

# どんな状況で土砂災害は起きるのか

富士市立広見小学校

6年 渡邊 葵

## 1 動機

2021 年の 7 月初めころ熱海で大きな土砂災害があった。今年も雨が続き、土砂災害が各地で起こっている。それらのニュースを見て、私の住んでいる富士市でも土砂災害が起りやすいのかどうか気になった。そこで、土の種類（粒子の大きさ）や硬さ、水の多さ、根の有無、山の形など様々な条件での崩れやすさや崩れ方を研究することにした。そして、富士市の土砂災害が起こる可能性を考えてみることにした。

## 2 富士市の地質

富士市周辺の地形は、富士山や愛鷹山などの新旧火山活動とその影響、富士川や潤井川、その他の中小河川による浸食・堆積作用、駿河湾沿岸の沿岸流と波浪による砂州の形成などの各種の営力を受けて様々な規模と種類をもつ地形が発達しているようだ。

富士市の地質は、山の方は溶岩や火山灰でできた土地が多い。溶岩や火山灰の層の上に腐葉土が積み重なり、層になっている。富士川や潤井川の付近は、流れる水の働きによってできる地質である。平地の吉原地区や原地区などは、粘土層と泥岩層が交互の層になっている。また、富士市は海岸もあり、田子浦砂丘群が発達している。富士川河口から吐き出された砂礫が砂となって西から東へと移動し、海岸に堆積している。

このように富士市は様々な地質の層がある。よって、今回の研究では、富士市の地質で考えられる砂、腐葉土、火山灰を含む土、粘土質の土を用いて実験を行うことにする。なお、腐葉土として、畑の土を、火山灰を含む土として鹿沼土を、粘土質の土として荒木田土を用い実験した。

## 3 調べること

- (1) 土の種類（粒子の大きさ）で崩れ方に違いはあるのか。
- (2) 層の構成によって崩れ方に違いはあるのか。
- (3) 硬さによって崩れ方に違いはあるのか。
- (4) 水の勢いによって崩れ方に違いはあるのか。
- (5) 水の量によって崩れ方に違いはあるのか。
- (6) 根の有無によって崩れ方に違いはあるのか。
- (7) 根の位置によって崩れ方に違いはあるのか。
- (8) 山の形によって崩れ方に違いはあるのか。

## 4 実験

- (1) 実験①〈土の種類（粒子の大きさ）によって崩れ方に違いはあるのか。〉

### ア 用意するもの

4 種類の土（砂・畑の土・荒木田土・鹿沼土）・土を固めるための枠（13×13×10）・プランターの皿（メモリを記したもの）・定規・量り・空のペットボトル・水 500ml ずつ（400ml で固め、100ml で流す）・漏斗（出口の径 8 ml）・石（水の勢いによって崩れることを防ぐ）

イ 実験①の方法

- (ア) 砂を縦 13cm 横 13cm 高さ 10cm の枠に入れ、水 400ml を枠の中に入れて固める。
- (イ) 固まった砂をプランターの皿に取り出し、1 番上に石を 1 個置く。
- (ウ) ペットボトルに水を 100ml 入れ、漏斗に溢れないように注ぐ。(このとき、水を石に当てる。)
- (エ) 崩れた砂の様子、流れた長さ、崩れた重さ(崩れた分を量りで量る)を調べる。
- (オ) 畑の土と荒木田土、鹿沼土も同じように調べる。1つの土につき3回ずつ調べる。
- (カ) 土の種類で崩れ方に違いがあるのか比べる。

ウ 実験①の予想

粒子が大きい方が、1粒1粒が重いので、水に流されにくいと思う。なので、粒子が1番大きい砂が崩れにくくて、粒子が1番小さい荒木田土が崩れやすいと思う。

エ 実験①の結果

	砂	畑の土	鹿沼土	荒木田土
流す前				
流した後				
長さ	21.7cm	93cm 以上	93cm 以上	93cm 以上
重さ	889g	52.3g	29.2g	13g

