

82 火山地域における土砂移動現象に対する考察

建設省大隅工事事務所

○伊藤 仁志, 板垣 治

桑野 修司

(財)砂防・地すべり技術センター 松村 和樹, 大原 正則

1. はじめに

火山地域における土砂移動現象は、火山活動の規模・火山噴出物の種類および火山噴出物が土砂生産環境に与える影響により他の地域と比較して複雑で多様な形態となって発生する。

火山活動には、①大規模な噴火が $n \times 10^3$ 年間隔で発生する火山（大山等）②大規模な噴火が $n \times 10^2$ 年間隔で発生し、さらにその間に小規模な噴火が発生する火山（桜島等）③中規模な噴火が $n \times 10^1$ 年間隔で発生する火山（阿蘇山等）があり、それぞれ噴火活動に伴い降下火砕物（火山灰・スコリア等）・火砕流・溶岩流・岩屑流が発生し、さらに融雪等が誘因となり火山泥流も発生する。また、火砕流・降下火砕物は、不安定な堆積物の増大とともに地盤の浸透能力等に影響を及ぼすためその後の土砂生産環境が大きく変化し、その結果噴火前とは異なった条件で土砂移動現象が発生する。このため、火山地域における土砂災害に対して適切な対策を実施するためには、火山活動時に発生が予想される土砂移動現象だけでなく、火山活動後の土砂生産環境において発生が予想される土砂移動現象を的確に把握した上で計画を総合的に検討しなければならない。

本報告は、桜島火山を例にとり過去の火山活動およびこれに伴い発生した土砂移動現象を整理して、今後桜島において発生することが予想される土砂移動現象について検討を行ったものである。

2. 火山活動と土砂移動パターン

火山活動と土砂移動パターンには、図-1に示したパターンが考えられ、さらに火山活動時における噴出物の違いにより発生する土砂移動現象の継続期間は異なる。

パターン1は、噴火実績が1000年以上ない場合で、現在ではその影響は消滅していると考えられるケースである。

パターン1'は、1000年以上休眠した後には噴火し、現在その影響を受けていると考えられるケースである。

パターン2は、数百年間隔で大噴火をおこし、その間にも中・小噴火を繰り返す場合で、土砂生産環境に複雑で多様な影響を与えるケースである。

パターン3は、比較的周期的に中・小噴

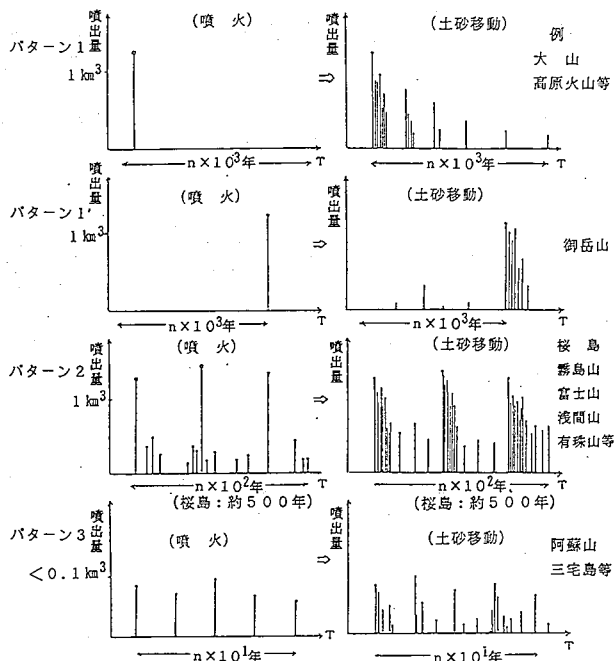


図-1 噴火のパターンと土砂移動パターン

火を繰り返す場合で、発生する土砂移動現象は大規模ではないが、パターン2と同様土砂生産環境に複雑で多様な影響を与えるケースである。

3. 桜島の火山活動史

我が国に67ある活火山のうちでも、

表-2 桜島の主な火山活動

最も活発な火山の1つが桜島火山である。現在見られる桜島山体の主体をなすものは、有史以前の噴火による溶岩流と火山砕屑岩類によって構成されている。

桜島は多くの寄生火山や爆裂火山を伴っており、たとえば、臼状火山・円頂丘が形成されており、単一の火山ではなく、いくつもの成層火山および寄生火山からなる複合成層火山である。

| 有活動年代(西暦) | 記録 |
|------------|--------------------------------|
| およそ1万年前 | 桜島の誕生 始良カルデラの中央河口丘として火山活動開始 |
| 708年 | 隅州向島湧出 |
| 718年 | 向島湧出 |
| 764年 | 海底噴火 |
| 1471~1476年 | 桜島噴火(文明噴火) |
| 1779~1780年 | 桜島噴火(安永噴火) |
| 1914年 | 桜島噴火(大正噴火) |
| 1946年 | 桜島噴火(昭和噴火) |
| 1956年 | 現在に至る山頂噴火の開始 |

