

火山災害に思う



荒牧重雄*

■ 自然災害としての火山災害

自然災害の中で最も重要なのは気象災害であろう、日本における災害統計というものはあまり整備されていないようである。災害白書という政府刊行のアルマナックがあるが、各種の災害別の損害額などを示した便利な社会統計は見あたらない。そこで確たる数字に基づいての議論が困難となるが、異常気象現象に起因する災害は群を抜いてトップにあると思われる。

ここでいう気象災害には、台風、集中豪雨、豪雪、低温、異常乾燥などの他に洪水や高潮のような複合的な現象も含めることにする。さらに土石流・泥流なども、その最大の発生要因は降雨であるから、ほとんど気象災害の一部であるといえるかもしれない。このように、気象が引き金となって発生する災害は、自然災害の中で圧倒的なウエイトを占める。被害の大きさに比例して防災・減災の社会的ニーズも増加する。社会的ニーズによって駆動されるのが、気象現象を予報しようとする試みである。天気予報は世界的に見ても、150年以上の開発の歴史がある。国家予算から多大の投資がなされ、近代気象学の資産の大部分は天気予報の開発に注がれた。その結果として、天気予報の精度・確度は着実に上昇し、今ではスーパーコンピュータによるシミュレーションを使った数値予報がルーチン化され、数10平方キロメートルのグリッド毎に、時間を指定して降水確率が求められるような水準に達している。

地震災害の規模は、気象災害に比べると小さいだろう。関東大震災や阪神淡路大震災のような大災害は、単一の気象災害の規模を遙かに越えるだろうが、その発生頻度は高くない。長期間にわたって平均すると、地震災害は気象災害よりも桁違いに損害額が小さいと思われる。火山災害は地震災害よりもさらに一桁は小さい規模の災害である。

しかし、単一のイベントとして起こりうる火山災害の規模の範囲はきわめて大きく、地震災害のそれをもしのぐ。一般にマグニチュード9以上の地震は起きないと

言われる。そんなに大きなエネルギーを、破壊を起こさずに岩盤中に蓄えることができないからである。それに比べて、知られている最大の火山噴火の規模ははるかに大きい。噴出するマグマの量ではかると、数百立方キロメートルの規模であり、マグマだまりが空になって陥没し、直径数10キロメートルのカルデラを生じる。九州の大部分とか、関東地方全域とかが、火砕流によって完全に破壊される、もちろんその地域内にいる人間も全滅する、というような災害が過去に実際に発生したのである。しかし注意しなければならないのは、そのような大規模噴火が起きる時間的確率はきわめて小さいということである。日本列島では、おそらく1000年に1回くらいの頻度であろう。このような低確率の巨大災害に、我々はどうのように対応したらよいのだろうか。「100年堤防」というのは、100年に1回程度起きる洪水に対して持ちこたえられる性能を持つ堤防と定義される。「10000年堤防」を、国の税金を使って作ることは正当化されるだろうか？現在の国の行政の慣行では問題外であろう。火山災害の場合でも、同じような問題がある。低い確率の災害に対して、どこまで予防措置をとるべきかという問題である。

火山災害の多くは、比較的小規模なものであり、地域的にも限られている。しかし、きわめて稀には、想像を絶する巨大な災害をもたらすことを忘れるわけにはいかない。火山災害を正しく理解することは難しいことであり、この点で他の自然現象とは特徴的に異なるということは、防災専門家の間でも案外理解されていないのが現状である。

■ 活火山と休火山

「活火山」の定義にも同じような社会的問題がある。気象庁の業務の一部に、日本の活動的な火山を常時監視することあるのだが、「活火山」とはどのように定義されるのが切実な問題となる。実は、火山研究の専門家の間では、世界中を通じて、活火山の定義がまちまちなのである。専門的な定義があまりにも食い違っているので、火山学の教科書にも、はっきり定義されていない

*東京大学名誉教授／(財)砂防・地すべり技術センター理事

のが現状である。地下にマグマが存在し、いつでも噴火する能力のある火山は、みな活火山であるという人から、最近2～3年以内に噴火した火山のみを活火山と呼ぼうという人まで、あまりにもバラバラである。しかし、気象庁の方々はそれでは困るわけであるから、諮問に応じて学識経験者が小委員会を作って議論をした。結論は、「最近2000年以内に噴火した火山および活発な噴気・硫気活動が見られる火山を活火山としたら実用的であろう」というものであった。

