

国土技術政策総合研究所資料

TECHNICAL NOTE of
National Institute for Land and Infrastructure Management

No.1257

October 2023

海藻種・環境条件を考慮した 着生・成長を促す生育基盤の工夫の重要性に関する考察

岡田知也・秋山吉寛・内藤了二

Importance of Considering Seaweed Species and Environmental Conditions
to Promote Seaweed Growth on Artificial Substrates

OKADA Tomonari, AKIYAMA Yoshihiro B, NAITO Ryoji

国土交通省 国土技術政策総合研究所

National Institute for Land and Infrastructure Management
Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism, Japan

海藻種・環境条件を考慮した 着生・成長を促す生育基盤の工夫の重要性に関する考察

岡田知也*・秋山吉寛**・内藤了二**

要 旨

港湾におけるブルーカーボン施策を推進するにあたり、港湾における海藻の現存量の増大が重要となる。しかし、港内の環境は必ずしも海藻の生育に良好な場所とはいえず、光量不足や細粒分の堆積、食害等による様々な着生・成長の阻害要因が課題となっている。これらの課題に対して、細粒分が堆積し難い被覆ブロック等の工夫、食害を防ぐブロック形状等の工夫、海藻の着底を促すブロック形状や表面形状等の工夫、海藻の成長を促す構造物の材質等の工夫など様々な技術開発が検討されている。本資料では、111事例の生育基盤の工夫の効果について統合的に整理した。その結果、海藻種によって増殖効果が期待できる生育基盤の工夫は異なること、また、生育基盤の工夫が効果を発揮する環境指標の適切な範囲は海藻種および生育基盤の工夫によって異なることが、データに基づいて示された。他の水域で成功した工夫をただ単に真似ただけでは成功しない可能性が高く、海藻種や環境条件を適切に考慮して生育基盤の工夫を選択することが重要であることが示唆された。

キーワード：ブルーカーボン、生物共生型港湾構造物、ブルーインフラ、消波ブロック、港湾

* 港湾・沿岸海洋研究部海洋環境・危機管理研究室長

** 港湾・沿岸海洋研究部海洋環境・危機管理研究室主任研究官

〒239-0826 横須賀市長瀬3-1-1 国土交通省国土技術政策総合研究所

電話：046-844-5019 Fax：046-844-9265 email: ysk.nil-46pr@gxb.mlit.go.jp

Importance of Considering Seaweed Species and Environmental Conditions to Promote Seaweed Growth on Artificial Substrates

OKADA Tomonari^{*}
AKIYAMA Yoshihiro B.^{**}
NAITO Ryoji^{**}

Synopsis

Increasing seaweed biomass is important for promoting blue carbon initiatives in ports. However, the environment in ports is not always suitable for seaweed growth because of various factors that inhibit seaweed growth such as lack of light, accumulation of fine particles on growth substrates, and grazing. To address these issues, various technological developments in artificial seaweed substrates have been studied, including the development of a block shape that prevents accumulation of fine particles, the development of block shapes that prevent grazing, and the development of block shapes and surfaces that encourage seaweed settlement on the artificial substrates. This report integrates and summarizes the effectiveness of artificial seaweed substrates in 111 cases. The results reveal that the artificial seaweed substrates that can be expected to be effective differ depending on the seaweed species, and the appropriate range of environmental indicators for the effectiveness of artificial seaweed substrates depends on the seaweed species and substrate. Simply imitating successful artificial seaweed substrates in other waters is unlikely to be successful. It is important to select artificial seaweed substrates that appropriately consider the seaweed species and expected environmental conditions.

Key Words: Blue carbon, Green port structure, Blue infrastructure, Wave dissipating block, Port

^{*}Head of Marine Environment and Emergency Management Division, Port, Coastal and Marine Department

^{**}Senior Researcher of Marine Environment and Emergency Management Division, Port, Coastal and Marine Department
3-1-1 Nagase, Yokosuka, 239-0826 Japan

Phone: +81-46-844-5019 Fax : +81-46-844-9265 e-mail: ysk.nil-46pr@gxb.mlit.go.jp

目 次

1. はじめに	1
2. 海藻の着生・成長を促す生育基盤の工夫に関するデータベース作成	1
2.1 データ収集	1
2.2 生育基盤の工夫の区分	3
2.3 効果の定量化	4
2.4 生育を支援する方法	5
2.5 環境データ	5
3. 生育基盤の工夫の効果	6
3.1 報告書のスクリーニング結果	6
3.2 抽出結果	6
3.3 海藻の着生・成長を促す生育基盤の工夫の効果	7
4. 考察	13
5. おわりに	14
謝辞	15
参考文献	15
付録 A 解析に用いた報告書およびデータベース	17
付録 B 事例集	22

1. はじめに

脱炭素社会への取り組みが加速するなか、沿岸域における温暖化緩和策としてCO₂の吸収源対策であるブルーカーボンが注目されている(堀・桑江, 2017)。ブルーカーボンを促進するためには、海草・海藻等のブルーカーボン生態系の面積を拡大することが重要となる。桑江ら(2019)によると、2019年時点におけるブルーカーボン生態系は、国内の全吸収源による吸収量に対し平均値で2%であり、2030年に向けてブルーカーボン生態系の面積拡大に幾つかの仮定の下で試算すると、2030年には平均で4%になると見込んだ。

このブルーカーボン生態系の面積拡大を目指し、国土交通省港湾局は、令和4年12月に、「海洋植物が持つCO₂吸収や水質浄化といった効果に着目し、ブルーカーボン生態系を活用したCO₂吸収源の拡大によるカーボンニュートラルの実現への貢献や生物多様性による豊かな海の実現を目指し、ブルーインフラの拡大を進めるため、『命を育むみなどのブルーインフラ拡大プロジェクト』をスタートさせる」ことを発表した(https://www.mlit.go.jp/report/press/port06_hh_000265.html)。

一方で、国土交通大臣の認可法人であるジャパンブルーエコノミー技術研究組合(Japan Blue Economy Association, JBE)が2020年に設立された。JBEでは、パリ協定の発効に伴い、ブルーカーボン生態系のCO₂吸収源としての役割その他の沿岸域・海洋における気候変動緩和と気候変動適応へ向けた取り組みを加速すべく、新たなカーボンクレジットとしてJブルークレジット制度を創設している。Jブルークレジットの発行量は、初年度(令和2年度)には1件:29 t-CO₂だったものが、令和3年度には4件:61 t-CO₂、令和4年度には21件:3733 t-CO₂と急増している(<https://www.blueeconomy.jp/credit/>)。

この様にブルーカーボン生態系の面積拡大の社会的ニーズは高まっている。港湾における藻場造成基盤としては、生物共生型港湾構造物(国土交通省港湾局, 2014)が有効な技術であるが、生物共生型港湾構造物を設置しただけで、海藻が繁茂するほど単純なものではなく、港湾域の水環境は必ずしも海藻の生育に良好な場所とは言えない。例えば、富栄養化した海域では、光量不足や細粒分の堆積による海藻の着生基盤の劣化が課題となっている。既往研究は富栄養化した海域に限定されていないものの、海藻の成長と光量の関係については、吉田ら(2010)、崎山ら(2013)、二村ら(2007)、川崎・山田(1991)等の研究が、海藻の成長と細粒分の堆

積量の関係に関しては荒川・松生(1992)、川崎・山田(1991)等の研究がある。また、富栄養化していない海域でも、食害(山川・林, 2004; 金田ら, 2006; 小野寺・櫻井, 2018; 野田ら, 2002; 今井・新井, 1986; 増田ら, 2000; 二村ら, 2007; 山内ら, 2009; 斎藤・中村, 1961)や栄養塩不足(代田, 1995; 川井ら, 2003; 水田ら, 2001)等が課題となっている。加えて、温暖化に伴い、水温上昇や在来種以外の新たな食害生物の対策が、今後ますます必要になると考えられる。これらの課題に対して、細粒分が堆積し難い被覆ブロック等の工夫、食害を防ぐブロック形状等の工夫(山本ら, 2022; 鶴江ら, 2022)、海藻の着底を促すブロック形状や表面形状等の工夫(寺脇, 1991; 鶴江ら, 2022; 蓑口ら, 2020)、海藻の成長を促す構造物の材質等の工夫(今村ら, 2022; 福原ら, 2023; 鴨井ら, 2023)など様々な技術開発が検討されている。

しかし、それらは統合的に整理されていないため、環境が異なる他の水域に、それらの結果を適用し難い。そこで我々の一連の研究では、これらの検討結果を収集し、海藻の着生・成長を促す生育基盤の工夫の環境条件に対する適用範囲を明確にすることを目的とする。つまり、新規に生育基盤の工夫を用いた生物共生型港湾構造物を検討する際に、「対象水域の環境条件に適した工夫は何か?」を選択できる情報を提示できるようにすることである。本資料では、その第一段階として、海藻の着生・成長を促す生育基盤の工夫の効果について整理し、海藻種や環境条件を適切に考慮して生育基盤の工夫を選択することが重要であることを示すことを目的とする。

2. 海藻の着生・成長を促す生育基盤の工夫に関するデータベース作成

2.1 データ収集

(1) 調査データの入手

「工事・調査実績情報システム(PORIS)」を用いて、キーワードを「藻場」とし、平成8年以降の調査業務を検索した。検索された調査業務の業務概要から、港湾において海藻の着生・成長を促す生育基盤の工夫に関する現地試験を実施した調査業務と推測される報告書を抽出し、該当する報告書の発注機関から報告書を入手した。抽出された業務の発注機関は、国、都道府県、市町村等に及んだが、本資料ではデータの整理方法の基盤を作る観点から、報告書提供の依頼先を国土交通省の各地方整備局および東京都にまずは限定した。

(2) スクリーニング

入手した報告書に対して、表-2.1に示す項目について整理した。次に、①海藻の着生・成長を促す生育基盤の工夫がされているか、②海藻の定量的データが取得されているか、③工夫の効果の定量的な評価が行われているか（対照地点との比較が行われているか）の3つの視点から、解析対象データとしての適否性のスクリーニングを行った。

(3) データベースとして抽出した項目

スクリーニングされた事例に対し、現地試験が実施された海藻の着生・成長を促す生育基盤の工夫に関して、

実施海域、実施構造物、実施箇所、実施した工夫、海藻種、工夫の効果、経過年数、海藻のタネ（孢子等）の供給、食害防止策を抽出した（表-2.2）。

実施海域は、環境省が全国にわたる藻場の分布状況を把握するために作成した藻場分布図において設定した海区区分（図-2.1）（https://www.biodic.go.jp/moba/1_2.html）に従った。実施構造物は、護岸、防波堤、潜堤に区分した。実施箇所は、根固めブロックや消波ブロック等のブロック、護岸や防波堤等の壁面、スリット型ケーソンの遊水室、漁礁に区分した。

表-2.1 事例データベースとして整理した項目

分類	整理項目
一般事項	発注機関、業務件名、報告書名、調査の場所、調査の概要
調査概要	海藻の着生・成長を促す生育基盤の工夫の概要、実施年度、モニタリング期間、モニタリング頻度、対象海藻種
モニタリング実施状況	対照区の有無、海藻の調査項目、海藻の調査方法、海藻の単位、物理環境の調査項目、水質の調査項目
評価事項	工夫の評価結果

表-2.2 主な抽出項目と内容

抽出項目	内容
実施海域	藻場分布（図-2.1）で設定された海区区分
実施構造物	護岸、防波堤、潜堤等
実施箇所	ブロック：根固めブロックや消波ブロック 壁面：護岸や防波堤等の壁面 遊水室：スリット型ケーソン遊水室 漁礁
生育基盤の工夫	形状変化、表面加工、栄養添加、石積・石籠
海藻種	ホンダワラ類：アカモク、ノコギリモク、トゲモク、マメタワラ アラメ・カジメ類：アラメ、カジメ、ツルアラメ コンブ類：マコンブ、ホソメコンブ ワカメ類：ワカメ、ヒロメ 大型海藻：ホンダワラ類、アラメ・カジメ類等の大型海藻類 海藻類全般：アオサやイギス等の小型海藻も含む海藻類全般
工夫の効果	対照地点との比を増殖効果として定量化
経過年数	試験開始後の経過年数
海藻のタネの供給	種苗利用：母藻からタネを取って種糸等を作製し、発芽した種苗を設置 母藻利用：タネを供給する成熟した母藻を移植 無：タネの供給無し
食害防止策	有：食害防止策を実施している 無：食害防止策を実施していない



図-2.1 海区区分の設定（環境省自然環境局生物多様性センター, https://www.biodic.go.jp/moba/1_2.html）

2.2 生育基盤の工夫の区分

生育基盤の工夫は、大分類と小分類で区分した。大分類は、形状変化、表面加工、栄養添加、石積・石籠の4つとした（表-2.3）。形状加工は、稜角、柱状、空洞の3つの小分類に区分した。表面加工は、凸凹加工、溝加工、粗面加工の3つの小分類に区分した。それぞれの工夫の例を付録に示す。

形状変化は根固ブロックや消波ブロック等の形状を全体的に変化させて、海藻の付着や成長に適した環境にすることを目的とした工夫である。具体的には、稜角、柱の様な突起物、および空洞部を設ける等の形状変化の工夫があった。稜角は、稜角部を増やし海藻の付着を促進することを期待するものである。柱状は、平面部を少なくし海藻の付着の阻害要因である細粒分の堆積を抑制すること、およびウニの食害を抑制することを期待するものである。空洞は、流動による流れを発生させ、細粒分の堆積を抑制することを期待するものである。また、空

表-2.3 海藻の着生・成長を促す生育基盤の工夫

適用箇所	生育基盤の工夫		内容
	(大分類)	(小分類)	
ブロック（根固ブロックや消波ブロック等）	形状変化	稜角	特徴：稜角が多い形状 期待する効果：稜角部を増やし海藻の付着を促進
		柱状	特徴：柱の様な突起物がある形状 期待する効果：平面部を少なくし細粒分の堆積を抑制，ウニの食害を抑制
		空洞	特徴：空洞部がある形状 期待する効果：流動による流れを発生させ，細粒分の堆積を抑制
ブロックや護岸，防波堤等の表面等	表面加工	凹凸加工	特徴：表面に碎石を埋め込む様な比較的大きな凹凸がある表面 期待する効果：海藻のタネが着底する表面積の増加、局所的な流動を促し細粒分の堆積の低減，及び稜角部を増やし海藻の付着を促進
		溝加工	特徴：溝がある表面 期待する効果：角部を増やし海藻の付着を促進
		粗面加工	特徴：多孔質材や人工毛等の微細な粗度や空隙がある表面 期待する効果：表面に微細な凹凸面を作り海藻の付着を促進
	栄養添加	—	特徴：海藻の成長に必要な栄養塩や鉄，アミノ酸等を溶出する基質 期待する効果：海藻の成長の促進
潜堤や漁礁等	石積・石籠	—	特徴：天然石又は人工石を積んだり，天然石や人工石、貝殻等を籠等に入れたりした構造 期待する効果：海藻のタネが着底する表面積の増加，及び稜角部を増やし海藻の付着を促進。また，間隙部に生物の生息を促進。

洞部のエッジ部には海藻の付着が期待できる。加えて、空洞部は漁礁機能の効果が期待できる。

表面加工はブロックや防波堤、護岸等の表面等を加工して凹凸や溝等を作り、海藻の付着の促進や着底量の増加が期待できる環境にすることを目的とした工夫である。具体的には、砕石やブロックのような比較的に大きな凹凸、溝、および多孔質材や人工毛等の微細な粗度や空隙等の表面加工の工夫があった。凹凸加工は、海藻のタネ（孢子等）が着底する表面積が増えること、ブロックの近傍の流れが乱れることにより細粒分の堆積が低減されること、および稜角部を増やして海藻の付着を促進することを期待するものである（寺脇, 1991）。溝加工は、角部を増やして海藻の付着を促進することを期待するものである（矢田ら, 2008）。粗面加工は、多孔質や人工毛等の微細な粗度や空隙を作り、海藻の付着を促進することを期待するものである（亀山, 2014）。

栄養添加は、海藻の成長に必要な栄養塩や鉄（加藤ら, 2009；山本, 2011）、アミノ酸（上月ら, 2010；上月ら, 2011）等を溶出する基質を用いて、海藻の成長の促進を期待できる環境にすることを目的とした工夫である。栄養添加機能を持ったパネルは、ブロックや護岸、防波堤の表面に貼り付けることが可能である。

石積・石籠は、潜堤や漁礁等に適用できる天然石や人工石、貝殻等を蛇籠等に入れた構造であり、稜角部を増やすことによる海藻の付着の促進や、タネの着底量の増加が期待できる環境にすることを目的とした工夫である（宮田ら, 2011）。また、間隙部には生物の生息も期待できる（宮向ら, 2020）。

2.3 効果の定量化

海藻の着生・成長を促す生育基盤の工夫の効果は、単位面積当たりの海藻の現存量（湿重量又は被度）の対照

区との比を定量化した。評価においては、比が 1.0 より大きい場合を「増殖効果あり」、比が 1.0 以下を「増殖効果なし」とした。

$$\text{効果} = \frac{\text{試験区の花藻の現存量の最大値}}{\text{対照区の花藻の現存量の最大値}} \quad (1)$$

効果 > 1 : 増殖効果あり

効果 ≤ 1 : 増殖効果なし

ここで、対照区とは、対策が行われた構造物もしくはそれに類似した環境条件下にあつて、生育基盤の工夫を施していない地点・区画を意味する。基本的には生育基盤の工夫を施していない港湾構造物を対照区と定義したが、3 事例については、生育基盤の工夫を施していない構造物のデータがなかったため自然藻場を対照区として設定した。

海藻の現存量は、経年的にも季節的にも変動するため、効果の値も経年的・季節的に変動する。しかし、本資料では、生育基盤の工夫の効果の評価の単純化を図るため、時間変動成分は除外し、試験区および対照区共に試験期間中の最大値を用いて効果の値を算出した。

対照区である生育基盤の工夫を施していない新規の構造物面において、海藻の現存量が 0 となる場合があった。この場合、効果の値は算定できなくなる。そこで、元々の海藻の着生が無い海域において、生育基盤の工夫により海藻の着生が得られた場合には、効果の値は 1 とした（3 事例が該当）。

また、効果の値を試験区と対照区の比としているため、前述の様に例え対照区の花藻の現存量が 0 に近いほど小さくなくても、効果の値が比較的大きな値をとる事例があった。本資料では、事例全体の効果の値の分布具合か

表-2.4 海藻のタネ（孢子等）の供給方法

タネの供給方法 (大分類)	タネの供給方法 (小分類)	内容
種苗利用	固定法	種苗をブロック等に固定
	巻付け法	種糸をブロック等に固定
母藻利用	固着法	母藻をブロックに接着
	スポアバック法	成熟した母藻を網袋等に入れて設置
	ロープ法	海藻の成体をロープ等に差し込んで設置

ら、最大値を5とし、5より大きな値は5とした。この様な事例は、111事例のうち4事例であった。

2.4 生育を支援する方法

生育基盤の工夫の効果を支援する方法として、海藻のタネの供給および食害防止策がある（水産庁，2021）。海藻のタネの供給の概要を表-2.4に示す。種苗利用には、種苗をブロック等に固着する固定法や種糸をブロックに固定する巻付け法がある。母藻利用には、母藻をブロックに接着する固着法、成熟した母藻を網袋等に入れて設置するスポアバック法、海藻の成体をロープ等に差し込んで設置するロープ法がある。

食害防止は、食害生物を除去する方法と食害生物を防御する方法がある。食害生物を除去する方法には、食害生物がウニの場合には潜水士が海底でウニを潰す方法や船上に回収する方法、船上から先端に金具を取り付けた竿で潰す方法等がある。食害生物が魚類の場合には、刺網や延縄等を用いて獲る方法がある。食害生物を防御する方法には、フェンスやネット、カゴ等を用いて海藻を食害生物から防ぐ方法がある。

2.5 環境データ

海藻の成長の阻害要因なる環境要因として、透明度の

低さ（吉田ら，2010；崎山ら，2013；二村ら，2007；川崎・山田，1991），細粒分の堆積（荒川・松生，1992；川崎・山田，1991），高波浪・流速（桑原ら，1999；安藤ら，2002），高水温（川越ら，2005；田中ら，2008；大竹ら，2020；桐原ら，2003；成原，1998）がある。しかしながら、透明度、細粒分の堆積量および波高のデータを本資料では収集できなかったため、代替指標を用いることとした（表-2.5）。透明度に対しては、透明度は海域の富栄養化に関連することから、データが入手可能なCODおよび類型指定を代替指標として用いた。細粒分の堆積量も海域の富栄養化に関することから、細粒分の堆積量の代替指標として、CODおよび類型指定を用いた。波高に対しては、波高はフェッチ（吹送距離）と風速に関連することから（光易，1990）、最大フェッチを代替指標として用いた。水温に対しては、海藻の生活史のどのステージ（幼胚期、幼体期、成熟期等）を対象とするかによって対象となる季節が異なるが、本資料では試験期間の最終年度の年最高水温を用いることとした。データはそれぞれの事例の報告書および水環境総合情報サイト（<https://water-pub.env.go.jp/water-pub/mizu-site/index.asp>）や日本海洋データセンター（https://www.jodc.go.jp/jodcweb/index_j.html）から収集した。

