

第1次テキスト 『地層に残された手がかり1-野外での現場検証-』

中川町郷土資料館 調査員 松田敏孝

これからお届けする第1次テキストでは、現地スクーリングにあたっての事前学習として、「化石」とそれを包含する「地層」の両面からアプローチしていきます。

テキスト1 「地層を読む」

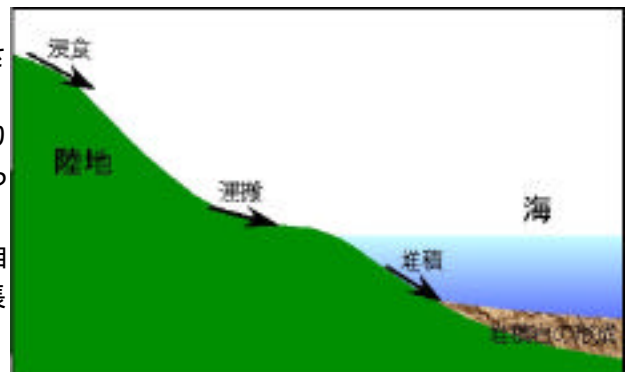
(1) 地層ができるところ

地層についての詳しい解説の前に、「地層とは何か?」というところから説明していきます。まず、我々の足もとを構成する岩石は大きく「火成岩」と「堆積岩」に分けられます。「火成岩」とは、地中の深いところでマグマが冷えて固まったり、地上で溶岩が冷えてできた岩石です。一方、「堆積岩」とは、前述の火成岩などが風化・浸食を受け、砂や泥などの粒子になったものが、長い年月の間に固まってできた岩石です(写真1)。



写真1 火成岩(左)と堆積岩

さて、これからは堆積岩に的を絞ってお話します。陸上では風化や浸食などの要素が強いので一般には地層は堆積しません。砂漠などの特殊な環境を除いて、地層は海や湖といった水の中で形成されます。地層を形成する役目は主に河川が担っており、河川には、浸食・運搬・堆積という3つの働きがあります。大地を「浸食」しながら流れる河川は、削り取った粒子を下流へ向かって「運搬」し、海や湖に「堆積」させます(第1図)。最後に、堆積した粒子は自分自身の重さによって圧密され、何千年・何万年という長い年月を経て堆積岩となります。



第1図 河川による浸食・運搬・堆積の作用と堆積岩の形成

ちなみに、これから勉強していく世界は、我々人類の一生と比べて非常に長い時間の概念の中で広がっていきます。そのことをどこか頭の片隅においてテキストを読み進んでいただきたいと思います。

(2) 地層に残された手がかり

述べるまでもありませんが、地層や化石は何も語ってはくれません。しかも、何万年・何百万年も過去の出来事を目撃した人がいるわけでもなく、記録した文書など残っているはずもありません。実際に野外へ出向き、地層を前にしてただ眺めていてもそこから得られる情報は決して多くはありません。そこで、ここからは地層のどこに注目すればよいかを勉強していきましょう。

2-1 地層に見える縞模様

地層を横からよく見てみると、縞模様が見えることがあります。この縞模様は主に泥岩(泥が固まってできた岩石)や砂岩(砂が固まってできた岩石)に見られます(ちなみに泥と砂は堆積岩を構成する粒子の直径で区別されますが、便宜上ヒトが決めたことなので詳しくは語りません)。細かい定義はまた今度にして、この縞模様をここからは層理(面)または葉理(面)と呼ぶことにしましょう。層理(葉理)は詳しく観察すると、平行なものが幾重にも重なったもの、傾いたもの、緩く波打つものなどさまざまなものに区別されます(第3図~第6図)。これらは、その地層が堆積したときの水の流れを反映しています。では、図に沿って具体的に解説していきましょう。

a. 平行層理（第2図）

層理面に対して平行なものを「平行層理」と呼びます。海では、河川によって運搬された粒子が海底に降り積もって堆積します。粒子は下から順に堆積していくので、当然下にある地層の方が古いこととなります（これを「地層累重の法則」といいます）。同じような粒子が絶え間なく堆積していけば、層理が形成されることはありません。このような層理が見られるということは、そこにごくごく短い時間間隙（堆積物が供給されない時間）があったと考えてよいでしょう。その間に、ふだんは海中を浮遊しているような非常に小さな粒子が海底に降り積もったりして層理面として認識できるのです。



