

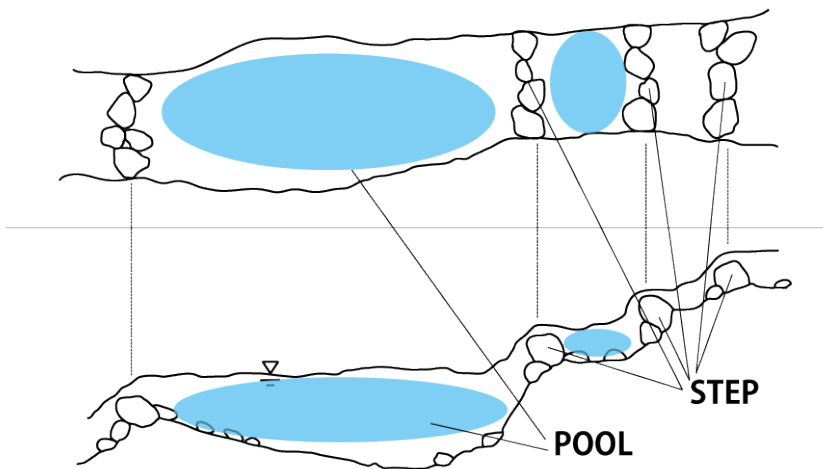
Keystone設置による溪流再生手法の有効性—山附川改修後10年の変化

熊本県立大学 高田 浩志

背景



自然状態によく見られる河床形態



- ・ 流水に対して最大抵抗になるようにStep-poolが形成される (Abrahams)
- ・ 河床の洗堀を防止し、河床低下を抑制する
- ・ 魚類・底生動物にとって好適な環境

Step-poolを利用した、治水と環境の両面に効果のある工法が実践されている

目的

山地溪流でStep-Poolを利用した自然再生の取り組み

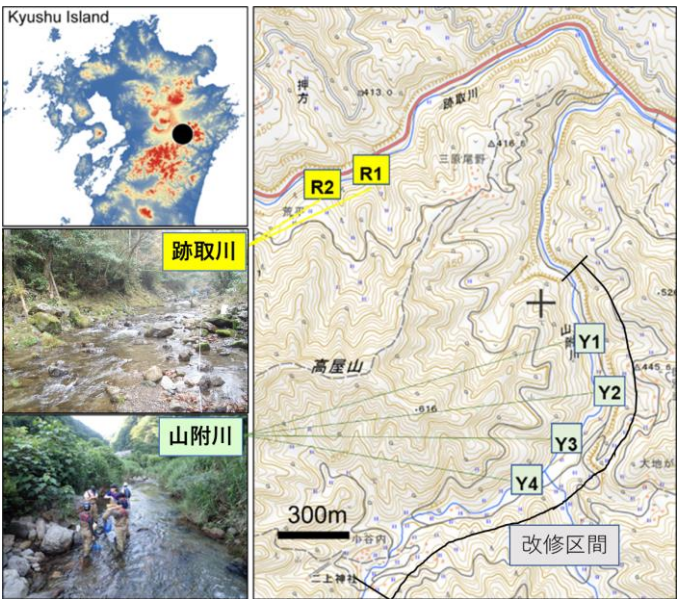
◎イタリアのMaso di Spinelle川で巨石を利用してStep-poolを再現した場合、25年洪水でも壊れない (Comiti, 2009 ; Lenzi, 2003)

◎中国のDiaoga川でStep-poolを人工的に復元したところ、多様なハビタットの回復と底生動物の密度の増加がみられた (Yu, 2010)

- 1 現地再現・復元したStep-poolが維持されるかわからない
- 2 再現事例が少なく、現地スケールのStepが壊れたときにどのような現象が起こるかわかっていない
- 3 Keystone原理を利用した再生を行った事例の報告がない

◎被災後に巨石を存置することで溪流再生手法が試みられた山附川を対象に河床のStep-pool構造の経年変化と魚類の生息状況の変化について調査し、巨石を存置した工法の有効性を明らかにする

