

川の速さと流れの特徴

1 研究動機/問い/結論

研究動機

幼い頃から、川の流れに興味があり、中学生の夏休みに自由研究で多摩川のことを調べた。去年の夏は、相模川、酒匂川を調べた。①様々な川の各場所でどんな特徴があるかをどうか調べ、②洪水や氾濫について何か役に立つことができなにかと考えたから。

問い

- ①それぞれの川の速さを調べる(実地調査)
- ②川の氾濫はどうしたら抑えられるのか(学校の模型で実験)

結論

- ①相模川(田名) $3\text{m} \div 6.36\text{s} = 0.47\text{m/s}$
酒匂川(松田) $3\text{m} \div 6.67\text{s} = 0.45\text{m/s}$
(ペットボトルを3mの間で流し、速さを求めた。)
- ②千曲川の護岸工事を見学して、同じ形のもを規則的にならべると、流れの速さは抑えられる。

2 実験①の内容

[使用するもの]

- ・レンガ ・水路
- ・スマホのタイマー・メジャー
- ・青のビー玉
(中くらいで沈みやすい)
- ・赤のスーパーボール
(大きく沈みにくい)

水路の端に様々な形をしたレンガ(岩と仮定する)を置き、その上に1つずつ玉を置いてそれぞれどれぐらいの速さで流れていくのかという視点に注目。

計算式

実験①の流れる速さ

$0.9\text{m (岩からゴールまでの距離)} \div$
 時間 (岩からゴールまでの時間)



3 基本知識 実験①の結果

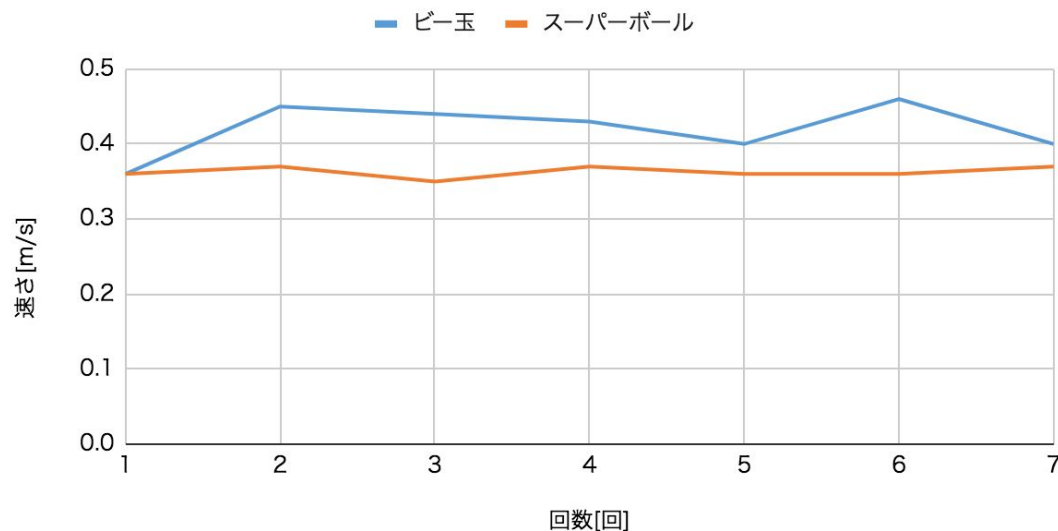
青のビー玉の流れる速さ

- 1) $0.9\text{m} \div 2.50\text{s} = 0.36\text{m/s}$
- 2) $0.9\text{m} \div 2.01\text{s} = 0.45\text{m/s}$
- 3) $0.9\text{m} \div 2.06\text{s} = 0.44\text{m/s}$
- 4) $0.9\text{m} \div 2.11\text{s} = 0.43\text{m/s}$
- 5) $0.9\text{m} \div 2.23\text{s} = 0.40\text{m/s}$
- 6) $0.9\text{m} \div 1.93\text{s} = 0.46\text{m/s}$
- 7) $0.9\text{m} \div 2.21\text{s} = 0.40\text{m/s}$

