

【事例10】小学校 6 学年 土地のつくりと変化

「土地のつくりに関する室内実験・観察」

(1) ねらい

学習指導要領によれば、「土地のつくりと変化」の内容では、「土地やその中に含まれる物を観察し、土地のつくりや土地のでき方を調べ、土地のつくりと変化についての考えをもつようにする」という目標が掲げられている。土地を構成するものとして、れき、砂、粘土、岩石を取り上げ、とくに堆積物(岩)としての地層を重点的に取り扱うものとなっている。土地の変化については、火山の噴火と地震のいずれかを取り上げ、自然災害と関係付けることとしている。

これらの学習にあたっては、実際に野外で身近な土地や地層の観察を行うことが必要だが、現実にはその機会をつくることはなかなか困難である。ここでは大阪の地域の特性を生かした、できるだけ教室でできる観察・実験・実習の例を示す。

(2) 学習の流れ

地層を構成するれき・砂・粘土の観察

流水による運搬・堆積実験(水の働きでできた地層の特徴)

砂粒や火山灰の実体顕微鏡による観察(火山の働きでできた地層の特徴)

(3) 補充的な学習の例 - 基礎的な実験・観察 -

れき・砂・粘土の観察

ア 試料の採取

近くに地層が現れている崖など(露頭という)があれば、そこで地層を観察するのが最良であるが、それができない場合は、まず教室に、れき、砂、粘土などを持ち込むことがはじまりである。これらの試料は、川や海、あるいは地層の露頭から採取する。遠足や林間学校の機会に子どもたちに一つの石ころ、一つかみの砂を採取させるのが動機付けにはよい。それができなければ、教師が足を運んでこれらを用意する。大阪では、大阪層群といわれる未固結の、れき、砂、粘土の地層から採取できる。露頭の地層の様子をスケッチしたり、写真に撮っておく。

イ 沈降実験

まず、小さなれき、砂、粘土のまざった試料を適量ビーカにいれ、ガラス棒でかき混ぜそのまま放置し粒子を沈降させる。粗いれきや砂は直ぐに底にたまるが細かい粘土はなかなか落ちてこない。上澄みは濁っている。しばらくすると上澄みの濁りは薄くなるとともに、先に積もったれきや砂の上に細かい粘土の粒子がうっすらとたまるのが観察できる。粒の大きさの違いによって沈降する速さが違い、れきから砂、粘土へと積み重なる様子を観察する。ビーカの代わりにペットボトル(500ml、あるいは2l)を用い、その中に試料を入れ蓋をし、ボトルを振ったり逆さにして、れき・砂・粘土の重なり方を見るのも手軽なよい方法である。

ウ ふるいわけ

粉体を扱う専門分野では「標準ふるい」というものが市販されており、このふるいの目の開き(メッシュの間隔)が、2、1、0.5、1/4、1/8、1/16mm のものを用意する。「標準ふるい」は高価でもあるので、園芸用のふるいで代用するのがよい。しかし1mmより目の細かいものは、

