

波介川河口導流事業における ミティゲーションについて

国土交通省 四国地方整備局
高知河川国道事務所 工務課
中村 忠司

目次

1. 波介川河口導流事業とは
2. 事業に係るミティゲーションの内容
3. モニタリング結果
4. まとめ及び今後の課題

1. 波介川河口導流事業とは 波介川の概要



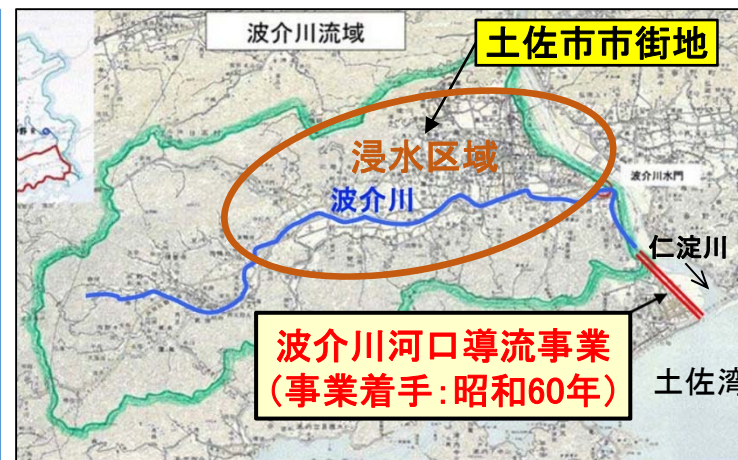
下図: 仁淀川水系河川整備計画【変更】(平成28年12月)より

1. 波介川河口導流事業とは 事業の目的と調査等の位置づけ

目的

波介川では、過去の出水時に仁淀川本川の水位上昇の影響を受け、**波介川流域の土佐市市街地で浸水被害が頻発**していた。

このため、仁淀川河口付近に**新川開削**を行い、合流点を河口部に変更する河口導流事業の実施により、**浸水被害を大きく軽減**することを目的とした。



土佐市市街部の浸水被害状況写真
(昭和50年8月台風5号)



浸水面積 : 1,590ha
浸水戸数 : 3,354戸

環境アセスに準じた調査等の実施

本事業は、**環境影響評価法**や**高知県環境影響評価条例**に該当しない事業であるが、地元等への説明責任を果たす観点から、**環境アセスに準じた調査等**を実施した。また、**第三者組織（環境調査委員会）**による検討も行った。

1. 波介川河口導流事業とは 事業の概要



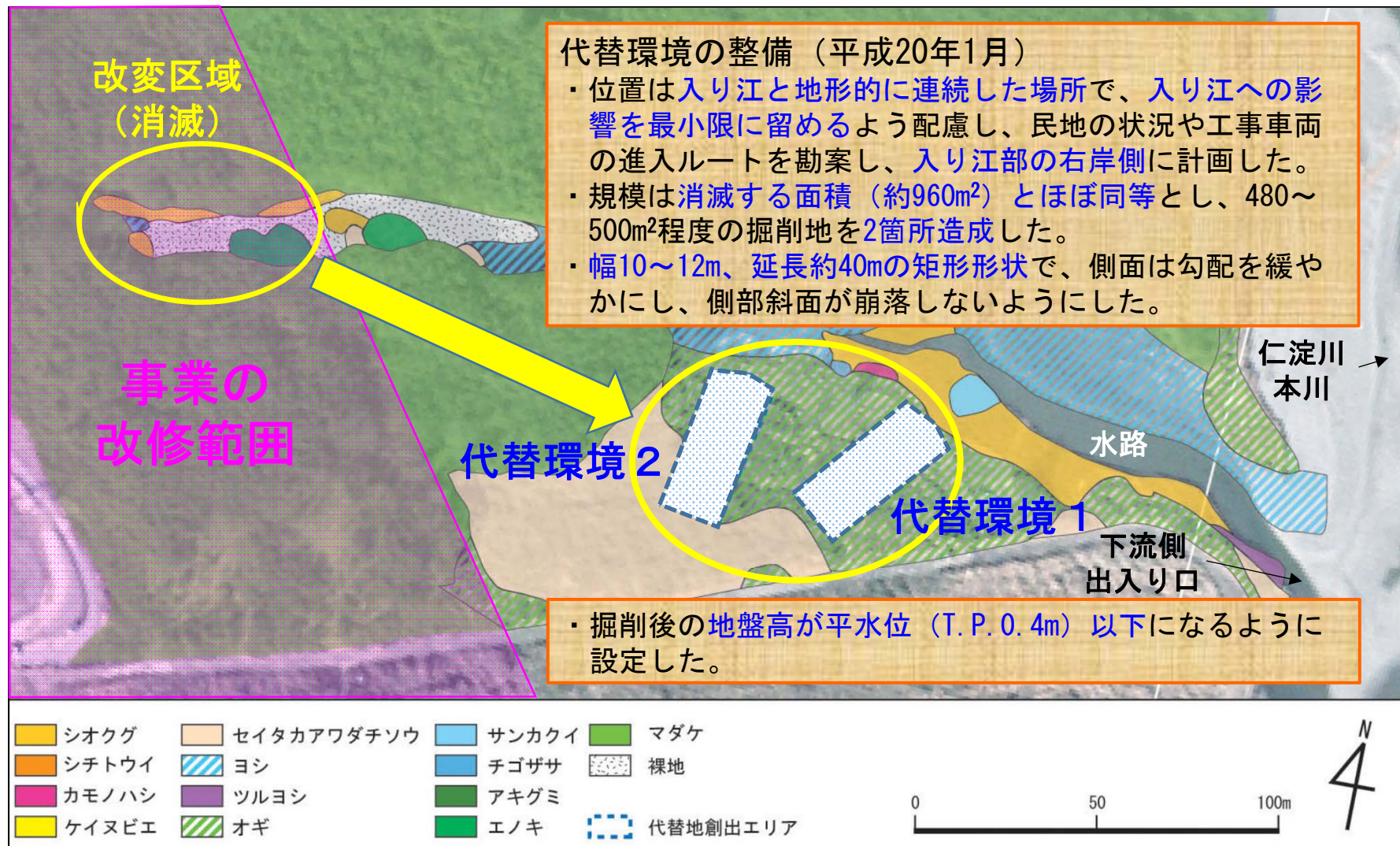
年度	整備内容
H19	代替環境2箇所の整備(H20.1月)
H20	代替環境1の改良(H21.3月)
H21	代替環境2の改良(H21.6月・8月)

- 工事着手:平成16年3月
- 工事完了:平成24年5月

- 計画高水流量:900m³/s(W=1/70)
- 河床幅:70m
- 法線幅:120m
- 河床勾配:1/10,000
- 延長:約2,500m



2. 事業に係るミティゲーションの内容 シオクグ入り江の代替環境の創出（H19年度）



下図：現存植生図（平成20年8月）

2. 事業に係るミティゲーションの内容 代替環境整備後の課題（H20年度）

平成20年8月撮影（工事から7か月経過）



代替環境 1（干潮時）

- ・ 干潮時付近では底面が干上がる。
- ・ 底質は砂礫が大部分を占める。



代替環境 2（干潮時）

【課題】

- [A] 築堤工事で消滅するシオクグ入り江上流部で見られるような水面、裸地、泥質の干潟といった連続的なエコトーン(推移帯)が形成されていない。
- [B] 干潮時には全面が干出してしまうため、魚介類の生息場に適さない。
- [C] 入り江部から水がほとんど流れ込まないため、魚介類が進入しにくい。
- [D] 底質は全体的に礫が多く、泥は部分的に薄く堆積しているのみである。
- [E] 泥質の堆積や植物の生育が少ないため、干潟の代表的な生物であるカニ類の定着が進まない。

2. 事業に係るミティゲーションの内容 代替環境1の改良(H20年度;その1)

1.代替環境1の改良

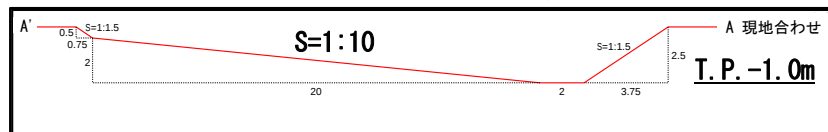
1)地盤高の改良 課題A・B

- ・平面形状を**拡幅**した。
- ・底面を**T.P.-1.0m**※まで**緩傾斜**($S=1:10$)とした。
※5年平均日最低水位T.P.-0.6mよりも約0.4mの水深を確保(朔望平均干潮位と一致)。

2)通水状況の改良 課題C

- ・入り江接合部を**開削**(底面はTP.0.0m程度)した。

代替環境1の断面図例(改良計画)



