



「大阪湾版 J-ブルークレジット申請に関する手引き」・

「港湾エリアにおける効果的なモニタリング技術の実証結果」

令和8年6月

大阪府

目次

1. 目的.....	1
2. 調査実施日.....	1
3. 調査内容.....	2
3.1 一般観測項目・天候.....	2
3.2 藻場面積の把握.....	2
3.2.1 モニタリング手法比較のための調査範囲の設定.....	2
3.2.2 各モニタリング手法の概要について.....	3
3.3 海藻類の採取と分析.....	5
4. 大阪湾におけるJ-ブルークレジット申請に関する手引き.....	6
4.1 大阪湾奥部における創出候補海藻種のCO ₂ 吸収係数.....	6
4.1.1 対象とする海藻種.....	6
4.1.2 吸収係数.....	7
4.1.3 参考資料.....	13
4.2 港湾エリアにおける効果的なモニタリング技術検討実証.....	14
4.2.1 各モニタリング手法を用いた現地調査.....	14
4.2.2 モニタリング手法の比較検討.....	54
5. 謝辞.....	75

Jブルークレジット申請に関するデータ取得等の調査

1. 目的

大阪府では、多面的価値・機能が最大源に発揮された「豊かな大阪湾」をめざし、大阪・関西万博等を契機として、大阪湾沿岸をブルーカーボン生態系のコリドー(回廊)でつなぐ「大阪湾MOBAリンク構想」を掲げ、民間企業等と連携して、大阪湾奥部における藻場等の再生・創出に取り組んでいる。

藻場等の再生・創出は、カーボンニュートラルや生物多様性等への貢献意欲を持つ民間事業者等の関心が高まっている。

このため、Jブルークレジット申請にあたって、確実性を担保し、クレジットの認証量を最大限確保することを目的に、大阪湾における海藻種の二酸化炭素(以下「CO₂」という)吸収係数の算出および港湾エリアにおける藻場のモニタリング手法の技術実証(以下、「Jブルークレジット申請に関するデータ取得等の調査」とする)を実施し、「大阪湾におけるJブルークレジット申請に関する手引き」を作成・公表することで、大阪湾において民間事業者等による藻場創出の取組促進等に寄与することを目的とした。

2. 調査実施日

本調査の調査実施日および調査内容の項目を表2.-1に示す。

Jブルークレジット申請に関するデータ取得等の調査は、モニタリング手法の比較を行うため、比較的藻場面積把握作業が比較的しやすいと考えられる海藻類の繁茂時期とした。そのため、ワカメおよびホンダワラ類の繁茂時期にあたる5月上旬と、カジメの繁茂時期にあたる10月中旬に実施した。なお、カジメの炭素量把握のための試料の採取は、比較的大きな株が入手可能な関西空港島内部水面で、6月中旬に行った。

表2.-1 調査実施日および内容(阪南4・6区、関西国際空港島)

	調査実施日		
	2025年5月15日	2025年6月11日	2025年10月17日
調査項目	阪南4・6区 ・一般観測項目等 ・藻場面積の把握 潜水目視観察 水中ドローン観察 ストラクチャースキャン探査 魚群探知機探査 ・炭素量の把握 海藻の採取(ワカメ、ホンダワラ類)	関西国際空港島 ・炭素量の把握 海藻類の採取(カジメ)	阪南4・6区 ・一般観測項目等 ・藻場面積の把握 潜水目視観察 水中ドローン観察 ストラクチャースキャン探査 魚群探知機探査

3. 調査内容

3.1 一般観測項目・天候

調査海域の一般観測項目、天候(気象・海象)については表 3.1-1 の項目を測定した。

現地調査日の前日と当日の天候、気温、風速、波高、潮汐状況、採水地点の水深、試料の臭気、試料の外観および周辺工事等による汚濁負荷源の有無を記録した。天候と潮汐の状況については目視以外に気象庁や海上保安庁海上情報部のホームページを参照した。

表 3.1-1 一般観測・気象の項目および地点数

調査項目	調査海域×地点数	調査方法	備考
天候 気温 風速 波高 潮汐の状況 周辺工事等	1 地点(調査前日、当日)	目視又は気象庁 HP 温度計 風速計 目視 潮汐表 目視	船上観察・測定
気象・海象等	1 地点	現地確認等	船上観察・測定

3.2 藻場面積の把握

3.2.1 モニタリング手法比較のための調査範囲の設定

図 3.2-1 に示す調査範囲において、A~C の 3 地点で潜水土による藻場タイプと繁茂状況の確認を行い、モニタリング手法の比較を行うための比較範囲を決定した。決定した地点で、測線を設定し、潜水土、水中ドローン、ストラクチャースキャン(水中カメラ併用)、魚群探知機の 4 手法で確認し、各作業に要する時間を測定した。なお、作業時間は 1.5 時間程度を見込み、超過する場合には状況により作業を打ち切ることとした。また、選定した地点では図 3.2-2 のように北側に測線 A、100m 南側に測線 B を設定した。



背景：Google Earth より

図 3.2-1 海域の調査地点候補



背景：Google Earth より

図 3.2-2 調査地点での測線の設定

3.2.2 各モニタリング手法の概要について

1) 潜水目視

潜水士による目視観察は、5月調査では、測線 A 上にて、水深 1m 間隔でコドラート法により、海藻の種類と被度を確認して記録し、大型海藻については藻長を記録した。測線 A が終了した後、護岸に沿って遊泳し、測線間の海藻の繁茂状況を確認した。その後測線 B では、ライントランセクト法により水深 1m 間隔で海藻種と被度の記録を行った。10 月調査では、測線 A および測線 B とともにコドラート法およびライントランセクト法により観察を行った。

2) 水中ドローン

水中ドローンによる観察は、CHASING M2 PRO MAX(CHASING 社製：図 3.2-3、表 3.2-1)を用いて、測線上 A 水深 1m 間隔でライントランセクト法により海藻種と被度を確認した。潜水目視と同様に一方の測線が終了した後、護岸に沿って撮影を行い、測線間の海藻種および繁茂状況を確認した。その後もう一方の測線 B も同様の観察を行った。



CHASING M2 PRO MAX 本体

図 3.2-3 使用した水中ドローン

表 3.2-1 水中ドローン(CHASING M2 PRO MAX)の仕様

CHASING M2 PRO MAX 仕様 <small>※価格については取扱店へお問い合わせください。</small>	
■本体	
サイズ	608×294×196mm(フィルライト含まず)
重量	8.0kg
最大深度	200m
推力(loward/float/traverse)	5.7/4.0/3.6kg
最大稼働時間	最大4H
バッテリー容量	300Wh
動作温度	-10℃～45℃
■カメラ	
センサー	1/2.3"CMOS
レンズ	F1.8
フォーカス	0.3m to ∞
ISO レンジ	100 ~ 6400
視野角	152°
最大解像度	1200万画素
フォーマット	JPEG / DNG
ビデオ	UHD: 3840×2160(4K) 30fps FHD: 1920 × 1080(1080p) 30/60/120fps
スローモーションビデオ	720p: 8x (240fps) 1080p: 4x (120fps)
タイムラプス	4K / 1080p
VIDEO STREAM	60M
動画形式	MP4
MicroSD Card	128GB(最大512GB)
■リモートコントローラー	
サイズ	160×155×125(mm)
重量	685g
バッテリー	2500mAh
最大稼働時間	≥6H (作業状況によって異なる)
デバイスとの接続	USB対応/Wi-Fi
映像外部出力	HDMI(1080P)
HANDLE SPRING	Maximum support 10inch
■センサー	
IMU	ジャイロ/加速度計
コンパス	
深度センサー	<±0.25m
温度センサー	<±2℃
■充電器	
電圧/電流	OUT 25.2V/8A
300Wh/バッテリー充電時間	2.5時間
リモートコントローラー充電時間	2時間
■LEDライト	
照度	2 × 4000ルーメン
色温度	5000K ~ 5500K
演色評価数	85
調光	無段階調光

3) ストラクチャスキャン

ストラクチャスキャンを用いた海藻の探査は、HDS-10 (LOWRANCE 社製：図 3.2-4、表 3.2-2)を用いて、調査範囲を網羅できるように調査範囲内を航走して、護岸の状況を記録し、藻場の分布範囲を抽出した。また、ストラクチャスキャンのみでは海藻の種判別ができないため、水中カメラ(360° カメラ：RICOH THETA X)を併用し、護岸上の任意の箇所で海藻の種類や被度を確認した。



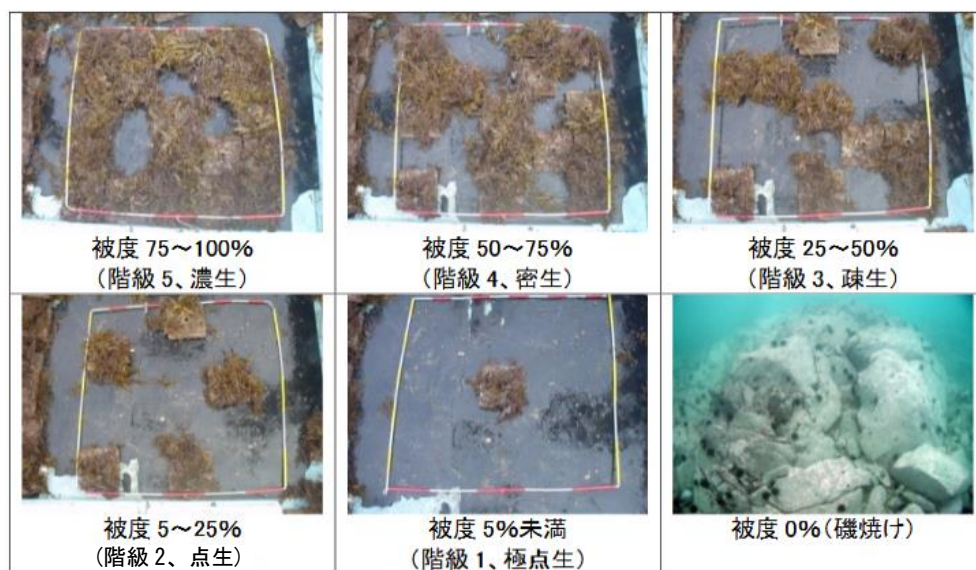
LOWRANCE HDS-10 本体

図 3.2-4 使用したストラクチャスキャン

表 3.2-2 ストラクチャスキャン(LOWRANCE HDS-10)の仕様

ディスプレイ	対角264ミリトランスリフレクティブ液晶
解像度	600×800(合計480,000ピクセル)
バックライト	複数光源によりスクリーンとキーパッドを透過照明
電源	直流12ボルト(10～15ボルトで作動)
ケースサイズ	225×312×94mm
設定メモリー	設定した各種機能や単位を10年間保持
トランスジューサー	83/200khz(スキマー型振動子) 捜査角120度20度切り替え式、水温センサー内臓
出力	250W(RMS32W)
最大到達深度	約1,500m

なお、1)～3)の各手法において観察した被度は、図 3.2-5 に基づき記録した。



水産庁(2021年3月)第3版磯焼け対策ガイドラインより

図 3.2-5 海藻の被度階級

4) 魚群探知機

魚群探知機を用いた海藻の探査は、魚群探知機 FCV-600 と送受波器 520-5PSD(いずれも古野電気株式会社製：図 3.2-6、表 3.2-3)を使用し、測線上と調査範囲内を護岸に沿って航行しながら音響データを取得した。また、任意の地点で水中カメラ GoPro HERO13(GoPro 社製)を垂下し、海藻類の種類を確認した。なお、本項目による調査の実施やとりまとめにあたっては、古野電気株式会社様にご協力いただいた。



FCV-600 本体

表 3.2-3 魚群探知機(FCV-600)、送受波器(520-5PSD)の仕様

FCV-600	ディスプレイ	5.7" VGA縦型IPS
	解像度	640×480
	送信回数	20～3000回/分
	電源	直流12-24V
	消費電力	14.4W以下
	本体サイズ	210×198×120mm
520-5PSD	重量	1.3kg
	出力	600W
	周波数	50/200 kHz(2周波)

図 3.2-6 使用した魚群探知機

3.3 海藻類の採取と分析

CO₂吸収係数を算出する上で、海藻類の含水比と炭素量を把握するため、大型海藻の代表種ワカメを3株、アカモク(シダモク)を1株、タマハハキモクを1株、カジメを3株採取した。なお、カジメは阪南4・6区の海域では確認できなかったため、関西空港島周辺海域から採取した。

採取した海藻を持ち帰り、藻長、湿重量の計測と、乾燥後に乾重量を計測した後、一部は炭素量の分析試験を実施した。炭素はCHNコーダ法で分析した。

4. 大阪湾におけるJ-ブルークレジット申請に関する手引き

4.1 大阪湾奥部における創出候補海藻種のCO₂吸収係数

4.1.1 対象とする海藻種

大阪湾奥部における創出候補海藻種のCO₂吸収係数については、大阪湾奥部に繁茂する可能性のある大型海藻として、ワカメ、タマハハキモク、シダモク、カジメを対象とした(図4.1-1)。なお、小型海藻類については、別途分析した咲洲西護岸で採取した小型海藻類の結果を参考として示す。



図 4.1-1 対象とした海藻

4.1.2 吸収係数

CO₂吸収量の算出には、ジャパンプルーエコノミー技術研究組合(2025)のJブルークレジット®認証申請の手引き(Ver. 2.5)(以下「認証申請の手引き」とする)に式1と式2の二通りの式が示されている。

式1 ブルーカーボン量=対象生態系の分布面積×単位面積当たりの吸収量

式2 ブルーカーボン量=対象生態系の面積×単位面積当たりの湿重量・単位面積当たりのクロロフィルa量×ブルーカーボン残存係数

CO₂吸収量の算出にあたって、確実性が高められる式2について、吸収係数を整理した。

式2の右辺の詳細は次のとおりとなり、対象生態系の面積以外の項目が吸収係数に該当する。

式2 ブルーカーボン量=対象生態系の面積×吸収係数

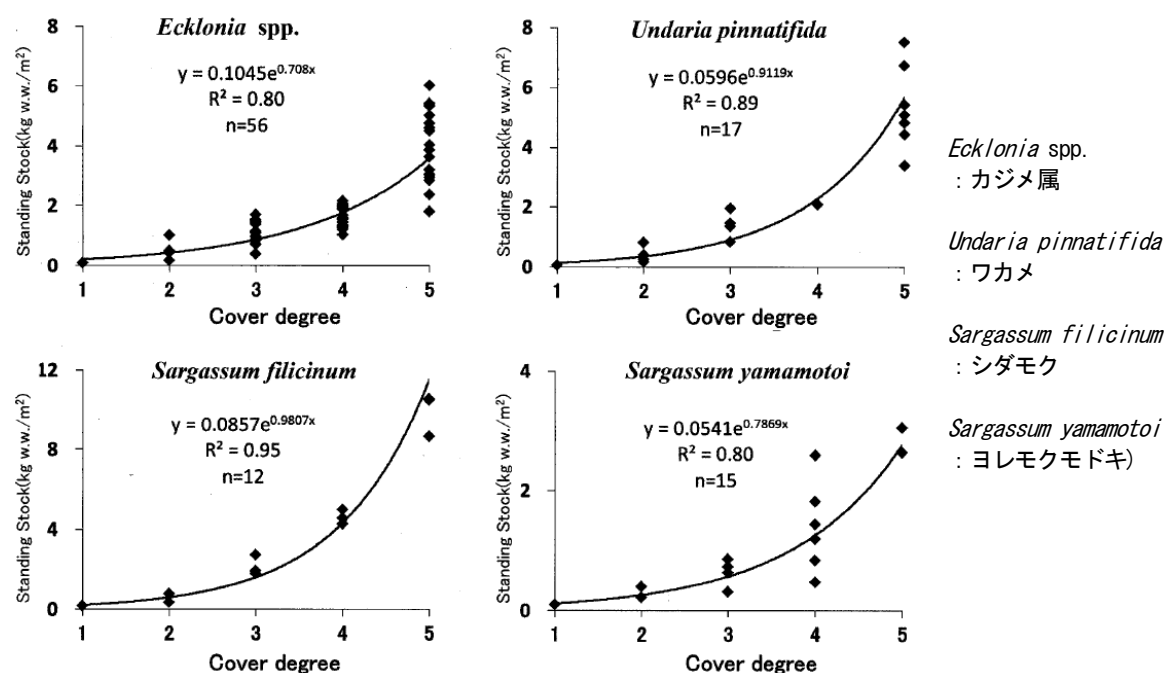
吸収係数=単位面積当たりの湿重量×(1-含水比)×P/B比*×炭素含有率
×44/12×(残存係数①+残存係数②)×生態系全体への変換係数

※ここでは、アンダーラインが現地調査の結果を、太字が文献を記載した
※P/B比(Production/Biomass比):現存量当たりの一次生産量

1) 単位面積あたりの湿重量

単位面積あたりの湿重量は、調査海域において、枠取り採取を行い、出現する海藻類の湿重量を測定する必要がある。ただし、海藻類が採取出来ない場合には、大阪湾等での既往知見の値を用いることになる。参考として、大阪湾での地域性を踏まえた資料として、関西国際空港島での海藻の被度階級と湿重量の関係を図4.1-2に示す。

例えば、ワカメ(*Undaria pinnatifida*)の被度階級が3だとすると、文献中の式より $0.0596 \times e^{(0.9119 \times 3)} = 0.0596 \times \exp(0.9119 \times 3) = 0.92 \text{ kg/m}^2$ となる(アンダーラインはMicrosoft Excel等での数式を示す)。



米田ら(2014)より

図 4.1-2 関西国際空港島護岸で採取された海藻の被度階級と湿重量の関係

また、咲洲西護岸で行った枠取結果を参考として図 4. 1-3 に示す。

これらの結果を文献値として引用する場合は、調査時期や地域性を踏まえて扱う必要がある。ただし、試料を採取し、分析することでより確実性は高まる。

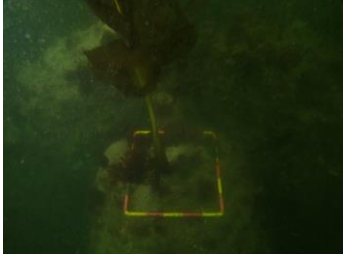

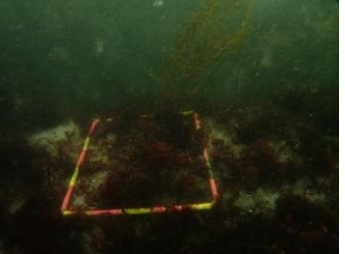
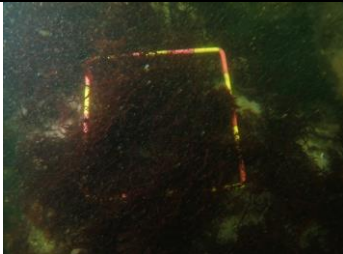



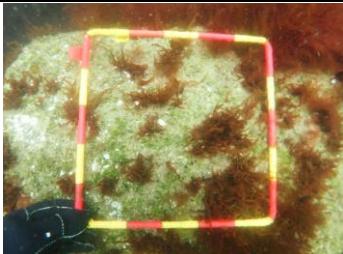
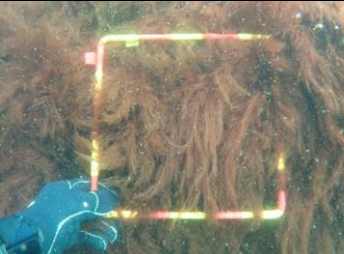
2025 年 5 月	 ワカメ 被度 20% (被度階級 2) 1,742.4g/m ²	 ワカメ 被度 50% (被度階級 4) 4,200g/m ²	 タマハキモク 被度 10% (被度階級 2) 848.3g/m ²	
	 ムカデノリ 被度 80% (被度階級 5) 1,949.4g/m ²	/		/
2026 年 3 月	 ワカメ 被度 40% (被度階級 3) 2,491.5g/m ²	 ワカメ 被度 60% (被度階級 4) 4,027.4g/m ²	 ワカメ 被度 80% (被度階級 5) 5,726.9g/m ²	
	 ムカデノリ 被度 25% (被度階級 2) 394.9g/m ²	 ショウジョウケノリ 被度 100% (被度階級 5) 2,540.3g/m ²	/	

図 4. 1-3 咲洲西護岸で採取したワカメ等の枠取結果

2) 含水比

含水比の計測は、2025年5月に阪南4・6区で採取したワカメ3株、アカモク1株、タマハハキモク1株、また、2025年6月に関西国際空港島で採取したカジメ3株で行った。表4.1-1(1)～(2)に計測結果と含水比を示す。参考として、表4.1-1(1)には咲洲西護岸で同時期に採取結果を併記し、また、表4.1-1(3)には2025年3月に咲洲西護岸で採取したワカメおよび小型海藻類の結果を示す。なお、ワカメは、3月では5月の同程度の藻長の株に対しても湿重量が小さく、伸長途上であることがうかがえられる。

これらの含水比を文献値として引用する場合は、調査時期や地域性を踏まえて扱う必要がある。ただし、試料を採取し、分析することでより確実性は高まる。

表4.1-1(1) 対象とした海藻の計測結果と含水率(2025年5月採取)

種名	藻長(cm)	湿重量(g)	乾重量(g)	含水比	含水比の平均
ワカメ	111	327.7	33.42	0.898	0.895
	74	211.4	22.50	0.894	
	83	241.7	26.03	0.892	
	100	185.1	—		
	84	184.8	—		
	66	227.7	—		
	63	157.1	—		
アカモク	183, 197	923.6	82.54	0.911	
タマハハキモク	350, 360	833.5	124.06	0.851	
ワカメ(★)	189	322.1	31.87	0.901	0.901
	198	746.1	81.85	0.890	
	171	422.8	37.29	0.912	
タマハハキモク(★)	179	51.2	5.46	0.893	
小型海藻類(ムカデノリ)(★)	—	121.84	14.02	0.885	

※アカモク、タマハハキモクの藻長は基部から2本の藻体が生長していたため、それぞれを計測した。

★は別途、咲洲西護岸で採取した結果を示す。

表4.1-1(2) 対象とした海藻の計測結果と含水率(2025年6月採取)

種名	藻長(cm)	湿重量(g)	乾重量(g)	含水比	含水比の平均
カジメ	51	79.87	10.73	0.866	0.858
	55	72.64	10.61	0.854	
	34	53.65	7.87	0.853	

表4.1-1(3) 対象とした海藻の計測結果と含水率(2025年3月採取)

種名	藻長(cm)	湿重量(g)	乾重量(g)	含水比	含水比の平均
ワカメ(★)	106	26.76	1.93	0.928	0.925
	100	24.17	1.79	0.926	
	110	28.82	2.25	0.922	
小型海藻類(ムカデノリ)(★)	—	10.57	1.56	0.852	
小型海藻類(ショウジョウケノリ)(★)	—	47.11	4.68	0.901	
小型海藻類(フダラク)(★)	—	4.64	0.56	0.879	

※★は別途、咲洲西護岸で採取した結果を示す。

3) P/B 比

P/B 比は、関西国際空港島で行われた金子・米田(2010)の報告が参考となる(表 4.1-2)。なお、生活型に対応した海藻の種類は米田ら(2007)が参考となる(表 4.1-3)。

金子・米田(2010)の P/B 比は、ウニ類(バフンウニ、ムラサキウニ)の密度を調整した実験(米田ら, 2008)に基づくものであり、ウニ類の分布状況に照らし合わせて該当する実験区の P/B 比を選択する必要がある。例えば、本調査(咲洲西護岸における調査)ではウニ類がみられていないことから、ウニ類を除去した除去区の値を用いることとしている。

また、本調査で出現したホンダワラ類のタマハハキモクは多年生ではあるが、咲洲西護岸では 11 月調査時に確認できていなかったことから、2025 年春にタネから発芽・成長した可能性もあるものの、タマハハキモクが夏季には付着器を残して茎葉部が枯死し、冬から再び成長する生活史となっており(島袋, 2017)、本調査においてはワカメと同様に大型一年生の値を用いることとしている。なお、関西国際空港島では大型多年藻としてはカジメとヨレモクモドキが多く出現しており(ジャパンエコノミー技術研究組合, 2022)、ヨレモクモドキもタマハハキモクと同様に夏季には付着器を残して茎葉部が枯死する生活史を有しており(島袋, 2017)、関西国際空港の事例においてもヨレモクモドキの P/B 比には大型一年生の値が使われている(ジャパンエコノミー技術研究組合, 2022)。

なお、P/B 比を調査で分析し、算出することもできるが、多大な労力を必要とすることから、文献から引用することが想定されるが、文献からの引用については、地域性を踏まえて扱う必要がある。

表 4.1-2 関西国際空港島の護岸域に繁茂する海藻の生活型毎の P/B 比(3 年間の平均)

実験区	海藻の生活型			
	小型多年生	大型多年生	小型一年生	大型一年生
除去区	1.1	0.8	1.3	1.3
対照区	2.0	1.1	1.3	2.4
高密度区	5.1	0.8	1.5	2.7

金子・米田(2010)より

表 4.1-3 関西国際空港島の護岸域に繁茂する海藻の生活型

生活型	小型多年生	大型多年生	小型一年生	大型一年生
種	マクサ (テングサ属) カイノリ (スギノリ属) シキンノリ (スギノリ属) スギノリ (スギノリ属) オオバツノマタ (ツノマタ属) ツノマタ (ツノマタ属) イワノカワ科 オキツノリ (オキツノリ属) カバノリ (オゴノリ属) オゴノリ属 コザネモ (コザネモ属) イギス科	クロメ (カジメ属) カジメ (カジメ属) タマハハキモク (ホンダワラ属)	アオノリ属 アオサ属 シオグサ属 ミル属 ハネモ属 シオミドロ科 ヤハズグサ属 フクリンアミジ (アミジグサ属) ウミウチワ (ウミウチワ属) コモングサ (コモングサ属) フクロノリ (フクロノリ属) オバクサ (オバクサ属) ススカケベニ (ススカケベニ属) ムカデノリ (ムカデノリ属) フダラク (ムカデノリ属) ヒラキントキ属 イバラノリ属 ベニスナゴ (ベニスナゴ属) タオヤギソウ (タオヤギソウ属) マサゴシバリ (マサゴシバリ属) ハイウスバノリ属	ワカメ (ワカメ属) シダモク (ホンダワラ属) アカモク (ホンダワラ属)

米田ら(2007)を改変、和名は米田ら(2007)記載の学名に基づく

4) 炭素含有率

対象とした4種の炭素含有率の分析結果を表4.1-4に示す。

なお、これらの含水比を文献値として引用する場合は、調査時期や地域性を踏まえて扱う必要がある。ただし、試料を採取し、分析することでより確実性は高まる。

表 4.1-4 対象とした海藻の炭素含有率

採取時期	採取場所	種名	炭素含有率 (%)	炭素含有率の平均 (%)
2025年3月	咲洲西護岸	ワカメ	22.2	22.8
			23.2	
			23.0	
		小型海藻(ムカデノリ)	30.1	—
		小型海藻(ショウジョウケノリ)	29.7	—
小型海藻(フダラク)	29.4	—		
2025年5月	咲洲西護岸	ワカメ	27.4	27.9
			27.1	
			29.3	
		タマハハキモク	37.1	—
		小型海藻(ムカデノリ)	29.9	—
阪南4・6区	アカモク	30.7	—	
2025年6月	関西国際空港島	カジメ	28.7	31.4
			30.5	
			35.0	

5) 残存係数

残存係数は、「認証申請の手引き」に示された値(表 4.1-5~6)が参考となる。

残存係数①は、対象が海藻藻場である場合、0.0493 となる。

残存係数②は、対象とする藻場のタイプに応じて、例えば、ワカメ場だと 0.0279 となる。

表 4.1-5 調査・研究による残存係数①

式	生態系	残存係数①	出典
式2	海草藻場	0.1620	1
	海藻藻場	0.0493	2
	養殖藻場	0.0472	3

※算定式は p.37 参照

出典 1：浅海生態系における年間二酸化炭素吸収量の全国推計 (表 3-8 No.2)

出典 2：Filbee-Dexter, Karen, et al, 2024, Carbon export from seaweed forests to deep ocean sinks

出典 3：Krause-Jensen & Duarte, 2016, Substantial role of macroalgae in marine carbon sequestration, Nature Geoscience

ジャパンプルーエコノミー技術研究組合(2025)より

表 4.1-6 調査・研究による残存係数②

式	生態系	藻場タイプ	残存係数②	
式2	海草藻場	アマモ場 (アマモ型)	0.0181	
		海藻藻場	ガラモ場 (ホンダワラ型)	0.0499
			コンブ場 (コンブ型)	0.0285
			アラメ場 (アラメ・カジメ型)	0.0528
			ワカメ場 (ワカメ・小型褐藻類型)	0.0279
			テングサ場 (紅藻型)	0.0484
			サンゴモ型	0.0484
			緑藻型	0.0699
		養殖藻場	コンブ	0.0285
			ワカメ・モズク	0.0279
			スサビノリ	0.0206
			ヒトエグサ	0.0699
			ガラモ (ホンダワラ型)	0.0499

※算定式は p.37 参照

出典：港湾空港技術研究所 未発表資料

ジャパンプルーエコノミー技術研究組合(2025)より

6) 生態系全体への変換係数

生態系全体への変換係数は、「認証申請の手引き」に示された値(表 4.1-7)が参考となる。対象とする生態系に応じて生態系全体への変換係数が決まる。例えば海藻藻場である場合、1.50 となる。

表 4.1-7 調査・研究による生態系全体への変換係数

式	生態系	生態系全体への変換係数
式2	海草藻場	2.12
	海藻藻場	1.50
式2-1、式2-2	養殖藻場	1.00

出典：浅海生態系における年間二酸化炭素吸収量の全国推計(表 3-8 No.2)

※養殖藻場については、科学的根拠が無いため、「1」とした。

ジャパンプルーエコノミー技術研究組合(2025)より

※「確実性」はジャパンプルーエコノミー技術研究組合に申請後、様々な視点での審査を経て決定されるものであり、本手引きは高い確実性を保証するものではありません。

4.1.3 参考資料

ジャパンプルーエコノミー技術研究組合(2025)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. pp. 59.

