

### 八甲田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

八甲田山では、最近 6000 年間に少なくとも 8 回の噴火活動があり、この内 5 回は約 4800 年前から約 1500 年前に北八甲田大岳山頂部で発生したと考えられる噴火である。約 4800 年前から約 3100 年前の 3 回の噴火はブルカノ式噴火、内 2 回は水蒸気噴火を伴うものであり、マグマ噴火はその後発生していない。有史以降の噴火はすべて地獄沼からの小規模な水蒸気噴火であり、13 から 14 世紀に 1 回、15 から 17 世紀に 2 回噴火が発生した。

これらの過去の火山活動の特徴や八甲田山火山防災協議会で報告された噴火シナリオ、火山災害予想区域図に基づき、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

火山災害予想区域図に従い、大岳山頂の火口地形を包含する範囲（半径 450m の円）と地獄沼周辺の凹地形（図 1 赤色実線枠内）を想定火口とする。

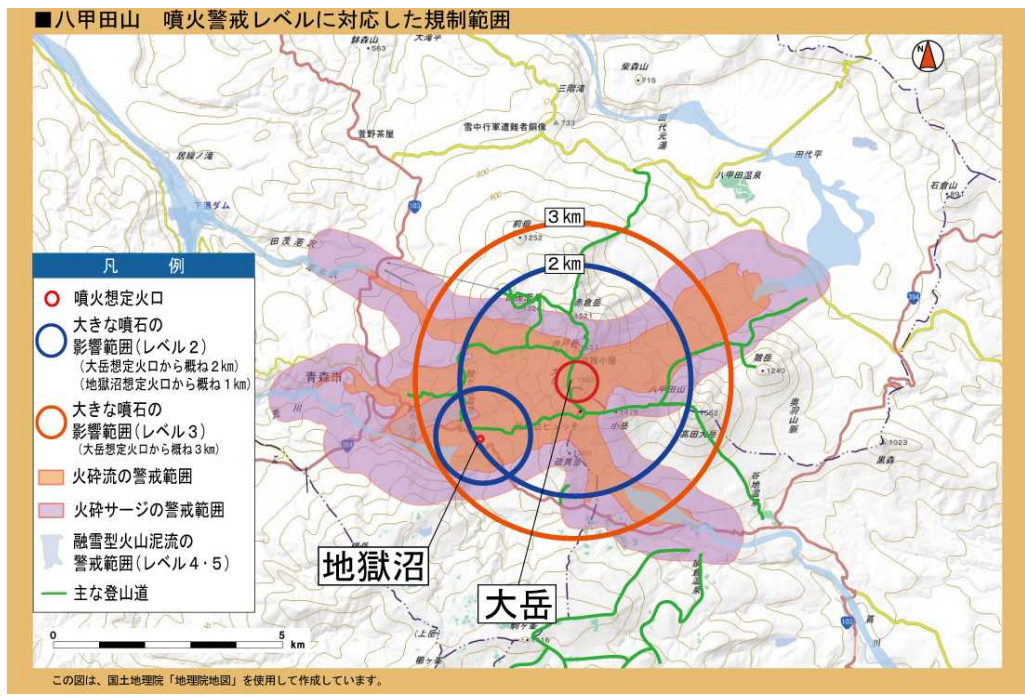


図 1 八甲田山の想定火口と火口からの距離及び各現象の影響範囲

