

京都府の海藻—Ⅳ

—ホンダワラ類の採苗技術—

道家章生
宗清正廣
辻秀二
井谷匡志



目的とするホンダワラ類を採苗するために、各ホンダワラ類の成熟時期（水温）と基質への着生時期との関係を検討した。各種類とも着生量が多くなるのは成熟時期とほぼ一致しており、水温を目安として着生基質を設置することにより、目的種を確実にかつ簡便に採苗できることが明らかになった。また、この手法により藻場増殖種として有望なヤツマタモクの採苗を試みたところ、効率的に着生することが実証された。

京都府沿岸の岩盤および転石域には、ホンダワラ類（ヒバマタ目ホンダワラ科に属する種の総称）を優占種とするホンダワラ藻場が形成されている。近年、各地先で藻場への関心が高まるとともに、藻場増殖の要望がでてきている。ホンダワラ類の増殖手法として、一般に投石が用いられているが、目的種以外の着生も考えられる。そこで、目的種を確実に増殖させるため、陸上水槽で採苗した種苗を海面に展開する方法が行われている（河本・富山，1968；山口内海水試，1974；吉田・西川，1974；山本，1981；山内，1984；YAMAUCHI，1984）。この方法は陸上水槽での生長、生残が光条件に影響されること、付着生物が繁茂して管理に手間がかかること、夏場に生育が抑制されるためそれ以前に沖出しする必要があること、そして藻体が小さい段階で移植するため食害生物による減耗が大きい（中久，1978a，b，1980a；山本，1981；中久・小島，1982）。また、吉川（1985，1986，1987）は天然海域で目的種を集中的に着生させる実験を行っているが、水中での作業に手間がかかる。

今回は時期、水深、周辺海藻との関係を調べる目的で、京都府沿岸域に分布するホンダワラ類の主たる成熟時期である春季から夏季にかけての水温上昇期に着生基質を定期的に設置し、天然海域において目的の種類を効果的に着生させうる時期（水温）の把握を行った。また、その結果をもとにして、ホンダワラ藻場構成種として有望なヤツマタモクの採苗試験を行ったのでその結果についても報告する。

材料および方法

ホンダワラ類の着生する時期を把握するため、1993年9月27日に京都府宮津市島陰地先の砂浜域に実験礁を据え付けた（Fig. 1）。実験礁は、1～2段の捨石をした上に、礁上面の水深が基準水面下1，3，5，7mとなるよう各水深帯に1基ずつ据え付けた。実験礁は縦3m，横3m，高さ0.5mの鉄筋コンクリート製で、その表面には縦44cm，

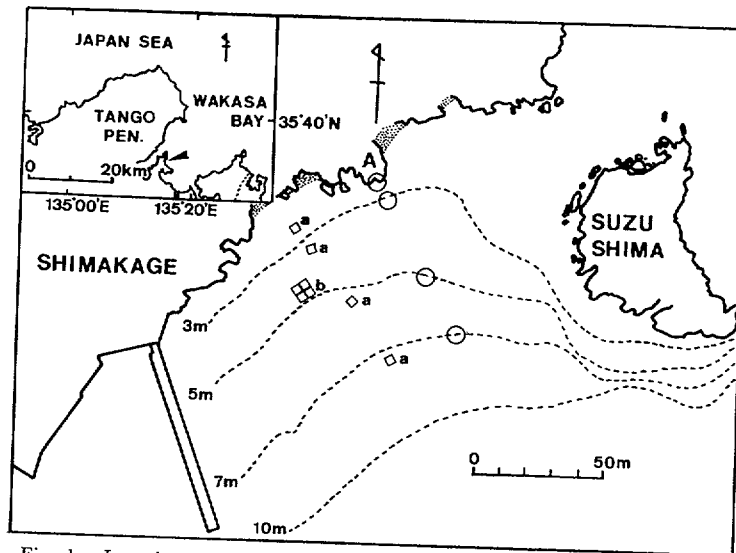


Fig. 1. Location of the survey area in Shimakage, the western part of Wakasa Bay. Opened circles indicate sampling points of Fucales algae. Alphabetized a and b indicate the experimental reef and the seeded reef, respectively.