第2図 平行層理の模式図

前置きが長くなりましたが、この平行層理は非常に穏やかな環境を示しているといえます。海に運ばれた粒子は水の流りに揺り動かされることなくゆっくりと海底に堆積するときに、平行層理が形成されます。海の浅いところでは絶えずさまざまな海流が生じていることから、平行層理は形成されません。つまり、平行層理は波の影響の及ばないような海の深いところで形成されます。一般的に、地層中に平行層理が見られる場合、その地層が形成された当時、ある程度の深い静かな海の底だったと考えてよいでしょう。

b. 斜交層理

前述の平行層理に対して、斜交するもの（角度がついたもの）をまとめて「斜交層理」と呼びます。斜交層理は形態によってじつに様々に細分されますが、ここでは代表的なものを解説していきます。以下に解説するいくつかのタイプの斜交層理はそれぞれある環境を示しているため、平行層理と同様、過去を知る手がかりとなります。

b-1. 平板型斜交層理（第3図）

層理面に対して、直線的に角度がついたものを平板型斜交層理と呼びます。第3図のように左下がりの葉理を示す場合、前述の地層累重の法則によると、右下の地層が古く、左上の地層が新しいこととなります。この平板型斜交層理はある1つの方向の水の流れを示しています。粒子を運搬する水は図の右から左の方向に流れています。粒子を含む水が粒子を運搬するだけの流速を維持できなくなると、粒子は海底に堆積します。その上に次々粒子が堆積することで徐々に平板型斜交層理が形成され、堆積物は左方向へと成長していきます。



第3図 平板型斜交層理の模式図

平板型斜交層理が形成されるような環境としては、海峡などの一方向流のあるところが考えられます。また、層理面の方向から当時の流れの方向（古流向）を推測することができます。

b-2. トラフ型斜交層理（第4図）

これは、3次的に見ると、紡錘形を長軸に対して半分にした下半分を幾重にも重ねたような構造を持つものです。「トラフ」とは舟のような形を指す言葉で、その形態からこのような名前がついています。第4図のような形態の場合、水流は右から左方向だったと考えられます。前述の平板型斜交層理とは異なり、下の堆積物を削りながら堆積していきます。

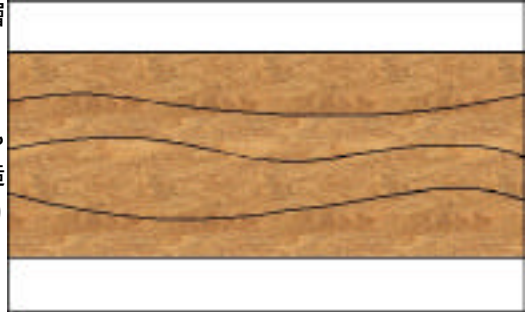


第4図 トラフ型斜交層理の模式図

トラフ型斜交層理は、常に波の影響を被るような環境で形成されます。具体的には、水深数メートルくらいまでの浅い海で特徴的に見られるとされています。つまり、地層の中にトラフ型斜交層理が見られるということは、当時の海は波の影響の強い浅い環境だったと考えてよいと思います。

b-3. ハンモック状斜交層理（第5図）

ハンモック状斜交層理は平板型斜交層理やトラフ型斜交層理とは異なり、一目見てわかるような感じではありません。写真2や第5図を見ればわかりますが、斜交とはいっても、その角度は5°くらいなので、緩く波打って見える程度のもので。しかも、長さは数メートル以上もある大規模な構造です。3次元的に見ると「ハンモック部」と呼ばれる高まりと「スウェール部」と呼ばれるくぼ地からできています。「ハンモック部」は分かりやすくいえば野球のマウンドのようなものです。逆に、「スウェール部」は野球のマウンドをひっくり返したといえましょうか。その「ハンモック部」や「スウェール部」を露頭で2次元的に観察すると、緩く波打つ層理面が見えるのです。



