

# 藻場創出機能に関する機能診断手法の改良

国立研究開発法人 土木研究所 寒地土木研究所 水産土木チーム ○丸山 修治  
大橋 正臣  
伊藤 敏朗

藻場創出機能を付加した北海道内の港湾・漁港構造物の維持管理手法として、生物的な面から系統的に評価が可能な機能診断手法が提案され、日本海側の寿都漁港を対象とした現地検証によりその妥当性が確認されている。本報文では、提案されている機能診断手法について、北海道の他海域への適用に向け評価体系および評価指標を改良するとともに、オホーツク海側に位置し藻場環境の創出を図っている漁港施設へ適用し藻場創出機能の効果確認結果を報告する。

キーワード：藻場創出機能、機能診断、維持管理

## 1. はじめに

藻場創出機能を付加した北海道内の港湾・漁港構造物の一部で、当初期待された藻場創出機能の低下が報告<sup>1)</sup>されており、早急な機能回復（機能保全）対策が求められている。対策を行うにあたって、現状の施設機能の評価が必要であり、梶原ら<sup>2)</sup>により生物的な面から統計的に評価が可能な藻場創出機能に関する機能診断手法が提案されている。これによると機能回復対策を事業化している日本海側の寿都漁港を対象とした現地検証によりその妥当性が確認されている。

本報告では、提案されている機能診断手法について、北海道の他海域への適用に向け、評価体系および評価指標の改良を提案するとともに、オホーツク海に位置し藻場環境の創出を図っている漁港施設で機能診断を実施し、藻場創出機能の効果確認結果をもとに適用の可能性について考察する。

## 2. 機能診断手法の改良

### (1) 全体スキームと総合評価の改良

本機能診断は、防波堤など各施設の複数の地点で行う簡易調査結果に基づき4段階の評価区分で簡易評価（性能の低下レベルを簡易的に判定）・総合評価（施設全体の機能の発現状況として健全度を判定）を行う「機能評価」、機能評価において機能が低下していると判断した場合に詳細調査の結果に基づき阻害要因を特定する「要因特定」、阻害要因に応じた機能回復対策の検討・実施および継続的な効果確認のためのモニタリングによる「対策・効果確認」の三つの要素により構成されている（図-1）。

改良前のフロー<sup>2)</sup>では、「機能評価」において総合評価の結果、施設の健全度が「機能低下A、B」の判定となった場合、詳細調査を実施し阻害要因を特定した上で、対策工法を検討・実施することになっていた。しかし、詳細調査の結果、藻場創出機能の阻害要因が孢子や栄養塩の不足などの構造物の機能に問題がない場合や、現評価指標は海藻と植食動物に重み付けしているため海藻が繁茂していても植食動物が多いと機能低下になる場合など、「阻害要因の特定」の段階で総合評価の結果に見直しが必要な場合も考えられることから、経過観察への移行ができるようフローの改良を行った。さらに、砂浜域に整備された港湾・漁港の場合、漂砂により海藻の着生・生育が阻害される場合も考えられることから、簡易調査の基質状態および詳細調査の項目に漂砂の影響を追加した。

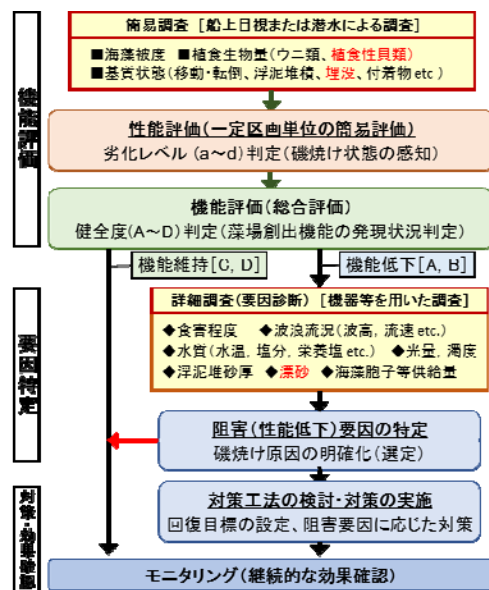


図-1 機能診断の全体スキーム（赤字が改良箇所）

また、総合評価の健全度に対する「施設の状態」についても、「機能が低下している状態」から「機能が低下している可能性がある」といった趣旨の文言に改良した(表-1)。

表-1 総合評価 (赤文字が改良箇所)

| 健全度 | 施設の状態   | 一次項目        | 二次項目        |
|-----|---|-------------|-------------|
| A   | 海藻の被度がかなり低い、または植食動物が非常に多い等、藻場創出機能が低下している可能性がある状態                    | aが全数の2割以上   | -           |
| B   | 海藻の被度が低い、または植食動物が多い等、対策を施さないと藻場創出機能が低下するおそれがある状態                    | a+bが全数の2割以上 | -           |
| C   | 軽微な磯焼けの徴候はあるものの機能の低下には至っておらず藻場創出機能は保持されている状態。将来的に機能低下の可能性があり継続観察が必要 | a+bが全数の2割未満 | a+bが全数の2割以上 |
| D   | 機能の低下は認められず、十分な機能を保持している状態  | すべてdである     | a+bが全数の2割未満 |

## (2) 調査項目と評価指標の改良

機能評価における簡易評価は、「水産基盤施設ストックマネジメントのためのガイドライン」<sup>3)</sup>や「港湾の施設の点検診断ガイドライン」<sup>4)</sup>の評価区分を準用して、防波堤などの各施設における複数の調査地点ごとに、4段階の劣化レベル(a(劣化あり)からd(劣化なし)の4段階)で評価する。改良した評価指標を表-2に示す。

