参考資料－２

平成 18 年度

中城湾港泡瀬地区環境保全・創造検討委員会
第 2 回　委員会資料

[第 2 回　人工島環境整備専門部会資料]

トカゲハゼ、クビレミドロの生息・生育条件と干潟設計条件

平成 19 年 3 月 13 日

内閣府沖縄総合事務局開発建設部
沖　縄　県　土　木　建　築　部
沖 縄 市 東 部 海 浜 開 発 局
(財)港湾空間高度化環境研究センター

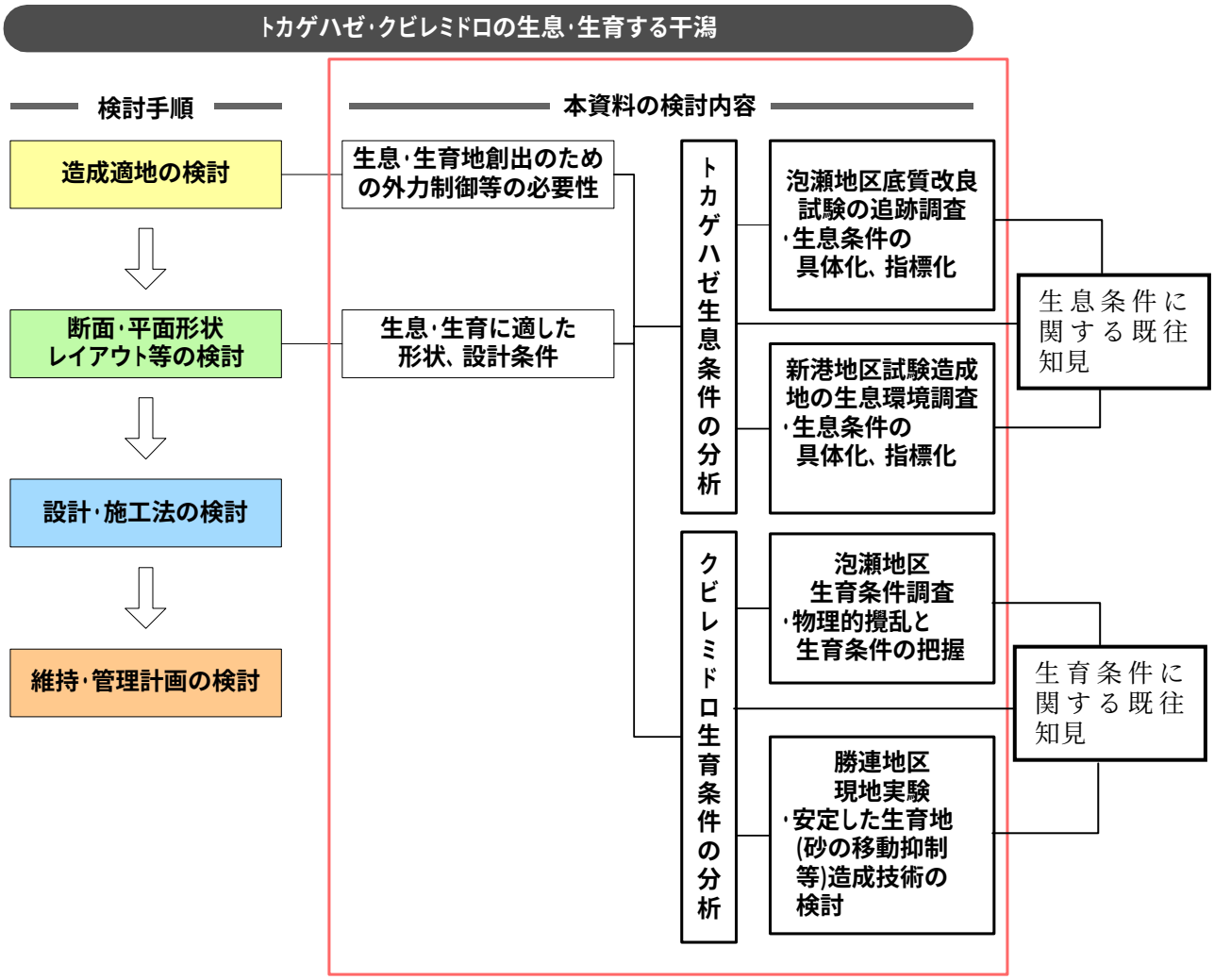
－ 目次 －

1．トカゲハゼの生息条件と干潟設計条件の検討 1
1.1 泡瀬地区トカゲハゼ生息地創造実験（底質改良試験） 1
(1) 調査概要 2
(2) 調査結果 6
1.2 新港地区試験造成地の事例分析 13
(1) 新港地区試験造成地の概要 13
(2) 新港地区の事例分析からみるトカゲハゼ生息条件検討の課題 15
(3) 新港地区におけるトカゲハゼ生息環境調査の概要 17
(4) 調査結果 20
1.3 トカゲハゼ生息域の外力条件 32
1.4 トカゲハゼ生息条件のまとめ 33
1.5 トカゲハゼ生息干潟の設計条件の提案と今後の課題 34
(1) トカゲハゼ生息干潟の設計条件 34
(2) 外力条件からみた人工干潟の適地選定 37
(3) 今後の課題 39

2．クビレミドロの生育条件と干潟設計条件の検討 40
2.1 生育条件調査（泡瀬地区） 40
(1) 調査の概要 40
(2) 調査結果 45
2.2 現地実験（勝連地区） 50
(1) 現地実験の概要 50
(2) 勝連地区現地実験結果 53
2.3 クビレミドロ生育域の外力条件 67
2.4 クビレミドロ生育条件のまとめ 69
2.5 クビレミドロ生育干潟の設計条件の提案と今後の課題 70
(1) クビレミドロ生育干潟の設計条件 70
(2) 外力条件からみた人工干潟の適地選定 72
(3) 今後の課題 73

はじめに

トカゲハゼ、クビレミドロの生息・生育場となる人工干潟造成に向け、本資料では両種の生息・生育条件と、生息・生育に適した干潟の形状、設計条件等について検討した。



干潟造成に向けた検討手順の概要と本資料の検討の位置づけ

1. トカゲハゼの生息条件と干潟設計条件の検討

1.1 泡瀬地区トカゲハゼ生息地創造実験（底質改良試験）

泡瀬地区のトカゲハゼ（成魚）は、比屋根湿地前に存在する限られた泥質性干潟に生息しており（**図** 1.1-1)、近年（平成 15～16 年度）のトカゲハゼの確認個体数は 2～8 個体で推移している。その結果は、生息地の砂礫化や硬質化の影響でトカゲハゼの生息が可能な区域が縮小していることが要因の一つと考えられる。

トカゲハゼの生息条件の一つとしてシルト・粘土分が多く、干潟表面から最低限 20～30cm が泥質で軟らかいことが知られており、現生息地周辺には着底稚魚の出現が確認されていることから、底質を軟化することによってトカゲハゼの生息面積が拡大する可能性が考えられる。

そこで、底質の軟らかさを把握する調査方法（せん断試験、貫入試験）の検証と人為的に底質を軟らかくすることによるトカゲハゼ生息場としての効果を検証し、今後予定している人工干潟の整備にあたっての知見を得るため、既往のトカゲハゼ生息地周辺に小規模な区域を選定し、平成 18 年 3 月に底質改良試験を行った。

本年度は追跡調査を実施し、底質改良によるトカゲハゼへの効果を検証するとともに、それらの結果を踏まえてトカゲハゼの生息条件について検討した。

図 1.1-1　泡瀬地区のトカゲハゼ生息地の位置

(1) 調査概要

1) 底質改良試験区域の選定

平成 17 年度調査の結果、現存のトカゲハゼ生息地周辺では表層の砂礫層は比較的薄く、下層に軟性のある泥質層が存在し、表層の砂質層の厚さは 20cm 以下であることが確認された。したがって、人力による底質改良が可能なこと、試験における効果を確認するため試験区周辺に手をつけないままの対照区が設定できることなどの観点から、現在のトカゲハゼ生息範囲の周囲 2 ヵ所を底質改良試験区として選定した。

トカゲハゼ生息範囲と底質改良試験区の位置は**図** 1.1-2 に示すとおりである。

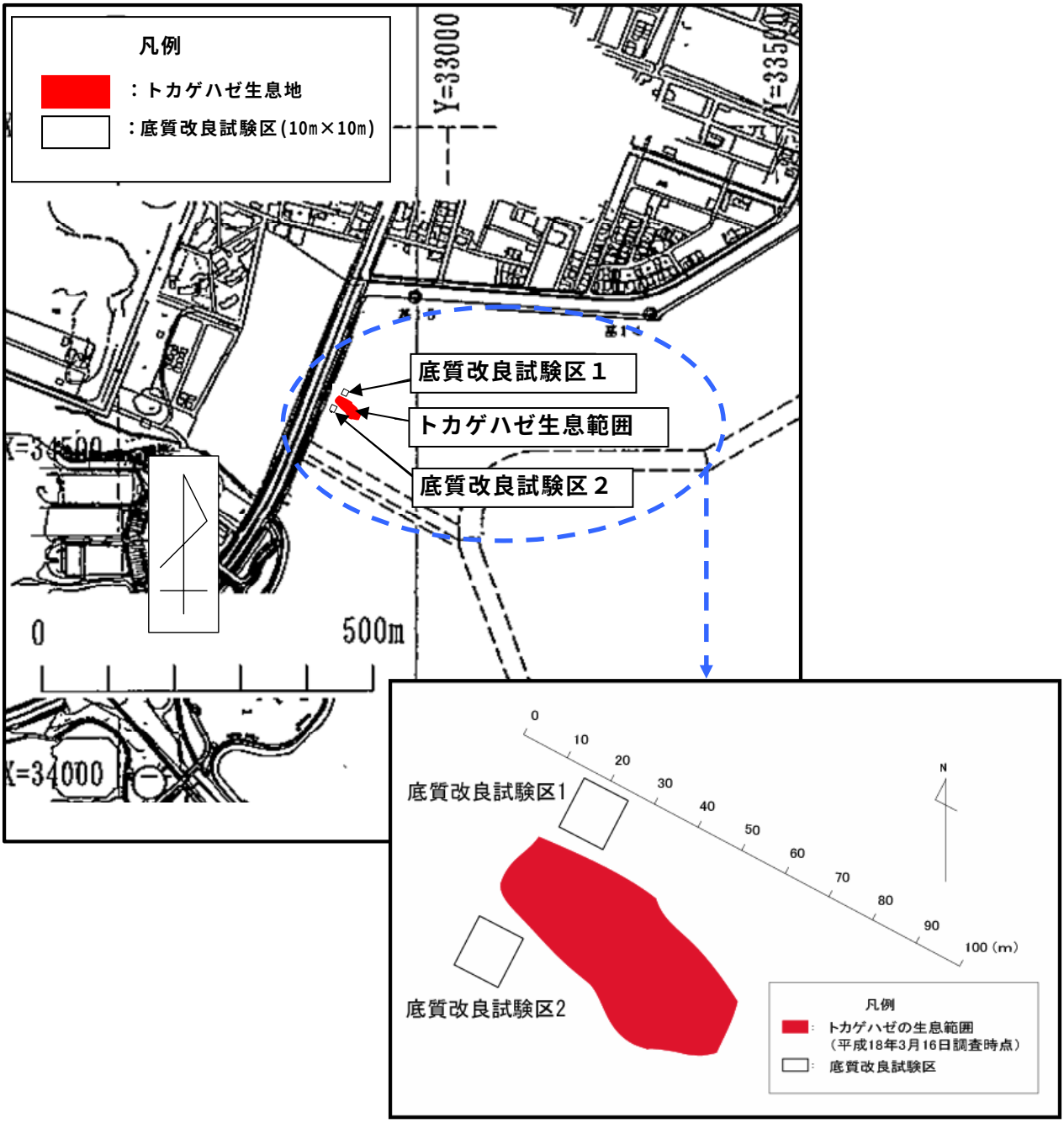


図 1.1-2　底質改良試験区

2）底質改良試験

底質改良試験区に選定した 2 ヵ所に 10m×10m の範囲を設定した。トカゲハゼ生息地及び生息地周辺とも、表層に砂礫層が比較的薄く（生息地 10cm 程度、生息地周辺 10～20cm 程度）分布し、下層に軟性のある泥質層が存在していたことから、人力によりスコップで底質を深さ 20～30cm 掘削し混合した。このとき転石は取り除き、底質改良試験範囲の周囲には、安全確保と底質改良試験範囲の識別のため、一部の転石を周囲に適宜配置した。また、底質改良試験範囲での滲出水を確認し、干潟表面にトカゲハゼに重要な浅い水溜りが形成できるよう留意した。

なお、底質改良試験範囲では 4 月にも浅い水溜りの形成がみられ、トカゲハゼの成魚の生息も確認されたことから、底質や地盤高の追加改良等は行わなかった。

底質改良試験区の底質改良試験状況を**図** 1.1-3 に示す。

図 1.1-3　底質改良試験状況

3) 追跡調査実施状況

底質改良試験によるトカゲハゼへの効果の検証や、効果の持続性の検証、トカゲハゼの生息に適した底質条件の指標化に関するデータを蓄積するためのトカゲハゼ底質改良試験区追跡調査計画を**表** 1.1-1 に、トカゲハゼ底質改良試験区追跡調査工程を**表** 1.1-2 に示す。なお、底質の軟らかさの指標であるせん断強度及び貫入深度の調査方法を**表** 1.1-3 に示す。

表 1.1-1　トカゲハゼ底質改良試験区追跡調査計画

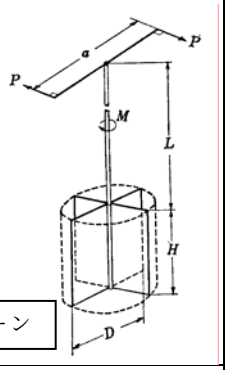
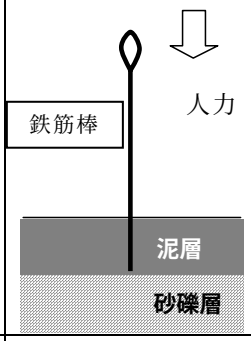
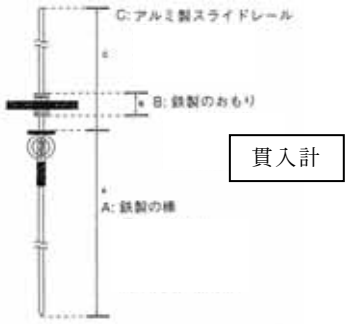
項　目		調査位置	調査内容
底質	貫入深度	各底質改良試験区 5 点 対照区 2 点 生息地 2 点	干潮時に鉄筋棒と貫入計で測定
	せん断強度		ベーンせん断試験
	粒度組成・含水比、強熱減量	底質改良試験区 2 点 対照区 2 点 生息地 2 点	干潟表面約 10cm の底質を採取、粒度分析等
	外観の変化	底質改良試験区	目視観察
トカゲハゼ生息状況	成魚の生息状況	既存生息地と底質改良試験区を区別	生息個体数の計数、生息面積の測量
	着底稚魚の生息状況		測線調査と生息面積の測量から概算個体数の算出

表 1.1-2　トカゲハゼ底質改良試験区追跡調査工程

区分	地区	項目＼時期	平成17年 8	9	10	11	12	18年 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	19年 1	2	3	4	5	6	7	……
トカゲハゼ		生活史	成長期							産卵期	浮遊生活期	着底期			成長期							産卵期	浮遊生活期	着底期			成長期
	（底質改良試験区追跡調査）	泡瀬地区 底質改良工								●																	
		底質																									
		貫入深度								●	●	●	●			●				●		○					
		せん断強度								●	●	●	●			●				●		○					
		粒度組成・含水比								●		●	●			●				●		○					
		外観の変化								●	●	●	●			●				●		○					
		その他																									
		水溜まり形成									●	●	●			●				●		○					
		トカゲハゼ																									
		成魚									●	●				●			●			○					
		着底稚魚										■	■	■													

注1）●調査実績　○今後実施予定の調査　　着底稚魚調査は5,7月に1回ずつ、6月に2回実施した

表 1.1-3 せん断強度及び貫入深度の調査方法

生息条件	調査項目（指標）	調査方法
泥質であること	粒度組成・含水比	代表的な箇所で底質（深さ 10cm 程度）を採取し、分析した。
軟らかいこと	せん断強度	干潮時に測線上を歩きながら、ハンドベーンを用い、ロッドの先に付けたベーン(羽根)を土中に挿入し、羽根を回転させたときのトルクを読み取ってせん断強度を測定した。  ハンドベーン
	貫入深度	干潮時に測線上を歩きながら、鉄筋棒と貫入計の 2 種類の方法で貫入深度を測定した。 鉄筋棒は直径 8mm 長さ 100cm の鉄筋杭を底質表面に刺し、停止した深度を貫入深度とした。 貫入計は直径 8mm長さ 100cm の鉄筋杭に高さ 50cm から 2.5kg の錘を垂直落下させた時の貫入深度を測定し、1 地点に付き 3 回行った平均を貫入深度とした。   貫入計
その他	鉛直断面の観察	コア採泥等により、深さ 20～30cm までの底質の鉛直断面を観察した。

(2) 調査結果

1) トカゲハゼの生息状況

泡瀬地区のトカゲハゼ生息地面積及び生息数の推移を**図** 1.1-4 に、泡瀬地区におけるトカゲハゼ成魚生息範囲の変化を**図** 1.1-5 に、泡瀬地区のトカゲハゼ着底稚魚数経年変化を**図** 1.1-6 に、泡瀬地区のトカゲハゼ着底稚魚数（平成 18 年度）を**図** 1.1-7 に示す。また、中城湾におけるトカゲハゼ確認個体数を**図 1.1-8** に示す。泡瀬既存生息地の着底幼稚魚の数は、成魚や底質改良試験区内の幼稚魚のように全数カウントしたものではなく、生息密度(5m×5m の区画内個体数)に生息面積を乗じて得られた数値を示したもので、「概算生息数」として扱った。

トカゲハゼ成魚の生息状況について、3 月に既存の生息地で 12 尾のトカゲハゼが確認されており、底質改良試験後の 4 月に既存の生息地で 12 尾、底質改良試験区 1 で 4 尾、底質改良試験区 2 で 1 尾の合計 17 尾が確認されたことから、底質改良試験区に成魚が移入したものと考えられた。その後、5 月に既存の生息地で 10 尾、底質改良試験区 1 で 3 尾、底質改良試験区 2 で 1 尾の合計 14 尾が、9 月に既存の生息地で 21 尾、底質改良試験区 1 で 6 尾、底質改良試験区 2 で 1 尾の合計 28 尾が、12 月に既存の生息地で 15 尾、底質改良試験区 1 で 2 尾、底質改良試験区 2 で 1 尾の合計 18 尾が確認された。底質改良試験区でも継続してトカゲハゼが確認された。

底質改良試験区の面積は、底質改良試験区 1、2 ともに 100㎡ずつである。既存生息地面積は 3 月に 840㎡、4 月に 560㎡、5 月に 643㎡、9 月に 1637㎡、12 月に 626㎡となっており、特に 9 月は調査開始以来過去最大となっていた。底質改良試験直後の 4 月には、トカゲハゼの生息範囲は底質改良試験区と分かれていたが、5、9、12 月の結果からは底質改良試験区 1 を含む形で生息範囲が広がっている（図 1.1-5）。

既存生息地におけるトカゲハゼ幼稚魚について、平成 18 年度は 5 月 30 日に 173 尾が確認され、平成 3 年度以降二番目に多い確認個体数となった。その後個体数は減少傾向にあるが、7 月 26 日に 34 尾の幼稚魚が確認されている。また、底質改良試験区内においても幼稚魚の着底が確認され、7 月 26 日の段階で、底質改良試験区 1 で 5 尾、底質改良試験区 2 で 11 尾が確認された。

なお、平成 18 年度の泡瀬地区のトカゲハゼ確認個体数は平成 15～17 年度に比べて高い値で推移していた。これは、底質改良試験によって泡瀬地区にトカゲハゼの生息可能な場所が拡大したことによる効果とともに、泡瀬地区のトカゲハゼ確認個体数は、佐敷地区と類似した変動が見られることから、中城湾全体のトカゲハゼ生息数の変動の影響によるものと考えられる（**図 1.1-8**）。

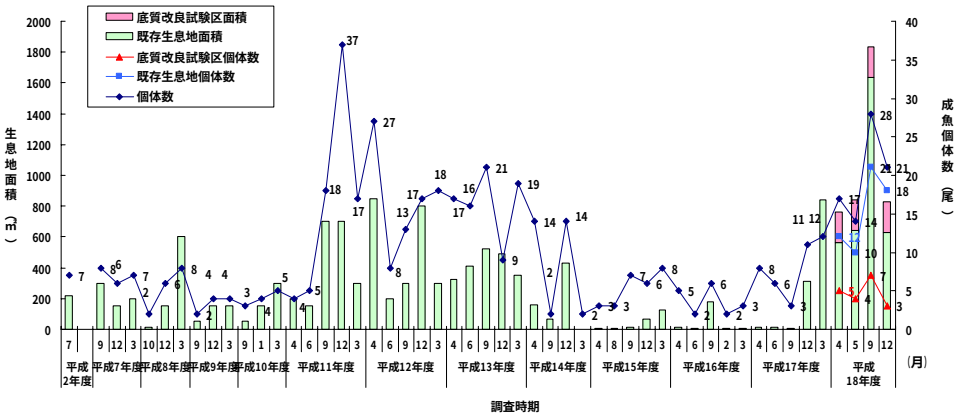


図 1.1-4　泡瀬地区のトカゲハゼ生息地面積及び生息数の推移

図 1.1-5　泡瀬地区におけるトカゲハゼ成魚生息範囲の変化

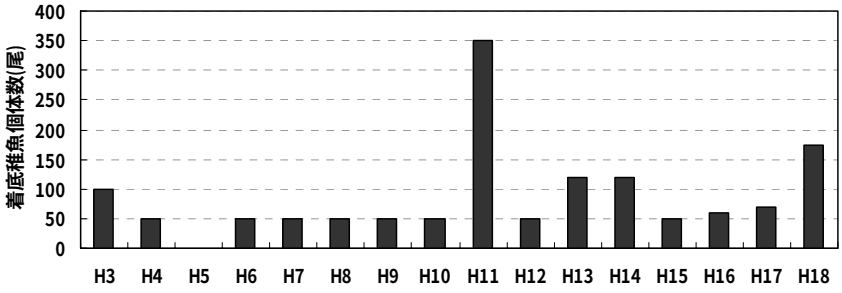


図 1.1-6 泡瀬地区のトカゲハゼ着底稚魚数経年変化（H18 年度は既存生息地のみ）

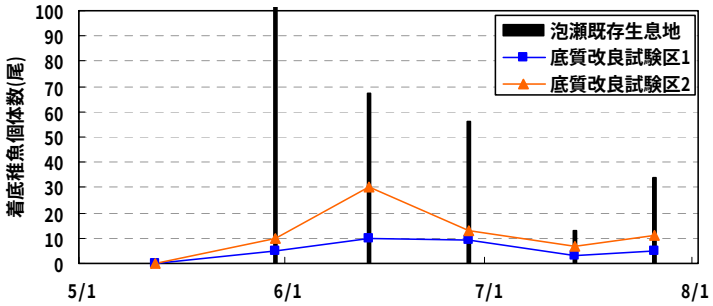
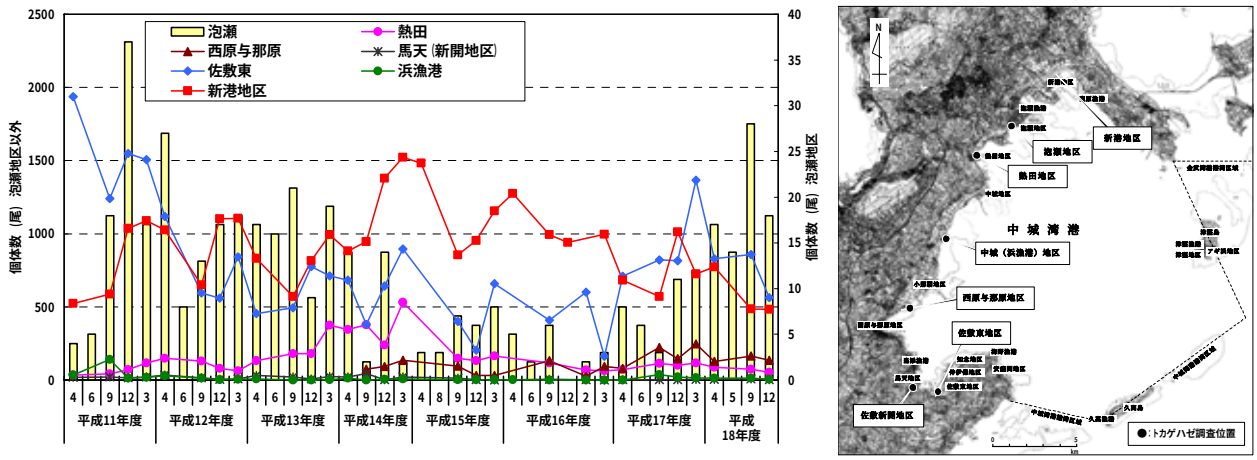


図 1.1-7　泡瀬地区のトカゲハゼ着底稚魚数（平成 18 年度）



※新港地区は、他の天然生息地の平成 11 年度からの値と比較するため、平成 11 年度から平成 18 年度まで継続して調査が行われている天然干潟の沖縄県経済連製糖工場西側と試験造成地(A～H)の個体数の合計を示した。

図 1.1-8　中城湾におけるトカゲハゼ確認個体数

2）底質の状況

底質改良試験後、貫入深度及びせん断強度の大きな増減傾向はなく、軟らかさは維持されている。

① 貫入深度、せん断強度

底質改良試験区の底質状況（貫入深度、せん断強度）を表 1.1-4 に、底質改良試験前及び試験後の貫入深度を図 1.1-9 に底質改良試験前及び試験後のせん断強度を図 1.1-10 に示す。

底質改良試験前後の貫入深度（鉄筋棒、貫入計）は、底質改良試験区 1、2 とも増加している場合と減少している場合がみられた。3 月から 9 月までででは、底質改良試験区 1 では鉄筋棒による貫入深度が増加傾向に、底質改良試験区 2 では貫入計による貫入深度が減少傾向にあり、底質改良試験後の顕著な硬化は認められなかった。なお、貫入深度 20cm 未満のところは、転石地帯あるいは表層に堆積する砂礫層が厚く、トカゲハゼの生息が確認されなかった。

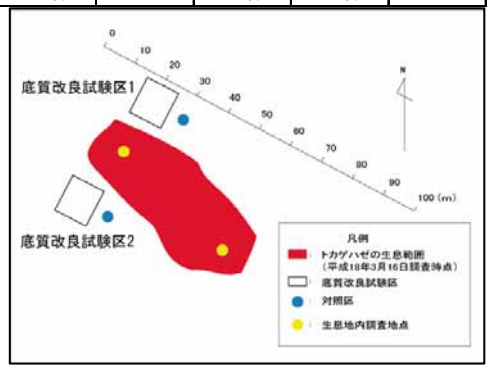
表層底質のせん断強度は、改良前の 7～9kN／m^2 に比較して底質改良試験直後は底質改良試験区 1、2 ともに 2～3kN／m^2 に低下し、9 月まで大きな増減傾向はなく、軟らかさは維持されているものと考えられる。

また、全体的に底質改良試験区 1 よりも底質改良試験区 2 の方が貫入深度は浅く、せん断強度は小さい値を示しており、底質改良試験区 1 の干潟表面の方がより軟らかい状態にあった。トカゲハゼ成魚の確認数が今年度に調査された計三回の調査全てで、底質改良試験区 1 の方が底質改良試験区 2 よりも多くなっており、底質の軟らかさが影響している可能性がある。

表 1.1-4　底質改良試験区の底質状況（貫入深度、せん断強度）

試験区	測定項目	改良前（平成18年3月15日） 貫入深度（鉄筋棒） cm	貫入深度（貫入計） cm	せん断強度 (kN／m²)	改良後（平成18年3月27，29日） 貫入深度（鉄筋棒） cm	貫入深度（貫入計） cm	せん断強度 (kN／m²)	平成18年4月25日 貫入深度（鉄筋棒） cm	貫入深度（貫入計） cm	せん断強度 (kN／m²)	平成18年5月28日 貫入深度（鉄筋棒） cm	貫入深度（貫入計） cm	せん断強度 (kN／m²)	平成18年6月30日 貫入深度（鉄筋棒） cm	貫入深度（貫入計） cm	せん断強度 (kN／m²)	平成18年9月10日 貫入深度（鉄筋棒） cm	貫入深度（貫入計） cm	せん断強度 (kN／m²)
1	中央	92	86	9.054	90	100以上 100以上 100以上	2.425	100以上	100以上	3.638	100	100以上	<2.425	100以上	100以上	<2.425	100以上	100以上	<2.425
	1				67	77 88 82	2.425	65	85	4.042	100以上	66	<2.425	100以上	100以上	<2.425	100以上	100以上	<2.425
	2		89		92	100以上 100以上 100以上	2.425	84	100以上	-	100以上	90	<2.425	100以上	90	<2.425	100以上	85	<2.425
	3		100以上		93	85 62 100以上	2.425	100以上	80	-	100以上	100以上	<2.425	100以上	95	<2.425	100以上	80	<2.425
	4				60	100以上 100以上 100以上	3.153	95	88	<2.425	92	77	<2.425	100以上	80	<2.425	100以上	85	<2.425
	平均	92	95	9.054	80.4	99.6	2.571	92.8	94.6	2.964	104.4	90.6	1.213	100以上	97	1.213	100以上	94	1.213
2	中央	27	51	6.871	20	44 60 50	3.153	25	55	3.557	25	30	2.829	25	30	2.829	30	30	2.829
	1				25	45 40 41	2.425	20	50	3.234	25	25	3.638	25	20	3.234	32	30	5.659
	2		68		40	48 64 45	2.425	25	38	-	25	45	4.365	20	45	3.638	40	42	5.659
	3		47		30	48 50 56	<2.425	30	42	-	35	45	<2.425	35	45	<2.425	20	45	3.234
	4				25	48 60 35	<2.425	20	40	<2.425	25	40	3.638	30	40	<2.425	45	40	3.638
	平均	27	55.3	6.871	28.0	48.9	2.086	24.0	45.0	2.668	27.0	37.0	3.1366	27.0	36.0	2.4254	33.4	37.4	4.2038
対照区1		92	95	9.054	測定せず			100以上	100以上	2.425	100以上	100以上	<2.425	100以上	100以上	<2.425	100以上	100以上	<2.425
対照区2		27	55.3	6.871				10.0	48.0	3.557	25.0	40.0	<2.425	30.0	45.0	3.234	28.0	40.0	2.829
生息地（手前）		38	52	2.425				38.0	58.0	2.749	42.0	60.0	<2.425	100以上	100以上	<2.425	100以上	100以上	<2.425
生息地(沖側)		100以上	100以上	5.416				100以上	100以上	<2.425	100以上	100以上	<2.425	100以上	100以上	<2.425	100以上	100以上	<2.425

注）1.貫入計の平均は100cm以上を便宜的に110cmとして計算した。
2.せん断強度の値は2.425kN／m²未満を1.213kN／m²として計算した。
3.試験区の測定番号は以下の図のとおり。



赤線より上は記録上 100cm 以上。計算上は便宜的に 110cm として扱った。

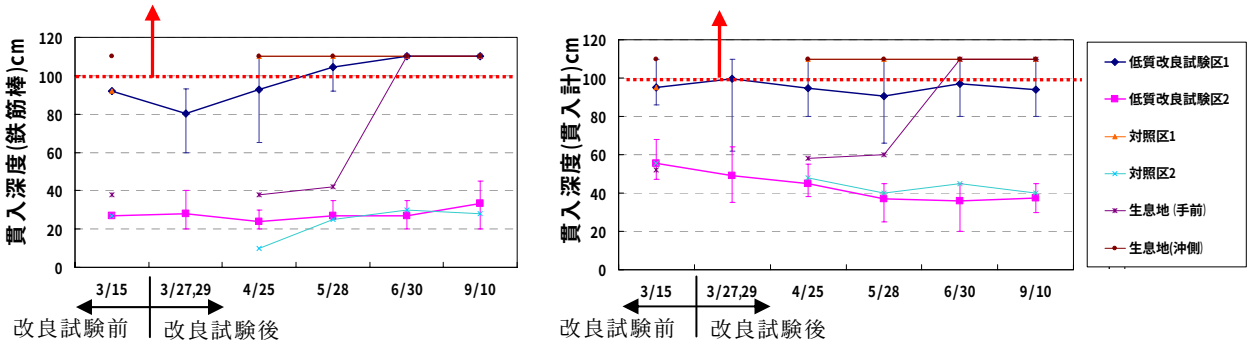
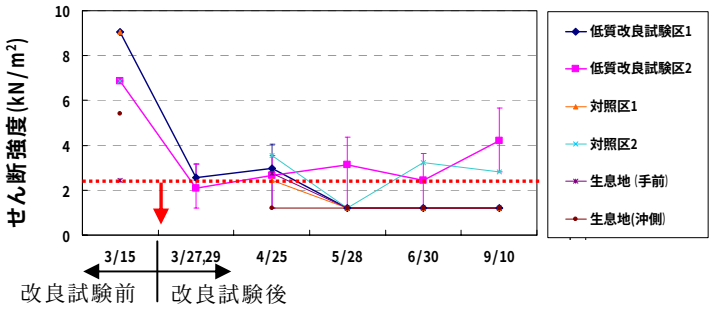


