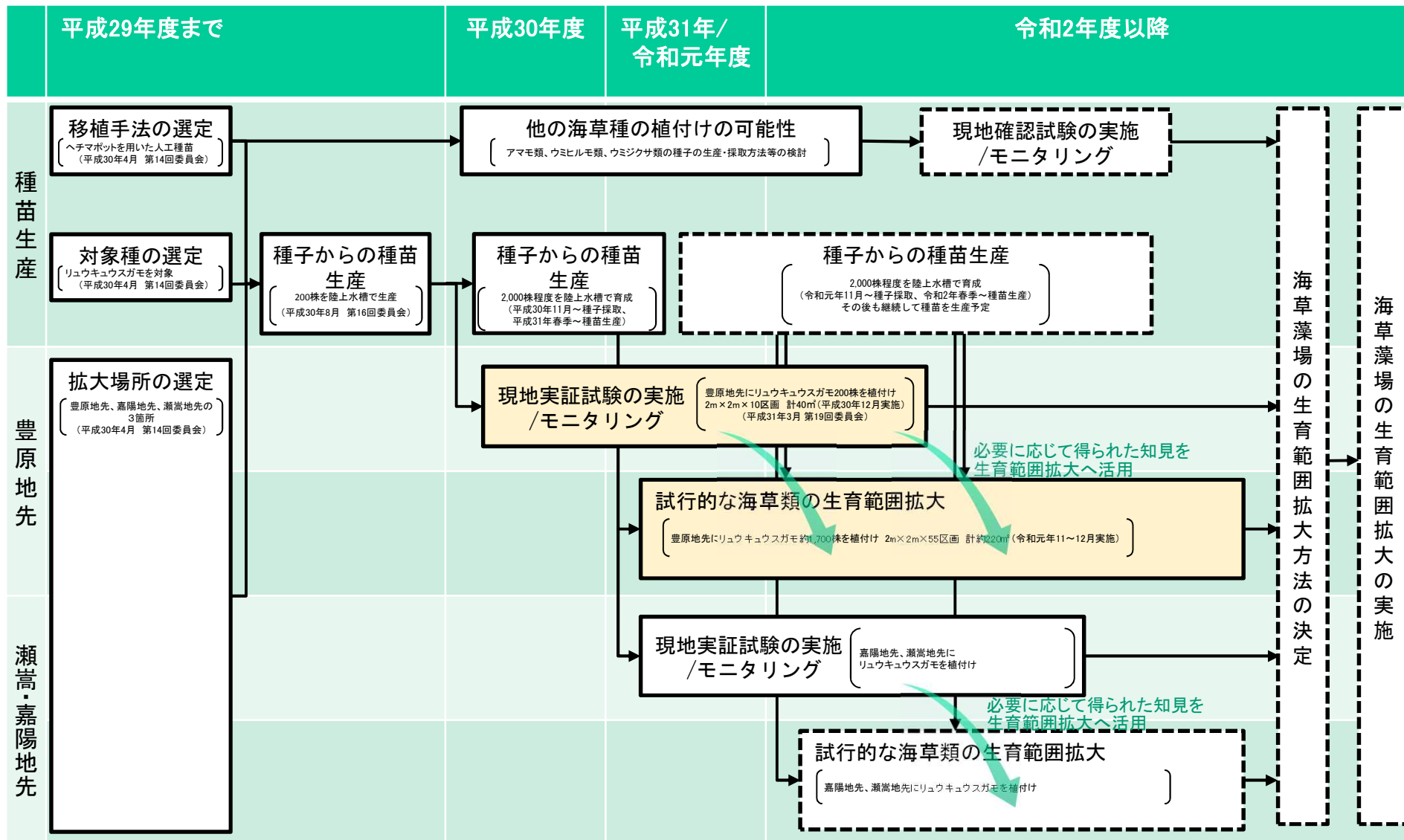


# 海草藻場の生育範囲拡大について

令和2年2月

沖縄防衛局

○海草藻場の生育範囲拡大のフローを以下に示す。



凡例：  
実施済or実施中    計画  
今回の報告事項

豊原海域における  
現地実証試験/モニタリングについて

# 1. モニタリング等の実施状況について

○今回の報告では10か月後及び11か月後モニタリング結果を対象とし、次項以降に示す。

調査種類	調査時期	調査項目			
		生育調査	藻場生態系	水環境	
				採水/目視	機器測定
1週間後モニタリング	平成30年12月28日、平成31年1月7日～11日	○	○	○	○
2週間後モニタリング	平成31年1月14日～18日	○	○	○	○
1か月後モニタリング	平成31年1月28日～2月1日	○	○	○	○
2か月後モニタリング	平成31年2月25日～3月1日	○	○	○	○
3か月後モニタリング	平成31年3月25日～29日	○	○	○	○
4か月後モニタリング	平成31年4月24日、25日				○
5か月後モニタリング	令和元年5月30日、31日				○
降雨後モニタリング	令和元年6月4日、5日			○	○
6か月後モニタリング(夏季)	令和元年6月24日、27日～29日、7月1日	○	○	○	○
7か月後モニタリング	令和元年7月25日、26日				○
8か月後モニタリング	令和元年8月26日、27日				○
9か月後モニタリング	令和元年9月25日、26日				○
10か月後モニタリング(秋季)	令和元年10月22日～27日	○	○	○	○
11か月後モニタリング	令和元年11月23日、24日				○
12か月後モニタリング(冬季)	令和元年12月18日、19日、21～23日	○	○	○	○

今回の報告対象

## 2. モニタリング結果の概要

### ○水温、塩分 (p. 6~15)

10か月後（令和元年10月下旬）の水温は26.5~27.1℃であった。塩分は33.5~34.1で、6か月後（令和元年6月下旬~7月上旬）の33.4~34.1とほぼ同じ値であり、3か月後モニタリング時（34.7~34.8）と比較して低い傾向にあったが、これは調査期間の直前となる10月17日に周辺（近傍のキャンプ・シュワブ内）で日降水量150mmを超える大雨が観測されていること、またこれ以降も10月20, 21, 22, 24, 25日に日降水量15mm程度以下の降雨が継続していたことによると考えられた。

### ○葉長 (p. 6~15)

最大平均の推移をみると、6か月後にはSt. TS01, 03, 04, 05, 06, 07, 08, 10において植付け区のリウキュウスガモの葉長の伸長がみられており、さらに10か月後にはSt. TS04, 05, 06において葉長の伸長がみられた。

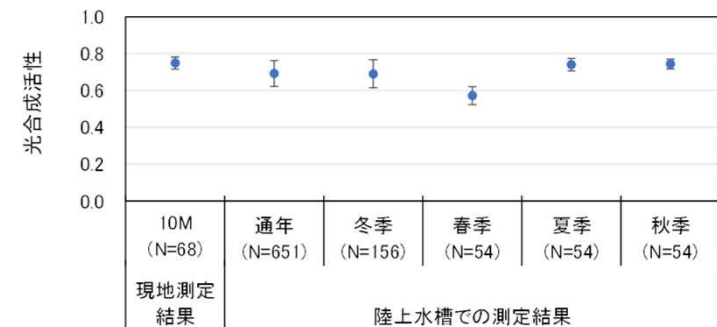
一方、10か月後は台風通過後でもあり、St. TS08, 09, 10において高波浪の影響等により一部の葉が切断され葉長が短くなったと推察される状況もみられた。なお、次ページに示すとおりSt. TS07では移植株が砂に埋没していたことから、葉長の計測は出来なかった。

### ○光合成活性(Diving-PAM) (p. 6~15)

10か月後における既存藻場・植付け区のリウキュウスガモの光合成活性（Walz社製Diving-PAMを用いたクロロフィル蛍光測定）は良好な値（0.651~0.792、n=68）を示していた。既存藻場・植付け区におけるリウキュウスガモの光合成活性が良好であることは、陸上水槽で順調に生育しているリウキュウスガモの光合成活性の平均値（秋季（10月））との比較による。

【参考：陸上水槽で生育しているリウキュウスガモの光合成活性の値】

通年	0.467~0.850（平均0.692、標準偏差0.070、N=651）
冬季（12~2月）	0.473~0.850（平均0.691、標準偏差0.076、N=156）
春季（3月）	0.467~0.661（平均0.572、標準偏差0.049、N=54）
夏季（6月）	0.671~0.806（平均0.741、標準偏差0.034、N=54）
秋季（10月）	0.682~0.785（平均0.744、標準偏差0.028、N=54）



エラーバーは標準偏差を示す。

### ○藻場生態系 (p. 16)

目視観察により確認された魚類は7~61種類、底生動物は8~23種類でそれぞれ海草藻場でみられる種が大半を占めた。6か月後までは時間経過とともに種類は増加する傾向がみられたものの、10か月後には、魚類ではSt. TS06、底生動物ではSt. TS03, 05を除き、種類の減少がみられた。これは台風による一時的な攪乱を受けたことが要因の一つと考えられることから、魚類、底生動物の種類数について今後のモニタリングにおいて注視することとする。

## ○台風による影響の状況整理

台風後である10か月後モニタリング時点においても、ヘチマポット（リュウキュウスガモ種苗）の流失は確認されていないものの、一部で葉切れにより葉長が短くなっている状況や、局所的な砂の移動がみられ、周辺の既存藻場ではリュウキュウスガモ等の海草類の流失による海草藻場の縮小もみられた。

St. TS07では、全ての移植株が砂に埋没しており、海底の地表上ではみられない状況であったが、海草類は砂によって埋没しても、地下茎に蓄えている栄養分を使い、再び葉を伸長させ回復する性質があり、埋没がみられた種苗も生存している可能性があることから、現時点では掘り返しによる確認は行わないものとし、葉の伸長が活発となり再伸長が期待される来期の春～夏季まで状況を注視してモニタリングを行う考え。

