

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—

室蘭開発建設部 苫小牧河川事務所 計画課

○菊地 隆一
千葉 優
巻口 範人

(社) 北海道栽培漁業振興公社

本報告では、直轄胆振海岸における海岸侵食及び越波対策を目的とし、平成12年度に白老人工リーフに着手し、平成22年度に3基完成したことから、人工リーフにおける生物生息環境を調査し、漁場としての可能性について報告するものである。

キーワード：自然環境、生物生息環境、水産協調

1. はじめに

北海道中央南部（苫小牧市～白老町）に位置する胆振海岸（図-1）は、昭和40年代から急速に海岸侵食が進行し、約100m程度あった砂浜が大きく後退したことから、荒天時には激しい越波が発生し、家屋への浸水や直立護岸の倒壊などの災害が多発した。

このため、海岸侵食を防止し越波を防ぐ抜本的対策を実施するため、胆振海岸は昭和63年度に北海道では初の直轄海岸事業として採択された。現在、国道36号白老バイパス沖の水深TP.-6m～-7m（約350m沖合）において、タンデム型（2山タイプ）の人工リーフ整備（写真-1、図-2）を進めている。

珊瑚礁で囲まれた島では周辺の珊瑚礁（リーフ）が大きな波を砕き海浜には大きな波が届かないが、このことを人工的に再現するのが人工リーフである。

また、離岸堤はコンクリートブロックを水面上まで積み上げて波浪を阻止するのに対し、人工リーフは、通常水面下に没している構造物であり、海岸へ来襲する荒天時の波浪の勢いを沖側で弱め、波浪の影響による海岸侵食や越波を低減させ、施設周辺の海浜の安定化を図ることが役割である。一方、当海域は遠浅の砂浜海岸であり、人工リーフ設置海域ではウバガイ（ホッキ貝）の桁曳網漁が行われるなど、水産業にとって重要な資源を有する漁場であることから、人工リーフが漁場や水産資源に与える影響について漁業関係者と協議を重ねながら事業を進める必要がある。

また、人工リーフの設置は海岸保全を目的とした施設としての効果のほか、副次的な効果としてこれまで存在しなかった人工的な岩礁の形成により海藻類の着生基盤となり、その結果、魚類の蟄集や着生したコンブ類を餌とするウニ等の水産有用種の資源増殖にも効果がみら

れると考え、人工リーフの整備とともに生物環境調査を実施し、その変化を施設設計にフィードバックするなどして事業を展開している。

本報告ではこれまで実施してきた環境調査結果から、人工リーフの漁場としての可能性を検討した結果について報告する。



図-1 胆振海岸位置図



写真-1 白老人工リーフと白老町市街地

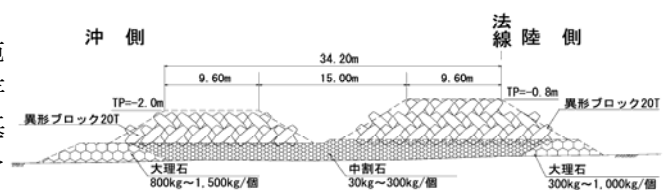


図-2 白老人工リーフ構造図（2山タイプ）

2. 人工リーフで確認されている磯根資源

人工リーフにおける生息生物調査としては、調査対象を水産有用種としてハタハタ、ミツイシコンブ、エゾバフンウニ、マナマコについて着目した。

これまでの調査では、人工リーフのブロックにはミツイシコンブなど大型の海藻類、ウニ類・マナマコを含む大型底生動物類が確認された¹⁾。また、人工リーフの周辺では抱卵したハタハタ、通常岩場や防波堤などに生息するアイナメ、カジカ類などが採捕された。これらのことから、人工リーフが単なる海岸保全施設としての機能だけでなく、ウニやマナマコの漁場として、さらには、地元漁業者から強い要望があったハタハタの産卵場としての機能など、漁場としての可能性を検討した。

