

火山活動の監視と社会への情報伝達

山 里 平*

Volcano Monitoring and Information for the Society

Hitoshi YAMASATO*

1. はじめに

気象庁は、気象業務法に基づき、火山活動の監視および火山情報の発表を行っており、活動火山対策特別措置法で定められた、火山現象による災害から国民の生命および身体を保護するための情報を、関係都道府県知事に通報する義務を負っている。また、火山噴火予知連絡会の事務局は気象庁におかれており、そこでの火山活動に関する評価は、火山情報として、気象庁が社会へ発表している。

前回(第3回)の火山噴火予知シンポジウムにおいて、西出(1997)は、それまでの気象庁の火山観測および火山情報の課題について、次のように整理した。

(1) 火山観測に関する課題

震動観測における観測環境の悪化を克服するための観測強化、巡回観測の運用の弾力化および多項目化、三宅島のような短期前兆を把握するための中期的な視点での観測強化の必要性。

(2) 火山情報に関する課題

噴火シナリオの作成による情報発表基準の見直し、噴火活動の特徴に合わせた情報の発表、緊急的な情報発表の体制作り。

以上の課題を踏まえ、第6次火山噴火予知計画(1999～2003年度)において、気象庁は、次のような取り組みを進めることとなった。

(1) 観測体制の強化

常時観測火山監視強化(特に、三宅島監視体制強化)、監視対象火山拡大、機動観測の機能強化、地域火山監視

センター的機能の検討。

(2) 火山情報の向上

火山噴火予知連絡会の機能強化、研究機関との交流、火山情報の質的向上、定量的評価手法(火山活動度のレベル化)の導入。

また、気象庁に対しては、火山異常時の自治体への積極的かつ具体的支援を求める意見も強い(例えば、太田, 1997)。

本稿では、以上のような課題に対して行った近年の気象庁の取り組み、特に、有珠山・三宅島噴火における取り組み、火山監視・情報センターの設置と観測の強化、火山情報の向上の取り組みについて紹介する。

2. 有珠山・三宅島の火山活動への対応

2000年の有珠山・三宅島の火山活動に際しては、気象庁は、これまで以上に重要な役割を果たす責任を負った。

有珠山では、2000年3月27日から地震活動が始まった。札幌管区気象台および室蘭地方気象台は、いち早くその状況をつかみ、関係機関に連絡し、28日未明に火山観測情報、臨時火山情報を発表した。29日には、「噴火の可能性が高い」旨の火山噴火予知連絡会拡大幹事会の見解を緊急火山情報で発表し、事前避難のきっかけを作った。緊急火山情報を噴火前に発表したのは初めてのことであった。活発化する地震活動や地殻変動・亀裂の出現に際して、緊急火山情報を続けて発表し、31日13時07分に最初の噴火を迎えた。噴火開始後31日夕、災害対策基本法に定められた国の非常災害現地対策本部が初めて設置され、国を挙げての防災体制がとられることになった。伊達市役所内におかれた現地対策本部には、多くの省庁が集まり、そこは「ミニ霞ヶ関」とも呼ばれ、自治体などの対策本部と協力して、様々な防災対応が現地で決定される体制ができあがった。気象庁も、現地に10名程度のスタッフを派遣し、防災対応に係る火山活動や気

* 〒100-8122 東京都千代田区大手町 1-3-4
気象庁地震火山部火山課
Volcanological Division, Seismology and Volcanology
Department, Japan Meteorological Agency, 1-3-4
Otemachi, Chiyoda, Tokyo 100-8122, Japan.
e-mail: hyamasat@mb.infoweb.ne.jp

象状況の解説、火山噴火予知連絡会有珠山部会の運営等、積極的な役割を果たした。札幌管区気象台には、暫定的に「火山監視センター」が設置され、一時帰宅等のオペレーションは基本的にはセンターの火山監視下で行われた(山里, 2000; 山里, 2001a)。火山観測の面でも、噴火開始後 GPS 観測を初めて気象庁として火山監視に活用し、空振の多点観測なども行い、これらのデータは活動推移の把握に役立った。また、火山噴火予知連絡会有珠山部会事務局として、活動評価に係る規制区域内での火山観測について、大学など各研究機関の要望を受け、対策本部・自衛隊・警察・消防等との折衝にもあたった。

