

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 —

Artificial formation of seaweed beds on concrete structure

明田定満*・谷野賢二**・高橋義昭***

Sadamitsu AKEDA, Kenji YANO and Yoshiaki TAKAHASHI

It is known empirically that coastal structures such as breakwaters serve as foundations of seaweed beds. In recent years, various field experiments which aim to increase the ability as seaweed beds have been conducted so that the structures may harmonize and coexist with the surrounding environment. In this study, comparative experiments were conducted in Kutsugata Port and Oniwaki Port on Rishiri Island using ordinary concrete blocks and such blocks whose surfaces had been treated with ferrous sulfate, in order to determine differences in the ability to enable seaweed to take root. A roughly equal ability was determined for the two types of block when measured two years after installation.

Keywords : Breakwater, Artificial formation of seaweed beds, Ferrous sulfate
Environmental conservation, Fishery harmony

1. 緒言

近年、港湾・漁港の整備において、防波堤等の港湾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、北海道の港湾・漁港の周辺は、サケマス定置網やウニ、アワビ、コンブ等の磯根漁場と近接しているため、港湾構造物の本来機能に加えて水産協調、環境共生機能を副次的に付加することは、港周辺で営まれる漁業活動との協調を図る上でも、港周辺の豊かな自然環境を保全する上でも重要な課題となってきた。

港湾構造物に水産協調、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（日本水産学会、1981）。そこで、北海道開発局では、海藻群落の形成を助長する機能を備えた港湾構造物として、これまでに二重堤や複断面構造の低先端傾斜堤等を提案し（水産土木研究室、1992）、これら構造物の水理特性や海藻着生機能について調査研究を行っている（笹島ら、1993；明田ら、1995）。さらに、これら構造物の主要な構成材となるコンクリートについて、海藻繁茂を助長する工夫として、①特殊コンクリート（混和材として鉄粉、鉄鉱石、石膏等を使用）、②基質の表面処理（石材の埋込、硫酸第一鉄による表面基質置換等）を取り上げ、海藻着生効果の比較試験を実施中である。

2. 海藻着生効果の比較試験

硫酸第一鉄によりコンクリート表面を基質置換に要することにより、所要の水産協調、環境保全機能を満足する海藻群落の形成が図られるか、また、施工性やコストに対する効果等を検討するために、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への海藻着生効果について、実海域で比較試験を実施中である。本報告は、平成6年度までの調査結果に基づきその概要を報告するものである（北海道開発局稚内開発建設部、1994、1995；谷野ら、1995）。

2. 1 硫酸第一鉄による基質置換効果

防波堤や護岸など港湾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

* 正会員 : 北海道開発局 開発土木研究所 水産土木研究室 副室長（〒062 札幌市豊平区平岸1条3丁目）

** 正会員 工博 : 北海道開発局 開発土木研究所 水産土木研究室 室長

*** : 北海道開発局 留萌開発建設部築港課 課長（前 杓形港湾建設事業所 所長）

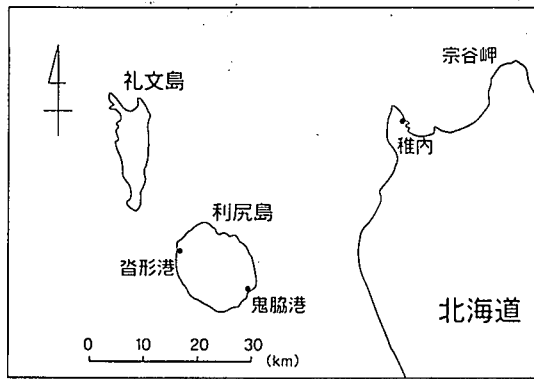


図-1 調査対象港の位置

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。

2. 2 調査対象港及び防波堤

調査対象港は、図-1に示す北海道北端に位置する利尻島の沓形港及び鬼脇港である。沓形港及び鬼脇港における試験ブロックを設置した防波堤は、図-2、図-3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、普通コンクリートと硫酸第一鉄を主成分とする表面処理剤で表面基質置換したコンクリートである。以後、表面処理剤で表面基質置換したコンクリートブロックを処理ブロック、普通コンクリートブロックを未処理ブロックと呼ぶこととする。

