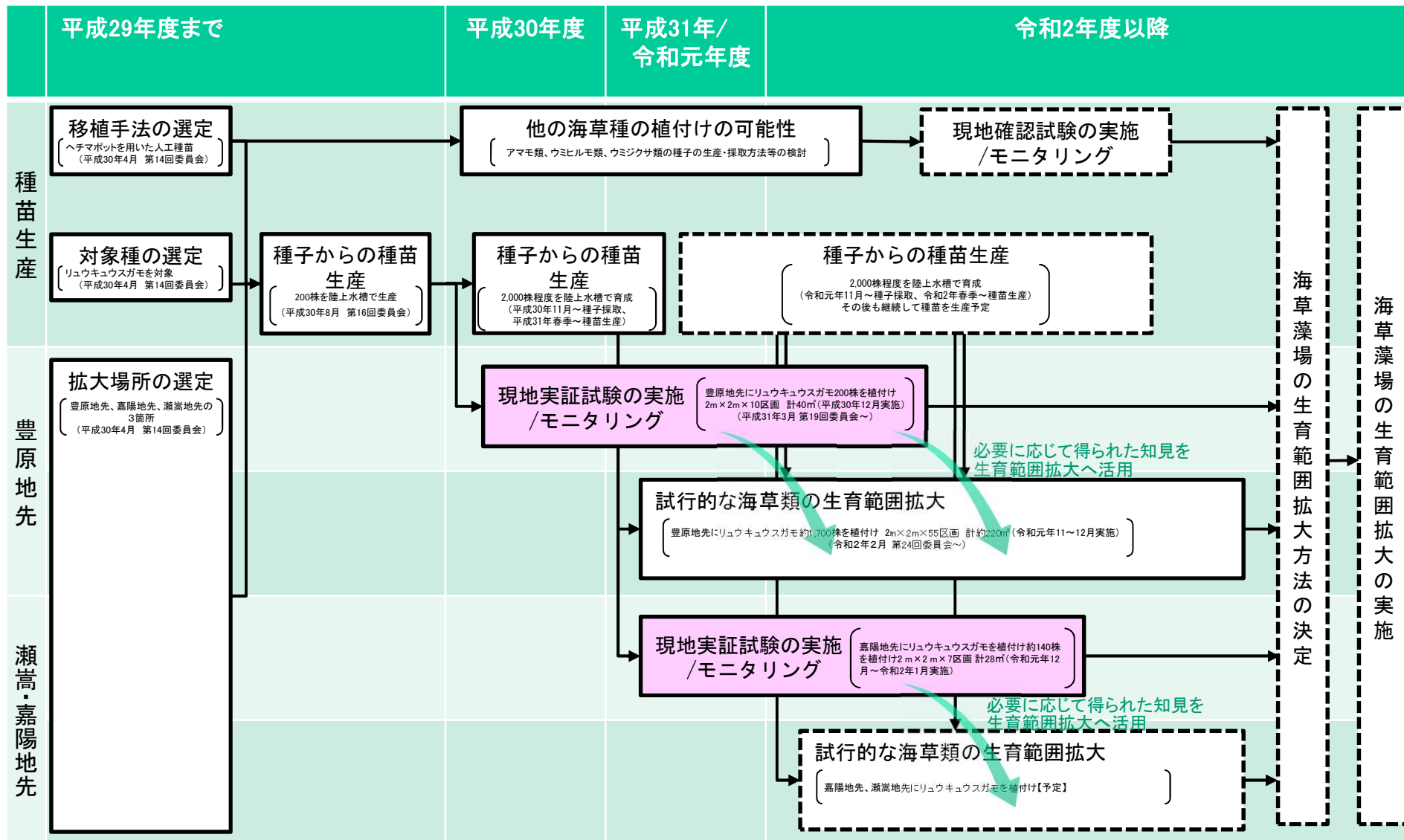


海草藻場の生育範囲拡大について

令和2年5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12～14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日～23日	○	○	○	○
13か月後モニタリング	令和2年1月27日、28日				○
14か月後モニタリング	令和2年2月25日、26日				○
15か月後モニタリング	令和2年3月26日、27日				○
16か月後モニタリング(春季)	令和2年4月20日～24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. 5~14、p16)

12か月後（令和元年12月）の水温は22.2~23.2℃、塩分は34.3~34.7であり、水温、塩分ともに地点間に大きな差はみられなかった。また、13か月後（令和2年1月）、14か月後（令和2年2月）も含めた調査期間全体についてみると、水温、塩分ともに1年前の冬季の時期と同等であった。

○葉長 (p. 5~14)

最大平均の推移をみると、いくつかの地点で台風通過後に高波浪によって切断された葉長が少しずつ伸長している様子が見られ、水温の上昇する春季以降はさらなる葉の伸長が期待される。

なお、葉の状況については、過去に実施した陸上水槽での試験において2年目以降から地下茎の伸長がみられていたことから、伸長した地下茎から新たな葉が海底面上へ伸長してくることが予想されるため、これについても注視していく予定。

○光合成活性 (Diving-PAM) (p. 5~14)

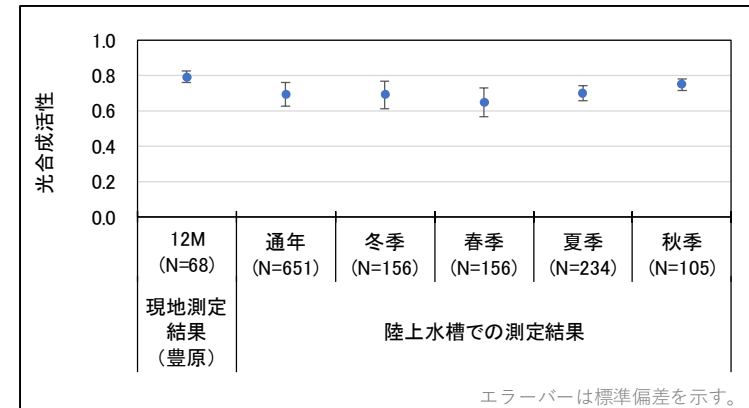
12か月後における既存藻場・植付け区のリュウキュウスガモの光合成活性（Walz社製Diving-PAMを用いたクロロフィル蛍光測定）は良好な値（0.707~0.855、n=68）を示していた。既存藻場・植付け区におけるリュウキュウスガモの光合成活性が良好であることは、陸上水槽で順調に生育しているリュウキュウスガモの光合成活性の平均値（冬季（12~2月））との比較による。

【参考：陸上水槽で生育しているリュ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（3~5月）	0.467~0.784（平均0.646、標準偏差0.081、N=156）
夏季（6~9月）	0.565~0.806（平均0.700、標準偏差0.044、N=234）
秋季（10~11月）	0.658~0.805（平均0.749、標準偏差0.032、N=105）

※1 上記の値は平成28年8月~平成29年8月に測定した値。

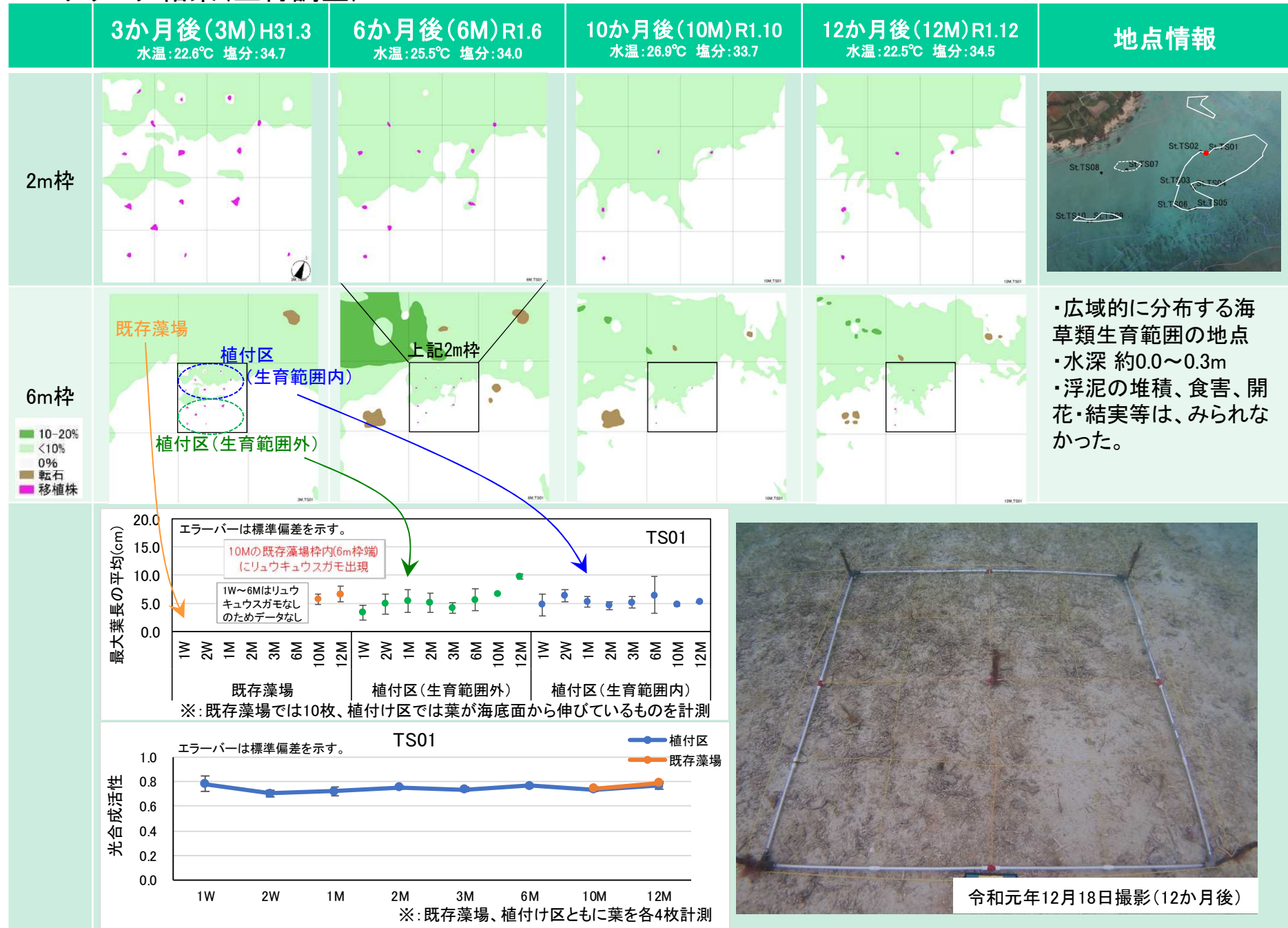
※2 本資料より、通年の測定結果を、上記の期間毎に割り当てて算定した結果を表示。



○藻場生態系 (p. 15)

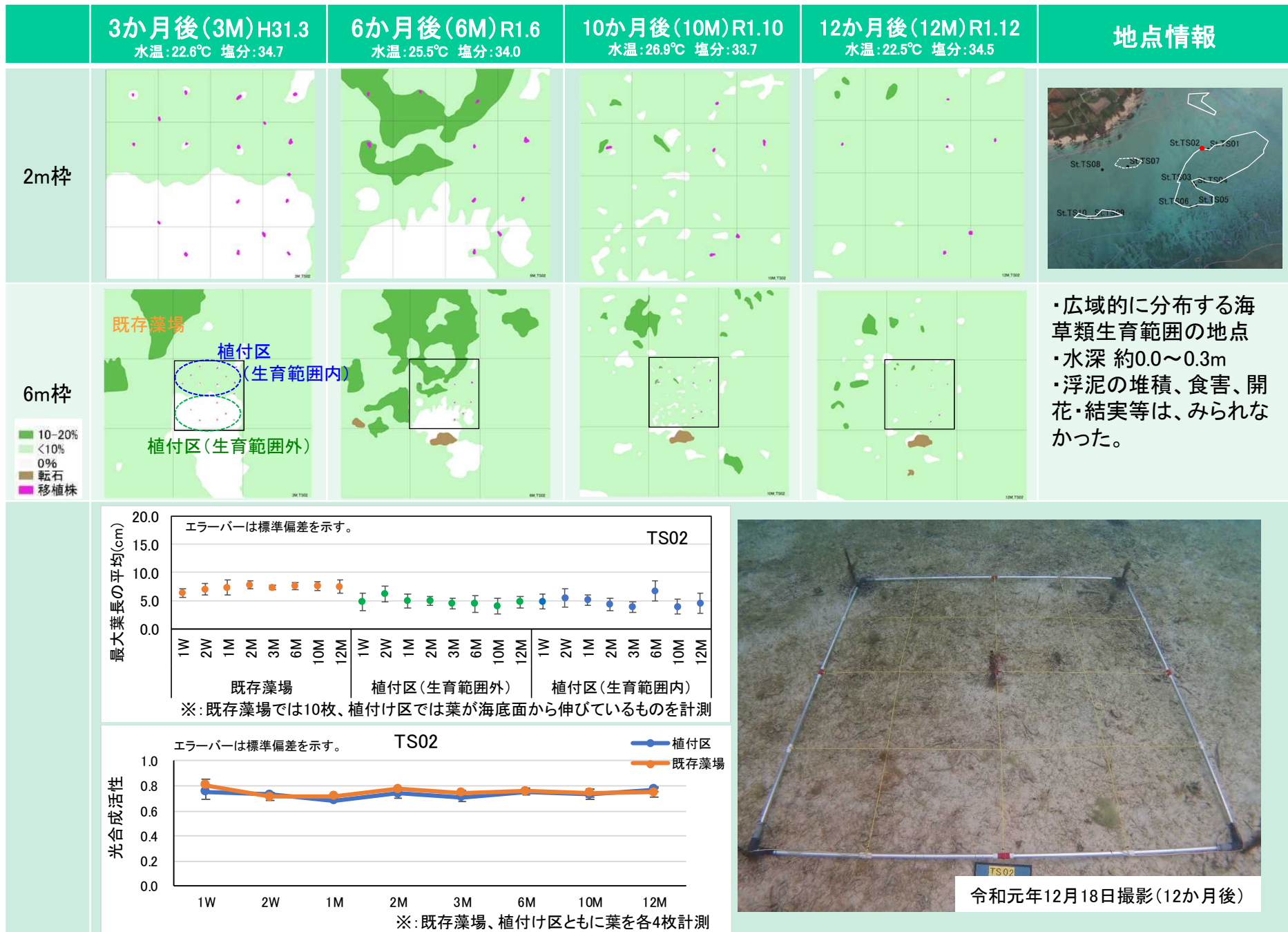
目視観察により確認された魚類は6~54種類、底生動物は6~16種類でそれぞれ海草藻場でみられる種が大半を占めた。魚類、底生動物の出現種は、12か月後は、台風による攪乱での減少と考えられた10か月後とほぼ同程度もしくは若干の減少で推移した。水温の低下する時期は生物の活動が低下することから、種類数は顕著に増加することはないと考えられ、水温が上昇する春季以降の推移について注視していく予定。