研究対象地・改修方法



◎2006.11 - 2008.2

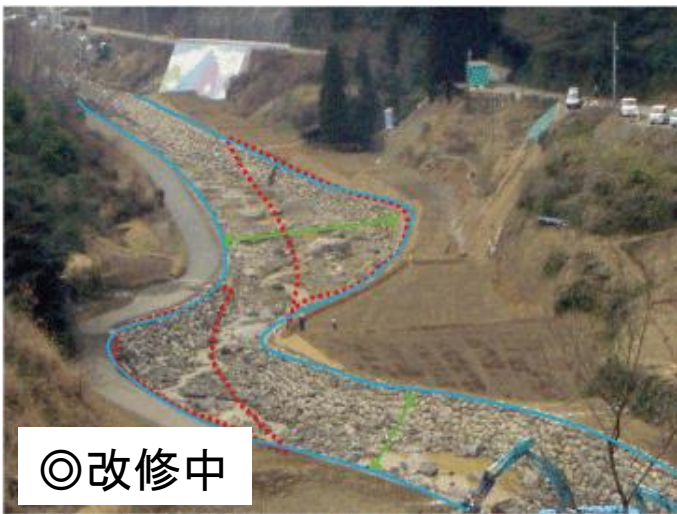
○河床1km区間をコンクリートで固定せず自然の河床材料を維持する

○直径2m以上の巨石を河道内に残す

○河道の蛇行形状を維持する

○被災前の河床勾配を維持する

○横方向浸食により拡大した川幅を維持する拡幅工法



◎改修中

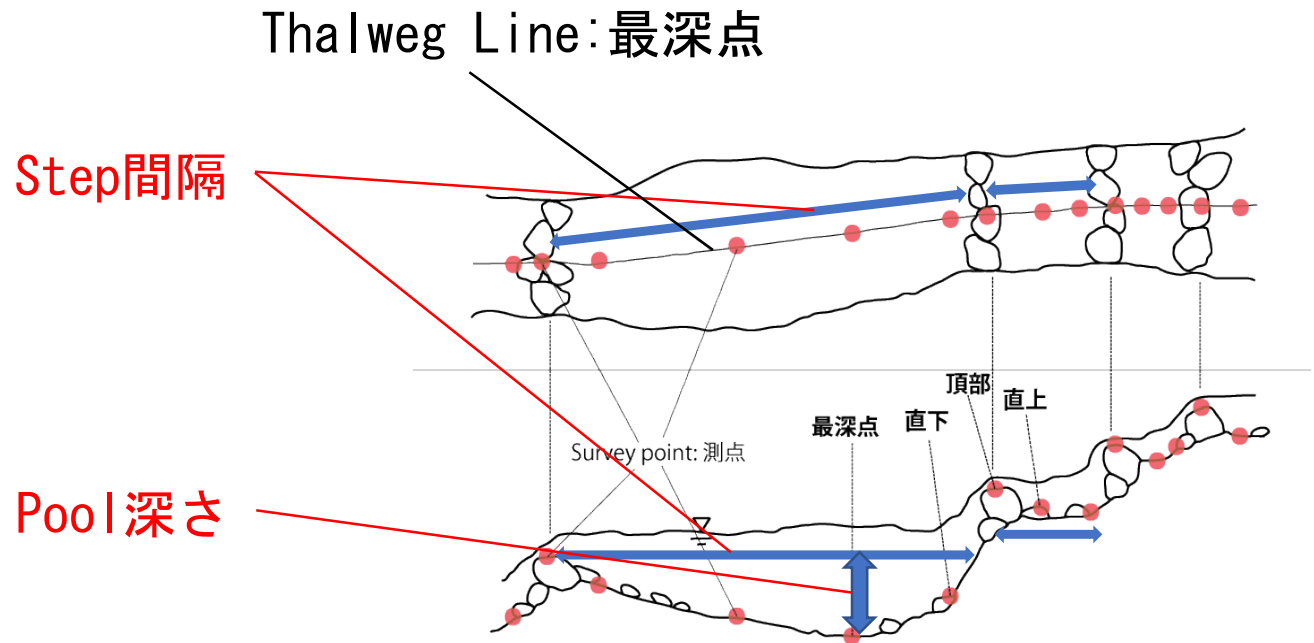


◎改修直後

地形調査方法

◎河道内形状の経年的変化を知るために1区間ごとに河川縦断測量を行った。調査にはトータルステーションを使用した。

◎河道内の平面的な地形の変化を知るために、ドローンによる空撮からSfM技術によりDSMを作成し、2013年のLPデータと比較した。



調査時期

| 月日 | 確率年 (日) | 確率年 (時間) | ピーク流量 Q(m ³ /s) |
|----------------------|------------|-------------|-------------------------------|
| 2005年9月5日(被災) | 50 | 2 | 64.2 |
| 2010年2月23日~2月25日 | | 魚類調査 | |
| 2011年4月18日~4月21日 | | 地形測量 | |
| 2011年5月12日~5月14日 | | 魚類調査 | |
| 2011年6月11日 | 1 | 3 | 73.7 |
| 2011年6月20日 | 1 | 2 | 53.1 |
| 2011年8月20日~8月24日 | | 地形測量 | |
| 2011年9月20日 | 15 | 3 | 65.0 |
| 2011年10月25日~10月28日 | | 地形測量 | |
| 2011年11月28日~11月30日 | | 魚類調査 | |
| 2012年5月21日~5月24日 | | 魚類調査 | |
| 2012年12月26日~13年2月13日 | | レーザー測量 | |
| 2013年10月24日 | 20 | 2 | 53.1 |
| 2016年6月21日 | 1 | 12 | 95.9 |
