

GPS とラジオゾンデから推定される可降水量の相互比較

A comparison of precipitable water vapor obtained from GPS and radiosonde

西村 昌明[1], 岩淵 哲也[2], 内藤 勲夫[3], 里村 幹夫[4]

Masaaki Nishimura[1], Tetsuya Iwabuchi[2], Isao Naito[3], Mikio Satomura[4]

[1] 静大・理工・生物地球環境, [2] 学振(気象研), [3] 国立天文台・地球回転研究系, [4] 静岡大・理・生物地球環境

[1] Biology and geosciences, Shizuoka Univ, [2] JSPS (MRI), [3] Div. of Earth Rotation, National Astronomical Observatory, [4] Fac. of Science, Shizuoka Univ.

1. 目的

本研究の目的は、GEONET 点による GPS から推定される可降水量 (GPS_PWV) と気象台および防衛庁によるラジオゾンデ観測データから推定される PWV (SONDE_PWV) の差が、GPS_PWV の解析時間の違い・多湿時によるラジオゾンデ測器の誤差・ラジオゾンデの風による移動、および積雪により、どのような影響を受けるかを調べることである。

2. 解析概要

使用したラジオゾンデ観測点は、日本の気象庁の高層観測点 14 点である。一方、GPS 観測点はラジオゾンデ観測点近傍の水平距離で 60km 以内、高度差で 100m 以内の国土地理院 GEONET 観測点、52 点を使用した。現在のところ、解析期間は 1999 年 1 月～2000 年 12 月である。

GPS の解析には GIPSY-OASIS ソフトウェアを使用した。この解析では天頂遅延量 (ZTD) と GPS 電波伝播遅延水平勾配 (gradient) を 5 分毎に推定した。ZTD とは GPS 電波の大気による遅れを天頂方向に投影・平均化したものである。gradient とは乾燥大気と水蒸気のスケールハイトとそれらの異方性を考慮し、GPS 電波の遅延成分パラメータを水平方向に一次の勾配で示したものである。その際、GPS 電波の大気遅延を天頂方向に投影するための関数は乾燥大気成分の季節変動性を考慮した Niell [1996] のマッピング関数を用いた。ゾンデが湿潤大気を観測する時間は約 30 分程度であるので、ZTD および gradient とともに 30 分間の平均をとった。そして、気圧・緯度・楕円体高から乾燥大気による遅延成分 (ZHD) を求めた後、ZTD から ZHD を除くことで水蒸気による遅延成分 (ZWD) を求めた。さらに ZWD に気温から求まる変換定数 をかけることで GPS_PWV に変換した。なお、解析において、GEONET 用のアンテナ・レドームの仰角に依存する位相特性 (Hatanaka [2001]) を考慮している。また、GOTIC 海洋潮汐モデルの 11 分潮を採用した。

3. 結果

一般に GPS では 00UTC で観測を翌日のものと切り換えられており、00UTC が GPS データの端部にあたってしまふ。GPS 電波伝播遅延量はデータの端部になると、未来のデータがないため、位相バイアスの決定精度が低くなり、また未来のパラメータからの先験的な制約条件が低くなってしまうことから、精度が落ちるとされている。このことから、本来、00UTC の方がラジオゾンデと合わないと考えていた。そこで、00UTC と 12UTC とを分けて、GPS_PWV と SONDE_PWV とを比べた。しかし実際には、12UTC の場合、PWV が大きくなると、GPS_PWV が大きく推定してしまう傾向が出た。むしろ 00UTC の方が 12UTC よりもラジオゾンデと良く一致する結果になった。

多湿時 (降雨時と高度 1000m までの相対湿度が 90% 以上の時) とそれ以外の両者における PWV 差 (GPS_PWV - SONDE_PWV) [縦軸] と SONDE_PWV [横軸] との相関を調べた。多湿時の場合、SONDE_PWV が 60mm 以上で PWV 差が大きく負になる傾向を示した。一方、多湿時以外の場合、SONDE_PWV が 60mm 以上になっても PWV 差が大きく負になる傾向が見られなかった。

PWV 差 [縦軸] と SONDE-GPS 観測点間距離 [横軸] との関係調べた。その結果、ラジオゾンデが風に流されることにより GPS_PWV と異なる大気を捕らえてしまい、SONDE_PWV と GPS_PWV との間に系統的な差が生じる現象を見いだすことが出来なかった。

最後に、積雪の影響を調べた。GPS アンテナに雪が付着した場合、積雪がマルチパスと同様の効果を生むといわれ、観測への影響が指摘されている (Jaldehyag et al., 1996)。このような影響が大気遅延量にはどのように影響してくるのかを SONDE_PWV と GPS_PWV との比較から調べた。その結果、積雪は大気遅延量の推定には影響しなかった。

謝辞

気象研究所予報研究部第 2 研究室の皆様には、本研究において貴重なご意見を頂きました。深く感謝の意を表します。