

富士山での突発的噴火の可能性と登山者対策

——地域の火山防災力をいかに高めるか

小山真人

こやま まさと
静岡大学防災総合センター

御嶽山の山頂付近で2014年9月27日に水蒸気噴火が突然生じ、火口近傍にいた登山客の犠牲者63名という戦後最悪の火山災害となった。御嶽山は1979年10月28日早朝に今回とほぼ同規模の水蒸気噴火を起こした後、1991年と2007年にも微小な火山灰噴出が起きた。つまり、今回は有史以降4回めの噴火ということになる¹。ちなみに、「御嶽山は1979年噴火前には死火山と考えられていた」などの誤解にもとづく報道が散見されるが、御嶽山は1968年以降の気象庁の活火山リストに掲載されている²。

今回の御嶽山の噴火災害以降、日本社会全体で火山に対するリスク認知が高まり、とくに登山者対策の再認識や見直しの議論が始まっている。住民の広域避難計画が作成されたばかりの富士山もまた例外ではない。本論では、富士山と御嶽山の噴火特性を整理・比較し、富士山で生じる突発的噴火の可能性を論じるとともに、適切な登山者の防災対策を考察する。また、火山防災協議会やジオパークの活用によって、いかに地域の火山防災力を高めていくかについても議論する。

水蒸気噴火とは何か？

そもそも噴火は、地下から高温の土石が噴出す

る現象を呼ぶ。噴火は多様性に富むため、いくつかの分類法がある。噴火の原動力という視点で分けた場合、噴火は(1)水蒸気噴火、(2)水蒸気マグマ噴火、(3)マグマ噴火の3つに分類できる(図1)。(1)は高温・高圧の水蒸気、(2)は地表付近の水がマグマと直接触れ合うことで生じる相互作用、(3)はマグマ自体に含まれる火山ガス、が噴火の主要な原動力となる。

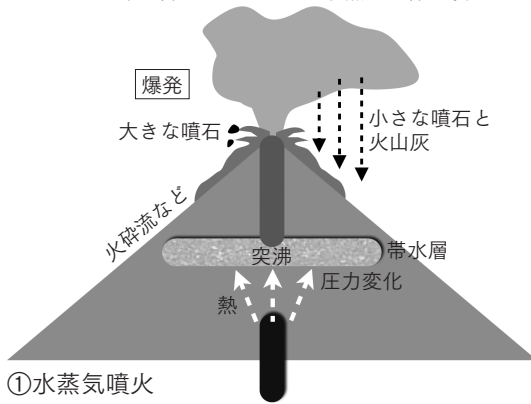
このうち(2)と(3)は、マグマが地表付近に上昇してこなければ生じない。しかし、(1)の水蒸気噴火は、必ずしも地表近くにマグマの存在を必要としない点で、他の2つの噴火とは異なる。水蒸気噴火は、地下数十～数百mにある熱水だまりが突沸する現象と考えられており、地震や地すべりなどの自然現象や土木工事などの人為的作用が引き金となって、地下の圧力条件が少しだけ変化することで生じる場合もある³。

現代の噴火予知技術は、地震・地殻変動・火山ガス・地熱などの観測によって地表へのマグマ接近をとらえることにより、有珠山2000年噴火などの噴火開始の予知と事前避難の成功をもたらした実績がある。ただし、この手法が適用できるのは、マグマの上昇をとまなう(2)と(3)の場合であり、マグマが関係せず最初から爆発源が地表付近にある(1)の予知は難しい。たとえば、(1)の水蒸気噴火の予測の困難さは、沸騰した鍋の突沸を事前に察知するのが難しいことと似ている。水蒸気噴火の予知は、その原理的困難さがあるため、いかに観測精度を高めても容易に解決で

Possibility of an abrupt eruption and its countermeasures for climbers at Fuji Volcano: How do we empower abilities of local communities for mitigation of volcanic disasters?

