

活断層に関するモデル実験

- 野島断層から近畿地方のネオテクトニクスを探究する理科授業 -

Experimental study on active faults: Active learning from
the Nojima fault to the neotectonics of Kinki region

榎悠希¹・川上紳一

Yuki ENOKI and Shin-ichi KAWAKAMI

岐阜聖徳学園大学

Gifu Shotoku Gakuen University

[要旨]断層の変位によって地層に食い違いが蓄積していく様子を調べる活断層モデル実験器を製作した。事象提示として野島断層を示し、活断層モデル実験器と近畿地方の衛星画像を用いて、大規模地震の繰り返しによって近畿地方の地形発達が起こっていることを実感できる学習プログラムを構想した。活断層の変位の蓄積によって地形発達が起こることを理解したうえで、近畿地方の衛星画像を提示して、活断層がどこに分布しているかを探る学習へと展開した。

キーワード：活断層，近畿地方，ネオテクトニクス，活断層モデル，探究学習

1. はじめに

次期学習指導要領では、アクティブラーニングの視点から理科授業の改善が求められている。地学分野では教室での実験・観察が困難な事象が多く含まれており、探究的な学習を促す実験教材の開発や、それを活用した学習プログラムの構築が求められている。

1960年代に地形学的研究から、日本列島の活断層が相次いで発見され、活断層の変位の蓄積によって地形の発達が起こっていることが明らかになった(杉村, 1973)。地質学的に新しい第四紀の変動地形とその形成メカニズムに関する研究は、ネオテクトニクスと呼ばれ、地球科学における重要な学問分野として発展しており、地震予知の研究における重要な柱

となっている(笠原・杉村, 1978)。活断層にずれが生じることで地震が発生することから、地震の発生メカニズムや活断層に変位を生じさせる力をプレートテクトニクスに基づいて解明しようという研究が行われている。将来起こる大地震に対する防災意識を高めるうえで、活断層や変動地形に対する知識をもつことが重要であると考え、活断層の断層変位の観察からネオテクトニクスへと視野を広げることを目指した探究的な学習プログラムを構想した。

とりわけ、近畿地方は、活断層が数多く存在しており、それらが盆地や平野と山地の境界に位置しており、ネオテクトニクス研究における重要な地域である。藤田(1983, 1985)

¹ 兵庫県赤穂市立塩屋小学校

は、この地域を近畿トライアングルと呼んで、その構造発達史を論じている。本研究では、近畿地方のネオテクトニクスについて、1995年の兵庫県南部地震・野島断層を導入として用いた。また、野島断層から近畿地方のネオテクトニクスへと展開するための、活断層モデル実験器を製作した。本研究で制作した断層モデルは、地下の岩盤に食い違いを生じさせて、鉛直方向に変位が蓄積されるというものである。これは断層の変位の蓄積によって地形の発達が起こることを学習することを意図しており、従来の断層モデル実験器とは異なるものである。

2. 兵庫県南部地震・野島断層

1995年1月17日に兵庫県南部を襲った地震は兵庫県南部地震と名づけられた。この地震のマグニチュードは7.2で、6000人を超える犠牲者を出した。神戸の市街地を襲ったため、高層ビルの倒壊、高速道路の橋脚への被害、海岸部での地盤の液状化など、多様な被害をもたらした。この兵庫県南部地震で淡路島北西部に野島断層(全長10km)が現れた。その北東延長線上に被害が帯状に集中し、六甲山地とその南の平地の境界部に、活断層が分布しているのではないかと考えられた。

3. 野島の断層の教材化と学習プログラム

現地見学を行って事象提示のための資料を確保した。野島断層保存館でみられる断層変位(図1)を写真撮影し、学習者に断層変位の様子を示す動画コンテンツを作成し、学習プログラムにおける事象提示に使用した。また、

野島断層保存館の見学者に対し、野島断層の展示などを見学したあと、来館の目的、印象に残ったこと、地震防災対策に対する意識などについて、聞き取りによる調査を行った。



図1. 野島断層保存館のトレンチで観察される地層のずれ。

調査結果からは、兵庫県南部地震での体験を思い出し、地震に対する怖さや揺れの激しさを実感しているが、将来どこで地震が発生するのか、また活断層は繰り返し活動して地震を発生させるといった大地震の再来性や地震災害に対する将来予測に対する意識はほとんど見られなかった。こうした実情を踏まえ、活断層の見学から、地形発達のしくみを理解したうえで、地形を読んで活断層の分布を探るという流れで、学習プログラムを構想した。

4. 活断層の変位蓄積に関する実験教材

断層の変位によって、地層に食い違いが蓄積していく様子を調べる活断層モデル実験器(図2)を製作した。アクリルケース(5×20×13.5cm)の下部に発泡スチロールを入れて基盤とし、カラーサンドで地層を作り、基盤に断層変位を生じさせた。発泡スチロールの基盤にはねじを取り付けてあり、下から押し上げることで鉛直方向にずれを生じさせるこ

とができる。この実験から、活断層のずれによって、カラーサンドで作った地層に変位が蓄積し、長い年月の間に平地と山地ができることがわかるというものである。



図 2. 活断層モデル実験器.