表-2 藻場創出機能の評価指標 (赤字が改良箇所)

### 【一次項目】

| 劣化レベル | 海藻被度       |
|-------|------------|
| a     | 5%未満       |
| b     | 5%以上25%未満  |
| c     | 25%以上50%未満 |
| d     | 50%以上      |

| 劣化レベル | 植食動物の分布密度(下記より選択。複数可)                |                                       |  |
|-------|--------------------------------------|---------------------------------------|--|
|       | キタムラサキウニ                             | エゾバフンウニ                               | 小型巻貝                                   |
| a     | 6個/m <sup>2</sup> 以上                 | 10個/m <sup>2</sup> 以上                 | 40個/m <sup>2</sup> 以上                  |
| b     | 4個/m <sup>2</sup> ~6個/m <sup>2</sup> | 4個/m <sup>2</sup> ~10個/m <sup>2</sup> | 26個/m <sup>2</sup> ~40個/m <sup>2</sup> |
| c     | 1個/m <sup>2</sup> ~4個/m <sup>2</sup> | 2個/m <sup>2</sup> ~4個/m <sup>2</sup>  | 13個/m <sup>2</sup> ~26個/m <sup>2</sup> |
| d     | 1個/m <sup>2</sup> 未満                 | 2個/m <sup>2</sup> 未満                  | 13個/m <sup>2</sup> 未満                  |

### 【二次項目】

#### <必須項目>

| 劣化レベル | 浮泥の堆積             | 基質の移動            |
|-------|-------------------|------------------|
| a     | 長期にわたり基質や葉面に浮泥が堆積 | 基質の折損・転倒又は飛散     |
| b     | 一時的に基質や葉面が浮泥に堆積   | 基質の凹凸の摩耗や軽度の欠損等  |
| c     | 基質や葉面に浮泥が部分的に堆積   | 基質のわずかな移動、局所的な折損 |
| d     | 異常なし              | 異常なし             |

#### <選択項目>

| 劣化レベル | 基質の埋没       | 付着動物の競合      |
|-------|-------------|--------------|
| a     | 長期に基質が砂に埋没  | 全面に付着動物が優占   |
| b     | 基質の一部が砂に埋没  | 付着動物被度が50%以上 |
| c     | 一時的に基質が砂に埋没 | 付着動物被度が50%以下 |
| d     | 異常なし        | 異常なし         |

#### a) 海藻被度 (一次項目)

海藻の被度は、対象海域により分布する海藻種が異なるため、指標の統一化を図る観点から対象種は特定して

Shuji Maruyama, Masami Oohashi, Toshiaki Itou,

いないものの、改良前の診断手法ではコンブ類を主な対象種として想定していたため、根回り被度を用いた評価として劣化レベルa, b, c, dは「5%未満」「5%以上10%未満」「10%以上20%未満」「20%以上」に設定していた。しかし、良好な生物生息環境の場を評価する観点から、コンブのみならず立体的な海藻(殻状海藻、無節サンゴモは対象外)も評価対象とする必要がある。このため、被度の評価指標は、改訂磯焼け対策ガイドライン<sup>5)</sup>の海藻被度の区分を参考とし、一定区画ごとに対象種の大型海藻や小型海藻の被度を合計して評価できるよう改良した(5%~25%以上は25%刻み)。

#### b) 植食動物の分布密度 (一次項目)

「植食動物の分布密度」は、北海道沿岸域で磯焼けの原因として問題となっている「ウニ」を対象としていた。今回の改良では、キタムラサキウニ(主に日本海側に生息)とエゾバフンウニ(主に太平洋側、オホーツク海側に生息)とでは食圧が相当異なることから、これを反映できるようウニを区別するとともに、小型巻貝も対象に加えることで、より各海域の植食特性を反映できるよう改良した。

キタムラサキウニの分布密度に関する指標は、既往の文献等から設定した。ウニの生息密度が6.8個/m<sup>2</sup>であった区域では全体的に磯焼け状態であった<sup>6)</sup>、ウニが5~6個/m<sup>2</sup>以上(100~200g/m<sup>2</sup>以上)分布する場合はウニの食害が藻場形成の阻害要因として判断できる<sup>7)</sup>、という研究成果から劣化レベルaは「6個/m<sup>2</sup>以上」に設定した。また、少なくとも200g/m<sup>2</sup>のキタムラサキウニの密度があれば海底の植生に大きな影響を与えることは明らかであるという研究成果<sup>8)</sup>から、50g/個として換算し劣化レベルbは「4個/m<sup>2</sup>~6個/m<sup>2</sup>」、劣化レベルcは「1個/m<sup>2</sup>~4個/m<sup>2</sup>」、劣化レベルdは「1個/m<sup>2</sup>未満」に設定した。

エゾバフンウニの分布密度に関する指標も、既往の文献等から設定した。菊地ら<sup>8)</sup>は胆振海岸に整備した人工リーフにおいて、エゾバフンウニの密度が4個体/m<sup>2</sup>までであればミツイシコンブ現存量は2kg/m<sup>2</sup>で維持され磯焼け状態にならないことを報告している。また、酒向ら<sup>9)</sup>は、元稲府漁港の調査において、15個体/m<sup>2</sup>を超えると磯焼け地帯となる地点がみられることを指摘している。これらのことから、劣化レベルaは「10個/m<sup>2</sup>以上」、劣化レベルbは「4個/m<sup>2</sup>~10個/m<sup>2</sup>」に設定した。なお、劣化レベルcとdは、キタムラサキウニよりも一般的に食圧が小さいことを勘案して、それぞれ「2個/m<sup>2</sup>~4個/m<sup>2</sup>」、「2個/m<sup>2</sup>未満」に設定した。