金子健司・米田佳弘(2010)混生群落の海藻の生産力推定方法. 藻場を見守り育てる知恵と技術, 129-136, 成山堂.

米田佳弘・藤田種美・中原紘之・金子健司・豊原哲彦(2008)大阪湾の人工護岸域における高密度に生息するウニ類の摂食による海藻群落の生産量の増大. 日本水産学会誌, 74(1), 45-54.

米田佳弘・藤田種美・中原紘之・豊原哲彦・金子健司(2007)大阪湾の人工護岸域に形成された海藻群落の維持に及ぼすウニ類の影響—ウニ類の密度操作による海藻群落の変化—. 日本水産学会誌, 73(6), 1031-1041.

米田佳弘・吉田司・芝修一・松井光市・金子健司・鈴木輝明・高培昭洋(2014)大阪湾の傾斜護岸帯における藻場の現存量とその変動要因—関西国際空港護岸における事例—. 水産工学, 151-162.

4.2 港湾エリアにおける効果的なモニタリング技術検討実証

4.2.1 各モニタリング手法を用いた現地調査

各モニタリング手法を用いた現地調査については、モニタリング手法の比較を行うため、藻場面積の把握作業が比較的容易と考えられる海藻類の繁茂時期とした。そのため、ワカメおよびホンダワラ類の繁茂時期にあたる2025年5月と、カジメの繁茂時期にあたる10月に実施した。

1) 各モニタリング手法の結果(5月調査)

(1) 気象

春季調査期間の2025年5月中の気象の推移を示す(図4.2-1)。

降水量は、最大が5月24日の50.5(mm/日)、平均は5.79(mm/日)となり、調査日の3~6日前に1~16.5(mm/日)の連続した降水量があった。

日平均気温は、最高日平均気温が23.4℃、最低日平均気温が16.0℃で、その平均は19.2℃であった。

最大風速は、最高で10.9m/s、最低で2.2m/s、平均で5.0m/sであった。なお、風向は北~西(北、北北西、北西、西北西、西)が15日と最も多く、次いで南~西(西、西南西、南西、南南西、南)が13日と多く、比較的護岸の西側からとなる風向が多かった。

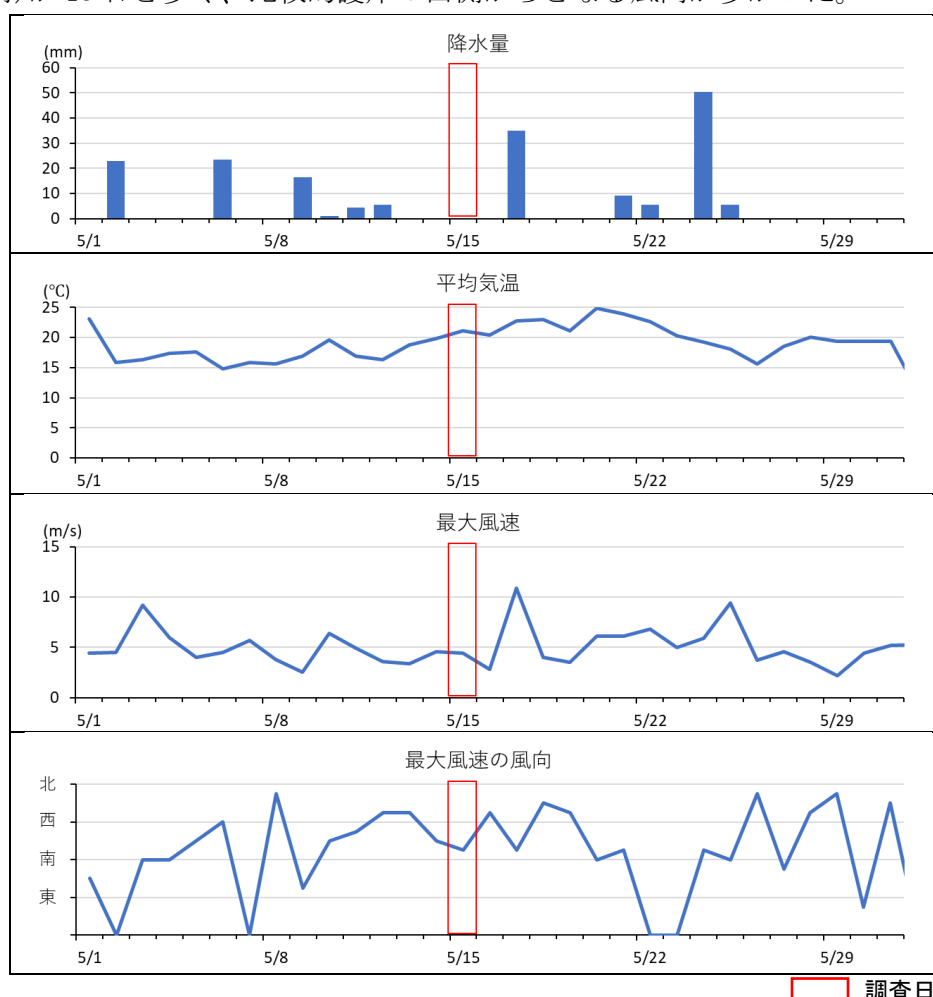


図 4.2-1 気象庁(熊取)の日平均気温、降水量、最大風速・風向(2025年5月)

(2) 調査日の潮位

調査実施日である 2025 年 5 月 15 日の岸和田の潮位を示す(図 4.2-2)。

調査日は中潮にあたり、調査実施中は下げ潮で 14 時半頃に干潮であった。

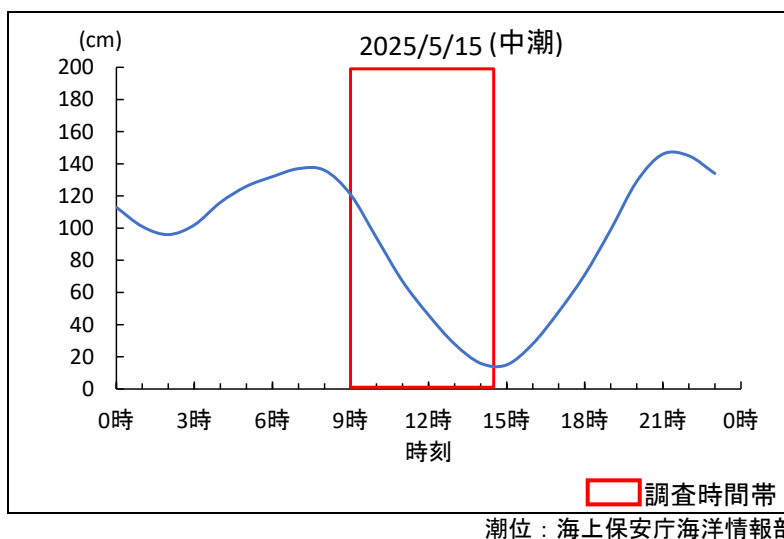


図 4.2-2 調査日の潮位(岸和田、2025 年 5 月)

(3) 一般測定項目

調査実施日(5 月 15 日)の現地計測結果を表 4.2-1 に示す。

調査日の天候は雲量 6 の曇で、気温は 22.9℃であった。風向はおおむね南で、風速は 3.8m/s、波高は 0.3m 程度であった。水色は 10GY 3/4(暗緑色)、透明度は 4.1m であった。

表 4.2-1 現地計測結果(2025 年 5 月)

天候	曇
雲量	6
気温(℃)	22.9
風向	南
風速(m/s)	3.8
波高(m)	0.3
水色	10GY 3/4
透明度(m)	4.1

(4) 水質(現地計測：参考)

モニタリング調査を行った護岸部の沖側の地点で多項目水質計を用いて計測した結果を図4.2-3、表4.2-2に示す。

水温は 14.9～19.4℃、塩分は 30.0～32.4 の範囲にあった。クロロフィル蛍光度は 1.0～9.2、濁度は 0.3～2.1 であった。相対光量は水深 3m で 19%と、20%を下回った。

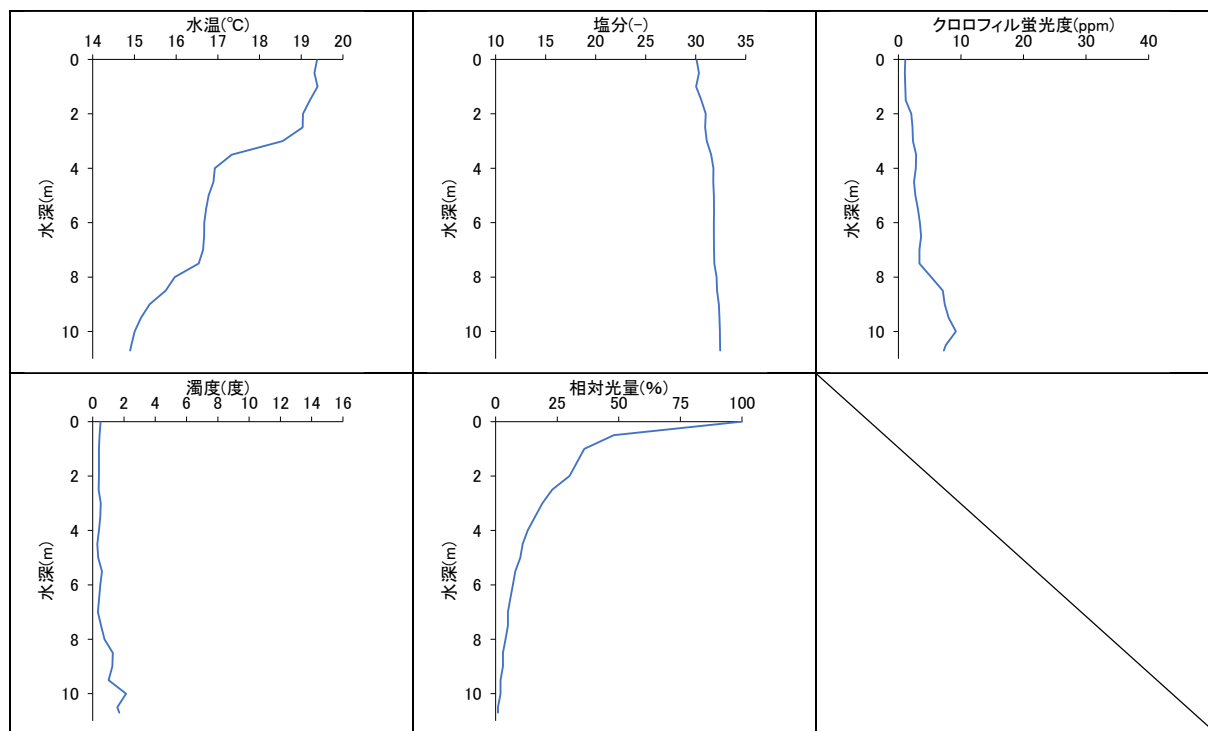


図 4.2-3 水質計測結果(モニタリング調査地点沖、2025 年 5 月)

表 4.2-2 水質計測結果(モニタリング調査地点沖、2025 年 5 月)

水深(m)	水温(℃)	塩分(-)	クロロフィル蛍光度(ppm)	濁度(度)	光量子($\mu\text{mol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$)	相対光量(%)
0	19.38	30.08	1.11	0.50	2499.632	100
0.5	19.31	30.32	1.02	0.44	1195.738	48
1	19.39	30.03	1.09	0.39	908.564	36
1.5	19.21	30.56	1.16	0.39	814.180	33
2	19.04	30.99	2.05	0.39	749.146	30
2.5	19.04	30.94	2.24	0.38	587.315	23
3	18.55	31.10	2.33	0.51	468.606	19
3.5	17.34	31.54	2.84	0.48	399.752	16
4	16.93	31.77	2.78	0.39	335.020	13
4.5	16.89	31.75	2.49	0.29	284.862	11
5	16.78	31.81	2.71	0.35	250.385	10
5.5	16.72	31.82	3.12	0.59	207.767	8
6	16.68	31.82	3.43	0.48	178.717	7
6.5	16.67	31.81	3.63	0.41	154.594	6
7	16.65	31.82	3.36	0.33	131.575	5
7.5	16.54	31.85	3.37	0.53	113.282	5
8	15.97	32.08	5.24	0.76	98.003	4
8.5	15.75	32.13	7.09	1.29	84.333	3
9	15.36	32.32	7.42	1.26	67.346	3
9.5	15.16	32.37	8.04	1.01	54.580	2
10	15.01	32.41	9.19	2.13	41.111	2
10.5	14.93	32.44	7.57	1.53	31.763	1
10.7	14.90	32.44	7.27	1.69	28.748	1

(5) 観察

(5)-1 モニタリング調査比較実施範囲

5月の阪南4・6区のモニタリング調査候補地点と、護岸上の海藻の繁茂状況について、図4.2-4、図4.2-5に示す。

調査を行ったA～Cの3地点ともおおむね同様の海藻種および被度が確認できたため、防波堤付近で比較的波浪が穏やかな地点Aでモニタリング比較実証を行うこととした。



背景：Google Earth より

図 4.2-4 阪南4・6区の調査地点候補














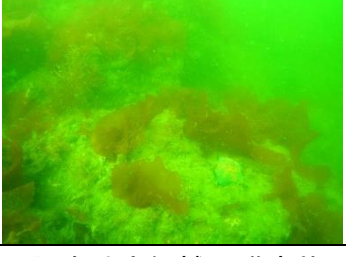
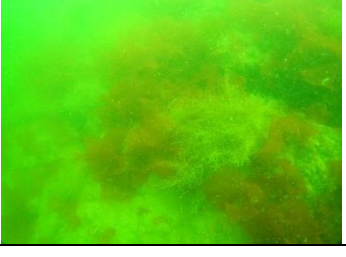
水深	候補 A	候補 B	候補 C
0m			
2m			
4m			
6m			
8m			

図 4.2-5 阪南 4・6 区の調査地点候補の護岸状況 (2025 年 5 月)

設定した測点を図 4.2-6 および表 4.2-3 に示す。護岸直近で 2 点を定め、そこから護岸法尻まで測線を設定した。なお、2 測線の間隔は約 100m とした。



背景：Google Earth より

図 4.2-6 測線の位置

表 4.2-3 2 測線の始点の座標

地点	北緯	東経
測線 A 始点	34° 27′ 46.04″	135° 20′ 15.42″
測線 B 始点	34° 27′ 42.94″	135° 20′ 13.11″

潜水士により確認した地点 A 周辺の護岸形状を図 4.2-7-1 に示す。

消波ブロックが海水面から露出した箇所から、沖方向 10m までが消波ブロック、そこから小段部が 3.5m あり、そこからさらに沖側 11.5m に捨石の法尻が確認された。

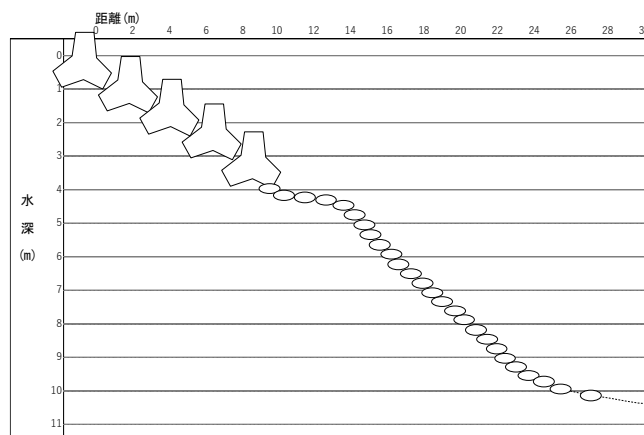


図 4.2-7-1 阪南 4・6 区の護岸形状 (潜水士による確認)

(5)-2 各モニタリング手法の観察結果

①潜水目視手法1(コドラート法)

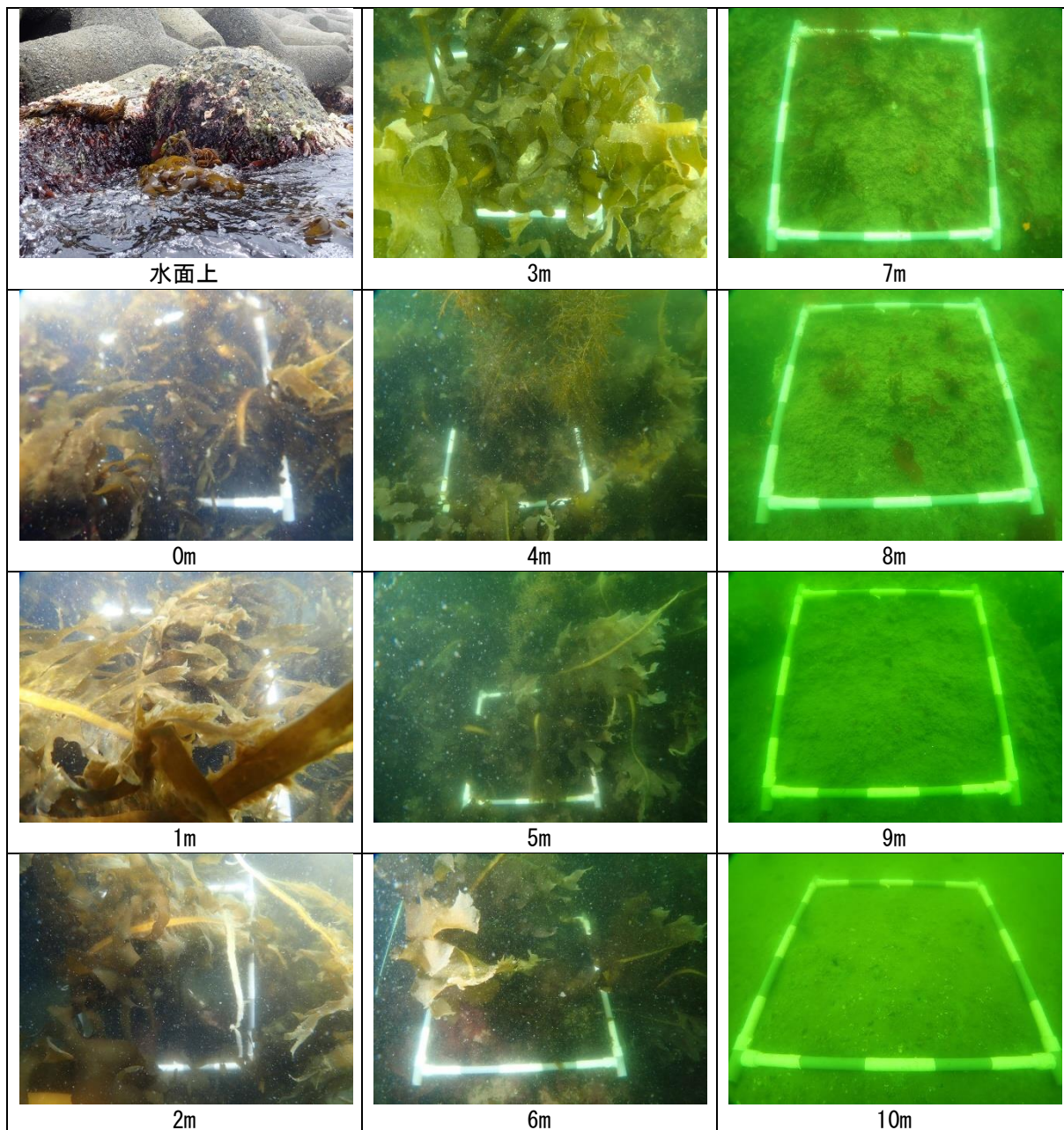
「潜水目視手法1」は、測線A上で水深0～10mで水深1m毎に50cm×50cmの枠を計10枠設定し、被度(%)と出現種の観察を行った。被度を算出した際の水深毎の観察状況を図4.2-7-2に示す。なお、測線間については、護岸に沿って遊泳して分布状況を把握したが、大きく海藻分布が異なる箇所は確認されなかった。

出現種については、種ごとの観察を行うと時間を必要とすることから、「認証申請の手引き」に示されている藻場タイプに適用できるように、阪南4・6区で出現する可能性のある海藻として、大型海藻のワカメ、ホンダワラ類、カジメは種ごとに記録し、小型海藻はテングサ場を形成するテングサ類、その他として、ノリ類、サンゴモ類、緑藻類、褐藻類、紅藻類に区分して記録した。観察結果を表4.2-4に示す。

大型海藻は、ワカメとアカモクが確認できた(図4.2-8)。ワカメが水深0～6mの範囲で被度40～90%、アカモクが水深4～5mの範囲で、被度5～20%で分布した。ワカメは平均藻長60～150cm、アカモクは平均藻長80～150cmであった。なお、小段部の測線の周辺にはタマハハキモクも観察できた(図4.2-9)。

小型海藻は、緑藻類が水深0～2mの範囲で被度5%未満、褐藻類は水深0～8mの範囲で被度5%未満～30%、紅藻類が水深0～9mの範囲で5%未満～30%、サンゴモ類が水深0～2mの範囲で5%未満～20%で、ノリ類、テングサ類は確できなかった。

なお、小型海藻の褐藻類はアミジグサ、ヤハズグサ、紅藻類はススカケベニ、タオヤギソウ、ヒラムカデ、フダラクが主に確認できた(図4.2-10)。



※各図の下の数値は水深を示す。

図 4.2-7-2 観察状況(測線 A、2025 年 5 月)

表 4.2-4 潜水目視手法 1 の観察結果(測線 A、2025 年 5 月)

水深(D. L. m)		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ワカメ	被度(%)	80	90	80	80	30	70	40				
	平均藻長(cm)	120	150	100	100	60	60	60				
アカモク	被度(%)					20	5					
	平均藻長(cm)					150	80					
緑藻類		+	+	+								
褐藻類		+	10	10	20	30	20	20	10	+		
紅藻類		30	10	10	5	20	5	10	5	5	+	
ノリ類												
サンゴモ類		20	10	+								
テングサ類												

※表中のワカメ・アカモク以外の数値等は被度を示す。被度の単位は「%」、+は5%未満を示す
 ※空欄は出現なし

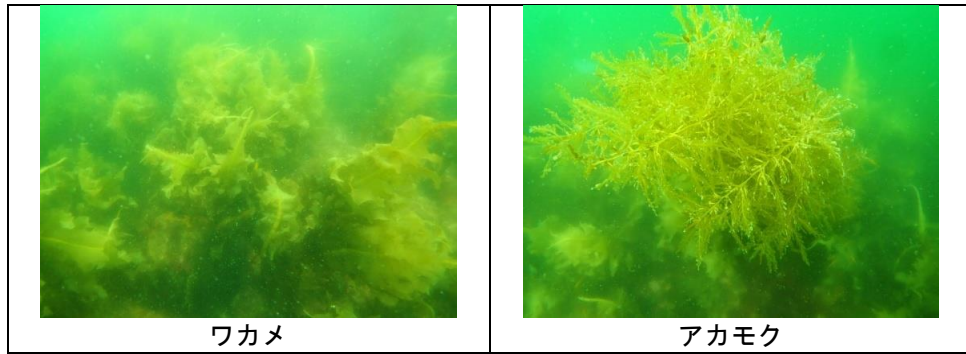


図 4.2-8 大型海藻(測線 A、2025 年 5 月)



図 4.2-9 大型海藻(測線 A 周辺、2025 年 5 月)