一方、三宅島では、2000年6月26日18時過ぎから地震活動が始まり、気象庁は緊急火山情報を19時33分に発表した。火山活動は、当初予想した山腹割れ目噴火に至らず、海底噴火そして山頂の陥没、大規模な山頂噴火、火砕流に発展し、三宅島は全島避難となった。火山活動は予測どおりに進まなかったものの、第6次火山噴火予知計画でも指摘されていた観測強化を前年度事前に行っていたことで、初期の地震活動の迅速な把握が可能となった。

三宅島でも、全島避難後、東京都の現地対策本部に支援チームを派遣し、火山活動などの解説にあたるとともに、島内作業時には、気象庁本庁において、火山活動監視を行い、防災無線による定時連絡を実施してきた。また、三宅島では全島避難直後、停電などにより既存の観測機器が全く使えない事態となったため、気象庁は、あらかじめ一部の観測点を発電機や太陽電池、大学の協力も得て衛星テレメータを活用して強化し、無監視状態とならないよう懸命の努力を行った。二氧化硫の大量放出という事態に対しては、産業技術総合研究所地質調査研究グループや大学の指導を得て、COSPEC(相関スペクトロメータ)による二氧化硫の放出量の観測をルーチン化した。COSPEC 観測の結果は、三宅島の火山活動評価のための極めて重要なデータのひとつとなっている。また、火山噴火予知連絡会に三宅島総合観測班が設置され、気象庁はその事務局として、有珠山と同様に、活動評価に係る島内での火山観測について、各機関との調整にあっている。

なお、有珠山、三宅島については、火山噴火予知連絡会のワーキンググループで、噴火シナリオの検討が事前に行われており、その結果が、迅速な情報発表に大いに役立った。

3. 火山監視・情報センター

気象庁は、これまで、主な火山を対象に、最寄りの気

象官署(気象台や測候所)に定員を配置し常時観測を実施し、火山監視・情報発表を行ってきた。そして、その他の火山については本庁および札幌・仙台・福岡各管区気象台の火山機動観測班による巡回観測を定期的を実施してきた。しかしながら、火山担当の定員は少なく、一部を除き常時観測対象火山1火山あたり1名体制であった。少ない定員が方々に散らばって配置されていたのは技術の継承やお互いの技術研鑽のための切磋琢磨が困難であり、火山監視を専門とするセンターの設置が望まれていた。このようなセンターの設置は、第6次火山噴火予知計画にも盛り込まれた。そして、火山監視や評価を円滑かつ効率的に実施するため、火山観測データを集中処理する「火山監視・情報センター」(以下、「センター」と呼ぶ。)を本庁と札幌、仙台、福岡各管区気象台に設置し(2001年10月)、2002年3月から運用を開始した(山里, 2001b)。

センターは、交替制で24時間データ監視・処理に携わる要員、火山機動観測に携わる機動観測班、データの解析・調査に携わる解析担当要員などからなる。これにより、センターにおいて火山担当だけの24時間火山監視が実現し、センターでデータの解析評価を行い、その結果を火山情報として発表することになった。活動が活発化した場合は、有珠山や三宅島の場合と同様、センターから現地に要員を派遣する。なお、日常的に活動が活発な火山についてはこれまでどおり火山担当を最寄りの気象台や測候所に配置し、火山観測や防災対応にあたることになっている。特に、鹿児島県内の桜島等の火山については、従来どおり鹿児島地方気象台が火山情報の発表業務を行っている。