工事は平成21年3月に実施。

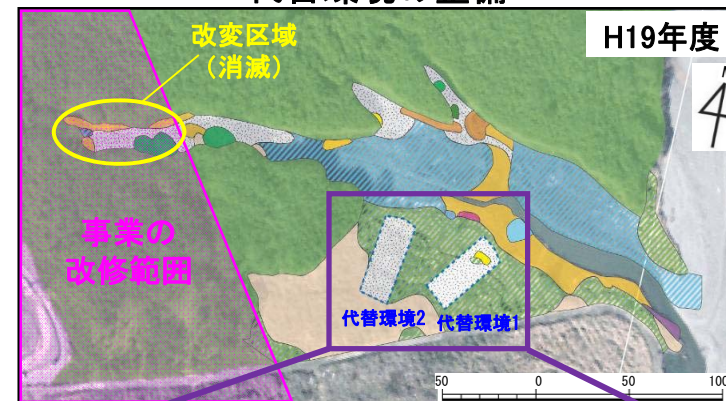


底面緩傾斜工事の状況

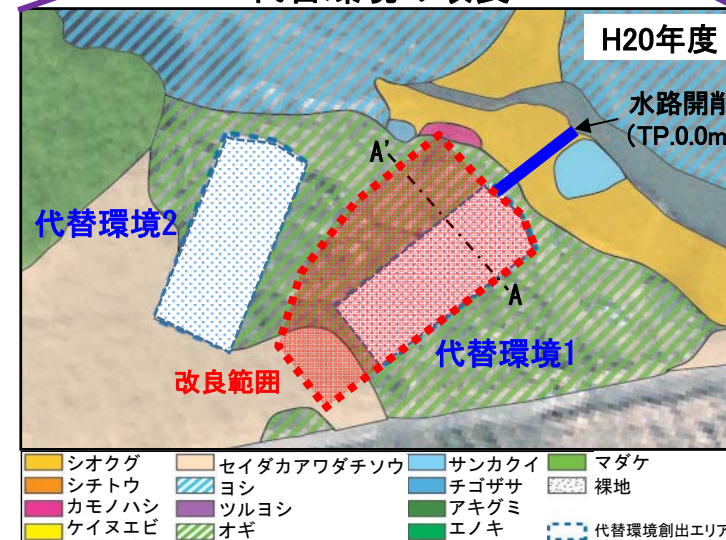


完成時 (H21. 3月)

代替環境の整備



代替環境の改良



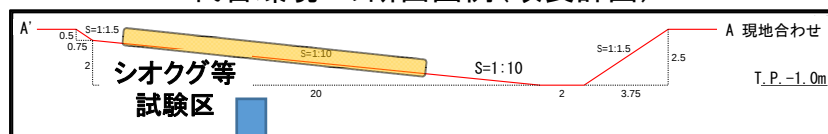
注) 下図(植生図)は平成20年8月調査結果を用いた。

2. 事業に係るミティゲーションの内容 代替環境1の改良(H20年度;その2)

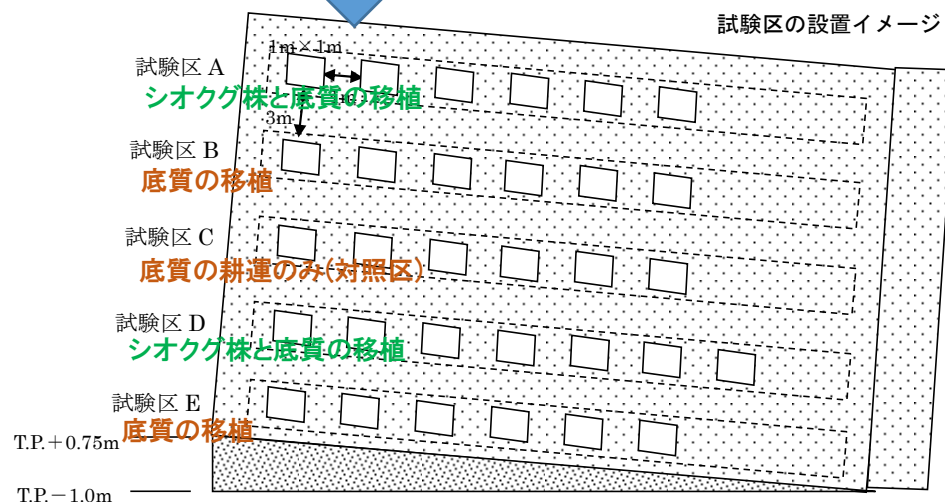
1.代替環境1の改良

- 3)底質の改善及びシオクグの移植 **課題D・E**
・水路開削部のシオクグ及び土壌を**試験移植**した。

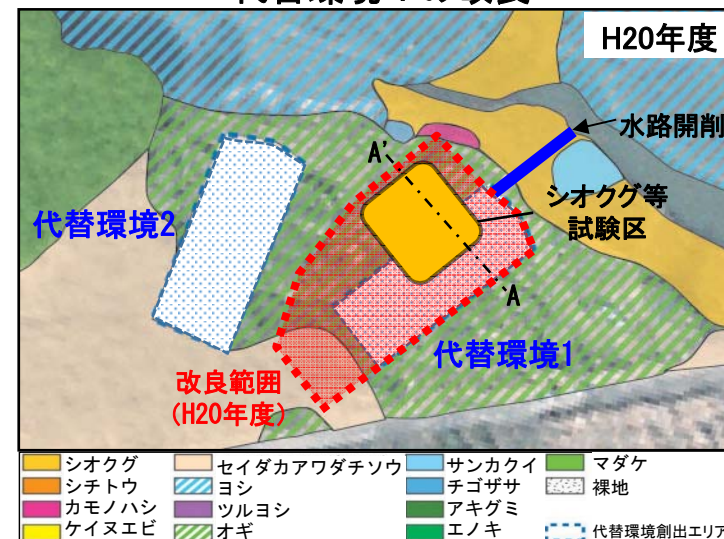
代替環境1の断面図例(改良計画)



