

対象生態系面積の算定方法に関する資料

本プロジェクトでは、海草藻場面積と海藻藻場面積の算定を行うため、空中ドローン、水中ドローン及び潜水目視観察を行った。図1に調査地点図を示す。

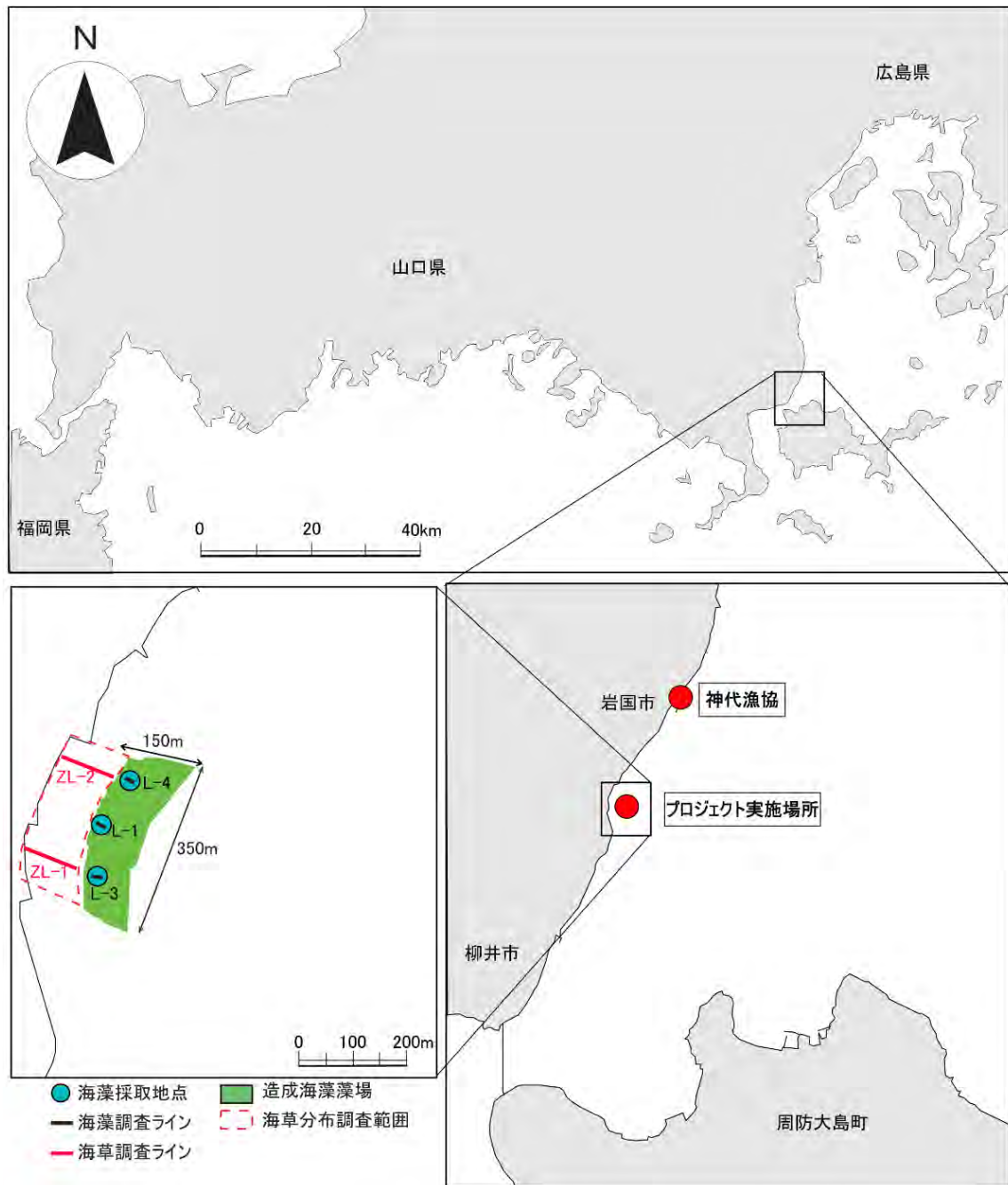


図1 調査地点図

(別添 1)