第4図 ハンモック状斜交層理の模式図

このハンモック状斜交層理も地層ができた環境を示唆しています。ある深さの海では、ふだん（天気がよく波の穏やかな時）は海底には静かに泥や砂が堆積していきます。しかし、台風などの嵐によって大きな波浪が起きるようなときは波の影響で海底の堆積物が揺り動かされます。このときにハンモック状斜交層理が形成されるのです。この波（海水や堆積物を動かす営力）は360度の方向を持つ振動流なので、ハンモック状斜交層理には先に述べた斜交層理にあるような一定の方向性を持ちません。



写真2 露頭で観察できるハンモック状斜交層理

先程、「ある深さ」といいましたが、その深さはおよそ10数メートルを上限とし50～80メートルまでといわれています。つまり、ハンモック状斜交層理が見られる地層はこのくらいの深さの海で堆積したと考えられます。

2-2 生物の生活の様子化石（生痕化石）

皆さん「化石」と聞くと、たとえばアンモナイトやクビナガリュウなど生物の体そのものの化石をイメージすると思います。「化石」という過去の生物の遺物は、このような生物そのものの化石と、生物の住み跡や足跡など、生物そのもの以外の生活の様子化石に大きく区別されます。前者を「体化石」、後者を「生痕（せいこん）化石」といいます。具体的には、干潟などの泥の上に残された鳥や恐竜の足跡、エビなどの砂に穴を掘って住んでいる動物のすみかの跡、糞の化石などがあげられます（写真3）。

これらの生痕化石からもいろいろなことを推測することができます。1つめは、その当時生痕化石を残すような生物が存在したということです。地層から体化石が見つからなくても、生痕化石があり、それと同じようなものを作る生物が現生に存在していればその生物と近い仲間が昔もいたと考えてよいでしょう。ちなみに、このように現生で起こる事象と同じことが地層から見つかれば、その当時も同じ事象が起きていたという考え方を「斉一説（せいいつせつ）」といい、地質学・古生物学のひとつの大きなよりどころとなっています。2つめは、生痕化石にはある環境を示唆するものが



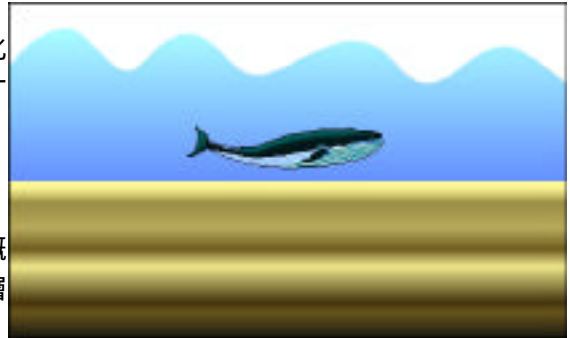
写真3 「穿孔貝（せんこうがい）」という岩石に穴を開けて住む二枚貝のすみあと

あるということです。先に述べた斉一説と関わりますが、海に住む生物は自分の好きな環境を選んで生活しています。特に「底生生物：多くの貝類やウニやヒトデなどの海底に住む生物」にはその傾向が顕著に見られます。暖かい海が好きなもの、冷たい海が好きなもの、泥や砂が好きなもの、岩場が好きなもの、波打ち際が好きなもの、深い海が好きなもの・・・などです（詳しいことは化石の項で述べることにします）。もし、ある深さにだけ住むことがわかっている生物の生痕化石が地層中から見つければ、その地層が堆積した深さがわかります。これは体化石についても同様にいえるのですが、生痕化石ならではの重要性があるので強調して解説しておきます。その重要な3つめというのは、生痕化石はごくまれに特殊な例を除いてそのほとんどが形成された場所と地層に保存される場所が同じだということです。体化石はその生物が生活していた環境と地層中に保存される環境が違ってしまふことがあるということは容易に想像できるでしょう。今回のテキストは「地層を読む」というタイトルですので、化石の話はこれくらいにしておきましょう。