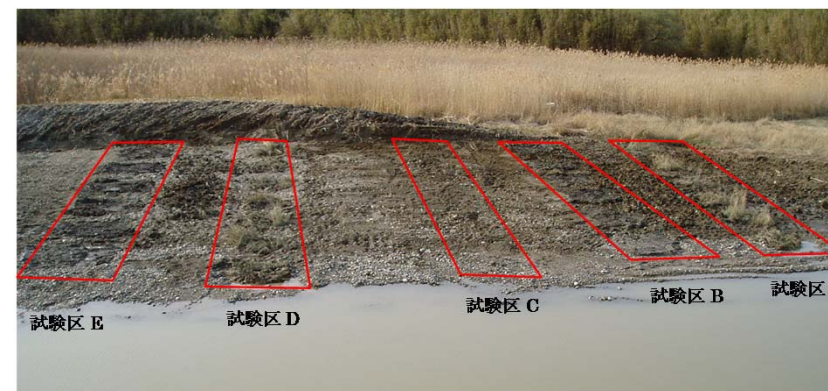
試験区の設置イメージ



代替環境1の改良



注) 下図(植生図)は平成20年8月調査結果を用いた。



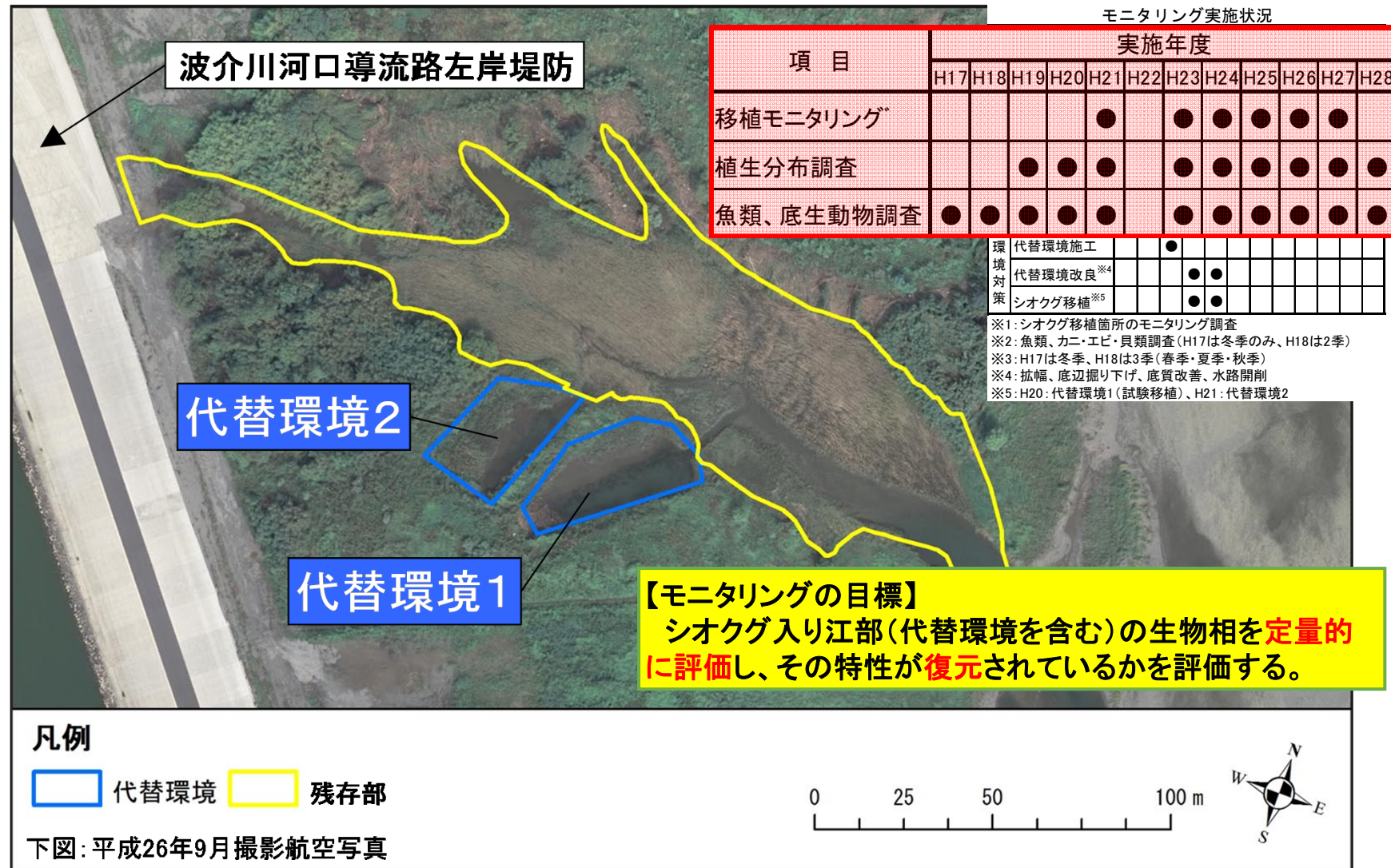
試験区の状況

工事は平成21年3月に実施。

3. モニタリング結果

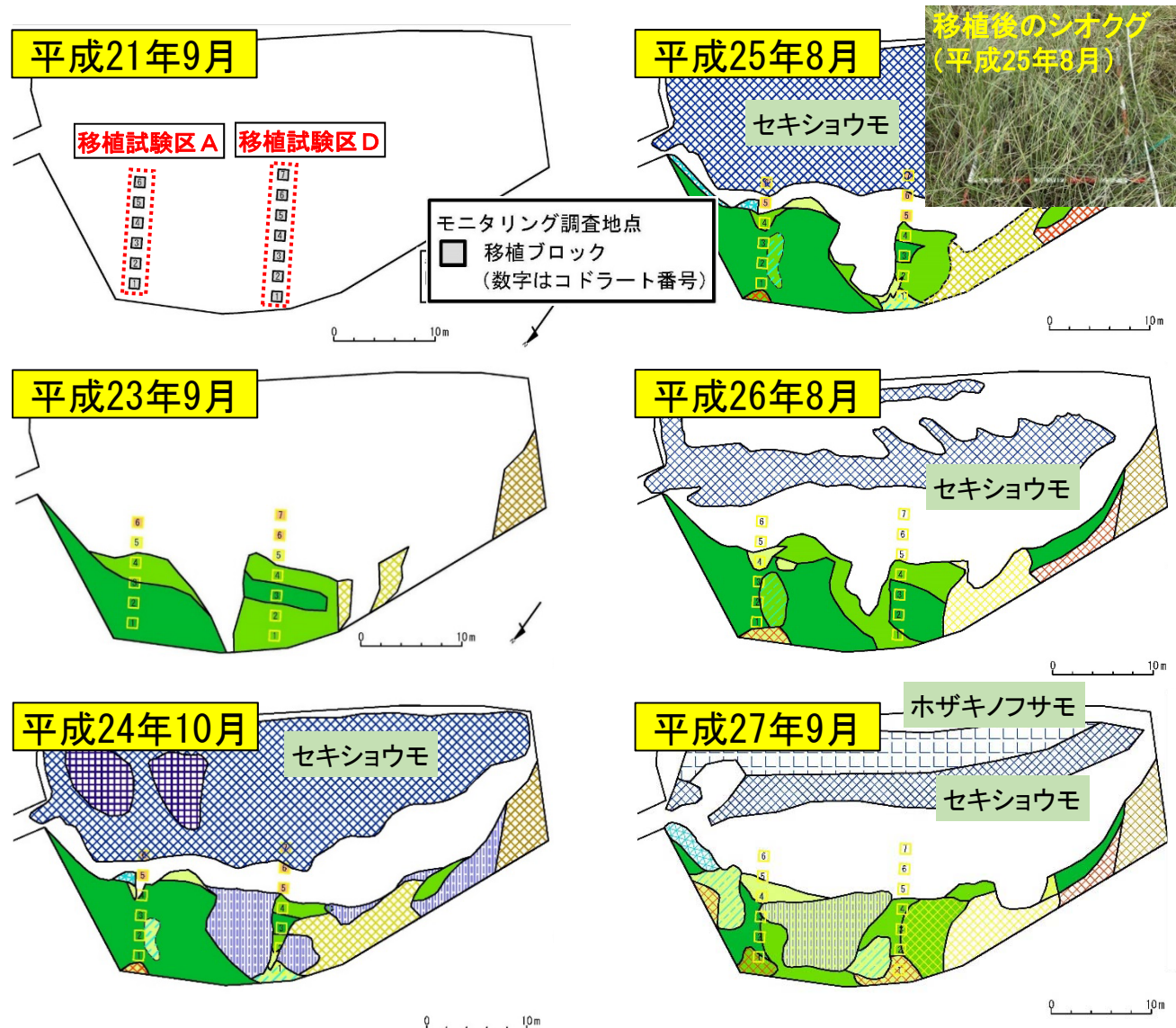
モニタリングの実施状況

: 本報告



3. モニタリング結果

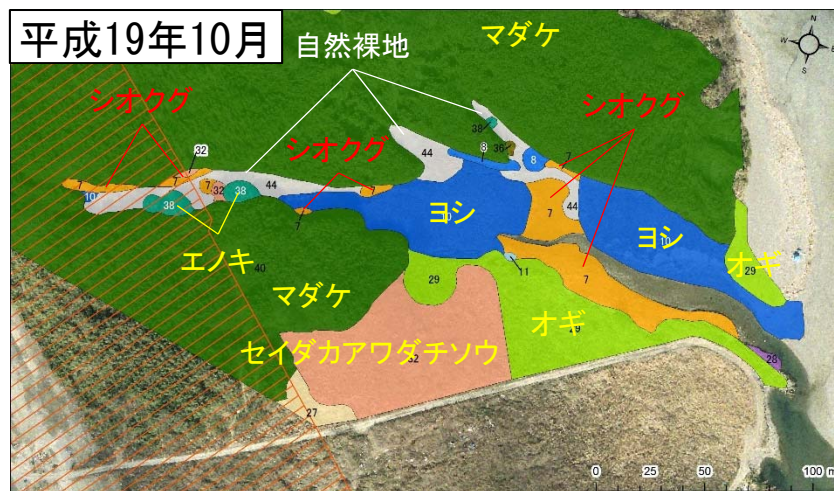
シオクグ移植モニタリング【代替環境1】(H21～H27)



モニタリング結果

- ・平成21年3月の通水路開削時にシオクグ土壌がマット状に採取され、移植試験区AとDに1m×1mのブロック単位で移植された。
- ・シオクグは、平成26年度以降生育密度が低下したが、群落を形成・維持している。
- ・水域には沈水植物のセキショウモ群落等が形成され、アカメ幼魚等の生息の場となっている(後述)。

3. モニタリング結果 植生の変遷(H19→H21→H26→H28)