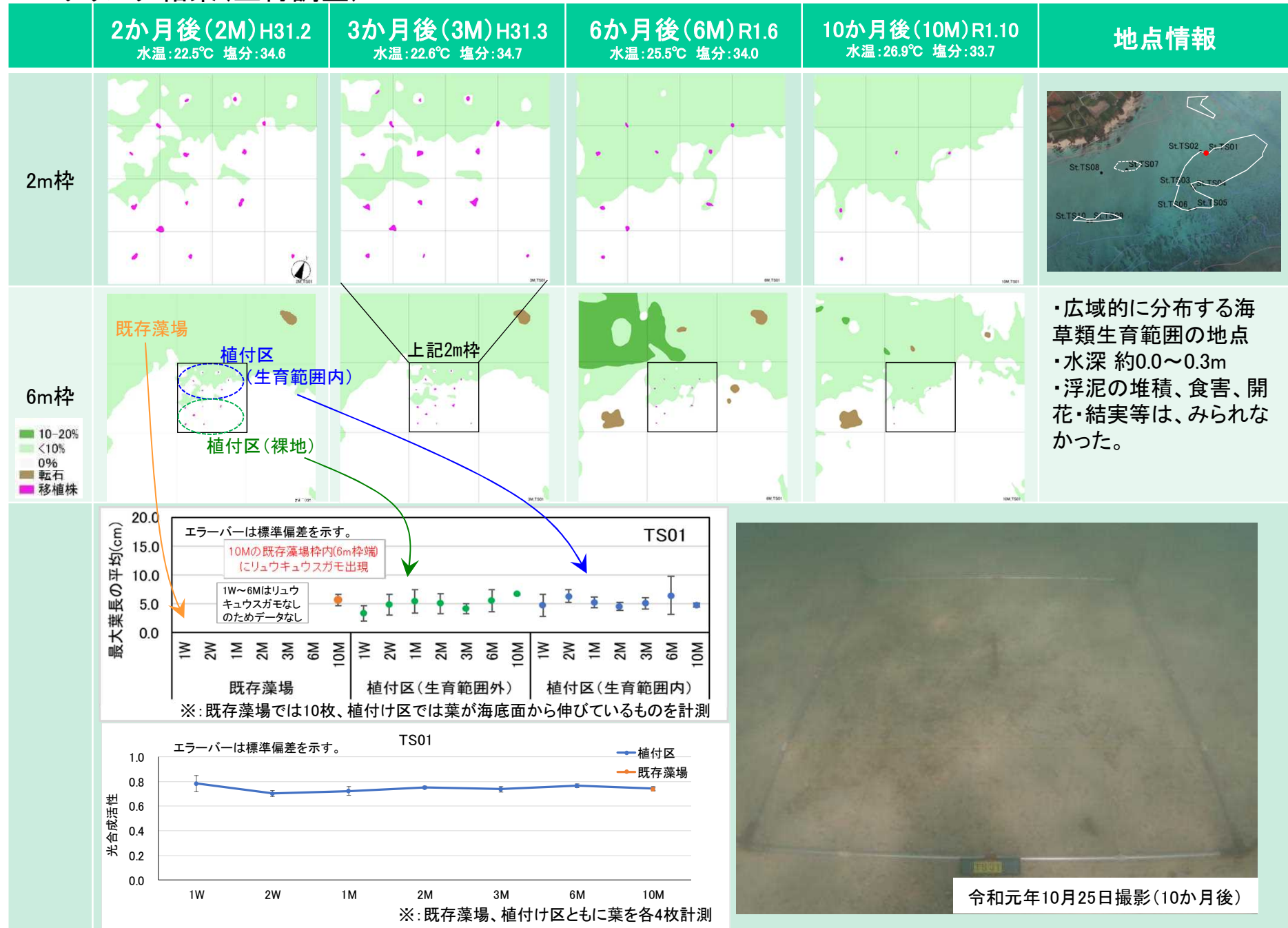
来期の春～夏季においても海底の地表上への伸長がみられないものについては、掘り返しを行いヘチマポット内部の地下茎の状況確認を行うこととする。

なお、今回の状況を踏まえ、台風時等の砂の移動についてのモニタリング結果について、詳細な検討をp. 18, 19に示す。



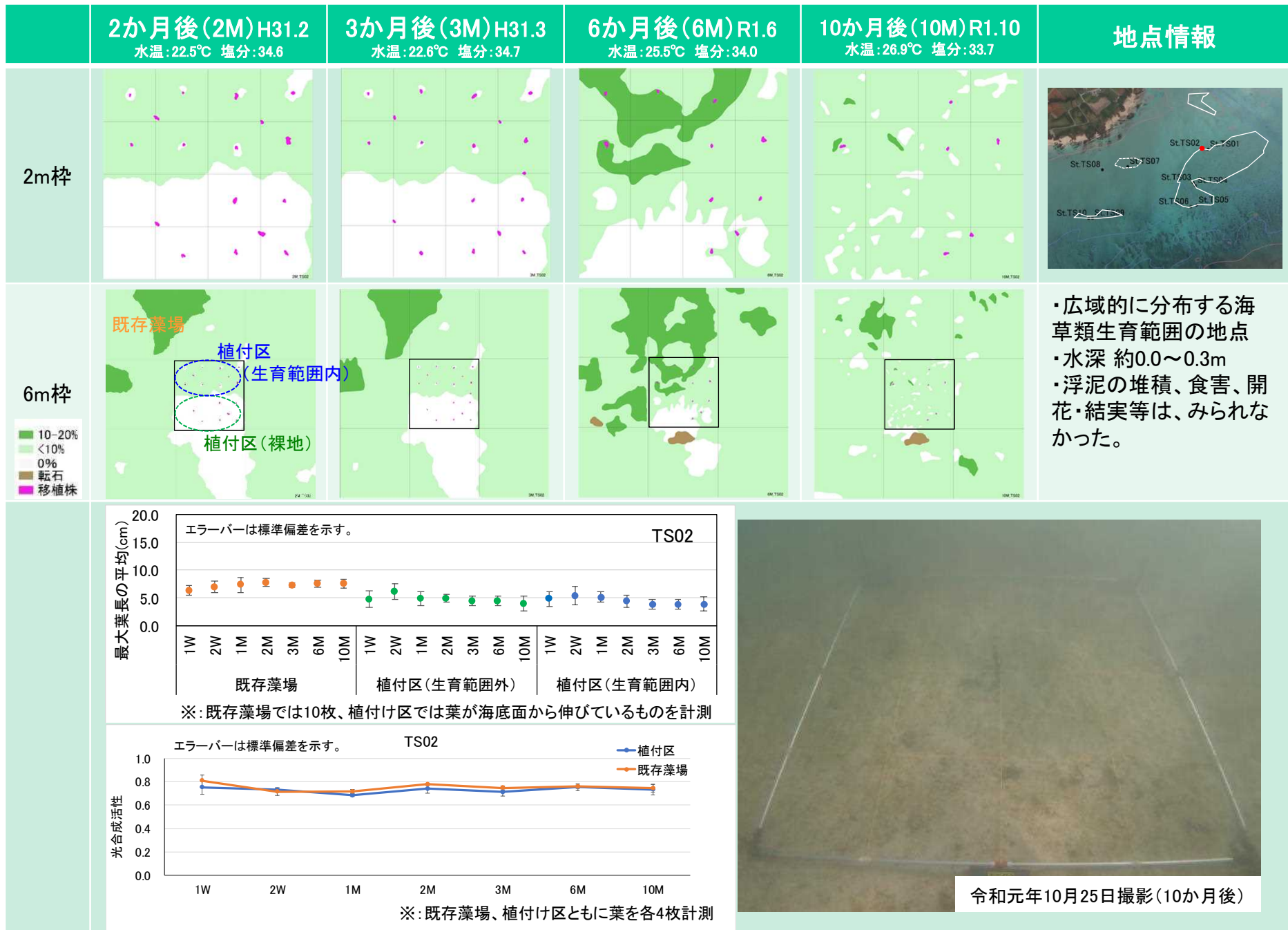
令和元年台風17号(令和元年9月20～21日沖縄島接近)通過後の試験区St. TS07の状況

