

# 有珠山で考える -火山災害における想定外と避難の在り方



大西 正光 (おにし まさみつ)

京都大学防災研究所巨大災害研究センター准教授

2001年京都大学工学部地球工学科卒業。05年同大学工学研究科都市社会工学専攻博士(工学)学位取得。同大学助教を経て、16年2月から現職。論文「世帯の復旧資金の調達と流動性制約」の発表により、土木学会論文賞を受賞。

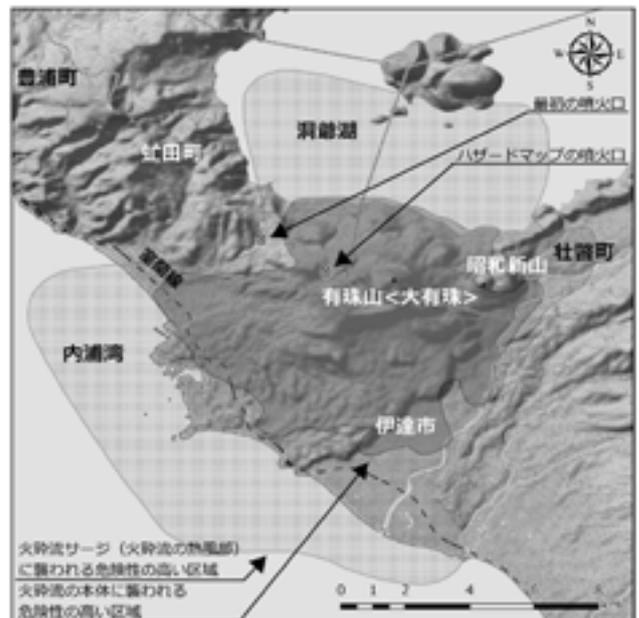
## 1 2000年有珠山噴火の教訓

2000年の有珠山噴火から17年が経過しました。有珠山は、2000年の噴火までに、おおよそ20年から30年に一度の周期で計9回の噴火を繰り返しています。有珠山が、再びそう遠くない将来に噴火するであろうことは常に頭の中に置きつつ、日頃から備えておく必要があります。有珠山は、過去の噴火経験から、予兆なしに突然噴火するのではなく、何らかの前兆現象が観測されると言われています。2000年の噴火の際には、3月31日の午後1時7分に最初の噴火が発生しましたが、その3日前の3月28日の午前10時の時点で、1～数日で噴火する可能性があるという公式見解が発表されました。こうした見解を受けて、噴火が発生する前の段階で避難指示が発令されました。事前の避難指示が行われたこともあって、噴火が発生した時点では、被害を受ける可能性があった地域の大部分の人々が避難を完了していました。結果として、家屋等の物的被害は発生したものの、犠牲者はゼロであったことから、表面的には噴火予知の成功例とも見えます。

しかし、図1のように、当時のハザードマップと実際に噴火口が発生した位置を照らし合わせると、被害が想定された区域のまさに境界上で噴火口が発生したことが分かります。避難の対象区域は、ハザードマップの被害想定に基づいて設定されました。思わぬ場所

から亀裂が生じたため、急遽、避難区域が拡大されました。仮に死者が発生していてもおかしくなく、犠牲者が出なかったことは不幸中の幸いと言える状況でした。このことは、自然災害では、想定していない現象が起こることを示唆しています。では、もし犠牲者が出ていれば、ハザードマップでも想定されていないことであり、想定外のことで仕方がなかったと言い切ってもよいのでしょうか？自然を相手にする限りにおいて、人間の想定などはるかに超えたような現象が起こった例は枚挙に暇がありませんし、自然災害では東日本大震災において、まさに未曾有の経験をしました。

図1 2000年有珠山噴火の火口位置



(有珠山火山防災マップ1995年から転記作図)

本稿では、2000年の噴火のように、思いもしない場所に噴火口が発生するといった想定外リスクに対して、危機管理の責任者である市町村長、あるいはその担当者はどのようにして備えておけば良いのかについて考えてみたいと思います。

