

伊豆大島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、場所と現象

①噴火規模：主として、近年発生している中規模噴火（噴出物量 10^8 トン未満）を対象とするが、噴出物量 10^8 トン以上の「安永の大噴火」クラスの大規模噴火やカルデラ形成を伴うさらに規模の大きな噴火についても対象とする。

②噴火場所：将来噴火が生じる可能性の高い順に以下の4つの区域を想定。

- i) 三原山
- ii) カルデラ形成期（約 1700 年前）以降の噴火地点
- iii) 先カルデラ形成期の噴火地点
- iv) 上記3区域以外

伊豆大島において噴火警戒レベルを運用するに当たっては、噴火が発生する場所によって防災対応が異なることから、以下、次の3種類に分けて記述する（図1参照）。

- (a) 三原山山頂～カルデラ内での噴火
- (b) カルデラの外側で居住地から比較的離れた場所での噴火
- (c) 居住地域に近い場所での噴火

③噴火に伴う火山現象：弾道を描いて飛散する大きな噴石（以下「大きな噴石」）と溶岩流を主な対象とする。大きな噴石の飛散範囲は、1986年噴火や1987年噴火の実績（それぞれ三原山山頂火口（A火口）から700m、1000～1100m）を参考に、想定火口から^{*}約1kmと想定する（ただし、まれに1kmを超えて飛散する可能性があることに留意する必要がある）。「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（スコリア等）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。大規模な噴火においては、火砕流の危険性もある。

多量の降灰があった場合、降雨による土石流については、噴火が終息した後も継続することがあるが、土砂災害の観点から警戒され



図1 噴火場所の区分け

るべき事項であるため、本想定では扱わないが、居住地域で多量の降灰による家屋の倒壊のおそれがあるような事態については、警戒が必要な範囲に含めることとする。

*) 「火口からの距離」は、火口中心からの距離を示すものとする。

2 火山活動の時間的な推移

伊豆大島の火山活動については、火山噴火予知連絡会伊豆部会が将来の噴火に備えて噴火シナリオの検討を行っており（図 2）、主としてその結果をもとに噴火警戒レベルの設定等が行われている。

大規模噴火は 200～150 年間隔で発生している。最新の大噴火は 1777 年に始まった安永の大噴火であり、山頂、北側及び南東側斜面で噴火し、スコリアを全島に降下させ、また溶岩を流出し、一部は海に達した。

明治以降には中規模噴火が 30～40 年間隔で発生している。1912 年噴火及び 1950～51 年噴火は山頂噴火のみで終わったが、最新の 1986 年噴火では、山頂噴火の発生後、それが消長しつつ継続する中でカルデラ床（B 火口列）と外輪山北北西斜面（C 火口列）での割れ目噴火が発生した。山腹割れ目噴火の発生は 1421 年噴火以来 565 年振りであった。

