

4.2 潜水詳細調査

4.2.1 調査内容

(1) 調査箇所

九十九島漁業協同組合の管轄内に位置する小佐々地区および鹿町地区の藻場保全活動場所で行った潜水調査を行い、海藻藻場のタイプや被度の記録、坪刈りによる湿重量の計測を行った。

潜水詳細調査の概要を表 4-2に、調査箇所の広域図を図 4-2に、詳細図を図 4-3～図 4-8に示す。

表 4-2 調査概要

調査項目	調査地区	調査箇所		測線数
潜水詳細調査	小佐々	St. 1	栽培漁業センター横	3
		St. 2	焼島地先	3
		St. 3	楠栖小学校前	2
	鹿町	St. 4	大島地先	3
		St. 5	丑ヶ島地先	3
		St. 6	鹿町松瀬海浜公園島地先	3

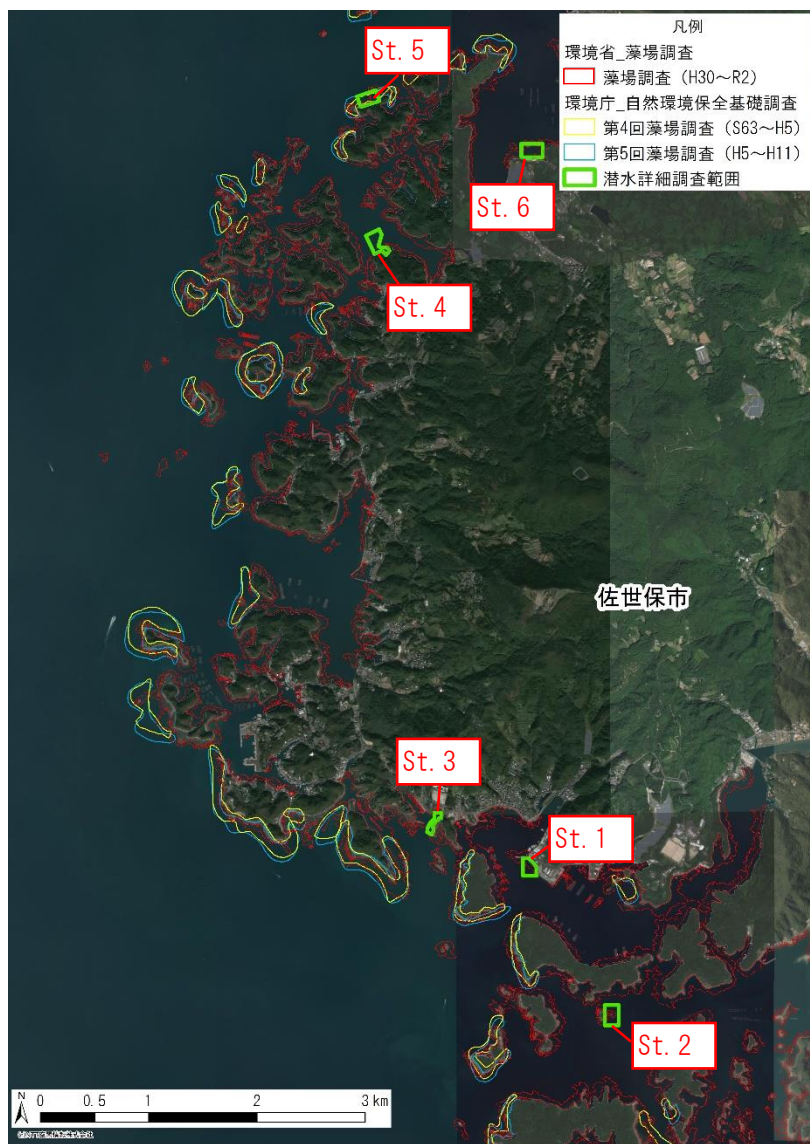


図 4-2 潜水詳細調査箇所（広域図）



図 4-3 St. 1 (栽培漁業センター横)

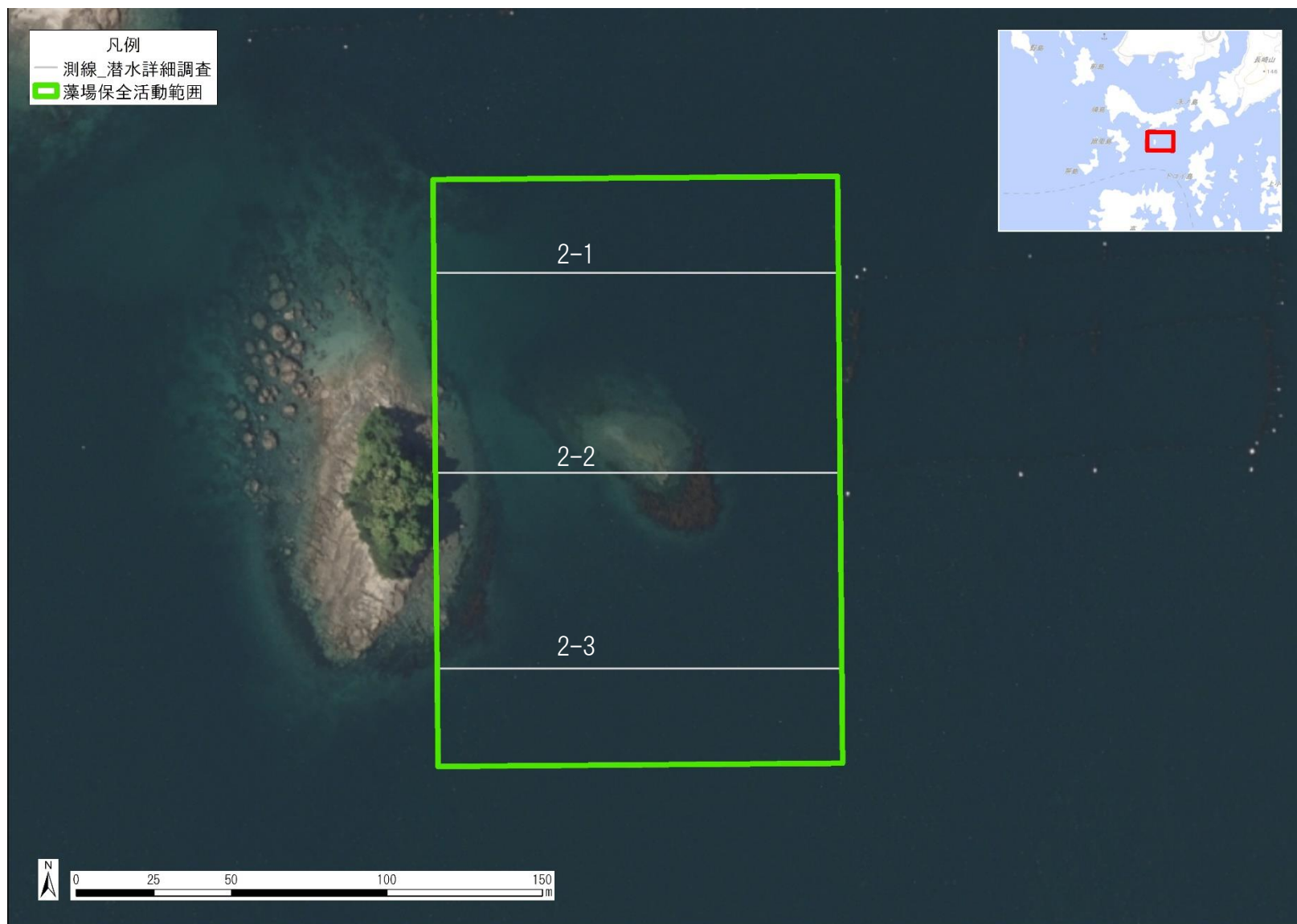


图 4-4 St. 2 (烧岛地先)

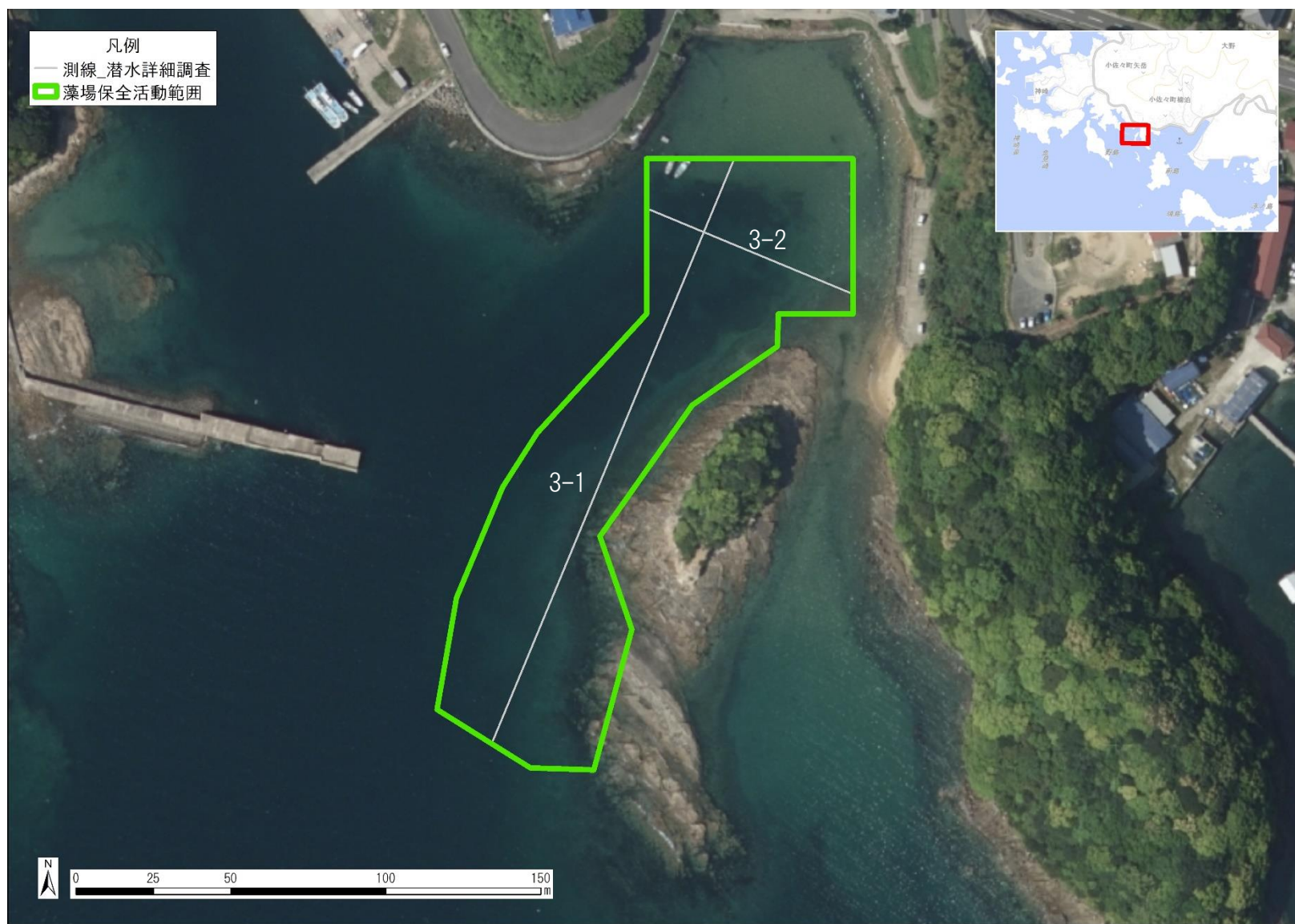


图 4-5 St. 3 (楠栖小学校前)



図 4-6 St. 4 (大島地先)



图 4-7 St. 5 (丑ヶ島地先)



図 4-8 St. 6 (鹿町松瀬海浜公園島地先)

(2) 調査方法

潜水概略調査と同様に、ライン調査を実施した。

ダイバー①は潜水し、設定したラインに沿って、直線方向に動画を連続撮影した。また、ライン上にコドラート（50cm角）を10～20m程度毎に設置し、コドラート枠内を撮影した。さらに、海草・海藻が生育する場所でコドラートを設置し、コドラート内の坪刈りを行った。

