

平成 19 年 12 月 1 日運用開始
平成 30 年 3 月 29 日現在
気 象 庁

吾妻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

吾妻山の過去 1 万年の活動では、約 4900～7700 年前に吾妻小富士や桶沼の火砕丘が形成され、吾妻小富士付近から東麓に溶岩が流出した。その後の活動は水蒸気噴火ないし爆発的なマグマ噴火が主体で、少なくとも 6 回以上の堆積物を残す活動が発生している。

有史以降の活動では、1331 年、1711 年、1893～95 年、1950 年、1977 年に噴火があった。噴火場所は、1331 年が一切経山大穴火口～硫黄平南火口列、1893～95 年が一切経山燕沢に生じた火口群、それ以外は一切経山大穴火口付近であった。噴火の規模はいずれも小規模で、1331 年にマグマの噴出があった他は全て水蒸気噴火であった。

1977 年の噴火以降は、時々地震の増加や火山性微動の発生、地震増加に伴う局所的な地殻変動が観測されており、2008 年～2011 年には大穴火口で噴気活動の活発化、二酸化硫黄放出量の増加が観測された。

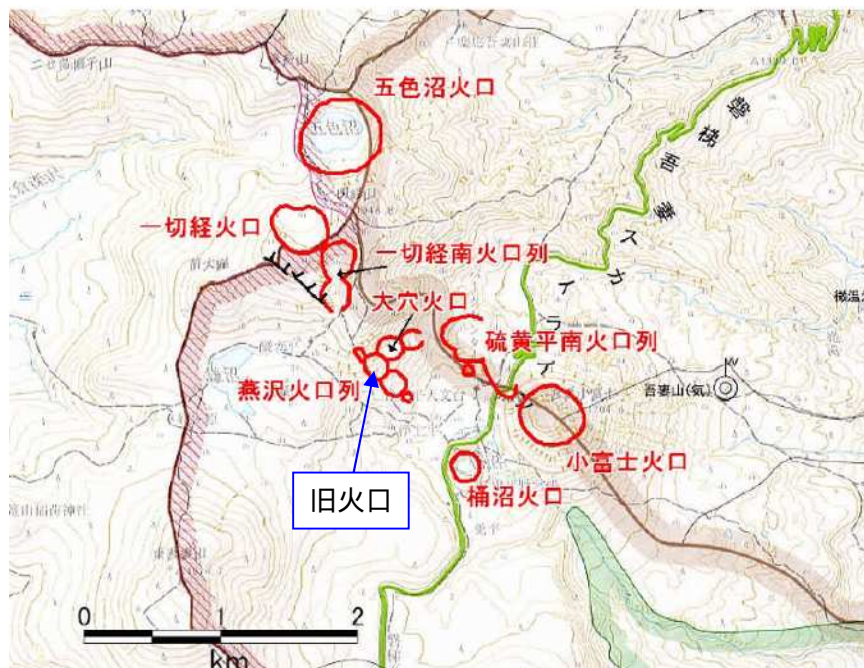


図 1 過去約 7,000 年間に噴火した吾妻山の火口
(吾妻山火山噴火緊急減災対策砂防計画に加筆)

旧火口とは、1893～95 年の噴火で一切経山燕沢に生じた火口群の一部を指す。

噴火場所

大穴火口及び旧火口



(吾妻山噴火警戒レベルリーフレットから引用)

図2 吾妻山 大穴火口及び旧火口からの距離

噴火の区分とその影響

噴火様式と規模の想定は下表の通りである。

噴火場所	噴火様式	規模	噴火に伴う現象 ¹ および警戒が必要な範囲
大穴火口、旧火口	水蒸気噴火	小 ²	大きな噴石 ³ : 火口から概ね 1.5km 以内
	水蒸気噴火もしくはマグマ噴火 ⁴	小～中 ⁵	大きな噴石 ² 火口から概ね 4 km 以内 融雪型火山泥流(積雪期): 影響が及ぶ居住地域

1 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。

2 ここでいう小規模噴火とは、大きな噴石の飛散が概ね 1.5～2 km 以内の範囲にとどまる噴火とする(火口周辺だけにとどまるものも含む)。

- 3 「大きな噴石」とは、風の影響を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。
- 4 マグマが直接関与する噴火を総称してマグマ噴火と呼ぶ。ここでは、マグマが直接噴出する噴火のほか、マグマと地下水の接触により発生するマグマ水蒸気噴火も含む。
- 5 ここでいう中規模噴火とは、大きな噴石が概ね 2 ~ 4 km の範囲に飛散する噴火とする。

