

「実践報告」

プレートテクトニクスと活断層

島田駿祐*・赤星征典**・福本祥大***

Plate Tectonics and Active Faults

Shunsuke SHIMADA, Masanori AKAHOSHI and Yoshihiro FUKUMOTO

はじめに

日本列島は太平洋プレート、フィリピン海プレート、ユーラシアプレート、北アメリカプレートの4つのプレートの境界上に位置している。プレートは常に地球表面を動いており、その境界には様々な力がはたらいている。このことから日本列島を作る地形はプレートテクトニクスと深い関わりをもって形成されたことが推測される。プレートテクトニクスが日本に及ぼす地形学的・地学的な事象として地震や火山活動があげられる。

しかしながら、プレートの動きは非常に遅く、日常生活においてこれを認識することは困難である。また、プレートを含む内容は、主に図を用いたものが多く、実感を伴った理解を図ることは困難であると考えられる。

そこで、本研究ではプレートテクトニクスによる地学現象として、日本列島の地形の形成過程を視覚的に理解できるモデルの作成を行った。また、作成したモデルを使用した授業がどの程度有効であるかを検討するための授業実践を行った。

プレートテクトニクス概要

プレートテクトニクス理論は1912年にドイツのウェゲナー（Alfred Wegener）が提唱した「大陸移動説」に起源をもつ。当時は否定的な意見が多かったが、第二次世界大戦後、世界各地での海底地形の調査や、古地磁気の研究が進んだこと

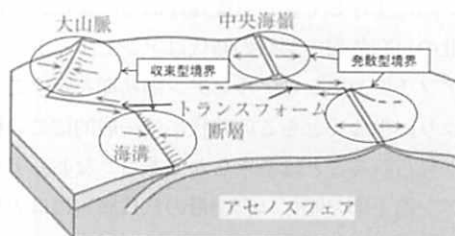


図1 プレートの境界。西村ほか（2002）に加筆。

により、1960年代からプレートテクトニクス理論として提唱されるようになった。（西村ほか、2002）

プレートテクトニクスとは、地球表面を覆う十数枚の厚さ数十～200 km程度の固い岩盤（プレート）が移動することによって、地球の変動を説明しようとする考え方である。

プレートの境界は発散型境界、収束型境界、トランスフォーム型境界の三種類の境界が存在する（図1）。発散型境界では地球内部から上昇してくるマントル物質により地殻が左右に押し広げられている。

海嶺や地溝帯が発散型境界である。収束型境界ではプレート同士が衝突し、地殻が収束していく。大陸プレートと海洋プレートの衝突する境界が海溝であり、大陸プレート同士が衝突する境界は一方が沈み込むことができずに大山脈となる。トランスフォーム型境界はプレート同士がすれ違う境界である。

* 熊本県立鹿本高等学校, ** 熊本県熊本市立西山中学校, *** 東京都東村山市立富士見小学校
2014年5月20日受付, 2014年6月10日受理

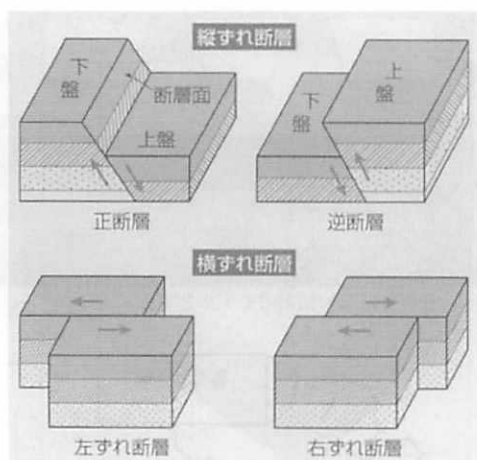


図2 断層のモデル図

断層概要

断層とは地層が様々な力によって剪断されてできる、地層が不連続になっている面を指す。ずれの向きによって正断層・逆断層・横ずれ断層に分類され、さらに横ずれ断層には左横ずれ断層と右横ずれ断層がある(図2)。

断層を境に上側を上盤、下側を下盤といい、上盤が下にずり下がったものが正断層であり、これは周囲の岩盤が引張りの力を受けることによって形成される。上盤が上にずり上がっているものを逆断層といい、これは周囲の岩盤が圧縮の力を受けることによって形成される。

横ずれ断層は岩盤にはたらく応力の方向が互いにずれており、ずりの力を受けることによって形成される。なお、片方の岩盤に立ったとして、断層をはさんで向かい側が左にずれているものを左横ずれ断層、右にずれているものを右横ずれ断層とよぶ。

