

長崎西部地区藻場設置工事 第7回追跡調査報告書

平成30年7月

実施機関：株 式 会 社 真 興 産 業

調査機関：（一社）水産土木建設技術センター長崎支所

* * * 目 次 * * *

1. 調査目的	.....	1
2. 調査場所	.....	1
3. 調査月日	.....	2
4. 調査内容	.....	3
5. 調査方法	.....	3
6. 調査結果	.....	5
1) 潜水調査	.....	5
2) ドローン空撮	.....	17
3) 調査時の環境等	.....	47
7. 考察	.....	49
8. ドローン空撮を用いた調査手法について	.....	53

巻 末

1. 記録写真
2. 画像処理ソフトウェアRSPを用いた藻場分布解析の方法

1. 調査目的

本調査は、長崎市大籠町地先に造成された藻場増殖施設について、藻場形成状況等を確認し、施設の経過情報並びに藻場形成に関する資料を得ることを目的とした。

2. 調査場所

長崎市大籠町地先（図 1. 1）。

各工区の緯度経度を表 1. 1、各施設の構造図を図 1. 2 に示した。

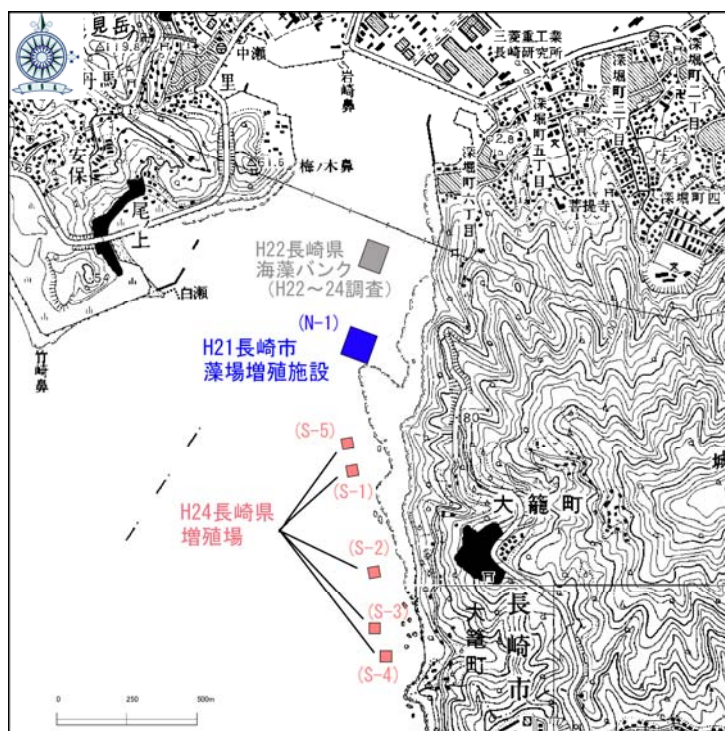
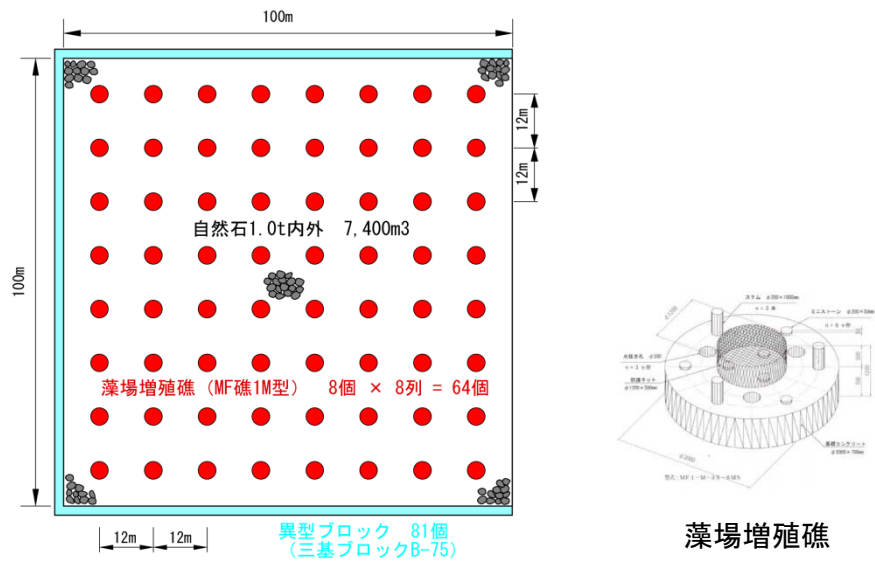


図 1. 1 調査場所

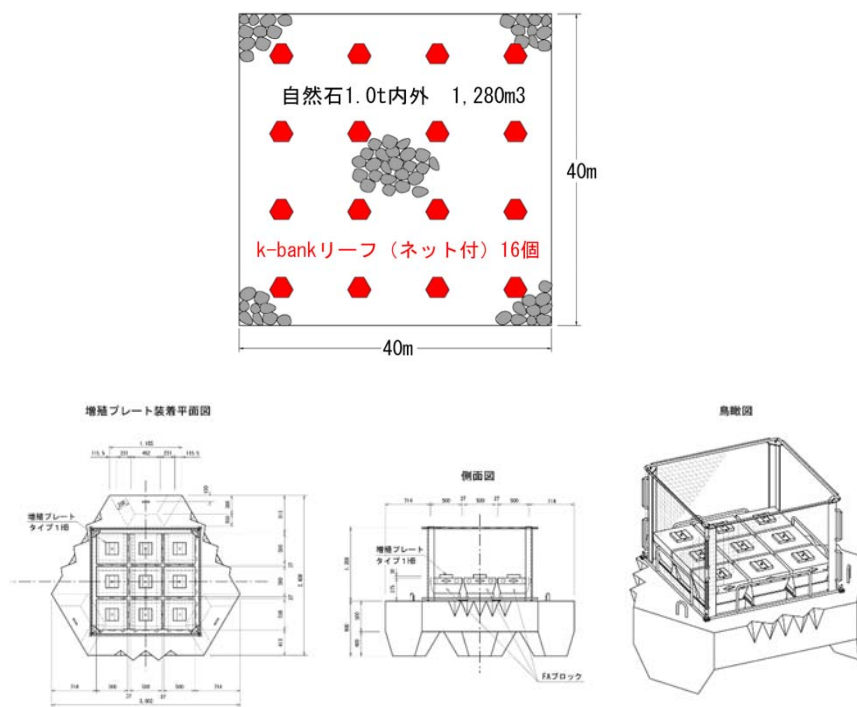
表 1. 1 調査位置（緯度経度）

H21長崎市藻場増殖施設		緯度（分表示）		経度（分表示）	
N-1	イ	32	40. 624	129	48. 940
	ロ	32	40. 643	129	48. 878
	ハ	32	40. 696	129	48. 901
	ニ	32	40. 677	129	48. 962
H24長崎県増殖場		緯度（分表示）		経度（分表示）	
S-1	イ	32	40. 407	129	48. 895
	ロ	32	40. 429	129	48. 890
	ハ	32	40. 432	129	48. 916
	ニ	32	40. 411	129	48. 920
S-2	イ	32	40. 213	129	48. 944
	ロ	32	40. 234	129	48. 940
	ハ	32	40. 238	129	48. 965
	ニ	32	40. 217	129	48. 970
S-3	イ	32	40. 105	129	48. 943
	ロ	32	40. 127	129	48. 943
	ハ	32	40. 127	129	48. 969
	ニ	32	40. 105	129	48. 969
S-4	イ	32	40. 051	129	48. 969
	ロ	32	40. 073	129	48. 969
	ハ	32	40. 073	129	48. 995
	ニ	32	40. 051	129	48. 995
S-5	イ	32	40. 461	129	48. 884
	ロ	32	40. 482	129	48. 879
	ハ	32	40. 486	129	48. 904
	ニ	32	40. 464	129	48. 909

※ は調査実施場所



H21 長崎市藻場増殖施設 (N-1)



H24 長崎県増殖場 (S-1~S-5)

図 1.2 構造図

3. 調査月日

平成 30 年 6 月 7 日 (木) 潜水調査・ドローン空撮

6 月 15 日 (金) ドローン空撮

4. 調査内容

調査は①ドローン空撮、②スキューバ潜水によって実施した。まず、既存資料及び事前に撮影したドローン空撮映像から、海藻の着生の有無や種類の推測を行った。さらに、潜水調査と同時期にドローン空撮を行い、その映像を潜水調査の写真や動画と照合して、海域一帯の藻場分布及び底質分布状況を明らかにした。そのほか、スケールや色識別板の設置等を行い、ドローン空撮での視認レベルやデータ取得状況を検証した。

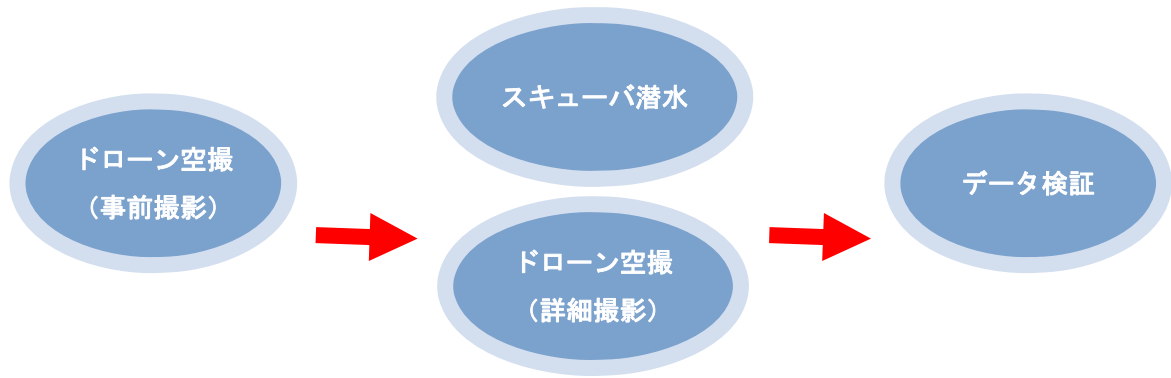


図 1.3 調査フロー

5. 調査方法

(1) 潜水調査

海藻被度区分を表 1.2 に示した。

潜水調査は、N-1、S-1 について、施設の設置状況、海藻の着生状況、底生動物・魚類の生息状況等を観察し、写真及び動画撮影をした。また、それぞれ以下の項目を実施した。

①H21 長崎市藻場増殖施設 (N-1)

- ・色識別板 (赤、青、緑、黄、各 25×25cm) の設置、2 箇所 (浅場、深場)
- ・施設内及び天然域での写真及び動画撮影
- ・海藻の採取り、2 箇所 (施設内、天然礁)

②H24 長崎県増殖場 (S-1)

- ・天然礁から施設に向かって敷設した調査測線 (50m) 上での写真及び動画撮影
- ・海藻の採取り、2 箇所 (施設内、天然礁)

(2) ドローン空撮

調査に使用したドローンを図 1.4 に示した。

ドローン空撮は、各施設及び周辺天然域について、以下の内容で高度を変えて複数回撮影した。

①H21 長崎市藻場増殖施設 (N-1)

- ・施設及び天然域と海底に設置された色識別板の定点撮影

②H24 長崎県増殖場

- ・天然礁から施設へ向かって敷設した潜水調査測線に沿って測線撮影 (S-1)
- ・全景を広域撮影 (S-1～S-5)



機種名	Mavic Pro
重 量	734g
寸 法	83×83×198mm (折りたたんだ状態)
対角寸法	335mm (プロペラ除く)
最大速度	65km/時
最大飛行時間	27分
撮影動画モード	UHD4K 3840×2160 30p

図 1. 4 使用機器ドローン (MAVIC PRO)

表 1. 2 海藻被度区分

海藻被度	濃生	植生により海底面がほとんど見えない
	密生	海底面より植生の方が多い
	疎生	植生より海底面の方が多い
	点生	植生がまばらである
	極点生	植生が極まばらである



打ち合わせ



ドローン空撮



スキューバ潜水



作業船 (新洋丸)

写真 1 作業状況

6. 調査結果

1) 潜水調査

撮影した水中写真は施設毎、巻末に掲載した。

(1) H21 長崎市藻場増殖施設 (N-1)

施設配置及び観察範囲を図2、海藻の採取り結果を表2.1～2.2、各種生物の目視観察結果を表2.3、設置状況、海藻着生状況、海藻の採取り状況、底生動物出現状況、魚類出現状況を写真2.1～2.6に示した。

①施設の設置状況

石材

石材は部分的に2～3層に積み重なった箇所がみられ、大部分は1層で敷設されていた。施設南側では砂地が表出した箇所がやや多くみられた。波浪等による移動はなく、施設東側（岸側）の一部で30cm程度の埋没がみられた。

藻場増殖礁、石止めブロック

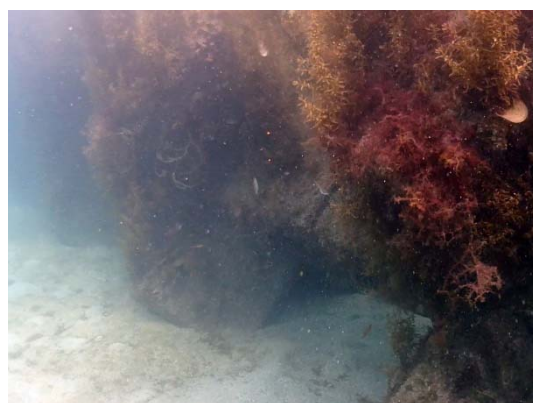
藻場増殖礁は石材上に設置されており、転倒や移動はなかった。

保護網（金属製）は付着生物による網目の目詰まりが進み、すべての礁が網内の状態を十分に観察できない状態であった。また、保護網は所々にサビ等がみられた。

石止めブロックは設置時の状態を維持していた。



藻場増殖礁



石止めブロック



石材（中央付近、積重なり）



石材（岸側、埋没）

写真2.1 設置状況 (N-1)

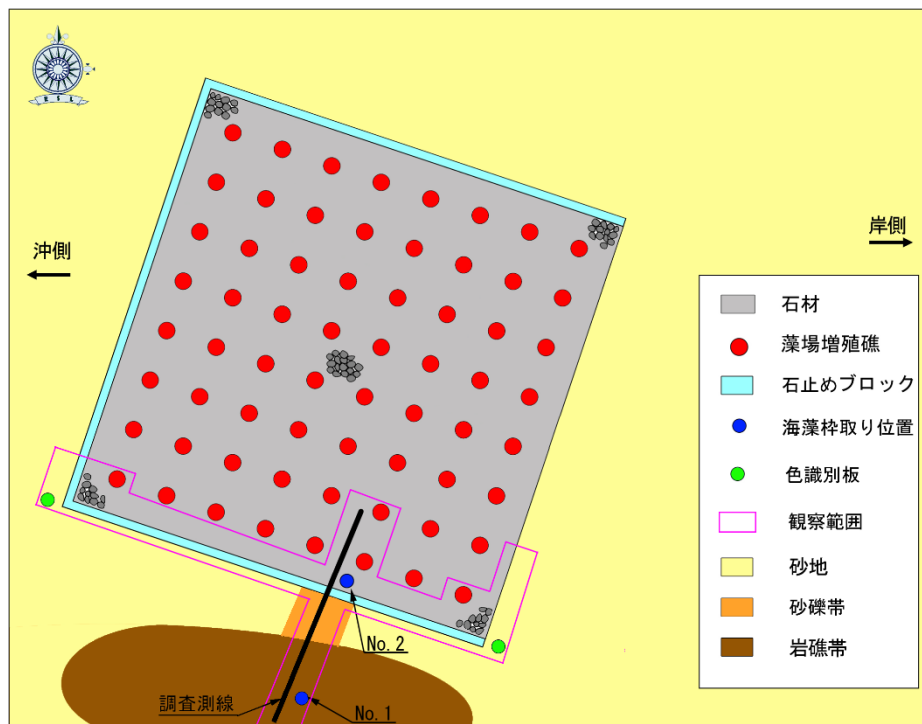


図2 施設配置及び観察範囲 (N-1)

②海藻の着生状況

視認観察結果

出現した海藻は緑藻類4種、褐藻類11種、紅藻類8種の計23種であった。

大型海藻はワカメとホンダワラ類6種が出現した。ワカメは天然域で多くみられ、季節的に凋落期にあたることから、茎と付着器のみの状態となっていた。ホンダワラ類は、アカモクが天然域で多くみられ、季節的に凋落期にあたることから、生殖器床の幼胚はほとんど放出していた。マジリモクは藻長50～100cmに伸長したものが施設全体に多くみられた。キレバモクは石材と天然域でやや多く、藻長が概ね30cm前後、ヤツマタモク・イソモク・マメタワラは施設内に数本ずつ確認され、藻長が概ね30～50cmであった。

小型海藻類は緑藻類のミル類、褐藻類のウミウチワ・フクロノリ・カゴメノリ、紅藻類のマクサ・カギケノリ等の合計16種が出現した。

藻場増殖礁の保護網内に海藻の着生はなかった。

採り結果

天然域のNo.1では、0.5m 枠内に大型海藻のワカメ80g (12本)、アカモク74g (4本)の計154g (16本)が着生し、1㎡あたり616gであった。ワカメは葉部が流れており、付着器と茎のみで、アカモクは季節的に凋落期にあたることから、いずれも重量は小さかった。小型海藻類は調査枠内では出現せず、枠外も少なかった。

石材のNo.2では、0.5m 枠内に大型海藻のキレバモク74g (3本)、小型海藻類204gの計278gが着生し、1㎡あたり1,112gであった。キレバモクは藻長が8～44cmの範囲で、もう少し伸長した後、成熟するとみられた。小型海藻類はナガミルの重量が最も大きかった。



ワカメ



アカモク



マジリモク



キレバモク



マメタワラ



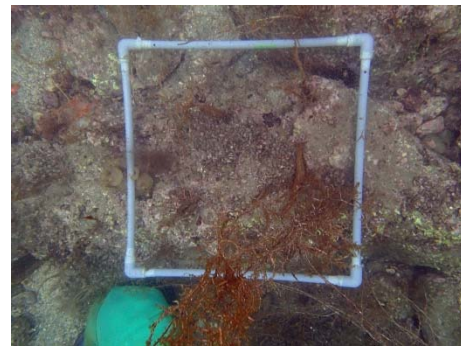
ヤツマタモク

写真 2. 2 海藻着生状況 (N-1)

表 2. 1 海藻の採取り結果 (No. 1 : 天然域)

地点	底質	水深
No.1	天然域	2m
種名	本数	重量 (g)
ワカメ	12	80
アカモク	4	74
大型海藻合計(g)	16	154
小型海藻合計(g)		0
着生密度(g/m ²)		616

※採取り範囲 : 0. 5m × 0. 5m = 0. 25 m²



水中



陸上

写真 2. 3 海藻の採取り状況 (天然礁)

