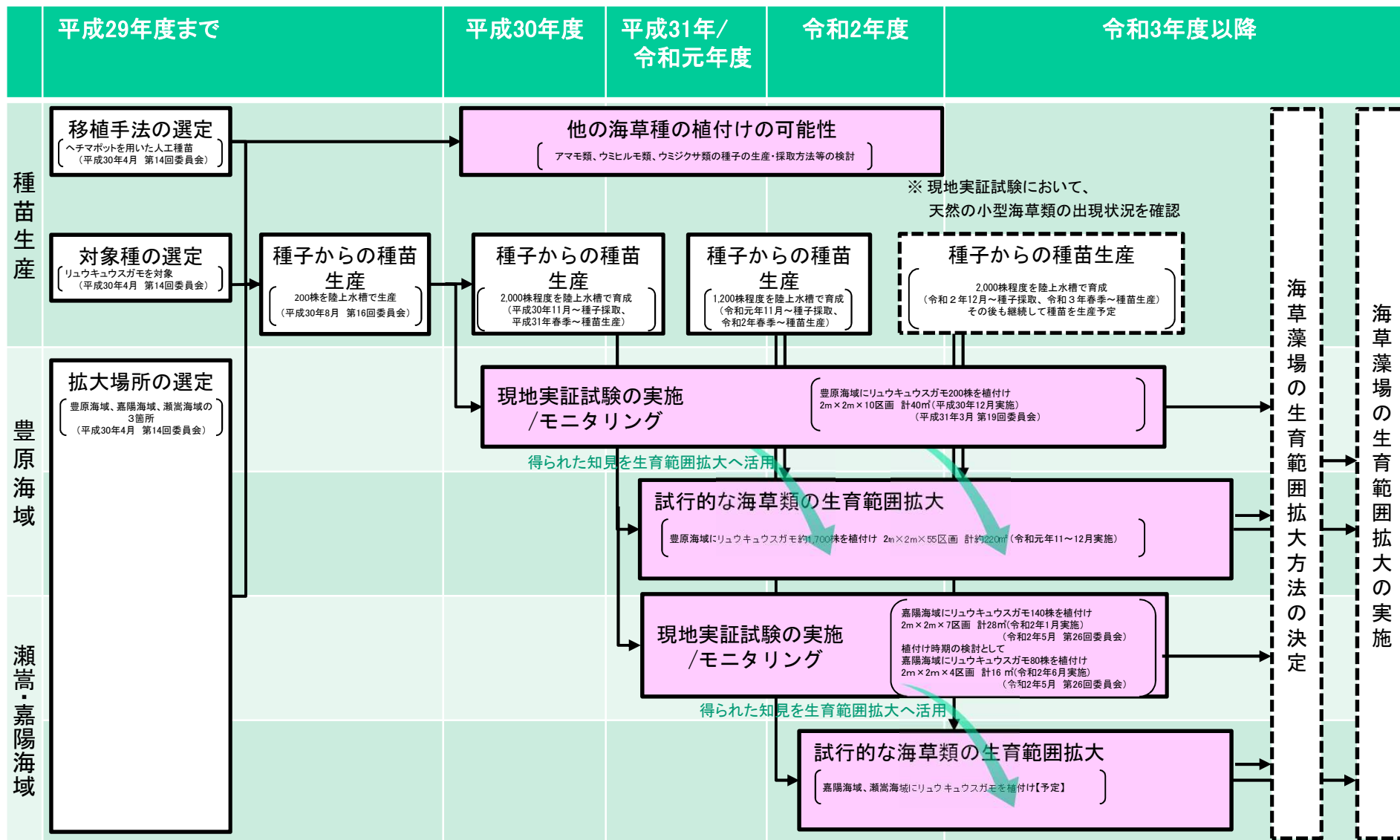


海草藻場の生育範囲拡大について

令和3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

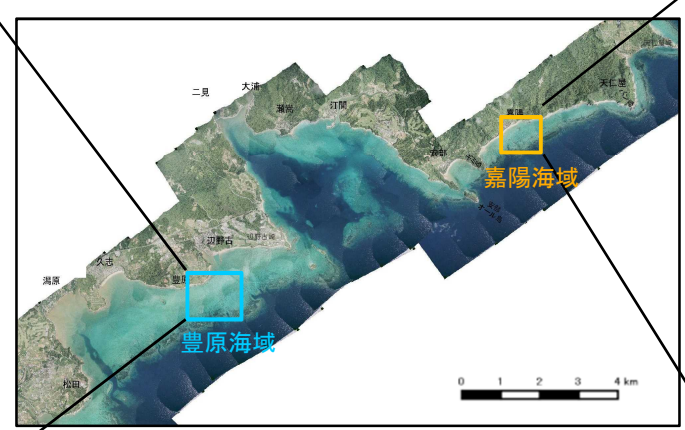
○植付けとモニタリング等の実施状況について

- ・豊原海域と嘉陽海域の実証試験では、植付けから3か月後までは毎月、それ以降は年4回(四季)の頻度で生育調査、藻場生態系調査等を実施している。
- ・嘉陽海域(夏植付け)では、植付けから3か月後モニタリングまでと、それ以降の4季ごとに生育調査を実施している。
- ・連続観測機器の設置に伴う公共用財産使用協議を行っていたところ、豊原海域については令和2年10月29日に同意を得られたため、11月25、26日に機器を設置し、嘉陽海域については令和3年1月18日に同意を得られたため、2月5日に機器を設置し、それぞれ連続観測による水環境調査を開始。

年月			平成30年度			平成31年度/令和元年度												令和2年度											
			12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2
季節			冬季			春季			夏季			秋季			冬季			春季			夏季			秋季			冬季		
現地実証試験	豊原海域	10区画 200株	●★	1M	2M	3M			夏(6M)			台	秋(10M)	冬(12M)	中間評価①	春(16M)		夏(18M)			台(21M)	秋(22M)		冬(24M)			中間評価②		
	嘉陽海域	7区画 140株												●★	1M	2M	3M	夏(5M)			台(8M)	秋(9M)			冬(12M)		中間評価①		
	嘉陽海域(夏植付け)	4区画 80株																●★	1M	2M	3M/台	秋(4M)			冬(6M)				
試行的な生育範囲拡大	豊原海域	25区画 500株												●						春									
		60区画 1,200株																			夏			台	秋		冬		
	豊原海域(密度試験)	30区画 1,200株												●				春			夏			台	秋		冬		

←実施済 予定→

●: 植付け, ★: 1W, 2Wモニタリング, 台: 台風後モニタリング
 □: 今回報告事項 ○: 評価予定



●: 実証試験 ○: 試行植付け ●: 試行植付け(密度試験) ○: 実証試験(夏植付け)

現地実証試験/モニタリング結果 豊原海域

○秋季(22M)のモニタリング結果の概要

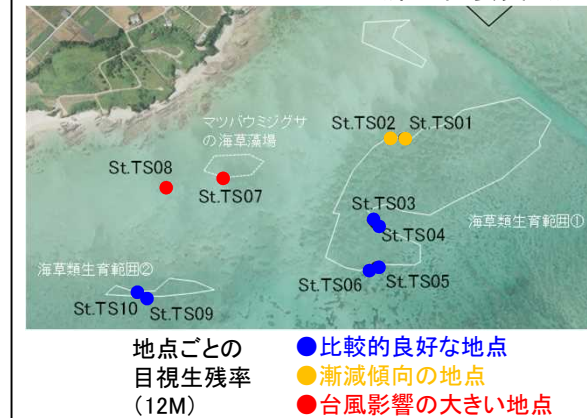
次ページより示す地点別のモニタリング結果について、秋季調査(22M)における概要は以下のとおり。

<目視生残株数>

- 第29回委員会における中間評価①で、1年目までの目視生残率が比較的良好と評価した6地点(●TS03, 04, 05, 06, 09, 10)の目視生残株数は、TS04では前回調査の台風後(21M)から1株減少、TS03,06では変化なし、TS05, 09, 10では1~3株増加した。
- 中間評価①で、1年目までの目視生残率が漸減傾向と評価した2地点(●TS01, 02)のうちTS01では1株が再確認され、TS02では1株減少した。
- 中間評価①で、1年目までの目視生残率について台風影響が大きいと評価した2地点(●TS07, 08)のうち、TS07では前回調査から引き続き生残株を目視確認できず、TS08では2株減少した。

[参考] 中間評価①での地点評価

(第29回委員会)



<最大侵食量>

- 植付け区(2m枠内)の最大侵食量は、TS02で-10cmに達した箇所があったが、概ね-1cm程度であった。
- 移植株が確認されなかった箇所の最大侵食量も-1~-3cm程度であり、目視生残株数の減少は侵食の影響によるものではないと推察された。

<水温・塩分、全窒素・全リン>

- 22、23か月後モニタリングの各地点の水温は25.0~27.5°C、塩分は34.5~34.7であった。
- 22か月後モニタリングの各地点の全窒素は0.06~0.11mg/L、全リンは0.004~0.008mg/Lであった。

<藻場生態系>

- 22か月後モニタリングの各地点の魚類の出現種類数は5~41種類であり、合計種類数は80種類であった。
- 底生動物の各地点の出現種類数は2~16種類であり、合計種類数は45種類であった。

<まとめ>

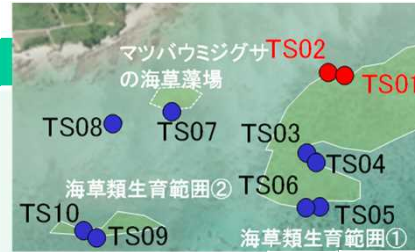
秋季(22M)において、移植株の生残に影響を及ぼすような砂面の侵食は生じておらず、中間評価①で目視生残率が比較的良好と評価した6地点は、引き続き良好な状況を維持していることが確認できた。

これらの結果については、次回委員会で提示する「中間評価②」(2か年分データを対象)の考察に用いるものとする。4

○モニタリング結果(生育調査)

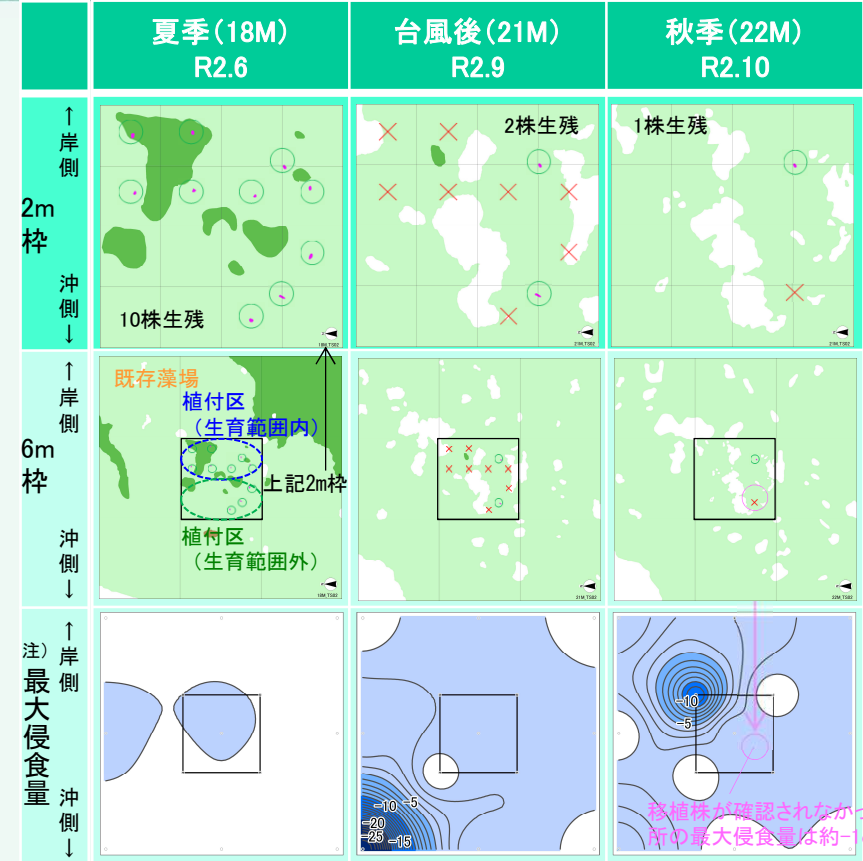
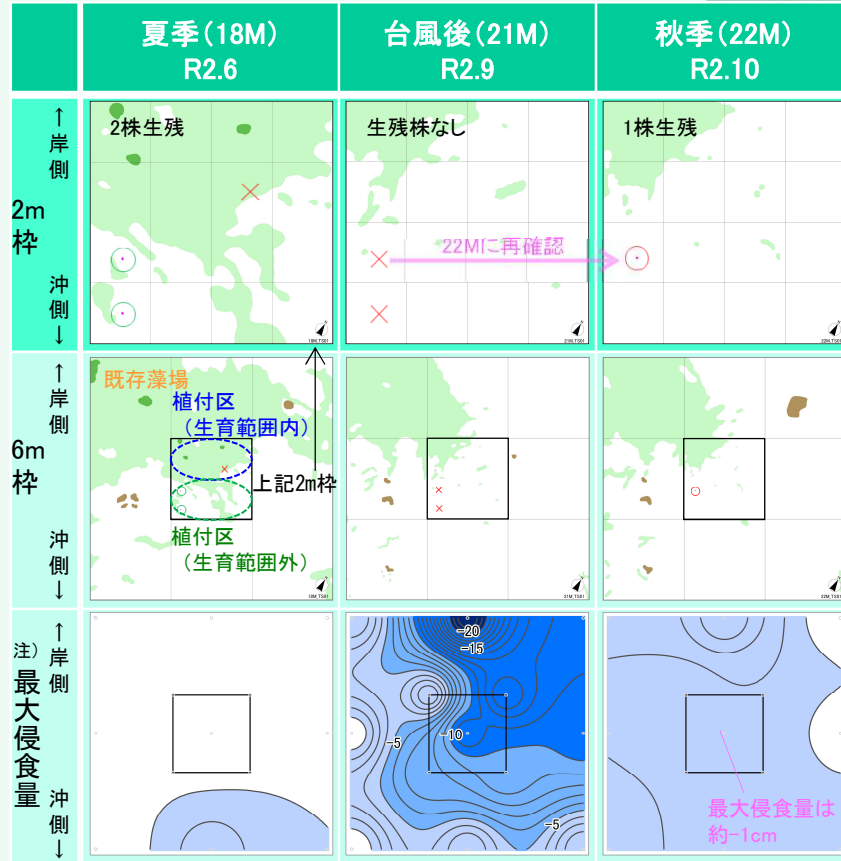
<TS01> (水深D.L.-1.3m)

- ・秋季(22M)の目視生残株数は、台風後(21M)の0株から1株に増加した。この増加は、台風後(21M)に確認されなかった2株のうち1株が再確認されたことによる。
- ・2m枠内の最大侵食量は約-1cmであった。



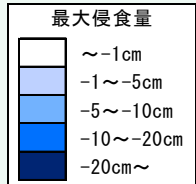
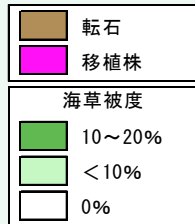
<TS02> (水深D.L.-1.5m)

- ・秋季(22M)の目視生残株数は、台風後(21M)の2株から1株に減少した。
- ・2m枠内の最大侵食量は、岸側の一角で-10cmに達したが移植株が確認されなかった箇所では約-1cmであった。



注)最大侵食量: 前回調査時からの侵食量

【凡例】

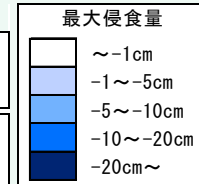
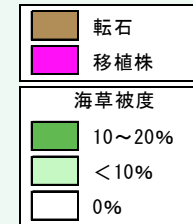


- : 継続的に確認された移植株
- : 再確認された移植株
- ×: 確認されなかった移植株

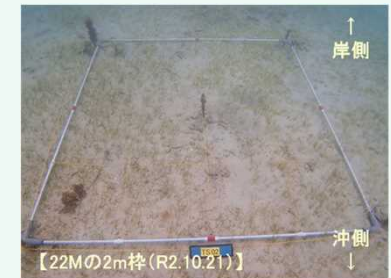


注)最大侵食量: 前回調査時からの侵食量

【凡例】



- : 継続的に確認された移植株
- : 再確認された移植株
- ×: 確認されなかった移植株

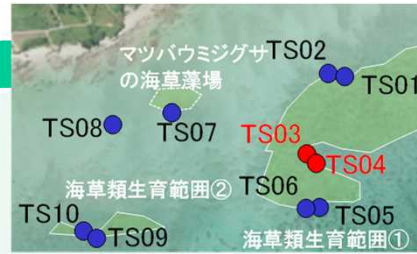


○モニタリング結果(生育調査)

<TS03> (水深D.L.-1.7m)

