

事業名：3 栽培漁業研究事業

細事業名：(3)藻場造成対策事業

期間：R3～R7 年度

予算額：1,715 千円

担当：増殖技術室（武坂 亮）

目的：

藻場（海藻群落）は、魚類の産卵場及び稚仔魚の生育場等、多くの機能を持ち、沿岸域の水産資源を支える上で重要な役割を果たしている。しかし、藻場は近年の海水温の上昇やムラサキウニ（以下「ウニ」という。）、食植性魚類等による食害増加の影響により全国的に衰退傾向にある。鳥取県では、沿岸の藻場の回復を図ることにより、豊かな漁場環境を維持・創出し、漁業生産の持続的な拡大を図るために、「鳥取県藻場造成アクションプログラム」（以下「プログラム」という。）に基づき、現在はプログラムⅢに基づく活動を実施しており、アラメ種苗の移植や食害生物の駆除、母藻投入等の藻場造成活動や藻場造成に関する調査研究及び技術開発に取り組んできた。これまでの取組により、藻場が維持され、又は拡大した海域がある一方、藻場が減少したと考えられる海域も確認された。本事業では、県内の藻場を造成に必要な知見を収集するため、漁業者が実施したウニ駆除の効果の検証、鳥取県全域を網羅した衛星画像を用いた藻場の面積把握調査の実施等、複数の試験やモニタリング調査を実施した。

1 調査内容

(1) ウニ駆除効果把握調査

ウニの大量発生によって衰退した藻場を回復させるため、令和 5 年度に県内 15 地区 24 地点において沿岸漁業者及び一般ボランティアダイバーがウニ駆除を実施した。当センターでは、そのウニ駆除の効果を把握するため、令和 5 年 4 月～6 月に 14 地点の駆除前のウニの生息密度及び海藻の分布状況の調査（以下「事前調査」という。）を実施した。さらに、令和 6 年 4 月～6 月に同地点で駆除後に同様の調査（以下「事後調査」という。）を実施し、事前調査及び事後調査の結果を比較することでウニ駆除の効果を検証した。事前調査及び事後調査では、各地点で 1m×1m のコドラーートを設置し、コドラーート内のウニの個体数を計数する作業を 1 地点につき 3 回繰り返し生息密度を算出した。また、各地点で 1 回、コドラーート内の海藻を可能な限り採取し、その後、当センターへ持ち帰り、湿重量を測定した。

(2) 藻場定線調査

沿岸域の藻場の分布状況を把握するため、県内の主要な藻場がある網代地区、酒津地区及び中山地区の 3 地区で潜水による定線調査を行った。定線は、汀線から沖灘方向に藻場の最も繁茂している部分を経由するように 300m 設定し、定線上で 10m 毎に水深、海藻の種類、被度（海藻が底質を覆っている割合）及び 1 m²あたりのウニの個体数を潜水目視によって記録した。その後、今回得られたデータと過去に行った藻場定線調査（平成 22 年度～令和 5 年度）の結果と比較し、藻場の変遷を検証した。

(3) 衛星画像解析による藻場面積の推定

当センターでは毎年潜水やドローンによって藻場のモニタリング調査を実施しているが、鳥取県全域を対象とした調査は平成 11 年以降実施していない。近年、高解像度センサーを搭載した人工衛星画像による藻場分布の推定技術が向上している。そこで本研究では、県全域の藻場分布状況を把握するため、衛星画像解析による藻場面積の推定を実施した。

解析に使用した衛星画像は、Airbus Defense & Space 社（フランス）が運用する Sp0t-6 及び Sp0t-7 で令和 6 年 4 月 1 日及び 6 月 18 日に撮影された衛星画像 3 枚を使用した。衛星画像の条件は、下記の通りとし、解析に適した画像とするために不要な情報を削除するための一次処理を施した。

1. 過去 3 年以内かつ藻場の繁茂期である 3 月～6 月に撮影
2. 雲量が少なく、海水透明度が高いこと
3. 解像度が 1.5m（1 画素が 1.5m×1.5m で構成）

解析精度を向上させるためには、各画素にどのような藻場であるか見本となるデータを現地調査にて調べて、解析プログラムにインプットさせることが必要である。そのため、現地調査を令和 6 年 4 月 18 日～5 月 11 日に実施した。現地調査は、鳥取県全域を対象としたライン調査を 21 本、及びスポット調査を 185 点で行い、ライン調査では音響測深機(HDS:LOWRANCE 社製)により海底状況を取得した。ライン調査の結果を確認し、地形が大きく変化している地点や、海藻だと思われる音響反射があると判断した地点についてはスポット調査を実施した。スポット調査は調査船上から水中ケーブルカメラ（SEEKERⅢ（広和社製））を垂下し、海藻の写真及び動画撮影を行った。調査で得られた画像より藻場の主要構成種及びその

被度階級（以下「藻場タイプ」とする。）を判定し、衛星画像の解析に供した。また、被度階級は表 1 のとおり判定した。

衛星画像の解析は以下の手順で実施した。

1. 現地調査において藻場が確認された地点の画素を抽出し、藻場が確認された画素が持つ輝度のヒストограмを波長帯（青、緑、赤）ごとに作成する。
2. 現地調査を実施していない画素が持つ各波長帯の輝度の情報を解析して藻場タイプを特定する。
3. 解析結果をもとに藻場タイプごとの分布を地図に表示する。

表 1 被度階級

基準	区分	被度階級	被度率%	平均被度%
海底面がほとんど見えない	濃生	5	75≤	87.5
海底面より植生の方が高い	密生	4	50~75	62.5
植生より海底面の方が多い	疎生	3	25~50	37.5
植生はまばら	点在	2	5~25	15.0
植生は極まれ	極点在	1	1~5	2.5
植生なし	なし	0	<1	+

(4) アラメ炭素含有量調査

県内沿岸域に生育するアラメが固定する CO₂ 量及び単位面積当たりの CO₂ 吸収量を推定するために、アラメの炭素含有量を調べた。アラメの採取は令和 6 年 10 月 28 日及び 11 月 1 日に、(3) の調査結果を参考に藻場タイプ別にアラメ場被度 4、アラメ・ガラモ場被度 4 及びアラメ・ガラモ場被度 5 にて各藻場タイプで 4 回、1 m² (1m×1m の方型枠内) の坪刈りを行い採取した（図 1）。採取したアラメは付着したごみや小礫等を取り除いたのち、60℃の乾燥機で 48 時間以上乾燥させ、藻場タイプ別の 1 m²あたりの乾燥重量、含水率及び炭素含有量を測定した。



