

宮津市養老大島地先の造成藻場における 流れ藻捕捉装置の効果と植生遷移

八谷光介，西垣友和，白藤徳夫，竹野功璽

Effect of drifting seaweeds captured by a floating rope on the supply of embryos to new substrata of an artificial reef area off Yoro-Oshima, and algal succession in this area.

Kousuke Yatsuya*, Tomokazu Nishigaki, Norio Shirafuji and Koji Takeno

To generate a seaweed forest, stone beds were constructed off Yoro-Oshima in March 2006. From April to July of that year, floating ropes were positioned in the area to capture drifting seaweeds (*Sargassum*), and embryos were released from these seaweeds into the area. The effect of this setup was assessed by the distribution and density of *Sargassum*. Within one year of construction, the percent cover of *Sargassum* was higher around the floating ropes than in other areas. The following year, *Sargassum* cover increased over the entire area. *Sargassum horneri* was the most dominant species for the first year. In the second year, *S. horneri* was absent, while *S. patens* and *S. piluriferum* became dominant. The growth and maturation of ten *Sargassum* species growing on the stone beds were investigated in the first year of construction.

キーワード：藻場造成，若狭湾，流れ藻捕捉装置，成熟，アカモク，マメタワラ，ヤツマタモク

ホンダワラ類によって形成されるガラモ場は，魚介類の産卵場や稚魚の生育場として生物生産機能を持つほか，炭酸ガスや栄養塩の吸収などの環境浄化機能を持っている。しかし，埋め立て，富栄養化，磯焼けなどの理由により，藻場面積は減少しており（環境庁自然保護局，1994），その対策として，海藻類の着定する岩石やコンクリートブロックを海域に投入する藻場造成が日本各地で行われている。

藻場造成は，自然石やコンクリートなどの海藻着定基質を海域に投入した時点で終了するわけではなく，造成後の植生遷移を調査し，造成効果を確認することが重要である。京都府沿岸では，日本海に直接面した丹後半島北西岸の京丹後市網野町ツングメ地先において造成藻場の経過観察が行われた（道家ら，2004；八谷ら，2005）が，丹後半島によって北西部を遮蔽された若狭湾西部海域では，このような調査は行われていない。丹後半島の北西岸と南東岸では，ホンダワラ類の単位面積あたりの現存量や生産量が異なり（八谷ら，2007），造成後の植生遷移も異なる可能性があるため，それぞれの地点で植生遷移の特徴を把握する必要がある。

ところで，藻場造成を行う場合には，その予定地の周辺に藻場が存在しなければ，人為的に海藻種苗や生殖細胞を供給することになる。著者らは，若狭湾西部海域において定置網の側張りロープに絡む流れ藻が春から夏にかけて増加することや，そこから放出される幼胚の数が藻場に固着している藻体のものと同等かそ

れ以上であることを明らかにし，流れ藻が幼胚を供給する母藻として利用可能であることを示した（八谷ら，2006）。しかし，実際に藻場造成域で流れ藻を利用した幼胚供給方法の効果については検証されていなかった。

宮津市養老大島地先では，造成予定地の岸側の離岸堤にあるアカモク群落を除いて，大規模な藻場が周囲に存在しない地点で藻場造成が行われた。そして，このような場所では，アカモク以外の種については，流れ藻からの幼胚供給方法の評価が可能となると考えられた。そこで，藻場造成域の水面にロープを設置し，流れ藻を捕捉して幼胚を放出させた。そして，造成域の植生遷移を捕捉装置の設置地点からの距離に対応させて調査し，この装置の効果を検証した。また，これまで調査事例のなかった丹後半島南東岸の造成藻場の植生遷移を把握したので，これらの結果を報告する。

材料および方法

2006年3月下旬に丹後半島南東岸の宮津市養老大島地先（Fig. 1）の水深3.0～5.0 m地点に，既存の離岸堤の沖側に延伸する形で自然石（直径0.65m以上，空中重量0.4トン以上）を投入した藻場造成が行われた（Fig. 2）。離岸堤の基礎部には長径50 cmほどの大礫が積み重ねられており，アカモク群落が毎年形成されているが，3月下旬には成熟した藻体がほとんど流失していた。また，造成域にごくわずかに散在する巨礫にはマメタワラやヤツマタモクなどのホンダワラ類が着

*西海区水産研究所（Seikai National Fisheries Research Institute, 1551-8 Taira-machi, Nagasaki, 851-2213, Japan）

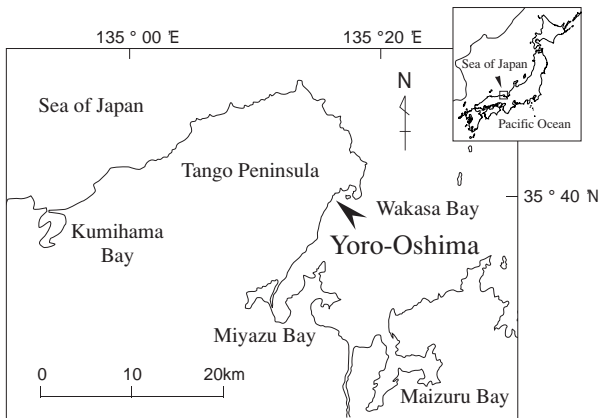


Fig. 1 A map showing the location of the study site, Yoro-Oshima, on the southeastern side of the Tango Peninsula.