モニタリング結果(生育調査) St.TS01



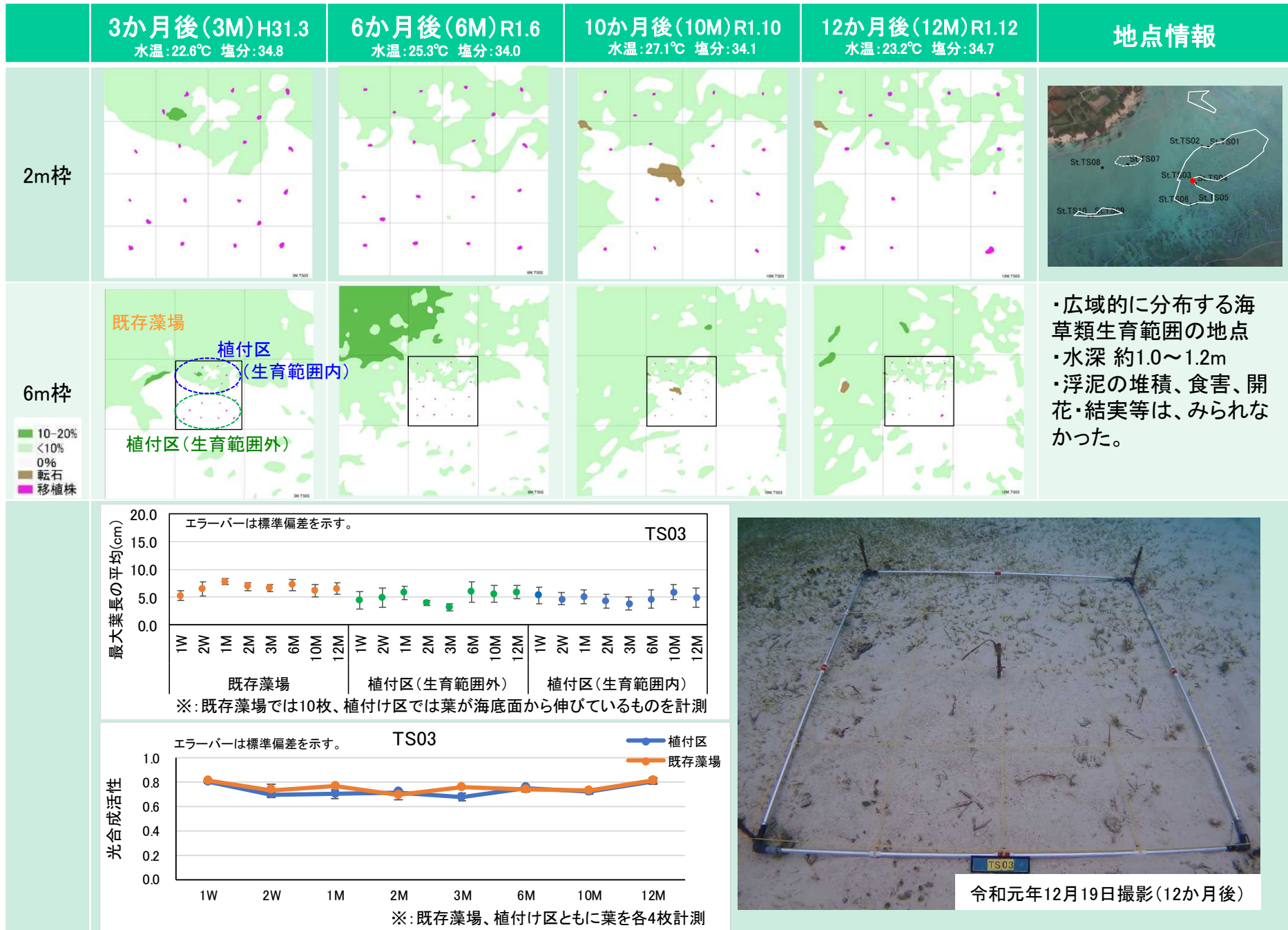
注) ■ 移植株は地表に出ていて目視確認ができるものを示す。なお、ヘチマポットの流失はみられていない。

モニタリング結果(生育調査) St.TS02



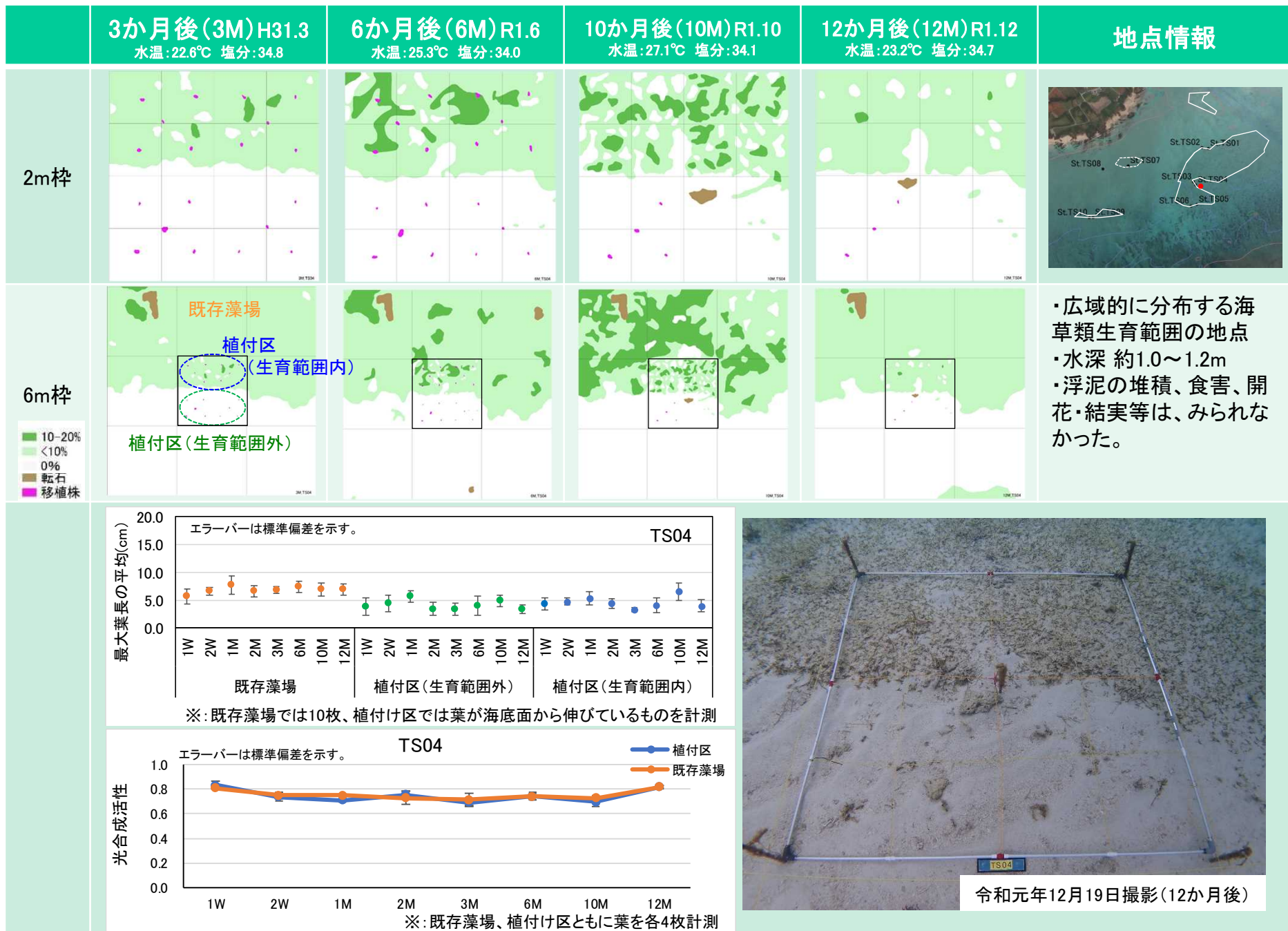
注) ■ 移植株は地表に出ていて目視確認ができるものを示す。なお、ヘチマポットの流失はみられていない。

モニタリング結果(生育調査) St.TS03



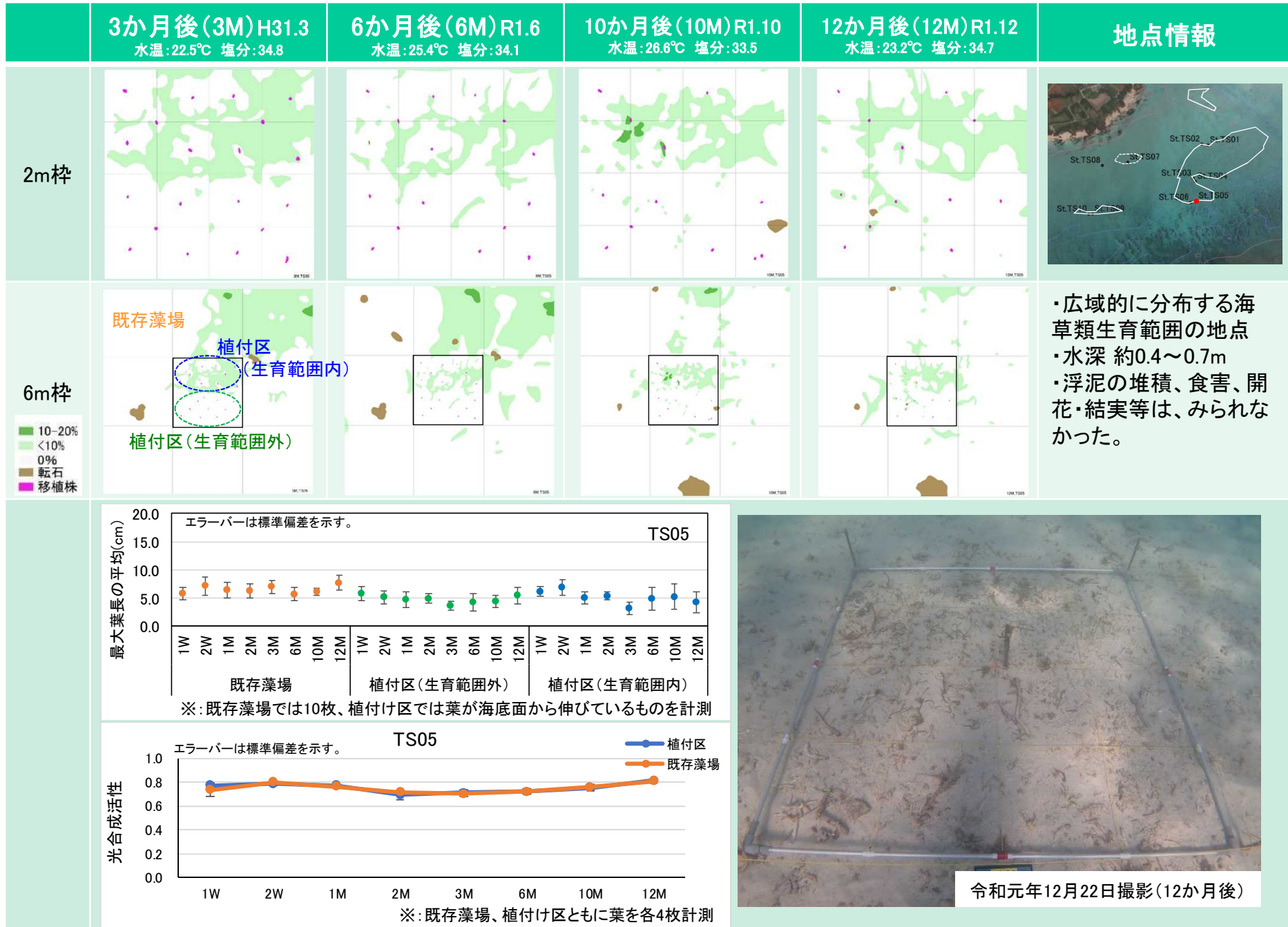
注) ■ 移植株は地表に出ていて目視確認ができるものを示す。なお、ヘチマポットの流失はみられていない。