## 2 ハザードマップの機能

ハザードマップは、ある地域で火山や水害が生じた場合、どの地域がその影響を受けるのかを示したものであり、防災対策上の最も基本となる情報を提供してくれます。火山に関してみると、平成29年度において、全国でハザードマップ作成の対象とされている火山は49ありますが、そのうち、39の火山に対してハザードマップが作成されています。火山のハザードマップの新規作成は継続的に行われていますが、ハザードマップ作成の対象となる火山も年々追加されているため、未作成の火山が継続的に残っている状況であり、引き続き取り組みが必要とされています。

ハザードマップが重要であるという事実は、当たり前のように思えます。災害に備えようと言っても、どのようなシナリオの災害が起こるのかが分からなければ、具体的な行動を考える手がかりがありません。例えば、国や自治体の行政組織では、予算も限られている中で、闇雲にその具体的対策を考えているわけではありません。災害シナリオの想定を具体的に定めた上で、想定シナリオに対して、実施しようとしている防災施策が効果を発揮するかどうかを論理的に検証しながら、最終的に実施する施策の判断を行います。特に、行政の意思決定には公的財政負担を伴うので、なぜそのような意思決定を行ったのかを論理的に説明する説明責任が求められます。このとき、ハザードマップが論理的な説明のための根拠として用いられます。

また、ハザードマップは、さまざまな主体の意思決定をつなぐ役割も果たしています。特に、本稿の関心の対象である避難指示という文脈では、住民側において、ハザードマップに基づき、当該災害により避難指示の対象となりうるのかどうかをあらかじめ認識しておく必要があります。また、どの避難所に避難す

れば良いのかについても、あらかじめ決めておくことが求められます。一方、行政側も、避難指示を発令した際には、避難所の受入体制や避難誘導を実施するためには、ハザードマップに基づいた事前の準備が必要になります。すなわち、行政と住民が、同じハザードマップ、すなわち想定する災害シナリオを共有することにより、住民側にとってみれば、「あそこに行けば、避難者の受入体制が整っている」と考えることができますし、行政側にとってみれば、「あの避難所にどれくらいの避難者がやってくる」といったことや「あの道路には、どれくらいの避難交通量が発生する」といったことが、一定程度予測可能になります。実際に、有珠山のハザードマップでは、単純に被災可能性がある区域を示した地図の情報だけではなく、住民がどこに避難すべきかを地域ごとに示した情報も公開しています。言い換えれば、ハザードマップのおかげで、いざ避難が必要になった際には、具体的にどのような避難が行われるのかについて、行政と住民の間で共有化ができ、結果として双方の行動の予測可能性が高まるという効果があります。

## 3 不可避な想定外リスク

ハザードマップは、合理的な意思決定のための基盤となるだけでなく、行政と住民の間で避難の際の行動について共有するという効果もあることを説明しました。しかし、ハザードマップで示された災害シナリオは、少々乱暴な言い方をすれば、人が勝手に決めた「想定」に過ぎません。例えば、噴火口の位置や規模の詳細は、実際に起こらないと、あるいは起こる直前にならないと分かりません。想定したとおりの災害シナリオが起こるといことは逆にあり得ないといっても良いかもしれません。

火山の場合は、災害シナリオよりも規模が小さく、噴火口も従来発生したエリアの範囲内であれば、「想定内」に収まったと言えるでしょう。しかし、2000年の噴火で学んだことは、ハザードマップでは想定されていなかった場所から噴火することがあるという事実です。「想定外」という言葉は、災害リスクに関連し

てよく使われる言葉です。便利な言葉ですが、「想定外のことが起こることは分かっているのだから、想定外を想定しなければならない」といったように、言葉の意味を厳密に定義しないと、自己矛盾を起こしたような表現になってしまいます。

