

鳥海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

鳥海山では、過去 1 万年間に水蒸気噴火とマグマ噴火が複数回発生している。1600 年以前の歴史時代以前の活動については不明な点が多いが、マグマ噴火に伴って溶岩ドームの形成や泥流を発生させており、噴火の多くを占める水蒸気噴火でも泥流を発生させている。このほか火砕物を降下させているのが主な噴火に伴う現象である。

鳥海山の噴火場所は、有史以降は新山付近での活動が主体だが、約 3000 年前には猿穴火口から噴火し、溶岩流が日本海に達していることから、鳥海山火山噴火緊急減災対策砂防計画において東鳥海馬蹄形カルデラから猿穴火口を包含するエリアを想定火口域としている。これらを踏まえ、噴火場所などを想定した。

また、噴火に伴う現象（大きな噴石の飛散範囲、火砕流・火砕サージ、融雪型火山泥流等）の影響範囲についても、鳥海山火山噴火緊急減災対策砂防計画における想定を基にしている。

①噴火場所

猿穴火口～東鳥海馬蹄形カルデラを包括するエリア

(赤色実線枠内：鳥海山火山噴火緊急減災対策砂防計画の想定火口)

噴火地点が新山周辺以外または分からない場合は、「想定火口：全域」(黒色実線枠内)とし、噴火地点を新山周辺と限定できる場合は、「想定火口：新山周辺」(黒色斜線部分)を想定火口とする。