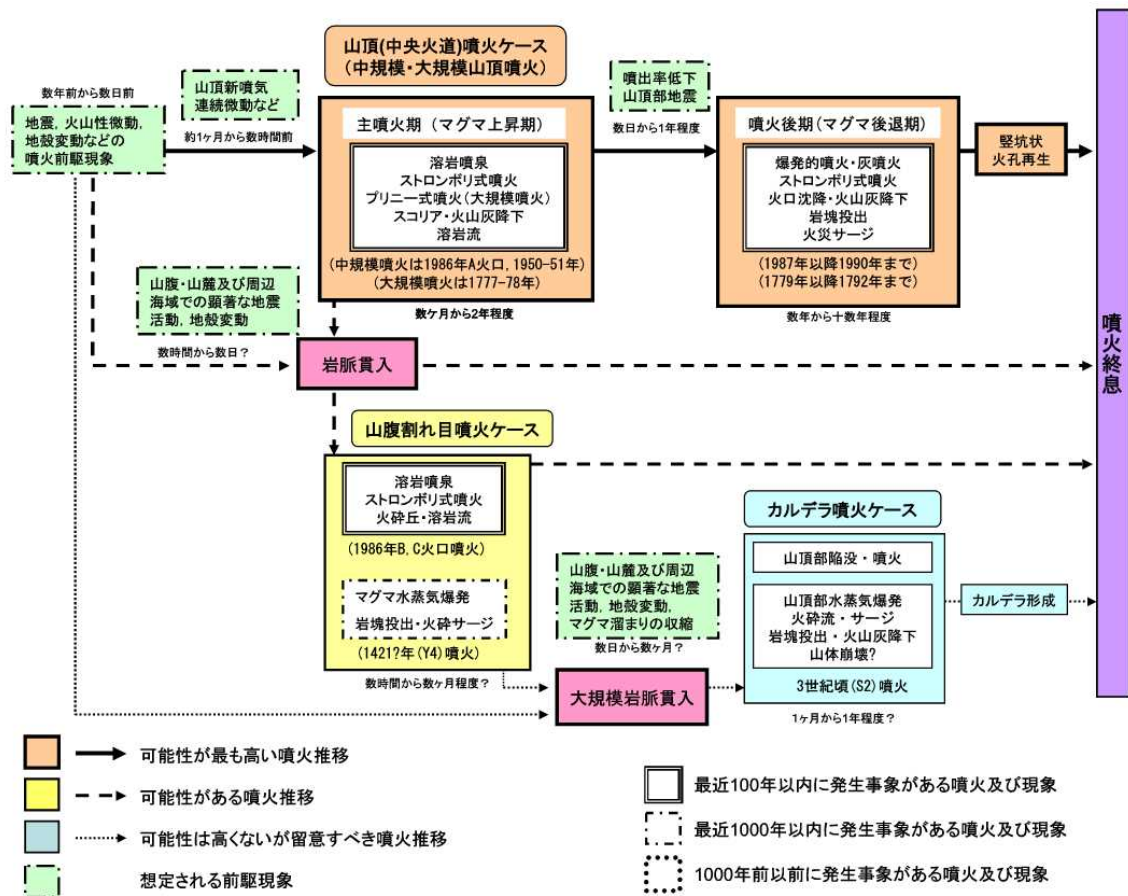


図 2 伊豆大島の噴火推移のイベントツリー（火山噴火予知連絡会伊豆部会による）

直近の噴火活動である 1986 年の噴火においては、数年前から（1980 年以降）山頂直下における熱消磁や比抵抗の変化があり、三原山火口底の熱異常域の拡大が観測され、数ヶ月前には急激に拡大、噴火の数日前に、新たな噴気が出現した。また、噴火の 4 ヶ月前から火山性微動が出現、次第に活発化した。さらに、割れ目噴火の 2 時間前からは、火山性地震が急増、顕著な地殻変動がみられた。

また、1950～51 年噴火、1986 年噴火においては、それぞれのマグマ噴火に続いて、数年～十数年程度、小規模な噴火が時々発生するステージがあり、徐々に火山活動は終息した。

この他、カルデラ形成を伴うさらに規模の大きな噴火は、最近では約 1700 年前に発生しており、高速低温の火砕流が発生してほぼ全島を覆っている。

3 噴火警戒レベルの区分け（(a)～(c)は、第1節②の噴火場所を参照）

①レベル1（活火山であることに留意）

火山活動は静穏。火山性地震や振幅の小さい火山性微動が発生することもある。

状況により火口内にとどまるごく小規模な火山灰等の噴出の可能性はある。山頂火口から約 600m の範囲は注意が必要（遊歩道は除く）。

②レベル2（火口周辺規制）：想定するのは（a）のみ

火山活動はやや活発。火口周辺（山頂火口から約 1km の範囲）に影響を及ぼす三原山の山頂噴火の発生あるいは発生の可能性。1986 年には、火山活動の活発化に伴い、以下の現象が見られた。

- ・火山性微動の振幅増大
- ・火山性微動の連続発生
- ・中央火孔内の新噴気出現
- ・三原山山頂火口で小噴火
- ・三原山火口周辺への大きな噴石の飛散

1986 年噴火の事例等から、三原山山頂火口での大きな噴石の飛散範囲は火口から概ね 700m 以内であり、山頂火口でストロンボリ式噴火が発生している限りは大きな噴石が 1km を大きく超えて飛散することはないと考えられるが、1987 年 11 月噴火では、大きな噴石が 1000～1100m まで飛散しており、三原山の小規模噴火でもまれに噴石が火口から 1km をわずかに超える範囲まで飛散する可能性があることに注意が必要である。

