

# 水域環境保全創造事業—人工藻礁におけるヒジキ増殖に関する研究

中西尚文・藤原正嗣・西川次寿・前川行幸<sup>1)</sup>・吉見和輝<sup>1)</sup>

1) 三重大学大学院生物資源学研究所 藻類学研究室

## 目的

県内の磯には、磯焼けといわれる藻場が失われた場所がみられており、このような海域では漁業の対象となる水産生物が生息できず、生産性が低くなっている。本研究は、磯焼けした海域にヒジキ資源を再生させるために、南伊勢町宿田曾浦葛島地先に整備されたヒジキ人工藻礁で、ヒジキが着生するために必要な条件を整理することを目的として、幼胚の散布や種苗の移植とそれらのモニタリングを行い、移植効果の検討を行う。

## 方法

### 1. 人工藻礁における幼胚による増殖調査

平成 27 年 6 月 17 日に人工藻礁の凹部 2 カ所 (図 1 の⑤・⑦) にそれぞれ 18 万個の幼胚を散布した。凹部の下部が天然ヒジキ水深域に近いことから下部の 1×1.4m で試験した。従って散布密度は 13 万個/m<sup>2</sup> であった。試験区はユニフェンス (農業用の耐候性強化ポリプロピレン製の約 1cm 角目網 (ふわっと蝶鳥フェンス/森下(株)) を緩く結束バンドでまとめたもの) で囲んだ (図 1 の⑤)。

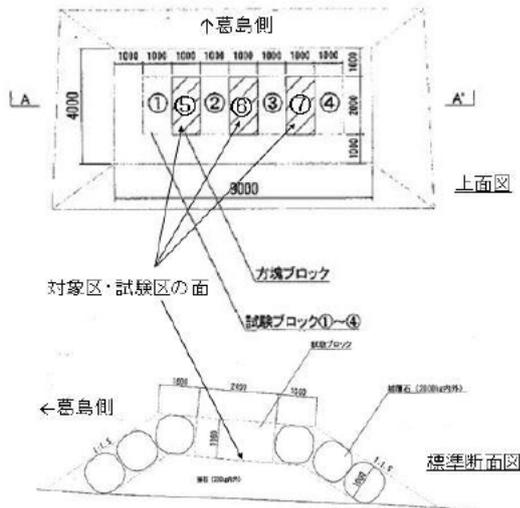


図 1. 人工藻礁の上面図および断面図

また、基質材や凹凸の多様度を増し発芽・生長を促すため、散布前の 12 日に試験区・対象区に割肌表面の花崗岩板 (30×30×5cm: 溝あり・溝なし) とコンリート平板 (30×30×4cm: 溝あり) の各 1 個を、水中ボンド (E380/コニシ(株)) で固定した。溝は U 字型の断面で、浅狭い (4.1×2.9mm: 平均の深さ×幅)・深狭い (9.8×

3.4mm)・浅広い (4.4×6.7mm)・深広い (9.3×7.7mm) の 4 種で基質に、30cm の長さで各 2 本ずつ刻んだ。

なお、散布した幼胚は 6 月 12 日に採られた宿浦産母藻が由来で、南伊勢種苗センターで採取されたものを (株) 中部電力から譲り受けた。

### 2. 食害生物による被害の把握

10 月 14 日に人工藻礁から宿田曾側へ、100m×2 本のベルトライン調査を行った。スキューバ潜水により、1 m<sup>2</sup> 枠ごとに水深・ウニ類個体数・底質・海藻類などを記録した。

なお、今年度から人工藻礁周辺では NPO によるウニ類駆除が行われ、7 月 20 日に 11,500 個体、9 月 22~23 日に 12,200 個体が駆除されている。後者では、人工藻礁の半周を囲むようにウニフェンスが設置され、調査時は人工藻礁から約 13m 離れた地点にあった。

### 3. 天然種苗の最適利用方法の開発

12 月 9 日に矢取島 (志摩市浜島町) で、12 月 14 日に増養殖研裏 (南伊勢町五カ所浦) のヒジキ群落から株を剥離した。剥離区は 10×10cm と 5×10cm をそれぞれ 3 区設定し、実用化を見据え、小さな幼芽や附着器の取り残しが生じるが、手で附着器ごと取る手法とした。その後、3 月下旬に藻体の全長や主な附着器の長さを測定した。

移植場所は最寄りの天然ヒジキ分布水深にあわせ、人工藻礁上面 (図 1) の凹部 2 カ所とした。10 月 9 日に、ウニ侵入防止フェンス (農業用の耐候性強化ポリプロピレン製の約 1cm 角目網 (ふわっと蝶鳥フェンス/森下(株)) を緩く結束バンドでまとめたもの) で囲み試験区 (図 2) とし、隣の凹部は対象区とした。なお、0 歳種苗の基質はタイルなどであったが、1 歳種苗の基質は水中ボンドの浸透が懸念されるエステルテープであったため、10 月 9 日移植ぶんは赤松材を、12 月 24