生しているが、それらを除けば造成域の周囲には、母藻集団となるガラモ場は存在していなかった。造成域（合計0.7 ha）は3カ所に分かれ、南側から順にI工区、II工区、III工区とした（Fig. 2）。2006年4月17日には、Fig. 2に示すように各工区に「コ」の字形に流れ藻捕捉装置（以下、捕捉装置と記す）を設置した。この装置の浮体部は、直径18 mmのポリエチレン製ロープに浮子を2.5 m間隔で取り付け付けた構造になっている。捕捉装置設置から1週間後の4月24日より2週間ごとに7月18日まで、八谷ら（2006）と同様の方法で、捕捉装置に捉えられた流れ藻の一部を採集し、装置全体の流れ藻捕捉量を推計した。また、本造成域周辺の小型定置網に絡んだ流れ藻を採集し、この海域の流れ藻の種組成を調べた。5月上旬から流れ藻が本装置に捕捉され始めたが、その量は八谷ら（2006）をもとに期待された量（ロープ1 m当たり流れ藻1 kg）に達しなかったため、5月29日に藻場造成域の沖合で船外機船を用い

て流れ藻を採集し、これを捕捉装置に人為的に取り付けた。7月上旬以降は捕捉装置に絡んだ流れ藻がほとんど流失したため、7月18日に流れ藻捕捉装置を撤去した。

流れ藻捕捉装置の直下とそこから離れた造成域の外で、ホンダワラ類の着定数を比較した。2006年4月24日にコンクリート製の着定板（3 cm × 8 cm）8枚を海底に伏せて設置したU字溝の上面部（25 cm × 100 cm）に貼り付けた。III工区の流れ藻捕捉装置の直下とI, II工区の中間の砂地（対照区）に、U字溝を2個ずつ、各地点に合計16枚の着定板を設置した（Fig. 2）。同年7月18日と9月22日に各地点から、U字溝1個あたり3～5枚の着定板を回収し、そこに着生したホンダワラ類の個体数を肉眼あるいは実体顕微鏡で調べた。

造成域全体の植生を調査するために、I, II, III工区の中央部に海岸線や捕捉装置と直交するトランセクトを設けた（Fig. 2）。これに沿って離岸堤基礎部の中央部で1カ所、造成域のもっとも岸側を起点とし、そこから5 m毎の地点と捕捉装置の直下で植生被度を調べた。各調査地点では50 cm枠を2カ所設置した。この枠は10 cm間隔で格子に区切られており、全部で36個の交点がある。各交点の直下にある海藻種（あるいは裸地）に1点ずつ与え、全36点に対する点数の割合を被度（%）とした。この被度調査は、造成1年目の2006年9月22日と2年目の2007年8月28日に行われた。

大島地先の造成域に着定したホンダワラ類について、着定から1年間の生長と成熟を把握するために、2006年5月から2007年8月にかけて1～2ヵ月間隔で調査した。全長の長いホンダワラ類を各種につき5個体程度採集し全長や生殖器床の有無を調べた。また、アカモクについては、造成域全体での成熟状況を確認するため、潜水調査により生殖器床の有無を概観した。