③レベル3（入山規制）

三原山山頂噴火活動の拡大、もしくは三原山以外での噴火により、三原山火口周辺（山頂火口から約 1km の範囲：レベル2の警戒が必要な範囲）を超えた範囲まで重大な影響を及ぼす噴火の発生あるいは発生の可能性（居住地域には及ばない）。

噴火による影響範囲によって、次の 2 段階に分ける。

- （ア）外輪山の中だけに影響する場合：想定するのは（a）のみ

- ・三原山山頂火口から溶岩が流出してカルデラ内に流下し、火口から 1km を超える可能性がある。あるいは、三原山の噴火の爆発力が大きくなり、大きな噴石が頻繁に 1km を超える。
 - ・カルデラ内（三原山以外）の噴火で、影響がカルデラ内に限られる。
- (イ) 外輪山を越えた範囲まで影響する場合（居住地域には及ばない）：想定するのは（a）のみ
- ・外輪山の外側まで大きな噴石を飛散させるカルデラ内での噴火の発生もしくはその可能性がある場合。
 - ・居住地域のない東部への溶岩流出。

④レベル 4（高齢者等避難）

居住地域に重大な被害を及ぼす噴火が発生すると予想される（可能性が高まっている）状態。噴火地点に応じて警戒が必要な範囲を判断。

- ・カルデラ外の居住地域から遠い場所で噴火が発生する可能性（b）
- ・カルデラ内で割れ目噴火発生（（a）から（b）への発展の可能性を考慮）
- ・カルデラ外に流出した溶岩が居住地域方向に流下する可能性（a）
- ・山頂部で大規模な噴火が発生もしくはその可能性（a）

⑤レベル 5（避難）

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態。噴火地点に応じて警戒が必要な範囲を判断。

- ・カルデラ外で噴火が発生（b）
- ・居住地域に近い場所または海岸付近（標高 150m 以下）で噴火の可能性（c）
- ・カルデラ外に流出した溶岩が居住地域に接近（a）
- ・大規模噴火（居住地域まで多量の噴石や火山灰降下、火砕流の発生 等）（a）

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）

レベル 1 の段階で、次のいずれかの現象が観測された場合、レベル 2 に引き上げる。

◇火口周辺に影響を及ぼす噴火の可能性（a）（次のいずれかが観測された場合）

- ①三原山直下で火山性微動の多発、連続化及び振幅増大（三原山北西観測点で概ね $1 \times 10^{-5} \text{m/s}$ 以上）
- ②三原山山頂付近で顕著な噴気の発生、山頂火口内で顕著な温度上昇、高感度カメラで微弱な火映を観測等、山頂付近での熱活動の活発化
- ③三原山直下の浅部で地震の多発 等

◇火口周辺に影響を及ぼす噴火が発生（a）

- ④三原山山頂付近で小規模な噴火が発生

(引き下げ基準)

レベル2の段階で、上記の①～④の全ての現象が見られなくなり、概ね2ヶ月を経過して、元の状態に戻った、もしくは戻る傾向が明らかになった場合は、レベル1に引き下げる。

(解説：判定基準)

伊豆大島の火山活動が高まって、三原山の噴火の可能性があると判断される異常現象について、過去の観測データに基づき、それぞれの項目を設定している。1986年11月噴火時に発生した現象を中心に各項目を解説する。

