

## 栗駒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

栗駒山では、18世紀以降の2回の水蒸気噴火を除き、過去1万年以内の噴火活動に関する詳細な年代分析値はこれまで報告されていなかった。そのため、栗駒山火山防災協議会において、噴火シナリオ及びハザードマップを作成する上で必要な、噴火履歴等の調査がなされ、過去1万年間で、水蒸気噴火が少なくとも12回、マグマ噴火・マグマ水蒸気噴火が少なくとも9回発生していることが報告された。マグマ噴火は約4000年より前のみで、剣岳周辺が噴火口とされ、溶岩流の流下や溶岩ドームの形成、火砕流の流下等が発生している。水蒸気噴火の発生場所は、いずれも山頂北側の昭和湖を含む東西に延びる領域に分布し、有史以降は、昭和湖周辺で火口周辺に火砕物を降下させる程度の小規模な水蒸気噴火が発生している。

この報告を基に作成された噴火シナリオ及び栗駒山火山ハザードマップ、過去の火山活動の特徴等に基づき、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

栗駒山火山ハザードマップで想定された噴火想定範囲を「想定火口」とする。

水蒸気噴火の想定火口：過去1万年間の水蒸気噴火の火口を包括する範囲

マグマ噴火の想定火口：過去1万年間のマグマ噴火（マグマ水蒸気噴火を含む）の火口地形、溶岩噴出口及び岩脈を包括する範囲

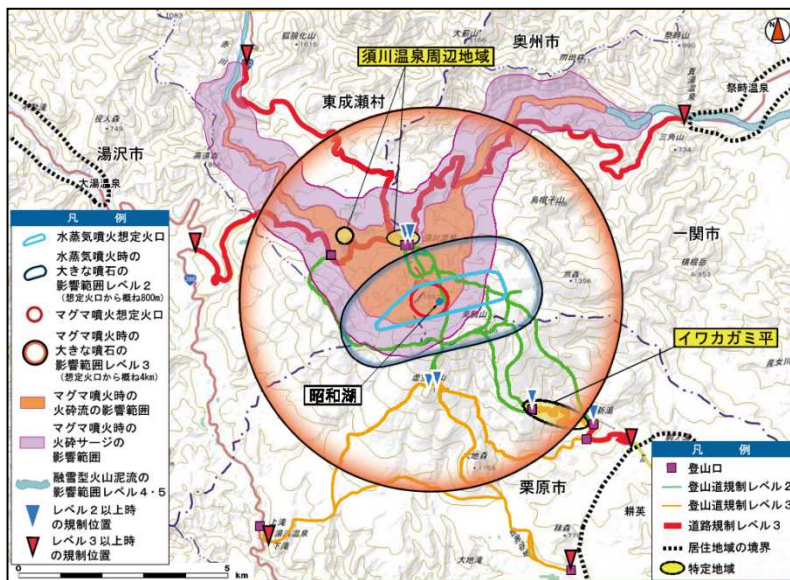


図1 栗駒山の想定火口と火口からの距離

## ②噴火の区分とその影響

噴火様式と影響範囲の想定は下表の通りである。

噴火様式	噴火に伴う現象及び警戒が必要な範囲
水蒸気噴火	大きな噴石：想定火口から概ね 800m 以内の範囲 火砕流・火砕サージ：火口周辺
マグマ噴火 (マグマ水 蒸気噴火を 含む)	大きな噴石：想定火口から概ね 4 km 以内の範囲 火砕流・火砕サージ：想定火口から居住地近くまでの河川流域（磐井川、成瀬川） 融雪型火山泥流：想定火口から影響が及ぶと予想される河川流域と周辺の居住地（磐井川、成瀬川）

(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。
- ・ 火口噴出型泥流については、浸水範囲は局地的であり、建物等にも影響がないことから、噴火警報では注意喚起を行うこととする。

## 2 火山活動の時間的な推移

栗駒山では、気象庁が 2006 年に観測機器による観測を開始してから、噴火は観測されていない。また、過去の記録からも噴火の前兆現象に関する知見もない。そこで、他の火山の活動等を参考にし、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、噴気活動や地熱活動等が噴火の前兆現象として観測されることを想定した。しかし、一般に水蒸気噴火は前兆に乏しいため、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。

一方、約 4000 年より前に発生しているマグマ噴火については、栗駒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、マグマ等の火山性流体の貫入・上昇に伴い、山体の膨張や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、マグマ噴火が発生し、マグマが溶岩流として流下したり、溶岩ドームを形成することや、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して大きな噴石が飛散し、火砕流・火砕サージを伴うことも考えられる。