| 2018年9月30日 | 8 | 1 | 46.8 |
| 2019年11月12日 | | ドローン空撮 | |
| 2019年12月11日~12月13日 | | 魚類調査 | |
| 2020年2月4日 | | 地形測量 | |

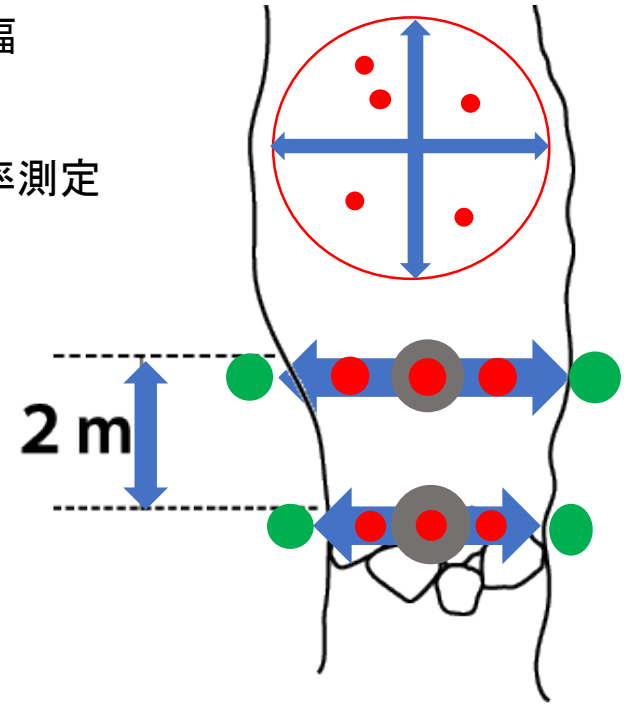
面的な地形の比較

魚類・物理環境調査方法

◎20m区間ごとと流路単位ごとの魚の個体数と体長（TL），各種物理環境を測定した。



- 流速・水深
- ↔ 水面幅
- 植生
- 天空率測定



調査項目

| 調査項目 | 20m区間 のごとの調査 | | | | | | | 流路単位 のごとの調査 | | | | | | |
|----------|--------------|----|---------------|----|------|------|-----|-------------|----|--------|----|------|------|----|
| | 魚類調査 | | 物理環境調査 (2mごと) | | | | | 魚類調査 | | 物理環境調査 | | | | |
| | 個体数 | 体長 | 流速 | 水深 | 水面面積 | 水際植生 | 樹幹率 | 個体数 | 体長 | 流速 | 水深 | 水面面積 | 植生割合 | 底質 |
| 2010年2月 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | | | | | | | |
| 2011年5月 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | | | | | | | |
| 2011年11月 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | | | | | | | |
| 2012年5月 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | | |
| 2019年12月 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |