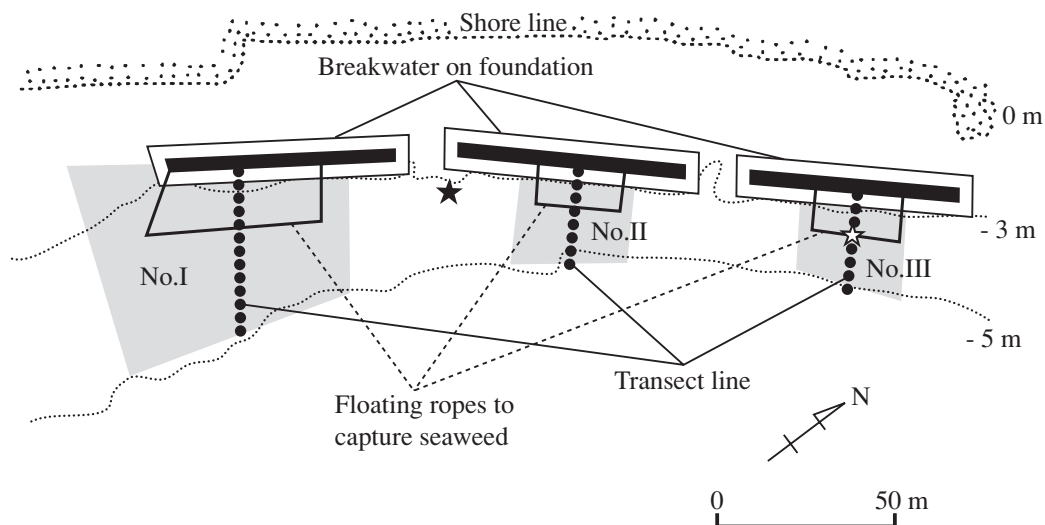


Fig. 2 A schematic representation of Yoro-Oshima shows stone beds constructed in March 2006 (shaded areas). These areas are referred to as No. I, II, and III from south to north. Floating ropes to capture seaweed are indicated by broken lines. The thick, dotted line shows a transect line to investigate the coverage of seaweed. Experimental plates were settled at the two points (black and white stars).

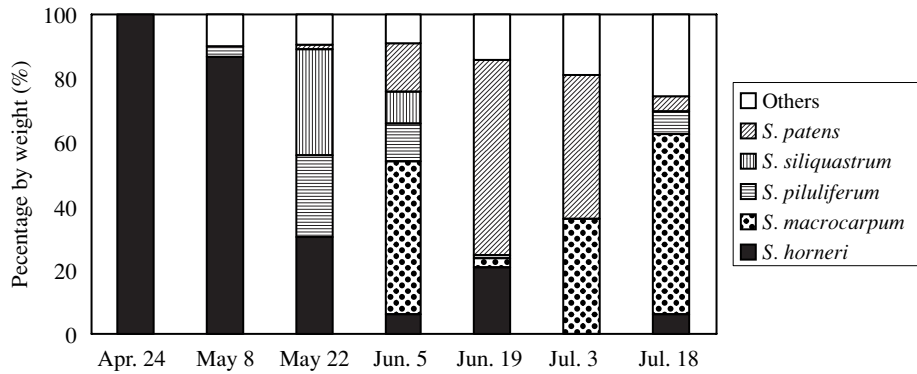


Fig. 3 Species composition of floating seaweeds collected off Yoro-Oshima.

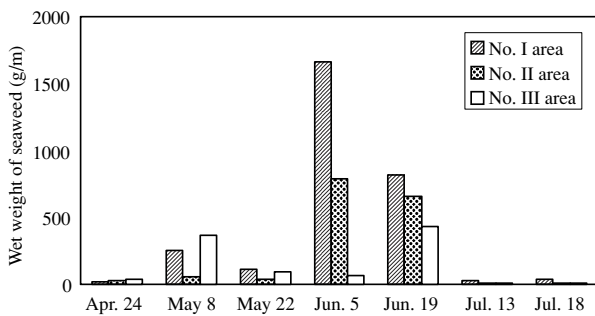


Fig. 4 The abundance of floating seaweed entangled with the floating ropes at each construction site. Floating seaweeds were added by hand on May 29, 2006, due to the shortage of entangled seaweeds.

造成域の植生は、植食動物の分布密度とも関連して変化すると考えられる。そこで、2006年9月5日にIII工区の離岸堤と造成域において海岸線と平行または垂直となるトランセクトをそれぞれ3本設け、トランセクトの幅1 m以内に出現したウニ類の個体数を調べた。

結 果

流れ藻の種組成と捕捉量 大島地先の造成域周辺の流れ藻は、2006年4月24日と5月8日にはアカモク *Sargassum horneri*が重量割合で8割以上を占めていた (Fig. 3)。5月中旬から7月中旬には、アカモクの割合は減少し、ヤツマタモク *S. patens*やノコギリモク *S. macrocarpum*が増加した。また、この期間には、マメタワラ *S. piluliferum*やヨレモク *S. siliquastrum*が多いと

きには20%以上を占めた (Fig. 3)。

藻場造成域に設置した流れ藻捕捉装置には、4月下旬から5月下旬にロープ1 mあたり最大で366 g (湿重量: 以下同様) の流れ藻が捕捉されていた (Fig. 4)。前述したとおり、この量は予備調査から期待した1 kg/mよりも少なかったため、5月29日にI工区とII工区に大島地先の沖合で採集した流れ藻を人為的に添加したところ、6月5日にはロープ1 mあたりに捕捉された流れ藻の重量はI工区では1667 g、II工区では793 gに増加した (Fig. 4)。6月19日にはI~III工区で429~813 g/mの流れ藻が捕捉されていたが、7月には流れ藻がほとんど残っていなかった (Fig. 4)。

