地質図における理解力向上のための教材開発

―地質図に見られる露頭線と立体構造を相互に導く力を養う教材の開発―

木川田敏晴

平面で表現される地質図から，地質構造を立体的にイメージできるようにするための装置を開発した。実際に授業で活用したところ，生徒の理解力が飛躍的に向上したので，報告する。

[キーワード]　地質図　３次元　立体構造　地層境界

はじめに

高等学校地学Ⅰの学習内容において，地質図の読解は多くの生徒が苦手としており，受験生としても克服しなければならない分野である。教科書，参考書および問題集では多くのページが割かれており，他の分野に比べ，理解がより困難であることを示している。

簡単に言えば，地質図の読解ができるようになるためには，“２次元である紙面からの情報”と“３次元の実際の立体構造”，この二つを相互につなぐことができることが必要不可欠な能力である。生徒自身も何ができなければならないかを理解はしているが，実際に地形を３次元的にイメージすることを“能力”として身につけることは大変であると訴える。

そこで，より容易にこの分野を克服するべく，まず生徒が理解する上でどのような項目・段階に障害があるかを明確にし，その障害を克服するための教材を開発できないかと考え，研究を進めた。

１　生徒の現状と課題

生徒は，地形の高低と等高線については小・中学校で学習しており，傾斜や山の形を立体的にイメージできないという生徒はいなかった。しかし，その地形に地層が挟まれた地質図になると途端に立体的イメージが難しく感じるようであり，しかも，苦手だと感じる地形は一様ではない。他分野の学習のように，生徒の大多数が同じ問題設定を難解だと感じるのとは異なり，個人差が非常に大きい。例えば，前回取り扱った地形については理解できるが，今回取り扱った地形については理解できないということもしばしば起こる。

ここで身に付けるべき能力としては，「２次元の情報から３次元の構造をイメージし，３次元の構造から２次元の地質図を表現する」ことができることである。今回の教材開発を通じて，分かったことだが，この分野が苦手だと感じている生徒は，地質図を正確に立体的にイメージすることができない傾向が強い。しかし，苦手だと感じる生徒も，基本的な地形での地質図の立体的イメージ化ができるようになると，比較的短時間で苦手を克服できていた。

したがって，小・中学校で学習する等高線を伴う簡単な地形学習から，実際の複雑な地形学習の間のどこかに生徒の理解を妨げる箇所があり，そこを十分に理解させる必要がある。こうしたことから，基本的な地形で見られる地層境界線の学習を通じ，地質図を立体的にイメージ化する上で最も苦手としている箇所を明確にするべく，授業を展開した。

２　地層境界線の学習について

まず生徒に，挟まれた地層がつくる地層境界線について，地形や地層の傾斜を変化させ，１つ１つ考察させていった。

地形の基本は，尾根と谷である。挟まれる地層は，「水平な地層」，「垂直な地層」，「斜面と同じ方向に傾斜しているが斜面の傾斜より小さい地層」，「斜面と同じ方向に傾斜しているが斜面の傾斜より大きい地層」，「斜面の傾斜とは逆に傾斜している地層」，の計５種に分けた。つまり尾根と谷に対応する合計10種のパターンについて，以下の図に見られるように地層境界線および地層の上下について考えさせた。学習の順番は，尾根の地形の後，谷の地形とした。

