

氏名	ふるやげん 古谷元
学位(専攻分野)	博士(理学)
学位記番号	理博第1921号
学位授与の日付	平成10年3月23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	結晶片岩地すべりにおける地下侵食と移動機構に関する研究

論文調査委員 (主査) 教授 佐々恭二 教授 千木良雅弘 教授 奥西一夫

論文内容の要旨

日本の中央構造線、ヨーロッパアルプス、ヒマラヤ、ロッキー・アンデス山脈など世界の主要な構造線沿いに分布する結晶片岩地帯では、大規模な岩石質の大規模地すべりが多数発生している。これらの結晶片岩地すべりは、一回の移動量はそれほど大きくないが、クリープ的な移動が長期間継続していることが特徴である。従来地すべりの被害があまり大きくなかったこと、地質・地形が複雑であること、斜面勾配が急峻であること、強度試験が行いにくいことなどの理由で、水田・畑・集落として大規模に利用されている粘性土の地すべりに比べて研究が遅れていた。しかし近年の山地開発の進展に伴って、次第にその研究の重要性が高まり、その災害予測に必要な定量的データに基づいた移動機構の解明が期待されている。申請者は、日本における代表的な大規模結晶片岩地すべりのひとつである徳島県・善徳地すべりを試験地として、その移動機構を解明するための研究を実施した。善徳地すべりにおいては、Sassa 他(1984, 1985, 1989)が、地下侵食に起因したクリープ的な動きが生じていることを指摘し、地下侵食に起因した地すべりの移動機構を提唱している。しかしながら、提唱された地すべりの移動機構だけでは、結晶片岩地すべりのクリープ的な移動が長期間継続することを十分に説明することができない。本申請論文では、このタイプの地すべりの移動機構を解明する目的で、善徳地すべりにおいて地すべり移動量と地下侵食されて湧水点から流出する土砂量の観測および地下水流動層探査を実施した。そして、地すべり活動度を表す指標、および流出土砂中の降雨量(湧水流量)以外の因子に影響された成分を評価する指標を導入し、これを用いて地すべり移動量と流出土砂量を比較し、さらに地質調査、地下水流動層探査結果とも対比して検討することにより、以下の結果を得た。

1) 活発な地すべりの活動後、しばらくの間、流出土砂中に降雨量(湧水流量)に対応する成分の他に地すべり活動に影響された成分も存在することが明らかになった。特に、活発な地すべり活動の5から7週間後において、活発な地すべり活動時の移動量とその活動に影響されたと思われる土砂量の間極めて良好な相関関係が得られた。

2) この関係と、地下水流動層探査の結果および Fukuoka (1991) が善徳地すべりから採取した試料に対して行ったリングせん断試験の結果を総合して、次の推定を行った。せん断ゾーンでは地すべり活動に起因して岩が破碎され、不安定土砂が生成される。そして、せん断ゾーン下部の強風化を受けた部分が不透水層になることによってその上に水みちが形成され、水みち内を流れる地下水によって不安定土砂が侵食・運搬(地下侵食)される。すなわち地すべりが移動することにより侵食されやすい土砂が生産される過程が存在することが見いだされた。

3) 以上のことから、結晶片岩地すべりの移動機構は、地すべりの活動に起因する地下侵食されやすい土砂の生成過程と地下侵食に起因する地すべり活動の過程が連鎖した構造であることが明らかになった。結晶片岩地すべりにおいて長期にわたってクリープ的な動きが継続するメカニズムはこれまで解明されていなかったが、善徳地すべりを試験地とした本研究により、地下侵食と地すべり活動の連鎖構造により無理なく説明されることがわかった。

論文審査の結果の要旨

これまで地質学・地形学に基づいた定性的研究が主であった結晶片岩地すべりの移動機構を定量的調査・観測結果に基づいて解明するために、徳島県・善徳地すべり地を試験地として精密な現地観測・現地調査を実施した。そして、その結果を用いて特に地下侵食現象と地すべり活動の関係を定量的に解析し、地すべり活動が停止しない理由を合理的に説明しうる移動機構を提案したものである。以下に得られた結果を要約して述べる。

まず、ボーリングおよび孔内傾斜計の観測結果から、せん断ゾーンでは、岩が破碎されており、せん断ゾーン下部では強風化を受けて粘土分が多く、その上部では砂礫分が多いこと。また、弾性波受信器を利用した地下水流動層の探査結果から、せん断ゾーン下部の強風化部が不透水層になり、この不透水層上に地下水が集中し、水みちが形成されていること。したがって、せん断ゾーンでは地すべりによるせん断変位が進行しているだけでなく、地下侵食が生じうる環境にあることを見いだした。ついで、申請者が考案・設置した地下侵食土砂量の連続観測装置による観測結果と雨量、地下水流量、伸縮計・孔内傾斜計による地すべり移動量を総合的に解析した結果、湧水点より流出する土砂中には、降雨量・湧水流量に支配される土砂だけでなく、地すべり活動の影響を受けた土砂が存在していること、また、活発な地すべり活動時の地すべり移動量と流出土砂量比（流出土砂の総量／地下水流量から推定される流出土砂量）の経時変化を比較検討することにより、活発な活動の5から7週間後に、流出土砂量比がもっとも高くなり、地すべり活動に起因した土砂流出が最も明確に示され、かつ、その流出土砂量比は、活発な活動時の地すべり移動量に比例することを見いだした。そして、これらの調査結果に基づいて、地すべり活動が岩の破碎や土層の攪乱を生じさせて地下侵食が生じやすい土層構造を形成させる過程と、地下侵食が水みち周辺の土砂を脱落させて土層内の間隙を増大させ、斜面土層のクリープを生じさせている過程の連鎖からなる結晶片岩地すべり移動機構を提案した。

以上の研究は、その急峻な地形、規模の大きさ、強度試験が困難な岩石質の斜面土層などの理由から、これまで地質・地形的な定性的研究や概論的研究には限られてきた結晶片岩地すべりについて、伸縮計・孔内傾斜計による移動量観測、弾性波探査を利用した地下水の水みち調査、雨量と水みちから流出する地下水流量の連続観測、さらに申請者が考案した装置による水みちから地表へ流出する土砂（地下侵食土砂）の連続観測など定量的データを積み上げることにより、なぜ緩慢な移動が長期間継続しうるのかという基本的な疑問点を合理的に説明できる移動機構を提案したものであり、地すべり学の進展において重要な一歩を印したものと評価できる。

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。なお、平成10年1月23日に、申請論文に報告されている研究業績を中心とし、これに関連した研究分野について諮問した結果、合格と認めた。