* 20m区間ごとの平均
個体数・魚種を算出

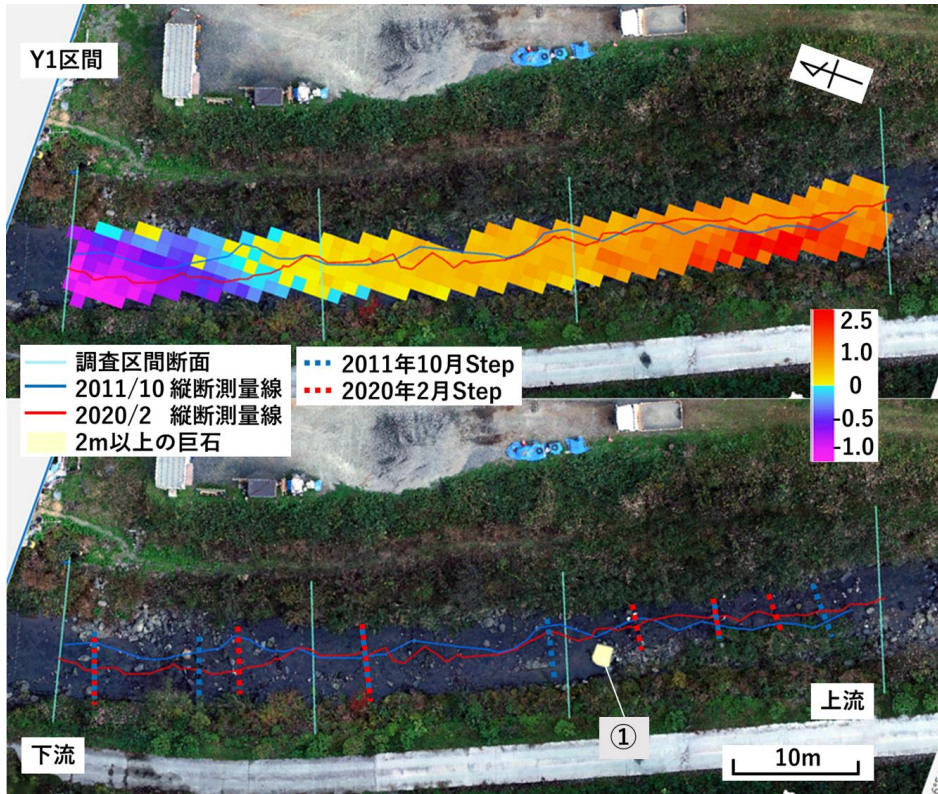


* 流路単位（平瀬・早瀬・淵）ごとの
平均個体数を算出

◎調査区間20mごとのデータを使い，各調査指標を山附川（12サブ区間）と跡取川（6サブ区間）での間で比較を行った。

