

第 6 回 那覇空港滑走路増設事業環境監視委員会

海域生物の移植(クビレミドロ)

平成28年6月10日

内閣府沖縄総合事務局

国土交通省大阪航空局

<目次>

1. これまでの検討内容	1
1.1 評価書における記載内容	1
1.2 評価書への意見	1
1.3 委員会における検討事項	1
2. クビレミドロの移植	2
2.1 目的	2
2.2 移植計画	2
2.2.1 移植元	2
2.2.2 移植先の選定	6
2.2.3 移植方針	14
2.2.4 移植目標	15
2.2.5 移植スケジュール	16
2.3 移植結果（平成 25～27 年度）	17
2.3.1 実海域における移植・モニタリング結果	17
2.3.2 陸上水槽における移植・モニタリング結果	38
2.3.3 改善策の実施	46
2.3.4 今後の予定	46

1. これまでの検討内容

1.1 評価書における記載内容

クビレミドロの一部については、事業者の実行可能な範囲内で海域改変区域により静穏化する海域改変区域東側の閉鎖性海域、連絡誘導路北側の海域に移植する。移植場所の環境要素としては、深場でシルト分の多い場所とする。また、他の地域で見られる浅海域でのクビレミドロの生育環境も参考とする。

1.2 評価書への意見

評価書における移植に対する国土交通大臣意見及び県知事意見は、以下に示すとおりである。

サンゴ類及びクビレミドロの移植については、環境監視委員会（仮称）において、委員の意見を踏まえつつ、目標を設定したうえで移植を行うこと。また、移植後は、環境監視委員会（仮称）等において専門家の意見を踏まえたうえで、適切な対策を講じること。

1.3 委員会における検討事項

- ・第1回委員会：冬季調査前であったため、第2回委員会において検討を行うこととした。
- ・第2回委員会：移植目標を含めた詳細計画について検討するとともに、移植状況及び移植計画について検討した。
- ・第3回委員会：移植計画に基づき実施した移植結果及びモニタリング結果（平成26年6月迄）を報告する。
- ・第4回委員会：移植計画に基づき実施した移植結果及びモニタリング結果（平成27年3月迄）を報告する。
- ・第5回委員会：移植計画に基づき実施した移植結果及びモニタリング結果（平成27年6月迄）を報告する。
- ・第6回委員会：移植計画に基づき実施した移植結果及びモニタリング結果（平成28年3月迄）を報告する。

2. クビレミドロの移植

2.1 目的

海域改変区域内に分布する重要な種クビレミドロの一部を、連絡誘導路北側の海域（大嶺崎北側）及び沖合護岸により静穏化する海域へ移植し、那覇空港周辺海域におけるクビレミドロの新たな生育場を創出するとともに、モニタリング調査を実施する。

2.2 移植計画

2.2.1 移植元

図 1 に示す瀬長島北側におけるクビレミドロ分布域のうち、海域改変区域内に該当する範囲を移植元とした。
なお、参考として、平成 27 年 6 月までの当該生育域の状況を図 2 に示す。

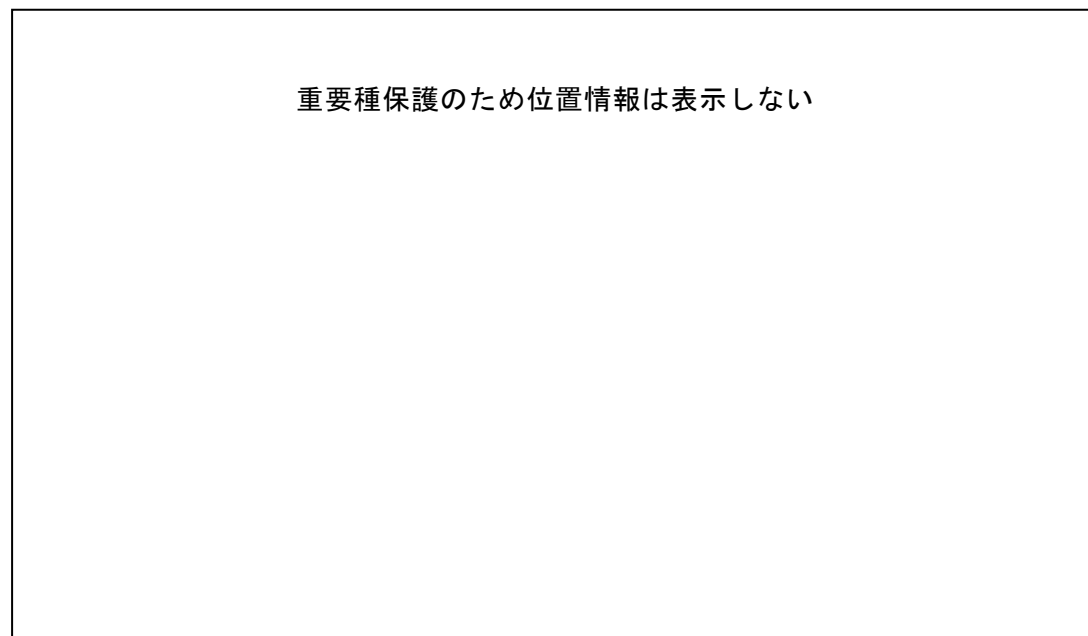


図 1 移植元の位置

重要種保護のため位置情報は表示しない

図 2 (1) クビレミドロ分布状況の変化

重要種保護のため位置情報は表示しない

図 2 (2) クビレミドロ分布状況の変化

重要種保護のため位置情報は表示
しない

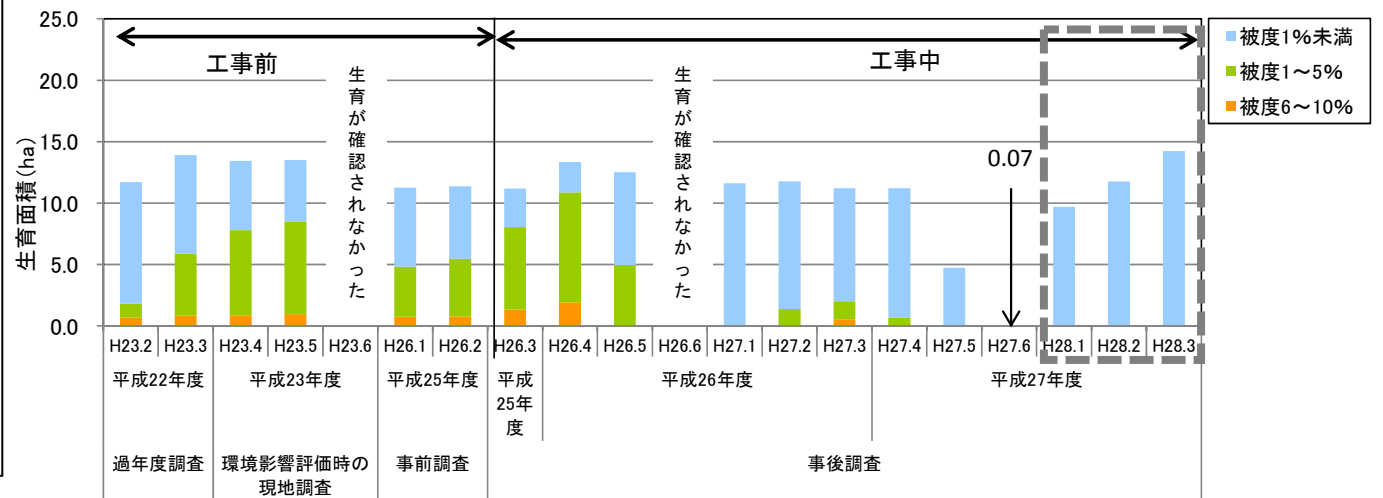


図 2 (3) クビレミドロ分布状況の変化

2.2.2 移植先の選定

(1) 移植候補地の選定

1) シミュレーションによる検討

(a) 流況からみた生育適正条件域

《底面せん断応力：高波浪時 0.8N/m² 未満、流速：0.1m/s 未満》

- ・ 現況の生育適正条件域：夏季冬季を通じて、現在の生育域と大嶺崎周辺、大嶺崎北側の湾奥深場の一部
- ・ 存在時の生育適正条件域：夏季冬季を通じて、現在の生育域（①）と閉鎖性海域（②～⑤）と、大嶺崎北側の湾奥深場の一部（⑥）

※底面せん断応力とは、底泥の巻き上げを引き起こす力のことである。

生育適正条件域「底面せん断応力 0.8N/m² 未満、流速 0.1m/s 未満」は、卵が流出しにくいと考えられる条件として、泡瀬・屋慶名地区における知見を引用した。

重要種保護のため位置情報は表示しない

図 3 流況からみた生育適正条件域

(b) 周辺河川を起源とする懸濁物質の堆積状況

降雨時に、周辺河川を起源とする懸濁物質が閉鎖性海域へ流入し、堆積することについて、現地調査結果をもとにSS拡散計算（堆積状況含め）実施し、閉鎖性海域への影響について予測した。



夏季・冬季とも、現在クビレミドロが生育する深場以外は、流況適正条件域において堆積傾向はみられない。

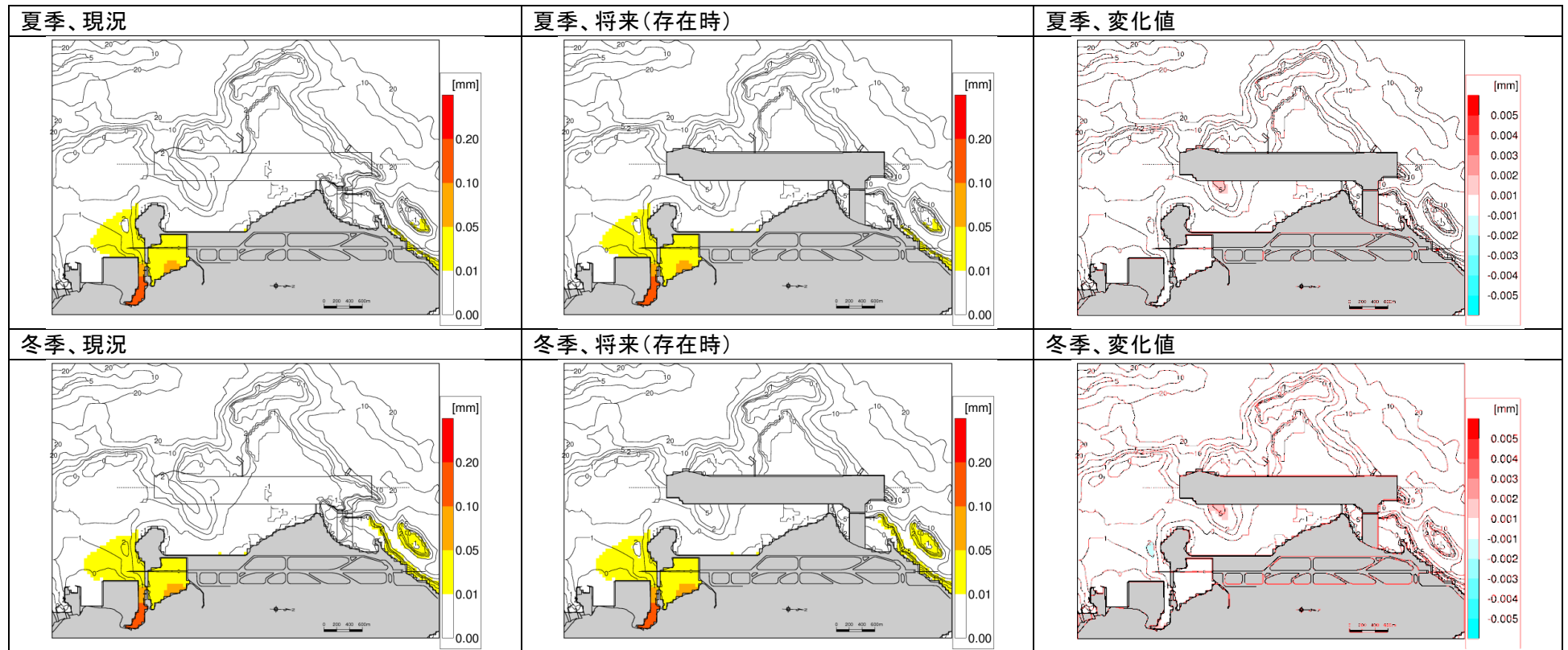


図 4 降雨時の周辺河川を起源とする懸濁物質(SS)の堆積状況（1日当たりの堆積厚）

2) 現地移植実験による検討

流況と懸濁物質堆積状況からみた適正生育条件域のうち、工事の進捗を勘案し、試験が可能な3地点（St. 3, 4, 5）を設定して試験移植を行い、藻体の発現等の確認を行い、移植地として適正かどうか確認した。

その結果、3地点全てにおいて、第一世代（平成25年春季）及び第二世代（平成26年春季）の藻体の発現が確認された。

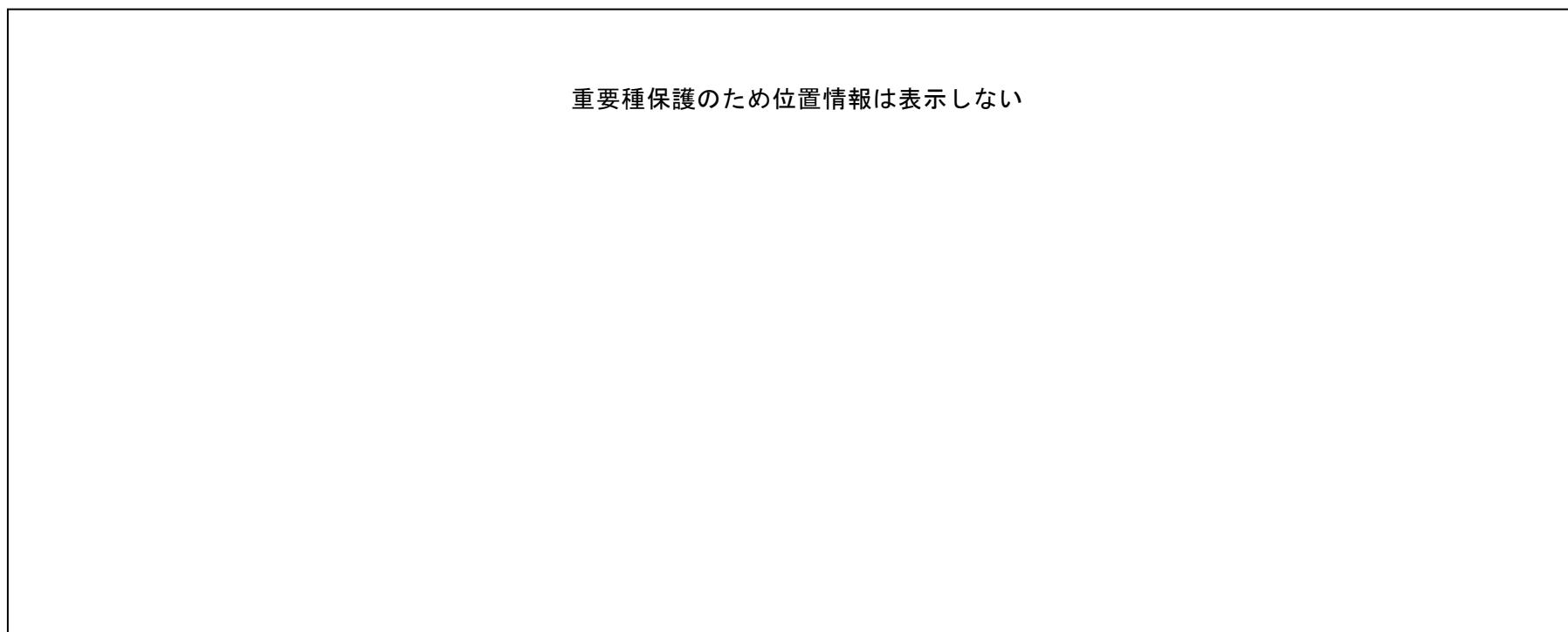

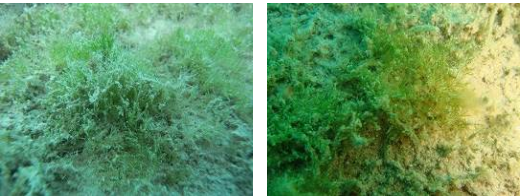

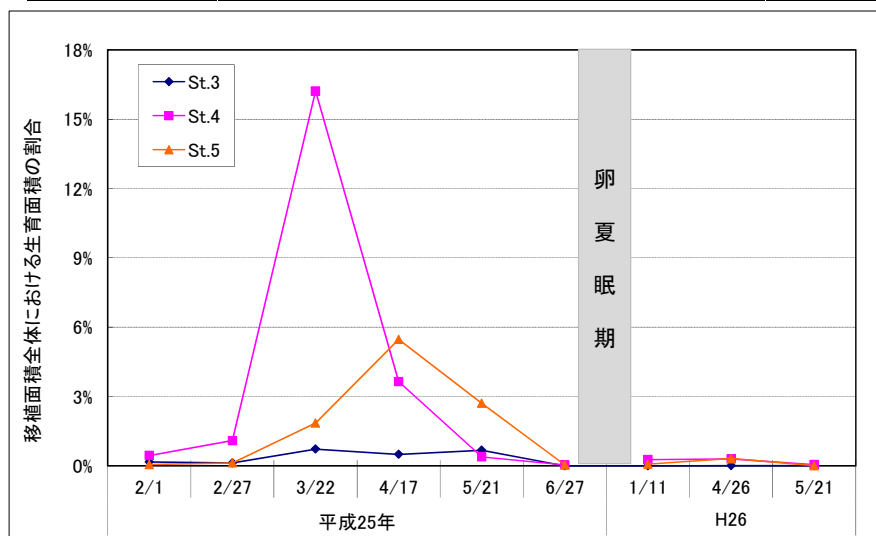


図 5 移植元地点及び移植候補地点

区分	St.3	St.4	St.5
クビレミドロの生育状況	第一世代と第二世代の藻体発現を確認 <第一世代の生育面積> ・移植面積全体の0.7%を占めた。 <第二世代の生育面積> ・移植面積全体の0.01%を占めた。	第一世代と第二世代の藻体発現を確認 <第一世代の生育面積> ・移植面積全体の16.2%を占めた。 <第二世代の生育面積> ・移植面積全体の0.3%を占めた。	第一世代と第二世代の藻体発現を確認 <第一世代の生育面積> ・移植面積全体の5.5%を占めた。 <第二世代の生育面積> ・移植面積全体の0.3%を占めた。
生育環境	移植範囲の一部が砂で覆われていた。 小型海草が混在している。 漂流海藻等の混入がみられた。	移植範囲の一部が砂で覆われていた。 小型海草が混在している。	移植範囲の広い部分が砂で覆われていた。 小型海草が混在している。
場の状況			



