

第 10 回魚道ワークショップ（オンライン開催）

WEB 開催（Zoom による）

in 日本大学理工学部駿河台校舎タワースコラ S1010 号室から発信

開催日時：令和 3 年 6 月 15 日（火）

午前の部：午前 10 時から正午（2 時間）

下記の URL から参加願います。

<https://nihon-u-ac-jp.zoom.us/j/83143280515?pwd=dUp5dmxUYURVT09pQkFzdE10RXhkUT09>

ミーティング ID: 831 4328 0515 パスコード: 640115

午後の部：午後 1 時 30 分から午後 3 時 30 分（2 時間）

下記の URL から参加願います。

<https://nihon-u-ac-jp.zoom.us/j/89207795976?pwd=QldOZmZ1L3QrQVZWU3pvV1djSUhsdz09>

ミーティング ID: 892 0779 5976 パスコード: 348670

午前の部（主催者からの話題提供）

午前 10 時から午前 10 時 10 分：開催の説明

午前 10 時 10 分から午前 10 時 40 分 15 分の発表，15 分の質疑応答

「単調河川，湛水化された河川の環境改善と洪水対策のバランス」

午前 10 時 40 分から午前 11 時 10 分 15 分の発表，15 分の質疑応答

「重力式ダム前後の移動環境と流域全体の保全の考え方」

午前 11 時 10 分から午前 11 時 40 分 15 分の発表，15 分の質疑応答

「低落差横断構造物前後の移動環境と洪水対策のバランス」

午前 11 時 40 分から正午 全体意見交換

午後の部

午後 1 時 30 分から午後 2 時 00 分 15 分の発表，15 分の質疑応答

「流量の視点からの魚道の考察」建設技術研究所 瀬口雄一様

午後 2 時 00 分から午後 2 時 30 分 15 分の発表，15 分の質疑応答

「長寿命化ダクタイル鋳鉄の河川工法について」（一社）鋳田籠工法協会

午後 2 時 30 分から午後 3 時 00 分 15 分の発表，15 分の質疑応答

「粗礫斜路の実験の紹介」日本大学理工学部 安田陽一

午後 3 時 00 分から午後 3 時 20 分 全体意見交換

午後 3 時 20 分から午後 3 時 30 分：閉会 11 月に実施する現場開催の説明

単調河川，湛水化された河川の 環境改善と洪水対策のバランス

日本大学理工学部土木工学科
環境水理研究室
安田陽一

2021/04/12 11:20

話題提供の研究背景

- 治水対策に伴う河川整備によって，河川が単調化する箇所が多く，また河床低下に伴う湛水化する箇所が生じやすい。
- 単調化した河川は排水路となり，水生生物の漁礁を含む棲息環境，洪水時の避難環境の確保が困難となる。
- 湛水化された箇所では魚影が見られやすく，捕食されやすい。
- 環境改善の実現に向けて必要なことは，平水時の多様な流れの形成，洪水時の避難環境の確保，防災と棲息環境とのバランスのとれた河川整備である

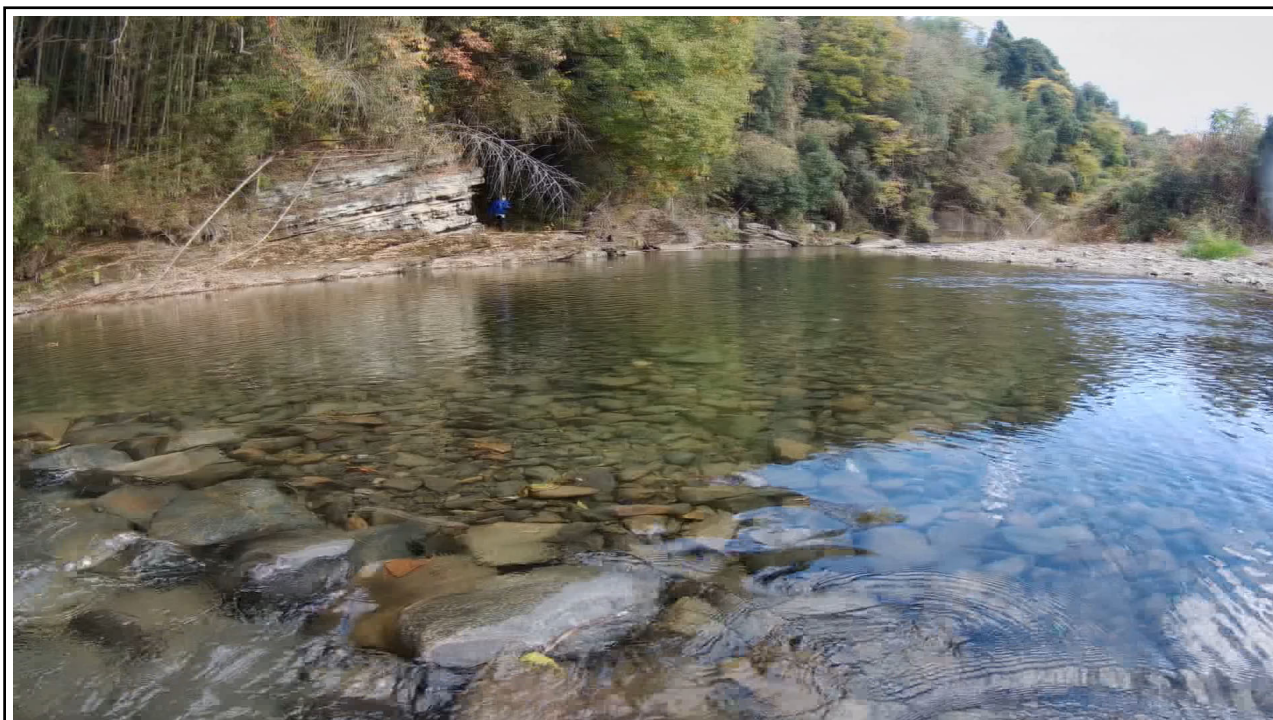
話題提供のねらい

- 直線河道でも改善できる可能性
- 自然河川で見られる礫で構成された石組みの重要性
- 治水と環境保全のバランスを可能とする技術
- 模型実験で方向性・可能性を見つけて現場で検証することの重要性

話題提供の内容

- 茨城県那珂川水系の武茂川の湛水化した箇所でも適用した石組み設置による流れの多様化と漁礁確保の可能性
- 静岡県天竜川水系の一雲済川の単調直線河道に適用した石組み設置による流れの多様化と漁礁確保の可能性
- 模型実験による平水時の石組み周辺の流れの特徴
- 模型実験による洪水時の石組みの安定性と避難環境の確保





一雲済川掛下橋付近の直線河道に水制型
石組みを2か所設置

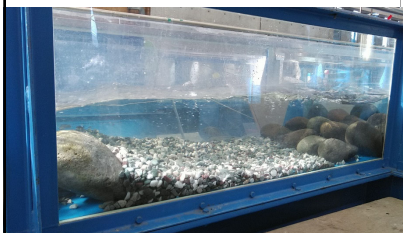
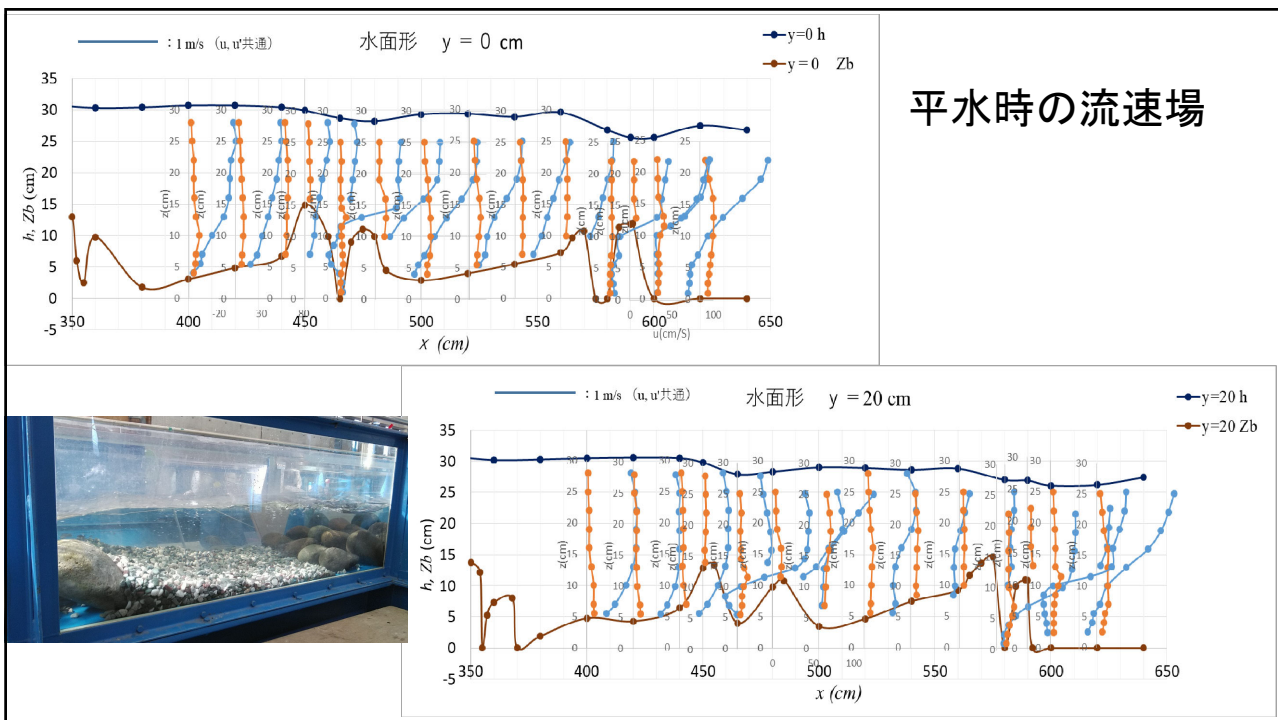