# モニタリング結果(生育調査) St.TS01



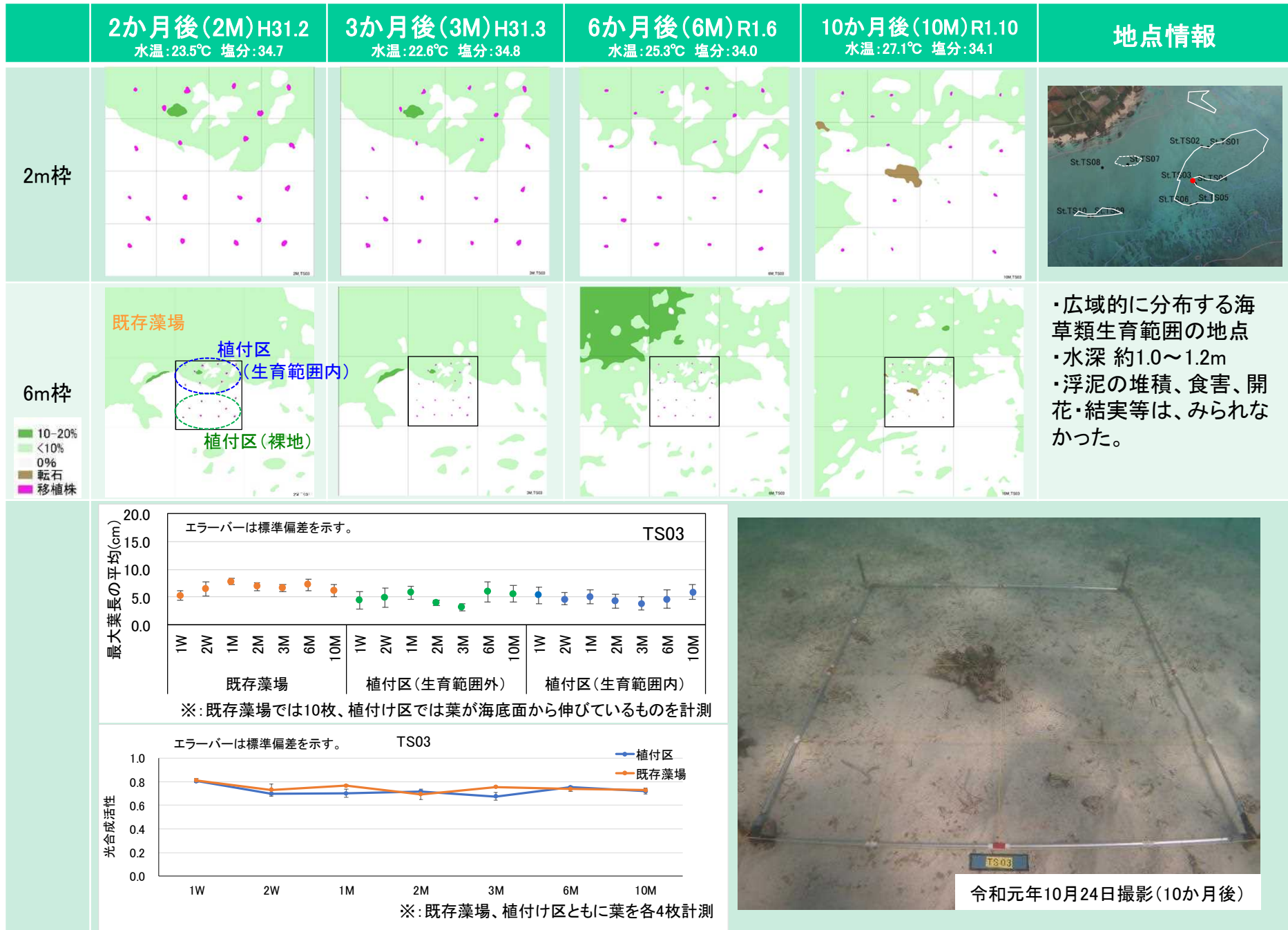
注) ■ 移植株は地表に出ていて目視確認ができるものを示す。

# モニタリング結果(生育調査) St.TS02



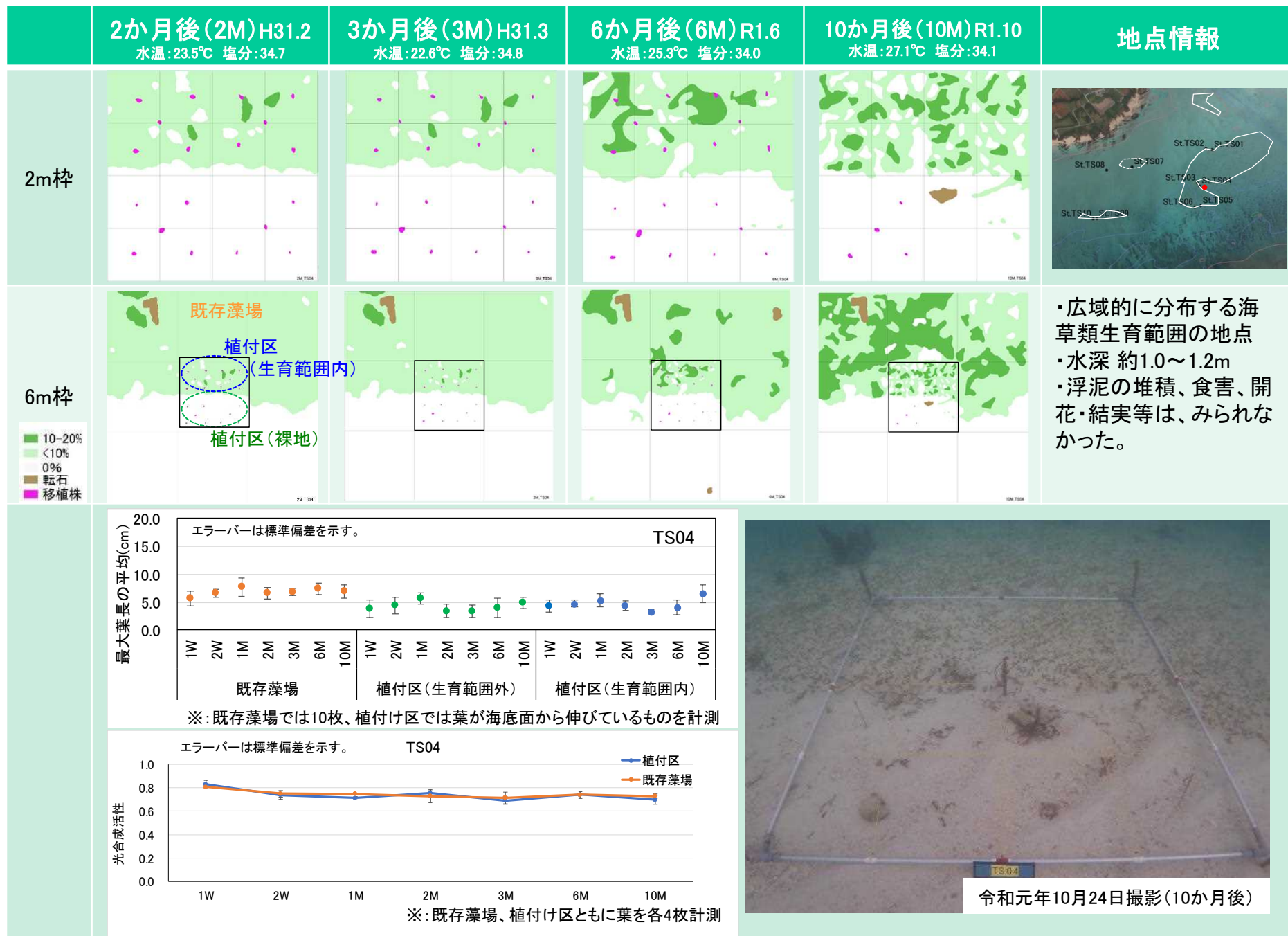
注) 移植株は地表に出ていて目視確認ができるものを示す。

# モニタリング結果(生育調査) St.TS03



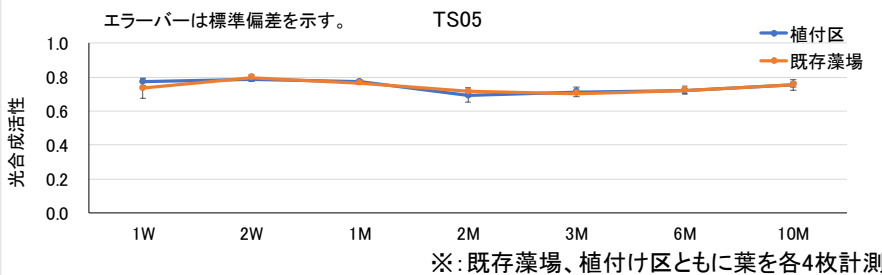
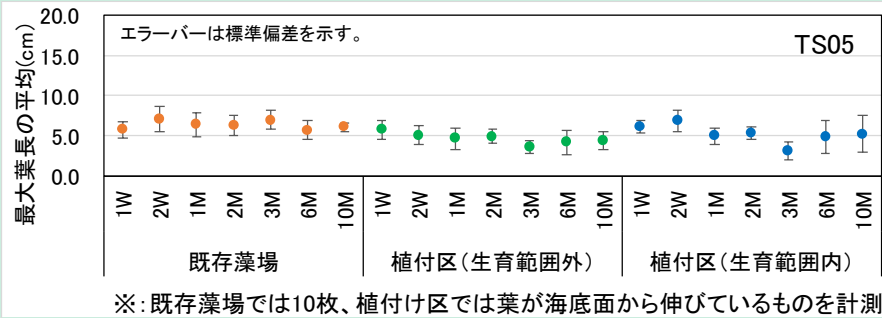
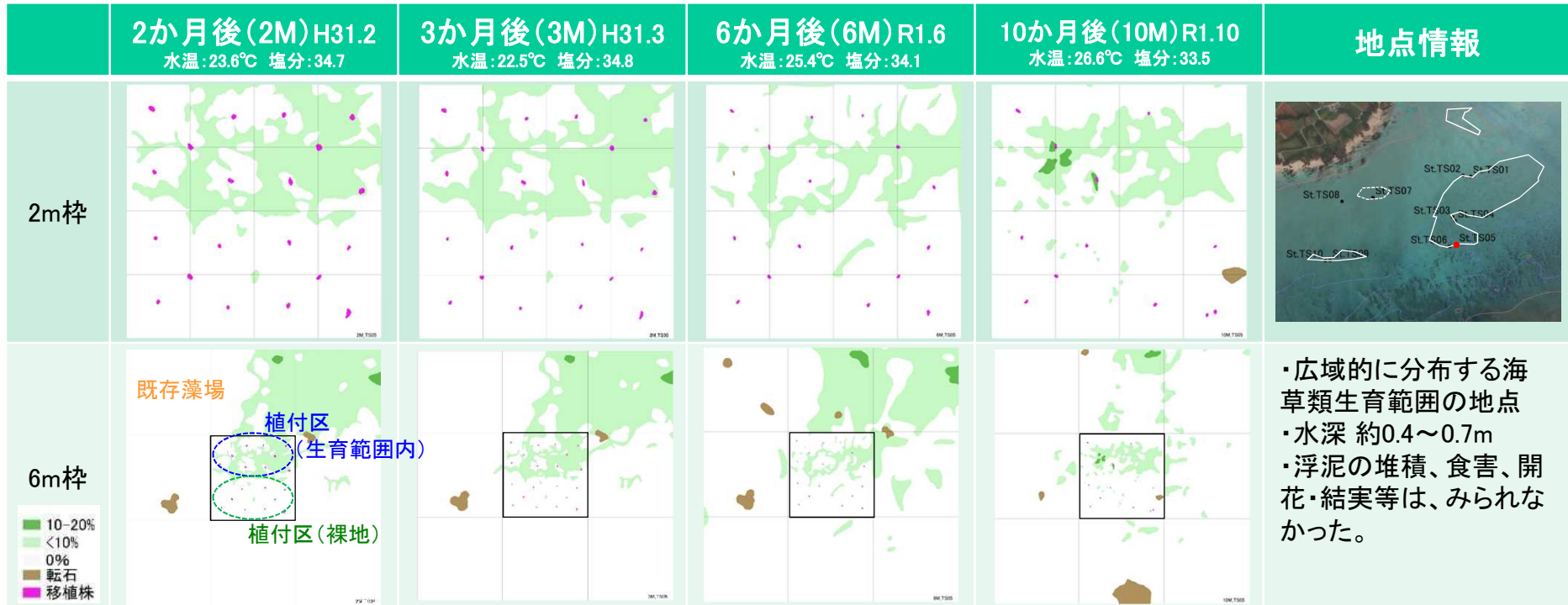
注) 移植株は地表に出ていて目視確認ができるものを示す。

