

地すべり地域における簡易水質調査による地質分布と地質構造の関係 - 甚之助谷地すべりを例に -

応用地質(株) ○倉田桃香, 清水豊

1. はじめに

甚之助谷地すべりにおける中間尾根ブロックは活動的な大規模地すべりである。地下水位変動と地すべりの変位に相関があることが判明しており、対策を検討するにあたって、地下水の流動経路を捉えることが課題となっている。そこで筆者らは、予察的に地下水流動機構を把握することを目的として、現地にて地下水の pH と電気伝導率を測定する簡易水質調査を行い、水質分布と地質構造の関係性を検討した。

2. 甚之助谷地すべりの挙動

甚之助谷地すべりは日本でも有数な大規模山岳地すべりである。当該地すべりは複数のブロックに区分され、このうち甚之助谷と別当谷に挟まれた中間尾根ブロックは、標高1,550 m～2,020 m の高標高部に位置し、長さ1,200 m、幅400 m、深さ130 m と大規模で、変位は年間10 cm 以上に達する活動的な地すべりである。

中間尾根ブロックの地すべり変位は、主に融雪期の水位上昇に伴い生じている。融雪期には地すべり変位量が増大し、地下水位が低下すると変位は収束するが、夏季の降雨時にも水位上昇がみられ変位が生じている。地下水位の上昇に伴う地すべり変位が顕著であることから、対策にあたっては地下水流動機構の把握が重要となっている。

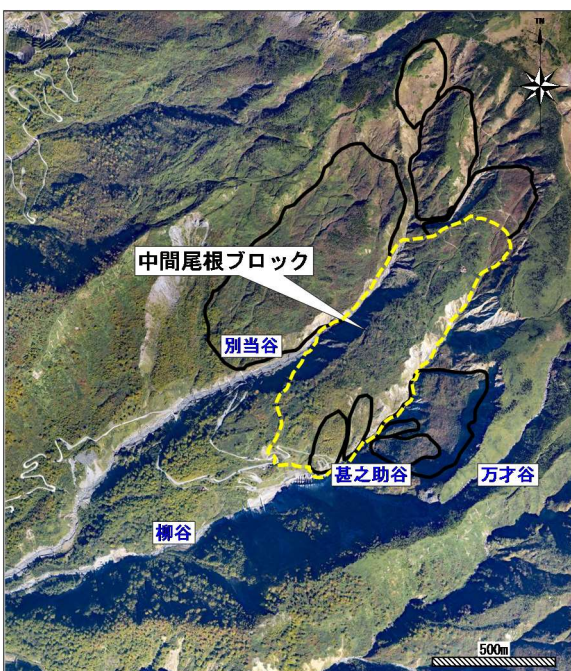


図-1 中間尾根ブロックの全景¹⁾

3. 地質構成

甚之助谷地すべり周辺の地質は、ジュラ紀後期から白亜紀前期の海成—非海成層からなる手取層群（砂岩頁岩互層および礫岩）を基盤とし、地すべり地を取り囲む標高の高い尾根部には、白山火山の噴出物である安山岩溶岩が分布する。

手取層群の層理面は、大局的に10°～30°の低角度で南西に傾斜し、中間尾根ブロックに対して流れ盤を形成する。深部では層理面とほぼ平行な低角度断層が発達している。また、甚之助谷に沿って北東—南西軸の閉じた褶曲が認められ、その褶曲軸面に沿って高角度な断層が発達する。

層理面に発達した低角度断層沿いや褶曲軸面の脆弱部には、貫入岩や碎屑岩脈が高頻度で分布し、白山火山の活動による熱水変質作用を受け、微小な黄鉄鉱が多量に晶出している。特に甚之助谷に沿った褶曲軸面周辺の断層は著しく破碎するとともに、珪化固結した岩塔群がみられることなどから、熱水変質作用による酸性変質帯を形成していると考えられる。

中間尾根ブロックの地すべり形状は、低角度断層とそれに沿って貫入した貫入岩を下底面として規制される。左側部は、甚之助谷に沿う高角度断層を伴った褶曲と酸性変質帯に規制されている。一方、中間尾根ブロックの右側部にあたる別当谷沿いでは、比較的良好な砂岩頁岩互層が露出し、古い断層を充填した炭酸塩鉱物も認められる。



図-2 甚之助谷の酸性変質帯

4. 調査方法

中間尾根ブロック周辺の地質構造と酸性変質帯が、地下水へどのように影響しているかを推定するため、地下

水の簡易な水質測定を行った。測定は水質分布を広域的に捉えるため甚之助谷地すべり全域を対象に行い、湧水や地下水位観測孔から汲み上げた地下水、既設排水トンネルからの排水等を採水し、ポータブル型水質計を用いてその場で pH、電気伝導率 (EC) を測定した。水質計は堀場製作所の D-74を使用した。

5. 調査結果

今回の調査で得られた水質の分布図を図-3に示す。水質測定の結果から、地下水の水質は大まかに以下の三つの特徴がみられた。

- ①甚之助谷周辺および別当谷源頭部付近では、 $\text{pH} = 3.35 \sim 5.98$ の酸性の地下水が集中する。酸性を示す地下水は、主に甚之助谷周辺でみられる砂岩頁岩互層の酸性変質帯で破碎している箇所と対応する。
- ②別当谷周辺からブロック末端部にかけては、 $\text{pH} = 7.50 \sim 8.40$ の弱アルカリ性の地下水が集中する。別当谷周辺は源頭部を除き、変質帯が少なく比較的良好な岩盤が分布する。
- ③中間尾根ブロック上方では、 $\text{EC} = 10 \text{ mS/m}$ 未満の低い値を示し、末端部では 88.3 mS/m と比較的高い値を示す。