沓形港島防波堤及び鬼脇港島防波堤の処理ブロックの設置位置を図-4、図-5に示す。沓形港島防波堤の処理ブロックは、島防波堤の内側（水深約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。また、鬼脇港島防波堤の処理ブロックは、島防波堤の南端外側（水深2～12m）に6個2列、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、水質調査、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、湿重量も測定した。動物は種別

に個体数、湿重量の測定を行った。ウニ、アワビ類は個体数、殻径殻長、年令、湿重量も測定した。

3. 海藻着生結果

沓形港では水深10m前後まで、リシリコンブを主体と

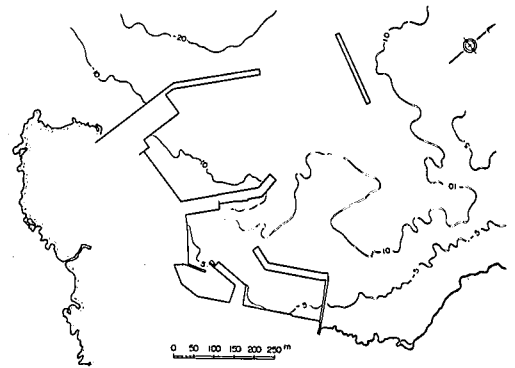


図-2 試験防波堤の位置（沓形港）

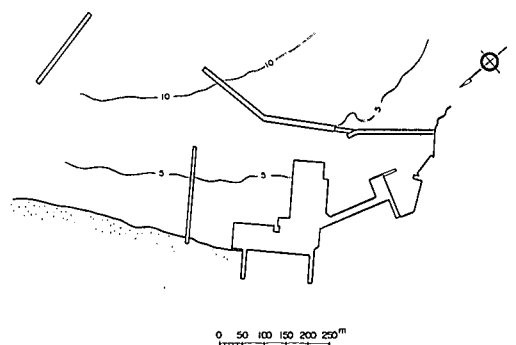


図-3 試験防波堤の位置（鬼脇港）

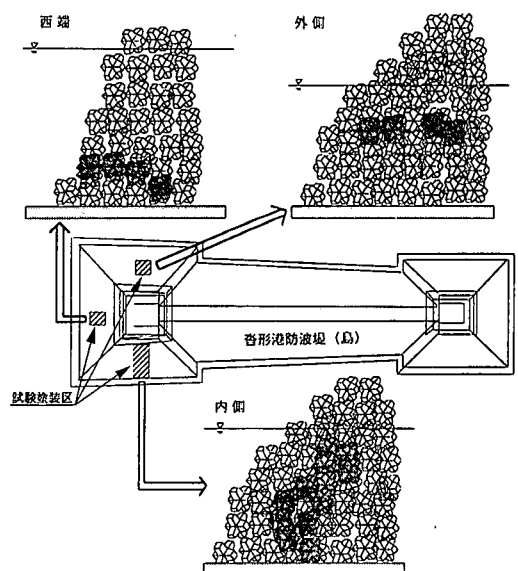


図-4 試験ブロックの配置（沓形港）

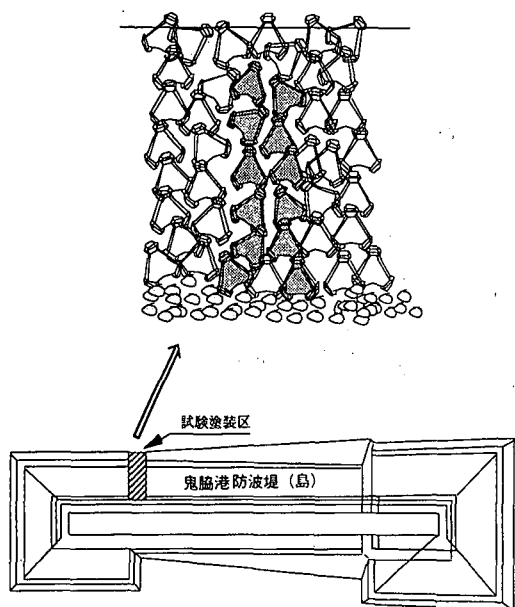


図-5 試験ブロックの配置（鬼脇港）

する海藻群落が形成されたが、鬼脇港では海藻群落の形成は水面際に限定され、処理ブロック、未処理ブロックともに磯焼け状態であった。杓形港、鬼脇港における海藻繁茂状況の差は、①鬼脇港は北上する対馬暖流の影響を強く受けること、②冬季の季節風に対して直面する杓形港に対して、鬼脇港は利尻島の陰に位置するため、冬季間は比較的静穏となること、③鬼脇港島防波堤の試験ブロックのウニ類生息密度が高いこと、などの要因が相互に関連していることが考えられる。以後、海藻着生状況に関する調査結果は、杓形港の調査結果を示す。

3. 1 リシリコンブ

平成5年8月、平成6年8月の現地調査結果に基づき、リシリコンブの水深別の着生本数と現存量、1本当たりの葉長及び湿重量について、処理ブロックと未処理ブロックの相違について比較検討した。

(1) 水深別の着生本数、現存量

平成5年度、6年度調査結果から、処理ブロック及び

未処理ブロックから採取したリシリコンブの着生本数、現存量の水深別分布を図-6、7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、6～10mの水深帯では変動が大きく、ブロックにより海藻着生状況がばらついている。

平成5年8月は、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、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。平成6年8月のリシリコンブの着生本数、現存量は、平成5年8月より全体的に減少していたが、処理ブロック、未処理ブロックによる海藻繁茂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、未処理ブロックの着生本数、現存量の差について有意検定を行った結果、表-1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が窺われた。

表-1 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

(2) 1本当たりの葉長と湿重量

1本当たりの葉長と湿重量は、処理ブロック、未処理ブロックともに、図-8、図-9に示すように、水深が深くなるに従い小さくなる傾向が見られる。また、処理ブロックは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。