1. 海草藻場面積

空中ドローンによって 2018 年 7 月、2019 年 5 月、2020 年 5 月及び 2021 年 5 月に 1 ピクセルが 7cm 以下になるように撮影を行った。撮影した写真は、EARDAS IMAGINE を用いた画像解析によって海草藻場面積を求めた。なお、海草藻場面積は「1 ピクセルのサイズ×海草と判定されたピクセル数」で算出している。そのため、画像解析から算出した面積は外縁ではなく、被度を考慮した面積となっている。空中ドローンによる空撮結果は図 2、ERDAS IMAGINE による画像解析結果は図 3、海草藻場面積は表 1 のとおりである。

ベルトトランセクト法(潜水目視)によって 2018 年 5 月、2019 年 3 月に、水中ドローンによって 2021 年 5 月に海草の種類について確認を行った。海草の分布範囲を表 2 に、潜水による目視観察による海草生育状況を図 3 に、水中ドローンによる海草生育状況を図 4 に示す。



図 2(1) 空中ドローンによる空撮(左図)及び画像解析結果(右図)(2018 年 7 月)

(別添 1)

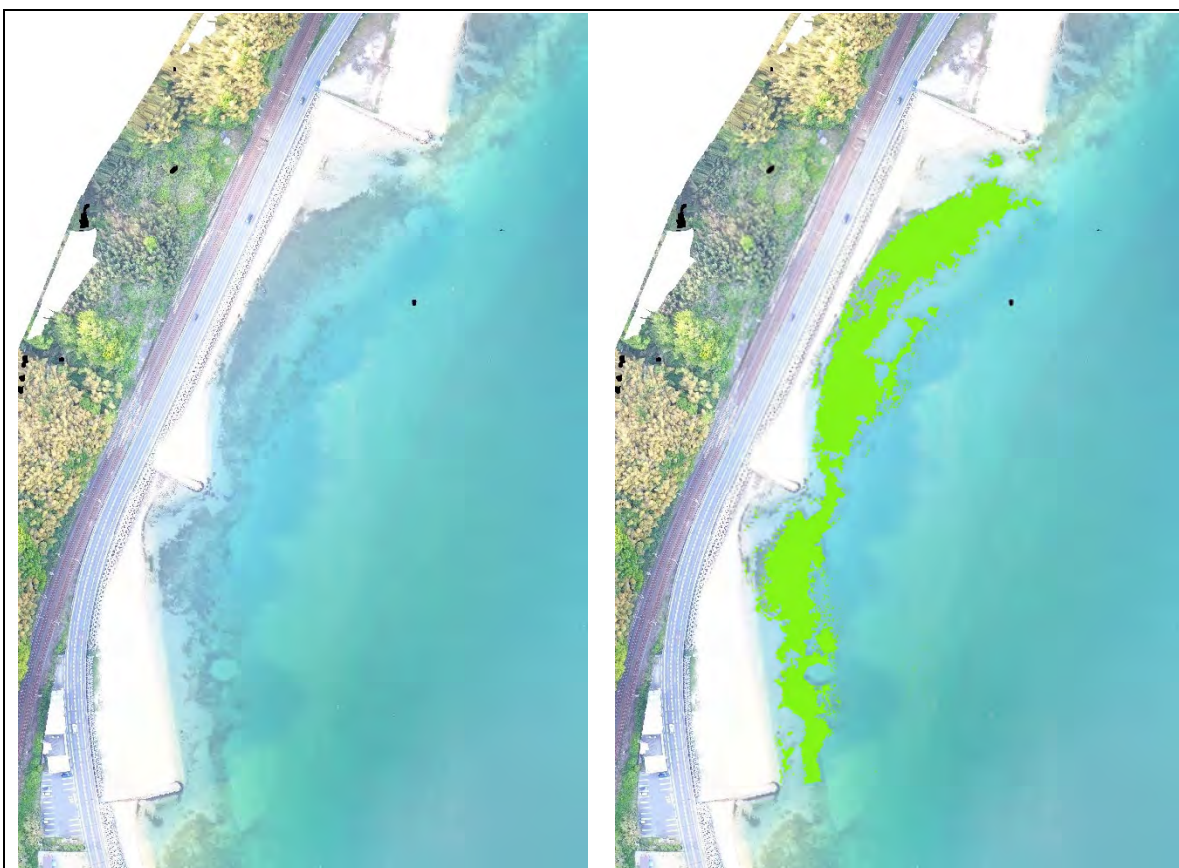


図 2(2) 空中ドローンによる空撮(左図) 及び画像解析結果(右図) (2019 年 5 月)

