

〈第66回 鈴木賞 正賞〉

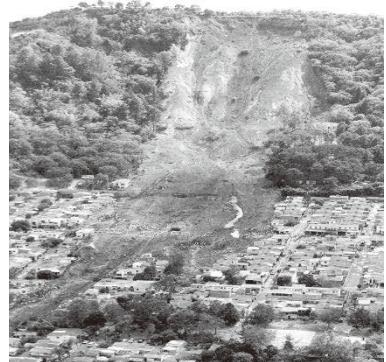
土砂崩れの研究

浜松市立丸塚中学校
3年 矢作 太志

1 研究の動機

天竜川の岩石の分類から始まった過去6年間の研究では、地学について関心の高いテーマを設定し研究を重ねてきた。昨年の研究では、「地震」について研究をし、様々な自然災害への関心が高まつた。

昨年発生した「西日本大豪雨」では、西日本を中心に多くの地域で河川の氾濫や土砂災害が発生し、甚大な被害が出た。今年も台風19号による集中豪雨によって、関東や東北地方の広い範囲が浸水するなどの大きな災害が起こり、決壊した堤防や道路の復旧作業が現在も行われているようである。このように、近年は、集中豪雨による大きな災害が頻繁に起きている。局地的な大雨は、険しい山や急流が多い日本では、がけ崩れや土石流、地すべりなどが発生しやすい。土砂災害は、他の自然災害と同様に、多くの人の命を奪う危険なものである。これまで研究してきた地層や地形、地質と関連付け、土砂災害がどのような条件で発生するのか、また未然に防ぐことはできるのかなどを、実験を通して調べ、今後の備えにつなげたいと考えた。



2 実験の経過と結果

○用意した砂や土（質量、粒の大きさ、泥砂質、他の物質 等によって選ぶ）

- ・川砂（群を抜いて重く、ざらざらしている）
- ・バーミキュライト（軽く、粒はしっかりしているが、柔らかい）
- ・ピートモス（これらの中で最も軽く、粒が小さく、しっとりとした感触）
- ・腐葉土（葉が多く、軽い）

A 保水性実験<実験1>

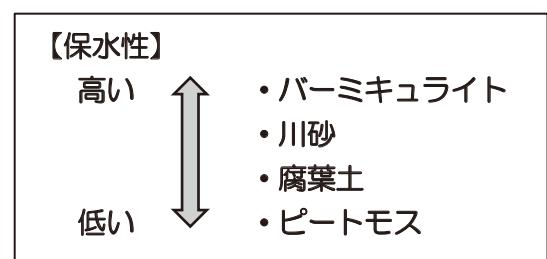
土砂災害の原因として、まず考えられるのは雨だ。連続する雨によって地盤が緩み、予期せぬ瞬間に土砂災害は起こる。