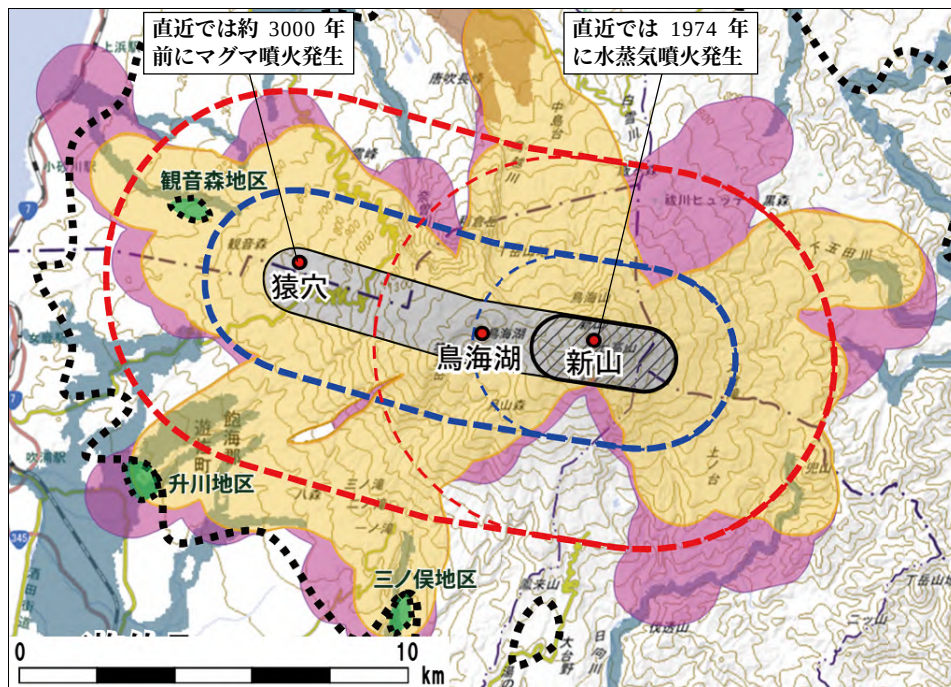


図1 鳥海山の想定火口域と想定される噴石飛散範囲

黒色の実線枠内：「想定火口：全域」の領域

青色の太破線枠内：「想定火口：全域」の場合に想定される小規模噴火での大きな噴石の飛散範囲

赤色の太破線枠内：「想定火口：全域」の場合に想定される中、大規模噴火での大きな噴石の飛散範囲

黒色の斜線部分：「想定火口：新山周辺」の領域

青色の細破線枠内：「想定火口：新山周辺」の場合に想定される小規模噴火での大きな噴石の飛散範囲

赤色の細破線枠内：「想定火口：新山周辺」の場合に想定される中、大規模噴火での大きな噴石の飛散範囲

②噴火の区分とその影響

想定する噴火区分と噴火に伴う現象及び警戒が必要な範囲は、鳥海山火山噴火緊急減災対策砂防計画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 「想定火口：全域」における噴火区分とその影響

噴火場所	噴火規模	噴火に伴う現象及び警戒が必要な範囲
想定火口： 全域	小	大きな噴石：想定火口から概ね1.5km 以内の範囲
	中	大きな噴石：想定火口から概ね4 km の範囲 火砕流・火砕サージ：想定火口から概ね4 km 以内の範囲 川袋川、赤川、下玉田川、赤沢川、女郎沢川、南ノコマイ川、南折川、中折川、洗沢川の各河川流域 融雪型火山泥流：川袋川、川袋小川、元滝川、奈曽川、白雪川、鶯川、子吉川、百宅川、日向川、草津川、月光川、南ノコマイ川、南折川、高瀬川、洗沢川、滝淵川、牛渡川の各河川流域（居住地域を含む）及び鳥越川、赤川、下玉田川、赤沢川、女郎沢川、中折川の各河川流域 火口噴出型泥流：白雪川流域（居住地域を含む）及び赤川、鳥越川の各河川流域
	大	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：想定火口から概ね4 km 以内の範囲 川袋川、中折川、洗沢川の各河川流域（居住地域を含む）及び鳥越川、赤川、鶯川、下玉田川、朱又川、赤沢川、女郎沢川、白沢川、南ノコマイ川、南折川の各河川流域 融雪型火山泥流：川袋川、川袋小川、元滝川、奈曽川、白雪川、鶯川、子吉川、百宅川、日向川、草津川、月光川、南ノコマイ川、南折川、高瀬川、洗沢川、滝淵川、牛渡川の各河川流域（居住地域を含む）及び鳥越川、赤川、下玉田川、赤沢川、女郎沢川、中折川の各河川流域 火口噴出型泥流：白雪川流域（居住地域を含む）及び赤川、鳥越川の各河川流域

表2 「想定火口：新山周辺」における噴火区分とその影響

噴火場所	噴火規模	噴火に伴う現象及び警戒が必要な範囲
想定火口： 新山周辺	小	大きな噴石：新山周辺から概ね1.5km 以内の範囲
	中	大きな噴石：想定火口域から概ね4km の範囲 火砕流・火砕サージ：想定火口域から概ね4km 以内の範囲 鳥越川、赤川、鶯川、下玉田川、朱又川、赤沢川、女郎沢川、白沢川の各河川流域 融雪型火山泥流：白雪川、鶯川、子吉川、百宅川、日向川の各河川流域（居住地域を含む）及び鳥越川、赤川、下玉田川、赤沢川、女郎沢川の各河川流域 火口噴出型泥流：白雪川流域（居住地域を含む）及び赤川、鳥越川の各河川流域
	大	大きな噴石：想定火口域から概ね4km 以内の範囲 火砕流・火砕サージ：想定火口域から概ね4km 以内の範囲 鳥越川、赤川、鶯川、下玉田川、朱又川、赤沢川、女郎沢川、白沢川の各河川流域 融雪型火山泥流：白雪川、鶯川、子吉川、百宅川、日向川の各河川流域（居住地域を含む）及び鳥越川、赤川、下玉田川、赤沢川、女郎沢川の各河川流域 火口噴出型泥流：白雪川流域（居住地域を含む）及び赤川、鳥越川の各河川流域