(別添 1)



図 2(3) 空中ドローンによる空撮(左図)及び画像解析結果(右図)(2020 年 5 月)

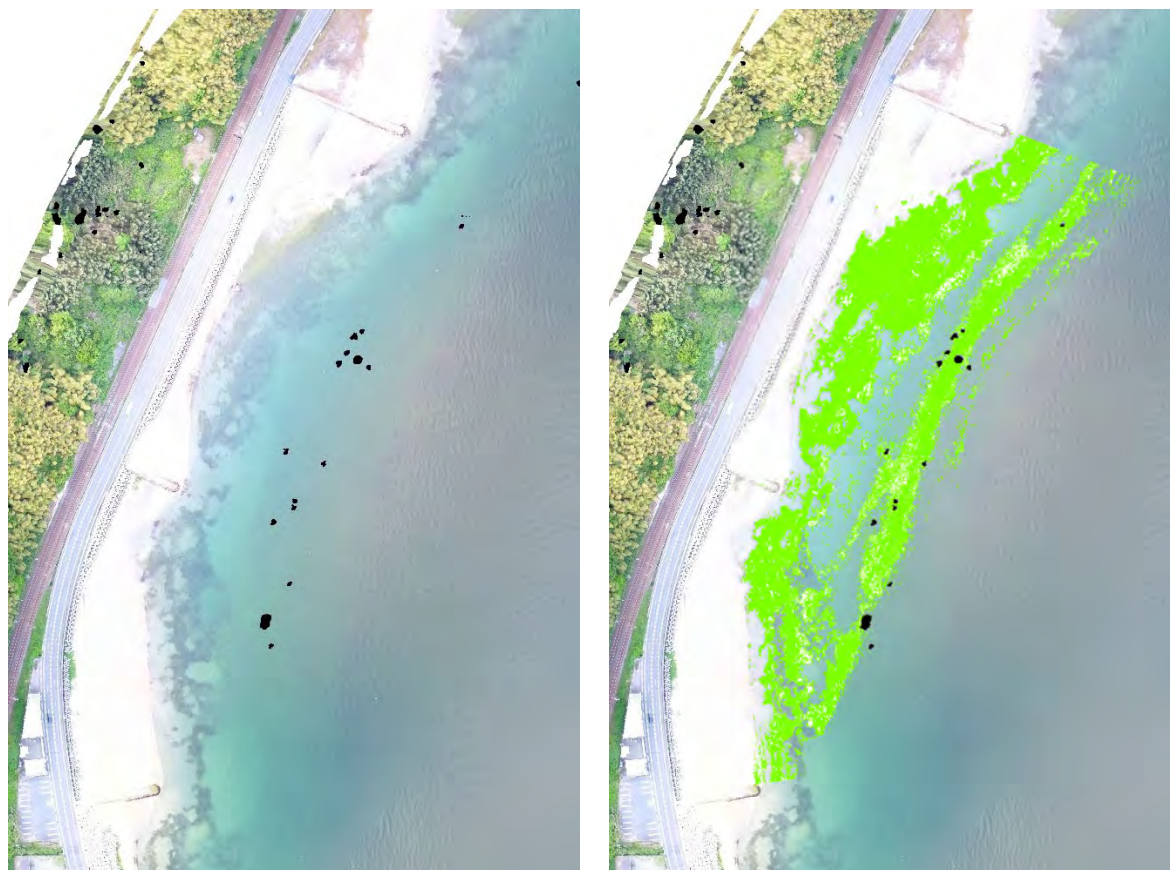


図 2(4) 空中ドローンによる空撮(左図)及び画像解析結果(右図)(2021 年 5 月)

