

2023年度JBEブルーカーボנקレジットに申請する藻場

全島的な磯焼けに苦しむ五島市では2016年度から水産庁事業費などを活用した磯焼け対策が本格的に始まり、徐々に対象水域や成功事例が増えてきた。このうち、2022年春に玉之浦湾と水ノ浦湾にできた藻場については、同年度にブルーカーボנקレジットの認証を得ている。

今回は、2020年から2021年までの間に市内の3つの湾(下図)で造成された藻場(下表)と、2022年に造成された久賀湾の藻場(下表)が申請対象である。

2022年の藻場調査では、最大現存量に達する時期の種間差を考慮して、同じ場所で異なる月に調査を行った他、現地で単位面積当たりの湿重量を得るなど比較的詳しい調査を行ったため、クレジット申請手引きの式2でブルーカーボンを推定した場合があるが、今回申請する年についてはいずれも春1回の調査のみで、湿重量などのパラメータも揃わないことから、式1を用いる。

今回のブルーカーボנקレジット申請対象である藻場の形成域(左図)とその内訳(左表)。



水域	藻場の形成時期	場所
①玉之浦湾	2020年春	島山島南岸・笠神
	2021年春	島山島南岸・笠神・別当岐
②水ノ浦湾	2020年春	湾内南岸
	2021年春	湾内南岸・西岸
③久賀湾	2022年春	辨天島東岸

福江島 玉之浦湾

ベースラインの環境

ウニ駆除を開始した2016年夏の時点で、湾内岩礁帯のいたる所に高密度に生息するガンガゼ類が認められた(写真1-1)。ガンガゼ類がパッチ状に集まる地点で実施した方形枠を用いた調査では、ガンガゼ類の生息密度は平均82個/㎡(標準誤差8.3)であった。笠神周辺での観察によると、出現した6種のウニ類のうち、約90%がガンガゼで、アラサキガンガゼが約6%(表1-1)であった。未対策域で実施したライン調査では、うちガンガゼの密度は12.0~13.6個/㎡で、殻径40mm前後の個体が多くを占めた(図1-1)。2024年冬現在も、駆除が行われていない場所では相変わらずガンガゼが多いが、対策を継続している場所ではほとんどいないか、低密度に保たれている。