5. 衛星画像で活断層を探す

近畿地方の衛星画像から平地と山地の直線状の境界（リニアメント）を見つけ、断層がどこを走っているかを探究させる。高解像度の衛星画像（(株)アートバンク）をプリントし、トレーシングペーパーを使って、海岸線や活断層の位置を記入させる（図 3）。



図 3. 近畿地方の衛星画像のプリント.

6. 授業実践

本研究で開発した学習プログラムの実施に要する時間は 90 分である。授業実践は、岐阜聖徳学園大学教育学部理科専修 1 年生を対象に実施した。

(1) 授業の導入

授業の導入では、兵庫県南部地震や野島断層に関して教師が説明を行った。野島断層保存館の写真をもとに、1995 年の地震にともなうこの断層が左横ずれ変位と鉛直方向の変位が生じたことを確認した。

次に、内陸地震の活動は千年から 1 万年に一度程度であることから、こうした時間スケールで、同様の地震が繰り返すことを探究するという課題を提示した。用いる教材として、活断層モデル実験器と、地層の堆積をシミュレーションするカラーサンド（図 2）を各班に配り、実験の進め方を説明した。

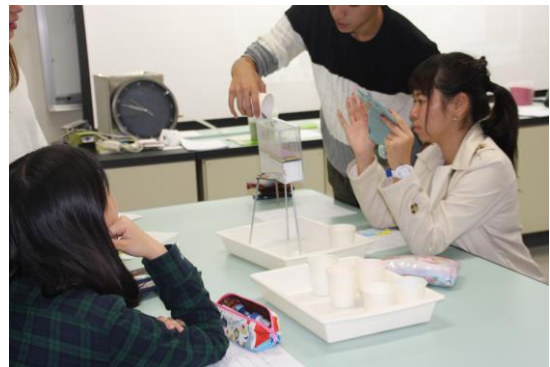


図 4. 実験を行う学習者.

(2) 活断層の変位蓄積に関する実験

実験を行うにあたり、ワークシートを配布し、手順を説明した。発泡スチロールで作った基盤はアクリルケースの底部に配置し、まず粒径の粗い砂で地層を作る。その後異なる色の砂を用いて水平の地層を 2 層作成する。そのあとは、一方の基盤を押し上げて断層変位を生じさせるか、カラーサンドで地層をさらに重ねていくかのどちらかを 1 回のステップとして行う。最終的に地層は 6 層、断層変位は 3 回行って、時間の経過とともに、地層の形成と断層変位の蓄積がどのようになるかを調べた。