# モニタリング結果(生育調査) St.TS04



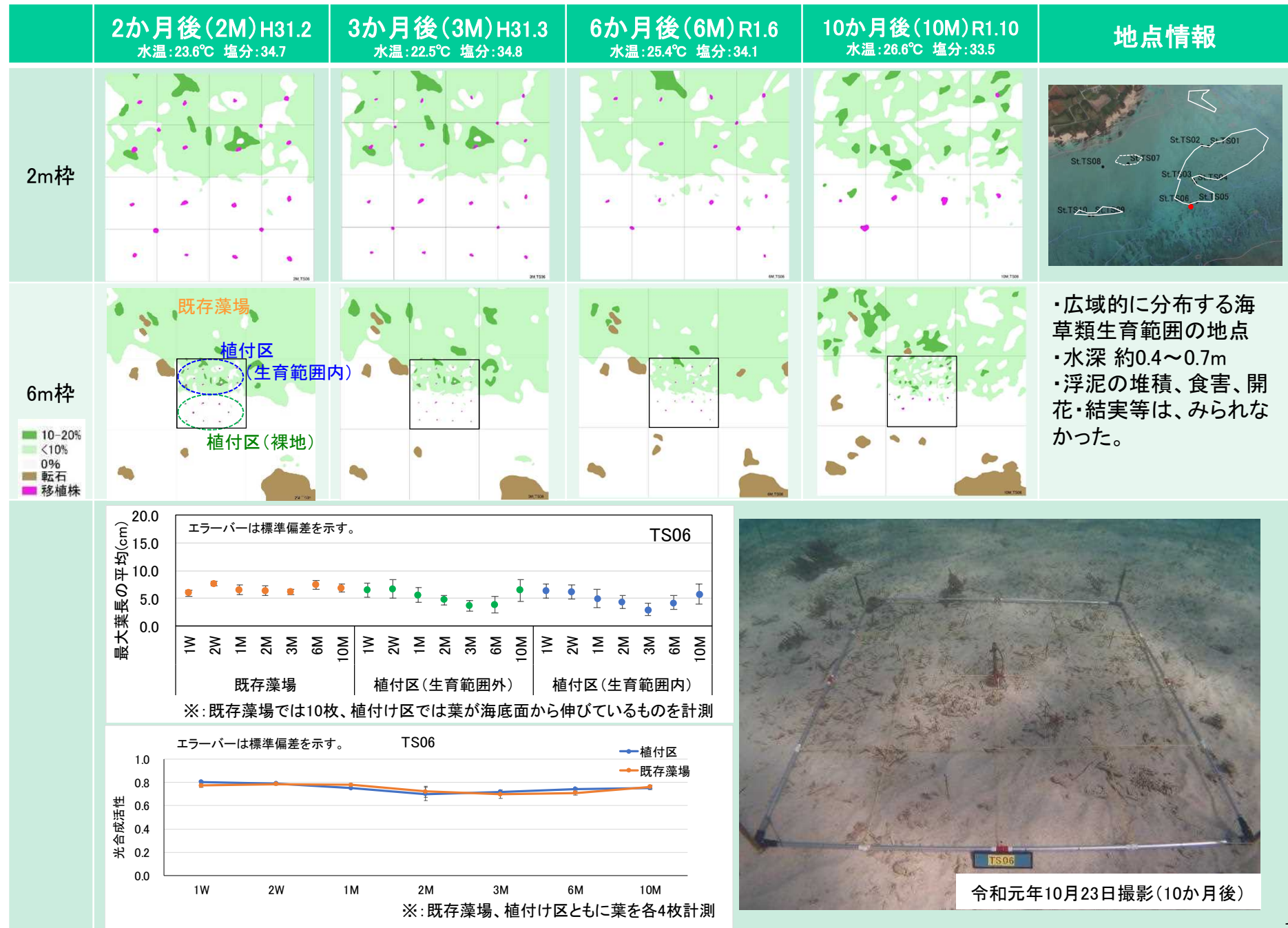
注) 移植株は地表に出ていて目視確認ができるものを示す。

# モニタリング結果(生育調査) St.TS05



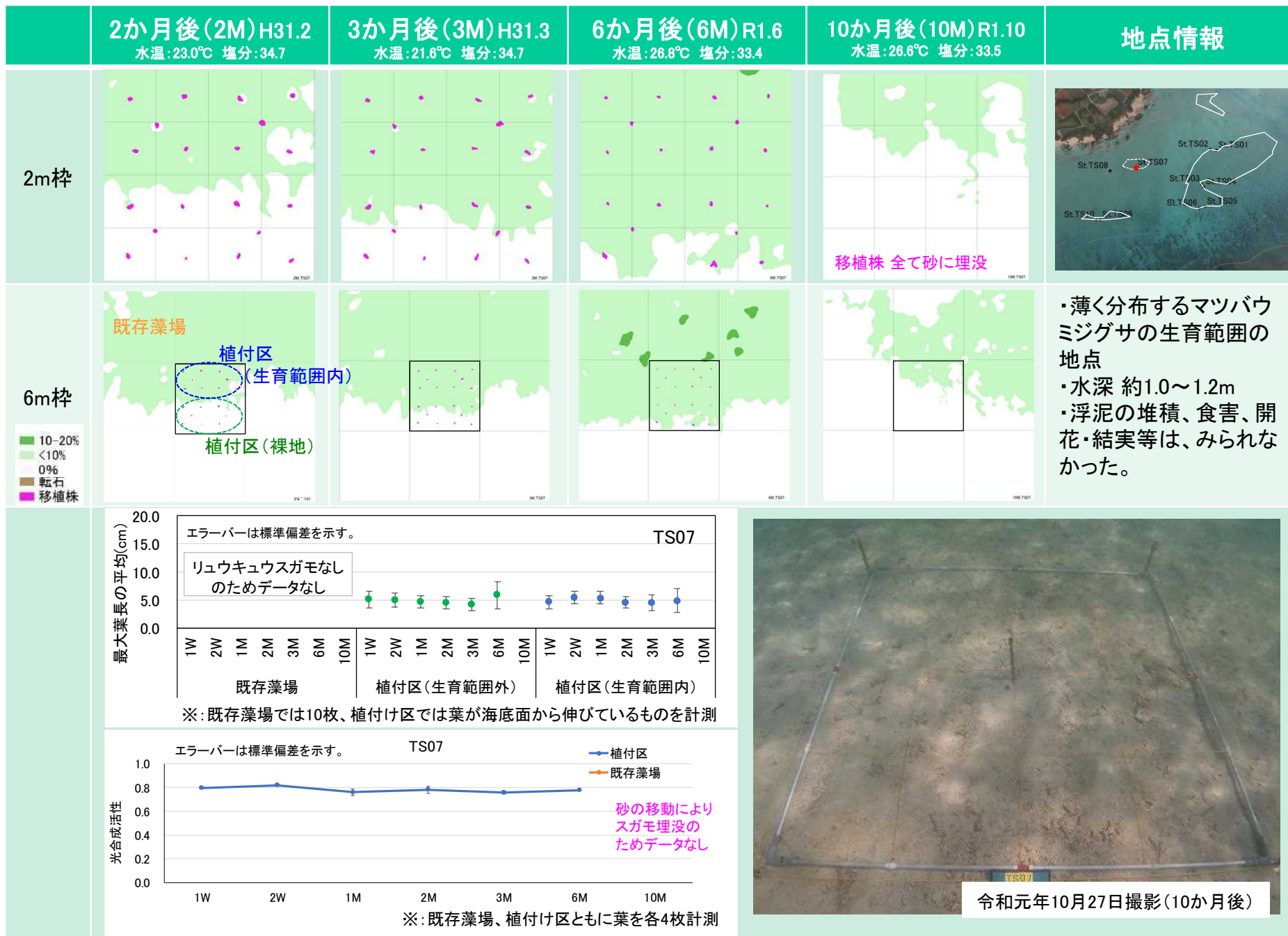
注) ■ 移植株は地表に出ていて目視確認ができるものを示す。

# モニタリング結果(生育調査) St.TS06



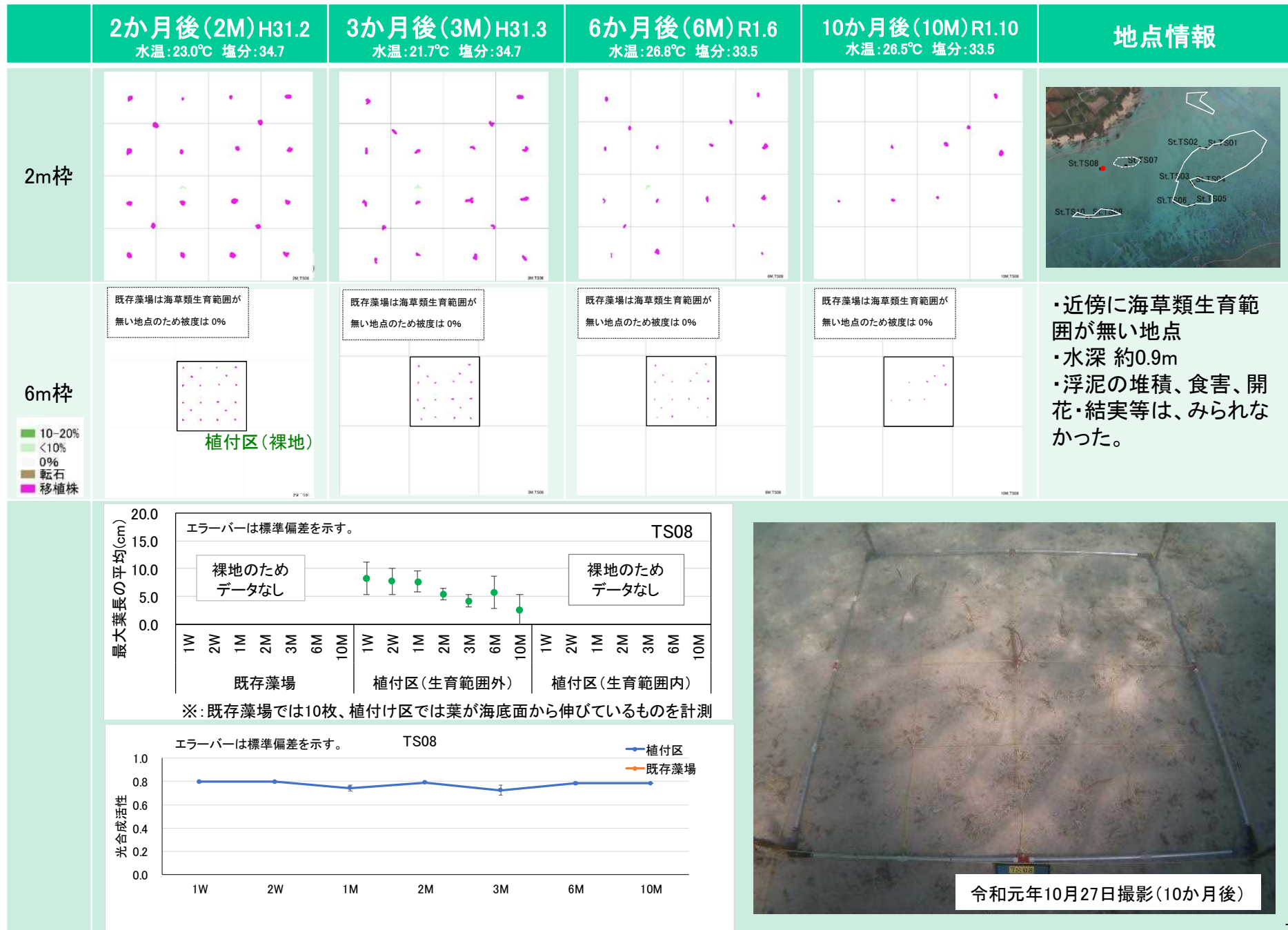
注) 移植株は地表に出ていて目視確認ができるものを示す。

# モニタリング結果(生育調査) St.TS07



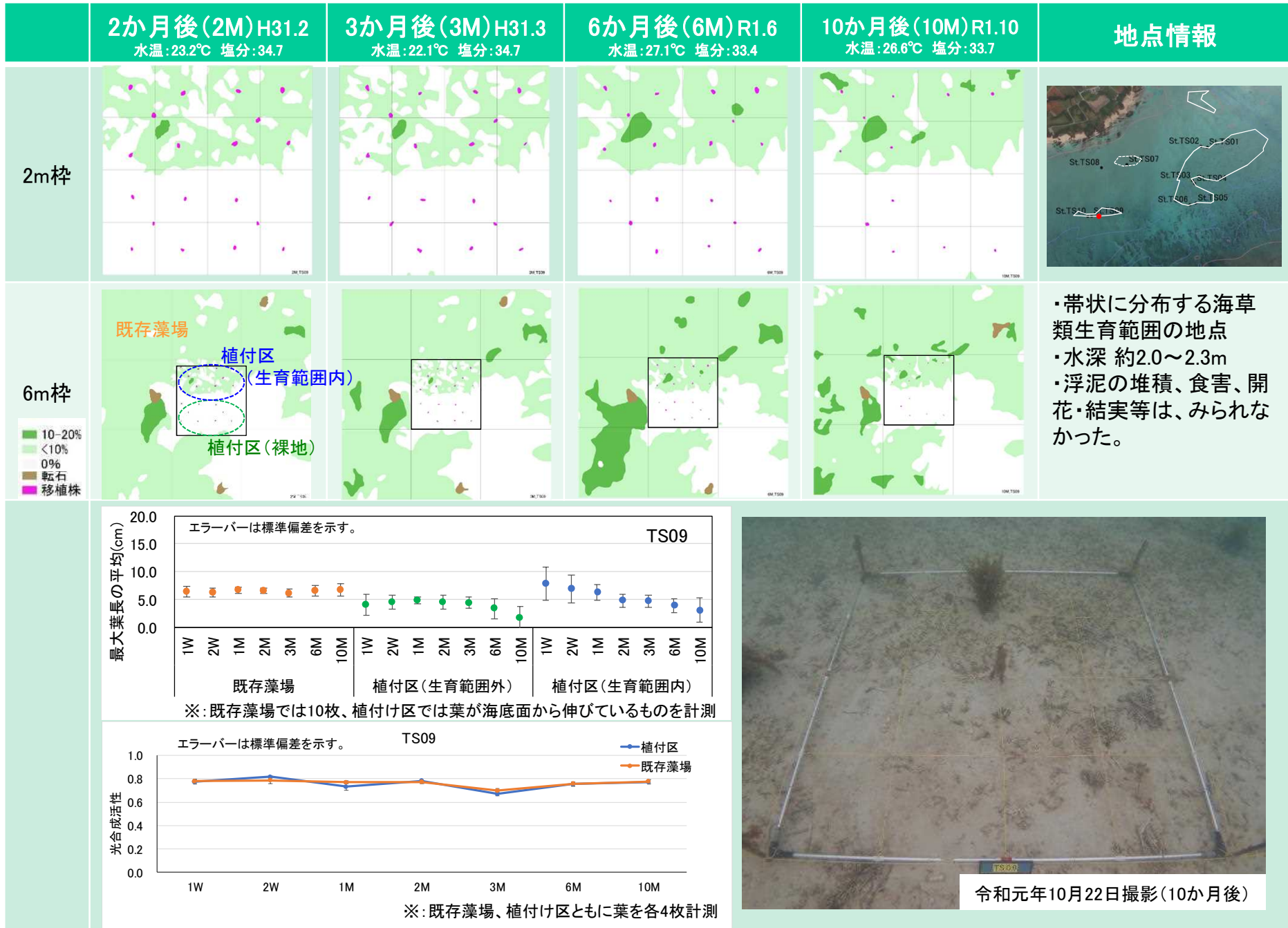
注) ■ 移植株は地表に出ていて目視確認ができるものを示す。

# モニタリング結果(生育調査) St.TS08



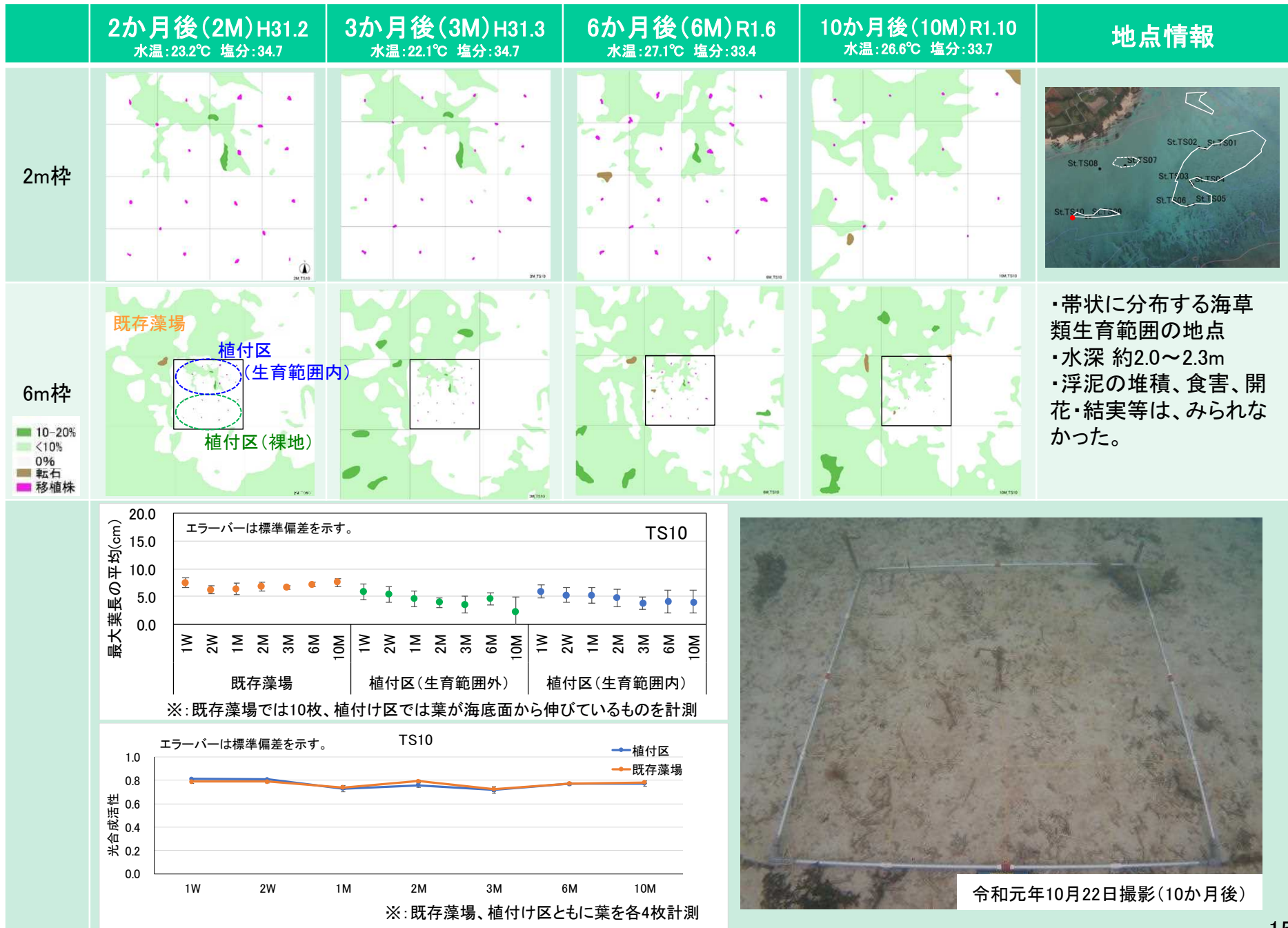
注) ■ 移植株は地表に出ていて目視確認ができるものを示す。

# モニタリング結果(生育調査) St.TS09



注) ■ 移植株は地表に出ていて目視確認ができるものを示す。