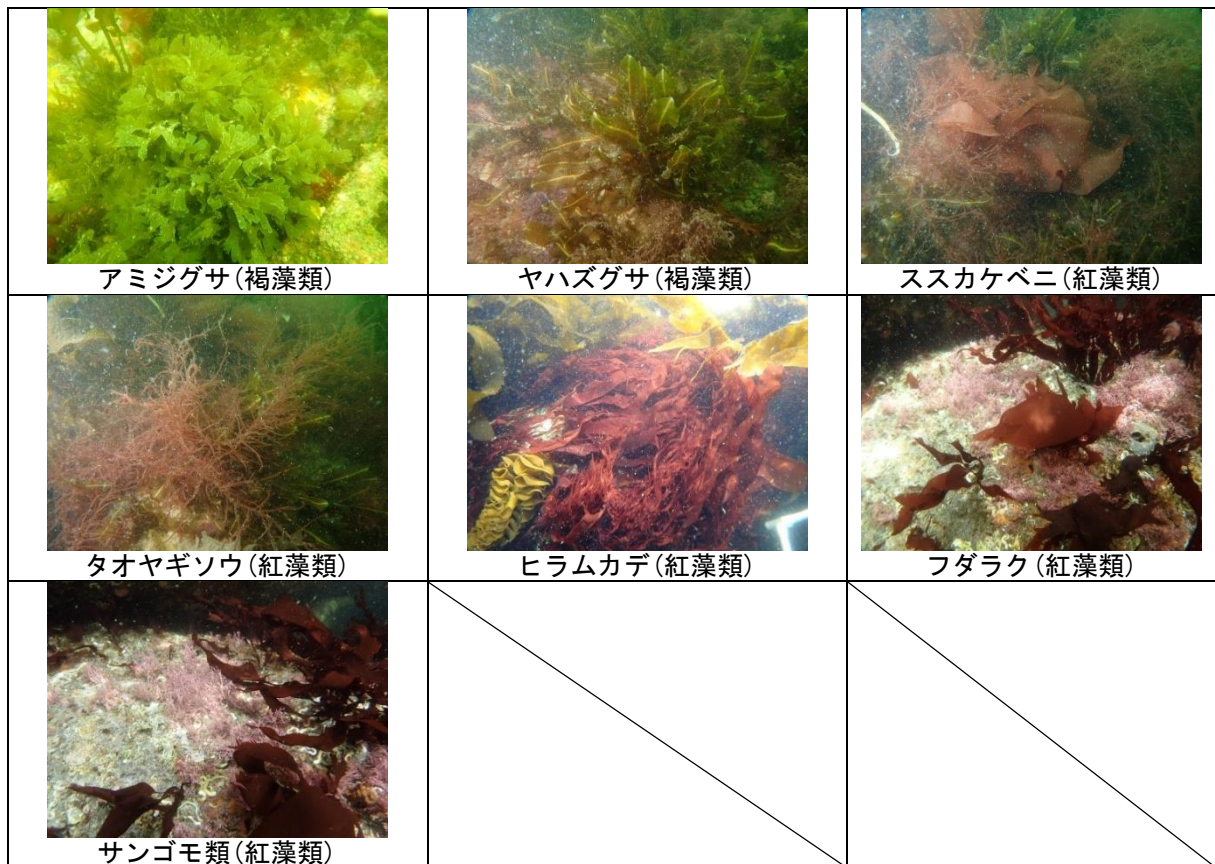


図 4.2-10 小型海藻類(測線 A、2025 年 5 月)

②潜水目視手法2(ライントランセクト法)

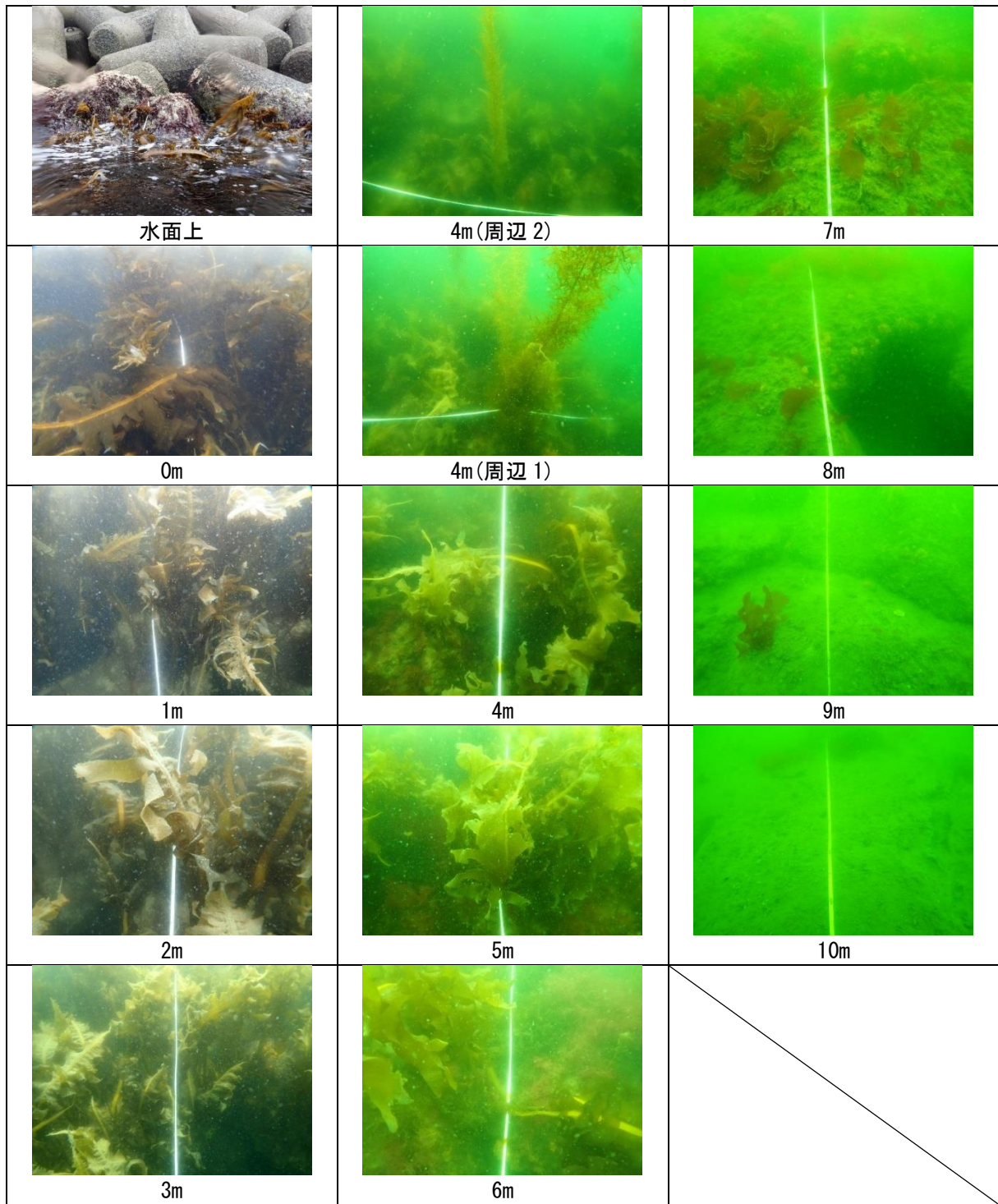
「潜水目視手法2」は、測線B上を潜水士が遊泳し、水深区間毎に出現種と被度階級を記録した。被度は、被度階級で記録した。被度を算出した際の水深帯毎の観察状況を図4.2-11に示す。なお、測線間については、護岸に沿って遊泳して分布状況を把握したが、大きく海藻分布が異なる箇所は確認されなかった。

出現種については、水深帯別で確認できた種を記録した。観察結果を表4.2-5に示す。

大型海藻は、ワカメ、アカモク、タマハハキモクが確認できた(図4.2-12)。ワカメは水深0~8mまでの範囲で被度階級が1~5、アカモクは水深3~5mの範囲で被度が1~2、タマハハキモクは水深3~4mの範囲で被度階級1が確認できた。

小型海藻は、褐藻類のアミジグサ、ヤハズグサ、フクロノリ、ケウルシグサ、紅藻類のススカケベニ、ムカデノリ、サンゴモ類のピリヒバ、カニノテ属など17種類(図4.2-13)が水深0~11mにおいて被度階級1~2程度で確認できた。

2 測線の間には測線上と同程度のワカメとホンダワラ類(アカモク、タマハハキモク)の繁茂が確認できた(図4.2-14)。



※各図の下の数値は水深を示す。

図 4.2-11 観察状況(測線 B、2025 年 5 月)

表 4.2-5 潜水目視手法 2 の観察結果 (測線 B、2025 年 5 月)

水深区間 (m)	0~1	1~2	2~3	3~4	4	4~5	5~6	6~7	7~8	8~9	9~10	10~11
ワカメ	4	5	5	5	3	5	4	1	1			
アカモク				1	2	1						
タマハハキモク				1	1							
アオサ属	1	1										
アオサ属(アオノリ類)	1											
ツノマタ	1											
ヒラムカデ	2											
ムカデノリ	1	1	1									
オキツノリ	1											
フダラク	1											
フクロノリ	1	1	1	1	1							
アミジグサ	1	1	1	1	1	1	1	1				
ピリヒバ	2	1	1									
カニノテ属	1	1	1									
ケウルシグサ					1	1	1	1	1			
ヤハズグサ			1	1	1	1	2	2	2	1		
カバノリ				1	1	1	2	2	2	2	2	1
タオヤギソウ					1	1	1	2	2	1	1	
ススカケベニ				1	1	2	2	2	2	2	2	1
イギス科	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

※表中の数値は被度階級を示す。

被度階級「1: 5%未満、2: 5~24%、3: 25~49%、4: 50~74%、5: 75%以上」



図 4.2-12 大型海藻 (測線 B、2025 年 5 月)

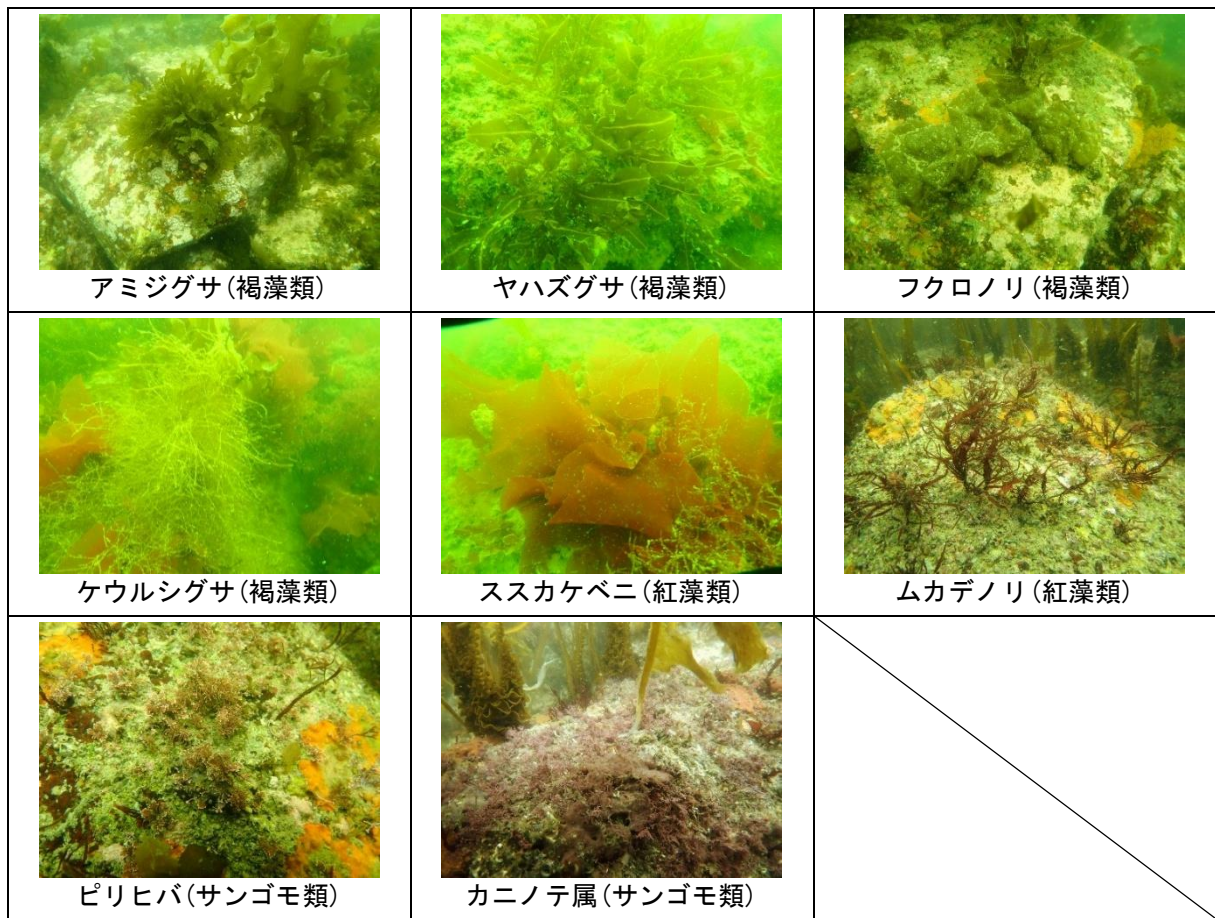


図 4.2-13 小型海藻類(測線 B、2025 年 5 月)

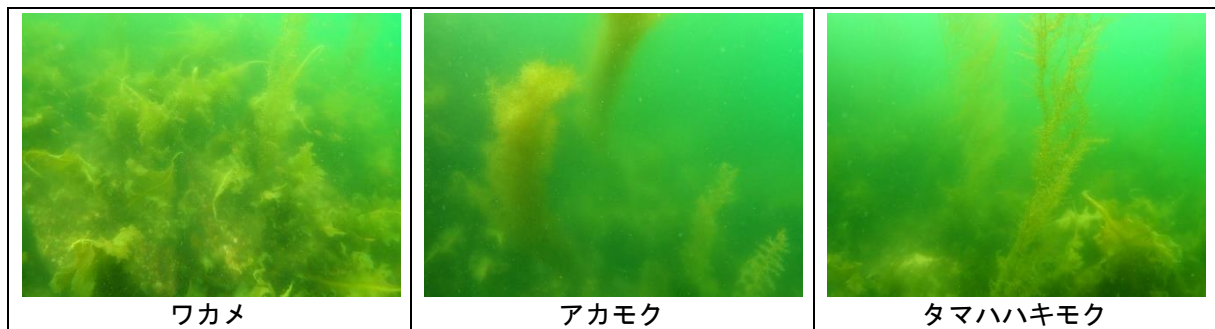


図 4.2-14 測線間の状況(2025 年 5 月)

③水中ドローン

「水中ドローン」による観察は、測線 A と測線 B の測線上を護岸法尻から法面に沿い水面まで撮影し、記録映像から水深毎に出現種と被度(%)を出した。被度を算出した際の水深毎の観察状況を図 4.2-15(1)～(2)に示す。また、測線間については護岸に沿って分布状況を把握した。

出現種については記録映像から確認できた種を可能な限り記録した。表 4.2-6(1)～(2)に観察結果を示す。また、確認した海藻を図 4.2-16～17 に示す。

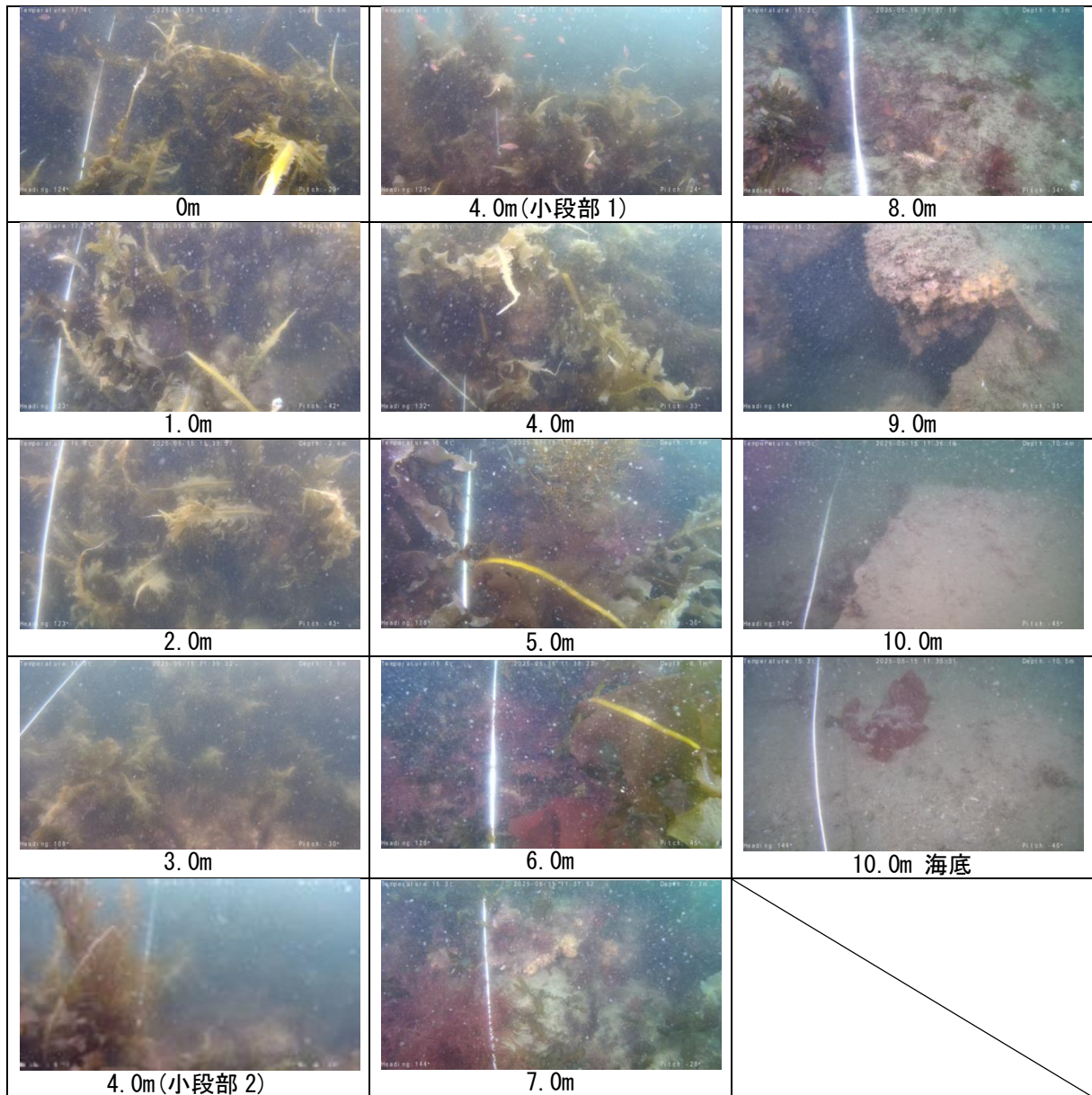
測線 A では、大型海藻は、ワカメ、アカモク(シダモクと区別は不可)が確認できた。ワカメは水深 0～7m までの範囲で、被度は 10～90%、アカモクは水深 4m～小段部周辺の範囲で、被度は 5～20%で確認できた。

小型海藻は、褐藻類のアミジグサ、ヤハズグサ、紅藻類のカバノリ、ススカケベニ、ムカデノリ、タオヤギソウ、シキンノリが確認できた。ヤハズグサは水深 6～8m の範囲で被度 5～40%、アミジグサは水深 6m で被度 5%、カバノリは水深 6～10m の範囲で 5%未満～5%、ススカケベニは水深 6～10m の範囲で 5%未満～10%、タオヤギソウは水深 5～9m の範囲で 5%未満～20%、シキンノリが水深 6～7m の範囲で、5%の被度で確認できた。

測線 B では、大型海藻は、ワカメ、アカモク(シダモクと区別は不可)、タマハハキモクが確認できた。ワカメは水深 0～7m までの範囲で、被度は 30～90%、アカモクは水深 4m～小段部周辺の範囲で、被度は 5%、タマハハキモクは小段部上で被度は 5%未満で確認できた。

小型海藻は、褐藻類のヤハズグサ、紅藻類のカバノリ、ススカケベニ、タオヤギソウ、イギス科が確認できた。ヤハズグサは水深 6～8m の範囲で被度 10%、カバノリは水深 8～10m の範囲で 5%未満、ススカケベニは水深 7～9m の範囲で 5%～10%、タオヤギソウは水深 4～6m の範囲で 10%、イギス科が水深 7m で、30%の被度で確認できた。

2 測線の間には測線上と同じ水深帯に、同程度のワカメとホンダワラ類(アカモク、タマハハキモク)の繁茂が確認できた(図 4.2-18)。



※各図の下の数値は水深を示す。

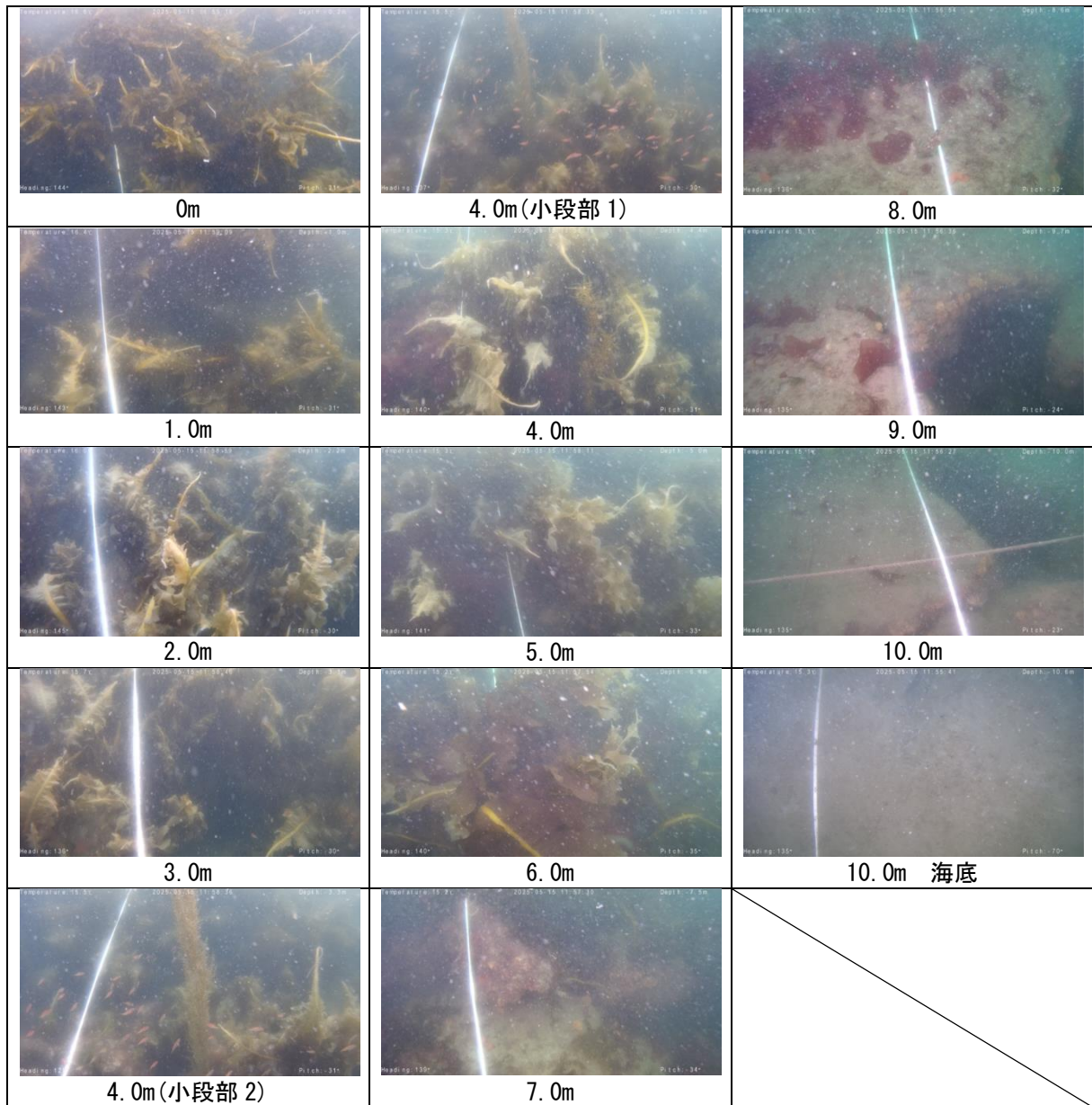
図 4.2-15(1) 観察結果(測線 A、2025 年 5 月)

表 4.2-6(1) 水中ドローンによる観察結果(測線 A、2025 年 5 月)

観察場所		被度(%)									
測線	水深(D. L. m)	ワカメ	アカモク	タマノキモク	カンシリ	ススカケベニ	タオヤギソウ	シキンリ	イギス科	アミジグサ	ヤブズグサ
A	0	90									
	1	90									
	2	90									
	3	70									
	小段部	50	20								
	4	70	5								
	5	60					10				
	6	20				5	5	20	5	5	30
	7	10					10	10	5		40
	8					5	5	+			5
9					+	+	+				
10 (被覆石法尻)					+	+					

※空欄は出現なし、+は5%未満

※小段部は護岸の傾斜部と異なるワカメの被度であったため、観察場所として追加した。



※各図の下の数値は水深を示す。

図 4.2-15(2) 観察結果(測線 B、2025 年 5 月)

表 4.2-6(2) 水中ドローンによる観察結果(測線 B、2025 年 5 月)

観察場所		被度(%)									
測線	水深(D. L. m)	ワカメ	アカモク	タマノキ モク	カバノリ	ススカケ ベニ	タオヤギ ソウ	シキンノリ	イギス科	アミジグサ	ヤハズグサ
B	0	90									
	1	90									
	2	90									
	3	90									
	小段部	50	5	+							
	4	80	5				10				
	5	80									
	6	70					10				10
	7	30					10		30		10
	8					+	10				10
	9					+	5				
10 (被覆石法尻)					+						