また、これまで遠望観測(主に目視による噴煙などの観測)、震動観測(地震計による火山性地震や微動の観測)、現地観測(噴気地帯や温泉の温度やガスなどの観測)の3本柱で行ってきた火山観測の種目についても見直しを行った。そのうち、遠望観測については、高感度カメラによる動画監視に順次切り替えている。近年の技術進歩により、高感度カメラは夜間での月明かり程度で昼間同様の映像が得られるようになっており、三宅島では、夜間でも有色噴煙の確認ができるまでになっている(Photo 1)。地震観測については、火山機動観測の弾力的運用により、主な火山については多点化を図っている。また、2000年度から2001年度にかけてGPS観測(1周波、一部は2周波)、空振観測(低周波マイクロフォンによる空気振動の観測)を全ての常時観測対象火山に導入した。現地観測についても、火山機動観測の一環として位置づけ、これまでの観測項目に加え、全磁力観測やGPSの繰り返し観測などを導入しつつある。



Photo 1. An example of night video image of a summit eruption at Miyakejima obtained by a high sensitivity camera.

4. 火山情報の種類

火山情報についても、センター運用に際して一部変更を行った。

これまで、最寄りの気象台や測候所が発表してきた火山情報は、センターが発表することとし、気象庁本庁、札幌、仙台、福岡各管区気象台が発表する。鹿児島県内の火山だけは福岡管区気象台と鹿児島地方気象台が連名で発表することになった。

気象庁（センター）が発表する火山情報は、緊急火山情報、臨時火山情報、火山観測情報の3種類である。緊急火山情報は、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発表する。臨時火山情報は、火山活動に異常があった際注意喚起のために発表する。従来、火山観測情報は、緊急火山情報、臨時火山情報の内容を補完するのを主な目的として発表してきたが、これまで軽微な火山活動の変化に対しても発表してきたことも踏まえ、緊急火山情報や臨時火山情報発表にまで達しない火山活動の変化に対しても発表することを規則に明記した。また、火山噴火予知連絡会の統一見解は、従来原則として臨時火山情報によって発表していたが、今後はその内容に応じて火山情報の種類を決定するようになった。

これまで常時観測対象火山に対してだけ定期的（火山により毎月あるいは年3回）に発表してきた「定期火山情報」は、センターの運用開始後は「火山活動解説資料」（毎月公表）に発展的に解消された。対象も、従来の常時観測対象火山だけでなく、火山機動観測で連続的に監視を行っている火山（例えば、2002年4月現在、岩手山、富士山、薩摩硫黄島、口永良部島、諏訪之瀬島で継続的な機動観測を実施している。）なども含むことになった。火山活動解説資料は翌月上旬に公表し、防災機関や報道機関に送っている。また、同時に本庁においては、気象庁記者クラブに対して、全国の火山活動の状況について説明をしている。

気象庁は、上記の火山情報や火山活動解説資料以外にも、週間地震火山概況を毎週、地震火山月報（防災編）

を毎月発行している。これらは防災機関や報道機関等に配布している。例えば、2000年秋から深部低周波地震の多発した富士山については、これまで火山情報は発表していないが、週間概況や月報には適宜掲載しており、その内容はマスコミや自治体へも伝えている。

5. 火山情報の伝達

センターで発表した火山情報は、地元の地方気象台などが、都道府県などの自治体、警察や消防などの防災機関、報道機関に伝達する。住民へは、地元自治体や報道機関を通じて伝達される。気象庁は、ネットワークを用いて各機関へ即座に様々な防災情報を伝達する「防災情報提供装置」を1999年度から稼働させており、火山情報は、それを用いて伝達している。

また、有珠山噴火以来、火山活動の状況を気象庁ホームページに掲載する試みを行っている。これまで、気象庁ホームページには、報道発表資料を掲載するという形式で、三宅島の火山情報や火山噴火予知連絡会の報道発表資料を掲載してきた。IT時代の今日、気象庁ホームページは通常時でも1日当たり50万件程度のアクセス数があり、気象庁ホームページのコンテンツの充実を要望する声が強かった。庁内で検討を行ってきた結果、様々な気象情報を積極的にホームページに掲載する方針が打ち出され、今後は、全ての火山情報や火山活動の状況を即時的に掲載していく予定である。

6. 火山活動度のレベル化

これまでの火山情報は、文章表現であるため危険度や警戒の必要性が迅速に理解しにくい、情報の有効期限がないので火山活動の低下の判断が困難と指摘されてきた。

例えば、桜島では、B型地震の群発が南岳の山頂噴火活動の活発化につながるという経験則が得られており（例えば、西、1984）、これまでも噴火活動の活発化に先行して鹿児島地方気象台が臨時火山情報を発表したことがしばしばある。しかしながら、臨時火山情報発表によ

Table 1. An idea of general definition of the volcanic activity level.