<現地移植実験結果>

- 平成24年12月に現在の深場の生育域から0.53m²/地点をプラスチック容器のまま移植。
- 平成25年2～5月に第一世代の藻体発現を全ての移植地点で確認。
- 平成26年4～5月に第二世代の藻体発現を全ての移植地点で確認。

図 6 現地移植実験結果

(2) 移植先の選定結果

1) 移植候補地の選定

上記の検討結果を基に、移植候補地（図 7：①～⑥）の中から、閉鎖性海域の浅場（②、④）と、大嶺崎北側の深場（⑥）を移植先として選定した。

【選定根拠】

- 生育域（①）と底質（砂泥底）及び地形（波浪による影響を受けにくい深場）が類似している場所は、大嶺崎北側の深場（⑥）と連絡誘導路南側の深場（⑤）であった。
- 連絡誘導路南側の深場（⑤）は、工事中に土砂の堆積が予測されていることから、移植先として除外した。

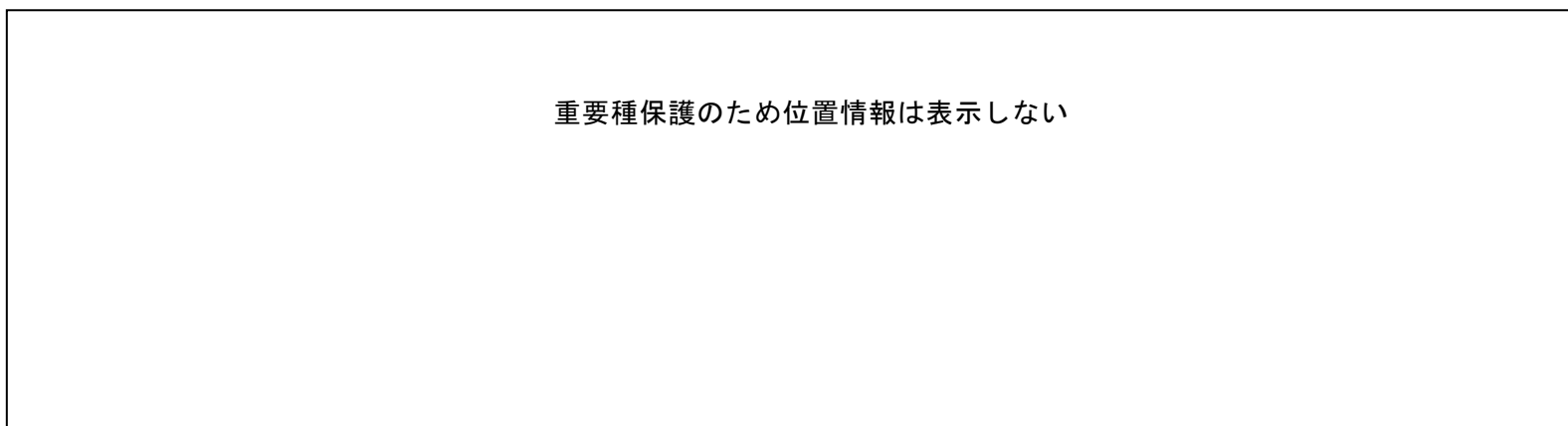


図 7 移植先の選定結果

2) 具体的な移植地の選定

(a) 選定の際の考え方

先述の結果から、大嶺崎北側の深場⑥について当該エリアの詳細な流況シミュレーション結果を基にクビレミドロ移植先を具体的に選定することとした。ただし、流況シミュレーションの計算メッシュは50mであり、微小な地形等は反映されないことから、外力を考慮の上、移植に適した底質等について現地確認調査を実施し、最適かつ具体的な移植場所を決定した。決定手順を図8に示す。

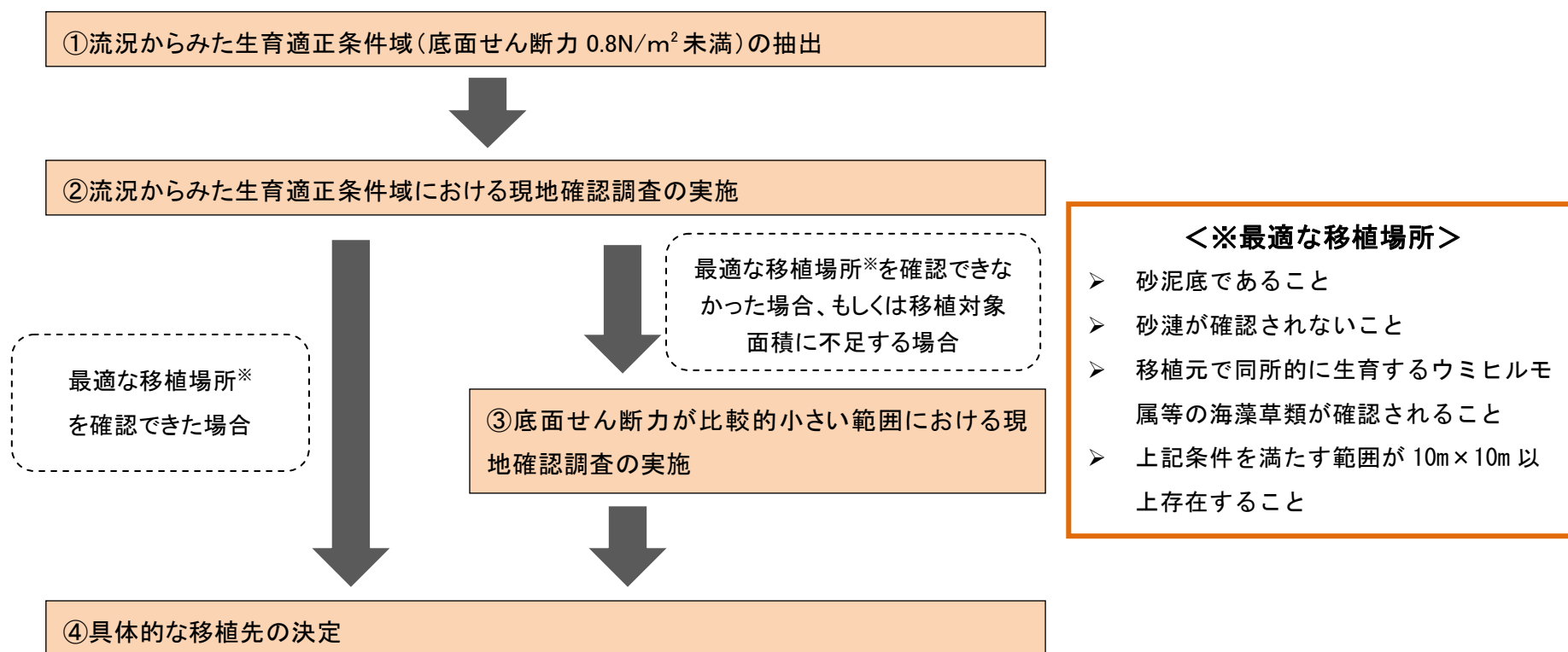


図8 具体的な移植先の決定手順

(b) 選定過程及び結果

① 流況からみた生育適正条件域の抽出

大嶺崎北側の深場□において、底面せん断力 $0.8\text{N}/\text{m}^2$ 未満であるのは、□で示した範囲のみであった。

(クビレミドロの生育期であり、また底面せん断力が最も大きいと予測されている時期であることから、冬季・高波浪時・将来の予測値を用いた。)

② 生育適正条件域における現地確認調査の実施

□で示した範囲では、礫底や岩盤底が存在し、クビレミドロの生育に適した砂泥底の範囲は限られていた。さらに、砂泥底では砂漣が確認され、波浪による影響を受けやすく、移植先には適していないと考えられた。

なお、現地移植実験(図 6)でも、砂の堆積が確認された。

③ 底面せん断力が比較的小さい範囲における現地確認調査の実施

[平成 26 年 3 月]

大嶺崎北側の深場□において、底面せん断力が $0.8\text{N}/\text{m}^2$ をわずかに超える場所□において移植先環境の確認調査を行った。その結果、右記に示す根拠と併せて総合的に検討し、St. A (図 10) を移植先として決定した。

[平成 26 年 5~6 月]

底面せん断力が $0.8\text{N}/\text{m}^2$ をわずかに超える場所□では、予定している移植面積を確保することができなかつたため、底面せん断力が比較的小さい範囲□の移植先環境の確認調査を行った。その結果、底面せん断力 $0.8\text{N}/\text{m}^2$ は超えるものの、右記に示す根拠と併せて総合的に検討し、St. B~D の 3 地点 (図 10) を移植先として決定した。

重要種保護のため位置情報は表示しない

図 9 移植先における底面せん断力分布状況 (冬季・高波浪時・将来)

< 詳細な移植先の決定根拠 (底面せん断力を除く) >

- 砂泥底であること
- 砂漣が確認されないこと
- 移植元で同所的に生育するウミヒルモ属等の海藻草類が確認されること
- 上記条件を満たす範囲が $10\text{m} \times 10\text{m}$ 以上存在すること

重要種保護のため位置情報は表示しない

図 10 移植先 (St. A~D) と周辺の状態

2.2.3 移植方針

大嶺崎北側の深場を移植先として選定し、リスク分散のため、深場だけでなく浅海域にも移植先を設定する。

(1) 深場

- ・大嶺崎北側の深場（移植地 1 : St. A~D）。

(2) 浅場

- ・大嶺崎南側のやや沖合の岩盤に囲まれている静穏域（移植候補地 2）や瀬長島北側から空港ゲート前付近の護岸沿い（移植候補地 3）。
→移植の時期は、護岸が完成し、閉鎖性海域が形成されてからの移植。それまで陸上水槽（中城村浜漁港）で種苗確保。

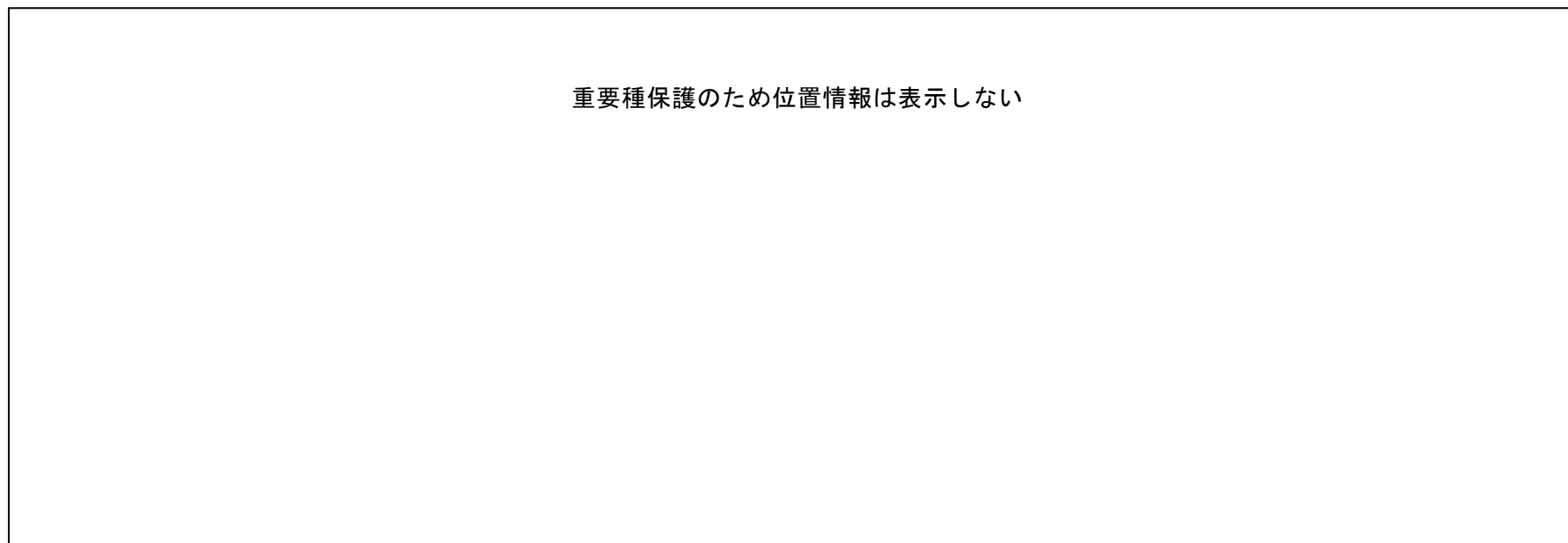


図 11 移植先の状況

2.2.4 移植目標

移植作業時には、低被度に分布しているクビレミドロの確認範囲（移植対象範囲）内から濃生部分のみを採取し移植することとし、移植目標は、確認範囲に被度を乗じた面積を対象とした。

移植対象範囲は被度 6%以上の分布域である 5,300 m²とし、平成 26 年度は、平成 25 年度移植実績を差し引いた 3,300 m²が移植対象範囲となる。この結果、平成 26 年度の移植目標は、198m²とし、全体の移植面積は 318m²とした。

	被度	面積(m ²)			
		平成 26 年 3 月 (実績)	平成 26 年 5~6 月 (計画)	残り	合計
対象 範囲	6~10%	2,000	3,300	0	5,300
	1~5%	0	0	10,900	10,900
	合計	2,000	3,300	10,900	16,200
移植 面積	6~10%	120	198	—	318
	1~5%	0	0	—	0
	合計	120	198	—	318

重要種保護のため位置情報は表示しない

図 12 平成 26 年 5~6 月移植に係る移植面積の考え方と移植目標

2.2.5 移植スケジュール

- ・移植元の工事実施前：移植元の底泥（成熟藻体を確認したエリア）を移植。
- ・沖合護岸が概成した後：陸上水槽より移植※。

※ 実海域に移植したクビレミドロの生育が良好であり、生育面積も維持・増加していることから、実海域における移植群のみで代償効果は十分に満たされていると考え、平成28年度に予定していた閉鎖性海域（浅場）への新たな移植は行わない。なお、将来的に実海域における移植個体群の生育状況が悪化した場合に、対応できるよう屋外水槽での飼育については継続する。

表1 クビレミドロの移植スケジュール

			平成26年				平成27年				平成28年				平成29年			
			1-3	4-6	7-9	10-12	1-3	4-6	7-9	10-12	1-3	4-6	7-9	10-12	1-3	4-6	7-9	10-12
工事 工程	採取元の工事 (生育場付近の東側護岸)							■										
	沖合護岸の工事 (西側護岸)			■														
移植 計画	深場	移植地1 (北側深場)	■ (移植)	■ ■ ■ (モニタリング調査)		■ ■ ■ ■ ■ ■ (モニタリング調査)				■ ■ ■ ■ ■ ■ (モニタリング調査)				■ ■ ■ ■ ■ ■ (モニタリング調査)				
		St.A				■ ■ ■ ■ ■ ■ (モニタリング調査)				■ ■ ■ ■ ■ ■ (モニタリング調査)				■ ■ ■ ■ ■ ■ (モニタリング調査)				
	St.B~D		■ (移植)			■ ■ ■ ■ ■ ■ (モニタリング調査)				■ ■ ■ ■ ■ ■ (モニタリング調査)				■ ■ ■ ■ ■ ■ (モニタリング調査)				
	浅場	移植候補地2 (沖合干潟)												■ ■ ■ ■ ■ ■ (モニタリング調査)				
	移植候補地3 (瀬長-大嶺干潟)												■ ■ ■ ■ ■ ■ (モニタリング調査)					
	陸上水槽	コンクリート水槽	■ (移植)	■ ■ ■ ■ ■ ■ (モニタリング調査)		■ ■ ■ ■ ■ ■ (モニタリング調査)				■ ■ ■ (モニタリング調査)								

- 変更区域より移植
- 陸上水槽より移植
- モニタリング調査

2.3 移植結果（平成 25～27 年度）

2.3.1 実海域における移植・モニタリング結果

(1) 移植手順

- ① 採取器具の蓋を外し、クビレミドロの生育箇所を底泥ごと採取した。
- ② クビレミドロの繁茂した底泥を封入した採取器具にロープを取り付け、船上に引き揚げた。運搬時には、採取器具が外気にさらされないように、常に海水に浸った状態を保った。
- ③ 採取器具を移植場所に降ろし、押し出し棒を用いて、蓋を外した採取器具から移植泥を底泥に押しだした。一部では、生分解性マットを敷いた移植も行った。

