

## □最近の九州地方の火山活動と噴火災害 ～桜島の噴火活動等を中心として～

京都大学防災研究所火山活動研究センター 教授 井口正人

### 1. 九州地方の火山活動

わが国（千島列島、南方諸島、南西諸島を含む）には111の活火山が存在する。活火山とは、1万年以内に噴火した証拠が見つかっている火山であり、噴火の再発を想定すべき対象である。そのうち、17の活火山が九州地方にある。これらは、鶴見岳・伽藍岳、由布岳、九重山（以上、大分県）、阿蘇山（熊本県）、雲仙岳、福江火山群（以上、長崎県）、霧島山（鹿児島・宮崎県境）、米丸・住吉池、若尊、桜島、池田・山川、開聞岳、薩摩硫黄島、口永良部島、口之島、中之島、諏訪之瀬島（以上、鹿児島県）である（図1）。これらのうち、今世紀も噴火が発生している火山は、阿蘇山、霧島山、桜島、薩摩硫黄島、口永良部島、諏訪之瀬島の6火山に及び、我が国で最も活動的な火山地帯を形成している。気象庁は、2007年12月から噴火警戒レベルを発表しているが、これら6火山では噴火警戒レベルが2以上に引き上げられたことがある。

阿蘇山の中岳火口周辺には多くの観光客が訪れるので、最も危険な火山であるといえる。1958年6月には死者12名に及ぶ爆発が発生している。夜間の爆発であったため犠牲者は限定的であったが、昼間であれば千人以上犠牲となることも考えられる。最近では、2009年から小規模噴火が発生するようになり、2014年11月から翌年4月まではストロンボリ式噴火が頻発し、マグマ活動が最も高



図1 九州の活火山とカルデラ。

まった状態となった。2015年、2016年、2021年にもマグマ水蒸気噴火が発生し、火口から1 kmを超える距離まで、噴石や火砕流が到達した。

霧島山の新燃岳では、2008年から水蒸気噴火が繰り返され、2011年1月26日からは本格的なマグマ噴火に移行した。噴煙高度7000mに達する準ブリーニ式噴火が発生し、その後火口内に溶岩ドームが形成された。さらに、2017年10月の小規模な噴火活動を経て、2018年3月には噴火活動により火口内が溶岩で満たされ、一部火口外へあふれ出

た。4月には新燃岳北西の硫黄山でも水蒸気噴火が発生した。享保年間（1716年、1717年）の噴火から300年ぶりに活動的な状態にある。なお、高千穂の御鉢の噴火活動は最近静穏であるが、19世紀後半から20世紀初めの噴火活動は爆発的であり、油断できない火山である。

薩摩硫黄島は歴史時代を通して硫黄岳山頂火口から火山ガスを噴出し続けている火山である。1934年には島の東方海域で海底噴火が発生し、軽石を流出させた後、新島を形成した（昭和硫黄島）。1997年から2004年にかけて、噴気活動の活発化とともに硫黄岳火口が拡大し、火山灰も噴出した。2013年、2019年、2020年にも小規模な噴火が繰り返されている。

口永良部島は1～30年おきに新岳あるいはその東の割れ目において噴火活動を繰り返してきた。2014年8月から2020年5月までの噴火活動期は、80年～90年間隔で繰り返された活発な活動状態で、過去には1841年噴火、1931年～1934年の噴火活動があり、いずれも死傷者を伴う甚大な災害が発生している。2014年8月から2020年5月までの噴火活動期のうち、最大の噴火は2015年5月29日に発生しており、火砕流が海岸付近まで達した

ため、我が国で初めてのレベル5（2015年5月～2016年6月）の噴火警報が発表され、住民の屋久島への島外避難が行われた。

諏訪之瀬島は、1813年の大規模噴火、1884年の溶岩流出を経て、20世紀以降は、御岳山頂から北東に開いた火口内に形成された火砕丘においてブルカノ式あるいはストロンボリ式噴火が繰り返されている。1957年～1995年は特に活動的であった。2000年に噴火活動が活発化したのち、活動は徐々に低下したが、2020年12月に爆発活動が激化し、頻繁な爆発は現在も続いている。

