

## 地獄山地すべりの発生機構

稲葉 一成

### 1. はじめに

新潟県は日本一の地すべり多発県であり、その主な発生誘因は降雨や融雪水が浸透することによる。地すべり機構の解明や対策工の立案には、地すべり斜面中の地下水の変動や流動経路等を明らかにすることが重要となる。本報告は、地獄山地すべり地を対象に、地下水の変動と斜面の安定度について検討したものである。

### 2. 地獄山地すべり

地獄山地すべり地は新潟県十日町市街地の北東方向約7kmに位置する。図1に地すべりの平面図を、図2に地すべりの断面図をそれぞれ示す。ここでは、1989年より新潟県によって調査が行われており、標高約400mの尾根を冠頭部とし地獄沢川を末端とする、斜面長700m、最大すべり面深さ100m、移動土塊は約2,500万 $\text{m}^3$ の大規模地すべりであることが確認されている<sup>1)</sup>。本地すべりは毎年融雪期になると活発化し、1994年～2004年までの累積で最大13.9mの移動が観測されている。これら地すべり活動に対する対策として、1995年より冠頭部で排土工が施工され、現在では地すべり活動は沈静化している。

### 3. 地下水調査

図3に2010年の融雪期（2009年11月～2010年6月）における地下水位変動を示す。地下水位は新潟県によって観測されたものである。また、積雪深はアメダスデータ（十日町）、融雪水量は早川の計算結果<sup>2)</sup>を用いた。頭部陥没帯に設置された地下水観測孔（図1）では、3月になって多量の融雪水が斜面に供給されはじめると同時に水位は急激に上昇し、5月になって融雪水の供給が終了すると同時に水位は下降する。2005年～2010年での観測結果からは、融雪期の水位上昇量は最大で15mにも達し、降雨に対する上昇量の最大値5mを大きく上回っていることが確認された。本地すべりは融雪期に活動し、非融雪期には休止することをあわせると、降水よりも融雪水が地すべり活動に影響を与えていることがわかる。また、水質調査の結果、観測孔内の水は深度50m～100mにおいてもECは80～180 $\mu\text{s}/\text{cm}$ であり、地下深部に由来する地下水の影響はみられなかった。地すべり頭部はやせ尾根で背後は急崖となっており、また、付近には地下水の供給源となるような山体も存在しない。よって、地すべりの誘因となっている地下水は、主に頭部陥没帯の表層から浸透したものと考えられる。

### 4. 斜面の安定度

I～VII+50mの計8本の側線（図1）において斜面安定解析を行った。本地すべりは横断方向に幅広い

ため、地すべり地全体の安全率としては、各側線での断面積による加重平均を用いた。解析に際して、地下水位は2005年～2010年で最も高かった2006年融雪期のものを用いた。また、すべり面の強度定数は、1993年時点での地すべり地全体の安全率（初期安全率）が0.98となるように逆算し、 $c' = 19\text{kN/m}^2$ 、 $\phi' = 7.5^\circ$ とした。地すべり地全体の安全率を、新潟県によるGPS移動量観測（平均水平移動量）の結果とともに図4に示す。移動量は2000年をピークに減少し、2005年以降ではほとんど観測されていない。排土工の施工が進むことによって地すべり地全体の安全率は、2000年には1.027、2005年には1.060と上昇してきており、排土工施工による地すべり活動の沈静化を確認することができる。

## 謝辞

観測データの提供と現地調査での便宜を図っていただいた、新潟県南魚沼地域振興局および国土防災技術株式会社新潟支店様に厚く御礼申し上げます。また、融雪水量のデータを提供していただいた株式会社オリスの早川嘉一様に厚く御礼申し上げます。

## 参考・引用文献

- 1) 新潟県南魚沼地域振興局：平成21年度 地獄山地すべり防止区域調査報告書，2010年
- 2) 株式会社オリス・早川嘉一：融雪，雪崩，積雪情報（十日町，2006年～2010年），  
<http://www.oris.co.jp/sekisetu.html>，2011年12月

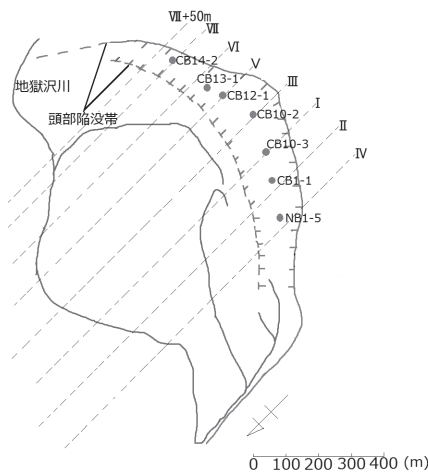


図1 地すべり平面図

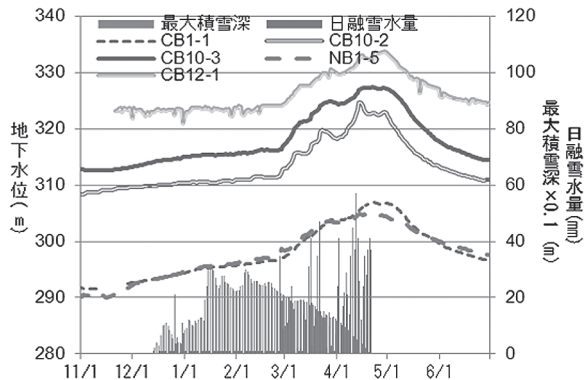


図3 融雪期における水位変動

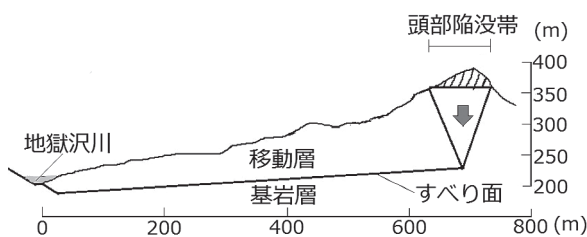


図2 地すべり断面図

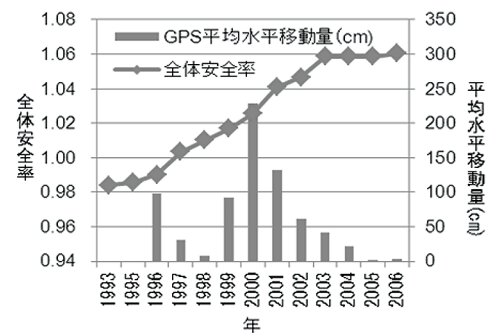


図4 全体の安全率と移動量の推移