

火山と登山—活火山との付き合い方

萬年—剛 (神奈川県温泉地学研究所)

1. 登山と火山災害

登山に興味がある人なら必ず手に取るであろう、深田久彌の名著「日本百名山」。この全山制覇を目標にしている登山者も多い。百名山中、活火山は32座を数える。百名山を登ろうとすれば、およそ3回に1回の確率で活火山に登ることになる計算である。日本の活火山は全部で110あることも合わせて考えると、日本で登山をする限り活火山に登る確率は高く、火山噴火や災害について知っておくことは大変重要である。この論文では、登山者が押さえておきたい活火山の基礎知識と、観測や噴火予知の現状、噴火リスクとの付き合い方について簡単にまとめた。

2. 活火山とは

活火山とは、過去1万年以内に噴火をしたか、現在活発な噴気活動が認められる火山のことをいう。一般にはよく使われる休火山、死火山という用語は現在、ほとんどの火山学者がつかわない。休火山とは、噴火を休んでいる火山のことを指すのだろう。しかし、火山というのは普通、噴火していない期間の方が噴火している期間より圧倒的に長い。ゆえにあえて休火山と呼ぶ意味がないのである。死火山は今後噴火をしない火山を指すのであろうが、それを科学的に証明するのはきわめて困難である。活火山の定義に当てはまらない火山は、「活火山でない火山」と呼ばれている。

日本の活火山でも噴火史が詳しくわかっ

ていない火山は多数ある。現在は「活火山でない火山」でも調査が進めば、新たに活火山として認定される火山はまだあると思われる。実際、現在の活火山の定義が適用された2003年には、日本の活火山は108とされていたが、その後の研究を踏まえて今の数になった。

3. 日本における活火山の監視態勢

気象庁は、国内の活火山のうち50の火山について地震計、傾斜計、GNSS (=GPSなどの衛星測位システム)、遠望カメラ等の機器を設置して、24時間態勢の監視を実施し常時観測火山と呼んでいる。



図1 日本の活火山分布と噴火警戒レベルが発表される活火山 (2016年12月現在)。噴火警戒レベルが発表される活火山には山名を付しているが、順次追加されているので、最新の情報を入手されたい。

1. 登山に関する調査研究

気象庁は、国内110の活火山で、生命に危険を及ぼす火山現象が発生したり、発生が予測される場合、噴火警報を発表することになっている。うち、38の活火山では噴火警戒レベルが発表される(図1)。噴火警戒レベルとは、地元の火山防災協議会で合意された避難計画と一体的となった噴火警報・予報で、レベルに応じてあらかじめ定められた防災対応がとられる。

火山観測を行っているのは気象庁だけではない。浅間、桜島、阿蘇などには、大学の組織として古くから火山観測所が設けられているほか、富士山には国の研究機関である防災科学技術研究所が観測網を敷いている。筆者の奉職する神奈川県温泉地学研究所も1968年から箱根火山の観測を続けている。

気象庁も長年にわたり火山の観測・監視を実施してきたが、火山学の専門教育を受けた職員が少ないこともあって、火山防災や研究成果の実績で、大学や研究所と差があった。しかし、2007年の気象業務法改正で、気象庁が火山に関しても警報や注意報を出すことが定められた。大学の火山学者からは、気象庁がその任に堪えられるのか懸念が示されており、御嶽山の噴火はその懸念の現実化だと批判する学者もいる^{1), 2)}。

しかし、研究所や大学が、気象庁より適切な噴火警戒を呼びかけられる保証があるわけではないし、火山防災は研究者が片手間にできるような仕事ではない。日本の火山防災は発展途上だと言うことを心に刻みつつ、社会全体で優れた火山研究者、観測者を増やす地道な努力を積み重ねるしかないと筆者は考える。

4. 噴火予知と人の育成

火山噴火は事前に噴火の前兆を捉えられる場合がある。前兆を捉えて、避難に結びついた例は珍しく

ない。たとえば、2000年の有珠山噴火では噴火前に地元住民の避難が行われた。2015年の箱根山噴火では噴火の2か月近くも前に噴火警戒レベル2が発表されて、大観光地である大涌谷が閉鎖された³⁾。噴火の前兆現象は何故生じて、どのように観測されるのであろうか(図2)。