写真1-1. 玉之浦湾の非対策域の海底には、今も足の踏み場もないほどガンガゼが多い。

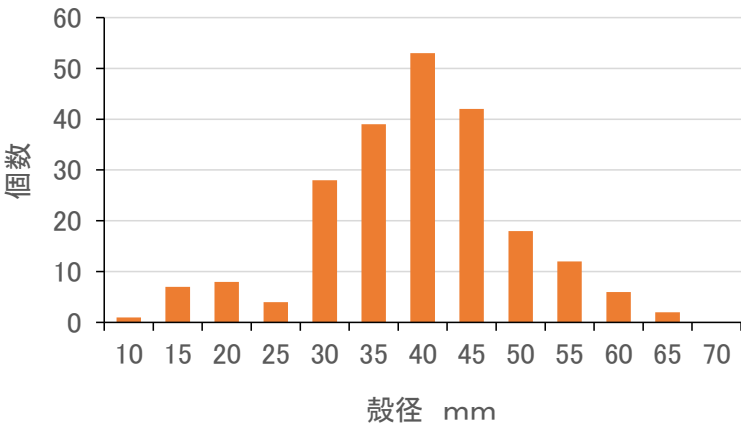


図1-1. 島山島の未対策域において、2019年7月に水深0~21mより採取したガンガゼの殻長組成。

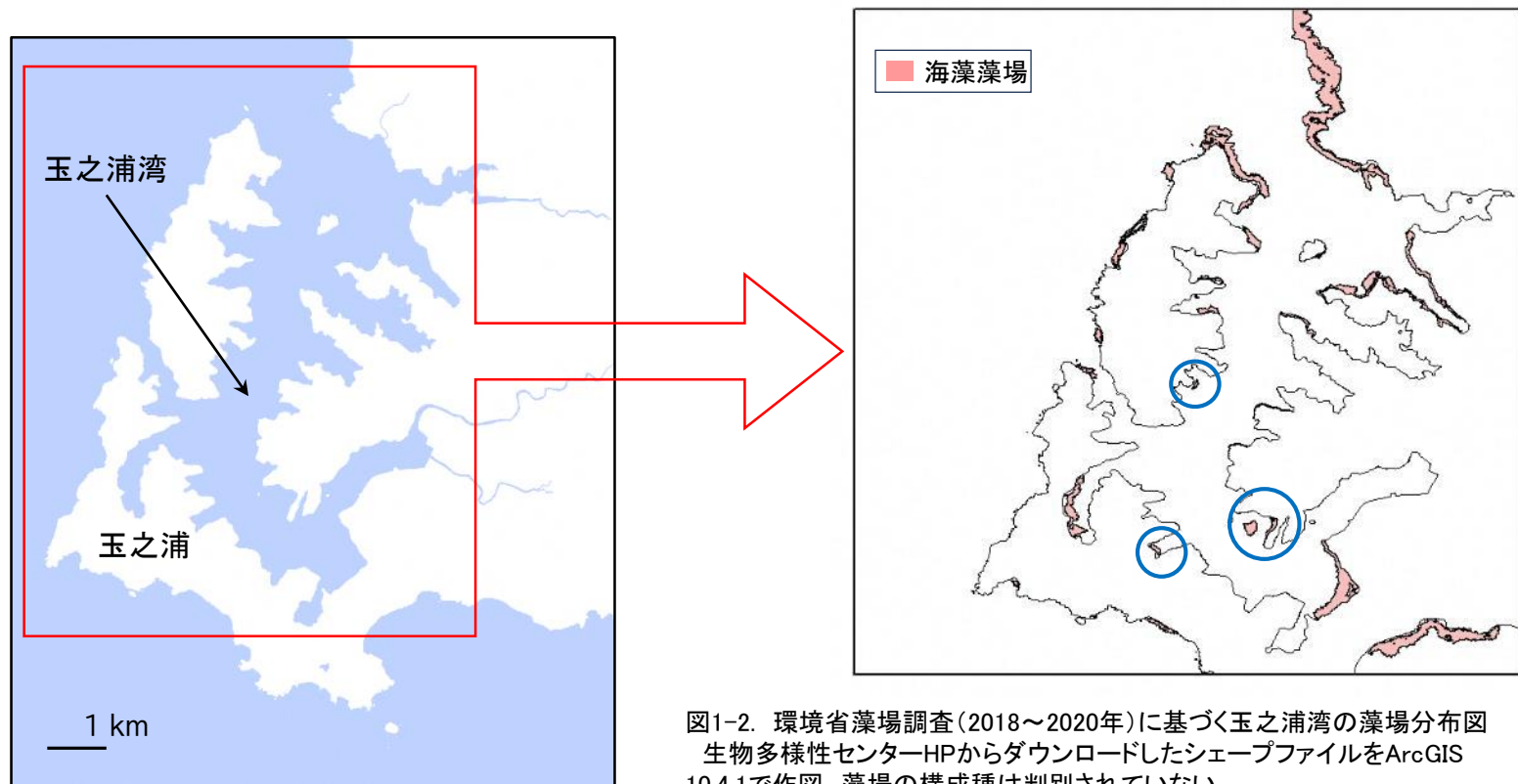
表1-1. 2019年7月の駆除活動中に観察されたウニ類の種別割合。

地点 年月 種	島山島南岸 2019年7月		笠神 2019年7月	
	個体数	%	個体数	%
アラサキガンガゼ	88	7.2	29	4.1
カンガゼ	1124	92.3	627	88.2
ナガウニ	2	0.2	12	1.7
ラッパウニ	4	0.3	23	3.2
ムラサキウニ	0	0.0	18	2.5
アカウニ	0	0.0	2	0.3
Total	1218	100	711	100

ベースラインにおけるCO₂固定量

2022年度のクレジット申請資料で示した通り、2014年春の長崎県による航空写真撮影・解析調査に基づく藻場分布図において玉之浦湾内に藻場は見られないことから、ベースラインは0とした。

なお、2018～2020年度に環境省が実施した自然環境保全基礎調査では、衛星画像解析に基づく藻場の分布図が公表されており、同湾の一部に藻場が見られる。このうち、今回の申請対象である藻場の場所と重複、あるいは隣接する箇所が3か所(図1-2の3つの青丸)ある。しかし、地元関係者による情報や磯焼け対策前の観察に基づく、いずれにおいても大型藻類は確認されておらず、フクロノリ、カゴメノリ、アオサ類、カヤモノリなどの小型海藻藻場と考えられる。今回の申請対象は大型海藻類のみで小型海藻類は含んでおらず、ベースラインを0とする判断は妥当と考えられる。



対策の実施状況

玉之浦湾では2016年夏より地元関係者によるガンガゼ駆除が2か所で始まった。参加者の大半が素潜りであったため、相談を受けた研究機関の職員数名もSCUBA潜水に応援参加した。その後も毎年駆除が続けられ、次第に対象地も増えて2024年には湾内の6箇所に及んでいる(表1-2)。潜水土免許を持つ漁業者が増えた他、地元の養殖企業社員と、市民有志による磯焼け対策応援チーム(磯焼けバスターズ)もSCUBA潜水での駆除に参加するようになり、約30名の素潜りと約10名のSCUBA潜水で構成されている(写真1-2)。関係者が駆除作業に習熟したと考えられる2023年では、一人当たりの駆除数がSCUBA潜水で3500個/日、素潜りで2000個/日と推定された。



表1-2. 玉之浦湾での磯焼け対策と藻場調査の実施状況.

