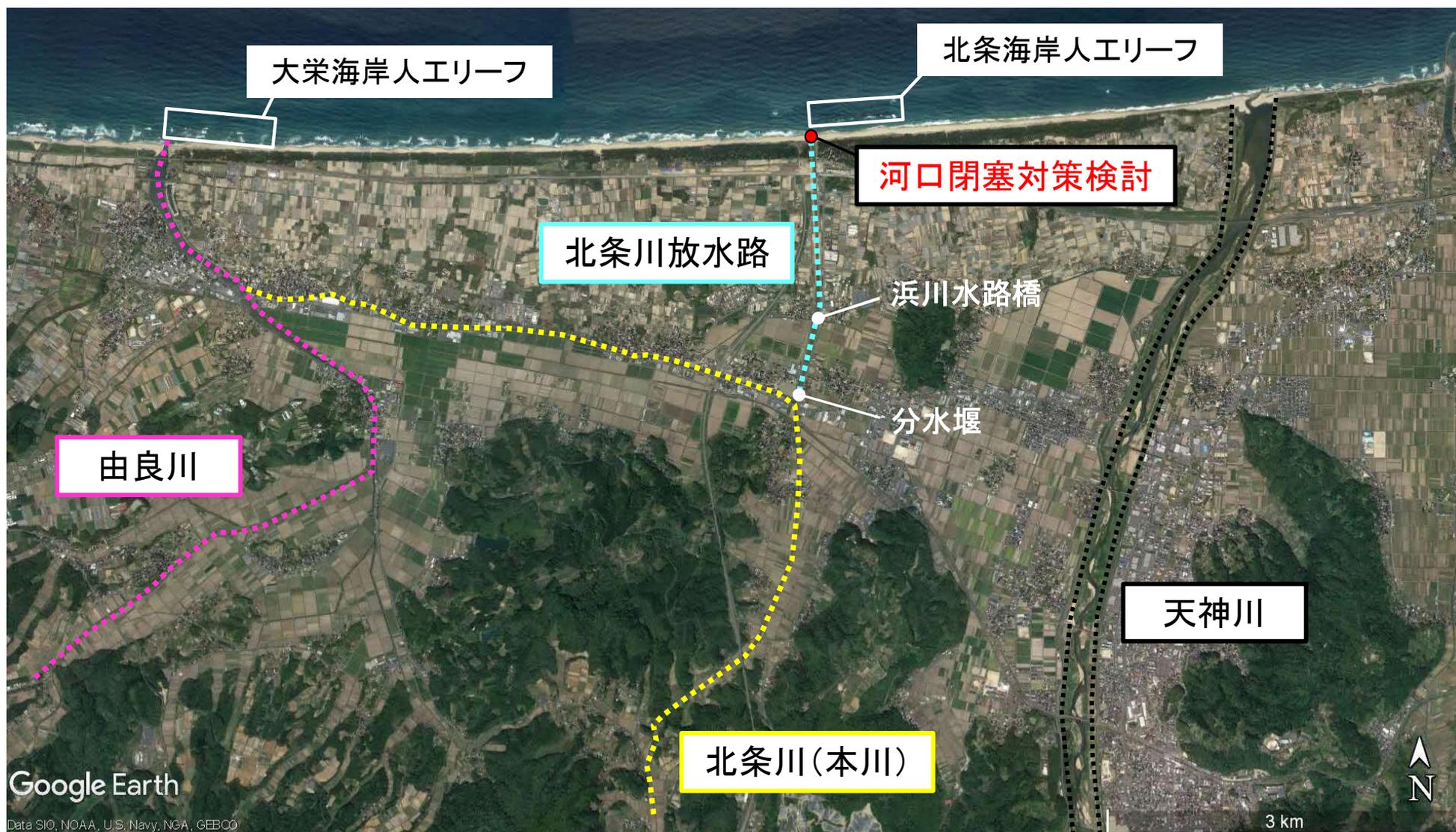


# 北条川放水路における河口閉塞対策検討状況(報告)



令和6年12月18日(木)

鳥取県 中部総合事務所 県土整備局 計画調査課

# 放水路河口の現状

## 【現状】

・高頻度で砂州による河口閉塞が生じており、洪水時の浸水被害といった不安の種となっている。

・現在は、人力やバックホウによる人工開削で砂州をフラッシュさせているが、高波浪が襲来すると1日程度で砂州が再形成する。

→河口部での作業であり、危険を伴う。

→ゲリラ豪雨時などの急な出水への対応が困難 ⇒安全で効率的な砂州開削の方法を検討



河川管理者による人力での砂州開削



バックホウによる砂州開削

# 北条川放水路に関連する構造物(分水堰・浜川水路橋・人工リーフ)

## <人工リーフ(潜堤)>

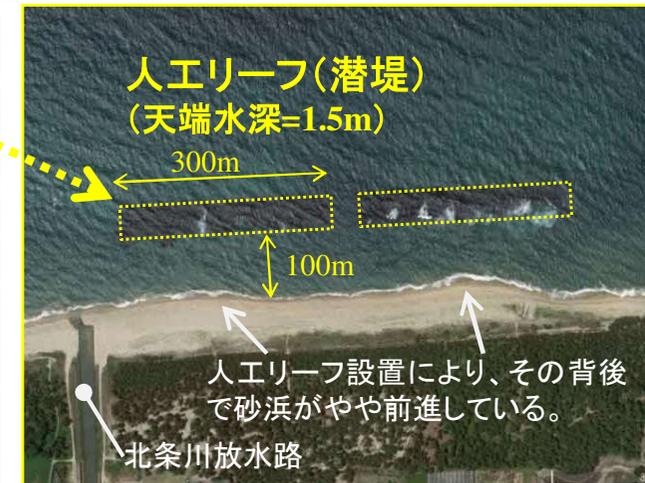
- 放水路河口の右岸側に設置済
- 波浪低減効果があり、人工リーフの背後で周辺より汀線が前進している

