

## □富士山の火山活動と火山防災

日本大学文理学部地球科学科特任教授 鵜川元雄

## 1. はじめに

富士山は日本の最高峰であり、また代表的な成層火山としても知られる活火山である。1707年の宝永噴火を最後に300年以上、噴火は発生していないが、歴史的には8世紀以降に10回の噴火が記録されていて、今後も噴火は必ず発生することが予想できる。ひとたび富士山の火山活動が活発化すれば、日本の中軸部に位置することから、社会的な影響は非常に大きい。噴火が発生すれば、日本の他の火山に比べて多数の人々が避難を余儀なくされる。ここでは富士山の過去と現在の火山活動、噴火災害軽減のためのハザードマップや避難計画の検討状況について紹介する。

## 2. 富士山の噴火活動

## (1) 地質学的な年代区分での噴火の特徴

現在の富士山につながる火山活動は約10万年前に始まったと考えられている。宮地(2007)によれば、この火山活動は大きく2つの時期、10万年前から1万2000年前まで活動した古富士火山と1万7000年前から現在まで活動している新富士火山に分けられ、両者は異なるマグマたまりに由来していると考えられている。古富士火山は火山灰などの火山砕屑物の放出が中心であるのに対して、新富士火山は大量の溶岩流の流出から活動が始まった。

産総研の最近の研究(高田ほか、2016)では、古富士火山に相当する10万年前～1万7000年前を星山(ほしやま)期、新富士火山に相当するそれ以後の期間は、約1万7000年前から8000年前の大量の溶岩流出で特徴づけられる富士宮期と8000年前から現在までの須走期に分け、須走期は活動の変化に対応してさらに4期間に分割されている。

新富士火山の噴出率や噴火の形態、火口の位置はそれぞれの時期によって変化している。表1に富士山ハザードマップ(改定版)検討委員会報告書(以後、改定版報告書と略す)(富士山火山防災対策協議会、2021)が高田ほか(2016)をもとにまとめた噴火の年代区分ごとの特徴と宮地(2007)による噴出率を合わせたものを示す。溶岩流が大量に流出した新富士火山初期の富士宮期の噴出率がとびぬけて大きい。この時期に噴出した猿橋溶岩流は北東方向に40km以上流下し、大月市まで到達している。8000年前～5600年前の須走-a期は噴出率が低くなったが、4500年前以降は現在まで1000年あたり1km<sup>3</sup>以上の噴出率である。

噴火する火口の位置は山頂だけでなく、山腹にも分布している。写真(図1a)は富士山の北麓から眺めた北西山麓で、側火口の高まりが標高の低いところまで存在していることがわかる。図1bは改定版報告書にまとめられた須走-b期から現在までの火口の位置である。山腹の火口の多くは山頂火口を中心にして北西-南東方向にそれぞれ10km以上にわたって分布している。ただし少数で