- 赤色の実線枠内：大岳及び地獄沼の想定火口
- 青色の実線枠内：水蒸気噴火時の大きな噴石の飛散範囲
- 橙色の実線枠内：マグマ噴火時の大きな噴石の飛散範囲

・図中の影響範囲等については、火山防災協議会で報告された火山災害予想区域図に基づいている。

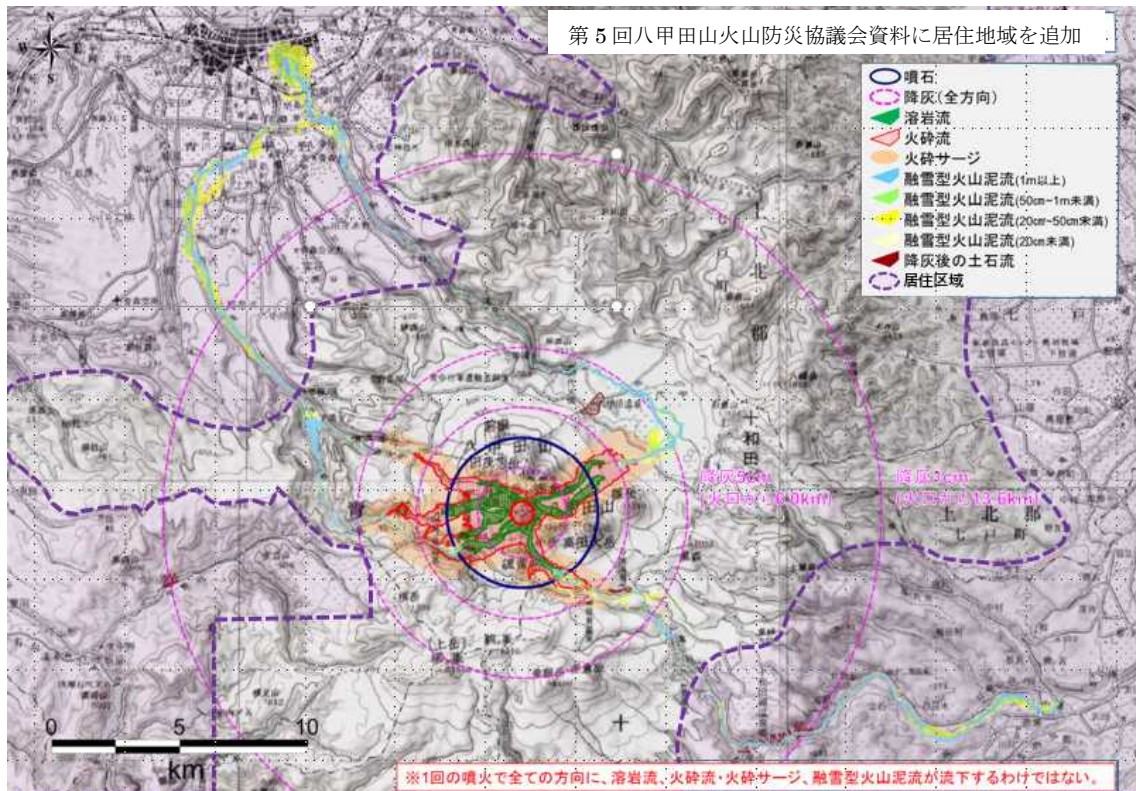


図2 八甲田山の想定火口（大岳火口）及び火砕流・火砕サージの流下範囲（赤線・橙色領域）、融雪型火山泥流の氾濫域（水色領域、黄緑色領域、黄色領域）、居住地域の概ねの境界線（紫破線）

図2の影響が及ぶと予想される範囲は、シミュレーションにより想定された八甲田山大岳火口からの大規模噴火により発生した火砕流・火砕サージの流下域、さらに誘発された融雪型火山泥流の流下域を重ねて描いたものである。ただし、1回の噴火で全ての方向に流下するわけではないことに留意する必要がある。なお、シミュレーションは以下の条件で計算されている。

- ・火砕流：大岳火口で火砕流が発生し、その噴出量を 500 万 $\text{m}^3$ とした場合
- ・融雪型火山泥流：各観測点の平均最大積雪深から想定した標高別の想定積雪深で上記火砕流が発生した場合