（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。
- ・ 噴火に伴う火山現象の影響について、特に注意すべきなのは鳥海山が独立峰として存在しているため、噴火した場合は新山の南象限を除き、全方向に影響がおよぶ可能性があることである。また、過去のマグマ噴火では溶岩ドームが形成されているため、雲仙岳噴火（1991年）でみられたような溶岩ドームからの火砕流も想定する必要がある。

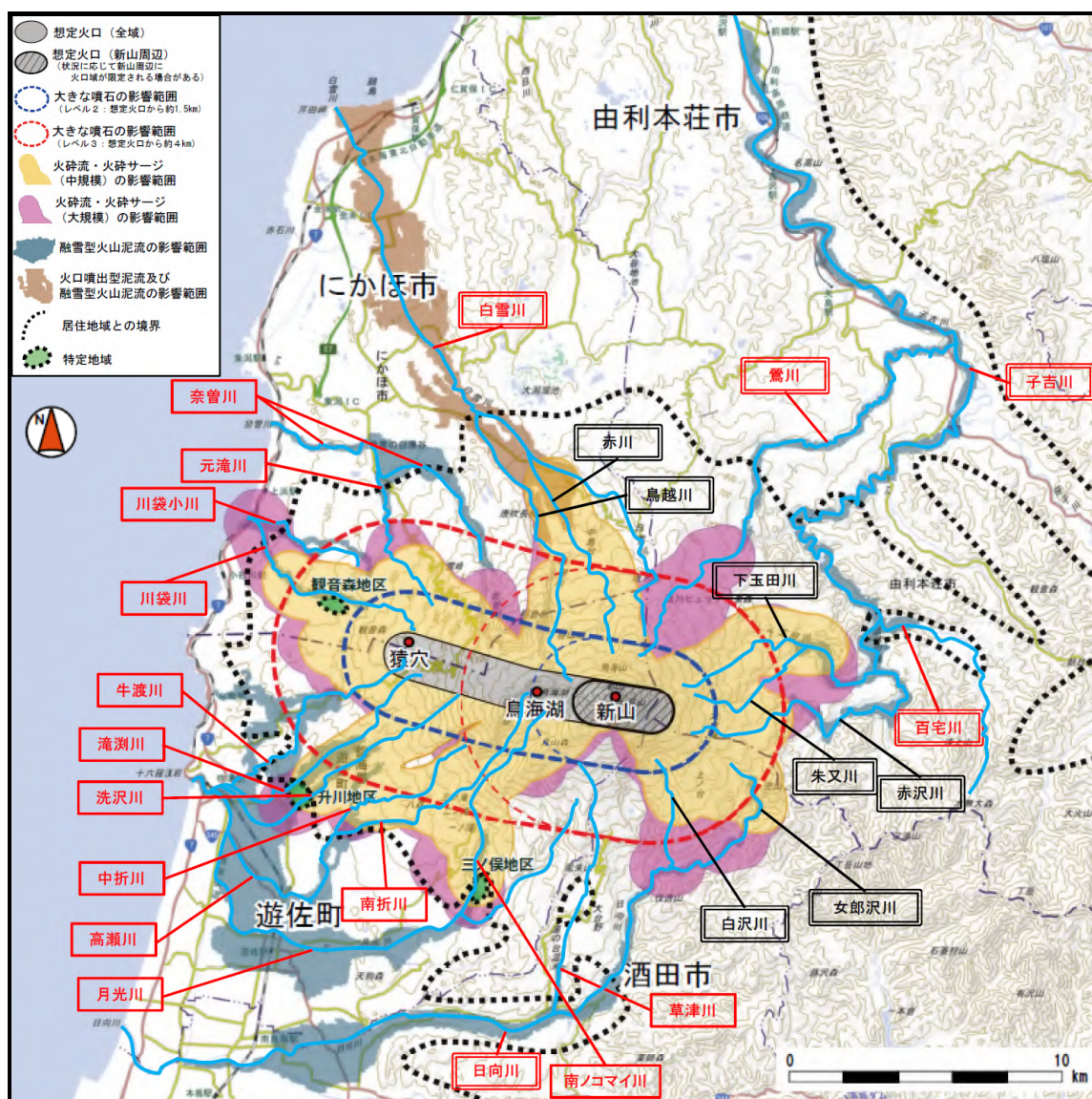


図2 噴火に伴う現象及び警戒が必要な範囲（想定火口が全域の場合）

赤枠で示す河川：流域に居住地域が含まれる河川

黒枠で示す河川：流域に居住地域が含まれない河川

二重枠で示す河川：想定火口が新山周辺の場合にも流域に影響が及ぶ河川

2 火山活動の時間的な推移

鳥海山では、気象庁が2010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、火山性地震及び火山性微動も観測されていない。監視カメラによる観測でも噴煙（白色）が確認されたことはなく、静穏な状態が続いている。過去の記録によると1987年に鳥海山の周辺でまとってみられた地震活動や、1999年から2000年にかけて山頂付近でごく小規模な泥噴出が発生した以外、火山活動は認められていない。

噴火様式については、有史以来の噴火のほとんどが水蒸気噴火であるが、871年と1800年から1804年にかけての噴火では、水蒸気噴火からマグマ噴火に移行した記録が残っている。

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、活動状況により水蒸気噴火の想定火口内で火山ガスの噴出等がみられる可能性がある。若干の火山性地震が発生する場合がある。

②レベル2（火口周辺規制）

【警戒が必要な範囲】大きな噴石：想定火口域から概ね1.5km以内

火口周辺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、小規模の噴火を想定している。火山性地震の増加や低周波地震もしくは火山性微動の発生、明瞭な地殻変動、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ることがある。

③レベル3（入山規制）

【警戒が必要な範囲】大きな噴石：想定火口域から概ね4km以内の範囲

火砕流・火砕サージ：想定火口域から概ね4km以内の範囲、表1及び表2の噴火規模「中」に示す各河川流域

