

第6次火山噴火予知計画のねらい

石原和弘*

The 6th National Project for Prediction of Volcanic Eruptions

Kazuhiro ISHIHARA*

1. はじめに

1970年代初めの桜島や浅間山などの活発な噴火活動を背景に火山災害の防止と噴火予知に対する強い社会的要請を受けて、1973年6月に測地学審議会から「火山噴火予知計画の推進について」が、関係大臣に建議され、1974年度から実施に移された。以後現在まで、5カ年計画としての「火山噴火予知計画」が6度繰り返されてきた。予知計画発足当初の実施機関は、気象庁、海上保安庁水路部、国立大学および防災科学技術センター（現防災科学技術研究所）であった。第2次計画からは、国土地理院および地質調査所（現産業技術総合研究所地質調査総合センター）が、また、第3次計画からは、地球化学分野の大学の研究施設などが、第5次計画からは通信総合研究所が噴火予知計画実施機関として順次参加し、噴火予知研究の手法の幅が広がった。

現在は、「第6次火山噴火予知計画」（測地学審議会、1998）の実施期間中であり、2002年3月に進捗状況のレビュー（科学技術・学術審議会測地学分科会火山部会、2002）が公表され、外部評価が実施されている。本稿では、これまでの火山噴火予知計画の経緯と第6次火山噴火予知計画の狙いについて概説する。

2. 経緯

予知計画発足にあたっては、「地下のマグマの動きを各種の火山観測などにより探知することが火山噴火予知につながる」という認識と、「適切な施策の実施により、火山噴火予知は近い将来に達成される」という見通しを

述べ、「火山噴火予知の1日も早い実用化を計るためには、火山学全般の基礎研究の充実を図ると同時に、その成果を実際の業務に取りいれるよう、大学などと気象庁の連携を緊密にする必要がある」ことを指摘した。そのため、観測の強化、基礎研究の推進および予知体制の強化が大きな柱になっている。これまでの火山噴火予知計画の経緯と建議の概要をTable 1に示した。

第1次計画では、既設火山観測施設の整備、火山噴火予知連絡会の設置など、噴火予知の基盤整備に重点が置かれた。また、昭和50年の建議見直しにより毎年2火山で集中総合観測を実施することとした。第2次計画では、①特に活動的火山（有珠山、浅間山、伊豆大島、阿蘇山、霧島山および桜島）と②その他の火山（樽前山、岩手山、富士山、雲仙岳などの観測が必要と考えられる火山）に分類して観測強化を図ることとするともに、火山地質図、精密火山基本地形図、精密海底火山地形図を順次作成することとした。第3次計画では、すべての活火山を視野に入れて、①「活動的で特に重点的に観測研究を行うべき火山（12火山）」、②「活動的火山および潜在的爆発活力を有する火山（23火山および活動的の海底火山）」、③「その他の火山」の3つに分類して、観測研究に取り組むこととした。①および②の火山では常時観測の整備に努め、③の火山については、気象庁の機動観測および大学の移動観測により活動を評価する方針がとられた。2002年現在で、①および②に分類された火山のうち、33火山で、気象庁、大学、あるいは防災科学技術研究所による地震を含む何らかの観測が実施されている。

これまでの予知計画を、観測研究の進展などの段階からみると、概ね、2期10年が一つの区切りとなっている。

第1次および第2次計画の10年間は、地震観測網の整備により火山性地震の震源決定が可能となり、桜島、有珠山、阿蘇山、三宅島などの噴火を通して、火山性地

* 〒891-1419 鹿児島県鹿児島郡桜島町横山 1722-19
京都大学防災研究所附属火山活動研究センター
Sakurajima Volcano Research Center, Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University, Sakurajima, Kagoshima 891-1419 Japan.
e-mail: ishihara@svo.dpri.kyoto-u.ac.jp

Table 1. Proposals and Reviews on the National Project for Prediction of Volcanic Eruptions.
表1 火山噴火予知計画の経緯.

