

4. ベースラインの考え方と二酸化炭素吸収量

(1) ベースラインの考え方

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. 2.4 (令和 6 年 3 月)には、ベースラインについて、「自主的な活動の結果、吸収量が増加したことが、プロジェクトの実施前後の比較 (Before-After) , かつプロジェクト実施場所と実施していない場所との比較 (Control-Impact) の両側面から示されること」を求めている。

ここでの、「プロジェクト実施場所と実施していない場所との比較」は、アマモ場が形成された瀬辺地地先の桁曳操業禁漁区をプロジェクト実施場所に、その直近にある桁曳操業区をプロジェクトを実施していない場所とし、各々でアマモ群落の生育状況を調査し比較した。

「プロジェクトの実施前後の比較」については、青森県が2009年9月17日に青森県が藻場・水産資源マップ作成事業として行った潜水調査のうち、瀬辺地地先の水深2-5mの調査結果をプロジェクト実施前、本認証申請のために2024年8月20から9月2日に行ったアマモ場とその直近の桁曳操業区での調査をプロジェクト実施後として、各々でのアマモ生育状況を比較した。

(2) プロジェクトを実施していない場所 (桁曳操業区) でのアマモ群落の状況

砂泥が卓越する陸奥湾ではアマモ群落がナマコの住み場となっているため、ナマコが高密度に生息するアマモ場でナマコの桁曳漁業が行われることが多く、操業を通じてアマモ群落が破壊されることがある (図1)。蓬田村漁業協同組合では、ナマコ資源を保護しアマモ場を保全するため、水深7m以浅の海域で小型汽船底曳網 (桁曳) 漁業を禁漁としている。この沿岸では、桁曳禁漁区にアマモ類の濃密な群落が見られる反面、桁曳が操業される漁場 (桁曳操業区) では一般に疎生している。そのような禁漁区に形成された濃密なアマモ群落は、漁業者が桁曳操業を行わず保護によって形成されたと考えられた。



図1 陸奥湾のナマコ桁曳操業風景. アマモ場を桁曳するため多量のアマモ草体が混獲される. A, 桁曳漁具の引き上げ; B,C, 漁具からのアマモの取り出し; D, E, アマモとナマコの選別; F, 漁獲したナマコの洗浄.

そこで、瀬辺地地先の禁漁区に形成されたアマモ場をプロジェクト実施場所とし、これに対して、アマモ場の直近にあって桁曳が操業される漁場（桁曳操業区）をプロジェクトを実施していない場所と規定、ここにベースラインを設定し、アマモ群落の状況を調査した（図2）。