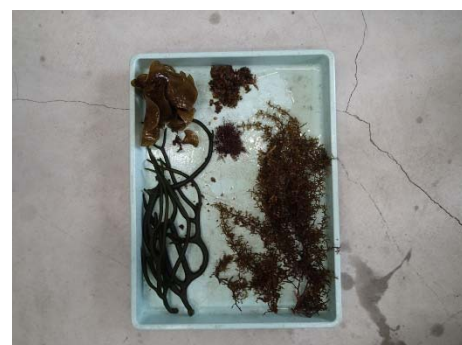
表 2. 2 海藻の採取り結果 (No. 2 : 施設内)

地点	底質	水深
No.2	石材	4m
種名	本数	重量 (g)
キレバモク	3	74
ウミウチワ		30
カゴメノリ		22
マクサ		4
ナガミル		148
大型海藻合計(g)	3	74
小型海藻合計(g)		204
着生密度(g/m ²)		1,112

※採取り範囲 : 0. 5m × 0. 5m = 0. 25 m²



水中



陸上

写真 2. 4 海藻の採取り状況 (施設内)

③底生動物の出現状況

巻貝類 3 種、二枚貝類 2 種、ウニ類 3 種、ヒトデ類 1 種等の計 14 種が出現した。施設内及び天然域のいずれにも植食性ウニ類のガンガゼ類が多く、多い場所で 52 個体/m²の生息がみられ、海藻の着生及び生育を妨げる要因となっていた。植食性巻貝類は少なかった。そのほか、フジツボ類・ヒバリガイモドキの着生量が多かった。



ガンガゼ類（藻場増殖礁）



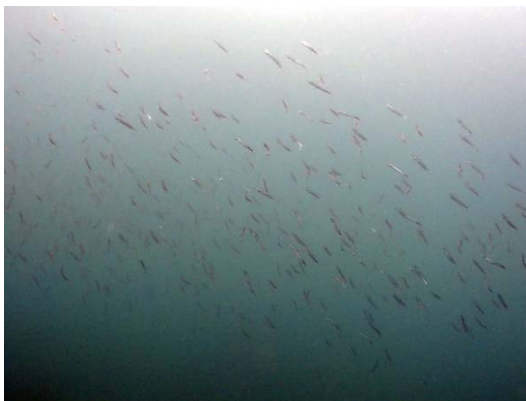
ガンガゼ類（天然域）

写真 2. 5 底生動物（N-1）

④魚類の出現状況

主な出現魚種は、数百尾の群れで回遊するカタクチイワシ、数十尾の群れのマアジ・ネンブツダイ・カゴカキダイ等で、計 21 種が出現した。

植食性魚類はメジナ・ブダイが散見された。有用種はカタクチイワシ・カサゴ・マアジ・メジナ・クロダイ・イシダイ・マダイの 7 種が観察された。



カタクチイワシ



ブダイ

写真 2. 6 魚類（N-1）

表 2.3 各種生物の目視観察結果 (N-1)

区分	出現種	市施設 N-1			
		石材	異型 ブロック	藻場礁	天然礁
海藻類	アオサ類	r			
	ナガミル	+	+	+	r
	ミル	+	+	++	
	ソゾ類		+		
	ウミウチワ	+	+	+	+++
	アミジグサ	+	+		+
	フクロノリ	++			
	カゴメノリ	+	+		
	ワカメ	+	+		+++
	ヤツマタモク	r			
	アカモク	+	r		+++
	イソモク		r		
	マメタワラ	r			
	キレバモク	++	+	+	++
	マジリモク	++	++	++	
	ガラガラ	+	+		
	ソデガラミ	+	+		
	有節サンゴモ	++	++	++	++
	マクサ	+			
	カギケノリ	+	+	+	
	ユカリ	+			
	イバラノリ		+		
	フダラク	+			
合計種類数		20	16	7	7

	緑藻類
	褐藻類
	大型海藻 (褐藻類)
	紅藻類

凡例	
+++	多い
++	普通
+	少ない
r	ごく一部

区分	出現種	市施設 (N-1)
底生生物	ギンタカハマガイ	r
	ウラウズガイ	r
	ウニレイシガイ	r
	シロガヤ	++
	イワガキ	+
	ヒバリガイモドキ	+++
	ガンガゼ	+++
	アオスジガンガゼ	+++
	ラッパウニ	++
	ヤツデスナヒトデ	r
	イシサンゴ類	r
	シロボヤ類	r
	フジツボ類	+++
	ウミシダ類	++
合計種類数		14

	植食性
--	-----

凡例	
+++	多い
++	普通
+	少ない
r	ごく一部

区分	出現種	市施設 (N-1)
魚類	カタクチイワシ	+++
	カサゴ	++
	オニカサゴ	r
	ネンブツダイ	++
	マアジ	++
	メジナ	+
	クロダイ	+
	イシダイ	+
	マダイ	r
	ヘダイ	r
	カゴカキダイ	++
	スズメダイ	+
	タカノハダイ	+
	ホシササノハベラ	++
	ブダイ	+
	ホンベラ	+
	キュウセン	++
	オジサン	r
	イラ	r
	ウミタナゴ	r
	キタマクラ	r
合計種類数		21

	植食性
--	-----

凡例	
+++	100尾以上
++	50~100尾
+	10~50尾
r	10尾未満

(2) H24 長崎県増殖場 (S-1)

施設配置及び観察地点を図3、海藻の採取り結果を表3.1～3.2、各種生物の目視観察結果を表3.3、設置状況、海藻着生状況、海藻の採取り状況、底生動物出現状況、魚類出現状況を写真3.1～3.6に示した。

①施設の設置状況

石材

石材は大部分が1層で敷設され、部分的に2層に積み重なった箇所がみられた。石材間の隙間はほとんどなかった。波浪等による移動、埋没、洗掘、堆砂等はみられなかった。

藻場増殖礁

藻場増殖礁は石材上に設置されており、転倒や移動はなかった。



石材



藻場増殖礁

写真3.1 設置状況 (S-1)

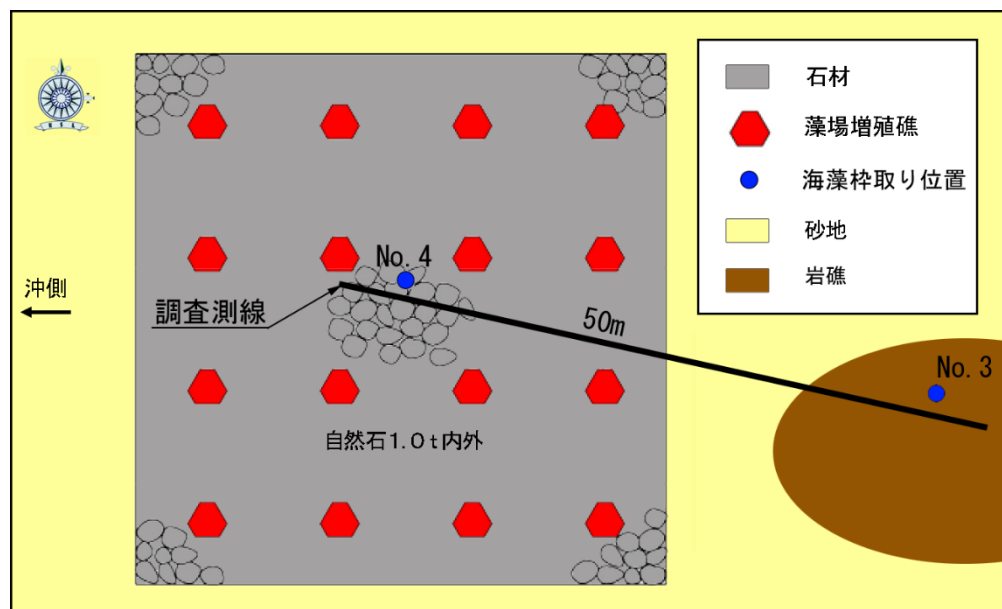


図3 施設配置および観察地点 (S-1)

②海藻の着生状況

視認観察結果

出現した海藻は緑藻類 2 種、褐藻類 11 種、紅藻類 6 種の計 19 種であった。

大型海藻はワカメとホンダワラ類 4 種が出現した。ワカメは、石材では部分的に多く、天然域では全体的に多くみられ、季節的に凋落期にあたることから、茎と付着器のみの状態となっていた。ホンダワラ類は、アカモクが天然域で多くみられ、季節的に凋落期にあたることから、生殖器床の幼胚はほとんど放出されていた。マジリモクは天然域で全体的に点生し、藻長が概ね 50cm 前後、キレバモクは石材・藻場礁でやや多く、藻長が 30cm 以下、ヤツマタモクは施設内に数本確認され、藻長が概ね 30～50cm であった。

小型海藻類は緑藻類のミル類、褐藻類のウミウチワ・フクロノリ・カゴメノリ、紅藻類のガラガラ・カギケノリ・イバラノリ等の合計 14 種が出現した。

藻場増殖礁の保護網内に海藻の着生はほとんどなかった。

枠取り結果

天然域の No. 3 では、0.5m 枠内に大型海藻のワカメ 102g (8 本)、アカモク 318 g (3 本)、小型海藻類 2g の計 422g が着生し、1 m²あたり 1,688g であった。ワカメは季節的に凋落期にあたることから、付着器と茎のみで重量は小さかった。小型海藻は枠外も含めて少なかった。

石材の No. 4 では、0.5m 枠内に大型海藻のワカメ 24g (1 本)、キレバモク 64g (12 本)、小型海藻類 490g の計 578g が着生し、1 m²あたり 2,312g であった。キレバモクは藻長が 3～45cm の範囲で、もう少し伸長した後、成熟するとみられた。小型海藻類はナガミルの重量が大きかった。



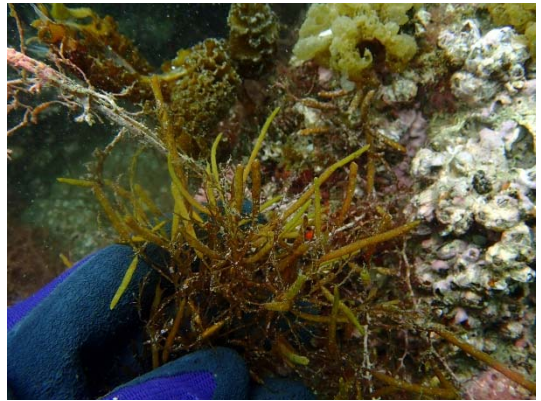
ワカメ



ヤツマタモク



アカモク



アカモクの生殖器床（幼胚放出済み）



キレバモク



マジリモク

写真 3. 2 海藻着生状況 (S-1)

表 3. 1 海藻の採取り結果 (No. 3 : 天然域)

地点	底質	水深
No.3	天然域	3m
種名	本数	重量 (g)
ワカメ	8	102
アカモク	3	318
ウミウチワ		2
大型海藻合計(g)	11	420
小型海藻合計(g)		2
着生密度(g/m ²)		1,688

※採取り範囲 : 0.5m×0.5m=0.25 m²



水中



陸上

写真 3. 3 海藻の採取り状況 (天然礁)

表 3. 2 海藻の採取り結果 (No. 4 : 施設内)

地点	底質	水深
No.4	石材	5m
種名	本数	重量 (g)
ワカメ	1	24
キレバモク	12	64
カゴメノリ		56
マクサ		4
ナガミル		430
大型海藻合計(g)	13	88
小型海藻合計(g)		490
着生密度(g/m ²)		2,312

※採取り範囲 : 0.5m×0.5m=0.25 m²



水中



陸上

写真 3. 4 海藻の採取り状況 (施設内)

③底生動物の出現状況

巻貝類 3 種、二枚貝類 1 種、ウニ類 3 種、ナマコ類 1 種等の計 13 種が出現した。施設内及び天然域のいずれにおいても植食性のウニ類や巻貝類は少なかった。有用種のサザエが 1 個体みられた。全体的にヒバリガイモドキの着生量が多かった。



サザエ



ヒバリガイモドキ（藻場礁保護網内）

写真 3. 5 底生動物（S-1）

④魚類の出現状況

主な出現魚種は、百尾以上の群れで滞遊するネンブツダイ、数十尾の群れのスズメダイ・キュウセン・ウミタナゴ等で、計 24 種が出現した。

植食性魚類はメジナ・アオブダイ・アイゴ・ニザダイが散見された。有用種はキジハタ・カサゴ・メジナ・クロダイ・イシダイ・マダイ・メバル類の 7 種が観察された。



マダイ



スズメダイ、クロダイ

写真 3. 6 魚類（S-1）

表 3. 3 各種生物の目視観察結果 (S-1)

区分	出現種	県施設S-1		
		石材	藻場礁	天然礁
海藻類	ナガミル	+		+
	ミル	+	+	
	シワヤハズ	+	+	
	ウミウチワ	++	+++	
	アミジグサ	++	+	
	ヘラヤハズ		+	
	フクロノリ	++	+++	
	カゴメノリ	++	++	
	ワカメ	+++	+	+++
	ヤツマタモク	r		
	アカモク			+++
	キレバモク	++	++	
	マジリモク			+
	ガラガラ	+	+	+
	ソデガラミ	+		
	有節サンゴモ	++	++	++
	マクサ	+		
	カギケノリ	++	++	
	イバラノリ	+		++
	合計種類数	16	12	7

	緑藻類
	褐藻類
	大型海藻 (褐藻類)
	紅藻類

凡例	
+++	多い
++	普通
+	少ない
r	ごく一部

区分

出現種

県施設
(S-1)

底生生物

ギンタカハマガイ

r

ウラウスガイ

r

サザエ

r

ウニレイシガイ

+

シロガヤ

+

ヒバリガイモドキ

+++

ガンガゼ

+

アオスジガンガゼ

+

ラッパウニ

+

ニセクロナマコ

+

シロボヤ類

+

フジツボ類

++

ウミシダ類

+

合計種類数

13

植食性

凡例

+++

多い

++

普通

+

少ない

r

ごく一部

区分

出現種

県施設
(S-1)

魚類

キジハタ

r

オオモンハタ

r

カサゴ

+

ネンブツダイ

+++

メジナ

+

コロダイ

r

クロダイ

r

イシダイ

+

マダイ

r

ヘダイ

r

カゴカキダイ

+

スズメダイ

++

タカノハダイ

+

ホシササノハベラ

+

アオブダイ

r

アイゴ

r

ニザダイ

r

ホンベラ

+

キュウセン

++

イラ

+

ウミタナゴ

++

キタマクラ

r

メバル類

r

ハゼ類

+

合計種類数

24

植食性

凡例

+++

100尾以上

++

50～100尾

+

10～50尾

r

10尾未満

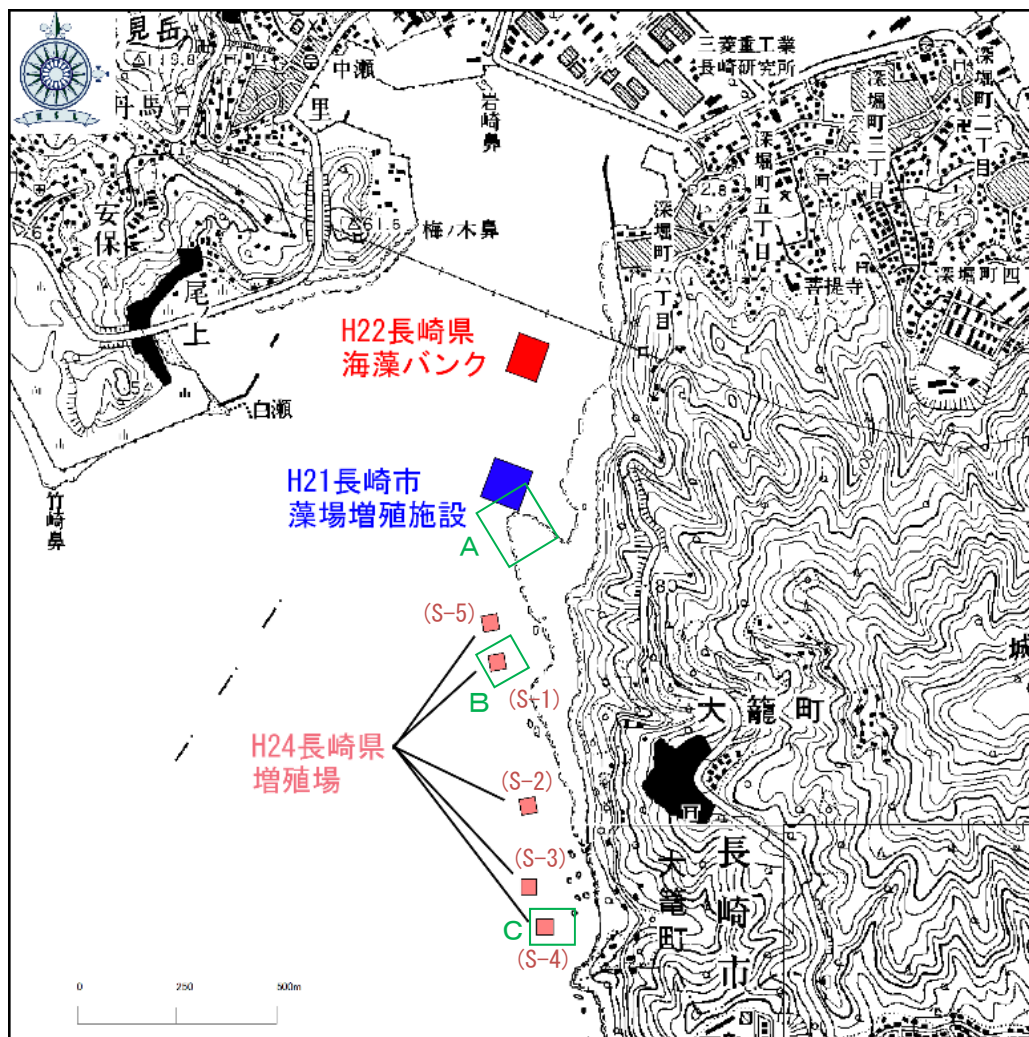
2) ドローン空撮

ドローン空撮は4月30日に事前撮影、6月7日と6月15日に詳細撮影を行った。また、既存資料（平成29年4月13日に撮影した映像）を比較解析に使用した。

静止画像の解析には、㈱建設技術研究所が無償公開しているアプリケーションソフトウェア「RSP」の分類画像作成処理及びAdobePhotoshopElements13（有料）を使用した。

（1）事前撮影（平成29年4月30日）

撮影地点を図4、空撮映像の静止画像を写真4.1～4.5、画像解析結果を表4.1～4.5に示した。



ドローン空撮映像の種類	撮影年月日	撮影場所
既存資料（昨年度映像）	平成29年4月13日	A
事前撮影	平成30年4月30日	A、B、C

図4 撮影地点（事前撮影）

①H21 長崎市藻場増殖施設 (N-1)