これら5火山はいずれも活発な噴火活動を繰り返しているが、桜島はさらに活動的である。歴史時代の746年、1471年～1476年、1779年・1780年、1914年に桜島の山腹において大規模噴火が発生した。1946年の昭和火口からの溶岩流出を経て、1955年からは南岳山頂において爆発的噴火を繰り返しており、爆発回数は15,000回を超える。1955年から1971年までの南岳第1活動期、最も噴火が激しく多量の火山灰を噴出した1972年～2005年ごろまでの南岳第2活動期、2006年に始まる昭和火口活動期、2017年以降現在に至る南岳第3活動期に分けられる（図2）。噴火警戒レベルは3が継

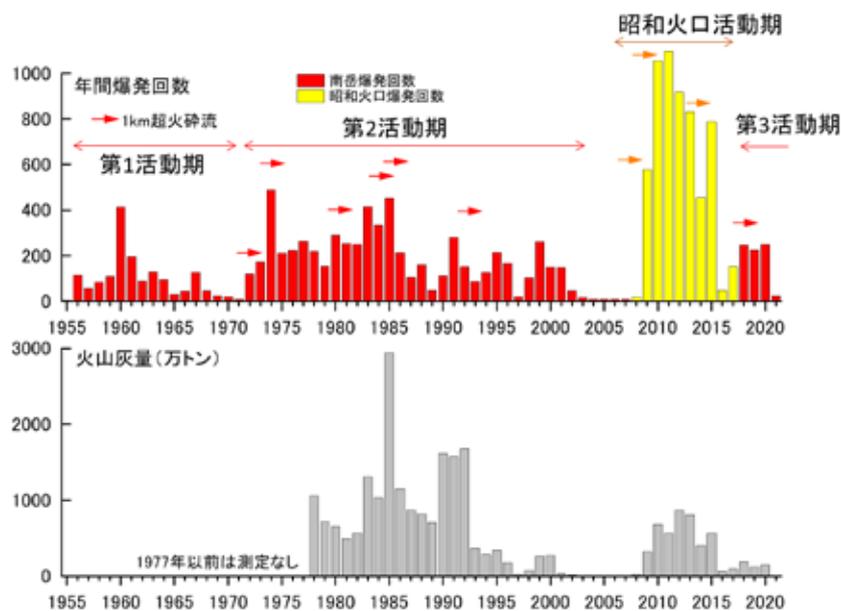


図2 桜島の噴火活動の推移。年間爆発回数（上）、年間火山灰放出量（下）。

続しているが、2015年8月15日には顕著な地盤変動を伴って火山性地震が群発したため、噴火警戒レベルが一時4に引き上げられた。本稿では、このような我が国を代表するような活発な噴火活動を続ける桜島を中心にして火山災害対策について解説する。

## 2. 常時観測体制

桜島は我が国で最も観測体制が整備されている火山の1つである。1955年に始まった南岳の爆発活動以前から鹿児島地方気象台は桜島の監視を続けていたが、この爆発活動開始を契機に鹿児島県が中心となって国に要望活動を行い、京都大学防災研究所が桜島火山観測所を整備することになった。1974年に開始された火山噴火予知計画により桜島の観測体制は大きく改善され、桜島火山観測所を引き継いだ火山活動研究センターは、桜島島内に10点の常設地震観測点、島外に7点の観測点を展開している。また、傾斜計、伸縮計、GNSS、

潮位計などの計器を用いた地盤変動観測点も25点に及ぶ(図3)。地中の火山ガスの観測も連続的に行っている。さらに、噴火現象は空振計、レーダー、光学ライダー、降灰量計の機能をもつディストロメータによりとらえられている。このうち、他の火山にない最も特徴的な機器はハルタ山、有村(国土交通省九州地方整備局大隅河川国道事務所により整備)、高免の3つの観測坑道内に設置された全長28mの水管傾斜計および伸縮計であり、小規模であっても、90%の爆発の前駆的膨張をとらえることができる。また、レーダーは山頂が雲に覆われていても噴煙を観測することができ、噴煙高度の把握に有効である。気象庁も地震計、傾斜計、GNSSを整備し、二酸化硫黄ガス放出量の測定を繰り返している。国土地理院はGNSS観測を継続している。これらのデータは所有機関の間においてオンラインでデータが共有されており、京都大学のデータは鹿児島県庁、鹿児島市役所でも閲覧することができる。