砂が一番崩れた。続いて畑の土、鹿沼土、荒木田土の順だった。砂以外の土は遠くまで流れた。

オ 実験①の考察

砂が一番崩れたが、砂が流れた長さは短かった。これは砂の粒子が大きいので、砂と砂の間の隙間も大きく、砂を固めた直方体に空気がたくさんあり、崩れやすかったのだと考えた。また、砂は1粒1粒が他の土に比べて大きくて重かったので遠くには流れなかったと考えられる。逆に粒子が小さく揃っていた荒木田土は隙間が少なく、水が入り込みにくく流されにくかったと考える。荒木田土は粒子が小さく軽いため、遠くまで流れたと考えられる。

カ 実験①のまとめ

粒子が大きくて揃っていないほど崩れやすく、粒子が小さく揃っているほど崩れにくい。

(2) 実験②〈層の構成によって崩れ方に違いはあるのか〉

ア 用意するもの

実験①と同じ。

イ 実験②の方法

- (ア) 実験①と同じ枠に砂を半分入れ、その上に畑の土を入れる。
- (イ) 400ml の水で固め、枠を取り外す。
- (ウ) 1 番上に石を置き、実験①と同じように水を注ぐ。
- (エ) 崩れた土の様子、長さ、重さを調べる。
- (オ) 4 種類の土でできる組み合わせ 12 通り全てを同じように実験して比べる。

ウ 実験②の予想

粒子が大きいと崩れやすいということが分かったので、水が当たる方が崩れる量が多いと考えると上半分が砂、下半分が畑の土の組み合わせが一番崩れやすいと思う。逆に、崩れにくいのは粒子が小さい荒木田土と鹿沼土の組み合わせだと思う。

エ 実験②の結果

層	畑／砂	荒／砂	鹿／砂	砂／畑	荒／畑	鹿／畑
長さ	93cm 以上	93cm 以上	42cm	93cm 以上	93cm 以上	93cm 以上
重さ	125g	187g	84g	587g	26.5g	32g
層	砂／荒	畑／荒	鹿／荒	砂／鹿	畑／鹿	荒／鹿
長さ	25cm	93cm 以上	93cm 以上	18cm	93cm 以上	93cm 以上
重さ	482g	35g	17g	293g	31g	11g

砂がある組み合わせは上の場合も下の場合も崩れた。砂が上の場合は砂が崩れ、スロープ状に崩れた。砂が下の場合は、砂が崩れ、上の別の土の部分が割れていた。一番崩れなかった組み合わせは上が荒木田土で下が鹿沼土の組み合わせだった。

オ 実験②の考察

砂がある組み合わせが崩れたのは実験①と同じで粒子が大きく、隙間が多かったからだとと言える。砂が上の組み合わせは、砂が最初に崩れ、その重みに耐えられなくなり、下の土が崩れてスロープ状になったのだと考える。砂が下の組み合わせは、砂が崩れた穴の上の土が落ちたから割れたように崩れたのだと考えた。

カ 実験②のまとめ

層の中の粒子が大きい部分から崩れる。層の構成によって崩れ方に違いはある。

(3) 実験③〈硬さによって崩れ方に違いはあるのか〉

ア 用意するもの

実験①や②と同じ。(土は畑の土のみ使用。)

イ 実験③の方法

- (ア) 畑の土を実験①や②と同じ枠に入れ、押しながら水を 400ml 入れる。
- (イ) 固まった砂をプランターの皿に取り出し、1 番上に石を 1 個置く。
- (ウ) 実験①や②と同じように水を注ぐ。

- (エ) 崩れた土の様子、長さ、重さを調べる。
- (オ) 実験①の押し固めていない畑の土の結果と比較する。

ウ 実験③の予想

中にある空気を外に出し、中に空気がない状態の方が崩れにくいと思うので、押し固めた方が崩れにくいと思う。

エ 実験③の結果

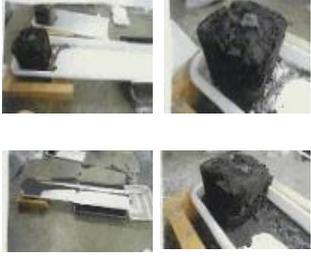
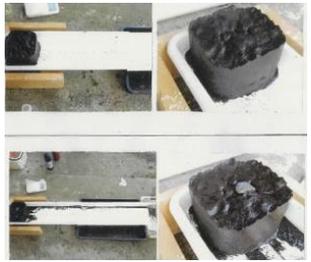
土は崩れず流れた量も少なかった。