表-2.5 海藻のタネの供給方法

成長の阻害要因	環境指標	代替指標	収集・計算方法
低透明度	透明度	COD	透明度は海域の富栄養化の状態に関連することから、透明度の代替指標としてCODを用いた。CODは実施水域の最寄りの公共用水域調査地点より調査実施の最終年度におけるCOD75%値を用いた。
		類型指定	透明度は海域の富栄養化の状態に関連することから、透明度の代替指標として実施水域の水域類型推定を用いた。
細粒分の堆積	細粒分の堆積量	COD	細粒分堆積は海域の富栄養化の状態に関連することから、透明度の代替指標としてCODを用いた。CODは実施水域の最寄りの公共用水域調査地点より調査実施の最終年度におけるCOD75%値を用いた。
		類型指定	細粒分堆積は海域の富栄養化の状態に関連することから、透明度の代替指標として実施水域の水域類型推定を用いた。
高波浪	波高	フェッチ	波高は平均風速とフェッチ（吹送距離）に関連することから、波高の代替指標としてフェッチを用いた。フェッチは海図等を用いて、構造物の実施面方向の最大フェッチを求めた。
高水温	水温	-	実施水域の最寄りの日本海洋データ収録地点より、調査実施の最終年度における最高水温を用いた。

3. 生育基盤の工夫の効果

3.1 報告書のスクリーニング結果

収集された調査報告書は211編であった。この中で、複数年に渡って調査された調査を1調査とまとめた結果、76件に集約された。このうち25件が解析対象データとしての適合性があった(付録表-A.1)。1件の調査の中で複数の生育基盤の工夫を調査している場合には、生育基盤の工夫1つを1事例として整理した。その結果、111事例が抽出された(付録表-A.2)。

3.2 抽出結果

(1) 実施海域

実施海域毎の内訳は、北海道沿岸海区-太平洋沿岸が24事例、北海道沿岸海区-日本海沿岸が8事例、東北太平洋沿岸海区が24事例、本州北部日本海沿岸海区が4事例、中部大西洋沿岸海区が18事例、四国九州-沿岸海区では33事例であった。本州南部日本海沿岸海区、小笠原諸島沿岸海区および南西諸島沿岸海区では適合した事例はなかった(図-3.1)。

(2) 工夫が実施された構造物

生育基盤の工夫が実施された構造物は、護岸が27事例、防波堤が68事例、潜堤が16事例であった(図-3.1, 3.2)。防波堤に対する生育基盤の工夫が最も多かった。岸壁および栈橋に対する生育基盤の工夫はなかった。

(3) 工夫が実施された箇所

生育基盤の工夫が実施された箇所は、ブロックが69事例、壁面が23事例、スリット型ケーソン遊水室が8事例、漁礁が11事例であった(図-3.1, 3.3)。ブロックに対する生育基盤の工夫が最も多かった。図-3.3では防波堤を示しているが、実施箇所は防波堤に限らず、防波堤、護岸、潜堤を含んでいる。例えばブロックについては、防波堤、護岸、潜堤に関連するブロックを含んでいる。

(4) 生育基盤の工夫のタイプ

生育基盤の工夫(大分類)は、形状変化が39事例、表面加工が36事例、栄養添加が13事例、石積・石籠が23事例であった(図-3.2)。形状変化の小分類である稜角は28事例、柱状は5事例、空洞は6事例であった。表面加工の小分類である凸凹加工は11事例、溝加工は19事例、粗面加工は6事例であった。

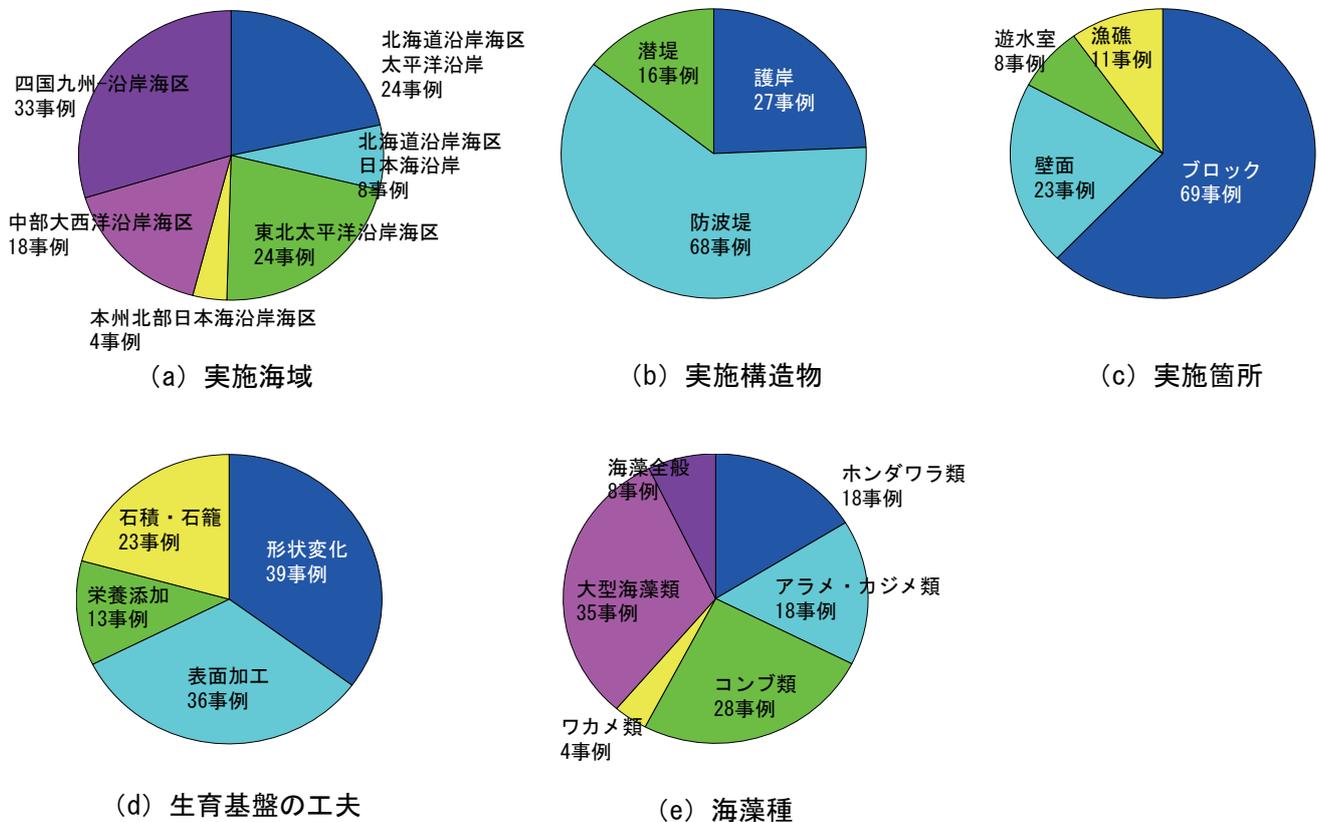


図-3.1 抽出された111事例の内訳

(5) 海藻種

海藻種は、ホンダワラ類が 18 事例、アラメ・カジメ類が 18 事例、コンブ類が 28 事例、ワカメ類が 4 事例であった (図-3.2)。海藻種を詳細に分類せずに大型海藻類とした事例が 35 事例、海藻全般とした事例が 8 事例であった。

3.3 海藻の着生・成長を促す生育基盤の工夫の効果

(1) 海藻種および環境指標で区分しない場合

全ての海藻種および環境指標に対して、各生育基盤の工夫 (大分類) の効果を箱髭図で示す (図-3.4)。4つの工夫ともに効果が1を超える事例はあったが、4つの工夫の中央値は1以下であり、中央値の観点では効果があると言えない結果であった。

(2) 海藻種で区分した場合

海藻種で区分して、各生育基盤の工夫の効果を箱髭図で示す (図-3.5)。アラメ・カジメ類に対する増殖技術

は 18 事例あり、形状変化が 4 事例、表面加工が 14 事例であった。形状変化に対して、効果があった事例は 1 事例、効果が無かった事例は 3 事例であった。中央値は 0.8 で、中央値の観点では増殖効果は期待できない結果であった。表面加工に対して、効果があった事例は 9 事例、効果が無かった事例は 5 事例であった。中央値は 1.5 で、中央値の観点で増殖効果は期待できる結果であった。

コンブ類に対する増殖技術は 28 事例あり、形状変化が 16 事例、表面加工が 9 事例、栄養添加が 2 事例、石積・石籠は 1 事例であった。形状変化に対して、効果があった事例は 12 事例、効果が無かった事例は 4 事例であった。中央値は 1.4 で、中央値の観点で増殖効果は期待できる結果であった。表面加工に対して、効果があった事例は 3 事例、効果が無かった事例は 6 事例であっ

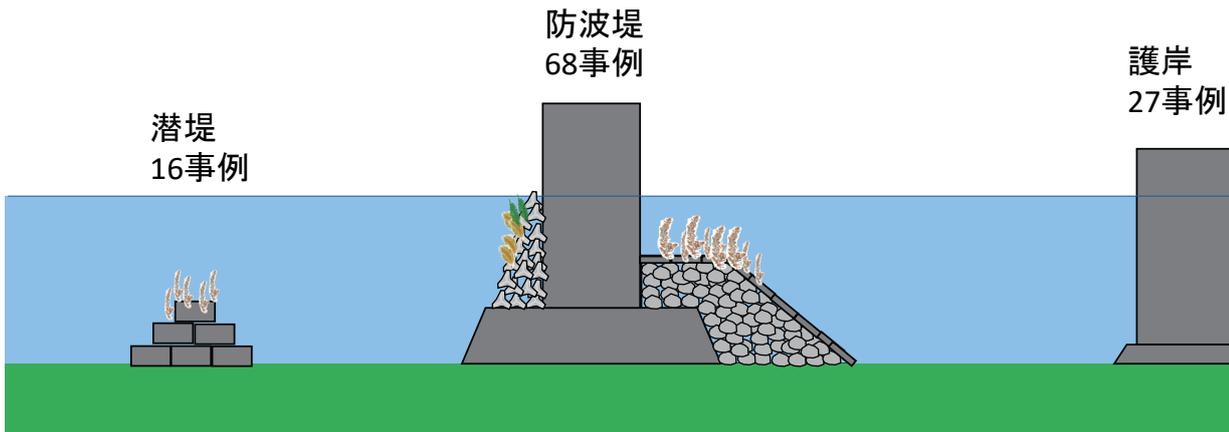


図-3.2 海藻の生育基盤の工夫が実施された構造物とそれぞれの事例数

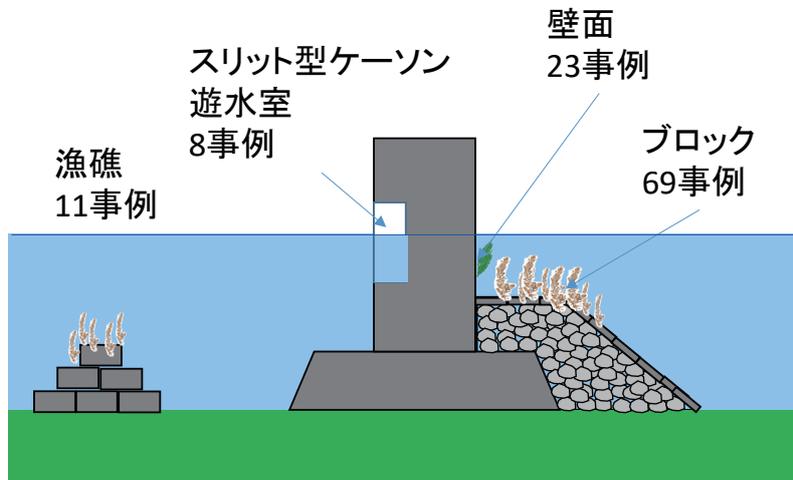


図-3.3 海藻の生育基盤の工夫が実施された箇所とそれぞれの事例数

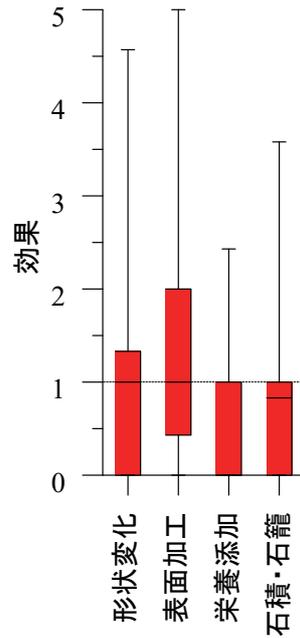


図-3.4 生育基盤の工夫の効果（海藻種および環境条件の区分無し）

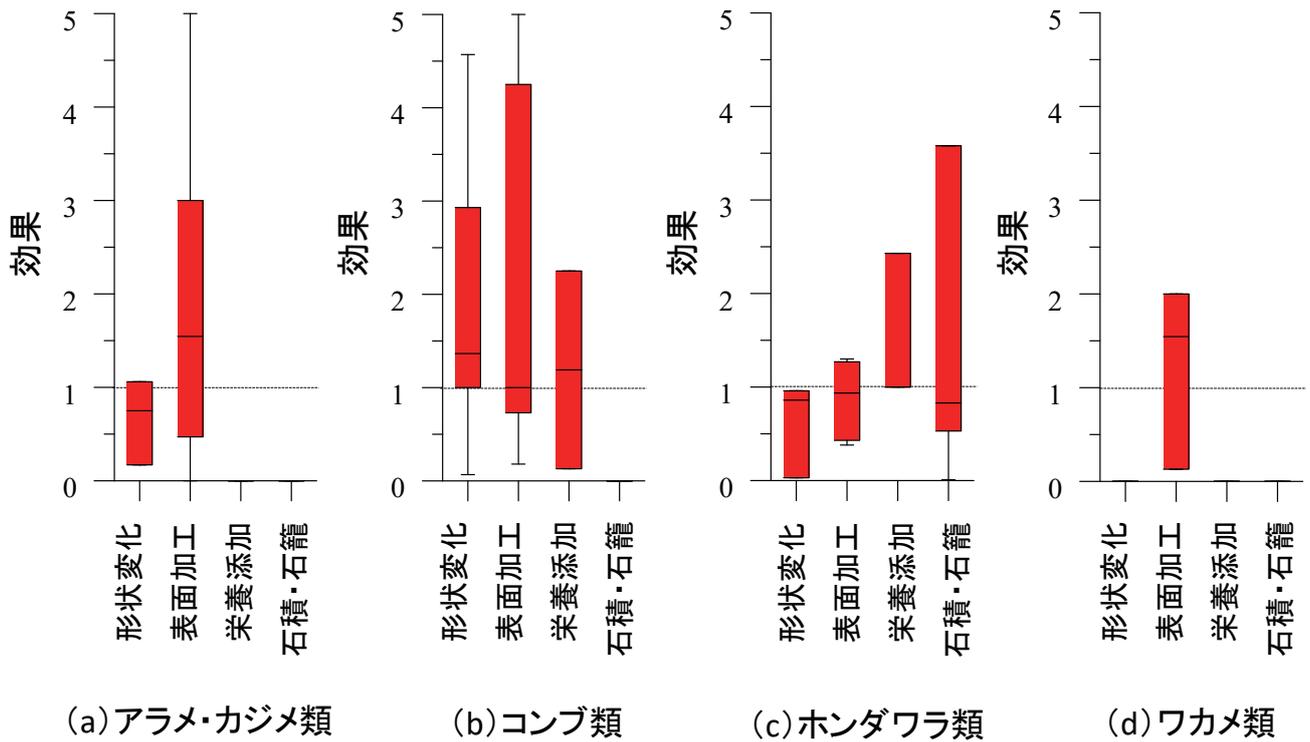


図-3.5 海藻種で区分した生育基盤の工夫の効果

た。中央値は1.0で、中央値の観点では増殖効果は期待できない結果であった。栄養添加に対して、効果があった事例は1事例、効果が無かった事例は1事例であった。中央値は1.2で、中央値の観点で増殖効果は期待できる結果であった。石積・石籠に対しては、効果が無かった1事例のみであった。

ホンダワラ類に対する増殖技術は18事例あり、形状変化が3事例、表面加工が7事例、栄養添加が3事例、石積・石籠は5事例であった。形状変化に対して、効果があった事例は無く、効果が無かった事例は3事例であった。中央値は0.9で、中央値の観点では増殖効果は期待できない結果であった。表面加工に対して、効果が

あった事例は2事例、効果が無かった事例は5事例であった。中央値は0.9で、中央値の観点では増殖効果は期待できない結果であった。栄養添加に対して、効果があった事例は1事例、効果が無かった事例は2事例であった。中央値は1.0で、中央値の観点では増殖効果は期待できない結果であった。石積・石籠に対して、効果があった事例は1事例、効果が無かった事例は4事例であった。中央値は0.8で、中央値の観点では増殖効果は期待できない結果であった。

ワカメ類に対する増殖技術は、表面加工の4事例のみであった。表面加工に対して、効果があった事例は3事例、効果が無かった事例は1事例であった。中央値は1.5で、中央値の観点で増殖効果は期待できる結果であった。

海藻種で区分すると、アラメ・カジメ類は表面加工、コンブ類は形状変化および栄養添加、ワカメ類は表面加工が、中央値の観点で増殖効果が期待できる生育基盤の工夫であった。ホンダワラ類に対しては、中央値の観点では増殖効果が期待できる生育基盤の工夫はなかった。

(3) 各海藻種に対して環境指標で区分した場合

適切な生育基盤の工夫の選択をするための情報として、海藻種毎に環境指標別の生育基盤の工夫の効果を示す。データの充実が図れれば、各工夫の適用範囲を定量的に示すことができるが、現時点はデータが不十分であるため、適用範囲を示すまでには至っていない。

a) アラメ・カジメ類

アラメ・カジメ類に対する各工夫の効果を環境指標毎

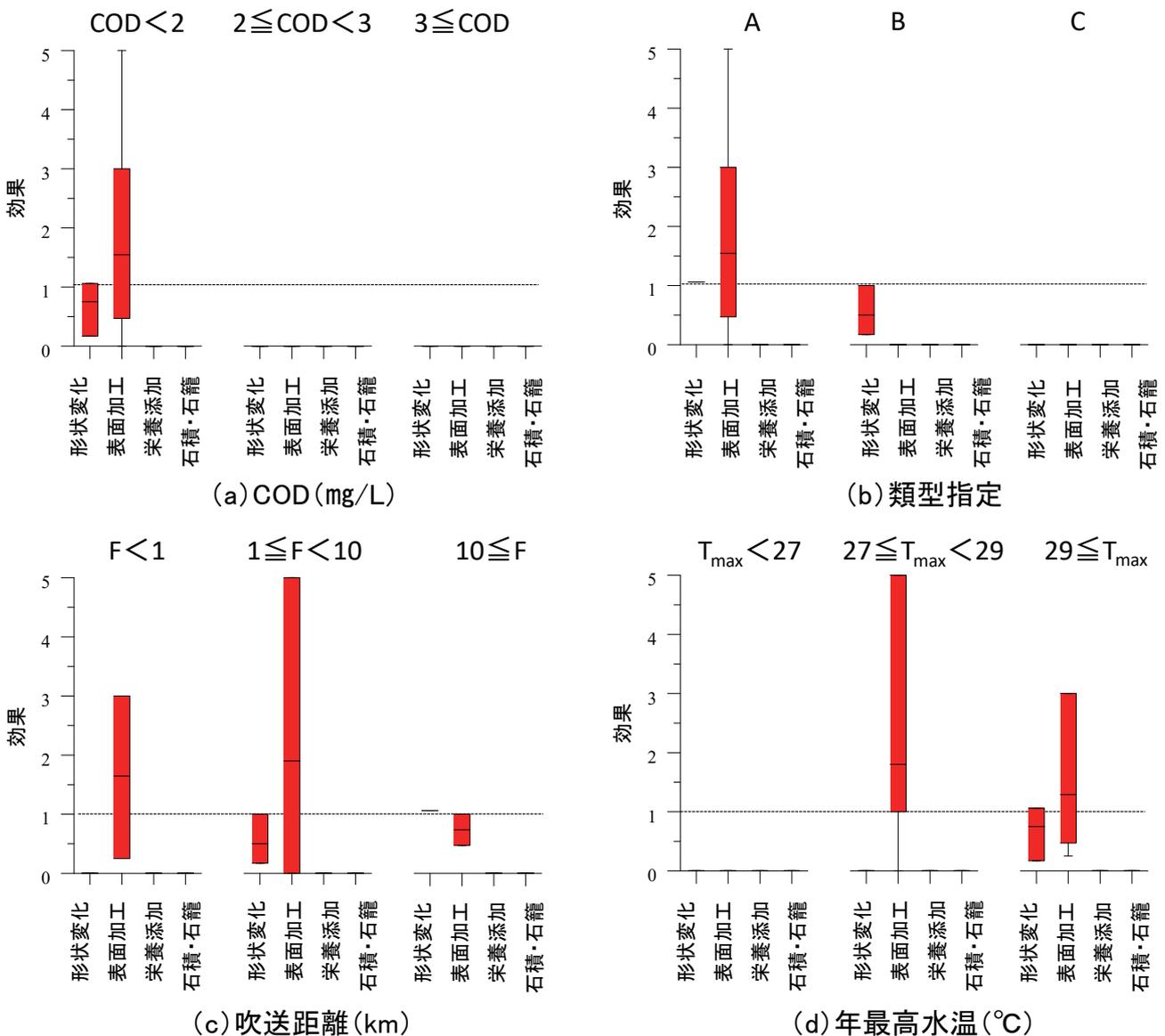


図-3.6 環境指標に対する生育基盤の工夫の効果（アラメ・カジメ類）

に箱髴図で示す(図-3.6)。図-3.5において、増殖効果が期待できた表面加工について、効果と環境指標の関係を以下に示す。

CODに関しては、 $COD < 2 \text{ mg/L}$ で中央値が1.0よりも大きく、中央値の観点から増殖効果が期待できる結果であった。 $COD \geq 2 \text{ mg/L}$ の事例はなかったため、 $COD \geq 2 \text{ mg/L}$ で増殖効果が期待できるかは判らなかった。類型指定に関しては、A類型で中央値が大きく、中央値の観点から増殖効果が期待できる結果であった。B類型およびC類型の事例はなかったため、B類型およびC類型で増殖効果が期待できるかは判らなかった。Fに関しては、 $F < 1 \text{ km}$ および $1 \text{ km} \leq F < 10 \text{ km}$ で中央値が1.0より大きく、中央値の観点から増殖効果が期待できる結果であった。一方で $10 \text{ km} \leq F$ で中央値が1.0以下