また、断層の中でも特に新しく、第四紀以降に動いた形跡があるものを活断層とよぶ。

教材化

1 地学分野における教材化の現状

理科は大きく物理・化学・生物・地学の4分野に分けることができる。それぞれの分野におい

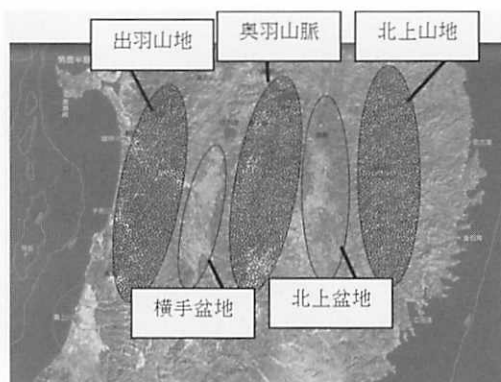


図3 東北地方の地形。若菜(1995)に加筆。

て様々な教材が開発されているが、地学分野の教材は他の分野に比べて数が少ない。これは地学で扱う内容が、他分野に比べて時間的・空間的にスケールの大きいものが多く、このため、他分野に比べて変化が認識しにくいためだと思われる。スケールの大きさから、地学的な事象は野外での観察には適している場合が多いが、変化を実感させることのできる教材として扱うのは難しい。

本研究ではいくつかの地形形成過程について、地学的な事象を理解するための教材を開発し、教育実践を行った。これについて以下に詳細に述べる。

2 東北日本の地形形成過程の教材化

(1) 東北日本の地形の特徴

東北日本では、北アメリカプレート上の日本列島がユーラシアプレートと太平洋プレートに東西から圧縮される力を受けている。これによって東北日本では逆断層が発達し、南北にのびる山地と盆地が繰り返す地形をしている(図3)。このような地形の特徴は東北地方にのみ見られ、地学的に有意義であることから教材化を行った。

(2) 材料と方法

材料および使用器具—木材(長さ47 cm×幅9 cm×高さ3.5 cm) セロファンテープ(幅48 mm) テーブルソー(藤原産業株式会社, WOOD CUTTING PORTABLE TABLE SAW, ノコ刃外形255 mm, 100 V 50/60 Hz 1430 W)

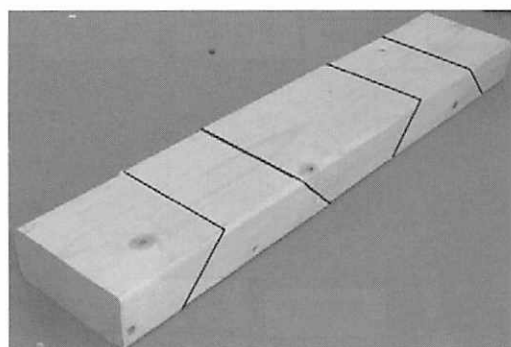


図4 東北地方の地形形成過程を表す教材（線は切断面）.

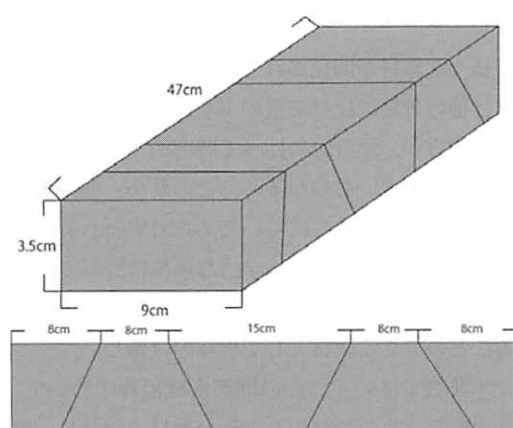


図5 東北地方の地形形成過程を表す教材のモデル及び寸法

作成方法—木材の上面を8 cm・8 cm・15 cm・8 cm・8 cmに区切り、印をつけた。テーブルソーの刃の角度を45°にし、図のように五つに切り分けた（図4及び図5）。これは、木材の角度が30°・45°・60°になるように切って実験を行った結果、30°の状態では、低角度衝上断層のようになり、60°の状態では角度がきつく、木材が動かなくなるため、45°と設定している。切った木材の斜面に滑りを良くするためにセロファンテープを張り付けた。

