

桜島における昭和噴火時の溶岩流の数値シミュレーションによる再現

住鉱コンサルタント株式会社 ○家田泰弘, 大坪隆三, 山下伸太郎
財団法人砂防・地すべり技術センター 安養寺信夫, 酒井敦章

1. はじめに

桜島では、2006 年 6 月に昭和火口における活動が活発化し、2009 年現在に至るまで断続的噴火を繰り返している。短期的には大規模噴火につながる兆候はみられないが、長期的にはマグマの蓄積に伴う地盤上昇が続いており溶岩の流出を伴うような噴火に発展する可能性も否定できない。

このような大規模な噴火災害への緊急的な対応に備えて、火山噴火緊急減災対策砂防計画策定ガイドラインが策定され、これに基づき全国の火山において砂防部局としての緊急対策の検討が進められているところである。緊急減災対策を検討するためには、噴火の前兆の検知から各種現象の発生時期、保全対象への到達時間を含む噴火災害発生の時系列を想定する必要がある。とくに流下速度が比較的遅い溶岩流の到達時間の推定には、噴火実績の参照や数値シミュレーションによる手法が考えられる。桜島の大正溶岩流については、石原ら⁴⁾や大原ら⁵⁾が二次元氾濫シミュレーションによる再現計算を実施し、溶岩噴出特性が把握されている。しかし、昭和 21 年噴火時の溶岩流については詳細に検証されていない。昭和火口噴火の活発化に対して現況地形における溶岩流の到達時間を推定する上でも検証が必要である。

そこで、今後の防災対策検討の基礎資料とするため、昭和噴火溶岩流の流下状況に関する研究成果をもとに、溶岩流二次元氾濫シミュレーションによる検証計算を実施し、昭和噴火時の溶岩流出特性の把握を試みた。

2. 昭和 21 年噴火の概要¹⁾²⁾⁶⁾⁷⁾

桜島では大正噴火以降、静穏な状態が続いていたが、昭和 10 年以降南岳での活動が活発化し、昭和 14 年には南岳東南東山腹において新たな火口を生じ、小規模な火砕流を伴う爆発的噴火が発生し始めた。

昭和 21 年 1 月になると同火口における活動が活発化し、降灰を伴う小規模な噴火が断続的に繰り返し、3 月 9 日には溶岩流の流出を開始した。溶岩流は鍋山上方斜面において東方向と南方向に分岐し、東方向については黒神集落を埋没し 4 月 5 日には海岸に到達、南方向については有村集落を埋没させ 5 月 21 日には海岸に到達した。このときの噴火では、大正噴火のような猛烈な降灰や降下軽石はみられず、溶岩流の流出が開始してから集落到達するまでに 1 ヶ月程度の時間があつたため、避難や家財を搬出する余裕があつた。

3. 計算条件の設定

検証計算の実施にあたり、既往文献から昭和 21 年噴火時の溶岩流の各種条件を設定した。

3.1 昭和噴火時の地形の再現

二次元氾濫シミュレーションによる検証計算を行うために、昭和噴火時の地形メッシュデータを再現した。具体的には、大日本帝国陸地測量部発行の 2 万 5 千分の 1 地形図「桜島北部」（昭和 10 年 9 月）、および「桜島南部」（昭和 11 年 6 月）の等高線を読み取り、50m 格子の地形メッシュデータを作成した。

3.2 溶岩流噴出レートの設定

溶岩流噴出レートについては、大正噴火を対象として石原ら⁴⁾や大原ら⁵⁾は噴火初期に高レートで噴出し、その後緩やかに流出が続くように設定し、良い再現性を得られている。しかし、昭和噴火は大正噴火に比べて総噴出量が 1 オーダー小さく、噴火当時の永田ら²⁾による観察（以下観察資料）によると噴火自体も比較的穏やかであり溶岩流出特性も異なると考えられる。そこで、本報では昭和噴火時の溶岩流の噴出時系列として、観察資料に基づき新たに以下の 2 パターンの溶岩流噴出レートを設定した。

3.2.1 観察資料に基づく溶岩流噴出レート(CASE1)

