# 活火山の登山

福 岡　孝 昭

## はじめに

昨年（2014 年）9 月 27 日午前 11 時 52 分頃、長野・岐阜県境の御嶽山が水蒸気噴火を起こした（写真１）。紅葉シーズンの週末で、天気も良く、昼頃で多くの登山者が火口に近い山頂付近にいたため、57 名の死者と 6 名の行方不明者を出した（2015 年 2 月現在）。火山活動による登山事故としては、とてつもなく大規模なものとなった。

写真1. 噴煙を上げる火口群. 噴火翌日（2014 年 9 月 28 日 11 時 59 分）に撮影（GSJ地質ニュース Vol.3, No.10）

山は火山と非火山に区別でき、火山とは地下のマグマが地表に噴出して出来た山である。我が国ではこの火山のうち過去 1 万年以内に噴火した火山と現在噴気活動が活発な火山を活火山としている。すなわち、

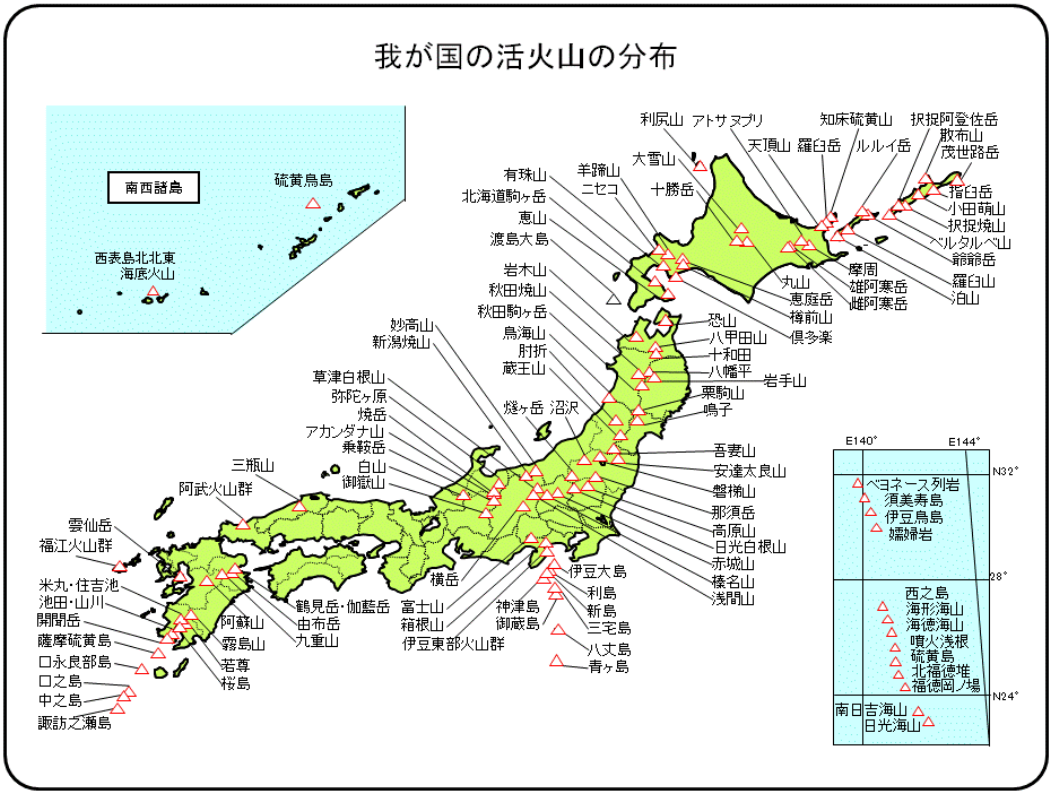



図1. 日本の活火山（気象庁ホームページ）

活火山はこれからも噴火する可能性のある火山である。現在我が国には 110 の活火山が有る（図１）。このうち 47 活火山の活動の推移を見るため常時火山現象の観測が行なわれている。登山の対象として注目される百名山のうち、約半数の 48 が火山であり、そのうちの 31 が活火山である。ということは、今後も今回のような事故が起こる可能性が絶対にないとはいえない。