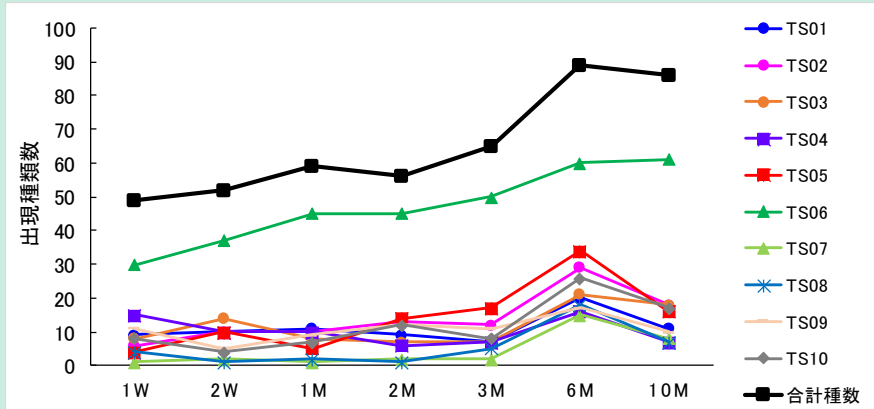
# モニタリング結果(生育調査) St.TS10



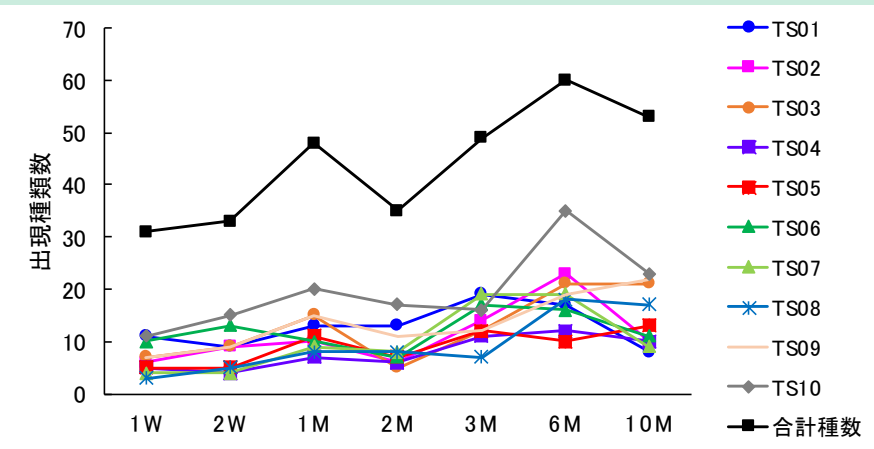
注) ■ 移植株は地表に出ていて目視確認ができるものを示す。

# モニタリング結果（藻場生態系）

## 藻場生態系



魚類の出現種類数の推移



底生動物の出現種類数の推移

### ○確認された魚類について

- ・ 枠内に出現した種としてはシノビハゼやコブヌメリ属など砂泥を好む魚種がみられた。
- ・ 概ね、藻場でみられる魚種が記録されたが、一部に転石等がみられたため岩礁に依存する種も確認された。
- ・ 10か月後の出現種数の減少は、台風による攪乱を受けたことも要因の一つと考えられる。



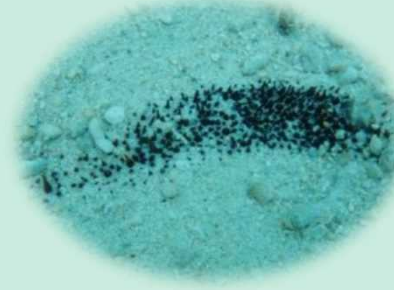
シノビハゼ



ヒメダテハゼ

### ○確認された底生動物について

- ・ 海草類の食害の原因となるウニの仲間や、アメフラシの仲間は観察されなかった。
- ・ 10か月後の出現種数の減少は、台風による攪乱を受けたことも要因の一つと考えられる。



