

降雨将来予測 d4PDF による土砂災害モデルシミュレーション

三重大大学（現 筑波大学） ○吉川 友康
 信州大学 堤 大三
 三重大大学 平野 悠人

【緒論】

近年、地球温暖化が進んでおり、IPCC の予測¹⁾では、1850 年を基準として地球の気温は 2090 年に 4℃上昇するとされている。その影響は日本でも顕著に表れており、国土交通省の統計²⁾によると、土砂災害発生件数の推移は、直近の 10 年間平均件数はその前の 10 年間の約 1.2 倍となっている。本研究では、気象予測モデルによる降雨予測の結果を概念モデルと物理モデルの入力値として用い、検証を行った。解析の対象として、普段は降雨の少ない気候に属するが、土砂災害が多く起こっている広島県広島市を取り上げ、解析を行った。

【解析手法】

IPCC の予測に基づいた「地球温暖化施策決定に資する気候再現・予測実験データベース」d4PDF を解析に用いた。これは全世界を対象に、水平解像度が約 60km の全球モデルを使用して、2011 年以前の過去の約 60 年分の気候予測と、地球温暖化を考慮した将来の 2050 年以降の約 60 年分の気候予測をしたものである。日本領域を水平解像度が 20km と、より詳細に分割した領域モデルによる出力値が使用されている。過去の解析を過去実験、将来の解析を将来実験とし、過去実験は過去に観測された海面水温をもとに解析が行われており、将来実験は地球の地上気温が 4℃上昇した条件での計算を対象期間継続して行う解析がされている。過去実験は約 60 年分の解析が 50 メンバー、将来実験は 90 メンバーある。メンバーとは初期値の異なる独立した一連の解析のことで、本研究では、過去実験からは 2 メンバー、将来実験からは 1 メンバーを無作為に選択し、それぞれから 1 時間降雨量データを抽出した。概念モデルによる検討では、図-1 のように、縦軸を 1 時間降雨量、横軸を土壌雨量指数で表したスネークライン(以下 SL)が、現行で用いられているクリティカルライン(以下 CL)を超過すると土砂災害発生とする。物理モデルによる検討では、図-2 に示す、10 個のセグメントからなる仮想斜面を想定し、キネマティックウェーブ法を用いて土層内地下水位の推定を行い、その値を入力値として各セグメントを無限長斜面と仮定して安定解析を行う。その結果、計算される安全率 F_s が $F_s < 1$ となる場合を斜面崩壊発生基準とする。本研究では、物理モデルで用いる土層の透水係数 K_s とせん断強度 (c, φ) を変化させて解析を行った。

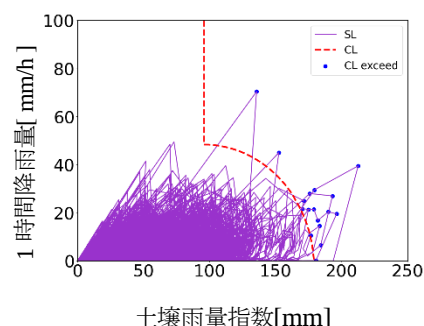


図-1 概念モデル

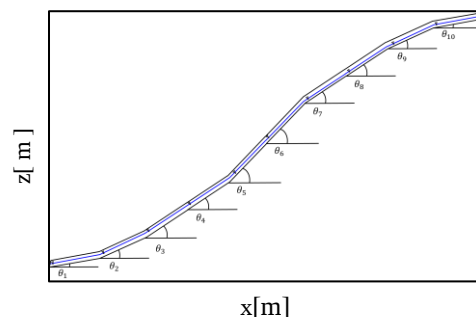


図-2 物理モデル

【解析結果】

図-3 に過去実験①の SL, 図-4 に将来実験の SL を示す。過去実験①の CL の超過回数は 17 回, 将来実験は 45 回であった。また, 超過降雨イベント数も過去実験①は 4 日, 将来実験は 10 日となった。図は示さないが, 過去実験②でも同様に, CL の超過回数は 17 回, 将来実験は 69 回であり, 超過降雨イベント数も過去実験②は 5 日, 将来実験は 14 日となり, 過去実験よりも, 将来実験の方が CL の超過回数, 降雨イベント数ともに増加することが分かった。

図-5, 6 に斜面安定解析の結果を示す。縦軸は $F_s < 1$ となる降雨イベント数を示している。例外はあるものの, ほとんどのグラフで過去実験よりも, 将来実験の方が $F_s < 1$ となる降雨イベント数は多くなった。

