

## 磐梯山の噴火警戒レベル判定基準とその解説

### 1 想定する噴火の規模、様式と現象

磐梯山の過去 1 万年の活動では、約 1 万年前にマグマ噴火が発生して以降、水蒸気噴火だけが発生している。堆積物が残る水蒸気噴火は最近 5000 年間で 4 回発生しており、その発生間隔は 1100～1700 年である。

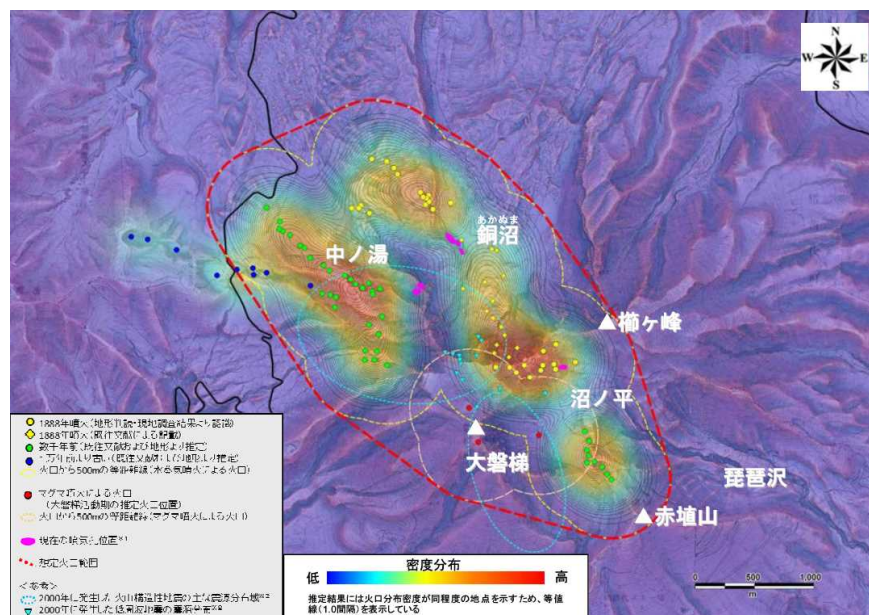
また、磐梯山では、山体崩壊を過去に何度か繰り返しており、1888 年の水蒸気噴火でも山体崩壊と岩屑なだれが発生している。1888 年の噴火の際には、爆発と同時に琵琶沢に沿って火砕サージと土石流も発生した。このほか、過去 1 万年の噴火では火砕物が降下する現象が主に確認されている。

これらの過去の火山活動の特徴や磐梯山火山防災協議会で作成された火山ハザードマップに基づき、噴火場所とその影響などを以下のように想定した。

#### ① 噴火場所

磐梯山火山ハザードマップで想定された想定火口範囲を「想定火口域」とする。

想定火口域：過去 1 万年内の水蒸気噴火の火口中心から火口間距離の平均値 500m 内、大磐梯活動期（7・8 万年前以降）の火口位置から 500m 内、現在の噴気孔位置を包括する範囲



②噴火の区分とその影響

| 噴火の大きさ | 噴火に伴う現象及び警戒が必要な範囲   | 噴火様式  |
|--------|---|-------|
| 小      | 大きな噴石：火口から概ね 1 km 以内  | 水蒸気噴火 |
| 中      | 大きな噴石：火口から概ね 2 km 以内<br>火砕流・火砕サージ：影響が及ぶと予想される居住地域近くまでの河川流域（火口から概ね 2 km 以内：火砕流・火砕サージを想定）<br>融雪型火山泥流：影響が及ぶと予想される居住地域近くまでの河川流域（火口から概ね 2 km 以内） |       |
| 大      | 大きな噴石：火口から概ね 4 km 以内<br>火砕流・火砕サージ：影響が及ぶと予想される河川流域と周辺の居住地域<br>融雪型火山泥流：影響が及ぶと予想される河川流域と周辺の居住地域<br>※火砕流・火砕サージ、融雪型火山泥流では火口から概ね 4 km を超える地域も含まれる | マグマ噴火 |

(注)

