

## □火山噴火からの避難

東京大学名誉教授 藤井敏嗣

### 1. はじめに

災害をもたらす自然現象のエネルギーは一般的に甚大なので、人力で防いだり、制止することは困難である。したがって、ハザードの影響範囲から逃れ、安全が期待できる領域にまで避難することで、減災が実現できる。火山噴火についても同じである。しかし、避難の方法とタイミングは火山噴火の規模や様式により異なる。

確実に身の安全を確保するには、噴火発生を事前に察知し、また噴火の影響の及ばない領域を認知して、その領域にまで迅速に避難することである。しかし、噴火発生時期、噴火の規模や様式を事前に予知することは容易ではない。

### 2. 噴火警報・予報・噴火警戒レベル

避難の明確なきっかけとなるのは警報の発令である。火山噴火については、気象庁が2007年に噴火警報・予報を導入し、観測に基づいて、一般の活用に適合する警報を発することとなった。それ以来、50の常時観測火山に対して順次噴火警戒レベルを導入しつつある。2018年9月段階で既に41火山に導入されている。

噴火警戒レベルは、火山活動の状況に応じて「警戒が必要な範囲」と防災担当者や住民等の「とるべき防災対応」を5段階に区分して発表する指標であり、レベル2以上が警報にあたるが、この導

入に関して一部には大きな誤解も生じている。

噴火発生前には、予想される規模に応じて噴火警戒レベルが確実に引き上げられるという誤解である。すなわち、噴火警戒レベルが導入されたのは火山噴火予知が実現したからであるという誤解である。そのため、噴火が発生した後で警戒レベルが引き上げられると、噴火警戒レベルを運用する気象庁の怠慢とみなすのである。また、同じ誤解に基づくのであるが、噴火警戒レベルが引き上げられるまでは安全であるので、火山活動に注意を払わないでよいとする風潮もある。

噴火警戒レベルが導入された時点から、レベルの引き上げは、噴火発生の可能性がある場合と、噴火が発生した場合とがあることが明記されている。噴火警戒レベルが引き上げられても噴火が生じなかった場合、すなわち空振りのケースを除き、実際に噴火が発生した場合の噴火警戒レベルのこれまでの運用実績からすると、噴火が発生した後で引き上げられた事例の方が多い。

このように、火山噴火の予知については、頻繁に噴火を繰り返している桜島火山以外の多くの火山については到底実用的な段階に達したとはいえないのが現状である。それにもかかわらず、噴火警戒レベルが導入された背景には、避難行動などを開始するための明確なシグナルが欲しいという防災担当者からの要請があったからである。現実には噴火発生を予知して事前にレベルが引き上げられるとは限らないので、噴火警戒レベルが万全

だと思わず、レベル1の段階でも、公表される火山観測情報などに十分注意を払う必要がある。

### 3. 噴火現象と避難

風水害など気象現象による災害に関しては、毎年国内のどこかで深刻な事態が発生することから、どのような被害が発生するかや、それに対する避難のあり方などについても多くの国民が承知している。しかし、火山については、ほぼ通年で噴火している桜島や諏訪之瀬島を除くと、噴火の頻度が低いことから、噴火現象と被害の生じ方についての国民の理解は進んでいない。そのため、噴火に際しての避難のタイミングや対処法についてもあまり知られていない。以下に、噴火現象ごとにその特徴と避難のあり方について述べる。

#### 溶岩流

一般に溶岩流の流下速度は遅く、人が歩く速度であることが多いので、足元で突然噴火が発生するような特殊な場合でなければ、噴火発生後に溶岩流の流下状況を確認した上で避難を始めても十分間に合う。溶岩流によって生命の危険にさらされることはほとんどないので、あまり恐れる必要はない。しかし、流下速度は遅くても、溶岩流の流路にある森林や建物などの資産は、飲み込まれて炎上したり、破壊されて溶岩中に取り込まれてしまうことになる。

