

8. 山地－平地境界逆断層の探査のポイント

Points of finding of range front thrusts

横山俊治（高知大学）

1. はじめに

山地と平地（平野や盆地、丘陵など）の境界を走り、山地と平地の分化を引き起こしている活断層を山地－平地境界逆断層と呼ぶ。山地－平地境界逆断層の形成モデルは 1999 年に発表されている¹⁾。しかし、その後、多くの事例の集積によって詳細な構造が明らかになってきているが、地質業界では未だ基本的な断層構造の認識は進んでいない。たとえば、山地を形成している基盤岩と平地に分布する軟質層との境界を断層が走っているところで、山地側の基盤岩と平地側の軟質岩はどのような変形をしているか、あるいはどのような変形が起きていると予想されるか？また、両者の間の境界断層はどのような形態をもっているか？こういったことに関する認識が不十分だと、山地－平地境界逆断層の実像を具体的な形で理解するのは難しい。

もうひとつ、山地－平地境界逆断層の断層構造に関しての認識が十分であったとしても、それを認定する技術がないと、山地－平地境界逆断層の断層構造を明らかにすることはできない。

地質現象の認定には、それに必要な技術と経験がなければならない²⁾。どのような技術であっても、技術はひとを介してしか伝承できない。なかでも、総合的技術であり総合化技術であるという特徴を有している地表地質踏査技術は、技術の伝承に時間が掛かり、一旦途切れるとその復活には大きな労力を必要とする。山地－平地境界逆断層の認定においても、はじめに大局的な断層トレースの把握が必要であるが、それには地質図を作成する技術が必要である。露頭に現れた個々の断層の評価は大局的な断層トレースと照らし合わせて行う。

地質業界では現在、地表地質踏査技術を含め、地質・地形をみる技術の伝承が大きな課題である。本発表では、山地－平地境界逆断層の認識と認定についてお話するが、背景に技術の伝承の問題があることをご理解頂きたい。

2. 山地－平地境界逆断層の認識のポイント

実際の調査において山地－平地境界逆断層の实在の姿を理解するには、必要な認識のポイントが三つある。

ひとつ目は、深部の基盤岩中では高角度の断層であっても、浅所で山地側の基盤岩が平地側の軟質層と断層接触をするようになったところでは、地層を短縮させる変形が軟質層に集中し、その断層が鉛直変位成分をもっていると、山地側の基盤岩が平地側の軟質岩に覆い被さるようになって、結果的には境界断層は低角度化するというものである。現実によく起きる軟質層の短縮は、断層による引きずり褶曲によるものである。かつて、大阪層群の調査に従事していたとき、上司から地層の傾斜が急になった先には断層があると言われ、それを意識して調査したものだが、引きずり褶曲の存在が地層の短縮を意味し、それを形成した断層は低角度化しているということまで考えが及ばなかった。当時、基盤岩が大阪層群に低角度で衝上しているところを、造成工事で現れた露頭で観察していても、低角度境界断層の持つ意味を理解できなかった。

二つ目は、上述の低角度断層を山地側に向かって追跡すると、深部では高角度になるということである。これは、ひとつ目で解説した、基盤岩中で高角度であっても境界断層は低角度になるという現象を低地の境界断層側から見ているに過ぎないが、軟質層の短縮で低角度化した境界断

層を目にしたとき、基盤岩中では高角度であると理解するのは難しいようである。さらに、谷の侵食量が少ないと、高角度断層は地表に露出しないのだが、高角度断層は存在しないというのかと詰め寄る識者もいる。基盤岩と軟質層の境界で低角度であった境界断層が基盤岩の中では高角度断層に移り変わっている状況が連続的に観察される事例が少ないので、無理からぬことなのかもしれない。

三つ目は、活断層に沿って平地側に軟質層が分布することが断層面の低角度化の必要条件になっているが、このことの理解も希薄である。近畿地方では、大阪層群や神戸層群がそのような場の条件をつくっている。四国東部の中央構造線沿いでは土柱層（大阪層群と同時代の軟質層）が同様の場の条件をつくっている。そして実際に、四国東部の中央構造線で低角度の断層面が記載された場所と土柱層の分布は重なっている。このような場の条件が当てはまる場所は各地の山地－平地境界にあるという事実は重要である。

