

水産資源保全・増殖型沿岸構造物の開発

Improvement of Functions of Coastal Structures for
Preservation and Propagation of Fishery Resources

谷 野 賢 二

Kenji YANO

1. はじめに

1992年、6月にブラジルで開催された環境と開発に関する国連会議、いわゆる地球サミットは地球の環境と開発問題に対し、「持続可能な開発」として「将来の世代の要求を満たしつつ、現在の世代の要求を満足させるような開発」という概念を採択した。この持続可能な開発は自然環境や生態系保全型の開発、生態学的開発を指すもので、様々な分野でそのための努力がなされるようになってきた。こうした流れの中、港湾・漁港の整備や海岸保全においては、防波堤等の沿岸構造物に周辺の自然環境と調和し協調する機能を備えることが求められている。特に、磯根漁業が盛んな北海道では、港がウニ、コンブ等の磯根漁場に近接しているため、構造物に環境共生機能を付加することは、港周辺の自然環境を保全する上で重要な課題となっている。

北海道開発局では、港湾・漁港構造物周辺の生物分布調査を行い、岩礁性生物に対して構造物が天然岩礁と同様に生息場を提供していることを立証してきた（谷野ら、1993）。この結果を踏まえ、構造物のもつ生息環境形成機能をより向上させる試みが行われている（明田ら、1995a、1995b）。本文ではまず、防波堤などの沿岸構造物がいかに生態系の生息場を提供しているかを示す。つぎに、海藻群落の形成を助長する機能を備えた防波堤、護岸の開発・建設とその効果調査について紹介する。なお、海藻は地域性が強いので、コンブを対象とし、北海道の事例を中心に話をすすめる。本州の事例、研究は話の展開上必要な部分にとどめることをお断りしておく。

2. 生物と構造物の関わり

2. 1 沿岸構造物の設置に伴う環境変化

沿岸構造物の築造によって周辺海域に生ずる主な環境変化としては次のようなものが挙げられる。

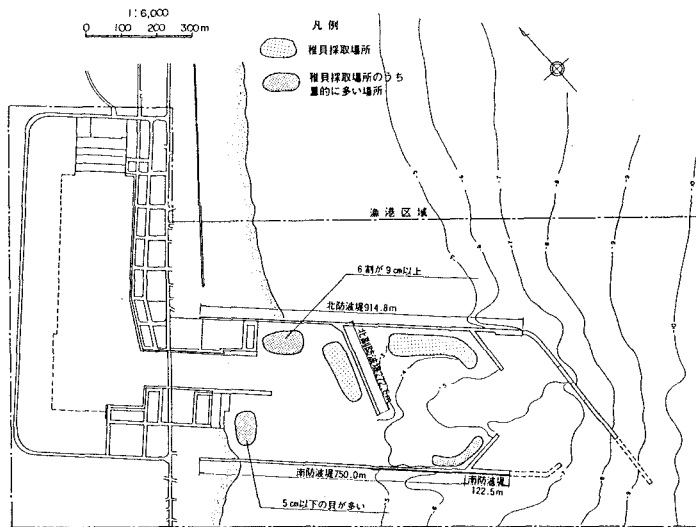
- ・ 地形変化
- ・ 海象（波浪・流れ）変化
- ・ 底質変化

これらの変化が水産生物の生息に関わる効果としては①集魚効果、②増殖効果、③保育場形成効果などがある。①はいわゆる魚礁的な効果で、魚の側からみると、寄り場所、生息場所、餌場として使われる。②はウニ、アワビ、コンブなどの磯根資源に対する新たな付着基盤の提供や、磯魚の餌場、産卵場としての機能である。上記2つは構造物の疑似岩礁効果と呼べるものであり、砂浜海岸では、新たな生態系の生息環境を創造する。③は稚魚、稚貝に対しての効果であり、構造物の設置によって波や流れが変化して静穏な領域や、静穏でかつ渦流による滞留域を提供するものである。これには、構造物断面寸法の規模と構造物の平面的な延長の規模で影響が及ぶものがある。

③の例として港内に卓越したホッキ生息域が形成された例を示す。表-1は天津漁協における過去10ヶ年間のホッキガイ漁獲状況である。地元の天津漁港が昭和54年に開港して以来、昭和57年頃と平成4年

表－１ 大津漁協における過去１０ヶ年のホッキガイ漁獲状況

年	漁獲量 t	漁獲金額 円	若令貝採捕量 t
昭和 6 0 年	5 2	4 1	
昭和 6 1 年	3 5	2 4	
昭和 6 2 年	3 6	2 4	
昭和 6 3 年	3 3	2 1	
平成 元 年	3 2	2 1	
平成 2 年	2 0	1 6	
平成 3 年	1 9	1 6	1 7 . 0
平成 4 年	2 2	1 7	
平成 5 年	2 9	2 2	
平成 6 年	2 7	1 9	
			8 . 4



図－１ 大津漁港内の稚貝採取場所

以降漁港内で6～7mmサイズの若令貝を採捕している（図－１）。採捕した若令貝は大津漁港から湧洞浜にかけての4ヶ所と浦幌町厚内地区に放流している。同表で注目されるのは、平成4年度の漁港内の若令貝採捕量は漁獲量の77%にもおよんでいることである。

次節以降では、具体的な事例により、生物と岩礁としての構造物の関わりを紹介する。

2. 2 構造物の岩礁機能

防波堤は港湾内水域の静穏度を確保することを第一の目的として建設されるものであるが、岩礁にすむ生物に対する一種の築磯機能に着目し、各地で防波堤周辺の生物生息分布状況調査が行われている。表－２は北海道の港湾・漁港構造物に出現した底生生物の種類数である。比較のために近隣の天然岩礁に出現した底生生物の種類数もあわせて示している。植物、動物とも種類数は両基質とも同様な値を示しており、人工構造物が多様な生態系の生息場として寄与しているようすがわかる。

