

岩ノリの増殖施設設計に関する研究

越智正友・黄金崎清人(日本データサービス株)、浅川典敬(水産庁漁港漁場整備部計画課)、下倉政志(株カイト)別所幸雄((有)別所組)、久文秀典(久文建設株)、清野克徳(北日本港湾コンサルタント株)、鳴海日出人(日本データサービス株)、長野 章(公立はこだて未来大学)

1.はじめに

近年の水産業では、漁業生産の低下や漁業者の高齢化が進んでいる。そのため、高齢者にとって安全な漁労活動が可能で、かつ計画的な生産が見込め、漁家経営の安定に寄与する増・養殖施設が必要となっている。

島根県出雲市では、高品質の岩ノリ(ウップルイノリ *Gloiopeltis furcata* など)が生産されており、冬期間の重要な収入源となっている。しかし、その生産量は年変動が大きいほか、漁獲効率が悪い状況にある。

岩ノリの増殖施設は、有明海などで見られるスサビノリ等のひび建て養殖とは異なり、島根県や北海道では潮間帯上部から飛沫帯(潮上帯)の岩盤にコンクリートを10~20cm程度打設し、非公共施設として漁業者自身で造成している施設が多い。しかし、コンクリートの劣化・破壊が激しく、1~2年毎に打ち直しを繰り返し、莫大な経費を費やしているのが現状である。そこで、従来のコンクリートによる増殖施設よりも生産性が高く、高齢漁業者に対して安全で、作業性の良い増殖施設の開発が切望されている。

本研究では、岩ノリの着生・生育に最適な人工基質や高齢者の作業環境に配慮した増殖施設の構造について検討を行ったものである。

2.コンクリート材料の海域実験

岩ノリの生育水深帯は、海水の遡上高に影響を受けるが、一般に潮間帯上部に位置する。よって、コンクリートにとっては、凍結融解の最も厳しい条件であると考えられる。

最適な岩ノリの着生基質としては、凍結融解に耐える強度を有する。ノリの発生・成長・品質には硝酸態窒素濃度が重要であることから、フノリ礁として実用化されている栄養塩溶出型基質¹⁾をベースにする。コンクリート配合は、凍結融解試験(JIS A 1148)によって求めた(表-1)。

海域実験は、平成12年に北海道上ノ国町の地先海域で、普通コンクリート、栄養塩溶出型基質の2種類を設置した(図-1)。また、生育水深帯を把握するため設置水深をDL-20cm~+80cmの範囲に設定した。

岩ノリの発生・生育状況を図-2に示す。

表-1 コンクリート配合

主要なコンクリート配合			
	単位	普通コンクリート	栄養塩溶出型基質
設計強度	N/mm ²	24	24
水・セメント比	W/C%	44.0	49.4
最大粗骨材	mm	40	20

主要な材料所要量(kg/m ³)		
	普通コンクリート	栄養塩溶出型基質
水	142	158
セメント	323	320
細骨材	707	719
粗骨材	1180	907
モバール	-	150
混和剤	1.615	1.600

