

磯焼け海域における小型海藻を混生させた ホンダワラ類藻場造成手法とその効果

向井幸則・小山善明・芝 修一・谷藤直純
井口久和・松田 清・歌 邦夫

(2003年4月28日受理)

Successful *Sargassum* Bed Formation in a "Isoyake" Area by Net Transplantation of Juveniles with Small Algae

Yukinori MUKAI^{*1,2}, Yoshiaki KOYAMA^{*1}, Syuichi SHIBA^{*1}, Naozumi TANIHUZI^{*1},
Hisakazu IGUCHI^{*3}, Kiyoshi MATSUDA^{*4}, and Kunio UTA^{*4}

Abstract: Transplanted juveniles of the *Sargassum* spp were used to try to create *Sargassum* beds in the "Isoyake" Area of Nasa Bay in Tokushima Prefecture between 1996-2001. There were no juveniles of the next generation in the area until 1997 because of the high population of grazing herbivores. From 1998, a different method of transplantation, involving young *Sargassum* and other small annual and perennial algae was used. Moreover, two types of protective netting were settled over the transplanted area to prevent grazing by herbivores. One type net was a roofless cage net that was used from 1997, the other type was a cover net that was used from 1999. Consequently, *Sargassum* juveniles appeared among the small annual and perennial algae on the substratum of the sea bottom. This fact indicated that the existence of small algae protected the young *Sargassum* algae from grazing by herbivores. Thereafter, *Sargassum* beds regenerated and spread throughout the adjacent area. The new method employed in this study, combining the transplantation of small algae with *Sargassum* and setting protective netting to prevent by grazing herbivores were effective in the production of *Sargassum* bed formation in the "Isoyake" Area.

Key words: Isoyake; *Sargassum* bed formation; Net transplantation; Small algae

日本沿岸域では各地で磯焼けが進行し、有用な大型海藻による天然の藻場が減少しつつある¹⁾。この減少した藻場の復元を目的として、あるいはミチゲーションや環境共生型の緩傾斜護岸等における環境修復を目的として各地で藻場造成が行われている²⁻⁴⁾。しかし、磯焼け域における藻場造成手法は東北、北海道におけるコンブ目およびヒバマタ目海中林の成功例^{5,6)}を除くといまだ確立されていないのが現状と思われる。

これまで藻場造成法として、目的とする大型海藻の母藻移植、種苗移植やスポアバック等による母藻投入

等が行われている⁷⁻¹¹⁾。また、海底の基質の改変を行い、海藻の繁茂を制限する物理的要因を取り除くという手法も開発されつつある¹²⁻¹⁵⁾。しかし、ウニ等の植食動物の密度が高い磯焼け域にこれらの方法を適用すると、植食動物を徹底して除去しない限り被食され、移植した海藻が消失することが報告されている¹⁶⁻¹⁸⁾。

そこで、筆者らは、目的とするホンダワラ属の種苗とともに小型海藻を移植し、ウニなどの摂食圧の吸収をはかるといふ藻場造成手法を試みた。また、ウニや魚類等による食害を低減するためのネットを敷設し

*1 (株)シャトー海洋調査 (Chateau Marine Survey Co. Ltd. 1-4-2 Katamachi, Miyakojima-ku, Osaka-shi, Osaka, Japan).

*2 現所属: Borneo Marine Research Institute, Universiti Malaysia Sabah, 88999 Kota Kinabalu, Sabah, Malaysia.

*3 神戸市漁業協同組合 (Kobe City Fishery Cooperative Association. 3-1-10, Hiraiso, Tarumi-ku, Kobe-shi, Hyogo, Japan).

*4 徳島県海部町役場 (Kaifu Town Office. 44 Okuura Shinmachi, Kaifu-cho, Kaifu-gun, Tokushima, Japan).

た。その結果、ホンダワラ属の海中林が広範囲に繁茂するようになった。本報告では、小型海藻を混生させて行った藻場造成手法、食害防止ネットの敷設方法、およびその成果について述べる。

材料および方法

(1) 調査海域

徳島県海部郡那佐湾の湾口部の北側の Fig. 1 に示す箇所において、1996年から藻場造成を行った。同湾は東に湾口、西に湾奥部があり、細長い形状である。藻場造成箇所の海底の基質は人頭大から直径1m程度までの転石で構成されている。

同湾はかつてホンダワラ属褐藻を主体とする藻場が繁茂していたが、磯焼けにより藻場がほとんど消失し、藻場造成直前にはサンゴモ科紅藻に海底が覆われ、マクサ *Gelidium elegans*, フクロノリ *Colpomenia sinuosa* 等がわずかに点在するという状況であった。

