

気象庁における 火山の監視と 噴火警報・予報、 噴火警戒レベルの発表

—雲仙普賢岳 噴火災害後の火山情報の改善



齋藤 誠
さいとう まこと

気象庁地震火山部火山課火山対策官

1 | はじめに

気象庁では、火山災害を防止・軽減するため、全国の火山活動の状況を監視し、活動状況の変化に応じて、噴火警報等の火山情報の発表を行っている。

気象庁の火山観測・監視体制や火山防災情報は、平成2年（1990）から始まった雲仙普賢岳噴火時以降、災害の防止・軽減という気象庁の情報発表目的に資するように、さまざまな改善を図ってきた。

ここでは、火山災害の軽減に資する情報発表を目指した気象庁の火山観測・監視や噴火警報、噴火警戒レベル等の発表に関する取り組みを、雲仙普賢岳噴火災害以降を中心に紹介する。

2 | 気象庁の火山観測・監視体制

気象庁では、本邦108の活火山について、関係機関との連携のもと、火山活動の観測・監視を行っている。このうち活動が活発で連続監視が必要な火山については、気象庁本庁及び札幌・仙台・福岡の管区気象台に設置した火山監視・情報センターにおいて、大学等関係機関の協力も得ながら、地震計、空振計、遠望カメラ、傾斜計、GPSなどにより24時間体制で監視している^{図-1}。

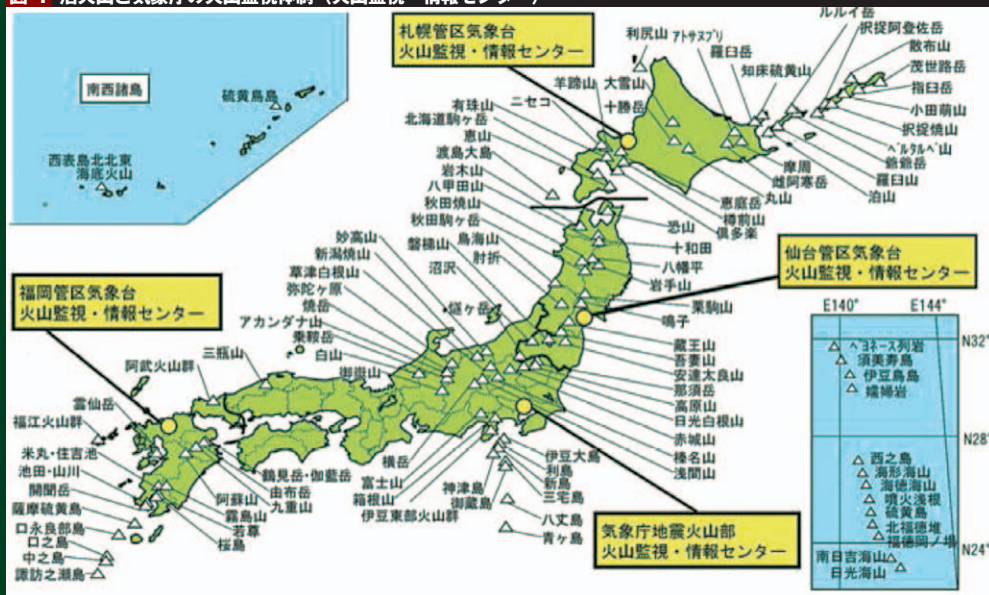
雲仙普賢岳の噴火が始まった平成2年当時は、全国19の活火山を常時観測火山として最寄りの気象台、測候所において監視し、その他の火山については、計画的に機動観測（基礎調査観測）を行っていた。また、当

時の火山観測は、「すす書き」のドラムを利用した震動観測を中心としたアナログ観測からコンピュータ処理を導入する端境期に当たっており、雲仙普賢岳で発生する火砕流の監視にもペンレコーダーに記録される震動波形を利用して継続時間を測定し、臨時火山情報等の発表を行っていた。

