

## 桜島における被災規模を考慮した噴火シナリオの評価

財団法人砂防・地すべり技術センター ○家田泰弘, 安養寺信夫, 安田勇次  
国土交通省大隅河川国道事務所 永吉修平, 下窪和洋

### 1. はじめに

現在、桜島において策定されている噴火対応の火山砂防計画では、大正噴火規模を対象に桜島島内での対策が検討されている。しかし、桜島では現在は断続的で小規模な噴火を繰り返している一方で過去には大小様々な規模の噴火があり、それによってもたらされる現象の種類、規模、発生位置等多様である。また、大正3年の大噴火の際には、広域的な降灰があり大隅半島などで土石流が多発し、さらに桜島噴火に伴う地震や津波などが広域的に被害を与えた実績がある。したがって、桜島の多様な噴火を考慮した火山砂防計画を立案するためには、桜島島内に限らず始良カルデラ周辺地域への影響を含めて、様々な規模の噴火により引き起こされる各種の現象を検討する必要がある。

さらに噴火災害への対応は、平常時から噴火時、噴火終息後など、火山活動の状況に応じて実施する事が異なる。そのため火山活動の時系列に併せた具体的な対応を検討しておくことが重要である。そのためには、過去の実績等をもとに桜島において、どのような火山活動があり、どのように推移するのかを把握する必要がある。このような火山活動の推移をここでは「シナリオ」と呼ぶ。桜島における噴火災害シナリオのパターンは無数にあり、それらのうち火山砂防計画で対象とするシナリオを選定することになる。これまでの火山砂防計画では対象とするシナリオを設定する際に、発生頻度と被害の大きさが漠然と考慮されてはいるものの、例えば「被害は少ないが頻度が高いシナリオ」と「被害は大きい頻度が低いシナリオ」のいずれを優先するかという点等について明確には評価されていない。評価方法としては数値シミュレーションによりその影響の大きさを評価する方法があるが、無数にあるシナリオの全てについて数値シミュレーションで評価することは非効率的である。そのため、その前段として、簡易的な評価手法によりシナリオの絞り込みを行った。

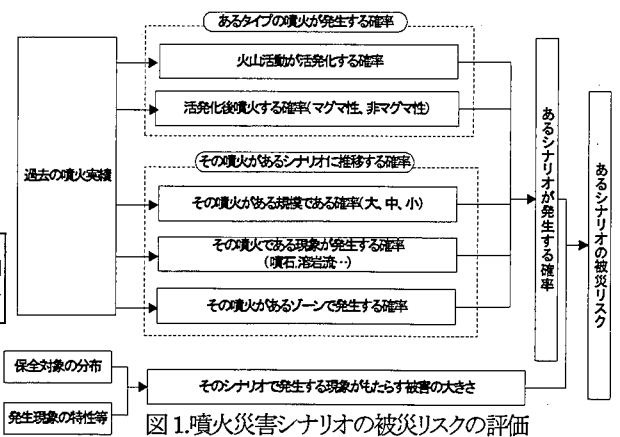
ここでは桜島において想定される様々な噴火災害パターンから、砂防計画で検討対象とするシナリオを抽出する際に、これまでの各現象の発生頻度や想定される被害の大きさ等を総合的、定量的に評価して優先順位を検討した事例とその課題について発表する。

### 2. 計画シナリオの検討にあたっての基本的考え方

桜島で考えられる多様なシナリオの中で砂防計画の対象とするシナリオを設定する必要がある。シナリオを設定するにあたり、その発生確率および発生した場合に被害をもたらす可能性とその大きさ、すなわち「被災リスク」を考慮する必要がある。

被災リスクは図1に示すように、あるシナリオが発生する確率とそのシナリオで発生する被害の大きさによって表す。あるシナリオが発生する確率は、噴火が発生する確率とその噴火がある規模である確率とそれに伴われる現象、それぞれの発生確率の組み合わせで表される。また、あるシナリオにおける被災の可能性は場の条件としての保全対象の分布とそのシナリオで発生すると想定される現象の関係で概略的に表される。以上の確率評価は基本的に過去の実績をもとに設定する。

$$\text{あるシナリオにおける被災リスク} = \text{ある規模の噴火発生確率} \times \text{ある現象の発生確率} \times \text{その現象が影響を及ぼすエリアの面積} \times \text{影響が及ぶ範囲内で被害が発生する割合}$$



