

位相シフト光干渉法による地震観測システムの 活火山環境下への適用

京都大学 防災研究所附属火山防災研究センター

中道治久

白山工業株式会社

平山義治

1. はじめに

日本には 111 の活火山がある。活火山とは、過去 1 万年以内に噴火したことが分かっている火山であるか、現在も活発な噴気活動がある火山である。これらの日本の活火山のうち 50 の火山を常時観測火山として気象庁が、火山活動を 24 時間体制で監視している。監視のための観測施設には、地震計、傾斜計、空振計、GNSS 観測装置、監視カメラがある。噴火すれば、噴煙が火口から上昇し、噴火の瞬間に空気中を音波が伝わるため、それぞれカメラと空振計で噴火を観測できる。火山の噴火は、マグマが上昇してくることによって発生する。火山の下は地殻と呼ばれる堅い岩盤で出来ているが、その地殻をマグマが上昇すると、地殻を变形（地殻変動）させ、地殻の岩石が破壊されることで地震が発生する。マグマの上昇に伴う地殻変動を傾斜計と GNSS で観測し、地震を地震計で観測するということによって、火山の監視が行われている。火山観測装置は、当然ではあるが、火山の近傍に設置されている。活火山近傍は、火山ガス、火山灰、地熱などの影響があり、観測装置の設置環境としては過酷と言える。また、火山は、山岳地域であり、落雷が頻発する。観測機器の多くは稼働のために電源を必要とし、データ伝送に電線を使っている場合がある。そのため、落雷によって観測機器が故障することがある。したがって、活火山といった過酷な環境下においても観測を継続できるような装置の必要性は高いと言える。

活火山においては地震観測が必ず行われている。理由としては幾つかある。まず、日本において明治後期から日本各地で地震観測が行われているが、その頃から火山で発生する地震の観測実績がある。そのため、火山活動を予測するにあたって過去の経験を生かすことができる。傾斜観測も多くの火山で行われているが、記録には気象の影響や、地下水の影響などがあり、データの解釈に難がある。GNSS 観測は多くの火山で行われているが、火山活動による観測量の変化が小さい場合は、気象要素による年周変化や、火山以外での地震といった地殻活動による影響の方が大きく現れる。音波や映像による監視は重要であるが、そもそも活火山であっても何十年も場合によっては数百年噴火していない火山が大半であるため、噴火を観測することは少ない。これに対して、地震は火山周辺では必ず発生している現象であり、噴火に前駆して地震の発生回数が増加するなど、明瞭な変化を示すことが多い。また、降雨や風など気象によって記録が乱された場合であっても、地震波形によって判別することができる。よって、火山観測手段としての地震観測は安定して方法と言える。

近年、光ファイバーを用いた地震観測システムが開発された。電線を使わずに地震観測をすることができることから、落雷の影響を受けないことが期待される。光ファイバーを用いた地震観測システムには 2 種類ある。一つ目は、分散型音響センシング（Distributed Acoustic Sensing, DAS）システムである²⁾。DAS は光ファイバーにレーザー光を入射した時に発生する後方散乱を測定することにより、光ファイバーの延長方向の伸び縮みを計測するものである。DAS では光ファイバーが敷設されている地点において数メートル間隔といった高密度の地震観測が可能であるが、3 次元の変位や加速度は測定できない。また、観測を行う主体が光ファイバーを敷設する場合は、方位を決めて敷設するこ