(2) モニタリング

本業務において実海域に移植したクビレミドロについて、以下に示すモニタリング調査を実施した。

表 2 移植クビレミドロのモニタリング項目

項目	方法
移植先の概略分布図	潜水目視観察を行い、クビレミドロの生育範囲のスケッチと写真撮影を行う。
詳細枠による被度別分布図	詳細枠（2m×2m）において、潜水目視観察により本種藻体の被度分布状況のスケッチを行う。
詳細枠の代表箇所における 群体数	<ul style="list-style-type: none">・ 詳細枠の中から、代表的な箇所（0.5m×0.5m）（5箇所程度）内の群体数を計数する。・ 生育期（5月）に一部の藻体を採取し、その外部形態（造精器・生卵器）について、顕微鏡観察を行う。・ 衰退期（6月）に代表的な箇所（1～2箇所程度）の泥中の卵数を計数する。
生育環境の把握	水深及び底質の概観を記録する。

(3) 結果

平成 25～27 年度にかけて実海域に移植したクビレミドロの面積は合計 323.6 m²となり、移植目標である 318 m²を満足した。

以下に、移植したクビレミドロの配置状況及び分布図の変化を以下に示す。

平成 27 年 1～6 月を平成 26 年 3～5 月と比べると、生育面積は約 4 倍に増加した。また、被度最盛期は、平成 26 年では 3～4 月であったが、平成 27 年では 3 月であった。一方、生育面積が大きく減衰した時期は、平成 26 年では 6 月であったが、平成 27 年では 5 月であった。

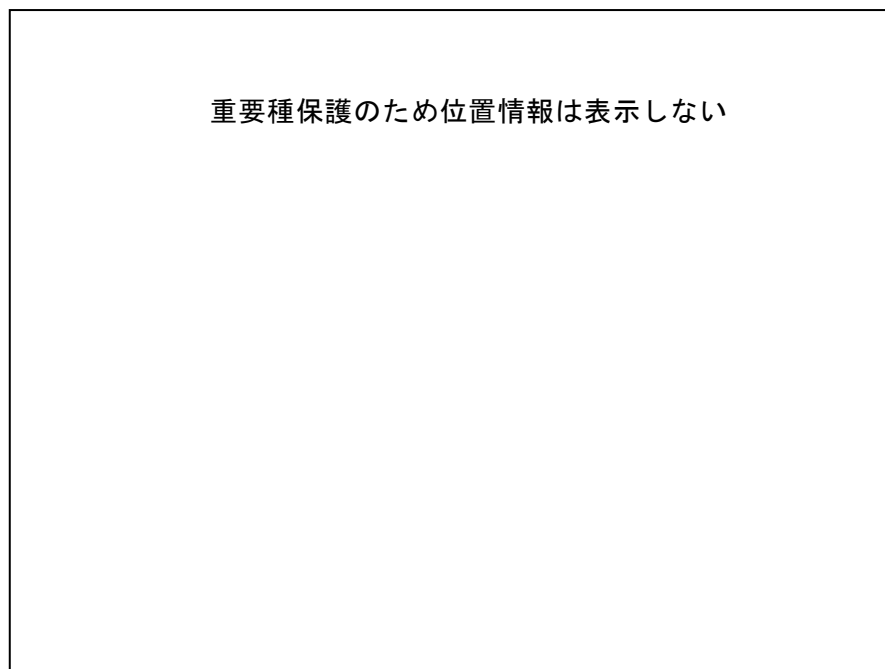


図 13 クビレミドロの移植位置

1) St. A

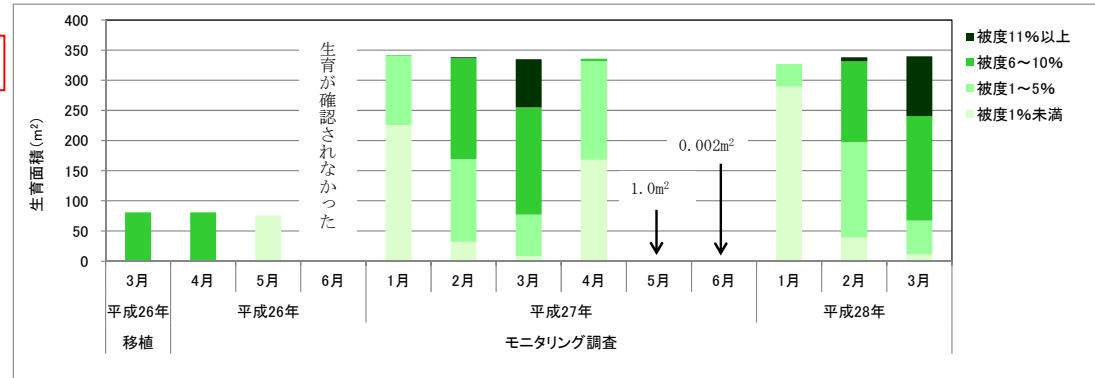
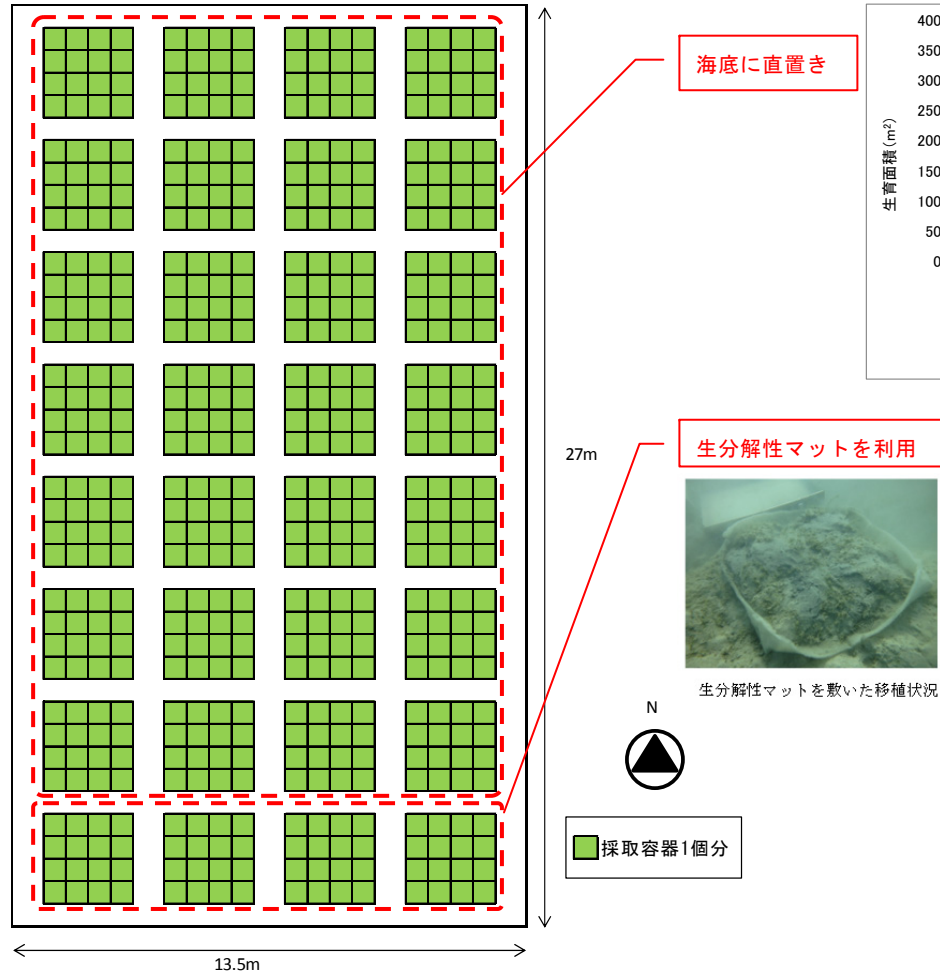


図 15 St. A におけるクビレミドロ被度別面積変化

図 14 クビレミドロの配置状況 (St. A)