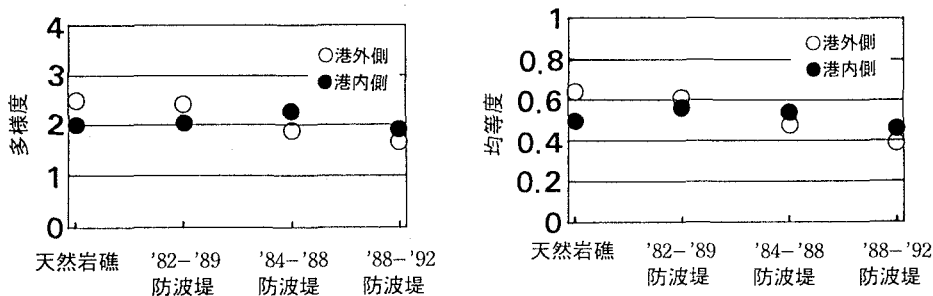
構造物を疑似岩礁としてとらえた場合、構造物の設置により新たに形成される生態系が、周辺海域の天然岩礁域の生態系とよく似ていることが1つの目安となるであろう。そこで、比較の尺度として「種の豊富さ」「それぞれの種の個体数」を含んだ指標である「多様度」と「それぞれの種の個体数が同じ程度かどうか」を表す「均等度」を用いて、構造物の生息場としての機能を評価してみた（佐々木ほか、1994）。瀬棚港

表－２ 北海道の港湾・漁港構造物に出現した底生生物の種類数

港 名	基礎の 区別	水深帯 (m)	出現動物の種類数							資料数	調査時期
			軟体	節足	棘皮	原索	環形	その他	合計		
香形港	N	1～11	11	3	7	1			22	34	JE, '94
石狩湾新港	A	1～15	20	5	11	4	1		37	45	JY, '93
落石漁港	N	0～12	3	1	3			1	8	17	JE, '94
"	N	3～13	8	4	4				16	15	NOV, '94
大島漁港	N	5～15	15	19	1	2	11	3	51	3	JY, '94
"	N	5～15	13	25	2	2	15	5	62	3	JE, '93
江差港	N	0～10	29	40	3	2	24	8	106	4	AUG, '94
"	N	0～10	23	33	1	3	21	4	85	4	NOV, '94
様似漁港	N	0～4	27	25	3	3	18	10	86	5	OCT, '94
"	A	0～6	15	29	2	3	11	4	64	8	OCT, '94
瀬棚港	N	0～10	26	9	7	5	5	4	56	5	SEP, '92
"	A	0～12	38	10	6	4	7	5	70	16	"
松前港	N	0～8	18	9	6	1	2	1	37	5	"
"	A	0～12	26	9	4	4	3	2	47	4	"

港 名	基礎の 区別	水深帯 (m)	出現植物の種類数						資料数	調査時期
			緑藻	褐藻	紅藻	種子植物	その他	合計		
香形港	N	1～11	2	9	16	1		28	34	JE, '94
石狩湾新港	A	1～15	1	9	9			19	45	JY, '93
落石漁港	N	0～12		7	12	1		19	17	JE, '94
"	N	3～13		5	4	1		9	15	NOV, '94
大島漁港	N	5～15	1	10	11			22	3	JY, '94
"	N	5～15	3	11	9		5	23	3	JE, '93
江差港	N	0～10		9	21		10	30	4	AUG, '94
"	N	0～10	1	8	25	1		35	4	NOV, '94
様似漁港	N	0～4	1	5	14	1		21	5	OCT, '94
"	A	0～6	3	3	8			14	8	OCT, '94
瀬棚港	N	0～10		5	14	1		20	5	SEP, '92
"	A	0～12	2	7	13			22	16	"
松前港	N	0～8	1	2	7	1		11	5	"
"	A	0～12	1	2	3			6	4	"

A:防波堤、N:天然岩礁



図－２ 瀬棚港防波堤と天然岩礁域に出現した動物の多様度、均等度

における天然岩礁および防波堤の各区域の動物の多様度、均等度を図－２に示す。

図－２によれば、防波堤の外側では多様度、均等度とも基質が古くなるに従い、天然岩礁に近づく傾向がみられる。一方、防波堤の内側では、基質の新旧に関係なく天然岩礁と同程度である。防波堤の内側では基質の新旧以外の環境因子が生態系の構造に影響していると推測される。多様度指数を用いた比較評価では、防波堤等の人工構造物でも施工後概ね１０年以上経過すると天然岩礁と同様な生態系が形成されると推定される。

２．３ 防波堤の磯根資源生産力

北海道北端の利尻島鬼脇港における島防波堤消波ブロック（１９９１年９月施工）上のキタムラサキウニの殻

径別個体数を図-3に示す。1994年8月では殻径3cm以下の個体が多かったのに対し、1995年8月では3cm以上の個体の割合が増加している。新たな付着基盤の出現に対し、キタムラサキウニが定着して生長していることが推測される。

ここで、防波堤の生息場としての機能をウニの資源量で表現してみる。対象港は北海道の日本海側に位置する石狩湾新港と太平洋岸に位置する苫小牧港（東港区）である。両港はともに砂浜海岸に建設された港湾である。

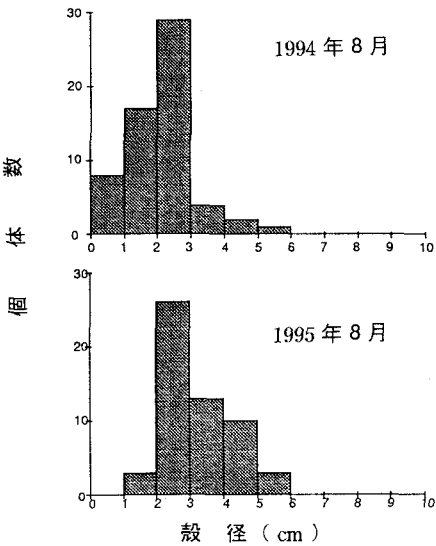


図-3 鬼脇港におけるキタムラサキウニの殻径別個体数 (0.25㎡あたり)

