

6 火山泥流の発生要因となる積雪水量の算定 — 十勝岳西斜面における事例 —

テクノコンサルタンツ (株) ○井上雅之、北海道開発局旭川開発建設部 大谷敏明
(財) 砂防・地すべり技術センター 鈴木 宏、(株) 地球工学研究所 名越昭男

1. はじめに

大正15年 5月に発生した十勝岳泥流災害にみられるように、火山地帯に多量の積雪がある場合の災害対策を構築するためには、火山噴火時の融雪水によるダメージポテンシャルを見積っておくことが重要となる。しかし、山岳地帯では積雪観測所は殆んど無く、火山地帯における積雪水量を把握することは容易ではない。以下では、積雪観測結果より十勝岳西斜面における積雪水量算定モデルを作成し、対象斜面における大正15年と昭和63年の積雪水量算定シミュレーションを実施した結果を紹介する。

2. 積雪観測結果

2. 1. 積雪断面観測結果

積雪断面観測結果によると、平均積雪密度は昭和63年 2月29日の十勝岳火山観測所付近 (標高 650m) では約 0.30 g/cm^3 、また昭和63年 5月24日の十勝岳避難小屋付近 (標高 1,320m) では約 0.52 g/cm^3 であった。積雪層の雪質に関しては、前者は乾いた新雪・こしまり雪・しまり雪・こしもざらめ雪・氷板などであったが、後者は湿ったザラメ雪・氷板であった。このことは、前者は融雪前の積雪状況であり、後者は融雪最盛期の積雪状況であったことを示している。



2. 2. 積雪水量調査結果

積雪水量調査は、十勝岳西斜面において、昭和63年 2月～ 5月の間で都合 3回実施した。

対象斜面における積雪深対標高の関係を図-1 示した。同図ではAルート・Bルート・Cルートにおける観測結果を樹林帯 (白抜印) とふきさらし帯 (黒印) に区別した。また、同図には昭和63年 2月26日～ 3月1日の積雪深標高分布と昭和63年 5月23日～ 25日のCルートの積雪高分布も示した。樹林帯の積雪深標高分布では観測ルートによって差は見られないが、ふきさらし帯では観測ルートによって大きく異なっている。

3. 積雪水量シミュレーション

十勝岳西斜面における最大積雪水量の分布量 (推定結果) を初期条件として融雪量計算を行って、対象斜面における総積雪水量を算定した。

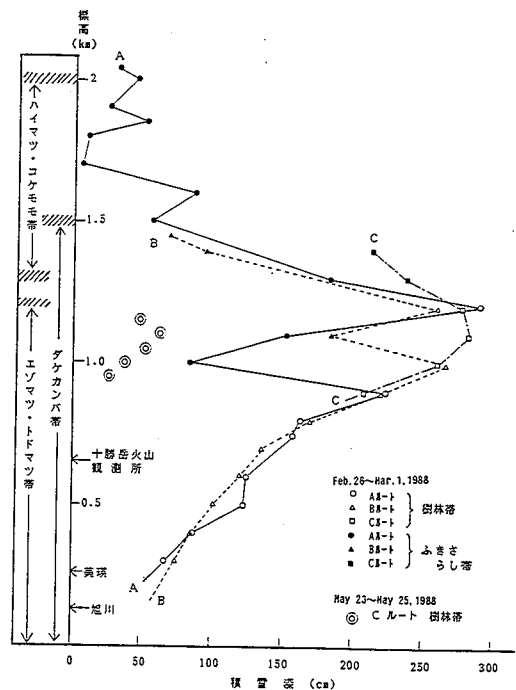


図-1. 十勝岳西斜面積雪水量観測結果

3. 1. 対象メッシュの設定

大正15年 5月24日の泥流災害時に発生した融雪量を算定するために、その泥流の流路に沿ってメッシュ（格子点）を設定した。さらに、各メッシュ点をA斜面・B斜面・C斜面に分類した。1メッシュは約 $248\text{m} \times 248\text{m}$ （ $=61,500\text{m}^2$ ）の面積を代表している。

3. 2. 大正15年および昭和63年の十勝岳西斜面最大積雪水量の推定

十勝岳西斜面における大正15年および昭和63年積雪深の分布量を次のような筋道で推定した。

- ① 十勝岳西斜面の最大積雪深は昭和63年 2月～3月に行った積雪観測の結果に基づいて推定する。
- ② 十勝岳西斜面における年最大積雪深の分布量は年によって異なるが、その年変動の割合は十勝岳火山観測所における年最大積雪深の年変動の割合と同じであると仮定する。
- ③ 積雪観測を行っていない年次の十勝岳火山観測所における積雪深は旭川における積雪深との相関関係を用いて推定する。
- ④ 上記の仮定より、大正15年の旭川の2月末日の積雪深が90cmであることから十勝岳火山観測所の
大正15年積雪深を147cmと推定し、それと昭和63年 2月末日の積雪深の実測値 144cmがほぼ同じ
値であることから、十勝岳西斜面の大正15年積雪深分布は昭和63年 2月～3月の積雪観測より求
めた積雪深の分布と同じであると推定した。
- ⑤ 十勝岳火山観測所において、積雪深は昭和63年 2月から3月の約1か月間で約24%増加している。
したがって、旭川の積雪深データから十勝岳火山観測所の大正15年の最大積雪深を推定する場合、
120%の積雪割増率を考慮した。
- ⑥ 年最大積雪深から年最大積雪水量を算定する際には、積雪層平均密度を 0.30 g/cm とした。