本講演では、火山噴火予知の方法を解説し、活火山の登山で火山活動に関連した事故を軽減する方法を中心に解説する。

**火山噴火の形式と火山現象の観測による噴火予知**

火山噴火の形式は、大きく分けると、マグマ噴火と水蒸気噴火の二つに分けられ、両者の混じったマグマ水蒸気噴火の 3 タイプに区別される（図２）。すなわち、水蒸気噴火は山体下のマグマまたは熱い岩盤からの熱で地下水が加熱され、熱水から生じた水蒸気の圧力が大きくなって古い山体を吹き飛ばして起る。マグマ噴火は、山体下のマグマが上昇し、地表に噴出してきたもの。マグマ水蒸気噴火は、マグマが上昇することにより山体下の地下水と接触し、生じた高温の水蒸気圧で噴火が生じたものである。これらのタイプはその

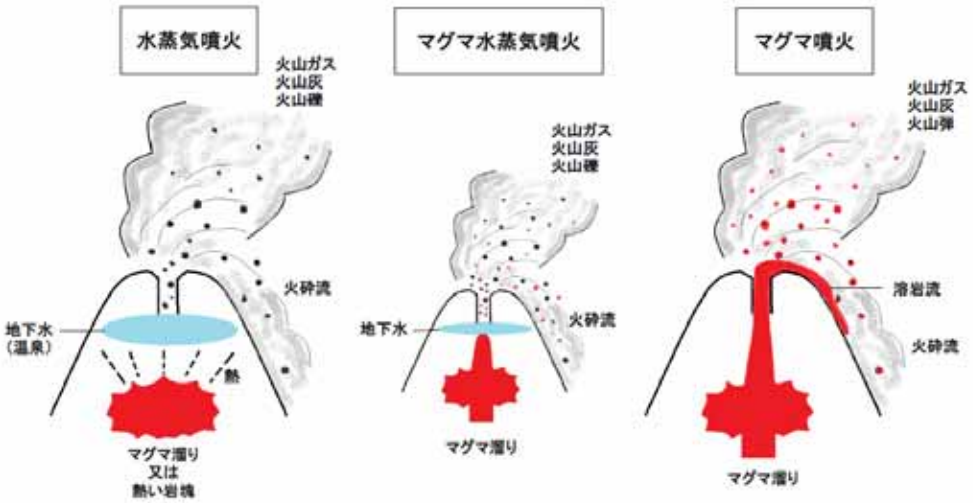



図2. 3種の噴火形式の模式図

噴出物を見ることにより識別できる。マグマ噴火の固体噴出物の大半はマグマ起源の物質（溶岩片等）である（表１）。水蒸気噴火よる固体噴出物は古い山体に由来したものである（表１）。マグマ水蒸気噴火

表1. 噴火形式と噴出物の構成

| | |
|---|---|
| **水蒸気噴火：** | **火山ガス、火山灰（古い岩石粉）、粘土、古い岩石片、火砕流（低温）** |
| **マグマ水蒸気噴火：** | **火山ガス、火山灰（主に古い岩石粉＋ガラス（マグマ起源））、古い岩石片、火砕流（高・低温）** |
| **マグマ噴火：** | **火山ガス、火山灰、スコリア（軽石）、溶岩片、溶岩流、火砕流（高温）** |

の固体噴出物にはマグマが山体中の地下水と接触､急冷して生じたガラスが混在していることが特徴である（表１）。このタイプの噴火の推移はマグマ噴火に変わっていく可能性があるので、噴火災害等を考える時、このガラスの存在の有無の確認は重要である。

全国 47 活火山については､活動の推移を見るため常時火山現象の観測が行なわれている。観測内容を表２に示した。GPS 測量、光波測量、傾斜計による山体表面の地殻変動の観測はマグマの上昇、水蒸気圧の上昇による山体表面の僅かな隆起を観測するもので、その変化は水蒸気噴火の場合、マグマ噴火の場合にくらべて小さい。この山体の隆起は地震観測（表２，３）による地下での熱水やマグマの動きの観測（震源の上昇により、噴火の予知が可能な場合がある）とともに、噴火の予知にとっては重要である。水蒸気噴火の場合は地震、地殻変動ともに小さいので予知が困難である（表２、３）。今回の御嶽山の場合もこのケースである。$SO_2$火山ガスは高温になった場合に$H_2S$より噴出量が上がることが多いので、噴火の前兆現象として有効である（表２）。