赤のスーパーボールの流れる速さ

- 1) $0.7\text{m} \div 1.93\text{s} = 0.36\text{m/s}$
- 2) $0.7\text{m} \div 1.90\text{s} = 0.37\text{m/s}$
- 3) $0.7\text{m} \div 1.95\text{s} = 0.35\text{m/s}$
- 4) $0.7\text{m} \div 1.89\text{s} = 0.37\text{m/s}$
- 5) $0.7\text{m} \div 1.93\text{s} = 0.36\text{m/s}$
- 6) $0.7\text{m} \div 1.92\text{s} = 0.36\text{m/s}$
- 7) $0.7\text{m} \div 1.90\text{s} = 0.37\text{m/s}$

レンガを置いたときのビー玉とスーパーボールの速さと流した回数



計算式

青のビー玉

0.9m (岩からゴールまでの距離) \div
時間 (岩からゴールまでの時間)

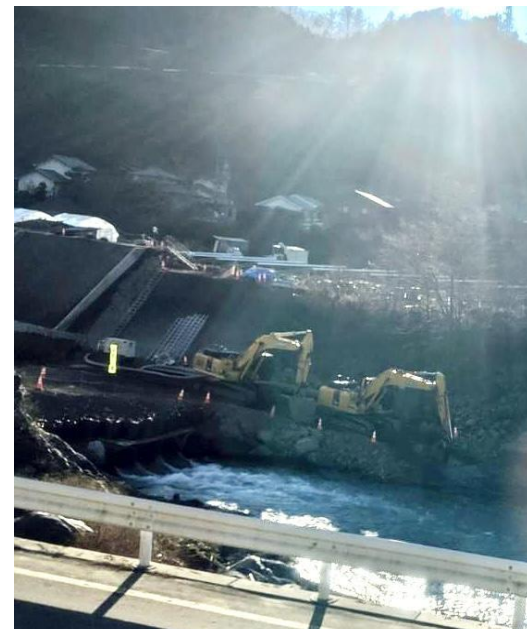
赤のスーパーボール

0.7m (0.9m では流れなかったため位置を変更) \div 時間 (岩からゴールまでの時間)

4 異なる立場(反駁)千曲川

長野県を流れる千曲川の上流では、2019年の10月に中流域で起こった氾濫の影響を受けて、護岸工事を行っていた。

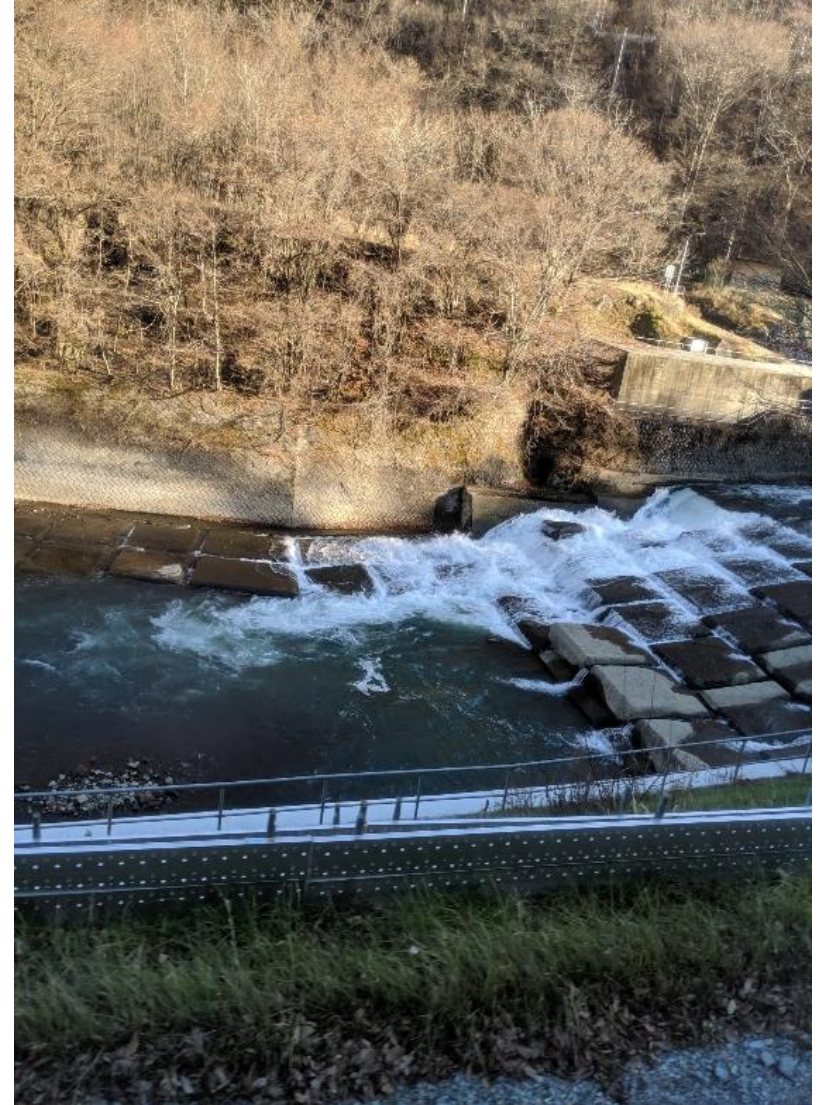
中流に位置する上田市では、この氾濫によって川の堤防の一部が崩れた影響で、上田電鉄の鉄橋の橋桁部分が落下し、被害を受けた。現在も運転を見合わせている。千曲川の上田市付近にはブロックを投入する作業を始め、同じような災害を防いでいる。(上の写真は上流域の南牧村の様子。2020年12月6日撮影。)(下は被災した上田電鉄の鉄橋。)