※空欄は出現なし、+は5%未満

※小段部は護岸の傾斜部と異なるワカメの被度であったため、観察場所として追加した。

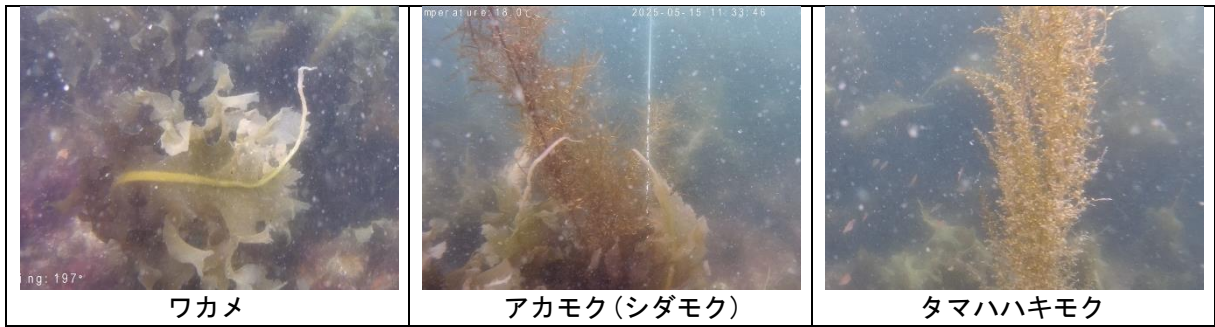


図 4.2-16 大型海藻(2025年5月)

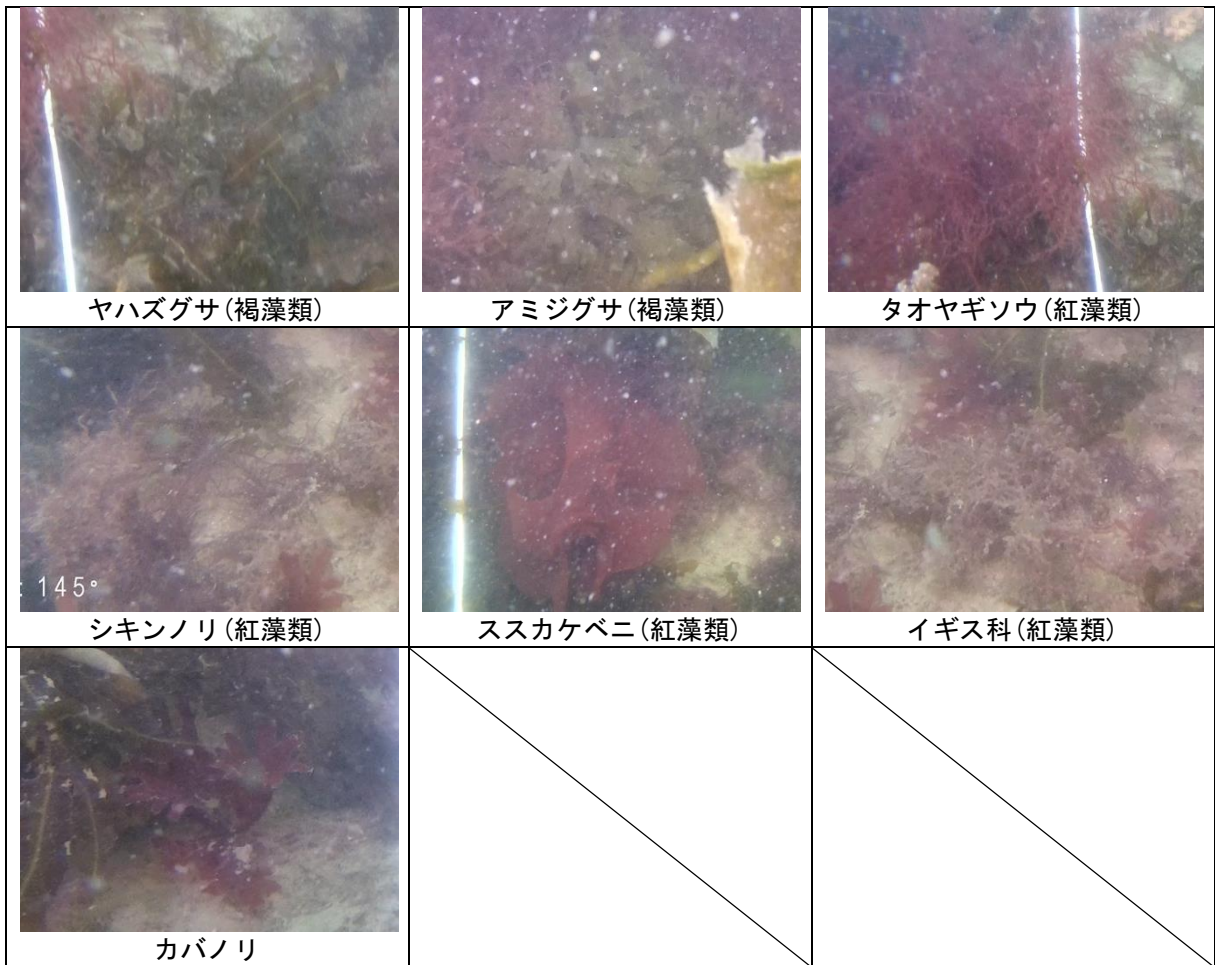


図 4.2-17 小型海藻(2025年5月)

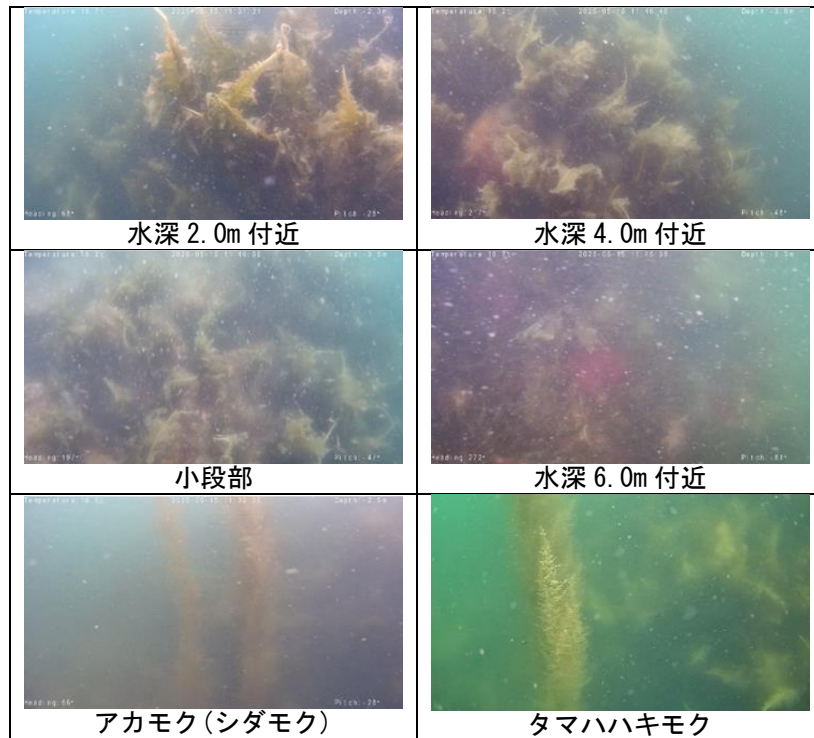


図 4.2-18 測線間の状況(2025年5月)

④ストラクチャースキャン

「ストラクチャースキャン」を用いた観察は、測線 A と測線 B の測線上および調査範囲内を護岸に沿って航行して音響データを取り、海藻類と思われる影(ワカメ、ホンダワラ類)を選定し(図 4.2-19)、海藻類の分布範囲を把握した。測線の状況は、図 4.2-20 に示すとおりであり、観察結果を表 4.2-7(1)～(2)に示す。また、海藻類の種類とおおよその被度は、任意の地点で 360° カメラを垂下して把握した(図 4.2-21)

測線 A では、大型海藻のワカメ、ホンダワラ類が確認された。ワカメは水深 0～6m の範囲で被度 60～100%、ホンダワラ類は小段部に被度 20%で確認できた。なお、ワカメは水面から一部干出しており、水面から水深 1.0m 付近までは肉眼で濃生している状況が確認できた(図 4.2-22)。

小型海藻は、ススカケベニが確認できた。ススカケベニは水深 8m 付近で、被度 5%未満で確認できた。なお、小型海藻はストラクチャースキャンでは確認できず、360° カメラによる確認に限られた。

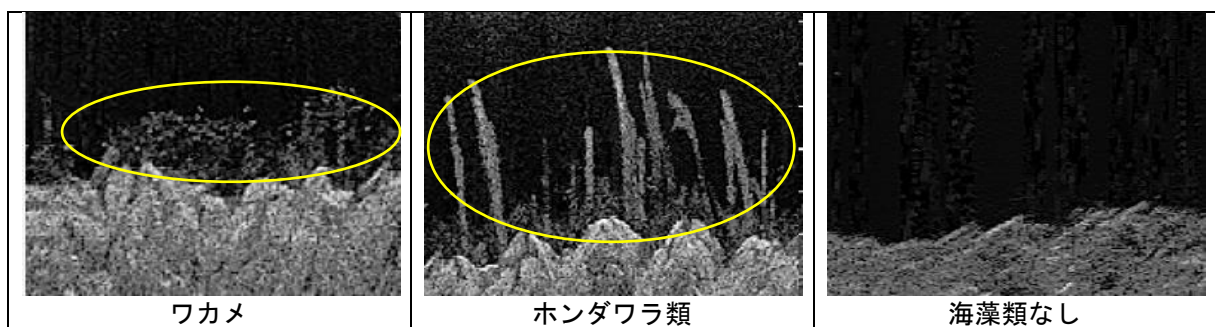


図 4.2-19 音響データ中からの海藻類の選定(2025年5月)

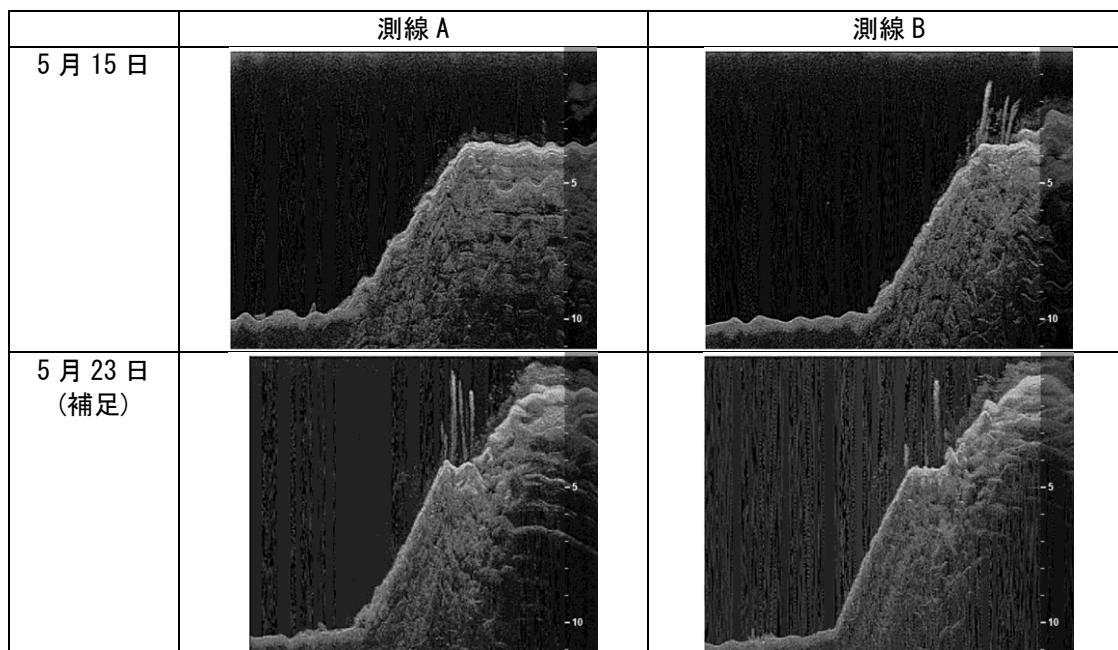


図 4.2-20 観察結果(測線上：ストラクチャースキャン、2025年5月)

表 4.2-7(1) ストラクチャースキャンおよび水中カメラの観察結果(測線 A、2025年5月)

測線	観察場所		被度(%)	
	水深(D. L. m)	ワカメ	ホンダワラ類	小型海藻
A	0	100		
	1	100		
	2	100		
	3	100		
	小段部	60	20	
	4	80		
	5	80		
	6	80		
	7			
	8			
9				
	10(被覆石法尻)			

※小段部は護岸の傾斜部と異なりホンダワラ類の繁茂がみられたため、観察場所として追加した。
※空欄は出現なし、+は5%未満

表 4.2-7(2) ストラクチャースキャンおよび水中カメラの観察結果(測線 B、2025年5月)

測線	観察場所		被度(%)	
	水深(D. L. m)	ワカメ	ホンダワラ類	小型海藻
B	0	100		
	1	100		
	2	100		
	3	100		
	小段部	60	20	
	4	80		
	5	80		
	6	80		
	7			
	8			
9				
	10(被覆石法尻)			

※小段部は護岸の傾斜部と異なりホンダワラ類の繁茂がみられたため、観察場所として追加した。
※空欄は出現なし、+は5%未満

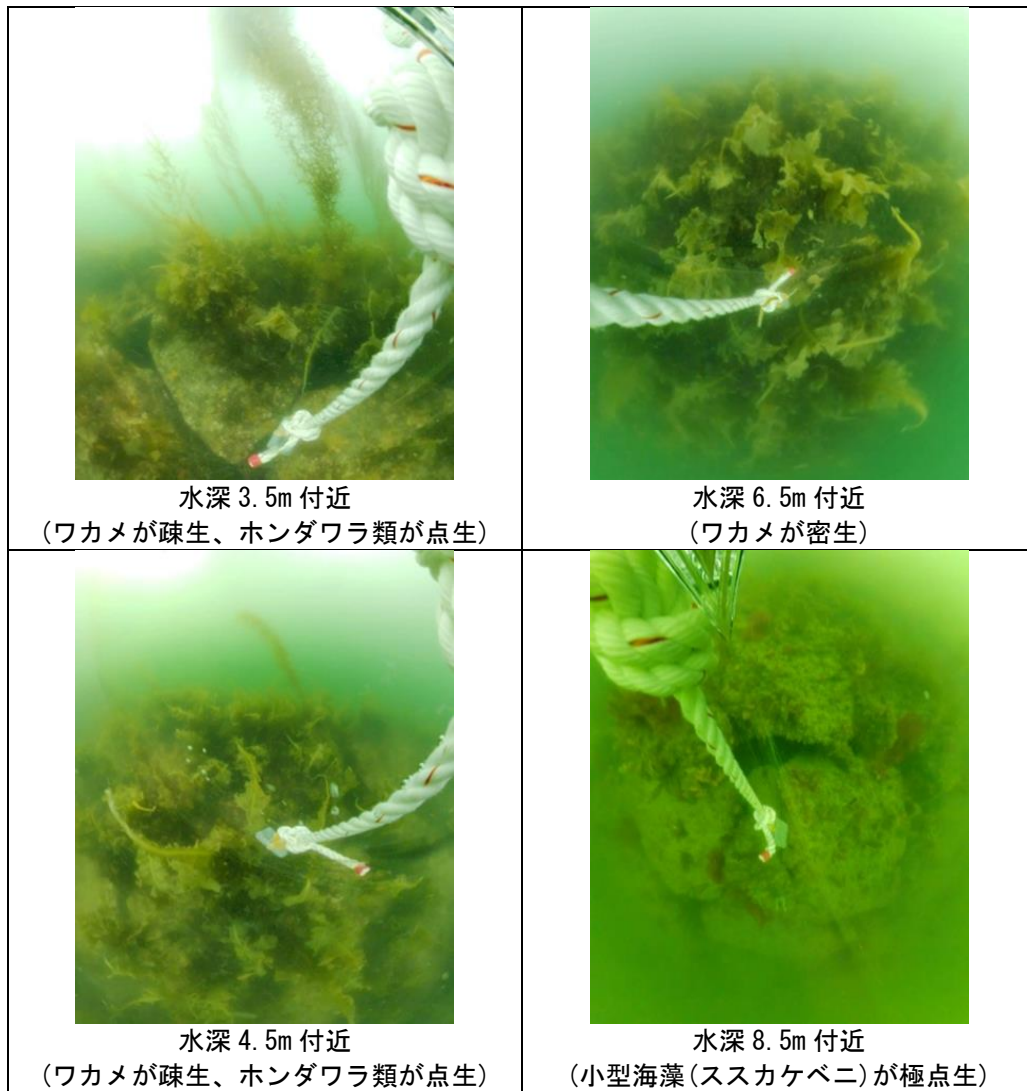


図 4.2-21 観察結果(360°カメラ、2025年5月)

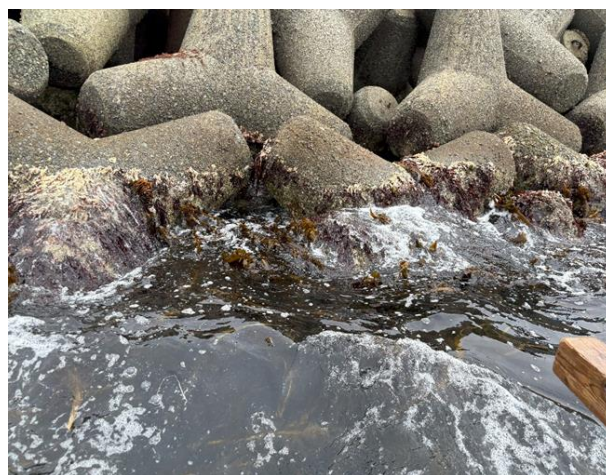


図 4.2-22 水面付近(ワカメの干出、2025年5月)

ワカメと思われる影は、水深 6.0m 程度まで一定して確認された。一方でホンダワラ類については、連続して確認される場所と確認されない場所がみられた(図 4.2-23)。ホンダワラ類は主に小段部上(水深 4.0m 付近)で確認されたため、調査範囲内の水深 4.0m 付近を南北方向に記録した音響データから、ホンダワラ類の分布区間とその護岸長を確認した(図 4.2-24、表 4.2-8)。

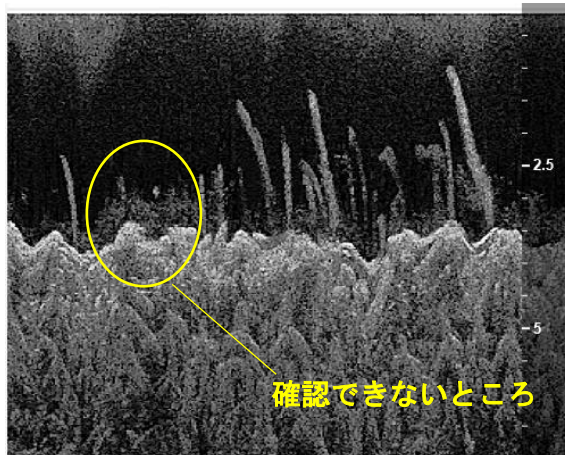


図 4.2-23 ホンダワラ類の南北方向の分布状況(2025年5月)



図 4.2-24 ホンダワラ類の出現区間(2025年5月)

表 4.2-8 ホンダワラ類の出現区間の長さ(2025年5月)

区間	区間距離(m)	本数	平均(株/m ²)
1	12.70	12	0.9
2	6.01	3	0.5
3	4.53	5	1.1
4	13.15	10	0.8
5	16.75	14	0.8
6	1.81	1	0.6
7	11.41	10	0.9
合計(m)	66.36		

⑤魚群探知機

「魚群探知機」を用いた観察は、測線上と調査範囲内を護岸に沿って航行しながら音響データを取得した。また、任意の地点で水中カメラを垂下し、海藻類の種類を確認した。

エコー反応から海藻類と思われる反応を選定し、分布範囲を把握した。エコー反応からの判定は、海底からの立ち上がりが0.5m以上1.5m未満の反応をワカメ、1.5m以上の反応をホンダワラ類とした(図4.2-25)。

なお、魚群探知機は観察ではなく音響データの解析のため、本項では観察結果の記述は省略する。

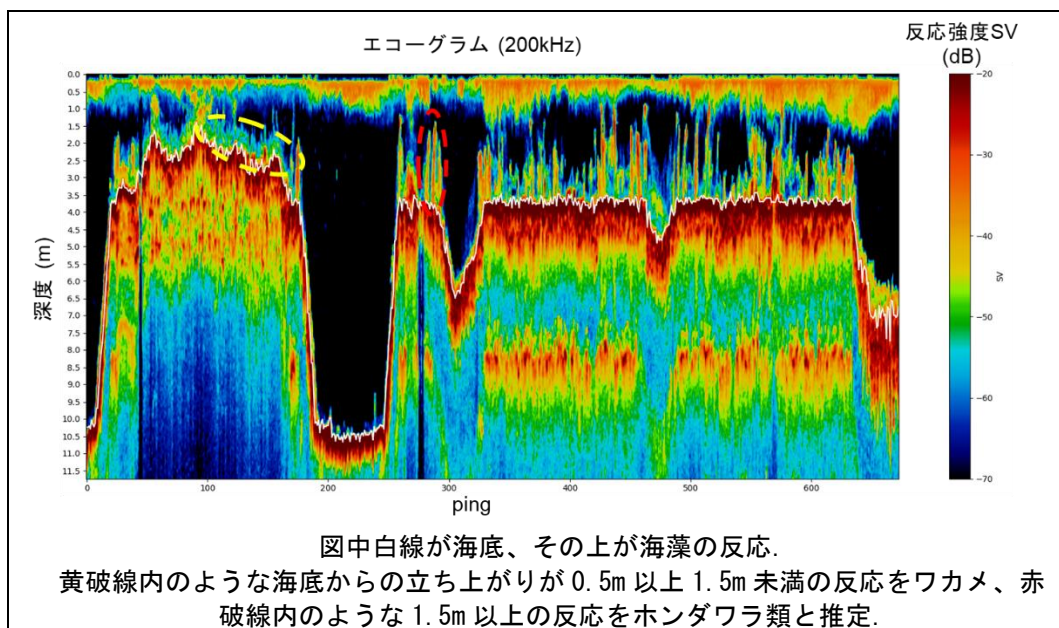


図4.2-25 エコーグラム(魚群探知機の反応を画像化したもの、2025年5月)

2) 各モニタリング手法の結果(10月調査)

(1) 気象

次に秋季調査期間の2025年10月中の気象の推移を示す(図4.2-26)。

降水量は、最大が10月31日の48.0(mm/日)、平均は2.66(mm/日)となり、調査日の1~3日前に0.5~2.0(mm/日)の連続した降水量があった。

日平均気温は、最高日平均気温が24.3℃、最低日平均気温が16.1℃で、その平均は20.0℃であった。

最大風速は、最高で6.6m/s、最低で1.9m/s、平均で4.4m/sであった。なお、風向は北~東(北、北北東、北東、東北東、東)と北~西(西、西北西、北西、北北西、北)が15日と最も多く、比較的護岸の北側からとなる風向が多かった。

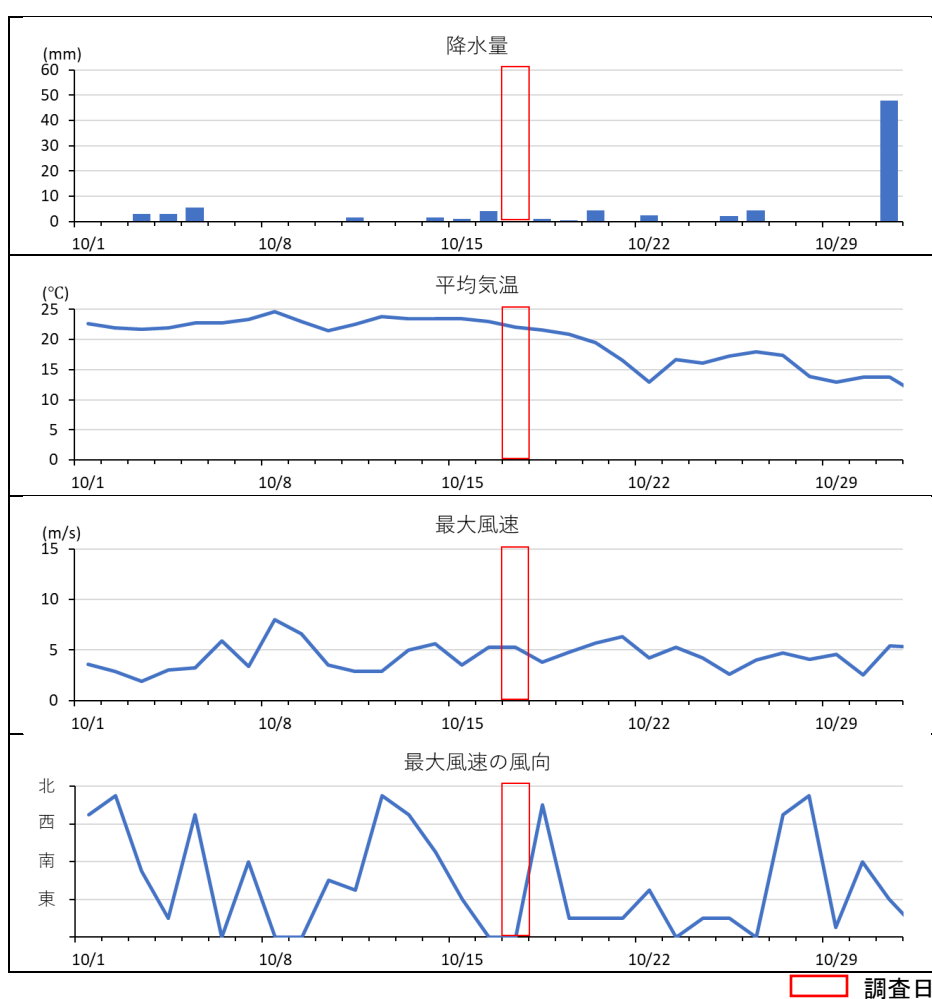


図 4.2-26 気象庁(熊取)の日平均気温、降水量、最大風速・風向(2025年10月)

(2) 調査日の潮位

次に秋季の調査実施日である 2025 年 10 月 17 日の岸和田の潮位を示す(図 4.2-27)。調査日は中潮にあたり、調査実施中は 11 時頃に干潮で、その後上げ潮であった。