その後、各種観測データのデジタル化、コンピュータ処理の導入を進め、また、遠望カメラや火口カメラの導入等を行った。

平成13年（2001）10月には、

図-1 活火山と気象庁の火山監視体制（火山監視・情報センター）



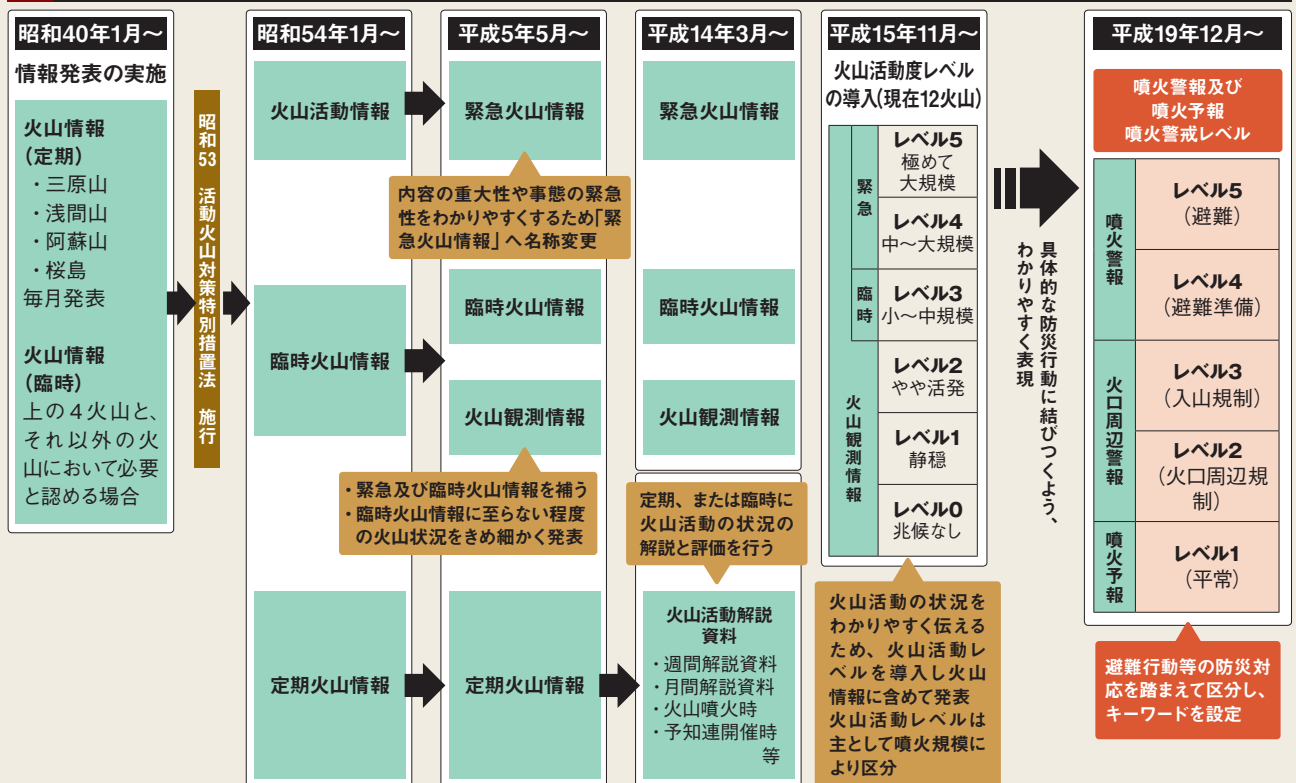
気象庁本庁及び札幌・仙台・福岡の管区气象台に火山監視・情報センターを設置し、地域内の火山観測データを各センターにテレメータし、集中的に常時監視を行う体制とした。あわせて、センターに火山監視業務専門の職員を集約し、観測データの評価体制を整え、早期の異常検出及び的確なタイミングでの火山情報が発表できる体制の構築を図った。平成22年(2010)8月、気象庁では火山業務専用のコンピューターシステムである火山監視・情報センターシステム（VOIS：Volcano Observation and Information System）を更新し、東京及び福岡に全国の火山観測データを処理できるシステムを整備した。このシステムを利用して、4つのセンターがそれぞれの地域の火山活動の監視、噴火警報発表等の業務を行うとともに、大規模地震やシステム障害等により一部のセンターの業務遂行が不可能になった場合においても、他のセンターでバックアップできる体制も整えている。