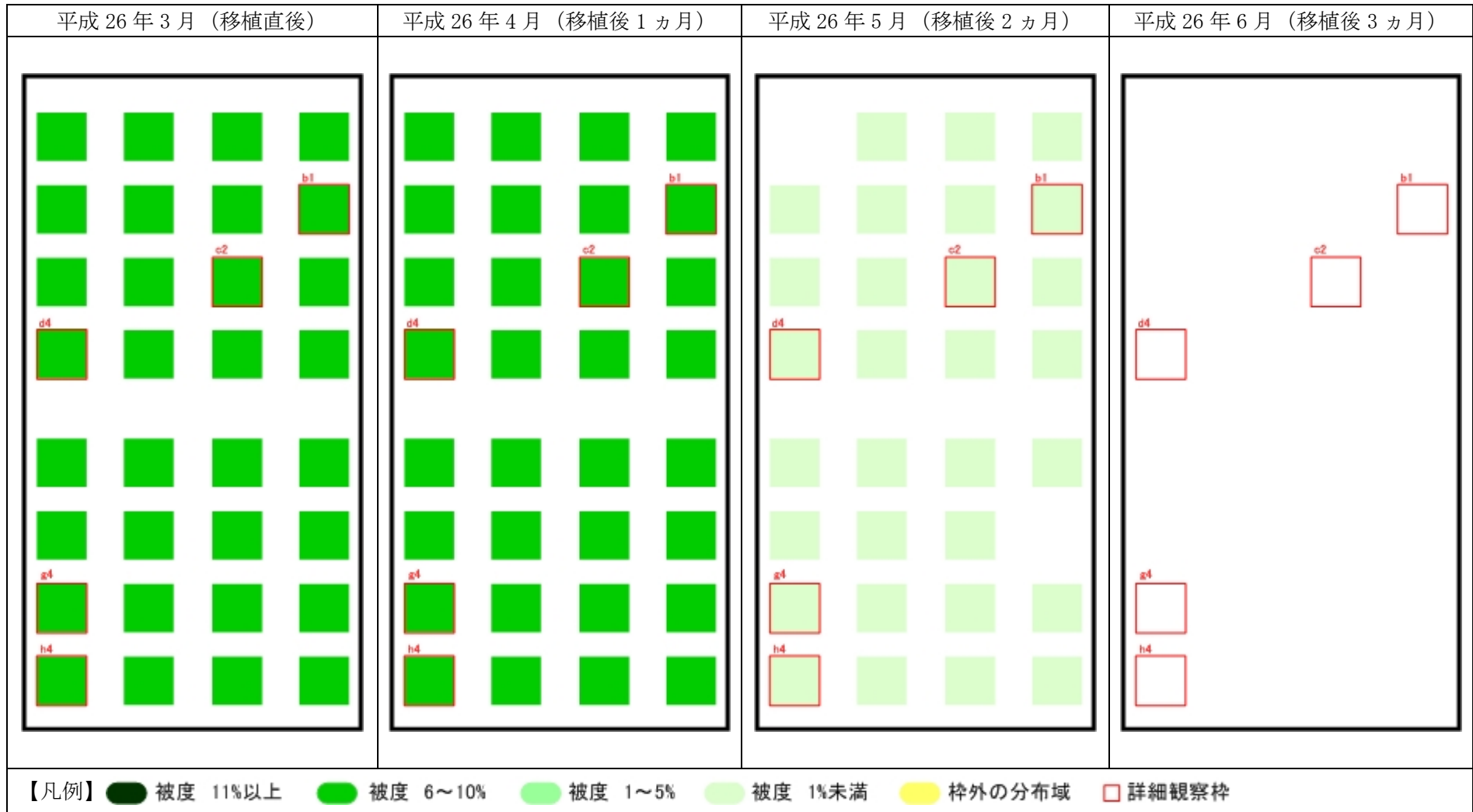


図 16 (1) St.A におけるクビレミドロ被度別分布図

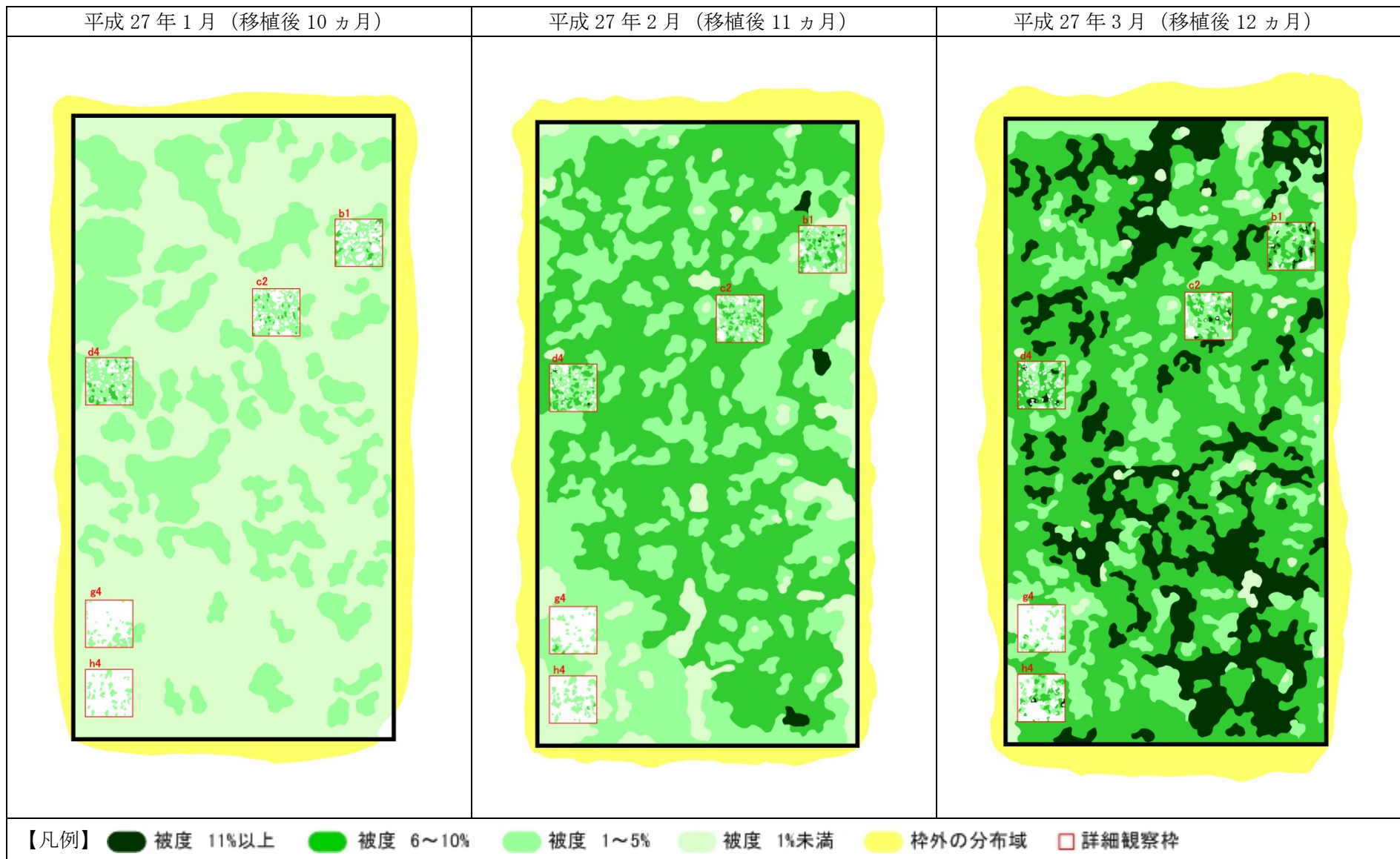


図 16 (2) St. A におけるクビレミドロ被度別分布図

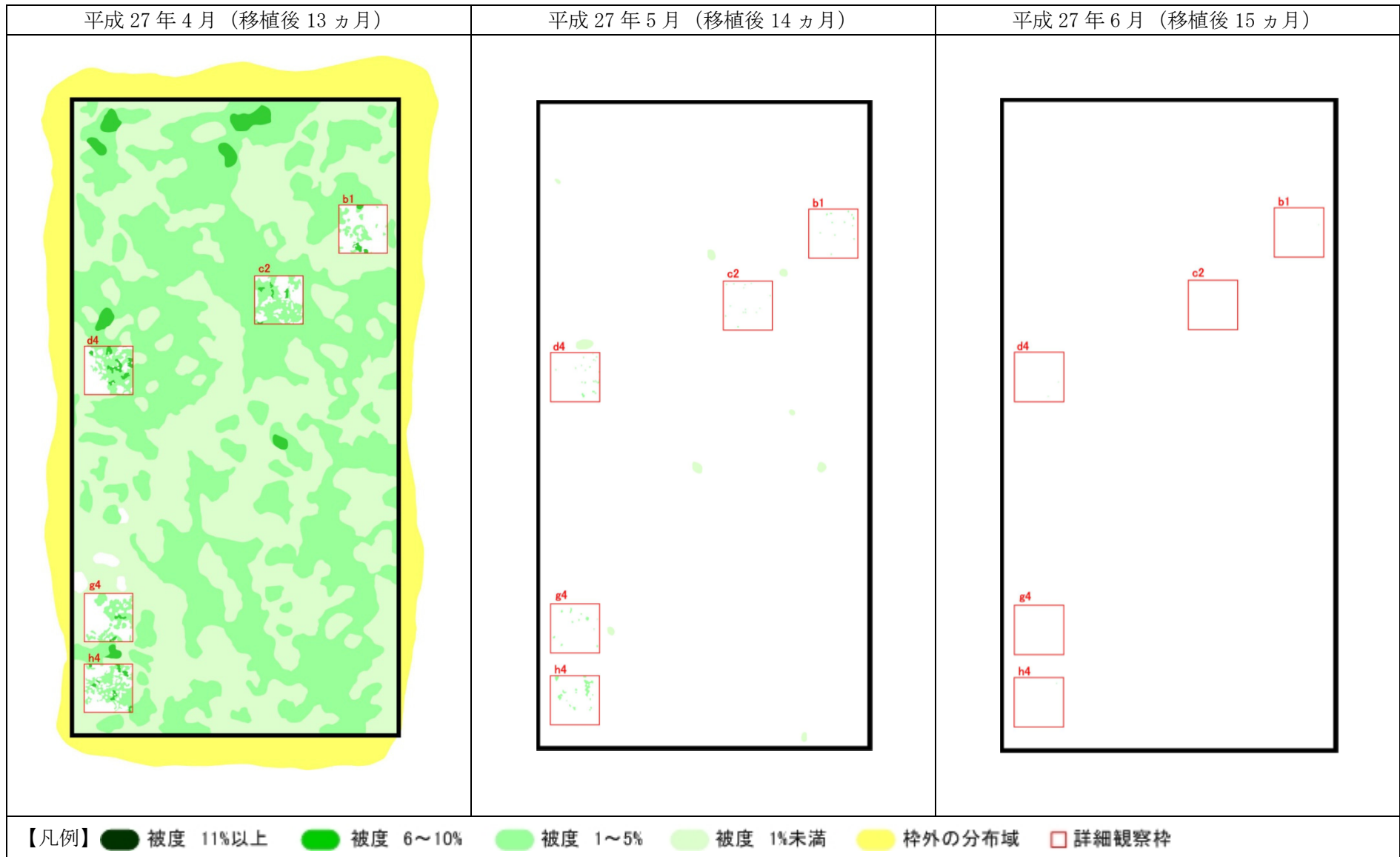


図 16(3) St. A におけるクビレミドロ被度別分布図

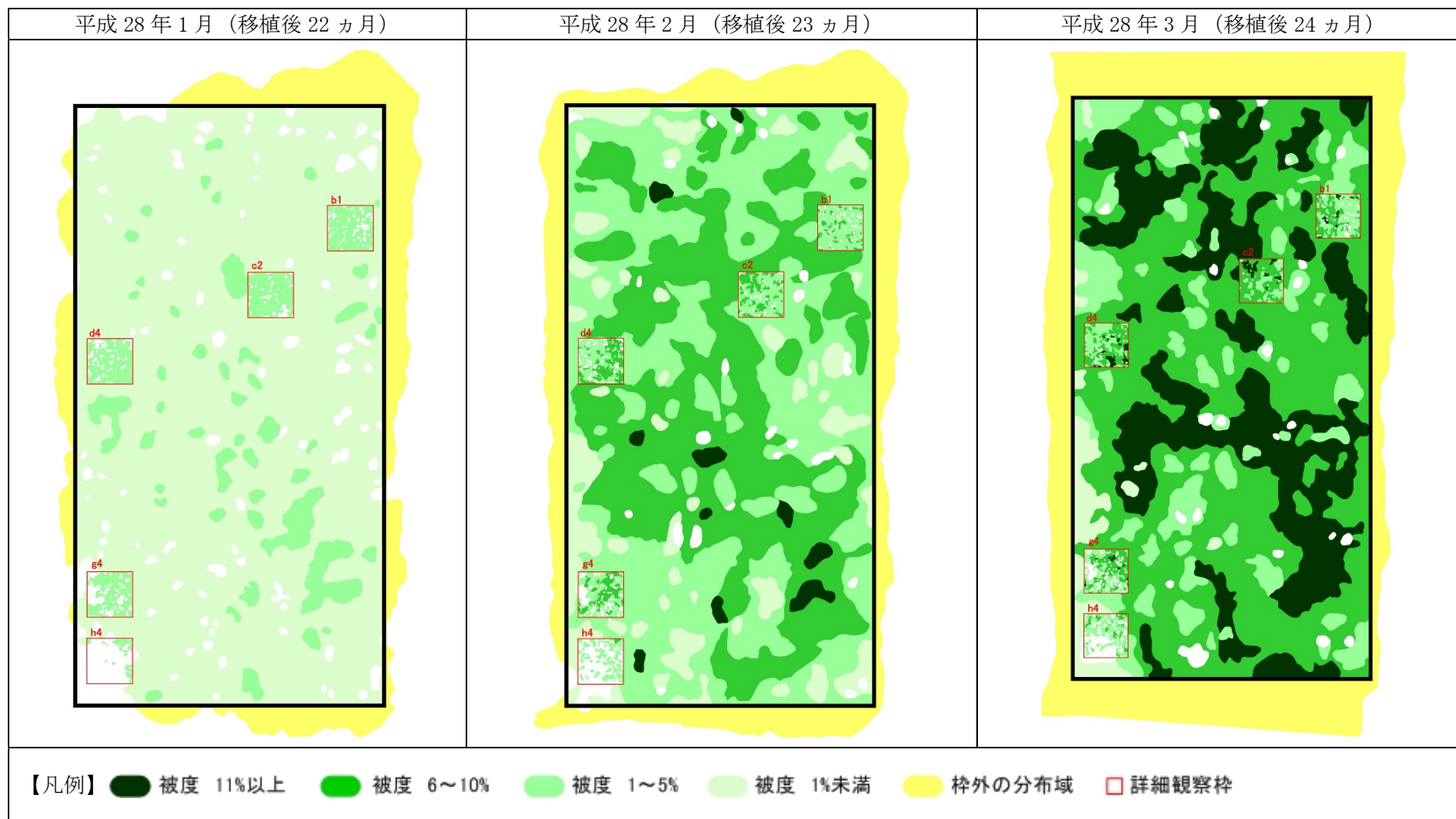


図 16(4) St. A におけるクビレミドロ被度別分布図

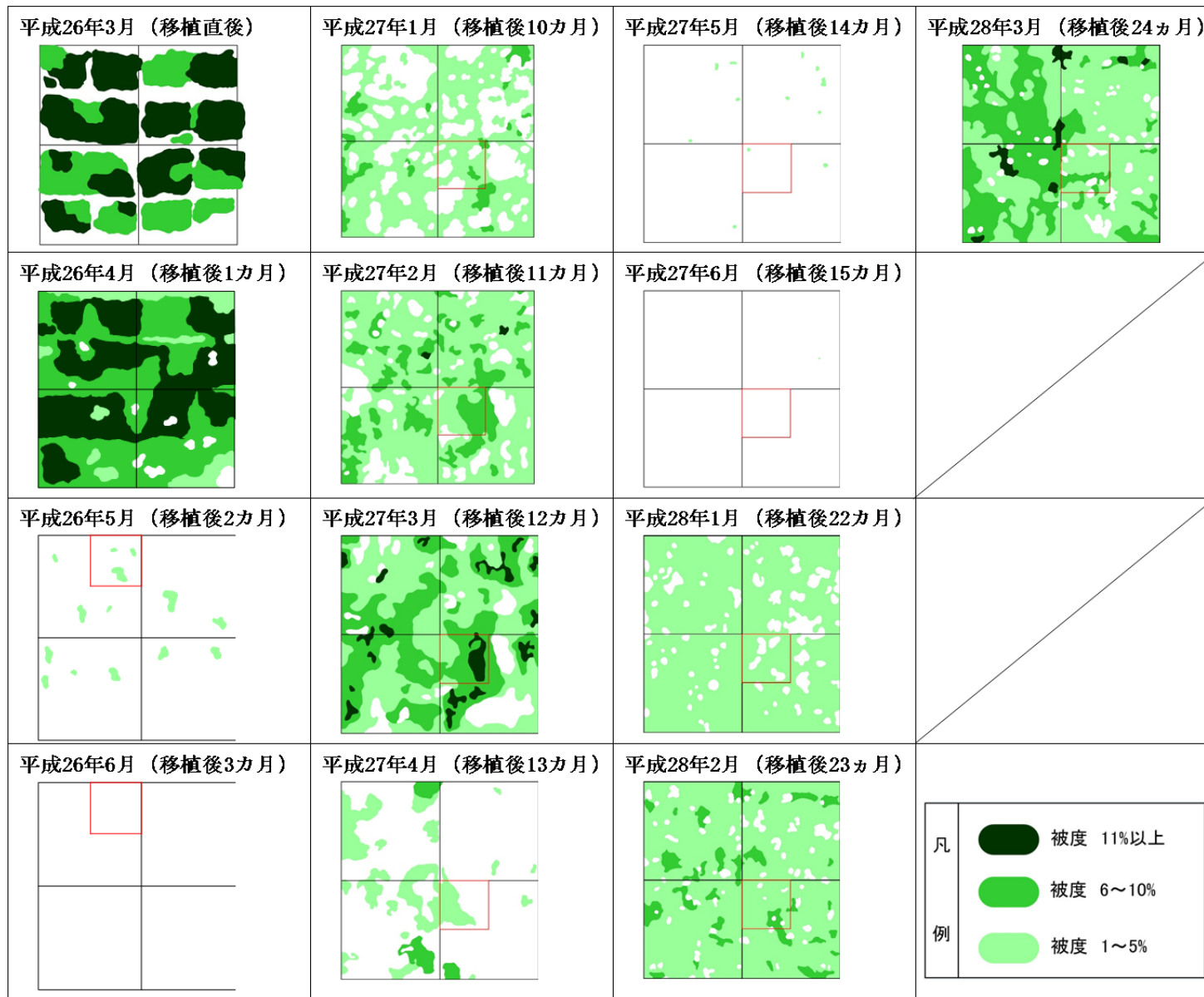


図 17 (1) 詳細枠 (2m×2m) におけるクブレミドロ被度別分布図 (St. A-b1)

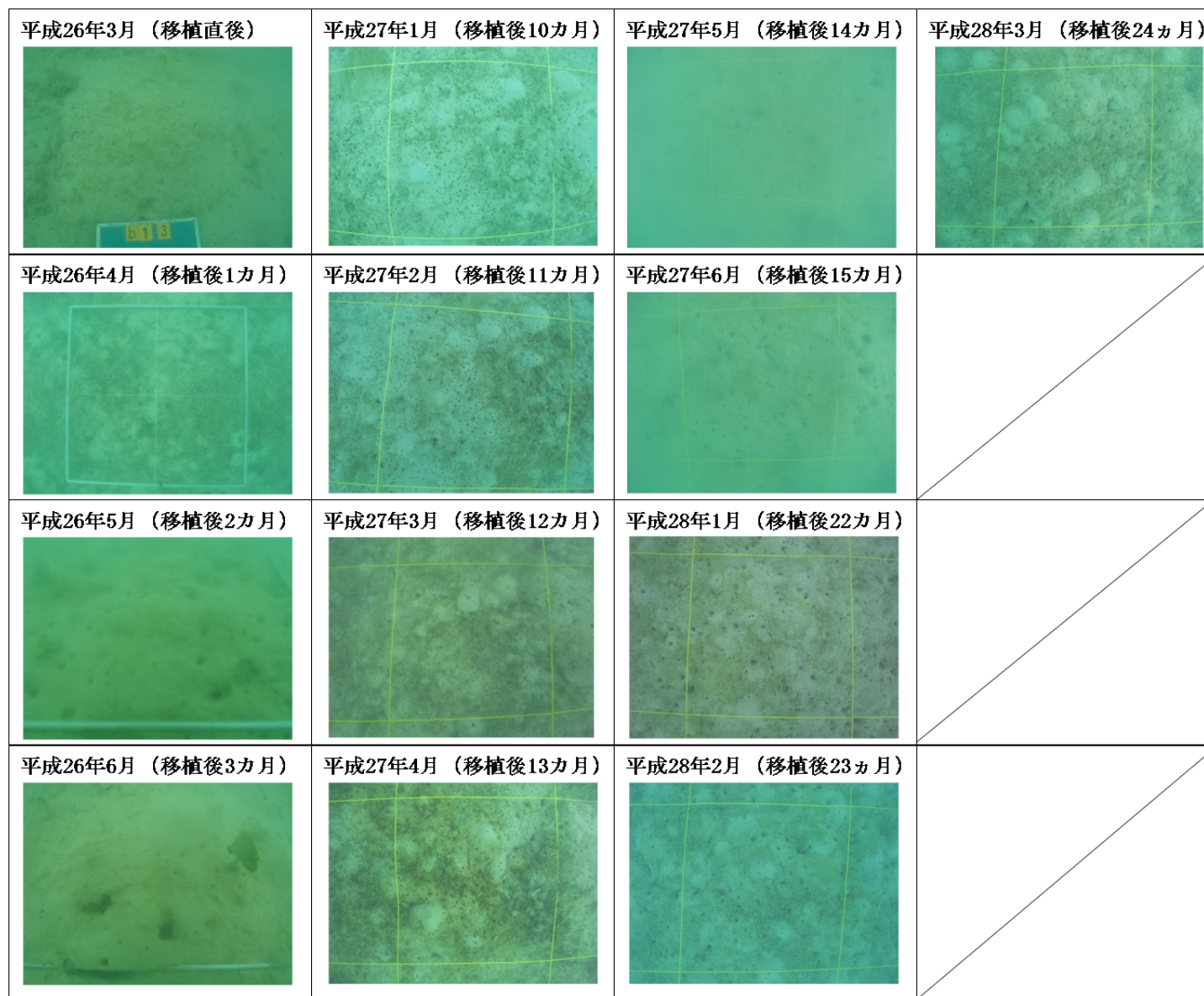


図 17 (2) 詳細枠 (2m×2m) におけるクブレミドロ被度別分布図 (St. A-b1)

2) St. B

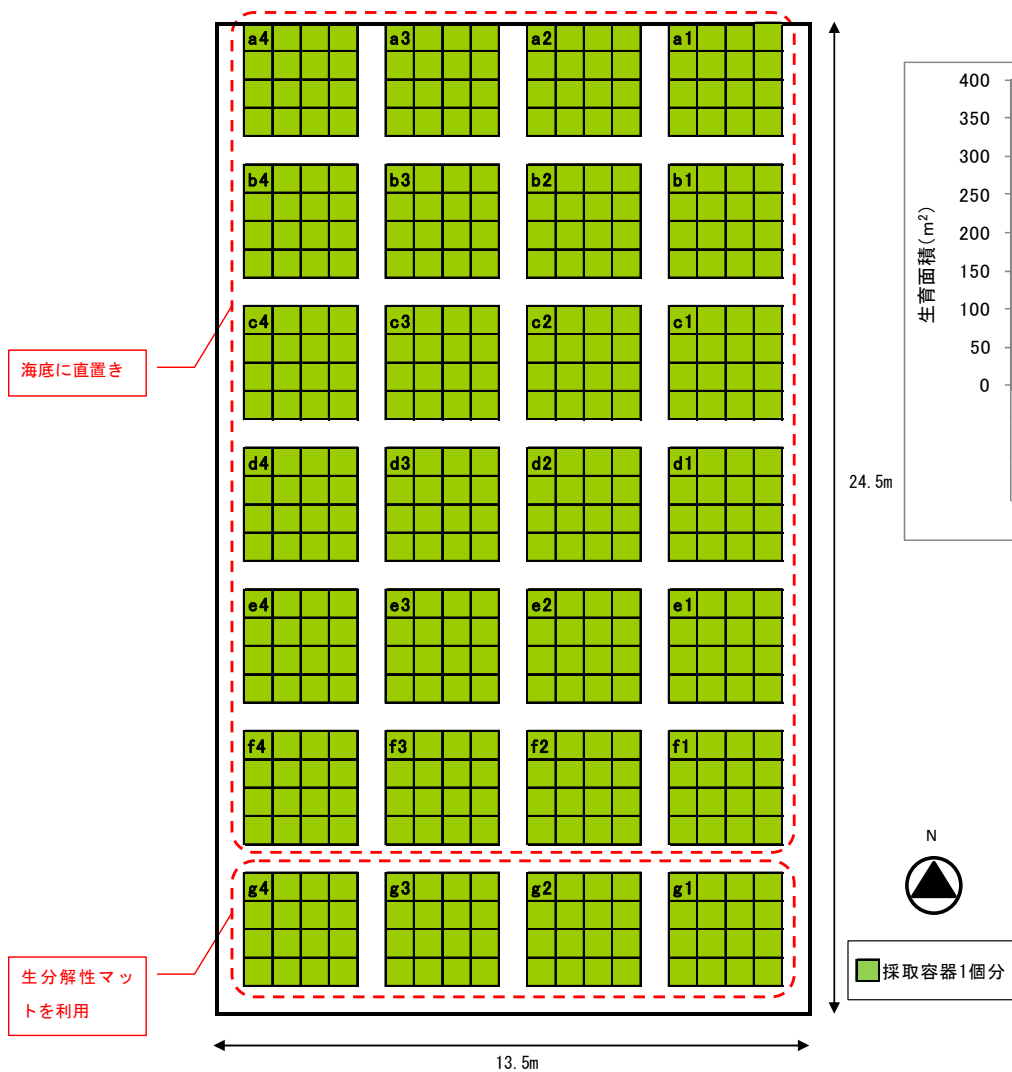


図 18 クビレミドロの配置状況 (St. B)