横 24 cm, 深さ 15 cm の凹部を 15 箇所作ってある。そこに縦 40 cm, 横 20 cm, 高さ 15 cm のコンクリート製建築ブロック (以下コンクリートブロック) を入れる構造になっている (Fig. 2)。実験礁の据え付け後は 1994 年 3 月 7 日 (以下 3 月設置), 4 月 6 日 (以下 4 月設置), 5 月 18 日 (以下 5 月設置) および 6 月 16 日 (以下 6 月設置) に各々 1 個のコンクリートブロックを各水深帯の実験礁に設置した。コンクリートブロックに着生したホンダワラ類は, その形状から種類の判別が可能となった 1995 年 1 月時点で種類毎に着生数を計数した。

次に, ヤツマタモクを採苗するため, 1995 年 3 月 20 日に上記と同じ砂浜域に採苗礁を据え付けた (Fig. 1)。採苗礁は, 1~2 段の捨石をした上に, 礁上面の水深が基準水面下 4 m になるよう 4 基を据え付けた。採苗礁は縦 3 m, 横 3 m, 高さ 0.5 m の鉄筋コンクリート製で, その表面には縦 40 cm, 横 175 cm, 深さ 15 cm の凹部を 4 箇所と, 縦 40 cm, 横 20 cm, 深さ 15 cm の凹部を 8 箇所作ってあり, そこにコンクリートブロックを入れる構造になっている (Fig. 3)。採苗礁の据え付け後は 1995 年 5 月 19 日に 12 個のコンクリートブロックを設置した。コンクリートブロックに着生したヤツマタモクは, その形状から種類の判別が可能となった 1995 年 11 月時点で種類毎に着生数を計数した。

調査海域におけるヒバマタ目海藻の水深別の分布状況を把握するために, 1993 年 10 月 5 日に同海域の A 地点から沖

出しライン上の水深 1, 3, 5, 7 m 帯において坪刈り調査を行った (Fig. 1)。

また, 調査海域において 1993 年 10 月から 1995 年 8 月まで毎月 1~2 回, 水深 1 m と 7 m 層の水温を測定した。

結果

水温 調査海域における水温の推移を Fig. 4 に示した。水深 1 m 層の水温は 2~3 月に最低水温 (10.0~10.3°C) を示し, 8 月に最高水温 (28.5~28.8°C) を示した。水深 7 m 層の水温は 3 月に最低水温 (11.0°C) を示し, 8 月に最高水温 (27.8~28.0°C) を示した。水深 1 m と 7 m 層の水温は 10~12 月ではほぼ同じであったが, 水温下降期の 1~3 月では水深 7 m 層の水温が, 水温上昇期の 4~9 月では水深 1 m 層の水温が高く推移した。それらの時期の水深 1 m と 7 m 層の水温差は 1.5~2.3°C であった。

調査海域の植生 A 地点は水深 3 m まで岩盤で, それ以深は砂地であるが小型の礫が散在しており海藻の着生基質となっている。坪刈り調査で出現したヒバマタ目海藻は, ウガノモク科のジョロモク *Myagropsis myagroides*, ホンダワラ科のフシスジモク *Sargassum confusum*, ホンダワラ *Sargassum fulvellum*, イソモク *Sargassum hemiphyllum*, アカモク *Sargassum horneri*, ヤツマタモク *Sargassum patens*, マメタワラ *Sargassum piluliferum*, ヨレモク *Sargassum siliquastrum*