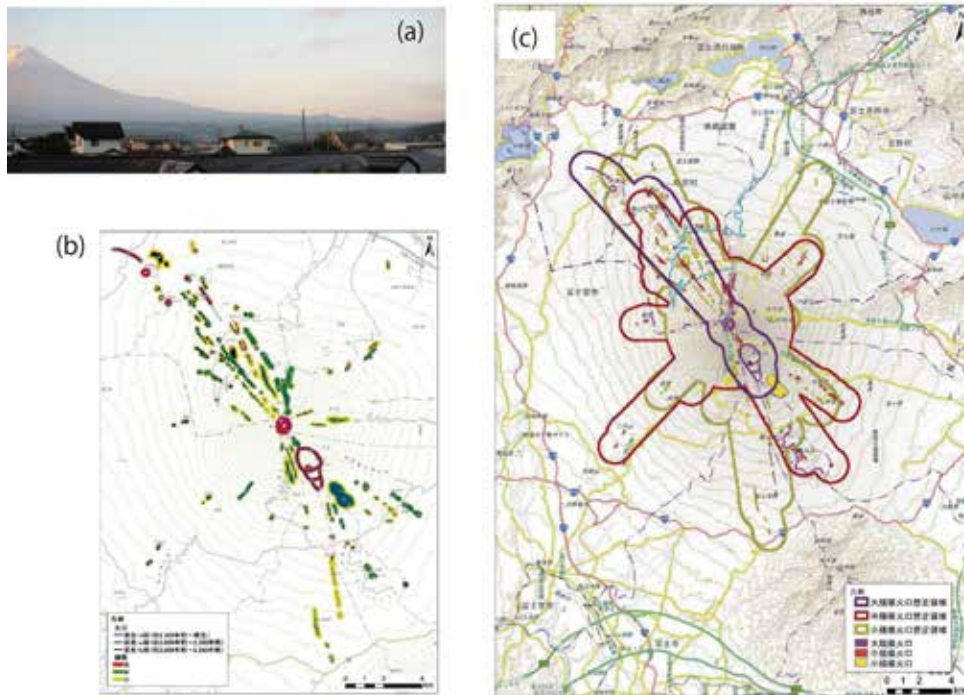


図1 (a) 富士山北麓から眺めた富士山の北西斜面。裾野に側火口の高まりを見ることができる。  
 (b) 改定版報告書（富士山火山防災対策協議会、2021）による富士山の火口分布、(c) 想定火口範囲。

はあるが、北東山麓と南西山麓にも火口が存在する。

山頂では約2300年前の噴火を最後に噴火の発生はなく、その後は山腹での噴火が続いている。富士山の噴火様式は、溶岩流の流下、火山灰やスコリアなどの火砕物の放出、急傾斜の斜面に堆積した火砕物の崩落による火砕流発生、冬期の融雪型火山泥流の発生など、多様である。また富士山東麓では約2900年前に御殿場岩屑なだれと呼ばれる山体崩壊が発生したが、このような大規模な山体崩壊も頻度は低いが複数、発生したことが分かっている。

## (2) 歴史上の火山活動

富士山の歴史時代の噴火についての記述を吟味した小山（1998）によれば、富士山では西暦781年を最古の噴火の記載として、9世紀以降の9回と合わせて合計10回の噴火についての記録が残っている。9世紀以降に噴火記録のある年は、西暦800～802年、864～866年、937年、999年、1033年、

1083年、1435～1436年、1511年、1707年で、噴火の発生に周期性のような明らかな規則性は認められない。またいずれの噴火も山腹の割れ目火口からの噴火である。

これらの噴火のなかで、864～866年の噴火は富士山の北西部に広がる青木ヶ原の溶岩樹海を形成した貞観噴火で、流出した溶岩は青木ヶ原溶岩と呼ばれている。この溶岩流は、当時、富士山の北にあった「せの湖（うみ）」に流下し、現在の西湖と精進湖に分断した。溶岩の流出は約2年間継続し、噴出した溶岩の総量は $1.3 \text{ km}^3$ と推定され、須走-b期以降で最大の噴出量である。

1707年の噴火は宝永噴火と呼ばれ、富士山の南東山腹に現在も認められる宝永火口から噴火した（写真1）。この噴火では火砕物のみを噴出し、溶岩の流出はなかった。噴出した火砕物の総量は $0.7 \text{ km}^3$ と推定されている。噴火は、1707年12月16日から翌年1月1日まで16日間にわたって断続的に継続した。噴出した火山灰は偏西風によって東に流され、火山灰は江戸で数cm、富士山の真東にあ



写真 1 1707年噴火で形成された宝永火口。

たる房総半島中央部では8 cm以上堆積した (Miyaji et al., 2011)。火口に近い地域では深刻な被害が発生した。須走村では高温の降下火砕物による家屋の焼失、柴怒田では降下火砕物の重みでの家屋の倒壊が発生した。降灰によって農作物や飼料が不作となり、酒匂川流域では土砂の流入により以後、100年近くにわたって土砂・洪水氾濫が続いた (井上, 2007)。

宝永噴火は、1707年10月28日に発生した宝永地震 (M8.6) の49日後に発生した。小山 (1998) によれば、噴火の十数日前から富士山周辺で鳴動が始まり、3、4日前から有感地震の数が増え、その数は噴火前日にはさらに増加した。噴火を引き起こしたマグマが地下を上昇してくる過程で、地震を引き起こしたことがわかる記録である。またこの南海トラフ地震の震源域に富士山が隣接していることから、巨大地震によって噴火が引き起こされた可能性がある。ただし歴史上に記録のある南海トラフや相模トラフに沿う巨大地震の直後1年以内に噴火した例は宝永噴火のみである。

### 3. 観測から明らかになった富士山の最近の火山活動

富士山では1707年の宝永噴火後、現在まで315年間、噴火は発生していない。また現在、山頂火口も含めて、山体に温度異常や噴気活動も見られず、表面上は静穏な状態が続いている。