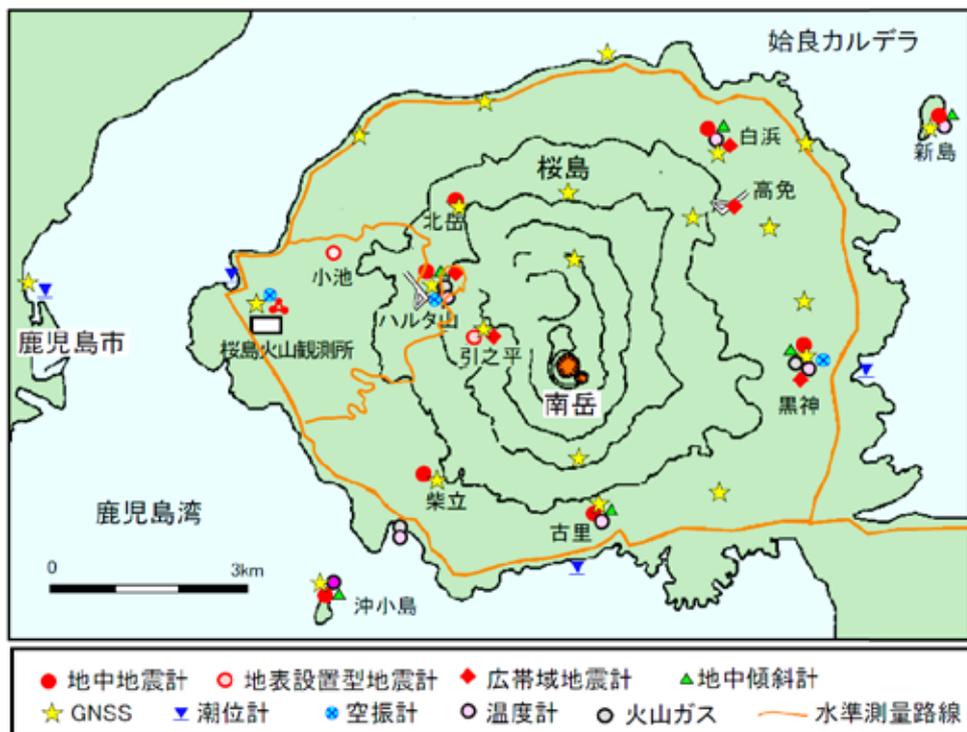


図3 桜島島内の火山観測網(京都大学防災研究所)

### 3. 火山噴火の発生予測

従来から火山噴火予知は噴火に前駆する活動から発生時期、規模、場所、噴火様式、終息を含む噴火活動推移の5つの要素を予測するものとされてきた。前駆活動を捉えるためには平時の監視から異常現象を捉えることが必須であり、そのために観測体制が整備されてきた。観測坑道の整備により小規模であっても90%の爆発の前駆的膨張をとらえることができる体制は整っており、異常現象を捉えるという意味では相当のレベルにあるといえる。

一方、2007年12月以降、気象庁から発表される噴火警戒レベルを含む噴火警報においては、これらの要素をハザードの視点から整理しなおす必要がある。噴火警報は火山噴火に対して「警戒を要する範囲」を周知させるものであり、警戒を要する範囲は噴火の規模と火口の位置により決定される。また、噴火の様式によってハザードの種類が変わり、ハザードの種類ごとに噴出物の運動形態が違うので、警戒を要する範囲もハザードの種類ごとに異なる。そのうち最大のものとして「警戒を要する範囲」として発表することになる。過去の噴火に基づいて具体的に説明しよう。1955年以降に頻発する爆発の火口は南岳・昭和火口の山頂域であり、ハザードの種類は火山岩塊（気象庁用語では弾道を描いて飛散する大きな噴石）と火砕流である（図4）。火山岩塊のハザード範囲は爆発時の圧力、火砕流の場合は、噴出物の量とそれに占める火砕流の割合で決まる。一方、1914年に発生した大正噴火のような場合は、火口は山頂ではなく山腹、しかも東西山腹の2か所である。したがって、警戒を要する範囲は山腹に形成される火口を起点に考える必要がある。しかも噴火の規模は桁違いに大きいので、警戒を要する範囲は広がり、ハザードの種類として火山岩塊と火砕流に溶岩流が加わる。なお、桜島の溶岩流は粘性が高く、流れにくいので、警戒を要する範囲はあまり広が



