

火山噴火予知計画の現状と課題

藤井敏嗣（東京大学地震研究所）

1. これまでの噴火予知計画の経緯

火山噴火の場所、時期、規模、様式、推移の5要素の予測が実現できて、はじめて社会が期待する噴火予知が実現することになる。地盤の破壊現象が一瞬で、災害の発生も本震時が最大となる地震では、地震の発生時期を予測することが重要であり、発生時期の予測ができなければ減災にはつながらない。しかし、火山噴火では発生時期の予測も重要だが、噴火様式の変化やその推移を予測することも、それ以上に重要となる。噴火災害は噴火継続中、時として何年間も災害を引き起こすからである。土石流などの2次災害軽減のための復興作業を噴火終結前から行う必要がある場合も多く、推移の予測は特に重要である。

このような火山噴火予知の実現を念頭において、火山噴火予知計画は地震予知計画に10年遅れて1974年に発足した。もっとも地震予知計画が発足する10年前に富士火山の集中観測という科研費特定研究によるプロジェクトが行われ、全国の大学研究者が共同で観測研究を行うという下地は出来上がっていた。現在、気象庁にあり、我が国の火山活動の評価にあたっている火山噴火予知連絡会はこの予知計画と同時に発足した。予知計画は5年ごとの計画として立案され、第2次計画から物理観測のみではなく地質情報の重要性が認識され、地質調査所が参画した。その後も地球化学的手法が取り入れられるなど、火山観測も多項目観測へと向かう。現在は7次計画の4年目に当たり、2009年度から次期火山噴火予知計画が発足する予定であるが、地震予知と火山噴火予知の統合計画として検討されている。

2. 火山噴火予知の現状

30年間の観測研究に重点を置いた予知研究によって、観測を行っている火山については、火山活動の高まりを把握し、これまで複数回の火山噴火を経験した火山では、噴火開始時期をおおよそ予測できる段階にある。しかし、社会が期待する火山噴火予知には程遠い。この現状は2000年に相次いで発生した有珠山噴火と、三宅島噴火で顕著に示された。

2000年3月末の有珠山噴火では、噴火前の地震活動の急激な高まりを受けて気象庁から緊急火山情報が発信され、さらに地元科学者と住民とのコミュニケーションが確立していたこともあり、事前に住民の避難が行われた。最初に多くの住民が避難した地域が噴火発生場所の近くであったため、噴火発生後、再避難がおこなわれるなど事前の噴火地点の予測に関しては問題があった。結果的には一人の犠牲者も出なかったため、噴火予知の初めての成功例としてもはやされ、噴火予知技術に対する過大な評価が与えられた。しかし、この事例は予知研究の成果というよりも、危機オペレーションが成功した例として評価すべきものである。

同年6月末の三宅島噴火では、マグマの移動をさまざまな観測手法で把握し、島の西岸近くの海底での最初の噴火については予測通りであった。しかし、その後の山頂部での爆発的噴火への展開や、大量の火山ガスの長期放出という噴火推移の予測はできなかった。三宅島では2000年8月29日の火砕流発生を受けて避難指示がだされ、4年半にわたる住民の島外避難が続いた。

この二つの事例の明暗は、毎回同じような前兆現象を伴って噴火を発生する有珠山が、経験則通りに噴火を開始し、火山学者の期待を裏切らなかったのに対し、三宅島ではこれ

まで規則正しく繰り返してきた噴火に加えて、数千年ぶりの異変が重なったことから生じた。三宅島では、地質学的には今回の噴火に似通った事例が認識されてはいたが、実際に起こりうる噴火として想定されていなかったのである。

この例に見るように、繰り返し同じような噴火を繰り返している火山では経験に基づいて噴火の時期や展開の予知がある程度可能である。しかし、数百年あるいは数千年ぶりの噴火では、当然ながら比較すべき観測データはなく、経験則が成立しない。また直近の噴火事例に引きずられやすいため、いわば想定外の現象となってしまう。経験則に頼った予知手法では限界がある。特に噴火開始後の推移については、短期的な展望は描けても終息に至るまでの推移を見通すことは現時点では不可能である。

3. 今後の噴火予知の課題

3.1 基盤的観測体制整備

上の例でもわかるように、我が国の火山噴火予知の技術レベルは決して十分ではない。しかし気象庁は気象業務法を改訂して、噴火予知にあたる火山現象の予報に踏み出した。気象庁では、これまで活火山の活動度を噴火規模に対応した数値レベルとして表現してきた。しかし、火山によっては火口周辺域まで住民の活動域が迫っている場合もあり、活動度レベルと防災対応との関係が一律ではない。このため自治体からは活動度と防災対策をどのように関係づければよいのかわからないという不満も寄せられていた。これを受けて気象庁では、これまでの火山活動度レベルを防災対応とより密接に関連した噴火警戒レベルに切り替え、過去の噴火経過がある程度分り、地域防災計画に火山防災が組み込まれるなど、周辺自治体の防災対応の検討が進んでいる16火山を当面の対象として警報を発信することになった。それに合わせて、火山現象の予報をおこなうこととして、気象業務法を改定した。これまで、台風や降雨、津波以外は予報が困難として封印してきた、火山現象や地震現象についてもその予報を行うことになる。地震現象の予報については、地震発生の予報ではなく、地震発生後の地盤の揺れ(地震動)の予報であるが、火山現象についてはまさに発生の予報にあたる。