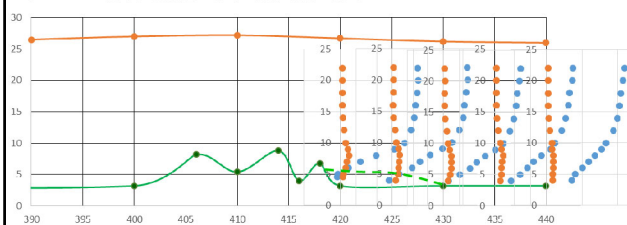




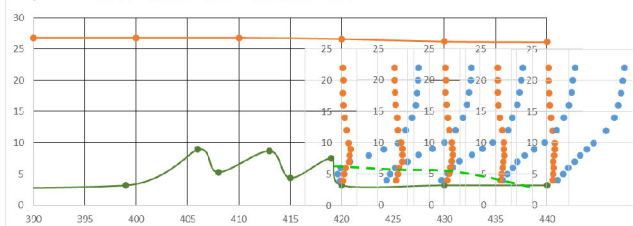


洪水時の石組み直下流の 避難環境となり得る領域検討

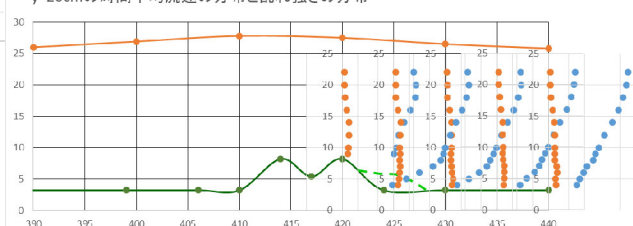
y=10cmの時間平均流速の分布と乱れ強さの分布



y=0cmの時間平均流速の分布と乱れ強さの分布



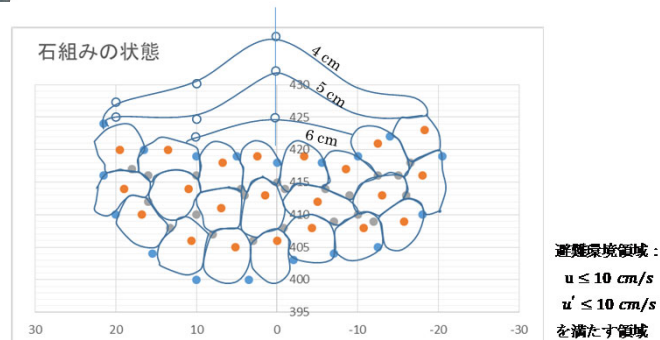
y=20cmの時間平均流速の分布と乱れ強さの分布







洪水時の石組み直下流の 避難環境となり得る領域



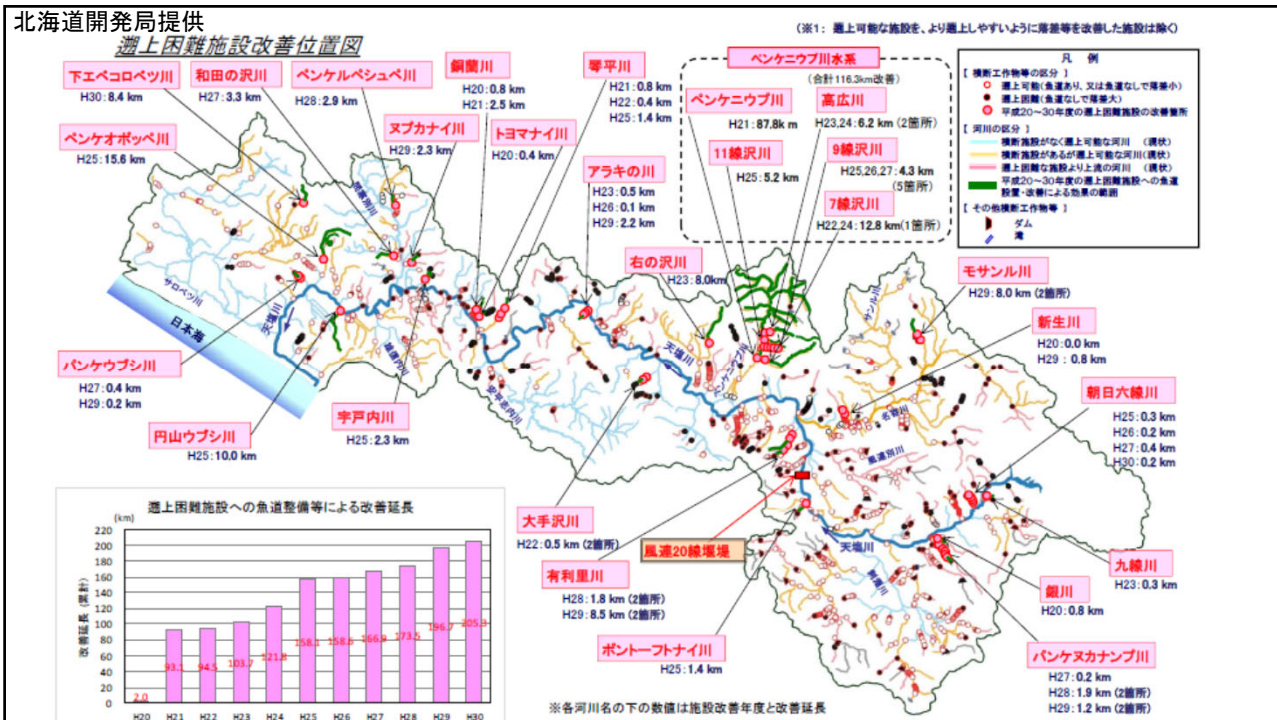
まとめ

- 武茂川，一雲済川で行った石組みの事例を紹介した．武茂川では河道の中で一部石組みを設置し，一雲済川では河道の半分程度に水制のように石組みを行った．
- 設置方法の違いは当該河川の管理状況による．また，今までにはない技術に対する慎重さも含まれる．どの場合においても出水時に石組みの安定性が損なわれないことが重要である．実験によって，その安定性を確認する．
- 平水時には，多様な水生生物の棲息，産卵，越冬が可能にするためには，水深方向，縦横断方向に流速の変化が大きくなるようにし，伏流および多様な流れが形成されるようにすることが重要である．また，洪水時には，避難環境の確保およびその安定性が重要である．これらの点を実験によって確認し，現地で検証する．

重力式ダム前後の移動環境と 流域全体の保全の考え方 ーサンルダムを例にしてー

日本大学理工学部土木工学科
環境水理研究室
安田陽一







①階段式魚道内への石材敷設

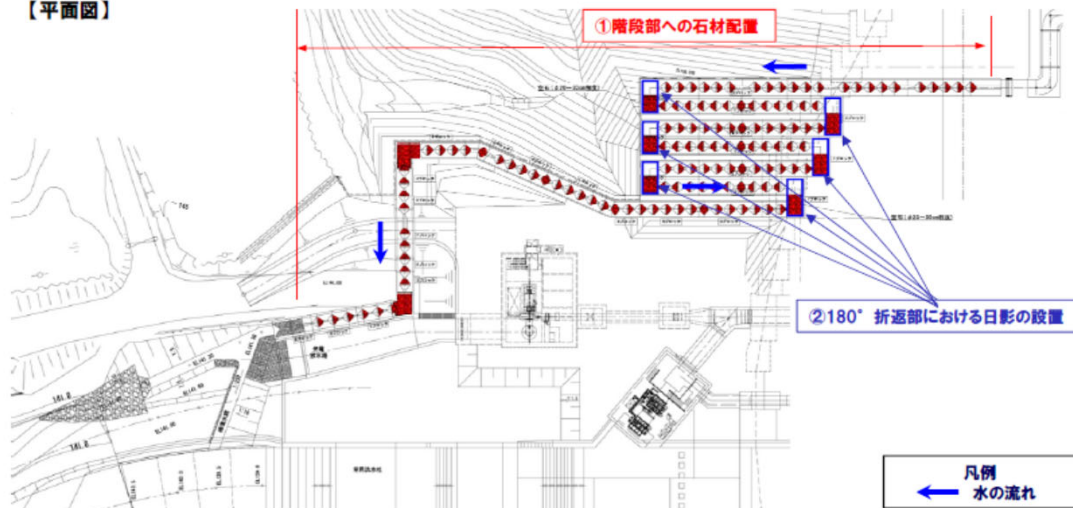
→石材敷設による階段式魚道底部の凹凸部の創出

②180°折返部等における水面高を考慮した底の設置(仮設)