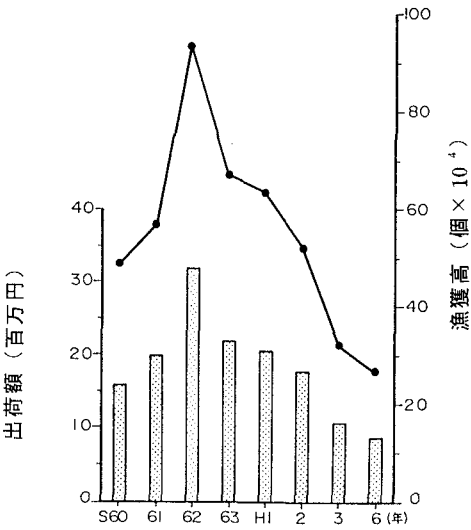


図-4 石狩湾新港防波堤からのウニ類の採捕量と出荷額

(1) 石狩湾新港

図-4は石狩湾新港の防波堤から石狩漁協が特採したウニの漁獲高を示している。石狩湾新港の兩岸15kmは砂浜海岸である。そのため、石狩漁協は磯根漁場をもたないが、磯焼けの日本海でよくみられる殻は大きいが入りの悪いウニを北防波堤（延長 3.9km）と島防波堤（延長1.2km）から採捕し、種苗として出荷している。同図によれば、昭和62年をピークに漁獲高が減少している。これは防波堤前面の消波工の延伸により採捕の容易な場所が減少したこと、防波堤基礎マウンドへの堆砂によりウニの生息域が減少したことによるものである。昭和62年のウニの生息密度は最大で11.8個体/㎡、平均で4.0個体/㎡であった。また、同じ日本海の留萌漁協では、留萌港の南防波堤および西防波堤から毎年10～40万粒のウニを採捕し、近隣漁場（礼受、瀬越、三泊）へ移植している。

(2) 苫小牧港（東港区）

苫小牧港（東港区）の東防波堤の内側のウニ類の資源量を推定するため、防波堤を4区に分け、各区で1㎡方形枠を用いて写真撮影を行った。調査地点は立ち入り禁止区域を除き、各区の中央部を選定した。写真撮影は防波堤の堤体上端から根固めブロック・被覆ブロック・捨て石にかけて測量テープを設置して行い、また透明度が悪い場合には目視観察も行った。

エゾバフンウニの生息密度は最大で2.0個体/㎡、キタムラサキウニは各地点で0.1個体/㎡であった。東防波堤の内側のウニ類の資源量を推定すると、防波堤延長4.6kmに対してエゾバフンウニは総個体数118,000個、キタムラサキウニは5,000個が見込まれた。

2. 4 産卵礁としての防波堤・護岸の機能

(1) ヤリイカ産卵場調査

春先、ヤリイカが産卵回遊のために、道南の渡島支庁、後志支庁管内の沿岸域に接岸しており、近隣の港湾、漁港でもしばしば観察される。天然岩礁域におけるヤリイカの産卵場所は、岩棚の棚天井や亀裂、岩と岩の隙間に産卵していることが多い。香深港、杓形港では古い岸壁の打ち継ぎ目に産卵していた例もあり、岸壁以外の構造物、例えば防波堤等への産卵が推測される。そこで、平成7年度春季に、北海道日本海側に位置する福島、江良、青苗、須築、寿都、元地、鉄府などの各漁港および松前、香深、船泊などの各港湾において、港内外におけるヤリイカ産卵の有無の調査が行われた。

(2) 防波堤・護岸への産卵例

構造物へのヤリイカの産卵は調査したほとんどの港で確認された。江良漁港における産卵場を図-5に示す。図-6は消波ブロックで確認されたヤリイカの卵囊である。構造物への産卵の特徴として、①潮通しがよいところ、②外側ブロックより照度の低い内側ブロックの下部、③基質への付着生物が少ないところに産卵している、ことなどが挙げられる。鉄府漁港では、一見産卵に適さない海藻(ケウルシグサ)、ワイヤーロープ等への産卵も確認された。

これまでの調査結果から、港はヤリイカの産卵場になっていることが分かったので、ヤリイカが産卵のため回遊して来る港では、防波堤や岸壁等にヤリイカの産卵場の機能を付加すれば、港そのものがヤリイカの再生産に寄与することが可能となろう。

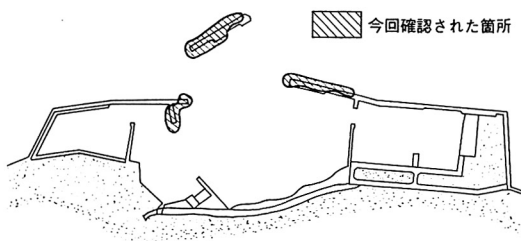


図-5 港周辺のヤリイカの産卵場(江良漁港、北海道、1995年4月)

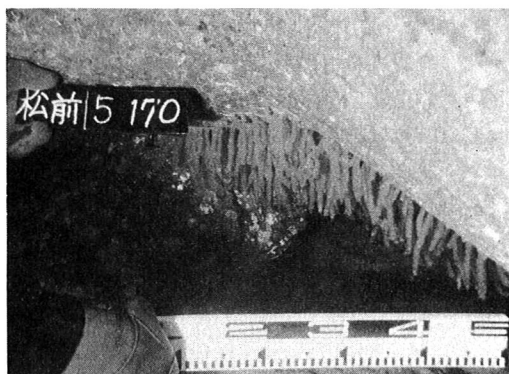


図-6 消波ブロック上のヤリイカの卵囊(松前港、北海道、1995年4月)

