

氏 名	竹 内 篤 雄 たけ うち あつ お
学 位 の 種 類	理 学 博 士
学 位 記 番 号	論 理 博 第 704 号
学位授与の日付	昭 和 55 年 9 月 24 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 5 条 第 2 項 該 当
学位論文題目	Method of Investigating Groundwater-vein Streams by Measuring One-meter-depth Temperature in Landslide Areas (地すべり地における 1 m 深地温測定による地下水流脈調査法)

論文調査委員 (主 査) 教 授 島 通 保 教 授 奥 田 節 夫 教 授 吉 川 宗 治

論 文 内 容 の 要 旨

地すべり活動に直接大きな影響を及ぼす地下水は脈状に存在し、地すべり発生を防止するには、この脈状地下水の排除が有効であることが明らかにされつつある。従来実施されてきた水を含んだ土の電氣的・力学的性質を利用した物理探査法では、この脈状地下水の存在位置を正確に把握することは困難である。申請者は従来利用されていなかった土と水の熱的特性を利用した探査法が、地下水流脈の存在位置と規模を推定するのに有効ではないかと考え、流動地下水温と平常 1 m 深地温との差を利用した 1 m 深地温測定による地下水流脈探査法の可能性を検討し、現地で同探査法の有効性を示した。

申請論文は 2 部から成っている。第 1 部では、まず現地観測結果に基づいて水脈のモデルを構成し、非定常三次元熱伝達式を導き、その解を差分法により数値的に求めて、これを現地測定資料と対比した。その結果、モデルの妥当性が示されるとともに、浅層地温を測定することにより、地下水流脈の存在による平常浅層地温分布への影響が十分に把握されることが明らかにされた。次に浅層地温の測定方法、流脈規模推定に必要な測点間隔、流動地下水温と平常 1 m 深地温との必要最低温度差、同探査法の適用時期と探査結果について検討した。その結果、通常地すべり地に存在する半径 5 ～ 10 m の流脈を探査するには 5 ～ 10 m の測点間隔と 5 ℃ 以上の温度差が必要であること、同探査法の適用時期は積雪地帯では 3 月と 9 月を中心とした時期であることを示している。最後に測定値に関与する諸種の因子について検討がなされ、日射等の日変化は 1 m 深地温には問題となるような影響を与えないこと、年変化は長期探査の場合問題となるので、定点観測を行い補正する必要があること、地質の相違による 1 m 深地温への影響は地すべり地では殆んど無視できること、地形の影響は標高差 350 m 程度までは測定値に影響を与えないこと、さらに地表の被覆状況は ± 2 ℃ もの影響を測定値に与えるので、それを補正することが必要であり、そのための統計的方法を呈示している。

第 2 部ではこれまで実施した調査例の中 7 箇所を取上げて、第 1 部において理論的に可能性の示された同探査法の現地における有効性と地下水流脈の実在性について検討した。その結果、地下水流脈とそれに

よる浅層地温分布の異常が存在することが明らかにされるとともに、地温探査結果を地下水追跡法、地下水流層検層、温度検層等の試験結果と対比して、同探査法の有効性を示し、従来の方法よりは、流動地下水の既存状態に関するより詳しい情報が得られることを明らかにした。この有効性はまた地温探査結果に基づいて行われた排水による地すべり防止工事の効果判定試験により、さらに裏付けられた。

なお参考論文1、2は破碎帯地すべり地における電気探査の有効性について、3、4は地すべりの移動機構について、5、6は地温探査法に関連した論文である。

論文審査の結果の要旨

地すべり発生のさまざまな誘因のうちで、降雨・隔雪に伴う地下水の作用によるものが最も重要であることが近年次第に明らかにされてきた。しかし地下水の賦存状態の探査法、地下水の増減と降雨・融雪との関係、地下水の具体的な作用についてはなお未解決の点が多く、定量的な研究は数少ない現状である。

申請者は、日本における有数の地すべり地である新潟県の松の山地すべり地をはじめ、兵庫県その他数多くの地すべり地において、長期にわたって地すべり地における地下水の賦存状態の研究、地下水探査法の開発に努め、地すべり地においては従来ほとんどなかった浅層地温と地下水賦存状態の関係について、これまでにない精細な測定結果を得ることに成功した。これらの測定は地中の温度に及ぼす諸因子の影響を系統的に調べたものであり、それ自体としても重要な知見である。

申請者はその結果に基づいて1 m深地温と地下水流脈との温度差が地下水流脈の探査に利用し得ることを理論的に調べた。すなわち、地下水の流れの速度により、地下水温が流脈周辺の地温によってどのように影響されるかを地下水流脈モデルについて評価し、地下水温と1 m深地温との差がどの程度あれば、地温による地下水探査法が地すべり地において適用可能であるかを明らかにした。

また地下水の温度以外に地温分布に影響を及ぼす、日射、地形、地表の被覆状況その他の諸因子について、その作用の程度を調べ、特に問題となる地況の違いによって生ずる地温分布の偏りについては、多くの測定結果を詳細に検討した。そしてその影響を除去する統計的な方法を呈示したが、これは地温測定による水脈調査法の有効性を高めたものとして高く評価できる。

さらに申請者は、現地の切取り露出斜面において、地すべり地の地下水は脈状に流れていることを現実にし、この水脈の存在範囲が地温分布から理論的に計算されるものに一致することを明らかにした。またボーリング孔あるいは井戸に流入、流出する地下水の物理的・化学的性質及び流量の測定によって、地温探査法によって推定された地下水流脈が実際に存在していることを示している。

以上のように地すべり地における地下水の賦存状態の特性を地下水流脈の温度と1 m深地温との差を使って明らかにするとともに、地温測定の方法によって、これまで困難であった地下水流脈の探査が可能であることを示したものとして、きわめて有用な知見を呈示したものであることができる。

なお申請者の参考論文は、地すべり地の地下水の探査法、地すべり地の移動機構に関するもので、いずれも申請者の学識の広さと研究能力の高さを示すものと言える。

よって本論文は、理学博士の学位論文として価値あるものと認める。