表2. 火山現象の観測内容

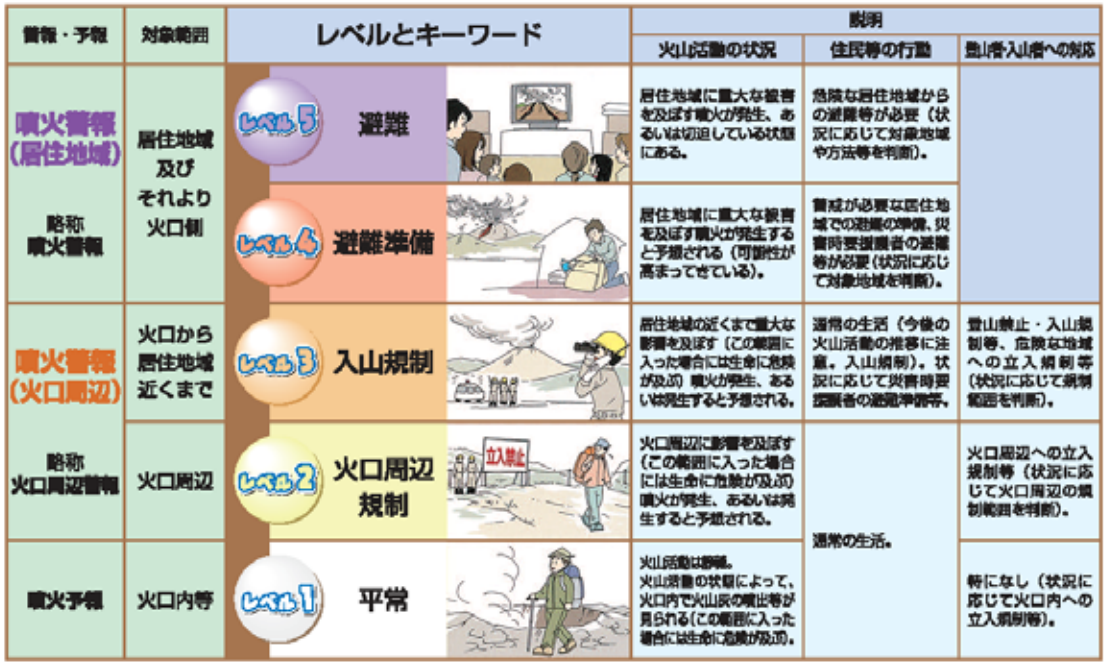
| | |
|---|---|
| 光波測量、ＧＰＳ測量、傾斜計による観測 | 山体表面の地殻変動観測 |
| 火山地震観測（地震、微動） | 山体下での流体の活動度が観測される。マグマの上昇も観測可能（表3参照） |
| 電磁気観測 | マグマの上昇により電流が通りやすくなる。山体下の岩石の破壊により生じる。電波パルスの観測 |
| 熱測定 | マグマ等の上昇により地表温度が上昇する |
| 火山ガス観測 硫化水素（$H_2S$）、二酸化硫黄（$SO_2$）の濃度、比率 | 高温になると$SO_2$の比率が高くなる |

観測結果は、気象庁に設置された全国の学識経験者、関係機関の専門家により構成される「火山噴火予知連絡会」で吟味される。その結果により、各火山について噴火警戒レベル（１～５）を判断し、噴火の警報・予報（図３）が出される。

表3. 火山性震動の種類

| 地震の種類 | 原因 |
|---|---|
| 火山性地震 | 急加熱、急冷等により山体下の岩盤が破壊されるときに生じる振動. 地表の揺れ方は通常の地震に類似している |
| 火山性微動 | 気体、液体（水、マグマ）が山体下の岩盤の割れ目を通過する時に生じる振動. 微動は数日以上も連続することがある |
| 長周期地震 | 低周波地震. 熱水やマグマの動きが原因と推定されている |

1970 年 9 月 17 日午前 5 時頃に秋田･岩手県境の秋田駒ヶ岳女岳がマグマ噴火を始めた。この頃は秋田駒ヶ岳の常時観測は行われておらず、ある意味“突然”であった。立ち入り制限は全く行われていなかった。幸いに、噴火が早朝であったことと居住地域から離れていたため、人的な被害は出なかった。御嶽山についても、1979 年 10 月 28 日午前 5 時頃、突然水蒸気噴火が起った。この時は早朝であったためと噴火開始時の規模が小さかったため、大きな人的被害はなかった。今回の御嶽山の場合も“突然”噴火したように受け取られた面もあった。しかし、現在は常時観測対象であり、観測は行われていた。噴火警報レベル（図３）は「１（平常)」であったが、山体下は完全に静穏でないことはしばらく前か



