

粘土・砂礫層中の判別困難な活断層を検出する γ 線探査法

復建調査設計株式会社 吉村辰朗 正会員 梅本幸男 フェロー会員 福田直三

1. はじめに

東日本大震災を契機に、原子力関連施設の安全性が求められ、活断層の位置や活動性の把握が重要になっている。活断層のトレンチ調査では、断層によって破断した層と断層活動後に堆積した層を区別しなければならない。断層が粘土・砂礫層中に存在する場合には、目視では断層位置が判別困難となる場合がある。本報告は、トレンチとジオスライサーによる活断層調査において、 γ 線探査を組合わせて粘土・砂礫層中の断層を検出した事例を紹介する。

2. 測定方法

γ 線探査法は、ウラン系列元素 (^{238}U)、トリウム系列元素 (^{232}Th)、カリウム (^{40}K) が放出する γ 線をシンチレーションカウンターで検出し、その強度（放射線の数）を計測する方法である。計測方法としては全計数法を用いた。使用機器はシンチレーションサーベイメータ（アロカ社製 TCS-151 型）で、放射線の単位は 1cm 線量当量率 ($\times 10^{-2}\mu\text{Sv/h}$) である。測定は 10 秒おきに 5 回読み取り、その平均値を測定値とした。ジオスライサーによる γ 線測定機器は HPI 製 5000 型シンチレーションサーベイメータを用い、各測点の計測は 30 秒積算線量 (pSv) とした。 γ 線探査の測点間隔は、10cm である。

3. 己斐断層の検出

己斐断層は、広島市西区から安佐南区にかけて北北東に延びる C 級活断層である¹⁾。1996 年 4 月に広島市西区己斐においてトレンチ調査が実施された。断層は花崗岩中に見られ、測定は土石流性の砂礫層で実施した（写真. 1）。

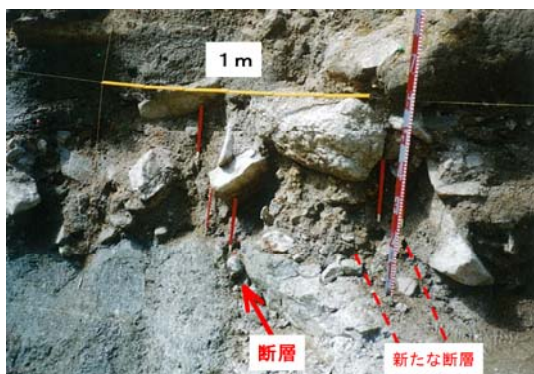


写真. 1 トレンチでの断層位置と γ 線異常箇所（赤棒）

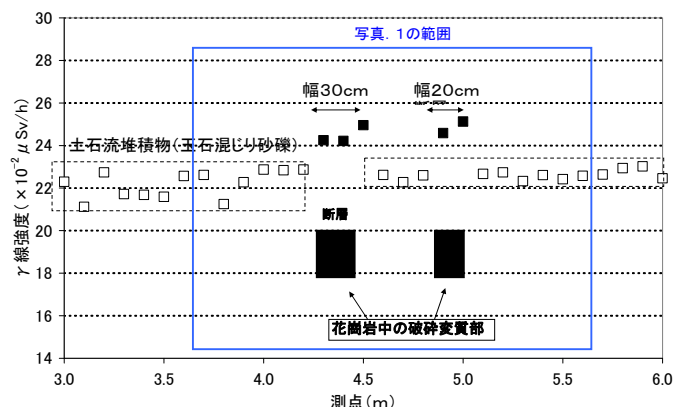


図. 1 γ 線測定結果（己斐断層）

γ 線測定結果を図. 1 に示す。測点距離 3.0m~4.2m の γ 線強度の平均値は $22.19 \times 10^{-2}\mu\text{Sv/h}$ 、標準偏差は $0.64 \times 10^{-2}\mu\text{Sv/h}$ である。4.5m~6.0m の γ 線強度の平均値は $22.61 \times 10^{-2}\mu\text{Sv/h}$ 、標準偏差は $0.21 \times 10^{-2}\mu\text{Sv/h}$ である。花崗岩の断層近傍では高 γ 線強度が検出され、この箇所が玉石混じり砂礫層中の断層と判断される。

4. 花折断層の検出

花折断層は、京都市東部から滋賀県西部にかけて北北東—南南西方向に延びる右横ずれ活断層である¹⁾。2000 年 8 月に、京都市左京区修学院月輪寺町においてトレンチ調査が実施された。トレンチ壁面には砂層・シルト層および砂礫層が露出し、それらを変位させる高角度の断層が認められた（図. 2）²⁾。地層の γ 線強度の平均値は $15.09 \times 10^{-2}\mu\text{Sv/h}$ 、標準偏差は $0.38 \times 10^{-2}\mu\text{Sv/h}$ である。図. 3 は図. 2 の枠内の範囲において γ 線を計測した結果を整理し、平均値から標準偏差の 2 倍～3 倍離れた測定値を異常値とし黒色で示した。