ホンダワラ類の着定密度 2006年7月と9月に回収した捕捉装置直下の区と対照区の着定板には、0.13~0.38 個体/cm²のホンダワラ類が着定した (Table 1)。着定個体数には、両回収月とも有意な差が認められなかった ($p > 0.1$, Mann-Whitney *U*-test)。

造成域の植生被度 2006年9月22日に調査した造成域の植生被度と、造成域の海底地形をFig. 5に示す。離岸堤基礎部では、全ての工区で紅藻類のマクサ *Gelidium elegans*やサンゴモ類が多く、ホンダワラ類の被度は7%未満であった。造成域では捕捉装置の直下とその周辺でホンダワラ類の被度が高くなる傾向があった。I工区では捕捉装置の直下である沖出し16.5 m地点でホンダワラ類の被度が96%に達し、それより沖側の20 m、25 m地点では約70%となった。そして、30 m地点より沖側では、ホンダワラ類の被度は

Table 1 The number of *Sargassum* thalli on the experimental plates recovered on July 18 and September 22, 2006

		July 18th		Sept. 22nd	
		No. plate	<i>Sargassum</i> thalli (inds./cm ²)	No. plate	<i>Sargassum</i> thalli (inds./cm ²)
Beneath the floating rope to capture drift seaweeds	Block A	3	0.24	5	0.53
	Block B	3	0.08	5	0.22
	Average		0.16		0.38
Control area	Block C	3	0.11	5	0.10
	Block D	3	0.14	4	0.31
	Average		0.13		0.21

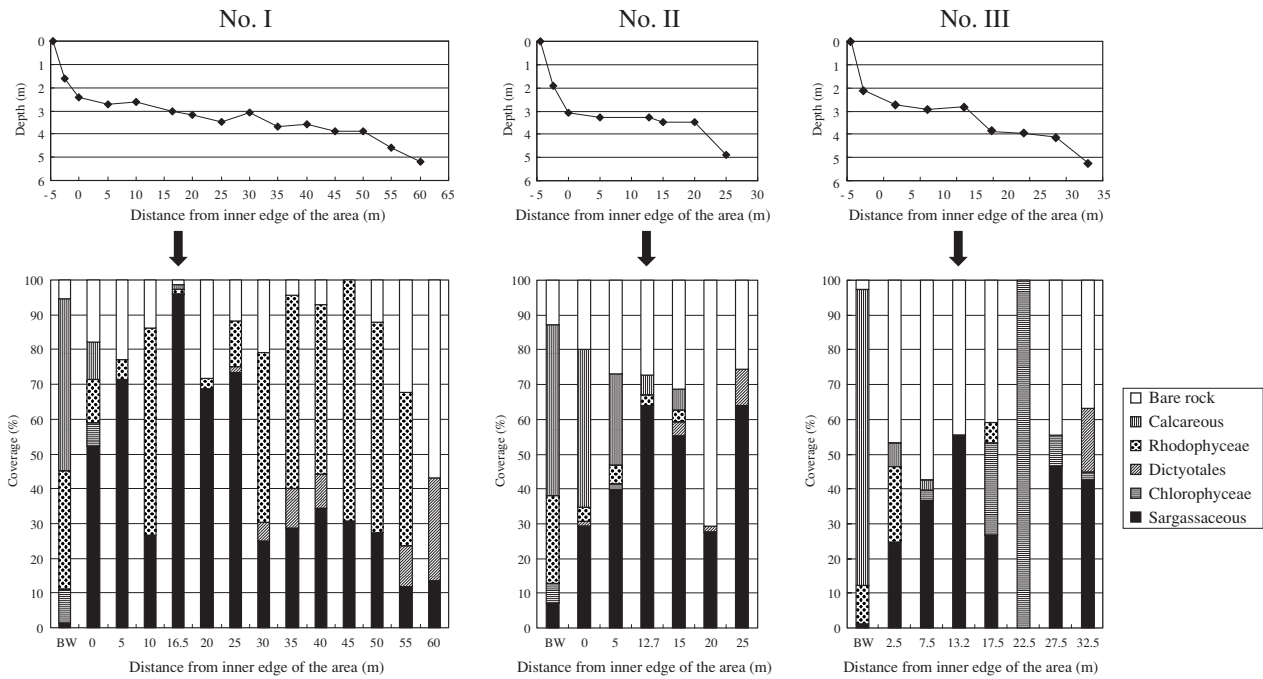


Fig. 5 Depth and percent cover of seaweeds along the transect lines in the No. I, II, and III areas investigated on September 22, 2006. The crossing points of the transect line and the floating rope are indicated by closed arrows at points of 16.5 m, 12.7 m, and 13.2 m on the transect line in No. I, II, and III areas, respectively. BW indicates breakwater foundation.

