

## ホンダワラ藻場造成に関する研究—II

人工採苗した幼体の移植と成熟親藻の投入によるホンダワラ類の生長

吉川 浩 二

### Studies on the Formation of *Sargassum* Beds. II

The Growth of Three *Sargassaceae* by Placed Blocks on the Bottom with Artificial Seedlings and Transplanted by Matured Plants.

KÔJI YOSHIKAWA

The present research was carried out at the Matugahana point, Touwa town, Yashiro island of Hirishima bay by placing blocks on the bottom with artificial seedlings and transplanting matured plants of *Cystophyllum sisymbrioides* J. AGARDH, *Sargassum micracanthum* YENDO and *Sargassum serratifolium* C. AGARDH for the observation of the growth. The growth of three *Sargassaceae* was surveyed during two years from April 26, 1983 to March 18, 1985.

The results obtained are as follows;

- 1). Three species of young plants were found on the block in three months and grew to thalli, thereafter.
- 2). All species of plants grew slowly for the first year from August 3, 1983 to July 25, 1984 and rapidly for the second year from July 25, 1984 to March 18, 1985. The faster growth of the second year's thalli was due to the buds from residual stem and root areas by regeneration.
- 3). The maximum in mean length of main shoot of *Cystophyllum sisymbrioides* J. AGARDH and *Sargassum micracanthum* YENDO by placing blocks on the bottom with artificial seedlings was 72.3 cm and 71.9 cm respectively in March 18, 1985. The maximum in mean length of main shoot of *Cystophyllum sisymbrioides* J. AGARDH and *Sargassum serratifolium* C. AGARDH by transplanting matured plants was 48.0 cm and 116.9 cm respectively in February 1, 1985.
- 4). The growth rate of *C. sisymbrioides* and *S. micracanthum* by placing blocks with artificial seedlings was 3.1 mm/day and 2.5 mm/day, respectively during 236 days from July 25, 1984 to March 18, 1985. The growth rate of *C. sisymbrioides* and *S. serratifolium* by transplanting matured plants was 1.9 mm/day and 4.6 mm/day, respectively during 181 days from July 25, 1984 to February 1, 1985.
- 5). From the results mentioned above, the both methods was assumed to be effectual means of forming *Sargassum* beds.

筆者は、ホンダワラ類の生態観察の結果（吉川ら、1981、1982、1983）をもとに1982年以来既存藻場周辺に人工基質を設置して、藻場の拡大および再生産を目的とした群落の形成を実証する

とともに、藻場造成技術の開発をめざしている（吉川ら、1984、1985）。

ホンダワラ藻場の造成手法として、人工種苗を漁場で育成したり、親藻の移植により幼胚の着生を図る等によって、小規模な核となる藻場を造成し、これらを拡大する方法がある（斉藤、1980）。

この研究の第1報（吉川、1985）では、ヤツマタモク親藻をのり網で覆う方法により、海底に設置したブロック上にヤツマタモク優占のホンダワラ群落を形成させ、その生育密度と湿重量の変化および生長と成熟について報告した。

本報では、多年生ホンダワラ類のジョロモク、トゲモク、ノコギリモクを増殖対象種として選定し、それらの幼胚を人工採苗によりブロックへ着生させ、それ自体を移植した場合と、成熟親藻投入により幼胚をブロックへ着生させた場合の試験を行い、それらを約2年間にわたり追跡調査し、着生、生長、成熟、消長および再生長などについての知見を得たので報告する。

本報をまとめるにあたり、種々の御指導と本報告の校閲を賜った当研究所増殖部第三研究室長月館潤一博士に感謝する。また、本研究に理解を示され、研究上の便宜を頂いた山口県内海水産試験場増殖科長河本良彦氏と、東和町漁業協同組合長風呂川盛勝氏はじめ組合理事諸氏に感謝の意を表する。

## 方 法

試験は第1報（吉川、1985）と同じ山口県大島郡東和町伊保田松ヶ鼻地先で行った（Fig. 1）。実験場所は水深約5.5mで、流れは東西方向の恒流をかなり強く受ける。海底地形や周囲のホンダワラ類の生育状況等については第1報のヤツマタモク造成試験区とほぼ同じである。

実験には他海域で採集した3種の成熟親藻を使用し、人工採苗により幼胚を着生させたブロックを沈設する方法（以後、人工採苗した幼体の移植と称する）と、成熟親藻の投入により幼胚をブロックに着生させる方法（以後、成熟親藻の投入と称する）を用いた。