3. 藻場機能付き防波堤・護岸の開発

3. 1 開発の方針

先に示したように、防波堤など港の施設は岩礁性生物に対し生息場を提供し、多様な生態系が形成されている。構造物のもつ環境共生機能をより高めるための技術開発の対象として、コンブを中心とした藻場に着眼した。藻場は魚介類の魚介類の産卵場、保育場、餌料場として、あるいは海域における多様な生態系の保全・育成の場として重要である。

ここで求められる技術と既にあるコンブ増殖場造成技術(たとえば、増殖場造成指針作成委員会編、1982)との違いは、前者は防波堤や護岸などが対象であり、構造物本来の機能を損なわないかあるいはさらに向上させた上で資源保全・増殖機能を高めなければならない点にある。

3. 2 どんな基質がよいか

藻場造成ではコンクリートブロックと自然石が用いられる。北海道では、良質のコンブが多く着生し、そ

の効果が長くつづくとの理由で自然石を歓迎する声が強い。この理由が成り立つのは特定の条件が満たされるときであり、それは50～60kgの小型石材の使用と投入場所として時々砂をかぶる平盤上である（川嶋、1992）。コンクリートと自然石が比較された当時では、両者は大きさも形も全く違出し、沈設された環境条件もまた様ではないのであるから、同じ土俵の上で相撲を取ることができないのである（川嶋、1992）。

コンクリートブロックについては、「3年目以降は海藻が付かなくなる」のではなく、他海藻の密生によって、漁業者にとって有用なコンブが付かないだけなのである。コンクリート基質の問題では必ず磯焼けが取りざたされるので、これについて若干説明する。磯焼けとは平たくいうと「何らかの原因によって図-7

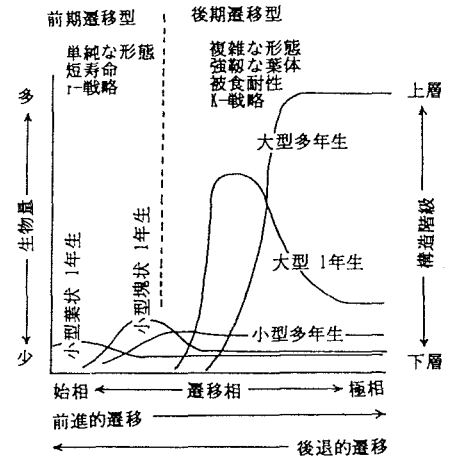
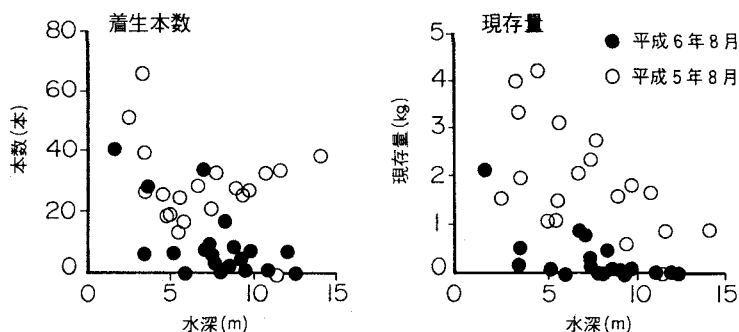


図-7 藻類群落の遷移（富士、1995）

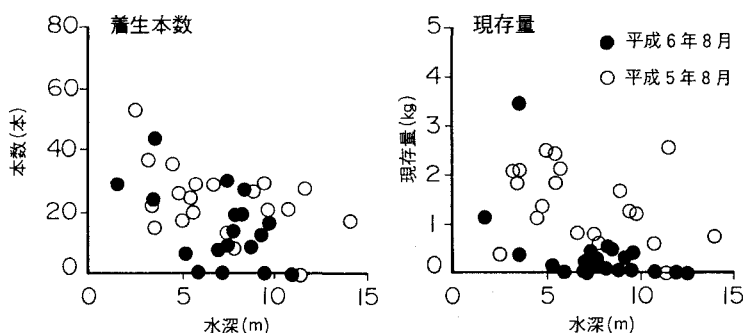
（たとえば、日経コンストラクション、1994）わけではない。

また、防波堤や護岸などは、コンクリート表面から溶出する強アルカリ成分により、海産生物の幼稚仔に生育阻害を生じさせることが危惧されている（石田ら、1984；鈴木ら、1992）。そこで、強アルカリ成分の溶出を防ぐために、硫酸第一鉄を主成分とする表面処理剤を塗布しコンクリート表面を基質置換したコンクリートブロックを「藻礁」と称して、昭和50年代後半頃から藻場造成やアワビ・ウニ礁として試験的に施工されてきた（徳田ら、1991）。

コンクリート表面を硫酸第一鉄により基質置換する効果として、「海藻の繁茂初期に小型海藻の着生を早め、石灰藻の繁茂を抑制し、大型海藻への移行を促進する」ことが現地調査に基づき推測されている（大野ら、1990）。また、基質置換した効果は永続せず、数年で普通コンクリートと同様に、周辺藻場の繁茂状況と同じになること、さらに、基質の設置時期や設置場所により、効果の有無や発現にバラツキがあることが分かってきた（大野ら、1985a、1985b、1990；石川ら、1987；渡辺ら、1989；大野、1992）。しかしながら、既往調査事例の多くは、基質置換したコンクリートに着生した海藻群落の目視調査であり、普通コンクリートと基質置換したコンクリートを同一条件下で定量的に比較検討した事例は少なく、統計学的な厳密性に欠ける場合が多い。そのため、その効果については明確な結論が得られていない。明田ら（1995a）は、施工中の捨ブロック式傾斜堤の水深約2～15mに設置された硫酸第一鉄で表面処理したコンクリートブロック（処理ブロック）と普通コンクリートブロック（未処理ブロック）の海藻着生量を調査した。処理ブロック、未処理ブロックの着生本数、現存量（図-8参照）の差について有意検定を行った結果、表-3に示すように、施工後1年目は有意である可能性が示されたが、施工後2年目は、処理ブロック、未処理ブロックへの海藻着生に有為な差は認められず、施工後時間の経過に伴い、海藻繁茂状況が類似してきたことを示した。