現行の(気象庁の)活火山の定義はこれによっている。もちろん、2000年という数字は便宜的なものであり、人間の都合のいいように決めたものである。これによると、日本には86個の活火山があり、そのうち10個は北方4島にあるので、我々が直接関係するのは76火山となる。

ここでおもしろいのは、インドネシアやフィリピンのように活火山が多くて、噴火の対応に忙しい国では、2000年よりも短いところで区切り、活火山は多くはないが火山学の水準が高い国、たとえばイギリスやアメリカなどでは、活火山の区切りをもっと長い期間、たとえば10000年以内に噴火したもの、としようとする傾向があることである。実は日本でも10000年まで延長しようと言う意見が強くなっている。そうなると、日本の活火山の数は10個位増えることになる。

「休火山」という言葉はもっと厄介な意味を持っている。先日、あるワークショップで講演をしたが、私が富士山は活火山であると申し述べたことを受けて、パネリストの一人から「富士山は休火山だと思っていた。今活火山であるという話を聞いてびっくりした。。。」という意味の発言があった。実は火山研究者の間では、世界的に言って、休火山(dormant volcano)という言葉は、定義が判然としないので、なるべく使わないことにしようという傾向がはっきりしている。広辞苑第5版の休火山の項にも「もと、永く噴火を休止している火山をいったが、現在では使われない用語。ほとんどが活火山に含まれる」とあって、火山学界の用語法を正しく紹介している。昔は「歴史時代に噴火の記録があるが、現時は活動していない火山が休火山」と学校でも教えていたらしいが、最近では教える側が混乱しているのではないかと感じられる。理科の中の地学の科目では、指導要領などが徹底していて、近代的な定義が行き渡っているようであるが、社会の地理の科目では、今でも休火山という語を教える先生がいるようである。言葉

の定義を厳密にしようという努力は、ある意味ではむなしなことかもしれないが、これが「活火山でなく休火山であるから安心」というような、誤った理解につながるのならば、防災上見過ごすことのできない問題となる。

■ 火山災害の繰り返し頻度は低い

火山というものは、生物の生命サイクルと似ていて、生まれてから成長を続け、最盛期に達した後はだんだんと活動度が低下して、ついには浸食作用に打ち負けて、消滅してしまうというサイクルをたどるものである。その長さは、日本列島での平均では、数万年から数十万年の範囲である。その間数百回、数千回と噴火を繰り返すのだが、それでも噴火を休んでいる期間は、噴火を継続している期間に比べて大変長いのである。従って、特定の火山が数百年の間噴火を休むことは正常であって、その火山の活動度が特別に低下しているためではない。人間の歴史の長さは数千年から数百年と、場所によって異なるが、火山のリズムと比較すれば、大した長さではない。まして、個々の人間の生命の長さに比べれば、火山の一生は桁違いに長いのである。地震は火山の噴火よりもっと頻繁に起きる。関東大震災や、東南海地震のような巨大地震でも100年のオーダーで繰り返すと言われている。冒頭に申し上げたとおり、もっとも重要な自然災害である気象災害の繰り返し頻度はさらに短い。台風は毎年やってくるし、数年に1回は大きな災害をもたらす。

自然災害として火山災害を論じるときに、重要なポイントの一つがここにある。火山災害の繰り返し頻度は、他の災害のそれに比べて顕著に低いということである。人間の一生の長さに比べて格段に長いので、平均的日本人の成人の3%しか火山噴火を体験したことがないのである。さらに、個人の体験を後の世代に伝承することが困難になる。個々の火山については、大噴火は数百年に1回というような頻度なので、子や孫に口伝えに引き継ぐことも不可能になる。別の言葉で言えば、火山災害については、学習の能率がきわめて低くなるということである。日本は火山国であるという。しかし、その割には、日本人は火山について知らなさすぎる。このような条件は、火山研究者にとっても当てはまるわけで、近代的自然科学として発達してきた火山学の歴史のうちで、よく観察され、詳細に観測された噴火の例は多くないのである。

