

# 堆積実験装置「ち・そうなんです」の開発

横山 光

小学校6年「土地のつくりと変化」や、中学校1年「大地の成り立ちと変化」の学習では、土砂が堆積し地層ができる様子を再現する実験が行われることが多い。しかし、これまで使用されてきた教具や実験方法には、コスト面や実験規模など、いくつかの課題があった。そこで今回、小学校6年、中学校1年のそれぞれの学習において、地層が形成される様子を観察することができる堆積実験装置「ち・そうなんです」を開発した。

〔キーワード〕 地層の成り立ち 堆積モデル 教材・教具 地学

## はじめに

堆積実験は小学校6年「土地のつくりと変化」の中では必ず教科書で紹介される実験である。しかし、教科書の実験方法は、規模が大がかりであり、実験後の処理に手間がかかるものが多い。また、市販されている堆積実験装置は、高価なうえに大型で扱いにくく、準備・片付けに手間がかかるものが多かった。これらの課題は境<sup>\*1)</sup>が既に指摘しており、境をはじめ小山<sup>\*2)</sup>や石原<sup>\*3)</sup>など、安価で扱いの簡単な堆積実験装置が開発されてきた。しかしこれらの教具も実際には高い制作技術が求められたり、保管場所が必要であったりするなどの課題があった。さらに、市販の堆積実験装置、教科書で紹介される堆積実験装置、境などが開発した各種堆積実験装置でつくられる地層は、垂直方向の分級による級化をくり返してつくった層や、種類の異なる砂を別々に流し込むことでできた層であり、流水のはたらきによって運搬された土砂が、堆積する際に自然にできる地層とは異なるものであった。

そこで、①教具の作成の手軽さ、②実験の簡易さ、結果のわかりやすさ、③科学的な正確さに重点を置き、堆積実験装置「ち・そうなんです」を開発した。

## 1 ち・そうなんですの開発

### (1) プロトタイプ

#### ① 開発時期と特徴

- 理科教育センターにおける平成22年度中学校理科研修講座（発展）を受講した際に開発

した。

- 水槽という概念を持たず、バットの中の水中で使用する開放系の装置であった（図1）。流水の行方が開放系であるため、水流が安定し水平に近い地層が堆積することや、水槽用の白砂と砂鉄を用いたことによりコントラストのはっきりした地層が見られることが特徴である（図2）。

#### ② 装置の課題

- 実際の地層のでき方と対比した際に、軽い白砂を砂・泥に、重い砂鉄を礫に対比することを目的としたが、白砂の粒度が砂鉄より粗いため、白砂＝礫、砂鉄＝砂・泥といった誤認識を与えてしまった。
- 開放系にすることで海水準の変動に対応できず、中学校での使用が困難になった。
- 中学校の理科教員からは、沖に堆積する泥に対比できる堆積物も求められた。

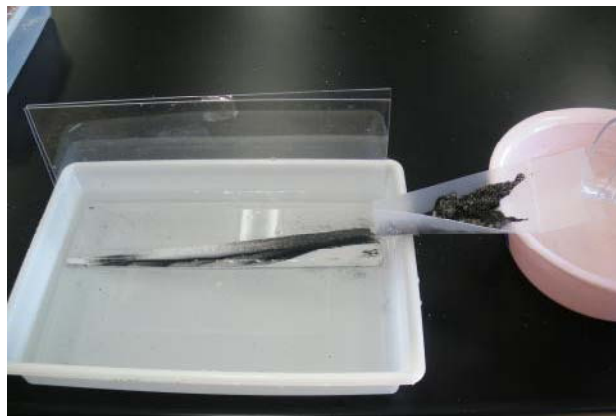


図1 プロトタイプ（開放系の装置）



図2 プロトタイプで作られる地層

## (2) ち・そうなんですver. 1

### ① 開発時期とプロトタイプからの改良点

- ・ 平成23年に、筆者が理科教育センターの職員となり、本教具の改良に取り組んだ。
- ・ 白砂から珪砂を使うようになり、粒度の問題は解決された。
- ・ 実験に適した泥として「けと土」から取り出した泥を使用することにした（図3）。
- ・ 海水準変動は、開放系の出口をビニルテープにてかさ上げすることで対応した（図4）。

### ② 装置の課題

- ・ ビニルテープによる開放系の閉鎖は、操作に手間がかかる上、見た目が汚い。
- ・ けと土から泥成分を取り出す作業は手間がかかり、当初の目的であった手軽な実験とはならない。
- ・ 地形が曲線で、切り出す作業が難しい。
- ・ 土砂を供給する部分の作成が難しい。