| 測地学審議会による建議および報告 | |
|----------------------------------|---|
| 第1次計画 (1974～ 1978年度 実施) | 「火山噴火予知計画の推進について(建議)」1973年6月 1. 火山観測, 2. 火山の研究観測施設等の整備, 3. 火山移動観測班の整備, 4. 試験研究の推進, 5. 火山噴火予知連絡会, 6. 人材の育成 「火山噴火予知計画の一部見直しについて(建議)」1975年7月 1. 火山観測所の新設(有珠山), 2. 既設観測所の整備, 3. 特定火山集中総合観測, 試験研究による研究開発の推進, 4. 観測要員の増強 |
| 第2次計画 (1979～ 1983年度 実施) | 「第2次火山噴火計画の推進について(建議)」1978年7月 1. 火山観測研究の拡充強化(火山を2つに分類), 2. 予知手法等の開発及び基礎研究の推進, 3. 火山噴火予知体制の強化 「第2次火山噴火予知計画の進捗状況について(報告)」1982年7月 |
| 第3次計画 (1984～ 1988年度 実施) | 「第3次火山噴火計画の推進について(建議)」1983年5月 1. 火山観測研究の拡充強化(火山を3つに分類), 2. 予知手法等の開発及び基礎研究等の推進, 3. 火山噴火予知体制の強化 「第3次火山噴火予知計画の進捗状況について(報告)」1987年6月 |
| 第4次計画 (1989～ 1993年度 実施) | 「第4次火山噴火計画の推進について(建議)」1988年7月 1. 火山観測研究の拡充強化(火山を3つに分類), 2. 予知手法等の開発及び基礎研究等の推進, 3. 火山噴火予知体制の強化(国際協力の推進を追加) 「第4次火山噴火予知計画の進捗状況について(報告)」1992年7月 |
| 第5次計画 (1994～ 1998年度 実施) | 「第5次火山噴火計画の推進について(建議)」1993年7月 1. 火山観測研究の拡充強化(火山を3つに分類) 2. 噴火機構解明のための基礎研究の推進—火山の構造把握を中心として— 3. 予知手法等の開発及び基礎資料の整備 4. 火山噴火予知体制の強化 「火山噴火予知計画の実施状況等のレビューについて(報告)」1997年6月 *第1次から第5次計画までの総括的評価 |
| 第6次計画 (1999～ 2003年度 実施) | 「第6次火山噴火計画の推進について(建議)」1998年8月 1. 火山観測研究の強化(火山活動を把握するための観測の強化・実験観測の推進) 2. 火山噴火予知高度化のための基礎研究の推進 3. 火山噴火予知体制の強化 「当面の富士山の観測研究の強化について(報告)」2001年6月 「第6次火山噴火予知計画の実施状況等のレビューについて(報告)」2002年3月 |

震の発生機構の理解や地震データからみた噴火の前兆把握の研究に進展が見られた。また、東北地方では火山地域の深部速度構造などに新たな知見が得られた。

第3次および第4次計画では、火山活動のマグマ動態の把握を目指して、観測の多項目化と観測データの質の向上が図られ、地震、地殻変動、地磁気など、観測の多項目化が図られた。伊豆大島、手石海丘、雲仙普賢岳などの顕著な噴火の前駆現象と活動の推移が地震、地殻変動、重力、地磁気、火山ガスなどの観測により、多面的に捉えられた。また、十勝岳、北海道駒ヶ岳、九重山、阿蘇山、桜島などにおける中小規模の噴火や火山活動に対応した微小な地盤の変形変化や地磁気変化なども捕捉された。

第5次計画では、観測された現象の理解、噴火機構やマグマ供給系の解明には火山体の地下構造の理解が不可欠であるという認識から、人工震源と稠密な観測網による構造探査が開始され、毎年1火山を対象に構造探査を、他の1火山で集中総合観測を実施することとした。

第5次計画のレビューにおいては、第1次計画から第5次計画までの総括的評価がなされ、適切な火山観測を継続して実施していれば、異常を検知することができること、また、多項目の精密な観測を実施すれば、経験的に噴火発生の可能性を予告することが可能な段階に達しつつあるとの認識を示した。他方、未だ、半数以上の火山では観測が行われていない、あるいは、観測体制が不十分で、たとえ異常が出現しても把握できない状態にあ

Table 2. The constitution and items of the 6th National Project for Prediction of Volcanic Eruptions and those of the 5th National Project.

