

## 富士山大沢川源頭域における地温・地表温特性と斜面崩壊に関する考察

国土交通省富士砂防事務所  
株式会社地圏総合コンサルタント

吉柳岳志, 永井健二, 竹内昭浩  
内柴良和, 山下伸太郎, 高橋健太

## 1. はじめに

富士山大沢川源頭域（以下源頭域という）は、富士山西斜面に位置し、山頂直下～標高 2,200m 付近までの延長 2.1km, 最大幅 500m, 最大深さ 150m, 崩壊面積 1km<sup>2</sup> に及ぶ我が国有数の大規模崩壊地である。

源頭域の地質は堅固な溶岩層と脆弱なスコリア層の互層からなり、溶岩層には不規則な亀裂が生成されるとともにスコリア層の侵食によりオーバーハングを形成している場合が多い。これまでの調査結果より、源頭域で生じる斜面崩壊は、溶岩層の亀裂が進展し、地山と分離したブロックが剥離・落下するパターン、スコリア層が侵食を受けてオーバーハングが形成され、上部の岩塊が自重に耐えきれず崩落するパターンに大別され、溶岩層の亀裂の進展やスコリア層の侵食には地山の凍結融解作用および膨張収縮作用が大きく関与していると推定されている。

一方、巨視的に源頭域を見ると、図-1 に示すように標高 3,000m 以下では渓床に対してほぼ左右対称な形状を呈しているのに対して、標高 3,000m 以上では右岸が大きく外側に広がる左右非対称な形状をしている。独立峰の西斜面に位置する源頭域は、右岸が日向斜面、左岸が日陰斜面の関係にあり、地盤の凍結融解作用等に関する日射の影響に差があることが予想される。また、現在活発に崩壊を繰り返しているのは 3,200m より上部の斜面であることが、航空写真測量の成果より明らかになっており<sup>1)</sup>、標高によっても凍結融解作用等に作用する温度特性に差があることが推測される。

そこで、本報告では、源頭域両岸外縁部における地温・地表温観測結果から源頭域における地温特性の標高変化、左右岸変化、深度変化を検討し、斜面崩壊との関連性を考察するものである。

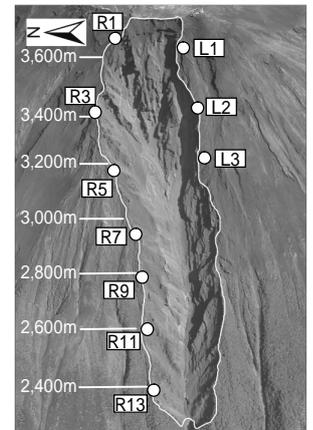


図-1 源頭域全景写真

## 2. 地温・地表温測定

源頭域右岸外縁部において、標高 2,400m 地点からおよそ標高 200m 間隔で 7 点、左岸外縁部には右岸設置箇所の上部 3 点と同標高にそれぞれ地表温観測点を設け、ロガー内蔵の小型温度センサーを設置した(表-1)。また、標高 3,654m 地点と 3,194m 地点では、地表から 10cm, 20cm, 30cm, 50cm の地温も合わせて計測を行った。

計測は 20 分間隔とし、2010 年夏場において 40 日間のデータ(8/6～9/14)を計測した。

表-1 観測点一覧

	番号	標高(m)		番号	標高(m)
	右岸	R1		3,654	左岸
R3		3,415	L2	3,410	
R5		3,194	L3	3,213	
R7		2,949			
R9		2,800			
R11		2,603			
R13		2,410			