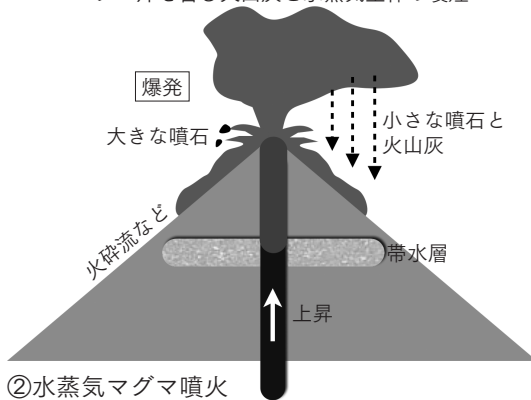
Masato KOYAMA

マグマ片を含まない火山灰と水蒸気主体の噴煙



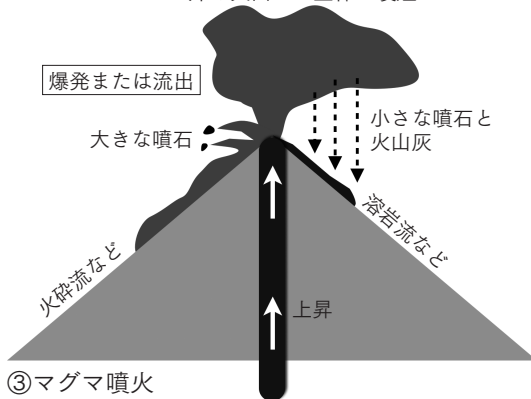
①水蒸気噴火
(原動力は高压水蒸気)

マグマ片を含む火山灰と水蒸気主体の噴煙



②水蒸気マグマ噴火
(原動力は水-マグマ相互作用)

マグマ片と火山ガス主体の噴煙



③マグマ噴火
(原動力はマグマ中の火山ガス)

図1—原動力による噴火の3分類とそれらに伴う主要な現象

きない側面をもつ。

しかしながら、水蒸気噴火を起こす熱水だまりの大きさは限られており、通常その規模は高々数百万トンの土石を吹き出す程度にしかならないた

め、麓の住民に危害をおよぼすことはめったにない。ところが、観光地の場合は火口付近にも登山者や観光客が接近するため、運の悪い場合は犠牲者が出ることになる。今回の御嶽山噴火災害も、そうした事例のひとつとなった。

富士山で突発的噴火は生じるか？

「富士山でも水蒸気噴火は起きますか？」。これは、御嶽山の噴火以来、筆者を取材する記者の口から必ずと言ってよいほど出る質問である。筆者の答は「過去に山頂付近で生じた痕跡はあるが⁴、現状で突然起きる可能性は小さい」である。なぜなら、現在の富士山の地表に温度の高い部分はまったく存在しないため、地熱活動が低い状態と考えられるからである。地熱活動がなければ、地下浅部の熱水だまりは存在せず、水蒸気噴火の可能性も小さい⁵。

しかしながら、そもそも富士山で水蒸気噴火が起きるか否かの問題設定は不適切である。設定すべき問題は「富士山で突発的噴火が起きるか否か」であり、その答は残念ながらイエスである。

一般に、マグマの粘性が高ければ、岩盤を押し広げながらゆっくりと上昇するために地震や地殻変動などの前兆が出やすいし、前兆発現から噴火まで時間的余裕があるとみられている。粘性の高い安山岩やデイサイト質のマグマが引き起こす有珠山や雲仙岳の噴火がこれにあたる。ところが、富士山を含む一部の火山は、粘性の低い玄武岩質マグマの噴火が主体である。こうしたマグマは、既存の割れ目を大した抵抗なく上昇することによって、顕著な前兆を起こさずに噴火に至る場合が多く、しかもマグマの上昇開始から噴火までの時間が短いのが特徴である。