2 火山活動の時間的な推移

全体的な火山活動の推移は、平成 19 年に開催された「吾妻山噴火警戒レベル導入についての検討会」において検討された噴火シナリオの想定を基にしている。当該シナリオの総括表では、詳しい記録の残っている 1893 年以降の活動を参考としており、噴火の場所は大穴火口及び旧火口、噴火のタイプは水蒸気噴火及びマグマが直接関与する噴火（以下、マグマ噴火）を想定している。また、他火山の事例なども参考にすると噴火前には、火山性地震の増加や噴気活発化等の現象が観測されることがあると考えられる。

融雪型火山泥流については、噴火が小規模でも積雪の状況によっては発生する可能性があるため、火山活動の変化のほか、積雪量によりレベルを判定する必要がある。

3 噴火警戒レベルの区分け

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。活動状況によっては、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あるいは火山性微動が発生する可能性がある。

レベル 2（火口周辺規制）

【警戒範囲】大きな噴石：火口から概ね 1.5km 以内

地震活動や噴気活動の活発化等により火山活動の高まりが見られ、火口周辺に影響を及ぼす小規模の水蒸気噴火が発生する可能性がある場合、または発生した場合。

レベル 3（入山規制）

【警戒範囲】大きな噴石：火口から概ね 4 km 以内

火山性地震の多発や GNSS もしくは傾斜計で大きな地殻変動が観測される等、概ね 4 km 以内に影響する小～中規模噴火の可能性がある。

または、小～中規模噴火が発生した場合で、融雪型火山泥流の可能性がない場合。

レベル 4（避難準備）

【警戒範囲】融雪型火山泥流の影響が及ぶと想定される居住地域

融雪型火山泥流が居住地域まで到達する可能性がある。

レベル 5（避難）

【警戒範囲】レベル 4 と同じ

融雪型火山泥流が居住地域まで到達、あるいは切迫している。

なお、各レベルの警戒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

【レベル2】

判定基準及び引き下げ基準

(判定基準)

レベル1の段階で、次の条件を満たした場合、レベル2に引き上げる。

火口周辺(火口から概ね1.5km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が観測された場合

(現象が顕著な場合は、単独の現象でも引き上げることがある)

- ・低周波地震が増加した場合(前30日の総数40回以上)
- ・火山性地震が増加した場合(100回以上/24時間) または火口付近浅部を震源とする規模の大きい火山性地震が複数回発生した場合
- ・火山性微動(微小なものを除く)が発生した場合
- ・山体の膨張を示す明瞭な地殻変動が観測された場合
- ・活発な噴気活動(高さ300m以上の噴煙(白色)を連日観測) 地熱噴気地帯の拡大、または顕著な地温の上昇など熱活動の活発化

火口周辺(火口から概ね1.5km以内)に影響を及ぼす噴火が発生

- ・大きな噴石が火口から概ね1.5kmを超えない範囲に飛散した場合(推定を含む)

(引き下げ基準)

地震活動が活発化前の状態に戻り、地殻変動、噴気活動、熱活動に活発化の傾向がみられない(低周波地震については概ね10日、火山性微動及び噴気活動については概ね1か月経過)場合。なお、レベル1に下げた後に活発化傾向に転じたことがわかった場合は、レベル2に上げる基準に達していなくてもレベル2に戻す。

解説

吾妻山では、2008年11月から2011年に噴気活動、熱活動及び地震活動が活発になり、明瞭な地殻変動も観測された。この期間に噴火は発生しなかったものの、大穴火口で突如の噴気噴出や硫黄の燃焼などが観測され、水蒸気噴火の可能性が高まっていたと考えられる。また、雌阿寒岳や箱根山など他火山の水蒸気噴火の事例からも噴火に先立って、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。このことから、噴火の可能性でレベル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(レベル3の基準に達しない程度)な場合は、単独の現象でもレベルを引き上げることがある。

(判定基準)

火口周辺(火口から概ね 1.5km 以内)に影響を及ぼす噴火の可能性

- ・ 2003 年以降の火山観測データを基に検討し、火山活動が活発化した際(2008 年 11 月～2011 年)の噴煙(白色)の高さ及び地震回数等をもとに基準を設定している。
- ・ 近年の吾妻山では、火山活動の活発化に対応して低周波地震が増加する特徴があり、長期間にわたって継続的に多い状態が続く傾向がある。そのため、前 30 日間の低周波地震の総数を基準としている。
- ・ 低周波地震に加え、これまでほとんど観測されることがないような火山性地震(高周波地震を含む)の多発もレベル引き上げの基準としている。また、1966 年に噴気活発化や泥水噴出などの火山活動が活発化した際に、火口付近浅部を震源とする規模の大きい火山性地震が数回観測されたことから、規模の大きい地震の発生も基準に加えている。
- ・ 火山活動が活発化すると、火山性微動が発生することがある。ただし、火山性微動は、地震や熱活動などが活発でない時期にも発生することもあり、そのような微動は規模が小さいことから、火山性微動の規模の目安を、概ね最大振幅 $6 \mu\text{m/s}$ で継続時間 30 秒、 $4 \mu\text{m/s}$ で 1 分もしくは $3 \mu\text{m/s}$ で 2 分を超える程度としている。
- ・ 地殻変動について、噴気活動が活発化していた 2010 年には GNSS 繰り返し観測で膨張を示す変化が観測されており、また 2014 年からの地震活動等の活発期にも GNSS 及び傾斜計の連続観測で変化が観測されており、基準のひとつとしている。
- ・ 1977 年の噴火前や 2008 年～2011 年の活動活発期に、地熱噴気地帯の拡大、顕著な地温の上昇などの熱活動の活発化を示す現象が観測されていることから、熱活動も基準としている。対象とする現象には、土砂噴出、泥水流出及び硫黄の燃焼によると推定される発光現象も含まれる。

