

地学の豆知識

第 6 回

～活断層と地形の基礎～

道家涼介

(神奈川県温泉地学研究所)



写真 1 長野県北部の地震で地表に生じた活断層のずれ (塩島地区)。2014 (平成 26) 年 11 月 27 日撮影。写真中央を手前から奥に走る段差が今回の地震による活断層のずれで、田圃に食い違いを生じさせている。

■はじめに

今年 (2015 年) は、六千人を超える尊い命が失われた兵庫県南部地震から 20 年という節目の年です。この地震は、大阪府北西部から神戸市街地を経て、淡路島まで延びる六甲・淡路島断層帯という活断層帯の一部が活動したことにより発生しました。淡路島の北部では、地震の発生に伴い、野島断層^{のじま}という活断層に沿ってずれが生じ、これ以降、『活断層』という言葉が広く社会に認知されるようになりました。また近年は、重要施設において活断層の評価の見直しが行われるなど、報道等で『活断層』という言葉が耳にすることが多くなりました。

今回は、地表で観察される活断層の過去のずれに焦点を当てて、地形との関連について解説をしていきたいと思います。すなわち、活断層がどこにあるのか、なぜそこが活断層と言えるのかということについて、2つの事例を解説しながら説明していきたいと思います。なお、地下での断層のずれ方や、それによって発生する地震の規模などについては、地学の豆知識の第 1 回 (行竹、2010) で説明をしていますので、併せてご参照ください。

■活断層で発生する地震

表 1 は、過去 20 年間で、内陸 (一部沿岸域を含む) の活断層で発生したと考えられる主な被害地震を示しています。これを見ますと、数年おきに、活断層で地震が発生していることがお分かり頂けると思います。1つの活断層が繰り返し活動する間隔は、一般的に数千～数万年と長く、私たちが生きている間に、ある特定の活断層で地震が発生する確率は非常に小さいはずですが、しかしながら、日本列島では、世界的にみても非常に多くの活断層が分布しているため、全体では、表 1 に示したように、数年に一度という頻度で、活断

層沿いで地震が発生することになります。直近では、2014 年 11 月 22 日に発生した長野県北部の地震で、^{かみしろ}神城断層と呼ばれる活断層の一部がずれ動き、地表に明瞭なずれが生じました (写真 1、写真 2)。

活断層で発生する地震の特徴として、(プレート境界で発生する地震に比べ) 狭い範囲で強い揺れによる被害が生じることが挙げられます。また、活断層の直上では、ずれによる被害も発生します。強い揺れに耐えることができる強固な構造物であっても、活断層を跨いでいた場合には、活断層のずれにより破壊されてしまいます。また、活断層は、過去にずれ動いた場所が繰り返し活動

表 1 最近 20 年間に発生した主な活断層型の地震。

発生前年	地震名	マグニチュード
1995年	兵庫県南部地震	7.3
2000年	鳥取県西部地震	7.3
2004年	新潟県中越地震	6.8
2005年	福岡県北西沖地震 ^{※1}	7.0
2007年	能登半島地震 ^{※1}	6.9
2007年	新潟県中越沖地震 ^{※1}	6.8
2008年	岩手宮城内陸地震	7.2
2011年	長野県北部地震 ^{※2}	6.7
2011年	福島県浜通り地震 ^{※2}	7.0
2014年	長野県北部の地震	6.7

※1 活断層の主要部分が沿岸海域に存在すると考えられる地震

※2 東北地方太平洋沖地震による誘発地震と考えられる地震



写真 2 長野県北部の地震で地表に生じた活断層のずれ（大出地区）。2014（平成 26）年 11 月 27 日撮影。写真奥を持ち上げる断層の運動により、農道の高さに不連続が生じている。

しますので、活断層がどこにあるかということは、重要施設を建てる上では、十分に考慮する必要があります。

■長野県北部の地震の例

さて、冒頭で長野県北部の地震で生じた神城断層のずれ（写真 1、写真 2）を紹介しました。私たちは、今回の地震が発生して、この地点で活断層のずれが生じたことを知っています。しかし、今回の地震のことを知らずに、このような崖の地形があった場合に、それを活断層と言うことができるでしょうか。順を追って説明していきます。

1. 平坦面は過去に川が流れた痕跡

図 1 は、長野県北部の地震で、活断層のずれが確認された場所の周辺の地形図です。この場所では、松川という河川が東に向かって流れ、姫川に合流します。松川に沿う地域の等高線はあまり混んでいないので、とても平坦な地形が分布しているということが分かります。この地形は平坦ではあるものの、松川が流れる方向と同じ東に向かって緩やかに傾斜しています。このような地形は河成（河岸）段丘^{かせい かがん だんきゆう}と言い、松川が流れる場所を変えながら堆積物を