■ 火砕流体験の有無

災害を自ら体験するかしないかの差は大きい。平均的な日本人の成人は、震度3(あるいは4)の地震は体験しているだろう。例えばヨーロッパ等のように、強い地震を体験することが少ないところから来た人が、日本で震度3の地震を体験すると、彼らの驚愕の程度は日本人よりはるかに大きいのである。1991年の雲仙普賢岳の噴火までは、火砕流についての一般人の知識は皆無であった。火砕流を見たことのない人に向かって、それがどのような現象であり、いかに危険なものであるかを説明することは至難であった。1977年の有珠噴火の時に、我々火山研究者はそのことを痛感した。有珠火山では歴史時代に1度ならず、高温の火砕流が発生し、数十名以上の人々が死んだという記録がある。1977年の噴火では、最初に準プリニー式の噴火が数回起こり、大混乱のうちに洞爺湖温泉街から住民・観光客が避難した。このときの活動は、軽石の降下が主であり、生命に関わる危険はなかった。騒ぎは1週間くらいでひとまず収まったので、今度は避難指示を解除しろという大合唱が起きた。この時点で、火山研究者がもっとも恐れたのが、火砕流の発生である。しかし、非専門家への説得はうまく行かず、避難はうやむやのうちに解除されていったのである。

雲仙普賢岳の噴火では、1991年5月24日頃から、溶岩ドームの崩落によって、小規模な火砕流が発生していることが、おぼろげながら判明してきた。翌25日には、撮影されたビデオ映像などから、火砕流の発生は専門家によって確実に認知された。火山研究者と防災担当者間で議論があり、火砕流の発生をただちに公表することが決定された。同日夜のテレビのニュースで、火砕流の映像とその解説が全国に放送された。テレビ映像の威力は絶大なもので、翌日までには、全国民が火砕流とはどんなものかを知っていたと言っても過言ではなかった。当時私は、1977年の有珠噴火の時の経緯を思い出して、感慨無量であった。

それから1週間後に起きた事件は、大変不幸なものであった。溶岩ドームの大規模な崩壊が発生し、火砕流が5.5 kmの距離を流走した。警戒地域に指定されていた場所に入り込んでいた人43名が、火砕サージ(火砕流の希薄な部分)にのみ込まれて命を落とした。我が国における、人命に関わる火山災害としては、1953年の明神礁で35名の死者が出て以来の大災害である。災害が起きた最大の原因は、火砕流の破壊力

に対する認識の不足である。専門家が恐れていたほどには、非専門家には火砕流の恐ろしさが伝わっていなかったのである。専門家レベルでの火砕流発生の認識・確認から1週間ほどしか経っていなかったのも、一般への周知徹底が行き渡らなかったと言えるかもしれない。専門家の一人として、私自身もショックを受け、十分に情報伝達ができなかったことを悔いた。

有珠火山は、2000年3月31日に、前回の噴火からわずか13年後に再び噴火した。今回は、噴火の予知と防災・避難措置が実にうまく機能し、被害は最小限に食い止められた。その経緯を詳しく分析することは、火山防災の戦略を考える上で、大変重要なことであるのだが、他の機会に譲りたい。ここでは、火砕流についてのみ考えてみる。3月31日の噴火は有珠火山の西側山腹で起きたが、噴火が始まる以前に、すでに基本的な避難措置は完了していた。噴火地点が確認された後、そして噴火様式がマグマ水蒸気爆発であることが確認された時点で、西方山麓地域へ避難指示地域が拡大された。この措置は、もっぱら火砕流発生の可能性を考えて、その流下地域を想定して、標準的な地域をさらに一部拡大したものであった。そして、専門家のそのようなアドバイスに防災行政担当者も市民一般も、全く異議無く従ったのであった。私自身は、この一見当たり前に見える経過を見て、また心を打たれたのである。

1977年噴火の当時、我々火山研究者が超人的な努力をして、防災担当の行政と大変な摩擦が起きるのもかまわずに、火砕流の危険性を主張し、予防的な避難措置をとるべきであるという主張を押し通していた(避難解除を遅らせ、避難区域を拡大するなど)と仮定すると、その後どういうことが起こったであろうか? 結果的には火砕流は発生しなかった。従って、火砕流による被害(死者を含めて)は皆無であった。火砕流発生を想定してとられた、余分の防御措置は大きな物的、心理的損害を地元住民に与えた。というわけで、根拠のない(?)理由で行き過ぎた予防措置を主張した火山研究者に対して、ごうごうたる非難・攻撃が起きたのでは無からうか? この際、専門家と非専門家との間の対立は、「火砕流」という火山現象の危険性に対する評価の差異によるものといえるだろう。

