

斜面の角度と形成される地形の相転移

Relationship between angles of the slope and the phase transition of landforms

千葉県立船橋高等学校理数科 3 年
富田優 高橋将生

はじめに

私たちは地理の授業で三角州はその形状によっていくつかの種類に分類されることを習った。そこで私たちはどのような条件がその形状に影響を与えているか興味をもち本研究に取り組んだ。川からの給砂量と海の浸食作用の関係で、作られる三角州の種類が変わると教科書には記載されていた。また、本校課題研究による先行研究はなく、外部研究においては、三角州がどのように発達してゆくのかについて研究が行なわれていた。そこで私たちはその他の条件の影響についてモデル実験を通して調べる。

用語説明

- ・相転移→一般に物質の三態の相互変化のことを指すが本実験においては斜面が、ある角度を境にして形成された地形の特徴が大きく変化することを意味する。
- ・三角州→一般に河口付近において、河川によって運ばれた物質が堆積することにより形成された地形をさす。本研究では形成される地形のことを意味する。また、川からの給砂量と海の浸食作用の関係で、作られる三角州の種類が円弧状三角州、鳥趾状三角州、カスプ状三角州のどれであるかが決まる。（なお、今回の研究においては海を想定した部分からの影響はない）

目的

モデル実験において斜面の角度を変化させ、それによって水の流速を変化させることで形成される地形がどのように変化するか観察し考察する。

方法。

使用器具

- ・箱（縦 65 cm 横 53 cm）
- ・灯油用電動ポンプ
- ・薄い長方形の木材（斜面用と平面用各 1 枚）
- ・重り用の石（砂の堆積する場所である木製の板が水に浮くため、それを抑えるために用いる）
- ・給砂装置（ペットボトルを使用。キャップ中央に直径 6mm の穴をあけ、そこから砂を落とす。）
- ・ペットボトル（電動ポンプと斜面の連結部分。また、この部分で流水に砂を乗せる。）
- ・川砂（中粒砂）

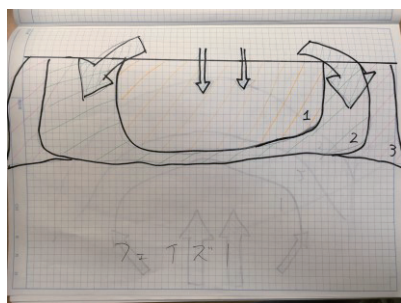
実験方法



左の写真のように箱部分を水で満たし、3 分 30 秒間灯油用電動ポンプおよび給砂装置を用いて定量的に給水、給砂（それぞれ 1 秒間に 100ml と 1.8 cm³）を行う。これを斜面の角度を 8 度から 1 度ずつ変化させて実験を行う。

結果

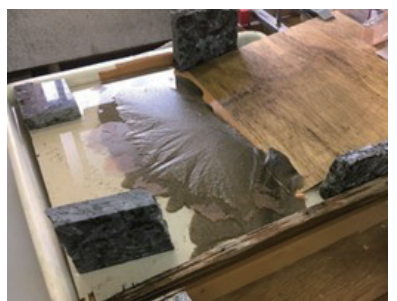
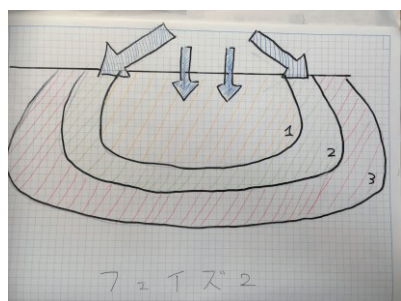
8 度