- ・秋季(22M)の目視生残株数は、台風後(21M)と同じく16株であった。
- ・移植株が確認されなかった箇所の最大侵食量は-1cm未満であった。

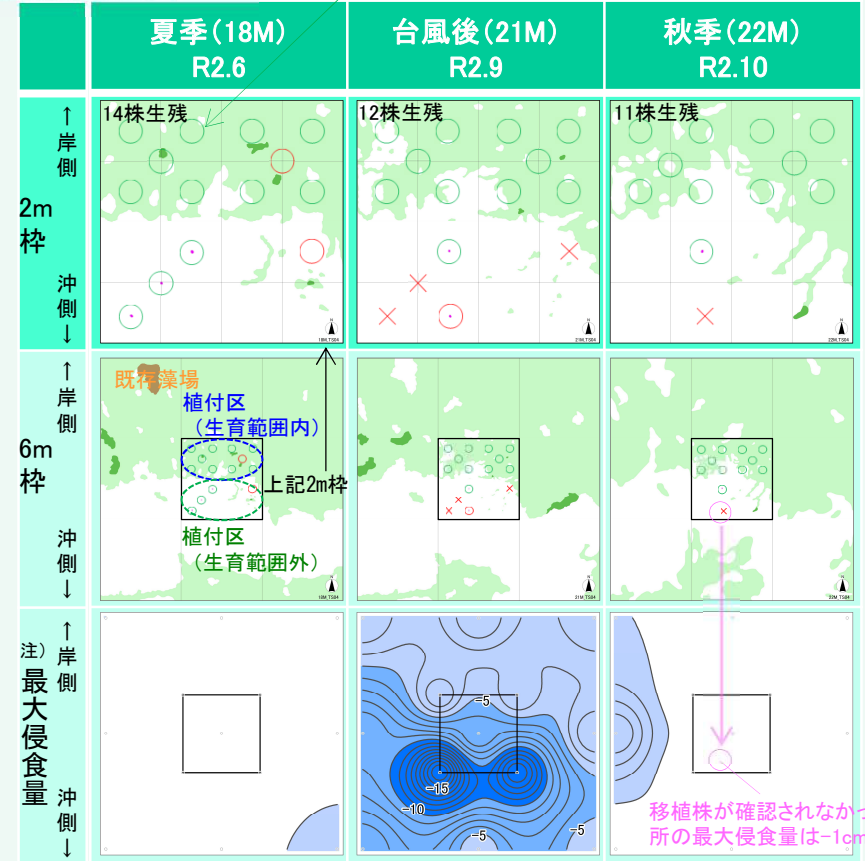
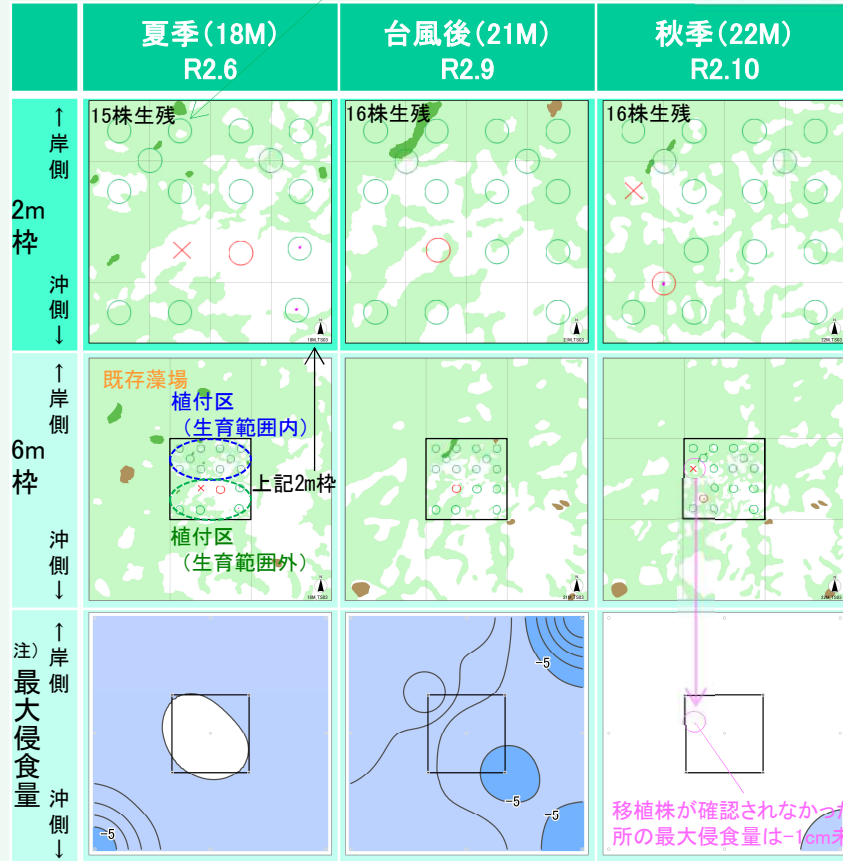
既存の海草と区別がつかない株



<TS04> (水深D.L.-1.7m)

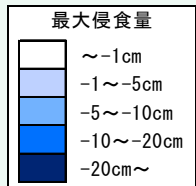
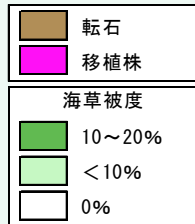
- ・秋季(22M)の目視生残株数は、台風後(21M)の12株から11株に減少した。
- ・移植株が確認されなかった箇所の最大侵食量は-1cm未満であった。

既存の海草と区別がつかない株

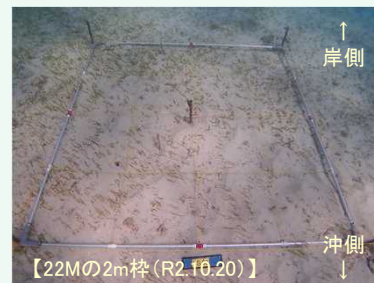


注) 最大侵食量: 前回調査時からの侵食量

【凡例】

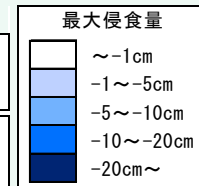
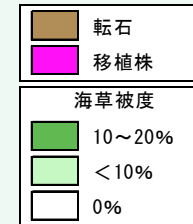


- : 継続的に確認された移植株
- : 再確認された移植株
- ×: 確認されなかった移植株

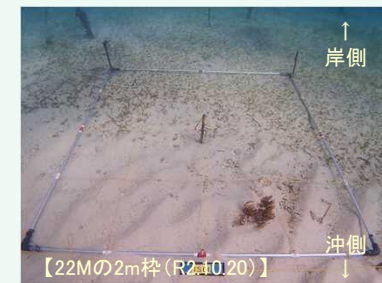


注) 最大侵食量: 前回調査時からの侵食量

【凡例】



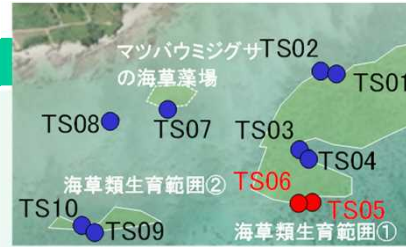
- : 継続的に確認された移植株
- : 再確認された移植株
- ×: 確認されなかった移植株



○モニタリング結果(生育調査)

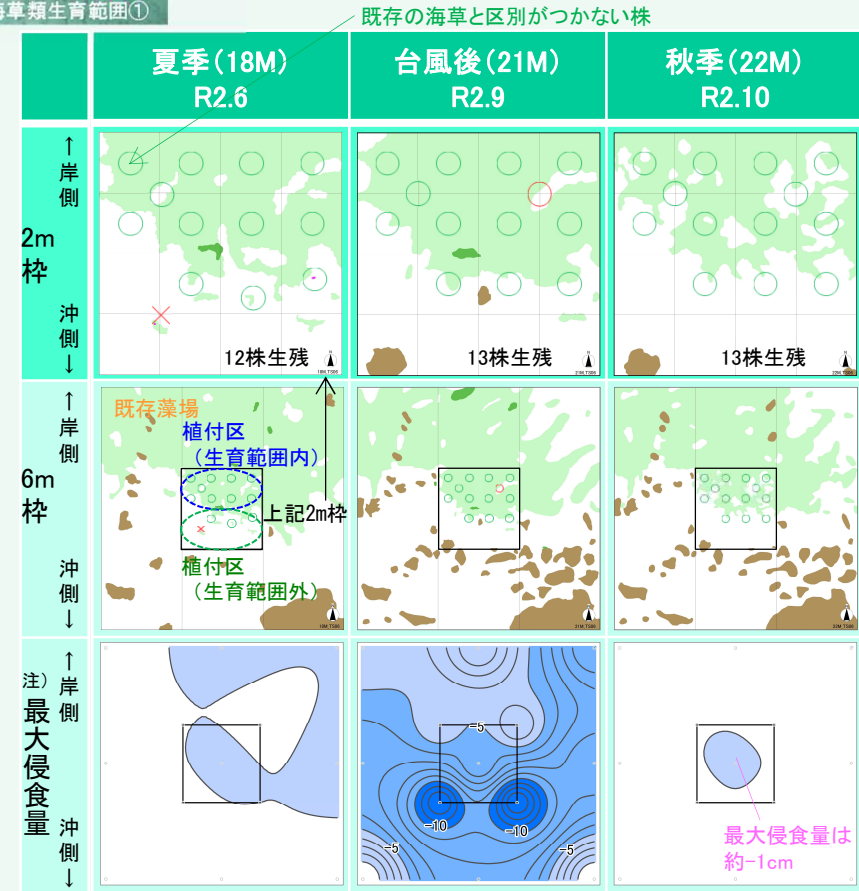
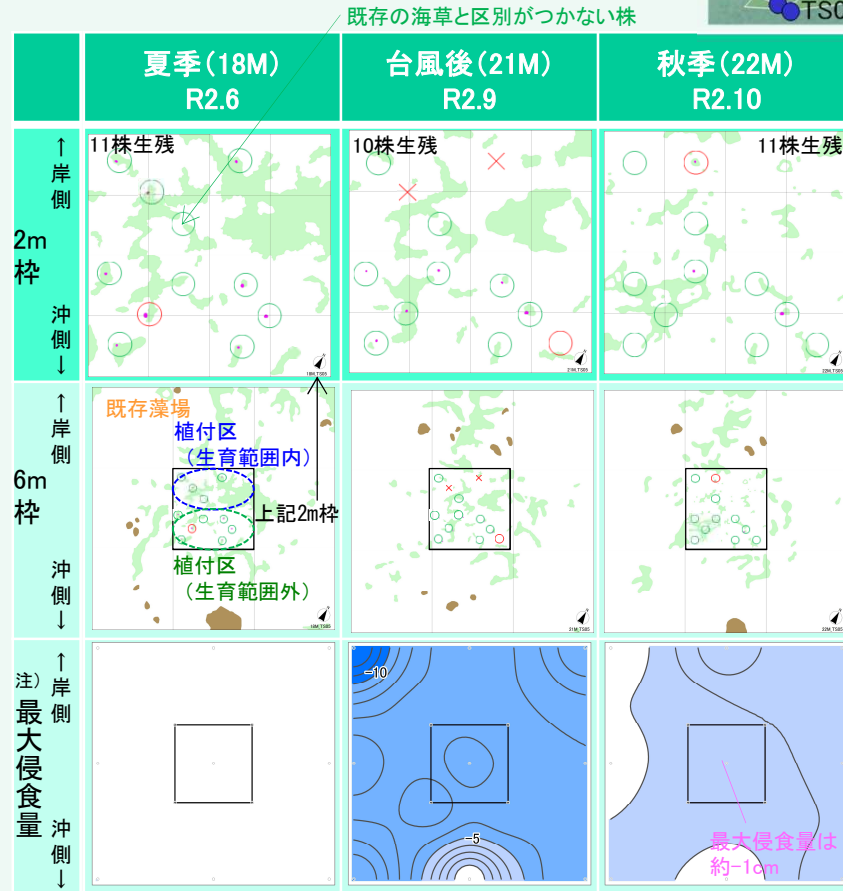
<TS05> (水深D.L.-1.6m)

- ・秋季(22M)の目視生残株数は、台風後(21M)の10株から11株に増加した。
- ・2m枠内の最大侵食量は約-1cmであった。



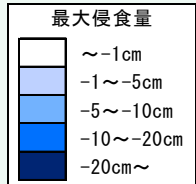
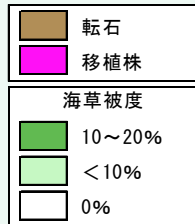
<TS06> (水深D.L.-2.0m)

- ・秋季(22M)の目視生残株数は、台風後(21M)と同じく13株であった。
- ・2m枠内の最大侵食量は約-1cmであった。

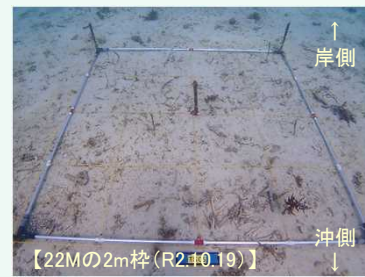


注)最大侵食量: 前回調査時からの侵食量

【凡例】

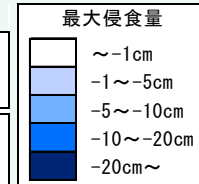
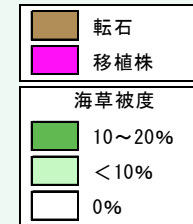


- : 継続的に確認された移植株
- : 再確認された移植株
- ×: 確認されなかった移植株

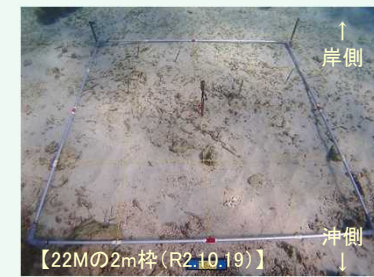


注)最大侵食量: 前回調査時からの侵食量

【凡例】



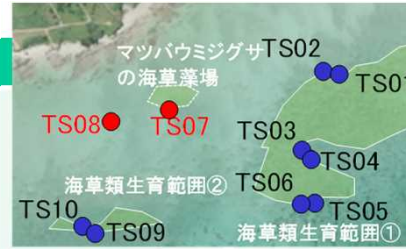
- : 継続的に確認された移植株
- : 再確認された移植株
- ×: 確認されなかった移植株



○モニタリング結果(生育調査)