であり、中央値の観点で増殖効果が期待できない結果であった。Fに関しては、増殖効果が期待できる適用範囲は $F < 10 \text{ km}$ であった。 T_{max} に関しては、 $27^\circ\text{C} \leq T_{\text{max}} < 29^\circ\text{C}$ と $29^\circ\text{C} \leq T_{\text{max}}$ で中央値が1.0より大きく、中央値の観点から増殖効果が期待できる結果であった。 $T_{\text{max}} < 27^\circ\text{C}$ の事例は無かったため、 $T_{\text{max}} < 27^\circ\text{C}$ で増殖効果が期待できるかは判らなかった。

b) コンブ類

コンブ類に対する各工夫の効果を環境条件毎に箱髴図で示す(図-3.7)。図-3.5において、効果が期待できた形状変化および栄養添加について、効果と環境指標の関係を以下に示す。

i) 形状変化

CODに関しては、 $COD < 2 \text{ mg/L}$ と $2 \text{ mg/L} \leq COD$

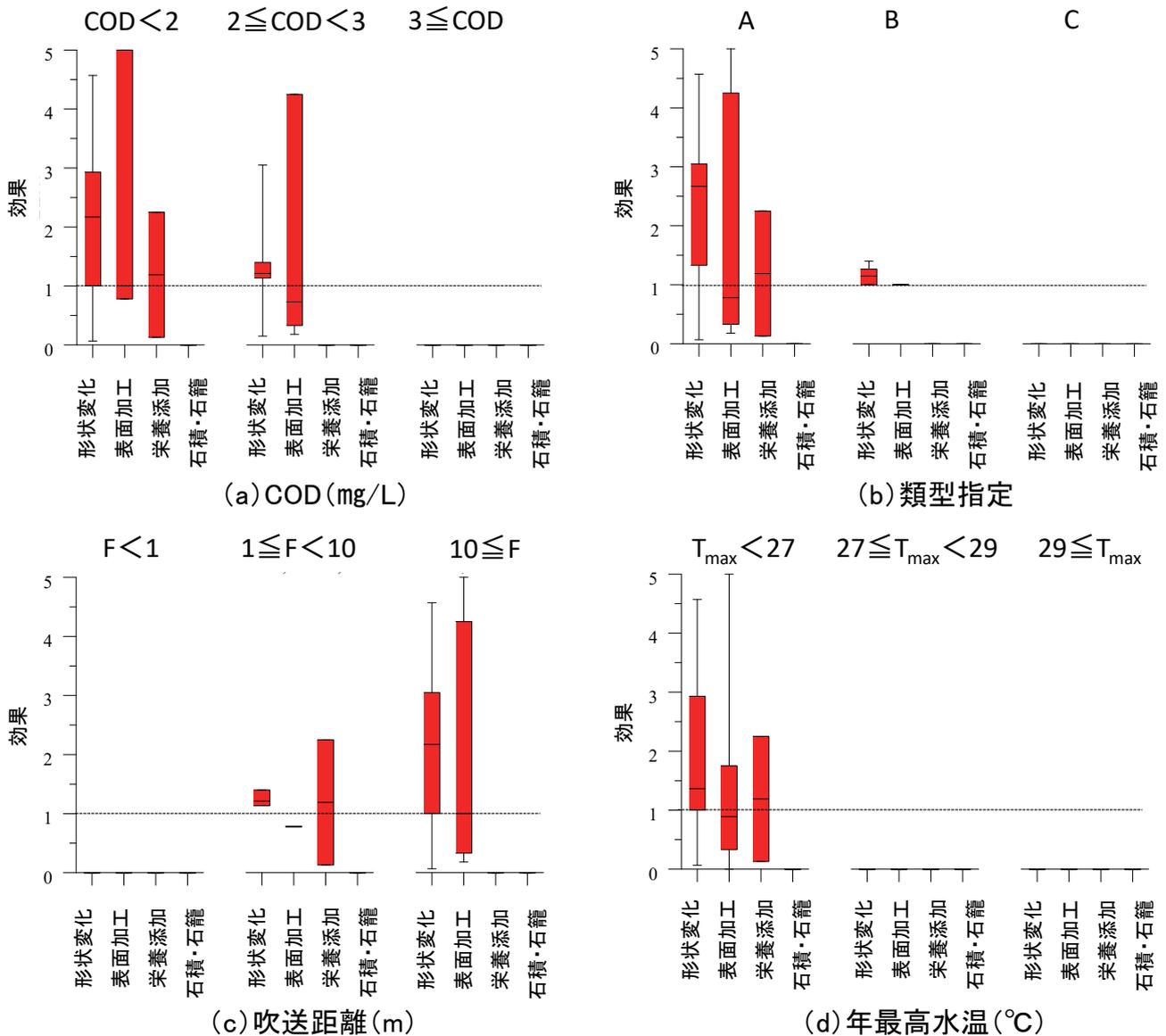


図-3.7 環境指標に対する生育基盤の工夫の効果(コンブ類)

< 3 mg/Lで中央値が1.0より大きく、中央値の観点から増殖効果が期待できる結果であった。3 mg/L ≤ CODの事例は無かったため、3 mg/L ≤ CODで増殖効果が期待できるかは判らなかった。類型指定に関しては、A類型とB類型で中央値が1.0より大きく、中央値の観点から増殖効果が期待できる結果であった。C類型の事例は無かったため、C類型で増殖効果が期待できるかは判らなかった。Fに関しては、1 km ≤ F < 10 kmと10 km ≤ Fで中央値が1.0より大きく、中央値の観点で増殖効果が期待できる結果であった。F < 1 kmの事例は無かったため、F < 1 kmで増殖効果が期待できるかは判らなかった。T_{max}に関しては、T_{max} < 27°Cで中央値が1.0より大きく、中央値の観点で増殖効果が期待できる結果であった。27°C ≤ T_{max}の事例は無かったため、27°C

≤ T_{max}で増殖効果が期待できるかは判らなかった。

ii) 栄養塩添加

CODに関しては、COD < 2 mg/Lで中央値が1.0よりも大きく、中央値の観点から増殖効果が期待できる結果であった。2 mg/L ≤ CODの事例は無かったため、2 mg/L ≤ CODで増殖効果が期待できるかは判らなかった。類型指定に関しては、A類型で中央値が1.0よりも大きく、中央値の観点から増殖効果が期待できる結果であった。B類型およびC類型の事例は無かったため、B類型およびC類型で増殖効果が期待できるかは判らなかった。Fに関しては、1 km ≤ F < 10 kmで中央値が1.0より大きく、中央値の観点から増殖効果が期待できる結果であった。F < 1 kmおよび10 km ≤ Fの事例は無かったため、F < 1 kmおよび10 km ≤ Fで増殖効果が期待

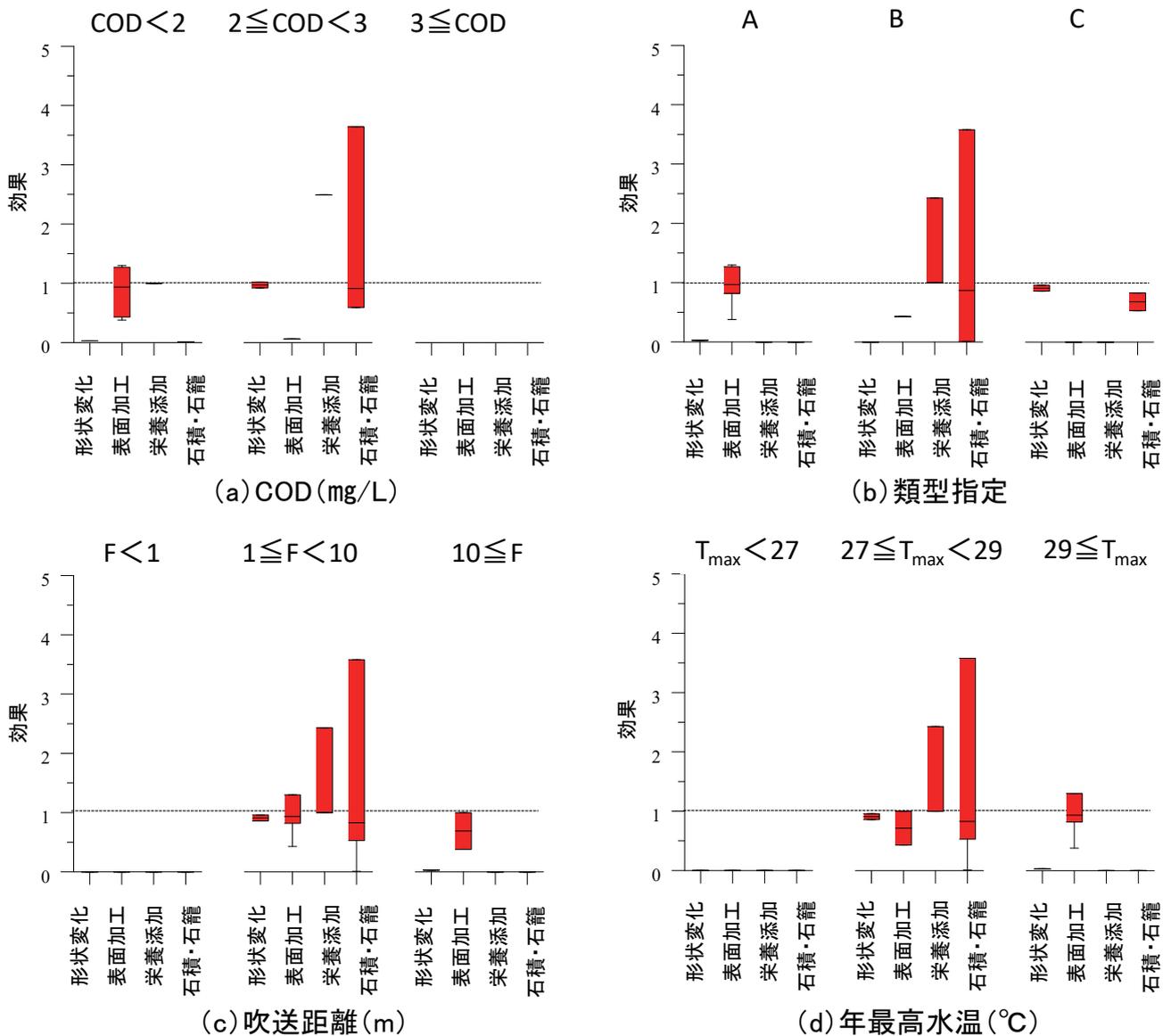


図-3.8 環境条件に対する生育基盤の工夫の効果（ホンダワラ類）

できるかは判らなかつた。 T_{max} に関しては、 $T_{max} < 27^{\circ}\text{C}$ で中央値が 1.0 よりも大きく、中央値の観点から増殖効果が期待できる結果であつた。 $27^{\circ}\text{C} \leq T_{max}$ の事例は無かつたため、 $27^{\circ}\text{C} \leq T_{max}$ で増殖効果が期待できるかは判らなかつた。

c) ホンダワラ類

ホンダワラ類に対する各工夫の効果を環境指標毎に箱髷図で示す(図-3.8)。図-3.5において、効果が期待できた生育基盤の工夫は無かつた。環境指標で区分したところ、 $2\text{ mg/L} \leq \text{COD} < 3\text{ mg/L}$ において、栄養添加の中央値が 1.0 より大きかつたが、事例数は 1 事例のみであり、信頼度が低く、増殖効果が期待できるとは言えない。

d) ワカメ類

ワカメ類に対する各工夫の効果を環境指標毎に箱髷図で示す(図-3.9)。図-3.5において、平均的に効果が期待できた表面加工について、効果と環境指標の関係を以下に示す。

CODに関しては、 $\text{COD} < 2\text{ mg/L}$ で中央値が 1.0 よりも大きく、中央値の観点から増殖効果が期待できる結果であつた。 $2\text{ mg/L} \leq \text{COD}$ の事例は無かつたため、 $2\text{ mg/L} \leq \text{COD}$ で増殖効果が期待できるかは判らなかつた。類型指定に関しては、A 類型で中央値が 1.0 よりも大きく、中央値の観点から増殖効果が期待できる結果であつた。B 類型およびC 類型の事例は無かつたため、B 類型およびC 類型で増殖効果が期待できるかは判らな

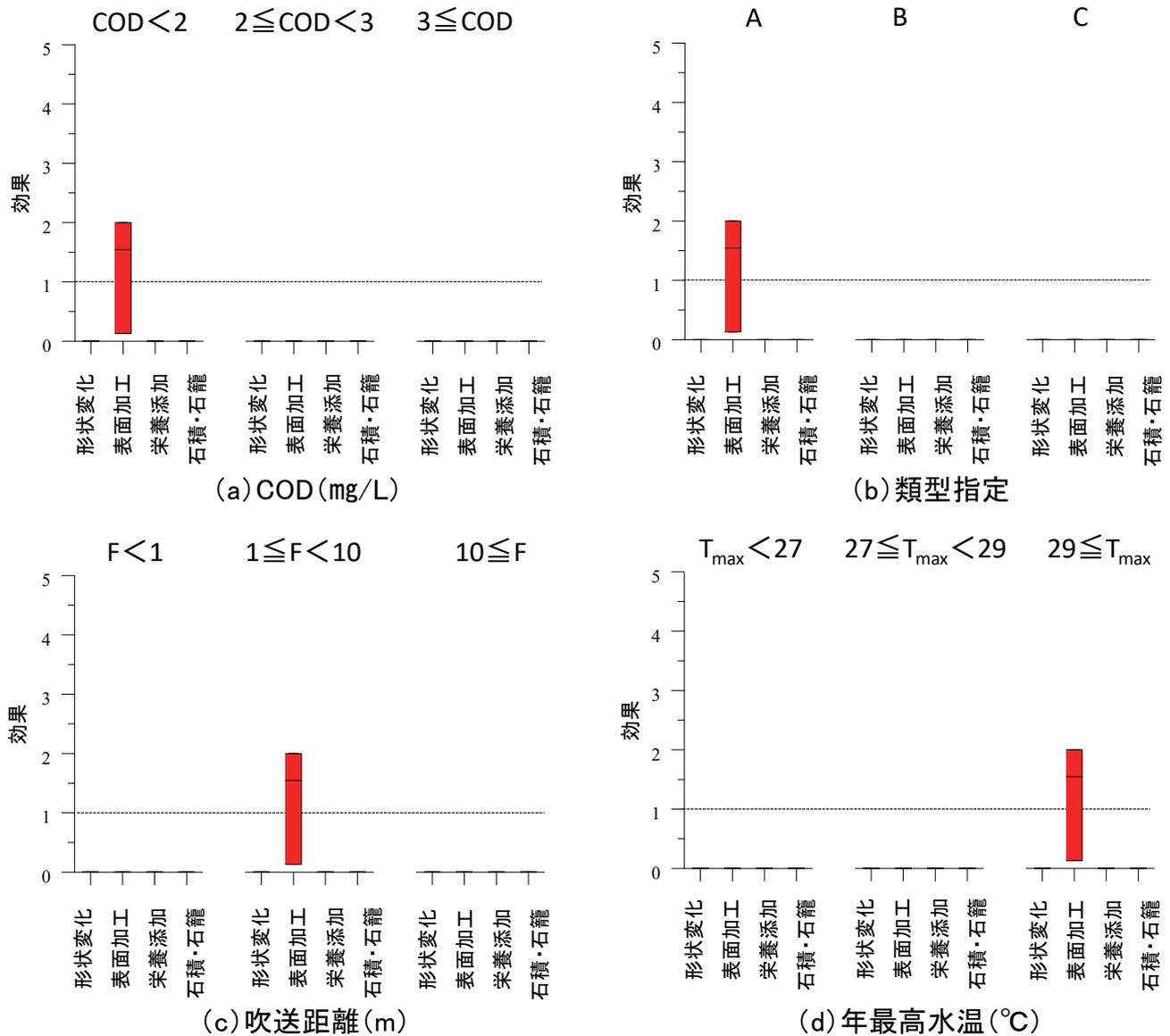


図-3.9 環境条件に対する生育基盤の工夫の効果 (ワカメ類)

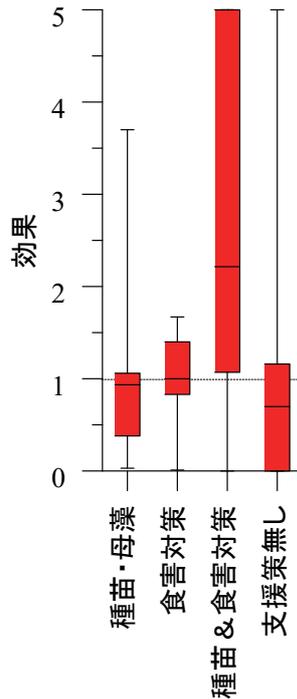


図-3.10 生育を支援する方法の実施の有無による増殖効果

かった。Fに関しては、 $1\text{ km} \leq F < 10\text{ km}$ で中央値が1.0よりも大きく、中央値の観点から増殖効果が期待できる結果であった。F < 1 kmおよび $10\text{ km} < F$ の事例は無かったため、F < 1 kmおよび $10\text{ km} < F$ で増殖効果が期待できるかは判らなかつた。T_{max}に関しては、 $29^\circ\text{C} < T_{\text{max}}$ で中央値が1.0よりも大きく、中央値の観点から増殖効果が期待できる結果であった。T_{max} < 29°Cの事例は無かったため、T_{max} < 29°Cで増殖効果が期待できるかは判らなかつた。

(4) 生育を支援する方法による増殖効果

海藻のタネの供給（種苗・母藻）および食害防止策の有無による増殖効果を箱髭図で示す（図-3.10）。本図における効果の値の定義は式（1）であり、支援策の有無で比較した値ではない点に注意が必要である。例えば、種苗・母藻は、（種苗・母藻がある試験区の海藻の現存量）／（種苗・母藻がある対照区の海藻の現存量）であり、支援策無しは、（種苗・母藻および食害防止策が無い試験区の海藻の現存量）／（種苗・母藻および食害防止策が無い対照区の海藻の現存量）である。

種苗・母藻、又は食害防止策のどちらか一方の場合は、中央値が1.0以下であり、中央値の観点では増殖期待は期待できない結果であった。種苗・母藻および食害防止策の両方を実施した場合は、中央値が1.0よりも大きく、中央値の観点で増殖効果が期待できる結果であった。

4. 考察

増殖効果が期待できる生育基盤の工夫は、海藻種で区分すると、アラム・カジメ類は表面加工、コンブ類は形状変化および栄養添加、ワカメ類は表面加工であった（図-3.5）。一方で、海藻種で区分しない場合には、増殖効果が期待できる生育基盤の工夫はなかつた（図-3.4）。このことは、海藻種と生育基盤の工夫の組み合わせを適切に考慮する重要性を示していると考えられる。

海藻種毎に環境指標で区分したところ、アラム・カジメ類に対しては、表面加工が増殖効果を期待できる生育基盤の工夫であったが、 $10\text{ km} \leq F$ では増殖効果は期待できなかった（図-3.6）。このことは、生育基盤の工夫に対して、効果が期待できる環境指標の適用範囲があることを示していると考えられる。しかしながら、本資料ではその他の環境指標や他の海藻種に対する十分な事例が収集できず、その他の海藻種に対する環境指標の適用範囲を示すことはできていない。適用範囲ではないが、本資料において適用性が認められた事例があった環境指標の範囲について表-4.1に示す。この表-4.1で示す増殖効果が期待できる生育基盤の工夫および環境指標の範囲は、今回の事例に基づいて得られたものであり、事例が増えることによって範囲は拡張又は限定されることが考えられるため、収集事例を増やし適用範囲を定めたいと考えている。