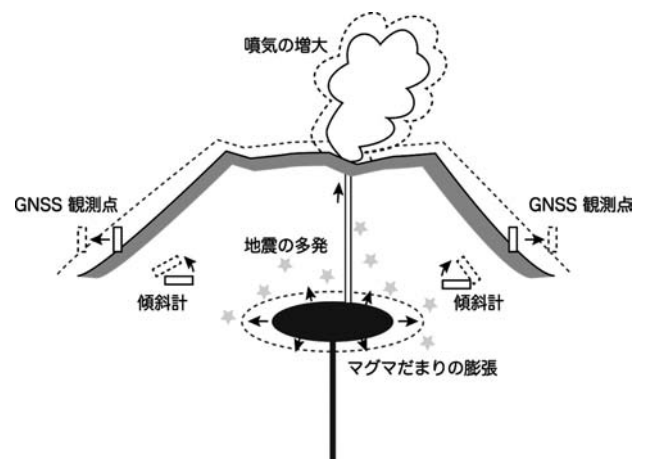


図2 火山観測の概念図。火山の観測は地下のマグマだまりや熱水の動きを探ることが基本と言って良い。マグマだまりや熱水だまりが膨脹すると、山体全体も膨らむ。山体が膨らむと山体の傾きや、山体を挟む地点間の距離が僅かだが大きくなり、そのことが鋭敏な傾斜計やGNSSにより観測される。

火山の地下、深さ数kmから十数km付近にマグマだまりがある。マグマとは地下にあるドロドロに溶けた岩石のことで、これが溜まっている場所がマグマだまりである。噴火前にはこのマグマだまりが膨脹をしたり、マグマだまりから浅いところに向かってマグマが上昇したりする。また、地下にある熱水(温泉の元となるような高温の水)がマグマの動きに刺激を受けて、移動したりする。

この時、地下の岩盤はマグマや熱水の力を受けて、亀裂が生じ、その時に地震が発生する。また、マグマや熱水が地下浅部に移動することで地殻が押し広げられるので、GNSS観測点間の距離や、微小な傾きを測る傾斜計に変化が現れる。場合によっては、マグマや熱水が移動するとき生じる特殊な地震や、噴気地帯の噴気やガスに変化が現れることもある。

このような変化を見逃さず、変化の意味を適切に解釈出来れば噴火予知は可能であると考えて、火山学者は研究をしている。

噴火予知がうまく行かないのはおもに2つの理由がある。1つは、噴火前の異常が小さすぎて捉えられない場合である。観測を専門とする火山学者の多くは、火口に近いところで十分な観測が行えれば、微弱な異常も検出でき、予知の可能性はかなり高くなると考えている。しかし、火口付近に充実した観測網を整備・維持するのは困難で、実際には手薄な火山の方が多い。これには予算的な問題に加え、自然条件も関係している。火口と周辺は大抵、樹木が生えていない開けた土地である。こうした場所では落雷の被害を受けやすいのである。火山観測は、雷との闘いという側面もある。

噴火予知がうまく行かないもう一つのケースは、観測された異常の意味を適切に評価できない場合である。火山で地震活動の増加や地殻変動が発生しても噴火に至らないというケースは多数ある。噴火するかしないかは多かれ少なかれ偶然の要素があり、火山学者も確実な予測はできない。異常が少しでも観測されたら入山規制などの措置をとるという考え方もあるが、それだと経済的な打撃が大きすぎる場合もある。火山だけに注目して安全性を極端に重視すると、噴火が結果的に起きないのに経済基盤や生活基盤を失って人的被害が出るケースもあり得る。これでは人命保護の観点からも本末転倒で、困難だがバランスをとることも重要なのである。

防災と経済のバランスをとるためには、火山噴火のリスクについて、行政や住民が噴火の前に十分理解し、どの程度ならリスクを許容できるのかコンセンサスを作り上げることが重要である。これがなければ規制が過剰なのか不十分なのかを判断できない。火山の防災には、火山を研究・観測する人だけでな