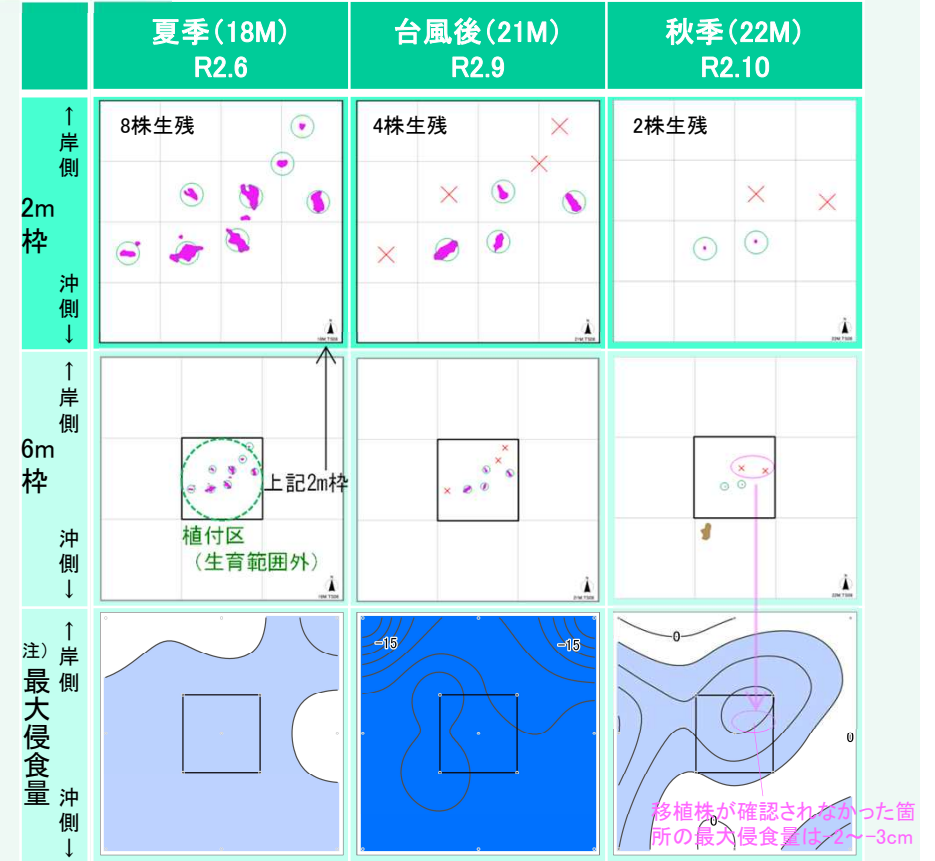
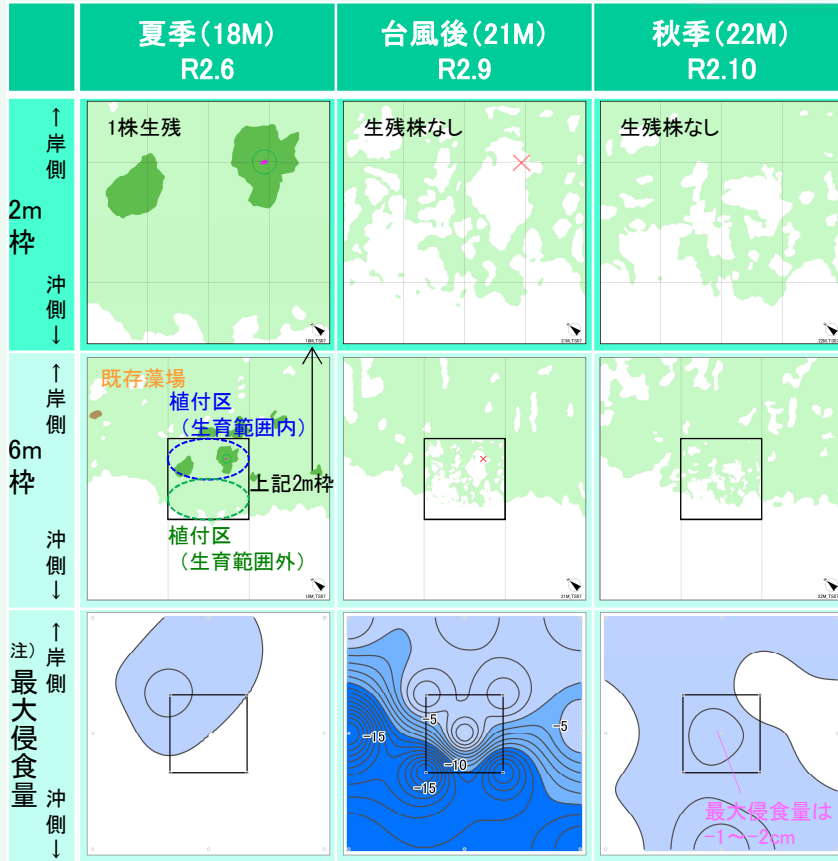
<TS07> (水深D.L.-1.3m)

- ・秋季(22M)は台風後(21M)から引き続き、生残株を目視確認できなかった。
- ・2m枠内の最大侵食量は-1~-2cmであった。



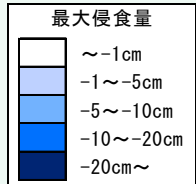
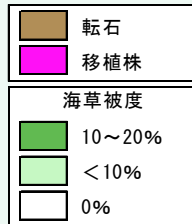
<TS08> (水深D.L.-1.4m)

- ・秋季(22M)の目視生残株数は、台風後(21M)の4株から2株に減少した。
- ・移植株が確認されなかった箇所の最大侵食量は-2~-3cmであった。

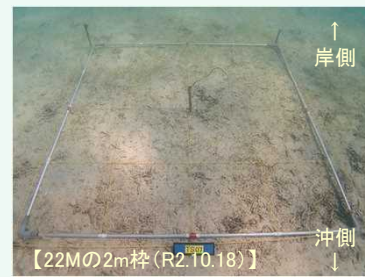


注)最大侵食量: 前回調査時からの侵食量

【凡例】

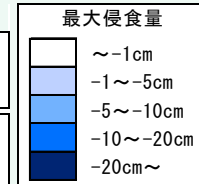
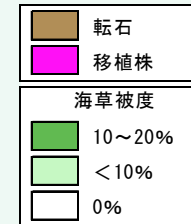


- : 継続的に確認された移植株
- : 再確認された移植株
- ×: 確認されなかった移植株

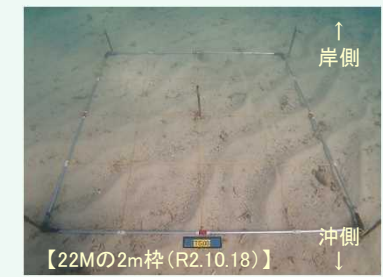


注)最大侵食量: 前回調査時からの侵食量

【凡例】



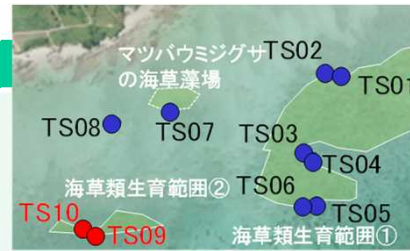
- : 継続的に確認された移植株
- : 再確認された移植株
- ×: 確認されなかった移植株



○モニタリング結果(生育調査)

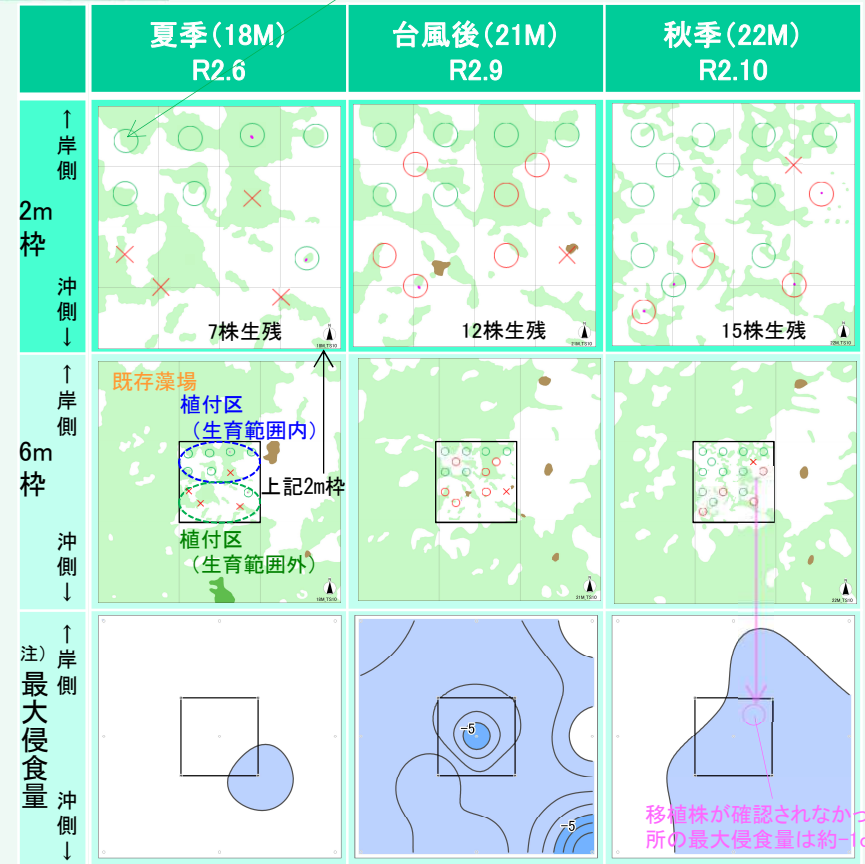
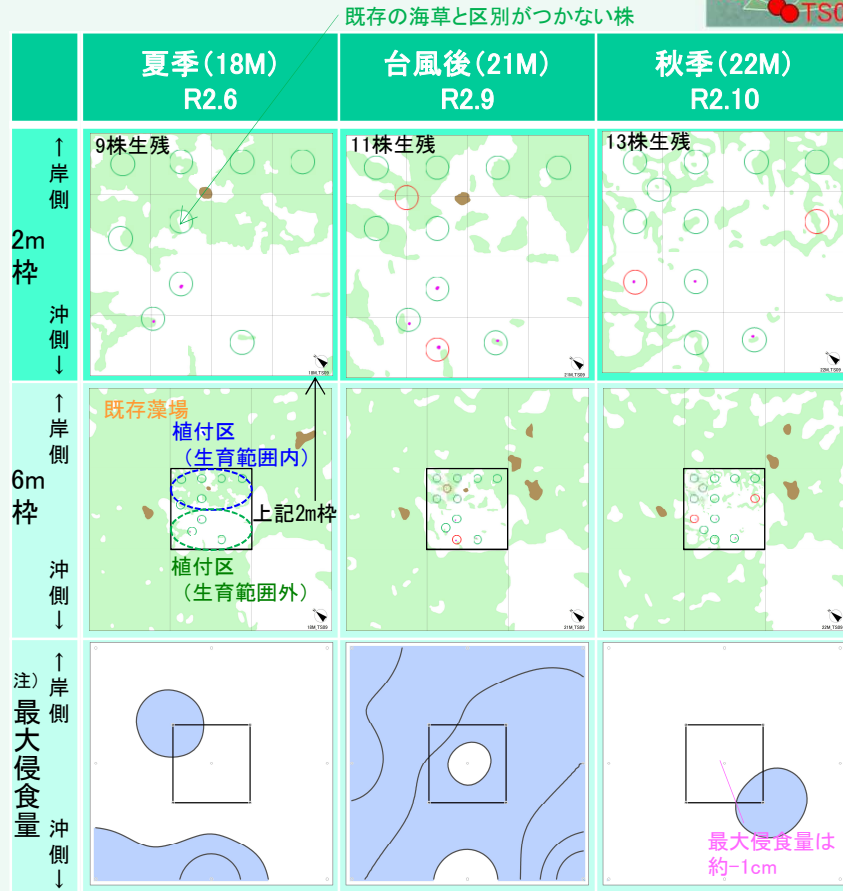
<TS09> (水深D.L.-1.6m)

- ・秋季(22M)の目視生残株数は、台風後(21M)の11株から13株に増加した。
- ・2m枠内の最大侵食量は約-1cmであった。

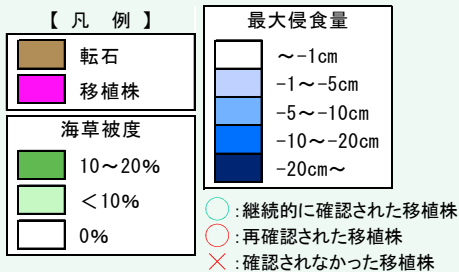


<TS10> (水深D.L.-1.6m)

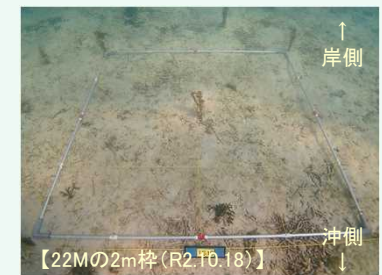
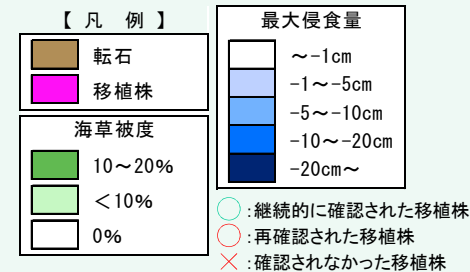
- ・秋季(22M)の目視生残株数は、台風後(21M)の12株から15株に増加した。
- ・移植株が確認されなかった箇所の最大侵食量は約-1cmであった。



注)最大侵食量: 前回調査時からの侵食量

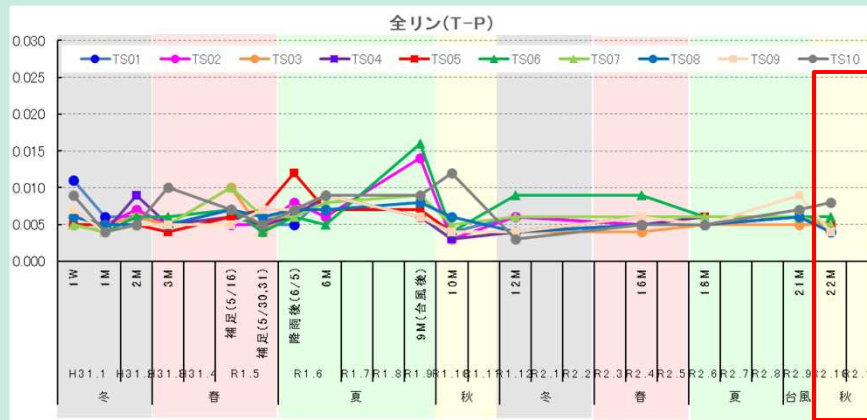
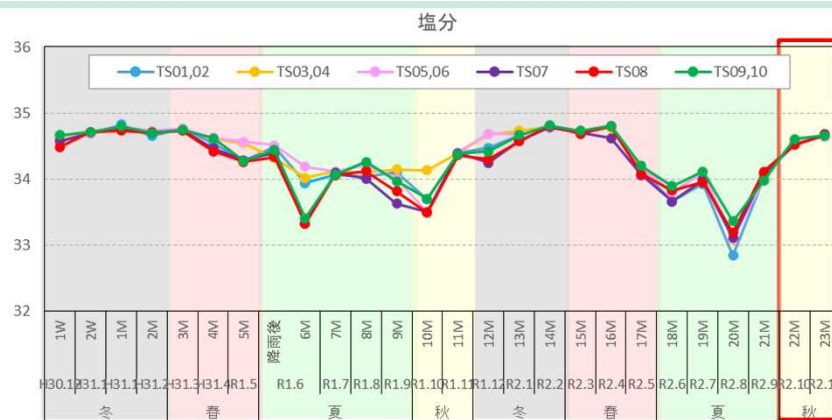
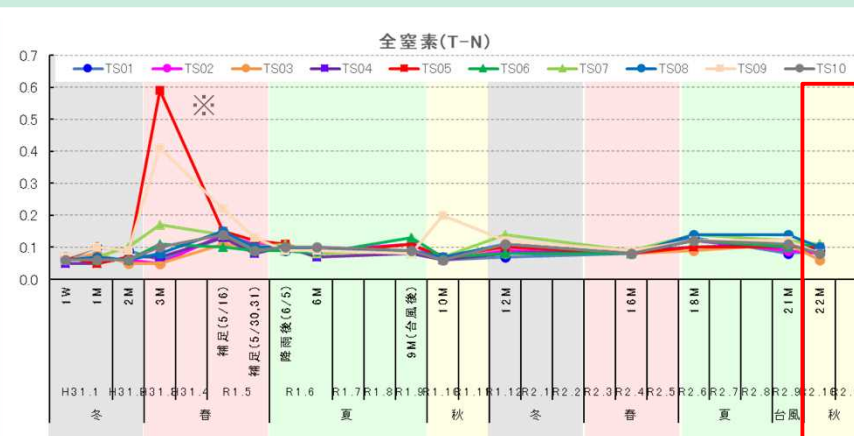
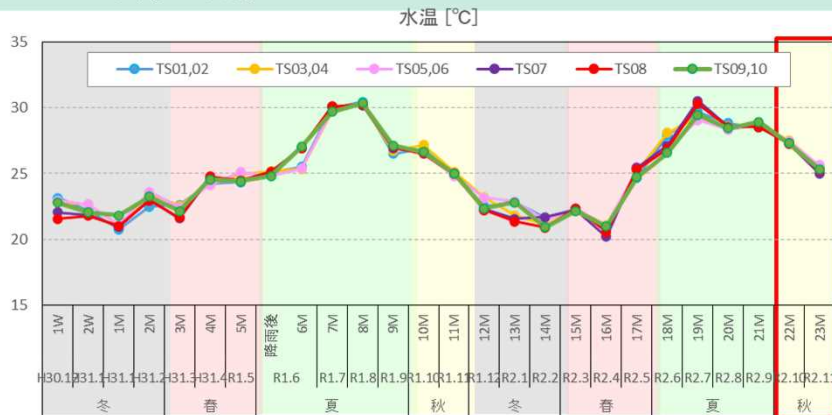


注)最大侵食量: 前回調査時からの侵食量

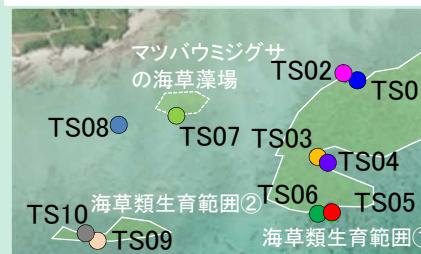
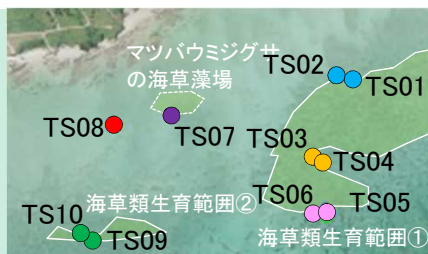


モニタリング結果（水温・塩分、全窒素・全リン）

- ・22か月後モニタリングから23か月後モニタリングの各地点の水温は25.0～27.5℃、塩分は34.5～34.7であった。
- ・22か月後モニタリングの各地点の全窒素は0.06～0.11mg/L、全リンは0.004～0.008mg/Lであった。



