

斜平山の断裂構造

米沢中央高等学校 科学部

1. 要旨, 概要

斜平山山塊を割っている断裂線上を北北西方向に流れるおその沢(米沢中央高等学校科学部 2013)の最上流部, 沼倉沢直下付近の泥岩露頭で層理面の走向, 傾斜を測定し, 走向 $N26^{\circ}W$, 傾斜 $38^{\circ}NE$ を得た(図1, 写真10). 走向はこの地点における流路の方向であり, 三郎沢山西側の沢(写真19)から天狗山と月山の急峻な東斜面(写真5-2, 4)に沿い, 月山から赤芝町への細い尾根筋を開削した沢地形への方向, さらに笹野山から愛宕山にかけての崩落崖(山形応用地質研究会 2010)(断層崖: 米沢中央高等学校科学部 2013)の方向(写真6)ともほぼ一致している. 従って, 斜平山山塊の断裂そして崩落は山塊を構成する主要な地質である泥岩の層理面の走向に沿って起こる走向断層(strike fault)ではないかと考えられる. また, 左横ずれ断層(米沢中央高等学校科学部 2013)の線上に位置すると思われる繰返し不動大滝の露頭(写真20-1~4)は粘板岩(slate)(写真20-5)と見られ, 変形運動により生じたスレート(劈開)が認められた. 劈開面の走向は, 船坂峠から西向沼の方向(写真23, $N22^{\circ}W$)から西寄りの方向性($N45^{\circ}W \sim N62^{\circ}W$)を示し, これをミ型の雁行配列と考えれば, 左横ずれの応力によって生じた劈開ではないかと思われる(日本地質学会地質基準委員会 2003). 突抜沢の方向性($N42^{\circ}W \sim N48^{\circ}W$)(写真25)についても同様にミ型の雁行配列を生じさせる左横ずれの応力によって生じたものかもしれない. また, 大滝の露頭が粘板岩であるとするれば, 中生界である可能性もあり(日本地質学会地質基準委員会 2001), 新第三系中新統下部の綱木川層(小野寺 1990, 山形応用地質研究会 2010, 日本の地質「東北地方」編集委員会 1989)に覆われている基盤岩が露出している可能性がある.

2. 問題提起, 研究目的

都市圏活断層図米沢(地理院地図(電子国土 Web) 2013)では, 位置がやや不明確な活断層として赤点線が斜平山山塊東山麓沿いに笹野本町の南付近まで引かれているが, ここで途切れている. これ以南は活断層ではなく地質断層ということなのだろう. 池田ほか(2002)でもほぼ同様のところで途切れている. また, 斜平山山塊東側(低地側)の急崖については, 古くは断層崖とされていたが, 一見断層のように見える地形の成因についての定説はない(小野寺 1990), 崖下の緩斜面(写真1)については, 活断層の形成との因果関係を示す証拠は見つかっていない(山形応用地質研究会 2010)とされてきた. 米沢中央高等学校科学部(2012)は船坂峠の旧道に立って, 十二天から西向沼への鞍部を結んだ方向に構造線の存在を示唆し(写真23), 同(2013)ではエクセルを利用した立体画像解析(図2)から北方の鞍部である西向沼を始点として山体が断裂・分離して, 稜線の方向が西向沼の北側から北東向きに約 500m ずれていることを明らかにした. この背景として西向沼の北に一本の断層線を延ばそうとしたが, 最初稜線の方向がずれているとは知らずにどのように引けばよいかわからなかったということがあった. 本論ではこれまでの結果・結論をもとに, 地表踏査による地形・地質の調査を試みた.

なお, 船坂峠の南東にある標高 633.8m の山の名称については, 米沢中央高等学校科学部(2012)と同(2013)において漢字表記不明のため「ジュウニテンの山」としたが, 調査の折に坂下と杉の下の方から聞いたのは「ジュウニテン」という名称であった. また, 米沢市在住の御年 88 歳の方からお手紙をいただき, 次のようなご意見を伺うことができた. 「斜平山山塊の周りに笹野観音, 立石観音, 赤芝観音, 繰返し不動尊, 市布大坊のお諏訪様などが存在しており, 船坂峠の近くで過ごした幼少の頃を思い出すと, かつては湯殿山信仰のお行屋なども結構多くあったので, 山岳仏教や密教に関係があるのではないかと思います. ジュウニテンを十二天と書けば, 密教の守護神である毘沙門天, 伊舎那天, 帝釈天, 火天, 焰摩天, 羅刹天, 水天, 風天, 梵天, 地天, 日天, 月天を表示したものになるのではないかと.」というものであった. 非常に貴重なご意見であり, 本論では「ジュウニテンの山」ではなく, 「十二天」と記載することとした.