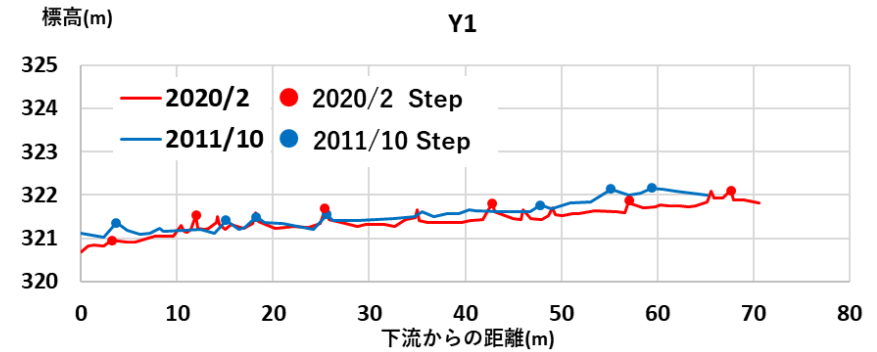
有意差の有無はMann-Whitneyの有意水準5%のU検定で判別した

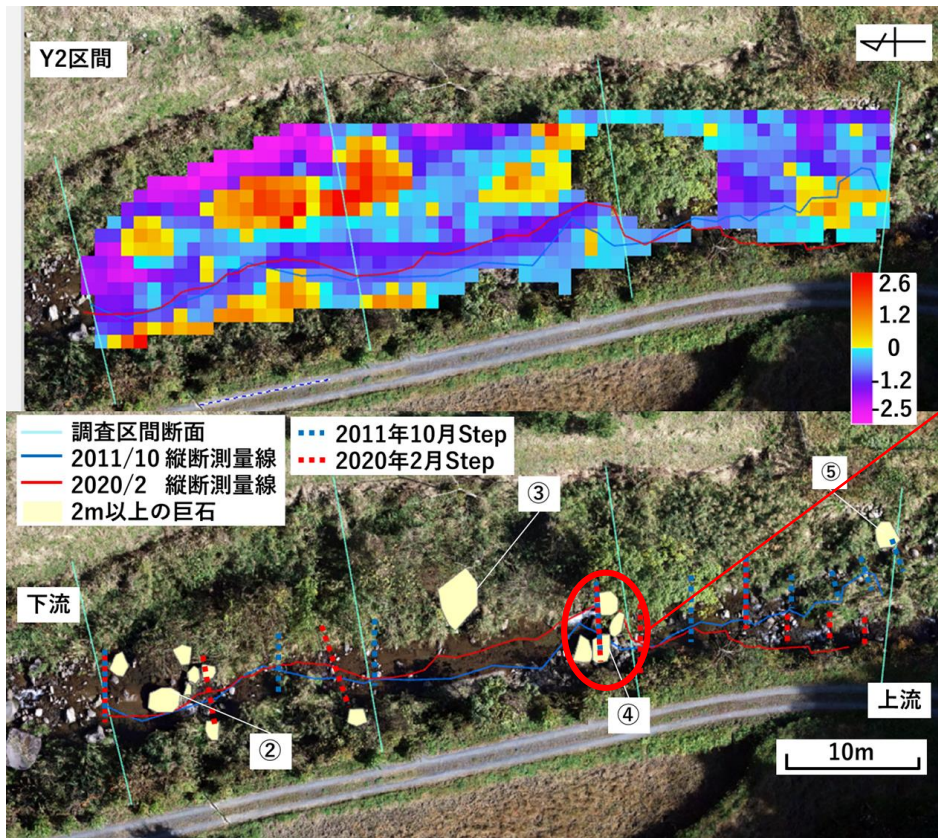
結果：Step-Poolと巨石の関連