## 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である。ただし、活動状況により想定火口内で火山ガス等の噴出の一時的な活発化や、散発的な火山性地震の発生あるいは火山性微動が発生する場合がある。

### ②レベル 2（火口周辺規制）

火口から概ね 800m 以内に大きな噴石が飛散する噴火の発生、あるいは発生する可能性がある。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、地熱域や噴気域の明瞭な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）

火口から800mを超え概ね4kmまで大きな噴石が飛散する、あるいは居住地域近くまで火砕流・火砕サージが到達するようなマグマ噴火の発生、あるいはマグマ噴火の可能性がある。マグマの上昇により、浅部の地震活動、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（避難準備）

積雪期において、マグマの上昇による顕著な地殻変動がみられるなど、噴火の発生により融雪型火山泥流が居住地域に被害を及ぼすことが予想される状況。

### ⑤レベル5（避難）

マグマ噴火に伴い融雪型火山泥流が発生し、居住地域に被害を及ぼす、または切迫している状況。

レベル3以上の火砕流・火砕サージの警戒が必要な範囲は、到達範囲の推移など火山活動の状況をみながら判断する。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2006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。また、明瞭な火山活動の活発化を示す現象の観測記録もない。よって、栗駒山の判定基準は、他火山の活動事例や判定基準を参考にしながら設定した。

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】

#### ○ 判定基準及び引き下げ基準

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（火口から概ね800m以内）に影響を及ぼす噴火の可能性、あるいは発生】

- 次の現象のいずれか複数観測された場合  
（現象が顕著な場合は、単独の基準でも引き上げることがある）
  - ・火山性地震が増加（地震回数が20回以上／24時間）した場合  
ただし、地震の発生場所や深さを考慮する
  - ・低周波地震もしくは火山性微動が発生した場合
  - ・GNSS等で山体膨張を示す明瞭な地殻変動が観測された場合
  - ・地熱域や噴気域の明瞭な拡大、新たな噴気もしくは噴気活動の活発化が観測された場合
  
- 次の現象が観測された場合
  - ・火口からの有色噴煙が観測された場合

（引き下げ基準）

レベル2の引き上げ基準で示した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、レベル2の引き上げ基準に達していなくてもレベル2に戻す。

## ○ 解説

### (判定基準)

栗駒山では、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見られている。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。なお、現象が顕著な場合は、単独の基準でもレベルを引き上げることがある。

- ・地震回数の基準は、これまで栗駒山浅部で観測された日別地震回数の最大値（18回）と他火山における日別地震回数の基準を参考にし、20回以上/24時間に設定した。なお、栗駒山周辺では、平成20年（2008年）岩手・宮城内陸地震の余震活動が活発であり、それらの余震活動を除く栗駒山浅部の火山性地震を対象としている。
- ・観測開始以来、低周波地震及び火山性微動を観測したことはないが、平成26年の御嶽山噴火や他火山の事例などから、低周波地震や火山性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、発生回数に関わらず基準としている。
- ・深部から高温の火山ガス等が上昇すると、火口付近浅部の膨張が観測される可能性があることから明瞭な地殻変動が観測された場合を基準としている。
- ・栗駒山では、過去に噴気地熱域の発生や、噴気温度の変化等が観測されており、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考えられることから基準としている。
- ・突発的な噴火（特に水蒸気噴火）は完全に予測できるものではなく、レベル1の状況において、火山灰の噴出等の可能性も考えられる有色噴煙が確認された場合には、規模の大きな噴火に発展する可能性も考慮し、速やかにレベルを引き上げる。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。

### (引き下げ基準)

レベル2からレベル1への引き下げについては、レベル2の引き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の引き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】

### ○ 判定基準及び引き下げ基準

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（火口から概ね800mを超え、4km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、さらに次のいずれかの現象が観測された場合
  - ・火山性地震や火山性微動の急増および規模（振幅）の増大
  - ・GNSS等で山体膨張を示す顕著な地殻変動が観測された場合（レベル2よりも規模大）
  - ・大きな噴石の飛散、火砕流・火砕サージの流下が確認された場合
  - ・溶岩流の流下、溶岩ドームの出現が確認された場合
  - ・噴出物に明瞭なマグマ起源の物質が含まれていた場合
  - ・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の可能性があると判断した場合

（引き下げ基準）

レベル3の引き上げ基準に該当する現象が観測されなくなって1ヶ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・上昇により、レベル2よりも火山性地震の急増や規模の増大、山体膨張を示す顕著な地殻変動、火山性微動の規模の増大や多発が考えられる。