く、その人達が発信する情報を受け取って、活用できる行政職員や一般住民の育成も重要なのである。

5. 登山と噴火災害

まず、確認しておきたいのは、よほど活発な活動をしている火山でない限り、登山中偶然、噴火に遭遇する可能性は非常に低いという点である⁴⁾。たとえば100年に1度の確率で小規模な噴火が起きるが、それが事前に予想できない火山を考えてみよう。この火山の噴火確率は、1日あたり1/36,525、1時間あたり1/876,600となる。後者の数字は、この山に登って、うち1時間を火口付近ですごす場合、噴火の被害に遭う確率と読み替えることができる。また、この確率は、「100万回この山に登山をするとして、噴火に遭遇する確率は1.14回」と表現することもできる。

2015年の統計によれば、旅客機の事故は100万回の飛行あたり1.81回（死亡事故はうち0.11回）である⁵⁾。非常に大ざっぱな計算だが、活火山に登って噴火に遭う確率は、旅客機に乗って事故に遭う確率と同レベルとみてよい。

一般的な登山で遭難する確率について筆者は詳しく把握していないが、活火山を登山中に噴火に遭遇する心配をする前に、よくある山岳遭難を心配した方が良いと思う。それは確率的な理由の他、山岳遭難防止の心得が噴火災害防止の基礎であり、応用の第一歩だからである。御嶽山の噴火災害を受けて、日本火山学会では登山者向けのパンフレットを作成したが^{6), 7)}、この編集過程で行われた議論の結論も同様であった。火山に登るという前提であえて注意点を列挙すれば以下の通りであろう。

(1) その山がどういう山なのかを確認する

自分が登っている山が、活火山だと知らない登山

1. 登山に関する調査研究

者が残念ながら少なくない。火山に限らず、これから登る山がどのような地形をしているか、どのような岩石でできていて、いつ今の形になったのかということを知って登れば、山の楽しみはより一層増すのでは無いのだろうか。あえて言わせて頂ければ、その山の自然について何も知らず、ただ頂上を目指すことは知的とはいえず、登山者として恥ずべきことではないだろうか。市販のガイドブックや、ネットで調べたり、ビジターセンターや博物館を訪れてから、味わい深い登山をすることも考えて欲しい。

(2) 予備のルート・スケジュールを作成する

登山は天候の急変や体調などによってルートやスケジュールの変更を迫られることがある。ゆえに本命のルートの他、事前に複数のエスケープルートを把握し、頭の中でアクシデントとその対応をシミュレートしておくことが肝要である。また、火山では噴火や活動の活発化を理由に、ルートの一部が利用禁止になっている場合もある。利用禁止箇所とその理由を確認し、視界不良時などに誤って立ち入らないよう、最新情報を基にしたルート確認を十分して頂きたい。

(3) 火口や噴気孔の場所を確認する

国土地理院の地図には、火口や噴気孔の場所がマークされている。(2)で述べたエスケープルートにも関係することだが、登山前、また行動中常に、火口や噴気孔の方向と距離を考え、噴火が発生したときにどちら方向に逃げて、どこで避難できるか、頭の中でシミュレートして

欲しい。また、行動中も周囲に注意を払い、大きな岩や避難小屋の位置など、万が一の遭難時に身を寄せられるところをチェックしておくことも、噴火に遭遇したときの生存確率をあげるために重要である。

(4) 火山ガスに注意する

火口や噴気孔、温泉からは高濃度の火山ガスが出ている場合がある(表1)。火山ガスは窪地に溜まりやすいが、火口や噴気孔の周辺は窪地そのものであることが多い。これまで発生した火山ガス事故の多くが窪地や、穴、雪穴などで発生している。火口地形など窪地を通過する際は常に火山ガスのリスクを念頭に置き、とくに風がないときは、細心の注意を払って頂きたい。また、火山や温泉地で穴や雪穴を作ったり入ったりするときは、目立った噴気が無くても、火山ガス中毒の危険を念頭にしたい。火山ガスは臭うとは限らない。二酸化炭素は無臭、硫化水素は低濃度でタマゴの腐ったような臭いがするが、高濃度だと嗅覚が麻痺するために臭いを感じなくなる。万が一火山ガスに巻き込まれてメンバーが倒れた場合、無理をして救助するのは二次遭難の危険が