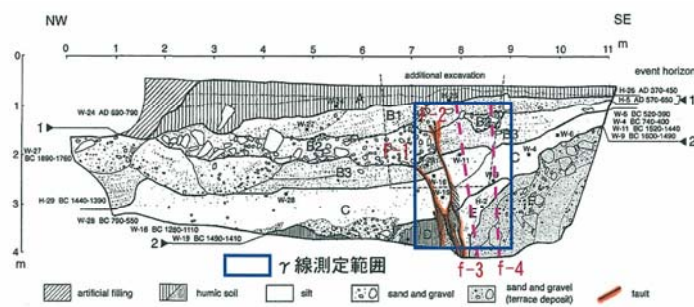


図. 2 トレンチ北東側壁面のスケッチ（花折断層）²⁾

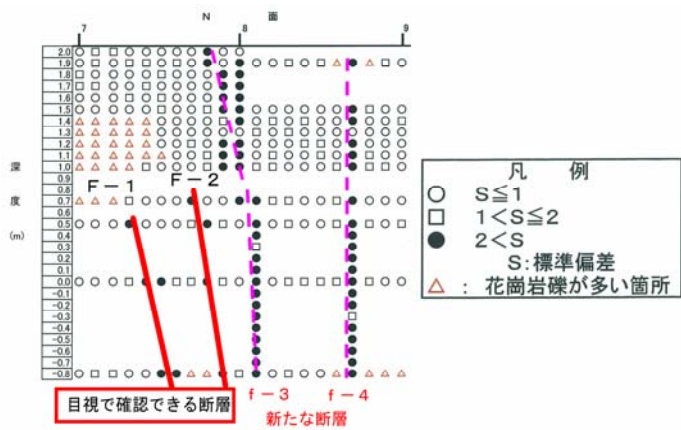


図.3 北東側トレンチ壁面の γ 線強度区分図

● : γ 線強度異常値

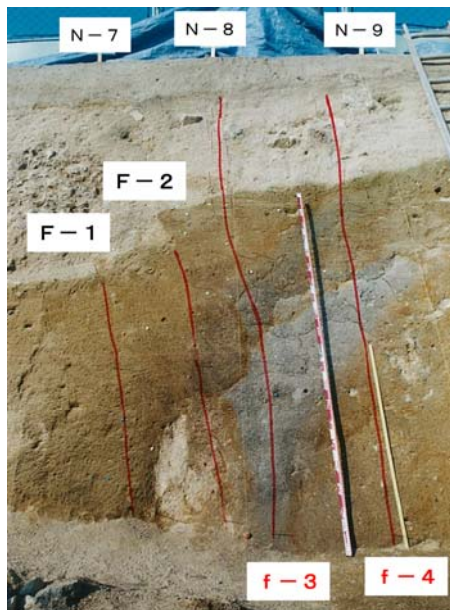


写真.2 トレンチでの γ 線強度異常値分布 (赤線部)

γ 線強度異常値は高角度に直線状に延び、スケッチで記載されている2条以外にも南東側に2条の断層(f-3, f-4)が検出された(写真.2)。

5. 堅田断層の検出

堅田断層は、琵琶湖西岸断層の南部に位置する長さ11kmの断層で、活動度B級とされている¹⁾。2006年に堅田断層のほぼ中央部に位置する大津市本堅田において大規模なジオスライサー調査が実施された。活断層が分布するとされる低崖付近には、薄い泥炭質シルト～粘土層を挟在する軟弱な青灰色シルト～粘土層が厚く堆積している。軟弱な粘土層内に在る断層面は目視で判別が困難であるため、低崖付近で実施された群列ジオスライサー試料を対象にして γ 線探査を実施した。幅120～150cm・長さ約3.5mの幅広型ジオスライサーで測定を行ない、測定した採取土層の厚さは10cm～20cmである。幅広型ジオスライサーでの測定結果を図.4に示した。測点間隔は10cmである。粘土の平均

値は760.5pSv、標準偏差は23.2 pSvである。異常値である高 γ 線強度と低 γ 線強度は直線状に認められ、粘土層内の断層と判断される(写真.3)。

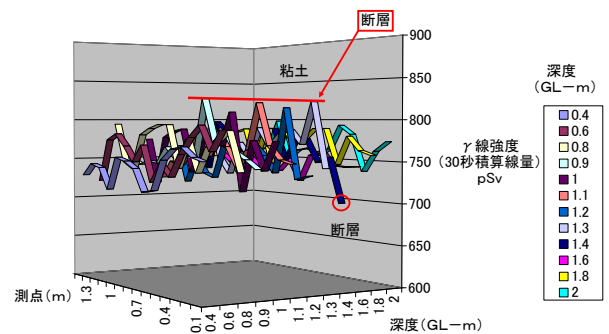


図.4 幅広型ジオスライサーでの γ 線測定結果



写真.3 幅広型ジオスライサーでの γ 線強度異常値 (赤破線部)

6. まとめ

断層破碎帯において帯磁率異常が生じている³⁾。帯磁率は、磁性鉱物の大きさ、磁性鉱物の増減、磁性鉱物の風化・変質によって変化する。帯磁率が高いほど γ 線吸収量が多くなるため、断層では非破碎部の γ 線強度より高 γ 線や低 γ 線が検出される³⁾。トレンチやジオスライサーにおいて層相が同じ中での断層判別が困難である場合、 γ 線探査による γ 線異常値が直線状に延びる形態から断層の分布が把握できる。 γ 線異常値が検出されない地層は、断層活動後に堆積した層と判断される。

[参考文献]

- 1) 活断層研究会編(1991):「新編 日本の活断層一分布と資料」.東京出版会, 437p.
- 2) 吉岡敏和・宍倉正展・細矢卓志・徳田博明・山口弘志(2002): 花折断層南部の過去2回の活動期—京都市修学院地区におけるトレンチ調査結果—, 活断層研究, **21**, 59-65.
- 3) 吉村辰朗・大野正夫(2012): 断層破碎帯における帯磁率異常に伴う γ 線量の変化, 物理探査, **63**, 151-160.