実施年月	活動内容	対象地
2016年7、10月	延べ8日・80名でウニ駆除	島山島南岸、笠神
2017年7、8月	延べ4日・83名でウニ駆除	島山島南岸、笠神
2018年7月	延べ2日・51名でウニ駆除	島山島南岸、笠神
2019年5月	ブルーカーボン藻場調査1日	
2019年6～8月	延べ10日・121名でウニ駆除	島山島南岸、笠神
2020年5月	ブルーカーボン藻場調査1日	
2020年7～9月	延べ10日・214名でウニ駆除	島山島南部、笠神、別当岐
2021年5月	ブルーカーボン藻場調査1日	
2021年7～10月	延べ14日・116名でウニ駆除	島山島南部、笠神、別当岐、弁天島、蛭子崎
2022年7～10月	延べ18日・200名(磯焼けバスターズ4名含む)でウニ駆除	島山島南部、笠神、別当岐、弁天島、蛭子崎、白鳥神社前

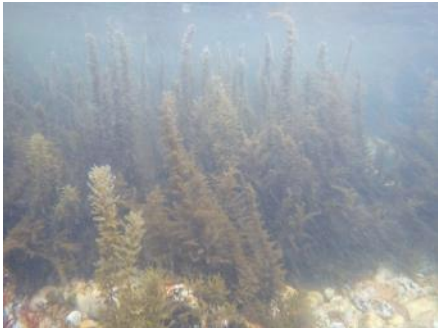
写真1-2. 地元関係者などによるウニ駆除活動の様子.
当地では素潜り班とSCUBA潜水班の2班に分かれ、それぞれが異なる水深帯で駆除を行う。

藻場の調査方法とブルーカーボン推定法

潜水調査に基づき、藻場のタイプ別(ホンダワラ類・コンブ類)面積を推定した。五島市の内湾では、藻場は比較的単純な構造を示し、海岸線に沿って種ごとに帯状に分布する。場所によって若干異なるが、潮間帯ではウミトラノオとヒジキ、それ以深にはマメタワラ、アカモク、マジリモクの順で分布するが、アカモクとマメタワラは一部で混在することがある。ワカメは玉之浦湾では浅所に限って分布するが、水ノ浦湾の他の大型海藻類が少ない場所では水深約12mまで分布する。

潜水調査では、ダイバーが海岸に沿ってジグザク状に泳ぎながら、大型褐藻藻場の被度階級1と2の境界を確認し、浮上した上でGPS(750TJ、Garmin社)で測位した。これを藻場の両端で行い、藻場の海岸線に沿った距離(藻場の長さ)を把握した。更に藻場の代表的な地点で岸沖方向に観察ラインを置き、やはり大型褐藻類全体で被度階級2以上の範囲を計測し(藻場の幅)、上の藻場の長さに乗じて藻場の全体面積とした。更にライン上では大型褐藻類の種毎に被度階級別の範囲(幅)を把握し、各階級の間値(濃生75～100%では87.5%)を用いて、ライン上における平均被度を算出した。これを藻場面積に乗じて実勢面積とした。観測ラインの数が精度に影響するため、自己認証率の基準として距離200m当たりのライン数が1本の場合は90%、250～500m当たり1本の場合は85%、500～800m当たり1本の場合は80%を原則とした。

なお、ウミトラノオ(写真1-3)は磯焼け地でも若干生えることが知られており、今回対象とする3つの湾でもその可能性が完全には否定できないため、2022年度申請と同様に申請する藻場面積には含めていない。小型海藻(写真1-3)にも磯焼け対策後に増えた種があるが、被度調査を行っていないため、やはり対象外とした。また、2022年度申請では、他種より遅い6月以降に最大現存量に達するマジリモクのみ音響調査で高精度に被度別面積を把握したが、2021年度以前にこの音響調査は実施していない。



大型海藻 ウミトラノオ



小型海藻 カヤモノリ



フクロノリ



カゴモノリ

写真1-3. 今回のブルーカーボン算定に含めていない海藻類.

2020年春にできた藻場

ウニ駆除は範囲が広げられ、対策地の2か所ともに藻場が広がった。2020年春の海岸線に沿った藻場の距離は、島山島南岸が680m、笠神が340mであった(右図)。前者で優占種がアカモクからマメタワラに変わった以外は、優占種や構成種に大きな変化は見られなかった(写真1-6,7)。2020年春における主要種の藻長分布は図1-7,8の通りで、マジリモクは6月に最大で1.2 mに達していた。



写真1-6. 島山島南岸の浅所に優占するマメタワラ(左)と深所に優占するマジリモク(右). 2020年6月撮影.



