

## 地球温暖化に伴う大気水蒸気の経年増加: GPS 気候学

## Secular increase of wet delays due to global warming: GPS climatology

# 吉田 清人 [1]; 日置 幸介 [2]

# Kiyoto Yoshida[1]; Kosuke Heki[2]

[1] 北大・理・自然史科学; [2] 北大院理自然史

[1] Natural History Sciences, Hokkaido Univ.; [2] Dept. Natural History Sci., Hokkaido Univ.

<http://www.ep.sci.hokudai.ac.jp/~heki>

1980年代半ばから本格化した超長基線電波干渉法 (VLBI) や全地球測位システム (GPS) などのマイクロ波を利用した測位では、対流圏や成層圏の中性大気による電波の遅延が測位誤差の原因のひとつであった。特に水蒸気は時間空間的な分布が複雑で、地表で測った気象要素から水蒸気遅延を十分な精度で求めることは難しかった。大気遅延が天頂方向の衛星や電波源では小さく仰角が低くなるほど大きくなることを利用すれば、さまざまな方向の衛星を観測することによって天頂大気遅延を局位置等と同様に最小自乗推定することができる。地上気象観測ではわからない水蒸気遅延を GPS で測るのである。推定された大気遅延は乾燥大気遅延と湿潤大気遅延の和である。地上気圧から計算した乾燥大気遅延を差し引いて得られる湿潤大気遅延は可降水量に比例するため、気象学的に有用である。1990年代に入ると、こうして推定された水蒸気遅延が、気象学的な価値を持つ観測量 (可降水量) であることに人々が気づき始め、新しい学問である GPS 気候学が生まれた。

GPS 気候学の当初の科学目標は大規模降水に代表されるメソスケールの気象現象の予測の高度化であった。これは昨年からは気象庁の数値予報モデルに全国稠密 GPS 網 (GEONET) で得られた可降水量が入力されることで実用化された。本研究は十年間以上の時間スケールにおける大気遅延の長期的な振る舞いに焦点を当てる、いわば GPS 気候学である。温暖化による大気温度の上昇は飽和水蒸気圧の増加を意味するため、湿潤大気遅延は長期的にみると増加傾向にある (Trenberth et al., 2007)。また水蒸気は二酸化炭素以上の温室効果を持ち、さらに大気中の総水蒸気量の把握は海水と陸水の水収支を議論する上でも重要である。

本研究では国際 VLBI サービス (IVS) 解析センターから公開されている、1980年代以降の VLBI 観測における大気遅延データを取り出し、湿潤大気遅延量のトレンドを求めた。局数は少ないが、VLBI では1980年代から同じ局が現在に至るまで運用されている事例が多く、このような長期的な変化を見る目的には適している。いくつかの局で有意な水蒸気量の増加傾向を見出したが、最も観測期間が長いドイツの Wettzell 局では Schuh et al. (2003) で報告されているような有意な増加は見られず、ほぼゼロ (-0.02 mm/year) であった。一方 Ny Alesund 局 (北極海 Svalbard 諸島) のような高緯度局では 0.28 mm/year に達する大きな wet delay の増加傾向が見られた。なお北欧では Gradinarsky et al. (2002) によって可降水量で年間 0.1-0.2 mm 程度の増加が見られることが報告されている。

本研究ではさらに GEONET で得られた大気遅延の長期傾向から日本国内における水蒸気量のトレンドを求める。ただし各 GPS 局の気象測器のデータがないため、乾燥大気を含めた大気遅延の時系列を解析する。乾燥大気は地上気圧に比例するが、長期的なトレンドがあることは考えづらいので、得られたトレンドは水蒸気によるものと仮定して議論を進める。予備的な結果では、都市部における遅延の長期的な増加が有意であり、ヒートアイランド現象による極端な温暖化の進行を反映している可能性もある。

## 文献

Gradinarsky, L.P. et al., Climate monitoring using GPS, *Phys. Chem. Earth*, 27, 335-340, 2002.Schuh, H. et al., Determination of tropospheric parameters by VLBI as a contribution to climatological studies, in *Proceedings of the Weikko A. Heiskanen Symposium in Geodesy*, edited by C. Jekeli, Ohio State University, 2003.Trenberth, K.E. et al., Observations: Surface and Atmospheric Climate Change. in *Climate Change 2007: The Physical Science Basis, Contribution of WG 1 to the 4th Assessment Report of the IPCC* (edited by Solomon, S. et al.) Cambridge Univ. Press, Cambridge, UK, 2007.