→日影部による休憩場の創出及び流況の安定

北海道開発局提供

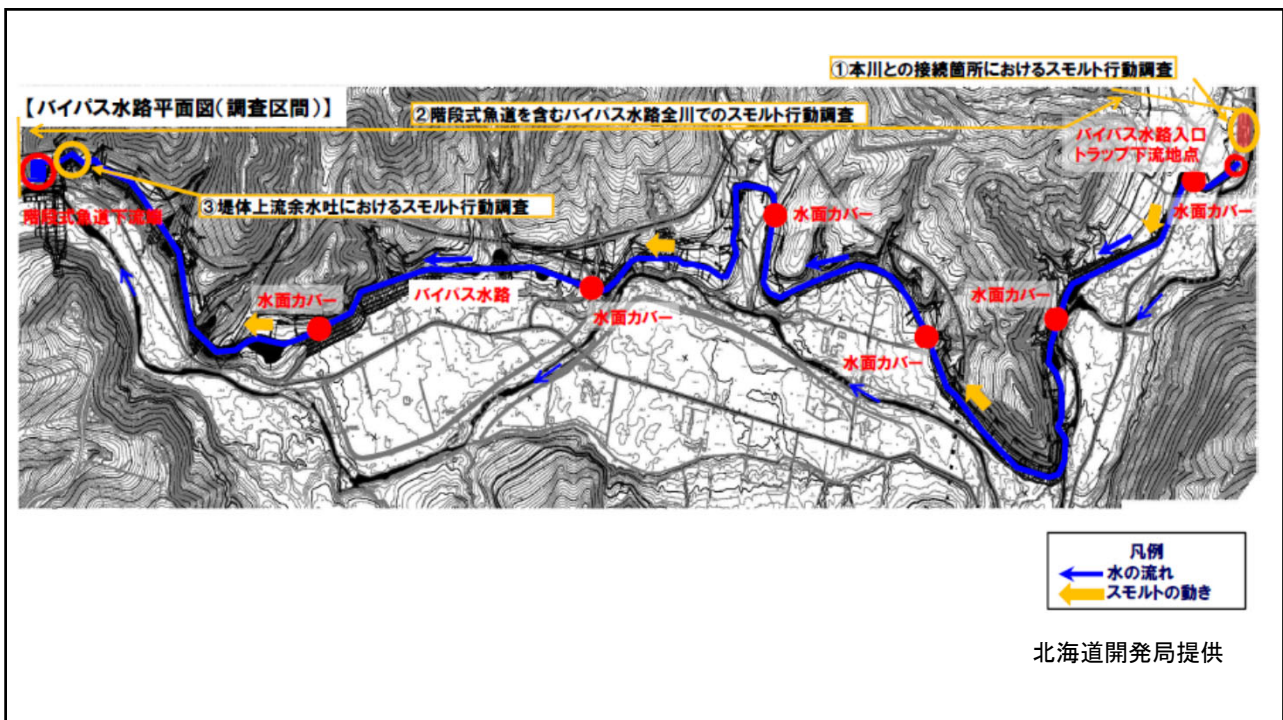
【平面図】

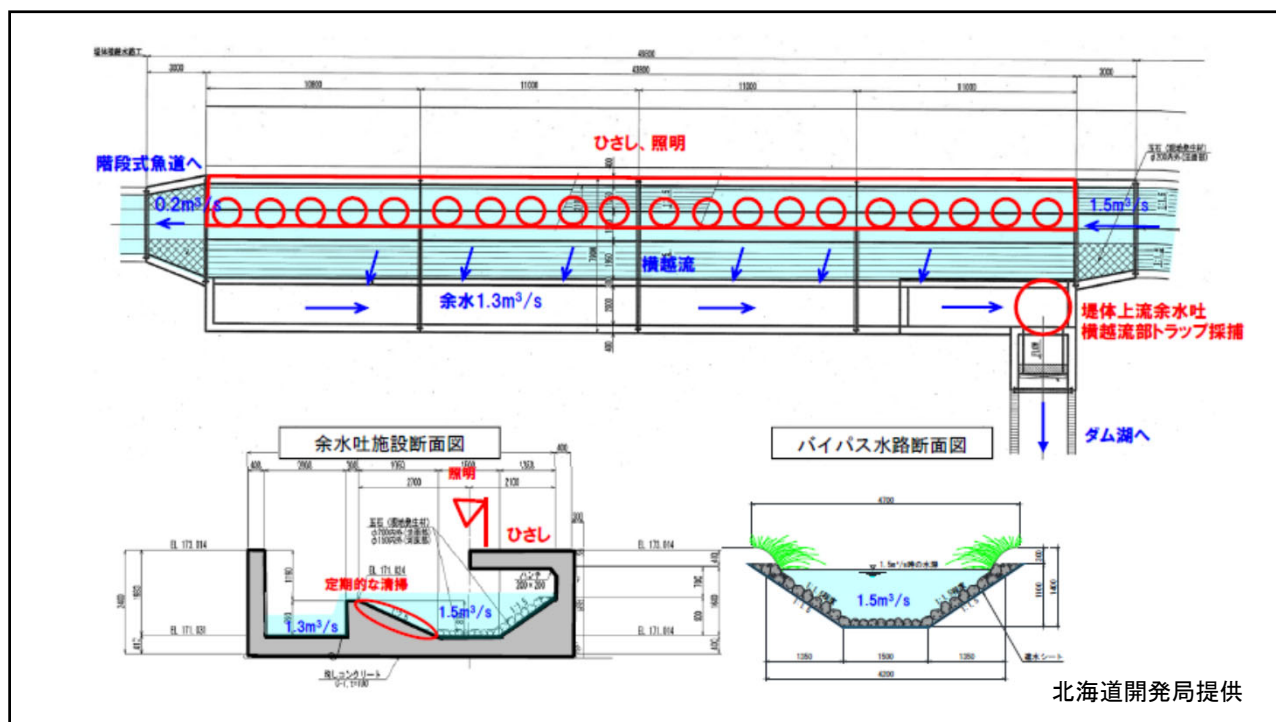


【ビデオカメラ設置箇所】

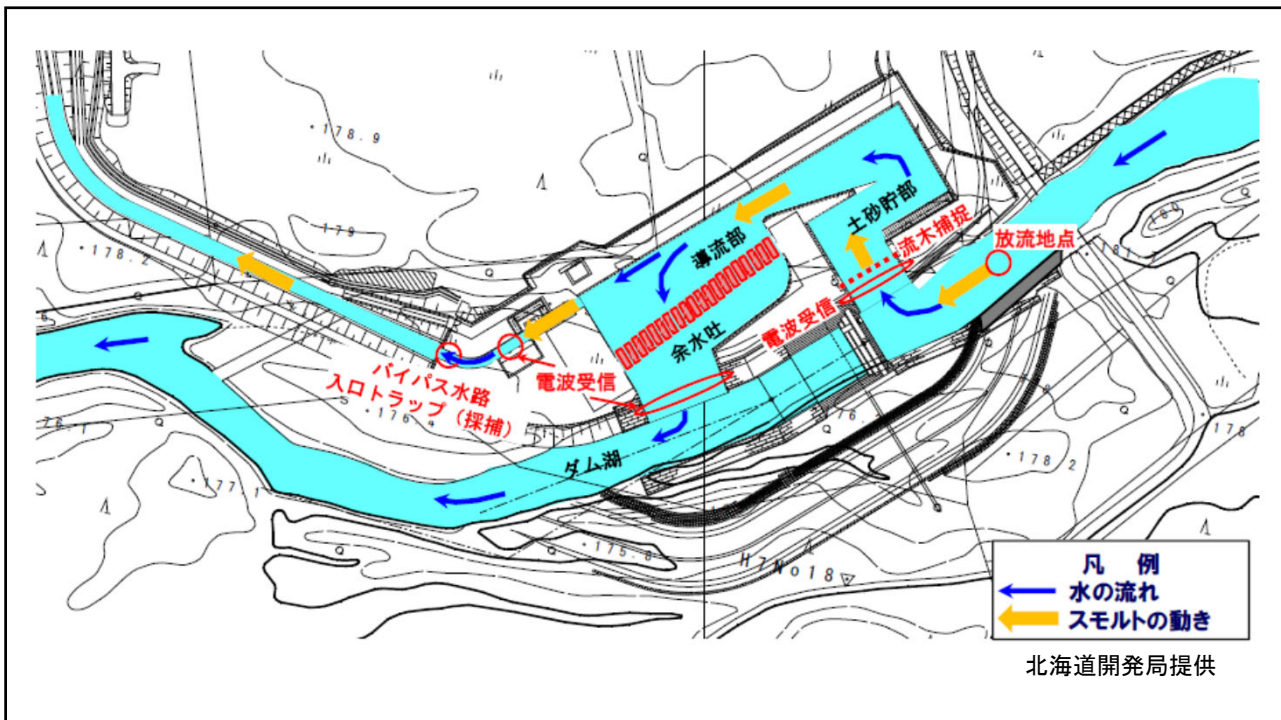














【階段式魚道地点のスモルト降下状況(トラップ採捕)】

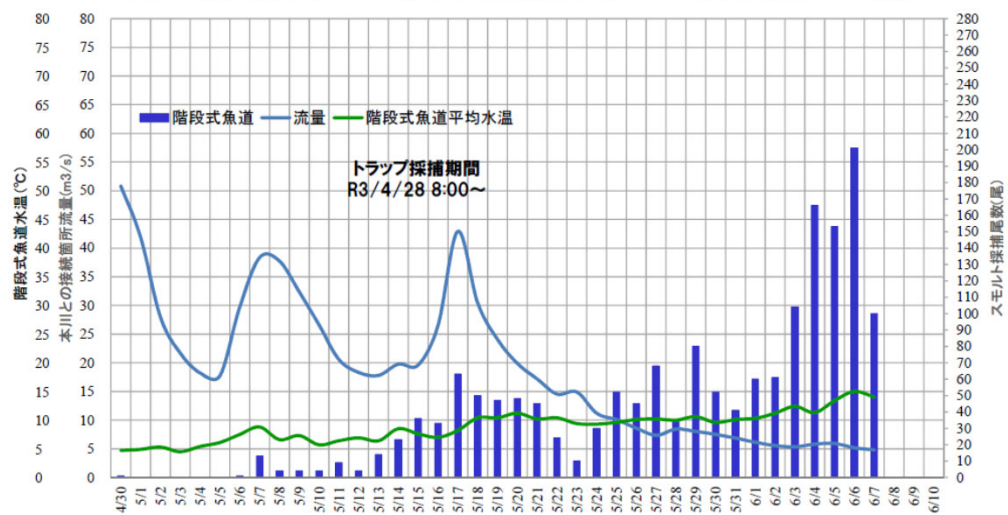
・4/30～6/7までの総数は1,680尾

参考:R2 1,269尾 R1 692尾 H30 333尾 (4/30～6/7までの総数)