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、中規模の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、山麓で揺れを感じるような規模の大きな地震や山体の急激で大きな膨張を示す明瞭な地殻変動が観測されることがある。

④レベル4（高齢者等避難）

【警戒が必要な範囲】火砕流・火砕サージ：想定火口域から概ね4km以内の範囲、表1及び表2の噴火規模「大」に示す各河川流域（居住地域を含む）

融雪型火山泥流：想定火口域から概ね4km以内の範囲、表1及び表2の噴火規模「大」に示す各河川流域（居住

地域を含む)

火口噴出型泥流：表 1 及び表 2 の噴火規模「大」に示す各河川
流域（居住地域を含む）

融雪型火山泥流や火口噴出型泥流、火砕流・火砕サージが居住地域に影響を及ぼす
ことが予想される状況。

⑤レベル 5（避難）

【警戒が必要な範囲】レベル 4 と同じ

融雪型火山泥流火口噴出型泥流、または火砕流・火砕サージが発生し、居住地域に
影響を及ぼす、または切迫している状況。

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 2010 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
象は 1974 年の噴火における東北大学による観測記録しか残されていない。よって、鳥海山
の判定基準は、1974 年噴火における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。

過去の記録にある鳥海山の北側及び西側で発生する構造的と考えられる地震はこれまで
度々発生しているが、いずれも山体から離れた場所で発生していることから、今回は基準
の対象とはしない。しかし、1800 年～1804 年の噴火活動の最中の 1804 年 7 月にはいわゆ
る象潟地震が発生し、その後の 1821 年には新山付近で水蒸気噴火が発生している。周辺
の地震活動と火山活動との関連については、その関連性を示唆する既往研究もあることから
今後も調査・検討を続ける。

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（火口からおおむね 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が観測された場合