表2 第6次火山噴火予知計画と第5次火山噴火予知計画の骨子の比較.

| 第5次火山噴火予知計画（1994～1998年） | 第6次火山噴火予知計画（1999～2003年） |
|---|---|
| 1. 火山観測研究の拡充強化 (1)火山観測研究体制の拡充強化 活動的で重点的に観測研究を行うべき火山 活動的火山及び潜在的爆発活力を有する火山 その他の火山 (2)機動・移動観測等の充実 | 1. 火山観測研究の強化 (1)火山観測を把握するための観測の強化 気象庁, 海上保安庁水路部, 国土地理院 (2)実験観測の強化 大学, 防災科学技術研究所, 国土地理院 |
| 2. 噴火機構解明のための基礎的研究の推進 —火山の構造把握を中心として— (1)火山体内部の構造と状態の把握 (2)火山の活動度と噴火の様式に関する基礎的研究 | 2. 火山噴火予知高度化のための基礎研究の推進 (1)マグマ供給系の構造と時間変化の把握 (2)噴火の発生機構の解明 (3)噴火活動の長期的推移の解明 (4)新技術の開発 (5)国際共同研究の推進 |
| 3. 予知手法等の開発と基礎資料の整備 (1)火山噴火予知手法等の開発の推進 (2)火山活動基礎資料の整備と活用 | |
| 4. 火山噴火予知体制の強化 (1)観測研究体制の充実 (2)火山噴火予知連絡会の機能強化 (3)人材の養成・確保 (4)地震予知観測との連携 (5)国際協力の推進 | 3. 火山噴火予知体制の整備 (1)火山噴火予知体制の機能強化 (2)火山活動に関する情報の向上と普及 (3)基礎データの蓄積と活用 (4)地震予知観測研究等との連携強化 |

ること、また、観測体制がある程度整備された火山であっても、噴火の規模・様式および噴火開始後の推移の予測は未だ容易ではなく、火山体の構造や噴火機構を理解するための基礎研究の一層の進展が必要であることが指摘された（測地学審議会地震火山部会，1997）。特に、今後重要になる課題として、(1)物質科学的分野の研究を含むマグマ、熱水、ガスなど地殻内流体の挙動の把握、(2)長期予測の観点からそれぞれの火山の地下に蓄積された噴火の潜在的エネルギー（噴火ポテンシャル）の評価、および(3)危険な火口近傍での観測および試料採取手法、絶対重力計などの新たな観測手法の開発・導入を挙げている。

3. 第6次計画のねらい

前述の総括的レビュー結果を受けて、第6次計画では、火山噴火予知計画の長期的目標を掲げた上で、当面の第6次計画の実施内容を定めた。長期的な目標を定めるために、予知の方法や内容の整理から、

- ①観測データの変化から、火山活動の可能性を警告する段階
- ②観測データの解釈に基づいて火山の状態を評価し、

過去の噴火事例も考慮して、噴火の発生や推移を定性的に予測する段階

- ③火山の地下の状態を的確に把握し、噴火の物理化学モデルを用いて、噴火の開始や推移を定量的に予測する段階

に大まかに分けられることを示し、常時観測がなされている火山（約30火山）では、①あるいは②の段階にあると評価した。社会に信頼性の高い定量的な情報を出すには、③段階までレベルを上げる必要がある。そのためには、「火山噴火予知の高度化を目指した基礎研究の推進」と併せて、「予知実用化にむかう各段階で、防災に最大限に寄与することが必要である」との認識を示している。長期的な目標を踏まえて作成された第6次計画の骨子を、第5次計画と比較した表をTable 2に示した。第6次計画を特徴づける主な内容を挙げる。