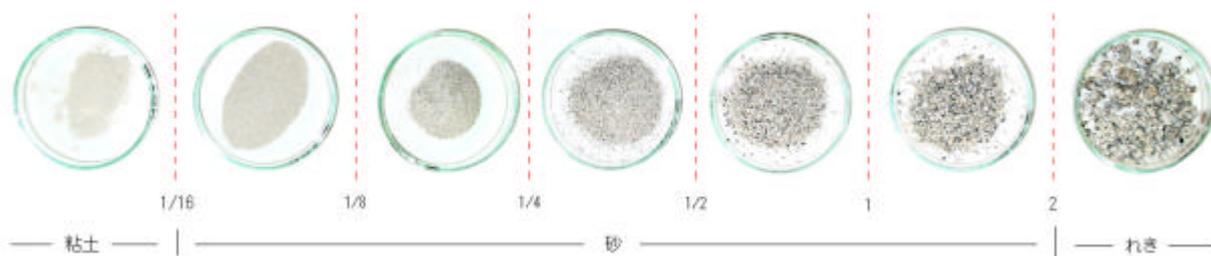


図1 かこう岩を粉砕したものをふるいわけたもの

入手しにくいので、料理用のざるや濾し器などを利用して、正確でなくてよいから段階的に細くなるような大きさの‘ふるい’を揃える。とくに 2mm と 1/16mm 以下の 2 種類のふるいがあればよい。後者は、肉眼的には小麦粉のような、粒子のざらざら感が見えないような大きさの粒子がふるい分けられればよしとする。ふるいでふるって大きさごとに並べてみる。れき、砂、粘土は、粒の大きさによって定義されており、れきは 2mm 以上、砂は 2 ~ 1/16 mm、粘土は 1/16mm 未満である。それぞれの大きさの粒子を順番に厚紙に木工用接着剤で貼り付け、れき・砂・土の粒度見本をつくる。

流水による運搬・堆積実験

5 学年の「流水の働き」の内容と関連する実験である。この実験の方法としては、市販されている堆積実験装置などを用いたり、あるいは校庭で小さな土砂の山をつくりホースで水を流したりして、土砂の侵食・運搬・堆積の様子を調べることがなされている。いずれも事象はかなり複雑で、流水の働きを簡単に理解することはなかなか難しいようである。ここではもっと手軽に、ペットボトルとバット（底の浅いプラスチック製の容器）を用いた簡単な流水堆積実験器を作り、流水の働きを観察する。

ア 試料

試料は前項で用いた、れき、砂、粘土の試料でもよいが、ここでは岩石（かこう岩）を用いる。かこう岩を、鉄乳鉢、あるいはハンマーで約 1cm 以下の細粉に砕き、かこう岩由来の、れき、砂、粘土を作る。かこう岩を用いるメリットは、粉砕することで、れき、砂、粘土の粒子がほどよく混じった試料が作れるということ、流水実験以外にも後で粒子の観察（石英や長石などの鉱物）が行え、興味付けになるということである。さらに、大阪の代表的な山である生駒山地や金剛山地は主にかこう岩からできており、これが風化侵食で壊されて、れきや砂や粘土になるというイメージをつくるのにも役だつ。

イ 流水堆積実験器の製作

ペットボトルは、500ml 程度の、炭酸飲料用のもので、円筒状で凹凸の刻みがないものを 2 個用意する。このペットボトルの真中部分の太さの均一な部分を、その両端で輪切りにして切り取る。さらに縦に二つに切り割り、それらをセロハンテープでつなげて、一つの半円筒状の‘とい’（流路溝）をつくる。といの一端（最上部となる場所）には、ペットボトルの底を半分残した部分を用い、後で水を注ぐ時に水や試料があふれるのを防ぐ。切り取ったペットボトルの口の部分を、といの片端（最上部となる）の底部にセロハンテープでくっつけ、といに傾斜をつける。傾斜は 1/10（高さ/長さ：この場合 2.5cm/25cm）位がこの程度の大きさの粒子を流すにはよいようであるが、傾斜をいろいろ変えて試すとよい。これを大きさ 50cm × 40cm ×

10cm 程度の底の浅い容器に置く。容器そのものにも片方の底部に厚さ 1cm 程度のものを挟み、ゆるい傾斜をつける。

ウ 流水運搬堆積実験

作成した流路溝の頂部に、かこう岩の粉碎試料を適量（大さじ 2 杯位）のせる。この粉碎試料の上から水を注ぐ。始めはポリ洗浄びんの細い管の口から少しずつ注ぐ（図 2）。次に管をはずし、びんから直接に先ほどより多量の水を注ぐ。洗浄びんがなければ、ピーカーで水量をコントロールしながら注ぐ。



図 2 流水堆積実験器と粒子の運搬の様子

エ 結果

注水量が少ない時は、少量の、主に砂と粘土の細かい粒子が運ばれていき、これらが流路溝の末端の容器の底面に達すると、とくに砂の粒子を多量に堆積する。より細かい粘土の粒子はさらに遠くまで運ばれる。すなわち、砂は傾斜の急な流路溝を流れることはできるが、その先の容器の底の傾斜のゆるいところでは流れにくく、粘土だけが流される。れきは傾斜の急な流路溝でも流されにくい。傾斜が急なほど水の速さが大きく、より大きな粒子が流されることがわかる。