### 1. 人工採苗した幼体の移植

本移植方法は、あらかじめ人工採苗により増殖対象種の幼胚をブロックに着生させておき、それ自体を試験海域内に移植する方法である。

試験に用いたジョロモク、トゲモクは1983年3月16日愛媛県西宇和郡三崎町に自生する親藻を採集し、当研究所へ運搬後、水槽で流水培養した。約3週間後の4月7日から両種とも成熟した卵が観察されはじめた。そして、4月13～14日に水槽底へ採苗器材（建築用ブロック、40×19×15cm、以下人工採苗ブロックと称す）を置き、幼胚の自然落下による方法で採苗を行った。人工採苗ブロックの数は両種とも2基とした。

採苗終了後親藻を取り除き、人工採苗ブロックはそのまま流水下で養成管理した。幼胚は脱落もなく順調に生育し、約12日後には肉眼的に幼体と判明するまでに生長した。

人工採苗ブロックは、4月26日に自動車運搬し、潜水により海底に沈設した。人工採苗ブロックは、各々2基づつを連鎖状にロープで縛り固定した。

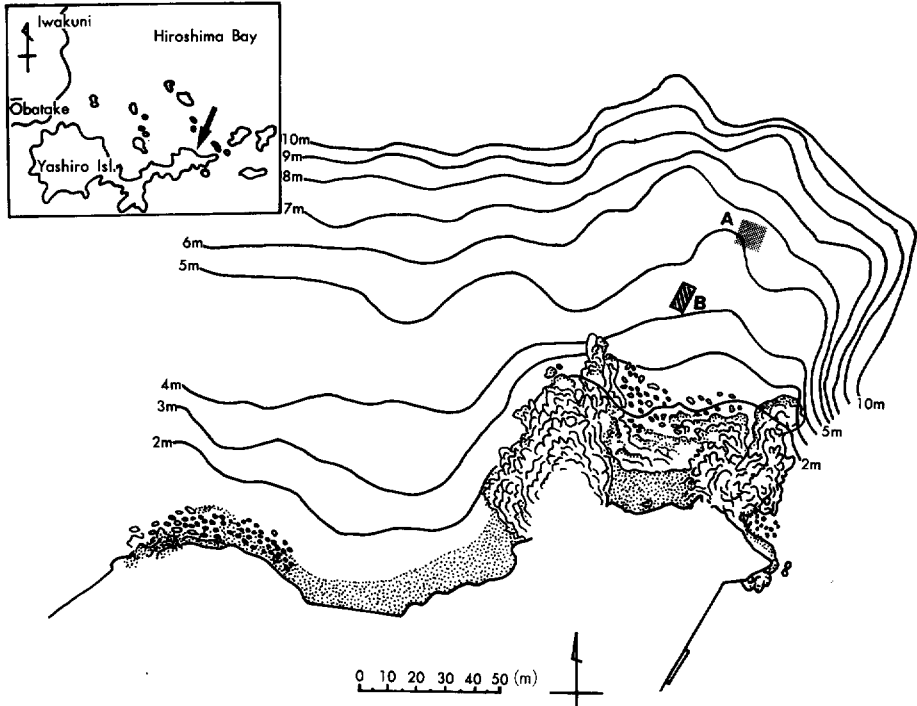


Fig.1 A map of Matugahana Point, showing the experimental site and depth contour line.

The Datum Level for soundings of Touwa town.....+1.760m

A.....The experimental site in this studies.

B.....The artificial *Sargassum* beds by a transplant of matured *Sargassum patens* C. AGARDH in 1982-1984.

## 2. 成熟親藻の投入

本移植方法は増殖対象種の成熟親藻を投入することにより、試験海域内へあらかじめ沈設したブロック上に幼胚を着生させる方法である。

投入試験にはジョロモクとノコギリモクを用いたが、その成熟親藻は愛媛県西宇和郡三崎町産で、1983年4月26日に自動車により試験場所へ運搬した。試験場所は人工採苗ブロックを沈設した場所と同じで、ここに1と同型の建築用ブロックを2基ずつ敷設し、その上に各々の成熟親藻を数本束ねて置き、さらにのり網で被覆した（このブロックを以下、幼胚着生ブロックと称す）。

1. および2. はその後8月3日に観察を行ったところ、人工採苗ブロックではジョロモク、トゲモクとも幼体となり、幼胚着生ブロックではジョロモク、ノコギリモクとも幼体が多数着生していた。