ここでは、平成 29 年（以降、H29）と平成 30 年（以降、H30）の映像を解析、比較した。

写真 4. 1 の静止画像（H30）は、藻場増殖礁の大きさ（直径 3m）から換算した画像全体のサイズは縦 27m、横 45m で、全体の面積が 1,215 m² となる。この静止画像を最尤法分類※1により、①アカモクが着生する箇所、②その他の海藻が着生する箇所、③海藻が着生していない箇所、④砂地、⑤岩盤（海面に表出）の 5 つに画像分類し、各面積は①320 m²、②253 m²、③375 m²、④252 m²、⑤15 m²と算定された。**写真 4. 2** の静止画像（H29）は、**写真 4. 1** と同じ面積になるように切り取り、同様の方法で画像分類し、各面積は①313 m²、②406 m²、③254 m²、④237 m²、⑤5 m²と算定された。

二つの画像を比較すると、アカモクの着生面積は H30（**写真 4. 1**）の方が大きく、H29（**写真 4. 2**）よりも着生範囲が広がっている様子がうかがわれた。アカモク以外の海藻が着生する面積は H30（**写真 4. 1**）の方が小さく、特に深場の方は着生面積が少なかった。アカモクを含めた藻場面積の年変動は、718 m²（H29）から 573 m²（H30）と減少し、海藻が着生していない面積は 254 m²（H29）から 375 m²（H30）と増加した。②に該当するアカモク以外の海藻のうち、浅場の岩盤に着生する海藻に関しては、ドローンの接写映像（**写真 4. 6**）からワカメやヒジキと特定された。深場の施設や岩礁帯の縁辺部に着生する海藻は、ホンダワラ類（在来種：ヤツマタモク・マメタワラ、暖海性：キレバモク・マジリモク等）が長く伸長しているもの、もしくは砂地に着生するシオミドロやフクロノリ等の小型海藻類と推察された。施設内部の石材に着生する海藻は特定できなかった。

写真 4. 3 の静止画像（H29）は、最大限広域に撮影した画像で、藻場増殖礁の大きさ（直径 3m）から全体のサイズを換算すると、縦 140m、横 100m となり、全体の面積が 14,000 m² となる。この静止画像を最尤法により、①アカモクが着生する箇所、②ワカメ・ヒジキが着生する箇所、③その他の海藻が着生する箇所、④海藻が着生していない箇所、⑤砂地、⑥岩盤（海面に表出）の 6 つに画像分類し、各面積は①4,478 m²、②3,772 m²、③3,168 m²、④1,197 m²、⑤931 m²、⑥454 m²と算定された。

⑤砂地と⑥岩盤を除く①～④が海藻の着生可能な範囲（藻場増殖施設を含む）となり、その内訳は、アカモクが最も多い 35%、次いでワカメ・ヒジキが 30%、その他の海藻が 25%、海藻が着生していない磯焼け範囲は 9%となり、平成 29 年の春藻場の着生状況は良好であったと推測される。

※1 最尤法分類：観測値から一定の推定量（特徴）を求め、それを基に分類する方法

（観測点が少ない場合にも結果を出すことが可能）



写真 4. 6 ドローンの接写映像

表 4. 1 画像解析結果

分類項目	色	ピクセル数	換算値
アカモク	赤	355,209	320 m ²
海藻あり	緑	280,904	253 m ²
海藻なし	白	416,880	375 m ²
砂地	黄	280,099	252 m ²
表出岩盤	茶	16,908	15 m ²
計		1,350,000	1,215 m ²
画像全体	縦	900	27 m
	横	1,500	45 m

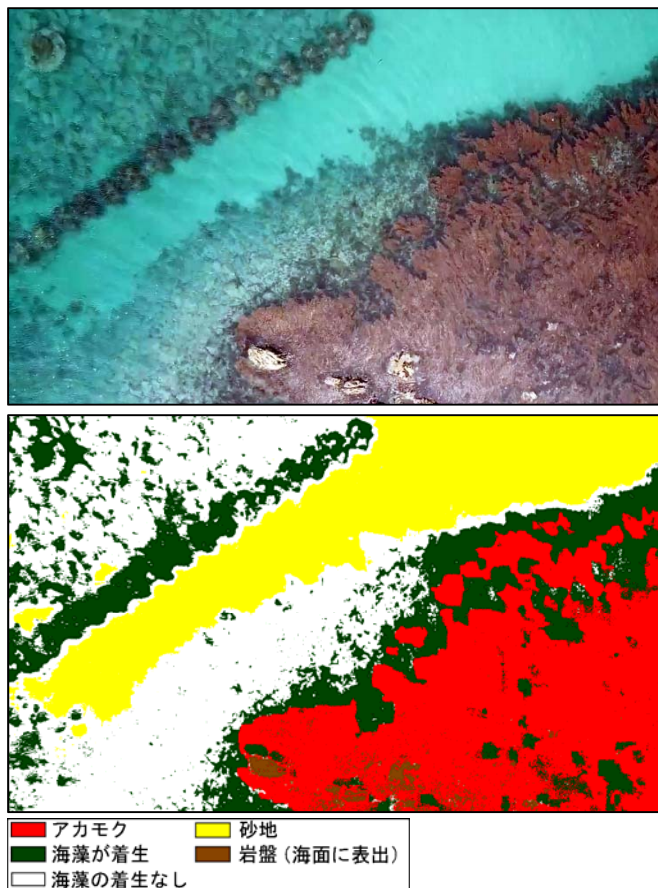


写真 4. 1 空撮映像の静止画像及び解析画像（A、H30）

表 4. 2 画像解析結果

分類項目	色	ピクセル数	換算値
アカモク	赤	347,734	313 m ²
海藻あり	緑	450,555	405 m ²
海藻なし	白	282,219	254 m ²
砂地	黄	263,732	237 m ²
表出岩盤	茶	5,760	5 m ²
計		1,350,000	1,215 m ²
画像全体	縦	900	27 m
	横	1,500	45 m

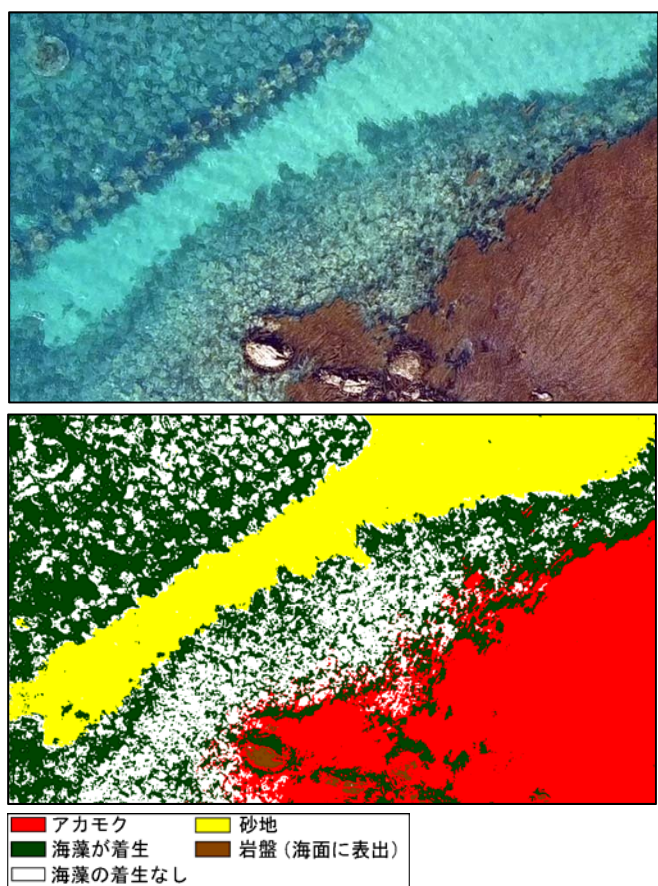


写真 4. 2 空撮映像の静止画像及び解析画像（A、H29）

表 4. 3 画像解析結果

分類項目	色	ピクセル数	換算値	組成
アカモク	赤	447,820	4,478 m ²	35%
ワカメ・ヒジキ	緑	377,237	3,772 m ²	30%
その他海藻	黄緑	316,769	3,168 m ²	25%
海藻なし	白	119,709	1,197 m ²	9%
砂地	黄	93,078	931 m ²	-
表出岩盤	茶	45,387	454 m ²	-
計		1,400,000	14,000 m ²	-
画像全体	縦	1,000	100 m	-
	横	1,400	140 m	-

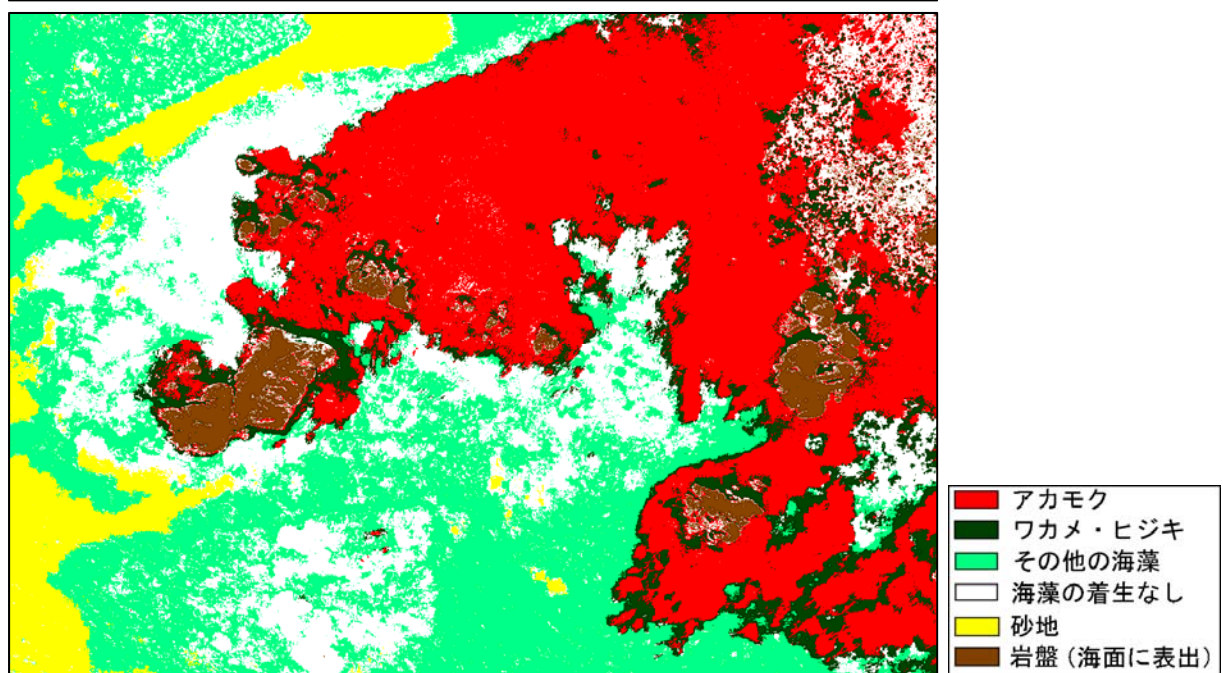
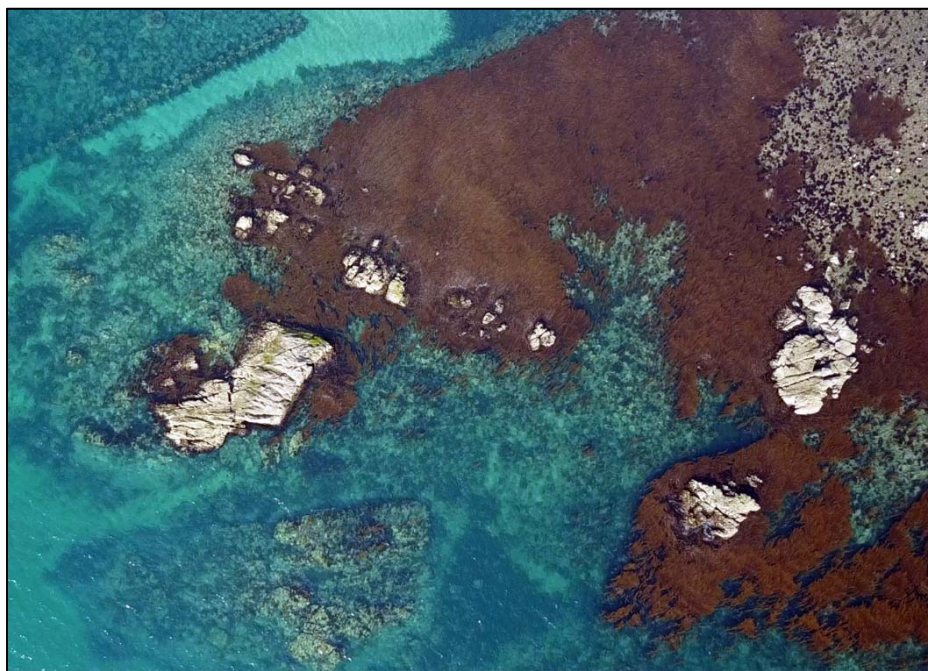


写真 4. 3 空撮映像の静止画像及び解析画像 (A、H29 広域)

②H24 長崎県増殖場（S－1）

ここでは、H30 の映像を解析した。

写真 4. 4 の静止画像は、藻場増殖礁の食害防止ネットの大きさ（1.6m×1.6m）から全体のサイズを換算すると、縦 16.0m、横 26.7m となり、全体の面積が 427 m²となる。この静止画像を最尤法により、①アカモクが着生する箇所、②海藻が着生する箇所、③海藻が着生しない箇所、④砂地の 4 つに画像分類し、各面積は①33 m²、②131 m²、③56 m²、④207 m²と算定された。

解析画像では施設内にもアカモクが分布しているが、藻場増殖礁の食害防止ネット上面にあたり、アカモクの着生の有無は映像からは判断できなかった。②に該当する海藻は、ワカメ、アントクメ、ホンダワラ類（在来種：ヤツマタモク・マメタワラ、暖海性：キレバモク・マジリモク等）、小型海藻類（ウミウチワ、カゴメノリ等）が着生していると推察された。

表 4. 4 画像解析結果

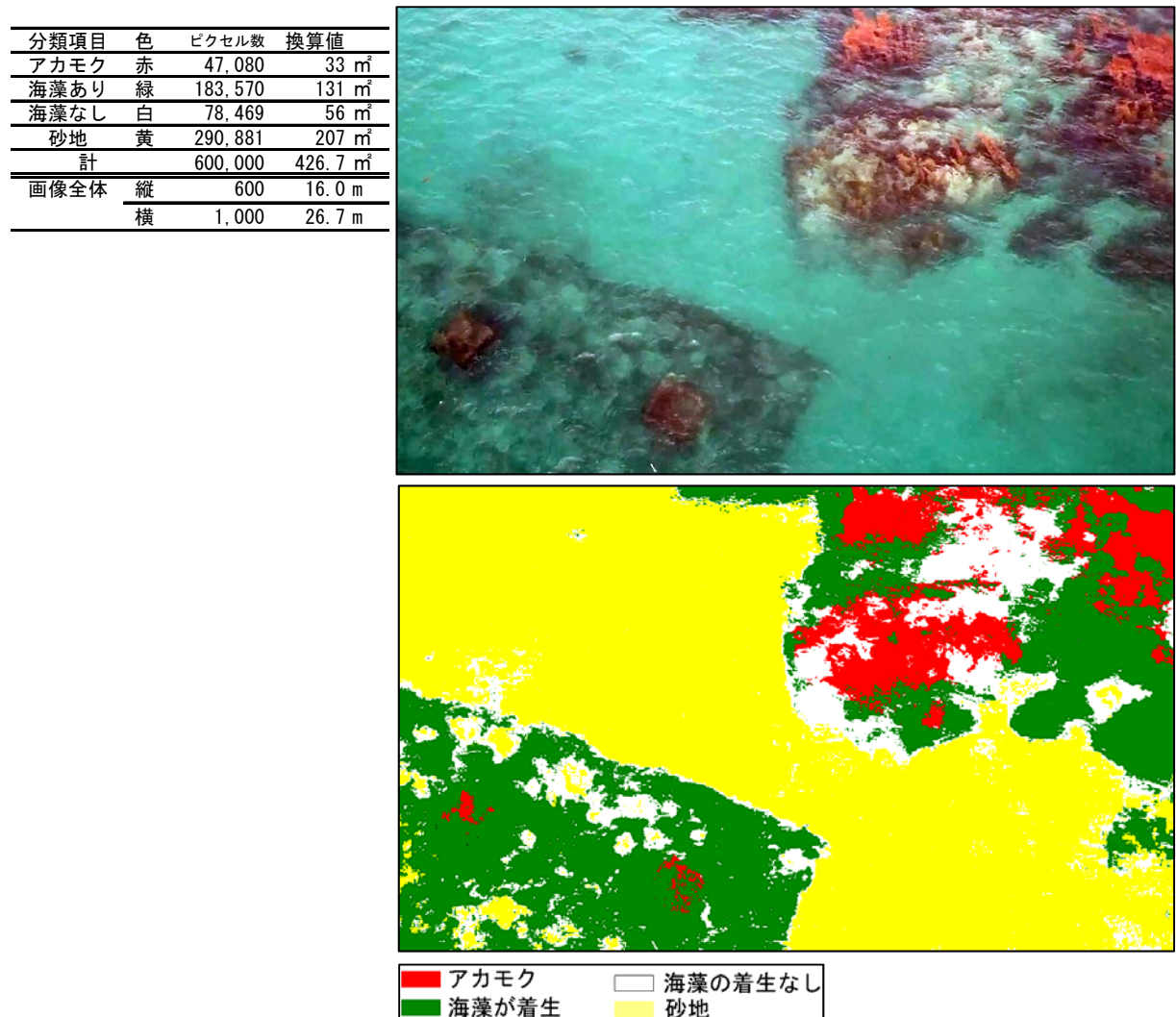


写真 4. 4 空撮映像の静止画像及び解析画像（B）

③H24 長崎県増殖場（S－4）

ここでは、H30 の映像を解析した。

写真4.5は、左上の静止画像を藻場増殖礁の食害防止ネットの大きさ（1.6m×1.6m）及び施設全体の大きさ（40m×40m）から全体のサイズを換算し、20m×20mの大きさで切り取った画像（右上）について、最尤法により、①海藻が着生する箇所、②海藻が着生しない箇所の2つに画像分類し、各面積は①215 m²、②185 m²と算定された。施設の約53%に藻場が着生していると推定されたが、着生している海藻の種の特等とはできなかった。

藻場増殖礁上面や波による光の反射等が①に分類されており、藻場面積はやや過大となった。

表 4. 5 画像解析結果

分類項目	色	ピクセル数	換算値
海藻あり	緑	120,011	215 m ²
海藻なし	白	102,773	185 m ²
計		222,784	400 m ²
画像全体	縦	472	20 m
	横	472	20 m