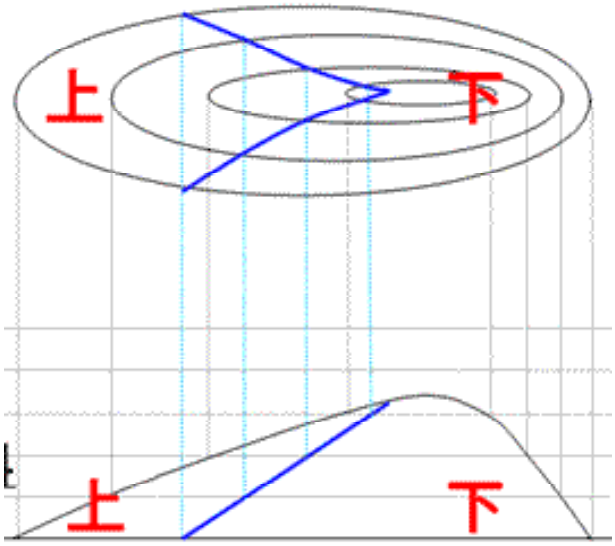

図１　斜面より大きな傾斜で地層が入る尾根の地形

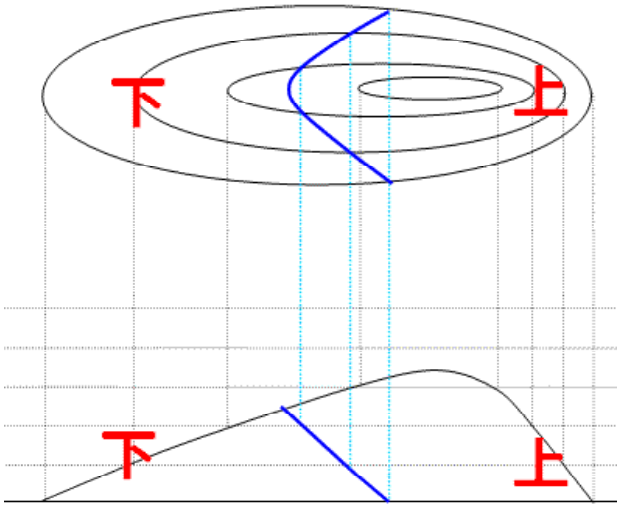

図２　斜面とは逆の傾斜で地層が入る尾根の地形

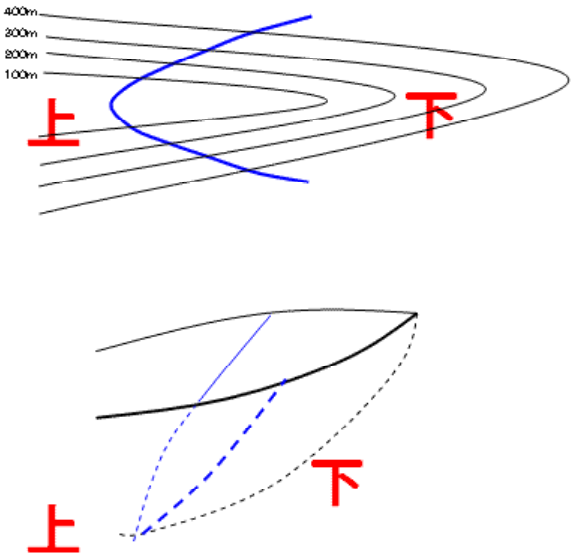

図３　沢よりも急な傾斜で地層が入る谷の地形

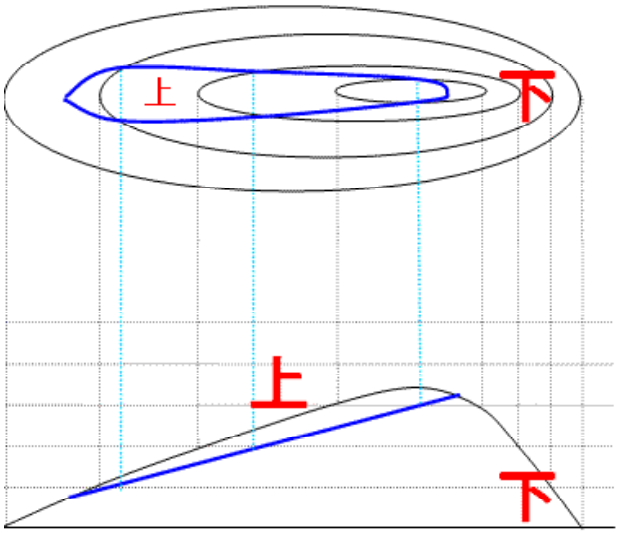

図４　斜面より小さな傾斜で地層が入る尾根の地形

図１，図２のような尾根の地形について学習したところ，尾根の地形について時間的差はあったが，生徒は全員理解することができた。しかし，尾根の地形の学習が終わり，図３のような谷の地形の学習の段階に入ると，急に多くの生徒が理解できないと訴えるようになった。

尾根と谷の地形の学習状況を比較することで理解させようと，図３の地形のひとつ前の段階の，図４のように尾根の斜面より小さな傾斜で地層が入っている地形について考えさせたところ，この段階ですでに理解できない

と多くの生徒が訴えた。

このような状況から，地形を立体的にイメージ化するための大きな障害のひとつが，この「斜面より小さな傾斜で地層が入る尾根の地形」と,「谷の地形に地層が入っている場合」であると考え，この２つの地形を同時に視覚化することができる教材を開発することを試みた。

３　開発教材

開発した教材は，図５，図６のようなものである。材料はアクリル板で，専用の接着剤で組み立てたものである。底盤は，一辺が180度より大きい四角形であり，上部は水や油を注ぎこめるように空いているが，四角錐の形状をしている。また側面には等高線を表す線が４本引いてある。