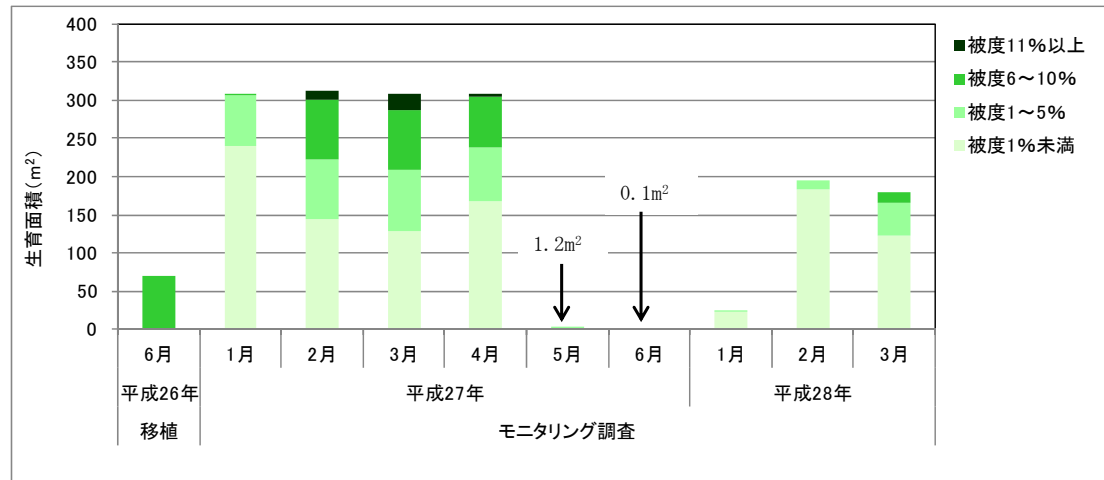
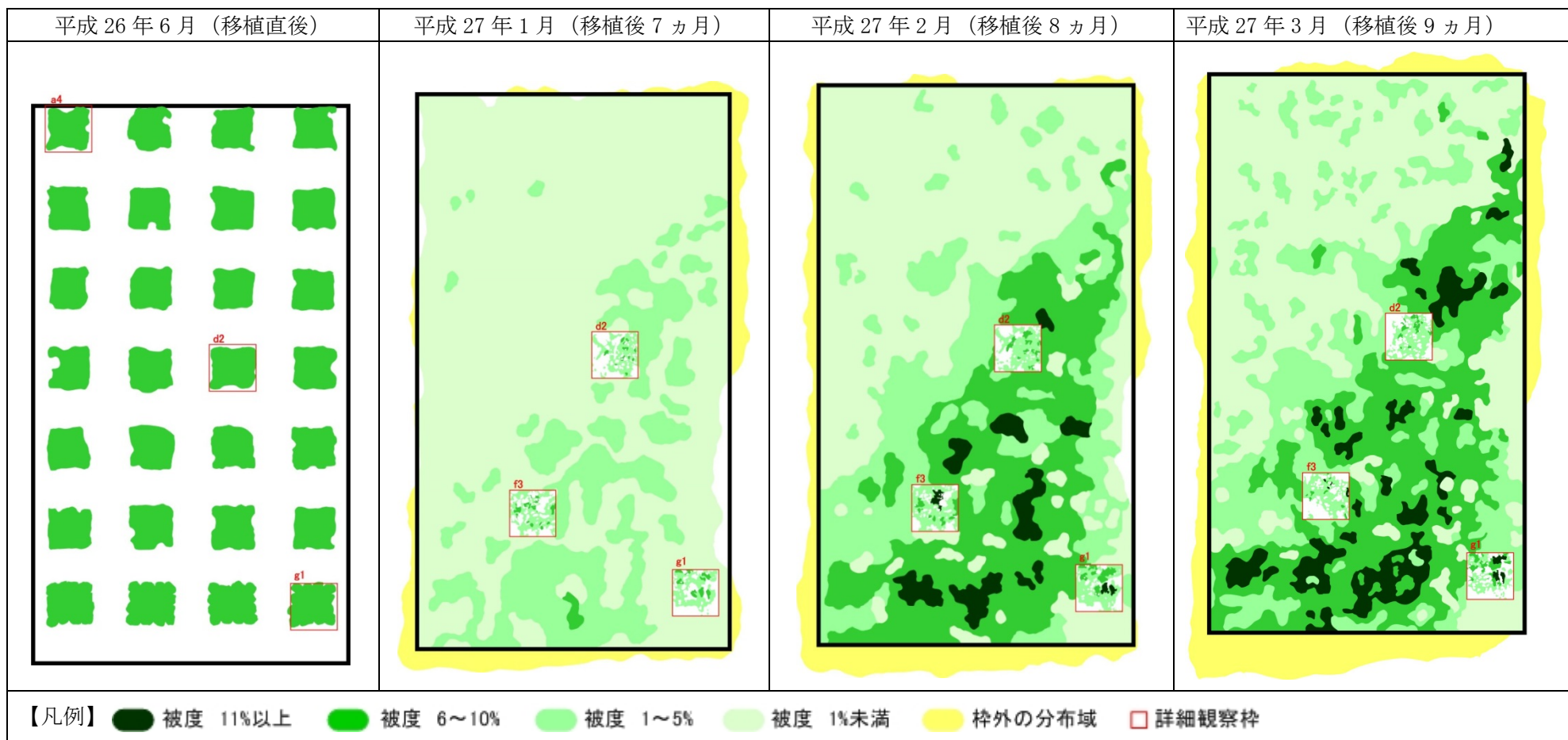


図 19 St. B におけるクビレミドロ被度別面積変化



注) 1. 平成 26 年 6 月時点では、藻体が減衰していたため、移植した底泥の外縁をスケッチした。なお、被度は、藻体最盛期における採取場所の被度 6~10%で示した。

注) 2. 平成 27 年 1 月に、被度が低い詳細観察枠は、移植地点を代表する箇所に移動した。

図 20(1) St. B におけるクビレミドロ被度別分布図

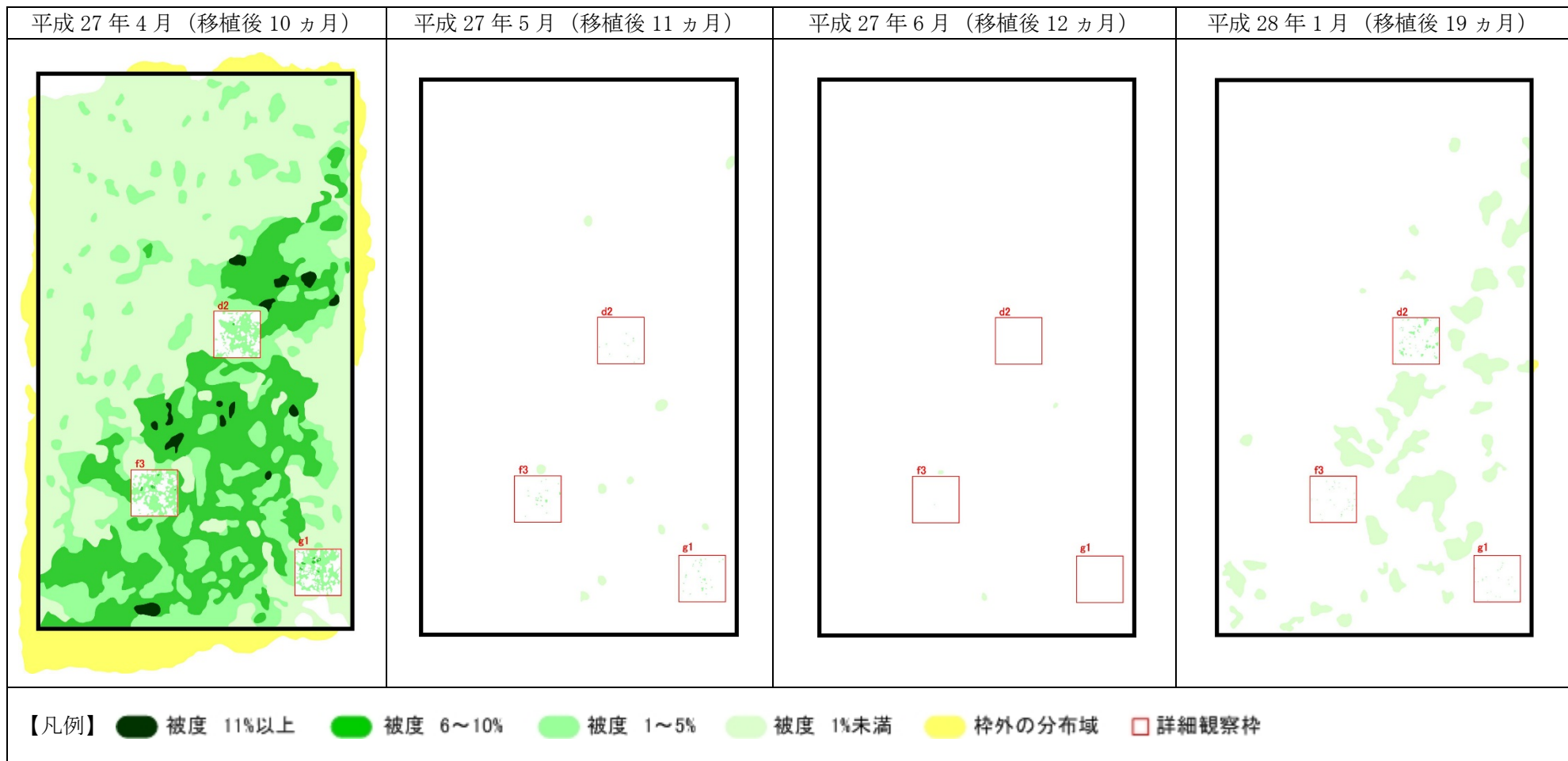


図 20(2) St. B におけるクビレミドロ被度別分布図

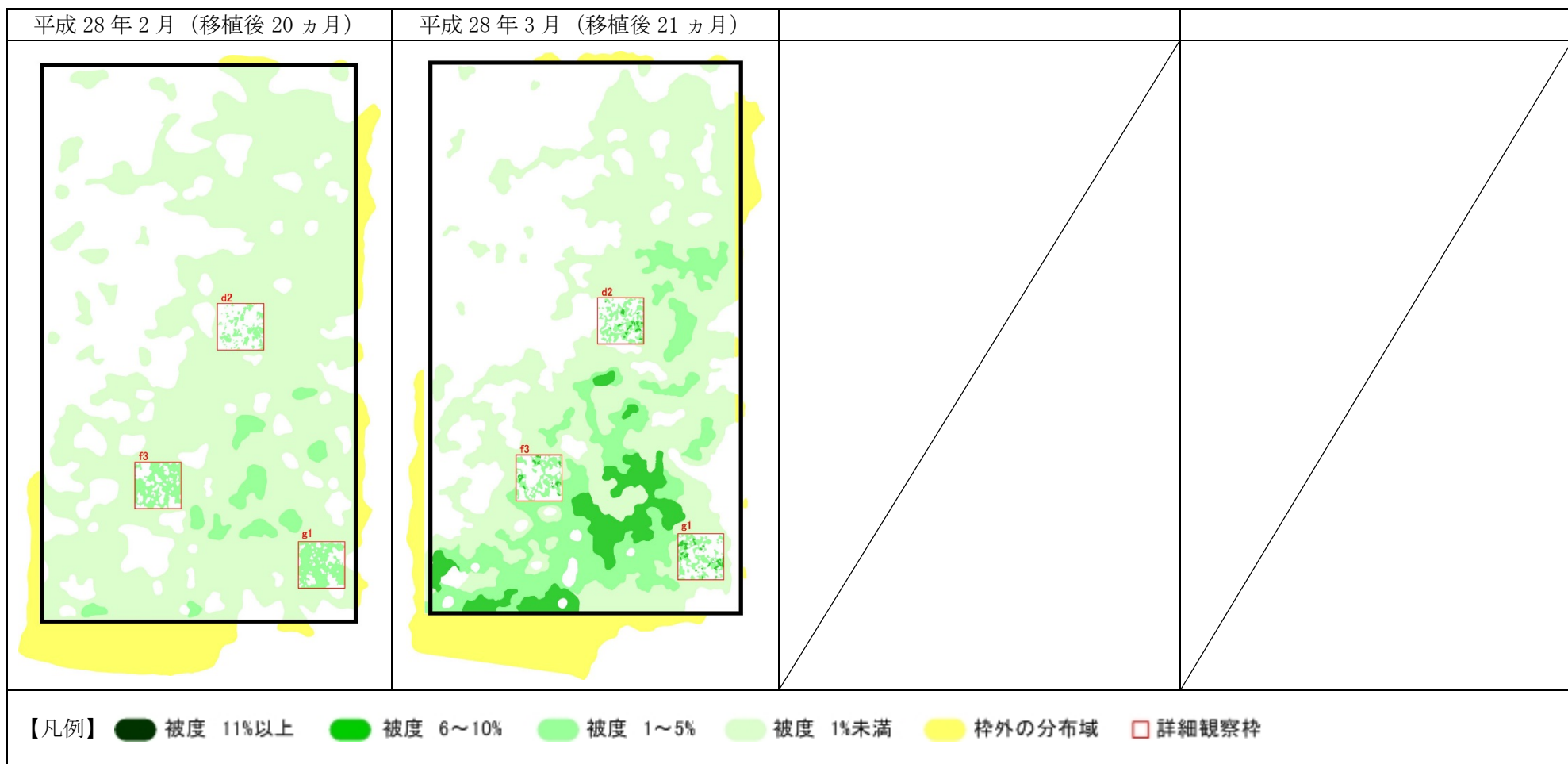


図 20(3) St. B におけるクビレミドロ被度別分布図

3) St. C



図 21 クビレミドロの配置状況 (St. C)

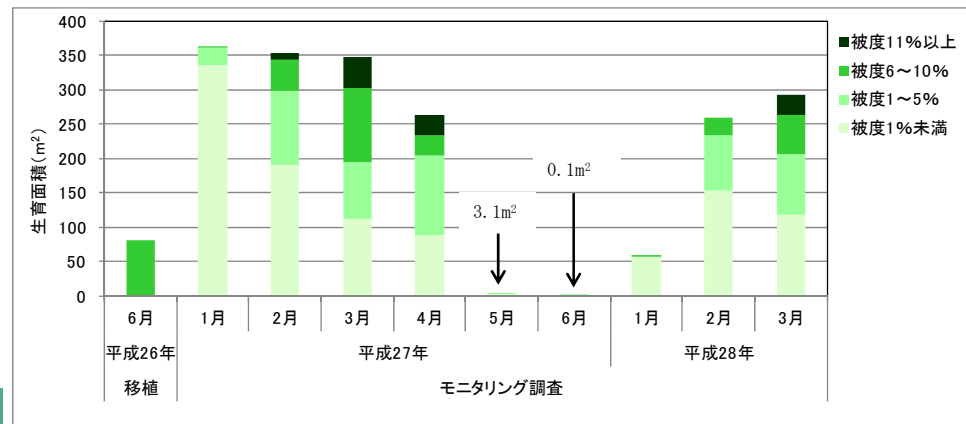
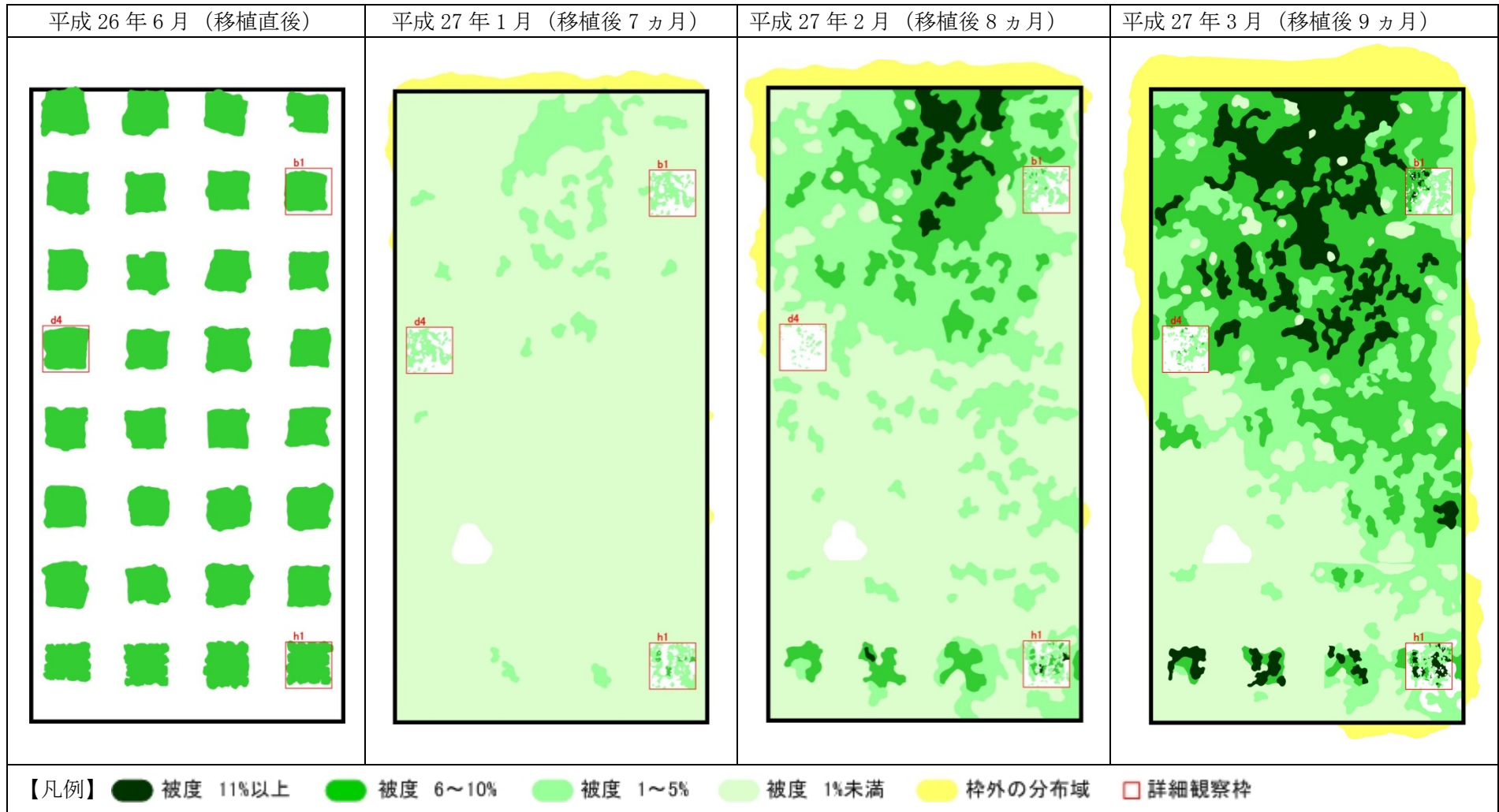


