

国土地理院全国GPS観測網から得られた水平測位解と大気遅延量の関係

A Close Relationship between Temporal Anomalies in Horizontal Coordinates and Zenith Tropospheric Delay in GSI's GPS Array

岩淵 哲也 [1], 内藤 勲夫 [1], 千田 克志 [2]

Tetsuya Iwabuchi [1], Isao Naito [2], Katsushi Chida [3]

[1] 国立天文台・地球回転研究系, [2] 弘大・理・地球科学

[1] Earth Rotation Div. in Mizusawa, NAO, [2] Div. of Earth Rotation, National Astronomical Observatory, [3] Department of Science, Hirosaki Univ

国土地理院全国GPS観測網の定常解析システムで得られる数日スケールで数cmに達する異常な水平測位解変動のゆらぎが、地震発生と関連する地殻変動を反映するものか、あるいは水蒸気に起因する見かけの変動なのかを、水平測位解偏差と天頂対流圏遅延勾配偏差の関係から診断する手法が提案された。この関係は水蒸気の鉛直構造に関する情報も提供する。

[はじめに] 一般に、地殻変動の監視目的で解析される1日ごとのGPS水平測位解には、数cmで数日スケールのゆらぎが見られる。この主要な要因は、短時間で激しく変化する水蒸気に起因するGPS搬送波の湿潤遅延にあると考えられる。このようなゆらぎは、水蒸気の等方分布の仮定に基づき衛星の仰角の cosec で表現される投影関数を採用している国土地理院(GSI)全国GPS観測網の定常解析結果にも見られ、それは特に夏季に大きく4-5cmに達する。これは、地震発生と関連する微小な地殻変動を監視する目的で大きなノイズとなる。

そこで、本研究では、GSIのGPS観測網の定常解析データ(SINEXデータ)に基づき、GPS水平測位解と天頂方向の大気遅延量(ZTD; 観測点の気圧に依存する天頂静水圧遅延と鉛直方向の水蒸気の積算値に依存する天頂湿潤遅延の和)の関係を明らかにし、水平測位解のゆらぎが、地震発生と関連する地殻変動を反映するものか、あるいは水蒸気に起因する見かけの変動かを診断可能であるか調査した。

[データ・解析] 用いた1996年のSINEXデータには、612点からなるGPS観測点の1日ごとの測位解と3時間ごとのZTDが含まれている。この中から、日本列島上空を前線が東西および南北に横切る事例(7月17日, 9月1日)、熱帯低気圧が関東地方に停滞する事例(7月20日)の、ZTDの水平勾配が系統的に生じる3つの事例について調査した。このとき、数日スケールの天頂静水圧遅延の寄与、観測点のGPS測器の違いや地理的条件に依存するバイアス成分を除去し変動成分を抽出するため、期間A(7月16日~7月29日)、期間B(8月28日~9月11日)について、各観測点ごとにZTDおよび測位解の平均値を求め、その平均値からの偏差を1日ごとに計算した。ただし、ZTDは、1日8つのデータの平均値を1日ごとの値とした。

[結果・議論] その結果、水平測位解偏差ベクトルは、ZTD偏差のコンターとほぼ直交し、ZTD偏差が極小値をとる方向(湿潤から乾燥)に向くことが示され、その大きさはZTD偏差の勾配の大きさと比例関係にあることが明らかになった。また、東西の前線の事例では、水平距離100 kmあたり50 mmのZTD差により、約10mmの見かけの測位解変動が生じることが示された。このオーダーのZTD勾配は、前線通過時に一般的に生じるものであることが確認されたことから、GSIの定常解析の水平測位解に見られる大きなゆらぎの原因が、前線などに伴う系統的な水蒸気分布にあることが裏付けられた。

このように、GPS水平測位解偏差とZTD偏差勾配は、ほぼ線形関係にあると考えられる。このとき、両者を結びつける係数は、水蒸気のスケールハイトの関数でもあるので、同様なZTD偏差勾配にあっても、その影響で生じる水平測位解変動の大きさは異なることに注意されたい。これは逆に、水平測位解変動とZTD勾配情報から、水蒸気の鉛直分布構造に関する情報も引き出せることを意味し、数値予報へのデータ取り込み時に何らかの拘束条件を与えることも可能と考えられる。

一方、期間を通して南北成分に東西成分より強い相関が確認された。これは、偏西風が卓越する日本上空では、水蒸気に起因するZTDの南北勾配構造は、東西勾配構造より長時間維持されるように、水蒸気の勾配変化の時間スケールが各成分で異なることに起因すると考えられる。実際に、この研究で用いられた東西の前線の事例では、東北地方に前線が数日間横たわっていたのに対し、南北の前線の事例では、前線が数時間で日本列島上空を西から東に通過した。よって、水蒸気の等方分布の仮定した投影関数に基づき、水蒸気の短時間変動を追従可能な1時間以内の時間分解能で測位解およびZTDを推定すれば、東西成分にも強い相関関係が確認することができると考えられる。

[結論] 以上から、水蒸気の等方分布を仮定した投影関数を用いたGPS解析で推定された水平測位解変動とZTD

勾配は、密接に関係することが明らかになった。この関係に基づき、異常なGPS測位解が真に地殻変動のシグナルを反映するかどうか診断可能であり、また、水蒸気の鉛直構造を知る手がかりにもなる。同様な事例に基づき、ZTD勾配を考慮した投影関数を用いた解析結果は、同講演会において宮崎らによって述べられる。