

鹿児島海藻パーク推進事業Ⅰ

海藻畑造成事業

猪狩忠光，市未拓海，眞鍋美幸

【目的】

1 藻場造成技術開発及び藻場回復指導

新たな藻場造成・回復技術の開発等による藻場の回復と，市場価値の高い有用藻類増養殖技術の開発による漁家経営の改善を図る。

【方法】

(1) 藻場造成試験

確実に簡便な藻場造成手法として幼胚から育成したヒジキを付けたエステルテープを用いた手法を検討した。5月24日から採苗し，12月13日まで当所屋外水槽内で基質のエステルテープ上で育成したヒジキを，基質ごと水中ボンドあるいは瞬間接着剤で指宿市岩本（図1）の消波ブロックに接着する方法とテープを巻き付ける方法を検討した。



図1 試験地位置図

(2) 基質表面の生物除去の検討

海藻のタネ（幼胚，遊走子，孢子体など）の着生を妨げている基質表面の付着生物の一つであるナシッコカイメンに対し，遮光，被覆接触，空気・淡水・10%食酢注入による除去効果を検討した。

(3) 藻場分布調査

外海域に面し藻場の減少が継続している，いちき串木野市羽島地区及び南さつま市笠沙地区（図1）の藻場分布調査を実施した。羽島地区は土川漁港から羽島白浜温泉間の沿岸を令和元年5月29日，6月13日，14日に，笠沙地区は棧敷島周辺及び小浦から崎ノ山まであらかじめドローンで空撮し，藻場がありそうなところを4月26日に，シュノーケリングあるいはスクーバ潜水により現状を調査した。

(4) ホンダワラ属の成熟情報の提供

藻場造成を行う際の母藻設置時期判断の一助とするため，天然のヒジキ，マメタワラ等ホンダワラ属の成熟状況を各支庁，地域振興局にメールにて情報提供した。

【結果及び考察】

(1) 藻場造成試験

水中ボンドは，エステルテープが柔らかいため固着させることが難しく，硬い基質向けと考えられた。瞬間接着剤では容易に接着できたが，11日後に残ったのは3カ所の内1カ所で，それもその後流出した。テープを直接巻き付けたものは11日後には流出あるいはめくれ上がってしまった。エステルテープのような柔らかい基質では，潮間帯付近の波浪に耐えるように長期間固定することは困難と考えられた。

(2) 基質表面の生物除去の検討

遮光、被覆接触、空気・淡水・10%食酢注入を行い、3週間後の状態を確認したが、いずれもナンコツカイメンに対し除去効果は見られなかった。

(3) 藻場分布調査

ア いちき串木野市羽島地区

潮間帯付近は、一部を除きテングサ類、ソゾ類、有節石灰藻等が比較的多く見られた。それ以深には、ムラサキウニ・タワシウニを中心にウニ類が多く生息し、磯焼け状態となっていた。また、植食性魚類は、ニザダイ、ブダイ、アイゴが群れをなし、クロダイ、タカノハダイも多く見られた。巻き貝類も多かった。北部にはテングサ類の藻場が見られた。ホンダワラ類（ヒジキ、イソモク、ヒイラギモク等）は、岩礁の切れ間などにほぼ全域で確認されたが、食害により付着器と数mmの茎が見られるところが



図2 食害で短いヒジキ及びヒイラギモク

ほとんどであった（図2）。その中で3カ所で食害を受けていないヒイラギモク（2カ所は数株、1カ所はまばらに小群落といった状況）も確認された（図3）。昨年まで新港の斜路横に確認された小規模藻場は消失し、40cm程度の藻体が散見されたのみであった（図4）。



図3 食害を受けていなかったヒイラギモク



図4 羽島地区のホンダワラ類の生育状況

イ 南さつま市笠沙地区

昨年度までは棧敷島周辺のみでガラモ場（ホンダワラ藻場）が形成されたが、今年度は形成されなかった。前年度（平成31年）3月15日時点では、棧敷島のヤツマタモク及びマメタワラは8cm程度に生育していたことから、それ以降に食害にあったといえる。また、笠沙地区からガラモ場がなくなったのは、当所が継続的に調査・試験を開始した平成8年以降初めてであった。なお、小浦～崎ノ山は、砂地の水深5m前後のところにアマモ場（コアモモ主体）が形成されていた。