図 1 アラメ採取地点

その後、海草・海藻藻場の CO₂ 貯留量算定ガイドブック（令和 5 年 11 月 国立研究開発法人 水産研究・教育機構, p11）（以下「ガイドブック」という。）※¹ を参考に以下の式を用いて、鳥取県のアラメの単位面積当たりの CO₂ 貯留量を算出した。なお、CO₂ 貯留量は、後述の吸収係数と同義であり、単位面積あたりの CO₂ 吸収量である。

$$\text{CO}_2 \text{ 貯留量 (g/m}^2/\text{年}) \text{ } \text{※}^1 = \text{吸収ポテンシャル} \times 1 \text{ m}^2 \text{あたりの乾燥重量} \times \text{生態系変換係数 (E)}$$

なお、※¹ の吸収ポテンシャルはガイドブックを参考とし、0.098 とした。生態系変換係数 (E) は今回の調査ではアラメ以外の種は採取していないため、1 とした。

更に、J ブルークレジット®認証申請の手引き -ブルーカーボンを活用した気候変動対策- Ver. 2.5（令和 7 年 3 月 ジャパンブルーエコノミー技術研究組合）（以下「手引き」という。）の式 2（手引き p34）※² を参考に以下の式より、CO₂ 吸収量を算定した。なお、以下の式での中で、A を掛けずに算出された数値が吸収係数となる（手引き p17）。

$$\text{CO}_2 \text{ 吸収量 (t/ha/年)} \text{ } \text{※}^2 = A \times W_a \times (1 - P_w) \times P_c \times R_b \times 44/12 \times (P_{r1} + P_{r2}) \times C_e$$

A : 対象生態系の分布面積 (ha)、Wa : 単位面積当たりの湿重量 (トン/ha)、Pw : 含水比、Pc : 炭素含有比、Rb : P/B 比、Pr1 : 残存係数①、Pr2 : 残存係数②、Ce : 生態系全体への変換係数

※2 の式の変数 Pr1、Pr2 及び Ce は、手引き p38 に示された値の 0.0493、0.0528 及び 1.50 を、P/B 比は第3版 磯焼け対策ガイドライン（令和3年3月水産庁）で示された 1.0～1.3 の中央値である 1.15 を引出し、残りは本調査の実測値を用いた。

(5) アラメによる CO2 吸収量の算定

アラメによる CO2 吸収量は、以下のように 3 パターンの吸収係数で算定を行ったが、CO2 吸収量算定の精度は、パターン 1 からパターン 3 にかけて、実測値が多くなるため、高まると考えられる。

パターン 1 は、桑江ほか（2019）で報告されているアラメの全国平均の吸収係数 4.2 を、パターン 2 は（4）の調査で計算された鳥取県での吸収係数※1 を、そしてパターン 3 は、（4）の調査の湿重量、含水比及び炭素含有比等の実測値から計算された鳥取県での吸収係数（※2 で A を掛けていない数値）をそれぞれ鳥取県の被度 4 のアラメ場の面積に掛けて、CO2 吸収量の算定を行った。

なお、海域調査に係る船舶の燃料使用による CO2 排出量は、手引きに基づき以下の式と係数で計算し、CO2 吸収量から船舶による CO2 排出量を差し引いた。

$$\text{CO2 排出量 (t-CO2)} = \text{稼働時間 (h)} \times \text{出力 (kW)} \times \text{燃料消費率 (L/kWh)} \times 1/1000 \times \text{排出係数 (t-CO2/kL)}$$

調査では、船外機船を用いたため、それぞれの係数は、出力が 11kW、燃料消費率は 0.209L/kWh を、排出係数はガソリンの場合の 2.29t-CO2/kL を用いた。それぞれの調査の CO2 排出量は、1 日の稼働時間を 5 時間と設定し、（3）衛星画像解析による藻場面積推定の調査では、稼働時間は 5 時間/日を 10 日間で合計 50 時間、（3）-2 ドローンによるアラメ藻場面積推定の高度化調査は、稼働時間は 1 日で合計 5 時間、（4）アラメ炭素含有量調査は 2 日間で合計 10 時間であった（表 2）。

表 2 調査に係る船外機船の CO2 排出量

調査項目	稼働時間 (時間)	CO2 排出量 (t-CO2)
衛星画像解析による藻場面積推定の調査	50	0.26
ドローンによるアラメ藻場面積推定の高度化調査 (水中ビデオカメラ調査あり)	5	0.03
アラメ炭素含有量調査	10	0.05

(6) アラメ配偶体の高水温選抜試験

海藻を餌とするアワビ、サザエ等の磯根資源の増殖のためには、今後予想される鳥取県沿岸の水温上昇が生じても枯死しない海藻種苗を用いて藻場を造成していく必要がある。今年度は高水温耐性を持つアラメ種苗作成のため、配偶体の高水温選抜試験を実施した。

試験に供するアラメ母藻は高水温耐性株として、鳥取市青谷町明神崎のアラメ場のうち水深 1.5m 以浅に生育する株を令和 6 年 11 月に採取した。当該地点は県内有数のアラメ場であったが、令和 6 年度は高水温によるアラメの大量枯死が発生しており、試験に供するアラメ母藻は令和 6 年度の高水温を経て生残した株を採取した。採取したアラメを 2 時間程度干出させ、ろ過海水に投入し遊走子を得た。遊走子は適量の培養液（ポルフィランコンコ（第一製網製））を添加し、インキュベーターで静置培養した。培養条件は培養温度 16°C、明暗周期 14L:10D 及び照度 1,000-1,500LUX とし、雌雄判別が可能な配偶体が形成されるまで培養した。その後、配偶体を雌雄別に単離し、配偶体 10 個体が入ったプレート（以下「プレート」という。）を雌雄それぞれ 3 枚作成し、高水温培養試験に供した。

高水温培養試験はプレートをそれぞれ高温区（30°C）、中温区（26°C）及び通常区（16°C）で令和 7 年 1 月 10 日～1 月 31 日まで培養し、週に 2 度、各試験区のプレートの配偶体の生死を確認し、配偶体の成長速度を調べるため、解析ソフト imageJ (Rasband1997-2012) を用いて各配偶体の面積を測定した。