②噴火の区分とその影響

想定する噴火様式、規模、噴火に伴う現象及び警戒が必要な範囲は、火山災害予想区域図の各現象の影響範囲を基に、下表1及び2のとおり区分した。

表1 大岳火口における噴火区分とその影響

| 噴火場所 | 噴火様式  | 噴火規模 | 噴火に伴う現象及び警戒が必要な範囲  |
|------|-------|------|--|
| 大岳火口 | 水蒸気噴火 | 小    | 大きな噴石：火口から概ね2 km 以内の範囲   |
|      | マグマ噴火 | 中    | 大きな噴石：火口から概ね3 km 以内の範囲<br>火砕流・火砕サージ：火口から概ね5 km 以内の範囲<br>溶岩流：火口から概ね2 km 以内の範囲<br>融雪型火山泥流：火口から概ね6 km 以内の河川流域（堤川、駒込川、奥入瀬川、蔦川） |
|      | マグマ噴火 | 大    | 大きな噴石：火口から概ね3 km 以内の範囲<br>火砕流・火砕サージ：火口から概ね6 km 以内の範囲<br>溶岩流：火口から概ね3 km 以内の範囲<br>融雪型火山泥流：堤川、駒込川、奥入瀬川、蔦川の河川流域（居住地域を含む）       |

表2 地獄沼火口における噴火区分とその影響

| 噴火場所  | 噴火様式  | 噴火規模 | 噴火に伴う現象及び警戒が必要な範囲      |
|-------|-------|------|------------------------|
| 地獄沼火口 | 水蒸気噴火 | 小    | 大きな噴石：火口から概ね1 km 以内の範囲 |

(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。これらの現象以外の降灰、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。
- ・ 噴火規模の表現は、火山学的な噴火規模（噴出物量）とは異なり、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。

## 2 火山活動の時間的な推移

八甲田山では 2013 年に大岳山頂直下付近で地震回数の増加や低周波地震の発生、GNSS 観測による山体の膨張が観測され、火山活動に変化がみられたが、表面現象には変化は認められず、噴火に至っていない。気象庁ではこの活動により観測機器を設置し地震活動と地殻変動の観測を開始したが、2014 年以降概ね静穏に経過し、噴火の観測事例もない。

有史以降に地獄沼周辺で水蒸気噴火が発生しているが、地質調査による噴出物の痕跡のみで火山活動の記録等はなく、時間的な推移はわかっていない。また、水蒸気噴火は静穏な状態から前兆現象が観測されないまま、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。

一方、八甲田山では、過去 6000 年間の活動で小規模な水蒸気噴火とブルカノ式噴火が起こっており、溶岩流の流出、火砕流の発生は認められていないが、八甲田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、マグマの貫入・上昇に伴い、山体の膨張や規模の大きな火山性地震の多発等が予想される。マグマが更に上昇すると、マグマ中の揮発性成分の発泡により爆発的な噴火が発生することが考えられるため、大きな噴石の飛散に加え、火砕流や溶岩流の発生も想定している。

## 3 噴火警戒レベルの区分け

各レベルで想定される火山活動の状況と火山現象ごとに警戒が必要な範囲を設定している。

### 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である。ただし、火山活動の状況によって、火口内外で火山ガスの噴出等が見られる（この範囲に入った場合には生命の危険が及ぶ）。

### ②レベル 2（火口周辺規制）

地獄沼火口から概ね 1 km 以内、あるいは大岳火口から概ね 2 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で、小規模の水蒸気噴火を想定している。北八甲田山体での火山性地震の増加、もしくは低周波地震や火山性微動の発生、明瞭な地殻変動、噴気活動の活発化、地熱域の拡大、または顕著な地温の上昇など、熱活動の活発化が観測されることがある。

### ③レベル 3（入山規制）

大岳火口周辺の広い範囲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で、マグマ噴火を想定している。観測される現象がレベル 2 よりも顕著であり、北八甲田山体浅部での地震活動の活発化や規模の大きな山体膨張等の変動が観測されることがある。警戒が必要な範囲は、大岳火口から概ね 5 km 以内を原則とするが、噴火の規模の拡大やその可能性がある場合とは概ね 6 km 以内とする。

### ④レベル 4（避難準備）～ 5（避難）

中規模噴火の前兆現象が拡大し、大規模噴火の可能性、または収束せず長期化した

場合を想定。融雪型火山泥流が発生し、居住地域に被害を及ぼす可能性がある状態、もしくは居住地域に到達、あるいは切迫している状態。

なお、各レベルの警戒が必要な範囲は、実際の火山現象による影響範囲に応じて縮小することがある。

#### 4 噴火警戒レベルの判定基準とその考え方

「2 火山活動の時間的な推移」で述べたように、気象庁が2013年に観測機器による観測を開始してから噴火を観測したことはないが、2013年に火山活動の高まりを示す現象は記録されている。よって、八甲田山の判定基準は、2013年から2014年にかけての観測記録及び全国の火山の活動事例や判定基準を参考にしながら設定した。