図3 けと土による堆積物

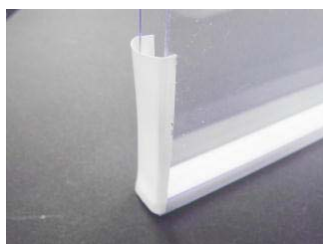


図4 ビニルテープでふさいだ開放口

## (3) ち・そうなんですver. 2

### ① 開発時期とver. 1からの改良点

- ・ 平成23年夏に、小学校での使用のみを想定して改良した。
- ・ 開放していた部分を閉鎖する水槽型に変更した（図5）。
- ・ 地形を曲線ではなく、直線にした（図6）。
- ・ 土砂を供給する部分を紙コップで作成できるようにした（図7）。

### ② 装置の課題

- ・ 水槽型にしたことで、水漏れが目立つようになった。
- ・ 水槽型にしたことが原因か、堆積する地層の傾斜が急になった。

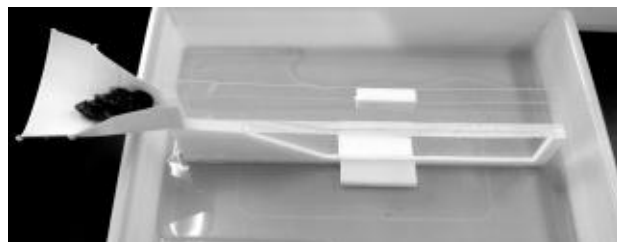


図5 水槽型になったver. 2

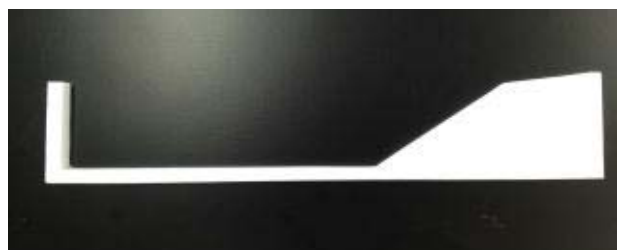


図6 切り出しやすいよう直線を使った



図7 紙コップ製の土砂供給部

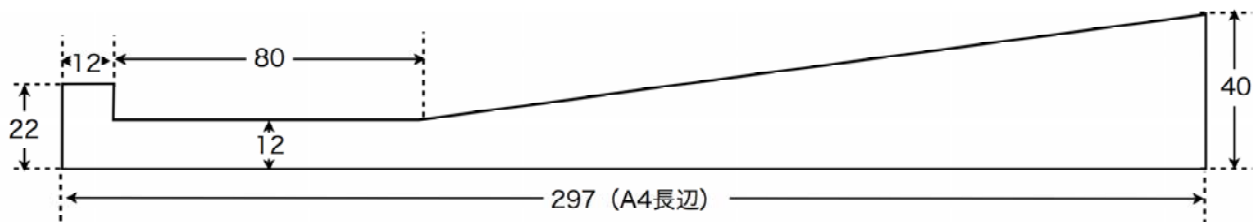


図8 小学校版「ち・そうなんです」の型

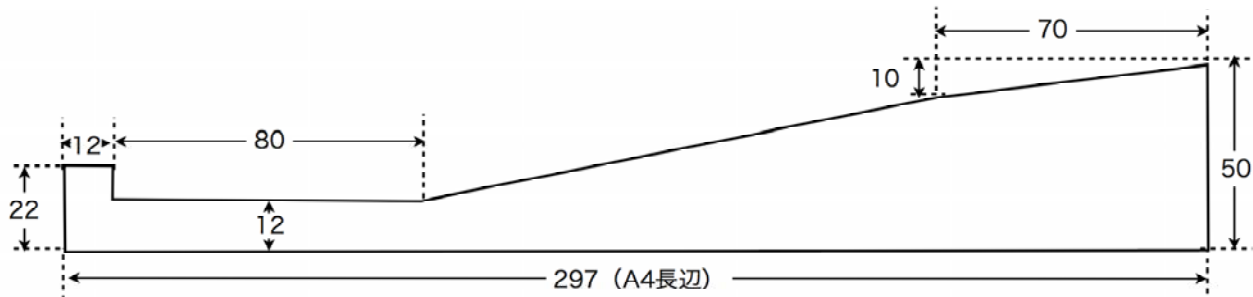


図9 中学校版「ち・そうなんです」の型

#### (4) ち・そうなんですver.3

##### ① 開発時期とver.2からの改良点

- ・ 平成23年秋に、小・中学校それぞれでの使用を想定して改良した。
- ・ 地形の型を全面的に変更し、小学校版（図8）と中学校版（図9）を別の型にした。
- ・ 接着する両面テープの種類を変更し、水漏れを無くした。
- ・ 小学校型は数回の堆積作用で地層が形成され、中学校型は海水準の変動により地層が形成されるモデルとした。