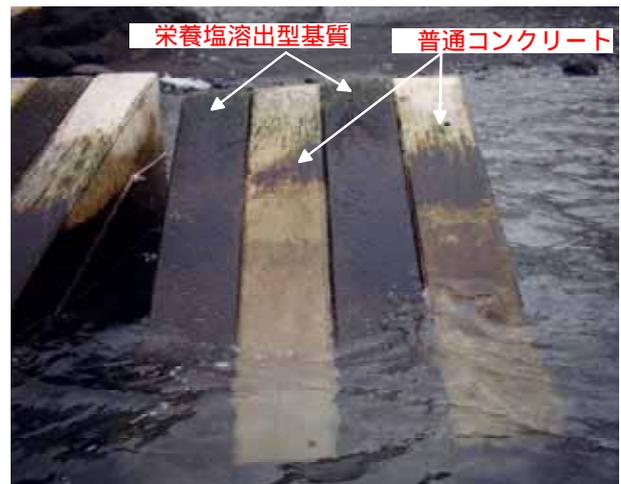


図-1 北海道上ノ国町における材料試験状況

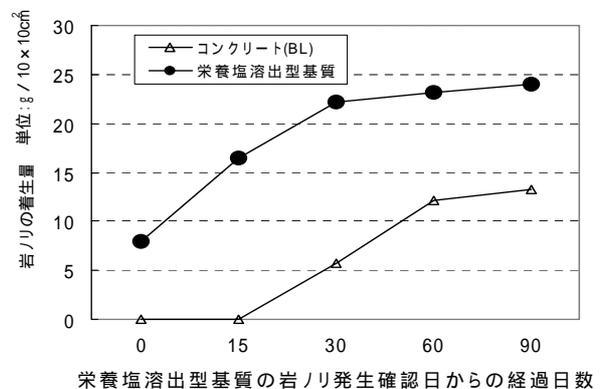


図-2 岩ノリの発生・生育状況

海域実験より得られた主要な結果を以下に示す。
 両材質とも凍結融解によるクラックや破壊は発生していない。
 栄養塩溶出型基質の方が岩ノリの発生が約1ヶ月早く、その後の着生量も約2倍多い。
 生育水深帯は、栄養塩溶出型基質で DL+10 cm ~ +60 cm の範囲、普通コンクリートで DL+20 cm ~ +50 cm の範囲に生育がみられ、その差は顕著である。

3. 島根県における岩ノリ増殖場の改良試験

1) 岩ノリ増殖場の現状

島根県出雲市の岩ノリ増殖(図-3、図-4)では、建設1年目に岩ノリの着生がみられなかった。翌2年目には、施設の一部が台風で被災した。よって、岩ノリの増殖場として有効に機能する施設に改良を行うこととした。改良方針は、以下のとおりである。

使用材料は、上ノ国町で結果が得られた栄養塩溶出型の材料を用いる。

施設建設後1年目で岩ノリが着生しなかったのは、波が施設前面で碎波し、施設へ遡上していなという、構造上の問題が考えられ、これらの改善・波の検討を行う。

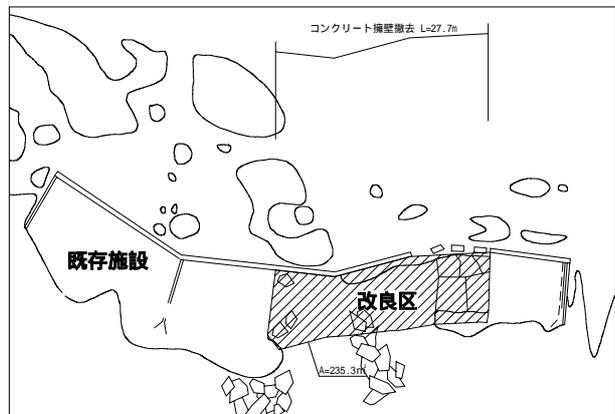


図-3 改良区の平面図

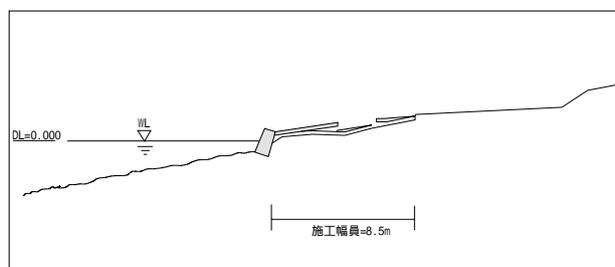


図-4 改良区の断面図

2) 改良施設案の検討

前述のとおり、現状の施設で岩ノリが着生しなかった原因は、岩ノリの果胞子とその発芽・生長に不可欠な海水(波・栄養)の遡上がなかったためと考えられる。

現状施設を観察すると、波がスロープ前面の擁壁にぶつかるために、遡上する力が失われている。そこで、数値解析により、この仮説を検証するとともに、波が遡上しやすいスロープ形状の検討を行った。

(1) 数値解析の概要

数値解析は、数値波動水路(CADMAS-SURF)²⁾を用いた。数値波動水路は、非圧縮性流体のNavier-Stokes方程式と連続の式を基礎方程式とし、水と空気の境界面をVOF法で解析するものであり、碎波などの非線形性の強い波動現象を扱えるモデルである。