1977年の有珠噴火の際には、地方自治体の首長の一人は、オープンに火山研究者が災害の可能性を誇張しているとして非難した。しかし、その同じ人が、その

後に起きた雲仙火山その他の噴火の事例を見て、考えを変えられた。そして、2000年の有珠噴火開始の時点では、火砕流と一言言えば、それがどのような災害を意味しているかが、非専門家にも理解できるといふ状態になっていたのである。私にとってはまさに感慨無量であった。

■ 火山現象の基礎知識の重要性

教訓は明らかである。火山の噴火現象というものは、きわめて多様である。大変異なった物理モデルをそれぞれの噴火様式に対して想定する必要がある。たとえば、火砕流・岩屑なだれ(固気混相流)や土石流・泥流(固液混相流)などには、粘性流体の重力流あるいはダイラタント流などのモデルを当てはめるが、大規模噴煙柱を形成するようなプリニー式噴火には、マグマの発泡・破碎、火道の中での気液混相流、火口の外でのジェット流、さらに熱交換による大気を巻き込んだ上昇流から、上空における風による運搬と火砕物の自由落下まで、さまざまな物理モデルを組み合わせて評価する必要がある。このような非平衡、非定常、非線形条件を多数含むアルゴリズムは、まだ実用化の段階に至らない場合が多い。それでも、博物学的に、マクロな記載によって火山の噴火現象を記述する余地は多く残されている。と言うよりは、それ以外には手も足も出ないケースが少なくないのである。そして、防災の見地からは、その段階ですらまだ十分に行われていない状態である。

噴火が進行中の、緊迫した状況下では、自宅から避難を強制された住民の方々が、「あなた方は専門家なのだから、現状はどうか、これからどうなるのか、どうしたらよいかを、ズバリと、われわれ素人に言ってくれなければ困る」と詰め寄られる場面が目につく。この発言は正しいのだが、一方、被害を直接受ける可能性に直面している人々に対しては、「火山災害というものは、多様で、日常の常識を遙かに越える現象が突然出現することが多い。そのような場合は、当事者個人のとっさの対応が、決め手となる。火山活動についての必要最低限の基礎知識を各個人が持つべきである」と申したいのである。さらに、この発言は、防災担当者に対しても当てはまることである。

■ 火山防災で強調したいこと

日本は世界でもトップクラスの先進国である。途上国

で発生した自然災害の現場を訪れてみれば、その国と日本のインフラストラクチャーの程度の差が歴然と現れている。防災施設の整備が進んでいる日本では信じられないような悲惨な破壊が、途上国では見られる。しかし、火山災害に限って言うと、日本の優位は防災施設のような、いわゆるハードウェアのレベルに留まっているように見える。基本的な防災知識は必ずしも先進国の中でも一級であるとはいえない。火山災害の本質・特徴が十分に理解されていない。たとえ理解され、科学的に解明されているとしても、その成果が一般住民や防災行政の担当者に十分伝達されていない傾向が顕著である。

火山災害に特徴的な防災ハードウェアというものはそんなに多くは存在しない。たとえば、溶岩流や火砕流の進行を正面から阻止する目的を持った擁壁・シェルターのたぐいは、特殊な場合をのぞいては、費用対効果の判定に耐えられない。火山性の土石流・泥流に対する施設はたいへん重要であるが、そのノウハウは非火山性の土石流・泥流に対するものとそんなに変わらない。

ハードウェアに対して、火山防災のソフトウェアの役割はきわめて大きい。費用対効果の効率が優秀である。ソフト的対策には、火山現象一般に関する基礎的な知識、火山災害の特質の評価、過去の事例のデータベース、避難措置を含めた危機管理のノウハウ、長引いた災害から派生する地域の社会的・経済的困難への対処など、きわめて多岐にわたる分野がある。いずれの分野にも、短期・中期・長期的な視野が必要である。個々の事象に対処する方法論の構築と同時に、総合的な防災システムを構築する努力が必要である。これらの分野のほとんどすべてにわたって、日本は世界のリーダーではない。ハード的な先進国であるほどには、ソフト面では先進国ではない。比較的経済力の弱い国でもソフト面ですばらしいシステムを構築している国もある。ハードは経済的基盤に比例するが、ソフトはお金ではなく、人間の知的活動力による面が大きいからである。

繰り返す言うが、火山災害への対応には、ハードよりもソフト面のアプローチが重要である。我が国では、比較的数多くの火山噴火が発生し、ケーススタディに有利である。豊富な経験と正確で緻密な観測データの蓄積を武器にして、これから火山防災の方法論を構築してゆく必要がある。