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、警戒が必要な範囲に応じてレベルを判定する。

##### 【レベル2】

##### ○ 判定基準及び引下げ基準

以下の基準により、レベル2への引上げ及びレベル2からの引下げを行う。

(判定基準)

【火口周辺（地獄沼火口から概ね1 km 以内、あるいは大岳火口から概ね2 km 以内）に影響を及ぼす噴火の可能性】

● 次の現象のいずれか複数観測された場合

- ・ 北八甲田山体を震源とする火山性地震の増加（50回以上/24時間）  
ただし、地震の発生場所や深さを考慮する
- ・ 北八甲田山体において低周波地震を複数回観測  
もしくは、火山性微動（微小なものを除く）の発生
- ・ 噴気活動の活発化、地熱域の拡大、または顕著な地温の上昇など、熱活動の活発化
- ・ 明瞭な山体膨張等の地殻変動を観測

【火口周辺（地獄沼火口から概ね1 km 以内、あるいは大岳火口から概ね2 km 以内）に影響を及ぼす噴火が発生】

● 地獄沼火口、あるいは大岳火口から有色噴煙を観測

(引下げ基準)

上記のいずれの現象もみられなくなり元の状態に戻った、あるいは戻る傾向が明瞭



になった段階でレベル1に引き下げる。ただし、元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、上記の基準に達していなくてもレベル2に戻す。

## ○ 解説

### (判定基準)

火山では一般的に、噴火の前には複数の異常現象がみられる事例が多いが、八甲田山では、前述のように活動の記録が乏しく、最近では15から17世紀の噴火の事例しかないことから、他火山での事例を参考に上記の現象のいずれか複数が観測された場合にはレベル1から2に引き上げる。また、一般的に突発的な噴火の発生は予測できないこともあるため、微小な噴火も含め、有色の噴煙が確認された場合には、速やかにレベル2に引き上げる。なお、視界不良により噴煙の観測ができない状況でも、他の観測データから噴火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。

- ・火山性地震の回数については、2013年の活動を踏まえ、新燃岳における日別地震回数の基準を参考に設定した。過去の噴火発生場所が北八甲田山体であることから、対象とする火山性地震の領域は、北八甲田山体とする。ただし、地震の発生場所や深さを考慮する。



図3 火山性地震の領域

赤色の破線内が判定基準で対象とする火山性地震の概ねの領域を示す。

- ・2013年から2014年にかけて低周波地震が発生しているが、24時間で複数回観測された事例は少なく、平成26年の御嶽山噴火の事例など、注意が必要な現象であることから、低周波地震が24時間で複数回観測された場合を基準のひとつとしている。

- ・観測開始以来、火山性微動を観測したことはないが、他の火山の事例から、微動の発生自体が火山活動の活発化を示す可能性もあることから、微動の発生を基準のひとつとしている。ただし、微小な微動については、火山活動が活発でない時期にも発生することがあるため考慮しない。
- ・GNSS や傾斜計の記録で明瞭な山体膨張を示す変動がみられた場合は、火山活動を要因とする可能性が高いと考えられることから基準とする。
- ・現在、噴気の噴出や明確な地熱域（周辺と比べて温度が高い地面）のような表面現象は、大岳では確認されていないが、地獄沼周辺では確認されており、十勝岳や雌阿寒岳などのように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確認されている。
- ・想定火口は大岳と地獄沼としているが、火口が特定できない場合は、両方に対して火口周辺警報（噴火警戒レベル2）を発表する。

#### （引下げ基準）

レベル2からレベル1への引下げについては、レベル2の引上げ基準のいずれの現象もみられなくなり元の状態に戻った、あるいは戻る傾向が明瞭になった段階で、すみやかにレベル1に引き下げる。特に、噴気活動や地殻変動は元の状態に戻るまで時間がかかる場合が多いので、活発化の傾向がみられず、元に戻る傾向が明瞭になった場合にレベル1へ引き下げる。ただし、レベル1に戻る傾向が明瞭になったと判断してレベルを下げたが再び活動の高まりに転じた場合は、レベル2の引上げ基準に達していなくてもレベル2に戻すこととする。