##### ② 装置の課題

- ・ 堆積場が狭く、中学校版では流す土砂の量を調節しなければならない。
- ・ 実践が少なく、効果や課題が明らかにされていない。

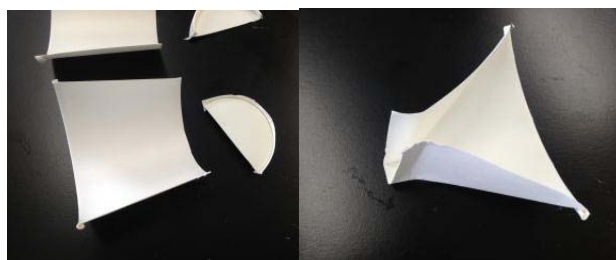


図10 土砂供給部の作製



図11 ち・そうなんですver.3

#### 2 ち・そうなんですver.3の作製

##### (1) 準備

透明プラ板（厚さ0.3～0.5mm，A4版），発泡スチレンボード（厚さ10mm，A4版），透明アクリル両面テープ（幅12mm，厚さ1mm），紙コップ，バット，砂鉄，珪砂，ペットボトル（500mL），スプーン，大型洗濯ばさみ

##### (2) 作り方

- ① プラ板1枚を長辺が残るよう半分にする。  
ハードタイプのカードケースでも良い。



図12 海水準変動用の栓

- ② 型に沿って、スチレンボードから地形を切り出す。
- ③ 両面テープを使って、プラ板と海底地形を貼り合わせる。この際、両面テープは途中に隙間ができないように貼る。
- ④ 紙コップを縦半分に切り分け、底を取る。  
紙コップの一方を水槽に合うように折り曲げ（図10）、もう一方を貼り合わせる。
- ⑤ 注ぎ口の上部に余ったスチレンボードの切れ端を両面テープで取り付け、土砂供給部とする。
- ⑥ 水槽が倒れないように洗濯ばさみで足をつけ、土砂供給部も洗濯ばさみなどで固定して完成（図11）。
- ⑦ 中学校版は、スチレンボードの切れ端で、海水準変動用の栓（10×12×30mm）を2つ作成する（図12）。

### 3 ち・そうなんですの使用法

#### (1) 小学校版の実験方法

- ① 砂鉄とケイ砂をほぼ同量混ぜて、水で十分に濡らす（図13）。
- ② バット内に装置を設置し、一度あふれるまで水槽部分に水を入れてから、土砂供給部にカレースプーンに山盛り1杯程度の土砂を入れる（図14）。
- ③ 土砂供給部の端に水の入ったペットボトルの口をつけ、静かに少しずつ、何回かに分けて水を流し込む（図15）。
- ④ 地層ができる様子や、できた地層を観察させて、気付いたことを出させ、それをもとに考察をさせると良い（図16）。
- ⑤ 片付けるときは、水で一気に流し、バットの中の水だけ捨てて乾かすと、混合砂を再利用できる。

#### (2) 小学校版を使用にあたっての留意点

ち・そうなんですを初めて使う教員には、地層が海底にできていないことに対して疑問を投げかけてくる方がいる。教科書をはじめ、学校で使用する多くの資料で、地層は海底に形成されるような表現になっているからである。しかし土砂が堆積する場合は海底よりもむしろ、運搬能力が低下する平野部や海岸付近である。また、この装置で地層を形成する堆積物はデルタ堆積



図13 十分に湿らせた混合砂



図14 土砂供給部に入れる砂の量



図15 水の注ぎ方



図16 小学校版でできる地層

物と呼ばれるものである。そして、そもそも小学校の学習で堆積の場は議論する必要のないことである。小学校6年生では、子どもたちが地層が水のはたらきによって形成されることを見出せば良い。具体的には「2種類の砂が混ざっている土砂が、流水のはたらきにより堆積する際に分級されて縞模様の地層をつくること。」を見いだすことができるよう、観察させると良い。