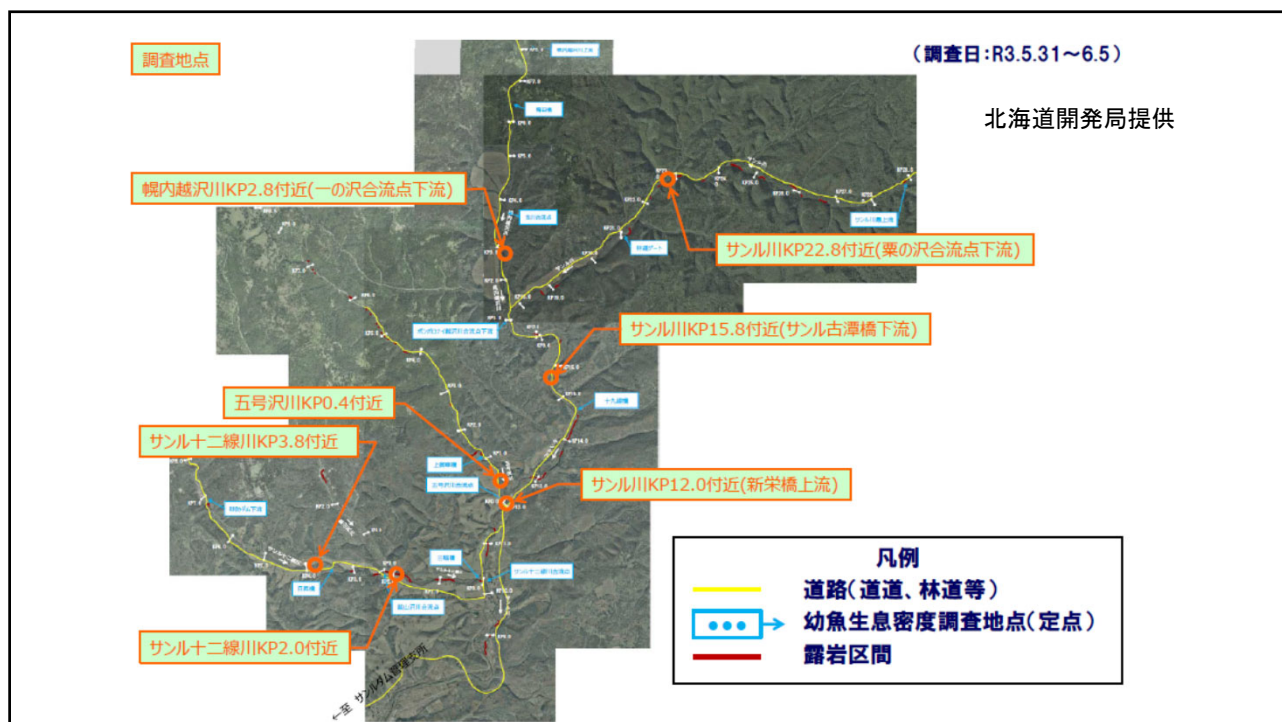
参考:R2 1,444尾 R1 772尾 H30 373尾 (4/30～6/10までの総数) ※R2は採捕状況を踏まえて6/15まで

北海道開発局提供

本川との接続箇所地点のサンル川流量と階段式魚道地点のスモルト降下状況(トラップ採捕)



※日々のスモルト採捕尾数は8:00、16:00におけるトラップ採捕数を合計したものである。
※階段式魚道トラップは8:00～16:00の間は半面(左岸側)、16:00～翌8:00の間は全面の設置とした。



まとめ

- ダム設置される流域において、水生生物の生態系保全を実施する場合には、本川ばかりでなく支川を含めた流域全体で保全事業を必ず実施する必要がある。この場合、河川、砂防、治山、水産、農業関係機関の連携が必要不可欠である。
- 流域全体で連続性可能な延長距離(移動環境)を確保することばかりでなく、棲息環境、産卵環境、避難環境、越冬環境がどの程度確保できるのかを調査し、改善できるところは改善し、ダムによる影響を流域全体でカバーすることが重要である。
- ダム湖において、新たな生態系の保全対策を講じることが重要である。
- 建設前と建設後の生態系調査(産卵床調査、降河環境調査)、河川環境(流量規模別の河川流況、河床形態の調査)を行い、流域全体が新たな環境としてどのようにバランスをとっていくのかを見守る

低落差横断構造物前後の移動 環境と洪水対策のバランス

日本大学理工学部土木工学科
環境水理研究室
安田陽一

2021/05/18 10:19

話題のポイント

- 高さ5m未満の低落差構造物の魚道整備には
 普段の流れを対象とした魚道からの流れと河川の流れとのつ
 ながり
 洪水時の構造物下流側の河床の保護
- 魚道の整備の仕方によっては、
- 魚道からの流れが認識されない。
- 魚道に流れなくなる。
- 洪水後に河床が低下しやすくなり、魚道から遡上できなくなる。
- 海に向かって降りる回遊性の魚、ハゼ、甲殻類が生きて帰れな
 くなる。

床固工：河床勾配，流路を安定化させる役割の構造物



頭首工（可動堰）：利水用の構造物





頭首工(固定堰): 利水用の構造物





砂防堰堤：不安定土砂流出の制御，または土石流補足



治山堰堤：土砂流出に対応した山脚固定のための構造物



床固工に魚道を設置する場合



頭首工(可動堰): 利水用の構造物











頭首工(固定堰): 利水用の構造物







砂防堰堤：不安定土砂流出の制御，または
土石流補足





治山堰堤：土砂流出に対応した山脚固定のための構造物





流量の視点からの魚道の考察

瀬口雄一

株式会社建設技術研究所

(京都大学防災研究所水資源環境研究センター博士後期課程)

1. はじめに（話題提供の趣旨）

魚道は、字の如く「魚の道」であり、多種多様な魚類を滞留させることなく移動させることで、堰等の河川横断工作物の設置の影響を低減する環境保全施設である。一般に魚道の技術論は魚類を上流側へ移動させること、つまり「のぼりやすさ」に主眼が置かれているが、本来的には「下りやすさ」も議論の対象にする必要があるだろう。魚類が上流側から下流側へ移動する場合に、魚道構造もさることながら適切な流量を確保することが必要になり、そのことが将来的に魚道の効果を発揮する上で重要になることを、淀川のアユ降河仔魚を事例に考察したい。

2. 淀川のアユの現状

大阪の中心地を流れる淀川は、日本最大の湖である琵琶湖を水源とする一級河川であるが、河口から 9.8km に淀川大堰と毛馬水門が設置され、ここから大阪湾までは新淀川と旧淀川(大川)の 2 つの河道が存在する (図-1)。平常時、淀川の河川流量は旧淀川へ 70m³/s 分流され、残りが新淀川へ放流される。その分流比は年間平均でおよそ 1 : 9 の割合で旧淀川の方が多い状況となっている。

また、淀川大堰の左右岸には、上流側の水位に追従して隔壁が転倒可動する階段式魚道が設置されており、国土交通省の調査では年間 3~150 万個体のアユの遡上が確認されている (図-2 左)¹⁾。

一方、旧淀川の毛馬水門には、主に砂利運搬船が通過する毛馬閘門が設置

されているものの、魚道施設は設置されていない。このため毛馬水門では、アユをはじめとする魚類の移動障害が生じている。なお、毛馬水門においては、大潮期に上流側水位を低下させる水位操作を行うことで上下流水位差を小さくし、アユの遡上を促進する取り組みが



図-1 淀川水系と淀川大堰・毛馬水門の位置

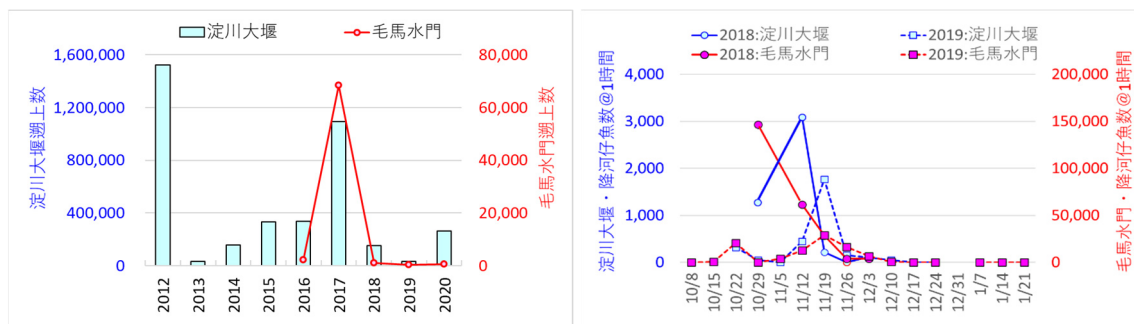


図-2 淀川大堰と毛馬水門のアユ遡上数の経年変化（左）と降河仔魚の経時変化（右）

行われているものの²⁾、その遡上数は新淀川と比べて 1/17～1/500 に過ぎないことがわかった（図-2 左）。すなわち、淀川水系を遡上するアユの大半は新淀川から遡上してくることになる。

ところが、旧淀川へ降河する仔魚は新淀川に比べて 1～2 桁以上多く（図-2 右）、新淀川と旧淀川で降河する個体数と遡上する個体数の逆転が生じている。¹⁾

3. 新淀川の天然遡上アユを増加させる方策の検討

海域から遡上してくるアユの源泉は前年の降河仔魚であることと³⁾、上述のとおり淀川水系に遡上するアユの大半は新淀川から遡上することを鑑みると、淀川において天然アユの個体群の増大を図るには、新淀川へ降河する仔魚を増加させることが必要となる。

そこで、iRIC（平面二次元流況解析モデル）の粒子追跡機能を用いて、新淀川と旧淀川の分流比を変更した場合や新淀川への放流方式を変更した場合の降河仔魚数を分析し、新淀川へ降河する仔魚数を増やす方策について検討した。

その結果、アユの降河期の平水流量以下の流量条件下では、新淀川へ 10m³/s の増量（旧淀川へ 10m³/s の減量）を行うことで、降河仔魚数が増加し、ひいては遡上数が最大で 1.7 倍になると推定された（図-3）⁴⁾。いっぽう、豊水の流量条件下では、新淀川へ流量増加の効果は認められず、現状の堰操作でも新淀川へ 60%以上降河すると推定された。