那佐湾の過去の水温に関するデータは無いが、今回の藻場造成の水温に関する条件を推測するために、那

佐湾沖合いに位置する浅海定線調査測点（徳島県農林水産技術センター）の KE-St.7 の表層の水温の値を10年間集計し、Fig. 2 に示した。最近10年間の水温には年による大きな変化はみられなかった。

(2) 種苗ネットの準備

藻場造成には炭酸カルシウムの微粒子を混入させたカルプネット（2×5m, 目合い16cm, ライオン(株)製）を用いた（以後種苗ネットとする）¹⁹⁾。

神戸市漁業協同組合の敷地内で、毎年4月～5月に垂水区地先海域に自生しているアカモク *Sargassum horneri*, シダモク *Sargassum filicinum*, タマハハキモク *Sargassum muticum* 母藻から卵を採取し、海藻種毎に別々の種苗ネットに種付けを行い、1～2ヶ月程度の期間、陸上のキャンパス水槽（5トン）内で育成管理し、その後、神戸市垂水区の地先海域において、ノリ養殖用U字イカダ（東京戸張(株)製）を利用して水深1.5m層に種苗ネットを張り、2週間に1回程度、種苗の生長を確認しながら浮泥の除去等の育成管理を

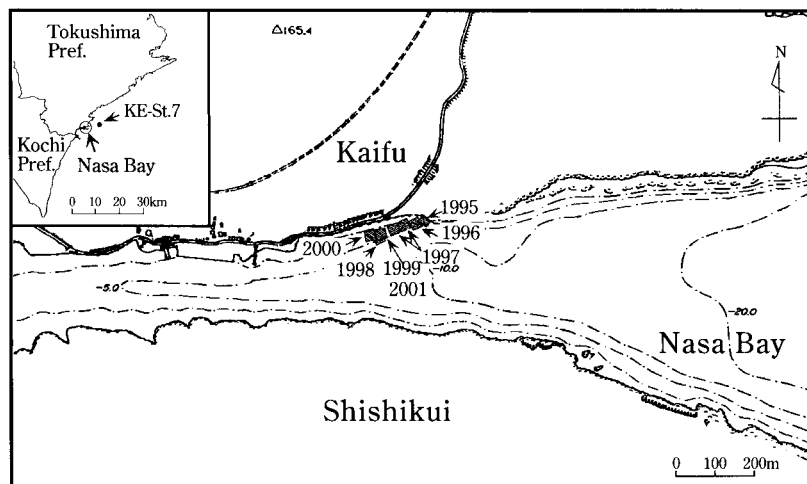


Fig. 1. A map showing the locations of experiment sites. KF-St.7 indicates a observational station of Fisheries Research Institute in Tokushima Agricultural, Forestry and Fisheries Technology Center.

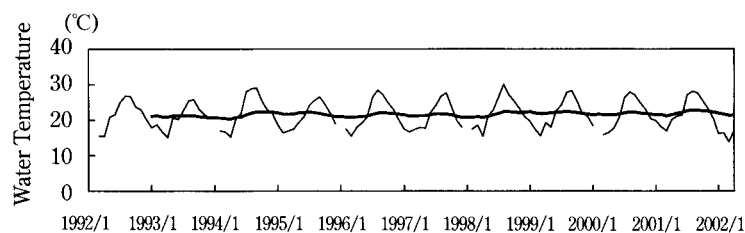


Fig. 2. Changes in water temperature at KF-St.7 in Fig.1 between 1992 and 2002, based on the data of Fisheries Research Institute in Tokushima Agricultural, Forestry and Fisheries Technology Center. The smooth connected curve shows the running average of 13 months.

行った。例年12月には種苗は藻長30 cm から50 cm 程度にまで生長していた。

(3) 造成手法

例年12月に造成海域へ種苗ネットを搬送し、その後潜水作業によって海底に種苗ネットを敷設した。海底への敷設は、Fig. 3 に示したように、鉄筋やロープを用いてネットが海底に接するように固定することによって行った。移植に用いたホンダワラ類の種類は、アカモク、シダモク、タマハハキモク、マメタワラ *Sargassum piluliferum*, ヤツマタモク *Sargassum patens* である。

Table 1 に1996年12月から2001年12月までの造成規模と移植海藻種を示した。各年度の予算規模等によって、造成規模には若干の増減はあるものの、およそ毎年種苗ネットを10~20枚程度、同海域に敷設した。

1996年~1997年にはホンダワラ類のアカモク、タ

マハハキモクの種苗を移植した。12月の移植時の種苗は藻長30 cm~50 cm, 株密度は種苗ネット1枚当たり100株前後であった。種苗ネットには中間育成中に様々な小型海藻が付着していたが、それらは中間育成中や移植時に排除した。