モグラクロナマコ

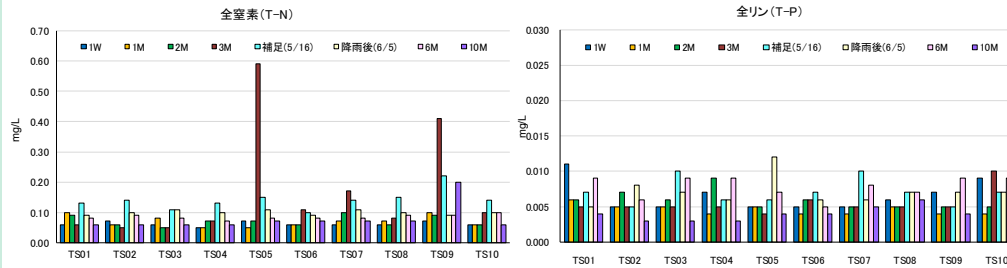


アンボンクロザメ

# モニタリング結果（水環境）

## 水質、流速

○10か月後の全窒素、全リンには大きな変化はみられなかった。平均流速は約5～25cm/sであった。



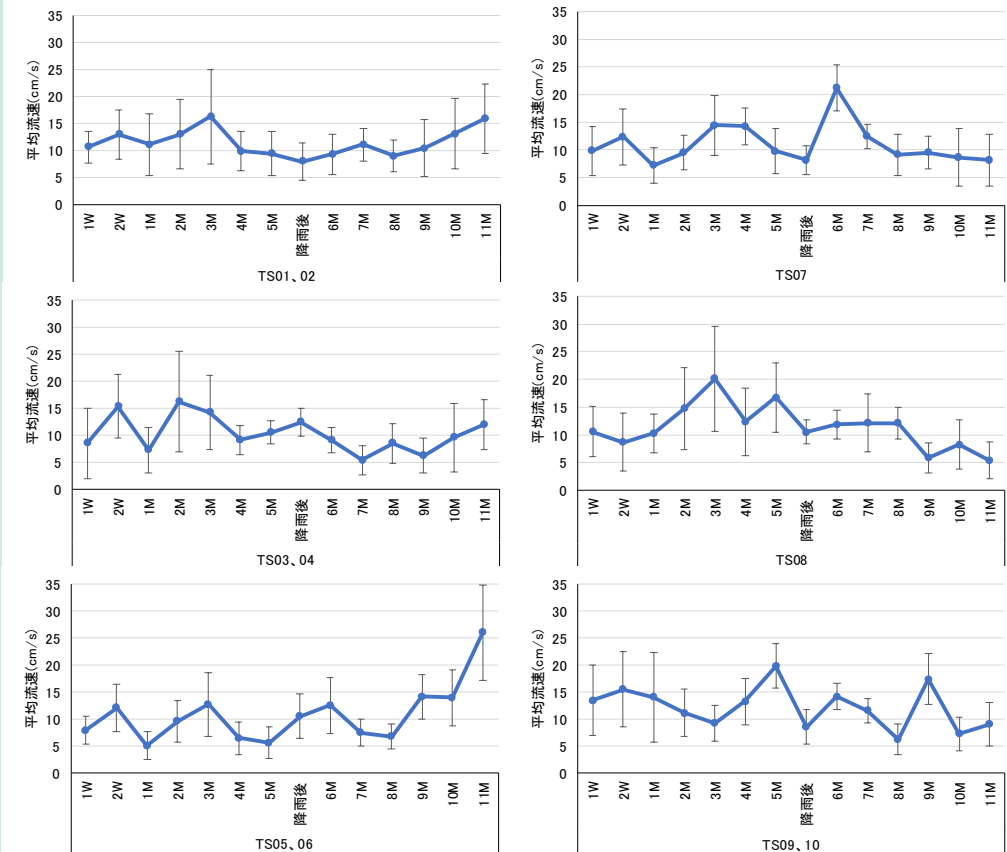
### 【全窒素、全リンの分析方法】

調査時に海底付近（海底面上約50cm）から採水し室内分析を行った。

〈分析方法〉

全窒素：JIS K 0102-45.4

全リン：JIS K 0102-46.3.1



### 【流速の計測方法】

流速はAEM213-D (JFEアドバンテック社製) を用いて底上0.5m層で測定した。

左図は、観測機器を船上から垂下し、値が安定した後に概ね10秒毎に10回連続で測定した値を平均し、平均流速として示している。

なお、第22回委員会で提示のとおり、観測機器を海底に設置して実施する調査を準備中であり、沖縄県との協議が整い次第実施する予定。



エラーバーは標準偏差を示す。

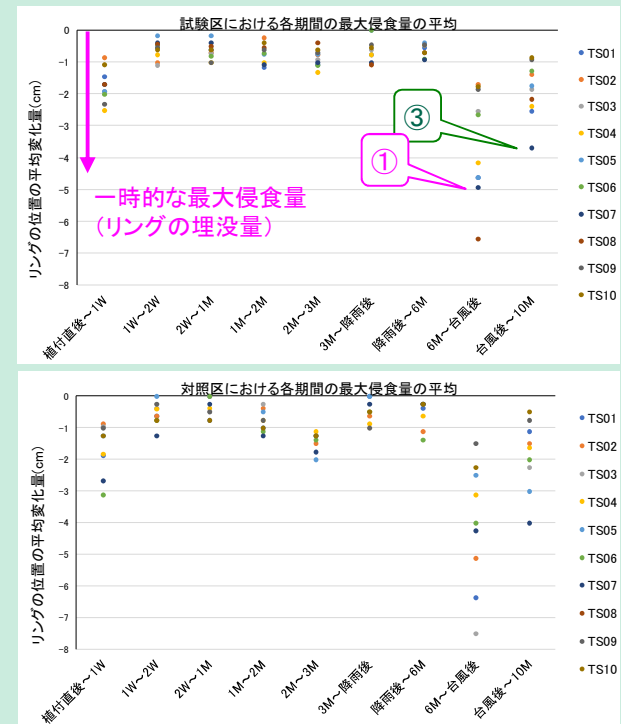
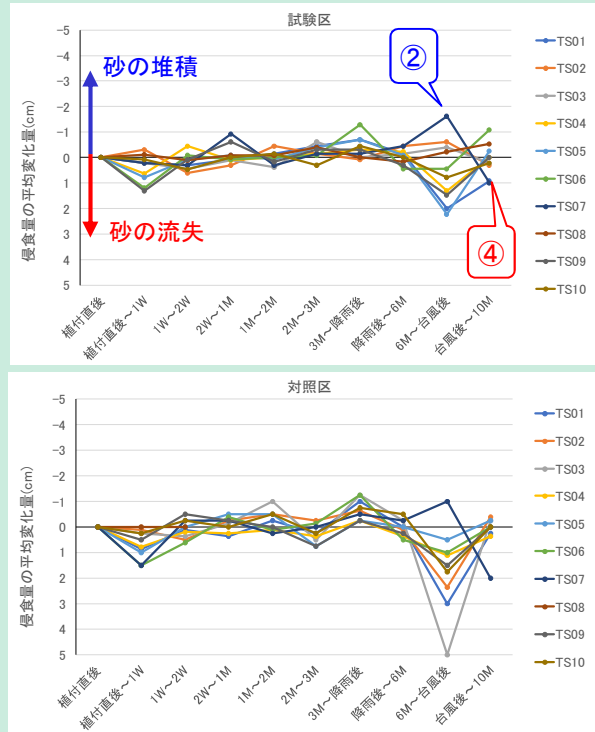
注) 流速は、地点間距離に近いSt.TS01と02、03と04、05と06、09と10は中間地点で測定した。

# モニタリング結果（水環境）

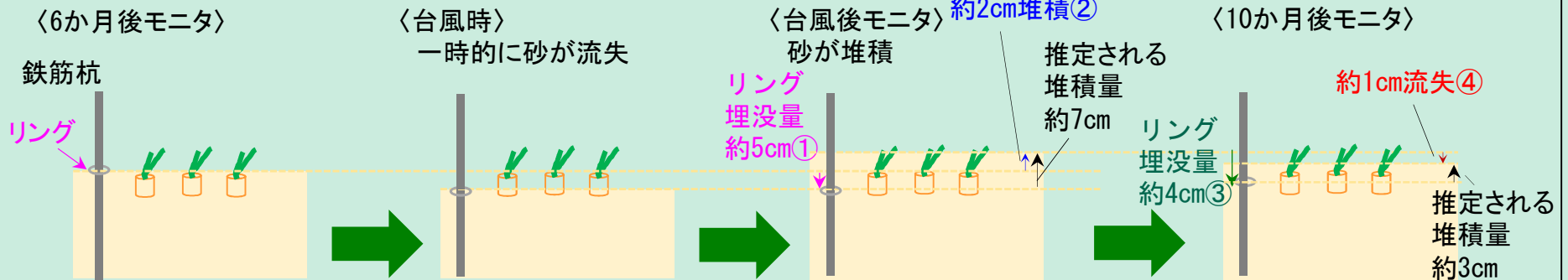