ダイバー②はGPSを携帯し、表層に浮いた状態でダイバー①と並走し、進行方向に誤りがあった場合は、ダイバー①へ指示出しを行った。

また、船上では、監視員2名がダイバーの補助・安全確認、潜水開始・終了時刻の記録等を行った。

表 4-3 調査方法（潜水詳細調査）

対象藻場	調査方法	調査項目等	備考
海藻藻場 海草藻場 (アマモ場)	ライン調査	緯度経度	GPS ロガーを用いて位置情報を記録。
		藻場タイプ確認	直線方向に動画を連続撮影。また、ライン上にコドラートを 10～20m 程度毎に設置し、枠内を撮影。
	坪刈り	緯度経度	GPS ロガーを用いて位置情報を記録。
		坪刈り	任意の箇所にコドラートを設置し、コドラート内に生育する海草・海藻類の坪刈りを行った。

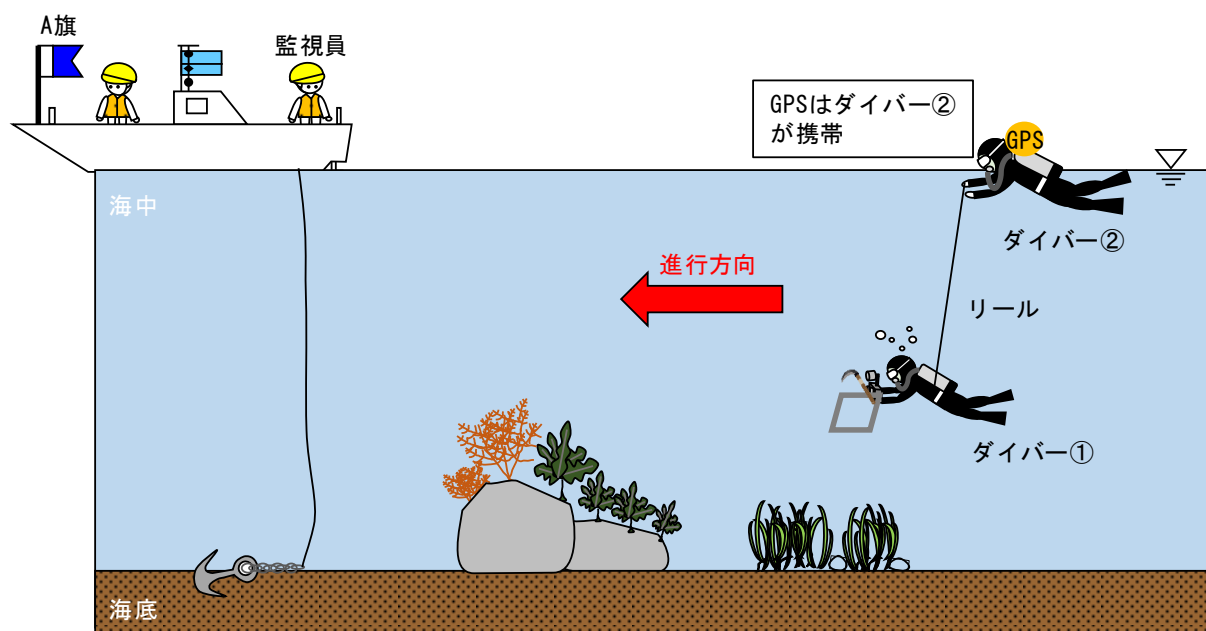


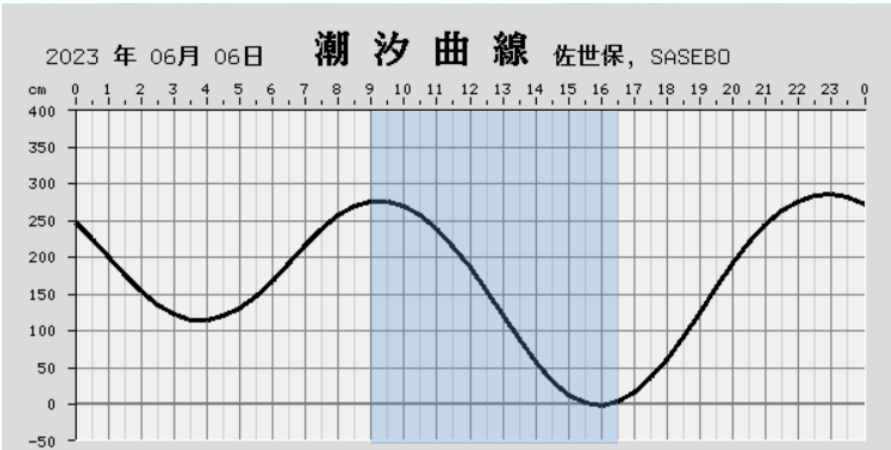
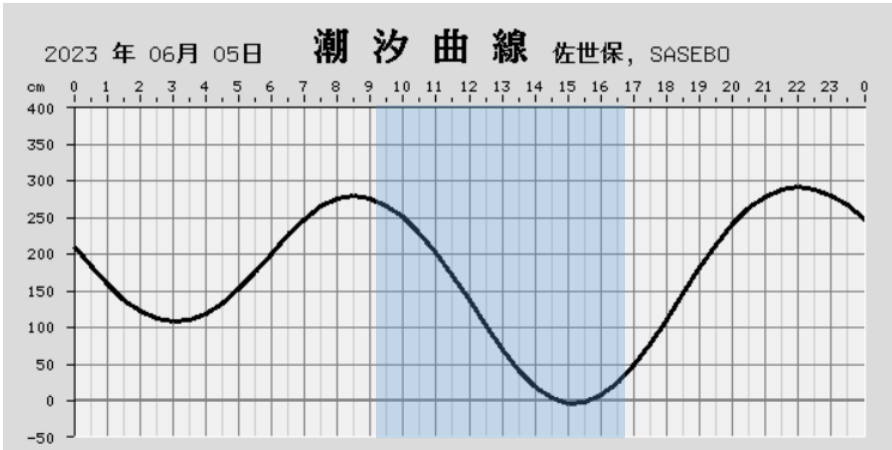
図 4-9 調査イメージ（潜水詳細調査）

(3) 調査実施日

調査実施日を表 4-4に、調査時の潮汐を図 4-10に、調査実施状況を表 4-5に示す。

表 4-4 調査実施日

調査日	調査時間	調査箇所	天候
令和 5 年 6 月 5 日 (月)	9:15～16:45	St. 4、St. 5、St. 6	晴れ
令和 5 年 6 月 6 日 (火)	9:00～16:30	St. 1、St. 2、St. 3	雨のち晴れ



調査日	干潮		満潮		暦		
	時刻	潮高 (cm)	時刻	潮高 (cm)	日出	日没	月齢
6/5	3:02	107	8:30	279	5:13	19:25	16.5
	15:09	-4	22:01	291			
6/6	3:48	113	9:14	277	5:12	19:26	17.5
	15:55	-2	22:50	285			

出典：海上保安庁海洋情報部 (<http://www1.kaiho.mlit.go.jp/>)

国立天文台天文情報センター (<https://www.nao.ac.jp/>)

図 4-10 調査時の潮汐

表 4-5 調査実施状況

		
ミーティング	潜水準備・潜水 A 旗の設置	潜水調査
		
坪刈り	船上監視	藻場タイプの確認
		
湿重量測定	計測	

4.2.2 調査結果

(1) 潜水目視による藻場の分布状況の把握

潜水目視による確認結果を表 4-6に、藻場の分布及び磯焼けの状況を表 4-7に示す。

ウニの除去やウニフェンスの設置により、良好な藻場が形成されており、九十九島漁協による保全活動の効果が現れていることを確認した。一方で、ガンガゼ類による磯焼けを一部の箇所を確認した。

表 4-6 潜水目視による確認結果

調査箇所	測線	確認された藻場タイプ	目視結果
St. 1	1	ガラモ場	岸側はホンダワラ属が繁茂。沖側は水深が深く、海草・海藻類の分布なし。
	2	ガラモ場、ワカメ場	岸側はホンダワラ属が繁茂。一部の箇所でワカメ属が分布。沖側は水深が深く、海草・海藻類の分布なし。
	3	ガラモ場	全体的にホンダワラ属が繁茂
St. 2	1	ガラモ場、アマモ場	岸側はアマモ（一年生）やホンダワラ属が生育。
	2	アマモ場、ガラモ場	全体的にホンダワラ属が繁茂。岸側はアマモ（一年生）が生育。沖側でガンガゼ類による磯焼けを確認。
	3	ガラモ場、ワカメ場	全体的にホンダワラ属が繁茂。一部の箇所でワカメ属が生育。
St. 3	1	アマモ場、ガラモ場	岸側はアマモ（一年生）が繁茂。沖側はホンダワラ属が生育、ガンガゼ類による磯焼けを確認。
	2	アマモ場	全体的にアマモ（一年生）が繁茂。
St. 4	1	ワカメ場、ガラモ場	全体的にワカメ属が繁茂。一部の箇所でホンダワラ属が生育。
	2	ワカメ場	全体的にワカメ属が生育。
	3	アマモ場、ガラモ場、ワカメ場	岸側はアマモ（一年生）が繁茂。沖側は一部の箇所でホンダワラ属、ワカメ属が繁茂。
St. 5	1	ガラモ場、ワカメ場	岸側はホンダワラ属が繁茂。沖側はガンガゼ類による磯焼けを確認。一部の箇所でワカメ属が生育。
	2	ガラモ場	全体的にホンダワラ属が生育。岸側の一部の箇所でガンガゼ類による磯焼けを確認。
	3	ガラモ場、ワカメ場	岸側はホンダワラ属が繁茂。一部の箇所でワカメ属が分布。
St. 6	1	アマモ場、ガラモ場	岸側はアマモ（一年生）が繁茂。沖側は一部の箇所でホンダワラ属が生育。沖側はガンガゼ類による磯焼けを確認。
	2	アマモ場、ガラモ場	岸側はアマモ（一年生）が生育。沖側は一部の箇所でホンダワラ属が生育、ガンガゼ類による磯焼けを確認。
	3	アマモ場、ガラモ場	岸側はアマモ（一年生）が生育。沖側は一部の箇所でホンダワラ属が生育。



アマモ場（一年生）



ガラモ場（ホンダワラ属）



ガラモ場（ヒジキ）



ワカメ場



磯焼け（ガンガゼによる食害）

表 4-7 (1) 藻場の分布及び磯焼けの状況




































調査箇所	測線	藻場の分布及び磯焼けの状況		
St. 1	1			
	2			
	3			
St. 2	1			
	2			
	3			
St. 3	1			
	2			

表 4-7 (2) 藻場の分布及び磯焼けの状況

調査箇所	測線	藻場の分布及び磯焼けの状況		
St. 4	1			
	2			
	3			
St. 5	1			
	2			
	3			
St. 6	1			
	2			
	3			