モニタリング結果(生育調査) St.TS04



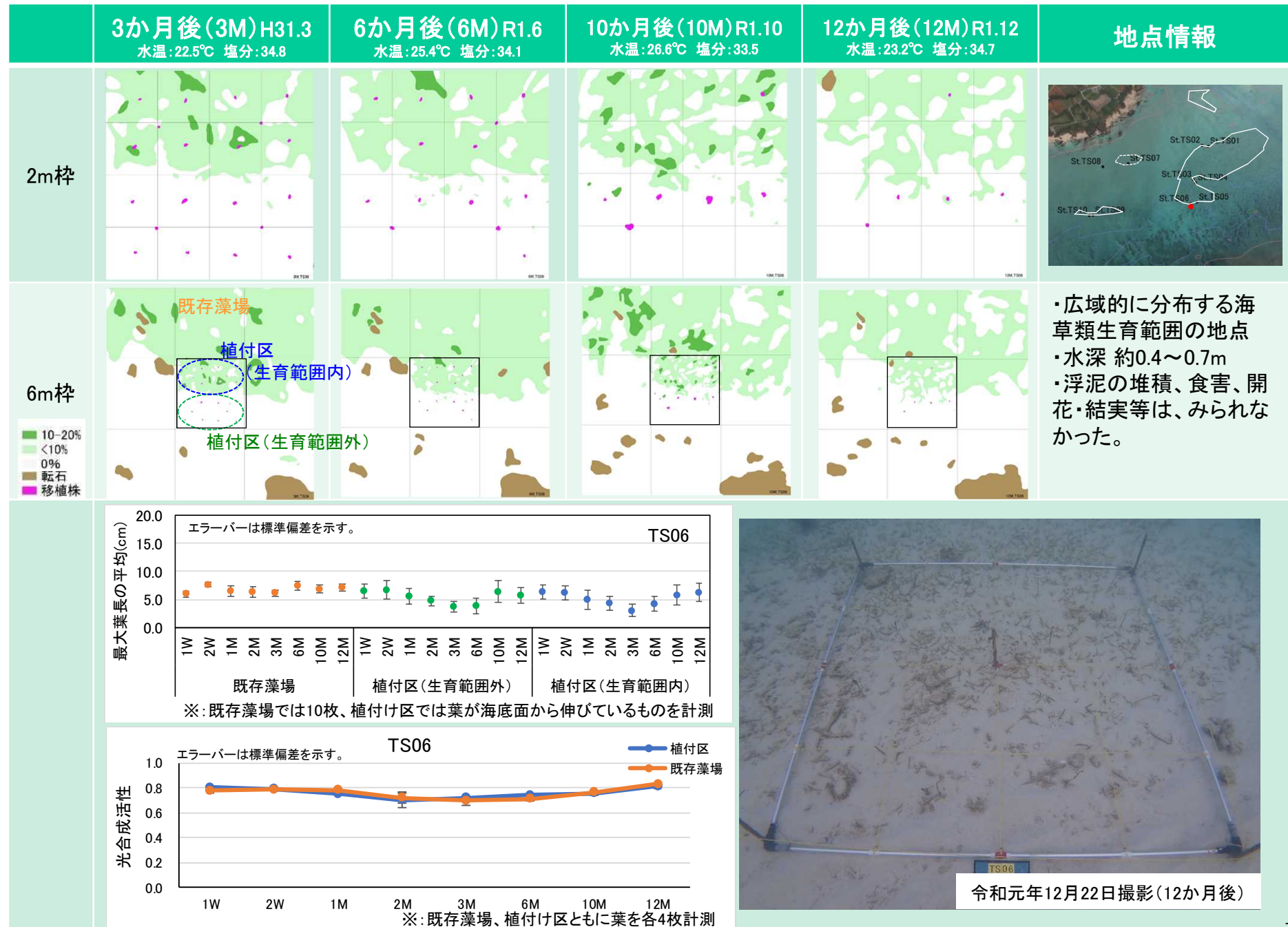
注) ■ 移植株は地表に出ていて目視確認ができるものを示す。なお、ヘチマポットの流失はみられていない。

モニタリング結果(生育調査) St.TS05



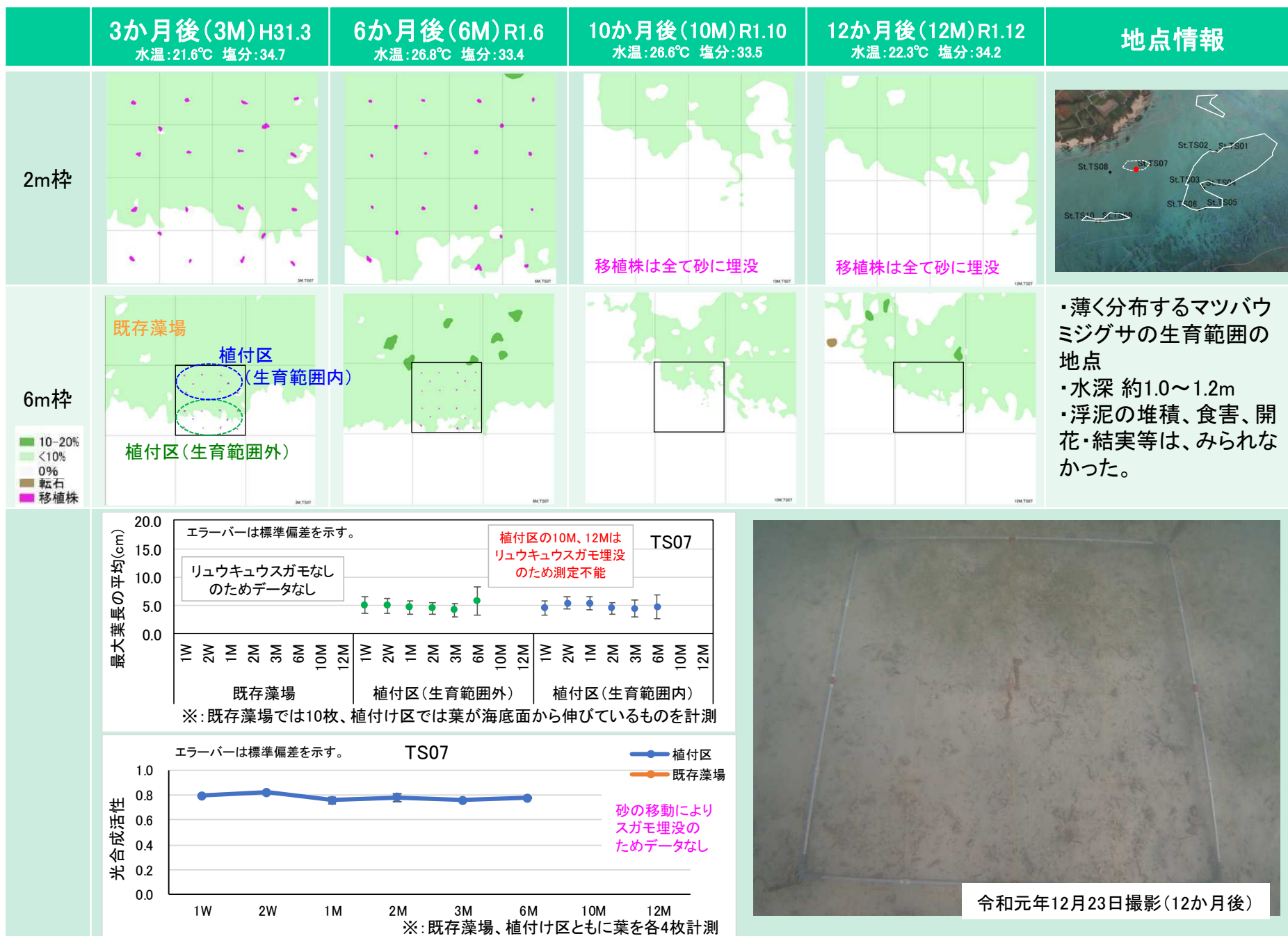
注) ■ 移植株は地表に出ていて目視確認ができるものを示す。なお、ヘチマポットの流失はみられていない。

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。なお、ヘチマポットの流失はみられていない。

モニタリング結果(生育調査) St.TS07

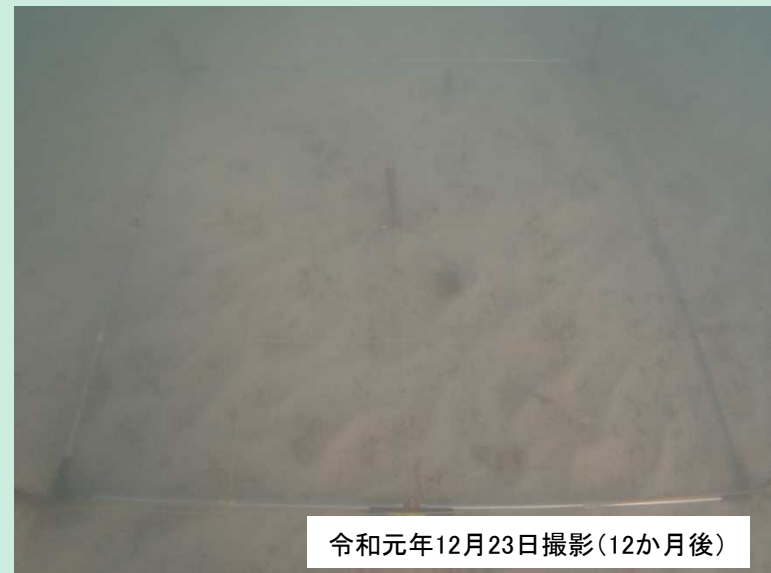


注) ■ 移植株は地表に出ていて目視確認ができるものを示す。なお、ヘチマポットの流失はみられていない。

モニタリング結果(生育調査) St.TS08

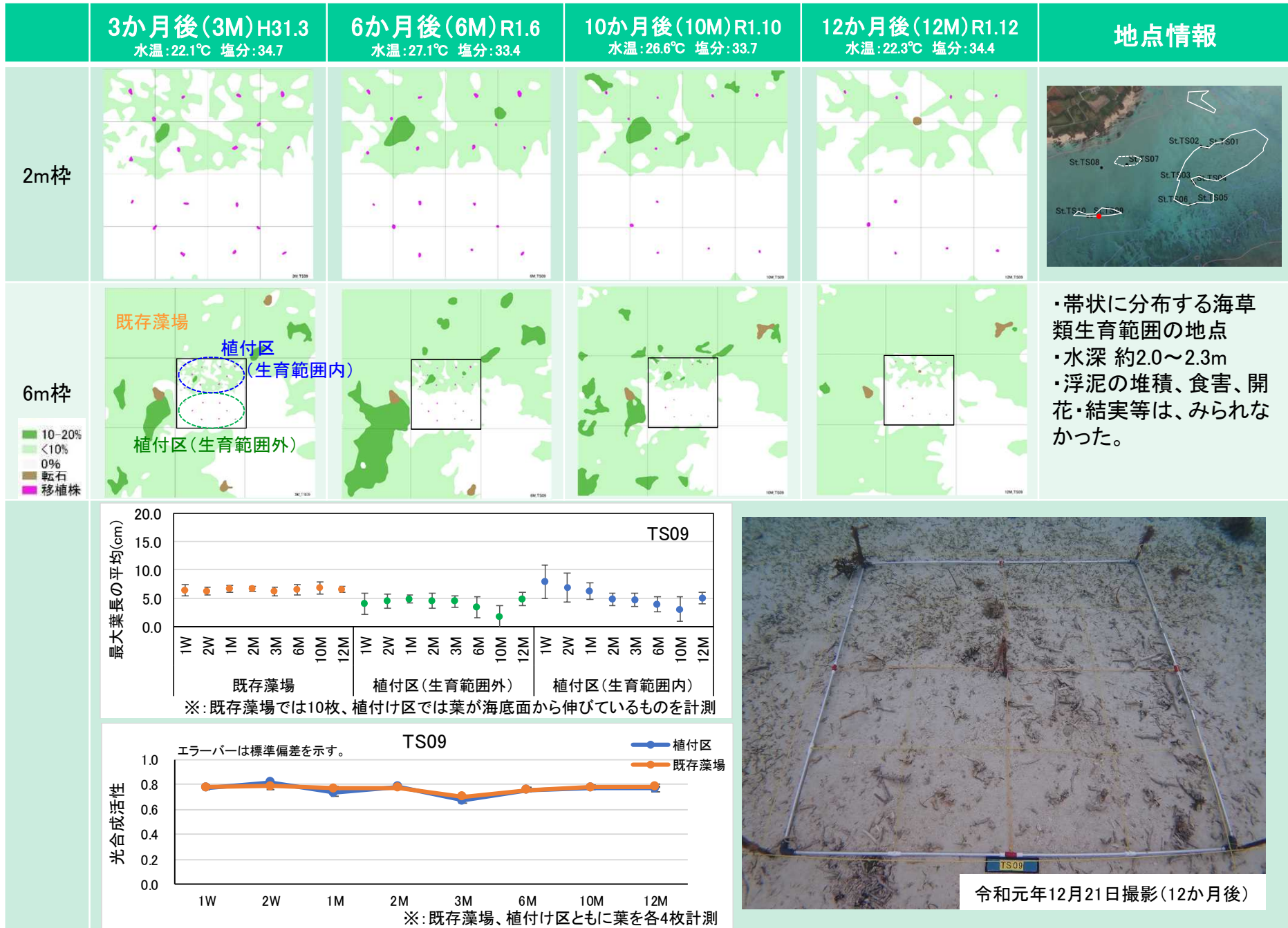


注) ■ 移植株は地表に出ていて目視確認ができるものを示す。なお、ヘチマポットの流失はみられていない。



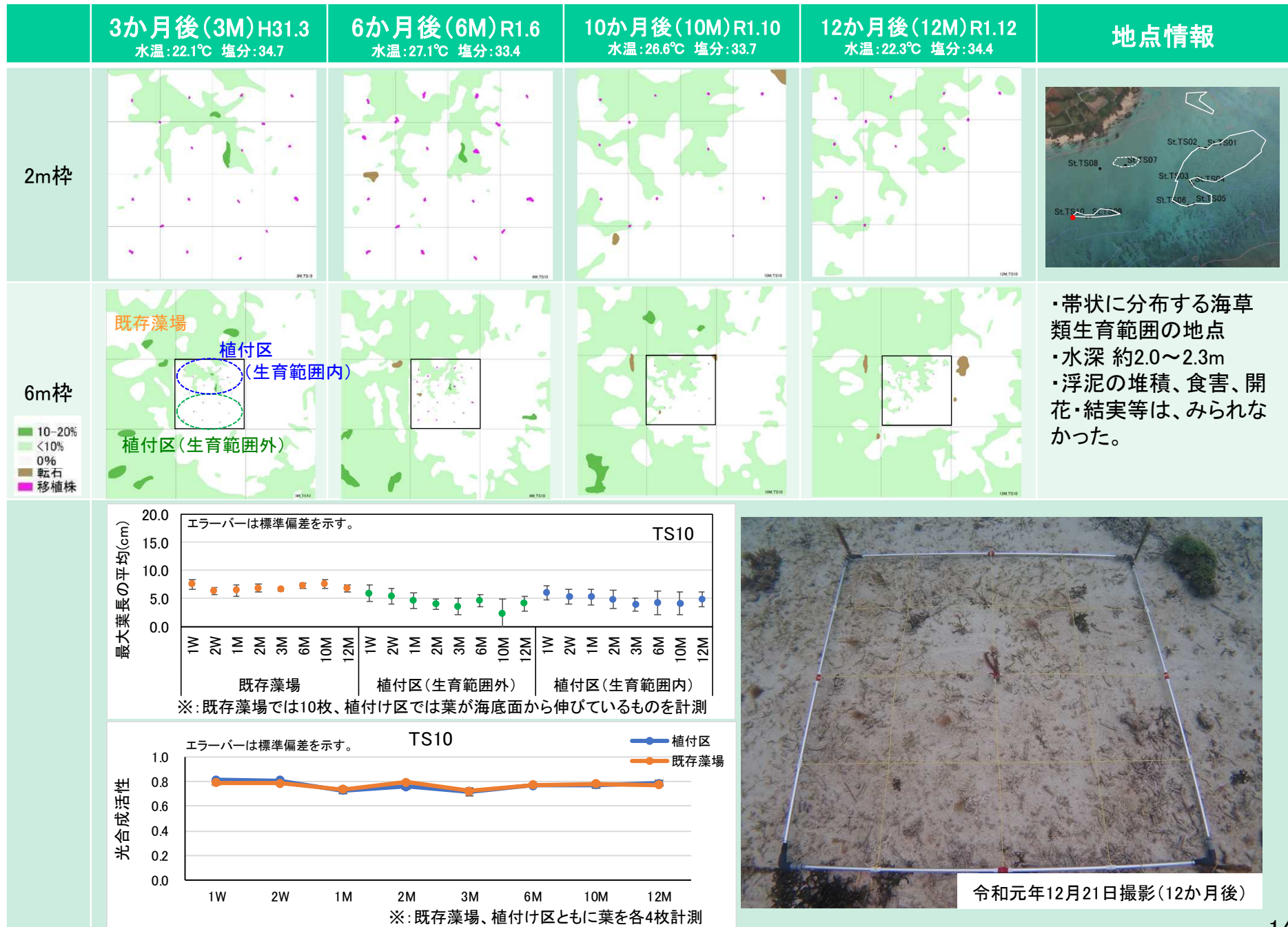
令和元年12月23日撮影(12か月後)

