

II-80 コンクリート構造物への海藻群落形成に関する現地調査結果について

-海藻着生に及ぼす硫酸第一鉄による基質置換効果の検討-

北海道開発局開発土木研究所	正員 明田 定満
北海道開発局開発土木研究所	正員 谷野 賢二
北海道開発局宍形港湾建設事業所	小山 征二
北海道開発局留萌開発建設部築港課	高橋 義昭

1. 緒言

近年、港湾漁港の整備において、防波堤等の構造物には本来要求される機能のみならず、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、北海道では、港湾漁港の周辺は、サケ、マス、ウニ、アワビ、コンブ、ホッキガイ等の漁場と近接しているため、構造物の本来機能に加えて、環境共生機能を副次的に付加することは、港周辺の豊かな自然環境を保全する上でも、港周辺で営まれる漁業活動と協調を図る上でも重要な課題となっている。構造物に環境共生機能を付加するためには、構造物周辺に魚介類の産卵場、保育場あるいは餌料場となる海藻群落を形成することが重要である。

開発土木研究所では、海藻群落の形成を助長する機能を備えた構造物として、これまでに二重堤や複断面構造の低天端傾斜堤等を提案し(水産土木研究室、1992)、これら構造物への海藻着生効果について現地調査を行っている(明田ら、1995b)。一方、構造物の主要な構成材となるコンクリートへの海藻着生については、漁業者等から様々な「コンクリート悪者説」が唱えられているが、開土研では、コンクリートそのものが悪いのではなく、その使われ方に問題があるとの立場に立った調査を行い、施工後10年以上経過した防波堤は、周辺天然岩礁と同程度の生態系を有することを明らかにしてきた(谷野ら、1993)。

近年、コンクリートへの海藻着生を助長する手法として、「硫酸第一鉄により、コンクリート表面を基質置換すること」が注目を集めているが、施工性やコスト増に見合う海藻群落の形成が期待できるか等十分解明されていない。そこで、硫酸第一鉄による基質置換による効果の有無を検討するために、普通コンクリ-

トとの比較試験を平成5年度より実施している(谷野ら、1995)。本論では、平成5~7年度の比較試験結果に基づき、硫酸第一鉄による基質置換したコンクリートへの海藻着生効果について報告する。

2. 海藻着生効果の比較試験

2.1 硫酸第一鉄による基質置換効果

防波堤や護岸等の構造物の主要な構成材であるコンクリートは、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が試験的に施工されてきた。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、効果については明確な結論が得られていない。

Field Survey on Artificial Formation of Seaweed Beds on Concrete Structures

by Sadamitsu AKEDA, Kenji YANO, Seiji KOYAMA and Yoshiaki TAKAHASHI

2. 2 調査対象港及び防波堤

調査対象港は、北海道北端に位置する利尻島の杓形港及び鬼脇港である。杓形港では水深10m前後まで、リシリコンブを主体とする海藻群落が発達したが、鬼脇港では海藻群落の形成は水面際に限定され、水深1～2m以深は磯焼け状態であった(明田ら、1995a)。そのため、海藻着生効果に関する比較検討は、杓形港における試験結果に基づき検討した。

杓形港における試験ブロックを設置した防波堤は、図-1に示す捨ブロック式傾斜堤により現在施工中の島防波堤である。試験ブロックは、普通コンクリートブロック(以下、未処理ブロックという)と硫酸第一

鉄により基質置換したコンクリートブロック(以下、処理ブロックという)である。杓形港島防波堤の処理ブロックの設置位置を図-2に示す。杓形港島防波堤の処理ブロックは、島防波堤の内側(水深2～15m)に12個、西端(水深7～14m)及び外側(水深4～8m)に各4個、未処理ブロックと混在して設置されている。なお、未処理ブロックは平成4年8月から10月にかけて、処理ブロックは平成4年10月に設置されている。

