通じてそれら最大値を示し、成熟母藻投入区で個体数が約70%、湿重量が約99%、幼胚集積区では各々約25%、約50%であったこの期間以外では、成熟母藻投入区で個体数が25~50%、湿重量が24~36%、幼胚集積区で各々29~44%、50~53%の範囲で推移したが、それらの割合は季節や年によって変動が大きかった。

トゲモクは初期群落形成時の1985年8月下旬には、両試験区ともに既に幼体となって多数出現したが、それが全ホンダワラ類の個体数および湿重量に占める割合は、成熟母藻投入区では各々約46%、湿重量が約77%、幼胚集積区では各々約11%、約9%であった。これ以降、トゲモクの個体数および湿重量が占める割合は、成熟母藻投入区では各々31~81%、2~64%の範囲で、幼胚集積区では各々5~15%、2~15%の範囲で推移した。それらの割合はヨレモクと同様に季節や年によって変動が大きかった。

以上の様な群落形成過程における種組成の変化から、両試験区の群落は試験開始後1年でアカモクが優占した。しかし、2年目に入ると、オオバノコギリモクが全ホンダワラ類に占める割合はかなり高くなった。個体密度および湿重量の占める割合は成熟母藻投入区に比べて幼胚集積区の方がいずれも高い値を示した。即ち幼胚集積区では主要構成種はオオバノコギリモクとなり、種組成は1年目に比べると単純となって、群落の様相が大きく変化した。約2年を経過した頃からオオバノコギリモクが全ホンダワ

ラ類に占める割合が両試験区ともやや低い値で推移したため、群落は混生群落化した。3年目の秋季になると成熟母藻投入区では急速にその優占群落を形成するに至った。加えて、両試験区ともに生殖器床や、その成熟卵を有する藻体が出現し、後継群を形成した。

**オオバノコギリモクの生長** 群落形成過程におけるオオバノコギリモクの生長を個体の平均主枝長と湿重量で求めて Fig. 9 と 10 に示した。

オオバノコギリモクは1985年10月中旬に初めて識別が可能となったが、その生長をみると成熟母藻投入区、幼胚集積区ともに主茎の伸長がほとんど無く、極めて緩慢であった。約1年を経過した1986年4~5月でも両試験区のオオバノコギリモクは幼体のままで、平均主枝長が2cm以下、湿重量も4g以下であった。しかし、1986年の夏が過ぎて秋になると主枝が急速に伸長するとともに、側枝や葉も増え、やがて気胞も形成され若い成体となった (Fig. 11)。

1987年5月下旬には、オオバノコギリモクの個体平均主枝長と個体平均湿重量は、母藻投入

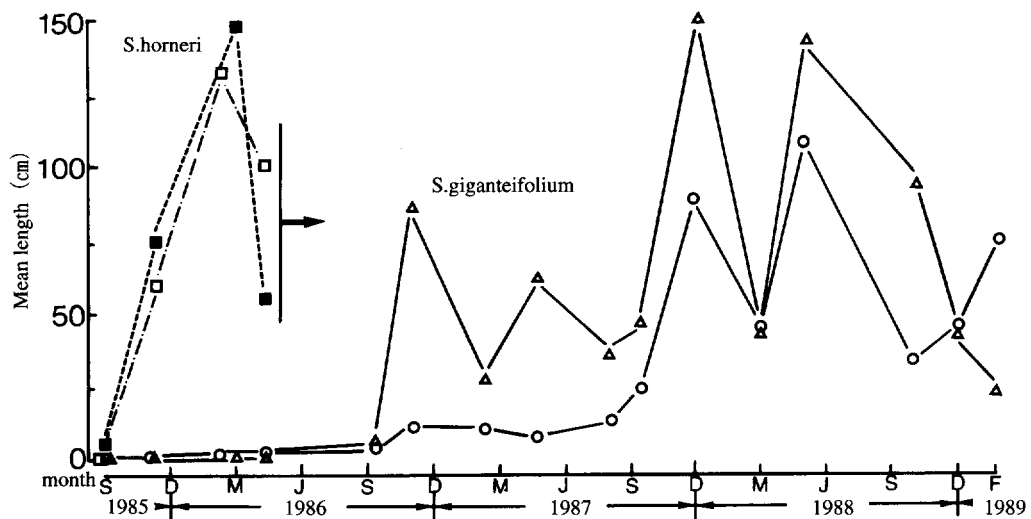


Fig. 9. Annual and seasonal variation of the mean length of *S. giganteifolium* and *S. horneri*, Aug. 1985–Feb. 1989.