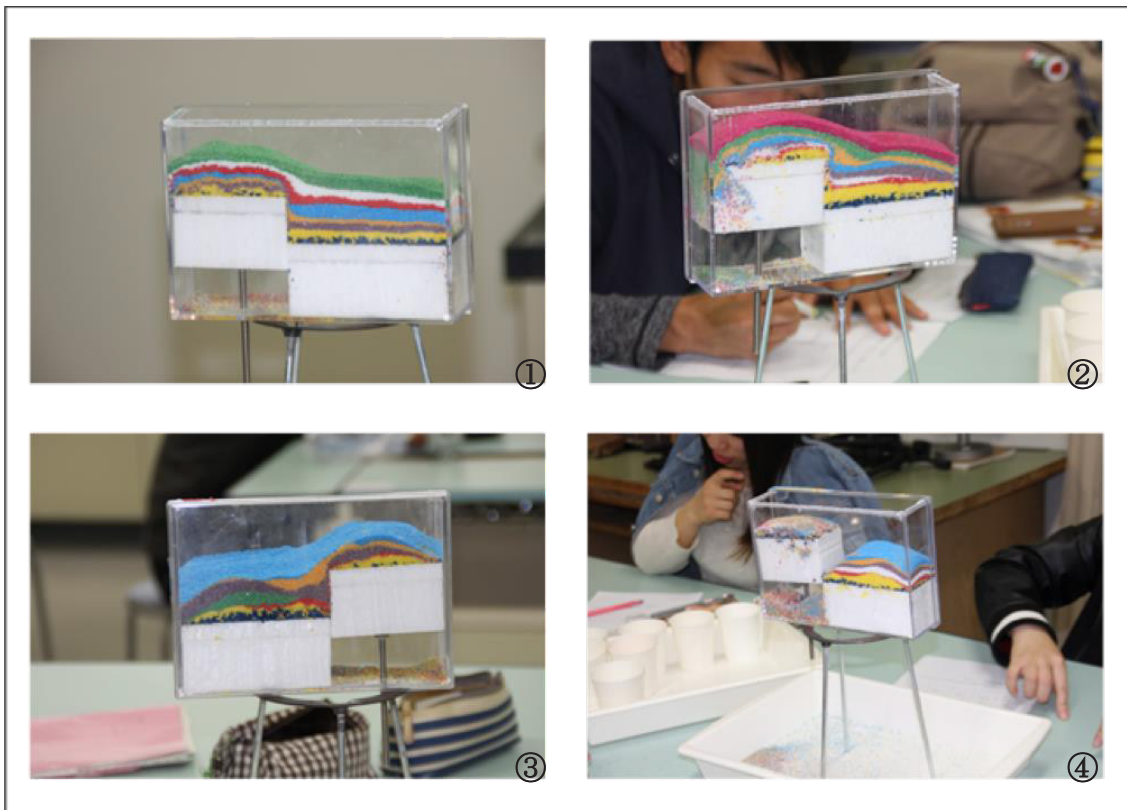


図5. 実験結果の例. ①～③は成功例, ④では, 基盤をずらしすぎて, 大量の砂が下に落ちてしまった.

この実験の結果から, 活断層の変位の蓄積によって, 隆起した岩盤のほうが地形的に盛り上がることを理解させることができた. また, 断面を観察することにより, 古い地層ほどずれが大きいことが読み取れた. 学習者の記述には, 基盤は断層面でずれているが, カラーサンドで作った地層は緩やかに曲がっていること, 断層のところで, 地層が乱れていること, 砂が断層面にそってこぼれ落ちているといったものがあった.

(3)衛星画像を用いて活断層を探す

活断層変位蓄積実験を受けて, 近畿地方の衛星画像を印刷した資料とトレーシングペーパーを配布し, この地域の地形的特長から, 活断層がどこにあるかを調べる活動を実施し

た.

7. アンケート調査結果

授業後にアンケートを実施して, 学習状況を調査した.

Q1.活断層の活動と地形の発達の関係がわかったか?

この質問に対しては, 27名中21名がわかったと答えた. 残り6名はどちらでもないと答えている.

Q2.活断層が存在する場所の見つけたはわかったか?

この質問に対しては, わかったが19名, どちらでもない5名, わからないが3名であった.

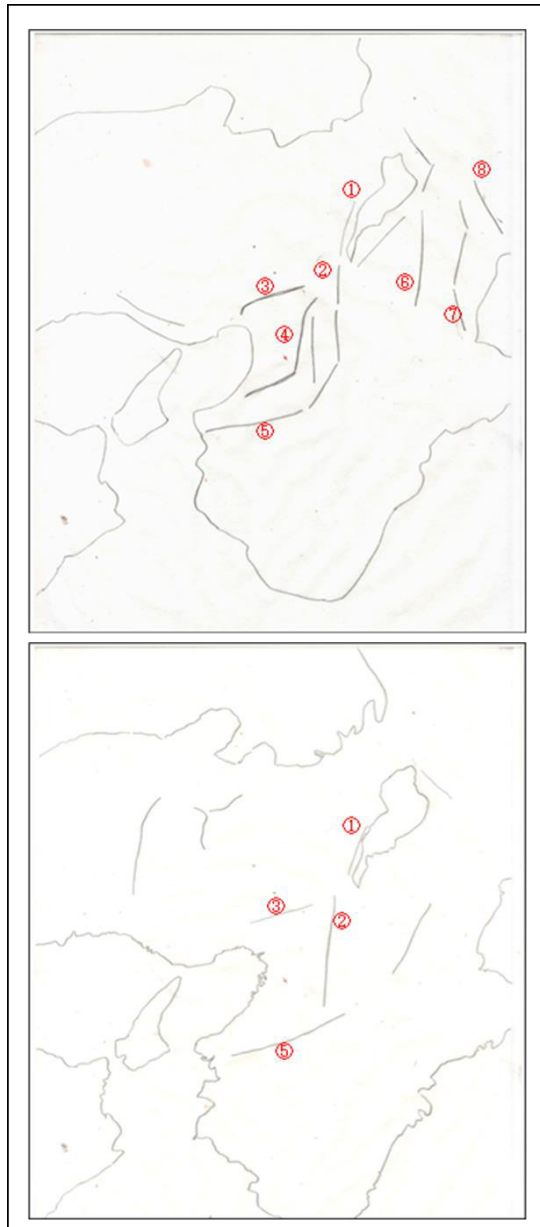


図 6. 学習者がみつけた活断層の例.