この様に、海藻種によって増殖効果が期待できる生育基盤の工夫は異なり、それらが効果を発揮する環境指標の範囲も異なる。藻場造成の基本は、周辺水域に生育している海藻種を生育対象とすることである。よって、周辺海域の藻場情報から港湾構造物に生育させたい海藻種を決定し、海藻種に適した生育基盤の工夫を選択することがまず必要である。次に、環境指標の適用性を考慮して、実現可能か否を判断する必要がある。図-3.4で示したように、他の水域で成功した工夫をただ単に真似ただけでは成功しない可能性が高い。海藻種や環境条件を適切に考慮して生育基盤の工夫を選択することが重要である。

5. おわりに

本資料では、全国の各地方整備局が実施した海藻の生育基盤の工夫に関する調査事例を収集し、その結果を統合的に整理した。その結果、海藻種によって増殖効果が期待できる生育基盤の工夫は異なること、その生育基盤の工夫が効果を発揮する環境指標の適切な範囲は海藻種

および生育基盤の工夫によって異なることが、データに基づいて示された。他の水域で成功した工夫をただ単に真似をただけでは成功しない可能性が高く、海藻種や環境条件を適切に考慮して生育基盤の工夫を選択することが重要であることが示唆された。

生物共生型港湾構造物は、港湾構造物の本来の機能を有することが前提である。したがって、海藻の生育基盤の工夫を、海藻の生育条件のみから決めることはできない。港湾構造物の本来の機能を満たしつつ、十分な効果を発揮する工夫が要求される。この要求を満たすためには、港湾構造物の設計段階から生物共生型を念頭に検討することが効率的であると考えられる。そのためにも、設計に資する生物共生型に関する情報は不可欠である。より一層事例を増やし、対象水域の環境条件に合った生育基盤の工夫の選択ができるように、各生育基盤の工夫の適用範囲を明確にしていきたい。

(2023年8月30日受付)

表-4.1 各海藻種の増殖効果が期待できる生育基盤の工夫およびそれらに対して適用性が認められた事例があった環境指標の範囲

海藻種	増殖効果が期待できる生育基盤の工夫	環境指標 (代替指標)	適用性が認められた事例があった環境指標の範囲
アラメ・カジメ類	表面加工	COD75%	COD < 2 mg/L
		類型指定	A 類型
		フェッチ	F < 10 km
		年最高水温	T _{max} ≥ 27°C
コンブ類	形状変化	COD75%	COD < 3 mg/L
		類型指定	A 類型および B 類型
		フェッチ	1 km ≤ F
		年最高水温	T _{max} < 27°C
ホンダワラ類	栄養添加	COD75%	COD < 2 mg/L
		類型指定	A 類型
		フェッチ	1 km ≤ F < 10 km
		年最高水温	T _{max} < 27°C
ワカメ類	表面加工	—	—
		COD75%	COD < 2 mg/L
		類型指定	A 類型
		フェッチ	1 km ≤ F < 10 km
		年最高水温	29°C ≤ T _{max}

謝辞

本資料を取り纏めるにあたり、北海道開発局、東北地方整備局、関東地方整備局、北陸地方整備局、中部地方整備局、近畿地方整備局、中国地方整備局、四国地方整備局、九州地方整備局、および東京都港湾局には、報告書のご提供を頂いた。また、巻末付録の事例集の情報や写真等を一般社団法人日本消波根固ブロック協会、日本製鉄株式会社およびJFE スチール株式会社からご提供して頂いた。記して御礼を申し上げる。

参考文献

荒川久幸, 松生 洽 (1992) : 褐藻類ワカメ・カジメ遊走子の着生と成長, 生残および成熟に及ぼす海底堆積粒子の影響, 日本水産学会誌, 58(4), 619-625.

安藤 亘, 村岡芳郎, 石田和敬, 小島洋一 (2002) : 自然調和型防波堤の藻場分布と水理環境との関係について, 海岸工学論文集, 49, 1331-1335.

今井利為, 新井章吾 (1986) : アカウニの食性と摂餌量について, 水産増殖, 34(3), 157-166.

今村正裕, 日恵井佳子, 小林卓也, 井野場誠治 (2022) : 貝殻配合フライアッシュ混合材料 (FSB:FA-Shell Block) の藻礁資材としての開発, 土木学会論文集 B3 (海洋開発), 78 (2), I_37-I_42.

大竹佑衣, 畠田 智, 秋田晋吾 (2020) : 異なる地域に生育する褐藻アラメの高水温耐性, Algal Resources, 13(2), 85-89.

小野寺理恵, 櫻井 泉 (2018) : 北海道寿都町沿岸におけるクボガイ *Chlorostoma lischkei* の分布, 生殖周期および食性, 日本水産学会誌, 84(1), 54-64.

加藤敏朗, 木曾英滋, 中川雅夫, 川西秀明, 渋谷正信, 山際 優, 植木知佳 (2009) : 鉄分供給ユニットによる藻場造成技術の検討, 2009年度 日本水産工学会 学術講演会 講演論文集, 25-28.

亀山剛史 (2014) : 多孔質体を用いた藻場造成構造物および 海域環境改善技術に関する研究, 香川大学大学院工学研究科博士論文.

鴨井里佳, 審良善和, 山口明伸, 桐野正人 (2023) : 鉄鋼スラグ水和固化体を用いた藻場造成ブロックの適用性に関する検討, 土木学会論文集 B3 (海洋開発), 79 (2).

金田友紀, 櫻井 泉, 山内茂樹, 神田謙治, 今村伸之 (2006) : ホンダワラ幼胚の食害と減耗防止技術開発, 平成 18 年度日本水産工学会学術講演会講演論文集, 91-94.

川井唯史, 岡 直宏, 平岡雅規, 中明幸広 (2003) :

ソメコンブ配偶体の生長に及ぼす硝酸塩の影響, 水産工学, 41(1), 35-38.

川越 力, 谷 敬志, Jeane Rimber INDY, 水田浩之, 安井 肇 (2005) : 異なる水温が北海道産フシジモクの受精卵, 幼胚, 幼体に及ぼす影響, 水産増殖, 53(2), 181-187.

川崎保夫, 山田貞夫 (1991) : 海中砂漠緑化技術の開発 第5報 アラメ, カジメ, クロメの配偶体および幼胞子体に対する成長限界光量と浮泥堆積量, 電力中央研究所報告, U91034.

桐原慎二, 藤川義一, 能登谷正浩 (2003) : 褐藻ガゴメの配偶体の成熟及び幼胞子体の生長に及ぼす温度, 光量の影響, 水産増殖, 51(3), 281-286.

桑原久実, 金田友紀, 川井唯史 (1999) : 波浪によるウガノモクの幼胚および成体の基質付着限界, 海岸工学論文集, 46, 1146-1150.

上月康則, 中西敬, 佐藤和博, 多良千鶴, 西村博一, 山口奈津美, 岩城嘉宏, 山中亮一 (2010) : アミノ酸混和コンクリート表面上での付着微細藻類の生長特性に関する研究, 海洋開発論文集, 26, 111-116.

上月康則, 佐藤和博, 中西 敬, 西村博一, 多良千鶴, 田保橋 建, 石田達憲, 中田紘子, 水口祐太, 野上文子, 山口奈津美, 山中亮一 (2011) : アミノ酸混和コンクリート上の遷移初期の付着生物相に関する考察, 土木学会論文集 B2(海岸工学), 67(2), I_1126-I_1130.

国土交通省港湾局 (2014) : 生物共生型港湾構造物の整備・維持管理に関するガイドライン, <https://www.mlit.go.jp/common/001048849.pdf>.

斎藤雄之助, 中村中六 (1961) : ワカメの害敵としてのアメフラシの生態に関する研究 -I, 日本水産学会誌, 27(5), 395-400.

崎山和昭, 村瀬 昇, 阿部真比古, 野田幹雄 (2013) : 瀬戸内海西部海域における褐藻クロメ幼体の生育限界光量の推定, Algal Resources. 6(2), 59-65.

水産庁 (2021) : 第3版 磯焼け対策ガイドライン, 水産庁.

代田昭彦 (1995) : 藻場の環境浄化機能, 日本水産工学会学術講演会学術講演論文集, 167-172.

田中俊充, 四ツ倉典滋, 木村 創, 能登谷正浩 (2008) : 和歌山県沿岸に生育するカジメ・クロメ配偶体の生長と成熟および胞子体の初期生長に及ぼす水温の影響, 水産増殖, 56(3), 343-349.

鶴江智彦, 西村博一, 大熊康平, 伊藤敏朗 (2022) : 着定基質の素材と形状を工夫した藻場造成技術に関する

- る実験的検討とCO₂吸収ポテンシャルの推算, 土木学会論文集 B3 (海洋開発), 78 (2), I_25-I_30.
- 寺脇利信 (1991): 海中砂漠緑化技術の開発第4報
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, 電力中央研究所報告, U91024.
- 二村和視, 高瀬 進, 畠本淳司 (2007): カジメ *Ecklonia cava* 胞子体の生長に及ぼす連続暗条件の影響, 水産増殖, 55(1), 23-27.
- 二村和視, 高辻裕史, 増田 傑, 畠本淳司 (2007): 静岡県榛南海域へ移植したカジメ・サガラメ種苗の生長・成熟とアイゴによる食害, 水産増殖, 55(4), 541-546.
- 野田幹雄, 北山和仁, 新井章吾 (2002): 響灘蓋井島の秋季と春季における成魚期のアイゴの食性, 日本水産工学会誌, 39(1), 5-13.
- 福原朗子, 今野克幸, 三原義広, 杉野義都 (2023): 発酵木粉の藻場造成ブロックへの適用に関する基礎実験, 土木学会論文集 B3 (海洋開発), 79 (2).
- 堀 正和, 桑江朝比呂 (2017): ブルーカーボンー浅海域におけるCO₂隔離・貯留とその活用ー, 地人書館, 245p.
- 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, 日本水産工学会誌, 37(2), 135-142.
- 水田浩之, 鳴海日出人, 山本弘敏 (2001): ホソメコンブ配偶体の生長・成熟に及ぼす窒素・リンの影響, 水産増殖, 49(2), 175-180.
- 光易 恒 (1990): 波浪推算 数値モデルならびに関連した物理, 土木学会論文集, 423, 1-13.
- 藁口百代, 小川 浩, 内山幸之介, 大野正夫 (2020): 大分県別府湾に設置された貝殻混合多孔質の海藻着生基質面付き コンクリート礁における海藻の遷移, *Algal Resources*, 13(2), 171-180.
- 宮田康人, 本田秀樹, 藪田和哉, 林 明夫, 山本民次 (2011): 製鋼スラグ製品を用いた藻場・魚礁マウンドへの生物着生, 土木学会論文集 B3 (海洋開発), 67(2), I_394-I_399.
- 宮向智興, 今尾和正, 田崎智晶, 赤司有三, 鈴木輝明, 田中義人 (2020): 浚渫土と鉄鋼スラグを用いた人工石への生物増集効果に関する天然石との比較, 日本水産工学会誌, 57(1), 11-25.
- 矢田良治, 山下 仁, 伊藤吉孝, 潮見幸司 (2008): 溝付消波ブロックによる海洋生物創出への試み, 海洋開発論文集, 24, 783-788.
- 成原淳一 (1988): クロメ配偶体の生長・成熟に及ぼす温度ならびに照度の影響 -II-, 水産増殖, 36(2), 71-78.
- 山内 信, 木村 創, 高橋芳明, 野田幹雄 (2009): アイゴの摂食行動に及ぼすクロメ密度の影響について, 水産増殖, 57(3), 429-435.
- 山川 紘, 林 育夫 (2004): 新潟県粟島におけるサザエの消化管内容物と海藻植生の関係, 水産増殖, 52(1), 57-63.
- 山本貴史, 玉置哲也, 岡崎慎一郎, 吉田秀典, 末永慶寛 (2022): 震災海域における海藻とウニの共生技術の開発, 土木学会論文集 B3 (海洋開発), 78 (2), I_31-I_36.
- 吉田吾郎, 荒武久道, 佐島圭一郎, 清水 博 (2010): 宮崎県串間市一里崎産のホンダワラ類4種の初期成長と光量の関係, *Algal Resources*, 3(1), 1-10.

付録A 解析に用いた報告書およびデータベース

表-A.1 解析対象データとして適合性があった報告書. 一部は最終年度の報告書のみを掲載.

報告書 No	発注機関	報告書名 (最終年度)
1	国土交通省北海道開発局釧路開発建設部本部	令和3年度 釧路港水質その他調査業務
2	国土交通省北海道開発局室蘭開発建設部室蘭港湾事務所	平成17年度 浦河港藻場追跡調査業務報告書
3	国土交通省北海道開発局室蘭開発建設部室蘭港湾事務所	平成21年度 登別漁港環境調査業務
4	国土交通省北海道開発局留萌開発建設部留萌港湾事務所	平成15年度 雄冬漁港海域生態調査業務
5	国土交通省北海道開発局留萌開発建設部留萌港湾事務所	平成24年度 留萌管内海域生態調査その他業務
6	国土交通省北海道開発局小樽開発建設部	令和3年度 小樽開発建設部管内海域環境創出効果検証業務
7	国土交通省北海道開発局函館開発建設部	平成11年度 江良漁港外2港海域生態調査業務(松前港編)
8	国土交通省北海道開発局函館開発建設部江差港湾事務所	令和2年度 久遠漁港磯焼け対策調査検討業務
9	国土交通省東北地方整備局秋田港湾事務所	平成26年度 秋田港海域環境データ整理業務
10	国土交通省東北地方整備局釜石港湾工事事務所	平成27年度 釜石港粘り強い防波堤活用検討業務
11	国土交通省関東地方整備局東京湾口航路事務所	平成20年度 東京湾口航路環境調査
12	国土交通省関東地方整備局京浜港湾事務所	平成24年度 横浜港海域環境改善監視等業務
13	国土交通省関東地方整備局千葉港湾事務所	平成22年度 東京湾内房地区藻場再生モニタリング調査
14	国土交通省関東地方整備局千葉港湾事務所	平成24年度 東京湾藻礁石材モニタリング調査
15	国土交通省関東地方整備局千葉港湾事務所	平成25年度 千葉港千葉南部地区浚渫土固化体モニタリング調査
16	国土交通省関東地方整備局東京空港整備事務所	令和元年度 東京国際空港周辺海域植生状況調査
17	国土交通省中部地方整備局清水港湾工事事務所	平成14年度 御前崎港藻場造成検証調査
18	国土交通省中部地方整備局四日市港湾事務所	平成21年度 四日市港水質・藻場モニタリング調査
19	国土交通省中部地方整備局名古屋港湾事務所	令和3年度 名古屋港浚渫土活用検討業務
20	国土交通省近畿地方整備局神戸港湾空港技術調査事務所	平成20年度 護岸への環境機能付加に関する技術検討調査
21	国土交通省近畿地方整備局神戸港湾空港技術調査事務所	平成22年度 大阪湾における港湾海域環境改善方策に関する検討調査
22	国土交通省四国地方整備局港湾空港部	令和3年度 四国における生物共生を考慮した港湾整備手法検討業務
23	国土交通省九州地方整備局下関港湾事務所	平成30年度 関門航路(西側)土砂処分場水生生物環境調査
24	国土交通省九州地方整備局下関港湾事務所	令和3年度 下関港(新港地区)水生生物環境調査
25	国土交通省九州地方整備局北九州港湾・空港整備事務所	平成28年度 新門司沖生態系調査

表-A.2 生育基盤の工夫の事例（その1）

事例 No	報告書 No	技術 ID	技術名称	実施海域	構造物	対策箇所	対策のタイプ (大)	対策のタイプ (小)	海藻種 (大分類)	COD75% 値 (m g/L)	類型指定	最大フエッチ長 (m)	最高水温 (°C)	移植方法 (大)	食害防止策 (大)
1	1	防波堤 1-11	ケルプエックスブロック	北海道沿岸海区・太平洋沿岸	防波堤	被覆ブロック	形状変化	角部加工	大型海藻類	2.9	B	1100	22.2	無	無
2	1	防波堤 1-11	ケルプエックスブロック	北海道沿岸海区・太平洋沿岸	防波堤	被覆ブロック	形状変化	角部加工	コンブ類	2.9	B	1100	22.2	無	無
3	1	防波堤 1-12	エコリーフブロック	北海道沿岸海区・太平洋沿岸	防波堤	被覆ブロック	形状変化	空洞	大型海藻類	2.9	B	1100	22.2	無	無
4	1	防波堤 1-12	エコリーフブロック	北海道沿岸海区・太平洋沿岸	防波堤	被覆ブロック	形状変化	空洞	コンブ類	2.9	B	1100	22.2	無	無
5	1	防波堤 1-13	プレスロックブロック	北海道沿岸海区・太平洋沿岸	防波堤	被覆ブロック	形状変化	稜角	大型海藻類	2.9	B	1100	22.2	無	有
6	1	防波堤 1-13	プレスロックブロック	北海道沿岸海区・太平洋沿岸	防波堤	被覆ブロック	形状変化	稜角	コンブ類	2.9	B	1100	22.2	無	有
7	1	防波堤 1-14	ケルプベースブロック	北海道沿岸海区・太平洋沿岸	防波堤	被覆ブロック	形状変化	稜角	大型海藻類	2.9	B	1100	22.2	無	有
8	1	防波堤 1-14	ケルプベースブロック	北海道沿岸海区・太平洋沿岸	防波堤	被覆ブロック	形状変化	稜角	コンブ類	2.9	B	1100	22.2	無	有
9	2	防波堤 1-17	溝付きブロック	北海道沿岸海区・太平洋沿岸	防波堤	被覆ブロック	表面加工	溝加工	コンブ類	2	A	200000	24.5	無	無
10	2	防波堤 1-18	植毛板付きブロック	北海道沿岸海区・太平洋沿岸	防波堤	被覆ブロック	表面加工	粗面加工	コンブ類	2	A	200000	24.5	無	無
11	2	防波堤 1-19	ピオユニット	北海道沿岸海区・太平洋沿岸	防波堤	被覆ブロック	表面加工	粗面加工	コンブ類	2	A	200000	24.5	無	無
12	2	防波堤 1-20	オルサーブロック	北海道沿岸海区・太平洋沿岸	防波堤	被覆ブロック	形状変化	稜角	コンブ類	2	A	200000	24.5	無	無
13	2	防波堤 1-21	アルガロック	北海道沿岸海区・太平洋沿岸	防波堤	被覆ブロック	形状変化	溝加工	コンブ類	2	A	200000	24.5	無	無
14	2	防波堤 1-22	マリプロランテーション	北海道沿岸海区・太平洋沿岸	防波堤	被覆ブロック	形状変化	稜角	コンブ類	2	A	200000	24.5	無	無
15	2	防波堤 1-23	えさやさん	北海道沿岸海区・太平洋沿岸	防波堤	被覆ブロック	石積・石籠	—	コンブ類	2	A	200000	24.5	無	無
16	2	防波堤 1-24	石張ブロック	北海道沿岸海区・太平洋沿岸	防波堤	被覆ブロック	表面加工	凹凸加工	コンブ類	2	A	200000	24.5	無	無
17	3	防波堤 1-15	FNS 系硫黄固化体	北海道沿岸海区・太平洋沿岸	防波堤	被覆ブロック	形状変化	稜角	コンブ類	1.6	B	10700	24.5	無	無
18	3	防波堤 1-15	FNS 系硫黄固化体	北海道沿岸海区・太平洋沿岸	防波堤	被覆ブロック	形状変化	稜角	コンブ類	1.6	B	10700	24.5	無	無
19	3	防波堤 1-16	貝殻系硫黄固化体	北海道沿岸海区・太平洋沿岸	防波堤	被覆ブロック	表面加工	粗面加工	コンブ類	1.6	B	10700	24.5	無	無
20	3	防波堤 1-16	貝殻系硫黄固化体	北海道沿岸海区・太平洋沿岸	防波堤	被覆ブロック	表面加工	粗面加工	コンブ類	1.6	B	10700	24.5	無	無
21	4	防波堤 2-3	活性コンクリートパネル	北海道沿岸海区・太平洋沿岸	防波堤	壁面	表面加工	粗面加工	コンブ類	1.9	A	1600	22.3	無	無
22	4	防波堤 2-4	発酵魚かすパネル	北海道沿岸海区・日本海沿岸	防波堤	壁面	栄養添加	—	コンブ類	1.9	A	1600	22.3	無	無
23	4	防波堤 1-25	発酵魚かすブロック	北海道沿岸海区・太平洋沿岸	防波堤	被覆ブロック	栄養添加	—	コンブ類	1.9	A	1600	22.3	無	無
24	5	防波堤 1-26	溝付きブロック	北海道沿岸海区・日本海沿岸	防波堤	被覆ブロック	表面加工	溝加工	コンブ類	1.2	A	74700	26.4	無	無
25	6	2-5	六脚ブロック	北海道沿岸海区・日本海沿岸	構造物沖合	漁礁	形状変化	稜角	コンブ類	1.6	A	999999	25.5	種苗	無
26	6	2-4	柱状礁	北海道沿岸海区・日本海沿岸	構造物沖合	漁礁	形状変化	柱状	コンブ類	1.6	A	999999	25.5	無	有
27	6	2-4	柱状礁	北海道沿岸海区・日本海沿岸	構造物沖合	漁礁	形状変化	柱状	コンブ類	1.6	A	999999	25.5	種苗	有
28	6	2-4	柱状礁	北海道沿岸海区・日本海沿岸	構造物沖合	漁礁	形状変化	柱状	コンブ類	1.6	A	999999	25.5	種苗	無
29	7	2-6	ピオユニット	北海道沿岸海区・太平洋沿岸	構造物沖合	漁礁	形状変化	稜角	コンブ類	1.6	A	999999	21.7	無	無
30	7	2-6	ピオユニット	北海道沿岸海区・太平洋沿岸	構造物沖合	漁礁	形状変化	空洞	コンブ類	1.6	A	999999	21.7	無	無
31	8	護岸 1-3	シーロック	北海道沿岸海区・日本海沿岸	護岸	被覆ブロック	形状変化	稜角	コンブ類	1.6	A	999999	25.4	母藻	無
32	8	護岸 1-5	ビーハイブ	北海道沿岸海区・日本海沿岸	護岸	被覆ブロック	形状変化	稜角	コンブ類	1.6	A	999999	25.4	母藻	有
33	9	護岸 1-1	六脚ブロック (溝付)	本州北部日本海沿岸海区	護岸	被覆ブロック	形状変化	稜角	ホンダワラ類	2.3	C	1380	27.7	無	無
34	9	護岸 1-2	中空ブロック (溝付)	本州北部日本海沿岸海区	護岸	被覆ブロック	形状変化	稜角	ホンダワラ類	2.3	C	1380	27.7	無	無
35	9	護岸 1-3	シーロック (溝付)	本州北部日本海沿岸海区	護岸	被覆ブロック	石積・石籠	—	ホンダワラ類	2.3	C	1380	27.7	無	無