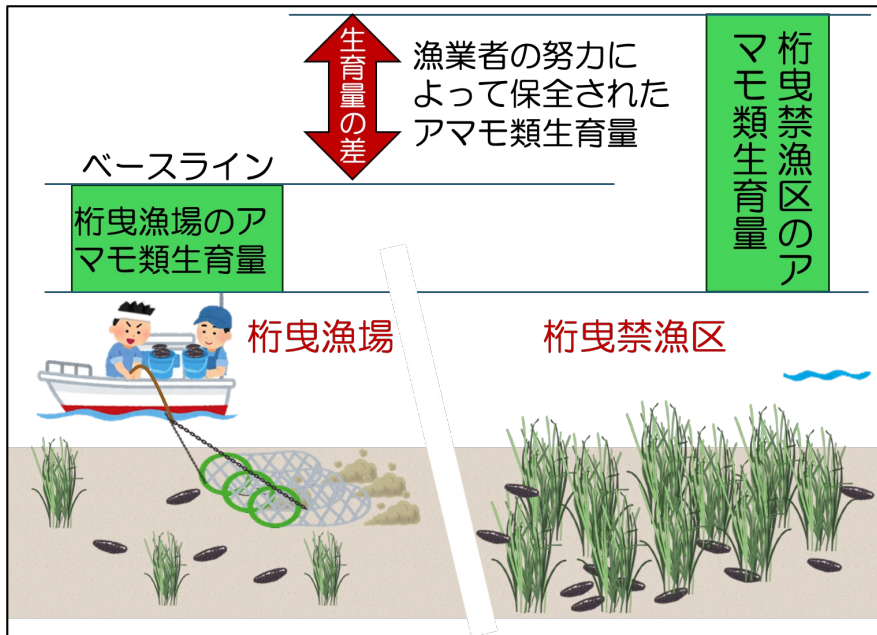


図2 ベースラインの考え方の模式図。

① 調査方法

2024年9月2日に、図3に示した瀬辺地地先の桁曳が操業される水深7.2-8.0mの5地点（図3、St. 8-11）に潜水し、2m四方のコドラートを用いてアマモ群落が海底を覆う範囲をスケッチするとともにコドラート中の草体を全て採取し、海水を用いて草体をよく洗浄後、地上部と地下部に切り分け、各々の湿重量及び105℃下で48時間送風乾燥後の重量を求めた。

スケッチの画像解析から各コドラート内のアマモ群落が海底を覆う面積を算出し、コドラートの面積(4m²)に対するそれら面積の割合からアマモ群落の被度を求めた。



図3 ベースラインの調査場所とした蓬田村(A) 瀬辺地地先(B).

② 調査結果

- ・被度

各調査地点には，コドラートの外観を図4に，アマモ群落が生息する範囲を図5に示した。各調査地点には，2-10株のスゲアマモが観察された。その生育面積は，各地点で0.029㎡-0.186㎡の範囲にあって平均0.089㎡であった。各地点における群落の被度は，それら生育面積がコドラートの全面積(4㎡)に占める割合から，0.73%-4.7%の範囲にあって平均2.2%と求められた(表1)。

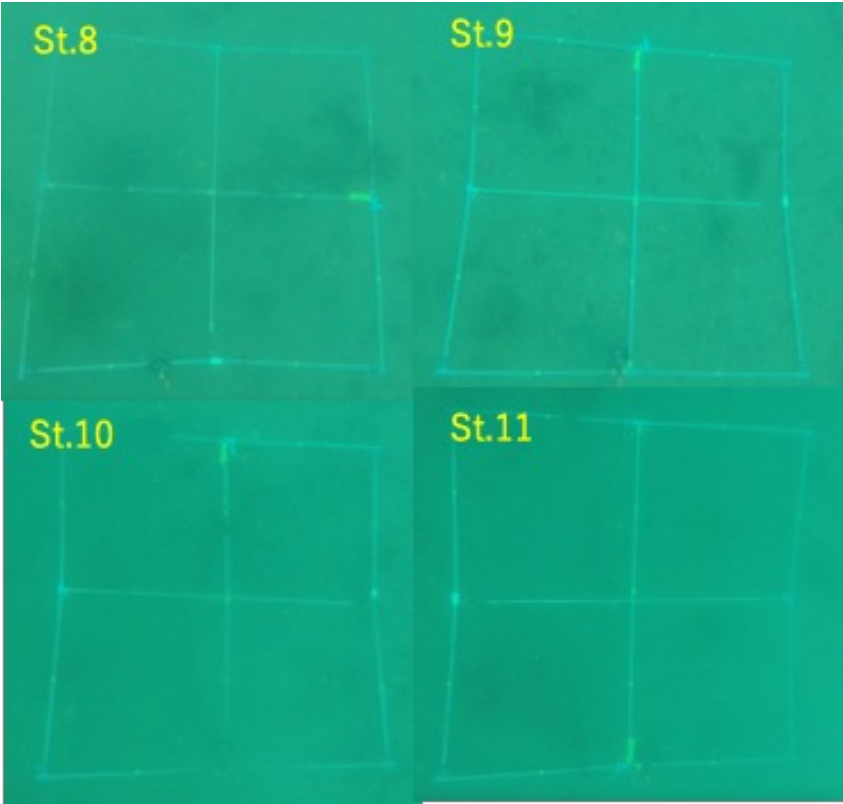


表1 各調査地点のコドラート内のスゲアマモ生育面積と被度.

St	株数	群落面積(㎡)	被度
8	3	0.186	4.7%
9	2	0.029	0.73%
10	3	0.038	1.0%
11	3	0.104	2.6%
平均	2.8	0.089	2.2%

図4 各調査地点に設置した2m四方のコドラートの外観.