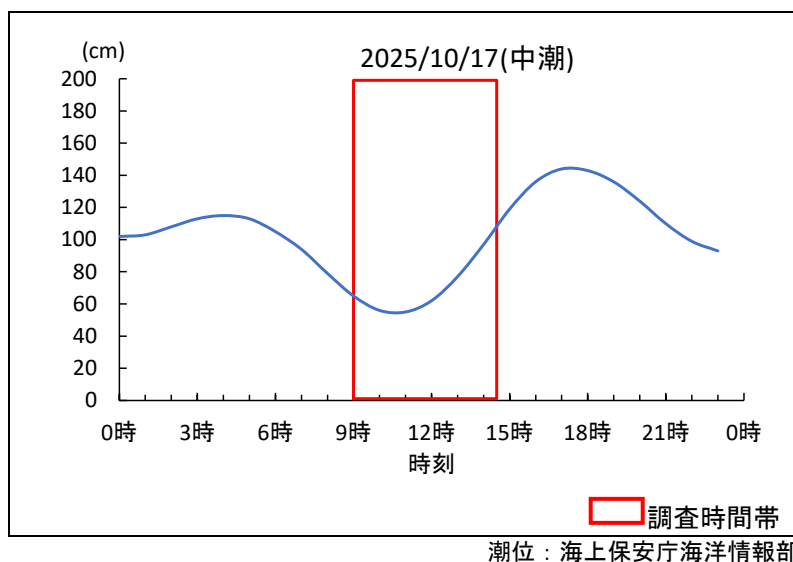


図 4.2-27 調査日の潮位(岸和田、2025 年 10 月)

(3) 現地計測結果

調査実施日(10月17日)の現地計測結果を表 4.2-9 に示す。

調査日の天候は雲量 1 の晴で、気温は 23.5℃であった。風向はおおむね北で、風速は 5.2m/s、波高は 0.7m 程度であった。水色は 10GY 4.5/7(淡緑色)であった。透明度は 6.0m であった。

表 4.2-9 現地計測結果(2025 年 10 月)

天候	晴
雲量	1
気温(℃)	23.5
風向	N
風速(m/s)	5.2
波高(m)	0.7(N)
水色	10GY 4.5/7
透明度(m)	6.0

(4) 水質(現地計測：参考)

モニタリング調査を行った護岸部の沖側の地点で多項目水質計を用いて計測した結果を図 4.2-28、表 4.2-10 に示す。

水温は 24.3~24.7℃、塩分は 32.7~32.9 の範囲にあった。クロロフィル蛍光度は 0.8~1.3、濁度は 0.5~1.8 であった。相対光量は水深 4.5m で 15%と、20%を下回った。

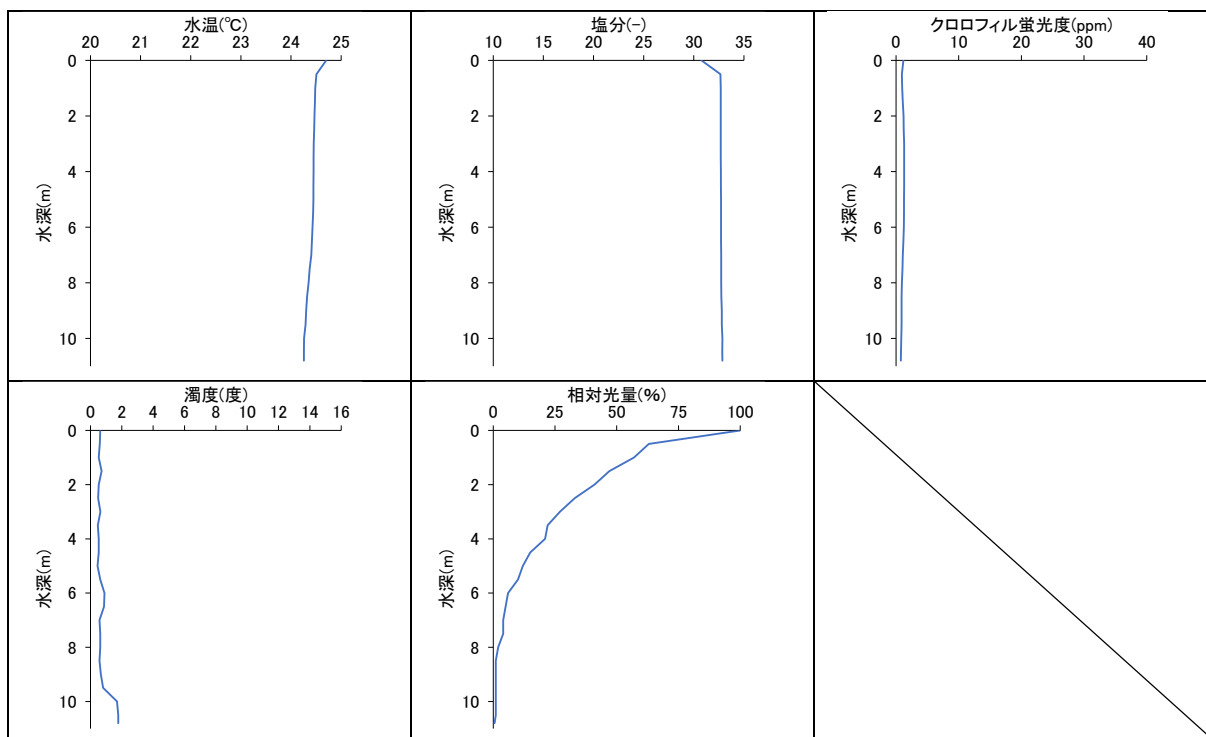


図 4.2-28 水質計測結果 (モニタリング調査地点沖、2025 年 10 月)

表 4.2-10 水質計測結果(モニタリング調査地点沖、2025 年 10 月)

水深(m)	水温(°C)	塩分(-)	クロロフィル 蛍光度(ppm)	濁度(度)	光量子($\mu\text{mol}/\text{m}^2\cdot\text{s}$)	相対光量(%)
0	24.70	30.76	1.17	0.62	1073.611	100
0.5	24.51	32.66	0.94	0.59	678.684	63
1	24.48	32.68	0.99	0.53	610.333	57
1.5	24.48	32.68	1.08	0.71	506.098	47
2	24.47	32.68	1.20	0.53	436.139	41
2.5	24.46	32.69	1.23	0.48	358.440	33
3	24.45	32.69	1.29	0.64	286.370	27
3.5	24.45	32.70	1.29	0.47	239.429	22
4	24.45	32.70	1.30	0.53	222.341	21
4.5	24.45	32.70	1.29	0.53	160.826	15
5	24.45	32.71	1.28	0.45	123.836	12
5.5	24.44	32.72	1.26	0.62	104.939	10
6	24.43	32.72	1.24	0.89	60.511	6
6.5	24.42	32.72	1.17	0.86	55.987	5
7	24.41	32.73	1.08	0.58	47.846	4
7.5	24.37	32.73	1.02	0.62	39.302	4
8	24.35	32.73	0.93	0.62	17.590	2
8.5	24.32	32.75	0.87	0.58	9.951	1
9	24.30	32.79	0.88	0.67	7.137	1
9.5	24.29	32.79	0.88	0.80	6.634	1
10	24.26	32.85	0.83	1.69	6.534	1
10.5	24.26	32.85	0.78	1.77	5.528	1
10.8	24.26	32.85	0.76	1.77	5.026	0.5

(5) 観察

(5)-1 モニタリング調査比較実施範囲の選定

10月の阪南4・6区のモニタリング調査候補地点と、護岸上の海藻の繁茂状況について、図4.2-29、図4.2-30に示す。

調査を行ったA～Cの3地点ともおおむね同様の海藻種および被度が確認できたため、防波堤付近で比較的波浪が穏やかな地点Aでモニタリング比較実証を行うこととした。なお、地点Aは5月調査時と同地点である。



図 4.2-29 阪南4・6区の調査候補地点
















水深	候補 A	候補 B	候補 C
0m			
2m			
4m			
6m			
8m			

図 4.2-30 阪南 4・6 区の調査候補地点の護岸状況 (2025 年 10 月)

(5)-2 各モニタリング手法の観察結果

①潜水目視手法1(コドラート法)

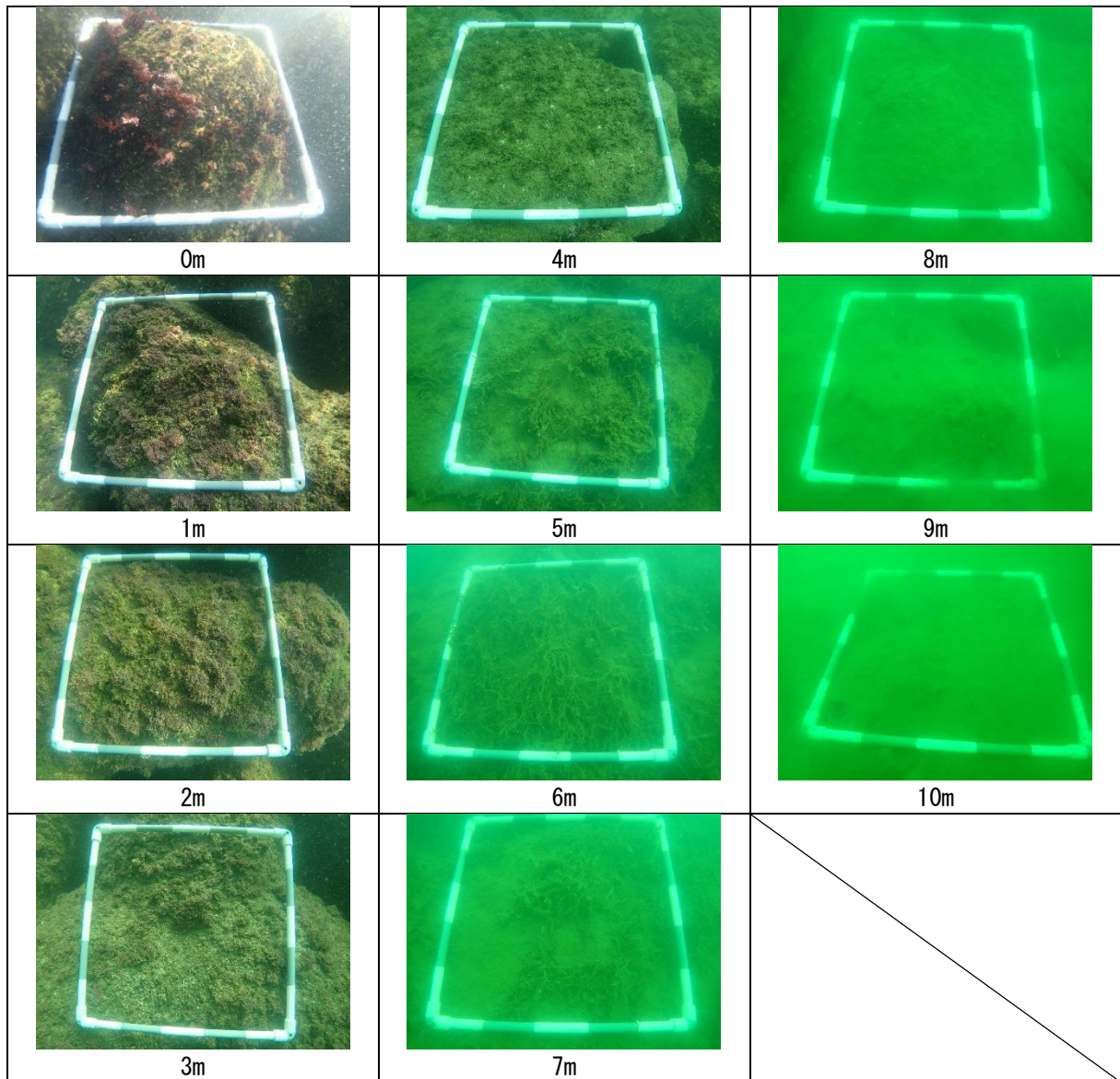
「潜水目視手法1」は、春季と同様に測線上で水深0~10mで水深1m毎に50cm×50cmの枠を計10枠設定し、被度(%)と出現種の観察を行った。被度を算出した際の水深毎の観察状況を図4.2-31(1)~(2)に示す。なお、秋季は測線Aと測線Bの2測線で観察を行った。

出現種についても、春季と同様に「認証申請の手引き」に示されている藻場タイプに適用できるように、阪南4・6区で出現する可能性のある海藻として、大型海藻のワカメ、ホンダワラ類、カジメは種ごとに記録し、小型海藻はテングサ場を形成するテングサ類、その他として、ノリ類、サンゴモ類、緑藻類、褐藻類、紅藻類に区分して記録した。観察結果を表4.2-11(1)~(2)に示す。

大型海藻は、ホンダワラ科の幼体が測線Aと測線Bの両方で確認できた(図4.2-32)。ホンダワラ類の幼体は、水深4mの小段部上で、被度5%未満で分布した。平均藻長5cmであった。

小型海藻は、両測線ともに、緑藻類が水深0mで被度5%未満、褐藻類は両測線上の水深4~8mの範囲で被度5%未満~80%、紅藻類が水深0~1、4~5mの範囲で5%未満~20%、サンゴモ類が水深0~4mの範囲で5%未満~70%、テングサ類は水深0mで5~10%が確認された。なお、ノリ類は両測線で確認できなかった。

なお、測線間については、護岸に沿って遊泳して分布状況を把握したが、大きく海藻分布が異なる箇所は確認されなかった。



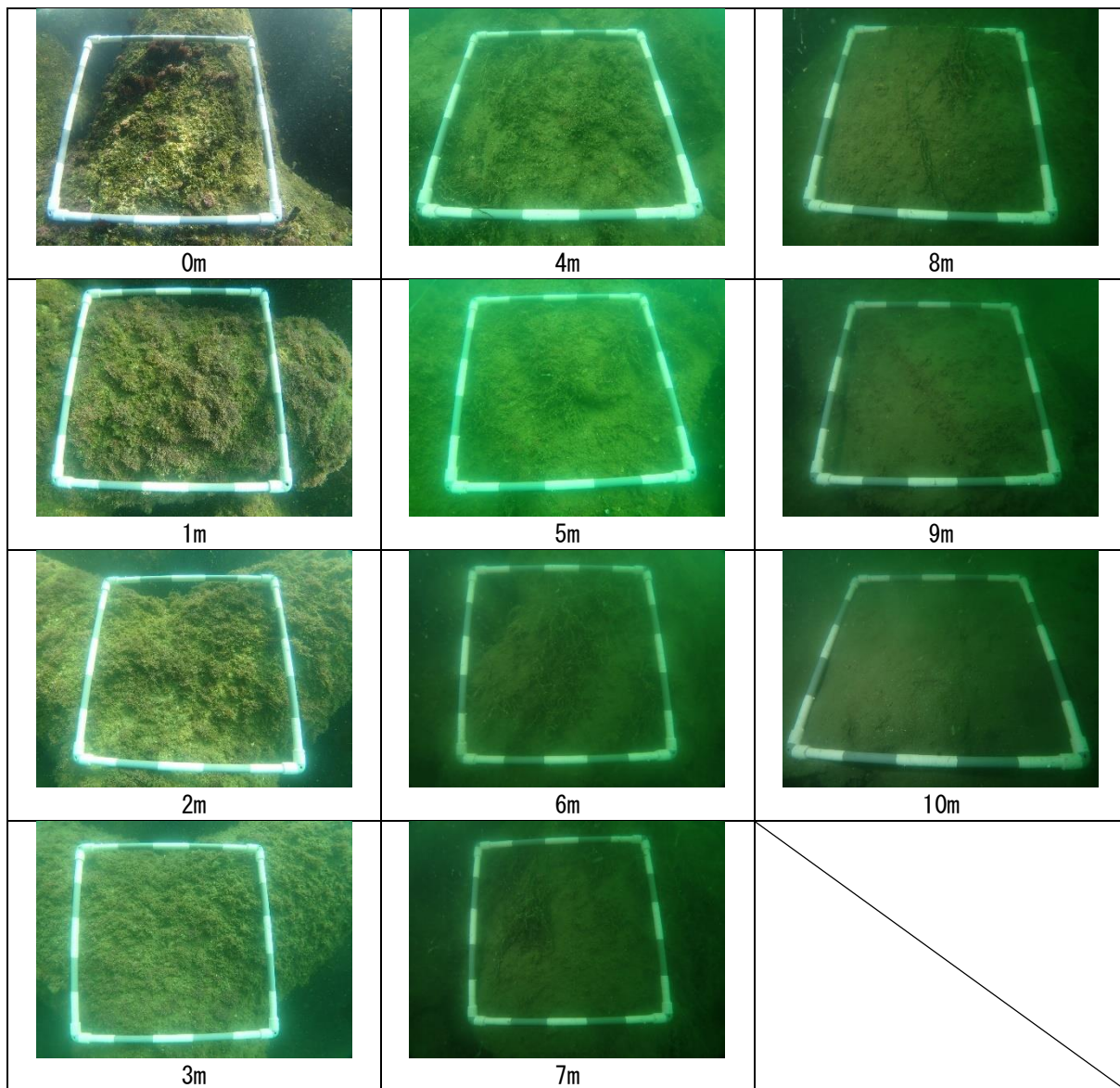
※各図の下の数値は水深を示す。

図 4.2-31(1) 観察結果(測線 A、2025 年 10 月)

表 4.2-11(1) 潜水目視手法 1 の観察結果(測線 A、2025 年 10 月)

水深(D. L. m)		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ワカメ	被度(%)	確認できず										
	平均藻長(cm)											
ホンダワラ類幼体	被度(%)					+						
	平均藻長(cm)					5						
緑藻類		+										
褐藻類						+	50	80	40	+		
紅藻類		10	+			20	+					
ノリ類												
サンゴモ類		10	70	70	30	+						
テングサ類		10										

※表中のワカメ・アカモク以外の数値等は被度を示す。被度の単位は「%」、+は5%未満を示す
 ※空欄は出現なし



※各図の下の数値は水深を示す。

図 4.2-31(2) 観察結果(測線 B、2025 年 10 月)

表 4.2-11(2) 潜水目視手法 1 の観察結果(測線 B、2025 年 10 月)

水深(D. L. m)		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ワカメ	被度(%)	確認できず										
	平均藻長(cm)											
ホンダワラ類幼体	被度(%)					+						
	平均藻長(cm)					5						
緑藻類		+										
褐藻類						10	40	50	20	10		
紅藻類		+	+			20	+					
ノリ類												
サンゴモ類		20	70	70	50	5						
テングサ類		5	+									

※表中のワカメ・アカモク以外の数値等は被度を示す。被度の単位は「%」、+は5%未満を示す

※空欄は出現なし

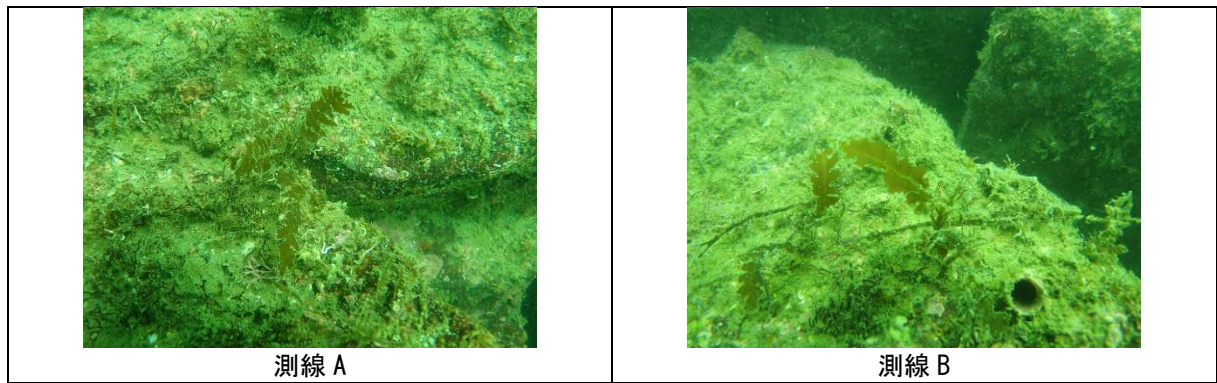


図 4.2-32 ホンダワラ類幼体(2025 年 10 月)

②潜水目視手法2(ライトランセクト法)

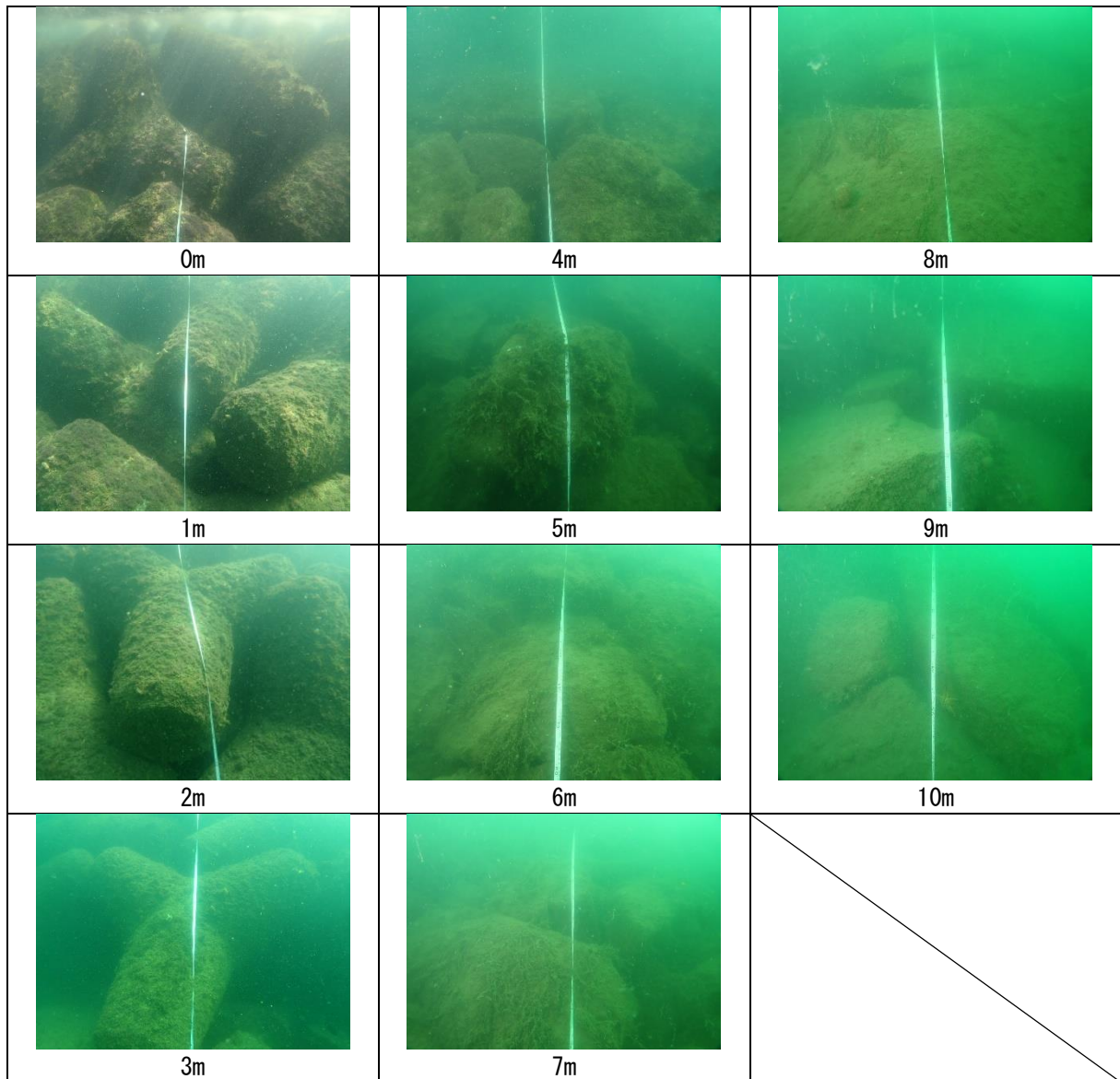
「潜水目視手法2」は、春季と同様に測線上を潜水士が遊泳し水深区間毎に出現種と被度階級を記録した。被度は、被度階級で記録した。被度を算出した際の水深帯毎の観察状況を図 4.2-33(1)～(2)に示す。なお、秋季は測線 A と測線 B の 2 測線で観察を行った。

出現種については、水深帯別で確認できた種を記録した。観察結果を表 4.2-12(1)～(2)に示す。

大型海藻は、ホンダワラ類の幼体が 2 種類確認できた(図 4.2-34)。両種とも両測線で水小段部と深 4～5m の範囲で、被度は 5%未満で確認できた。

小型海藻は、緑藻類のアオサ属、褐藻類のヤハズグサ、ウミウチワ、紅藻類のマクサ、ツノマタ属、ムカデノリ属、オキツノリ、イギス科、サンゴモ類のピリヒバ、カニノテ属など 11 種類が両測線上の水深 0～11m で、被度 5%未満～74%程度確認できた。

なお、測線間については、護岸に沿って遊泳して分布状況を把握したが、大きく海藻分布が異なる箇所は確認されなかった。



※各図の下の数値は水深を示す。

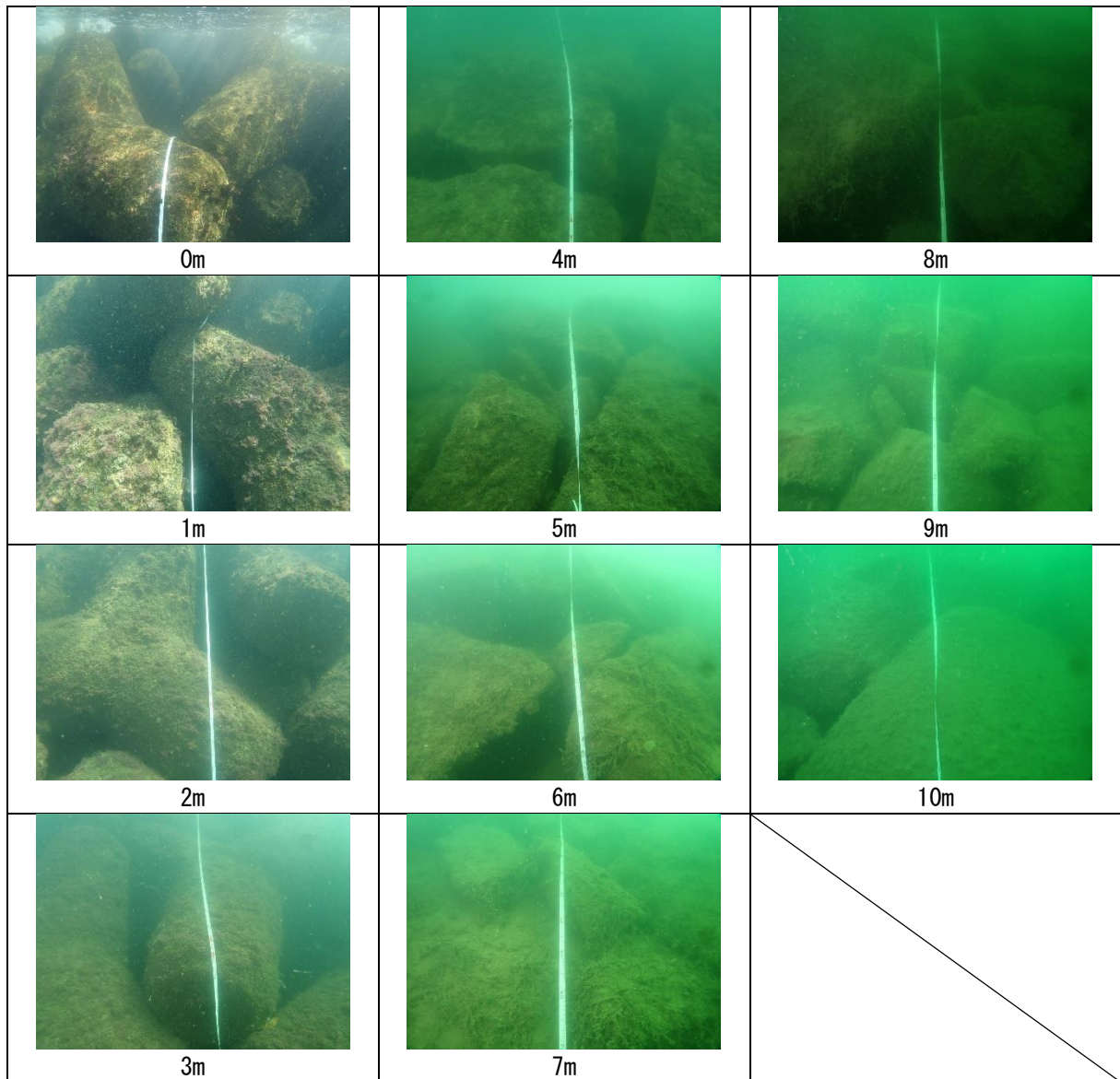
図 4. 2-33(1) 観察結果(測線 A、2025 年 10 月)