(3) ブロック設置位置による比較

杓形港の施工後1年目の海藻着生結果に基づき、試験

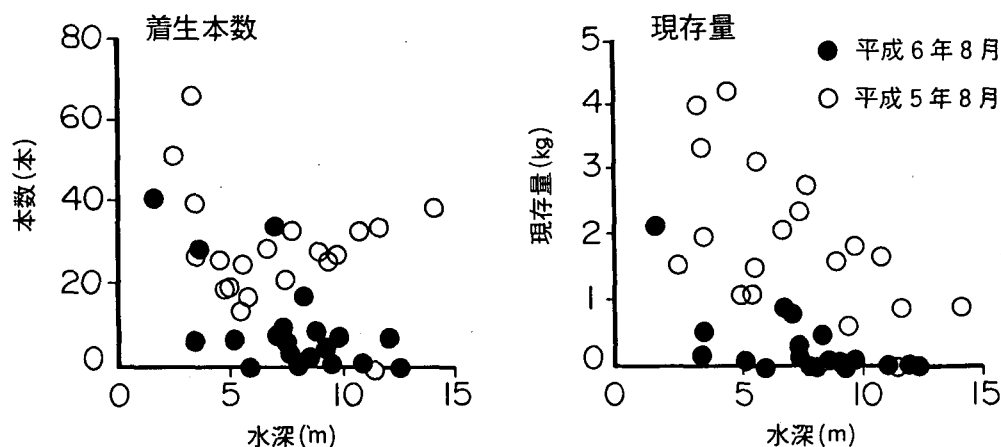


図-6 水深別の着生本数と現存量（処理ブロック）

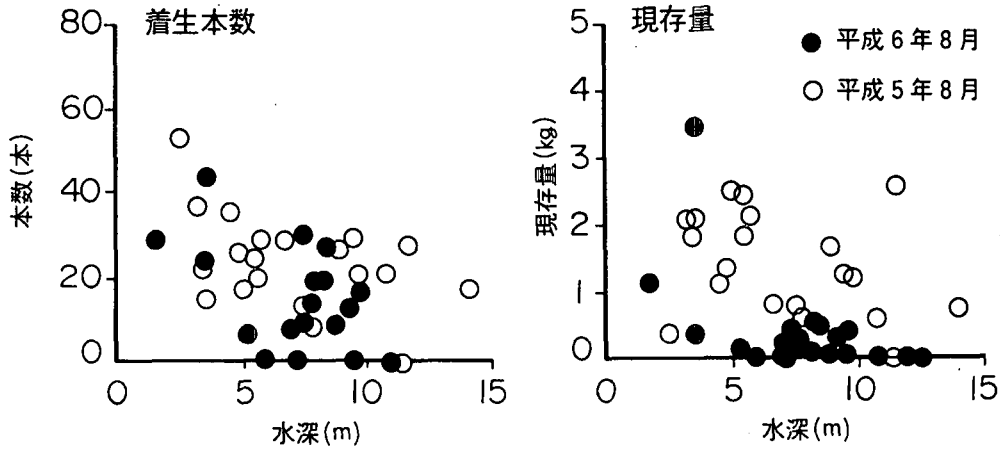


図-7 水深別の着生本数と現存量（未処理ブロック）

ブロックの設置場所による差を検討するために、島防波堤内側、西端、外側でのリシリコンブの単位面積当たりの着生本数と現存量、1本当たりの湿重量を比較した。処理ブロックでは1本当たりの湿重量を除き外側>西端>内側の順であり、未処理ブロックでは外側>内側>西端の順であることから、海藻繁茂状態は島防波堤外側が最も良いことが窺われた。

3. リシリコンブ以外の海藻

施工後1年目は、リシリコンブ以外に緑藻1種、褐藻4種、紅藻4種合計9種の海藻が出現したが、ワカメ、アナメを除きいずれも少なく、処理ブロック1種、未処理ブロック8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、処理プロ