△, □ : mature thalli method

○, ■ : canvas sheets method

→ : *S. horneri* showed no occurrence after May 1986.

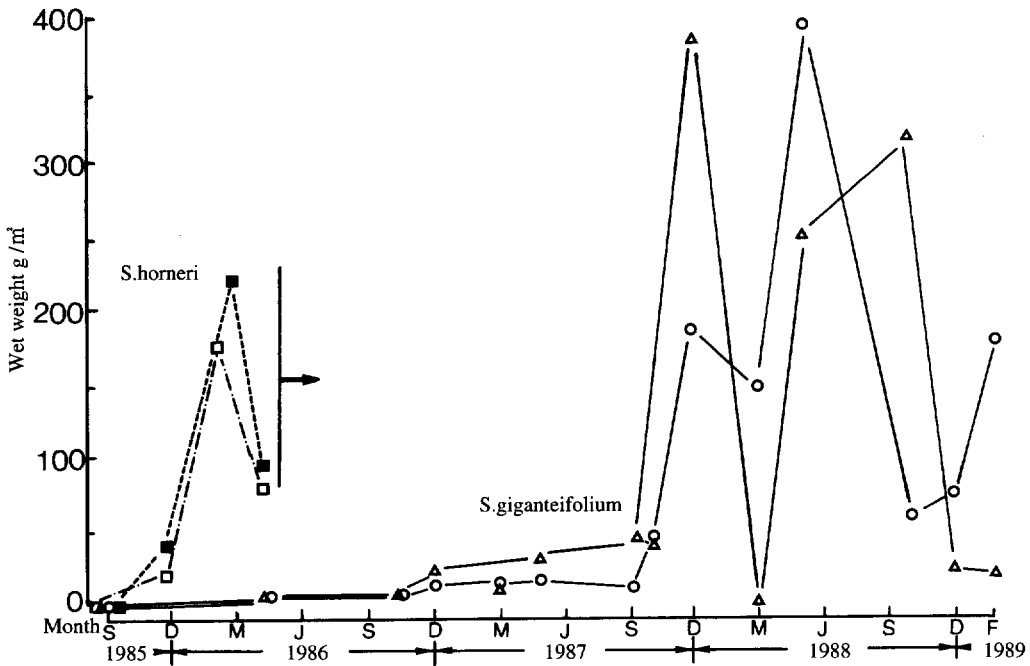


Fig. 10. Annual and seasonal variation of the wet weight in *S. giganteifolium* and *S. horneri*, Aug. 1985–Feb. 1989.  
 △, □ : mature thalli method  
 ○, ■ : canvas sheets method  
 → : *S. horneri* showed no occurrence after May 1986.

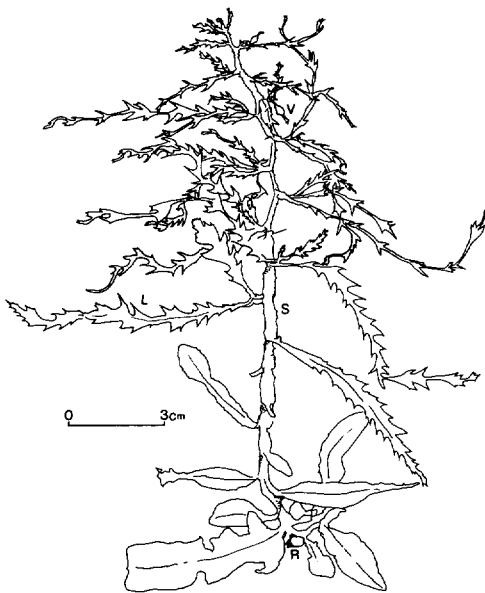


Fig. 11. Thallus of the young stage of *S. giganteifolium*. Main shoot (S); Vesicke (V); Primary leaf (L); Root (R).