(7) ツルアラメ移植試験

ツルアラメはアラメ等の海藻と比較して深場で生育することが知られており、近年問題視されている浅場の海水温の上昇の影響を受けにくい利点があり、新たな藻場造成種として検討している。令和 6 年度は

鳥取県湯梨浜町小浜で4月12日にツルアラメの移植試験を実施した。移植試験は潜水により行い、水深が異なる3地点（水深5m、10m及び15m）でツルアラメの種苗を巻き付けた移植プレートを3枚移植し、その後の経過を令和6年6月20日及び9月19日及び令和7年1月21日に観察した。また、令和5年1月に淀江地区の水深1m地点にウニ類の食害を避けるため、ツルアラメ種苗を巻き付けたロープの一端にはブイ、もう一端にはおもりとして土嚢を付けて水中に立ち上げさせた状態で移植し、その後のモニタリングを令和6年11月12日及び令和7年3月2日に実施した。

2 調査結果

(1) ウニ駆除効果把握調査

令和6年度ウニ駆除地区におけるウニの生息密度及び海藻湿重量の増減を表3に示した。ウニの生息密度は14地点中11地点で減少し、海藻の湿重量は14地点中8地点で増加していた。これらの地点ではウニの駆除により藻場が回復したと考えられる。本調査は令和4年度から行っており、今年度はこれまでの結果からウニ駆除の効果がより大きかった地点の条件を整理して「ウニ駆除マニュアル」を作成し漁業者に普及した。今後も、磯根資源の回復及び藻場の造成のために、漁業者及びボランティアダイバーによるウニ駆除が実施される予定であり、当センターではウニ駆除の効果検証及び効果的な藻場造成手法の検討を進めていく。

表3 令和6年度ウニ駆除地区におけるウニの生息密度及び海藻湿重量の増減

駆除地区	駆除者	ウニ個体密度			海藻重量		
		駆除前 (個体/m ²)	駆除後 (個体/m ²)	駆除後の 密度増減	駆除前 (g/m ²)	駆除後 (g/m ²)	駆除後の 海藻増減
境	漁業者	6.3	1.0	減少	135.2	549.0	増加
淀江	漁業者	8.0	2.6	減少	1184.0	2481.0	増加
御来屋	漁業者	16.3	9.4	減少	1109.6	478.0	減少
赤崎	漁業者	3.0	7.7	増加	0.3	833.0	増加
泊	漁業者	17.0	11.2	減少	338.1	0.1	減少
夏泊	漁業者	3.3	16.5	増加	1291.7	125.0	減少
浜村	漁業者	18.3	4.5	減少	59.2	812.0	増加
網代	漁業者	18.3	32.6	増加	2124.2	3119.0	増加
御来屋	ダイバー	14.3	4.0	減少	3269.0	2127.0	減少
泊	ダイバー	17.0	8.3	減少	338.0	110.0	増加
浜村	ダイバー	22.3	12.5	減少	142.0	321.0	増加
田後	ダイバー	3.0	2.7	減少	1412.0	2550.0	増加
浦富	ダイバー	21.7	6.0	減少	105.0	1.0	減少

(2) 藻場定線調査

網代地区、酒津地区及び御崎地区の平成22年度～令和6年度までの海藻の構成種の変化について、それぞれ図2、図3及び図4に示した。平成22～24年度と令和6年度を比較すると、全地区で距岸40mまでの区域にて小型海藻の減少が見られた。また、令和6年度の網代地区、御崎地区では平成22～24年と比較して裸面の占める割合が増加しており、藻場の減少が見られた。酒津地区では平成28年度に漂砂による裸面及び固着動物等が占める面積が増加したが、令和6年度は大型海藻が大きく増加した。

次いで、平成25年度以降の地区別の各定線のウニの生息密度の変化を図5に示した。3地区ともに令和3年度以降、ウニの生息密度が大きく増加した。網代地区では、平成30年度まではウニの分布は水深50mまでの範囲に留まり生息密度も低かったが、令和3年度以降は、低密度ながらも推進100mまで分布が確認され、水深80m以浅での増加が顕著だった。酒津地区では、令和元年度まではウニの生息がほとんど確認されていなかったが令和4年度以降は水深200mの範囲まで幅広く分布が確認され、令和6年度は個体密度が令和4年度に比べて2～8倍に急増した。御崎地区は、他の2地区に比べて平成30年度までもウニの分布水深帯が幅広く、生息密度も高かったが、令和3年度以降は特に水深50m以浅でのウニの生息密度の増加が顕著であった。今後も継続してデータを集積することでより詳細な藻場のモニタリング調査を実施する。