3. 人工リーフの漁場としての検討

(1) ハタハタの産卵場としての検討

ハタハタは、水深450m以浅の大陸棚に生息する冷水性の底生魚類で、産卵期になると、水深1~10mの沿岸藻場に群来して産卵する。ハタハタの卵は、粘着沈性卵であり、一腹一塊となってウガノモク（ホンダワラ科）のような茎のしっかりした海藻に産み付けることが知られている。また、水深約7mに設置された人工リーフ周辺においても、抱卵したハタハタが確認されており、調査年度によって多少の増減はあるが、その採捕数は増加する傾向がみられている（図-3）。

そこで、人工リーフをハタハタの産卵場として機能させるためには、ウガノモクが繁茂するガラモ場（ホンダワラ、コンブなどの海藻群落）が形成されていることが一つの条件となった。ウガノモクは、白老港周辺では多く確認されていたが、人工リーフでは確認されていなかったため、人為的にウガノモクの幼胚を供給させるなどの必要があった。

これまで、日本各地で用いられてきたホンダワラ類の幼胚供給技術は、天然の藻場で成熟したホンダワラ類（以降、母藻）を採集し、それを岩礁上に固定するスポアバッグ法や中層網法、流れ藻となった母藻を補足する手法、ホンダワラ類の群落に基質を固定し、幼胚が着生した後、基質ごと移動させる基質移設法などが報告されている。今回は、流れの複雑な人工リーフにウガノモクの幼胚を確実に着生させるため、あらかじめ幼胚を着生させたプレートごと移設させる基質移設法を採用することとした。

a) 基質移設法による幼胚供給

平成15年にウガノモクが確認されている白老港周辺において、本種の母藻を採取し、室内にて繊維強化プラス

ティック（縦30mm×横180mm：以下、プレート）に幼胚を着生させた（写真-2）。約4か月間室内で育成させた後、人工リーフのブロックに合計60枚のプレートを設置した。さらに、対照区として、白老港でウガノモクが確認されていない場所に10枚を設置した。

b) プレートによるウガノモクの再生産

平成17年6月の追跡調査では、プレートのウガノモクは2m以上に成長しており、プレート周辺には新たなウガノモクが確認された。さらに、平成24年3月の追跡調査では、周辺のブロックでも確認され、ガラモ場を形成しつつあることから、人工リーフにウガノモクプレートを設置する手法は再生産に有効であり、かつ、実用可能な技術であることが確認された。

c) ハタハタ産卵場としての可能性

ハタハタが再生可能な条件としては、森ら（2003）²⁾は『稚魚が潜砂行動をとることが出来る砂浜域地帯、成魚が生息する沖合域水深150~300mの砂泥地帯、産卵に適した海藻が繁茂する岩礁地帯である』と報告している。

プレートの設置により、これらの環境条件を創ることはできたが、ハタハタの卵塊は対照区である白老港のウガノモクしか確認されなかった。今後、人工リーフのガラモ場についても産卵が期待される（写真-3）。