追跡調査は、沈設した人工採苗ブロックおよび幼胚着生ブロックを潜水により船上まで運び、試験対象種について着生状況を観察するとともに、藻体の最大主枝長を測定した。また、個体生長を確実にとらえるため一部の藻体には撚糸や背骨型タグによる標識を付して追跡調査を実施した。調査は1985年5月までの約2か年間で計13回実施した。

なお、生育環境として漁業者に委託して、調査海域に近い東和町伊保田漁港内の表層水温を毎

日9時に測定した (Fig. 2)。

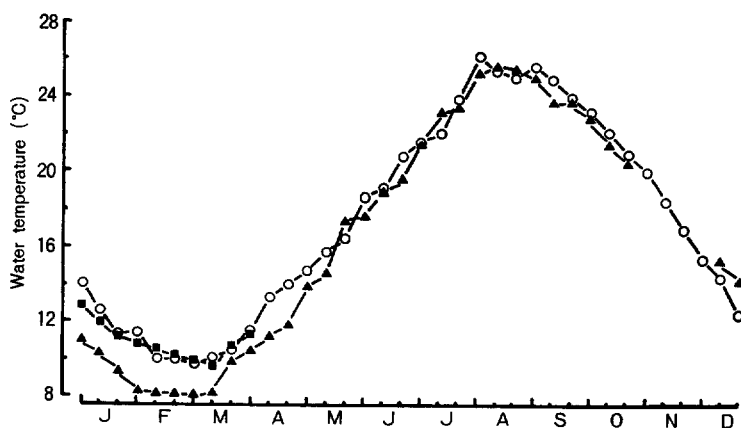


Fig. 2 Temperature of surface water at a fishery harbor near Matugahana Point

○ 1983    ▲ 1984    ■ 1985

## 結 果

### 1. 人工採苗した幼体の移植

1983年4月26日の移植時にはジョロモク、トゲモクともその大きさは0.5cm以下で、肉眼視が可能な程度の大きさであった。移植後約3か月を経た8月3日には、ジョロモクは全長2.9~4.0cm、トゲモクは全長2.0~6.0cmの幼体となった。

以下、標識個体の測定結果にもとづいて、種毎の生長について述べる。

#### 1) ジョロモク

ジョロモクの全長は、1983年10月4日には9.0~13.5cm、11月14日には4.0~16.0cm、12月21日には3.0~20.5cm、1984年2月9日には10.0~21.0cm、3月20日には14.0~21.0cmとなり、緩やかに生長した (Fig. 3)。

移植後約1年を経過した1984年5月23日および7月25日には、ジョロモクのほとんどは藻体の先端が流失し、根基部が残存するのみで、生長も停止した。その後、残った根基部から主枝が伸びて、全長は1984年10月31日には37.0~67.0cm、12月17日には52.0~83.0cm、1985年2月1日には35.0~103.0cm、3月18日には51.0~115.0cmと急速に生長した。3月18日には藻体は平均全長72.3cmで、最長となり、そして一部の藻体には生殖器床を形成していた。

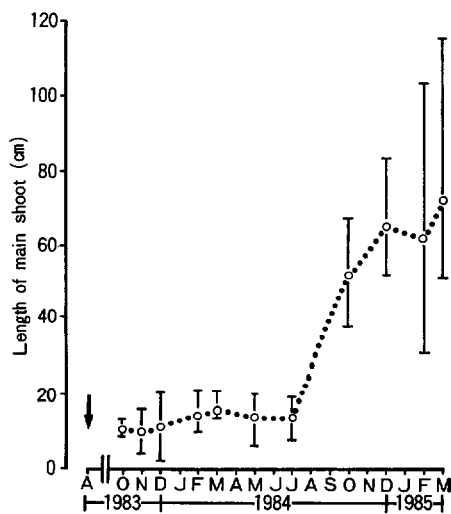


Fig. 3 The growth of *Cystophyllum sisymbrioides* J. AGARDH by placing blocks on the bottom with artificial seedlings.