- ・ 噴火に伴う現象については、噴火警報の対象とする現象について記述している。これらの現象以外に、山体崩壊、降灰、小さな噴石、空振、降灰後の降雨による土石流などは噴火警報で示す警戒が必要な範囲を越えて影響を及ぼす場合もあるので注意が必要である。
- ・ 「大きな噴石」とは、風の影響をほとんど受けずに弾道を描いて飛散するものであり、火山灰や小さな噴石は、風に乗って影響範囲を超えて広範囲に到達することがある。
- ・ 噴火の大きさは、大きな噴石や火砕流等の到達する範囲（影響範囲）を基準としている。
- ・ マグマ噴火の大きさは「中」または「小」に留まる場合がある。
- ・ 水蒸気噴火の大きさは「小」または「中」であることが多いが、1888 年の噴火は火砕サージが「大」の影響範囲まで達した。
- ・ 融雪型火山泥流（積雪期）の流下範囲の想定は、平成 28 年に公表された国土交通省の火山噴火緊急減災対策砂防計画のシミュレーション結果に基づく。

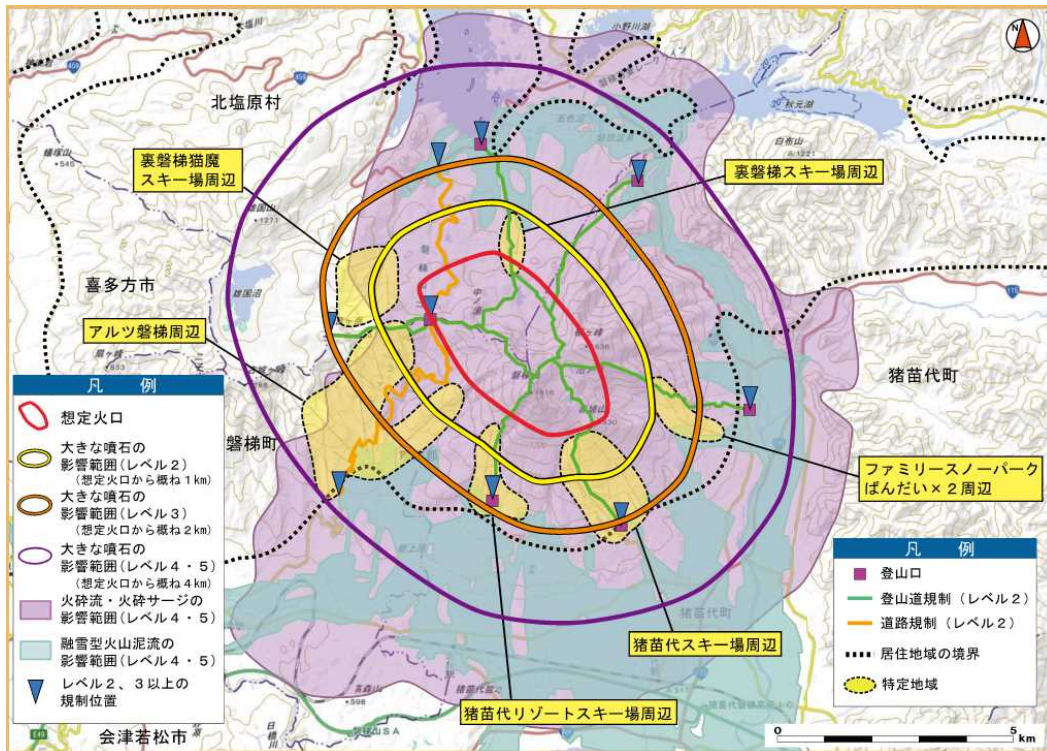


図2 磐梯山 想定火口域と火口からの距離及び各現象の影響範囲

## 2 火山活動の時間的な推移

磐梯山では、有史以降の噴火は1888年の水蒸気噴火を含め2回あり、1888年の噴火の際は、数日前から弱い地震や鳴動が確認され、その後、山体崩壊や岩屑なだれ等を伴う噴火が発生、火砕サージにより山麓の居住地域に重大な被害を与えている。

