

火山観測データの気象補正等による高精度化に関する研究 —ノイズの中から火山活動を抽出する—

○山里 平、高木朗充、福井敬一、坂井孝行、安藤 忍(地震火山研究部)
藤原善明*、北川貞之(気象庁地震火山部)

1. はじめに

気象庁は、火山活動の監視のために、さまざまな火山観測を行っているが、地表近くの諸現象を対象とする火山観測においては、気象の影響によるノイズ(誤差)が多く含まれる。例えば、マグマの動きをとらえる地殻変動観測の中心的役割を果たしているGPS観測では、GPS衛星からの電波が大気中を伝搬することによるノイズが大きな障害である。特に、火山における観測では、観測点を火山体に設置しており、観測点間の標高差が大きいために大気の時空間変化の影響を受けやすいという問題があった。

そのため、本研究では、火山地域におけるGPS観測データについて、大気の影響によるノイズを除去して精度を改善する手法を開発するとともに、その他の火山観測データへの気象の影響についても評価を行った。

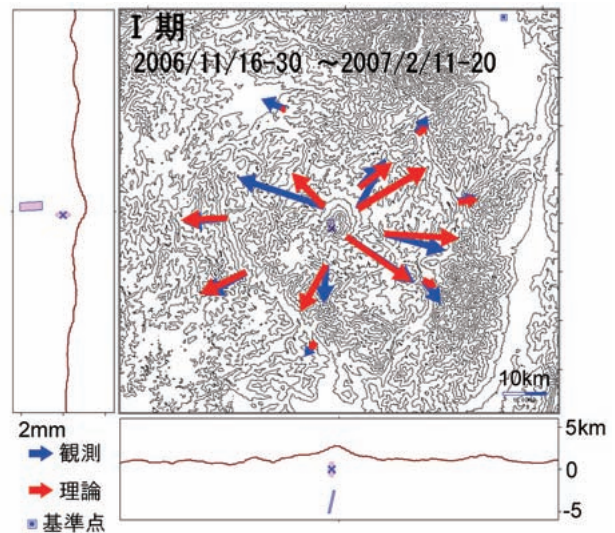
2. GPSの電離層・対流圏補正手法の導入

気象庁が火山観測に用いているGPSは、1周波型の受信機が主体となっている。1周波GPSは、消費電力が少なく、軽量・安価で、持ち運びにも便利であることから、火山観測の利用には利点が多い。しかし、2種類の波長帯を用いる2周波GPSは電離層の影響を除去できるが、1周波GPSではできないという問題があった。さらに、気象庁が従来用いていた基線解析手法(GPS観測点間の相対変位を求める解析)においては、対流圏の時間変化を考慮していないため、大きな年周ノイズが観測されていた。

そこで、周辺の2周波GPS観測点のデータによって電離層の影響を補正し、さらに対流圏の水蒸気による影響を自己推定できる手法を導入した。具体的には、気象庁の火山GPS連続観測網には各火山1か所に2周波GPS受信機が設置されていることから、そのデータと周辺の国土地理院のGEONET観測網のデータを用いて、電離層の効果を内挿推定して補正係数を求めた(古野電気製MG2120を用いた)。その上で、さらに対流圏の水蒸気量による伝搬遅延量を自己推定できる基線解析ソフトウェアBernese Ver.5.0を用いて解析を行った。

この手法を、2007年1月から火山性地震が増加し、3月にご

く小規模な噴火が発生した御嶽山のデータに適用したところ、大気の影響によるノイズを大幅に除去でき、噴火前のきわめて小さい地殻変動を精度よく検出できた。そして、その地殻変動をもたらした地下の圧力源推定を行うことが可能になった。その結果、海拔下2.5km付近の板状圧力源と海拔付近の球状圧力源が求まり、それぞれ、深部へのダイク(岩脈)状マグマ貫入と、浅部での熱水だまりの膨張であると推定できた(第1図; 高木他, 2007)。



第1図: 御嶽山のごく小規模噴火前に観測された地殻変動と地下の圧力源を推定したモデル計算結果(高木他, 2007)。

3. 気象庁数値気象データによるGPS補正の試み

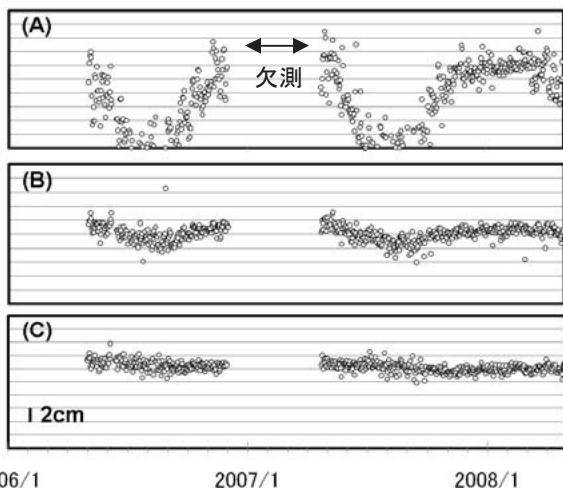
前述した手法をはじめ一般的に行われているGPS解析手法は、平均的な大気の状態を仮定して観測点の伝搬遅延量の初期値を与え、更に最小自乗法で観測点座標と伝搬遅延量の補正量を求める方法である。しかし、現実の気象データを用いた方がよりよい結果が得られることが期待される。そこで、本研究課題では、気象庁の数値気象モデルを用いる方法を開発した。