—○— The mean and the range of main shoots

→ Date of transplantation

2) トゲモク

トゲモクの藻体は、1983年8月3日以後12月21日までは緩やかに伸長した。藻体は10月4日には根茎部から2~5本の主枝が伸びるとともに、葉部の切れ込みが明確になった。12月21日以後、翌1984年7月25日の間は、生長の遅れた小さな藻体はわずかに生長したのに対して、生長の良かった藻体では枝先の流失したものが多かった。枝先の流失が特に著しいのは水温が上昇しはじめる3~5月にかけての間である。(Fig. 2) 12月21日以後3月20日までの間に藻体は根部の発達が顕著となり、ブロックへの着生面が広がるとともに着生力も強くなった(Fig. 4)。

2年目の1984年7月25日以後、残存して比較的健全な根茎部より新たに発生した枝は急速に伸長した。また、多くの藻体は生長に伴って気胞を形成した。

12月17日には、藻体の全長が65.0~76.0cmといずれもほぼ同じ大きさとなり、平均全長は69.8cmであった。1985年2月1日には藻体の平均全長は56.6cmとなって、全長77.0~93.0cmのかなり生長の良い藻体と全長32.0~55.0cmの生長の悪い藻体が混在した。生長の悪い藻体は伸長が緩慢な個体もあるが、多くは枝先欠損の個体であった。

3月18日には、藻体の平均全長は71.9cmとなり、最大に達した。そして、枝の先端部にすでに成熟した生殖器官を形成した藻体が全測定個体の約70%を占めた。5月28日には、全ての藻体は先端部が枯死流失した。しかしながら、残存する根茎部から、新たに極く小さな枝がすでに突出し、再生長を開始していた。

2. 成熟親藻の投入

1983年4月26日に、ジョロモクとノコギリモク成熟藻体を束ねてブロック上に置いたが、約3か月を経た8月3日には両種とも幼体の着生が認められた。その時のジョロモクは全長3~10cm、主枝数が2~5本で、各々の主枝には羽状葉を形成していた。また、ノコギリモクは主枝長0.5cmと短かく、根もと近くにある偏厚した主枝には中肋が明瞭で、固くてゴツゴツした初期葉が突出していた。この時点で両種の形態は種としての特性をすでに示し、他のホンダワラ類の幼体との区別が容易であった。

以下、標識個体の測定結果にもとづいて種毎の生長について述べる。

1) ジョロモク

ジョロモクは8月3日以後の11月14日と12月21日の調査時には主枝および葉の伸長がほとんどなかった。その後、1984年2月9日、3月20日、5月23日の調査時でも、主枝はわずかに伸長したのみであった(Fig. 5)。

成熟親藻の投入後約1年を経過した1984年7月25日には、ジョロモク藻体の平均全長は13.5cm

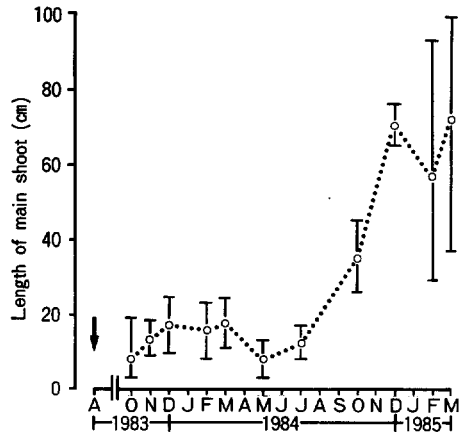


Fig. 4 The growth of *S. micracanthum* YENDO by placing blocks on the bottom with artificial seedlings. —○— The mean and the range of main shoots  
→ Date of transplantation

となり、5月23日調査時に比べてわずかに伸長した。この後、藻体の平均全長は、10月31日には33.6cm、12月17日には45.1cm、1985年2月1日には48.7cmとなった。この期間中における藻体は徐々に伸長したが、主枝の伸長に加えて葉部が著しく発達するとともに、多数の気胞を形成した。また、茎部や盤状の根は太く、堅牢な肋骨状となった。3月18日には、ジョロモクは平均全長36.5cmであった。生長の良かった大型の藻体はそのほとんどに先端部の脱落した痕跡がみられた。一方、根茎部の瘤状となった部分から全長1.5~4.0cmとなった新生の主枝を有する藻体がかかり出現した。これは、1年目の夏季に残存根茎部に新生主枝を形成したが、その発生の様相とほぼ同じである。したがって、この時期はジョロモクの2年目の再生長終了時期であり、3年目の再生長開始時期でもある。

## 2) ノコギリモク

ノコギリモクの藻体は1983年8月3日以後、11月14日と12月21日の調査時には主枝の伸長がほとんどなかった。しかし、初期葉の形成は著しく、2~4枚と増えていた。その後、1984年2月9日、3月20日、5月23日調査時には、主枝、葉ともにわずかに伸長していたのみであった (Fig. 6)。