実験方法—切り分けた木材を両側から押すことで、切断面に沿って木材が動く（図6）。これを逆断層が発達しながら、山地と盆地が繰り返す地形を形成する事象とみてる。

作成した教材では、ずり上がった部分があるがそのままであるが、実際の東北地方の山間盆地ではこの

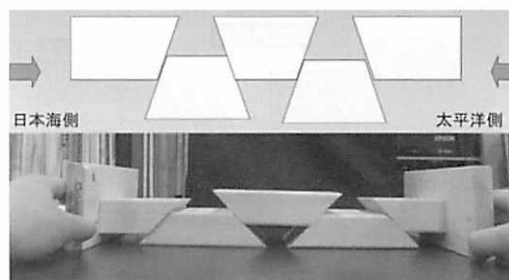


図6 教材での実験結果のモデルと実際.



図7 九州の活断層の分布.

部分は崩落・剝離されやすいため残らないことが多く、斜面には厚い崖錐堆積物が分布することが多い。

3 九州での断層の走向方向と横ずれ断層運動の教材化

(1) 断層の走向方向と動きの向き

九州ではユーラシアプレートとフィリピン海プレートが衝突し、ほぼ東西から圧縮される力を受けている。しかし、この力はプレートの運動方向のずれによって、ずりの力となっているため九州では横ずれ断層が多くみられる（図7）。

九州での横ずれ断層はその断層の走向方向によって右横ずれ断層になるか左横ずれ断層になるかが決まっている。例えば断層がNE-SW方向に走

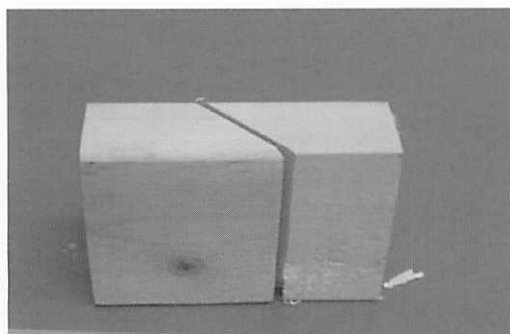


図8 断層の走向方向と横ずれ断層運動を示す教材。

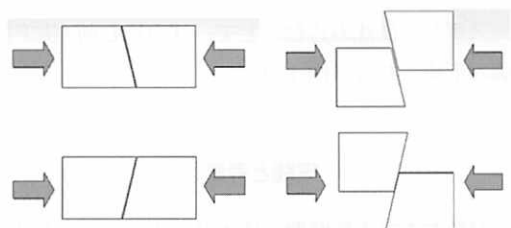


図9 断層の走向方向と横ずれ断層運動のモデル。

っている日奈久断層の場合、これは右横ずれ断層となり、反対に NW-SE 方向に走っている警固断層は左横ずれ断層となる。

(2) 材料と方法

材料および使用器具—木材（長さ 12 cm × 幅 9 cm × 高さ 3.5 cm） セロファンテープ（幅 48 mm） テーブルソー（藤原産業株式会社, WOOD CUTTING PORTABLE TABLE SAW, ノコ刃外形 255 mm, 100 V 50/60 Hz 1430 W）

作成方法—木材の上面を 8 cm と 4 cm に区切り、図のように切断した。これは（2）の教材の両端を用いることでそのまま使用できる（図 8）。

実験方法—木材を図のように立てて置き、両側から押す。これによって切断面に沿うように木材がずれる様子を観察できる（図 9）。

4 日本列島太平洋沿岸の円弧地形形成の教材化

(1) 日本列島太平洋沿岸の地形の特徴

日本列島の太平洋沿岸には特徴的な円弧地形が多数みられる（図 10）。このような円弧地形の形成要因はさまざまであるが、その一つとして海溝への海山の衝突が挙げられる。