富士山は、1707年宝永噴火の場合は前兆地震の記録が噴火の半月ほど前から残っており⁶、864年貞観噴火も噴火前に大きな地震があったと記録されている⁷。しかし、いずれも山腹からの大規模噴火であり、新たな割れ目火道を開いたために明瞭な前兆地震が起きたのだろう。他の噴火につ

いては、前兆とおぼしき記録は知られていない。宝永噴火以降の300年余り、富士山の確かな噴火記録は知られておらず、当然のことながら噴火を機器観測した経験もない。現在の富士山の噴火警戒レベルや広域避難計画は、1707年宝永噴火の時に記録された前兆およびその火山学的解釈に負うところが大きい。

以上のことから、富士山である程度予知が見込めるのは大規模なマグマ上昇をともなう噴火だけであり、小規模な噴火は予知できないと思って対策を考えるべきである。つまり、富士山で突発的噴火は生じ得る。そして、富士山で過去生じた噴火の圧倒的多数が、この予知しにくい小規模噴火なのである⁶。

幸いにして、富士山は山体が大きいし、噴火する場所は山頂から北西-南東に伸びる火口集中帯のどこかになる可能性が高いので⁸、小規模噴火が生じても麓の居住地域への影響は小さい。溶岩が流れ始めたとしても、麓に達するまでには時間的な余裕がある。

しかしながら、火口集中帯の奥深く入る登山者や観光客には、居住地域とは別の対策が必要となる。とくに、道路から遠く離れて徒歩で行動する登山者やハイキング客の安全をどう図るかは重要な課題である。なぜなら、たとえ居住地域にほとんど影響のない小規模噴火であっても、火口直近では命の危険にさらされるからである。今回の御嶽山噴火が投げかけた問題はそこにある。

立ち遅れた富士山の登山者防災対策

富士山の火山防災対策は、2004年の富士山火山防災マップ⁸、2006年の富士山火山広域防災対策基本方針⁹、2007年の噴火警戒レベルの導入¹⁰などを経て、2012年6月に地元3県(静岡・山梨・神奈川)が主体となった富士山火山防災対策協議会が設立され、2014年2月の富士山火山広域避難計画の策定、同年10月の3県合同防災訓練の初実施などの対策が着々と進んでいる¹¹。しかしながら、これらは居住地域の住民に対する避難対

策が主体であり、登山者については抽象的な記述があるに過ぎない。

富士山を訪れる観光客・登山者のことがまったく無視されてきたわけではなく、2004年の富士山火山防災マップには「観光客用マップ」が添えられているが⁸、ほとんど活用されていない。上記の富士山火山広域避難計画によれば、噴火警戒レベル3になった時点で、もっとも山側のゾーン1内の立入りが規制され、五合目以上の登山道は閉鎖されることになっている。しかし、それ以外の具体的な登山者対策が盛り込まれているわけではない。

以前より筆者はこのことを問題視し、富士山火山防災対策協議会の委員として、たびたびその不備を会議の席上で指摘してきたが¹²、ついに今日まで具体的な進展が得られることなく、御嶽山噴火災害の発生を見ることとなった。これは、行政上の縦割り(静岡県においては、住民の避難対策は危機管理部、登山者の安全対策は文化・観光部)に起因すると考えている。富士山における適正利用推進協議会が定めた「富士登山における安全確保のためのガイドライン」には、悪天候や落石に対する注意喚起はあっても、地震や噴火に対する注意や対策について何も書かれていない¹³。2011年3月15日に富士山の真下で発生したマグニチュード6.4の地震(富士宮市内で最大震度6弱)¹⁴では、富士宮口五合目へ通じる自動車道路(富士山スカイラインの登山区間)に多数の亀裂が生じるなどの被害が生じ、その余震活動は今でも続いている。こうした規模の地震や、少し大きめの余震が登山シーズン中に発生した場合には、大規模な落石事故に発展する恐れがあるにもかかわらず、それに対する注意喚起や対策はおこなわれていない。富士山が2013年6月に世界文化遺産に指定された際に、噴火時の安全対策を求められている¹⁵にもかかわらずである。