3. 3. 対象メッシュにおける積雪水量の算定

対象メッシュにおいて、大正15年と昭和63年における3月～5月の積雪水量を次のように算定した。

- ① 3. 2. 節で求めた各メッシュ地点における大正15年と昭和63年の最大積雪水量 W_{max} を初期条件とした。
- ② 3月1日を融雪開始日と設定した。
- ③ 旭川（標高112m）の日平均気温データ $T_0(^{\circ}\text{C})$ と対象メッシュの標高 $H(\text{m})$ とから、対象メッシュにおける日平均気温データ $T(^{\circ}\text{C})$ を算定した。

$$T = T_0 - (1.0/100) \cdot (H - 112)$$

- ④ 対象メッシュにおける融雪係数 $K(\text{g/cm}^3 / ^{\circ}\text{C/day})$ は次式より求めた。

$$K = -0.075 \cdot T + 1.025$$

- ⑤ 対象メッシュにおける日々の融雪量 M を、積算暖度法を用いて、次式より求めた。

$$M = K \cdot T$$

- ⑥ 対象メッシュにおける任意の月日までの積雪水量 $W(\text{g/cm}^3)$ を次式より求めた。ここで、 ΣM は3月1日から任意月日までの融雪量 M の積算値である。

$$W = W_{\text{max}} - \Sigma M$$

- ⑦ 図-2 および図-3 には、大正15年と昭和63年の積雪水量算定結果のうち、各メッシュ地点の5月24日の結果を等積雪水量線とともに示した。大正15年も昭和63年もA斜面にのみ積雪があっ

たという算定結果が得られたが、実際にはガリーにおいて積雪のあることが確認されている。本シミュレーションではガリーの積雪は計算されないため、そのぶんを考慮する必要がある。

- ⑧ 3月1日（融雪開始日）から任意の月日までの積雪水量 W を全メッシュについて積算して、A斜面・B斜面・C斜面の積雪総量を求めた。

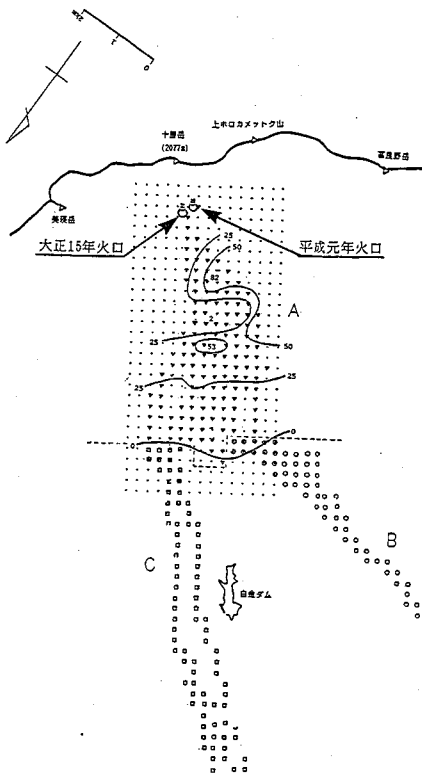


図-2. 大正15年 5月24日の積雪水量計算結果（積雪水量割増率120%）

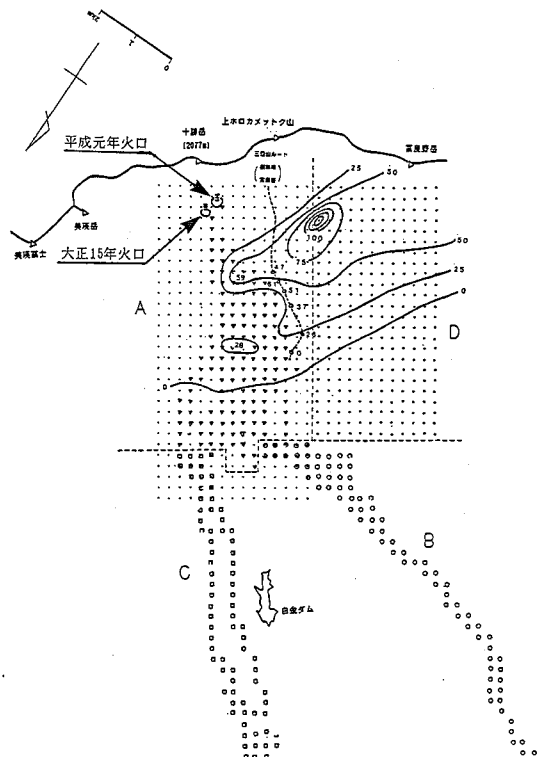


図-3. 昭和63年 5月24日の積雪水量計算結果

3. 4. 大正15年 5月24日の火山泥流災害時の対象斜面積雪総量の算定結果

表-1 には、対象斜面について大正15年 5月24日と昭和63年 5月24日の積雪水量の総算定量を示した。同表中には、大正15年 5月24日のガリー積雪を含まない斜面積雪のみの計算結果とガリー積雪も含む計算結果を、また昭和63年 5月24日のガリー積雪を含まない斜面積雪のみの計算結果とガリー積雪も含む観測結果を各々示した。