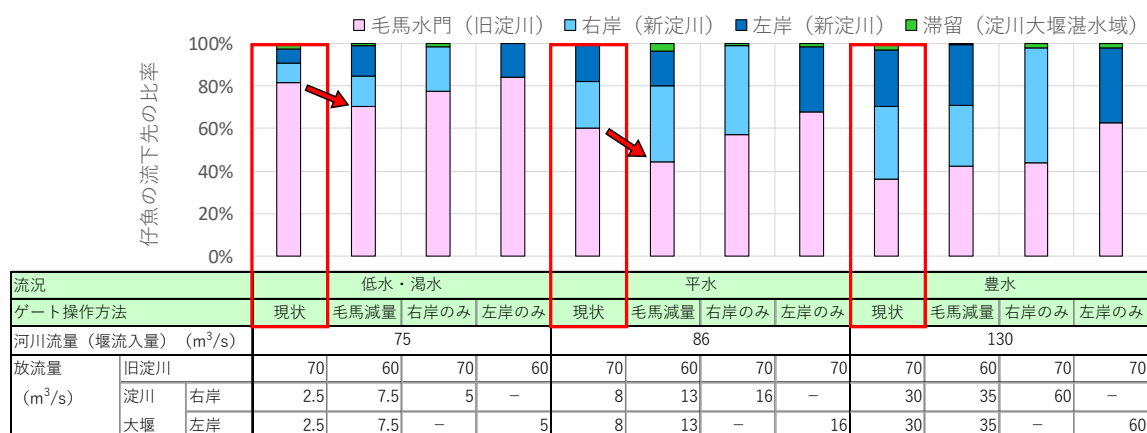


図-3 運用変更に伴うアユの降河先の変化

4. 魚道機能を発揮させるための流量確保

従来、魚道の機能を高める流量設定については、魚類を遡上させるために魚道内の流量を最適化する観点から検討されてきた。しかし、上記で紹介した淀川の事例は、アユの遡上期のみならず降河期にも適切な流量が確保されないと、翌年の遡上数が減少し、ひいては多くの魚類を遡上させるという魚道機能を発揮できなくなることを示唆している。すなわち、魚道の計画・運用にあたっては、対象魚類の遡上期だけでなく、降河期も含めた生活史を通じて適切な流量確保を検討することが重要である。

参考文献

- 1) 瀬口雄一・竹門康弘・角哲也：淀川の流量が天然海産アユの遡上数に及ぼす影響，京都大学防災研究所年報，63B, pp.344-355, 2020.
- 2) 瀬口雄一・竹門康弘・稲垣茂人・角哲也：淀川水系のアユ資源量を増加させるための淀川大堰の運用改善方策の検討，河川技術論文集，24，pp.349-354, 2018.
- 3) 嶋田啓一・後藤浩一・山本一生・和田吉弘：長良川における稚アユ遡上量の予測に関する検討，日本水産学会誌，72(4), pp.665-672, 2006.
- 4) 瀬口雄一・田中耕司・高橋京輔・竹門康弘・角哲也：アユ仔魚の降河を促進する淀川大堰のゲート操作に関する水理学的検討，河川技術論文集，27，印刷中, 2021.

魚道ワークショップ 話題提供

長寿命化する伝統的河川工法

一般社団法人 鑄田籠工法協会

近年は、気候変動などで局地的な豪雨が多くなっており、毎年のように激甚災害級の被害が起きています。そして復旧には被災箇所が多いので人手や材料が不足したり、さらに工事が3,4年と長期にわたると、復旧する前にまた災害を受けることもあります。また、復旧を急ぐあまり設計も短納期になり、設計しやすいコンクリート工法に集中し、このことが材料不足の原因にもなっています。工事の段階になると、コンクリートブロックが現場に運びこめない、設置には仮設道路を用意しなければいけないなどの問題も後に発生しています。

活動柄、漁協の組合長とお話する機会があり、河川環境について聞いてみると…生物の棲む場所がなくなっている、コンクリートも良いが使いすぎ、河川環境は大きく変わったなどとよくお聞きします。

中には、生物に配慮して治水工事を行うと自然素材を用いて行う伝統的河川工法が望ましいと言われる方もおられます。また一方、自然素材を用いる伝統的河川工法だと数年で朽ちてしまい、何度も同じ工事が必要になってくるという方もおられます。

河川には陸地から水中まで多種類の生物が生息しており、これらの生物多様性が確保される治水工事が求められています。

そこで、今回は長寿命化する伝統的河川工法としてダクトイル鑄鉄を素材としたカゴ工法をご紹介します。

●石と鑄鉄のみで施工するカゴ工法 鑄田籠（ちゅうたろう）●

この工法は鑄鉄製のパネルを同素材のクサビで連結した枠体の中に碎石や現地発生石を投入してブロック状の構造物を作ることが出来ます。パネル組み方により、根固・護床工や護岸工、落差工、水制工など色々な用途の河川工事に使用されています。



パネルを連結して一体構造



石と鑄鉄の根固工

枠体の組立てを人力で行った後、バックホウ等の機械で中詰石を投入します。枠体が強固なので、石の空隙を保ちながら、石をしっかりと囲むことが出来ます。水位が長靴に水が入らない程度であれば、水替え工事なしで施工ができ、大幅な工期の短縮もできるので、工事による生物への影響や仮設に掛かる費用や人件費を軽減することができます。

鋳鉄の強度を証明

ダクタイルとは「強靱な」という意味



海底インターネットケーブルカバー



日本最南端沖ノ島島をテトラポットが守る



マンホール



自動車部品



耐震金具

鋳鉄は元々、脆いとか叩くと割れるなどといわれ、強度のない金属に思われがちです。しかし、このダクタイル鋳鉄は素材組織を球状化させることにより、鋼並みの引張強度を持ち、形状によっては鋼以上の強度に上げることが出来ます。下水道のマンホール蓋や木造の耐震金具など、最近では沿岸の浅い海域では海底ケーブルのカバーとしてダクタイル鋳鉄が使用されています。

鋳鉄の耐久性を証明

Chubu Construction Association



『文政11年 鋳工 松村彦右工門』
200年前に鋳造された鉄湯釜
阿弥陀寺（防府市牟礼）貯蔵

170年間使用され続けてきた



133年使用 日本最古鋳鉄橋



237年使用 世界遺産鋳鉄橋



300年使用 水道管

418年使用 鉄燈籠
141年使用 鋳鉄柱門
217年使用 鋳鉄鳥居
130年使用 飾り電燈
約500年前 地藏菩薩立像
821年前 鉄宝塔
800年前 鉄鐙

鋳鉄は鋼材などの鉄とは違い耐食性に優れています。国宝になっている 800 年前のものが形状を保ちながら現存しています。工業的には鋳鉄と鉄の違いは金属に含まれる炭素の含有量が少ないか少し多いかの違いです。それと、製造工程が鉄は真っ赤に熱くした鉄の塊を圧延ロールやプレスにより脱炭作業をしながら成型するのに対し、鋳鉄は 1300 度以上の高温で溶解した鉄を型に流し込む方法で成型します。この方法を鋳造といいます。



3 耐食年数132年

海水を想定した実験

Chutrou Construction Association

- ◆ 海水を想定した実験で、厚み16mmから強度を保つ12mmになるまで **132年**
- ◆ **感潮区域、沿岸部、海岸**にも最適。
- ◆ 鋳鉄は鉄に比べ炭素分の含有量が2%~4%高く、**耐久性・耐腐食性に優れている**
- ◆ 鋳鉄は鉄に比べ、表面は錆びるが**腐食しにくい** また、表面の錆びが被膜となり腐食進行速度を減速する



藻場再生 (長崎県 長崎大学)



魚礁 (山口県 山口大学)

海水を想定した塩水試験では 16 ミリの厚みの鋳鉄片が 12 ミリになるまでに約 132 年という結果も出ています。環境下によって耐用年数は変化しますが、鋳鉄は大昔より人々の生活用具などに使用されてきた安全で長寿命な素材です。



5 リサイクル・リユース・リデュース

3R

Chutrou Construction Association

- ◆ **Recycle (リサイクル)**
鉄のリサイクル100%で製造
使用後は溶解しリサイクルが可
- ◆ **Reuse (リユース)**
パネルは解体し、組み替え
- ◆ **Reuse (リユース)**
長寿命、廃棄物の発生を抑制



故鉄 (鋳物スクラップ)



鉄屑



バイオマス循環型熱風キュボラ

例えば、100 年後に護岸工を新しくするとなった時にでも、鋳造技術が継承されていれば、回収して溶かせば新たな形に作り変えることが出来ます。再生資源として永続的にリサイクルが可能となり、地上資源だけで持続可能な循環型社会を創ることになります。

- ◆ 動植物が吸収しやすい**2価鉄イオン溶出**により、生態系に適した自然環境を創り出す
地球に**鉄分補給**

- ◆ 空隙が大きく、**魚巢空間を創出し、生物の住処**になる

- ◆ 製品表面には有機溶剤などの塗料をしておらず、**ゴミや有害物質が出ない**

- ◆ 中詰材に**現地発生材やコンクリート再生材の使用可能**



錆田籠に苔や藻などがはびこっている



鋳鉄は鍋、釜、のように 1000 年以上も前から調理道具として使用されている素材です。また鋳鉄には炭素分が多いことから素材から二価鉄を溶出することで、鉄分の補給になると言われています。研究機関に依頼して分析してもらったところ、鋳鉄に木炭を接触させるとより高濃度の二価鉄を溶出するという結果でした。この鋳鉄の工法が設置してある箇所にはモクズガニが多く観られ、時期になるとカニ簗がたくさん繋いであると漁協の組合長が話されていました。