成熟親藻の投入後約1年を経過した1984年7月25日には、藻体の平均全長は7.3cmとなった。5月23日以後ようやく主枝の伸長が始まったが、数本ある主枝の中で1本の限られた主枝がよく伸長していた。平均全長は1984年8月28日には19.2cm、10月31日には67.4cm、12月17日には95.2cm、1985年2月1日には116.9cmとなった。2月1日には155.0cmの最長個体もみられた。この期間中、残存した主枝は急速に発達して太くなり、その伸長も著しい。それに伴い葉や根部の発達も著しく、特に葉は切れ込みが深く、葉縁部には二重鋸歯を有して、移植親藻と同じ様相を呈した。基部はまだ小さいが、やや円錐状となり、かなり強固にブロックへ着生していた。気胞は球状で大きい、多くはなかった。

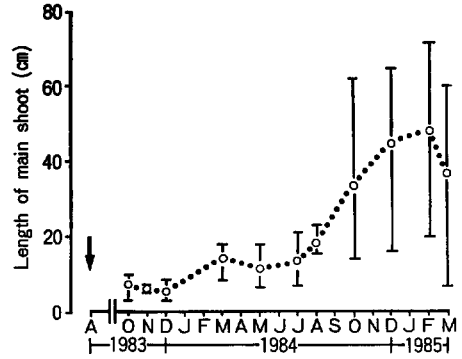


Fig. 5 The growth of *Cystophyllum sisymbrioides* J. AGARDH by transplanting matured plants.  
—○— The mean and the range of main shoots  
→ Date of transplantation

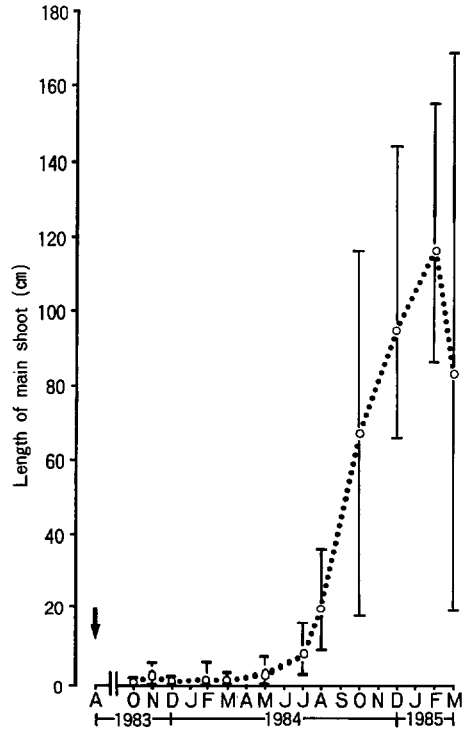


Fig. 6 The growth of *S. serratifolium* C. AGARDH by transplanting matured plants.  
—○— The mean and the range of main shoots  
→ Date of transplantation

## 移植によるホンダワラ類の生長

1985年2月1日には一部の藻体はすでに生殖器床を形成しているものの、主枝や葉はかなりもろく、若干のショックで折れたり、ブロックから離脱し易くなっていた。3月18日には藻体は伸長し続けたものと先端の枯死流失しはじめたものに大別された。全長169.0cmとなった個体も見られたが、藻体の平均全長は82.8cmとなり、2月1日に比べて下がった。測定した藻体の約65%におよぶ多くは枝の先端部に生殖器床を形成していた。しかし、生殖器床は未だ小さく、未成熟の状態であった。

### 3. 日間生長率について

ジョロモク、トゲモク、ノコギリモクの生長速度を知るため、1984年7月25日以後、3種が最も生長した時期における日間生長率を求め Table 1 に示した。

生長する期間は、人工採苗した幼体の移植の場合では3月18日までの236日間、成熟親藻の投入の場合では2月1日までの191日間と異なる。日間生長率は、前者の場合ではジョロモクが3.1

Table 1 The growth rate of tagged *Sargassaceae* in 1984-1985.