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。なお、ヘチマポットの流失はみられていない。

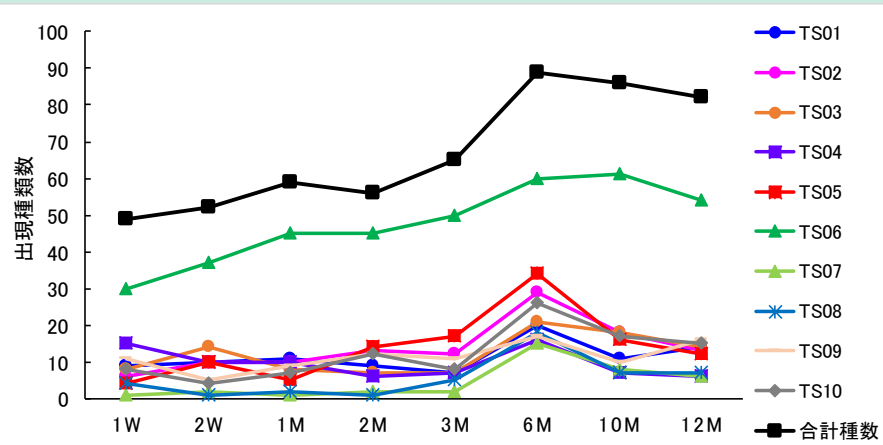
モニタリング結果(生育調査) St.TS10



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。なお、ヘチマポットの流失はみられていない。

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

○確認された魚類について

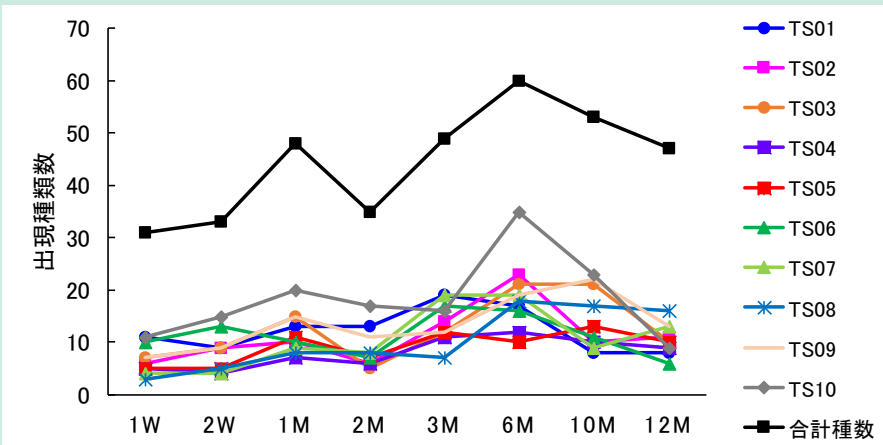
- ・枠内に出現した種としてはシノビハゼやコブヌメリ属など砂泥を好む魚種がみられた。
- ・概ね、藻場でみられる魚種が記録されたが、一部に転石等がみられたため岩礁に依存する種も確認された。
- ・12か月後の種数は、台風による攪乱での減少と考えられた10か月後とほぼ同程度もしくは若干の減少で推移した。



シノビハゼ



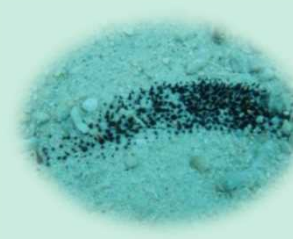
ヒメダテハゼ



底生動物の出現種類数の推移

○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。
- ・12か月後の種数は、魚類と同様に台風による攪乱での減少と考えられた10か月後とほぼ同程度もしくは若干の減少で推移した。



モグラクロナマコ

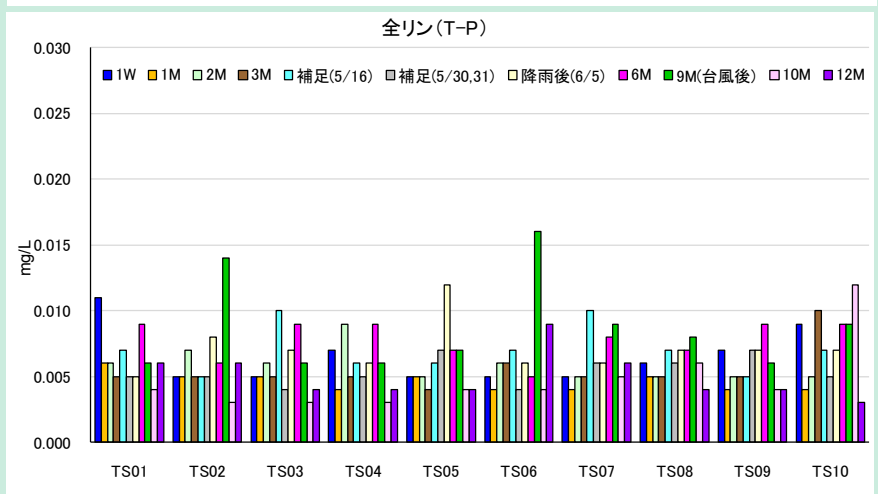
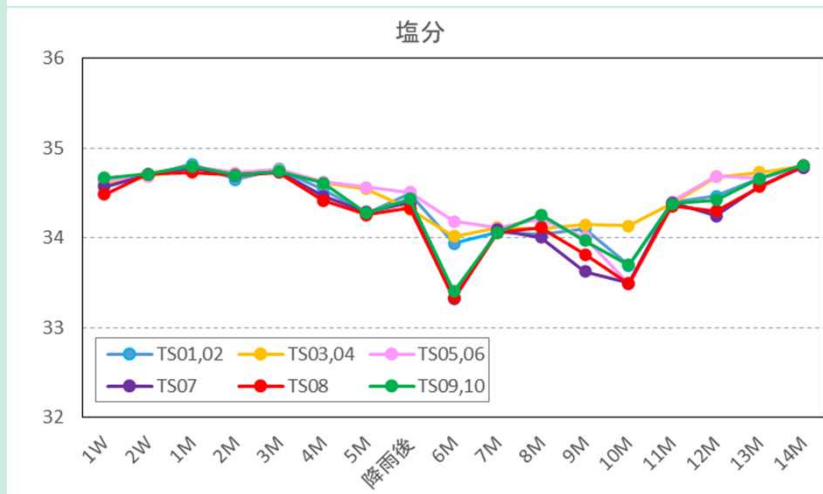
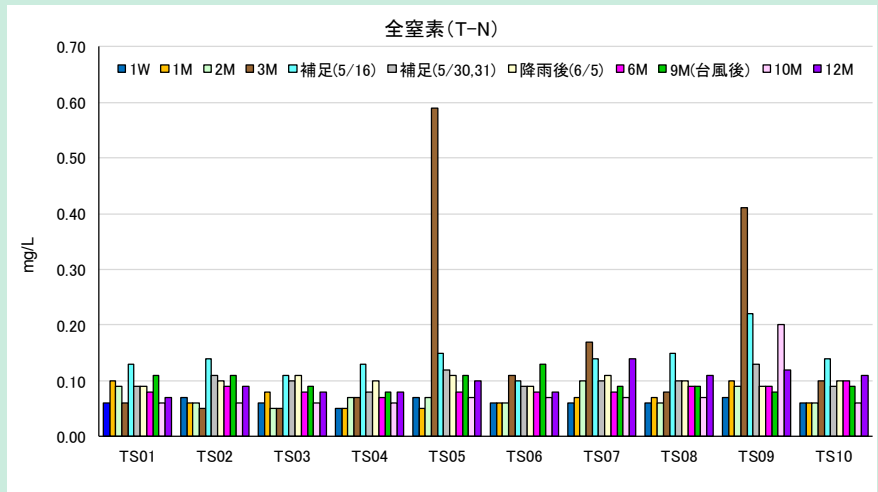
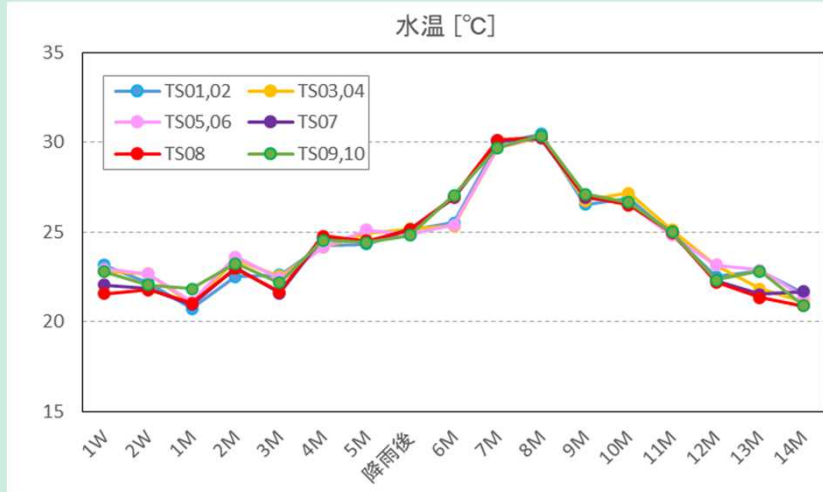


アンボンクロザメ

モニタリング結果（水環境）

水質

○水温は地点間で大きな差はみられなかったが、塩分は西寄りのSt.TS07、08、09、10で6M(R元年6月)や10M(R元年10月)で梅雨期や台風時期に調査期間前の降雨の影響で他の地点より低い傾向にあった。
 ○12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。



【全窒素、全リンの分析方法】

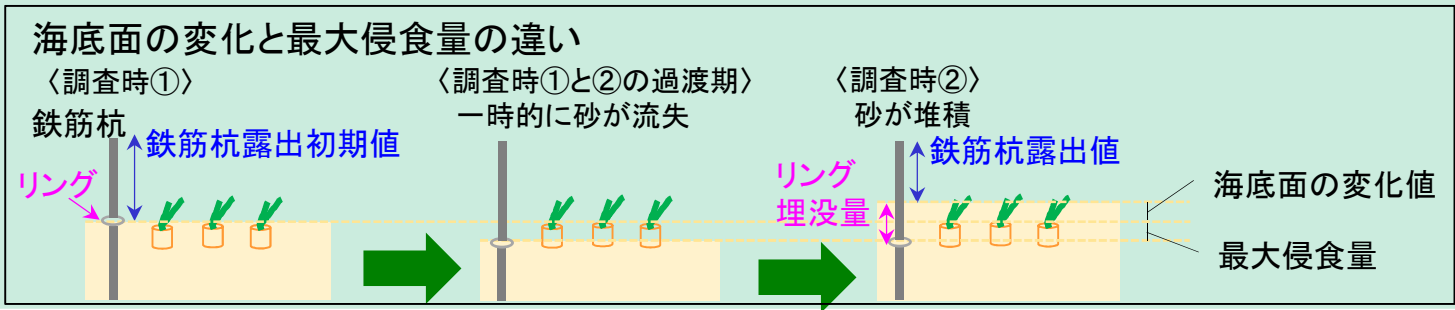
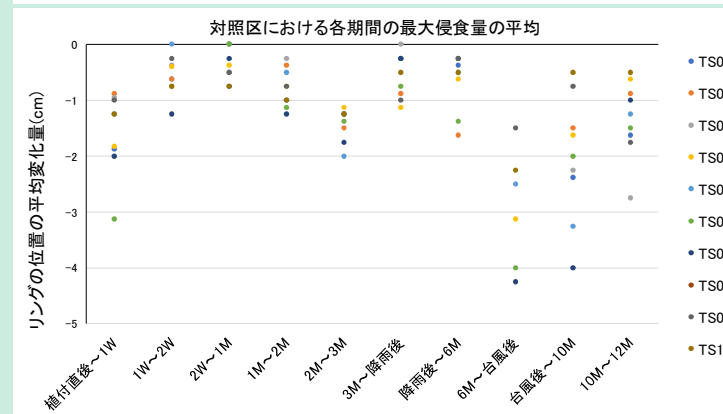
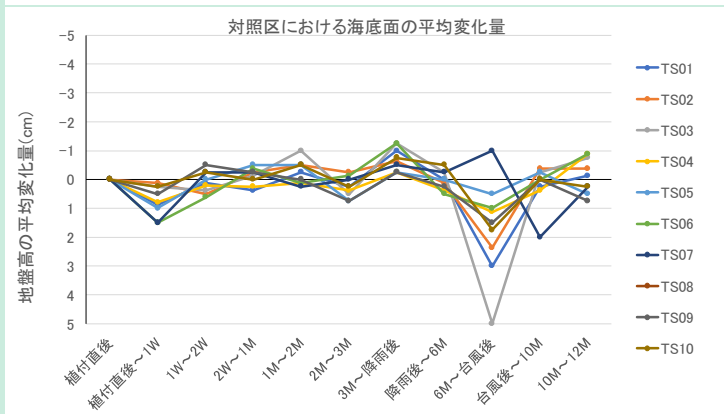
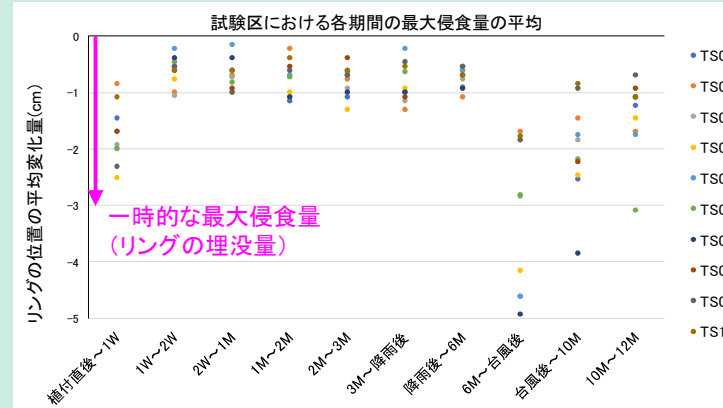
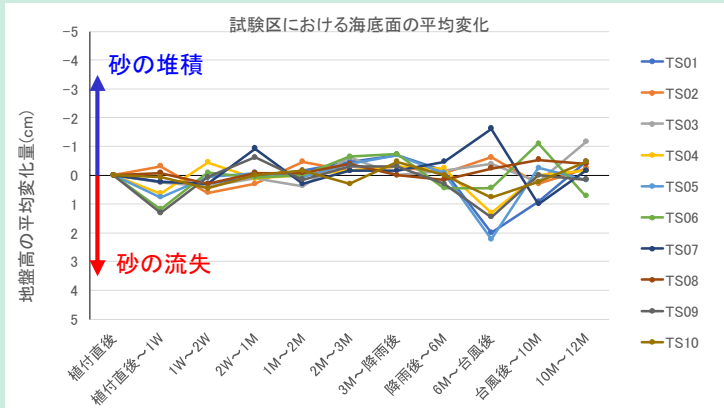
調査時に海底付近（海底面上約50cm）から採水し室内分析を行った。全窒素：JIS K 0102-45.4 全リン：JIS K 0102-46.3.1