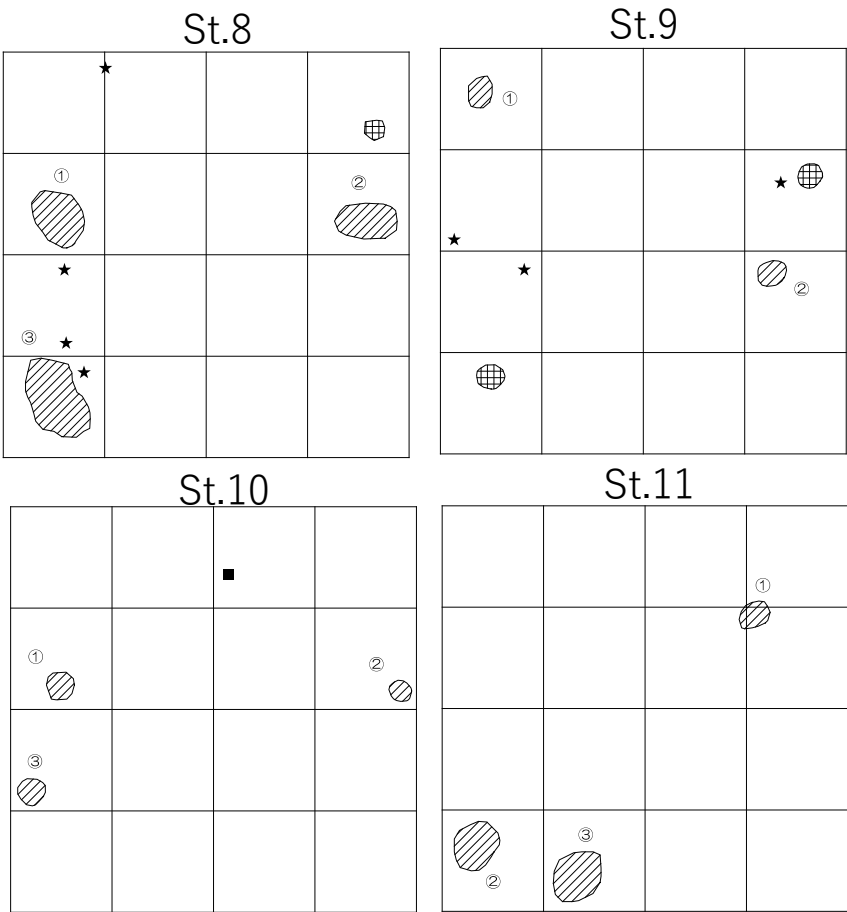


図5 各調査地点におけるスゲアマモクランプが海底を覆った生育範囲 (斜線で着色した範囲). ★, イトマキヒトデ; ■, キタムラサキウニ.

・生物量

各調査地点での2m四方(4m²)のコドラートから採取されたスゲアマモの湿重量は、地上部が58.1g-499.5g、地下部が26.2g-692.8gの範囲にあって平均が各々233.0g、250.3gであった。また、乾燥重量では、地上部が9.3g-82.1g、地下部が5.1g-98.5gの範囲にあって平均が各々42.1g、33.0gであった。草体の割合は、地上部、地下部で各々平均81.71%、86.27%であった(表2)。

湿重量と乾燥重量をそれぞれ4で除することで生育密度(1平方メートルあたりのスゲアマモの生物量)を求めた。この結果、地上部及び地下部の生物量は、湿重量で各々14.5g/m²-124.9g/m²、6.6g/m²-173.2g/m²の範囲にあって平均が各々58.2g/m²、62.6g/m²であった。また、乾燥重量では、各々2.3g/m²-20.5g/m²、1.3g/m²-24.6g/m²の範囲にあって平均が各々10.5g/m²、8.3g/m²であった。

地上部と地下部を合わせたスゲアマモの5地点の平均生育密度は、湿重量で26.6-130.5g/m²の範囲にあって平均値が120.8g/m²、乾燥重量で3.6g/m²-20.7g/m²の範囲にあって平均値が18.8g/m²であった。

表2 各調査地点から採取されたスゲアマモの重量と各地点の生育密度.

