

1. 調査概要（ 調査内容 /調査地点 / 現地調査工程 ）

○現地調査項目

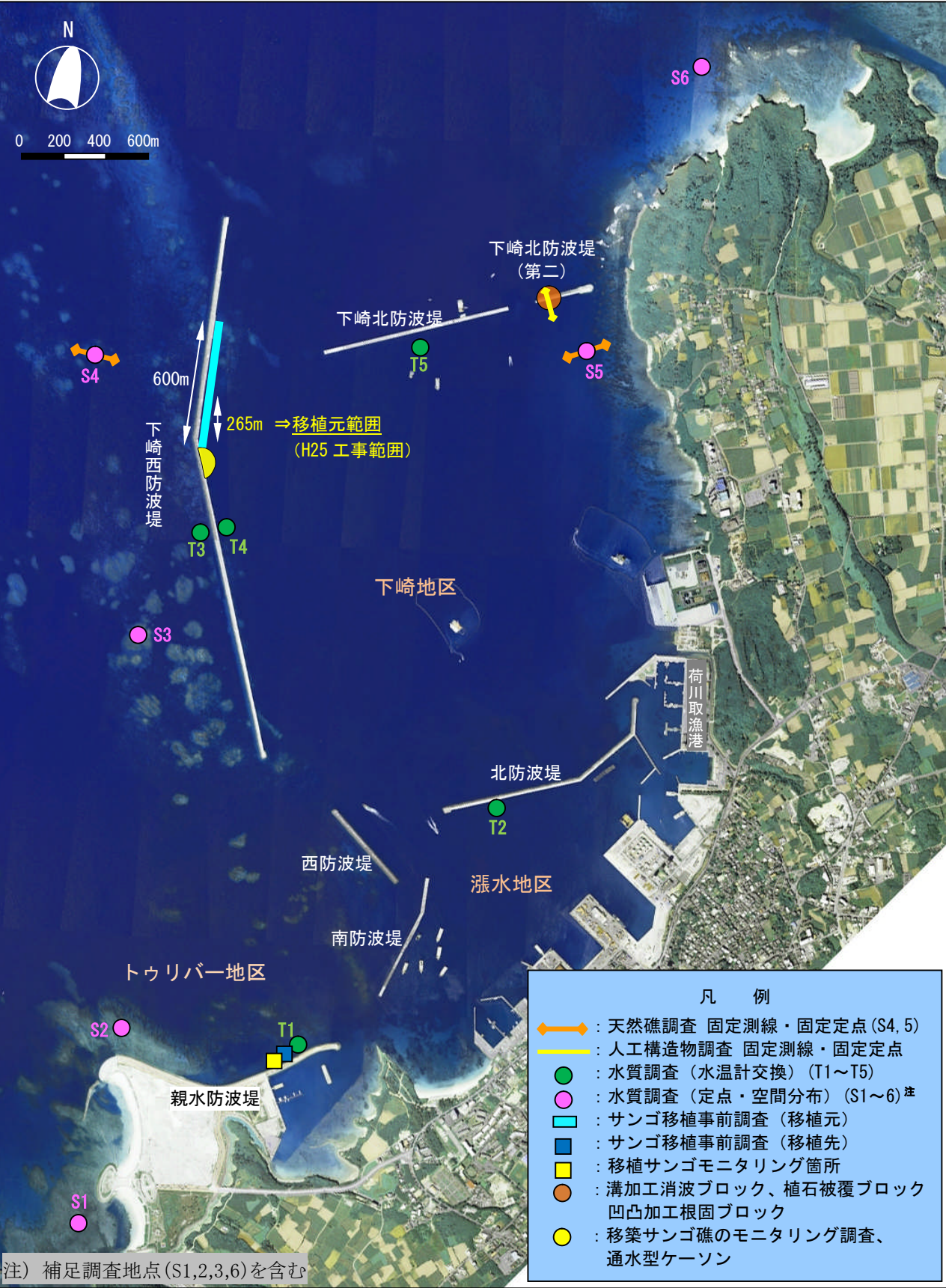
大分類・中分類	小分類	数量
サンゴ群集調査 天然礁調査	断面調査	2 測線 (400m)
	定点調査	2 側線 × 2 点
サンゴ群集調査 人工構造物調査	断面調査	2 測線 (港外側・港内側 : 55.0m)
	定点調査	6 地点 (3 地点 × 2 測線)
水質調査	連続・定点調査 (水温のみ)	10 箇所 (5 地点 × 上下層)
	定点・空間分布調査 (塩分, 水中光量, 濁度, 透明度)	2 地点 × 2 回 (満潮, 干潮)
サンゴ群集の保全・再生技術開発調査	サンゴ移植事前調査	1 地点 (下崎 (西) 防波堤) 33.5 m ²
	サンゴ移植	33.5 m ²
	移植サンゴのモニタリング調査	21 地点 (上中下層 7 箇所) (トゥリバー地区)
	移植サンゴ礁のモニタリング調査	5 カ年 × 3 箇所
	溝加工消波ブロック	18 地点 (3 (上中下層) × 2 (加工・無加工) × 3 箇所)
	通水型ケーソン	3 地点 (上・中・下層)
	凹凸加工根固ブロック	3 地点
	植石被覆ブロック	6 地点 (2 (加工・無加工) × 3 箇所)

○現地調査工程

調査日	8月							9月							10月							数量
	1	23	26	27	28	29	30	2	3	4	5	6	7	8	9	8	9	10	11	18	19	
潮汐状況	木	金	月	火	水	木	金	月	火	水	木	金	土	日	月	火	水	木	金	金	土	日
潮汐状況	長潮	大潮	中潮	中潮	小潮	小潮	小潮	中潮	中潮	大潮	大潮	大潮	中潮	中潮	中潮	中潮	中潮	中潮	小潮	大潮	大潮	大潮
天候	薄曇時々晴	晴時々曇一時雨	晴	晴	曇時々雨	曇一時雨	曇一時雨	雨後曇	曇時々晴	晴時々曇一時雨	曇時々晴	晴	晴	晴時々曇	晴	晴一時曇	晴一時雨	晴	晴	晴時々曇	晴後一時雨	晴
日平均気温(℃)	29.8	28.1	28.9	28.8	27.8	28.4	29.0	26.2	27.4	26.7	27.0	27.5	27.4	27.9	28.0	27.8	26.8	26.8	26.9	24.6	24.8	25.3
日平均風速(m/s)	4.2	4.3	2.9	3.7	5.5	8.7	8.4	6.8	5.2	3.8	3.6	3.3	3.6	4.2	4.3	3.9	1.8	3.3	4.2	5.3	4.9	6.6
現地踏査																						15km以上
サンゴ群集調査																						—
天然礁調査	断面調査																					400m
	定点調査																					4点
人工構造物調査	断面調査																					27.5m
	定点調査																					3地点
水質調査																						—
連続・定点調査(水温計交換)																						8地点
定点・空間分布調査																						2地点×2回
サンゴ群集の保全・再生技術開発調査																						—
サンゴ移植事前調査																						一式
サンゴ移植																						33.5m ²
移植サンゴのモニタリング調査																						21地点
移築サンゴ礁のモニタリング調査																						15地点
通水型ケーソン																						3地点
溝加工消波ブロック																						18地点
凹凸加工根固ブロック																						3地点
植石被覆ブロック																						6地点
備 考		避難訓練	移植元	移植元	移植先	荒天待機		荒天待機	荒天待機	荒天待機	荒天待機	採取・運搬	固定				2班 / T1,4,5	S4/T3	S5 / 港外側	港内側 / 無人カメラ設置	無人カメラ回収 / T2	

- 解析・考察の精度確保のために、過年度の調査と時期的に一致させることを考慮し、サンゴ群集の調査等は後半（10月）に行った。
- 今年度のサンゴ採取元は下崎西防波堤の屈曲部から北側 600m の範囲とし、工事実施前の 9 月に移植を実施した。
- ⇒ 高水温等によるサンゴへのストレス低減を図るため、船舶による輸送の際には、頻繁な換水、遮光シート等の配慮を行った。

