

活断層表層部の放射性核種濃度分布と地震活動との関連性

Correlation between radionuclide concentrations in the top soils of active faults and earthquake activity

末次 健太 [1]; 坂本 典夫 [2]; 吉永 徹 [3]; 丹羽 正和 [4]; 小池 克明 [1]

kenta suetsugu[1]; Norio Sakamoto[2]; tohru yoshinaga[3]; Masakazu Niwa[4]; Katsuaki Koike[1]

[1] 熊大・院・自然科学; [2] 熊大・院・自; [3] 熊大・工; [4] 原子力機構

[1] Graduate School Sci. & Tec., Kumamoto Univ.; [2] Science and Technology, Kumamoto Univ; [3] Faculty of Engineering, Kumamoto Univ.; [4] JAEA

<http://www.civil.kumamoto-u.ac.jp/tansa/index.shtml>

活断層に起因した地震が頻発しているため、活断層の不均質構造、変位量、活動周期などを把握することがますます重要となっている。この把握を目的とし、本研究では放射性核種の壊変によって放出されるアルファ線、ガンマ線を計測する放射能探査を適用した。従来の放射能探査は放射線の総量から断層の位置を特定するのが主であったが、本研究では断層表層部の放射性核種濃度が何に支配されているのかを明らかにし、地震活動と関連付けることを試みた。そのために、特徴が異なる4つの活断層（布田川 日奈久断層、野島断層、阿寺断層、跡津川断層）を対象に選び、2004年10月から2008年12月にかけて測定を実施した。全長75kmの布田川 日奈久断層の周辺には更新統の阿蘇火砕流堆積物が広く分布する。活断層研究会(1991)によれば活動度はB級であるが、2000年6月にマグニチュード5.3の地震が発生した。野島断層の全長は7kmで活動度はB級である。1995年1月の地震時には右ずれ・逆断層のずれが地表に現れ、断層面には断層粘土の形成が顕著であった。A級の活動度をもつ阿寺断層は全長66kmの左横ずれ断層で、白亜紀の濃飛流紋岩に覆われている。跡津川断層ではクリープ的なすべり域と地下浅部に微小地震の密集域が存在する。

放射能探査ではアルファ線シンチレーションカウンタ法とガンマ線スペクトル法を用いた（以下ASC法、GS法と称する）。ASC法で対象となる核種はウラン系列、トリウム系列それぞれの放射性壊変で生成される ^{222}Rn （Rn）と ^{220}Rn （Tn）である。Rnは放射性核種の中で唯一のガス体であり、地殻表層付近で亀裂や地下水中に容易に拡散し、鉱物粒子の間に濃集する。RnとTnの半減期はそれぞれ3.8日、54秒である。この大きな相違と壊変法則に基づき、放射性平衡状態を考慮したRn、Tn濃度の算定法（小池ほか、2000）を適用した。ASC法で計測した孔底の土を採取し、同じ測定条件にするための処理を施してゲルマニウム半導体検出器によりウラン系列、トリウム系列の放射性核種のガンマ線強度を測定した。これがGS法である。また、活断層周辺に分布する主要な構成地質である花崗岩を用いて、一軸圧縮試験による破壊過程でのRn濃度を計測する室内実験を行った。この目的は断層によるRn濃度の相違やRn濃度の時間的・空間的変化の支配要因を明らかにするためである。茨城県の稲田花崗岩、山口県の大島花崗岩、兵庫県六甲花崗岩、岐阜県の土岐花崗岩と船津花崗岩の5種を実験で用いた。

ASC法の測定結果では、Rn濃度は布田川 日奈久断層で最も高く、野島断層で最も低く、同位体のTn濃度は布田川 日奈久断層と野島断層で高く、跡津川断層で最も低かった。半減期の短いTnとガンマ線強度との相関性は高いことがわかり、活断層上での空間分布を比較した。その結果、過去14年以内に比較的大きな地震が生じた布田川 日奈久断層（マグニチュード5.3）と野島断層（7.3）の震源に近い測点で、表土層に放射性核種の濃集が見出された。すなわち、これらの地震によって地下深部の放射性核種が活断層を通路として上昇し、表土層にトラップされるメカニズムが考えられる。さらにトラップされる放射性核種の濃度は震源に近いほど高い。また、これら2つの活断層で放射性核種濃度分布と10年間（1998～2008年）の微小地震活動の空間分布を比較したところ、ガンマ線強度が低いにもかかわらずRn濃度が高い測点が多い。これらの測点は微小地震の密集域上に位置することから、活断層を通路としてRnが微小地震によって地表に放出されるメカニズムも想定できる。以上2つのメカニズムと跡津川断層での探査結果より、活断層表層部のRn濃度の支配要因は微小地震活動であると考えられる。花崗岩試料の破壊実験からは、稲田花崗岩を除く4種類の花崗岩で破壊強度の4～6割の応力でRn濃度が増加することが明らかになった。これはマイクロクラックの発生数が増加し始める応力レベル（Scholz, 1968）に対応する。マイクロクラックの発生を微小地震と見なせば、布田川 日奈久断層、野島断層、および跡津川断層における微小地震が断層表層部のRn濃度を増加させたことが裏付けられる。すなわち、活断層に作用する応力が一定のレベルに達すると微小地震は増加し、Rnの放出量が増加すると考えられる。