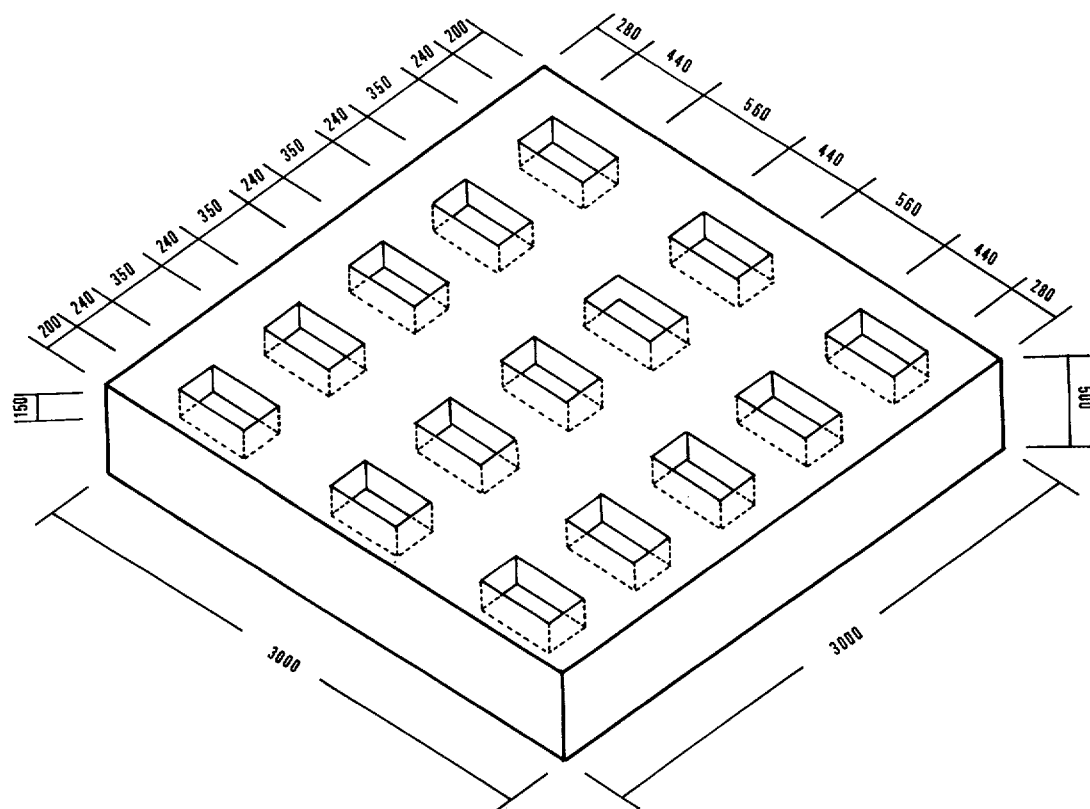


Fig. 2. Drawing of the experimental reef in detail. Numerals indicate unit of length in millimeter.

の8種類であった。各種類の出現した水深とその中でも現存量（乾重量）の多かった水深は、ジョロモクが水深1, 3 mと水深3 m, フシスジモクが水深3, 5 mと水深3 m, ホンダワラが水深3, 7 mと水深7 m, イソモクが水深1 mのみ出現, アカモクが水深1, 3, 5, 7 mと水深3 m, ヤツマタモクが水深1, 3, 7 mと水深3 m, マメタワラが水深3 mのみ出現, ヨレモクが水深1, 3 mと水深1 mであった。水深帯別の現存量の特徴として、海底基質が小型の礫となる水深5, 7 mの現存量が岩盤である水深1, 3 mと比較して少なかった。また、真一年生海藻であるアカモクは、調査した全水深帯に出現したが、調査時点では着生からの期間が短かったために現存量は少なかった。出現した多年生種の中ではホンダワラの現存量が最も少なかった。調査結果の表は前報（道家ほか, 1995）に記載している。

時期、水深別着生種 実験礁へのコンクリートブロックの設置月日と水深別の着生数を Table 1 に示した。コンクリートブロックにはアカモク、フシスジモク、マメタワラ、ヤツマタモク、イソモクの着生がみられた。アカモク

は水深5, 7 mの3, 4月設置分にのみ着生がみられ、着生数は両月ともほぼ同じであった。フシスジモクは水深1, 3, 5, 7 mの3, 4月設置分に着生がみられたが、水深1, 3 mでは3月設置分で、水深5, 7 mでは4月設置分で着生数が多かった。マメタワラは水深3, 5, 7 mの3, 4, 5, 6月設置分に着生がみられたが、水深3, 7 mでは4月設置分で、水深5 mでは3月設置分で着生数が多かったが、その差は大きくなかった。ヤツマタモクは水深1, 3, 5 mの3, 4, 5, 6月設置分に着生がみられたが、水深1, 3 mでは4, 5月設置分で、水深5 mでは5, 6月設置分で着生数が多かった。イソモクは水深1 mの3, 4, 5, 6月設置分に着生がみられ、その中でも6月設置分で着生数が多かった。

ヤツマタモクの採苗 1995年5月に採苗礁に設置した12個のコンクリートブロックは、1995年11月の時点で多数のヤツマタモクが着生していることが確認された。12個のコンクリートブロックのうち8個の着生数は各々38, 19, 33, 25, 30, 22, 30, 28本で、コンクリートブロック1個あたり28.1本の着生がみられた。コンクリートブロックに