常時監視を行う火山の数についても、平成7年の九重山の噴火をはじめとした火山活動の異常発生時に整備した観測点を維持する等してその拡大を図り、平成20年度末には全国34火山の常時監視を行うようになっていた。

平成21年度から22年度にかけては、火山噴火予知連絡会火山活動評価検討会において、中長期的な噴火の可能性に備えて監視・観測体制の充実等の必要があった47火山における火山観測施設の整備を行い、平成22年度末には全国47火山の連続監視を行う体制が整った。この整備は、深度100mのボアホールへの地震計・傾斜計の設置を中心としたものであり、より一層の観測精度の向上が期待される。さらに、(独)防災科学技術研究所や大学等研究機関との火山観測データの交換や流通・共有等を進めており、これによっても、火山監視体制の充実・強化が図られてきている。

また、テレメータを利用した常時監視のほか、連続観測対象以外の活火山を含めて、各火山監視・情報センターの火山機動観測班が計画的に各火山を巡回し、地震計やGPSを臨時に設置しての観測、あるいは熱や火山ガスなど現地での各種観測や、ヘリコプター（関係機関協力）による上空からの観測を実施し、さらにはHi-net等、広域の地震観測網による観測データも利用して、平常時からの状態の把握に努めている。噴火等の異常時には、緊急に火山機動観測班を派遣し、観測・監視体制の強化を図り、関係機関の協力も得て、適時・適切に噴火警報等を発表できる観測体制を整え

図-2 気象庁が発表する火山情報の改善



ることになっている。

3 | 火山情報の改善

3-1 情報体系の改善

気象庁では、火山活動に異常を見つけた場合に、火山情報を発表し火山活動に注意・警戒を呼びかけてきた。雲仙普賢岳が噴火した平成2年当時には、火山活動の状況やそれがもたらす影響の程度に応じて、「火山活動情報」、「臨時火山情報」を随時発表、また、常時観測火山についてはその観測の状況に応じて毎月1回または年数回の頻度で「定期火山情報」を発表していた^{図-2}。

このなかで、「火山活動情報」は生命、身体にかかわる火山活動が発生した場合、あるいはそのおそれがある場合に随時発表される情報で、最も緊急度の高いものであったが、雲仙普賢岳噴火時に情報を発表した時に、住民や報道等から「臨時火山情報」と比較して重要度が分かりにくいとの意見が寄せられた。このため、学識者等を含めた検討の結果を踏まえて、平成5年5月に「火山活動情報」の名称を「緊急火山情報」に改め、また、「緊急火山情報」や「臨時火山情報」の内容を補足したり、火山活動に変化があった場合に発表する「火山観測情報」を新たに設けた情報体系を構築し、運用を開始した。

しかし、この「緊急火山情報」、「臨時火山情報」、「火山観測情報」という情報体系においても、これらの用語では、一般の方に噴火の切迫性や危険性の程度を即座に理解していただくことが難しいという課題があった。このため、平成15年11月には、火山活動の状況をよりわかりやすくお知らせし、火山情報をより防災対応に有効に活用していただくため、火山活動度レベルを導入した。これは、火山の活動の状況を主として噴火の規模により0~5の6段階に区分し、火山情報に含めて発表したものである^{図-3}。しかし、この火山活動度レベルでも具体的な防災対応との関連が依然として必ずしも明確ではなく、道路の通行規制や避難勧告等の必要性について、より判断しやすくするように改善を求められていた。