オ 実験③の考察

圧したことにより、空気が抜け、隙間が少なくなったので、土は崩れず、流れた土の量も少なかったと考えられる。

カ 実験③のまとめ

硬さによって崩れ方に違いはある押し固めた方が崩れにくい。

	固めない	固める
		
長さ	93cm 以上	93cm 以上
重さ	52.3g	17g

(4) 実験④〈水の勢いによって崩れ方に違いはあるのか。〉

ア 用意するもの

実験③と同じもの。出口の径が異なる2種類の漏斗（5mmと10mm）

イ 実験④の方法

- (ア) 畑の土を実験①～③と同じ枠に入れ、水400mlで固める。
- (イ) 固まった畑の土をプランターのさらに取り出し、一番上に石を1個置く。
- (ウ) 実験①～③と同じように水を注ぐ。
- (エ) 崩れた土の様子、長さ、重さを調べる。
- (オ) 2種類の漏斗で同じように実験し、水の勢いで崩れ方に違いはあるのか比べる。

ウ 実験④の予想

出口の径が10mmの漏斗の方が、水が一度にたくさん出て勢いがつき、土を削る力が大きくなると考えられるため、崩れやすいと思う。

エ 実験④の結果

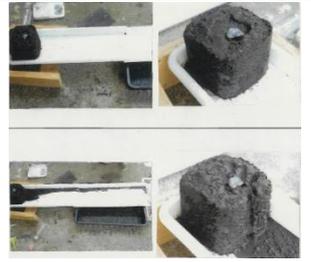
水の勢い（1度に流れる量）を変えても崩れ方や長さ、重さはあまり変わらなかった。

オ 実験④の考察

水の勢いについて調べるため、流す水の量は同じにした。結果として、勢いがあっても水の量が変わらなければ崩れ方は変わらなかった。水の当たる強さで土を崩しているのではなく、しみ込んだ水に耐えられなくなり、土は崩れているのではないかと考えた。よって、実験⑤では水の勢い（一度に出る水の量）は同じにして水の量を変えて崩れ方を調べてみることにする。

カ 実験④のまとめ

水の勢い（1度に流れる量）によって崩れ方は変わらない。

	出口の径 5mm	出口の径 10mm
		
長さ	93cm 以上	93cm 以上
重さ	61g	59g

(5) 実験⑤〈水の量によって崩れ方に違いはあるのか〉

ア 用意するもの

実験③と同じもの。ペットボトルに入れた 400ml の水

イ 実験⑤の方法

(ア) 畑の土を実験①～③と同じ枠に入れ、水 400ml で固める。

(イ) 固まった畑の土をプランターの皿に取り出し、一番上に石を 1 個置く。

(ウ) ペットボトルに水を 400ml 入れ、漏斗に溢れないように注ぐ。(実験①～④と同じように水を注ぐ。)