□: 今回報告

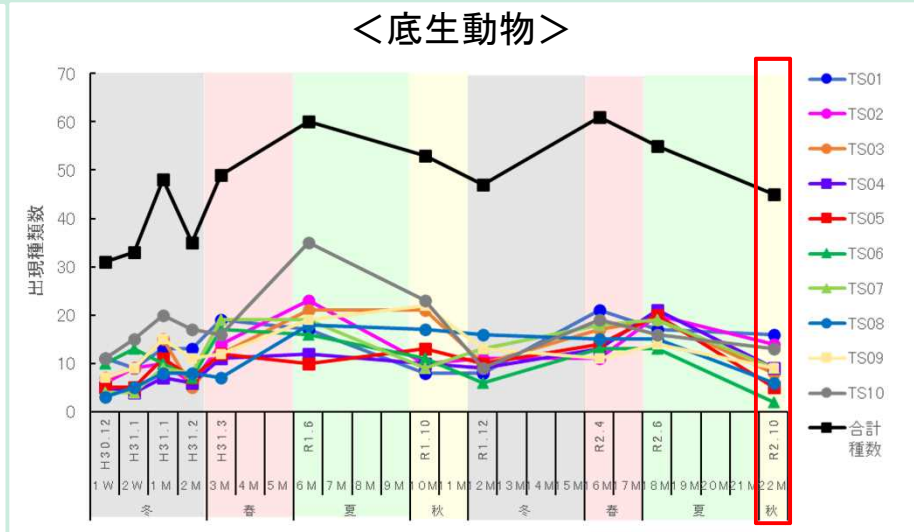
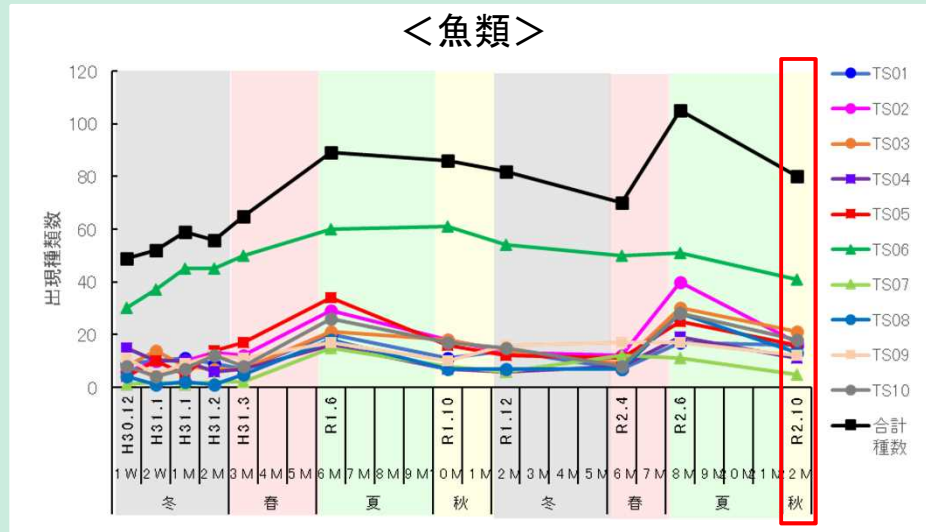


※3か月後モニタリング時にTS05,09で全窒素(T-N)が高かったが、その後の補足調査では地点間に大きな差が見られなかったため一時的なものと考えられた【第21回委員会】。

モニタリング結果(藻場生態系)

・22か月後モニタリングの魚類の各地点の出現種類数は5～41種類であり、合計種類数は80種類であった。

・22か月後モニタリングの底生動物の各地点の出現種類数は2～16種類であり、合計種類数は45種類であった。



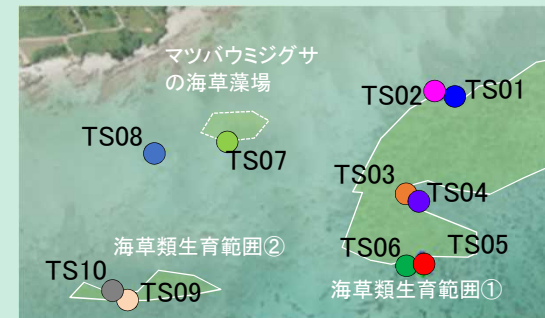
□: 今回報告



ハタテギンポ



スジガイ



○豊原海域における海草藻場の連続観測機器設置

- ・海草類の生育範囲拡大の検討に資するため、水温、塩分、光量子、流況（流向・流速、波高）の連続観測について沖縄県に公共用財産使用協議書を提出し、豊原海域の同意が成されたため、令和2年11月25日（St. a, b, c, e）と26日（St. d, f）に豊原海域に水温塩分計、光量子計、流向流速計、波高計を設置。
- ・海草の生育環境の把握とともに台風期や冬季の季節風に伴う高波浪時の底質の安定性について流況の観測結果から算出されるシルズ数などを用いて検討する。
- ・今後、台風影響による底質の攪乱状況（巻き上がりや移動の状態）の把握を目的とし、平常時及び台風時に設置予定のセディメントトラップについて、準備が整い次第、設置を行う予定。

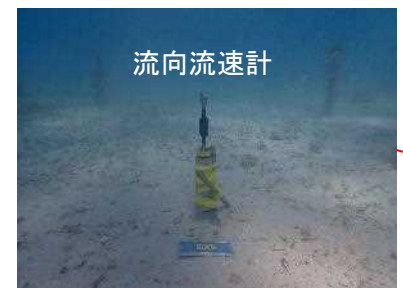
St.d

設置時水深
1.6m

設置物

- ・水温塩分計
- ・光量子計
- ・流向流速計

岸側の
裸地に設置



St.f

設置時水深
1.7m

設置物

- ・流向流速計

沖側の藻場
縁辺に設置

連続観測機器の 設置状況（豊原海域）



St.e

設置時水深
2.6m

設置物

- ・流向流速計

沖側の
裸地に設置



St.c

設置時水深
1.5m

設置物

- ・流向流速計

沖側の藻場
縁辺に設置



St.a

設置時水深
0.8m

設置物

- ・水温塩分計
- ・光量子計

河口部近傍に
設置

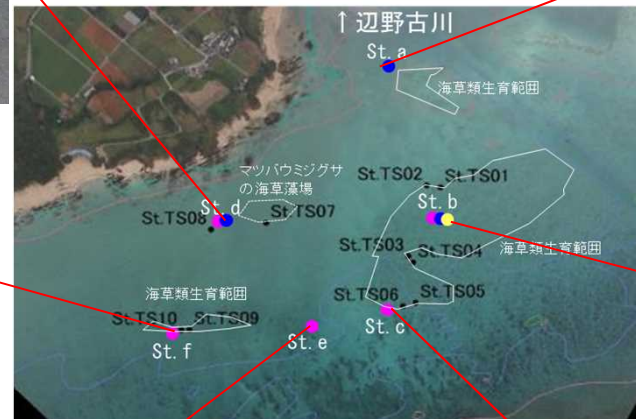
St.b

設置時水深
1.6m

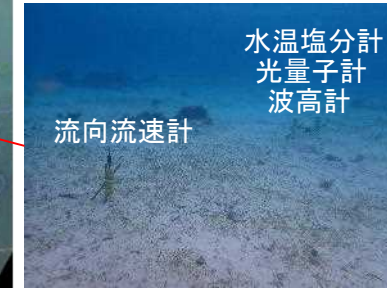
設置物

- ・水温塩分計
- ・光量子計
- ・流向流速計
- ・波高計

藻場内に設置



- : 水温塩分計・光量子計
- : 流向流速計
- : 波高計



現地実証試験/モニタリング結果 嘉陽海域

○秋季(9M)のモニタリング結果の概要

次ページより示す地点別のモニタリング結果について、秋季調査(9M)における概要は以下のとおり。

<目視生残株数>

- 前回調査の台風後(8M)と比較して、KS01で3株、KS04で2株、KS07で2株減少。他の4地点(KS02,03,05,06)では、各地点で1~2株増加した。
- 台風の影響が大きく、台風後(8M)に9株減少したKS04と11株減少したKS06については、KS04は2株減少、KS06は2株増加となり、大幅な減少は生じていない。最大侵食量が0~-2cm程度であることから、台風の影響は収束したものと推察。

<最大侵食量>

- 植付け区(2m枠内)の最大侵食量は、KS02で-5cmに達した箇所があったが、概ね0~-2cm程度であった。
- 移植株が確認されなかった箇所の最大侵食量も0~-2cm程度であり、目視生残株数の減少は侵食の影響によるものではないと推察された。

<水温・塩分、全窒素・全リン>

- 9、10か月後モニタリングの各地点の水温は25.1~27.8℃、塩分は34.5~34.7であった。
- 9か月後モニタリングの各地点の全窒素は0.08~0.14mg/L、全リンは0.005~0.006mg/Lであった。

<藻場生態系>

- 9か月後モニタリングの各地点の魚類の出現種類数は17~40種類であり、合計種類数は76種類であった。
- 底生動物の各地点の出現種類数は3~11種類であり、合計種類数は23種類であった。

<まとめ>

秋季(9M)において、いずれの地点でも移植株の生残に影響を及ぼすような砂面の侵食は生じておらず、目視生残株数にも大きな変化はみられなかった。

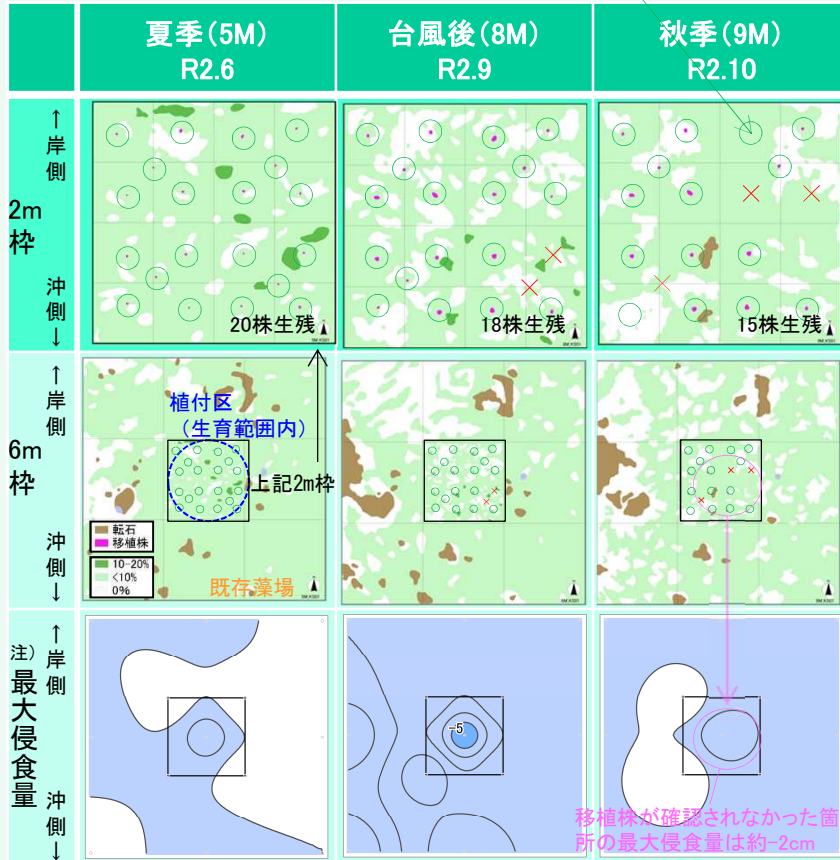
これらの結果については、次回委員会で提示する「中間評価①」(1か年分データを対象)の考察に用いるものとする。

○モニタリング結果(生育調査)

<KS01> (水深D.L.-1.2m)

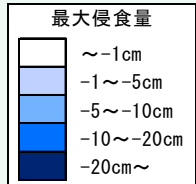
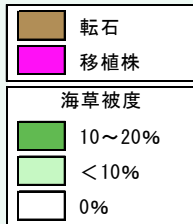
- ・秋季(9M)の目視生残株数は、台風後(8M)の18株から15株に減少した。
- ・移植株が確認されなかった箇所の最大侵食量は約-2cmであった。

既存の海草と区別がつかない株

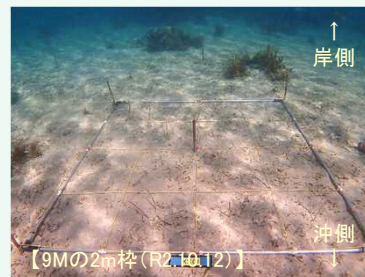


注) 最大侵食量: 前回調査時からの侵食量

【凡例】



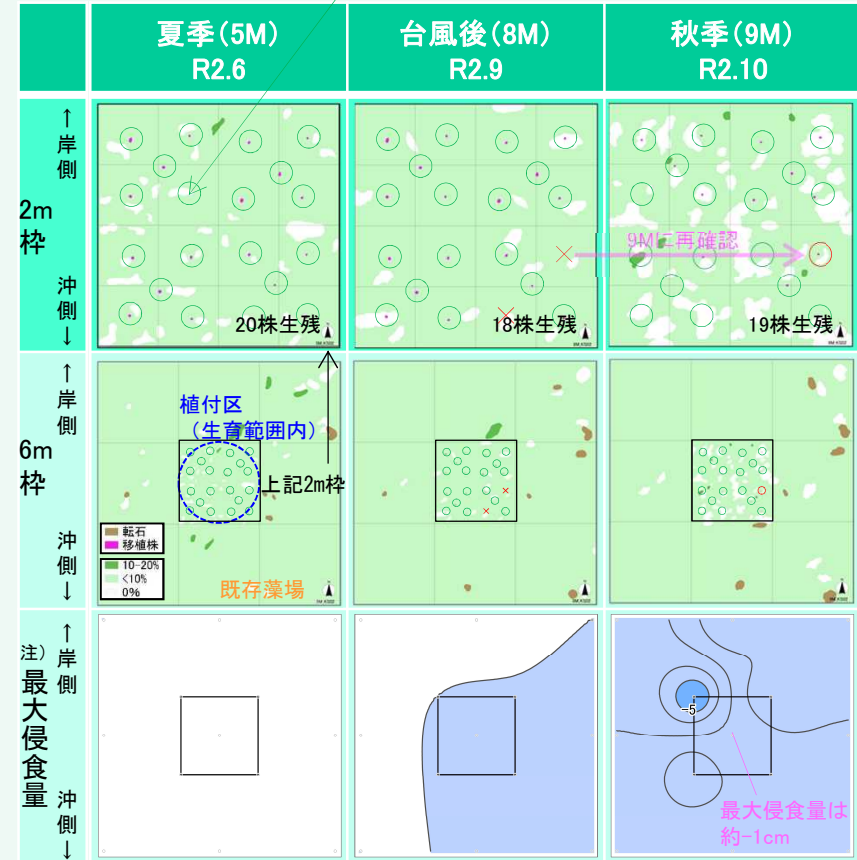
- : 継続的に確認された移植株
- : 再確認された移植株
- ×: 確認されなかった移植株



<KS02> (水深D.L.-1.2m)

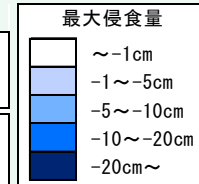
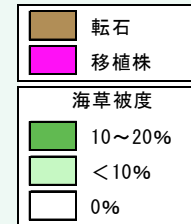
- ・秋季(9M)の目視生残株数は、台風後(8M)の18株から19株に増加した。この増加は、台風後(8M)に確認されなかった2株のうち1株が再確認されたことによる。
- ・2m枠内の最大侵食量は-2~-5cmであった。

既存の海草と区別がつかない株

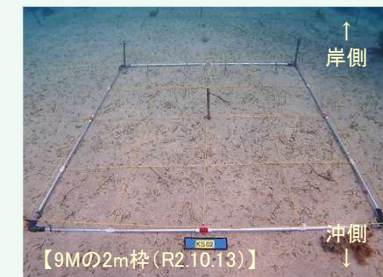


注) 最大侵食量: 前回調査時からの侵食量

【凡例】



- : 継続的に確認された移植株
- : 再確認された移植株
- ×: 確認されなかった移植株



○モニタリング結果(生育調査)

