

「地震予知・火山噴火予知」における これからの観測態勢

飯 高 隆

東京大学地震研究所地震予知観測情報センター
地震予知・火山噴火予知移動班

(1992年4月20日受理)

1. はじめに

地震予知や火山噴火予知における観測態勢を考える前に、まずその役割について考えてみる。その役割として挙げられるものは、(1) 特異現象の監視と発見、(2) 地震・火山現象発生の場の微細構造の解明であると思う。(1)では、その地域あるいは火山において常日頃から観測をおこない定常状態を把握しておき、定常状態を充分認識した上で定常状態とは異なる現象(特異現象)を捉え、地震予知・火山噴火予知にむすびつけるのである。また、(2)は地震現象や火山噴火現象を予知するためには、それらの現象を起こす場を詳細に知っておく必要があるという意味である。

つぎに、これらの役割を遂行するためにはどのようにすればよいかについて考えてみる。これらの役割に対しては、2つの局面からものごとをとらえていく必要があると考えられる。それは自然現象の静的な場と動的な場である。たとえば、静的な場から捉えるというのは地震がおこる場所の構造の研究や物理量の把握である。また、動的な場から捉えるというのは、一連の地震・火山噴火現象がどの様なプロセスをたどって起こったかを知ることである。そのような役割を果たすために観測はひじょうに重要である。しかし、観測においても予算と人員が無限にあるわけではないので、より効果的な観測を行うことを考えていかなければならない。観測を大きく2つに分類すると、定常観測網を用いた観測と、目的を定めて観測点を移動し観測を行う移動観測(重点観測)に分けられる。以下にこの2つの観測の性質と果たしてきた役割について述べる。

2. 定常観測網による観測

地震予知計画においては、日本をいくつかの地域にわけそれらの地域に地域センターをおき、各地域センターにおいてテレメータを用いた定常観測がおこなわれてきた。各観測点のテレメータ化によってデータは各地域センターにリアルタイムでおくられ、地

域センターにいながらその地域の活動状況を知ることができるようになった。そのため、各地域において地震・火山噴火活動があると直ちにこれをとらえ、適切な処置を行うことが可能となり、特異現象の監視と発見においてひじょうに重要な役割をになってきた。

また、この定常観測網は地球科学的研究の面においてもひじょうに大きな発見をもたらした。それらのうちから例をあげてみると、沈み込むプレート内の震源分布の2重深発面の発見があげられる(海野・長谷川, 1975)。これは、地道に観測を行うことがいかに重要であるかを世界に示したものといえる。また、地震予知計画において展開された空間的に高密度な観測点における長期間蓄積されたデジタルデータは、速度構造を求めるための3次元トモグラフィーに用いられ、地球内部構造の解明に大きな役割を果たしてきた。このことは地震予知・火山噴火予知の立場からみても、“地震・火山噴火現象の発生の場の微細構造の解明”の点で大きな役割を果たしたといえる。いずれにしても、これらの結果は地道な観測の積み重ねによってつくられたことを忘れてはならない。

3. 移動観測(重点観測)による観測の必要性

定常観測点による観測は、上記のとうりにひじょうに重要な結果をもたらした。さらに詳細な構造あるいはダイナミックスを知るためには、広帯域地震計を用いたより空間的に高密度な観測点による観測網が必要となる。しかし、大学の立場における人員と予算の枠を考えると、さらなる高性能・高密度の定常観測はきびしい立場にある。また、地震・火山現象の観測は局所から広域なものまで必要とするため、それら全ての場合に適するような監視網を用意し、常時監視を行うことは不可能に近い。また、地震・火山現象の物理量をとらえるためには、それら発生の場の近傍だけの観測では不十分で、地球の裏側での観測点の観測量を必要とすることがよくある。このようなことから、定常観測網の観測だけでは不十分で、臨時に観測点を増やしたりする移動観測(重点観測)の役割が重要となってくる。

また、現在関東地方には東京大学地震研究所、科学技術庁防災科学技術研究所、気象庁の観測点がおかかれている。これらの観測網において、地震研究所と防災科学技術研究所の観測網は微小地震をとらえることを目標としており、似通った役割を担っている。しかし、個々の観測点をみると、地震研究所の観測網は防災科学技術研究所の観測網に比べ付帯設備や設置状況の面で不十分な点が多く、空間的にもまばらに存在することがわかる。このような中で、大学が本来の役割を考え、効率よく成果を挙げていくためには、研究に取り組む姿勢を考えなければならない。その効率のよい研究姿勢のひとつとしてあげられるものは、移動観測(重点観測)の強化であると思われる。

4. 移動観測(重点観測)が果たしてきた役割

つぎに、移動観測が地震・火山現象において果たしてきた役割について述べる。その例として1989年の伊豆半島東方沖の群発地震を用いる。この群発地震の震源域は、まばらな定常観測網による震源決定では一つのかたまりでしかなかったが、震源域近