表-2に桜島の主な火山活動について示すが、噴火災害のある最初のは西暦764年の海底噴火であり、文明・安永・大正噴火は桜島3大噴火として有名である。

4. 桜島の火山活動に伴う土砂移動現象の整理

桜島における火山活動とこれに伴う主な土砂移動現象について図-2~図-5に示す。桜島は百数十年から数百年で大規模に噴火し、その間にも中・小噴火を繰り返している。桜島の火山活動とこれに伴う土砂移動現象は大きく次の3パターンに整理することができる。

① 大規模噴火時

大規模噴火に伴い発生する土砂移動現象とし、溶岩流・火砕流・降下火砕物および岩屑流が予想される。ただし、岩屑流については桜島3大噴火では発生していない。

② 大規模噴火直後

大規模噴火に伴い発生した土砂移動現象(溶岩流・火砕流・降下火砕物)が地盤の透水係数等に影響を及ぼし土砂生産環境に変化を与え大規模な土石流が頻発する状況となる。大正噴火後の例では、新規降下火砕堆積物の堆積厚が50cm程度の場合、その影響(土石流条件の継続期

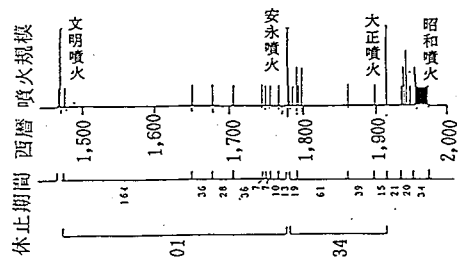


図-2 計画期間概念図

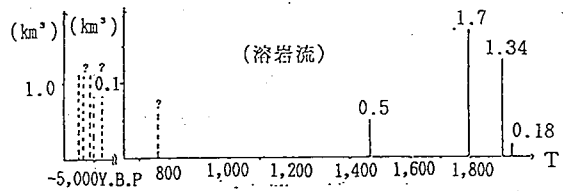


図-3 溶岩流の発生頻度と規模

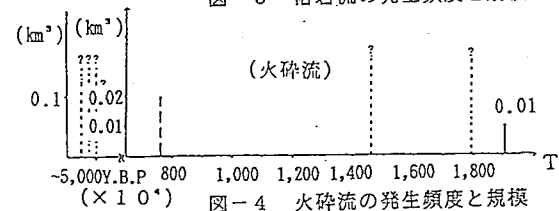


図-4 火砕流の発生頻度と規模

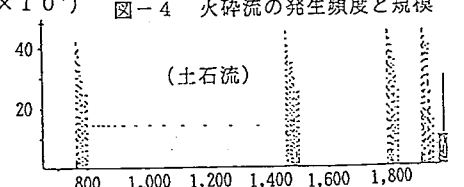


図-5 土石流(泥流)の発生頻度と規模

間)は10年強に及んでいる。

③現在の断続的な火山活動が継続する状況

火山灰が地表面を覆うことにより透水係数が変化し、その結果土石流が発生し易い環境となる。野尻川を例にとると、年間20～30回土石流が発生している。

5. 桜島の土砂移動現象に対する検討

5. 1 今後桜島で発生が予想される土砂移動現象

表-4に桜島の火山活動とこれに伴う土砂移動現象を示す。

表-4 桜島の火山活動とこれに伴う土砂移動現象

| 年代 | 噴火様式 | 規模*1 | 活動間隔*2 | 土砂移動現象*3 |
|-------------------|-------|---------------------|-----------------|---------------------------|
| 文明噴火 1471～1476 | 両山腹噴火 | 1.2Km ³ | 700年 | 溶岩流、降下火砕物、 (火砕流)、(土石流) |
| 1478～1766 | 山頂噴火 | 小規模 | 1～170年 (9回) | 降下火砕物(土石流) |
| 安永噴火 1779～1780 | 両山腹噴火 | 2.1Km ³ | 300年 | 溶岩流、降下火砕物、 (火砕流)、(土石流) |
| 1781～1899 | 山頂噴火 | 小規模 | 1～60年 (11回) | 降下火砕物(土石流) |
| 大正噴火 1914 | 両山腹噴火 | 1.86Km ³ | 130年 | 溶岩流、降下火砕物、 火砕流、土石流 |
| 1935～1942 | 山頂噴火 | 小規模 | 1～4年 (5回) | 降下火砕物(土石流) |
| 昭和噴火 1946 | 片山腹噴火 | 0.18Km ³ | 32年 | 溶岩流、降下火砕物、 土石流 |
| 1948～ | 山頂噴火 | 小規模 | 1955年以降 継続噴火 | 降下火砕物(土石流) |