区では 61.5 cm と 37.6 g, 幼胚集積区では 6.9 cm と 9.3 g となった。同様に, 1987年 12月中旬には, 母藻投入区では各々 149.7 cm と 391.3 g, 幼胚集積区では各々 86.4 cm と 192.4 g となった。なお, 1988年 5月中旬には, 成熟母藻投入区では各々 138.4 と 251.3 g, 幼胚集積区では 107.0 cm と 402.3 g となった。そして, 1988年 3~5月には, 両試験区のオオバノコギリモク藻体に生殖器床が形成され, 一部の個体では成熟していたが, その一方で 5月下旬には, 藻体先端や葉部は末枯れする等の流失を開始した。1988年 8~10月 (夏季から秋季)にかけてオオバノコギリモクの個体平均主枝長と個体平均湿重量の値は低くなったが, これは新生個体の加入と, 一方では先着の寿命の長い成体が枯死・流失後の回復状態にあったためである。1989年 2月下旬現在オオバノコギリモクの個体平均主枝長と個体平均湿重量は, 成熟母藻投入区では 20.0 cm と 26.9 g, 幼胚集積区では 77.4 cm と

183.4 g となった。特に、幼胚集積区では残存個体、新生個体とも藻体の伸長が活発になった。

以上の結果から、オバノコギリモク生長は1年間では総じて緩慢であるが、2年目に入ると急激に生長を開始し、3年目の後半には藻体長が1 m を越えて、成熟する個体もみられた。その後多くの個体は根と基部を残して流失したため、主枝長と湿重量は減少した。

なお、毎年同時期になると、オオバノコギリモク藻体の残存根茎部から主枝が萌出し、その数は増加の一途で、3年目、4年目には1藻体に10数本以上を有するようになった。

**試験海域の水温** 試験海域の生育環境として、調査海域に近い東和町伊保田漁港内で毎日9時に表層水温を測定し、旬平均を求め Fig. 12 に示した。

1985年度の特徴は同年6月に試験開始したが、この直後の夏季では高水温で推移した。これは4年間を通じて最も高く、その最高水温が26.2°C となった。1986年度の特徴は冬季が低水温で推移し、これは4年間を通じて最も低く、

その最低値が9.1°C となった。1987年度の特徴は冬季後半から夏季にかけて水温が高めに推移し、秋季後半から冬季前半にかけてもやや高めに推移した。1988年度の特徴は冬季にやや水温が高めに推移し、秋季から冬季前半ではやや低めに推移した。この様に本海域の水温は試験の4年間を通じて、また年度および季節によっても変化が微妙に異なるが、概ね9~26°C の範囲であった。

## 考 察

1985年春季に藻礁を投入設置し、成熟母藻投入法と幼胚集積法の二つの異なった造成手法を用いて多年生種オバノコギリモクの群落造成を図ったところ、両試験区ともに約1年後の群落繁茂期時には単年生アカモク優占群落を形成した (Fig. 7)。このことは本試験海域で多年生種ヤツタモク *S. patens* C. AGARDH の群落造成を図ったところ、1年目の群落繁茂期にはアカモク優占群落が形成された結果 (吉川, 1987) とも一致した。従って、本試験海域では藻礁投