登山者対策として何をすべきか —シェルターの限界

今回の御嶽山噴火災害を受けて、ようやく富士



写真1—浅間山 2004 年噴火の大きな噴石(火山弾)によって屋根が陥没した鋼板製のシェルター(火口から約 500 m 地点)
早川由紀夫撮影

山の登山者対策が進む機運が生じており、シェルターの必要性が叫ばれ始めた。しかし、待ってほしい。シェルターは万能薬ではなく、対応できる現象は限られている。シェルターで防げるものは、風下に舞って落ちてくる小さな噴石(降下火山れき)だけであり、火口から弾道を描いて飛んでくる大きな噴石(火山弾)がコンクリートや鉄板のシェルターを貫く事例が他の火山で多数報告されている(写真1)。その上、シェルターは、富士山で過去頻発してきた溶岩流、火砕流、融雪型火山泥流などの致命的現象を防ぐことはできない。

今回の御嶽山噴火は、水蒸気噴火の特性上、火口近傍の噴石被害が目立っているに過ぎず、100度以下の低温ではあるが火砕流も発生している。ひとつの事例や現象に惑わされて、火山災害の一般像・全体像を見失ってはいけない。先に述べたように、富士山で想定される噴火は水蒸気噴火ではなく、マグマ噴火(火口ができる場所に地下水が多少あった場合は、初期段階で水蒸気マグマ噴火)である。

さらに、シェルターには莫大な設置費用の問題、収容人数の制限による費用対効果の問題、火口の詳細な位置が富士山では事前に特定できない問題、設置による景観・環境破壊の問題もある。とくに景観破壊の問題は、世界遺産としては致命的である。山梨県側の吉田口登山道ぞいには、すでに過剰とも思える落石対策用の巨大なコンクリートブロックが多数設置され、富士山の景観を著しく破



写真2—富士山吉田口登山道六合目付近の落石防護ブロックによる景観破壊
こうしたブロックや鉄柵は八合目付近まで多数設置されている。GoogleMap のストリートビューより。

表1—安価かつ実効的な富士山の登山者防災対策

- | |
|-------------------------|
| (1) 登山者対策に関する行政上の縦割りの解消 |
| (2) ヘルメットを含む安全装備の着用義務化 |
| (3) 入山登録の義務化 |
| (4) 緊急警報システムの配備 |
| (5) 登山者の抑制 |
| (6) 登山者への普及啓発 |
| (7) 噴火警戒レベル2の活用 |

壊している(写真2)。シェルターの設置は、こうした景観破壊を促進するだろう。シェルターによる富士山の登山者防災対策は、現実的なものとは言えない。

富士山の登山者防災対策として、シェルターの設置よりも安価かつ実効的で景観破壊を伴わないものを、以下に7つ提案する(表1)。

(1) 富士山に関しては、住民の避難対策と登山者の安全対策が、それぞれ行政の異なる部署で扱われており、登山者の火山防災対策が進まない要因となっている。両者の間にある行政上の縦割りの弊害を取り除く改組や施策を一刻も早く実行すべきである。少なくとも、静岡・山梨両県の登山者対策の担当部署(観光部署など)を富士山火山防災対策協議会のメンバーとして招いてほしい。

(2) 富士山の登山道でヘルメットを着用している登山者をほとんど見かけない。急斜面で浮き石が多く、たびたび落石が起きている山であるにもかかわらず、ヘルメットを着用しないのは信じがたい。とくに、富士宮口や御殿場口の九合目～山頂間の急峻な岩場は、誰が見ても落石危険が大きいことが一目瞭然である。登山者のコミュニティ全体として悪しき伝統・慣習があるのなら、潔く

改めてほしい。問題はヘルメットだけにとどまらない。いまだに信じられないほどの軽装の登山者が後を絶たない。登山道の入口は、軽装の登山者を規制するチェックポイントとすべきであろう。