## <浜川水路橋>

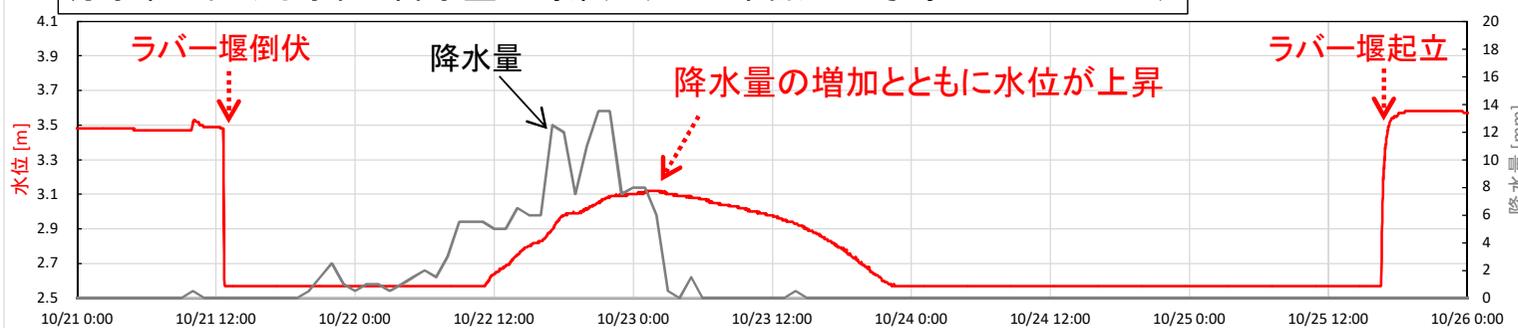
- 1k550付近(HWL=T.P.+3.64m)にある
- 水路橋は昇降式であり、桁下の高さは下降時にはT.P.+3.19m、上昇時はT.P.+4.24mである。桁下の高さは分水堰操作時の規定要因となる

## <分水堰>

- 放水路への分水量をコントロールする可動式のラバー堰(天端高=T.P.+3.77m)、倒伏開始水位=T.P.+3.87m
- 台風等で大規模出水が予想される場合には、予め倒伏させる場合もある



分水堰における水位と降水量の時系列(2017年台風21号時 10/21~10/26)



H30～R1

**効果的な河口閉塞対策の方向性と砂州管理のポイント整理**

浜川水路橋に影響しない砂州天端高の最大値：T.P.+2.95m  
ハード的対策：人工リーフ（潜堤）の設置  
ソフト的対策：人工開削、分水堰操作

R1～R2

**河口部治水対策実施計画（案）の策定およびロードマップ（案）の作成**

当面の対策：効率的な砂州開削手法の導入（人工開削、砂州への落水）、  
分水堰の運用見直し  
将来の対策：人工リーフ設置、分水堰部分改修（当面の対策で十分な効果が得られない場合）

R3～R4

**流況調査、分水堰の運用方針見直しのための解析、実証実験計画の作成**

北条川ならびに放水路の流況実態を把握するための調査を実施。その結果を元に数値モデルを構築し、砂州フラッシュシミュレーションを行い、その結果を整理。分水堰倒伏による効果を確認するため、実証実験計画（案）を作成。

R5～R6

**実証実験の実施と効率的な河口閉塞対策の実施方針策定**

R4年度に作成した実証実験計画を基にした現地実験を実施し、砂州フラッシュ効果を確認した。併せて、河口閉塞対策検討に必要な追加実験を実施する。これまでの検討結果を踏まえた効率的な河口閉塞対策の実施方針を策定する。

# 分水堰倒伏による砂州フラッシュ実証実験(第1回・2回実験)の概要

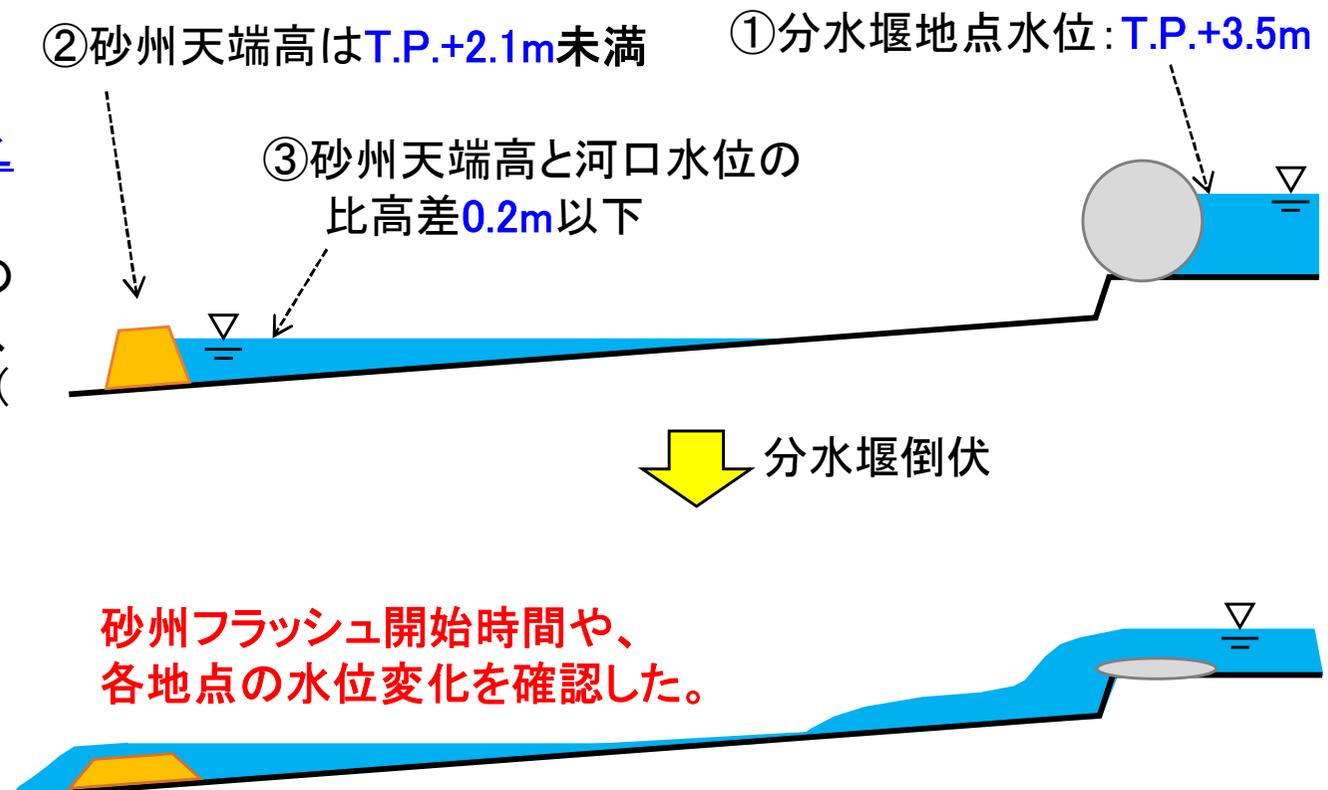
## 【実証実験の目的】

これまでの検討結果から、分水堰(ラバー堰)の倒伏によって放水路内の流量を増加させることで、河口砂州をフラッシュさせる効果が期待できる。可能な限り素早く砂州をフラッシュさせるため、河口砂州のフラッシュ促進のために分水堰操作を行えるよう、実証実験でその効果を検証した。