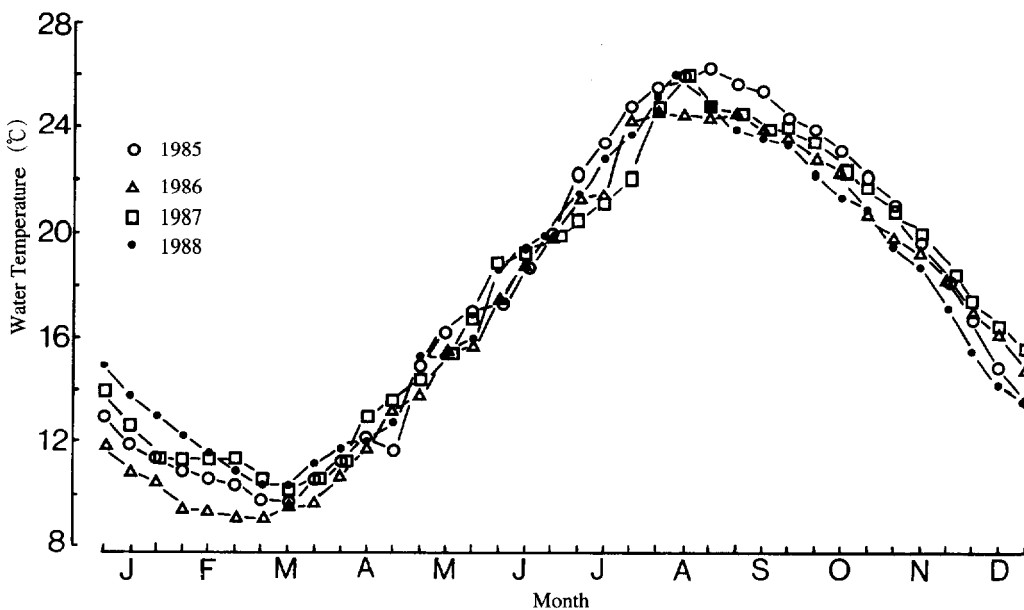


Fig. 12. Ten day mean temperatures of the surface water at the fishery harbor near Matugahana Point (see Fig. 1), Jan. 1985–Dec. 1988.

入等によって新基質面が確保されるならば、1年目の群落繁茂期にアカモクの優占群落を形成することが今回でも明らかになった。

両手法によって群落形成初期に多数着生したオオバノコギリモクは年月の経過とともに徐々に密度が低下するものの、この間には緩やかに生長し、特にアカモクが枯死・流失した秋季以降になると急速に伸長した。そして、天然藻場に由来して着生、生育したトゲモク、ヨレモク等の他の多年生種とともに混生群落を形成し、その主要構成種となった。その後幼胚集積区では2年目の後半から、成熟母藻投入区では丸3年を経過してからオオバノコギリモクの優占群落を形成した。3年目の終りには両試験区ともにオオバノコギリモクの優占群落となった。この様に、群落遷移は1年目以降オオバノコギリモクを中心に、それと2~3種の多年生種によって群落構造が若干異変する程度である。従って、群落遷移のパターンはアカモク優占群落→オオバノコギリモク・ヨレモク・トゲモクによる混生群落→オオバノコギリモク優占群落となることが明らかになった。

1985年5月に同海域へ設置した藻礁では、1年目にはアカモク群落、2年目には多年生種のヨレモク、トゲモク、タマハハキモクの混生群落、3年目以降にはヨレモクの優占群落が形成されたが、ここでは2,3年目でもオオバノコギリモクの着生はなかった（未発表）。したがって、本海域でのホンダワラ類の群落遷移は、単年生種アカモクから多年生種のヨレモク、トゲモク、タマハハキモク等の混生群落を形成した後、その後は1種または2種の多年生種による優占群落へと進行することが明らかになった。

今野（1985）はホンダワラ類の群落構造がその生育地における水深傾度に対応して変化することを指摘している。本試験海域の浅所では単年生アカモクの優占群落が維持されており、上述の群落遷移は本海域の水深5~6mの場所で見られるパターンである。

この様に、オオバノコギリモクやヤツマタモク等現地では優占していない種類でも人工的に着生量を増やすことによって、それらの優占群落形成が可能となり、これら成熟母藻を添加す

