

# 横ずれ断層の教材化

— 理論と実際 —

田 中 均<sup>\*</sup>・坂 口 静 磨<sup>\*\*</sup>・薬師寺 光<sup>\*\*\*</sup>  
本 多 栄 喜<sup>\*\*\*\*</sup>・村 本 雄一郎<sup>\*\*\*\*\*</sup>

Teaching Materials for Lateral Fault — Theory and Practice —

Hitoshi TANAKA, Shizuma SAKAGUCHI, Aki YAKUSHIJI  
Eiki HONDA and Yuichiro MURAMOTO

## Abstract

The purpose of this study was to examine the validity of a “lateral fault model” in aiding lower secondary school children to acquire the concept of fault in their science study. We proposed a new “lateral fault model” considering the characteristics of the models proposed thus far. This model was developed to help the children easily visualize the concept of fault and understand it intuitively when manipulating the teaching materials.

Lower secondary school students, after learning the character of fault topography, identified the location of faults using topographic maps. A sampling of fault topography encourages them to be aware of natural disasters and their prevention.

**Key Words:** lateral fault model, fault topography, natural disaster, lower secondary school science

## 1. はじめに

断層は、現在（平成19年2月）の小中学校の学習指導要領では、詳しく扱わないことになっているが、新学習指導要領改正案では中学校の2分野「大地の成り立ちと変化」の単元で、褶曲と共に触れることが新しく記された。

これまでの教科書や資料集を見ると、小中学校ともに地下の基盤に生じた断層のずれが地表にまで直線的に現れている写真が載せられている。しかし、実際には基盤上の沖積層の厚さや軟弱地盤の構造等の影響のため、地下の岩盤の変位量に見合う地表での変位が認められるのは稀である。

そこで、断層のずれが地表にまで直接現れにくい状況を観察できるような教材があれば、断層に対する見方・考え方を広げられると考え、教材開発を行った。

また、この他にも断層がずれる原因をプレートの動きに関連させて考えることができるような教材も同時に開発した。そして、モデル化だけではなく実際に断層が走っている場所を地質調査し、断層地形の特徴を調べ、教材化できるかを検討した。

なお、今回は横ずれ断層についてのみ扱った。



図1 教科書の断層の事例  
（『新版たのしい理科 6上』より引用）

\* 熊本大学教育学部理科地学

\*\* 熊本市立川上小学校

\*\*\* 熊本市立龍田小学校

\*\*\*\* 熊本県立湧心館高校

\*\*\*\*\* 熊本県立教育センター

## 2. 断層の形成とそのメカニズムについて

### (1) 雁行割れ目及びプレッシャーマウンド

横ずれ断層が形成されたときに地表への特徴的な現れ方として雁行割れ目とプレッシャーマウンドと呼ばれるものがある。これらはその地域の応力場と関係しており、藤原（1932）はこれらの関係を「雁行法則」としてまとめた。ここで、図3に示すように雁行法則を一つの正方形で考えてみると、横ずれ運動によってBとDからは引っ張りの力が、AとCからは圧縮の力が生じる。この引っ張りの力によって雁行割れ目ができ、圧縮の力によってプレッシャーマウンドができる。

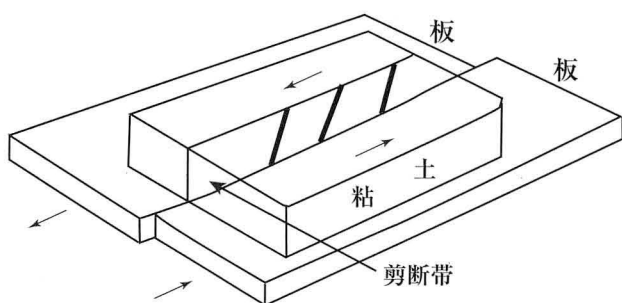


図2 リーデル剪断実験  
（『地震と活断層の本』より引用）

### (2) 横ずれ断層とプレート運動

断層はプレート運動と密接に関係しており、地表で見られる正断層・逆断層・横ずれ断層はプレートの沈み込む方向と海溝軸とのなす角度や海溝からの距離によって異なる。特に本研究で焦点をあてた横ずれ断層は、プレートが海溝に斜めに沈み込むことによって形成される過程を四国に位置する中央構造線を例にして説明する。

