

Evaluation of soil moisture using GPS receiver SNR#宗包浩志¹, 風間卓仁²

1:国土地理院; 2: 京都大学理学研究科

Hiroshi Munekane¹, Takahito Kazama²

1:Geospatial Information Authority of Japan; 2: Graduate School of Science, Kyoto University

1. はじめに

著者らは, 国土地理院構内のGPS観測点TSKBにおいて, 時系列の上下成分に見られる最大1cmにも及ぶ誤差が, 地面反射に伴うマルチパスによるものであり, GPS受信機に記録されたSNR(signal to noise ratio)を用いて再現することができることを示した(Munekane et al., 2010). 誤差時系列の特徴から, マルチパスの大きさも時間変化をしていることが示唆されるが, そのメカニズムは分かっていなかった. そこで我々は, マルチパスの大きさの時間変化が, 土壌水分の時間変化に伴う地面の反射率の時間変化によるものだと考え, GPS受信機SNRから土壌水分の時間変化を推定する手法を開発し, 数値モデルによる土壌水分の時間変化と比較した.

2. 手法

GPS受信機で記録されるSNRは, 以下の式で表現することができる:

$$SNR = A \cos\left(\frac{4\pi(h + \Delta h)}{\lambda} \sin E\right),$$

ただし, Aは反射波の強度, hはアンテナ高, Δh はGPS電波の透過深, λ はGPS電波の波長, Eは仰角を表す. 今回はSNRを30分毎のセグメントに分け, $\sin E$ についてスペクトルをとり, 係数Aおよび Δh を決定した. 係数Aはアンテナゲイン, 地面反射率, 地面のラフネスで表されるパラメータであるが, 今回はアンテナゲイン, 地面のラフネスを既知として係数Aから地面反射率, 更に地面の誘電率を計算し, 推定された誘電率を経験式に基づき土壌水分に換算した.

3. 土壌水分のモデリング

土壌水分のモデリングには, Gwater-1D(風間ほか, 本講演会)を用いた.Gwater-1Dは, 降水データを入力とし, 地表と地下水面を境界とする鉛直1次元非線形拡散方程式を解いて土壌水分を計算するプログラムである. モデリングの入力値として, 降水データについては, 気象庁のアメダス1時間値, 地下水面については, 国土地理院の5m井戸の実測値を用いた. また, 必要な土壌パラメータは関東ローム層における代表値を与えた.

4. 結果と考察

最初に, GPS受信機SNRから求めた土壌水分と, モデリングによる土壌水分との比較を図1に示す. 両者の相関は, 全期間(2005年~2009年)を通じて0.5と比較的高いが, モデルから予想される土壌水分に対し, 推定した土壌水分はかなり小さくなることが分かった.

次に、GPS受信機SNRから求めたGPS電波の浸透深および、モデリングによる土壌水分から予測される浸透深との比較を図2に示す。両者の相関は、全期間を通じて0.6と比較的高いが、モデルから予想される浸透深に対し、推定した浸透深は小さくなることが分かった。

以上2つの結果を併せて考えると、マルチパスの時間変化は、観測点近傍の土壌水分の変化により引き起こされると言える。今回モデリングにより予想した土壌水分に比べ、実際の土壌水分がかなり低く見積もられたが、その原因としては、モデリングの際に使用した土壌パラメータが、実際の観測点周辺の土壌の特性とずれていることが考えられ、今後パラメータのチューニングを行う予定である。

参考文献

風間ほか (2010) 地下水流動計算プログラムGwater(版)について, 日本測地学会第114回講演会要旨集.

Munekane, H., et al. (2010) Groundwater-induced vertical movements in Tsukuba revisited: installation of a new GPS station, EPS, in press.

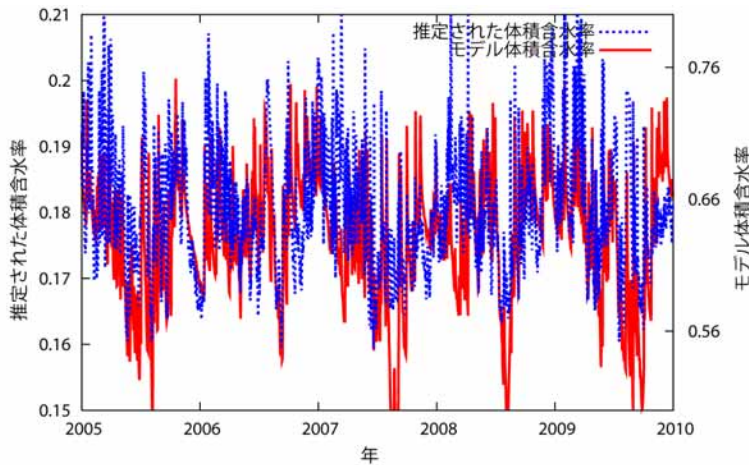


図 1: GPS 受信機 SNR から推定した土壌水分と、モデル予測値との比較。

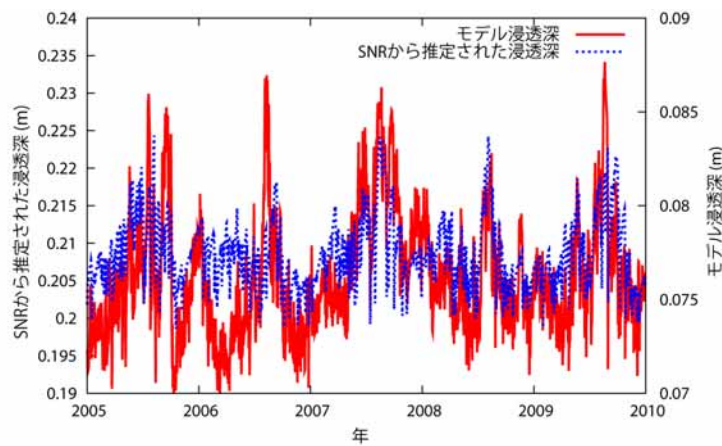


図 2: GPS 受信機 SNR から推定された GPS 電波の浸透深の推定値と、モデル予測値との比較。