

## 土壌水分実測と AMeDAS を利用した雨水浸透解析による土砂災害予兆検知の可能性

The Prediction of Sediment Disaster by Rain Infiltration Simulation  
using AMeDAS and monitoring the Soil Water

○近藤 紘嗣 溝口 勝

Hirotsugu Kondo Masaru Mizoguchi

### 1. 背景と目的

2018 年は、土砂災害発生件数が過去最多を記録し、死者・行方不明者数が観測史上第 3 位を記録した。これは既存の土砂災害アラートシステムが十分に機能していなかったことを示している。気象庁の提供する「土砂災害警戒メッシュ情報」は、気象条件を考慮している一方で土地情報を十分に考慮できていないことが課題であり、民間セクターが提供するアラートシステムは導入コストが高いことが課題である。そこで本研究では、気象条件だけでなく土地情報も考慮した低コストな土砂災害アラートシステムの構築を目的とし、土壌水分の実測値と AMeDAS の降水量の二つのデータから、土壌中への雨水浸透のモデル解析を行い、土砂災害の予兆を検知する可能性を検討した。

### 2. 調査方法

千葉県香取市の傾斜地(図 1)に、土壌水分センサ 5TE(METER 社)を、斜面に対し垂直に 50 cm の深さに設置し、7 月 20 日から 9 月 6 日の間の体積含水率(VWC)を、データ送信機器 HALKA(X-Ability 社)を用いてクラウドサーバに自動転送した。

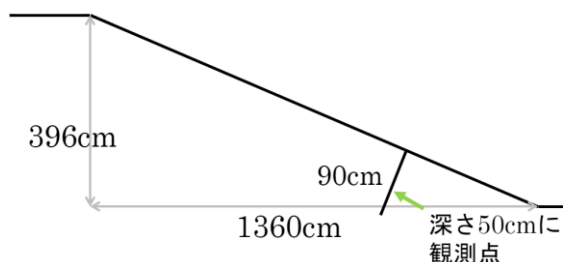


図 1 傾斜地概略図

Fig1 The Image of the Slope

次に、香取市の AMeDAS 雨量データを使い、シミュレーションソフト HYDRUS で土壌含水率変化を計算した。計算にあたり van Genuchten 式を採用し、HYDRUS の用意する土壌水分移動パラメータ(以下、土壌パラメータ)12 種すべてについて、垂直一次元の計算を行った。観測点の土壌は深さ 90cm まで一様だったため、土壌は 1 種類とした。その後、計算結果と実測値の平均二乗誤差を計算した。上記の計算結果を踏まえ、AMeDAS 雨量データと土壌水分実測値を用いた逆解析を行い、土壌パラメータを推定した。推定したパラメータを用いた含水率変化も計算した。

### 3. 結果と考察

① AMeDAS データを用いた解析 12 種の土壌パラメータのうち、土壌を Loam(L)、Sandy Clay Loam(SCL)と仮定すると、平均二乗誤差の値が小さかった(表 2)。初期条件は深さによらず一定とし、境界条件は表面流出を考慮した大気境界条件および自由排水とした。降雨に対応して、含水率が上昇しているが、

表 1 各土壌の計算結果における平均二乗誤差  
Table1 Mean Squared Error of the Result

土壌	平均 2 乗誤差
Sand	3.73e-2
Loamy Sand	2.52e-2
Sandy Loam	9.15e-3
Loam	2.03e-4
Silt	3.23e-3
Silt Loam	2.63e-3
Sandy Clay Loam	1.81e-4
Clay Loam	2.56e-3
Silty Clay Loam	5.55e-4
Sandy Clay	1.63e-3
(Silty Clay)	(7.24e-2)
Clay	1.65e-3

過度に上昇していることが見て取れる。(図2)

②AMeDAS データと実測値を用いた逆解析上記の結果から、L と SCL の土壌パラメータを逆解析の初期条件とした。推定したパラメータはL と SCL に比べ、透水係数が低い値となった。(表2)