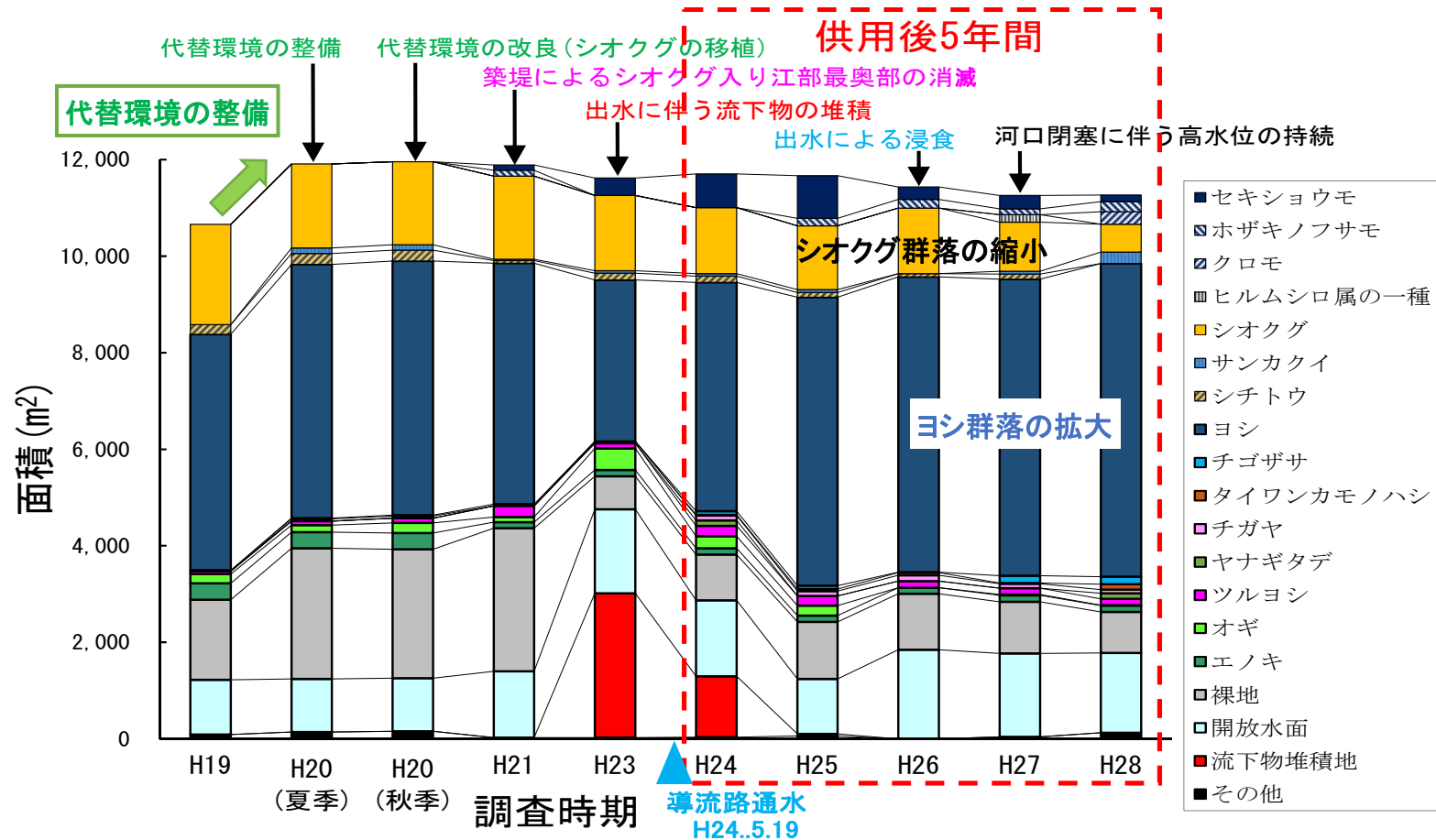


1 セキシウモ	8 シチトウ	15 チガヤ	22 ヤハズソウ	29 オギ	36 アキグミ	43 人工裸地
2 ヒルムシロ属の一種	9 サンカクイ	16 ケイヌビエ	23 キンエノコロ	30 ヨモギ	37 ノイバラ	44 自然裸地
3 ホザキノフサモ	10 ヨシ	17 ヤナギタデ	24 オオアレチノギク	31 イタドリ	38 エノキ	45 開放水面
4 クロモ	11 チゴザサ	18 オオイヌタデ	25 アキメヒシバ	32 セイタカアワダチソウ	39 メダケ	46 流下堆積物
5 マツモ	12 タイワンカモノハシ	19 オオクサキ	26 ツルマメ	33 タチスズメノヒエ	40 マダケ	
6 オオカナダモ	13 アゼナルコ	20 ヒロハホウキギク	27 カナムグラ	34 シナダレスズメガヤ	41 道路	
7 シオクグ	14	21 マルバヤハズソウ	28 ツルヨシ	35 シバ	42 構造物	

事業区域
 代替環境
 残存部

3. モニタリング結果

シオクグ入り江部の植生面積の経年変化(H19～H28)

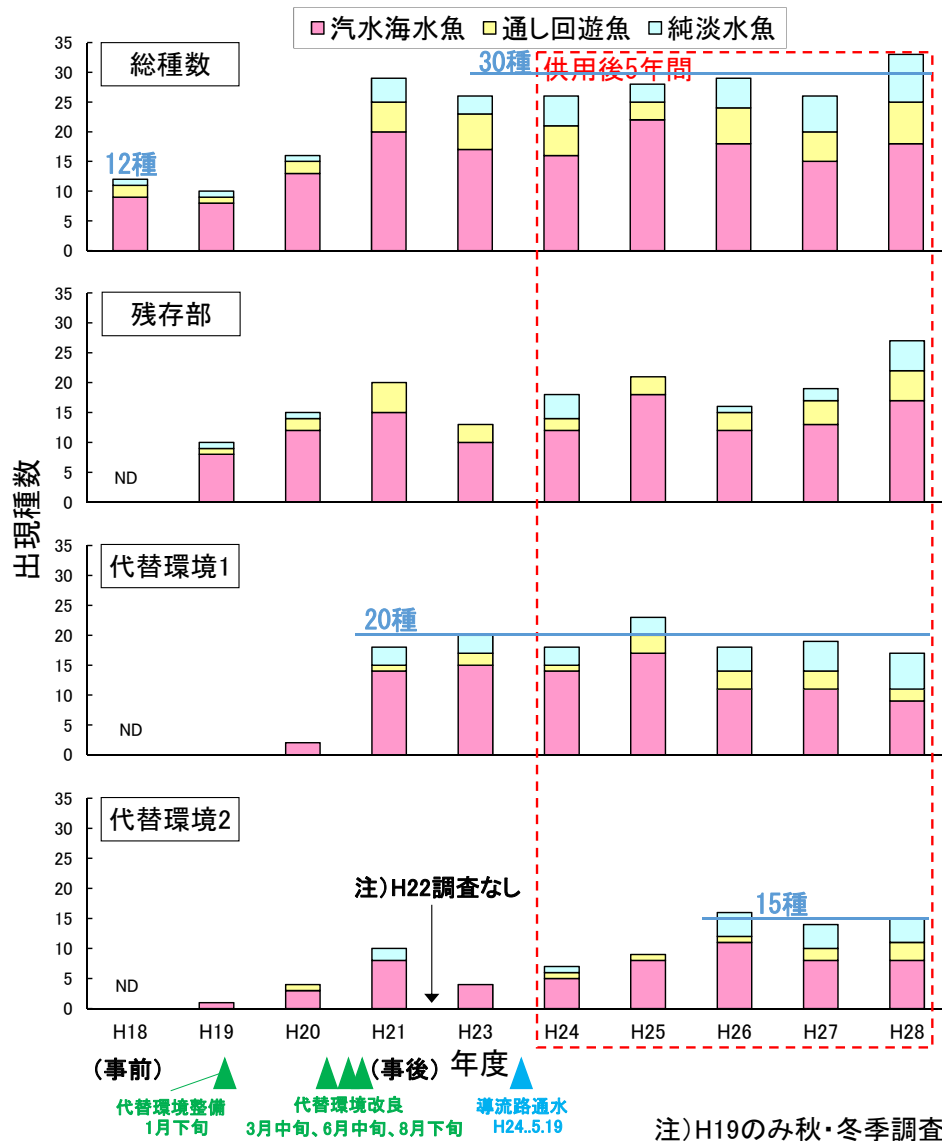


植生面積の経年変化(夏～秋季調査)

モニタリング結果及び評価(シオクグ入り江部)

- ・平成21年度に最奥部のシオクグ群落や自然裸地が消滅したが、代替環境の造成とシオクグの移植等によって消滅分は補われた。
- ・ヨシ群落の拡大とそれに伴うシオクグ群落等の縮小が続いているものの、沈水植物の再生等も見られており、残存部及び代替環境が一体となって、シオクグ入り江の植生を形成し、維持されている。

3. モニタリング結果 シオクグ入り江部の魚類(H18～H28)



魚類の生活型別確認種数の経年変化(夏～秋季調査)

モニタリング結果及び評価(魚類)

- ・代替環境1では改良後**20種前後**が確認されている。
- ・代替環境2ではH26以降は**15種程度**で安定している。
- ・総種数で事前事後を比較すると、事前(H18)の**12種**に対して、代替環境整備後に大きく増加し、供用後(H24以降)は**30種前後**(26～33種)確認されている。
- ・調査開始からこれまでに**10目25科67種**が確認され、生活型別にみると**汽水・海産魚が約60%(40種)**を占めており、**汽水域の特性**を維持している。
- ・以上から、代替環境の整備・改良後はシオクグ入り江全体として汽水域特有の魚類相が増加し、供用後も安定して推移している。