表 4. 2-12(1) 潜水目視手法 2 の観察結果(測線 A、2025 年 10 月)

水深区間(m)	0~1	1~2	2~3	3~4	4	4~5	5~6	6~7	7~8	8~9	9~10	10~11
ホンダワラ科幼体 1					1	1						
ホンダワラ科幼体 2					1							
アオサ属	1											
マクサ	1	1										
ツノマタ属	1	1										
ムカデノリ属	1											
ピリヒバ	1	1										
カニノテ属	2	4	4	3	2	1						
ミル		1										
オキツノリ				1	2	1						
ヤハズグサ				1	2	3	4	3	2	1		
ウミウチワ					1							
イギス科					1	1						

※表中の数値は被度階級を示す。

被度階級「1: 5%未満、2: 5~24%、3: 25~49%、4: 50~74%、5: 75%以上」



※各図の下の数値は水深を示す。

図 4.2-33(2) 観察結果(測線 B、2025 年 10 月)

表 4.2-12(2) 潜水目視手法 2 の観察結果(測線 B、2025 年 10 月)

水深区間 (m)	0~1	1~2	2~3	3~4	4	4~5	5~6	6~7	7~8	8~9	9~10	10~11
ホンダワラ科幼体 1					1	1						
ホンダワラ科幼体 2					1	1						
アオサ属	1											
マクサ	1	1										
ツノマタ属	1	1										
ムカデノリ属	1	1										
ピリヒバ	1	1										
カニノテ属	2	4	4	3	1	1						
オキツノリ				1	2	1						
ヤハズグサ				1	2	3	4	3	2	1		
イギス科					1	1						

※表中の数値は被度階級を示す。

被度階級「1: 5%未満、2: 5~24%、3: 25~49%、4: 50~74%、5: 75%以上」

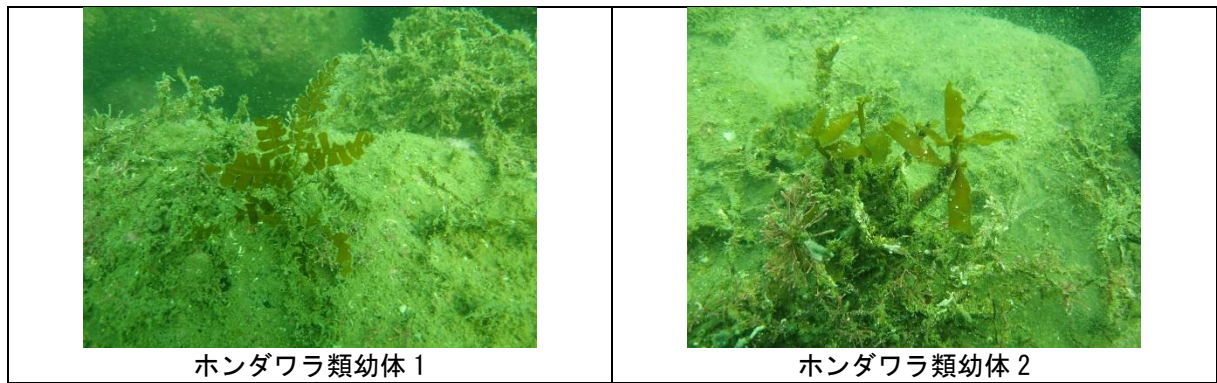


図 4.2-34 ホンダワラ類幼体 (2025 年 10 月)

③水中ドローン

「水中ドローン」による観察は、春季と同様に測線 A と測線 B の測線上を護岸法尻から法面に沿い水面まで撮影し、記録映像から水深毎に出現種と被度(%)を出した。被度を算出した際の水深毎の観察状況を図 4.2-35(1)～(2)に示す。また、測線間については護岸に沿って分布状況を把握した(図 4.2-36)。

出現種については記録映像から確認できた種を可能な限り記録した。表 4.2-13(1)～(2)に観察結果を示す。

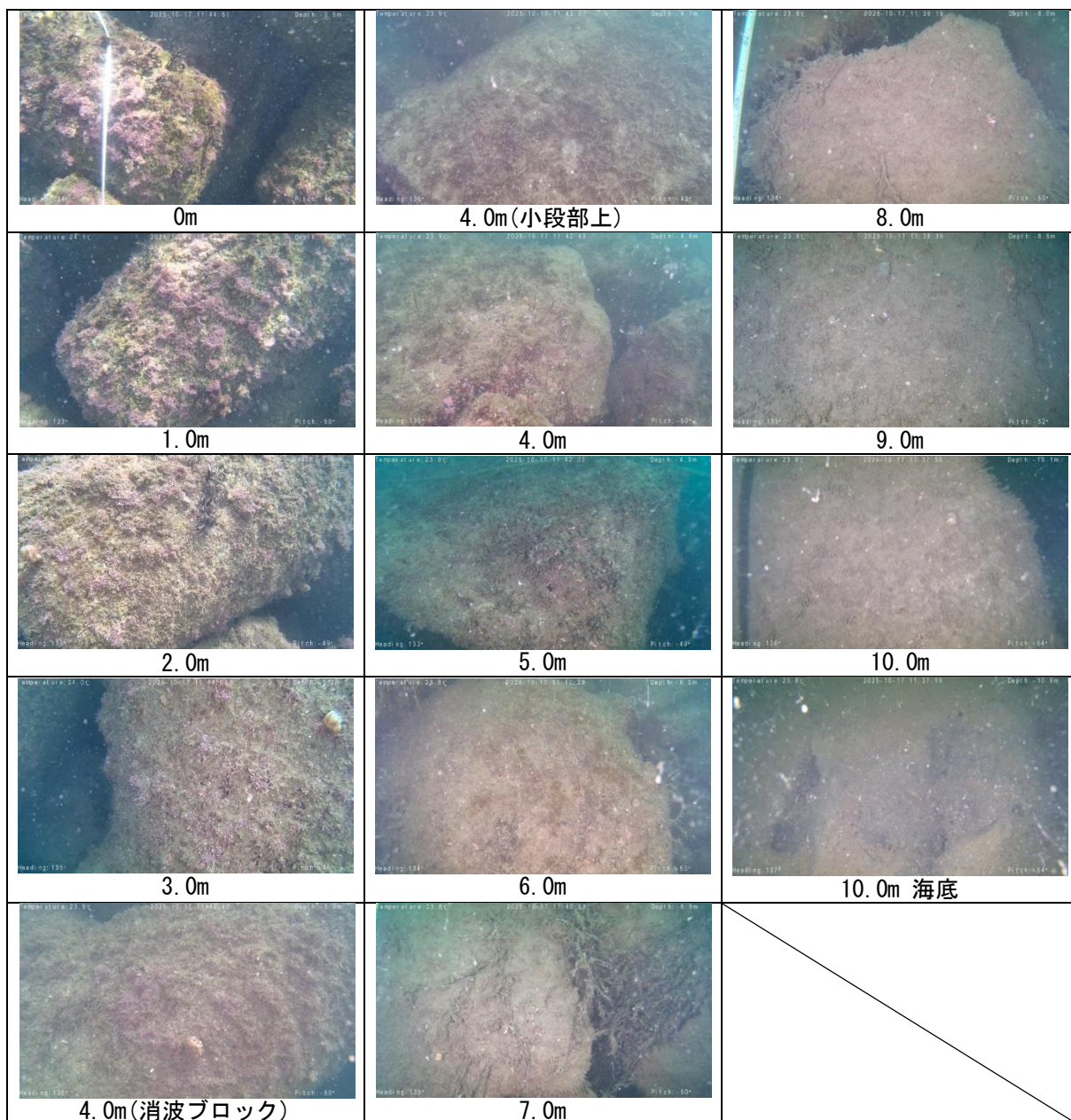
測線 A では、大型海藻は確認できなかった。

小型海藻は、褐藻類のヤハズグサ、無節サンゴモ類、有節サンゴモ類が確認できた。ヤハズグサは小段部～水深 8m の範囲で被度 10～40%、無節サンゴモ類は水深 4m で被度 10%、有節サンゴモ類は水深 0～4m で 5～60%の被度で確認できた。

測線 B では、大型海藻は、測線 B でホンダワラ類の幼体を確認できた(図 4.2-37)。ホンダワラ類幼体は水深 4m～小段部周辺の範囲で、被度は 5%未満で確認できた。

小型海藻は、褐藻類のヤハズグサ、無節サンゴモ類、有節サンゴモ類が確認できた(図 4.2-38)。ヤハズグサは小段部～水深 8m の範囲で被度 10～70%、無節サンゴモ類は水深 4m で 10%、有節サンゴモ類が水深 0～4m で、5～60%であった。

なお、2 測線の間には測線上と同様に大型海藻は確認できず、消波ブロックや被覆石の上にサンゴモ類やヤハズグサを確認できるのみであった。



※各図の下の数値は水深を示す。

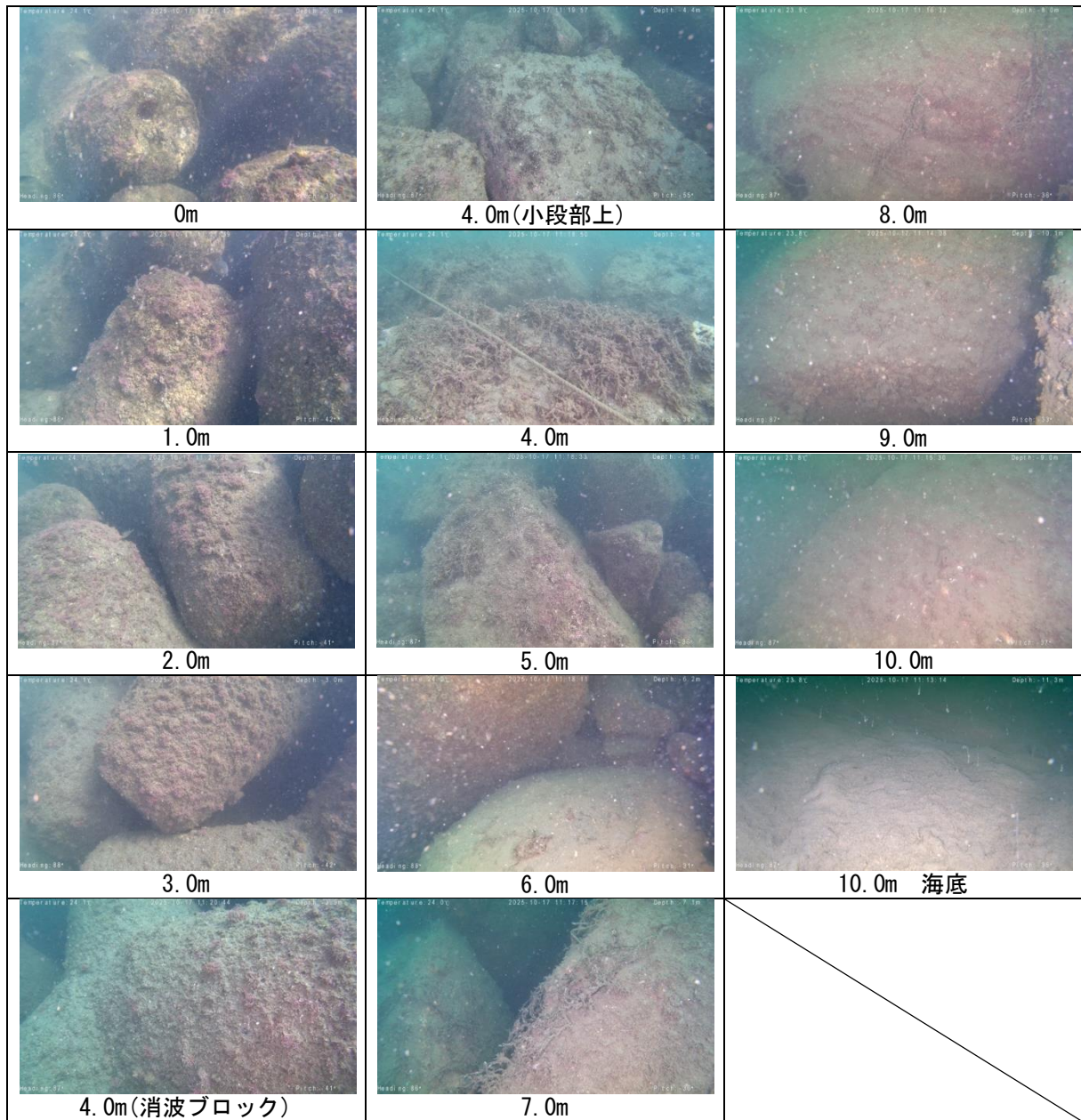
図 4.2-35(1) 観察結果(測線 A、2025 年 10 月)

表 4.2-13(1) 水中ドローンによる観察結果(測線 A、2025 年 10 月)

観察場所		被度(%)				
測線	水深(D. L. m)	ホンダワラ類	ヤバズグサ	無節サンゴモ	有節サンゴモ	
A	0				60	
	1				60	
	2				50	
	3				20	
	小段部			60		
	4			60	10	5
	5					
	6			10		
	7			40		
	8			10		
	9					
10(被覆石法尻)						

※空欄は出現なし、+は5%未満

※小段部は護岸の傾斜部と異なるワカメの被度であったため、観察場所として追加した。



※各図の下の数値は水深を示す。

図 4.2-35 (2) 観察結果(測線 B、2025 年 10 月)

表 4.2-13 (2) 水中ドローンによる観察結果(測線 B、2025 年 10 月)

測線	観察場所		被度 (%)			
	水深(D. L. m)		ホンダワラ類	ヤハズグサ	無節サンゴモ	有節サンゴモ
B	0					50
	1					50
	2					50
	3					40
	小段部	+	70			5
	4		70			
	5		20			5
	6					
	7			20		
	8			10		
9						
	10(被覆石法尻)					

※空欄は出現なし、+は5%未満

※小段部は護岸の傾斜部と異なるワカメの被度であったため、観察場所として追加した。

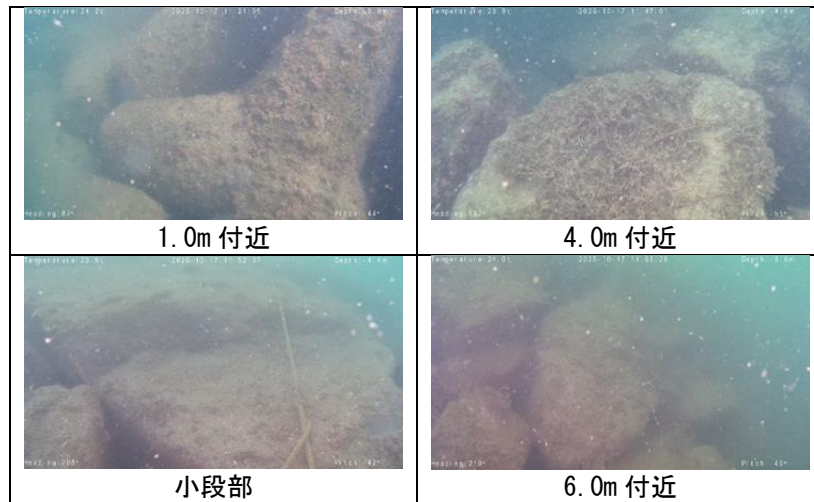


図 4.2-36 測線間の状況 (2025 年 10 月)

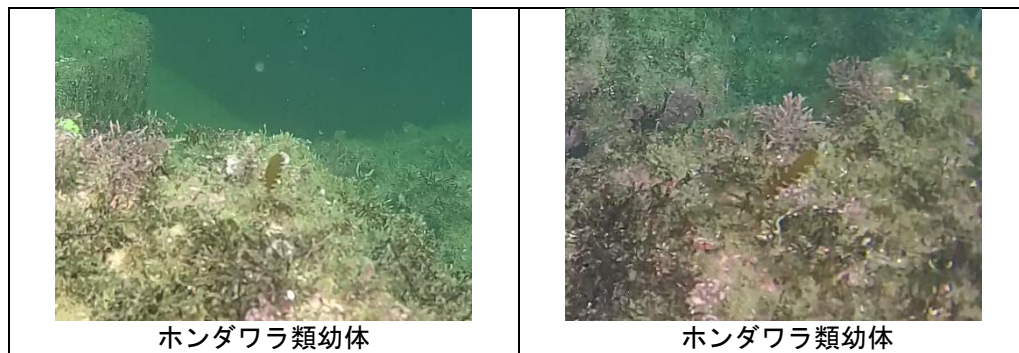


図 4.2-37 大型海藻 (2025 年 10 月)

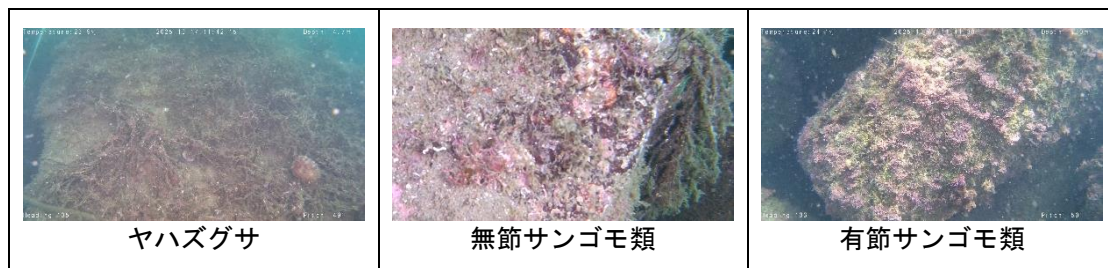


図 4.2-38 小型海藻 (2025 年 10 月)

④ストラクチャースキャン

「ストラクチャースキャン」を用いた観察は、春季と同様に測線 A と測線 B の測線上および調査範囲内を護岸に沿って航行して音響データを取り、海藻類と思われる影(ワカメ、ホンダワラ類)を選定し、海藻類の分布範囲を把握した。測線上の状況を図 4.2-39 に、観察結果を表 4.2-14(1)～(2)に示す。また、海藻類の種類とおおよその被度は、任意の地点で 360°カメラを垂下して把握した(図 4.2-40)。

大型海藻と考えられる音響データはストラクチャースキャンでは確認できず、垂下した 360°カメラでも確認できなかった。

小型海藻は 360°カメラの映像から、水深 0～5m の範囲で紅藻類が 5%未満～20%の被度で確認された。しかし、紅藻類の種類は判別できなかった。なお、小型海藻はストラクチャースキャンでは確認できず、360°カメラによる確認に限られた。

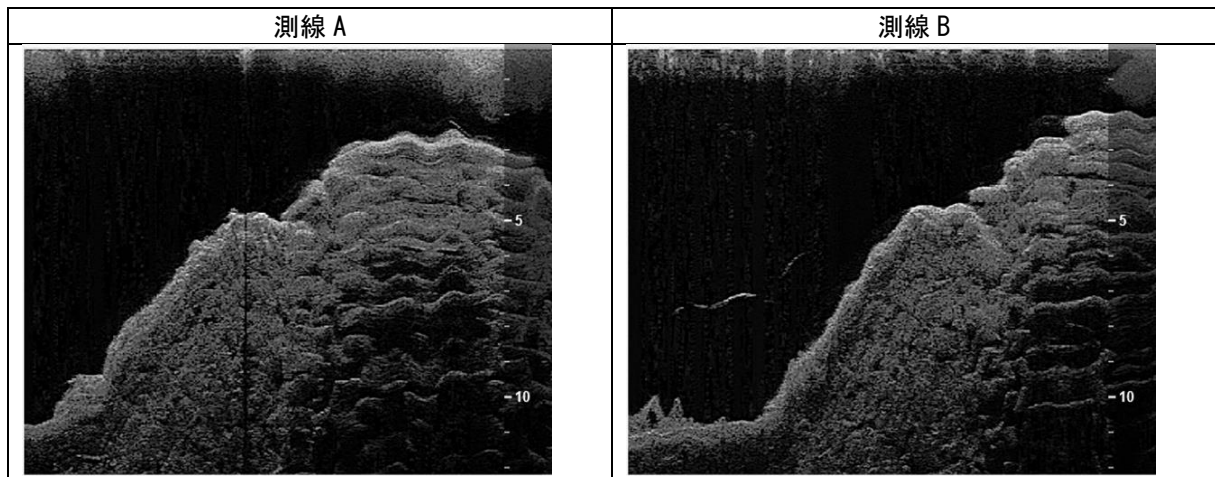


図 4.2-39 観察結果(測線上：ストラクチャースキャン、2025 年 10 月)

表 4.2-14(1) ストラクチャースキャンおよび水中カメラの観察結果(測線 A、2025 年 10 月)

観察場所		被度(%)		
測線	水深(D. L. m)	ワカメ	ホンダワラ類	小型海藻
A	0			20
	1			20
	2			5
	3			5
	小段部			5
	4			+
	5			+
	6			0
	7			0
	8			0
	9			0
	10(被覆石法尻)			0

※小段部は護岸の傾斜部と異なりホンダワラ類の繁茂がみられたため、観察場所として追加した。

※空欄は出現なし、+は 5%未満

表 4.2-14(2) ストラクチャースキャンおよび水中カメラの観察結果(測線 B、2025 年 10 月)

測線	観察場所	被度(%)		
	水深(D.L.m)	ワカメ	ホンダワラ類	小型海藻
B	0			20
	1			20
	2			5
	3			5
	小段部			5
	4			+
	5			+
	6			0
	7			0
	8			0
	9			0
	10(被覆石法尻)			0

※小段部は護岸の傾斜部と異なりホンダワラ類の繁茂がみられたため、観察場所として追加した。
 ※空欄は出現なし、+は5%未満

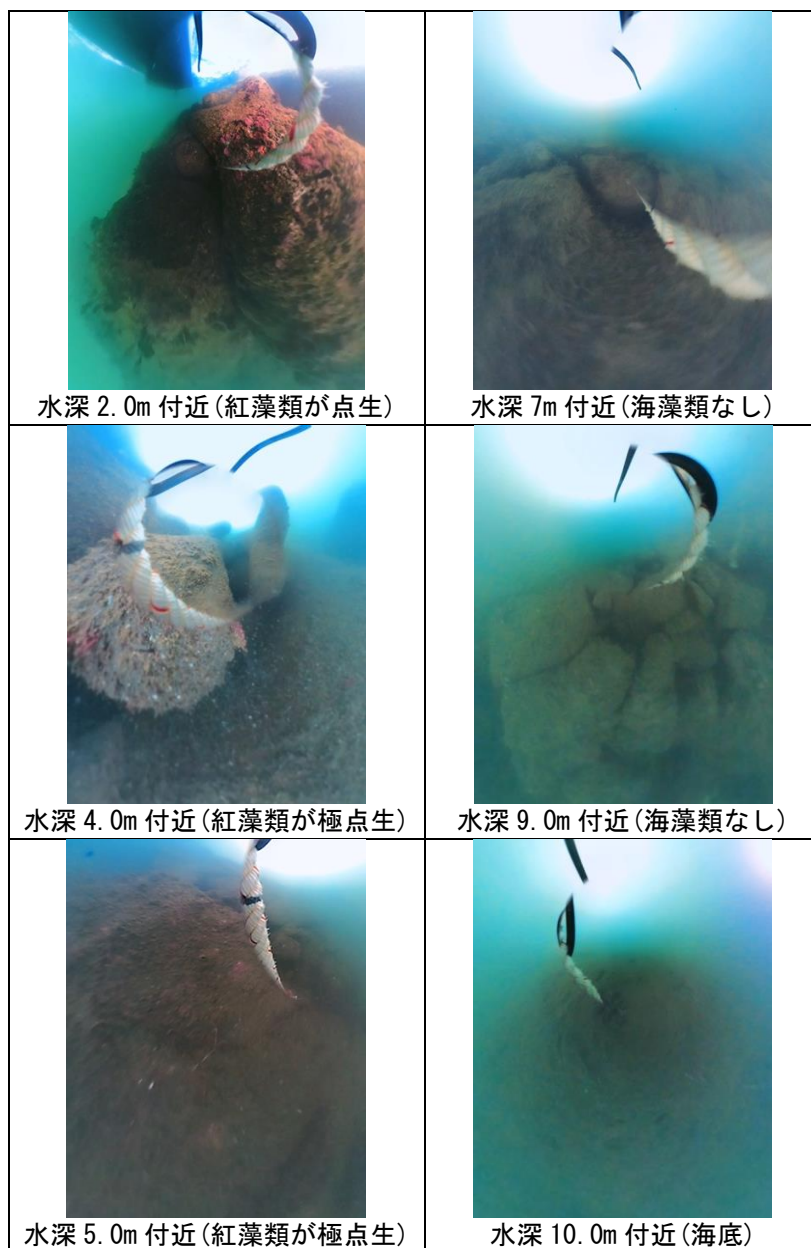


図 4.2-40 観察結果(360° カメラ、2025 年 10 月)

測線間では、水深 0～3m 付近で消波ブロック、水深 4～7m 付近では被覆石、水深 10m 付近では海底面と思われる影が確認されたが、それ以外に海藻類と思われる影は確認できなかった(図 4.2-41)。