図 1.1-9　底質改良試験前及び試験後の貫入深度



赤線より下は記録上 2.425kN/m² 以下。計算上は便宜的に 1.213kN/m² として扱った。

図 1.1-10　底質改良試験前及び試験後のせん断強度経時変化

② 含水比、強熱減量

底質改良試験後の含水比及び強熱減量を図 1.1-11 に示す。含水比、強熱減量ともに、改良試験区では大きな変動は認められなかった。調査を行った 6 地点のうち、比較的大きな変動が認められたのは生息地沖で、含水比、強熱減量ともに増加傾向にあった。後述する粒度組成の結果からも、6 月から 9 月にかけてシルト・粘土分が増加する傾向にあり、この地点では泥化が生じている可能性がある。

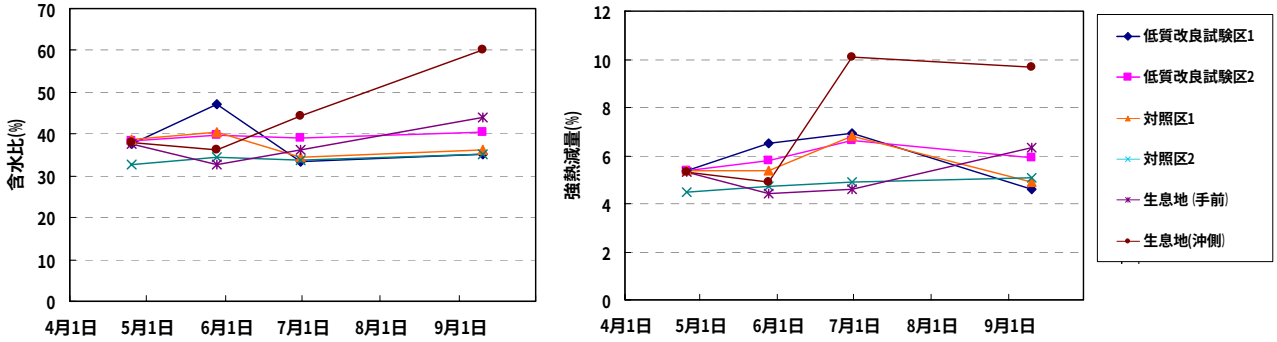


図 1.1-11　底質改良試験後の含水比及び強熱減量

③ 粒度組成

底質改良試験前及び試験後の粒度組成を図 1.1-12 に示す。底質改良試験前は、シルト・粘土含有率が底質改良試験区 1 で約 15%、底質改良試験区 2 で約 25%であったものが、底質改良試験直後では底質改良試験区 1、2 ともに約 50%まで増加しており、一定の底質改良試験の効果が認められた。その後、対照区 1、2 ともに粒度分布はほとんど変化していないが、底質改良試験区 1、2 ともシルト・粘土含有率は 10～15%まで減少して、対照区に近い値を示した。

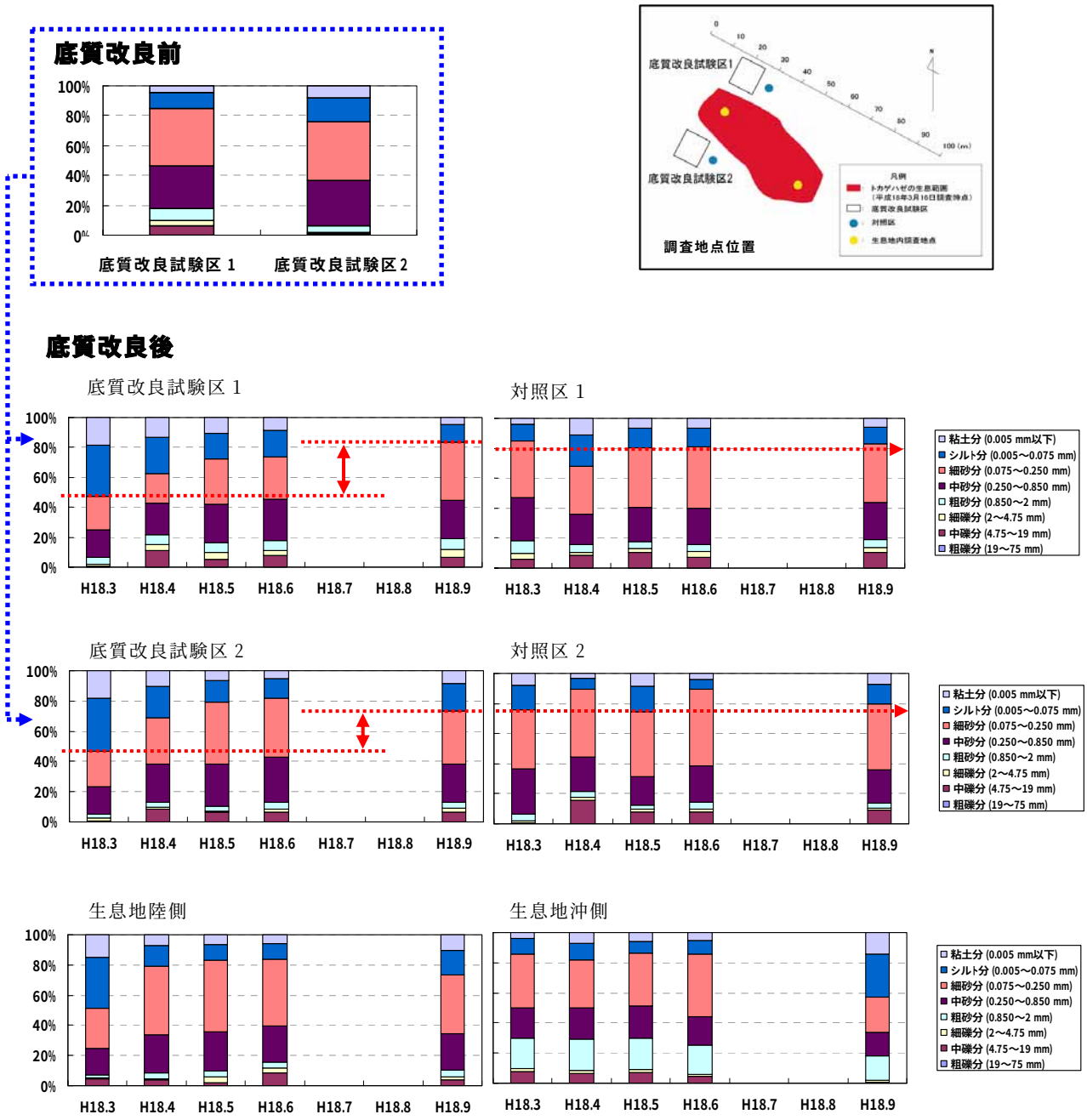
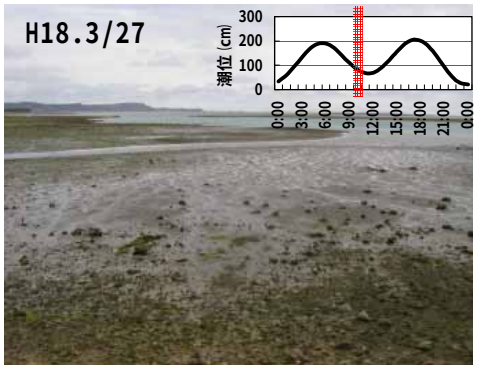
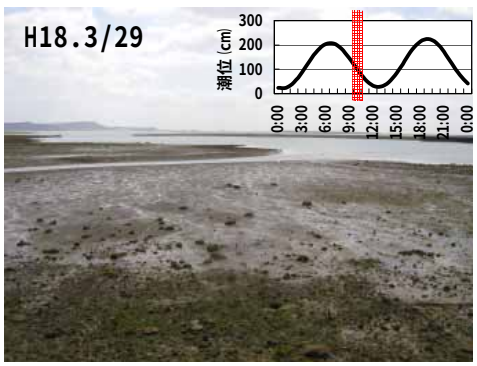
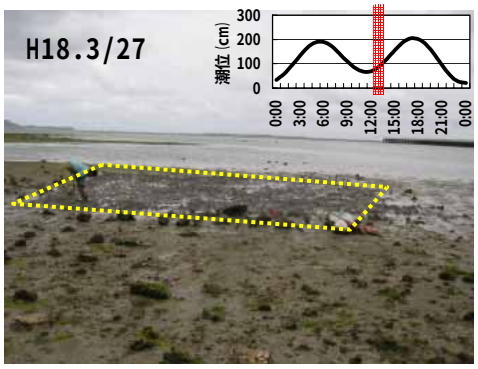
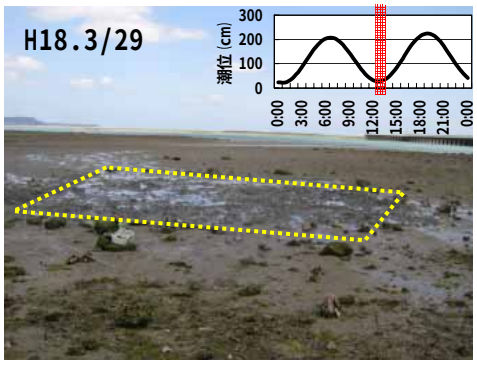
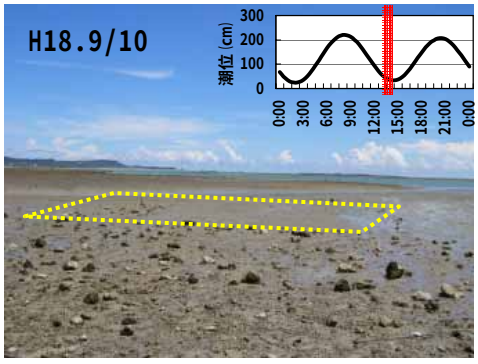
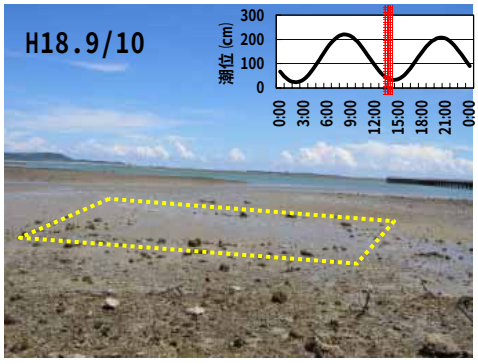


図 1.1-12　底質改良試験前及び試験後の粒度組成

④ 概観の変化及び水溜まりの形成

底質改良試験前後における底質改良試験区の概観を表 1.1-5 に示す。底質改良試験区 1、2 共に底質改良試験前は干潮時にかけて表層に浅い澪筋が見られる程度であったが、底質改良試験後は各底質改良試験区内に水溜まりが形成されるようになっており、その周辺で着底稚魚が確認されている。ただし、北側（沖に向かって左側）については、しだいに砂が堆積するような状況が見られている。

表 1.1-5　底質改良試験前後における底質改良試験区の概観

	底質改良試験区 1	底質改良試験区 2
底質改良試験前		
底質改良試験直後		
底質改良試験約 6 ヶ月後		

※写真中のグラフは、泡瀬地区における推算潮位と調査時間帯を示す。

1.2 新港地区試験造成地の事例分析

新港地区の試験造成地の地形変化を把握するとともに、トカゲハゼに最適な地形等の条件を抽出するため、平成 18 年度に新港地区の試験造成地で実施した現地調査の概要、その調査結果等を整理した。

(1) 新港地区試験造成地の概要

1) 試験造成地の立地特性

①埋立地背後に残された既存干潟域に試験造成地が造成されており、天然生息地も存在する。(図 1.2-1 新港地区試験造成地の位置及び表 1.2-1 新港地区試験造成地の概要を参照)

②大きな流入河川は存在せず、背後の農耕地からの排水や滲み出し水が供給されている。

③波浪の影響はほとんどないが、潮汐に伴う流れが干潟の泥分の移動、流失要因になって

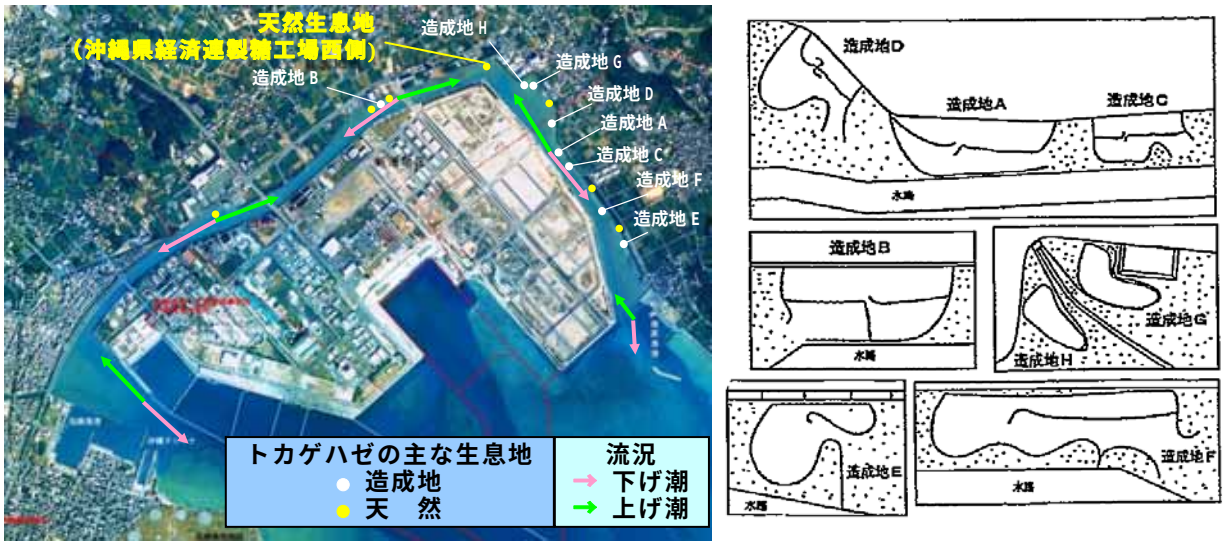


図 1.2-1 新港地区試験造成地の位置

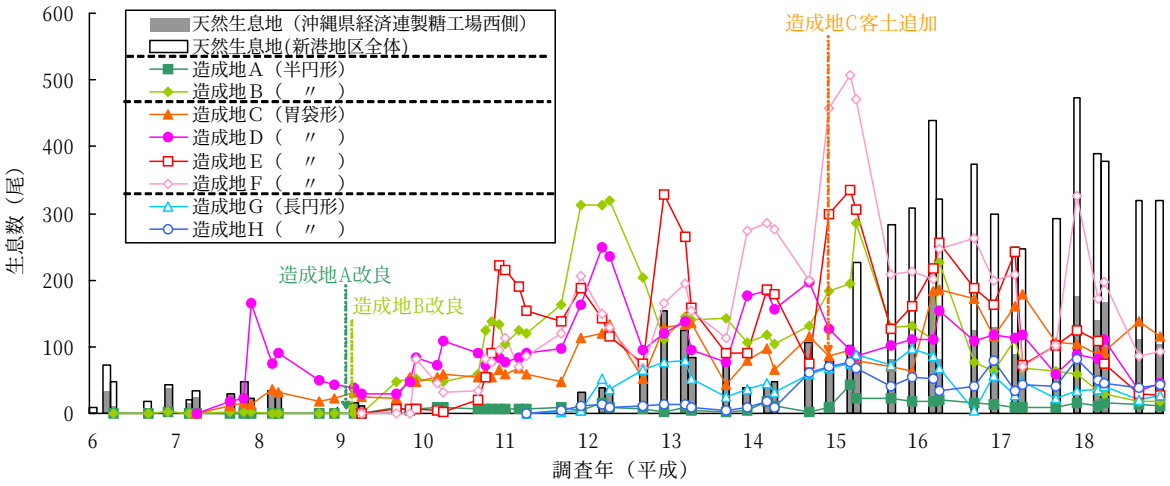
表 1.2-1 新港地区試験造成地の概要

	造 成 地	面 積(㎡)	地盤高 (mCDL)	形 状		客土の状態	竣工時期
A	トカゲハゼ生息用地	1,992	1.5～1.8	半円形	閉鎖型	ポンプ浚渫による吹上残土	平成6 年2 月
	後背湿地帯	2,757	1.7～2.0		(半開放形に改良)		(平成8 年12月改良)
B	トカゲハゼ生息用地	1,700	1.0～1.9	半円形	閉鎖型	水路浚渫土	平成6 年1 月
	後背湿地帯	1,926	1.9～2.2		(半開放形に改良)	(吹上残土による客土入替の改良)	(平成9 年1 月改良)
C	トカゲハゼ生息用地	2,315	1.2～1.8	胃袋形	半開放形	ポンプ浚渫による吹上残土	平成7 年2 月
	後背湿地帯	1,783	1.9～2.0				(平成14年12月客土追加)
D	トカゲハゼ生息用地	5,705	1.2～1.8	胃袋形	半開放形	ポンプ浚渫による吹上残土	平成7 年3 月
	後背湿地帯	2,703	1.6～2.0				
E	トカゲハゼ生息用地	5,500	1.0～1.8	胃袋形	半開放形	ポンプ浚渫による吹上残土	平成9 年2 月
	後背湿地帯	1,700	1.8～2.0		水路連絡溝有り		
F	トカゲハゼ生息用地	3,600	1.0～1.8	胃袋形	半開放形	ポンプ浚渫による吹上残土	平成9 年2 月
	後背湿地帯	1,300	1.8～2.0		水路連絡溝有り		
G	改良干潟域	3,074	2.0～2.6	長円形	半開放形	ポンプ浚渫による吹上残土	平成11年3 月
H	改良干潟域	2,497	2.0～2.3	長円形	半開放形	ポンプ浚渫による吹上残土	平成11年3 月

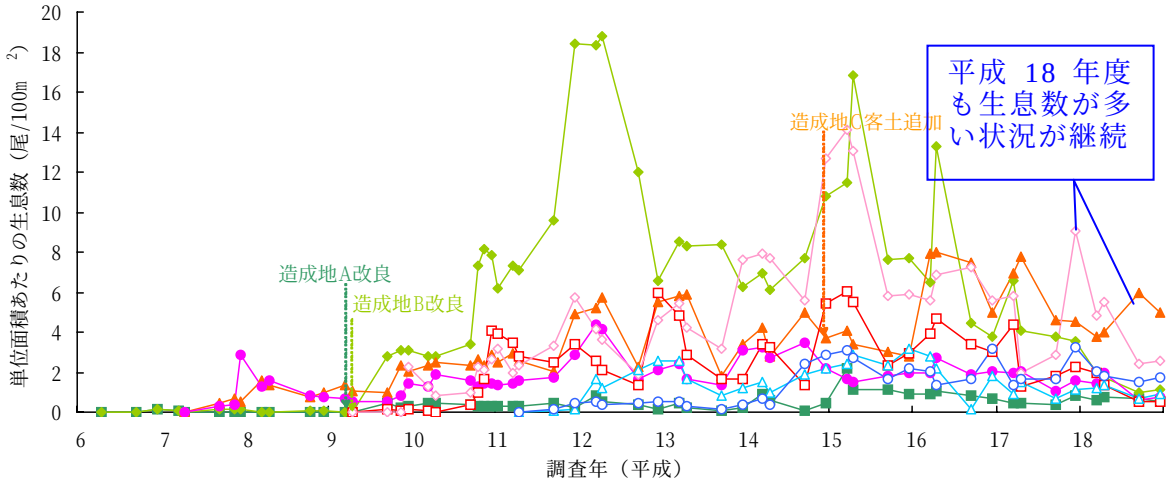
2）試験造成地のトカゲハゼ生息状況

①8 つの試験造成地の形状は、半円形（A、B）、胃袋形（C～F）、長円形（G、H）の 3 タイプに大別され、各造成地でトカゲハゼが定着している。（図 1.2-2 新港地区試験造成地におけるトカゲハゼ成魚生息数の推移を参照）

②単位面積あたりのトカゲハゼ生息数は、胃袋形の造成地（C、F）で良好に推移している。



注）新港地区のトカゲハゼ天然生息地のうち、沖縄県経済連製糖工場西側は過去から継続して調査を実施しているが、その他の 6 地点は平成 15 年度から沖縄県経済連製糖工場西側と同様の調査を実施しているなど、調査年によって調査箇所の数が異なるため一概に天然生息地の生息数を比較できないが、参考として示した。



備考）改良内容：造成地Ａ　石積みの一部を開放。
造成地Ｂ　石積みの一部を開放し、客土を泥分の多い土砂に入れ替えた。

注）天然生息地のトカゲハゼ生息数は年によって調査位置や調査範囲が異なるため、単位面積あたりの生息数の整理からは除外した。

図 1.2-2　新港地区試験造成地におけるトカゲハゼ成魚生息数の推移

3) 試験造成地の地形特性

①造成地 G、H のトカゲハゼ生息数が少なく推移しているのは、地盤高が高く、含水比が少なく、泥厚が薄いなど、造成時の地盤高や底質が関係している可能性が高いと考えられる。（図 1.2-3 新港地区試験造成地の造成時の地盤高を参照）

②各造成地とも全体的にシルト・粘土分、含水比が減少しており、泥分が流失傾向にあることがうかがえる。

③胃袋形の造成地は、干潮時にも浅い水溜まりが形成されやすいとともに、泥の流失が生じにくいと考えられる。

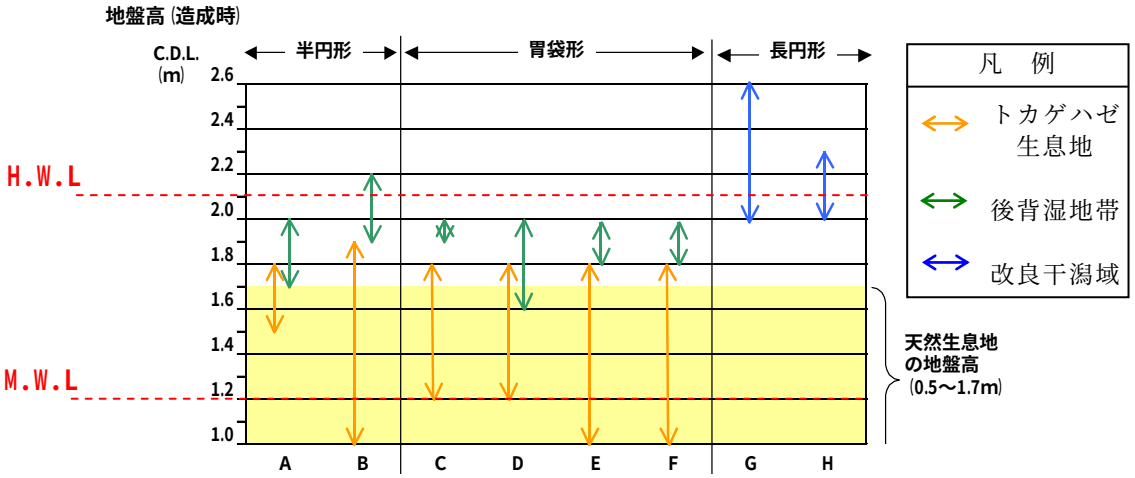


図 1.2-3　新港地区試験造成地の造成時の地盤高

(2) 新港地区の事例分析からみるトカゲハゼ生息条件検討の課題

①造成後の地形変化の分析

②トカゲハゼに最適な条件の把握

新港地区の 8 つの造成地は半円形、胃袋形といったタイプに応じてそれぞれに特性をもち、さらに同じタイプであっても地盤高、面積、平面形状、石積みの配置等の違いによって、造成後の地形変化や微地形の形成に違いが生じていることが示唆されている。

これらのことから、新港地区の試験造成地からトカゲハゼの生息条件として重要な要素を明らかにするための課題を以下に示す。

① 造成後の地形変化の分析

新港地区の試験造成地 A 及び天然生息地における粒度組成の推移を図 1.2-4 に示す。新港地区の試験造成地は、造成されてから最長で約 12 年が経過している。波浪の影響はほとんどないため大規模な地形の変形は生じていないと考えられるが、干満に伴う海水の出入りによって細粒分を中心とした土砂が少しずつ流失し、図 1.2-4 に示すように、造成地によっては地盤高の変化や砂礫化、泥厚の減少等が生じているとみられる。

泥分の流失は泡瀬地区に造成する干潟でも想定されることから、設計上の工夫によって流失を最小化する可能性を検討するため、造成後の地形変化について分析する必要がある。

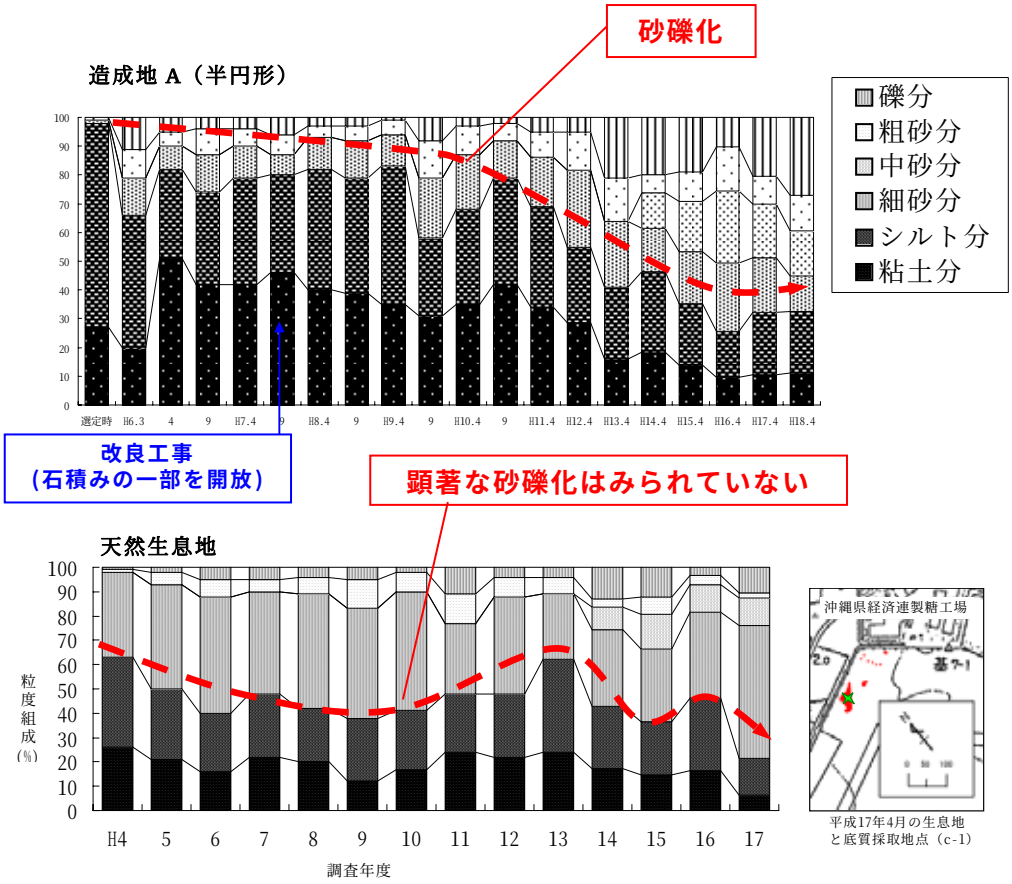


図 1.2-4　新港地区の試験造成地Ａ及び天然生息地における粒度組成の推移

② トカゲハゼに最適な条件の把握

胃袋型の 2 つの造成地の状況を図 1.2-5 に示す。図 1.2-5 に示すように、新港地区の試験造成地は、地盤高や平面形状、石積みの配置等により、水たまり、澪筋、後背湿地など、多様な環境を創出する工夫がなされている。そこで、トカゲハゼの生息に効果的な工夫を抽出するため、生息条件の平面分布とトカゲハゼの分布の関係を分析し、最適な条件を明らかにする必要がある。

図 1.2-5　胃袋形の 2 つの造成地の状況

(3) 新港地区におけるトカゲハゼ生息環境調査の概要

1) 調査の概要

造成後の地形変化を把握するとともに、トカゲハゼに最適な地形等の条件を抽出するため、新港地区の試験造成地において以下の調査を行った。

①生息環境（地形等）

a)地盤高

地盤高を測量し、造成時と比較して地形変化を把握する。

b)微地形・干出状況

地盤高は同じでも干潟表面に窪みや凹凸がある場合、干潮時に水溜まりが形成されやすくなる。そこで、地盤高の測量とともに、窪み、澪筋、転石等の微地形の分布と、干潮時の干出・水没範囲を調査する。

c)底　質

造成地はいずれも泥質の浚渫土で造成されているが、泥分の流失によって全体に砂礫化が進んでおり、場所によってはトカゲハゼが十分な深さの巣穴を掘るための底質（巣穴を掘る深さとして最低限 20～30cm までが泥質で軟らかいこと）になっていない可能性がある。礫質化は干潟表面で生じやすいと考えられることから、表面の底質を調査するとともに、泥厚を貫入試験によって調査する。

d)ヒルギ類の分布

ヒルギ類は、後背湿地帯の泥分、水分を保持し、干潮時にトカゲハゼ生息地へ供給する働きをもつと考えられる。そこで、その効果を明らかにするため、ヒルギ類の生育状況を調査し、トカゲハゼの分布との関係を把握する。

②トカゲハゼ

トカゲハゼの造成地内における分布範囲を調査する。

2) 調査場所

新港地区の 8 箇所の造成地（A～H）及び比較対照として新港地区の自然生息地 1 箇所の合計 9 箇所とした（図 1.2-6）。

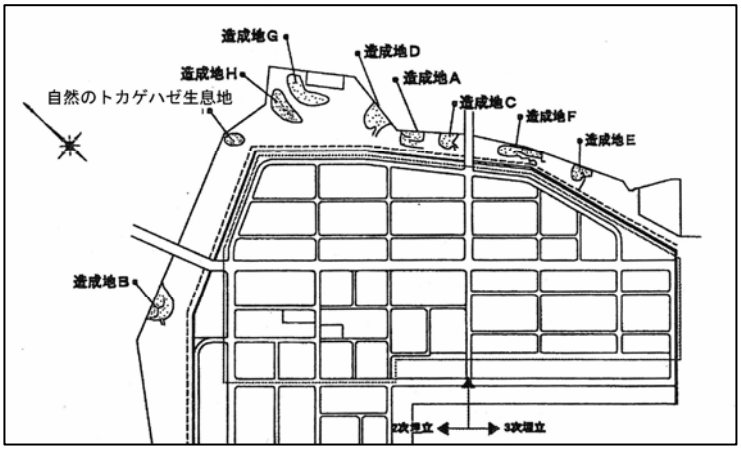


図 1.2-6　新港地区調査場所

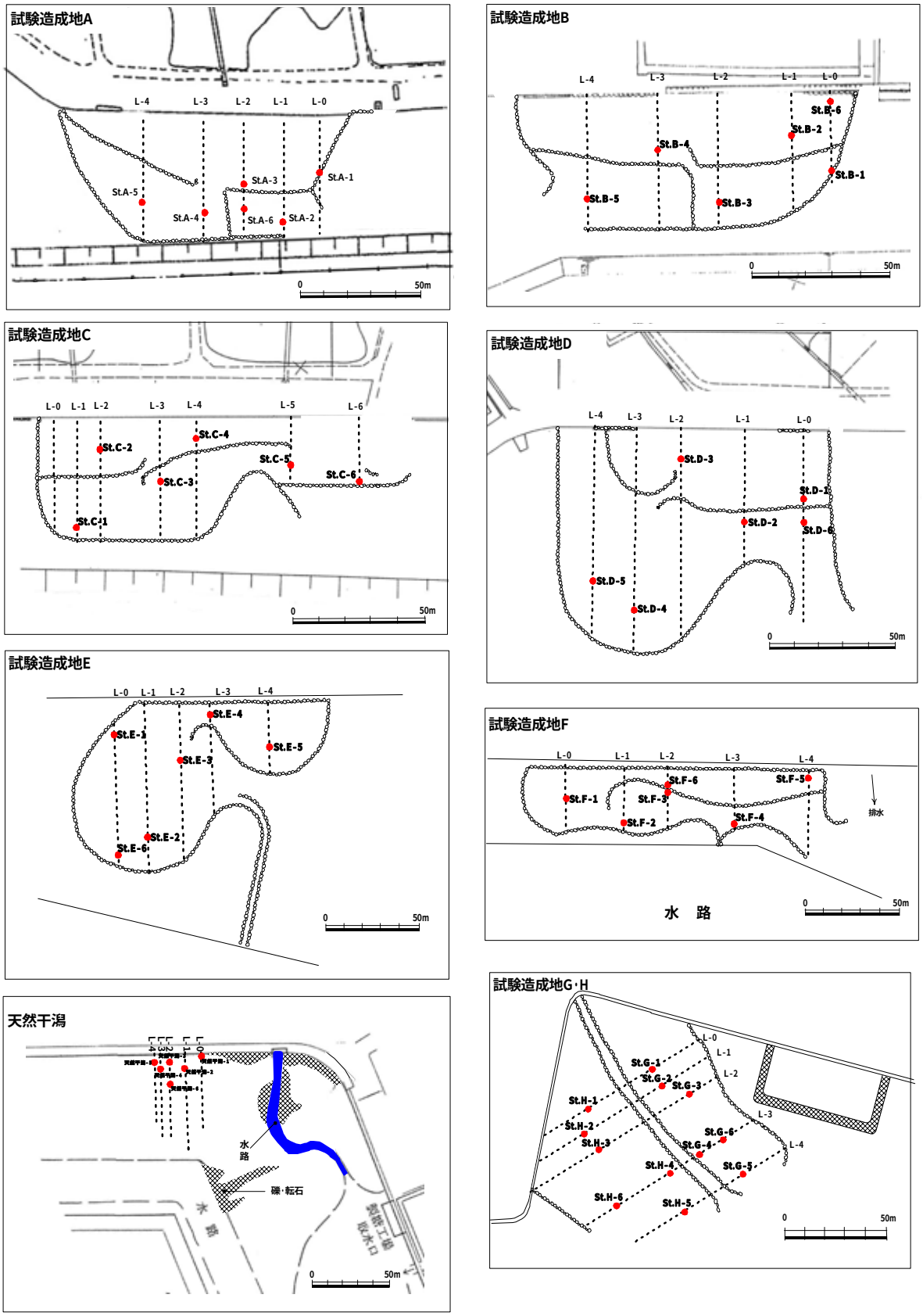
3）調査方法

調査方法を表 1.2-2 に、調査点を図 1.2-7 に示す。

表 1.2-2　調査項目と方法

項目			把握する内容	調査方法	調査点数
生息環境	地盤高		造成後の地形変化量	干潮時に、測線に沿って地盤高を測量する。	5 測線/1 造成地(造成地 C のみ 7 測線)
	微地形・干出状況		**干出時の浅い水溜まりの形成範囲**	**干潮時に、干潟上の澪筋等の微地形の位置、形状を観察、記録するとともに、干出・水没範囲、深さ<1cm 程度の浅い水たまりの範囲を記録する。**	（造成地全体）
	底質	表面の性状	表面の礫質化の有無、程度	干潮時に、測線に沿って底質概観（泥質、砂泥質、砂質）を記録する。	5 測線/1 造成地(造成地 C のみ 7 測線)
		粒度組成・含水比（表層）	（同上）	**干潟表面の底泥（深さ 10cm 程度）を採取し、粒度組成と含水比を室内分析する。**	5 地点/1 造成地(造成地 C のみ 7 測線)
		せん断強度貫入深度	**底質の軟らかさ**	**干潮時に、測線に沿ってせん断試験、貫入試験を行う。**	5 測線/1 造成地(造成地 C のみ 7 測線)
	ヒルギ類		生息地へ泥分、水分を供給するヒルギ類の生育範囲	ヒルギ類の分布範囲を記録する。	5 測線/1 造成地(造成地 C のみ 7 測線)
トカゲハゼ	成魚		トカゲハゼ成魚の生息範囲	干潮時に陸上から双眼鏡を用いて干潟表面を観察し、トカゲハゼ成魚が分布する範囲を光波測距儀によって測量する。	（造成地全体）
	着底稚魚		トカゲハゼ稚魚の生息範囲	干潮時に測線に沿って歩き、トカゲハゼ稚魚の分布範囲を確認、記録する。	5 測線/1 造成地(造成地 C のみ 7 測線)

