

非静力学モデルによる大気モデル、および測位誤差シミュレーション結果 -その2-

AN EVALUATION OF POSITIONING ERROR ESTIMATED BY THE MESOSCALE NON-HYDROSTATIC MODEL -PART 2-

市川 隆一[1], 瀬古 弘[2], Michael Bevis[3]

Ryuichi Ichikawa[1], Hiromu Seko[2], Michael Bevis[3]

[1] 通総研, [2] 気象庁・気象研・予報, [3] HIGP, Univ. of Hawaii

[1] CRL, [2] Forecast Dep.,MRI,JMA, [3] HIGP, Univ. of Hawaii

GPS や VLBI 解析において、水蒸気の水平変動を考慮した大気モデル(いわゆる'大気勾配モデル')が使用される一方で、水平スケールで 200km 以下のメソスケール現象や、地形に強く依存するローカスケール現象の影響により測位結果に向上が見られない事例がある。昨年の測地学会秋季大会において、我々は格子間隔 1.5km の非静力学モデルを用いた遅延勾配モデル評価と単独測位シミュレーション結果について報告した。一個のデータセットによる限られた解析ではあるが、風下山岳波の影響により生じたローカスケールの水蒸気変動のもとでは、大気勾配モデルが必ずしも有効ではないことを示した。その後、事例数を増やし、局位置の推定と大気推定を同時に行う手法も加えてさらに解析を進めたので、その結果について報告する。

まず、現時点で使用したデータは、前回と同様に伊豆半島での風下山岳波の発生を解析対象とした格子間隔 1.5km の非静力学モデルである。ただし、今回のシミュレーションでは、約 1500 個の各々の格子点において約 52 個の衛星の方位・仰角データから波線追跡法を用いて各パス毎の視線遅延量を計算した。計算された 52 個の視線遅延量に対して、Niell マッピング関数[Niell, 1996]、あるいは Chen&Herring[1997]による異方性マッピング関数をあてはめて大気パラメータ(天頂遅延量、及び異方性マッピング関数を用いた場合は遅延勾配ベクトル(東西、南北の各成分)を含む)を最小自乗法で推定した。さらに測位への影響を調べるために、鉛直・水平方向の局位置を大気パラメータと同時に推定する場合についても計算を行った。ここで、大気パラメータのみを推定するシミュレーションは、例えば局位置を固定して天頂遅延量を推定し、可降水量を得ること目的とした気象学的解析に相当する。一方、大気パラメータと局位置を同時推定するシミュレーションは、一般的な測地学的な計測に相当する。また、推定された遅延勾配ベクトルや局位置推定結果の振る舞いについて、地形や風下山岳波の影響を調べるために解析領域を 3 つに分けて各々調べてみた。今回の解析では、山岳波の影響が卓越する伊豆半島の東方海上を領域 A、箱根や富士山など比較的高度があり地形的に急峻な伊豆半島北部の地域を領域 B、および伊豆半島西部の海上や比較的平坦で山岳波の影響がみられない地域を領域 C とした。また、マルチパスや低仰角での大気の影響を軽減するために最近用いられる低仰角データへの重みづけの影響についても調べるために、この重みづけの有無で大気パラメータの推定条件を分けたシミュレーションも行った。

まず領域 A において、大気パラメータのみ推定した場合と局位置を同時推定した場合で各々推定された大気勾配ベクトルの方位を比較したところ、方位が逆転していたケースが全体の約 10%に見られた。ここで、波線追跡法で計算された視線遅延量を観測量としたとき、最小自乗法で大気パラメータのみを推定した結果得られる大気勾配ベクトルの値は最適解とみなせる。したがって、局位置との同時推定によって勾配ベクトルの大きさと方向が、その最適解と大きく異なることは、同時推定により大気推定の最適化が損なわれていることを意味する。同様の傾向は他の領域(B、C)では見られない。また、領域 A では天頂遅延量の推定誤差が他の領域に比べて 2~3 割ほど大きくなることも確かめられた。この傾向は局位置を同時推定するか否かには関わらず共通であった。また、大気勾配推定の有無による局位置誤差の比較では、6mm から 0.1mm へ劇的に南北誤差が減少した領域 A の事例を除くと改善が見られないか 2~3 割程度の誤差減少にとどまった。これに対し、低仰角での重みづけの有無による違いの方が影響が大きく、どの領域でも東西成分で 3~4 割程度の誤差減少を示した。局位置推定値残差のばらつきを調べてみると、領域 A と B については低仰角の重みづけと大気勾配推定は、それぞれ同程度で水平成分の誤差軽減に寄与するが、双方を組み合わせても顕著な効果は見られない。領域 C については、もともと水蒸気勾配が小さい領域であるため、推定の条件を変えても結果に大きな違いは見られなかった。以上の結果より、今回使用したモデルでのシミュレーションでは、大気勾配モデルの適用よりも低仰角の重みづけによる解析の方が誤差軽減に効果的といえる。今後、さらに広い領域を対象とした非静力学モデルによる遅延勾配モデルの評価や実際の GPS・VLBI 解析を考慮して測位解を同時推定した場合の測位誤差シミュレーションを進め、メソスケール、ローカスケール下での測位解への影響を調べる予定である。