- ①1986年11月噴火に先立ち、7月から2～3時間おきに間欠的に発生する継続時間数分の火山性微動が観測された。その後、微動の発生間隔や振幅は9月から次第に乱れるようになり、10月27日からは連続微動が始まった。連続微動の振幅も次第に大きくなり、噴火直前の11月14日～15日にはさらに大きくなった。このような火山性微動の多発や連続化、振幅増大が観測された場合、レベル2に引き上げることとする。間欠的な微動は初期の段階ではその振幅はごく小さなもので、その段階では、「火山の状況に関する解説情報（臨時）」でお知らせすることとし、噴火の1～2ヶ月前に見られた振幅の増大や連続微動の発生をレベル引き上げの目安とする。
- ②山頂火口噴火開始の3日前（11月12日）に三原山山頂火口中央火孔の南南東の内壁に新しい噴気が生じているのが発見された。また、過去の噴火活動期には、しばしば火映が観測されている。現在は火口カメラや高感度カメラが設置されているため、より早い段階で噴気発生や熱異常を捉えることが可能と考えられる。
- ③マグマ後退期に発生した1987年11月の山頂噴火の前には三原山直下浅部で地震が多発し次第に活発化して噴火に至っている。カルデラ内では、静穏期でも微小な地震の多発は見られるが、三原山直下の浅部で通常レベルよりも地震が多発した場合をレベル2の引き上げ判断基準とする（なお、1987年11月の噴火の場合は、地震の多発の他に、火山性微動の振幅増大や連続化、リング状の噴気発生や電磁気変化の加速などが見られている。）。ただし、1986年11月の噴火前には、三原山直下で地震の多発は観測されていない。
- ④以上の基準を適用すれば、1950年以降の噴火については、いずれの噴火もレベル2以上で発生することになるが、一般に火山噴火は確実に予測できるものではなく、明確な前兆なく噴火が発生することもある。山頂火口で小規模な噴火が突発的に発生した場合にはレベル2に引き上げることとする。

(解説：引き下げ基準)

レベルの引き下げについては、各種の観測データ（火山性微動や表面現象など）が元の状態に戻った、もしくは戻る傾向が明らかになった場合とする。1950～51年、1986

年の噴火活動では、主たる噴火活動が終息した後も、数年～十数年にわたり、時々小規模な噴火が発生している。例えば、1957年10月13日の噴火は、新たな噴火孔を形成した爆発的噴火で、火口の周辺で死傷者を出しているが、小規模な噴火が連日観測されている中で発生しており、噴火が続いている段階はもちろんレベル2への引き上げ基準に相当する現象が観測されている間はレベル2を維持する必要がある。1950～1974年、1987～1990年のそれぞれの噴火はいずれもレベル2の判定基準に達して2ヶ月以内に発生していることが多いことから、レベル2への引き上げ基準に相当する現象が観測されなくなって概ね2ヶ月間、活動状況をみながら判断することとする。

【レベル3】

(判定基準)

レベル1～2の段階で、次のいずれかの現象が観測された場合、レベル3に引き上げる。レベル3の段階でも、必要に応じレベル3の切り替え（警戒が必要な範囲の変更）を行うが、カルデラ（外輪山）の中だけに重大な影響を及ぼす場合と、カルデラ（外輪山）の外まで影響がある場合に分けることとする。

◇カルデラ（外輪山）の中だけに重大な影響を及ぼす噴火が発生あるいはその可能性（a）

①三原山の噴火で、溶岩が三原山斜面を流下し、火口から1kmの範囲を超すと判断された場合や、大きな噴石を頻繁に火口から1kmを超えて放出するようになった場合

②カルデラ内（三原山以外）の噴火で、影響がカルデラ内に限ると判断される場合

◇カルデラ（外輪山）の外まで重大な影響を及ぼす噴火が発生あるいはその可能性（居住地域には影響はない）

③カルデラ内（三原山以外）で噴火の可能性（a）

カルデラ内で浅い地震が多発 かつ 顕著な地殻変動

④カルデラ外に流出した溶岩が島東部へ流下（a） 等

(引き下げ基準)

①については、溶岩流が停止して火口から1kmの範囲にとどまった場合は、レベル2に引き下げる。それ以外については、レベル引き上げ後の活動評価を基本に、防災対応の状況や、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。

(解説：判定基準)

①三原山の山頂噴火については、前述のとおり、大きな噴石は火口から約1kmの範囲にとどまる。よって、三原山のストロンボリ式噴火や水蒸気噴火については、レベル2の範疇で対応できる。しかし、三原山の噴火であっても、溶岩が流出して、火口から1kmの範囲を超すと判断される場合は、レベル3に引き上げる。また、三原