○調査地点



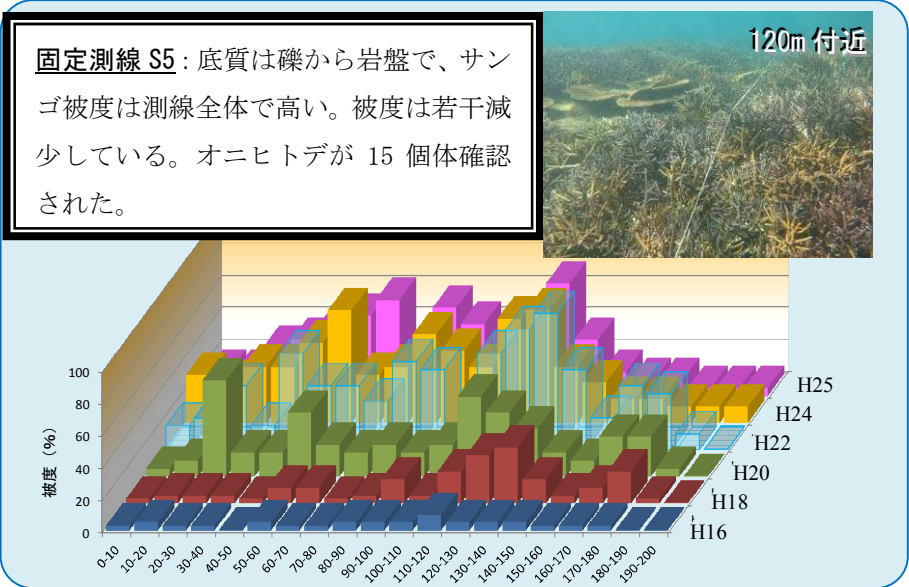
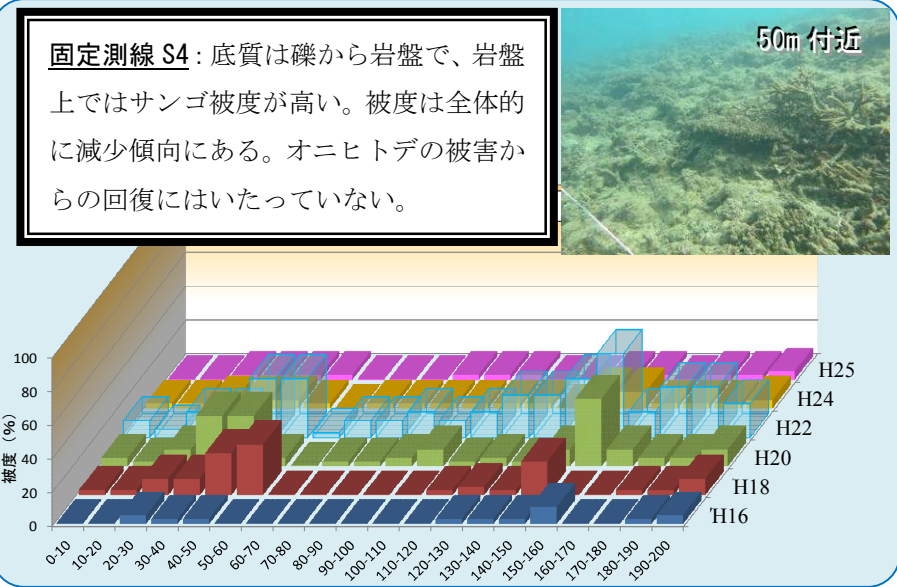
2-1, 2-2 サンゴ群集調査（天然礁）：断面調査・定点調査



注) 定点 (●) は、陸から沖方向に 1 → 2 の順

○固定測線におけるサンゴ類の被度変化

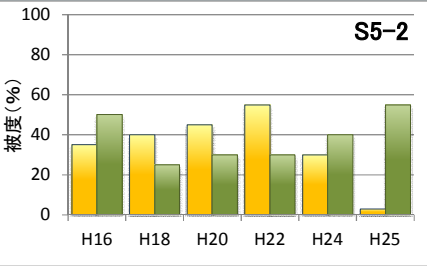
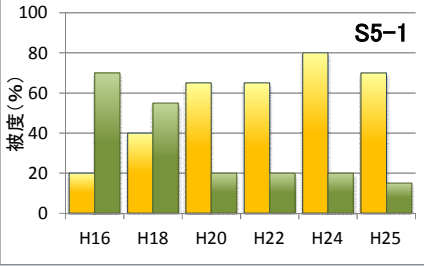
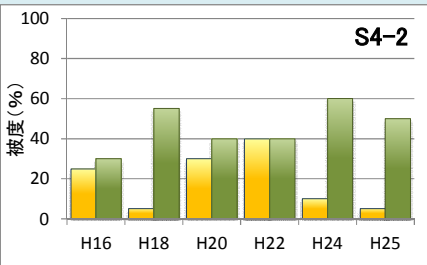
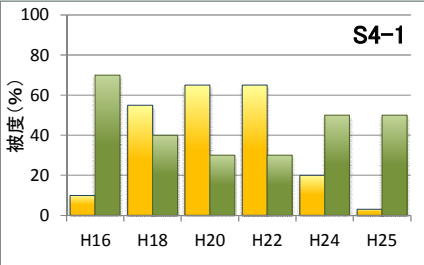
- ・ H24 年度にオニヒトデの被害の大きかった S4 と被害の少なかった S5 で調査を行った。
- ・ S4 では、オニヒトデは 1 個体しか確認されなかった。しかし、被度の回復は見られなかった。
- ・ S5 では、昨年度確認されなかったオニヒトデが測線後半で確認され、被度もやや減少していた。今後さらに被度が低下することが懸念される。



○定点におけるサンゴ類と海藻草類の被度変化

- ・ サンゴ被度の経年変化をみると、S5-1 では平成 20 年以降 60% 以上の高被度を保っている。しかし、他の 3 地点では減少が続き、5% 以下に減少している。
- ・ 海藻草類の被度の経年変化をみると、S5-1 以外の地点でサンゴ類の減少に伴い被度が増加している。

定点 S4-1, 2 / S5-1, 2：S4 では 2 地点ともにサンゴの被度減少、海藻草類の増加傾向が続いていた。S5 では岸側ではサンゴの高被度 (60% 以上) は変わらず、沖側でサンゴの減少、海藻草類の増加がみられた。



■ サンゴ類 ■ 海藻草類

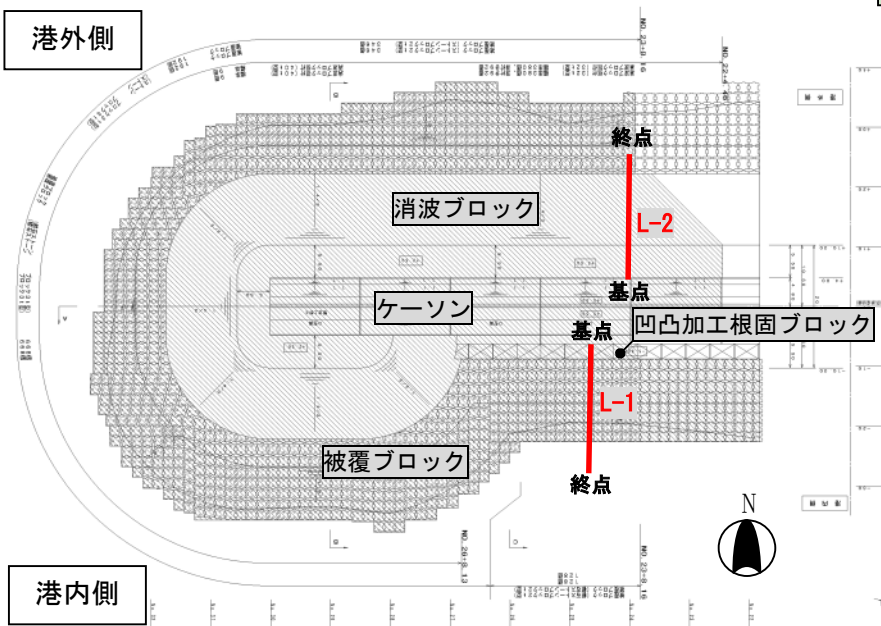
2-3.サンゴ群集調査（人工構造物調査）

- ・着生したサンゴ群体はまだ小さく、被度としては1%未満である。今後の増加が期待される。
- ・海藻類については、構造物の表面を被覆する小型海藻が高い被度で分布している。

<調査位置図>



港外側

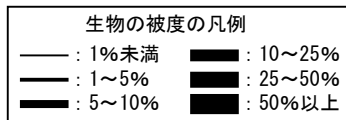
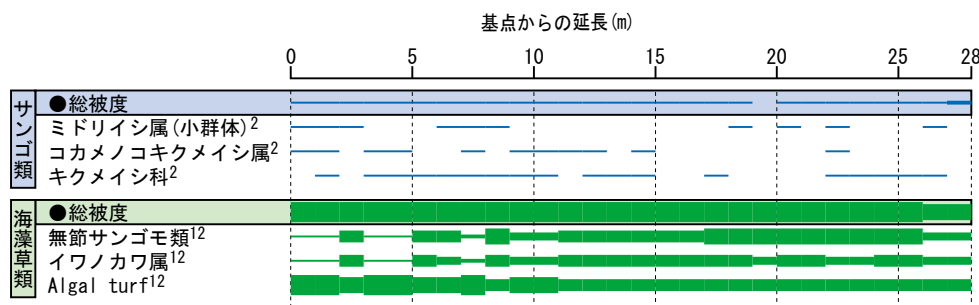
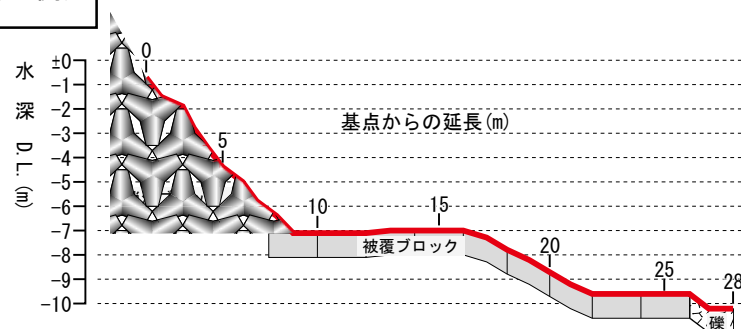