2. 3 調査方法

処理ブロックと未処理ブロックへの海藻類の着生状況を検討するために、ブロックの設置状況及び海藻の繁茂状況を写真撮影、ビデオ撮影するとともに、0.25㎡方形枠による動植物採取を平成5年8月、平成6年8月、平成7年7月に行った。方形枠採取された動植物は種の査定を行った後、海藻は種別に湿重量の測定を行った。コンブ類は本数、葉長、葉幅、湿重量を測定した。動物は種別に個体数、湿重量を測定した。ウニ、アワビ類は個体数、殻径殻長、年令、湿重量を測定した。なお、本論では、海藻着生効果に関する比較試験結果のみ報告し、動物生息状況の比較試験結果については別途報告したい。

3. 海藻着生効果

平成5～7年度に実施した海藻着生調査に基づき、①海藻現存量、②リシリコンブ着生本数と現存量、③リシリコンブの葉長と湿重量について、処理ブロックと未処理ブロックの比較検討を行った。

3. 1 海藻現存量

海藻現存量の水深別分布を図-3に示す。海藻の現存量は、リシリコンブの現存量に依存しているため、経年的な変化はリシリコンブの現存量と同様な傾向を示した。海藻の現存量は水深が浅い地点で多く、水深が深くなるに従い少なくなる。施工後1年目は水深10m前後まで数kg/m²の海藻が着生していたが、施工後2年目以降は水深4～5m以深では1kg/m²以下となった。なお、海藻の現存量は、目視観察では、施工後1年目は処理ブロックの方が良いように観察されたが、施工後2年目以降は優劣がつかなくなった。

処理ブロック、未処理ブロックに着生する海藻現存量の差をWelchの方法(等分散と見なせない場合の独立2群の差の検定)(例えば;市川、1990)で有意

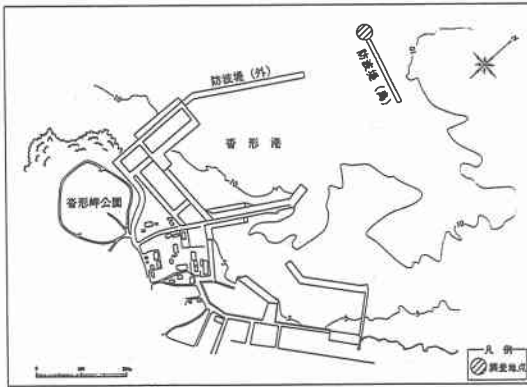


図-1 試験防波堤

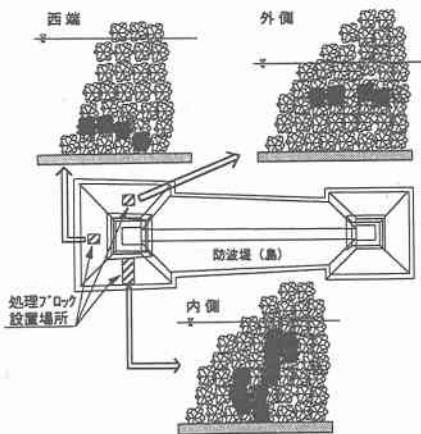


図-2 処理ブロックの配置
(処理ブロック:)

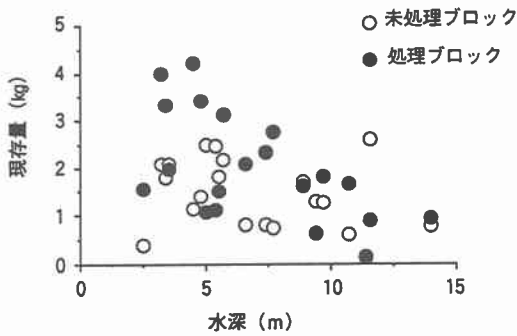


図-3(a) 海藻現存量 (平成5年8月)