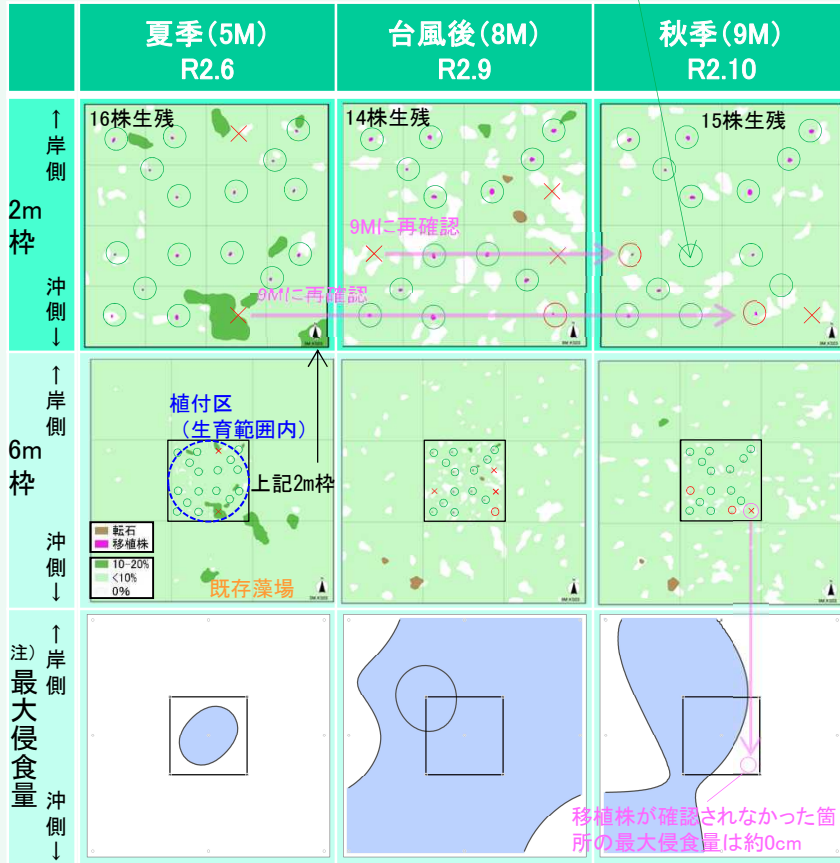
<KS03> (水深D.L.-1.0m)

- ・秋季(9M)の目視生残株数は、台風後(8M)の14株から15株に増加した。再確認された2株は、夏季(5M)及び台風後(8M)に確認されなかったものである。
- ・移植株が確認されなかった箇所の最大侵食量は0cmであった。
既存の海草と区別がつかない株



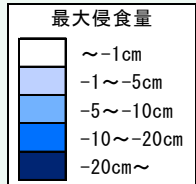
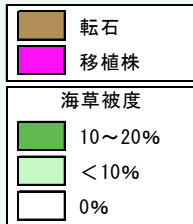
<KS04> (水深D.L.-1.3m)

- ・秋季(9M)の目視生残株数は、台風後(8M)の7株から5株に減少した。
- ・移植株が確認されなかった箇所の最大侵食量は0cmであった。

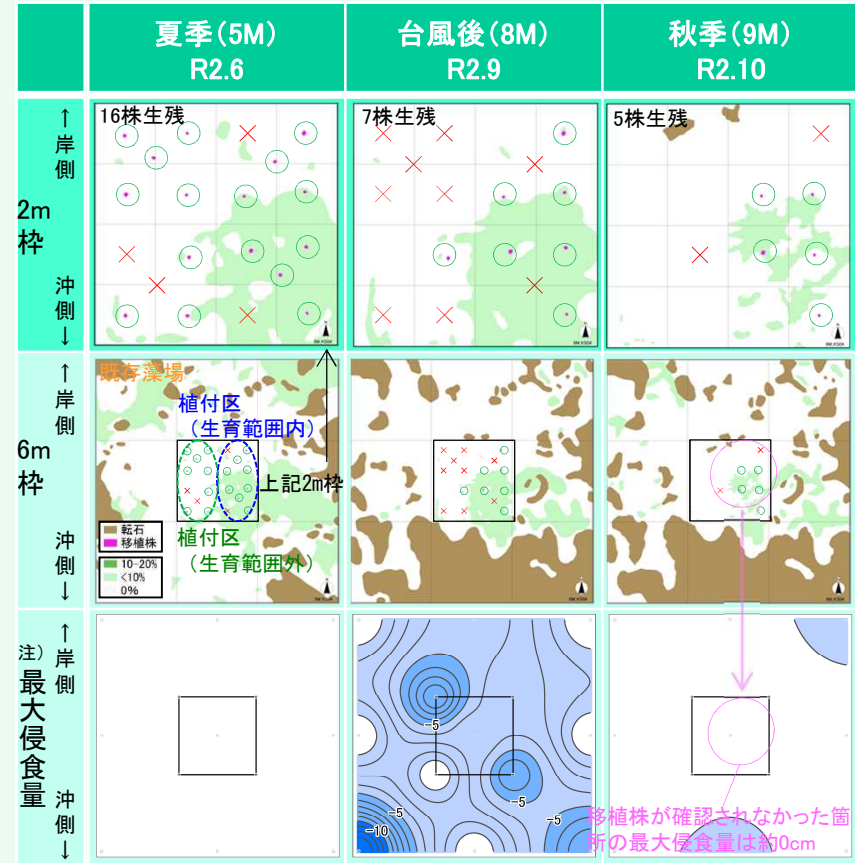
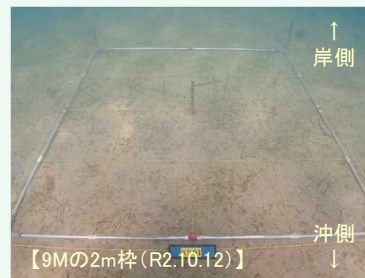


注)最大侵食量: 前回調査時からの侵食量

【凡例】

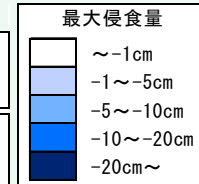
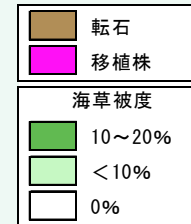


- : 継続的に確認された移植株
- : 再確認された移植株
- ×: 確認されなかった移植株

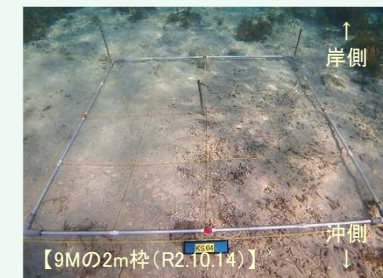


注)最大侵食量: 前回調査時からの侵食量

【凡例】



- : 継続的に確認された移植株
- : 再確認された移植株
- ×: 確認されなかった移植株



○モニタリング結果(生育調査)

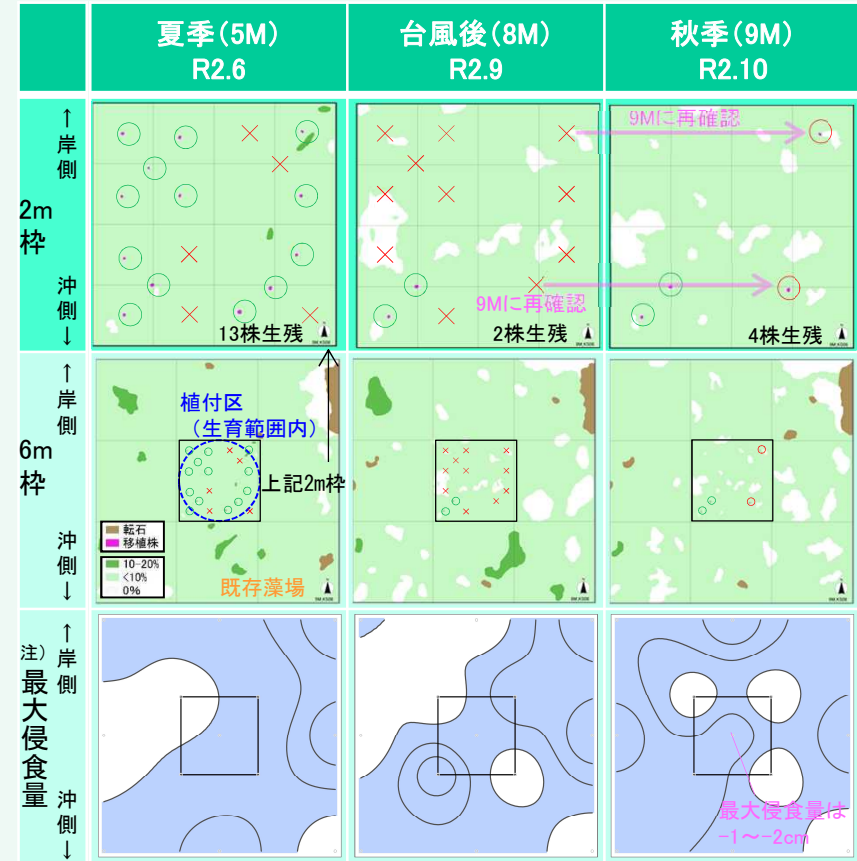
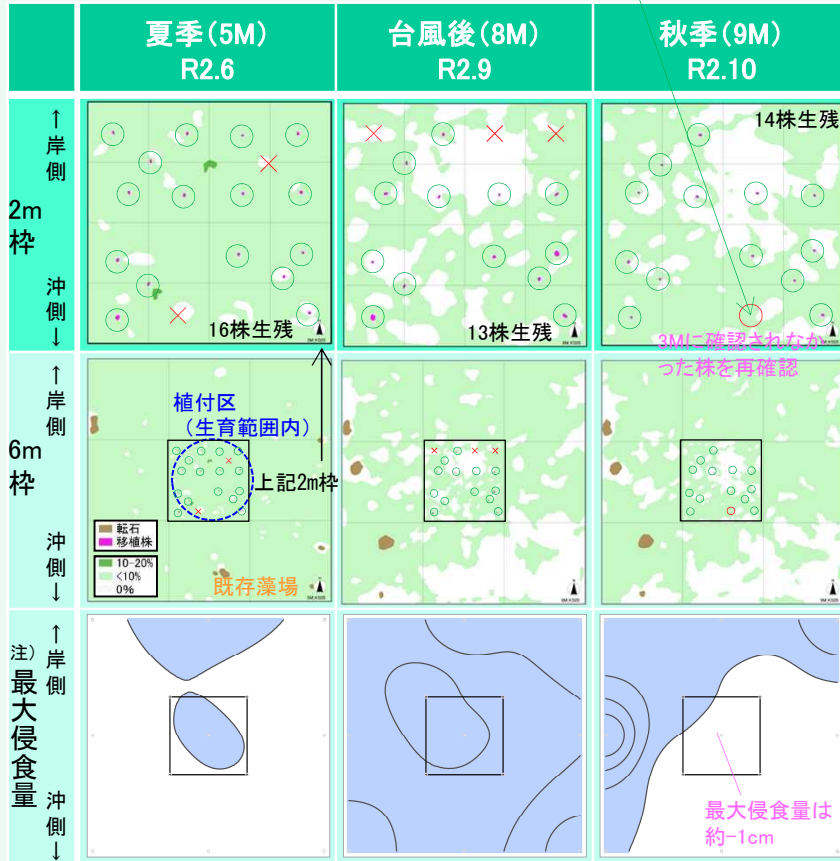
<KS05> (水深D.L.-1.1m)

- ・秋季(9M)の目視生残株数は、台風後(8M)の13株から14株に増加した。この増加は、3か月後(3M)に確認されなかった1株が再確認されたことによる。
- ・2m枠内の最大侵食量は約-1cmであった。
既存の海草と区別がつかない株



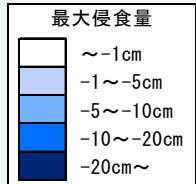
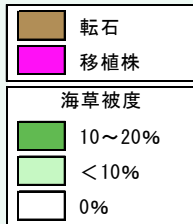
<KS06> (水深D.L.-1.0m)

- ・秋季(9M)の目視生残株数は、台風後(8M)の2株から4株に増加した。この増加は、台風後(8M)に確認されなかった2株が再確認されたことによる。
- ・2m枠内の最大侵食量は-1~-2cmであった。

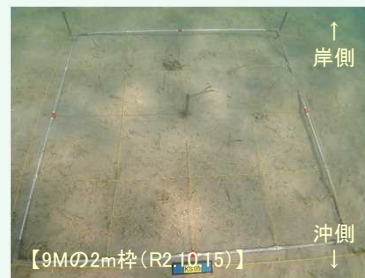


注)最大侵食量: 前回調査時からの侵食量

【凡例】

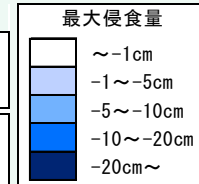
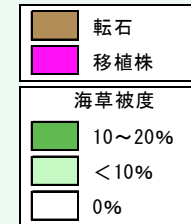


- : 継続的に確認された移植株
- : 再確認された移植株
- ×: 確認されなかった移植株

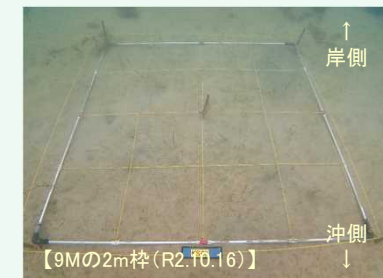


注)最大侵食量: 前回調査時からの侵食量

【凡例】



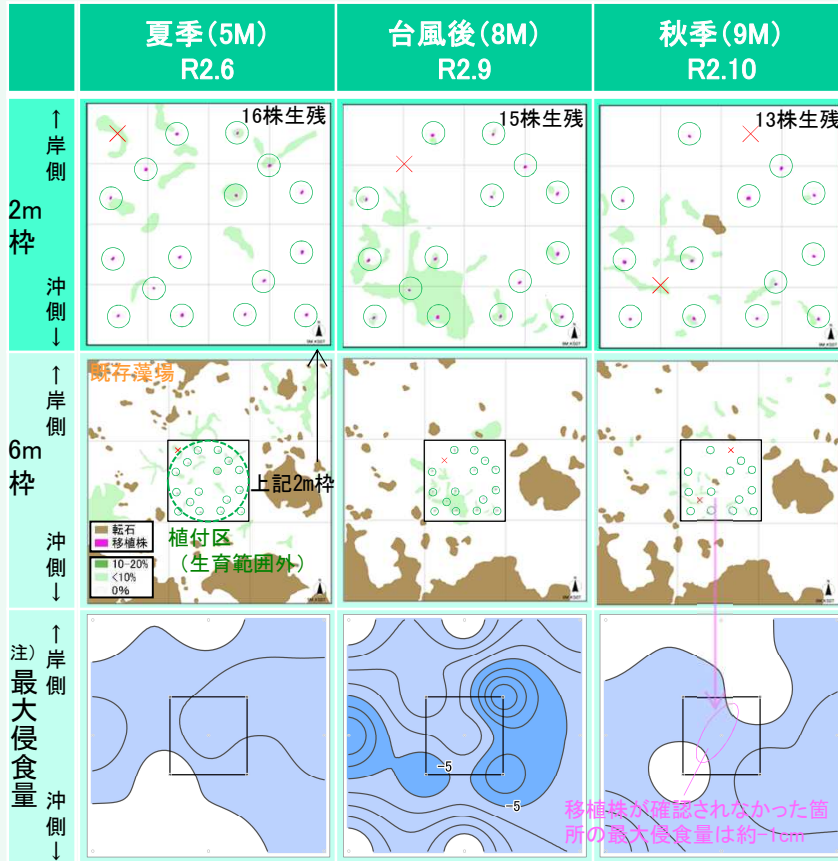
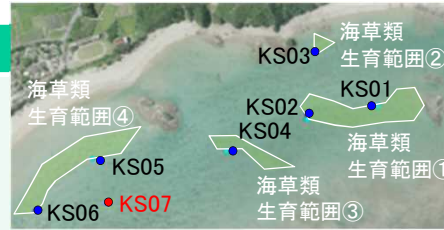
- : 継続的に確認された移植株
- : 再確認された移植株
- ×: 確認されなかった移植株



○モニタリング結果(生育調査)

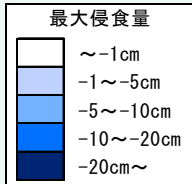
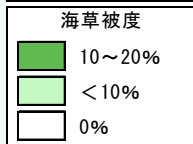
<KS07> (水深D.L.-1.3m)