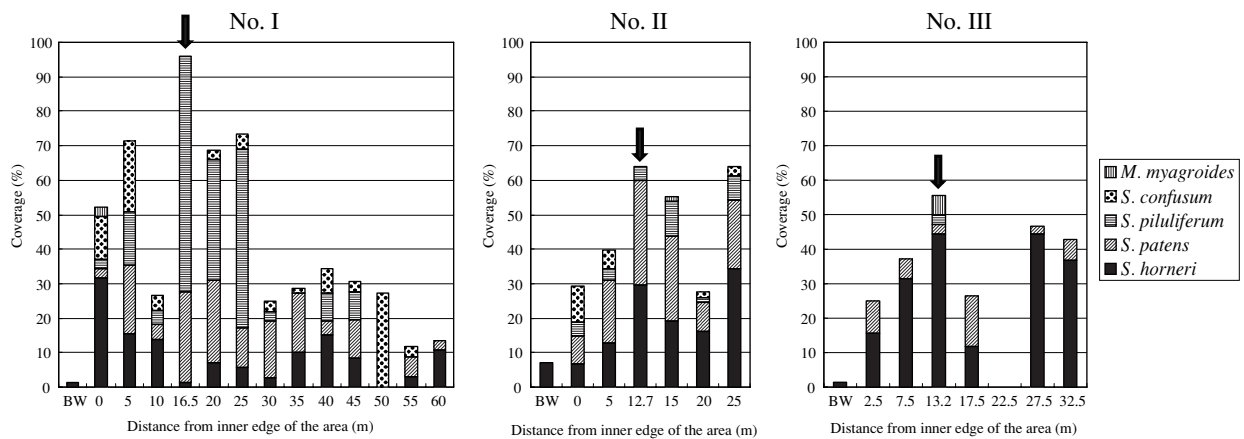


Fig. 6 Species composition of sargassaceous seaweeds shown in Fig. 5.

12～34%に減少した。ホンダワラ類以外で比較的多く出現した海藻類は、I工区の沖側でイグス類、II工区の岸側では有節サンゴモ類、I, III工区の沖側ではアミグサ類であった。特に、III工区の沖出し22.5 m地点は、造成基質の上面全体がアオサ属に覆われていた。

Fig. 5で示されたホンダワラ類の被度を種別にFig. 6に示す。離岸堤基礎部のホンダワラ類はすべてアカモクであった。造成域の全域にマメタワラ、ヤツマタモク、アカモクが分布しており、捕捉装置の直下でもっとも被度が高かった種とその被度は、I工区ではマメタワラの68.4%、II工区ではヤツマタモクの30.2%、またIII工区ではアカモクの44.4%であった (Fig. 6)。上記3種以外で被度調査の枠内に出現した種は、フシズジモク *S. confusum* とジョロモク *Myagropsis myagroides* であり、造成域に出現したものの被度調査の枠内に出

現しなかった種はホンダワラ *S. fulvellum* とミヤベモク *S. miyabei* であった。

造成2年目にあたる2007年8月28日の被度調査の結果をFigs. 7, 8に示す。離岸堤基礎部では前年と変わらず紅藻類のマクサヤサンゴモ類が多く、アカモクはもっとも多いII工区でも23%であった。造成域のほぼ全域でホンダワラ類が繁茂し、その被度はI工区では47～99%、II工区では72～95%であった (Fig. 7)。前年にアオサ属が多かったIII工区の沖出し15 m地点より沖側では、ウミウチワ *Padina arborescens* の被度が41～76%であり、ホンダワラ類と同等かそれよりも多かった (Fig. 7)。アカモクは離岸堤に隣接する造成域のもっとも岸側のみで出現しその被度は5%以下であった (Fig. 8)。造成域のホンダワラ類ではマメタワラがもっとも繁茂し、I, II工区の平均被度はそれぞれ43%、