表-A.2 生育基盤の工夫の事例 (その2)

事例 No	報告書 No	技術 ID	技術名称	実施海域	構造物	対策箇所	対策のタイプ (大)	対策のタイプ (小)	海藻種 (大分類)	COD75% 値 (m g/L)	類型指定	最大フェッチ長 (m)	最高水温 (°C)	移植方法 (大)	食害防止策 (大)
36	9	護岸 1-4	えさやさん	本州北部日本海沿岸海区	護岸	被覆ブロック	石積・石籠	—	ホンダワラ類	2.3	C	1380	27.7	無	無
37	10	防波堤 2-1	イオンカルチャープレート	東北太平洋沿岸海区	防波堤	壁面	栄養添加	—	大型海藻類	1.4	A	140	20.7	無	無
38	10	防波堤 2-1	イオンカルチャープレート	東北太平洋沿岸海区	防波堤	壁面	栄養添加	—	大型海藻類	1.4	A	2680	20.7	無	無
39	10	防波堤 2-1	イオンカルチャープレート	東北太平洋沿岸海区	防波堤	壁面	栄養添加	—	大型海藻類	1.4	A	4450	20.7	無	無
40	10	防波堤 2-2	活性コンクリートハネル	東北太平洋沿岸海区	防波堤	壁面	栄養添加	—	大型海藻類	1.4	A	140	20.7	無	無
41	10	防波堤 2-2	活性コンクリートハネル	東北太平洋沿岸海区	防波堤	壁面	栄養添加	—	大型海藻類	1.4	A	2680	20.7	無	無
42	10	防波堤 2-2	活性コンクリートハネル	東北太平洋沿岸海区	防波堤	壁面	栄養添加	—	大型海藻類	1.4	A	4450	20.7	無	無
43	10	防波堤 1-1	溝付三柱ブロック	東北太平洋沿岸海区	防波堤	被覆ブロック	形状変化	稜角	大型海藻類	1.4	A	140	20.7	無	無
44	10	防波堤 1-1	溝付三柱ブロック	東北太平洋沿岸海区	防波堤	被覆ブロック	形状変化	稜角	大型海藻類	1.4	A	2680	20.7	無	無
45	10	防波堤 1-1	溝付三柱ブロック	東北太平洋沿岸海区	防波堤	被覆ブロック	形状変化	稜角	大型海藻類	1.4	A	4450	20.7	無	無
46	10	防波堤 1-2	溝付メガブロック	東北太平洋沿岸海区	防波堤	被覆ブロック	形状変化	稜角	大型海藻類	1.4	A	140	20.7	無	無
47	10	防波堤 1-2	溝付メガブロック	東北太平洋沿岸海区	防波堤	被覆ブロック	形状変化	稜角	大型海藻類	1.4	A	2680	20.7	無	無
48	10	防波堤 1-2	溝付メガブロック	東北太平洋沿岸海区	防波堤	被覆ブロック	形状変化	稜角	大型海藻類	1.4	A	4450	20.7	無	無
49	10	防波堤 1-3	サブプレオフレーム	東北太平洋沿岸海区	防波堤	被覆ブロック	石積・石籠	—	大型海藻類	1.4	A	140	20.7	無	無
50	10	防波堤 1-3	サブプレオフレーム	東北太平洋沿岸海区	防波堤	被覆ブロック	石積・石籠	—	大型海藻類	1.4	A	2680	20.7	無	無
51	10	防波堤 1-3	サブプレオフレーム	東北太平洋沿岸海区	防波堤	被覆ブロック	石積・石籠	—	大型海藻類	1.4	A	4450	20.7	無	無
52	10	防波堤 1-4	リーフマット	東北太平洋沿岸海区	防波堤	被覆ブロック	石積・石籠	—	大型海藻類	1.4	A	140	20.7	無	無
53	10	防波堤 1-4	リーフマット	東北太平洋沿岸海区	防波堤	被覆ブロック	石積・石籠	—	大型海藻類	1.4	A	2680	20.7	無	無
54	10	防波堤 1-4	リーフマット	東北太平洋沿岸海区	防波堤	被覆ブロック	石積・石籠	—	大型海藻類	1.4	A	4450	20.7	無	無
55	10	防波堤 1-5	ペルメックス	東北太平洋沿岸海区	防波堤	被覆ブロック	形状変化	空洞	大型海藻類	1.4	A	140	20.7	無	無
56	10	防波堤 1-5	ペルメックス	東北太平洋沿岸海区	防波堤	被覆ブロック	形状変化	空洞	大型海藻類	1.4	A	2680	20.7	無	無
57	10	防波堤 1-5	ペルメックス	東北太平洋沿岸海区	防波堤	被覆ブロック	形状変化	空洞	大型海藻類	1.4	A	4450	20.7	無	無
58	10	防波堤 1-6	テトラネオ	東北太平洋沿岸海区	防波堤	被覆ブロック	形状変化	角部加工	大型海藻類	1.4	A	140	20.7	無	無
59	10	防波堤 1-6	テトラネオ	東北太平洋沿岸海区	防波堤	被覆ブロック	形状変化	角部加工	大型海藻類	1.4	A	2680	20.7	無	無
60	10	防波堤 1-6	テトラネオ	東北太平洋沿岸海区	防波堤	被覆ブロック	形状変化	角部加工	大型海藻類	1.4	A	4450	20.7	無	無
61	11	護岸 1-1	六脚ブロック	中部大西洋沿岸海区	護岸	被覆ブロック	形状変化	稜角	アラメ・カジメ類	1.9	B	51000	29.4	種苗・母藻	無
62	11	護岸 1-11	テトラポット	中部大西洋沿岸海区	護岸	被覆ブロック	形状変化	稜角	アラメ・カジメ類	1.9	B	51000	29.4	種苗・母藻	無
63	11	護岸 1-12	クリンガー	中部大西洋沿岸海区	護岸	被覆ブロック	形状変化	稜角	アラメ・カジメ類	1.9	B	51000	29.4	種苗・母藻	無
64	13	構造物沖合 2-7	藻礁ブロック	中部大西洋沿岸海区	構造物沖合	漁礁	表面加工	溝加工	アラメ・カジメ類	1.7	A	999999	27	無	無
65	13	構造物沖合 2-7	藻礁ブロック	中部大西洋沿岸海区	構造物沖合	漁礁	表面加工	溝加工	ホンダワラ類	1.7	A	999999	27	無	無
66	14	構造物沖合 2-1	液薬土固化体	中部大西洋沿岸海区	構造物沖合	漁礁	石積・石籠	—	大型海藻類	2.7	A	999999	29.4	無	無
67	14	構造物沖合 2-2	水和固化体	中部大西洋沿岸海区	構造物沖合	漁礁	石積・石籠	—	大型海藻類	2.7	A	999999	29.4	無	無
68	14	構造物沖合 2-3	水和固化体+藻礁基盤	中部大西洋沿岸海区	構造物沖合	漁礁	石積・石籠	—	大型海藻類	2.7	A	999999	29.4	無	無
69	15	護岸 1-5	液薬土固化体	中部大西洋沿岸海区	護岸	被覆ブロック	石積・石籠	—	海藻類全般	4.2	C	50000	19.6	無	無
70	17	防波堤 3-1	移植板 (ケルブノブ)	中部大西洋沿岸海区	防波堤	遊水室	表面加工	凹凸加工	アラメ・カジメ類	1.6	A	7600	28.3	母藻	有

表-A.2 生育基盤の工夫の事例（その3）

事例 No	報告書 No	技術 ID	技術名称	実施海域	構造物	対策のタイ プ(大)	対策のタイ プ(小)	海藻種 (大分類)	COD75% 値(mg/L)	類型 指定	最大フエッ チ長 (m)	最高水 温(℃)	移植 方法 (大)	食害防 止策 (大)
71	17	防波堤 3-1	移植板(ケルブノブ)	中部大西洋沿岸海区	防波堤	表面加工	凹凸加工	アラメ・カジメ類	1.6	A	7600	28.3	母藻	有
72	17	防波堤 3-2	移植板(垂直板付き)	中部大西洋沿岸海区	防波堤	表面加工	凹凸加工	アラメ・カジメ類	1.6	A	7600	28.3	母藻	有
73	17	防波堤 3-2	移植板(垂直板付き)	中部大西洋沿岸海区	防波堤	表面加工	凹凸加工	アラメ・カジメ類	1.6	A	7600	28.3	母藻	有
74	17	防波堤 3-3	移植板(自然石大)	中部大西洋沿岸海区	防波堤	表面加工	凹凸加工	アラメ・カジメ類	1.6	A	7600	28.3	母藻	有
75	17	防波堤 3-3	移植板(自然石大)	中部大西洋沿岸海区	防波堤	表面加工	凹凸加工	アラメ・カジメ類	1.6	A	7600	28.3	母藻	有
76	17	防波堤 3-4	移植板(自然石小)	中部大西洋沿岸海区	防波堤	表面加工	凹凸加工	アラメ・カジメ類	1.6	A	7600	28.3	母藻	有
77	17	防波堤 3-4	移植板(自然石小)	中部大西洋沿岸海区	防波堤	表面加工	凹凸加工	アラメ・カジメ類	1.6	A	7600	28.3	母藻	有
78	19	護岸 1-5	液漑土人工石	中部大西洋沿岸海区	護岸	被覆ブロック	石積・石籠	大型海藻類	3.6	C	28000	28.7	無	無
79	20	護岸 1-8	築磯	四国九州・沿岸海区	護岸	被覆ブロック	石積・石籠	海藻類全般	2.8	A	6400	27.3	無	無
80	20	護岸 1-9	石籠	四国九州・沿岸海区	護岸	被覆ブロック	石積・石籠	海藻類全般	2.8	A	6400	27.3	無	無
81	22	防波堤 2-1	イオンカルチャー	四国九州・沿岸海区	防波堤	壁面	栄養添加	海藻類全般	1.8	B	1600	28.4	無	無
82	22	防波堤 2-3	オーシャンメドゥ 21	四国九州・沿岸海区	防波堤	壁面	栄養添加	海藻類全般	1.8	B	1600	28.4	無	無
83	22	防波堤 2-4	ホセブロック	四国九州・沿岸海区	防波堤	壁面	栄養添加	海藻類全般	1.8	B	1600	28.4	無	無
84	22	防波堤 1-7	鉄分供給ユニット	四国九州・沿岸海区	防波堤	被覆ブロック	栄養添加	ホンダワラ類	1.8	B	1500	28.4	無	有
85	22	防波堤 1-7	鉄分供給ユニット	四国九州・沿岸海区	防波堤	被覆ブロック	栄養添加	ホンダワラ類	1.8	B	1500	28.4	無	有
86	22	防波堤 1-7	鉄分供給ユニット	四国九州・沿岸海区	防波堤	被覆ブロック	栄養添加	ホンダワラ類	2	B	1400	28.4	種苗・母藻	有
87	22	防波堤 1-9	天然石ユニット	四国九州・沿岸海区	防波堤	被覆ブロック	石積・石籠	ホンダワラ類	2	B	1400	28.4	種苗・母藻	有
88	22	防波堤 1-10	人工砕石ユニット	四国九州・沿岸海区	防波堤	被覆ブロック	石積・石籠	ホンダワラ類	2	B	1400	28.4	種苗・母藻	有
89	22	防波堤 1-8	水和固化体プレート	四国九州・沿岸海区	防波堤	被覆ブロック	表面加工	海藻類全般	1.9	B	1500	28.4	無	有
90	22	防波堤 1-8	水和固化体プレート	四国九州・沿岸海区	防波堤	被覆ブロック	表面加工	海藻類全般	1.9	B	1500	28.4	無	有
91	22	防波堤 1-10	人工砕石ユニット	四国九州・沿岸海区	防波堤	被覆ブロック	石積・石籠	海藻類全般	1.9	B	1500	28.4	無	有
92	22	防波堤 1-10	人工砕石ユニット	四国九州・沿岸海区	防波堤	被覆ブロック	石積・石籠	海藻類全般	1.9	B	1500	28.4	無	有
93	24	護岸 1-6	レンガ加工被覆ブロック	四国九州・沿岸海区	護岸	被覆ブロック	表面加工	アラメ・カジメ類	1.8	A	999999	29	種苗	無
94	24	護岸 1-6	レンガ加工被覆ブロック	四国九州・沿岸海区	護岸	被覆ブロック	表面加工	アラメ・カジメ類	1.8	A	999999	29	種苗	無
95	24	護岸 1-7	円柱加工被覆ブロック	四国九州・沿岸海区	護岸	被覆ブロック	形状変化	アラメ・カジメ類	1.8	A	999999	29	種苗	無
96	24	護岸 1-7	円柱加工被覆ブロック	四国九州・沿岸海区	護岸	被覆ブロック	形状変化	アラメ・カジメ類	1.8	A	999999	29	種苗	無
97	23	護岸 2-1	水平加工	四国九州・沿岸海区	護岸	壁面	表面加工	アラメ・カジメ類	1.5	A	3200	29	無	無
98	23	護岸 2-1	水平加工	四国九州・沿岸海区	護岸	壁面	表面加工	アラメ・カジメ類	1.5	A	3200	29	無	無
99	23	護岸 2-1	水平加工	四国九州・沿岸海区	護岸	壁面	表面加工	アラメ・カジメ類	1.5	A	3200	29	無	無
100	23	護岸 2-2	鉛直加工	四国九州・沿岸海区	護岸	壁面	表面加工	アラメ・カジメ類	1.5	A	3200	29	無	無
101	23	護岸 2-2	鉛直加工	四国九州・沿岸海区	護岸	壁面	表面加工	アラメ・カジメ類	1.5	A	3200	29	無	無
102	23	護岸 2-2	鉛直加工	四国九州・沿岸海区	護岸	壁面	表面加工	アラメ・カジメ類	1.5	A	3200	29	無	無
103	24	護岸 2-1	水平加工	四国九州・沿岸海区	護岸	壁面	表面加工	アラメ・カジメ類	1.6	A	4600	29	無	無
104	24	護岸 2-1	水平加工	四国九州・沿岸海区	護岸	壁面	表面加工	アラメ・カジメ類	1.6	A	4600	29	無	無
105	24	護岸 2-1	水平加工	四国九州・沿岸海区	護岸	壁面	表面加工	アラメ・カジメ類	1.6	A	4600	29	無	無

表-A.2 生育基盤の工夫の事例（その4）

事例 No	報告書 No	技術 ID	技術名称	実施海域	構造物	対策箇所	対策のタイプ (大)	対策のタイプ (小)	海藻種 (大分類)	COD75% 値 (mg/L)	類型指定	最大フェッチ長 (m)	最高水温 (°C)	移植方法 (大)	食害防止策 (大)
106	24	護岸 2-2	鉛直加工	四国九州 - 沿岸海区	護岸	壁面	表面加工	溝加工	アラマ・カジメ類	1.6	A	4600	29	無	無
107	24	護岸 2-2	鉛直加工	四国九州 - 沿岸海区	護岸	壁面	表面加工	溝加工	ホンダダワラ類	1.6	A	4600	29	無	無
108	24	護岸 2-2	鉛直加工	四国九州 - 沿岸海区	護岸	壁面	表面加工	溝加工	ワカメ類	1.6	A	4600	29	無	無
109	25	潜堤 1-1	石籠 (自然石)	四国九州 - 沿岸海区	潜堤	被覆ブロック	石積・石籠	-	大型海藻類	2.2	A	19440	29	種苗・母藻	無
110	25	潜堤 1-2	石籠 (人工石)	四国九州 - 沿岸海区	潜堤	被覆ブロック	石積・石籠	-	大型海藻類	2.2	A	19440	29	種苗・母藻	無
111	25	潜堤 1-3	石籠 (浚渫土砂固化体)	四国九州 - 沿岸海区	潜堤	被覆ブロック	石積・石籠	-	大型海藻類	2.2	A	19440	29	種苗・母藻	無

事 例 集

1. はじめに

本資料は、港湾におけるブルーカーボンの促進を目指したブルーインフラを整備するにあたり、参考となる生育基盤の工夫について、既存の事例をもとに整理を行ったものである。

脱炭素社会への取り組みが加速するなか、沿岸域における温暖化緩和策としてCO₂の吸収源対策であるブルーカーボンが注目されている。ブルーカーボンを促進するためには、海草・海藻等のブルーカーボン生態系を増やすことが重要となる。

港湾における藻場造成基盤としては、生物共生型港湾構造物が有効な技術であるが、生物共生型港湾構造物を設置しただけで、海藻が繁茂するほど単純なものではなく、港湾域の水環境は必ずしも海藻の生育に良好な場所とは言えない。例えば、富栄養化した海域では、光量不足や細粒分の堆積による海藻の着生基盤の劣化が課題となっている。また、富栄養化していない海域でも、食害や栄養塩不足等が課題となっている。加えて、温暖化に伴い、水温上昇や在来種以外の新たな食害生物の対策が、今後ますます必要になると考えられる。これらの課題に対して、細粒分が堆積し難い被覆ブロック等の工夫、食害を防ぐブロック形状等の工夫、海藻の着底を促すブロック形状や表面形状等の工夫、海藻の成長を促す構造物の材質等の工夫など様々な技術開発が検討されている。

本事例集は、港湾におけるブルーカーボン生態系（海藻類）を増やすための検討の参考になることを目的に、全国より海藻増殖試験の事例を収集し、個別技術について整理したものである。

2. 構造物における海藻の着生・成長を促す生息基盤の工夫のカテゴリー

2.1. 生息基盤の工夫のカテゴリー

海藻の着生・成長を促す生息基盤の工夫は、形状変化、表面加工、栄養添加、石積・石籠の4つカテゴリーに大別できる。

【解説】

生育基盤の工夫は、大分類と小分類で区分した。大分類は、形状変化、表面加工、栄養添加、石積・石籠の4つとした(表-1)。形状加工は、稜角、柱状、空洞の3つの小分類に区分した。表面加工は、凸凹加工、溝加工、粗面加工の3つの小分類に区分した。それぞれの工夫の例を付録に示す。

根固ブロックや消波ブロック等においては、稜角、柱の様な突起物、および空洞部を設ける等の形状変化の工夫があった。稜角は、稜角部を増やし海藻の付着を促進することを期待するものである。柱状は、平面部を少なくし海藻の付着の阻害要因である細粒分の堆積を抑制すること、およびウニの食害を抑制することを期待するものである。空洞は、流動による流れを発生させ、細粒分の堆積を抑制することを期待するものである。また、空洞部のエッジ部には海藻の付着が期待できる。加えて、空洞部は漁礁機能の効果が期待できる。

ブロックや防波堤、護岸等の表面等においては、砕石やブロックのような比較的に大きな凹凸、溝、および多孔質材や人工毛等の微細な粗度や空隙等の表面加工の工夫があった。凹凸加工は、海藻のタネが着底する表面積が増えること、ブロックの近傍の流れが乱れることにより細粒分の堆積が低減されること、および稜角部を増やして海藻の付着を促進することを期待するものである。溝加工は、角部を増やして海藻の付着を促進することを期待するものである。粗面加工は、多孔質や人工毛等の微細な粗度や空隙を作り、海藻の付着を促進することを期待するものである。

栄養添加は、海藻の成長に必要な栄養塩や鉄、アミノ酸等を溶出する基質を用いて、海藻の成長の促進を期待するものである。栄養添加機能を持ったパネルは、ブロックや護岸、防波堤の表面に貼り付けることが可能である。

石積・石籠は、天然石や人工石、貝殻等を蛇籠等に入れた構造であり、潜堤や漁礁等に適用されていた。この構造は、海藻のタネが着底する表面積の増加や稜角部を増やす工夫であり、海藻の付着を促進することを期待するものである。また、間隙部には生物の生息も期待でききる。