火口周辺(火口から概ね 1.5km 以内)に影響を及ぼす噴火が発生

水蒸気噴火の予測は難しく、レベル 1 の状態で突発的に噴火が発生する可能性はある。その場合、速やかにレベルを引き上げる。また、火口周辺に火山灰を降下させる程度のごく小規模な噴火であっても、今後の活動活発化を考慮してレベルを引き上げる。以下の場合、レベル 2 で想定している噴火が発生したと判断し、レベル 2 に引き上げる。ただし、噴火の発生は確認されたが、レベル 2 で想定している噴火規模と判断できない場合は安全面を考慮して一旦レベル 3 に引き上げる。

- ・ 監視カメラで大きな噴石の飛散が確認され、飛散範囲が火口から 1.5km 以内と判断される場合
- ・ 有色噴煙が観測され、噴煙の高さや量から規模の小さい噴火と判断される場合
- ・ 視界不良により噴煙の観測ができない場合で、噴火に伴うと推定される地震もしくは火山性微動、及びこれらに対応する空振が観測され、規模の小さな噴火と判

断される場合

(引き下げ基準)

噴火が発生せず、火山性地震、低周波地震、火山性微動などの地震活動が活発化前の状態に戻る傾向が明瞭になり、噴気活動、熱活動及び地殻変動の活発化がみられないと判断した場合、レベル1に引き下げる。ただし、活動にはゆらぎがあるため、活動低下を判断するため一定の期間様子を見ることとしている。過去事例を参考に、低周波地震に関しては概ね10日、火山性微動及び噴気活動については概ね1か月の間の活動状況をみてからレベル引き下げを行うこととしている。ただし、高周波地震の多発や規模の大きな火山性地震の発生については、過去事例が少ないため具体的な期間は設定していないが、地震活動が収まり、他の現象に変化が見られない場合にはレベルを引き下げる。

一方、レベル下げの後、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る。そのため、レベル1に下げた後、期間を置かず再び活発化の傾向に転じた場合は、基準に達しなくてもレベル2に戻すこととしている。

【レベル3】

判定基準及び引き下げ基準

(判定基準)

レベル1～2の段階で、次の条件を満たした場合、レベル3に引き上げる。

居住地域の近く(火口から概ね1.5km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の現象が発生している中で、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更なる急増および規模(振幅)の増大(レベル2の基準よりも振幅大、あるいは急激に増加)
- ・山体の急激な膨張を示す地殻変動が観測された場合(レベル2よりも規模大)
- ・火映現象が観測されるなど熱活動の更なる活発化が見られた場合
- ・噴火後の噴出物の調査で、新鮮なマグマの関与を示す調査結果が得られ、マグマ噴火の可能性があり、レベル3への引き上げが必要と判断した場合
- ・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

居住地域の近く(火口から概ね1.5kmを超え、4km以内)まで重大な影響を及ぼす噴火が発生

- ・大きな噴石が火口から概ね1.5kmを超えて飛散した場合(推定も含む)

(引き下げ基準)

地震活動がレベル2以下の状態に戻り、地殻変動、噴気活動、熱活動に活発化の傾向がみられない場合。

なお、レベル2に下げた後に活発化傾向に転じたことがわかった場合は、レベル3に上げる基準に達していなくてもレベル3に戻す。

解説

この項の冒頭で示したとおり、小～中規模の噴火の可能性が高まっていると判断した場合、レベル3に引き上げる。

(判定基準)