1998年~2001年にはホンダワラ類のアカモク、シダモク、タマハハキモク、ヤツマタモクの種苗を移植した。ヤツマタモクについては、淡路島の福良地先海域で数世代に亘って育成管理されている母藻から卵を採取し、直径3 mm の種糸上に5月に種付けを行い、約7ヶ月福良地先海域で育成管理された藻長が30~50 cm に生長した種苗を用いた。種苗ネットを海域へ敷設する前日にヤツマタモク種苗が着生している種糸を10 cm 程度に裁断し、種糸ごとのホンダワラ類がすでに着生している種苗ネット上に、ネット1枚につき5株~10株ずつ混生させるようにインシュロック(タイトン(株)製)で固定した。

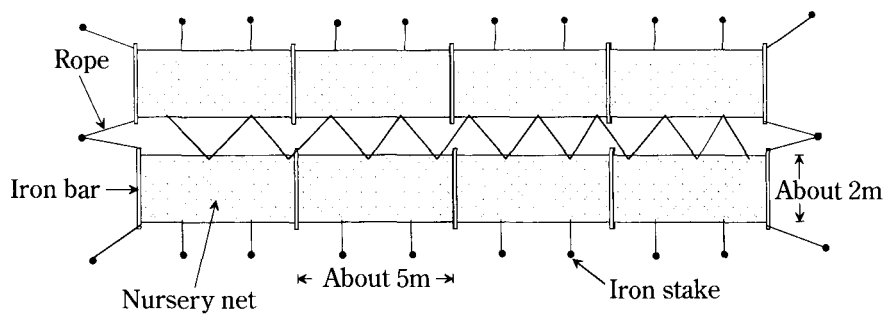


Fig. 3. Schematic diagrams of the set up of the nursery net settled on the bottom of the area.

Table 1. Methods and results of *Sargassum* beds formation

Transplanted year	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Species of transplanted algae	A*1, B*2	A, B	A, B, C*3, D*4	A, B, C, D	A, B, C, D	A, B, C, D, E*5
Number of nursery net*6	10	40	10	20	20	20
Period of small box net	Dec. 1996- Mar. 1997					
Period of roofless cage net		Dec. 1997- Apr. 1998	Dec. 1998- Apr. 1999	Dec. 1999- May. 2000	Dec. 2000- Jun. 2001	Dec. 2001- Jun. 2002
Period of covered net			Jun. 1999- Nov. 1999	Jun. 2000- Dec. 2000	Jun. 2001- Nov. 2001	
<i>Sargassum</i> beds (m ²)*7	0	400	400	680	2,050	3,400
Vegetation coverage (%) of the <i>Sargassum</i> *8	0	5~30	5~70	25~70	25~80	25~100

*1 A: *Sargassum horneri*. *2 B: *Sargassum muticum*. *3 C: *Sargassum filicinum*. *4 D: *Sargassum piluliferum*.

*5 E: *Sargassum patens*.

*6 Nursery net refers to the net on which *Sargassum* juveniles were pre-cultured.

*7 *Sargassum* beds (m²) and *8 vegetation coverage (%) of the *Sargassum* are the values obtained in March after transplantation.

マメタワラについては、那佐湾の近傍に位置する鞆浦湾に自生する藻長50~100 cm程度の藻体を採取し、ヤツタモク種苗と同様に種苗ネット上に、ネット1枚につき5~10株ずつ、インシュロック(タイトン(株)製)で仮根部をネットに固定して移植を行った。

種苗ネットには前述したようにホンダワラ類以外に、フクロノリ、マクサ、ツノマタ *Chondrus ocellatus*, フダラク *Pachymeniopsis lanceolata*, アミジグサ *Dictyota dichotoma*, ツルツル *Grateloupia turuturu*, アオサ属 *Ulva* spp. 等の小型海藻が付着していたが、それらを取り除かずそのまま移植した。

植食動物による摂食から移植種苗を守るために、1996年に試験的に小型の食害防止ネット(縦1.5 m×横1.5 m×高さ1.5 m, 目合い1 cm)を設置した。このネットは、箱型で側面、上面が網地で構成されている。この食害防止ネットを種苗ネット1枚のほぼ中央部に固定した。この小型食害防止ネットは2基設置した。このネット内で、ホンダワラ類の移植種苗の良好な生育が確認されたので、次年度以降に造成区域に植食性の魚類やウニの侵入を防ぐことを目的とした囲い型の食害防止ネット(20 m×20 m×高さ5 m, 目合い1 cm, Fig. 4)と芽生えた次世代の幼体を魚類や