- ・秋季(9M)の目視生残株数は、台風後(8M)の15株から13株に減少した。
- ・移植株が確認されなかった箇所の最大侵食量は約-1cmであった。

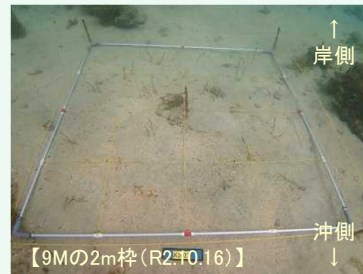


注) 最大侵食量: 前回調査時からの侵食量

【凡例】



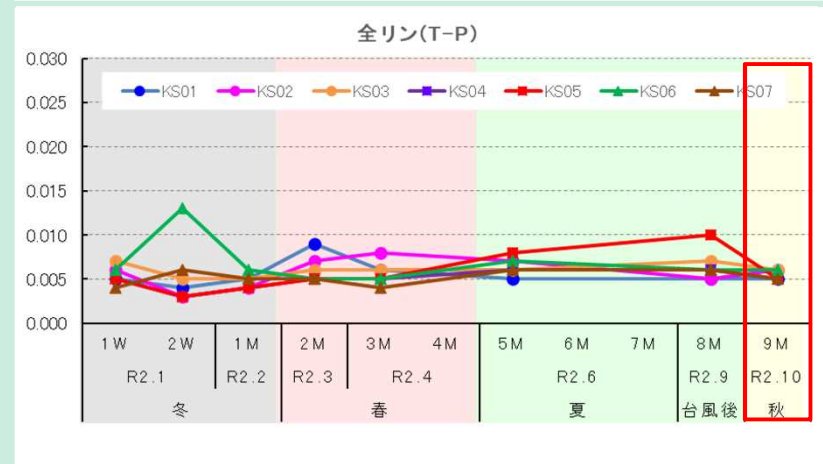
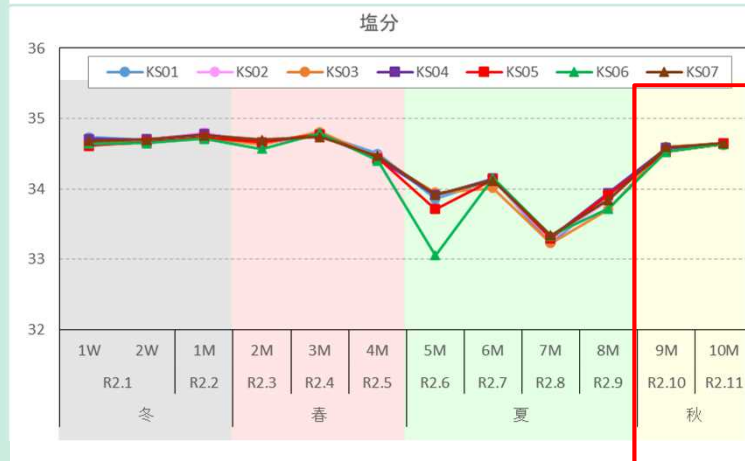
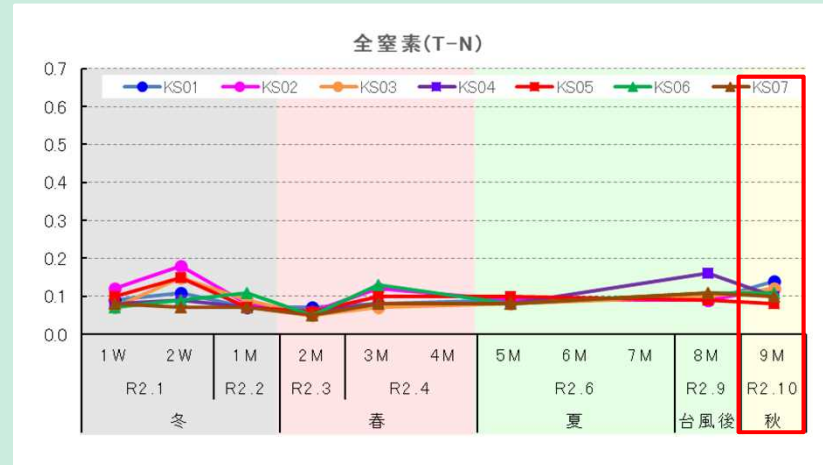
- : 継続的に確認された移植株
- : 再確認された移植株
- ×: 確認されなかった移植株



モニタリング結果（水温・塩分、全窒素・全リン）

- 9、10か月後モニタリングの各地点の水温は25.1～27.8℃、塩分は34.5～34.7であった。

- 9か月後モニタリングの各地点の全窒素は0.08～0.14mg/L、全リンは0.005～0.006mg/Lであった。



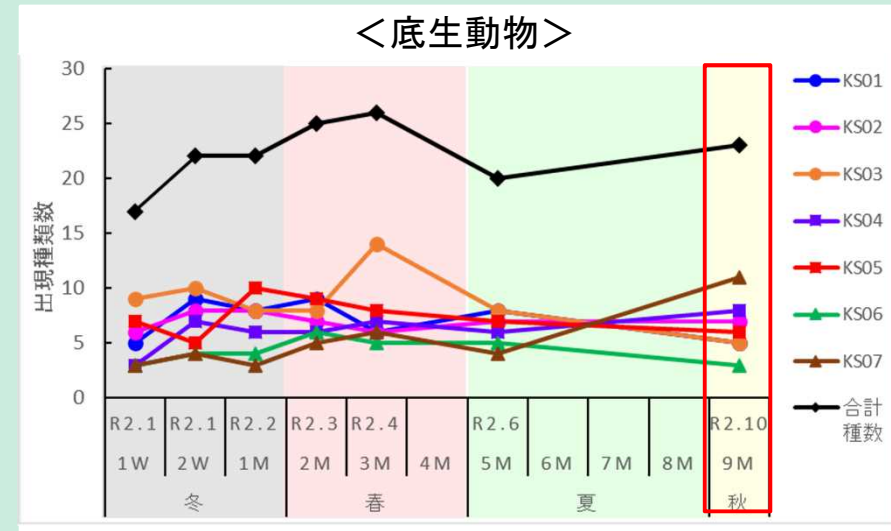
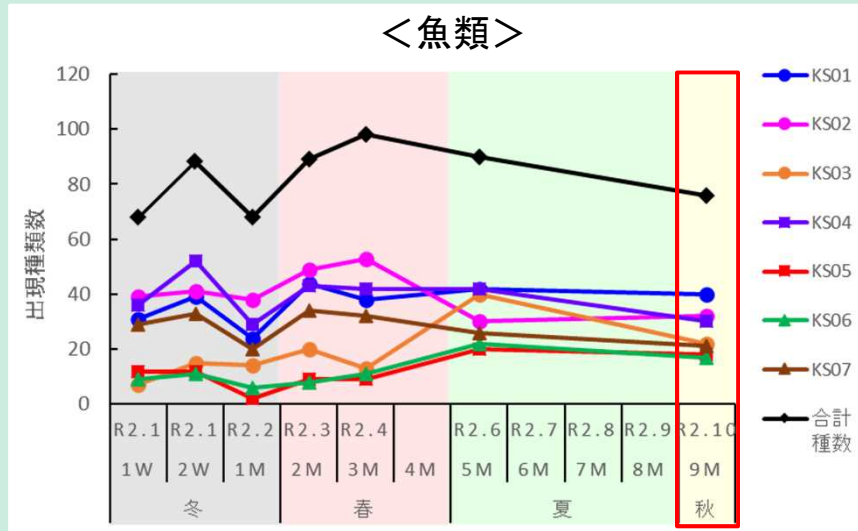
□ : 今回報告



モニタリング結果(藻場生態系)

・9か月後モニタリングの各地点の魚類の出現種類数は17~40種類であり、合計種類数は76種類であった。

・9か月後モニタリングの底生動物の各地点の出現種類数は3~11種類であり、合計種類数は23種類であった。



□: 今回報告



ミナミアカエソ



ハマヅト



○嘉陽海域における海草藻場の連続観測機器設置

- ・海草類の生育範囲拡大の検討に資するため、水温、塩分、光量子、流況（流向・流速、波高）の連続観測について沖縄県に公共用財産使用協議書を提出し、嘉陽海域の同意が成されたため、令和3年2月5日に嘉陽海域に水温塩分計、光量子計、流向流速計、波高計を設置。
- ・海草の生育環境の把握とともに台風期や冬季の季節風に伴う高波浪時の底質の安定性について流況の観測結果から算出されるシルズ数などを用いて検討する。
- ・今後、台風影響による底質の攪乱状況（巻き上がりや移動の状態）の把握を目的とし、平常時及び台風時に設置予定のセディメントトラップについて、準備が整い次第、設置を行う予定。

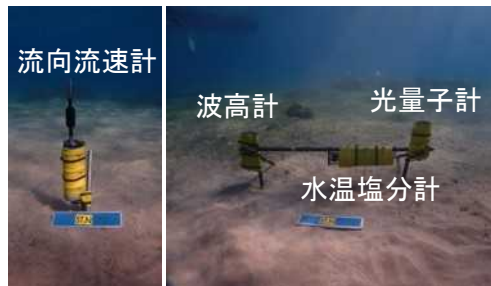
St.n

設置時水深
2.7m

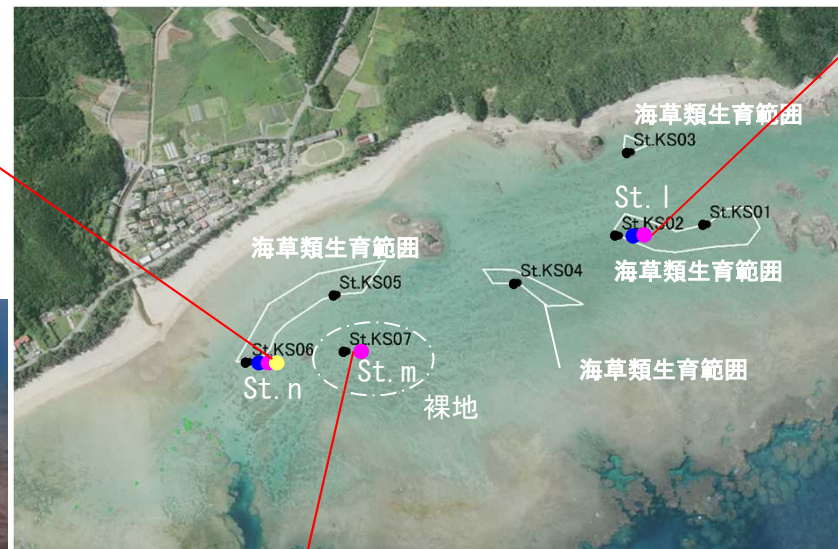
設置物

- ・水温塩分計
- ・光量子計
- ・流向流速計
- ・波高計

河口付近に設置



- :水温塩分計・光量子計
- :流向流速計
- :波高計



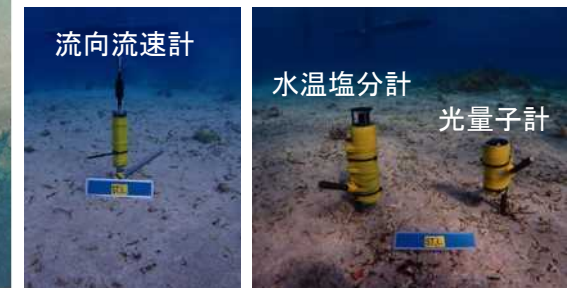
St.l

設置時水深
2.5m

設置物

- ・水温塩分計
- ・光量子計
- ・流向流速計

海草類生育範囲内に設置



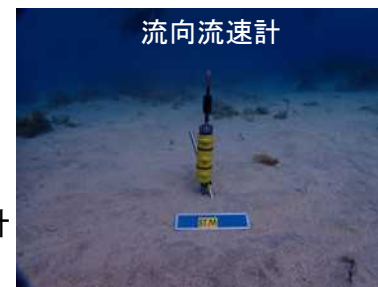
St.m

設置時水深
2.9m

設置物

- ・流向流速計

裸地に設置



連続観測機器の 設置状況(嘉陽海域)

現地実証試験/モニタリング結果 嘉陽海域（夏植付け）

○ 嘉陽海域（夏植付け）のモニタリング結果

- 夏植付けは、水温が高く、地下茎及び葉体が最も伸長する繁茂時期である夏季と、台風期までの余裕がある冬季との植付けを比較し、冬季以外でも植付けが有効か検証するため実施した。
- 令和2年6月に植付けを実施し、モニタリング調査は、令和2年6月に1週間後及び2週間後を、7月に1か月後を、8月に2か月後を、9月に3か月後と台風後、10月に秋季モニタリングを実施した。
- 台風9,10号の影響により移植株5株の流失(右写真)がみられていたKS11も含め、台風後から秋季モニタリングにおける各地点の移植株の増減は-2~+1株であった。
- 令和3年度夏季までモニタリングを継続し、植付け時期の評価を実施する予定。



台風後の流失状況 (KS11)

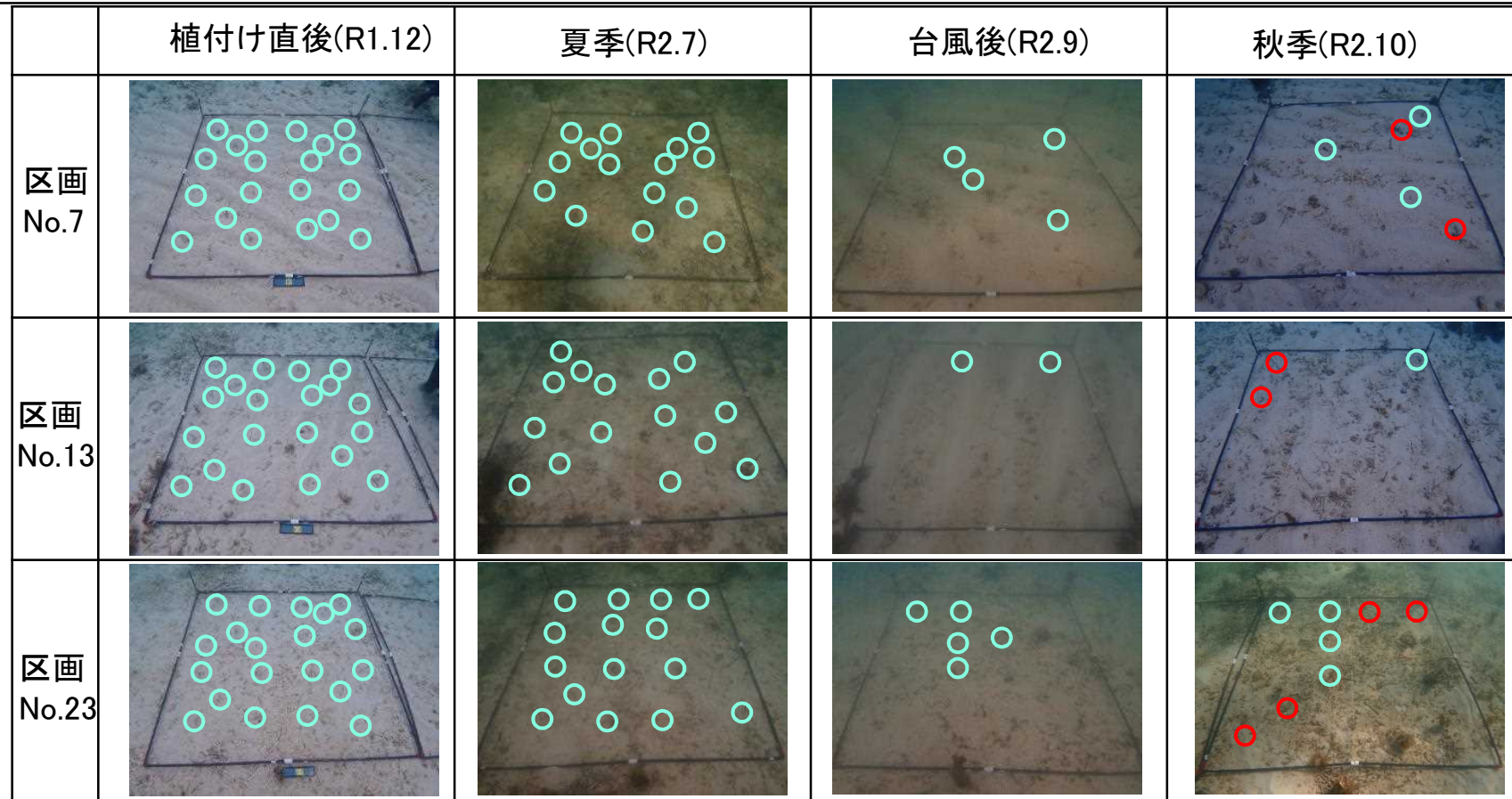
〈嘉陽海域（夏植付け）2m枠の状況推移〉（植付け直後～4か月後）

	植付け直後 R2.6	2週間後 R2.6	1か月後 R2.7	2か月後 R2.8	3か月後/台風後 R2.9	秋季モニタ R2.10
KS08	目視生残株数 20株 	20株 	19株 	19株 	19株 	19株
KS09	20株 	20株 	20株 	20株 	20株 	18株
KS10	20株 	20株 	18株 	18株 	17株 	18株
KS11	20株 	20株 	20株 	20株 	15株 流失箇所 	14株

