

これまでの地震観測研究計画のあゆみ

地球の表面は何枚ものプレートと呼ばれる固い岩盤で覆われています。プレートは相互に運動するため、隣り合うプレートの境界付近では多くの地震が発生します。日本列島は4枚のプレートがぶつかり合う場所であるため多くの地震が発生し、歴史的な地震災害も数多く知られています。昔は地震の原因がわからなかったため、地震を起こすと考えられていた大ナマズを押さえつける要石などの信仰がありました。地震災害が多発する日本では、地震を科学的に解明することによって地震災害を軽減したいという願望は強く、世界で最初の地震学会は1880年（明治13年）に日本で設立されました。近代的な地震計が開発され、観測により地震活動の特徴はわかるようになってきましたが、地震の発生メカニズムの理解はなかなか進みませんでした。地震を発生させる原動力がプレートの相対運動であることがわかってきたのは1960年代です。同じ頃に断層運動の物理モデルや岩石破壊のメカニズムの理解も進み、現在でも通用する近代的な地震観測の基礎が築かれました。

前兆現象の捕捉により地震予知を目指す

地震発生の予知により災害を軽減することを目指して、1962年に「地震予知現状と推進計画」が地震学会の有志によりまとめられました。これを契機に国家プロジェクトとして地震予知に取り組む気運が高まり、測地学審議会（現在の科学技術・学術審議会測地学分科会）の建議に基づき1965年に地震予知計画が始まりました。この計画では、全国に高感度の地震観測点や地殻変動観測点を整備し、地震の前兆現象の検出を主とした地震予知の技術を構築することを目指しました。第7次計画（1994～1998年度）

までに、各地に微小地震観測網が整備され、プレート沈み込み帯の地震活動などについての世界的な研究成果が得られました。GNSSなどの宇宙測地や海底地震観測などの技術開発も行われ、地震活動や地殻変動が正確に把握できるようになり、地震現象の理解は確実に深まりました。しかし、地震の前兆現象には複雑性や多様性があり、その中に系統性が見出せるほどにはデータが蓄積されず、地震予知の実現への明確な見通しは得られませんでした。そのような中で、1995年兵庫県南部地震が発生し、阪神・淡路大震災をもたらしました。地震学研究者の間では、この地域では過去にも多くの大地震が発生していることは知られていましたが、住民には十分に理解されていませんでした。また、明瞭な前兆現象は観測されず、この地震を予知することはできませんでした。

基礎的研究を重視した「新たな観測研究計画」

1995年には地震調査研究推進本部が発足し、国の地震調査研究を一元的に推進することになりました。地震予知のための観測研究計画は、その基礎的研究の成果が、国の地震調査研究の推進に活用されることが重要な役割となりました。また、高感度地震観測網やGNSS観測網などの高密度・均質な基盤観測網が整備され、これらから得られた良質なデータは広く公開されて、多くの世界的な研究成果に結びつきました。これらの成果は、それまでの観測研究計画で培われた観測技術などを活用して得られたものです。

観測データに現れる前兆現象のみに基づく地震予知には限界があることから、1999年度に始まった「地震予知のための新たな観測研究計画」では、実験や理論などに基づき地震発生機構をモデル化

し、地震発生に至る一連の過程を知ることが地震予知の実現に着実につながるとの考えに基づき、基礎的研究を重視した計画となりました。プレート運動によるエネルギーの蓄積から破壊の発生、断層運動によるエネルギーの解放までの物理モデルが構築され、一連の過程の数値シミュレーションが実現し、観測データとの比較が可能になりました。モデルと観測データから地震発生を支配する物理量を推定し、地震発生の数値予測モデルの構築を目指すことになったのです。

地震発生と火山噴火は、主にプレート運動に起因するという同じ科学的背景をもつ自然現象です。2009年度からは、地震予知と火山噴火予知の計画は「地震及び火山噴火予知のための観測研究計画」として統合された5年計画として実施されました。これにより、地震と火山の研究者が協力して、地震・火山活動の把握のために必要な観測網とデータがより有効に利用されることになりました。その結果、沈み込むプレート活動とマグマ上昇経路との関連性、マグマ貫入と地震活動への影響などの新しい成果も得られました。

計画の2年目にはマグニチュード9の2011年東北地方太平洋沖地震が発生し、東日本大震災がもたらされました。観測データが少ない超巨大地震の研究は、歴史記録などの利用が必要であり、それまでは十分に行われていなかったため計画の見直しを行い、超巨大地震に関する観測研究を推進することになりました。また、地震予知だけに限定せず、地震動や津波などの予測の高度化のための研究に取り組むことになりました。地震についての科学的理解や予測をより多くの方に理解し活用してもらうために、関連する研究分野と連携して「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画」が2014年から開始されました。