## 【実証実験における留意点】

- 砂州高がT.P.+2.1m未満とする。
  - 分水堰倒伏後の水位が導流堤笠コン天端高(T.P.+2.1m)を超えない状態での実施が必要。
- 河口砂州と放水路内の実験前水位の最小比高差が0.2m以下になるように、状況によっては砂州形状を調整する(切欠の設置)。
  - 数値シミュレーションによる予測から、分水堰倒伏により得られる放水路内の水位上昇量は0.2m程度が限界である。

## 実証実験の模式図と実験の条件





(a) 水位上昇



(b) 滞筋形成



(c) 滞筋が海側と接続



(d-1) 砂州フラッシュの開始



(d-2) フラッシュの急激な進行



(e) 中州が残った状態でフラッシュ完了

- a. 分水堰倒伏後、徐々に河口水位が上昇.
- b. 分水堰倒伏29分後には左岸側で小さい滞筋を形成.
- c. 滞筋が徐々に大きくなり海側と接続.
- d. 砂州フラッシュが開始・進行.
- e. 右岸側でも砂州フラッシュが開始し、河道の中央付近に堆砂が残る状況となった.

### <第1回実証実験(灌漑期)>

- 分水堰倒伏後の水位上昇が約1時間で0.2mということが実験でも確認された(ただし浜川水路橋横からの流入の影響も含む)。
- 分水堰倒伏による水位上昇は、浜川水路橋の平常時桁下高に達することではなく、平常時の倒伏であれば浜川水路橋は上昇操作は不要である。
- 分水堰起立後、上流水位は5時間程度で元の状態まで回復した。

### <第2回実証実験(非灌漑期)>

- 分水堰地点の倒伏前水位が第1回より10cm低い水位(T.P.+3.48m)であっても、河口部において分水堰倒伏後に50分で0.14mの水位上昇が確認された(浜川水路橋横からの流入はほぼない状況であった)。
- 分水堰起立後、上流水位は10時間程度で元の状態まで回復した。これは数値シミュレーションの予測結果に近い値であり、予測時の条件(上流からの流量 $0.3\sim 0.5\text{m}^3/\text{s}$ )に近い流況だったものと考えられる。

以上より、数値シミュレーションでの予測通り、分水堰倒伏前の放水路内水位と河口砂州の比高差を0.2m以下の状態にすることで、分水堰倒伏後の放水路河口水位の上昇により砂州フラッシュが可能であることが実現象として確認された。

→ **効率的に放水路内水位と河口砂州の比高差を0.2m以下にすることが重要**となる。

### <実験の目的>

北栄町下水道管理センターからは、北条川放水路に日平均流量約 $0.01\text{m}^3/\text{s}$ の下水が流入している。また、山陰自動車道の工事により発生する地下水揚水流量は約 $0.03\text{m}^3/\text{s}$ であった。この2つの流量に着目し、これらの流水を用いて砂州をフラッシュさせる際に有効となる切欠き形成が可能か、現地実証実験により確認した。

実証実験時全景



### <実験の目的>

- 落水位置を砂州の法面や法肩とした場合と、天端とした場合で、切欠き形成効果にどのような違いがあるか。
  - 天端上に落水させるより、法面や法肩に落水する方が、砂を削る効果がより大きいことだろうと予測していた。
- 落水流量 $0.01\text{m}^3/\text{s}$ と $0.03\text{m}^3/\text{s}$ で切欠き形成効果にどのような違いがあるか。

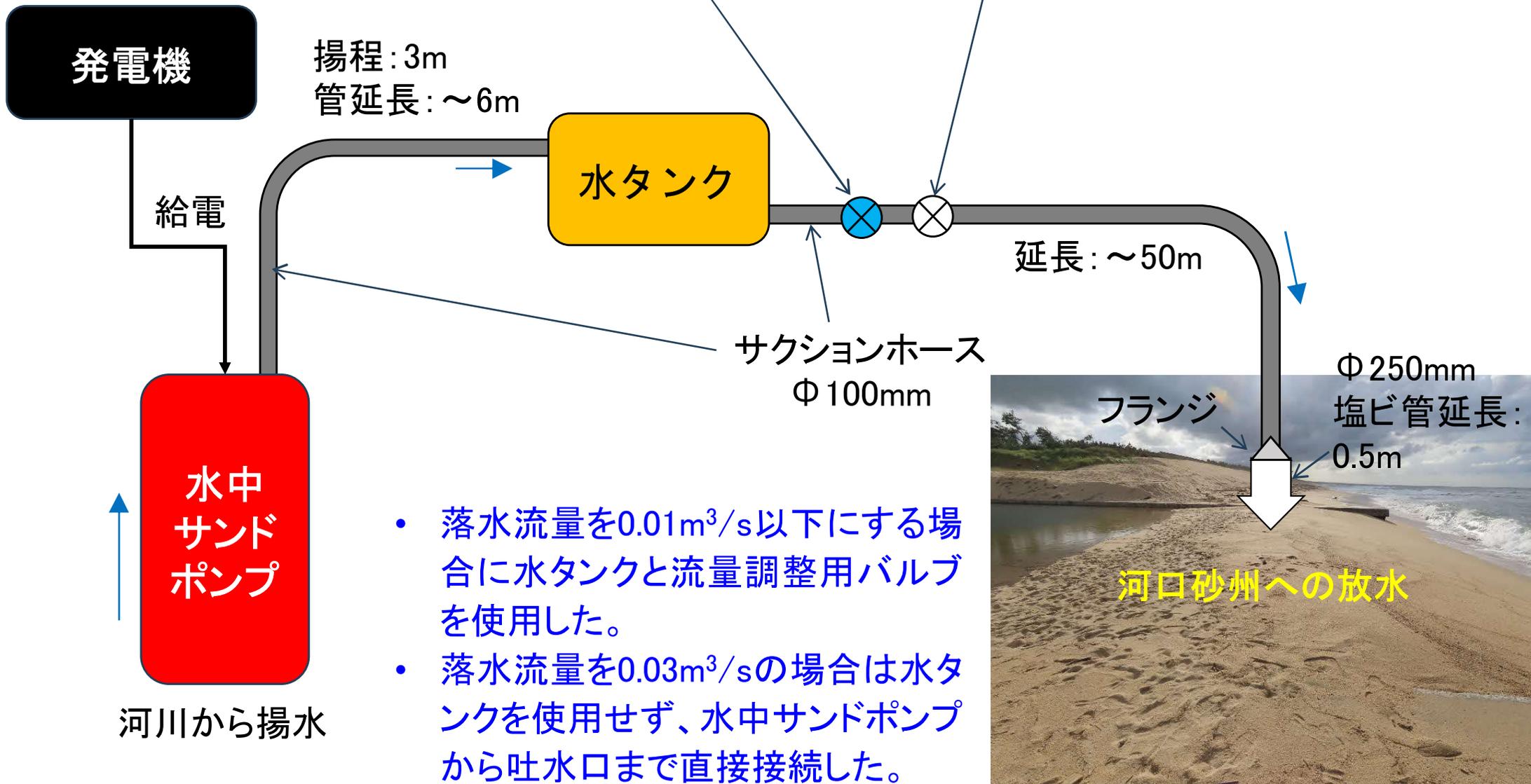
# 落水実証実験の機材配置(模式図)

