

# 土石流発生後のStep-Pool 動態観測における写真測量の活用

新潟大学大学院 砂防研究室  
修士1年 北條杏梨

# 発表の流れ

## Part1 : Step-Poolの2年間の変化

- 研究背景・目的
- 調査の概要
- 結果

## Part2 : SfM写真測量の活用

- 方法
- 現在までの進捗（精度検証）
- 結果と今後について

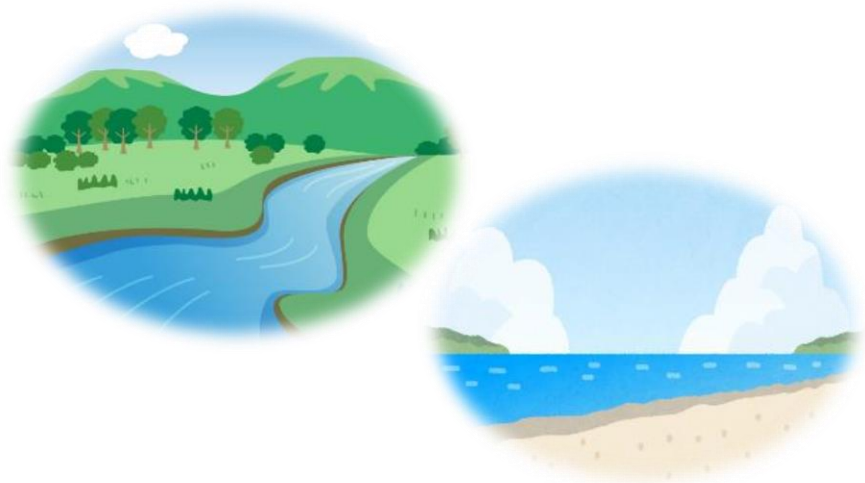
---

# Part1 : Step-Poolの2年間の変化

---

# 研究背景

## 河川の総合土砂管理



## Step-Poolの動態



土砂流量や土砂移動を複雑化

現状

現地で実測した事例は**少ない**

特に河床形が大規模に攪乱される

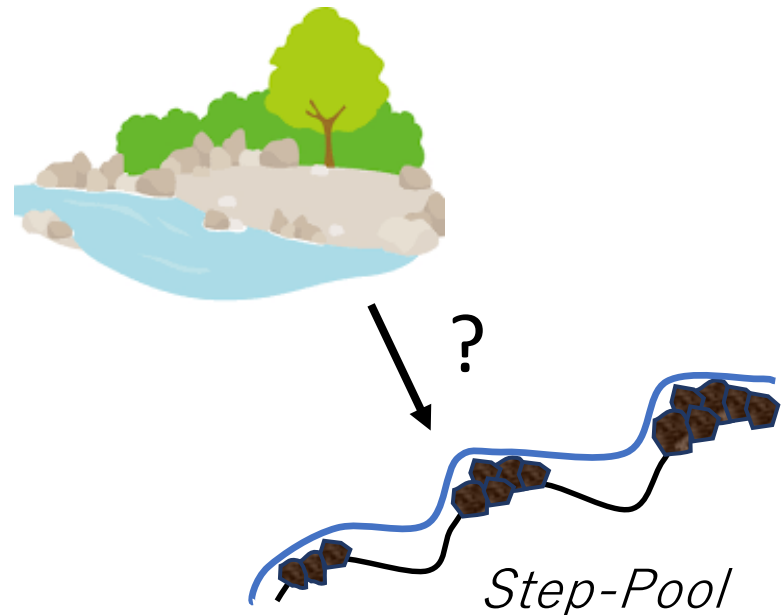
土石流発生後の変化は詳細に観測されていない

# 研究目的

## 土石流発生後の河川における Step-Poolの動態を明らかにする

① Step-Poolの構造・個数変化

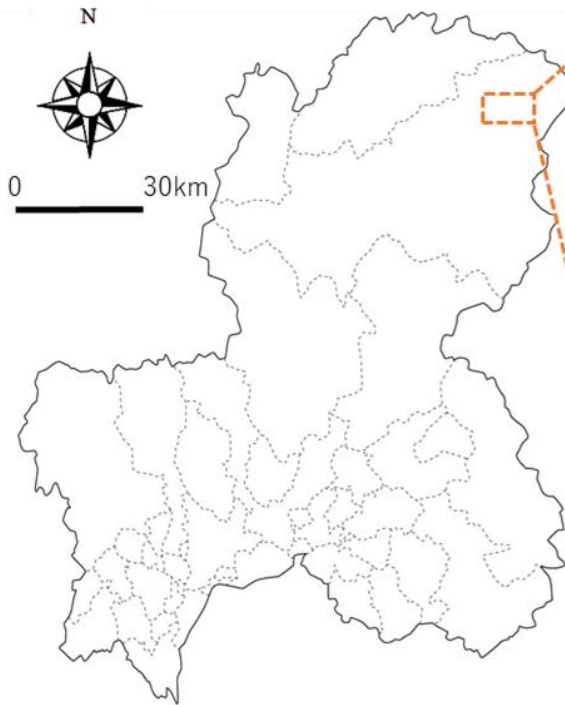