Species	Length (mm/day)	Duration	Method
<i>Cystophyllum sisymbrioides</i>	3.1	July 25-March 18, 236 days	By placing blocks on the bottom with artificial seedlings
<i>S. micracanthum</i>	2.5		
<i>Cystophyllum sisymbrioides</i>	1.9	July 25-February 1, 191 days	By transplanting matured plants on the blocks
<i>S. serratifolium</i>	4.6		

mm/日、トゲモクが2.5mm/日となったのに対して、後者の場合ではジョロモクが1.9mm/日、ノコギリモクが4.6mm/日となった。ジョロモクの日間生長率は、人工採苗した幼体の移植の方が成熟親藻の投入に比べてその値が大きかった。

## 考 察

人工種苗を用いて屋外水槽で培養した場合のトゲモクの生長に関して森実ら(1983)は、平均全長が採苗後399日で $7.2 \pm 2.1$ cmとなり、これ以後急生長を示し、597日で $92.4 \pm 24.1$ cmに達したと報じ、また、吉川ら(1983)は平均最大主枝長が採苗後160日目目で48cm、341日目目で89cmに達した後、葉体が流失し、残存根茎部より発生した新生主枝の再生長がみられた(419日目)としている。

本試験におけるトゲモクは1年目の生長が極めて緩慢な点では森実ら(1983)の結果と一致するが、吉川ら(1983)の結果とは若干異なる。この点に関しては、本試験のように採苗直後より沖出しした場合と屋内水槽で培養した場合との差や、それに加えて藻体が受ける水温、光、流れや水質等の生育環境条件の差が大きいためと考えられる。

成熟親藻の投入によりブロック上に着生したジョロモクとノコギリモクは、約3か月を経た

1983年8月上旬には生長して幼体となった。それ以後から翌年5月下旬までの約9か月間（1年目）では、ジョロモクは緩やかではあるが生長し続け、ノコギリモクはほとんど生長していない。しかし、この間におけるノコギリモクは主枝の伸長よりも初期葉の発達が著しい。基部より突出した数枚の初期葉は11月中旬にはすでに10cm前後にもなり、成体の基部に形成する葉とほぼ同じ形態を示した。

2年目に入ると、両種の生長は初秋から冬にかけて急速となるが、ジョロモクでは藻体の下部より発生した新生の主枝が、ノコギリモクでは残存主枝と新生主枝が伸長して、生長様式に若干相違がみられた。

ジョロモクの生長について人工採苗ブロックの場合と成熟親藻の投入の場合を比べてみると、後者の方は2年目に入っても伸長が鈍く、藻体もやや小型の成体が多い。しかも、最繁茂期となる初夏になってもあまり大きく生長しなかった。しかしながら生長パターンは前者とほぼ同じであった。

ノコギリモクの生長をジョロモクやトゲモクの生長と比べてみると、方法は異なるが同一場所、同一生育環境下にあったにもかかわらず、ノコギリモクの藻体は1年目ではジョロモクやトゲモクよりもさらに緩慢な伸長を示すが、2年目に入ると残存主枝が急速に伸長する。この残存主枝の生長はジョロモクやトゲモクに比べてかなり速く、また、主枝の生長に伴って葉、主枝、気胞および根などが発達して藻体全体が顕著に大型化する。

日間生長率は、人工採苗した幼体の移植の場合では、トゲモクに比べてジョロモクの方が値が大きい。親藻移植の場合では、ジョロモクに比べてノコギリモクの方が値が大きい（Table 1）。3種とも水温が低下し始めると（Fig. 2）急速に生長するが、単に主枝が伸長するのみでなく、根や葉の生長が急速となり、それに伴って藻体重量も増加する。したがって、これらの数値は生長を表わすには必ずしも正確ではないが、一応個体の生長速度の目安となる。

日間生長率を求めた例として、谷口ら（1978）が飯田湾のノコギリモク藻体について、最も伸長する8～11月の間における日間生長率は13～25mm/日と報告し、筆者ら（1983）が人工種苗トゲモクを用いて屋外水槽で養成した結果、8～4月の間における日間生長率は3.9mm/日と報告した。また、高場（1982）のジョロモク生態調査結果から日間生長率を算出してみると、7～1月の間におけるその値は4.4mm/日となった。これら3種の日間生長率は本試験結果の日間生長率よりも大きく、かなりの差がある。これは屋外水槽内での培養、屋外調査および移植、成熟親藻投入等の方法の差や、測定した藻体の年級群の違い等の差異が関与していると考えられる。