図 22 St. Cにおけるクビレミドロ被度別面積変化



注) 平成 26 年 6 月時点では、藻体が減衰していたため、移植した底泥の外縁をスケッチした。なお、被度は、藻体最盛期における採取場所の被度 6~10%で示した。

図 23(1) St. C におけるクビレミドロ被度別分布図

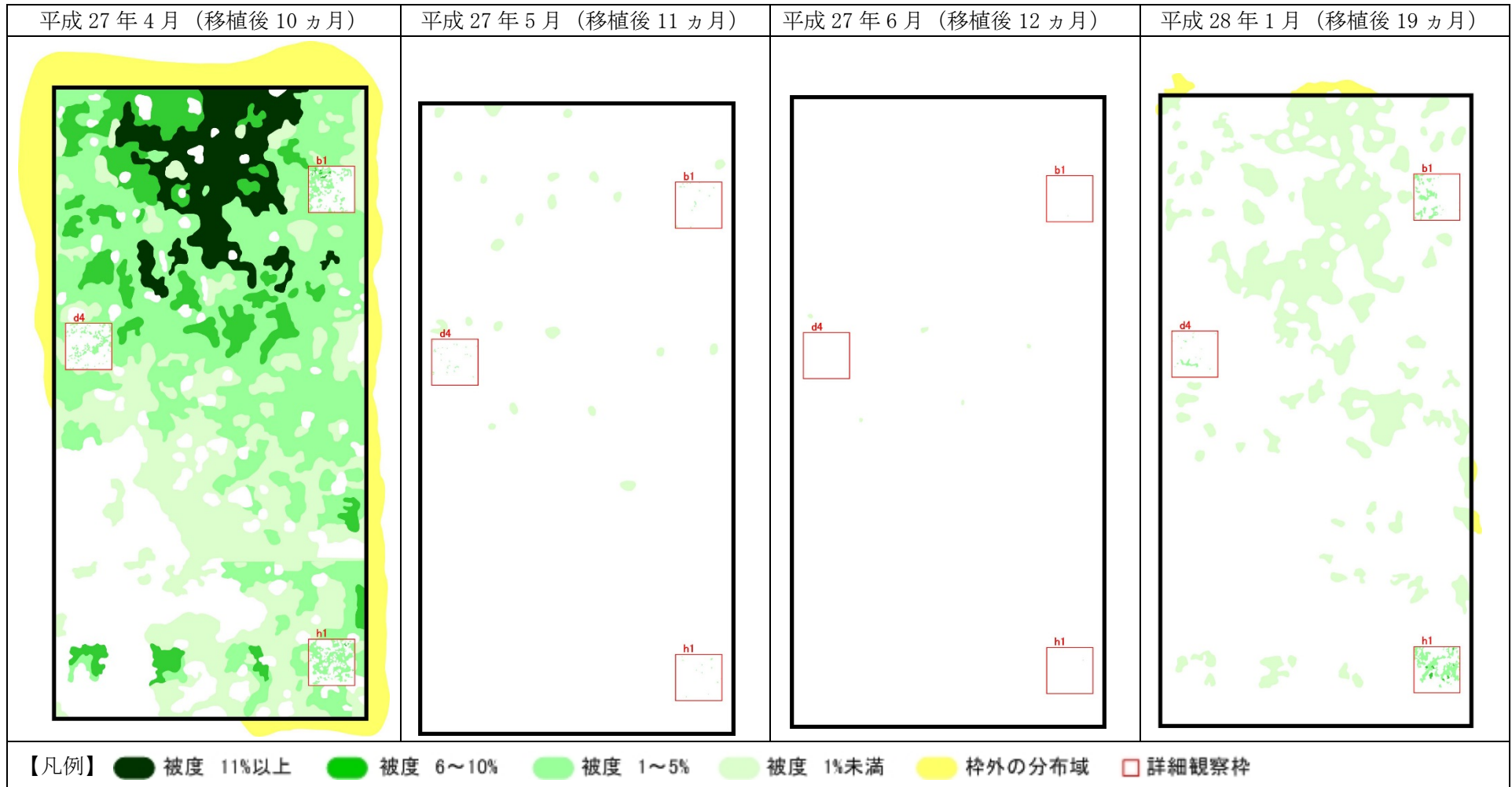


図 23(2) St.C におけるクビレミドロ被度別分布図

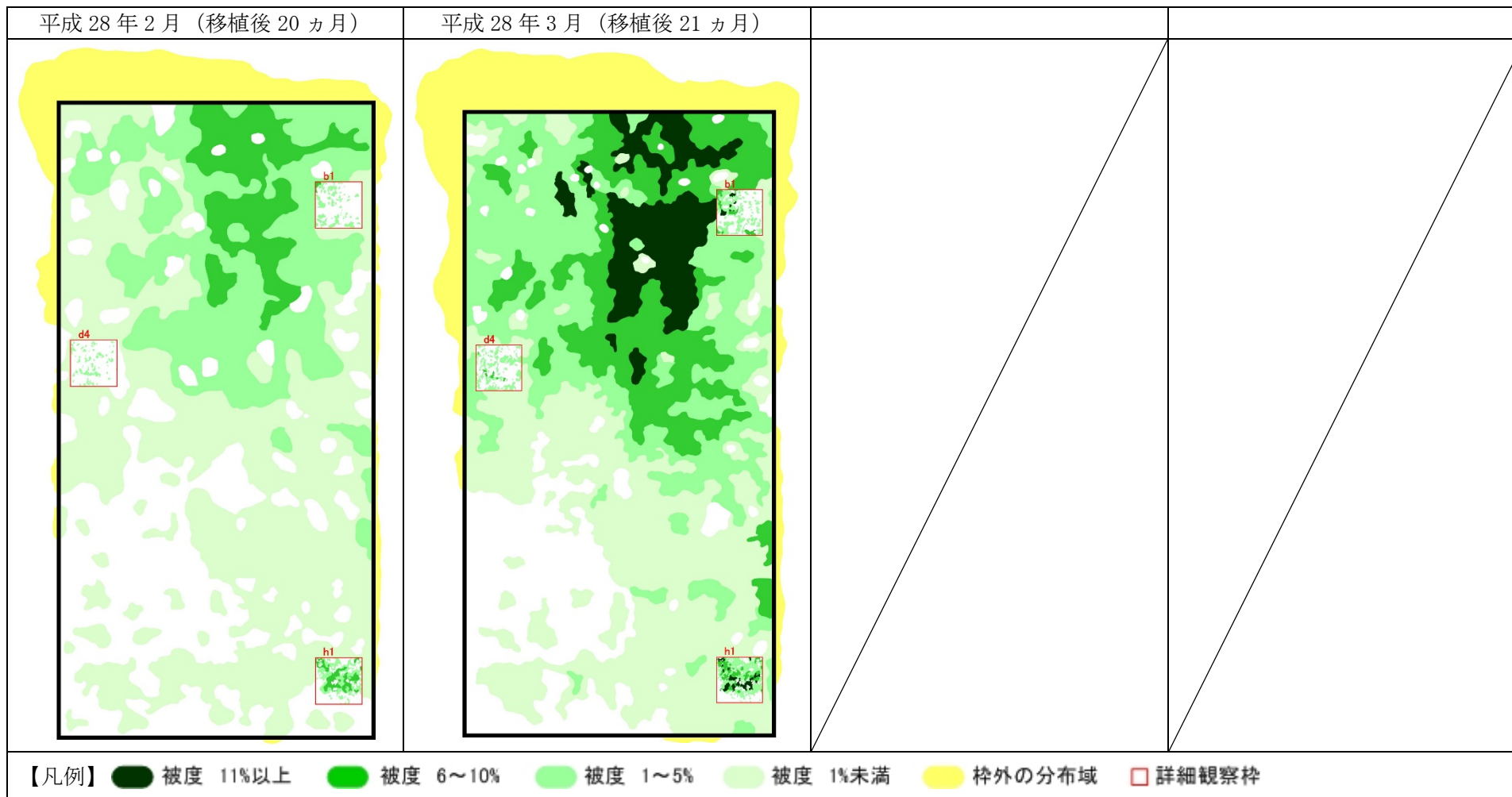


図 23(3) St.C におけるクビレミドロ被度別分布図

4) St. D

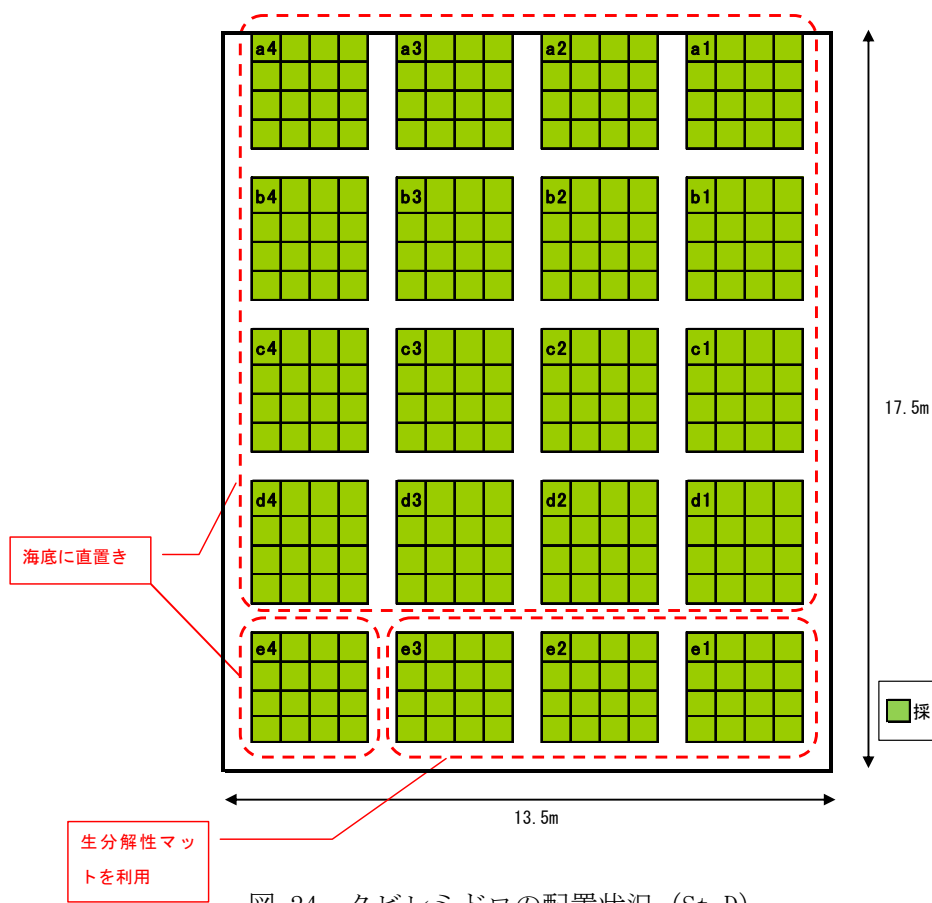


図 24 クビレミドロの配置状況 (St. D)

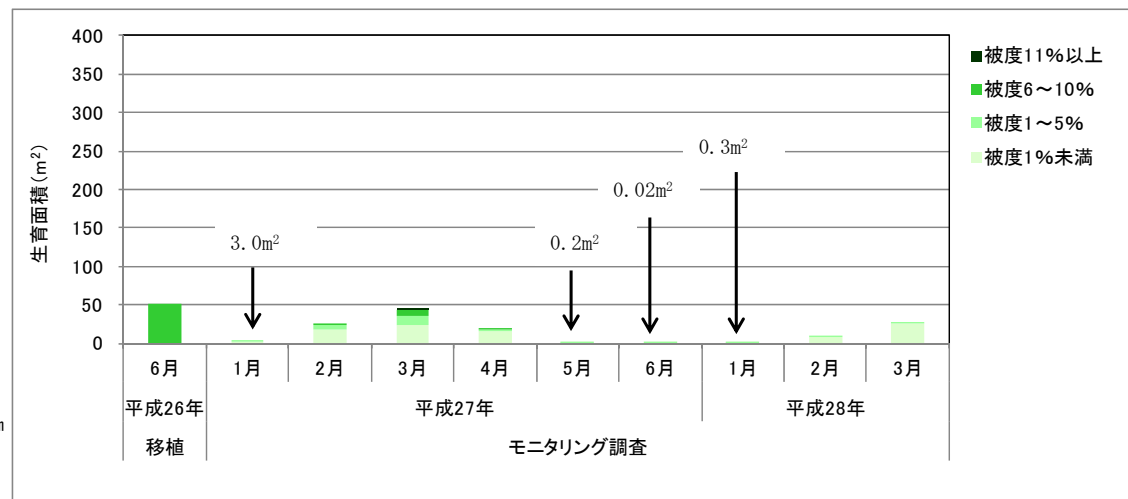
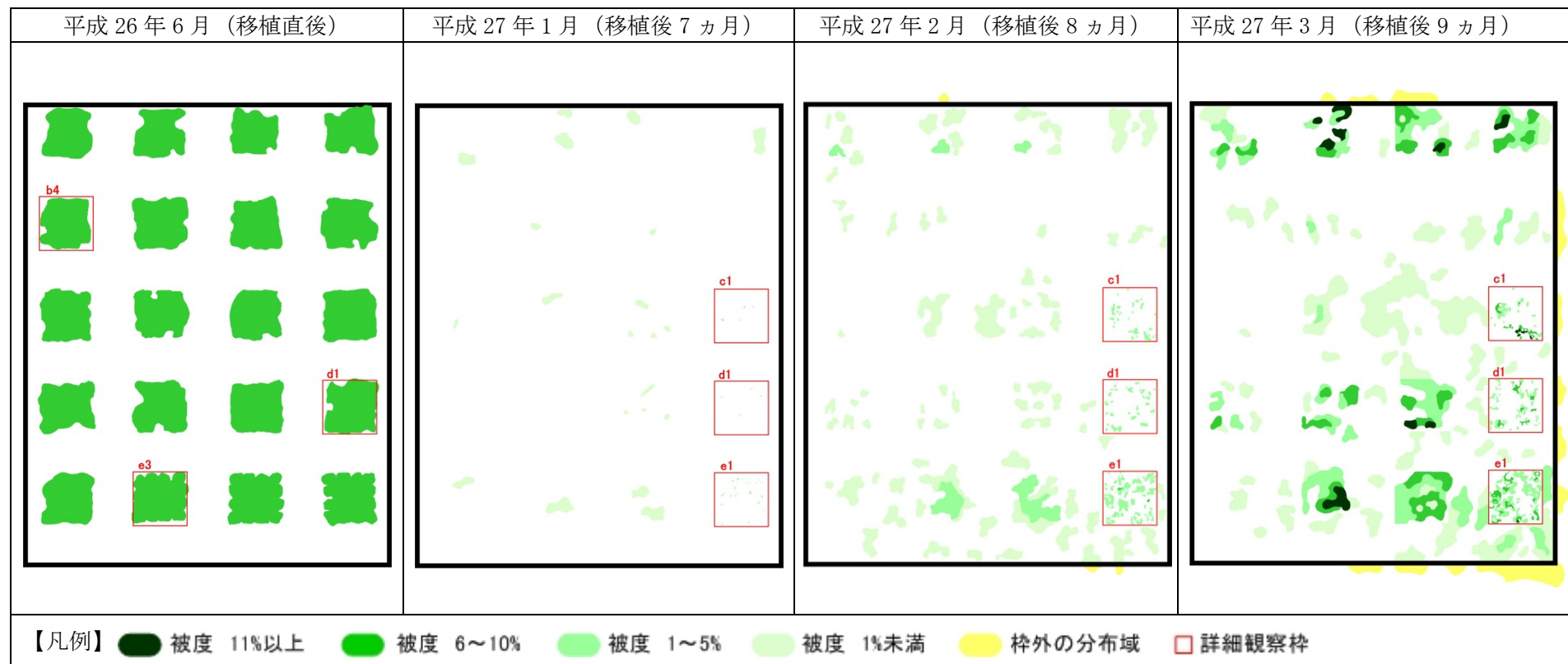


図 25 St. D におけるクビレミドロ被度別面積変化

※St. D については、St. A～C に対し、比較的波浪の影響を受けやすい地点であり、生育状況が異なる結果となったと考えられる。



注) 1. 平成 26 年 6 月時点では、藻体が減衰していたため、移植した底泥の外縁をスケッチした。なお、被度は、藻体最盛期における採取場所の被度 6～10% で示した。