注）太字は平成 17 年度の検討でトカゲハゼ生息条件の指標とした項目を示す。



※　図中、点線は測線を、●は採泥地点を示す。

図 1.2-7　各造成干潟における調査地点

4) 調査時期

新港地区試験造成地の現地調査工程を表 1.2-3 に示す。

生息環境調査（地盤高、微地形・干出状況、底質）は、稚魚着底時期の 7 月に 1 回実施し、同時にトカゲハゼ成魚、稚魚、ヒルギ類の分布域に関する調査を実施した。

トカゲハゼの成魚調査は 4 月、9 月、12 月に、着底稚魚調査は 5 月及び 7 月に 1 回ずつ、6 月に 2 回の計 4 回実施した。

表 1.2-3　新港地区試験造成地の現地調査工程

区分	地区	項目＼時期	平成17年 8	9	10	11	12	18年 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	19年 1	2	3	4	5	6	7	……
トカゲハゼ		生活史	成長期							産卵期	浮遊生活期	着底期			成長期							産卵期	浮遊生活期	着底期		成長期
	（地形条件等調査）新港地区	生息環境																									
		地盤高												●													
		微地形・干出状況												●													
		底質(粒度組成、せん断強度、貫入深度等)												●													
		ヒルギ類												●													
		トカゲハゼ																									
		成魚		●			●			●	●					●			●			○					
		着底稚魚										■	■	■													

注1）●調査実績　○今後実施予定の調査　　着底稚魚調査は5,7月に1回ずつ、6月に2回実施した

(4) 調査結果

生息環境調査結果（地盤高、微地形・干出状況、せん断強度、貫入深度、粒度組成、含水比、強熱減量、ヒルギ類の分布等）とトカゲハゼの生息状況を次ページ以降に示す。

参考として試験造成地及び天然生息地の全景（平成 17 年 7 月撮影）を図 1.2-9 に示す。

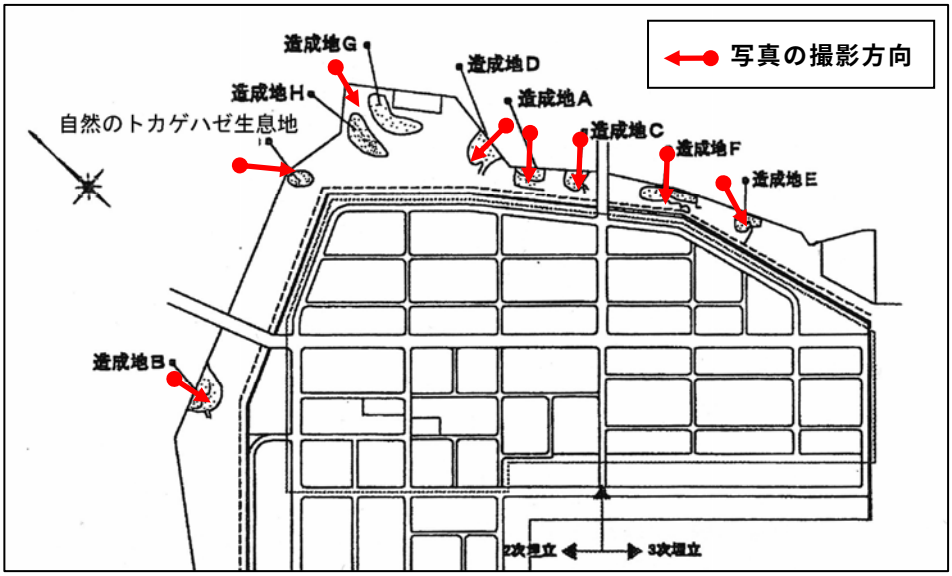


図 1.2-8　試験造成地調査場所

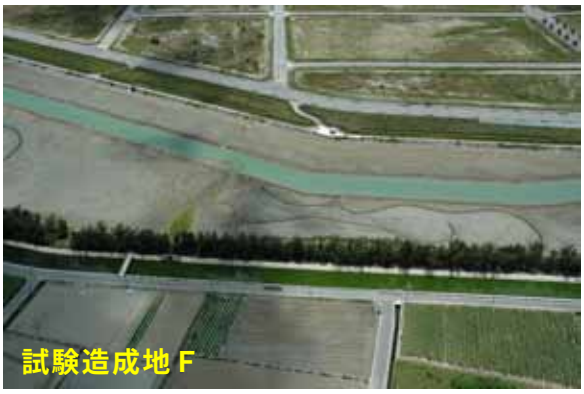


図 1.2-9　新港地区の試験造成地及び天然生息地(製糖工場西側)全景(平成17年7月撮影)

1）地盤高

平成 18 年 7 月に実施した造成地（A～H）の測量の結果（地盤高）を図 1.2-11(1)～(8)に示す。また、造成地（A～H）における平成 18 年 7 月と造成時の地盤高造成時の地盤高を図 1.2-10 に示す。

多くの造成干潟において地盤高の低下が認められた。このうち比較的地盤高の低下が少ない造成干潟は B、C、D、F であり、このうち造成干潟 C 及び F は胃袋型の造成地で、単位面積あたりのトカゲハゼの生息数が比較的良好に推移している造成干潟である。

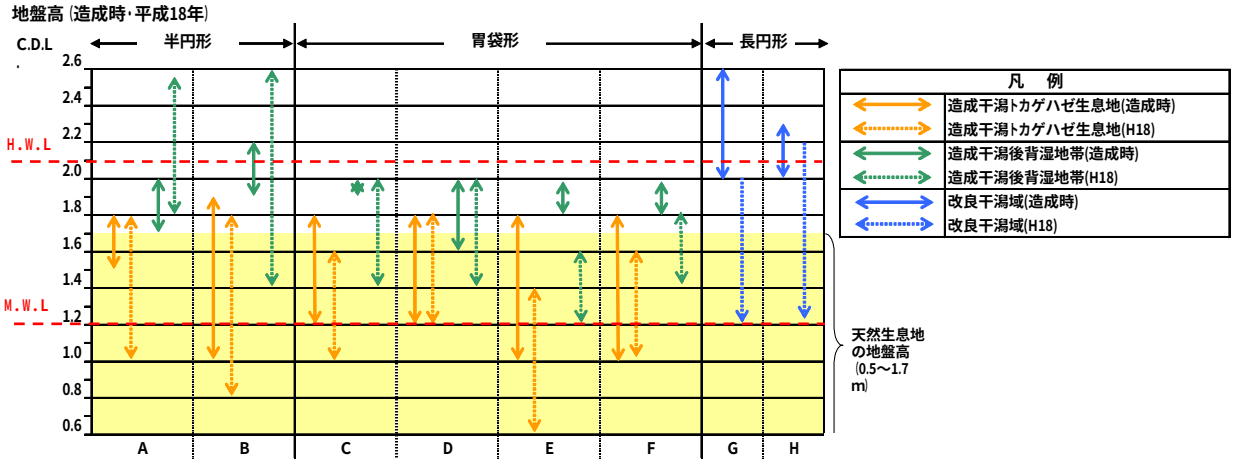


図 1.2-10　造成地（A～H）における平成 18 年 7 月と造成時の地盤高

2）微地形・干出状況

微地形・干出状況（水溜まり・マウンドの形成範囲）の調査結果を図 1.2-11(1)～(8)に示す。

造成地の中でも干潮時に 1cm 程度の浅い水溜まりが広い範囲にわたって形成され、湿潤性が保たれている胃袋形の造成地 C、F において、トカゲハゼが広範囲に生息していた。

同じ胃袋形でも石囲いの湾曲が大きい造成地 D、E では、水溜まり 5cm 以上の範囲が広い範囲に分布しており、その範囲にはトカゲハゼの生息がほとんど確認されておらず、深い水溜まりの周縁部で 1cm 程度の浅い水溜まりが形成されている範囲にトカゲハゼが生息していた。また、トカゲハゼの生息範囲周辺や生息範囲内には澪筋が通っている場合が多く、澪筋が背後地からの泥分を生息域に運搬し、生息域に水分を供給して浅い水溜まりの形成・維持に寄与しているものと考えられる。

3）底質

造成地（A～H）の代表点で実施した底質調査結果（粒度組成・含水比・強熱減量、せん断強度、貫入深度）を図 1.2-11(1)～(8)に示す。

■粒度組成・含水比・強熱減量

造成地（A～H）の粒度組成は、シルト・粘土分は概ね 20%以上を占めていることは共通

しているが、最大値は 50～90%と造成地や地点によってばらつきがみられ、トカゲハゼが生息している範囲と生息していない範囲で明瞭な違いはみられなかった。また、含水比や強熱減量も、造成地や地点によってばらつきがみられ、トカゲハゼが生息している範囲と生息していない範囲で明瞭な違いはみられなかった。天然干潟のシルト・粘土分は 20～40%であり、造成地と同程度又は、逆にやや低い傾向にあった。

■せん断強度

造成地（A～H）において、せん断力が概ね 10kN/m^2 以下の範囲にトカゲハゼが生息していた。この範囲は、1cm 程度の浅い水溜まりが形成されている範囲と概ね一致しており、1cm 程度の水溜まりが広い範囲にわたって形成されていた胃袋形の造成地 C、F において、せん断力が概ね 10kN/m^2 以下の範囲が広範囲に分布していた。

■貫入深度

造成地によってばらつきがあるが、概ね貫入深度 20cm 未満の範囲は、トカゲハゼの生息があまり確認されなかった。

4）ヒルギ類

造成地（A～H）のヒルギ類の調査結果を図 1.2-11(1)～(8)に示す。

各造成地のヒルギ類の分布とトカゲハゼの生息範囲・生息数、泥質の保持状況（粒度組成のシルト・粘土分）の明瞭な関係はみられなかった。

なお、ヒルギ類は干潟面の乾燥防止、泥質保持効果があると考えられるが、ヒルギ類の植栽のみでは泥質保持効果は低く、干潟形状、地盤高、微地形、ヒルギ類の分布が有機的に機能した場合に泥質保持効果が発揮されるものと考えられる。

5）着底稚魚

造成地（A～H）の着底稚魚の調査結果を図 1.2-11(1)～(8)に示す。

造成地の中でも干潮時に 1cm 程度の浅い水溜まりが広い範囲にわたって形成されている胃袋形の造成地 C、F において、トカゲハゼの成魚とともに稚魚が多く確認された。同じ胃袋形でも水溜まり 5cm 以上の範囲が広く分布している造成地 D、E や、水溜まりの形成が少ない造成地では、トカゲハゼ稚魚の確認個体数も少なかった。

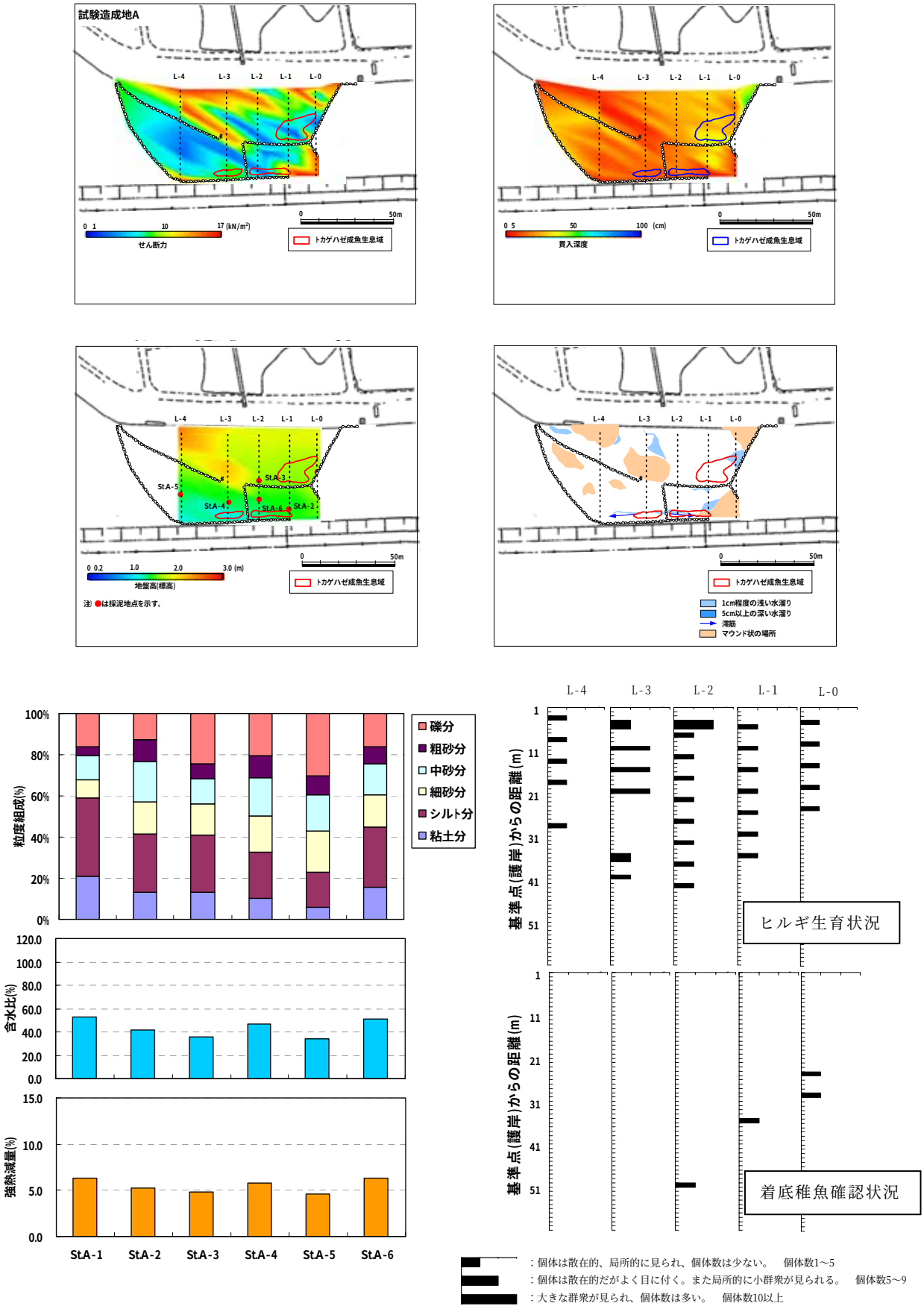


図 1.2-11(1)　試験造成地における調査結果（造成地Ａ）

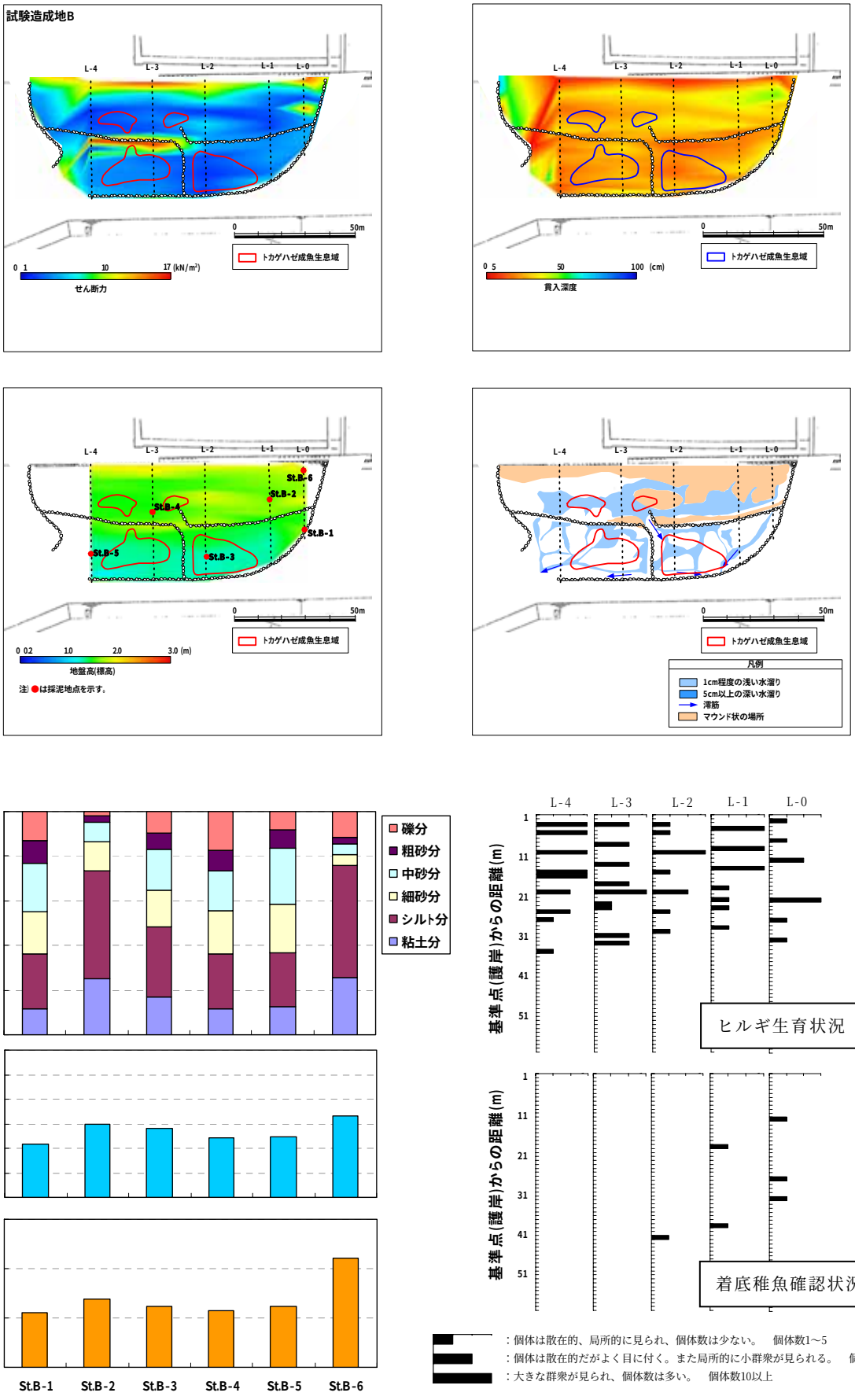


図 1.2-11(2)　試験造成地における調査結果（造成地Ｂ）

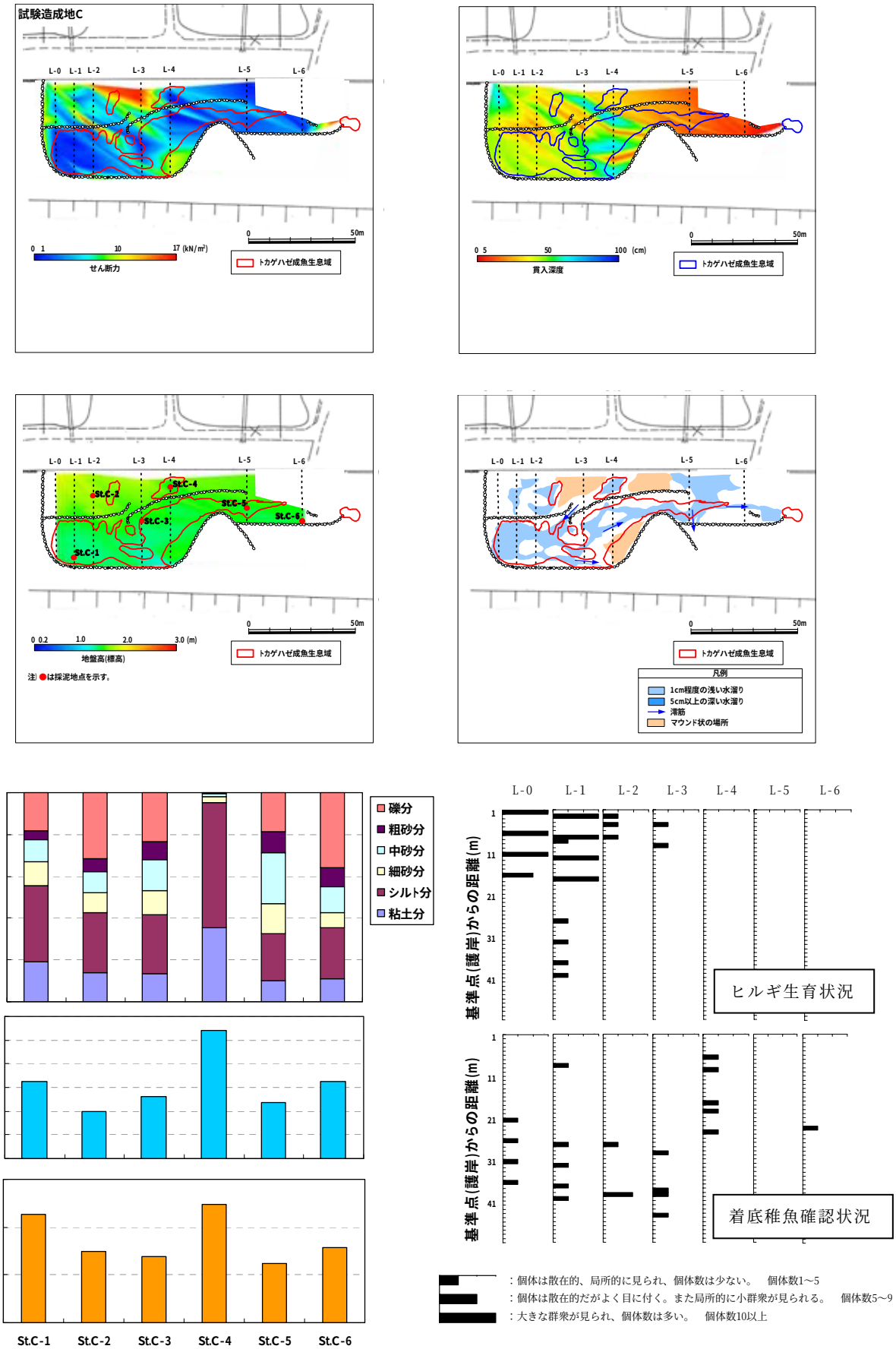


図 1.2-11(3) 試験造成地における調査結果（造成地Ｃ）

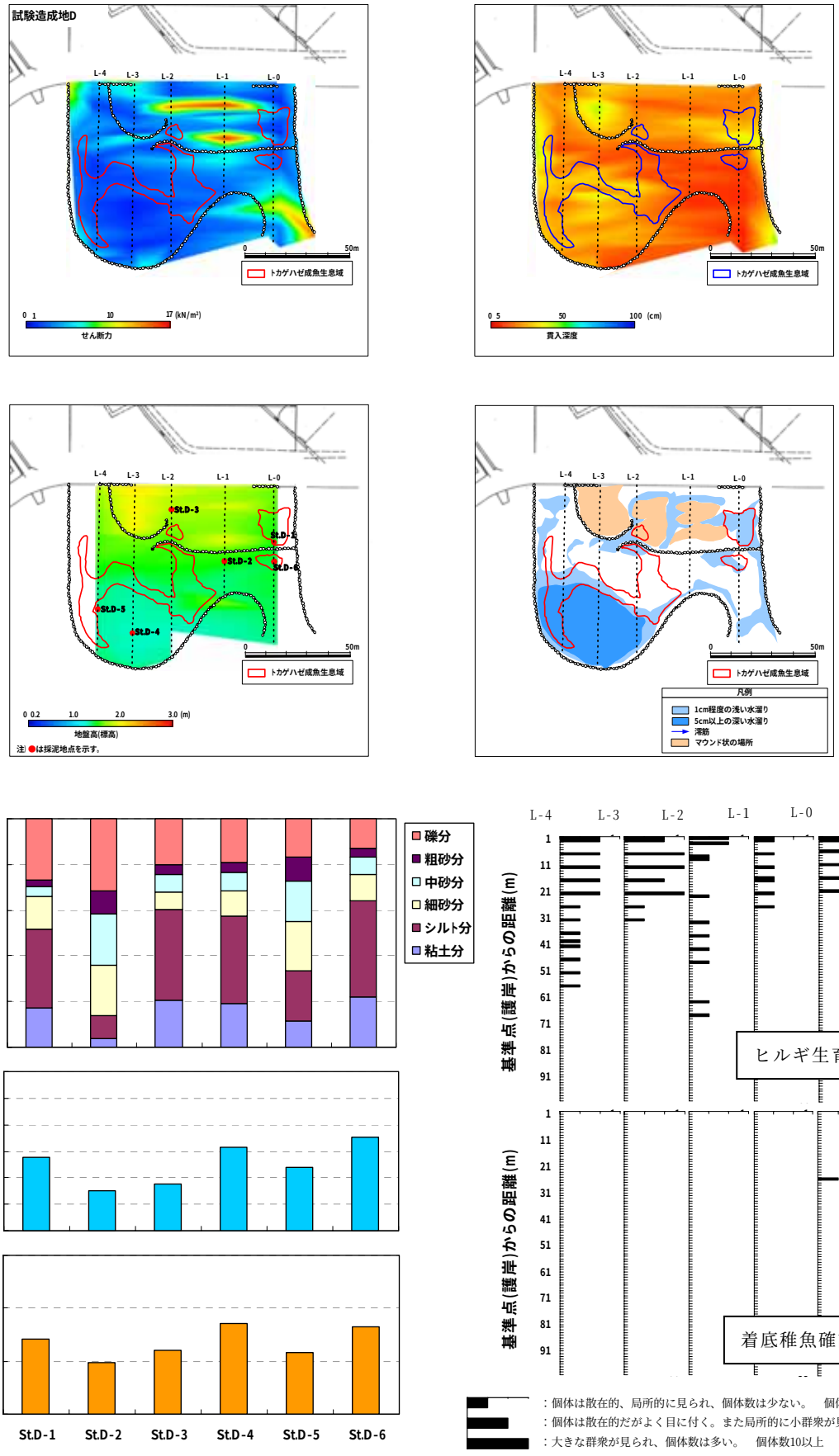
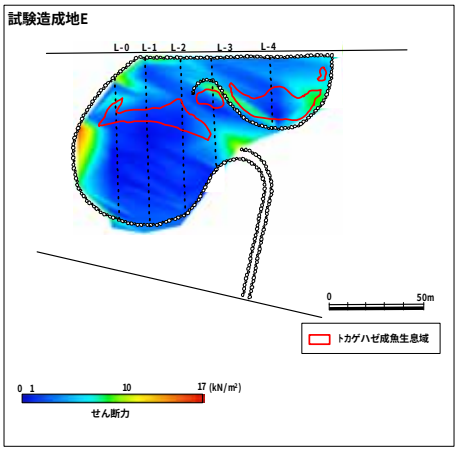
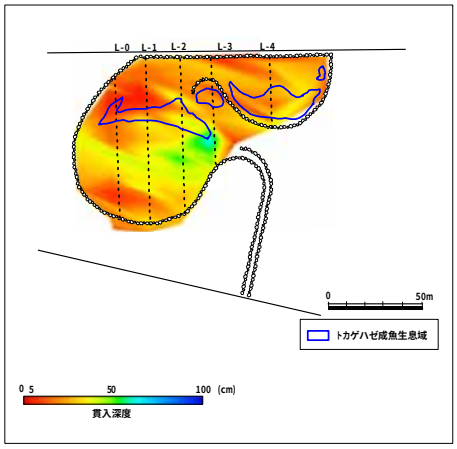
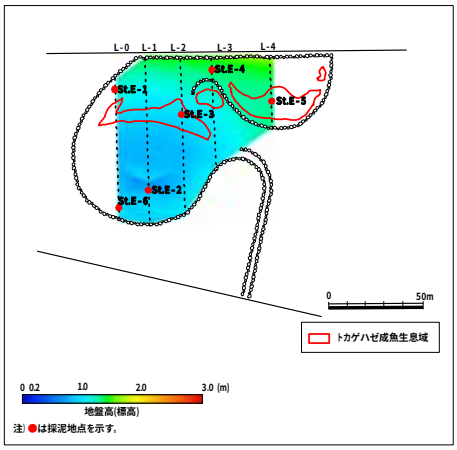
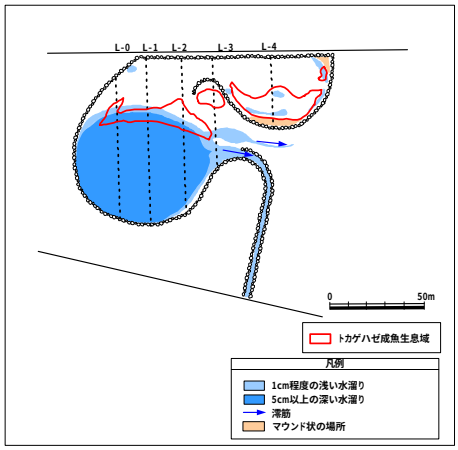


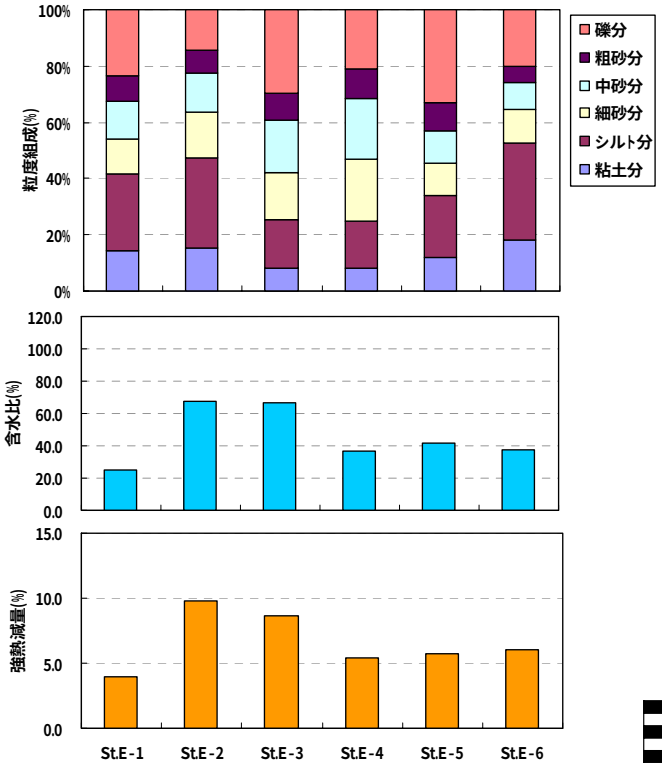
図 1.2-11(4) 試験造成地における調査結果（造成地Ｄ）

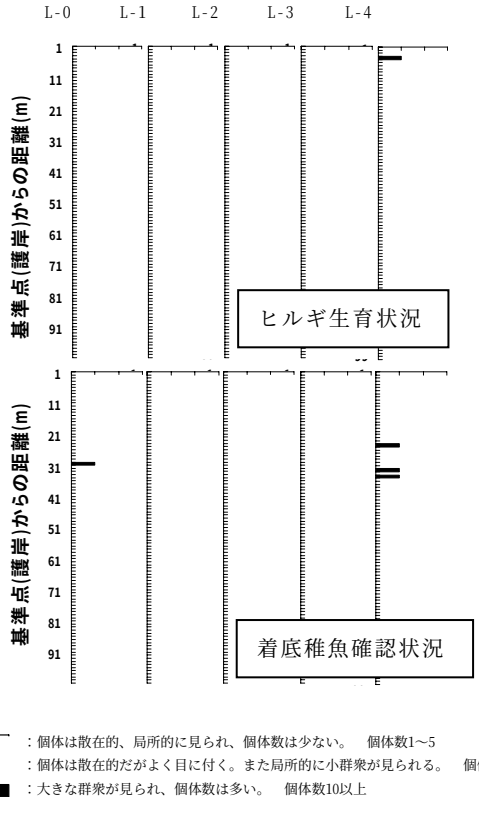












：個体は散在的、局所的に見られ、個体数は少ない。　個体数1～5
：個体は散在的だがよく目に付く。また局所的に小群衆が見られる。　個体数5～9
：大きな群衆が見られ、個体数は多い。　個体数10以上