ハザードマップはまさに「想定」に関する情報であり、特に公的な意思決定の合理性の基礎となったり、行政と市民の間での行動に関する共有化を実現したりといった役割のために必要不可欠です。一方で、「想定」として人為的に設定される災害シナリオは、市民らが「起こりそうだ」と思うようなものでなければ、社会的に受け入れられません。これまでに発生したことがないような突拍子もないような災害シナリオを想定としても、信じてもらえない可能性が高いでしょう。「想定外」と呼ばれる事態は、1)人々が常識的に想像できる範囲でしか社会的な「想定」として受け入れられない、一方で、2)自然は人間の常識（科学者の知識）を覆すような事象を生み出すというメカニズムで生み出されると言えます。したがって、人間の知識が限定的である限りにおいて、想定外リスクの発生を回避することはできないということになります。

### 4 想定外リスクへの備え

「防災」という言葉は、災害という外力から社会を「防」御することを目的としています。従来の防災計画は、人々が常識的に受入可能な想定を設定し、その想定に基づいて、最も効率的、効果的に防御できるような対策を実施するという発想でした。すなわち、「〇〇という災害シナリオが起こるという前提では、△△の対策を講じておけば、社会を防御できる」といったロジックを組み立てます。〇〇（災害シナリオ）と△△（対策）は、因果関係の「原因」であり、その結果、防御できるか、できないかという「結果」が決まります。防災計画では、原因から結果を推論するという形式に基づいて合理的な対策を決定します。原因から結果を推論するという手続きは「予見（prospect）」と呼ばれます。しかし、すでに述べましたが、想定はあくまでも人為的な構築物に過ぎません。にもかかわ

らず、想定外のシナリオは起こらないとする考え方は「安全神話」と呼ばれます。特に、悲劇的な犠牲者を生み出した阪神・淡路大震災や東日本大震災といった経験は、安全神話がまさに事実とは異なる神話であることを社会全体に痛感させる強烈な契機になりました。こうした経緯から、災害リスクへの向き合い方として、完全防御を前提とする防災から、完全防御ができないことを前提として、災害による被害を減じる計画論、すなわち「減災」計画論の必要性が認識されることとなりました。

想定外リスクは、(常識的な)「想定」に基づいて決定された通常の対策では対応できないような災害シナリオが発生した場合に顕在化します。減災計画論では、想定外リスクが生じた場合に、完全には防御できないとしても、致命的な被害を回避できるように重層的な対応を具備しておくことが重要となります。言い換えれば、想定外リスクを想定するとは、結局、予見に基づく合理的対策の検討を行う際に用いられる想定を敢えて広げることにより、選択された対策で対応できない災害シナリオを認識し、重層的な対策を検討するということです。

重層的な対策を検討するためには、通常の対策で対応できる災害シナリオとできない災害シナリオを見極めることが重要です。このとき、「通常の対策を前提として、△△の対策では社会を防御できないという結果が生じるとすれば、どのような災害シナリオが生じる（原因となる）ときか？」というロジックを組み立てる必要があります。つまり、防災計画の発想が基礎とする予見という推論形式とは対照的に、結果から原因を推論するという推論形式が重層的な対策の検討には必要となります。このように、結果から原因を推論する手続きは、あまり聞き慣れない言葉かもしれませんが、論理学では「遡見（retrodiction）」と呼ばれます。以上のような概念に基づいて、結論を簡単に整理すると、想定外リスクへの備えをすることは、従来型の「予見」に基づく発想ではなく、「遡見」に基づく発想へ切り替えるということに他ならないと言えると思います。

