

地形を見る目を磨くのに役立つ実験

池田 宏¹⁾

1. はじめに

地形や地層の成り立ちを見る目を磨くのに実験が有効だということを話して欲しい、とイリノイ大学のG. Parker教授から頼まれて、筑波大学を退職した2005年の10月にイリノイ州のUrbanaで開催された第5回RCEM(河川、海岸とエスチュアリーの形態力学)研究集会で200人の研究者に30分間の講演をしました。12月にはカリフォルニア大学バークレー校でのGilbert Club Meeting(AGU後に毎年開かれる地形の研究集会)で300人を対象に1時間、山から海岸までの様々な地表の傾斜角の形成機構が実験によってこれほどわかったということ話をしました。鳴り止まない拍手に感激しつつ、自分は地形のでき方を実験によって伝えるプロとして育てられてきたのだと確信しました。以来、セミナー(講演)とジオツアー(巡検、現地見学会)に加えて、自宅の母屋を狭く建て替えて広げた庭で、出前実験授業の準備を盛んに行いました(写真

1)。手始めに庭の大きい平面水路を取り壊しました。持ち運べない実験装置はダメだと納得して、

2. 実験装置の小型化

実験装置をワゴン車に積み込んで持ち運びするために、実験水路の長さは1.8mとしました。砂礫の運搬・堆積の基本を学ぶ水路は幅9cmと14cm。9cm幅水路の側壁は透明な塩ビ板にして、流れを側方から見えるようにしました。落石や土石流実験にもこれらの水路を使います。

給水にはポンプを使いますが、砂床上の流れにアンティデュンが生じて、ついにはその水面の波が崩れるといった急勾配の強い水流を作り出すためには、9cm幅水路なら口径25mmのスラリポンプ(土砂混入水でも大丈夫なポンプ)が適しています。変圧器で電圧を変えて給水量を制御します。しかし、多くの実験はバスポンプ(風呂から洗濯機へ水を揚げるポンプ)で大丈夫です。

河川の蛇行のような平面的に屈曲した流れを見るためには30cm幅水路、扇状地や三角州の発達を見るためには90cm幅水路を作りました。造波水槽も同様に小型化しました。2007年2月、山梨大学の集中講義ではこれらの実験装置をバケツや砂と共にワゴン車に満載して行って、朝から晩まで3日間の実験授業をしました。以来、どこでも大丈夫という気になり、各地で出前実験授業を実施しましたが、3月のひたちなか市阿字ヶ浦へのジオツアーでは、浜が石浜と砂浜とに、時によって変わる理由を、幅60cm、深さ20cm、長さ1mほどのトロ舟(タフ舟)に砂礫と水を入れて波を起こして見ました。浜を前に見ながら、



写真1 自宅庭の小型水路(手前)と小型造波水槽(後方)。

1) 元筑波大学 陸域環境研究センター

キーワード: 実験地形学, 水路実験, アナログモデル, 実験装置の開発, ハンズオン



写真2 ピートモスの「マッターホルン」.

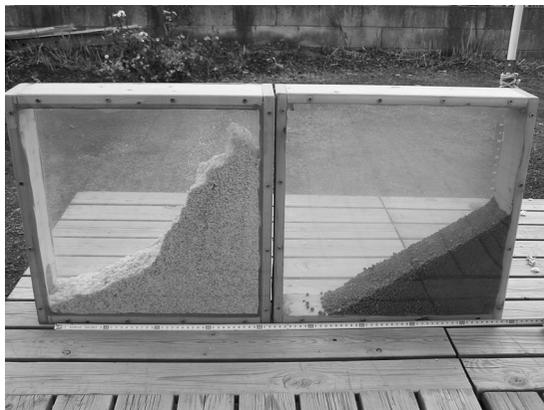


写真3 岩山(左:崩れる繊維壁材料)と石山(右:流れる珪藻土).

3. 実験材料を探す

ある現象を実験装置上に作り出したいという時、次に大切なのが実験材料の選択です。川の働きといったテーマの場合には、粒径が揃いの川砂(左官砂)が面白いです。わたしは水路実験を大学院の修士課程在学中に始めましたが、最初にも買ってもらった砂が左官砂でした。粒径が揃いのために乾かした砂を砂時計方式で水路に供給(給砂)するには苦労しましたが、代わりにその後の一番大切な「混合効果の発見」の基礎を得ました。一様(均一)粒径の砂がほしかったら珪砂がよいでしょう。

マッターホルンは岩が大きく崩れて出来る岩山だということを見せる実験を以前は土砂を盛り上げた小山でやりました。湿らせた砂だと40cm以上の高さにしなないと大きく崩れませんが、たとえば乾いたピートモスを使えば、小さなマッターホルンを作れます(写真2)。材料が軽くて少量でよいので持ち運びも楽です。