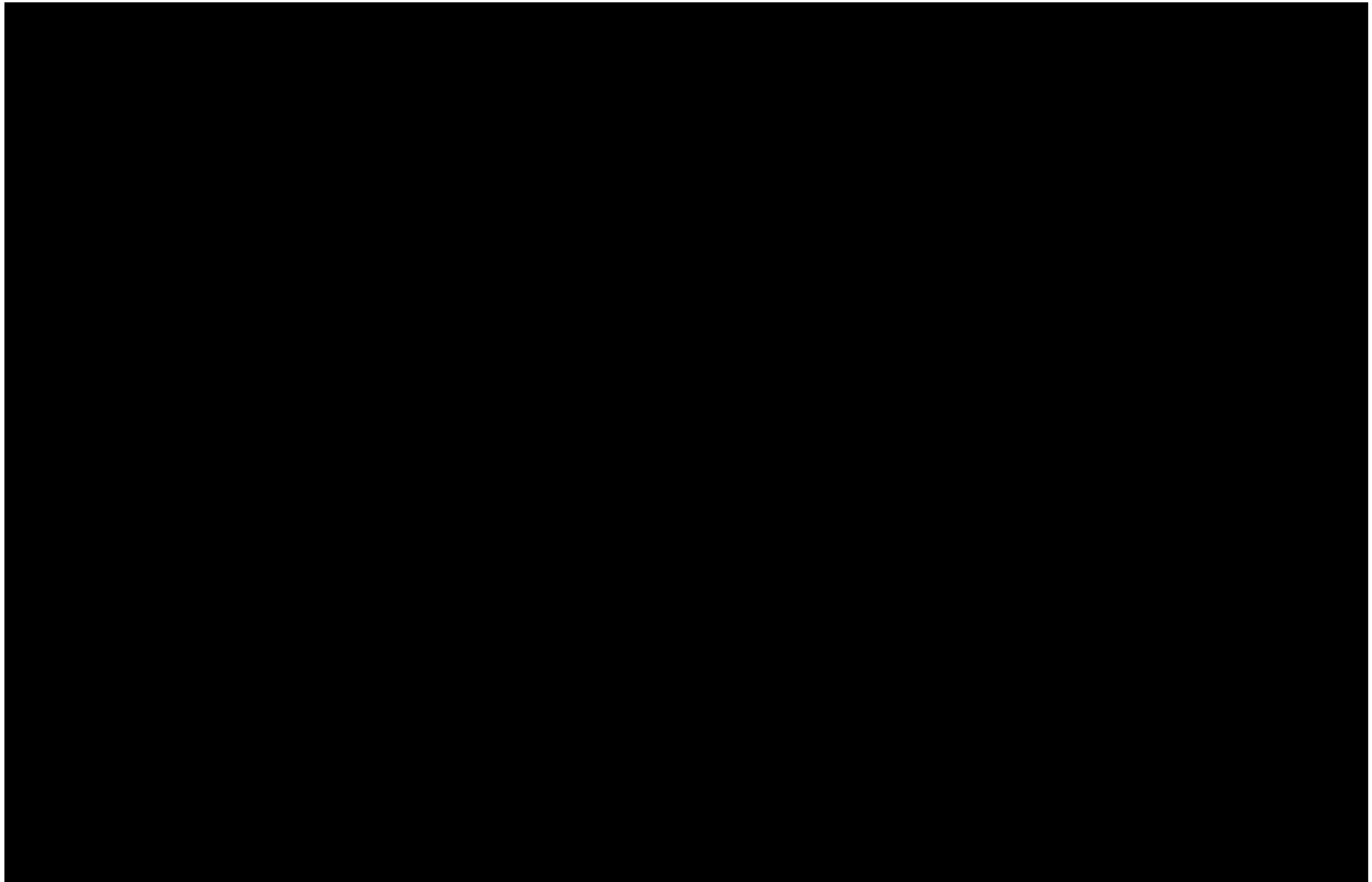
3. モニタリング結果

重要種（魚類）の確認状況



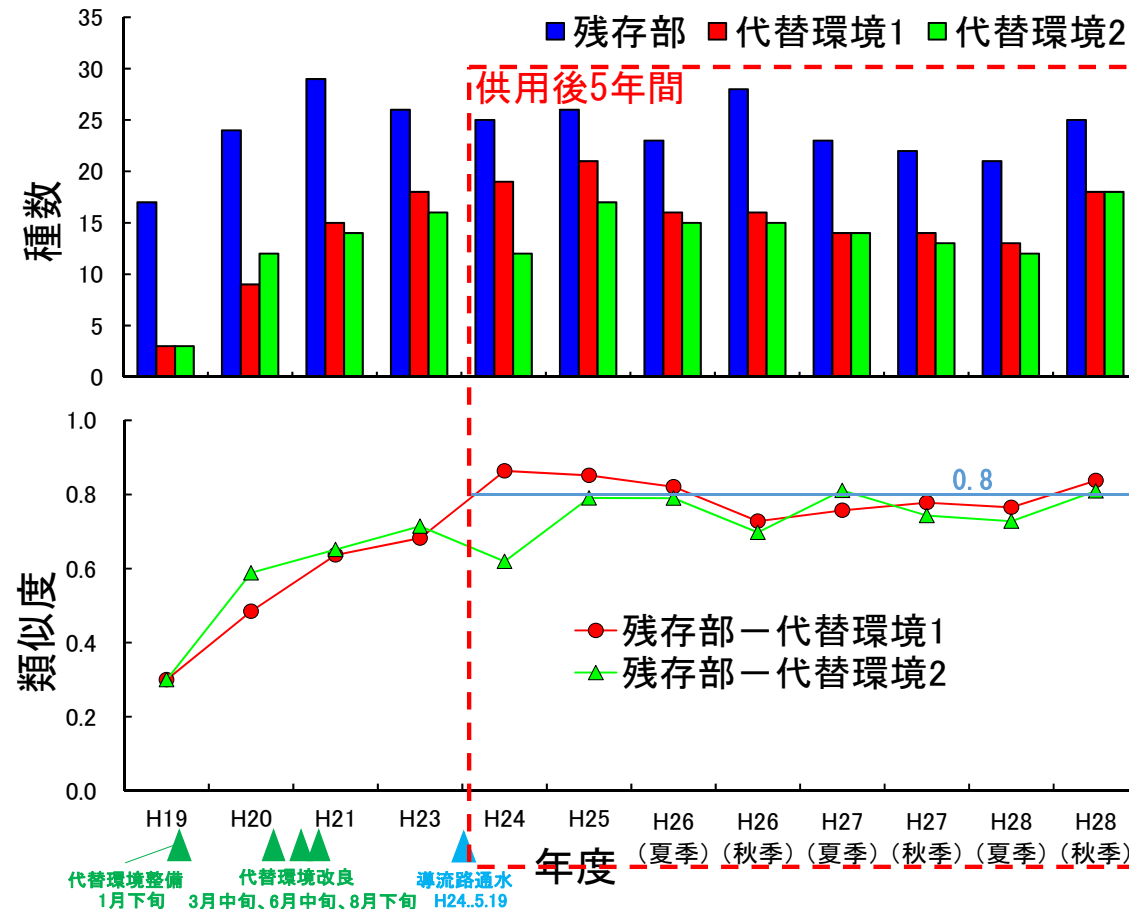
3. モニタリング結果

重要種()の確認尾数(H18～H28)



3. モニタリング結果

代替環境の対策効果【底生動物(ソレンセンの類似度指数)】



結果及び評価

【残存部と代替環境1及び2】

- ・類似度は両者ともに、造成当初は種数が少なく値が低かったが、**種数の増加に伴い徐々に上昇し、供用後は0.6～0.8程度で推移している。**
- ・このように、類似度は比較的高い傾向を示していることから、**代替環境としての機能を果たしていると評価できる。**

各地点における確認種数(上)及び類似度(下)

ソレンセンの類似度指数は以下の式で求めた。

$$S = \frac{2C}{A+B}$$

(A: 群集 A の種数、 B: 群集 B の種数、 C: 群集 A と B で共通する種数)

底生動物の生息状況の定量的評価

代替環境の対策効果を評価するために、残存部と代替環境1及び2の種構成から類似度を評価できる「ソレンセンの類似度指数」を適用した。

これは、確認された種数に基づいて群集間の類似性の高さを0.00～1.00の値で表したものであり、1.00に近いほど類似性が高い。

4. まとめ及び今後の課題

【モニタリング結果のまとめ】

- ・平成21年度に当該事業に係る築堤工事の着手により最奥部のシオクグ群落や自然裸地が消滅したが、代替環境の造成とその後の改良によって消滅分は補われ、残存部と一体となってシオクグ入り江の植生が維持されている。
- ・その結果、魚類及び底生動物の種数は、代替環境の整備・改良後に大きく増加し、供用後は比較的安定した種数で推移している。
- ・したがって、事業損失は代替環境の創出（ミティゲーション）により復元し、シオクグ入り江の生態系は良好に維持されていると考えられる。