図 2. ウニ侵入防止フェンスで囲んだ試験区

日移植ぶんはエステルテープを張り合わせ、水中ボンドの緩衝材とした。10月9日の移植に使った赤松材には、トリカルネット（3cm角目）やナイロン製紐状素材（バイオコードPV45/TVR社）をつけて食害対策したものも一部に導入した。

表 1. 移植した基質数と流失した基質数

移植日	(うち流失した基質数)			
	試験区		対象区	
	0歳種苗	1歳種苗	0歳種苗	1歳種苗
10月9日	5(0)	8(3)	5(1)	9(3)
10月24日	6(0)	-	4(0)	-
11月20日	2(0)	-	1(0)	-
12月24日	4(0)	6(2)	4(0)	4(1)

## 結果と考察

### 1. 人工藻礁における幼胚による増殖調査

7月24日・9月10日の調査で発芽は確認できず、10月9日に散布した幼胚から発芽は無かったと判断した。

7月24日から9月10日の期間の散布場所では22.4~38.8℃、天然漁場では21.1~37.3℃で推移し、平均温度はそれぞれ26.3℃と26.2℃であった。ヒジキの体温については、室内実験で幼体は32℃が生存の限界であること、天然漁場では38℃程度まで上昇することや最も暑い時期でも32℃で3時間程度であることが確認されている。32℃が3時間以上連続したのは、散布場所で1日、天然漁場で2日であった。ただし、36℃以上が記録されたのは、散布場所と天然漁場でそれぞれ7日と3日であり、37℃以上が1時間以上継続したのは散布場所の2回のみであった。散布場所は天然漁場より高温に曝されていたことから、散布時には詳細に高さを設定する必要がある。

今まで、この人工藻礁で幼胚による増殖がみられない要因は、幼体の耐性以上になる夏季の高温としてきたが、これは誤りの可能性が大きい。今年度、水面下になった人工藻礁では、冬季を除きウニ類の摂餌活動が大きいことが分かった(後述)。即ち、幼胚を散布した直後にウニ類に捕食されて、発芽・生長しないと考えるのが妥当である。

幼胚を使った増殖は種苗移植に比べ、天然資源への影響や作業量が少ないうえ、一度に多くの種苗を増やすことで魅力的である。ウニ類が多い場所における幼胚の散布はその対策が必須で、発芽が確認できた後に高温対策するのが望ましいと考える。

### 2. 食害生物による被害の把握

7月24日は4人で約1時間、ウニ類を合計約1,000尾駆除できた。人工藻礁周辺では数万~10万尾のウニ類が生息するため、スキンドイビングによる駆除レベルを越え

ており、駆除後すぐに深場から加入すると推測できた。ウニ類の種組成は、ガンガゼが主体でアオスジガンガゼ・ムラサキウニ・コシダカウニが見られた。

9月11日の日没後の調査では、人工藻礁上面で多数のウニ類が活動していた(図3)。種組成は7月24日と同じで、ムラサキウニはやや深い場所に多い印象であった。

ガンガゼ類は潮流がやや弱い場所を好むため、人工藻礁の特に上部では活動できないとも考えられたが、予想以上に潮流は弱く、ガンガゼ類による捕食圧が極めて高いことが確認できた。移植による



図3. 日没後に人工藻礁上面で活動するウニ類

増殖にはウニ類対策が必須であるが、継続した駆除は労力および採算面で厳しいとされる。従って、防除より防御を優先させて調査を継続した。なお、葛島側には、小さいながらヒジキの天然漁場が継続的にある。その場所と人工藻礁におけるウニ類の動態の違いを把握することも重要である。

### 3. 移植用基質の検討および移植による増殖調査

移植した基質(表1)のうち、1歳種苗の流失割合が高い理由は、赤松材自体の浮力に加え、基質につけた食害対策が波浪の抵抗を受けやすかったこと、エステルテープで2重にした基質については上面側がよれるなど波浪の抵抗を受けやすかったと推測している。流失した基質10個のうち9個は、移植後約1ヶ月で無くなっていた。また、3月9日には赤松材の破損が一部みられ、破損跡からフナクイムシの穿孔による劣化と考えられた。これらのことから、移植基質の流失は早期に集中する、移植時期は台風時期を避ける、加工しやすい移植基質は木材より耐候性樹脂やゴムが適する、基質本体に食害対策の際は波浪の影響や固定方法の熟慮が必要、と考えられた。