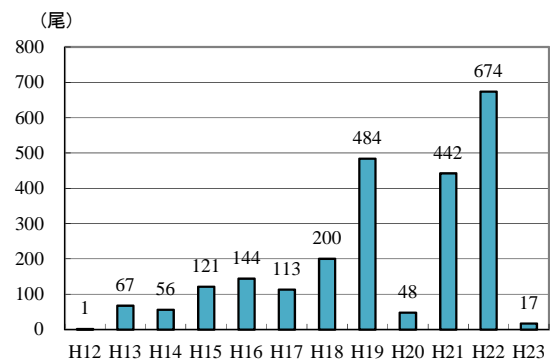


図-3 人工リーフ周辺におけるハタハタ採捕数の推移

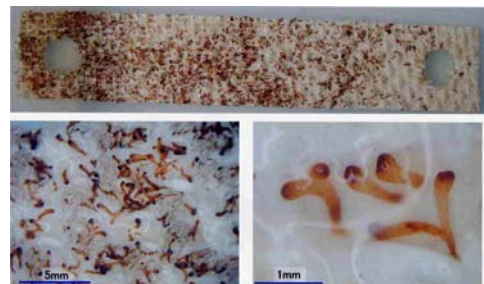


写真-2 ウガノモクの幼胚を着生させたプレート



写真-3 対照区のウガノモクに着生した卵塊

(2) ウニ類漁場としての検討

a) エゾバフンウニの生息密度

追跡調査では、1基目人工リーフ設置3年後から自然発生したエゾバフンウニの生息が確認されており、人工リーフ谷間の中割石箇所を主体にブロックや人工リーフ端部に設置されている鉄棒礁にも広く分布している(写真-4)。また、その生息密度は、何れのリーフにおいても増加する傾向を示し、3基目リーフは平成24年に最大値(2.1個体/m²)となった。なお、1基目リーフは平成23年、2基目リーフは平成22年をピークに減少する傾向を示したが、何れの人工リーフにおいても、生息密度は2.0個体/m²以上で推移した(図-4)。

一方、平成20年から平成22年の3年間、2基目の人工リーフに対し、全回収型のウニ漁業の可能性を検討するため、試験的にエゾバフンウニの種苗(平均殻長11~14mm)を約2万個体ずつ放流をした。このため、2基目人工リーフの平成21年の生息密度(1.9個体/m²)は、平成22年には約2倍(4.4個体/m²)の高い数値を示したと推察される。

b) ミツイシコンブの現存量とエゾバフンウニ

ウニ類の餌料となる海藻類については、人工リーフにおいてミツイシコンブを主体とし、アナアオサ、ダルス、スジメなどが着生していることが確認されている。また、沿岸藻場の現存量は、顕著な季節変化や年変化を示すことが報告されており、当海域の人工リーフにおいても、ミツイシコンブの現存量は、増減を繰り返しながら推移しており(図-5)、何れのリーフも平均2.7kg/m²前後を示した。

一般的にウニ類の生息密度と海藻類の現存量とは負の相関が認められており、人工リーフにおけるエゾバフンウニの生息密度とミツイシコンブの現存量を整理すると、エゾバフンウニが4個体/m²以上では、ミツイシコンブの現存量は2kg/m²以上にならないことが示された(図-6)。一方、ウニの歩留り(身入りの指標)を示す生殖巣指数(生殖巣重量/体重×100)と生息密度の関係を見ると(図-7)、生息密度が4個体/m²以上では、生殖巣指数が20%以下となり、ウニの生息が高密度になると生殖巣指数の最大値が小さくなることが示された。

従って、人工リーフに着生する平均的なミツイシコンブの現存量とエゾバフンウニの歩留りからみると、白老地区の人工リーフをエゾバフンウニの漁場として利用するためには、エゾバフンウニの生息密度を4個体/m²以下とすれば良いことが示された。