三方・花折断層帯, ②奈良盆地東縁断層帯, ③有馬
- 高槻断層帯, ④生駒断層帯, ⑤中央構造線断層帯,
⑥鈴鹿西縁断層帯, ⑦布山山地東縁断層帯, ⑧養老
- 桑名 - 四日市断層帯.

Q3.衛星画像から活断層を見つけることができたか?

この質問に, できたと答えた学習者は 9 名,

どちらでもないが 11 名, できなかったが 7 名であった.

Q4.活断層モデル実験器は操作しやすかったか?

この質問には, 13 名が操作しやすかったと答えたが, 6 名は操作しにくい, 8 名はどちらでもないと答えていた.

Q5.活断層モデル実験は面白かったか?

この質問に対しては, 27 名全員が面白かったと答えている.

8. 議論

(1)活断層からネオテクトニクスへと向かう探究学習は可能か

本研究は, 野島断層を導入として事象を提示したあと, 活断層の変位蓄積について, モデル実験を行って調べ, その結果から活断層の活動の繰り返しによって, 地形が発達してきたことを理解することを狙った. 授業実践後にアンケートからは, Q1 の結果のように 78%の学習者は, 本研究のテーマである, 活断層の変位の蓄積による地形発達過程について理解できていた. この結果から, 本研究で構想した学習の流れは学習者に伝わったものと考えられる.

(2)活断層モデル実験器の評価

授業後のアンケートでは, 活断層実験器が操作しやすいと答えた学習者は約半分の 13 名であった. カラーサンドで地層を作り, 断層変位を側面から観察するため, 容器は透明アクリル容器を用いたが, コスト面から容器のサイズを小さくしたため, 断層変位によつ

て生じた地表の起伏を平野と山地といったスケールで捉えさせるには不十分であった。教材の改良点としては、横幅 30 センチ程度の大きな容器を用いることが挙げられる。

次に、断層変位は基盤として用いた発泡スチロールを下から棒で押し上げることで変位を生じさせたが、アクリルケースと発泡スチロールの間に細かい砂粒が挟まってしまい、発泡スチロール製の基盤を滑らかに動かすことができず、砂がもれてしまった班があった。用いる砂などさらなる工夫が必要である。

(3) 衛星画像から活断層を読み取る

本学習プログラムの到達点として、衛星画像から活断層の存在する場所を見つけることができるかを課題とした。授業実践で用いたトレーシングペーパーの記述から、多くの学習者が重要な活断層の存在に気づいていることがわかった。しかし、Q3 の結果のように、すべての活断層を確認することができなかったことから、活断層を見つけることは難しかったといった感想が多く寄せられた。

こうした結果は、活断層の認定には不確かさがともない、どの活断層が確実に活断層であるといえるか判断が難しいことが挙げられる。こうした状況は、原子力発電所の敷地内の断層に関する評価に際して、専門家でも意見が分かれるように、地球科学の分野では、答えが白黒はっきりしない問題が多く存在する状況と重なるものである。この学習プログラムを受講した学生は、物理や化学などの演習問題を解く勉強に慣れており、答えがはっきりしないような問題に対するトレーニング

が不足していることを物語っているのではないかと考えられる。

(4) 活断層に対する興味・関心について

学習者は全員、活断層モデル実験は楽しかったと答えている。また、興味・関心は高まったと答えている。衛星画像をもとに活断層を見つけるという課題は高等学校の地学の教科書にも掲載されている演習問題である。本研究のように、活断層モデル実験と組み合わせることで、学習者の興味・関心を高めることができるものと期待される。

9. おわりに

活断層モデル実験器を構築して、活断層からネオテクトニクスへと発展させる学習プログラムを構築した。実験器具の改良など、解決すべき課題は多いが、学習者の興味・関心を高め、主体的に知識を獲得する探究的な学習の手立てとして提案する。

謝辞。兵庫県淡路市野島断層保存館では、写真撮影、ビデオ撮影をさせていただいた。また、来館者の方々に対するヒアリングをさせていただいた。

引用文献

- 笠原慶一・杉村新：変動する地球 I - 現在および第四紀 - . 岩波講座地球科学第 10 巻, 296p, 1978.
- 杉村新：大地の動きを探る, 岩波書店, 236p, 1973.
- 藤田和夫：日本の山地形成論 - 地質学と地形学の間, 蒼樹書房, 466p, 1983.
- 藤田和夫：変動する日本列島, 岩波新書, 228p, 1985.