港内側

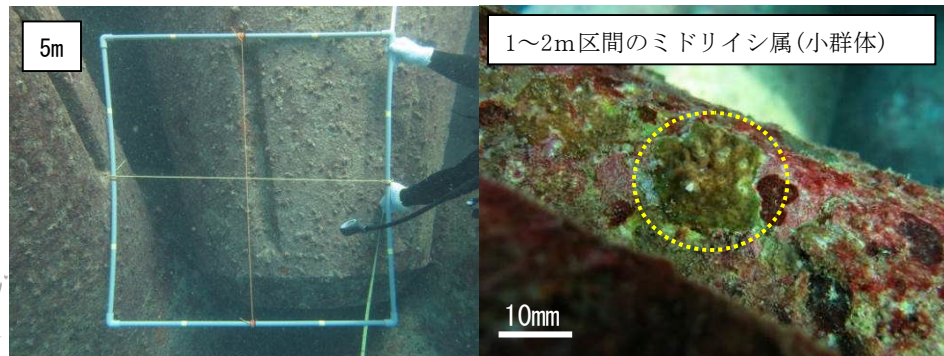


調査実施状況

測線 L-1（港外側）



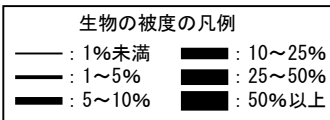
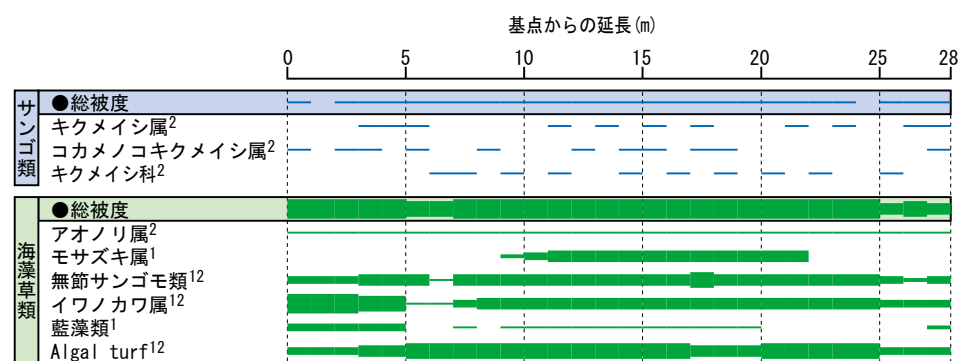
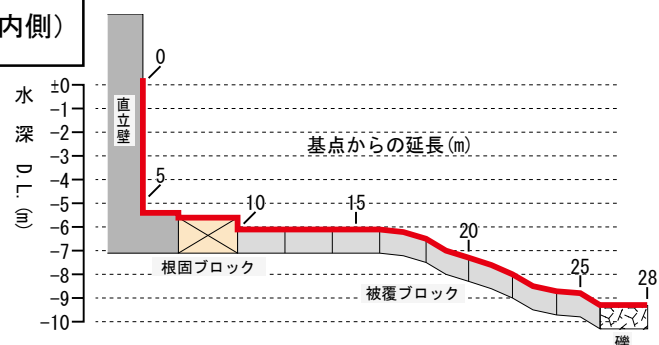
※図示したのはサンゴ類、海藻草類とも
1. 1 枠の被度が5%以上
2. 出現頻度が上位3種類
であり、該当する項目の番号を種類名の肩に示した。



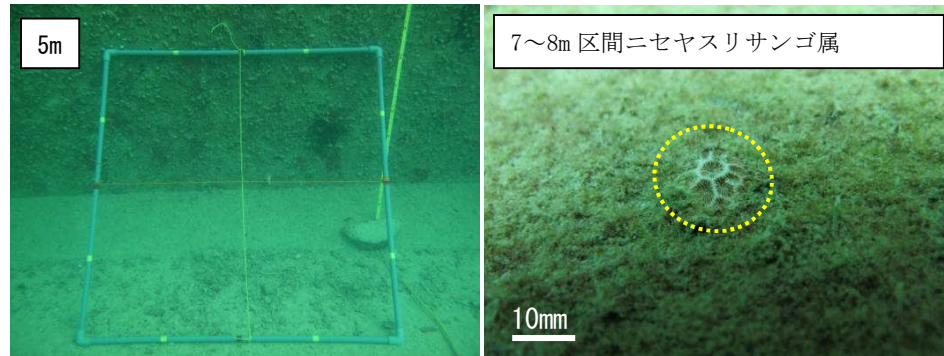
サンゴ類：サンゴ類の被度は 0%～5%未満であった。消波ブロック、被覆ブロック上では、ミドリイシ類やキクメイシ類などの小型の群体が観察され、礫底ではクサビライシ類が多く確認された。ミドリイシ類は、消波ブロック等で 5 群体/m² 未満の加入があった。オニヒトデやシロレイシガイダマシ類の影響や、白化現象は確認されなかった。

海藻藻類：各区間の被度は 25%～70%であった。出現頻度の上位 3 種は、無節サンゴモ類、イワノカワ類、Algal turf であった。いずれも全区間において確認されている。

測線 L-2（港内側）



※図示したのはサンゴ類、海藻草類とも
1. 1 枠の被度が5%以上
2. 出現頻度が上位3種類
であり、該当する項目の番号を種類名の肩に示した。

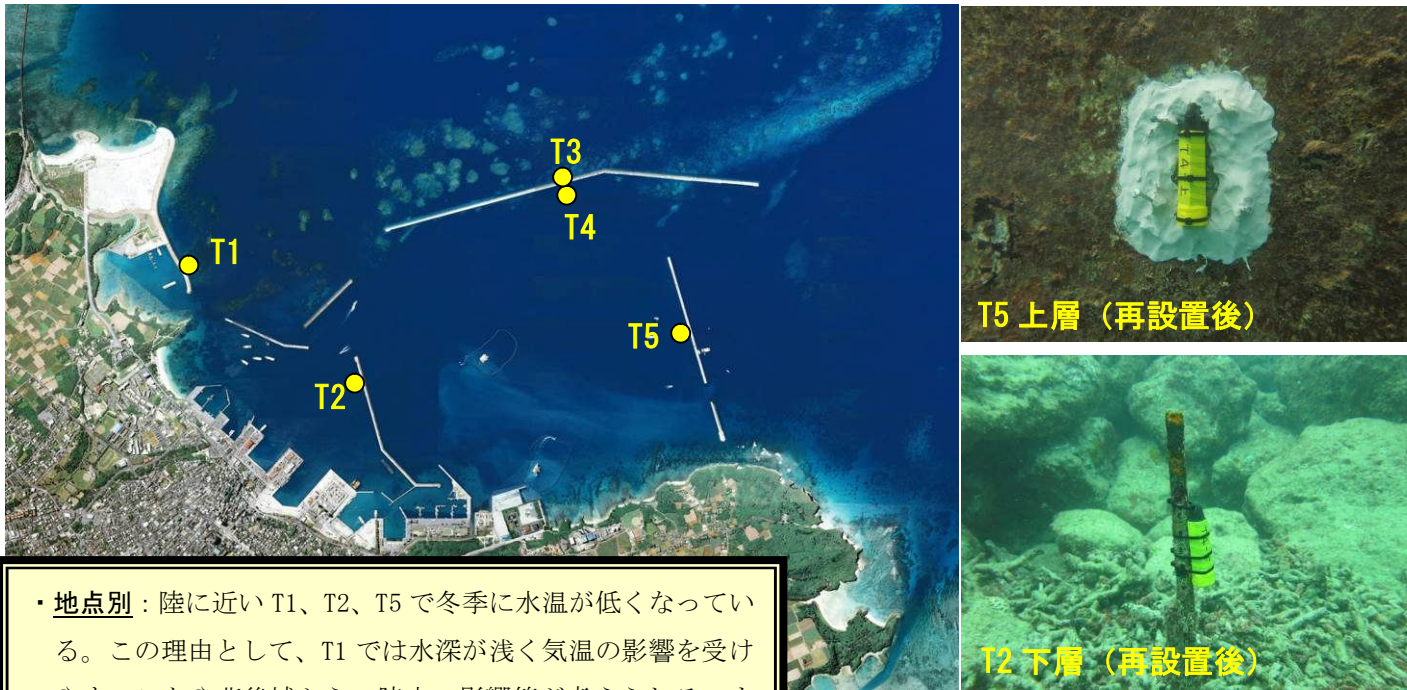


サンゴ類：総被度は1%未満であり、全区間を通じてサンゴ類は少なく、小型の群体が散見される程度である。ミドリイシ類の新規加入はケーソン直立壁最上部と被覆石の1部で5群体/m²未満であった。オニヒトデやシロレイシガイダマシ類の影響や、白化現象は確認されなかった。