表-1 海藻の着生・成長を促す生息基盤の工夫

適用箇所	生育基盤の工夫		内容
	(大分類)	(小分類)	
ブロック(根固ブロックや消波ブロック等)	形状変化	稜角	特徴: 稜角が多い形状 期待する効果: 稜角部を増やし海藻の付着を促進
		柱状	特徴: 柱の様な突起物がある形状 期待する効果: 平面部を少なくし細粒分の堆積を抑制, ウニの食害を抑制
		空洞	特徴: 空洞部がある形状 期待する効果: 流動による流れを発生させ, 細粒分の堆積を抑制
ブロックや護岸, 防波堤等の表面等	表面加工	凹凸加工	特徴: 表面に碎石を埋め込む様な比較的大きな凹凸がある表面 期待する効果: 海藻のタネが着底する表面積の増加、局所的な流動を促し細粒分の堆積の低減、及び稜角部を増やし海藻の付着を促進
		溝加工	特徴: 溝がある表面 期待する効果: 角部を増やし海藻の付着を促進
		粗面加工	特徴: 多孔質材や人工毛等の微細な粗度や空隙がある表面 期待する効果: 表面に微細な凹凸面を作り海藻の付着を促進
	栄養添加	—	特徴: 海藻の成長に必要な栄養塩や鉄, アミノ酸等を溶出する基質 期待する効果: 海藻の成長の促進
潜堤や漁礁等	石積・石籠	—	特徴: 天然石又は人工石を積んだり, 天然石や人工石、貝殻等を籠等に入れたりした構造 期待する効果: 海藻のタネが着底する表面積の増加、及び稜角部を増やし海藻の付着を促進。また、間隙部に生物の生息を促進。

2.2. 実施構造物および実施箇所

生育基盤の工夫の実施構造物は、防波堤、護岸、潜堤であり、実施箇所はブロック、壁面、ケーソン隔室、漁礁であった。

【解説】

生育基盤の工夫が実施された構造物は、護岸が 27 事例、防波堤が 68 事例、潜堤が 16 事例であった（図-1）。生育基盤の工夫が実施された箇所は、ブロックは 69 事例、壁面が 23 事例、ケーソン隔室が 8 事例、漁礁が 11 事例であった（図-2）。

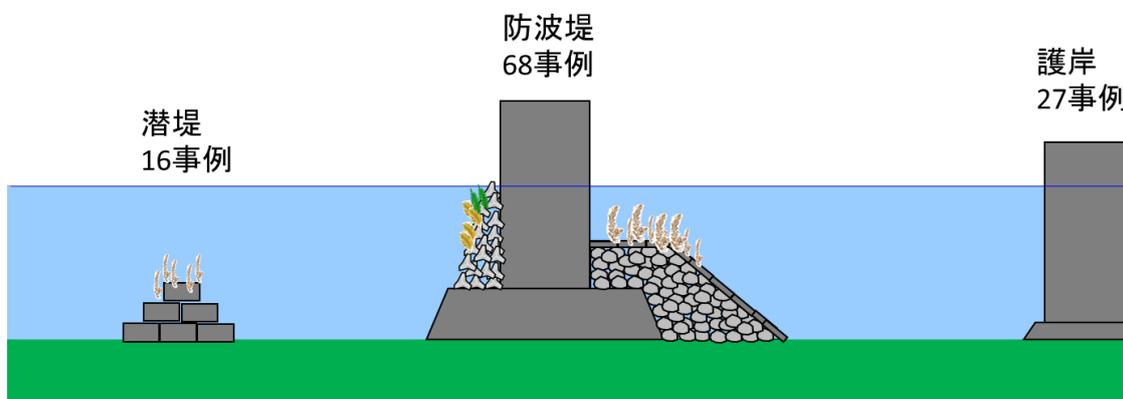


図-1 生息基盤の工夫が実施された構造物とその事例数

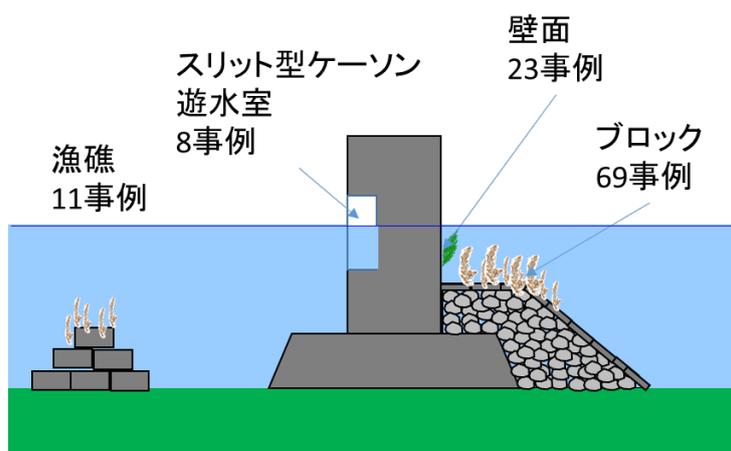


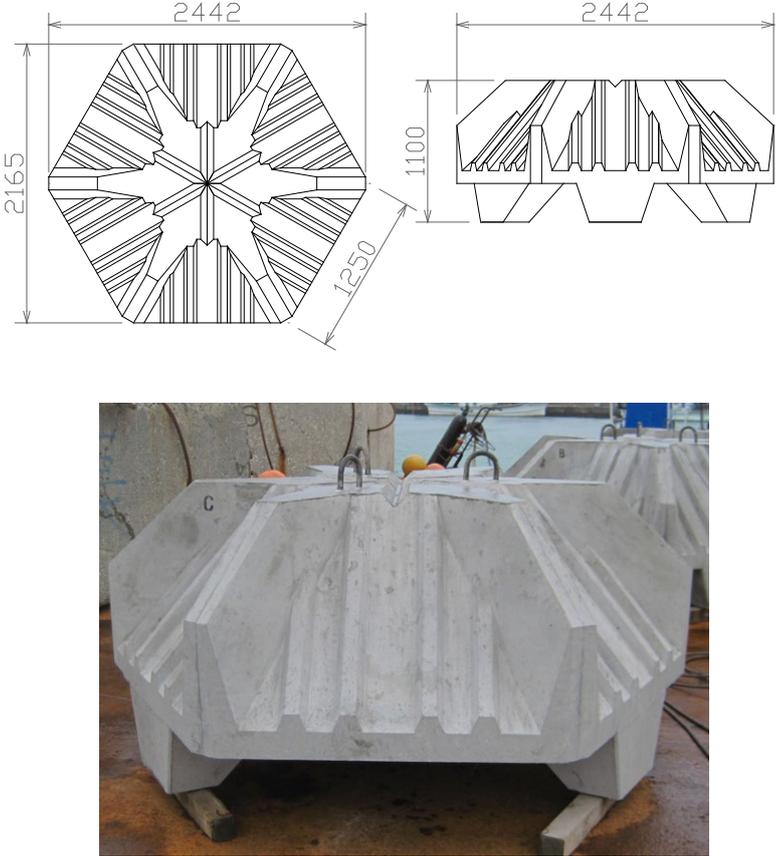
図-2 生息基盤の工夫が実施された箇所とその事例数

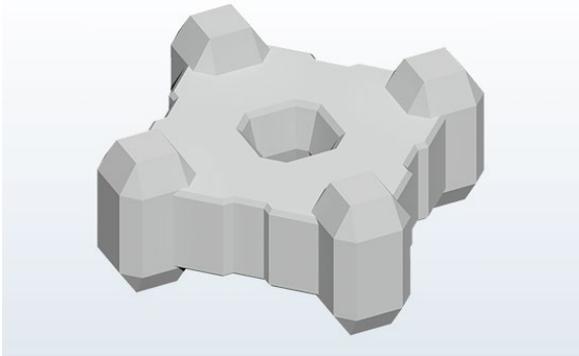
3. 構造物における海藻の着生・成長を促す生息基盤の工夫

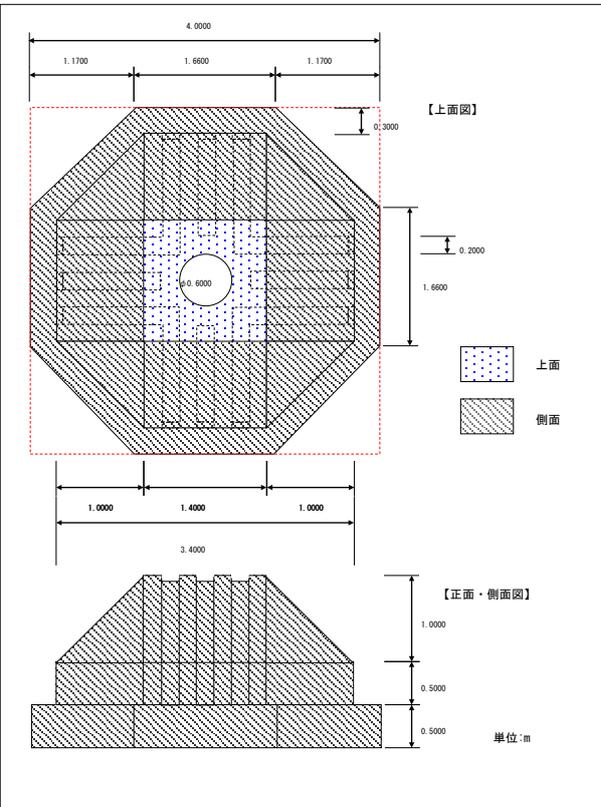
3.1 形状変化

実施構造物	防波堤	実施箇所	ブロック
生育基盤の工夫 (大分類)	形状変化	生育基盤の工夫 (小分類)	稜角
製品・工法名	溝付三柱ブロック	製造	株式会社三柱
技術概要	<p>■特徴</p> <ul style="list-style-type: none"> ・形状は、稜角部が曲面であり、かつ多数の面で構成されている。 ・ブロック表面に溝が加工されている。 <p>■期待する効果</p> <ul style="list-style-type: none"> ・海藻が付着し易い稜角部および溝の角部を増やすことで、海藻の着生を促進 <p>■図, 写真等</p> 		
事例収集資料	平成 27 年度 釜石港粘り強い防波堤活用検討報告書, 東北地方整備局		
整理 No	防波堤 1-1		

実施構造物	防波堤	実施箇所	ブロック
生育基盤の工夫 (大分類)	形状変化	生育基盤の工夫 (小分類)	稜角
製品・工法名	溝付メガロック	製造	株式会社三柱
技術概要	<p>■特徴</p> <ul style="list-style-type: none"> ・稜角部が多い形状 ・ブロック表面に溝が加工されている。 <p>■期待する効果</p> <ul style="list-style-type: none"> ・海藻が付着し易い稜角部および溝の角部を増やすことで、海藻の着生を促進 <p>■図, 写真等</p> 		
事例収集資料	平成 27 年度 釜石港粘り強い防波堤活用検討報告書, 東北地方整備局		
整理 No	防波堤 1-2		

実施構造物	防波堤	実施箇所	ブロック
生育基盤の工夫 (大分類)	形状変化	生育基盤の工夫 (小分類)	稜角
製品・工法名	マリノプランテーション	製造	共和コンクリート工業株式会社
技術概要	<p>■特徴</p> <ul style="list-style-type: none"> ・海藻が付着しやすいように、多数の稜角、溝および壁を設けている。 ・着生面積が大きい。 <p>■期待する効果</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ブロックの表面積および海藻が付着し易い稜角部を増やすことで、海藻の着生を促進 <p>■図、写真等</p> <div style="text-align: center;">  </div>		
事例収集資料	平成 17 年度 浦河港藻場追跡調査業務報告書, 北海道開発局		
整理 No	防波堤 1-22		

実施構造物	防波堤	実施箇所	ブロック
生育基盤の工夫 (大分類)	形状変化	生育基盤の工夫 (小分類)	稜角
製品・工法名	プレスロック	製造	株式会社不動テトラ
技術概要	<p>■特徴</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ブロック形状が多くの面および稜線を有している ・天端や四隅の突出した部位にエコベストを埋め込むことができる ・ブロック中央に設けた孔により揚圧力を低減し、高い安定性が得られる ・据付では側面の溝を利用して玉掛けすることで円滑な作業が可能 <p>■期待する効果</p> <ul style="list-style-type: none"> ・海藻が付着し易い稜角部を増やすことで、海藻の着生を促進据付では側面の溝を利用して玉掛けすることで円滑な作業が可能 <p>■図, 写真等</p> <div style="text-align: center;">   </div>		
事例収集資料 整理 No	令和3年度 釧路港水質その他調査業務報告書, 北海道開発局 防波堤 1-13		

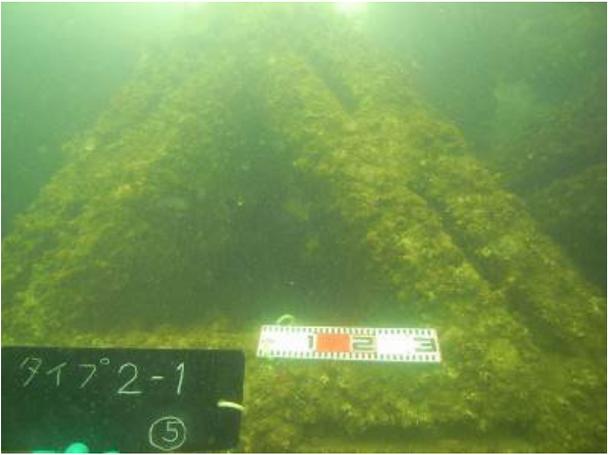
実施構造物	防波堤	実施箇所	ブロック
生育基盤の工夫 (大分類)	形状変化	生育基盤の工夫 (小分類)	稜角
製品・工法名	ケルプベースブロック	製造	ー
技術概要	<p>■特徴</p> <ul style="list-style-type: none"> 産業副産物である石炭灰を利用したリサイクルブロックで海藻着生のための様々な工夫（溝加工など）がなされている。 <p>■期待する効果</p> <ul style="list-style-type: none"> 海藻が付着し易い稜角部および溝の角部を増やすことで、海藻の着生を促進 <p>■図, 写真等</p>		
	 		
事例収集資料	令和3年度 釧路港水質その他調査業務報告書, 北海道開発局		
整理 No	防波堤 1-14		

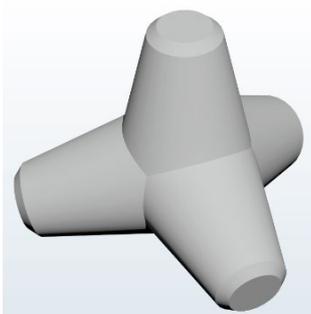
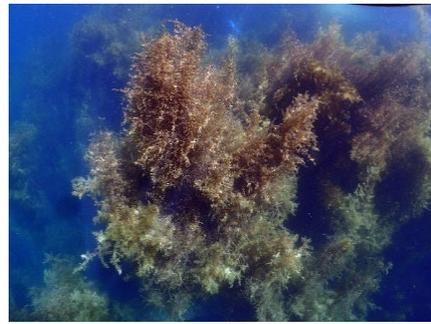
実施構造物	防波堤	実施箇所	ブロック
生育基盤の工夫 (大分類)	形状変化	生育基盤の工夫 (小分類)	稜角
製品・工法名	テトラネオ	製造	株式会社不動テトラ
技術概要	<p>■特徴</p> <ul style="list-style-type: none"> ・同トン型の消波ブロックでトップクラスに長い稜線により、藻類の着生を促進し、多様な生物の生育環境を提供 ・突起部により複雑な空間を形成 ・脚先端に突起を設けるなど形状の工夫により、高い安定性を実現 ・脚付け根部分の断面積を大きくしたことにより、高い構造強度を確保 ・60%という高い空隙率の実現により、使用するコンクリート量を低減し、加えて安定性向上によるブロックの小型化により、施工費の低廉化を実現 <p>■期待する効果</p> <ul style="list-style-type: none"> ・海藻が付着し易い稜角部（稜線）を増やすことで、海藻の着生を促進 <p>■図，写真等</p>		
	<div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;">   </div>		
事例収集資料	平成 27 年度 釜石港粘り強い防波堤活用検討報告書，東北地方整備局		
整理 No	防波堤 1-6		

実施構造物	防波堤	実施箇所	ブロック
生育基盤の工夫 (大分類)	形状変化	生育基盤の工夫 (小分類)	稜角
製品・工法名	ケルプエックス	製造	株式会社不動テトラ
技術概要	<p>■特徴</p> <ul style="list-style-type: none"> ・藻場造成に実績のあるエックスブロックの天端面にケルプノブ（海藻が着生しやすい突起）を埋め込んだブロック ・ケルプノブは、電力中央研究所が開発したコンブ科の海藻が着生しやすい突起 <p>■期待する効果</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ケルプノブにより海藻が付着し易い稜角部（稜線）を増やすことで、海藻の着生を促進 <p>■図、写真等</p>		
			
事例収集資料	令和3年度 釧路港水質その他調査業務報告書, 北海道開発局		
整理 No	防波堤 1-11		

実施構造物	防波堤	実施箇所	ブロック
生育基盤の工夫 (大分類)	形状変化	生育基盤の工夫 (小分類)	稜角
製品・工法名	オルサーブロック	製造	東洋水研株式会社
技術概要	<p>■特徴</p> <ul style="list-style-type: none"> ・高さのある脚部と魚の棲める大きな中央開口空間. ・ブロック全体の通水性が良い. <p>■期待する効果</p> <ul style="list-style-type: none"> ・海藻が付着し易い稜角部を増やすことで, 海藻の着生を促進 ・水産生物の蛸集・生息環境を維持保全 <p>■図, 写真等</p>		
事例収集資料	平成 17 年度 浦河港藻場追跡調査業務報告書, 北海道開発局		
整理 No	防波堤 1-20		

実施構造物	護岸	実施箇所	ブロック
生育基盤の工夫 (大分類)	形状変化	生育基盤の工夫 (小分類)	稜角
製品・工法名	六脚ブロック(溝付)	製造	技研興業株式会社
技術概要	<p>■特徴</p> <ul style="list-style-type: none"> ・中央にある立方体とその各面より放射される6本の脚を有するブロック. ・適度の空隙率, 透過度 ・海藻の着生を促すための角部(窪み)加工 <p>■期待する効果</p> <ul style="list-style-type: none"> ・海藻が付着し易い稜角部および溝の角部を増やすことで, 海藻の着生を促進 <p>■図, 写真等</p>		
			
	<p>事例① (K形)</p>		<p>事例② (着生状況)</p>
			
<p>事例③ (A形)</p>		<p>事例④ (配置状況)</p>	
事例収集資料	平成 26 年度 秋田港海域環境データ整理業務報告書, 東北地方整備局 平成 20 年度 東京湾口航路環境調査報告書, 関東地方整備局		
整理 No	護岸 1-1		

実施構造物	護岸	実施箇所	ブロック
生育基盤の工夫 (大分類)	形状変化	生育基盤の工夫 (小分類)	稜角
製品・工法名	中空三角ブロック (溝付)	製造	株式会社チスイ
技術概要	<p>■特徴</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ブロック形状が多く、面、稜線、および溝を有している <p>■期待する効果</p> <ul style="list-style-type: none"> ・海藻が付着し易い稜角部および溝の角部を増やすことで、海藻の着生を促進 <p>■図、写真等</p> <div style="text-align: center;">  <p>中空三角ブロック2型(溝付)</p> </div> <div style="text-align: center;">  </div>		
事例収集資料	平成 26 年度 秋田港海域環境データ整理業務報告書, 東北地方整備局		
整理 No	護岸 1-2		

実施構造物	護岸	実施箇所	ブロック
生育基盤の工夫 (大分類)	形状変化	生育基盤の工夫 (小分類)	稜角
製品・工法名	テトラポッド	製造	株式会社不動テトラ
技術概要	<p>■特徴</p> <ul style="list-style-type: none"> ・4脚の形状で安定性を確保 ・稜角部（稜線）を形成させた溝付きテトラポッドもラインアップ ・溝付きテトラポッドには藻類の栄養を付加するイオンカルチャープレート（イオンカルチャープレート）を貼付け可能 ・重心の位置が低く安定性に優れ、脚部も截頭円錐体で強固な構造 ・シンプルな型枠で互換性があり施工性がよい <p>■期待する効果</p> <ul style="list-style-type: none"> ・海藻が付着する面積を増やすことで、海藻の着生を促進 <p>■図，写真等</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;">   </div>		
事例収集資料	平成 20 年度 東京湾口航路環境調査報告書，関東地方整備局		
整理 No	護岸 1-11		

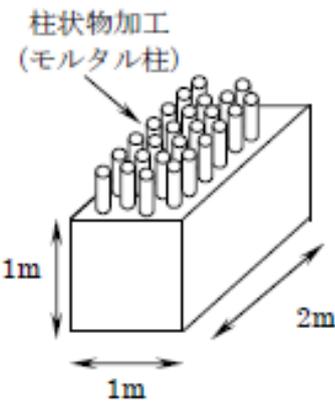
実施構造物	護岸	実施箇所	ブロック
生育基盤の工夫 (大分類)	形状変化	生育基盤の工夫 (小分類)	稜角
製品・工法名	クリンガー	製造	菱和コンクリート株式会社
技術概要	<p>■特徴</p> <ul style="list-style-type: none"> ・稜角部が多い形状 ・4脚の角の多い形状で、安定性が高い <p>■期待する効果</p> <ul style="list-style-type: none"> ・海藻が付着し易い稜角部を増やすことで、海藻の着生を促進 <p>■図, 写真等</p> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;">   </div>		
事例収集資料	平成 20 年度 東京湾口航路環境調査報告書, 関東地方整備局		
整理 No	護岸 1-12		

