

一般共同研究（ 課題番号：28G-06 ）

課題名：地盤凍結が水循環過程と斜面の安定性に及ぼす影響

研究代表者：阿部和時

所属機関名：日本大学生物資源学部

所内担当者名：松浦純生

研究期間：平成 28 年 4 月 1 日 ～ 平成 30 年 3 月 31 日

研究場所：日本大学生物資源学部，京都大学防災研究所，北海道釧路郡厚岸町・浜中町

共同研究参加者数：9 名（所外 7 名，所内 2 名）

- ・大学院生の参加状況：4 名（修士 2 名，博士 2 名）（内数）
- ・大学院生の参加形態 [野外調査の協力]

研究及び教育への波及効果について

寒冷少雪地域での水文地質調査や間隙水圧計などの設置作業，さらに最寒期における浸透能試験や簡易貫入試験など多様な現地試験を実施することで，大学院生などが観測や試験方法，さらに得られたデータを解析する手法などを現場で学ぶ大きな教育効果があった。一方，寒冷地に位置する海岸地すべりで地盤凍結によると推定される間隙水圧の上昇を現地観測で捉えたことは，これまで未解明な点が多かった地盤凍結が斜面の安定性に及ぼす影響を明らかにするための端緒になったと考える。

研究報告

(1) 目的・趣旨

近年，北海道などの寒冷地では，融雪期だけでなく初冬から最寒期にかけても崩壊や地すべりなどが発生する傾向がみられる。その中で，平成 26 年 1 月の最寒期に北海道福島町で大規模な地すべりが発生し，道路を破壊するなどして地元住民に大きな脅威を与えたことは記憶に新しい。この原因として融雪が指摘されているが，アメダスデータを解析すると，融雪だけでは説明できない複雑な要因があることが推察された。すなわち，先行降雨・融雪水の存在と気温低下による斜面下部域の飽和帯の凍結である。つまり，地盤凍結によって雨水や融雪水の浸透～貯留～排出のバランスが崩れ，斜面内部に高い間隙水圧が発生し，地すべりを起こした可能性が高い。このような視点から人工のり面での調査事例はあるものの，自然斜面の安定性を評価した研究は，我が国ではほとんどない。このため本研究では，現地観測や室内・数値実験等によって地盤凍結が水循環過程と斜面の安定性に及ぼす影響を明らかにすることで，冬期間に発生する崩壊や地すべりの発生機構を解明することを目的とした。

(2) 研究経過の概要

地盤凍結が地すべりの発生機構や移動特性に及ぼす影響を明らかにすることを目的として，冬期間に地盤が凍結する北海道厚岸郡厚岸町と浜中町にある再活動型の海岸地すべりを試験地として設定した。本地すべり地において，土壌凍結深を計測するための地温計，融雪水および雨水の浸透プロセスを明らかにすることを目的とした土壌水分計，さらに地下水の変動特性を明らかにするための間隙水圧計を平成 28 年度に設置し，通年にわたる自動観測を開始した。平成 29 年度には地表伸縮計を設置し，観測体制を強化した。また，新たに開発した浸透能試験器を用い，地盤凍結期間に複数回にわたり現地浸透能試験を実施した。一方，地盤凍結深の分布を定量的に把握するため簡易貫入試験を行い，気象および地温観測データと比較した。

(3) 研究成果の概要

現地観測の結果によると，急激な気温の低下とともに 2016 年 12 月中旬から深さ 10cm の地盤での凍結が始まり，最寒期に向かうにしたがって凍結深が深くなった。地温の観測記録によると 2017 年 2 月 7 日頃には最大凍結深が 56cm 程度にまで発達したと推定される。これは，同時期に実施した簡易貫入試験による結果とも一致した。斜面の 4 ヶ所に埋設した間隙水圧計の

うち最上流部の一箇所は寒候期を通して水位が形成されなかった。しかし、汀線近くの斜面最末端に設置した間隙水圧は、1月になって徐々に基底水頭が上昇する傾向が見られ、2月15日頃には水頭換算で約100cmとなった。地すべり斜面末端にはすべり面から地下水が流出する湧水点が数多くあり、寒候期に凍結する。これら周辺は飽和帯であるので、凍結した場合、難透水層となる。したがって、斜面末端部の地下水頭の上昇は、地盤凍結によって地下水の流出がブロックされた可能性が高い。斜面最下部の地下水頭の上昇は観測されたものの、地盤凍結期間中における斜面下部および斜面中部での地下水頭の上昇は見られなかった。このため、地下水頭の上昇は斜面下部の局所的な部分に限定されたと考えられる。一方、2017/18の寒候期は間隙水圧のせき上げ効果は観測されなかった。これは、平年と比較して暖冬であったことから地盤凍結深が浅かったためと考えられる。2寒候期における地すべり変位量観測においても、顕著な地すべりの移動は観測されなかった。したがって、現在のところ冬期間の地盤凍結は本斜面の安定性に大きな影響を与えなかったと考えられる。現地浸透能試験の結果によると、同じ斜面でも凸部や陥没帯などの地形的特徴や積雪深の分布などにより、地表面の浸透能が大きく異なることが分かった。これは、冬期間に雨が降った場合や融雪が発生した場合、斜面内部に浸透する水量が大きく変化することを意味する。したがって、地形的流域界と水文地質的流域界が異なる場合、想定以上の地下水が地すべり地内に貯留され、冬期間に高い間隙水圧を生じることがあることが明らかとなった。

(4) 研究成果の公表

松浦純生, 阿部和時, 大澤光, 柴崎達也, 土井一生(2016): 地盤凍結地帯の地すべり地における間隙水圧の観測, 雪氷研究大会(2016・名古屋).

平島寛行, 松浦純生, 大澤光, 阿部修, 岡本隆(2016): 融雪土砂災害予測にむけた積雪モデルの応用, 雪氷研究大会(2016・名古屋).

松浦純生, 阿部和時, 大澤光, 柴崎達也, 土井一生(2017): 地盤凍結地帯の斜面変動場における間隙水圧の変動特性, 平成28年度京都大学防災研究所研究発表講演会, D12.

中町聡, 松浦純生, 平島寛行, 阿部修, 阿部和時(2017): 樹木模型を用いた予備的な融雪実験, 日本雪工学会誌, 33(3), 10-15.

松浦純生, 阿部和時(2017): 地すべり地における地下水の変動特性, 地すべり学会シンポジウム「地すべり変動に影響を及ぼす地下水」予稿集.

平島寛行, 松浦純生, 大澤光, 阿部修, 岡本隆(2017): 融雪土砂災害予測にむけた積雪モデルの応用 (2) - 積雪中における水みちの土壌浸透への影響 -, 雪氷研究大会 (2017・十日町), P2-30.

Matsuura, S., Osawa, H., Doi, I., Shibasaki, T. and Tosa, S. (2017): Properties of fluctuations in pore water pressure prior to the movement of a coastal landslide, The 4th Slope Tectonics Conference, 37.