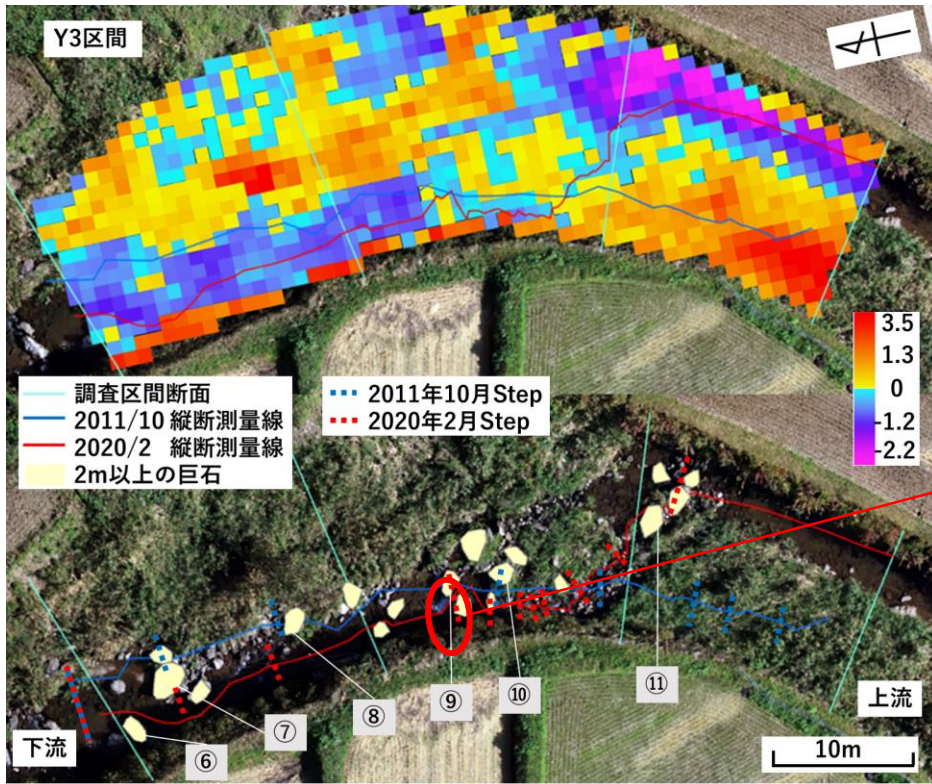
流心では浸食堆積の変化が比較的大きくない

蛇行の外岸部と浸食部が一致

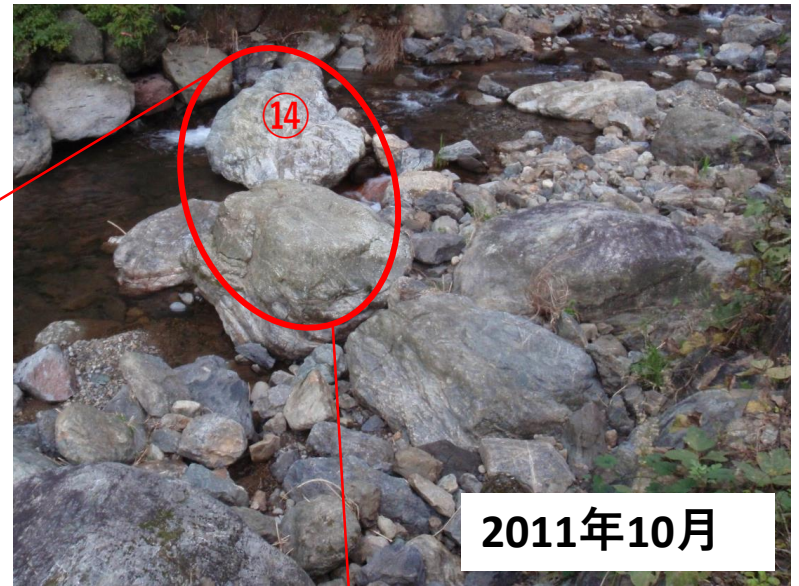
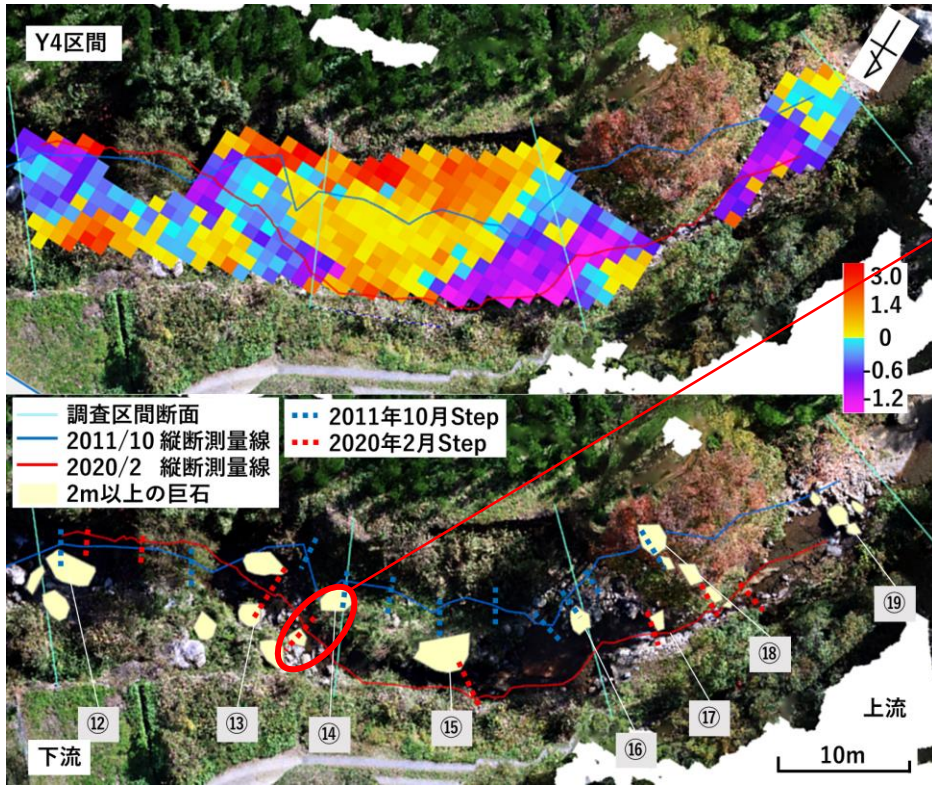




