

主催：（公社）全国土木コンクリートブロック協会 東北地区協議会 秋田県支部
「小さな自然再生」研究会／日本河川・流域再生ネットワーク

協力： 秋田県建設部河川砂防課、奥山ボーリング株式会社

「小さな自然再生」現地研修会（第10回）開催報告

2020年11月24日（火）秋田県大仙市・斉内川



開会挨拶

座学研修

現地演習風景



日本河川・流域再生ネットワーク

2021年3月



公益財団法人河川財団による河川基金の助成を受けています。

「小さな自然再生」現地研修会（第10回）

開催報告

2020年11月24日（火） 秋田県大仙市・斉内川

はじめに

第10回「小さな自然再生」現地研修会を、秋田県大仙市を流れる雄物川水系斉内川にて2020年11月24日（火）に開催致しました。

遡ること3年前、2018年2月に「道の駅と直結した水辺の小さな自然再生と地域の賑わい創出」をテーマに第8回「小さな自然再生」現地研修会を開催し、この時の参加者のアイデアに基づき、同年10月に2基のバープ工が約80名の手づくりで設置されました。

今回の現地研修会では、この2年前に設置したバープ工の河道内地形変化や生物生息状況の評価方法を学ぶことを目的に、自治体職員、実務者、市民団体など計33名が参加し、「多自然をモニタリングする」をテーマに、午前の座学及び午後の斉内川での現地実習の充実した研修会となりました。

この開催報告は、研修会の参加者とともに学んだ内容の一部を、当日の写真や講演資料を中心に皆様にご紹介するものです。

本研修にご協力頂きました、秋田県建設部河川砂防課、奥山ボーリング株式会社、共和コンクリート工業株式会社 及び「小さな自然再生」研究会の皆様には厚く御礼申し上げます。

2021年3月

日本河川・流域再生ネットワーク(JRRN)

開催概要

- 開催日時： 2020年11月24日（火） 10:00～16:30
- 開催場所： 道の駅なかせん 1階 情報センター 及び 斉内川現地
- 参加者： 33名
- 主催： （公社）全国土木コンクリートブロック協会 東北地区協議会 秋田県支部、
「小さな自然再生」研究会、日本河川・流域再生ネットワーク
- 協力： 秋田県建設部河川砂防課、奥山ボーリング株式会社

プログラム

(10:00-10:10) 開会挨拶

- 土屋信行： 日本河川・流域再生ネットワーク／公益財団法人リバーフロント研究所
- 高野仁： 公益社団法人全国土木コンクリートブロック協会東北地区協議会秋田県支部

(10:10-12:00) 川づくりのモニタリングに関する座学研修

- 斉内川におけるバープ工設置の経緯説明（佐々木英樹： 秋田県建設部河川砂防課）
- 生物モニタリングと生息地評価（三橋弘宗： 兵庫県立大学自然・環境科学研究所／兵庫県立人と自然の博物館）
- 河川の地形と物理環境のモニタリング・評価（原田守啓： 岐阜大学流域圏科学研究センター）

(12:00～13:00) 昼食

(13:00～15:30) 現地実習（生物及び河道内地形の簡易調査等）

技術指導：三橋弘宗（同上）、原田守啓（同上）、岩瀬晴夫（株式会社北海道技術コンサルタント）
※水中カメラでのバープ周辺観察、ハビタット毎の底生動物観察、地形&流れモニタリング等

(15:30～16:30) 斉内川上流部のすずかけバープ工視察

現地説明：手代木賢治（共和コンクリート工業株式会社）
※自然石を使用したバープ工の紹介～みお筋の形成と多様性の早期回復～

(16:30) 閉会

開会挨拶



主催者を代表して、JRRNの土屋代表理事及び全国土木コンクリートブロック協会東北地区協議会秋田県支部の高野様より開会挨拶を頂きました。

座学研修（午前）



齊内川バープエの設置の経緯について
（佐々木英樹：秋田県建設部河川砂防課）
⇒ 講演資料は巻末「参考資料 1-1」を参照



生物モニタリングと生息地評価

(三橋弘宗：兵庫県立大学自然・環境科学研究所／兵庫県立人と自然の博物館)

- 齊内川でのバープ工の取組とその効果
- モニタリングの方法（物理環境特性の定量化、生息適地モデル、ハビタット分類） 等

⇒ 講演資料は巻末「参考資料 1-2」を参照



斉内川を対象とした『川の見方』～河川地形と物理環境のモニタリング

(原田守啓：岐阜大学 流域圏科学研究センター)

- 斉内川の河道特性
- 川幅を拡げられない中小河川への多自然工法の導入
- *iRIC Nays2DH* による事前予測と実際は？
- 事後調査で確かめたいこと（河川地形の変化、流速水深の多様性、河床材料の分級）

⇒ 講演資料は巻末「参考資料 1-3」を参照

現地演習（午後 1）

テーマ：「多自然をモニタリングする」

午前中に座学で学んだ川づくりのモニタリングを踏まえ、2基のバープ工周辺にてその調査方法について参加者とともに実演しました。

三橋先生の指導の下、実際に水中カメラで川の中の観察を行ったり、赤外線カメラの映像から湧水箇所を推測したりするとともに、タモ網を用いて水際や早瀬など環境の異なる複数地点での水生生物の採取を行いました。

また、原田先生からは、現地の環境区分を行った上で、ペブルカウントという簡易な河床材料調査手法を用いて参加者自ら各環境区分での河床材料の粒径について調査しました。併せて、現地上空からのドローン映像の撮影、川の中での流速調査など、物理的な評価に必要なモニタリング調査を実施しました。

現地作業を終えた後は、座学会場に戻り、採取した生物の確認や、河川の物理環境の調査結果をもとに、バープ工設置前に比べ多様な河川環境が形成されていることを参加者全員で共有しました。



三橋先生、原田先生より午後のプログラムの事前説明

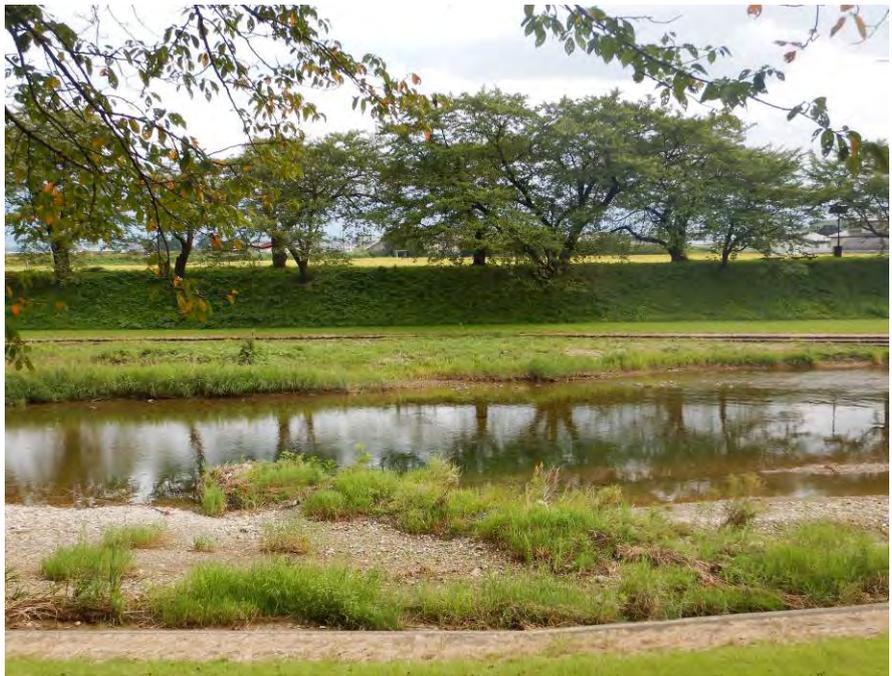
【2018年10月のバーブ工施行直後と2020年9月の比較】

上流側、道の駅（右岸）側
のバーブエ



2018年10月の設置直後（左）と2020年9月（右）の様子

上流側、道の駅（右岸）側
のバーブエ



2018年10月の設置直後（左）と2020年9月（右）の様子

下流側、道の駅対岸（左岸）側
のバープエ



2018年10月の設置直後（左）と2020年9月（右）の様子

下流側、道の駅対岸（左岸）側
のバープエ



2018年10月の設置直後（左）と2020年9月（右）の様子



2018年10月の設置直後（上）と2020年9月（下）の様子

【物理環境モニタリングについて】



原田先生よりバープ工周辺の物理環境モニタリング手法について説明



参加者と瀬や淵など多様な流れの場について意見交換



チームに分かれて河床材料調査（ペブルカウント）

【生物環境モニタリングについて】



三橋先生より生物環境モニタリング手法について説明



サーモグラフィーを用いた湧水地点探索方法の紹介



水中カメラでの生物撮影方法の紹介



バープ工先端部の魚類等を水中カメラで動画撮影



たも網による生物調査方法の説明



植生が繁茂した水際の生物調査



平瀬における底生生物調査方法の紹介



採捕した平瀬の底生生物の解説



平瀬の石を採取して付着生物を確認



植生が繁茂した水際を調査



ハビタットの違いによる生息環境の特徴を解説

【モニタリング調査結果のレビュー】



原田先生より物理環境モニタリング調査の総括



三橋先生より生物環境モニタリング調査の総括

【研修会全体を通じた意見交換会】



北海道技術コンサルタント・岩瀬講師よりバープエの補足説明

現地演習（午後 2）

齊内川上流部のすずかけバース工視察



自然石を使用したバース工の紹介～みお筋の形成と多様性の早期回復～

（手代木賢治：共和コンクリート工業株式会社）

⇒ 講演資料は巻末「参考資料 1-4」を参照



齊内川上流部のすずかけバープ工施工現場での説明

閉会



参考資料 1 (座学研修の講義資料)

【参考資料 1-1】 斉内川におけるバープ工設置の経緯 講演資料 (1/2)

<p style="text-align: center;">斉内川におけるバープ工設置の経緯</p> <p style="text-align: right;">秋田県建設部河川砂防課 1</p>	<p>本県の災害復旧工事の現状として、護岸の復旧工法は、コンクリートブロックが主流となっており、復旧工事による河岸植生の消失や、環境・景観面での多様性が失われている状況でした。このため、これらの課題が生じるのは、多自然川づくりに対する職員の意識の低さが一つの要因と考え、職員の意識向上を目的として、平成28年度から研修を行っております。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>従前の状況</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>工事による改善状況</p> </div> </div> <p style="text-align: right;">2</p>
<p>現状から少しでも改善へ繋がる方策を検証した結果、多自然川づくりにへの関心を職員に持たせるための取り組みが必要との結論に至りました。取り組み方法については、多自然川づくりに小規模で短期間にかつ低コストで完成できる「小さな自然再生研究会」の取り組みを知り、この活動を活用した研修を行うこととしました。</p> <p>現地での研修は以下の3点に留意しました。</p> <ol style="list-style-type: none"> ①多自然川づくりにへの効果が短期間で発現できること。 ②大規模ではなく、安価で容易に作業ができること。 ③設置した施設等が容易に手直しができること。 <p style="text-align: right;">3</p>	<p>平成28年度 研修会</p> <p>研修では、「多自然川づくりの基本知識の習得」を図りました。</p> <p>研修内容としては、中小河川における多自然川づくりのあり方や河道特性の見極め方、自然再生のための環境設計の考え方や自然再生工法の復元について研修を行いました。また、従前より自然再生工法等について研修を行いました。また、従前の河川が保有していた瀬や淵などの河川環境の復元を図るため、小規模なバープ工の試験施工を実施し、同時に魚類・底生動物の調査を行いました。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>試験施工状況</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>試験施工状況</p> </div> </div> <p style="text-align: right;">4</p>