傍に配置された7点の臨時観測点による震源決定では、それらはいくつかの塊に分離し、手石海丘に向かって浅くなっていくのがよくわかった(植木・他, 1991)。また、震源域近傍での震源の移動を調べることによって、震源移動の規則的な時間推移がわかり、マグマが周囲の岩石を割って移動していく様子を示唆する結果を得ることができた(溝上・横田, 1991)。このように、地震・火山現象近傍での詳細な移動観測は、震源移動やマグマの移動のダイナミックスを知る上で重要な役割を果たし、その有効性を示してきた。

また、移動観測は地震・火山現象のダイナミックスを知るばかりでなく、地殻構造を知るためにも役立ってきた。その例としてフィリピン海プレートのプレート境界の検出があげられる。山梨県東部から北の内陸部にかけては地震活動がきわめて低く、沈み込むフィリピン海プレートの存在の有無が議論されてきた。そのためこの地域に臨時観測点を4点配置し、定常点1点を含む5点の観測点を用いて沈み込むプレート上面での変換波の検出をおこなった(IIDAKA et al., 1991)。この観測で検出された変換波を用いることによって、沈み込むプレートの存在を示すことができた。

このように、移動観測を行うことによって、地震・火山現象の状況に合わせて観測点を設置することができ、より効果的にデータを収録することができる。こうして、従来の観測では得られない新しい知見を得ることができるようになる。

5. 火山における観測態勢

これまででは地震火山現象一般の観測について述べてきたが、次に火山現象に焦点を当てて考えてみる。火山現象はマグマが地表に吹き出すなどして大きな被害をもたらすとともに、視覚的にも印象深い現象である。

火山現象では、マグマのように周囲の岩石に比べ温度、密度、粘性などが大きく違うものが移動する現象をともなうために、周囲で観測する様々な物理量において大きな変化をもたらす。そのため、火山観測においては、地震のみならず電磁気、重力、地殻変動など、総合的な観測が必要である。また、時間的に大きく変化する現象であるために、リアルタイム処理を行っていく必要がある。また、観測の際に使用される観測機材も目的に見合ったものでなければならない。その点については、「火山」に掲載されている「火山観測用地震計測システム開発の必要性」をもとに述べる(清水, 1990)。

まず、火山現象の特徴は、その現象発生の場の構造の不均質性・複雑性と現象の特異性にある。そのため、空間的に超高密度に観測点を設置することが必要となる。そして、その際に必要な計測機器は、小型軽量、大記録容量、低消費電力、超高精度刻時、安価等が要求される。なぜなら、火山の山体に高密度で地震計を設置する場合運搬等の問題を考えると小型軽量であることが必要で、記録媒体やバッテリー等の交換を少なくして安心してデータの収録を希望すれば、大記録容量で低消費電力の機器が必要だからである。また、後の解析処理をしやすくするにはデジタル記録であることが望ましく、精度の良い震源決定をしようと思えば、高い刻時精度が必要となる。また、それらは野外で用いられるため、水、ほこりや振動にたいして強くなければならず、さらに、これらの計測機器を多数所有するためには、安価でなければならない。ま

た、火山現象は微小地震のみならずマグマの動きや様々な現象を含んでいるため、短周期の地震計による観測だけでは不十分である。そのため、広帯域地震計の使用が必要であろう。また、さらにリアルタイム処理の必要性を考えると、観測点から電波でとばして、1点に集めて収録するシステムを考える必要があり、それによって刻時精度が上げられ高い精度の観測が可能となる。

このように、高密度の野外観測には多くの条件が要求される。また、このような観測システムの要求は、そのまま地震現象の移動観測(重点観測)ための観測システムの要求に当てはまる。

6. まとめ

地震予知・火山噴火予知にたいする観測態勢は、

1. 定常観測網による監視態勢の継続
2. 重点観測(移動観測)の強化

をおこなう。それらの観測に際して、

1. 総合的観測(地震、電磁気、重力、地殻変動等),
2. リアルタイムによる処理,
3. 高性能地震計を用いた高密度の観測,

をふまえた観測を行う。

文 献

- IIDAKA, T., M. MIZOUE, I. NAKAMURA, T. TSUKUDA, K. SAKAI, M. KOBAYASHI, T. HANEDA, S. HASHIMOTO, 1991, The upper boundary of the Philippine Sea plate beneath the western Kanto region estimated from S-P and P-S converted waves. 1991, *Bull. Earthq. Res. Inst.*, **66**, 333-349.
 溝上恵, 横田崇, 1991, 伊豆東方沖群発地震活動に伴う震央移動と開口割れ目の伝播. 月刊地球, **13**, 2号, 63-73.
 清水洋, 1990, 火山観測用地震計測システム開発の必要性. 火山, **34**, 特別号, S305.
 植木貞人, 森田裕一, 西村太志, 浜口博之, 1991, 1989年伊豆半島東方沖海底火山噴火直後の精密震源分布. 月刊地球, **13**, 2号, 74-78.
 海野徳仁, 長谷川昭, 東北日本にみられる深発地震面の二層構造について, 1975, 地震, **28**, 125-139.