図－8a 水深別の着生本数と現存量（処理ブロック）



図－8b 水深別の着生本数と現存量（未処理ブロック）

表－3 有意検定の結果

	平成5年度	平成6年度
着生本数	P>0.1 : 有意でない	P=0.35 : 有意でない
現 存 量	P=0.065 有意である可能性がある	P=0.62 : 有意でない

3. 3 どんな表面がよいか（微地形の効果）

川嶋（1992）は、コンブの着生様式についての数多くの事例から、ブロックや自然石の縁辺部、平盤礁の溝の縁など隅角部に集中的に着生することに着目し、着生基盤と着生様式が単純な法則性で結びついていると考えた。微地形の効果としては、投石材は丸みが強い川石より山から切り出した角張った山石がよい結果を示すこと、コンブなどの大型海藻では最低数センチメートルから数十センチの凹凸が必要であり、通常話題となる数ミリメートル程度の凹凸は効果がないことが経験的に知られている（三本菅、1987）。構造物につけられた凹凸は流れの滞留域を形成し、遊走子の着底を促進すると予想されている。綿貫ら（1987）はコンクリート天端面を石区、溝区、筋区、平滑区の4種類に加工したブロックにより海藻の着生状況を調査し、ツルアラメなどのコンブ科の藻場造成用ブロックには、大きな粗さの起伏等に加えて、小さな孔や溝の微少地形のある形状が有効であることを確認した。このような微地形の効果について、寺脇（1988）はコンクリート天端上の突起物の角度が大きいほどカジメの生育密度が高くなると報告している。

これをうけて、川崎ら（1991）は突起物の角度と着生密度の関係を室内実験により調べ、突起物前面では、角度と遊走子平均密度との間に角度120度までの範囲でほぼ比例関係があること、遊走子の平均着生密度は流速の増大（10cm/s）とともに急激に低下することを確認した。しかし、突起物の上面、後面では角度の効果は見られない。これらは、一般的に考えられている「突起背後に形成される流れの滞留域（古川ほか、1994）での遊走子のトラップー着生」という機構とは反対の結果となっており、突起物への着生機構についてはよく分かっていない。

凹凸とは区別しうる形状として多孔質がある。図-9は火力発電所の使用済み脱硫剤とモルタルを配合して成形した軽量多孔質の新素材で、主成分は石膏である。海藻の着生状況はよいようであり、着生機構も含めたデータの蓄積が望まれる。



図-9 藻礁用多孔質材

3. 4 どんな構造形式がよいか

岩面傾斜度に対する海藻と動物の占める割合（相対被度）を比較すると、傾斜が緩いと海藻が多くしめるのに対し、傾斜が増すにつれて海藻が減少し、動物の増加する現象が顕著に現れる（今野、1978）。図-10に示すように、着生基盤の傾斜が緩い場合は、日当たりの確保に方位の影響が小さいので海藻の出現量の方位による差が少ないのに対し、基盤が直立の場合、方位による差が大きい（小笹ほか、1994）。したがって、構造形式としては、水平面あるいは緩傾斜面をできるだけ確保できるものが選択される。

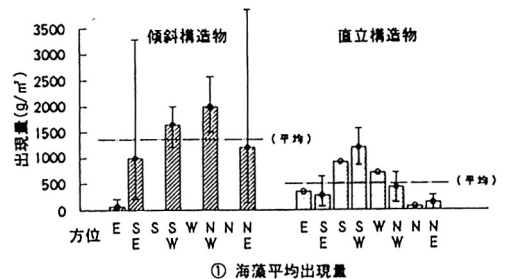


図-10 構造別・方位別海藻平均出現量（小笹ら、1994）

3. 5 どんな場所がよいのか

砂浜域での適地選定の条件として、①周辺に遊走子の放出源となる海藻群落の存在、②遊走子の密度分布、③候補地の浮泥堆積状況、④好適水深範囲などがあらかじめ分かっていることが必要である（川崎ら、1991）。①については、先に示した石狩湾新港のような例もあり、地理的な条件だけでは決まらず、海岸流の効果も加味する必要がある。

物理環境としては、気象（風、日照）・海象（流れ、波浪）、水質（水温、塩分、透明度、濁度、栄養塩濃度、pH、COD、SS）などがある。海藻は海水中から栄養分を吸収して生長するため、海藻を通過する流れの規模が極めて重要である。経験的に、流れの弱い港の中では、海藻は生長が悪いことが知られている。構造物の設計にあたっては、構造物周辺の流れを調べ、必要なら流れの確保を図らなければならない。

生物環境として重要なことは害敵、競合生物の存在である。磯焼け地帯の日本海側に多く分布するキタムラサキウニが1㎡あたり200g以上分布すると海藻の植生に大きな影響を与える（菊池ら、1981）。キタムラサキウニ1個50gとすると、1㎡あたり4個体以下にしないと（約3個体/㎡、沢田ら、1981）海藻は生えないことになる。ミツイシコンブ地帯の井寒台漁場（三石町）では、エゾバフンウニの生息密度8個体/㎡は餌料の量に比して余裕があるとみられている（富士、1969）。