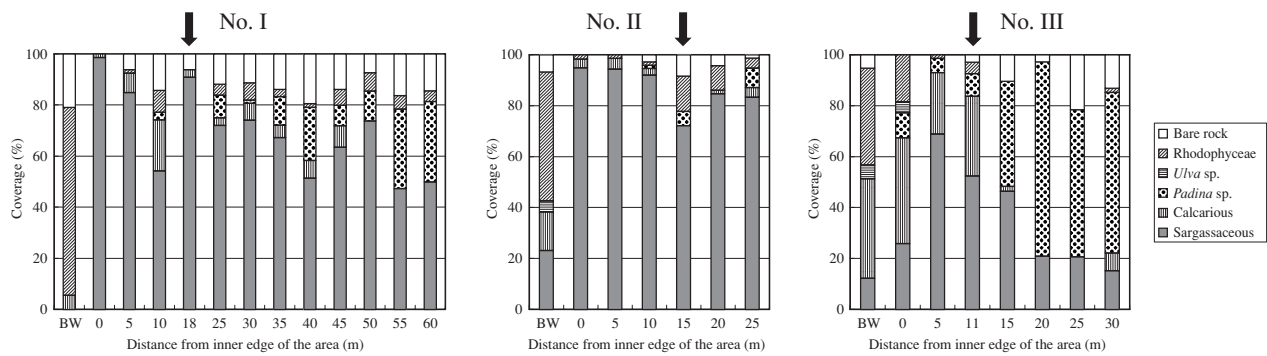


Fig. 7 Depth and percent cover of seaweeds along the transect lines in the No. I, II, and III areas investigated on August 28, 2007. The crossing point of the transect line and floating rope are indicated by the closed arrow at points of 18 m, 15 m, and 11 m on the transect line in No. I, II, and III areas, respectively. BW indicates breakwater foundation.

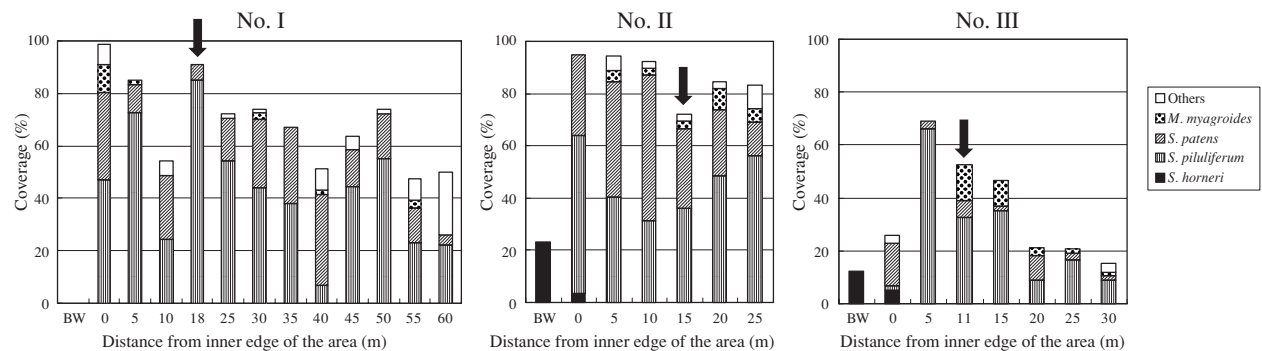


Fig. 8 Species composition of sargassaceous seaweeds shown in Fig. 7.

46%であった。マメタワラの次にはヤツマタモクが多く、I, II 工区の平均被度はそれぞれ19%, 33%であった。III工区ではマメタワラがもっとも多く、ついでヤツマタモクが多かったが、前述のとおり沖側の半分でウミウチワが多く出現したため、III工区における両種の平均被度はそれぞれ24%, 6%であり、I, II工区に比べ低かった。

ホンダワラ類の生長および成熟 造成1年目にはホンダワラ類の中でアカモクがもっとも伸長した。2006年11月には全長3 mに達し、2007年1月には全長5 m以上となって藻体上部が水面を覆い、ほぼすべての個体が生殖器床を形成した。アカモク以外の種の藻体の伸長と成熟の様子は以下の通りであった。マメタワラは2007年3, 5月に全長2~3 mに達し、5月には生殖器床を形成した。ヤツマタモクは2007年5月には全長2 mに達し、生殖器床を形成した。ホンダワラ、ジョロモク、ミヤバモクは2007年5月までに全長1 m以上に伸長し、生殖器床を形成した。一方、フシスジモク、イソモク *S. hemiphyllum*、ヨレモク、ノコギリモクは2007年1~5月に生殖器床が確認されず、そのうちヨレモクとノコギリモクは主枝が形成されずに初期葉段階にとどまった。その後、ヨレモクについては2007年8月28日には、全長20 cm以上に伸長していたが、ノコギリモクでは主枝の伸長しているものはなかった。造成域および離岸堤のウニ類の密度 2007年9月5日に

Table 2 Density (individuals/m²) of sea urchin in No. III area off Yoro-Oshima

	<i>Anthocidaris crassispina</i>	<i>Pseudocentrotus depressus</i>	<i>Hemicentrotus pulcherrimus</i>
Breakwater	8.4	0.5	0.8
Construction	0.1	0.0	0.0