日本列島周辺にはいくつもの海山が存在してい

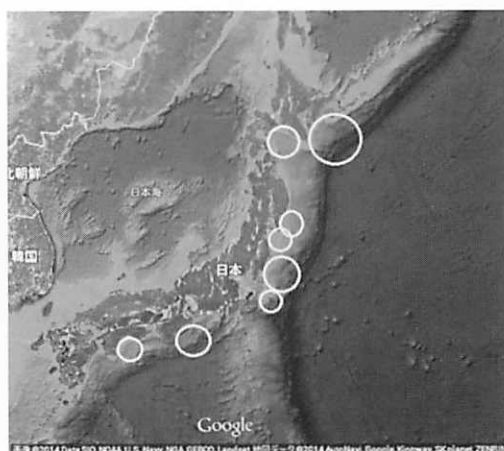


図10 日本列島と太平洋沿岸の円弧地形。

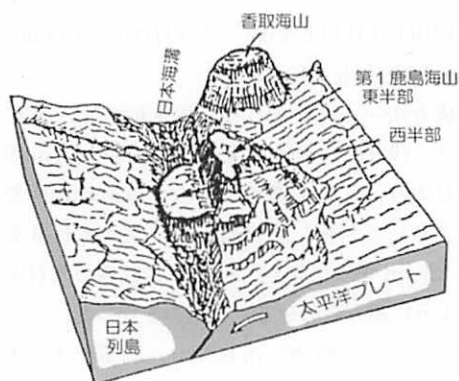


図11 第一鹿島海山の沈み込み。海上保安庁水路部（2008）より。

る。この海山の沈み込みは第一鹿島海山がよく知られている（図 11）。第一鹿島海山は茨城県の東側で、現在日本海溝に沈み込んでいる。

このような海山の沈み込みによって、球体である地球の表面が押され、沈み込みの前方に円弧地形が形成される。これはボールの球体を指で押すことによって、その前方に円弧ができることから確認できる。

(2) 材料と方法

材料および使用器具—木材 A（長さ 77.5 cm × 幅 9 cm × 高さ 1.3 cm）3 本 木材 B（長さ 66 cm × 幅 6 cm × 高さ 0.7 cm）1 本 円柱状木材（直径 3 cm × 長さ 39 cm）2 本 織ゴム（大

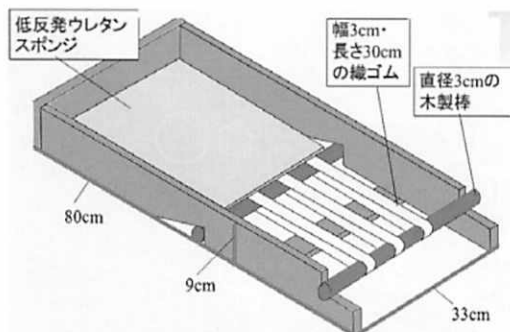


図 12 円弧地形形成過程を示す教材のモデル図。

創産業、長さ 90 cm × 幅 3 cm) 低反発ウレタンスポンジ (長さ 44.5 cm × 幅 30 cm × 高さ 3.5 cm) 油粘土 (大創産業) ホッチキス 釘 (長さ 45 cm, 丸くぎ) 12 本 砂 金槌 テーブルソー (藤原産業株式会社, WOOD CUTTING PORTABLE TABLE SAW, ノコ刃外形 255 mm, 100 V 50/60 Hz 1430 W)

作成方法—木材 A のうち一本を長さ 33 cm に切った。残りの二本は四隅のうち一角を 5 cm 四方切り取り, こちら側から長さ 30 cm の場所を図のように三角形に切り取った。次に木材 B を長さ 33 cm ずつに切り分けた。これらの木材を図のように組み合わせて, 枠組みを作った。

織ゴムを長さ約 30 cm に切り, 両端をホッチキスで留めて輪状にした。これを円柱状木材に掛け, 二本の木材を枠組みの溝に取り付けた。さらに織ゴムの上には油粘土を丸みを帯びた形にして取り付けた。

この内側に低反発ウレタンスポンジを入れ, スポンジの表面に砂をまぶした (図 12)。

実験方法—円柱状木材を回転させ, 巻きつけている織ゴムを動かし, その上の油粘土を低反発ウレタンスポンジに近づける。さらに動かすことによって, 油粘土を低反発ウレタンスポンジに衝突させ, 沈み込ませる。その際, 低反発ウレタンスポンジ上の砂がどのように変化するかを観察する。

このとき, 織ゴムが海洋プレートに, 低反発ウレタンスポンジが大陸プレートに, 油粘土が海山にそれぞれ対応しており, 油粘土が低反発ウレタ



図 13 円弧形成モデル実験の様子。

ンスポンジに沈み込むことで, 沈み込む前方に円弧が形成される (図 13)。

実践と考察

対象および実施時期—熊本県立玉名高等学校附属中学校 2 年生 (78 名)。2012 年 9 月 21 日。

場所—熊本大学教育学部棟 4-A 教室。

学習教材—作成した教材のうち, 東北日本の地形形成過程の教材と, 九州の断層の走向方向と横ずれ断層運動を示す教材を用いた。

実践内容—授業は 30 分程度で, スライドと教材を用いて行った。先ず, スライドでプレートテクトニクスと活断層の簡単な説明を行った。次に, 東北日本での地形の特徴である, 山地と盆地が繰り返す構造を提示し, 「東北日本ではなぜこのような構造を示すのか」という課題を生徒に考えさせた。その後, 教材を用いて実際に実験を行わせた。生徒全体が教材を用いて実験を行った後に, 断層の走向方向によってその断層がどのように動くのかを説明し, 再度教材を用いて実験を行わせた。