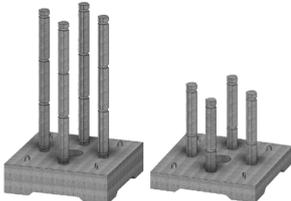
実施構造物	潜堤	実施箇所	漁礁
生育基盤の工夫 (大分類)	形状変化	生育基盤の工夫 (小分類)	稜角
製品・工法名	六脚ブロック	製造	技研興業株式会社
技術概要	<p>■特徴</p> <ul style="list-style-type: none"> ・稜角部が多い形状 <p>■期待する効果</p> <ul style="list-style-type: none"> ・海藻が付着し易い稜角部を増やすことで、海藻の着生を促進 <p>■図, 写真等</p>		
	 		
事例収集資料	令和3年度 小樽開発建設部管内海域環境創出効果検証業務報告書, 北海道開発局		
整理 No	構造物沖合 2-5		

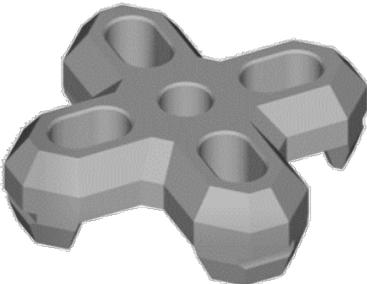
実施構造物	防波堤	実施箇所	消波ブロック、被覆ブロック
生育基盤の工夫 (大分類)	形状変化	生育基盤の工夫 (小分類)	稜角
製品・工法名	ラクナ・Ⅳ	製造	日建工学株式会社
技術概要	<p>■特徴</p> <ul style="list-style-type: none"> ・稜線も長く、孔部には隅角部が多いので、藻類の着床・生育を促進し、水棲生物の多様な生息空間を提供 ・脚部に溝を付けることで稜角部（稜線）を増やすことが可能 ・くぼみ状の孔と脚先がかみ合い被災伝達が抑制されるので、安定性が向上脚先端に突起を設けるなど形状の工夫により、波浪や流速に対する高い安定性が向上 ・大きなくぼみが空隙率を高め、経済性が向上 <p>■期待する効果</p> <ul style="list-style-type: none"> ・海藻が付着し易いくぼみ状の孔部の隅角部および稜線を増やすことで、海藻の着生を促進 <p>■図、写真等</p> 		
事例収集資料	—		
整理 No	—		

実施構造物		実施箇所	被覆ブロック
生育基盤の工夫 (大分類)	形状変化	生育基盤の工夫 (小分類)	稜角 溝加工
製品・工法名	溝付シェークブロック	製造	三谷セキサン株式会社
技術概要	<p>■特徴</p> <ul style="list-style-type: none"> ・長い稜線 ・4脚の角の多い形状で、高い安定性を確保 ・突起部に形成される複雑な空間 <p>■期待する効果</p> <ul style="list-style-type: none"> ・海藻が付着し易い稜角部を増やすことで、海藻の着生を促進 ・磯根生物の隠れ家を確保 <p>■図、写真等</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div>		
事例収集資料	—		
整理 No	—		

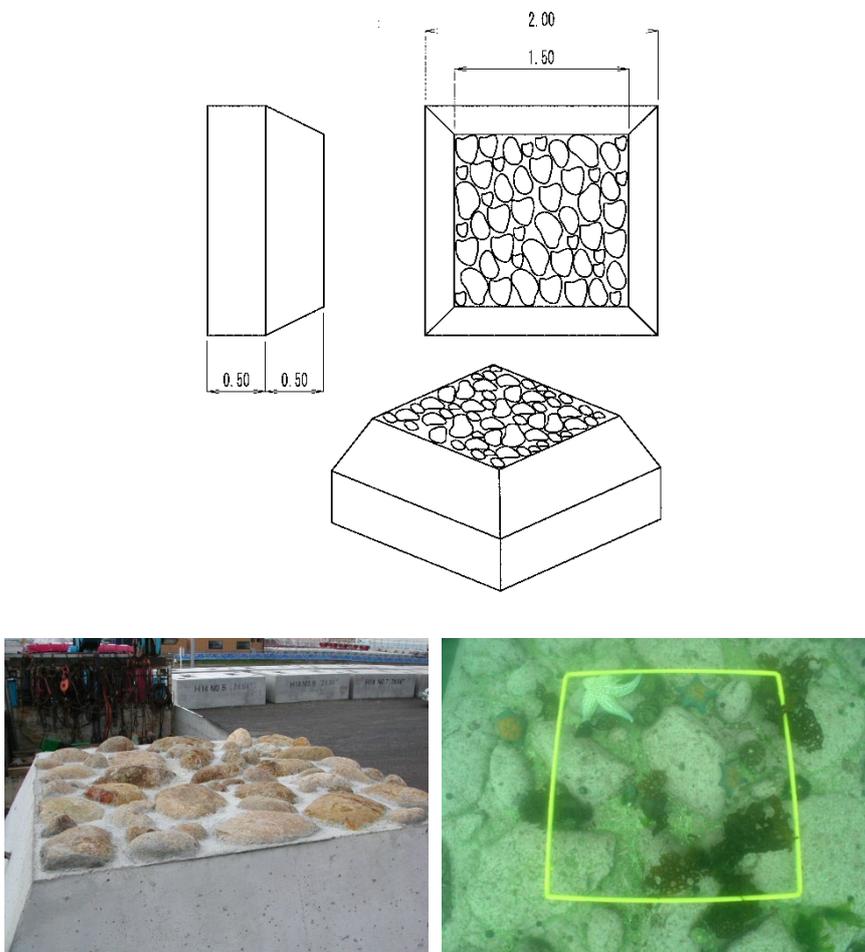
実施構造物		実施箇所	被覆ブロック
生育基盤の工夫 (大分類)	形状変化	生育基盤の工夫 (小分類)	稜角 溝加工
製品・工法名	溝付サーフブロック	製造	三谷セキサン株式会社
技術概要	<p>■特徴</p> <ul style="list-style-type: none"> ・稜角部が多い形状 ・ブロック表面に溝が加工されている。 <p>■期待する効果</p> <ul style="list-style-type: none"> ・海藻が付着し易い稜角部および溝の角部を増やすことで、海藻の着生を促進 ・磯根生物の隠れ家を確保 <p>■図、写真等</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div>		
事例収集資料	—		
整理 No	—		

実施構造物	護岸	実施箇所	ブロック
生育基盤の工夫 (大分類)	形状変化	生育基盤の工夫 (小分類)	柱状
製品・工法名	円柱加工被覆ブロック	製造	ー
技術概要	<p>■特徴</p> <ul style="list-style-type: none"> ・被覆ブロックに円柱加工を施したブロック <p>■期待する効果</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ブロックの表面積および海藻が付着し易い稜角部を増やすことで、海藻の着生を促進 ・柱状構造にすることで、柱部表面の細粒分の堆積を抑制し、海藻の着生を促進 <p>■図、写真等</p> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;">   </div>		
事例収集資料	平成18年度 下関港(新港地区)水生生物環境調査報告書, 九州地方整備局		
整理 No	護岸 1-7		

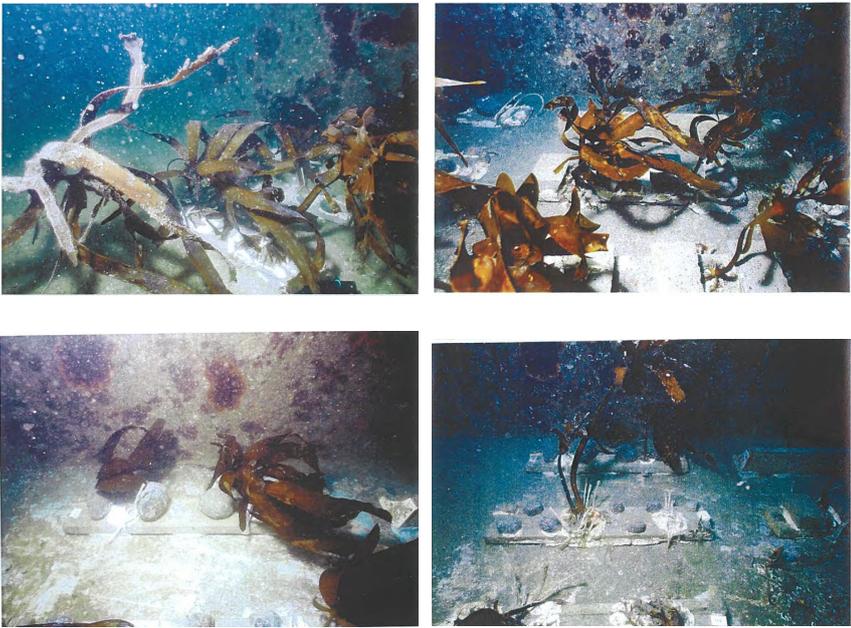
実施構造物	潜堤	実施箇所	魚礁、ブロック
生育基盤の工夫 (大分類)	形状変化	生育基盤の工夫 (小分類)	柱状
製品・工法名	柱状礁	製造	日建工学株式会社 三省水工株式会社 開発元：株式会社海中景観研究所
技術概要	<p>■特徴</p> <ul style="list-style-type: none"> ・柱状構造により立体的な藻場空間を形成し、設置面積あたりの海藻付着表面積が大きい ・柱表面には遊走子等の着生を促す流れを生む凹凸加工 ・柱状型被覆ブロックとして活用可能 <p>■期待する効果</p> <ul style="list-style-type: none"> ・凹凸のある柱状構造は稜角部が多く、適度な流れが生じるため浮泥がたまりにくく、海藻の着生を促進 ・柱状構造は砂地での埋没に強く、ウニ等も登りにくいため、持続的に藻場を形成 ・高さのある柱状構造は、海水温の鉛直変化に対応できるため、適切な海藻繁茂水深を創出 ・立体的な柱状構造は光と影のコントラストが生まれ、水棲生物の生育環境を創出 <p>■図、写真等</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>(4m型)</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>(2m型)</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>(被覆ブロックでの活用例)</p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;">   </div>		
事例収集資料	令和3年度 小樽開発建設部管内海域環境創出効果検証業務報告書、北海道開発局		
整理 No	構造物沖合 2-4		

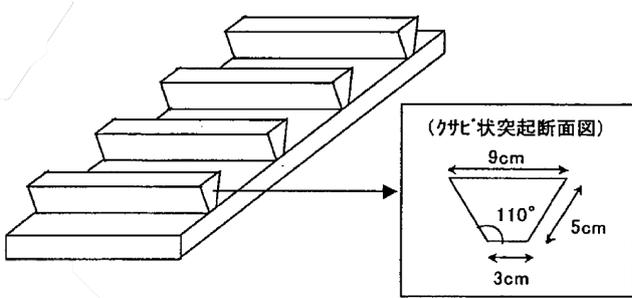
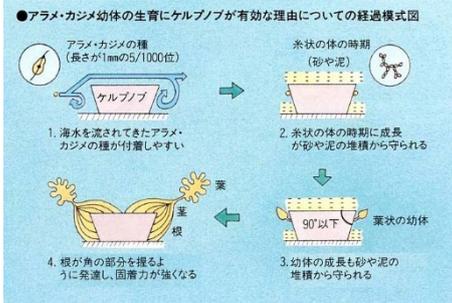
実施構造物	防波堤	実施箇所	ブロック
生育基盤の工夫 (大分類)	形状変化	生育基盤の工夫 (小分類)	空洞
製品・工法名	ペルメックス	製造	株式会社不動テトラ
技術概要	<p>■特徴</p> <ul style="list-style-type: none"> ・同トン型の被覆ブロックでトップクラスに長い稜線 ・開孔部と高い脚による生物の生息空間の創出 ・ブロックに作用する揚圧力を大幅に低減し、抜群の安定性を実現 ・ブロックの小型化により優れた経済性を実現 <p>■期待する効果</p> <ul style="list-style-type: none"> ・海藻が付着し易い稜角部（稜線）を増やすことで、海藻の着生を促進 ・開孔部を設けることで、魚類やカニなどの小動物の生息空間を創出 <p>■図，写真等</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="text-align: center;">  </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center; margin-top: 10px;"> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="text-align: center;">  </div> </div>		
事例収集資料	平成 27 年度 釜石港粘り強い防波堤活用検討報告書，東北地方整備局		
整理 No	防波堤 1-5		

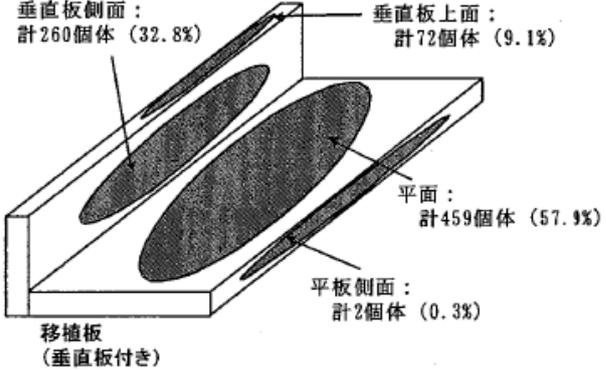
3.2 表面加工

実施構造物	防波堤	実施箇所	ブロック
生育基盤の工夫 (大分類)	表面加工	生育基盤の工夫 (小分類)	凹凸加工
製品・工法名	石張ブロック	製造	浦河生コンクリート株式会社
技術概要	<p>■特徴</p> <ul style="list-style-type: none"> ・表面に粗石を張ったブロック <p>■期待する効果</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ブロックの表面積を増やすことで、海藻の着生を促進 <p>■図、写真等</p>		
			
事例収集資料 整理 No	平成 17 年度 浦河港藻場追跡調査業務報告書, 北海道開発局 防波堤 1-24		

実施構造物	護岸	実施箇所	ブロック
生育基盤の工夫 (大分類)	表面加工	生育基盤の工夫 (小分類)	凹凸加工
製品・工法名	レンガ加工被覆ブロック	製造	ー
技術概要	<p>■特徴</p> <ul style="list-style-type: none"> ・表面にレンガ加工を施したブロック <p>■期待する効果</p> <ul style="list-style-type: none"> ・レンガにより海藻が付着し易い稜角部を増やすことで、海藻の着生を促進 <p>■図, 写真等</p> <div style="display: flex; flex-wrap: wrap;">     </div>		
事例収集資料	平成 18 年度 下関港(新港地区)水生生物環境調査報告書, 九州地方整備局		
整理 No	護岸 1-6		

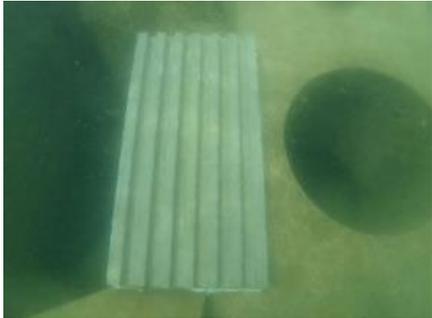
実施構造物	防波堤	実施箇所	スリット型ケーソン遊水室
生育基盤の工夫 (大分類)	表面加工	生育基盤の工夫 (小分類)	凹凸加工
製品・工法名	移植板 (自然石)	製造	—
技術概要	<p>■特徴</p> <ul style="list-style-type: none"> ・平板に自然石を取り付け ・製作が比較的容易かつ安価 <p>■期待する効果</p> <ul style="list-style-type: none"> ・表面積および海藻が付着し易い稜角部を増やすことで、海藻の着生を促進 <p>■図, 写真等</p> 		
事例収集資料	平成 14 年度御前崎港藻場造成検証調査報告書, 中部地方整備局		
整理 No	防波堤 3-3		

実施構造物	防波堤	実施箇所	スリット型ケーソン遊水室
生育基盤の工夫 (大分類)	表面加工	生育基盤の工夫 (小分類)	凹凸加工
製品・工法名	移植板 (ケルプノブ)	製造	株式会社不動テトラ
技術概要	<p>■特徴</p> <ul style="list-style-type: none"> ・平板にクサビ状突起 (ケルプノブ) を取り付け ・ケルプノブは、電力中央研究所が開発したコンブ科の海藻が着生しやすい突起 <p>■期待する効果</p> <ul style="list-style-type: none"> ・表面積および海藻が付着し易い稜角部 (稜線) を増やすことで、海藻の着生を促進 <p>■図、写真等</p>  <p>(クサビ状突起断面図)</p> <p>9cm 110° 5cm 3cm</p> <p>●アラメ・カジメ幼体の生育にケルプノブが有効な理由についての経過模式図</p>  <p>アラメ・カジメの種 (長さが1mmの5/1000位)</p> <p>ケルプノブ</p> <p>1. 海水を流されてきたアラメ・カジメの種が付着しやすい</p> <p>糸状の体の時期 (砂や泥)</p> <p>2. 糸状の体の時期に成長が砂や泥の堆積から守られる</p> <p>90°以下 葉状の幼体</p> <p>3. 幼体の成長も砂や泥の堆積から守られる</p> <p>葉 根</p> <p>4. 根が角の部分を探るように発達し、固着力が強くなる</p> 		
	事例収集資料 整理 No	平成 14 年度 御前崎港藻場造成検証調査報告書, 中部地方整備局 防波堤 3-1	

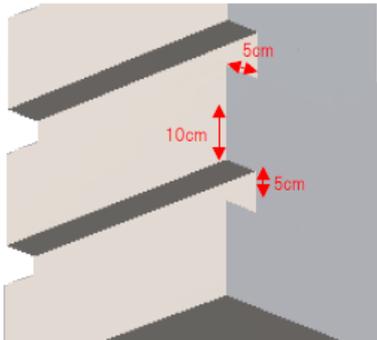
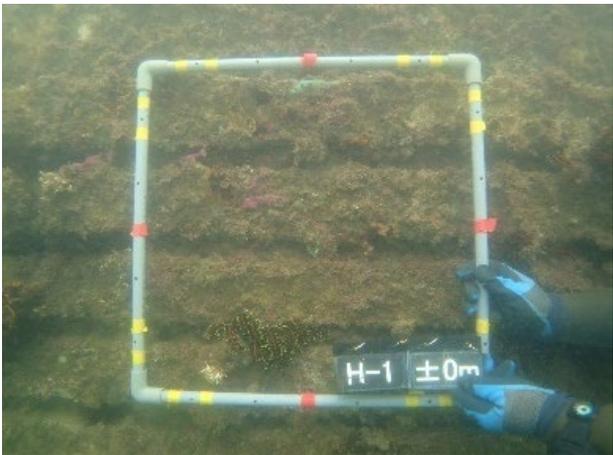
実施構造物	防波堤	実施箇所	スリット型ケーソン遊水室
生育基盤の工夫 (大分類)	表面加工	生育基盤の工夫 (小分類)	凹凸加工
製品・工法名	移植板 (垂直板付き)	製造	—
技術概要	<p>■特徴</p> <ul style="list-style-type: none"> ・平板に垂直板を取り付け ・製作が比較的容易かつ安価 <p>■期待する効果</p> <ul style="list-style-type: none"> ・表面積および海藻が付着し易い稜角部を増やすことで、海藻の着生を促進 <p>■図, 写真等</p> 		
事例収集資料 整理 No	平成 14 年度 御前崎港藻場造成検証調査報告書, 中部地方整備局 防波堤 3-2		

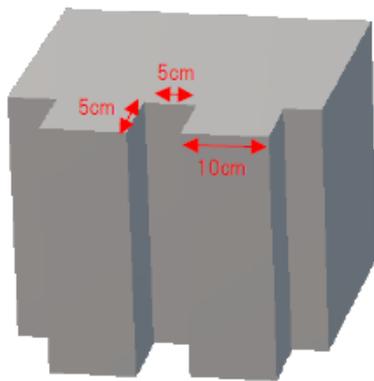
実施構造物	防波堤	実施箇所	ブロック
生育基盤の工夫 (大分類)	表面加工	生育基盤の工夫 (小分類)	溝加工
製品・工法名	溝付きブロック	製造	—
技術概要	<p>■特徴</p> <ul style="list-style-type: none"> ・表面に溝加工を施したブロック。 ・溝の種類：幅 1cm×深さ 1cm, 幅 5cm×深さ 2.5cm, 幅 5cm×深さ 5cm, 幅 10cm×深さ 5cm, 幅 10cm×10cm <p>■期待する効果</p> <ul style="list-style-type: none"> ・溝加工により海藻が付着し易い稜角部を増やすことで、海藻の着生を促進 <p>■図, 写真等</p> <div style="text-align: center;"> </div>		
事例収集資料	平成 17 年度 浦河港藻場追跡調査業務報告書, 北海道開発局		
整理 No	防波堤 1-17		

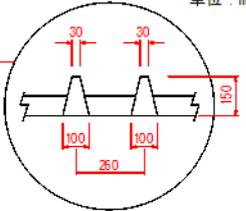
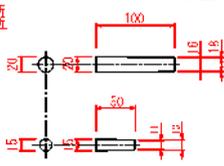
実施構造物	防波堤	実施箇所	ブロック
生育基盤の工夫 (大分類)	表面加工	生育基盤の工夫 (小分類)	溝加工
製品・工法名	アルガロック	製造	菱和コンクリート株式会社
技術概要	<p>■特徴</p> <ul style="list-style-type: none"> ・表面に溝加工を施したブロック <p>■期待する効果</p> <ul style="list-style-type: none"> ・溝加工により海藻が付着し易い稜角部を増やすことで、海藻の着生を促進 <p>■図, 写真等</p>		
事例収集資料	平成 17 年度 浦河港藻場追跡調査業務報告書, 北海道開発局		
整理 No	防波堤 1-21		