山の噴火の爆発力が増大して大きな噴石を頻繁に火口から 1km を超えて放出するようになった場合も同様とする（ただし、過去事例はない）。

- ②三原山以外のカルデラ内噴火は、レベル 2 が三原山火口からの噴火を想定して火口から約 1km の範囲を警戒が必要な範囲としていることから、それでは不十分であるため、そのような噴火が発生した場合は、レベル 3 とする。ただし、噴火初期の段階では、その噴火規模がわからないため、③に示すとおり、カルデラ（外輪山）の外まで影響があるとして警戒が必要な範囲を広めにとる。
- ③1986 年噴火の場合、カルデラ床（B 火口列）での割れ目噴火発生（11 月 21 日 16 時 15 分）に約 2 時間先立ち、カルデラ直下付近で規模の大きな地震が多発した。その直後から測候所（当時）の体積ひずみ計が急激な地殻変動を記録し始めた。これはマグマの浅部へのダイク状の貫入であったと推定されており、現在の観測網であれば、地殻変動がより詳細に把握できる可能性が高く、マグマの貫入と考えられるこのような現象があれば、レベル 3 に引き上げる。三原山以外のカルデラ内での噴火は、噴火開始の時点ではその噴火規模がわからないため、カルデラ（外輪山）の外まで影響があるとして警戒が必要な範囲を広めにとることとし、その後の活動も見ながら、必要ならレベル 4～5 へ引き上げる。ただし、噴火する火口が確定して、影響がカルデラ内に限ると判断される場合には、警戒が必要な範囲を縮小する（②）。
- ④溶岩がカルデラを超えて流下するような場合には、山麓で警戒が必要になるが、その場合でも、居住地域のない島東部へ溶岩が流下する場合には、レベル 3 にとどめる（居住地域に向かう場合はレベル 4～5）。

（解説：引き下げ基準）

レベル 3 からの引き下げについては、三原山噴火による溶岩流が停止して火口から 1km の範囲にとどまった場合は、レベル 2 に引き下げるが、それ以外については、レベル引き上げ後の活動評価を基本に、防災対応の状況や、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。溶岩流等が広範囲に達した場合は、当該地域は噴火終息後も規制が続くことになる。そのような場合は、関係機関の対策も考慮しながら、必要に応じて噴火警戒レベルの再設定を行うこととする。

【レベル 4】

（判定基準）

レベル 1～3 の段階で、次のいずれかの現象が観測された場合、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（次のいずれかが観測された場合）

- ①カルデラ外の居住地域から遠い場所で噴火が発生する可能性（b）

カルデラ外で浅い地震が多発 かつ 顕著な地殻変動

- ②カルデラ内で割れ目噴火が発生（a→b）

③カルデラ外に流出した溶岩が居住地域方向に流下（a）

④山頂部で大規模な噴火の発生もしくはその可能性（a）等

（引き下げ基準）

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の検討結果も踏まえ、総合的に判断し、レベル3～1に引き下げる。

（解説：判定基準）

伊豆大島の居住地域に重大な被害を及ぼす可能性のある噴火について、過去の噴火履歴に基づき整理し、それぞれの項目を設定している。具体的には、カルデラ外での噴火の可能性、溶岩流が流下して居住地に迫る可能性がある場合等にレベル4に引き上げる。

①カルデラ外で浅い比較的規模の大きな地震が多発し顕著な地殻変動が発生するなど、カルデラ外の噴火が発生する可能性がある場合は、速やかにレベル4に引き上げることとしている。ただし、居住地域に近い場所での噴火が想定される場合は、レベル5とする（後述）。

②カルデラ内で割れ目噴火が発生した場合、割れ目がカルデラの外に拡大する可能性がある（1986年事例など）ため、レベル4に引き上げる。

③カルデラ外に流出した溶岩が居住地域に流下する恐れがある場合にも同様とする。カルデラ内噴火であっても噴火地点と噴火規模によっては溶岩が外輪山から溢れ出す可能性がある。実際、1777年噴火では、三原山山頂火口の南側で発生した割れ目噴火による溶岩流が外輪山から溢れ出し、南西方向に流下している。

④山頂部で大規模な噴火が発生すると、山麓まで多量の噴石や火山灰の堆積が想定される。ここで言う「大規模な噴火」とは、噴煙が短時間に高さ10kmに達するようなプリニー式噴火や、大規模な陥没（カルデラ形成）を伴うマグマ水蒸気噴火を想定し、居住地域でも警戒が必要と判断されるまで噴火の規模が拡大した場合にはレベル4とする。カルデラ形成については、2000年三宅島噴火の例も参考にして、地殻変動の進行等も参照しながら判定する。