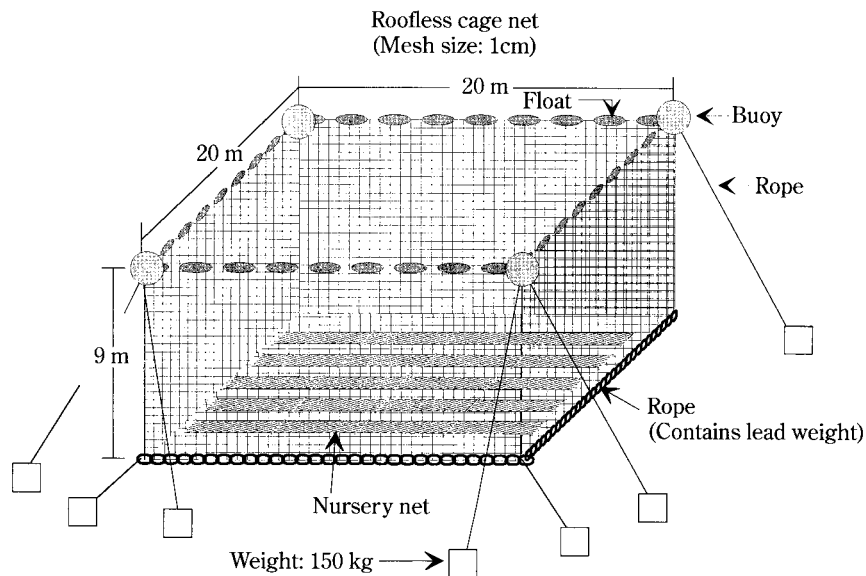


Fig. 4. Schematic diagrams of the roofless cage net, preventing intrusion by herbivores.

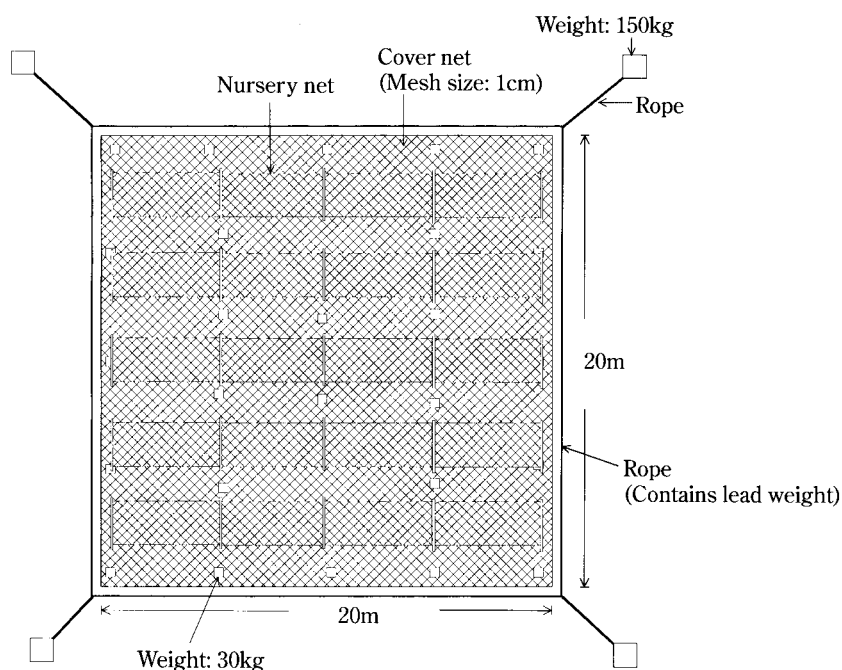


Fig. 5. Schematic diagrams of the cover net, preventing intrusion by herbivores.

ウニ等の食害から守るための覆い型の食害防止ネット(20m×20m, 目合い1cm, Fig.5)を造成海域に敷設した。覆い型の食害防止ネットはFig.5に示すように種苗ネット展開域の全体を覆うように設置したが、所々に点在する背の高い転石によって、覆い型の食害防止ネットと種苗ネットの間には高さ数10cmの空間が出来ており、幼体は其中で生育していた。

造成海域にはムラサキウニ, バフンウニ *Hemicentrotus pulcherrimus*, ガンガゼ *Diadema setosum*, ナガウニ *Echinometra mathaei*, アカウニ *Pseudocentrotus depressus*, ラツパウニ *Toxopneustes pileolus* が大量に生息しており, 毎年, 漁協職員によって種苗ネット設置前後の11月と1月および食害防止ネットの網換えの時期の6月に潜水により除去された。