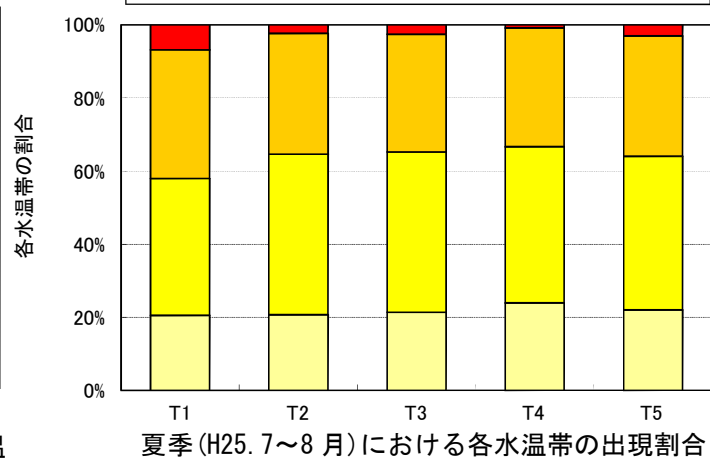
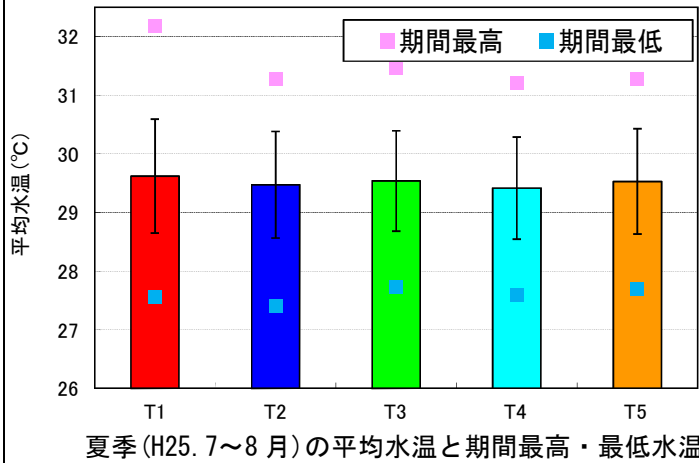
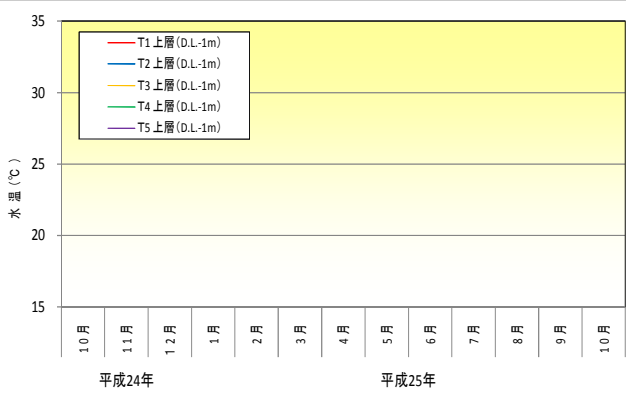
海藻藻類：各区間の総被度は20%～80%であった。出現頻度の上位3種は、アオノリ属、無節サンゴモ類、イワノカワ属、Algal turf である。いずれも全区間において確認されている。

3.水質調査（ 連続・定点観測 / 定点・空間分布調査）

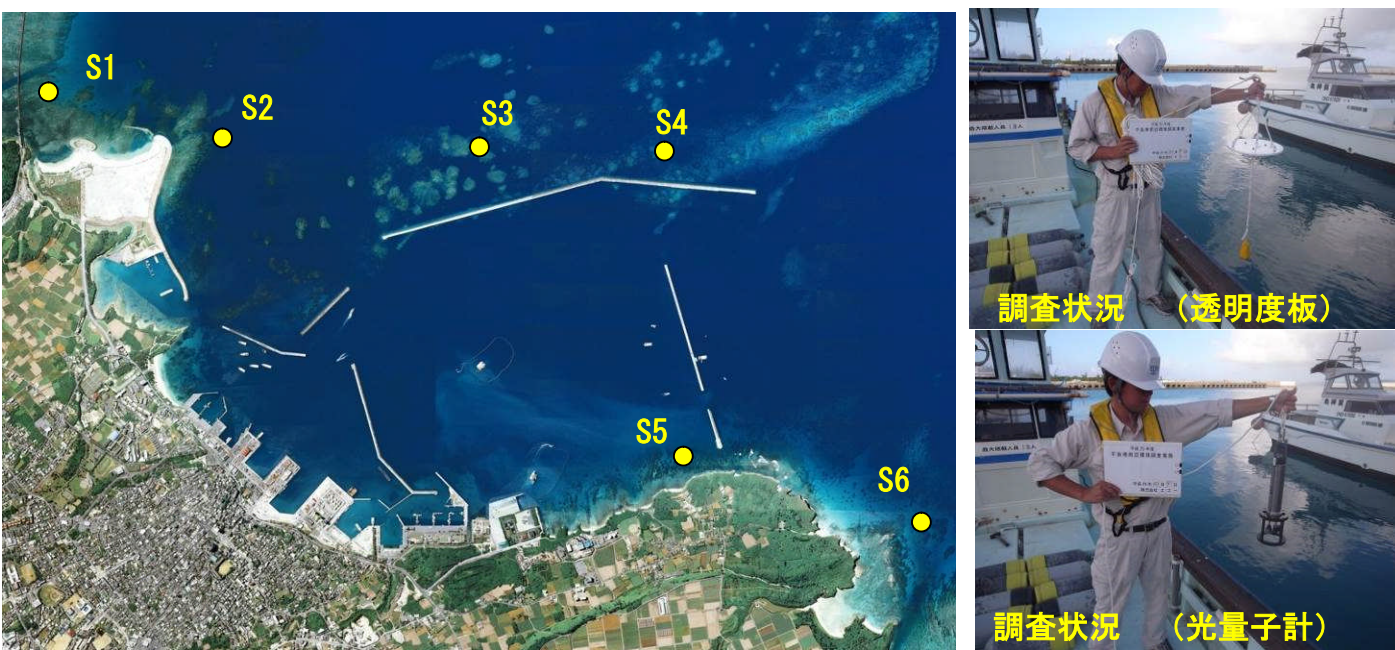
○連続・定点観測（水温のみ）



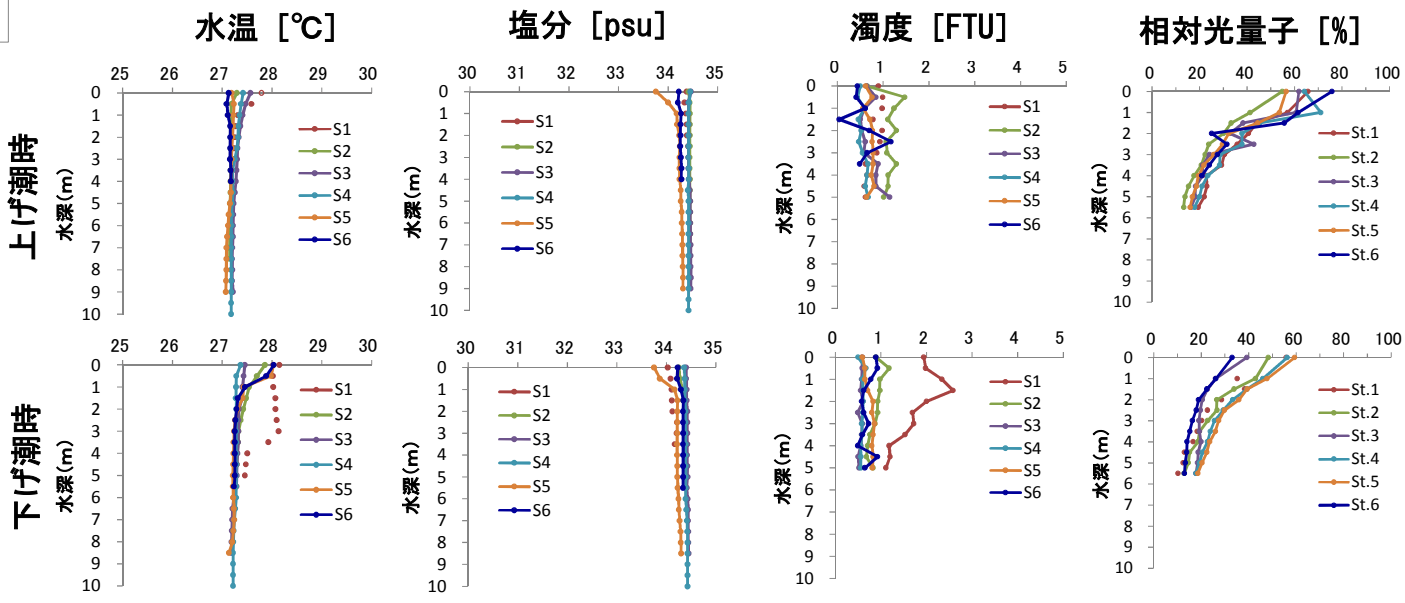
- ・ **地点別**：陸に近い T1、T2、T5 で冬季に水温が低くなっている。この理由として、T1 では水深が浅く気温の影響を受けやすいことや背後域からの陸水の影響等が考えられる。また、T2、T5 では陸水の影響に加え、北方向の風浪を遮る場所に位置するために比較的海水が動きにくく、気温の影響を受けやすいことが推察される。
- ・ **夏季の水温**：一般にサンゴへ影響が及ぶ目安とされる 30℃ 以上の出現割合をみると、全地点で約 30%を超えていた。特に T1 では 40%と多かった。これは、T1 では水深が浅く海水が暖まりやすい環境であるものと考えられる。また、平成 25 年度は台風の時期(6 月～10 月)に接近する頻度が少なかったために、海水の攪拌が起りにくかったことに起因していると考えられる。しかし、高水温が引き起こすとされているサンゴの顕著な白化現象は確認されていない。