さらに注水量を多くすると、流される物質の量が多くなり、上の方では、れきの間を埋めるように残っていた砂の大部分と小さなれきの一部が運ばれてゆき、最後には数 mm よりも大きなれきが残る。流路溝から容器の底に流れ着いた砂や粘土はさらに遠くまで運ばれる。

オ 考察

流れる水の力は、まず流水の量できまる。しかし、同じ水量でも水路の傾斜の大きいところは流れが速く水の力は強い。傾斜のゆるいところでは流れが遅く、水の力は弱い。

実際の自然にあてはめて考えてみよう。山間部を流れる川は傾斜が急で、流れが速く、大きなれきがごろごろしている。平野を流れる川はゆったりと流れ、砂や粘土を堆積して平野をつくっている。しかし、雨の降らない晴れた日が続く水の量が少ない時は、上流でも、れきや砂、そして粘土さえも運ばれないで水は澄んでいる。ひとたび大雨となると、川は水かさを増し、水は濁り、れきや砂や粘土が運ばれ、同時に上流では河床の岩盤が壊され削られている。人間の体以上も大きい巨れきは、数十年に一度あるかないかの大洪水で動かされたものだろうか。いつ見ても同じ場所にあるように見える。山地と平野の境目では、川の傾斜が急にゆるくなるので大量の土砂を堆積する。これが扇状地である。地図の上で淀川や大和川の流路をたどり、川の流れとれきや砂の分布の様子を想像してみよう

カ 考察（発展的な学習 教師のために）

・流れる水のはたらきの大きさ（‘エネルギー’で表現する）は、水の量と水の速さで決まる。

$$[\text{流れる水のエネルギー}] = 1/2 [\text{流量}] \times [\text{流速}]^2$$

流量；川での洪水時の増水が大きく支配する。

流速；川では川の傾斜、すなわち河床勾配、海では海流などの水の流れが支配している。

自然の川は長い距離を長い時間かけていくどもの水流の影響を受けて次第に、れき、砂、粘土と住み分けていく。しかし、この実験では必ずしもはっきりと、れき、すな、粘土と分かれてくれない。ここでは非常に短い距離での数回の水の流れによる淘汰しか受けていないので、水の流れの力以外の運搬の条件、たとえば粒子の形とか水底の粗さとかいった条件がそれらの分布を複雑にしていると考えられる。

粒子を水平方向に移動させる流れる水の力、粒子が鉛直方向に落ちる沈降速度、そして粒子が底面にとどまろうとする摩擦力、この3つの要因のかねあいで粒子の運搬・堆積、そして分布が決まる。

・地層の縞模様 れき・砂・粘土の積み重なりと変化 は、水の流れのエネルギーの変化と粒子の沈降速度が原因である。

河川や浅海では、流れる水のエネルギーが、れき、砂、粘土の堆積物の分布を大きく支配している。さらに、地層は何万年以上もかけて堆積するので、その時間の経過と共に、沈降や隆起などの地殻変動や気候変動などの影響を受けて、川や海の地形環境が変化して、れき、砂、粘土、それぞれの堆積しやすい環境が変化し、結果として多様な、れき、砂、粘土の積み重なり縞模様をつくる。れき、砂、粘土の分布の変化の原因は直接的には流水のエネルギーや沈降速度であるが、地質的にはその背後にある壮大な地球の変動を反映している。

沈降速度は、粒子が水中を重力の作用で落下する時の速さで、粒子の質量などの違いによって決まる。粒子の密度が同じなら粒の大きなものほど早く落ちる。地質的には、とくに和泉層群などの砂泥互層のタービダイトといわれる地層が堆積する時に大きな役割を果たしている。

砂粒や火山灰の実体顕微鏡による観察

ふるい分けた砂、およびかこう岩の砂を顕微鏡で見よう。粒子の大きさは 1/2 ~ 1/4mm、あるいは 1/4 ~ 1/8mm ぐらいの大きさが見やすい。試料をピーカーにとり水を注ぎ、ガラス棒でよくかき混ぜ水洗いする。これを2、3回繰り返して、砂粒に付着している微細な粘土や汚れを取り除く。少量をシャーレに移し、水に浸して(乾いた状態でもよい)双眼実体顕微鏡で観察する。