表 1 海草藻場の面積

年月	2018 年 7 月	2019 年 5 月	2020 年 5 月	2021 年 5 月
面積 (m ²)	6456	4758	4571	6012

表 2 海草の分布範囲

	2018 年 5 月	2019 年 3 月
アマモ分布範囲	ZB-1 : 20~50m	ZB-1 : 12~90m
	ZB-2 : 20~60m	ZB-2 : 10~70m
コアマモ分布範囲	ZB-1 : 20~50m	ZB-1 : 12~54m
	ZB-2 : 10~50m	ZB-2 : 10~40m

注) 0m は護岸位置である。



図3 潜水による目視観察による海草生育の把握(左:2018年5月、右:2019年3月)



図4 水中ドローンを用いた海草生育の把握(2021年5月)

2. 海藻藻場面積

本プロジェクトにおいて創出した海藻藻場は、30～85mmの鉄鋼スラグ製品を用いている。そのため鉄鋼スラグ製品の移動がなければ海藻藻場の外縁面積は変わらない。

サイドスキャンソナーによって2019年1月、2020年2月及び2021年1月に測量を行い、海藻藻場外縁面積を求めた。サイドスキャンソナーによる結果は図5のとおりである。

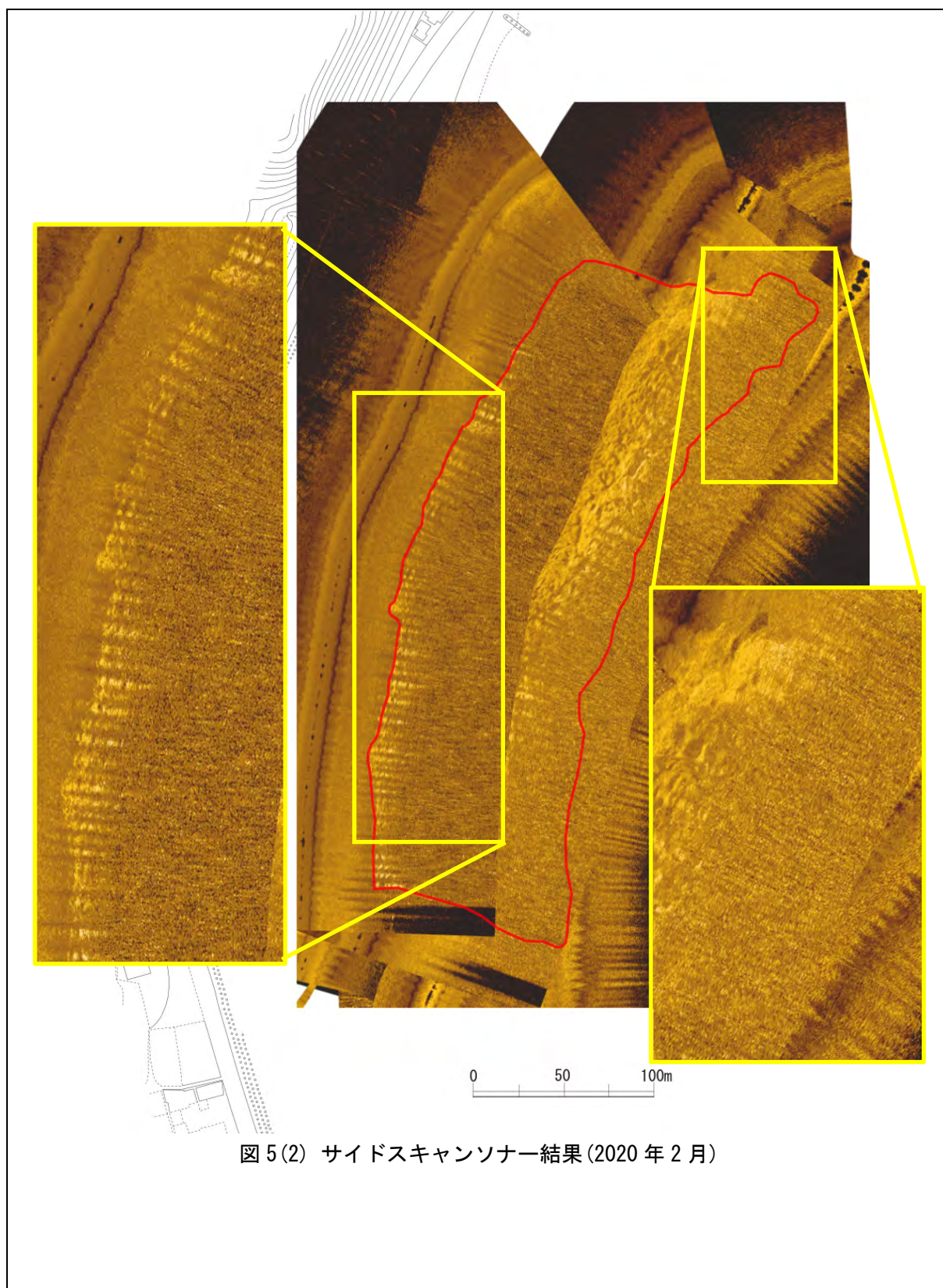
2018年度～2021年度において造成区域内に電磁流速計を海底に設置した。海藻目視観察をした地点において、ダイバーズウォッチで水深の測定を行い、大畠の推算潮位値から地盤高を算出した。2022年5月に空中ドローンによって空撮を行い、ソフトウェアによってモザイク処理を行った。造成区域内の平均流速及び最大流速の経月変化は図6、2018年度～2021年度の平均流速及び最大流速は表4、各年度の平均流速及び最大流速の有意差検定結果は表5に示す。測定を行った造成区域内の平均地盤高の経年変化は図7、それぞれの年度の地盤高の有意差検定結果は表6に示す。2022年5月における空撮結果及びそれに重ねた2021年2月の海藻藻場の