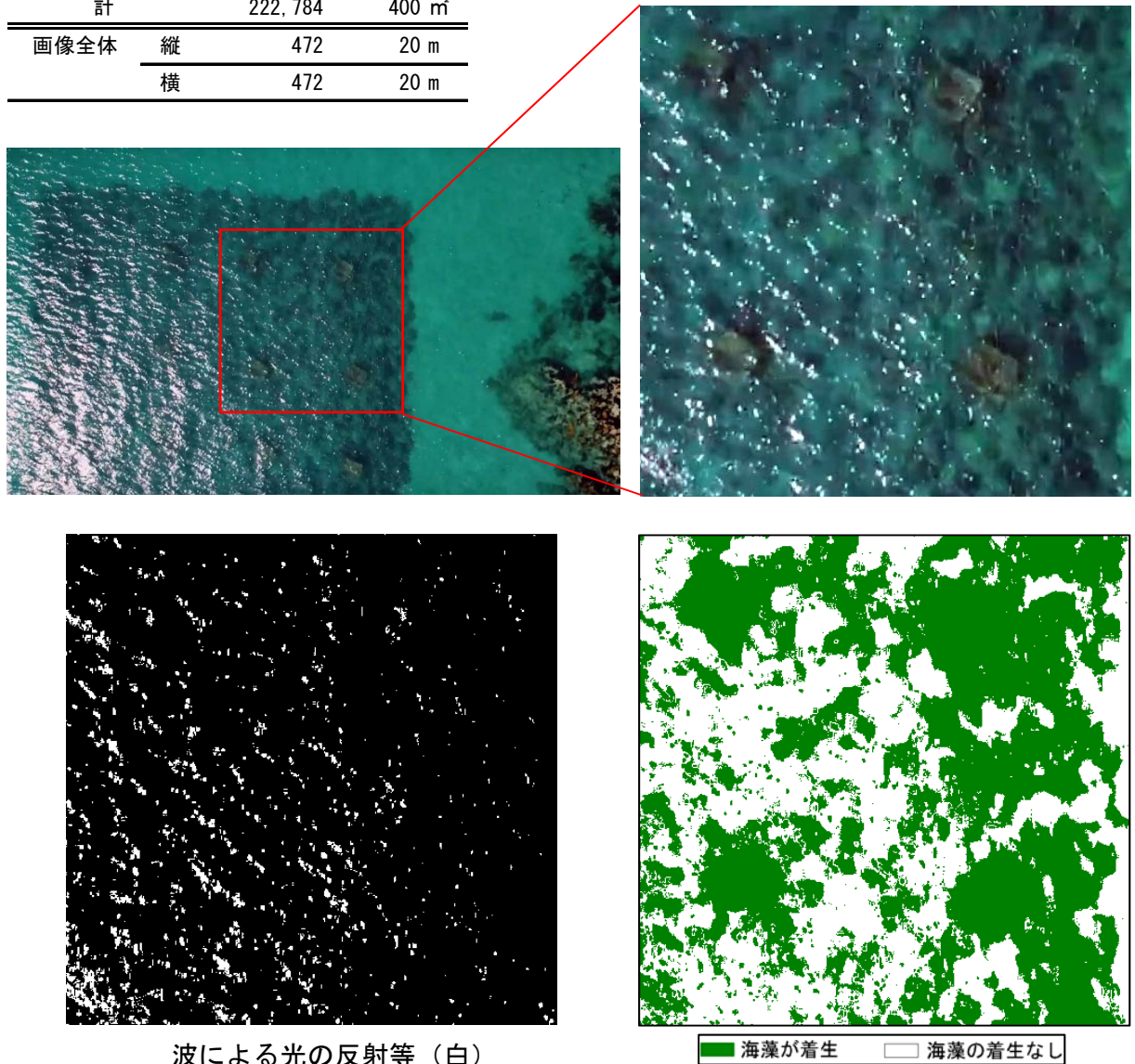
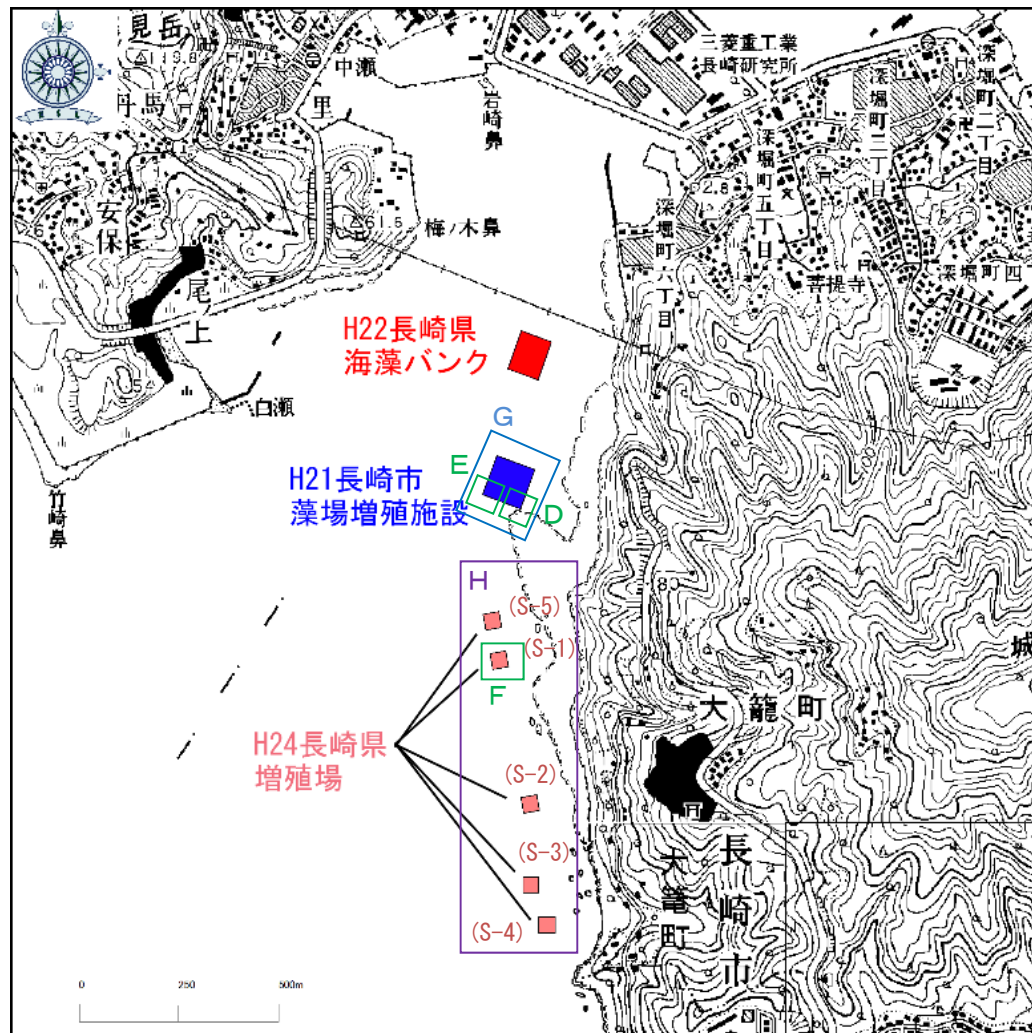


写真 4. 5 空撮映像の静止画像及び解析画像（C）

(2) 詳細撮影（平成 30 年 6 月 7 日及び 6 月 15 日）

撮影地点を図 5、空撮映像の静止画像（全景）を写真 5. 1～5. 2 に示した。6 月 7 日は潜水調査と同時に D～F で定点撮影及び測線撮影、6 月 15 日は G・H の範囲を広域に撮影した。



ドローン空撮映像の種類	撮影年月日	撮影場所
定点撮影、測線撮影	平成 30 年 6 月 7 日	D、E、F
広域撮影	平成 30 年 6 月 15 日	G、H

図 5 撮影地点（6 月 7 日、6 月 15 日）



写真 5. 1 空撮映像の静止画像（G : N-1 全景、6 月 15 日）

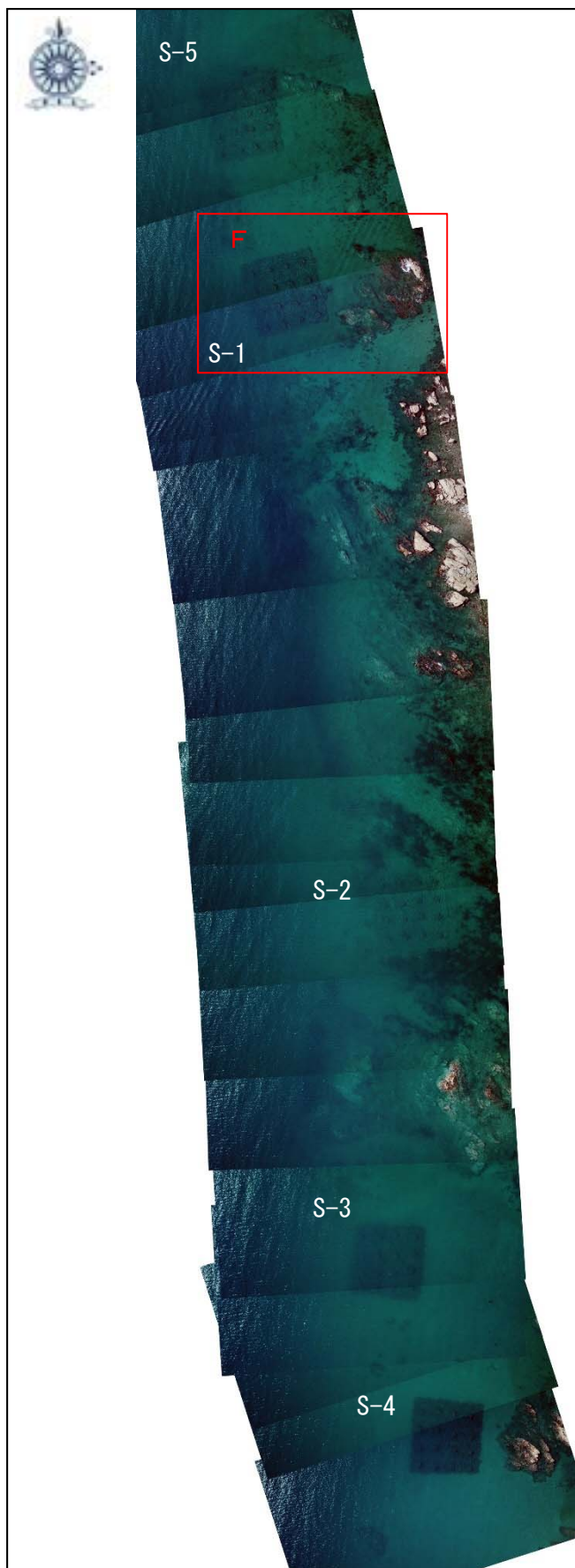


写真 5. 2 空撮映像の静止画像（H : S-1～S-5 全景、6 月 15 日）

①定点撮影（N-1、D）

空撮映像の静止画像及び潜水写真を写真6.1～6.2に示した。

色識別板

色識別板は水深 4.5m の海底（砂地）に設置した。撮影高度 10m の空撮映像では、色識別板の青と緑がわずかに確認され、赤と黄は確認できなかった。波による反射で、形は歪んで見えてははっきりしなかった。

撮影高度 50m・100m の空撮映像では、色識別板は認識できなかった。

藻場及び底質

施設内では、藻長 80cm 程度のマジリモクが石止めブロックに密生、石材に部分的に疎生しており、空撮映像における色調は海藻の着生した箇所が黒く、海藻の着生していない場所が明度の低い緑であった。

天然域では、ホンダワラ類とウミウチワ等の小型海藻が浅場に密生し、深場には海藻は着生していなかった。空撮映像の色調は施設内と同様に、海藻の着生した箇所が黒くなっていた。海藻が着生していない場所は、撮影高度 100m の方がより白っぽく映り、砂地の明度と限りなく近い色調であった。

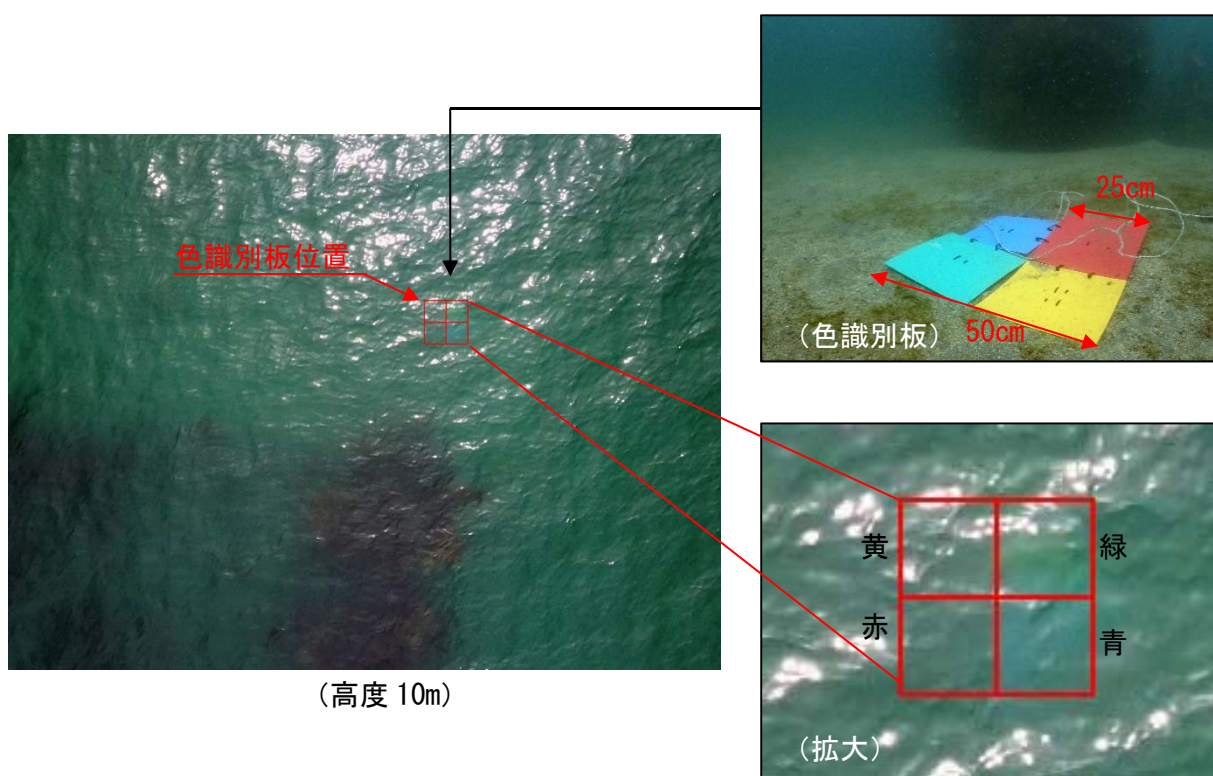
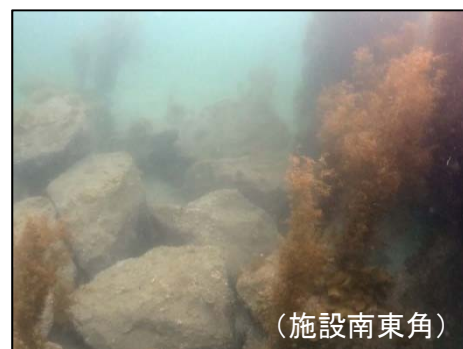
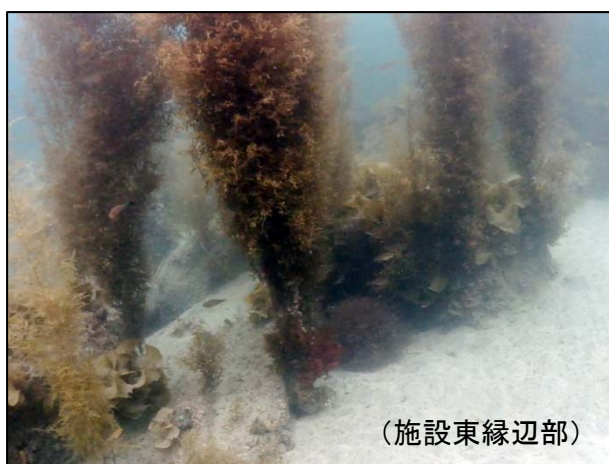
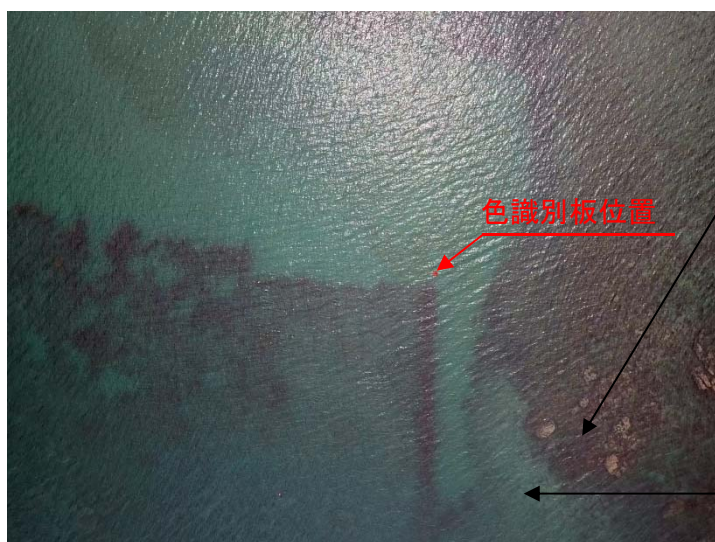
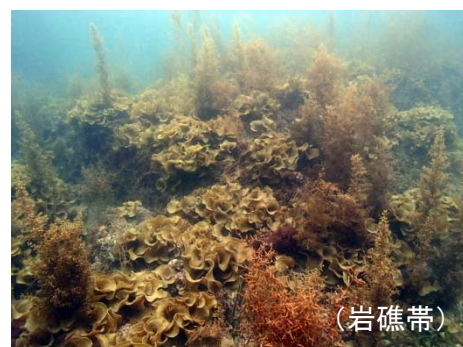


写真 6.1 空撮映像の静止画像（撮影高度 10m）及び潜水写真（D）



(撮影高度 50m)



(撮影高度 100m)