ることによって、ある程度任意の多年生種ホンダワラ類の単一または混生群落を形成するための技術的な根拠が得られたといえる。しかし、藻場の規模が大きい場合や、流れ、波浪等の環境条件が厳しい場合には、幼胚集積法に比べて成熟母藻投入法の方が簡便で、優れているといえよう。藻場造成を実施しようとする場所の環境条件によって適用種をどう選定すべきか、さらには藻礁の大きさ、形状、設置数及び設置時期等については今後検討すべき課題が残されている。

本試験結果から、同一種でも年によって生長が極端に異なったり、同じ年でも試験区によって生長が大きく異なる現象がみられた。さらには数種の多年生種ホンダワラ類の混生群落で、個体数に差がないにも関わらず、繁茂期の現存量に種類間で大きな差が生ずる現象がみられた。その原因については、秋に残存根茎部から再生した新生主枝の生長が速やかな種あるいは個体が光を独占して、生長の遅れた種または個体の生長を大きく妨げる等の現象が起きているのかも知れない。これらの生長を支配する要因として水温や光条件が考えられるが、現況では生育環境データが不十分で十分説明できない。本種の生長に光が及ぼす影響について明らかにした知見はないが、難波・奥田（1993）や吉田ら（1995）はアカモクでは照度や日長条件との関連で、中久・小島（1979）はオオバノコギリモクでは水温と生息域の照度に影響されることを報告している。従って、同一種でも個体密度の変化、すなわち生残率と光条件の関連で生長を検討する必要がある。また、異種間の生残および生長と生育環境要因との関連については今後の課題と考えられる。

オオバノコギリモクの幼体から成体に至る生長様式については前述の通りであるが、ここでは本種の生長に及ぼす水温や光等の生育環境要因との関連について検討した。

本種の特性は、藻体の末枯れの始まる夏季の高水温期（6~8月）を経ると、残存根茎部からの新生枝の萌出およびそれが生長する、いわゆる根茎部越年種で、長命である（片田、1963）。新生枝の萌出およびそれが生長するのは初秋

(9~10月)で、本海域での水温降下は概ね9月上旬には始まるので (Fig. 12), オオバノコギリモク残存個体の再成長期および後継群の初期生長期と一致する。向井 (1987) は瀬戸内海のノコギリモクでは、秋季に最大の生長量を示し、現存量の最大は冬の終わりに示すと報告している。本種はノコギリモクと同じ属であり、この指摘とはほぼ一致している。オオバノコギリモクだけでなく多くの多年生種ホンダワラ類群落の更新は、上述の残存根茎部により再生する場合に加えて、裸地部へ成熟藻体自身の後継群による形成、もしくは他所からの入植による新生個体の加入による場合とがある。本結果では、オオバノコギリモクは約3年目で成熟卵を有し、その後卵の落下・着定により生長した幼体が確認された。これらのことは、近くで生育している他種の成熟時期に比べてると、その時点で新主枝の形成が行われ、既にある程度生長しているため群落形成が優位となる (中原, 1984)。今後この過程が繰り返されながら群落を継続維持するものと予想される。また、オオバノコギリモクの主枝や葉の伸長期には水温条件とともに受光量も当然重要な要因であり、秋季から冬季にかけての生長促進には、これらの積算量等の条件に依存すると考えられる。特に、生長を開始する直前、或いは生長を開始して間もない時期における光の積算量等の条件によってその伸長量も大きく異なる。すなわち1年目にアカモクが大繁茂したため、オオバノコギリモク生息域では光量が妨げられその成長が抑制されたものの、2年目以降ではその阻害要素は無く、オオバノコギリモク幼体が成体へと急速に生長したものと考えられる。

今回検討した2造成方法を検討すると、成熟母藻投入区および幼胚集積区ではオオバノコギリモクの成熟母藻を藻礁の傍へ添加したり、成熟母藻を添加した後藻礁の周囲をシートで囲んだりすることで、天然ではほとんど着生しなかったオオバノコギリモクを多量に着生させ、その生残を相対的に増やすことで優占群落を形成させることに成功した。すなわち遷移過程を制御して、極相となる目的種を用いて早期に、かつ確実に造成することが可能であることを示

