

(財)砂防・地すべり技術センター ○吉田真也、鈴木雄介、安養寺信夫、栢木敏仁、佐藤一幸

1. はじめに

火山防災上、対象としている活火山が将来どの程度の確率で噴火するかを知ることは重要であるが、中長期的な噴火予測技術は確立されていないのが現状である。そのため火山の噴火確率を定量的に算出する方法として、噴火規模ごとの発生実績をもとにした統計学的な確率分布を適用することを検討し、日本の代表的な活火山を対象に噴火確率を試算した。

2. 火山噴火に対する統計学的手法の適用性

2.1 統計学的手法の種類

ある規模の現象の発生回数を統計的に見ていくと、確率分布という形で数学的にモデルを与えて確率を算出できることが知られている。降雨や地震などの自然現象、交通事故や誤差など人為的な現象の多くに対して適用できる様々な確率分布があるが、ここでは代表的な手法をあげる。

表-1 代表的な確率分布

確率分布名	特徴	代表適用例
正規分布	自然界で一般的にみられ、平均値周辺に集中する分布形	測定誤差 超過降雨規模
BPT 分布	応力が継続的に蓄積されてある時に解放されるメカニズムを仮定	ブラウン運動 海溝型地震
ワイブル分布	時間経過にしたがって劣化が進行し破壊されるメカニズムを仮定	機械の故障 崩壊の発生
ポアソン分布	発生メカニズムによらずランダムに発生すると仮定	時間あたりの交通事故数やアクセス数

2.2 火山ごとの特徴を踏まえた確率分布の適用

火山噴火に関する統計データから噴火の発生間隔に着目して、以下の3種類に分類した。

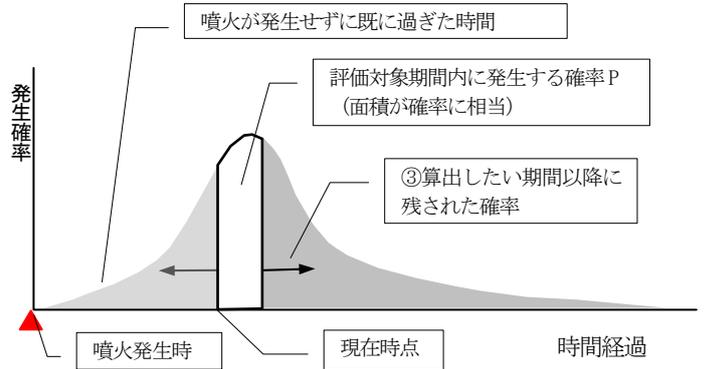
a) 数年間隔で定常的に噴火している火山

浅間山、桜島

b) 間隔がほぼ一定で規則的に噴火している火山

有珠山、三宅島、伊豆大島

地下から定常的なマグマ供給があり、時間経過と噴火回数との間に何らかの関連性がある火山の噴火確率を算出するにはBPT分布を用いることが適切であると考えられる。



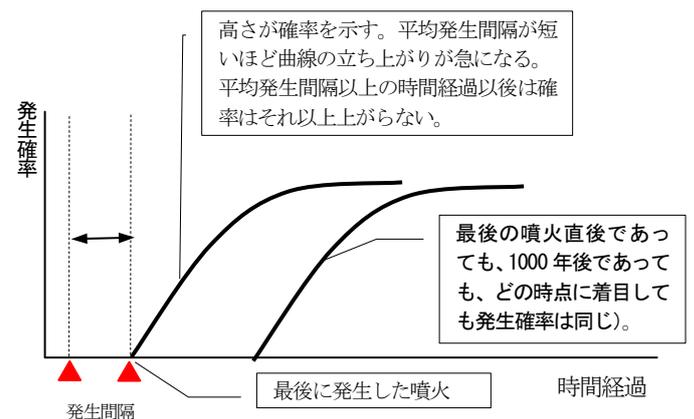
発生間隔を  $T_i$  イベント数  $N$  すると平均活動間隔  $\mu = \sum T_i / N$   
 活動間隔のばらつき  $\alpha$  は  $\alpha = \mu \times \sum (1/T_i) / N - 1$   
 最新噴火からの経過時間を  $t$  とすると、BPT 分布による確率  $P$  は

$$P = \left\{ \frac{\mu}{2\pi\alpha^2 t^3} \right\}^{\frac{1}{2}} \times \exp \left\{ \frac{-(t - \mu)^2}{2\mu\alpha^2 t} \right\}$$

図-1 BPT 分布

c) 噴火間隔が長く近年は噴火していない火山  
樽前山、岩手山、富士山など多数の火山

現在は静穏期にあり数百年間噴火していない、または時間経過と噴火回数との間に特別な関連性はみられない火山に対しては、ランダムな発生確率を持つポアソン分布を用いることが適切であると考えられる。



発生間隔を  $T$ 、1年間の平均発生回数  $\lambda = 1/T$ 、最新噴火からの経過時間を  $t$  とすると、ポアソン分布による確率  $P$  は

$$P = \frac{\exp(-\lambda t)}{T}$$

図-2 ポアソン分布

### 3. 噴火確率の試算方法

#### 3.1 使用したデータ

火山砂防計画の対象である 29 火山を対象として噴火確率を算出するにあたり、Volcanoes of the world (Tom Simkin and Lee Siebert, 1994)に 501 年～2009 年に発生したことが記載されている噴火記録をもとに、日本活火山総覧(第3版)によりチェックしたデータを用いた。