写真 6. 2 空撮映像の静止画像（撮影高度 50m・100m）及び潜水写真（D）

②定点撮影（N-1、E）

空撮映像の静止画像及び潜水写真を写真7.1に示した。

色識別板

色識別板は水深 8.5m の海底（砂地）に設置した。撮影高度 10m・50m・100m の空撮映像では、いずれも色識別板の認識はできなかった。

藻場及び底質

高度に関係なく、すべての空撮映像で波の影響により施設と砂地の境目がはっきりせず、施設範囲が不明瞭であった。また、藻場の着生状況は判断できなかった。

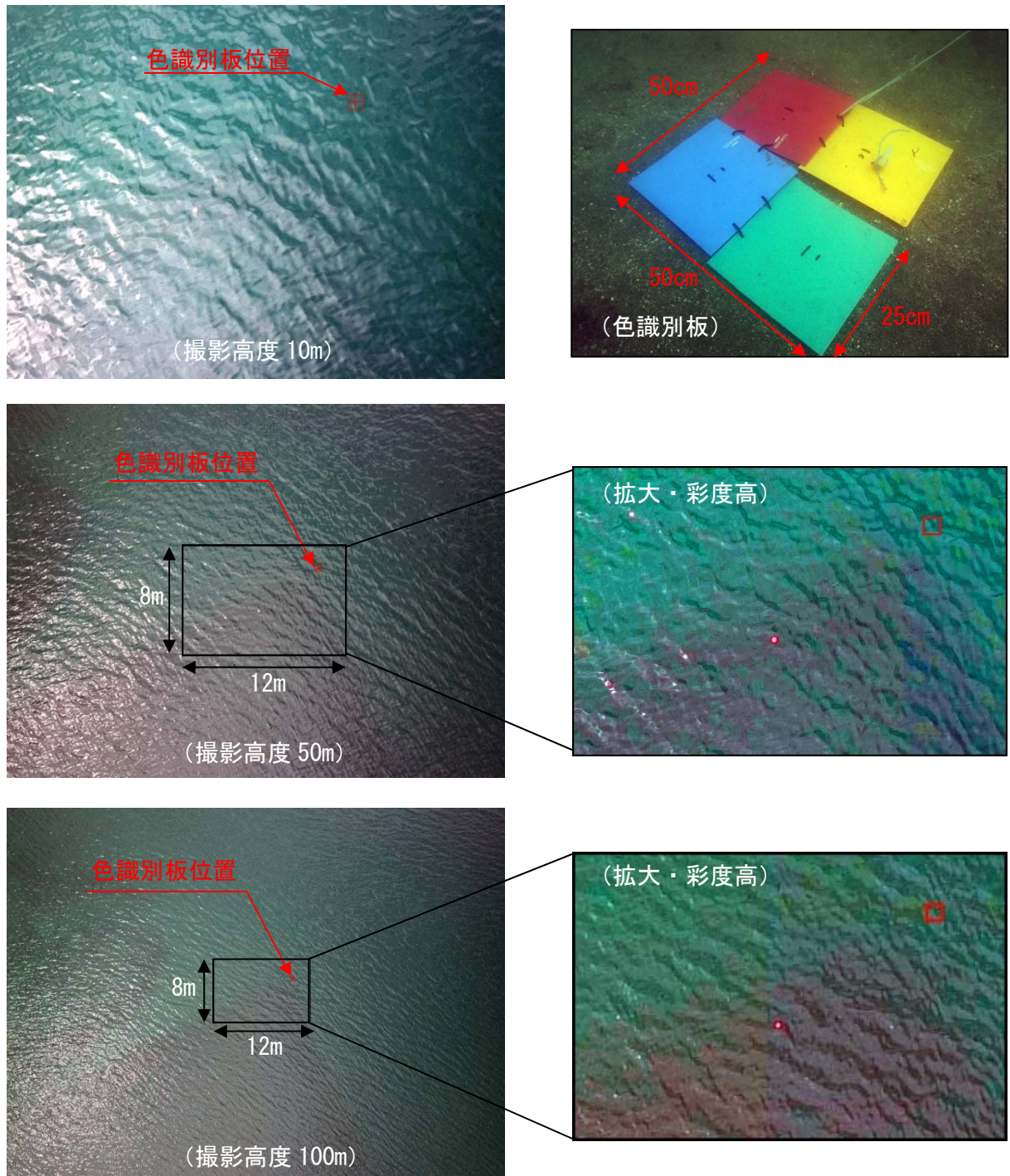


写真7.1 空撮映像の静止画像（撮影高度 10m・50m・100m）及び潜水写真（E）

③測線撮影 (S-1、F)

空撮映像の静止画像及び潜水写真を写真8.1～8.3に示した。

撮影高度 20m・50m の空撮映像（写真8.1、写真8.2）では、底質（施設、岩礁帯、砂地）の境目がわかる程度で、底質の分類や海藻の着生状況等は読み取れなかった。そのため、画像の彩度を高くすることで、底質を大まかに分類した。

撮影高度 130m の空撮映像（写真8.3）では、50m の測線全体を捉えることができた。底質（施設、岩礁、砂地）は概ね分類することができ、水深の浅い岩礁帯では海藻が多く着生する箇所と少ない箇所に色調の違いがみられた。施設内においては、藻場増殖礁の形は不明瞭で、海藻の着生状況等も読み取れなかった。



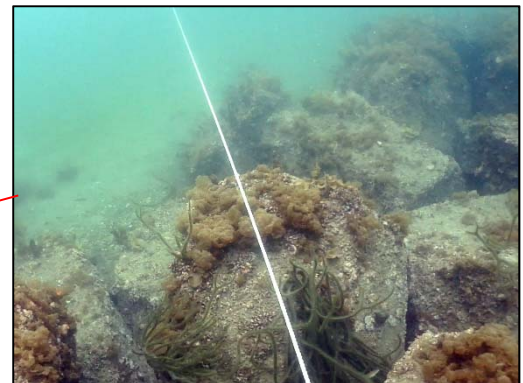
測線基点 (0m 地点)



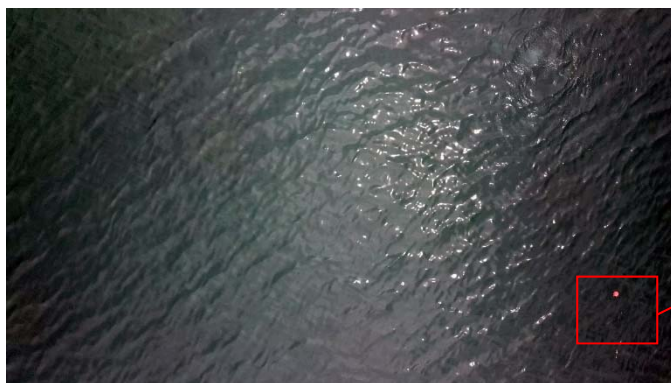
岩礁帯



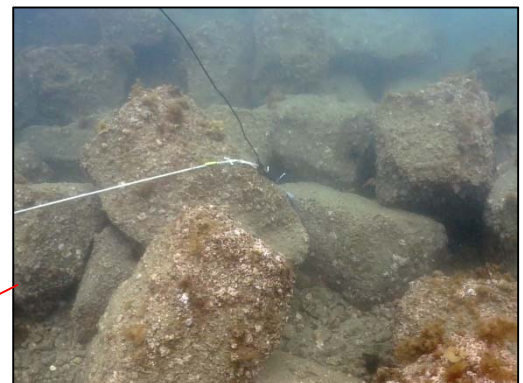
測線中央 (25m 地点)



施設縁辺部



測線終点 (50m 地点)



施設内

写真8.1 空撮映像の静止画像（撮影高度 20m）及び潜水写真（F）

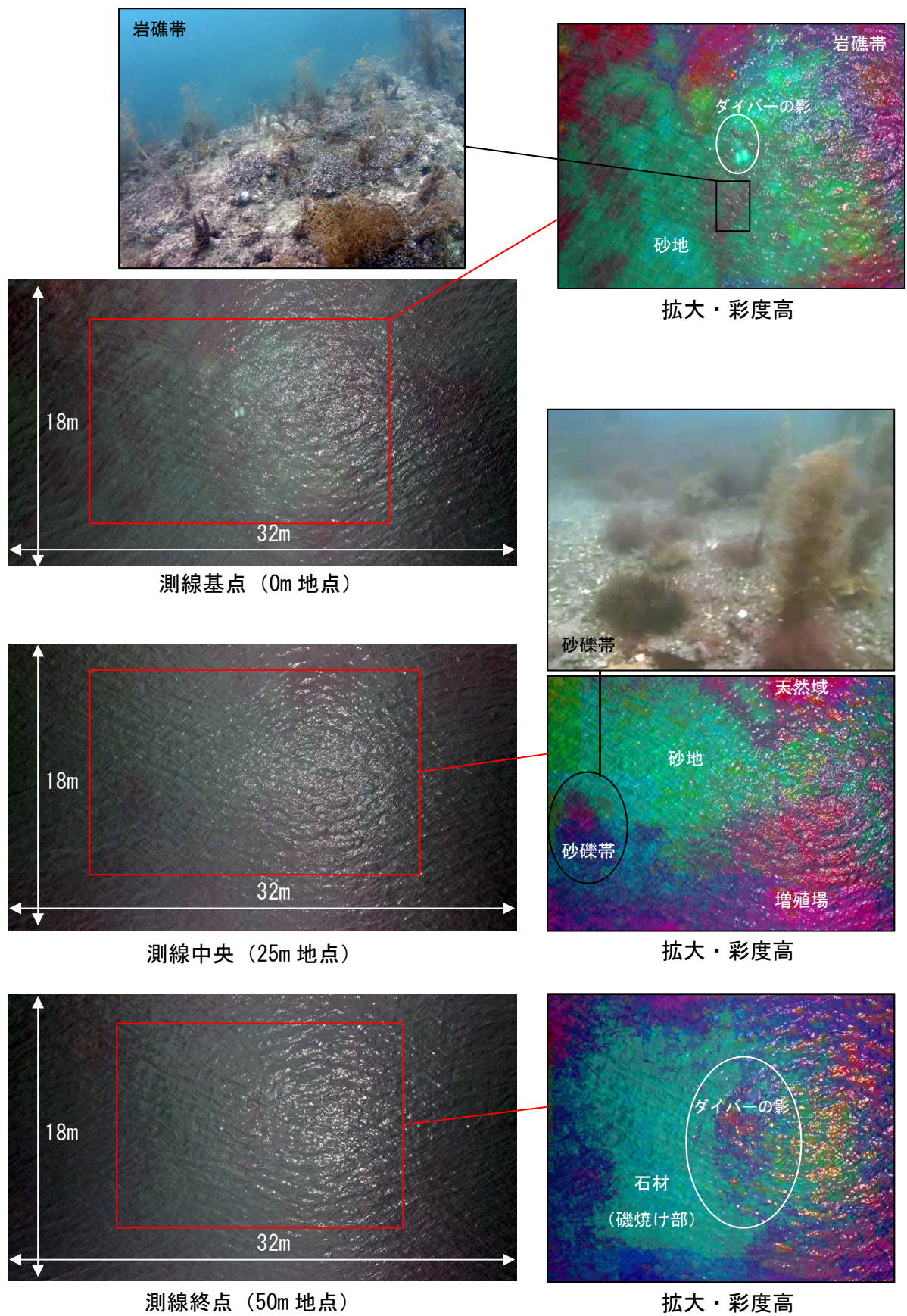
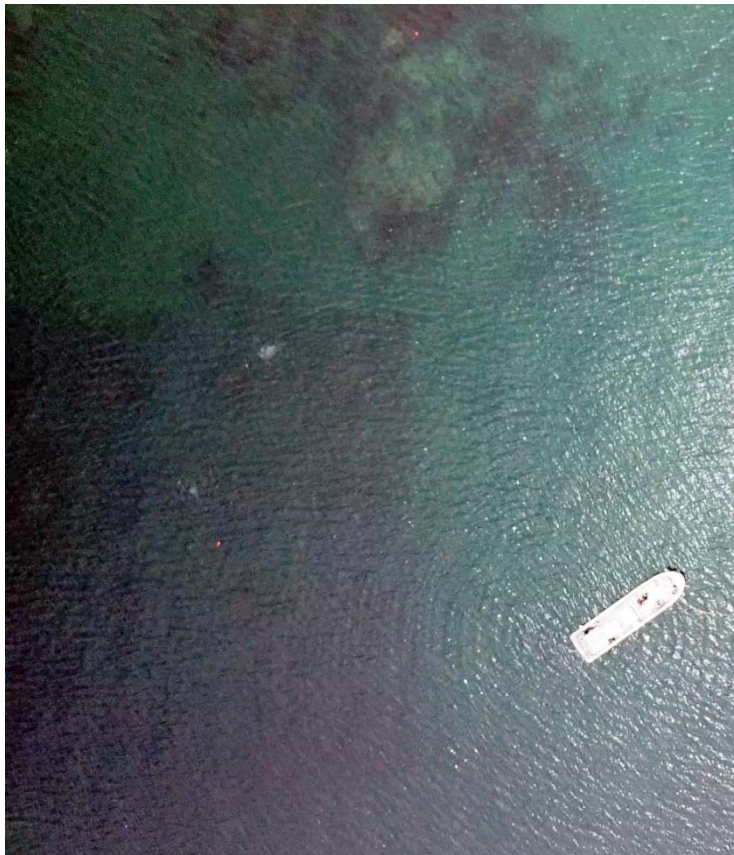


写真 8. 2 空撮映像の静止画像（撮影高度 50m）及び潜水写真（F）



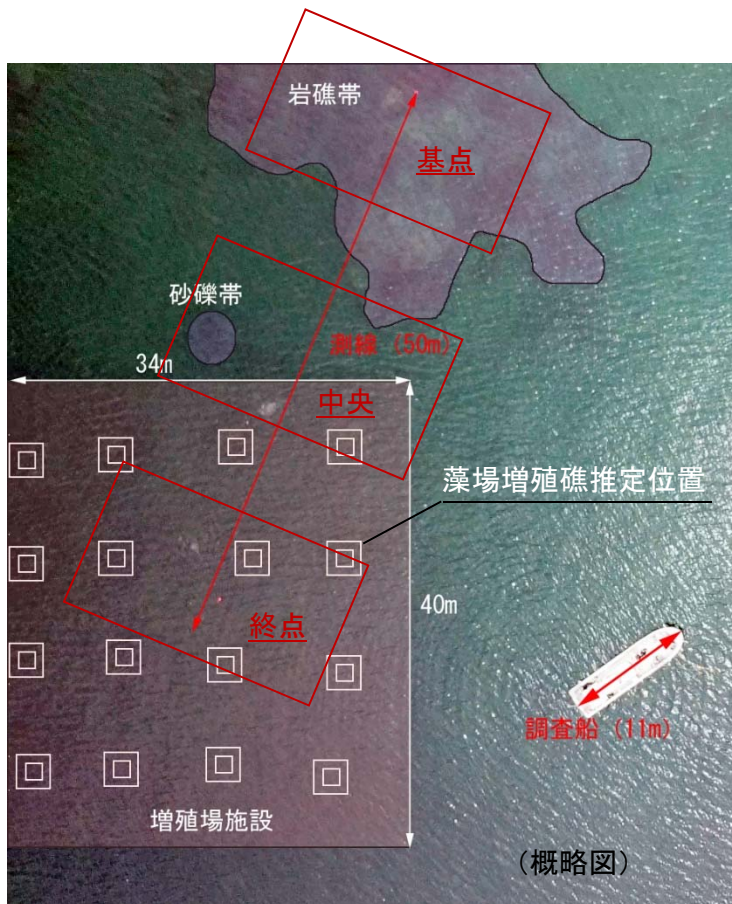
測線全景



岩礁帯



岩礁帯縁辺部



施設縁辺部



施設内

写真 8. 3 空撮映像の静止画像（撮影高度 130m）及び潜水写真（F）

④広域撮影 (S-1～S-5、H)

撮影高度 50m 以下の静止画像及び解析画像と画像解析結果を写真 9. 1～9. 5 及び表 5. 1～5. 5、撮影高度 100m の静止画像及び解析画像と画像解析結果を写真 10. 1～10. 5 及び表 6. 1～6. 5 に示した。

S-1

S-1 は高度 50m と高度 100m で撮影した。

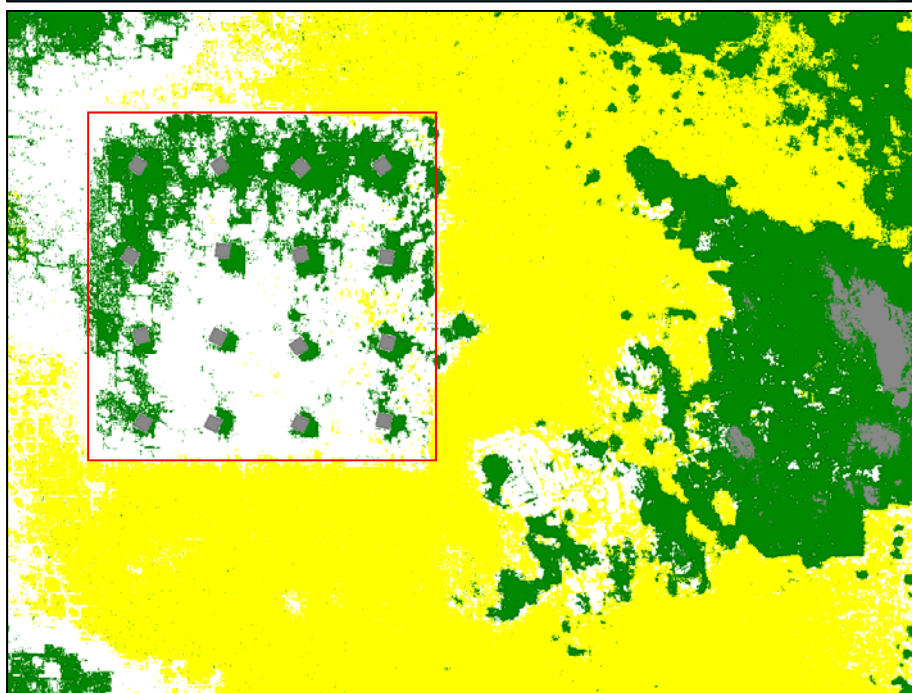
撮影高度 50m においては、画像全体の 50%が海藻の着生面（海藻が着生可能な岩礁・石材・藻場ブロック等）で、画像全体の 50%が海藻の否着生面（海藻が着生しない砂地・保護網・表出した岩盤等）であった。藻場面積は画像全体では 25%、増殖場では 34%、磯焼け面積は画像全体で 25%、増殖場で 66%となった。

撮影高度 100m においては、画像全体の 50%が海藻の着生面で、画像全体の 50%が海藻の否着生面であった。藻場面積は画像全体では 30%、増殖場では 51%、磯焼け面積は画像全体で 20%、増殖場で 49%となった。

撮影高度 50m・100m を比較すると、砂地は面積及び分布ともに大きな差はみられず、底質の組成率に差はなかった。藻場面積は撮影高度 100m の方が大きく、特に増殖場及び水深の深い箇所では分類に相違がみられた。また、撮影高度 100m では波による光の反射や影がみられ、場所によって分類に相違がみられた。

表 5. 1 撮影高度 50m の画像解析結果 (S-1)