St	調査日	水深 (m)	湿重量(g)		乾燥重量(g)		含水率(%)		生育密度 (湿重量g/m ²)			生物密度 (乾燥重量g/m ²)		
			地上部	地下部	地上部	地下部	地上部	地下部	地上部	地下部	計	地上部	地下部	計
8	9月2日	7.2	499.5	692.8	82.1	98.5	83.56	85.78	124.9	173.2	298.1	20.5	24.6	45.2
9	9月2日	7.3	86.3	26.2	17.3	5.3	79.95	79.77	21.6	6.6	28.1	4.3	1.3	5.7
10	9月2日	7.6	58.1	48.1	9.3	5.1	83.99	89.40	14.5	12.0	26.6	2.3	1.3	3.6
11	9月2日	8.0	288.0	234.0	59.5	23.1	79.34	90.13	72.0	58.5	130.5	14.9	5.8	20.7
平均			233.0	250.3	42.1	33.0	81.71	86.27	58.2	62.6	120.8	10.5	8.3	18.8

(3) プロジェクトの実施前のアマモ場と桁曳操業区の状況

① 禁漁区の設定

蓬田村沿岸では、2004年の中国向けナマコ輸出の自由化に伴い魚価が1000円/kgを超え高騰するようになり、稚ナマコが生息する浅所のアマモ場においてもナマコ小型汽船底曳網（桁曳）漁業が操業されるようになった。このため、稚ナマコ資源及びアマモ場の保護を目的に、平成18年12月6日付け蓬漁発第157号で水深6mラインにブイを設置すること、それ以浅を禁漁とすることを組合員に通知した。このうち、組合の漁場管理委員会による水深6mラインへのブイ設置とそれ以浅での桁曳操業禁漁が続けられてきた。なお、令和5年2月21日に蓬田村漁業協同組合漁場管理委員会が開催され水深7mライン(図6)でのブイ入れが行われており、禁漁区を拡大している。



図6 瀬辺地地先水深7mの等深線.



図7 2009年9月17日に青森県が行った水深2-5m前後の潜水調査地点の位置。破線は本承認申請したアマモ場の範囲。

② 禁漁区設定2年9か月後の瀬辺地地先の状況

2006年の禁漁開始時のアマモ場やその周辺の海底写真や調査記録は見当たらないが、禁漁区設定後の2009年9月17日に青森県が藻場・水産資源マップ作成事業として底生生物の現存量調査を行っている。当該調査は、プロジェクト実施から2年以上経て行われた。しかし、本承認申請のために2024年8月～9月に行ったアマモ場やその直近にある桁曳操業区での潜水調査とは15年間の隔たりがあり、この間、蓬田村漁業協同組合が水深6m(後に7m)以浅の桁曳操業の禁漁を継続してきた。そこで、瀬辺地地先で2009年と2024年に行われた潜水調査をプロジェクト実施前後のアマモ群落の状況を把握する資料として扱い、両時期の結果を比較した。

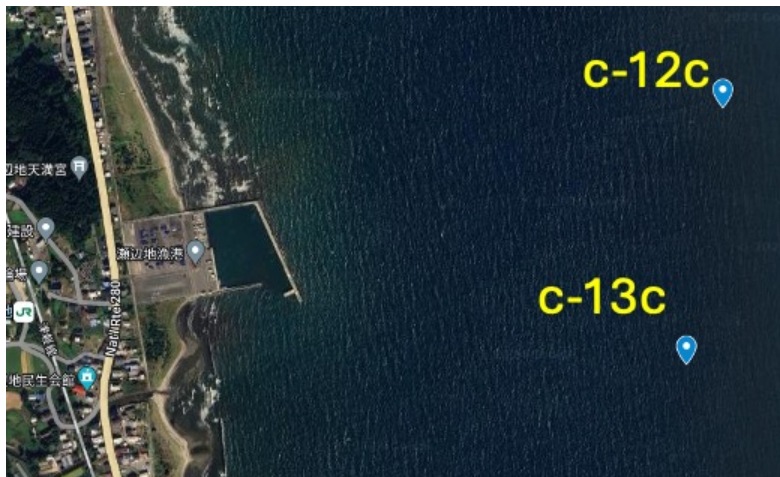


図8 2009年9月17日に青森県が行った水深10m前後の潜水調査地点の位置.