岸側外縁は図 8 に示す。2021 年度の平均流速は $4.9 \text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$ であり 2019 年度と近く、2020 年度と比較すると高い値であった ($p < 0.01$)。最大流速は $22.8 \text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$ であり、2018 年度及び 2019 年度と近い値であり、2020 年度と比べると値は小さかった。海藻藻場の生育基盤は鉄鋼スラグ製品であり、最大流速時に最も流出する可能性がある。最大流速が最も大きかった 2020 年度において海藻藻場の外縁にほとんど変化がなかったことから、2021 年度も生育基盤の変化はほとんど起こっていなかったと推察された。2020 年度の L-1、L-3 及び L-4 の平均地盤高はそれぞれ -5.3 m 、 -5.7 m 及び -5.5 m であり、2021 年度の L-1、L-3 及び L-4 の平均地盤高はそれぞれ -5.4 m 、 -5.7 m 及び -5.5 m であった。2020 年度の地盤高は 2021 年度と比べて 2018 年度及び 2019 年度では差があったが 2020 年度において海藻藻場の外縁にほとんど変化がなかったことから、2021 年度も生育基盤の変化はほとんど起こっていなかったと推察された。2022 年 5 月における空撮結果において、岸側において海藻藻場が撮影されており、2020 年度の藻場外縁と比較するとほとんど一致していた。そのため、2021 年度も岸側の生育基盤の変化はほとんど起こっていなかったと推察された。以上から 2021 年度については測量を行っていないが、2018 年度～2021 年度の流速結果、地盤高結果及び 2022 年 5 月の空撮結果より 2021 年度の海藻藻場面積は大きな増減がないと推察できるため、2021 年度の海藻藻場面積は 2020 年度の値を用いることとした。

2018 年度～2021 年度の海藻藻場面積は表 7 のとおりである。

ベルトトランセクト法(潜水目視)によって 2018 年 5 月、2019 年 5 月、2020 年 5 月及び 2021 年 6 月に海藻の種類及び被度について確認を行った。確認を行ったコドラート数及び面積は表 8 に示す。海藻の平均被度を表 9 に示す。





(別添 1)