	画像範囲	色	画像全体			増殖場		
	分類項目		ピクセル数	換算値	組成	ピクセル数	換算値	組成
着生面	藻場	緑	272,698	2,155 m ²	25%	65,349	516 m ²	34%
	磯焼け	白	271,584	2,146 m ²	25%	127,715	1,009 m ²	66%
否着生面	砂地	黄	515,201	4,071 m ²	50%	3,077	- m ²	-
	保護網、表出岩盤	灰	20,517	162 m ²		6,359	- m ²	
計			1,080,000	8,533 m ²	-	202,500	1,525 m ²	-
画像全体	縦		900	80 m	-	450	40 m	-
	横		1,200	107 m	-	450	40 m	-

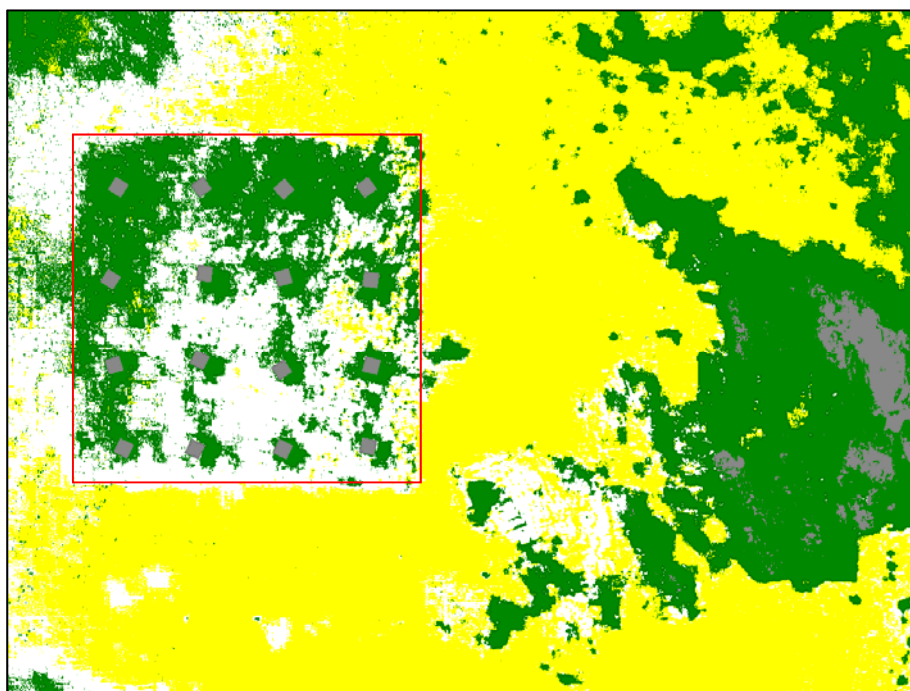
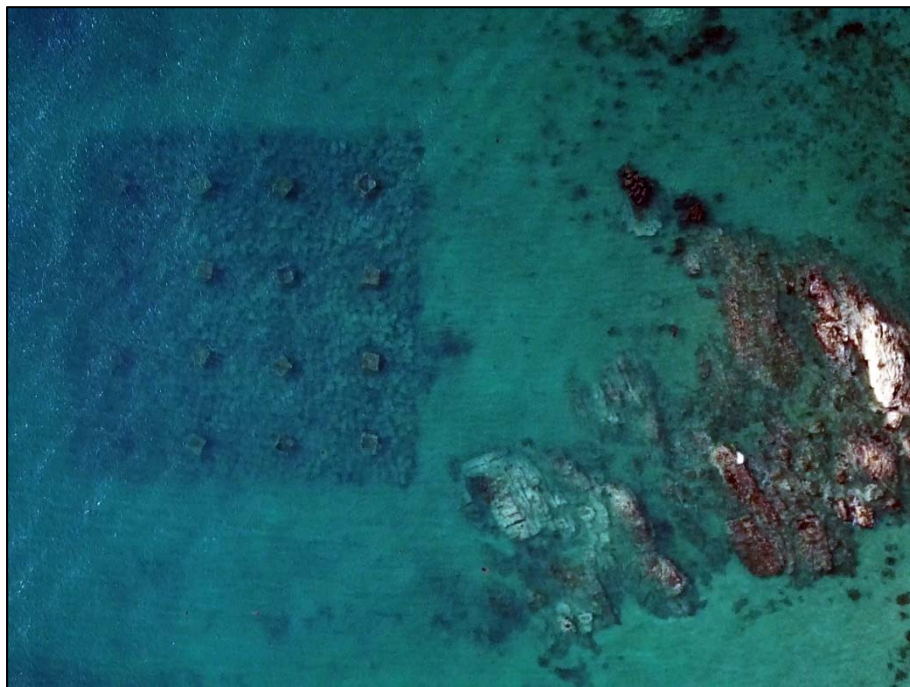


※赤枠：増殖場範囲

写真 9. 1 撮影高度 50m の静止画像及び解析画像 (S-1)

表 6. 1 撮影高度 100m の画像解析結果 (S-1)

	画像範囲 分類項目	色	画像全体		組成	増殖場		
			ピクセル数	換算値		ピクセル数	換算値	組成
着生面	藻場	緑	323,238	2,554 m ²	30%	96,169	760 m ²	51%
	磯焼け	白	219,128	1,731 m ²	20%	93,706	740 m ²	49%
否着生面	砂地	黄	513,899	4,060 m ²	50%	5,899	- m ²	-
	保護網、表出岩盤	灰	23,735	188 m ²		6,726	- m ²	-
計			1,080,000	8,533 m ²	-	202,500	1,500 m ²	-
画像全体	縦		900	80 m	-	450	40 m	-
	横		1,200	107 m	-	450	40 m	-



※赤枠：増殖場範囲

写真 10. 1 撮影高度 100m の静止画像及び解析画像 (S-1)

S-2

S-2 は高度 50m と高度 100m で撮影した。

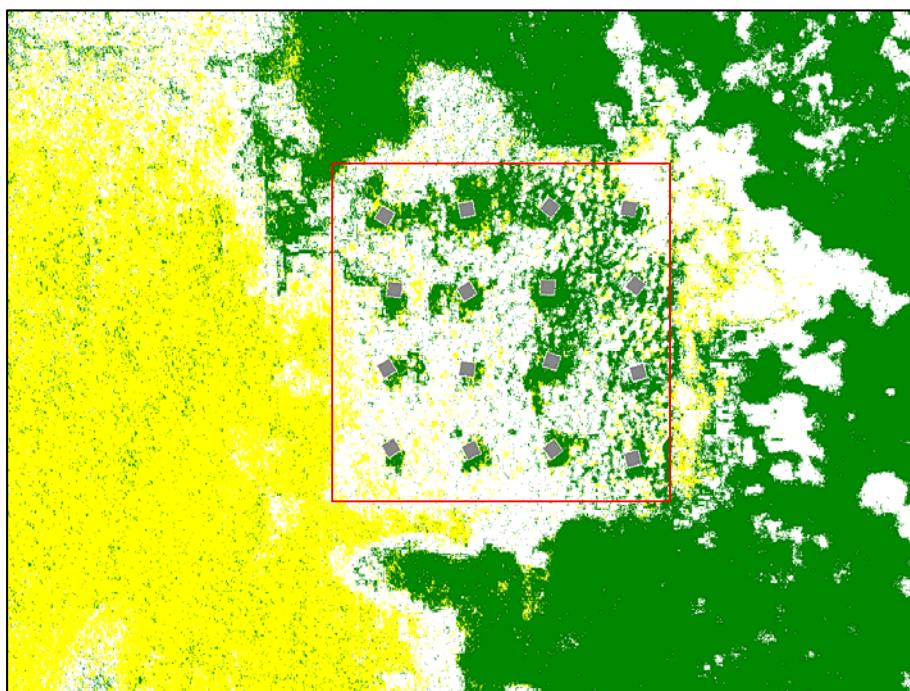
撮影高度 50m においては、画像全体の 70%が海藻の着生面（海藻が着生可能な岩礁・石材・藻場ブロック等）で、画像全体の 30%が海藻の否着生面（海藻が着生しない砂地・保護網・表出した岩盤等）であった。藻場面積は画像全体では 38%、増殖場では 29%、磯焼け面積は画像全体で 32%、増殖場で 71%となった。

撮影高度 100m においては、画像全体の 74%が海藻の着生面で、画像全体の 27%が海藻の否着生面であった。藻場面積は画像全体では 48%、増殖場では 47%、磯焼け面積は画像全体で 26%、増殖場で 53%となった。

撮影高度 50m・100m を比較すると、底質の組成率には大きな差はなかったが、浅場に分布する砂礫帯の影響で、石材・砂地・岩礁（砂礫を含む）の分類に相違がみられた。増殖場、天然域ともに藻場面積は高度によって大きく異なり、水深が深い方では波による光の反射や影が藻場に分類された。

表 5. 2 撮影高度 50m の画像解析結果 (S-2)

画像範囲			画像全体			増殖場		
分類項目		色	ピクセル数	換算値	組成	ピクセル数	換算値	組成
着生面	藻場	緑	409,156	3,233 m ²	38%	52,057	411 m ²	29%
	磯焼け	白	345,405	2,729 m ²	32%	127,382	1,006 m ²	71%
否着生面	砂地	黄	319,433	2,524 m ²	30%	17,385	- m ²	-
	保護網、表出岩盤	灰	6,006	47 m ²		5,676	- m ²	
計			1,080,000	8,533 m ²	-	202,500	1,418 m ²	-
画像全体		縦	900	80 m	-	450	40 m	-
		横	1,200	107 m	-	450	40 m	-

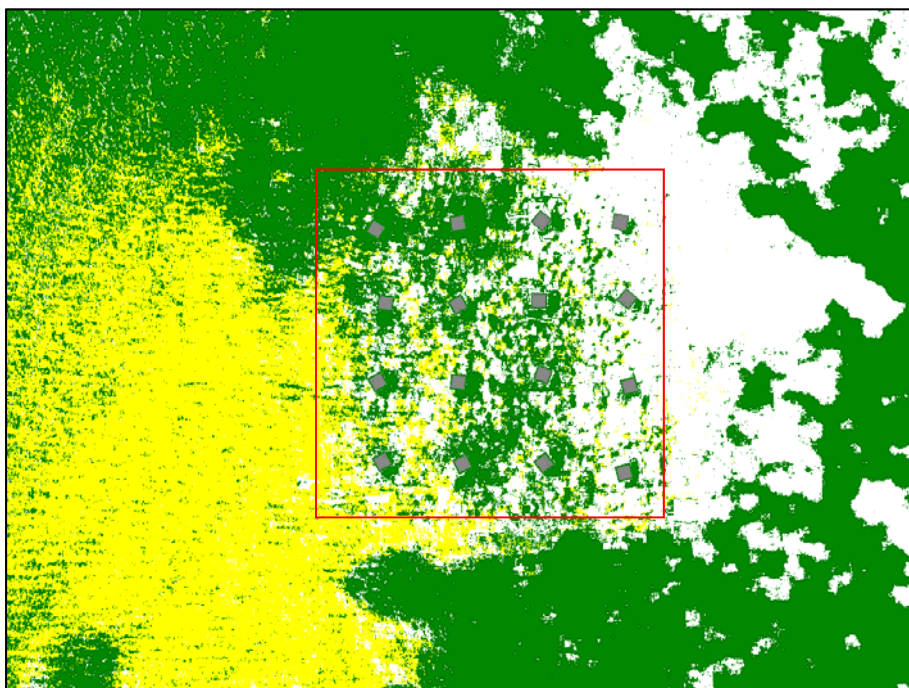
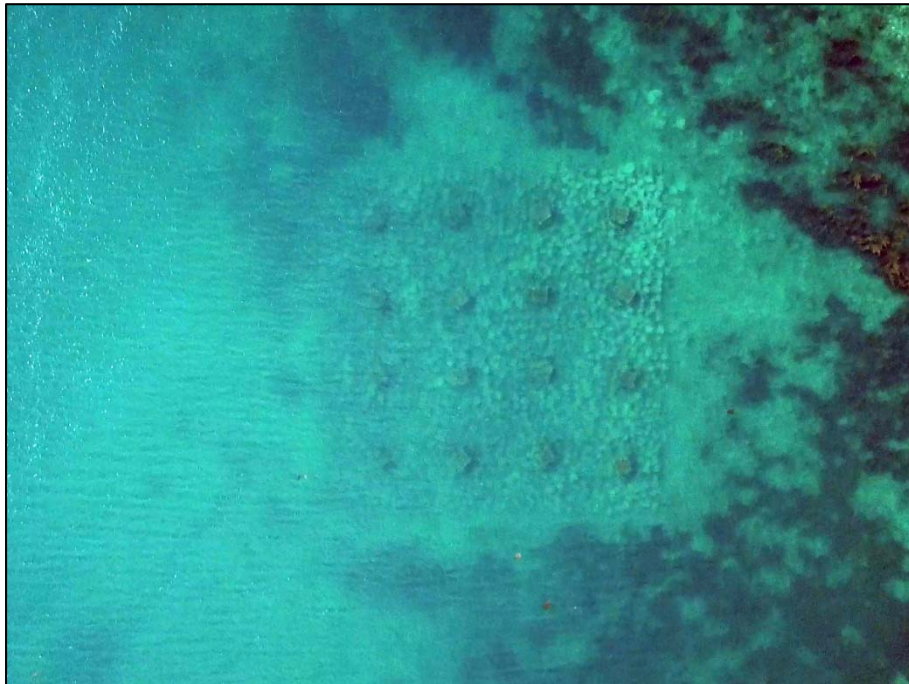


※赤枠：増殖場範囲

写真 9. 2 撮影高度 50m の静止画像及び解析画像 (S-2)

表 6. 2 撮影高度 100m の画像解析結果 (S-2)

	画像範囲 分類項目	色	画像全体			増殖場		
			ピクセル数	換算値	組成	ピクセル数	換算値	組成
着生面	藻場	緑	517,052	4,085 m ²	48%	79,500	628 m ²	47%
	磯焼け	白	276,017	2,181 m ²	26%	88,896	702 m ²	53%
否着生面	砂地	黄	281,831	2,227 m ²	27%	29,078	- m ²	-
	保護網、表出岩盤	灰	5,100	40 m ²		5,026	- m ²	
計			1,080,000	8,533 m ²	-	202,500	1,331 m ²	-
画像全体	縦		900	80 m	-	450	40 m	-
	横		1,200	107 m	-	450	40 m	-



※赤枠：増殖場範囲

写真 10. 2 撮影高度 100m の静止画像及び解析画像 (S-2)

S-3

S-3 は高度 50m と高度 100m で撮影した。

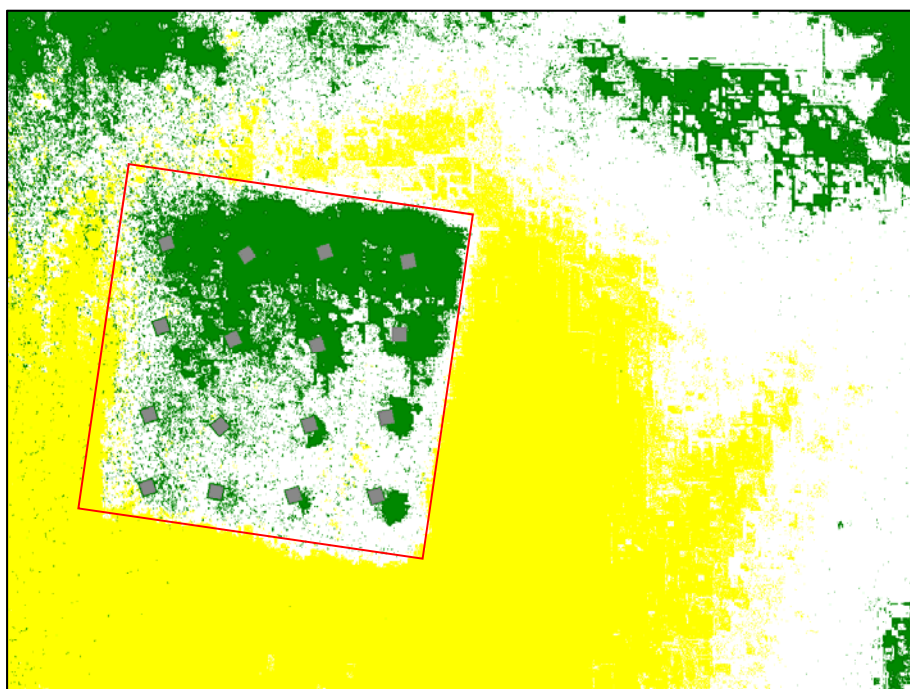
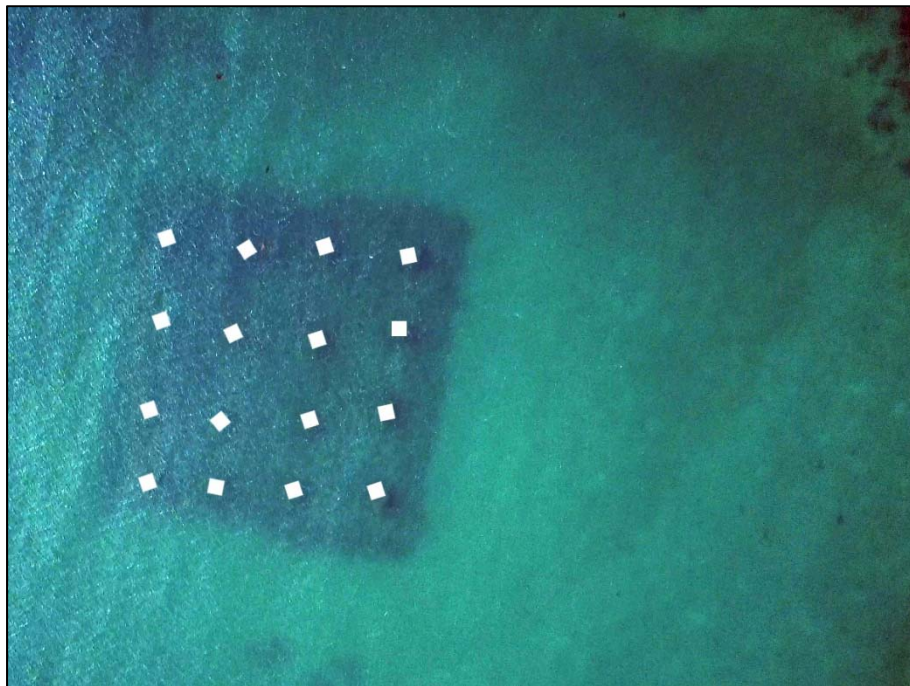
撮影高度 50m においては、画像全体の 63%が海藻の着生面（海藻が着生可能な岩礁・石材・藻場ブロック等）で、画像全体の 37%が海藻の否着生面（海藻が着生しない砂地・保護網・表出した岩盤等）であった。藻場面積は画像全体では 17%、増殖場では 47%、磯焼け面積は画像全体で 46%、増殖場で 53%となった。