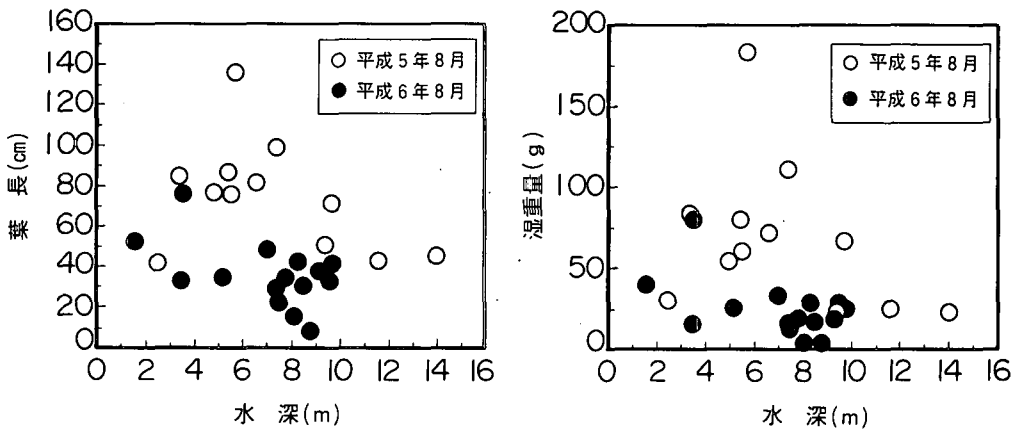


図-8 水深別の1本当たりの葉長と湿重量（処理ブロック）

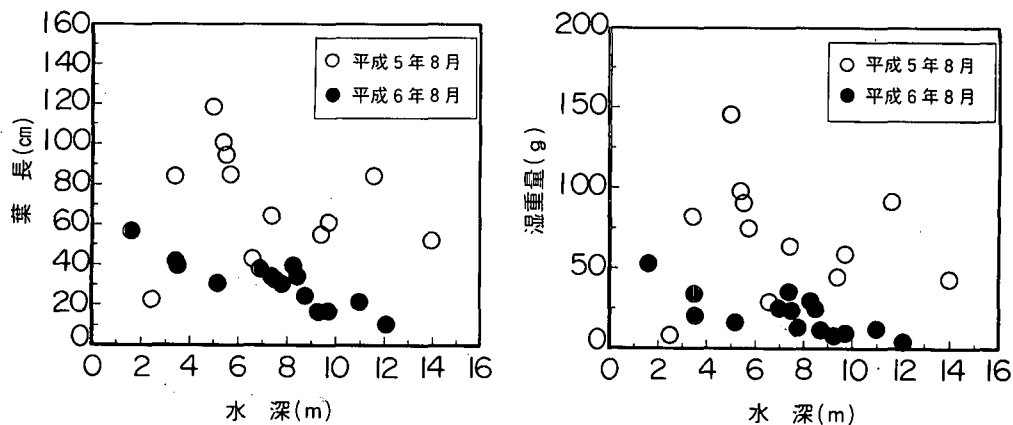


図-9 水深別の1本当たりの葉長と湿重量（未処理ブロック）

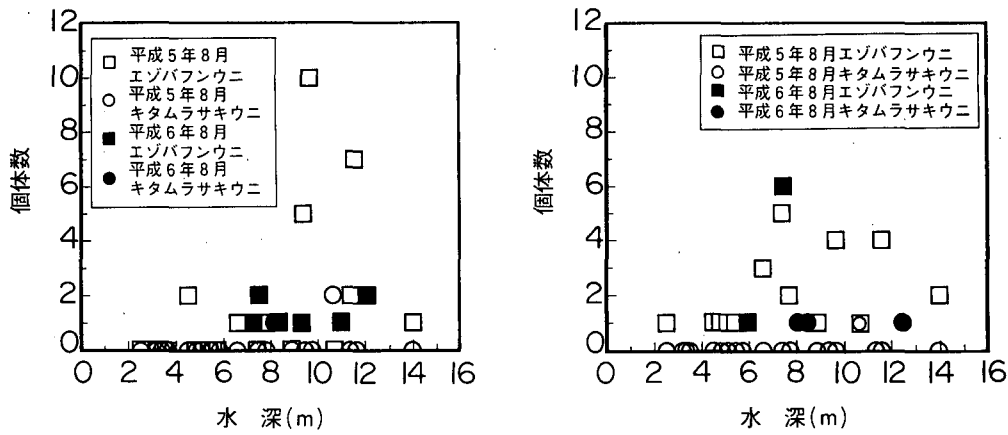


図-10 杓形港におけるウニ類の水深別分布（左：処理ブロック、右：未処理ブロック）

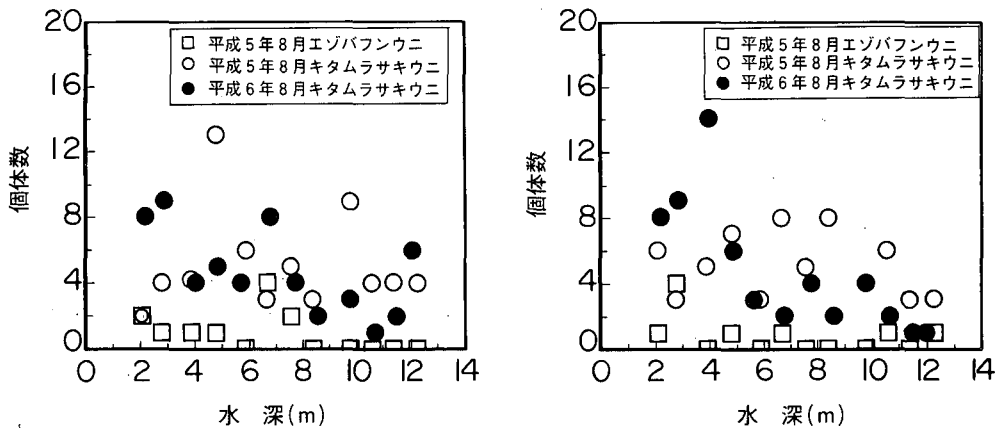


図-11 鬼脇港におけるウニ類の水深別分布（左：処理ブロック、右：未処理ブロック）

ックは平成4年10月）の差によるものと考えられた。

施工後2年目には、リシリコンブ以外に緑藻3種、褐藻5種、紅藻11種の合計19種の海藻が出現した。施工後1年目にはリシリコンブ以外はほとんど出現しなかった処理ブロックにも、未処理ブロックと同数の14種が出現し、出現種の組成もほぼ同様であった。

4. 動物付着結果

試験ブロックに出現したウニ類は、施工後1年目、2年目を通じて、杓形港ではエゾバフンウニが大半を占めていたが、鬼脇港では北上する対馬暖流の影響を強く受けるためか、エゾバフンウニより暖海性のキタムラサキウニが大半を占めていた。また、杓形港より鬼脇港の方が、出現するウニ類の個体数が多かった。

杓形港及び鬼脇港におけるウニ類生息密度（0.25㎡方形枠当たり）を図-10、図-11に示す。杓形港島防波堤では、処理ブロック、未処理ブロックともに、水深5m以浅では概ね5個体/㎡以下、5m以深では10個体/㎡以上出現する場所も見られ、浅所より深所の方にウニ類が多く生息していた。また、ウニ類以外に4種の動物が出現したが、そのほとんどが処理ブロックに出現した。

鬼脇港島防波堤の海藻繁茂域は、施工後1年目、2年目ともに水面際に限定されており、処理ブロック及び未処理ブロックは磯焼け状態であった。なお、施工後2年目に出現したウニ類は、キタムラサキウニのみであった。処理ブロック、未処理ブロックともに、概ね全ての水深で概ね10個体/㎡以上が生息しており、水面際付近の浅所には20～30個/㎡以上の高密度に生息する場所も見られた。