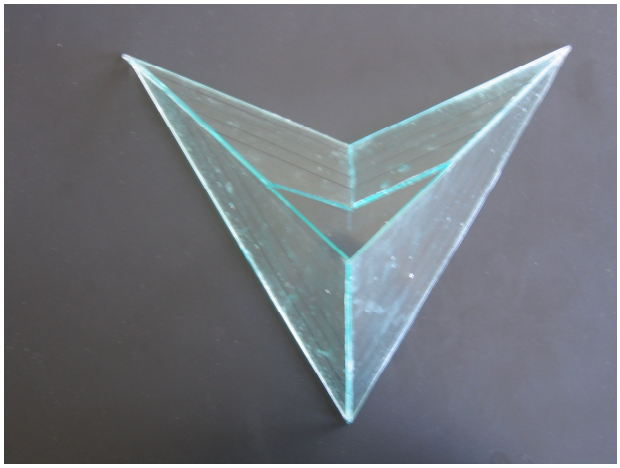

図５　上から見た開発教材

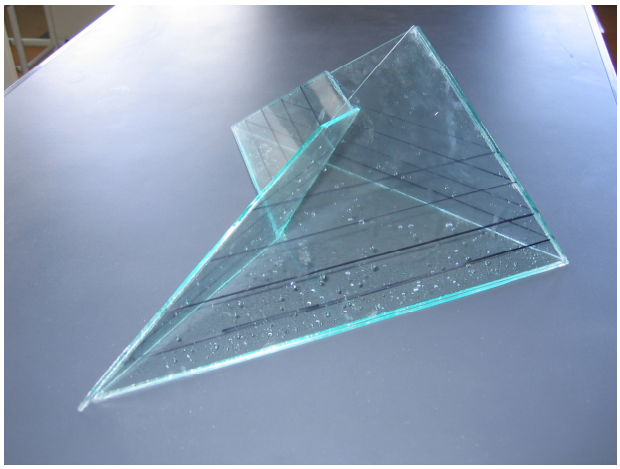

図６　横から見た開発教材

開発教材の使用方法は，以下の通りである。

①　教材の上部から水を注ぎ込む。

②　その上に着色した油を注ぎ込む。

③　教材を傾け，“地層境界”を観察する。

このように，開発教材の使用法は非常に簡単である。着色した油によって，地層を表現しており，尾根と谷における地層境界を同時に観察することができる。なお，油は市販の食用油でよいが，粘性が低いものが望ましい。油の着色は親油性の塗料であれば何でもかまわないが，本実験は香辛料のパプリカパウダーで着色した。数滴振り入れてかき混ぜると，簡単にオレンジ色に着色することができる。

図７は，開発教材を水平に置いたものである。これは着色した油が水平に挟まれた地層を表現している。

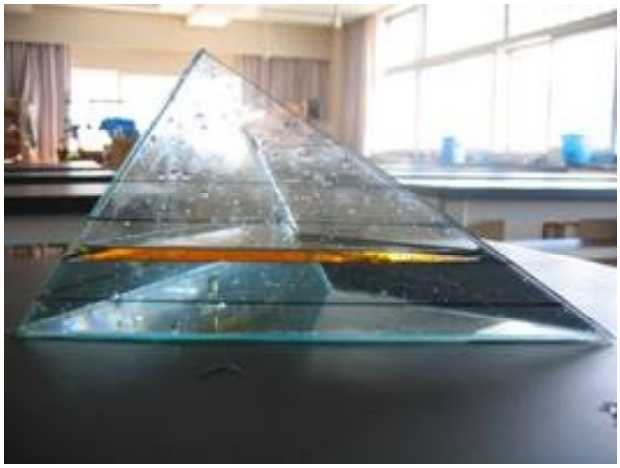

図７　水平に置いた状態

水平な状態から右に傾け，図８の状態にすると，左側の部分に，尾根の地形に対して斜面より小さな傾斜で地層が入っている様子が示され，右側の部分の谷の地形に対して斜面とは逆に傾斜している地層が入っている様子が示される。油層がつくる線（地層の露頭線）と，それぞれの側面に書かれた等高線との関係を観察する（図９，10)。また，図11のように傾斜を逆にすることにより，左側の部分に，尾根の地形に対して斜面とは逆の傾斜の地層が入っている様子を表し，右側の部分に谷の