撮影高度 100m においては、画像全体の 58%が海藻の着生面で、画像全体の 42%が海藻の否着生面であった。藻場面積は画像全体では 28%、増殖場では 52%、磯焼け面積は画像全体で 29%、増殖場で 48%となった。

撮影高度 50m・100m を比較すると、砂地は撮影高度 100m の方が浅場へ広く分布し、砂地と岩礁（砂礫を含む）の分類に相違がみられた。増殖場の藻場面積は大差なく、天然域の藻場面積は撮影高度 100m の方が大きかった。また、高度に関係なく、波による光の反射や影が藻場に分類された。

表 5. 3 撮影高度 50m の画像解析結果 (S-3)

	画像範囲		画像全体			増殖場		
	分類項目	色	ピクセル数	換算値	組成	ピクセル数	換算値	組成
着生面	藻場	緑	181,501	1,434 m ²	17%	88,169	697 m ²	47%
	磯焼け	白	495,117	3,912 m ²	46%	100,835	797 m ²	53%
否着生面	砂地	黄	397,952	3,144 m ²	37%	8,094	- m ²	-
	保護網、表出岩盤	灰	5,430	43 m ²		5,402	- m ²	
計			1,080,000	8,533 m ²	-	202,500	1,493 m ²	-
画像全体		縦	900	80 m	-	450	40 m	-
		横	1,200	107 m	-	450	40 m	-

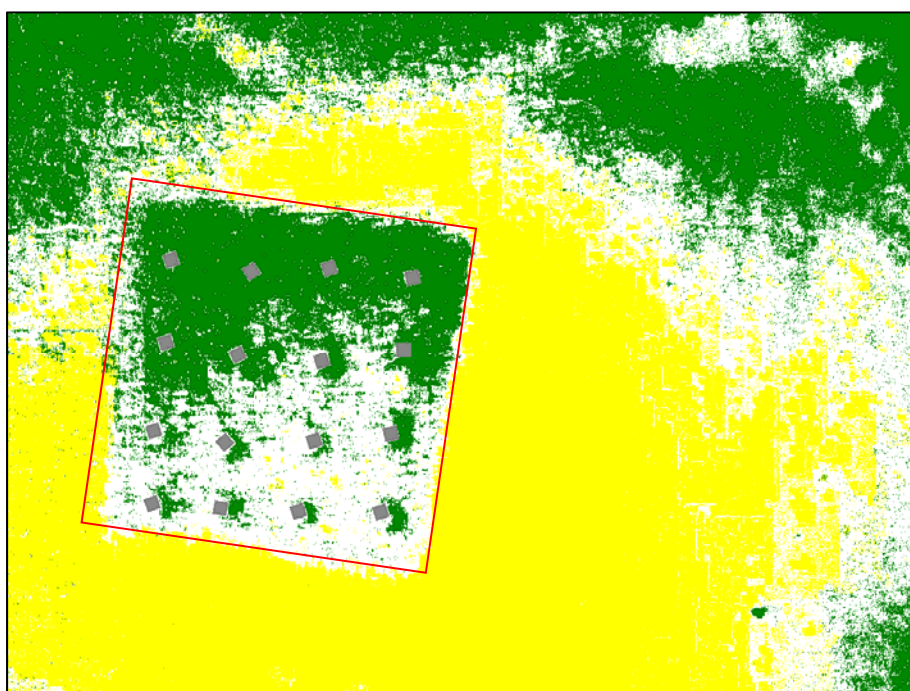
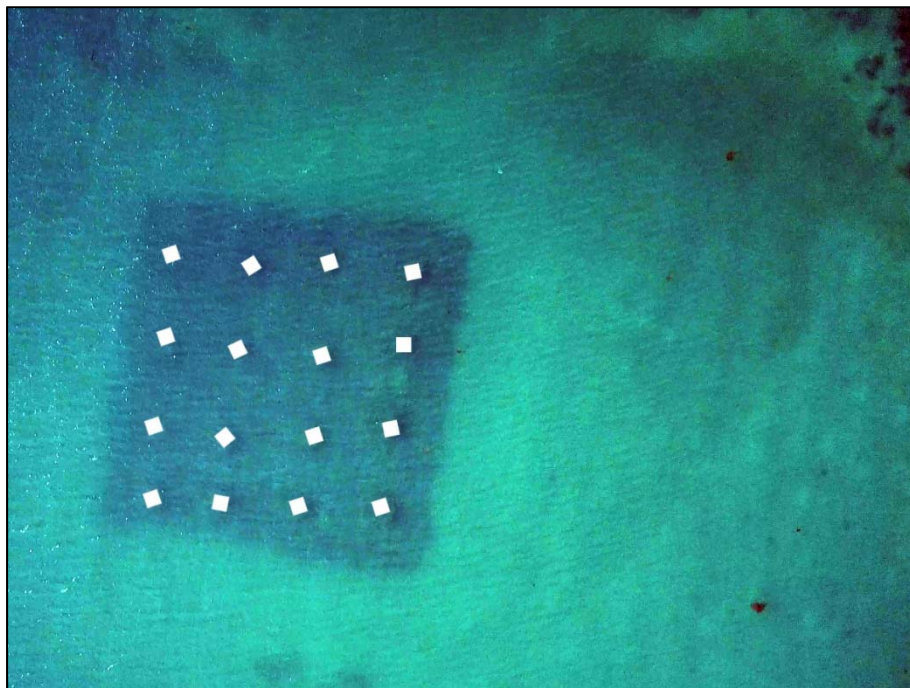


※赤枠：増殖場範囲

写真 9. 3 撮影高度 50m の静止画像及び解析画像 (S-3)

表 6. 3 撮影高度 100m の画像解析結果 (S-3)

	画像範囲 分類項目	色	画像全体			増殖場		
			ピクセル数	換算値	組成	ピクセル数	換算値	組成
着生面	藻場	緑	305,448	2,413 m ²	28%	100,062	791 m ²	52%
	磯焼け	白	317,590	2,509 m ²	29%	91,425	722 m ²	48%
否着生面	砂地	黄	451,258	3,565 m ²	42%	5,329	- m ²	-
	保護網、表出岩盤	灰	5,704	45 m ²		5,684	- m ²	-
計			1,080,000	8,533 m ²	-	202,500	1,513 m ²	-
画像全体		縦	900	80 m	-	450	40 m	-
		横	1,200	107 m	-	450	40 m	-



※赤枠：増殖場範囲

写真 10. 3 撮影高度 100m の静止画像及び解析画像 (S-3)

S-4

S-4 は高度 30m 前後と高度 100m で撮影した。

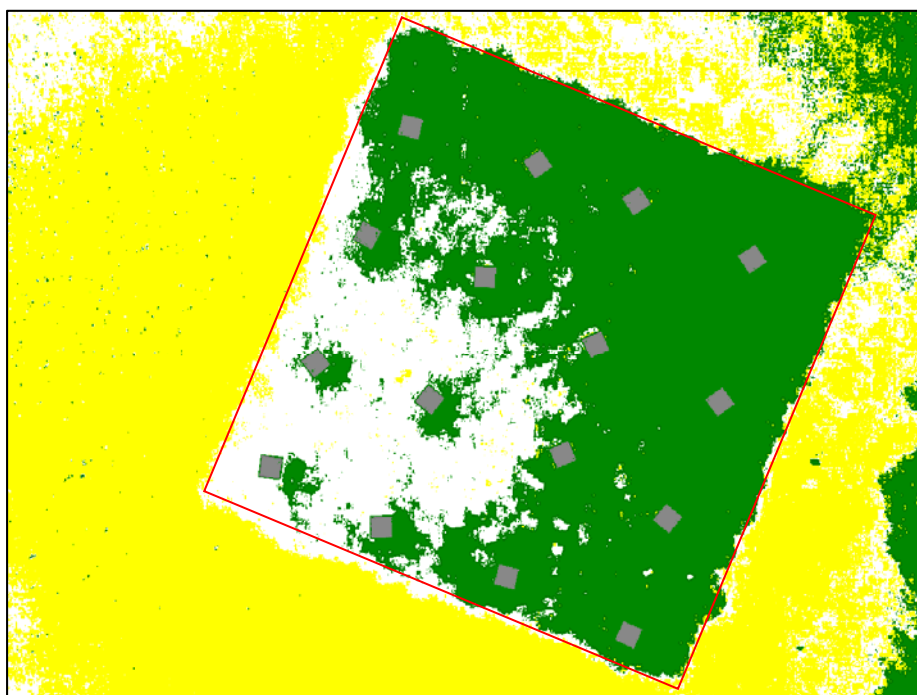
撮影高度約 30m においては、画像全体の 54%が海藻の着生面（海藻が着生可能な岩礁・石材・藻場ブロック等）で、画像全体の 46%が海藻の否着生面（海藻が着生しない砂地・保護網・表出した岩盤等）であった。藻場面積は画像全体では 32%、増殖場では 71%、磯焼け面積は画像全体で 21%、増殖場で 29%となった。

撮影高度 100m においては、画像全体の 46%が海藻の着生面で、画像全体の 54%が海藻の否着生面であった。藻場面積は画像全体では 32%、増殖場では 65%、磯焼け面積は画像全体で 14%、増殖場で 35%となった。

撮影高度約 30m・100m を比較すると、撮影高度約 30m では縮尺が大きいため、天然域（岩礁）がほとんど映っていなかった。撮影高度 100m の方が藻場面積は大きいですが、撮影高度約 30m では明らかに海藻の着生がない箇所を藻場と分類しているところがみられた。また、高度に関係なく、波による光の反射や影が藻場と分類され、高度約 30m の空撮映像ではレンズの周辺減光によって角部に影ができ、左上角部は藻場に分類された。

表 5. 4 撮影高度約 30m の画像解析結果 (S-4)

画像範囲			画像全体			増殖場		
分類項目	色	ピクセル数	換算値	組成	ピクセル数	換算値	組成	
着生面	藻場	緑	350,915	1,243 m ²	32%	307,696	1,090 m ²	71%
	磯焼け	白	230,098	815 m ²	21%	126,412	448 m ²	29%
否着生面	砂地	黄	487,077	1,726 m ²	46%	5,550	- m ²	-
	保護網、表出岩盤	灰	11,910	42 m ²		11,926	- m ²	
計			1,080,000	3,827 m ²	-	451,584	1,538 m ²	-
画像全体		縦	900	54 m	-	672	40 m	-
		横	1,200	71 m	-	672	40 m	-

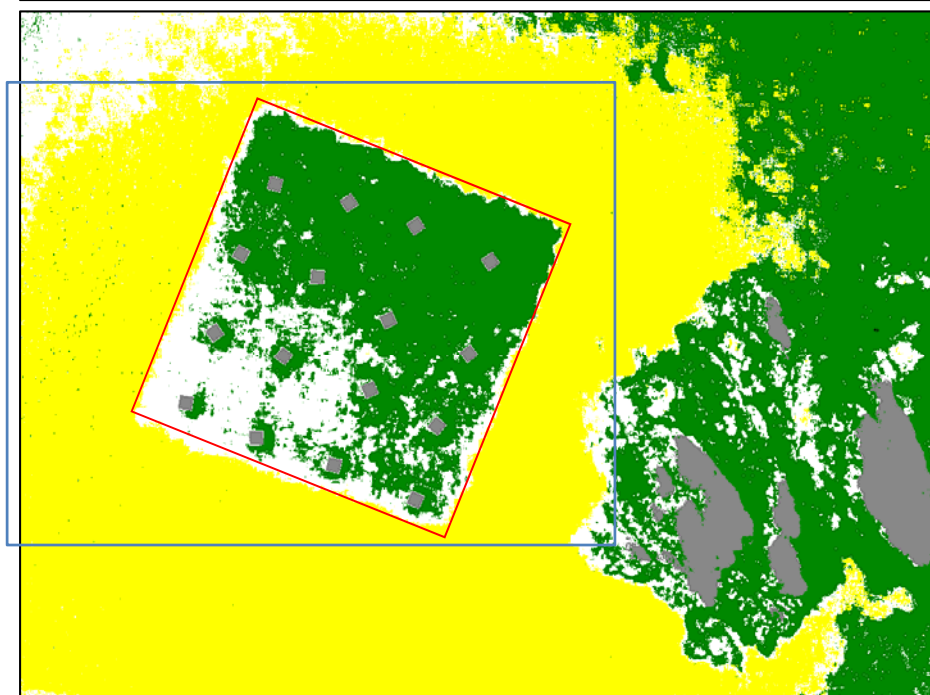


※赤枠：増殖場範囲

写真 9. 4 撮影高度約 30m の静止画像及び解析画像 (S-4)

表 10.4 撮影高度 100m の画像解析結果 (S-4)

	画像範囲 分類項目	色	画像全体			増殖場		
			ピクセル数	換算値	組成	ピクセル数	換算値	組成
着生面	藻場	緑	345,531	2,730 m ²	32%	121,871	963 m ²	65%
	磯焼け	白	156,241	1,234 m ²	14%	64,931	513 m ²	35%
否着生面	砂地	黄	536,838	4,242 m ²	54%	10,454	- m ²	-
	保護網、表出岩盤	灰	41,390	327 m ²		5,244	- m ²	-
計			1,080,000	8,533 m ²	-	202,500	1,476 m ²	-
画像全体	縦		900	80 m	-	450	40 m	-
	横		1,200	107 m	-	450	40 m	-



※赤枠：増殖場範囲

※青枠：写真9.4の
撮影範囲

写真 10.4 撮影高度 100m の静止画像及び解析画像 (S-4)

S-5

S-5 は高度 35m 前後と高度 100m で撮影した。

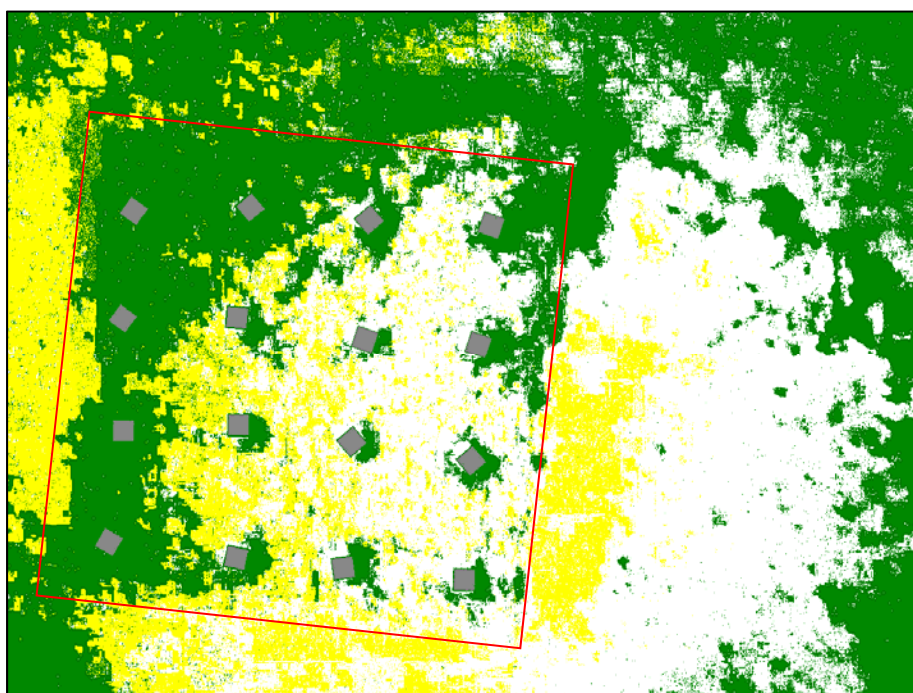
撮影高度約 35m においては、画像全体の 81%が海藻の着生面（海藻が着生可能な岩礁・石材・藻場ブロック等）で、画像全体の 19%が海藻の否着生面（海藻が着生しない砂地・保護網・表出した岩盤等）であった。藻場面積は画像全体では 42%、増殖場では 55%、磯焼け面積は画像全体で 39%、増殖場で 45%となった。

撮影高度 100m においては、画像全体の 57%が海藻の着生面で、画像全体の 42%が海藻の否着生面であった。藻場面積は画像全体では 40%、増殖場では 57%、磯焼け面積は画像全体で 17%、増殖場で 43%となった。

撮影高度約 35m・100m を比較すると、砂地は撮影高度 100m の方が浅場へ広く分布し、砂地と岩礁（砂礫を含む）の分類に相違がみられた。増殖場では、撮影高度約 35m の方が深場の藻場面積が大きかった。撮影高度約 35m ではレンズの周辺減光による角部の影が藻場に分類され、撮影高度 100m では波による光の反射が磯焼け、影が藻場に分類された。

表 5. 5 撮影高度約 35m の画像解析結果 (S-5)

	画像範囲		画像全体		増殖場			
	分類項目	色	ピクセル数	換算値	組成	ピクセル数	換算値	組成
着生面	藻場	緑	448,889	1,753 m ²	42%	169,969	664 m ²	55%
	磯焼け	白	421,948	1,648 m ²	39%	140,307	548 m ²	45%
否着生面	砂地	黄	197,272	771 m ²	19%	87,455	- m ²	-
	保護網、表出岩盤	灰	11,891	46 m ²		11,869	- m ²	
計			1,080,000	4,219 m ²	-	409,600	1,212 m ²	-
画像全体	縦		900	56 m	-	640	40 m	-
	横		1,200	75 m	-	640	40 m	-

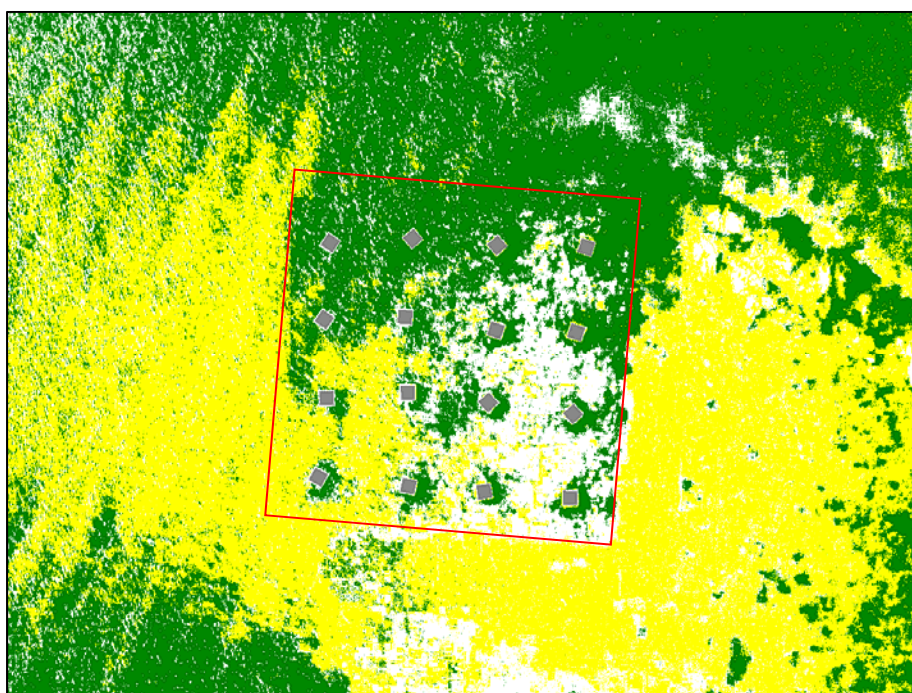


※赤枠：増殖場範囲

写真 9. 5 撮影高度約 35m の静止画像及び解析画像 (S-5)