移植した種苗基質とその推移の概要を表2に示す。なお、試験区・対象区とも斜面になっているため、浅い・深い群に分けて示した。0歳種苗について3月9日に生存がみられたのは、10月移植基質では試験区の1株のみ、11月下旬移植基質では試験区のみ、12月下旬の移植基質であった。1歳種苗については、10月上旬・12月下旬の移植基質とも3月9日までは生存したが、対象区では10月・11月に甚大な食害にあい、枯死しなかった付着器から発芽したようであり、それは3月9日の小さい全長を反映している。

今までの調査からこの人工藻礁における食害は、ウニ類によるものが主体と推定できる。しかし試験区では、0歳種苗で著しい減耗や全滅が、食害対策を施した1歳種苗でも葉体に食害痕がみられている。試験区内の基質上でも海藻食のコシダカガンガラ等や雑食性のホンヤドカリがみられ、特に前者による扇状摂餌痕も確認できたため、無視できないと考えられる。更に食害生物としては、アイゴ・イスズミやブダイなど魚類も考えられる。ヒジキの養殖試験から、南勢志摩では例年1月上旬頃までこれらの摂餌活動が続くと推定されている。

9月10日以降における幼胚の散布場所の温度を図3に示す。移植した10月9日・10月24日・11月20日・12月24日は、それぞれ22.4℃・21.3℃・17.1℃・12.6℃であった。ガンガゼの摂餌活動は15℃以下でほとんどなくなるとされる(倉島ら、未発表)。年により多寡はあるものの、平成26年に16℃未満になったのは12月11日、15℃未満は12月13日であった。平成27年に15℃・16℃を初めて越えたのは3月9日であった。なお、12月24日に移植した種苗のうち、対象区の1歳種苗は1月26日に小さくなり生長が遅れたことにより、0歳種苗よりも小さかった。巻貝類が1歳を集中的に捕食することも考えにくく、この要因は分からない。

今年度は事業開始3年目で、初めて移植したヒジキ種苗の生存・生長が確認できた。しかし、ウニ類を除去(駆除)して人工種苗を移植して増殖することは、現時点で

持続性と採算性において非現実的である。ウニ類が極めて多い場所では、除去よりも防御、移植種苗は人工種苗よりも天然種苗とするほうが、実用的な成果を早く得られると考える。水温の推移や移植種苗の生存性から、種苗の移植時期は、生長を優先させるなら10月上旬以降、生存を優先させるならウニ類の活動が小さくなる12月中旬以降の早い時期が望ましいと考える。ウニ類の防御策であるウニ侵入防止フェンスの設置は種苗移植と同時である。

人工藻礁周辺では冬季以外に、数万尾～10万尾程度のウニ類が生息する。夜行性のため、基礎となっている被覆石の隙間には無数のウニ類が生息し、恰好の隠れ家としている。人工藻礁を設置する際は隙間を無くす施工や、磯から離れた砂地上に作りウニ類の侵入を防ぐことが重要である。現在の人工藻礁については、隙間を埋めて遠ざける防御の検討も必要である。

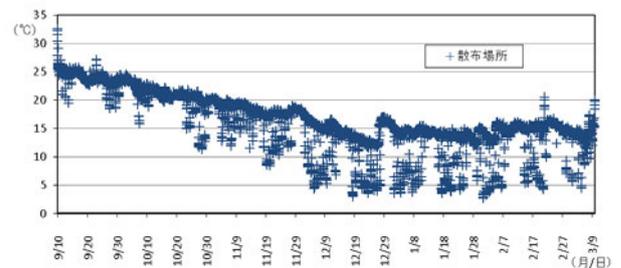


図3. 受精卵の散布場所における温度の推移

表2. 移植した種苗基質とその推移

月/日	試験区				対象区								
	浅い		深い		浅い		深い						
10/9	移植				移植								
10/24	株減少	移植			全滅	移植							
11/20	1株のみに	全滅	移植			全滅							
12/24	生長		生長	移植									
1/26	生長		生長	生長									
3/9	生長		生長	生長									
3/9の最大全長(cm)	7.8	-	0.8	13.5	-	-	19.2	21.8	-	15.2	-	-	16.8

月/日	試験区				対象区			
	浅い		深い		浅い		深い	
10/9	移植		移植		移植		移植	
10/24	生長		生長 ※1		食害 ※3		食害 ※4	
11/20	生長		生長 ※2		食害 ※4		変化なし	
12/24	生長	移植	生長	移植	発芽 ※5	移植	変化なし	移植
1/26	生長	生長	生長	流失	生長	短く	変化なし	短く
3/9	生長	生長	生長		生長	生長	発芽 ※5	生長
3/9の最大全長(cm)	74.8	42.0	60.8	-	3.7	10.5	2.3	4.0

※1: 3方を困んだ基質以外で食害  
 ※2: 新しい食害痕あり  
 ※3: 付着器と付近の葉のみに  
 ※4: 付着器のみに  
 ※5: 1基質から発芽