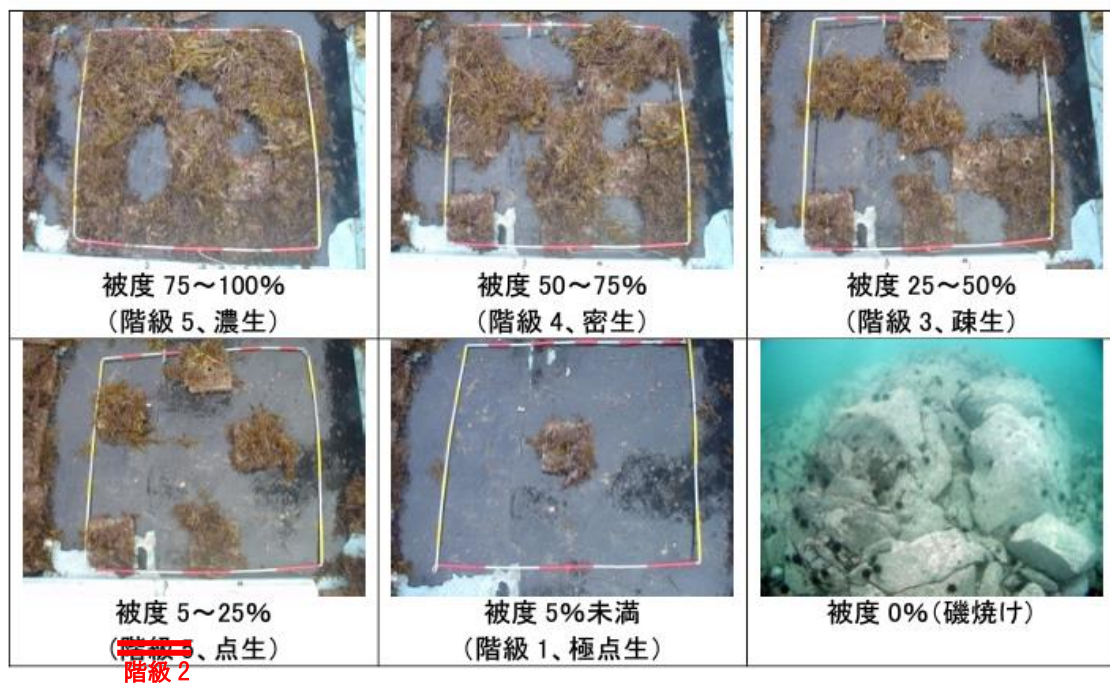
(2) 被度の確認

活動範囲内で一定距離毎に機械的にコドラートを置いて撮影した動画データより、コドラートの写真データを切り抜き、被度を確認した。

なお、被度階級の区分は「磯焼けガイドライン」（水産庁、令和3年3月）に従って整理した。

また、被度階級から各被度の幅の中間値（被度5：0.875、被度4：0.625、被度3：0.375、被度2：0.15、被度1：0.025、被度0：0.000）を算出した。

被度の確認結果を表 4-8～表 4-24に、コドラートの設置位置図を図 4-12～図 4-17に示す。



出典：「磯焼けガイドライン」（水産庁、令和3年3月）※一部修正

図 4-11 被度階級区分

表 4-8 被度の確認結果 (St. 1-1)

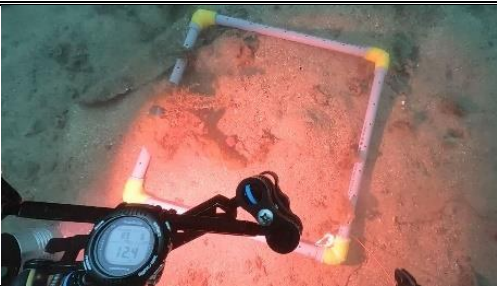
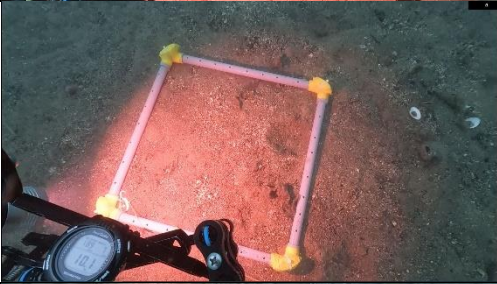




調査箇所	測線	No.	コドラート写真	藻場タイプ	被度階級
St. 1	1	1		藻場なし	0
		2		藻場なし	0
		3		ガラモ場	1
		4		ガラモ場	5
		5		その他	—
		6		その他	—

表 4-9 (1) 被度の確認結果 (St. 1-2)

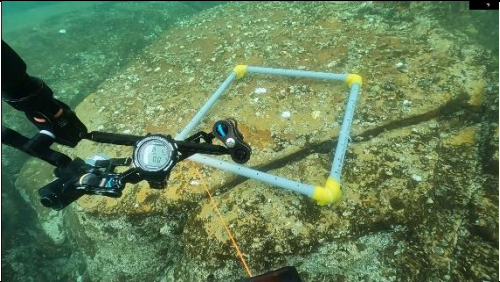
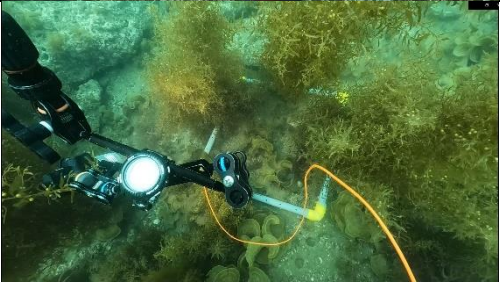



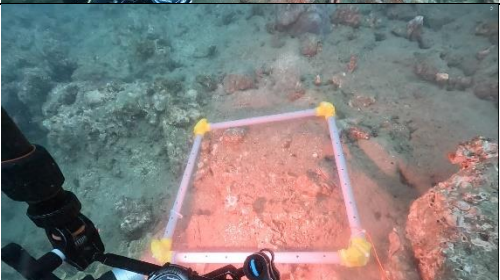
調査箇所	測線	No.	コドラート写真	藻場タイプ	被度階級
St. 1	2	1		藻場なし	0
		2		ガラモ場	3
		3		ガラモ場	5
		4		ワカメ場	2
		5		ガラモ場	1
		6		藻場なし	0

表 4-9 (2) 被度の確認結果 (St. 1-2)



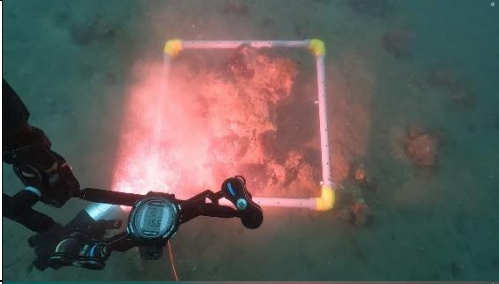

調査箇所	測線	No.	コドライト写真	藻場タイプ	被度階級
St. 1	2	7		ガラモ場	2
		8		その他	—
		9		藻場なし	0
		10		藻場なし	0

表 4-10 被度の確認結果 (St. 1-3)



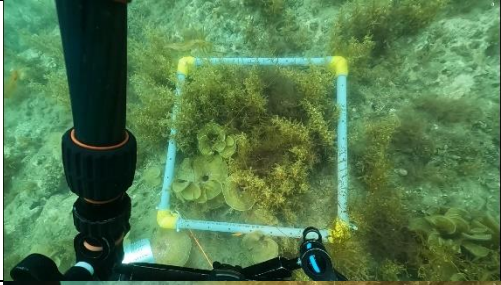



調査箇所	測線	No.	コドラート写真	藻場タイプ	被度階級
St. 1	3	1		ガラモ場	5
		2		ガラモ場	5
		3		ガラモ場	4
		4		ガラモ場	3
		5		その他	—
		6		ガラモ場	4

表 4-11 (1) 被度の確認結果 (St. 2-1)

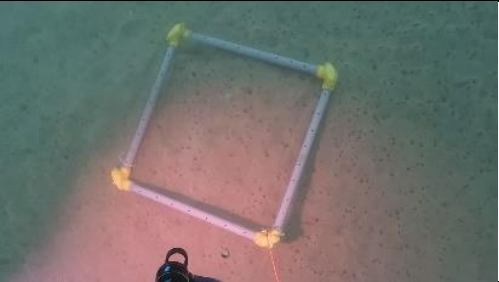
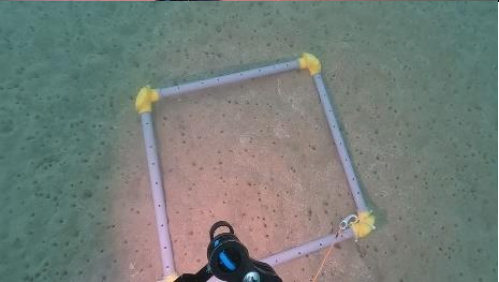
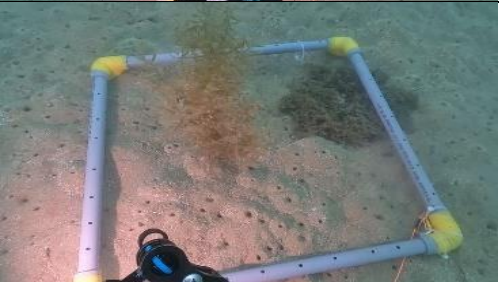
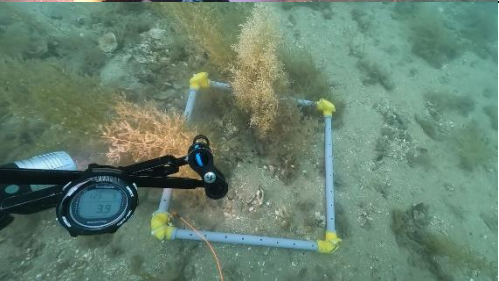
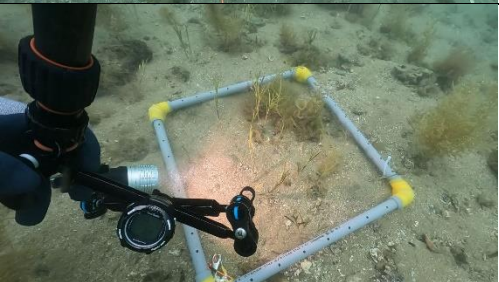
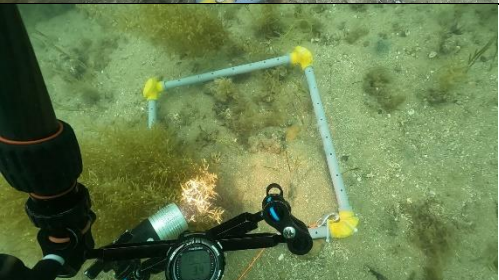
調査箇所	測線	No.	コドラート写真	藻場タイプ	被度階級
St. 2	1	1		藻場なし	0
		2		藻場なし	0
		3		ガラモ場	1
		4		ガラモ場	2
		5		アマモ場	1
		6		ガラモ場	1

表 4-11 (2) 被度の確認結果 (St. 2-1)

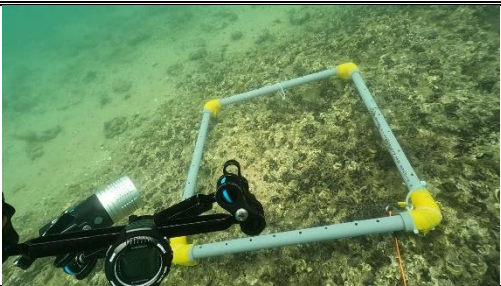

調査箇所	測線	No.	コドラート写真	藻場タイプ	被度階級
St. 2	1	7		藻場なし	0
		8		ガラモ場	3

表 4-12 (1) 被度の確認結果 (St. 2-2)







調査箇所	測線	No.	コドラート写真	藻場タイプ	被度階級
St. 2	2	1		ガラモ場	1
		2		ガラモ場	5
		3		藻場なし	0
		4		アマモ場	2
		5		アマモ場	1
		6		ガラモ場	1

表 4-12 (2) 被度の確認結果 (St. 2-2)


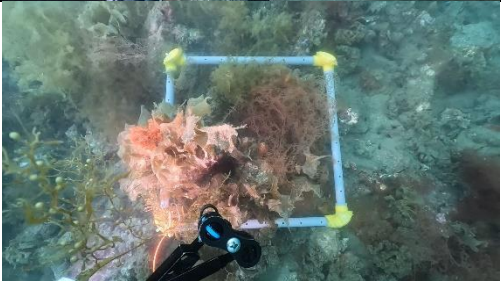

調査箇所	測線	No.	コドライト写真	藻場タイプ	被度階級
St. 2	2	7		ガラモ場	2
		8		その他	—
		9		ガラモ場	1

表 4-13 被度の確認結果 (St. 2-3)


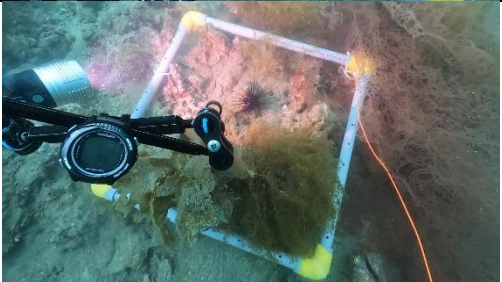



調査箇所	測線	No.	コドラート写真	藻場タイプ	被度階級
St. 2	3	1		ガラモ場	1
		2		ワカメ場	2
		3		ガラモ場	5
		4		ガラモ場	2
		5		ガラモ場	5

表 4-14 (1) 被度の確認結果 (St. 3-1)