3. 6 まとめ

以上の検討に基づき、従来の沿岸構造物のもつ海藻着生機能の評価すると表－４のようになる。

表－４ 沿岸構造物の海藻着生機能の評価

構造物の形式	微地形	基面傾斜度	流 れ
傾斜堤	△	△	○
混成堤	×	×	○
人工リーフ	△	◎	◎
直立護岸	×	×	○
緩傾斜護岸	△	◎	○
消波工	△	△	○
背後盛石	△	◎	×

このような沿岸構造物の特徴を踏まえ、海藻着生・生長に好適な形態的・物理的条件を満足するように必要な改善を図ることにより、構造物の環境共生機能の向上が見込まれる。食圧としての生物環境の改善については後述する。

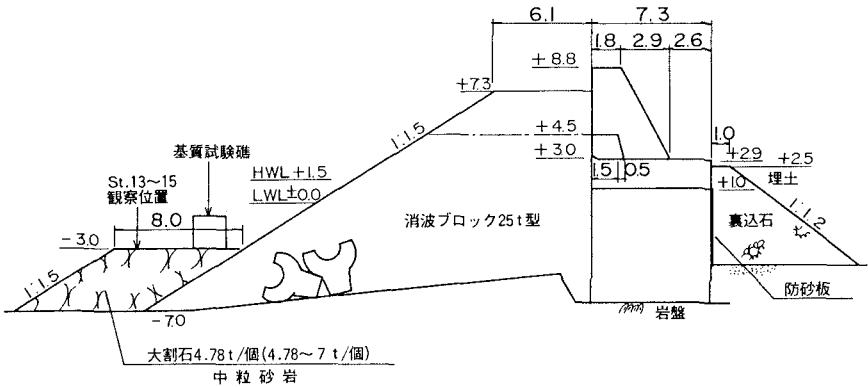
4. 防波堤・護岸の設計・施工

4. 1 北海道における事例

北海道開発局が藻場機能付き防波堤・護岸として採用した断面形状は、複断面消波工（浦河港）および複断面傾斜堤（杵形港、様似漁港）である。いずれも、大型海藻がよく生育している水深帯に水平な小段を設けることにより、通常の断面形よりも海藻の着生・生育環境が向上すると期待される。

(1) 浦河港

図－11は浦河港護岸複断面消波工である。消波工を複断面にすることで消波性能が高まることが知られている（榎木亨ら、1985）。ここでは、護岸背後への越波防止の観点から、消波工の本米の機能を強化するとともに、海藻生育環境の向上を図っている。小段の総延長は68m であり、小段の基質は大割石（延長 48m）と25t コンクリートブロック（延長 20m）の 2 種類である。小段の天端水深は 3mである。



図－11 護岸複断面消波工（浦河港、北海道）

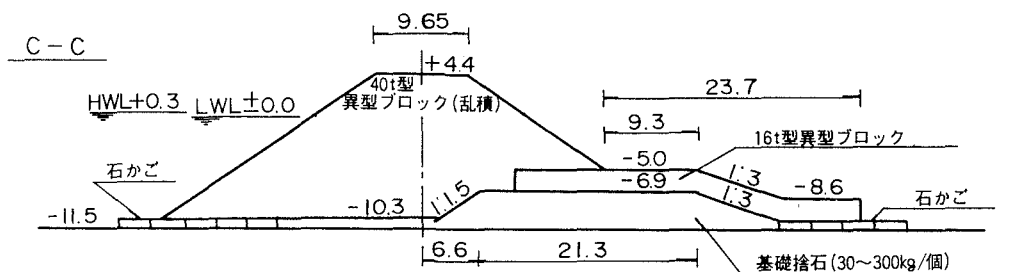


図-12 複断面傾斜堤（沓形港、北海道）

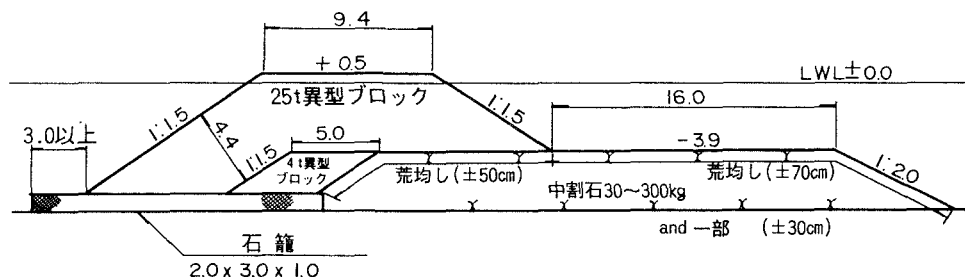


図-13 複断面傾斜堤（様似漁港、北海道）

（２）沓形港

沓形港の島防波堤では、港内側（防波堤背後側）から作用する波が沖側同様に高い。そこで背後からの波に対する消波効果を向上させるために、傾斜堤構造の島防波堤背後の一部に浦河港の場合と同様に小段が設置された構造（図-12参照）となっている。島防波堤の設置水深が-12mと深いことから、小段による浅場の造成が海藻群落の形成にどのように寄与するか期待される。

（３）様似漁港

北海道でも有数のコンブ生産地である日高沿岸に位置する様似漁港の護岸建設に際して、護岸の越波防止機能は保ちつつ、護岸前面にあるコンブ群落の保全と新たなコンブ群落を創出するために、護岸消波工は図-13に示すように背後小段部を有する複断面傾斜堤とした。表面形状の効果を調べるため、背後小段は±30cmと±70cmの２種類の均し精度で施工した。護岸と消波工を２重堤構造にすることにより、両者の間に低波浪水域が形成される。これは生物の生息環境を緩和する効果がある。

４．２ 海藻着生状況の例（様似漁港）

施工前の潜水目視調査から、天然岩礁域及び既設防波堤の根固方塊ブロックには、12種類の海藻（優占種はミツイシコンブ；被度10～80％、サビ亜科；被度５％未満～80％）、11種類の底生動物が確認された。一方、複断面傾斜堤予定地点では既設防波堤のマウンド割石上に２種類の海藻、７種類の底生動物が確認された以外は、砂地では海藻、底生動物ともに確認できなかった。