溜めたことにより形成された地形です。松川が作った地形なので、松川が流れている方向と同じ東方向に傾斜している（低くなっている）訳です。

2. “逆向き”の崖

図 1 には、赤線で、今回の地震で、活断層によるずれが生じた場所（廣内ほか、2014）を示しています。また、赤線にはケバが付いていますが、これは崖の低下側を示していま

す。すなわち、図 1 に示した崖を境に、東側が高く、西側が低くなっているということを示しています。先ほど、松川が作った平坦面（河成段丘）は東側に向かって傾斜していると言いました。この崖によって生じた段差は、松川の流れの向きに対して“逆向き”なのです（図 2）。

3. “逆向き”の崖は河川的作用では作れない

もしこの崖を河川的作用で作ろうとすると、崖に沿う南北方向に流れる河川が存在し、崖を削らなくてはなりません。もし、過去にその様な河川が存在し、この崖を作ったとするとどうでしょうか。さきほど、平坦面は過去に川が流れた痕跡と言いました。したがって、もし南北方向に流れた河川が存在し、河川が削る作用（侵食）によって崖が作られたとすると、崖の西側には南北いずれかに傾斜する平坦面が分布しなくてはいけません。しかし、実際は東に傾斜する平坦面が崖のすぐ近くまで分布しています。したがって、この崖は河川的作用で作ることはできな

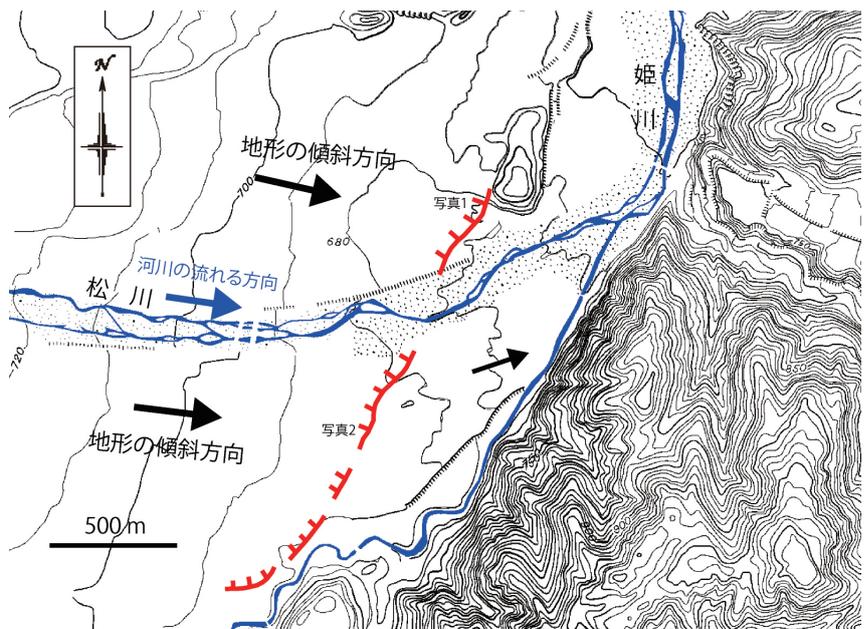


図 1 長野県北部、松川沿い周辺の地形図。基図は、国土地理院発行の 2 万 5 千分の 1 の地形図。赤線は、長野県北部の地震で生じた地表地震断層の位置（廣内ほか、2014；低下側のケバは筆者が追加した）を示す。

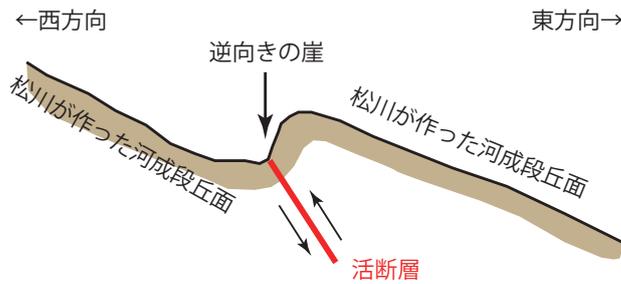


図2 逆向きの崖の断面イメージ図。縦方向に誇張して表現している。

いのです。

以上のことから、河川が地形を作るプロセスでは、その場所の地形の成因を説明できないということが分かります。松川の流れる方向に逆らって、東側を直線的に持ち上げる活断層の運動を考えないと、地形の成り立ちを説明できないのです。このように、活断層の運動などを考えないと説明できない地形のことを変動地形と言います。なお、この場所は、今回の地震が発生する以前から、直線的な“逆向き”の崖がありました。これは、過去にも同じ活断層がずれ、同じような地震があったことを意味しています。すなわち、活断層は繰り返し同じ場所でずれるということを証明していることとなります。

