

GPSによる地すべり移動量観測における対流圏遅延の気象補正 Atmospheric correction for tropospheric delay in the landslide monitoring by GPS

中里裕臣*・井上敬資*・山田康晴*・川本 治*・窪田正和**

Hiroomi NAKAZATO, Keisuke INOUE, Yasuharu YAMADA, Osamu KAWAMOTO and Masakazu KUBOTA

1. はじめに

斜面を対象とする GPS による地すべり移動量観測では、基準点と観測点との距離を小さくして基線長に伴う誤差を低減しても、両点間の標高差が大きい場合には両点上空の大気の水分量の違いにより衛星からの信号の伝搬遅延が生じる。その結果、標高差 100m 程度から測位結果の上下成分に年間数 cm におよぶ年周変化が生じることが明らかにされており、地すべりの移動状況把握や対策工の効果確認を精度良く行うためにはこのみかけの変化の影響を低減する必要がある。

このため、増成・清水(2007)、中里ら(2008)は GPS 基線解析における標準大気モデルに近傍気象観測所の気象データを組み込み、みかけの変動を低減する気象補正方法を提案した。本報告では現地気象観測データによる補正結果と光波測量により本補正方法の適用性を検討する。

2. 対流圏遅延による見かけの上下変動と気象補正

GPS 基線解析では、一般に気圧、気温、相対湿度などの気象データを一定値とした標準大気モデルが組み込まれており、気象データに基づく気象補正には乾燥大気に対応する dry 項と大気中の水蒸気成分に対応する wet 項が独立している Modified Hopfield 標準大気モデルが適当であることが知られている(増成・清水, 2007)。中里ら(2008)は標高差の異なる基線を対象に、現地近傍の気象データを入力する手法の有効性を示した。

この試験地では同一基準点に対し、基線長 1122m、基準点との標高差約 0m の観測点 A と基線長 1187m、基準点に対し標高差約+200m の観測点 B がそれぞれ別の地すべりブロックに位置する。図 1 (a)、図 2 (a)は両観測点における 2004 年 4 月から 2 年間の一周波型 GPS 受信機による移動量観測結果である。両地点共に北東方向への水平移動と、沈下傾向を示す。観測点 B では特に上下成分において、夏季に 4cm 沈下する顕著な年周変化が認められる。

図 1 (b)は観測点 A データに、地方気象台(試験地からの距離約 40km)の気圧、気温、相対湿度データにより dry 項と wet 項の両方を考慮する補正を行った結果である。基準点との高度差のない観測点 A では、図 1 (a)と比較して気象補正による観測値の変化は認められず、気象補正が不要であることがわかる。

図 2 (b)は観測点 B データに地方気象台データによる dry 項と wet 項の補正を

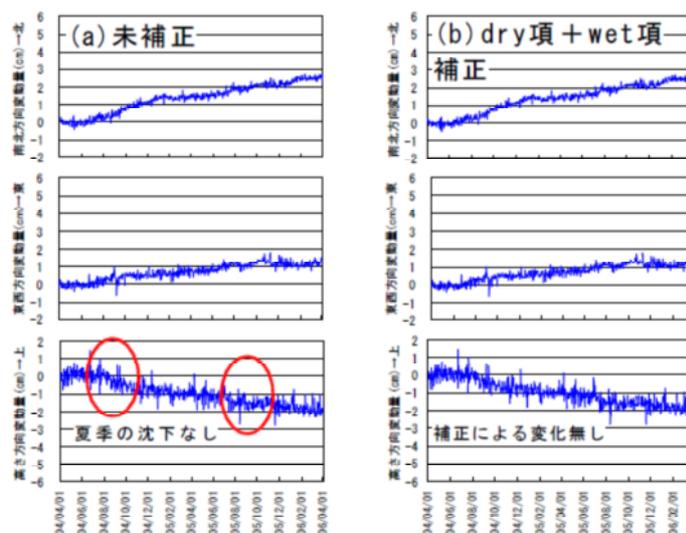


図 1 観測点A観測結果と近傍気象データによる補正結果

* (独) 農研機構, 農村工学研究所 National Institute for Rural Engineering, NARO, **中国四国農政局, Chugoku-Shikoku Agricultural Administration Office. キーワード: GPS, 地すべり, 気象補正, 対流圏遅延

