

八代湾における藻場造成実験について

善見政和¹・二宮早由子²

近年, 埋め立て地周辺や磯焼け対策として, 投石や嵩上げによる基盤造成や種苗移植による藻場造成が行われるようになってきた。その際, 種苗の着生基盤として人工構造物を設置することがあるが, 材質や形状についての検討は, 表面が平滑であるよりも, 凹凸がある方がよいという程度で, 詳しい知見は数えるほどしかない。本実験では, 熊本県八代湾の人工島護岸において海藻の着生基質(藻場造成促進用プレート)を取り付けたブロックを敷設し, 約2年間追跡調査して, 着生した海藻やその他の着生生物の状況を多様性や基盤ごとの類似性から定量的に評価し, 藻場造成手法の有効性を比較検討した。

1. はじめに

近年, 日本沿岸の浅海域を豊かにしていた藻場は, 道路建設, 埋め立て, 防波堤建設, 航路浚渫などによって大幅に減少してきた。しかし, 最近になって新・生物多様性国家戦略(2003)でも沿岸生態系での藻場が注目されはじめ, ワカメやコンブといった採藻漁業の面だけでなく, 魚介類の棲み場, 餌場, 産卵場といった役割や, 栄養塩の吸収, 水質浄化の機能が重視されるようになり, 藻場の保全や回復が積極的になされるようになってきた。

埋め立てや人工島の建設などによって護岸を建設することは, 漁業でいえば, 古くなって海藻が更新されなくなったときに行う投石や磯掃除で新しい岩面を出すことにも相当する。しかし, 造成された護岸がすべて藻場になるわけではなく, 視認できる生物がいなかったり, フジツボやイガイが定着して海藻が生育しにくい状態になっていることも多い。

投石による天然海域に大型代替藻場造成を行った伊方発電所の例があるが, 石原ら(1987)は予備実験で花崗岩や緑色片岩などで基質の形状と材質の違いによる海藻の着生・生長を比較している。一方, 人工護岸に藻場を形成した例としては, 関西国際空港の1期島緩傾斜護岸における種苗つきの藻礁ブロックの設置が知られている。尾崎ら(2000)は約10年間の追跡からブロックからの藻場の広がり速度やブロックの形状と10年後の着生状況を比較している。また, 港湾構造物において生物着生に有効な基質や構造形式を検討するため, 浅井ら(1997)は各地の港湾内に試験礁を設置して基質の表面形状と海藻の着生の違いを検討している。

そこで, 本実験では, 藻場造成のために海藻の着生を促進させる基質の比較を目的として, 熊本県八代湾の人工島護岸において藻場造成促進用プレートを取り付けたブロックを敷設し, 約2年間追跡調査して, 着生した海

藻やその他の着生生物の状況を定量的に評価し, その特性と藻場造成手法の有効性を比較検討した。

2. 調査方法

実験海域は, 八代海のほぼ中央部の1960年代に無人になった大築島で, 八代の沖合約5kmの潮通しの良い海域に位置し, 周辺海域は水深約4mの浅海である。実験場所は北側の人工護岸の2ヶ所である(図-1)。なお, 島の北側に八代湾の航路及び泊地で発生する浚渫土砂の受け入れ先として約41haの埋め立て地が2001年7月に建設されている。なお, 島の南部には天然の藻場が形成されていた。

実験には, 表-1に示す材質や表面形状の異なる8種

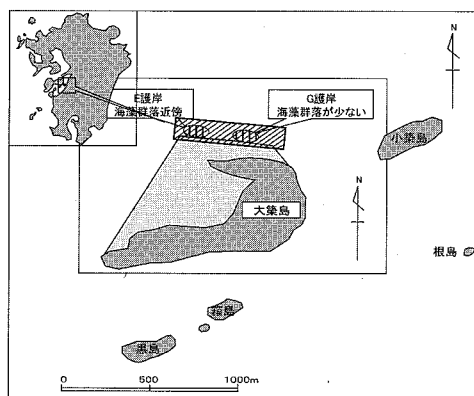


図-1 実験場所

表-1 海藻附着促進用プレート

タイプ	材 質	表面形状
A	擬ポーラスブロック	大きい凹凸
B	クリンカアッシュとガラスのセラミックス	細かい凹凸
C	木毛セメントに鉄分添加	細かい凹凸
D	銅スラグコンクリート	平滑, 粗面
E	クリンカアッシュ固化ブロック	平滑, 溝加工
F	フライアッシュ固化ブロック	平滑, 溝加工
G	浚渫土造粒ブロック	平滑, 溝加工
H	貝殻・人工ゼオライト	大きい凹凸