【結論】

d4PDF の過去実験, 将来実験の降雨を用いて, 概念モデル, 物理モデルの解析を行った結果, 概念モデルでは, 将来実験で SL が CL を超過する回数は, 過去実験に対して平均で約 3.4 倍に, 降雨イベント数は平均で約 2.7 倍に増加した。物理モデルは, 将来実験で $F_s < 1$ となる降雨イベント数は, 過去実験に対して平均で約 1.4 倍に増加した。このように, 土砂災害の発生危険度は定量的に増加する傾向が示され, 今後地球温暖化が加速すると, 広島県広島市の土砂災害のリスクが増加することを, 両方の解析結果で確かめることができた。今後, 物理モデルで用いた斜面形状を変化させ, 検証結果をより一般化すること, 過去実験, 将来実験からより多くのデータを選択することで, より確実な検証を行うことを考えている。

【参考文献】

- 1) AR5 Climate Change 2013: The Physical Science Basis (IPCC)
- 2) 令和 4 年の土砂災害 (国土交通省)

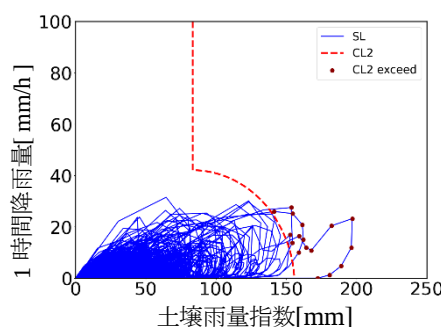


図-3 過去実験①の SL

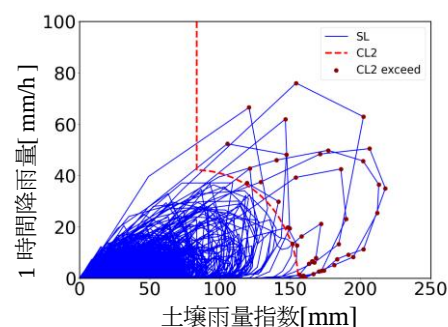


図-4 将来実験の SL

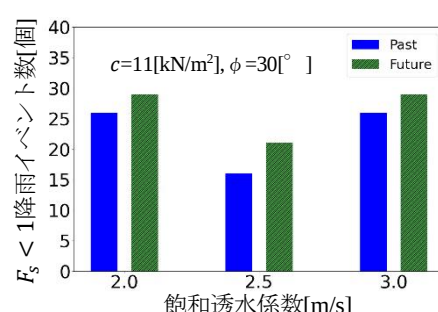
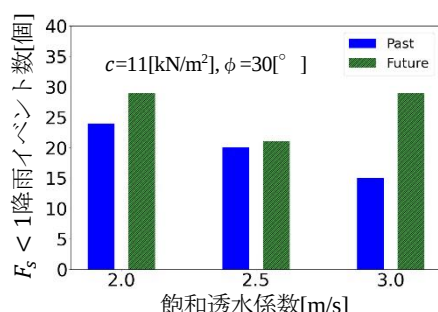
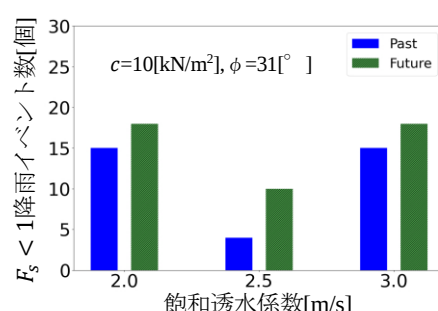
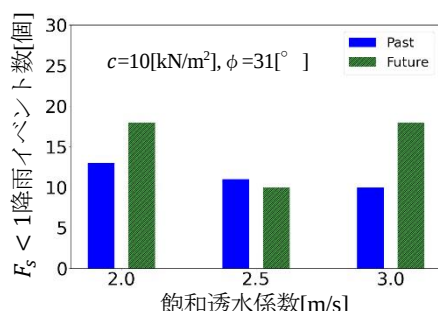
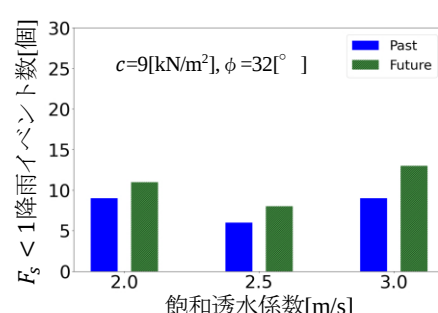
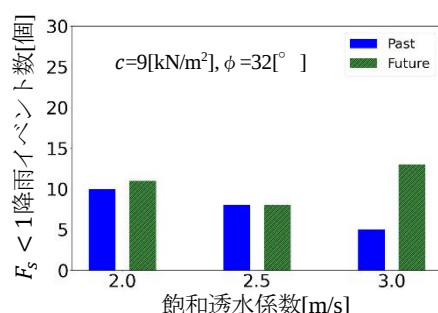


図-5 過去実験①と将来実験の斜面安定解析結果

図-6 過去実験②と将来実験の斜面安定解析結果