

四国地方における MSM 高解像度化可降水量データの作成

1210123 中村 駿介

高知工科大学 システム工学群 建築・都市デザイン専攻

E-mail : 210123j@ugs.kochi-tech.ac.jp

これまで、関東地方において、数値予報データと標高データを用いて、90m解像度の可降水量分布図作成手法を開発した。この方法では、標高補正が必要となるが、標高補正を行う際の適用範囲の閾値に明確な根拠はない。本研究では、この手法を四国地方に適用し、四国地方における90m解像度の可降水量分布図の作成を目的とする。また、標高補正適用範囲の閾値の設定基準を検討した。標高補正が必要な高標高域では地表面から1000hPa等圧面の間に含まれる水蒸気量が高度高域の推定精度に影響を与えている要因と考え、この値を閾値として標高補正を行った。その結果、高標高域の可降水量推定精度は向上した。このことから、標高の代わりに地表面から1000hPa等圧面の間に含まれる水蒸気量を標高補正適用範囲の閾値として利用できることが示された。

Key Words: 水蒸気プロダクト、数値予報データ、標高補正

1. 序論

1.1 背景

人工衛星で観測された熱赤外線画像から地表面温度を推定でき、ヒートアイランド現象モニタリング等に利用されている。人工衛星から地表面温度を推定する際には、大気中に水蒸気が存在すると、高精度で地表面温度を推定することができない。そこで、大気中の水蒸気の影響を除去する大気補正を行う必要がある。

大気補正には、人工衛星の観測データと同じかそれより高い空間解像度をもつ水蒸気プロダクトが必要になるため、再解析プロダクトとして提供されている可降水量や人工衛星のデータから推定した可降水量などの水蒸気プロダクトしか用いることができない課題があった。そこで赤塚らは、関東地方にお

いて、気象庁の数値予報データである5kmメッシュMSM-GPVデータと、STRM標高データ（解像度90m）を用いて、90m解像度の可降水量分布図作成手法を開発¹⁾した。

この方法では90m解像度の可降水量分布図を作成する際、標高補正が必要になり、その適用範囲は200m以上のエリアとしてきた。しかし、この200mという閾値に明確な根拠は示されていない。

1.2 目的

本研究は、MSM-GPVデータとSTRM標高データを用いて、90m解像度の可降水量分布図を作成する手法を四国地方に適用し、四国地方における90m解像度の可降水量分布図の作成を目的とする。さらに、標高補正の際の適用範囲の閾値は関東地方では

200mであったが、これに替わる閾値の設定基準はないのかを検討する。

2. 対象地域と対象期間

本研究の対象地域は、四国全域とした。

対象期間は2014年である。2014年における四国全域の各GPS観測点を図-1に示す。



図-1 2014年における四国全域の各GPS観測点
(国土院地理院地図²⁾から作成)

3. 使用データ

3.1 GPS 可降水量データ

GPS可降水量データは2014年の四国全域における各GPS観測点におけるデータを使用した。このデータは、国土院が公開している3時間毎の対流圏遅延量推定値³⁾から計算したものである。

3.2 MSM-GPV データ

京大生存圏研究所がグローバル大気観測データ⁴⁾として公開している気象庁が作成したMSM-GPVデータを用いた。

3.3 標高データ

標高データとしてASTER GDEMを使用した。ASTER GDEMは空間解像度およそ30mの標高データであるが、今回は90mにリサンプリングして使用した。

4. 研究手法

4.1 可降水量の算出

可降水量PWを式(1)で計算した。⁵⁾

$$PW = \frac{100}{g} (q_{s\alpha}(p_s - p_\alpha) + q_{\alpha\beta}(p_\alpha - p_\beta) + \dots) \quad (1)$$

このとき、 g は標準重力加速度(9.80665[m/s²])、 p_s は地上の気圧[hPa]、 p_α 、 p_β 、...は各観測高度の気圧、 $q_{s\alpha}$ は $p_s \sim p_\alpha$ 間の比湿[kg/kg]の平均値、 $q_{\alpha\beta}$ は $p_\alpha \sim p_\beta$ 間の比湿の平均値である。従って、鉛直方向の気圧 p とそのときの比湿 q がわかれば式(1)から可降水量が計算できる。