| 警報・予報 | 対象範囲 | レベルとキーワード | 説明 | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | 火山活動の状況 | 住民等の行動 | 登山者・入山者への対応 |
| 噴火警報（居住地域）<br>略称 噴火警報 | 居住地域及びそれより火口側 | レベル5 避難 | 居住地域に重大な被害を及ぼす噴火が発生、あるいは切迫している状態にある。 | 危険な居住地域からの避難等が必要（状況に応じて対象地域や方法等を判断）。 | |
| | | レベル4 避難準備 | 居住地域に重大な被害を及ぼす噴火が発生すると予想される（可能性が高まってきている）。 | 警戒が必要な居住地域での避難の準備、災害時要援護者の避難等が必要（状況に応じて対象地域を判断）。 | |
| 噴火警報（火口周辺）<br>略称 火口周辺警報 | 火口から居住地域近くまで | レベル3 入山規制 | 居住地域の近くまで重大な影響を及ぼす（この範囲に入った場合には生命に危険が及ぶ）噴火が発生、あるいは発生すると予想される。 | 通常の生活（今後の火山活動の推移に注意。入山規制）。状況に応じて災害時要援護者の避難準備等。 | 登山禁止・入山規制等、危険な地域への立入規制等（状況に応じて規制範囲を判断）。 |
| | 火口周辺 | レベル2 火口周辺規制 | 火口周辺に影響を及ぼす（この範囲に入った場合には生命に危険が及ぶ）噴火が発生、あるいは発生すると予想される。 | 通常の生活。 | 火口周辺への立入規制等（状況に応じて火口周辺の規制範囲を判断）。 |
| 噴火予報 | 火口内等 | レベル1 平常 | 火山活動は静穏。火山性地震の状態によって、火口内で火山灰の噴出等が見られる（この範囲に入った場合には生命に危険が及ぶ）。 | | 特になし（状況に応じて火口内への立入規制等）。 |

図3. 気象庁による噴火警戒レベル（気象庁ホームページ）

らわかっていた（気象庁ホームページ）。この情報は地元自治体にも伝えられていた。しかし、登山者（入山者）にはこの情報は伝わらなかった。火口の間近にある山小屋からの情報（火山ガス（$H_2S$または$SO_2$）濃度の上昇）も届かなかった。気象庁も水蒸気噴火による情報（表２参照）であったこともあって、その変化が小さく、警報レベルを「２」に上げたのは噴火が起こった後になってしまった。ここには、現在の観測体制その他多くの問題が係わっている。世界で最も噴火予知に成功している火山は桜島と考えられる。これは測定機器が整備されていること、観測者が火山に常駐しているので機器では得られない情報にも対応できる利点がある。桜島は頻繁に噴火を繰り返すので、噴火の特徴が把握できていることも予知の向上に役立っている。

最近、山体下での活動が活発化している３つの活火山について新たに常時観測火山への追加が予知連絡会で検討されている。これも突然噴火によるリスクを軽減させるために重要なことである。

## 活火山登山での安全対策

不幸にして今回の御嶽山

表4. 活火山登山の安全対策

- **登山時の活動状況を知る**
  **気象庁ホームページの登山者用バナーをクリック**
  **http://www.jma.go.jp/jma/index.html**
- **火山についての学習（用語の理解、特に登山する火山の活動史噴火形式を知る）**
- **登山コース上の山小屋、シェルター設置場所の確認**
- **ヘルメット、長袖・長ズボン、手袋（軍手）の着用、**
  **マスク、ゴーグル、ヘッドランプの携行：噴石、火山灰からの防御、岩陰への避難**
- **火山ガスの検知と地形の観察（濡れ手拭いの利用）**
- **二次災害（泥流、スラッシュ雪崩等）への警戒**
- **自己責任**

の場合のような噴火に突然遭遇してしまった時に、取るべき行動、対策を表４にまとめた。活火山の登山では、ヘルメットは常備品と言えそうである。

表5. 噴火時の噴出物と負傷内容

| 噴出物の種類 | 負傷の内容 |
|---|---|
| 火山ガス（ガスのみの時噴火とはいわない、噴気） | （表6参照） |
| 火山岩塊（マグマ起源と非マグマ起源）　φ＞６４mm以上 | 打撲（骨折等）、マグマ起源の時火傷 |
| 火山礫（マグマ起源と非マグマ起源）　φ２～６４mm | 打撲（骨折等）、マグマ起源の時火傷 |
| 火山灰（マグマ起源と非マグマ起源）　φ２mm以下 | 呼吸困難、視界不良 |
| 熔岩流出（一次熔岩流と二次溶岩流（根なし）溶岩流） | 火傷 |
| 火砕流(紛体流、一般に高温（7,800°C以上）、時に低温（100°C以下） | 呼吸困難、火傷 |