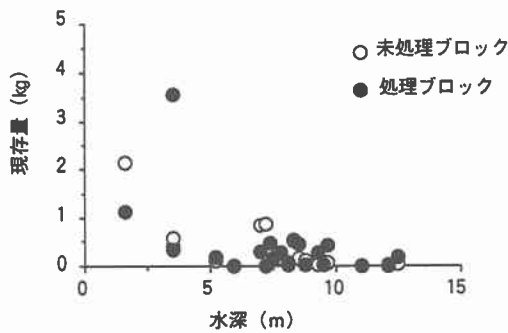


図-3(b) 海藻現存量 (平成6年8月)

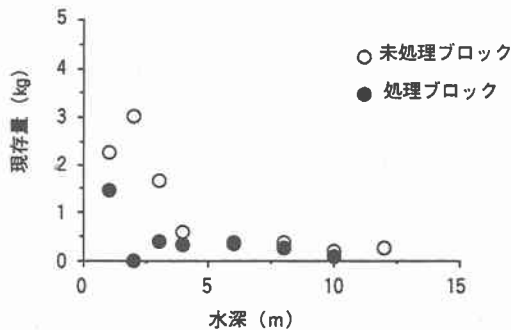


図-3(c) 海藻現存量 (平成7年7月)

表-1 有意差検定の結果

	平成5年度	平成6年度	平成7年度
現存量	P=0.066 有意である可能性がある	P=0.677 有意でない	P=0.385 有意でない

(注) 有意水準の説明は「新版分析化学実験(1978)」による

差検定を行った。その結果、表-1に示すように、施工後1年目は統計的に有意な差がある可能性が示されたが、施工後2年目以降は処理ブロック、未処理ブロックに着生する海藻の現存量に統計的に有意な差は認められず、施工後時間の経過に伴い、海藻着生状況が類似してきたことが窺われた。

3. 2 出現した海藻

施工後1年目は、緑藻1種、褐藻5種、紅藻4種合計10種の海藻が出現したが、リシリコンブ、ワカメ、アナメを除きいずれも少なく、処理ブロック2種、未処理ブロック9種と、未処理ブロックに偏って出現した。未処理ブロックに偏って出現した原因は、ブロックの設置時期(未処理ブロックは平成4年8~10月、処理ブロックは平成4年10月)の差により、着生した海藻種類数に相違が生じたものと推測された。

施工後2年目は、緑藻3種、褐藻6種、紅藻11種の合計20種の海藻が出現した。施工後1年目は、リシリコンブ、アナメ以外出現しなかった処理ブロックにも、緑藻2種、褐藻4種、紅藻8種の合計14種が出現し、未処理ブロックの緑藻3種、褐藻5種、紅藻7種の合計14種とほぼ同様な出現種組成となった。なお、処理ブロックにはブロック当たり平均2.2種、最高4種の海藻が着生していたが、未処理ブロックの平均3.1種、最高6種の海藻着生と比較すると、出現種組成は単純であり、リシリコンブ主体の海藻群落であった。

施工後3年目には、リシリコンブ、スジメ、ワカメが現存量の大半を占めるが、緑藻4種、褐藻9種、紅藻18種の合計31種が出現した。未処理ブロックには緑藻4種、褐藻9種、紅藻16種の合計29種類が出現したが、処理ブロックには褐藻5種、紅藻13種の合計18種の出現にとどまった。

杏形港島防波堤は、施工後3年間で、リシリコンブ主体の海藻群落から、リシリコンブ、スジメ、ワカメ等の褐藻類中心の海藻群落に遷移しつつあるが、緑藻類、紅藻類も着実に増えている。また、処理ブロック、未処理ブロックへ着生した海藻類は、施工後1年目はブロック設置時期による差異が生じたが、2年目以降の海藻組成は類似してきていることが分かった。

