

山岳地域におけるGPS電波の大気遅延

Zenith tropospheric delay of GPS microwave in mountain area

里村 幹夫 [1], 内田 恭司 [2], 島田 誠一 [3], 錦織 牧子 [4], 小林 茂樹 [5], 野村 拳一 [6], 藤井 直之 [7], 木股 文昭 [8]

Mikio Satomura [1], Yasuji Uchida [2], Seiichi Shimada [3], Makiko Nishikori [4], Shigeki Kobayashi [5], Kenichi Nomura [6], Naoyuki Fujii [7], Fumiaki Kimata [8]

[1] 静岡大・理・生物地球環境, [2] 静岡大・理・地球科学, [3] 防災科研, [4] 静大・理・生地環, [5] 宇宙開発事業団, [6] 地球機構, [7] 名大・理・地震火山セ, [8] 名大・理・地震火山

[1] Fac. of Science, Shizuoka Univ., [2] Fac. Sci., Shizuoka Univ., [3] NIED, [4] Biology and Geosciences, Shizuoka Univ., [5] EORC, NASDA, [6] ESTO, [7] RCSV, Grad. Sch. Sci., Nagoya Univ., [8] Res. Center Seis. & Volcanology, School of Sci., Nagoya Univ.

<http://www.ipcs.shizuoka.ac.jp/~semsato/>

南アルプス南端部、蕎麦粒山において、GPS臨時観測を4日ずつ5回、計20日間行い、周辺の谷間のGPSデータとあわせて、GPS電波の大気天頂遅延の変動について解析を行った。

その結果、山頂と谷間の大気遅延量の変動の形は似ており、位相に差は見られなかった。また、天頂遅延量の絶対値は山頂ではいつも谷間の85 - 90%であるが、水蒸気による遅れは40 - 85%と日による違いが大きくなり、その変動の大きさは谷間の40 - 100%とさらに大きくなった。

また、この変動に注目すると、とくに天気の良い日は、山頂での変動が小さいことが分かった。

GPS観測は、平野部か、あるいは山岳部であっても、交通の便のいい谷間でなされているのが普通である。そのため、GPSデータから求められる山岳地域の大気天頂遅延量は谷間におけるものであり、山頂付近のものとは異なる可能性が高い。

そこで、我々は、山岳地域の山頂付近と谷間の天頂遅延量の違いを調べるために、南アルプス南端部、蕎麦粒山山頂近くの山犬段（標高約1400m）において、1997年9月22日～25日、11月8日～11日、1998年7月30日～8月2日、10月28日～31日、12月2日～5日の5回に亘り、GPS臨時観測を各4日ずつ計20日間行った。周辺の谷間（標高300～400m）の5点のGPSデータとあわせて、GPS電波の大気天頂遅延の変動について解析を行った。解析ソフトウェアには、Gamit ver.9.66およびGamit ver.9.74を用いた。

まず目的の6点のGPSデータ以外にFairbanks、Kokee Park、上海、筑波、白田の6つのIGS

観測点のデータを加え、IGS観測点のITRF96をもとに各キャンペーンの初日のデータを解析して、それぞれの点の座標値を求めた。次に、これらの座標値を水平成分5mm、上下成分10mmに拘束して、上記の5点のIGS観測点のデータとともに解析し、天頂遅延量を求めた。

求まった天頂遅延量に対し、まず最初に、山頂（山犬段）と谷間の大気遅延量の位相に差があるか否かを調べた。-3時間から+3時間の範囲で1時間ずつ時間をずらして谷間と山頂付近の大気遅延量の相関を調べたところ、多くの場合、時間差=0としたときが最も相関が高かった。つまり、谷間と山頂付近の天頂遅延に位相の差は見られなかった。

また、天頂遅延量の絶対値を調べたところ、山頂での遅延量はいつも谷間の85 - 90%であった。次に、静岡地方気象台で観測された気圧の1時間値をもとに、各観測点の標高を考慮して、各観測点の気圧を推定し、それぞれの乾燥大気による伝播遅延量を求めた。そして、GPS解析から求まった天頂遅延量からこの乾燥大気による遅延量を差し引き、その差を水蒸気による伝播遅延量とした。この水蒸気による遅延量は、山頂での値が谷間の値に比べて40 - 85%となり、日による違いが全遅延量より大きくなった。また、各日の水蒸気による遅延量の最大と最小の差をその日の変動と定義すると、その変動の大きさは山頂では谷間の40 - 100%となり、さらに日による違いが大きくなった。

次に、天気図を参考にして観測した20日を天気の良い9日と天気の悪い11日に分け、それぞれの値を比較した。その結果、天頂遅延量の絶対値は、天気の良い日でも悪い日でも、山頂の値が谷間の値の約87%となり、天気による差は見られなかったが、水蒸気による遅延量は、天気の良い日は山頂が谷間の約64%なのに対し、天気の悪い日は約68%となり、短期による若干の違いが見られた。さらに、その変動の大きさを比較すると、天気の良い日は山頂が谷間の約76%となるのに対し、天気の悪い日は約91%となり、ますます差が大きくなった。

これは、上層の大気は谷間の大気に比べ、天気の良い日は水蒸気の割合が小さく、さらにその変動はもっと小さいことを示している。つまり、天気の良い日は下降気流のため、上層大気が安定していることを示していると考えられる。

今回の観測にあたっては、東京大学地震研究所、茨城大学理学部から受信機をお借りした。また、国土地理院測地観測センターからGPS観測データを、静岡地方気象台から気象観測データを頂いた。また、観測には静岡大学の学生諸君の協力を得た。謝意を表する。