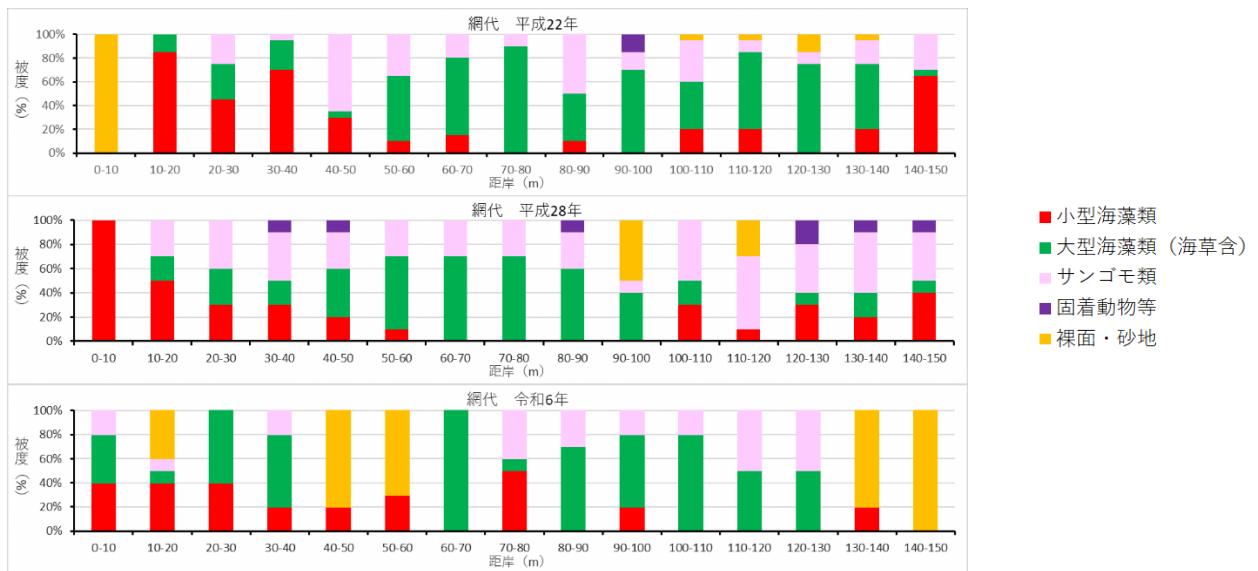


図2 網代地区の海藻種の変化

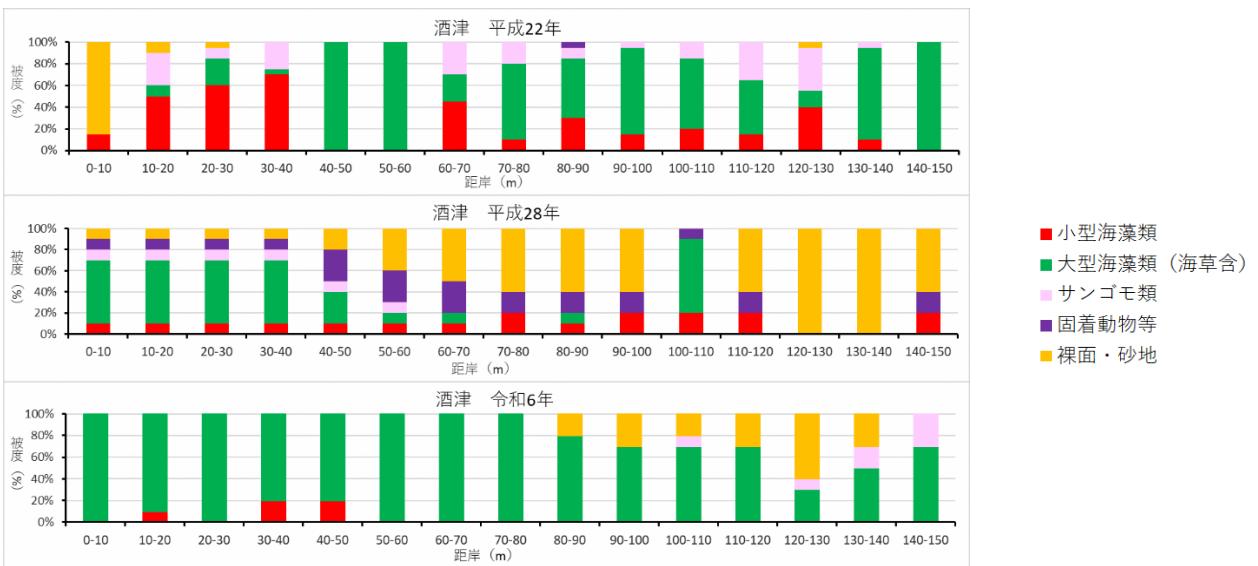


図3 酒津地区の海藻種の変化



図4 御崎地区の海藻種の変化

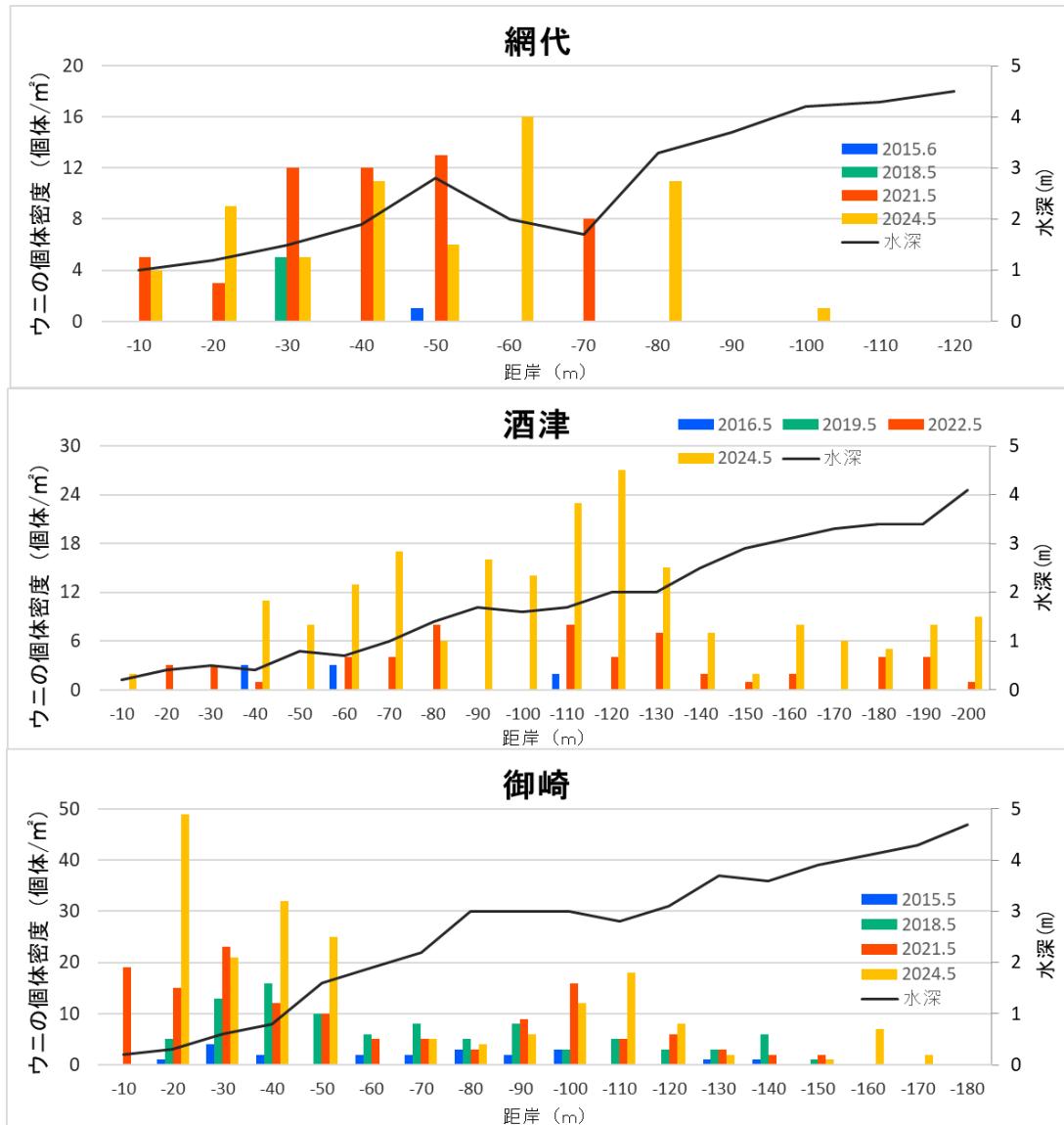


図 5 平成 27 年度以降の県内 3 地点のウニの個体密度の変化

(3) 衛星画像解析による藻場面積の推定

衛星画像及び現地調査のデータを組み合わせて解析した結果、鳥取県沿岸水深 20m 以浅全域の藻場面積は 1,225.6ha と推定された (表 4)。地域別では東部海域 (岩美町及び鳥取市) が 120.7ha、中部海域 (湯梨浜町、北栄町及び琴浦町) が 187.3ha、西部海域 (大山町、境港) が 917.5ha と推定され、藻場タイプ別の面積は、アラメ場が 106.3ha、ホンダワラ類で構成されたガラモ場が 648.9ha、アラメとホンダワラ類で構成された混成藻場が 252.0ha 及びその他の海藻で構成された藻場が 218.4ha と推定された。

東中部に比べて西部海域の藻場面積が非常に大きく、鳥取県全域の藻場は西部に集中して分布していることが分かった。これは西部の遠浅海域に海藻が生育しやすい転石帯が広がっているためと考えられる。

今回の解析によって作成した鳥取県全域の藻場分布図を図 6 に、鳥取県東部、中部及び西部の藻場分布図を図 7 に示した。東部では水深 10m 以浅の水深帯にワカメ、ガラモ場が分布し、中部では潮通しの良い岩礁域にアラメ・ガラモ場が分布していることが分かった。また、西部では水深 8m 以浅の水深帯にアラメ場及びアラメ・ガラモ場が、水深 8m~18m までの水深帯にはガラモ場が優占して分布していることが分かった。