気象庁が1965年に観測機器による観測を開始してから噴火は発生していない。2000年から2002年にかけては、噴火には至らなかったが、火山性地震や火山性微動が増加し、2000年8月15日には476回の火山性地震を観測するなど火山活動が活発化した。

これらの過去の火山活動のほか、他の火山の活動等も参考に噴火の前兆現象として、火口付近浅部の地震活動の活発化、火口付近浅部の膨張を示す地殻変動、噴気活動や熱活動等が観測されることを想定した。

また、約1万年より前に発生しているマグマ噴火については、磐梯山と同じ安山岩質マグマの火山における一般的な火山活動推移を参考にすると、マグマや火山ガス等の火山性流体の貫入・上昇に伴い、山体膨張や火山性地震の増加等が予想される。マグマが更に上昇するとマグマ噴火が発生し、マグマ中の揮発性成分の発泡が急速に進んだ場合には爆発的な噴火が発生して大きな噴石が飛散し、火砕流・火砕サージを伴うことが考えられる。

### 3 噴火警戒レベルの区分け

#### ① レベル1（活火山であることに留意）

火山活動が静穏な状況。火山活動の状況により想定火口域内に影響する程度の火山灰や火山ガス等が噴出、火山性地震の一時的な増加、低周波地震や微小な火山性微動が発生する場合がある。

なお、静穏な状態から前兆現象が観測されないまま、噴火が突発的に発生する可能性があることに注意する必要がある。

#### ② レベル2（火口周辺規制）

大きな噴石が火口から概ね1 km 以内に影響を及ぼす噴火が発生、あるいは発生する可能性がある状況。浅部での地震活動の活発化、火口付近浅部の膨張を示す地殻変動、噴気活動の活発化、地熱域や噴気地帯の拡大がみられるなど、高温の火山ガス等が上昇して地下浅部の熱水活動が活発化し、火山活動が高まった状態。

#### ③ レベル3（入山規制）

大きな噴石、火砕流・火砕サージ、融雪型火山泥流（積雪期）が居住地域の近く（火口から概ね1 km を超え2 km 以内）まで重大な影響を及ぼす噴火が発生、あるいは発生する可能性がある状況。地下浅部へのマグマや火山ガス等の火山性流体の上昇によると推定される地震活動、地殻変動にレベル2で想定している現象を上回る規模で変化がみられるなど、火山活動がさらに高まった状態。

#### ④ レベル4（高齢者等避難）

多量のマグマの上昇によると推定される規模の大きな地殻変動がみられるなど、大きな噴石、火砕流・火砕サージ、融雪型火山泥流（積雪期）が居住地域に重大な被害を及ぼす噴火の可能性が高まっている状況。

#### ⑤ レベル5（避難）

大きな噴石、火砕流・火砕サージ、融雪型火山泥流（積雪期）が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況。

磐梯山では、想定火口域が広範囲に及んでいる。そのため、噴火位置が概ね安定した場合には、警戒範囲や防災対応について、協議会において速やかに検討し、防災対応の必要な範囲の絞り込みも含め、その結果を噴火警報に反映する。

### 4 噴火警戒レベルの判定基準とその考え方

気象庁が1965年に観測機器による観測を開始してから噴火が観測されたことはないが、2000年から2002年にかけて火山性地震や火山性微動の増加など火山活動の活発化を示す現象が記録されている。そこで、磐梯山の判定基準は、火山性地震が増加した2000年8月の活動をレベル2に対応する事例として設定した。また、他火山の活動事例や判定基準も参考にした。

なお、噴火が発生しないまま火山活動がより活発化する場合は、規模の大きな噴火が予想されるものとして順次レベルを上げていく。

噴火が発生した場合は、監視カメラ等の観測機器で火山現象の確認を行い、噴火による影響の範囲に応じてレベルを判定する。

## 【レベル2】

(判定基準)