平成29年度 研修会（主催「小さな自然再生」研究会）

研修では、「自然再生についての考え方等についての知識の習得」を図りました。

研修内容としては、中小河川における河川生態系の仕組みや小さな自然再生の留意点について研修を行いました。また、ワーキングショップによりグループ討議（9班）を実施し、河川工事により、瀬や淵が消失した若内川を対象に、河川環境等の回復、親水性に富んだ場となるような川づくりの在り方などについて研修を行いました。

グループ討議での様々な提案の中でも、バープエに関するものが多い結果となりました。



グループ討議状況



各班発表状況

5

平成30年度 研修会（平成30年10月10日）

研修では、「事例を用いて自然再生の考え方や留意点についての知識の習得」を図りました。

研修内容としては、瀬・淵を通して成り立つ生態系の仕組みや他県での事例を用いた研修を行いました。そして、河川環境等の回復、親水性に富んだ場となるような川づくりとして、前年度のグループ討議での結果を踏まえて、延長約20mのバープエ（2基）を2班に分かれて試験施工を行いました。



試験施工状況



バープエ完成（右岸）



バープエ完成（左岸）

6



道の駅なかせん



道の駅なかせん

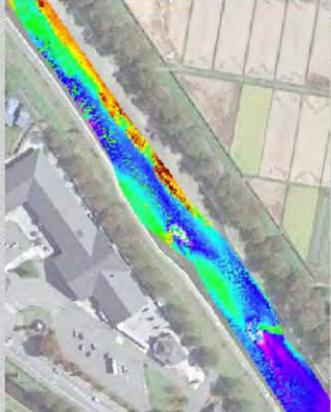
施工前

施工後：平成30年10月12日

7

感謝

グリーンレーザー測量での協力
奥山ボーリング株式会社



2

生物モニタリングと生息地評価



兵庫県立人と自然の博物館
三橋弘宗

1

お手本となるモデルは九州にあり

中村医師の故郷・福岡県朝倉にある山田堰



<http://www.peshawar-pms.com/>

斜め堰として、取水と洪水対策を人力で

4

中村医師の取り組み

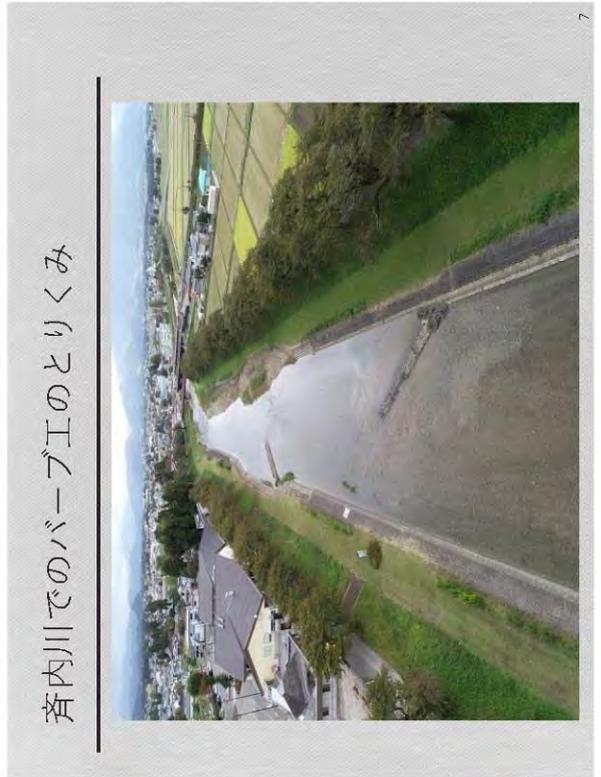
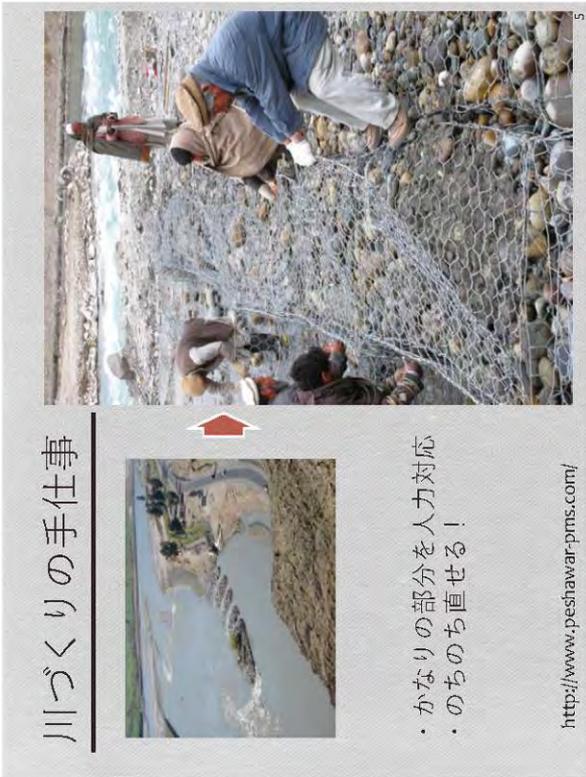
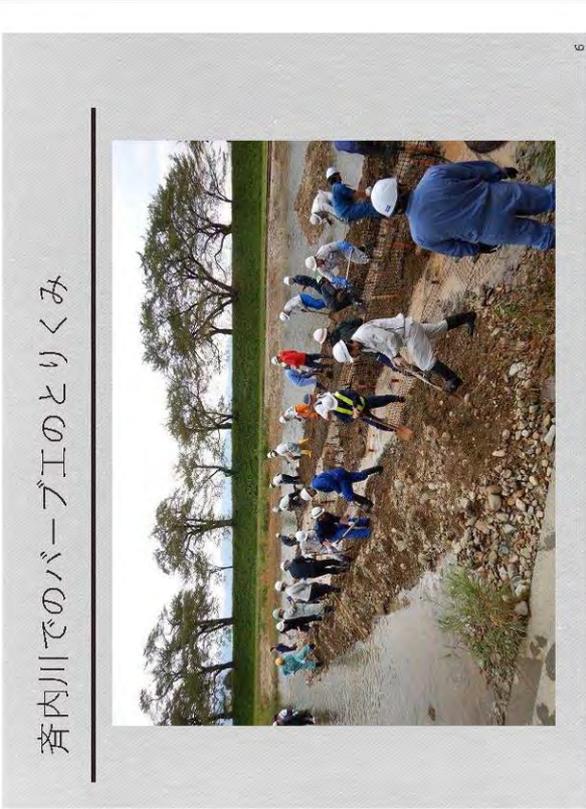
緑の大地計画
ペシヤワール会による
アフガニスタンの医療と灌漑



<http://www.peshawar-pms.com/>

3

【参考資料 1-2】 生物モニタリングと生息地評価 講演資料（2/8）



モニタリングの方法

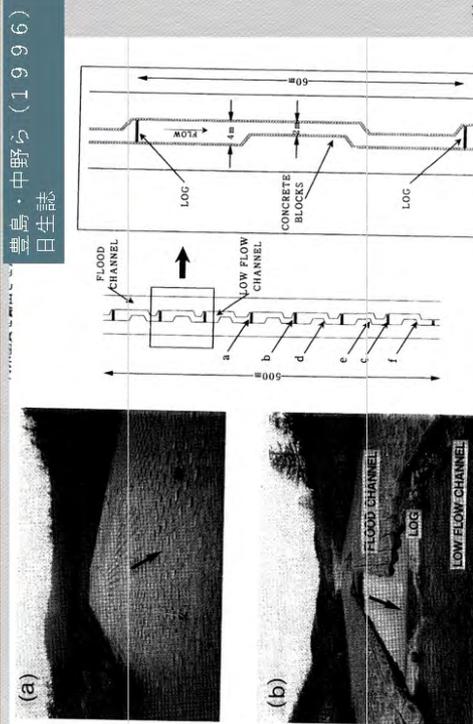
- 物理環境特性の定量化
(生物個体数や種数)
- 生息適地モデル
(分布条件の計算)
- ハビタット分類

9

物理環境特性の定量化 による方法

10

単調な川に変化をつけた効果を測る



11

環境配慮した 区間 (水深)

