第81回科学展
熊本県立教育センター賞

砂防ダムで町を救え

合志市立合志中学校　3年　藤井　奏

○研究の動機

私は、小学4年生の時から毎年自由研究をしてきた。去年は新型コロナウイルス感染症が広がり、換気をする必要があったため、自分の部屋の模型を作って、一番換気に向いている窓の開け方や扇風機の置き方などを調べた。しかし、私の心の中にあったのは砂防ダムである。3年前に西日本豪雨が発生し、去年は熊本豪雨が発生し、今年は熱海で大規模な土石流被害が発生した。それを見て、どうすればこの土石流が止められたのだろうかと考え、砂防ダムがあれば被害が小さかったのではないかと考えた。そこで、土石流の被害を減らすため、どのような砂防ダムが土砂をせき止め、水の流れを弱め、土石流を防ぐことができるのか調べることにした。

○研究の目的

今回は、透過型砂防ダムを再現してその効果を検証する。
（1）不透過型砂防ダムの水通しの広さと深さを変えてその効果を確認する。
（2）透過型砂防ダムについている柱の数を変えてその効果を確認する。
（3）透過型砂防ダムの柱と水通しの深さによる時間との関係を確認する。
　①砂防ダムより下流に水が流れ始める時間
　②流木（爪楊枝）が砂防ダムより下流に流れ始める時間
　③砂防ダムに水が満杯になるまでの時間

○実験方法

① 小川（傾斜15度）を作り、レゴブロックで作ったダムを設置して、ダムの上流にある木を爪楊枝として、爪楊枝20本と土砂をばらまく。
② そこに上流から一定の量の水（今回は蛇口半開分）を約1分流す。
③ その様子をカメラで録画する。（２０秒おきに写真を撮る）
④ ほかの実験と比較し、被害が出るまでの時間、土砂をためる量、水の勢いの強さ、被害が出るまでの時間などを総合的に考えて、一番良いと考えられる砂防ダムの形を見つけ出す。

＜実験1＞

ダムを使用せずに水を流す（ダムがあるときと比較するため。）

＜実験2＞

不透過型砂防ダムの水を通す場所の広さ、深さを変えたダムを使用し、水を通す場所の広さ、深さによる効果を調べる。

ダムの形状

1.水通しの間２マス　深さ浅

2.水通しの間２マス　深さ中

3.水通し４マス　深さ中

4.水通し６マス　深さ浅

5.水通し６マス　深さ中

＜実験３＞

透過型砂防ダムの柱の数、高さを変えた９種類のダムを使用し、柱の数、水を通す場所の高さの効果を調べる。

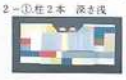
ダムの形

1－①柱１本　深さ浅

1－②柱１本　深さ中

1－③柱１本　深さ深

2－①柱２本　深さ浅



2－②柱２本　深さ中

2－③柱２本　深さ深

3－①柱３本　深さ浅

3－②柱３本　深さ中

3－③柱３本　深さ深

○実験１の結果

ダムなし　　爪楊枝は２０本中，１本が流れなかった。

０秒　　２０秒　　４０秒　　６０秒

茶川底が茶色になっている所は、土が完全に流れてしまった所を示している。

○実験２の結果

実験2－1　水通しの間２マス　深さ浅
１７秒後までは爪楊枝を全く流さなかった。しかし３７秒後にダムが決壊した。

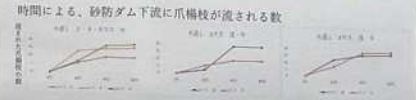
実験２－２　水通しの間２マス　深さ中
爪楊枝は２０本中１０本流れなかった。１５秒後にダムから水が流れ始めた。

実験２－３　水通しの間４マス　深さ中
爪楊枝は２０本中８本流れなかった。１３秒後にダムから水が流れ始めた。

実験２－４　水通しの間６マス　深さ浅
爪楊枝は２０本中16本流れなかった。１７秒後にダムから水が流れ始めた。

実験２－５　水通しの間６マス　深さ中
爪楊枝は20本中２本流れなかった。１４秒後にダムから水が流れ始めた。

時間による、砂防ダム下流に爪楊枝が流される数



深さを一定にして水通しの広さによる違いを見ると、水通しが広いほど爪楊枝が流れやすいことが分かった。しかし、２マスの浅・中のグラフで分かるように、水通しが狭いとダムに水がたまりやすく、さらに水通しが浅いと大量の水がたまるので、ダムが決壊してしまった。