○定点・空間分布調査



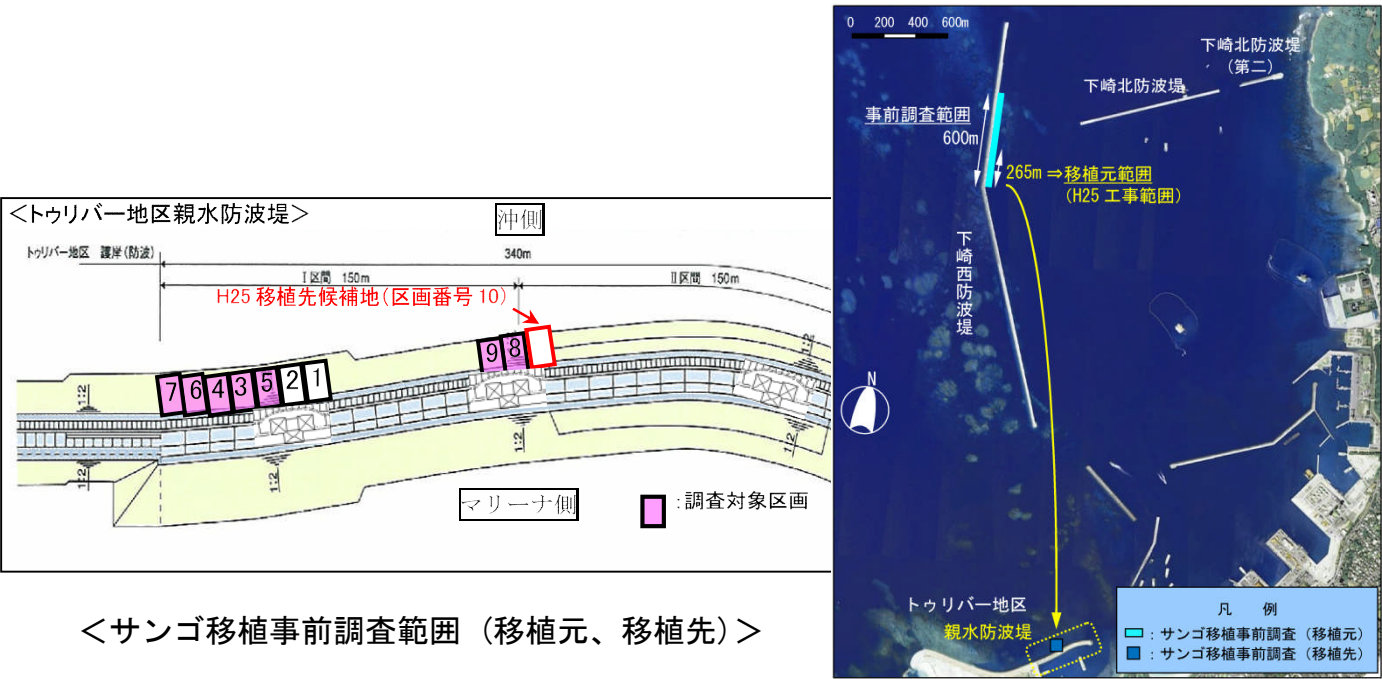
- ・ **S1、2** では、下げ潮時に塩分が低下、濁度が上昇しており、背後域の陸水等の影響と考えられる。濁度上昇に伴い相対光量子は低下している。その他の地点間では、水質の差は小さい。
- ・ **水温**：水温は満潮時では 27℃ 台であり、水深、地点の違いによる差は小さい。干潮時には陸域に近い場所では表層付近の水温が上がりやすく、特に S1 では背後の浅瀬で暖まった海水の影響と推察される。
- ・ **塩分**：塩分は満潮時、干潮時ともに 34.0～34.5psu であった。水深、地点の違いをみると、S5 の表層塩分がやや低くなっており、周辺の陸水の影響等が考えられる。
- ・ **濁度**：干潮時に値が上昇する地点では、港内や背後の湾内から供給される陸水等の影響があると考えられる。
- ・ **光量子**：海面上の光量子を 100%とした相対光量子は、上げ潮時、下げ潮時とも水深 1m でそれぞれ 60%前後、40%前後まで減衰する地点が多い。



4-1.サンゴ群集の保全・再生技術開発調査（ サンゴ移植事前調査 / サンゴ群体の移植 ）

○サンゴ移植事前調査

- ・移植元調査では、下崎西防波堤港内側の改良工事で消波ブロック等の設置が予定されている屈曲部から北側 600m の範囲を対象とし、ケーソン直立壁側、根固めブロック、マウンド被覆石に生育するサンゴの分布状況を記録した。
- ・10 cm未満の群体を除く移植対象サンゴの群体数は、調査範囲内では 311 群体、今年度の工事範囲内では 174 群体であった。その内訳として、最も多く確認された種類は、ハマサンゴ科（39 群体）ついでキクメイシ科（30 群体）、ハナヤサイサンゴ科（14 群体）であった。なお、調査範囲内全体においてオニヒトデが 121 個体確認され、今年度の工事範囲内だけでも 57 個体が確認された。



移植可能なサンゴ類群体数調査結果

No.	分類群	移植可能群体数			合計
		10～30cm	30～60cm	60cm以上	
サンゴ類の総被度		3%			
1	ハナヤサイサンゴ科	13	1	0	14
2	卓状ミドリイシ属	0	0	0	0
3	散房花状ミドリイシ属	0	0	0	0
4	枝状ミドリイシ属	0	1	1	2
5	ハマサンゴ属	39	0	0	39
6	キクメイシ科	28	0	2	30
7	その他	86	3	0	89
	合計	166	5	3	174



○サンゴ群体の移植

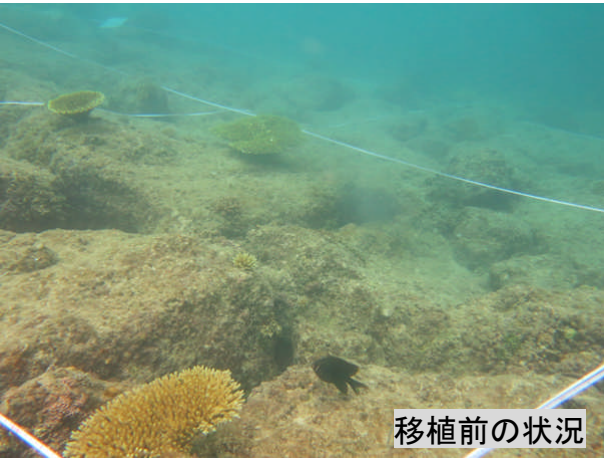
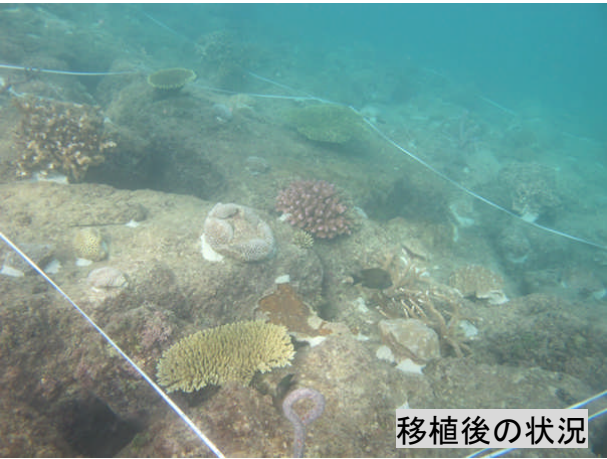
立案したサンゴ移植計画に基づき、平成 25 年 9 月 6 日～7 日 (2 日間) にかけて移植作業を実施した。生物多様性の観点から、ハマサンゴ科を中心に様々な種類を選び、11 科 28 種の 185 群体を移植した。

平成 25 年度に移植したサンゴ類の内訳

No.	科	種名	10区間
1	ハナヤサイサンゴ	チリメンハナヤサイサンゴ	2
2		ヘラジカハナヤサイサンゴ	1
3	ミドリイシ	ショウガサンゴ	2
4		フトエダミドリイシ	2
5	ミドリイシ	トゲスギミドリイシ	3
6		スギノキミドリイシ	14
7		サボテンミドリイシ	7
8		アナサンゴ属の数種	1
9	ハマサンゴ	アミメハマサンゴ	2
10		イワハマサンゴ	17
11	ヤスリサンゴ	ハマサンゴ属の数種 (塊状)	47
12		ヤスリアミメサンゴ	1
13	ヒラフキサンゴ	リュウモンサンゴ属の数種	3
14	ビワガライシ	アザミサンゴ	27
15	ウミバラ	レースウミバラ	1
16	オオトゲサンゴ	オオハナガタサンゴ	5
17		マルハナガタサンゴ	5
18	オオトゲサンゴ科の数種	イボハナガタサンゴ	1
19		ダイノウサンゴ	3
20	キクメイシ	オオトゲサンゴ科の数種	5
21		ウスチャキクメイシ	16
22	コトゲキクメイシ	ノウサンゴ属の数種	3
23		コトゲキクメイシ	1
24	チョウジガイ	オオリュウキュウキッカサンゴ	1
25		ナガラヘナサンゴ	5
26	ミズタマサンゴ	ハナブサツツマルハナサンゴ	2
27		ミズタマサンゴ	2
28	キササンゴ	スリパチサンゴ属の数種	6
移植群体数合計			185