表1 主な火山ガスの種類と特徴

火山ガス	特徴	危険な濃度	関係する火山
二酸化炭素	無臭。水蒸気を除けば、火山ガスで一番多い。大気中にも400ppm前後含まれている。	数%以上で、頭痛、脳貧血、吐き気、意識消失など。	一般的な火山ガス。1997年に八甲田山で、死亡事故が発生している。
硫化水素	低濃度だとタマゴの腐ったような臭い、あるいは、いわゆる硫黄の臭いがする。高濃度になると臭いを感じなくなる。	800~1000ppmでほぼ即死。高濃度を吸引して瞬間的に意識不明になり、そのまま死亡するケースもある。	温泉や活発な噴気がある火山。火山ガスによる死亡原因で最も多い。登山の他、温泉入浴中の事故もある。
二酸化硫黄 (亜硫酸ガス)	咳き込むような刺激臭。水に溶けやすいため、濡れタオルを口鼻にあてて呼吸することで吸い込むガスの量のある程度減らすことができる。	喘息患者や、心臓疾患がある人は0.2ppmで発作が起きる場合も。健常者も400~500ppmで生命に危険。	阿蘇、浅間などマグマが地表近くにあったり、高温の噴気(>100℃)が発生している火山。

ある。辛いことではあるが、救援を請うために遭難の連絡を優先した方が良い。

(5) 最新の情報をチェックする

気象庁のホームページで、全国の活火山の噴火警戒レベルや警報の発表状況を確認することができる。また、2016年12月から気象庁はすべての常時観測火山について日別の地震回数や噴気の高さの公開をはじめた。これらのページをもとに最新の火山活動を把握してほしい。

(6) 噴火のクセを理解する

これから登る火山がどのような噴火を過去にしてきたかを学ぶことは、噴火に万一遭遇したとき、それがどのような噴火なのかを考える上で重要である。気象庁や、国の地質を研究している産業技術総合研究所のホームページには、過去の噴火についてまとめたものがあるので確認してほしい。

(7) ヘルメットを着用する

登山中にヘルメットを着用することは現時点で一般的とはいえないが、落石や滑落時に頭部を保護するうえで有用である。万が一の噴火の際にも、飛んでくる噴石から頭部をある程度保護することが期待できる。最近には様々な登山用ヘルメットが販売されるようになってきている。着用を検討してほしい。

(8) 異常があったら火口から離れる

御嶽山の噴火災害では、登山客が噴火の写真を多数撮影したが、撮影のために避難が遅れて人命が失われたのではないかという指摘がされている。噴火など、異常な火山現象を目撃したら火口から離れる行動をすぐにとるべきである。どのくらい離れたら安全かという具体的な数字は噴火の激しさによって

ことなるので一概には言えない。しかし、色々な火山のハザードマップは通常、火口から2kmから4kmを噴石の影響が及ぶ範囲としている。噴石に備えたシェルターはもちろん、山小屋や岩陰に逃げ込むことも、噴石による致命的な打撃を避けて生存確率を上げるのに有効である。行動中、これらの場所についても意識し、いざというときは逃げ込めるようにしたい。なお、谷筋や窪地は火砕流が流れる危険があり、噴火に遭遇したときの避難経路としては、できれば避けた方が良い。

以上、列挙したが、自然の力は圧倒的で、いくら対策をしても安心と言うことはない。山に登れば、遭難があり得るのと同様、活火山に登れば噴火に遭遇することもあるという前提で、緊張感をもった準備と行動をするべきであろう

6. 海外での活火山登山・観光

海外では溶岩が噴き出す火口への登山や観光が普通に行われているケースが多数ある^{8), 9)}。たとえば、イタリアのストロンボリ火山は20~30分おきに小規模な爆発がある。登山客は町から数時間かけて山頂の展望台にたどり着き、爆発の様子を観望する。夜間は真っ赤な溶岩が見えて特に見ものである。ほとんどの場合、噴出物が登山客のいるところまで飛ぶことはないが、予期せぬ大きめの爆発により過去には死者が出たこともある。

チリのビジャリカ火山は、山頂に溶岩湖がある。溶岩湖の表面は冷えて黒く固まった溶岩であるが、中はドロドロの赤熱した溶岩で、大きな泡がはじけて表面が飛ばされると中の真っ赤な溶岩が飛び散る様子を見る事ができる。これは大変な見ものだが、山頂付近には常に濃度の高い二酸化硫黄ガスが流れている(写真1 a-b)。