試行的な海草類の生育範囲の拡大/モニタリング結果 豊原海域

○令和元年度の試行的植付け（豊原海域）のモニタリング結果

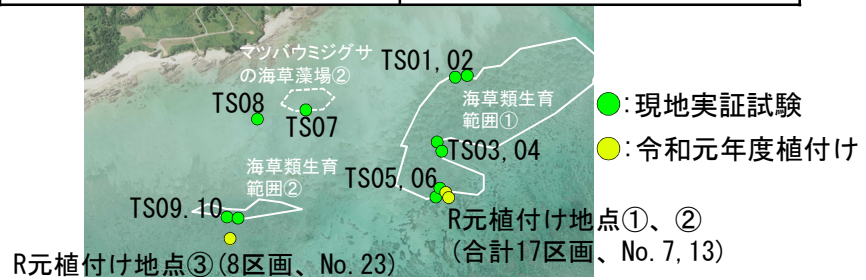
・植付け25区画のうち、約1割にあたるNo.7,13,23の3区画で夏季、台風後、秋季モニタリングを実施。
 ・優占種（藻場構成種）は主にリュウキュウスガモであった。台風9、10号の影響により、移植株が埋没している状況がみられたが、秋季モニタリングではNo.7では7シュート、No.13では4シュート、No.23では11シュートとシュート数は増加し、再びシュートが確認された位置も2～4箇所みられた。今後もモニタリングを継続していく考え。



○: 移植株の確認位置を示す。
 ○: 台風で一時、埋没したが秋季で再びシュートが確認された位置を示す。

区画No.	7			13			23			
	調査時期	R2.7	R2.9	R2.10	R2.7	R2.9	R2.10	R2.7	R2.9	R2.10
項目	夏季	台風後	秋季	夏季	台風後	秋季	夏季	台風後	秋季	
合計シュート数	38	4	7	27	2	4	25	10	11	
全体被度(%)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
藻場構成種	リュウキュウスガモ	+	+	+	+	+	+	+	+	
	リュウキュウアマモ			+	+	+				

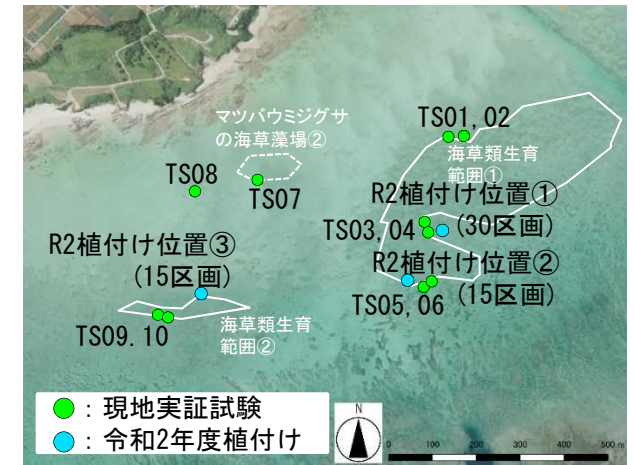
注: +は被度5%未満を示す。



R元植付け地点①、② (合計17区画、No. 7, 13)
 R元植付け地点③ (8区画、No. 23)

○令和2年度の試行的植付け（豊原海域）の実施について

- ・海草類の生育範囲の拡大を目的とした植付けについて、中間評価①と令和2年台風9, 10号の通過後の状況を踏まえ、沖側の地点で生残率が良好であったことから、図中の●で示す地点(St. TS03, 04、TS05, 06及び09, 10)の既存藻場縁辺部等を中心に令和2年12月19日～25日に植付けを実施した。
- ・植付けは令和元年度と同様に1地点当たり1区画(2×2m)に20株とし、St. TS03, 04周辺に30区画、St. TS05, 06周辺に15区画、St. TS09, 10周辺に15区画、合計60区画(1, 200株)で実施した。植付け地点の全体の状況及び植付け実施後の状況を下に示す。
- ・令和元年度植付けと同様に、植付け株の状態や推移を把握するために約1割の区画(植付け位置①から3区画、R2植付け位置②から2区画、R2植付け位置③から2区画)を対象とし、四季及び台風後など必要に応じて状況確認を行う。なお、全体については、遠景での写真撮影と、大規模な流失等の特記的な状況は発生していないかどうかの目視確認を行うこととした。



R2植付け位置① 遠景(植付け前)



R2植付け位置② 遠景(植付け前)



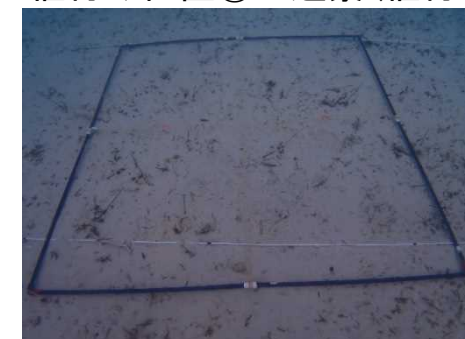
R2植付け位置③ 遠景(植付け前)



R2植付け位置① 植付け状況



R2植付け位置② 植付け状況



R2植付け位置③ 植付け状況

試行的な海草類の生育範囲の拡大/モニタリング結果
豊原海域(密度試験)

令和元年度の試行的植付け（豊原海域、密度試験）のモニタリング結果

- 令和元年12月に植付けを実施した試行的植付け(密度試験)のモニタリングを夏季、台風後、秋季に実施した。
- 夏季モニタリングでは移植株の流失や既存藻場の流失は確認されなかったが、台風後では、TM03ではほとんどの移植株が埋没している状況がみられた(右下の写真参照)。秋季モニタリングではTM01では移植株のシュート数は維持されたが、TM02,03では減少する傾向がみられた。令和3年冬季までモニタリングを継続し、植付密度を評価する予定。

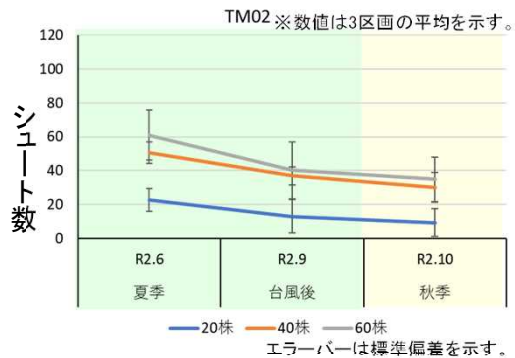


調査地点	TM01																													
	夏季									台風後									秋季											
	20株/区画			40株/区画			60株/区画			20株/区画			40株/区画			60株/区画			20株/区画			40株/区画			60株/区画					
項目	①	②	③	①	②	③	①	②	③	①	②	③	①	②	③	①	②	③	①	②	③	①	②	③	①	②	③	①	②	③
シュート数	28	45	49	53	77	77	101	139	96	12	22	25	12	27	63	33	40	63	6	18	37	19	24	70	30	48	64			
全体被度 (%)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
リュウキュウスガモ	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ポウバアマモ																														
マツバウミジグサ																														
ホソバウミジグサ																														
ホソニラウミジグサ																														
ウミヒルモ属																														
特記事項																														

注: +は被度5%未満を示す。
※は枠内(2m×2m)に砂漣があったことを示す。

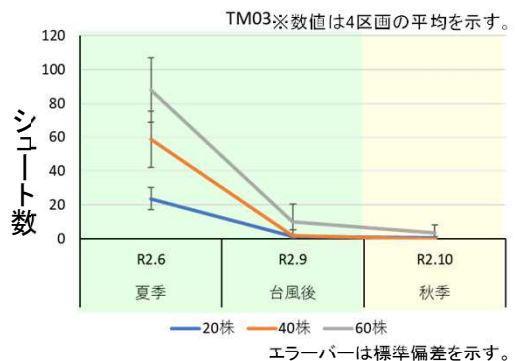


●: 実証試験、○: 試行植付け ●: 試行植付け(密度試験)



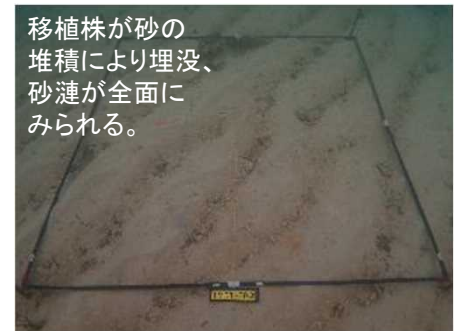
調査地点	TM02																													
	夏季									台風後									秋季											
	20株/区画			40株/区画			60株/区画			20株/区画			40株/区画			60株/区画			20株/区画			40株/区画			60株/区画					
項目	①	②	③	①	②	③	①	②	③	①	②	③	①	②	③	①	②	③	①	②	③	①	②	③	①	②	③	①	②	③
シュート数	13	28	27	42	53	57	43	61	79	1	13	25	31	36	44	19	42	60	0	8	20	18	39	33	20	33	52			
全体被度 (%)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
リュウキュウスガモ	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ポウバアマモ																														
マツバウミジグサ																														
ホソバウミジグサ																														
ホソニラウミジグサ																														
ウミヒルモ属																														
特記事項																														

注: +は被度5%未満を示す。
※は枠内(2m×2m)に砂漣があったことを示す。



調査地点	TM03																															
	夏季								台風後								秋季															
	20株/区画				40株/区画				60株/区画				20株/区画				40株/区画				60株/区画											
項目	①	②	③	④	①	②	③	④	①	②	③	④	①	②	③	④	①	②	③	④	①	②	③	④	①	②	③	④	①	②	③	④
シュート数	13	24	31	27	50	86	58	42	65	117	91	79	1	0	3	2	8	0	0	0	7	28	5	0	0	0	0	2	0	0	0	0
全体被度 (%)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
リュウキュウスガモ	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ポウバアマモ																																
マツバウミジグサ																																
ホソバウミジグサ																																
ホソニラウミジグサ																																
ウミヒルモ属																																
特記事項																																

注: +は被度5%未満を示す。
※は枠内(2m×2m)に砂漣があったことを示す。

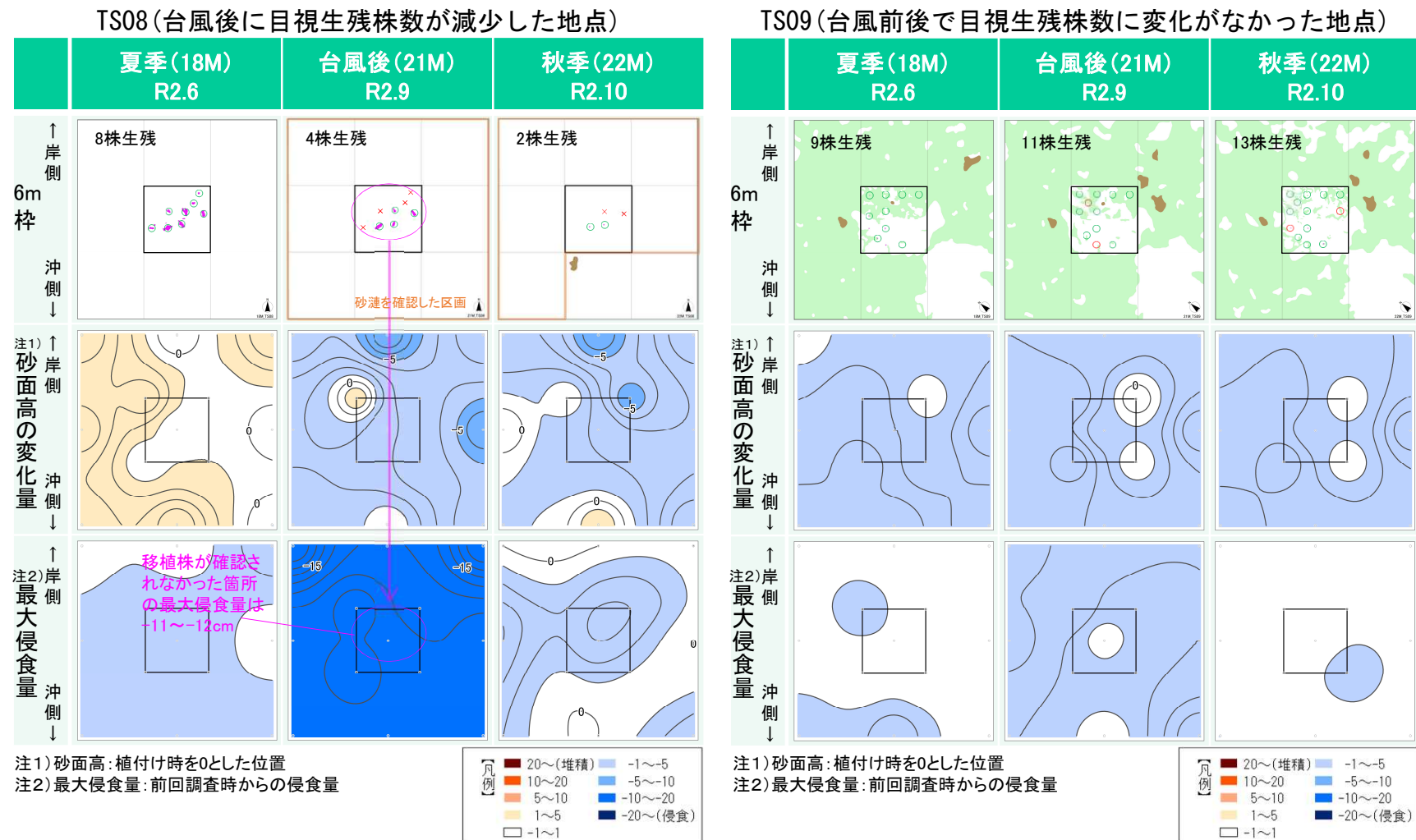


TM03 移植株の埋没状況

令和2年台風9, 10号の影響の考察について

○各地点の海草藻場の変化と砂面変動等の把握方法について

- ・モニタリング区画（地点）での既存藻場を含む海草藻場の変化と砂面変動等を的確に捉えることを目的として、各地点ごとに、海草の生育状況のスケッチの他、砂面高、最大侵食量、海草藻場の被度別面積と目視生残株数、底質概観と砂漣について変化の特徴と考えられる要因を整理。
- ・整理結果の具体例として、令和2年台風9,10号の影響が大きかったTS08と、あまり変化がなかったTS09を下図に示す。台風前後で砂面の侵食量が大きかったTS08では目視生残株数が減少しており、砂面の侵食量と再堆積量が小さかったTS09では目視生残株数に大きな変化がなかった。

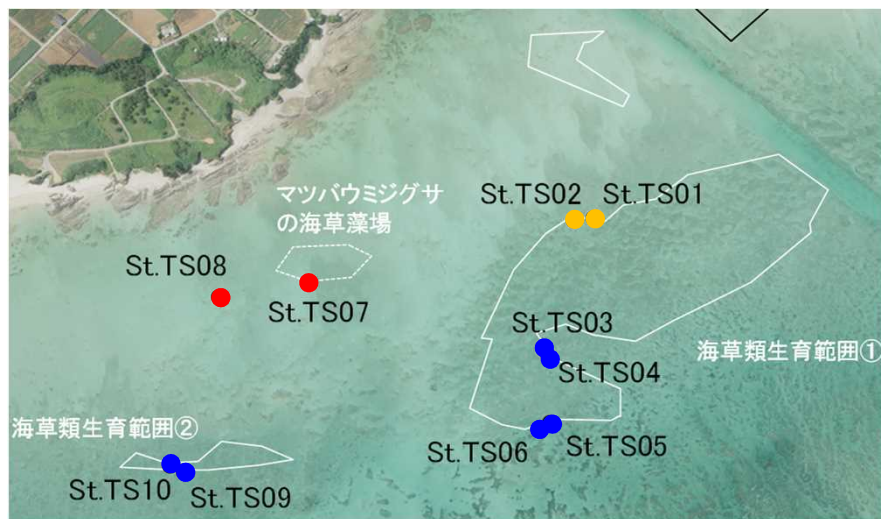


海草藻場の変化と砂面変動（砂面高・最大侵食量）

○豊原海域における令和2年台風9, 10号の影響について

- ・前ページに示した把握方法により、豊原海域の各地点における令和2年の台風9, 10号の影響について検討した結果の概要は以下のとおり。
 - 目視生残株数、既存藻場ともに台風後に減少した地点(●TS01, 02, 07, 08)と、目視生残株数、既存藻場ともに台風後に大きな変化なし、または増加した地点(●TS03, 04, 05, 06, 09, 10)とに大別できる。
 - 第29回委員会で提示した中間評価①において、目視生残率が「●漸減傾向」または「●台風影響が大きかった」と評価した岸側の4地点(TS01, 02, 07, 08)は前者(●)に該当。目視生残率が「●比較的良好」と評価した沖側の6地点(TS03, 04, 05, 06, 09, 10)は後者(●)に該当。
- ・中間評価①の地点評価(左下図)と令和2年台風9, 10号通過後の目視生残株数等の変化(右下図)とを比較整理した結果を次ページに示す。