測点の位置は  
図-1 参照

## 3. 測定結果

## 3.1 地表温の日較差の左右岸比較

左右岸における地表面温度の日較差(日最高値と日最低値の差)と富士山頂観測所(気象庁)の日照時間の時系列変化を図-2 に示した。

日向斜面となる右岸斜面では、地表温の日較差が著しく、高標高部では最大 50 以上に達し、標高が下がるにつれて小さくなる傾向がある。

一方、日陰斜面となる左岸斜面では、右岸と比較して明らかに地表温の日較差が小さく、標高による大きな差も認められない。

また、地表温の日較差は、山頂の日照時間と相関が高い。以上のことより、左右岸の日照の差が地表温の変動に大きな変化をもたらしていることが推測される。

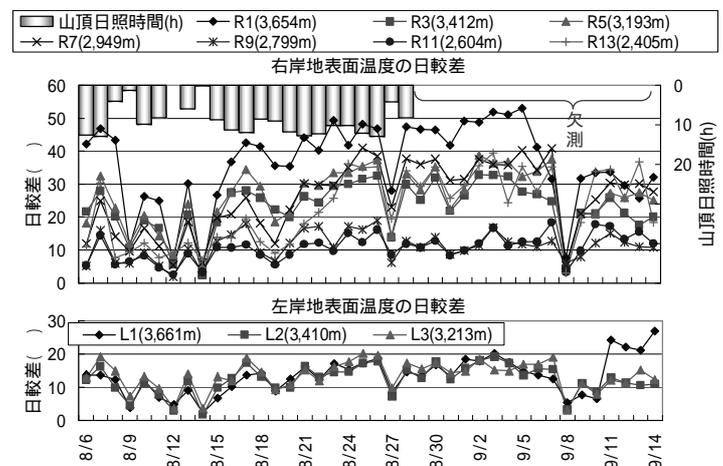


図-2 地表温の日較差の期間変動

1)平成 21 年度砂防学会研究発表会概要集 P.58-59 富士山大沢崩れにおける土砂移動実態の把握

### 3.2 地表温の日較差の標高分布

図-3 に 40 日間の観測全期間における地表温の日較差について平均値を標高毎に整理した。右岸斜面では、地表温の日較差は明瞭な標高依存性が認められ、高標高になるにつれて大きくなる傾向が読みとれる。一方で左岸については、明瞭な標高依存性は認められず、ほぼ一定であった。

地表温の日較差が大きいと、地盤の膨張収縮作用ならびに冬季の凍結融解作用を受けやすい環境になると推測される。左右岸における日較差の標高依存性の違いは、凍結融解作用等の差を示唆しており、現在の源頭域の左右非対称な形状と関連性がある可能性がある。

### 3.3 地温の深度分布

一般に、地表面温度の激しい日較差は、深部に行くにつれて小さくなる。図-4 に標高 3,654m 地点において期間中最も大きな地表温の日較差を示した日(2010.9.5)の地中温度の深度分布を示す。

地表面で見られる 50 以上の大きな日変動は、深度 20cm では 8 程度まで低減し、さらに深度 50cm になると 1 以下で、ほぼ一定となる。このことは、激しい地表面温度の日変動の影響を受けるのは地表から 20cm 程度までのごく浅い部分であることを示しており、凍結融解作用等による岩盤の破壊もこの程度の深度で頻繁に生じていることが予想される。

## 4. 考察

凍結融解作用は、地表温が 0 を挟んで変動する時に生じるので、0 を挟む変動の回数が崩壊に関与していることが推測できる。そこで、観測結果に基づき、標高毎の 0 を挟む年間変動日数の推測を試みた。気温の日最低値と地表温の日最低値はほぼ同じと見なせる。そこで、山頂の気温変動を基準に、気温の標高低減率を 0.65 /100m(富士山での実測値)として計算した各標高の日最低気温時系列に、図-3 から求めた標高毎の日較差を加え、2010 年の 1 年間で 0 を挟んで変動する推定日数を集計した。一例として標高 3,575m 地点の兩岸の推定地表温変動を図-5 に示す。右岸では年間の約 70% (256 日) の期間、0 を挟んで変動するのに対して、左岸は約 40% (143 日) であるという結果になった。

図-6 は、同様の手法で計算した 0 を挟む変動日数の標高分布である。右岸は、標高が上がるにつれて変動日数が増加するのに対して、左岸は標高によらずほぼ一定であることがこの図から予想される。