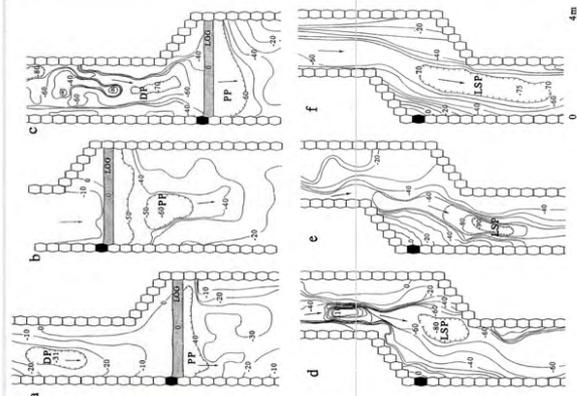
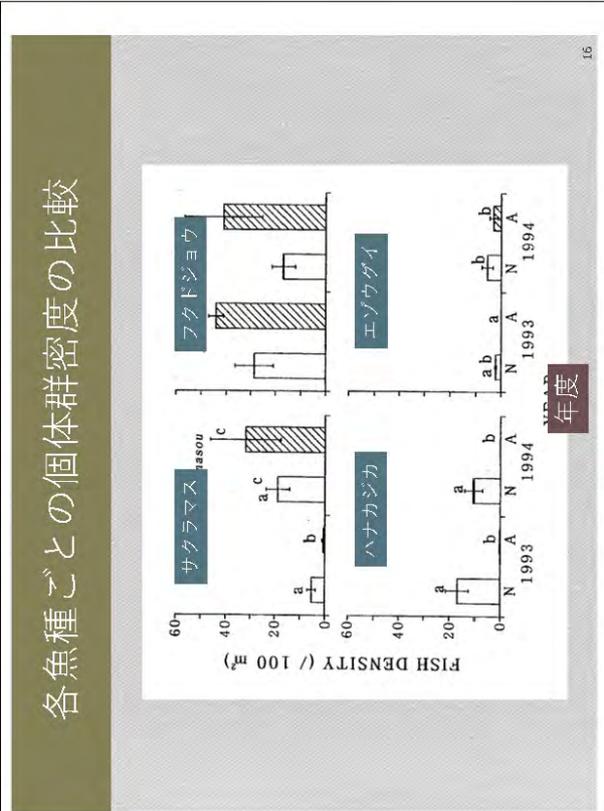
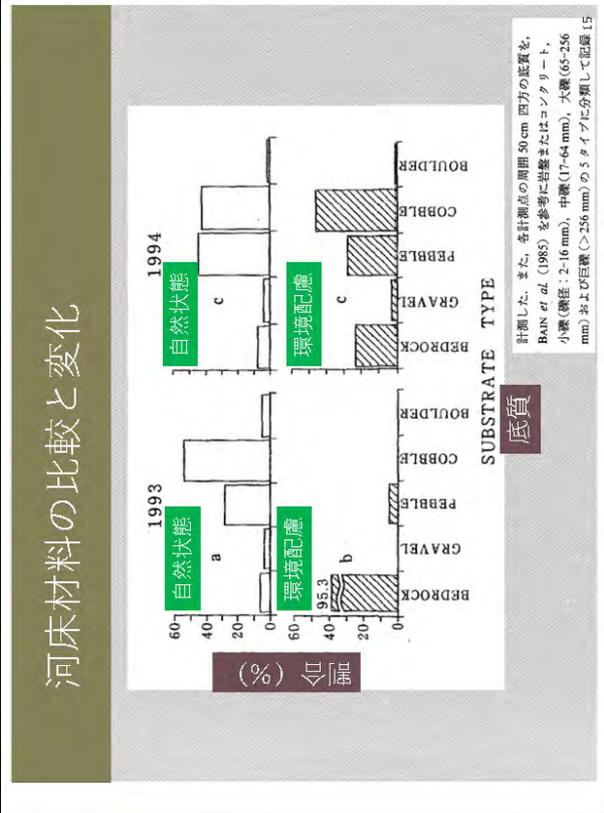
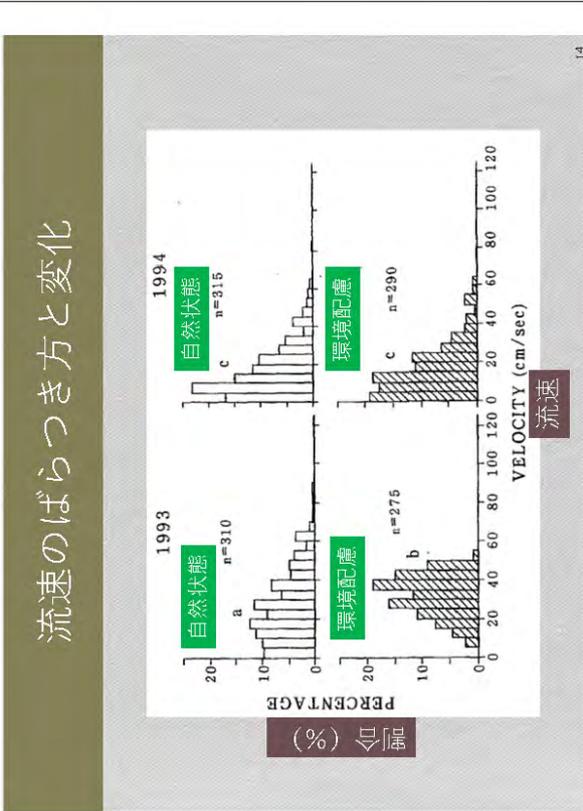
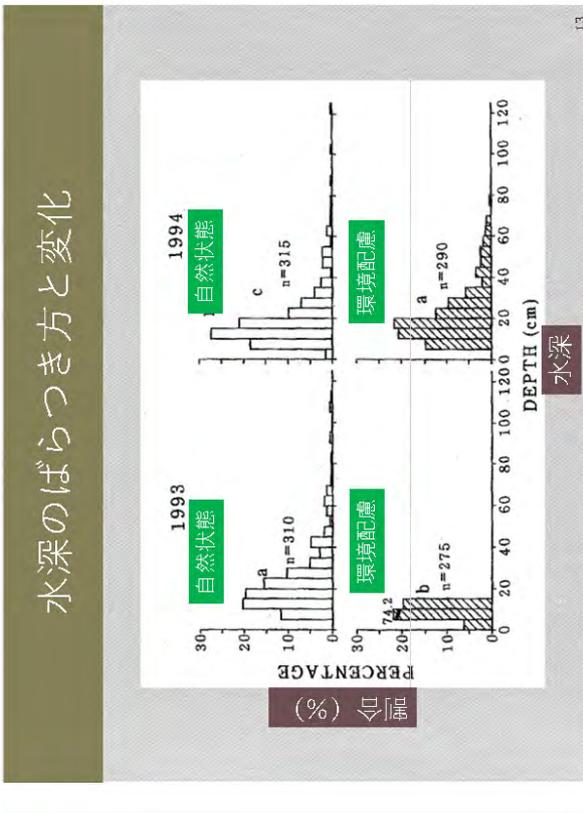
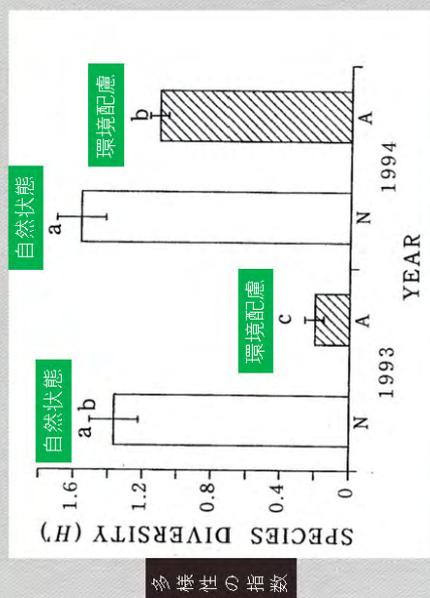


Fig. 3. Examples of reach that developed after habitat improvements in the altered reach of Parkensai Stream. Figures associated with one line indicate current water height (cm) from the bench mark (solid blocks). Arrows indicate current directions. DPF=dammed pool; PP=plunge pool; LSP=lateral scour pool.

【参考資料 1-2】 生物モニタリングと生息地評価 講演資料 (4/8)



魚類の多様性に関する比較



生息適地モデルによる方法

治水と環境のコンフリクト箇所



- ・ タナゴ類、イシガイ科二枚貝類が多数生息している
- ・ 流れが緩く深みのある場所がなくなる可能性大
→ 流下断面が確保されるため

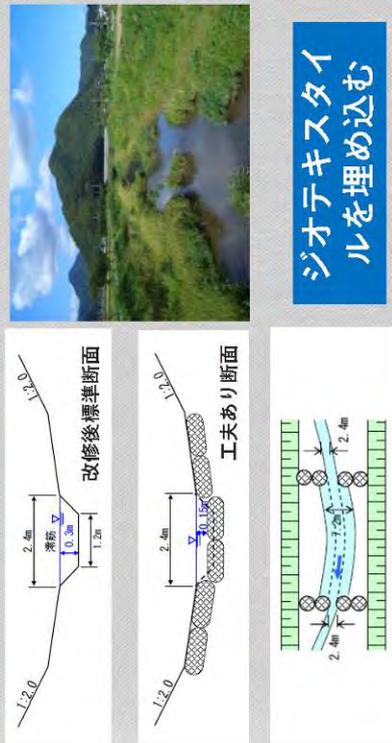
流れの多様性を確保する小工夫



河道改修の際に、みお筋を残しつつ、ジオテキス
タイルを中央に配置して、流れの変化をつける

武庫川水系草野付近

流れの多様性を確保する小工夫



21

流れの多様性：瀬と淵の保全



武庫川水系武庫川 平成19年度施工 丹波土木事務所

治水と環境のコンフリクト箇所

詳細な分布情報を使った「生息適地モデル」
で河川改修の影響を評価する
→ MAXENTを用いて解析

目的変数

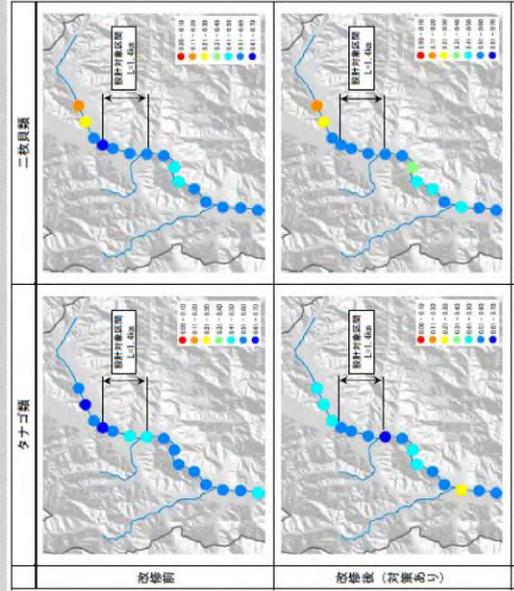
200 mピッチごとの分布あり・なしデータ
(タナゴ類・二枚貝類)

説明変数

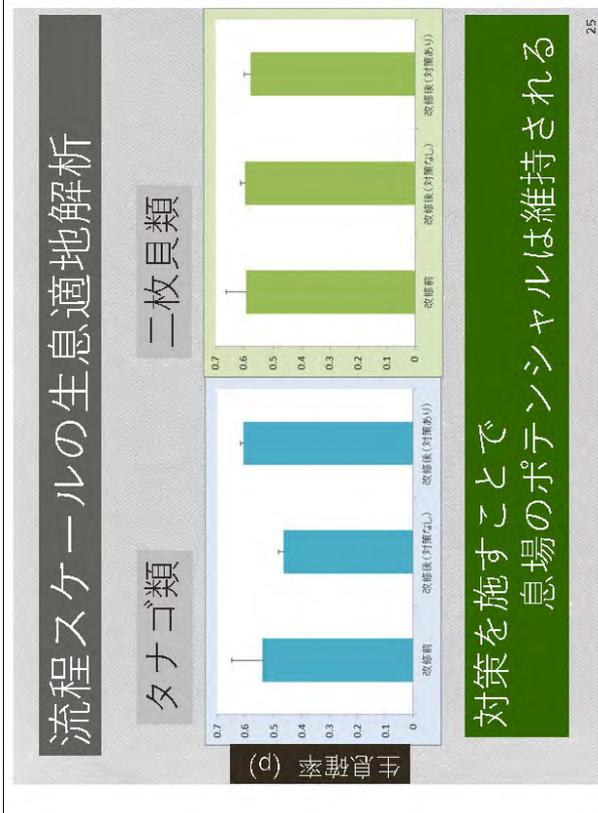
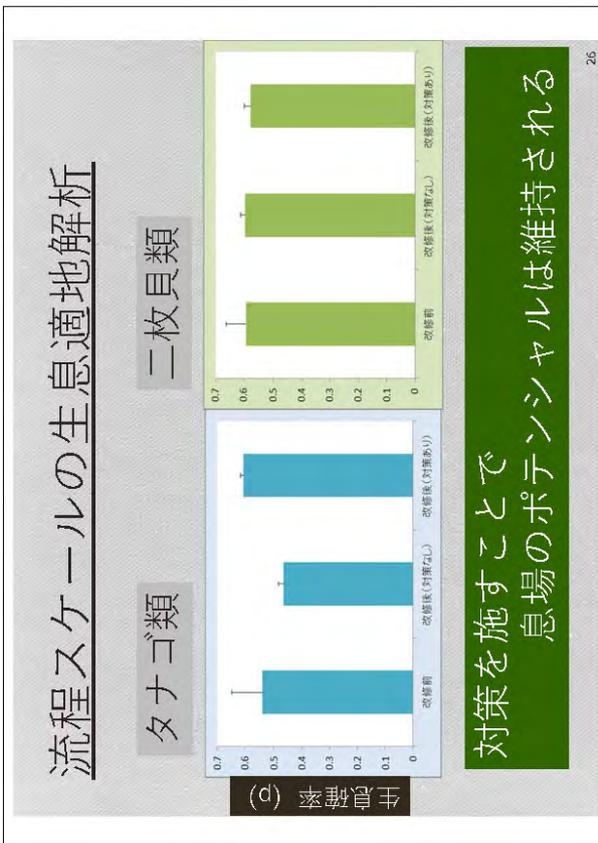
- 平常時流量及び1/2 流量時における水理諸量
- 流積、摩擦速度、流速、最大水深、川幅
(改修前、改修後、対策あり改修後)
- 改修前のモデルを、外挿して推定する