写真-4 人工リーフで確認されたエゾバフンウニ

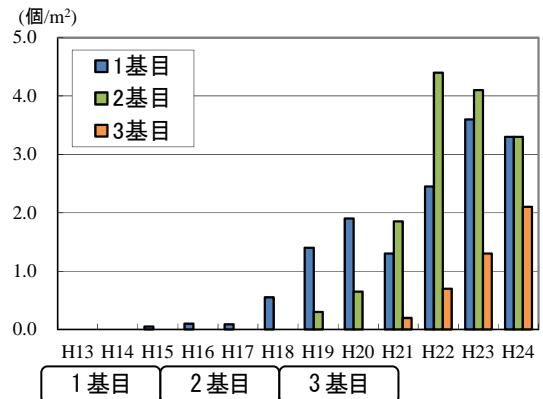


図-4 エゾバフンウニ生息密度 (個/m²) の推移

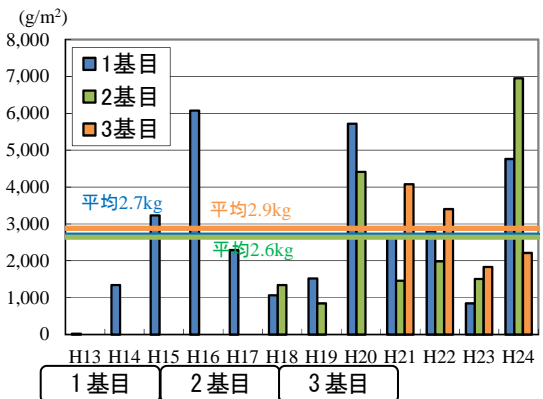


図-5 ミツイシコンブ現存量 (g/m²) の推移

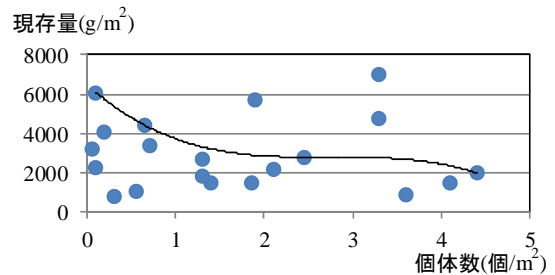


図-6 ミツイシコンブ現存量とエゾバフンウニ密度

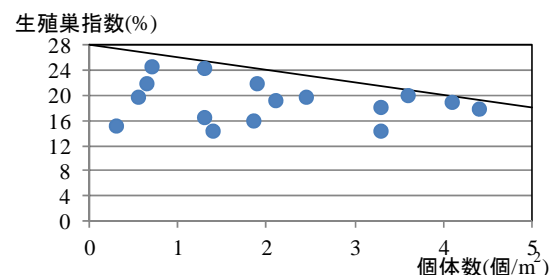


図-7 エゾバフンウニ生殖巣と個体数

c) エゾバフンウニ漁場として可能性

いぶり中央漁業協同組合白老支所においては、潜水漁業部会（平成19年7月発足：部会員平成24年16名）により、現在、白老港港内や人工リーフにおいて、ウニやナマコの水揚げを行っている。

潜水漁業部会によるエゾバフンウニの漁獲量は年間漁獲許容量の約1/2に留まってはいるものの、近年人工リーフでの漁獲が主体となってきている（図-8）。

また、人工リーフにおけるエゾバフンウニの現存量は、平成24年の生息密度（2.1~3.3個体/m²）と1基当たりの有効漁場面積（長さ300m×幅15m：幅は図2より谷間を基準）、平均体重（70g）から算定すると3基全体で2.7tになる。また、前述した密度4個体/m²で算出すると、3基全体で最大3.8tの水揚げが可能となり、良質なウニを維持しながら、ウニ漁場として利用するには十分な現存量になることが期待できる。

(3) マナマコ漁場としての検討

a) マナマコの生息密度

人工リーフ上に定点をほぼ等間隔に配置した追跡調査（定点採取調査）では、マナマコの確認数が少ないことから、生息を多く確認できる人工リーフの谷間（図2：長さ300m×幅1m）を対象としたラインセンサ法を実施した（写真-5）。調査時期は、マナマコの確認が容易になる比較的透明度の良い冬期（平成23年2月、平成24年2月）に実施した。

2か年の調査結果では、平成23年が0.04~0.63個体/m²（平均0.34個体/m²）、平成24年が0.38~1.12個体/m²（平均0.68個体/m²）となり、何れのリーフにおいてもマナマコの生息密度は増加する傾向を示しており（表-1）、生息密度から現存量を算定すると、いぶり中央漁協が設定する年間漁獲許容量の約4割が確保できる結果となった。