## 止水用バルブ

→ 流量調整用バルブは流量調整が完了した段階で開き具合を固定する。実験前後に放水を開始/終了するためのバルブを別途設置した。

## 流量調整用バルブ

→ 流量とバルブの解放状態の関係については、事前に水タンク内に貯留させた水の減少量から概算した。



# 落水実証実験の機材配置(実験当日の写真)



水タンク



止水・流量調整用バルブ

発電機



吐水口



水中サンドポンプ



水中サンドポンプは、河床の砂の吸い込みを抑制するため、周囲をコンパネで囲った吊りパレットの中に固定し、それを河床に設置することとした。

# 落水実証実験時の状況①(落水箇所の違いによる切欠き形成効果の違い)

①流量:0.01m<sup>3</sup>/s 落水位置:天端上



3分後



水が砂州に透水し、約2分で地形変化が終息した。

②流量:0.01m<sup>3</sup>/s 落水位置:海側法肩



5分後



法肩を大きく削り、水流が海まで接続した。

# 落水実証実験時の状況②(流量 $0.03\text{m}^3/\text{s}$ の場合)

流量： $0.03\text{m}^3/\text{s}$  落水位置：海側法肩



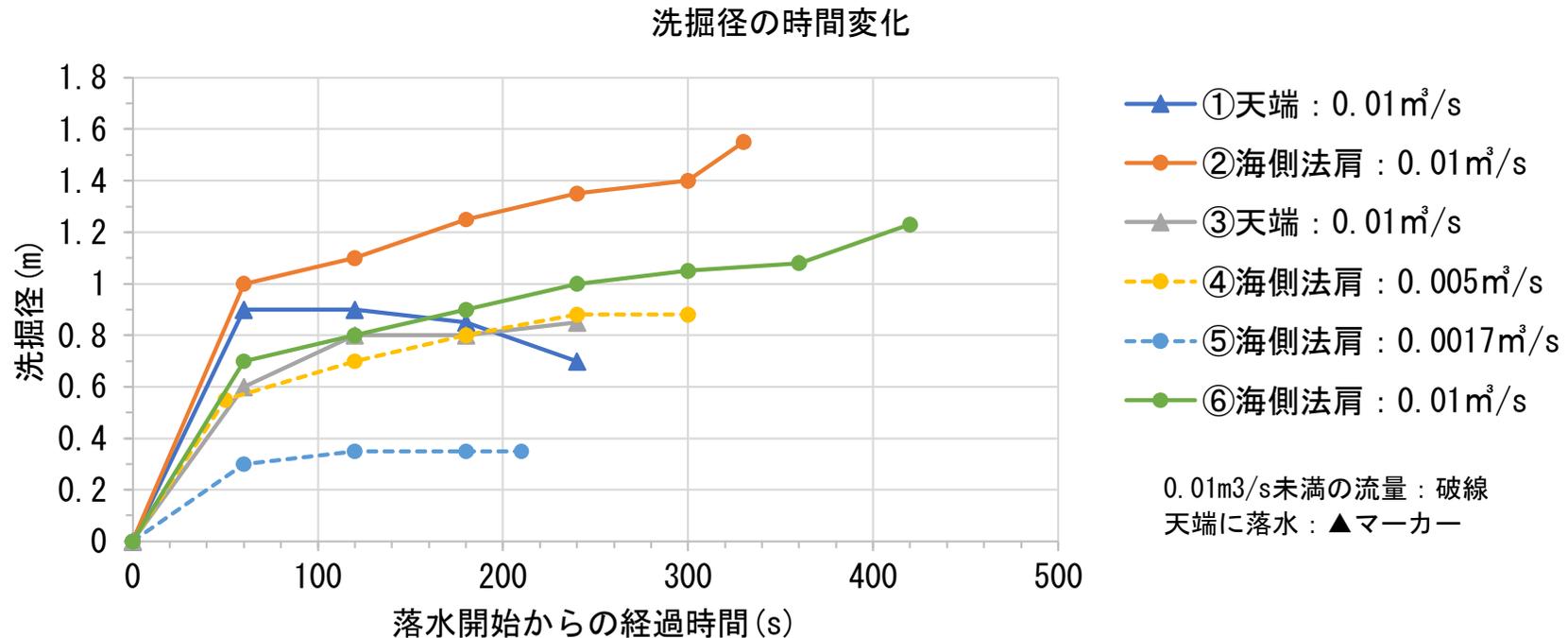
6分後



流量： $0.03\text{m}^3/\text{s}$  落水位置：上流側法肩

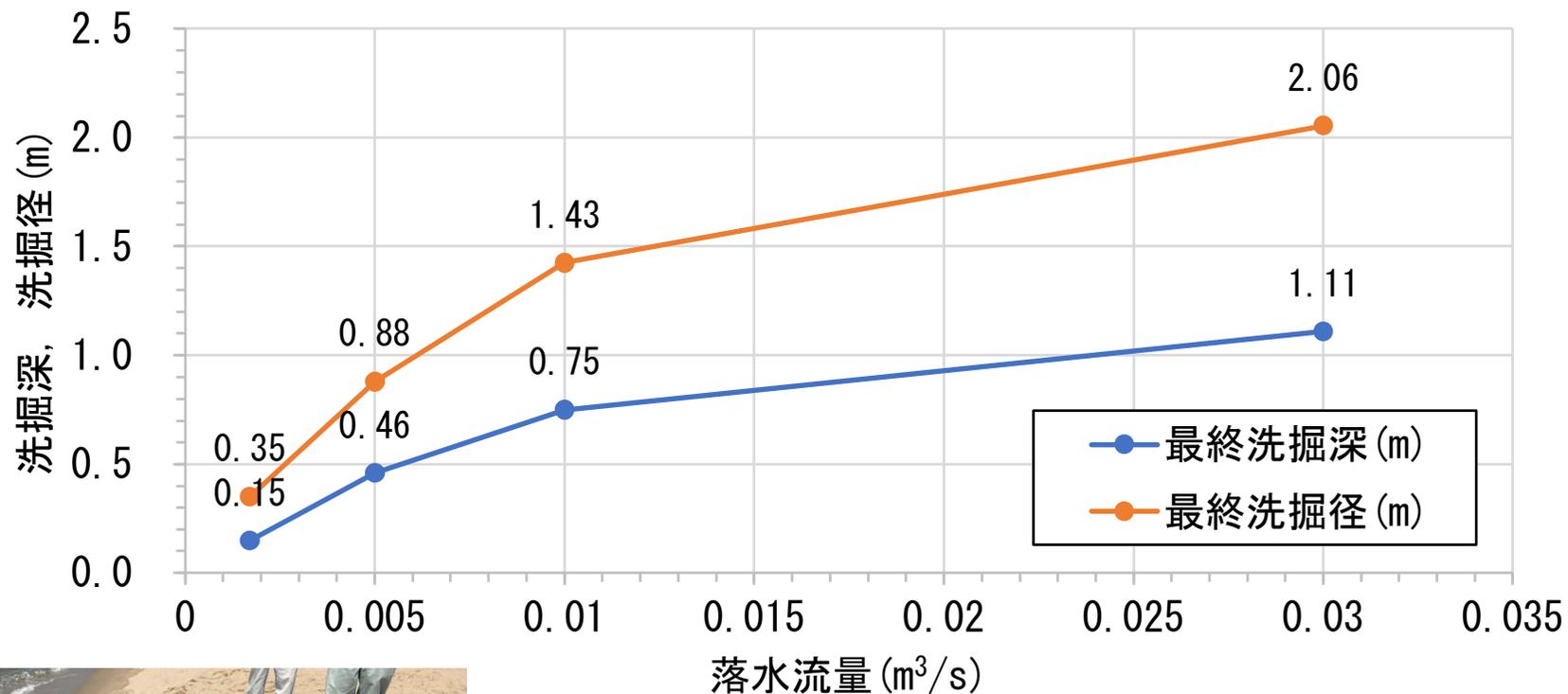


上流側から砂州を削っても、川から海に向かっての順勾配の切欠きを設置することはできない。



各実験条件での洗掘径の時間変化を見ると、落水開始60秒までに一気に洗掘が進み、その後は洗掘される水平範囲はあまり大きく変化しないことが確認された。

流量の違いによる洗掘深・洗掘径の違い（法肩への落水）

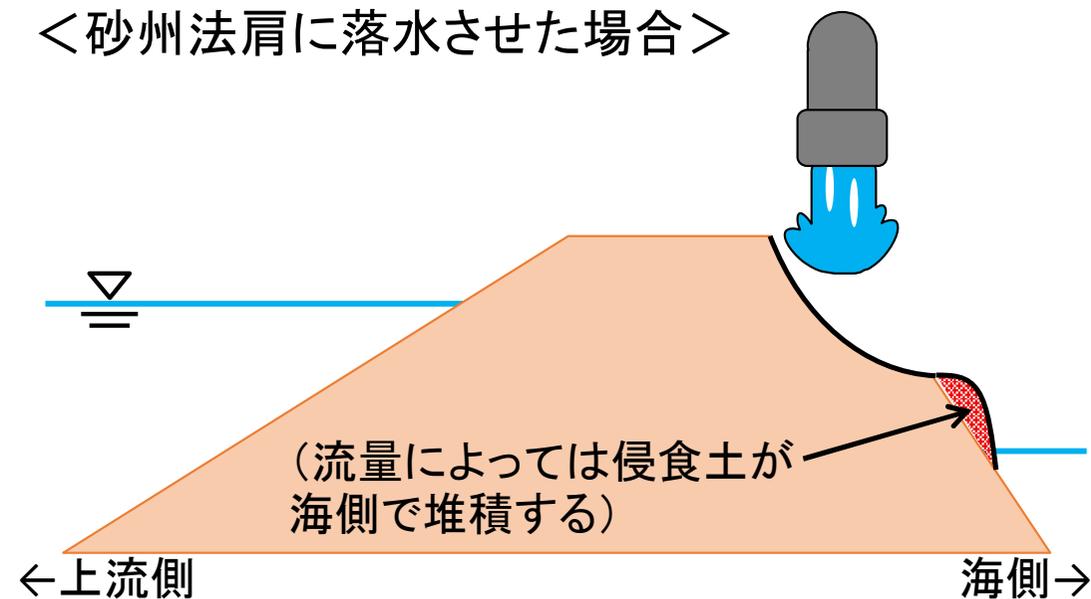


- 落水流量が大きいほど洗掘深・洗掘径ともに大きくなることが確認された。
- ただし、その効果は流量に対して線形の関係というわけではなく、頭打ちのような状態となる。