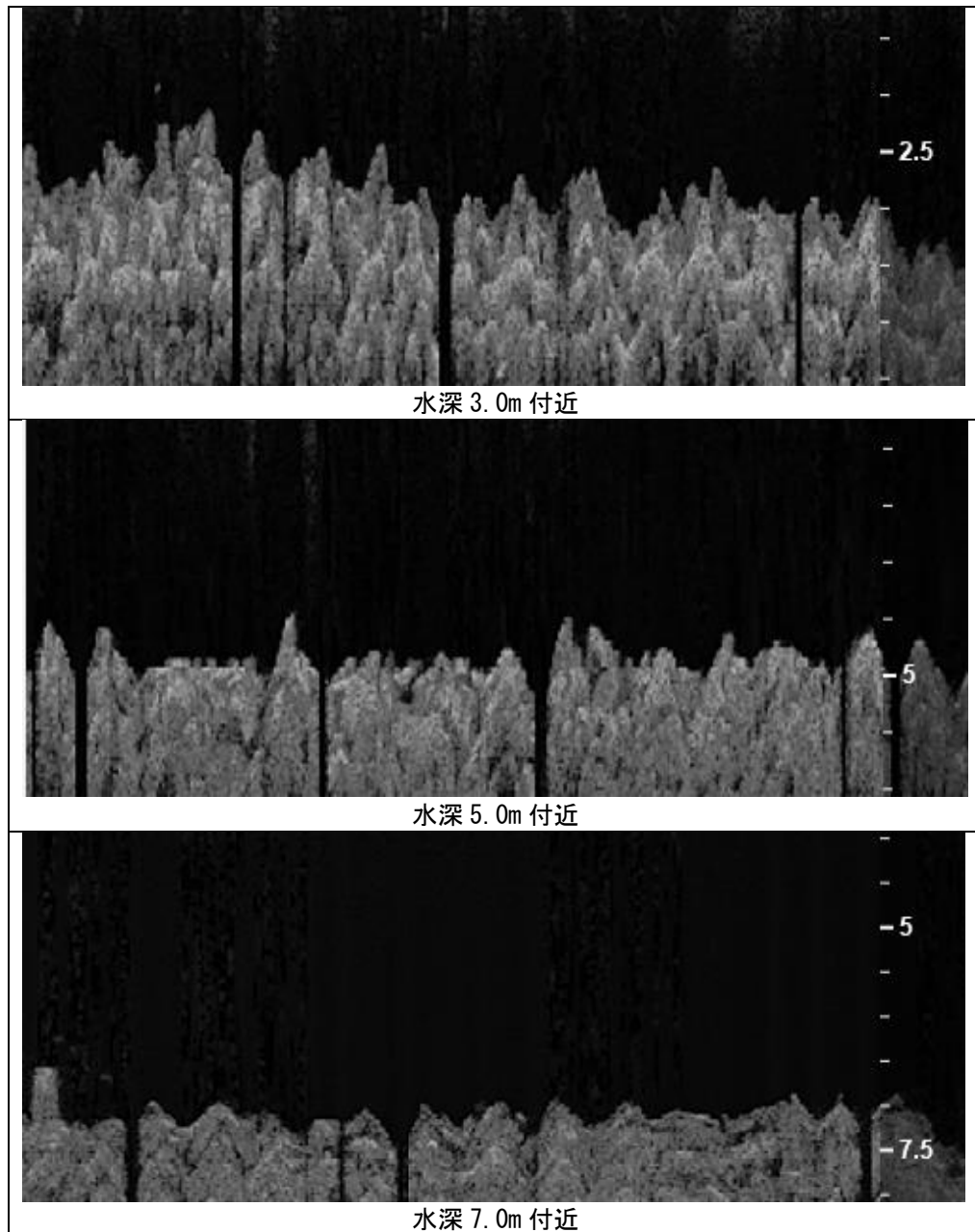


図 4.2-41 海藻類の南北方向の分布状況(2025年10月)

4.2.2 モニタリング手法の比較検討

1) 比較を行った方法

春季の5月に阪南4・6区で実施した調査結果を用いて、モニタリング手法の比較を行った。モニタリング手法の比較は、「潜水目視手法1(コドラート法)」、「潜水目視手法2(ライントランセクト法)」、「水中ドローン」、「ストラクチャースキャン」、「魚群探知機」の5つの手法で行った。

5つの手法の比較は、護岸上に設定した2測線と2測線の間、区間距離100mの範囲で行うこととした(図4.2-42)。

なお、潜水目視観察については、コドラート法とライントランセクト法の2つの観察方法についても比較することとした。これは、コドラート法では観察に時間を必要とする方法であり、ライントランセクト法は、測線に沿って観察して作業時間を短縮できる方法である。

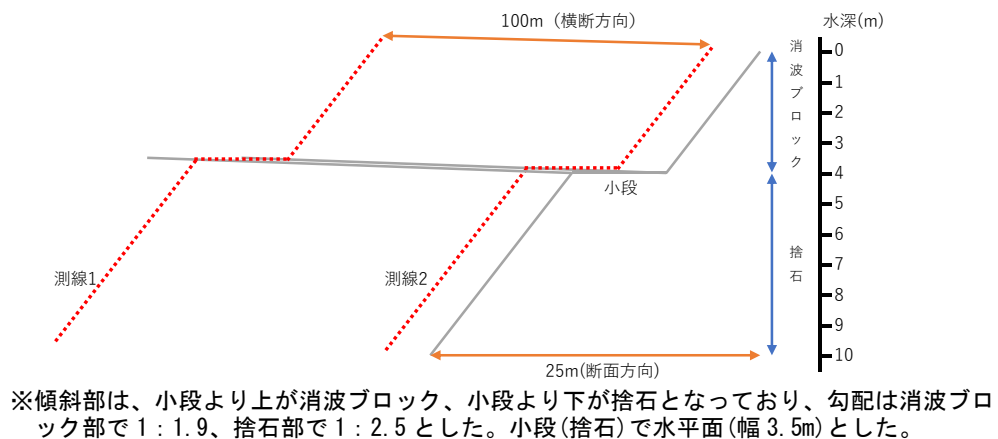


図4.2-42 調査範囲概要図

2) 実勢面積の算出

(1) 調査範囲の護岸面積

護岸の面積は、図4.2-43に示すように護岸形状を、消波ブロック部、小段部、捨石部の3部位に分けて求めた。

消波ブロック部および捨石部の面積は、沖方向の長さで天端・法尻の水深間の距離を基に法面長を算出し、測線間距離の110mを乗じた。

小段部は水平面として、消波ブロック法尻から捨石部天端間の距離3.5mに測線間距離110mを乗じた。その結果、消波ブロック部が1,118m²、小段部が385m²、捨石部が1,430m²という面積が得られた(表4.2-15)。

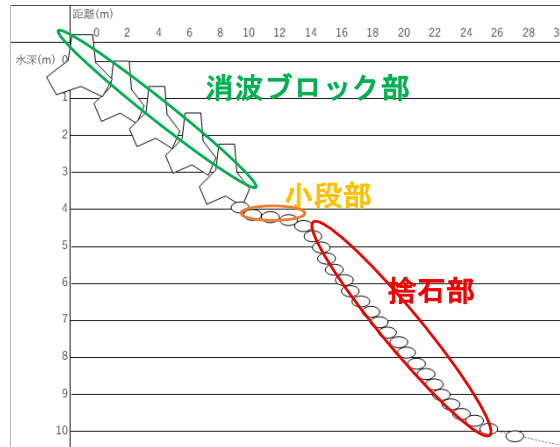


図 4.2-43 護岸構造の画分け

表 4.2-15 調査範囲の護岸面積

消波ブロック部 (m ²)	小段部 (m ²)	捨石部 (m ²)
1,188	385	1,430
合計 (m ²)	3,003	

※南北の護岸長は測線設置後に記録した GNSS の座標から求めた測線間距離の 110m を採用した。

(2) 各観察手法結果を用いた実勢面積の算出

①潜水目視手法1(コドラート法)

潜水目視手法1の観察枠の位置を表4.2-16に示すとおり、護岸部位別で区分した。水深0～3mの4枠を消波ブロック部、水深4mの1枠を小段部、水深5～10mの6枠を捨石部とし、護岸の区分別の海藻種別の平均被度を整理した(表4.2-17)。

表4.2-17の結果を用いて算出した実勢面積を表4.2-18に示す。なお、実勢面積は水深0～3mの平均被度に消波ブロック部の面積、水深4mの被度に捨石部の小段の面積、水深5～10mの平均被度に捨石部の斜面の面積を乗じて算出した。

表 4.2-16 護岸の部位と観察枠の区分け(潜水目視手法1)

護岸区分	観察枠の水深(D. L. m)	面積 (m ²)
消波ブロック部	0	1,188
	1	
	2	
	3	
小段部	4	385
捨石部	5	1,430
	6	
	7	
	8	
	9	
	10	

※水深10mが捨石部法尻

表 4.2-17 護岸区分別の海藻種別の平均被度(潜水目視手法 1)

護岸区分	平均被度(%)							
	ワカメ	アカモク	緑藻類	褐藻類	紅藻類	ノリ類	サンゴモ類	テングサ類
消波ブロック部	82.50	0.00	1.88	10.63	13.75	0.00	8.13	0.00
小段部	30.00	20.00	0.00	30.00	20.00	0.00	0.00	0.00
捨石部	18.33	0.83	0.00	8.42	4.58	0.00	0.00	0.00

表 4.2-18 護岸区分別の海藻種別の実勢面積(潜水目視手法 1)

護岸区分	実勢面積(m ²)								
	部位面積(m ²)	ワカメ	アカモク	緑藻類	褐藻類	紅藻類	ノリ類	サンゴモ類	テングサ類
消波ブロック部	1,188	980.10	0.00	22.28	126.23	163.35	0.00	96.53	0.00
小段部	385	115.50	77.00	0.00	115.50	77.00	0.00	0.00	0.00
捨石部	1,430	262.16	11.91	0.00	120.36	65.54	0.00	0.00	0.00
計(m ²)	種別	1357.76	88.91	22.28	362.09	305.89	0.00	96.53	0.00
	合計	2233.45							

②潜水目視手法 2(ライントランセクト法)

潜水目視手法 2 の観察水深を表 4.2-19 に示すとおり、護岸部位別で区分した。水深 0~3m の 4 水深帯を消波ブロック部、水深 4m の 1 水深帯を小段部、水深 5~10m の 6 水深帯を捨石部とした。潜水目視手法 2 は被度階級を記録したことから、観察結果を被度階級(被度階級 1: 被度 5%未満、2:5~24%、3:25~49%、4:50~74%、5:75%以上) の各階級の中央値(被度階級 1:被度 2.5%、2:15%、3:37.5%、4:62.5%、5:87.5%)の被度で換算した上で、護岸の区分別の海藻種別平均被度を整理した(表 4.2-20(1)~(2))。また、表 4.2-20(1)の結果を用いて算出した実勢面積を表 4.2-21 に示す。

実勢面積は、護岸の区分別の海藻の種類別被度に各区間の平均被度に消波ブロック部、小段部、捨石部の各面積を乗じて算出した。なお、小型海藻は前項と同様に緑藻類、紅藻類、褐藻類、サンゴモ類に区分けして実勢面積を求めた。

表 4.2-19 護岸の部位と観察水深の区分け(潜水目視手法 2)

護岸区分	観察水深(D. L. m)	面積(m ²)
消波ブロック部	0~1	1,188
	1~2	
	2~3	
	3~4	
小段部	4	385
捨石部	5~6	1,430
	6~7	
	7~8	
	8~9	
	9~10	
	10~11	

表 4.2-20(1) 護岸区分別の海藻種別の平均被度(潜水目視手法 2)

護岸区分	平均被度(%)						
	ワカメ	アカモク	タマハハキモク	緑藻類	紅藻類	褐藻類	サンゴモ類
消波ブロック部	81.25	0.63	0.63	1.88	11.88	6.25	7.50
小段部	37.50	17.50	2.50		10.00	10.00	0.00
捨石部	22.14	0.36			37.50	10.71	0.00

※空欄は出現していないことを示す。

表 4.2-20(2) 護岸区分別の海藻種別の平均被度(小型海藻類の内訳)(潜水目視手法 2)

護岸区分	平均被度(%)																
	緑藻類		紅藻類									サンゴモ類		褐藻類			
	アオサ属	アオサ属(アオノリ類)	ツノマタ	ヒラムカデ	ムカデノリ	オキツノリ	フダラク	カバノリ	タオヤギソウ	ススカケベニ	イギス科	ピリヒバ	カニノテ属	フクロノリ	アミジグサ	ケウルシグサ	ヤハズグサ
消波ブロック部	1.25	0.63	0.63	4.38	1.88	0.63	0.63	0.63	0.00	0.63	2.50	5.63	1.88	2.50	2.50	0.00	1.25
小段部	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.50	2.50	2.50	2.50	0.00	0.00	2.50	2.50	2.50	2.50
捨石部	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	13.21	6.43	15.36	2.50	0.00	0.00	0.00	1.07	1.43	8.21

表 4.2-21 護岸区分別の海藻類の実勢面積(潜水目視手法 2)

護岸区分	実勢面積(m ²)							
	部位面積	ワカメ	アカモク	タマハハキモク	緑藻類	紅藻類	褐藻類	サンゴモ類
消波ブロック部	1,188.00	965.25	7.43	7.43	22.28	141.08	74.25	89.10
小段部	385.00	144.38	67.38	9.63		38.50	38.50	
捨石部	1,430.00	316.64	5.11			536.25	153.21	
計(m ²)	種別	1,426.27	79.92	17.06	22.28	715.83	265.96	89.10
	合計	2,616.42						

※空欄は出現していないことを示す。

③水中ドローン

水中ドローンの観察位置を表 4.2-22 に示すとおり、護岸部位別に区分した。水深 0~3m の 4 水深帯を消波ブロック部、水深 4m の 1 水深帯を小段部、水深 5~10m の 6 水深帯を捨石部とし、護岸の区分別の海藻種別平均被度を整理した(表 4.2-23(1)~(2))。なお、水深毎の海藻種別の平均被度は 2 測線の平均値である。表 4.2-23(1)の結果を用いて算出した実勢面積を表 4.2-24 に示す。なお、実勢面積は水深 0~4m 区間の平均被度に消波ブロック部の面積、小段部の被度に小段部の面積、水深 4~10m の平均被度に捨石部の面積を乗じて算出した。

表 4. 2-22 護岸の部位と観察位置の区分け(水中ドローン観察手法)

護岸区分	観察位置の水深(D. L. m)	面積(m ²)
消波ブロック部	0	1,188
	1	
	2	
	3	
小段部	小段部	385
捨石部	4	1,430
	5	
	6	
	7	
	8	
	9	
	10	

表 4. 2-23(1) 護岸区分別の海藻種別の平均被度(水中ドローン観察手法)

護岸区分	平均被度(%)					
	各部位面積(m ²)	ワカメ	シダモク	タマハハキモク	紅藻類	褐藻類
消波ブロック部	1,188	87.50	0.00	0.00	0.00	0.00
小段部	385	50.00	12.50	1.25	0.00	0.00
捨石部	1,430	30.00	0.71	0.00	12.68	7.86

表 4. 2-23(2) 護岸区分別の海藻種別の平均被度(小型海藻類の内訳)(水中ドローン観察手法)

護岸区分	平均被度(%)						
	紅藻類					褐藻類	
	カバノリ	ススカケベニ	タオヤギソウ	シキンノリ	イギスコ	アミジグサ	ヤハズグサ
消波ブロック部	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
小段部	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
捨石部	1.61	3.57	4.64	0.71	2.14	0.36	7.50

表 4. 2-24 護岸区分別の海藻類の実勢面積(水中ドローン観察手法)

護岸区分	実勢面積(m ²)					
	各部位面積(m ²)	ワカメ	シダモク	タマハハキモク	紅藻類	褐藻類
消波ブロック部	1,188	1039.50	0.00	0.00	0.00	0.00
小段部	385	192.50	48.13	4.81	0.00	0.00
捨石部	1,430	429.00	10.21	0.00	181.30	112.36
計(m ²)	種別	1661.00	58.34	4.81	181.30	112.36
	合計	2017.80				

④ストラクチャースキャン

ストラクチャースキャンの探査水深の位置を表 4. 2-25 に示すとおり、護岸部位別に区分した。水深 0~3m の 4 水深帯を消波ブロック部、水深 4m の 1 水深帯を小段部、水深 5~10m の 6 水深帯を捨石部とし、護岸の区分別の海藻種別平均被度を整理した(表 4. 2-26)。なお、水深毎の海藻種別の平均被度は 2 測線の平均値である。

実勢面積は 2 測線の観察結果を水深毎で平均し、算出した。ホンダワラ類については水深 4m の小段部上に主に分布したため、ストラクチャースキャンの南北方向のデータから繁茂している区間を把握し(表 4. 2-27)、実勢面積に反映した。実勢面積を表 4. 2-28 に示す。なお、実勢面積は水深 0~4m 区間の平均被度に消波ブロック部の面積、小段部の被度に小段部の面積、水深 4~10m の平均被度に捨石部の面積を乗じて算出した。

表 4.2-25 護岸の部位と探査水深の区分け(ストラクチャースキャン)

護岸区分	探査水深(D. L. m)	面積(m ²)
消波ブロック部	0	1,188
	1	
	2	
	3	
小段部	小段部	385
捨石部	4	1,430
	5	
	6	
	7	
	8	
	9	
	10(被覆石法尻)	

表 4.2-26 護岸区分別の海藻種別の平均被度(ストラクチャースキャン)

護岸区分	平均被度(%)		
	ワカメ	ホンダワラ類	小型海藻類
消波ブロック部	100.00	0.00	0.00
小段部	60.00	20.00	0.00
捨石部	34.29	0.00	0.36

表 4.2-27 ホンダワラ類が分布する区間の護岸長(南北方向)(ストラクチャースキャン)

護岸区分	水深(D. L. m)	面積(m ²)
小段部	小段部	232

表 4.2-28 護岸区分別の海藻類の実勢面積(ストラクチャースキャン)

護岸区分	実勢面積(m ²)			
	各部位面積(m ²)	ワカメ	ホンダワラ類	小型海藻類
消波ブロック部	1,188	1188.00		
小段部	385	231.00	46.45	
捨石部	1,430	490.29		5.11
計(m ²)	種別	1909.29	46.45	5.11
	合計	1960.85		

※空欄は出現していない、または確認できなかったことを示す

⑤魚群探知機

ワカメについては広範囲の分布が確認されたため、線形補間を用いて航行範囲内をグリッド状のデータに変換し分布面積を算出した。ホンダワラ類については、魚群探知機のビーム探査範囲と反応の数を基に分布面積を算出した(図 4.2-44)。

実勢面積は他調査との整合性を確保するため、0~3.5mを消波ブロック部、3.5~4.5mを小段部、4.5~10mを捨石斜面部として区分し、各区分の平均分布面積を計測した上で他調査の各部位面積を乗じて算出した。観察結果および算出に使用した面積を表 4.2-29 に示す。

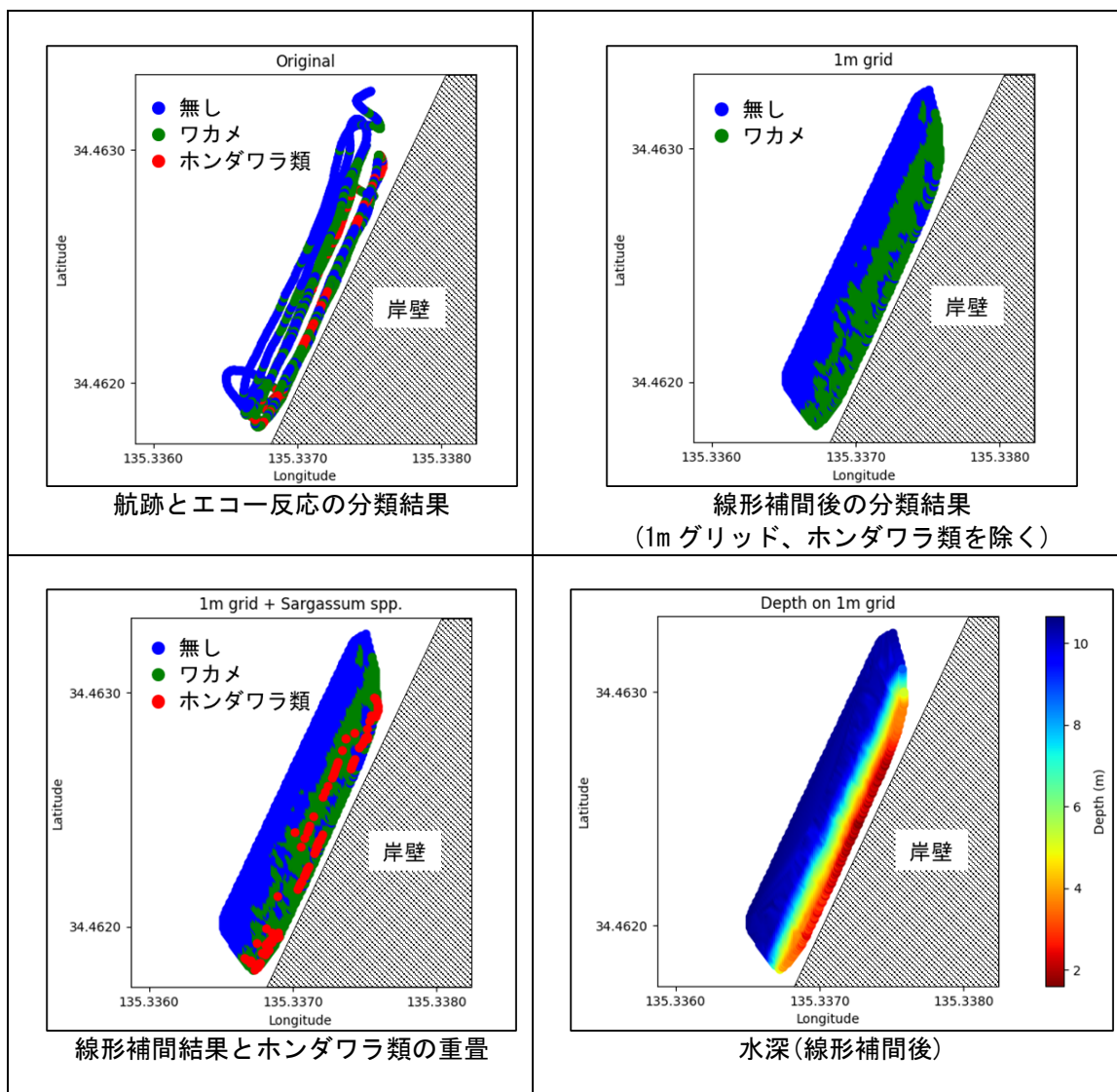


図 4.2-44 エコー反応の分類結果

表 4.2-29 護岸区分別の海藻類の実勢面積(魚群探知機)

護岸区分		各部面積(m ²)	実勢面積(m ²)		
			ワカメ	ホンダワラ類	小型海藻
消波ブロック部	斜面	1,188	880.15	3.37	-
	小段	385	264.18	50.79	-
捨石部	斜面	1,430	1,086.91	52.80	-
	種別合計(m ²)	-	2,231.24	106.96	-
合計(m ²)		3,003	2,338.20		

※「-」は出現しなかった、もしくは確認できなかったことを示す。

※護岸の面積は、水深および潜水士が計測した各部位の水平方向の距離から勾配を把握し法面長を求め、護岸長(100m)を乗じることで算出した。

3) 各モニタリング手法で算出した実勢面積の比較

各モニタリング手法の海藻類全体の実勢面積について、ワカメ、ホンダワラ類(アカモク、タマハハキモク)、小型海藻類(緑藻類、褐藻類、紅藻類、サンゴモ類)を比較した(表 4.2-30)。海藻類の実勢面積の合計は、ストラクチャースキャンの 1,960.85m²が最小で、潜水目視手法 2 の 2,616.41m²が最大であった。

海藻種毎にみると、ワカメでは潜水目視手法 1 の 1357.76m²が最小、魚群探知機の 2,231.24 m²が最大であった。ホンダワラ類(アカモクとタマハハキモク)は、ストラクチャースキャンの 46.45m²が最小、魚群探知機の 106.96 m²が最大であった。小型海藻類(緑藻類、褐藻類、紅藻類、サンゴモ類の小計)は、ストラクチャースキャンの 5.11m²が最小、潜水目視手法 2 の 1,093.17m²が最大であった。なお、魚群探知機では小型海藻を観察していない。

測線上の観察の精度は、被度の把握については潜水目視手法 1(コドラート法)が高いものと考えられる。潜水手法 1 の実勢面積結果を 1 とした場合、他手法で算出した実勢面積の比率を表 4.2-31 に示す。

ワカメの実勢面積を見ると潜水目視手法 2(ライントランセクト法)は、潜水目視手法 1 の結果を基準とすると 1.05 倍、水中ドローンでは 1.22 倍、ストラクチャースキャンでは 1.41、魚群探知機では 1.64 倍であった。

ホンダワラ類の実勢面積を見ると潜水目視手法 2 が 1.09 倍、水中ドローンが 0.71 倍、ストラクチャースキャンが 0.52 倍、魚群探知機が 1.20 倍であった。

小型海藻の実勢面積を見ると潜水目視手法 2 が 1.39 倍、水中ドローンが 0.37 倍、ストラクチャースキャンが 0.0065 倍であった。なお、魚群探知機は小型海藻を確認できていない。

表 4.2-30 モニタリング結果比較(海藻類の実勢面積)

手法	海藻類の実勢面積(m ²)							合計
	ワカメ	ホンダワラ類		小型海藻類				
		アカモク	タマハハキモク	緑藻類	褐藻類	紅藻類	サンゴモ類	
潜水目視手法 1	1,357.76	88.91	-	22.28	362.09	305.89	96.53	2,233.45
				786.78				
潜水目視手法 2	1,426.27	79.92	17.05	22.28	265.96	715.83	89.10	2,616.41
				1,093.17				
水中ドローン	1,661.00	58.34	4.81	-	181.30	112.36	-	2,017.80
				293.66				
ストラクチャースキャン	1,909.29	46.45		-	-	5.11	-	1,960.85
				5.11				
魚群探知機	2,231.24	106.96		-				2,338.20