### 【レベル3】

#### ○ 判定基準及び引下げ基準

以下の基準により、レベル3への引上げ及びレベル3からの引下げを行う。

#### （判定基準）

**【居住地域の近く（大岳火口から概ね5 km 以内）まで重大な影響を及ぼす噴火の可能性】**

#### ● 次の現象のいずれかが観測された場合

- ・北八甲田山体直下で地震活動が活発化し、浅部への震源の移動を確認
- ・継続時間の長い振幅の大きな火山性微動の発生（レベル2よりも規模大、または継続時間長）
- ・規模の大きな山体膨張等の地殻変動を観測
- ・溶岩流の流下を観測
- ・噴出物に新鮮なマグマ起源の物質を含有

**【居住地域の近く（大岳火口から概ね5 km 以内）まで重大な影響を及ぼす噴火が発生】**

- 噴火に伴い大岳火口から 2 km を超える大きな噴石の飛散、火砕流・火砕サージの流下を観測

(引下げ基準)

上記に該当する現象が観測されなくなって概ね 1 か月程度経過した場合

○ 解説

(判定基準)

レベル 3 で想定しているマグマ噴火では、地下浅部へのマグマの貫入・上昇等により、レベル 2 の基準をはるかに上回る火山性地震の急増などの地震活動の活発化のほか、急激で大きな山体膨張を示す地殻変動や火山性微動の多発などが考えられる。また、噴出物に新鮮なマグマ起源の物質が含まれていた場合はマグマ噴火が発生したと判断し、より規模の大きな噴火の可能性が高まっているとみなし、レベル 3 に引き上げることとする。

また、大きな噴石や火砕流・火砕サージが大岳火口から概ね 2 km を超えて影響を及ぼす噴火が発生した場合や、溶岩流の流下を観測しマグマ噴火に移行したことが分かった場合には、より大きな噴火の可能性が高まったと判断し、速やかにレベル 3 に引き上げることとする。

(引下げ基準)

その後の火山活動の状況を見て判断する。具体的には、噴火しても大きな噴石が想定火口から概ね 2 km 以内の飛散でおさまっている場合などにおいて、観測データや現地調査の結果なども参考に、火山活動が低下したと判断できた場合は、レベル 2 に引き下げる。引下げを検討する期間については、他火山での事例を参考にレベル 3 に該当する現象が観測されなくなって 1 か月程度、観測データの変化を見きわめて判断する。

**【レベル 3 警戒範囲を大岳火口から 6 km 以内に拡大】**

レベル 3 における警戒が必要な範囲は大岳火口から概ね 5 km 以内を原則とするが、非積雪期において噴火の規模が大きくなっている、あるいはその可能性があり、火砕流・火砕サージが大岳火口から概ね 5 km を超えて流下する可能性がある場合と判断する場合は、火砕流・火砕サージの警戒が必要な範囲を 6 km 以内とする。また、積雪期において、大岳火口から 2 km を超える火砕流・火砕サージの流下を観測した場合は、融雪型火山泥流の警戒範囲を大岳火口から概ね 6 km 以内の河川流域とする。

- 非積雪期に次の現象のいずれかが観測された場合
  - ・ 噴火活動の活発化がみられるなかで多量のマグマ上昇を示す地殻変動を観測



- ・火砕流・火砕サージが大岳火口から 5 km を超える噴火を観測
- 積雪期において、火砕流・火砕サージが大岳火口から 2 km を超える噴火を観測

(警戒範囲の縮小もしくは引下げ基準)

上記に該当する現象が観測されなくなった場合には、活動状況を勘案しながら判断する(警戒範囲の縮小も含む)。

○ 解説

(警戒範囲拡大の判定基準)

非積雪期において、より規模の大きなマグマ噴火の発生、あるいはその可能性があり、火砕流・火砕サージが大岳火口から概ね 5 km を超える可能性があるとは判断する場合は、火砕流・火砕サージの警戒が必要な範囲を 6 km までとする。