3-1 火山観測研究の強化

関係機関の任務に応じた火山観測研究強化の目的と狙いをより明確にした。すなわち、火山の監視と情報発信の任務を担う気象庁、海上保安庁水路部および国土地理院による「(1)火山活動の把握のための観測の強化」と、噴火予知の高度化を目指した大学、防災科学技術研究

所、国土地理院による「(2) 実験観測の推進」に分けた。

(1) では、気象庁による地域火山監視センターの機能の強化などにより監視・情報発表能力の向上を目指すとともに、特に近い将来の噴火活動が予測される三宅島などについては、監視観測の重点的な強化を行うこととした。(2) では、火山の活動様式や活動度を踏まえつつ噴火予知高度化に対応した観測研究を、以下のような火山で実施することとした。①水蒸気爆発を繰り返してきた火山(草津白根山、安達太良山、口永良部島など)、②マグマが比較的地表近くに長期にわたり滞在していると考えられる火山(薩摩硫黄島、硫黄島)、③顕著なマグマ性噴火を繰り返してきた火山(有珠山、北海道駒ヶ岳、三宅島、阿蘇山、桜島など)、④噴火活動が長期間休止しているものの、地震・微動活動が認められる火山(岩手山、富士山など)。

3-2 火山噴火予知高度化のための基礎研究の推進

(1) マグマ供給系の構造と時間的変化の把握、(2) 噴火の発生機構の解明、(3) 噴火活動の長期的な推移の解明、(4) 新技術の開発、および(5) 国際共同研究の推進の5つの課題について、予知計画に関わる機関が分担・協力して研究を実施することとした。新たに加わった、あるいは、位置づけが変更された課題のうち、主なものは以下の通りである。(2) では、マグマの発泡と噴火の物理化学過程、火山体内部の流体の性質と挙動、水蒸気爆発の発生機構などの重要性を指摘して、マグマ中の揮発成分の溶解度と挙動に関する実験的研究、多項目観測による爆発にいたる過程の観測・研究などを行うこととした。(3) では、休止期間の長い火山の噴火ポテンシャル評価を掲げ、富士山などをテストフィールドとして、ボーリングなども用いた火山体の3次元的地質・岩石学的解析を行い、噴火史を定量的に解明することとした。この課題および火山観測研究の強化に関連して、科学技術・学術審議会測地学分科会火山部会(2001)は、「当面の富士山の観測研究の強化について(報告)」を取りまとめ、関係機関の連携協力により、富士山の本格的な調査研究が開始された。(5) では、わが国の噴火予知研究推進には、国外の多様な火山活動との比較研究が不可欠であるという認識にたつて、各機関が取り組む国際共同研究の相手国を明確に挙げた。

3-3 火山噴火予知体制の整備

「(2) 火山活動に関する情報の向上と普及」において、わかりやすい火山情報の発信を目指して、火山情報の定量化(レベル化)の試行を行うこととした。前述の「予知実用化にむかう各段階で、防災に最大限に寄与することが必要である」という認識を踏まえた目標であり、当面は、観測体制が整備され観測データの蓄積もある5火

山、浅間山、伊豆大島、阿蘇山、雲仙岳および桜島を対象とした。

4. 第6次火山噴火予知計画のレビュー

2002年3月に科学技術・学術審議会測地学分科会火山部会が第6次計画のレビュー結果を公表した。レビューについて外部評価がなされ、その結果を踏まえて、次期計画が立案される予定である。レビューの要約は、以下のとおりである。