居住地域の近く(火口から概ね1.5kmを超え、4km以内)まで重大な影響を及ぼす噴火の可能性

- ・地震活動では、地下浅部もしくは地表への熱水もしくはマグマの貫入・上昇により、小規模な水蒸気噴火を想定した場合よりも地震の急増や、規模の増大が予想される。併せて、山体の急激な膨張を示す地殻変動が、GNSSや傾斜計などで観測されると予想される。いずれもレベル2の基準より規模が大きい。
- ・噴火前に熱活動の活発化を示す現象としてよく見られるものに火口の高温化を示す火映現象があり、浅間山、口永良部島等で確認されていることから、火映が確認されるなど熱活動の更なる活発化を基準とした。
- ・レベル2と判断した噴火の発生後であっても、当該噴火による噴出物の調査で新鮮なマグマの関与を示す調査結果が得られ、マグマ噴火の可能性がある場合は、レベル3へ引き上げる。
- ・1893年の噴火(有史以降最大規模の水蒸気噴火)では、レベル2相当の噴火が始まり、断続的に続いた後、約2週間後にさらに規模の大きな噴火(レベル3相当)が発生した。レベル2と判断した噴火の発生後、噴火活動が継続し、さらに大きな噴火の可能性がある場合は、レベル3へ引き上げる。

居住地域の近く(火口から概ね1.5kmを超え、4km以内)まで重大な影響を及ぼす噴火が発生

以下の場合、レベル3の噴火が発生したと判断する。

- ・監視カメラで大きな噴石の飛散が確認され、飛散範囲が火口から概ね1.5kmを超えると判断される場合
- ・視界不良により噴煙の観測ができない場合で、噴火に伴うと推定される地震もしくは火山性微動、及びこれらに対応する空振が観測され、レベル3に相当する噴火と判断される場合

(引き下げ基準)

レベル引き上げ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1.5km以内の飛散でおさまっている場合などにおいて、地震活動がレベル2以下の状態に戻り、地殻変動、噴気活動、熱活動に活発化の傾向がみられず、火山活動が低下し当面再活発化のおそれがないと判断できた場合はレベル2に引き下げる。

一方、レベル2に下げた後、期間を置かず再び活発化の傾向に転じた場合は、基準に達しなくてもレベル3に戻すこととしている。

【レベル4】

判定基準及び引き下げ基準

(判定基準)

次の場合にレベル4に引き上げる。

居住地域に重大な被害を及ぼす噴火の可能性

- ・融雪型火山泥流が発生し、居住地域まで到達する可能性がある場合

(引き下げ基準)

基準を満たす現象が終息、または発生の可能性が低くなった場合

解説

(判定基準)

居住地域に重大な被害を及ぼす噴火の可能性

- ・噴火が発生せず観測された現象によりレベル3に引き上げた後、融雪型火山泥流を伴う噴火が発生すると予想される場合はレベル4に引き上げる。
- ・噴火発生後、火山活動の活発化により、融雪型火山泥流の可能性が出てきた場合はレベル4に引き上げる。ただし、火山活動の変化が急激かつ顕著な場合はレベル4を介さずレベル5に引き上げる。

(引き下げ基準)

活動の変化により、火山活動の低下によるものだけではなく、現象の発生要因である積雪がなくなった場合等が考えられ、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、必要に応じて火山噴火予知連絡会での検討結果も考慮して判断する。

【レベル5】

判定基準及び引き下げ基準

(判定基準)

次の場合にレベル5に引き上げる。

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

- ・融雪型火山泥流が居住地域まで到達または切迫している場合

(引き下げ基準)

- ・居住地域への影響の可能性が低くなった場合。
- ・積雪が減少して、融雪型火山泥流が居住地域まで到達する可能性が低くなった場合はレベル4、可能性がなくなった場合はレベル3に引き下げる。

解説

(判定基準)

居住地域に重大な被害を及ぼす噴火が発生、あるいは切迫している

レベル3または4の状況で、融雪型火山泥流が発生したと判断した場合は、レベル5に引き上げる。

(引き下げ基準)

火山活動状況に変化がない、あるいは低下している状態では、融雪型火山泥流が居住地域へ影響する可能性は、積雪の状況により変化する。積雪が減少して泥流が発生しても居住地域に到達する可能性が低くなった場合、レベル4へ引き下げることとする。また、さらに積雪が減少し、泥流を引き起こす可能性がなくなった場合はレベル3へ引き下げることとする。いずれの場合でも泥流の予想流下地域における防災対策（河川の除石、流域の洪水対策等）の状況などを考慮に入れて検討する。

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、引き続き取り組み、判定基準の改善を進める必要がある。

- (1) 吾妻山の噴火の想定は、「吾妻山火山噴火緊急減災対策砂防計画」（福島県火山噴火緊急減災対策砂防計画検討委員会、平成25年1月策定）において見直しが行われており、当該計画の内容を踏まえて、噴火警戒レベルの見直しが行われる可能性がある。当該見直しに従い判定基準の見直しも行う必要がある。特に、火砕流については、現在の噴火警戒レベルの想定現象に含めておらず、今後検討が必要である。
- (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) 火口近傍のデータの活用等、新たな項目を判定基準に取り込む検討を続ける必要がある。