1 正会員 工修 (財)港湾空間高度化環境研究センター常務理事

2 正会員 水修 (株)東京久栄 環境科学部環境生物課

類の海藻附着促進用プレート (以後、プレートと呼ぶ) を用いた。使用したプレートのうち7種は海藻の付着量を比較するため20 cm 角の板状になっている。

プレートを装着した被覆ブロックを2003年3月にE護岸 (海藻群落に近い場所) とG護岸 (海藻が少ない場所) に設置した (図-2)。設置した小段の水深はE護岸 DL - 3.5 m, G護岸 DL ± 0 m で、波当りはほぼ同様であるが、潮通しはE護岸の方が良い。

設置後の追跡調査は、各プレート上の海藻、大型動物、浮泥の堆積状況を観察し、対照としてプレートを装着していない被覆ブロックの表面や既存護岸の動植物も目視観察した。特にアカモクは、本海域で優占種となる大型海藻であり、伸長した葉上にヨコエビなどの小動物が生息し、魚類が餌場や隠れ場にするという水産上有用な藻場を形成する海藻であるため、藻場造成の対象種と考えた。調査は設置後から2005年3月まで行った。また、最終調査時に定量採集を行い、海藻と葉上動物の出現種、個体数、湿重量等を分析した。

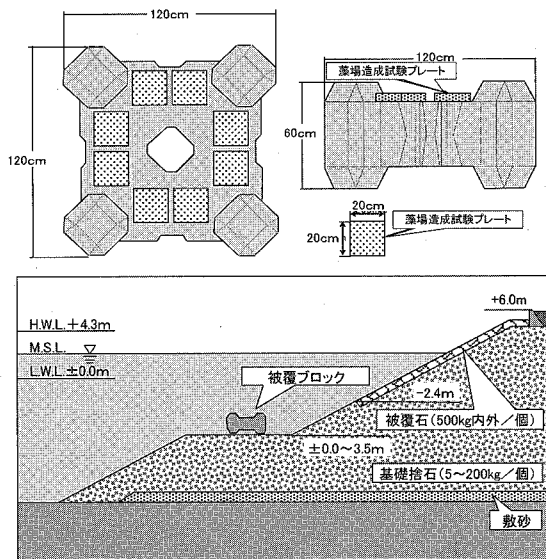


図-2 実験プレートの装着位置

3. 調査結果の概要

(1) 海 藻

目視観察により合計34種が出現し、種類数は10月に5~6種と少なく、3月に23~29種と多い一般的な傾向であった。大型になる種はワカメ、ヒジキ、アカモク、ウミトラノオ、タマハハキモクで、小型ではあるがアオサ属、マクサ、ベニスナゴ、イトグサ属などが高い被度で出現した。

アカモクの着生状況の概略について表-2にまとめた。G護岸よりも明らかにE護岸で多い傾向がみられた。

2003年10月には0.04 m²のプレート上には多いもので150本、1 m²当たりには換算すると3,800本附着していた。翌年3月には若干密度は減少したが全長2 m 近くになり、被覆ブロック上でこんもりと藻場が形成され、これらは対照区の被覆ブロック表面および護岸上に生育するアカモクと比較して密度が高かった。本種の着生量は同一護岸でも設置位置によって大きく異なり、ホンダワラ類の受精卵の着底する量は場の流れなどの物理環境に左右されることを示唆していた。