23

モデルの結果



24

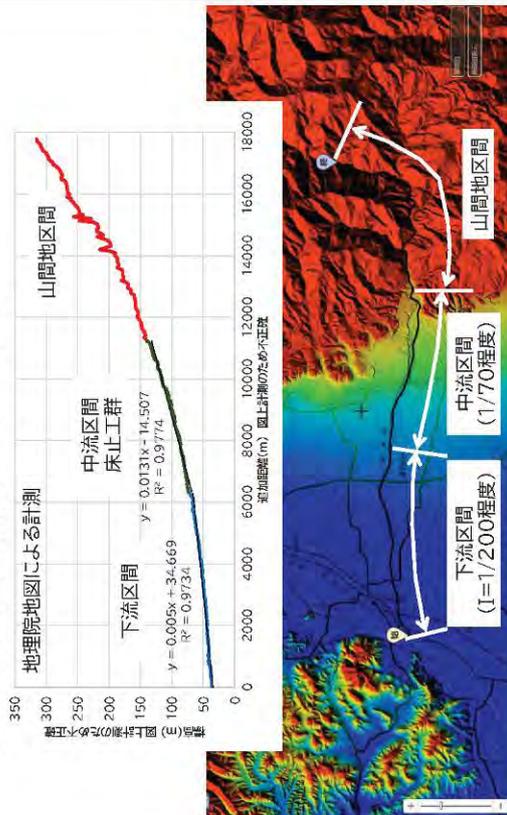


齊内川流域

- ・ 雄物川水系齊内川:
奥羽山脈を水源とし雄物川水系玉川に合流する一級河川
- ・ 流路延長: 21.9km, 流域面積 84.0km²
- ・ 流域の地質は火成岩(流紋岩, 安山岩)が多い。⇒河床材料



齊内川の縦断形とセグメント



齊内川を対象とした『川の見方』 河川地形と物理環境のモニタリング

小さな自然再生研究会
岐阜大学 流域圏科学研究センター 准教授
原田守啓

本資料未記、参考資料として「小さな自然再生のための水理学入門編」を収録しています。

本講座の内容

1. 齊内川の河道特性
 - ・ 齊内川流域, 縦断形, セグメント
 - ・ 自然な川にはみられる瀾湍 | 河床材料の分級
 - ・ 砂州発生領域のチェック
2. 川幅を拡げられない中小河川への多自然工法の導入
 - ・ 齊内川バープエに期待されたこと
3. iRIC Nays2DHIによる事前予測と実際は?
 - ・ 2018年施工後に2出水期が経過して...
4. 事後調査で確かめたいこと
 - ・ 河川地形の変化
 - ・ 流速水深の多様性
 - ・ 河床材料の分級

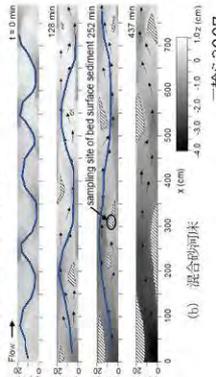
2

上流からの土砂供給量と砂州

・上流からの土砂供給が多いと…



・土砂供給が少ないと…



流路が激しく横に移動する。
流路が蛇行する。
広い礫川原が広がる。
いわゆる、「暴れ川」となる。

河床低下しながら、川がどんどん
まっすぐになっていく。
川原と渚筋の比高差が大きくなり、
砂州が陸化していく。(礫河原が草地、
樹林に…)
砂州自体は全体的に平坦になる。
↑どこかで見たことありませんか？

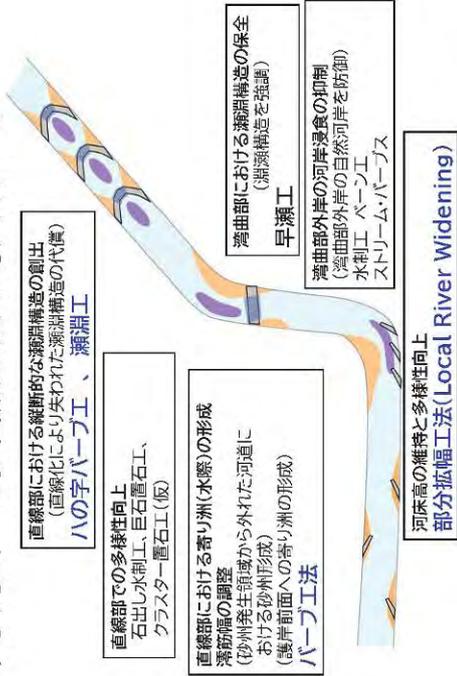
13

対象地の経年変化 (Google Earthより)



地図・空中写真閲覧サービスより

川幅を拡げられない 中小河川への多自然工法の導入イメージ



16

バーブ工法について

- 川の流れに対して、河岸から上流側に向けて突き出して設置する、高さの低い水制の一種で、流れに運ばれてくる砂を溜めて寄り洲を形成することを目的とした河川工法
- 洪水流下能力に影響を与えず、河川地形に変化をもたらさず(寄り洲の形成⇒水際部・瀬淵の形成)、河床環境に多様性をもたらす(河床材料の分級)



バーブ研究会 ウェブサイト参照
<http://stream-barbs.jp/waq3/>

寄り洲を形成するバーブ工

- 北海道の河川で、約20年前から試行錯誤を重ねながら、さまざまな用途に活用。(北海道技術コンサルタント岩瀬氏)
- 現在、日本各地で少しずつ設置事例が増えてきている。



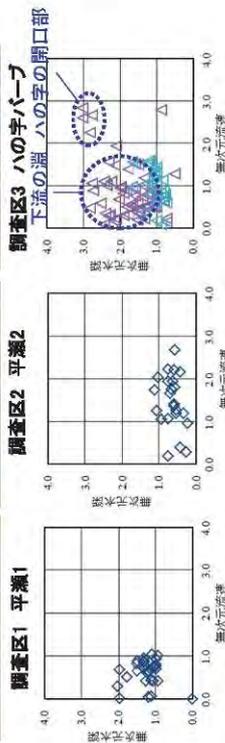
18

バーブ工法に期待される効果

- 河川地形・河床環境の多様化
 - 寄り洲の形成、瀬淵の形成 とくに、早瀬の形成
 - 河床環境の多様化(分級) 早瀬部の粗粒化、瀬部の細粒化
- 種の多様性、生物量の増加
 - 瀬淵の形成による生物群集の増集効果 (すぐに効果に発現)
 - 平瀬区間と比べて生物が集まる。(河川の生物が増えたわけではない)
- 場の多様性の向上による、種の多様性の向上
 - さまざまな物理環境が揃うことで、生息可能な生物種が増加
- 瀬の形成による一次生産の増加 ⇒ 周辺区間の生物量の増加に寄与
 - 避難場、産卵場の機能(生物種による)
- 水質形成機能
 - 早瀬における伏流による水質浄化(脱窒)、水温安定化
- 親水性を高める
 - 寄り洲の形成により人がおりやすい河原を形成

19

ハの字バーブ工による瀬淵の創出



ハの字バーブによって、平瀬ばかりになりがちな中小河川に「瀬」の環境が創出された。

20

魚類の生息状況の比較

魚種名	調査区	
	平瀬1	平瀬2
スナヤツメ	11	5
アユ	3	2
カワムツ	150	91
オイカワ	44	317
アブラハヤ	0	3
カマツカ	2	0
アブラボテ	1	1
ドジョウ	2	7
シマドジョウ	1	2
ナマズ	0	1
オオウチバス	3	0
トナリ	1	0
カワシジキ	18	35
カワシジキ	11	9
カワシジキ	4	5
カワシジキ	236	155
カワシジキ	223	147
カワシジキ	73	56
カワシジキ		94

平瀬区には少なく、ハの字バーブ設置区に多い種
 ・アユ
 ・アブラハヤ、アブラボテ

平瀬区には多く、ハの字バーブ設置区で未確認
 ・スナヤツメ、ドジョウ

部分拡幅工法

・新境川（岐阜県各務原市）

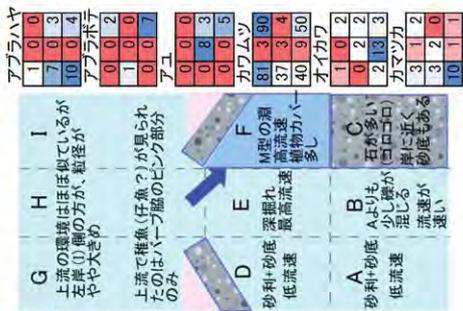


調査地概要

河床勾配：約1/380
 低水路河床幅B：約15m
 施工時期：H22年出水前
 調査時期：H26年9月

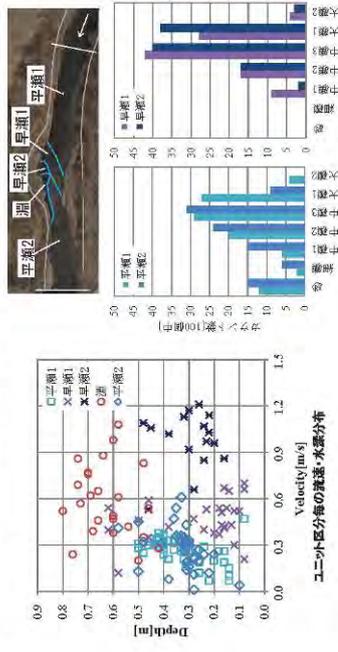
部分拡幅区間では、右岸側を最大で河床幅の1.5倍程度まで拡幅され、拡幅部の河岸には侵食防止マットが敷設された。

ハの字バーブ工周辺の棲み分け



バーブ下流側には、わずかに数匹の狭い空間に、水深・流速・底質がかなり多様な場が存在。
 ⇒種と個体サイズによる使い分け
 ・バーブを左右非対象に設置した結果、不均質な場が形成されている。
 ⇒結果として、場の多様性の向上に寄与