しかし、警報発信の前提である火山監視については、気象庁独自の観測だけでは不十分で、大学や旧国立研究機関の研究観測のデータを気象庁に集約し、それによって我が国の火山噴火予知のレベルを保ってきたのである。ところが、国立大学法人化や旧国立研究機関の独立行政法人化によって、観測機器の維持・更新も困難な時期を迎えている。このままでは早晚火山噴火予知能力の低下を迎えることは明らかである。

地震観測については、阪神大震災以降、全国に地震と地殻変動についての基盤的観測網が地震調査研究推進本部によって整備されているが、火山についてはそのような高精度な基盤的観測網はどの火山にもない。気象庁が火山現象の予報に乗り出すのなら、同時に主要な活火山には高精度の基盤的観測網を整備するなどの方策がとられるべきである。

火山のための基盤的観測網の構築に関して、気象庁だけではなく地震調査研究推進本部がもっと貢献すべきだとの視点もありうる。地震調査研究推進本部は、観測の空白地域となっている火山地域にも地震調査研究のための基盤的観測点を設置し、海溝性の大地震や内陸活断層による地震の研究だけでなく、火山性地震についても調査研究を拡大すべきではなかろうか。三宅島2000年噴火の際に神津島で地震被害が生じたが、これは火山性地震による火山災害とみなすことができる。

3.2 火山の調査研究推進

国の地震調査研究の一翼をなす地震予知計画が火山噴火予知計画と統合されようとしている今、地震調査研究推進本部もその役割を見直すべきであろう。

1891年の濃尾地震直後に設置された震災予防調査会による調査研究には地震のみでなく火山噴火の調査が含まれ、日本噴火史というすぐれた調査結果が公表されたように、また、関東大震災のあとに設立された東京大学附置の地震研究所でも地震と火山の研究がおこなわれることになったように、我が国では「地震調査研究」とは「地震・火山調査研究」を意味してきた。阪神大震災の後につくられた地震調査研究推進本部が文字通り地震の調査研究にその機能を限定したのは、先人の知恵を見習わなかったことになる。地震調査研究推進本部が機能し始めてからほぼ10年になるので、見直しの時期にあたっている。この際、明治以来我が国では「地震」とは「地震・火山」と同義であったことをもう一度思い出したほうが良い。

ところで、火山噴火に対する調査研究の必要性を主張するのは、20世紀が我が国の火山噴火が異常に停滞していた時期であると考えているからである。20世紀以降1 km³以上の火山噴出物を放出したのは、1914年の桜島大正噴火だけであり、しかも溶岩流の流出が主体でそれほど爆発的ではなかった。しかし、19世紀以前には有珠山1663年噴火、樽前山1667年、1739年噴火、桜島1779年噴火、磐梯山1888年噴火など1 km³程度以上の噴出物を放出する爆発的噴火が世紀中に数回程度の頻度で発生していた。火砕流による44名の被害者が出たために大噴火と受け止められがちな雲仙普賢岳噴火ですら、5年間で約0.1 km³にすぎない。最近百年間はごく小規模な噴火しか生じなかった異常な時期であったとみなすべきであろう。そのために、火山噴火はごく低頻度で、ローカルな災害をもたらすにすぎないと受け止められているようである。しかし、我が国の火山活動の頻度からすると、間もなく噴火活動が活発化する時期が来ると考えるほうがよい。それに備えて、観測点の整備はもちろんだが、全国の火山の噴火履歴を含む徹底的な調査研究も望まれる。

三宅島2000年噴火の教訓は、近年の噴火事例だけにとらわれず、より長いタイムスパンでの噴火履歴を把握し、予測に役立てる必要があるということである。産業技術総合研究所では、旧地質調査所時代から火山地質図や地質図幅の整備を通して着実に噴火履歴調査を進めてきているが、未だ噴火履歴の詳細が不明な火山も多い。もちろん、大学においても火山の地質調査・噴火履歴調査は行われているが、火山学の基礎研究として位置づけられるため、対象も手法も個々の研究者の興味に任せて行われている。しかし、防災に直結した火山噴火予知の観点からは、国が責任をもって、更に系統的な噴火履歴の調査を行うべきである。この点では産業技術総合研究所の一段の努力を期待したい。