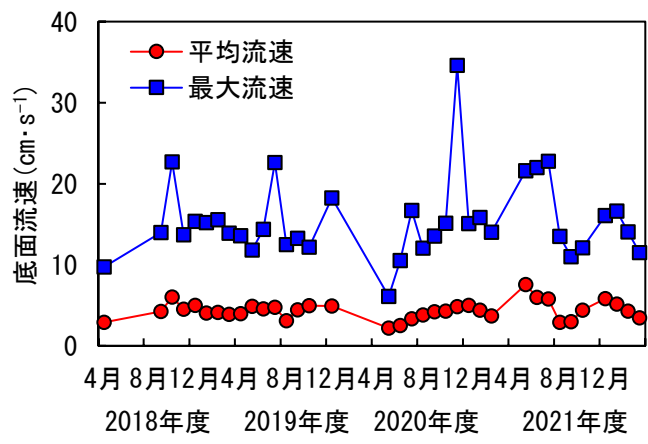


図 6 造成区域内の平均流速及び最大流速の経月変化

表 4 平均流速及び最大流速(2018 年度～2021 年度)

	2018年度	2019年度	2020年度	2021年度
平均流速 (cm・s ⁻¹)	4.4	4.5	3.9	4.9
最大流速 (cm・s ⁻¹)	22.7	22.6	34.6	22.8

表 5 各年度による平均流速及び最大流速の有意差検定(p 値) 結果

		最大流速			
		2018年度	2019年度	2020年度	2021年度
平均流速	2018年度		0.918	0.904	0.580
	2019年度	0.815		0.853	0.522
	2020年度	0.222	0.110		0.785
	2021年度	0.441	0.509	0.088	

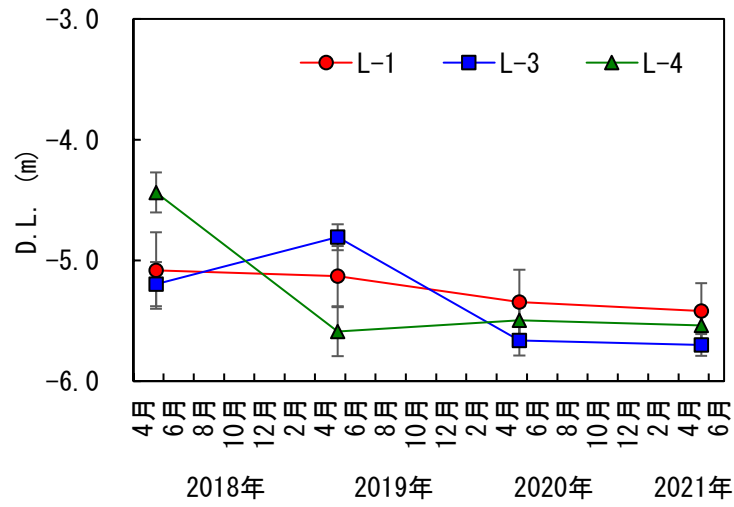


図 7 地盤高の経年変化

(別添 1)

表 6 各年度による地盤高の有意差検定 (p 値) 結果

L-1	2018年5月	2019年5月	2020年5月	L-3	2018年5月	2019年5月	2020年5月
2019年5月	0.701			2019年5月	0.000		
2020年5月	0.049	0.066		2020年5月	0.000	0.000	
2021年5月	0.010	0.010	0.484	2021年5月	0.000	0.000	0.368
L-4	2018年5月	2019年5月	2020年5月				
2019年5月	0.000						
2020年5月	0.000	0.136					
2021年5月	0.000	0.418	0.382				