噴火に伴う大きな噴石の飛散、火砕流・火砕サージの流下、溶岩ドームの出現が確認された場合に加え、噴出物に明瞭なマグマ起源の物質が含まれていた場合はマグマ噴火の可能性が高まっていると判断し、レベル3に引き上げる。

（引き下げ基準）

大きな噴石の飛散や火砕流・火砕サージの流下を伴う噴火が発生せず、レベル3の引き上げ基準を下回る状態が1ヶ月程度経過した場合にはレベル2に引き下げる。

### 【レベル3 警戒範囲を6km以内の河川流域（磐井川、成瀬川）に拡大】

レベル3における警戒が必要な範囲は火口から概ね4km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・火砕サージが火口から概ね4km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6km以内の河川流域（磐井川、成瀬川）に拡大する。なお、積雪期に上述の現象の可能性のある場合は、融雪型火山泥流が居住地域まで達する可能性があるため、レベル4に引き上げる。

## ○ 警戒範囲拡大の判定基準及び縮小の判定基準

（警戒範囲拡大の判定基準）

- 非積雪期において、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が観測された場合
  - ・溶岩ドームの成長が確認された場合
  - ・火砕流・火砕サージが火口から概ね2kmを超える噴火が観測された場合

（警戒範囲縮小の判定基準）

上記に該当する現象が観測されなくなった場合に、活動状況を勘案しながら、必要に応じて火山噴火予知連絡会等の意見も参考に、警戒が必要な範囲を火口から概ね4km以内に縮小する。

## ○ 解説

### (警戒範囲拡大の判定基準)

火砕流・火砕サージが火口から概ね4 km を超えて流下する噴火は、多量のマグマが山体へ上昇することで発生すると考えられるため、そのような変化を示す規模の大きな地殻変動を基準としている。また、栗駒山の過去のマグマ噴火では溶岩ドームが形成されており、溶岩ドーム崩壊型の火砕流・火砕サージも発生する可能性があることから、溶岩ドームの成長を基準としている。

火砕流・火砕サージは流走距離が次第に伸びるため、火砕流・火砕サージが火口から概ね2 km を超える噴火が観測された場合は、次の火砕流・火砕サージが火口から概ね4 km を超えて流走する可能性があるとし、警戒が必要な範囲を概ね6 km 以内の河川流域（磐井川、成瀬川）まで拡大する。

### (警戒範囲縮小の判定基準)

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結果、火山噴火予知連絡会等の意見も参考に、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、警戒が必要な範囲を火口から概ね4 km 以内に縮小する。

## 【レベル4】

### ○ 判定基準及び引き下げ基準

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)

##### 【居住地域に重大な被害を及ぼす噴火の可能性】

- 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が観測された場合（レベル3よりも規模大）
  - ・溶岩ドームの成長が確認された場合
  - ・火砕流・火砕サージが火口から概ね2 km を超える噴火が観測された場合

#### (引き下げ基準)

上記に該当する現象が観測されなくなった場合に、活動状況を勘案しながら、必要に応じて火山噴火予知連絡会等の意見も参考に判断する。

## ○ 解説

### (判定基準)

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、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まで達するような噴火の可能性があるのでレベル4に引上げる。

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ことが考えられるため、積雪期におけるそのような変化を基準としている。

栗駒山の過去のマグマ噴火では溶岩ドームが形成されており、溶岩ドーム崩壊型の火砕流・火砕サージが発生する可能性があることから、溶岩ドームの成長を基準としている。

また、積雪期に火砕流・火砕サージが火口から概ね2 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4月を基本とするが、積雪状況を勘案して判断する。

(引き下げ基準)

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とともに、火山噴火予知連絡会等の意見も参考に、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】

### ○ 判定基準及び引き下げ基準

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)

【居住地域に重大な被害を及ぼす噴火が発生あるいは切迫】

- 積雪期において、火砕流・火砕サージが火口から概ね4kmを超える噴火が観測された場合

(引き下げ基準)

上記に該当する現象が観測されなくなった場合に、活動状況を勘案しながら、必要に応じて火山噴火予知連絡会等の意見も参考に判断する。

### ○ 解説

(判定基準)

積雪期において、火砕流・火砕サージが火口から概ね4km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に引上げる。

なお、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。

(引き下げ基準)

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、関係自治体や火山噴火予知連絡会等の意見も参考に、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。

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、噴火や明瞭な火山活動の活発化を示す現象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。居住地域に被害を及ぼすような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。