写真1-7. 笠神の浅所に優占するアカモク(左 2020年3月)と深所に優占するマジリモク(右 2020年6月).

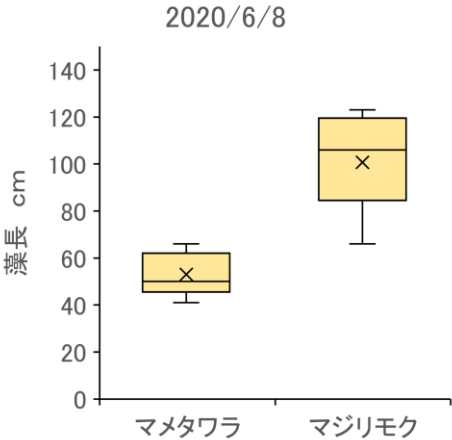


図1-7. 島山島南岸の優占種の6月における藻長分布.

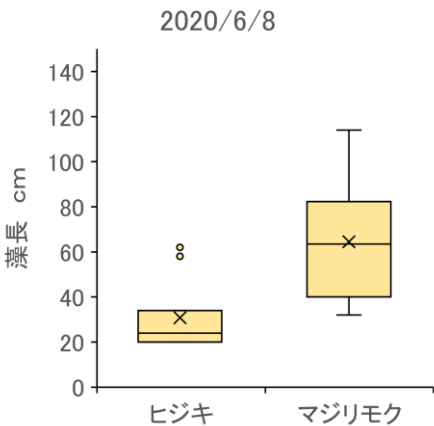


図1-8. 笠神の優占種の6月における藻長分布.

2020年春の藻場面積

図1-9、10に示した通り、島山島南岸では優占種がアカモクからマメタワラに変わった。笠神の藻場の景観は2019年と大きく変わらなかった。それぞれで岸沖方向に各1本設置したライン(右図)に沿って、海藻類の種別・被度別の分布範囲を把握した(図1-10、11)。平均被度の算出法は前年と同じである。

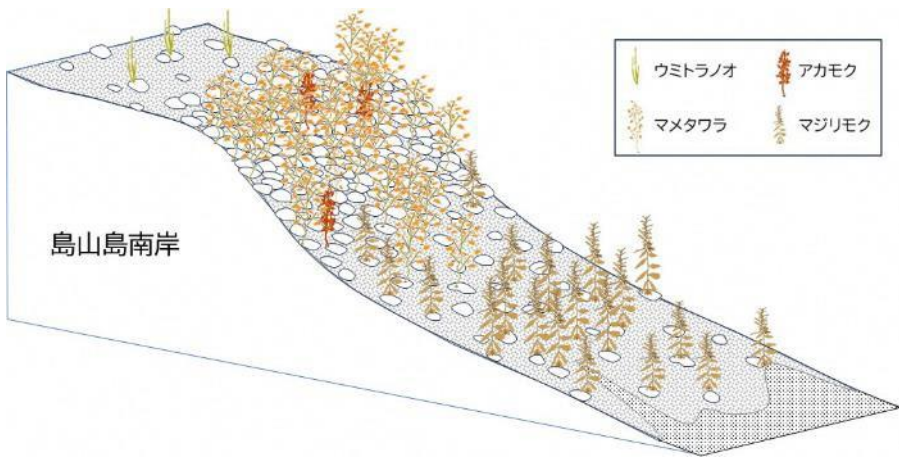


図1-9. 2020年春の島山島南岸の藻場の景観模式図.

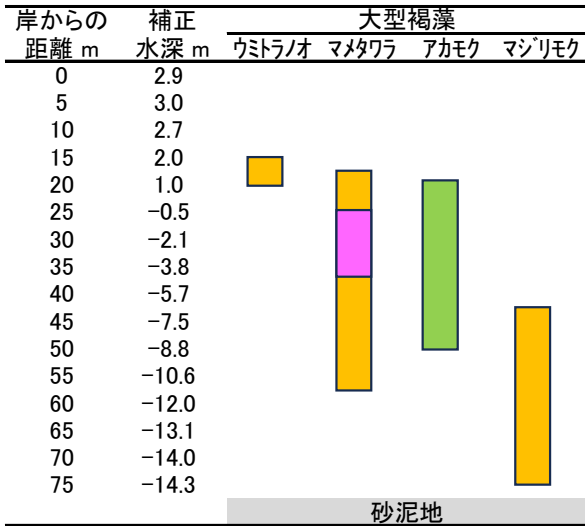


図1-10. 島山島南岸の大型藻類の種別被度階級分布(2020年5月).



ライン調査の実施場所(緑線).