【今後の課題】

- ・今後は「仁淀川水系河川整備計画」に基づく河道掘削事業に対してモニタリングを継続し、必要に応じて順応的管理を行っていく。



【シオクグ入り江部の環境対策（案）】

- ・残存部及び代替環境の改良：地盤高の改良、通水路の開削、底質の改善、シオクグの移植等

ご清聴ありがとうございました

補足資料

1. 波介川河口導流事業とは 事業の目的

補足資料①

目的

波介川では、過去の出水時に仁淀川本川の水位上昇の影響を受け、**波介川流域の土佐市市街地で浸水被害が頻発**していた。

このため、仁淀川河口付近に**新川開削**を行い、合流点を河口部に変更する河口導流事業の実施により、**浸水被害を大きく軽減**することを目的とした。



年 月	項 目	内 容
昭和38年8月	洪水被害	台風9号により土佐市は大規模な洪水被害が発生 (洪水面積1,163ha、洪水戸数593戸)
昭和50年8月	洪水被害	台風5号により土佐市は未曾有の洪水被害が発生 (洪水面積1,590ha、洪水戸数3,354戸)
昭和51年9月	洪水被害	台風17号により土佐市は大規模な洪水被害が発生 (洪水面積959ha、洪水戸数270戸)
昭和51年～昭和55年	激特事業	河川激甚災害対策特別緊急事業実施 (波介川水門の新設、河道改修等)

1. 波介川河口導流事業とは 事業の経緯(その1)

補足資料②

環境アセスに準じた調査等の実施

本事業は、環境影響評価法や高知県環境影響評価条例に該当しない事業であるが、地元等への的確な説明責任を果たす観点から、環境アセスに準じた調査等が行われることとなった。また、第三者組織（環境調査委員会）による検討も行われた。



年 月	項 目	内 容
昭和60年	事業着手	波介川河口導流事業着手
平成13年6月	事業容認の覚書締結	新居を守る会と「事業容認の覚書」を締結し、早期着工に向け環境アセス等の諸調査、事業説明及び勉強会を継続して実施
平成13年8月	第1回環境調査委員会開催	委員会全体スケジュールの説明、方法書の審議、一般への公表方法の検討・審議等
平成15年4月	激特事業	波介川河口導流事業が『緊急対策特定区間』となる
平成15年6月	環境影響評価	「波介川河口導流事業 環境影響検討とりまとめ書」公開

1. 波介川河口導流事業とは 事業の経緯(その2)

補足資料③

年 月	項 目	内 容
平成16年3月	工事着工	波介川河口導流事業 工事着工
平成16年10月	洪水被害	台風23号により土佐市は大規模な洪水被害が発生 (洪水面積558ha、洪水戸数55戸)
平成17年4月	直轄移管	地域振興策の重点要望であった「新居排水機場の直轄管理移管」を行った。
平成17年9月	洪水被害	台風14号により土佐市は大規模な洪水被害が発生 (洪水面積533ha、洪水戸数111戸)
平成19年4月	床上特緊事業	波介川床上洪水対策特別緊急事業採択
平成19年7月	洪水被害	台風4号により土佐市は大規模な洪水被害が発生 (洪水面積470ha、洪水戸数49戸)
平成20年11月	事業再評価	事業継続の判断
平成22年8月	事業再評価	事業継続の判断
平成24年5月	工事完了	波介川河口導流事業通水式 (H24.5.19)
平成28年3月	第7回環境調査委員会開催	「波介川河口導流事業 環境影響評価報告書」を対象とした委員会
平成28年3月	環境影響評価	「波介川河口導流事業 環境影響評価報告書」公開

環境調査委員会等の開催回数

- ・環境調査委員会:7回開催(H13.8~H28.3)
- ・環境調査委員会に準じた検討会等(委員のみ):9回開催(H13.12~H26.6)

2. 事業に係るミティゲーションの内容 代替環境改良の基本方針(H20年度)

補足資料④

【課題】

- [A] 築堤工事で消滅するシオクグ入り江上流部で見られるような水面、裸地、泥質の干潟といった連続的な推移帯が形成されていない。
- [B] 干潮時には全面が干出してしまうため、魚介類の生息場に適さない。
- [C] 入り江部から水がほとんど流れ込まないため、魚介類が進入しにくい。
- [D] 底質は全体的に礫が多く、泥は部分的に薄く堆積しているのみである。
- [E] 泥質の堆積や植物の生育が少ないため、干潟の代表的な生物であるカニ類の定着が進まない。



改良の基本方針（環境調査委員会委員の意見を踏まえる）

1. 構造の改良

1) 地盤高の改良

- ・ 底面を緩傾斜にする。
- ・ 干潮時の水位以下に掘り下げる。

➡課題A

➡課題B

2) 通水状況の改良

- ・ 入り江部との接合部を開削する。

➡課題C

2. 底質の改善

- ・ 改変区域から泥質の土壌を移植する。

➡課題D

3. シオクグの移植

- ・ シオクグの生育可能な地形とするため地盤高を幅広く確保する。
- ・ 残存部及び改変区域に生育するシオクグを代替環境に移植する。

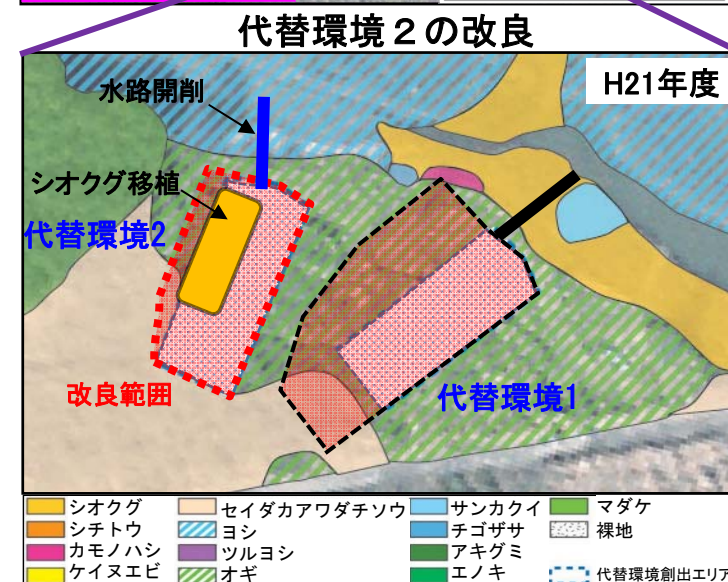
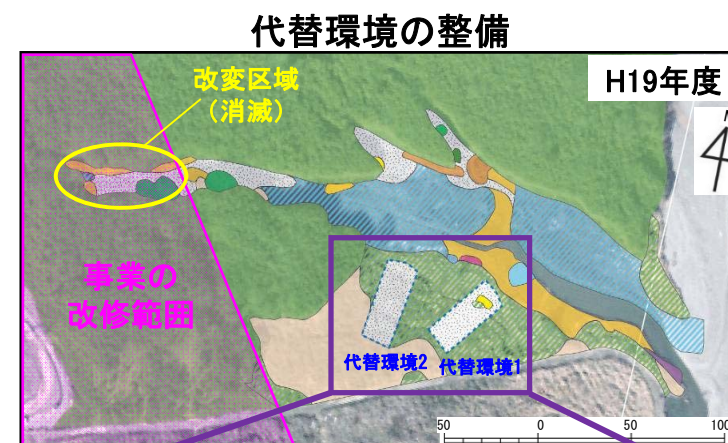
➡課題E

2. 事業に係るミティゲーションについて 代替環境2の改良(H21年度)

補足資料⑤

2.代替環境2の改良

- 1)地盤高の改良(H21.6月) 📌課題A・B
 - ・平面形状を**拡幅**する。
 - ・底面を**T.P.-0.5m程度まで緩傾斜**とした。
- 2)シオクグ及び底質の移植(H21.6月) 📌課題D・E
 - ・改変区域に生育する**シオクグ及び底質を移植**した。
- 3)通水状況の改良(H21.8月) 📌課題C
 - ・入り江接合部を**開削**した(手掘り)。