施設の改良案は、図-5、図-6に示すように、スロープ形状を2種類に変化させた構造である。改良案1は、遡上する力の減衰を抑えるため、海底面まで一様なスロープ形状としたものである。改良案2は、スロープをへの字型とし、頂部を越えた海水を背面に導く構造であり、引き波による作業員への危険回避と岩ノリの着生有効面積を大きくすることが可能である構造とした。

波浪条件は、NOWPHAS³⁾より、当該地点近隣の浜田港の資料をもとに設定した。

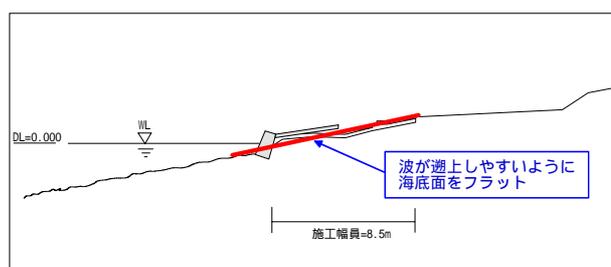


図-5 改良案1のイメージ

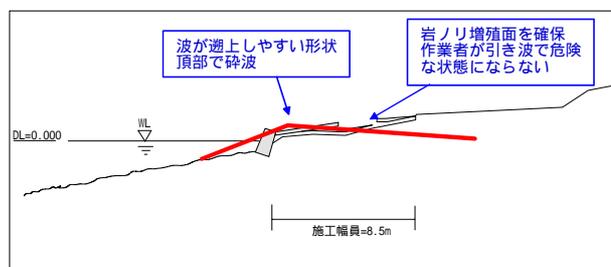


図-6 改良案2のイメージ

(2)波の遡上特性

図-7は現状施設の波の遡上状況を示したものである。計算結果は、現地で観察されたとおり、波が擁壁にぶつかり、ほとんど遡上しない状況を再現している。

改良案1（図-8）は、海底面まで一様なスロープ形状としたことにより、スロープ下端付近で碎波した波が流れとなって斜面を駆け上がっている。遡上高は、現状と比べて2.5倍程度大きくなっている。

改良案2（図-9）は、頂部を越えた海水が背面の緩やかなスロープ部に一様に流れ込んでおり、所定の効果を発揮している。

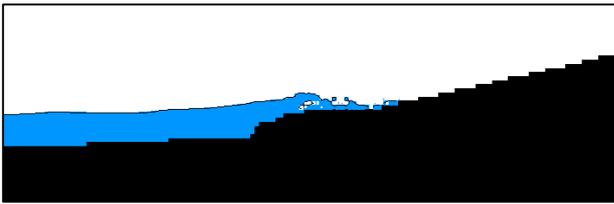


図-7 現状施設の遡上状況

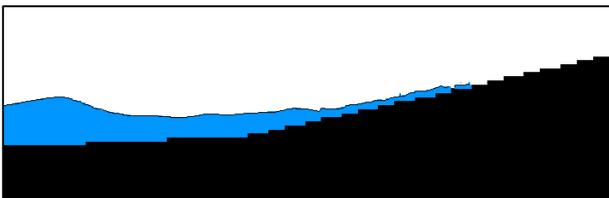


図-8 改良案1の遡上状況

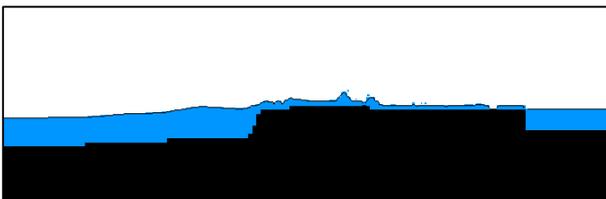


図-9 改良案2の遡上状況

3) 施工改良案の選定

改良案2は、改良案1と比較すると、大規模な岩盤掘削工事により工事期間が長くなるため、果胞子の着生時期を逸するほか、工費が増大する。そこで、工事期間および工費を勘案し、改良案1を採択した。

4) 施工後の評価

改良区では、以下の図-10～図-13に示すとおり、岩ノリの着生が顕著に見られている。さらに、改良区上部の天然岩礁にまで着生している。他の既存施設（図-3参照）と比較すると岩ノリの分布域は拡大し、現地