* Investigation was carried out on September 5, 2007

調査したIII工区のウニ類の個体密度をTable 2に示す。離岸堤ではムラサキウニ *Anthocidaris crassispina* が8.4 個体/m²でもっとも多く、アカウニ *Pseudocentrotus depressus*、パフンウニ *Hemicentrotus pulcherrimus* はそれぞれ0.5, 0.8個体/m²であった。造成域では、離岸堤から5 m以内の範囲に集中してムラサキウニ、アカウニが出現した。造成域全体のウニ類の上記3種の分布密度は合計0.1個体/m²であり、離岸堤のものよりかなり低かった。

考 察

大島地先に近い長江沖の大型定置網では、2005年5月下旬にロープ1 mあたり最大で1.3 kgの流れ藻が絡んでいた(八谷ら, 2006)が、大島地先の藻場造成域では、2006年に最大でもその1/3程度しか流れ藻が得られなかった。本造成域の周囲には、離岸堤のアカモク群落以外に目立ったガラモ場がなく、南側を漁港、北側を小型定置網に囲まれているため、他の地点のガラモ場から流れ藻が漂着しにくい地形となっていたと

考えられる。また、離岸堤のアカモク群落は1月から成熟し、捕捉装置を設置した4月にはほとんど流失してしまっていた。このように、流れ藻が漂着しにくい場合も想定されることから、造成前年の春～夏に小規模な捕捉装置を設置するなどして、造成予定地へ漂着する流れ藻の量を予め調査すべきである。また年によって流れ藻の量が変動する可能性もあるため、流れ藻が少ない場合には、人為的に流れ藻を採集して添加することも必要であろう。

造成1年目の2006年9月には、造成域の被度調査結果より、流れ藻捕捉装置の効果が発現しているように見受けられた。造成域に多く着定したアカモクは、造成域の岸側に隣接する離岸堤基礎部にアカモク群落が形成されていたことから、捕捉装置の流れ藻よりも離岸堤基礎部の群落を起源とするもののほうが多いと考えられる。一方、I、II工区でもっとも被度が高かったヤツタモクとマメタワラは、離岸堤基礎部や造成域周辺にほとんど生育しておらず、造成域に生育した両種の起源は、捕捉装置に捕らえられた流れ藻が主体であると考えられる。特にI工区では、捕捉装置近辺でマメタワラの被度が高くなっており、捕捉装置の効果が示唆される。一方、II、III工区では捕捉装置近辺でのホンダワラ類の被度がI工区よりも低く、捕捉装置からもっとも遠い地点でもホンダワラ類の被度が捕捉装置近辺と同等かやや低いという結果となり、捕捉装置の効果を判断することが困難である。

このように、I工区では捕捉装置の効果が比較的明瞭であったが、II、III工区ではそうならなかった。このような違いをもたらした要因としては、II、III工区の範囲が狭く、捕捉装置からもっとも遠い地点でも20～30 mしか離れていないことや、捕捉装置で捕らえた流れ藻の量がI工区に比べII、III工区のほうが少なかったことなどが想定される。

造成1年目の2006年9月には、マメタワラ、ヤツタモク、アカモクの被度が高かったが、ホンダワラ類の現存量が最大となる冬～春には、アカモクがもっとも繁茂した。アカモクは1年生で生長速度が非常に速いことと、離岸堤基礎部の群落が造成域に幼胚を大量に供給したことが、造成1年目のアカモクの優占につながった要因であると考えられる。

造成2年目の2007年8月には、I、II工区の全域でホンダワラ類の被度が高くなるとともに、造成1年目に繁茂したアカモクがほとんど生育していなかった。造成2年目には、マメタワラ、ヤツタモクをはじめとする多年生種が造成基質上を占めたために、アカモクの着定場所がなかったか、着定しても他のホンダワラ類の陰で照度不足となり生存できなかったのではないかと推察される。アカモクは、瀬戸内海で行われた藻場造成においても、造成1年目には優占群落を形成するが、2年目以降には全く出現していない(吉川, 1987;

1997)。また、丹後半島北西岸の網野町ツングメ地先の藻場造成域でも造成11ヵ月後にはアカモクの被度が14%であったが、2年目以降には全く出現していない(道家ら, 2004)。以上の結果から、多年生ホンダワラ類が優占している地点で新規基質を設置した場合、アカモクは初年度に限り出現するという特性があるといえる。