調査箇所	測線	No.	コドラート写真	藻場タイプ	被度階級
St. 3	1	1		アマモ場	3
		2		アマモ場	4
		3		アマモ場	5
		4		アマモ場	1
		5		アマモ場	2
		6		アマモ場	4

表 4-14 (2) 被度の確認結果 (St. 3-1)




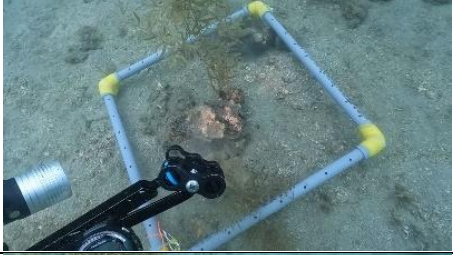



調査箇所	測線	No.	コドラート写真	藻場タイプ	被度階級
St. 3	1	7		アマモ場	3
		8		ガラモ場	2
		9		藻場なし	—
		10		ガラモ場	1
		11		ガラモ場	1
		12		ガラモ場	3
		13		アマモ場	3

表 4-15 被度の確認結果 (St. 3-2)






調査箇所	測線	No.	コドライト写真	藻場タイプ	被度階級
St. 3	2	1		アマモ場	5
		2		アマモ場	2
		3		アマモ場	4
		4		アマモ場	5
		5		アマモ場	5

表 4-16 (1) 被度の確認結果 (St. 4-1)







調査箇所	測線	No.	コドラート写真	藻場タイプ	被度階級
St. 4	1	1		ワカメ場	2
		2		ワカメ場	2
		3		ワカメ場	3
		4		ワカメ場	3
		5		ワカメ場	2
		6		ワカメ場	5

表 4-16 (2) 被度の確認結果 (St. 4-1)




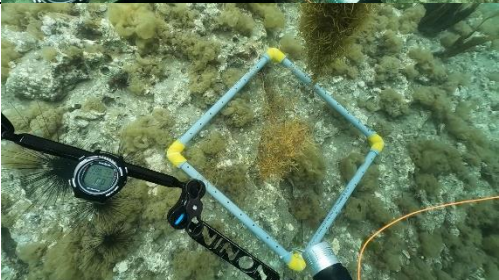
調査箇所	測線	No.	コドラート写真	藻場タイプ	被度階級
St. 4	1	7		ワカメ場	5
		8		その他	—
		9		藻場なし	0
		10		ガラモ場	1

表 4-17 被度の確認結果 (St. 4-2)

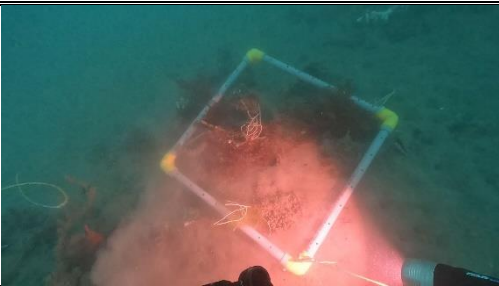
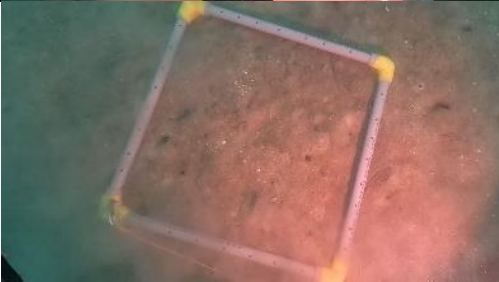



調査箇所	測線	No.	コドラート写真	藻場タイプ	被度階級
St. 4	2	1		その他	—
		2		藻場なし	0
		3		ワカメ場	1
		4		ワカメ場	1
		5		ワカメ場	1

表 4-18 被度の確認結果 (St. 4-3)


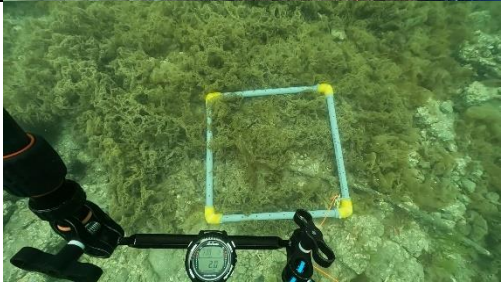



調査箇所	測線	No.	コドラート写真	藻場タイプ	被度階級
St. 4	3	1		その他	—
		2		その他	—
		3		ワカメ場	5
		4		アマモ場	5
		5		ガラモ場	5

表 4-19 被度の確認結果 (St. 5-1)






調査箇所	測線	No.	コドラート写真	藻場タイプ	被度階級
St. 5	1	1		藻場なし	0
		2		藻場なし	0
		3		ガラモ場	1
		4		ワカメ場	1
		5		ガラモ場	5

表 4-20 被度の確認結果 (St. 5-2)




調査箇所	測線	No.	コドラート写真	藻場タイプ	被度階級
St. 5	2	1		ガラモ場	3
		2		その他	—
		3		ガラモ場	3

表 4-21 被度の確認結果 (St. 5-3)





調査箇所	測線	No.	コドラート写真	藻場タイプ	被度階級
St. 5	3	1		その他	—
		2		その他	—
		3		ワカメ場	2
		4		ガラモ場	5
		5		ガラモ場	1

表 4-22 被度の確認結果 (St. 6-1)







調査箇所	測線	No.	コドラート写真	藻場タイプ	被度階級
St. 6	1	1		その他	—
		2		ガラモ場	1
		3		その他	—
		4		ガラモ場	1
		5		アマモ場	5
		6		アマモ場	4

表 4-23 (1) 被度の確認結果 (St. 6-2)


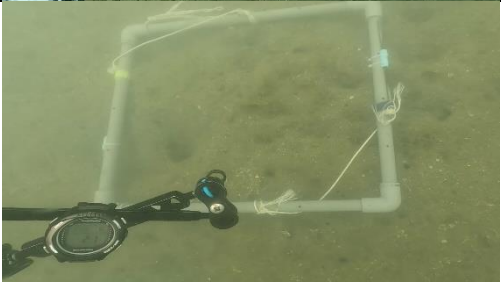




調査箇所	測線	No.	コドラート写真	藻場タイプ	被度階級
St. 6	2	1		アマモ場	3
		2		藻場なし	0
		3		ガラモ場	2
		4		藻場なし	0
		5		その他	—
		6		ガラモ場	2

表 4-23 (2) 被度の確認結果 St. 6-2)



調査箇所	測線	No.	コドラート写真	藻場タイプ	被度階級
St. 6	2	7		その他	—
		8		藻場なし	0

表 4-24 被度の確認結果 (St. 6-3)

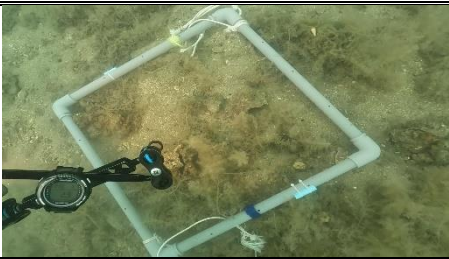
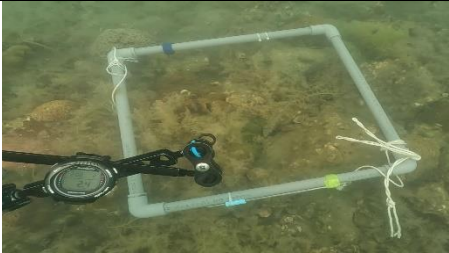





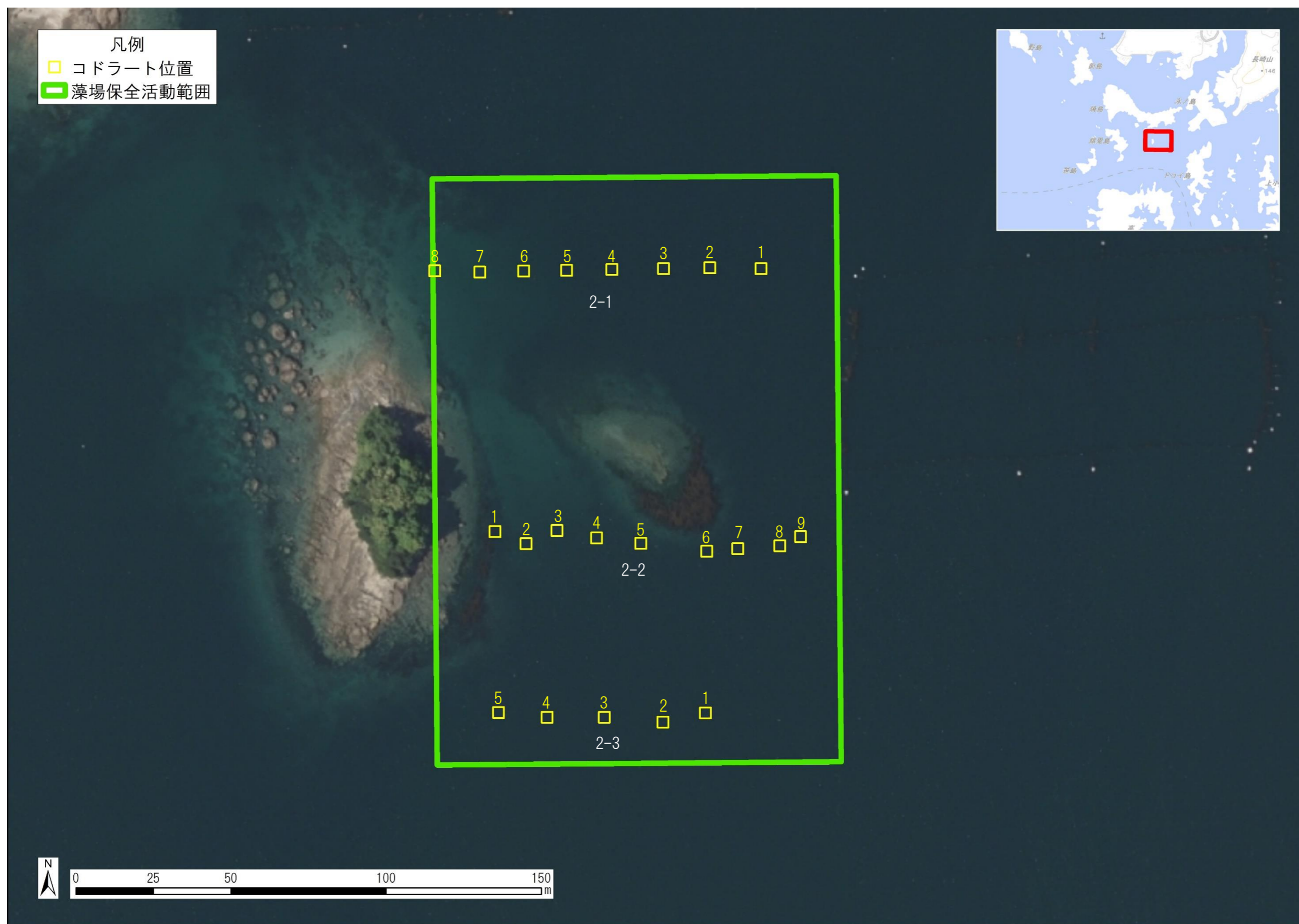
調査箇所	測線	No.	コドラート写真	藻場タイプ	被度階級
St. 6	3	1		その他	—
		2		その他	—
		3		藻場なし	—
		4		ガラモ場	2
		5		その他	—
		6		その他	—
		7		アマモ場	4



図 4-12 コドラート位置図 (St. 1)



