

博士論文の要旨及び審査結果の要旨

氏名 佐藤 壽則
 学位 博士 (学 術)
 学位記番号 新大博 (学) 第 70 号
 学位授与の日付 平成 26 年 3 月 24 日
 学位授与の要件 学位規則第 4 条第 2 項該当
 博士論文名 地すべり運動に影響を及ぼす深層地下水の挙動

論文審査委員 主査 教授・丸井 英明
 副査 教授・川邊 洋
 副査 教授・大川 秀雄
 副査 教授・松浦 純生
 副査 准教授・渡部 直喜
 副査 准教授・権田 豊

博士論文の要旨

豪雨や融雪水の地下浸透によって、すべり面付近の間隙水圧が上昇して地すべりの発生に至るといふ成因論が広く受け入れられている。しかし、渇水期にも地すべりは発生する。さらに、大規模地すべりの発生機構については未だ不明な点が多い。本論文は、地すべり運動および地すべり発生と密接に関係する地下水の挙動に焦点を結び、新潟県東頸城～中頸城地域を研究対象地域として実施された研究をまとめたものである。

まず本研究では 21 地区において、地中変位・移動量の観測データを収集し、65 の観測事例について検討している。その結果、全体の 90% 以上は晩秋～初冬期に運動を開始することを明らかにし、地すべり運動と融雪の関係に疑問を提起した。一方、大規模地すべり地からは高塩分濃度地下水の湧出が多数報告されている。これらは石油・天然ガス付随水と類似の化石海水であり、地下深部の異常高圧層から断層・亀裂を通じて地表近くまで湧昇し、地すべり土塊中に注入していると推定した。釜塚・段子差大規模地すべり地の排水トンネルでは 2002 年以降、高塩分濃度地下水の水質および同位体組成に変化がみられない。このことは、地表から浸透した天水起源地下水がすべり面付近まで到達していないことを意味する。宇津俣地すべり地と釜塚・段子差地すべり地において CSAMT 法電磁探査を実施したところ、深度 50～300m に超低比抵抗領域の存在が確認された。これは、高塩分濃度地下水を含む地層の存在を意味し、地下深部から供給されている状況も可視化された。この水は高い水頭圧をもつことから、浅層地下水の深部への循環を抑制し、結果として地すべりの発生しやすい高地下水位の水文環境を形成していると結論づけた。次に晩秋～初冬期に反復して運動する地すべりについて、地すべり運動と地下水位・水温の変動を検討し、運動開始時期と水温の極大期が一致することを明らかにした。融雪期に浸透した多量の融雪水の循環過程を考えると、下向きの流動で生じる浸透水圧によって、すべり面に作用する間隙水圧は減少する。反対に、晩秋～初冬期には地すべり地外で涵養した大循環地下水の供給割合が相対的に増大し、上向きの流動を生じることで、すべり面に作用する間隙水圧が増加する、とした水理モデルを提案した。地下水温の低下は融雪水の浸透による冷却の影響であることから、融雪水の影響の最も小さくなる晩秋～初冬期に地すべりが反復して運動する現象を水温の変動を鍵として合理的に説明している。

審査結果の要旨

従来、融雪期の地すべりは融雪水の地下浸透に伴う間隙水圧の上昇が地すべり発生の主な原因とされ、「融雪地すべり」という用語とともに研究者・技術者の間でも定説として広く受け入れられてきた。また、移動土量が1億 m³を超える大規模地すべりの発生機構については諸説あるものの、未だに成因論は確立されておらず、不明な点も多い。

本論文は、定式化した単純な「融雪地すべり」の発生機構に疑問を抱き、地すべりの地中変位・移動量に関する多数の観測データを整理・解析し、豊富なデータに基づいて大部分の地すべりの運動開始時期が晩秋～初冬期であることを明らかにした。さらに、不明な点の多い大規模地すべりの発生機構解明に向けて、地下水の地球化学的調査とCSAMT法電磁探査を組み合わせ、すべり面付近に分布する高塩分濃度地下水が石油・天然ガス付随水に類似する深部由来の化石海水であること、超比抵抗値を示す高塩分濃度地下水が断層・亀裂を通じて深部から湧昇していることを明らかにした。このことが地表水の地下深部への浸透を抑制し、結果として地下水頭の高い水文環境、換言すれば、地すべりが発生しやすい「場」の形成に寄与しているとした。そして、明らかとなった水文地質条件を踏まえて、周期性をもって反復運動する地すべりの移動観測データと地下水位・水温の観測データを検討し、晩秋～初冬期に運動を開始する地すべりの水理モデルを提案した。

以上より本論文の特徴は、

- ①定説となった「融雪地すべり」の発生、および不明な点の多い大規模地すべり発生の機構解明に挑戦した独創的な研究であること、
- ②信頼性の高いデータに基づく新しい発見ならびに知見を提供した新規性の高い研究であること、
- ③従前の地すべり研究では例のない大深度物理探査（CSAMT法電磁探査）を調査手法として初めて導入し、研究の新機軸を示していることの3点が挙げられる。

本論文は、地すべりの地中変位・移動量の観測データ、地形・地質情報、地球化学的手法による地下水の分析データ、大深度に及ぶ電磁探査結果を丁寧に整理・解析し、それぞれの結果が整合する合理的な解釈と新しい仮説を提供している。個々の地すべりの発生機構は種々の要因が複合しているため、十分な解明は困難と推察するが、本論文は有望な仮説を提示し、今後の地すべり研究の発展に貢献する新しい視座を与えた点で大いに評価できる。

よって本論文は博士（学術）の学位論文として十分であると認定した。