なお, 敷設した種苗ネットはそれぞれ敷設2~3年後に海底から回収した。

(4) 調査方法

造成海域およびその周辺域をスキューバー潜水によって目視観察し, 海藻種および被度の判定を行った。被度の判定は自然環境保全基礎調査(環境庁)による被度の基準に従い, 海底に対する海藻の被覆率が75%以上を被度5, 50%以上75%未満を被度4, 25%以上50%未満を被度3, 5%以上25%未満を被度2, 植生ありから5%未満を被度1とした。1996年と1997年の藻場造成に対しては翌年の3月と12月に調査を行った。1999年以降は, 翌年の3月, 6月, 9月, 12月に調査を行った。

結 果

(1) 1996年~1997年の造成結果

1996年の12月に移植した種苗のほとんどはウニやアイゴ等の植食動物により摂食され, 移植後1ヶ月後にはほとんど残っていなかった。しかし, 試験的に設

置した小型の食害防止ネットの中のアカモク種苗は順調に生育し, 翌年の3月には母藻となり, 生殖器床がみられ, 卵の放出も確認された。しかし, 3月に小型の食害防止ネットは撤去され, その後, 単年性である本種の母藻は流失するとともに, 次世代の幼体は確認されなかった。

1997年にはFig.4に示す囲い型の食害防止ネットを設置し, その中へ種苗ネットを敷設し, 植食動物による被食から移植種苗を保護した。移植した翌年の1998年3月には, 囲い型の食害防止ネットの中でアカモクの種苗は順調に生育し藻長2~3mにまで生長し, 生殖器床の形成と卵の放出が確認された。その後, 1998年6月に漁協職員により囲い型の食害防止ネットは撤去されたが, 1998年12月の調査時には, 単年性であるアカモクの移植種苗から生長した母藻はすでに流失しているとともに, 種苗ネットの敷設箇所およびその周辺には次世代の幼体は観察されず, 藻場の拡大もみられなかった。なお, タマハハキモクについては調査時に生殖器床からの卵放出の確認は出来なかった。

(2) 1998年~2001年の造成結果

1998年の12月に移植したアカモク, シダモク, タマハハキモク種苗およびマメタワラは, 囲い型食害防止ネットの中で順調に生育し, 1999年3月調査時にはアカモク, シダモクの成熟した母藻に卵の放出も確認された。その後, 1999年の6月に次世代の幼体を植食動物の摂食から継続して守るために, 造成地を覆うように覆い型の食害防止ネットを敷設した(Fig.5)。囲い型の食害防止ネットからこの時期に覆い型の食害防止ネットに変更したのは, 漁船の運行に支障をきたすという理由からであった。移植種苗から生長した単年性のアカモク, シダモク, タマハハキモクの母藻はこの時期すでに流失していた。多年性のマメタワラについては, 移植した藻体から生長した母藻は葉状部の大

Table 2. Vegetation coverage (%)* of small annual and perennial plants within about 20m around the plantation area

	1997	1998	1999	2000	2001	2002
<i>Codium fragile</i>					<5	
<i>Ulva</i> spp.		25	20		10	<5
<i>Kallymenia perforata</i>					5	
<i>Colpomenia sinuosa</i>	25		25	25	50	75
<i>Padina arborescens</i>			20	10	5	5
<i>Pterocladia capillacea</i>				<5		<5
<i>Gelidium elegans</i>	10		5	<5	<5	5
Corallinales	75	50	25	25	10	10
<i>Chondrus ocellatus</i>			5		5	5
<i>Gracilaria textorii</i>					<5	
<i>Gracilaria</i> spp.		<5			<5	<5

*Vegetation coverage (%) indicate the value in March of each year.

半が流失していたが、主茎部は残っていた。葉状部が残っていた個体では生殖器床の形成と卵の放出が確認された。

その後、1999年9月に種苗ネットの敷設箇所や覆い型の食害防止ネットの周辺10~20mの範囲の海底の転石上において次世代のシダモク、タマハハキモク、マメタワラの幼体を確認された。また、これらの幼体以外に種苗ネット上に付着していたツノマタ、アミジグサ、マクサ、フクロノリ等の小型海藻や、もともと造成海域にわずかに自生していたと思われるカゴメノリ *Hydroclathrus clathratus* が繁茂しており、これらの小型海藻の陰に隠れるようにホンダワラ類の次世代の幼体が生育していた。種苗ネットの敷設箇所やその周辺ではアイゴ *Siganus fuscescens*、ヒブダイ *Scarus*

ghobban, キュウセン *Halichoeres poecilopterus*, カワハギ *Stephanolepis cirrhifer* 等の幼魚が観察され、潜水観察中に小型海藻を手でよけ次世代の幼体を観察すると、ただちにこれらの幼魚からの摂食を受けるという状況であった。

