

□火山噴火における様々な災害要因とそのリスク

富士山科学研究所 主幹研究員 石 峯 康 浩

1. 多様な火山噴火現象

日本は世界有数の火山大国であり、日本国民の多くは活火山周辺に暮らしている（私の所属先が主要な研究対象としている富士山は日本国内で特に噴火頻度が高い活火山の一つであり、その山頂から100 km 圏内にある首都圏も当然ながら“活火山周辺”である）。しかし、火山災害を実際に体験したことがある読者は、それほど多くないだろう。「活火山」と呼ばれる火山でも、その多くは数十年以上、噴火しない状態が続くためである。富士山に関しても最後の噴火は江戸宝永年間の1707年であり、300年以上も噴火していない。そのため、一般市民の多くは、火山が噴火すると、どのような状況になるのか、そして、どのように対応すればよいのかについて、具体的なイメージを持つことができないものと思われる。

火山噴火は発生頻度が低い上、それによって引き起こされる現象も極めて多様である。そのため、過去の事例をいくつか調べた程度では、将来の噴火に適切に対応できるようになるのは困難だと言わざるを得ない。例えば、長野・岐阜両県に跨る御嶽山が2014年9月に噴火した際には火口周辺に大量の岩塊が降り注ぎ、多数の登山客が犠牲となった。2000年の伊豆諸島・三宅島の噴火では、山頂火口から有毒な二酸化硫黄を含む大量の火山ガスが放出され続け、全島民が約4年半にわたって避難生活をする事となった。1990年代前半には長崎県の雲仙普賢岳で火砕流と呼ばれる高温の

岩塊や火山灰、ガスが混然一体となって地表を流れ下る現象が頻発し、44人の人々が犠牲となっている。

富士山に関しても、1707年噴火では大量の火山灰が成層圏まで噴き上げられ、偏西風に乗って関東一円に降り注いだ一方、864年から866年にかけて発生した噴火では大量の溶岩を北麓から噴出し、現在、青木ヶ原樹海として知られる一帯を埋め尽くした。これらのように日本国内で発生した代表的な噴火だけ見ても実に多様であり、それぞれの噴火で犠牲者を伴う被害が発生していることを理解していただけるだろう。

このように多様な災害を引き起こす火山災害に備えるには、ひとまず火山噴火について良く知ることから始めるしかない。噴火に伴って発生する事象の特徴、特にその危険性を把握し、どのような対策が有効かの検討を進める。その上で、リスクが高い現象を優先しつつ、今から実施できる備えを順次、進めていくことが重要である。活火山周辺の自治体では火山専門家と協議しながらハザードマップを作成し、避難計画等を立案している。これに併せて、地元住民も主体的に自分や家族の生命・生活を守る備えを進めることが求められる。

2. 犠牲者が多い噴火現象

火山噴火で発生する多様な現象の中で、何が最

も危険なのだろうか？ この問いに対する回答は、現象が多様であるため、危険度を評価する切り口ごとによって変わってしまうだろう。ここでは一つの試みとして、Brown et al. (2017)^[1]によってまとめられたデータベースに基づき、現象ごとの犠牲者数に着目して考えてみたい。図1は1500年から2017年7月までに発生した死者の報告がある635件（死者総数27万8368人）の世界中の火山災害の記録を精査したBrown et al. (2017)のデータベースを利用して、災害要因ごとの犠牲者数を示したものである。日本国内の事例は海外と傾向が異なるため、同データベースから国内事例122件（死者総数2万2907人）を抽出し、図1に併記してある。

死因が「詳細不明」となっているものを含めると、火山噴火で犠牲者が発生する要因は21項目に分類される。中でも火砕流、飢饉・疫病、津波、土石流・泥流の4項目の犠牲者が極めて大きく、火山災害の主な要因となっていることが分かる。ただし、飢饉・疫病に関しては、そのほとんどが19世紀前半以前に発生したものである。現在では国際的な緊急支援の枠組みが整備されている