3-2 火山防災対策検討会の提言

平成18年11月に「火山情報等に対応した火山防災対策検討会（事務局：内閣府（防災担当）、総務省消防庁、国土交通省砂防部、気象庁）」（以下「火山防災対策検

討会」という）の第1回会合が開催された。この火山防災対策検討会は、富士山ハザードマップ検討委員会などで行われた富士山における防災対策の検討の成果、過去の噴火災害の事例や防災対策の先進事例等を参考に、より効果的な火山防災体制を構築するための火山情報と避難体制のあり方などを検討するために設置されたものであり、火山情報を住民にわかりやすい表現にすること等も検討課題の一つとされた。

平成19年3月22日に、その中間報告として、「噴火時等の避難体制にかかる火山防災対策のあり方（仮称）骨子」がとりまとめられた。この中には、「火山活動度レベルについては、避難、避難準備、登山規制及び立入り規制等の具体的な防災行動に結びつくよう区分し、各レベルにキーワードを設定し、分かりやすく表現する必要がある」、「レベル1とレベル0は、防災対応上の区分の必要性が少ないことから、これらをレベル1として統合することが適切である」、「火山活動度レベル」という名称についても、防災行動の判断に利用されるものであることを明らかにするため、改称することが適切である」などの提言も盛り込まれた。







また、第4回火山防災対策検討会において、新しいレベルの名称は「噴火警戒レベル」とすることが適切であるとされた。

3-3 噴火警戒レベルの導入

火山防災対策検討会の提言を踏まえ、平成19年12月1日に噴火警戒レベルが導入された^{図-4}。

噴火警戒レベルは、火山活動の状況を噴火時等の危

図-3 火山活動度レベル（平成15年11月～平成19年11月）

レベル0 長期間火山の活動の兆候がない。	
レベル1 静穏な火山活動。 噴火の兆候はない。	
レベル2 やや活発な火山活動。火山活動の状況を見守っていく必要がある。	
レベル3 小～中規模噴火活動等。火山活動に十分注意する必要がある。	
レベル4 中～大規模噴火活動等。 火口から離れた地域にも影響の可能性があり、警戒が必要。	
レベル5 極めて大規模な噴火活動等。 広域で警戒が必要。	

険範囲や必要な防災対応を踏まえて、1～5の5段階に区分して発表する。各レベルにキーワード（5：避難、4：避難準備、3：入山規制、2：火口周辺規制、1：平常）を設定し、住民、登山者等に必要に対応や、市町村長による避難勧告の発令等の具体的な防災行動に結びつきやすいものとした。

また、噴火警戒レベルは、それまでの火山活動度レベルのように噴火の規模だけではなく、現象（火砕流、噴石、火山灰、溶岩等）等から判断される危険性や火口から居住地域までの距離や各種施設の有無等を考慮することにより、噴火時等にとるべき防災対応との関係を明確化したものである。

一方、噴火警戒レベルは、噴火等の現象が発生するまでの時間（リードタイム）によって変更するものではない。このため、火山活動が徐々に活発化するような場合には、レベル1から順にレベル2、レベル3、レベル4のように上がることになるが、活動が急激に変化するような場合や、火口のごく近傍に居住地域がある場合などには、レベル1から直ちにレベル4やレベル5に至る可能性があるという性格を持つものである。

3.4 噴火警戒レベルと防災対応

噴火警戒レベルは、それぞれのレベルを防災機関の防災対応（例えば、避難勧告、道路の通行規制、登山

道の閉鎖など）とリンクさせ、速やかに対応がとれるようにすることを目的とするものである。このため、噴火警戒レベルの導入に当たっては、地元市町村等の防災機関とシナリオやハザードマップをもとにした事前の防災対策の検討が行われる。その結果、噴火警戒レベルの活用による防災対応について、市町村や都道府県等の地域防災計画に定められる等の所要の準備が整ったところから導入されており、平成23年2月末現在で全国26の火山で噴火警戒レベルが導入されている^{図-5}。