今回の調査では、現地調査で得られたデータと衛星画像を組み合わせて解析することにより大部分の海域で精度よく藻場タイプを判別することができた。しかしながら、夏泊地区は衛星画像解析でアラメ場が優占しているという結果だったが、実際にはワカメ及びホンダワラ類が優占しており、解析結果と矛盾が生じた。この要因として、夏泊地区では現地調査を実施していなかったため、解析の精度が低下したもの

と考えられた。

平成 11 年度に実施した県内全域藻場調査では、県内全域で行った現地調査結果を県全域に引き延ばす手法で解析され、当時の鳥取県全域の藻場面積は 988ha と推定されているが、調査範囲及び調査手法が今回調査のものとは異なるため、今回推定された藻場面積との単純な比較は難しいと考えられた。

一方、衛星画像による解析は、場所によっては藻場タイプの判別が実際と異なる場合もあるが、一度に広範囲を網羅でき空白地点が少なくなるという長所がある。今後は、これまで実施してきた藻場定線調査やドローン調査に加えて、数年ごとに衛星画像解析による藻場全域調査を実施し、各調査の長所と短所を補完し合うことで藻場調査の精度を向上させることが重要である。これらの調査結果を刻々と変化する海洋環境変化の監視や漁業者が実践している藻場造成の適地判断に有効活用できるものと考える。

表 4 衛星画像解析により推定された藻場面積

藻場タイプ	東部	中部	西部	鳥取県全域 (ha)
アラメ場	21.7	15.7	68.9	106.3
ガラモ場	1.8	43.2	603.9	648.9
アラメ・ガラモ場	21.5	70.4	160.2	252.0
その他	75.7	58	84.5	218.4
合計	120.7	187.3	917.5	1225.6