これまでの火山観測研究計画のあゆみ

火山は古来より信仰の対象や、観光資源として私たちの生活の身近な存在として大切にされてきました。これはわが国に限ったことでなく、火山のある多くの国で共通しています。しかし、火山は時として大きな災厄をもたらします。日本では18世紀に1707年富士山宝永噴火、1739年樽前山噴火、1783年浅間山天明噴火、1792年雲仙岳噴火・眉山山体崩壊など、広域に被害をもたらすような大きな噴火が発生しました。しかし、これ以降、200年にわたってこの規模の火山噴火は発生していません。そのため、これらの大規模噴火災害に対する恐れを忘れがちです。火山災害を引き起こす大規模な火山噴火は低頻度ですが、一旦発生するとその被害はとてつもなく大きく、かつ広範囲に及ぶことがあります。我々は賢くそれに備える必要があります。

明治から戦後は観測所が拡大

火山噴火予知を目指す研究の大きな目的は、当初から現在まで、火山噴火の可能性や切迫度を事前に知り、研究成果をできるだけ被害の軽減に役立てることです。

日本における科学的な火山噴火の調査は、東京帝国大学の関谷清景教授が、460名以上が犠牲になった1888年の磐梯山噴火に伴う山体崩壊の現地調査を実施したことに始まります。

また、近代的な火山観測は、その22年後の1910年に、大森房吉教授が有珠山噴火の際に地震計で観測したのが始まりです。このとき、世界で初めて噴火に伴う火山性地震、火山性微動という現象が発見され、観測すれば火山噴火の予知が可能であるとの考えが芽生えました。

このように火山噴火予知のためには、観測がカギであるとの考えから、1911年に当時活発な活動をしていた浅間山に日

本で最初の火山観測所が設置されました（浅間山火山観測所）。次いで、1928年には阿蘇山火山観測所が設けられています。戦後は、伊豆大島観測所（1959年）、桜島火山観測所（1960年）、島原山火山観測所（1962年）、霧島山火山観測所（1964年）など、大学が火山観測所を設置して、火山観測体制が全国規模で、徐々に整えられるようになりました。

7次にわたる「火山噴火予知計画」

このような経緯のなかで、1974年に桜島火山が活発化し始めました。これをきっかけにして、文部省（現・文部科学省）の測地学審議会は「火山噴火予知計画」を建議し、第1次計画がスタートしました。噴火予知計画は2008年までの32年間に、ほぼ5年ごとに目標を変えながら、7次まで計画が実施されました。

最初に、観測網を整えなければということから、第1次計画（1974～1978年度）において、観測網整備を目標として掲げました。さらに、気象庁と大学等の研究機関が連絡を密にして、研究成果を気象庁の業務に反映させるために、気象庁に火山噴火予知連絡会が設置されました。

第2次計画（1979～1983年度）では、深部で起る現象を知ることが重要であるとの考えに基づき、火山直下だけでなく、火山のまわり数十キロ圏内などのもう少し広い範囲で観測網の広域化を図りました。

観測データの精度を高めるため観測機器の高度化をしたのが第3次計画（1984～1988年度）です。全ての火山に対し同レベルの観測はできなかったため、観測対象の火山を「重点研究対象」「監視強化対象」「その他」の3つに分類しました。

第4次計画（1989～1993年度）では、観測の「多項目化」や、さらに高密度・高精度化を図っています。多項目化とは、具体的にはそれまで地震活動しか観測して

いなかったものを、地殻変動や火山ガスも観測の対象にしました。また、地下の温度変化を知るために磁場の観測を開始するなど、観測項目を増やすことで、火山の状態を把握する能力を高めていきました。

第5次計画（1994～1998年度）では、「火山噴火予知のためには、噴火を引き起こすマグマ溜まりの場である火山体内部の構造を理解する必要がある」という考えから、火山体構造把握のための観測研究を推進しました。

次の第6次計画（1999～2003年度）では、噴火ポテンシャル（切迫度）を定量的に把握することを目標に研究を進めました。

第7次計画（2004～2008年度）は、大学の研究対象34火山を16にしています。これは集中して研究する火山を絞り、一方で残りの火山は気象庁の観測に任せることにしたのです。背景には国立大学の法人化があり、研究をより効率的に進めるため、選択と集中を図る必要がありました。

2008年度に終了する第7次計画まで、「火山噴火予知計画」は火山研究単独で進められました。2009年度から「地震及び火山噴火予知のための観測研究」となり、地震研究と火山研究の双方が互いに補完・連携して研究を進める体制となりました。その後、2011年に霧島山新燃岳噴火と東北地方太平洋沖地震が発生し、災害軽減の貢献に、より重点を置いて研究計画を立案することになりました。その結果、「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画」となったのです。

最近では、継続的に噴火を続けている桜島の観測状況から、大正噴火並の大規模噴火になる可能性が懸念されています。特に、2014年には御嶽山が噴火し、研究対象の火山を16から25に追加しました。人や社会に影響を与える火山は多く存在しますが、それを支える体制は必ずしも十分とは言えません。