5. 結語

普通コンクリートと硫酸第一鉄を主成分とする表面処理剤により表面基質置換したコンクリートへの海藻繁茂状況について、施工後1年目の海藻繁茂状況の差は有意である可能性が示されたが、施工後2年目には両者の海藻繁茂状況に差は見られなくなった。また、磯焼けの顕著な海域では、硫酸第一鉄による表面基質置換の効果は余り期待できないことが窺われた。

普通コンクリートと硫酸第一鉄により表面基質置換したコンクリートへの海藻着生効果を、平成5、6年度調査結果から評価を下すことは、海藻繁茂の季節的変動や年変動を考慮すると困難である。なお、本調査は平成7

年度以降も継続調査を行う予定である。

参考文献

- 明田定満・谷野賢二・小野寺利治(1995)：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（ $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ）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
- 大野正夫・石川美樹(1985a)：高知県手結・海藻魚礁試験、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・海藻魚礁試験（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

- 笹島隆彦・山中浩次・木村克俊・水野雄三・菊池聡一(1993)：2重堤の水理特性について、海岸工学論文集、第40巻、pp. 645-649
- 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
- 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
- 日本水産学会編(1981)：藻場・海中林、pp. 163、恒星社厚生閣
- 北海道開発局稚内開発建設部(1994、1995)：沓形港外1港動植物生態調査業務報告書
- 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