

第三紀月吉断層近傍の中新統中の小断層と地震に伴う地下水流動の変化との関係について

Reasons of coseismic groundwater level changes and role of small faults around the Tsukiyoshi fault.

野原 壯[1], 郡谷 順英[2], 鈴木 元孝[3]

Tsuyoshi Nohara[1], Yorihide Khoriya[2], Mototaka Suzuki[3]

[1] JNC・東濃地科学センター, [2] サイクル機構・東濃・地質環境長期予測, [3] サイクル機構

[1] Tono Geoscience Center, JNC, [2] Neotectonics Res.Gr., Tono Geosci. Center, JNC, [3] JNC

1. 月吉断層

月吉断層は、中新統(20 - 15 Ma)と、白亜紀後期の基盤花崗岩類(以下、花崗岩。)に変位を与える逆断層である。その走向と配置から本断層は、西部(N80 - 70°E 70°S、長さ約1.2 km、みかけの累積変位量約30 m)、東部(N80 - 70°E、4 km、約20 m)、中部(N70°W、約1 km、約10 m)に区分できる。断層運動の時期は特定できないが、上位の瀬戸層群(5 - 0.7 Ma)に変位が認められないことから、15 - 5 Maの一時期に運動したと推定できる。月吉断層の数km南側には、山田断層帯が分布する。

月吉断層周辺には、日本最大のウラン鉱床が分布し、ウラン探鉱のボーリングコア観察や検層のデータが蓄積されている。また、ウランの保存状態の調査や、地下水流動等の研究のためのボーリング調査、地下水位の長期観測が行われている。

2. 調査内容

上記の既存データの見直しとコア観察により、中新統中の小断層などの分布と、花崗岩の比抵抗分布に関する情報を整理し、それらの特徴を調べた。その結果と、既存の地下水調査や放射非平衡調査等の結果から、断層運動に伴う力学的および水理地質学的な変化について、総合的な検討を行った。

3. 結果

月吉断層(西部)の南北両側では、不整合直下の花崗岩の上部10 mが低比抵抗を示すゾーンが認められ、その広がり、北側の断層下盤で狭く(幅約100 m)、南側の上盤で広い(約300 m)傾向がある。低比抵抗を示す花崗岩中では、高角、低角の亀裂が発達し、有色鉱物と長石の溶脱、粘土鉱物、炭酸塩鉱物、緑泥石、白雲母、緑簾石等が観察できる。

一部のボーリングコアの中新統(おもに凝灰質砂岩、泥岩、礫岩)中に、累積変位量1 - 数十cmで条線がみられる小断層と炭酸塩鉱物が充填する亀裂(以下、小断層等。)が観察できる。小断層等のほとんどは、月吉断層直近と、月吉断層(西部)からの距離が200 - 500 mの範囲で花崗岩上部の比抵抗値が比較的高い南北両側に、列状に並んで分布する。

4. 考察

花崗岩上部の低比抵抗ゾーンの分布および鉱物学的特徴から、月吉断層の運動に伴い、岩盤中の亀裂の増加、酸化的な水の流入、長石等の溶脱、2次鉱物の生成が生じた可能性が高い。小断層等の列状分布がこのゾーンの外側で比較的发達する様子から、弱変質の花崗岩がずれ、さらにその上部の中新統に小断層等が形成されたと考えられる。

月吉断層北側の小断層等の分布方向は、卓越する節理の方向(NNW - SSE)と調和的であり、断層運動時の最大主応力方向とほぼ一致する。この列状分布中にあるボーリング孔の花崗岩上部で、地震に伴う地殻応力の変化を原因とする水位の変化が観測されていること(King et al., 1999)等から、この花崗岩中の節理は、地震時に高透水化する主要な水みちである可能性が高い。南側の小断層等の分布は、その位置が月吉断層(東部)の西側延長部、その方向は月吉断層の走向方向と最大主応力方向の2方向に相当する。小断層等の形成に關与した地殻歪みの変化(および地震動と花崗岩上部のずれ)は、距離と大きさの関係から、月吉断層および山田断層帯の断層運動時に生じた可能性が高い。

中新統中のウラン系列核種の既存の調査で、小断層等の直上部(1 - 20 cm)において、過去数十万年以内にウランの再濃集が生じた可能性が報告されている(Nohara et al., 1992)。ウランの再濃集が生じた中新統中の富鉱部(以下、再濃集部。)中の地下水は還元的、直下の花崗岩上部中の地下水はやや酸化的であり、花崗岩上部の透水性が比較的高い(サイクル機構、2000)。水理地質構造、地下水同位体年代の分布等の既存の情報(例えば、Yusa et al., 1992)から推定すると、再濃集部の地下水の流入は通常ほとんどない。しかし、間隙水圧の長期観測の結果から、広域的な地震が発生すると、花崗岩上部と中新統中で空隙率が増加、透水性が高まることで、地震直後に間隙水圧が一旦減少、その後、花崗岩のずれた節理に沿って動水勾配により上流側から地下水が流下、間隙水圧が増加に転じ、直上の再濃集部へ酸化的な地下水の流入が生じると推定できる。酸化的な地下水が再濃集部に流入すると、微生物が関与する反応速度が速い硫酸等の還元

反応(Lloyd and Macaskie, 2000)に伴うウランの沈殿、再濃集が生じると考えられる。つまり、月吉断層等の運動時に形成された小断層等は、広域的な地震に伴う地殻歪の変化に対応して中新統中の空隙率の変化が生じる際に再開口し、ウランを含む花崗岩中の酸化的な地下水がウラン再濃集部に上昇する水みちとなることで、過去数十万年以内に生じた局所的なウランの再濃集に関与したと考えられる。