② 2009年の瀬辺地地先のアマモ場の状況

2009年9月17日に図7及び図8に示した瀬辺地地先の水深2-10mの地点に潜水し、海底の状況を写真撮影するとともに、生育するアマモ類を50cm四方の枠を用いて地上部のみ採取し、湿重量を測定した。

この結果2009年の調査では、本認証申請のアマモ場に該当するc-12調査線の4.8m以浅、c-13調査線の2.6mの地点の計3地点にはいずれもアマモ群落が認められなかった(表4, 図9)。一方、アマモ場の東端から約20m沖に当たるc-13調査線の水深5.0m地点には、現存量(湿重量)が $1.4\text{g}/\text{m}^2$ のアマモの小群落が認められた。

これに対して、水深10m前後では、いずれの調査線にもアマモ群落は観察されなかった(表3, 図9)。これらの2地点は、2009年当時から現在に至るまで桁曳操業の漁場に相当する。

表3 2009年9月17日瀬辺地地先の潜水調査地点の位置とアマモ群落の現存量(湿重量, g/m^2) .

調査地点	水深 (m)	現存量 (g/m^2)	緯度及び経度
c-12a	2.4	0	41° 00.049N 140° 39.216'E
c-12b	4.8	0	41° 00.059N 140° 39.356'E
c-12c	10.0	0	41° 00.139N 140° 39.796'E
c-13a	2.6	0	41° 00.339N 140° 39.196'E
c-13b	5.0	1.4	41° 00.355N 140° 39.317'E
c-13c	10.1	0	41° 00.409N 140° 39.7776'E

③ 2009年調査と2024年調査の比較

本承認申請に関連して2024年9月2日に瀬辺地地先のアマモ場内の6地点及びベースラインとした桁曳操業区にある4地点で行った潜水調査と、2009年に青森県が藻場・水産資源マップ調査の一環として2009年9月17日に瀬辺地地先で行った潜水調査の結果におけるアマモ群落の現存量を比較した(表4)。

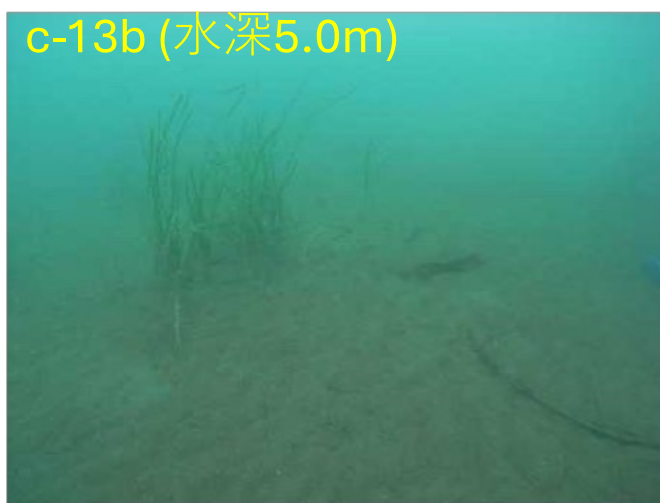
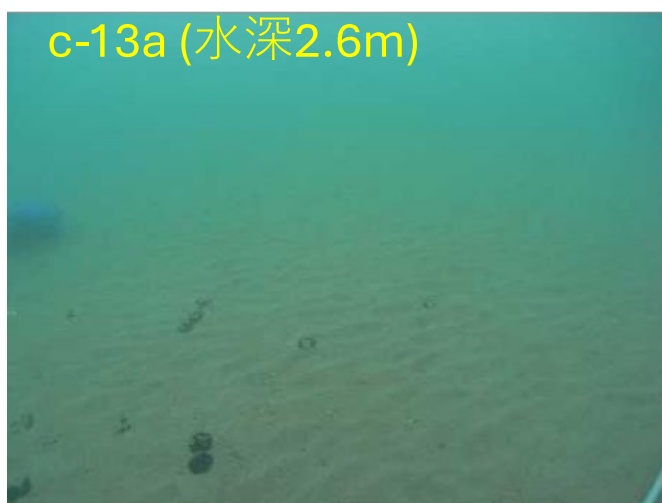
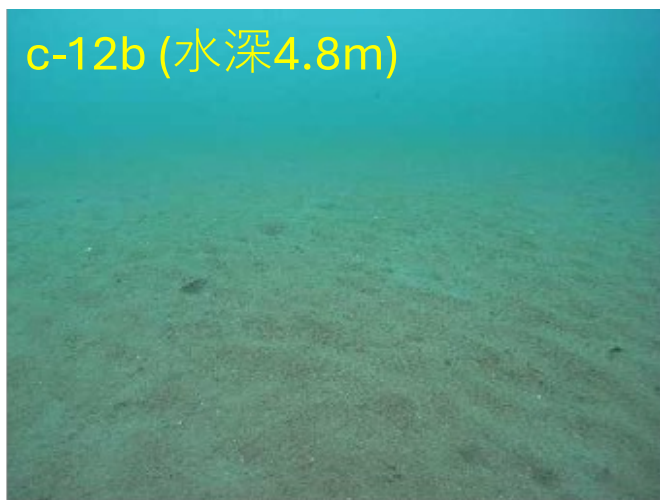