この事前の取り決めにより、噴火警戒レベルが導入された火山においては、レベル2、3の段階では、レベル切り替えと同時に、道路通行規制や登山道の閉鎖などの防災対応が速やかに行われ、また、レベル4、5の段階でも、避難勧告や避難指示等の判断が迅速に行われることにより火山災害の軽減が期待される。

4 | 噴火警報・噴火予報

4-1 噴火警報等の導入の経緯

3-1で述べたように、気象庁では、従来、火山噴火等の異常発生時に、「緊急火山情報」、「臨時火山情報」、「火山観測情報」等の火山情報を発表してきたが、これらは、気象業務法上「観測成果の発表」という位置

図-4 噴火警報・噴火予報及び噴火警戒レベルの説明

噴火警戒レベルは、火山活動の状況について、噴火時等にとるべき防災対応を踏まえて区分し、警戒を呼びかけるもので、この活用にあたっては以下の点に留意する必要がある。

- ・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順番通りになるとは限らない（下がる時と同様）。
- ・各レベルで想定する火山活動の状況及び噴火時等の防災対応に係る対象地域や具体的な対応方法は、地域により異なる。
- ・降雨時の土石流等レベル表の対象外の現象についても注意が必要であり、その場合には大雨情報等の情報にも注意する必要がある。

警 予 報 報	対象範囲	レベル (キーワード)	説明		
			火山活動の状況	住民等の行動(*1)	登山者・入山者等への対応(*1)
噴火警報	居住地域及びそれより火口側	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にある。	危険な居住地域(*2)からの避難等が必要(状況に応じて対象地域や方法を判断)	登山禁止や入山規制等危険な地域への立入り規制等(状況に応じて規制範囲を判断)
		レベル4 (避難準備)	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(可能性が高まってきている)。	警戒が必要な居住地域(*2)での避難の準備、災害時要援護者の避難等が必要(状況に応じて対象地域を判断)	
火口周辺警報	火口から居住地域近くまで	レベル3 (入山規制)	居住地域の近くまで重大な影響を及ぼす(この範囲に入った場合には生命に危険が及ぶ)噴火が発生、あるいは発生すると予想される。	通常の生活(今後の火山活動の推移に注意。入山規制)。状況に応じて災害時要援護者の避難準備等	火口周辺への立入り規制等(状況に応じて火口周辺の規制範囲を判断)
	火口周辺	レベル2 (火口周辺規制)	火口周辺に影響を及ぼす(この範囲に入った場合には生命に危険が及ぶ)噴火が発生、あるいは、発生すると予想される。	通常の生活	
予噴火	火口内等	レベル1 (平常)	火山活動は平穩。火山活動の状態によって、火口内で火山灰の噴出等が見られる(この範囲内に入った場合には生命に危険が及ぶ)		

*1：住民等の主な行動と登山者・入山者への対応には、代表的なものを記載。

*2：避難または避難準備の対象として地域防災計画等に定められた地域。ただし、火山活動の状況によって具体的な対象地域はあらかじめ定められた地域とは異なることがある。
注：表で記載している「火口」は、噴火が想定される火口あるいはそれらが出現しうる領域(火口出現地域)を意味する。伊豆東部火山群のように、あらかじめ噴火場所(地域)を特定できないものは、地震活動域を火口領域と想定して対応。

づけで発表されてきた。これは、火山現象（や地震）については、予報及び警報を行うことが技術的に困難であったということから、気象庁がしなければならない予報、警報は「(地震及び)火山現象を除く」とされていたこと等による。

最近の火山学や観測技術の進歩、さまざまな噴火・観測事例の蓄積等により、2000年の有珠山噴火の事例など、条件が整った場合には火山噴火を事前に予測し情報を発表することもできるようになってきた。