■神奈川県秦野市における活断層の例

秦野市に位置する秦野盆地には、数条の活断層の存在が、国土地理院

が発行する都市圏活断層図（宮内ほか、2008）により示されています。このうち、一番北西に位置する活断層に着目してみましょう（図3）。

1. 地形の撓み

この活断層に沿っては、長野県北部の地震で動いた神城断層の様な明瞭な崖は存在しません。代わりに幅を持った領域が長さ約3kmに渡り

急傾斜しています。この図の様な地形を撓曲と言います。読んで字のごとく、撓み曲がった地形のことを言います。地下の断層がずれた時、地表まで大きくずれると、神城断層のように明瞭な崖ができます（図4a）。地表におけるこのような活断層の現れ方を断層崖と言います。一方、地下の断層のずれが浅い場所に伝わるにつれて小さくなり、地表までずれが到達しない場合は、やや幅を持った領域が傾くような変形が起きます（図4b）。撓曲地形はこのようにして形成されます。

2. 秦野盆地の急傾斜地形は、川の流れては作れない

秦野盆地に分布する平坦面（河成段丘）は、水無川や四十八瀬川が

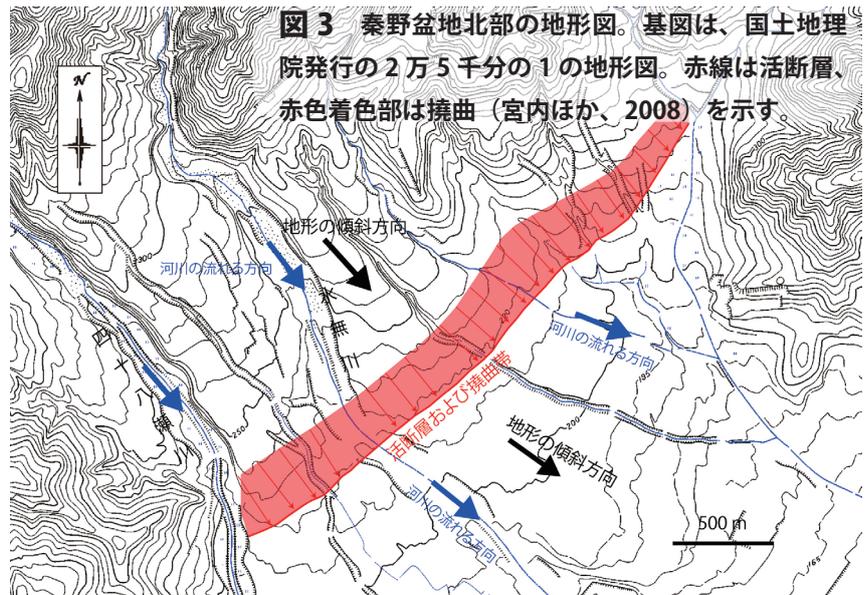


図3 秦野盆地北部の地形図。基図は、国土地理院発行の2万5千分の1の地形図。赤線は活断層、赤色着色部は撓曲（宮内ほか、2008）を示す。

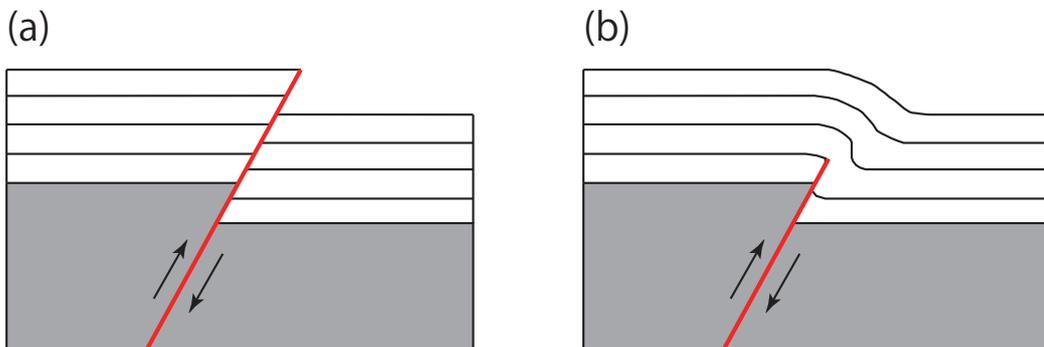


図4 活断層のずれによって、地表に生じる変位の違い。

(a) 活断層のずれが地表まで到達する場合（断層崖）、(b) 活断層のずれが地表に到達しない場合（撓曲）。

作ったものです。それらは、現在、水無川が流れている方向と同じく南東に向かって傾斜しています。急傾斜地形は南東に向かって傾斜している、河川の流れと同じ方向に傾斜しているの、“逆向き”ではありません（図5）。一見すると、河川的作用で作ることが出来るような気がします。河川が流路を変えながら堆積物を溜める際に、“局所的に”このような急傾斜地を作ることもあるかもしれません。しかし、この場合、河川の流れと直交する方向に、約3kmに渡って、急傾斜地形が連続して分布しています（図3）。この地形を水無川が作ることは不可能です。もしかすると、北東もしくは南西方向に流れる河川が存在し、この場所を侵食したとすれば、このような、連続する急傾斜地形を作ることが出来るかもしれません。しかし、急傾斜地形の低下側（南東側）の平坦面は南東に傾斜しているの、そのような河川は、過去に存在していなかったということになります。したがって、この急傾斜地形は、河川的作用で作られたものではないことが分かります。

話が前後しますが、以上から、この急傾斜地形の形成を説明するためには、図4bに示したような地下の断層の変形を考える必要が生じる訳です。具体的には、地下で北西側を持ち上げるような断層運動が生じた