（解説：引き下げ基準）

レベル4からの引き下げは、居住地への重大な影響がなくなったと判断した場合とする。すなわち、①については、噴火の可能性がなくなった場合、②については、カルデラ内での噴火にとどまった場合、③については、溶岩流が居住地域に達せず停止した場合とするが、必要に応じて火山噴火予知連絡会の検討結果も踏まえ、関係機関の防災対応状況も考慮しながら判断することとする。④についても同様とする。

【レベル5】

(判定基準)

レベル1～4の段階で、次のいずれかの現象が観測された場合、レベル5に引き上げる。具体的には、カルデラ外で噴火が発生した場合や、居住地域に近い所で噴火の可能性のある場合、溶岩流が居住地に迫った場合等にレベル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（次のいずれかが観測された場合）

- ①カルデラ外で噴火発生（b）
- ②居住地域に近い場所または海岸付近（標高150m以下）で噴火の可能性（c）
居住地域に近い場所や海岸付近で、浅い地震が多発かつ顕著な地殻変動
- ③カルデラ外に流出した溶岩が居住地域に接近（a）
- ④居住地域まで多量の噴石や火山灰が降下したり、火砕流を発生するような大規模噴火の発生（a）等

(引き下げ基準)

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の検討結果も踏まえ、総合的に判断し、レベル3～1に引き下げる。

(解説：判定基準)

伊豆大島の居住地域に重大な被害を及ぼす噴火について、過去の噴火履歴に基づき整理し、それぞれの項目を設定している。具体的には、居住地域に重大な影響が差し迫っている状況、あるいは実際にそのような噴火が発生した場合に、レベル5に引き上げる。

- ①1986年噴火では11月21日17時46分から山腹で割れ目噴火が発生し(C火口列)、火口列が海岸方向へ拡大した。火口列がさらに下方へ拡大した場合、居住地域に重大な影響を及ぼす可能性があるため、カルデラ外で噴火が発生した場合は速やかにレベル5に引き上げる。
- ②居住地域に近い場所で、浅い地震が多発かつ顕著な地殻変動が観測され、噴火の可能性のある場合には、レベル5に引き上げる。海岸付近（標高150m以下）で噴火の可能性のある場合もレベル5に引き上げる。海岸付近で噴火が発生した場合、マグマと海水や地下水が接触しやすいため、マグマ水蒸気噴火が発生する可能性がある。
- ③山頂噴火の場合でも、溶岩流がカルデラ外に流出して居住地域に接近した場合、レベル5とする。1777年噴火では山頂火口からの溶岩流が北東方向及び南西方向に流下し、北東方向に流下した溶岩の一部は海岸にまで達した。
- ④居住地域まで多量の噴石や火山灰が降下したり、火砕流を発生するような大規模

噴火が発生した場合にはレベル5とする。

(解説：引き下げ基準)

レベル5からの引き下げは、居住地への重大な影響がなくなったと判断した場合とするが、必要に応じて火山噴火予知連絡会の検討結果も踏まえ、関係機関の防災対応状況も考慮しながら判断することとする。特に、居住地域に溶岩流が達した等被災した場合には、噴火活動が終息しても避難が続くことになる。そのような場合には、関係機関の対策を考慮しながら、噴火警戒レベルの再設定を行う。

(留意事項)

以上で示した基準のほか、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が得られて総合的に評価した上でレベルを判断することもある。

なお、レベルの引き上げ基準に達しない程度の火山活動の高まりや変化が認められた場合(例えばレベル1の状況において、レベル2の基準に達しない程度の小さな火山性微動の発生等)などには、臨時的「火山の状況に関する解説情報」を発表することで、火山の活動状況や警戒事項をお知らせする。

5 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、以下の各課題に引き続き取り組み、判断基準の改善を進める必要がある。

- (1) 今後も監視体制の強化を進め、順次判定基準に取り込んでいく必要がある。また、現在判定基準に明示していない二酸化硫黄放出量、地磁気、地下電気比抵抗等についても検討を続ける必要がある。
- (2) 悪天等で噴煙が目視できない場合の噴火の判定手法(地震・空振データ等)の検討が必要である。
- (3) レベル4、5のうち、大規模噴火や火砕流については、更に具体的な判定基準を設定していく必要がある。
- (4) 三宅島のような大量の火山ガス放出に対する情報提供については、火山ガス予報の運用含め検討する。