施工事例の追跡調査②



流速・水深：砂州河道の瀬槽構造に類似した多様性が認められるが、淵は不十分
 ・H1.5にはほぼ同様の調査が行われており、平瀬は10年前の状況とほとんど変わらない。
 ・一方、早瀬、淵は部分拡幅工法による物理場の多様性向上の効果として評価できる。
 ・外瀬上は、砂州河道の瀬淵に近い地形が形成されているが、淵の流速が大きすぎる。
 養魚河床材料の短距離構成：早瀬は粗粒化しており、砂州河道における一般的な傾向と一致

齊内川バース工(2018年施工)



27

仮想河道における数値実験

方法

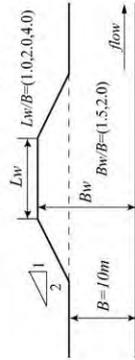
扇状地区を流下する仮想的な直線河道（底水路幅10m）を設定して、河川地形の形成に支配的な流量の条件下で河床変動計算を実施。

- ・河床勾配：3通り（扇状地区間をカバー）
- ・流量、代表粒径：平均年最大流量の状況を設定。

河床勾配	低水深	等流水深	代表粒径	流量	無次元掃流力
$1/b$	H_m [m]	d_0 [mm]	Q [m ³ /s]	τ^*	
1/400	10	2.4	50	95	0.073
1/200	10	1.6	70	62	0.070
1/100	10	1.0	90	38	0.068

- ・部分拡幅区間の平面形：拡幅区間の河床幅 B_w は 2 通り
- ・部分縮幅区間の底層 L_w は 3 通り
- ・すり付け区間は平面的に 1 : 2.0 の角度

- ・計算ケース
- ・7通りの平面形と3通りの河床勾配
- ・計算ケースは合計21ケース



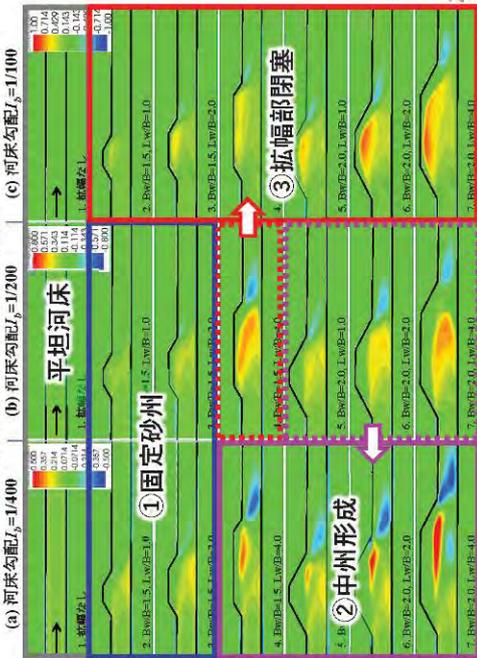
IRIC2.3 Nays2DHソルバを使用。
 ・河床材料：単一粒径
 ・河床変動：掃流砂のみ
 ・河床粗度：代表粒径に拘束する粗度
 ・計算時間：10,800sec (3時間分)



25

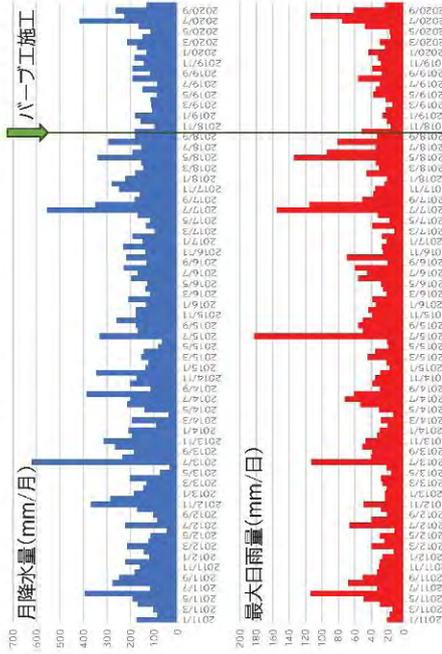
仮想河道における数値実験

仮想河道における初期河床に対する河床変動量



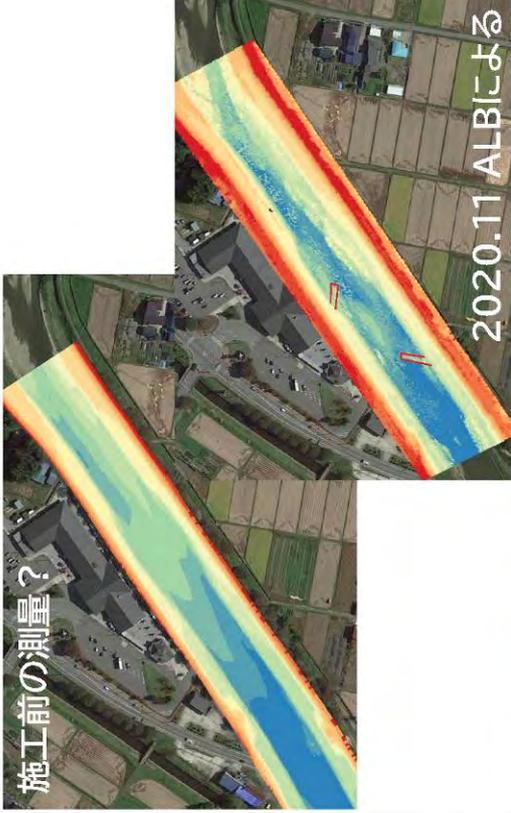
26

角館雨量観測所(2011-2020)



28

【参考資料 1-3】 齊内川を対象とした「川の見方」 講演資料（8/13）

 <p style="text-align: right;">29</p>	<p style="writing-mode: vertical-rl; text-orientation: upright;">河川地形の変化</p> <p style="writing-mode: vertical-rl; text-orientation: upright;">施工前の測量？</p>  <p style="text-align: right;">2020.11 ALBIによる</p>
 <p style="text-align: right;">30</p>	 <p style="writing-mode: vertical-rl; text-orientation: upright;">秋田県大仙市でハーブづくりを進めています。by秋田県</p>

本日の事後調査で確かめたいこと

- 河川地形の変化
 - ALBIによって計測済み ありがとうございます<(_)_>
- まず、川を観察して、河川地形を区分してみよう！
 - 早瀬、平瀬、淵、トロ、水際部...
- 流速・水深はどれだけ多様になったか？
 - 流速計による多点計測
- 河床材料の分級はどれだけ進んだか？
 - ペブルカウント(簡易な河床材料調査)

33

バースエの影響がない平瀬区間の流速・水深

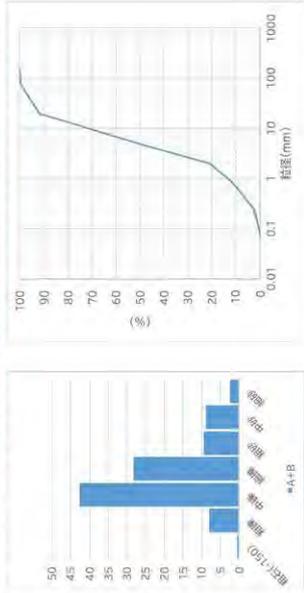
- 平瀬っぽいところを今朝はかってみました。
- 午後は、バースエの影響を受けた範囲についても計測します



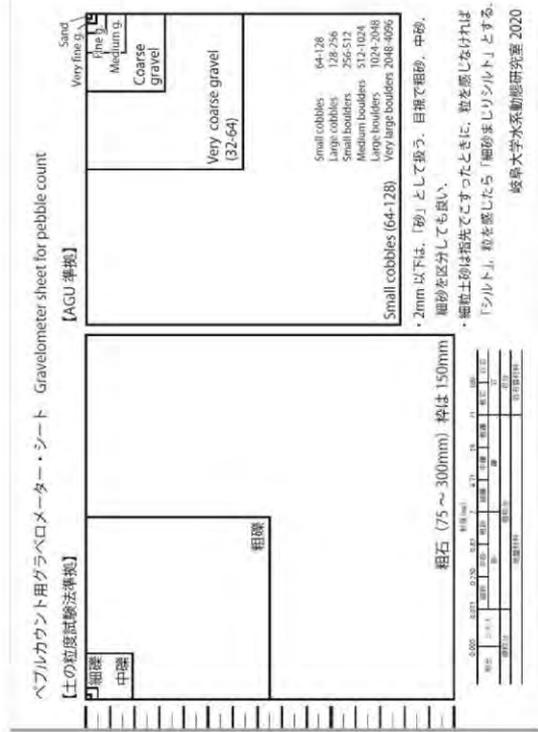
34

ペブルカウント(簡易な河床材料調査)

- 川の中をジグザクに歩きながら、一定間隔で川底を触り、触った石の大きさ(あるいは粒径クラス)を記録する。
- 100個、理想的には200個記録する。
- 面積格子法の簡易版ともいえる。
- 把握できるのは、あくまでも河床表面の粒度分布であることに注意！



35



36

参考資料

小さな自然再生のための 水理学【入門編】ver.1

小さな自然再生研究会
原田守啓(岐阜大学流域圏科学研究センター)

37

水辺の小さな自然再生の留意点

川で小さな自然再生に取り組む際の留意点

- ①洪水の流れを邪魔しないか
- ②洪水で流されたとしても大丈夫か
- ③施設(護岸や堤防など)に害はないか
- ④河川景観への配慮
- ⑤メンテナンスは誰がやるのか
- ⑥作業する際に水質事故やひどい濁水を起こさないか
- ⑦漁協や地域住民との調整は大丈夫か

水路で小さな自然再生に取り組む際の留意点

- ①河川と農業用水路の違い
- ②用水路と排水路の違い
- ③農家の方が嫌がることをあらかじめ知る



(事例集p.14-17、執筆担当：原田守啓・滝澤太郎さん)

留意点① 洪水の流れを邪魔しないか

- 留意点：
 - ・河川管理者や地元の方々が最も心配することは、川の中に「モノ」を置いたり、川の中の地形を変え作業の結果として、水が流れにくくなり、水位が上がって水が溢れること
 - ・平水時には問題なくても、洪水時のことを想定した検討が必要。(河川や水路の設計時に対象とした流量のときになくなるか?)
- 対応の例：
 - ・上下流の区間と比べて川の断面積が広くて余裕がある場所を取り組む
 - ・設置する「モノ」が現場にあるものや小さいもので川の断面積がほとんど減らないにする
 - ・大きな洪水のときには流されて邪魔しないようにする

39

留意点② 洪水で流されたとしても大丈夫か

- 留意点：
 - ・洪水に耐える丈夫で頑丈なものづくりが、正解とは限らない
 - ・「大きな洪水のときには流される」ことを前提とした方法も現実的な対応 → 流れを阻害しない、小規模で済むなどの利点
 - ・流されたモノが思わぬところで被害を及ぼさないこと、ゴミとなつて景観を乱さない、回収しやすい工夫が必要
- 対応の例：
 - ・できるだけ小さな材料を組み合わせて作る
 - ・もともと川の中にある素材や自然分解する素材を使用する → 流されても無害な材料(石など)を利用するのが無難
 - ・丸太などの流されてゴミになってしまう可能性のある材料は、洪水後に確実に回収できるようにワイヤーで岸に固定しておくといった工夫が期待される