〈分析方法〉

モニタリング結果（水環境）

砂面変動

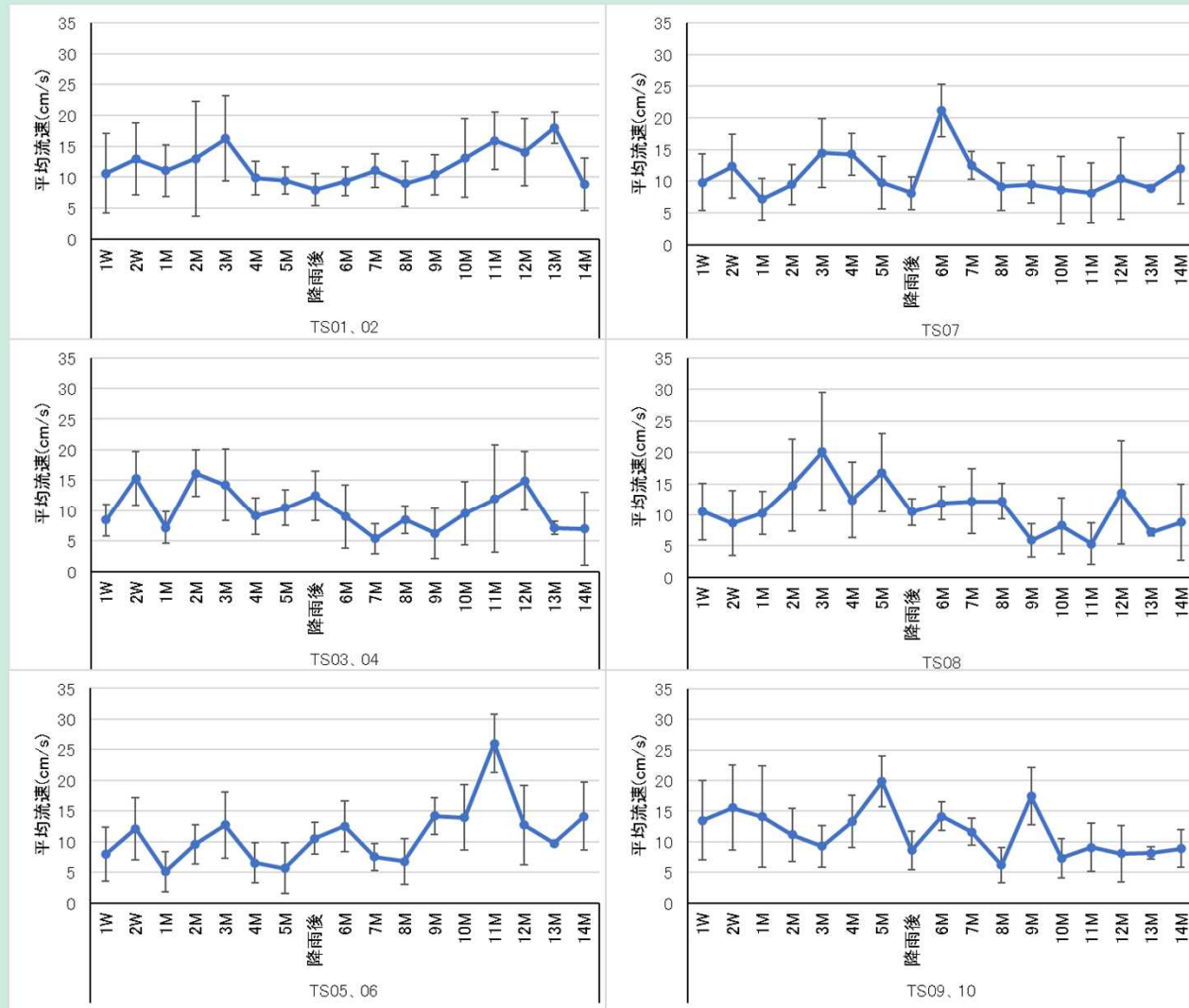
○地盤高は台風時期には大きな変動がみられたが、その他の時期は安定しており、10か月後から12か月後にかけては全地点とも±1cmの変化に収まっていた。



モニタリング結果（水環境）

流況

○平均流速は約5～25cm/sであった。



【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。

《計測時の海象条件》
 計測時は、荒天時（高波浪、強風、大雨等）を避けて実施。



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。

エラーバーは標準偏差を示す。

嘉陽海域における
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1週間後、2週間後、1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	令和2年1月9日～14日	○	○	○	○
2週間後モニタリング	令和2年1月21日～25日	○	○	○	○
1か月後モニタリング	令和2年2月17日～19日	○	○	○	○
2か月後モニタリング	令和2年3月23日、24日	○	○	○	○
3か月後モニタリング	令和2年4月25日～27日	○	○	○	○

今回の報告対象

2. モニタリング結果の概要

嘉陽海域の試験区(2m×2m)の設置にあたっては、St. KS04以外の試験区は既存の海草藻場の縁辺部の底質が海草類の生育に適さない岩盤であった。よってここでは、嘉陽海域におけるヘチマポットの有効性の検証(全試験区)を行うとともに、生育範囲内外における生育状況(St. KS04)、生育範囲外の裸地における生育状況(St. KS07)及び生育範囲内で被度が低い箇所での生育状況(St. KS01, 02, 03, 05, 06)を総合的にモニタリングすることで、生育範囲拡大に関する手法等の検証を行うこととした。

○水温、塩分 (p. 22～28、p30)

1週間後から1か月後(令和2年1月から2月)の水温は17.3～23.3℃、塩分は34.6～34.8であり、水温、塩分ともに地点間に大きな差はみられなかったが、水温は令和2年2月に大きく低下していた。

○葉長 (p. 22～28)

最大平均の推移をみると、1か月後までは水温の低い冬季であったため、どの地点においても葉長に大きな変化はみられなかった。今後水温の上昇する春季以降には、葉の成長が期待される。

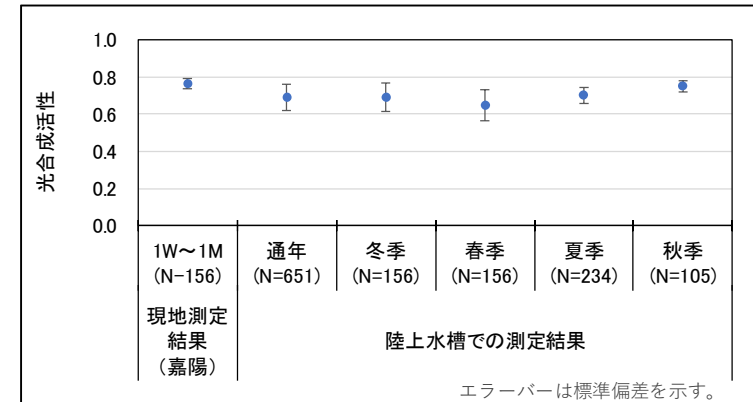
○光合成活性(Diving-PAM) (p. 22～28)

1週間後から1か月後まで(冬季(1～2月))の既存藻場・植付け区のリュ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(0.675～0.802、n=156)を示していた。既存藻場・植付け区におけるリュ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ュウキュウスガモの光合成活性の平均値(冬季(12～2月))との比較による。

【参考：陸上水槽で生育しているリュ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(3～5月)	0.467～0.784 (平均0.646、標準偏差0.081、N=156)
夏季(6～9月)	0.565～0.806 (平均0.700、標準偏差0.044、N=234)
秋季(10～11月)	0.658～0.805 (平均0.749、標準偏差0.032、N=105)

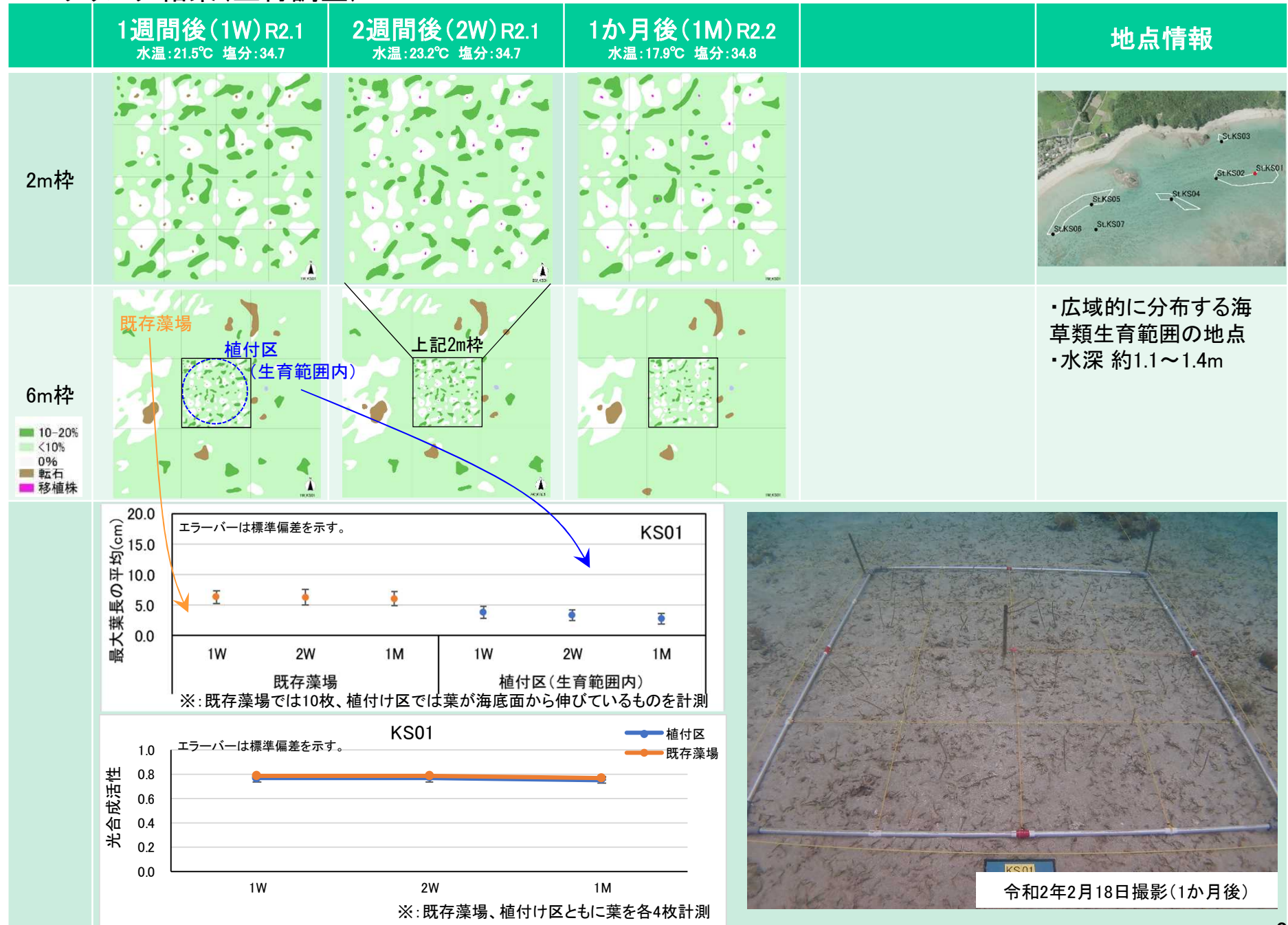
※ 上記の値は平成28年8月～平成29年8月に測定した値。



○藻場生態系 (p. 29)