## 砂面変動(1)

### 【St. TS07での砂面変動について】

- 台風後に試験区全体が砂をかぶり、大半の葉が埋まっていたSt. TS07では、リングの埋没量（約5cm①）と海底面の変化値（約2cm堆積②）から、台風時の変動として約5cm厚の砂が流失し約7cm厚の砂が堆積した状況がうかがえる。
- その後10か月後モニタリングまでに再び約4cm③の砂が流失したものの、侵食量は約1cm④であったことから、約3cmの砂が堆積したことがうかがえる。
- ただし、ヘチマポットや種苗の深度方向の位置は変化しないため、移植株が砂に覆われてしまうかどうかは、植付け時の地盤高に対する砂面の変動状況に支配されることから、これを次ページにおいて検討した。



### St. TS07の砂の流失と堆積の推移（模式図）



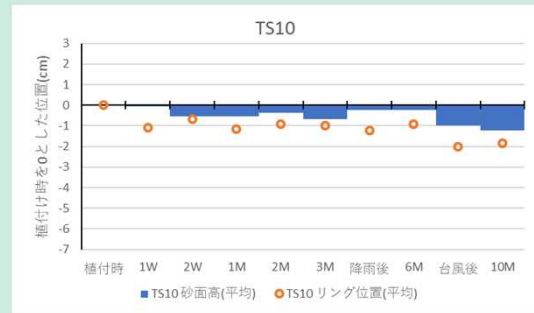
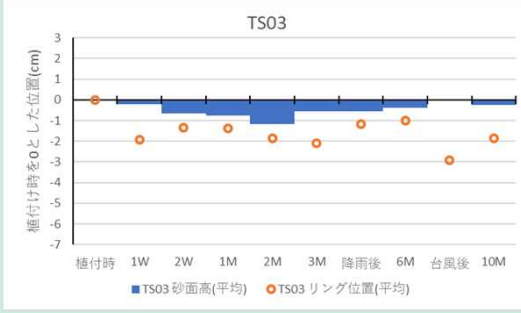
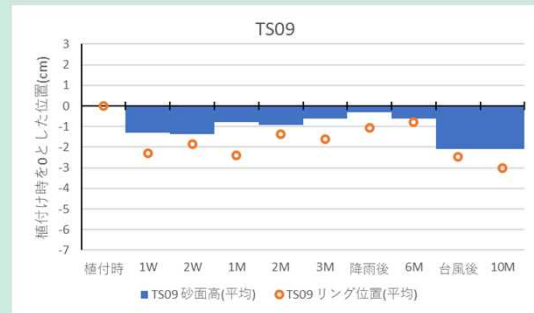
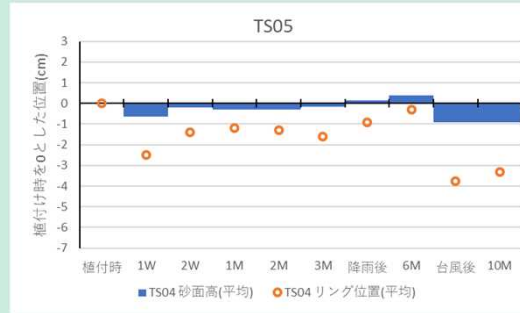
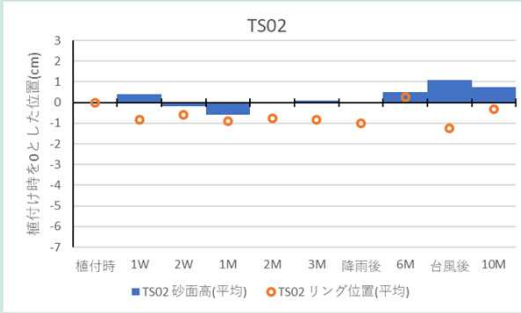
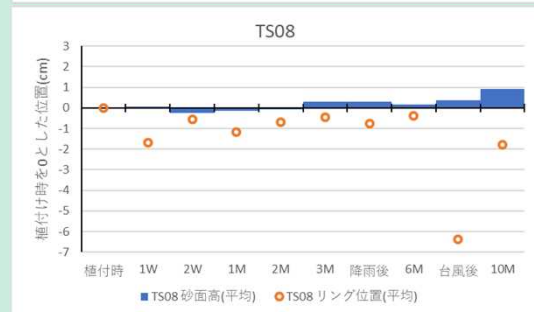
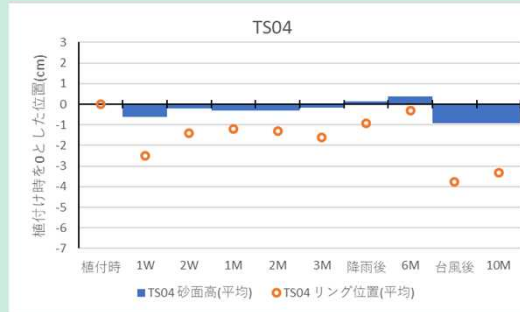
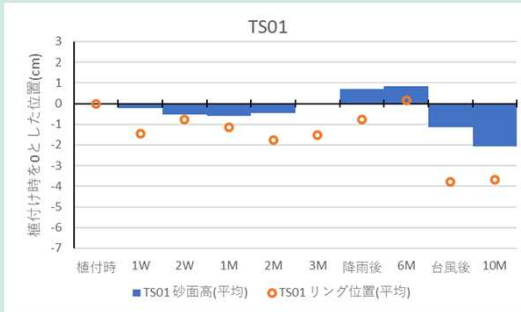
# モニタリング結果（水環境）