ため、今後は同様の要因による大量の犠牲者は発生しにくいと考えられる。

日本国内では、津波による犠牲者が突出して多い。この要因としては、1万5000人以上の犠牲者が発生した長崎県の雲仙火山1792年噴火の寄与が大きいことが挙げられる。さらには、日本国内で2番目に犠牲者が多い北海道・渡島大島の1741年噴火（死者2010人）、4番目の北海道駒ヶ岳1640年噴火（死者700人）でも津波が主な災害要因となっており、噴火に伴う津波は、頻度は低いものの、一端、起きると多数の犠牲者が発生する低頻度大規模災害タイプの現象であると言えることができる。

3. 災害要因ごとの頻度

津波とは対照的に、火砕流や土石流・泥流は発生頻度も高い。この違いを示すため、犠牲者を伴う噴火の発生件数を要因ごとにグラフにしたものを図2に示す。図1との違いが分かりにくいと思うが、図1では、例えば犠牲者1人の噴火と犠牲

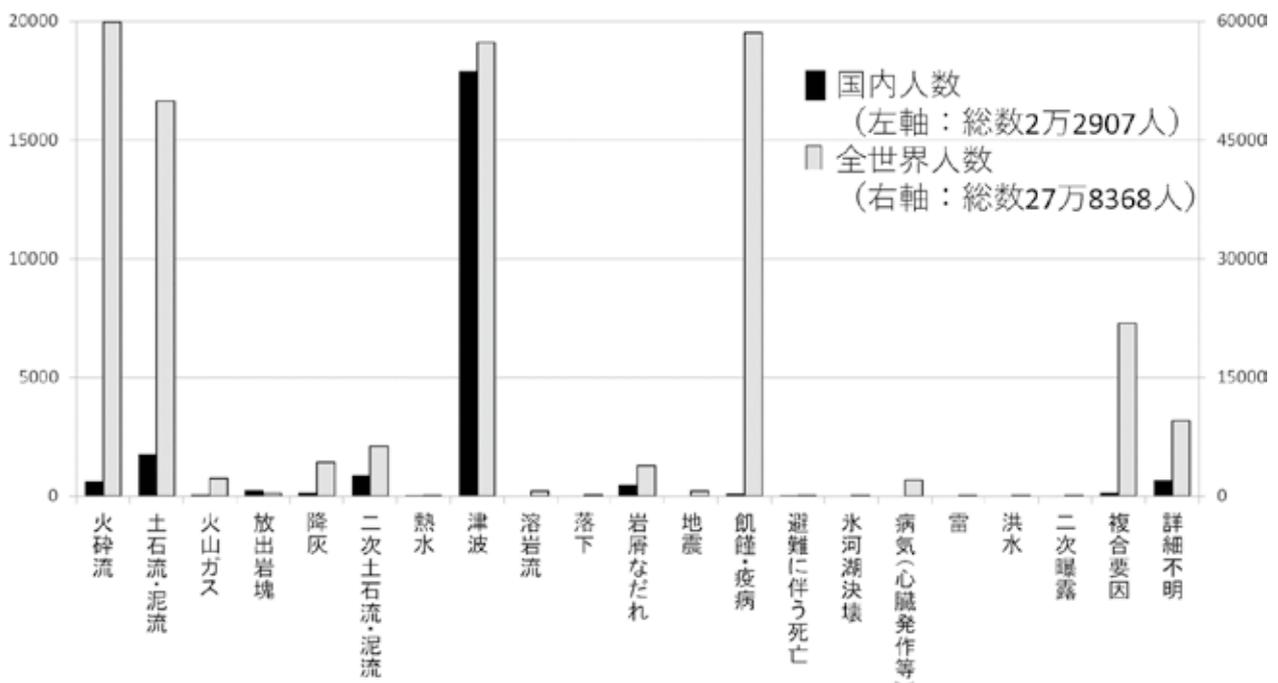


図1. 16世紀以降の火山噴火における災害要因ごとの死者数

者1000人の噴火を考慮する場合、犠牲者数を合計した1001人という値を積み上げてグラフにしている一方、図2では犠牲者が1人でも1回、1000人でも1回と数え、災害件数2件とみなして示している。