3. 山地－平地境界逆断層の断層トレースを認定する技術

図-1のcのような断面図を示すと、ボーリングデータがあるから画けるのだと思ってしまう勝ちである。しかし、それは間違っている。この断面図および地質図（図-2）では、調査場所は露頭条件が悪いので、転石法による地表地質踏査技法で地層の分布を明らかにし、剥ぎ取りおよびトレンチで拡幅した露頭で断層を検出した。基盤岩（丹波層群）からなる尾根が北に張り出している山裾を走り、この張り出している部分は断層面が緩傾斜で南に傾斜し、丹波層群が軟質層である大阪層群に南から衝上していることが地層の分布から読み取れる。

図-3は、丹波層群と大阪層群の境界断層がはじめて確認された露頭cである。丹波層群と大阪層群の境界部を剥ぎ取った。厳密に言うと、はじめに剥ぎ取りで露出したのは露頭の上部である。結果は、地表地質踏査の結果と大きく異なっていて、断層面は走向 N18° E～NS、傾斜 80° Nを示した。わたしは即座に、局所的に断層面が曲がっているか、別の断層でずれていると判断したが、それを理解してもらうのが難しく、図-1のaには図示されていないが、B-2 ボーリングの北で、丹波層群の存在を確認するために、もう一本ボーリングをした。もちろん、丹波層群は分布せず、頭から大阪層群が現れた。このボーリングによって、層準の決め手になるイエロー火山灰と層状破碎帯、そして大阪層群下底の不整合面の深度を確認した。

そこで、露頭cの下部(図-3)を剥ぎ取り、断層面が急激に緩傾斜になると共に、走向も踏査結果と調和的なENEとなっているのを確認した。さらに、断層面の走向・傾斜の変化の実態を確認するために、長さ20m トレンチ（露頭d）と露頭eを小型の重機で掘り、境界断層の西方延長を追跡した。傾斜は20～70° くらいまで変化し、走向もNS～ENE、さらにはWNWまで変化していた（図-1のb）。境界断層の走向・傾斜は激しく変化する。境界断層の追跡は、地表地質踏査によって推定された境界断層の大局的な姿勢を参考にしつつ、断層面の変化を捉えるべきである。

境界断層の直下の大阪層群はしばしば地下水が被圧していて、丹波層群と大阪層群の境界から湧水がわき出ている。露頭bの剥ぎ取り位置は湧水部に自生している植生に注目して決めた。最後に露頭aを掘削した。

では、なにが境界断層の姿勢を支配しているのだろうか。支配しているのは大阪層群の層相である。一般に、礫層と接するところでは境界断層はより高角度になり、シルト層や粘土層と砂層が互層しているところではより低角度になる。走向の変化は断層が右横ずれの変位センスをもっていることも関係しているらしい。

