

岐阜県土岐市の東濃鉱山周辺で行っている地殻内部の多成分連続観測について

Continuous geo-monitoring of many earthquake-related components in the crust around the Tono Mine at Toki City in Gifu, Japan

吾妻 瞬一[1], 北川 有一[2], 地震地下水研究チーム 脇田 宏

Shun-ichi Azuma[1], Yuuichi Kitagawa[2], Earthquake/Groundwater Research Team Wakita Hiroshi

[1] サイクル機構・東濃・フロンティア, [2] サイクル機構東濃

[1] TGC, JNC, [2] Tono Geoscience Center, JNC

フロンティア研究の地震地下水チームでは、東濃鉱山坑道内や周辺の基盤花崗岩やその上の堆積層（土岐夾炭累層等）に達する幾つかの観測井において、地殻歪・傾斜・地下水位・間隙水圧・ラドンを始めとする地下ガス成分の連続観測を実施している。その中で、地震前・地震時・地震後に様々な現象が観測され、蓄積されている。こういった地震に関連した現象の解明に向けて、観測井や観測項目間の変動の相違などの情報を基に、観測で得られた現象の総合的な理解を進めている。

1. はじめに

1989 年以来、岐阜県土岐市に位置する東濃鉱山周辺の観測井において地下水位の連続観測が行われてきた。その中で、当地域の地下水位が、周辺の地震に対してだけでなく、時には遠方の大きな地震に対しても敏感に変動することが判明した。核燃料サイクル開発機構東濃地科学センターでは、96 年度から科学技術庁の地震総合フロンティア研究の一環として陸域地下構造フロンティア研究を実施している。その中の地震地下水研究チームでは、地震に関連して地殻内部に起きる現象を様々な角度から把握することを目指して、東濃鉱山の坑道内やその周辺の複数の観測井で以下の多成分の連続観測を行っている。観測項目は地下水位（間隙水圧）石井式ボアホール総合観測装置による歪と傾斜、ラドン計やマスフィルタ型四重極質量分析計を用いた地下ガス成分などである。これらの一部は、観測を継続しつつ、観測手法や精度の向上を目指している。また必要に応じて、高精度の観測機器の開発を精力的に行っている。この本報告では、主に観測の現状とその結果について述べる。

2. 地下水位（間隙水圧）

東濃鉱山周辺の基盤である土岐花崗岩や、それを覆う土岐夾炭類層などの堆積層を対象とした深さ 100 ~ 200m の観測井 SN-1 号孔, SN-3 号孔, 97FT-01 号孔, TH-7 号孔, TH-8 号孔において、地下水位・間隙水圧を観測している。通常の変動においては、全て気圧応答（井戸によって位相差が異なる）を示すが、潮汐応答に対しては、潮汐を示すもの（SN-3, TH-7, TH-8）と示さないもの（SN-1, 97FT-01）があり、井戸としての性能は様々である。この地下水位・間隙水圧において、地震に関連して以下のような多岐にわたる現象が観測された。

- (1) 地震直後の地下水位の低下（急な低下:SN-3 のみ、緩やかな低下:SN-1）
- (2) 地震後の長期にわたる地下水位・水圧の上昇（SN-1, SN-3, TH-7, TH-8）
- (3) 地震前の地下水位の変動（下降:SN-3、上昇:SN-1）
- (4) 地震波に対応する地下水位の振動（SN-3）

これらの現象が重なるケースと、単独で見られるケースがあり、それぞれの現象が異なるメカニズムで生じている可能性がある。特に(2)の現象は、同一の地震に対して、東濃鉱山から約 3km 離れた東濃地震科学研究所の土岐花崗岩を対象とした観測井（DH-2 号孔など）にも確認され、土岐花崗岩規模の現象と考えられる。

3. 地殻変動

東濃鉱山坑道内や周辺の土岐花崗岩を対象にした観測井 BH-1 号孔, 97FT-01 号孔に石井式ボアホール総合観測装置を設置して、それぞれ 97 年 3 月及び 98 年 2 月から連続観測を実施している。地震に関連して、

- (5) 地震による歪・傾斜のステップ状の変化
- (6) 地震前の主歪成分の変化
- (7) 地震波に対応した歪・傾斜の振動

などの現象が観測された。周期的な潮汐や地震波の伝播に伴う歪変動と、それに対応する地下水位・間隙水圧

の変動の比較から、地下水位・間隙水圧の各周波数毎の Strain sensitivity を求めることができる。これを基に、(1)～(3)の変動の評価を行っている。

4．地下ガス成分

東濃鉱山の坑道内では、岩盤放出ガス成分や地下水溶存ガス成分を、ラドン計やマスフィルタ型質量分析計を設置して連続観測している。上記の観測井 97FT-01 号孔では、マスフィルタ型質量分析計及びシリコン透過膜を用いて地下水溶存ガス成分の連続観測を行っている。測定機器の現場適応試験という面もあるので、必ずしも安定した観測は出来ていない。それでも、東濃鉱山のラドン観測においては、

(8) 地震時（あるいは地震前）の地下水溶存ラドン濃度の低下などが観測されている。

5．まとめ

地震に関連した変動が複数の項目に現われた例として、1999年8月20日の岐阜県美濃東部の地震(M3.9、深さ50km)あるいは1999年8月21日の和歌山県北部の地震(M5.4、深さ70km)の1週間程度前から、97FT-01号孔での主歪成分の変動とSN-1号孔の地下水位の上昇がある。なお、同時期に変動が見られない観測井や観測項目があることも分かっている。こういった地震に関連した現象の解明に向けて、観測井や観測項目間の変動の相違などの情報を基に、観測された現象の総合的な評価を進めている。