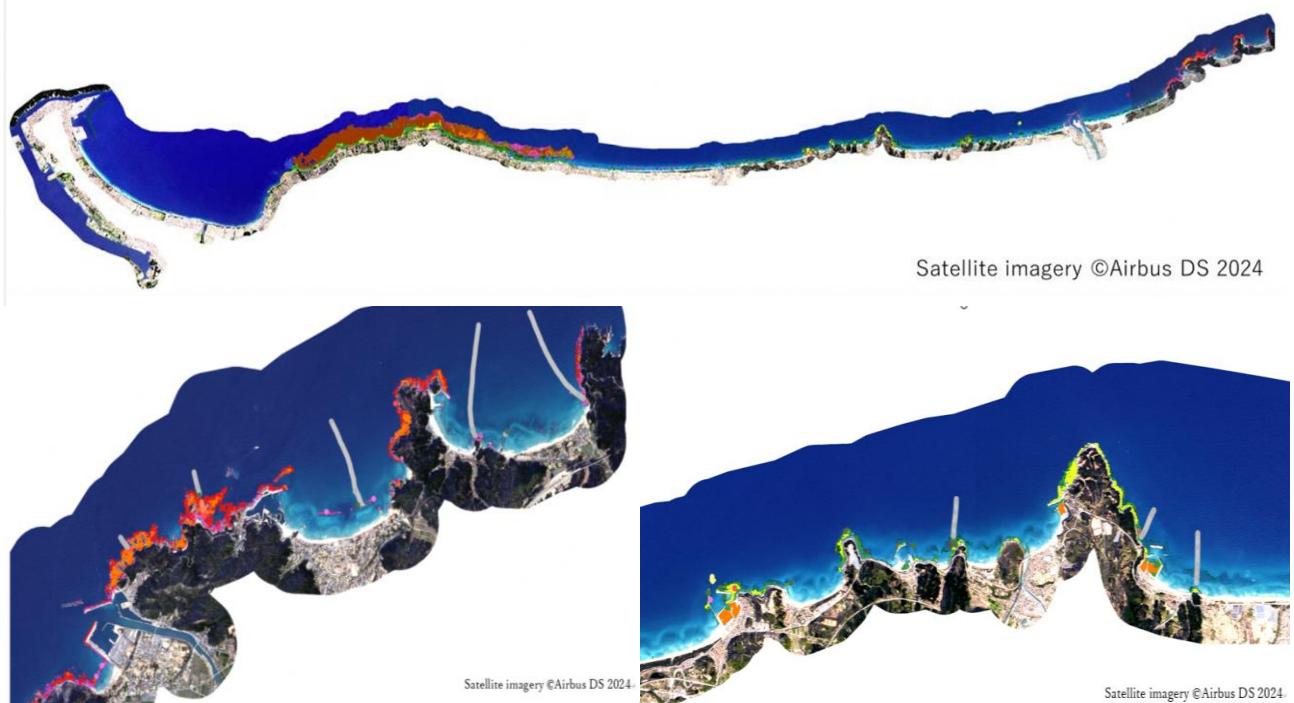


図 6 鳥取県沿岸全域の藻場分布図

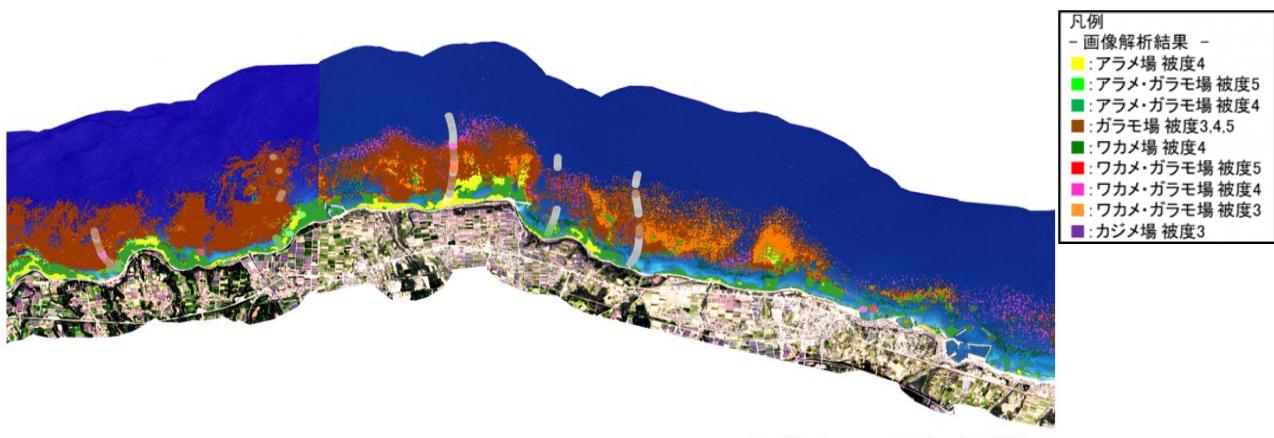


図7 鳥取県東部、中部及び西部の藻場分布図（抜粋）※地図上の灰色の線は現地調査の航跡

(4) アラメ炭素含有量調査

藻場タイプごとの湿重量、乾燥重量、含水率、有機炭素含有率及び炭素含有量を表5に示す。乾燥重量は少ない順にアラメ・ガラモ場被度4、アラメ・ガラモ場被度5、アラメ場被度4となっており、乾燥重量及び炭素含有量も同様の傾向を示した。また、含水率及び有機炭素含有率はすべての藻場タイプでほぼ同様の結果を示した。各検体の乾燥重量に基づいて算出したCO₂貯蔵量はアラメ場被度4で最も高く、アラメ・ガラモ場被度4で最も小さかった。この結果から、パターン2で用いる吸収ポテンシャル、乾燥重量及び生態系変換係数を用いた場合の令和6年度のアラメ場被度4を対象とした鳥取県での吸収係数は0.81であり、実勢面積当たりの吸収係数は、被度4の平均被度率62.5%で割ることにより、1.30と推定された。更に、パターン3で用いる乾燥重量、含水比、炭素含有比などを用いて算出した令和6年度のアラメ場被度4を対象とした鳥取県での吸収係数は1.96であり、実勢面積当たりの吸収係数は3.14であることが分かった。鳥取県における藻場のCO₂吸収量は手引きの式2で算定出来るようになり、吸収係数3.14を用いることにより、パターン1の全国平均値4.2やパターン2の1.30を用いるより、CO₂吸収量算定の精度を向上させることが出来るようになった。

一方、全国平均でのアラメの吸収係数は4.2であることが既に報告されており、鳥取県での吸収係数3.14は、全国平均よりも若干低かった。その理由として、今回の調査は10月28日に行っており、11月頃は鳥取県のアラメの葉が枯れ始める成熟期にあたるため、今回の調査で算出された吸収係数3.14は、過小評価の可能性がある。実際、今年度は調査日以前に夏季の高水温によりアラメの枯死が確認されており、枯死したアラメが海岸に漂着している様子が確認されていた。

表5 藻場タイプごとの湿重量、乾燥重量、含水率、有機炭素含有率及び炭素含有量

藻場タイプ	検体	湿重量(g)	乾燥重量(g)	含水率(%)	有機炭素含有率(%)	炭素含有量(g)	CO ₂ 貯留量(g/m ² /年)
中山アラメ場・ガラモ場:被度4	1	155.2	35.5	77.1	37.1	13.2	3.5
中山アラメ場・ガラモ場:被度4	2	28.0	8.0	71.4	36.0	2.9	0.8
中山アラメ場・ガラモ場:被度4	3	542.7	159.4	70.6	37.4	59.6	15.6
中山アラメ場・ガラモ場:被度4	4	124.4	42.9	65.5	36.2	15.5	4.2
	平均	212.6	61.5	71.2	36.7	22.8	6.0
	標準偏差	226.7	67.0	4.8	0.7	25.1	6.5
中山アラメ場:被度4	1	3,388.7	778.9	77.0	35.9	279.6	76.3
中山アラメ場:被度4	2	2,404.9	589.0	75.5	38.2	225.0	57.7
中山アラメ場:被度4	3	3,619.7	856.6	76.3	36.9	316.1	83.9
中山アラメ場:被度4	4	4,622.7	1,081.1	76.6	35.8	387.0	105.9
	平均	3,509.0	826.4	76.4	36.7	301.9	81.0
	標準偏差	910.3	203.6	0.6	1.1	68.0	19.9
御来屋アラメ場・ガラモ場:被度5	1	331.1	90.9	72.5	37.7	34.3	8.9
御来屋アラメ場・ガラモ場:被度5	2	351.3	89.8	74.4	36.9	33.1	8.8
御来屋アラメ場・ガラモ場:被度5	3	504.1	122.3	75.7	36.6	44.8	12.0
御来屋アラメ場・ガラモ場:被度5	4	411.2	109.6	73.3	37.1	40.7	10.7
御来屋アラメ場・ガラモ場:被度5	平均	399.4	103.2	74.0	37.1	38.2	10.1
	標準偏差	77.6	15.7	1.4	0.5	5.5	1.5