移植作業の状況



4-2.サンゴ群集の保全・再生技術開発調査（ モニタリング調査 ）

○移植サンゴの成育状況

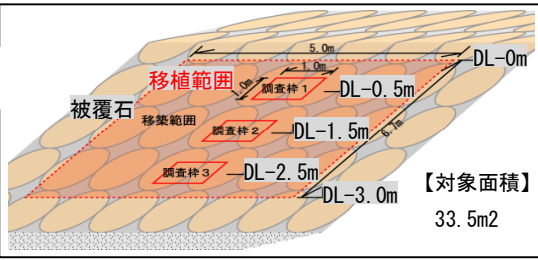
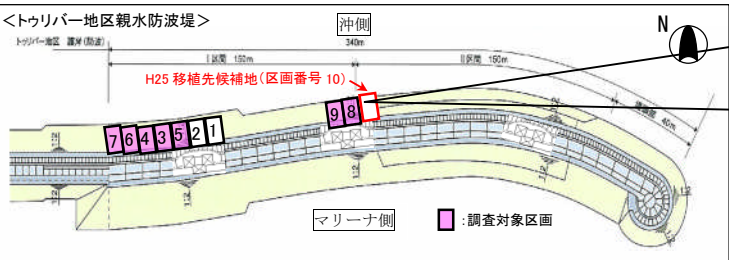
平成 16 年度以降継続的にサンゴの移植が行われている。ここでは、本業務でモニタリング対象とした平成 18 から平成 24 年度の調査結果を示す。

総被度：移植サンゴは、平成 24 年までは概ね横ばいもしくは増加傾向であったが、今年度は減少に転じている。
自然サンゴは、初期の群体は横ばいで推移、加入群体は平成 22 年頃から増加している。今年度と昨年度の総被度を比較すると、ほとんどの移植区でやや減少している。

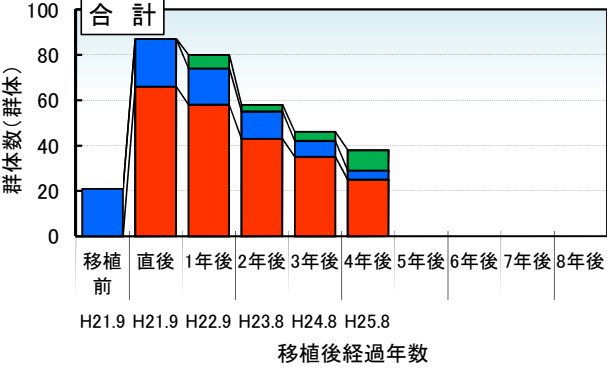
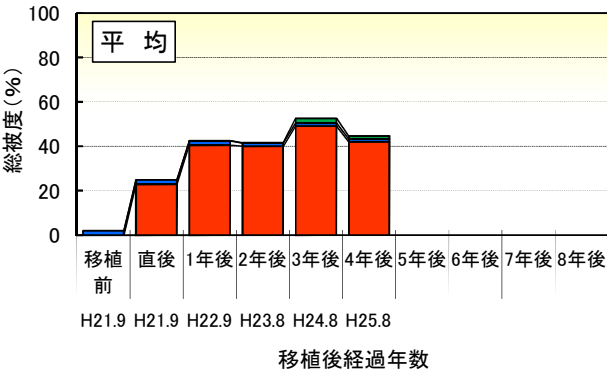
群体数：移植サンゴ、自然サンゴ（初期）ともに緩やかな減少傾向である。これは、サンゴの成長に伴って隣り合う群体同士が癒合したり、淘汰されたりしたためと考えられる。一方、自然サンゴ（加入）は平成 22 年頃から増加が顕著であり、平成 24 年度頃から被度の増加にも寄与しつつある。

<区画番号>

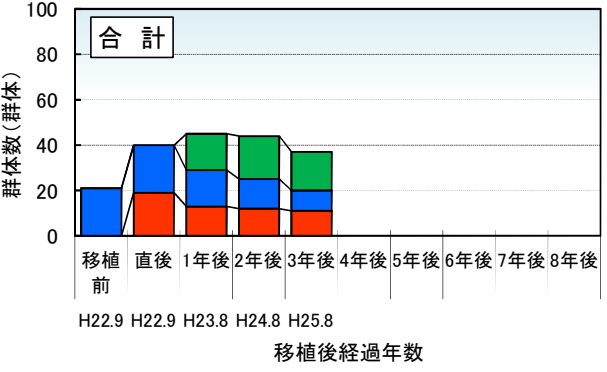
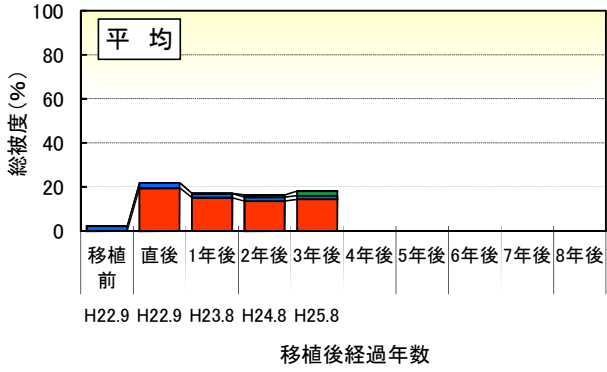
- 1. H16 移植
- 2. H17 移植
- 3. H18 移植
- 4. H19 移植
- 5. H20 移植
- 6. H21 移植
- 7. H22 移植
- 8. H24 移植-1
- 9. H24 移植-2
- 10. H25 移植



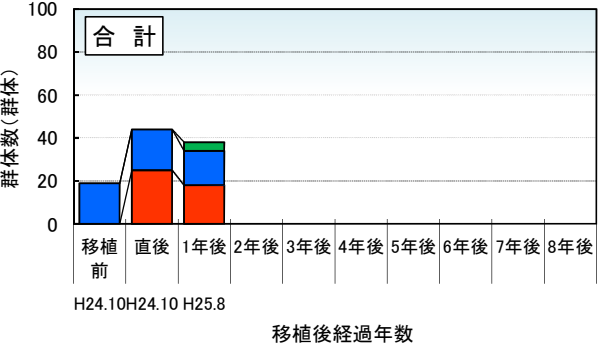
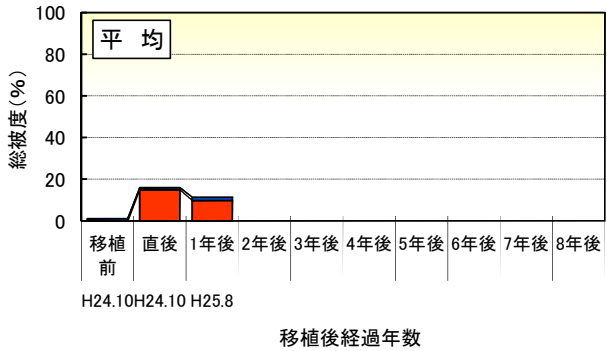
平成 21 年度移植区



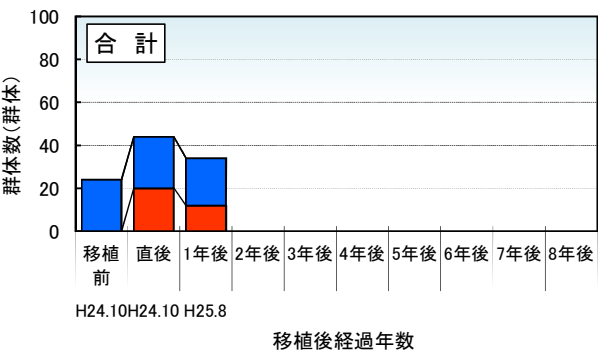
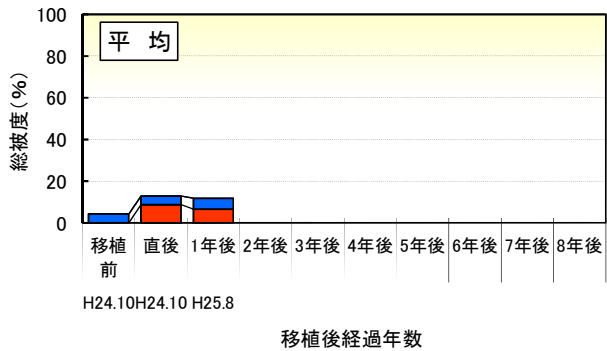
平成 22 年度移植区