(4) ホンダワラ属の成熟情報の提供

4月17日から5月10日にかけて、指宿岩本地先のヒジキ等の成熟状況について情報を提供した(表1)。

表1 ホンダワラ属成熟情報の内容

採取月日	調査場所	種類	成熟状況
4月17日	指宿市岩本地先	ヒジキ	生殖器床できはじめ
4月26日	指宿市岩本地先	ヒジキ	成熟間近(あと1週間ほど)
		コナフキモク	生殖器床見られない
5月10日	指宿市岩本地先	ヒジキ	成熟(卵放出中)
		ヤツマタモク	成熟(卵放出中)
		マメタワラ	未成熟
		ウミトラノオ	成熟

2 食害防除技術開発及び植食動物利活用推進

【方法】

(1) 指宿市岩本沿岸におけるホンダワラ属食害に関わる植食性魚類の特定

指宿市岩本地区(図1)は周年ガラモ場が見られるいわゆる四季藻場を形成しているが、近年、食害により藻体が伸長しないことがあることから、インターバルカメラ(apeman社製H45, enlleo社製トレイルカメラ)を用いて、1分~3分間隔で撮影を行い、その原因となる植食性魚類の特定を試みた。

また、撮影できた平成31年4月1日~令和元年6月1日(2分間隔)、6月21日~7月16日(3分間隔)、12月24日~令和2年1月7日(2分間隔)、2月13日~3月5日(1分間隔)の画像のうち、植食性魚類と言われているクロダイ、アイゴ、イスズミ、メジナ、タカノハダイ、ブダイについて確認できた枚数や藻場の形成状況を調査した。なお、1枚の画像に複数種写っていた場合は種類毎に1枚とカウントした。

(2) おとり海藻(ワカメ)によるホンダワラ属食害防除

試験地の南さつま市笠沙町崎ノ山(図1)は、かつてはガラモ藻場が形成されていたところであった。現在も藻体は残っているものの数は少なくなり、さらに食害により伸長できない状況にある。今年度は昨年度に引き続きワカメ孢子葉(めかぶ)を設置することでワカメを増殖させ、それをおとりとしてホンダワラ類が伸長できるか検証した。孢子葉は、当センターの周辺から平成31年4月16日に採取し、一晚室内で陰干したものを翌17日に約1kgずつスポアバッグ6個に収容し海域に設置した。設置当日はスポアバッグ周辺のウニ類を駆除した。

(3) 急深沿岸での仕切り網による食害防除

大島郡瀬戸内町白浜沿岸は、かつては奄美地区における藻場造成技術開発事業の内湾性ガラモ場造成の試験地であり、核藻場型造成手法により藻場が回復したが、平成24年以降植食性魚類の食害により、藻場は形成されなくなった。ここは岸から約30mは水深3~4mであるが、その後急激に水深15m程度まで落ち込んでいる。昨年度(平成30年度)この浅場を3m×20mの網1枚で遮断することにより、植食性魚類の食害圧を低減できたことから、今年度は2枚の網で仕

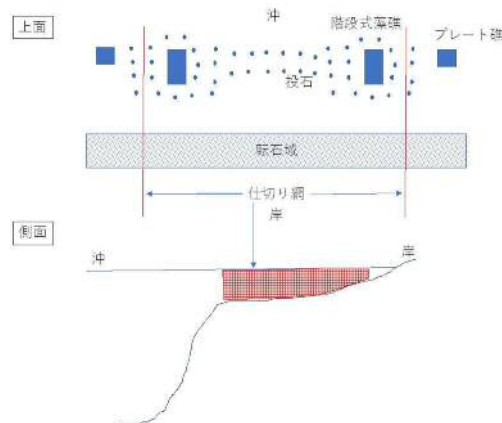


図5 試験の概略図

切ることにより、藻場の再生を試みた。2基設置されている階段式藻場礁の外側に令和2年年1月9日に沖に向かって左側に3m×20m（2月3日に3m×4mをたして3m×24mとした。）及び右側に3m×24mの網（いずれも角目30mm）を岸付近から急深の手前まで張り（図5）、網の内外に生育しているマジリモクの藻長を比較した。また、網内にインターバルカメラを設置し食害状況を確認した。

