

融雪に起因した崩壊の再現計算

パシフィックコンサルタンツ(株)○植村昌一

高知大学農学部 平松晋也

建設省湯沢砂防工事事務所 井良沢道也、本郷國男

1. はじめに

平成9年4月、新潟県湯之谷村の小平沢上流域において融雪に起因したとみられる崩壊が発生した。融雪に起因した崩壊や土石流に関しては、全国の積雪地域において規模の大小は別として毎年起こっているであろう現象であるにもかかわらず、これまでそれほど着目されていなかったというのが現状である。ここでは崩壊発生当時の融雪量、降雨量、積雪分布を推算し、崩壊の再現計算を行った。またさらに、森林がない状態の融雪、崩壊シミュレーションを実施し、森林の有無が融雪期の崩壊に及ぼす影響についても検討を行った。

2. モデルの構成

本モデルは融雪量を設定するための「雪モデル」と崩壊の発生を予測する「崩壊モデル」により構成される(図-1)。さらに雪モデルは近傍の気象観測値と標高の関係から対象地域の降雪深、気温、降雨量などの分布を推定する「気象モデル」、斜面上の積雪の流下(グライド)を推定する「積雪移動モデル」および熱収支法により融雪量を推定する「融雪モデル」によって構成される。崩壊モデルは浸透流解析モデルと斜面安定解析モデルから構成される。

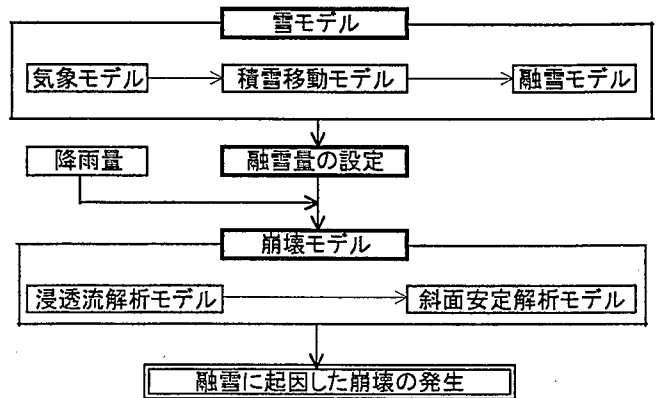


図-1 モデルの基本構成

3. 計算条件

再現計算は崩壊地を含む 3.16ha の斜面を対象とした(図-2参照)。地表は落葉広葉樹を主体とする森林で覆われている。崩壊の規模は、最大幅 60m、崩壊長 60m、崩壊面積 2,570m²である。斜面上部は崩壊発生域(滑落崖)となっており(図中実線)、下流斜面部は堆積域となっている(図中点線)。

計算対象期間は降雪が始まる平成8年12月から積雪が消滅する平成9年4月までの期間とした。

森林による日射量、風速の減衰率は、太田 からの融雪時期の落葉樹に対する観測値の平均的な値として、日射量減衰率:0.65 風速減衰率:0.25 を採用した。森林がないケースでは日射量、風速の減衰はないものとした。

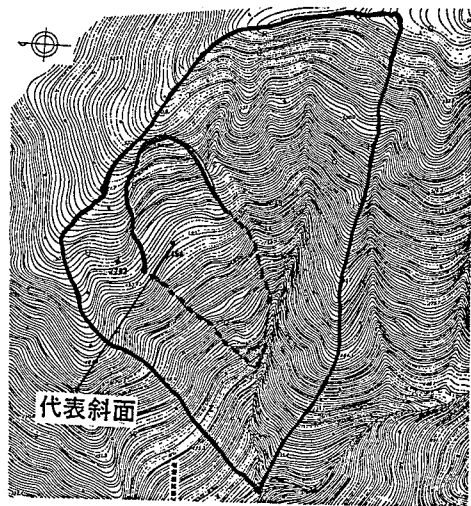


図-2 調査対象斜面

4. 融雪量の再現計算

代表斜面における降雨量+融雪量(斜面への供給水量)の日別値と累加値の再現結果を図-3に示す。3月以降、斜面への供給水量は徐々に増加し、4月上旬に発生した降雨により4/7にはピーク値 77.5mm/day を示している。つき

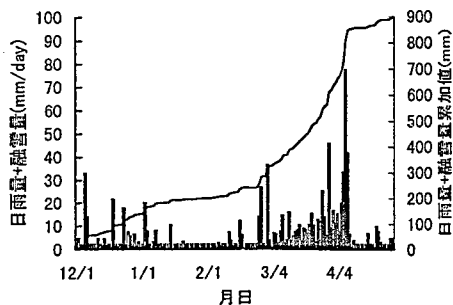


図-3 降雨量+融雪量 (H8/12~H9/4)

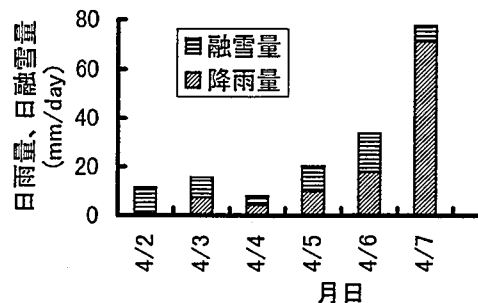


図-4 降雨量融雪量 (H9/4/2~4/7)

に4月上旬の降雨イベント期間の日雨量と日融雪量を分離して図-4に示した。この期間内の融雪量の合計54mmに対し、降雨量の合計は112mmである。すなわち斜面への供給水量は融雪量に降雨が加わることによって約3倍に増加したことを意味する。