② 河道条件や溪流環境の変化や違いがStep-Poolに及ぼす影響





# 研究対象地について

## ◆ 岐阜県高山市ヒル谷流域

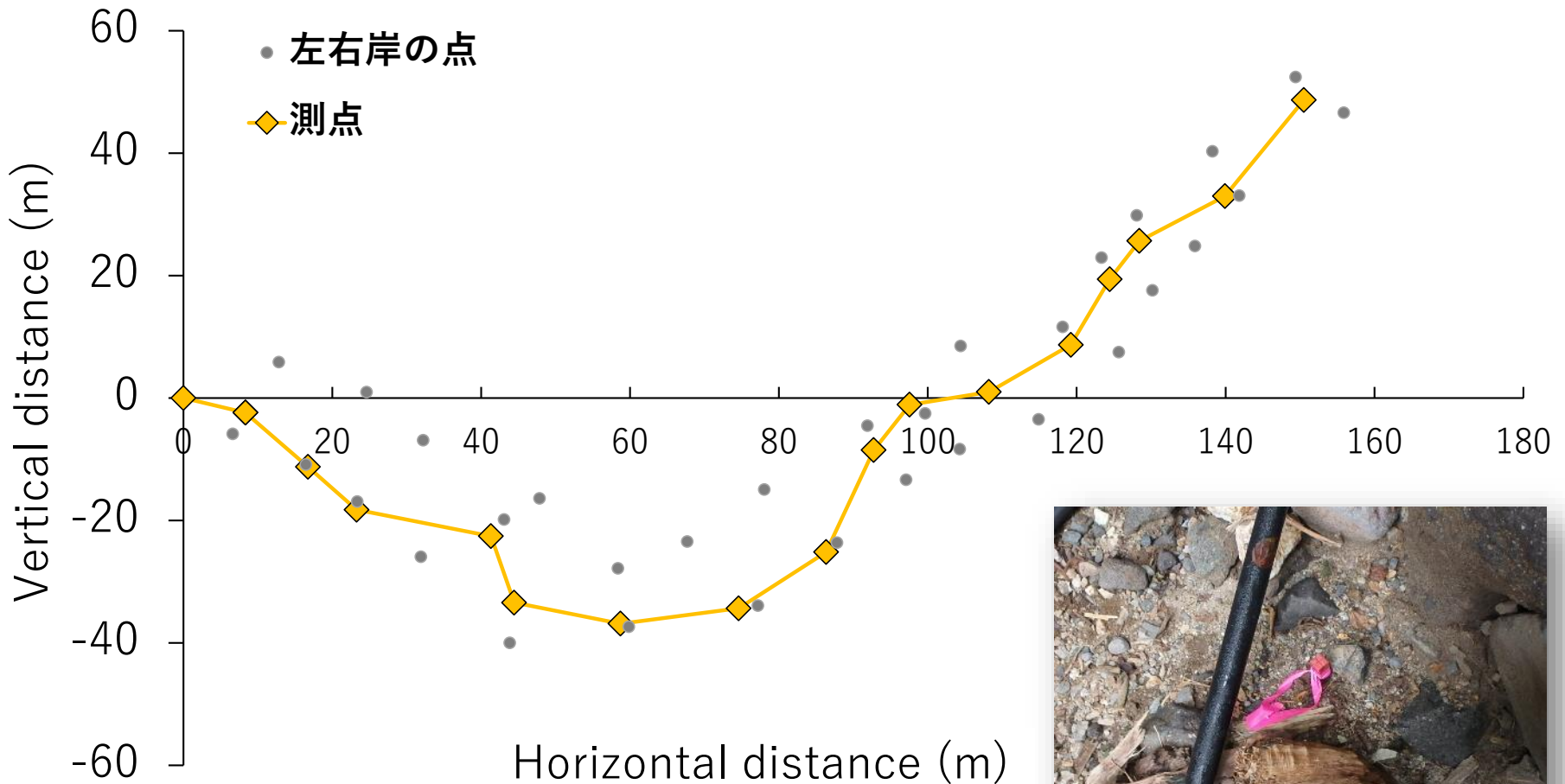


調査区間勾配：約 0.2

調査区間長：215 m

# 研究対象地について

## ◆ 調査地平面図



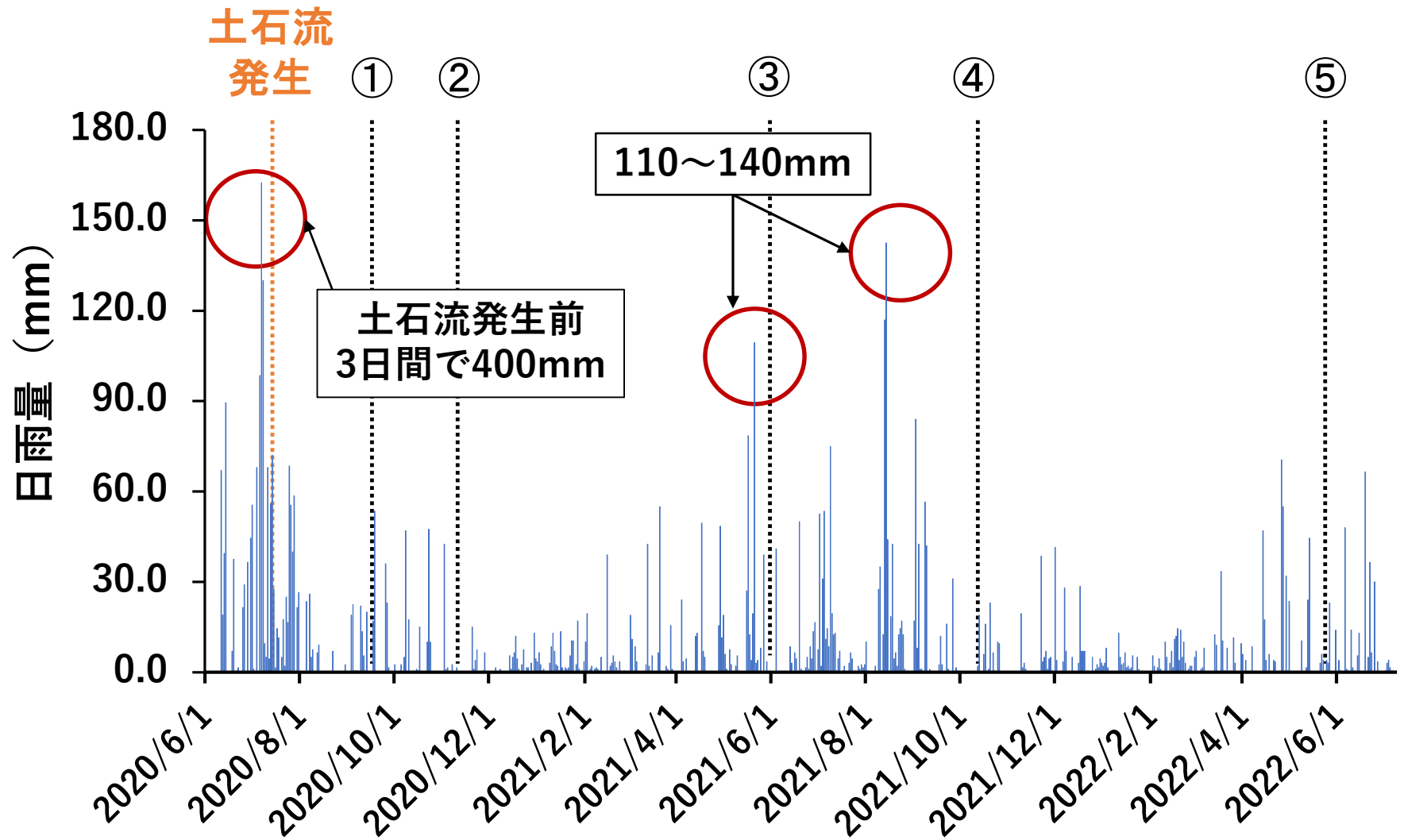
※調査区間に16個の測点を設置



Observation point

# 研究対象地について

## ◆ 対象地の日雨量(2020年7月～2022年7月)





# 研究手法

## ① 現地でコンパスやメジャーを用いて実測

- ・ 河川の縦横断測量
- ・ Step-Poolの計測
- ・ Step部の礫計測



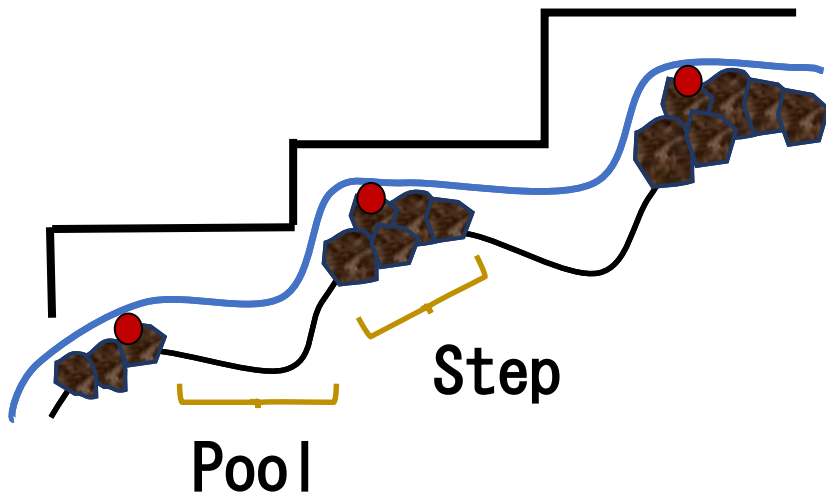
## ② 写真測量

- ・ 一脚とデジタルカメラを用いて対象地を撮影
- ・ オルソ画像の作成・計測



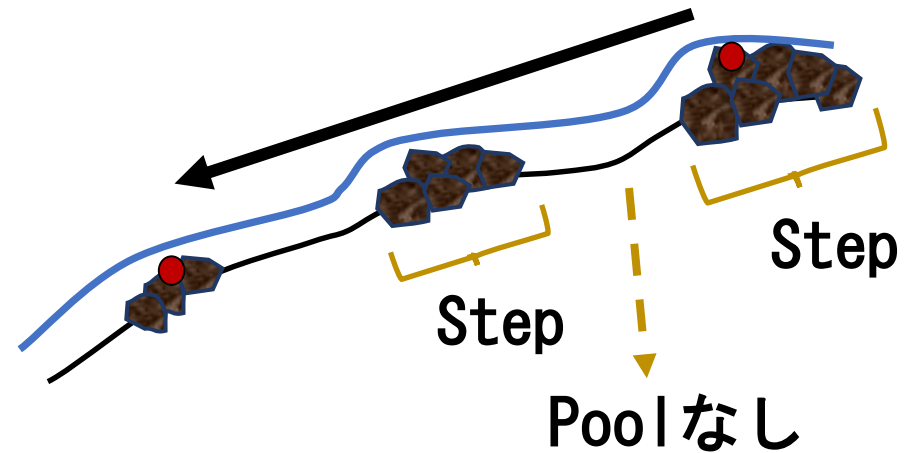