8 度

8 度では始めに横長の長方形のような形に堆積しその後は図の 1, 2, 3 のようにあまり縦には伸びず横にのびていった。

9 度、10 度

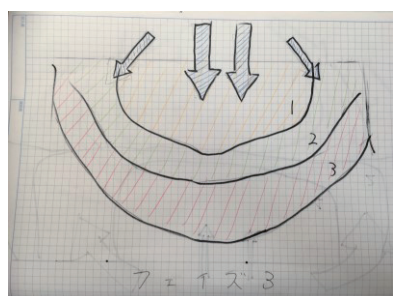


9 度

10 度

8 度と同様に始めは横長の長方形のような形に堆積したがその後は縦にも横にも伸びた。

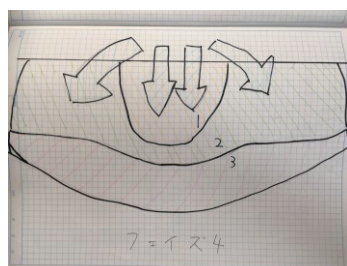
11 度



11 度

途中までは 9, 10 度と同じように発達したが図の 2 になったあたりからより縦方向への伸びが大きくなった。

12～15 度

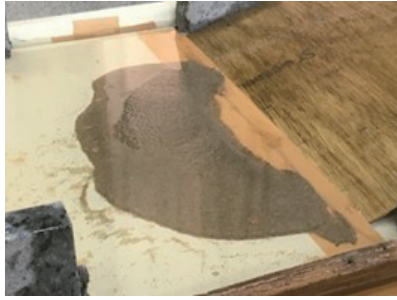




12 度



13 度



14 度



15 度

始めは正方形に近い形で堆積しその後しばらくはほとんど縦に伸びず横に広がったがある程度伸びると再び縦に伸びた。

形について

8 度→横長の長方形のような地形ができた。また、形成された地形上には水の流れた跡がはっきりとは残っていなかった。

9 度→全体を見ると扇型に近い地形が形成された。形成された地形上には水の通った跡がはっきりと見られそれらによって囲まれて大きな三角形の地形が見られた。三角州の先端は一部が細長く前へ伸びていて三角州全体を上から見ると先端側が凸凹していた。

10 度→9 度同様に扇型に似た形の地形が形成された。また、9 度ほど大きくはないが形成された地形上を通った水の流れに囲まれてできた三角形の地形の地形がいくつか見られた。先端には凸凹が見られた。

11 度→他の角度の時と比べて縦長の地形が形成された。形成された地形上を流れた水の跡ははっきりとは見られなかった。

12 度→扇型に似た形の地形が形成された。先端の凹凸も見られず、形成された地形上を流れた水の跡もはっきりとは見られなかった。

13 度→扇型に似た形の地形が形成された。9 度や 10 度のように先端に凸凹が見られた。また、9 度や 10 度の時ほどではないが、形成された地形上を通った水の跡がはっきりと見られ、それらに囲まれてできた小さな長方形の地形が沢山見られた。

14 度→扇型に似た形の地形が形成された。先端の凹凸も見られず、形成された地形上を流れた水の跡もはっきりとは見られなかった。

15 度→扇型に似た形の地形が形成された。9 度や 10 度のように先端に凸凹が見られた。また、9 度や 10 度の時ほどではないが、形成された地形上を通った水の跡がはっきりと見られ、それらに囲まれてできた小さな長方形の地形が沢山見られた。

以上の結果より形成された地形の形の観点から 8 度をフェイズ 1、9 度 10 度をフェイズ 2、11 度をフェイズ 3、12～15 度をフェイズ 4 とする。

考察

ここで、この実験において給砂量一定、流量一定、変える条件は斜面の角度だけなのである。斜面の角度が変わることで変える条件は流速や、水の広がり方などがあげられる。また、地形の変化が単調でないことから複数の要因が影響を与えていることがわかる。

フェイズ 1 ～ 2 の地形の大きな違い

地形が大きく異なった原因は、三角州が発達する段階で 8 度では、形成された地形を乗り越えその上を流水が流れるほどの速さがないたため、形成された地形をよけて横に流れてその結果地形はより横に発達しあまり縦には発達しなかったのに対し、9 度、10 度では形成された地形を乗り越えその上を流水が流れるのに十分な速さがあったため、形成された地形の上を水が流れさらに三角州が縦に発達したと考えられる。またこのことから 8 度では水の流れた跡がほとんど残らず、9 度 10 度は水の流れた跡がはっきりと残ったと考えられる。