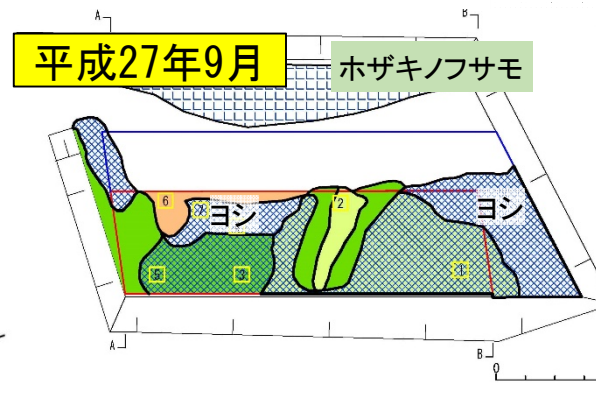
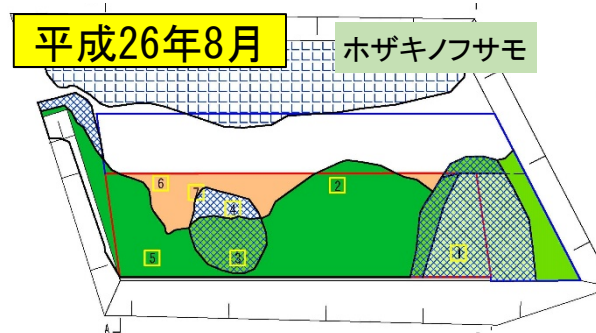
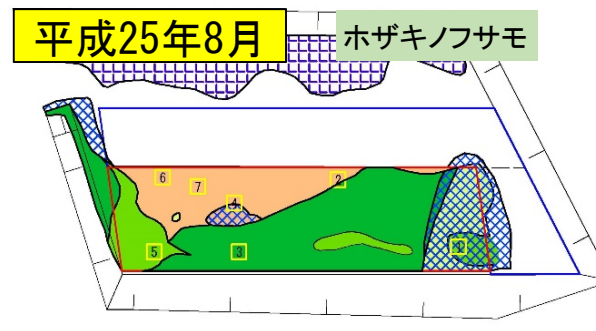
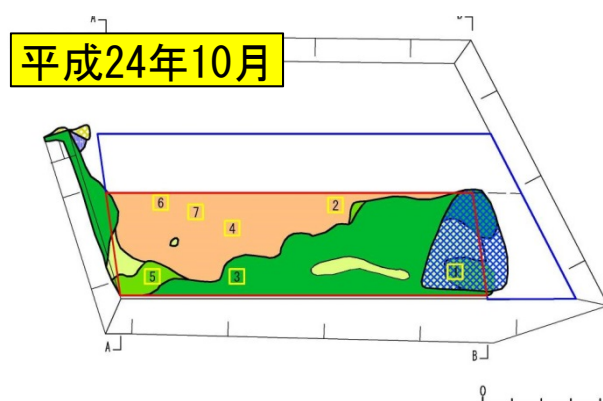
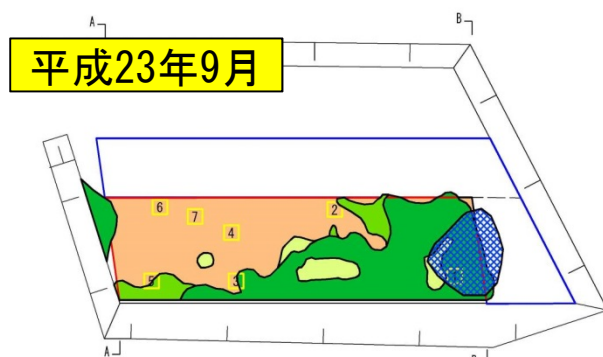
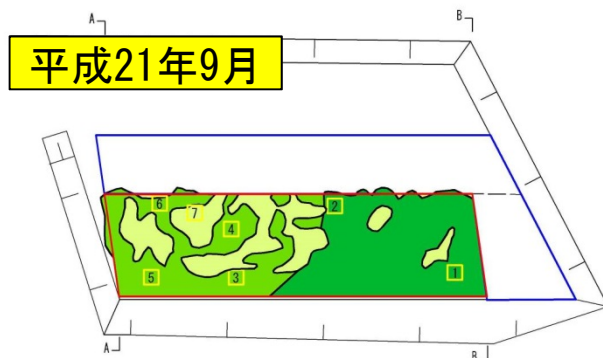
注) 下図(植生図)は平成20年8月調査結果を用いた。

工事は平成21年6月に実施。

3. モニタリング結果

補足資料⑥

シオクグ移植モニタリング【代替環境2】(H21～H27)



モニタリング結果

- ・平成21年6月に、築堤に伴って消滅したシオクグ入り江部上流端(改変部)から**土壌ごと面的に移植**された。
- ・**シオクグは**、平成26年度をピークに縮小するも、**群落を形成・維持**している。これはヨシ群落の拡大が原因である。
- ・**代替環境1とは異なる環境を形成**している。

移植工実施範囲

底質土投入範囲

シオクグ移植範囲

シオクグの被度

被度50%以上

被度50%未満

被度5%未満

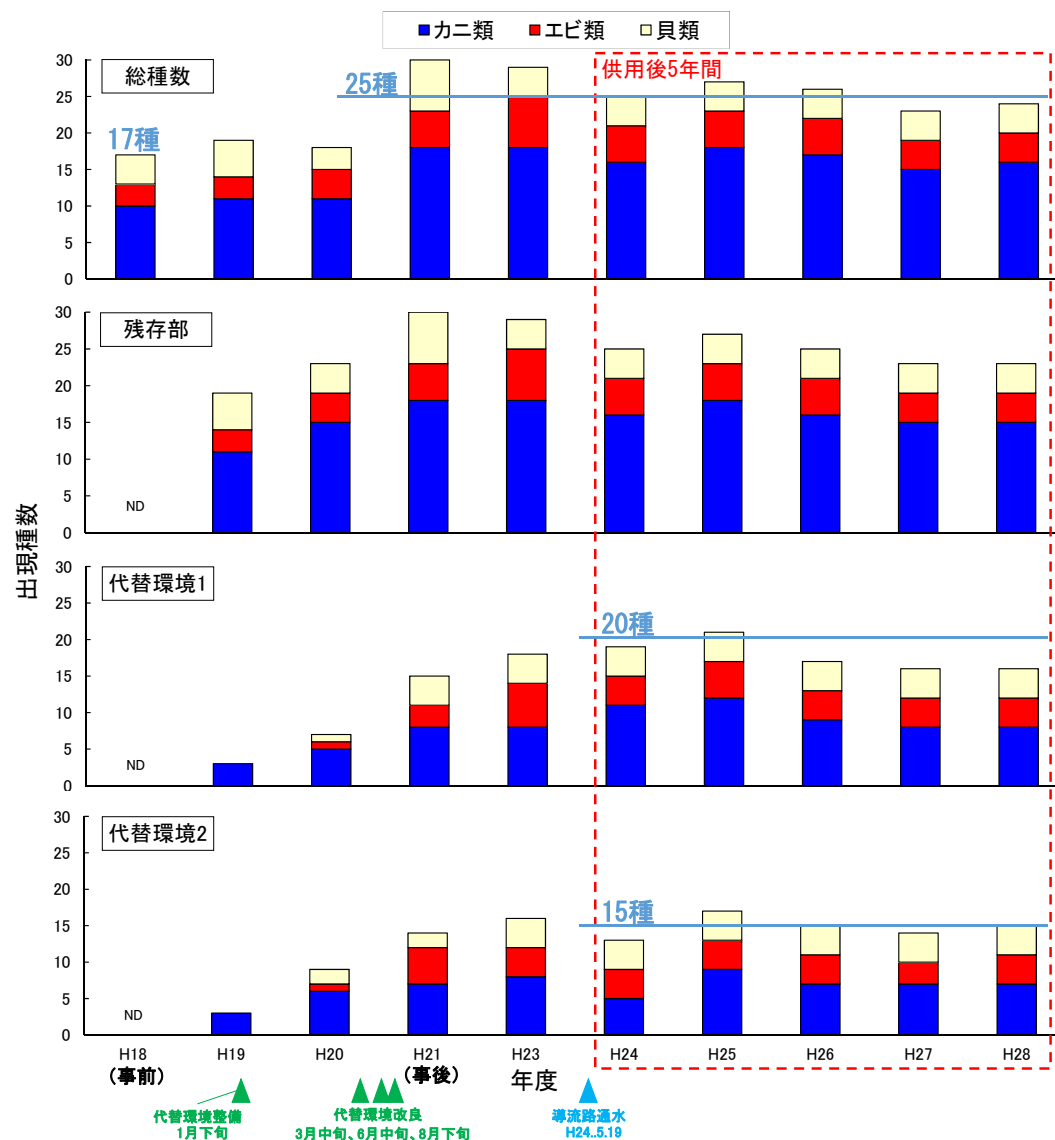
生育個体なし

3. モニタリング結果

補足資料⑦

シオクグ入り江部の底生動物※(H18～H28)

※：カニ類、エビ類、貝類



底生動物(カニ・エビ・貝類)確認種数の経年変化(夏～秋季調査)