## 3. モデル化のための実験

### (1) 雁行割れ目及びプレッシャーマウンドのモデル

ここでは、雁行割れ目等が観察できるリーデル剪断実験（図2）を参考にモデル化の実験を行った。リーデル剪断実験とは、2枚の木の板の上に粘土をのせて板をずらしたときに表面にできる割れ目の様子を観察する実験である。

しかし、実際に実験してみるとなかなか割れ目が見れにくいことが分かった。そこで、材料から選びなおし、最も観察しやすい条件を探ることにした。

まず、材料であるが、学校現場でも使える教材と

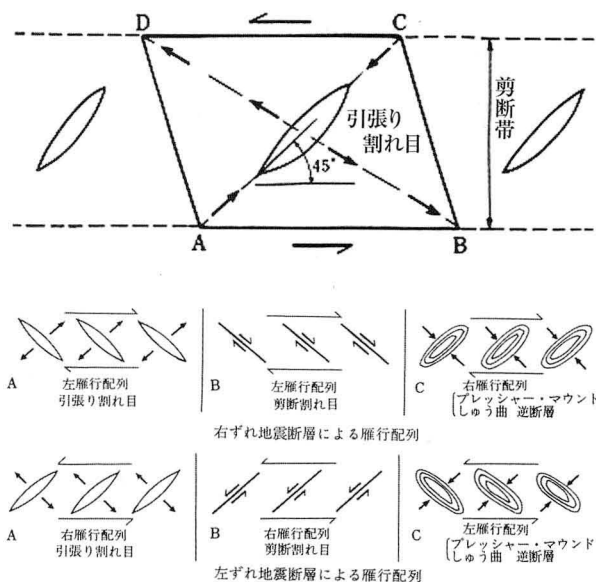


図3 リーデル剪断実験による粘土層上面の変形  
（『地震と活断層の本』より引用）

いう観点から学校や家庭などで比較的手に入れやすい材料から選んで実験を行った。その結果、紙粘土の表面が少し乾燥した状態が雁行割れ目及びプレッシャーマウンドが現れやすいことが分かったので、材料を紙粘土に絞りその他の条件を調べることにした。

表面の乾燥時間は自然乾燥にすると温度や湿度によってまちまちになるためドライヤーで乾燥させるのがよいことが判った。時間も1～5分乾燥させて実験してみたが、2、3分乾燥させるのが観察しやすいことが判った。

また、紙粘土の厚さ、ずらす速さ、紙粘土の種類など条件を変えて実験してみた。紙粘土の厚さが2 cm以上では、板に溝を彫って摩擦を作っても紙粘土が板からはずれてしまうので、1 cmが適している。

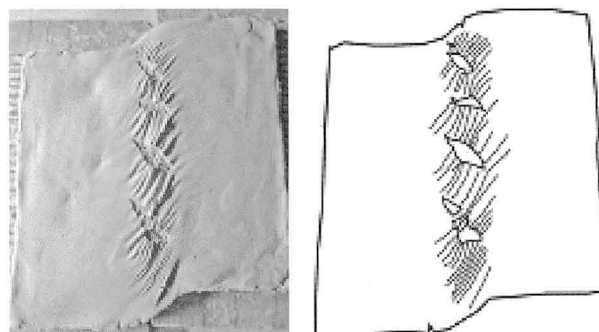


図4 リーデル剪断実験結果の写真（左）とイラスト（右）

ずらす速さはゆっくりずらしても瞬時にずらしても表面の様子はあまり変わらないが、表面の様子をじっくり観察させるためにはゆっくりずらすほうがよい。紙粘土の種類は重い紙粘土を除く軽い紙粘土全てで観察できたので、軽い紙粘土が実験に適していることが分かった。