施工後の海藻の出現種類数の推移を図-14に示す。天然岩礁域に出現した海藻の種類数は、季節的な変動が見られ13～25種類であった。消波ブロック部及び小段部は、施工後時間経過に伴い出現する海藻の種類数は増加し、天然岩礁域に漸近してきた。

5. 今後の展開と課題

先に述べたように、藻場造成にとって重要な課題は害敵である藻食動物の食圧を軽減することである。北海道は磯焼け地帯における漁場開発を図るため、ウニ除去を主体とした海藻群落造成技術の開発と除去した身入りの悪いウニの有効利用技術の開発を行っている（北海道、1994）。その概略のフローチャートを図-15に示す。

こうした磯焼け対策を沿岸構造物により側面から支援する方策として、北海道開発局の「磯焼け回復漁港」構想がある。これは磯焼け地帯の漁港域で、藻場造成機能付き構造物などにより海中林の造成を図り、漁港に母藻、胞子供給の拠点としての役割を持たせようとするものである。同時に、周辺海域から除去したウニの給餌養殖の場を漁港に整備し、計画的に管理、出荷することによって漁港自体を水産の場として機能させ、活用を図るものである。「磯焼け回復漁港」の概念図を図-16に示す。

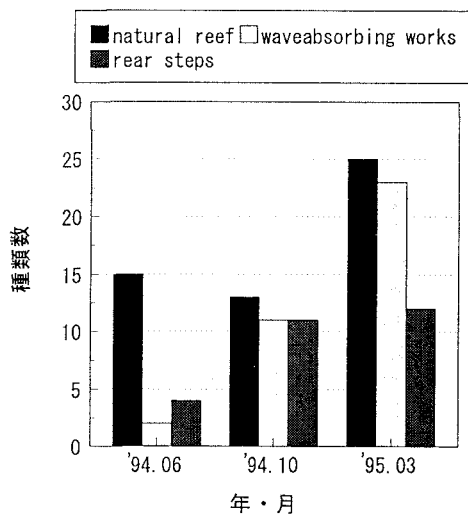


図-14 海藻の出現種類数の推移

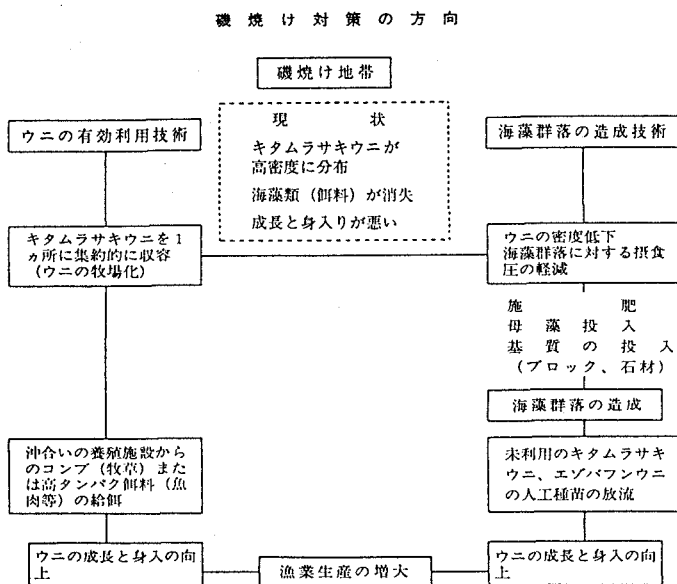


図-15 磯焼け対策フローチャート（松山、1991）

6. おわりに

本文で示したように、港の構造物は生物の生息場として機能し、その周辺では豊かな生態系が営まれている。この機能を向上させる方策として藻場機能付き沿岸構造物を取り上げ、藻場造成に必要な条件を整理した。また、実際の施工例を紹介し、藻場形成の可能性を示した。構造物の効果調査は今後も引き続き実施し、

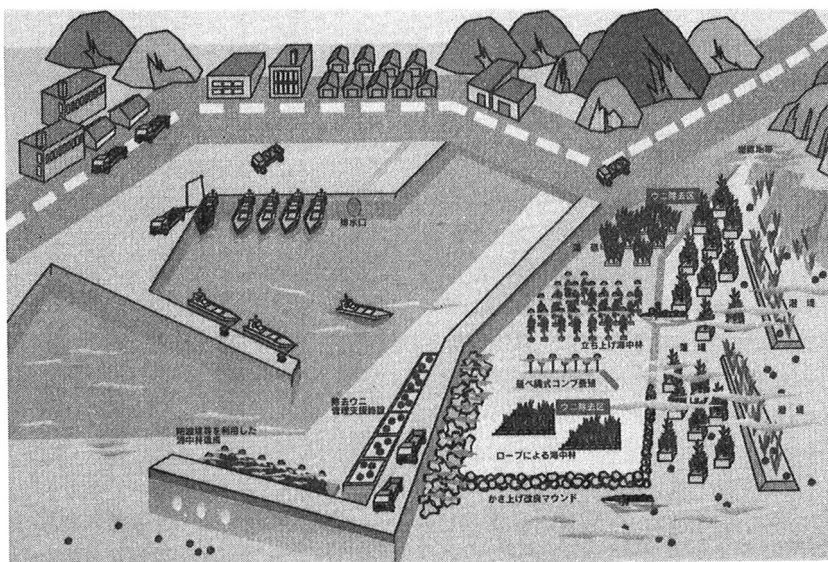


図-16 「磯焼け回復漁港」概念図

データの蓄積に努めたい。北海道開発局では今後も同様の構造物を設置場所の条件に応じた改良を行いながら建設を進める予定である。また、保全・増殖の対象を海藻以外にも広げ、自然との共生技術の充実を図っていきたいと考えている。