3. 研究方法

いずれも国土地理院発行で地形図は1/2.5万「米沢」,「白布温泉」,空中写真はTO-88-6Y(昭和63年 1/40,000モノクロ撮影 C4-1, 2, 3)を使用した。また,写真撮影地点を示した図1は国土地理院長の承認を得た上で,同院発行の電子地形図 25000を複製した(承認番号 平 26 情複, 第 394 号)。

方位, 走向傾斜の測定はクリノコンパス(SHOWA SOKKI), 空中写真判読は反射実体鏡 MS16(SOKKIA), パソコン上ではステレオミラービューワ(古今書院), 調査位置の測位は携帯GPS:GARMIN ポケナビ(エンペックス)を使用し, 地形図の標高判読は拡大鏡を用いた。図1の写真撮影地点の座標は, 1/2.5 万地形図「米沢」,「白布温泉」の四隅に記載された経緯度(世界測地系)から表計算で求めた(米沢中央高等学校科学部 2012)。

方位, 走向の偏角補正は, 国土地理院発行の電子地形図 25000(最新)に西偏約 $7^{\circ} 40'$ の記載があるので, 分単位を 7.67° として四捨五入により磁針方位を反時計回りに 8° 回転させることにより行った。また, 調査のし易さを考えて地表踏査は雪解け後すぐに, 植生が生い茂る前すなわち4月末から5月にかけて集中的に行った。

斜平山山塊の断裂構造を明らかにするためにはその線上で露頭を見出さなければならない。船坂峠から西向沼の線上では繰返不動大滝周辺, 赤芝から西向沼にかけてはおその沢最上流部と沼倉沢で結果を得たので次に述べる。

4. 結果

繰返不動大滝は繰返不動から大滝への参道を登り, 沢沿いに進むと南北両岸ともに重力移動地質体が確認され(写真 21, 22), その北側地質体の背後に存在する(写真 20-1)。高さ10m 弱, 幅約3m の大きさの露頭全体が粘板岩(スレート:slate)と見られ(写真 20-2, 5), 間隔の細かな平行面群に沿って薄くはがれやすくなっており, 劈開が発達した泥質堆積岩起源の変成温度の低い広域変成岩である(都城・久城 1975)。採取した試料の劈開面には微小な白雲母や石英の鉱物粒子が認められた(写真 20-5-2)。圧力を被った広域変成岩には面構造や線構造とよばれる異方性が存在するが, 粘板岩においては剥離性に富むスレート劈開という面構造となって現れる。この構造は, 変形運動の方向や性質を反映していることが多い(日本地質学会地質基準委員会 2003)。水しぶきでクリノコンパスが濡れないようにしながら劈開面の走向・傾斜を4ヶ所で測定し, 走向は $N45^{\circ}W \sim N62^{\circ}W$, 傾斜は $74^{\circ} \sim 85^{\circ}NE$ を得た(写真 20-4)。測定ヶ所が少ないかもしれないが, これが大体の方向性である。水が流れ落ちている面の走向は見通しで測定してN-Sからやや西寄りの方向である(写真 20-3)が, この方向性は突抜沢から西向沼への方向($N22^{\circ}W$) (写真 23)に近いと考えられる。

おその沢は全体的にV字谷の形態をなしている(写真 4, 5, 7)。特に月山, 天狗山の東斜面は非常に急峻である(写真 4, 5-2)。沼倉沢に近づいた地点の左岸側で層理面があらわれた泥岩露頭を発見し, 走向 $N26^{\circ}W$, 傾斜 $38^{\circ}NE$ を得た(写真 10)。この走向方向は写真 8, 9 の流路に沿った左岸側の方向にほぼ等しい。写真 9 の地点では高さ約 2.5m の滝の左岸側に層理面に沿ってずり落ちたと見られる断層があり, 断層ガウジを挟んでいる。