以上の結果をまとめると、材料には軽い紙粘土を使い、厚さは1cmで表面を2, 3分ドライヤーで乾燥させ、ゆっくりずらして観察すればよい事が判った(図4)。

## (2) プレート運動と横ずれ運動のモデル

中央構造線を例にプレート運動と横ずれ運動との関係を視覚的に理解できるよう、図5のような横ずれ断層モデルを開発した。

これは、中央構造線を境に本州側の内帯と四国側の外帯を用意し、内帯側を固定して、プレートに見立てた紙のローラを斜めにスライドさせることで、中央構造線が横ずれをおこす様子を観察させるものである。

ベルトコンベアーのようなしくみにすることで紙を何度も回転させることができ、また、側面に割り箸をつけることでプレートに見立てた紙と中央構造線とのなす角度を変えることができ、紙が中央構造線に対して直角に沈み込む時は横ずれ断層ができない

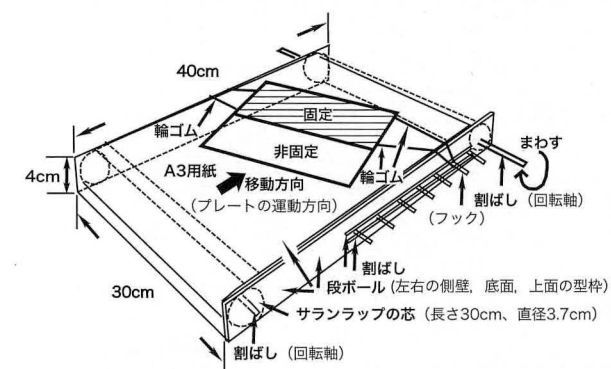
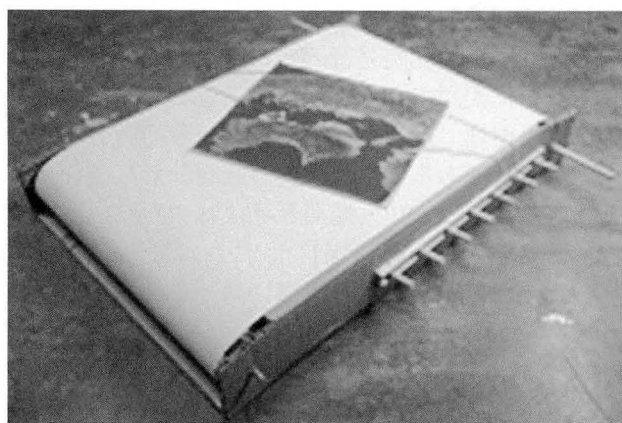


図5 プレートテクトニクスと関連させた横ずれ断層モデルの写真(上)とイラスト(下)

状態を観察できるようにしている。

## 4. 断層の実際

### (1) 断層地形の概要

我々が生活している大地は、岩石の種類や物理的性状によって浸食に対する抵抗力が異なるため、地形に地質状況が反映されることは容易に考えられる。規模の大きな断層・破砕帯などの弱線は、これらを構成する物質が周囲の部分に比較して脆弱であるため、浸食作用に対しては差別的に浸食を受けやすく、地形に何らかの影響を残している場合が多い。

地形図から断層・破砕帯などの不連続面を判読するための要点としては以下のようなものがある(菊池宏吉, 1990)。

- ① 直線的な谷がある。
- ② 特定方向に平行する地形。(例えば谷や稜線)
- ③ 谷に平行な方向に連続した急崖が存在する。
- ④ ケルンコル(断層鞍部)、ケルンバット(断層突起)の存在。
- ⑤ 川の流路にずれがある。
- ⑥ 本谷に対して、支谷が上流向きに合流する。
- ⑦ 水系が直線状、または格子状を示す。
- ⑧ 山腹斜面の傾斜変換点が直線的に連続する。
- ⑨ 崩壊、あるいは湧水地点が直線的に配列する。
- ⑩ 稜線にずれがある。
- ⑪ 扇状地にずれがある。
- ⑫ 河成段丘面が直線的境界で変位している。