6. 水理地質構造の考察

調査結果より、中間尾根ブロック周辺の地下水は二つの水質分布があり、これらから酸性の地下水が集中する経路と弱アルカリ性の地下水が集中する経路が推定される。それぞれ異なる水質が分布する要因は図-3に示す地質平面図と図-4に示す地質断面図から、地質構造に起因したものであると考える。

①の酸性を示す地下水は、褶曲や断層運動により岩盤が角礫化したのち、熱水変質作用を受けた地質を通過したものであると考える。黄鉄鉱などの硫化鉱物は酸素と水と反応し、水素イオンを生成することにより地下水は酸性を示すため²⁾、甚之助谷沿いの褶曲と断層および酸性変質帯が地下水の水質に影響していると考えられる。別当谷の源頭部においても変質帯がみられ、周辺を通過する地下水は変質帯の影響を受けている可能性がある。

②の弱アルカリ性を示す地下水は、熱水変質作用による酸性変質帯を通過しない地下水である。別当谷沿いには古い断層沿いに充填した炭酸塩鉱物（方解石脈）が残存していることから、①の酸性の地下水が別当谷側へ流動せず、①と②は別の流路をたどったものと考えられる。

また、③の末端ほど EC が高い値を示すのは、地下水が地すべり内を長い経路通過したものであると考える。

これらのことから、中間尾根ブロックの変位に影響する地下水流動機構は、地質構造と密接に関係すると想定される。したがって水理地質構造の調査の精度向上が、対策計画の検討として有効であるといえる。

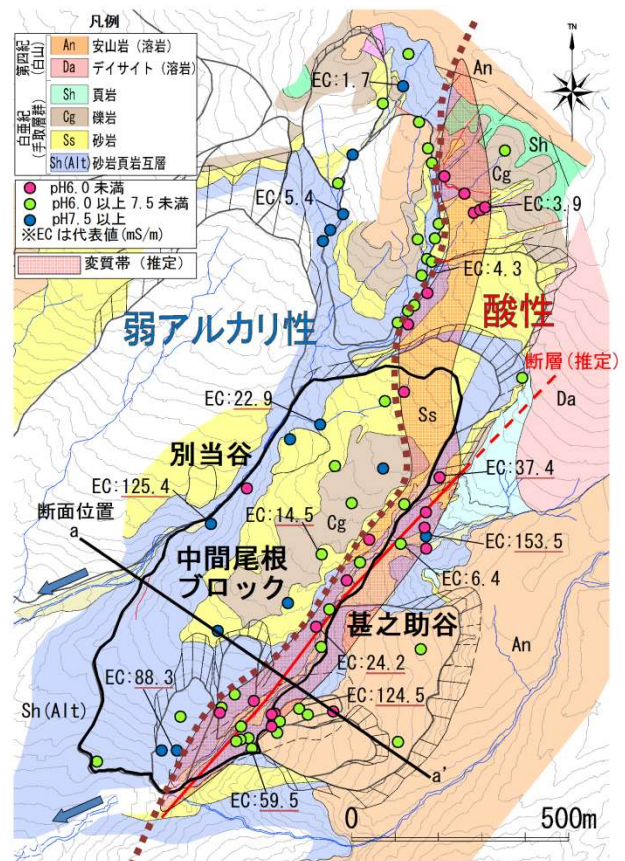


図-3 甚之助谷の酸性変質帯

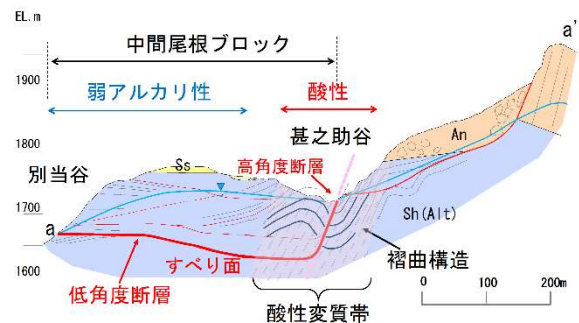


図-4 地質断面図

7. まとめ

本調査では、甚之助谷地すべりにおいて、簡易な水質調査から地下水と地質構造の関係性を予察的に示すことを行った。その結果、中間尾根ブロック周辺では酸性と弱アルカリ性を示す二つの水質分布が確認でき、酸性を示す地下水は、酸性変質作用を受けた地質が影響したものであると考えられ、地下水の流動経路は酸性変質を通過する経路と通過しない経路の二つがあると考えた。

地下水流動機構の把握には、地下水の水質に影響を与える地質特性を理解することが重要であり、今後はより詳細な水文調査(イオン分析による水質パターン分類等)を行い、解析シミュレーションに活用していきたい。

《引用・参考文献》

- 1) 金沢河川国道事務所
- 2) 島田允亮(2014), 自然由来重金属と環境汚染-応用地質学・地球科学データベース-. 愛智出版, p. 99.