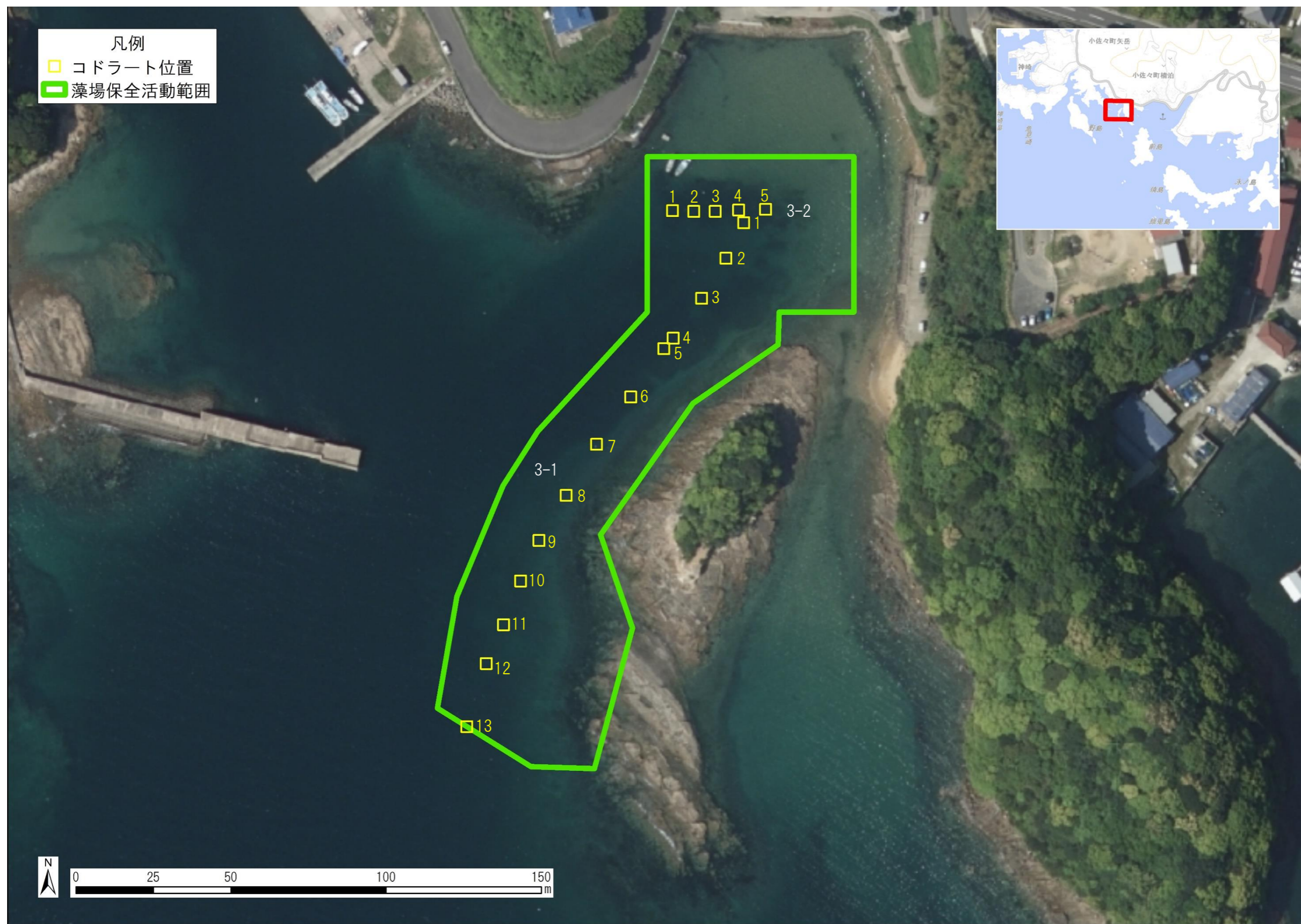


図 4-14 コドラート位置図 (St. 3)



図 4-15 コドラート位置図 (St. 4)

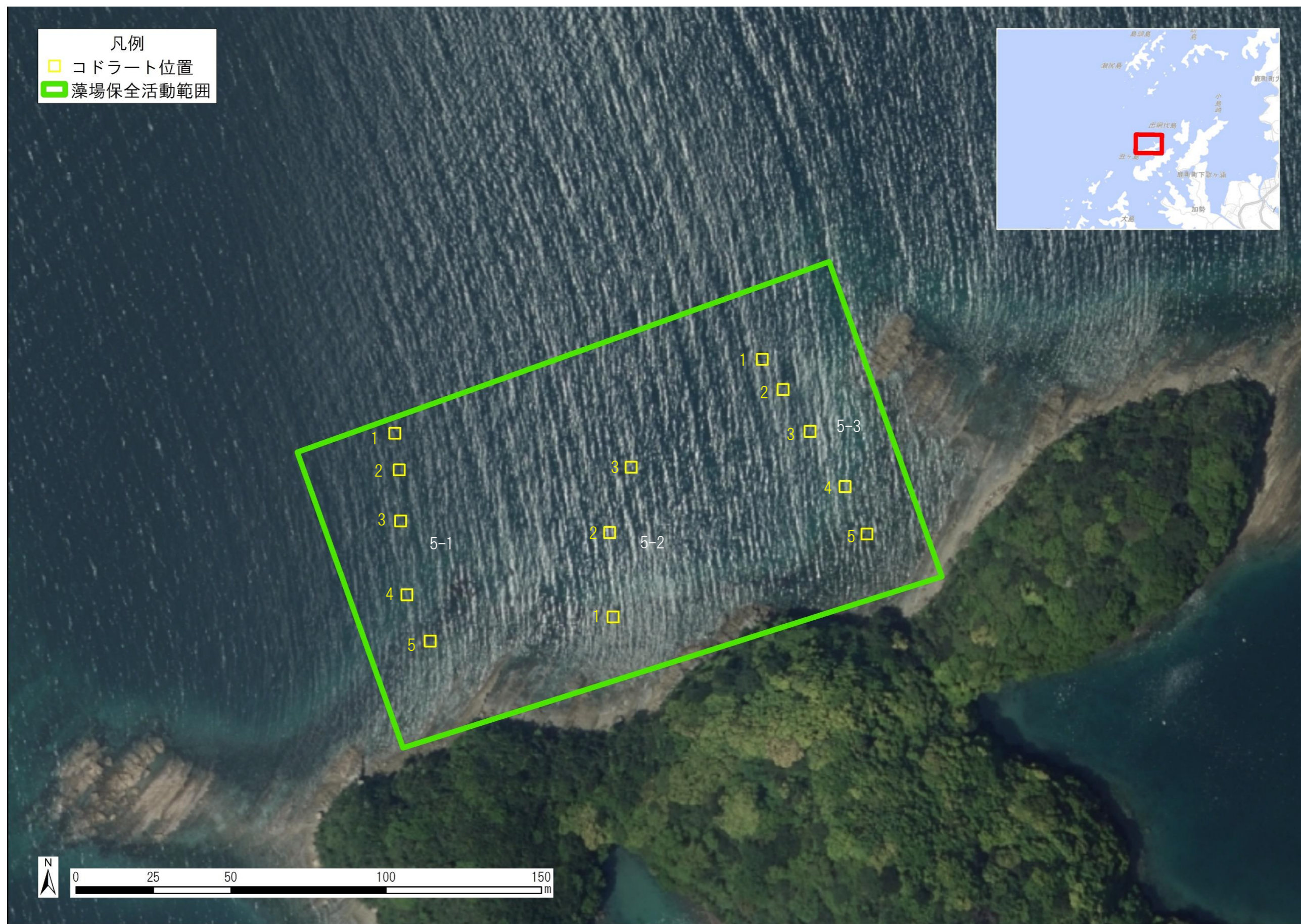


図 4-16 コドラート位置図 (St. 5)

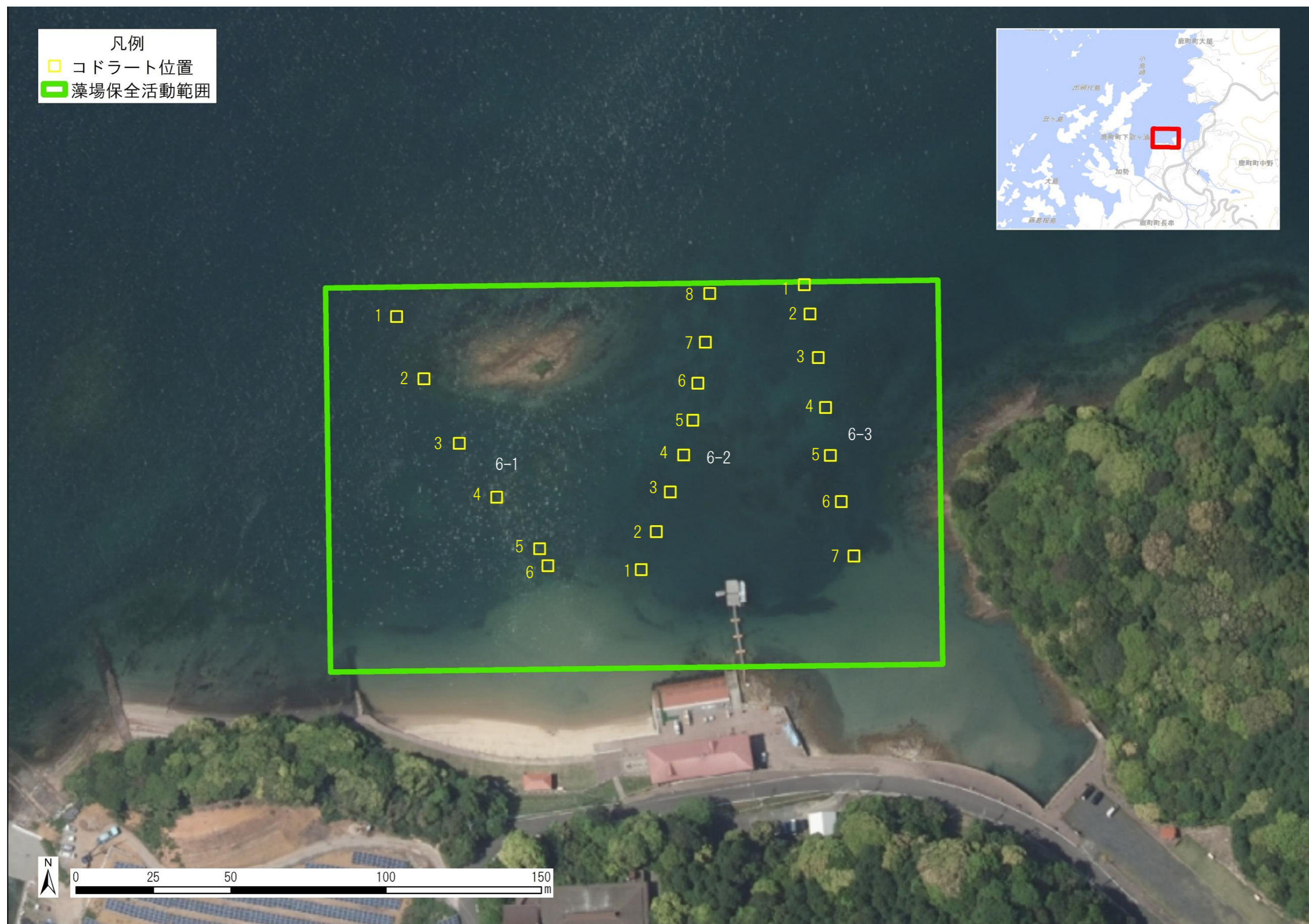


図 4-17 コドラート位置図 (St. 6)

(3) 湿重量の測定

各調査箇所では刈り取った海草・海藻類の湿重量を測定した。

調査箇所別の海草・海藻の刈り取り結果を表 4-25に示す。

表 4-25 (1) 刈り取り調査結果



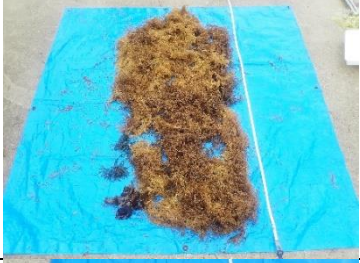



調査箇所	測線	刈り取り結果	優占する藻場タイプ	湿重量 (gWW)
St. 1	1		ガラモ場	5,705
	2		ガラモ場	3,555
	3		ガラモ場	3,555
St. 2	1		ガラモ場	355
	2		ガラモ場	855
	3		ガラモ場	2,405

表 4-25 (2) 坪刈り調査結果













調査箇所	測線	坪刈り結果	優占する藻場タイプ	湿重量 (gWW)
St. 3	1		ガラモ場	855
	2		アマモ場	805
St. 4	1		ワカメ場	1,955
	2		ワカメ場	255
	3		アマモ場	1,055
	4		ガラモ場	4,055