表2 初期条件 L、SCL の逆解析結果(上段)L、SCL のパラメータ(下段)

Table2 The Parameter of the Simulation Result(upper side) The Parameter of L, SCL(under side)

	Qr[-]	Qs[-]	$\alpha$ [1/cm]	n [-]	Ks[cm/day]	I[-]
L	0.100	0.311	3.09e-2	1.28	1.10e-1	1.19e-1
SCL	0.106	0.313	6.32e-3	1.50	5.86e-2	1.50e-3
L	0.078	0.430	3.60e-2	1.56	1.04	0.50
SCL	0.100	0.390	5.90e-2	1.48	1.31	0.50

推定したパラメータを使って土壌含水率変化を計算したところ、図2に比べ全体として実測値との一致度が高くなった(図3)。推定した土壌パラメータが、L と SCL よりも現地の土壌のパラメータ値に近い値となったことを示唆している。

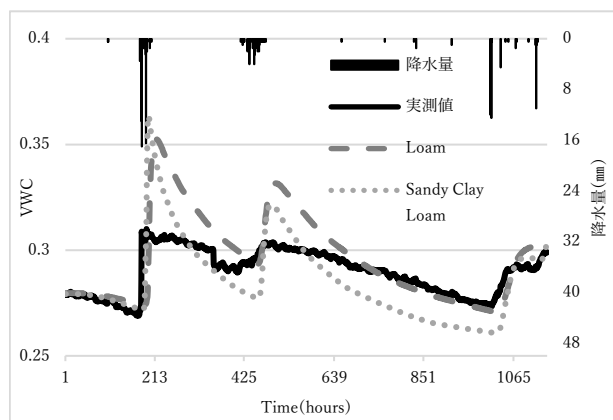


図2 Loam, Sandy Clay Loam の計算結果  
Figure2 The Simulation Result  
using Loam, Sandy Clay Loam Parameter

一方で、図2に比べ、図3は含水率上限値近傍の一致度が高いが、下限値近傍で一致度が低くなったことがわかる。これは、土壌パラメータのうち透水係数の値が小さくなったことに対応している。降雨の土壌への浸潤量が少なくなり、排水性も低くなった。

#### 4. 結論

土壌水分の実測から土壌パラメータを推定し、AMeDAS 雨量データを用いて雨水浸透を再現できた。土壌パラメータを推定できたことで、様々な雨量に対して土壌含水率の変化を予測することができる。含水率の変化を予測できると、土壌の水分保持能力を超え、土砂災害のリスクが高まった際にアラートを発信することができる。また、本実験では土壌センサーとデータ送信機器のみを利用し、土壌分析も行っていないため、低コストなアラートシステム開発の可能性につながった。簡便な実測と公共データだけで土砂災害の予兆を検知する可能性があることが示唆された。今後は、再度モニタリングを行い、推定したパラメータを用いた含水率変化の予測精度を検証し、また土壌分析により推定したパラメータの検証を行いたい。

謝辞：本研究に際し、環境地水技術研究会の宮澤博様のご協力をいただきました。ここに感謝いたします。

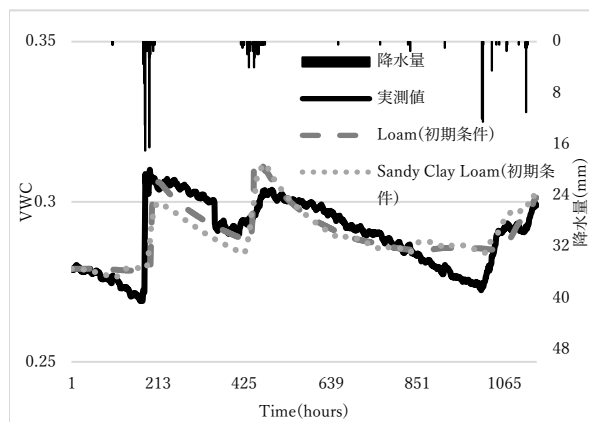


図3 推定したパラメータによる計算結果  
Figure3 The Simulation Result  
using Estimated Parameter