小型巻貝の分布密度に関する指標も文献等から設定した。浅野ら<sup>10)</sup>は、三陸海岸の岩礁域における「磯焼け」海域の海底には、少なくとも100個体/m<sup>2</sup>(総体重量50g/m<sup>2</sup>)以上の小型植食巻貝が棲息していることを示している。また河村ら<sup>11)</sup>は、宮城県江ノ島沿岸の殻状海藻が優占する磯焼け海域では、周年にわたり小型植食性巻

貝類が高密度（いずれの定点でも20g/m<sup>2</sup>以上）に棲息し、エゾサンショウとエゾチグサが優占種であったことを示しており、エゾサンショウとエゾチグサの平均重量を0.7g/個とすれば（三陸沿岸の水深3-4mの岩礁域から採取した上記2種の平均体重<sup>10)</sup>）、28.6個体/m<sup>2</sup>以上で磯焼けになる可能性が高い。さらに平成27年度の神恵内における調査結果<sup>12)</sup>では、概ね40個体/m<sup>2</sup>を超えると海藻が繁茂できていない。上記3事項を総合的に判断して小型巻貝の指標値を設定することとし、神恵内に棲息していた小型巻貝は微小巻貝であるエゾサンショウとエゾチグサと比較してやや大型であることも勘案して、40個体/m<sup>2</sup>を最大値として劣化レベルa, b, c, dは「40個体/m<sup>2</sup>以上」、「26個体/m<sup>2</sup>~40個体/m<sup>2</sup>」、「13個体/m<sup>2</sup>~26個体/m<sup>2</sup>」、「13個体/m<sup>2</sup>未満」に設定した。

### c) 二次項目

物理的な評価項目である「二次項目」は、改良前は「浮泥の堆積」「基質の状態」を評価対象としていた。しかし、海域によっては漂砂による基質の埋没や付着動物の影響により海藻類の基質への着生・生育が阻害されることもあるため、これらを選択項目として取り入れ、現場の海域条件に応じて選択するといった現場特性を反映できる評価体系に改良した。

## 3. オホーツク海側の施設への適用 (藻場創出機能の効果確認)

### (1) 元稲府漁港二重堤の概要

元稲府漁港は、北海道オホーツク海側に位置する第4種漁港で、水産基盤整備事業に基づき長周期波対策として、港内の拡張および外郭施設の整備を実施している。外郭施設は傾斜堤（北防波堤）と直立堤（北護岸）の二重堤形式が採用され、港内の拡張の際に磯根であった場所を浚渫する必要があったことから、浚渫岩を二重堤間に投入しマウンドを造成することで藻場環境の創出を図っている。嵩上げマウンドの高さは、周辺の天然藻場の水深を踏まえD.L. -2mに設定している。

港内の拡張工事は平成14年8月より開始し、傾斜堤（北防波堤）は平成20年度に、直立堤（北護岸）は平成21年度に完成している。なお、造成されたマウンドは既存の藻場（漁場）の代替漁場として、コンブ漁場およびウニ増殖場として活用されており、漁港内で採取したウニの移植放流が行われている。

### (2) 簡易調査

簡易調査は、海藻繁茂期である平成23年8月のモニタリング調査結果を用いた<sup>13)</sup>。

調査位置図と二重堤の標準断面図を図-2に示す。調査は、二重堤間の4測線でそれぞれ90m実施している。

調査方法は、5m間隔に1m×1mの方形枠を設置し、潜水士による目視調査等を行っている。

Shuji Maruyama, Masami Oohashi, Toshiaki Itou,

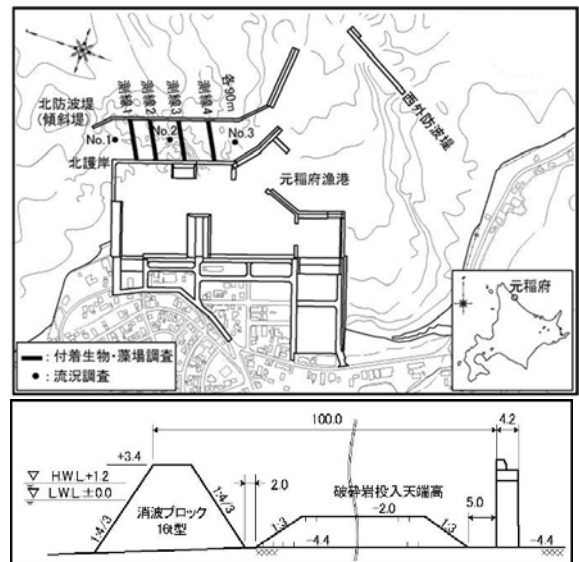


図-2 調査位置図、二重堤標準断面図

簡易調査結果を表-3に、状況写真を写真1~8に示す。藻場調査結果は、測線1~3においては大型海藻であるリシリコンブが優占種で、被度の高い地点が多く確認されている。一方、測線4は1~5mの全水深帯において海藻類の繁茂は見られなかった。底生生物調査結果は、エゾバフンウニが全測線の多くの地点で出現しており、水深が浅くなるほど個体数が少なくなる傾向が見受けられた。なお、測線4は他の測線と比較してエゾバフンウニの個体数が多い傾向にあり、このことが海藻類の繁茂が見られなかったことに起因している可能性がある。