- ◆ 生物生息空間の創出により、生き物の住処や魚巢として機能

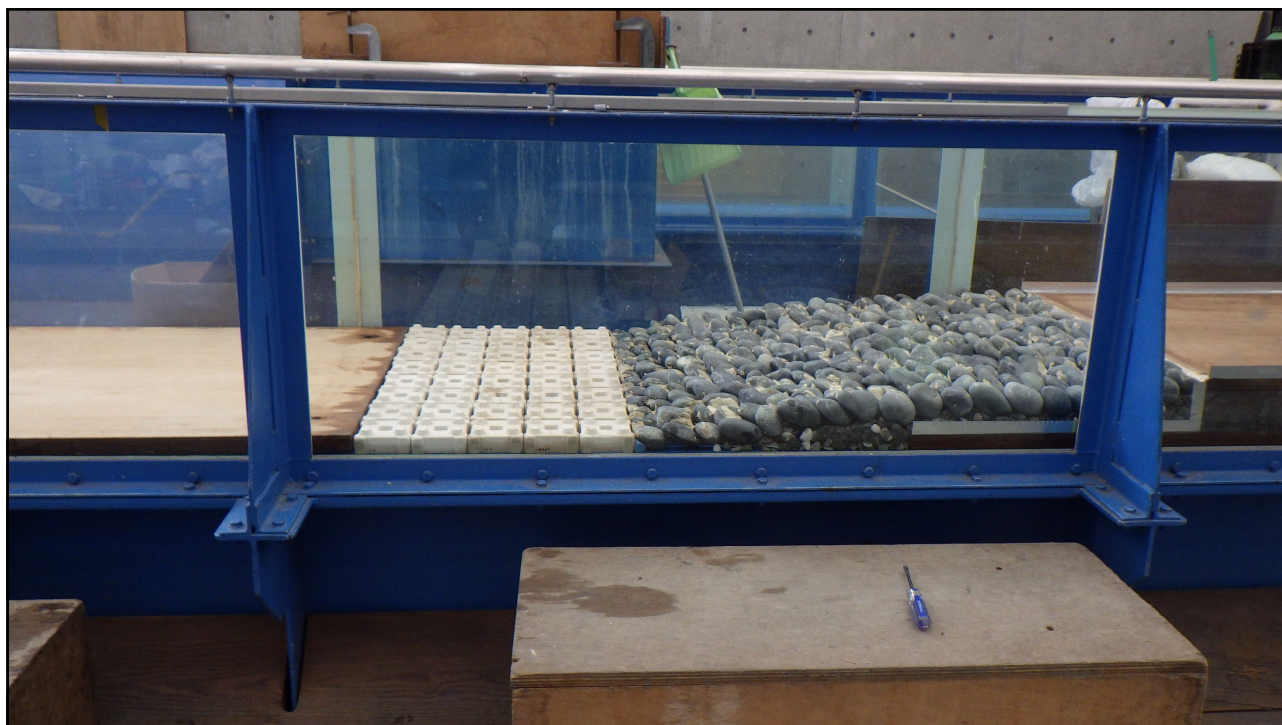


生物の生息空間を作りながら、長持ちして、使い古せばリサイクルできる治水工事はこれからの持続可能な社会の実現には必要です。石と鋳鉄を用いたカゴ工法で水辺のエコトーンを作りながら治水工事が行えます。

鋳鉄という素材がもっと多くの方に知られ、使われるようになれば長寿命化が計れるだけでなく、資源循環する持続可能な河川土木工事が実現できます。

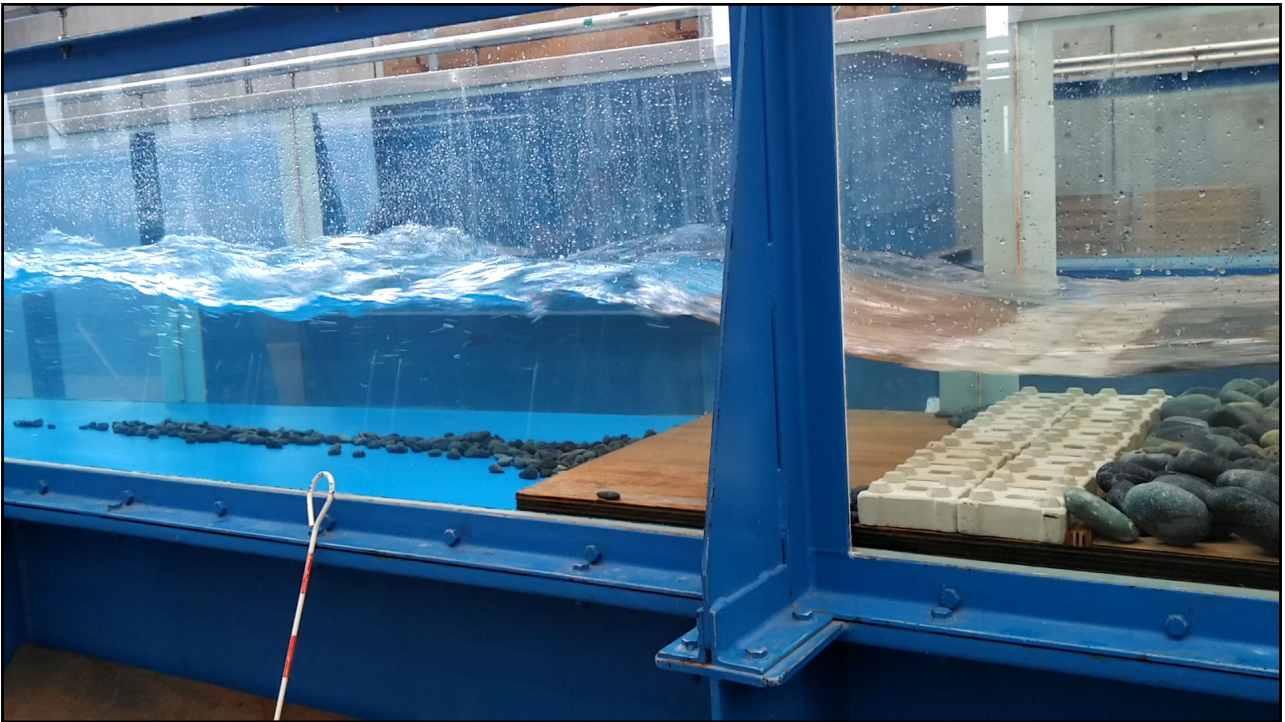
粗礫斜路の実験の紹介

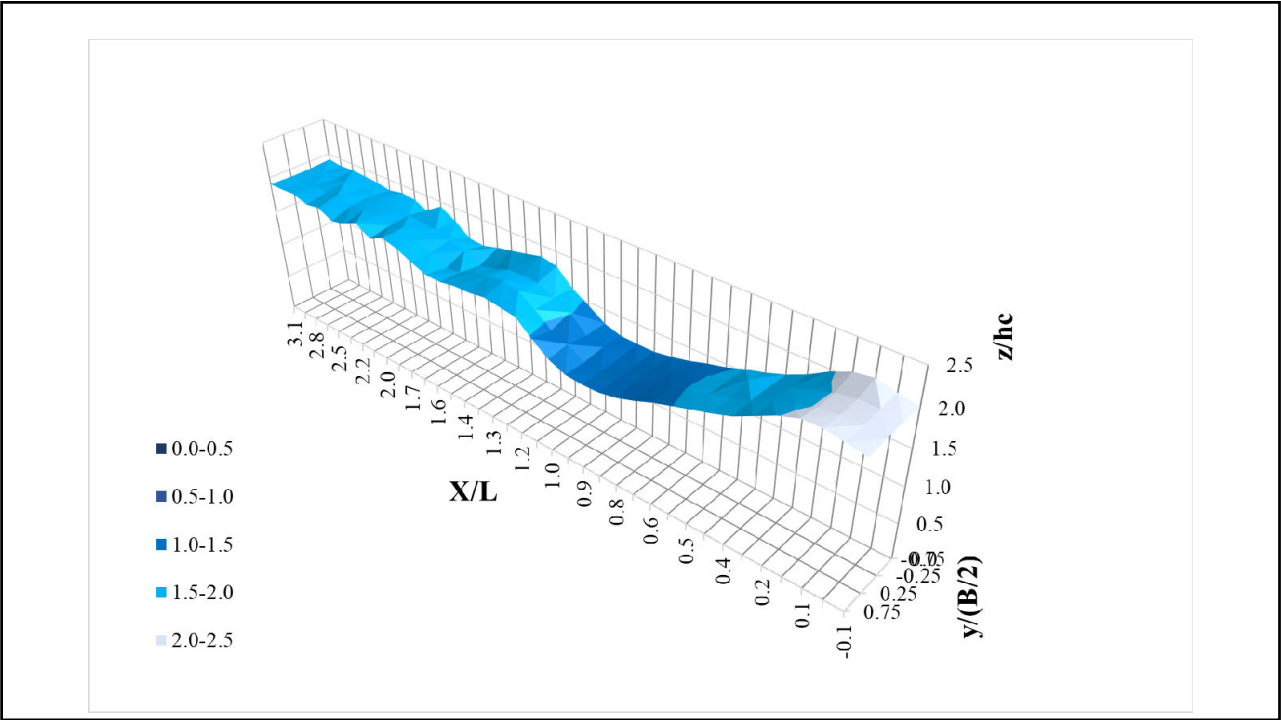
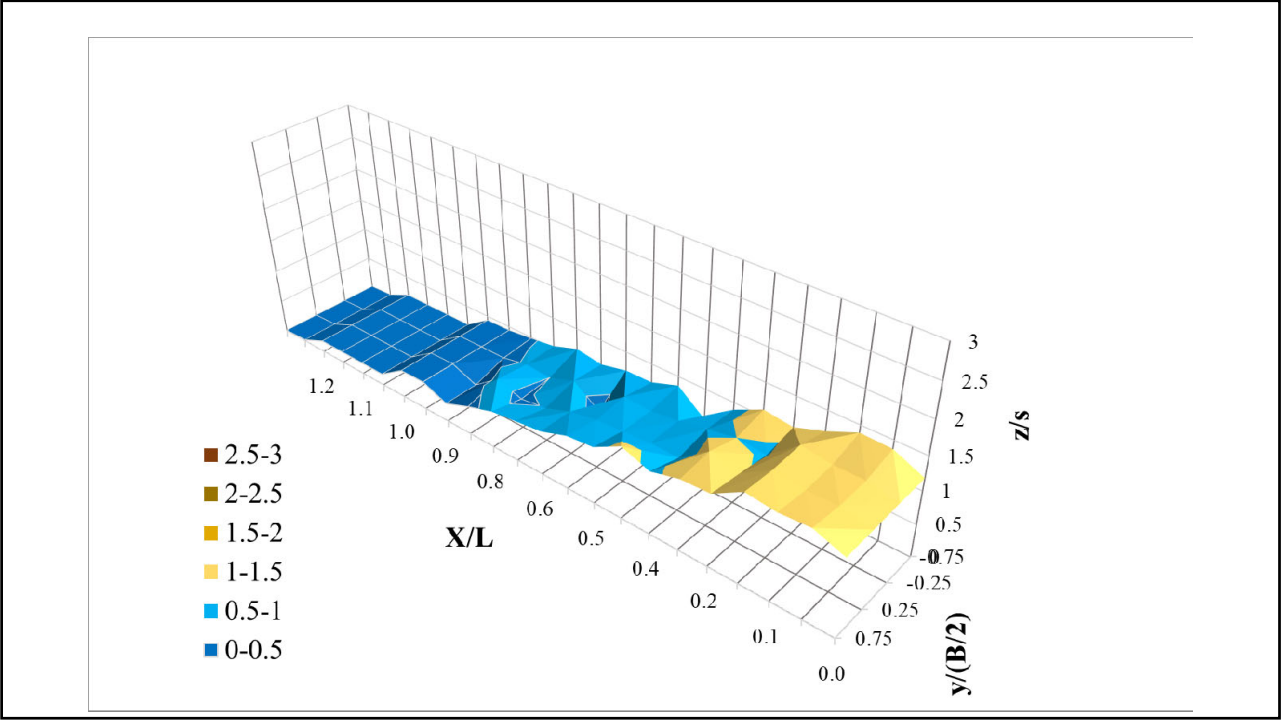
日本大学理工学部土木工学科
環境水理研究室
安田陽一