の漁業者による聞き取り調査でも、「これまでに見られないほど岩ノリが繁茂している」とのことである。これは、これまでの構造を変更し、波打ち際からスロープを形成したことにより、碎波した波が遡上しやすい構造となったため、海水からの岩ノリ胞子や成長に必要な栄養が供給された効果が顕著に現れたものと考えられる。



図-10 岩ノリの収穫状況



図-11 波の遡上状況



図-12 岩ノリの生育状況

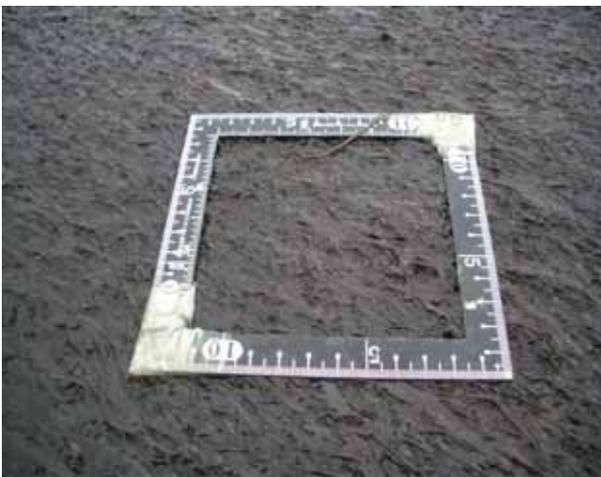


図-13 岩ノリの採取調査状況

表-2に既存施設と改良区で採取した岩海苔の重量を示す。島根県出雲市では、12月前の岩ノリの単価は2万円/kgを越える。1月以降は3,000円/kg程度で取引され、岩ノリの早期発生は漁業者にとって大きな収入が得られることとなる。なお、本増殖場での漁獲は平成16年12月から開始されており、漁獲の影響については考慮していない。

表-2 採取重量の比較

調査日：2005年1月13,14日

項目	単位	既存施設		改良区	
		1	2	1	2
着生量	g/10×10cm ²	14.3	10.6	24.2	21.7
平均値	g/10×10cm ²	12.5		23.0	
換算着生量	kg/m ²	1.25		2.30	

4.まとめ

本研究では、岩ノリの果孢子着生時期や工事期間、工費の増大を勘案し、改良案1での施工となった。

岩ノリの着生・生育状況でみると周辺の既存施設とは、その差が顕著に現れており増殖施設としての効果は検証された。しかし、構造的にみると沖合に向けて下り勾配で整備されているため、一面にノリが着生した場合、漁獲時に滑るおそれがあり、安全な作業環境の提供という面では、さらなる検討が必要であることが明らかとなった。

一方、本研究では工事期間や工費増大の制限等により施工できなかった改良案2は安全性にも配慮がなされており、施設背後の掘削が不必要である等の施工条件によっては、工事期間や工費も軽減され、増殖施設として有効な手法であることが推察される。

よって、増殖場の構造を決定する上では、これらの要因を事前に把握または予測し、評価・検討する必要がある。

また、本研究周辺の既存施設では波の遡上範囲が狭く、岩ノリの生育範囲が限定されているため、施設の面積を有効活用できる改良手法について検討する必要がある。

謝 辞

本研究を実施するに当たり、島根県出雲市、島根漁業協同組合大支所多技出張所、上ノ国町、ひやま漁業協同組合上ノ国支所をはじめ多くの方々にご協力・ご指導を頂いた。ここに謝意を表す。

参考論文

- 岡貞行, 笹 正雄, 吉田 徹, 下倉政志, 黄金崎清人, 鳴海日出人: 人工基質を利用したフノリ増殖礁の開発 海洋開発論文集 vol20, pp.1079-1084, 2004.
- 財団法人沿岸開発技術研究センター、沿岸開発技術ライブラリー No.12 「数値波動水路の研究・開発」, 平成13年10月
- 財団法人沿岸開発技術研究センター、全国港湾海洋波浪観測資料 (NOWPHAS) 2002