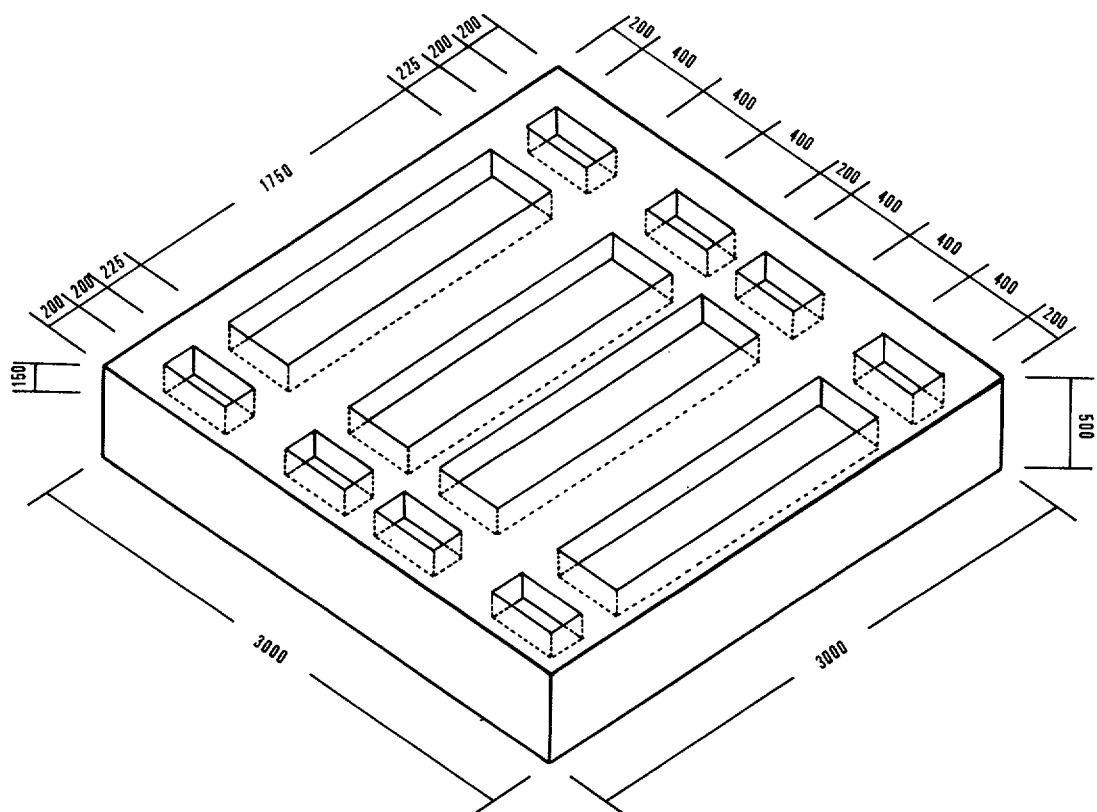


Fig. 3. Drawing of the seeded reef in detail. Numerals indicate unit of length in millimeter.

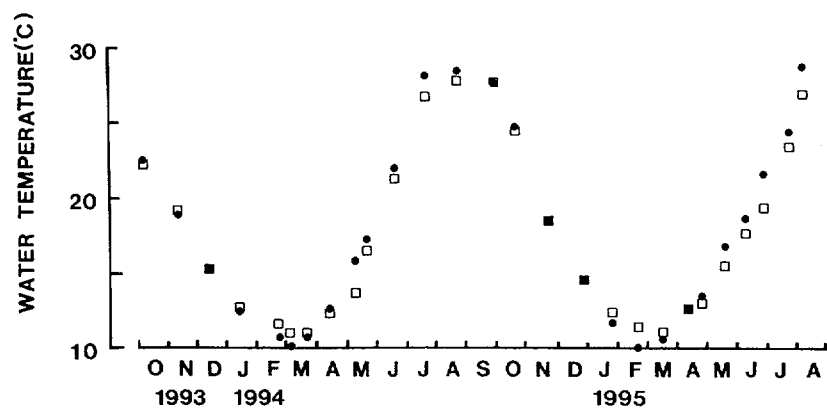


Fig. 4. Monthly changes in water temperature in 1m and 7 m depth in survey area from October 1993 to August 1995. Closed circles and opened squares indicate the water temperature 1m and 7 m, respectively.