考察

水通しが深いと、浅い方よりも水が約３秒早く流れ出す。水通しの深さは深い方がよく、広さは狭い方が土石流を防ぐ効果があるが、狭すぎるとダムが決壊し、かえって被害が大きくなることがわかった。

○実験３の結果

実験３－１－①　柱１本　深さ浅
爪楊枝は２０本中８本流れなかった。12秒後にダムから水が流れ始めた。

実験３－１－②　柱１本　深さ中
爪楊枝は２０本中１９本流れなかった。15秒後にダムから水が流れ始めた。

実験３－１－③　柱１本　深さ深
爪楊枝は２０本中２０本流れなかった。７秒後にダムから水が流れ始めた。

実験３－２－①　柱２本　深さ浅
爪楊枝は２０本中１２本流れなかった。13秒後にダムから水が流れ始めた。

実験３－２－②　柱２本　深さ中
爪楊枝は２０本中１７本流れなかった。６秒後にダムから水が流れ始めた。

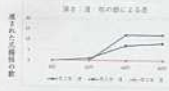
実験３－２－③　柱２本　深さ深
爪楊枝は２０本中１９本流れなかった。４秒後にダムから水が流れ始めた。

実験３－３－①　柱３本　深さ浅
爪楊枝は２０本中２０本流れなかった。11秒後にダムから水が流れ始めた。

実験３－３－②　柱３本　深さ中
爪楊枝は２０本中２０本流れなかった。８秒後にダムから水が流れ始めた。

実験３－３－①　柱３本　深さ深
爪楊枝は２０本中２０本流れなかった。10秒後にダムから水が流れ始めた。

時間による、砂防ダム下流に爪楊枝が流される数



柱の数を一定にして水通しの深さによる違いを見ると、水通しが深いほど爪楊枝は流れにくいことが分かった。特に柱の数が少ないほど水通しの深さの影響が大きいことが分かる。深さが浅いとき、柱の数による差が大きく見られ、柱の数が３本になると、水通しの深さによる違いは見られなかった。

考察

砂防ダムよりも下流に水が流れ始める時間は、水通しの深さが浅いほど遅くなる。なので、避難する時間が長くなる。柱の本数は多い方がよく、水通しの深さは深い方が土石流を防ぐ効果がある。流木が砂防ダムより下流に流れ始める時間は、水通しの深さが浅い方が遅くなる。砂防ダムに水が満杯になるまでの時間は、水通しが深い場合、水が早くから流れ始めるので、満杯になることはなかった。

○研究の考察

- ダムに水通しがないと土砂や水が大量にたまり、ダムが決壊してしまう。そのため、水通しがある方が水は適度に流れ、土砂がせき止められるので決壊を防ぐことができる。
- 透過型砂防ダムは水かさが低くなるので、流木が引っ掛かり、流木が下流に流れるのを防ぐことができる。さらに、引っかかった流木に土砂がたまり、水がぶつかって、勢いが弱くなる。透過型砂防ダムは土砂や水を少しずつ下流に流すことで土石流の勢いを弱めることができ、決壊することがない。
- 透過型砂防ダムの柱の数は多いほど隙間が増えるので、水や土砂が適度に流れ、土砂がいっぱいにたまるまでの時間が長くなる。
- 透過型砂防ダムの柱の土台の高さが低い方が水や土砂が適度に流れ、土砂がいっぱいにたまるまでの時間が長くなる。時間が左っても、柱に流木が引っかかっているので、その部分の土砂を下流に流さずに、適度に水や土砂を流すことができる。
- 流木は水に浮きやすいという性質があるので、水通しが浅いと、水通しを乗り越え、下流に流れる。その点からも、透過型砂防ダムは流木を防ぐ効果がある。

○まとめ

透過型砂防ダムは、適度に水や土砂を流すので、土砂がいっぱいにたまるまでの時間が長くなり、避難をする時間が稼げる。さらに、流木も引っかかりやすくなり、下流に流れる量が減る。実験を振り返ると、土の状態によって結果が左右された。土の湿り気を土の色や手触りで確認したが、土の湿り気、土の質、土に含まれる小石の割合、さらに水の量も、完全には一定にできなかった。だが、今回の実験で土石流の被害を減らす方法を見つけた。これが、被害が少ない町を作るのにつながってほしい。これから、さらに研究を続けて、土石流の被害を最小限に減らせるダムを作りたいと思う。