(4) 藻場・磯焼け域におけるムラサキウニの身入り（生殖腺指数）の推移

昨年度までいちき串木野市羽島沿岸の磯焼け域で、ウニ駆除することによりウニ密度を低下させ、小型海藻を発生させたことによりムラサキウニの身入りを向上させることができた。今年度は四季藻場（指宿市岩本）及び磯焼け域（指宿市山川：夏期に寄り藻が見られた。）での身入りの違いを把握するため、概ね毎月それぞれから5個体ずつ採捕し、生殖腺指数の推移をみた。

【結果及び考察】

(1) 指宿市岩本沿岸においてホンダワラ属食害に関わる植食性魚類の特定

試験地周辺には令和2年3月末時点で藻場は形成された（図6）。

魚が確認できた明るさの画像枚数は約5万枚で、植食性魚類が確認された枚数は1,407枚であった。クロダイが最も多く1,232枚、メジナ135枚、アイゴ24枚、タカノハダイ14枚、イスズミ及びブダイはそれぞれ1枚ずつ続いた。ホンダワラ属をついばむような画像も見られたが（図7）、大きな食害を受けることはなかった。ただし、若干離れた場所では、藻場は形成されたものの、藻長が短く、干潮時に藻体を海面に漂わすまでに生長しなかったところが多く、カメラを設置していなかった7月17日以降に、次に伸長するはずであった藻体が食害を受けた可能性も考えられた。今回対象にしなかったボラやアカササノハベラもホンダワラ属を食しているような画像が得られた（図8）。



図6 最終的に形成された藻場（令和2年3月4日の状況）



図7 カメラに写った植食性魚類（①:アイゴ，②:タカノハダイ，③:メジナ，④:クロダイ）



図8 ホンダワラ属を食していたようなボラ (①) 及びアカササノハベラ (②)

*ボラは40分以上にわたり同じ場所で写っていた。また、アカササノハベラは口からはホンダワラ属のような海藻が見える。

(2) おとり海藻（ワカメ）によるホンダワラ属食害防除

令和2年3月18日時点で、ワカメは確認されず、ホンダワラ類の伸長も見られなかった。

胞子葉（めかぶ）設置という遊走子からのワカメの造成が行えなかったことから、夏期の高水温の影響も考えられ、今後は水温が下がってから行えるフリー配偶体を利用した造成を検討する必要があると考える。

(3) 急深沿岸での仕切り網による食害防除

仕切り網内及び網外の網に極近いところに藻場が形成された（図9）。

3月23日は、網内の藻長は平均1278mm（575～2532mm，n=40），網外の網に極近いところは平均1005mm（420～2301mm，n=40）で、網内が有意に長かった（図10， $p<0.05$ ）。視覚的に差は感じられなかったが、統計的に差は見られた。一方、網外の網から離れた転石では、明らかに食害を受けていた（平均82mm，28～213mm）（図11）。測定した網外の網に極近いところの藻体は、干潮時に網が覆い被さるぐらいであったため、魚が警戒して近づかなかったのかもしれない。また、アイゴやテングハギなどの植食性魚類は、おそらく転石域に沿って遊泳し、砂地の上はあまり遊泳しないと思われ、仕切り網に突き当たった場合、網に沿って沖方向に移動しても、その先の砂地を横切ってプレート礁までは行かずに、引き返して行ったのかもしれない。

約16500枚のインターバルカメラの画像の中には、ブダイ類が14枚、アイゴが2枚確認された（図



図9 回復した藻場（2020年4月9日撮影）

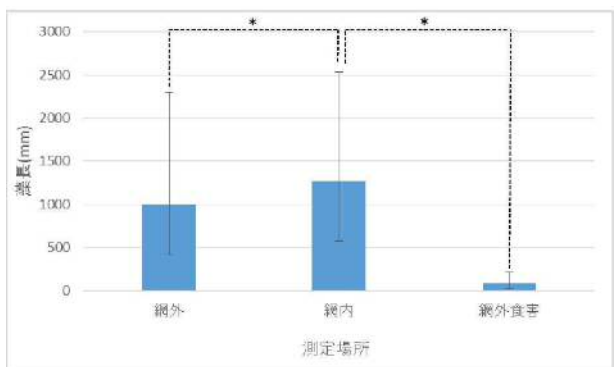


図10 3月23日の網内外の平均藻長・最大・最小

12) が、海藻に変化は見られなかった。マジリモク以外に食するものがあったのかもしれない。また、確認枚数が少なかったことから、偶然入り込み、そのルートを学習できなかったとも考えられる。最も食害圧が高いと思われるテングハギは確認されなかった。元々植食性魚類の来遊が少なかったことも考えられることから、2枚の仕切り網の有効性を判断するには、引き続き検証する必要があると考える。