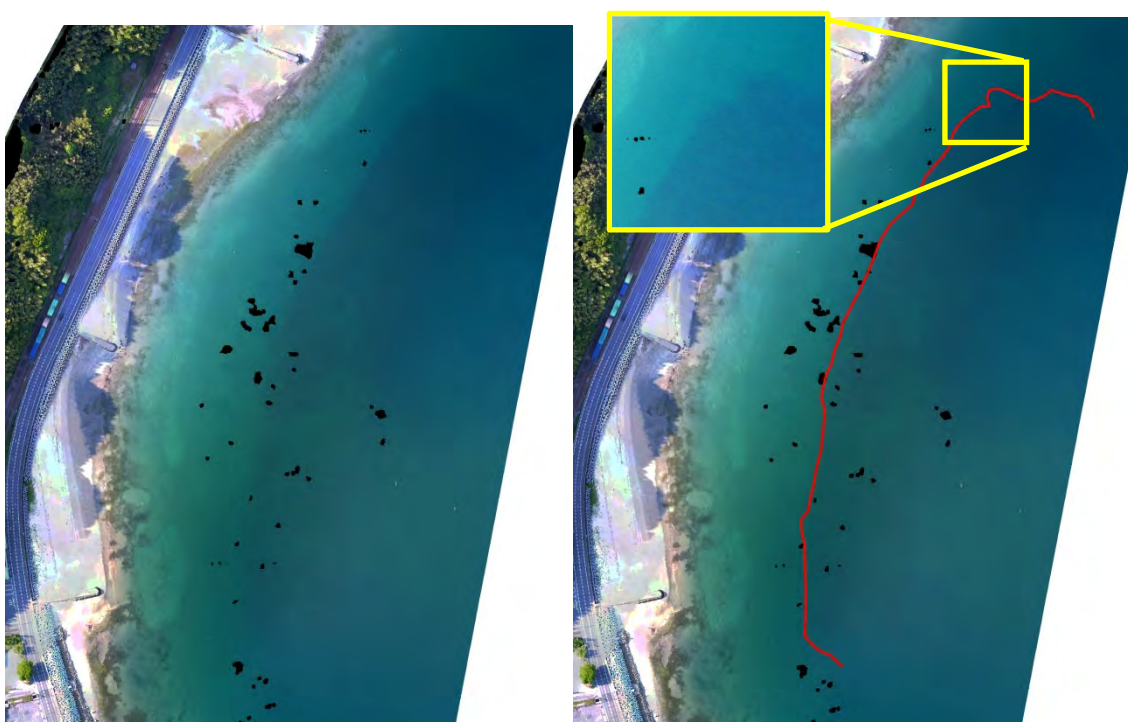


図 8 2022 年 5 月における空撮結果及び 2021 年 1 月の海藻藻場の岸側外縁 (右図)

表 7 海藻藻場の面積

年月	2019 年 2 月	2020 年 2 月	2021 年 1 月	2021 年度
面積 (m ²)	32638	33203	33317	33317 ²⁾

2) 2021 年度は藻場面積を測定していないため、2020 年度のデータを用いた

表 8 海藻の着生被度

単位 : %

着生被度		2018年5月			
		観察枠面積 (m ²)	観察数	平均 (%)	標準偏差 (%)
L-1	ホンダワラ属	1	11	0.0	0.0
	クロメ			0.0	0.0
	その他小型海藻			70.4	11.3
	全体			70.4	11.3
L-3	ホンダワラ属	1	15	0.0	0.0
	クロメ			49.0	29.0
	その他小型海藻			25.7	21.3
	全体			74.7	16.4
L-4	ホンダワラ属	1	15	0.0	0.0
	クロメ			0.0	0.0
	その他小型海藻			63.3	11.8
	全体			63.3	11.8
平均	ホンダワラ属	1	13.7	0.0	-
	クロメ			16.3	
	その他小型海藻			53.1	
	全体			69.5	

着生被度		2019年5月			
		観察枠面積 (m ²)	観察数	平均 (%)	標準偏差 (%)
L-1	ホンダワラ属	1	11	0.1	0.0
	クロメ			0.0	0.0
	その他小型海藻			28.7	32.2
	全体			28.8	32.2
L-3	ホンダワラ属	1	15	0.1	0.0
	クロメ			4.3	6.2
	その他小型海藻			16.0	10.2
	全体			20.4	9.9
L-4	ホンダワラ属	1	15	0.0	0.0
	クロメ			0.0	0.0
	その他小型海藻			45.7	15.5
	全体			45.7	15.5
平均	ホンダワラ属	1	13.7	0.1	-
	クロメ			1.4	
	その他小型海藻			30.1	
	全体			31.6	

(別添 1)