フェイズ 3 の地形が他のどの角度の地形とも異なった理由

地形に影響を与える複数の要因が水が砂を遠くまで運びやすい状態であったためだと考えられる。

フェイズ 3 フェイズ 4

斜面の角度を大きくしていくと装置の平面部分を基準面とした時の斜面とペットボトルの結合部分の高さは高くなっていき、その位置での一定量の水のもつ位置エネルギーは大きくなるので着水時の流速(ここでは斜面を流れる水の流速)も大きくなる。流速が大きくなれば、水平方向への流速も大きくなり三角州もより縦長に発達するはずである。しかしそうならなかったことから他の要因が大きく影響していることが考えられる。

追加実験

前記の考察から流水の平面への着水時の鉛直下向きへの衝撃が地形の形に影響を及ぼすとかんがえた。それが正しいかを確かめるために追加実験を行った。

追加実験方法

装置の平面部分から斜面とペットボトルの接続部分の高さを前の実験の斜面角度 11 度の時と同じに保ったまま斜面の角度を 12 度にし、その他の条件は変えずに実験を行った。

追加実験結果

三角州は横長に発達し、形成された地形上に水の流れた跡はあまり見られなかった。



追加実験考察

上記の結果から高さは形成される地形にあまり影響を与えないと考えられる。

結論

斜面の角度を大きくしていくと形成される地形は横長長方形、大きな三角形をつくるもの、縦長、横長扇形と特徴が変わっていくということがわかった。しかし、その原因について高さはあまり関係がないことがわかったが、具体的なことについてはわからなかった。今後の研究で明らかにしていきたいと思う。

また、この研究では、三角州の形成という観点でモデル実験を行ったが、斜面を人工的な坂道や山の斜面、流水と砂を土石流とみなし、土砂災害の予測という観点からこの研究を続けていけば、ハザードマップの作製や都市設計に役立てていけるのではないのだろうかと考えている。今後はこういったことも念頭に置いて研究を続けていきたい。

感想

最初に僕たちの研究において、学校での先行研究はありませんでした。そのため多数、先行研究のあるテーマに比べて独自性といったものを求めなくていいため、その分自由に研究をできたと思います。僕たちは1年生の時の先行研究として行っていた研究を続けるました。そのため本研究の始まってすぐの時期は周りに比べて方向性が定まってることもあり、余裕があったと思います。しかし、その分本気度というものは低かったように思います。そのため、他のことを優先して、ほとんど時間を割くことはなく、その状態のまま4,5ヶ月ほど時間が過ぎました。そのあたり、すでに周りとの差はすっかり無くなっており、研究発表が近づいている事も相まって危機感を持ち始め、研究のペースが早くなったと思います。そして、12月初旬に実験が終わりましたが、結果を考察する時がとても大変でした。僕たちは2人で実験を行っていたのですが、数日何時間も考察について話し合い、やっと2人の意見をまとめることができました。(なので、もし複数人でグループを作る時には、実験内容、考察をする時など、研究の要所で時間をかけて意見のすり合わせをすることをお勧めします)

そのため、研究が一段落した時には、すでに発表直前だったので発表の準備が不十分でした。なので早め早めの行動が本当に大切だと思いました。最後に、発表のためのパワーポイント作りやポスター作り、こう言ったレポート作りにおいて、複数人グループの人はやらない人の罪悪感がすごいのでしっかり仕事を分担することをお勧めします。高橋将生

僕たちは昨年からの継続研究でした。はじめは昨年作った装置の改良に取り組みましたが、思いのほかすんなりと終わり早い段階で実験に移れました。実験についても特に大きな失敗もなく進めていけました。しかしいざ考察をする段階になってみると大変でした。まず、研究の目的の曖昧さ。そのため定量的な記録が全くなく考察の材料が足りませんでした。次に知識不足。考察の段階になってようやくそれに気づきました。最後に先行研究をよく調べなかったこと。後から読んでみるとこういう視点もあったのかと驚かされました。こういったことのせいで考察に時間がかかり、地形の特徴の変化の理由を突き止めることができなかつたり、資料作りや発表練習にあまり時間をさけなかったことは今振り返るととても残念です。ただ装置の出来に関してはなかなか良かったと思います。