また、アオリイカの産卵やヒメフエダイ幼魚やキビナゴの群れも多く確認され、特にヒメフエダイはほぼ全期間に渡って確認されたことなどから、生息場として利用していたと考えられ、両側を仕切ってはいたが、藻場の機能はある程度発揮されていたといえる。



図11 3月23日の網内 (①), 網外 (②) 及び食害を受けた網外転石域 (③) の藻体の状況



図12 インターバルカメラに写ったヒメフエダイ (①) 及びアイゴの群れ (②)

(4) 藻場・磯焼け域におけるムラサキウニの身入りの推移

生殖腺指数の推移を図13に示す。

藻場では、12月から商品サイズの目安の6を超え、6月に17.1で最大となったものの若干溶ける状態であった。放卵後と思われる7・8月は色はよくなかった。一方、磯焼け域も6月は溶け、その後7・8月と6を超えていたが色は悪く、商品となるのは4・5月頃と思われた。昨年度までウニ駆除を行った羽島とほぼ同じ傾向であった。藻場では成熟後の色が悪い2ヶ月を除いて、その他の月は商品対象となるウニを採捕することができることがわかった。

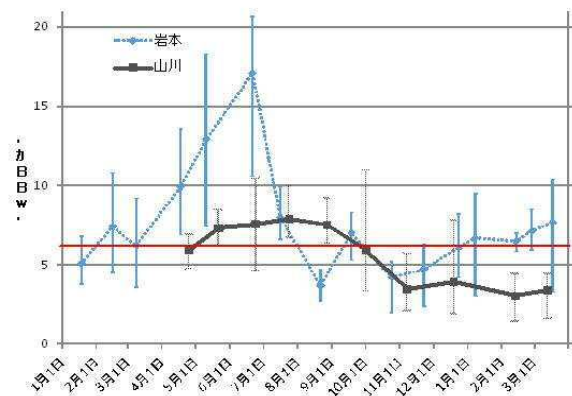


図13 身入り(生殖腺指数)の推移

*最大・平均・最小、赤線は商品サイズの目安:6

3 藻場現存量及び種構成の把握

【方 法】

ドローン（DJI社製Phantom4）を用いて高度50mから空撮を行い、写真内に写した測量ポールを参考にガラモ場面積を算出する。ガラモ場の種構成については、平成18年度に行った鹿児島湾藻場分布調査での定点と同じ地点を、素潜り潜水を行い目視で確認した。

【結果及び考察】

調査範囲、潜水調査点及び大隅半島側で亜熱帯性ホンダワラ種が確認された最北地点を図14に示す。

空撮は、鹿屋市鵜ノ瀬鼻～南大隅町立目崎、指宿市山川港外港沖、霧島市隼人町辺田小島・弁天島・沖小島及び鹿児島市花倉周辺を行い、潜水調査は、霧島市隼人町（11地点）、垂水市太崎観音崎～桜島～垂水市早咲橋（54地点）を行った（図14）。

空撮では、鹿屋市鵜ノ瀬鼻～大根占港は、砂浜以外の岩礁、転石域の潮間帯付近に帯状にガラモ場が確認された。特に、錦江町皆倉では幅が約30mの大きめのガラモ場が確認された。大根占港以南はガラモ場は確認されず、大根占港内、根占港内、伊座敷港内に、ホンダワラ属らしき藻体が数個体見られる程度であった（図15）。

霧島市の辺田小島～沖小島は砂浜を除く浅場に帯状にガラモ場が見られ（図15）、潜水調査の結果、ヒジキ主体でところどころヤツマタモク、マメタワラが混成していた。沖小島ではイソモク、タマハハキモクも見られた。