(エ) 崩れた土の様子、長さ、重さを調べる。

(オ) 水の量で崩れ方に違いはあるのか、実験①の畑の土に 100ml の水を流したものと比べる。

ウ 実験⑤の予想

水の量を増やすと、より長い時間水が当たり続けることになるので、水 100ml よりも水 400ml の方が、崩れやすいと思う。

エ 実験⑤の結果

水 100ml 流したときよりも 400ml 流したときの方がたくさん崩れ流れた。

オ 実験⑤の考察

実験④から考えた通り、やはり、水の量を増やすとたくさん崩れた。水の量を増やすとしみ込む水の量が増え、土の隙間に入った水が形を壊し

ていったと考えられる。土の崩れ方を変えるのは、水の勢いではなく、量だと思われる。

カ 実験⑤のまとめ

水の量で崩れ方は変わる。

	水 100ml	水 400ml
		
		
長さ	93cm 以上	93cm 以上
重さ	52.3g	403g

(6) 実験⑥〈根の有無によって崩れ方に違いはあるのか〉

ア 用意するもの

実験①と同じ。(土は一番崩れやすかった砂のみ使用。)・脱脂綿 (10cm×10cm) を 4 枚使用。

イ 実験⑥の方法

(ア) 砂を実験①～⑤と同じ枠に入れる。このとき、直方体の全体に脱脂綿 4 枚をちりばめる。

(イ) 水 400ml を入れ、固まったら脱脂綿入りの砂をプランターに取り出し、1 番上に石を 1 個置く。

(ウ) 実験①～④と同じように水を注ぐ。

(エ) 崩れた土の様子、長さ、重さを調べる。

(オ) 実験①の脱脂綿を入れていない砂の結果と比較する。

ウ 実験⑥の予想

草の根は水を吸い、土が崩れにくいと考えるので、草の根と同じように水を吸う脱脂綿を入れた砂の方が崩れにくいと思う。

エ 実験⑥の結果

実験①の脱脂綿を入れない砂よりは若干崩れなかった。(脱脂綿を入れない砂は21.7cm流れたが、脱脂綿を入れた砂は14cm流れた。)しかし、砂は崩れてしまった。

オ 実験⑥の考察

実験①の脱脂綿を入れない砂より崩れなかったのは、根の代わりに入れた脱脂綿が水を吸い、砂の隙間に行く水を少なくしたからだと考えられる。だけど、崩れてしまったのは、脱脂綿を置いたところまでの砂の隙間に水がたくさん入り込んで、崩れて流れたからだと思われる。実験⑦では、脱脂綿の配置を工夫し、砂の隙間に行く水の量を減らせるようにしてみる。

	脱脂綿なし	脱脂綿あり
		
長さ	21.7cm 以上	14cm
重さ	889g	境目が分からないため計量不可

カ 実験⑥のまとめ

脱脂綿を土の中に入れると（根があると）若干崩れにくくなる。

(7) 実験⑦〈根の位置によって崩れ方に違いはあるのか〉

ア 用意するもの

実験⑥と同じ。

イ 実験⑦の方法

- (ア) 砂を実験⑥と同じ枠に入れる。このとき、直方体の表面に脱脂綿4枚を散りばめる。(自然界で植物の根は大地の表面にあるため、今回は表面に脱脂綿を散りばめる。)
- (イ) 水400mlを入れ、固まったら脱脂綿入りの砂をプランターに取り出し、1番上に石を1個置く。
- (ウ) 実験⑥と同じように水を注ぐ。
- (エ) 崩れた土の様子、長さ、重さを調べる。
- (オ) 実験⑥の脱脂綿を全体に散りばめた結果と比較する。

ウ 実験⑦の予想

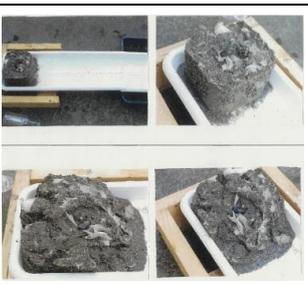
自然界では、植物は大地の表面に根を張っているので、自然界と同じ状態の表面の方が全体に散りばめているよりも、崩れにくくなると思う。