したので当初の目的は一応達成された。幼胚集積法は成熟母藻投入法に比べ群落形成初期では幼胚の着生密度で約10倍の差が、1年経過後でもその密度に2倍以上の差がみられたことから (Fig. 5), 前者は優占群落の形成を図るにはより確実な方法と考えられる。また、両手法を用いることによってオオバノコギリモク優占の混生群落化によりバイオマスを補うだけでなく、その維持を長期的に亘り可能としたので、むしろ本種の生態的特性を捉えた効果的な造成手法といえ、今後ホンダワラ類藻場の周年化技術となり得ると考えられる。

## 要 約

山口県大島郡東和町伊保田松ヶ鼻地先の既存ホンダワラ藻場海域で、多年生種のオオバノコギリモク *Sargassum giganteifolium* YAMADA を造成対象種として、その成熟母藻を設置藻礁の周辺部へ投入し幼胚の着生を図った成熟母藻投入法と、成熟母藻から落下する幼胚の着生を設置藻礁へ効果的に図った幼胚集積法により群落造成を試みた。1985年8月から1989年2月までの約4年間に亘って造成群落の形成過程の観察および造成対象種の生長や成熟等の生態調査を行い、それらの結果から造成技術として2手法の差異を明らかにすると共に、藻場を周年化するための造成技術としての有効性や、可能性についても検討した。

1. 両手法により約3年後の1988年5月中旬にはオオバノコギリモク優占群落を形成したが、その時点でオオバノコギリモクの現存量は成熟母藻投入区では、生育密度が50個体/m<sup>2</sup>、湿重量が12.57 kg/m<sup>2</sup>区、幼胚集積法では各々60個体/m<sup>2</sup>、24.17 kg/m<sup>2</sup>となった。また、オオバノコギリモクが全ホンダワラ類に占める割合は前者が約56%と92%、後者が約50%と83%であった。

2. オオバノコギリモク優占の群落形成には、成熟母藻投入区、幼胚集積区ともに約3年を要した。

3. オオバノコギリモクの個体平均主枝長と個体平均湿重量は、その生長と対応して増減が

みられた。その値が最大となったのは、成熟母藻投入区では1987年12月で、平均個体主枝長が149.7 cm、平均個体湿重量が391.3 g、幼胚集積区では1988年5月で、各々107.0 cm、402.3 gとなった。また、成長速度は両試験区で若干異なったが、総じて1, 2年目では緩慢であり、3, 4年目では速く、特に3年目の秋季から冬季にかけてかなり速くなった。

4. オオバノコギリモク藻体は約2年を経過すると成熟し、それによって翌年の秋季には新たな個体群を形成した。

5. 群落遷移の進行パターンは、成熟母藻投入区ではアカモク優占群落→オオバノコギリモク・ヨレモク・トゲモクによる混生群落→オオバノコギリモク優占群落→ノコギリモク優占群落の順に、幼胚集積区ではアカモク優占群落→オオバノコギリモク・ヨレモクによる混生群落→オオバノコギリモク優占群落の順となった。

6. 藻場造成技術として成熟母藻投入法と幼胚集積法を比べた場合、前者では造成対象種であるオオバノコギリモクの着生量は劣るものの、その生長速度が速いという点が優れ、後者では造成対象種の幼胚を局部的に集積し、その優占群落形成を早期に図れた点が優れる等、両手法には一長一短がある。しかし、1年目の単年種アカモク群落の急激な衰退後、2年日以降には多年生種による混生群落化を経てオオバノコギリモク優占群落が早期に形成されたことが確認できた。

## 謝 辞

本研究を行うに当たり様々のご指導と本原稿の校閲を賜った南西海区水産研究所資源増殖部前藻類増殖研究室長（現赤潮環境部漁場保全研究室長）有馬郷司氏、また、本稿のとりまとめに際し、貴重なご助言を頂いた同資源増殖部長森岡泰啓博士と藻類増殖研究室長寺脇利信博士に対して深謝する。さらに、研究上の便宜を頂いた山口県大島郡東和町漁協組合長理事小方俊徳氏はじめ組合理事諸氏に感謝の意を表す。