(1) 2000年の有珠山および三宅島噴火のように、適切な観測体制を整え、信頼性のある観測データの蓄積を行えば、噴火前兆を捉えてマグマの移動を観測により捉え、噴火の発生時期をある程度予測できる例が増えている。しかし、噴火開始後の推移や終息時期を、前もって予測することはいまだ困難である。

(2) 第3次計画以降順次整備されてきた観測井などを用いた地震・地殻変動の高品位のデータ取得および多項目観測は、火山活動の理解や微小な前駆現象・火山現象の捕捉に有効であることが、岩手山や三宅島などで実証された。

(3) 第5次計画から開始された構造探査実験による火山の浅部構造に関する情報が、火山性地震の震源決定精度の向上に寄与し、浅部の火山現象の理解に新たな知見をもたらしつつあるが、現状の手法では探査深度が3km以浅に制限されていて、マグマ溜りの探査までには至っていない。

(4) 広帯域地震観測、地殻変動観測や電磁気学的観測の活用により、火山性地震や微動の発生機構の解明が進み、火山流体の運動と関連させて議論できるようになったが、力学的取り扱いにとどまっている。

(5) 大学の地域センターの整備が完了し、火山噴火予知研究の全国的ネットワーク(火山噴火予知研究協議会)の形成が行われるとともに、気象庁においては火山監視・情報センター(4カ所)を設置するなど、観測研究、監視のための整備が進展した。

(6) 岩手山や有珠山では、研究者と地域社会との交流やハザードマップの整備により、行政や住民の火山に対する理解を深め、有珠山では噴火前の適切な避難行動につながった。

総括的評価では、今後の課題として、火山活動度や防災上の重要性を考慮した監視体制の整備、観測井を用いた高品位の観測データの火山監視への活用、活動推移の予測など噴火予知の高度化のために基礎研究の一層の推進、悪条件下での計測およびデータ伝送システムの開発・整備、マグマ溜りの探査を目指した人工震源の規模を含めた探査実験の改善、火山活動の定量化(レベル化)

の本格的試行、火山活動時の規制区域内での観測調査などを挙げている。また、国立大学法人化後の各大学の火山観測研究施設の存続の重要性を指摘するとともに、火山噴火予知のための共同研究プロジェクトの効率の推進と、総合的観測研究の継続、人材育成のための教育などを全国的なネットワークの下で円滑に推進していく上で大学の全国共同利用研究所の機能の拡充・強化の必要性を強調している。

第6次火山噴火予知計画の実施状況などについて、火山学、地震学、火山災害、社会学などに関わる専門家による外部評価がなされ、評価報告が2002年10月に公表された。第6次火山噴火予知計画について、目標の達成度、実施体制の妥当性、学術的意義および社会的貢献の観点から評価され、レビューに述べてある見解とおおむね一致する評価結果が示された。併せて、今後の計画の在り方に関する提言（観測・監視体制の在り方、大学などにおける火山研究の在り方、火山情報と社会とのかかわりなど）も示された。今後の計画立案に関連して、重要と思われる指摘のひとつを挙げる。「火山学の基礎的

な研究活動と防災業務との交流を図り、基礎研究の成果の防災面での実用化を推進することが重要である。火山研究の範囲は多岐にわたっていることから、①学際的にさまざまな手法を取り込んだ基礎研究、②長期予測を含めた噴火予知技術の体系化・実用化に関する研究、③噴火予知技術の防災活動への適用と観測・監視活動について、関係機関の機能の充実および各機関の役割分担の明確化と連携が必要である」。

引用文献

- 科学技術・学術審議会測地学分科会火山部会(2001) 当面の富士山の観測研究の強化について(報告). 19 p.
- 科学技術・学術審議会測地学分科会火山部会(2002) 第6次火山噴火予知計画の実施状況等のレビューについて(報告). 79 p.
- 測地学審議会(1998) 第6次火山噴火予知計画の推進について(建議). 24 p.
- 測地学審議会地震火山部会(1997) 火山噴火予知計画の実施状況等のレビューについて(報告). 88 p.