3. 3 リシリコンブの着生本数、現存量

リシリコンブの着生本数、現存量の水深別分布を図-4、図-5に示す。処理ブロック、未処理ブロックともに、着生本数、現存量は水深が浅い地点で多く、

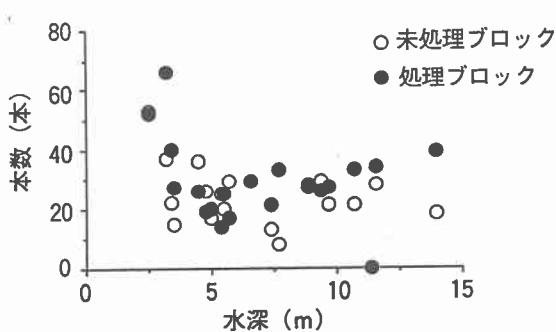


図-4(a) リシリコンブ着生本数 (平成5年8月)

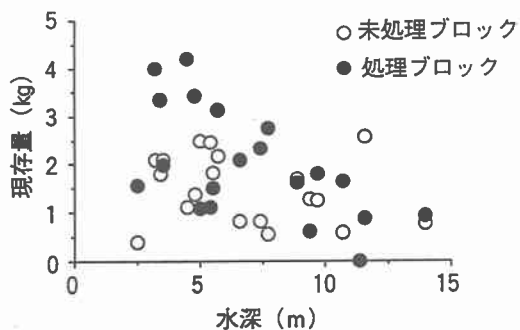


図-5(a) リシリコンブ現存量 (平成5年8月)

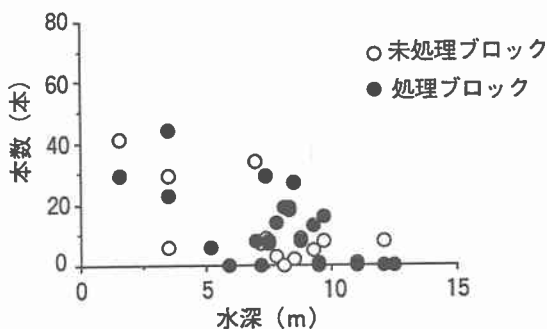


図-4(b) リシリコンブ着生本数 (平成6年8月)

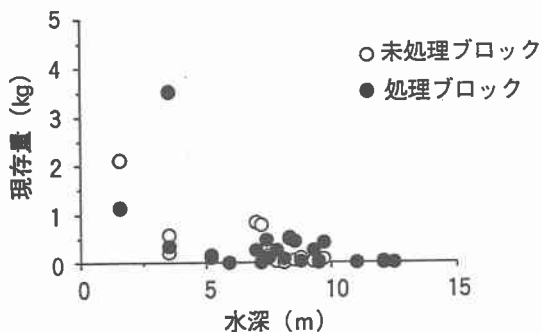


図-5(b) リシリコンブ現存量 (平成6年8月)

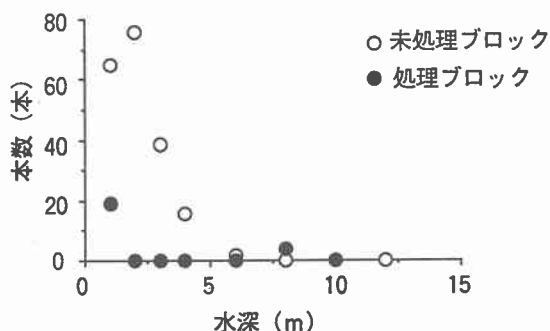


図-4(c) リシリコンブ着生本数 (平成7年7月)

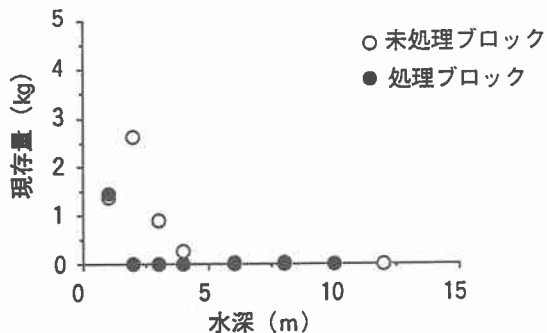


図-5(c) リシリコンブ現存量 (平成7年7月)