水深別の海藻被度とエゾバフンウニ個体数との関係を図-3に示す。水深が1mより浅い地点では、ウニの個体数が少ないが、それ以深ではウニの個体数が多い場合がある。また、水深1m以深においては、ウニの個体数が約20個体/m<sup>2</sup>であっても海藻被度が大きい場合があることがわかった。これは当海域においてウニの移植放流が実施されていることが要因の一つと考えられるが、明確な要因はさらなる検討が必要と考える。

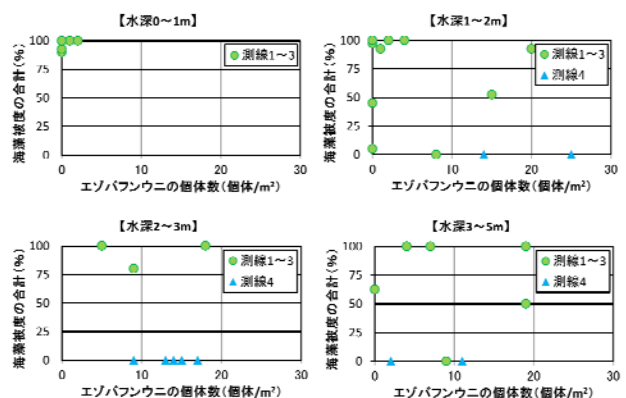


図-3 水深別の海藻被度とエゾバフンウニの個体数  
(元稲府漁港 二重堤間 (H23. 8))

表-3 簡易調査結果 (H23. 8)

| 側線  |           | 測線 1      |    |    |    |      |    |    |    |      | 測線 2 |   |    |      |    |    |    |      |    | 単位   |    |                  |      |  |  |      |  |  |      |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |
|-----|-----------|-----------|----|----|----|------|----|----|----|------|------|---|----|------|----|----|----|------|----|------|----|------------------|------|--|--|------|--|--|------|------|--|--|--|------|--|--|--|------|--|--|--|------|--|--|--|------|--|--|--|------|--|--|--|------|--|--|--|------|--|--|--|
| 地点  |           | 0         | 10 | 20 | 30 | 40   | 50 | 60 | 70 | 80   | 90   | 0 | 10 | 20   | 30 | 40 | 50 | 60   | 70 |      | 80 | 90               |      |  |  |      |  |  |      |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |
| 水深  |           | -0.4      |    |    |    | -0.5 |    |    |    | -0.6 |      |   |    | -0.7 |    |    |    | -0.9 |    |      |    | -0.9             |      |  |  | -1.2 |  |  |      | -1.5 |  |  |  | -1.7 |  |  |  | -1.8 |  |  |  | -2.2 |  |  |  | -1.9 |  |  |  | -1.7 |  |  |  | -1.5 |  |  |  | -1.5 |  |  |  |
|     |           | 0~1m      |    |    |    |      |    |    |    |      | 1~2m |   |    |      |    |    |    |      |    | 0~1m |    |                  | 1~2m |  |  | 2~3m |  |  | 1~2m |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |
| 植物  | 単子葉綱      | スガモ       |    |    |    |      |    |    |    |      |      |   |    |      |    |    |    |      |    |      |    |                  | %    |  |  |      |  |  |      |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |
|     | 緑藻綱       | アオサ       |    |    |    |      |    |    |    |      |      |   |    |      |    |    |    |      |    |      |    |                  | %    |  |  |      |  |  |      |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |
|     | 褐藻綱       | スジメ       |    |    |    |      |    |    |    |      |      |   |    |      |    |    |    |      |    |      |    |                  | %    |  |  |      |  |  |      |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |
|     |           | フシスジモク    |    |    |    |      |    |    |    |      |      |   |    |      |    |    |    |      |    |      |    |                  | %    |  |  |      |  |  |      |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |
|     |           | アミジグサ     |    |    |    |      |    |    |    |      |      |   |    |      |    |    |    |      |    |      |    |                  | %    |  |  |      |  |  |      |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |
|     | 紅藻綱       | リシリコンブ    |    |    |    |      |    |    |    |      |      |   |    |      |    |    |    |      |    |      |    |                  | %    |  |  |      |  |  |      |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |
|     |           | イソキリ      |    |    |    |      |    |    |    |      |      |   |    |      |    |    |    |      |    |      |    |                  | %    |  |  |      |  |  |      |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |
|     |           | アカバギンナンソウ |    |    |    |      |    |    |    |      |      |   |    |      |    |    |    |      |    |      |    |                  | %    |  |  |      |  |  |      |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |
|     |           | カレキグサ     |    |    |    |      |    |    |    |      |      |   |    |      |    |    |    |      |    |      |    |                  | %    |  |  |      |  |  |      |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |
| ダルス |           |           |    |    |    |      |    |    |    |      |      |   |    |      |    |    |    |      |    |      | %  |                  |      |  |  |      |  |  |      |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |
| 動物  | 移動性       | カサガイ類 (%) |    |    |    |      |    |    |    |      |      |   |    |      |    |    |    |      |    |      |    |                  | %    |  |  |      |  |  |      |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |
|     | 小型巻貝類 (%) |           |    |    |    |      |    |    |    |      |      |   |    |      |    |    |    |      |    |      |    | %                |      |  |  |      |  |  |      |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |
|     | エゾバフンウニ   |           |    |    |    |      |    |    |    |      |      |   |    |      |    |    |    |      |    |      |    | 個/m <sup>2</sup> |      |  |  |      |  |  |      |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |
|     | キタムラサキウニ  |           |    |    |    |      |    |    |    |      |      |   |    |      |    |    |    |      |    |      |    | 個/m <sup>2</sup> |      |  |  |      |  |  |      |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |

「+」表示は被度5%未満を示す。

| 側線  |           | 測線 3      |    |    |    |      |    |    |    |      | 測線 4 |   |    |      |    |    |      |      |    | 単位   |    |                  |      |  |  |      |  |  |      |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |
|-----|-----------|-----------|----|----|----|------|----|----|----|------|------|---|----|------|----|----|------|------|----|------|----|------------------|------|--|--|------|--|--|------|------|--|--|--|------|--|--|--|------|--|--|--|------|--|--|--|------|--|--|--|------|--|--|--|------|--|--|--|------|--|--|--|------|--|--|--|------|--|--|--|
| 地点  |           | 0         | 10 | 20 | 30 | 40   | 50 | 60 | 70 | 80   | 90   | 0 | 10 | 20   | 30 | 40 | 50   | 60   | 70 |      | 80 | 90               |      |  |  |      |  |  |      |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |
| 水深  |           | -3.6      |    |    |    | -3.5 |    |    |    | -3.2 |      |   |    | -3.0 |    |    |      | -3.1 |    |      |    | -2.9             |      |  |  | -2.9 |  |  |      | -4.1 |  |  |  | -4.2 |  |  |  | -3.5 |  |  |  | -2.1 |  |  |  | -2.3 |  |  |  | -2.1 |  |  |  | -2.3 |  |  |  | -2.9 |  |  |  | -1.6 |  |  |  | -1.5 |  |  |  |
|     |           | 3~4m      |    |    |    |      |    |    |    |      | 2~3m |   |    | 4~5m |    |    | 4~5m |      |    | 3~4m |    |                  | 2~3m |  |  |      |  |  | 1~2m |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |
| 植物  | 単子葉綱      | スガモ       |    |    |    |      |    |    |    |      |      |   |    |      |    |    |      |      |    |      |    |                  | %    |  |  |      |  |  |      |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |
|     | 緑藻綱       | アオサ       |    |    |    |      |    |    |    |      |      |   |    |      |    |    |      |      |    |      |    |                  | %    |  |  |      |  |  |      |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |
|     | 褐藻綱       | スジメ       |    |    |    |      |    |    |    |      |      |   |    |      |    |    |      |      |    |      |    |                  | %    |  |  |      |  |  |      |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |
|     |           | フシスジモク    |    |    |    |      |    |    |    |      |      |   |    |      |    |    |      |      |    |      |    |                  | %    |  |  |      |  |  |      |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |
|     |           | アミジグサ     |    |    |    |      |    |    |    |      |      |   |    |      |    |    |      |      |    |      |    |                  | %    |  |  |      |  |  |      |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |
|     | 紅藻綱       | リシリコンブ    |    |    |    |      |    |    |    |      |      |   |    |      |    |    |      |      |    |      |    |                  | %    |  |  |      |  |  |      |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |
|     |           | イソキリ      |    |    |    |      |    |    |    |      |      |   |    |      |    |    |      |      |    |      |    |                  | %    |  |  |      |  |  |      |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |
|     |           | アカバギンナンソウ |    |    |    |      |    |    |    |      |      |   |    |      |    |    |      |      |    |      |    |                  | %    |  |  |      |  |  |      |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |
|     |           | カレキグサ     |    |    |    |      |    |    |    |      |      |   |    |      |    |    |      |      |    |      |    |                  | %    |  |  |      |  |  |      |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |
| ダルス |           |           |    |    |    |      |    |    |    |      |      |   |    |      |    |    |      |      |    |      | %  |                  |      |  |  |      |  |  |      |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |
| 動物  | 移動性       | カサガイ類 (%) |    |    |    |      |    |    |    |      |      |   |    |      |    |    |      |      |    |      |    |                  | %    |  |  |      |  |  |      |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |
|     | 小型巻貝類 (%) |           |    |    |    |      |    |    |    |      |      |   |    |      |    |    |      |      |    |      |    | %                |      |  |  |      |  |  |      |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |
|     | エゾバフンウニ   |           |    |    |    |      |    |    |    |      |      |   |    |      |    |    |      |      |    |      |    | 個/m <sup>2</sup> |      |  |  |      |  |  |      |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |
|     | キタムラサキウニ  |           |    |    |    |      |    |    |    |      |      |   |    |      |    |    |      |      |    |      |    | 個/m <sup>2</sup> |      |  |  |      |  |  |      |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |

「+」表示は被度5%未満を示す。

表-4 機能評価結果 (H23. 8)