1. 登山に関する調査研究

ハワイのキラウエア火山では、流れ出る溶岩や、それが海に注ぐオーシャンエントリーに大量の観光客が世界中から押し寄せている。その他、イタリアのエトナ火山（写真1c-d）、バヌアツのヤスール火山など非常に活動的で、場合によっては生命の危険がある火山でも、一般の観光客や登山客が容易に近づける例は世界を見回すと意外に多く、それぞれの場所で観光客や登山客を惹きつけ、自然の驚異を教えてくれている。一方で、日本では噴火が発生しないまま長期間にわたって火口近傍が閉鎖される事例が多い。これは何に起因しているのだろうか。

その理由は詳しく分析する必要があるが、これらの火山と日本の火山観光地と比べた時、人的資源の質と量の差は非常に目立つ。ストロンボリ火山や、ビジャリカ火山など海外の活動的な火山では、観光客の多くは、自主登山ではなく地元の業者や団体が主催するガイド付きの登山ツアーに参加する。登山ツアーでは、火山の概要、噴火見物のリスクや登山中の注意について簡単なレクチャーがある。登山中もガイドが参加者を注意深く観察していて、たとえば体力的に問題のありそうな参加者に下山を勧告する。キラウエア火山など米国の多くの火山は国立公

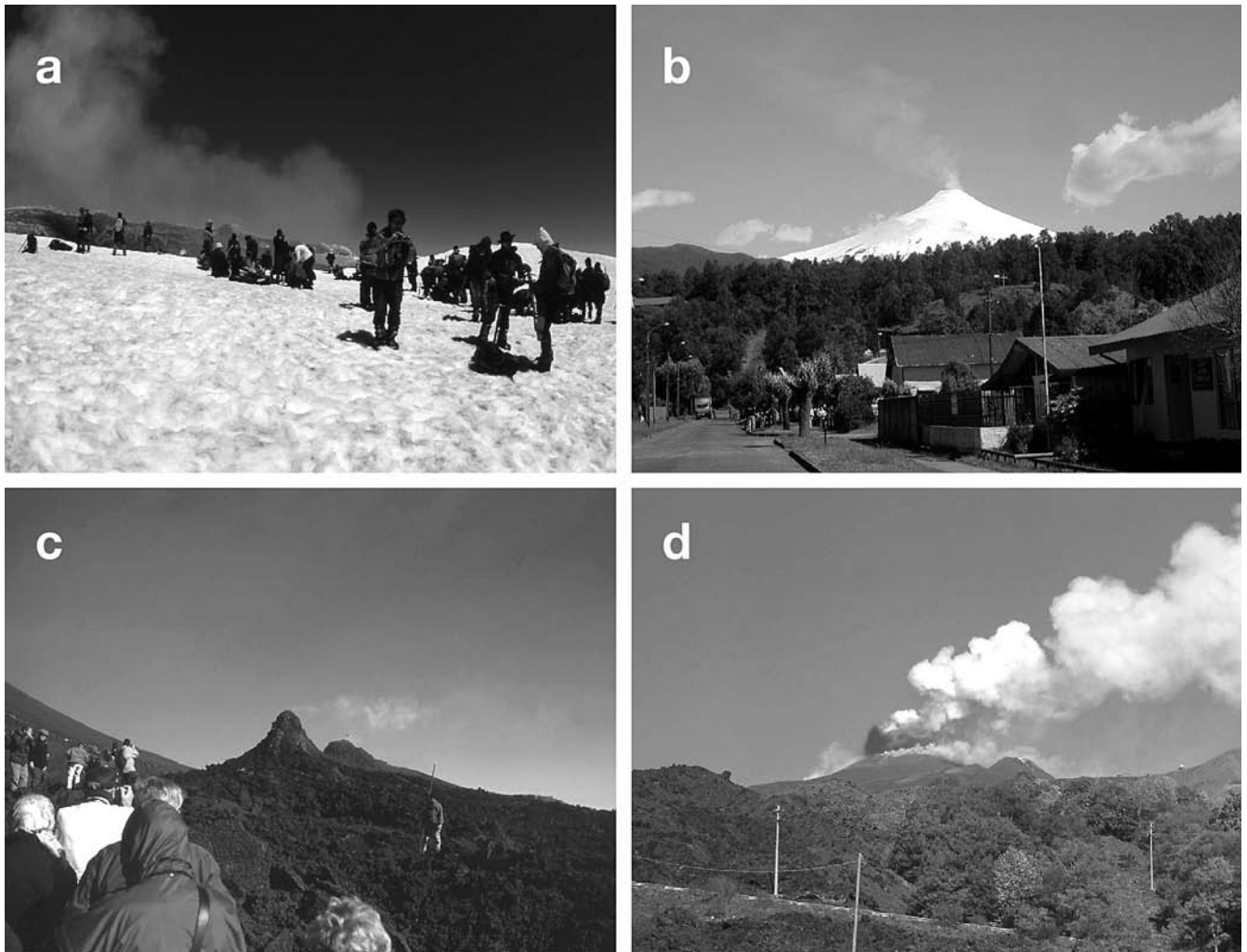


写真1 活動的な火山が観光地となっている例。(a) チリ・ビジャリカ火山は山頂付近に多くの登山客がいるが、火口からは高濃度の火山ガスを含む噴気が大量に上がっている。(b) その噴気は山麓の町から遠望できるが、このレベルだと日本では入山禁止になると思われる。(c) イタリア・エトナ火山の山頂付近では高温の溶岩が流れており、その近くを観光客がガイドに付き添われつつ移動して見学できるが（中央の小丘は、ホルニトという溶岩流にできる小規模な噴出口）、(d)時折大きめの噴火がある（cの撮影後1時間ほど経ってからのもの）。写真はいずれも著者撮影（ビジャリカ火山は2004年11月、エトナ火山は1999年10月）。

園なので、国家公務員であるパークレンジャーが観光客に対する教育と監視にあたっている。火山のそばに、日ごろから職業的に火山活動を見守っている人が多数いるのである。