火山活動度レベルの一般的基準 (案)

火山活動度レベル	火山の状態	噴火災害の危険性
0	静穏。長期間火山の活動の兆候なし	極めて低い
1	噴気があるか、最近群発地震などが発生	低い
2	噴火の可能性を示す異常現象を検出	突発的な噴火で不慮の災害の可能性
3	既存の火口で小～中噴火が発生か可能性大	火口の周辺で災害が発生する可能性
4	火山周辺に影響の及ぶ中～大噴火が発生か可能性大	居住地などで災害が発生する可能性
5	火山周辺に重大な影響が及ぶ大噴火が発生か可能性大	広域に重大な火山災害が発生する可能性

* 火山の状態、災害の危険性に対応した具体的な内容は、火山毎に個々に定める。

* 低いレベルにおいても常に火山ガス災害の可能性がある。

* 十年程度の期間でみて、火山性地震の発生など、火山の活動を示す兆候が知られている場合には、平常時のレベルを1とする。

* レベル2の判定基準には、火山性地震や火山性微動の増加、火山体の膨張、地熱や火山ガスの異常などが、一般に使われる。

* レベル2～5は、長期間保持することを避けるために、有効期間など、それを下げる基準をできるだけ明確に決めておく。

* ほとんど社会的影響がない軽微な噴火の発生は低いレベルに含めることがある。

* 火山活動度レベルは、基本的にはその時点の火山活動の状態に基づくが、可能な限り将来を見通して、不必要なレベルの変更を避けるように務める。

* 火山活動度レベルを上げ下げする場合には、同時に適当な火山情報を発表して、変更の理由や意味を説明することを原則とする。

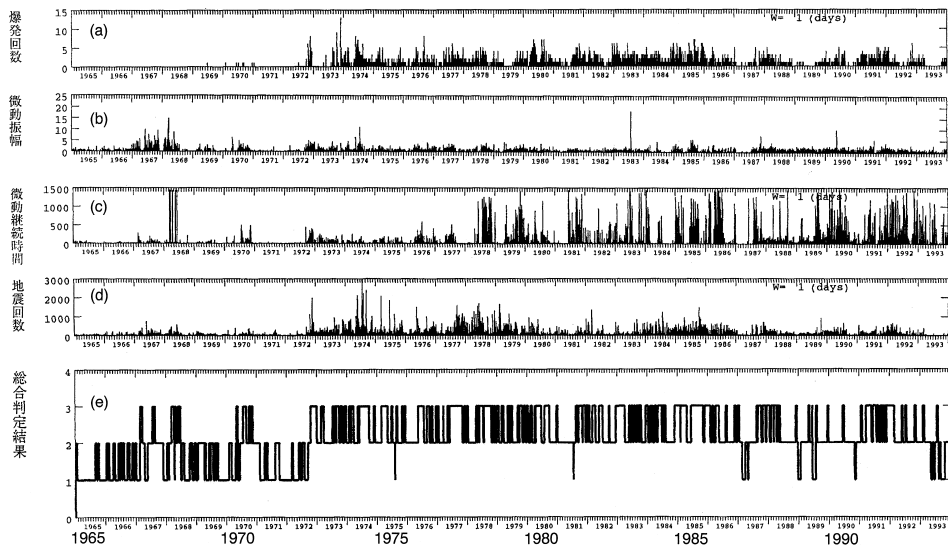


Fig. 1. Volcanic activity and an example of volcanic activity level of Sakurajima volcano since 1965 to 1993. (a) Daily number of volcanic explosions. (b) Daily maximum amplitude of volcanic tremors. (c) Daily total duration of volcanic tremors, and (d) daily number of volcanic earthquakes. (e) An example of the volcanic activity level that was calculated using a temporal formula with these parameters.