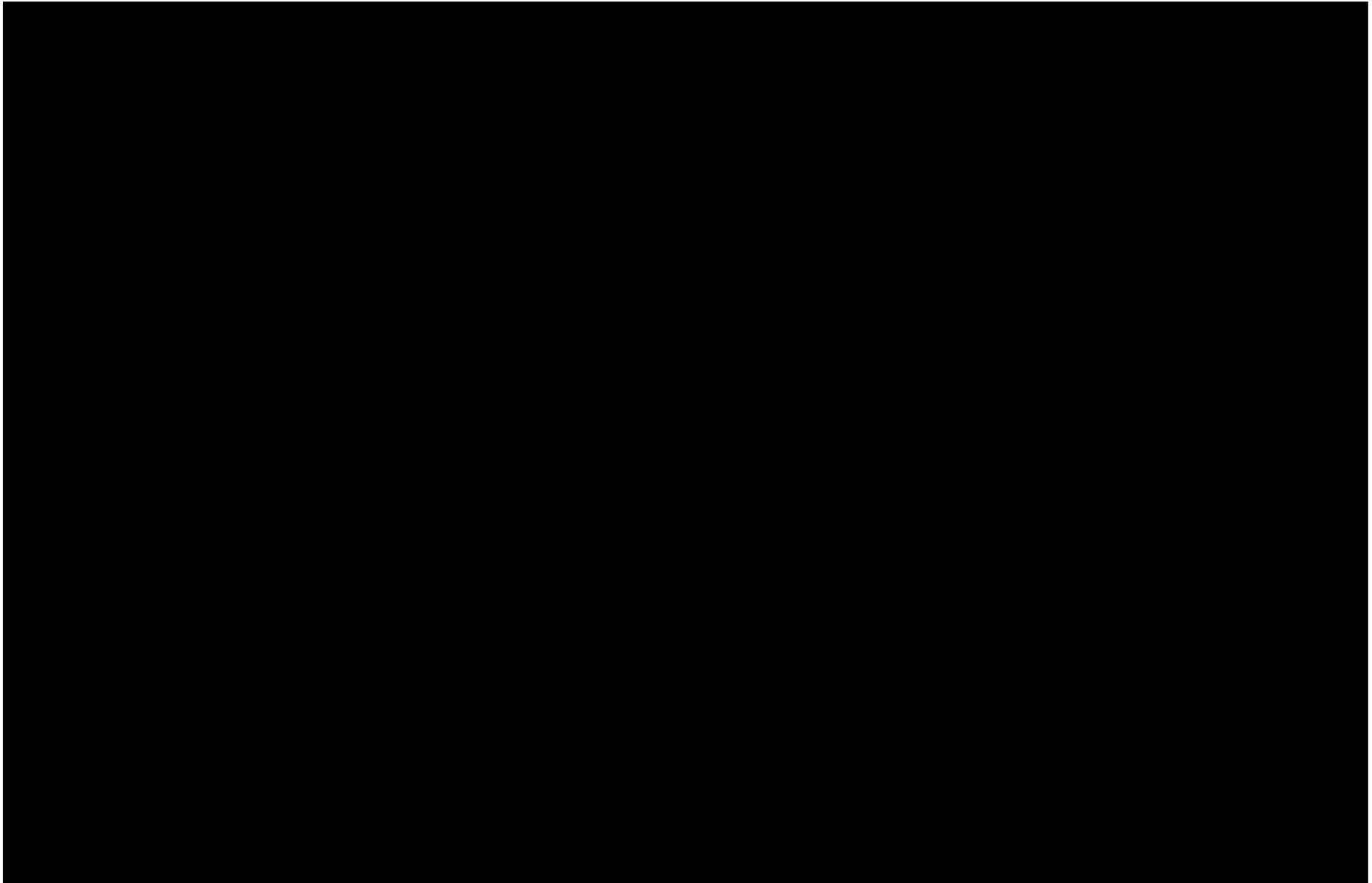
モニタリング結果及び評価(底生動物)

- ・供用後は代替環境1では20種前後、代替環境2では15種前後が確認されている。
- ・総種数で事前事後を比較すると、事前(H18)の17種に対して、代替環境整備後に大きく増加し、供用後(H24以降)は25種前後(23～27種)確認されている。
- ・調査開始からこれまでに4目15科39種(カニ類:20種、エビ類:11種、貝類:8種)が確認されており、魚類同様に汽水域の特性を維持している。
- ・以上から、代替環境の整備・改良後はシオクグ入り江全体の底生動物相が増加し、供用後も安定して推移している。

3. モニタリング結果

補足資料⑧

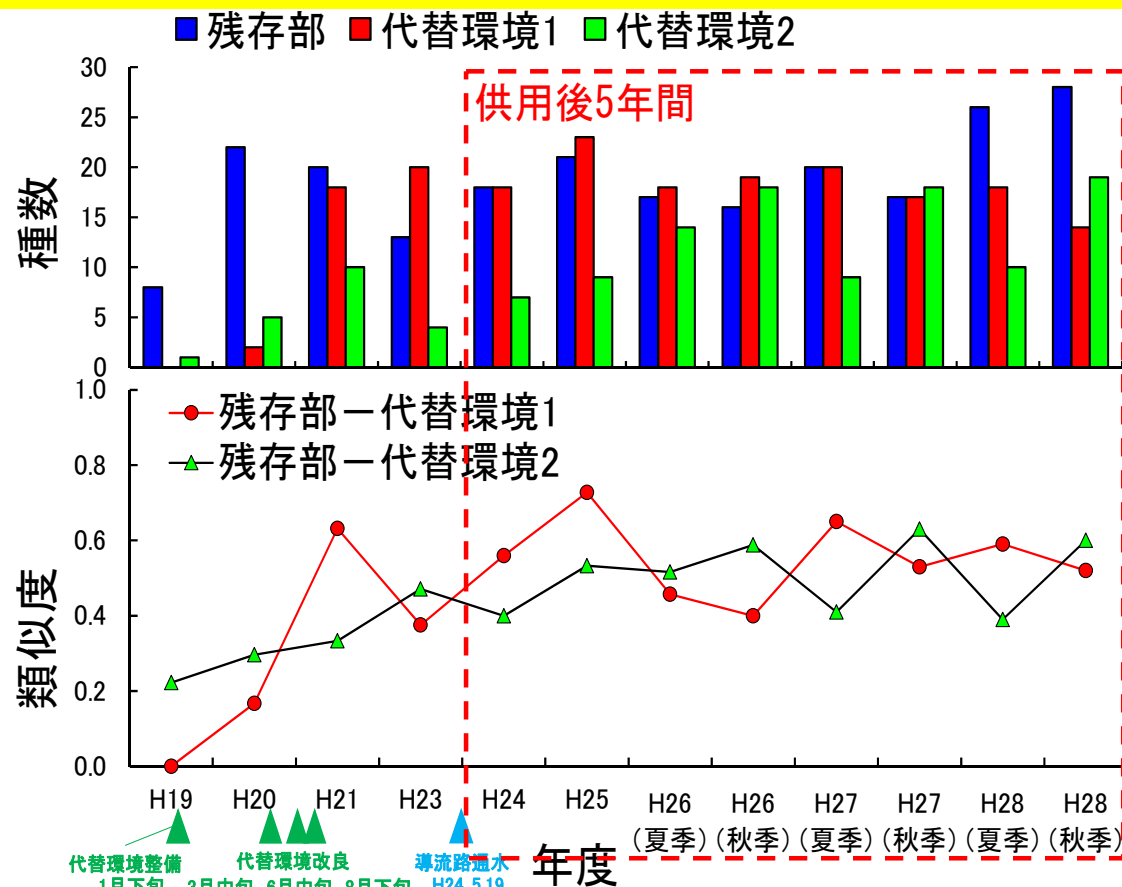
重要種（底生動物）の確認状況



3. モニタリング結果

補足資料⑨

代替環境の対策効果【魚類(ソレンセンの類似度指数)】



各地点における確認種数(上)及び類似度(下)

ソレンセンの類似度指数は以下の式で求めた。

$$S = \frac{2C}{A+B}$$

(A: 群集 A の種数、 B: 群集 B の種数、 C: 群集 A と B で共通する種数)

結果及び評価

【残存部と代替環境1及び2】

・両者の類似度はH21に大きく上昇した。これは残存部との水路を開削したことで魚類の移動が容易になり、両地点で共通する種が増えたためである。

・供用後(H24以降)は多少の変動はあるものの、0.4～0.7程度で推移している。

【残存部と代替環境2】

・造成当初は種数が少なく類似度は低かったが、種数の増加に伴い徐々に上昇し、供用後は0.4～0.6程度で推移している。

【総括】

・類似度の上昇は魚類相の組成が残存部に近づいていることを示す一方で、類似度の低下は魚類が残存部と代替環境で棲み分けを行い、全体として環境に多様性が見られるともいえる。

魚類の生息状況の定量的評価

代替環境の対策効果を評価するために、残存部と代替環境1及び2の種構成から類似度を評価できる「ソレンセンの類似度指数」を適用した。

これは、確認された種数に基づいて群集間の類似性の高さを0.00～1.00の値で表したものであり、1.00に近いほど類似性が高い。