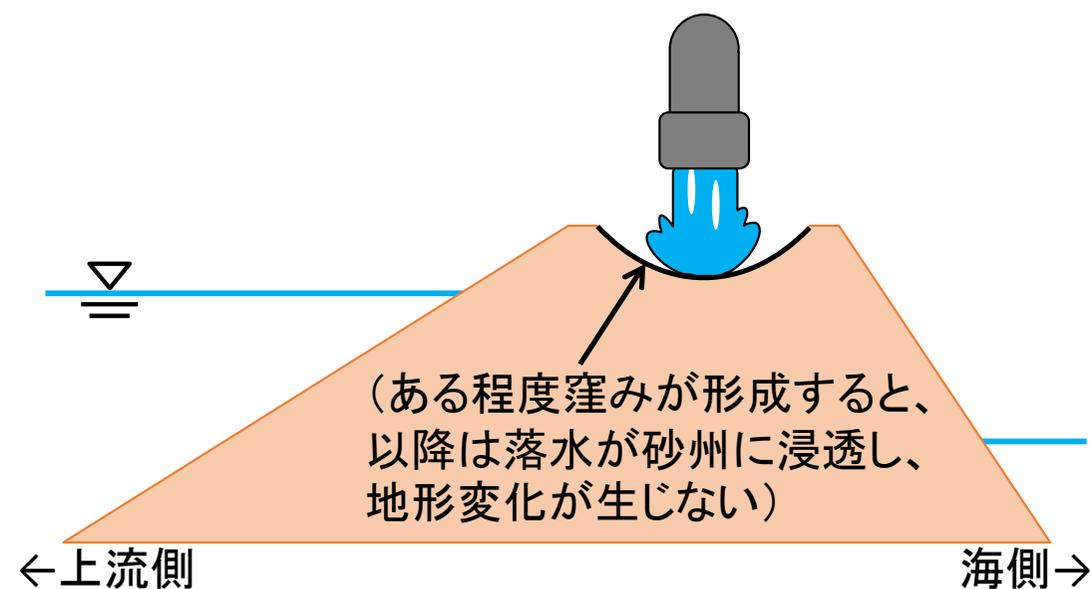
# 落水実証実験結果のとりまとめ1

- 実験の結果、0.01m<sup>3</sup>/sでも砂州の法肩や法面に落水させることで切欠き(滯筋)形成が可能であることを確認した(右上図)。
  - ただし、落水継続時間を長くすると、周りの侵食が進み、その侵食土で深掘れの下部が堆積傾向に移行するため、落水位置の海側は常に低い状態であることが必要である。
- 一方、流量の多い0.03m<sup>3</sup>/sは大きな侵食力はあるが、砂州の透水係数が大きいことから、平坦な天端に落水しても浅い窪みが出来る程度となり、天端からの落水では切欠き形成には寄与できないことが確認された(右下図)。
- さらに、0.03m<sup>3</sup>/sでは平面的に侵食域が広がることが確認され、流量の少ない0.01m<sup>3</sup>/sの方が、切欠き形成において効率的であることが確認された。ただし、切欠き形成の時間短縮には、流量が多い方が良く考えられる。

＜砂州法肩に落水させた場合＞

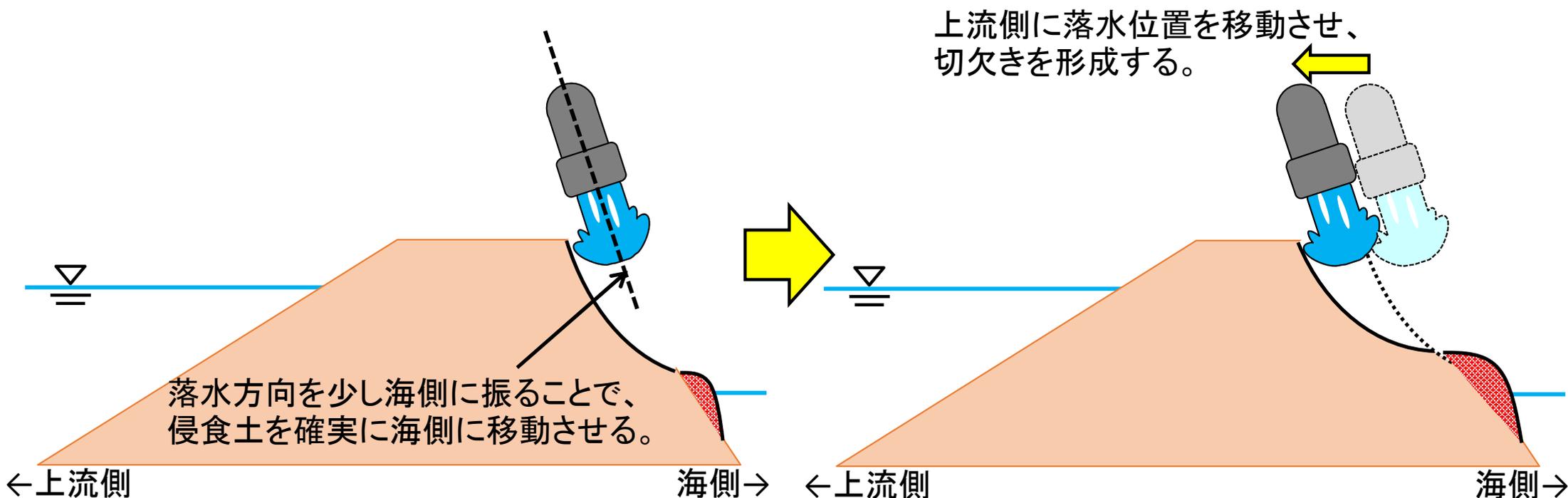


＜砂州天端上に落水させた場合＞



- 切欠き形成には、河道から海側への順勾配の確実な切り欠き勾配の形成が必須である。そのため、落水は法肩からのスタートでなく、海側の砂州法尻位置からの落水を実施し、徐々に落水位置を上流側に移動させることで、確実な切欠き形成が可能となる。
- 上記のような切欠き勾配の確実な形成の視点から、落水方向は海側への掃流を確保するため、真下から少し海側に振ることが不可欠である。