地形に対して斜面より小さな傾斜で地層が入っている様子を表すことができる。

図８　右に傾けた状態

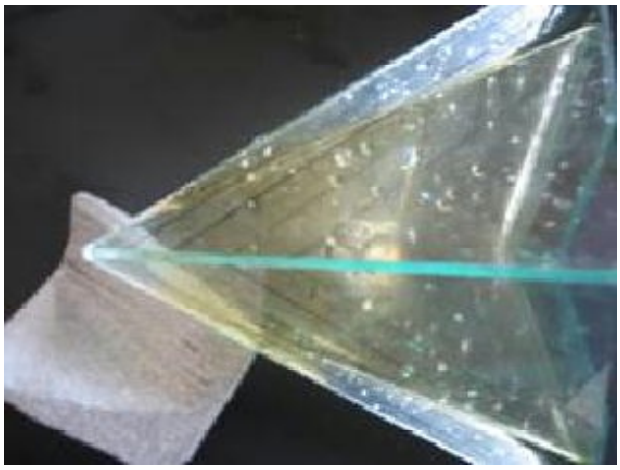

図９　尾根の部分

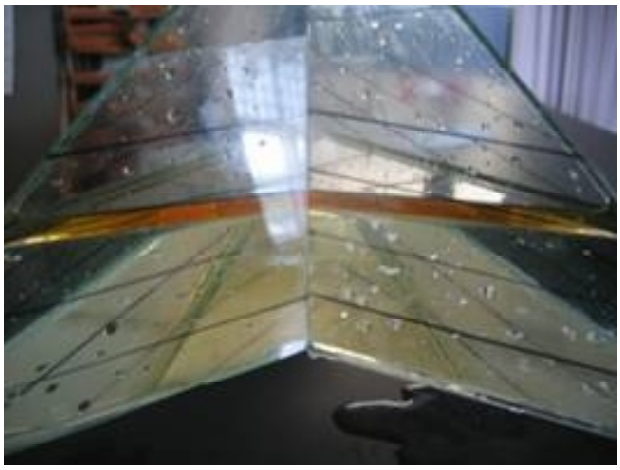

図10　谷の部分

４　生徒の反応と今後の課題

この教材の開発を行う以前，生徒の質問として，「本当にこんな地層境界線になるのか？」

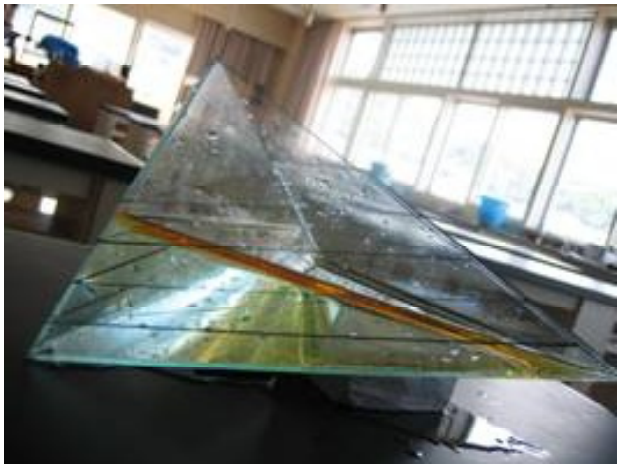

図11　左に傾けた状態

「別の傾きの場合は？」というものが多かった。地層境界線の作図はできても，実際の構造を３次元的にイメージできなかった。しかし，開発教材を用いた授業では，生徒は教材を手に取り，様々な角度から繰り返し観察し，平面の地質図と比較することで，地層の立体的概念を容易に理解していた。また，教材を傾ける操作を繰り返すことにより，異なる傾斜との比較ができるため，理解をより早める効果も認められた。生徒からも，「地層の入っている様子が目の前で確認でき，一目瞭然で分かりやすい」と好評であった。

本教材を使用した後は，生徒は頭の中で地形図から立体的構造を考えるようになり，以前のように「想像ができない」といった感想は皆無になった。難しい分野ではあるが，解法への手段を自らの手で探すことができるようになったことは，非常に大きな収穫であった。この開発教材が，生徒の地質図立体イメージ化に対して大きな効果があると考えるが，理解力の定着や応用力の養成にどのように寄与するかを今後の研究課題としていきたい。

最後に本研究に際して，北海道立理科教育センター地学研究室の先生方にご尽力を頂いた。この場を借りて，お礼申し上げます。

（きかわだとしはる　平成19年度　理科課題研修員　北海道札幌西高等学校）