富士山の地下の地震活動については、山体や周辺地域に設置されている地震観測網により知ることができる。図2は気象庁により決定された震源をもとに作成した富士山周辺の地震の震央分布と震源の東西断面投影図である。富士山南麓に南北に分布している地震の塊が目立つが、これは2011年3月15日に発生したM6.4の本震 (図2の震央分布図の白い丸) とその余震活動で、2011年東北地方太平洋沖地震によって全国的に活発化した地震活動の一つである。この余震活動は、時間の経過とともに減少している。

図2には震源が青丸と赤丸で示されている。青丸は普通の地震、赤丸は地震波の振動の周波数が低い (周期が長い) 低周波地震で、地殻深部から

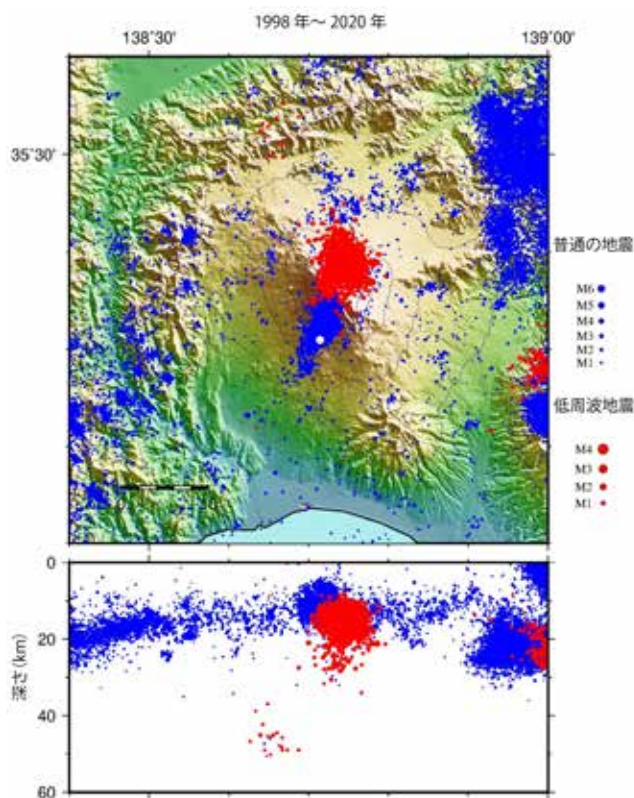


図2 富士山周辺の震源分布。気象庁によって決定された1998年～2020年の震源。青丸は普通の地震、赤丸は深部低周波地震。(上図)震央分布、(下図)東西断面投影図。

マントル最上部で発生するので深部低周波地震と呼ばれている。深部低周波地震は日本や海外の火山地域でも知られているが、富士山ではその発生頻度が高い。他の火山では深部低周波地震の活発化が噴火や火山活動の活発化と同期した場合もあるので、地下のマグマの動きと関係すると考えられている。

富士山の地下にはマグマが一旦貯蔵されるマグマだまりがあると考えられているが、その位置や大きさはわかっていない。地震波トモグラフィーや比抵抗探査のような地下を探査する手法で、深さ20km程度かそれ以上に地震波速度が小さく、比抵抗も低い領域がとらえられているので、マグマだまりもその深さにある可能性が高い。

地下のマグマだまりの膨張やマグマの移動は、地殻変動の異常として観測される。富士山では

GNSS (GPS) や傾斜計などによって地殻変動も連続的に観測されているが、まだ地下にマグマが蓄積している明らかな信号は捉えられていない。しかし富士山の噴火史や深部低周波地震の継続的な活動を考えれば、現在もマグマの供給が進行し、次の噴火の準備が進行中と考えて防災対策を実施するのが妥当である。

#### 4. 富士山の火山ハザードマップと避難計画

##### (1) 火山ハザードマップ

富士山では2000年に有珠山や三宅島が噴火し、火山ハザードマップの重要性が認識されたことや2000年から2001年にかけて深部低周波地震の活動が急増したことを背景に、2001年7月に国と静岡県、山梨県、神奈川県、東京都及び関連する市町村により富士山火山防災協議会が設置され、富士山のハザードマップの検討が始まった。その成果は2004年6月に「富士山火山ハザードマップ検討委員会報告書」として公表された。その後、富士山火山防災対策協議会が山梨県、静岡県、神奈川県及び関係市町村と関係機関により2012年6月に設立され、このハザードマップに基づく「富士山火山広域避難計画」が2014年度までに策定・公表され、以後、改定されてきた。