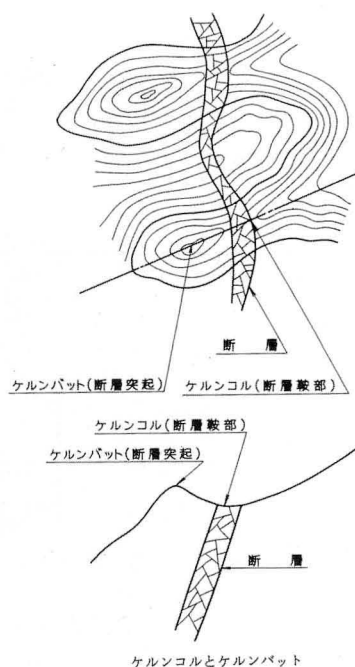


図6 ケルンコルとケルンバット(菊池宏吉, 1990)



図7 水系異常 (菊池宏吉, 1990)

## (2) 具体的な断層地形

地表に現れた断層は、浸食作用や風化作用などによって古いものほど分かりづらくなる。しかし、新しい断層や古い断層であっても地形的な特徴が残っている場合がある。断層の地形的な特徴が理解できれば、地下に断層が伏在している可能性が予測できるようになる。学校周辺の断層地形をしらべることによって断層の教材化を図ることができるし、また教師や子ども達が断層を身近に感じることができるのではないかと考えた。本調査では国土地理院発行の2万5千分の1の地形図を用いて断層地形を抽出し、現地調査を行った。ここでは、調査した断層地形のうちの八代市東町付近(図9)と球磨郡湯前町付近(図10)の2ヶ所を紹介する。

### 1) 八代市東町付近(図9)

八代東町付近は、連続した河川の屈曲やケルンコル、ケルンバットの地形が線状に連続して見ることができる。この断層地形は、地質学的には猫谷構造

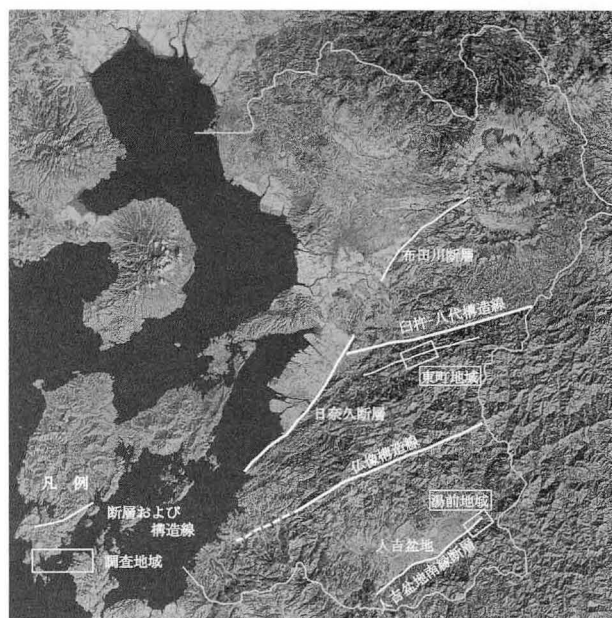


図8 熊本県の主要構造線と断層および調査位置 (理科学習資料集暁教育図書(株)より引用加筆)

線(池の原断層)に沿って観察され、また、それに沿って蛇紋岩が分布している。

東町近傍を流れる水無川の水系は、南北方向に流れる支河が本河と合流した後、東西方向に直線状に流れている。この水系異常は、臼杵-八代構造線の副次断層(竜峰山断層)とほぼ一致する。