写真 12 地点から沼倉沢を登っていくが, 岩盤の断裂については判然としないままかなりの急斜面(写真 13)に阻まれた。沼倉沢上部はV字谷の形状を示し, 急斜面をなす両岸ともに破碎されて細くなった泥岩, あるいは風化岩屑であり, 崖錐堆積物の層相をなす(写真 14 左)。風化岩屑のV字谷という点で写真 21 地点と似たような形状である。少量の水が流れる河床は固い岩盤で複雑な割れ方をしている(写真 14 右)。沼倉沢を登り切って林道に出て, そのまま弁天山西側の沢を進むと西向沼に至る(写真 16)。林道から西向沼までは延長約 80m, 幅 15m \sim 10m の平坦面であるが, 林道も含め, 人工的な地形の改変であると思われる(写真 17)。西向沼は船坂峠から沼倉沢の方向に引き伸ばされたような形状となっているが(写真 18), かつて西向沼の水がこの沢を通して沼倉沢に流れ下っていたと考えられる。現在は沼の北北西方向の林道沿いにあるトイレ小屋の脇に設けてある水場に向けて沼の北西端の水面下からパイプが敷設されており, この方向の小さな沢の流れと共に, 沼の水がこのパイプを通して常時流れ出ている状況である。

5. 考察

写真 24 は船坂峠近くの関小学校から綱木峠方向を撮影したものである。船坂峠から綱木峠の方向は、ひし形の形状となっている関の平坦面の対角線の方向(北東-南西方向)となっている。写真 26 は綱木峠へ向かう途中で北東方向を撮影したもので、船坂峠は斜平山山塊と十二天に挟まれた鞍部地形である。関の平坦面の向こう側は高低差約 100m の急崖の麓に坂下、坪穴の集落が存在する。大樽川は坂下の方へ流れ下らずに関の平坦面のもう一本の対角線の方向(北北西-南南東方向)に斜平山山塊の西側をまわり込んで鬼面川(小樽川)と合流する。

関の平坦面での大樽川の流れを見ると、河岸段丘の地形が認められ、侵食と隆起が繰り返されていることがわかる。周りの山地と同様に関の平坦面も隆起しているのは明らかである。その盆地側の際である突抜沢から西向沼への鞍部地形の方向である $N22^{\circ}W$ は斜平山山塊と米沢盆地を隔するスラスト(衝上断層: thrust)の方向と考えられる。断層は重力移動が発生する要因とされており(日本地質学会地質基準委員会 2001)、この線上に存在する大滝の周辺(写真 22)は写真 21 で見られるようにまさに重力移動地質体である。

昨年西向沼から北北西に断層線を延ばそうとしたとき、うまくいわずにエクセルによる立体画像解析を行ったところ、斜平山山塊の断裂構造が明らかとなった(図2)。このとき稜線の方向が西向沼の北側から北東向きに約 500m ずれていることに気づき、この成因を考えたとき、船坂峠を中心とする共役断層が考えられた。突抜沢から西向沼への方向は左横ずれと考えられる(米沢中央高等学校科学部 2013)。従って、山地と低地を隔てるスラストではあるが、隆起の成分だけではなく、左横ずれの成分を合わせ持っていることになる。約 500m の水平移動は相当なものであり、おその沢北東ブロック(米沢中央高等学校科学部 2013)の中には羽山南側の鞍部(写真 2, 3)に見られるような山体の水平移動による横ずれが考えられるような地形がある。

繰返不動大滝のスレート劈開面の走向は $N45^{\circ}W \sim N62^{\circ}W$ であり、スラストの方向($N22^{\circ}W$)より西寄りである。この方向性は左横ずれ断層のミ型雁行配列(日本地質学会地質基準委員会 2003)を示すものかもしれない。突抜沢についても同様のことが考えられ、十二天への急斜面に立って沢の方向性をコンパスで測定すると、偏角補正を行って $N42^{\circ}W$ であった。また、沢のほぼ中心線上に連続する東上がりで高さ最大 1.2m ほどの微地形(米沢中央高等学校科学部 2013)の方向はおおよそ $N48^{\circ}W$ であった。 $N22^{\circ}W$ の方向性と比べるとこれも西寄りの角度であり、空中写真(TO-88-6Y C4-2, 3)でも確認できる。これは大滝のスレート劈開面の走向に近い方向性であり、この場合も左横ずれ断層のミ型雁行配列を示すものかもしれない。