図9 2009年9月17日に瀬辺地地先の水深2-10m前後で撮影された海底の状況.

この結果、アマモ場におけるアマモ群落の平均現存量（湿重量）は、桁曳禁漁から2年9か月後に行われた調査のうち、アマモ場内や縁辺の水深2.2m-5.0mにある計4調査地点（c-12a, c-12b, c-13a, c-13b）では平均0.35g/m²であったのに対し、禁漁から約18年後の2024年9月に行われたアマモ場の調査では2133.9g/m²となって、大幅に増加した。一方、アマモ場の直近にあって桁曳操業が行われる場所では、2009年の潜水調査ではアマモ群落が認めらず、2024年の調査においても120.8g/m²低い水準に留まった（表2, 3, 図9）。

表4 2009年，2024年に瀬辺地地先のアマモ場と桁曳操業区で行われたアマモ群落の現存量（湿重量，g/m²）調査結果の比較. 注：2009年調査ではアマモ群落の地上部のみ秤量.

区分	漁場利用 状況	2009年調査		2024年調査		引用
		水深	現存量 (湿重量g/m ²)	水深	現存量 (湿重量g/m ²)	
アマモ場と その縁辺	桁曳 禁漁区	2.2-5.0m	0.35	2.6-5.2m	2133.9	添付ファイル ア マモ場のアマモ群 落の生物量，表2
ベースライン設 定場所と近傍	桁曳 操業区	10.0-10.2m	0	7.2-8.0m	120.8	表2