(3) 今回の御嶽山噴火災害の問題点のひとつとして、入山者数が把握できていなかったため、行方不明者の確認に困難を生じた点が挙げられる。これを解決するために入山届を義務化すべきであろう。

(4) 富士山に噴火危険が生じて、それを登山客にすばやく周知して避難行動に結びつけるシステムが存在しない。全登山者の携帯電話への緊急メール配信網を構築すべきである。メールアドレスは入山登録時に集めればよい。また、携帯電話が通じない等の場合に備え、登山道ぞいにサイレンや非常放送設備を配備するとよい。

(5) 登山シーズンピーク時の富士山の登山者の渋滞は広く知られている。しかも多くはご来光を目指しての夜間登山である。夜間の混雑時に噴火や地震が生じた場合の混乱や被害は想像するだけに恐ろしい。上記(2)～(4)の対策は登山者の抑制にもつながるだろうが、それでも混雑するようなら、何らかの入山規制が必要であろう。また、世界文化遺産の指定に際し、適正な登山者数への改善も勧告されている¹⁵⁾。

(6) そもそも登山という行為に対するリスク認知の低さが、軽装登山などの問題につながっているとみられる。登山者に広く、噴火・地震の危険も含めた登山リスクに関する普及啓発活動をおこなうべきである。少なくとも現在のガイドライン¹³⁾は、噴火・地震リスクを含めた形での早急な改訂が必要である。

(7) の噴火警戒レベル2の活用については次節で詳しく説明する。

噴火警戒レベルの弱点と登山者対策への活用

気象庁が2007年12月から導入した噴火警戒レベルは、火山の状況を5段階に分けて表現し、火山麓の防災対策に生かすことを目論んでいる。

以前は火山観測情報、臨時火山情報、緊急火山情報という3段階の情報が設けられていたが、2003年から火山の状況を6段階で表す火山活動度レベルが導入され、さらに防災対策に関するキーワード(避難、避難準備、入山規制など)を付した現行の5段階の噴火警戒レベルとなった¹⁶⁾。

噴火警戒レベルに対しては、噴火予知技術が火山の状態を5段階に分けて発表できるほど成熟していないことや、そもそも気象庁が防災対策に踏み込んだ発表をすることは、市町村長による避難勧告・避難指示の発令権限を定めた災害対策基本法に抵触するなどの数々の批判がある¹⁷⁾。なお、後者の批判に対して気象庁は、噴火警戒レベルは地元自治体との協議をおこない地域防災計画を改訂した火山にのみ限定適用するから踏み越えはないとの立場をとっている。

今回の御嶽山噴火災害においては、噴火に先立つ9月10日頃から火山性とおぼしき地震活動が発生し、27日の噴火までに「火山の状況に関する解説情報」が3度出されていたにもかかわらず、噴火警戒レベルが1(平常)に据え置かれたことが問題となっている¹⁸⁾。気象庁の立場からすれば、2007年噴火ほどの顕著な前兆が発現しなかったため、レベル2に上げる確固とした根拠がなく、レベル1の範囲内での解説情報の発表にとどめたということになる。しかしながら、地元自治体には、その情報を登山者の安全対策に活かす術がなかった。

そもそも危険の程度が5段階に細分された情報が発表され、しかも避難行動に関するキーワードが付されていれば、噴火予知技術が成熟段階にあるとの誤解をユーザーである自治体や住民に与えかねず、情報受信者の無為無策を招く恐れがある。今回の御嶽山噴火災害において、噴火警戒レベルが1に据え置かれたことが実際に地元関係者の思考停止を招いたか否かは今後十分検証され、それに応じた情報システムの修正がおこなわれるべきと考えるが、ここでは富士山の登山者対策に対する現行の噴火警戒レベルの活用法を提案したい。