| 側線   |              | 測線 1  |    |    |    |      |    |    |    |      | 測線 2 |   |    |      |    |    |    |      |    |      |    |      |      |   |   |      |   |   |      |      |   |   |   |      |   |   |   |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |
|------|--------------|-------|----|----|----|------|----|----|----|------|------|---|----|------|----|----|----|------|----|------|----|------|------|---|---|------|---|---|------|------|---|---|---|------|---|---|---|------|--|--|--|------|--|--|--|------|--|--|--|------|--|--|--|------|--|--|--|------|--|--|--|
| 地点   |              | 0     | 10 | 20 | 30 | 40   | 50 | 60 | 70 | 80   | 90   | 0 | 10 | 20   | 30 | 40 | 50 | 60   | 70 | 80   | 90 |      |      |   |   |      |   |   |      |      |   |   |   |      |   |   |   |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |
| 水深   |              | -0.4  |    |    |    | -0.5 |    |    |    | -0.6 |      |   |    | -0.7 |    |    |    | -0.9 |    |      |    | -0.9 |      |   |   | -1.2 |   |   |      | -1.5 |   |   |   | -1.7 |   |   |   | -1.8 |  |  |  | -2.2 |  |  |  | -1.9 |  |  |  | -1.7 |  |  |  | -1.5 |  |  |  | -1.5 |  |  |  |
|      |              | 0~1m  |    |    |    |      |    |    |    |      | 1~2m |   |    |      |    |    |    |      |    | 0~1m |    |      | 1~2m |   |   | 2~3m |   |   | 1~2m |      |   |   |   |      |   |   |   |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |
| 1次項目 | 海藻の被度        | d     | d  | d  | d  | d    | d  | d  | d  | d    | d    | d | d  | d    | d  | d  | d  | d    | d  | d    | d  | d    | d    | d | d | d    | d | d | d    | d    | d | d | d | d    | d | d | d | a    |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |
|      | エゾバフンウニの分布密度 | c     | d  | d  | c  | d    | c  | d  | d  | c    | a    | d | d  | c    | d  | d  | c  | a    | a  | b    | c  | a    |      |   |   |      |   |   |      |      |   |   |   |      |   |   |   |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |
|      | 小型巻貝         | -     | -  | -  | -  | -    | -  | -  | -  | -    | -    | - | -  | -    | -  | -  | -  | -    | -  | -    | -  | -    | -    | - | - | -    | - | - | -    | -    | - | - | - | -    | - | - | - | -    |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |
| 2次項目 | 必須項目         | 浮泥の堆積 |    |    |    |      |    |    |    |      |      |   |    |      |    |    |    |      |    |      |    |      | d    |   |   |      |   |   |      |      |   |   |   |      |   |   |   |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |
|      | 基質の移動        |       |    |    |    |      |    |    |    |      |      |   |    |      |    |    |    |      |    |      |    | -    |      |   |   |      |   |   |      |      |   |   |   |      |   |   |   |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |
| 総合評価 |              | C     |    |    |    |      |    |    |    |      | B    |   |    | D    |    |    | C  |      |    |      |    |      | A    |   |   | A    |   |   |      |      |   |   |   |      |   |   |   |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |

| 側線   |              | 測線 3  |    |    |    |      |    |    |    |      | 測線 4 |   |    |      |    |    |      |      |    |      |    |      |      |   |   |      |   |   |      |      |   |   |   |      |   |   |   |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |
|------|--------------|-------|----|----|----|------|----|----|----|------|------|---|----|------|----|----|------|------|----|------|----|------|------|---|---|------|---|---|------|------|---|---|---|------|---|---|---|------|--|--|--|------|--|--|--|------|--|--|--|------|--|--|--|------|--|--|--|------|--|--|--|------|--|--|--|------|--|--|--|
| 地点   |              | 0     | 10 | 20 | 30 | 40   | 50 | 60 | 70 | 80   | 90   | 0 | 10 | 20   | 30 | 40 | 50   | 60   | 70 | 80   | 90 |      |      |   |   |      |   |   |      |      |   |   |   |      |   |   |   |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |
| 水深   |              | -3.6  |    |    |    | -3.5 |    |    |    | -3.2 |      |   |    | -3.0 |    |    |      | -3.1 |    |      |    | -2.9 |      |   |   | -2.9 |   |   |      | -4.1 |   |   |   | -4.2 |   |   |   | -3.5 |  |  |  | -2.1 |  |  |  | -2.3 |  |  |  | -2.1 |  |  |  | -2.3 |  |  |  | -2.9 |  |  |  | -1.6 |  |  |  | -1.5 |  |  |  |
|      |              | 3~4m  |    |    |    |      |    |    |    |      | 2~3m |   |    | 4~5m |    |    | 4~5m |      |    | 3~4m |    |      | 2~3m |   |   |      |   |   | 1~2m |      |   |   |   |      |   |   |   |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |
| 1次項目 | 海藻の被度        | d     | d  | d  | d  | d    | d  | d  | d  | d    | d    | a | a  | a    | a  | a  | a    | a    | a  | a    | a  | a    | a    | a | a | a    | a | a | a    | a    | a | a | a | a    | a | a | a |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |
|      | エゾバフンウニの分布密度 | a     | a  | b  | a  | d    | b  | b  | a  | b    | a    | c | a  | a    | a  | a  | a    | a    | a  | a    | a  | a    | a    | a | a | a    | a | a | a    | a    | a | a | a | a    | a | a | a |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |
|      | 小型巻貝         | -     | -  | -  | -  | -    | -  | -  | -  | -    | -    | - | -  | -    | -  | -  | -    | -    | -  | -    | -  | -    | -    | - | - | -    | - | - | -    | -    | - | - | - | -    | - | - | - | -    |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |
| 2次項目 | 必須項目         | 浮泥の堆積 |    |    |    |      |    |    |    |      |      |   |    |      |    |    |      |      |    |      |    |      | d    |   |   |      |   |   |      |      |   |   |   |      |   |   |   |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |
|      | 基質の移動        |       |    |    |    |      |    |    |    |      |      |   |    |      |    |    |      |      |    |      |    | -    |      |   |   |      |   |   |      |      |   |   |   |      |   |   |   |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |
| 総合評価 |              | A     |    |    |    |      |    |    |    |      | B    |   |    | A    |    |    | A    |      |    | A    |    |      |      |   |   | A    |   |   |      |      |   |   |   |      |   |   |   |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |      |  |  |  |