そこで、地盤が緩みにくい土地の状態とは何かを考えた。それは、その土地の砂や土がどれ位の量の水を含むことができるかによって変わるものではないかと予想した。

方法：底を切ったペットボトルに種類の異なる砂や土をつめ、決まった量の水を流す。その時のペットボトルから流出した水の量で、砂や土の保水性を調べる。

予想：柔らかく乾燥した質感のものほど、保水性が高い

結果：粒が小さく、粒の大きさが様々で、隙間ができるにくいものほど保水性が高いことが分かった。砂・土以外の葉やピートモスは水を含まず、保水性は低いことも分かった。



B 土砂崩れ実験 1 <実験 2>

方法：装置に一種類の砂や土をつめ、水をかけた時の崩れ方（土砂崩れの仕方）を比較する。

予想：保水性が低いと、地盤が緩みやすく、土砂崩れが起きやすい

結果：・川砂→2回の大きな土砂崩れが起きた。全体の砂が、滑るように流れた。

・バーミキュライト→大きな変化はなかった。水は土にしみ込み、下の方が押し出されるように少しだけ流れ出た。

・ピートモス→大きな変化はなかった。しかしバーミキュライトとは逆で、土に水がしみこまないために、水は表面を流れていった。

・腐葉土→土砂崩れが起きなかった。水の圧力で押し固められて、体積が小さくなつた。

川砂とバーミキュライトは保水しきれなかつたことが原因で土砂崩れが起きたと考えられる。そのため、保水性実験の結果と対応している。

しかし、ピートモスと腐葉土は保水性が低いにもかかわらず、土砂崩れが起きなかつた。それは、保水しないがために水の影響を受けにくかつたからだと考えられる。

【土砂崩れ】

起きやすい

起きにくい

- 川砂
- バーミキュライト
- ピートモス
- 腐葉土

C 土砂崩れ実験 2 <実験 3>

方法：装置に複数の種類の砂や土で層をつくったり、砂や土を混ぜたりして、水をかけた時の崩れ方を比較する。

予想：層にした場合→層ごとの特徴が出る。下の層が上の層より土砂崩れが起きにくいなら、上の層だけが崩れ、土砂崩れが起きやすいなら、下の層も同時に崩れる。

混ぜた場合→混ぜた砂や土の平均くらいの崩れやすさと崩れる大きさ。

結果：上 - バーミキュライト、下 - 川砂

→最初に上の層ががけ崩れ、しばらく時間が経つてから全体が地すべりのような大きな土砂崩れが起きた。

上 - 川砂、下 - バーミキュライト

→早い時間にバーミキュライトごと全体が大きく崩れた。予想と逆の結果になった。

上 - バーミキュライト、中 - ピートモス、下 - 川砂

→一番上のバーミキュライトの層のみが、大きく崩れた。

上 - 川砂、中 - ピートモス、下 - バーミキュライト

→一番上の川砂の層が滑るように早く崩れた。バーミキュライトよりも川砂の方が土砂崩れが起きやすいことが、ここでも証明された。

上 - 腐葉土、下 - 川砂

→水が葉の表面を流れ、土砂崩れは起きなかつた。

上 - 腐葉土、下 - ピートモス

→水が葉の表面を流れ、土砂崩れは起きなかつた。

上 - 川砂、下 - 腐葉土

→川砂が最も崩れやすいにもかかわらず、上の層の川砂が、滑るように少し崩れただけだった。

上 - ピートモス、下 - 腐葉土

→土砂の端が少し崩れたのみだった。保水性の低いピートモスの層も、水を含まずに遮っていると考えられる。

川砂&バーミキュライト

→全体がドッと滑るように大きく崩れたが、崩れるまでの時間は長くかかった。

川砂&ピートモス&バーミキュライト

→崩れる大きさも時間も大体平均的で、層ごとではなく、全体が崩れた。

腐葉土&川砂

→大きくはなかったものの、はっきりと崩れた所があった。

腐葉土&ピートモス

→大きくはなかったものの、はっきりと崩れた所があった。

《実験1・2・3の結果から分かること》

- ・土砂崩れの起こりやすさは、土砂のそれぞれの種類の保水性と深い関わりがある。
- ・保水性が高いほど、土砂崩れは起こりにくい。しかし、保水性が極端に低い場合も、水の影響を受けないため、土砂崩れは起こりにくい。
- ・複数の土砂が層になっている場合は、保水性が高い層があっても、低い層が重なっていれば大きな土砂崩れが起こりやすい。
- ・腐葉土のような保水性が極端に低い層が下にある場合では、その層が水を通さずにその上を水は流れる為、上の層で大きく急な土砂崩れが起こりやすい。

実験でいう層は「地層」、それぞれの特徴の違いは「地質」ととらえると、土砂崩れの起こりやすさは、その土地がどのような「地層」や「地質」でできているかが大きく影響していると考えられる。