(5) アラメによる CO₂ 吸収量の推定

パターン 1～3 の吸収係数を用いた CO₂ 吸収量 (t-CO₂/ha/年) を表 6 に示す。(3) の調査結果から、衛星画像解析の鳥取県全域のアラメ場被度 4 の藻場面積である 106.3ha (表 4) を用いて、令和 6 年度の県内の被度 4 のアラメ場が固定する CO₂ 吸収量は、パターン 1 では、アラメ場被度 4 の実勢面積を算出するための平均被度率 62.5%を 106.3ha に掛け、全国平均の吸収係数 4.2 を掛けると 279.0 t-CO₂/ha/年と推定された。

そして、(4)で算出したパターン 2 の吸収係数 1.30 を用いると 86.4 t-CO₂/ha/年、パターン 3 の吸収係数 3.14 を用いると 208.5 t-CO₂/ha/年と推定された。

また、(3) の調査結果から、衛星画像解析の中山地区 (下市川～金屋) のアラメ場被度 4 の実勢面積 19.6ha から CO₂ 吸収量を計算すると、パターン 1 は 82.2t-CO₂/ha/年、パターン 2 は 25.4t-CO₂/ha/年、パターン 3 は 61.5t-CO₂/ha/年であった。そして、ドローン調査で補正された中山地区 (下市川～金屋) のアラメ場被度 4 の実勢面積 5.8ha から CO₂ 吸収量を計算すると、パターン 1 は 24.4t-CO₂/ha/年、パターン 2 は 7.5t-CO₂/ha/年、パターン 3 は 18.2t-CO₂/ha/年であった。

中山地区でパターン 3 では、ドローン調査で補正した CO₂ 吸収量が 18.2t-CO₂/ha/年となり、衛星画像解析に基づく CO₂ 吸収量 61.5t-CO₂/ha/年の約 3 割に留まった。ドローン調査で補正することにより、基本的には CO₂ 吸収量算定の精度の高度化は図られていると考えられるが、ドローン調査と水中ビデオカメラ調査を行った令和 6 年 10 月 11 日、令和 6 年 11 月 1 日は前述のとおり、アラメが枯れ始める時期であることや、調査前の降雨により、河川から濁った海水が流れ出ていたこと、更に漂砂により、特に調査エリアの西側の藻場が砂で埋もれていたことが確認されており、過小評価になった可能性がある。今後は、アラメが最も大きくなり分布の広がりや種類を確認しやすい秋季までの繁茂期に調査を行うことにより (参考: 手引き)、更なる高精度化が可能になると考えられた。

表 6 CO₂ 吸収量 (t-CO₂/ha/年) の一覧表

		アラメ場 吸収係数	鳥取県全域 (衛星画像解析)	中山地区: 下市川～金屋 (衛星画像解析)	中山地区: 下市川～金屋 (ドローンによる補正)
	アラメ場被度 4 面積 (ha)		106.3	31.3	
	アラメ場被度 4 実勢面積 (ha)		66.4	19.6	5.8
CO ₂ 排出 量除去前	パターン 1 CO ₂ 吸収量	全国平均 (4.2t-CO ₂ /ha/年)	279.0	82.2	24.4
	パターン 2 CO ₂ 吸収量	鳥取県 (1.30t-CO ₂ /ha/年)	86.4	25.4	7.5
	パターン 3 CO ₂ 吸収量	鳥取県 (3.14t-CO ₂ /ha/年)	208.5	61.5	18.2
CO ₂ 排出 量除去後	パターン 1 CO ₂ 吸収量	全国平均 (4.2t-CO ₂ /ha/年)	278.7	81.9	24.1
	パターン 2 CO ₂ 吸収量	鳥取県 (1.30t-CO ₂ /ha/年)	86.1	25.1	7.2
	パターン 3 CO ₂ 吸収量	鳥取県 (3.14t-CO ₂ /ha/年)	208.2	61.2	17.9

(6) アラメ配偶体の高水温選抜試験

高水温選抜試験によるアラメ配偶体 (以下「配偶体」という。) の平均面積の推移を図 8 に示し、試験中の配偶体の写真を図 9 に示した。通常区 (16°C) は雌雄ともに順調に生育していた。中温区 (26°C) の雄株は 10 個体中 1 個体が脱色し成長が止まったものの、生残した 9 個体の成長は順調だった。中温区の雌

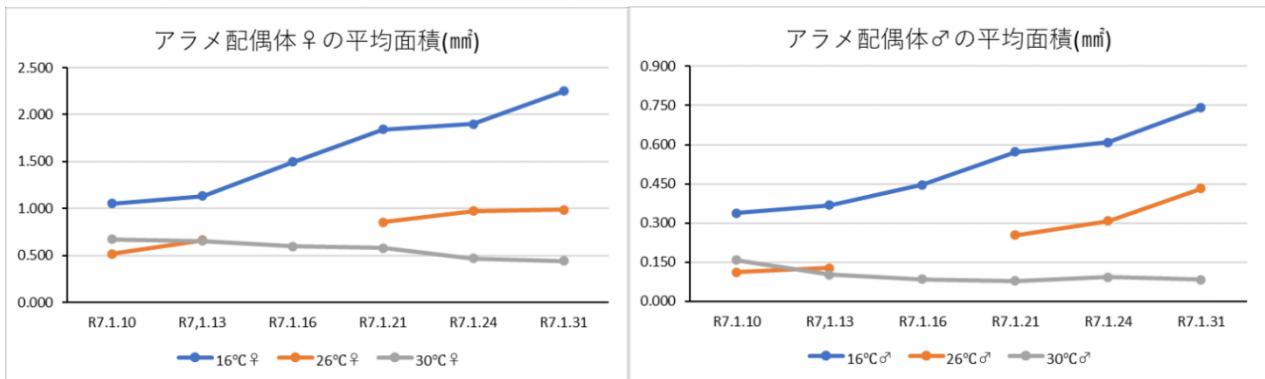


図 8 高水温選抜試験による配偶体の平均面積の推移

株は10個体中2個体が脱色し、成長が止まった。生残した8個体も通常区と比べて成長が悪かった。高温区(30°C)は試験開始から3日後の時点で雌雄全ての配偶体が脱色し、以降も成長が見られなかった。引き続き、温度設定及び試験期間を変更して選抜試験を行い、より精度の高い配偶体の選抜手法を探っていく。また、今回生残した通常区及び中温区の配偶体はフリー配偶体として拡大培養を実施し、今後のアラメ種苗生産に活用する方針である。