4.2 MSM 可降水量の計算方法の概要

MSM-GPVデータでは鉛直方向の各等圧面 P (Surface、1000、975、950、925、900、850、800、700、600、500、400、300 hPa)における気温と相対湿度が提供されているため、これらから各等圧面の比湿 SH_{P1P2} を計算することができれば、式(2)により各等圧面間の水蒸気量 W_{P1-P2} を計算することができる。さらに、式(3)のように地表面から大気上端までの各等圧面間の水蒸気量 W_{P1-P2} を積算することで可降水量PWを計算することができる。

$$W_{P1-P2} = \frac{100}{g} [SH_{P1P2}(P1 - P2)] \quad (2)$$

$$PW = W_{S-1000} + W_{1000-975} + W_{975-1000} + \dots \quad (3)$$

4.3 標高補正

MSM-GPVデータとSRTM標高データを用いて90m解像度の可降水量分布図を作成する際、標高の高いエリアに対しては、標高補正が必要になる。既往研究¹⁾では、標高200m以上のエリアに標高補正を施していた。しかし本研究は、図-2と式(3)から、標高が高いところでは地表面(Surface)から1000hPa等圧面に含まれる水蒸気量である W_{S-1000} が0になっている可能性があり、これが高標高域の推定精度に影響を与えている要因と考え、この値を閾値として、標高補正を行うことを検討した。

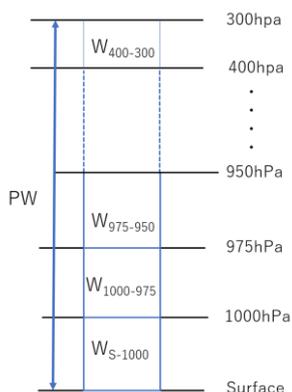


図-2 MSM 可降水量の計算方法の概要

5. 結果と考察

まず、MSM-GPV データと STRM 標高データを用いて、90m 解像度の可降水量を計算した。標高補正を行う前の 2014 年 1 月における各 GPS 観測点の MSM 可降水量と GPS 可降水量の差 (GPS 可降水量-MSM 可降水量) の月平均値と標高との関係と 1 月における各 GPS 観測点の MSM 可降水量と GPS 可降水量の差の二乗平均平方根の月平均値と標高との関係をそれぞれ図-3 と図-4 に示した。

図-3、図-4 から MSM 可降水量と GPS 可降水量の差の月平均値の絶対値は標高が高い場所にある GPS 観測点ほど大きいことがわかる。つまり、MSM 可降水量と GPS 可降水量の差は、標高に強く依存していることが示唆され、この傾向は 2014 年の 2 月から 12 月のいずれの月でも同様であった。

赤塚らの既往研究¹⁾では MSM 可降水量と GPS 可降水量の差の月平均値と標高との関係において、標高 200m 以下では標高依存性が見られなかったため、標高 200m 以上のエリアに対して標高補正を行った。図-3、図-4 を見ると四国地方においても 200m 以下では標高依存がないように思われる。しかし、標高が 500m 以下でも標高依存がないようにも見えるため、標高補正を行うかどうかの閾値を標高で設定するのは難しいと思われた。そこで、四国地方において、標高補正の適用範囲を検討した。図-2 と式(3)から、標高が高いところでは W_{S-1000} が 0 になっている可能性があるため、この値を閾値として、標高補正を行うことを試みた。MSM 可降水量と GPS 可降水量の差の月平均値と標高との関係の散布図を W_{S-1000} の値

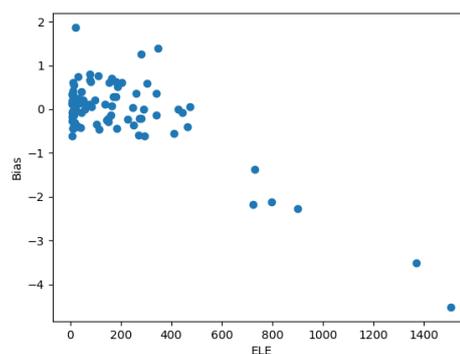


図-3 1 月における各 GPS 観測点の MSM 可降水量と GPS 可降水量の差の月平均値と標高との関係

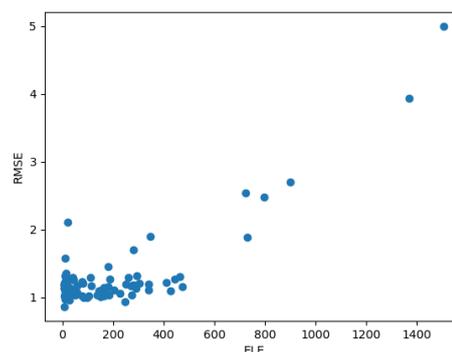


図-4 1 月における各 GPS 観測点の MSM 可降水量と GPS 可降水量の差の二乗平均平方根の月平均値と標高との関係

が 0 か 0 でない場合で色分けを行い、その結果を図-5 と図-6 に示した。図-5、図-6 を見ると、 W_{S-1000} の値が 0 となる GPS 観測点では、MSM 可降水量と GPS 可降水量の差が標高に強く依存しており、 W_{S-1000} の値が 0 でない GPS 観測地点では、MSM 可降水量と GPS 可降水量の差が標高に依存していないことが