実施構造物	防波堤	実施箇所	ブロック
生育基盤の工夫 (大分類)	表面加工	生育基盤の工夫 (小分類)	溝加工
製品・工法名	水和固化体プレート（溝加工）	製造	日本製鉄株式会社
技術概要	<p>■特徴</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 転炉系製鋼スラグと高炉スラグ微粉末等を練り混ぜて製造したプレートに溝加工を施したプレート <p>■期待する効果</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 溝加工により海藻が付着し易い稜角部を増やすことで、海藻の着生を促進 <p>■図、写真等</p> <div style="display: flex; flex-wrap: wrap;">     </div>		
事例収集資料	令和 3 年度 四国における生物共生を考慮した港湾整備手法検討業務, 四国地方整備局		
整理 No	防波堤 1-8		

実施構造物	潜堤	実施箇所	ブロック
生育基盤の工夫 (大分類)	表面加工	生育基盤の工夫 (小分類)	溝加工
製品・工法名	藻礁ブロック	製造	ー
技術概要	<p>■特徴</p> <ul style="list-style-type: none"> 鉄鋼スラグ水和固化体に溝加工を施したブロック <p>■期待する効果</p> <ul style="list-style-type: none"> 溝加工により海藻が付着し易い稜角部を増やすことで、海藻の着生を促進 <p>■図, 写真等</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>藻礁ブロックの規格 重さ：7.9t/個（198個設置） 材料：鉄鋼スラグ水和固化体* *鉄鋼生産過程で生成される鉄鋼スラグを用いたリサイクル材（(財)沿岸技術研究センター, 2003）</p> </div> </div>		
	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> </div>		
事例収集資料	平成 22 年度 東京湾内房地区藻場再生モニタリング調査報告書, 関東地方整備局		
整理 No	構造物沖合 2-7		

実施構造物	護岸	実施箇所	壁面
生育基盤の工夫 (大分類)	表面加工	生育基盤の工夫 (小分類)	溝加工
製品・工法名	水平加工	製造	—
技術概要	<p>■特徴</p> <ul style="list-style-type: none"> ・壁面に水平方向の溝 ・溝の幅は 5 cm, 深さは 5 cm. 10 cm 間隔 <p>■期待する効果</p> <ul style="list-style-type: none"> ・溝加工により海藻が付着し易い稜角部を増やすことで, 海藻の着生を促進 <p>■図, 写真等</p> <div style="text-align: center;">  <p>水平加工</p> </div> <div style="text-align: center;">  </div>		
事例収集資料	令和 3 年度 下関港(新港地区)水生生物環境調査報告書, 九州地方整備局 平成 30 年度 関門航路(西側)土砂処分場水生生物環境調査報告書, 九州地方整備局		
整理 No	護岸 2-1		

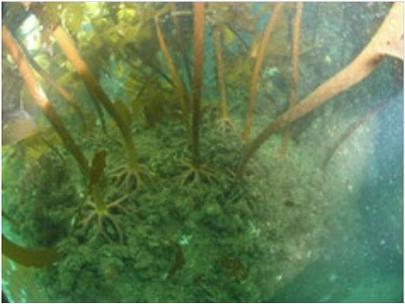
実施構造物	護岸	実施箇所	壁面
生育基盤の工夫 (大分類)	表面加工	生育基盤の工夫 (小分類)	溝加工
製品・工法名	鉛直加工	製造	—
技術概要	<p>■特徴</p> <ul style="list-style-type: none"> ・壁面に鉛直方向の溝 ・溝の幅は5 cm, 深さは5 cm. 10 cm間隔 <p>■期待する効果</p> <ul style="list-style-type: none"> ・溝加工により海藻が付着し易い稜角部を増やすことで, 海藻の着生を促進 ・鉛直構造にすることにより, 細粒分の堆積を抑制 <p>■図, 写真等</p>		
	<div style="text-align: center;">  <p>鉛直加工</p> </div> <div style="text-align: center;">  </div>		
事例収集資料	令和3年度 下関港(新港地区)水生生物環境調査報告書, 九州地方整備局 平成30年度 関門航路(西側)土砂処分場水生生物環境調査報告書, 九州地方整備局		
整理 No	護岸 2-2		

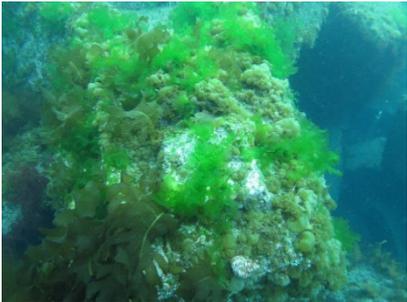
実施構造物		実施箇所	被覆ブロック
生育基盤の工夫 (大分類)	表面加工	生育基盤の工夫 (小分類)	溝加工
製品・工法名	セッカブロック溝付	製造	日本コーケン株式会社
技術概要	<p>■特徴</p> <ul style="list-style-type: none"> ・表面に溝加工や植石を施したブロック <p>■期待する効果</p> <ul style="list-style-type: none"> ・溝加工により海藻が付着し易い稜角部を増やすことで、海藻の着生を促進 ・溝により稚貝などの生息空間を創出 ・上面の植石により景観にも配慮 <p>■図、写真等</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <div style="text-align: center; margin-top: 20px;"> <p>BM形 2.0t型</p> <p>溝詳細図 (8箇所) 単位: mm</p>  <p>孔拡大図 単位: mm</p>  </div>		
事例収集資料	—		
整理 No	—		

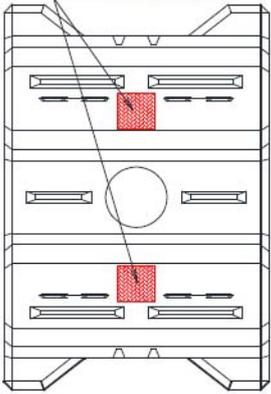
実施構造物	防波堤	実施箇所	ブロック
生育基盤の工夫 (大分類)	表面加工	生育基盤の工夫 (小分類)	粗面加工
製品・工法名	貝殻系硫黄固化体	製造	—
技術概要	<p>■特徴</p> <ul style="list-style-type: none"> ・石油を精製する過程で出る硫黄を貝殻等と混ぜて生成 ・廃棄物を有効活用するリサイクル素材 <p>■期待する効果</p> <ul style="list-style-type: none"> ・海藻が付着し易いように表面を粗面化することで、海藻の着生を促進 <p>■図, 写真等</p>		
			
事例収集資料	平成 21 年度 登別漁港環境調査業務報告書, 北海道開発局		
整理 No	防波堤 1-16		

3.3 栄養添加

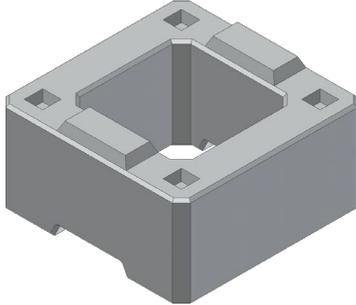
実施構造物	防波堤	実施箇所	ブロック
生育基盤の工夫 (大分類)	栄養添加	生育基盤の工夫 (小分類)	—
製品・工法名	鉄分供給ユニット	製造	日本製鉄株式会社
技術概要	<p>■特徴</p> <ul style="list-style-type: none"> ・鉄鋼副産物で鉄分の含有量が豊富な転炉系製鋼スラグと、間伐材等の剪定枝をチップ化して発酵させた人工腐植土とを混合したもの ・腐植酸鉄を安定的に海域に供給 <p>■期待する効果</p> <ul style="list-style-type: none"> ・栄養塩を周辺に供給することで、周辺の海藻の生育の促進 <p>■図、写真等</p>		
	 		
事例収集資料	令和3年度 四国における生物共生を考慮した港湾整備手法検討業務, 四国地方整備局		
整理 No	防波堤 1-7		

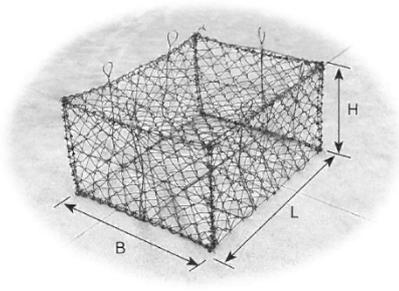
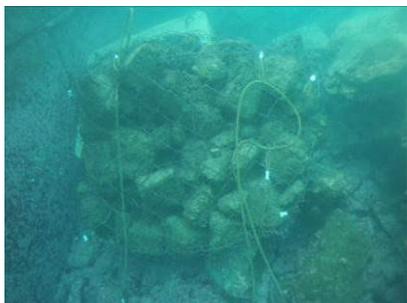
実施構造物	防波堤	実施箇所	壁面
生育基盤の工夫 (大分類)	栄養添加	生育基盤の工夫 (小分類)	—
製品・工法名	イオンカルチャープレート	製造	株式会社不動テトラ 東洋ガラス株式会社
技術概要	<p>■特徴</p> <ul style="list-style-type: none"> ・藻類の生長に必要なリン，珪素，鉄等をガラス化した素材で，中に含んだ成分を水中でイオンの状態で溶出 ・特に光合成に必要な鉄を藻類が藻体内に取り込むことが可能なイオンの状態で約 10 年間にわたって溶出 ・貼付けることで稜角部（稜線）を形成 <p>■期待する効果</p> <ul style="list-style-type: none"> ・海藻の生育基盤から藻類に必要な栄養塩を供給することで，海藻の生育の促進 <p>■図，写真等</p>		
	<div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <div style="text-align: center; margin: 10px 0;">  </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div>		
事例収集資料	平成 27 年度 釜石港粘り強い防波堤活用検討報告書，東北地方整備局		
整理 No	防波堤 2-1		

実施構造物	防波堤	実施箇所	壁面、消波ブロック、被覆ブロック
生育基盤の工夫 (大分類)	栄養添加	生育基盤の工夫 (小分類)	—
製品・工法名	環境活性コンクリート	製造	日建工学株式会社
技術概要	<p>■特徴</p> <ul style="list-style-type: none"> ・アミノ酸の一種「アルギニン」を混和したコンクリートで、コンクリート表面からゆっくりとアルギニンを溶出 ・アミノ酸の溶出期間は約15年 ・コンクリート強度は普通コンクリートと同等の強度 ・消波根固ブロック等に環境活性コンクリートを打設する他、パネルとしても取付け可能 <p>■期待する効果</p> <ul style="list-style-type: none"> ・海藻の生育基盤から栄養塩を供給することで、海藻の生育の促進 ・微細藻類を起点とした良好な水域環境（生態系ピラミッド）を形成 <p>■図、写真等</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <p style="text-align: center;">ラクナ・Ⅳへの環境活性コンクリートパネル取付例</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div>		
事例収集資料	平成27年度 釜石港粘り強い防波堤活用検討報告書, 東北地方整備局		
整理 No	防波堤 2-2		

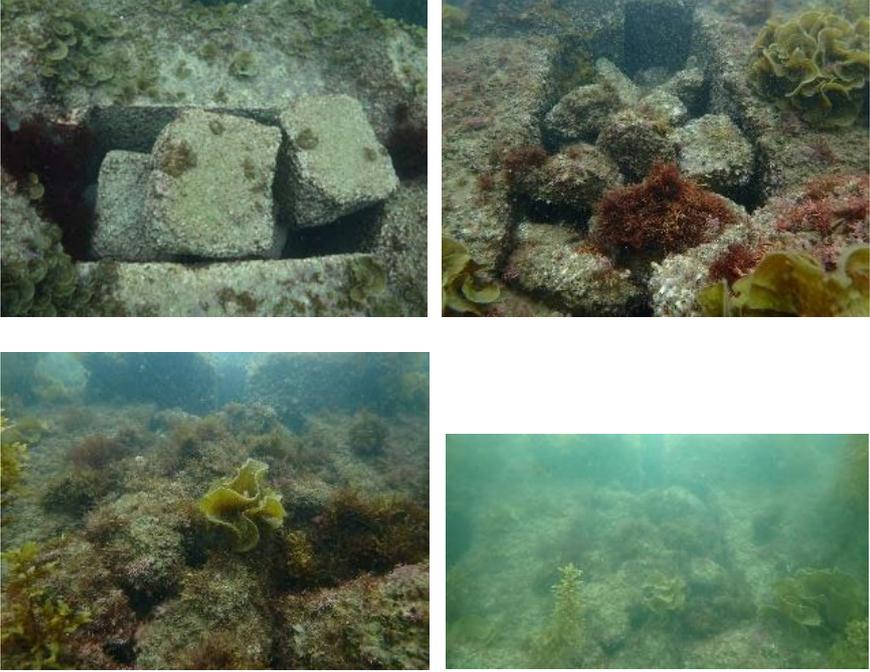
実施構造物	潜堤	実施箇所	ブロック
生育基盤の工夫 (大分類)	栄養添加	生育基盤の工夫 (小分類)	—
製品・工法名	施肥パネル	製造	—
技術概要	<p>■特徴</p> <ul style="list-style-type: none"> ・栄養塩類を含浸させた施肥ブロックを被覆ブロックに設置することで、日本海沿岸で濃度が低いとされる栄養塩の供給を補助する。 <p>■期待する効果</p> <ul style="list-style-type: none"> ・海藻の生育基盤から栄養塩の供給することで、海藻の生育の促進 <p>■図, 写真等</p>		
	 <p>施肥ブロック390型 (390*390*150)</p>   		
事例収集資料	平成 30 年度 久遠漁港磯焼け対策調査報告書, 北海道開発局		
整理 No	潜堤 1-5		

3.4 石積・石籠

実施構造物	防波堤	実施箇所	ブロック
生育基盤の工夫 (大分類)	石積・石籠	生育基盤の工夫 (小分類)	－
製品・工法名	サブプレオフレーム	製造	日建工学株式会社
技術概要	<p>■特徴</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ブロックの空洞部に中詰石を間詰めしたブロック ・アミノ酸を溶出し藻類の生長を促進する環境活性コンクリートの打設や取付けも可能 <p>■期待する効果</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ブロックの表面積および海藻が付着し易い稜角部を増やすことで、海藻の着生を促進 ・中詰石部が創出する多様な空間は増殖礁としても機能する <p>■図, 写真等</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;">   </div>		
事例収集資料	平成 27 年度釜石港粘り強い防波堤活用検討報告書, 東北地方整備局		
整理 No	防波堤 1-3		

実施構造物	防波堤	実施箇所	ブロック
生育基盤の工夫 (大分類)	石積・石籠	生育基盤の工夫 (小分類)	—
製品・工法名	リーフマット	製造	株式会社不動テトラ
技術概要	<p>■特徴</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ポリエチレンアイオノマー樹脂被覆鋼線を使用した耐久性や強度に優れるカゴに、鉄鋼スラグ水和固化材を中詰め材として入れたもの。 <p>■期待する効果</p> <ul style="list-style-type: none"> ・表面積および海藻が付着し易い稜角部を増やすことで、海藻の着生を促進 ・ポリエチレンアイオノマー樹脂被覆鋼線にも海藻類が着生 ・中詰め材により形成される様々な空隙が魚介類の住み家を創出 <p>■図、写真等</p>     		
	事例収集資料 整理 No	平成 27 年度 釜石港粘り強い防波堤活用検討報告書，東北地方整備局 防波堤 1-4	

実施構造物	防波堤	実施箇所	ブロック
生育基盤の工夫 (大分類)	石積・石籠	生育基盤の工夫 (小分類)	ー
製品・工法名	天然石ユニット	製造	ー
技術概要	<p>■特徴</p> <ul style="list-style-type: none"> ・被覆ブロックの空洞部に天然石を間詰めしたブロック <p>■期待する効果</p> <ul style="list-style-type: none"> ・表面積および海藻が付着し易い稜角部を増やすことで、海藻の着生を促進 <p>■図, 写真等</p> <div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center;">   </div>		
事例収集資料	令和 3 年度 四国における生物共生を考慮した港湾整備手法検討業務, 四国地方整備局		
整理 No	防波堤 1-9		

実施構造物	防波堤	実施箇所	ブロック
生育基盤の工夫 (大分類)	石積・石籠	生育基盤の工夫 (小分類)	ー
製品・工法名	人工碎石ユニット	製造	日本製鉄株式会社
技術概要	<p>■特徴</p> <ul style="list-style-type: none"> ・被覆ブロックの空洞部に人工碎石（水和固化体）を間詰めしたブロック <p>■期待する効果</p> <ul style="list-style-type: none"> ・表面積および海藻が付着し易い稜角部を増やすことで、海藻の着生を促進 <p>■図，写真等</p> 		
事例収集資料	令和 3 年度 四国における生物共生を考慮した港湾整備手法検討業務報告書，四国地方整備局		
整理 No	防波堤 1-10		

実施構造物	護岸	実施箇所	ブロック
生育基盤の工夫 (大分類)	石積・石籠	生育基盤の工夫 (小分類)	—
製品・工法名	石籠	製造	—
技術概要	<p>■特徴</p> <ul style="list-style-type: none"> 直線的な海岸線を複雑化し、緩傾斜護岸において、生物生息空間の創出効果をさらに強化する。 <p>■期待する効果</p> <ul style="list-style-type: none"> 緩傾斜の護岸において、海藻や生物の着生を促進 生物の生息場の創出 <p>■図, 写真等</p> <p style="text-align: center;">築磯区平面図</p>		
事例収集資料	平成 20 年度 護岸への環境機能付加に関する技術検討調査報告書, 近畿地方整備局		
整理 No	護岸 1-8		

実施構造物	護岸	実施箇所	ブロック
生育基盤の工夫 (大分類)	石積・石籠	生育基盤の工夫 (小分類)	ー
製品・工法名	石籠	製造	ー
技術概要	<p>■特徴</p> <ul style="list-style-type: none"> ・耐腐食性に優れた籠に、礫を中詰めしたもの <p>■期待する効果</p> <ul style="list-style-type: none"> ・表面積および海藻が付着し易い稜角部を増やすことで、海藻の着生を促進 ・生物の生息場の創出 <p>■図, 写真等</p> <div style="display: flex; flex-wrap: wrap;">     </div>		
事例収集資料	平成 20 年度 護岸への環境機能付加に関する技術検討調査報告書, 近畿地方整備局		
整理 No	護岸 1-9		

実施構造物	潜堤	実施箇所	漁礁
生育基盤の工夫 (大分類)	石積・石籠	生育基盤の工夫 (小分類)	-
製品・工法名	水和固化体	製造	日本製鉄株式会社
技術概要	<p>■特徴</p> <ul style="list-style-type: none"> ・鉄鋼スラグ水和固化体製人工石 <p>■期待する効果</p> <ul style="list-style-type: none"> ・表面積および海藻が付着し易い稜角部を増やすことで、海藻の着生を促進 <p>■図, 写真等</p> <div style="text-align: center;">   </div>		
事例収集資料	平成24年度 東京湾藻礁石材モニタリング調査報告書, 関東地方整備局		
整理 No	構造物沖合 2-2		

実施構造物	潜堤	実施箇所	—
生育基盤の工夫 (大分類)	石積・石籠	生育基盤の工夫 (小分類)	—
製品・工法名	水和固化体	製造	JFE スチール株式会社
技術概要	<p>■特徴</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 転炉系製鋼スラグ（骨材），高炉スラグ微粉末（結合材），水などを混練して固化させたものを破碎し、岩石状の形状としたもの。 <p>■期待する効果</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 表面積および海藻が付着し易い稜角部を増やすことで，海藻の着生を促進。 <p>■図，写真等</p> 		
事例収集資料	道野ら（2023），鉄鋼スラグを用いた人工石材の実海域における長期モニタリング調査，土木学会第 78 回年次学術講演会論文集		
整理 No	—		

実施構造物	潜堤	実施箇所	漁礁
生育基盤の工夫 (大分類)	石積・石籠	生育基盤の工夫 (小分類)	—
製品・工法名	浚渫土固化体	製造	—
技術概要	<p>■特徴</p> <ul style="list-style-type: none"> ・浚渫土に高炉スラグ微粉末および製鋼スラグを混合固化して作成した浚渫土人工石 <p>■期待する効果</p> <ul style="list-style-type: none"> ・表面積および海藻が付着し易い稜角部を増やすことで、海藻の着生を促進 <p>■図, 写真等</p>		
	 		
事例収集資料	平成 24 年度 東京湾藻礁石材モニタリング調査報告書, 関東地方整備局		
整理 No	構造物沖合 2-1		

国土技術政策総合研究所資料

TECHNICAL NOTE of NILIM

No. 1257 October 2023

編集・発行 ©国土技術政策総合研究所

本資料の転載・複写のお問い合わせは
〔〒239-0826 神奈川県横須賀市長瀬 3-1-1
管理調整部企画調整課 電話:046-844-5019〕
E-mail:ysk.nil-46pr@gxb.mlit.go.jp

国土技術政策総合研究所資料

No.1257

海藻種・環境条件を考慮した着生・成長を促す生育基盤の工夫の重要性に関する
考察

October 2023