### 2) 球磨郡湯前町付近

図10は国土地理院発行、2万5千分の1地形図「多良木」の拡大図である。図10に示されているのは①の田上一田畑、辻南方(地名)という活断層と、②の副次断層である。それぞれの断層地形を調査したところ、①では三角末端面と呼ばれる断層地形を確認することができた(図11)。これは断層によって切られた山の切り口が三角形に見えることからいわれている。②ではケルンコル・ケルンバットと呼ば

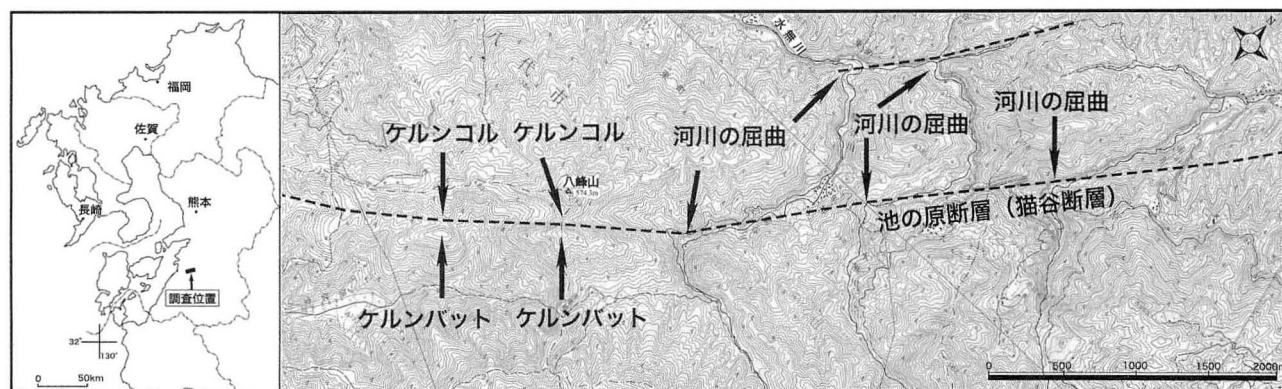


図9 熊本県八代市南東部の地形図 特徴的な断層地形および断層の位置(点線) (国土地理院発行2万5千分の1地形図「坂本」,「鏡」の一部を使用)



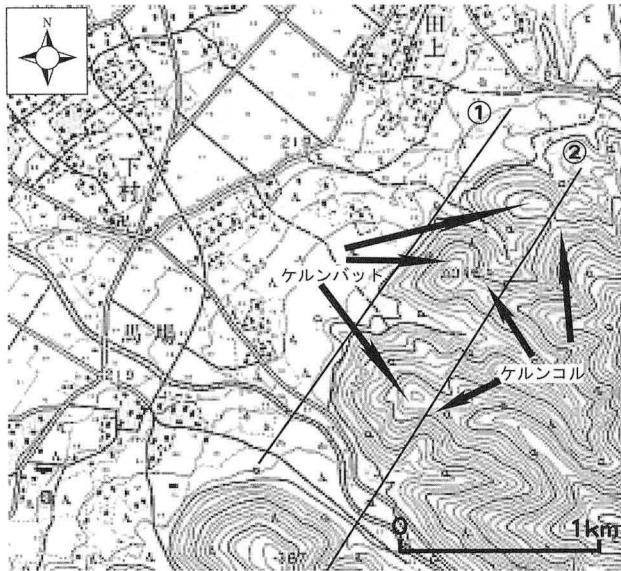


図10 調査地の拡大図

図11 多良木町馬場付近から見た断層地形写真  
(三角末端面, ケルンコル, ケルンバット)

れる断層地形が残されていた(図6)。これは山地に形成された断層付近が周囲より岩盤が破碎されて細かい割れ目が多く形成され、その結果雨水などで浸食されやすいためにできる地形で、断層線に沿ってできる凹地形(ケルンコル)と、断層によって切り離されたように孤立した凸地形(ケルンバット)ができる。