# 手法 -形状の分類-

## Step-Pool



**Pool部が存在する**

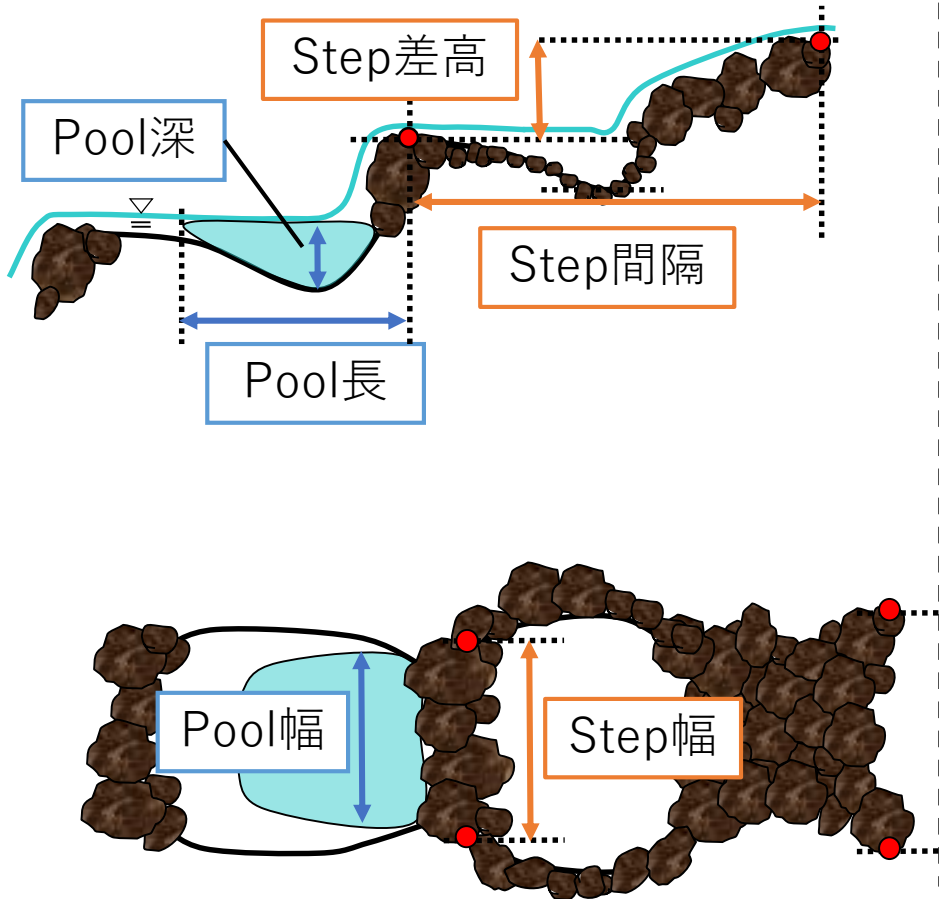
## Cascade



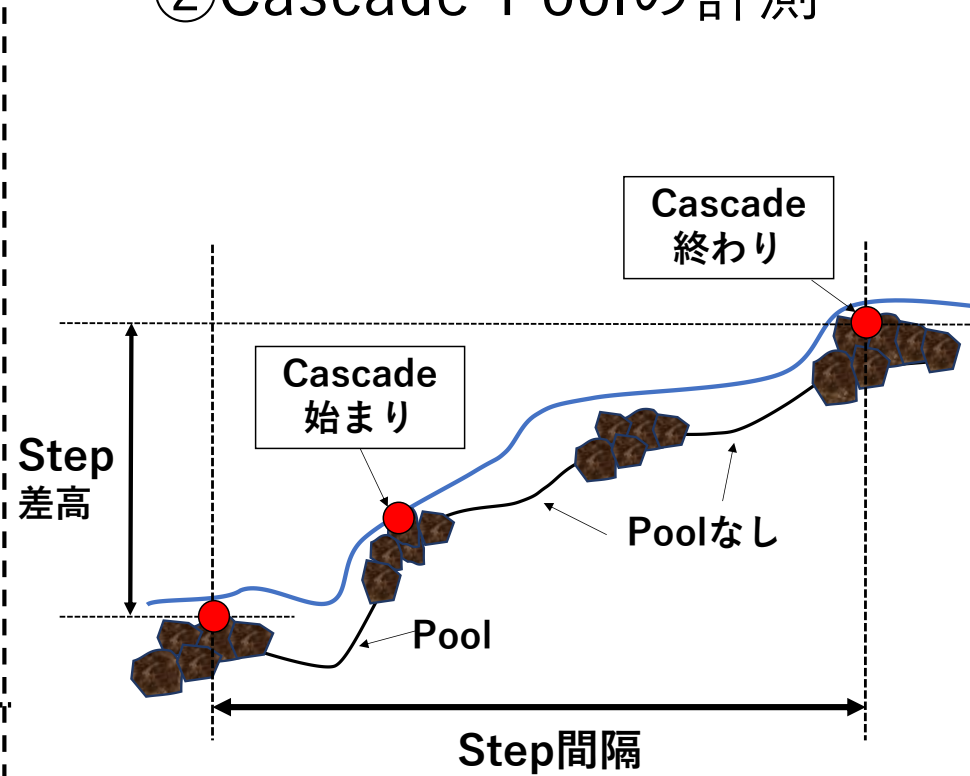
**Pool部が存在しない**

# 手法 -形状の計測位置-

## ① Step-Poolの計測



## ② Cascade-Poolの計測



# 結果 -Stepの変化-

Step部の破壊や変形はほとんど  
見られなかった

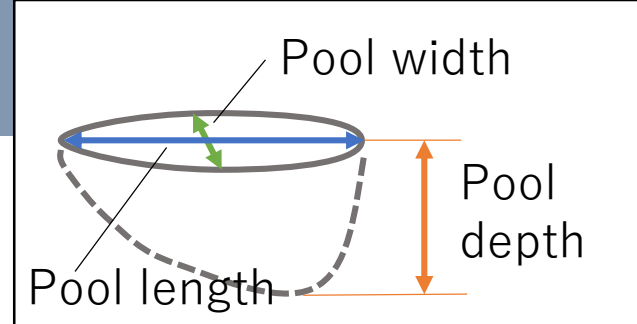
調査月	全体の 個数	破壊
Aug.2020	73	
Sep.2020	65	0
Nov.2020	72	1
May.2021	61	2
Oct.2021	49	3
May.2022	49	5
Oct.2022	52	2



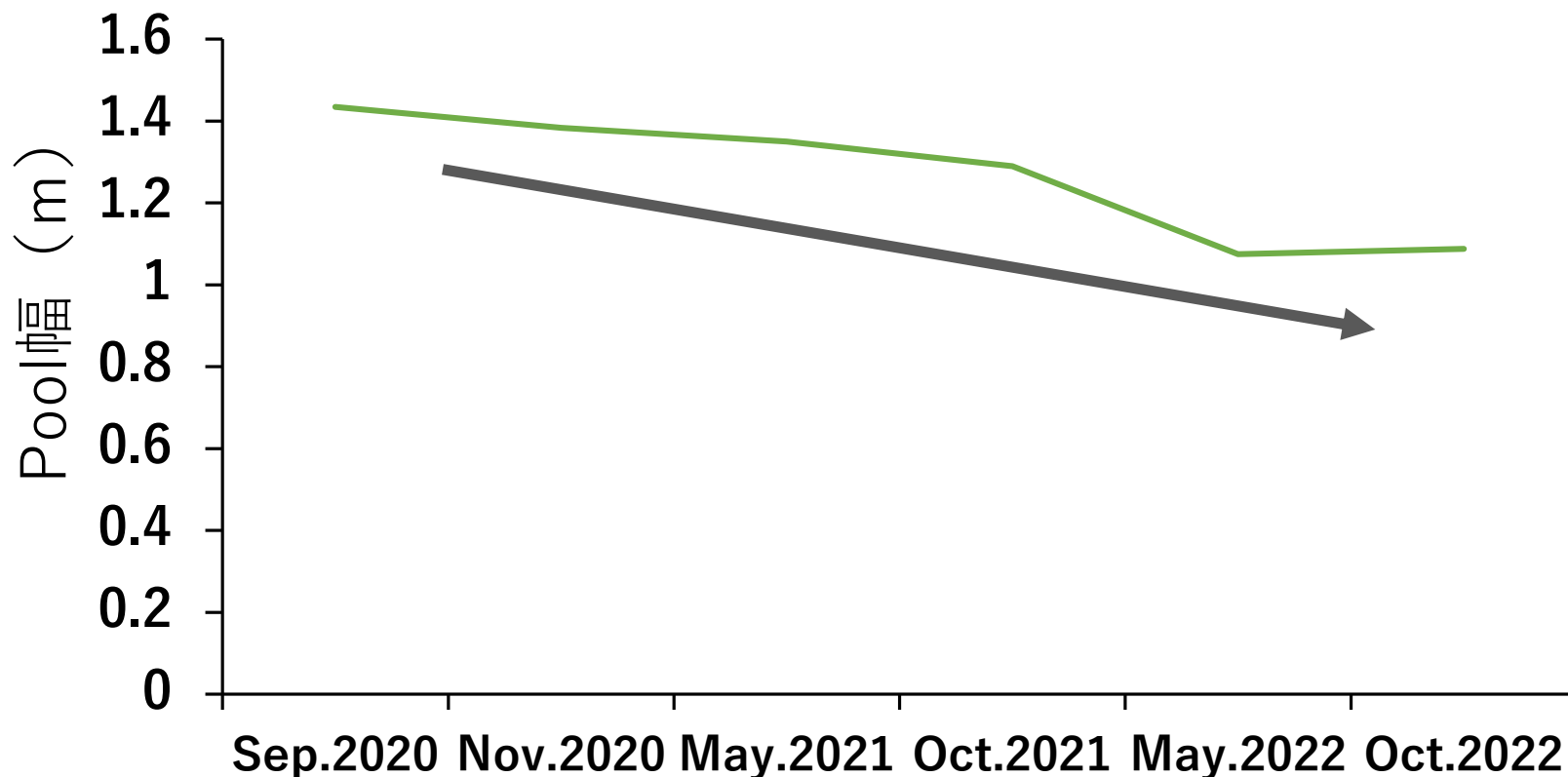
- ・最大級の礫 3つの粒径平均  
→ **0.3~0.5 m**
- ・ Stepの構成の仕方  
→ **一様な粒径**で構成



