

氏 名	戸 邊 勇 人
学位(専攻分野)	博 士 (理 学)
学 位 記 番 号	理 博 第 3259 号
学位授与の日付	平 成 20 年 3 月 24 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 4 条 第 1 項 該 当
研 究 科 ・ 専 攻	理 学 研 究 科 地 球 惑 星 科 学 専 攻
学 位 論 文 題 目	風化花崗岩類の表層崩壊と風化様式、および岩石組織との関係について

論文調査委員 (主 査) 教 授 千 木 良 雅 弘 教 授 釜 井 俊 孝 教 授 伊 藤 潔

論 文 内 容 の 要 旨

風化花崗岩地域では、豪雨によって数多くの崩壊が発生してきており、また、これらの崩壊の密度が岩種によって異なる例がたびたび報告されてきた。しかしながら、なぜ、類似した花崗岩類であるにもかかわらず、崩壊の発生状況が異なるのか、その原因については明確になっていなかった。本研究では、崩壊の発生密度が岩種によって大きく異なっていた1972年の西三河豪雨災害地域を対象にして、崩壊の発生密度、風化帯構造、風化による物性の変化、および岩石組織を調査研究し、これらの関係を明らかにすることを目的とした。

まず、災害直後の空中写真を詳細に判読し、崩壊発生密度を250mメッシュごとに計数し、また、緻密な地質調査に基づく地質分布と崩壊位置とを比較し、花崗岩地域が花崗閃緑岩地域に比べて、同じ降雨を受けた場合でも、一桁以上大きな崩壊密度を持ち、最大約250個/km²であったことを定量的に示した。また、風化花崗岩地域では、降雨量の増加とともに崩壊発生密度が増加したことから、花崗閃緑岩ではそのような傾向がなかったことを認めた。

次に、崩壊した素材は風化岩石であることから、風化挙動に強く影響する岩石組織を解析する手法を考案し、両方の岩石に適用した。その結果、主要構成鉱物である斜長石の連結性が、花崗閃緑岩で高く、花崗岩で低いことを定量的に示した。斜長石は他の主要鉱物より速く風化して粘土鉱物に変わり、風化に強い主要鉱物である石英やカリ長石の粒子の間を粘土が埋めるような構造をつくる。そのため、斜長石の連結性が高い花崗閃緑岩では、これらの粒子を粘土が連結することになるが、一方、斜長石の連結性が低い花崗岩ではこのような効果が生まれないと推定した。そして、本研究で開発した原位置のせん断試験によって、風化花崗閃緑岩の場合には大きな粘着力が生じていることを実際に確かめた。

風化花崗岩と風化花崗閃緑岩の斜面表層に対して簡易貫入試験を実施し、風化花崗岩では明瞭なフロントを持つ緩み帯が斜面表層部に形成されていること、一方、風化花崗閃緑岩では緩み帯は形成されていないことを示し、この違いを風化花崗岩に比べて風化花崗閃緑岩の方が大きな粘着力と粒子結合効果を持つことに求めた。すなわち、風化花崗岩では粘土による粒子結合効果が小さいため、粒子相互が分離して全体として緩みやすいが、風化花崗閃緑岩では緩みにくいと推定した。

これらの土層に対して、実際に原位置試験で得られた力学定数を用いて斜面安定計算を行った結果、風化花崗岩斜面の安全率が、風化花崗閃緑岩に比較して非常に低い結果が得られ、豪雨によって前者で数多くの崩壊が発生したことを裏付けられた。

以上のように、岩石の組織が岩石の風化挙動に強く影響し、風化挙動が斜面の土層の構造と物理力学的性質を支配し、さらに、それらが崩壊の発生の難易度を決めていることを見出した。

論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

風化花崗岩はわが国の国土の13%の面積を占め、また、世界的に見ても広く分布し、多くの地域で豪雨によって多数の崩壊が発生してきた。一方で、類似した花崗岩類でもある種の岩石分布地では崩壊が多いのに、ある種の岩石分布地では崩壊

が少ない事例も知られてきた。しかしながら、その違いの原因については明らかになっていなかった。申請者は、このような事例―すなわち複数タイプの花崗岩類分布地で崩壊の発生密度が大きく異なっていた事例―の代表的なものとして、1972年の西三河豪雨災害地域を対象として研究を行った。

申請者は、1) 緻密な地質調査による地質分布の解明、2) 災害直後の空中写真判読による崩壊分布の解明、3) 岩石の組織解析手法の開発と花崗岩と花崗閃緑岩への適用、4) 風化花崗岩類の物理力学定数の測定、5) 風化花崗岩類の斜面表層の土層構造の調査、および、6) 斜面の安定解析を行い、調査地の斜面崩壊の発生が岩石の風化と土層構造に強く支配されていることを示し、さらに、そのことの原因が岩石の組織にあることをつきとめた。

まず、災害直後の空中写真判読によって崩壊分布を解明し、緻密な地質調査によって得た地質分布と比較し、崩壊が花崗岩地域で花崗閃緑岩地域に比べて一桁以上大きな崩壊密度を持ち、最大約250個/km²に達したことを明確にした。次に、岩石の風化挙動に強く影響する岩石の組織を定量的に解析する方法を全く新たに考案し、それを適用した結果、風化に対する抵抗性の弱い主構成鉱物である斜長石の連結性が花崗岩では小さいこと、花崗閃緑岩では大きいことを見出した。そして、斜長石の連結性が大きい花崗閃緑岩では、岩石が風化した場合、斜長石から形成される粘土が他の鉱物粒子を結合するが、連結性が小さい花崗岩ではそのような効果が小さく、鉱物粒子が分離しやすくなると推定した。実際、原位置でのせん断試験結果によって風化花崗岩閃緑岩がより大きな粘着力を持つことが確かめられ、このことが裏付けられた。

実際の斜面について、申請者は、風化花崗岩からなる斜面では斜面表層部に鉱物相互が分離して緩んだ土層が形成されていること、風化花崗閃緑岩では緩み帯は形成されていないことを確認し、風化花崗岩斜面の崩壊のほとんどはこの緩み帯の崩壊であることから、緩み帯の形成が崩壊の大きな素因であると認めた。そして、この緩み帯の形成の有無の理由を上述した斜長石、さらにはそれが風化して形成された粘土の連結性に求めた。さらに、風化花崗岩斜面と風化花崗閃緑岩斜面とについて斜面安定解析を行った結果、風化花崗岩斜面の安定性が非常に低く、降雨による崩壊が花崗岩分布域に多発したことを説明し得るという結果を得た。

上記のように、本研究は、岩石が本来持っている性質が岩石の地表での解体過程であるところの崩壊の発生に強く影響していることを系統的に説明したものであり、岩石の組織と風化と崩壊を理学的に結び付けた研究として高く評価される。よって、本論文は博士（理学）の学位論文として価値あるものと認める。また、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。