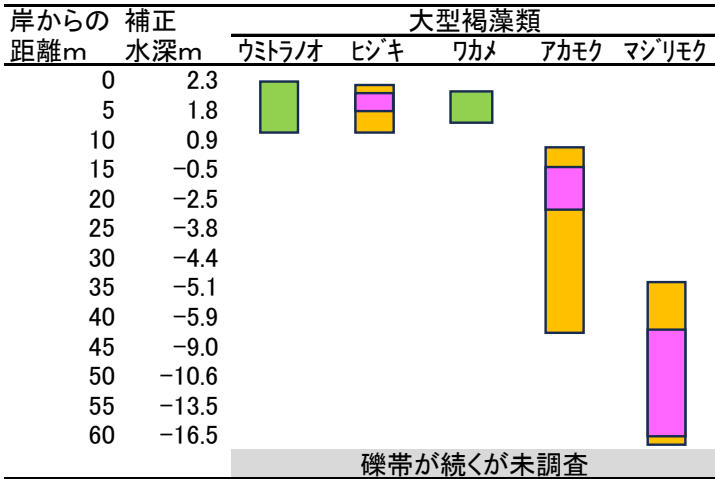


図1-11. 笠神における大型 藻類の種別の被度階級分布(2020年5月).

2020年春のブルーカーボン

島山島南岸と笠神の藻場を対象に、GPS測位で得られた藻場の長さ、ライン調査で得た藻場の幅を乗じて藻場面積を求めた。これに大型海藻類全体のライン上での平均被度を乗じて実勢面積とした(表1-5)。藻場の距離当たりの観測ライン数は島山島で1本/600m、笠上では1本/340mである。

表1-5. 算出した藻場面積

場所	エリア	藻場の長さ m	藻場の幅 m	藻場面積 ha	大型褐藻類の平均被度 %	実勢面積 ha
島山島	全域	680	53	3.604	48.0	1.72992
笠神	全域	340	60	2.040	57.3	1.16892
Total				5.644		2.89884

五島市に出現する海藻種の各種パラメータを解明する作業には着手しているものの、まだ極めて限られたものしか得られていないことから、今回の申請では申請手引きにある式1に基づいてブルーカーボンを推定した。吸収係数はガラモ場の2.7を用いた。(表1-6)。笠神に点生したワカメは被度が低かったためガラモに含めて扱った。以上より、ブルーカーボンは7.782tと推定された。

表1-6. ブルーカーボン推定値

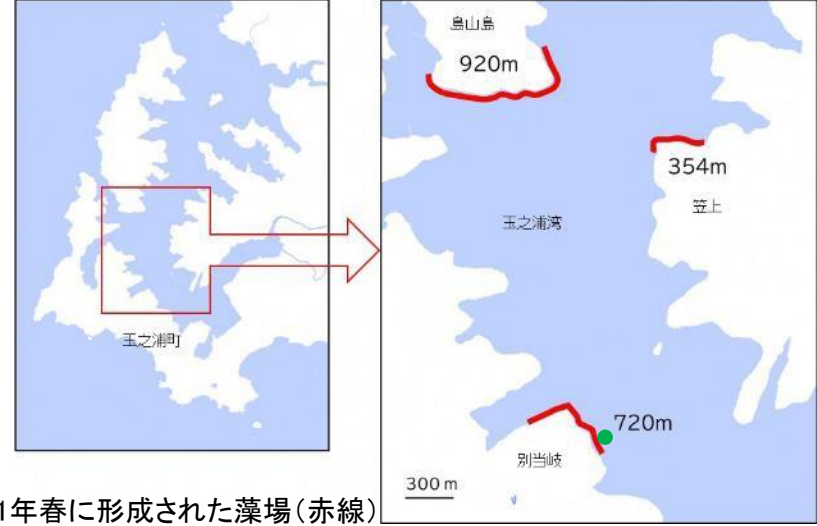
藻場面積 ha	吸収係数	磯焼け対策後のCO ₂ 吸収量 t	ペースラインにおけるCO ₂ 吸収量 t	調査に用いた船舶のCO ₂ 排出量 t	申請BC t-CO ₂
2.89884	2.7	7.826868	0	0.044	7.782

使用船舶(船外機)のCO₂排出量(t) = 3h × 30kW × 0.209L/kWh × 1/1000 × 2.32t-CO₂/kL

2021年春にできた藻場-1

2020年度は新たに別当岐(右図)でもウニ駆除が始まり、磯焼け対策地が計3か所になった。母藻供給も行われた結果、2021年春には島山島南部で距離920m、笠神で354m、別当岐で720mの藻場ができた(右図)。

島山島南岸と笠神では藻場の景観は前年とほぼ同様(写真1-8、9)であった。ただし、笠神のライン調査は前年より短く、特に深場に生えるマジリモクの群落を十分に把握できていないため、当地の藻場面積は過少評価である。笠神ではアカモクが3月以降急速に伸長し、成熟期を迎える4月にはやや短くなっていた(図1-10)。別当岐のアカモクは笠神より長く伸長した(図1-11)。