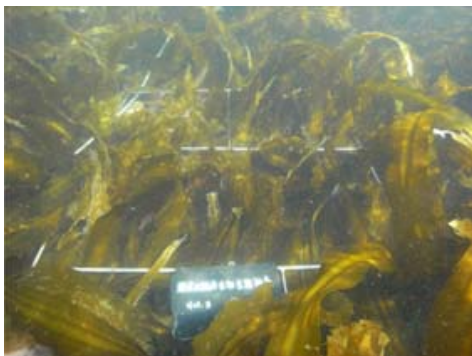


写真-1 測線1 SP.30  
(海藻被度100% エゾバフンウニ1個)

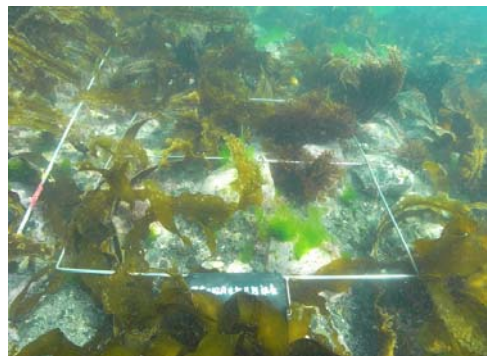


写真-2 測線1 SP.70  
(海藻被度 45% エゾバフンウニ 0個)

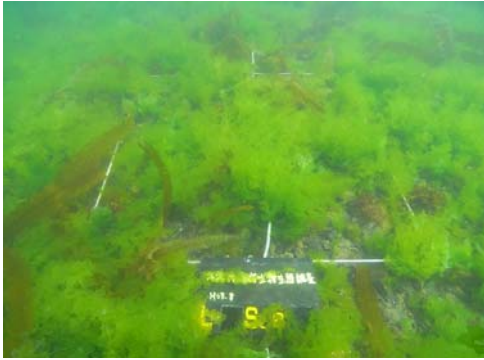


写真-3 測線2 SP.20  
(海藻被度約98% エゾバフンウニ0個)

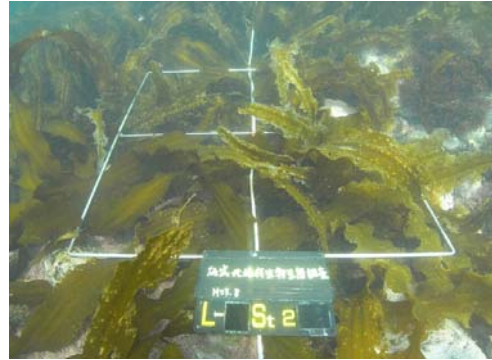


写真-4 測線2 SP.70  
(海藻被度100% エゾバフンウニ4個)



写真-5 測線3 SP.40  
(海藻被度約63% エゾバフンウニ0個)



写真-6 測線3 SP.70  
(海藻被度80% エゾバフンウニ9個)

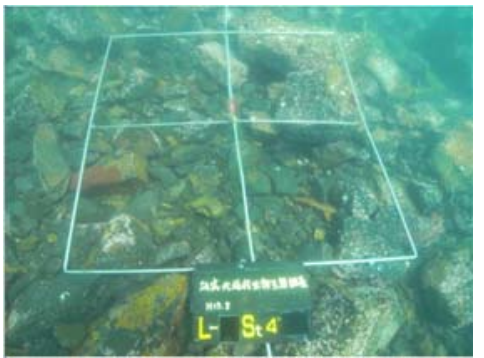


写真-7 測線4 SP.30  
(海藻被度0% エゾバフンウニ13個)



写真-8 測線4 SP.45  
(エゾバフンウニ、巻貝)

### (3) 機能評価

機能評価結果を表-4 に示す。機能評価は各測線に異なる水深帯があるため(0~5m)、水深を1m毎に区分して行った。なお、「小型巻貝」については、植物食性または動物食性の分類がなされていなかったことから評価の対象外とした。また、二次項目の「基質の移動」は、被覆ブロックを想定したもので、当該施設の浚渫岩はその形状から整備当時と比較した移動量の把握が困難であることから対象外とし、今後の課題として検討していく。

水深0~1mの地点の健全度は、海藻被度が高く植食動物の分布密度も低いため、測線1は「C」、測線2は「D」となった。また、水深1~2mの健全度は、海藻被度の高い地点が多いもののエゾバフンウニの分布密度の高い地点が見られたため、測線1は「B」、測線2は

「C」と「A」となった。測線4は海藻の着生が見られずエゾバフンウニの分布密度が高いため「A」となった。さらに、水深2m以深の地点の健全度は、海藻被度が低い地点やエゾバフンウニの分布密度が高い地点が多く、測線2が「A」、測線3も「A」と「B」、測線4も「A」となった。

以上の機能評価結果から、水深が1mより浅い嵩上げマウンドは、海藻群落が良好に形成されており、エゾバフンウニの分布密度も低いため、「機能が保持されている」と評価できる。一方で水深1m以深は、海藻群落に関しては水深が1mより浅い地点と同様に良好に形成されており(測線1~3)、「藻場の繁茂」という本来の目的の観点からは機能が保持されているが、当施設内へのエゾバフンウニの移植により分布密度の高い地点も多