はヤツマタモクの他にイソモク、ヨレモク、フシスジモクの着生がみられたが、その平均着生本数はイソモクが5.0本、ヨレモクが0.3本、フシスジモクが0.1本であり、着生数の84%がヤツマタモクであった。

考 察

ホンダワラ類の成熟時期は同じ種類であっても各地先で異なることが知られているが、地先毎にみると毎年ほぼ同

Table 1. Date of fixed a conclite block and the number of young plant of Sargassaceae at each depth.

Depth	Species/Date of fixed	7, March	6, April	18, May	16, June
1 m	<i>Sargassum confusum</i>	11	1		
	<i>Sargassum hemiphyllum</i>	4	7	3	30
	<i>Sargassum patens</i>	1	6	16	
3 m	<i>Sargassum confusum</i>	35	7		
	<i>Sargassum patens</i>	1	11	6	
	<i>Sargassum piluliferum</i>	3	12	3	1
5 m	<i>Sargassum confusum</i>	10	35		
	<i>Sargassum horneri</i>	12	12		
	<i>Sargassum patens</i>			14	2
	<i>Sargassum piluliferum</i>	4	2	2	
7 m	<i>Sargassum confusum</i>	1	8		
	<i>Sargassum horneri</i>	30	36		
	<i>Sargassum piluliferum</i>	2	6		

じ水温で成熟することから、成熟と温度変化の間には密接な関係のあることが示唆されている（小河，1985）。既報（道家ほか，1995）によると、実験礁に設置したコンクリートブロックに着生したホンダワラ類の成熟時期と水温は、アカモクが3月中旬から5月下旬（水温10～18℃）、フシスジモクが4月中旬から下旬（水温13～15℃）、マメタワラが4月下旬から5月中旬（水温14～17℃）、ヤツマタモクが6月中旬から下旬（水温17～20℃）である。また、イソモクは4月中旬から5月下旬（水温13.5～18℃）である（梅崎，1985）。一方、Table 1 に示したように、着生した種類とそのコンクリートブロックの設置時期（カッコ内は着生数が相対的に多い時期）は、アカモク、フシスジモクが3月上旬から4月上旬、マメタワラが3月上旬から6月中旬（4月上旬）、ヤツマタモクが3月上旬から6月中旬（5月中旬）、イソモクが3月上旬から6月中旬（6月中旬）であった。今回の着生状況は、幼胚が母藻から放出され、基質であるコンクリートブロックに着生してからある程度の減耗過程を経た結果である。また、各ホンダワラ類が幼胚を放出した時点で、それ以前に設置したコンクリートブロックにはすでに何かが着生していることを考慮しなければならない。しかし、各ホンダワラ類とも、調査海域における成熟時期とはほぼ同じ時期に設置したコンクリートブロックで着生数は多かった。このことから、種類毎の成熟時期（水温）に合わせてコンクリートブロックを設置することにより、ある程度目的とする種を優先的に着生させることが可能と考えられた。

今回の結果の中で、フシスジモクとヤツマタモクでは着

生数の多い時期が水深によって異なる事例がみられ、その2種類とも水深の深い方（水深5, 7m）で着生時期の遅れる傾向があった。この2種類が成熟する水温上昇期の4～9月は、水深1m層の水温の方が常に水深7m層より高く推移することから、水温の高い浅所に分布する母藻は、深所に分布する母藻よりはやく成熟して幼胚を放出したと想像される。しかし、この調査の時には実験礁周辺に分布する母藻の成熟度合いに関する調査はしておらず、また、幼胚の運搬に影響をおぼすと考えられる流況なども測定していないため、今後この点について調査する必要がある。

実験礁の周辺域には8種類のヒバマタ目海藻が分布していたが、そのうちヨレモク、ホンダワラ、ジョロモクは設置したコンクリートブロックに着生がみられなかった。ホンダワラ類の幼胚は、コンブ科の遊走子と比べてかなり大きい（奥田，1985）、藻場から15～20m 離れると母藻直近の着生数に比べて約10%程度まで減少することが知られている（飯倉ほか，1986）。このことから、ヒバマタ目海藻の分布調査をしたA地点から沖出しライン上にはヨレモクとジョロモクの現存量が多い（道家ほか，1995）にもかかわらずコンクリートブロック上に両種が着生しなかった理由として、実験礁の近傍に両種の群落がなかったためと考えられた。したがって、採苗礁を設置する場合には近傍に目的とする種類が十分に分布していることを確認する必要がある。