昭和 21 年噴火時の溶岩流噴出時系列は、観察資料において溶岩流到達範囲の時間変化に平均厚さとして 25m を乗じることで噴出時系列を求めている。しかし、観察資料では溶岩流出開始から 1 ヶ月までのデータしか示されていない。このため、1 ヶ月以降も同程度のレートで噴出したと想定し石原ら³⁾が示す総噴出量 0.18km³が流出するまでの噴出時系列を外挿して噴出期間を 75 日間と設定した。その結果、宇平⁶⁾が示す溶岩流噴出期間である 3 月 9 日から 5 月 19 日頃の 71 日間と概ね整合することが確認された(図-1 細線)。なお、観察資料では「ほぼ一様に毎日約 200 万 m³噴出」していたとの記載があり、図-1 から、1 ヶ月以降も含めて概ね一様に溶岩流が流

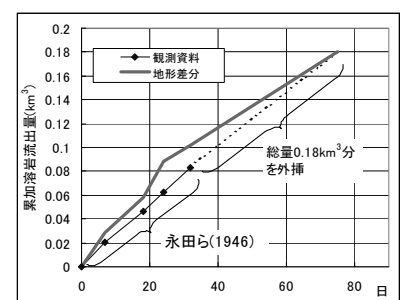


図-1 観測資料および地形差分溶岩厚より求めた昭和溶岩の噴出時系列

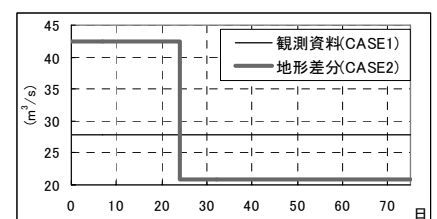


図-2 数値シミュレーションに用いた溶岩流噴出レート

出していたものと考えられる。そこで数値シミュレーションに用いる噴出レートも 0.18km^3 が $27.8\text{m}^3/\text{sec}$ で一様に 75 日間流出したものと想定した（図-2 細線）。

3. 2. 2 昭和噴火前後の地形差分による溶岩流ハイドログラフ(CASE2)

観測資料では一律 25m の厚さを到達範囲に乗じて噴出量を求めているが、今回、50m メッシュの昭和噴火前の地形データを作成していることから、現状の地形との差分を求めることで、より詳細な溶岩流分布厚を求めることが可能になっている。そこで、国土交通省大隅河川国道事務所より提供を受けた平成 18 年および平成 19 年の LP データより作成した現況の地形と昭和噴火前の地形の差分を求めて、50m メッシュの昭和溶岩の堆積厚分布を推定した。これに観測資料の溶岩流到達範囲の時間変化図を重ねて、地形差分による溶岩流流出時系列を求めた（図-1 太線）。その結果、噴火開始から 24 日目までは噴出率が高く、24 日目以降に低下している傾向がみられたため、24 日目までを $42.4\text{m}^3/\text{sec}$ 、以降を $20.9\text{m}^3/\text{sec}$ とした溶岩流噴出レートを設定した（図-2 太線）。

3. 3 溶岩流諸元の設定

その他溶岩流諸元については大原ら⁵⁾による大正溶岩西側、引ノ平方面を対象とした再現計算にもとづき、溶岩温度： 1000°C 、粘性係数： 3×10^9 poise、降伏せん断応力： 9.6×10^5 dyn/cm² を適用することとした。なお、溶岩温度については、観測資料において昭和噴火当時に白金ロジウム熱電対により計測した結果も 1000°C 程度とされている。

4. 計算結果と考察

観測資料に基づく一様な噴出レートによる CASE1 の結果を図-3 に示す。観測資料により約 1 ヶ月で到達した箇所と、シミュレーション上 30 日で到達している箇所を比較すると、シミュレーション結果の方が有村方面で 800m 程度、黒神方面で 1800m 程度到達距離が短いことが明らかになった。また、氾濫範囲については、実績より若干広い傾向にあり、黒神方面において顕著である。地形差分により求めた噴出レートによる CASE2 の結果を図-4 に示す。有村方面における到達時間は概ね一致している。一方で、黒神方面については 1 ヶ月後の到達範囲の差は小さくなっているものの依然として 1000m 程度のずれがあり、氾濫範囲についても若干広がる傾向がみられる。