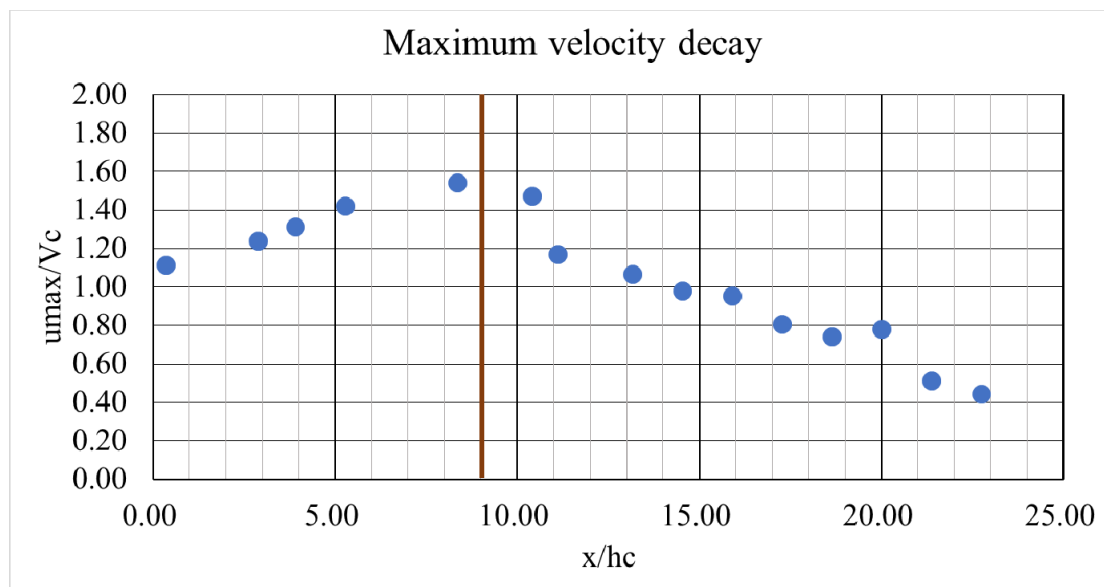
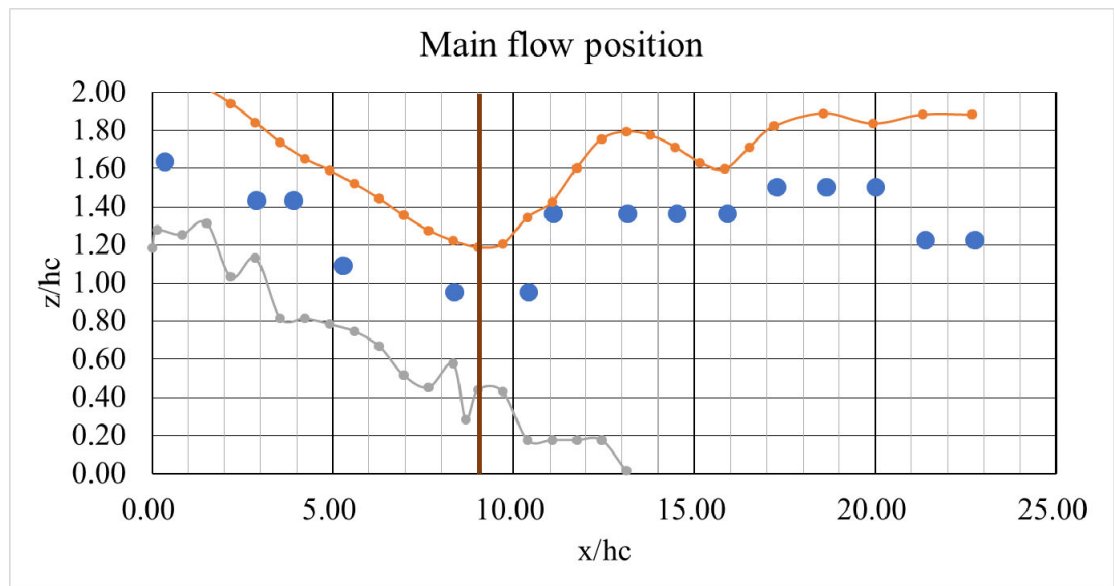