## 砂面変動(2)

- 各地点の植付け時を基準とした砂面変動の推移について全地点を図化したところ、台風後調査時に、他の地点では最大でも1cm程度の堆積であったが、St. TS07では台風後約2.5cmの堆積が生じ、その後10か月後モニタリングでも約1.5cmの堆積が生じている状況であるなど堆積傾向が他地点に比べ顕著であったため、種苗の埋没がみられたものと考えられた。
- リングは調査ごとにその時点の海底表面に置きなおしているため、次調査時のリング位置は調査間の砂移動による最大低下位置を示しており、常に侵食と堆積を繰り返していることがうかがえる。St. TS01、09では植付け時の海底面より約2cmの低下が生じているが、植付け株の流失などは見られなかった。



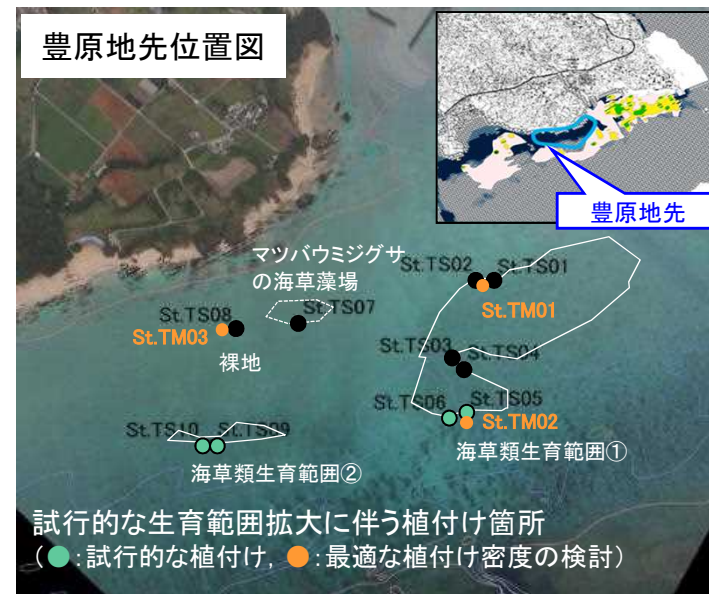
植付け時を基準(ゼロ)とした砂面変動の推移と調査時のリング位置



豊原海域における  
試行的な海草類の生育範囲拡大について

## 1. 試行的な植付けについて

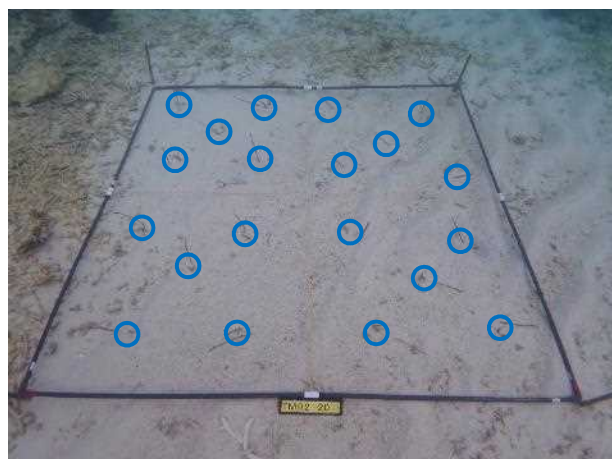
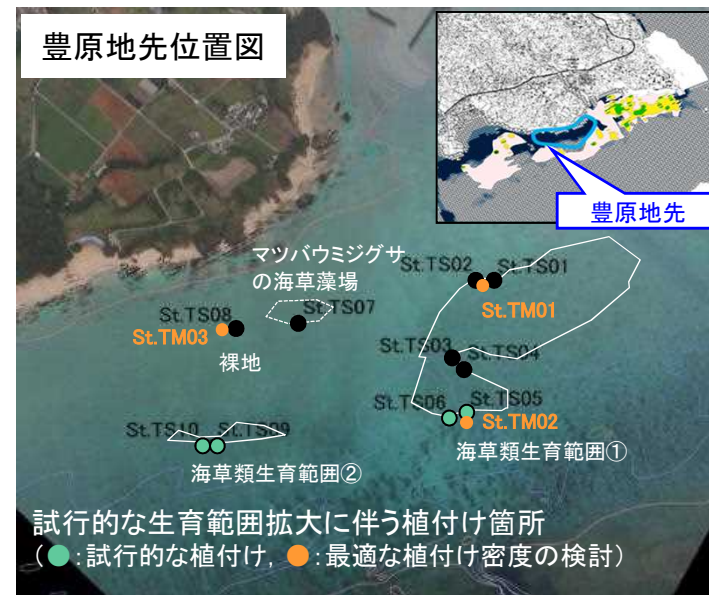
- 現地実証試験により得られる知見を随時使いながら、海草類の生育範囲の拡大を目的として実施。
- 図中の●で示す地点(St. TS05, 06及び09, 10)の既存藻場縁辺部を中心に区画を設定し、令和元年12月19～25日に植付けを実施。
- 植付けは1地点当たり1区画(2×2m)に20株として、St. TS05, 06周辺に17区画、St. TS09, 10周辺に8区画、合計25区画で実施。
- 植付け株の状態や推移を把握するための状況確認は、約1割の区画を対象に、四季に実施するほか、台風等により特に確認する必要性が生じた場合にも実施する。全体について、遠景での写真撮影と、大規模な流失等が発生していないかどうかの目視確認を行う。これら手法等については後述の表に整理。



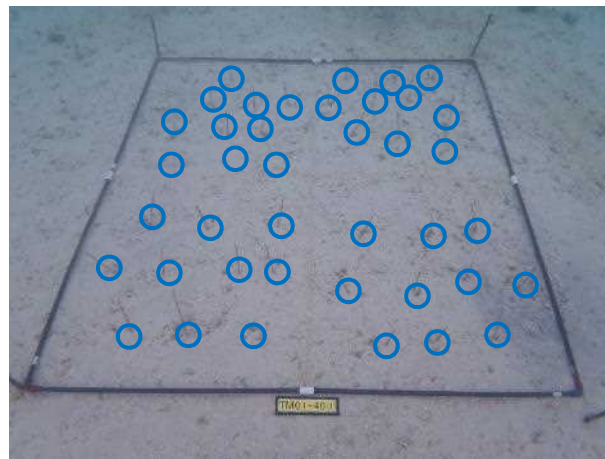
試行的な植付けを行った区画(左、中央: St. TS05, 06周辺 右: St. TS09, 10周辺)

## 2. 最適な密度の検討について

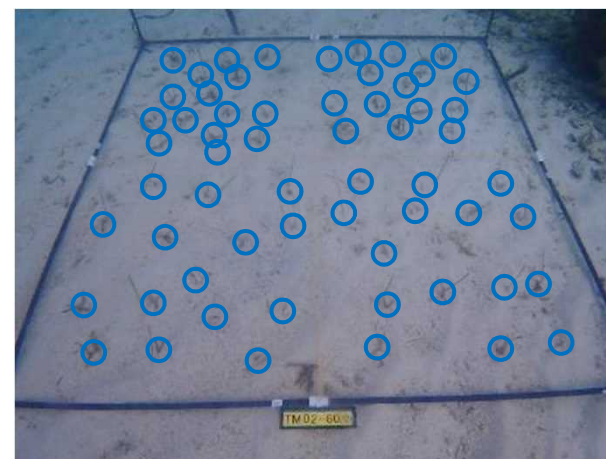
- 試行的な植付けの一環として、図中の●で示す環境の異なる3地点に1区画（2×2m）に20株（現地実証試験と同数）、40株、60株の3パターンをそれぞれ10区画設定し、令和元年11月28日～12月18日に植付けを実施。
- 生育範囲の拡大に最適と見込まれる密度を確認するため、地盤を安定させる程度にまで地下茎を伸長させることが見込まれる約2年後に一定面積をサンプリングし、生残や地下茎の絡まり具合、根の密度等を周辺の既存藻場と比較することで、早期に安定した海草藻場が形成される生育範囲の拡大に最適と見込まれる植付け密度を確認する予定。
- 約2年後のサンプリングまでの間は、四季及び台風等により特に確認する必要が生じた場合に状況確認を行う。これら手法等については後述の表に整理。



植付け区の写真(20株/区画)



植付け区の写真(40株/区画)



植付け区の写真(60株/区画)

### 3. 植付け後の状況確認について

○試行的な海草類の生育範囲拡大における、「試行的な植付け」及び「最適な植付け密度の検討」では、以下に示す方法、項目、頻度等でモニタリングを実施する考え。

調査	方法及び項目	調査頻度		調査対象とする区画等の設定
		定期的	その他	
試行的な植付け	<b>【目視観察】</b> ・優占種(藻場構成種) ・被度(写真撮影) ・海底の地表上に草体が視認できる株数 ・草体及び藻場の外観異常の有無 ・開花、結実、発芽の有無※	春季、夏季、秋季、冬季 (4回/年) ※対象となる事象が生じる可能性のある季節として、秋季、冬季、春季 (3回/年)	台風後などに 適宜実施	植付けた区画の約1割を対象に <b>【目視観察】</b> を実施  他の区画については以下を実施 ・写真撮影 ・特記的な異常の有無について目視記録
	<b>【目視観察】</b> ・優占種(藻場構成種) ・被度(写真撮影) ・海底の地表上に草体が視認できる株数 ・草体及び藻場の外観異常の有無 ・開花、結実、発芽の有無※	春季、夏季、秋季、冬季 (4回/年) ※対象となる事象が生じる可能性のある季節として、秋季、冬季、春季 (3回/年)	台風後などに 適宜実施	植付けた区画の全てを対象に <b>【目視観察】</b> を実施
	<b>【目視観察】</b> ・掘り返しによるサンプリング ・生残や地下茎の絡まり具合、または根の密度を周辺の既存藻場と比較	約2年後に1回		一定面積をサンプリング対象 (対象面積などの具体は、調査実施時点での状況を勘案し決定)