2021年春に形成された藻場(赤線)
緑丸は毎年アカモクが生える定置網

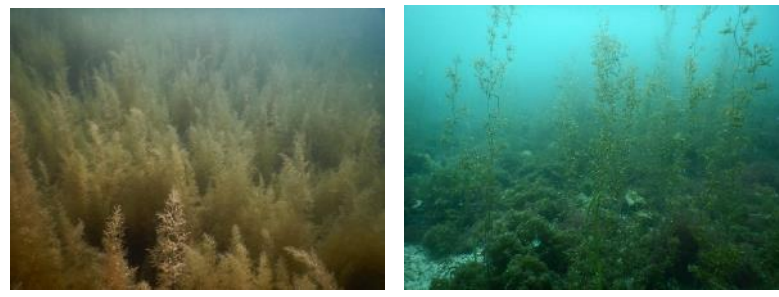


写真1-8. 島山島南岸のマメタワラ(左 2021年4月)と少し遅れて伸びるマジリモク(右 2021年6月)。



写真1-9. 笠神のアカモク(左)とヒジキ(右) 2021年3月撮影。

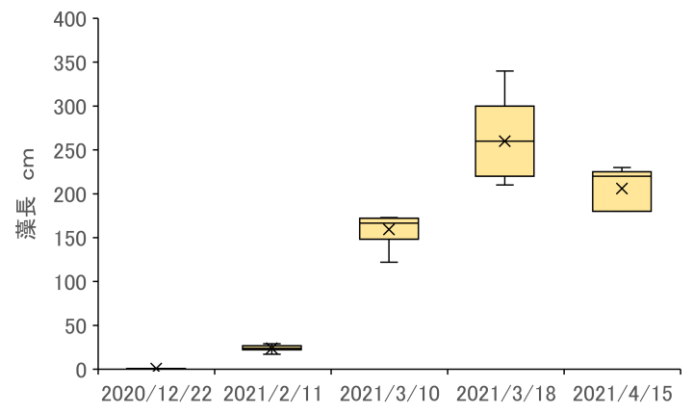


図1-10. 笠神のアカモクの伸長過程。

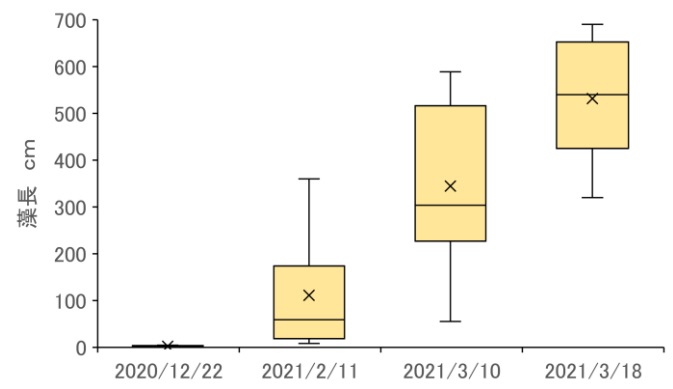
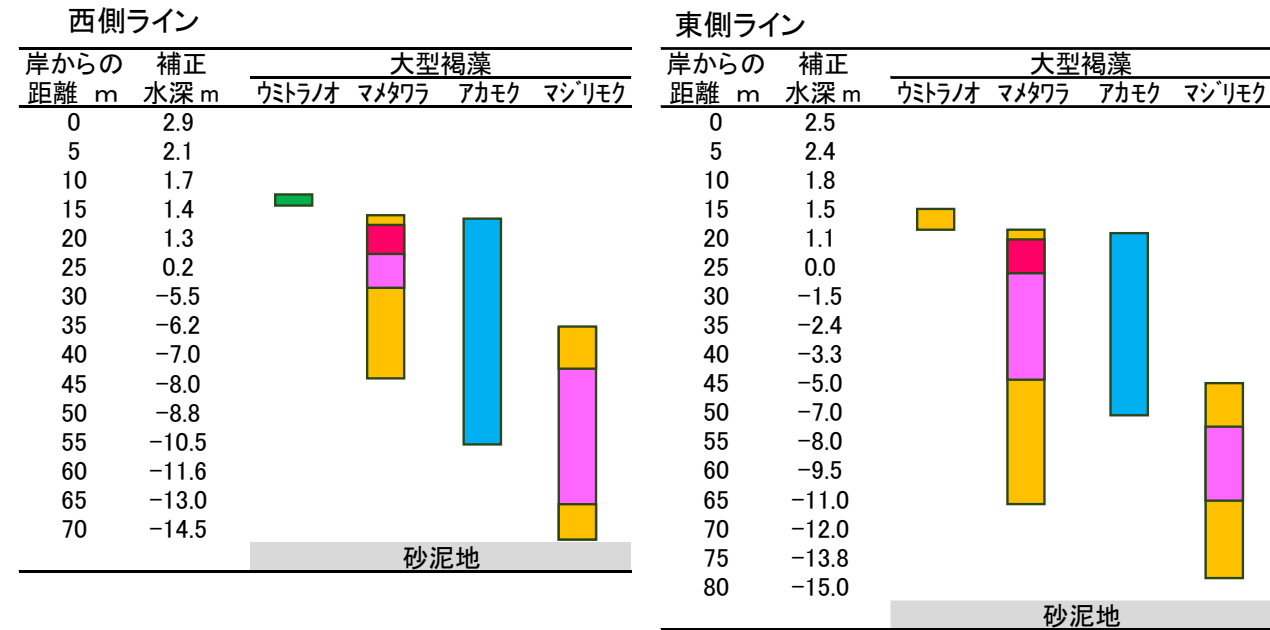