### 3. 噴火規模および各現象の確率評価

桜島の火山活動履歴の検討により、活動パターンを、①桜島形成期(約2万年前)の巨大噴火、②数百年~1000年程度の休止期の後の比較的大規模な噴火、③現状続いているような断続的噴火の流れの中で発生する小~大規模の噴火、と大きく3形態に分類した。①については、噴火位置、規模が現状と著しく異なるため除外し、桜島における噴火対応の火山砂防計画として考慮するのは②、③の形態とした。ここでは例として②の断続的噴火期を対象として各種の評価を行った事例を示す。

噴火が発生した場合の規模とそれに伴う現象の発生確率を、過去の噴火実績に基づいて表2のように設定した。

表2 噴火規模および各現象の確率評価表

	設定規模	確率			
		大	中	小	
ある規模の発生確率	マグマ性の噴火があった回数のうち、昭和噴火~現在までの各規模の実績噴火回数	0.03%	18%	82%	
ある現象の発生確率	中、小規模は昭和33年~現在までの実績 大規模は昭和の大規模噴火2回中の実績 *ただし岩屑流、土石流については実績から確率を算出できないため、定性的に想定	噴石	100%	88%	18%
		火砕流	50%	0.5%	0%
		溶岩流	50%	0%	0%
		土石流	100%	50%	30%
		岩屑流	0.5%	0%	0%

#### 4.被害の大きさの評価

各現象の被害の大きさは、「影響範囲の面積」と「その範囲内で実際に被害をうける保全対象の割合」で評価した。評価に当たって、数値シミュレーションにより具体的な影響範囲等を検討することが考えられるが、ここではその前段の概略検討として以下に示すように既往実績等をもとに評価した。なお、ここでは例として断続的噴火期の大規模噴火での評価事例を示す。

##### 4.1 影響範囲および被災面積の割合の評価

現象によって到達範囲の考え方が異なる。例えば、噴石や降灰、土石流等は、どこで噴火が発生しても、全島の、あるいは島外にまで影響を及ぼす可能性があるが、火砕流や溶岩流のように噴火位置から斜面下方に流下するような現象については、影響範囲はそのエリア内に限られる。このような現象の特性を定性的に検討した影響範囲を表3に示す。

また、影響範囲内で実際に保全対象が被災する割合は現象によって異なる。これについても既往実績等をもとに、設定した値とその考え方を表3に示す。

##### 4.2 被災面積の算出

被災面積は、図2に示すようにエリア毎の市街地面積を測り、これをもとに被災面積の割合を乗じて算出した。

#### 5.被災リスクの算出結果

各現象の発生確率と想定被災面積を乗じた値を「被災リスク」とした。表4にエリア⑦における被災リスクの算出結果を示す。

例えば、大規模噴火時の噴石であれば桜島島内全体に到達する可能性があるため、被害をうける可能性のあるエリアの面積は桜島島内の全市街地面積とする。しかし、到達範囲内の市街地全てが被災するのではなく、噴石の落下地点にあるものが破壊されるだけであり、ここでは到達範囲内の市街地面積のうち、10%程度の面積が被災すると想定した。つまり、大規模噴火時の噴石被害の大きさは「島内全域の市街地面積×0.1」とした。これに現象発生確率0.015%を乗じ、被災リスクは78.69となる。

最も被災リスクが大きいと評価されたのは土石流である。これは島外での広域的な土石流災害の発生や、発生頻度を考慮すると、妥当な結果であると考えられる。

#### 6.まとめ

いくつか考え得る噴火災害シナリオの中で、発生確率と被害の大きさから想定される現象の被災リスクを概略的に評価した。例示したエリア⑦における断続期の大規模噴火の中で発生する現象についての検討結果をみると、土石流が最も被災リスクが高く、次に溶岩流、津波、噴石、火砕流と続く。一連の噴火活動中には現象が単一で発生することは少なく、複数の現象の組み合わせに基づくシナリオを考えることが重要であるが、今回の検討結果に基づくと、計画で対象とすべきシナリオとしては島外の土石流という現象を含むシナリオが第一位ということになる。その中で噴火対応の砂防計画としては島外での土石流を優先的に対策を検討していく必要があることが示唆された。