表５には、主に岩石片等固体噴出物の直撃に対するリスクを示した。上空に吹き上げられた噴石の落下は、ヘルメットで衝撃を和らげる他、大きな岩陰等に隠れて直撃を防ぐように努める。噴火は長時間連続することは一般的に少なく、弱まった時により安全な場所に避難すること。演者は 1970 年の秋田駒ヶ岳のストロンボリ式噴火では、許可を得て噴火が休んでいる時に火山弾試料採取の行動をとった。試料採取時に噴火が起こった時には上空を見て、火山弾群の隙間に身を持っていくようにすることを考えた。やみくもに走るのは直撃を受ける可能性があるので薦められない。火砕流（紛体流で地表を這ってくる）が迫ってくる場合はスピードが早いので、横方向に逃げること。不幸にして高温火砕流に飲み込まれた場合は残念ながら助かることはできないと考えるべきである（雲仙火山 1991 年噴火の場合）。

今回の御嶽山の場合低温火砕流に飲み込まれたようであるが、低温であった為に大きな火傷を負わなくてすんだようである。火砕流中での岩石片は上からばかりでなく、横からもやってくるので大きな岩陰等に隠れるか建物内に避難するしか助かる方法はないと考えられる。

溶岩流は火砕流ほど早く流れないので逃げることは可能である。

噴気が盛んな火山の登山では、一般にガスは有毒な場合が多く、空気より重いので窪地地形と無風時には要注意である（表６）（安達太良山 1997 年 9 月の事故）。

表6. 火山ガスの種類、性質と安全対策

| | 大気とくらべて | 性質 | 対策 |
|---|---|---|---|
| 水蒸気（$H_2O$） | 軽い | 無色、無臭、無毒 | 特になし |
| 二酸化炭素（$CO_2$） | 重い | 無色、無臭、無毒、高濃度で酸欠 | 無風の時、窪地に行かない |
| 二酸化硫黄（$SO_2$） | 重い | 無色、刺激臭、有毒（喘息患者は発作） | 濡れ手拭い等で鼻・口をおおう |
| 硫化水素（$H_2S$） | 重い | 無色、卵の腐った臭い、有毒、濃くなると臭いを感じなくなる、神経に作用、呼吸困難に | 窪地に近寄らない<br>救助にも注意 |

活火山の登山の場合、事前にその火山の過去の噴火歴など噴火の特徴を学習しておくと対応がしやすくなる。登山コース上の山小屋やシェルター（噴石等の直撃を防ぐ建物、写真２）の場所を把握しておくとよい。

火山とはどういうものか、噴火形式よるリスクはマグマの化学組成の違いにより異なることまで理解しておくことは、リスクを小さくするために大切なことである。

写真2. 浅間･黒斑山のシェルター

さらに噴火後の大雨による泥流、融雪時の火山灰まじりの雪崩の発生等、二次災害に対する対応も考えておく必要がある。

気象庁火山噴火予知連絡会に昨年11月に設置された「火山情報の提供に関する検討会」では、登山中の登山者に緊急情報を携帯電話を利用して連絡することを考えている。これに対応するためには携帯電話のスイッチを常時「ON」にしておく必要があり、自分の緊急連絡も考えた時、予備電池の携行が必要である。もちろん登山届を提出することは大前提である。

**まとめ**

活火山を登山する場合の事故の防ぎ方を中心に解説してきた。今回の御嶽山での事故の後、多くの活火山の地元ではシェルターの新・増設が検討され、気象庁をはじめ警察、消防、自衛隊による救助・医療態勢の整備も検討されている。しかし、登山という行為はあくまでも自己責任で行われるべきものであることを再確認し、繰り返しになるが、ここでは説明しなかった火山全体についての知識を深めてほしい。火山は美しい景観を提供してくれるとともに温泉という恵みを与えてくれることも多い。安全で楽しい登山になるよう願っている。

**プロフィル**

福岡孝昭
昭和17年生まれ
学習院大学理学部卒業・博士課程満退（理学博士）
学習院大学理学部を経て、立正大学地球環境科学部に勤務、平成25年定年退職
日本火山学会、日本地球化学会会員
平成8年　日本山岳会入会（会員番号１２１８５）、日本山岳会科学委員会委員