5. 崩壊の再現計算

代表斜面における斜面への供給水量(降雨量+融雪量)、地下水深、安全率の挙動を図-5に示す。3月は表面からの融雪水や雨水の絶え間ない供給により地下水深は5cm~20cmと比較的高い値で推移している。このような状況のもと、4月上旬の降雨イベントに対して地下水深は敏感に反応し、4月8日17:00に崩壊発生斜面となっている。

つぎに、最終的な最小安全率の分布状況を図-6に示す。実績と再現結果が一致するメッシュは必ずしも多いとはいえないが、実際に崩壊が発生した領域における最小安全率は全般的に低く($F=1.00\sim 1.10, 1.10\sim 1.20$)、かなり不安定な状態になっていたことがわかる。なお、再現計算では実際の崩壊地の下流斜面において安全率が1を下回るメッシュが多数認められるが、この部分は崩土の堆積域となっているため、このエリアで実際に崩壊が発生したかどうかは定かではない。以上の結果より今回の崩壊の発生原因を推定すると、下流側斜面の崩壊の発生が不安定状態となった上流斜面の崩壊を誘発した可能性が考えられる。

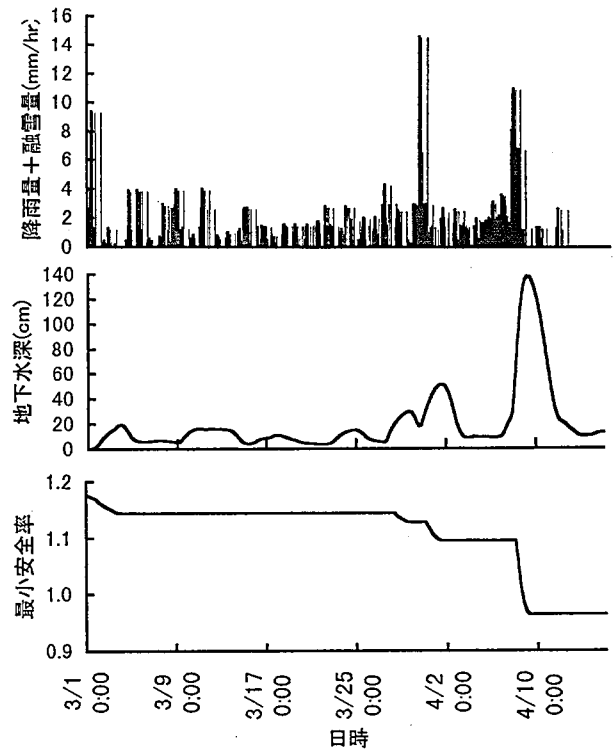


図-5 地下水深、安全率の挙動

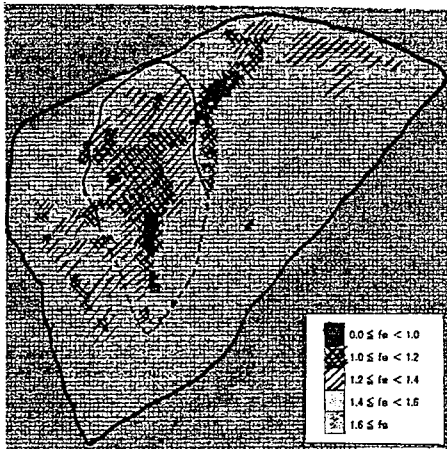


図-6 最小安全率の分布

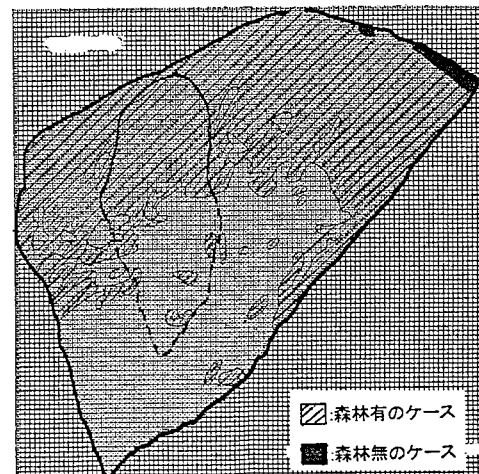


図-7 積雪分布(H9/4/7)

6. 森林の有無との融雪期の崩壊

崩壊発生斜面の総数は、現況の森林の場合(再現計算結果)が93斜面、森林がない場合が87斜面であり、森林のない場合の方が6斜面少ない結果となった。森林がない状態においては4月上旬の降雨イベント時には積雪はすべて消滅し、この時期の融雪による水分供給がなかったことによるものと考えられる(図-7参照)。今回の条件に限ってみると、森林は積雪の存在を長引かせ、融雪期の崩壊に対してマイナス要因となっている。

7. まとめ

融雪の崩壊に対する影響としては、3月以降の融雪による水分の恒常的な供給によって土壌水分、地下水深は高まり、その結果、4月上旬に発生した降雨イベントに対して地下水深は急激に増加したことが挙げられる。積雪地における崩壊や土石流の予測を行う場合、融雪に対し先行降雨と同様の評価を行うことが必要と思われる。

森林の有無と融雪期の崩壊については、今回の場合は森林の存在は崩壊に対してマイナス要因となったわけであるが、今後、種々の条件を想定し、森林の影響を評価する必要がある。

参考文献

- 1)井良沢他:表層崩壊発生予測モデルの土砂生産予防対策施設配置計画への適用性に関する研究,新砂防,Vol49,No.5
- 2)太田他:表層融雪量に及ぼす森林の影響に関する基礎的検討,雪氷52巻4号