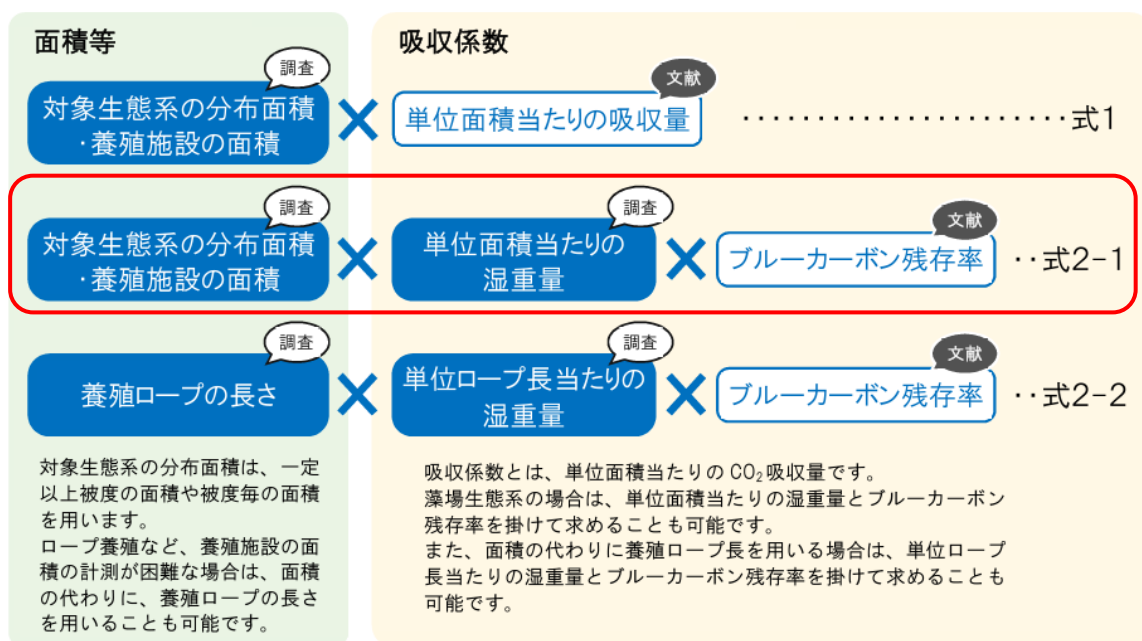
表 4-25 (2) 坪刈り調査結果

調査箇所	測線	坪刈り結果	優占する藻場タイプ	湿重量 (gWW)
St. 5	1		ガラモ場	2, 255
	2		ガラモ場	1, 455
	3		ガラモ場	1, 655
St. 6	1		アマモ場	405
	2		アマモ場	955
	3		アマモ場	855

4.2.3 ブルーカーボン量の算定

手引きに記載された2つの算定式のうち、地域性や構成種を考慮している式2-1の方が式1よりも確実性が高く、吸収係数の確からしさが向上するため、算定式2-1を用いて、ブルーカーボン量の算定を行った。

また、吸収係数は「3.3 市全域のブルーカーボン量の算定」と同様に、手引きに記載の海域区分のうち、「北海道沿岸域」、「東北地方 太平洋沿岸域」を除いた文献値を使用し、地域性を考慮した。



出典：「J ブルークレジット®認証申請の手引き Ver. 2.3」(JBE、令和5年8月)

図 4-18 ブルーカーボン量の算定方法

(1) 面積の算定

4.2.2(2)で確認した被度から各調査箇所の藻場タイプ別の平均被度を算定し、九十九島漁業協同組合による藻場の保全・回復活動範囲を掛け合わせることで、各活動範囲の藻場タイプ別の実勢面積を算定した。

各活動範囲における実勢面積を表 4-26に示す。

各活動範囲における海草・海藻実勢面積は、0.35～0.62haとなった。

表 4-26 各活動範囲における実勢面積

調査地点	優占する藻場タイプ	活動面積 (ha)	平均被度 (%)	実勢面積 (ha)	
St. 1	ガラモ場	1.76	25.91	0.46	0.47
	ワカメ場		0.68	0.01	
St. 2	アマモ場	2.47	0.91	0.02	0.51
	ガラモ場		19.09	0.47	
	ワカメ場		0.68	0.02	
St. 3	アマモ場	1.02	37.92	0.39	0.42
	ガラモ場		3.19	0.03	
St. 4	アマモ場	2.28	4.38	0.10	0.62
	ガラモ場		4.50	0.10	
	ワカメ場		18.13	0.41	
St. 5	ガラモ場	1.90	19.62	0.37	0.40
	ワカメ場		1.35	0.03	
St. 6	アマモ場	2.44	11.90	0.29	0.35
	ガラモ場		2.28	0.06	

※ 藻場タイプ毎の実勢面積を小数点第2位で四捨五入しているため、合計値と合わない場合がある。

(2) 単位面積当たりの湿重量

4.2.2(3)で計測した湿重量から、藻場タイプ別の単位面積当たりの平均湿重量を算定した。

藻場タイプ別の単位面積当たりの平均湿重量を表 4-27に示す。

単位面積当たりの平均湿重量は、アマモ場で約3,300 gWW/m²、ガラモ場で約9,700 gWW/m²、ワカメ場で約4,400 gWW/m²となった。

表 4-27 藻場タイプ別の単位面積当たりの平均湿重量

藻場タイプ	全湿重量 (gWW)	坪刈り地点数	坪刈り面積 (m ²)	単位面積あたりの平均湿重量 (gWW/m ²)
アマモ場	4,074.0	5	1.25	3,259.2
ガラモ場	26,702.8	11	2.75	9,710.1
ワカメ場	2,209.6	2	0.50	4,419.2

(3) 算定式

使用した算定式と係数を表 4-28、引用文献一覧を表 4-29に示す。

【算定式 2-1】	
アマモ場:	$C_{total} = A_{zm} \times WW_{zm} \times R_{AVE,zm} \times R_{PB,zm} \times (1 - R_{mc,zm}) \times R_{cc,zm} \times 44/12 \times R_{re,zm} \times CF_{es,zm}$
海藻藻場:	$C_{total} = A_{sw} \times WW_{sw} \times R_{PB,sw} \times (1 - R_{mc,sw}) \times R_{cc,sw} \times 44/12 \times R_{re,sw} \times CF_{es,sw}$

※ zm はアマモ場、sw は海藻藻場を示す。以降も同様とする。

表 4-28 (1) アマモ場のブルーカーボン量の算定に用いる記号の定義と係数値 (算定式 2-1)

記号	定 義	単位	係数値	根拠	
			アマモ場		
A_{zm}	面積	ha	—	—	
WW_{zm}	単位面積当たりの湿重量	tWW/ha	—	—	
$R_{AVE,zm}$	年平均湿重量への換算比	—	0.56	福岡市内実測値	文献 6
$R_{PB,zm}$	P/B 比	—	4.50	東シナ海 (長崎県)	文献 1
$R_{mc,zm}$	含水比	tDW/tWW	0.84	全国平均 (北海道沿岸域、東北地方 太平洋沿岸域を除く)	文献 2, 3, 10
$R_{cc,zm}$	炭素含有比	tC/tDW	0.34		文献 4, 5, 7, 9
$R_{re,zm}$	残存率	—	0.1801	全国平均	文献 13
$CF_{es,zm}$	生態系全体への変換係数	—	2.12		

表 4-28 (2) ガラモ場のブルーカーボン量の算定に用いる記号の定義と係数値 (算定式 2-1)

記号	定 義	単位	係数値	根拠	
			ガラモ場		
A_{sw}	面積	ha	—	—	
WW_{sw}	単位面積当たりの湿重量	tWW/ha	—	—	
$R_{PB,sw}$	P/B 比	—	1.37	全国平均 (北海道沿岸域、東北地方 太平洋沿岸域を除く)	文献 3, 7, 8, 9
$R_{mc,sw}$	含水比	tDW/tWW	0.80		
$R_{cc,sw}$	炭素含有比	tC/tDW	0.34		
$R_{re,sw}$	残存率	—	0.0971	全国平均	文献 13
$CF_{es,sw}$	生態系全体への変換係数	—	1.50		

表 4-28 (3) ワカメ場のブルーカーボン量の算定に用いる記号の定義と係数値 (算定式 2-1)

記号	定 義	単位	係数値	根拠	
			ワカメ場		
A_{sw}	面積	ha	—	—	
WW_{sw}	単位面積当たりの湿重量	tWW/ha	—	—	
$R_{PB,sw}$	P/B 比	—	1.00	全国平均 (北海道沿岸域、東北地方 太平洋沿岸域を除く)	文献 7
$R_{mc,sw}$	含水比	tDW/tWW	0.90		文献 3, 10, 11
$R_{cc,sw}$	炭素含有比	tC/tDW	0.32		文献 10, 12
$R_{re,sw}$	残存率	—	0.0751	全国平均	文献 13
$CF_{es,sw}$	生態系全体への変換係数	—	1.50		

表 4-29 引用文献一覧

番号	文献名	著者	発行年	発行元
1	平成 24 年度地球温暖化対策推進費のうち「藻場・干潟の炭素吸収源評価と吸収機能向上技術の開発」委託事業報告書	独立行政法人水産総合研究センター・国立大学法人東京大学大気・海洋研究所・国立大学法人北海道大学・北方圏生物ワールドセンター	H25. 3	「藻場・干潟の炭素吸収源評価と吸収機能向上技術の開発」事業事務局
2	柳井湾における春期から夏期のアマモ <i>Zostera matarina</i> の純生産量の推定	川端 豊喜 他	H5. 3	日本水産学会誌
3	第 7 回自然環境保全基礎調査浅海域生態系調査（藻場調査）報告書	—	H20	環境省
4	広島湾におけるアマモ草体中の炭素および窒素総量	寺脇 利信 他	H14	水産総合研究センター研究報告
5	ブルーカーボン-浅海における CO ₂ 隔離・貯留とその活用	堀正和・桑江朝比呂編	H29	地人書館
6	福岡市周辺の海産生物調査. II 能古島南部におけるアマモ <i>Zostera marina</i> L. の季節的変動	緒方 郁夫 他	H27	九大農学芸誌
7	森林、海洋等における CO ₂ 収支の評価の高度化	(独)森林総合研究所	H16	森林総合研究所交付金プロジェクト研究成果集 3
8	改訂磯焼け対策ガイドライン	水産庁	H27	水産庁
9	藻場による炭素固定量の試算	伊藤 靖 他	H21	日本水産工学会誌
10	漁港の生態系構造と生物現存量の推定	三浦 浩 他	H25	土木学会論文集 B2 (海洋工学)
11	大阪湾の人工護岸上に形成された海藻群落の維持と高密度に生息するウニ類の摂食活動	金子 健司 他	H18	日本水産学会誌
12	大型海藻類による環境修復効果に関する研究-コンブによる CNP 固定効果に関して-	柴田 竜馬 他	H22	平成 22 年度日本大学理工学部学術講演会論文集
13	J ブルークレジット®認証申請の手引き Ver. 2. 3	ジャパンプルーエコノミー技術研究組合	R5. 8	ジャパンプルーエコノミー技術研究組合

(4) 算定結果

各調査地点におけるブルーカーボン量を表 4-30～表 4-35に、調査地点全体におけるブルーカーボン量の算定結果を表 4-36に示す。

九十九島漁協による藻場の保全活動範囲のブルーカーボン量を推定した結果、計12.3 t-CO₂と試算された。

表 4-30 ブルーカーボン量の算定結果 (St. 1)

記号	定 義	単位	BC 量 t-CO ₂ /年	
			ガラモ場	ワカメ場
A _{sw}	対象生態系の面積	ha	0.46	0.01
WW _{sw}	単位面積当たりの湿重量	tWW/ha	97.10	44.19
R _{PB,sw}	P/B 比	—	1.37	1.00
R _{mc,sw}	含水比	tDW/tWW	0.80	0.90
R _{cc,sw}	炭素含有比	tC/tDW	0.34	0.32
R _{re,sw}	残存率	%	0.0971	0.0751
CF _{es,sw}	生態系全体への変換係数	—	1.50	1.50
C _{total}	ブルーカーボン量	tCO ₂ /年	2.20	0.01