これに加え、マナマコ人工種苗を補足的に放流することで人工リーフを安定的な漁場として利用することが期待される。

4. マナマコ種苗放流手法の開発

a) マナマコ種苗の課題

マナマコの種苗については、その生産技術が確立されつつあるが、稚ナマコまで育った種苗を放流する技術が確立されていないのが現状である。

ウニ類と同じ棘皮動物であるマナマコは、管足を用いて海底の岩などに固着（付着）し、マナマコに作用する流体抗力がナマコの固着力を上回っていると、ナマコが基質に固着できずに流出する。瀬戸ら（2011）³⁾の報告によると、流動耐性については、流れに順応して外部形態を大きく変化させることによって、ウニ類と同等以

上であり、稚ナマコが基質に固着（付着）した状態では、体長によらず流速1.0m/s以内であれば流出しないとしている（図-9）。マナマコ種苗の放流後、流出・拡散しないように、種苗が基質に固着するまで安定させる必要がある。

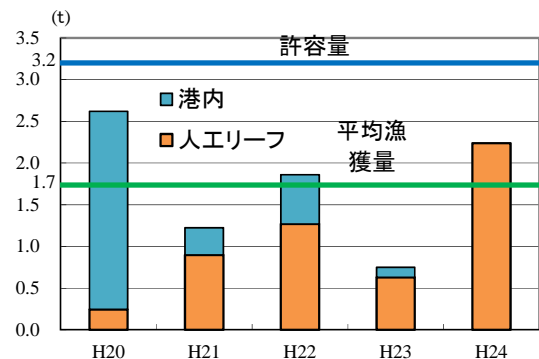


図-8 白老支所潜水漁業部会によるエゾバフンウニ漁獲量

表-1 マナマコ生息密度（個体/m²）

	平成22年		平成23年	
	個体数	個/m ²	個体数	個/m ²
1基目	105	0.35	161	0.54
2基目	188	0.63	337	1.12
3基目	13	0.04	114	0.38

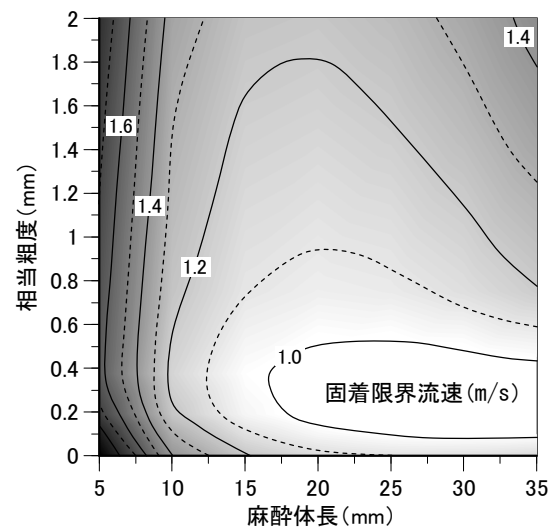


図-9 固着限界流速・体長・粗度の関係

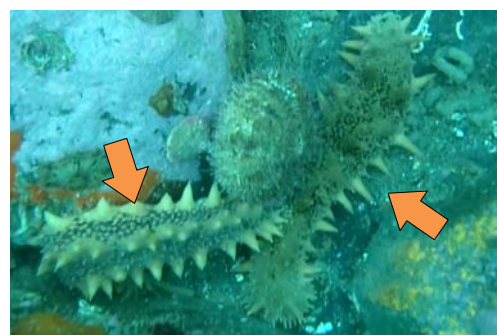


写真-5 人工リーフで確認されたマナマコ

そこで、マナマコ種苗の放流直後の流出・拡散を防ぐため、カニ籠（写真-6）の試用が考えられた。以下にその放流事例を紹介する。

放流個所は、2基目人工リーフの谷間とし、端部から約150mの中央に設置した5つのカニ籠の中に、約13万個体（平均体長18mm）の種苗を直接投入した。放流3か月の追跡調査では、2個のカニ籠の内側と外側から80～150個体のマナマコ種苗が確認された。しかし、ヨツハモガニがカニ籠の内部に侵入しており、捕食された可能性が示唆された（写真-7）。

b) マナマコ種苗放流施設の開発

マナマコは、フサギンボ、ウマズラハギなどの魚類、カニ、ヤドカリなどの甲殻類に食害されると報告されており、特に稚ナマコは、小さくて体が柔らかいことから、食害を受けやすいと考えられる。そこで、稚ナマコの放流直後の流出・拡散を防止させるとともに、外敵から身を隠せるような素材（ポーラスメディア）を利用した放流施設の開発を検討した。

