

異なる気候環境下の花崗岩山地における土層の形成速度と化学的風化
Soil Production Rates and Chemical Weathering in Japanese Granitic Mountains
Spanning Diverse Climate Regimes

○當坂康紘・松四雄騎・松崎浩之

○Yasuhiro TOUSAKA, Yukii MATSUSHI, Hiroyuki MATSUZAKI

In this study, we estimated soil production rates by analysis of terrestrial cosmogenic ^{10}Be in quartz in saprolite or saprock beneath soil layer and measured chemical and mineral compositions and mechanical changes of hillslope materials by weathering in Japanese granitic landscapes in diverse climatic regimes. We calculate constant soil production rates with thin soil layer and exponential decline of soil production rates with increasing soil depth above a certain soil depth. They were modeled with a power function. K and Ca depletion, which represents feldspar weathering, were modeled with the Arrhenius equation based on mean annual temperature and average annual precipitation. Finally, we suggest the semi-empirical model of soil production rates as functions of soil depth and strength reduction of rock accompanying feldspar weathering depending on climate.

湿潤温暖帯において、森林限界以下の標高に位置する山地斜面の大部分は、基盤岩が風化してできた薄い土層に覆われている。土層下にある岩盤の上面から、土粒子が生産される速度を土層形成速度と呼ぶ。土層形成速度は土層の厚みに対して指数関数的に減少することが経験的に見出されており、この土層形成速度の土層厚に対する依存性は、土層形成速度関数と呼ばれるが、その切片や指数係数が何によって決まっているのかは明らかになっていなかった。土層の形成速度は気候に依存して変化するものと考えられ、土層と岩盤の境界に生起する剝作用の強さとそれに対する岩盤の抵抗性の双方に影響を受ける。よって、地球表面における多様な土層の形成速度を説明するためには、土層の母材となる岩盤が気候環境に依存してどのように風化し、どのように強度低下しているのかを明らかにする必要がある。

そこで、本研究では、気候条件の異なる環境において、宇宙線生成核種を用いて土層の形成速度を決定したうえで、岩盤の化学風化過程とそれに伴う物性変化を明らかにし、それらが土層の形成速度に及ぼす影響を定量的に議論する。ここでは花崗岩類を対象とし、平均気温が $5\sim 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、年降水量が $800\sim 2400\text{ mm}$ の範囲に及ぶ多様な気候環境の 5 地域を調査地域として選定した。これらの地域において典型的な形状をもつ尾根型凸形斜面を対象にピットを掘削して、土層直下のサプロラ

イト試料を採取し、石英中に蓄積している宇宙線生成核種 ^{10}Be を加速器質量分析によって測定した。このデータに基づき、異なる定常土層厚における土層形成速度を決定した。斜面構成材料の化学・鉱物組成を蛍光 X 線分析および X 線回折分析、また力学的強度を原位置試験によって測定することで、岩盤の風化における元素溶脱や鉱物変質の過程およびそれに伴う強度変化の定量化を試みた。

本研究で得られた土層形成速度関数は、土層の厚みが小さい場合には、土層形成速度がほぼ一定であるが、土層の厚みがある一定の値以上になると指数関数的に減少するというものであった。本研究ではこの傾向をべき関数を用いた新たな関数形でモデリングした。また、花崗岩の岩石組織の大部分を占める長石類の風化に着目し、その構成元素であるカリウムおよびカルシウムの溶脱量が、年降水量のべき関数を係数とし、平均気温を用いたアレニウス型の化学反応律速式によってモデル化できることを明らかにした。岩盤の強度低下量は、この長石類の風化に伴う軟化と粘土鉱物の生成を反映した粘着力の増大によって説明できることを示し、風化に伴う岩盤強度の変化を気候因子の関数として表現した。最終的にこれらのモデルを組み合わせることで、土層形成速度を、土層の被覆効果だけでなく、気候に依存した長石類の風化とそれに伴う岩盤の強度低下を含むかたちで半経験的にモデリングすることに成功した。