

1 研究の動機

小学4年生の夏休み、大沢川扇状地の砂防施設の見学会に参加して大沢くずれに興味を持ち、富士山の雄大さや自然の力の偉大さを感じたが、土石流が家や町、人の命などかけがえのないものを破壊するという恐怖の一面を持つことも知った。そこで、土石流の発生原因や、メカニズム、防ぐ方法などについて研究し、多くの人に興味を持って見てもらおうと考えた。

2 研究の方法

大沢くずれを縮小した実験装置を作り、砂粒の大きさや、降水量の違いなど、自然条件が変わると土石流の発生の様子はどう変わるか、また、土石流を防ぐには、どんな方法があるのかなど、実験を通して詳しく調べた。

(1) 実験装置の製作(写真1)と開始

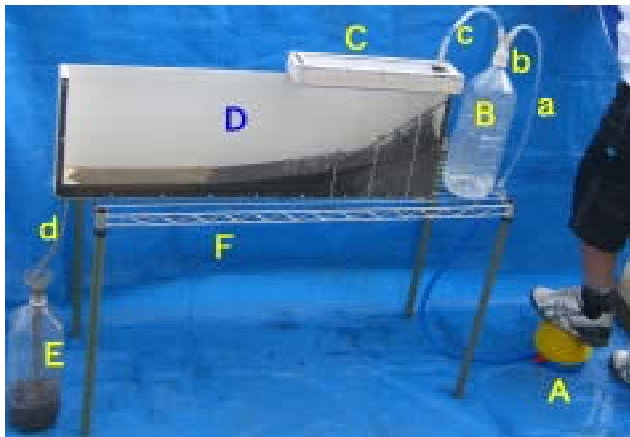
A：ゴムボート用の足踏みポンプ B：貯水タンク（2ℓペットボトルにジョイントとホース2本をつなげる） C：降水器（プラスチック板に穴をあけ、アルミ枠・アクリル板・ゴムパッキンを重ねて木ねじで止める） D：実験そう（木わくにベニヤ板・アクリル板・ゴムパッキンを付け、端に排水口を開けホースを付ける） E：排水タンク（2ℓペットボトルに10mlずつ目盛りを書き込んだもの） F：実験台（スチール製の棚板にスチールパイプの足をつけた台）

a：送気ホース b：キャップ c：送水ホース d：排水ホース

実験そうDに、実験に使う砂を35°（大沢くずれの平均的な角度）の角度をつけて入れ、貯水タンクBに2ℓの水を入れて、デジタルカメラで実験前のDの砂の様子を撮る。送気ポンプAを踏むと降水器Cに水が送られてたまり、Dに降り注いで砂を浸食する。砂を通った水が排水タンクEにたまる。Bの水がなくなったらAを踏むのを止め、Dの砂の様子を観察しデジタルカメラで撮る。D

の水がEに完全に入ったのを確認して、Eにたまった水の量を計測する。Dの砂の様子を横からトレーシングペーパーで写し取る。

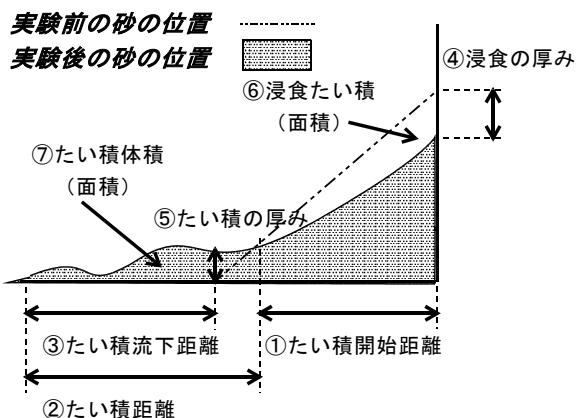
写真1



(2) 計測方法

トレーシングペーパーに写し取った結果をグラフ用紙に書き、計測数値を図1のように求める。

図1：計測方法



3 実験結果と考察

(1) 実験1 砂の粒の大きさのちがいで、浸食はどう変わるのか。

大沢川扇状地で採取した富士山の砂を、次の4種類A：大きな粒の砂(6～10mm)、B：中くらいの粒の砂(3～6mm)、C：細かな粒の砂(3mm以下)、D：混ざった粒の砂（ふるいにかけて20mm以上の砂は取り除いたもの）にふるいで分け、降水器で2ℓの水を降らせて比較した。