また、火山防災対策検討会の提言を受けて平成19年に導入することになった「噴火警戒レベル」は、噴火の規模等と住民や防災機関がとるべき防災対応との結びつきを深めた形で発表するものであり、観測成果等の発表にとどまらず、重大な災害の起こるおそれのある旨を警告するという、まさに気象業務法の「警報」の性格をもつものであった。

これらを踏まえ、気象庁では、平成19年秋の臨時国会で気象業務法の一部を改正し、火山現象についても予報・警報の対象に加えることとし、「噴火警報」等を発表することとした。

噴火警報・噴火予報は、噴火警戒レベルと同時の平成19年12月1日から運用を開始している。

4-2 噴火警報等の内容

噴火警戒レベルを導入している火山においては、レベル2からレベル5について、重大な災害を発生させるおそれがある活動状況であることから、「警報」として発表することとしている。

また、警報の発表に当たっては、噴火による影響が

及ぶおそれがある範囲を明確にするため、レベル4、レベル5は「噴火警報(居住地域)」(略称「噴火警報」、レベル2、レベル3は「噴火警報(火口周辺)」(略称「火口周辺警報」と予想される影響範囲を付した名称で発表している。一方、レベル1は、ただちに重大な災害を発生するおそれがないことを「噴火予報」として発表している。

噴火警戒レベルを導入していない火山の警報発表についても、噴火による影響範囲に着目して、警戒すべき対象範囲をキーワードで明示することにした。警戒すべき対象範囲を、「居住地域又は山麓及びそれより火口側」、「火口から居住地域の近くまでの広い範囲の火口周辺」、「火口から少し離れた所までの火口周辺」及び「火口内等」に区分して、キーワードはそれぞれ「居住地域嚴重警戒」、「入山危険」、「火口周辺危険」及び「平常」としている。また、噴火警戒レベル導入火山と同様に、「居住地域又は山麓及びそれより火口側」に対し警戒を呼びかける場合は「噴火警報(居住地域)」(略称「噴火警報」)、「火口から居住地域の近くまでの広い範囲の火口周辺」、「火口から少し離れた所までの火口周辺」に警戒を呼びかける場合には、「噴火警報(火口周辺)」(略称火口周辺警報)、影響を及ぼす範囲が「火口内等」だけにとどまる場合には「噴火予報」として発表している。

5 | 噴火警報及び噴火警戒レベルの効果

平成19年12月に噴火警報、噴火警戒レベルを導入して以降、噴火警戒レベル4以上の発表はまだ行っていない。噴火警戒レベル3(入山規制)を発表した火山も、浅間山、桜島、口永良部島と最近の霧島山(新燃岳)の4山だけである。このため、レベル4や5の発表により、住民等が避難や避難準備を行うような状況にはなっておらず、噴火警戒レベルを導入したことによる明らかな減災効果もまだでてきていない。しかし、今年1月からの霧島山(新燃岳)噴火の際には噴火警戒レベル3の切り替え発表(警戒すべき区域を火口周辺2km以内から3km以内に拡大)を行ったときに、宮崎県高原町では住民に対する避難勧告が行われた。今後、噴火警戒レベルごとの火山活動の状況やとるべき対応についての気象庁(气象台)と地元防災機関との認識や情報共有をさらに深めておく必要がある、またできる



だけ具体的な避難計画を定めておくべきという教訓と
なつたと考えられる。一方、これらの火山や噴火警戒
レベル2（火口周辺規制）を発表した火山においては、
事前の取り決めに従い、速やかに道路や登山道を規制
したり、噴火警戒レベルを示す標識を設置するなどの
対応がとられており、実際に噴火が発生したときには
被害を軽減することができるものと考えている。