表-2 有意差検定の結果

	平成5年度	平成6年度
着生本数	P=0.21 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

(注) 有意水準の説明は「新版分析化学実験(1978)」による

4~5m以深ではばらつきはあるものの、水深が深くなるに従い少なくなる傾向を示す。施工後1年目は、処理ブロック、未処理ブロックともにリシリコンブの着生が見られたが、処理ブロックの方が着生本数、現存量ともに多く着生する傾向が見られた。

施工後2年目のリシリコンブの着生本数、現存量は、施工後1年目より全体的に減少しており、特に水深4~5m以深ではその傾向が顕著であった。なお、処理

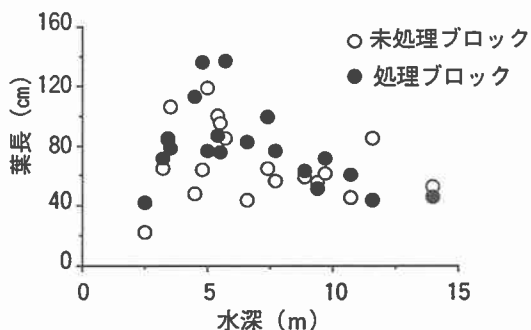


図-6(a) リシリコンブ平均葉長(平成5年8月)

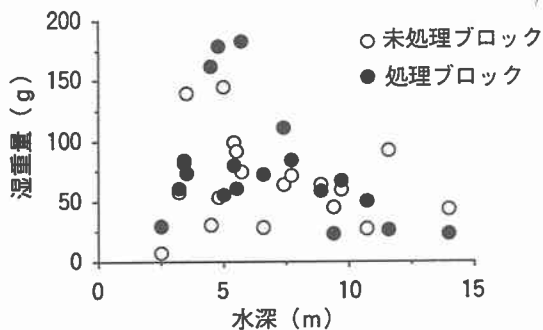


図-7(a) リシリコンブ平均湿重量(平成5年8月)

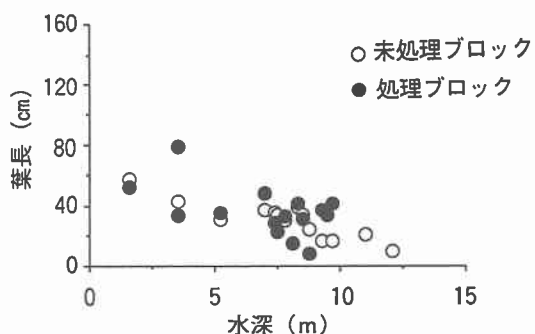


図-6(b) リシリコンブ平均葉長(平成6年8月)

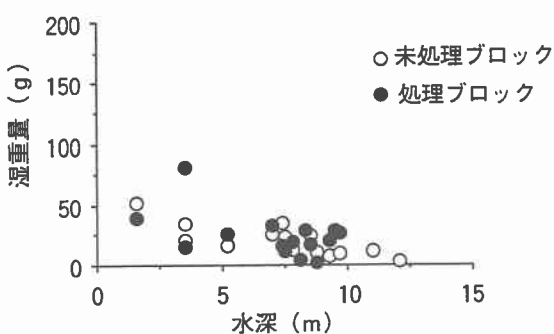


図-7(b) リシリコンブ平均湿重量(平成6年8月)

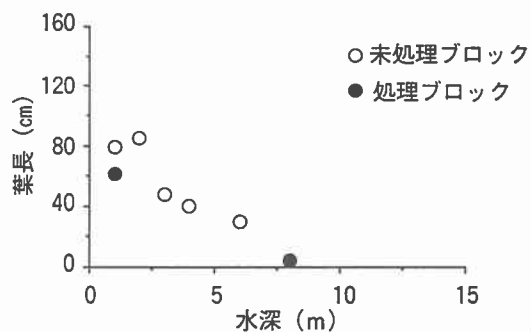


図-6(c) リシリコンブ平均葉長(平成7年7月)