1998年以降種苗ネットの敷設箇所およびその周辺では小型海藻の種類が増加した (Table 2)。Fig. 6 A に2000年3月の囲い型食害防止ネット内で母藻へと生長した移植種苗と小型海藻を示した。小型海藻の種が増加するとともに、1999年以降、Fig. 6 B に示すように囲い型食害防止ネットの外側でも小型海藻の繁茂と次世代の幼体から形成された藻場の分布がみられるようになり、年次を追うごとにその範囲は広がった (Table 1, Fig. 7)。

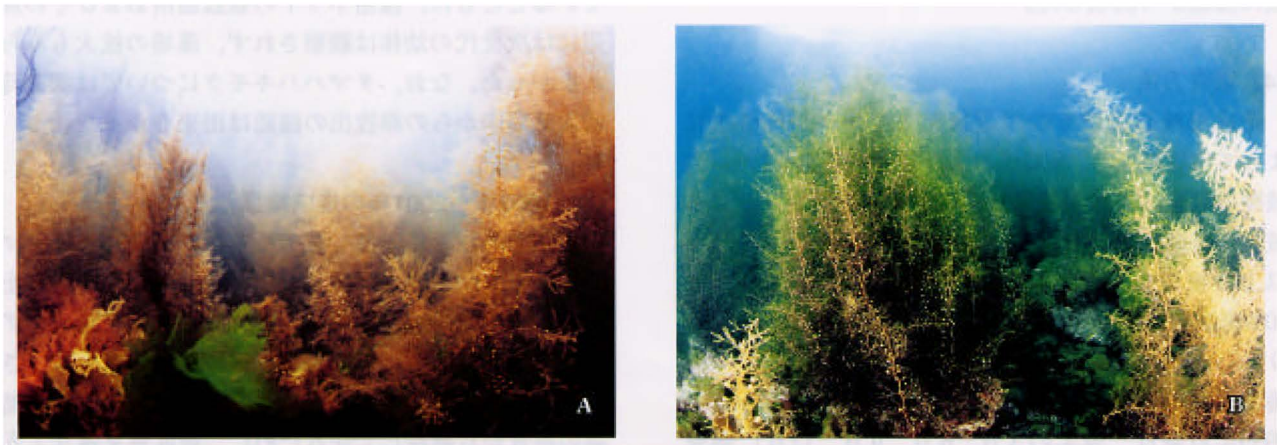
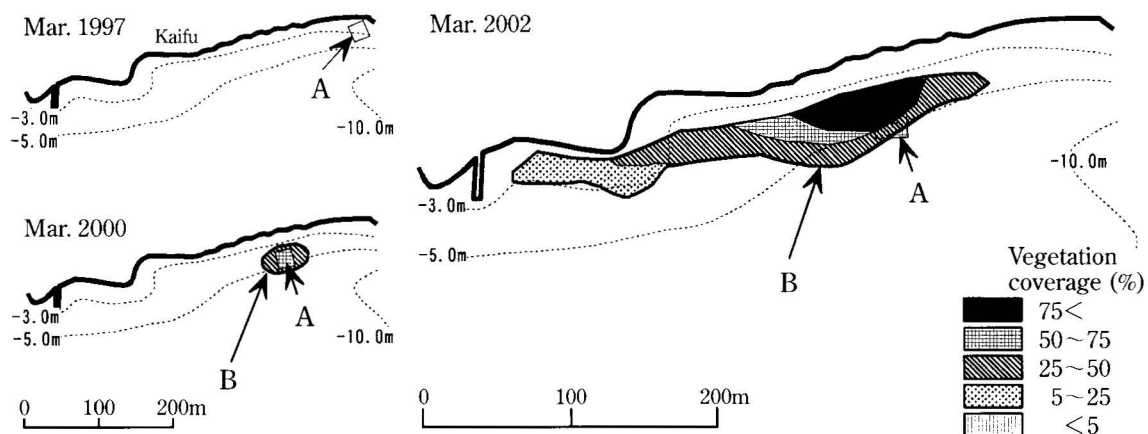


Fig. 6. A: Photograph showing growth of various seaweed after transplantation, *Sargassum muticum*, *Sargassum piluliferum*, *Chondrus ocellatus*, and *Ulva* spp. on the nursery net inside the roofless cage net in March 2000. B: Photograph showing post-generated seaweed, *Sargassum piluliferum* and *Colpomenia sinuosa* in the adjacent to the transplanted area, outside the roofless cage net in March 2002.