定量採集の結果を図-3に示す。設置2年後に0.04 m²のプレート上に湿重量で0.2~1.8 kgの現存量が確認され、Eタイプが最も多かった。重量組成はほとんどがアカモクに占められていたが、Cタイプはタマハハキモクとヒジキが、Dタイプはアカモクとワカメが優占していた。

表-2 アカモクの着生状況

タイプ	A	B	C	D	E	F	G	H
場所	EG1,4,8	EG2	EG3	EG5	EG6	EG7	EG9	E10
●最大密度本/0.04m ²								
E護岸	2003年10月	136	104	152	112	98	68	116
	2004年3月	108	52	132	112	56	18	84
	2004年10月	0	0	0	0	0	0	0
	2005年3月	3	5	0	7	11	2	0
G護岸	2003年10月	32	14	10	12	3	9	0
	2004年3月	34	6	2	4	2	2	1
	2004年10月	2	0	0	0	0	0	-
	2005年3月	1	0	1	2	2	0	16
●最大全長 cm								
E護岸	2003年10月	6	7	5	4	6	4	7
	2004年3月	86	162	84	85	95	42	205
	2004年10月	-	-	-	-	-	-	-
	2005年3月	180	164	-	190	166	68	145
G護岸	2003年10月	10	9	7	7	4	6	-
	2004年3月	108	97	5	53	1	56	1
	2004年10月	1	-	-	-	-	-	-
	2005年3月	9	-	4	8	3	-	7

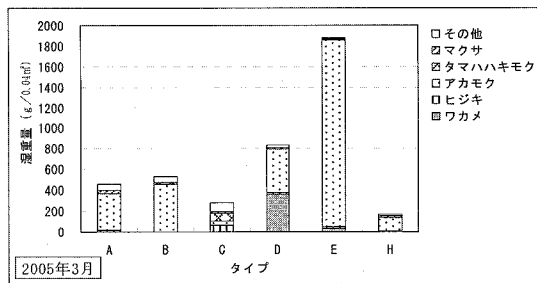


図-3 海藻の現存量

(2) 動 物

目視観察により合計17種が出現し、各期10~12種と種類数の変化はあまりなかった。移動性のものではヒメ

ヨウラク、フトコロガイ、コシタカガンガラが、付着性のものではカンザシゴカイ科、サンカフジツボなどが出現し、サンカフジツボはブロック設置直後には非常に多かったが、徐々に減少し、2005年3月には殻だけが残っているものがほとんどであった。

定量採集の結果を図-4に示す。0.04 m²のプレート上に150~1,800個体が生息し、ほとんどが海藻の葉上に生息するヨコエビ類であった。海藻の結果と比較すると、アカモクなどホンダワラ類の現存量に比例し、Eタイプが多いが、これはアカモクの現存量の多さによるものと考えられる。

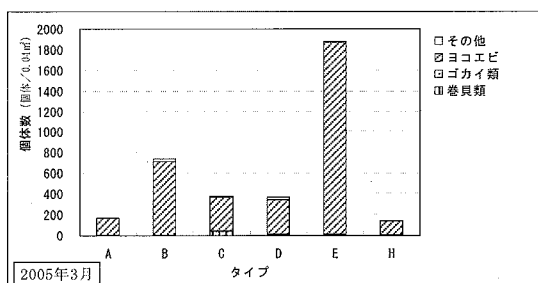


図-4 動物の現存量

(3) 生物相の遷移

2003年3月にプレートを設置してから2年間追跡した結果から、プレート上での動植物の入植と遷移をまとめた。

2003年春季 プレートの裸面には設置時期に大量に種苗を拡散させるものが爆発的に入植するが、春に設置したため、海藻ではアカモクが、少し時期が遅れてタマハハキモクが定着したと考えられる。動物はサンカフジツボやカンザシゴカイ科である。同時に肉食巻貝ヒメヨウラクガイ、イボニシ、ヒトデが出現し、これらを捕食していった。

2003年秋季 海藻の繁茂は秋までに十分確認でき、プレート上にアカモクやタマハハキモクの幼体が5cm程度に生長していた。護岸自体にも生育していたが、プレート上は初期に食害や競合生物が少ないことから密度が非常に高かった。アカモクはE護岸で多く、タマハハキモクはG護岸で多かった。全体的にG護岸にはサンカフジツボが付着しており、アカモクは少なかった。