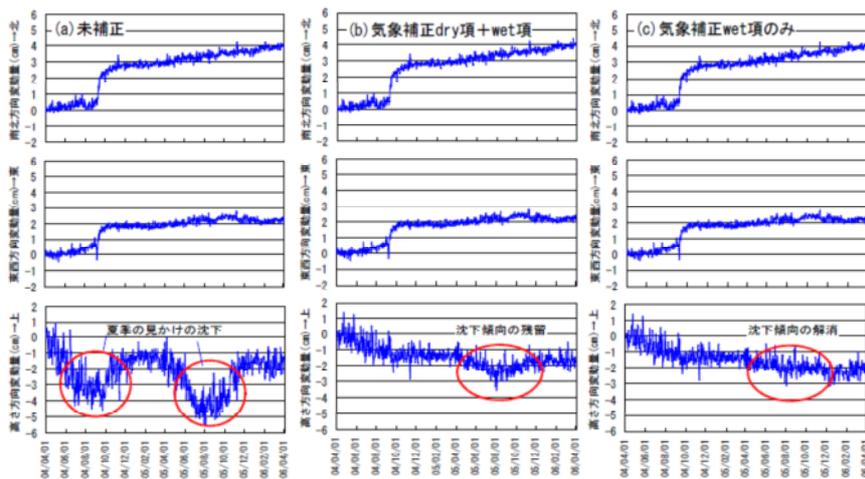


図2 観測点B観測結果と近傍気象データによる補正結果

3. 現地気象観測データによる補正と光波測量による比較

図3は2008年の観測点Bデータに対し、地方気象台データと試験地基準点で観測した気象データによる wet 項のみの補正を行った結果で、両者は同等の結果を示す。これらの結果により、GPSによる地すべり移動量観測においては、現地もしくは近傍気象観測所の気象データ（気温、相対湿度）を Modified Hopfield 標準大気モデルの wet 項に入力することで、対流圏遅延による上下成分の年周変化を補正することができる。

他手法による補正結果の検証のため、2008年の3時期に視通可能な基準点と観測点Bについて光波測量を行った。表1は、それぞれ20回測定した高低差の平均値と標準偏差を示している。測定時の気象補正には基準点および観測点の気圧・気温・湿度の平均値を設定した。表1によると8月には4、10月に対して1.1～1.8cm沈下傾向があるが、±1に入る量であり、GPS観測に現れる4cmの沈下に対し小さな量である。この結果から、GPS観測の夏季の沈下は見かけの現象であり、補正結果の妥当性が示されたと判断できる。

行った結果であり、図2(a)にみられた振幅4cmに及び夏季の沈下が解消されているが、2005年の夏季にはやや沈下傾向が残っている。図2(c)は観測点Bデータに wet 項のみの補正を行ったもので、図2(b)よりも夏季の沈下傾向が解消されている。

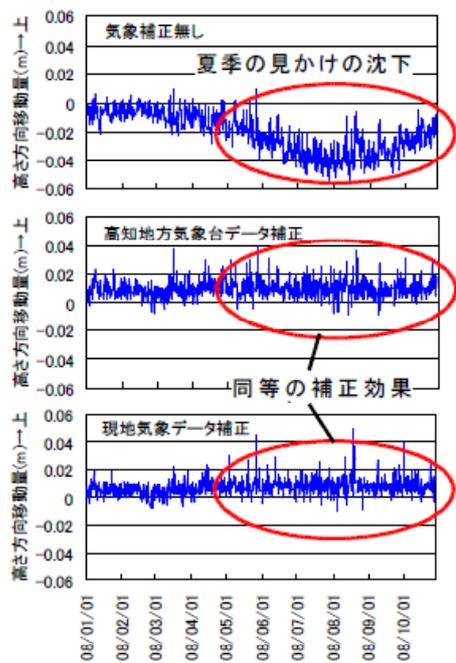


図3 気象データの違いによる補正結果
補正結果の比較（観測点B）

表1 基準点 - 観測点B光波測量結果

測量日	08.04.23	08.04.24	08.08.11	08.10.28
高低差(m)	208.015	208.017	208.004	208.022
標準偏差(m)	0.006	0.015	0.007	0.006

4. おわりに

標高差100m程度から上下成分に年周変化を生じる対流圏遅延については、現地もしくは現地近傍の気象観測データを用いて良好に補正できることが示された。今後どの程度離れた場所の気象データまでが利用可能かを明確にする必要がある。

参考文献

増成・清水(2007)GPSによる地盤変位計測における気象の影響と補正方法の検討。土木学会論文集 F, 63, 437-447。
中里ら(2008)GPSによる地すべり移動量計測における留意点。日本地すべり学会誌, 44, 393-399。