結果：砂の粒が大きいほど、しみこむ水の量が少ないので流されにくく、細かいほど浸食される砂の量が増える。中くらいの粒の砂は、たい積開始距離が最も長い。混ざった粒の砂は、水がしみこんで多く浸食した。（表 1）

	A 大きな粒の砂	B 中くらいの粒の砂	C 細かな粒の砂	D 混ざった粒の砂
①たい積開始距離 (mm)	0	285	230	217
②たい積距離 (mm)	0	55	408	380
③たい積流下距離 (mm)	0	110	226	287
④浸食の厚み (mm)	0	16	70	103
⑤たい積の厚み (mm)	0	11	42	48
⑥浸食体積 (mm)	0	213, 250	657, 540	778, 140
⑦たい積体積 (mm)	0	41, 040	651, 300	667, 080
⑧排水量 (ml)	1, 890	1, 730	1, 620	1, 540
⑨残留水量 (ml)	110	260	380	460

表 1 実験 1 の計測結果

(2) 実験 2 土石流の再現実験

実験 1 と同じ方法で、細かな砂 C と混ざった砂 D を使って撮影し、どのようにちがうか静止画像で比較した。

結果：C は表面の砂が水と一緒に流れ下り、砂が順々にさらさら流れ、なだらかなスロープを描いた。降水が終わると水がスーッと引いて排水口に流れた。D は、砂のすき間に水が多くしみだし、表面から少しずつ細かな砂が流れ出した。やがて、細かな砂の量は大量に流れ下り、大きめの砂が水に押し出されて浮きだした。これらが水と混ざり合ってたい積し、たい積距離も延びた。

(3) 実験 3 土石流再現拡大実験

実験 2 では細かな砂の動きや発生のしかたなどははっきり観察できなかったのも、混ざった砂を使った実験の様子を近づけて撮影し、画像処理して観察した。

結果：最初は表面の細かな砂が流され、やがて大きめの砂が浮いて激しく動き出した。これらが水と混ざり始め一挙に流れ下り土石流が発生した。しみこんだ水と砂が混ざり、さらに激しい土石流となった。

以上より、土石流の発生要因として、

ア 細かな砂と大きめの砂が混ざると激しい土石流になる。

イ これは、砂の間にすき間ができて水が入りやすくなり、水と砂が混ざりやすくなること

と、砂もくずれやすくなることによる。

(4) 実験 4 降水量のちがいで浸食の様子はどうなるのか

降水器のパネルの穴の数を A-45 個、B-90 個、C-180 個にして時間当たりの降らせる水の量を変えて実験する。実験を正確に行うために細かい砂を使って実験した。また、実験 D では、梅雨時の地盤を再現するため、前もって水を 2 ℓ 含ませ、穴を 180 個にして実験した。

結果：時間当たりの降水量が多いほど、浸食、たい積される砂の量が多く、その距離も増えた。短い時間にまとまった雨が降るときは土砂災害が起きやすくなる。また、前もって水を含んでいた砂の場合、浸食やたい積が進みやすくなり、少しの水でも土砂崩れが起きやすい。

(5) 実験 5 土石流を防ぐ方法 1

土石流を防ぐえん堤（小さなダム）などの防護設備があるが、この模型を作り、実験そうに設置し実験する。より効果的に土石流を防げるように、防護施設を改良しながら実験を進める。

結果：プラスチックの板を砂の斜面 3 カ所に埋め込んで実験 2 と同様に実験したが、水や砂の圧力を直接受けてえん堤が流されてしまった。その圧力を逃すように網状のネット（鉢底ネットを切ったもの）を使って同様な実験をしたが、これも流されてしまった。プラスチック板に杭を付けて基礎になるように固定してみたら上流の 2 つのえん堤は流されずに残ったが、砂がえぐられ流されてしまった。そこで、ネットえん堤に基礎を付け固定した。水は表面を浸食するので、基礎付きのえん堤をストローの前に置いて水を溜め地下にしみ込ませて水の流れを変えたら、多少の効果があった。人工的なえん堤だけで自然の力を押さえることは難しいのではないかな？

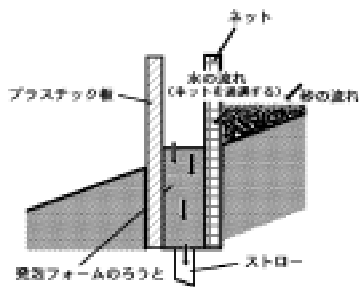
(6) 実験 6 土石流を防ぐ方法 2

実験 5 では効果的な方法が見つからなかったのも、これまでの結果を参考にして、より有効な土石流を防ぐ方法として、えん堤や地下に水を吸い込ませる方法を改良した。（図 2）