日本の多くの噴火警戒レベル適用火山においては、噴火危険の高まりとともにレベルの数値は1ずつ増していくことになっている(予知に失敗したケースは除く)。ところが、富士山においては、噴火前に詳細な火口位置を定めることが困難なため、噴火前のレベル上げの際にはレベル2を使用せず、いきなりレベル1→3とすることになっている(噴火後にレベルを下げる場合にはレベル2を使用する)¹⁾。この噴火前に使用する予定のないレベル2を、登山者の事前避難に活用したらどうだろうか。

その場合、レベル2に上げる時の判断基準と、レベル2に上げた時の防災対応を事前に定めておく必要がある。前者に関しては、今回の御嶽山噴火前の地震活動のように、富士山に何らかの異常現象が生じたにもかかわらず、レベル3に上げる確信がもてない場合に使用する。後者に関しては、レベル3で入山規制となるゾーン1の内側に新たにゾーン0を設け、その範囲の立入り規制をおこなう。具体的には、ゾーン0として五合目以上の登山道や、五合目以下においても自動車道から遠く隔たっていて迅速な避難が困難な範囲を指定する。なお、これらの判断基準や対策の詳細については、気象庁もメンバーとして参加している富士山火山防災対策協議会で事前に議論して定めておく必要がある。

いかに地域の防災力を高めるか ——火山防災協議会とジオパーク

火山は高く険しい山を形づくる場合が多いことから、地形的に複数自治体にまたがるのが普通である。こうした複数自治体の足並みをそろえて統一的な火山防災対策を進めるために設置されるのが、火山防災協議会である¹⁹⁾(名称は火山ごとに多少異なり、富士山の場合は「富士山火山防災対策協議会」)。火山防災協議会は、関係自治体のほか気象庁、国交省、消防、警察などの関連機関によって構成され、地元の火山に詳しい研究者を学識委員として招いた連合組織である。

噴火警戒レベルが導入された経緯のひとつとし

て、避難勧告・避難指示権限をもつ市町村長が、その重い責任にもかかわらず地元と相談できる相手がいないために、国の判断を求めてきた点がある。噴火警戒レベル適用火山においては、市町村の責任の一部を気象庁が肩代わりする仕組みとなったが、逆に先進的な取り組みをおこなってきた自治体の足を引っ張る弊害も指摘されている²⁰⁾。そもそも、確固とした組織とメンバーをもち、活発な防災への取り組みを常時展開している火山防災協議会があれば、わざわざ気象庁が防災対応まで踏み込む噴火警戒レベルは過保護であるし、必要ないはずである。

したがって、日本全国の火山防災協議会の成熟度や活動度をなんらかの基準で判定し、成熟度が高いと判断された火山防災協議会については、噴火警戒レベルの適用を廃して元の火山活動度レベルを示せば事足りる。また、火山防災協議会の構成自治体は、普段からの火山防災啓発と地域振興のために、ジオパークの認定を目指すのがよいだろう。

ジオパークは、大地が育んだ事物や風景のみならず、それらに源を発する地域社会の歴史や文化を保全・活用して地域振興に活かしていく仕組みである²¹⁾。ジオパークとの連携を地域防災計画の知識普及・啓発の項に明記し、ジオパーク推進協議会を火山防災協議会の構成メンバーの一員として迎えるのが、火山防災の取り組みを末長く持続させる鍵であろう。その実例として、静岡県地域防災計画は伊豆半島ジオパーク推進協議会との連携を明記し²²⁾、同協議会は伊豆東部火山群防災協議会の構成メンバーとなって様々な普及活動を展開している²³⁾。

文献

- 1—本号の及川輝樹ほか論説参照。
- 2—林豊・宇平幸一：駿震時報，71，43(2008)
- 3—たとえば、塚本斉：地質ニュース，no. 515，53(1997)；三宅康幸・小坂文予：火山，43，113(1998)
- 4—富士山ハザードマップ検討委員会第4回基図部会資料 http://www.bousai.go.jp/kazan/fujisan/h_map/kantou/kizu/004/siryou/4-1-7.html
- 5—過去に富士山頂の地熱活動が高く、高温の蒸気噴出を登山者