現在の大沢川源頭域の形状は左右非対称で、右岸斜面の崩壊縁が高標高部ほど外側に広がり、ほぼ尾根に達しているのに対して、左岸の崩壊縁は直線的な形状をし、斜面中腹に断崖を形成している。この差は兩岸の侵食速度に差があることを示唆している。上述の分析により日向斜面の右岸は、左岸と比較して凍結融解作用を受けやすい環境にあるといえ、このことが源頭域兩岸の侵食速度に強く影響を与えている可能性が高いことが分かった。

## 5. おわりに

地表面温度観測は現在も継続している。今後は、越冬データを解析し、凍結融解作用に直接作用する 0 を挟む変動の標高変化、左右岸変化を把握し、この仮説の検証を続けることが望ましい。

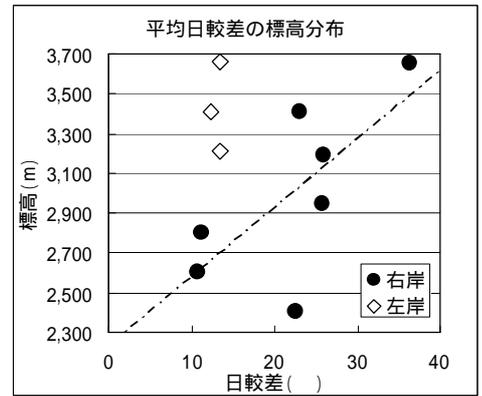


図-3 地表温の平均日較差の標高分布 (H22.8.6 ~ 9.14 の平均値)

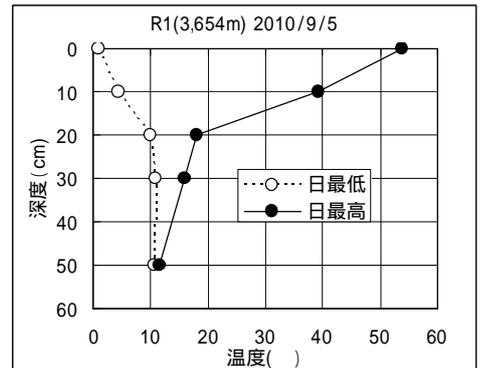


図-4 地温の深度分布 (標高 3,654m 地点)

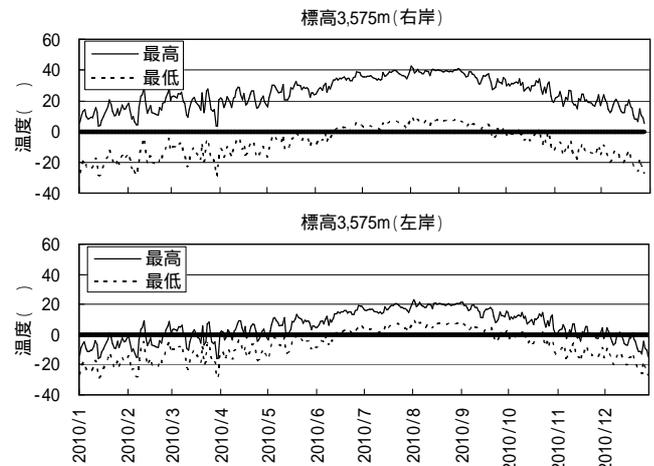


図-5 観測結果から推定した年間地表温変動(2010年)

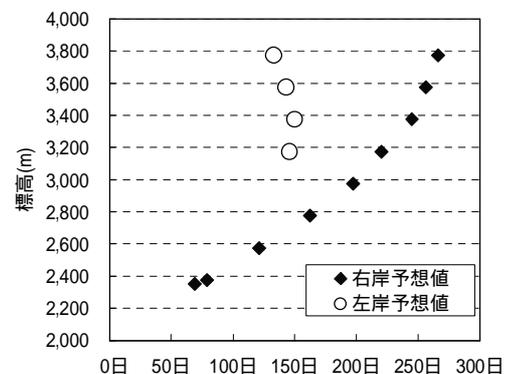


図-6 地表温が 0 を挟んで変動する日数の予想(2010年)