今後他のエリア、形態、規模の被災リスクの評価結果を含めて順位付けを行い、被災リスクの高いシナリオを抽出し、数値シミュレーションを実施し、桜島火山砂防計画検討の基礎となる災害予想区域図を作成していく。さらに、各噴火災害シナリオの発生時系列の検討を行い、今回求めた被災リスクを考慮して火山砂防計画の具体的な検討を進めていく予定である。

表3 各現象の影響範囲および被災面積の割合

現象	影響範囲	噴火位置の影響	被災面積の割合	考え方
噴石	島内全域	なし	0.1	噴石は到達エリア全てを破壊するものではなく被害は点的に発生する。被害が生ずるのは影響面積の1割程度とした。
火砕流	島内1エリア	あり	0.5	既往火砕流流下幅はエリアの1/2程度(各エリアの末端の幅:約4km、大正、安永噴火の火砕流流下幅:約2km)
土石流	広域	なし	1.0	大正噴火においては降灰層厚30cm以上の地域で多数の土石流が発生していることから1.0とした。
溶岩流	島内1エリア	あり	1.0	既往溶岩流は各単元エリア全域と同等かそれ以上の流下範囲を有するため、1.0とした。
岩屑流	島内1エリア	あり	1.0	岩屑流に関しては既往実績が確認されていないが、他火山での事例より1エリア全域が被災すると考え、1.0とした。
津波	広域	あり	1.0	流下範囲全域に被害が及ぶものと考え、1.0とした。

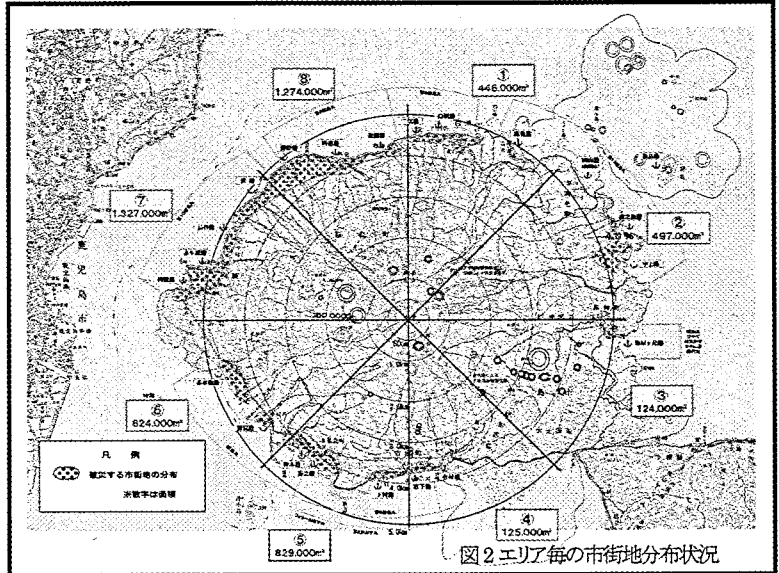


表4 エリア⑦における被災リスク算出表

現象	影響範囲 (m²)	被害が発生する面積の割合	想定被災面積 (m²)	現象発生確率 (%)	被災リスク	項目「影響範囲」の考え方
	a	b	a×b	c	a×b×(c/100)	
噴石	5,245,922	0.1	524,592	0.015	78.69	島内の全市街地
火砕流	1,327,000	0.5	663,500	0.007	46.45	噴火が発生するエリアのみ影響を及ぼすと考える。
溶岩流	1,327,000	1	1,327,000	0.015	199.05	噴火が発生するエリアのみ影響を及ぼすと考える。
土石流	5,245,922	1	5,245,922	0.015	786.89	大隅半島において火山灰堆積による土石流が発生することを想定。島外における土石流発生範囲全体では桜島の面積の3~4倍程度になるが、単一の土石流は比較的限定されたエリアのみに影響を及ぼすことを考慮し、ここでは被災規模は島内の全市街地分程度と想定した。
岩屑流	1,327,000	1	1,327,000	0.00008	1.06	噴火が発生するエリアのみ影響を及ぼすと考える。
津波	(1,327,000)	1	(1,327,000)	0.00008	1.06×98=103.88	眉山崩壊の際の津波災害と、桜島において最大の被害をもたらした安永噴火の際の被災規模の比較により求めた係数98を乗じたものを被災リスクと考える。