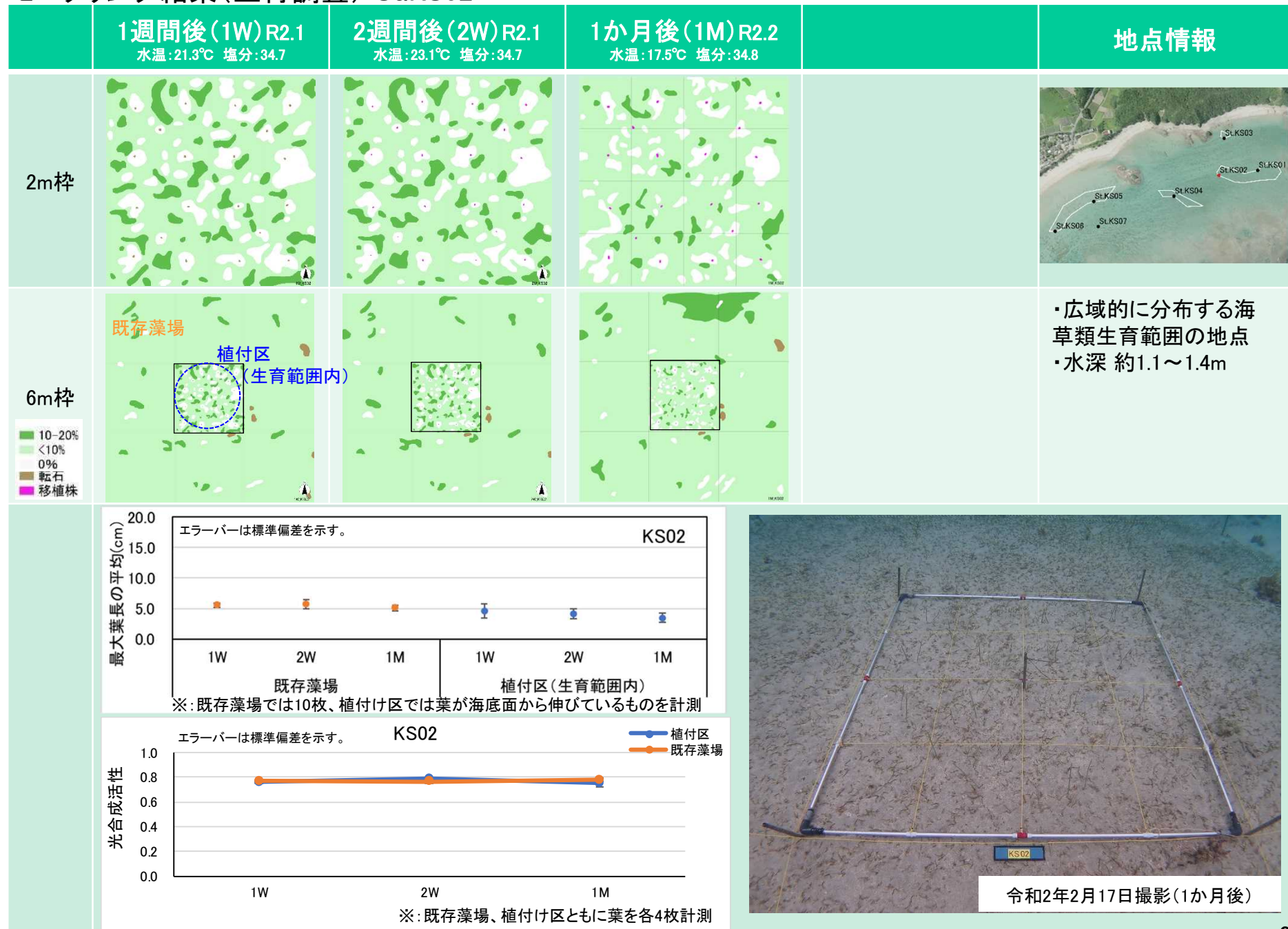
1週間後から1か月後の目視観察により確認された魚類は68～88種類、底生動物は17～22種類で、それぞれ海草藻場でみられる種が大半を占めたが、岩盤や転石等が近傍にみられたためルリスズメダイなど岩礁に依存する種も確認された。

モニタリング結果(生育調査) St.KS01



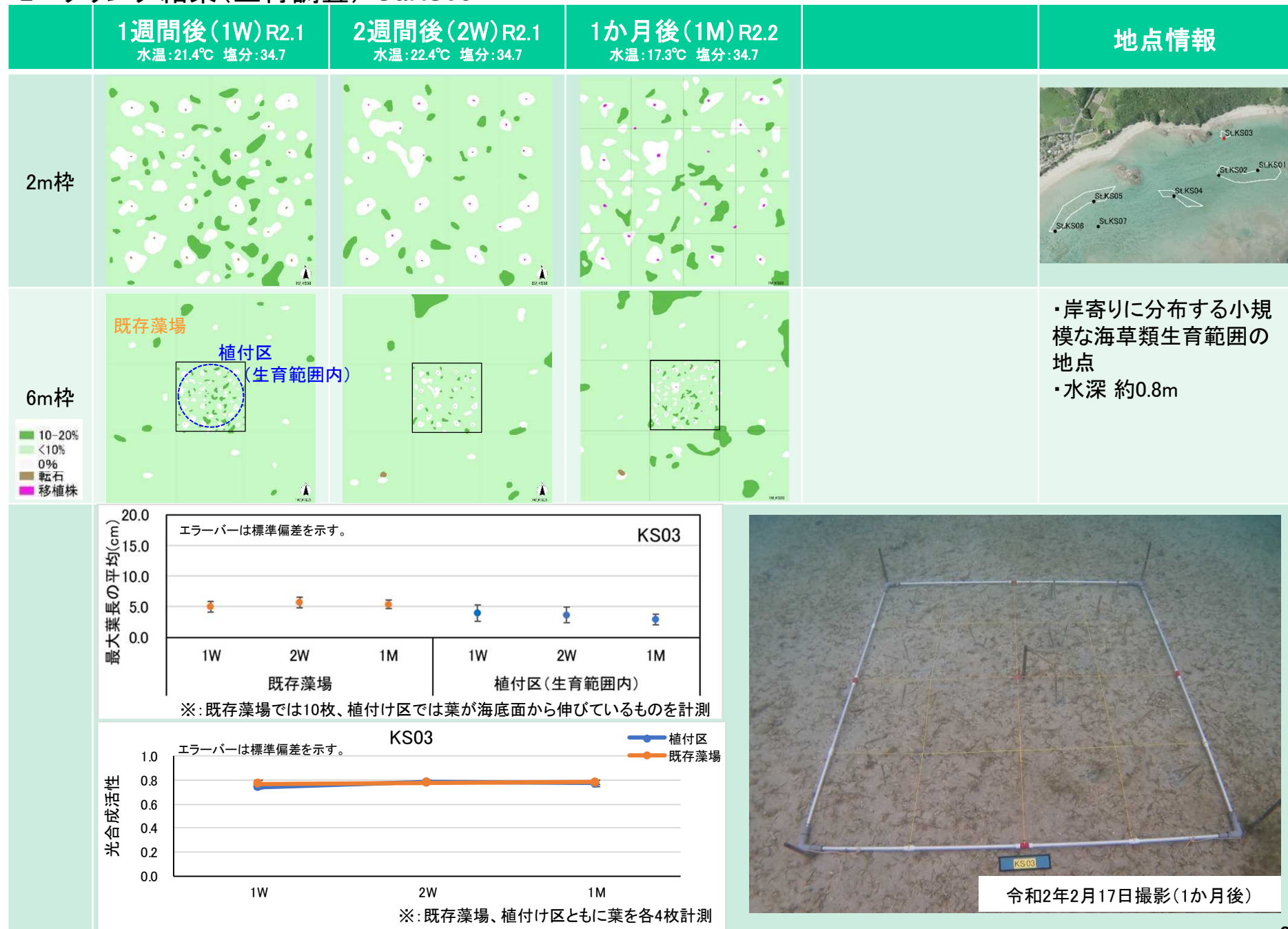
注) ■ 移植株は地表に出ていて目視確認ができるものを示す。なお、ヘチマポットの流失はみられていない。

モニタリング結果(生育調査) St.KS02



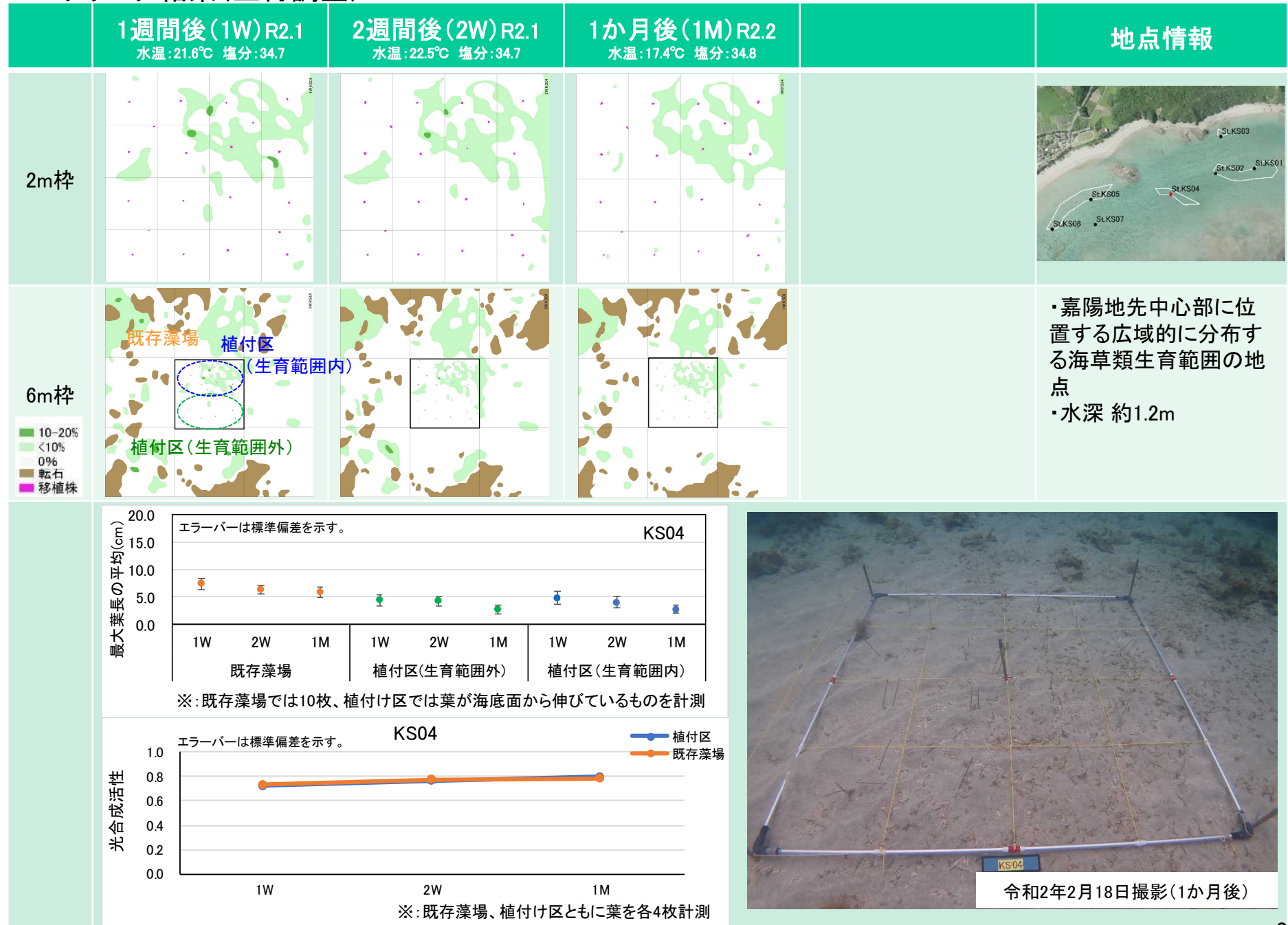
注) ■ 移植株は地表に出ていて目視確認ができるものを示す。なお、ヘチマポットの流失はみられていない。

モニタリング結果(生育調査) St.KS03



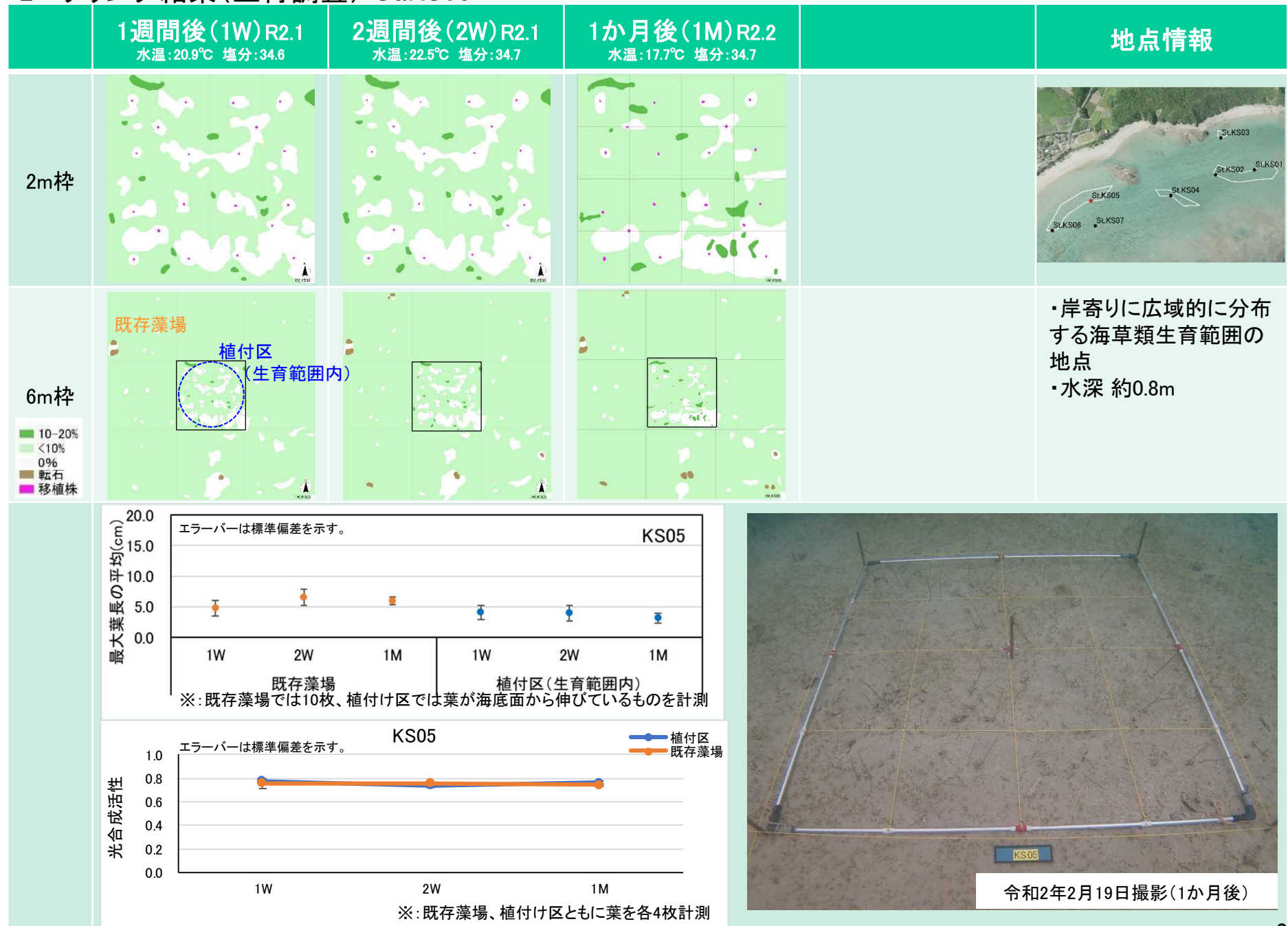
注) ■ 移植株は地表に出ていて目視確認ができるものを示す。なお、ヘチマポットの流失はみられていない。