人工採苗した幼体の移植と成熟親藻の投入との方法の違いはあっても、ジョロモク、トゲモク、ノコギリモクは藻体の消失もなく、成体となるまで一応生長した。しかしながら、同一生育環境条件下で3種に生長差がみられるのは、根、莖、枝など種のもつ特性（大きさ、形など）が異なることはもちろんのこと、着生力や寿命などを含めた生物学的要因の相違によるものといえる。それに加えて、水温や光や流れおよび生育水深などの生育環境条件が相乗したためと考えられる。

ノコギリモクの生長が際立って良い理由は、生育水深要因による影響が強くあらわれているためと考えられる。本海域の生態調査によると、ノコギリモクは水深5m以上の比較的深い場所に



## 移植によるホンダワラ類の生長

自生するが、ジョロモクとトゲモクは水深 4m 以浅の場所にしか自生せず、明らかに水深によって生育の場が区分されている。

多年生藻体の生長に関しては、発生—生長—枯死流失—再生のサイクルを約 2 か年間しか追跡していない。したがって、種の特徴をさらに明らかにするためには、長期（数年間）にわたって観察する必要があると考えられる。

## 要 約

多年生ホンダワラ類のジョロモク、トゲモク、ノコギリモクを増殖対象種として選定し、それらの幼胚を人工採苗によりブロックに着生させそれを移植した場合と、成熟親藻の投入により幼胚をブロックへ着生させた場合の移植試験を 1983 年 4 月 26 日に山口県大島郡東和町伊保田松ヶ鼻地先において行った。

その結果、次のことが明らかとなった。

1. 移植後約 3 か月を経た 1983 年 8 月 3 日に、人工採苗した幼体の移植ではジョロモクもトゲモクも生長して幼体となり、同様に成熟親藻の投入ではジョロモクもノコギリモクも幼体となって幼胚着生ブロック上に多数着生した。

2. どちらの方法でも、3 種の生長は 1 年目では緩慢であったが、2 年目に入ると初秋から春にかけて残存根茎部より発生した主枝が急速に伸長した。

3. 藻体が最大となるのは、人工採苗した幼体の移植では 1985 年 3 月で、その時の藻体平均全長は、ジョロモクが 72.3cm、トゲモクが 71.9cm であった。同様に、成熟親藻の投入では 2 月で、ジョロモクが 48.7cm、ノコギリモクが 116.9cm であった。

4. 3 種のホンダワラ類の日間生長率は、人工採苗した幼体の移植ではジョロモクが 3.1mm/日、トゲモクが 2.5mm/日となり、成熟親藻の投入ではジョロモクが 1.9mm/日、ノコギリモクが 4.6mm/日となった。

5. ホンダワラ藻場の造成手法には、両方法とも群落形成技術として有効であろうと推察される。

## 文 献

斉藤雄之助, 1980: 藻場造成技術の基礎的考え方, 第 2 回増養殖場造成事業報告会議講演集, 水産庁振興部, 347—361.

高場 稔, 1982: 安芸灘西部黒島におけるホンダワラ類の生長, 昭和 57 年度南西海区水研ブロック会議藻類研究会資料 (プリント), 1—8.

谷口和也・山田悦正, 1978: 能登飯田湾における褐藻ヤツマタモクとノコギリモクの生態, 日本海区水産研究所報告, 29, 239—253.

森実庸男・高崎紹典, 1983: ネジモク・トゲモクの群落生態, 有用海藻群落, 近海漁業資源の家魚化システムの開発に関する総合研究 (マリーナランディング計画), 昭和 57 年度研究成績報告書, 117—127.

吉川浩二・月館潤一, 1981: ホンダワラ類群落の構成と消長, 有用海藻群落, 近海漁業資源の家魚化システム

の開発に関する総合研究（マリーナランディング計画），昭和55年度研究成績報告書，41—104.

- \_\_\_\_\_, 1982 : \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_, 昭和56年度研究成績報告書，31—99.
- \_\_\_\_\_, 1983 : \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_, 昭和57年度研究成績報告書，39—127.
- \_\_\_\_\_, 1984 : 人工基質投入による藻場の拡大，有用海藻群落，近海漁業資源の家魚化システムの開発に関する総合研究（マリーナランディング計画），昭和58年度研究成績報告書，79—89.
- \_\_\_\_\_, 1985 : \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_, 昭和59年度研究成績報告書，69—86.
- 吉川浩二，1985 : ホンダワラ藻場造成に関する研究—I，ヤツマタモク親藻移植による藻場造成，南西海区水産研究所報告，(18), 15—23.