エ 実験⑦の結果

全体に脱脂綿を散りばめたものも表面に散りばめたものも両方とも砂は崩れてしまったが、表面に脱脂綿を散りばめたものの方が流れる砂の長さは短く、崩れにくかった。

オ 実験⑦の考察

砂の表面に脱脂綿を散りばめたものが全体に脱脂綿を散りばめたものより崩れにくく、砂が

	脱脂綿 全体	脱脂綿 表面
		
長さ	14cm	6 cm
重さ	境目が分からないため計量不可	境目が分からないため計量不可

流れにくかったのは、表面に散りばめた脱脂綿が水を砂の隙間に行く前に吸収し、水が砂に行くのを少なくできたからと考える。

カ 実験⑦のまとめ

脱脂綿（根）があると砂が崩れにくい。また、脱脂綿（根）は表面近くにある方がよい。

(8) 実験⑧〈山の形によって崩れ方に違いはあるのか〉

ア 用意するもの

実験③と同じ。

イ 実験⑧の方法

(ア) 畑の土を実験①～⑦と同じ枠に入れ、水 400ml を入れ、固める。

(イ) 固まった畑の土をプランターのさらに取り出し、ドーム型にする。その一番上に石を1個置く。

(ウ) 実験⑥と同じように水を注ぐ。

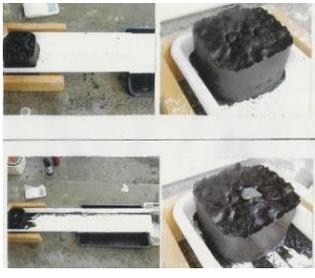
(エ) 崩れた土の様子、長さ、重さを調べる。

(オ) 山形の畑の土も同様に行い、実験③の押し固めた直方体型、ドーム型、山型で違いはあるか比較する。

ウ 実験⑧の予想

土の種類はどれも同じだし、山の形で水の勢いは変わると思うけれど、実験④で水の勢いが強くても崩れ方は変わらないと分かったので、どの形も崩れ方はあまり変わらないと思う。

エ 実験⑧の結果

	直方体型	ドーム型	山型
			
長さ	93cm 以上	93cm 以上	93cm 以上
重さ	17g	10g	23g

どれもあまり変わらず、崩れにくかった。

オ 実験⑧の考察

ドーム型や山型を作る際、押し固めていた。そのとき、空気が抜け、隙間がなくなり、水が入り込まなかったため、あまり崩れなかったと考えられる。また、ドーム型や山型の場合、水がしみ込むよりどンドン下に流れて行ってしまうので、より崩れなかったと考えられる。

カ 実験⑧のまとめ

どんな形をしていても、押し固めていれば崩れ方はあまり変わらない。

5 まとめ

(1) 粒子が大きく揃っていないほど崩れやすく粒子が小さくて揃っている方が崩れにくい。また、粒子が大きい方が遠くまで流れていかない。

- (2) 層になっている場合、層の中の粒子が大きい部分から崩れる。
- (3) 土の詰まり具合によって崩れ方に違いがある。押し固めた方が崩れにくい。
- (4) 流す水の勢いで崩れ方は変わらない。
- (5) 水の量で崩れ方は変わる。
- (6) 水を吸収するものが土の中にあると崩れにくくなる。
- (7) 水を吸収するものは、表面近くにある方がよい。
- (8) どんな形をしていても押し固めていけば崩れ方は変わらない。

(1)～(8)をまとめると、土の粒子と粒子の隙間にどれだけ水が入るかによって崩れ方が変わる。隙間にたくさん水が入っていけば崩れるし、入っていかなければ崩れにくいということが分かった。

## 6 感想・今後の課題

今回の研究では、実験をするための土の成型、土の粒子を揃えるための準備、そして何より、実験結果を明確にするための条件を揃えることがとても大変だった。しかし、条件を揃えながら根気強く丁寧に実験したことで、満足のいく結果を出すことができた。

今回の研究を通して土の粒子と粒子の隙間にどれだけ水が入るかによって崩れ方が変わるということが分かり、勉強になった。これからニュースで土砂災害のことが報じられていたら、なぜ起きてしまったのか考えることができそうだと思う。また、富士市の地層を調べることもできた。富士市は様々な地質が広がっている。火山灰を含む層や粘土質の層など粒子の細かい崩れにくい地質ところもあれば、砂地のところもあるため、今回分かったことをもとに今後の生活に役立てていきたい。

今後は土の上に家屋があるパターンはどうなるのか、地震によって崩れ方はどうなるのかななどを調べていきたい。

## 7 参考文献

富士市の地層について調べた参考資料 『富士市周辺の地形誌』 北川光雄