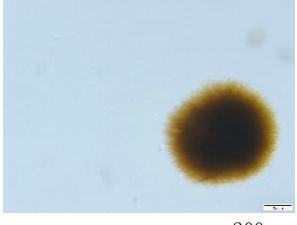
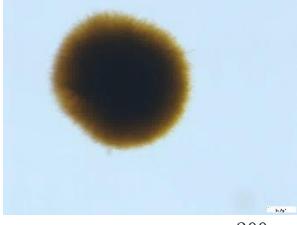
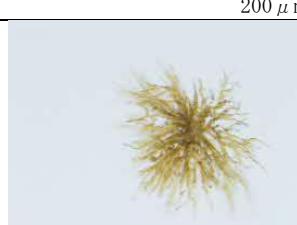
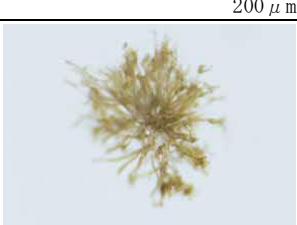
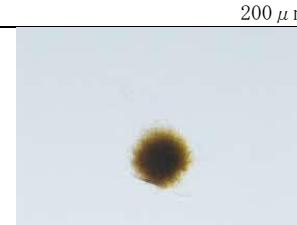
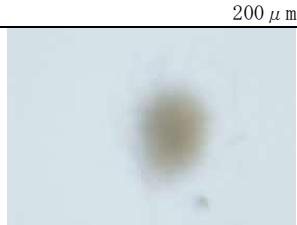
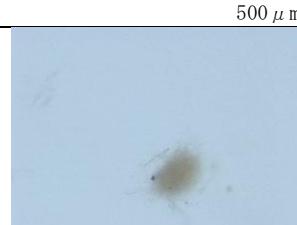
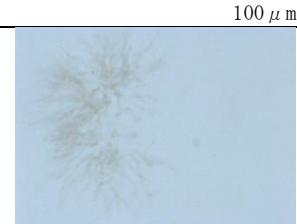
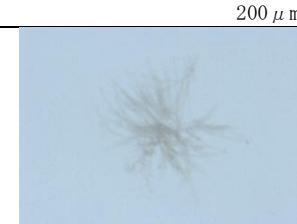
	令和7年1月10日 (試験開始時)	令和7年1月21日	令和7年1月31日 (試験終了時)
16°C (雄)	 200 μm	 200 μm	 200 μm
16°C (雌)	 200 μm	 500 μm	 500 μm
26°C (雄)	 200 μm	 200 μm	 200 μm
26°C (雌)	 200 μm	 200 μm	 500 μm
30°C (雄)	 200 μm	 100 μm	 200 μm
30°C (雌)	 500 μm	 200 μm	 200 μm
	※各写真右下の値は写真内のスケールを示す。		

図9 アラメ配偶体の高水温試験の経過

(7) ツルアラメ移植試験

令和6年度に鳥取県湯梨浜町小浜地区に移植したツルアラメの経過観察を図10に示した。水深5m地点に移植したツルアラメは、6月の調査で胞子体の成長が確認できたものの、9月には完全に消失していた。水深10m地点に移植したツルアラメも6月は胞子体の成長が確認できたものの、9月には胞子体の一部に消失が見られ、1月には大部分が消失していた。なお、水深15m地点に移植したツルアラメは、6月の調査ですでに目印が消失していたため以降の経過観察が出来なかった。

県内のツルアラメは水深5m以深の水深帯に自生しており、これらは冬季に仮根を残して胞子体は大部分が消失し、春季に仮根部から胞子体が再度成長しツルアラメ藻場を形成することが知られている。今回水深10m地点に移植したツルアラメも仮根部は生残していたことから、春季以降に胞子体が再度成長する可能性があり、今後も引き続きモニタリング調査を実施し、移植適地としての検証を続けていく。

次いで、淀江地区に移植したツルアラメは、令和5年12月までは生育しているのを確認していたが、令和6年11月の調査では浮泥に覆われ、生育状態が悪くなってしまい、令和7年3月の調査では他の海藻に覆われ、生育していない状態を確認した(図11)。淀江地区に移植した場所は水深1mであったため、ツルアラメの移植には浅過ぎて適さなかったと考えられる。引き続き、他の地点で移植試験を実施し、ツルアラメの移植適地を検討する。

	4月12日(移植日)	6月20日	9月19日	令和7年1月21日
水深5m				
水深10m				
水深15m			目印が消失し、経過観察出来ず	

図10 鳥取県湯梨浜町小浜地区に移植したツルアラメの経過観察

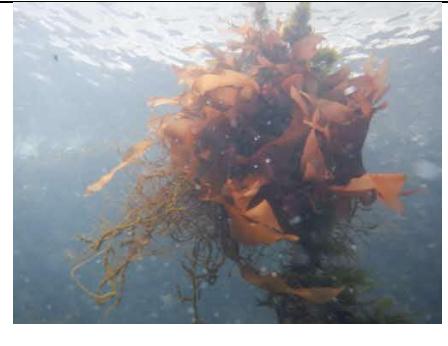
令和5年12月28日	令和6年11月12日	令和7年3月2日
		

図11 淀江地区水深1mに移植したツルアラメの経過観察結果

成果の活用：(1) ウニ駆除効果把握調査については、令和6年11月に行われた鳥取県東部及び西部アワビ・サザエ検討会にて県内の磯根資源漁業者に対して成果報告として情報共有を行った。(3) 衛星画像解析による藻場面積の推定については、令和7年2月に行われた水産研究・実践活動報告会にて成果報告を行った。

参考文献

国立研究開発法人水産研究・教育機構. 海草・海藻藻場のCO₂貯留量算定ガイドブック (2023)

https://www.fra.g0.jp/gijutsu/pr0ject/fisheries_ec0systems/files/bluecarb0n_guideb00k2023.pdf
(閲覧日：令和7年3月18日)