# 結果 -Poolの変化-

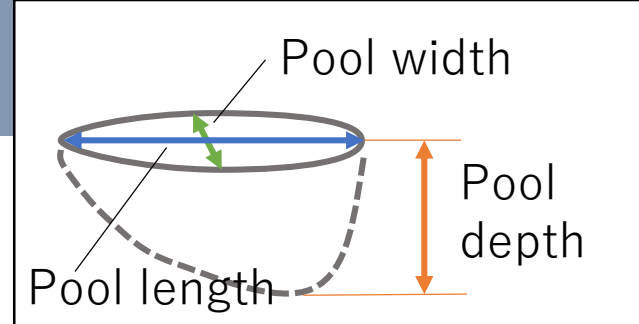


## □ Pool幅

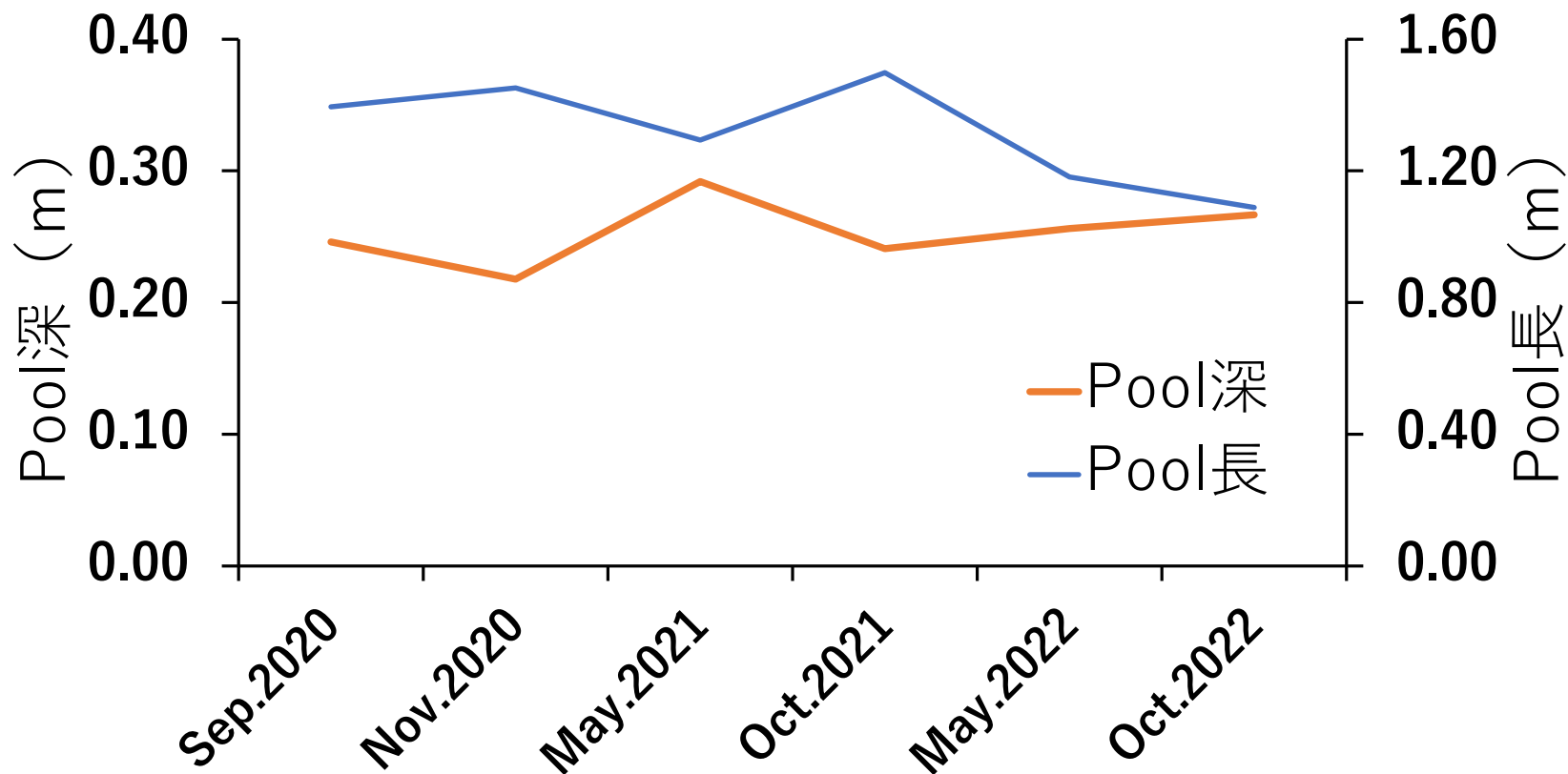


Pool幅は縮小傾向  
2年間で平均約40 cm 縮小した

# 結果 -Poolの変化-

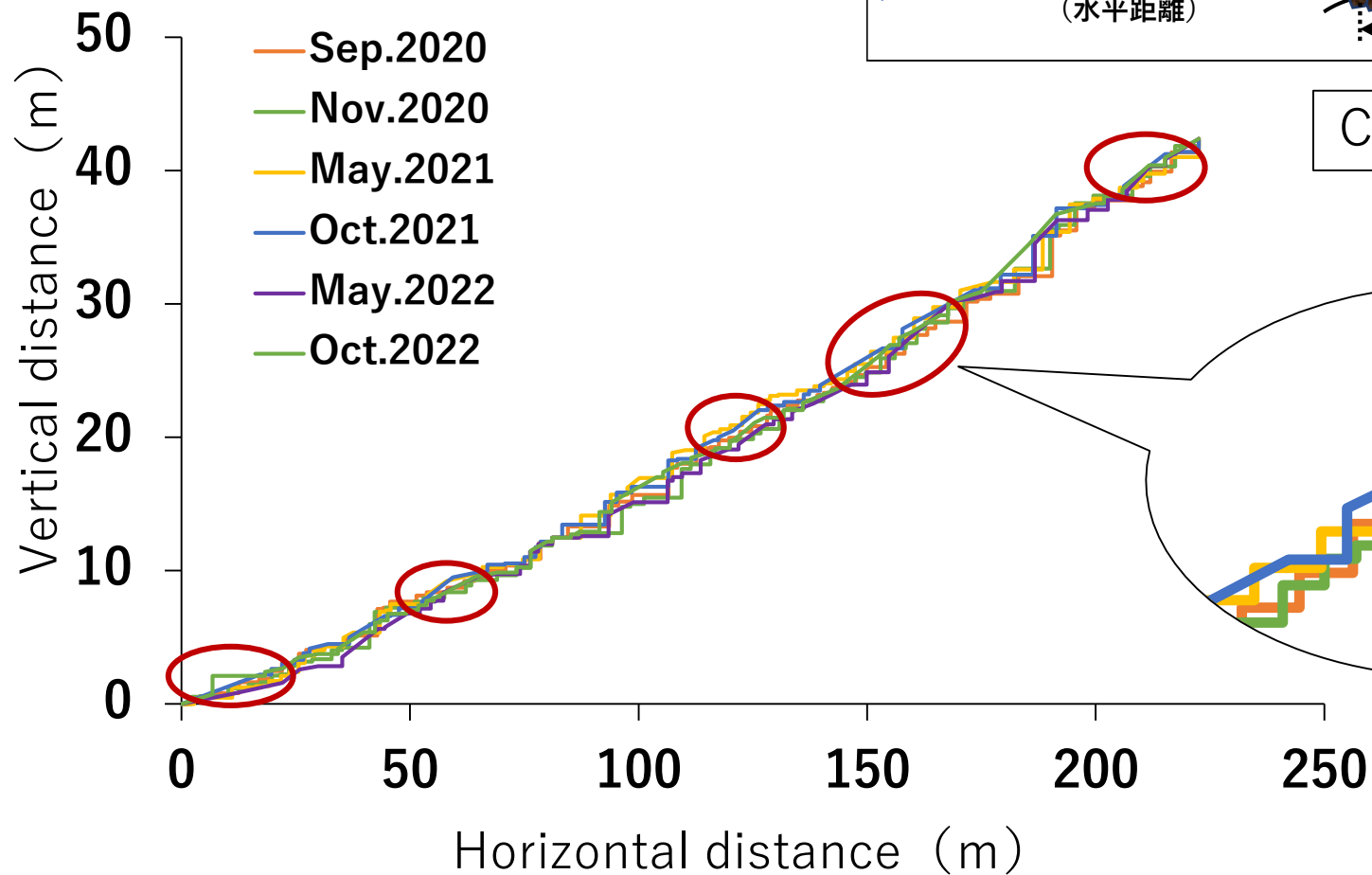


## □ Pool深・Pool長

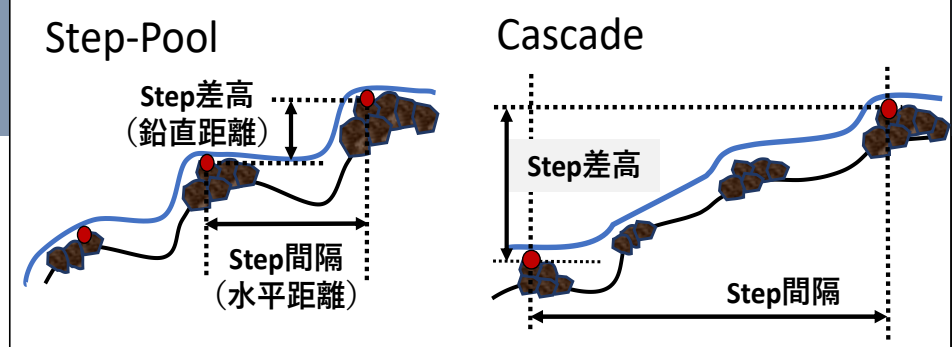


Pool深・Pool長は2年間で増減を繰り返す  
(相反する増減)

# 結果 - 構造変化 -



■ 上流～下流のすべてで見られる

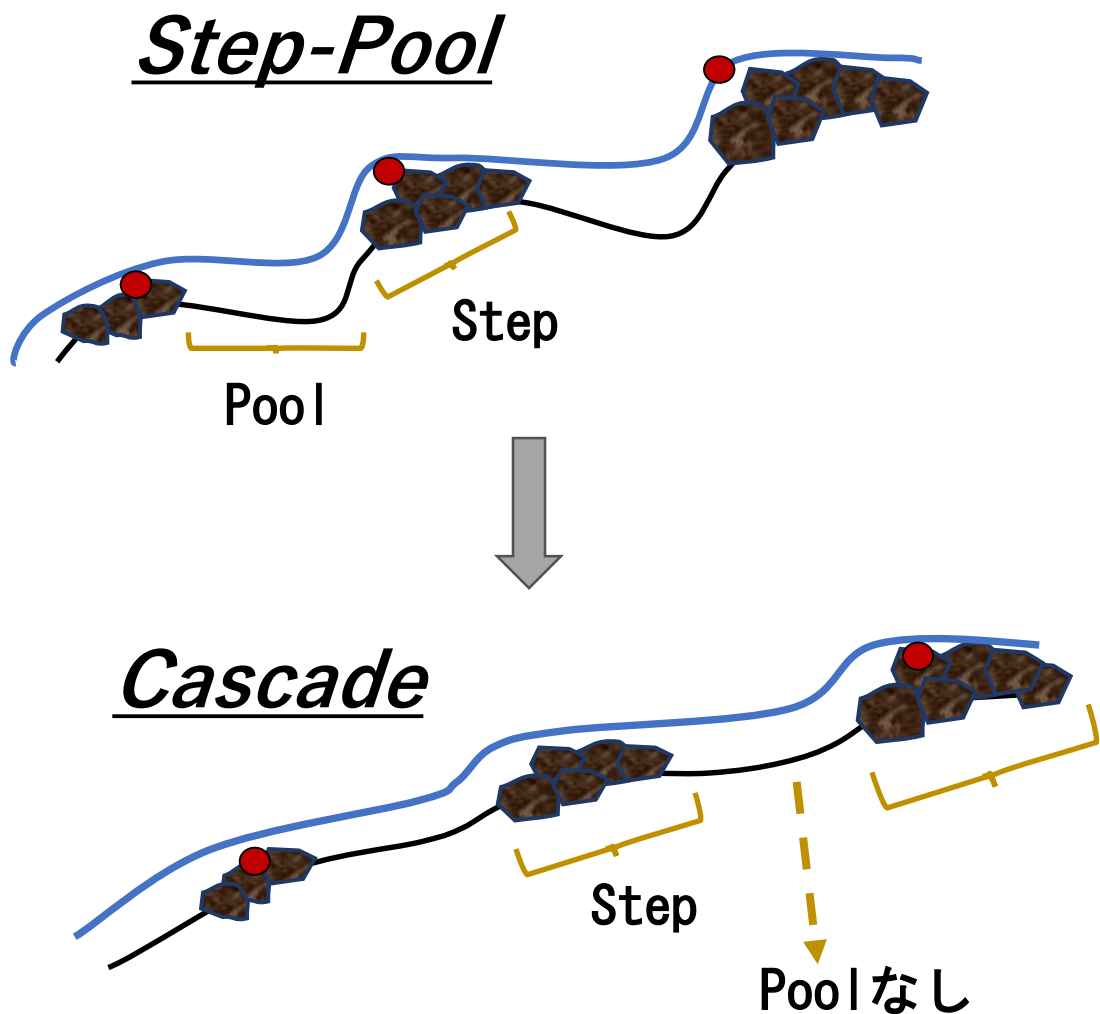


Cascade : 直線状

Step-Pool : 階段状

# 結果 -構造変化-

調査月	Cascade の個数
Sep.2020	10
Nov.2020	4
May.2021	12
Oct.2021	22
May.2022	26
Oct.2022	27