図1-11. 別当岐のアカモクの伸長過程

2021年春にできた藻場-2

ライン調査は島山島で2本、笠神で1本、別当岐で1本(右図)を設定して実施した。島山島と笠神における調査結果を図1-12、13に示す。島山島南岸ではアカモクが大幅に減少し、浅所の大半をマメタワラが占めた。深所にマジリモクが優占する傾向は前年と同様であった。笠神では大きな変化はなく、アカモクが優占した。



ライン調査の実施場所(緑線).

図1-12. 島山島でのライン調査による海藻の種別鉛直分布.

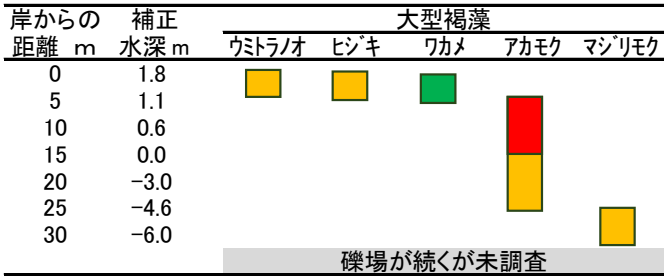


図1-13. 笠神でのライン調査による海藻の種別鉛直分布.

2021年春に形成された藻場-2

別当岐の対策域中央付近には定置網があり、表中層に浮かぶロープなどから若干の大型藻類が毎年生える(右写真)。最も多いのがアカモクで、ガンガゼ類が上ってこれないために維持されていたと示唆される。流れ藻に加えて、これらも母藻としての役割を果たした可能性がある。

別当岐では、場所によって構成種と群落の幅が顕著に異なったため、1本のライン調査に加えて、藻場全域をジグザグに泳ぎながら、種別の藻場の距離と途中数か所での幅と被度も観察した。

斜面上部にアカモク、下部にマジリモクが優占し、浅瀬にはヒジキとワカメも群落を形成した(図1-11)。海面まで達したアカモク(右写真)の最大藻長は7.0mであった(図1-10)。笠神などと異なり、当地のアカモクは水深12mまで生えた(図1-12)。