すべての実験終了後に生徒への理解度をはかるためにアンケートを行った。

結果と考察—課題に対して, 実験前は多くの生徒が正断層により中央部が沈降することによって山地と盆地が繰り返す構造となったと考えていたが, 実験を通して逆断層による盆地形成過程を理解できていた。

アンケートの結果, 「今回の授業は面白かった

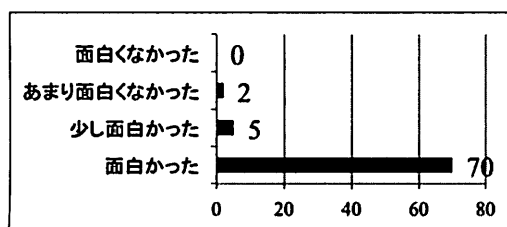


図 14 事後アンケート「今回の授業は面白かったですか」の回答。

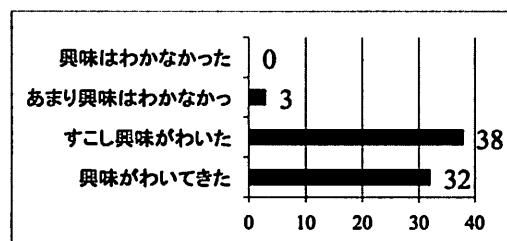


図 15 事後アンケート「断層への興味がわきましたか」の回答。

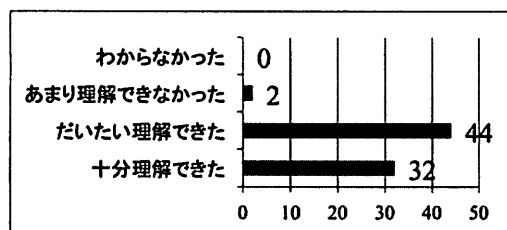


図 16 事後アンケート「授業内容は理解できましたか」の回答。

ですか」という質問に対しては、面白かった・少し面白かったと回答している生徒が 75 名であった（図 14）。「断層への興味がわきましたか」という質問に対しては、興味がわいてきた・少し興味がわいてきたと回答している生徒が 70 名であった（図 15）。このことから、本教材を用いることで、生徒の関心を引くことができ、断層と地形の形成について興味・関心を高めることができると考えられる。また、「授業内容は理解できましたか」という質問に対しては、十分理解できた・だいたい理解できたと回答している生徒が 76 名であった（図 16）。このことから、本教材を用いることで東北地方の特徴的な地形をプレートテクトニクスや活断層と関連付けて理解させることができたと考えられる。また、九州の断層の走向方向と横ずれ地形についても、同様に理解させるこ

とができたと考えられる。さらに、教材を用いた内容の難易度についてもおおむね適切であったと考えられる。

課 題

今回の研究においては日本列島太平洋沿岸の円弧地形を再現した教材を用いての教育実践を行うことができなかった。これは教材の完成度が低く、実験を行っても失敗することが多かったためである。

この原因として、海山に対応する粘土の固定の仕方や、織ゴムと木製棒の摩擦の大きさなどが考えられる。これらについては、今後材料の変更等から改善する必要がある。

また、この教材を用いた授業実践を行うことで、生徒にとって教材の有効性を調べる必要がある。

謝 辞

本教育実践を行うに当たり、ご協力いただいた熊本県立玉名高等学校附属中学校および関係者各位に深くお礼申し上げる。

文 献

- 藤岡換太郎, 2012. 山はどうしてできるのか. 講談社, 190-211.
- 浜島書店編集部, 2007. ニューステージ新訂地学図表. 浜島書店, 29-31.
- 家正則ほか, 2009. 改訂版高等学校地学 I. 数研出版, 94-98.
- 海上保安庁水路部, 2008. ナローマルチビーム測深機等による第 1 鹿島海山の調査結果, 171-175.
- 文部科学省, 2008. 中学校学習指導要領解説. 大日本図書, 68.
- 西村祐二郎ほか, 2002. 基礎地球科学. 朝倉書店, 90.
- 若菜正, 1995. イミダス特別編集日本列島・地震アトラス活断層. 集英社, 31.