

山地の地盤災害研究における宇宙線生成核種の応用
Use of cosmogenic nuclides in disaster mitigation science in mountainous regions

○松四雄騎・千木良雅弘・松崎浩之

○Yuki MATSUSHI, Masahiro CHIGIRA, Hiroyuki MATSUZAKI

This report overviews principle and potential of use of terrestrial cosmogenic nuclides for disaster mitigation studies in mountainous regions. Technological advance in accelerator mass spectrometry in recent decades enables us to measure cosmogenic nuclides in rock minerals such as ^{10}Be and ^{26}Al in quartz, and ^{36}Cl in calcite, which provide exposure ages or denudation rates of land surfaces. We present example applications in Japan, determination of long-term sediment yield from watersheds by analyzing fluvial sand, and river incision rates by dating abandoned channels and/or terraces left above current river bed. These applications offer potential usage of terrestrial cosmogenic nuclides for quantitative assessment of mountain hazards.

1. はじめに

地表近傍の岩石を構成する鉱物の結晶格子中には、大気を通過して地表面に到達する二次宇宙線がもたらす相互作用によって、 ^{10}Be 、 ^{26}Al 、 ^{36}Cl などの宇宙線生成核種 (Terrestrial Cosmogenic Nuclides, 以下 TCN) が蓄積する。 ^{10}Be 、 ^{26}Al は主として石英中に蓄積しているものが分析の対象とされ、 ^{36}Cl は長石類やカルサイト中に生成するものが定量される。日本のような湿潤変動帯における、山地の地表近傍での TCN の存在量は、概して $< 10^6$ atoms/g である。最近の 20 年間に、このような極微量の同位体を測定するための加速器質量分析の高感度化・高精度化が進み、地形学や第四紀学等の研究分野において応用が進んできている。

2. 宇宙線生成核種で何がわかるか

TCN を用いることで、任意の地表面の露出年代や削剥速度を決定することができる。前述の各鉱物中に生成する TCN に関しては、年間蓄積量 (生成率) のキャリブレーションがほぼ完了している。よって、地表面の削剥が無視できるような場合には、その地表面が形成されたのち、宇宙線の被爆を受けてきた期間 (露出年代) を求めることができる。一方、削剥作用によって地表面が絶えず更新されているような場合には、地表近傍における TCN の濃度は、その場の削剥速度を反映した動的平衡状態に達する。すなわち、定常的な削剥作用が継続してきたことを前提に、削剥速度を算出することが可

能となる。ある場所における TCN の存在量が、果たして露出年代を反映しているのか、削剥速度を反映しているのかは、その場所の地形や地史、その他の状況証拠などから総合的に判断する必要がある。TCN を用いた時間および速度情報の決定法は、地表プロセスを扱う研究領域における常套的な手段の一つとして、広く認識されつつある。

3. 時間・速度情報の意義

日本列島のように温暖湿潤気候に属する変動帯では、地表プロセスの速度とその空間分布、およびそれらの支配要因の解明が、地形学的・応用地質学的に重要な課題であるといえる。TCN を用いて決定された地形面の年代や削剥速度の情報は、地形発達史の定量的理解、砂防・治山といった流域の土砂管理、高レベル放射性廃棄物の地層処分のための地質環境の長期安定性評価などにおいて、有益な知見をもたらす。TCN は、従来不可能であった千年・万年という時間スケールでの地表プロセスの定量的把握を可能にし、長期的な視野で、山地の地盤災害への対策指針を与えうるものであると考えている。

この発表では、まず手法の原理を解説したのち、TCN によって流域からの長期的土砂生産速度や河川の下刻速度を決定した研究を紹介する。これらの例を踏まえて、山地の地盤災害の発生場予測や危険度評価などにおける TCN の応用可能性について述べる。