この手法では、気象庁のメソ数値予報モデル(MSM)の客観解析値から電波の伝搬遅延量を計算するサブルーチンを基線解析ソフトウェアに取り入れた。MSMを測地観測データ

* 現 国土地理院

の補正に用いる試みは、光波測距観測についてすでに行っており、良い結果が得られることがわかっている(高木, 2008)。

本研究課題では、この手法を検証するフィールドとして、浅間山を選び、新たに山頂付近で現地収録方式のGPS連続観測を開始した。浅間山は、山頂と山麓の標高差が大きく、これまでの解析でも大気の影響による大きな年周変化ノイズがみられていた。MSMを用いた補正結果を第2図に示す。2節で述べた電離層・対流圏補正によっても±2cm程度残っていた見かけの年周変動もほぼ取り除くことができた。



第2図 浅間山におけるGPS基線解析の例。(A)従来手法、(B)電離層対流圏補正、(C)MSMによる補正手法によって得られた、山頂の観測点と山麓の観測点(水平距離約7km、標高差は約1.5km)との相対的な上下変位の時間変化。

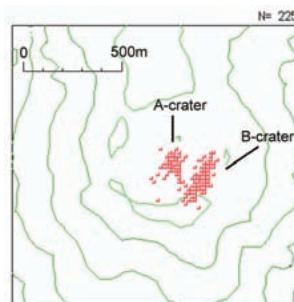
4. 空気振動データに見られる気象の影響

大気の影響を受ける火山観測手法のひとつとして、空気振動(空振)観測がある。空振は、火山噴火等によって火口から発射されるインフラソニック波(可聴音よりも低周波の音波)であり、それを観測することにより、爆発の規模を推定したり、波源(噴火地点)を推定することができる。

気象の影響は、風のノイズとしても観測されるが、観測される空振シグナルの走時や振幅にも影響を与える。本研究では、桜島の観測データを用いて、気象の影響を定量的に評価した。

鹿児島地方気象台の高層気象観測データと、桜島の各観測点の空振振幅比及び空振走時差を対比させると、火口付近あるいはそれよりやや低いところの風の影響を受けていることがわかった。つまり、火口から射出した空振が観測点に伝搬していく間に風の影響を受けていることを示すものである。その影響を評価して、走時に観測点補正を施すことによって、空振源を精度よく求めることができ、山頂にある2つの火口の

噴火を分離識別できた(第3図、藤原他, 2007)。



第3図 高層風の補正を行った後の桜島山頂噴火の空振源の分布(赤点)。山頂にある2つの火口からの噴火を判別することができる(藤原他, 2007)。

5. まとめ

火山観測データに見られる大気の影響について調査を行い、火山地域でのGPS観測データの気象ノイズ除去を中心として研究開発を行った。

周辺の2周波GPS観測点のデータを用いて電離層の影響を内挿推定し、対流圏の水蒸気量による伝搬遅延量を自己推定する手法を導入することによって、従来の1周波GPS観測データにみられた大きな年周変動ノイズを軽減することができた。同手法を2007年の御嶽山のごく小規模噴火前のデータに適用することによって、地下深部のマグマと浅部の熱水によると思われる微小な膨張を捉えることができた。

浅間山における試験観測データに、気象庁のメソ数値予報モデルデータによる補正を施すことによって、さらにノイズが除去できる可能性を示した。

空振データの走時・振幅には、火口から観測点までの高度の風が影響することを明らかにし、それを補正することによってより高精度の空振源推定ができることを示した。

参考文献

- (1)高木朗充, 北川貞之, 宮村淳一 2007: GPS で捉えられた御嶽山の地殻変動, 日本地球惑星科学連合2007年大会, V156-P002.
- (2)高木朗充 2008:気象格子点データを用いた光波測距データの補正手法, 気象研究所技術報告, 53, 216-222.
- (3)藤原善明, 山里 平, 坂井孝行, 北川貞之, 棚田理絵 2007: 高層風が空振走時に与える影響について—桜島南岳爆発的噴火の場合—, 日本地球惑星科学連合2007年大会, V156-P002.

※本研究は、融合型経常研究「火山観測データの気象補正等による高精度化に関する研究(H18~20)」として行われた。主任研究者: 山里 平、研究分担者: 福井敬一、北川貞之、高木朗充、坂井孝行、安藤 忍(地震火山研究部)、小司慎教(予報研究部)、青木輝夫、朽木勝幸(物理気象研究部)