3.3 基礎研究の推進

比較的直近の観測経験にもとづいて火山噴火のシナリオを想定することがいかに危険であるかは、先に述べた三宅島2000年噴火で如実に示された。今起こっている現象をできるだけ正確に、完璧に把握する努力だけでなく、噴火を支配している機構の解明が重要であることが認識された。このため、噴火準備過程から噴火に至る過程、さらには噴火発生後の展開を明らかにするための基礎研究を進める必要がある。経験則だけに頼らなくても済むように、物理・化学モデルを構築することをこれまで以上に明確に位置づける必要がある。これまでの物理観測に偏る傾向にあったこれまでの研究を、物質科学との連携を強め、噴火モデルの構築を目指した研究にも気配りが必要である。

このような噴火プロセスの基礎的研究に加え、マグマ発生領域からマグマ溜りに至る地殻深部の構造解明も重要である。火山噴火予知計画では第5次計画以降、火山体直下の地殻構造を把握するために、人工震源による地震波構造探査を全国の火山研究者による合同観測として、ほぼ毎年実施してきた。これまでの方法では数km程度の深さまでの地震波構造は求められるが、10ないし20 km付近の深さにあると思われるマグマ溜まりの探査には至らない。三宅島では火山ガスの観測から地下に巨大マグマ溜りが存在することが想

定されているにも関わらず、物理観測では把握できていない。マグマの上昇に伴って発生する地震の震源を精密決定し、マグマの移動を正しく把握するためには浅部の地震波構造の理解は不可欠であるが、噴火準備過程を理解するためにはマグマ溜まり付近の情報が欠かせない。この領域の研究は統合が検討されている地震予知研究グループとの共同研究に期待したい。

3.4 人材の確保

予知研究に従事する人材をいかに育成し、確保するかは重要な課題である。火山噴火予知のような自然災害を軽減するための研究には長期にわたる観測研究が基本であり、継続的な人材の確保が不可欠である。しかしながら、大学院終了後の進路として、大学や独立行政法人研究機関などでの期限付き研究者のポストはある程度あっても、火山関係分野でのパーマネントポストが不足している。このような就職を含めた将来展望が描きにくいという問題もあり、火山を専攻とする大学院進学者が減少している。このままでは、早晚、予知研究者の確保は困難になるに違いない。人材の養成には時間がかかるので、早急に対応を考える必要があるが、基本的には大学院終了後の火山監視・噴火予知研究関連分野のパーマネントポストを確保するという以外に解決策はないであろう。

気象庁は火山現象の情報を発信する官庁として、多くの火山担当職員をかかえるが、その大部分は大学で火山学を専門に学んだわけではない。気象庁は火山防災を任とする機関として、公務員制度の枠にとらわれず、火山を専門として研究してきた学位取得者を積極的に採用する方策を取り入れることを考えるべきである。また、噴火予知研究に当たる各大学、独立行政法人研究機関などでは、長期的な人材確保戦略の明確化が必要である。特に、産業技術総合研究所は我が国でもっとも多くの火山研究者を有する研究所であり、その長期的研究戦略は火山研究者のポスト確保の意味でも重要である。多様な噴火の実態を明らかにし、真に実用的な火山噴火予知を実現するためには、産業技術総合研究所による系統的な火山の地質調査・噴火履歴調査が重要であり、そのための人材確保を含めた一層の努力を願いたい。

人材確保の点では、一つの極論として、期限付き研究者のポストを利用して、積極的に外国人研究者を噴火予知研究に導入することも考えられる。イタリアでは近年火山学分野での活躍が著しい。この要因として防災省が多額の予算を火山観測の整備と火山学の基礎研究に投入してきたことがあげられるが、EU 諸国の研究者によるイタリアの火山を実験場とした研究が盛んになったことが刺激になったという面もある。イギリス・フランス・ドイツの研究者の参入は共同研究の隆盛とともに、国立研究機関の研究者にとって対抗意識の高揚という側面ももたらし、相乗効果によって火山学のベースアップが行われている。国立研究機関の充実が大学での火山学分野の学生数拡大に貢献しているという面もある。この例に倣って、外国の研究者を我が国の火山噴火予知研究に呼び込むことを考えてはどうだろうか。当面人材が確保できると同時に、国籍にかかわらず火山研究をおこなう研究者が増えることが我が国の火山研究の再興につながるかもしれない。

4. おわりに

地質調査所が一元的に火山監視と噴火予知研究にあたっている米国など他の火山国に比べ、我が国の火山噴火予知体制は多省庁にまたがり、また物理観測に偏っている。歴史的背景もあり、直ちに一元化することは困難であろうが、物質科学の立場から火山噴火予知研究にあたる産業技術総合研究所には、更なる努力と存在感の発揮を期待したい。