図 1.2-11(5)　試験造成地における調査結果（造成地Ｅ）

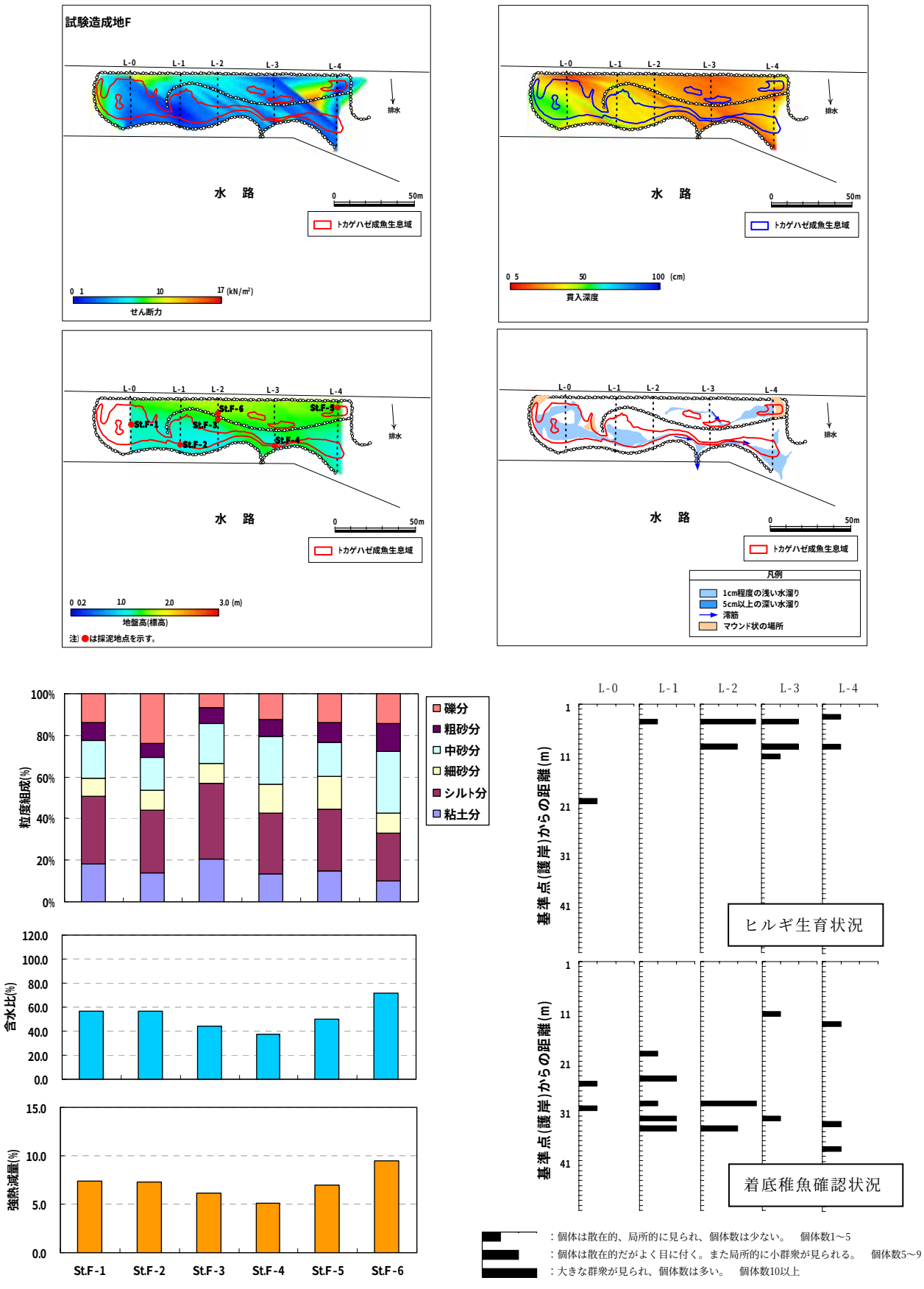


図 1.2-11(6)　試験造成地における調査結果（造成地Ｆ）

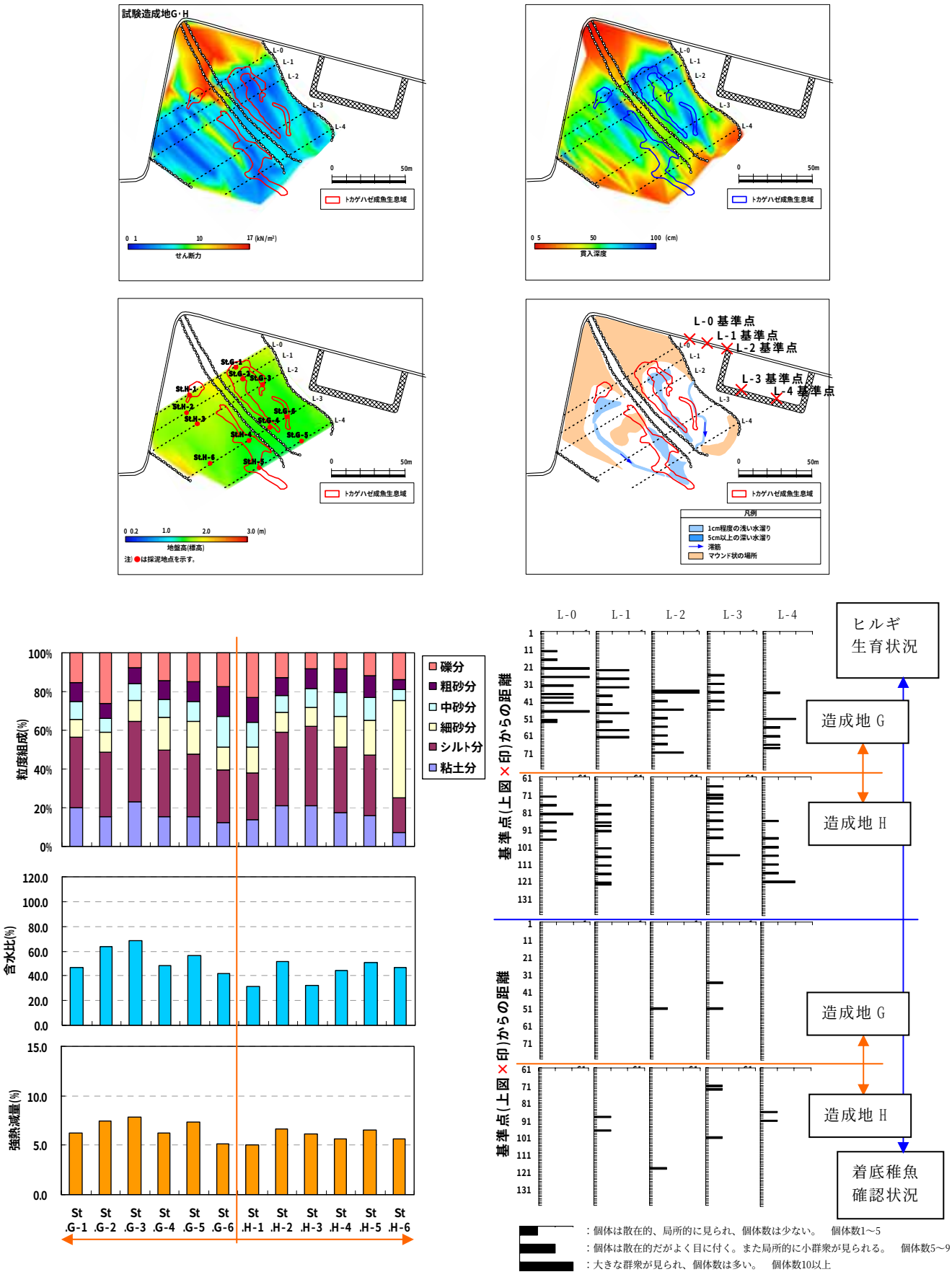


図 1.2-11(7)　試験造成地における調査結果（造成地Ｇ・Ｈ）

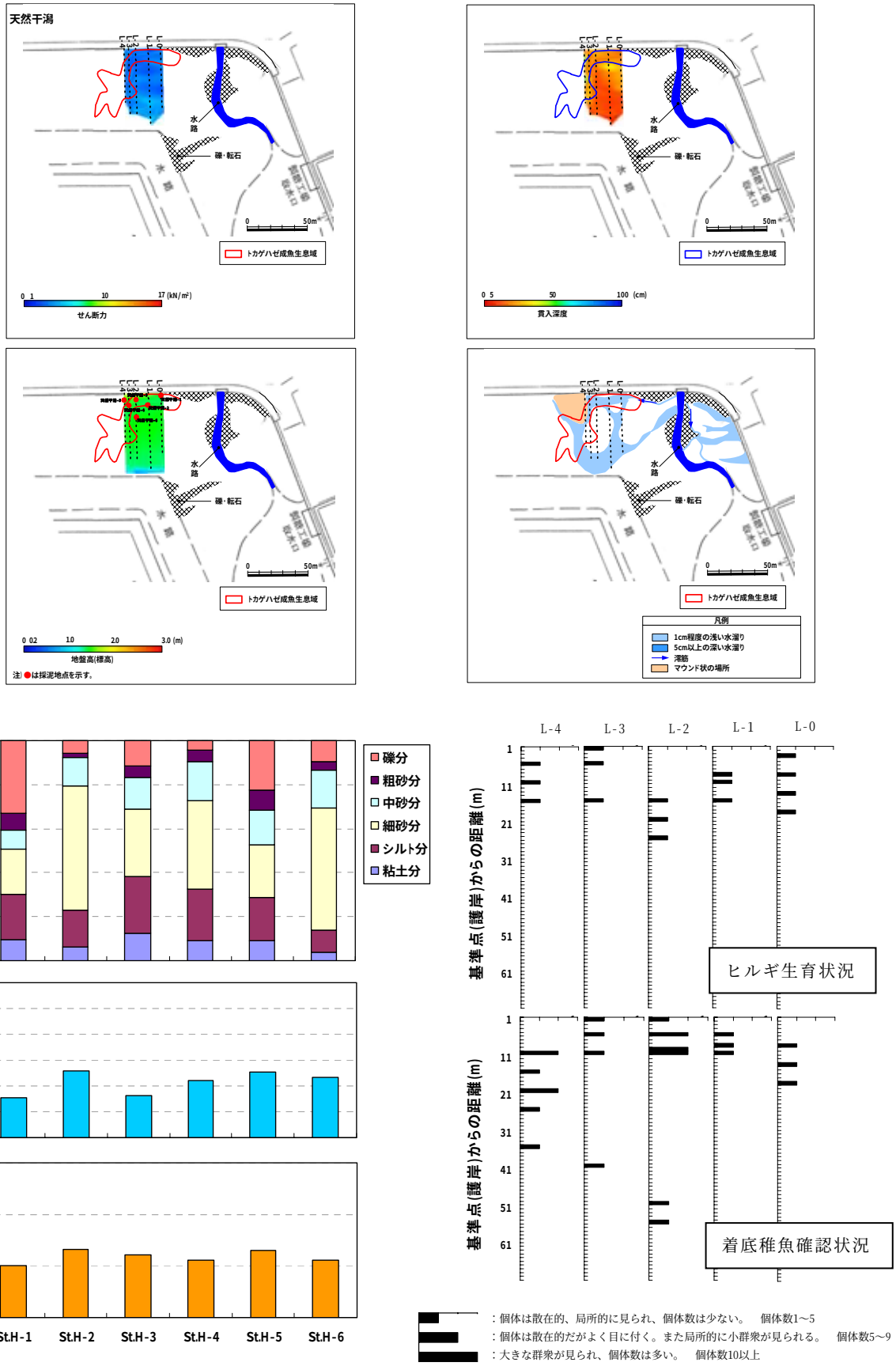


図 1.2-11(8)　試験造成地における調査結果（天然干潟）

1.3 トカゲハゼ生息域の外力条件

トカゲハゼ人工干潟の適地を選定するにあたり、現状のトカゲハゼ生息地の外力条件と同等にすることが望ましいとの基本的考え方から、現状の生息地の底面せん断力の平面分布を解析した。「第 1 回　人工島環境整備専門部会」で提示した底面せん断力（2dyn/cm^{2}刻み）をより細分化し（2dyn/cm^{2}以下を 0.5 dyn/cm^{2}刻みで表示）、生息条件を再検討した。

現況地形に対する底面せん断力の分布を図 1.3-1 に示す。

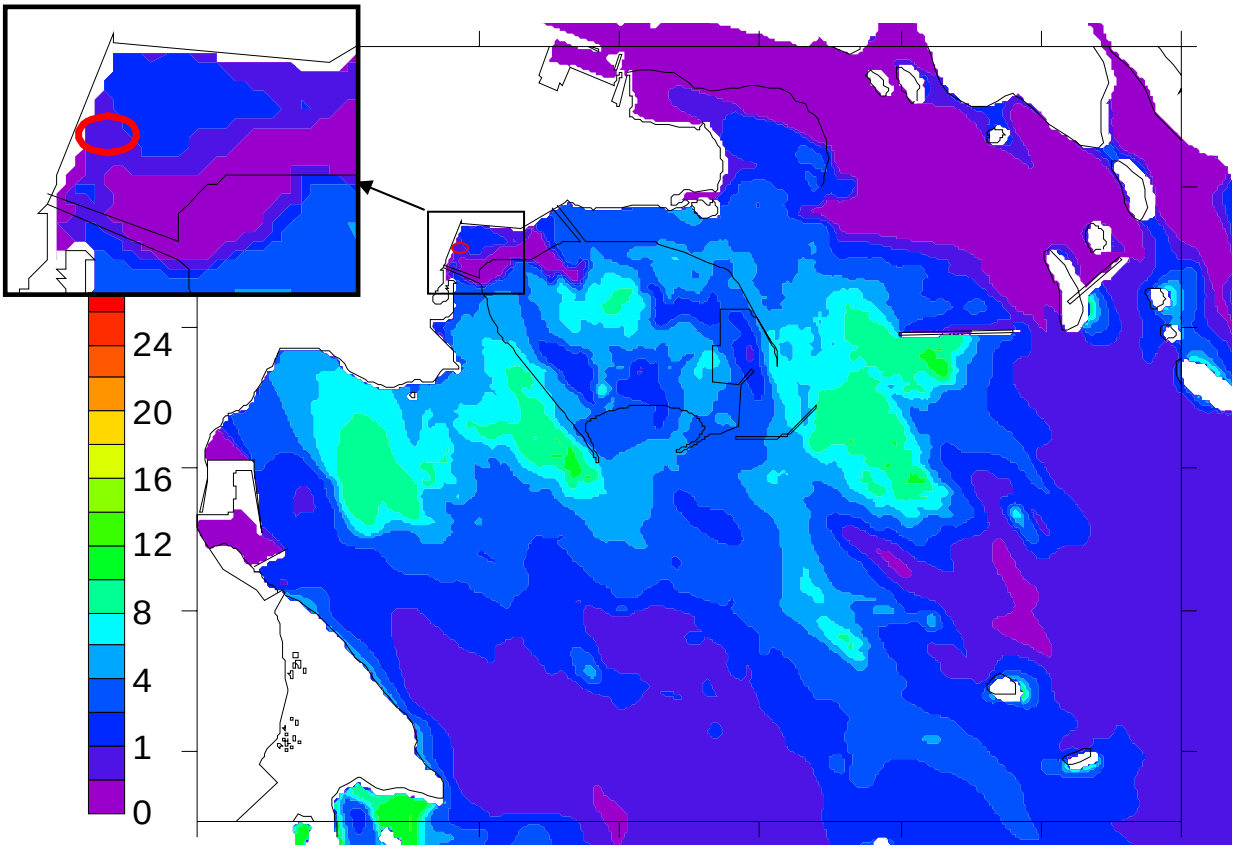


図 1.3-1　現況地形に対する底面せん断力の分布(H=5.2m,T=9.8s,θ:SE,潮位:H.W.L.)

Effective wave Height[1]，エネルギー平均波及び平均波の 3 種類の波浪条件に対するトカゲハゼ生息地の底面せん断力を調べた結果は以下のとおりであり，非常に静穏な条件であることが確認された。

トカゲハゼ生息地の底面せん断力

Effective Wave Height　(5.2m、9.8s、SE、H.W.L.)	：0.5～1dyn/cm^2
エネルギー平均波　(1.6m、7.4s、ESE、M.W.L.)	：0～0.5dyn/cm^2
平均波　(1.2m、7.4s、ESE、M.W.L.)	：0～0.5dyn/cm^2

[1] Effective wave Height = $(H_{1/3})$mean+5.6σ、σ：標準偏差　⇒有意な地形変化が生じる波であり、未超過確率 99.5%と同程度である。

1.4 トカゲハゼ生息条件のまとめ

トカゲハゼに関する既往知見、生息条件調査、底質改良試験及び生息域の外力条件検討等から、トカゲハゼの生息条件をまとめて表 1.4-1 に示す。

表 1.4-1　トカゲハゼ生息条件のまとめ

項　目		トカゲハゼの生息条件検討			生息条件のまとめ
		既往知見	生息環境調査(新港地区)	生息地創造実験(泡瀬地区：底質改良試験)	
干潟形状		生息地は干潟域奥部の泥質地に限定されており、生息地の多くが護岸部に接している。	半円形や長円形に比べて、石積によって干潟域が比較的狭い間隔で仕切られているような胃袋形の造成地で生息数が良好に推移している。(P14)	―	天然生息地は護岸部に接した泥質干潟であり、造成地の場合は自然石等の石囲みで仕切られた(胃袋形状など)泥質干潟を造成することが重要であると考えられる。
地盤高		天然生息地地盤高 C.D.L+0.5～+1.7m 中城湾の潮位(C.D.L) H.W.L.:2.1m、M.W.L.:1.2m、L.W.L.:0.07m	造成時の地盤高(C.D.L+1.0～+1.8m)からの変化が-0.2m 程度と小さい造成地(C,F)でトカゲハゼが比較的安定して生息しているが、地盤高よりも浅い水溜まりの分布が生息の制限要因になっていると考えられる。(P21～31)	―	勾配が小さく(ほぼフラット)、干潮時に干出して浅い水溜まりが形成されれば地盤高に制限されないと考えられるが、地盤高の目安としてはC.D.L+0.5～+1.7m 程度の範囲が望ましいと考えられる。
微地形・干出状況		干潮時でも体を乾燥させないわずかに海水がたまった所や、澪筋沿いに生息孔を掘り、その周辺で活動する。	造成地の中でも澪筋沿いやその周辺で、干潮時に1cm 程度の浅い水たまりが形成され、湿潤性が保たれている範囲にトカゲハゼが多く生息している。(P21～31)	浅い水溜まり(深さ 1cm 程度)により湿潤が保たれている場所でトカゲハゼが確認されている。(P6～12)	澪筋沿いやその周辺に形成された窪み、凹凸等の微地形によって、トカゲハゼが干潮時に体を乾燥させない 1cm 程度の浅い水溜まりが広範囲に分布していることが重要であると考えられる。
水質		河川感潮域や淡水域には生息しない。 天然生息地の有機物(COD)は満潮時で 2～3mg/L 程度。	造成地周辺の塩分は、出水等によって低下する場合もあるが、造成地による違いはみられない。 造成地周辺の COD は、天然生息地と同程度である。(H17 年度第 1 回人工島環境整備専門部会資料)	環境監視によるトカゲハゼ生息地周辺の濁りの状況から推察すると、出水等によって塩分が低下する場合もあるが、平常時は淡水の影響が小さいと考えられる。また、環境監視によると、泡瀬地区の COD は天然生息地と同程度である。(参考資料 3、環境監視資料)	出水等で一時的に低塩分になっても生息に支障をきたすことはないが、恒常的な低塩分域は忌避していると考えられる。また、有機物(COD 等)濃度が非常に高いなど、水質が極端に悪くなければ生息が制限されることはないと考えられる。
底質	粒度組成	シルト・粘土分が 90%以上を占め、礫分は含まない(泥浜干潟)。土質分類的には粘土とシルトの中間的な特性を示し、生息地周縁部では細砂が混入する。	経年的には造成時のシルト・粘土分が 90%以上、現状でも 40～50%程度のシルト・粘土分が確保されている造成地(C,F 等)でトカゲハゼが比較的安定して生息しているが、造成地内のトカゲハゼの生息範囲と生息範囲外の底質に顕著な違いはみられない。(P16、21～31)	シルト・粘土分は、トカゲハゼ天然生息域で15～50%程度、トカゲハゼ未確認域で 20%前後、底質改良試験区内で 20～50%程度であり、トカゲハゼの生息範囲と生息範囲外の底質に顕著な違いはみられない。(P11)	シルト・粘土分は多い方が望ましいと考えられるが、生息孔が形成できる程度の軟らかい泥底で礫分を含まなければ、シルト・粘土分の含有率によって生息が制限されることはないと考えられる。
	せん断強度	―	せん断強度が概ね 10kN/m² 以下の範囲にトカゲハゼが生息している。(P21～31)	トカゲハゼ天然生息域、トカゲハゼ未確認域、底質改良試験区ともせん断強度は 10kN/m² 以下である。(P9～10)	トカゲハゼ生息域の底質のせん断強度は 10kN/m² 以下である。
	貫入深度	―	造成地によってばらつきがあるが、貫入深度 20cm 未満の範囲では、トカゲハゼの生息があまり確認されていない。(P21～31)	貫入深度 20cm 未満のところは転石地帯あるいは表層に堆積する砂礫層が厚く、トカゲハゼの生息が確認されていない。(P9～10)	トカゲハゼ生息域の貫入深度は概ね 20cm 以上である。
	鉛直断面	主な生息地における泥の堆積厚は、生息孔及び産卵室を形成するため 20cm 以上。	造成時の泥厚 30cm 前後、現状で 20cm 前後の造成地で比較的安定してトカゲハゼが生息している。(H17 年度第 1 回人工島環境整備専門部会資料)	トカゲハゼ生息域の底質は、表層の砂質層が概ね 10cm 以下でその下に泥混じりの粗砂層や泥質層が 10～20cm 程度存在している。(H18 年度第 1 回人工島環境整備専門部会資料)	生息孔や産卵室が形成できるように、表層から 20～30cm 程度までを泥質で軟らくすることが重要であると考えられる。
泥分・水分供給等		主な生息地の背後には、泥質や水分を供給していると考えられる小河川や排水路等が存在している。	トカゲハゼの生息範囲周辺に澪筋が通っている場合が多く、背後地からの滲出水が澪筋を形成し、生息域に泥分や水分を供給していると考えられる。また、造成地のヒルギ類の分布とトカゲハゼの生息範囲・生息数の明瞭な関係はみられないが、ヒルギ類の存在により干潟面の乾燥防止、栄養塩供給、泥質保持効果等があると考えられる。(P21～31)	後背湿地帯(比屋根湿地)が泥分を保持し、出水時等にトカゲハゼ生息地へ泥分を供給する機能を持つと考えられる。(参考資料 3)	干潟形状、地盤高、微地形、澪筋、ヒルギ類の分布等を有機的に連携させ、泥分や水分を供給・維持する機能を有することが重要であると考えられる。
外力条件 (底面せん断応力)		―	泡瀬地区の現況生息域における底面せん断力(P32、H18 年度第 1 回人工島環境整備専門部会資料) τ=0.5～1 dyn/cm²　：Effective wave Height(5.2m, 9.8s, SE, H.W.L) τ=0～0.5 dyn/cm²　：エネルギー平均波（1.6m, 7.4s, ESE, M.W.L） τ=0～0.5 dyn/cm²　：平均波（1.2m, 7.4s, ESE, M.W.L）		泡瀬地区の現況の生息域は、Effective wave Height(高波浪)作用時には 1dyn/cm² 以下、エネルギー平均波及び平均波の作用時は 0.5 dyn/cm² 以下であり、静穏な場所に生息すると考えられる。

1.5 トカゲハゼ生息干潟の設計条件の提案と今後の課題

(1) トカゲハゼ生息干潟の設計条件

トカゲハゼの生息条件を踏まえると、干潟形状、微地形、ヒルギ類の分布（泥質保持機能）等の諸条件が有機的に機能し、体が水没しない 1cm 程度の浅い水溜まりが広く形成される干潟がトカゲハゼにとって適した干潟であると考えられる。そのため、人工干潟の設計条件は、これらの条件を総合的に考慮する必要がある。

トカゲハゼの生息条件のまとめを踏まえ、トカゲハゼ生息干潟の設計条件を以下に整理した。

①干潟形状

中城湾の主なトカゲハゼ生息地は、護岸部に接した泥質干潟である。また、新港地区の試験造成地では、半円形や長円形に比べて、転石による囲みによって干潟域が比較的狭い間隔で仕切られているような胃袋形の造成地で生息数が良好に推移している。石囲みは、泥分維持や地形の安定性にも寄与していると考えられる。

これらのことから、干潟形状は、護岸部に接したような場所に自然石等の石囲みで仕切られた(胃袋形状など)泥干潟とすることが重要である。

②地盤高

中城湾の天然生息地の地盤高は C.D.L+0.5～+1.7m 程度、新港地区試験造成地の地盤高は造成時で C.D.L+1.0～+1.8m 程度、現在で C.D.L+0.6～+1.8m 程度である。

これらのことから、勾配が小さくほぼフラットで、干潮時に干出して浅い水溜まりが形成されれば地盤高に制限されないと考えられるが、地盤高の目安としては C.D.L+0.5～+1.7m 程度の範囲が望ましいと考えられる。

③微地形・干出状況

トカゲハゼは干潮時でも体を乾燥させないわずかに海水がたまった所や、澪筋沿いに生息孔を掘り、その周辺で採餌活動等を行う生態特性がある。

また、新港地区や泡瀬地区の現地調査結果においても、澪筋沿いやその周辺で、干潮時に 1cm 程度の浅い水たまりが形成されている範囲にトカゲハゼが多く確認されている。

これらのことから、澪筋沿いやその周辺に形成された窪み、凹凸等の微地形によって、トカゲハゼが干潮時に体を乾燥させない 1cm 程度の浅い水溜まりが広範囲に分布していることが重要である。

④底質

新港地区や泡瀬地区の現地調査結果によると、底質のシルト・粘土分が多い場所でトカゲハゼが比較的安定して生息している場合もあるが、トカゲハゼの生息範囲と生息範囲外の底質に顕著な違いはみられなかった。

これらのことから、トカゲハゼ生息地の底質は、礫分を含まず、シルト・粘土分が多く含まれていることが望ましいが、生息孔が形成できる程度の軟らかい泥底で礫分を含まなければ、シルト・粘土分の含有率によって生息が制限されることはないと考えられる。

⑤鉛直断面(泥厚)

中城湾の主なトカゲハゼ生息地の泥の堆積厚は、生息孔及び産卵室を形成するため20cm 以上となっている。また、新港地区や泡瀬地区でも、トカゲハゼ生息域では泥質層が 20cm 程度存在しており、貫入深度が 20cm 未満の範囲ではトカゲハゼがほとんど確認されていない。

これらのことから、トカゲハゼの生息孔や産卵室が形成できるように土壌厚は表層から 20～30cm 程度までを泥質で軟らかくすることが重要である。

⑥泥分・水分供給等

中城湾の主な生息地の背後には、泥質や水分を供給していると考えられる小河川や排水路等が存在している。また、新港地区試験造成地のトカゲハゼ生息範囲周辺には澪筋が通っている場合が多く、背後地からの滲出水が澪筋を形成し、生息域に泥分や水分を供給していると考えられる。また、造成地のヒルギ類の分布とトカゲハゼの生息範囲・生息数の明瞭な関係はみられないが、ヒルギ類の存在により干潟面の乾燥防止、栄養塩供給、泥質保持効果等があると考えられる。

これらのことから、後背地は湿地帯としてヒルギ類を植栽し、干潟形状、地盤高、微地形、澪筋、ヒルギ類の分布等を有機的に連携させ、泥分や水分を供給・維持する機能を付加することが重要である。

⑦外力条件(底面せん断応力)

泡瀬地区の現況のトカゲハゼ生息域は、Effective wave(高波浪)作用時には 1 dyn/cm^2 以下、エネルギー平均波及び平均波の作用時は 0.5 dyn/cm^2 以下であり、静穏な場所に生息すると考えられる。

＜泡瀬地区の現況生息域における底面せん断力＞

τ=0.5～1 dyn/cm^2　：Effective wave Height(5.2m, 9.8s, SE, H.W.L)

τ=0～0.5 dyn/cm^2　：エネルギー平均波（1.6m, 7.4s, ESE, M.W.L）

τ=0～0.5 dyn/cm^2　：平均波（1.2m, 7.4s, ESE, M.W.L）

トカゲハゼ人工干潟の設計条件を考慮したイメージ断面を図 1.5-1 に示す。

また、生息条件調査によりトカゲハゼの生息に適した干潟条件の指標として、以下の項目と指標値があげられる。

・せん断強度　：　せん断強度が 10kN/m^2 以下である
・貫入深度　　：　貫入深度が 20cm 以上である。

なお、泡瀬地区のトカゲハゼ現存生息地周辺で小規模な底質改良試験を行い、トカゲハゼ生息への効果を検討した結果、簡易な底質改良によってある程度の生息面積拡大効果が実証されたと考えられる。しかし、改良直後から徐々にシルト・粘土分が低下していることから、今後のトカゲハゼの生息状況と底質の変化状況を継続してモニタリングし、トカゲハゼの生息に適した干潟設計条件に関するデータをさらに蓄積していくことが重要である。

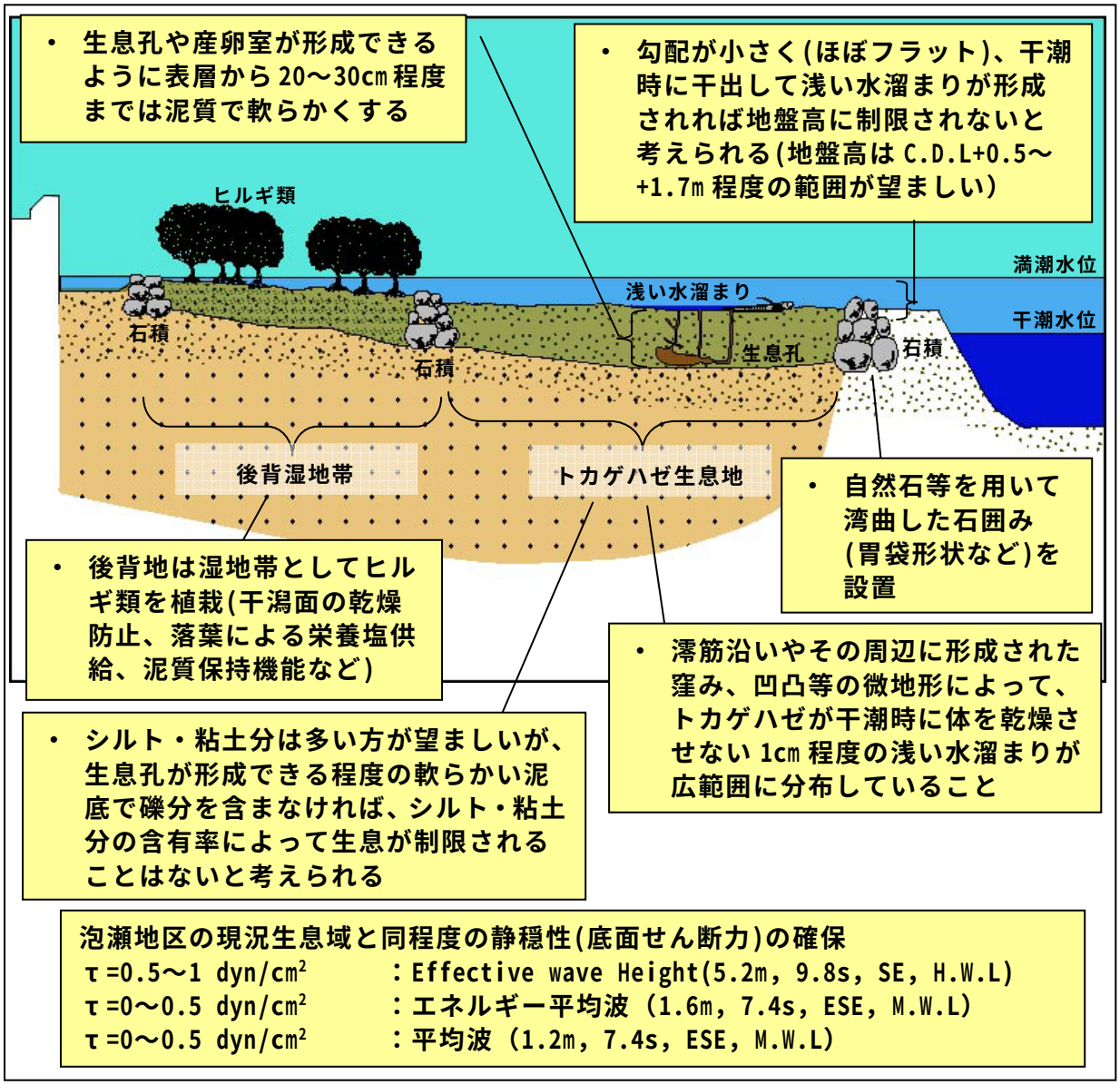


図 1.5-1　トカゲハゼ人工干潟の設計条件を考慮したイメージ断面

(2) 外力条件からみた人工干潟の適地選定

トカゲハゼ生息干潟の設計条件を踏まえ、外力条件からみたトカゲハゼ人工干潟の適地について検討した。

人工島建設時における人工干潟（トカゲハゼ生息干潟）の外力条件は、現状のトカゲハゼ生息地の外力条件と同等にすることが、トカゲハゼの生息に適した環境を設計する上で重要であると考えられる。このような観点から、人工島建設時の泥質干潟を地盤高 C.D.L.+1.0m で造成した場合を対象に、底面せん断力を解析した。（解析結果の詳細は、付属資料「付録 B」に示す。）