#### 3.2 噴火規模と回数

上記のデータは単なる噴火回数だけではなく、VEI(火山爆發指数)ごとにも整理されていたため、本件等ではVEIを一種の噴火規模と考えて規模ごとの回数をカウントした。

#### 3.3 評価対象期間

対策施設の整備に 30 年、さらに施設完成後 50 年は効果を発揮するとして、「今後 80 年間以内に噴火するか」という確率を算出した。

### 4. 試算結果

上記のデータで 3 回以上の噴火記録があるものについて、今後 80 年間以内に噴火する確率を BPT 分布、ポアソン分布の両手法を用いて算出した。

表-2 BPT 分布(2010 年を基準)による試算結果

火山名	今後80年間に噴火が発生する確率 (BPT分布による)				
	VEI=1以上	VEI=2以上	VEI=3以上	VEI=4以上	VEI=5以上
雌阿寒岳	94.4%	-	-	-	-
十勝岳	86.7%	76.8%	52.0%	-	-
樺前山	-	-	98.2%	-	-
有珠山	94.2%	94.2%	91.0%	91.0%	-
北海道駒ヶ岳	86.7%	-	84.0%	84.0%	-
岩木山	-	-	-	-	-
秋田焼山	66.2%	51.1%	-	-	-
岩手山	62.8%	-	-	-	-
秋田駒ヶ岳	39.6%	100.0%	-	-	-
鳥海山	58.6%	-	-	-	-
蔵王山	-	-	-	-	-
吾妻山	59.7%	-	-	-	-
安達太良山	-	-	-	-	-
磐梯山	-	-	-	-	-
那須岳	48.2%	31.9%	-	-	-
草津白根山	-	-	-	-	-
浅間山	97.6%	96.5%	50.8%	-	-
新潟焼山	57.5%	51.9%	-	-	-
焼岳	-	-	-	-	-
御嶽山	100.0%	-	-	-	-
富士山	-	-	17.1%	17.4%	-
伊豆大島	74.8%	76.6%	61.9%	64.9%	-
三宅島	81.5%	78.7%	66.9%	-	-
鶴見岳・伽藍岳	-	-	-	-	-
九重山	65.0%	65.0%	-	-	-
阿蘇山	95.8%	88.0%	30.0%	-	-
雲仙岳	69.1%	-	-	-	-
霧島山	65.4%	61.2%	14.1%	-	-
桜島	91.0%	46.3%	37.8%	35.5%	-

使用したデータで噴火回数が 2 回以下のものは、確率分布を用いての算出ができないため表中では一で示した。

また今回の試算は火山噴火実績データを確率分布に当てはめて算出したものであり、火山ごとの危険度をそのまま表したものではないことに注意する必要がある。

### 5. 今後の課題

今回使用したデータは過去 1500 年間程度の記録を元にしている。そのため噴火があっても文献記録が残っていない、地質調査が十分に行われていない、という理由のためデータ上では噴火回数が少なく、結果として発生確率が過小評価されている可能性がある。また数千年間にわたる活火山の活動の中で、たまたま過去 1500 年間にわたる静穏期だったため噴火回数が少なかったことも考えられる。

今後正確な発生確率を評価するためには、文献の精査や地質調査を行うなどデータ精度の向上を行うと共に、火山学的な知見から噴火メカニズムを解析し、各火山の特徴を踏まえた上でより詳細に区分された噴火確率算出手法を適用する必要がある。

表-3 ポアソン分布による試算結果

火山名	今後80年間に噴火が発生する確率 (ポアソン分布による)				
	VEI=1以上	VEI=2以上	VEI=3以上	VEI=4以上	VEI=5以上
雌阿寒岳	99.7%	-	-	-	-
十勝岳	97.5%	66.8%	42.3%	-	-
樺前山	99.9%	98.7%	71.4%	67.3%	67.3%
有珠山	81.3%	81.3%	72.3%	72.3%	-
北海道駒ヶ岳	97.4%	93.2%	56.6%	56.6%	-
岩木山	93.8%	92.7%	-	-	-
秋田焼山	49.1%	69.6%	-	-	-
岩手山	49.8%	82.8%	82.8%	-	-
秋田駒ヶ岳	18.7%	86.8%	-	-	-
鳥海山	57.9%	8.2%	-	-	-
蔵王山	90.9%	90.2%	89.8%	-	-
吾妻山	88.2%	-	-	-	-
安達太良山	100.0%	100.0%	-	-	-
磐梯山	7.1%	7.1%	7.1%	-	-
那須岳	51.5%	28.8%	-	-	-
草津白根山	99.9%	98.6%	-	-	-
浅間山	100.0%	100.0%	48.6%	11.2%	11.2%
新潟焼山	59.6%	40.8%	17.7%	-	-
焼岳	99.5%	99.4%	-	-	-
御嶽山	99.7%	-	-	-	-
富士山	64.8%	58.0%	22.9%	16.2%	-
伊豆大島	97.5%	90.1%	60.1%	38.3%	-
三宅島	75.4%	70.9%	57.5%	12.3%	-
鶴見岳・伽藍岳	56.7%	-	-	-	-
九重山	51.4%	51.4%	99.8%	-	-
阿蘇山	100.0%	99.9%	21.1%	-	-
雲仙岳	85.7%	46.3%	-	-	-
霧島山	95.6%	95.1%	28.0%	-	-
桜島	99.7%	83.1%	33.4%	23.8%	44.8%