かこう岩の砂は、きらきら輝く透明な結晶(石英)や白い結晶(長石)、真っ黒な板状の結晶(黒雲母)などからなる。結晶(鉱物)の名前はわからなくても、このようなものから岩石ができていくということが実感できれば十分である。

堆積物の砂を見ると、その形はたいがい丸みをおびている。川や海を流れている間に粒子同士がぶつかって丸くなったのだろう。粒の種類はかこう岩の砂より複雑だが、大阪周辺の川や海、あるいは地層の砂なら、かこう岩と同じ石英や長石の結晶が多く見られる。ただ風化しているのが新鮮なかこう岩の砂とは違って、茶色い沈殿物(水酸化鉄)がこびりついてやや茶色く見えることもある。砂粒をつくる石英や長石以外の粒子は、多くは岩石のかけらである。元の岩石としては大阪の北部の河川の砂では、チャートや粘板岩などの堆積岩、大和川ではそれらに加えて火山岩が多い。砂粒の起源を考えてみるのも面白い。なお、砂粒の電子顕微鏡写真が、教育センターの地学のホームページ、またはCD-ROM『大阪の自然災害と環境』に掲載されている。

教科書には、火山の噴火によってつくられた地層として火山灰が取り上げられる。大阪で火山灰というと、二上山の凝灰岩や、大阪層群の地層の中の火山灰である。ここでは後者の代表的な火山灰である‘アズキ火山灰’を観察してみよう。大阪層群のアズキ火山灰の露頭から(最近では和泉丘陵によく露頭が見られる)試料を採取する。砂粒の時と同様に、試料をふるいわけし(かたまりがあれば指で軽くつぶして粉々にする)、1/2 ~ 1/4mm、あるいは 1/4 ~ 1/8mm のもを取り出す。それらを水洗し観察する。

アズキ火山灰を構成しているものは大部分は火山ガラスといわれるものである。これは火山岩のもとになったマグマが発泡する過程でできた、泡であったり、マグマが引きちぎられたりしたものが急冷してできたものである。教科書には火山灰の顕微鏡写真としては様々な結晶からなる「つぶ」がのっている。しかし、それは火山灰の一つの姿であり、すべてがそうではない。アズキ火山灰には結晶はわずかにしか含まれておらず、教科書にあるようなきれいな結晶を見ようとしても難しい。アズキ火山灰は、約 85 万年前に、今の九州九重火山の近くの火山（猪牟田火山といわれる）の噴火によって発生し、遠く大阪の地まで運ばれてきたものである。大阪までたどりついたものは、大部分が細かくて軽い火山ガラスであったのである。なお、最近噴火した有珠山の火山灰も泥のように微細で結晶は見にくい。教育センターでは有珠山の巡検の帰りに立ち寄った北海道駒ヶ岳の火山灰を採取し、これを結晶のよくわかる火山灰の教材として用いている。

(4) 補足的な実験・観察

以上、比較的簡単にできる実験・観察の例を取り上げたが、その他の例としては次のようなものがある。

- ・大阪周辺の地層についての野外観察
- ・大阪の地形の観察
- ・断層の観察
- ・地層のはぎ取り標本の作製

前三者については教育センター地学教室では下記の資料を用意している。

野外観察ガイドブック 地学編 (CD-ROM 版) 2002 年発行
 教育資料『大阪の自然災害と環境』(CD-ROM 付) 2000 年発行

(5) 評価の観点

自然事象への 関心・意欲・態度	科学的な思考	観察・実験の 技能・実験	自然事象についての 知識・理解
<p>・身の回りの土地やその中に含まれる物と、土地のつくりやでき方、土地の変化と自然災害との関係などに興味・関心を持ち、自ら土地のつくりと変化のきまりを調べようとする。</p>	<p>・土地の様子や構成物などの観察から、土地のつくりや変化の様子を考えることができる。</p>	<p>・土地のつくりと変化を調べる実験を工夫したり、ボーリング資料などを活用して、土地のつくりについて調べることができる。</p>	<p>・土地は、れき、砂、粘土、火山灰及び岩石からできており、層をつくって広がっているものであることを理解している。</p> <p>・地層は、流れる水の働きや火山の噴火によってでき、そのなか化石が含まれているものがあることを理解している。</p>