【火口周辺（火口から概ね1 km 以内）に影響を及ぼす噴火が発生】

- 次の現象が観測された場合
  - ・ 大きな噴石が火口から概ね1 km 以内に飛散する噴火

【火口周辺（火口から概ね1 km 以内）に影響を及ぼす噴火の可能性】

- 次の現象が複数項目観測された場合
  - ・ 火山性地震の増加（100 回以上／日が2 日続く、または200 回以上／24 時間）
  - ・ 低周波地震もしくは火山性微動（微小なものは除く）の増加
  - ・ 山体膨張を示す明瞭な地殻変動
  - ・ 活発な噴気活動、地熱域の拡大、顕著な地温の上昇など熱活動の活発化

(引下げ基準)

上記のいずれの現象もみられなくなった、あるいは、地震活動が活発化前の状態に戻る傾向が明瞭になり、地殻変動、噴気活動、熱活動に活発化の傾向がみられなくなった場合。なお、活発化前の状態に戻る傾向が明瞭であると判断してレベル1 に下げた後に、再び火山活動が高まる傾向に転じたと判断した場合は、レベル2 の引上げ基準に達していなくてもレベル2 に戻す。

## ○ 解説

磐梯山では、気象庁が1965年に観測機器による観測を開始してから噴火は発生しておらず、噴火の前兆現象の観測記録はないが、火山学的知見に基づくと、山体のごく浅部への高温の火山ガス上昇等により熱水活動が活発化し、水蒸気噴火の可能性が高まる。そうした状態になった場合に観測されると考えられる現象を設定した。

また、雌阿寒岳や箱根山など他火山の水蒸気噴火の事例では噴火に先立って、複数の明瞭な火山活動の活発化を示す現象がみられている。磐梯山においても2000年から2002年にかけての火山活動の活発化の際には火山性地震の増加や低周波地震、火山性微動の増加がみられ、山体膨張を示すと考えられる若干の地殻変動が報告されている。このときに噴火は発生しなかったが、噴火の可能性は高まっていたと考えられる。これらのことから、レベル2へ引き上げる基準は、複数の現象が観測された場合を原則

とする。

(判定基準)

【火口周辺（火口から概ね 1 km 以内）に影響を及ぼす噴火が発生】

- ・噴火により監視カメラ等で、大きな噴石の飛散が確認され、到達範囲が想定火口域から概ね 1 km 以内と判断される場合は、直ちにレベル 2 に引き上げる。ただし、視界不良により大きな噴石の飛散状況が確認できない場合でも、他の観測データから火口周辺に影響を及ぼす規模の噴火（噴火の大きさ「小」）が発生したと推定される場合は、速やかにレベルを引き上げる。

【火口周辺（火口から概ね 1 km 以内）に影響を及ぼす噴火の可能性】

- ・2000 年から 2002 年にかけての火山活動の活発化の際には、2000 年 8 月 14 日に日回数 196 回、8 月 15 日に日回数 476 回の火山性地震を観測し、100 回以上を観測した日が 2 日続いたことがある。一方で、磐梯山では火山性地震を日回数 100 回程度観測することが時々ある。これらのことを考慮し、火山性地震の回数の基準は、100 回以上／日が 2 日続く、または 200 回以上／24 時間に設定している。
- ・低周波地震や火山性微動は、2014 年の御嶽山噴火や他火山の事例などから、発生自体が火山活動の活発化を示す可能性があり、磐梯山でも 2000 年から 2002 年にかけて低周波地震や火山性微動が増加した。よって、低周波地震もしくは火山性微動が増加した場合を基準に設定した。ただし、振幅の小さなものや継続時間の短いものは除くこととする。
- ・深部からマグマや火山ガス等の火山性流体が上昇すると、火口付近浅部の膨張が観測される可能性がある。磐梯山においても 2000 年に GNSS 連続観測で山体膨張を示すと考えられる若干の地殻変動が報告されている。そのため、山体膨張を示す地殻変動が観測された場合を基準に設定した。
- ・磐梯山では、沼ノ平や山体北側火口壁で噴気や地熱域が確認されており、新たな地熱域の発生や地熱域の拡大、噴気温度や地温の上昇後に噴火が発生することも考えられる。そのため、地熱域や噴気地帯の明瞭な拡大、新たな噴気もしくは噴気活動の活発化を基準に設定した。

(引下げ基準)