5 実験②のヒント 千曲川

千曲川の上流域には、右の写真のように同じ形をしたものが規則的に並んでいた。次の実験②はここからヒントを得て、水路の模型の中で交互にレンガを並べて、速さを計測した。

(2020年12月6日撮影)



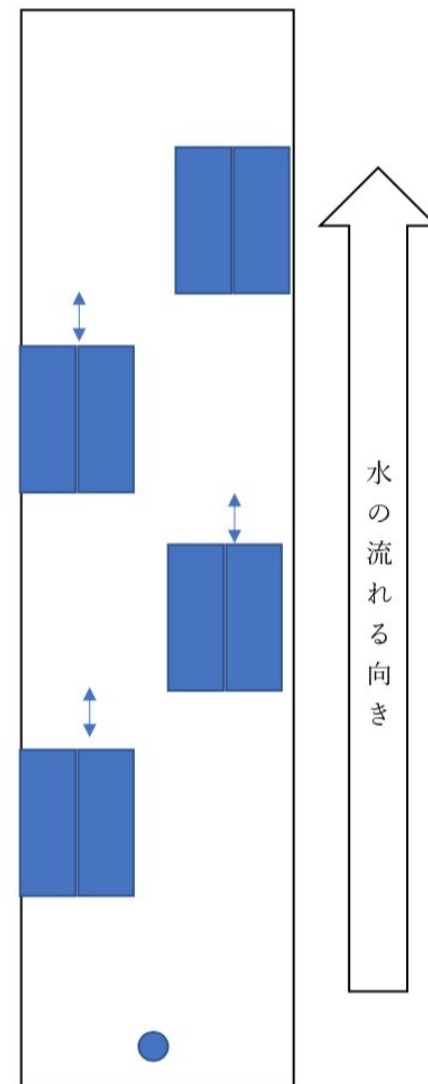
6 実験②の内容

[使用するもの]

- ・レンガ ・水路
- ・スマホのタイマー・メジャー
- ・青のビー玉
(中くらいで沈みやすい)