A: Area of experimental site
B: Expansion of *Sargassum* beds

Fig. 7. A map showing the expansion of *Sargassum* beds between 1997 and 2002.

なお、2001年12月には新たにヤツマタモクを造成対象種に加えたが、2002年3月時点ではいまだ生殖器床の形成は確認できなかった。

2001年の12月までに行った藻場造成の結果として、Fig. 7に示すように2002年3月の造成海域には、マメタワラを主体とする藻場が造成海域の西側約300 m地点にまで広がっていた。

考 察

一般的に藻場造成の目的は、大型海藻の母藻や種苗を移植し、その繁茂と次世代の幼体による藻場の再生拡大といえる。しかし、造成海域に植食動物が大量に生息している場合には、しばしば移植母藻や種苗が被害を受け、藻場が再生されない場合が多い^{8,16)}。

那佐湾で行った藻場造成の場合、食害防止ネットの敷設やウニの除去を行ったが、ウニを完全に除去することは不可能であった。また、食害防止ネットの中にも、網の目から小型の魚類が、海底との隙間からウニが侵入していた。次世代の幼体が見られるようになったのは、1998年12月の造成以降において、小型海藻を移植するとともに、覆い型の食害防止ネットを敷設した後であり、小型海藻が造成海域に繁茂し始めてからであった。

次世代の幼体が生育し始めたのは、経年的に種苗を移植し続けたことに加えて、小型海藻が繁茂しホンダワラ属の幼体に対する植食動物からの摂食圧が低下したことが主な要因であると思われる。また、アミジグサ科の一部の小型褐藻は植食動物の摂食を阻害するテルペンを生産する²⁰⁻²²⁾。一旦磯焼けとなった海域で藻場が回復する過程を遷移の進行系列からみると、これら小型海藻の優占は大型海藻の繁茂の前に認められ、極相への進行を保障する^{23,24)}。今回の調査結果から小型海藻の移植および繁茂が、植食動物によるホンダワラ属の幼体に対する摂食圧の低下をもたらしたことは間違いない。藻場造成において目的とする大型海藻に加えて小型の海藻も同時に移植する手法は、磯焼け海域からの藻場の復元を早期に促すための有効な手段であると思われる。

なお、藻場造成箇所からかなり離れた那佐湾の湾口部や造成箇所の対岸部はいまだ磯焼け状態である。また、水温は藻場が繁茂し始めた1999年に特にそれまでと異なるという傾向はみられない (Fig. 2)。したがって、本研究では、磯焼けが持続する海況下においてもヒバマタ日海中林の造成が可能であることを示した。

今回用いた種苗ネットによる種苗移植法は、面的に藻場造成を行うものであり、比較的安価に多種類の大型海藻の種苗や小型海藻を混生させて移植することができ、他のブロック等の基質を用いた種苗移植法や母

藻移植法にはない特徴がある。また、Fig. 4, 5に示した食害防止ネットは、植食性の小型魚類やウニから移植された種苗を保護するためには効果があることが確認できた。

海藻は一般的に陸上植物に比べ寿命が短いうえに環境の変動に対する耐性など未だ不明な点が多く残っている。これらの海藻を人工的に繁茂・拡大させるためには、複数の種を混生させた自然に近い群落形成を促進する手法が望ましいのではないかとと思われる。

要 約

1996～2001年まで、徳島県海部郡那佐湾において、網地に種苗を着生させた種苗ネットを用いて、ホンダワラ類の藻場造成を実施した。1998年からは、中間育成中に付着した小型海藻を取り除かずにそのままホンダワラ類の種苗とともに移植した。また、植食動物からの被食を防止するための食害防止ネットを2種類敷設した。1997年からは種苗ネットを囲うように敷設する囲い型の食害防止ネットを、1999年からは、種苗ネットを覆うような形状の覆い型の食害防止ネットを敷設した。その結果、1999年から小型海藻の繁茂とともに、次世代の幼体が造成海域にみられるようになった。潜水観察では、次世代の幼体は、小型海藻の陰に隠れるように生育していた。その後、藻場は造成域から周辺に拡大を始めた。磯焼け海域や、植食動物が多く生息する海域では、目的とする大型海藻に加えて小型海藻を混生させて移植する手法は有効であると考えられた。