図2を見ると、世界的には火砕流、土石流・泥流、火山ガスの順で発生頻度が高くなっていることが分かる。ただし、国内だけの発生頻度を見ると、火山ガス、放出岩塊、二次土石流・泥流の順となっている上、火砕流、土石流・泥流、津波、降灰による犠牲者の発生も同程度に発生している。すなわち、これらのいずれの災害要因に関しても警戒を怠ることができないことを意味している。ここで、二次土石流・泥流とは、噴火直後に発生する土石流や泥流ではなく、噴火後しばらくしてから降雨等によって山間部に降り積もった火山灰が流出して発生するものである。

また、火山ガスや放出岩塊による犠牲者は、火口から3km以内で発生する事例が多いことがBrown et al. (2017)のデータベースから示されている。これらの要因の犠牲者が日本国内に多いと

いうことは、日本では海外に比較して、火口近くに立ち入る人々が多いことを示唆している。このことは、犠牲者を伴う噴火件数全体のうち、火口から3km以内で死亡しているものが世界全体では約2割にとどまっている半面、日本国内では約5割に達しているというデータにも表れている。そのため、日本国内では、火口から3km以内では火山災害のリスクが高いことを他の国以上に強調して情報提供する必要があると思われる。

Brown et al. (2017)の原論文では、火砕流や溶岩流による犠牲者も、ほとんどが火口から30km以内で発生していることが示されている。すなわち、これらの現象については、火口から30km以上、離れた場所に避難することで人的被害を大幅に抑制できると期待される。