モニタリング結果(生育調査) St.KS04



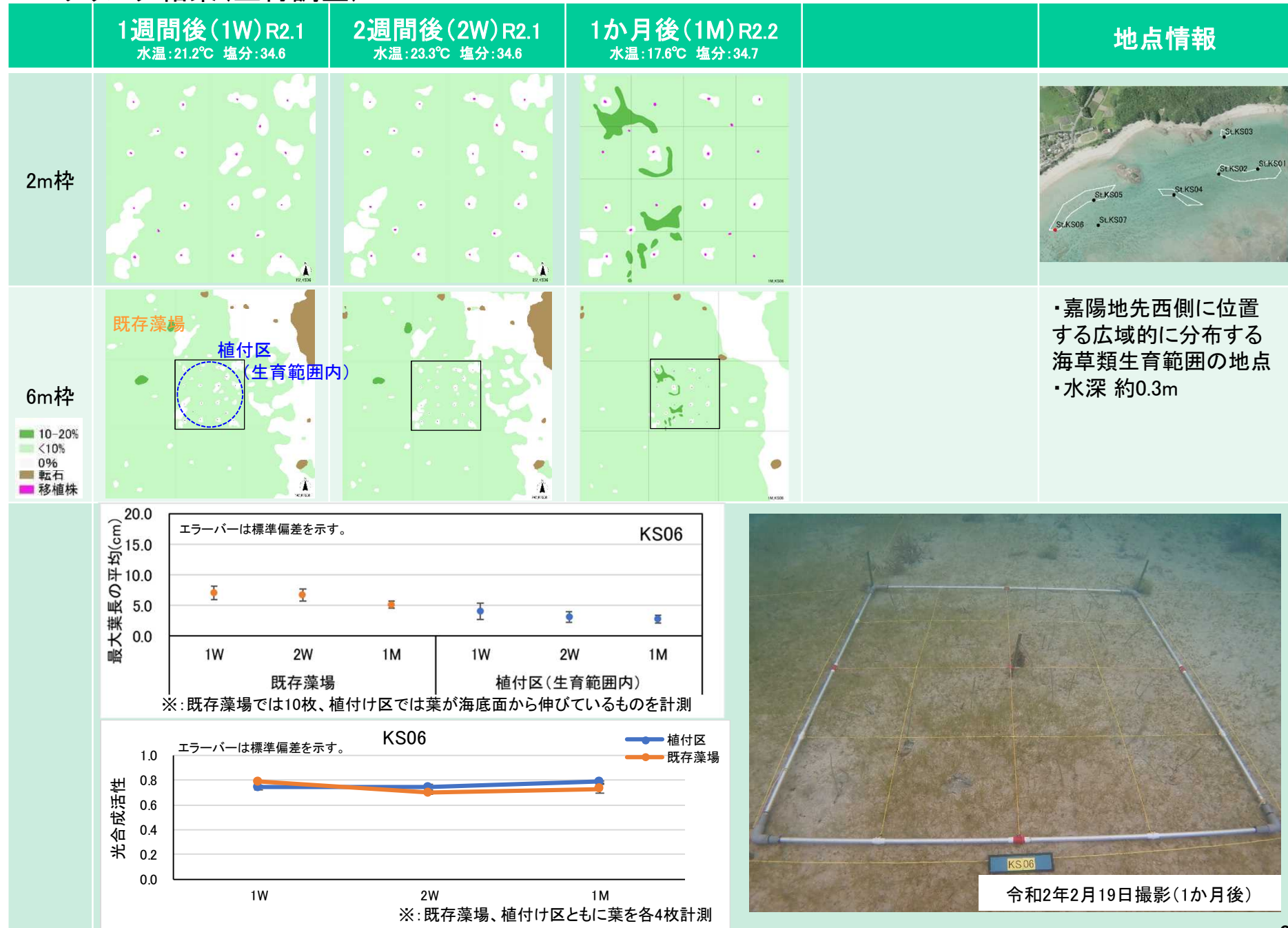
注) ■ 移植株は地表に出ていて目視確認ができるものを示す。なお、ヘチマポットの流失はみられていない。

モニタリング結果(生育調査) St.KS05



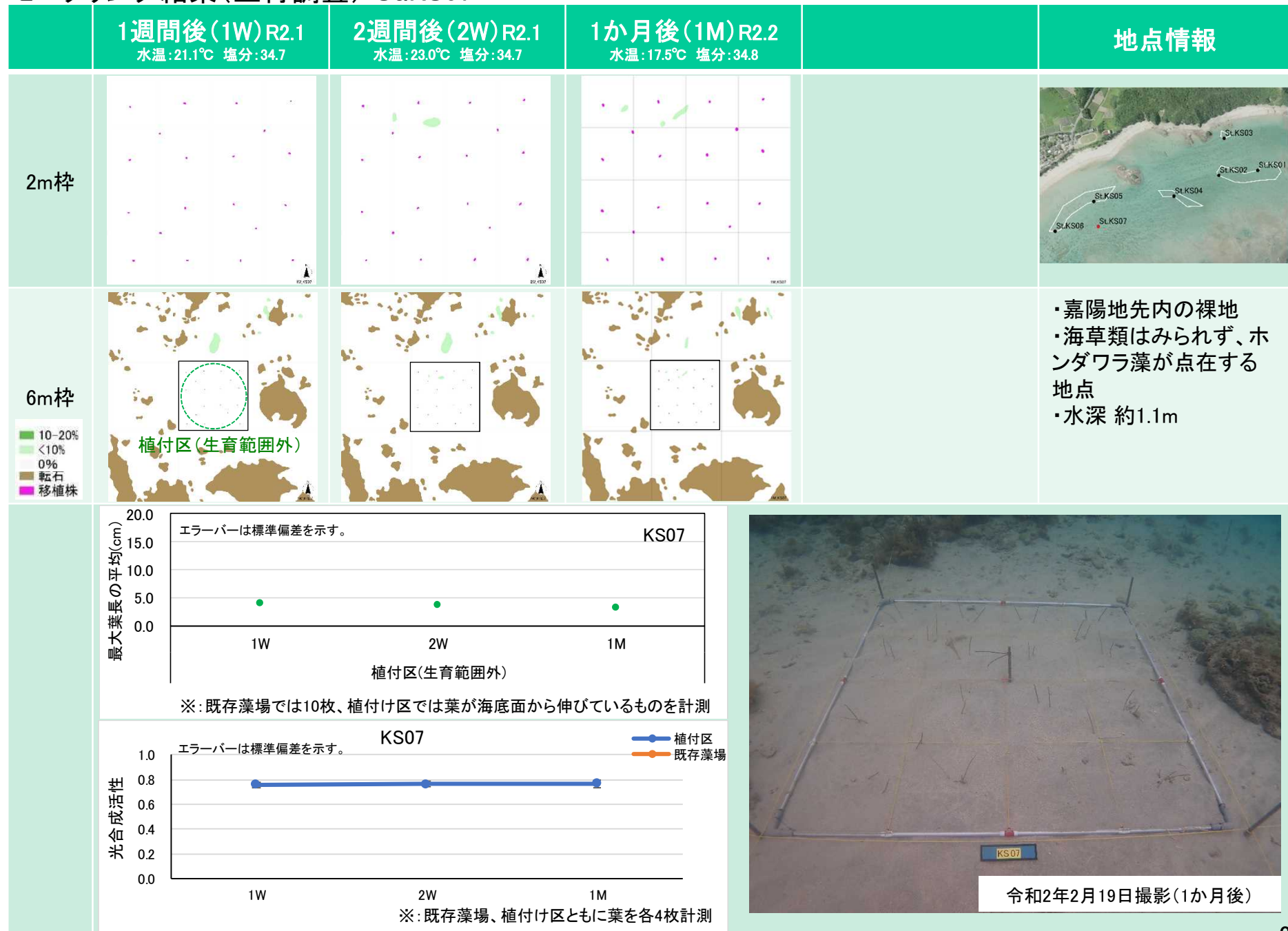
注) ■ 移植株は地表に出ていて目視確認ができるものを示す。なお、ヘチマポットの流失はみられていない。

モニタリング結果(生育調査) St.KS06



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。なお、ヘチマポットの流失はみられていない。

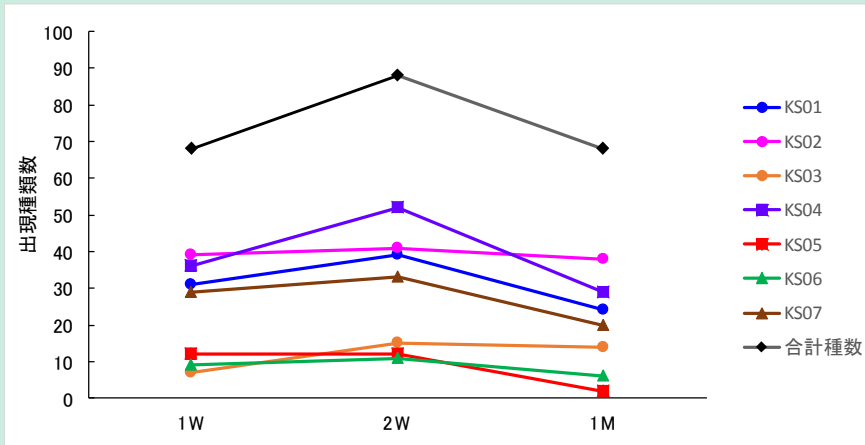
モニタリング結果(生育調査) St.KS07



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。なお、ヘチマポットの流失はみられていない。

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

○確認された魚類について

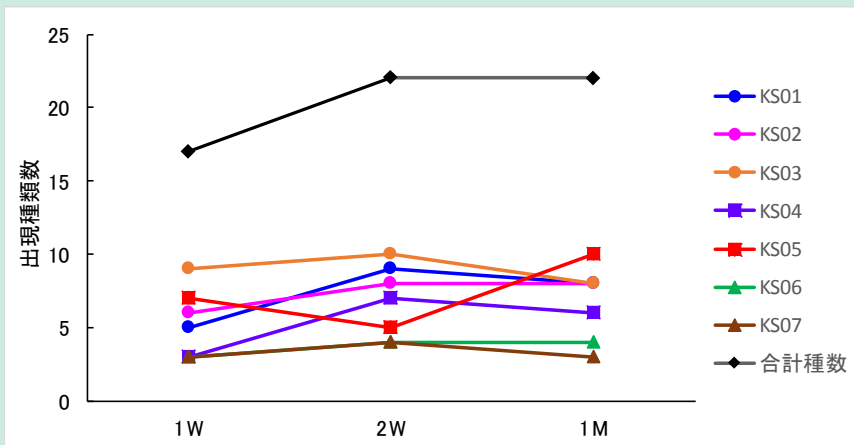
- ・概ね、藻場でみられる魚種が記録されたが、岩盤や転石等が近傍にみられたためルリスズメダイなど岩礁に依存する種も確認された。
- ・調査期間中、水温が最も低下した1か月後において、種類数が最も減少している傾向がみられた。



ヒメシノビハゼ



タカノハハゼ



底生動物の出現種類数の推移

○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。
- ・地点ごとの種類数は10種類以下で推移しており、増減に傾向はみられていない。



クロザメモドキ

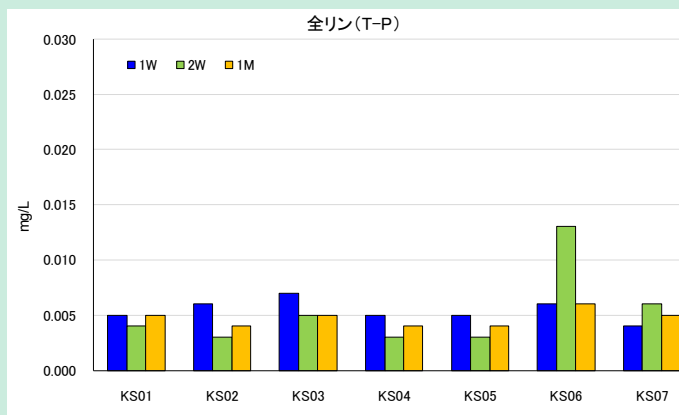
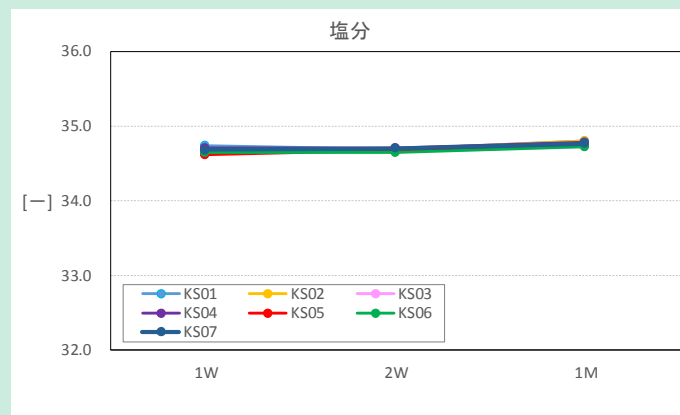
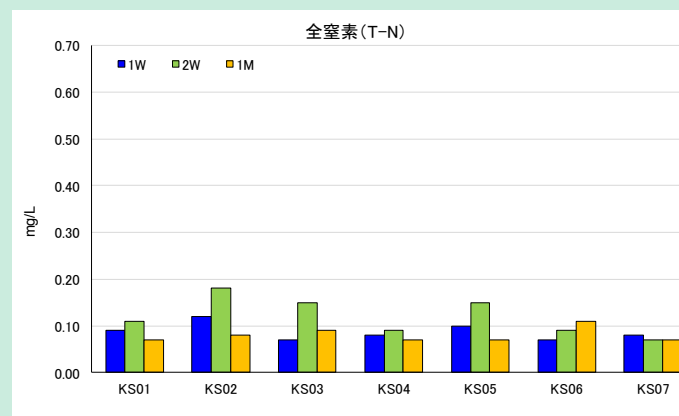
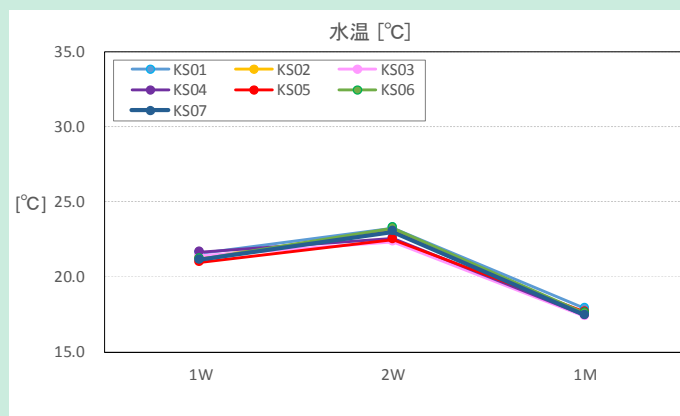