この調査地以外でも断層地形を調査した。比較的新しい時期に形成された断層の露頭は、浸食作用などによって分かりづらくなっている場合が多かったが、断層地形が残っている場合があることが分かった。断層地形を理解することは、身近な場所で断層の教材化が可能となり大地の変化を子ども達に体感させる授業ができると期待される。

## 5. 教材化の留意点(まとめ・考察)

今回のモデル化で、実験の少ない地学分野に新しい教材を生み出すことができた。雁行割れ目とプレッシャーマウンドのモデル実験では、地下の断層のずれが地表にまではっきりと現れるわけではないことが生徒達にも直感的に分かり、断層に対する見

方や考え方に新たな視点が体得できると思われる。このような視点を広げて行くことは自然を理解する上で重要である。また、プレート運動と横ずれ運動のモデル実験は、プレートの動きに伴って断層が横ずれするメカニズムが視覚的に捉えられるため、生徒にとっては分かりやすい教材といえる。このような断層のずれが起こる原因をプレートの動きと関連させた教材は少ないようである。

実際の断層調査では、断層が走っていることが分かっている場所を調査しても、風化浸食作用のため地表には断層露頭が残されていることは稀である。しかし、新しい断層の地形的な特徴は残されていることが多い。このため断層地形の特徴を理解し教材化することで子ども達に大地の変化を断層と関連させて考えさせることができる。

また、一般的には、地震に伴う地下の岩盤の横ずれ断層の変位は平野部では同じ平面内を動くため認めるにくくなる反面、鉛直断層の変位は容易に認めることができる。一方、山間部では、鉛直変位の断層は浸食作用によって容易に平坦化して判りにくくなるが、横ずれ断層の変位は一方向の河川の屈曲や稜線のずれなどのように地表に現れることがある。このような断層の特性を理解することは、自然災害などの防災教育にも応用できる。

## 6. 今後の課題

今回は、見て、触って、動かして判る断層モデルの教材化を行なった。また、実際の断層地形の調査を行なって断層の特性が理解できた。今後はこの断層モデルを使った授業実践をしてどのような教育効果があるかを調べる必要がある。

また、本研究では横ずれ断層についてのみしか扱わなかったが、正断層と逆断層についても教材開発を行なう予定である。

我々が住むこの大地は、特に都市部では人工改変のため断層があると認定されていない場所が数多くある。そのため古い地形図や古文書等を調べて第四紀に活動した断層の有無を調べるとともに理科教育では命を守るという意味での自然災害や防災教育にもっと力点をおいた授業が望まれる。

## 参考文献

- 1) 小出仁・山崎晴雄・加藤碩一:地震と活断層の本, pp. 1-122, 1995, 国際地学協会
- 2) 菊池宏吉:地質工学概論, pp. 1-276, 1990, 土木工学社
- 3) 熊本県中学校理科教育研究会編:熊本県版 理科学習資

- 料, pp. 1-163, 2004, 暁教育図書編集部
- 4) 文部科学省:「小学校学習指導要領(平成20年8月)解説  
-理科編-」, pp. 1-105, 2008, 大日本図書
- 5) 文部科学省:「中学校学習指導要領(平成20年9月)解説  
-理科編-」, pp. 1-149, 2008, 大日本図書
- 6) 岡田篤正・中田高・千田昇・池田安隆・今泉俊文・渡辺  
光久・長岡信治・前杢英明:九州の活構造, pp. 1-553,  
1989, 東京大学出版会
- 7) 竹内敬人他:未来へ広がるサイエンス代分野(上), pp.  
49-92, 2007, 啓林館
- 8) 戸田盛和・有馬朗人他:たのしい理科(平成17年度用),  
pp. 42-71, 2007, 大日本図書