定置網近くの岸沿いに広がったアカモク群落 2021年3月撮影。



別当岐の定置網の海面ロープには毎年アカモクが生える

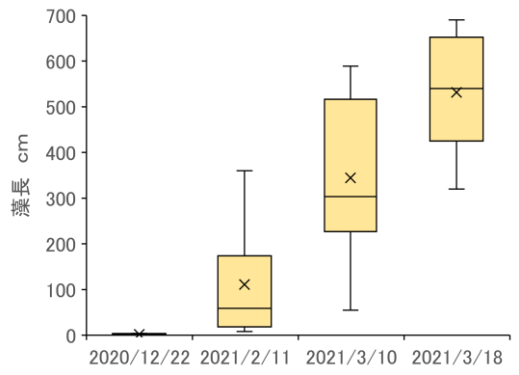


図1-10. 別当岐のアカモクの生長過程

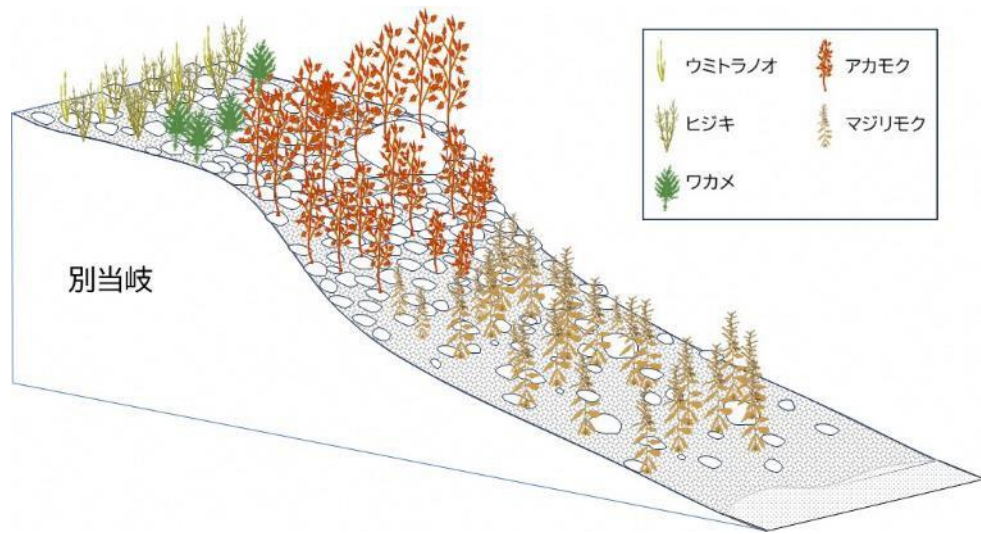


図1-11. 別当岐の藻場の景観模式図

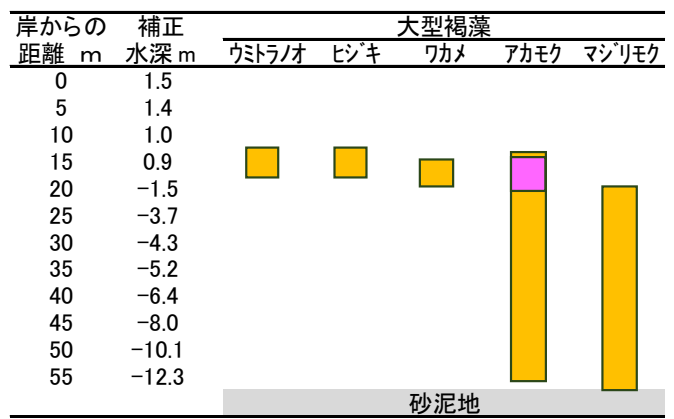


図1-12. 別当岐の藻場の鉛直分布図

2021年春のブルーカーボン

島山島南岸では2本、笠神では1本、別当岐では1本の観測ラインを設定して調査を行った。笠神では岸から30mの範囲を対象に調査したため、より深所に成立するマジリモク群落のほとんどが含まれておらず、面積は過少評価である。別当岐では、主な構成種毎に藻場の長さや幅が顕著に異なり、距離の長かったヒジキとワカメでは幅が短かく、比較的距離の短かったアカモクとマジリモクでは幅が広いという特徴があった。このため、海藻種別に距離と幅、平均被度を把握した。藻場の距離当たりの観測ライン数は島山島1本/460mと笠上1本/354m、別当岐1本/720mで実施した(表1-7)。

表1-7. 算出した藻場面積

場所	エリア	タイプ	藻場の長さ m	藻場の幅 m	藻場面積 ha	大型褐藻類の 平均被度 %	実勢面積 ha
島山島	西側	ガラモ	460	58	2.668	69.5	1.85426
	東側	ガラモ	460	58	2.668	72.7	1.939636
笠神	全域	ガラモ	354	30	1.062	54.6	0.579852
別当岐	全域	ワカメ	720	3	0.216	15.0	0.0324
		ヒジキ	376	3	0.1128	37.5	0.0423
		アカモク	109	42	0.4578	41.1	0.188155
		マジリモク	60	36	0.216	37.5	0.081
Total		ワカメ			0.216		0.0324
		ガラモ			7.1846		4.685203

他の年と同様に、申請手引きの式1に基づいてブルーカーボンを推定した。吸収係数はガラモ場の2.7と、ワカメについてはアラメ場の4.2を用いた(表1-10)。

表1-10. ブルーカーボン推定値

タイプ	藻場面積 ha	吸収係数	磯焼け対策後の CO ₂ 吸収量 t	ペースラインにお けるCO ₂ 吸収量 t	調査に用いた船舶の CO ₂ 排出量 t	申請BC t-CO ₂
ワカメ	0.0324	4.2	0.13608	0	0.044	0.092
ガラモ	4.685203	2.7	12.650048	0	0.044	12.606
Total						12.698

使用船舶(船外機)のCO₂排出量(t) = 7h×30kW×0.209L/kWh×1/1000×2.32t-CO₂/kL
 ※ワカメ、ガラモで各3時間調査

以上をまとめると、玉之浦において2020年春から2021年春までの2か年に造成された藻場について申請するブルーカーボンは、計20.48トン(表1-11)である。

表1-11. 玉之浦の3か年の藻場について申請するブルーカーボン

藻場形成時期	申請BC t-CO ₂
2020年春	7.782
2021年春	12.698
合計	20.48