く、「機能が低下している可能性がある」と評価された。

#### (4) 適用の可能性に関する考察

ウニと海藻被度との関係について、日本海の事例を踏まえ考察する。日本海に位置する寿都漁港の護岸消波部（背後小段天端面に藻場創出機能を付加）において、平成26,27年に実施した各調査月ごとの海藻被度とキタムラサキウニの個体数の関係を図-4に示す。多くの海藻の成長初期（2,3月）では、キタムラサキウニが少ないと海藻被度が高く、キタムラサキウニが多いと海藻被度が低い傾向にある。この時期は海藻は小型で現存量が少ないため、植食動物の影響を直接受けやすいことが要因と考えられる。一方、海藻の繁茂期（6月）では、キタムラサキウニが多くても海藻被度が高い地点が比較的多く存在し、藻場創出機能が発現・維持されている。この時期は海藻は十分に成長しており現存量が多いため、植食動物数が「ある一定の個体数まで」は海藻の繁茂に大きな影響を与えていないことを示していると考えられる。

元稲府漁港は総合評価において、エゾバフンウニの分布密度が高かったことが要因で、健全度が「機能が低下している可能性がある状態」との評価結果になった。しかし、海藻繁茂期である8月に海藻が非常によく繁茂していることから、要因特定の段階で評価結果を「機能維持」に移行して、ウニの移植時期などに留意しながら経過観察を行っていくことが妥当であると考えられる。以上より改良した本診断手法で機能診断を実施できたことから、元稲府漁港への適用が可能であると考えられる。

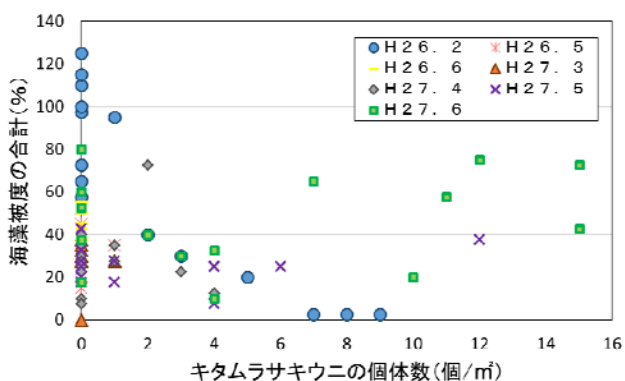


図-4 海藻被度とキタムラサキウニの個体数  
(寿都漁港 護岸消波部 背後小段天端面)

#### 4. おわりに

海藻の着生・生育は、水温やウニの摂餌行動に関係する流動など、様々な海域環境に影響を受ける。このため藻場創出機能の効果確認に必要なモニタリングは、海藻の生育における月変動や年変動に対応するため、長期間継続して実施することが望ましい。また、当該箇所における藻場の状況を相対的に評価する意味においても、周辺の天然藻場の把握も重要となる。一方、モニタリングは、港湾・漁港施設の機能保全における調査・点検と同

様に不可欠な構成要素であるものの、現場における制約や費用などの課題もある。このため、調査時期や地点、簡便かつ効果的な調査方法など効率的なモニタリング手法の検討も重要と考える。

今回、機能診断スキームを新たに適用した元稲府漁港では、大型のリシリコンブが繁茂しているもののエゾバフンウニが高密度に観測されたため、機能低下と評価した地点が認められた。これは、エゾバフンウニの移植放流時期の特定ができなかったこと、および本スキームにおいて、ウニの放流の影響まで考慮していないことなどが要因と考えられる。このため、今後はこれらの課題への対応として、海藻の繁茂期を対象として機能評価を行う場合には、海藻被度に重点を置くことの妥当性など、調査時期の設定や調査時期を勘案した評価手法の再検討が必要と考える。

#### 参考文献

- 1) 熊谷直哉, 佐藤仁, 福田光男, 吉田徹, 黄金崎清人: 防波堤背後小段の藻場環境について, 平成21年度日本水産工学会学術講演会講演論文集, pp. 63-66, 2009.
- 2) 梶原瑠美子, 佐藤仁, 三上信雄: 港湾漁港構造物における環境共生機能保全対策のための診断手法, 第59回北海道開発技術研究発表会, 2016.
- 3) 水産庁漁港漁場整備部: 水産基盤施設ストックマネジメントのためのガイドライン [改訂版], 2015.
- 4) 国土交通省港湾局: 港湾の施設の点検診断ガイドライン, 2014.
- 5) 水産庁: 改訂磯焼け対策ガイドライン, pp. 151, 2015.
- 6) 沢田満, 三木文興, 足助光久: コンブ藻場, 藻場・海中林, 日本水産学会編, 水産学シリーズ38, 恒星社恒星閣, 東京, 1981.
- 7) (社)全国漁港漁場協会: 磯焼け対策ガイドライン, pp. 42, 2007.
- 8) 菊池隆一, 千葉優, 巻口範人: 人工リーフにおける生物生息環境について—漁場としての可能性について—, 第55回北海道開発技術研究発表会, 2012.
- 9) 酒向章哲, 青井晃樹, 藤井良昭, 秋田雄大, 鳴海日出人: 二重堤および破碎岩を再利用したマウンドによる藻場創出に関する研究—北海道元稲府漁港の自然調和型漁港構造物の事例—, 土木学会論文集B2 (海岸工学), Vol. 68, No. 2, pp. 1181-1185, 2012.
- 10) 浅野昌充, 菊地省吾, 河村知彦: コンブ類繁茂に対する小型植食巻貝の影響, 東北水産研究所研究報告, No. 52, pp. 65-71, 1990.
- 11) 河村知彦: 磯焼けの発生機構の解明と予測技術の開発, 農林水産省農林水産技術会議事務局 (編), 東京, pp. 60-70, 1997.
- 12) 寒地土木研究所: 平成26年度寿都漁港外港内環境調査業務
- 13) 紋別港湾事務所: 平成23年度元稲府漁港海域生態調査業務