我が国の火山ハザードマップには、シミュレーションによって計算された溶岩流の到達範囲や到達時間が記されることが多く、避難計画もこれらの結果に基づいて設定されている。しかし、溶岩流の流下速度や最終的な分布範囲などはマグマの噴出率によって大きく変化し、噴出率を事前に予測することは現在の科学技術では困難であることから、ハザードマップを過信することは適切ではない。

頻繁に溶岩流が発生するハワイのキラウエア火

山では、溶岩流のシミュレーションではなく、溶岩流の流下に使われる可能性のある谷筋を地形から判読して、流下想定域としてハザードマップに表現し、火口が発生した位置に応じてどの谷筋を流下するかをその都度判定し、避難勧告などもその流路の住民に対して行う手法をとっている。このような手法が成立するのは、溶岩流の流下速度は遅く、徒歩でも避難できるからに他ならない。

#### 火砕流

火砕流は高温の溶岩片が火山ガスに取り込まれて高温に加熱された大気と一団になって斜面を流下する現象である。速度は多くの場合、時速数十から100kmを超えることから、火砕流発生後に流下方向に避難しても逃げ切れない。火砕流発生の可能性が考えられるときには、あらかじめ到達想定範囲外に避難する必要があるが、火砕流の発生を予測することは一般的には容易ではない。

粘性の高い溶岩が急峻な斜面に発達した場合には、急崖からの溶岩の崩落にともなって、ほぼ確実に火砕流が発生することから、あらかじめ到達想定範囲外に避難し、身の安全を確保することはできる。1991年～95年にかけて、雲仙普賢岳で頻発した火砕流がその例である。1991年6月3日に43名の犠牲者を出した火砕流被害は、被害想定範囲内にマスコミ関係者らが立ち入ったことによって発生したものであるが、その惨事の原因の一つは火砕流の怖さが当時理解されていなかったことにある。あの事故によって、火砕流の怖さが全国民に周知されることになったが、火砕流に関しては溶岩崩壊型のみイメージが固定した心配もある。

近年わが国では発生していないため、ほとんど知られていないが、プリニー式噴火に伴う噴煙柱崩壊型火砕流は、火口から立ち昇った噴煙柱の一部が上空で崩壊することによって発生することから、全方位に同時流下することも多い。また、重力ポテンシャルが大きくなることから流走距離も溶岩崩壊型に比べて長くなることが多い。流下範

囲内では発生後の避難は不可能であり、人命確保の点では、噴火前に安全地域に避難する必要がある。

しかし、どのような条件で噴煙柱崩壊型の火砕流が発生するのかは、よく分かっていないため、その発生時期を予測できない。したがって、激しくかつ連続的に噴煙を吹き上げる噴火が起こった場合、火砕流に備えて、火口から少なくとも数km範囲内からは直ちに避難することが望ましい。

#### 弾道を描いて飛散する噴石

桜島で連日発生しているような爆発的噴火では、噴煙として上空に立ち昇る火山灰・レキの他に、火口から秒速数十ないし数百mで放出された岩石が弾道を描いて飛散する。このような岩石のうち、こぶし大以下のものは空気抵抗のために1kmを超えて飛来することはまれだが、数十cm以上の大きさの場合、空気抵抗の影響が小さいため数km程度飛散することも珍しくない。気象庁はこのような投出岩塊を大きな噴石と称している。

多くの火山ではこのような噴石の到達予想範囲として2km程度を想定しているが、浅間山では4kmとされている。これは、浅間山では昭和半ばの活動期に4kmまで到達した噴石が確認されているためである。したがって、他の火山でも放出速度や、放出角度、火口内での放出位置によっては、2kmを超える場合があることも想定して警戒するほうがよい。

突然の噴火に遭遇したような場合、このような噴石から逃れるためにはシェルターや山小屋などに避難することになる。身近に建物がない場合、物陰に隠れ、身を小さくするなど噴石が当たる確率を低くするとともに、頭部への被害をさけるため、リュックなどで頭部を覆うなどの工夫が必要である。