オオヒシガイ(幼貝)

モニタリング結果（水環境）

水質

- 水温は地点間で大きな差はみられなかった。なお、令和2年2月の1か月後モニタリング（1M）時は20℃を下回っており、期間中の最低水温であった。塩分についても、地点間で大きな差はみられず、期間中大きな変動もなかった。
- 全窒素、全リンは、2週間後モニタリング時のKS06で全リンの値が比較的高くなっていたが、1か月後モニタリング時には他地点と同等の値となっており一過性と考えられることから、生育環境として特異的な状況にはなかったものと判断された。その他に大きな変更は見られなかった。



【全窒素、全リンの分析方法】

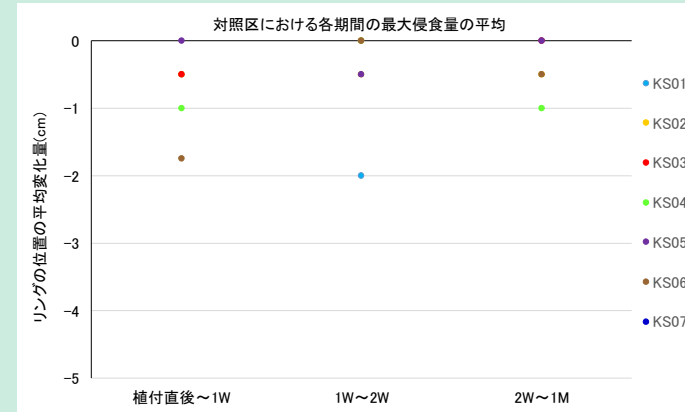
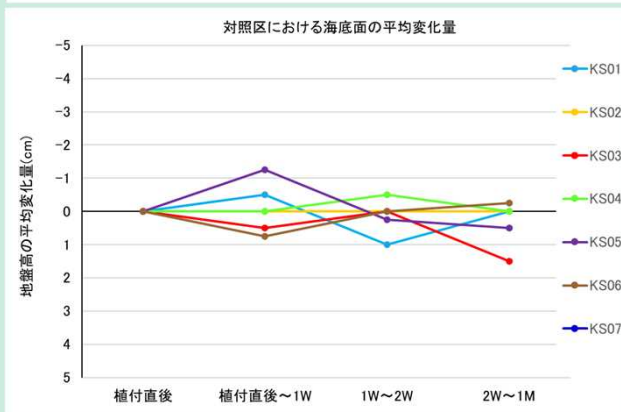
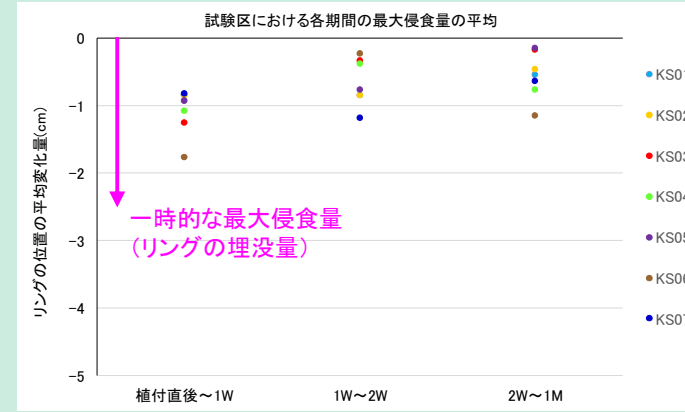
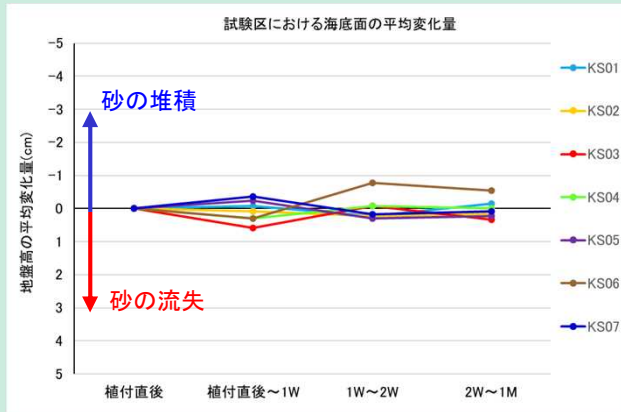
調査時に海底付近（海底面上約50cm）から採水し室内分析を行った。全窒素：JIS K 0102-45.4 全リン：JIS K 0102-46.3.1

〈分析方法〉

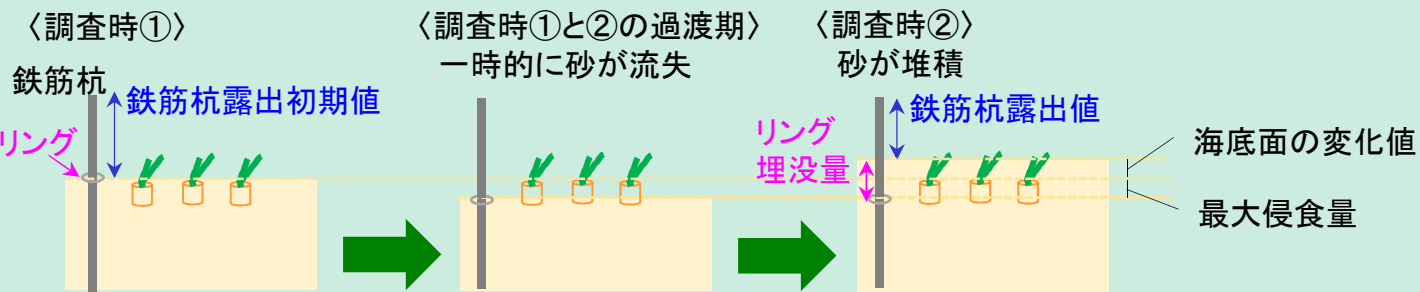
モニタリング結果（水環境）

砂面変動

○地盤高の平均変化量は、どの地点も±1cm程度であり、大きな変化はみられなかった。



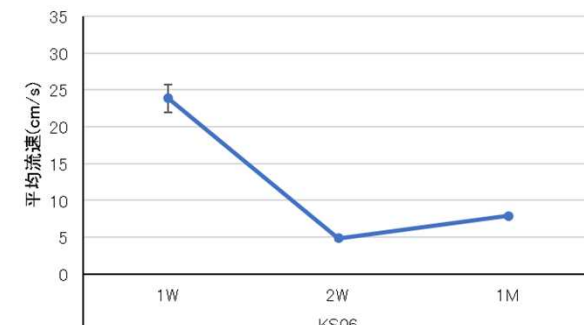
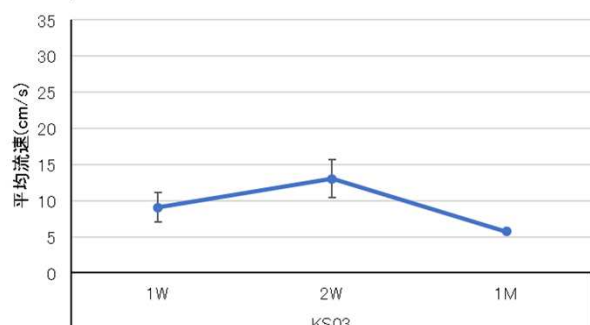
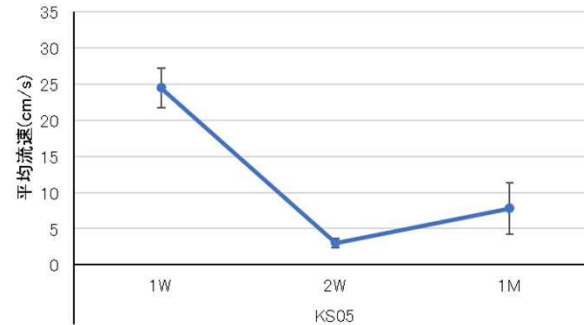
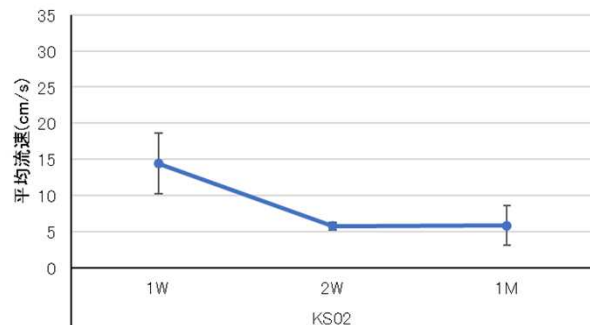
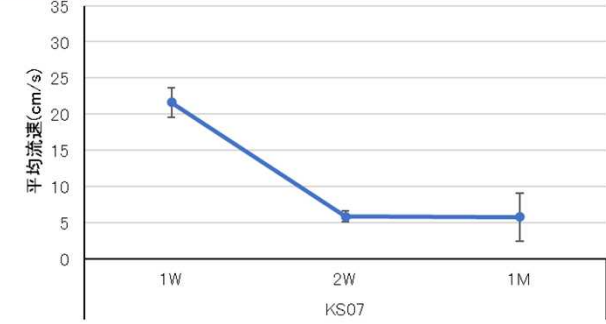
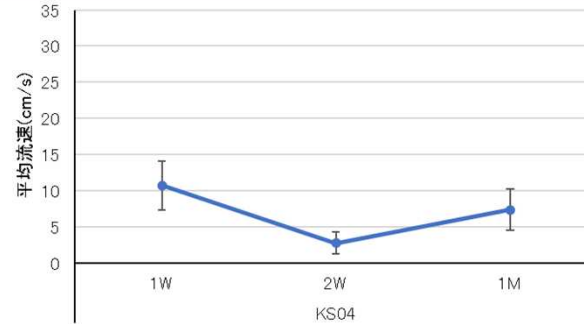
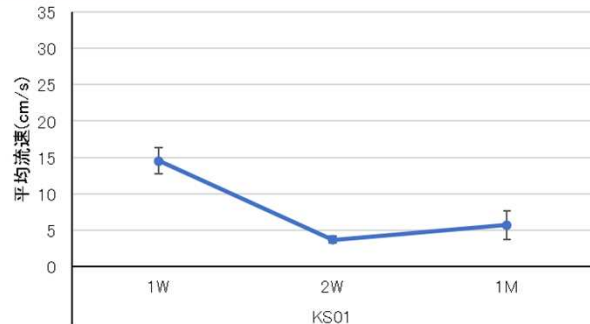
海底面の変化と最大侵食量の違い



モニタリング結果（水環境）

流況

○平均流速は約5～25cm/sであった。



【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。

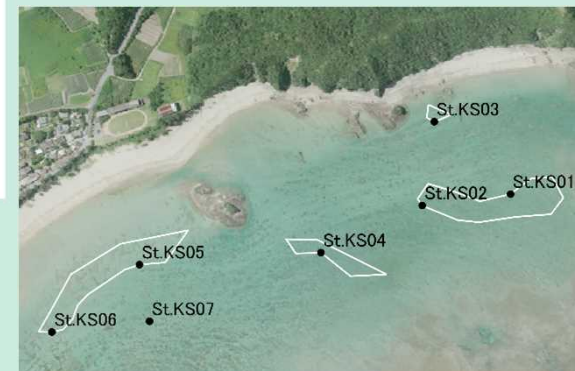
左図は、観測機器を船上から垂下し、値が安定した後に概ね10秒毎に10回連続で測定した値を平均し、平均流速として示している。

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沖縄県との協議が整い次第実施する予定。

《計測時の海象条件》

計測時は、荒天時（高波浪、強風、大雨等）を避けて実施。

エラーバーは標準偏差を示す。



3. 嘉陽海域における現地実証試験の追加実施について（植付け時期の検討）

- 豊原海域及び嘉陽海域において実施した現地実証試験の植付けは、台風の時期の後、かつ、台風時期までの余裕がある時期として「冬季」に植付けを行ってきた。その結果、現時点まで、全ての植付け株のヘチマポットの流失はみられておらず、冬季の低水温期に植え付けた株が夏季の高水温期を経て、植付けから1年が経過する間、光合成活性の測定値は良好な状態で推移していた状況も確認されているところ。
- 一方、上述の考え方から冬季のみに植付けを行ってきたものの、冬季以外の時期に植付けることの有効性についても確認することが必要と考える。この植付けに適した時期の検討は、同じ年で時期をずらした植付けを実施し、それらの生育状況を比較することで冬季以外でも植付けが成功するかを検証することが望ましいと考えられる。
- 植付けの有効性を確認する時期として、水温が上昇し海草類の葉体や地下茎が最も伸長する繁茂期に当たる夏季を選定し、冬季との比較により夏季が植付けに適しているかを検証することとする。
- 本年は、嘉陽において現地実証試験を開始（令和2年1月植付け）しており、モニタリングとして葉長や光合成活性測定を含めた調査を実施しているところ、「2. モニタリング結果の概要」で示したとおり現時点では良好な状態が確認されており、この途中経過を勘案すると、本年の嘉陽において、上述の「植付け時期の検討」を行うことが可能と考えられる。
- 従って、本年、現地実証試験として瀬嵩へ植付けを予定し準備していたリュウキュウスガモ（ヘチマポット）種苗（4試験区×20株）を、今夏（6月頃を想定）に嘉陽へ植付け、「植付け時期の検討」を実施することとする。なお、上述のとおり夏季は葉体や地下茎が最も伸長する時期に当たるため、これを勘案しつつ、植付け後の生長や状態について冬季植付け株との比較検討を行う予定。
- 植付け方法については、嘉陽で実施中の7試験区のうち、近傍で同等環境の試験区が設定できる4か所を選定し、実施中の試験区の近傍2m×2m内にそれぞれ20株を配置する。また、調査項目については、植付け時期による生育状況の差異を比較するため、生育調査として藻場構成種、写真撮影、生残株数、葉長測定、光合成活性及び食害・浮泥の状況を、水環境調査として砂面変動及び底質概観を対象としてモニタリングを実施する。