■ Cascadeの個数は増えている



# 結果 -2年間の変化-

## ◆ Step自体の変化はほとんど見られなかった

→粒径が大きいこと構成の仕方が影響していると考えられる

## ◆ Poolの形状変化は顕著にみられた

→Pool幅は縮小し， Pool深とPool長は増減を繰り返す

## ◆ Pool部が埋まることでCascade構造への変化が多く見られた

→どの調査時も上流～下流まで構造変化が見られた

→時期を追うごとにCascade構造の個数は増加している

---

## Part2 : SfM写真測量の活用

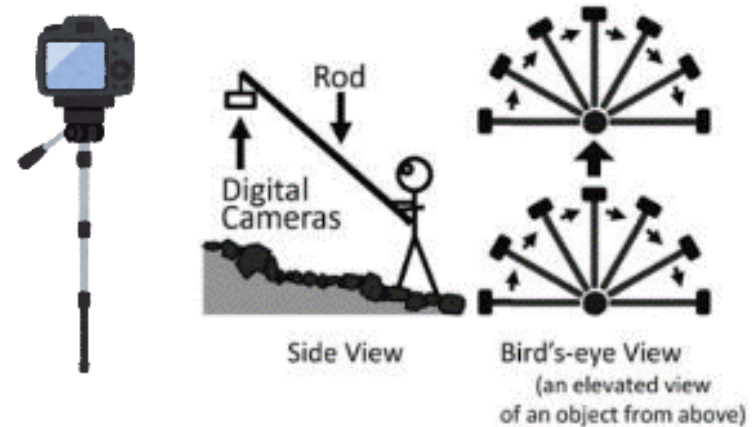
---

# 手法 -SfM写真測量-

樹冠の影響を受ける  
川幅が狭く， UAVの操作が難しい



山地河川に利用できる安価で  
汎用的な写真測量  
→デジタルカメラと一脚を用いる



# 手法 -SfM写真測量の流れ-

撮影

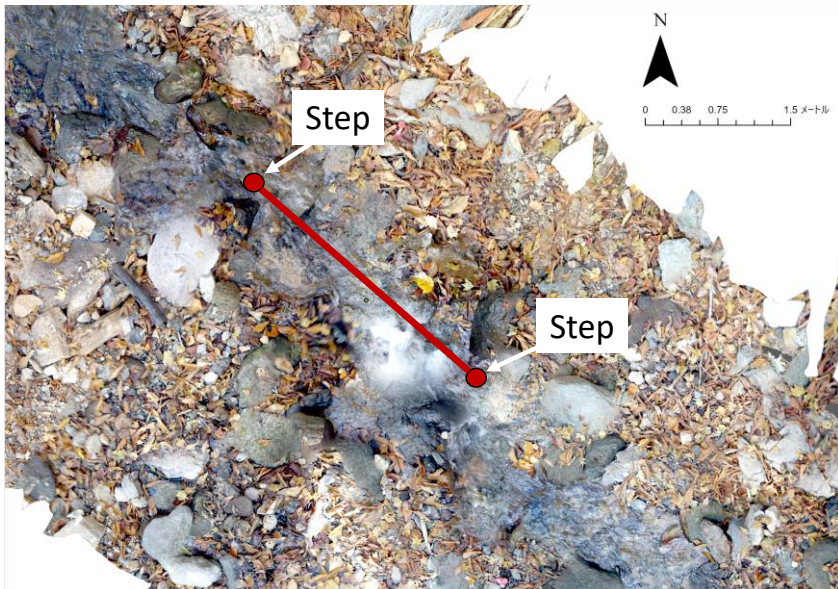
タイムラプス機能を用いて流路を下流から上流に向かって撮影

作成

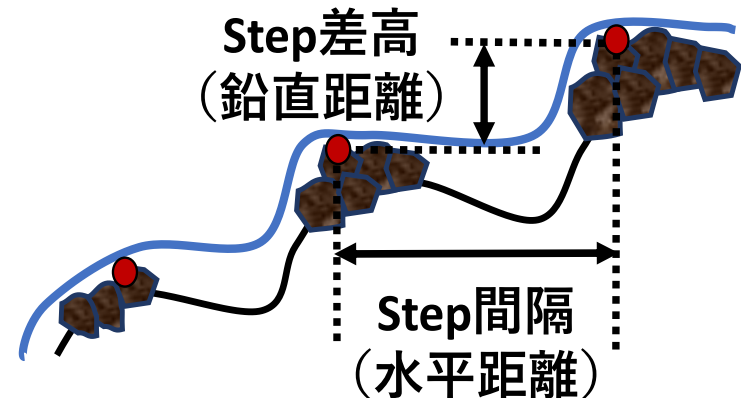
高密度点群から3Dモデルとオルソ画像作成

計測

オルソ画像内でStep間隔とStep差高を計測



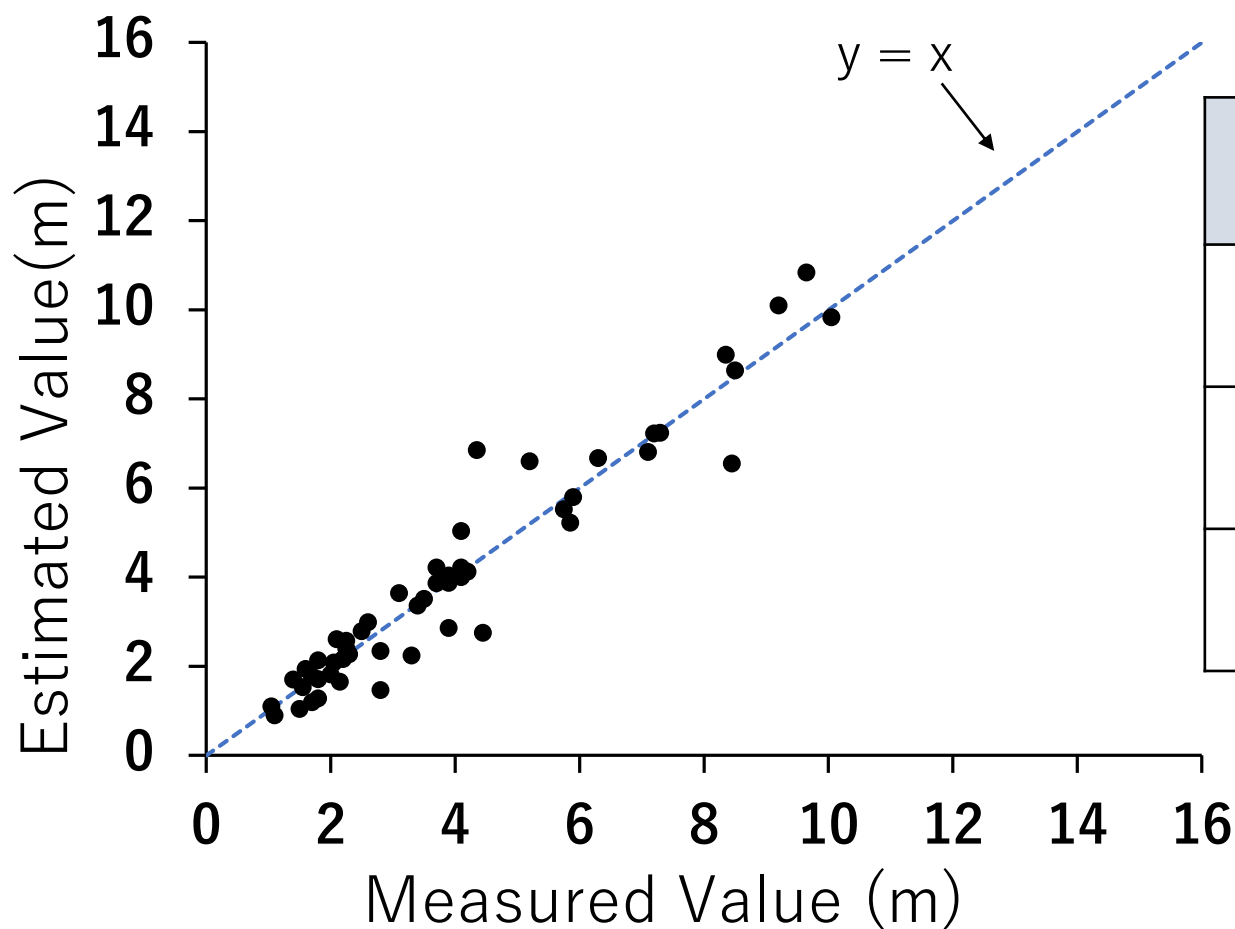
Step-Pool





# 結果 -写真測量の精度検証-

## ➤ 実測との比較 (Step間隔)

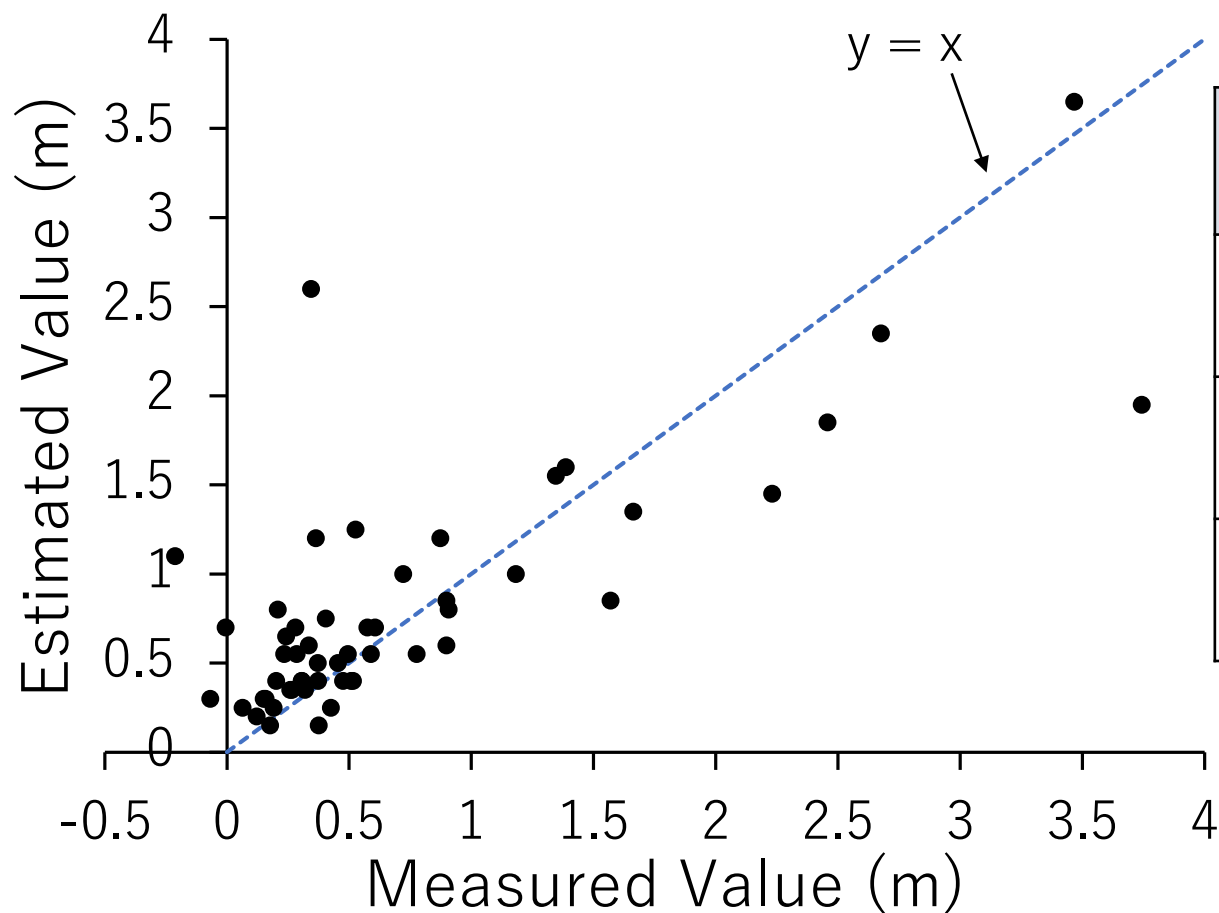


写真撮影時期	相関係数
2021年11月	0.9952
2022年6月	0.9822
2022年10月	0.9623

図 2022年10月の写真測量の結果