【ガラモ場】

$$\begin{aligned}
 C_{\text{total}} &= A_{\text{sw}} \times WW_{\text{sw}} \times R_{\text{PB,sw}} \times (1 - R_{\text{mc,sw}}) \times R_{\text{cc,sw}} \times 44/12 \times R_{\text{re,sw}} \times CF_{\text{es,sw}} \\
 &= 0.46 \times 97.10 \times 1.37 \times (1 - 0.80) \times 0.34 \times 44/12 \times 0.0971 \times 1.50 \\
 &\doteq 2.20 \text{ (t-CO}_2\text{/年)}
 \end{aligned}$$

【ワカメ場】

$$\begin{aligned}
 C_{\text{total}} &= A_{\text{sw}} \times WW_{\text{sw}} \times R_{\text{PB,sw}} \times (1 - R_{\text{mc,sw}}) \times R_{\text{cc,sw}} \times 44/12 \times R_{\text{re,sw}} \times CF_{\text{es,sw}} \\
 &= 0.01 \times 44.19 \times 1.00 \times (1 - 0.90) \times 0.32 \times 44/12 \times 0.0751 \times 1.50 \\
 &\doteq 0.01 \text{ (t-CO}_2\text{/年)}
 \end{aligned}$$

表 4-31 ブルーカーボン量の算定結果 (St. 2)

記号	定 義	単位	BC 量 t-CO ₂ /年		
			アマモ場	ガラモ場	ワカメ場
A _{zm(sw)}	対象生態系の面積	ha	0.02	0.47	0.02
WW _{zm(sw)}	単位面積当たりの湿重量	tWW/ha	32.59	97.10	44.19
R _{AVE,zm}	アマモの年平均湿重量への換算比	—	0.56	—	—
R _{PB,zm(sw)}	P/B 比	—	4.50	1.37	1.00
R _{mc,zm(sw)}	含水比	tDW/tWW	0.84	0.80	0.90
R _{cc,zm(sw)}	炭素含有比	tC/tDW	0.34	0.34	0.32
R _{re,zm(sw)}	残存率	%	0.1801	0.0971	0.0751
CF _{es,zm(sw)}	生態系全体への変換係数	—	2.12	1.50	1.50
C _{total}	ブルーカーボン量	tCO ₂ /年	0.14	2.27	0.01

【アマモ場】

$$\begin{aligned}
 C_{\text{total}} &= A_{\text{zm}} \times WW_{\text{zm}} \times R_{\text{PB,zm}} \times (1 - R_{\text{mc,zm}}) \times R_{\text{cc,zm}} \times 44/12 \times R_{\text{re,zm}} \times CF_{\text{es,zm}} \\
 &= 0.02 \times 32.59 \times 0.56 \times 4.50 \times (1-0.84) \times 0.34 \times 44/12 \times 0.1801 \times 2.12 \\
 &\doteq 0.14 \text{ (t-CO}_2\text{/年)}
 \end{aligned}$$

【ガラモ場】

$$\begin{aligned}
 C_{\text{total}} &= A_{\text{sw}} \times WW_{\text{sw}} \times R_{\text{PB,sw}} \times (1 - R_{\text{mc,sw}}) \times R_{\text{cc,sw}} \times 44/12 \times R_{\text{re,sw}} \times CF_{\text{es,sw}} \\
 &= 0.47 \times 97.10 \times 1.37 \times (1-0.80) \times 0.34 \times 44/12 \times 0.0971 \times 1.50 \\
 &\doteq 2.27 \text{ (t-CO}_2\text{/年)}
 \end{aligned}$$

【ワカメ場】

$$\begin{aligned}
 C_{\text{total}} &= A_{\text{sw}} \times WW_{\text{sw}} \times R_{\text{PB,sw}} \times (1 - R_{\text{mc,sw}}) \times R_{\text{cc,sw}} \times 44/12 \times R_{\text{re,sw}} \times CF_{\text{es,sw}} \\
 &= 0.02 \times 44.19 \times 1.00 \times (1-0.90) \times 0.32 \times 44/12 \times 0.0751 \times 1.50 \\
 &\doteq 0.01 \text{ (t-CO}_2\text{/年)}
 \end{aligned}$$

表 4-32 ブルーカーボン量の算定結果 (St. 3)

記号	定 義	単位	BC 量 t-CO ₂ /年	
			アマモ場	ガラモ場
A _{zm(sw)}	対象生態系の面積	ha	0.39	0.03
WW _{zm(sw)}	単位面積当たりの湿重量	tWW/ha	32.59	97.10
R _{AVE,zm}	アマモの年平均湿重量への換算比	—	0.56	—
R _{PB,zm(sw)}	P/B 比	—	4.50	1.37
R _{mc,zm(sw)}	含水比	tDW/tWW	0.84	0.80
R _{cc,zm(sw)}	炭素含有比	tC/tDW	0.34	0.34
R _{re,zm(sw)}	残存率	%	0.1801	0.0971
CF _{es,zm(sw)}	生態系全体への変換係数	—	2.12	1.50
C _{total}	ブルーカーボン量	tCO ₂ /年	2.41	0.16

【アマモ場】

$$\begin{aligned}
 C_{\text{total}} &= A_{\text{zm}} \times WW_{\text{zm}} \times R_{\text{PB,zm}} \times (1 - R_{\text{mc,zm}}) \times R_{\text{cc,zm}} \times 44/12 \times R_{\text{re,zm}} \times CF_{\text{es,zm}} \\
 &= 0.39 \times 32.59 \times 0.56 \times 4.50 \times (1-0.84) \times 0.34 \times 44/12 \times 0.1801 \times 2.12 \\
 &\doteq 2.41 \text{ (t-CO}_2\text{/年)}
 \end{aligned}$$

【ガラモ場】

$$\begin{aligned}
 C_{\text{total}} &= A_{\text{sw}} \times WW_{\text{sw}} \times R_{\text{PB,sw}} \times (1 - R_{\text{mc,sw}}) \times R_{\text{cc,sw}} \times 44/12 \times R_{\text{re,sw}} \times CF_{\text{es,sw}} \\
 &= 0.03 \times 97.10 \times 1.37 \times (1-0.80) \times 0.34 \times 44/12 \times 0.0971 \times 1.50 \\
 &\doteq 0.16 \text{ (t-CO}_2\text{/年)}
 \end{aligned}$$

表 4-33 ブルーカーボン量の算定結果 (St. 4)

記号	定 義	単位	BC 量 t-CO ₂ /年		
			アマモ場	ガラモ場	ワカメ場
A _{zm(sw)}	対象生態系の面積	ha	0.10	0.10	0.41
WW _{zm(sw)}	単位面積当たりの湿重量	tWW/ha	32.59	97.10	44.19
R _{AVE,zm}	アマモの年平均湿重量への換算比	—	0.56	—	—
R _{PB,zm(sw)}	P/B 比	—	4.50	1.37	1.00
R _{mc,zm(sw)}	含水比	tDW/tWW	0.84	0.80	0.90
R _{cc,zm(sw)}	炭素含有比	tC/tDW	0.34	0.34	0.32
R _{re,zm(sw)}	残存率	%	0.1801	0.0971	0.0751
CF _{es,zm(sw)}	生態系全体への変換係数	—	2.12	1.50	1.50
C _{total}	ブルーカーボン量	tCO ₂ /年	0.63	0.48	0.28

【アマモ場】

$$\begin{aligned}
C_{\text{total}} &= A_{\text{zm}} \times WW_{\text{zm}} \times R_{\text{PB,zm}} \times (1 - R_{\text{mc,zm}}) \times R_{\text{cc,zm}} \times 44/12 \times R_{\text{re,zm}} \times CF_{\text{es,zm}} \\
&= 0.10 \times 32.59 \times 0.56 \times 4.50 \times (1-0.84) \times 0.34 \times 44/12 \times 0.1801 \times 2.12 \\
&\doteq 0.63 \text{ (t-CO}_2\text{/年)}
\end{aligned}$$

【ガラモ場】

$$\begin{aligned}
C_{\text{total}} &= A_{\text{sw}} \times WW_{\text{sw}} \times R_{\text{PB,sw}} \times (1 - R_{\text{mc,sw}}) \times R_{\text{cc,sw}} \times 44/12 \times R_{\text{re,sw}} \times CF_{\text{es,sw}} \\
&= 0.10 \times 97.10 \times 1.37 \times (1-0.80) \times 0.34 \times 44/12 \times 0.0971 \times 1.50 \\
&\doteq 0.48 \text{ (t-CO}_2\text{/年)}
\end{aligned}$$

【ワカメ場】

$$\begin{aligned}
C_{\text{total}} &= A_{\text{sw}} \times WW_{\text{sw}} \times R_{\text{PB,sw}} \times (1 - R_{\text{mc,sw}}) \times R_{\text{cc,sw}} \times 44/12 \times R_{\text{re,sw}} \times CF_{\text{es,sw}} \\
&= 0.41 \times 44.19 \times 1.00 \times (1-0.90) \times 0.32 \times 44/12 \times 0.0751 \times 1.50 \\
&\doteq 0.28 \text{ (t-CO}_2\text{/年)}
\end{aligned}$$

表 4-34 ブルーカーボン量の算定結果 (St. 5)

記号	定 義	単位	BC 量 t-CO ₂ /年	
			ガラモ場	ワカメ場
A _{sw}	対象生態系の面積	ha	0.37	0.03
WW _{sw}	単位面積当たりの湿重量	tWW/ha	97.10	44.19
R _{PB,sw}	P/B 比	—	1.37	1.00
R _{mc,sw}	含水比	tDW/tWW	0.80	0.90
R _{cc,sw}	炭素含有比	tC/tDW	0.34	0.32
R _{re,sw}	残存率	%	0.0971	0.0751
CF _{es,sw}	生態系全体への変換係数	—	1.50	1.50
C _{total}	ブルーカーボン量	tCO ₂ /年	1.74	0.02

【ガラモ場】

$$\begin{aligned}
C_{\text{total}} &= A_{\text{sw}} \times WW_{\text{sw}} \times R_{\text{PB,sw}} \times (1 - R_{\text{mc,sw}}) \times R_{\text{cc,sw}} \times 44/12 \times R_{\text{re,sw}} \times CF_{\text{es,sw}} \\
&= 0.37 \times 97.10 \times 1.37 \times (1-0.80) \times 0.34 \times 44/12 \times 0.0971 \times 1.50 \\
&\doteq 1.80 \text{ (tCO}_2\text{/年)}
\end{aligned}$$

【ワカメ場】

$$\begin{aligned}
C_{\text{total}} &= A_{\text{sw}} \times WW_{\text{sw}} \times R_{\text{PB,sw}} \times (1 - R_{\text{mc,sw}}) \times R_{\text{cc,sw}} \times 44/12 \times R_{\text{re,sw}} \times CF_{\text{es,sw}} \\
&= 0.03 \times 44.19 \times 1.00 \times (1-0.90) \times 0.32 \times 44/12 \times 0.0751 \times 1.50 \\
&\doteq 0.01 \text{ (t-CO}_2\text{/年)}
\end{aligned}$$

表 4-35 ブルーカーボン量の算定結果 (St. 6)

記号	定 義	単位	BC 量 t-CO ₂ /年	
			アマモ場	ガラモ場
A _{zm(sw)}	対象生態系の面積	ha	0.29	0.06
WW _{zm(sw)}	単位面積当たりの湿重量	tWW/ha	32.59	97.10
R _{AVE,zm}	アマモの年平均湿重量への換算比	—	0.56	—
R _{PB,zm(sw)}	P/B 比	—	4.50	1.37
R _{mc,zm(sw)}	含水比	tDW/tWW	0.84	0.80
R _{cc,zm(sw)}	炭素含有比	tC/tDW	0.34	0.34
R _{re,zm(sw)}	残存率	%	0.1801	0.0971
CF _{es,zm(sw)}	生態系全体への変換係数	—	2.12	1.50
C _{total}	ブルーカーボン量	tCO ₂ /年	1.82	0.28