今年の夏に東京の江戸川区の中学生対象と札幌の隣町(夕張川の三角州上の南幌町)で小学生や成人対象に出前実験授業をしたときには、三角州の発達を見せる平面水路実験に砂ではなく鹿沼軽石(小粒)を使いました。軽石が浮きやすいために実際と似た流れができます。

4. 講演の途中で瞬間一発芸として見せる実験

今年の晩秋は九州大学応用力学研究所での地形

好きな理論物理学者の研究集会での講演、(財)深田地質研究所の大阪談話会での講演、茨城県霞ヶ浦環境科学センターの普及講演、母校の都立豊多摩高校での1年生240人対象の講演、というように講演が続いたので、この機会に、地形や地層のでき方を瞬間一発芸として見せる実験を増やしました。

マッターホルンは岩山だが、富士山は石が流れてできた石山だということを見せようために、写真3のような箱にそれぞれ繊維壁の材料と珪藻土とを入れたものを昨年各地で使用しました。この大きさなら小学1年生にも自分で箱を動かして、岩が崩れ、石が流れる様子を見せられます。

北カリフォルニアの乾燥した平原に残るミーマ塚(地震塚)の形成実験も好評でしたが、これをさらに小型化して、紙箱でするようにしました。

三浦半島へのジオツアーで波長1cmほどのミニリップルを三浦層群の砂岩の中に見て、その形成条件が気になっていましたが、その後、強風が吹きつける東京湾の葛西臨海公園の渚で実際にミニリップルが生じる現場に居合わせました。そこで、プラスチックのトレイに類似の微地形を作り出せるようになりました(写真4)。

筑波大学の大型水路に細礫を敷き均して初めて通水した29年前に斜め交錯模様が生じました。波打際に同様の地形が生じることは知っていましたが、宝永山の傾斜角26°の平滑な斜面にも類似の地形が融雪期に生じることを大山行男さんの写真で知って、その成因を理解しました。以来、大きな板を傾けて、その上に砂を薄く平滑に敷き、散水して斜め交錯模様を



写真4 波長1mmほどのミニリップル。



写真5 斜め交錯模様。

生じさせてきましたが、小さなプラスチックのトレイに少量の砂（砂鉄）と水を入れて傾けて、これを作り出すようにしました（写真5）。

5. 超小型の実験装置の開発

応用生態工学札幌の夏のセミナーに昨年に続いて今年も呼ばれて、ジオツアーと講演を楽しみました。そこで、元自由学園の木下良作さんと再会しました。わたしが砂礫州（砂礫堆）の形成条件を水路実験で調べて学位論文をまとめるに当たって目標にし、しかも大変お世話になった砂礫堆研究者です。自由学園的那須農場の横を流れる蛇尾川の洪水時の流れを観察して、大きな流れも小さな流れも結局は砂礫堆を作ると見抜いたと、実は初めて聞きました。この発見によって小型水路実験を精力的に実施できたのです。それを聞いてから、わたしは長さ1.8mの水路2本で長さ3.6m水路にしようという考えを捨てました。代わりに水路幅を狭めよう。そして4cm幅水路を作りました。これを使う機会はすぐにありました。富士山大沢崩れの傾斜角20°の谷底における岩屑流とその高速化（スラッシュ雪崩）の実験をわたしの家でのつくば地形教室（セミナー）で、皆に見てもらいました。超小型の水路に左官砂、給水量毎秒10ml。ポンプを使わずに、水タンクから直接給水するだけで、今まで大学で使ってきた実験装置と同様の流れが作り出せました。

大型バスで琵琶湖を一周するジオツアーを（財）深

田地質研究所の現地談話会として11月に実施しましたが、その際に場所による湖底地形の違いが気になりました。そこで、風波の発達を掃除機で送風して見せる幅4cmの水槽を一日で作って、茨城県霞ヶ浦環境科学センター普及講演会で見てもらいました。超小型の実験装置でもテーマによっては目的を十分に果たせるのです。

6. おわりに

小型実験装置には大型装置にはない利点があります。そのテーマに適した装置を容易に作れること、実験条件を短時間に広範囲に変えることができること、実験観察会などのためには、複数の実験装置を並べて、実験条件による差異を比較観察できることなど、その利点を活かしましょう。

わたしが出前実験授業などを積極的に進めている理由は、地形を見る目を持った次代を担う若者を育てたい、あるいはいわゆる「町医者」を育てたいからです。しかし、自分がそうだったように、人のためになると思ってする働きによって、実は自分が育てられるのです。やるからには本気でやろう。実験をするとフィールドへ行きたくくなります。フィールドがわかるとますます適切な実験ができるようになります。

IKEDA Hiroshi (2008) : Laboratory experiments suitable for improving an eye for seeing landscapes.

<受付：2008年1月15日>