# 結果 -写真測量の精度検証-

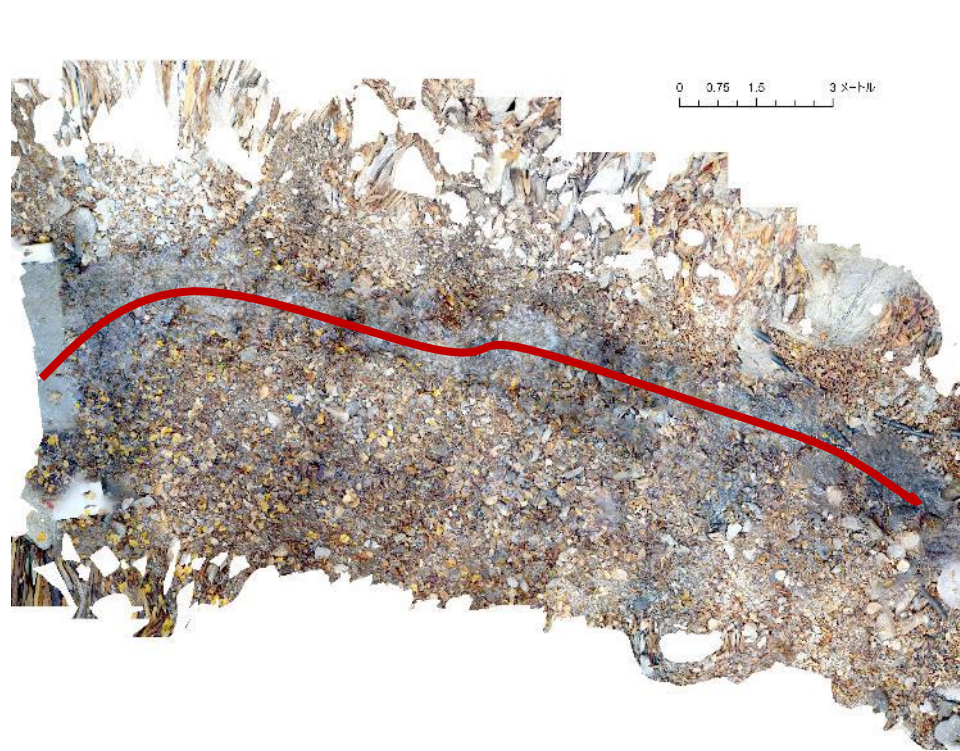
## ➤ 実測との比較 (Step差高)



写真撮影時期	相関係数
2021年11月	0.9525
2022年6月	0.6924
2022年10月	0.7691

図 2022年10月の写真測量の結果

# 結果 -写真測量の活用-



2021年11月撮影



2022年11月撮影

**SfM写真測量によって流路の変動がわかる**

→新しく形成されたとき，前回の状態を知ることが可能に

# 結果のまとめと今後

## ◆ 水平方向の計測は実測とほとんど同じ精度で計測できる

→間隔が長い場合，流路のどこの点を取るかで値が大きくなる可能性がある

## ◆ 鉛直方向の計測は水平方向の計測精度に比べて劣る

→水中内にあることによる誤差？

→要素内の補間が上手くいっていない部分がある？

## ◆ 流路変動や礫を観察できる

今後

Pool部の計測も行ってみる  
時期で画像を比べてみる

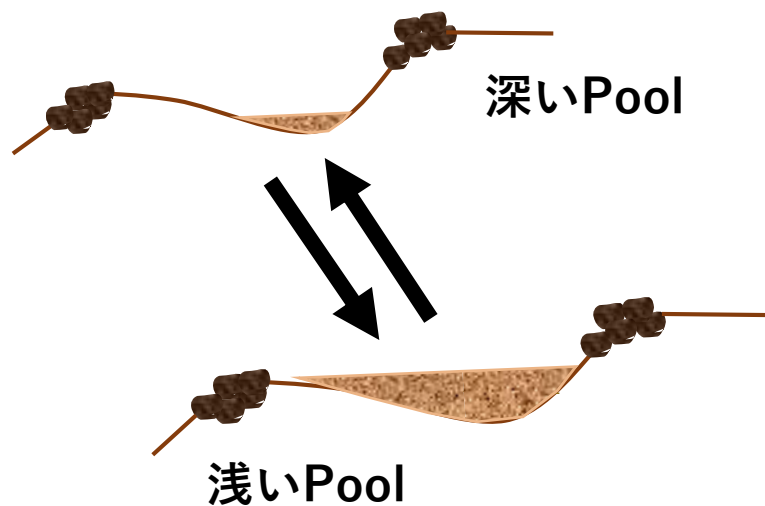
補足用スライド

# 研究背景

# Step-Poolの特徴

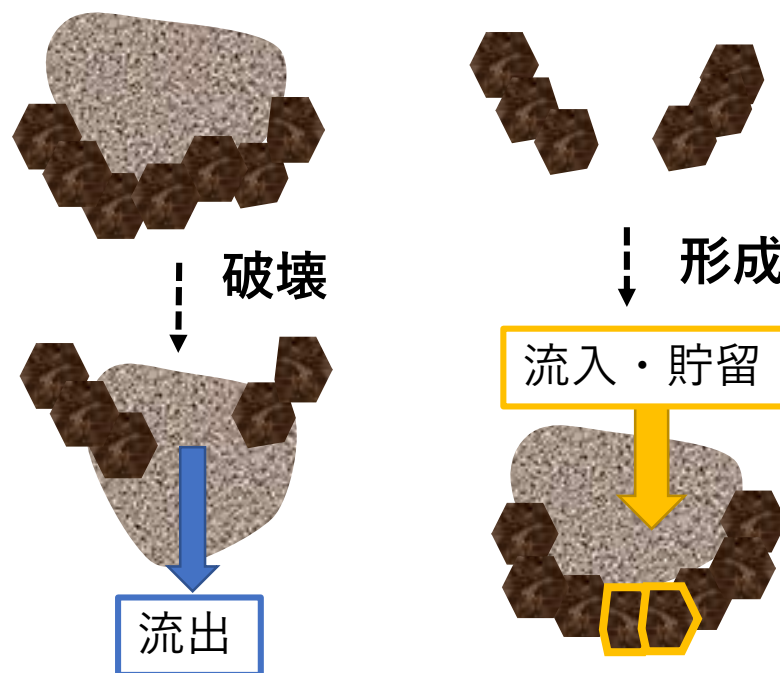
## 特徴①

Poolにおける  
土砂貯留



## 特徴②

形成・変形・破壊の過程  
が土砂流量を変動させる





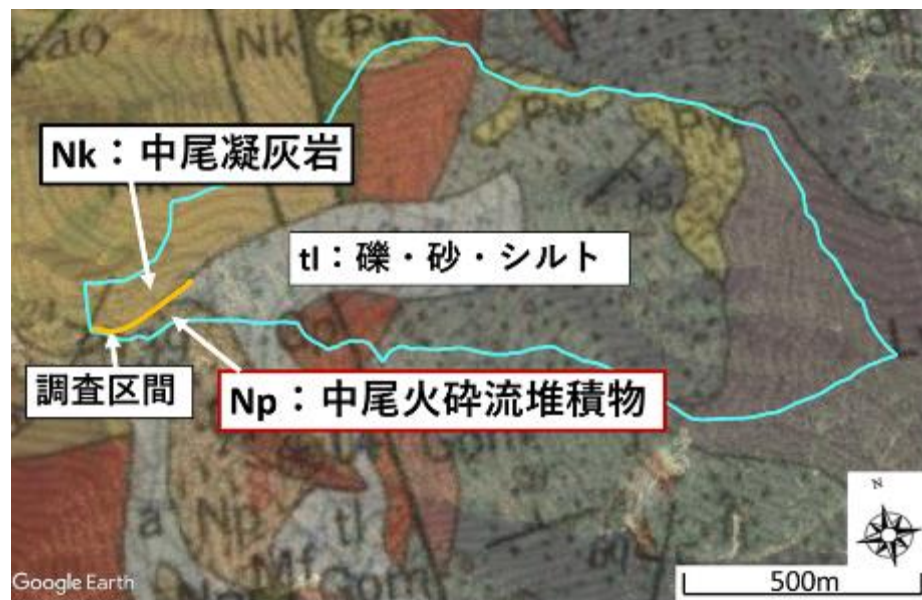
# 調査地

- 調査地の特徴：土砂供給が多い



ヒル谷源頭部の様子

京都大学穂高砂防観測所HPより引用  
< <https://rcfcd.dpri.kyoto-u.ac.jp/frs/hodaka/index.html> >



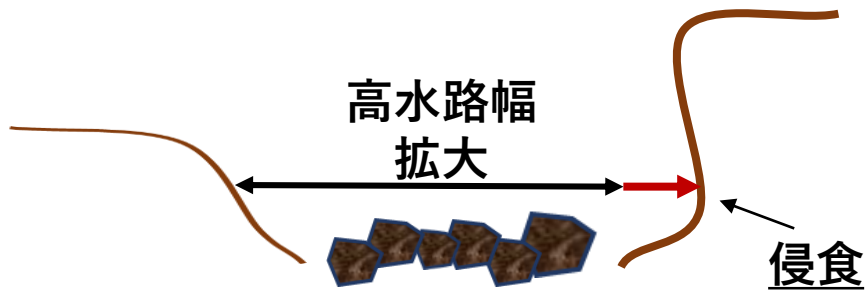
ヒル谷地質図

(Google Earth に加筆)