笹野山に至る峰の道からおその沢の源流部を見ると、西向沼の北側にある弁天山から延びた張り出し地形を挟んで、沼倉沢と栃窪山側の沢(東側の沢)がおその沢断裂構造の南端部を形成している。三郎沢山の西側から「標高 643m の山」の南側に向かって三郎沢山を囲むように延びた深い沢(写真 19)もほぼ同時に断裂によって形成されたものと思われる(写真 11)。写真 19 地点の沢地形は南南東の立石集落の方から北北西方向にも延びており、写真 15 の鞍部地形を通して月山と天狗山の急峻な東斜面(写真 4, 5-2)に沿い、月山から赤芝町への細い尾根筋を開削した沢地形へと抜けていく。この北北西-南南東の方向性は写真 10 の泥岩の走向($N26^{\circ}W$)、笹野山から愛宕山にかけての崩落崖(山形応用地質研究会 2010)(断層崖: 米沢中央高等学校科学部 2013)の方向(写真 6)ともほぼ一致する。これらのことから斜平山山塊の断裂は全体的に層理面の走向に沿って起こっている走向断層と思われる。すなわちおその沢左岸の天狗山や月山の急峻な東斜面は層理面そのものかもしれず、写真 10 の地点で見た走向 $N26^{\circ}W$ 、傾斜 $38^{\circ}NE$ と同じ堆積構造である可能性がある。また、おその沢の断裂、開裂、分離という過程を考えると、おその沢左岸側は正断層、愛宕山から笹野山に至る東斜面は逆断層(米沢中央高等学校科学部 2013)と考えられる(図1)。

日本地質学会地質基準委員会(2001)によると、粘板岩は海溝埋積堆積物である泥岩が原岩となっているとされている。堆積環境が海溝であるということは、日本海が拡大する前のアジア大陸東縁での付加体形成の時代に遡ると思われるので、大滝の露頭が粘板岩であるならば、その地質年代は中古生界すなわち基盤である可能性が考えられる。

写真 14 のV字谷の急斜面をなす細かく破碎された泥岩や風化岩層,あるいは写真 21 の重力移動地質体の開裂,分離部に見られる崖錐化した表層堆積層は被覆層である新第三系中新統下部の綱木川層(小野寺 1990, 山形応用地質研究会 2010,日本の地質「東北地方」編集委員会 1989)であるかもしれない。

6. 結論 (課題)

鞍部地形はその周囲と比較して選択的により多くの風化・侵食を被って形成されたものであり,それは断裂に起因することが多いのではないかと考えられる。従って鞍部地形は断裂構造を調べる上で重要な項目になるはずである。

これまで調べてきた船坂峠付近から赤芝にかけて見られる断裂構造から,山間部に見られる深いV字谷の形成には,山体の隆起と流水による下方侵食だけではなく,断裂が大きくかかわっているのではないかと思われる。とは言っても,現地で得られる地質データの絶対的な不足は否めないところであり,本論のほとんどは推定,推測の域を出ていない。

今後の課題としては,米沢中央高等学校科学部(2013)でも述べたように,もっと広い範囲での立体画像解析と地表踏査を行っていくことが必要である。

7. 参考文献

池田安隆・今泉俊文・東郷正美・平川一臣・宮内崇裕・佐藤比呂志(2002):第四紀逆断層アトラス. 東京大学出版会, 112-117.

都城秋穂・久城育夫(1975):岩石学Ⅱ 岩石の性質と分類. 共立出版, 132-138.

日本の地質「東北地方」編集委員会(1989):日本の地質2「東北地方」. 共立出版, 177-178.

日本地質学会地質基準委員会(2001):地質基準. 共立出版, 108, 159.

日本地質学会地質基準委員会(2003):地質学調査の基本 地質基準. 共立出版, 107-118, 149, 155.

小野寺忠男(1990):斜平山の植物. 8-11.

地理院地図(電子国土 Web)(2013):都市圏活断層図米沢.

(<http://portal.cyberjapan.jp/site/mapuse4/index.html?lat=37.952944445&lon=140.0882778&z=14&did=DJBMM&lkey1=fm&lopal=1>)

山形応用地質研究会(2010):山形県地学のガイド 山形県の地質とそのおいたち. コロナ社, 209, 228-233.

米沢中央高等学校科学部(2012):米沢盆地西縁断層南部の地形. 第56回日本学生科学賞山形県審査出品作品.

(<http://www.ychuo-h.ed.jp/club/science/imageview02.html>)

米沢中央高等学校科学部(2013):斜平山山塊の地殻変動. 第57回日本学生科学賞全国予備審査出品作品.

(<http://www.ychuo-h.ed.jp/club/science/imageview02.html>)

8. 謝辞

我々の研究に対して米沢市民,特にかつて南原地区に住んでおられた方,そして現在住んでおられる方々から,温かい励ましをいただきました.感謝申し上げます.

9. 図表・画像

次のページから示します.

本作品の図は国土地理院長の承認を得て,作成した複製品,成果品である.

承認を得て作成した複製品,成果品を第三者がさらに複製又は使用する場合には,国土地理院の長の承認を得なければならない.