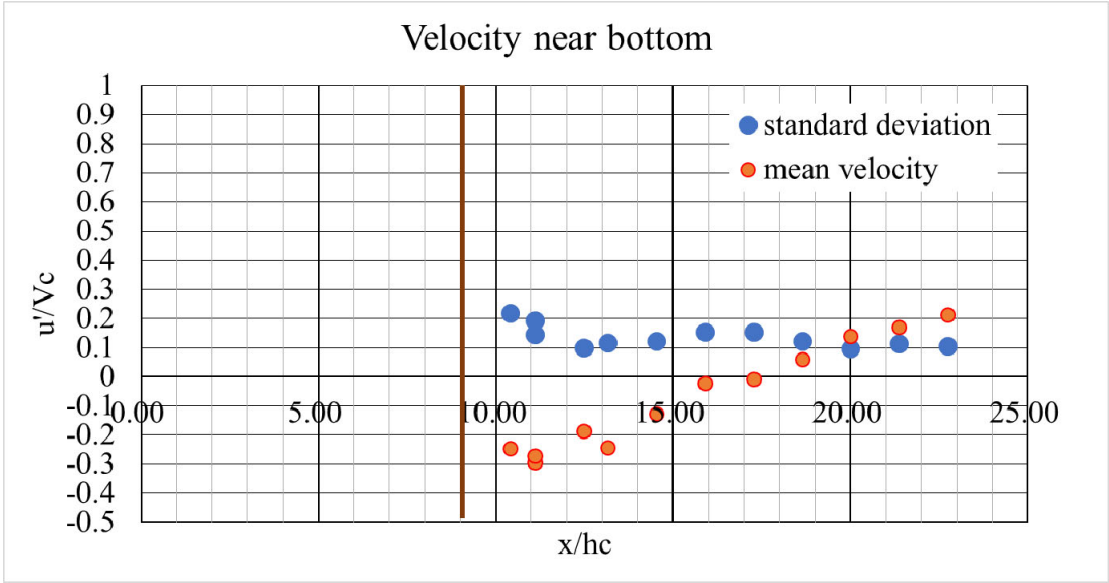


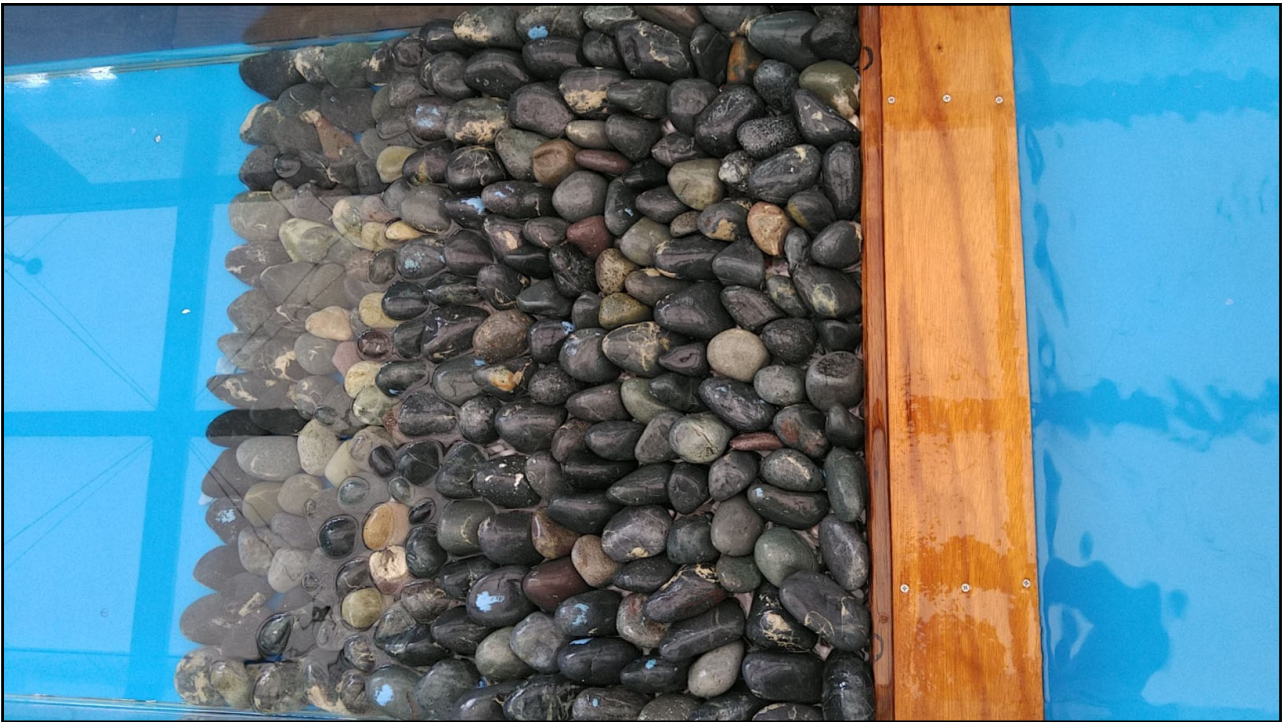




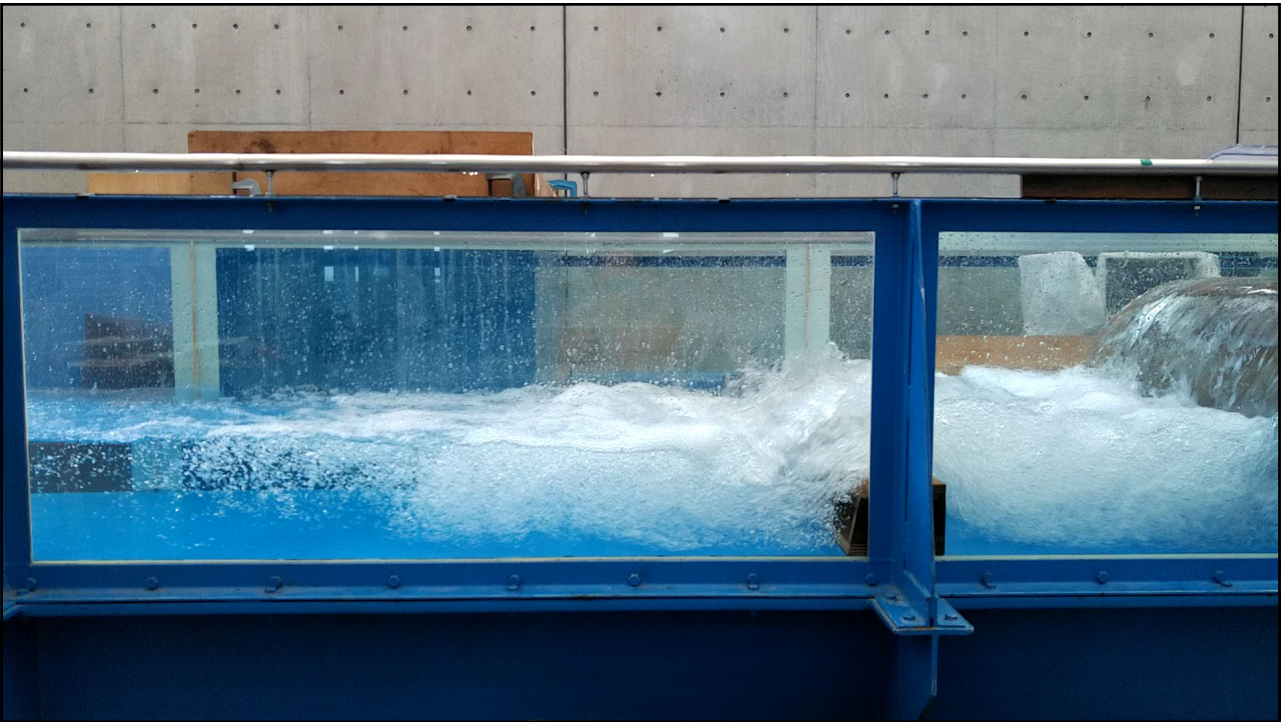


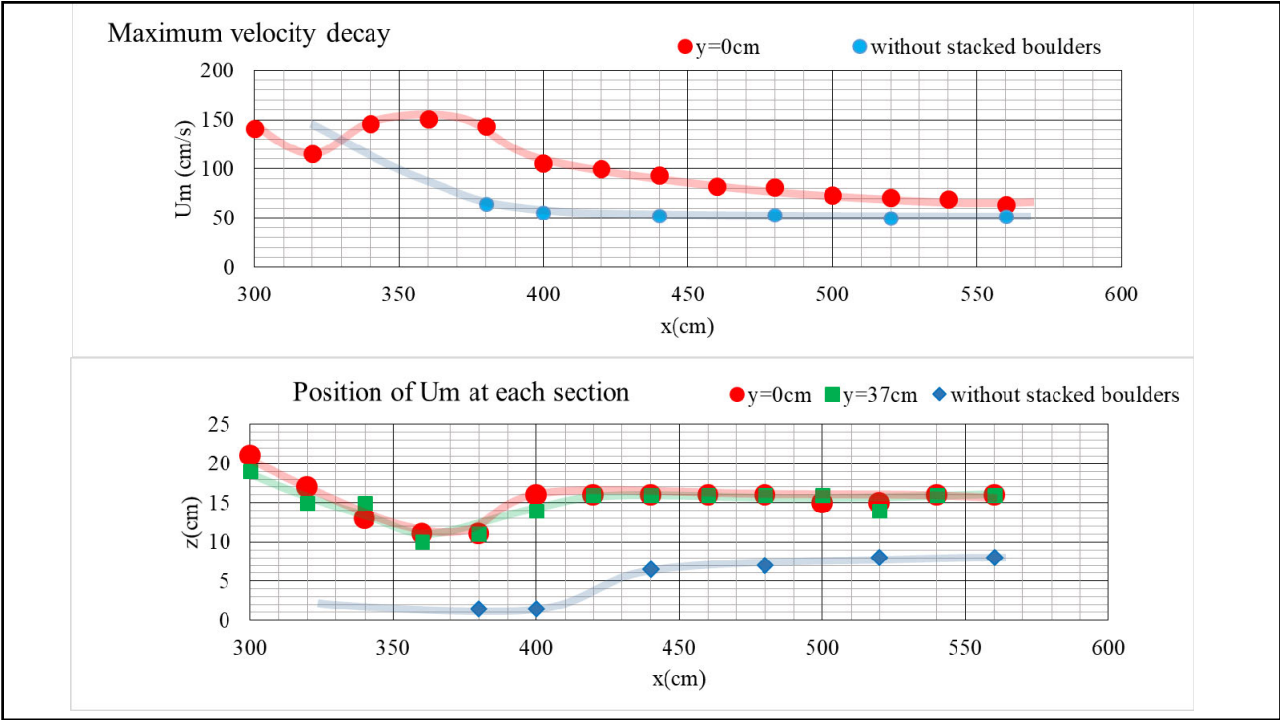
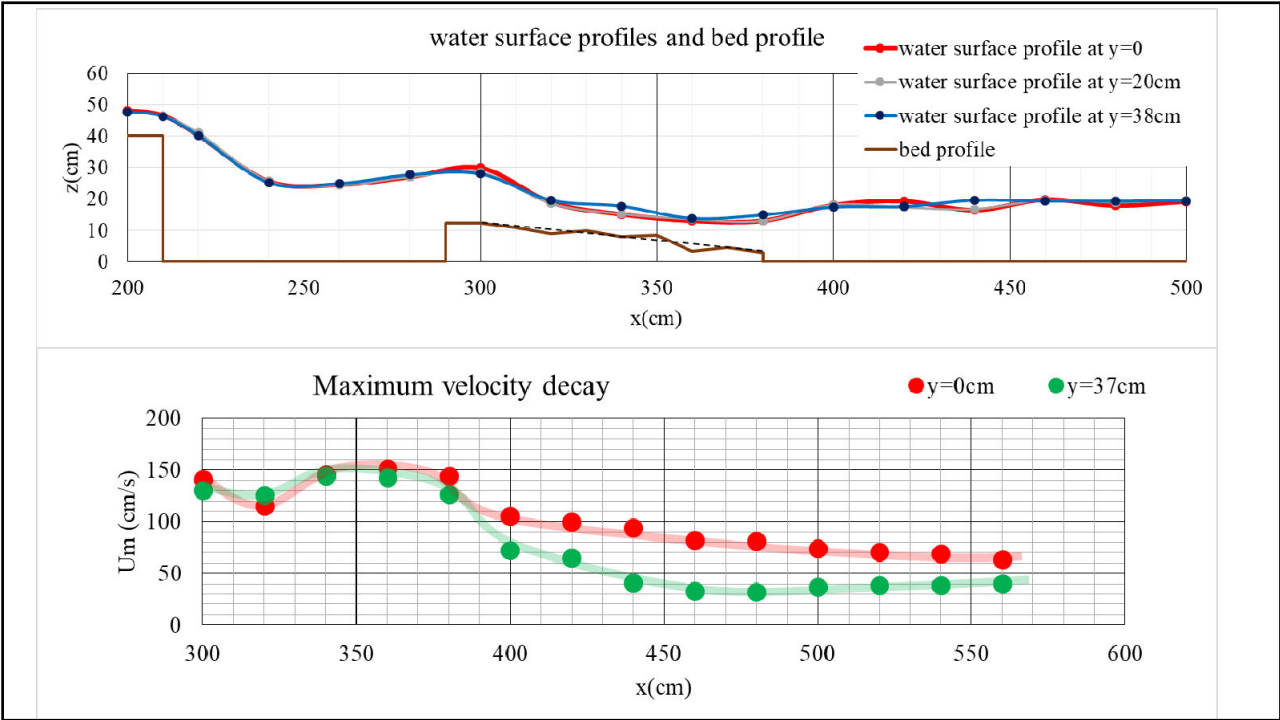




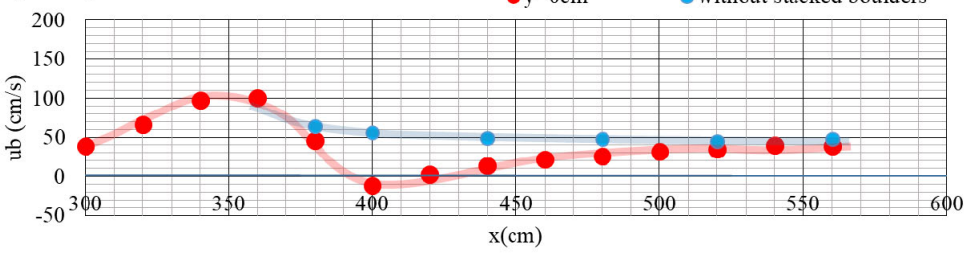








Velocity decay near the bed



Standard deviation near the bed