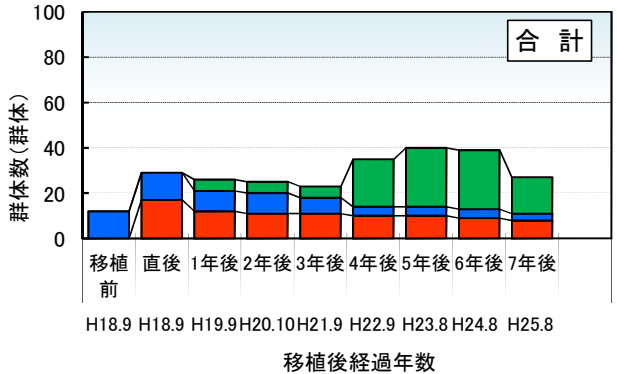
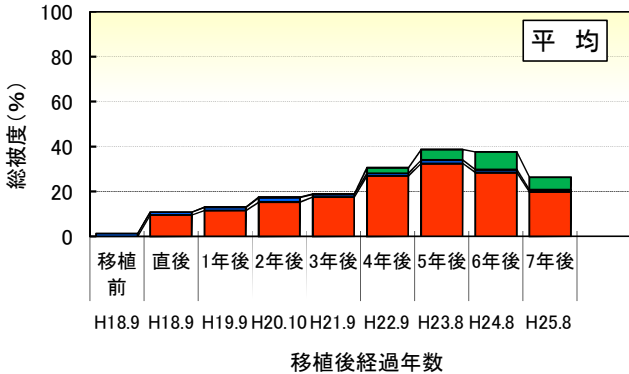
平成 24 年度移植区-1



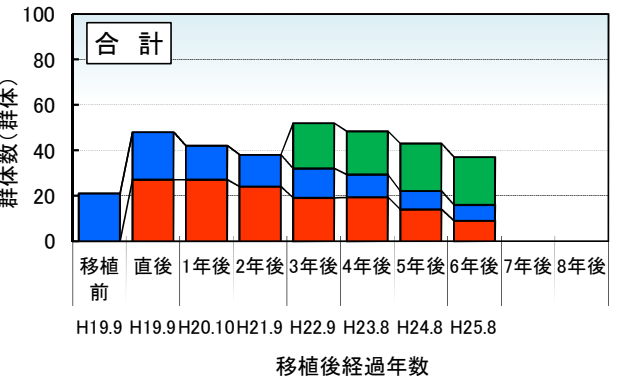
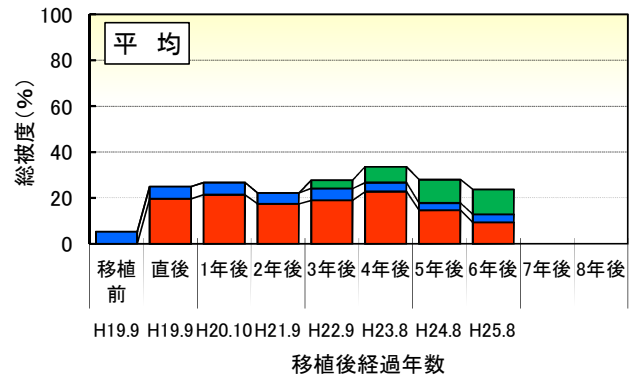
平成 24 年度移植区-2



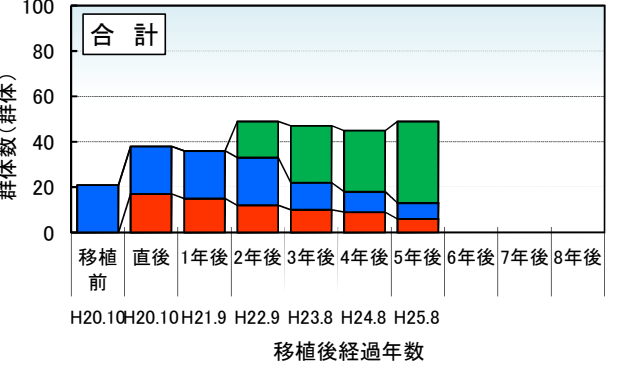
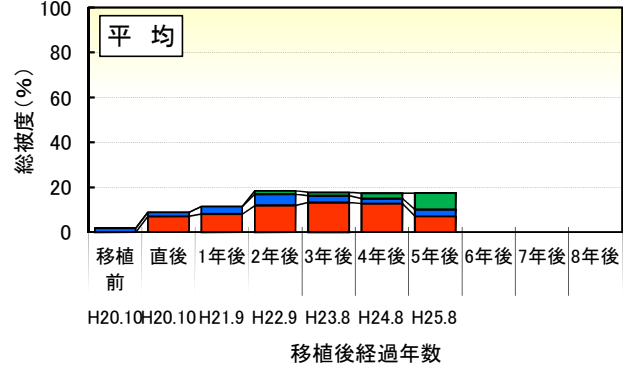
平成 18 年度移植区