#### 小さな噴石や火山灰

こぶし大以下の岩石は、多くの場合、立ち上る

噴煙に運ばれて上空に達し、風に流されて火口から離れた風下側に降ってくる。上空から落下する際に空気抵抗によって加速が妨げられるが、こぶし大程度のかたい岩石の場合、地表付近では毎秒数mから10m程度の速さになる。気象庁はこのような岩石を小さな噴石と呼ぶが、あたると負傷は避けられないことから、風下側では建物の陰などに避難する必要がある。

身体にあたっては障害を与えることの少ない火山灰の場合には避難すべきかどうかの判断は難しい。堆積する火山灰が最終的に少量の場合にはあまり問題にならないが、プリニー式噴火のように大量の火山灰・レキを噴出する場合には難しい判断をせまられる。

厚さ30cm以上に降り積もった火山灰が降雨などによって水分を含むと、その重量は日本家屋の梁の強度を超える。したがって多量の降灰が予想される場合には、近くの堅牢なコンクリート製の建物などに避難する必要がある。ただし、火山灰の蓄積厚さが数cmを超えると、4輪駆動車以外では移動が困難となり、特に坂道などでは数mmでもスリップ等を起こして走行困難となることから、徒歩での避難が困難な要支援者の場合、噴火停止後も避難場所での待機を余儀なくされる可能性もある。避難場所での備蓄が十分かどうかという問題もある。このように考えると、降灰中であっても速やかに降灰地域外に脱出するほうがよいかもしれない。

この場合、積灰量がどこまで達した時点で降灰地域外に避難するかの判断が重要となる。気象庁は噴火が発生すると降灰予報を発生することになっているが、蓄積厚さが0.1mm未満の「少量」、1mm未満の「やや多量」、1mm以上の「多量」の3段階であり、避難すべきかどうかの判断には使えそうもない。今後、噴火継続中に積灰量をどのようにすれば正確にかつ迅速に把握できるかも含め、降灰中の避難行動の判断に関わる検討が望まれる。

なお、降灰中に降灰地域外に避難する際には、風向きと直交方向に移動することによって降灰領域から短時間に脱出することが重要である。その際、細かな火山灰から角膜を保護するためにコンタクトレンズの着用はやめるとともに、マスクを着用するなどして、気管への細粒火山灰や火山ガスの吸入を避けるべきである。

#### 融雪型泥流

積雪期の噴火でも、溶岩流が流下する噴火の場合には、熱交換は効率的でないため融雪型泥流は生じないが、火砕流の場合は、高温の碎屑物が積雪と接触し、効率的に熱が積雪に伝達されて、短時間に大量の融雪が起こるため、融雪型泥流が発生することがある。

融雪型泥流は、一般の土石流と同様に高速で斜面を流下するため、流路にあたる地域では速やかな避難が必要となる。しかし、前述のように火砕流発生への予測は困難であるため、例えば浅間山では、積雪量が一定量ある時点で噴火が発生した場合は、融雪型泥流に備えて避難勧告が行われることになっている。

## 4. おわりに

溶岩流や溶岩崩落型の火砕流を除くと、避難のタイミングの判断は容易ではない。このため、人が多く訪れるような火山には、突然の噴火に備えて、シェルターなどの設置も必要である。また、火山国に生活する以上、個々人が噴火の様式などについて正しい知識と最低限の対処法を知って、火山と付きあうことが望まれる。気象庁から火山活動の活発化を示す観測結果が示されたときには、火山には近づかないほうがよい。

火山噴火予知が実用的なものになっていないとはいえ、気象庁が噴火警戒レベルを引き上げた際には、将来的には避難が必要なレベルにまで引き上げられる可能性も想定して、避難の準備などを整えておく方がよい。現在の火山学の水準からして、警報が空振りに終わることも十分考えられるが、災害にならずに済んでよかったと受け止める文化を築くことが望まれる。