【アマモ場】

$$\begin{aligned}
 C_{\text{total}} &= A_{\text{zm}} \times WW_{\text{zm}} \times R_{\text{PB,zm}} \times (1 - R_{\text{mc,zm}}) \times R_{\text{cc,zm}} \times 44/12 \times R_{\text{re,zm}} \times CF_{\text{es,zm}} \\
 &= 0.29 \times 32.59 \times 0.56 \times 4.50 \times (1 - 0.84) \times 0.34 \times 44/12 \times 0.1801 \times 2.12 \\
 &\doteq 1.82 \text{ (t-CO}_2\text{/年)}
 \end{aligned}$$

【ガラモ場】

$$\begin{aligned}
 C_{\text{total}} &= A_{\text{sw}} \times WW_{\text{sw}} \times R_{\text{PB,sw}} \times (1 - R_{\text{mc,sw}}) \times R_{\text{cc,sw}} \times 44/12 \times R_{\text{re,sw}} \times CF_{\text{es,sw}} \\
 &= 0.06 \times 97.10 \times 1.37 \times (1 - 0.80) \times 0.34 \times 44/12 \times 0.0971 \times 1.50 \\
 &\doteq 0.28 \text{ (t-CO}_2\text{/年)}
 \end{aligned}$$

表 4-36 ブルーカーボン量の算定結果 (全体)

記号	定 義	単位	BC 量 t-CO ₂ /年					
			St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5	St. 6
C _{total}	ブルーカーボン量	tCO ₂ /年	2.2	2.4	2.5	1.3	1.8	2.1
			12.3					

※ 各地点における BC 量の合計値から小数点第 2 位以下を切り捨てて算定した

4.3 UAV 調査

4.3.1 調査内容

(1) 調査箇所

陸域からUAV（無人飛行機）の操縦が可能であり、アマモ場の保全活動が行われている楠栖小学校前（St. 3）、鹿町松瀬海浜公園地先（St. 6）を対象にUAVを用いた空撮を行った。調査箇所を表 4-37に示す。

表 4-37 UAV 調査箇所

調査箇所		地区
St. 3	小佐々	楠栖小学校前
St. 6	鹿地	鹿町松瀬海浜公園地先

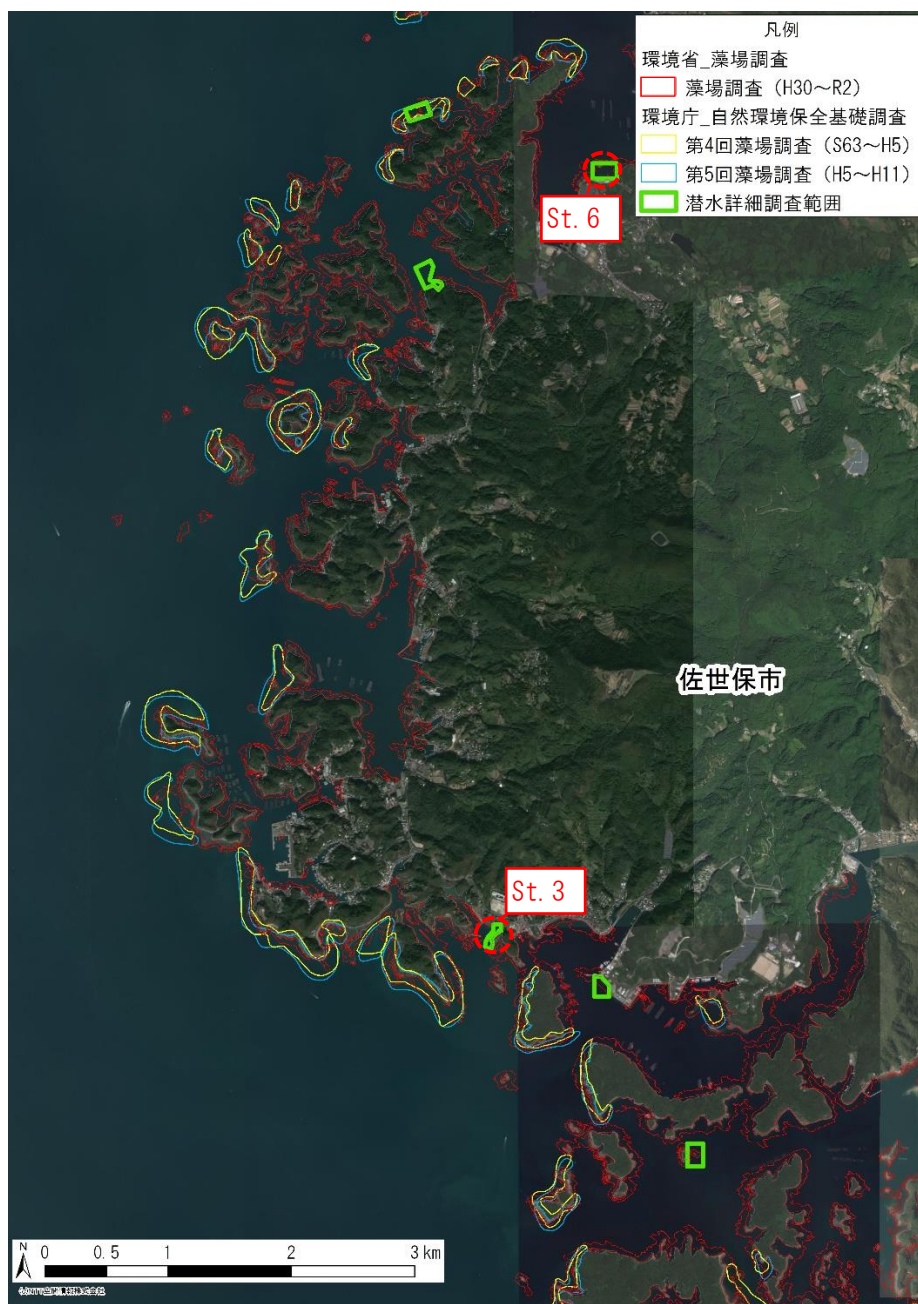


図 4-19 UAV 調査箇所

(2) 調査方法

使用機材はDJI社のMavic2 Proとした。

飛行高度は140m程度、撮影画像間のオーバーラップ率（写真の重なり具合）は60%以上となるように撮影を行った。使用した無人航空機の概要を表 4-38に示す。

UAVで撮影した空撮画像は、Agisoft Metashape Professionalによりオルソモザイク画像を作成し、アマモ場の分布状況を把握した。



（写真引用： <https://www.dji.com/jp/>）

図 4-20 使用した機体（Mavic2 Pro）

表 4-38 使用した無人航空機の概要

製造者名	DJI JAPAN 株式会社
名称	Mavic2 PRO
登録記号	JU32263A9AA8
重量（最大離陸重量）	1.0 kg
製造番号等	163DF9T001PG1K
仕様	<p>【機体】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・対角寸法（プロペラ含まず）：354mm ・最大速度：4m/s（Pモード） ・最大風圧抵抗：8～10m/s ・最大飛行時間：約30分 ・GPSモード：GPS/GLONASS ・ホバリング精度：垂直方向：±0.1m（ビジョンポジショニング使用時）、±0.5m（GPSポジショニング使用時） 水平方向：±0.3m（ビジョンポジショニング使用時）、±1.5m（GPSポジショニング使用時） <p>【検知システム】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・全方位障害物検知 <p>高精度測定範囲 （前方：0.5～20m、後方：0.5～16m、上方：0.1～8m、下方：0.5～11m）</p>

(3) 調査実施状況

調査実施日を表 4-39に、調査実施状況を表 4-40に示す。

調査はアマモの最盛期となる6月に実施した。

表 4-39 調査実施日

調査日	調査時間	調査箇所	天候
令和5年6月15日(木)	11:00～14:00	St. 3、St. 6	晴れ

表 4-40 UAV 調査実施状況

		
KY 活動	風速の確認	バッテリー残量等の確認
		
使用機体 (Mavic2 Pro)	飛行状況	

4.3.2 調査結果

作成したオルソ画像によるアマモ場の分布状況確認結果を図 4-22及び図 4-23に示す。

St.3（楠栖小学校前）では比較的沖方向までアマモ場が分布していることを確認した。また、St.6（鹿町松瀬海浜公園地先）では、岸側にのみ帯状に分布していることを確認した。

以上のとおり、オルソ画像により把握したアマモ場の分布域と潜水詳細調査で確認したアマモの分布域が整合することを確認できた。



図 4-21 アマモの撮影状況（拡大）



図 4-22 オルソ画像によるアマモ場の分布状況確認結果 (St. 3 : 楠栖小学校前)

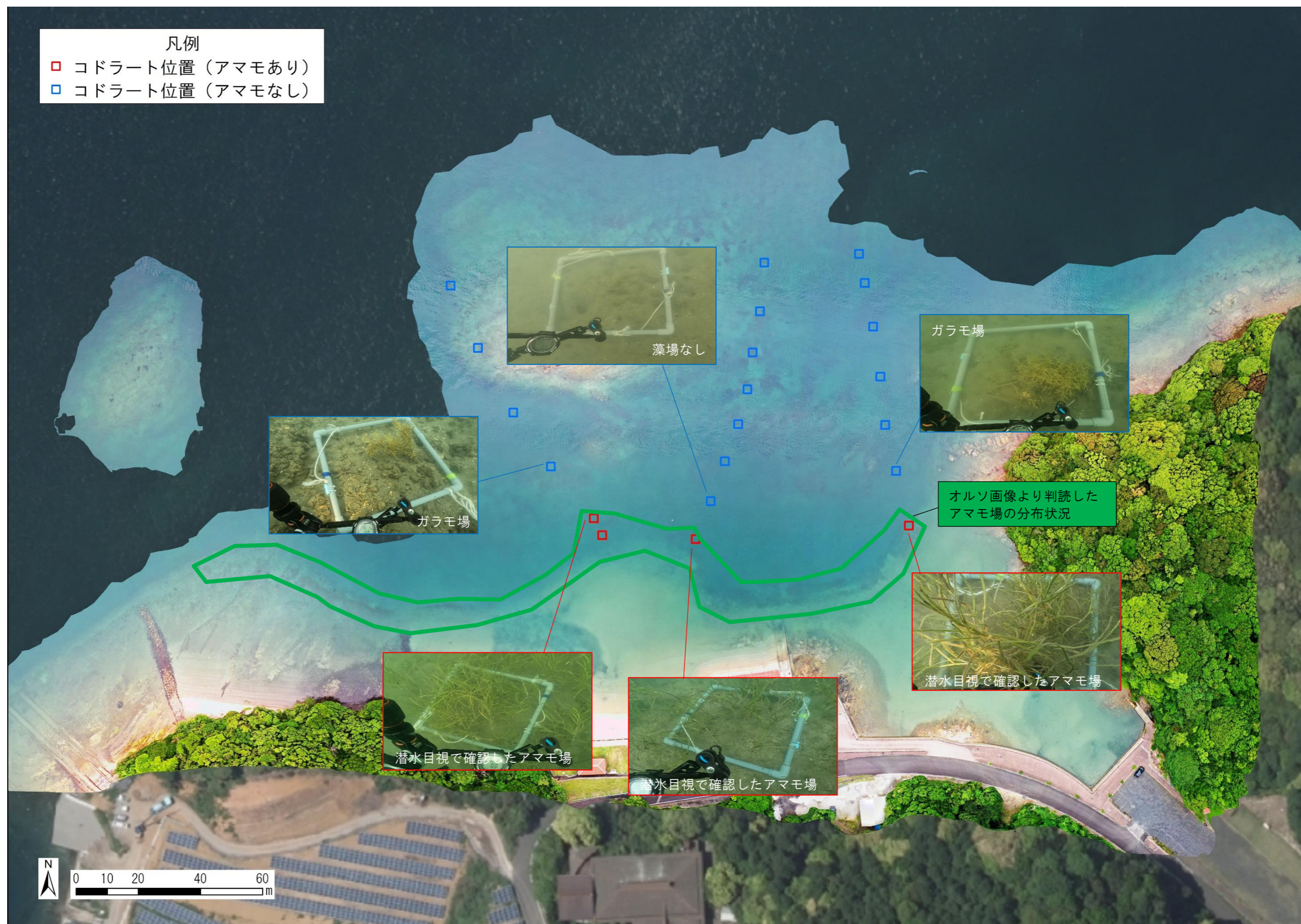


図 4-23 オルソ画像によるアマモ場の分布状況確認結果（St. 6：鹿町松瀬海浜公園地先）