

## 火山地域におけるGPS観測による天頂湿潤遅延と水平測位歪みの関係

### Relationship between zenith wet delay and horizontal strains by GPS observations in volcanic area

# 呉 新華[1], 田中 穰[2], 松島 健[3], 荒生 公雄[4], 大石 哲[5], 小司 禎教[6], 島田 誠一[7]  
# Xinhua Wu[1], Minoru Tanaka[2], Takeshi Matsushima[3], Kimio Arai[4], Satoru Oishi[5], Yoshinori Shoji[6], Seiichi Shimada[7]

[1] 鹿児島大学理学部地球環境学科, [2] Faculty of Sci., Kagoshima Univ., [3] 九大・理院・地震火山センター,  
[4] 長崎大・環境, [5] 京大・防災, [6] 気象研・予報・3研, [7] 防災科研

[1] Faculty of Sci., Kagoshima Univ., [2] Dept., Earth and Environ. Sci., Kagoshima Univ., [3] iSEVO, Fac. of Sci., Kyushu Univ., [4] Fac. of Env. Studies, Nagasaki Univ., [5] DPRI, Kyoto Univ., [6] Third Lab of Forecast Dep., MRI, [7] NIED

<http://www.kagoshima-u.ac.jp/>

火山およびその周辺におけるGPS地殻変動検出のため、局域的な地形効果による気象現象の測位精度にもたらす影響を把握することが極めて重要である。そのため、98年には長崎の島原半島で、99年には鹿児島の桜島周辺でGPS/METの梅雨期集中観測を実施した。高度差観測によりGPS可降水量推定の有効性や時間分解能をあげた結果や異なる方法で可降水量の推定等がこれまで示されてきた（松島他、99年合同大会；呉・田中他、99年秋季測地学会）。今回は、大気中水蒸気分布の変動に起因するGPS天頂湿潤遅延量のゆらぎと水平測位に影響する気象歪みの関係について調べた。

火山およびその周辺におけるGPS地殻変動検出のため、局域的な地形効果による気象現象の測位精度にもたらす影響を把握することが極めて重要である。そのため、98年には長崎の島原半島で、99年には鹿児島の桜島周辺でGPS/METの梅雨期集中観測を実施した。高度差観測によりGPS可降水量推定の有効性や時間分解能をあげた結果や異なる方法で可降水量の推定等がこれまで示されてきた（松島他、99年合同大会；呉・田中他、99年秋季測地学会）。今回は、大気中水蒸気分布の変動に起因するGPS天頂湿潤遅延量のゆらぎと水平測位に影響する気象歪みの関係について調べた。

はじめに：GPSによる火山および周辺の地殻変動研究では、より高精度化した測位、すなわちGPS解析の精度向上が決定的に重要である。しかし、GPS観測の誤差源の一つとして大気遅延による測位誤差は、大気中水蒸気分布が短周期で不規則に変動するため、GPS精密測位を正確に推定・補正することが難しい。特に、火山地域のような短波長地形でローカルな気象条件による水蒸気分布と上昇気流の変動する影響は、GPS大気遅延中の湿潤遅延量にゆらぎを生じさせる原因となっている。一方、地殻変動の連続観測で得られるセッション毎の測位結果には誤差のばらつきがよく見られ、そのセッション間の水平位置は見かけ上の水平歪みとして現われる。そこで、本研究では、GPS天頂湿潤遅延のゆらぎと測位の見かけの水平歪みとの関係を考察する。

データ解析：解析にはGPS/MET長崎98°稠密観測のデータを用いた。この観測では、島原半島の南西麓斜面で50~1300mの標高において8つの観測点でGPS/METが24時間で連続観測された。また、比較観測測器として長崎半島先端の野母崎町ではラジオゾンデなどの高層観測も実施されている。解析にはBernese GPS Software 4.0を用い、期間は1998年6月29日~7月14日の2週間である。まず、GSIの電子基準点1点（国見）の位置を4つのIGSの点から決め、次に、ローカル点としてこのGSI点を固定し8観測点の位置を各セッションに解析し、更に各観測点の水平測位解のドリフトをKENQにより平面座標系の水平歪みに換算した。最後、全ローカル点にIGS点を加えて、天頂大気遅延（ZTD）を30分毎に推定すると同時に、地上気象データを用いて天頂静水圧遅延（ZHD）を推計し、ZTDからZHDを差し引いて天頂湿潤遅延（ZWD）を求めた。

考察：解析されたセッション毎の高度差のある地域での水平測位解には約1cmオーダの変動があらわれた。これは精密な測位を要求される地殻変動研究の分野で無視できないノイズであり、短期間で測位のばらつきが殆どは水蒸気の変動によってもたらされた見かけの水平変動であると思われる。したがって、換算された1ppm以上に達する水平歪みは気象効果による「気象水平歪み」と言える。一方、各観測点のGPS天頂湿潤遅延量（ZWD）の時間変化をセッション毎に平均値を求めた。その分析した結果、水平歪みおよびその主軸方向とZWDの両者には相関があることがわかった。その原因は、複雑な地理条件によるローカルな水蒸気擾乱に対する大気遅延の修正が十分できていないことにあると考えられる。水蒸気の一様分布を仮定してGPSデータを解析する時、実際の水蒸気分布とは異なるため、未知パラメータとして最小2乗法で解かれる測点位置や大気遅延量などには推定誤差が含まれている。水蒸気分布の非一様性に起因する見かけ上の水平歪みを地殻変動から分離し、水平勾配を考慮した大気遅延量の補正がこれで可能になったと思われる。

GPS測位観測による地殻変動研究の分野では、大気遅延の適正な取り扱いが精密測位に欠かせない。このため、

水蒸気スケールハイトの把握、特に梅雨期の湿潤な大気場での水蒸気変動の GPS 測位への影響の解明、地上気象データの取り込み方、大気遅延に関するモデルの違いなどの検討が測位精度の向上ため必要である。

謝辞： 本研究は科学技術庁科学技術振興調整費「GPS 気象学」第 1 期により行われた。GPS / MET 長崎 98' 稠密観測にあたっては、気象協会など多くの関係者の皆様にご協力を頂いた。ここに記して謝意を表す。99 年観測は解析中である。