

地殻活動解明の道

—測量技術・地殻変動解析技術の進歩を社会に活かす—

地理地殻活動研究センター長 藤原 智

キーワード：地殻変動，地震，火山，測地測量，測位

1. 「地殻活動」とは

地殻活動とは、地震や火山噴火、そしてそれらに関連した地殻変動など、地殻（地球の表層）内で発生する現象全般を総称するものである。

本報告では、近代測量 150 年にあたり、日本の近代測量の黎明期からその時代ごとの最新の測量技術を用いて地殻活動を把握・解明し防災や精密な測量・測位に活かしてきた歩みを紹介する。

2. 経緯儀から光波測距儀（明治～昭和）

測地測量は正確な位置や高さを求める技術である。時間をおいて測量を繰り返して測量成果の差をとると地面の動きである地殻変動を検出することができる。つまり、測量技術とは地殻変動の観測技術でもある。明治から昭和半ばにかけての測地測量は、経緯儀（セオドライト）によって測点間の角度を測定する三角測量が主だった。昭和 30 年代に電磁波測距儀、とりわけ光波測距儀が現れ、測点間の距離を測定する方式に移行していった。

図は、1894 年-1896 年（明治 27 年-29 年）に実施された経緯儀による三角点での測量成果と、1981 年-1982 年（昭和 56 年-57 年）の光波測距儀による測量成果の差から約 90 年間の九州の地殻変動を求めたものである。日本では、毎年のように数 cm 程度の地殻変動がじわじわと蓄積しており、数十年もすれば 1m を超える位置の食い違いが生じてしまう。こうした測量成果は、地震や火山活動等の地殻活動を解明しただけでなく、我が国の正確な位置の同定には複雑で大きな地殻変動の補正が必須であることを実感させることとなった。

3. 宇宙測地技術による革命（昭和～平成）

図は 120 年以上前の明治期の測量成果も用いているとはいえ、現代の電子基準点網で得られる地殻変動分布と遜色のない情報を伝えてくれている。しかしながら、昭和から平成にかけて出現した宇宙測地技術は質と量の両面で地殻活動の把握に格段の変化をもたらした。それは以下の 3 つの点である。

(1) 超長距離の変動の直接測定

それまでは測点間の直接視通が可能な数十 km の距離までしか測定できなかった。しかし、天体からの電波で測量を行う VLBI の出現によって数千 km も離れた場所の距離を直接測定することが可能になった。このことにより、大地震を引き起こす原動力

であるプレート運動を実測できるようになった。

(2) 連続観測による時間分解能向上

電子基準点に代表される GNSS は今や地殻活動監視の主力である。その利点は様々なものがあり、中でも連続観測によって地殻活動の時間推移を詳細に追えるようになった。火山活動の変化を捉えて火山防災に貢献したり、REGARD によって大地震の規模とメカニズムを即座に決定できるようになったのはこうした連続観測によるものである。

(3) 面的観測による空間分解能向上

人工衛星からのレーダー観測による干渉 SAR は地殻変動の分布を面的に捉えることを可能にした。今までの観測の網から抜け落ちて見落とされていたような局所的な火山活動や、地表に現れた細かな地震断層群を発見するなど、他の技術では代替できない貢献をしている。

4. 防災から測位まで（平成～令和）

観測技術だけではなく解析技術も進歩を遂げており、特に地表の地殻変動から地下で起きている現象を定量的に推定する技術が進歩している。例えば、大地震の発生が懸念される南海トラフのプレート面上で時々発生しているゆっくりすべりの量を cm レベルで推定できるようになった。

準天頂衛星システムが cm レベル測位の扉を開こうとする今、地殻変動を正確に把握し補正することが精密測位に欠かせない。地殻活動解明は、高精度な測量・測位になくはならない技術なのである。



図 明治～昭和（約 90 年間）の九州の地殻変動