※横線は出現なし、または調査で確認できなかったことを示す。

※ストラクチャースキャン、魚群探知機の観察では、アカモクとタマハハキモクの区別が付かなかったので「ホンダワラ類」とした。

※小型海藻は、緑藻類、紅藻類、褐藻類、サンゴモ類の4分類にまとめた。

表 4.2-31 潜水目視手法 1 を基準とした各モニタリング手法の結果比率

手法	海藻類の実勢面積 (m ²)			
	ワカメ	ホンダワラ類	小型海藻類	合計
潜水目視手法 1	1	1	1	1
潜水目視手法 2	1.05	1.09	1.39	1.17
水中ドローン	1.22	0.71	0.37	0.90
ストラクチャースキャン	1.41	0.52	0.0065	0.88
魚群探知機	1.64	1.20	-	1.05

※魚群探知機では、小型海藻類を確認できなかったため、ワカメとホンダワラ類を比較対象とした。

4) 算出した実勢面積の精度

(1) 実勢面積の差

前項の表 4.2-31 を受けて、潜水目視手法 1 を基準とした各手法の海藻類の実勢面積の差について以下に記す。なお、ホンダワラ類の実勢面積については調査海域での植生等が特殊なため、後ほど記述する。

潜水目視手法 2 は、ワカメ実勢面積は潜水目視手法 1 と近い値であるが、小型海藻類実勢面積では大幅に高くなった。これは観察した種数が多い上に、全種毎に被度階級を被度中央値で換算したため、被度の低い種を過大に評価している可能性がある。

水中ドローンは、ワカメ実勢面積は潜水目視手法 1 に比べて高い値であるが、小型海藻類では低い値となっている。ワカメ実勢面積の過大評価の原因は、水中ドローンは大型海藻が濃生な箇所での近接が難しいことから、動揺する葉状部により着生面が確認しづらく、被度を高めに把握してしまう傾向にあると考えられる。同様に小型海藻類の過少評価の原因は、水中ドローンでは大型海藻が濃生な箇所では近接が難しく、大型海藻の影に隠れてしまうことが生じるためと考えられる。

ストラクチャースキャンは、ワカメ実勢面積が潜水目視手法 1 に比べて大幅に高くなっているが、小型海藻類は極端に低い値となっている。ストラクチャースキャンのワカメ実勢面積の過大評価の原因は、音響データの影からは海藻類の有無までしか判断できず、水中カメラの垂下位置のワカメの被度を基に分布範囲を適用したことによることが原因と考えられる。加えて水中カメラで確認した被度は、水中ドローンと同様の理由で高めに把握してしまう傾向があると考えられる。なお、海藻類の有無自体はカメラを垂下するまでは分からない。小型海藻類実勢面積の過少評価の原因は、ストラクチャースキャンでは音響データから小型海藻類の把握が出来ず、水中カメラを垂下した箇所での確認結果を基に分布範囲を適用したことと、水中カメラによる確認結果も水中ドローンと同じ理由で小型海藻類を確認しにくいためと考えられる。

魚群探知機は、ワカメ実勢面積が潜水目視手法 1 に比べて大幅に大きくなっている。魚群探知機の過大評価の原因は、得られた音響データが何から反射したものを特定するのが難しいことが原因の一つとしてあげられる。海底の起伏や魚類の音響データも海藻の音響データと類似しているため、そういったものを海藻と判断している可能性がある。また、線形補間を行っているため、現状の分布よりも過大評価(もしくは過小評価)になっている可能性が考えられる。

(2) ホンダワラ類の実勢面積

ホンダワラ類は、当海域では水深4mの小段部上で主に繁茂していたが、護岸に対して並行(南北方向)にみると分布が密なところと疎なところの確認された。潜水目視および水中ドローンでは、調査範囲内のホンダワラ類の分布の粗密について、労力的に正確に把握することが難しかったため、調査範囲内を護岸に並行に遊泳・撮影して、大まかに被度が大きく変化していないことを確認し、測線上に出現したホンダワラ類の観察結果を測線間の距離100mに引き延ばしたが、実勢面積は過大評価となっている可能性がある。「4.2.1(5)-2 各モニタリング手法の観察結果」に示した通り、ストラクチャスキャンで小段部を護岸に並行(南北方向)に探査した結果、繁茂している区間と繁茂しない区間が比較的正確に確認され(図4.2-23~24)、繁茂区間の護岸長の合計は66.36m(表4.2-8)と算出することができ、実勢面積に反映することができた。

なお、今回のストラクチャスキャンで確認できたホンダワラ類のように1株1株が映像から分離できる場合には、現地作業を短時間で終え、持ち帰った後、精度よく解析ができるものと考えられるが、ホンダワラ類が濃密な場所では1株1株を分解できず、今回のワカメと同様な判定になると考えられる。

魚群探知機については、ストラクチャスキャンと同様に探査範囲を網羅的に確認することができる。加えて、ビーム探査範囲と範囲内の反応数で実勢面積を求めることができるので、ホンダワラ類の粗密にかかわらず分布範囲をおさえるには適していると考えられる。

(3) 確認した種数

各モニタリング手法で分類または確認した種数について比較した(表4.2-32)。

潜水目視手法1は、8種類であるが、これは現場での分類の手間を省くため、「認証申請の手引き」に示されている藻場タイプに適用できるように、阪南4・6区で出現する可能性のある海藻として、大型海藻のワカメ、ホンダワラ類、カジメ、小型海藻はテングサ場を形成するテングサ類、その他としてはノリ類、サンゴモ類、緑藻類、褐藻類、紅藻類とあらかじめ定めたことによる種数である。

潜水目視手法2は、現場で確認した種を記録した結果、20種類であった。被度の記録に手間がかかっておらず、大型海藻の隙間等も確認しているため、定性的な精度は高い。

水中ドローンは、現場の記録映像から確認できる種を記録した結果、10種類であった。大型海藻が繁茂している水深5m付以浅ではほとんど小型海藻が確認できなかった。これは、大型海藻が濃生している箇所での近接が難しいことが原因と考えられる。

ストラクチャスキャンは、並行して行った水中カメラで確認した種を記録した結果、3種類であった。ストラクチャスキャンでは被度が低い小型海藻をとらえられないことに加え、水中カメラは水中ドローンと同様に大型海藻が濃生している箇所では小型海藻を確認しにくいと認められる。

魚群探知機は、反応の高さと水中カメラで確認した情報を基にワカメ、ホンダワラ類の2種を検出した。ただし、形状や色を検知できない特性上、細かい分類には限界があり、小型海藻については海底の起伏との区別が困難であった。

表 4.2-32 各モニタリング手法による海藻類の確認種数・分類数

手法	確認種数・分類数
潜水目視手法 1	8
潜水目視手法 2	20
水中ドローン	10
ストラクチャースキャン	3
魚群探知機	2

5) 各モニタリング手法の所要時間

各モニタリング手法の観察位置と所要時間を整理した上で、阪南 4・6 区をモデルに各モニタリング手法で 1 日に実施できる作業量を整理した(表 4.2-33~34)。1 日の作業時間は、図 4.2-45 に示す作業工程を想定し、5 時間を想定した。その内訳は、午前 8 時に出港し、午後 0 時から午後 1 時まで休憩(1 時間程度)、午後 4 時に帰港するとした上で、移動時間を除いて、午前 9 時~12 時と午後 13 時~15 時の計 5 時間となる。なお、本調査と同程度の精度とするため、測線間隔は 100m で設定するものとした。

以下①~⑤の項目に各モニタリングの具体的なイメージを示した。

表 4.2-33 調査時間(5 月調査の実績)

手法		観察作業所要時間	作業の時間帯	当日の所要時間
潜水目視	手法 1 (測線 A)	30 分(1 測線) ※ビデオ撮影 10 分	10:56~12:43	1 時間 47 分
	手法 2 (測線 B)	15 分(1 測線) ※ビデオ撮影 10 分		
	測線間の状況確認 (外観を目視)	10 分(片道) ※ビデオ撮影 10 分		
水中ドローン	測線上	10 分(1 測線)	11:05~12:05	1 時間
	測線間の状況確認 (撮影)	20 分(1 往復)		
ストラクチャースキャン	測線	5 分	13:00~13:25 14:00~14:15	40 分
	測線間	20 分程度(5 往復)		
	水中カメラ垂下	15 分(4 か所)		
魚群探知機	測線	5 分	13:30~13:55 14:00~14:15	40 分
	測線間	20 分程度(5 往復)		
	水中カメラ垂下	15 分(4 か所)		

※作業の時間帯は、準備時間を含まない。

表 4.2-34 1 日に可能な作業量の推定まとめ(5 月調査の実績より)

手法	午前中 (3 時間あたり)		午後中 (2 時間あたり)		合計 (1 日あたり)		護岸長 (m/日)
	測線数	測線間横断 (片道)	測線数	測線間横断	測線数	測線間横断	
潜水目視手法 1	4 本	3 区間	3 本	2 区間	7 本	6 区間	600
潜水目視手法 2	6 本	5 区間	5 本	5 区間	11 本	10 区間	1,000
水中ドローン	7 本	6 区間	4 本	4 区間	11 本	10 区間	1,000
ストラクチャー	6 本	5 区間	3 本	3 区間	9 本	8 区間	800
魚群探知機	6 本	5 区間	3 本	3 区間	9 本	8 区間	800

※作業時間は午前中 3 時間、午後 2 時間の計 5 時間を想定した。

※潜水作業については、午前中に潜水目視手法 1 は 30 分、潜水目視手法 2 は 40 分の休憩時間を設けた。

※ストラクチャースキャンは調査開始後に 1 測線を 5 分で探査した後、「測線間の 5 往復分探査と 360° カメラの撮影、次の 1 測線分の探査」を 1 セット 35 分で進めるとした。



図 4.2-45 1日の作業工程(例)

①潜水目視手法 1

潜水目視手法 1 は、当日は 1 測線に 30 分、測線間の横断(分布状況の確認)に 10 分の計 40 分を要した(図 4.2-46(1))。なお、ビデオ撮影については観察作業と同時並行で行ったので、作業時間に影響はなかった。この結果から護岸長が 100m の区間を 1 セットにするモデルとすると、70 分/1 セットとなり(図 4.2-46(2))、1 日の作業時間(5 時間)では 6 セット(護岸長 600m)が可能であった(図 4.2-46(3))。

ただし、モニタリング調査時は測線 A のみの観察結果を用いて実勢面積を求めたが、モデルは 1 区間を閉じる 2 測線(測線 A、測線 B)の結果を平均した上で実勢面積を求めることを想定した。



背景: Google Earth より

図 4.2-46(1) 潜水目視手法 1 の実績イメージ(観察位置および所要時間)



背景：Google Earth より

図 4.2-46(2) 潜水目視手法 1 のモデルイメージ(100m 区間)



背景：Google Earth より

図 4.2-46(3) 潜水目視手法 1 の 1 日に可能な作業区間範囲イメージ

②潜水目視手法 2

潜水目視手法 2 は、当日は 1 測線に 15 分、測線間の横断(分布状況の確認)に 10 分の計 25 分を要した(図 4.2-47(1))。なお、潜水目視手法 1 同様に、ビデオ撮影については観察作業と同時並行で行ったので、作業時間に影響はなかった。この結果から護岸長が 100m の区間を 1 セットにするモデルとすると、40 分/1 セットとなり(図 4.2-47(2))、1 日の作業時間(5 時間)では 10 セット(護岸長 1000m)が可能であった(図 4.2-47(3))。

ただし、モニタリング調査時は測線 B のみの観察結果を用いて実勢面積を求めたが、モデルは 1 区間を閉じる 2 測線(測線 A、測線 B)の結果を平均した上で実勢面積を求めることを想定した。

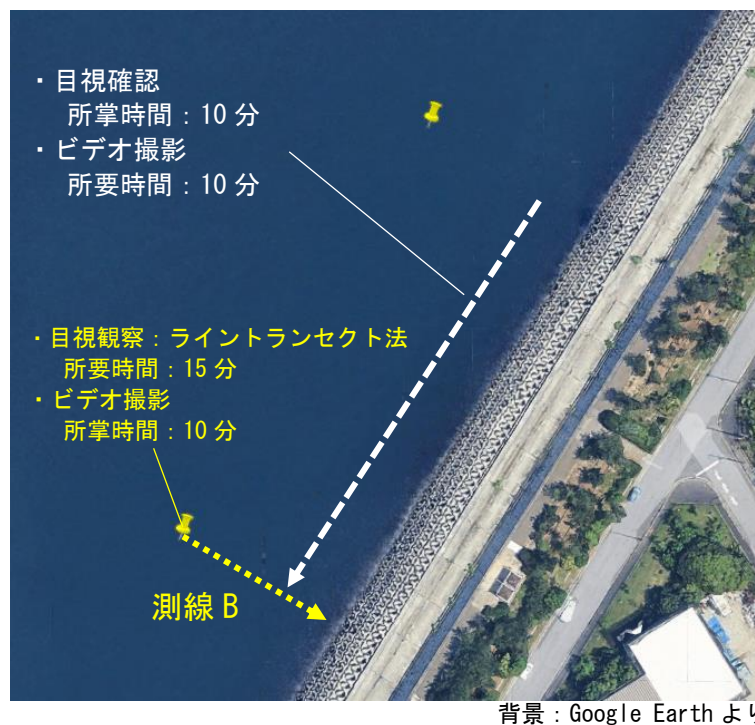


図 4.2-47(1) 潜水目視手法 2 の実績イメージ(観察位置および所要時間)



背景：Google Earth より

図 4.2-47(2) 潜水目視手法 2 のモデルイメージ(100m 区間)

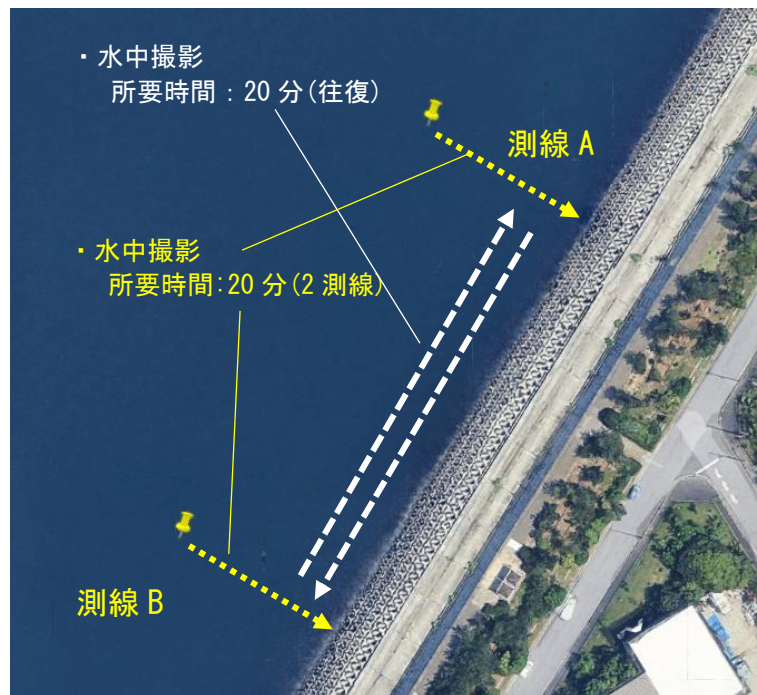


背景：Google Earth より

図 4.2-47(3) 潜水目視手法 2 の 1 日に可能な作業区間範囲イメージ

③水中ドローン

水中ドローンは、当日は2測線に20分(1測線あたり10分)、測線間の横断(分布状況の確認)に往復20分の計40分を要した(図4.2-48(1))。この結果から護岸長が100mの区間を1セットにするモデルとすると、40分/1セットとなり(図4.2-48(2))、1日の作業時間(5時間)では10セット(護岸長1000m)が可能であった(図4.2-48(3))。



背景: Google Earth より

図 4.2-48 (1) 水中ドローン観察の実績イメージ(位置および所要時間)



背景: Google Earth より

図 4.2-48 (2) 水中ドローンのモデルイメージ(100m 区間)



背景：Google Earth より

図 4.2-48(3) 水中ドローンの 1 日に可能な作業区間範囲イメージ

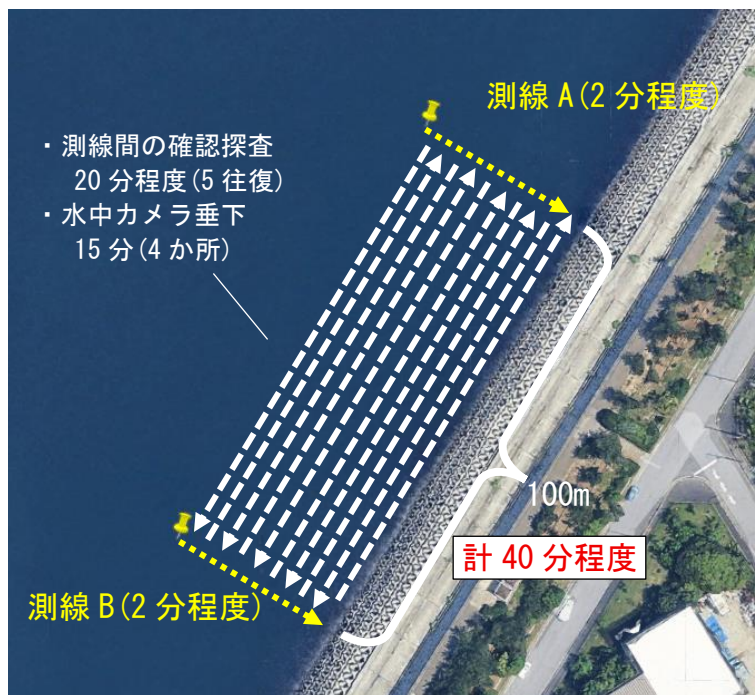
④ストラクチャースキャンおよび魚群探知機

ストラクチャースキャンおよび魚群探知機(以降、両手法をまとめて音響探査と称す)は、当日は 2 測線に 5 分程度(1 測線あたり 1~2 分程度)、測線間の横断(分布状況の確認)に 5 往復 20 分、水中カメラの垂下(4 地点)に 15 分の計 40 分を要した(図 4.2-49(1))。この結果から護岸長が 100m の区間を 1 セットにするモデルとすると、音響探査では調査開始後に 1 測線を 5 分で探査した後、「測線間の 5 往復分探査と水中カメラの撮影、次の 1 測線分の探査」を 1 セット 35 分で進めるとした結果、40 分 1 セットとなり(図 4.2-49(2))、1 日の作業時間(5 時間)では 8 セット(護岸長 800m)が可能であった(図 4.2-49(3))。なお、音響探査手法についてはアンカーの移動は必要無い上に、9 セット目を行う時間はないが 15 分ほど余裕がある計算になった。



背景 : Google Earth より

図 4.2-49 (1) 音響探査の実績イメージ (観察位置および所要時間)



背景 : Google Earth より

図 4.2-49 (2) 音響探査のモデルイメージ (100m 区間)



背景：Google Earth より

図 4. 2-49 (3) 音響探査の 1 日に可能な作業区間範囲のイメージ

6) 各モニタリング手法のランニングコスト

本調査で行ったものと同程度の結果を得るために必要な各モニタリング手法のランニングコストを試算した。

傭船代は、本調査の実績から 80,000 円(税抜)とした。

船上作業員の人件費は、国土交通省が定める「2025 年度(2025 年度)設計業務委託等技術者単価(※)」の測量業務の技術者単価(表 4. 2-35)を基に 1 名の場合は測量技師、2 名の場合は測量技師、測量技師補、3 名の場合は測量技師、測量技師補、測量助手、4 名以上の場合は測量助手の単価を追加するとした。

表 4. 2-35 測量業務の技術者単価

技術者の職種	基準日額(円)
測量技師	52,300
測量技師補	41,100
測量助手	34,900

※国交省ホームページ：設計業務委託等技術者単価
(<https://www.mlit.go.jp/tec/content/001864579.pdf> 2025 年 3 月)

水中ドローン、ストラクチャスキャン、運搬車については、本調査で使用した水中ドローン：CHASING M2 Pro MAX、ストラクチャスキャン：LOWRANCE HDS-10 は購入価格から割り出した損料、ワンボックスバンは販売価格から割り出した損料とした(表 4. 2-36)。なお、360°カメラはレンタルすることとし、4 社のレンタル価格(ハウジング込み)の金額を平均した金額を用いた。

その結果、潜水目視手法が 400,600 円(税抜)、水中ドローン観察手法が 264,200 円(税抜)、ストラクチャースキャン手法が 248,300 円(税抜)となった(表 4.2-37)。

表 4.2-36 機器の損料

名称	損料(1日当たり:税抜)(※1)
ストラクチャースキャン LOWRANCE HDS-10	4,000
水中ドローン CHASING M2PRO MAX	17,000
360° カメラレンタル(水中ハウジング込み)	12,000(※3)
ワンボックスバン 2000 cc	4,000

※1: 損料には供用係数は含んでいない

※2: 360° カメラはインターネット上で確認できるレンタル会社 4 社のレンタル代の平均価格(2026 年 3 月現在)

表 4.2-37 各モニタリング手法のコスト

手法	項目	単価(円/日)	数量	金額(税抜)
潜水目視手法 1 (潜水目視手法 2 も同じ)	潜水士 ※潜水器具等含む	71,600	2 名	143,200
	作業船	80,000	1 隻	80,000
	警戒船	80,000	1 隻	80,000
	運搬車(ワンボックスバン)	4,000	1 台	4,000
	船上作業員(2 人)	93,400	1 式	93,400
	合計	-	-	400,600
水中ドローン	水中ドローン(1 式)	17,000	1 式	17,000
	作業船(※)	80,000	1 隻	80,000
	運搬車(ワンボックスバン)	4,000	1 台	4,000
	船上作業員(4 人・1 日)	163,200	1 式	163,200
	合計	-	-	264,200
ストラクチャー スキャン	ストラクチャースキャン	4,000	1 式	4,000
	360° カメラ(レンタル)	12,000	1 台	12,000
	運搬車(ワンボックスバン)	4,000	1 台	4,000
	作業船(※)	80,000	1 隻	80,000
	船上作業員(3 人)	128,300	1 式	128,300
	雑費(バッテリー、固定器具等)	20,000	1 式	20,000
	合計	-	-	248,300

※水中ドローンおよびストラクチャースキャンの調査の備船は作業船 1 隻としたが、海域によっては警戒船が必要な場合がある。

魚群探知機手法については、今回の測定で用いた古野電気社製の魚群探知機 FCV-600 及び送受波器 520-5PSD の販売価格を示す(表 4.2-38、古野電気ブルーカーボン問合せ窓口 blue-carbon.support@furuno.co.jp)。

表 4.2-38 魚群探知機および送受波器 販売価格

名称	型式	価格(税抜)
魚群探知機	FCV-600	140,000
送受波器	520-5PSD	15,000

7) 各モニタリング手法の総評

比較を行った 5 手法について、実勢面積、種数、実施可能範囲(護岸長)、ランニングコスト(魚群探知機を除く)をまとめたものを表 4.2-39 に示す。なお、「認証申請の手引き」に

示されている藻場タイプが適用でき、定量的な把握が最も高精度と考えられる「潜水目視手法1」の結果を基準として評価するため、潜水目視手法1の各結果(実勢面積、1日あたりの実施可能範囲およびランニングコスト)を1とした場合に対する各モニタリング手法の割合を表中の()内に示した。

なお、潜水目視手法1で確認した海藻種の種数は多くないが、これは阪南4・6区に出現する可能性がある種を大型海藻4種(ワカメ、アカモク、タマハハキモク、カジメ)、小型海藻6種類(緑藻類、紅藻類、褐藻類、ノリ類、テングサ類、サンゴモ類)として「認証申請の手引き」の藻場タイプに基づき定めており、詳細な種の同定を行わなかったためである。

潜水目視手法2は、藻場の優占種(ワカメ、ホンダワラ類)の実勢面積を高精度(1.05倍、1.09倍)かつ、広範囲(護岸長:1,000m/日、1.7倍)での把握が求められる場合に有効である。加えて、藻場構成種を定性的に把握したい場合にも有効である。短所としては、優占種以外の藻場構成種の被度把握については精度が落ちるため(1.39倍)、注意が必要な点である。

水中ドローン手法は、藻場の優占種(特に大型海藻)の実勢面積の精度を保ちつつ(1.22倍)、広範囲(護岸長:1,000m/日、1.7倍)で把握し、低コスト(0.4倍)での実施が求められる場合に有効である。短所としては、優占種以外の構成種を十分に把握するには向かない点と、大型海藻が多い場所や障害物がある場所ではケーブルの管理などに注意が必要な点である。

ストラクチャースキャン手法は、藻場の優占種(特に大型海藻)の実勢面積をやや広範囲(護岸長800m/日、1.3倍)で把握し、低コスト(ストラクチャースキャン0.46倍)での実施が求められる場合に有効である。また、測線上のみならず、大型海藻の在不在を探查範囲内で網羅的に把握することも可能である。短所としては、詳細な海藻種の把握ができず、大型海藻に限られる点と、特に小型海藻類実勢面積の把握の精度が極端に低い点である。

魚群探知機手法は、大型海藻の実勢面積をやや広範囲で把握し、測線上のみならず、大型海藻の在不在を探查範囲内で網羅的に把握することが可能である。既存船舶に装備されている魚群探知機を活用する場合は、任意のタイミングで継続的なモニタリングも可能となり、コスト面でのメリットも期待される。短所としては、詳細な海藻種の把握ができず、大型海藻に限られる点である。

表 4.2-39 各モニタリング手法の比較まとめ

項目	潜水目視		水中ドローン	ストラクチャースキャン	魚群探知機	
	手法1	手法2				
海藻実勢面積(m ²)	ワカメ	1,357.76(1)	1,426.27(1.05)	1,661.00(1.22)	1,909.29(1.41)	2,231.24(1.64)
	ホンダワラ類	88.91(1)	96.96(1.09)	63.15(0.71)	46.45(0.52)	106.96(1.20)
	小型海藻類	786.78(1)	1,093.16(1.39)	293.66(0.37)	5.11(0.01)	-
確認・分類種数	8	20	10	3	2	
実施可能範囲(護岸長として)(m/日)	600(1)	1,000(1.7)	1,000(1.7)	800(1.3)	800(1.3)	
ランニングコスト(円(税抜)/日)	400,600(1)		264,200(0.66)	248,300(0.62)	-	
単位距離あたりのランニングコスト(円(税抜)/日/100m)	66,767(1)	40,060(0.6)	26,420(0.4)	31,038(0.46)	-	

※()は潜水目視手法1を「1」とした場合の各手法の比率を示す。

※実施可能範囲は、阪南4・6区と同形状の傾斜護岸であると仮定して、1日に調査できる護岸長を示す。

5. 謝辞

「大阪湾奥部における創出候補海藻種のCO₂吸収係数の算出」においては、関西エアポート株式会社より海藻の提供、また、「港湾エリアにおける効果的なモニタリング技術検討実証」においては、古野電気株式会社との共創にあたり、多大なるご協力を賜りました。心より感謝申し上げます。