ヤリイカの産卵が調査した多くの港で確認されたので、今後構造物の建設にあたってはヤリイカの産卵への配慮も検討していく。図-17はヤリイカ産卵礁としての機能を持つように設計された被覆ブロックである。ヤリイカの産卵が確認された港で試験施工し、効果の確認を行っていく予定である。

本文により、水工技術者が沿岸構造物の持つ環境形成機能への理解とそれに関わりのある生物生態に関心を持ていただければ幸いである。



図-17 ヤリイカ産卵礁機能付き被覆ブロック

参考文献

- 明田定満・谷野賢二・高橋義昭(1995a)：コンクリート構造物への海藻群落形成について－普通コンクリートと硫酸第一鉄で表面基質置換したコンクリートとの比較、海洋開発論文集Vol. 11, pp. 145-150.
- 明田定満・谷野賢二・小野寺利治(1995b)：背後小段部を有する低天端傾斜堤への海藻群落形成について、土木学会第50回年次学術講演会講演要旨集、第2部.
- 石川美樹・阿部邦雄・鈴木哲緒(1987)：海藻魚礁（高知・手結）報告2報、海藻魚礁ニュース、NO. 8、pp. 4-11
- 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、VOL. 21 NO. 1、pp. 25-28、1984.

- 大野正夫・石川美樹(1985a)：高知県手結・海藻漁礁試験、海藻魚礁ニュース、NO. 4、pp. 1-12
- 大野正夫・石川美樹(1985b)：高知県手結・海藻漁礁試験(2)、海藻魚礁ニュース、NO. 5、pp. 1-5
- 大野正夫・井本善次(1990)：室戸海岸に投入されたシーWグリーン塗装離岸堤への海藻の着生効果(3)、海藻魚礁ニュース、NO. 13、pp. 21-23
- 大野正夫(1992)：土佐湾に沈設された硫酸第一鉄塗装藻礁の海藻植生の遷移、海藻魚礁ニュース、NO. 14、pp. 17-25
- 小笹博昭・室善一郎・中瀬浩太・綿貫啓・山本秀一(1994)：生物にやさしい港湾構造物の研究－波浪条件および港湾構造物形式よりみた付着生物群集－、海岸工学論文集 第41巻(2)、pp. 1016-1020.
- 川嶋昭二(1992)：コンブの着生基質と着生様式についての提言、海藻魚礁ニュース No. 14、pp. 35-41.
- 川崎保夫・寺脇利信・長谷川寛・平口博丸・後藤弘・荒木洋・飯塚貞二(1991)：海中林造成技術の実証 第3報 三浦半島西部における造成技術、電力中央研究所報告 U91023、37p.
- 菊池吾吾・浮永久(1981)：アワビ・ウニ類とコンブ類藻場との関係、日本水産学会編、藻場・海中林、pp. 9-23、恒星社厚生閣.
- 今野敏徳：海藻群落の構造と遷移、水産土木 第15巻第1号(通巻29号)、pp. 49-52、1978.
- 佐々木紀映・明田定満・谷野賢二(1994)：防波堤周辺の底生生物分布特性について－瀬棚港を対象として－、土木学会北海道支部 論文報告集 第50号、pp. 670-675.
- 沢田満・三木文興・足助光久(1981)：コンブ藻場、日本水産学会編、藻場・海中林、pp. 130-141、恒星社厚生閣.
- 榎木亨・柳青魯・楠見正人(1985)：複合断面捨石堤の低反射効果について、第32回海岸工学講演会論文集 pp. 495-499.
- 三本菅善昭(1987)：コンブ礁、海洋科学 VOL. 19 No. 3、pp. 183-188.
- 鈴木哲緒・岩本邦夫(1992)：漁場環境の改善を図るコンクリート構造物の表面基質変換技術、海藻魚礁ニュース、NO. 14、pp. 43-47.
- 増殖場造成指針作成委員会編(1982)：2編コンブ、増殖場造成指針、pp. 7-54.
- 寺脇利信(1988)：海中林造成技術の基礎的検討 第2報 カジメ幼体の入植と人工基盤の表面形状、電力中央研究所報告 U88037、26p.
- 徳田廣・川嶋昭二・大野正夫・小河久朗編(1991)：海藻の生態と藻礁、pp. 198、緑書房
- 日経コンストラクション、1994. 11. 11、pp. 66-69.
- 富士昭(1969)：北海道のウニとその増殖、水産増養殖叢書 21、79p.、日本水産資源保護協会.
- 富士昭(1995)：世界の磯焼け現象－その現状と問題点、(株)エコニクス、地球環境シンポジウム 磯焼けの現況と課題、pp. 5-30.
- 古川恵太・善一郎・細川恭史(1994)：港湾構造物への生物付着－凸部周辺の流速分布に関する検討－、港湾技術研究所報告 第33巻 第3号、25p.
- 松山恵二(1991)：北海道の磯焼け対策、北海道栽培漁業振興公社、育てる漁業 No. 217、pp. 2-12.
- 北海道(1994)：海域特性総合利用技術開発調査報告書(磯焼けグループ)、68p.
- 谷野賢二・明田定満・佐藤仁・大森康弘・富士昭(1993)：防波堤の疑似岩礁効果について、海岸工学論文集 第40巻(2)、pp. 1151-1155.
- 渡辺美樹・大野正夫(1989)：シーWグリーン塗装海藻礁(高知県下・下結)調査報告、海藻魚礁ニュース、NO. 11、pp. 23-26
- 綿貫啓・山本秀一・新井章吾(1987)：ツルアラメ幼体の入植に及ぼす基質表面形状の影響、水産増養殖 35巻2号、pp. 69-75.