り火山活動のレベルが上がったことは知らせても、それがどの程度続くのか、あるいは続いているのかを明確に示してこなかった。

気象庁では、火山噴火予知連絡会のワーキンググループの提言をうけて、火山活動度レベルを各火山について発表することを検討している。第6次火山噴火予知計画でも、浅間山、伊豆大島、阿蘇山、雲仙岳、桜島の5火山で、火山活動度レベルの導入の試行を行うとされており、これまでその判定基準等の検討を行い、現在、その5火山について、部内での試行を行っている。

現在部内試行を行っている基準案 (Table 1) によれば、活動度レベルは0～5の6段階に分けられる。そして、それぞれのレベルに対応する火山活動やその判断基準を、火山ごとに設定し、検討を続けている。Fig. 1に仮に決めたパラメータにより算出した桜島の火山活動度レベルの変化例を示す (あくまで仮に決めたパラメータによるものであることに注意)。レベルを明示することにより、現在の火山活動度レベルがより判りやすくなるものと期待される。

今後、レベル判断基準の精査を続け、自治体などの防

災関係機関と協議を進め、自治体なども含めた本格的な試行、実用化に向け作業を進めていきたいと考えている。

7. まとめと今後の課題

火山の監視、そしてそれを防災に活用するための火山情報の発表という気象庁の火山業務の2つの柱を強化する目的で、火山監視・情報センターを立ち上げた。しかしながら、今後はその中身の充実が課題である。

(1) 観測の強化

この数年にわたり、火山機動観測の運用の弾力化により、例えば北海道の5常時観測火山については地震観測点の複数点化を進め、薩南諸島での震動監視を開始した。火山活動の活発化が見られた岩手山や磐梯山などで観測強化を行ってきた。しかし、震動観測点がまだ1点しかない火山や連続的な監視観測を行っていない火山も多い。火山の活動度を踏まえて順次観測体制の強化を進める必要がある。その場合、研究機関・大学など他機関の協力も得ながらそのデータの活用もできる限り行いたいと考えている。

(2) 監視評価機能の向上

火山を監視あるいは解析する機能の強化、人材の育成も大きな課題である。普段の火山監視や資料作成、研修や議論を通じて、センターに集まった職員がお互いに切磋琢磨し、知識・技術の向上に努めていくつもりである。一方、三宅島などにおいては、大学や研究機関と共

同で様々な観測を行っており、COSPEC観測など研究機関からの技術移転も進めている。他の火山においても、大学や研究機関との交流を通じて、気象庁の火山監視・評価機能の向上を図っていく必要がある。

(3) 火山情報の高度化

火山情報については、現在検討を進めている火山活動度のレベル化をなるべく早く本格的に試行させ、今後他の火山に適用するための具体的基準の検討に入りたい。また、科学技術振興調整費研究「富士火山の活動の総合的研究と情報の高度化」の中で、気象庁は、火山情報の高度化のため、住民や防災機関などユーザーが使いやすいわかりやすい火山情報のあり方の検討も進めている。この中では、防災機関などに対しての火山情報の内容や伝達方法等についてヒアリング調査やアンケート調査を通じて意見を聞いており、その結果を受け、火山情報の改良につなげていきたいと考えている。

引用文献

- 西 潔 (1984) 爆発に先行する火山性B型地震の群発. 京大防災研年報, 27B-1, 29-34.
西出則武 (1997) 火山活動の監視と火山情報. 火山, 42, 85-87.
太田一也 (1997) 1990~1995年雲仙岳噴火活動の予知と危機管理支援. 火山, 42, 61-74.
山里 平 (2000) 有珠山噴火 (I). 気象, 520, 4-7.
山里 平 (2001a) 有珠山噴火 (II). 気象, 530, 34-28.
山里 平 (2001b) これからの火山監視. 月刊地球, 269, 806-810.