このように、効果的な位置からの落水を連続させることで、わずかな流量であっても砂州上に切欠きを設置することが可能であることが確認された。



河口砂州を可能な限りいつでもフラッシュさせられる状態にするためには、以下のような方針が考えられる。

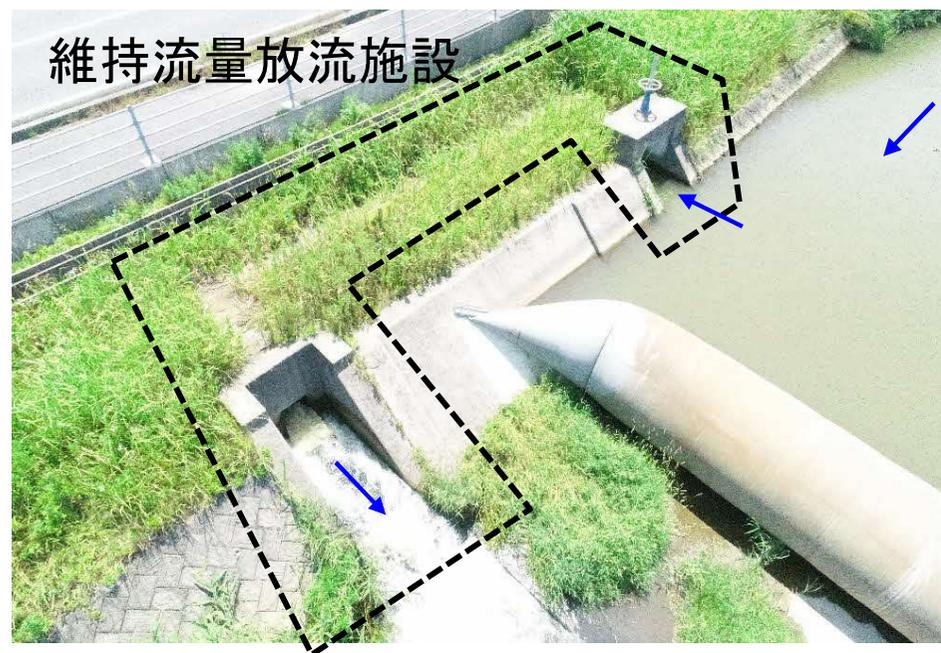
### ① 放水路内の水位が高い状態を維持する

→ 分水堰右岸の維持流量放流施設を改修し、降雨時の余分な流水を放水路に流下させる。

□ 余分な流水とは、分水堰を倒伏させるほどではないような降雨時(分水堰倒伏水位には到達するものの、継続的な降雨が予想されない場合)に、由良川まで流下している水を指す。

→ 維持流量放流施設の一部を拡幅することで可能になると考えられる。

→ 分水堰倒伏回数が減少し、省力化に寄与する



### ② 砂州の一部にいつでも切欠きが設置できるようにする

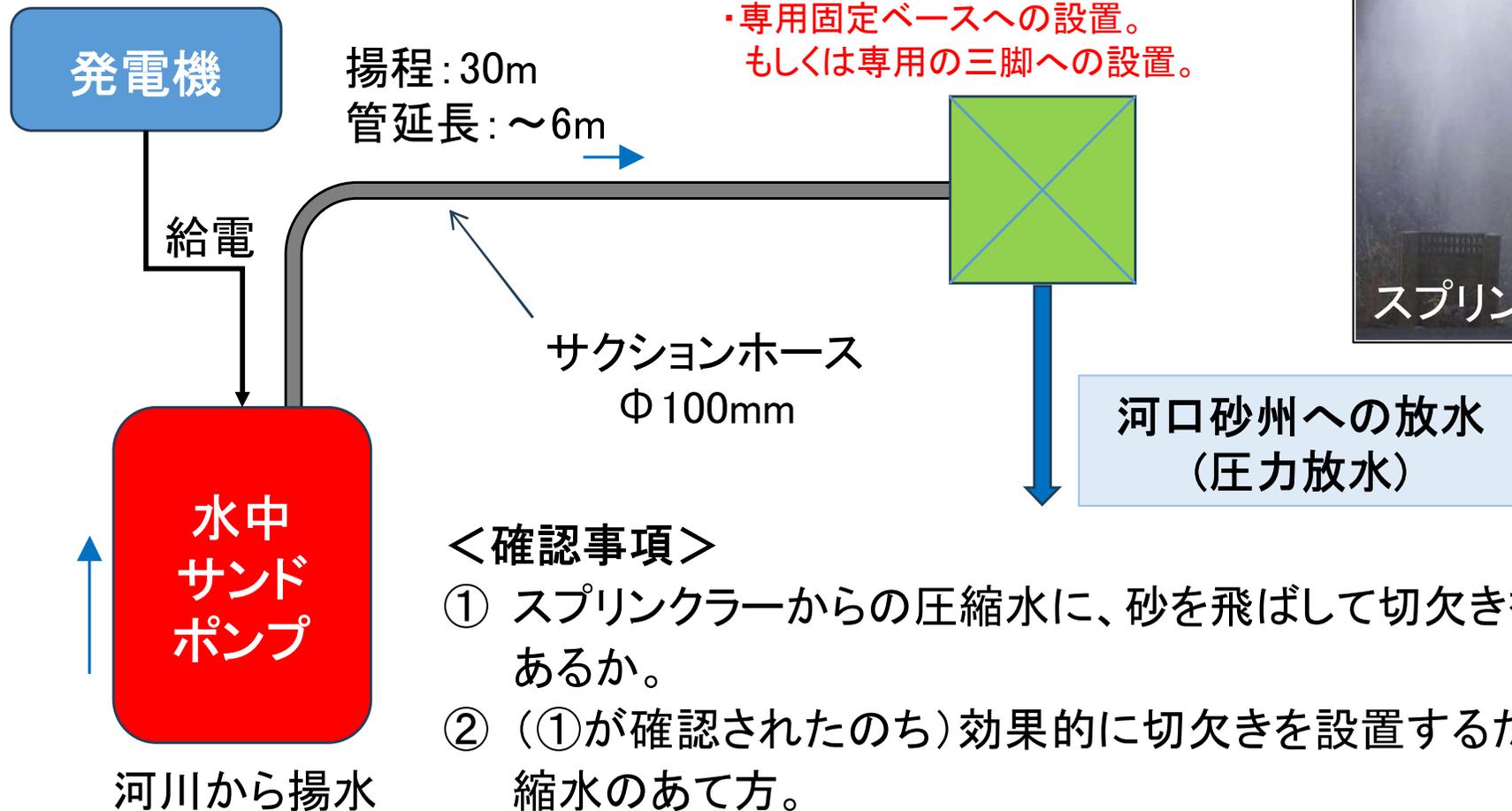
→ 現在重機や人力で行っている切欠きの設置を、可能な限り自動化する。

→ スプリンクラー(放水銃)を用いて圧縮水で砂を飛ばすことで、切欠き設置効果が期待される。

→ 第4回現地実験としてその効果を確認予定(12月初旬実施予定、後述)