同表中の観測結果の項では昭和63年 5月23日～25日に行った現地積雪調査で得た各斜面における積雪水量の結果をまとめた。それによるとA斜面の全域では約 160万ton の積雪水量を見積ることができたが、実際にはB斜面・C斜面のガリーにも積雪は残っていたにもかかわらず、その量を見積っていないので、約 160万ton は過少評価の値であるといえることができる。

各斜面の合計面積約33.1km² におけるガリー積雪を含む積雪総量は、大正15年 5月24日当時で 345万ton（計算結果）と見積ることができた。また、昭和63年 5月24日の積雪総量は 160万ton 以上（観測結果）であると見積ることができた。

3. 5. 確率年次の積雪水量の時間変化

大正15年、昭和63年、および確率年が10年、30年、50年、100年の場合について、十勝岳西斜面の対象メッシュにおける積雪水量の時間変化を算定して図-4に示した。各確率年次の最大積雪水量は、旭川の年最大積雪深の確率値を用いて、3.2節と同様の方法に基づいて算定した。また、日々の融雪量は、旭川の30年平均の日平均気温時系列データを用いて、3.3節と同様の方法に基づいて算定した。

表-1. 大正15年・昭和63年 5月24日の積雪水量総算定量

内容 年月日 対象斜面	対象斜面積雪水量の総量			
	大正15年 5月24日		昭和63年 5月24日	
	計算結果 (総雪量)	計算結果** (ガリー積雪含む)	計算結果** (総雪量)	実測結果** (ガリー積雪含む)
A斜面 (9.0km ²)	223万ton	295万ton	88万ton	160万ton
B斜面 (12.0km ²)	25	33	0	-
C斜面 (12.1km ²)	18	17	0	-
(A+B+C) 斜面	261	345	88**	160**

*) 両者の違いは、A斜面において、斜面積雪水量のみか、ガリーの積雪水量 (約72万ton) を含むかによる。

**) ガリーの積雪水量は、A斜面では約72万ton、B・C斜面では斜面積雪の30%増とした。

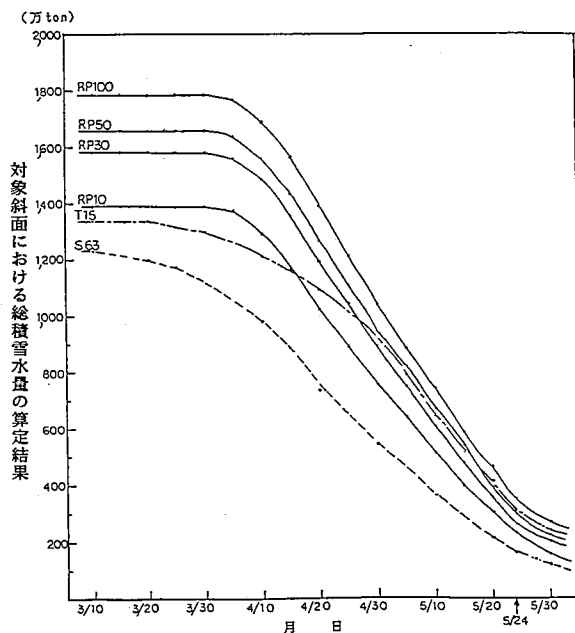


図-4. 各種率年次の積雪水量の時間変化
(A+B+C斜面の対象メッシュ)

4. 積雪水量シミュレーション結果のまとめ

本節の積雪水量シミュレーション結果より以下のことが明らかになった。

- ① 昭和63年の積雪水量シミュレーション結果と積雪観測結果との比較 (図-3を参照のこと) によると、積雪水量シミュレーションは樹林帯 (例えば、D斜面) における年最大積雪量・日融雪量 (実測値) を良く再現した。
- ② 総積雪水量を算定するためには、溪流部分に吹きだまった積雪 (本研究ではガリー積雪という) を考慮しなければならない。
- ③ 大正15年の泥流災害以前は、対象斜面は現在とは異なって、ふきさらし帯の多くの部分に植生があり、森林限界より下部は樹林帯となっていた。したがって、樹林帯における積雪水量を良く再現する本モデルを用いて大正15年積雪水量シミュレーションを実施することは妥当であると考えられる。
- ④ 大正15年5月の泥流災害の発生の原因となった積雪水量は、過去の研究結果によると、発生泥流量と比較して少ないといわれていたが、ガリーに分布する積雪が非常に多いこと、5月末時点での積雪平均密度が非常に高いこと (約0.5g/cm³) などを考慮すると、本研究で算定した345万tonとなり、これは泥流の発生・発達過程からも妥当な量であると考えられる。