4. 広域に影響が及ぶ降灰

土石流・泥流ならびに降灰については、火口から50km以上、離れた地域でも一定数の犠牲者が報告されており、広範囲での警戒が必要である。こ

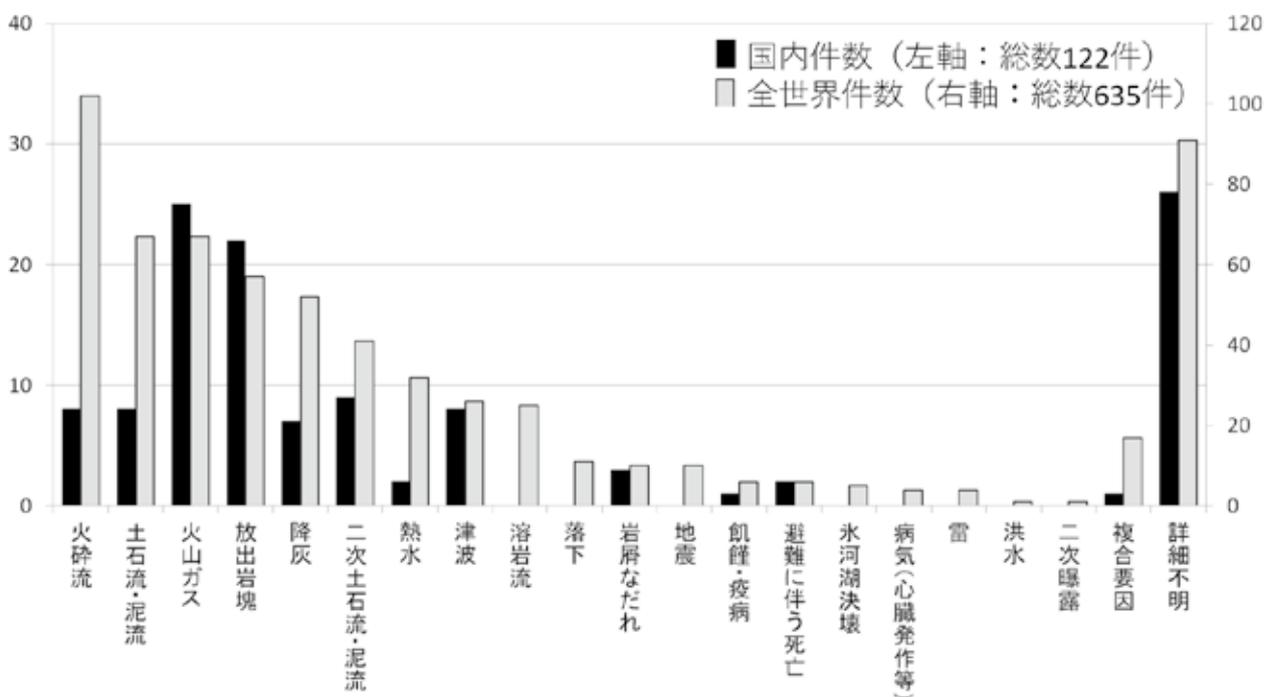


図2. 16世紀以降の犠牲者を伴う火山噴火の発生件数

のうち、土石流・泥流に関しては山間の急傾斜地から谷筋に沿って流れ下るため、ある程度、危険な地域を限定できるが、降灰は面的に一様に降り注ぐ。富士山の1707年噴火では、図3のように関東南部に広く火山灰が降り注いだ^[2]。近い将来、同様の噴火が発生すれば、首都圏をはじめ日本国内で大規模な混乱が発生するのは必至である。現状では具体的な備えはほとんどなされていないと言わざるを得ず、今後、首都直下地震や南海トラフ地震同様、国民的な議論を踏まえ、少しずつでも対策を進めていくことが重要である。

過去の降灰事例で犠牲者が発生しているのは、屋根に積もった火山灰の重みで倒壊した建物の下敷きになる形態のものが多く、火山灰そのものは毒性が強いわけではなく、降灰を浴びることで直ちに死傷する危険性はないものの、PM2.5に分類される微小な粒子も含まれているため大量に吸い込むのは避けるべきである。屋外で清掃作業等を行う際には、可能ならば防塵性が高いマスクを着

用することが望ましい。喘息やCOPD（慢性閉塞性呼吸器疾患）等の持病がある方は症状が悪化する事例が報告されているため、特に注意が必要である。

5. 降灰の間接的影響

降灰に関しては、直接的な人体への影響よりも、停電や断水、物流の停滞等、社会基盤の機能停止に伴って間接的に健康影響が発生する可能性が高い。電力供給に関しては、電線に火山灰が積もって荷重で断線する事例や、送電鉄塔に設置された絶縁体に湿った火山灰が積もることでショートを起こし、停電に至る事例が報告されている。火力発電所で利用されているタービンが火山灰を吸い込むことで不調に至るリスクを指摘する専門家もいる。すなわち、広域降灰への対策を検討する際には、停電が発生した場合の対応を組み込んでおく必要がある。