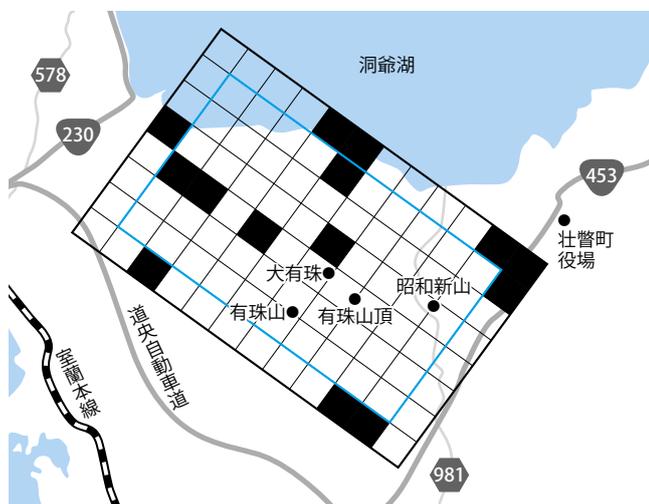
## 5 有珠山噴火を対象とした想定外リスクへの備え

筆者らは、想定外リスクへの備えには、遡見に基づく推論が必要であるという考え方にに基づき、有珠山を対象とした想定外リスクへの備え方について1つの適用事例を参考文献に挙げた論文において示しました。本稿では、簡単に分析内容を紹介したいと思います。

まず、想定概念を整理するために、第1次想定と第2次想定という用語を導入します。第1次想定とは、通常の対策を検討するための予見手続きに用いられる災害シナリオの想定であり、ハザードマップ上の災害リスクに対応します。一方、第2次想定という概念は、第1次想定をより広げた災害シナリオを含みます。したがって、これまでに起こったことがないような事象も想定に含めます。第2次想定は、通常の対策だけでは対応できないような災害シナリオを見つけるために設定されるものであり、必ずしも社会が「起こりそうだ」と受け入れられる必要はなく、危機管理者が通常の対策では対処できない非常時のための対策を検討するために用いられます。

図2は、有珠山において火口の発生が予想される区域を示しています。内側の青い線で囲まれた範囲が第1次想定区域、その外側の黒い線で囲まれた範囲が第2次想定区域を示しています。分析の詳細は参考文献に譲りますが、第1次想定区域に属するメッシュ内に噴火口が発生した場合の災害シナリオというのは、社会的に受入可能な想定であり、この想定に基づいて、「□□に居住する市民は××に避難する」といった実施可能な避難ルールのうち、最も望ましいも

図2 有珠山噴火において非常時対応が必要となる噴火口位置



(出典：大西・関・湧川・小林の文献を修正)

のが選択されます。こうして選択された避難ルールを通常の避難ルールと呼びます。

次に、通常の避難ルールで避難するとした場合に、どの場所から噴火が生じると安全な避難ができないかを分析します。これが、上述の遡見という考え方に基づく分析に該当します。分析にはシミュレーションを用いるわけですが、このとき、噴火口の発生位置として、第1次想定だけではなく、第2次想定範囲まで含めて安全な避難ができないかどうかの確認をします。

図2を見ると、黒く塗りつぶされたメッシュがあります。黒塗りのメッシュから噴火した場合には、第1次想定に基づいて策定された通常の避難ルールでは、火砕流が通過する可能性のあるエリアを經由して避難せざるを得ず、安全な避難ができないような避難者が発生することを示しています。このような分析をあらかじめ行っておくことにより、危機管理者は、仮に黒いメッシュの範囲に亀裂が生じたことを確認すれば、安全な避難が確保できない住民に対して、避難先を変更したり、別の手段で避難を行ったりといった非常時の対応を即座に実施することができます。

## 6 おわりに

本稿では、前兆が観測される有珠山を念頭に置きながら、想定外とされる事態へ効果的に対応するための考え方を示しました。特に、そのための本質的な思考プロセスとして、遡見という推論が重要であることを最後に繰り返しておきたいと思います。本稿は火山を対象として考えてきましたが、火山災害にかかわらず、リアルタイムで推移を観測できるような災害現象に対しては、同様の考え方を適用できる可能性があり、今後も研究を進めたいと思います。

### 参考文献

- ・ 内閣府「防災白書」, 2017.
- ・ 小林潔司「想定外リスクと計画理念」, 土木学会論文集D3(土木計画学), Vol. 69, No. 5, pp. p. I\_1-I\_14, 2013.
- ・ 大西正光, 関克己, 湧川勝己, 小林潔司「火山災害における避難指示と想定外リスク」土木学会論文集D3(土木計画学), 登載決定.