*1 規模は、溶岩流と降下火砕物の合計値とした。

*2 活動間隔は、大規模火山活動と小規模火山活動とに分けて表示した。

*3 () で表示した土砂移動現象は、想定した土砂移動現象である。

さらに、桜島火山活動の見通しについては、次に示す研究報告がある。

①現在の山頂噴火がただちに衰退するとは考えられない。

②桜島を含む周辺地域では、地下のエネルギーの蓄積を示す地盤隆起現象が続いている。

以上のことから、桜島において火山活動に伴い発生が予想される土砂移動現象のうち人命・資産に甚大な影響を及ぼす土砂移動現象には、大規模噴火時の土砂移動現象(溶岩流・火砕流・土石流)と現在の断続的な火山活動時の土砂移動現象(土石流)が予想される。

なお、降下火砕物については、土石流の発生頻度・規模等に大きく係わることが推測されるため、土砂生産環境の変化要因として検討する必要がある。

5. 2 桜島で発生が予想される土砂移動現象とその量に対する考え方

5. 1で予想した土砂移動現象には、外力と土砂移動現象との関係が定性的にしか把握されていない現象と定量的に把握されつつある現象とがある。

現在の研究では、外力と土砂移動現象との関係が定性的にしか把握出来ない現象として、溶岩流・火砕流

があり、これらの現象の規模については過去の実績値より推測するしか手段はない。桜島における過去の実績値および今後発生の子想される規模あるいはその考え方について示す。

1) 溶岩流

1 火山活動期間における溶岩流噴出量は0.5km³ (文明噴火) ~ 1.7km³ (安永噴火) であり、また1火口当たりの噴出量は0.18km³ (昭和噴火) ~ 1.1km³ (大正噴火) と比較的範囲をもって発生している。これらより、今後溶岩流が発生した際の規模については、過去の実績値から予測することは困難であり溶岩流の対策について検討する場合には、その目的に応じて対象とする量を設定する必要がある。

2) 火砕流

現在火砕流の実績値として把握されているものとしては、火砕流堆積地の上に溶岩流が厚く覆い被さっているため大正噴火西側の噴火口からの値0.01km³しかないためさらに、島内の谷の露頭調査・溶岩流の堆積状況から火砕流の噴出量を推定したが桜島3大噴火の中で大きなものと位置づけられる文明噴火時の火砕流の規模は0.02km³程度であった。これらより、今後火砕流が発生する際の量は、0.02km³程度と考えられる。

3) 土石流

土石流の規模については、土石流発生時における土砂生産環境に配慮して降雨外力との関係から設定することが可能と考えらる。桜島では、土石流発生に係わる土砂生産環境の場の違いから次の2つの環境下での土石流の規模を検討する必要がある。

①大規模噴火直後で降下火砕物が大量に堆積している環境

大規模噴火直後から、降下火砕物上に植生の侵入等により土石流が頻発しなくなる期間を火山活動による影響期間とし(大正噴火の例では20年程度)この期間における降雨外力との関係より土石流の規模を検討する。

②現在の断続的な噴火活動により火山灰が定常的に堆積する環境

土石流の発生条件を既往の土石流観測データから降雨・降灰量を指標として整理し、土石流の規模を検討する。新規降灰量とその影響期間について表-5に示す。

表-5 新規降灰量とその影響期間

| 1日の降灰量(m ³) | 土石流総量(m ³) | 土石流ピーク流量(m ³) | 影響期間 | 事例(土石流発生回数) |
|-------------------------|-------------------------|---------------------------|------|--------------------|
| (1~3) × 10 ⁴ | (2~4) × 10 ⁵ | (2~4) × 10 ² | 約2週間 | s60.6.19~7.3 (6) |
| 5 × 10 ³ | (2~4) × 10 ⁴ | 5 × 10 ¹ | 約1週間 | s60.8.9 ~ 8.15 (3) |
| 1 × 10 ³ | - | - | 約3日 | s62.9.10~9.12 (2) |

6. おわりに

今回の報告では、桜島を例にとり火山地域において発生の子想される土砂移動現象とそれぞれの量について検討を行った。しかし、現時点で火山活動に伴う土砂移動現象について得られる情報は少なく適切な土砂災害対策を検討するためには、次の火山噴火の時期と場所について特定する必要があるが、これらについては今後の調査あるいは研究の蓄積をまたねばならない。現時点で火山地域における土砂移動現象について対策を検討する際には、ハザードマップを作成し、①計画の対象となる土砂移動現象②それらにより発生の子想される被害の質と規模③人家・資産の分布状況④地質・地形等の自然条件から総合的に判断して検討を行う必要がある。