鹿児島市花倉から仙巖園は沿岸部は、約30mの幅のガラモ場が帯状に確認された（図15）。

過年度に空撮を行い今年度潜水調査を行った垂水市太崎観音崎～桜島（新島、中ノ島、硫黄島、猪ノ子島を含む）～早咲橋（沖小島を含む）で、ホンダワラ属は、野尻川河口、東桜島漁協前で確認できなかった以外は、すべてで確認された。太崎観音崎～桜島赤水は、ヒジキが見られなかった小池漁港前以外は、ヤツマタモクあるいはマメタワラ、またはその両者が混成した藻場を形成しており、亜熱帯性種は猪子島でコナフキモク、藤野崎でマジリモクが確認されただけであったが、野尻以東は亜熱帯性種のコナフキモク、ヒイラギモク、マジリモク、キレバモクが複数種確認されることが多かった。沖小島では亜熱帯性種は確認されなかった。平成18年調査時には、桜島のスズエ鼻東及び隣接する園山が亜熱帯性種が確認された最北端で、マジリモク（当時はシマウラモク）が確認されたが、今回はそこでは確認されなかったものの、近くの猪ノ子島でコナフキモクが確認された。



図14 空撮調査範囲、潜水調査点及び亜熱帯性ホンダワラ種が確認された最北端



図15 主な空撮場所の状況

①：鹿屋市皆倉，②：南大隅町伊座敷，③：霧島市沖小島，④：鹿児島市花倉

4 有用藻類増養殖技術開発

【方法】

(1) フリー配偶体等を用いた手法の開発

近年、冬季の海水温の上昇に伴い、従来の手法によるワカメ養殖が困難な場合がみられる。その対策として、他所産との交配による高温耐性株の作出の可能性が示唆されており、その効果を検証した。常法に従い成熟した地元指宿産及び徳島県由来のワカメ（養殖地は阿久根）胞子葉から作製したフリー配偶体を用いて、交配を行った。令和元年10月28日に指宿産配偶体及び徳島産配偶体の混合したものをホモジナイザーで裁断後、タネ糸に付着させ、約20℃の室内で培養した後（以下「ハイブリッドワカメ」という）、12月5日に地元産ワカメとともに海域に展開し、その後の生長を比較した。

(2) ヒジキ幼胚保存法の開発

プラスチック板上に着生後1～5日の1日ごとのヒジキ幼胚を種貝培養液ノリシード（第一製網株式会社製）を適量添加した海水中に収容し、5℃で約5ヶ月間保存した後、常温に戻し室内水槽で育成した。冷蔵開始日は、幼胚付着1日目が5月24日、2日目が5月29日、3日目が5月30日、4日目が5月27日、5日目が5月27日で、11月11日に常温に戻し室内の流水水槽内で育成した。

(3) ヒトエグサ養殖手法の改良

上記ワカメ同様、ノリ養殖、ヒトエグサ養殖についても、冬季の水温上昇等により、生長が悪く、収穫量が減少している。今年度は徳之島の天城町で採苗、育成された網を1月8日に指宿市岩本の養殖場の潮位160cmの高さに展開し、本土産との生長を比較した。

(4) アサクサノリ種苗生産

出水地区のノリ養殖生産グループが、平成18年度からアサクサノリ養殖に取り組んでおり、前事業において、地元での種苗（ノリ網に付ける胞子を出すカキ殻穿孔糸状体）の培養及び採苗が可能となった。しかし、さらなる安定培養技術の向上及び乾海苔中のアサクサノリの割合向上が必要であることから、北薩地域振興局と連携し、生産者グループへの指導やPCR法による種の判別（養殖したノリがアサクサノリであるか近隣の漁場から移入したスサビノリであるかを判定）等を実施し、生産者グループの取り組みを支援した。PCR法の分析方法及び種の判別は、Niwa *et al.* (2005) に従った。試料の採取については、乾海苔を水で戻して葉体片とした後にランダムに採取したものを試料とし、種判別を行った。

【結果及び考察】

(1) フリー配偶体等を用いた手法の開発

2月17日に、ハイブリッドワカメを20個体ずつ測定した。藻長は、指宿♂×徳島♀が453～913mmで平均618mm、指宿♀×徳島♂が212～916mmで平均537mmであった。また、重量は、指宿♂×徳島♀が9.5～44.4gで平均20.4g、指宿♀×徳島♂が1.3～46.1gで平均15.6gであった。指宿♂×徳島♀の方がしわが多く感じたが、藻長、重量とも有意差はなかった ($P < 0.05$)。