図 1.5-2 は、Effective wave Height、エネルギー平均波及び平均波の 3 種類の波浪条件に対する底面せん断力が現況の生息地の条件と同程度になる領域を抽出したものである。図より 3 種類の波浪条件に対し、現況と同程度の底面せん断力となる領域は，人工島北側の水路部がほとんどとなった。

トカゲハゼ生息地の底面せん断力と同程度になる領域
Effective Wave Height(5.2m,9.8s,SE,H.W.L.)：0～1dyn/cm² となる領域は主に水路部
エネルギー平均波　(1.6m,7.4s,ESE,M.W.L.)　：0～0.5dyn/cm² となる領域は主に水路部
平均波　(1.2m,7.4s,ESE,M.W.L.)　：0～0.5dyn/cm² となる領域は主に水路部

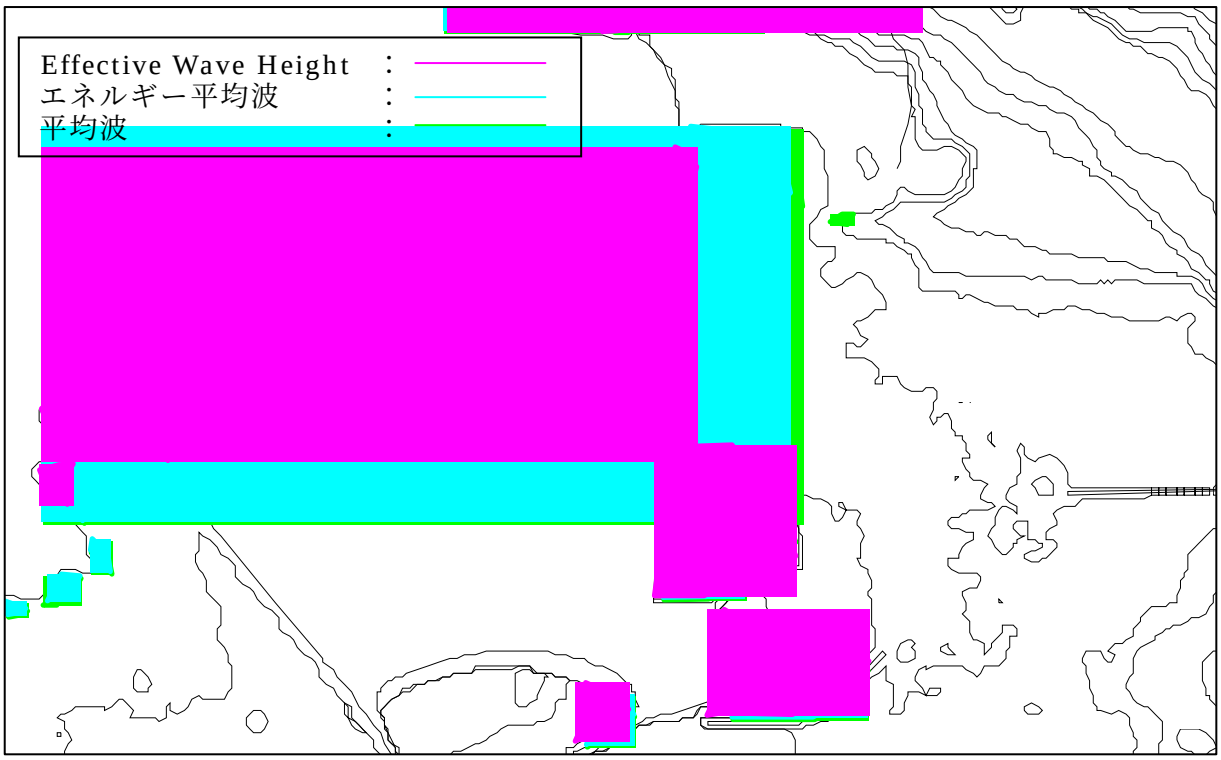


図 1.5-2　現況と同程度の底面せん断力の分布範囲

また、トカゲハゼ生息干潟造成の候補地とされている深掘部について、既往資料や平成18年度に深掘部等で実施した底質調査結果等を踏まえ、現況と将来（人工島建設後）の観点から深掘部の特性を推察して評価した。その結果、現状の深掘部には泥分が多く堆積していたことから、トカゲハゼ生息地から深掘部に泥分が流出している可能性や、逆に台風等の高波浪時での泥分の再懸濁による泥分供給が示唆される。しかし、将来的に人工島が整備された後も深掘部を残存させた場合、水路部の高い静穏性から、泥分の再懸濁による泥分供給の可能性は非常に低くなり、逆に、泥分が深掘部へ流出することによる周辺干潟の砂質化が懸念される。また、深掘部が残存した状態で水路部が静穏になった場合、将来的に貧酸素水塊の発生源になるなど、周辺環境に悪影響を及ぼす可能性もある。

以上の結果と“現況の干潟を改変するのではなく、新たな干潟を創造する”という適地選定の基本的考え方を踏まえると、深掘部をトカゲハゼ生息干潟造成の候補地として抽出することが適していると考えられる。

(3) 今後の課題

トカゲハゼの生息する人工干潟を造成するための、今後の課題は以下に示すとおりである。

① 深掘部の再評価

外力に対する安定性の観点からトカゲハゼ生息干潟の造成可能なエリアの一つとして抽出されている泡瀬地区の深掘部は、沿岸環境やトカゲハゼの生息環境の観点からも、人工島整備にあわせて埋め戻すことにより、沿岸環境の維持・修復、トカゲハゼ生息環境の拡大につながることが期待される。

今後は、人工島の整備状況や周辺環境の状況を踏まえ、深掘部をトカゲハゼ人工干潟の整備候補地として選定することの適正について適宜再評価していくことが必要である。

② トカゲハゼ人工干潟の整備イメージの検討

今後は、人工島周辺の地形変化予測、比屋根湿地の整備状況、環境学習への対応等を踏まえ、トカゲハゼ人工干潟の整備イメージ（レイアウト、外力制御の必要性など）を検討していくことが必要である。

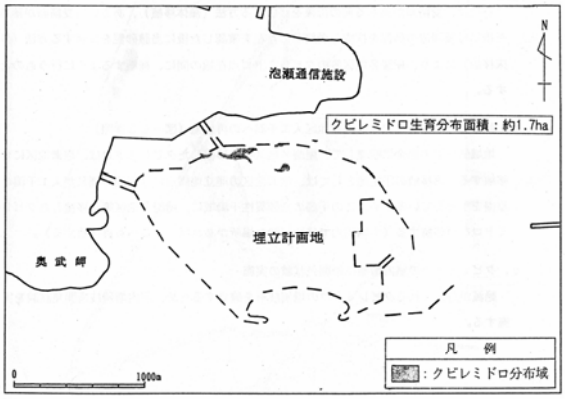
2．クビレミドロの生育条件と干潟設計条件の検討

2.1 生育条件調査（泡瀬地区）

(1) 調査の概要

クビレミドロは、例年、12 月頃から目視で確認され、3 月頃に生育面積が最大となり、その後は衰退して 6 月頃にはみられなくなる。泡瀬地区のクビレミドロは、埋立予定地の北側、現在の陸岸から 300m程度離れた干潟域に帯状に分布している（図 2.1－1、図 2.1－2）。クビレミドロが経年的に安定して再生産し、密度濃く分布する生育地を形成するための条件の把握を目的として、平成 17 年 9 月より泡瀬地区のクビレミドロ生育地において生育条件調査を実施している。

これまでの移植実験や泡瀬地区での分布の監視結果等から、クビレミドロの生育には、台風等による物理的な攪乱により、砂中の卵が移動、流失することが影響していると考えられる。そこで、台風の前後に水準測量を行い、台風による地形（地盤高）の変化の状況を詳細に把握するとともに、クビレミドロの生育に関係の深い小型海草や底質について調査した。



（注）１．調査期日：平成11年12月22日（確認できず）、平成12年１月20,21日、
平成12年２月21日、平成12年３月22日
２．沖縄総合事務局実施

図 2.1－1　泡瀬地区のクビレミドロ生育地（環境影響評価書より）

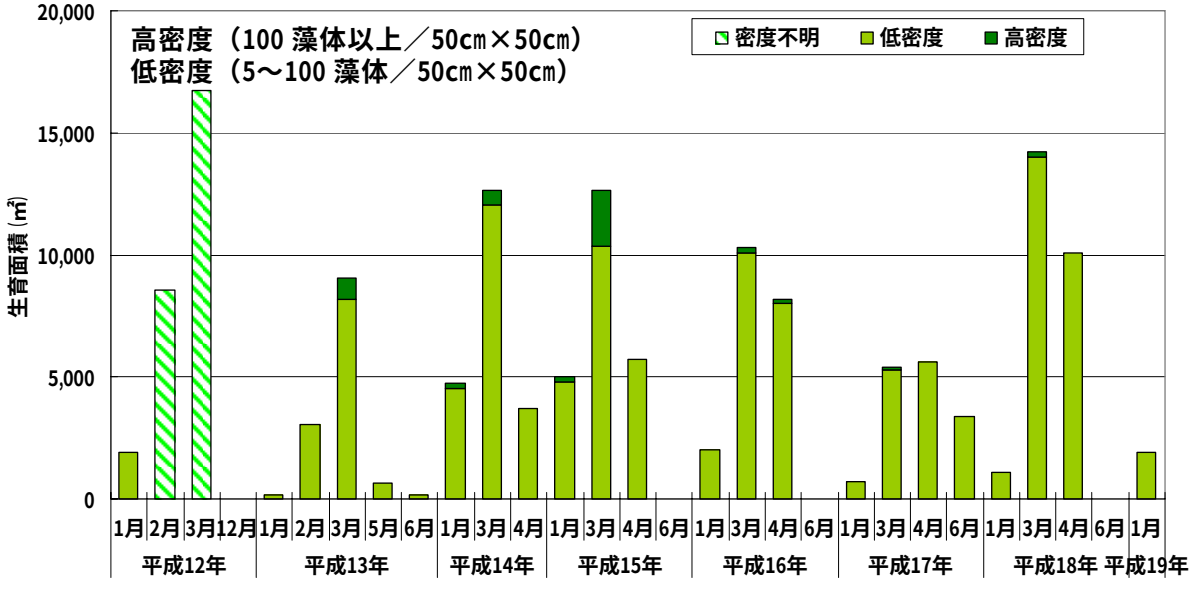


図 2.1－2　泡瀬地区におけるクビレミドロ濃生域面積の経年変化

1）調査内容

① 着目する生育条件

a.地盤高：これまでの深浅測量の精度では攪乱による地形変化が把握できなかったことから、水準測量により調査する。

b.底　質：クビレミドロが例年生育する場所としない場所の底質を比較する。
（項目：酸化還元電位、pH、泥温、粒度組成）

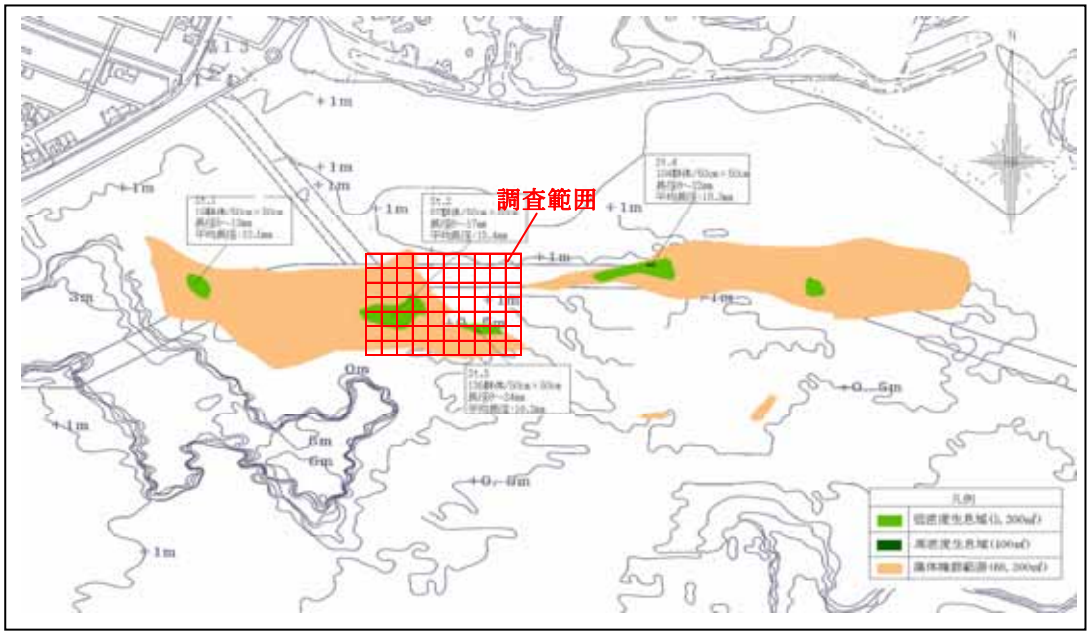
c.小型海草の被度：クビレミドロは小型海草と同所的に分布しており、小型海草が砂の移動や卵の流失を抑制している可能性が考えられる。そこで、海草の分布や被度とクビレミドロの分布の関係を調査する。

② 調査範囲

クビレミドロ生育条件調査の調査範囲を図 2.1−3 に、調査範囲における地点、測線の状況を図 2.1−4 に示す。

調査範囲は、泡瀬地区でクビレミドロが例年多く生育する場所（濃生域）を中心とし、少ない場所（藻体確認範囲）、生育しない場所を含めて 200m×140m の範囲に設定した。調査範囲内に 20m×20m の調査区画を設け、区画内のクビレミドロ及び小型海草の生育状況を調査する他、区画の中央点（測線上）の地盤高を測量した。

底質調査地点は、濃生域（高密度・低密度生育域）、疎生域（藻体確認範囲）、非分布域にそれぞれ配置した。



注）1.クビレミドロの分布は平成 17 年 3 月の調査結果である。
2.1 区画は 20m×20m。

図 2.1−3　クビレミドロ生育条件調査の調査範囲

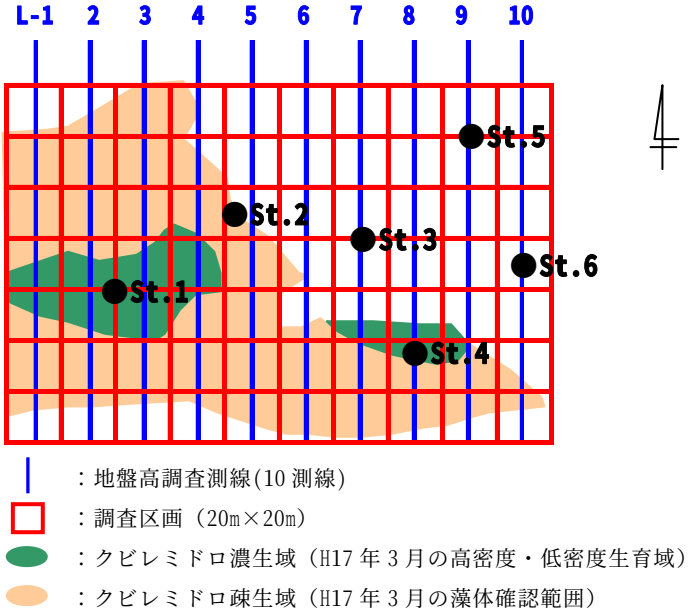


図 2.1－4　調査範囲における地点・測線の配置

③ 調査方法

クビレミドロ生育環境調査では、藻体最盛期にクビレミドロの調査を行う他、藻体期、卵期を通じて地盤高（水準測量）、底質、小型海草の調査を行っている。調査方法を表 2.1－1 に示す。

表 2.1－1　調査方法

調査項目	調査方法
クビレミドロ	クビレミドロの藻体が最も多く出現する 3 月に 1 回、20m×20m 区画の中央部 5m×5m の範囲において、クビレミドロの平均的な生育密度（50cm×50cm 内の被度、あるいは群体数から換算）を目視観察した。
地盤高（水準測量）	干潮時に、20m×20m 区画の中央地点の地盤高を水準測量で求めた。測線上では 10mピッチで測量し、段差がある場所では適宜測量点を追加した。
底　質	例年の濃生域、疎生域、非分布域を考慮した 6 地点において、採泥を行い、粒度組成の分析を行った他、現地で酸化還元電位、pH、泥温の鉛直分布（表層から 10cm 程度）を測定した。
小型海草	20m×20m 区画の中央部 5m×5m の範囲において、小型海草類の種類と被度を目視観察した。

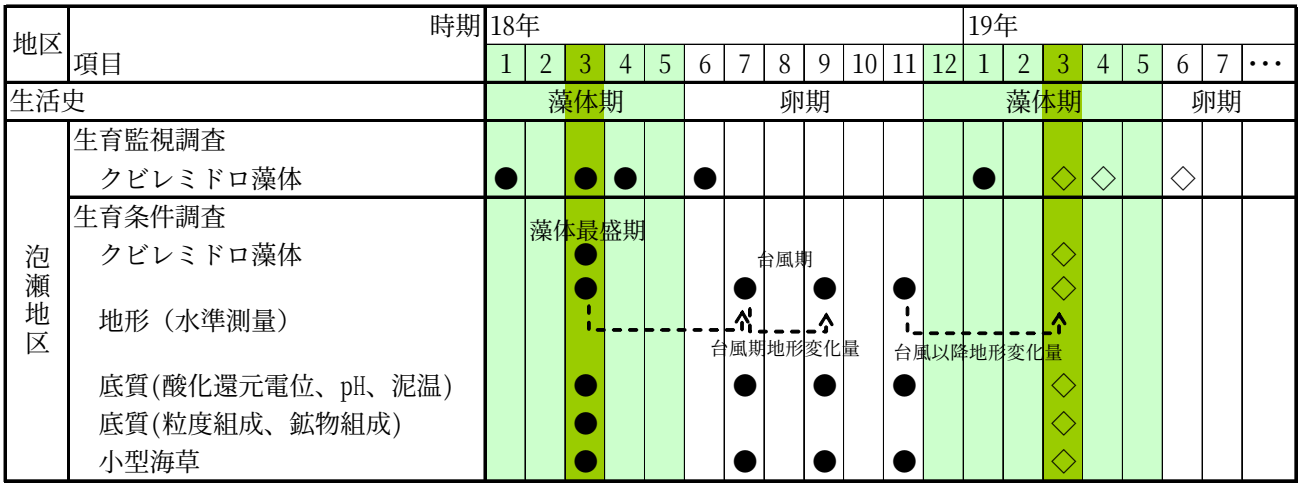
2) 調査実施状況

平成 18 年の調査実施状況及び平成 19 年前半の調査予定を表 2.1－2 に示す。

平成 18 年度第 1 回専門部会以降、現在までに 7 月、9 月、11 月、平成 19 年 1 月調査を実施した。

台風との関連では、7 月調査は 7 月 24、26 日に実施しており、台風が 3 回（平成 18 年台風 3 号、4 号、5 号）接近した後の調査である。9 月調査は 9 月 20、21 日に実施しており、さらに台風が 3 回（平成 18 年台風 8 号、9 号、13 号）接近した後の調査である。11 月調査は 11 月 16 日、17 日に実施、平成 19 年 1 月調査は 1 月 23 日、24 日に実施しており、9 月調査以降台風は接近していない。

表 2.1－2　泡瀬地区におけるクビレミドロ生育監視調査、生育条件調査実施状況及び予定



凡例）●：調査実績　◇：調査実施予定

3）平成 18 年の台風の状況

最近 10 年間の南西諸島への台風接近数を表 2.1－3 に、金武アメダス観測所における最近 10 年間の主な台風シーズン（5 月～11 月）の日最大風速を図 2.1－5 に示す。

平成 18 年には 7 月に台風 3 号、4 号、5 号、8 月に台風 8 号、9 号、9 月に台風 13 号が接近した。最近 10 年間では、台風の接近は年間 6～15 回であり、平成 18 年度の接近回数は比較的少なかった。また、金武アメダス観測所における日最大風速では、平成 9 年、11 年～15 年には年に 1～2 回は 20m/s を越える値がみられたが、近年（平成 16～18 年）は 20m/s を越える日最大風速は観測されなかった。

表 2.1－3　最近 10 年間の南西諸島への台風接近数

	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	年間
H9					1	2	1	3	1	1			9
H10								2	3	1			6
H11							2	3	2		1		7
H12					1		2	3	2	1	1		10
H13					1		1	1	2	1			6
H14						1	6	1	1				9
H15				1	1	2		2	2		1		9
H16					1	2	1	4	3	3		1	15
H17						1	1	2	3	2			8
H18							3	2	1				6

注）台風の中心が鹿児島県の奄美、沖縄県のいずれかの気象官署から 300km 以内に入った場合を「南西諸島に接近した台風」としている。
平成 18 年の値は 12 月 8 日現在の速報値であり、後日変更になる場合がある。
接近は 2 か月にまたがる場合があり、各月の接近数の合計と年間の接近数とは必ずしも一致しない。

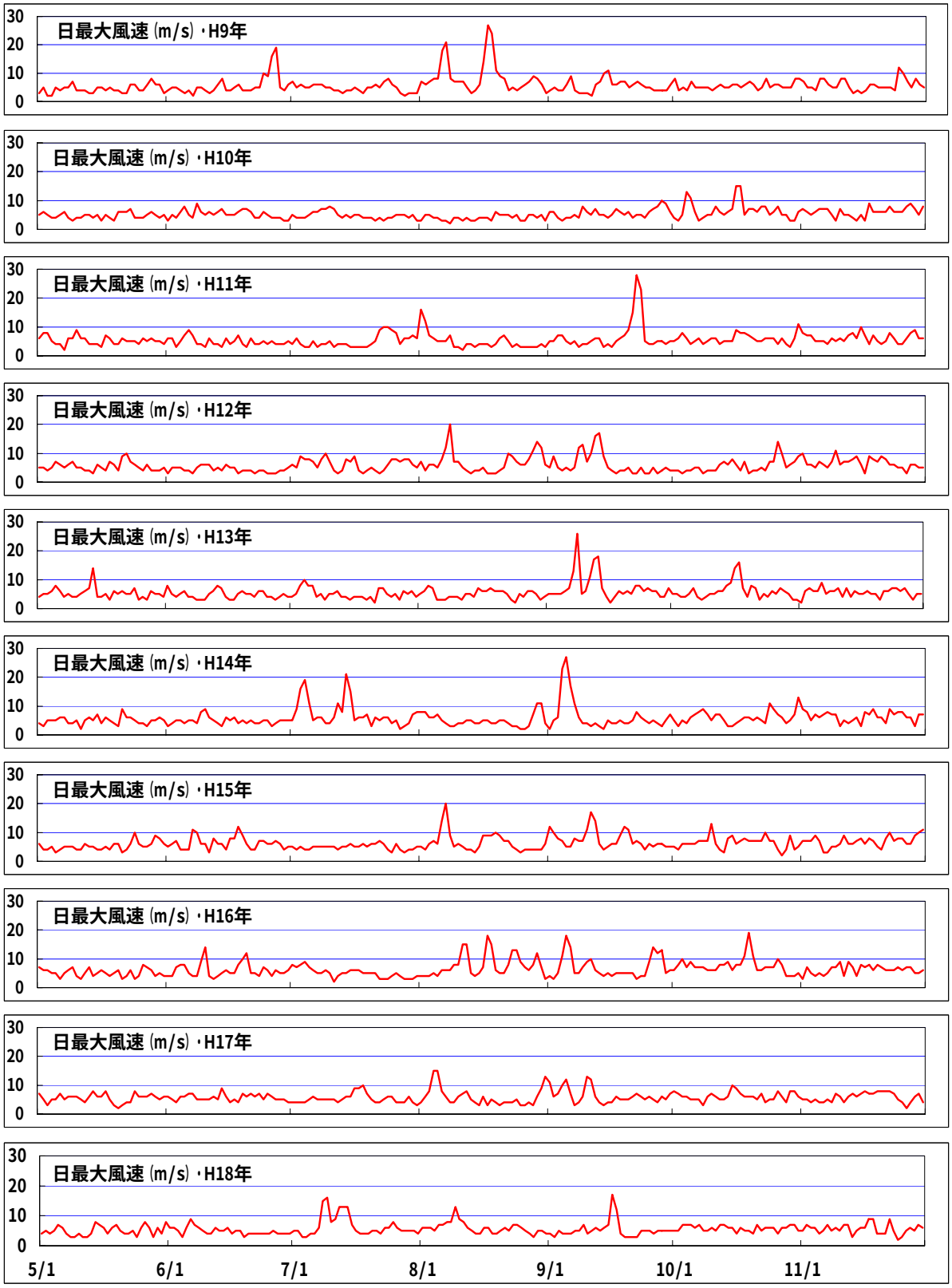


図 2.1－5　金武アメダス観測所における最近 10 年間の台風シーズンの日最大風速

(2) 調査結果

1) 調査結果

① 地盤高・小型海草の被度

台風の影響を受けていない平成 18 年 3 月調査と、台風 3 号、4 号、5 号の 3 回の台風を経た平成 18 年 7 月調査、さらに台風 8 号、9 号、13 号の 3 回の台風を経た平成 18 年 9 月調査、9 月調査以降台風を経ていない平成 18 年 11 月調査における地盤高と小型海草の被度を図 2.1－6 に、3 月調査から 7 月調査の地盤高の変化、7 月調査から 9 月調査の地盤高の変化、9 月調査から 11 月調査の地盤高の変化と変化後の小型海草の被度を図 2.1－7 に示す。また、小型海草の生育状況の変化の一例を図 2.1－8 に示す。

3 月から 11 月までの間に地形が大きく変化することはなかった。台風による変化も局所的なもののみであり、調査範囲のほとんどは 5cm 未満の変化しかみられなかった。

3 月から 7 月の間には、L-1～L-4 の距離 80m、130m 付近において局部的に最大 20cm 程度の地盤高の減少があり、狭い範囲で最大 10cm 程度の地盤高の増加が見られた。7 月から 9 月の間には、L-4～L-6 を中心に、狭い範囲で最大 20cm 程度の地盤高の増加が見られた。9 月から 11 月の間にはほとんど地盤高の変化はなかった。

小型海草は地盤高+0.2～+0.5mを中心に生育しており、7 月、8 月の台風の前後や、最大 20cm 程度の地盤高の変化に伴って被度が大きく変化することはなかった。この原因として以下のものが考えられる。

- ■小型海草の地下茎の存在：小型海草は横に広がる地下茎を持っていることから、底質の抜けおちがあった場合にも、周辺の個体と地下茎でつながって、流出しづらいことが考えられる。
- ■地盤高の変化が少ない：平成 18 年に到来した台風があまり強くなかったことから、調査範囲の地盤高の変化が全体に少なく、最大 20cm 程度の変化があっても局所的であることから、小型海草の被度を低下させるほどの影響はなかったことが考えられる。
- ■地盤高と小型海草の調査地点の違い：地盤高は 20m ごとに設けた測線上をおよそ 10m ピッチ（+段差がある場合には適宜調査点を追加）で測量しているが、小型海草は 20m ×20m の区画の中央に設けた 5m×5m の範囲の被度を測定している。小型海草の調査範囲は地盤高の測線を含んではいるが、面として捉えた範囲を対象としていることから、測線上の局所的な小型海草の抜けおちが被度に反映されないことが考えられる。

現在までの調査結果では台風後のクビレミドロ藻体期を経ていないことから、これらの地形の変化がクビレミドロの生育にどのように影響するのかは不明である。藻体期のクビレミドロの生育状況を踏まえて、地盤高の変化がクビレミドロに及ぼす影響について検討を行う予定である（平成 19 年 1 月調査結果は速報として提出する）。

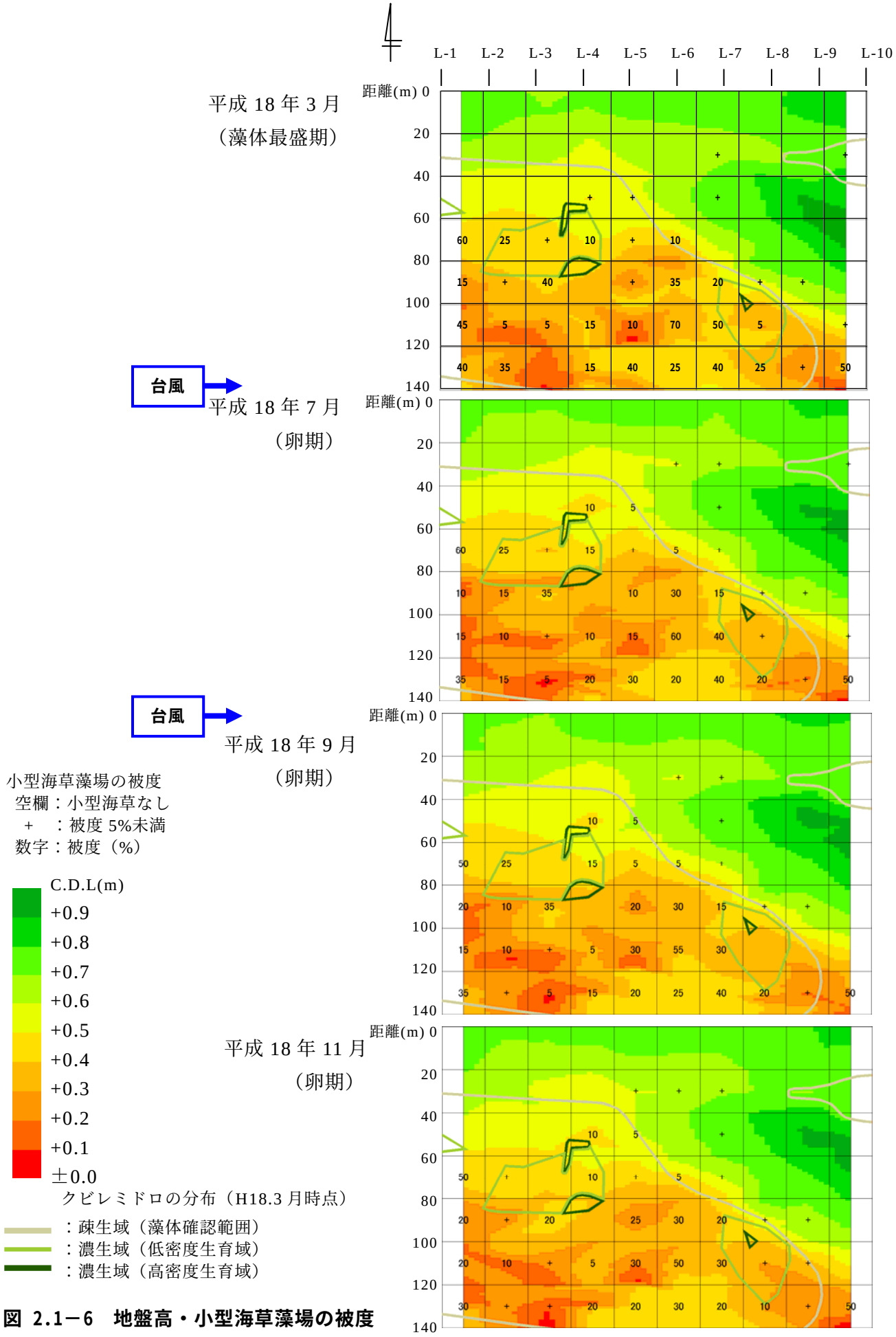
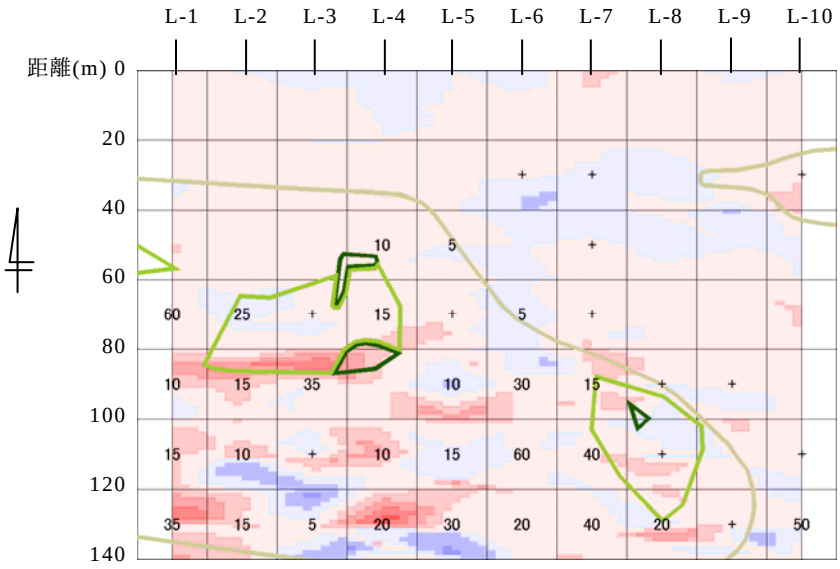
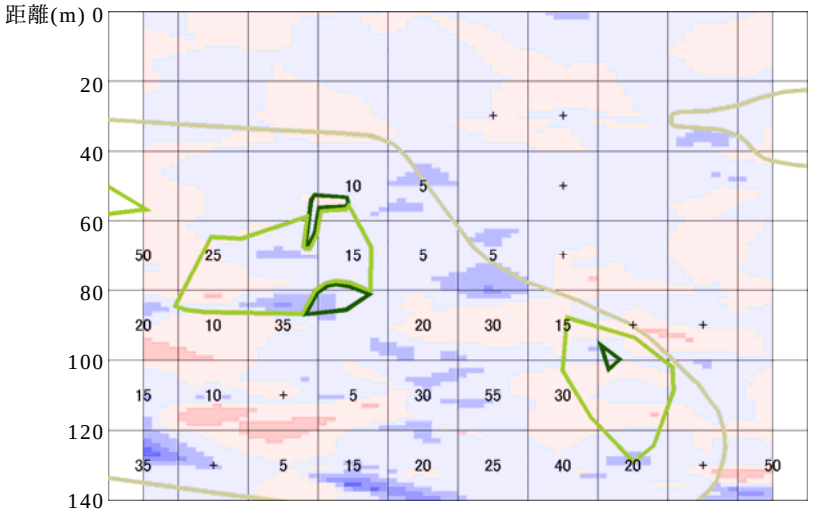