図4 上：南岳から2.7kmの距離に落下した火山岩塊（1984年7月21日）、下：桜島の南西山麓を流下する火砕流（1985年4月9日）。

らないかもしれない。火山噴火予知の要素のうち、発生時期と終息を含む噴火活動推移は、それぞれ、噴火警報を発表するタイミングと噴火警報のレベルを上下させる、あるいは解除するタイミングと考えればよい。

以上説明したように、火山災害対策に必要とされるのは、火山噴火の発生予測（起きるかどうか）ではなく、火山噴火に伴うハザードの種類とその範囲（噴出物の到達範囲）の予測である。しかし、その段階には依然として達しておらず、更なる研究が必要である。

噴火が発生する前は、地震活動や地盤変動量により噴火、警戒レベルが決定される。これらは過去の経験に基づくものであり、地震活動や地盤変動量が噴火ハザードとどのように結びつくかという視点からの考察はない。桜島はまだましで、そ

れ以外の火山ではレベル4, 5を判定する経験則すら存在しないことに注意する必要がある。

#### 4. 火山災害の軽減に向けて

火山災害から人命を守るためには、火山噴火に対して警戒を要する範囲からの事前避難が必須なので、噴火警報が発表された時には、即時に行動を開始する必要がある。一方、災害要因の視点に立つと、噴火警報はすべての火山災害要因をカバーしていないことに注意する必要がある。火山災害要因は、噴出物の直接的な影響によるものと誘発災害に大別される。噴出物とは、火山降下砕屑物（火山岩塊、レキ、火山灰）、火砕流、溶岩流、火山ガスである（図5）。このうち噴火警報の対象となるのは、影響が及ぶと即時に人命が失われる火山岩塊、火砕流、溶岩流であり、それ以外は対象外である。例えば、多量の軽石と火山灰が1メートルの厚さに堆積するとしても噴火警報の対象ではない。また、噴火活動に伴って発生する誘発災害は、地震、地形変化、山体崩壊、土石流、洪水、津波、空気振動など多岐におよび極めて複雑である。このうち、地震と津波については噴火警報以外の警報が発表されることが期待できるがいずれも事後にならざるを得ない。土石流について

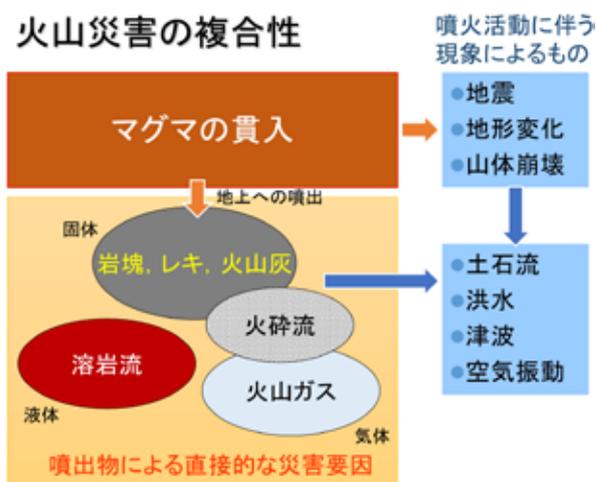


図5 火山災害の要因

は、降雨により誘発される場合は土砂災害警戒情報により対応可能であるが、火口湖の爆発、融雪、大量の土砂の湖・河川への流れ込みによる土石流は、噴火と同時に発生する可能性があるので事前の検討が必要である。

このように噴火警報（レベル4, 5）は、住民の避難・誘導に有効であるので、最大限の注意を払う必要があるが、万能ではなく、噴火警報の対象とならない災害要因も多いことに留意する必要がある。危機対応時の火山活動の推移は、地震・気象現象よりもはるかに複雑で、状況把握とその予測は困難であることから、情報収集と万全の対策を講じる必要がある。