また、3月17日は10個体ずつ測定した。藻長は、指宿♂×徳島♀が1050～1450mmで平均1280mm、指宿♀×徳島♂が870～1160mmで平均1036mmであった。また、重量は、指宿♂×徳島♀が83.2～398.7gで平均181.9g、指宿♀×徳島♂が126.2～256.4gで平均172.6gであった（図16）。藻長は指宿♂×徳

島♀が有意に長い結果となったが、重量に有意差はなかった ($P < 0.05$)。

地元産は配偶体の育成が不調で比較できなかった。

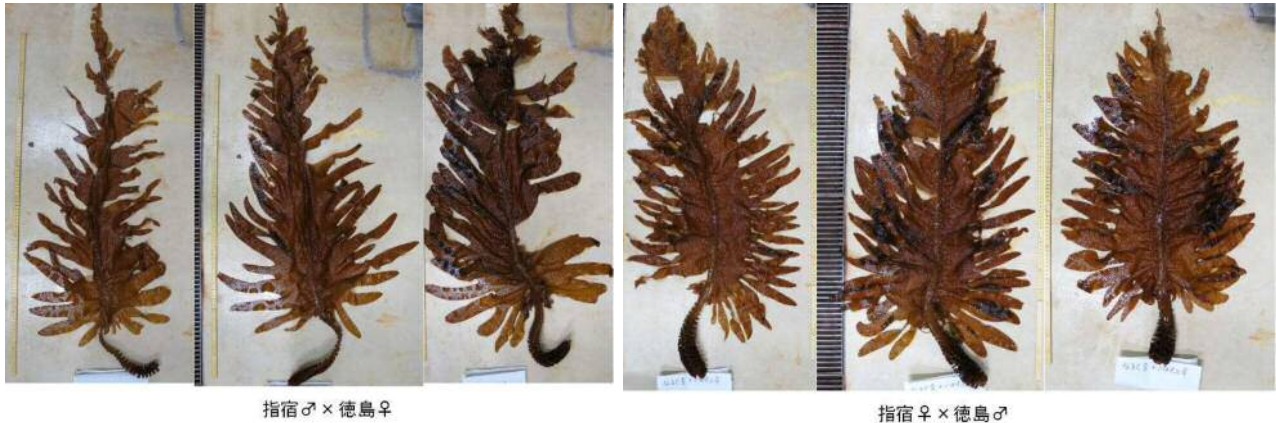


図16 3月17日に採集したハイブリッドワカメ

地元産のめかぶからの通常育成が不調であったことなどを考えると、ハイブリッドワカメは高温耐性があるといえるのかもしれないが、さらに検討が必要と思われる。ただし、10月28日からの育成開始で普通に収穫できたことから、春～夏の省力性がある上に確実性もあるといえる。

(2) ヒジキ幼胚保存法の開発

冷蔵後の幼胚は生長せず、すべて枯死した。

これまでの保存法と違っていたところは、1ヶ月に1回の換水と肥料添加を行わなかったことで、これらが冷蔵保存には不可欠なのかもしれず、今後検討の必要がある。

(3) ヒトエグサ養殖手法の改良

生長が悪く、3月下旬には藻体はほとんど見られなくなり、年度内に採摘することはできなかったが、養殖場の行使者によると年度が替わった4月以降に生長が見られ、採摘が可能な長さにまでなると報告があった。

始良地域の養殖業者が、1月7日に展開した同じ天城町産の網でも同じような生長が見られたことから、水温と生長の関係を把握する必要があると思われた。

(4) アサクサノリ種苗生産

当センターにおいて、5月15日から1,500枚のカキ殻培養を開始し、7月24日に垂直培養へ移行した。殻胞子放出を確認した後、10月28日に提供した。PCR分析は1月に1回行い、アサクサノリの割合は34%であった。

【文献】

Niwa, K., A. Kobiyama and Y. Aruga (2005) Confirmation of cultivated *Porphyra tenera* (Bangiales, Rhodophyta) by polymerase chain reaction restriction fragment length polymorphism analyses of the plastid and nuclear DNA. *Phycol. Res.*, 53, 296-302