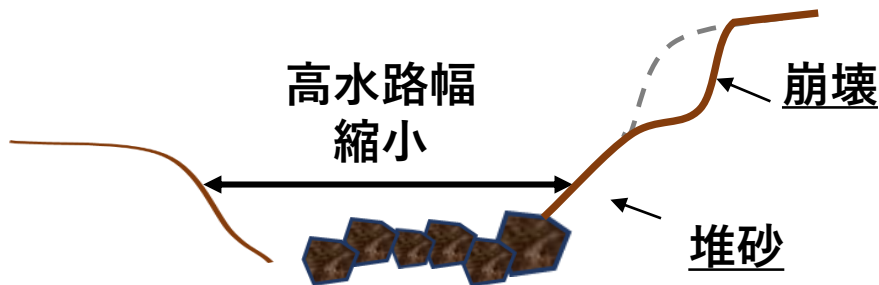
- ・ 上流部での凍結・融解作用 → 定常的な土砂供給
- ・ 火砕流堆積物で構成（左岸） → 侵食や崩壊による土砂供給

# 調査地

- 侵食により拡大



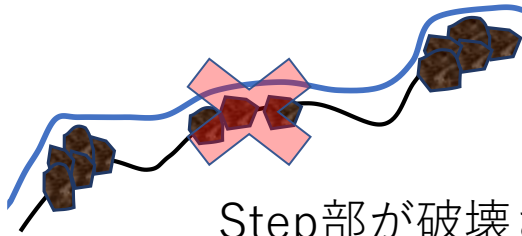
- 崩壊と堆砂により縮小



# Step-Pool 計測の定

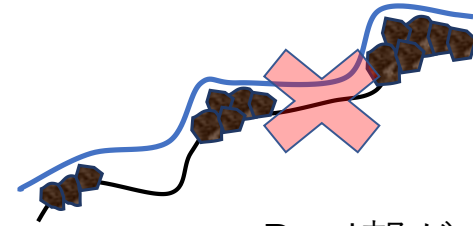
表

破壊



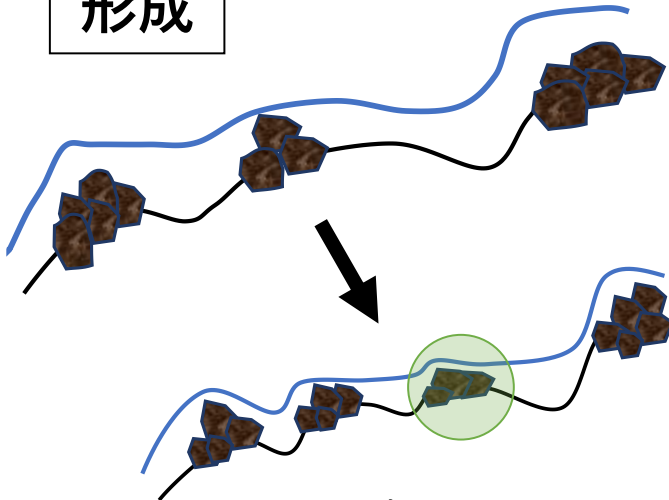
Step部が破壊される

埋没



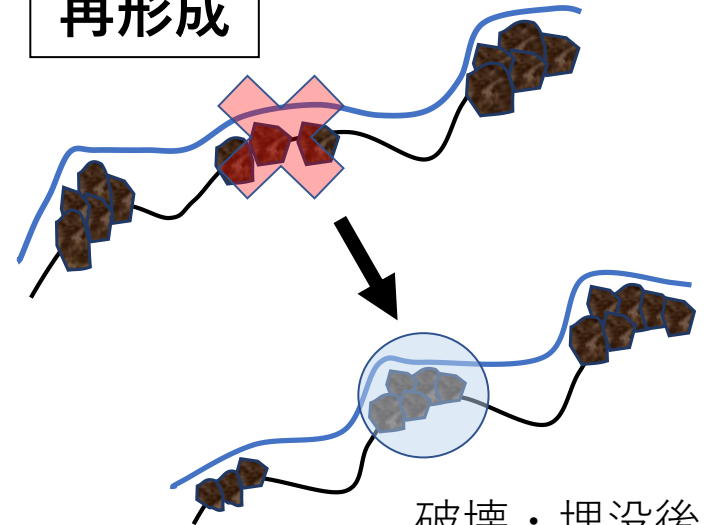
Pool部が土砂で埋まる

形成



計測していない箇所に新たに形成

再形成

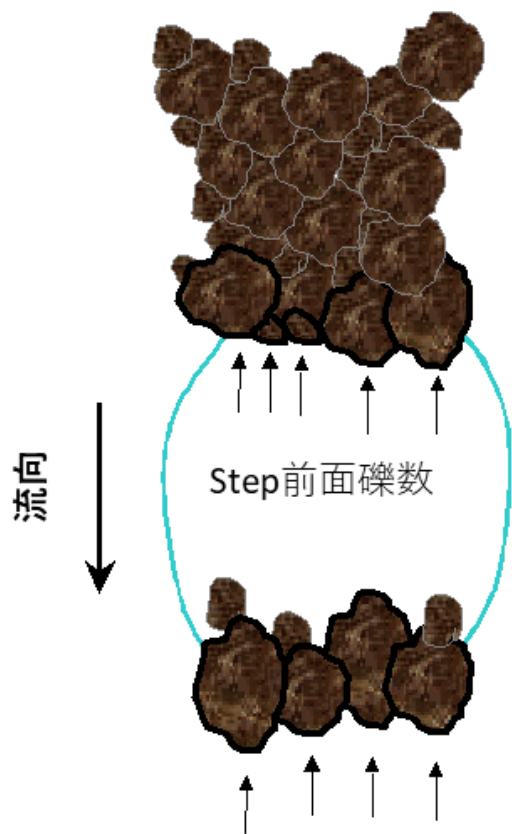


破壊・埋没後に再度形成される

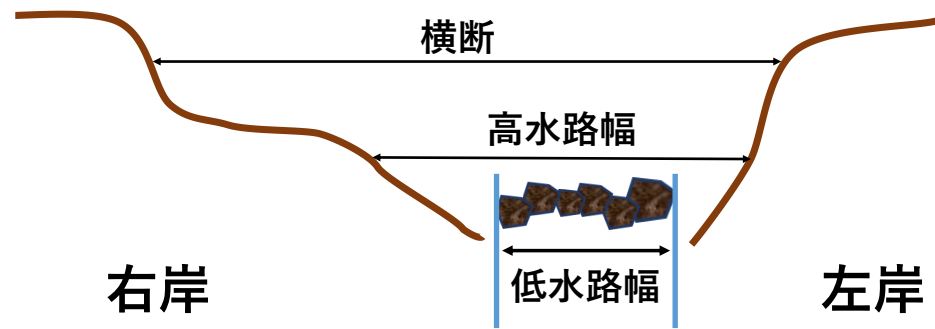
# 調査方法

## ● Step-Pool形状の計測方法

### ③ 礫数の計測



### ④ 流路幅の計測

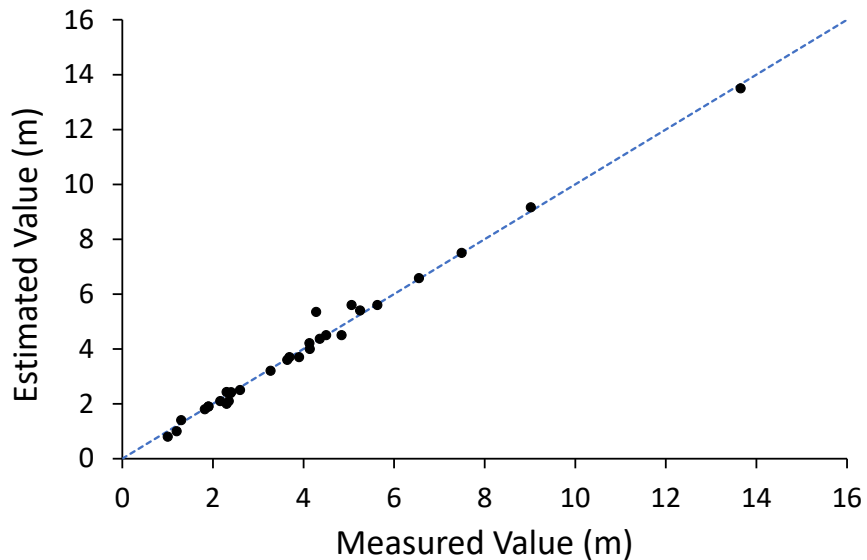