最初のハザードマップの作成から10年以上を経て、この間に富士北麓の火口が新しい火口であることが明確になり、また溶岩流シミュレーション技術も向上したことなどから、2018年3月からハザードマップの改定作業の方向性が示され、2021年3月に改定されたハザードマップが公表された(富士山火山防災対策協議会、2021)。

改定されたハザードマップでは対象とする噴火の時代区分を須走-b期(表1)に対応する5600年前から現在までとし、これまでの約3200年前以降より古い時代までを含めることになった。想定する火口位置は、これまでに発見された火口と山

表 1 噴火の年代区分とその特徴

年代区分	時期	主な噴火口の位置	噴火の特徴	噴出率※ km <sup>3</sup> /1000年	備考	
星山期	約10万年前～ 約17000年前		爆発的噴火 複数回の山体崩壊		古富士火山に相当	
富士宮期	約17000年前～ 約8000年前		溶岩の大量流出	17.1 (11-9.5) 3.1(9.5-7.5)	以後、現在までが 新富士火山に相当	
須走期	須走-a期	約8000年前～ 約5600年前	(静穏期)	小規模な火砕物の噴出	0.1(7.5-5.6)	
	須走-b期	約5600年前～ 約3500年前	山頂と山腹	溶岩の流出、火砕流の発生	0.4(5.6-4.5) 3.3(4.5-3.5)	
	須走-c期	約3500年前～ 約2300年前	山頂と山腹	爆発的噴火、火砕流の発生、山体崩壊	2.4(3.5-2.2)	
	須走-d期	約2300年前～ 現在	山腹	溶岩の流出、 爆発的噴火 (宝永噴火)	1.3(2.2-0.3)	

※ 噴出率は宮地 (2007) による。噴出率の ( ) 内の数字は対応する期間で、千年が単位。

頂から 4 km 以内の範囲をもとに想定火口範囲を大規模、中規模、小規模噴火について定めた (図 1 c)。これまでより北東及び南西側に範囲が広がった。また噴火の規模は噴出量をもとに大規模噴火 (2 億～13 億 m<sup>3</sup>DRE)、中規模噴火 (2000 万～2 億 m<sup>3</sup>DRE)、小規模噴火 (～2000 万 m<sup>3</sup>DRE) とした。対象とする噴火事象はこれまでと同じで、溶岩流、降灰、噴石、火砕流、融雪型火山泥流、土石流をハザードマップ作成の対象とし、山体崩

壊については、発生した事実を表現している。

溶岩流、火砕流、融雪型火山泥流については数値シミュレーションを実施し、結果を表示した。溶岩流を例にその結果を紹介する。20mメッシュの数値標高地図を使い、火口を想定火口範囲の縁に設定し、溶岩流のシミュレーションを実施、それぞれの火口から流出する溶岩流の時間推移を示すドリルマップとそれらを重ね合わせた可能性マップを示した。ドリルマップの例を図 3 a に、