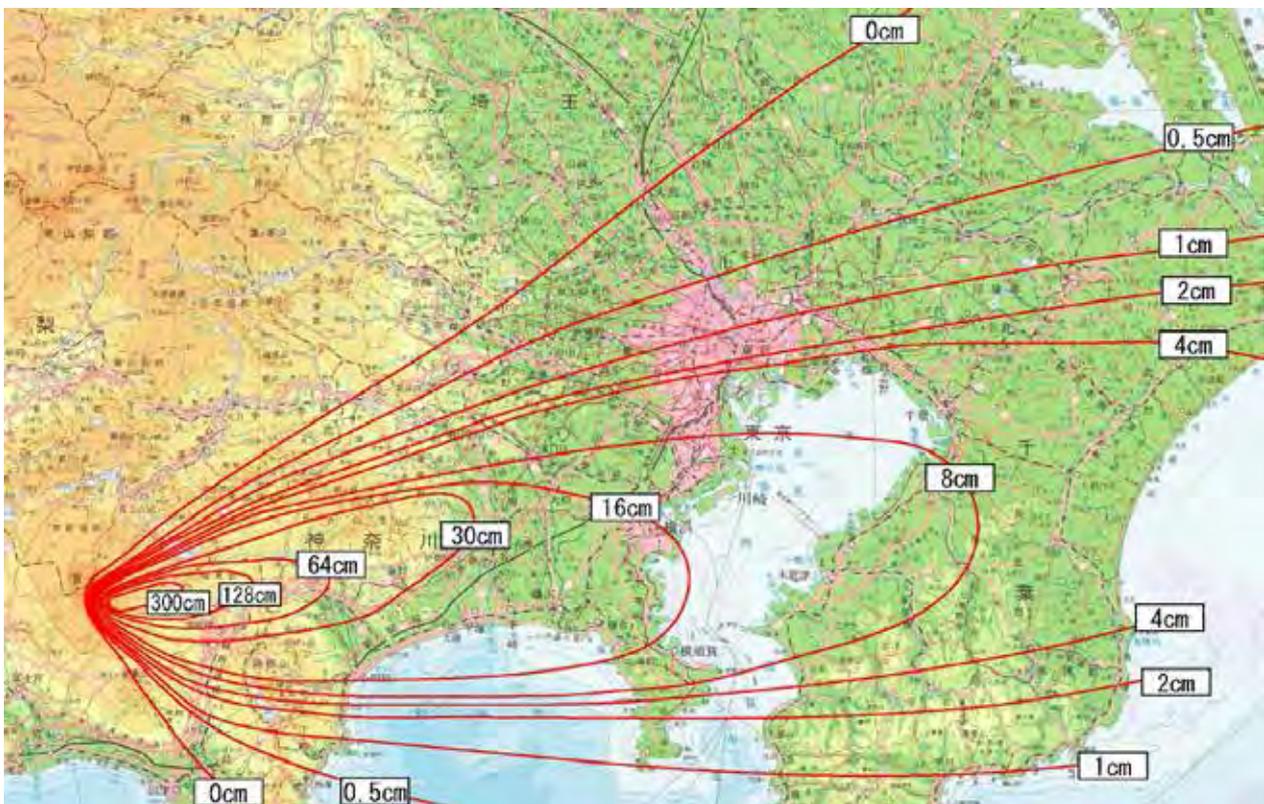


図3. 富士山の1707年噴火による降灰分布^[2]

水道施設に関しては、大量降灰で貯水池が埋没したり、取水口が閉塞したりすることが考えられる。火山灰に付着した火山ガス成分が水に溶け出すことで水質が悪化する可能性もある。特に、火山ガスに含まれるフッ化物が水に溶け込んで水質基準を満たさなくなる可能性が高い。なお、海外では水資源が少ない離島を中心に雨水を集めて飲用に供している地域は少なくないが、雨水に火山灰が混入して濁りが激しくなったり、舌触りが悪化したりして飲用に適さなくなる場合がある。このようなときにはタオルやシーツ等の布で濾過することで状況を改善できる場合がある。

本年（2022年）1月にトンガでフンガ火山が噴火した際、現地では火山灰が混入した雨水タンクの水を摂取しないよう行政から指導があったにも関わらず、外部からの水等の支援物資が行きわたらず、住民が困窮したとの報告があった。そのため、ニュージーランド等の火山学者がWHO（世界保健機関）等と共同で上のような情報を掲載した資料を作成し、状況の改善を図った。

降灰時には自動車や鉄道、航空機等の輸送機関にも甚大な影響が出る可能性が高い。自動車に関しては視界不良やスリップ事故の増加が懸念されており、国の検討会では乾燥時には火山灰の厚さが10cm以上、降雨時であれば3cm以上で二輪

駆動の自動車は通行不能になると想定している^[3]。鉄道に関しても線路に積もった火山灰でポイント故障が起きたり、線路に流す電流で管理している運行監視システムが機能しなくなったりするリスクが指摘されており、微量の降灰で運休となることが想定されている。航空機に関しても、特にジェットエンジンが火山灰に対して脆弱な構造をしているため、少量の火山灰が空中を浮遊しているだけで運休となる。2010年にアイスランドのエイヤフィヤトラヨークトル火山が噴火した際にはヨーロッパ全域と結ばれている世界中の航路が閉鎖となり、世界的なニュースとなったことを記憶している読者も多いだろう。

<文献>

- [1] Brown, S.K., Jenkins, S.F., Sparks, R.S.J. et al. (2017) Volcanic Fatalities Database: Analysis of Volcanic Threat with Distance and Victim Classification. J Appl. Volcanol. 6, 15.
- [2] 富士山ハザードマップ検討委員会（2002）中間報告, https://www.bousai.go.jp/kazan/fuji_map/index.html
- [3] 中央防災会議防災対策実行会議大規模噴火時の広域降灰対策検討ワーキンググループ（2020）大規模噴火時の広域降灰対策について一首都圏における降灰の影響と対策。～富士山噴火をモデルケースに～（報告）, <https://www.bousai.go.jp/kazan/kouikikouhaiworking/index.html>