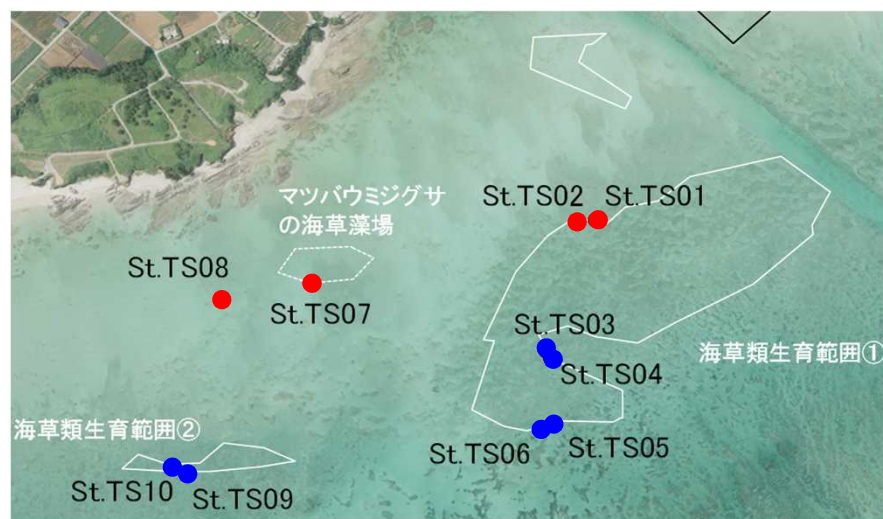
中間評価①の地点評価(第29回委員会)



地点ごとの目視生残率(12M) 令和元年12月時点

- 漸減傾向の地点
- 台風影響の大きい地点
- 比較的良好な地点

令和2年台風9,10号通過後の地点評価



地点ごとの目視生残率(21M) 令和2年9月時点

- 既存藻場、生存株数ともに台風後に減少
- 既存藻場、生存株数ともに台風後に大きな変化なし/増加

- 岸側に設定した4地点(TS01, 02, 07, 08)は、中間評価①で示したとおり、植付け1年後(12M)までの目視生残率が比較的低く、令和2年台風9, 10号通過後(21M)に目視生残株数がさらに減少した。これらの地点では、台風に伴う砂面変動が大きく、既存藻場の分布面積の減少や底質概観の変化などがみられた。
- 沖側の6地点(TS03, 04, 05, 06, 09, 10)は、植付け1年後(12M)までの目視生残率が比較的良好で、台風通過後(21M)の目視生残株数に大きな変化なし、または増加した。これらの地点では台風に伴う砂面変動が概ね小～中程度で、既存藻場や底質概観に大きな変化はみられなかった。
- 今後、下表の項目に流況等も追加し、各地点の変化の特徴を整理し、海草藻場の生育範囲拡大の適地選定に資する考え。

【中間評価①における地点評価と令和2年台風9, 10号通過後の目視生残株数等の変化】

地点名 (岸側/沖側) 水深	植付け1年後(12M)までの 結果による中間評価①		令和2年台風9, 10号通過後(21M)の変化						
	目視生残 株数(12M)	目視生残 率の評価	目視生残株数、 18M→21Mの株数の変化	既存藻場 分布面積	砂面変動※2		底質概観	台風後(21M)の変化の概要	
					最大侵食量	再堆積量			
TS01(岸側) D.L.-1.3m	4株	漸減傾向	減少	減少	中	中	礫の割合 が変化	<ul style="list-style-type: none"> 植付け1年後までの目視生残率が漸減傾向であったTS02, 01では目視生残株数が減少。 TS02, 01ともに既存藻場の分布面積が減少。 TS01では底質の礫の割合が減少。 	
TS02(岸側) D.L.-1.5m	11株								10株→2株 (80%減)
TS07(岸側) D.L.-1.3m	0株	台風影響 が大きい	減少	—※1	中	大	大きな 変化なし		<ul style="list-style-type: none"> 植付け1年後までの目視生残率への台風影響が大きかったTS07, 08では目視生残株数が減少。 TS07で既存藻場の分布面積が減少。 TS07では再堆積量、TS008では最大侵食量と再堆積量がそれぞれ大きい。
TS08(岸側) D.L.-1.4m	8株								
TS05(沖側) D.L.-1.6m	14株	わずかに減少	増加	大きな 変化なし	大	大		<ul style="list-style-type: none"> 植付け1年後までの目視生残率が比較的良好であった6地点のうち、TS04, 05では目視生残株数がわずかに減少、TS03, 06, 09, 10では目視生残株数が増加。 TS05を除くと、いずれの地点でも最大侵食量と再堆積量は小～中程度。 	
TS04(沖側) D.L.-1.7m	13株								
TS03(沖側) D.L.-1.7m	16株	比較的良好	増加	大きな 変化なし	中	中			
TS06(沖側) D.L.-2.0m	13株						14株→12株 (14%減)		
TS09(沖側) D.L.-1.6m	12株						15株→16株 (7%増)		
TS10(沖側) D.L.-1.6m	13株						12株→13株 (8%増)		
					小	小			

※1：近傍に既存藻場の分布なし。

※2：最大侵食量及び再堆積量は、ウィルコクソンの順位和検定(U検定)において有意差(p<0.05)が認められた地点のうち、過半数の他地点よりも大きな地点を「大」、過半数の他地点よりも小さな地点を「小」、これら以外の地点を「中」とした。なお、本判定は最大侵食量及び再堆積量を2地点間で比較した検定結果に基づいており、移植株が影響を受けない程度の侵食等であっても相対的に「大」と判定されることがある。また、本検定の特性として、最大侵食量と再堆積量の値が均一であるほど、他地点より「大」(または「小」と判定される傾向がある。これらの特性及び傾向があるため、砂面変動の適切な評価方法について、中間評価②の検討に向けて進めていく考え。

他の海草種の植付けの可能性検討について

○他の海草種の植付けの可能性検討について

第16回委員会において、他の海草種（ウミヒルモ類、ウミジグサ類等）について、実験的手法によるライフサイクルの把握、種の採取方法及び植付け方法等の検討を行う方針を提示した。そこで、既存知見の整理と、陸上水槽での観察から安定的な種苗の生産が可能かを検討した。陸上水槽での観察は、海草種（ベニアマモ、ボウバアマモ、リュウキュウアマモ、ウミジグサ類、ウミヒルモ類）を用い、安定して生育するか、開花・結実がみられるかをモニタリングした。

①検討対象種の選定

平成29～30年度の海藻草類スポット調査のうち、各地先海域（リーフ上）で、海草類の生育が見られた合計33地点について、種別の記録地点を集計したところ、確認された海草種は右表の10種であった（複数種を含むウミジグサ属は計数に含まない）。

このうち、ホソウミヒルモは出現地点数が少なく、好適生育場が水深約10mの深所^(bc)とされているため対象から除いた。

そのため、リュウキュウスガモ、ウミヒルモ、オオウミヒルモ、ニラウミジグサ、ホソバウミジグサ、マツバウミジグサ、ベニアマモ、リュウキュウアマモ、ボウバアマモの9種を検討の対象として選定した。

②既往文献整理

対象とした9種について、開花や結実の時期と頻度を整理するために、既往文献の整理を行った。結果を右表に示す。

リュウキュウスガモでは結実が「普通」にみられ、ウミヒルモ、オオウミヒルモでは「やや普通」、マツバウミジグサでは「たまに見つかる」とされており、種子採取の可能性はある。

一方で、ベニアマモでは開花・結実とともに稀であり、ボウバアマモ・リュウキュウアマモでは結実は知られておらず、ニラウミジグサ、ホソバウミジグサの結実については情報がほとんどなく、これらの海草種では種子採取の可能性は低いと考えられる。

※出典を以下に示す。

- a. 大場・宮田(2007). 日本海草図譜. 北海道大学出版会, 北海道.
- b. 当真(2012). 沖縄の海藻と海草. 自然環境・養殖250種. 出版舎 Mugen, 沖縄.
- c. 当真(2019). サンゴ礁の植物. 沖縄の海藻と海草のものがたり. (有)ポーターインク, 沖縄.
- d. 当真(1993). 琉球諸島産、海産顕花植物（アジモ）の開花・結実期と2・3の知見 (II). 平成3年度沖縄県水産試験場事業報告書. pp. 130-134.
- e. 野中・與那覇(2010). 沖縄島泡瀬産リュウキュウアマモの開花過程. 藻類, 58:123-128.

表 海藻草類スポット調査による確認地点数

No.	種名	平成29年度		平成30年度		合計 (のべ出現地点数)
		夏季	冬季	夏季	冬季	
1	リュウキュウスガモ	19地点	12地点	15地点	13地点	59地点
2	ウミヒルモ	10地点	17地点	9地点	11地点	47地点
3	オオウミヒルモ	11地点	8地点	12地点	4地点	35地点
4	ホソウミヒルモ				2地点	2地点
5	ニラウミジグサ	13地点	8地点	11地点	11地点	43地点
6	ホソバウミジグサ			15地点	16地点	31地点
7	マツバウミジグサ			6地点		6地点
	-ウミジグサ属*	20地点	14地点	2地点	3地点	39地点
8	ベニアマモ	2地点	18地点	6地点	3地点	29地点
9	リュウキュウアマモ	8地点	1地点	4地点	4地点	17地点
10	ボウバアマモ	15地点	16地点	11地点	10地点	52地点

※ウミジグサ属には、ホソバウミジグサ、マツバウミジグサを含むため種数には数えない。
合計33地点（嘉陽・安部地先:5地点、瀬嵩地先:6地点、辺野古地先:9地点、豊原・久志地先:13地点）の種別記録地点を集計した。

表 海草類の開花・結実についての既往文献整理結果

種名	開花	結実
リュウキュウスガモ	◎ 9-1月 ^(d) 、11月 ^(a)	◎ 9-1月 ^(b) 9-6月 ^(d)
ウミヒルモ	○ 6-9月 ^(a) 、9-10月 ^(d)	○(時期は知見なし)
オオウミヒルモ	○ 6-9月 ^(a)	○(時期は知見なし)
ニラウミジグサ	- 7-8月 ^(a) 、9-10月 ^(d)	-
ホソバウミジグサ	- 7-8月 ^(a)	-
マツバウミジグサ	△ 7-8月 ^(a) 、3月 ^(d)	△ 5-10月 ^(d)
ベニアマモ	▽ 8-11月 ^(a) 、11月 ^(d)	▽ 10月 ^(bc)
リュウキュウアマモ	▽ 9-10月 ^(a) 、10-12月 ^(e)	-
ボウバアマモ	△ 7-8月 ^(a) 、7-9月 ^(d)	-

※開花・結実の頻度は、左記した出典bcの記述から「普通」を◎、「やや普通」を○、「たまに見つかる」を△、「稀」を▽とし、知見のないものを一として示す。

③陸上水槽における観察

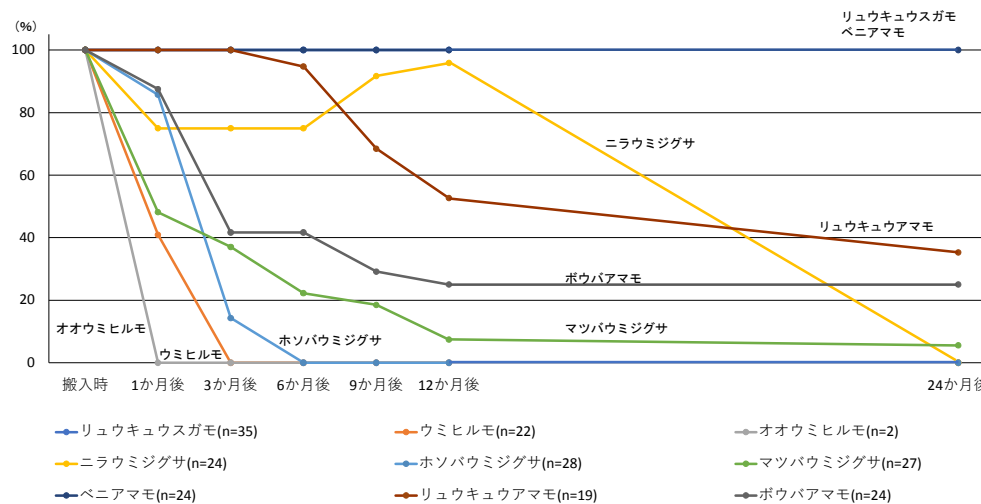
海草種9種を陸上水槽で飼育し、生育するか、開花・結実がみられるかについて観察し、また、飼育中にシュート数の増加が多くみられれば、栄養株を用いた種苗生産による手法も検討することとした。

リュウキュウスガモでは、天然海域と同時期である11~12月に開花がみられた。一方で、他の海草類では、マツバウミジグサでは7、8月に蕾がみられたものの、ベニアマモ、ニラウミジグサ、リュウキュウアマモ、ポウバアマモでは、開花・結実の確認されなかった。

生育状況を確認したところ、ホソバウミジグサ、ウミヒルモ、オオウミヒルモは12か月後まで生残しなかった。

その後、24か月後まで観察を継続したところ、リュウキュウスガモ、ベニアマモは生残率100%で生育していたが、他の海草種は時間とともに衰退し、リュウキュウアマモ、ポウバアマモ、マツバウミジグサは僅かに残ったものの、ニラウミジグサは生残しなかった。

安定した生育がみられたベニアマモにおいてもシュート数の増加はほとんどみられなかったことから、栄養株を用いて移植用の種苗を量産することは困難であると判断した。



海草類の陸上水槽における生残率の推移

n: 飼育ケース数

生残率: 対象種の生育が確認されたケース数/n × 100



陸上水槽での飼育状況



陸上水槽で確認されたマツバウミジグサの蕾

④検討結果

既往文献の整理から種子採取の可能性があるのは、リュウキュウスガモ、マツバウミジグサ、ウミヒルモ、オオウミヒルモの4種であった。一方で、陸上水槽における生残率から生育状況が良好であったのは、リュウキュウスガモとベニアマモの2種であった。

種子採取の可能性のある4種のうち、リュウキュウスガモは種子の採取と陸上水槽での生育が安定していることから、すでに種苗生産を実施しているところ。

種子採取の可能性のある残りの3種類（マツバウミジグサ、ウミヒルモ、オオウミヒルモ）は、今回の陸上水槽での生育状況を見ると生育させることが困難と考えられる。今後の可能性としては、種子からの生育させることができるのかを確認する必要がある。そのため、実証試験等のモニタリング時に当該海域で種子が得られるかを観察し、確保できる場合は、種子からの生育が可能か確認を行う考え。

ベニアマモは、今回の陸上水槽において生育は良好であったものの、開花・結実が見られることがなく、既往文献においても天然海域における種子の観察例が稀であることから、種子からの種苗生産は困難と考えられた。

以上により、現時点では、安定的な種苗が確保でき、陸上水槽で生育可能であるのはリュウキュウスガモのみとの結果であった。

表 安定的な種苗確保についての検討結果

種名	種子採取の可能性 (既往文献 ^{b,c})	陸上水槽における 生育状況	現時点での 安定的な 種苗の確保
リュウキュウスガモ	◎	良好	可能
ウミヒルモ	○	不良	困難
オオウミヒルモ	○	不良	困難
ニラウミジグサ	-	不良	困難
ホソバウミジグサ	-	不良	困難
マツバウミジグサ	△	不良	困難
ベニアマモ	▽	良好	困難
リュウキュウアマモ	-	不良	困難
ボウバアマモ	-	不良	困難

※ 種子採取の可能性は、文献b、cの記述から「普通」を◎、「やや普通」を○、「たまに」を△、「稀」を▽とし、知見のないものを-として示す。

b. 当真(2012). 沖縄の海藻と海草 自然環境・養殖250種. 出版舎 Mugen, 沖縄.

c. 当真(2019). サンゴ礁の植物 沖縄の海藻と海草のものがたり. (有)ポーターインク, 沖縄.

今回実施した他の海草種植付けの検討では、リュウキュウスガモのように、種子の採取及び陸上水槽での生育とも安定し、生育範囲拡大として植付けすることが可能である種を抽出することはできなかった。今後は引き続き、既往文献により種子採取の可能性のある3種(マツバウミジグサ、ウミヒルモ、オオウミヒルモ)を中心に、今回植付け可能性を検討した対象種(リュウキュウスガモを除く8種)について、当該海域で種子が得られるのかを観察し、確保できる場合は、種子からの生育が可能か確認を行う。

なお既往の知見では、大型海草類の隙間の砂地に、生長の早い小型海草類が進入することが知られており^f、本実証試験においても、試験区内に天然のウミジグサ類やウミヒルモ類等の小型海草類の進入もみられていることから、移植株の存在や伸長によって、生育範囲外を含めた藻場周辺が安定し、多種の海草類が混生する藻場として拡大していくことが期待できる。

そのため、現在実施している移植株の伸長と天然の小型海草類の出現状況についてもモニタリングにより把握していく考え。