

## GPS 大気遅延データの数値予報への利用

## Application of GPS Zenith tropospheric delay to numerical weather prediction

# 萬納寺 信崇[1], 小泉 耕[2]

# Nobutaka Mannoji[1], Ko KOIZUMI[2]

[1] 気象庁・気候情報, [2] 気象庁・数値

[1] CPD, JMA, [2] JMA/NPD

天気予報の精度向上を目的として、GEONET 大気遅延量データを可降水量に換算して数値予報への同化を試み、以下のような結果が得られた。

水平スケールが数 10～数 100km 程度のメソスケール現象に伴う豪雨はしばしば災害をもたらすため、正確な予報が求められている。現在天気予報の基礎的資料は数値予報によって作られている。数値予報とは、格子点上の気温、湿度、風、気圧などを、これらを支配する運動方程式などの時間積分を行なうことによって将来の大気の状態を予測する方法である。

数値予報でこのような豪雨を正確に予報するためには、モデルの改良とともに、初期値の改善が重要である。最も信頼できる観測はラジオゾンデで、これは上空の風、温度、湿度を観測している。この観測は日本では 200-300km 間隔、12 時間間隔（風だけなら 6 時間間隔）に行われているが、これではメソスケール現象の構造が捕えられない。レーダやウィンドプロファイラにより、雨、風の観測が可能である。水蒸気に関しては国土地理院の 950 か所にも及ぶ GPS 観測網から得られる天頂大気遅延量から、時間空間分解能が高く、精度の良い可降水量が得られる。

そこで、数値予報の初期値の作成に GPS 大気遅延量の利用を試みた。観測値を数値予報の初期値に取り入れることをデータ同化、あるいは客観解析と呼ぶ。

GPS データを同化するため、まず最適内挿法を用いた。最適内挿法では解析変数と同じ物理量の観測値でないと同化できない。そこで、次のような方法を用いた。まず GPS 天頂大気遅延量から可降水量を算出する。この過程で必要な地表面気圧と上空の水蒸気圧の重みつき平均気温は客観解析値から計算した。水蒸気量はモデルの予報変数であるが、水蒸気を鉛直に積分した可降水量はモデルの予報変数ではないため、可降水量はモデルの予報変数として直接同化できない。そこで、GPS 以外の観測値を用いた客観解析を行った後、この客観解析値から計算した可降水量値を第一推定値、GPS 可降水量を観測値として最適内挿法で 2 次元の客観解析を行う。その後、得られた可降水量解析値に合うように 3 次元の客観解析値の各層の比湿を定数倍して調整する。

可降水量の 2 次元の客観解析ではモデル大気から計算する可降水量と観測値とを比較する。この時に問題となるのは、GPS 観測点における実際の標高と数値予報モデルで使っている地形の標高とは異なることである。これはモデルでは分解能に応じて地形を平均しているからである。このため、モデル大気から計算した可降水量と GPS で観測された可降水量との間には標高の差に応じた差が生じる。この差は補正してデータ同化を行なった。

この方法で 1998 年 8 月下旬の事例で予報実験を行なった。国土地理院がルーチン的に算出している精密暦を用いた 3 時間平均の大気遅延量を用いた。その結果、9 例のうち 2 例は GPS 可降水量を初期値に取り込んだことによって降水の予報が改善し、残りの 7 例は違いはあるが、どちらがよいとも判断できなかった。

4 次元変分法を用いて GPS 可降水量を同化する実験も行なった。変分法を用いると、風や気圧などの他の観測値と同時に可降水量データも同化することができる。また、時間的に高分解能であることから得られる異なる時刻の観測値を初期値に反映することができる。2001 年 6 月中の、まとまった降水が観測された 8 日間 32 例の予報について、GPS 可降水量を初期値に取り込んだ場合をそうでない場合と比較したところ、降水予報の成績がごくわずかに向上した。

今後解決すべき問題、開発すべき課題として、次のようなことが挙げられる。

- (1) 準リアルタイムで得られる精度の良い予測衛星軌道情報を用いて実利用を目指すこと
- (2) GPS 可降水量のデータ同化によって改善された水蒸気場がうまく降水予報の改善に結びつくようにモデルを改良すること
- (3) 可降水量でなく、湿潤遅延量、さらには静水圧遅延量を含む天頂遅延量を直接同化すること（これ自体にやる意味は小さいかもしれないが、次の視線方向遅延量の同化のためのステップとして）
- (4) さらに将来は視線方向の大気遅延量を直接同化して、鉛直分布の情報を引き出すこと