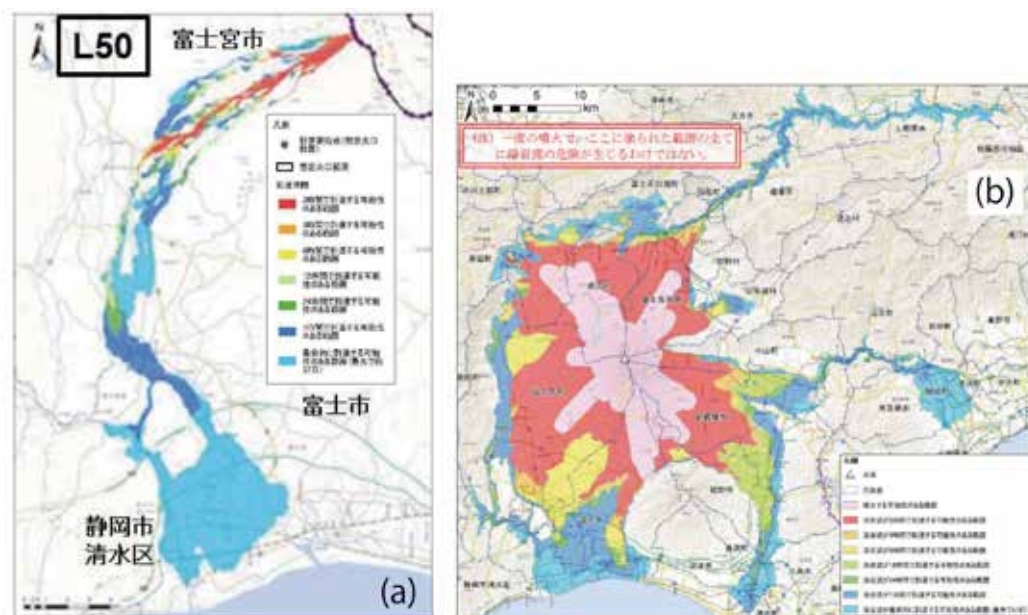


図 3 改定版報告書 (富士山火山防災協議会、2021) による (a) 溶岩流シミュレーション結果のドリルマップの例と (b) 溶岩流可能性マップ。なおドリルマップの図には凡例も図内に表示した。

また可能性マップを図3bに示した。火砕流や融雪型火山泥流についても同様のドリルマップと可能性マップが提示されている。噴火が起きる前の段階では可能性マップによって災害要因の影響を受ける範囲や到達するまでの時間を知ることができる。一方、各火口から流れ出す溶岩（火砕流や融雪型泥流も同様）の影響や噴火後の災害予測にはドリルマップが有効である。

## (2) 避難計画

改定される前のハザードマップに対する避難計画（改正版は2019年3月に公表）の中で、噴火事象ごとに避難の必要な範囲や方法などが決められていた。今回、改定されたハザードマップでは改定前に比べて想定火口域が居住地近くにまで拡大した。これに伴い避難者数が増大したため、現在、避難の基本的な枠組みから検討し直し、2022年6月時点においても避難計画の作成が進められている、実効性の高い避難計画の策定を目指している。

避難などの防災行動は気象庁が発表する噴火警戒レベルと連動して実施されることになっている。避難対象エリア毎の避難の開始時期は噴火警戒レベルの引き上げにより実施されるため、避難が円滑に実施されるためには噴火前の地下のマグマの活動状況や噴火開始直後の状況を的確に判断できる観測データを常に得られる状態にしておくことが必要不可欠である。富士山の自然環境は山体に設置した観測装置の長期の維持には大変厳しい条件であるが、観測の高度化と維持が重要となっている。

## 5. おわりに

2000年以降、富士山の火山防災は大きく進展し

た。特に富士山火山防災対策協議会による自治体間の連携は2000年時点には存在しなかったものである。しかし300年以上噴火を経験したことがなく、初めて経験する次の火山活動の活発化が大規模噴火に直結する可能性もある。また富士山は夏の登山シーズンと冬期の積雪期でも災害の発生要因や避難の条件が大きく異なる。火山活動が活発化したときの社会の注目度も大きい。このような富士山での避難計画の策定は簡単ではないが、噴火の展開に合わせて、柔軟に対応できる防災体制を日ごろから作り上げることが鍵になっている。

## 謝辞

図1及び図3では、ハザードマップに掲載された図を使用させていただいたことに感謝します。図の作成には The Generic Mapping Tools を使用した。

## 【文献】

- 井上公夫（2007）富士山宝永噴火（1707）後の長期間に及んだ土砂災害、富士火山（荒牧他編集）、山梨県環境科学研究所、427-439。
- 小山真人（1998）歴史時代の富士山噴火史の再検討。火山、43、323-347。
- 宮地 直道（2007）過去1万1000年間の富士火山の噴火史と噴出率、噴火規模の推移、富士火山（荒牧他編集）、山梨県環境科学研究所、79-95。
- Miyaji, N., Kan'no, A., Kanamaru, T., Mannen, M. (2011) High-resolution reconstruction of the Hoei eruption (AD 1707) of Fuji volcano, Japan, J. Vol. Geotherm. Res., 207, 113-129.
- 高田 亮・山元 孝広・石塚 吉浩・中野 俊（2016）富士山火山地質図（第2版）、産総研地質調査総合センター、56P。
- 富士山火山防災対策協議会（2021）富士山ハザードマップ（改定版）検討委員会報告書、<https://www.pref.shizuoka.jp/bousai/fujisanhazardmap.html>