

大型模型斜面に対する散水実験結果に基づく データ同化による土壌水分特性の空間的な変化に関する研究

大阪大学 学生会員 ○横川 京香

鹿児島大学 正会員 伊藤 真一

大阪産業大学 正会員 小田 和広

国立研究開発法人防災科学技術研究所 正会員 檀上 徹・石澤 友浩

1. はじめに

筆者らはこれまでに、逐次型データ同化手法の一種である粒子フィルタ¹⁾を用いて、大型模型斜面に対する散水実験²⁾の体積含水率の計測結果に基づいてデータ同化を実施し、土壌水分特性の推定を行ってきた³⁾。本研究では、その結果に基づき、大型模型斜面の深度 20cm の地点における推定された土壌水分特性パラメータの降雨履歴に伴う空間的な変化について考察する。

2. 解析手法

本研究では、粒子フィルタの代表的なアルゴリズムのうち SIS を用いた。また、シミュレーションモデルとして飽和不飽和浸透流解析を用いた。不飽和土中水の連続式にはリチャーズ式、水分特性曲線モデルには van Genuchten モデルを拡張し、ヒステリシスの影響を考慮した菊本らのモデル、不飽和透水係数モデルには Mualem モデルを使用した。粒子フィルタやシミュレーションに関する説明は参考文献 2), 4) を参照されたい。本研究では、粒子フィルタによって、 θ_s , θ_r , n , k_s , α_d , α_w , ξ の 7 種類の土壌水分特性パラメータを推定する。

3. 解析対象

図-1 は大型模型斜面におけるセンサーの設置位置を示している。本研究では、大型模型斜面に設置された土壌水分計のうち、斜面の上段、中段、下段のそれぞれ深度 20cm において計測された体積含水率のデータに基づいてデータ同化を行った。

散水実験では、10月27日から11月6日までに計8回の降雨を大型模型斜面に与えた。各降雨イベントを降雨1から降雨8と呼ぶこととする。本研究では、降雨2から降雨7についてデータ同化を行った。

4. データ同化の再現性と土壌水分特性の変化

図-2 は降雨 2 において同定されたパラメータを用いた再現解析の結果を示している。体積含水率が急増している部分を除き、計測結果を解析結果が再現できている。このことから、体積含水率が急増している部分を除けば、適切なデータ同化が行えたものと考えられる。また、他の降雨イベントについても同様の結果が得られている。

図-3 は各計測位置におけるパラメータ (θ_s , θ_r , n , k_s , α_d , α_w , ξ) の降雨履歴に伴う変化を示している。 θ_s , θ_r , k_s , α_d , ξ については、降雨履歴を経てもほとんど変化がない。特に、 θ_s の変化がほとんど無いことは、水浸コラプスのような体積収縮がほとんど起こ