- ・ 高水路幅→洪水時に水が流れている幅
- ・ 低水路幅→調査時に水が流れている幅

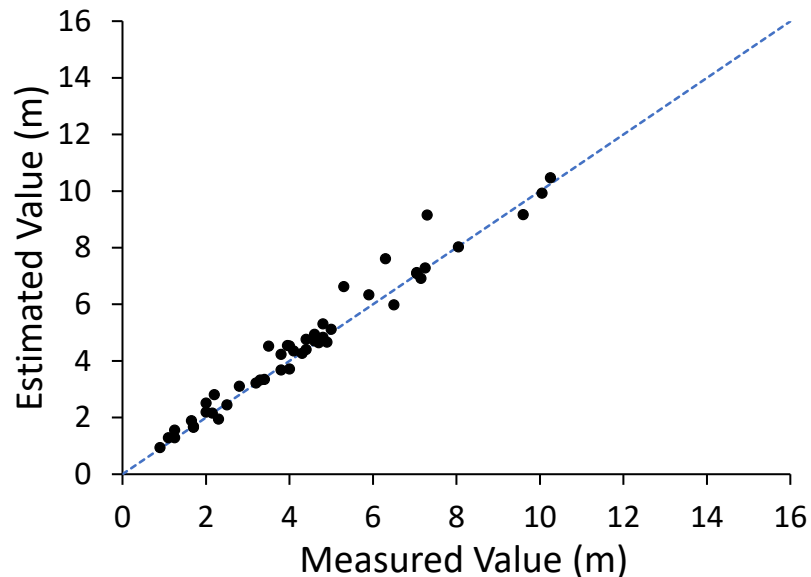


# ▶ Step間隔の結果比較

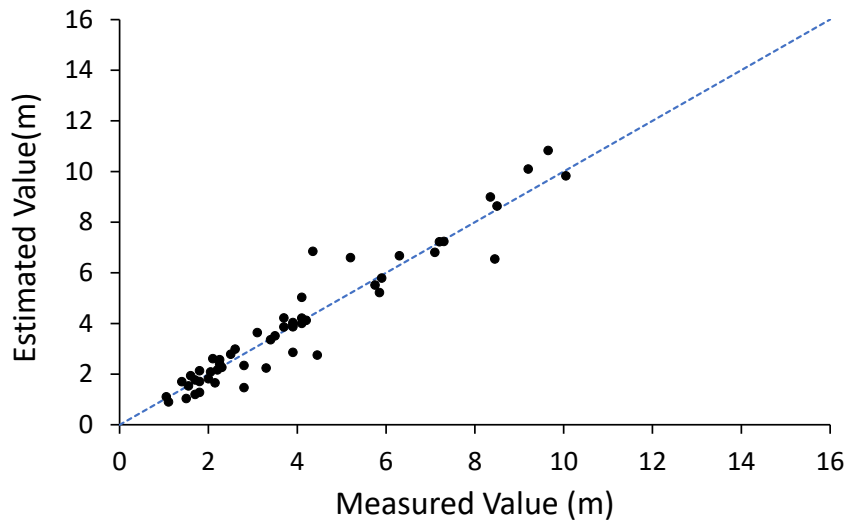
2021年10月 相関係数 = 0.995295



2022年5月 相関係数 = 0.98229

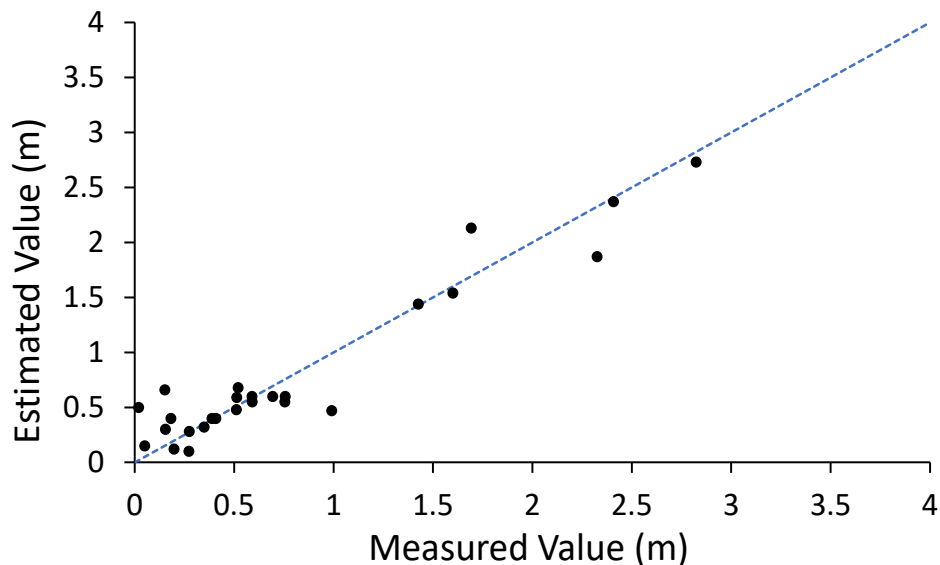


2022年10月 相関係数 = 0.962348

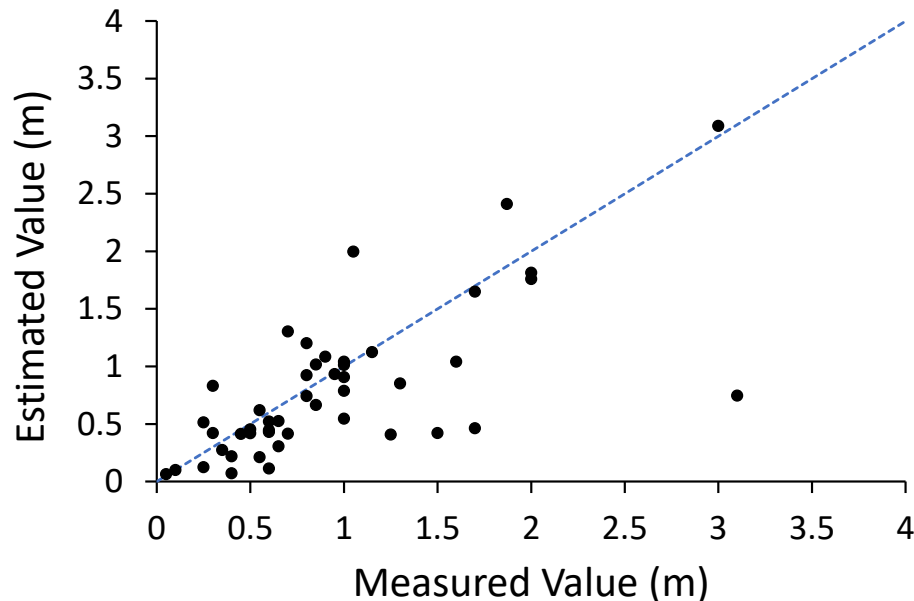


# ▶ Step差高の結果比較

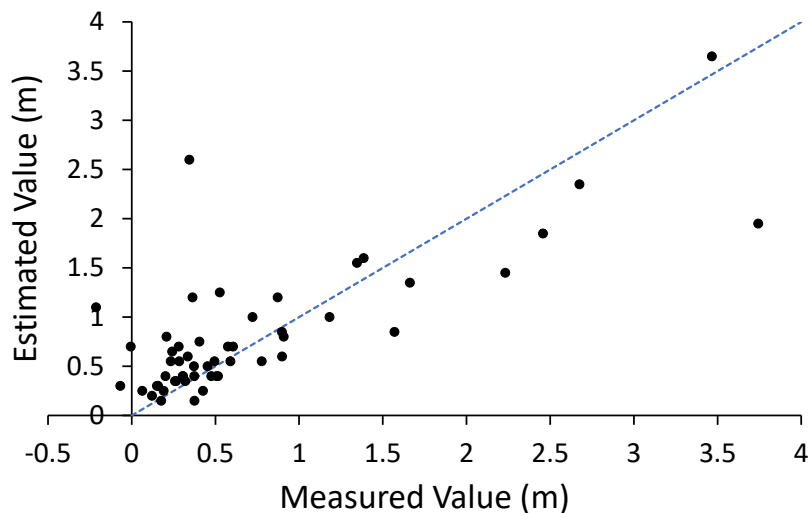
2021年10月 相関係数 = 0.952553



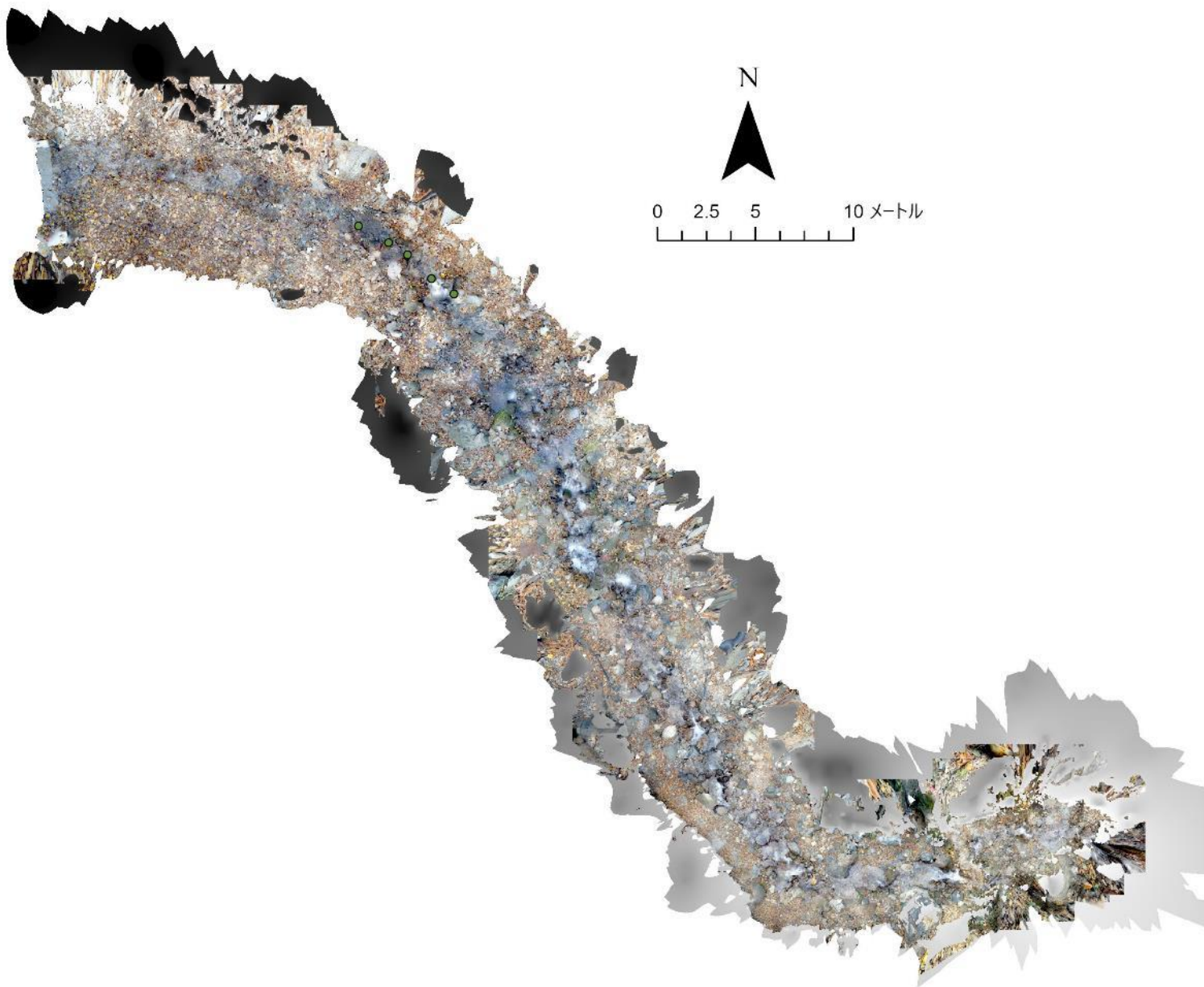
2022年5月 相関係数 = 0.692416



2022年10月 相関係数 = 0.769151







N

0 2.5 5 10メートル