表 6. 5 撮影高度 100m の画像解析結果 (S-5)

	画像範囲 分類項目	色	画像全体		組成	増殖場		
			ピクセル数	換算値		ピクセル数	換算値	組成
着生面	藻場	緑	435,897	3,444 m ²	40%	88,052	696 m ²	57%
	磯焼け	白	185,225	1,464 m ²	17%	65,891	521 m ²	43%
否着生面	砂地	黄	453,065	3,580 m ²	42%	42,806	- m ²	-
	保護網、表出岩盤	灰	5,813	46 m ²		5,751	- m ²	-
計			1,080,000	8,533 m ²	-	202,500	1,216 m ²	-
画像全体	縦		900	80 m	-	450	40 m	-
	横		1,200	107 m	-	450	40 m	-



※赤枠：増殖場範囲

写真 10. 5 撮影高度 100m の静止画像及び解析画像 (S-5)

3) 調査時の環境等

調査時の環境は、透明度板による視認をS-1の施設東側（水深6m）、多項目水質計による計測（水温・DO・塩分）をN-1の施設沖側（水深22m）、データロガー（UA-002、Onset社製）による照度の計測を調査船上及びN-1の施設沖側海底（水深8m）で実施した。水深毎に計測した水温・DO・塩分を表7、図6.1、調査船上及び海底（水深8m）における照度を図6.2に示した。

透明度は、6m（着底）であった。

水温は、海面が23.15℃で、6月上旬の平均海面水温（22～23℃、気象庁HP参照）と大差なく、海底が21.72℃で海面より1.43℃低かった。

DOは、海面で7.33mg、海底で8.90mg、水深13mで最大10.16mgとなっており、いずれも水産用水基準（6mg/L以上）に適合していた。

塩分は、海面から海底までが33.07～33.57psuの範囲で、海底では砂泥の巻き上がりにより29.05psuと低くなった。

照度は、太陽の日照りと陰りの繰り返しにより調査船上では53,000～171,000Luxの範囲で推移し、水深8mの海底では調査船上の約1.0～2.5%の1,000～2,000Luxの範囲で推移した。

表7 水深毎の水温・DO・塩分

水深	水温	DOmg	塩分
0	23.15	7.33	33.15
1	22.82	7.41	33.07
2	22.53	7.54	33.25
3	22.39	7.77	33.33
4	22.34	8.41	33.38
5	22.30	8.99	33.41
6	22.27	9.14	33.38
7	22.21	9.32	33.38
8	22.15	9.44	33.40
9	22.08	9.62	33.38
10	22.02	9.84	33.39
11	22.01	10.04	33.43
12	21.96	10.14	33.41
13	21.91	10.16	33.43
14	21.90	10.04	33.44
15	21.93	9.91	33.54
16	22.03	9.77	33.57
17	22.04	9.64	33.47
18	21.98	9.46	33.55
19	22.06	9.28	33.56
20	22.03	9.20	33.57
21	21.91	9.08	33.51
22	21.72	8.90	29.05

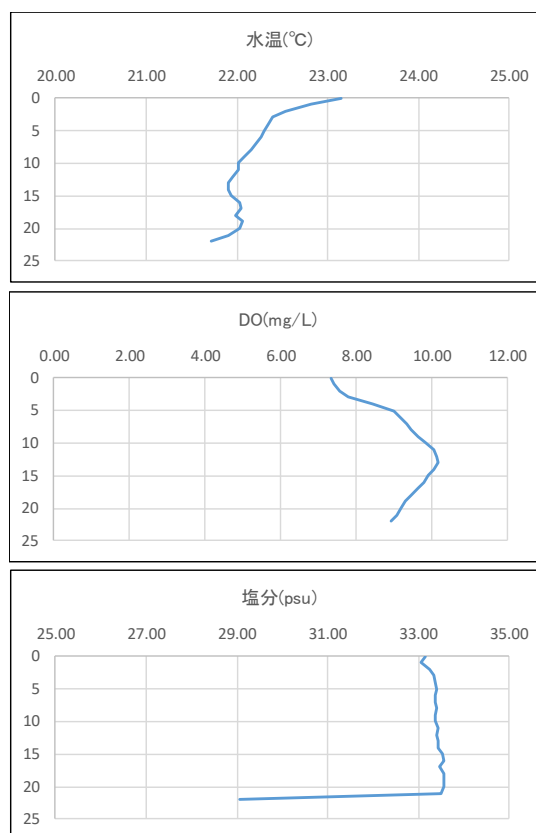


図6.1 水深毎の水温・DO・塩分



図 6. 2 調査船上及び海底（水深 8m）の照度

7. 考察

長崎県の藻場の類型を表 8. 1 に示した。

1) H21 長崎市藻場増殖施設

ガンガゼ類の経年変化を写真 1 1. 1、藻場の経年変化を写真 1 1. 2 に示した。

- ・本施設は造成されてから約 8 年 4 ヶ月が経過している。
- ・施設内の海藻着生状況は、4 月にワカメ (C-3)、6 月にホンダワラ類を主体とした藻場が形成され、2011 年は一年藻場 (単年生) のホンダワラ類のアカモク (C-4)、2012 年以降は多年生ホンダワラ類 (C-1) を主体とした春藻場の混生藻場 (C-2) となっている。
- ・ホンダワラ類の着生被度は、2011 年・2015 年・2016 年が密生、今年は疎生であった。
- ・ドローンによる空撮映像の解析では、今年は昨年よりも天然域におけるアカモクの着生面積が大きく、施設内の藻場面積が小さかった。
- ・植食性ウニ類のガンガゼ類は、2015 年まで生息量が少なく、2016 年から部分的に多く増集しているのが目立ち始め、今年の調査では最大で 52 個体/m²の生息がみられ、施設内の藻場を減少させている要因の一つとなっていた。

表 8. 1 長崎県の藻場の類型

大分類 (ランク)	藻場の状態	小分類	構成種	備考
A	四季藻場Ⅰ 被度： 密生～濃生	A-1	アラメ場	アラメ、カジメ、クロメ、ツルアラメ
		A-2	ガラモ場	多年生ホンダワラ類 (ヤナギモク、ノコギリモク、ヨレモク、マメタワラ、ヤツマタモク等)
		A-3	アラメ場・ガラモ場混生藻場	A-1、2 の混生
B	四季藻場Ⅱ 被度： 点生～疎生	B-1	アラメ場	アラメ、カジメ、クロメ、ツルアラメ
		B-2	ガラモ場	多年生ホンダワラ類 (A-2 と同様)
		B-3	アラメ場・ガラモ場混生藻場	B-1、2 の混生
C	春藻場	C-1	多年生ホンダワラ類	在来種 (マメタワラ、ヤツマタモク等) 南方系種 (キレバモク、フタエモク、マジリモク、ツクシモク等)
		C-2	混生藻場	C-1、3、4 の混生
	一年藻場	C-3	コンブ類	ワカメ、アントクメ等
		C-4	ホンダワラ類	アカモク、タマハハキモク等
D	磯焼け	D-1	サンゴモ類以外の小型海藻	テングサ類 (マクサ、オバクサ等)、アミジグサ類 (アミジグサ、ウミウチワ、シワヤハズ等)
		D-2	サンゴモ類	無節、有節サンゴモ

※出典：「長崎県における磯焼け対策ガイドライン」、平成 24 年 7 月、長崎県水産部

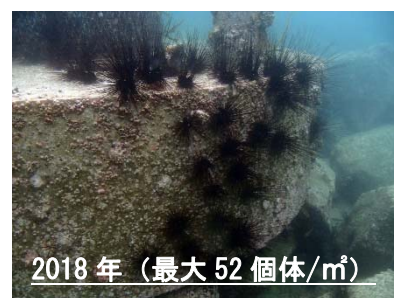


写真 1 1. 1 ガンガゼ類の経年変化 (H21 長崎市藻場増殖施設)

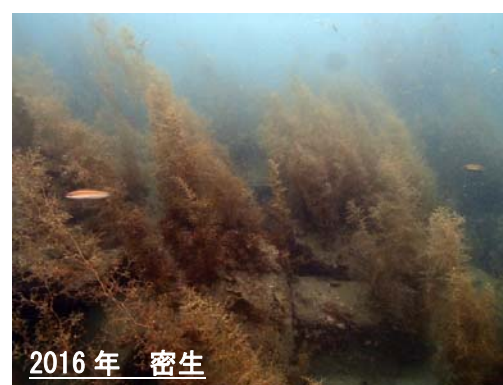
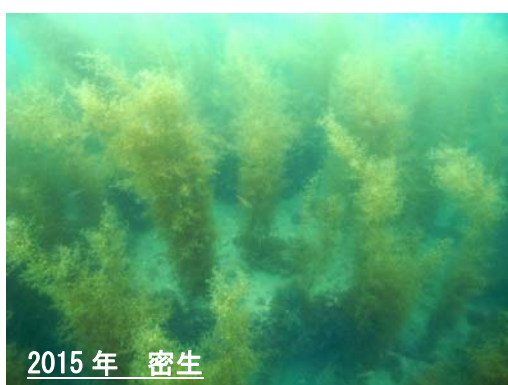
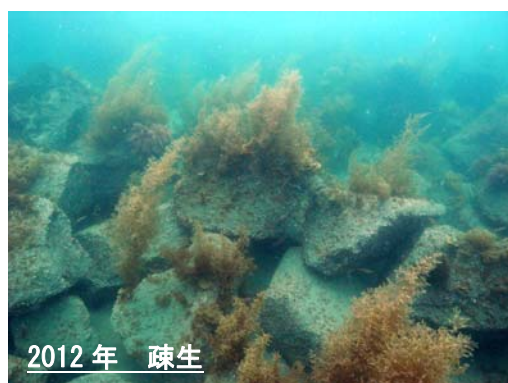
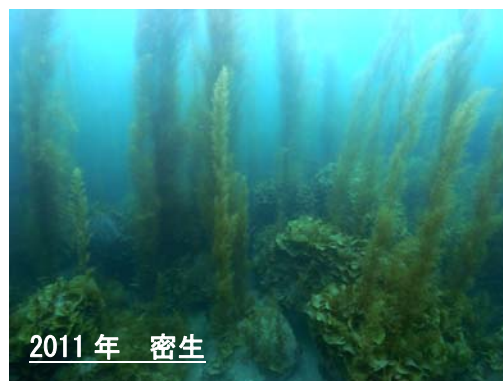


写真 1 1 . 2 藻場の経年変化 (H21 長崎市藻場増殖施設)

2) H24 長崎県増殖場

空撮映像による藻場・磯焼け面積を表 8.2・図 7.1、4 月・6 月の比較を写真 11.2、経年変化を写真 11.3 に示した。

- ・本施設は造成されてから約 4 年 3 ヶ月が経過している。
- ・施設内の海藻着生状況は、4 月にワカメ (C-3)、6 月に多年生ホンダワラ類 (C-1) を主体とした藻場が形成され、春藻場の混生藻場 (C-2) となっている。
- ・ホンダワラ類の着生被度は、2015 年から今年まで概ね点生以下で、大きな変化はない。
- ・ドローンによる空撮映像で施設を平面的に観察した場合、各工区の増殖場内の藻場面積は撮影高度 30～50m で 411～1,090 m²、撮影高度 100m で 628～963 m² の範囲で、全体的にみると、増殖場では施設の約半分の面積に海藻が着生している状況がうかがわれた。
- ・S-1・S-2 工区では撮影高度による解析の相違があり、特に深場の方や増殖場内における分類結果に異なる部分が多く、撮影高度 100m では藻場面積がやや過大に分類されている傾向がみられた。

表 8.2 空撮映像による藻場・磯焼け面積

工区	設置水深 範囲	撮影 高度	藻場			磯焼け			増殖場面積比	
			画像全体	増殖場	天然域	画像全体	増殖場	天然域	藻場	磯焼け
S-1	4～7m	50m	2,155m ²	516m ²	1,639m ²	2,146m ²	1,009m ²	1,137m ²	34%	66%
S-2	4～7m	50m	3,233m ²	411m ²	2,822m ²	2,729m ²	1,006m ²	1,723m ²	29%	71%
S-3	6～9m	50m	1,434m ²	697m ²	737m ²	3,912m ²	797m ²	3,115m ²	47%	53%
S-4	4～7m	30m	1,243m ²	1,090m ²	153m ²	815m ²	448m ²	367m ²	71%	29%
S-5	4～8m	35m	1,753m ²	664m ²	1,089m ²	1,648m ²	548m ²	1,100m ²	55%	45%
合計			9,818m ²	3,378m ²	6,440m ²	11,250m ²	3,808m ²	7,442m ²	47%	53%

工区	設置水深 範囲	撮影 高度	藻場			磯焼け			増殖場面積比	
			画像全体	増殖場	天然域	画像全体	増殖場	天然域	藻場	磯焼け
S-1	4～7m	100m	2,554m ²	760m ²	1,794m ²	1,731m ²	740m ²	991m ²	51%	49%
S-2	4～7m	100m	4,085m ²	628m ²	3,457m ²	2,181m ²	702m ²	1,479m ²	47%	53%
S-3	6～9m	100m	2,413m ²	791m ²	1,622m ²	2,509m ²	722m ²	1,787m ²	52%	48%
S-4	4～7m	100m	2,730m ²	963m ²	1,767m ²	1,234m ²	513m ²	721m ²	65%	35%
S-5	4～8m	100m	3,444m ²	696m ²	2,748m ²	1,464m ²	521m ²	943m ²	57%	43%
合計			15,226m ²	3,838m ²	11,388m ²	9,119m ²	3,198m ²	5,921m ²	55%	45%

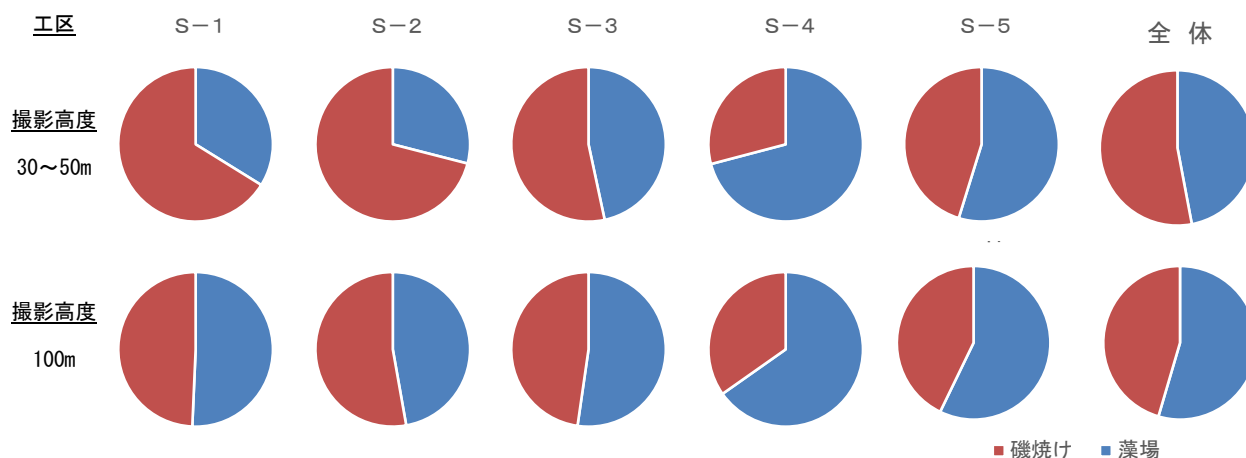


図 7.1 空撮映像による増殖場の藻場・磯焼け面積比



藻場増殖礁

石材

写真 1 1. 3 経年変化 (H24 長崎県増殖場)

7. ドローン空撮を用いた調査手法について

これまでの調査結果から、長崎市大籠町地先に造成された藻場増殖施設及び増殖場における藻場類型は、多年生ホンダワラ類と一年藻場が混生する春藻場（C-2）と分類され、調査を実施している2011年からこの藻場類型を維持していることが確認されている。このことから、藻場増殖施設及び増殖場が磯焼けの抑制に一定の効果をもたらしていると考えられるが、周辺天然域及び地先全体の状況及び影響等は明らかとなっていないため、藻場環境の改善・回復の評価はできていない。これまでの調査は人工的に造成された藻場増殖施設及び増殖場を対象としており、周辺天然域のデータは十分でないため、今回のドローン空撮による藻場調査は施設と天然域を一体的に調査可能とする手法で、今後の活用が期待される。

今回のドローン空撮による藻場調査では、空撮映像から海底状況（藻場分布・底質）、認識可能な範囲を明らかにし、その撮影過程における問題点及びその対応方法を考察した。以下に問題点・課題を示す。

- ①撮影において、藻場面積の算定などを行うため、画面全体でスケールが一定となるように、カメラと海面が直角になるように撮影したところ、太陽光の照り返し（反射）により画面の1/3が見えない状況となり、画面の2/3の映像を使用した。
- ②空撮映像で認識可能な範囲の測定のために設置した色識別板による色の認識は、水深4.5mの海底で赤・黄が認識できず、水深8.5mでは赤・緑・青・黄のすべてが認識できなかった。また、視認観察では、白（透明度板）は水深6mまで認識され、色識別板は水深4.5mですべての色が確認できなかった。
- ③空撮映像で認識可能な大きさは、レンズやカメラの性能によって異なるが、今回使用した機種で、撮影高度50mは0.5m以上、撮影高度100mは1m以上であった。
- ④空撮映像のスケールは、撮影高度50m以下では潜水調査用のブイ（直径18cm）、撮影高度100mでは調査船の長さを用いた。
- ⑤撮影高度は低い方がより鮮明な映像となり、正確な情報を得られるが、陸上及び外洋に面した沿岸海域の水深5m以浅であれば、撮影高度100m以上の空撮映像でも一定のレベルで解析できる。水深5mよりも深い海域の撮影では、撮影時の環境（天候、海中の照度・透明度等）の影響を大きく受けるため、撮影条件がより良い時を選び、より低い高度で撮影する必要があると考えられる。

空撮映像の解析には、無償公開されているアプリケーションソフトウェア「RSP」を使用し、ドローン空撮による藻場（磯焼け）状況把握を誰でもできるような手法で実施した。この「RSP」の使用方法については、巻末に「画像処理ソフトウェア RSP を用いた藻場分布解析の方法」として掲載する。