上流から供給された礫を捕捉して河床が1m程度上昇している

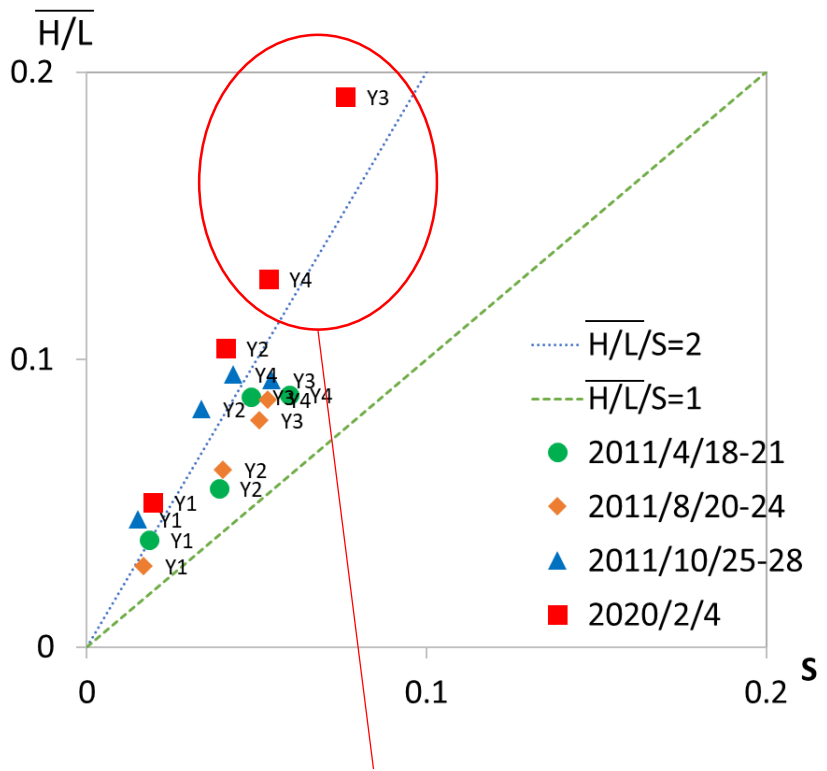


50cm程度の落差が1m程度に増加している

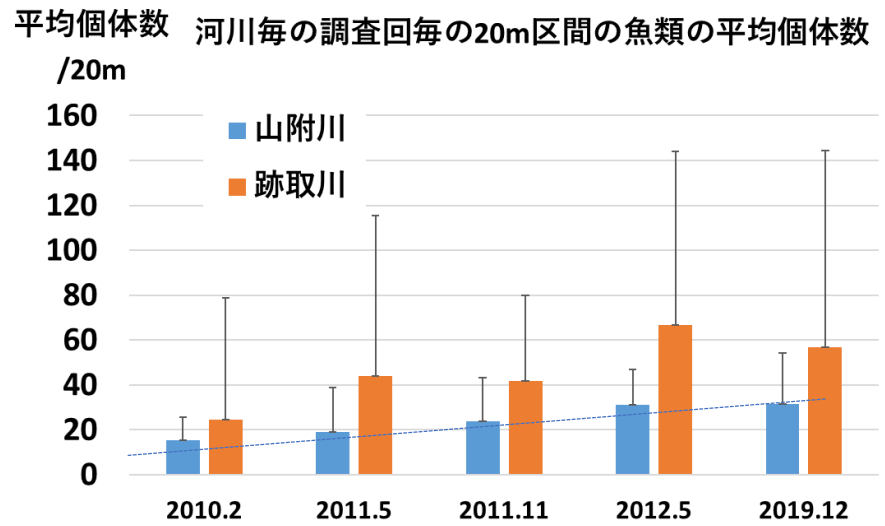


上流から供給された礫を捕捉して
河床が2m程度上昇している

結果：Step-Poolの発達と魚類の関係



巨石の供給で勾配が変化した
 巨石による大きなStep-PoolがH/L
 を変化させた

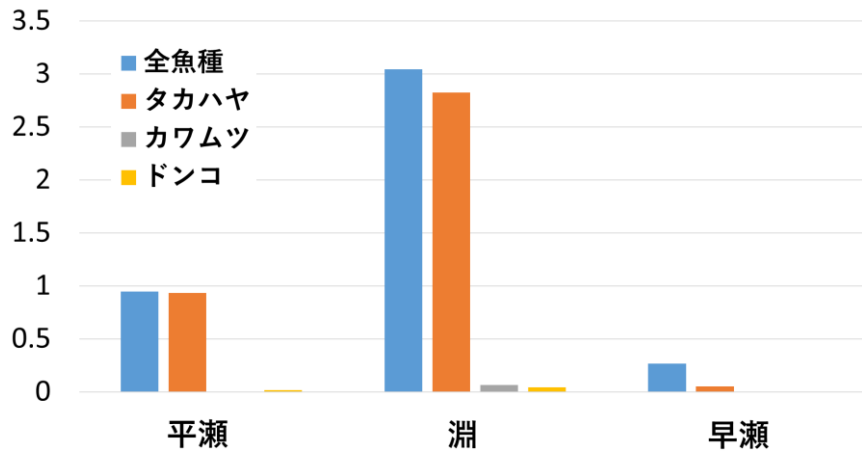


地形の発達と同時に魚類の平均個
 体数の増加も起こっていた
 2011年11月から有意な差が見られ
 た

結果：流路単位と魚類の関係

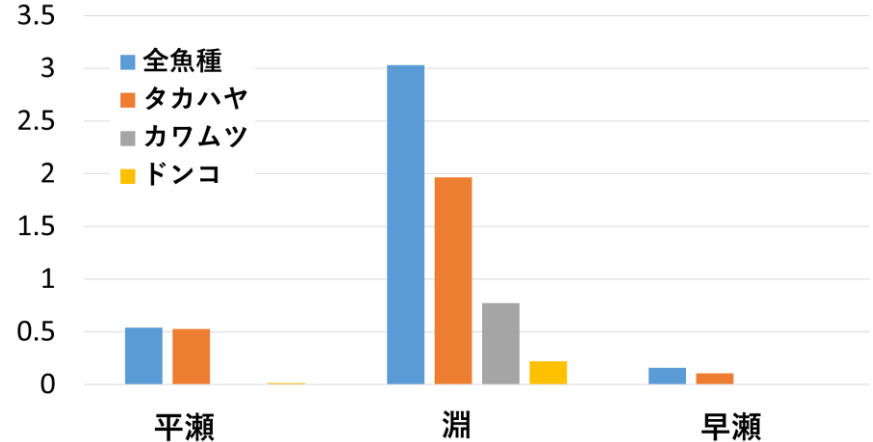
山附川の流路単位
ごとの魚類密度

魚類密度n/m³



跡取川の流路単位
ごとの魚類密度

魚類密度n/m³



- ・ 両河川共に淵の環境で魚類密度が最大であった
- ・ 山附川ではタカハヤが非常に優占的であった
- ・ ドンコ, カワムツについて跡取川の方が多くみられた

結論

- (1) 2m以上の巨石の間に上流から供給された礫が詰まることでStep-Poolが形成されていた
- (2) 巨石で形成されたStep-Poolにより河道全体での大幅な浸食は防がれていた
- (3) 形成されたStep-Poolは自然河川にできる物理形状の範囲に収まっていた
- (4) 魚類の個体数は山附川で年々増加しており、改修は一定の効果がみられた。しかし、自然河川と同程度までは回復していなかった
- (5) 巨石を存知する工法が山附川のStep-Poolを復元させるのに有効な工法であった