レベル 2 の引上げ基準で示したいずれの現象もみられなくなった場合、火山活動が活発化前の状態に戻ったと判断し、レベル 1 に引き下げる。活動活発化前の状態に戻る傾向が明瞭になったと判断してレベルを下げる場合、地殻変動、噴気活動、熱活動については火山活動が低下する傾向にあるとしても、すぐに明瞭な低下傾向を示さないことがあることから、これらの変化が停滞するなど活発化の傾向がみられなくなった場合は、活動活発化前の状態に戻る傾向が明瞭になったと判断する。

一方、レベル1に下げた後、期間を置かず再び活発化することは十分に起こり得ることであり、その場合には、レベル2の引上げ基準に達していなくともレベル2に戻すこととする。

### 【レベル3】

(判定基準)

【居住地域の近く（火口から概ね1 km を超え2 km 以内）まで重大な影響を及ぼす噴火が発生】

● 次の現象が観測された場合

- ・ 大きな噴石が火口から概ね1 km を超え2 km 以内に飛散する噴火

【居住地域の近く（火口から概ね1 km を超え2 km 以内）まで重大な影響を及ぼす噴火の可能性】

● レベル2の基準の現象が発生している中で、さらに次の現象のいずれかが観測された場合

- ・ 火山性地震や火山性微動の更なる急増および規模（振幅）の増大
- ・ 山体膨張を示す顕著な地殻変動（レベル2よりも規模大）
- ・ 噴火活動（レベル2相当）の活発化
- ・ 火砕流・火砕サージを観測

(引下げ基準)

上記に該当する現象が観測されなくなり、火山活動に活発化の傾向がみられない場合

### ○ 解説

(判定基準)

レベル3で想定している噴火では、地下浅部へのマグマや火山ガス等の火山性流体の貫入・上昇により、レベル2よりも火山性地震や火山性微動の急増や規模（振幅）の増大、山体膨張を示す顕著な地殻変動が考えられるため、そのような変化を基準としている。火山性地震の急増や規模（振幅）の増大については、レベル2に相当する2000年から2002年の火山活動の活発化の際に、最多で日回数476回、最大でマグニチュード2.4の地震を観測していることから、それを上回る500回以上/24時間、マグニチュード3.0程度以上を目安とする。

また、レベル2相当の噴火が断続的に発生し、さらに規模の大きな噴火（噴火の大きさを「中」）の可能性がある場合や、大きな噴石が火口から概ね1 km を超え2 km 以内に到達する噴火や火砕流の流下を伴う噴火を観測した場合には、レベル3に引き上げ

る。

(引下げ基準)

噴火しても大きな噴石の飛散や火砕流・火砕サージの流下を伴わない、あるいは噴火の発生がない場合などにおいて、観測データや現地調査結果なども参考に、火山活動が低下し活発化のおそれがないと判断した場合はレベル2に引き下げる。

#### 【レベル4】

(判定基準)

【居住地域に重大な被害を及ぼす噴火の可能性】

● 次の現象が観測された場合

- ・ 噴火活動の活発化がみられるなかで、規模の大きな地震の増加や地殻変動など、マグマ上昇を示す現象

(引下げ基準)

上記に該当する現象が観測されなくなり、火山活動の低下が認められた場合

#### ○ 解説

(判定基準)

噴火活動の活発化がみられるなかで、マグマ上昇により、規模の大きな地震が増加した場合、GNSS や傾斜計等で規模の大きな地殻変動が観測された場合、噴出物にマグマ由来と推定される物質が含まれる場合、火山ガスの放出量が増加した場合には、居住地域に被害を及ぼすマグマ噴火の可能性があることから、レベル4に引き上げる。

また、1888年の噴火は水蒸気噴火でマグマ噴火に至らなかったが、例えば、噴火の数日前からの有感地震等、マグマ上昇を示唆する現象が報告されている。このことから、1888年と同様な水蒸気噴火ではマグマの貫入・上昇を伴うと考えて、上記マグマ噴火と同様の基準として設定した。

(引下げ基準)