D 土砂崩れ実験3<実験4>

土砂崩れは、その土地の地質や地層に大きく左右されることが分かったので、土砂崩れを未然に防ぐには、土地の地盤を土砂崩れが起こりにくい土砂に変えれば良いということになるが、これは現実的ではない。

そこで、土砂崩れの被害を軽減する方法を、実験を通して考えることにした。

被害を軽減するために大切なことは、「土砂が流れないように対策すること」である。その対策として、土砂をせきとめる「せき」を、どのようなものにするのがよいかを考えた。

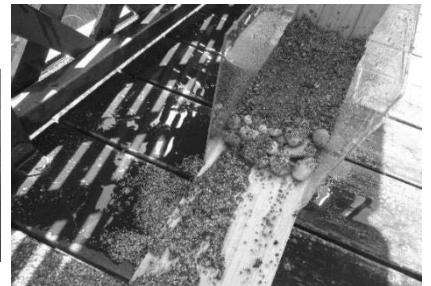
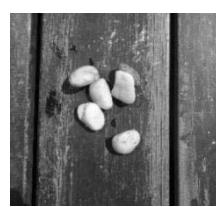
方法：実験2・3で観察した崩れ方をもとに、土砂崩れを未然に防ぐ方法や被害を軽減する方法を考える。

結果：木片（幅を装置と同じになるように作り、砂が流れ出ないようにした）



→水と砂の重みで木片が倒れ、崩れた土砂が木片の下から流れ出た。

流れ出る場所が狭くなつたことで、水や砂がどんどん溜まって圧力がかかっていった。そのため、ほとんどの砂が流れ出てしまった。



小石（小石を砂の高さになるように積み上げて、せき止めた）

→最初はしっかりとせき止めていたが、一部の小石が崩れるとそこから砂があふれるように流れ出た。

ペットボトル（装置と同じ幅で切り取り、「きり」を使って全体に小さな穴を複数開けて、水を流し出すための工夫をした）

→砂と水がペットボトルのせきにのしかかってきたが、複数の穴から水が流れ出て、最後までペットボトルのせきが土砂をせき止めた。ペットボトルは、水のみを流すことで、土砂の重みに耐えることができたと考えられる。



《実験4の結果から分かること》

- ・土砂崩れを起こさないせきには、開けた穴から水のみを流すことができたペットボトルが有効である。
- ・土砂と水と一緒にせき止めたり、土砂が水とともに流れてしまったりする装置では、大きな土砂崩れを引き起こしてしまう。
土砂が流れない対策として、土砂をしっかりとせき止めながら、水のみを流し出す「せき」を設置することが有効と考えられる。

3 まとめ

今回の研究のテーマである「土砂崩れ」は、その土地の「保水性」によって、起こりやすさや被害の大きさに大きな違いが発生することが分かった。そのため、その土地の地質の保水性がどれくらいあるのか、層の構成はどうになっているのかを知ることが、土砂崩れの起こりやすさや大きさを予測し、早めに避難したり、土地の活用の仕方を考えたりすることにつなげることができると考えられる。

また、土砂の中から水のみを流すことが土砂崩れの被害を軽減するために重要であると考えた。そして、穴を開けたペットボトルの「せき」で、土砂をせき止め、水のみを流して土砂崩れを防ぐことができた。

しかし、現在の日本では、土砂も水もせき止める木片のせきのような「擁壁工」という仕組みの設備が主流となっているらしい。コンクリートであれば相当な強度があると考えられるが、コンクリートが劣化したり、想定外の大きな規模の土砂崩れだったりした場合には、災害を止めることはできないと考えられる。今回の実験で成功したペットボトルの水のみを流す仕組みと、強度の高い擁壁を組み合わせるような工夫ができると、大きな土砂崩れでも被害を軽減することにつながるのではないかと考える。

現在の日本は異常気象による自然災害が日常的に起こり、大きな被害も増え続けている。今後も自然災害についての関心をもち続け、知識や理解を深め、被害を軽減するようなアイデアを考え出しができればと思う。