平成 19 年度移植区



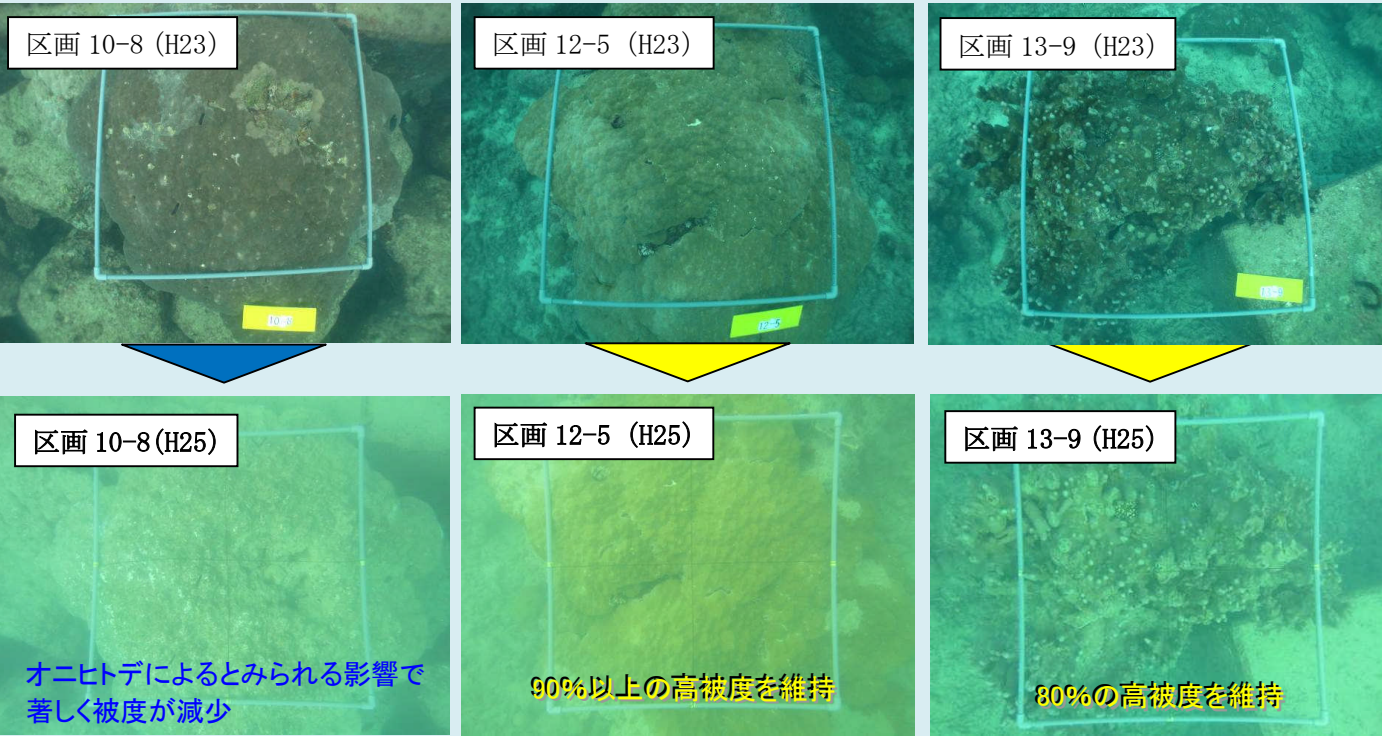
平成 20 年度移植区



4-3.サンゴ群集の保全・再生技術開発調査（移築サンゴ礁・溝加工消波ブロック）

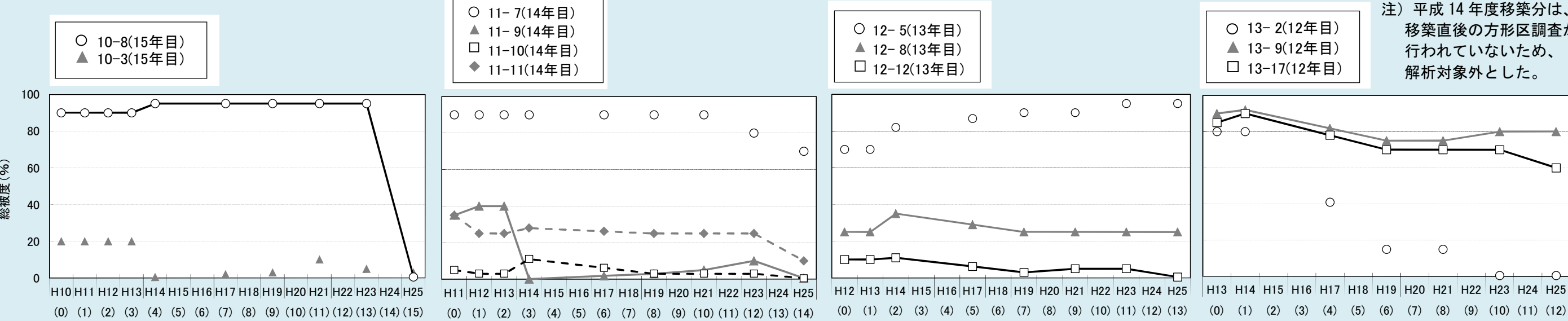
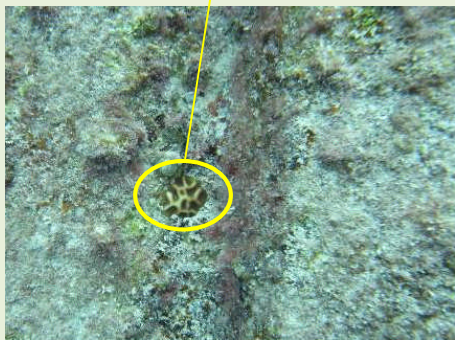
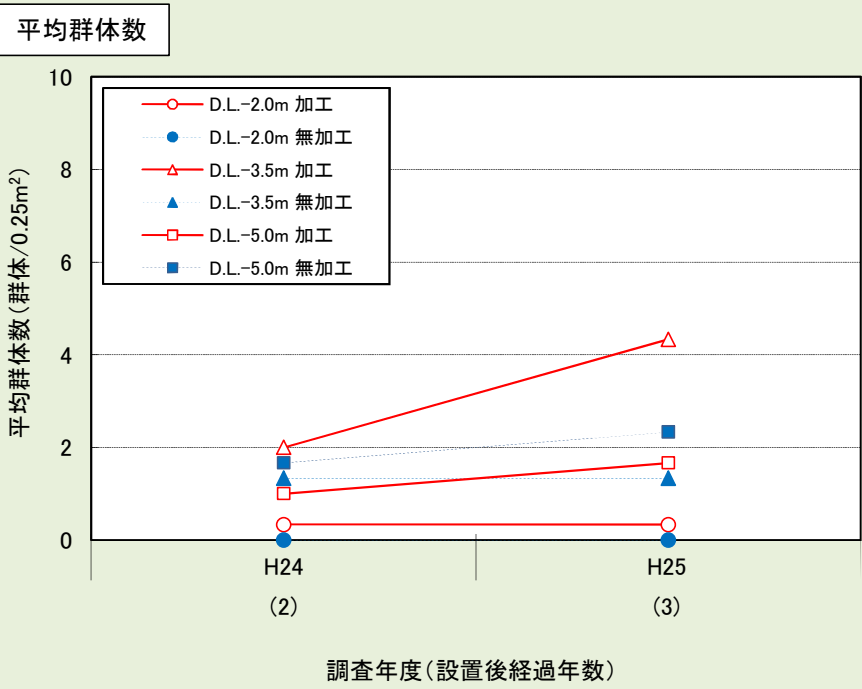
○移築サンゴ礁

- ・経年変化の解析対象である 12 群体のうち、4 群体（11-7、12-5、12-8、13-9）が 12～15 年経過後も移築直後と同程度の被度（30～90%程度）を維持していた。
- ・80%程度の高被度を維持している群体のほとんどは、比較的成長が遅く、濁りや水温等の環境変化によるストレスに強いとされるハマサンゴ属およびヤスリサンゴ科である。
- ・残りの 8 群体については、台風等の物理的影響による転倒や岩塊の部分的消失、あるいはオニヒトデ等のサンゴ食生物による食害のために被度が低下したと推測される。



○溝加工消波ブロック

- ・着生したサンゴが成長過程にあり、被度の増加は今後期待されるため、ここでは群体数の変化を示す。
- ・0.25/㎡あたりのサンゴの群体数は、全体的に加工区で多い傾向にある。水深による差は明確ではなく、加工区では D.L. -3.5m で 4 群体程度、無加工区では D.L. -5.0m で 2 群体程度と最も多い。



4-3.サンゴ群集の保全・再生技術開発調査（通水型ケーソン・凹凸加工根固ブロック・植石被覆ブロック）

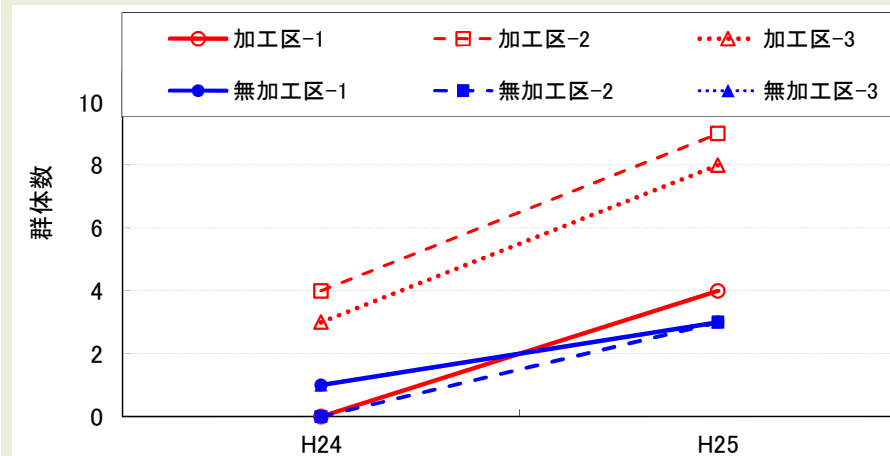
○通水型ケーソン

- ・通水型ケーソンでは、成長が早いとされるミドリイシ属やハナヤサイサンゴ属は少なく、成長の遅いとされるキクメイシ科を主体としたサンゴ相であり、被度は全体的に 5%未満であった。
- ・通常のケーソンと比較して潮通しが良いため、スズメダイ類などが増殖しやすい。また、通水部は暗環境であるため、ツバメウオや、イソバナ・キサンゴ等の暗所を好むとされる生物が確認されている。このように、通水部周辺は通常のケーソンと比較して生物多様性が向上していると評価できる。



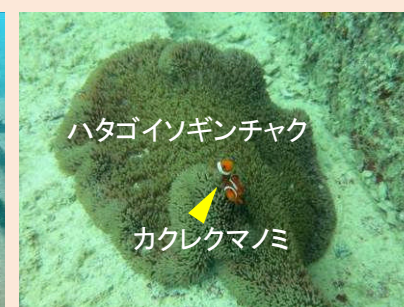
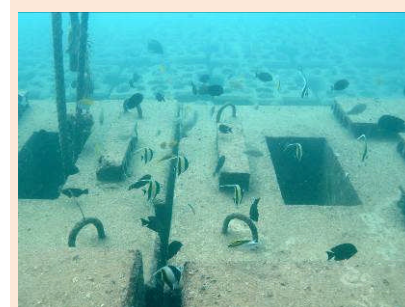
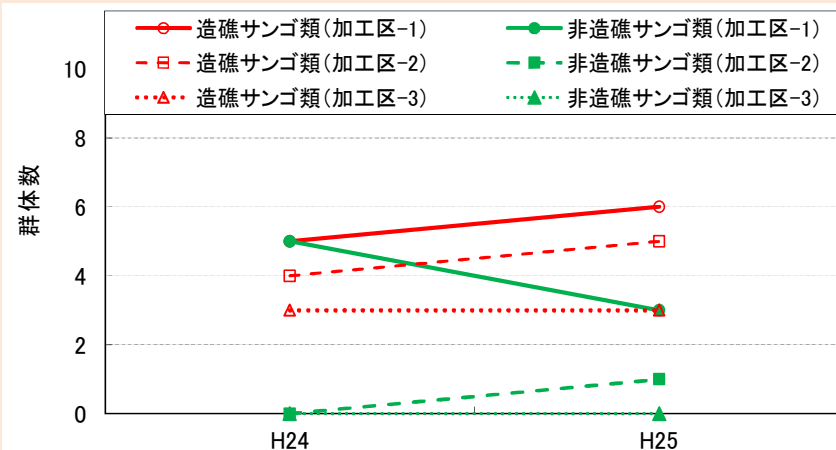
○植石被覆ブロック調査

- ・溝加工消波ブロックと同様の理由で、ここでは群体数の変化を示す。
- ・群体数は昨年度、今年度ともに加工区の方が 3 倍程度多く、昨年度から今年度にかけて増加幅は加工区で 4～5 群体と大きい。
- ・被覆ブロックに埋め込まれた自然石の際などに、キクメイシ科を主体とした 5cm 以下の小群体が生育している。被覆ブロックへの植石によりブロック表面に凹凸が増えたことなどによって、着生促進効果がみられたと推察される。



○凹凸加工根固ブロック調査

- ・溝加工消波ブロックと同様の理由で、ここでは群体数の変化を示す。
- ・造礁サンゴ類、非造礁サンゴ類ともに平成 24 年度と比べて、種類数は 1 種以内、群体数は 2 群体以内の変動であり、明瞭な差はみられない。
- ・凹凸加工により通常の根固ブロックより複雑な構造となることで、大型底生生物をはじめ、多様な種が生息可能な環境が創出されていると考えられる。



○夜間インターバル撮影

- ・夜行性の魚類や甲殻類の増殖状況を把握するため、夜間に水中カメラでインターバル撮影を行った。
- ・夜行性のイトウダイ属の一種をはじめ、数種の魚類が確認されている。