なお、気象庁では噴火警報、噴火予報を補足したり、
定期的に火山活動の状況等を解説・周知するために、
図-6に示す各種情報、資料を定期的及び随時発表して
いる。

また、本庁、管区气象台、地方气象台等各級官署に
おいて、防災気象講演会やシンポジウム、お天気教室
などさまざまなイベントを通して噴火警戒レベルにつ
いてなど火山防災知識の普及・啓発に努めている。

6 | おわりに

気象庁では、雲仙普賢岳の噴火災害以降、火山災害
の防止・軽減を図るため、新しい観測・処理手法や火
山学の進展を踏まえて最新の知見を導入するなどして、
火山観測体制の充実・強化や火山情報等の改善を
図ってきた。特に、この約20年間は、通信技術や情報
処理技術などの業務を取り巻く環境も大きく変化し、
業務体系も大きく変化した。このような状況の中、こ
こ最近の噴火事例を見ると、2000年の有珠山噴火や三
宅島噴火、2009年の浅間山噴火の際などにおいて、噴
火の前に適切に噴火警報や緊急火山情報等を発表でき
ている事例もある。しかし、これは、過去に数回の噴
火の経験を持ち、前兆現象についての知見を持つ火山

図-6 定期的または随時に発表される火山に関する情報

情報等の種類	概要及び発表の時期
火山の状況に 関する解説情報	火山性地震や微動の回数、噴火等の状況等を 取りまとめたもの、必要に応じて発表
火山活動 解説資料	地図や図表等を用いて火山活動の状況等を詳細に とりまとめたもの、毎月又は必要に応じて発表
週間火山概況	過去一週間の火山活動の状況等を取りまとめたもの、 毎週金曜日に発表
月間火山概況	前月一ヶ月の火山活動の状況等を取りまとめたもの、 毎月上旬に発表
噴火に関する 火山観測報	噴火が発生した場合に、その時刻や噴煙高度等の 情報を直ちに発表

であったためのものであり、どのような火山に対しても
火山噴火予知が可能になったというわけではない。
2011年の霧島山新燃岳の噴火に際しては、深部におけ
る地殻変動はとらえ、噴火警戒レベルを「2」とし、
登山規制を促していたが、1月26日に始まった中規模
噴火（レベル3に引き上げ）を噴火開始前に予測する
ことはできなかった。

気象庁では、今後、さらに火山活動の評価・判断能
力を強化する等して、より防災・減災に資する警報・
情報等を発信できるように努めるとともに、解説能力
の充実・強化にも努めることとしている。

また、平成19年に導入した火山噴火警戒レベルにつ
いては、平成23年2月末時点で26火山に導入されてい
るが、今後とも防災対策が必要な火山については、地
元の地方公共団体等の防災関係機関と調整を進め、順
次導入していくことを計画している。

7 | 附記

筆者は、本年（平成23年）1月26日から活発化した
霧島山（新燃岳）の火山活動に対し、地元自治体の避
難計画作成に係る支援等を行うために派遣された「霧
島山（新燃岳）噴火に関する政府支援チーム」の一員
として、霧島火山防災連絡会「コアメンバー会議」に
参加する機会を得た。コアメンバー会議では、新燃岳
の火山活動がより活発化した際の具体的な避難計画や
多量の火山灰により発生が懸念される土石流に対する
避難計画を作成するための検討を行った。この中で、
地元の市町における具体的な避難計画の作成に資する
ため、新燃岳の火山活動がどのような状態になったと
きに噴火警戒レベル4や5の噴火警報を発表するかにつ
いて、火砕流と大きな噴石の事例についての具体的な
判断の基準が、気象庁（福岡管区气象台）から示された。

火山噴火を人間の力でとめることはできない。噴火
した場合には、迅速・的確に避難することが被害軽減
のための一番の方法である。

今後、全国の活火山に対して、地元の各自治体が具
体的な避難計画を作成することが望まれるが、気象庁
においても、その作成を支援するため、想定される噴
火シナリオや噴火警戒レベル切り上げ等の判断基準等
について、できるだけ具体的に分かりやすく示してい
くことが重要であると考えている。