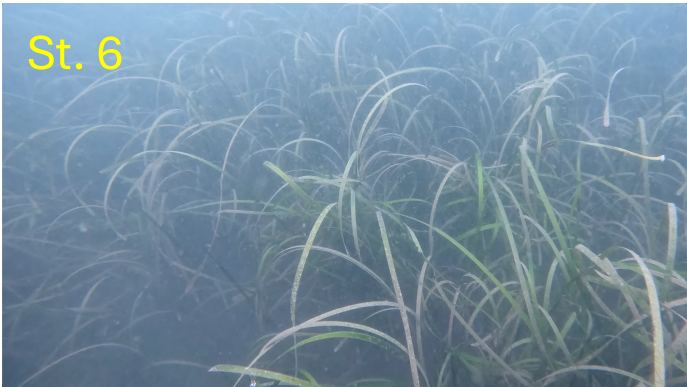
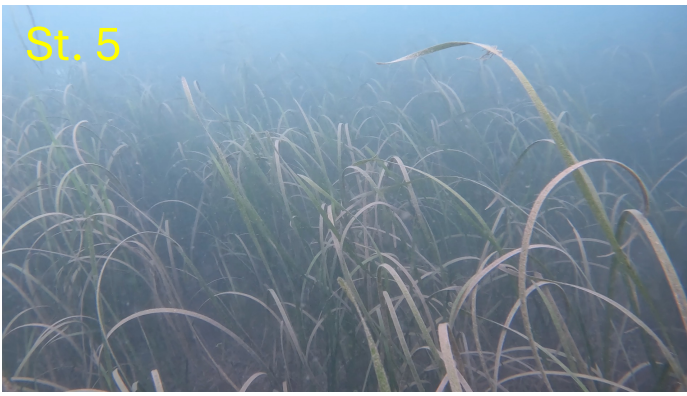
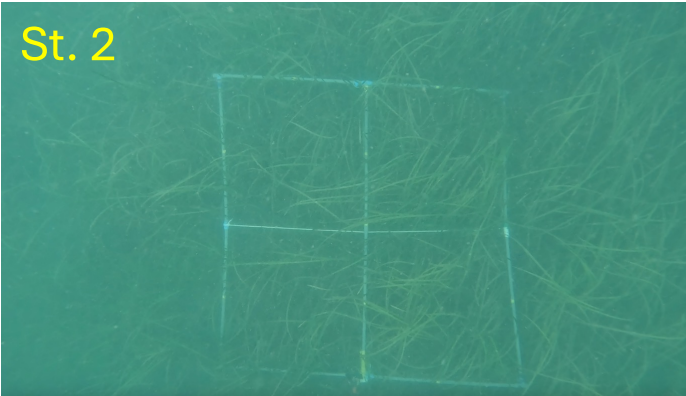


図10 2024年9月2日に瀬辺地地先で撮影された海底の状況。調査地点は、添付ファイル アマモ場のアマモ群落の生物量の図1を参照。

以上の結果から、現在、アマモ場に認められる濃密なアマモ群落（図10）は、禁漁を継続中の最近の十数年間に禁漁区のみで形成されたものと考えられた。

（４）ベースラインの二酸化炭素吸収量の計算

瀬辺地地先では継続的な潜水調査や海底の観察が行われていないため、2009年から2024年にかけてのアマモ場の形成過程が不明である。しかし、両時期のアマモ場とその直近にある桁曳操業区でのアマモ群落の現存量や海底写真の比較（表4，図4，8，9，10）からは、蓬田村漁業協同組合が自主的に取り組んだ水深6m（のちに7m）以浅の桁曳の禁漁活動がアマモ場形成に寄与したと判断される。

なお、2009年の調査ではアマモ群落の地下部を採取しなかったこと、禁漁開始から2年9か月を経ており禁漁によるアマモ場形成効果を完全に排除できない可能性があること、さらに、調査地点数（3地点）や草体の枠取り範囲（50cm四方1枠）が2024年調査に比べて少ないことから、ベースラインについては2009年調査に置かず、2024年のアマモ場の直近にある桁曳操業区に置いて二酸化炭素吸収量を求めた。

ベースラインの二酸化炭素吸収量は、「手引き」の式2に従い、ベースラインでのアマモ群落の1平方メートルあたりの乾燥重量の値、アマモ草体の炭素濃度、アマモ場の面積から表5のとおり計算し、0.7650トン-CO₂/yearを得た。

表5 ベースラインでの二酸化炭素吸収量の算出.

項目	計	参照
ベースラインでのアマモ群落の1平方メートルあたりの乾燥重量 -dry-g/m ² -a	18.8	表2
P/B比-b	1.7	国分・山田2015から引用
炭素濃度(%)-c	33.08	添付ファイル アマモ場の二酸化炭素吸収量に記載
残存率① -d	0.162	Jブルークレジット®認証申請の手引きp41から引用
残存率② -e	0.0181	
生態系全体への変換係数 -f	2.12	
二酸化炭素換算係数 -g	3.667	CO ₂ /C=44/12
単位面積当たり年間CO ₂ 吸収量(CO ₂ -トン/ha/年) -h=a*b*c*(d+e)*f*g	0.1477	計算値
アマモ場の面積(ha)-i	5.1788	添付ファイル アマモ場面積に記載
アマモ場の年間二酸化炭素吸収量(CO ₂ トン) - =h*i	0.7650	