結果：降った水の勢いを地表でおさえて地面にしみ込ませない方法を考えてみる。しかし、地表

全体をシートでおおってしまうのは外觀が悪く現実的でない。

図2：改良えん堤のしくみ



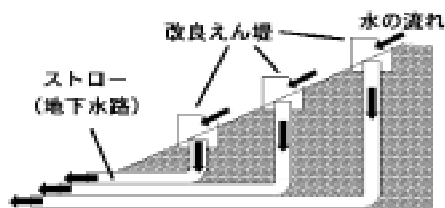
そこで、ネット（鉢底ネット）を実験そうの砂の斜面の大きさに合わせて切り、斜面をおおって水を降らせた。

結果：砂の斜面をネットでおおったが、浸食された砂もたい積した砂もほんの少量だった。ただ、こうしたネットを大沢くずれにかけることは植物や動物の自然環境にとってよくない。自然環境にあまり影響のない狭い範囲なら有効だと思う。

そこで、集めた水を地下にそのまま流さず、地下水路（ストローをつないだもの）を砂の下流の離れた場所にのぼしてみた（図3）。

結果：集まった水はストローの地下水路を通して、排水口に流れた。そのため、えん堤も流されることはなく砂をせき止めた。流された砂はえん堤のネット部分にたい積し、全体的にきれいな階段状にたい積した。土石流も発生せず、下流に流された砂はごくわずかだったので成功だ。この方法なら自然環境には影響が小さく、土石流を防げる。ただ、地下水路を実際に大沢くずれに造ることが可能なのか、今のぼくにはわからない。地下水路から流れ出た水の処理問題もある。

図3：
えん堤地下水路
の仕組み



富士山の地質実地調査

大沢くずれがどのような岩石で成り立っているのか、浸食する岩石はどんなものか調べた。

岩石の分類について資料から調べた。富士山にある岩石は地球内部のマグマが地表に出て冷え固まってできた玄武岩に分類される。玄武岩は元々黒っぽい、岩石に含まれる鉄分や石英の量で変わる。地表に出て酸素に触れるほど赤くなり、硫黄などの化学成分を含むと黄土色になる。

また、噴き出した方のちがいで溶岩流、火砕岩、火山弾、火山礫（スコリア）、火山灰等に分けられる。

調査地点と観察結果

(1)新五合目（標高2400m）

穴のある黒・赤・こげ茶色した1～3cmの砂利（スコリア）が一面に広がり、少し登ると、ごつごつした大きな岩が出てい



写真2

スコリアと火山弾

(2)六合目（標高2490m）

西側に大きな切り立った壁のような白い岩があって、その周りに新五合目にあった砂利と同じ物がたい積していた。

(3)新七合（標高2780m）

赤っぽい細かな砂に混ざって、灰色のでこぼこな100m～500mほどの大きな岩（溶岩流）が顔を出している。まるで赤い岩に灰色の大きな布団をかけたようだ。

(4)元祖七合目（標高3010m）

下の方は細かな砂利と、穴がたくさん空いたサッカーボール大の岩がごろごろ転がり、上の方は穴のない1～2mの角張った灰色の岩（火砕岩や溶岩）と3～5cmの砂利（火山弾や溶岩がくだけた物）が積み重なっている。

(5)八合目（標高3250m）

山室の辺りから岩石の色が急に赤さびのような色に変わった。また、細かな穴の空いた砂利が少なくなって、赤い栗おこしのような2～6mもの岩も転がっていた。

(6)九合目（標高3460m）

山室付近は10～30cmの灰色と赤の混ざった石がごろごろ転がっている。少し登ると転がっている石が少なくなり、岩だけになる。

(7)九合五勺（標高3590m）

山室からは傾斜がきつくなり、赤、灰色、黒、茶色が混ざり合った大きな岩に囲まれる。山頂下50mに砂の溜まった所に雨が流れて砂がけずられた。水はあつという間に岩間に消えてしまった。

(8)富士山山頂浅間神社奥宮（3730m）

頂上につくと平らな広場になっているが、ここは人が整地したところなので自然の地形はわからない。雨が小降りになって外に出ると、大きな水たまりが1～2分で岩間にしみ込んでいった。

(9)富士山頂剣が峰（3776m）

雨が激しくなって直接観察できなかったが、小山のような岩になっているようだ。