### (3) 中学校版の実験方法

- ① 砂鉄とケイ砂をほぼ同量混ぜて、水で十分に濡らす。
- ② バット内に装置を設置し、一度あふれるまで水槽部分に水を入れてから、土砂供給装置にカレースプーンにすり切り程度の土砂を入れる（図17）。
- ③ 土砂供給部の端に水の入ったペットボトルの口をつけ、静かに土砂がなくなるまで連続して水を流し込む。
- ④ 堆積する場所と堆積物の種類に注目させて観察させる。
- ⑤ 海水準変動用の栓をひとつして、静かに水を流し入れ、海水準を高くする（図18）。
- ⑥ ②～⑤，続いて②～④を行う（図19）。
- ⑦ 栓を2つとも抜いて、海水準を低くする。その後、土砂供給部から静かに連続して水を流し込み、地層が削れて平らになったらやめる（図20）。
- ⑧ もう一度②～⑥まで行う（図21）。
- ⑨ 片付けるときは、水で一気に流す（図22）。
- ⑩ バットの中の水だけ捨てて乾かすと、混合砂を再利用できる。

### (4) 中学校版を使用にあたっての留意点

中学校1年生では、これまで海水準の変動に伴う地層の形成について、教科書やビデオ教材を使用した口頭による教師主導型の授業が中心であった。水平方向の分級や、海水準の変動による変化をわかりやすく再現できる実験装置がなかったためである。

この実験装置を用いる際には、同時に運搬し堆積した物質が、水平方向に分級される様子に気付かせたり、海水準の変動（海進）によって堆積の場が変化していくことを見いださせたい。また、海退後にできる砂鉄の層が不整合面を形成していることや、不整合面をはさんで上下の地層の堆積した時代に時間的ギャップがあることなどを、実際の地層などの例と関連付けて解説すると良い。

### 4 ち・そうなんですの長所

「ち・そうなんです」を、これまでの堆積実験装置と比較して、その長所をまとめる。学習の目的である「地層が形成される様子」を



図17 1回の砂の量（中学校版）

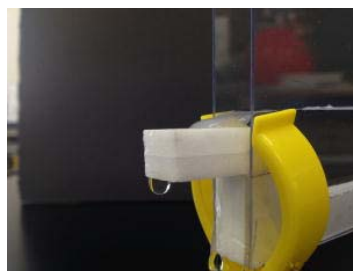


図18 海水準変動用の栓をしたところ



図19 ver. 3（中学校版）で作られる地層



図20 海退による侵食



図21 不整合の形成

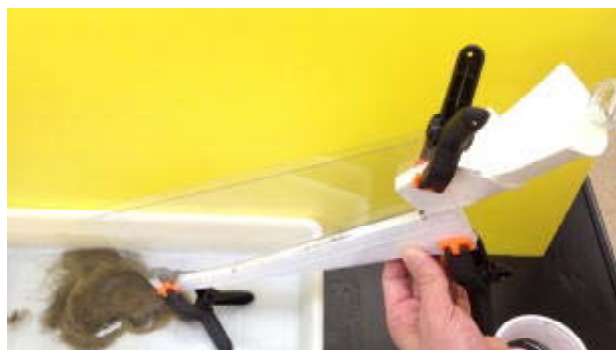


図22 後片付けの様子

はっきりと確認できる。

- ・ 児童，生徒が自ら操作できる簡単な装置である。
- ・ 小型で扱いやすいことや，水槽の両側から観察できることで，少人数でじっくりと観察し考察を深めることができる。
- ・ 短時間で繰り返し実験することができる。
- ・ 使用する砂や水の量が少なく，転倒などによる被害が最小に押さえられる。
- ・ 準備・片付けに時間がかからない。
- ・ 保管場所が狭くても良い。
- ・ 作成が簡単で，低予算で準備できる。

## 5 まとめ

今年度，石狩教育研究会の小学校理科部会では，いくつかの学校が「ち・そうなんですver. 2」を使った実践を行っている。残念ながら実践のほとんどを参観することはできず，授業における効果を正確にはかることができていない。現場からは，学習目標を達成させることができる良い教材であるとの声を頂いているが，より完成度の高いver. 3を使った実践はまだ行われていない。中学校においては，まだ授業で実践したという報告がなく，教員研修などでの普及が必要である。平成25年度は，小・中それぞれで「ち・そうなんですver. 3」を使用した実践を行ってもらい，授業における効果を検証していく必要がある。

## 参考文献

- 1) 境智洋 200円でできる堆積実験器「たまるん」とその実践 pp. 75-82 北海道立理科教育センター研究紀要，第18号 2006
- 2) 小山ちさと 児童一人ひとりが実感を伴って学べる理科の授業づくり 神奈川県立総合教育センター長期研修員研究報告 4，pp. 33-36 2006
- 3) 石原清 生徒の興味を惹く地学実験器具の開発（2年次）平成20年度研究紀要，島根県教育センター 2008

（よこやま ひかる 地学研究班）