2004年春季 実験開始1年後の春にはE護岸のプレートではアカモクは2mほどに伸長し、流出も少なくよく繁茂していた。一方、G護岸ではアオサ属が多く、アカモクは全体に少なかった。肉食貝によってフジツボ類はほとんどが殻だけとなり、殻の上に小型の海藻が繁茂していた。

2004年秋季 2年目になると、プレートの表面の複雑

さは付着した生物の殻や殻状海藻に覆われるため、表面の凹凸は減少した。また、裸面部分は海藻や動物がプレート表面を覆いなくなっている。ヨコエビ類やワレカラ類など海藻の幼体などを食べる動物も多数生息していることは予測でき、1年目のようには漂着したアカモクの受精卵が生存することは難しくなった。

2005年春季 実験開始2年後の春にはE護岸ではアカモクは2mほどに伸長していたが、個体数は少なかった。食害や競合生物が多くなり再加入量は減少していた。昨年同様E護岸でアカモクが多く、G護岸で少ないのは流れや波の環境条件の違いと推察された。

4. プレートの検証

(1) 生物多様性

上記のように新たな付着基盤として海域に設置されたプレートは生物の付着等によって徐々に表面形状が変化していった。そこで、海藻の種類と付着量から、Pielouの多様性指数(D)を用いて、海藻繁茂期の3月の生物相を比較し、図-5に示した。Dは0~1の範囲で変動し、値が高いほど多様性が高いことを意味する。ただし、海藻類は個体数識別の困難な種が多いため、個体数に当たる値を被度で代用した。ここでは、被度5%未満を20、5~25%を100、25~50%を200、50~75%を300、75~100%を400個体として計算した。

海藻相の多様性は設置1年では平滑なタイプDは多様性が低いなど種類によって違いがみられた。2年経過すると被覆ブロックだけのところでは若干低くなっていたが、タイプによる差はほとんどなくなった。なお、護

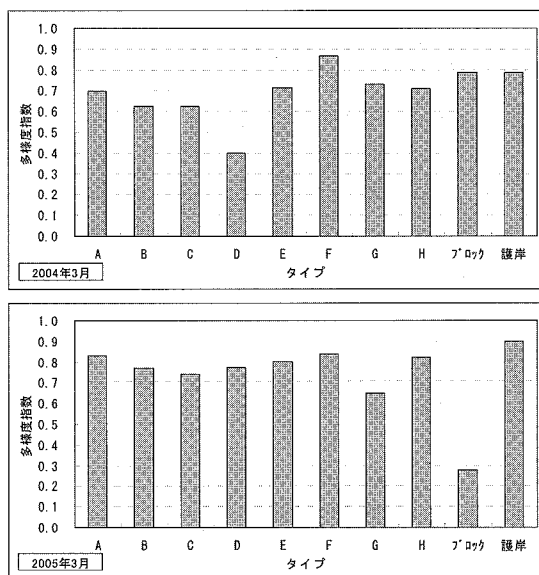


図-5 海藻植生の多様性指数

岸が比較的高い値であるのは観察面積が $1\text{ m} \times 1\text{ m}$ で種類数が多いためである。

(2) 生物相の類似性

海藻の付着にとって材質や表面形状の差異を Janssen の類似比 (SR) を用いて検討した結果を表-3 に示す。通常陸上植物に用いられる方法であるが、ここでは海藻類を対象とするため、被度 5% 未満を 1 とし、それ以外は被度を出現量として計算した。

海藻植生は設置後の加入は比較的類似性が高く、被覆ブロックの表面も同様であった。これはタイプに関係なく、海藻の種苗の加入がプレート面に一様にあったことを示している。2 年になると基質表面の凹凸は付着物でつぶれていくが、類似性は低くなっていた。これは付着した海藻の生残や再加入が徐々に異なってきたためと考えられる。