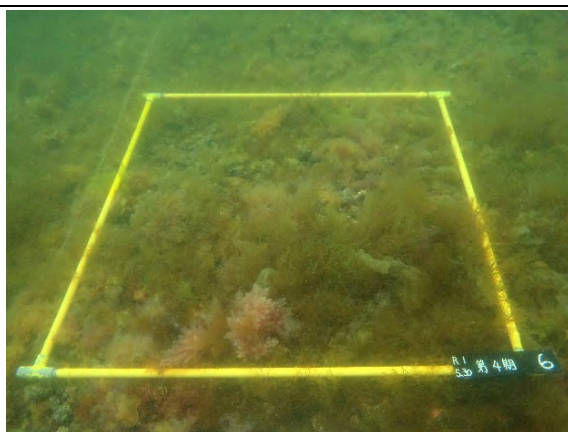
着生被度		2020年5月			
		観察枠面積 (m ²)	観察数	平均 (%)	標準偏差 (%)
L-1	ホンダワラ属	1	11	9.5	14.3
	クロメ			0.0	0.0
	その他小型海藻			85.9	16.8
	全体			95.4	8.8
L-3	ホンダワラ属	1	15	1.1	1.3
	クロメ			1.9	4.0
	その他小型海藻			67.3	10.2
	全体			70.3	11.4
L-4	ホンダワラ属	1	15	1.3	0.6
	クロメ			0.2	0.4
	その他小型海藻			63.9	16.8
	全体			65.4	16.7
平均	ホンダワラ属	1	13.7	4.0	-
	クロメ			0.7	
	その他小型海藻			72.4	
	全体			77.0	

着生被度		2021年6月			
		観察枠面積 (m ²)	観察数	平均 (%)	標準偏差 (%)
L-1	ホンダワラ属	1	11	0.6	0.5
	クロメ			0.1	0.3
	その他小型海藻			50.6	14.0
	全体			51.3	13.6
L-3	ホンダワラ属	1	15	0.6	0.5
	クロメ			1.9	4.0
	その他小型海藻			57.5	7.8
	全体			60.0	7.6
L-4	ホンダワラ属	1	15	0.9	1.2
	クロメ			0.0	0.0
	その他小型海藻			40.1	13.9
	全体			41.0	13.9
平均	ホンダワラ属	1	13.7	0.7	-
	クロメ			0.7	
	その他小型海藻			49.4	
	全体			50.8	

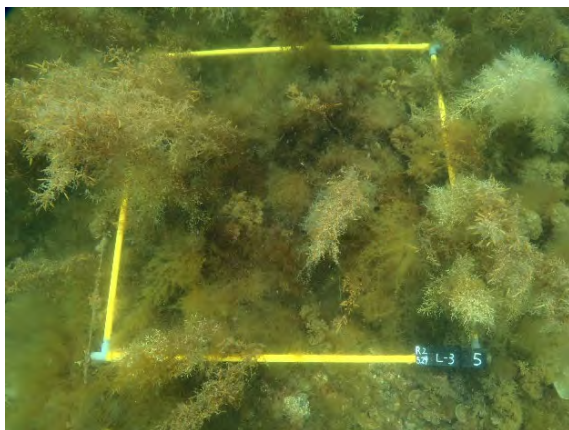
(別添 1)



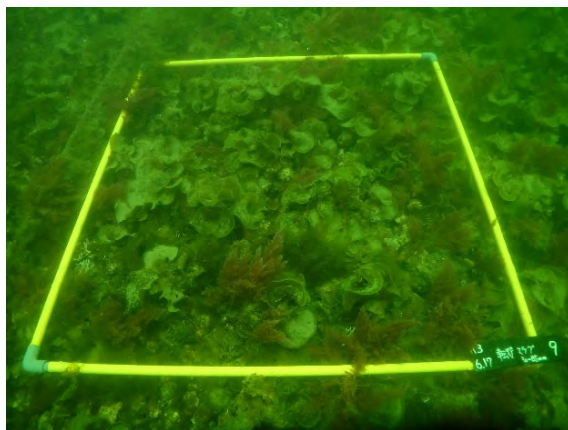
クロメ : 被度 80% : L-3 : 2018 年 5 月



ヒラムチモ : 被度 40% : L-4 : 2019 年 6 月



ホンダワラ属 : 被度 45% : L-1 : 2020 年 5 月



ウミウチワ : 被度 50% : L-1 : 2021 年 6 月