実験目的：非出水時であっても任意のタイミングで砂州を短時間でフラッシュさせられる手法として、スプリンクラーの適用効果を現地実験により確認する。

## <実験設備の模式図>



## <確認事項>

- ① スプリンクラーからの圧縮水に、砂を飛ばして切欠きを設置する効果があるか。
- ② (①が確認されたのち)効果的に切欠きを設置するための砂州への圧縮水のあて方。
- ③ (①が確認されたのち)切欠き設置に要する時間や水量。

効果が認められた場合、河口閉塞対策の運用方針に反映する。

## <実験の目的>

- ① 砂州フラッシュに十分な深さの切欠きを短時間のうちに設置することを目的に、放水銃を用いた砂州天端の一部掘削効果を現地実験にて確認した。
- ② 合わせて、第3回現地実験時より大きい流量の放水を行うことで、短時間で切欠きを設置することが可能であるかを確認した。

## <実験の方法>

- ① ポンプにより放水路から揚水した河川水を**放水銃に圧送し、砂州の海側法尻部から放水**を行う。  
→ 海側から切欠きを形成するのは、削り取った土砂を海側に流下させる必要があるため(第3回現地実験での知見)。
- ② 第3回現地実験より大きい流量を**ホースから砂州上に直接放水**する。  
→ 落水流量**0.08m<sup>3</sup>/s**の場合における切欠き形成効果を確認する。



## 放水銃による砂州掘削効果確認実験(第4回現地実験)の速報

①放水銃実験(流量 $0.005\text{m}^3/\text{s}$ 程度)

放水銃では砂州フラッシュに十分な規模の切欠きを形成することができなかった。

→ 放水銃は放水地点に”点”で圧力を与えて砂を飛ばすが、その後に”砂を流す”効果はないため、十分な切欠きが形成できない。

→ 砂を流すため、**ある程度の流量が必要**。

②ホースからの直接放水実験(流量 $0.08\text{m}^3/\text{s}$ )

$0.08\text{m}^3/\text{s}$ の放水を砂州の海側法肩寄りの天端上から5分間実施することで、十分な規模の切欠きが形成できた。しかし、砂州の上流側に放水した場合、効果的に切欠きを形成することができなかった。

→ 放水地点の砂が巻き上がり、それが周辺に堆積することで、切欠き形成を阻害していた。

→ 複数地点からの放水、放水地点で砂が巻き上がらない方法、一地点からの最適な放水流量等を検討。

今後詳細な整理・検討を進める。

# 北条川放水路河口部治水対策のロードマップ

		R3・4年度	R5年度	R6～R7年度	R8～R10年度	R11年度～			
地元への説明・合意形成	治水計画の説明と合意形成 (治水対策実施計画(案))		計画案のオーソライズ	運用案のオーソライズ	砂州フラッシュに関わる事象や治水上の課題、ならびに河川の流況、分水堰の有効活用を地元住民に理解して頂く。				
	実証実験・調査の内容の説明と合意形成				分水堰倒伏による砂州フラッシュの現地実証実験を実施し、その結果を取りまとめ、河川管理者がどのように砂州閉塞対策に取り組んでいるか、その効果や有効性を地元住民に確認してもらう。				
	砂州フラッシュ・形成抑制の実証実験 ・分水堰倒伏による砂州フラッシュ ・下水の放流水を活用した砂州形成の抑制								
当面の対策	北条川上流の流況調査	調査実施			北条川の流量を把握し、フラッシュに使える流量を確認した。				
砂州フラッシュを促進する対策整備	効率的な砂州開削手法の導入 ・砂州形成地点への常時放水 (・特殊エジェクター工法)		計画	実証実験	実施設計	施工	最適な切欠き形状の検証。 人工開削の効率的な方法の検討。		
	分水堰の運用見直し ・分水堰倒伏による砂州フラッシュ (・維持流量増加実験)		計画	実証実験	分水堰の運用見直し		平常時(維持流量)の状況下で、分水堰倒伏により上流の水を放水路内に流下させることで砂州フラッシュを生じさせられるのか検証する。		
将来の対策	分水堰の部分改修				実施設計	改修工事	砂州フラッシュ用の河道貯留水をより多量に確保するため、平常時の放水路への維持流量を増やす。		
砂州形成抑制施設の整備	放水路河口部左岸側の人工リーフの新設				水理検討 基本設計	詳細検討 漁協調整	実施設計	現地施工	(改善の適用)
モニタリング計画	砂州フラッシュに係るモニタリング ・CCTV画像 ・水位モニタリング		実証実験・現地施工後の砂州形成モニタリング						
	砂州形成抑制対策に係る人工リーフ設置による影響モニタリング						人工リーフの影響モニタリング (設置後の砂州挙動把握)		
河川管理者の対応	資料作成等	地元説明資料作成							
	追加検討		モニタリング結果・実証実験結果を受けて追加検討					人工リーフの設置により、シミュレーション通りの河口砂州の埋塞スピードを遅らせる効果が発揮できているのか、さらには、改善の必要があるのかなど、毎年2回実施されている深浅・汀線測量結果を整理する。 (モニタリング→改善)	
備考		砂州フラッシュの様子や砂州に関する現象を地元で説明し、対策計画の合意形成を行う。	実際の砂州フラッシュの様子や、現地実証実験を地域住民にも確認してもらった。複数の対策法を組み合わせることで、河口砂州を管理できることについて、ある程度の理解を得た。	実証実験や現地のモニタリング結果を受けて、対策方針の微修正等追加検討 →PDCAサイクル					