40

小さな自然再生のための水理学【入門編】

(1) 洪水の流れを邪魔しないか？

- ・ 流量-水深-流速の関係
- ・ 洪水の流れをできるだけ妨げない方法
- ・ 川の中の「余裕」のある場所を活用する

済 済

(2) 流されてしまわないか？

- ・ 水の中におかれた物体にはどれくらいの力が働くか済
- ・ 川底の土砂はどれくらいの流れで動き出すか
- ・ 水の中に単独で置いた石が動き出す流れは
- ・ 水の中にまとめて置いた石が動き出す流れは
- ・ どのようにして固定すれば流されないか
- ・ モノを置いたら周りがどれくらい掘れるか

済

41

(1)-1 流量-水深-流速の関係

- ・ 断面の形が縦断方向に変化がなく、勾配が一定の条件(又はそのように仮定しても差し支えない場合)の流れには、以下の関係が成り立つ。

▶ Manningの等流公式

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} I_e^{1/2} \quad Q = AV = \frac{1}{n} AR^{2/3} I_e^{1/2}$$

- ・ n : Manningの粗度係数 ← 河川・水路の状態に応じて設定
- ・ V : 断面平均流速[m/s]
- ・ R : 径深[m] = 断面積A/潤辺長S ← 幅広水路なら水深hでも可
- ・ I_e : エネルギー勾配、等流なら河床勾配 ← 河川・水路の勾配

幅の広い水路なら、 $V = \frac{1}{n} h^{2/3} I_e^{1/2}$ $Q = AV = \frac{1}{n} Bh^{5/3} I_e^{1/2}$
 幅をB、水深hとして、

(注) 使用する単位に注意！ 量はメートル、時間は秒で表えること。
 (注) 断面平均流速が別列して、より流速が大きい場所、小さい場所があることに注意。

参考1: 径深Rの求め方

$$\text{径深} R = \frac{\text{断面積} A}{\text{潤辺長} S}$$

- ・ 一般断面
- ・ 断面積A、潤辺長Sを何らかの方法で求める必要がある。

・ 矩形断面(長方形断面)の場合

$$\begin{aligned} \text{断面積} & A = Bh \\ \text{潤辺長} & S = B + 2h \\ R & = \frac{Bh}{B + 2h} \end{aligned}$$

・ 逆台形断面の場合

$$\begin{aligned} \text{断面積} & A = (B + xh)h \\ \text{潤辺長} & S = B + 2h\sqrt{1 + x^2} \\ R & = \frac{(B + xh)h}{B + 2h\sqrt{1 + x^2}} \end{aligned}$$

- ・ 水深に対して幅が広い矩形断面($B/h > 10$)?
- ・ 径深R = 水深hとなるため、水深hを用いても結果はあまり変わらない。

43

参考2: 粗度係数の値をいくつにするか

- ・ 中小河川は、大河川直轄区間とは異なり、観測資料が少ないため、洪水痕跡などから逆算した逆算粗度係数が使えないことが多い。
- ・ 粗度係数の設定方法は、概ね2通りある。

・ 方法1: 一般的な値を使用する方法

- ・ 河川砂防技術基準S51.H9計画編に記載された一般値を用いる。

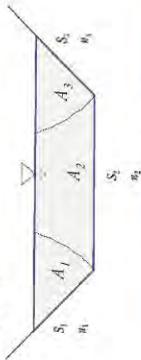
河道の状態	n:粗度係数
一般河道	0.030~0.035 n=0.035を用いるのが無難
急流河川及び川幅が広く水深の浅い河川	0.040~0.050
暫定養掘河道	0.035
三面張水路	0.025
河川トンネル	0.023

(注) 大きな粗度係数を使用すると、流速が小さく、水深が大きめの計算結果になる。洪水があまりあるかどうか、という議論では安全側の想定だが、流速がどれくらい大きくなるかという議論では危険側の想定になることに注意。
44

参考3:粗度係数の値をいくつかにするか

・方法2:合成粗度係数を用いる方法

$$N = \left[\frac{\sum S_i n_i^{3/2}}{S} \right]^{2/3}$$



河床部の代表粒径と粗度係数

代表粒径 d ₅₀	n粗度係数	
	A	B
岩盤 (40cm~60cm)	0.035~0.050	
玉石 (20cm~40cm)	0.037	0.042
〃 (10cm~20cm)	0.034	0.030
粗礫大[5cm~10cm]	0.035	
粗礫小[2cm~5cm]	0.029	0.034

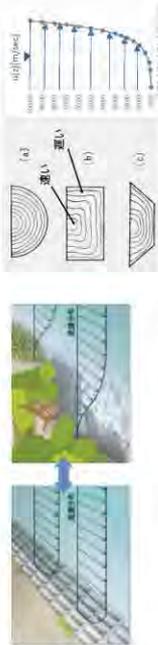
代表粒径20cm以下の場合は、法面地物を加えて、粗度係数を算出する。
A: 河床の粗度係数を算出する。B: 河床の粗度係数を算出しない。
〃: 河床の粗度係数を算出するが、河床の粗度係数を算出しない。

護岸構造と粗度係数の関係

護岸構造	n粗度係数	護岸構造	n粗度係数
間引, 葎7/10分	0.024	玉石 (径30cm,水深2~4m)	0.025
連節7/10分	0.027	玉石 (径40cm,水深2m)	0.027
鉄線管型護岸	0.032	〃 (径30cm,水深2~4m)	0.026
幅20cm程度	0.032	玉石 (径50cm,水深2~3m)	0.028
水田築堤(積石 20cm程度)	0.030	〃 (径40cm)	0.027

(1)-2 洪水の流れをできるだけ妨げない方法

- ・流れの速い場所にモノをおくとそれだけ大きい流体力がモノに働く(⇒(2)-1)。流れにも作用・反作用が働き、流れを邪魔することとなり、水位が上がってしまう。
- 洪水のときに、流速が早くなる場所をさけることで、モノが流されにくくなるだけでなく、流れも邪魔しない。
- ・流速: 流心 >> 水際 水面付近 >> 底面付近



- ・上下流と比べて断面を狭めてしまうと、上流側の流れがせきあがり、上流側の水位が上がってしまう。
- 断面を狭めない、洪水時には流される 無害な方法にする
- 上下流区間と比べて、断面積に余裕がある場所を利用する

【参考資料 1-3】 齊内川を対象とした「川の見方」 講演資料 (12/13)

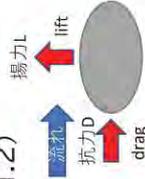
(2)-1 物体に作用する流体力

- ・流速の2乗と、作用面積に比例した力が作用する。
- ・早い流れに突出したのものには、大きな力が働く。

➢流体力(抗力D・揚力L)

$$D = C_D A \frac{\rho V^2}{2} \quad L = C_L A \frac{\rho V^2}{2}$$

- ・C_D: 抗力係数 (例: 正方形1.12, 円柱1.2)
- ・C_L: 揚力係数
- ・A: 作用面積(揚力・抗力で異なる。)
- ・V: 流速[m/s]



(3)-1 川底の土砂が動き出すには？

- ・川底に作用する力は、水深と勾配に比例する。
- 掃流力(河床面せん断力) 摩擦速度

$$\tau = \rho g R I_e \quad U^* = \sqrt{\frac{\tau}{\rho}} = \sqrt{g R I_e}$$

注)幅が十分広ければ、径深Rを水深hに置き換えてもよい。

➢無次元掃流力(粒径dの土砂に対する無次元量として表示)

$$\tau^* = \frac{\tau}{\rho s g d} = \frac{U^*{}^2}{s g d} = \frac{R I_e}{s d}$$

s: 土砂の水中比重 (ρ_s-ρ_w/ρ_w)
砂の密度が2.6ならばsは1.6
d: 土砂の粒径 [単位:m]

・限界掃流力(川底に敷き詰められた土砂が動き出す力)

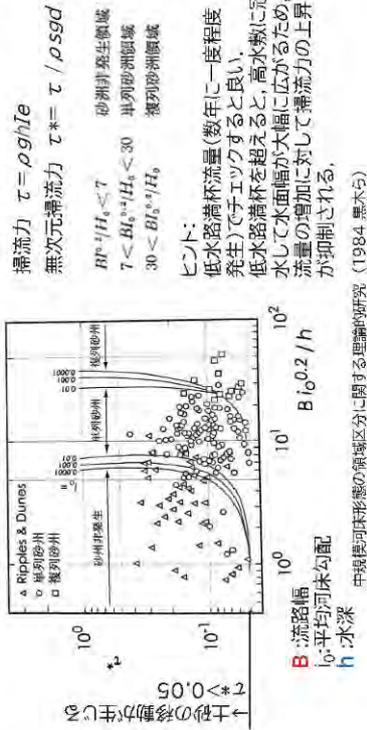
砂粒より大きいものであれば、限界掃流力は0.05程度が目安。
τ*に0.05を代入して粒径dを求めれば、限界移動粒径が求まる。

$$\tau^*_c = 0.05 \quad (d > 3\text{mmの場合})$$

注)川底から突出して覆われた石には、大きい流体力が作用するため、より少ない流速で移動を開始する。⇒(2)-3
注)いろいろな粒径の土砂が混ざっている場合は、大きい粒径の土砂は動きやすく、小さい粒径の土砂は動きにくくなる。

(4) 砂州形成条件 | 単列砂州・複列砂州

- ある程度の川幅と、掃流力(水が土砂を押し流す力)のバランスが大事。
- 高水敷を整備して低水路を狭くしたりすると、砂州発生領域が変化して、複列砂州が単列砂州に変わったり、単列砂州が消えて平坦になったりする。



51

例題:

低水路満杯となる洪水のときに、砂州が形成されるか確かめてみる。

- 河道満杯となる水位を用いて、掃流力 τ を計算する。

$$\tau = \rho g R l_e \quad \text{※幅広な河道であれば、Rをhに置き換えて良い。}$$

- 河床材料の代表粒径(60%粒径あたり)に対する無次元掃流力を τ^* を計算する。

$$\tau^* = \frac{\tau}{\rho s g d} = \frac{U^*{}^2}{s g d} = \frac{R l_e}{s d}$$

- 縦軸に τ^* 、横軸に $B l_e^{0.2}/h$ をとり、砂州発生領域の図に値をプロットして確認する。

- ▶ 土砂が移動し始める流量、砂州が形成される流量などが計算できれば、そのような洪水の発生頻度も検討できる。

52

例題:

どれくらい水位・流量で土砂が移動するか確かめてみよう

- 河床材料の代表粒径(60%粒径あたり)を設定する。
- $\tau^* = 0.05$ となる、径深R(水深h)を逆算する。

$$\tau^* = \frac{\tau}{\rho s g d} = \frac{U^*{}^2}{s g d} = \frac{R l_e}{s d}$$

$$R = \frac{0.05 s d}{l_e}$$

- 径深R(水深h)から、流量を求めたければ、河道の粗度係数をざっくり設定し、Manningの等流公式を使って、流量を求める。

$$Q = AV = \frac{1}{n} AR^{2/3} l_e^{1/2}$$

49

例題:

