

富士山頂観測 GPS ダウンルッキングデータの四次元変分法による気象庁メソスケールモデルへの同化実験

4D-Var Experiment of GPS Down-Looking Data Observed at the Top of Mt. Fuji into Meso-scale numerical Weather Model

小司 禎教[1]; 川畑 拓矢[2]; 青山 雄一[3]; 瀬古 弘[4]

Yoshinori Shoji[1]; Takuya KAWABATA[2]; Yuichi Aoyama[3]; Hiromu Seko[4]

[1] 気象研・予報・2研; [2] 気象研; [3] 京大・宙空; [4] 気象庁・気象研・予報

[1] Second Lab of Forecast Dep., MRI; [2] MRI; [3] RASC; [4] Forecast Dep.,MRI,JMA

1. はじめに

GPS 衛星から発射される搬送波は、大気屈折率によって遅れたり曲げられたりする。孤立峰の山頂等に設置した GPS 受信機で、水平線に没する(掩蔽)GPS 衛星からの大気中を水平に伝播してくる搬送波を観測し、位相の遅延量を解析すると、水平一様大気を仮定することにより電波の偏向した角度(偏角)がわかり、それから屈折率、さらには気温と水蒸気の鉛直構造が鉛直 100m の分解能で地上付近まで推定できる。ダウンルッキング(以下 DL)掩蔽法と呼ばれるこの手法は、米国 NASA ジェット推進研究所の Zuffada 博士が最初に可能性を提唱した(Zuffada et al., 1999)。

気象研究所と京都大学宙空電波科学研究センターは、2001 年から夏季の間、富士山頂において DL 掩蔽法の実験観測を行っている。観測データから、Aoyama et al. (2004)は、2001 年 9 月の紀伊半島沖を北上中の台風周辺の気温と相対湿度の鉛直構造の推定に成功した。

我々は、Aoyama et al. (2004)が DL 観測から解析した(1)気温・湿度のプロファイル(2)屈折率プロファイル(3)偏角(4)大気遅延量を、気象庁のメソスケール数値気象モデル(MSM)に四次元変分法により同化する実験を行っているが、これまでに得られた結果を報告する。

2. 数値予報モデルと同化手法

同化に用いているのは気象庁の現業用メソ数値予報モデル(MSM)である。2001 年 9 月 9 日 20 時 14-19 分(ut)の間に移動した近地点経路における気温と相対湿度の解析されたプロファイルを、20 時のデータと見なし、SYNOP、SHIP、TEMP/PILOT、AIREP、SATO、SATEM、ATOVS 及び解析雨量と共に、MSM の 4 次元変分法同化システムに入力した。観測誤差は、Aoyama et al. (2003)の解析から気温 1℃、相対湿度 4%とした。9 日 18-21ut における 3 時間同化ウィンドウで 4DVAR 処理を行い、21ut における初期値を作成し、18 時間先までの予報を行った。同化、及び予報に用いる初期値・境界値は RSM から作成されたものを用いた。

3. 同化結果

ダウンルッキングによって得られた気温と相対湿度のプロファイルを入れた場合(with DL)と、入れない場合(w/o DL)について、予報結果の比較を行った。その結果、両者に本質的な違いは見られなかった。ただし、台風の位置が、'w/o DL'に比較して僅かながら北よりに解析された。また、降水の予想に関して、静岡県西部から三重県にかけての太平洋側で、ダウンルッキングデータを同化した場合のほうが、若干予想降水量が増加していた。志摩半島では予想降水量の増加によって、18 時間の総降水量が、解析雨量の積算降水量と良く合う結果となった。一方、岐阜県南西部では、もともと降らせ過ぎの降水を、さらに増大させる結果となっている。ダウンルッキングデータの同化によって、風上である静岡県南海上の気温や水蒸気の初期場が変化し、上述の領域における降水量に変化が現れたものと考えられるが、今後詳細な考察が必要である。

4. 今後

今回の結果は、一事例のダウンルッキングデータであっても、数値予報結果に影響を与えることを示している。今後、同化するデータを増やした場合のインパクトを調査する。また、屈折率・偏角・あるいは遅延量など、GPS ダウンルッキングによって得られるリトリバルの度合いの少ないデータの同化を行い、気温や湿度を同化した場合との違いを評価する。

謝辞

富士山測候所職員には、観測に際し多大なる協力をいただいた。気象庁数値予報課、小泉耕予報官には、MSM の初期値・境界値を提供いただき、また、データ同化の手順についてご教示いただいた。