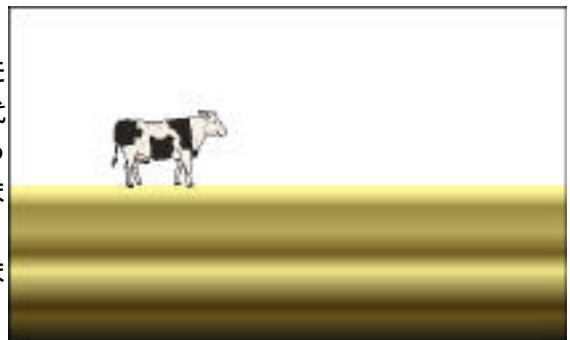
結局、生痕化石の何が言いたかったかという点、生痕化石からは堆積構造と同じように地層が堆積した環境を示すものがあるということです。

2-3 不整合

最後に、地層を読むときに覚えておいて欲しい重要な概念についてお話ししておきましょう。目の前に2つの地層が重なった露頭があるとします。下の地層からは三葉虫の化石が見つかります。上の地層からはマンモスの化石が見つかります。さて、この露頭からあなたはどんなことを考えるでしょうか。「三葉虫は古生代の生物でマンモスは新生代の生物だから、2つの地層の間には大きな時代の違いがある」と考えるでしょうか。ここでは、もうちょっと突っ込んでその間に起こったドラマに思いをはせてみましょう。まず、下の地層が堆積します（第6図）。その後、基盤の隆起や海水面の低下によって地層が地上に露出します（第7図）。このテキストのはじめに述べたように、陸上では風化作用により地層は浸食されます（第8図）。今度は、基盤の沈降や海水面の上昇によって地層は再び海の底になります（第9図）。その上に新しい地層が堆積します（第10図）。再び地上に露出し、露頭として現在我々が目にすることができるようになります（第11図）。とまあ、不整合が形成されるに至るにはこのようなドラマが繰り広げられるわけです。そこには、単に2つの地層の形成に時間間隙があるだけでなく、陸化・浸食という地史的なイベントが隠されています。また、2つの地層は異なる海で形成されたという事実も見逃すことはできません。海の違いについても化石と絡めて今後述べていくことにしましょう。



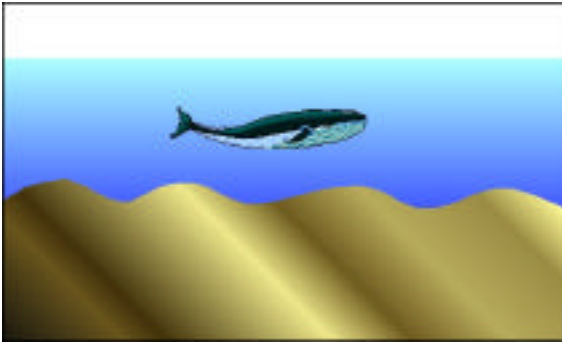
第6図 下の地層が形成される



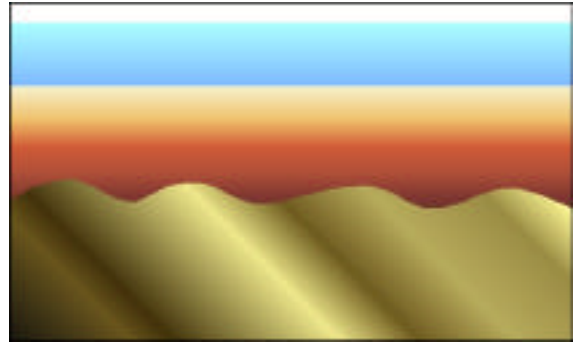
第7図 陸化する



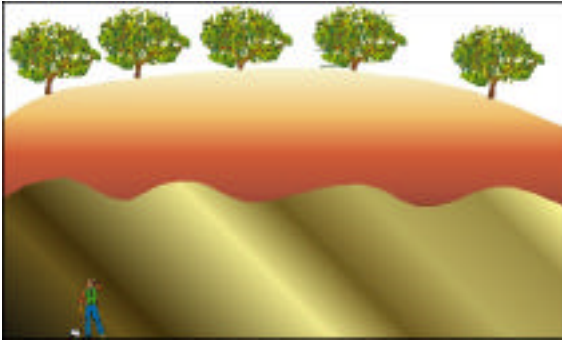
第8図 風化・浸食を受ける



第9図 再び海底になる



第10図 新しい地層が堆積する



第11図 再び陸化し，露頭として観察できるようになる



写真4 露頭で観察できる不整合面