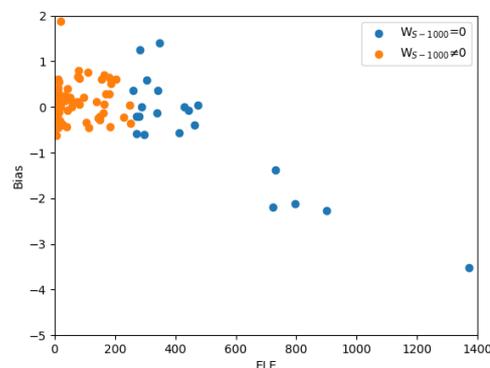


図-5 1 月における各 GPS 観測点の MSM 可降水量と GPS 可降水量の差の月平均値と標高との関係

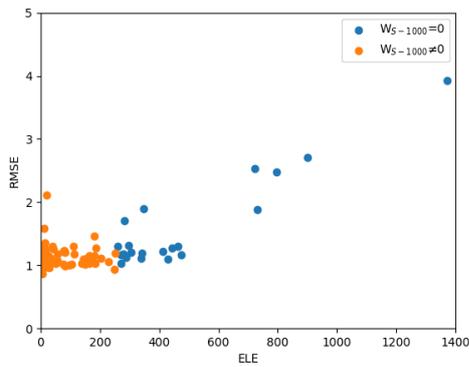


図-6 1月における各GPS観測点のMSM可降水量とGPS可降水量の差の二乗平均平方根の月平均値と標高との関係

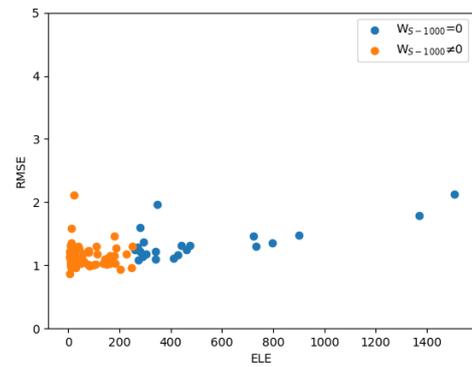


図-8 1月における各GPS観測点のMSM可降水量とGPS可降水量の差の二乗平均平方根の月平均値と標高との関係

わかる。この傾向は2月から12月まで同じであった。以上から、 W_{s-1000} の値が0か0でないかを標高補正を行う基準として利用できることが考えられた。

次に、 W_{s-1000} の値が0となるGPS観測点に対して標高補正を行った。2014年1月における各GPS観測点のMSM可降水量とGPS可降水量の差の月平均値と標高との関係と2014年1月における各GPS観測点のMSM可降水量とGPS可降水量の差の二乗平均平方根の月平均値と標高との関係をそれぞれ図-7と図-8に示した。

図-7、図-8から、標高補正により W_{s-1000} の値が0となるGPS観測点においても、MSM可降水量とGPS可降水量の差の月平均値の絶対値に関して標高依存性がほぼ見られなくなった。この傾向は、2014年の2月から12月のいずれの月でも同様であった。

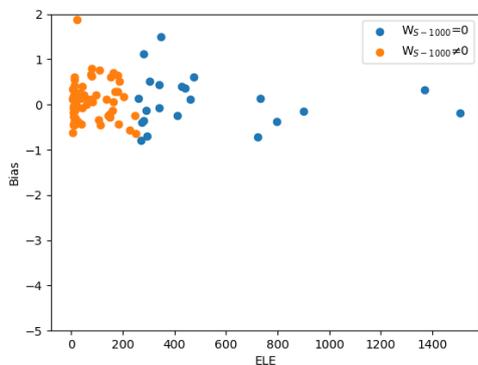


図-7 1月における各GPS観測点のMSM可降水量とGPS可降水量の差の月平均値と標高との関係

6. まとめ

四国地方における90m解像度の可降水量分布図の作成を目的とし、標高補正適用範囲の閾値の設定基準を検討した。標高補正が必要な高標高域では地表面から1000hPa等圧面の間に含まれる水蒸気量が0になっている可能性があり、これが高標高域の推定精度に影響を与えている要因と考え、この値を閾値として標高補正を行った。その結果、MSM可降水量とGPS可降水量の差の月平均値の絶対値に関し標高依存性がほぼ見られなくなった。このことから、標高の代わりに地表面から1000hPa等圧面の間に含まれる水蒸気量を標高補正適用範囲の閾値として利用できることが示された。

7. 参考文献

- 1) Shin Akatsuka, Improved Method for Estimating Precipitable Water Distribution using Numerical Prediction data. Internet Journal of Society for Social Management Systems Vol.12 Issue 2 sms19-5790, 2020.
- 2) 国土地理院 地理院地図 : <https://maps.gsi.go.jp>
- 3) 国土地理院電子基準点データ提供サービス : <https://terras.gsi.go.jp>
- 4) 京大生存圏研究所生存圏データベース : <http://database.rish.kyoto-u.ac.jp>
- 5) 近藤純正：地表面に近い大気の科学，東京大学出版会，東京，2000.