規模の大きな地殻変動が収まる傾向がみられ、他の観測データや現地調査の結果、居住地域に被害を及ぼす噴火のおそれがないと判断できた場合は、レベル3に引き下げる。

#### 【レベル5】

(判定基準)

【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】



● 次の現象が観測された場合

- ・大きな噴石、火砕流・火砕サージ、融雪型火山泥流（積雪期）が居住地域に到達あるいは切迫

(引下げ基準)

上記に該当する現象が観測されなくなり、火山活動の低下が認められた場合

○ 解説

(判定基準)

大きな噴石、火砕流・火砕サージ、融雪型火山泥流（積雪期）が居住地域に切迫あるいは到達する噴火が観測された場合には速やかにレベル5に引き上げる。積雪期は12月から4月を基本とするが、積雪状況を勘案して判断する。なお、居住地域に重大な被害を及ぼす噴火が切迫している状況の判断は、磐梯山では観測事例がなく困難であるため、噴火により火砕流・火砕サージが火口から概ね1 km、大きな噴石が火口から概ね2 kmを超えたことが確認できた場合には、居住地域に重大な被害を及ぼす噴火が切迫している状況と判断し、レベル5に引き上げることとする。

(引下げ基準)

現地調査や関係自治体・機関等からの情報提供、聞き取り等により居住地域に大きな噴石、火砕流・火砕サージ、融雪型火山泥流の影響が及んでいないことが確認された場合には、火山活動の状況を勘案しながら、レベルの引き下げを行う。

居住地域に影響が及んでいた場合には、影響範囲を把握した上で、火山活動の状況を勘案しながら、レベルの引き下げについて検討する。

5 留意事項

- ・これまで観測されたことのないような観測データの変化があった場合や新たな観測データや知見が得られた場合はそれらを加味して評価した上でレベルを判断することもある。
- ・火山の状況によっては、異常が観測されずに噴火する場合もあり、レベルの発表が必ずしも段階を追って順番通りになるとは限らない（引き下げるときも同様）。
- ・レベル5からレベルを下げる場合には、原則としてレベル4ではなくレベル3に下げたものとする。
- ・レベルの引上げ基準に達していないが、今後、レベルを引き上げる可能性があると判断した場合、「火山の状況に関する解説情報（臨時）」を発表する。また、現状、レベルを引き上げる可能性は低いですが、火山活動に変化がみられるなど、火山活動の状況を伝える必要があると判断した場合、「火山の状況に関する解説情報」を発表する。

## 6 今後検討すべき課題

以上示した判定基準は、現時点での知見や監視体制を踏まえたものであり、今後随時見直しをしていくこととする。特に、以下の各課題については、引き続き検討を行い、判定基準の改善を進める必要がある。

- (1) 観測開始以来、噴火が発生していないため、他火山での事例も参考にしながら判定基準を設定している。今後、噴火の発生等火山活動の活発化がみられた場合は、その時点の観測データを評価し、随時、基準の見直しを行うこととする。
- (2) 火口近傍に設置した地震計等の観測データを蓄積・解析した上で、判定基準の各項目について、より具体的な数値基準を設定する必要がある。特に地震回数に関する基準は、磐梯山においては火山性地震の一時的な増加が時々みられることを考慮して設定している。そのため、観測データの蓄積・解析をした上で、一時的な火山性地震の増加だけではなく、長期的に地震活動が活発化する場合の基準も検討していく必要がある。
- (3) 「山体崩壊」について、1888年の他、約2500年前、約5400年以上前等、過去に何度か発生が認められている。しかし、岩屑なだれをもたらす大規模な山体崩壊は、火山噴火だけではなく地震や大雨等の外力に伴って発生し、崩壊箇所やその規模の想定も困難である。このため、現時点では噴火警戒レベルの対象としていないが、稀な事象として、このような現象も起こりうることに留意するとともに、監視や対策についても、最新の科学技術の知見を元に検討を続けていく必要がある。

### 参考資料

気象庁編（2013）日本活火山総覧（第4版），1502p.

福島県火山噴火緊急減災対策砂防計画検討委員会（平成28年3月策定）磐梯山火山噴火緊急減災対策砂防計画