そこで、プレートの材質や表面形状の違いと海藻植生の関係を検討するために、類似比から単純連結法によりデンドログラムを図-6 に示した。しかし、表面の凹凸

の違いなどは明確には判別できなかった。

定量採集による分析結果から、動物群集の類似性を検討するため、木元の類似度指数 ($C\pi$) を用いて表-4 に示した。値は非常に類似性が高いことを示しており、設置後 2 年目になるとプレートによる違いはみられなくなった。

表-4 動物群集の類似マトリックス

B	0.839	2005年3月			
C	0.935	0.942			
D	0.973	0.929	0.982		
E	0.978	0.930	0.970	0.993	
H	0.867	0.993	0.962	0.947	0.944
	A	B	C	D	E

2005年3月

表-3 海藻植生の類似マトリックス

B	0.28									
C	0.18	0.93								
D	0.20	0.99	0.94							
E	0.80	0.66	0.51	0.56						
F	0.23	0.34	0.25	0.32	0.37					
G	0.84	0.57	0.48	0.47	0.92	0.27				
H	0.23	0.98	0.89	0.97	0.66	0.37	0.56			
ブロック	0.12	0.42	0.33	0.43	0.30	0.77	0.21	0.45		
護岸	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02	0.12	0.02	0.02	0.03	
	A	B	C	D	E	F	G	H	ブロック	

2004年3月

B	0.32																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
---	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

2005年3月

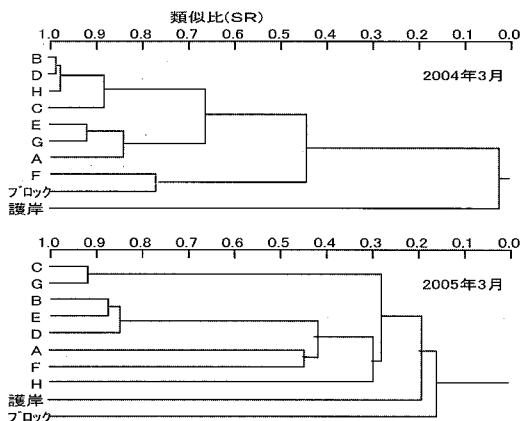


図-6 海藻植生のデンドログラム

海藻については尾崎ら (2000) による藻礁ブロックの凹凸が多年生のカジメの着生に大きく関与しているという報告がある。また、動物については横山ら (2003) は生物群集の変化が付着基盤の構成材料と表面性状に依存しているとしている点と異なっている。

本実験で用いたプレートの表面の凹凸は大きいものでも 1~2 cm 程度であった。この程度では設置場所に種苗が大量にある場合には被害や競合生物がないということだけで十分効果があり、平滑よりも凹凸のある方が着生がよいという程度の違いになったと考えられる。しかし、初期の入植はその後の藻場の拡大には大きく関与することは明らかであるため、形状の検討は必要であろう。材質の違いは本実験では比較できなかった。

5. 考 察

(1) 被覆ブロック利用について

護岸の小段は E 護岸 DL - 3.5 m, G 護岸 DL ± 0 m であったが、プレートを高さ約 50 cm のブロック上に装着することで、光条件が良くなり、ブロックが小段平面から突出することによって潮通しが良く、浮泥が溜まりにくくなる。また、ブロックは 10 基程度連続して置かれたために、流れの緩やかな部分でもでき、アカモクなどホンダワラ類の卵が滞留しやすい部分ができたと考えられる。この点については古川ら (1994) の凸部周辺の流速分布を水槽実験で検討している報告に詳しい。本実験では実際に多くのアカモクの幼体が着生したことから、翌年も着生したことはブロックが凸部分の効果を現していたといえる。さらに、このブロックのプレート上に初年度大量に生育したアカモクは周辺に卵を散布したと予測される。養父ら (2000) は藻礁ブロックからカジメの分布拡大速度約 500 m/年としている。アカモクの卵はカジメ孢子よりも、大きく重いいため、比較的ブロック周