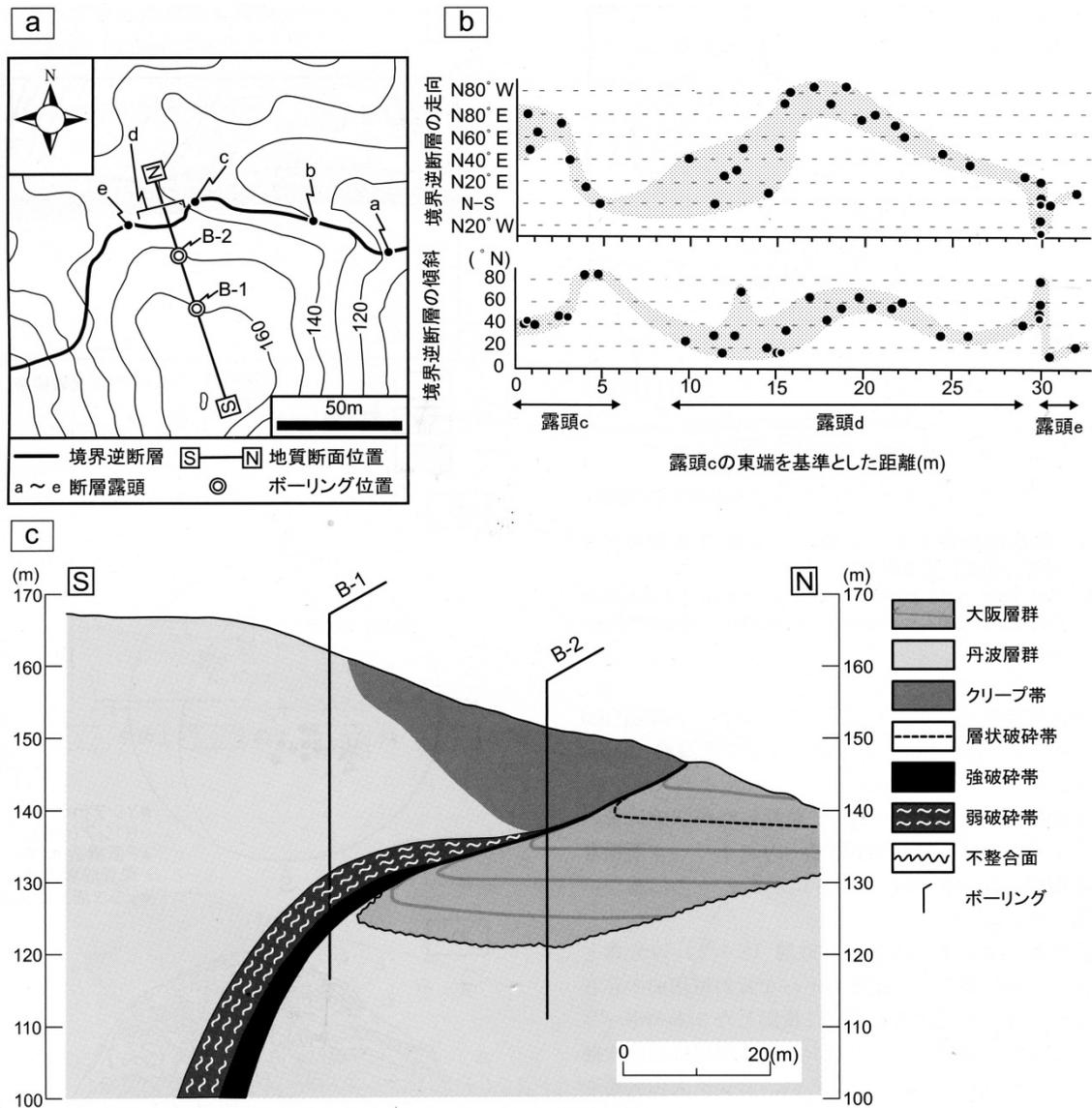


図-1 a : 山地-平地境界逆断層の構造断面図³⁾. b : 山地-平地境界逆断層のストリップマップ. c : 基盤岩 (丹波層群) と軟質層 (大阪層群) の境界を走るスラストの走向と傾斜の変化.

4. 山地-平地境界逆断層上盤の基盤岩のゆるみをどうみるか

境界断層が低角度化するに連れて、断層上盤 (山地側) の基盤岩は垂れ下がってくる. そうなると、基盤岩は多数のクラックを生じてゆるんでくる. ときには斜面上に段差地形を生じることもあるが、地すべりの地表面輪郭構造にあたる一続きの不連続面がゆるみ領域を取り巻いていないので、狭義の地すべりは発生していない. このゆるみ領域をクリープ帯と呼んだ. クリープ帯の先端では、クラックの開口・ずれが次第に大きくなり、完全に角礫状になった断層押し出し角礫岩が形成されることもある. 境界断層の低角度化の過程では、テクトニックな要素とノンテクトニックな要素をもった変動が起きている.

さらに、断層上盤の基盤岩が大阪層群の上を前進すると、ついには地すべりに移行する. このような移行は、断層と地すべりの運動センスが同じであるので、地震時に最も起こりやすい. しかし、テクトニック、ノンテクトニックの識別は容易でなく、その認定をどうするかが重要な課題である.