昭和噴火時の溶岩流噴出レートは、大正噴火のように噴火初期に集中的に噴出する形態ではなく、開始から終了まで平均的に流出していると考えられる。このため、今回は矩形噴出レートによる CASE1 と、地形差分により詳細に把握した噴出レートを用了 CASE2 の計算を行い、地形差分による CASE2 の方が、より実績に近い到達時間が得られた。しかし詳細にみると、CASE2 でも、黒神方面における到達時間や氾濫範囲に差異がみられた。これは黒神集落付近では南北からの旧溶岩流による狭窄部があり、この地点の溶岩流の通過に関連して実績との差が生じているものと考えられる。

5. まとめ

再現計算の結果より昭和噴火時の溶岩流出特性として、大正噴火時ほど噴火初期に集中するわけではないが、溶岩流出開始から終了まで一様な噴出レートで流出したのではなく、噴火初期 24 日程度は高い噴出レートで、それ以降は半分程度のレートで流出したと考えた方が妥当であることが明らかになった。

しかし、ここで示した地形差分の噴出レートは溶岩の流動が終了したあとの堆積厚から作成しており、詳細には噴火中の流動深とは一致しない可能性が高い。今後、より実態を踏まえた溶岩流噴出レートや溶岩温度等を想定し、効果的な防災対策につなげることが重要である。

参考文献

- 1) 萩原ら：昭和 21 年 3 月の櫻島噴火，東京大学地震研究所彙報，第 24 冊第 1/4 号，P. 143-159，1948
- 2) 永田ら：櫻島新噴出熔岩流について，東京大学地震研究所彙報，第 24 冊第 1/4 号，P. 161-169，1948
- 3) 石原ら：桜島火山の溶岩流（Ⅰ），京大防災研究所年報，第 24 号 B-1，P. 1-10，1981
- 4) 石原ら：桜島火山の溶岩流（Ⅱ），京大防災研究所年報，第 28 号 B-1，P. 1-10，1985
- 5) 大原ら：桜島の溶岩流，平成 2 年度砂防学会研究発表会概要集，P. 296-299，1990
- 6) 宇平：大正噴火以後の桜島の活動史，験震時報 第 58 巻，P. 49-58，1994
- 7) 活火山総覧第 3 版，気象庁編，2005

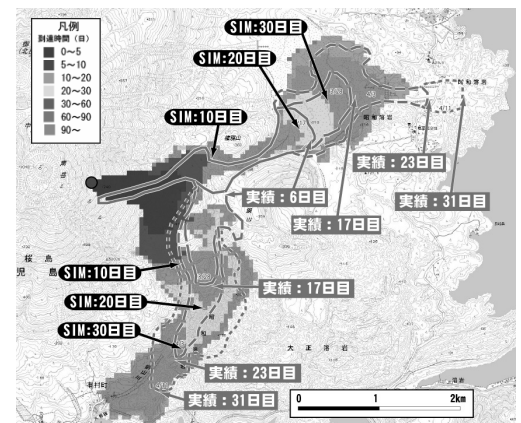


図-3 観測資料に基づく溶岩流噴出レートによる到達時間分布図【CASE1】

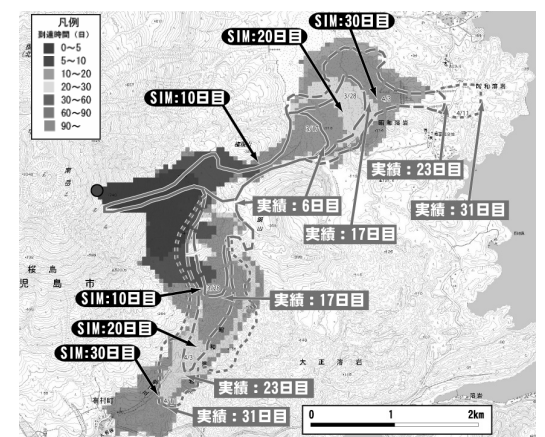


図-4 地形差分による溶岩流噴出レートによる到達時間分布図【CASE2】