が目撃したり、山頂から立ちのぼる噴気が山麓から遠望されたりした期間が歴史上確認できる。そうした時期には山頂付近での水蒸気噴火のリスクがあったと思われるが、1980年頃までに温度異常は消滅して現在に至っている。詳しくは次を参照。小山真人：富士山 大自然への道案内，岩波新書，203(2013)

6—小山真人：富士山噴火とハザードマップ，古今書院(2009)

7—小山真人：火山，**43**，323(1998)

8—富士山ハザードマップ検討委員会：富士山火山防災マップ(2004)<http://www.bousai.go.jp/kazan/fujisan-kyougikai/report/index.html> 文献11にウェブGIS版へのリンクあり

9—内閣府：富士山の火山防災対策 <http://www.bousai.go.jp/kazan/fujisan/>

10—富士山の噴火警戒レベル <http://www.data.jma.go.jp/svd/vois/data/tokyo/STOCK/level/Fujisan.pdf>

11—静岡県：富士山火山防災対策 <http://www.pref.shizuoka.jp/bousai/e-quakes/shiraberu/higai/fujisan/index.html>

12—たとえば，2013年3月22日の富士山火山防災対策協議会第1回3県コアグループ会議の席上で筆者が述べたコメントのまとめ <http://togetter.com/li/477270>

13—富士山における適正利用推進協議会：富士登山における安全確保のためのガイドライン http://www.fujisan-climb.jp/basic/1_07basic_safetyclimbing_guideline.html

14—気象庁：平成23年3月15日22時31分頃の静岡県東部の地震について <http://www.jma.go.jp/jma/press/1103/16a/201103160000.html>

15—ICOMOS: Evaluation for Fujisan(2013)http://whc.unesco.org/archive/advisory_body_evaluation/1418.pdf

16—火山噴火予知連絡会 火山情報の提供に関する検討会(第1回)配布資料 <http://www.data.jma.go.jp/svd/vois/data/tokyo/STOC>

K/kaisetsu/CCPVE/kentokai/joho/joho01.html

17—日本火山学会 2008年秋季大会シンポジウム「日本の新たな火山防災の仕組み—噴火警報・噴火警戒レベルと噴火時避難体制—」予稿集(筆者の講演要旨はhttp://sakuya.ed.shizuoka.ac.jp/koyama/public_html/etc/Abstracts/kazan08abs.pdf)とくに，岡田弘：「新しい噴火警報の問題点——何が問題となるか」が重要

18—火山噴火予知連絡会 火山観測体制等に関する検討会(第10回)<http://www.data.jma.go.jp/svd/vois/data/tokyo/STOCK/kaisetsu/CCPVE/kentokai/kansoku/kansoku10.html>

19—防災基本計画第6編火山災害対策編 http://www.bousai.go.jp/taisaku/keikaku/pdf/kihon_basic_plan.pdf

20—井村隆介：科学，**84**，173(2014)

21—世界のジオパーク編集委員会・日本ジオパークネットワーク JGN: 世界のジオパーク，オーム社(2010)

22—静岡県地域防災計画 <http://www.pref.shizuoka.jp/bousai/seisaku/keikaku.html>

23—伊東市：伊豆東部火山群防災協議会の設立について http://www.city.ito.shizuoka.jp/kiki_taisaku/html/zishin_bousai/hpg000005952.html 伊豆半島辞御パーク <http://izugeopark.org>

小山真人 こやま まさと

1959年静岡県生まれ。静岡大学理学部卒。同大学院修士課程，東京大学大学院博士課程修了。理学博士。専門は地質学，火山学，歴史地震学，地震・火山防災。富士山火山防災対策協議会委員，火山噴火予知連絡会伊豆部会委員，伊豆半島ジオパーク推進協議会顧問などを務める。著書に『富士山 大自然への道案内』(岩波新書)，『富士山噴火とハザードマップ』(古今書院)，『伊豆の大地の物語』(静岡新聞社)などがある。