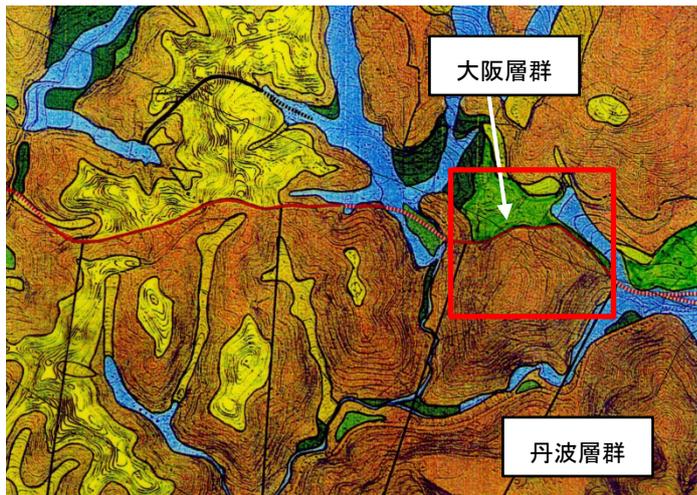


図-2 地質図

赤枠は「図-1のa」の範囲.

5. まとめ

今回、技術の伝承を念頭に、山地—平地境界逆断層を例に地質現象の認識と認定に関する課題を考察した。露頭規模の断層の位置づけを考えるにあたって、転石法による地表地質踏査によって大局的な地質構造を把握することが重要であることを述べた。

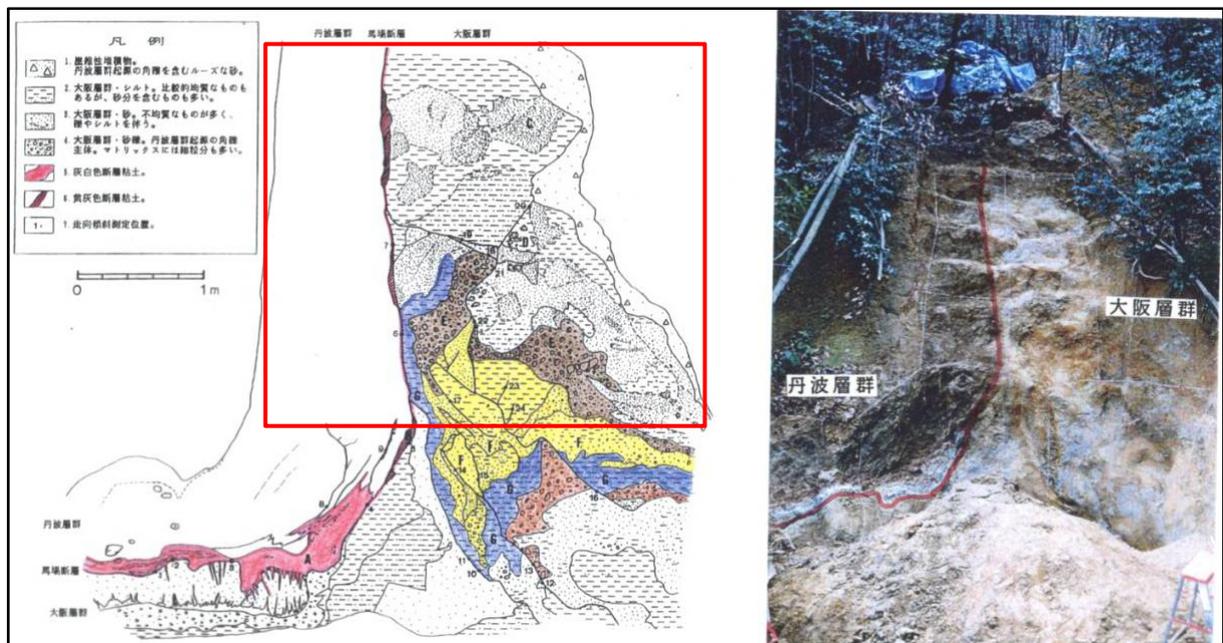


図-3 丹波層群と大阪層群の境界断層（露頭c）

赤枠は一回目の剥ぎ取りの範囲.

文献

- 1) 日本応用地質学会編 (1999) : 斜面地質学-その研究動向と今後の展望-. 294p.
- 2) 横山俊治 (2014) : 地すべり現象の地質学的な“みかた”. 日本地すべり学会誌, Vol. 51, No. 2, pp. 14-23.
- 3) 横山俊治 (2007) : 山地—平地境界逆断層の断層運動と地すべり変動-近畿地方の大阪平野周辺地域の例-. 日本地すべり学会誌, Vol. 44, No. 4, pp. 10-17.