藻場増殖の目的とする種類は各地先で異なると考えられるが、実験礁の結果から、目的種を簡便にかつ優先的に着

生させることが可能となった。一般的に、ホンダワラ類は成熟時期直前に最大現存量を示し、成熟後に真一年生のアカモクは基部から流出して、多年生種は主枝が流出して現存量が急減する（谷口・山田, 1978; 谷口・山田, 1988）。京都府沿岸では水温上昇期に成熟・流出する種類が主にホンダワラ藻場を形成している。その中でもヤツマタモクは比較的遅く6月中旬から下旬に成熟するため（道家ほか, 1985）、他のホンダワラ類の現存量が減少する時期まで大きな群落を形成する。また、アオリイカ *Sepioteuthis lessoniana* の産卵基質（和田ほか, 1995）やモズク *Nemacystus decipiens* の着生基質（四井, 1980）となるなど産業上も有用なことから、本種は採苗種として選定することが有望である。ヤツマタモクの採苗を目的として5月中旬に採苗礁に設置したコンクリートブロックには、ヤツマタモク、ヨレモク、イソモク、フシスジモクが着生したが、その84%はヤツマタモクであった。したがって、目的とするホンダワラ類の成熟時期を考慮に入れた今回の採苗手法は妥当であることが実証された。また、採苗礁は、礁表面を有効に利用できる構造になっているという点でも効率的である。

今回幼胚の着生基質として用いたコンクリートブロックは安価（240円/個）であること、基質表面に凹凸があり幼胚が着生しやすいこと、取扱いが容易であることなどから着生基質として適当であると考えられる。コンクリートは海水中において強いアルカリ成分を溶出し、構造物表面での緑藻類の着生、生育をある程度阻害することが指摘されている（石田・鈴木, 1984）。しかし、コンクリート構造物は適地に設置され、砂に埋没しなければ褐藻類であるアラメ、カジメ類の群落形成に関して天然漁場と同様に機能する（寺脇, 1991）。また、陸上水槽でコンクリートブロックを基質として褐藻類であるホンダワラ類の幼胚を採苗しても幼体が一面に着生する（道家未発表）。したがって、褐藻類の場合、アルカリ溶出による生育阻害については配慮する必要はないと考えられる。

今後は、この採苗技術を用いて採苗した種苗を藻場を必要とする海域へ展開する増殖技術が必要となってくる。今回用いた実験礁の構造、据え付けを基本とするならば、実験礁を設置した場所は一年を通じて比較的静穏な海域であるので、波浪条件が厳しい海域に設置する場合には礁自体の安定性を確保する必要がある。また、実験礁の表面に付けてある凹部は、基質であるコンクリートブロックの取り外しが可能なようにそれより大きくしていた。そのため、別の実験ではあるが1月に設置したコンクリートブロックが一部流出したことがあった。このことから、礁に付ける凹部もコンクリートブロックの大きさにあわせる等の流出を避ける工夫が必要である。

採苗した種苗は、藻体が小さな段階で移植すれば植食動物の摂餌などにより大きく減耗することがわかっている（中久, 1980b）。東北地方沿岸では、コンブ科の大型多年生海藻による海中林を造成するために、同時期に大量に発芽するワカメなどの大型一年生海藻により、大型多年生海藻の発芽段階における植食動物の摂餌圧を軽減する手法を用いて効果が現れている（谷口, 1996）。そこで、ホンダワラ類の場合でも生長のはやい一年生のアカモクと多年生の種類を組み合わせるか、より大型の藻体になった時点で移植することにより多年生群落の造成が可能と考えられる。