千曲川の上流での護岸工事を見て、規則的なブロックの並び方をレンガで配置した。

実験①のレンガを不規則に並べた時と、規則的な配置の時の流れる速さを比較した。



7 実験②の結果

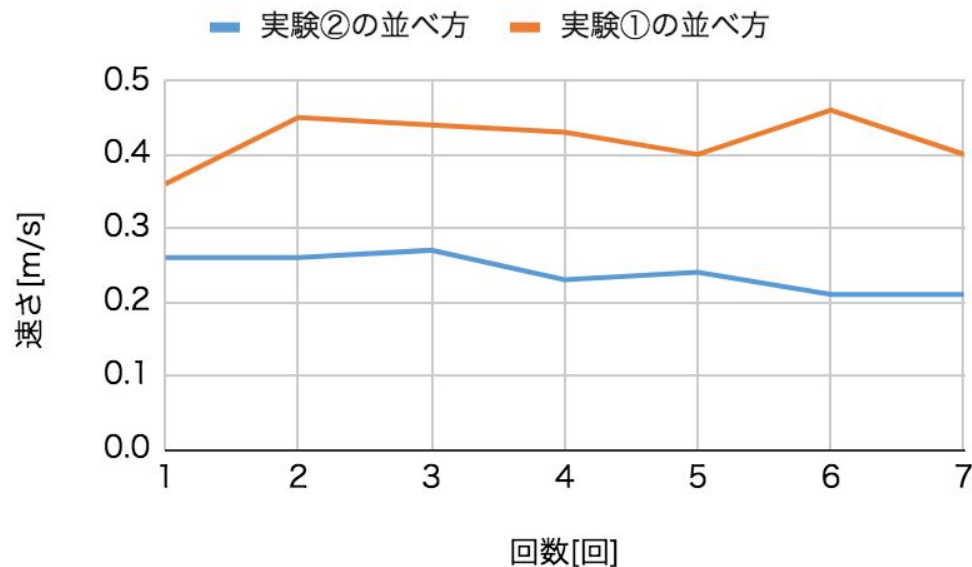
実験②の並べ方の流れる速さ

- 1) $0.9 \div 3.47 = 0.26 \text{m/s}$
- 2) $0.9 \div 3.47 = 0.26 \text{m/s}$
- 3) $0.9 \div 3.32 = 0.27 \text{m/s}$
- 4) $0.9 \div 3.87 = 0.23 \text{m/s}$
- 5) $0.9 \div 3.78 = 0.24 \text{m/s}$
- 6) $0.9 \div 4.30 = 0.21 \text{m/s}$
- 7) $0.9 \div 4.30 = 0.21 \text{m/s}$

実験①の並べ方の流れる速さ

- 1) $0.9 \text{m} \div 2.50 \text{s} = 0.36 \text{m/s}$
- 2) $0.9 \text{m} \div 2.01 \text{s} = 0.45 \text{m/s}$
- 3) $0.9 \text{m} \div 2.06 \text{s} = 0.44 \text{m/s}$
- 4) $0.9 \text{m} \div 2.11 \text{s} = 0.43 \text{m/s}$
- 5) $0.9 \text{m} \div 2.23 \text{s} = 0.40 \text{m/s}$
- 6) $0.9 \text{m} \div 1.93 \text{s} = 0.46 \text{m/s}$
- 7) $0.9 \text{m} \div 2.21 \text{s} = 0.40 \text{m/s}$

レンガの置き方を変えた時のビー玉の速さ



計算式

実験①②の流れる速さ

0.9m (手から離れた場所からゴールまでの距離) \div 時間 (岩からゴールまでの時間)

8 川の氾濫の歴史

1542年に釜無川と御勅使川が大氾濫したことが記録に残っている。御勅使川、釜無川の治水事業に着手したのは武田信玄だと言われている。江戸時代後期にまとめられた地誌『甲斐国志』(1814)には、信玄が前御勅使川の流れを北に付け替え、高岩と呼ばれる崖の手前で釜無出と合流させ、さらに「信玄堤」を築く治水工事が記述されている。また、「聖牛」と呼ばれる、水の勢いを弱め堤防を守る工作物を作り、水流の激しい箇所には置きました。

(2020年12月6日撮影)



9 まとめ

実験①では流す重さを変えると、速さが変わることが証明できた。また場所によってはスムーズに流れたり、流れなかったりと速さにばらつきがあることが分かった。

実験②では実際に千曲川に置かれているブロックからヒントを見出して配置を考えた。実験①のレンガを不規則に並べた時と、規則的な配置の時の流れる速さを比較し、実験②の方が流れる速さは遅くなり、流れは緩やかになって、中流、下流域へ流れていくことが分かった。釜無川のように、信玄堤や聖牛など昔からの知恵で氾濫を抑えてきたことが分かった。コロナウイルスが終息したら実地調査としてさらにどこの川でどんな流れが洪水を防げるのかを調べていく。また模型を用いた実験②については引き続き、レンガを長方形から正方形に変えるのと同時に距離やも変えて実験する。

10 参考文献

【新聞】

- ・山本孝興、渡辺洋介「完成堤防」半数超が豪雨で決壊 千曲川 で
は盛り土も」『朝日新聞』2020年10月12日夕刊
- ・「過去に学ぶ～甲府盆地の治水システム～」『JFS』2016年5月11 日

【ウェブサイト】

- ・「千曲川の歴史」『国土交通省』

https://www.mlit.go.jp/river/toukei_chousa/kasen/jiten/nihon_kawa/0406_chikuma/0406_chikuma_00.html, アクセス日:2020年12月30日