対して日本では、ガイドを雇う文化が定着しておらず、その山のガイドの連絡方法さえわからないことが多い。山の状態や気象を教えてくれる施設が登山口にあることも稀である。日本の火山の多くは国立公園にあるにもかかわらず、国の関与があまり見えない。米国の国立公園局は常勤職員数1万5000人を誇り、国立公園の利用者がパークレンジャーの姿を見ないことはあり得ないが、同様の業務を行う日本の自然保護官は300人あまりしかおらず、存在自体があまり知られていない。

海外の上記事例に比べると、日本で活火山の登山や観光は放任状態で、火山に関する知識の習得は、登山客や観光客の自主的な努力にゆだねられ過ぎているように感じる。登山客・観光客があまり火山について理解をしていない、現地に火山が詳しい人がいない、登山客・観光客は安全だと思っている、という前提で防災対策を立てれば、規制側へ過度に振られてしまうのは当然かもしれない。規制は過保護と言うより、日ごろの放任の裏返しとも見える。観光立国を標榜するのであれば、火山をふくめて自然と付き合うための哲学と文化を育てるとともに、その担い手を作り出す投資が必要なのではないだろうか。

ビジターセンターや各地の博物館、ジオパークの拠点施設などは、場所的にも人材的にもそうした担い手となる可能性がある。行政、地元住民、観光業者、登山家など多様な人々が協力して、活火山とうまく付き合うためのツールとして利用と機能強化を推進して頂きたい。

参考文献

- 1) 岡田弘 (2008) 「有珠山 火の山とともに」 北海道新聞社
 - 2) 岡田弘 (2015) 「的確な監視と警戒による火山災害軽減の歴史から学ぶ—有珠山と御嶽山噴火のコミュニケーション考」 日本の科学者 v50, 236-241.
 - 3) 萬年一剛 (2016) 「箱根火山2015年噴火—火山研究と防災対応—」 JGL v12(4), 4-6.
 - 4) 林信太郎 (2015) 「噴石から逃げる、隠れる」 sabo, 117, 8-12.
 - 5) International Air Transport Association (2015) “Safety Report 2015 Edition”
 - 6) 日本火山学会編 (2015) 「安全に火山を楽しむために」
 - 7) 日本火山学会編 (2016) 「安全に火山を楽しむために 活火山に行く前に大人と一緒にみてね」
 - 8) 小山真人 (1997) 「ヨーロッパ火山紀行」 筑摩新書
 - 9) マウロ・ロッシ (2008) 「世界の火山百科図鑑」 終風舎
- ※3-7はネット上でダウンロード可能