図 2.1−6　地盤高・小型海草藻場の被度

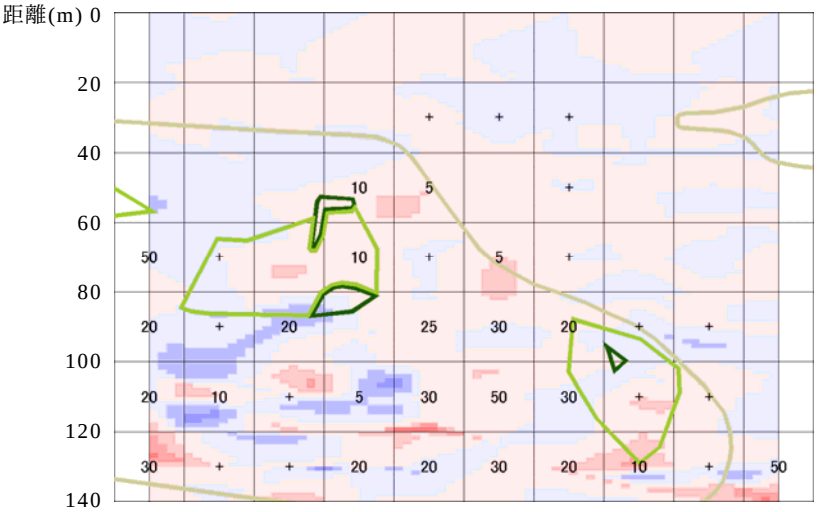
（平成 18 年 3 月→7 月）
台風による変化



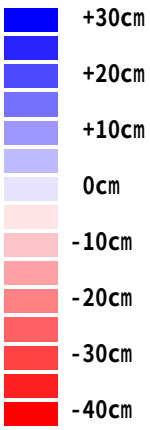
（平成 18 年 7 月→9 月）
台風による変化



（平成 18 年 9 月→11 月）
台風の影響なし



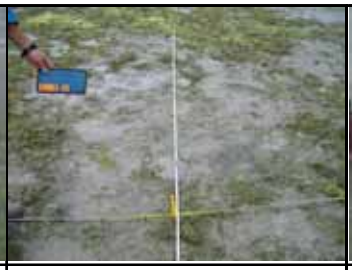
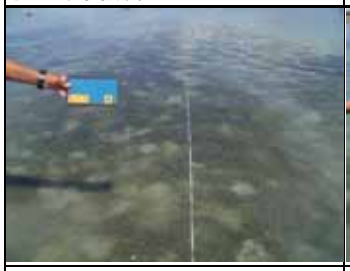
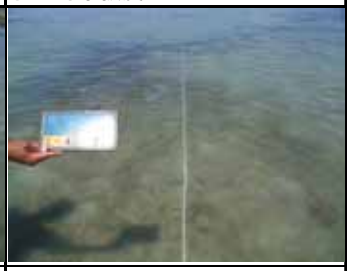
地盤高の変化



小型海草藻場の被度
空欄：小型海草なし
＋　：被度 5%未満
数字：被度（%）

クビレミドロの分布（H18.3 月時点）
：疎生域（藻体確認範囲）
：濃生域（低密度生育域）
：濃生域（高密度生育域）

図 2.1－7　地盤高の変化と変化後の小型海草藻場の被度

L-1 (70m)	L-1 (130m)	L-2 (70m)	L-4 (130m)
			
＜H18年3月調査＞ 地盤高　　：0.46m 小型海草被度：60%	＜H18年3月調査＞ 地盤高　　：0.34m 小型海草被度：40%	＜H18年3月調査＞ 地盤高　　：0.46m 小型海草被度：25%	＜H18年3月調査＞ 地盤高　　：0.40m 小型海草被度：15%
＜H18年7月調査＞ 地盤高　　：0.43m (前回-3cm) 小型海草被度：60%	＜H18年7月調査＞ 地盤高　　：0.29m (前回-5cm) 小型海草被度：35%	＜H18年7月調査＞ 地盤高　　：0.48m (前回+2cm) 小型海草被度：25%	＜H18年7月調査＞ 地盤高　　：0.20m (前回-20cm) 小型海草被度：20%
			
＜H18年9月調査＞ 地盤高　　：0.43m (前回±0cm) 小型海草被度：50%	＜H18年9月調査＞ 地盤高　　：0.34m (前回+5cm) 小型海草被度：35%	＜H18年9月調査＞ 地盤高　　：0.48m (前回±0cm) 小型海草被度：25%	＜H18年9月調査＞ 地盤高　　：0.32m (前回+12cm) 小型海草被度：15%
＜H18年11月調査＞ 地盤高　　：0.46m (前回+3cm) 小型海草被度：50%	＜H18年11月調査＞ 地盤高　　：0.26m (前回-8cm) 小型海草被度：30%	＜H18年11月調査＞ 地盤高　　：0.48m (前回±0cm) 小型海草被度：5%未満	＜H18年11月調査＞ 地盤高　　：0.25m (前回-7cm) 小型海草被度：20%

L-1（70m）：地盤高はほとんど変化無し。小型海草は 50～60%でほとんど変化無し。

L-1（130m）：地盤高は 5cm の減少、5cm の増加、8cm の減少。小型海草は 30～40%でほとんど変化無し。

L-2（70m）：地盤高はほとんど変化無し。小型海草は 9 月までの 25%から 11 月の 5%に減少。

L-4（130m）：地盤高は 20cm の減少、12cm の増加、7cm の減少。小型海草は 15～20%でほとんど変化無し。

図 2.1－8　小型海草の生育状況の変化の一例

② 底質調査結果

台風の影響を受けていない平成 18 年 3 月調査と、台風 3 号、4 号、5 号の 3 回の台風を経た平成 18 年 7 月調査、さらに台風 8 号、9 号、13 号の 3 回の台風を経た平成 18 年 9 月調査、9 月調査以降台風を経ていない 11 月調査における底質調査結果を図 2.1－9 に示す。

藻体期の 3 月には、クビレミドロ生育地点の、特に下層で pH 及び酸化還元電位が低く、クビレミドロ生育箇所の底質が撹乱されなかったことを表していると考えられるが、台風期を経て、その傾向がやや弱まっていた。

今後、クビレミドロ藻体期の生育状況の調査結果を踏まえて、藻体の生育状況と底質の撹乱等生育環境との関係を検討する予定である。

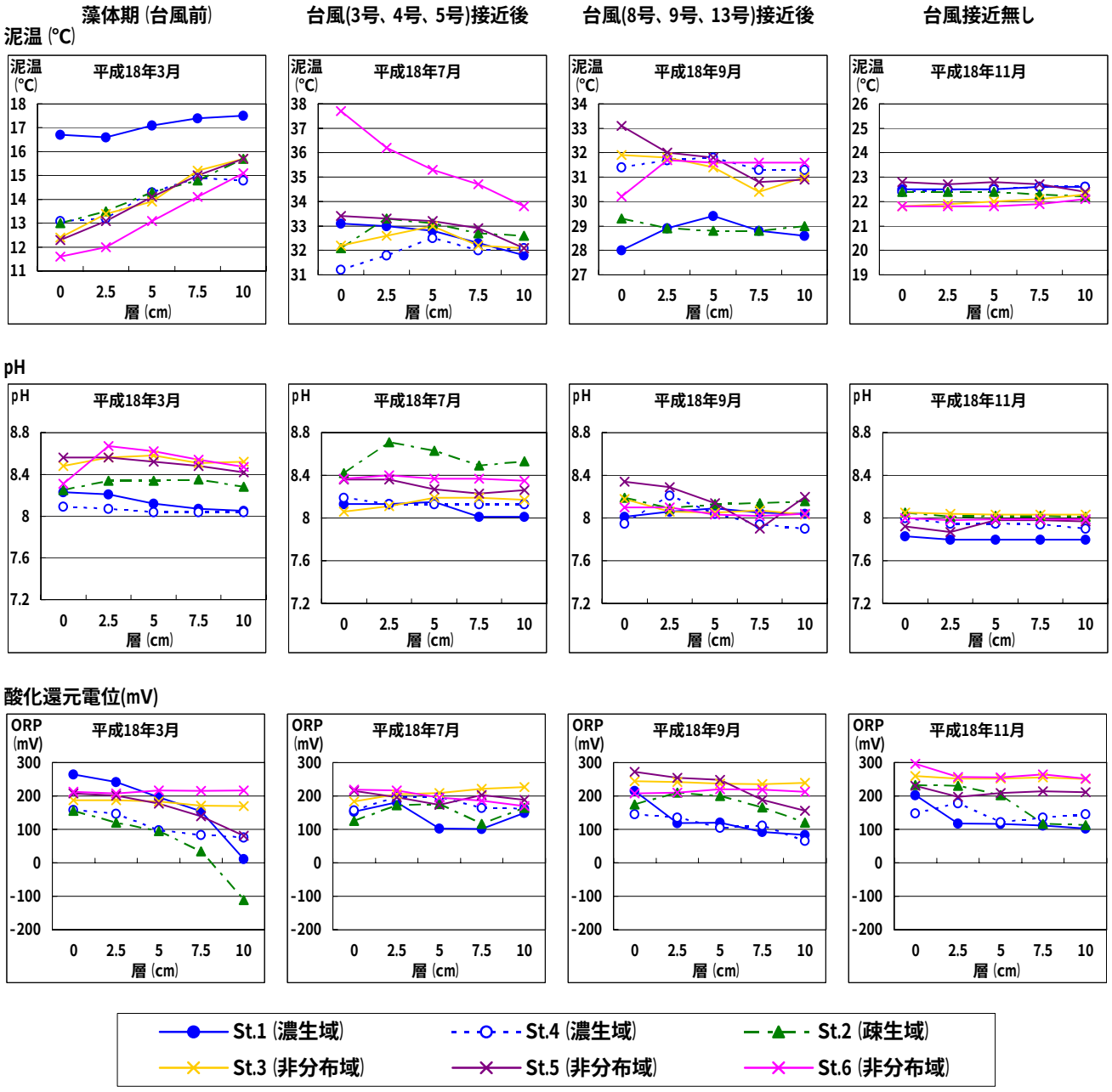


図 2.1－9　底質（泥温、pH、酸化還元電位）測定結果

2.2 現地実験（勝連地区）

(1) 現地実験の概要

これまでの移植実験では勝連地区で移植した藻体の再生産を確認し、移植による群落形成の可能性が実証された。一方、再生産は移植地点から数m離れた場所で確認されており、砂の移動に伴う卵の分散が想定された。そこで、砂の移動を抑制し、卵の分散を防止する効果を実証するため、干潟域に石積みによる囲いを設け、移植実験を行った。

平成 18 年度第 1 回専門部会以降、砂面の変動や砂漣の形成状況、小型海草の分布状況について調査を行っていることから、これらについて報告を行う。

1) 実験の内容

① 実験施設の概要

勝連地区の魚垣の中に、砂や卵の移動抑制を目指した石囲みの中の区域（実験区）と石囲みの外の小型海草の生育している区域(対照区)を設け(図 2.2－1(1)、図 2.2－1(2))、それぞれの区域に屋慶名地区からクビレミドロを移植して両者の生育状況を比較し、石囲みの効果などについて検討する。

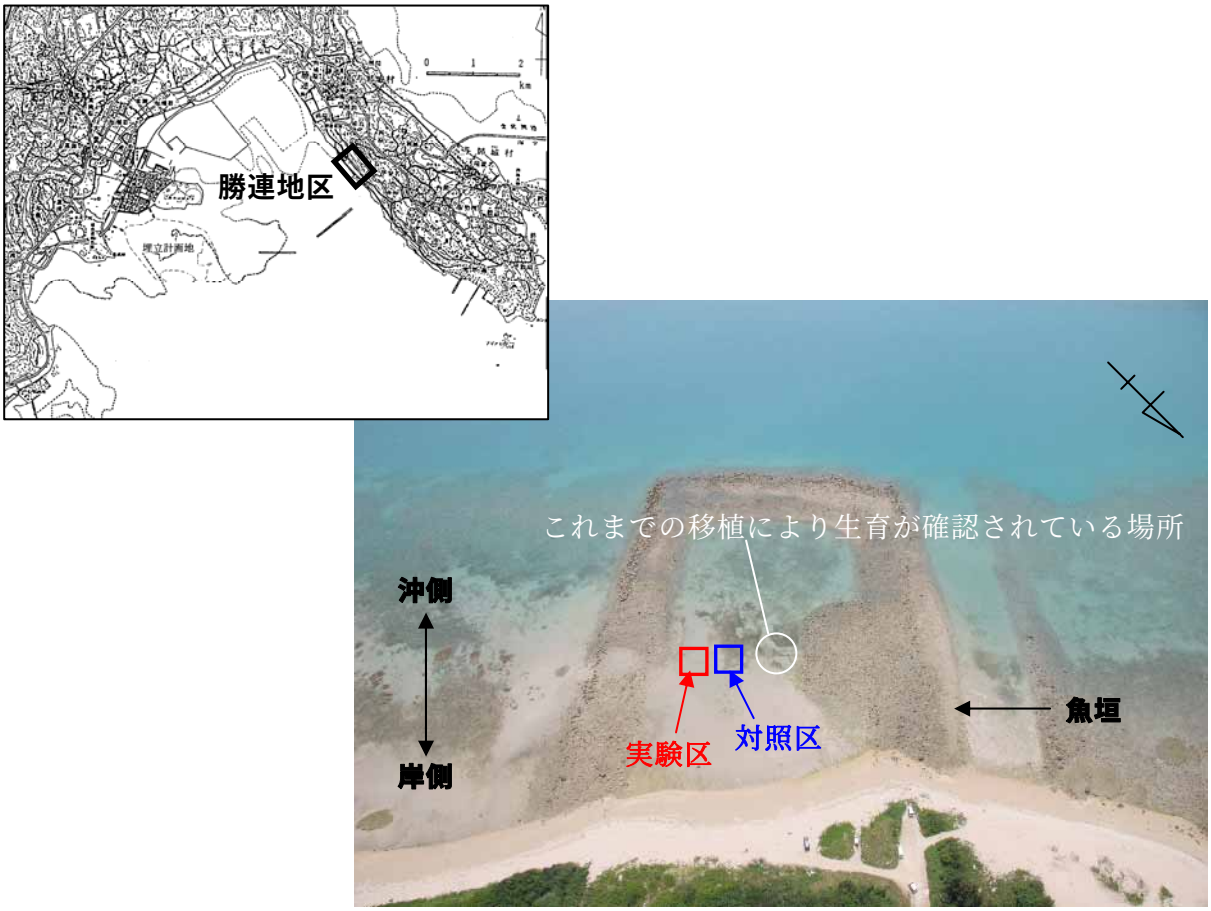


図 2.2－1(1)　勝連地区クビレミドロ現地実験の施設概要

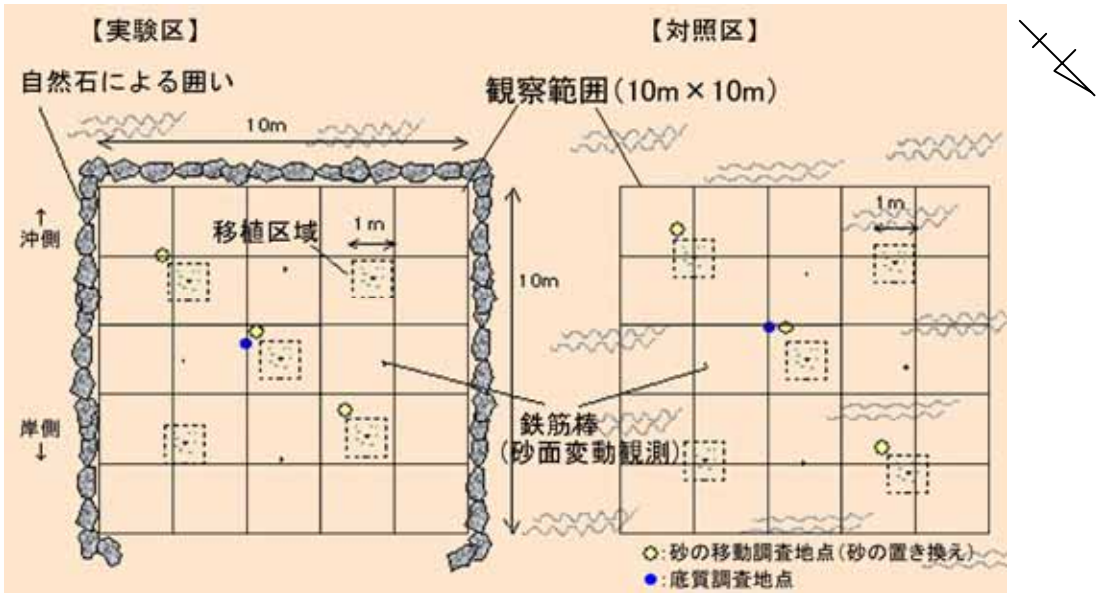


図 2.2−1(2)　勝連地区クビレミドロ現地実験の施設概要

② 追跡調査の概要

平成 18 年 1 月にクビレミドロの移植を実施して以降、藻体期には月 1 回クビレミドロの生育状況を追跡調査した。また、生育環境として砂面の変動、砂漣の形成状況、小型海草の生育状況、底質、砂の置き換えによる移動調査を実施した。

平成 18 年度第 1 回専門部会以降、藻体の生育状況調査を 6 月に、生育環境調査を 6 月、7 月、平成 19 年 1 月に実施した。調査の実施状況及び予定を表 2.2−1 に、調査の内容を表 2.2−2、図 2.2−2 に示す。7 月の調査日は 7 月 25 日であり、平成 18 年度第 1 回専門部会以降、台風が 3 回（平成 18 年台風 3 号、4 号、5 号）接近した後の調査である。平成 19 年 1 月の調査日は 1 月 25 日、26 日であり、7 月調査以来 8 月、9 月に台風を 3 回（8 号、9 号、13 号）経ている（1 月調査の結果は速報として提出）。

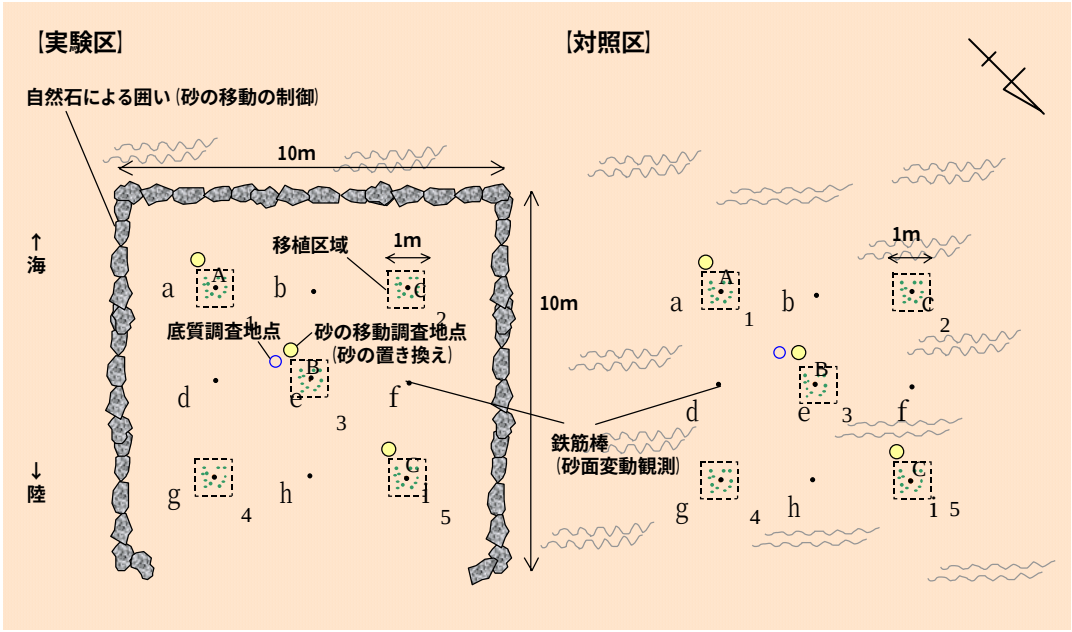
表 2.2−1　勝連地区におけるクビレミドロ移植追跡調査実施状況及び予定

地区	時期	18年												19年							
	項目	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	…
生活史		藻体期					卵期							藻体期					卵期		
勝連地区（実験区）	実験施設の設置（平成17年12月）																				
	移植																				
	卵を含む砂床移植（採取卵の播種）	●																			
	追跡調査							台風期変化量							台風以降変化量						
	クビレミドロ藻体	●	●	●	●	●	●							●	◇	◇					
	砂面変動	●	●	●	●	●	●	●						●	◇	◇					
	砂漣の形成状況	●	●	●	●	●	●	●						●	◇	◇					
	小型海草	●	●	●	●	●	●	●						●	◇	◇					
	底質(粒度組成)	●		●			●							●							
	地盤高													●							
	砂の移動（砂の置き換え）		●											●							

凡例）●調査実績　◇今後実施予定の調査

表 2.2－2　勝連地区クビレミドロ移植後追跡調査の調査内容

項目	地点数または範囲	調査方法
クビレミドロ	実験区と対照区の10m四方の範囲	藻体の出現範囲、単位面積あたりの群体数を計数した。（藻体期のみ）
砂面変動	実験区 9 地点(a～i) 対照区 9 地点(a～i)	囲いによる砂の移動抑制効果を把握するため、実験区、対照区それぞれに鉄筋棒を打設し、砂面変動量を観測した。
砂漣の形成状況	実験区と対照区の10m四方の範囲	クビレミドロが生育可能な砂の移動量としては、「砂漣が形成されないこと」が目安になる。実験区、対照区それぞれの砂面の状況を観察した。
砂の移動 （砂の置き換え）	実験区 3 地点(A～C) 対照区 3 地点(A～C)	調査地点の砂の一部を異なる色相の砂に置き換え、一定期間の経過の後に柱状採泥を行い残存の状況を観察した。
底質	実験区と対照区 各 1 地点	表層底質の粒度分析を実施した。また泥温、pH、酸化還元電位の鉛直分布を測定した。
小型海草の分布	実験区と対照区の10m四方の範囲	小型海草は砂の移動や卵の分散を抑制する効果があると考えられる。そこで、実験区と対照区の 10m四方の範囲を対象に、小型海草の生育範囲と被度を記録し、分布の消長や被度の変化を追跡した。



：クビレミドロ移植地点（1～5）　　：底質調査地点

：砂の移動調査地点(A～C)　　：砂面変動観測地点(a～i)

：波浪のイメージ

図 2.2－2　実験施設の模式図と調査地点

(2) 勝連地区現地実験結果

1) 実験区と対照区の環境の整理

① 環境の整理の考え方

実験区と対照区は石囲み以外の条件をなるべく同じくするようにしたが、底質や地盤高などについてクビレミドロが生育する条件を備え、かつ移植を実施する時点でクビレミドロが生育していない地点（移植の効果を確認するため）は範囲が限られており、やむを得ず実験区と対照区では小型海草の分布について条件が異なる設定となった。実験区ではクビレミドロの移植時にほとんど小型海草がなく、対照区には生育が見られた。

クビレミドロの生育条件として小型海草の存在は重要であるため、実験区と対照区の差異を単純に石囲みの有無に求めることはできない。そこで、実験区、対照区それぞれの区域の中で小型海草の被度や、石囲みの有無等の条件を整理した上でクビレミドロの生育状況との関連を検討する。

② 環境条件の整理

実験区、対照区の観察範囲が 10m×10m の範囲であるため、それぞれ 2m×2m×25 区画に区切り、各区画の環境の条件を整理した。

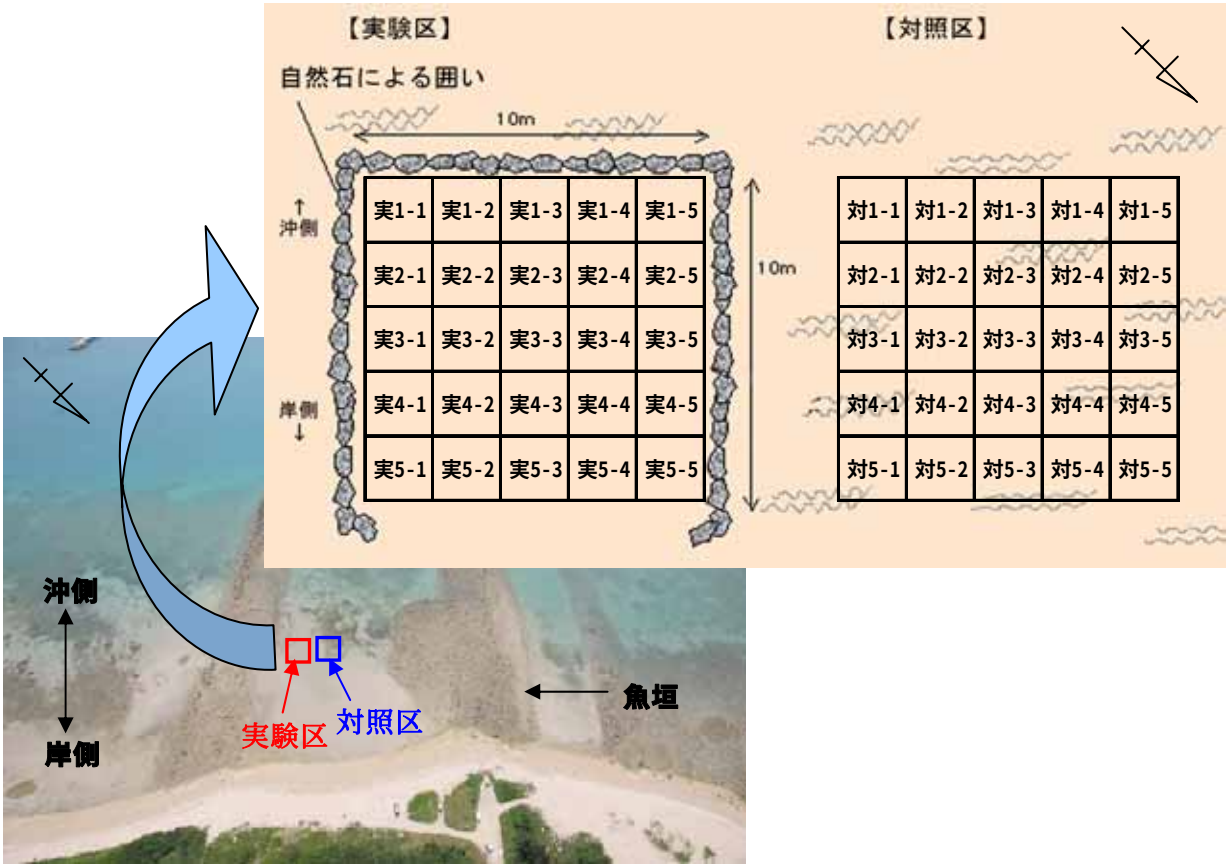


図 2.2−3　クビレミドロ現地実験の観察範囲の概要

クビレミドロの移植直後（平成 18 年 1 月)、藻体最盛期（平成 18 年 3 月)、台風後の卵期（平成 18 年 7 月）の時点における、各区画の環境条件を表 2.2－3(1)～(3)に示す。

地盤高は平成 18 年 1 月の段階で、実験区では C.D.L.+0.35～+0.54m、対照区では C.D.L.+0.34～+0.48m の範囲であった。平成 19 年 1 月には調査範囲の 4 隅の地盤高を測定しており、実験区では C.D.L.+0.33～+0.39m、対照区では C.D.L.+0.31～+0.50m の範囲であった。

砂漣は実験区のみで確認された。1 月、3 月には南東側（1 列、2 列目）や石囲みの開口部近く（4 行、5 行目）に広く砂漣が確認されたが、台風を経た 7 月には沖側西部に砂漣が広がっていた。

小型海草は実験区よりも対照区で被度が高く、実験区では 0～5%が主であるが対照区では 30～60%の被度が多かった)。対照区の小型海草の被度は南東側（1 列、2 列）でやや低く、北西側（4 列、5 列）で高かった。

注）表 2.2-3 における海草被度は、図 2.2-7 の被度 10%未満を 5%、10～50%を 30%、50%以上を 60%と仮定して、それぞれが区画内に占める面積より計算した。

【整理イメージ】

現在までにクビレミドロの移植後、台風を経た藻体期を迎えていないことから、各区画の環境条件とクビレミドロの生育状況についてとりまとめることができない。環境条件とクビレミドロの生育状況の整理のイメージを以下に示す。

表-XX　平成 19 年 3 月時点の各区画の環境条件とクビレミドロの群体数

石囲みの有無	小型海草被度	地盤高		
		X～Xm	X～Xm	X～Xm
実験区（石囲み有り）	10%未満	実 X-X：群体数● 実 X-X：群体数● 実 X-X：群体数● 実 X-X：群体数●	実 X-X：群体数● 実 X-X：群体数●	実 X-X：群体数● 実 X-X：群体数●
	10～50%	実 X-X：群体数●	実 X-X：群体数● 実 X-X：群体数●	－
	50%以上	実 X-X：群体数●	実 X-X：群体数●	－
対照区（石囲み無し）	10%未満	－	－	－
	10～50%	対 X-X：群体数● 対 X-X：群体数●	対 X-X：群体数● 対 X-X：群体数● 対 X-X：群体数● 対 X-X：群体数●	対 X-X：群体数● 対 X-X：群体数● 対 X-X：群体数●
	50%以上	対 X-X：群体数● 対 X-X：群体数● 対 X-X：群体数●	対 X-X：群体数● 対 X-X：群体数● 対 X-X：群体数● 対 X-X：群体数● 対 X-X：群体数●	対 X-X：群体数● 対 X-X：群体数● 対 X-X：群体数●

表 2.2−3(1)　クビレミドロ現地実験の環境条件（移植直後・平成 18 年 1 月）

実験区

＜凡例＞
区画名
(移植=クビレミドロ移植)
石囲み
地盤高
砂漣面積比
小型海草被度

沖側↑

↓岸側

石囲み

実 1-1 沖側 2 辺接触 — 100% 0%	実 1-2 沖側 1 辺接触 — 100% 2%	実 1-3 沖側 1 辺接触 — 62% 5%	実 1-4 沖側 1 辺接触 — 0% 5%	実 1-5 沖側 2 辺接触 — 54% 2%
実 2-1 南東側 1 辺接触 — 97% 5%	実 2-2(移植) 石囲み内部 C.D.L.+0.41m 79% 4%	実 2-3 石囲み内部 C.D.L.+0.46m 33% 5%	実 2-4(移植) 石囲み内部 C.D.L.+0.54m 0% 5%	実 2-5 北西側 1 辺接触 — 28% 4%
実 3-1 南東側 1 辺接触 — 100% 1%未満	実 3-2 石囲み内部 C.D.L.+0.41m 100% 5%	実 3-3(移植) 石囲み内部 C.D.L.+0.49m 55% 4%	実 3-4 石囲み内部 C.D.L.+0.51m 4% 5%	実 3-5 北西側 1 辺接触 — 0% 5%
実 4-1 南東側 1 辺接触 — 93% 1%未満	実 4-2(移植) 石囲み内部 C.D.L.+0.41m 78% 1%未満	実 4-3 石囲み内部 C.D.L.+0.35m 100% 1%未満	実 4-4(移植) 石囲み内部 C.D.L.+0.39m 44% 4%	実 4-5 北西側 1 辺接触 — 66% 2%
実 5-1 岸側 1 辺接触 — 100% 1%未満	実 5-2 石囲み開口部 — 100% 1%未満	実 5-3 石囲み開口部 — 100% 1%未満	実 5-4 石囲み開口部 — 100% 1%	実 5-5 岸側 1 辺接触 — 100% 1%未満