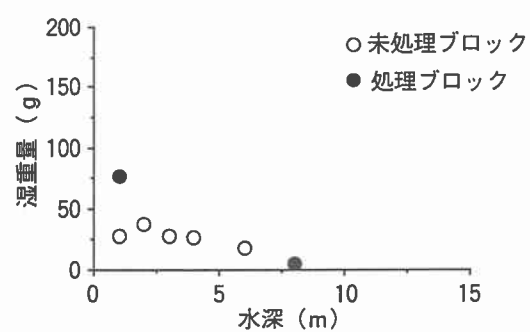


図-7(c) リシリコンブ平均湿重量(平成7年7月)

表-3 有意差検定の結果

	平成5年度	平成6年度
葉長	P=0.27 有意でない	P=0.39 有意でない
湿重量	P=0.53 有意でない	P=0.43 有意でない

(注) 有意水準の説明は「新版分析化学実験(1978)」による

ブロック、未処理ブロックによる着生状況の差は目視観察からは認められなかった。

処理ブロック、未処理ブロックへの着生本数、現存量について、両者の差を Welch の方法で有意差検定を行った結果、表-2 に示すように、施工後1年目は処理ブロック、未処理ブロックへのリシリコンブ着生状況に統計的に有意な差が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リ

シリコンの着生状況に統計的に有意な差は認められず、施工後時間の経過に伴い、リシリコンの着生状況が類似してきたことが窺われた。施工後3年目はリシリコンに関する調査データ数が少ないため、有意差検定は行わなかった。

3. 4 リシリコン1本当たりの葉長と湿重量

リシリコン1本当たりの葉長と湿重量の水深別分布を図-6、図-7に示す。処理ブロック、未処理ブロックともに、施工後1年目は水深4~5m付近に、1本当たりの葉長、湿重量の大きなリシリコンが着生し、水深が深くなるに従い小さくなっていった。2年目以降は施工後1年目に見られた水深4~5mのピークが消え、1本当たりの葉長、湿重量は水深が深くなるに従い小さくなる傾向を示した。また、施工後2年目までは、処理ブロックの方が未処理ブロックより、1本当たりの葉長と湿重量が大きくなる傾向が見られたが、バラツキが大きく明確な差は認められなかった。そこで、リシリコン1本当たりの葉長と湿重量について、処理ブロック、未処理ブロックの差をWelchの方法で有意差検定を行った結果、表-3に示すように、施工後1年目から両者の間に統計的に有意な差は認められなかった。

4. 結語

硫酸第一鉄により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への海藻着生状況について、普通コンクリートブロックとの比較検討を行った結果、施工後1年目の海藻着生状況のうち、海藻現存量とリシリコン現存量に、統計的に有意な差がある可能性が示されたが、施工後2年目以降は統計的に有意な差は認められなかった。

以上のことから、硫酸第一鉄によりコンクリート表面を基質置換したコンクリートへの海藻着生効果は、普通コンクリートと同程度であり、普通コンクリートと比較して、顕著な効果は期待できないことが明らかとなった。

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、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)：水産協調型断面への海藻着生効果について、平成7年度日本水産工学会学術講演会論文集、pp. 45-46

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(FeSO₄・7H₂O)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

市川清志(1990)：バイオサイエンスの統計学、378p. 南江堂

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

水産土木研究室(1992)：今後の漁港のあるべき姿について、開発土木研究所月報、NO. 473、pp. 59-64

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

日本分析化学会北海道支部編(1978)：新版分析化学実験、pp. 50-51、化学同人

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

谷野賢二・明田定満・高橋義昭(1995)：コンクリート面への海藻着生について、平成7年度日本水産工学会学術講演会論文集、pp. 47-48

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