ということになり、この急傾斜地形（撓曲）は変動地形ということになります。

■おわりに

今回の地学の豆知識では、活断層と地形について、大きく三つのことをお伝えしました。まず1点目は、日本列島では、活断層がずれることで発生する地震が、数年に一回の頻度で起きているということです。2点目は、活断層の線は、活断層の運動を考えないと説明できない地形（変動地形）を調べた結果から、引かれているということです。そして3点目は、活断層が縦方向にずれる場合、地表の変形パターンには2種類（断層崖と撓曲）あるということです。

ここまで、読んでいただいた方には、地形から活断層がどこにあるかを調べるプロセスは、とても論理的だということが、お分かり頂けたかと思います。その場所の地形の成り立ちをパズルのように紐解いた結果として、活断層の存在やその詳細な位置が分かる訳です。決して、ただやみくもに直線的な崖や谷に沿って活断層が引かれている訳では無いということです。

以前、とある他分野の専門家の方が、“まだ地形から活断層だと言っているだけだから、本当に活断層かどうかは、地下を調査しないと分か

らない”と仰っていたことがありました。これには一理あり、かつては、“やみくも”とまではいかないまでも、直線的な地形（リニアメント）を全て抽出してから、そこから本当に活断層によるずれ（変位）によるものを抽出して活断層としていました。したがって、地形の判読から抽出されたりニアメントが、実際は活断層では無かったということもありました。しかし、近年は、地形の形成過程を考慮した上で、変動地形を抽出し、活断層を推定する方法が一般的です。この様な方法で抽出された活断層であれば、“地形から活断層と言っているのだから、地下を調べれば、絶対に活断層が出てくる”と言えるはずなのです。確かに地形から全てを知ることは難しいかもしれませんが、地形から得られる情報はとても大きいのです。

■謝辞

長野県北部の地震の現地には、日本地震学会ジオパークワーキンググループの巡検の一環として、連れて行って頂きました。関係する皆様にお礼を申し上げます。また、長野県北部の地震で被災された方々に、心からお見舞い申し上げます。

■参考文献

廣内大助・杉戸信彦・鈴木龍来（2014）2014年11月22日長野県北部の地震（長野県神城断層地震）に伴う地表変位と活断層，活断層研究，41，i-ii。
宮内崇裕・池田安隆・今泉俊文・佐藤比呂志・東郷正美（2008）秦野（第2版），1：25000都市圏活断層図，国土地理院。
行竹洋平（2010）地学の豆知識 第1回 ～断層とは？～，温地研観測だより，60，31-34。

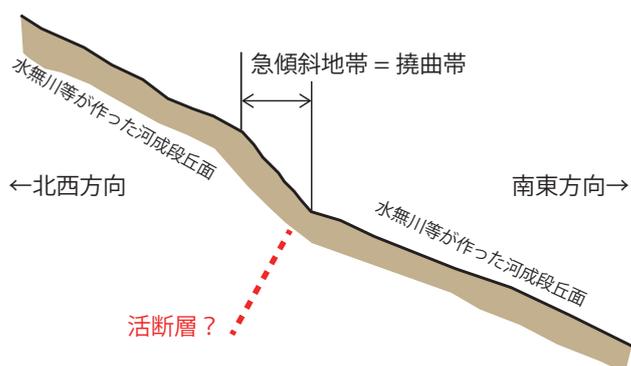


図5 急傾斜地形の断面イメージ図。縦方向に誇張して表現している。