辺に落下することが予測される。その点においてもブロックの高さは散布範囲を広げると考えられる。

(2) プレート設置の効果について

新しいプレート表面には、付着動植物や海藻を捕食する動物がほとんど生息していない。また、設置時に入植する海藻の孢子や卵の着底を妨げる競合海藻もないために、新しい付着面を目的の海藻の成熟時期に提供、設置することは最も効率の良い方法である。着生した種苗が1年後に成熟して種苗を放出し、藻場を拡大させるため、より多くの種苗が付着していることが望まれる。

宇都宮ら(1995)は自然海域に投石して代替藻場を造成した際に、基盤の造成時期が孢子放出を逸した場所では、基質に他の生物が優先して入植し、その後大量に遊走子が到達しても基質に着底できなかったり、微小な甲殻類に食べられたりしてクロメの藻場形成の時期が2~3年遅れたと報告している。

上述の点からもプレートの表面に凹凸をつけて着生量をより多くしようとする場合には、2, 3年経過しても凹凸が残る程度の形状であることがよいと考えられる。

6. ま と め

以下に主要な結論について示す。

a) 海藻付着促進用プレートは設置場所によって効果は異なっていたが、被覆ブロック表面および既存護岸の状況と比較するとプレートの効果は明確であった。設置時期を対象種の成熟時期に一致させたことと、新しいプレート表面の凹凸がさらにホンダワラ類の卵の集積を促したと考えられた。

b) 2年目以降は海藻や動物の付着により凹凸部分は減少し、初期ほどの効果はないものの、新規加入の基盤としてまだ機能していると考えられた。藻場の早期形成に有効な手法であることが示唆された。

c) プレートの表面形状は、初期加入だけが必要な場合には小さな凹凸でも効果があるが、設置後も効果を必要とする場合には2, 3年経過して付着物に覆われても

凹凸が残るような形状である必要があることが有効であると考えられた。

d) プレートの設置方法として高さのある被覆ブロックを用いることは、流れ、光条件、浮泥の面から有効な手段であり、海藻着生後も藻場の拡大にも役立つことが示唆された。

本実験は、(財)港湾空間高度化環境研究センターが事務局となり、既存護岸において藻場造成手法の有効性を確認することを目的に発足した民間から構成されたWAVE藻場造成研究会が行いました。

参 考 文 献

- 浅井正・小笹博昭・村上和男(1997):ブロック式構造物への海洋生物の着生実験とその着生状況について、港湾技研資料, No. 881, pp. 3-41.
- 石原寿・大島輝彦・藤崎雄一・佐伯武俊(1987):伊方発電所3号機敷地造成に伴う代替藻場マウンドの造成について、電力土木, No. 210, pp. 58-63.
- 伊藤秀三・宮田逸夫・田川日出夫・中西哲・矢野悟道(1977):群落の組成と構造, 植物生態学講座2, 朝倉書店, 東京, 332pp.
- 宇都宮猛・大林政文・吉田幸夫(1994):伊方発電所3号機敷地造成に伴う代替藻場マウンドの造成について、電力土木, No. 257, pp. 74-83.
- 尾崎正明・伊藤利加・二宮早由子・帯津直彦(2000):関西国際空港護岸での藻場造成ならびにその広がり、土木学会第55回年次学術講演会, VII-265.
- 木元新作(1976):動物群集研究法Ⅰ多様性と種類組成, 東京, 192pp.
- 田川日出夫・沖野外輝夫(1979):生態遷移研究法, 生態学研究法講座10, 共立出版, 東京, 171pp.
- 古川恵太・室善一朗・細川恭史(1994):港湾構造物への生物付着促進のための凸部周辺の流速分布に関する検討, 港研報告, 第33巻, 第3号, pp. 3-25.
- 養父恒夫・伊藤利加・二宮早由子・帯津直彦(2000):空港島緩傾斜護岸の藻場造成, 関西空港関連環境保全技術論文集, pp. 123-133.
- 横山隆司・小國嘉之・藤原吉美・中原紘之(2003):環境配慮型岸壁に形成される生物群集構造の評価, 海岸工学論文集, 第50巻, pp. 1211-1215.