なお、本研究は、昭和61～63年度の農林水産技術会議大型別枠研究”近海漁業の家魚化シス

テムの開発に関する総合研究（マリーナランチング計画）”および平成元～3年度の同会議大型別枠研究”農林水産系生態秩序の解明と最適制御に関する総合研究（バイオコスモス計画）”の一環として行われた。ここに記して関係各位に感謝の意を表す。

## 文 献

- 片田 実, 1963: 海藻の生活形と遷移 (綜述). 日本誌, **29**, 798-807.
- 今野敏徳, 1985: ガラモ・カジメ場の植生構造. 海洋科学, **17**(1), 57-65.
- 瀬戸口勇, 1978: 磯焼け漁場におけるガラモ場の造成について. 第29回水産土木研究会講演要旨, 水産土木, **15**(1), 59-61.
- 田染博章, 1987: 昭和61年度藻場造成試験経過. 昭和62年度南西海区ブロック会議藻類研究会誌, 南西海区水研, **7**, 49-54.
- 中原紘之, 1984: 褐藻類の生活史—XIII, 個体群レベルでの生活史. 海洋と生物, **30**, 63-69.
- 中久喜昭・小島 博, 1979: オオバノコギリモクの群落生態. 昭和56年度近海漁業の家魚化システムの開発に関する総合研究, 有用海藻群落プログレスレポート, 南西海区水研, 71-85.
- 中久喜昭・小島 博, 1983: オオバノコギリモクの藻場造成試験. 昭和58年度南西海区ブロック会議藻類研究会誌, 南西海区水研, **3**, 10-15.
- 難波伸由・奥田武男, 1993: 褐藻ジョロモクとアカモク幼胚の低照度下の生長. 日本誌, **59**(8), 1289-1295.
- Mukai, H., 1987: The phytal animals on the thalli of *Sargassum seratifolium* in the Sargassum region, with reference to their seasonal fluctuations. *Mar. Bio.*, **8**, 170-182.
- 吉川浩二, 1985a: 周年藻場形成の管理技術. 昭和63年度近海漁業資源の家業化システムに関する総合研究 (ホンダワラ), 南西海区水研, 1-16.
- 吉川浩二, 1985b: ホンダワラ藻場に関する研究—I, ヤツマタモク親藻移植による藻場造成. 南西水研研報, **(18)**, 15-23.
- 吉川浩二, 1986: ホンダワラ藻場に関する研究—II, 人工採苗した幼体の移植と成熟親藻投入によるホンダワラ類の生長. 南西水研研報, **(20)**, 137-146.
- 吉川浩二, 1987: ホンダワラ藻場に関する研究—III, 幼胚集積法によるヤツマタモク群落の形成. 南西水研研報, **(21)**, 25-35.

吉田吾郎・有馬郷司・内田卓志, 1995: 褐藻アカモクの初期生長に及ぼす日長, 照度, 水温の影響. 南西水研研報, (28), 21-32.

Yoshida, T., 1983: Japanese species *Sargassum* subgenus *Bactrophycus* (Phaeophyta, Fucales). *J. Fac. Sci., Hokkaido Univ. Ser. V (Botany)*, 13(2); 99-246.

Yamauchi, K., 1984: The formation of *Sargassum* Beds on artificial substrata by transplanting seedlings of *S. horneri* (TURNER) C. AGARDH and *S. muticum* (YENDO) FENSHOLT. *Bull. Jap. Soc. Fish.*, 50(7), 1115-1123.

---

1997年1月13日受理 (Accepted on January 13, 1997)

南西海区水産研究所業績 A 第58号 (Contribution No. From the Nansei National Fisheries Research Institute)

吉川浩二: 南西海区水産研究所資源増殖部 〒739-04 広島県佐伯郡大野町丸石-17-5 (K. Yoshikawa: Nansei National Fisheries Research Institute, 2-17-5 Maruishi Ohono, Saeki, Hiroshima 739-04, Japan)