- ・ 山体内部を震源とする火山性地震の増加（10 回／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
 - ・ 山体内部で低周波地震もしくは火山性微動が発生した場合
 - ・ 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
 - ・ GNSS 等地殻変動データに明瞭な山体膨張等の変動が観測された場合
- 【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】
- 大きな噴石の到達範囲が火口から概ね 1.5km を超えない噴火が発生した場合

(引き下げ基準)

地震活動が活発化前の状態に戻り、概ね 2 か月程度 GNSS 等の地殻変動データで山体膨張の変化が見られない場合

○ 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、鳥海山では、前述のように活動の記録が乏しく、近年では 1974 年噴火の事例しかないことから、1974 年の噴火の前に見られた現象に加え、他火山での事例を参考に次の現象のいずれかが観測された場合にはレベル 1 から 2 に引き上げる。

- ・ 火山性地震の回数については、他火山における日別地震回数の基準及び東北大学による 1974 年噴火における噴火活動ピーク時の観測記録を参考に設定した。
- ・ 観測開始以来、低周波地震を観測したことはないが、平成 26 年の御嶽山噴火の事例など、発生回数に関わらず注意が必要な現象であることから、低周波地震が観測された場合、レベル 2 に引き上げることとする。
- ・ 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、微動が観測された場合、レベル 2 に引き上げることとする。
- ・ ごく浅部を震源とする火山性地震や火山性微動の増加は、山体の地下浅部へのマグマ等の上昇や、山体付近での熱活動の活発化に伴って発生している可能性があることから、想定火口域のごく浅部を震源とする火山性地震や火山性微動等が観測された場合、レベル 2 に引き上げることとする。
- ・ 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、火山活動が要因の可能性が高いと考えられるため、レベル 2 に引き上げることとする。
- ・ 現在、噴気域や明確な地熱域（周辺と比べて温度が高い地面）のような表面現象は確認されていないが、1974 年の噴火の前に噴気活動が発現したほか、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あることから、このような変化もレベル 2 への引き上げ基準とする。

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、小規模な噴火が発生した場合は速やかにレベル2に引き上げる。

(引き下げ基準)

噴火の発生がなく、火山性地震や火山性微動等の地震活動が活動活発化前の状態に戻り、概ね2か月程度の期間でGNSSや傾斜計等の地殻変動データで山体膨張の変化が見られなくなったことを確認してレベル1へ引き下げることとする。引き下げを検討する期間については、1974年噴火では前兆現象が現れてから3週間～2か月程度で噴火していることから、2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】

○ 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)

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

- 噴火に伴い大きな噴石、火砕流、火砕サージが火口から概ね1.5kmを超えて到達すると予想された場合
- 次の現象のいずれかが観測された場合
 - ・ 山体内部を震源とする火山性地震が増加した場合（レベル2の基準よりも規模大、あるいは急激に増加）
 - ・ 山麓で揺れを感じるような規模の大きな地震が発生した場合
 - ・ 山体内部で規模の大きな火山性微動が発生した場合（レベル2の基準よりも規模大、または継続時間長）
 - ・ GNSS等地殻変動データに急激で大きな山体膨張等の変動が観測された場合

【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】

- 大きな噴石の到達範囲が火口から概ね1.5kmを超える場合
- 火砕流や火砕サージの発生、あるいは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

(引き下げ基準)

上記に該当する現象が観測されなくなって概ね2か月程度経過した場合

○ 解説

(判定基準)

基準とする現象の種類や、いずれかの現象の発生が条件となることはレベル2の場合と同様だが、レベル3で想定している中規模の噴火では、地下浅部へのマグマ等の貫入・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のほか、山麓で揺れを感じるような規模の大きな火山性地震の発生、急激で大きな山体膨張を

示す地殻変動、火山性微動の規模及び継続時間の増大や多発が考えられる。

大きな噴石の飛散範囲が想定火口から 1.5km を越えた場合、火砕流や火砕サージの発生、あるいは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)