謝 辞

本藻場造成の遂行に当たり親切に御協力を頂きました徳島県鞆浦漁業共同組合の佐海一毅組合長、亀山堯玄理事を始め組合員の方々に厚く御礼申し上げます。

文 献

- 1) 富士 昭 (1999) : 磯焼けの現状. 磯焼けの機構と藻場修復 (谷口和也編), 恒星社厚生閣, 東京, pp.9-24.
- 2) 運輸省港湾局 (1998) : 港湾構造物と海藻草類の共生マニュアル. 財団法人港湾空間高度化センター 港湾・海域環境研究所, 東京, 98p.
- 3) 農林水産技術会議事務局 (1989) : 海洋牧場 マリーナランニング計画. 恒星社厚生閣, 東京, 617p.
- 4) 養父恒夫・林 利加・二宮早由子・帯津直彦 (1999) : 9. 空港島緩傾斜護岸の藻場造成. 関西国際空港開港5周年記念, 国際シンポジウム関連ワークショップ, pp.(9-1)-(9-10).
- 5) 吾妻行雄 (1999) : Ⅲ. 藻場修復の展望, 7. 北海道日本海沿岸における藻場修復. 磯焼けの機構と藻場修復 (谷口和也編), 恒星社厚生閣, 東京, pp. 84-97.
- 6) 關 哲夫 (1999) : 8. 東北地方太平洋沿岸における藻場

- 修復. 磯焼けの機構と藻場修復 (谷口和也編), 恒星社厚生閣, 東京, pp.98-110.
- 7) 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.
- 8) 大野正夫・寺脇利信・本多正樹 (1990): 南日本のがら藻場の生態と藻場造成. 沿岸海洋研究ノート. **27**(2), 127-135.
- 9) 山内幸児 (1984): 人工藻場造成に関する研究-V 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.
- 10) 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. Japan. Soc. Sci. Fish.*, **50**(7), 1115-1123.
- 11) 吉川浩二 (1986): 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.
- 12) 寺脇利信・新井章吾・川崎保夫 (1995): 藻場の分布の制限要因を考慮した造成方法. 水産工学, **32**(2), 145-154.
- 13) Terawaki, T., H. Hasegawa, S. Arai, and M. Ohno (1998): Technical view of seaweed forest formation in Japan. The 1st joint meeting of the CEST panel of the UJNR. pp.(21-1)-(21-11).
- 14) Terawaki, T., G. Yoshida, K. Yoshikawa, S. Arai, and N. Murase (2000): Management-free techniques for the restoration of *Sargassum* beds using subtidal, concrete structures on sandy substratum along the coast of the western Seto Inland Sea, Japan. *Environmental Sciences*, **7**(3), 165-175.
- 15) Terawaki, T., H. Hasegawa, S. Arai, and M. Ohno (2001): Management-free techniques for restoration of *Eisenia* and *Ecklonia* beds along the central Pacific coast of Japan. *Journal of Applied Phycology*, **13**, 13-17.
- 16) 増田博幸・角田利晴・林 義次・西尾四良・水井悠・堀内俊助・中山恭彦 (2000): 藻食性魚類アイゴの食害による造成藻場の衰退. 水産工学, **37**(2), 135-142.
- 17) 桑原久美・川井唯史・金田友紀 (2002): 磯焼け海域の藻場造成礁におけるホソメコンブ群落を維持するために必要な流動条件. 水産工学, **39**, 47-53.
- 18) 綿貫 啓 (2002): 水産工学と藻場研究. 水産工学, **39**(1), 1-4.
- 19) 浜口 章・井口久和・吉田 司・葉山政治・田中 靖・上田晶子・根津允雄 (1988): アカモクの種苗生産及び育成に使用した栽培用新素材複合樹脂とビニロン撚糸の比較. 水産増殖, **36**(3), 171-182.
- 20) 谷口和也・白石一成・蔵多一哉・鈴木 稔 (1989): 褐藻フクリアマミジのメタノール抽出物に含まれるエゾアワビ被面子幼生の着底, 変態阻害物質とその作用. 日本水産学会誌, **55**(7), 1133-1137.
- 21) 白石一成・谷口和也・蔵多一哉・鈴木 稔 (1991): 褐藻フクリアマミジのメタノール抽出物によるキタムラサキウニの摂餌に及ぼす影響. 日本水産学会誌, **57**(8), 1591-1595.
- 22) 白石一成・谷口和也・蔵多一哉・鈴木 稔 (1991): 褐藻エゾヤハズメのメタノール抽出物によるキタムラサキウニとエゾアワビに対する摂餌阻害作用. 日本水産学会誌, **57**(10), 1945-1948.
- 23) 谷口和也 (1998): 磯焼けを海中林へ. 裳華房, 東京, 196p.
- 24) 谷口和也 (1996): 牡鹿半島沿岸における漸深帯海藻群落の一次遷移. 日本水産学会誌, **62**(5), 765-771.