大島地先の造成域とは異なり、離岸堤基礎部には毎年アカモク群落が形成されており、この地点は植生遷移が進行せずにアカモク群落が維持される何らかの理由があると考えられる。離岸堤基礎部では、ムラサキウニをはじめとするウニ類が10個体/m²程度と若狭湾沿岸部では比較的高密度であり(辻ら, 1989; Yatsuya and Nakahara, 2004)、ウニ類の摂食圧が多年生ホンダワラ類の優占を妨げ、基質に形成された裸地がアカモクの幼胚の着定場所となっていると想定される。一方、造成域では、2年目のウニ類の密度が0.1個体/m²と低く、多年生ホンダワラ類が繁茂してアカモクはほとんど出現しなかった。このように、植食動物の分布密度は海藻植生に大きく影響を与えられ、造成域の植生遷移調査に含まれるべき項目である。また、植食動物の密度を変動させる機構についても、今後、明らかにする必要がある。

大島地先に新規基質を大量に設置したことで、着定から1年目のホンダワラ類の生長と成熟を観察することができた。多年生ホンダワラ類に関するこれまでの報告では、ヤツタモク(吉田, 西川, 1975; 八谷ら, 未発表)と、フシスジモク(桐原, 2003)は、幼胚が着定した年から主枝が伸長し、ジョロモク(吉川, 1986)、ホンダワラ(吉田, 西川, 1975)、ヨレモク(吉川, 月館, 1988)、ノコギリモク(村瀬, 2001; 八谷ら, 未発表)は、幼胚が着定した年には主枝を伸長させなかったことが報告されている。これまで着定から1年目に主枝を伸長しないとされた種のうち、大島地先では、ジョロモクとホンダワラで主枝の伸長と生殖器床の形成が確認された。また、瀬戸内海のヨレモクでは、着定から2年間は主枝が伸長せず3年目に急速に伸長したが(吉川, 月館, 1988)、大島地先ではヨレモクの主枝が2年目に伸長し始めていた。これらの結果は、大島地先の何らかの環境条件がこれらのホンダワラ類の生長や成熟に好適であった可能性を示しており、今後、この点について明らかにすることが望まれる。また、これまで報告のなかったマメタワラの生長についても、着定から1年目に主枝を伸長させ生殖器床を形成することが確認された。これらの知見は、ホンダワラ類を対象とした藻場造成において、群落形成までに必要な期間を見積もるうえで重要な情報となる。

文 献

- 道家章生, 西垣友和, 八谷光介, 和田洋藏. 2004. 京都府網野地先に設置した基質に形成されたホンダワラ群落の遷移. 京都海洋セ研報, **26**: 9-14.
- 環境庁自然保護局. 1994. 第4回自然環境基礎調査海域生物環境調査報告書 第2巻 藻場. 環境庁, 東京.
- 桐原慎二. 2003. フシスジモク. 「藻場の海藻と造成技術」(能登谷正浩編). 47-65. 成山堂書店, 東京.
- 村瀬 昇. 2001. 褐藻ノコギリモク *Sargassum macrocarpum* C. Agardh の生態学的研究. 水大研報, **49**: 131-212.
- 辻 秀二, 葭矢 護, 田中雅幸, 桑原昭彦, 内野 憲. 1989. 若狭湾西部沿岸海域でのキタムラサキウニの分布と生殖巣の季節変化. 京都海セ研報, **12**: 15-21.
- 八谷光介. 2005. ホンダワラ藻場の生産・流失過程に関する研究. 京都海セ研究論文, **7**: 1-41.
- Yatsuya K., Nakahara H. 2004. Density, growth and reproduction of the sea urchin *Anthocidaris crassispina* (A. Agassiz) in two different adjacent habitats, the *Sargassum* area and *Corallina* area. Fish. Sci. **70**: 233-240.
- 八谷光介, 西垣友和, 道家章生, 井谷匡志, 和田洋藏. 2005. 京都府網野地先に設置した基質に形成されたホンダワラ群落の遷移 II. ホンダワラ群落の生産構造図とフシスジモクの年齢構成. 京都海セ研報, **28**: 21-26.
- 八谷光介, 西垣友和, 白藤徳夫, 和田洋藏. 2006. 若狭湾西部海域の定置網の側張りに捕捉された流れ藻の現存量と幼胚放出数. 京都海セ研報, **28**: 21-26.
- 八谷光介, 西垣友和, 道家章生, 井谷匡志, 和田洋藏. 2007. 京都府沿岸域の環境特性の異なる生育地でのホンダワラ科海藻の年間純生産量とその比較. 日水誌, **73**: 880-890.
- 吉田範秋, 西川 博. 1975. ホンダワラ類の生長. 長崎水試研報, **1**: 13-18.
- 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. 南西水研研報, **21**: 25-35.
- 吉川浩二. 1997. 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. 南西水研研報, **30**: 147-162.
- 吉川浩二, 月館潤一. 1988. 周年藻場の管理技術. 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62年度IV - 2 - (2)課題(ホンダワラ)研究成績報告書. 1-21. 南西海区水産研究所, 広島.