対照区

沖側↑

↓岸側

対 1-1(移植) なし C.D.L.+0.46m 0% 28%	対 1-2(移植) なし C.D.L.+0.46m 0% 43%	対 1-3 なし — 0% 59%	対 1-4 なし — 0% 38%	対 1-5 なし — 0% 43%
対 2-1(移植) なし C.D.L.+0.46m 0% 28%	対 2-2(移植) なし C.D.L.+0.46m 0% 29%	対 2-3 なし C.D.L.+0.46m 0% 59%	対 2-4(移植) なし C.D.L.+0.42m 0% 50%	対 2-5 なし — 0% 60%
対 3-1 なし — 0% 30%	対 3-2 なし C.D.L.+0.48m 0% 30%	対 3-3(移植) なし C.D.L.+0.48m 0% 30%	対 3-4 なし C.D.L.+0.38m 0% 54%	対 3-5 なし — 0% 60%
対 4-1 なし — 0% 25%	対 4-2(移植) なし C.D.L.+0.46m 0% 32%	対 4-3 なし C.D.L.+0.41m 0% 59%	対 4-4 なし — 0% 57%	対 4-5 なし — 0% 58%
対 5-1 なし — 0% 17%	対 5-2 なし — 0% 34%	対 5-3 なし — 0% 60%	対 5-4(移植) なし C.D.L.+0.34m 0% 53%	対 5-5 なし — 0% 56%

注）表 2.2-3 における海草被度は、図 2.2-7 の被度 10%未満を 5%、10～50%を 30%、50%以上を 60%と仮定して、それぞれが区画内で占める面積より計算した。

表 2.2－3(2)　クビレミドロ現地実験の環境条件（移植後藻体期・平成 18 年 3 月）

実験区

＜凡例＞
区画名
(移植=クビレミドロ移植)
石囲み
地盤高
砂漣面積比
小型海草被度

沖側↑

↓岸側

石囲み

実 1-1 沖側 2 辺接触 — 100% 0%	実 1-2 沖側 1 辺接触 — 100% 1%未満	実 1-3 沖側 1 辺接触 — 64% 4%	実 1-4 沖側 1 辺接触 — 2% 4%	実 1-5 沖側 2 辺接触 — 64% 3%
実 2-1 南東側 1 辺接触 — 100% 0%	実 2-2(移植) 石囲み内部 C.D.L.+0.41m 58% 3%	実 2-3 石囲み内部 C.D.L.+0.46m 18% 5%	実 2-4(移植) 石囲み内部 C.D.L.+0.57m 0% 5%	実 2-5 北西側 1 辺接触 — 43% 4%
実 3-1 南東側 1 辺接触 — 100% 1%未満	実 3-2 石囲み内部 C.D.L.+0.41m 100% 4%	実 3-3(移植) 石囲み内部 C.D.L.+0.50m 44% 3%	実 3-4 石囲み内部 C.D.L.+0.54m 10% 4%	実 3-5 北西側 1 辺接触 — 0% 5%
実 4-1 南東側 1 辺接触 — 100% 2%	実 4-2(移植) 石囲み内部 C.D.L.+0.41m 100% 2%	実 4-3 石囲み内部 C.D.L.+0.33m 100% 1%未満	実 4-4(移植) 石囲み内部 C.D.L.+0.37m 46% 4%	実 4-5 北西側 1 辺接触 — 100% 4%
実 5-1 岸側 1 辺接触 — 100% 0%	実 5-2 石囲み開口部 — 100% 0%	実 5-3 石囲み開口部 — 100% 1%未満	実 5-4 石囲み開口部 — 2% 1%	実 5-5 岸側 1 辺接触 — 100% 1%未満

対照区

沖側↑

↓岸側

対 1-1(移植) なし C.D.L.+0.47m 0% 29%	対 1-2(移植) なし C.D.L.+0.47m 0% 33%	対 1-3 なし — 0% 51%	対 1-4 なし — 0% 50%	対 1-5 なし — 0% 39%
対 2-1(移植) なし C.D.L.+0.47m 0% 29%	対 2-2(移植) なし C.D.L.+0.47m 0% 27%	対 2-3 なし C.D.L.+0.47m 0% 46%	対 2-4(移植) なし C.D.L.+0.42m 0% 49%	対 2-5 なし — 0% 58%
対 3-1 なし — 0% 30%	対 3-2 なし C.D.L.+0.48m 0% 30%	対 3-3(移植) なし C.D.L.+0.48m 0% 43%	対 3-4 なし C.D.L.+0.39m 0% 60%	対 3-5 なし — 0% 60%
対 4-1 なし — 0% 14%	対 4-2(移植) なし C.D.L.+0.45m 0% 29%	対 4-3 なし C.D.L.+0.41m 0% 58%	対 4-4 なし — 0% 57%	対 4-5 なし — 0% 58%
対 5-1 なし — 0% 13%	対 5-2 なし — 0% 32%	対 5-3 なし — 0% 57%	対 5-4(移植) なし C.D.L.+0.36m 0% 55%	対 5-5 なし — 0% 56%

注）表 2.2-3 における海草被度は、図 2.2-7 の被度 10%未満を 5%、10～50%を 30%、50%以上を 60%と仮定して、それぞれが区画内で占める面積より計算した。

表 2.2－3(3)　クビレミドロ現地実験の環境条件（台風後卵期・平成 18 年 7 月）

実験区

＜凡例＞
区画名
(移植=クビレミドロ移植)
石囲み
地盤高
砂漣面積比
小型海草被度

沖側↑

↓岸側

石囲み

実 1-1 沖側 2 辺接触 — 100% 0%	実 1-2 沖側 1 辺接触 — 100% 1%未満	実 1-3 沖側 1 辺接触 — 100% 0%	実 1-4 沖側 1 辺接触 — 100% 0%	実 1-5 沖側 2 辺接触 — 100% 1%未満
実 2-1 南東側 1 辺接触 — 99% 1%未満	実 2-2(移植) 石囲み内部 C.D.L.+0.42m 72% 6%	実 2-3 石囲み内部 C.D.L.+0.34m 100% 0%	実 2-4(移植) 石囲み内部 C.D.L.+0.39m 97% 1%未満	実 2-5 北西側 1 辺接触 — 75% 1%
実 3-1 南東側 1 辺接触 — 73% 1%	実 3-2 石囲み内部 C.D.L.+0.43m 54% 3%	実 3-3(移植) 石囲み内部 C.D.L.+0.37m 99% 1%未満	実 3-4 石囲み内部 C.D.L.+0.39m 100% 0%	実 3-5 北西側 1 辺接触 — 72% 2%
実 4-1 南東側 1 辺接触 — 100% 1%未満	実 4-2(移植) 石囲み内部 C.D.L.+0.41m 32% 5%	実 4-3 石囲み内部 C.D.L.+0.38m 48% 3%	実 4-4(移植) 石囲み内部 C.D.L.+0.38m 64% 2%	実 4-5 北西側 1 辺接触 — 50% 3%
実 5-1 岸側 1 辺接触 — 93% 1%未満	実 5-2 石囲み開口部 — 30% 3%	実 5-3 石囲み開口部 — 0% 5%	実 5-4 石囲み開口部 — 78% 1%未満	実 5-5 岸側 1 辺接触 — 74% 1%未満

対照区

沖側↑

↓岸側

対 1-1(移植) なし C.D.L.+0.49m 0% 50%	対 1-2(移植) なし C.D.L.+0.49m 0% 48%	対 1-3 なし — 0% 56%	対 1-4 なし — 0% 53%	対 1-5 なし — 0% 48%
対 2-1(移植) なし C.D.L.+0.49m 0% 31%	対 2-2(移植) なし C.D.L.+0.49m 0% 35%	対 2-3 なし C.D.L.+0.46m 0% 54%	対 2-4(移植) なし C.D.L.+0.42m 0% 59%	対 2-5 なし — 0% 58%
対 3-1 なし — 0% 30%	対 3-2 なし C.D.L.+0.49m 0% 30%	対 3-3(移植) なし C.D.L.+0.48m 0% 51%	対 3-4 なし C.D.L.+0.40m 0% 60%	対 3-5 なし — 0% 59%
対 4-1 なし — 0% 21%	対 4-2(移植) なし C.D.L.+0.47m 0% 42%	対 4-3 なし C.D.L.+0.46m 0% 60%	対 4-4 なし — 0% 59%	対 4-5 なし — 0% 59%
対 5-1 なし — 0% 24%	対 5-2 なし — 0% 46%	対 5-3 なし — 0% 60%	対 5-4(移植) なし C.D.L.+0.35m 0% 59%	対 5-5 なし — 0% 60%

注)表 2.2-3 における海草被度は、図 2.2-7 の被度 10%未満を 5%、10～50%を 30%、50%以上を 60%と仮定して、それぞれが区画内で占める面積より計算した。

③ 台風の通過後の様子

台風3号通過後の7月11日に実験施設の観察を行った。実験施設の状況を以下に示す。
実験区の沖側が洗掘されている様子が確認された。

実験施設遠景

実験区全景

対照区全景

沖側↑　↓岸側

実験区内の沖側が洗掘されている様子

実験区南沖側の石囲み
内側がやや洗掘されている

実験区西沖側の石囲み。
外側が洗掘されている。

対照区は目立った変化なし
(くぼみは生物によるもの)

2）追跡調査結果

平成 18 年度第 1 回専門部会以降、藻体の生育状況調査を平成 18 年 6 月に、生育環境調査として砂面変動調査、砂漣の形成状況調査、小型海草の分布調査を平成 18 年 6 月、7 月、平成 19 年 1 月に、底質調査を 6 月に実施した。

クビレミドロの藻体は、藻体期の終了に伴い 6 月調査では確認されなかったことから、以下に生育環境調査の結果を示す。

① 砂面変動等調査

鉄筋棒を実験区、対照区ともに 9 箇所ずつ設置し（図 2.2－4)、砂面レベルの変動を観測した。砂面レベルの前月からの変動の値を表 2.2－4 に示す。なお、6 月調査と 7 月調査の間には台風 3 号、4 号、5 号の 3 回の台風が接近していた。

平成 18 年 1 月～6 月までは、実験区、対照区ともに月に-5.0～+5.0cm の変化がみられていた。台風を経た 7 月調査では、実験区の中央部から沖西側にかけての実-b、実-c、実-e、実-f の地点において-11.0cm～-17.5cm と地盤高の減少がみられた。7 月調査での対照区では、1 地点で+6.5cm の増加がみられたが、実験区ほどの大きな変動はなく、対照区の砂面が比較的安定していることが確認された。

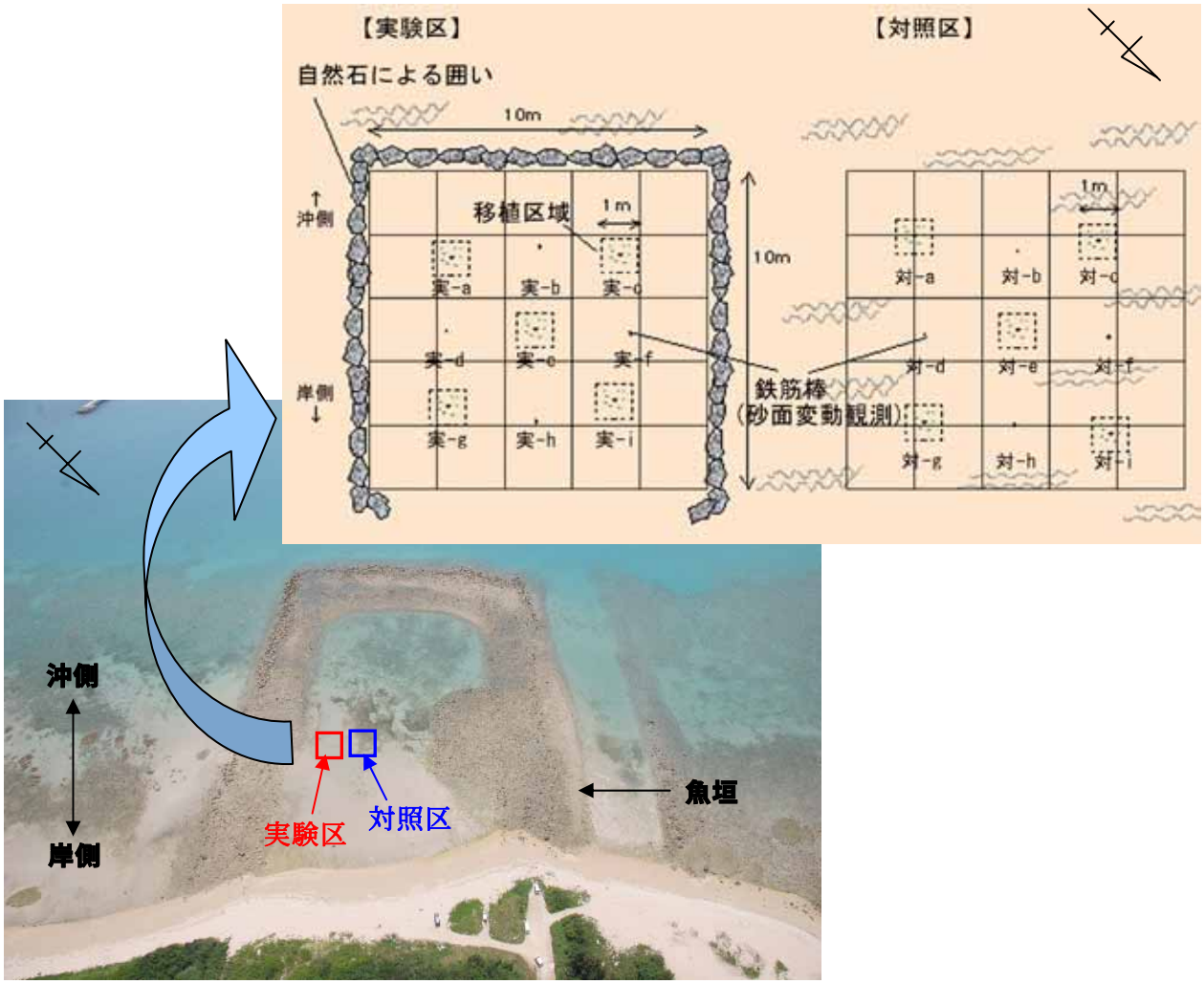


図 2.2－4　鉄筋棒による砂面変動観測地点

表 2.2－4　砂面の変動の状況

	実験区の砂面の変動(cm)								
	H18 年							H19 年	1 年間
	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	1 月	の変化
実-a	0	+0.5	0	-1.0	0	-0.5	+2.5	-1.0	+0.5
実-b	0	-0.5	+0.5	-0.5	+0.5	-1.0	-11.0	-3.0	-15.0
実-c	0	+2.0	+1.0	-1.0	+1.0	-0.5	-17.5	-2.0	-17.0
実-d	0	0	0	-0.5	+0.5	-1.0	+3.0	-1.5	+0.5
実-e	0	+1.0	+0.5	-0.5	0	0	-13.0	-1.0	-13.0
実-f	0	+2.5	0	+0.5	0	-2.5	-12.5	-5.0	-17.0
実-g	0	+0.5	-0.5	0	0	-1.0	+1.0	-1.5	-1.5
実-h	0	-1.0	-1.5	0	0	-0.5	+6.0	+2.5	+5.5
実-i	0	-0.5	-1.0	-0.5	+1.0	0	-2.0	+0.5	-2.5

	対照区の砂面の変動 (cm)								
	H18 年							H19 年	1 年間
	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	1 月	の変化
対-a	0	0	0	0	+0.5	-0.5	+3.0	+4.5	+7.5
対-b	0	+3.0	-1.5	0	0	+0.5	-2.0	+3.0	+3.0
対-c	0	+1.5	-1.5	-0.5	+0.5	-1.0	+1.0	+1.0	+1.0
対-d	0	-0.5	+1.0	+1.0	+0.5	-1.0	+0.5	+1.5	+3.0
対-e	0	+1.0	-0.5	-0.5	0	-0.5	+0.5	+3.0	+3.0
対-f	0	+3.0	-1.5	+0.5	0	-0.5	+0.5	+4.5	+6.5
対-g	0	-0.5	-0.5	-0.5	+0.5	-0.5	+3.0	+2.5	+4.0
対-h	0	+1.0	-1.0	-0.5	+0.5	-1.0	+6.5	+1.5	+7.0
対-i	0	+1.0	+1.0	-1.5	+1.5	-2.0	+1.5	+7.5	+9.0

台風

前回調査からの変化（cm）
+15.5～
+10.5～+15.0
+5.5～+10.0
+0.5～+5.0
±0
-0.5～-5.0
-5.5～-10.0
-10.5～-15.0
-15.5～

注）平成 18 年 1 月に鉄筋棒を設置して基準とした。

表中の値は、前回調査からの変化の値を示す。

（1 年間の変化は平成 18 年 1 月～平成 19 年 1 月の変化を示す。）

② 砂漣の形成状況

実験区、対照区の 10m×10mの区域（図 2.2－5）を対象に、砂漣の形成状況を調査した。砂漣の形成状況を図 2.2－6 に示す。

平成 18 年 1～7 月の調査で、砂漣は実験区のみで確認され、対照区では形成されていなかった。実験区では、4 月～6 月に、小型海草の分布域拡大に伴い（③参照）砂漣の面積が狭まっていたが、台風を経た 7 月調査時には砂漣の面積が拡大していた。砂漣は主に地盤高の減少がみられた沖西側を中心に分布していた。平成 19 年 1 月には対照区でも砂漣が確認された。

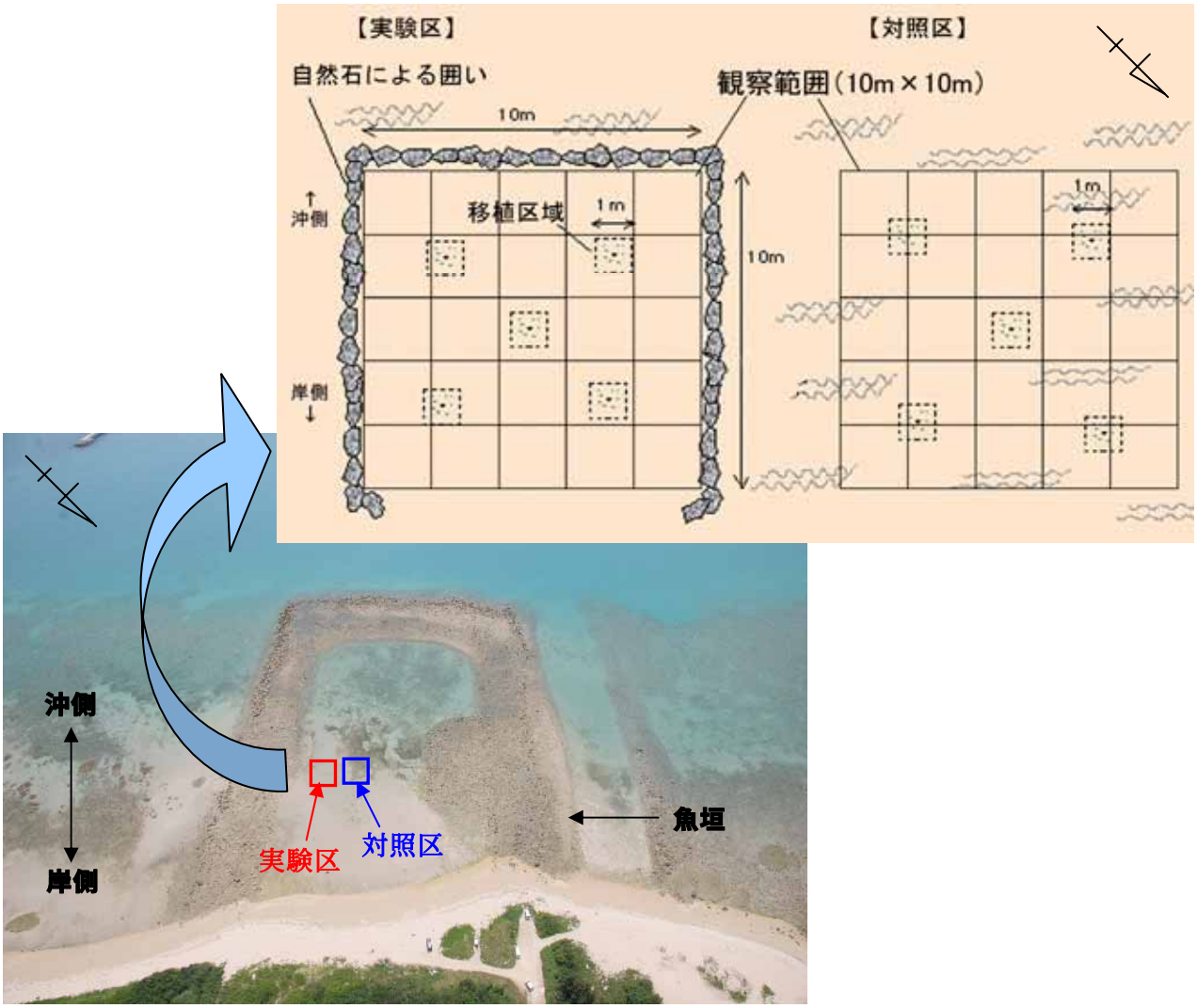
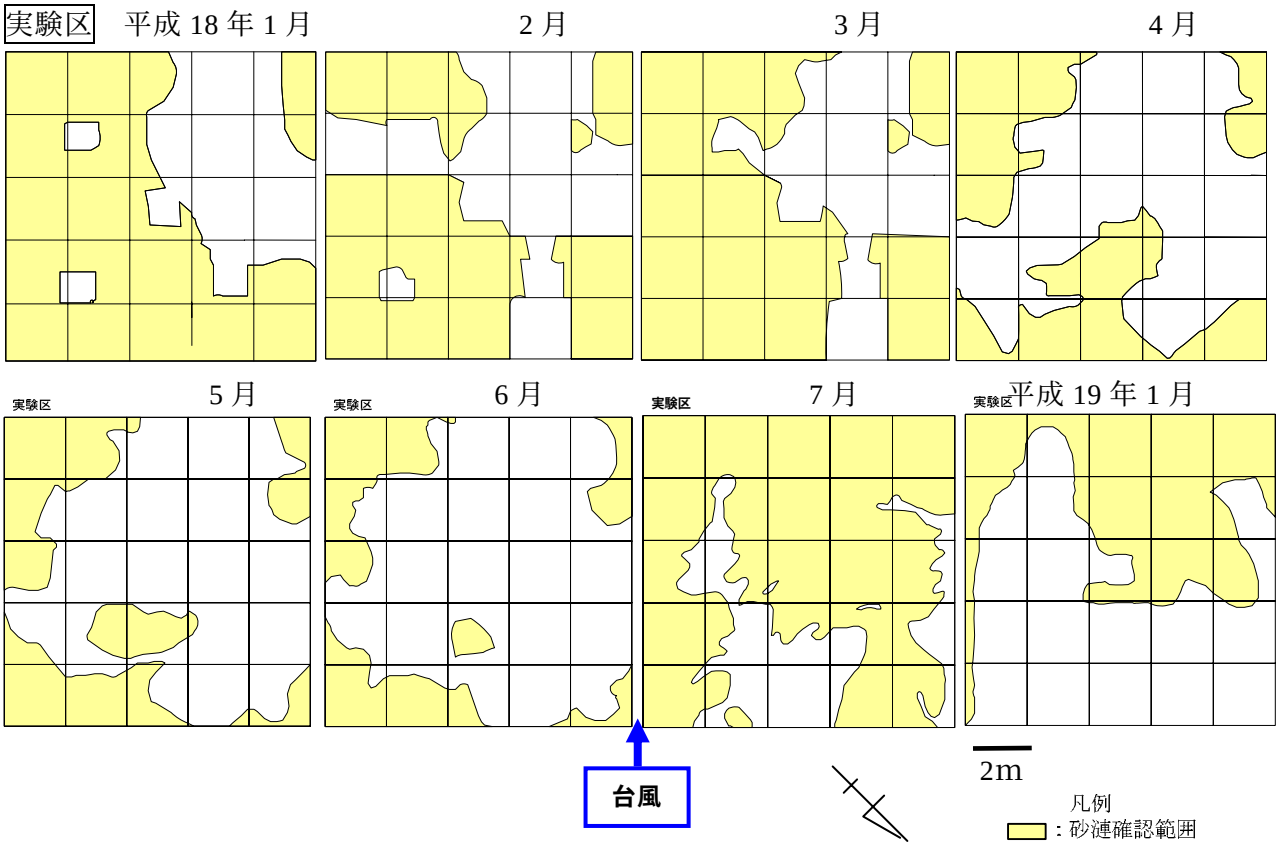


図 2.2－5　砂漣、小型海草、クビレミドロの観察範囲



対照区

平成 18 年 1 月～7 月には砂漣は形成されていなかった。

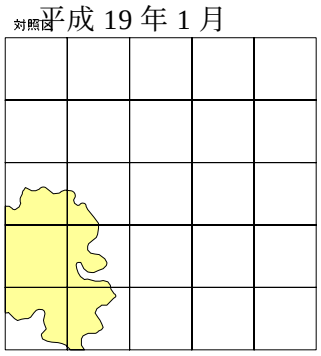


図 2.2－6　砂漣の形成状況

③ 小型海草の分布

実験区、対照区の 10m×10mの区域（図 2.2－5）を対象に、小型海草の被度を調査した。小型海草の分布状況を図 2.2－7 に示す。

実験区では平成 18 年 1 月～4 月まで小型海草の被度は 10%未満かまたは小型海草の分布が無い状況であったが、その後小型海草が繁茂し、5 月、6 月には小型海草の分布がない面積が減少して 10%未満の被度のある面積が増加するとともに、クビレミドロの移植を行った地点を中心に、海草被度 10～50％の地点がみられた。台風を経た 7 月調査時には小型海草の被度は再び減少し、沖西側や、南東側の石囲みの内側を中心に小型海草の分布がみられない箇所が増加した。

対照区では平成 18 年 1 月～7 月にかけて小型海草の被度が増加しており、7 月の台風でも小型海草の被度が減少することはなかった。7 月には 50%以上の被度の箇所が多くを占めていた。

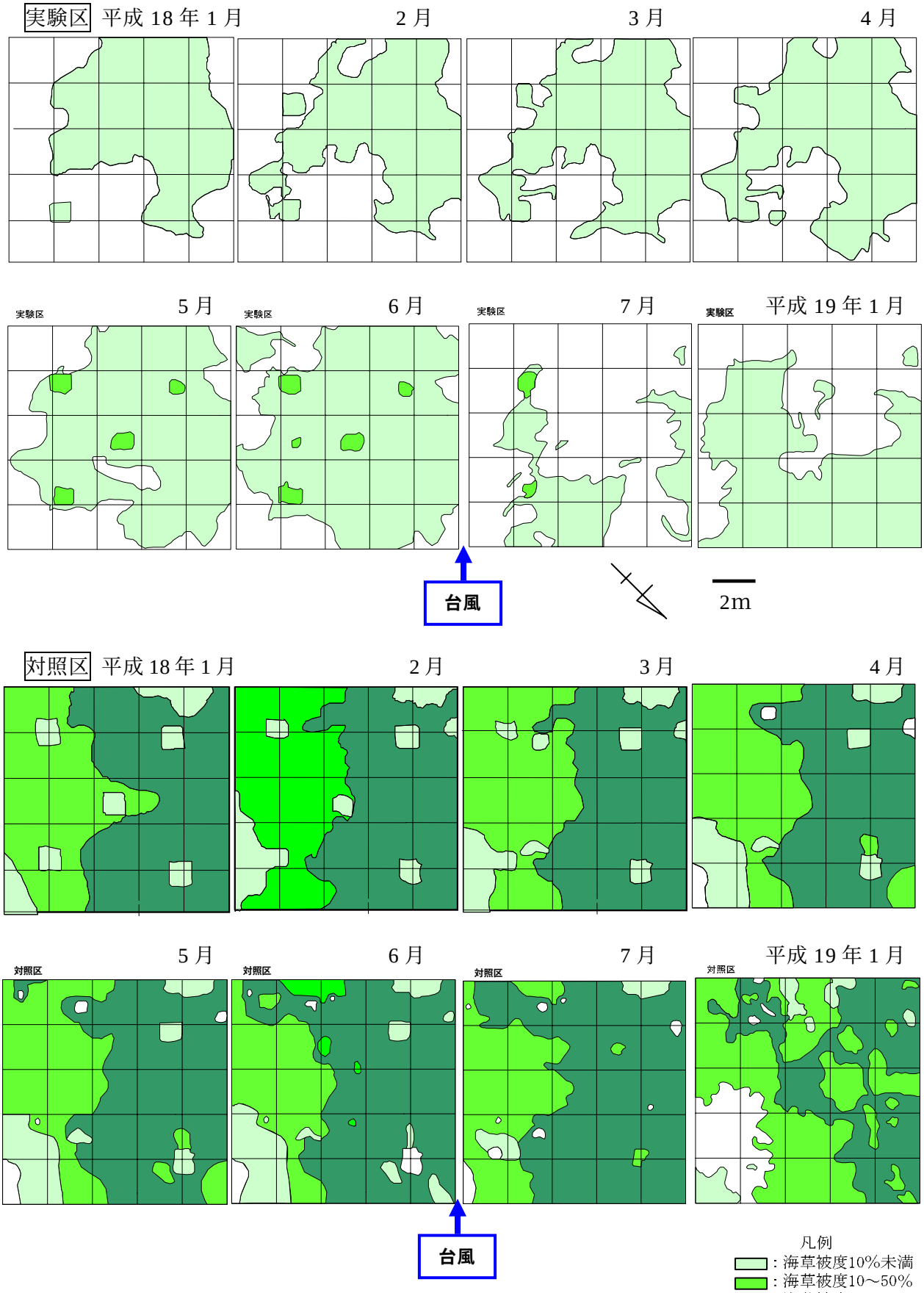


図 2.2－7　小型海草の生育状況

④ 底質調査

実験区、対照区の各 1 地点（図 2.2－8）において底質調査を行った。粒度組成の結果を図 2.2－9 に、泥温、pH、酸化還元電位の結果を図 2.2－10 に示す。

粒度組成は実験区、対照区とも細砂分（0.075～0.25mm）が多く、シルト、粘土分もみられた。対照区の 6 月調査時にやや中砂が増え、シルト、粘土分が減少していたが、その他には大きな変化はみられなかった。