瀬戸ら（2012）⁴⁾は、螺旋状ポーラスメディアを用いた稚ナマコの捕捉実験を行い、厚さ 0.2m で 90%以上の捕捉率が見込め、稚ナマコの粗放的な着底基質として、有効であると報告している。

放流施設の試験には、新光ナイロン（株）社製（品番 510-2000）のポーラスメディア（幅 0.5m×長さ 0.5m×厚さ 0.1m：以下）を4段に重ね、これを1つの施設として用いた（写真-8）。

施設の設置は、平成 24 年 11 月 30 日に実施し、マナマコの種苗放流は、同年 12 月 3 日に実施した。なお、マナマコ種苗は、白老港で漁獲した成体ナマコから産卵させ、稚ナマコまで中間育成させた平均体長 17mm の個体を使用した。

マナマコ種苗を放流する際には、種苗の流出・拡散を最小限にするため、施設を覆うようにビニール（2.0m×2.0m）で被覆し、この中で作業を行った。

マナマコ種苗は、放流直後、海中を漂うに拡散したが、しばらくするとポーラスメディアの多孔基質に捕捉され、カニ籠を使用するよりも放流直後の流出・拡散を効率良く防げることが確認された（写真-9）。

5. まとめ

海岸保全を目的とした人工リーフは、ホッキ貝漁場に設置されたことから、施工個所の漁場は消滅し、その丘側においては、漁場面積が減少することとなった。しかし、これまでの砂浜地帯には無かった新たな水産有用種が出現し、人工リーフを漁場として利用できることが確認された。また、漁業者からも漁場として期待されている。

さらに、人工リーフに使用するブロック等にウニ類が隠れる溝を切ることや、海藻類の繁茂に効果があるとされる鉄鋼スラグを配合した水産協調型ブロックを配置するなど、新たな工夫や効果的な種苗放流により、人工リーフの魚礁機能を高めることが可能と考えられる。最後に、人工リーフが漁場として活用されるためには、何よりも水産有用種を適正な生息密度に保ち、漁業者の自らが資源管理を行うことが必要不可欠である。



写真-6 マナマコ種苗放流試験に使用したカニ籠



写真-7 カニ籠内に侵入したヨツハモガニ



写真-8 ポーラスメディアによるマナマコ種苗放流施設

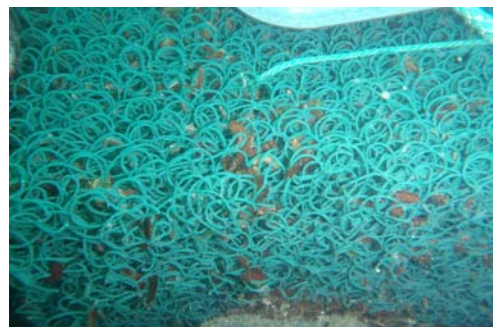


写真-9 ポーラスメディアに捕捉されるマナマコ種苗

参考文献

- 1) 平成23年度 胆振海岸胆振海岸環境調査業務報告書.
- 2) 平成13年度 実海域でのハタハタ人工産卵基質の耐久性に関する研究 北海道開発土木研究所月報 No.598 森信幸、伊藤敏郎、岸哲也.
- 3) 平成23年度 マナマコ人工種苗の固着力と流動耐性、日本水産工学会、瀬戸雅文、向平有希、佐藤総一郎、巻口範人.
- 4) 平成24年度 ポーラスメディアを用いた稚ナマコ人工種苗の粗放的放流技術の開発、日本水産工学会学術講演会、瀬戸雅文、向平有希、村上詩織、巻口範人.