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 1.5km 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、火山噴火予知連絡会の検討結果などを参考に、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。引き下げを検討する期間については、レベル2の基準と同様、1974 年噴火は前兆現象が現れてから3週間～2か月程度で噴火していることから、レベル3に該当する現象が観測されなくなると2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)

【居住地域に噴火による重大な災害を及ぼす現象の可能性】

- 噴火に伴い火砕流、火砕サージが火口から4kmを超え、居住地域の近くまで到達、または到達すると予想された場合
- 噴火に伴い火口噴出型火山泥流あるいは融雪型火山泥流が発生し、居住地域近くまで到達、または到達すると予想された場合

(引き下げ基準)

上記に該当する現象が観測されなくなり、概ね2か月程度経過した場合に、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での検討結果も踏まえて判断する

○ 解説

(判定基準)

鳥海山では過去1万年以内に少なくとも二度、溶岩ドームを形成するマグマ噴火が発生しており、レベル3の状態では噴火が発生した後に溶岩ドームの形成を確認した場合などは、溶岩ドームの崩落による火砕流・火砕サージとそれに伴う融雪型火山泥流が居住地域へ影響を及ぼす可能性を考慮してレベル4へ引き上げる。

また、過去1万年以内に噴火に伴う火山泥流が度々発生しており、鳥海山は地形上の効果から周辺河川に沿って居住地域に影響を及ぼす可能性が高いことから、火口噴出型火山泥流や融雪型火山泥流が居住地域の近くまで到達、あるいは到達すると予想

された場合はレベル4に引き上げる。

(引き下げ基準)

火山活動の低下等により、影響範囲内の火口噴出型火山泥流や融雪型火山泥流、火砕流・火砕サージが終息、あるいは発生要因（積雪や溶岩ドームの成長等）がなくなったことにより、該当する現象が観測されなくなった、または予想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慎重に判断する。引き下げを検討する期間については、レベル2及び3の基準と同様、1974年噴火での前兆現象が3週間～2か月程度であり、例え1か月で活動が落ち着いたとしても前兆現象である可能性があることから、レベル3に該当する現象が観測されなくなって2か月程度経過した場合とする。

【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)

【居住地域に噴火による重大な災害を及ぼす現象が発生あるいは切迫】

● 次のいずれかが観測された場合

- ・ 噴火に伴い火砕流・火砕サージが発生し、居住地域に達すると予想された場合
- ・ 噴火に伴い火口噴出型火山泥流あるいは融雪型火山泥流が発生し、居住地域に達すると予想された場合

(引き下げ基準)

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、必要に応じて火山噴火予知連絡会での検討結果も踏まえて判断する。

噴火が発生していないことが確認でき、その状態が概ね2か月続いた場合にレベルを引き下げる。

○ 解説

(判定基準)

- ・ 噴火規模の拡大等で火砕流・火砕サージが発生し、居住地域に達すると予想された場合はレベル5に引き上げる。
- ・ 鳥海山は火口噴出型火山泥流や融雪型火山泥流、火砕流・火砕サージが発生した場合は地形上の効果から周辺河川に沿って居住地域に影響を及ぼす可能性が高い。このため、火口噴出型火山泥流や融雪型火山泥流が居住地域の近くまで到達、あるいは到達すると予想された場合はレベル5に引き上げる。

(引き下げ基準)

噴火が発生した場合には、噴火の終了後、あるいは切迫性がなくなった場合に引き下げるが、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

踏まえて慎重に判断する。

火山活動に変化がない、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は低くなった場合、レベル4以下へ引き下げることとする。

また、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。

引き下げを検討する期間については、噴火が発生していないことが確認でき、その状態が2か月程度続いた場合とする。

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) 第4節で記したように、噴火活動中に鳥海山近傍で構造的と考えられる地震活動が度々発生しているほか、噴火活動の間に周辺で規模の大きな地震活動があるなど、火山活動と地震活動が相互に影響することが考えられることから詳しく調査・検討する必要がある。
- (3) 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。