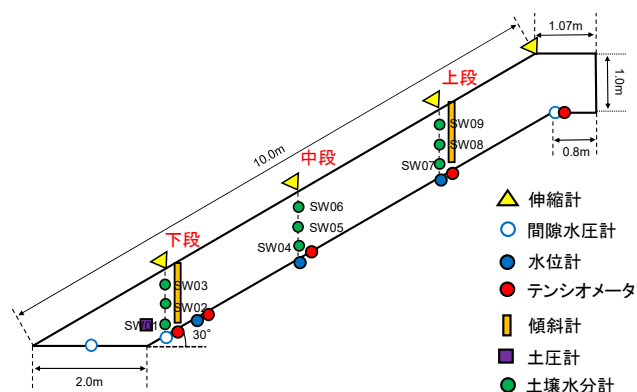


図-1 センサーの設置位置

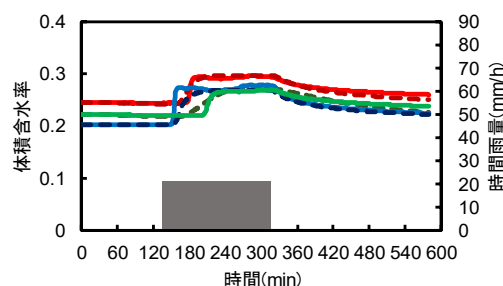


図-2 降雨 2 において同定されたパラメータを用いた再現解析結果

キーワード 粒子フィルタ, 体積含水率, 土壌水分特性

連絡先 〒890-0065 鹿児島県鹿児島市郡元 1-21-40 鹿児島大学工学部海洋土木工学科 TEL : 099-285-8471

っていないことを示している。また、計測位置毎のパラメータの違いはほとんど無いことから、空間的にも均一であると考えられる。 n について、上段と下段ではその降雨履歴による変化はほとんど認められない。一方、中段では、降雨 4 までは他の二箇所と比べ多少大きい。しかし、降雨 5 以降では他の箇所の値と程一致する。 α_w について、上段を除き、降雨履歴によって大きく変化している。また、それぞれの地点の値は、降雨 7 を除き全く一致していない。これは、データ同化が適切に行われなかったためであると考えられる。すなわち、図-2 において、体積含水率の急激な上昇を再現解析は完全にはフォローできていない。 α_w は吸水挙動に影響を及ぼすパラメータであることから、データ同化の不調の影響が顕著に表れたものと考えられる。

5. まとめ

本研究で得られた主な知見を以下に取り纏める。

- ・7種類の土壌水分特性パラメータのうち、 θ_s , θ_r ,

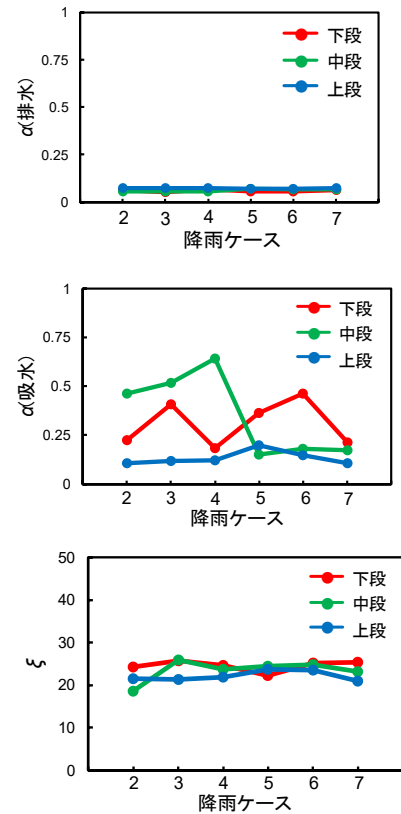
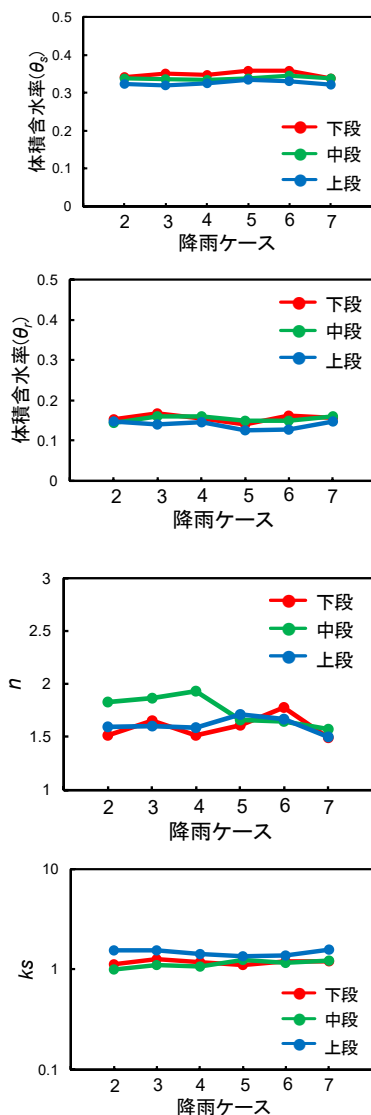


図-3 降雨履歴に伴う各パラメータの変化

k_s , α_d , ξ について、計測位置における違いはほとんど無く、また、降雨 2 から降雨 7 までの降雨履歴による変化がほとんど無い。

- ・ n について、降雨 5 以降では、計測位置における違いはほとんど認められない。
- ・ α_w について、計測位置や降雨履歴によって異なるが、これは、吸水過程における急激な体積含水率の上昇をデータ同化によって完全にフォローできなかったことが原因であると考えられる。

参考文献

- 1) 伊藤真一ほか: 現地計測結果に基づく土壌水分特性パラメータ同定に対する粒子フィルタの適用, 土木学会論文集 C(地圏工学), Vol.72, No.4, pp.354-367, 2016.
- 2) 壇上徹ほか: 大型模型斜面を用いた散水実験における浸透挙動に関する一考察, 第 52 回地盤工学研究発表会, pp.1855-1856, 2017.
- 3) 横川京香ほか: データ同化に基づく降雨履歴ごとの土壌水分特性の変化に関する研究, Kansai Geo-Symposium2017, pp.200-205, 2017.