泥温、pH、酸化還元電位は実験区と対照区で大きな違いは見られなかった。

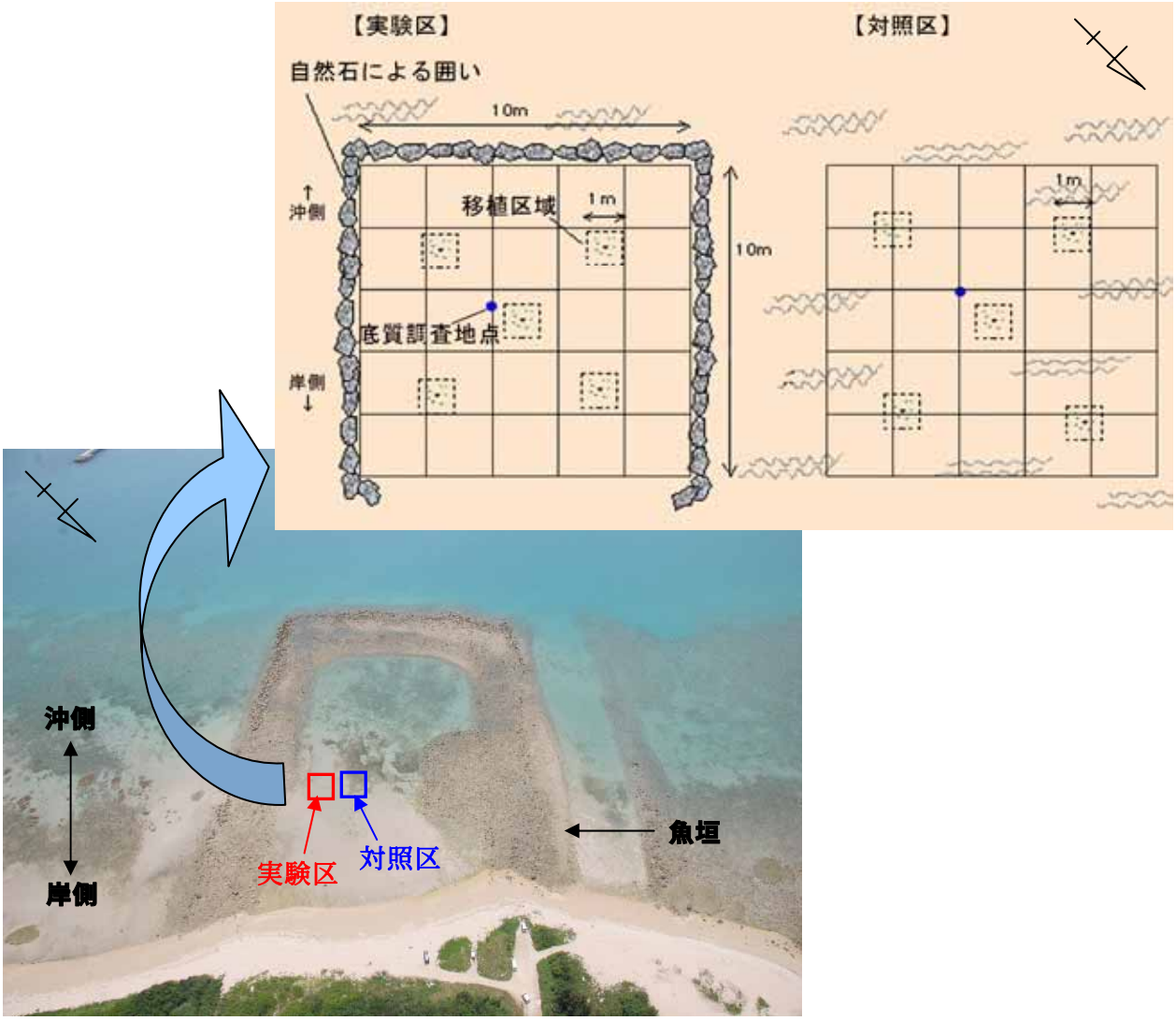


図 2.2－8　底質調査地点

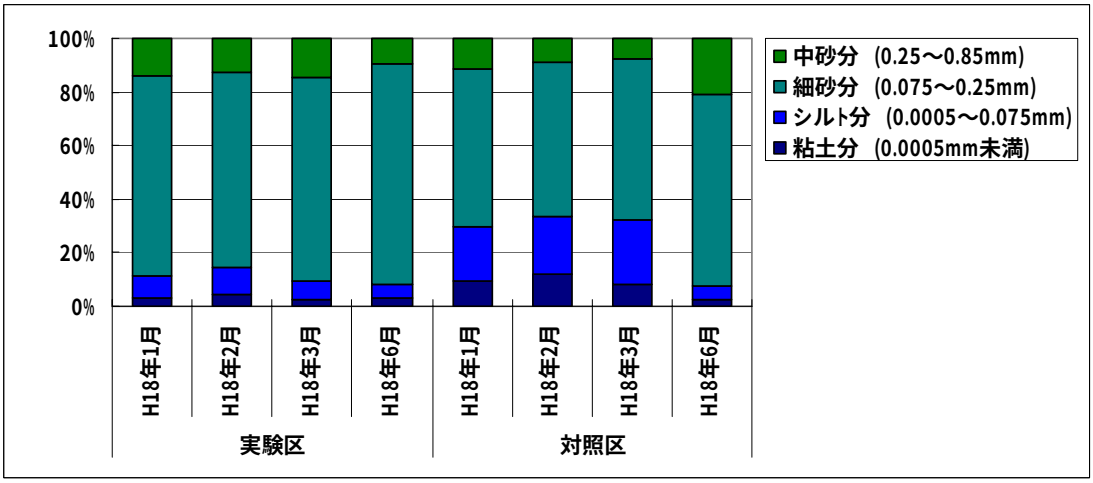


図 2.2－9　底質（粒度組成）調査結果

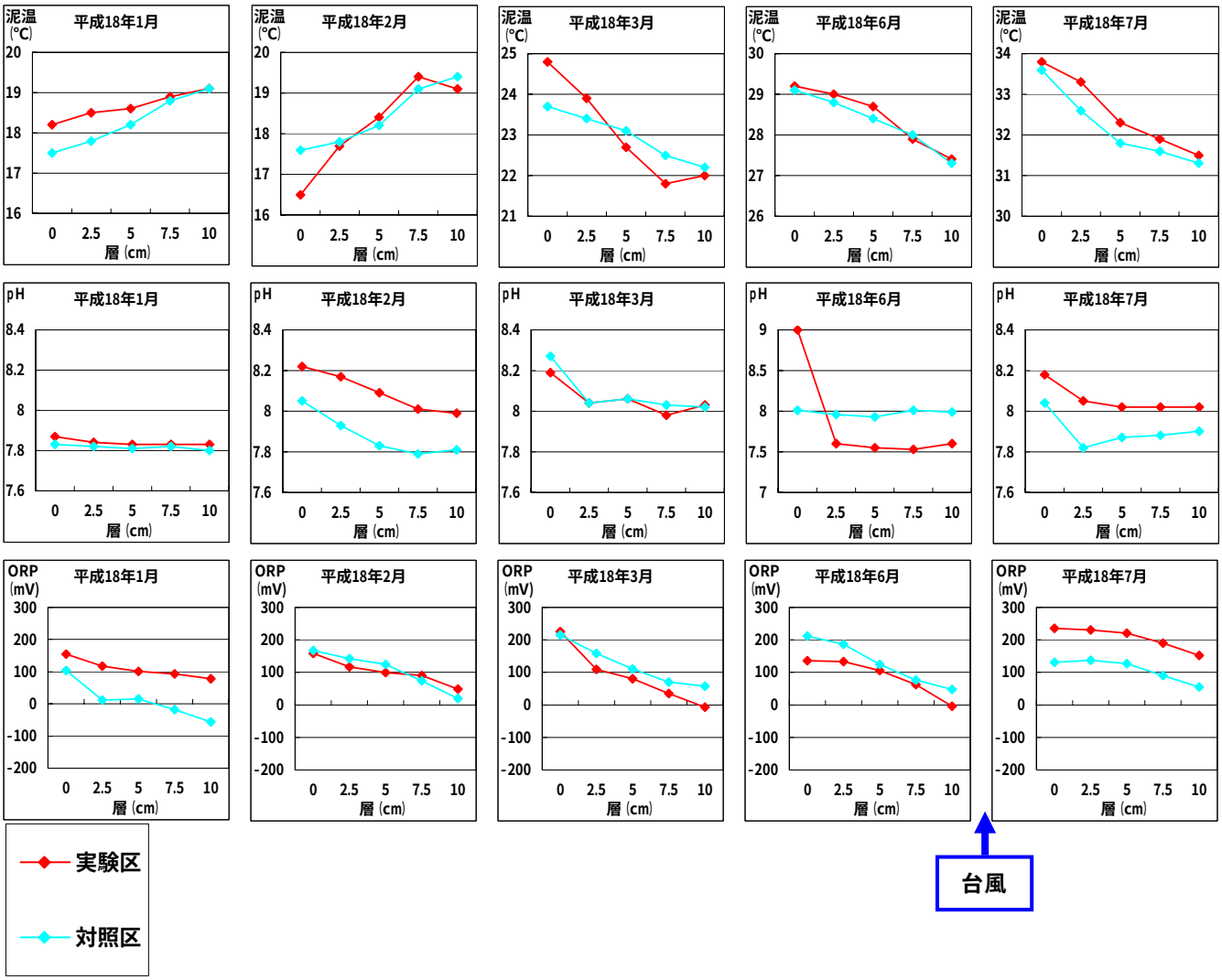


図 2.2－10　底質（泥温、pH、酸化還元電位）調査結果

2.3 クビレミドロ生育面積と風、波、流れとの関係

クビレミドロの生育面積と風、波との、相関分析を行った（詳細は参考資料 4 を参照）。

その結果、強風出現回数（風速 10m/s 以上）と生育面積には高い相関関係が見られた（図 2.3－1）。また 10m/s の強風の 92%は、台風に起因して発生していることが確認された（図 2.3－2）。

したがって、クビレミドロ生育面積は、沖波よりも、むしろ風との相関が高く、強風によって発生した湾内波が擾乱を引き起こし、クビレミドロの生育に影響を与えている可能性が示唆された。

以上から、クビレミドロ人工干潟の造成を検討するにあたっては、台風等に起因する撹乱に着目し、今後設計段階で検討する必要がある。

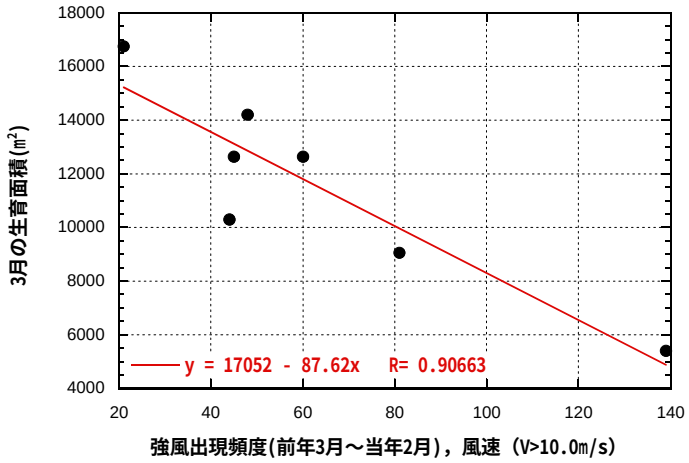


図 2.3－1　前年 1 年間の強風出現頻度と 3 月のクビレミドロ生育面積との関係

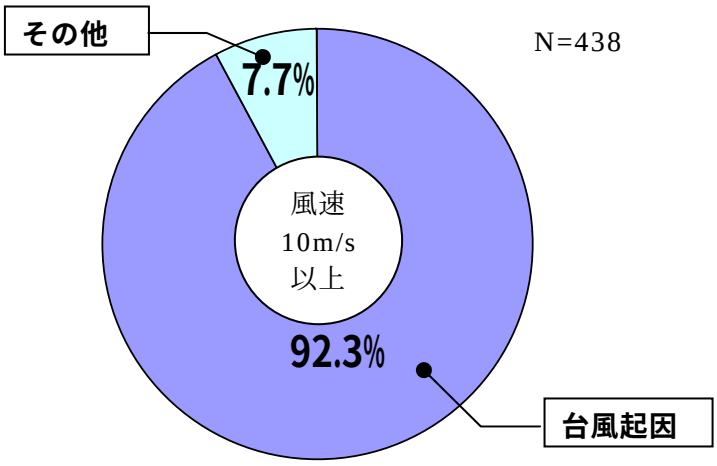


図 2.3－2　10m/s 以上の風速出現の要因（1999～2005 年、出現回数＝438 回）

2.4 クビレミドロ生育域の外力条件

クビレミドロ人工干潟の適地を選定するにあたり、現状のクビレミドロ生育地の外力条件と同等にすることが望ましいとの基本的考え方から、現状の生育地（泡瀬地区）におけるシールズ数※の平面分布を解析した。「第１回　人工島環境整備専門部会」で提示したシールズ数の評価結果より、生育条件を整理した。

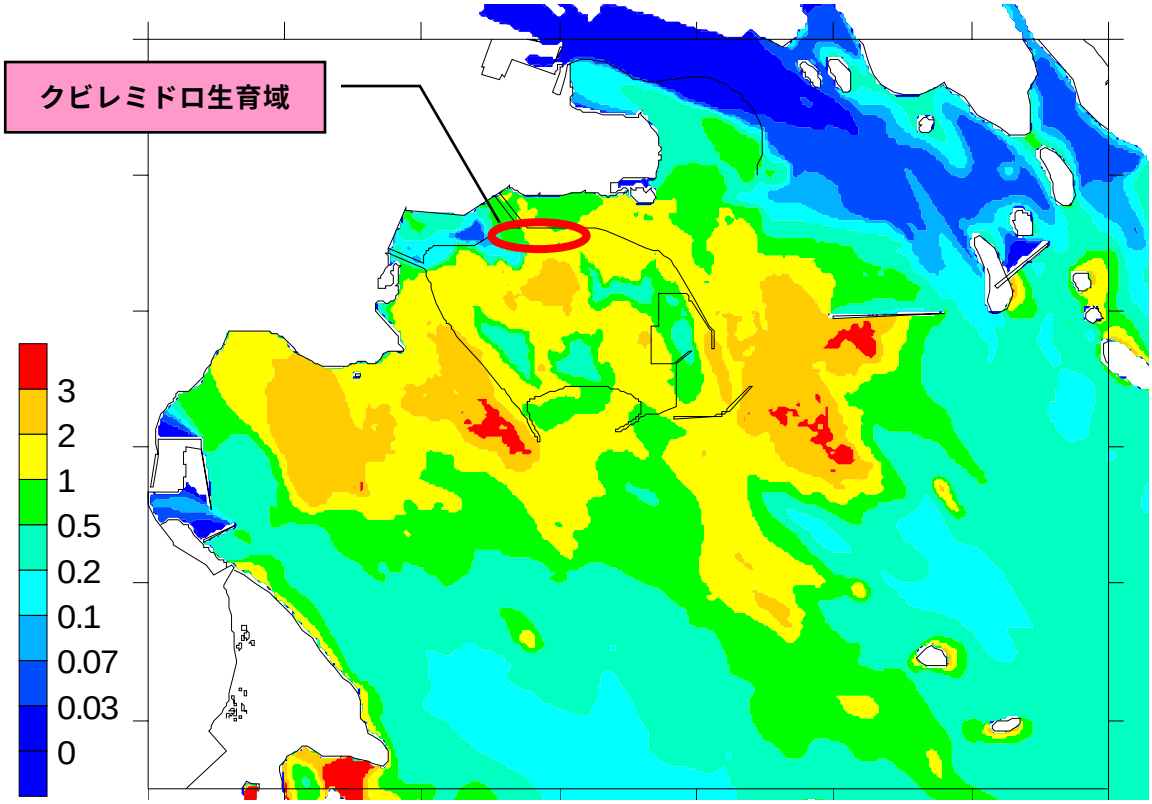


図 2.4－1　現況地形に対するシールズ数の分布(H=5.2m,T=9.8s,θ:SE,潮位:H.W.L.)

Effective Wave Height、エネルギー平均波及び平均波の３種類の波浪条件に対するクビレミドロ生育地のシールズ数を調べた結果は以下のとおりであり、高波浪時（Effective Wave Height）には地形変化が生じる程度の外力が作用しており、通常時においても有意な地形変化は生じないまでも底質移動が生じている条件であることが推測された。

クビレミドロ生息地のシールズ数

Effective Wave Height　(5.2m、9.8s、SE、H.W.L.)	：ψ=0.5~2.0	⇒シートフロー
エネルギー平均波　(1.6m、7.4s、ESE、M.W.L.)	：ψ=0.1~0.5	⇒掃流、浮遊
平均波　(1.2m、7.4s、ESE、M.W.L.)	：ψ=0.1~0.2	⇒掃流

※波作用下での底質の移動限界を支配するパラメータで、波浪の海底に作用するせん断力と砂粒の静的なせん断抵抗の比で表される無次元数。

2.5 ビレミドロ生育条件のまとめ

クビレミドロに関する既往知見、生育条件調査及び現地実験から、クビレミドロの生育条件をまとめて表 2.5－1 に示す。

表 2.5－1　クビレミドロ生育条件のまとめ

項　目		クビレミドロの生育条件調査			生育条件のまとめ
		既往知見	生育条件調査(泡瀬地区)	現地実験(勝連地区)	
水質	濁り	干潮時は巻き上げにより濁度 5 程度まで上昇するが、干出により必要な光量は確保される。	出水時等はSSが一時的に10mg/L前後まで上昇する場合もあるが、平常時は 2mg/L 前後と低い。(参考資料 3)	－	干潮時に干出する浅い水深を創出することで必要な光量が確保できると考えられる。
	栄養塩	生育地周辺では全窒素 0.2mg/L 以下、全リン 0.02mg/L 以下	生育地周辺は全窒素 0.2mg/L 前後、全リン 0.02mg/L 前後である。(環境監視結果)	－	泡瀬地区の栄養塩の分布は生育に必要なレベルが確保されていると考えられる。
	塩分	晴天時 33～34ppt、降雨時 25～26ppt	－	－	低塩分の耐性について明らかでなく、生育地へ直接淡水を流入させることは避けた方がよい。
地盤高		泡瀬地区　：C.D.L.+0.5～1.0m C.D.L.+0.77～0.81m(+0.79m で高密度) 屋慶名地区： C.D.L.+0.64～0.81m(+0.72 で高密度) 太田地区　：C.D.L.+0.81～0.94m タイドプールの形成箇所 (+0.84 で高密度)	おおむね C.D.L.+0.1～+0.5m の範囲。濃生域は C.D.L.+0.4～+0.5m を中心とする。 (小型海草藻場は主に C.D.L.±0.0～+0.8m の範囲に分布) 既往知見より地盤高が低く、当該地域の小型海草類の主要な藻場の地盤高が低いためと考えられる。(p46)	実験区では C.D.L.+0.33～0.39m の範囲、 対照区では C.D.L.+0.31～0.50m の範囲で実験を行った。地盤高とクビレミドロの生育状況の関係については藻体最盛期の調査を踏まえて検討する。(p54)	既往知見、現地調査を踏まえると C.D.L.+0.1～1.0m と生育範囲は幅広い。 ただし地点によって生育する地盤高の範囲が異なっており、小型海草類の藻場の分布に規定されている可能性がある。
底質	粒度組成	主な底質（中央粒径） 泡瀬地区　：砂泥（0.2mm） 屋慶名地区：礫混じり砂泥(0.4～0.7mm) 太田地区　：砂泥（0.4～0.7mm）	細砂(0.075～0.25　mm)及び中砂(0.25～0.85mm)が主体。(第１回専門部会資料－２)	細砂（0.075～0.25mm）が主体。(p66)	細砂から中砂分が主体で、礫や泥分が混じるなど生育範囲が幅広い。 シルト、粘土分は底質の撹乱が少ないために堆積すると考えられる。
	鉱物組成	－	クビレミドロの生育する箇所では石英の占める割合がやや多い。(第１回専門部会資料－2)	藻体最盛期の３月に測定予定	（未）
小型海草		小型海草と同所的に生育する。 泡瀬地区　：マツバウミジグサ 屋慶名地区：コアマモ、イソスギナ 太田地区　：コアマモ	小型海草（主にマツバウミジグサ、ウミジグサ）が被度 5%未満～50%で分布している場所にクビレミドロ濃生域が多い。 平成 18 年度には台風による被度の減少はみられなかった。(p46～48)	周辺に小型海草が多く生育している対照区にクビレミドロが多い。 平成 18 年度の台風では 10%未満の被度の実験区で海草の消失があり、10%以上の被度がほとんどである対照区では海草は減少していなかった。 （第１回専門部会資料－2）	クビレミドロは小型海草と同所的に生育しており、小型海草の存在がクビレミドロの生育に貢献していると考えられる。 （砂の移動や卵の流出を抑える効果が考えられる。）
撹乱	地盤高の変化	道路や小島で囲まれた閉鎖的な水域で、波浪による撹乱が比較的小さい静穏な水域に生育する。	台風により局所的に最大 20cm 程度の地盤高の変化がみられた。(p47)	台風により最大 15cm 程度の地盤高の変化がみられた。(p60)	今後、クビレミドロ藻体期の生育状況を踏まえて検討を行う。
	酸化還元電位	－	特に下層で低い値がみられた。(p49)	特に下層で低い値がみられた。(p66)	静穏で海草が生育する場所は底質の撹乱がないために低い値がみられると考えられる。
	砂の移動	干潟の表面に砂漣が形成される程度に砂が移動する場所ではクビレミドロが生残できない。 卵期のクビレミドロは砂とともにある程度移動する可能性があり、小型海草により移動が抑制される。	－	砂漣のない対照区で砂漣の生じた実験区より多くのクビレミドロが確認された。 表層 1cm の撹乱（置換砂が表面で 50-80%残存）のあった対照区で、4cm の撹乱（置換砂が表面で 20-30%残存）のあった実験区より多くのクビレミドロが確認された。(第１回専門部会資料－2)	表層の砂の移動がクビレミドロの生育を阻害することが明らかになった。 クビレミドロの生育条件として、砂漣ができないこと、表層数センチの砂の移動が抑制されていることが重要である。
	風、波の影響	－	10m/s 以上の強風の出現頻度とクビレミドロの生育面積の逆相関が高かった(15m/s 以上の場合は相関が低い)。台風に起因する強風によって発達する湾内発生波がクビレミドロの生育に影響している可能性がある。 （p67、参考資料 4-1～4-24）	－	湾内発生波による砂の撹乱がクビレミドロの生育に影響していると考えられる。
外力条件 （シールズ数）		－	現況の生息域におけるシールズ数 ψ=0.5～2.0：Effective Wave Height (5.2m, 9.8s, SE, H.W.L) ψ=0.1～0.5：エネルギー平均波 (1.6m, 7.4s, ESE, M.W.L) ψ=0.1～0.2：平均波 (1.2m, 7.4s, ESE, M.W.L) (p68)	－	Effective Wave Height（高波浪）作用時にはシートフロー状態，エネルギー平均波及び平均波の作用時においても掃流，浮遊状態で底質移動が生じる条件

2.6 クビレミドロ生育干潟の設計条件の提案と今後の課題

(1) クビレミドロ生育干潟の設計条件

クビレミドロの生育条件に関する調査結果を踏まえ、クビレミドロ生育干潟の設計条件について整理した。

①地盤高

既往知見や泡瀬地区の生育条件調査、勝連地区の現地実験より、クビレミドロが生育可能な地盤高の条件はC.D.L.+0.1～1.0mと幅が広いことが判明した。

②底質

既往知見や泡瀬地区の生育条件調査、勝連地区の現地実験より、クビレミドロが生育可能な底質の条件は幅が広いことが判明した。細砂（0.075～0.25mm）～中砂（0.25～0.85mm）が中心で礫、シルト、粘土が混じる場合も生育が可能である。

③小型海草

クビレミドロは小型海草と同所的に生育しており、小型海草の存在がクビレミドロの生育に貢献していると考えられる。泡瀬地区の生育条件調査においてクビレミドロの生育が見られたのは、地盤高 C.D.L.+0.1～+0.5mの地域であったが、この地盤高は既往知見（C.D.L.+0.5～+1.0m）よりもやや低い。この地域は小型海草の主要な藻場であることから、地盤高よりもむしろ小型海草の存在がクビレミドロの生育場所を規定している可能性が考えられる。（砂の移動や卵の流出を抑える効果が考えられる。）マツバウミジグサ、ウミジグサを主体とした小型海草藻場を被度10～50%程度で生育させる。

④外力条件

クビレミドロは既往知見において、砂漣のできない程度の静穏な海域に多いとされていたが、さらに勝連地区の砂の置き換え調査により、クビレミドロの生育地の表面の砂の移動を抑制する必要があることが明らかになった。これは砂の移動に伴ってクビレミドロ藻体が流出するだけでなく、卵期においても砂中の卵が移動、流出するためと考えられる。

なお、クビレミドロの生育面積と風、波の関係解析によると、生育面積は台風に起因した強風と逆相関を持ち、強風によって湾内で生じる高波浪で攪乱されることが影響していることが示唆されている。

したがって、クビレミドロ生育干潟を造成するためには、波や流れを制御し、砂の移動を抑制することが重要である。具体的には以下のような条件を創出維持することが必要であると考えられる。

＜砂の移動抑制の波浪条件（現況のクビレミドロ生育地のシールズ数）＞

・Effective Wave Height(現況の生育地より小さい)　：0.5～2
・エネルギー平均波(現況と同程度)　：0.1～0.5
・平均波(現況と同程度)　：0.1～0.2

＜砂の移動抑制の環境条件＞

・台風等の撹乱による地盤高の変化が抑制されていること（具体的な数値については今後の藻体期の調査を踏まえて検討する）。

・砂漣が形成されないこと。

砂の移動抑制の指標として、以下の項目と指標値があげられる。

・底質の酸化還元電位が、特に 10cm 程度の深さの層で低いこと。

・表層数センチの 50%以上の砂が動かないこと。

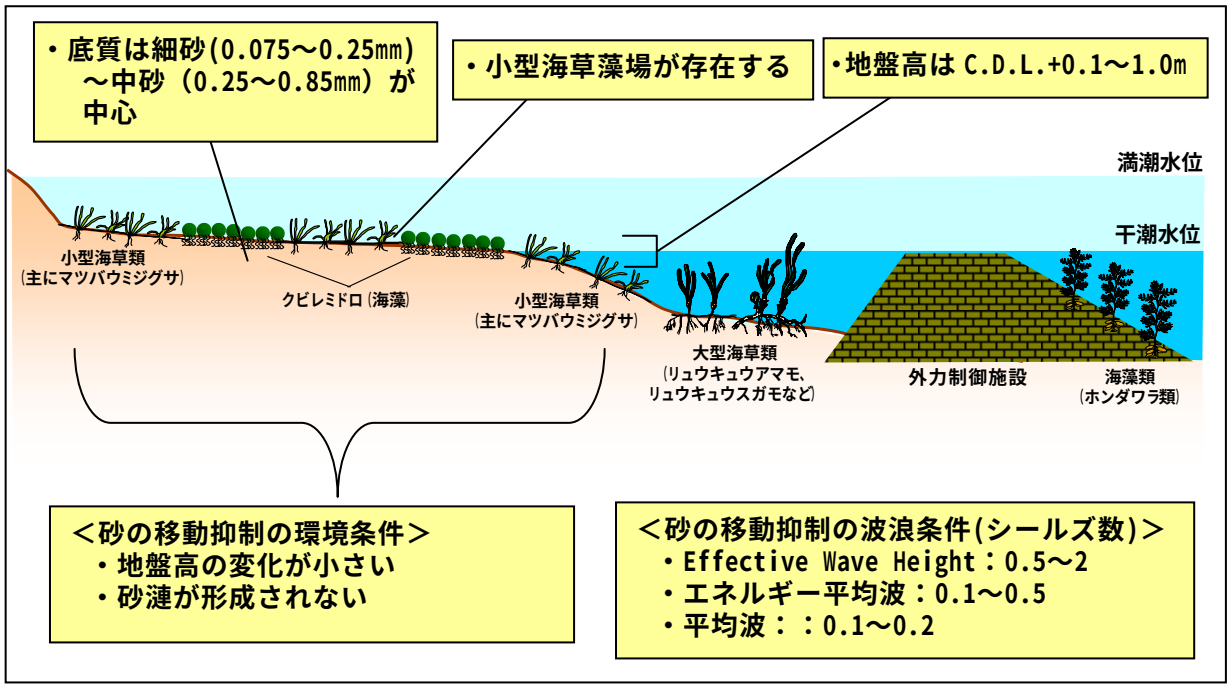


図 2.6－1　クビレミドロ人工干潟のイメージ断面と設計条件

(2) 外力条件からみた人工干潟の適地選定

クビレミドロ生育干潟の設計条件を踏まえ、外力条件からみたクビレミドロ人工干潟の適地について検討した。

人工島建設時における人工干潟（クビレミドロ生育干潟）の外力条件は、現状のクビレミドロ生育地の外力条件と同等にすることが、クビレミドロの生育に適した環境を設計する上で有利である。このような観点から、人工島建設時において、底質粒径 0.2mm～0.7mm、地盤高 C.D.L.＋0.1m～＋0.5m の条件で砂質干潟を造成した場合を対象にシールズ数の平面分布を解析した（解析結果の詳細は参考資料 4 付録 C（参考資料 p4-38～）に示す）。

図 2.5－2 は、底質粒径 0.7mm、地盤高 C.D.L.+0.1m の場合について、Effective Wave Height、エネルギー平均波、および平均波の 3 種類の波浪条件に対するシールズ数が現況の生育地の条件と同程度になる領域を抽出したものである。図 2.5－2 より、3 種類の波浪条件に対し、底質粒径を 0.7mm（クビレミドロの生育している領域における最も大きい粒径）、地盤高を C.D.L.+0.1m（クビレミドロ濃生域の下限値）とした場合、人工干潟造成予定地付近で現状と同程度のシールズ数となる。

“現況の干潟を改変するのではなく、新たな干潟を創造する”という考え方から、現況の干潟部に人工干潟を造成しないことを前提にすれば、クビレミドロ生育干潟は人工島南西部の干潟造成予定地が適当であると判断される。

なお、本検討ではクビレミドロの生育環境が同程度である領域を抽出したものであり、人工島南西部の干潟が地形として安定するか否か、台風時の擾乱による影響（参考資料 4）を考慮した評価については、さらに詳細な検討を要すると考えられる。

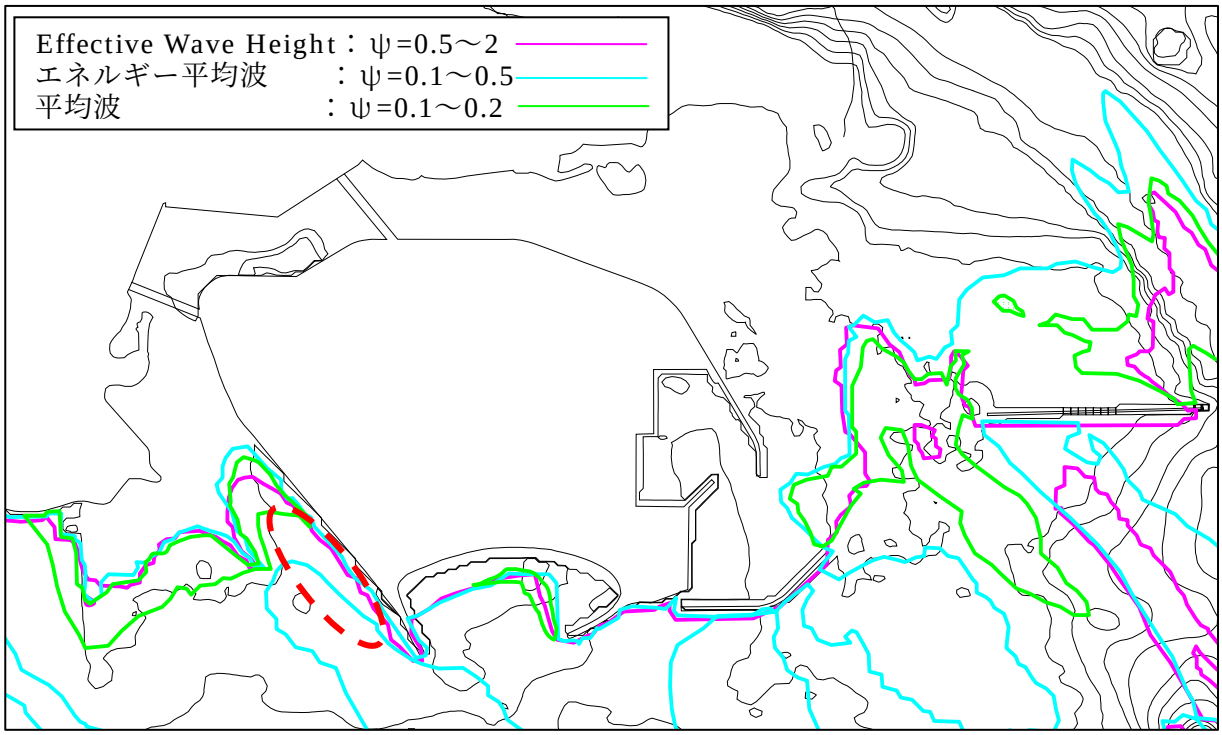


図 2.6－2　現況と同程度のシールズ数の分布範囲（d50=0.7mm,地盤高 C.D.L.+0.1m）

(3) 今後の課題

クビレミドロの生育する人工干潟を造成するための、今後の課題は以下に示すとおりである。

① クビレミドロ藻体期を踏まえた地盤高変化の影響の検討

既往知見や昨年までの調査により、クビレミドロの生育には、底質の撹乱が大きく影響することが判明していることから、平成 18 年度には水準測量により、台風等による地盤高の変化を詳細に調査した。

今後は、クビレミドロ藻体期の生育状況の調査結果を踏まえて、地盤高の変化と藻体の生育状況の関係を定量的に検討していく必要がある。

② 砂の移動の抑制のための具体策の検討

既往知見や昨年までの調査において、クビレミドロの生育には底質の撹乱が影響することが判明していることから、平成 18 年度には砂漣の状況や砂の移動量の調査、底質調査を行った。その結果、

a.地盤高の変化が小さいこと、

b.表層 10㎝程度の酸化還元電位が低いこと、

c.砂漣が形成されないこと、

d.表層数センチの 50%以上の砂が動かないこと

など、底質の撹乱が少ないことに関連する具体的な条件が一部明らかになった。

今後は a～d のような条件を確保するため、砂の移動の抑制を目的とした小型海草の移植や外力制御施設（魚垣状の囲み）の設置など、具体策を検討していく必要がある。

③ 整備イメージの検討

今後、クビレミドロの生育干潟について、人工島周辺の地形変化予測、環境学習への対応等を踏まえ、人工干潟の整備イメージ（レイアウト、外力制御の必要性など）を検討していくことが必要である。

2. クビレミドロの生育条件と干潟設計条件の検討 40
2.1 生育条件調査（泡瀬地区） 40
(1) 調査の概要 40
(2) 調査結果 45
2.2 現地実験（勝連地区） 50
(1) 現地実験の概要 50
(2) 勝連地区現地実験結果 53
2.3 クビレミドロ生育域の外力条件 67
2.4 クビレミドロ生育条件のまとめ 69
2.5 クビレミドロ生育干潟の設計条件の提案と今後の課題 70
(1) クビレミドロ生育干潟の設計条件 70
(2) 外力条件からみた人工干潟の適地選定 72
(3) 今後の課題 73

ダミーページです。
コピーの対象外として下さい。