- 問題1: 幅5m、勾配1/200、粗度係数 $n=0.030$ の水路に、水深1mで水が流れているとき、流量はどれくらいになるか?

$$Q = AV = \frac{1}{n} B h^{5/3} l_e^{1/2}$$

- Manning式を用い、 $n=0.030$, $B=5$ [m], $h=1.0$ [m], $l_e=0.005$ を代入

▶ 答え: $Q=11.8$ [m³/s] ちなみに、断面平均流速 $V=2.4$ [m/s]

- 問題2: そのとき、どれくらい粒径の土砂が動きうるか? 土砂の水中比重は1.65とする。

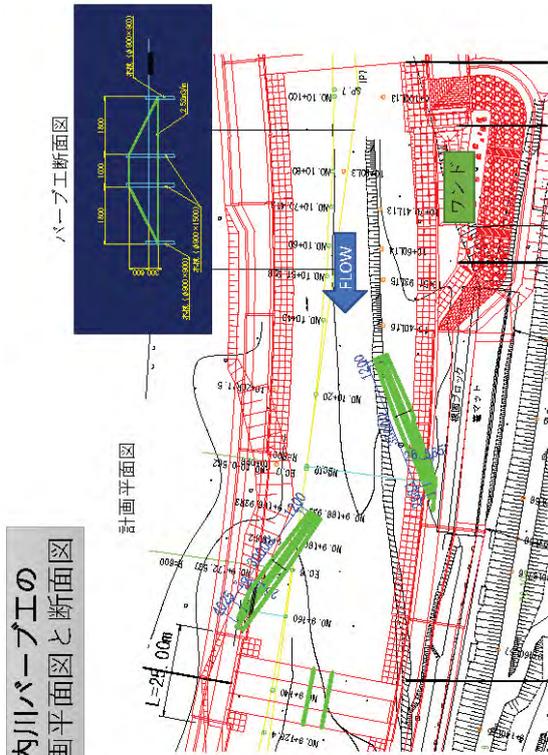
$$U^* = (9.8 \times 1.0 / 200)^{0.5} = 0.22$$

- 限界掃流力 $\tau^*_c = 0.05$ において、 $d_c = \frac{U^*{}^2}{s g \tau^*_c} = \frac{0.049}{1.65 \times 9.8 \times 0.05} = 0.06$

▶ 答え: 6cm(0.06m)位の石までは移動する。

50

齊内川バーブエの
計画平面図と断面図



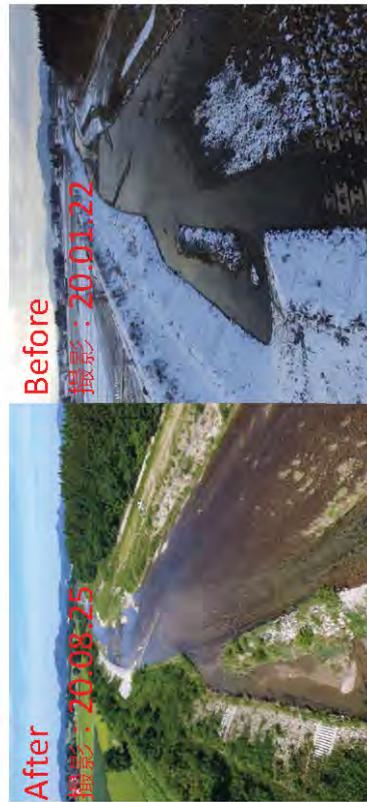
バーブエ断面図

自然石を使用した バーブエの紹介

～みお筋の形成と多様性の早期回復～
Before & After

※バーブエ法については下記を参照（国研）土木研究所自然共生研究センターHP
https://www.pwri.go.jp/izami/kyousei/jpny/research/m3_04_08.html

バーブエ設置直後と 設置から7ヵ月後経過後の比較



すずかけ

すずかけとは
大小の自然石をワイヤー等で相互に連結
した群体構造の製品です。

計算方法
石の必要量の算定は「護岸の力学設計法」
の「掃流一体系が強いモデル」に準じた
方法により照査する。

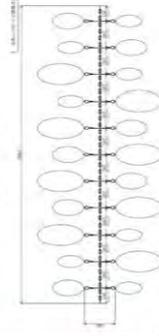
計算条件
水深 (H) = 3.40m
流速 (V) = 4.60m/s

計算結果
φ200mm以上の結果より、平均粒径
250mmを目標に製造

製品質量（安山岩：参考密度2500kg/m³）
499kg/個以上



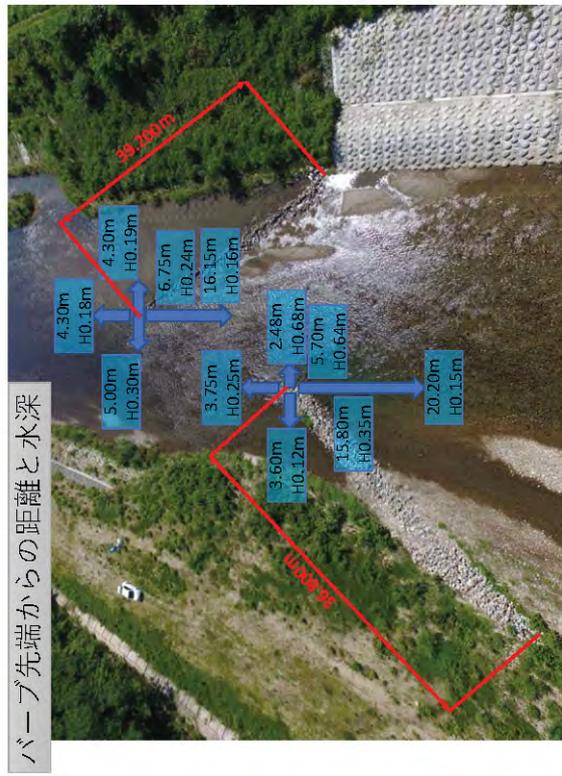
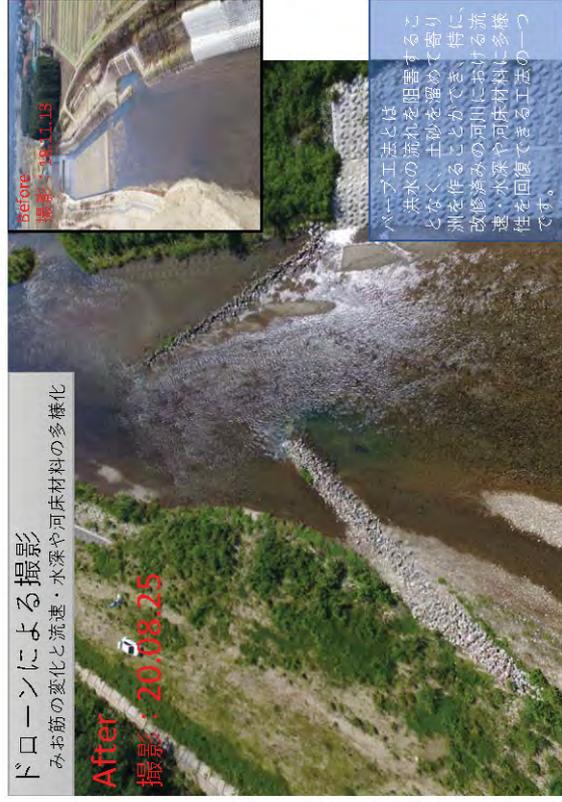
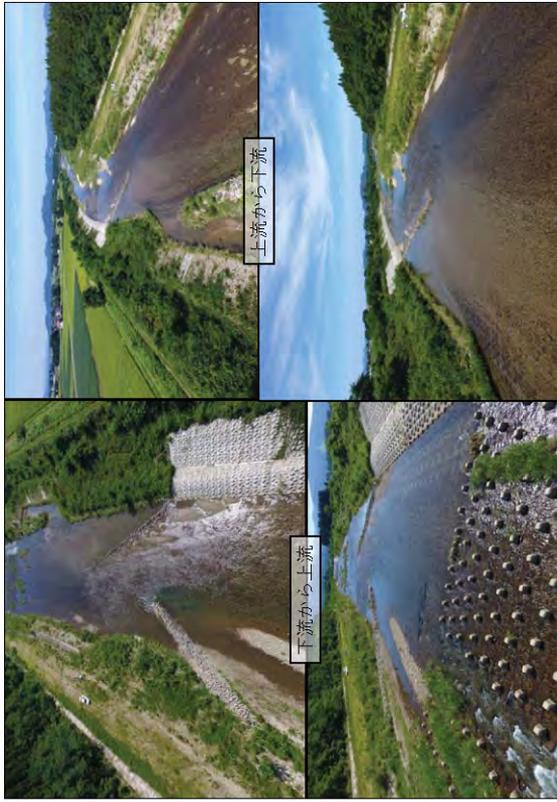
すずかけ実物



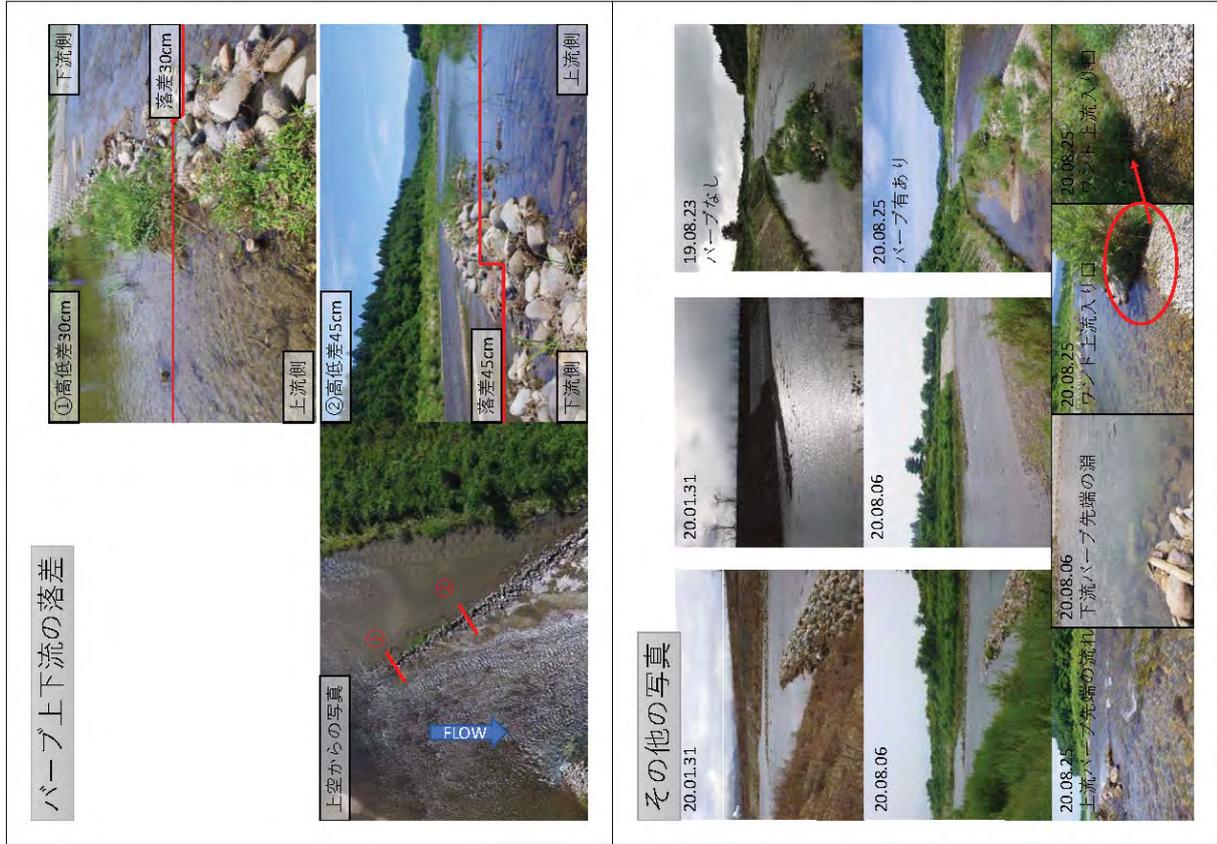
すずかけ規格図

上流側のバープ工近接写真

杭の高さに注目



【参考資料 1-4】 自然石を使用したバープエの紹介 講演資料 (3/3)