融雪型火山泥流は、噴火に伴い発生した火砕流・火砕サージが積雪を融かして発生する。積雪期において、大岳火口から 2 km を超える火砕流・火砕サージの流下を確認した場合は、融雪型火山泥流が火口から概ね 6 km 以内の河川流域に達する可能性があるため、警戒が必要な範囲を 6 km までとする。なお、積雪期は 12 月から 5 月を基本とするが、積雪状況を勘案して判断する。

(警戒範囲の縮小)

上記に該当する現象が観測されなくなった場合には、活動状況を勘案しながら、レベル 2 への引下げ、もしくは警戒範囲の縮小を行う。

【レベル 4】

○ 判定基準及び引下げ基準

以下の基準により、レベル 4 への引上げ及びレベル 4 からの引下げを行う。

(判定基準)

【居住地域に噴火による重大な被害を及ぼす現象の可能性】

- 積雪期において、次のいずれか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多量のマグマ上昇を示す地殻変動を観測(レベル 3 よりも規模大)
  - ・火砕流・火砕サージが大岳火口から 3 km を超える噴火を観測

(引下げ基準)

上記に該当する現象が観測されなくなった場合には、活動状況を勘案しながら判断する。

○ 解説

(判定基準)

積雪期において、上記の基準を満たす現象が観測された場合は、融雪型火山泥流が居住地域に達するような噴火の可能性があるためレベル4に引き上げる。

当該噴火では、多量のマグマ上昇により、GNSS 等で規模の大きな地殻変動が観測されると考えられるため、積雪期におけるそのような変化を基準にしている。

また、積雪期に火砕流・火砕サージが大岳火口から概ね3 km を超える噴火が観測された場合は、居住地域に被害を及ぼす融雪型火山泥流が発生する可能性もあるため、基準としている。

なお、積雪期は12月から5月を基本とするが、積雪状況を勘案して判断する。

(引下げ基準)

上昇した多量のマグマが噴火の頻発等で地表へ噴出、あるいは深部へ移動するなどして規模の大きな地殻変動に低下傾向がみられた場合には、他の観測データや現地調査の結果も参考に、火山活動が低下し当該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。また、積雪量の減少により、融雪型火山泥流が発生しても居住地域まで達する可能性がないと判断した場合はレベル3に引き下げる。

【レベル5】

○ 判定基準及び引下げ基準

以下の基準により、レベル5への引上げ及びレベル5からの引下げを行う。

(判定基準)

【居住地域に噴火による重大な被害を及ぼす現象が発生あるいは切迫】

- 積雪期において、火砕流・火砕サージが大岳火口から5 km を超える噴火を観測

(引下げ基準)

噴火が発生した場合には、噴火の終了後、活動状況を勘案しながら判断する。

○ 解説

(判定基準)

積雪期において、火砕流・火砕サージが大岳火口から概ね5 km を超える噴火が観測された場合は、融雪型火山泥流が居住地域に切迫または到達すると判断し、速やかにレベル5に引き上げる。

なお、積雪期は12月から5月を基本とするが、積雪状況を勘案して判断する。

(引下げ基準)

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、関係自治体等の意見も参考に、レベルの引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、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。

また、火山活動が急激に変化する場合もあり、レベルの発表が必ずしも段階を追って引き上がるとは限らない（引き下げるときも同様）。

## 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、噴火が観測されていないため、他火山での事例を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見られた場合は、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。また、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。
- (2) 融雪型火山泥流の発生と規模は、噴火の状況の他に、積雪の状況に依存する。融雪型火山泥流が発生し得る積雪の条件について、火山防災協議会での検討を踏まえ、レベル4及びレベル5の定量的な判定基準を設定していく必要がある。
- (3) レベル3における引下げ期間については、他火山での事例を参考に設定しているが、科学的な根拠に乏しいため、火山活動の低下の状況をみながら引き下げる期間を検討していく必要がある。
- (4) 地獄沼からの大きな噴石の影響範囲については、地獄沼火口から1kmとしているが、他火山では1km以上大きな噴石が飛散した事例もあり、大きな噴石の影響範囲については今後の検討課題とする。