注) 2. 平成 27 年 1 月に、被度が低い詳細観察枠は、移植地点を代表する箇所へ移動した。

図 26(1) St. D におけるクビレミドロ被度別分布図

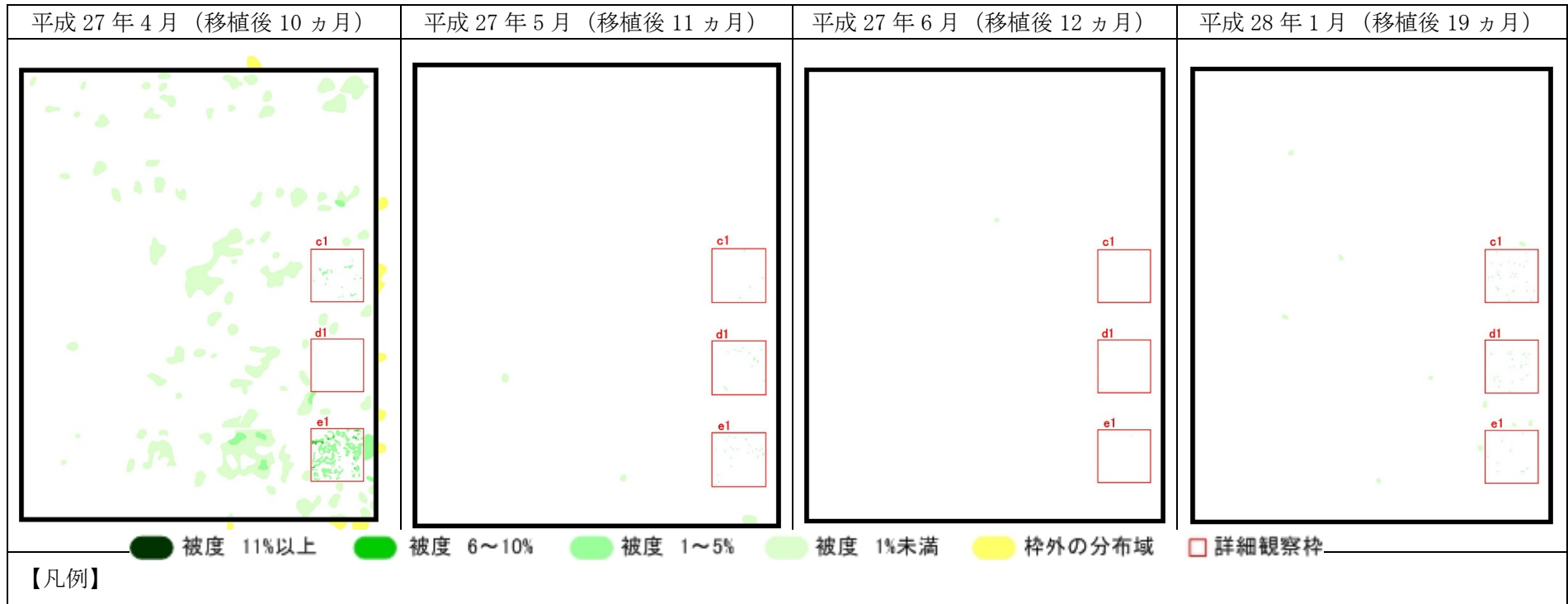
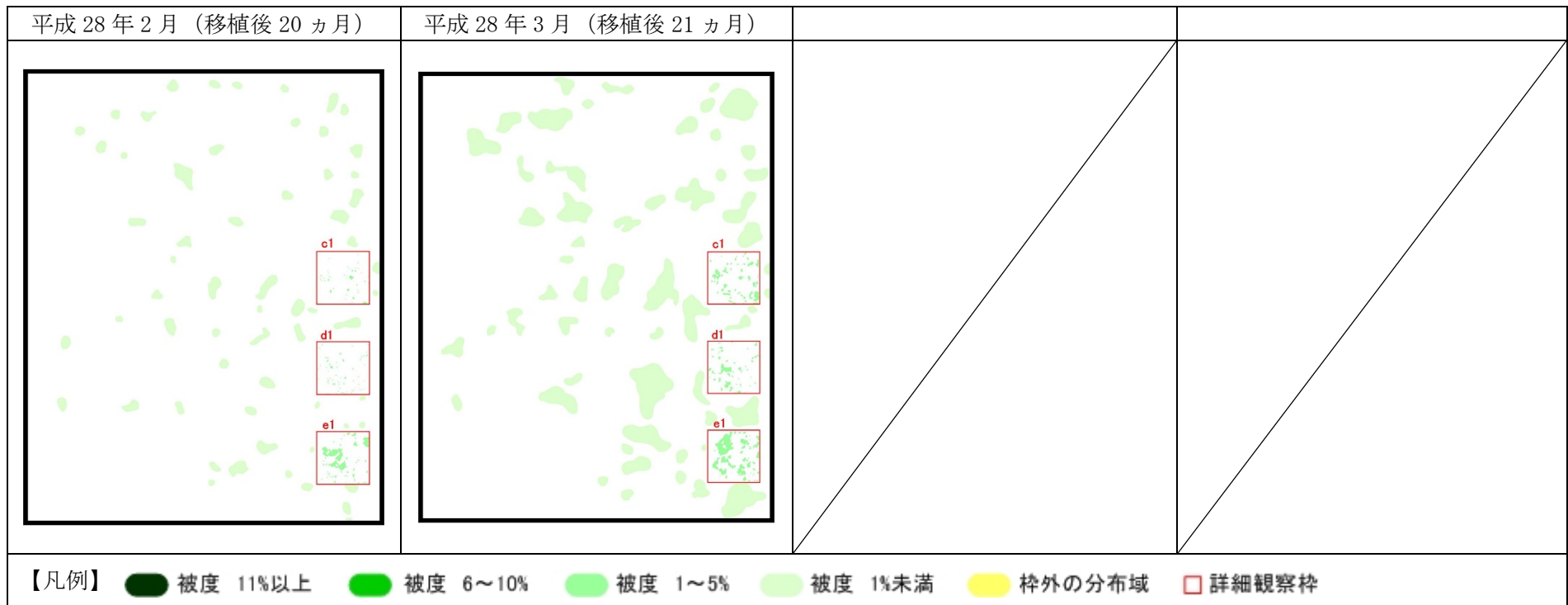


図 26(2) St. D におけるクビレミドロ被度別分布図



注) 平成 26 年 6 月時点では、藻体が減衰していたため、移植した底泥の外縁をスケッチした。なお、被度は、藻体最盛期における採取場所の被度 6~10%で示した。

図 26(3) St. D におけるクビレミドロ被度別分布図

2.3.2 陸上水槽における移植・モニタリング結果

(1) 移植手順

移植元にて採取したクビレミドロについて、実海域と同様の移植手順により、陸上水槽に移植した。



図 27 陸上水槽における移植作業

(2) モニタリング

陸上水槽に移植したクビレミドロについて、実海域と同様の項目にてモニタリング調査を実施した。

(3) 結果

移植したクビレミドロの配置状況及び分布図を以下に示す。また、代表的な4ヵ所に詳細観察枠(1m×1m)を設置し、そのスケッチ及び写真撮影を行った。

平成25年度に実海域に移植したクビレミドロの面積について平成27年3月を平成26年4月と比べると、生育面積は40.4㎡から1.9㎡と減少した。また、平成27年において、被度最盛期は平成27年3月であり、4月以降は藻体が確認できなかった。

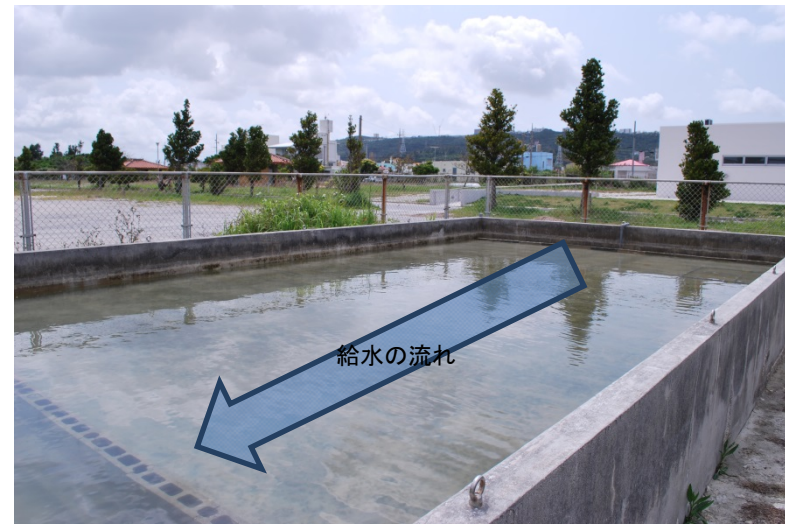
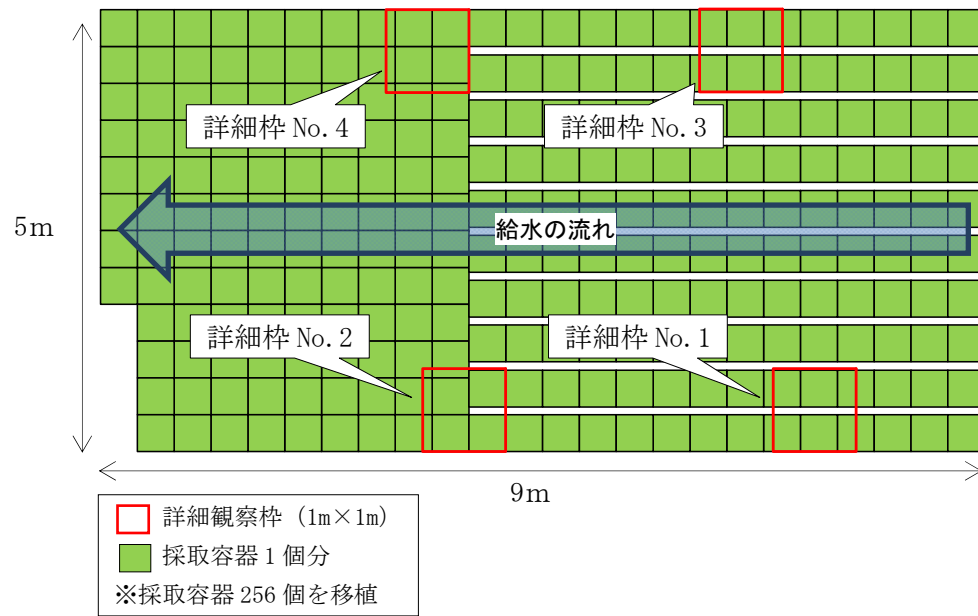


図 28 クビレミドロの配置状況 (陸上水槽)

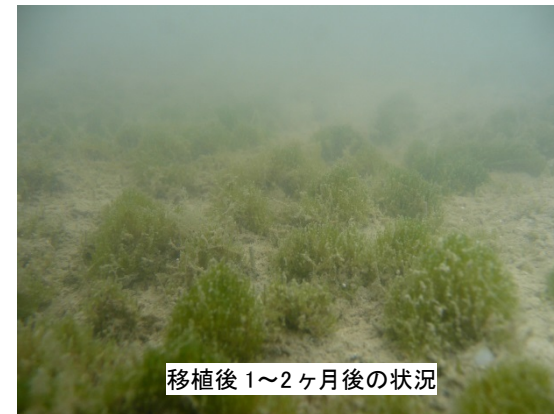
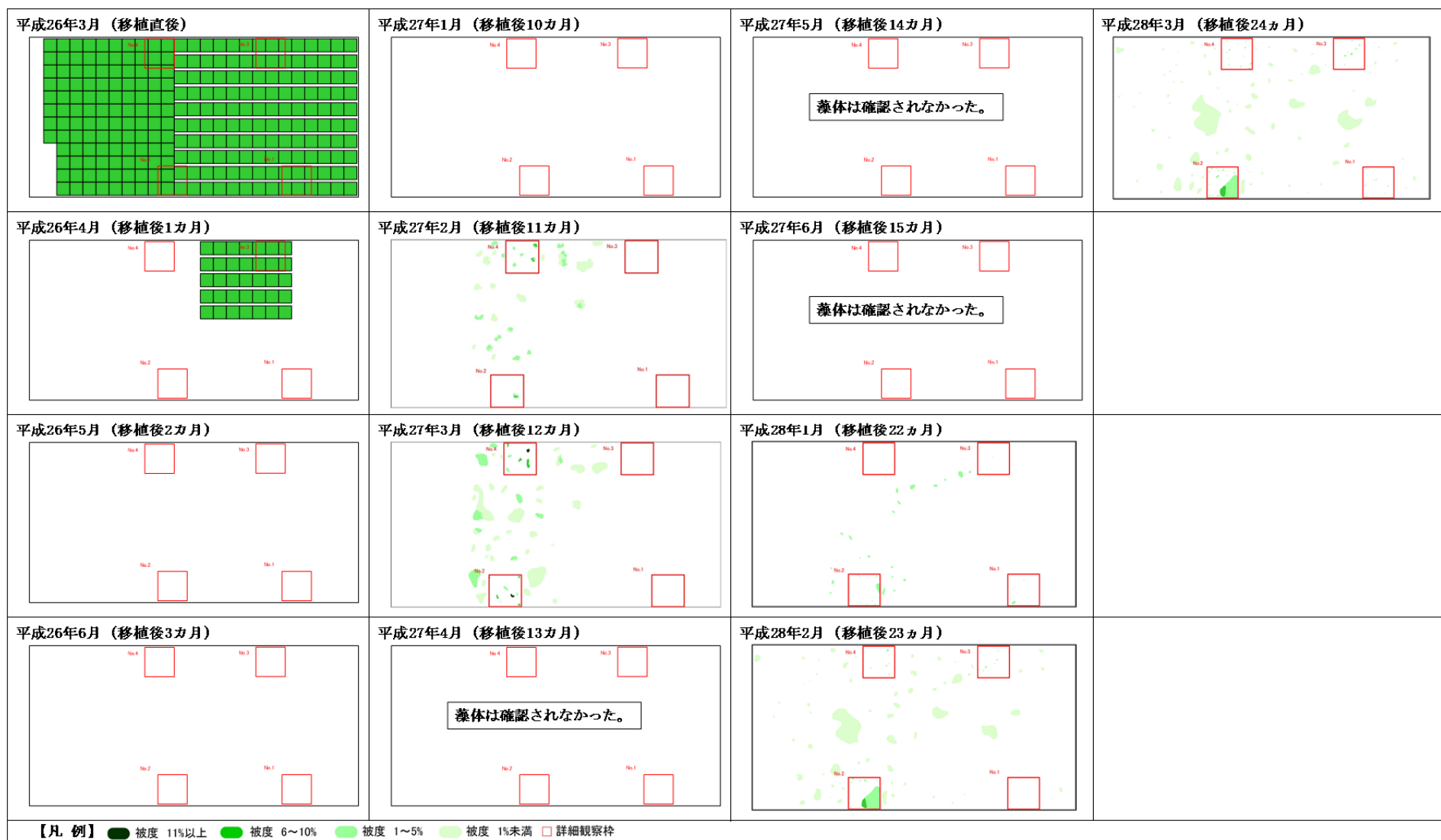


図 29 陸上水槽に移植したクビレミドロの生育状況



注) 平成27年2月に、被度が低い詳細観察枠は、移植地点を代表する箇所へ移動した。

図30 屋外水槽におけるクビレミドロ被度別分布図

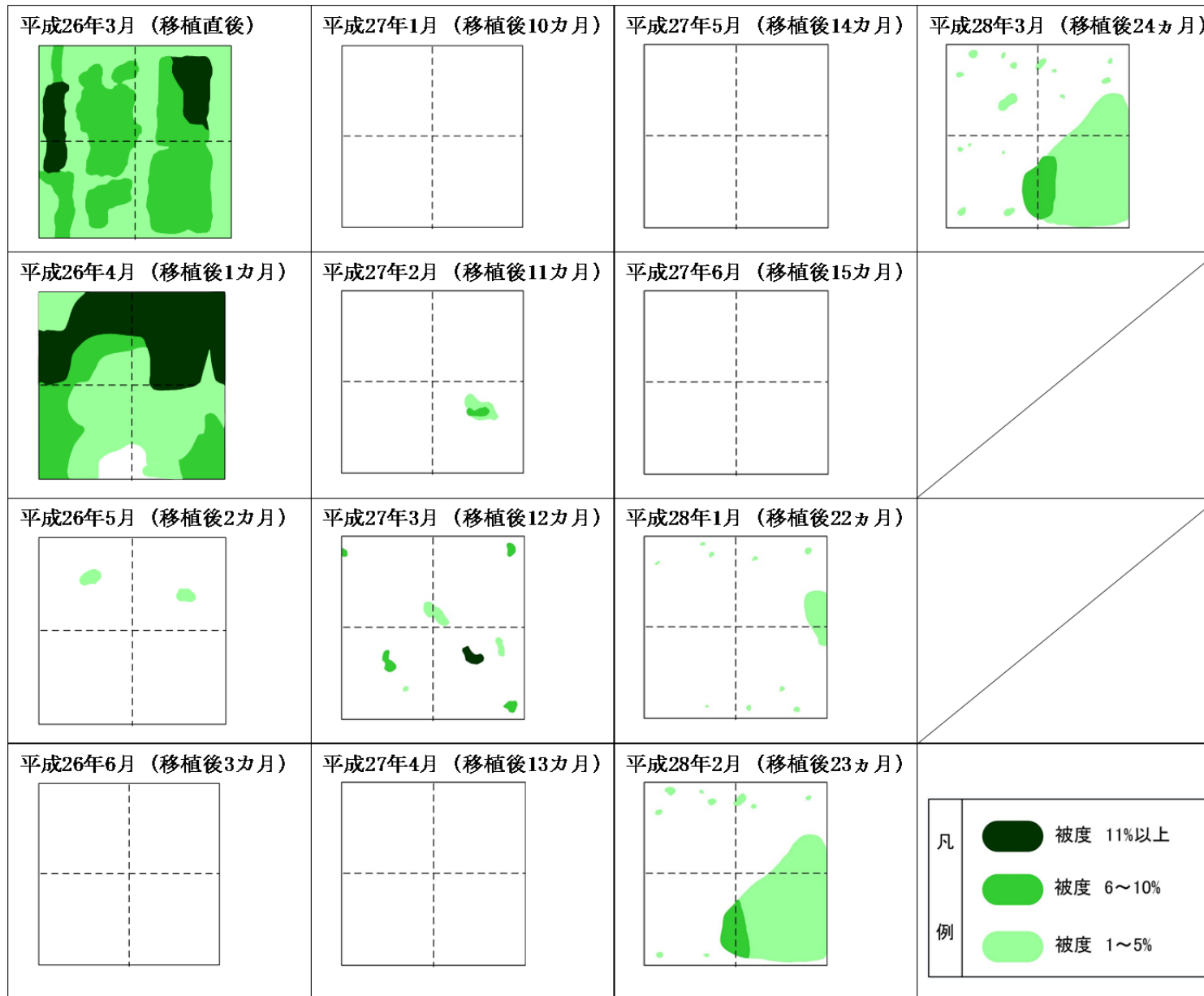


図 31 (1) 詳細観察枠 NO.2 (1m×1m) のモニタリング結果 (屋外水槽)