参考資料 2 (午後の現地調査結果速報 岐阜大学・原田先生)

【参考資料 2-1】 バーブ工周辺のオルソ画像

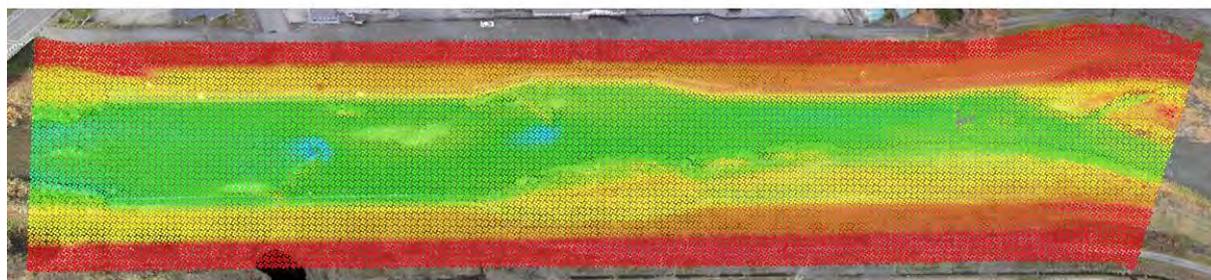
オルソ画像(ドローン画像→SfMソフト)



【参考資料 2-2】 バーブ工周辺の ALB データ

ALBデータ(1mグリッド化, 草などの地物除去)

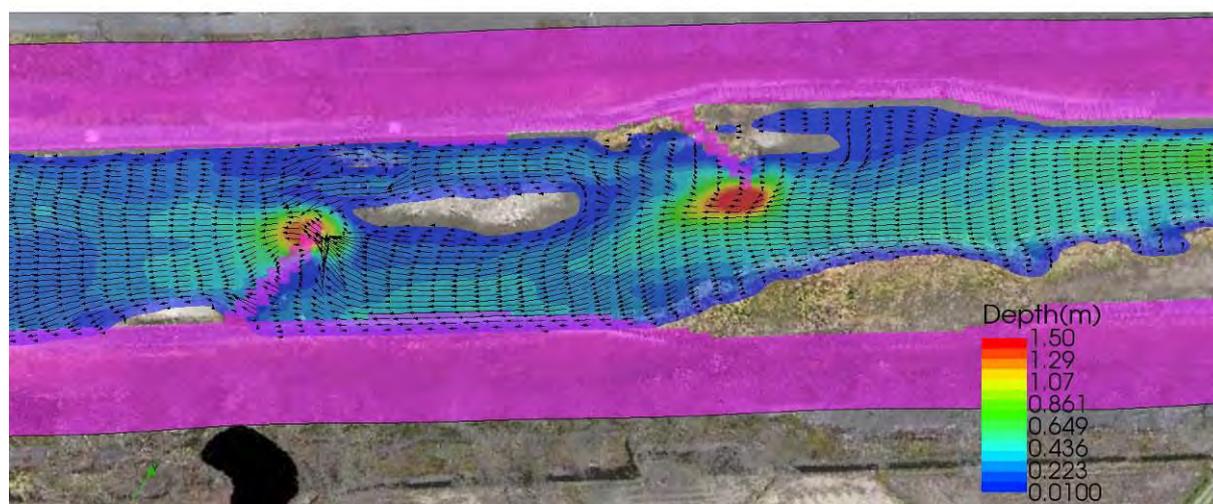
- ALBデータ 320万ポイント→1mグリッドで10万ポイント程度に削減, ゴミ処理



【参考資料 2-3】 iRIC Nays2DH による地形変化予測

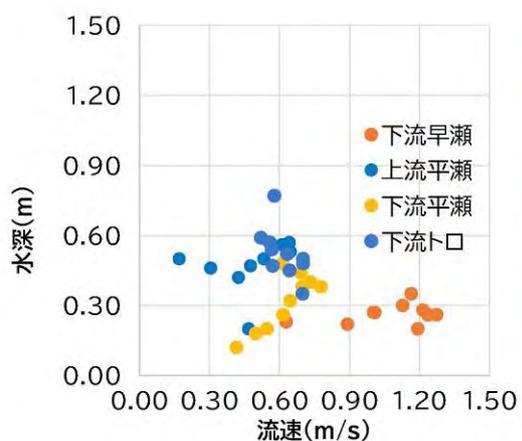
ALBから得た河床形状に基づくiRIC Nays2DH

- ・かなり現地での印象に近い計算結果が得られています。



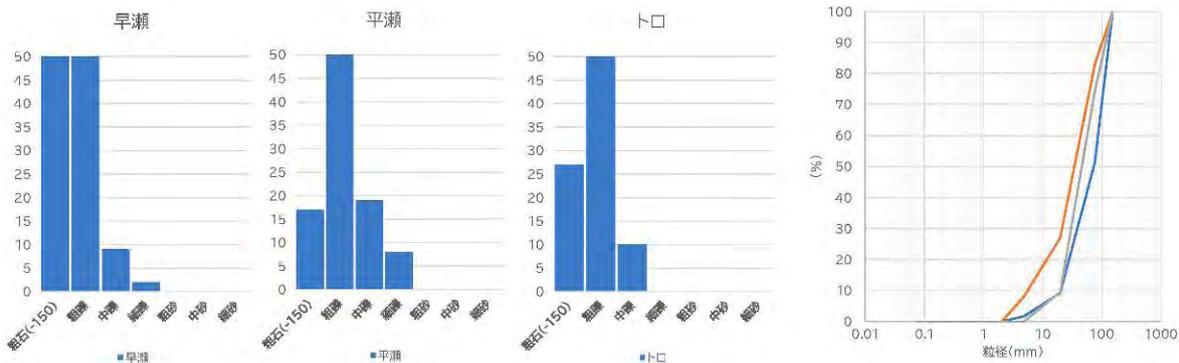
【参考資料 2-4】 流速及び水深の計測結果

流速・水深



【参考資料 2-5】 ペブルカウント結果と、そこから作成した粒径加積曲線

ペブルカウント



参考資料 3 – 参加者募集チラシ（表面）



【開催趣旨】平成30年2月に「道の駅と直結した水辺の小さな自然再生と地域の賑わい創出」をテーマに第8回「小さな自然再生」現地研修会を開催し、この時の参加者のアイデアに基づき、同年10月に2基のバープ工が約80名の手づくりで設置されました。今回の研修会では、設置から2年後のバープ周辺の河道内地形変化や生物生息状況を座学と現地実習を通じて評価し、川づくりのモニタリングについて参加者とともに学びます。

開催日時	令和2年11月24日（火）10：00～16：30（予定）
会場	道の駅なかせん 1階 情報センター <秋田県大仙市長野字高畑95-1>
対象	小さな自然再生に関心のある方々
定員	30名（予定）
参加費	無料 ※昼食は各自持参をお願いします
プログラム	※プログラム及び講演タイトルは一部変更の可能性もあります。 ※主催者側で行事保険に加入いたします。

※参加申込方法、会場へのアクセス、
問合せは裏面をご覧ください。

新型コロナウイルス感染防止のため、参加者はマスクの着用をお願いします。主催者側でも感染拡大防止策を行います。



土木学会CPD認定プログラム
(JSCE20-0750 5.5単位)

（10:00-12:00）川づくりのモニタリングに関する座学研修

- 開会挨拶（土屋信行：日本河川・流域再生ネットワーク/公益財団法人リバーフロント研究所）
（高野仁：公益社団法人全国土木コンクリートブロック協会東北地区協議会秋田県支部）
- 斉内川におけるバープ工設置の経緯説明（佐々木英樹：秋田県建設部河川砂防課）
- 生物モニタリングと生息地評価（三橋弘宗：兵庫県立大学自然・環境科学研究所/兵庫県立人と自然の博物館）
- 河川の地形と物理環境のモニタリング・評価（原田守啓：岐阜大学流域圏科学研究センター）

（12:00～13:00）各自昼食

（13:00～15:30）現地実習（生物及び河道内地形の簡易調査等）

- 技術指導：三橋弘宗（同上）、原田守啓（同上）、岩瀬晴夫（株式会社北海道技術コンサルタント）
 - 水中カメラでのバープ周辺撮影&観察、ハビタット毎の底生動物観察、地形や流れのモニタリング等

（15:30～16:30）斉内川上流部のすずかけバープ工視察

- 現地説明：手代木賢治（共和コンクリート工業株式会社）
 - 自然石を使用したバープ工の紹介～みお筋の形成と多様性の早期回復～

（16:30）閉会 ※斉内川上流部現地解散



河川
基金

公益財団法人河川財団による河川基金の助成を受けています。

主催：（公社）全国土木コンクリートブロック協会 東北地区協議会 秋田県支部
「小さな自然再生」研究会、日本河川・流域再生ネットワーク(JRRN)
協力：秋田県建設部河川砂防課、奥山ポーリング株式会社

(MEMO)



「小さな自然再生」現地研修会（第10回）開催報告

～ 2020年11月24日（火）秋田県大仙市・斉内川 ～

2021年3月12日

【発行】

日本河川・流域再生ネットワーク（JRRN）

〒104-0033 東京都中央区新川1丁目17番24号 NMF茅場町ビル7階

公益財団法人リバーフロント研究所 内

電話:03-6228-3862 Fax: 03-3523-0640

E-mail: info@a-rr.net

URL: <http://www.a-rr.net/jp/>

Facebook: <https://www.facebook.com/JapanRRN>

※JRRN 事務局は公益財団法人リバーフロント研究所が運営を担っています。