文 献

- 道家章生・宗清正廣・辻 秀二・井谷匡志. 1995. 京都府の海藻—Ⅲ 若狭湾西部海域におけるホンダワラ類の成熟時期. 京都府立海洋センター研報, 18: 38-43.
- 飯倉敏広・杜多 哲・北村章二. 1986. 藻場の水理と物質の集積. 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, 昭和60年度Ⅲ—6 課題研究成績報告書: 85-95.
- 石田信一・鈴木哲緒. 1984. 硫酸第一鉄 ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) を利用した藻礁の実験結果について. 水産土木, 21(1): 25-28.
- 河本良彦・富山 昭. 1968. ホンダワラ類の増殖に関する研究—I クレモナ化繊糸による採苗, 培養について. 水産増殖, 16(2): 87-95.
- 中久善昭. 1978a. ホンダワラ類の種苗生産研究—Ⅱ 採苗と種苗の培養管理. 徳島水試事業報告 (昭和47年~51年): 256-259.
- 中久善昭. 1978b. 褐藻類の発芽・生長に及ぼす光量の影響について. 徳島水試事業報告 (昭和47年~51年): 260-262.
- 中久善昭. 1980a. ホンダワラ類の種苗生産研究—Ⅲ 培養中の幼胚, 幼体の減耗. 徳島水試事業報告 (昭和40年~昭和52年追補): 118-120.
- 中久善昭. 1980b. ホンダワラ類の海中造林研究—I ホンダワラの基質着生と生長徳島水試事業報告 (昭和40年~昭和52年追補): 123-126.
- 中久善昭・小島 博. 1982. ホンダワラ類の種苗生産研究—Ⅳ 幼胚の培養と養成. 徳島水試事業報告 (昭和56年度): 45-47.
- 小河久朗. 1985. ホンダワラ類の成熟・発生と環境. 海洋科学, 17(1): 26-31.

- 奥田武男. 1985. ホンダワラにおける幼胚の入手と着生機構. 海洋科学, **17**(1): 38-43.
- 谷口和也・山田悦正. 1978. 能登飯田湾の漸深帯における褐藻ヤツマタモクとノコギリモクの生態. 東北水研報, **29**: 239-253.
- 谷口和也・山田秀秋. 1988. 松島湾におけるアカモク群落の周年変化と生産力. 東北水研報, **50**: 59-65.
- 谷口和也. 1996. 海中林造成の基礎と実践. 藻類, **44**(2): 103-108.
- 寺脇利信. 1991. 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. 電中研報, U91024: 1-31.
- 梅崎 勇. 1985. ホンダワラ群落の周年変化. 海洋科学, **17**(1): 32-37.
- 和田洋蔵・西岡 純・田中雅幸. 1995. 京都府沿岸域に來遊するアオリイカの産卵生態について. 日水試, **61**(6): 838-842.
- 山口内海水産試験場. 1974. 人工種苗によるアカモク藻場造成について. 栽培技研, **3**(1): 133-142.
- 山本 翠. 1981. ヤツマタモクの人工種苗生産試験(昭和53, 54年度). 山口内海水試報告, **8**: 136-144.
- 山内幸児. 1984. ヤツマタモクの種苗移植による人工藻場造成試験. 兵庫水試研報, **22**: 67-77.
- YAMAUCHI, K.. 1984. The formation of Sargassum beds on artificial substrata by transplanting seedlings of *S. horneri* (TURNER) C. AGARDH *S. muticum* (YENDO) FENSHOLT. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish., **50** (7): 1115-1123.
- 吉田範秋・西川 博. 1974. ホンダワラ類の生長. 長崎水試研報, **1**: 13-18.
- 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. 南西水研報, **18**: 15-23.
- 吉川浩二. 1986. 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. 南西水研報, **20**: 137-146.
- 吉川浩二. 1987. ホンダワラ藻場造成に関する研究—III 幼胚集積法によるヤツマタモク群落の形成. 南西水研報, **21**: 25-35.
- 四井敏男. 1980. モズクの生活環と増殖に関する研究. 長崎水試論文集, **7**: 1-48.

Synopsis

Algae of Kyoto Prefecture —IV

—Cultivation of Sargassaceae for natural Seeding—

Akio DOUKE, Masahiro MUNEKIYO, Syuji TSUJI and Masashi ITANI

Relation between maturation periods (water temperature) of Sargassaceae and sticking periods of germ were observed on the experimental reef placed at Shimakage, the western part of Wakasa Bay from March 1994 to January 1995. Basing on the observations, it was found that the sticking period of each Sargassaceae on the experimental reef was closely connected with their maturation periods or water temperature. Besides the cultivation of *Sargassum patens* using method of natural seeding was tried on the seeded reef placed at Shimakage from May to November 1995. The result of a series of survey revealed that commercially important Sargassaceae, *Sargassum patens*, could be efficiently cultivated on the concrete blocks using method of natural seeding.