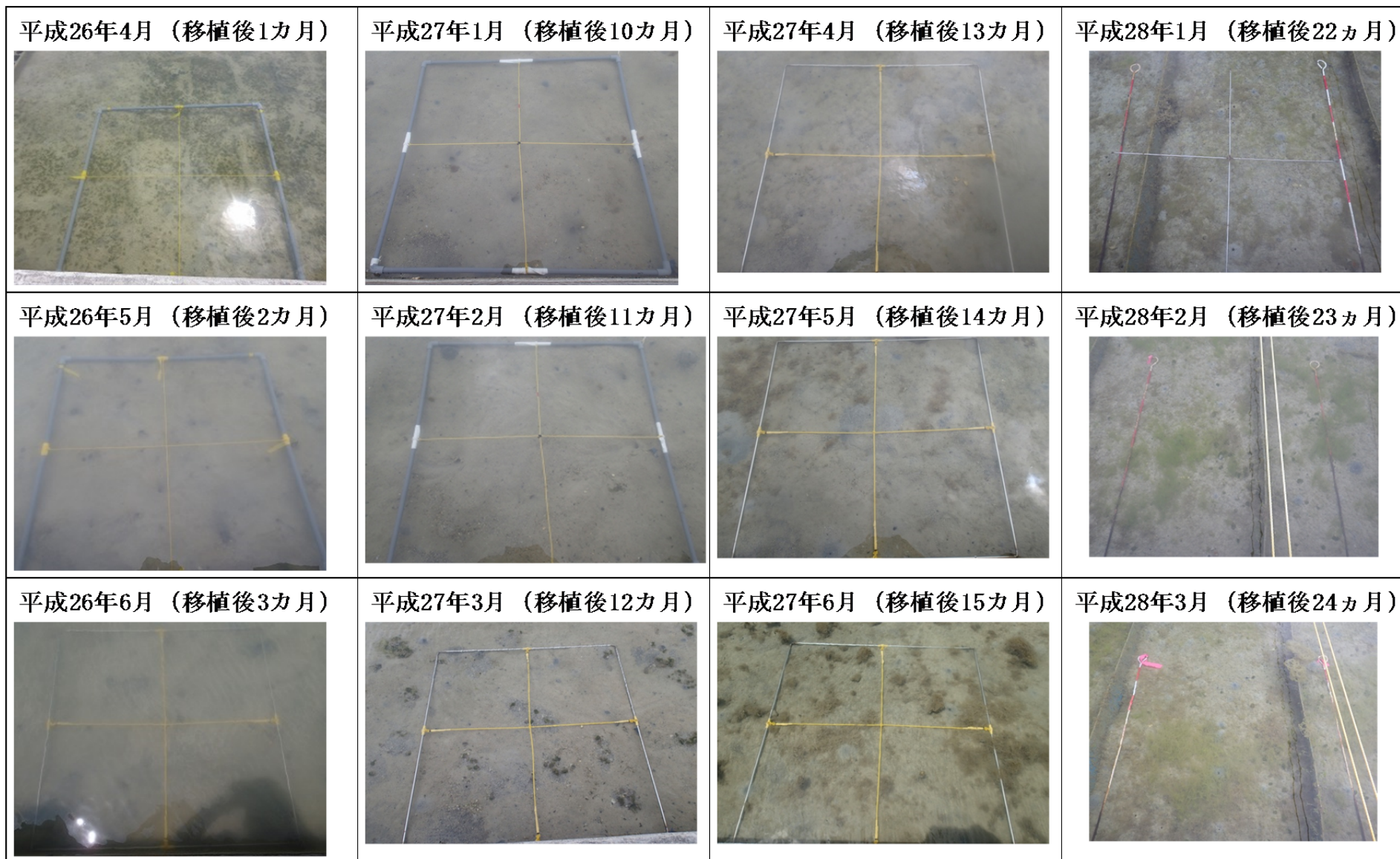


図 31 (2) 詳細観察枠 NO. 2 (1m×1m) のモニタリング結果 (屋外水槽)

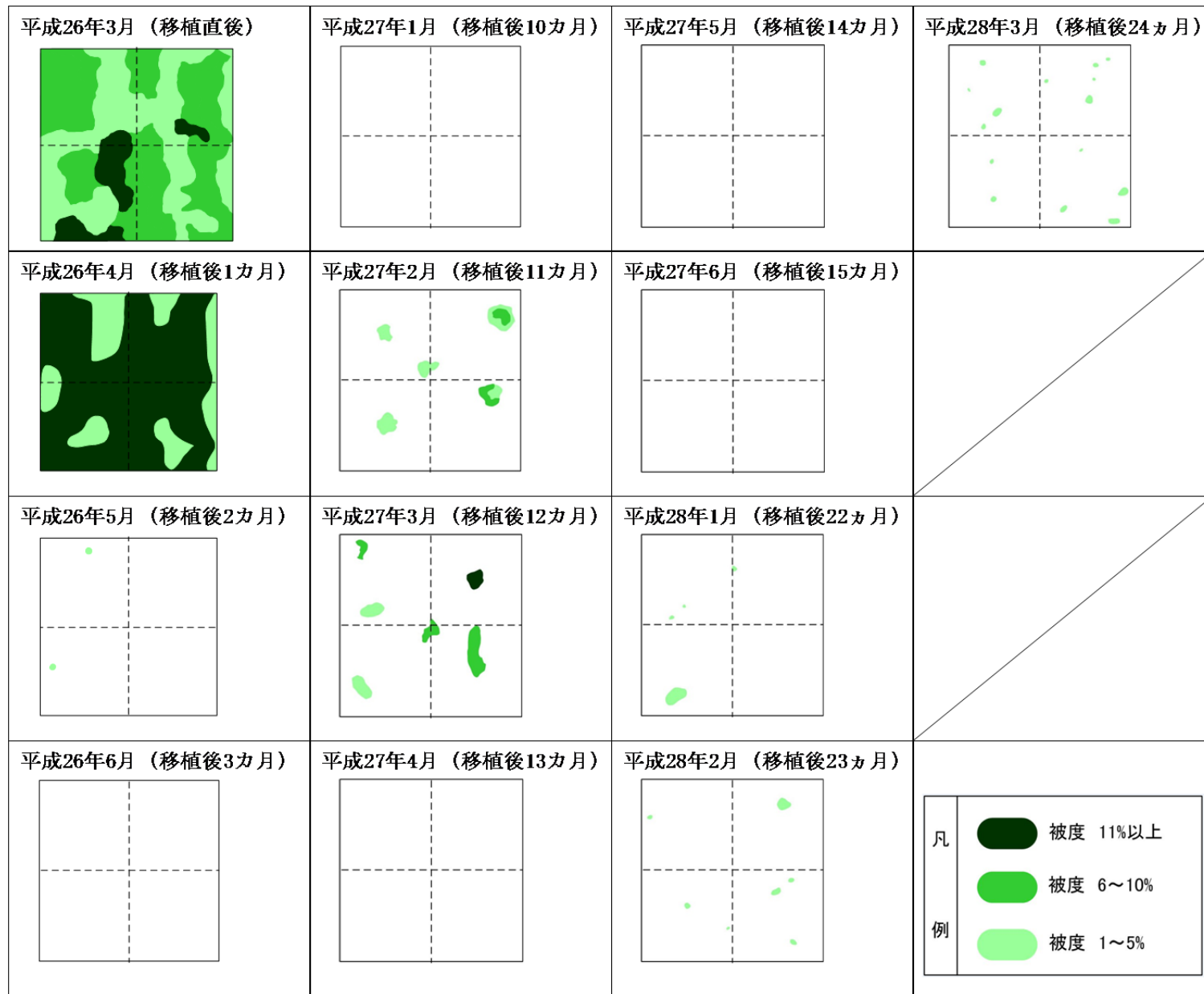


図 32 (1) 詳細観察枠 NO.4 (1m×1m) のモニタリング結果 (屋外水槽)

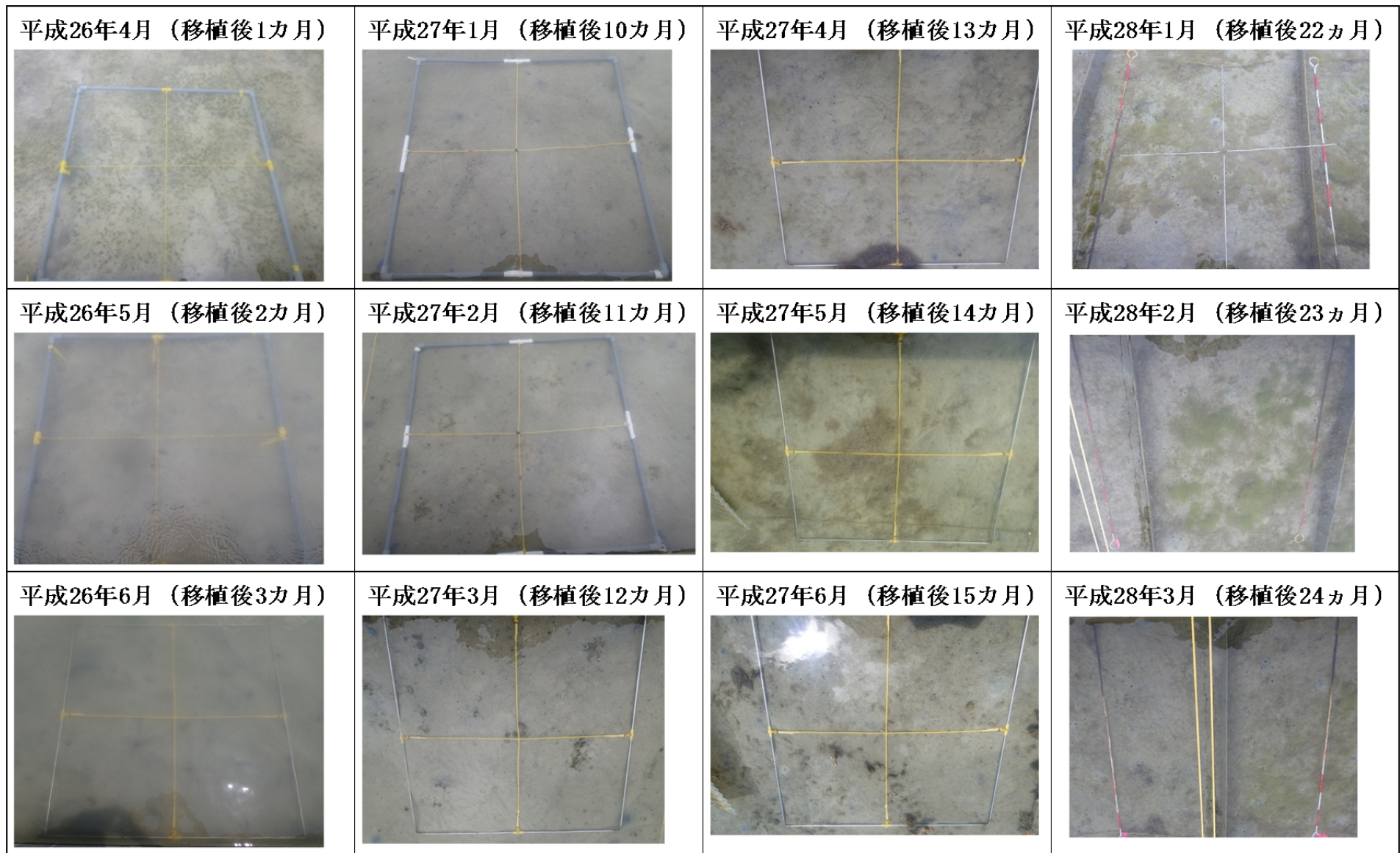


図 32 (2) 詳細観察枠 NO. 4 (1m×1m) のモニタリング結果 (屋外水槽)

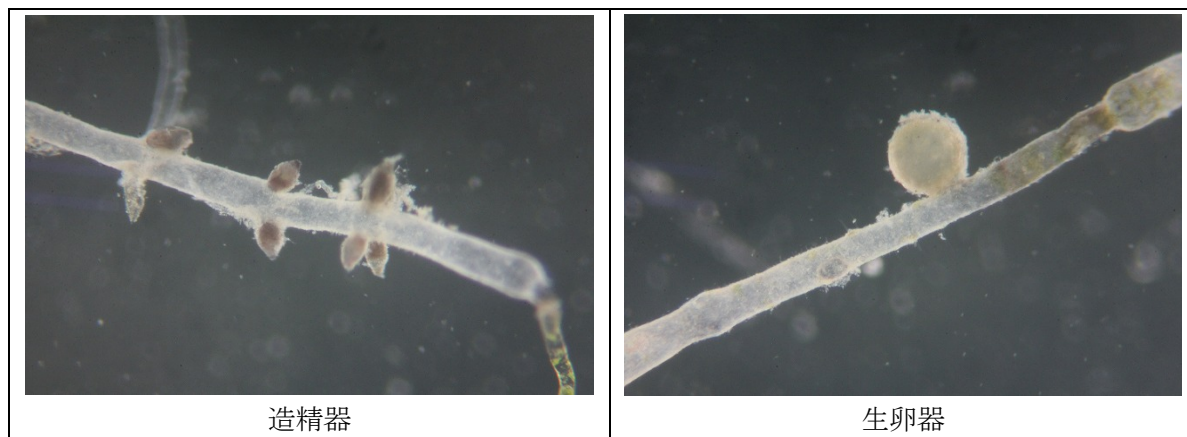


図 33 詳細枠の藻体の状況（屋外水槽）

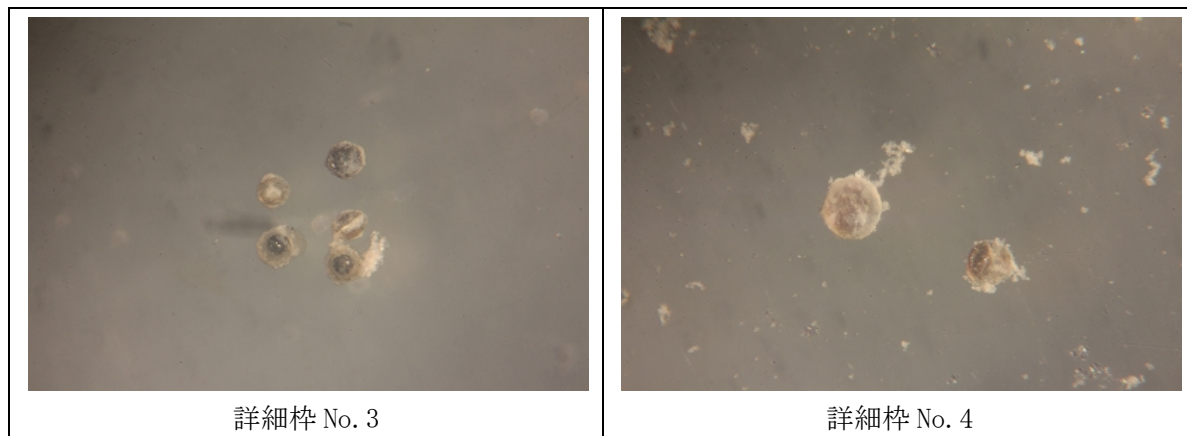


図 34 詳細枠の泥中の卵の状況（屋外水槽）

2.3.3 改善策の実施

移植後、屋外水槽では、生育面積が大きく減少した。

減少要因として、「屋外水槽内の水流に伴う卵を含む底泥の移動」、「夏季の高水温に伴う夏眠中における卵の枯死」、「生物による底質の攪乱」が推察され、これらの要因が単独のみならず複合的に関与している可能性が考えられた。

このため、以下の改善策を実施した。

- ① 屋外水槽の構造上の改善策として、卵の流出を防ぐことを目的に、仕切り板を設置した。
- ② 屋外水槽の構造上の改善策として、水槽内の温度を下げることを目的に寒冷紗を設置した。
- ③ 底質の攪乱する生物の除去(主に貝類)を実施した。



図 35 屋外水槽における改善策の状況

2.3.4 今後の予定

実海域（北側深場）及び陸上水槽において、平成 29 年 1 月以降にモニタリング調査を予定している。