

道路政策の質の向上に資する技術研究開発

【研究状況報告書（1年目の研究対象）】

①研究代表者		氏名（ふりがな）		所属		役職	
		岸田 潔（きしだ きよし）		京都大学大学院工学研究 科 都市社会工学専攻		教授	
②研究 テーマ	名称	局地的大雨に対応した事前通行規制基準の『時間的』・『空間的』高度化					
	道路行政 技術開発 ニーズ	No.	HDs2, SDs7, SE6		政策 テーマ		
		項目名	土砂崩落等を自動検知が可能となる技術，災害時に道路利用者にプッシュ型で情報を通知する技術，道路交通マネジメントの実践・高度化を可能とする技術				
③研究経費（単位：万円）		令和5年度	令和6年度	令和7年度	総合計		
※R5は受託額、R6以降は計画額を記入。端数切捨。		2,187	1,895	893	4,970		
④研究者氏名（研究代表者以外の主な研究者の氏名、所属・役職を記入。なお、記入欄が足りない場合は適宜追加下さい。）							
氏名		所属・役職					
鳥居宣之		神戸高専・教授					
小山倫史		関西大学・教授					
須崎純一		京都大学・教授					
藤本将光		立命館大学・准教授					
山口弘誠		京都大学・准教授					
宮崎祐輔		京都大学・助教					

⑤ 研究の目的・目標 (提案書に記載した研究の目的・目標を簡潔に記入。)

本研究は、局地的大雨を誘因とする多様な斜面災害に対応するために、数値解析、原位置計測、解析雨量、衛星解析、機械学習を活用した「時間的」・「空間的」に高度化された通行規制基準を確立する。具体的には、素因・誘因・変動量を独自のアルゴリズムにより紐づけることで、規制区間における潜在的な危険斜面を抽出して、「空間的」な監視基準を高度化する。さらに、浸透流・円弧滑り解析のサロゲート化や、道路通行規制に特化した警戒基準線、予測雨量モデルを構築することで、道路の事前通行止めとその解除を制御し、「時間的」に高度化する。

本プロジェクトでは、1. 浸透流・円弧滑り統合解析のサロゲート化手法の開発、2. 道路用土砂災害警戒基準線の構築、3. ローカル予測雨量モデルの構築、4. 素因フィルタ、誘因フィルタ、マスマーブメントフィルタに基づく「潜在的危険斜面」の抽出手法の確立を目標とする。

⑥ これまでの研究経過、目的・目標の達成状況

事前通行規制区間のA区間を対象に検討を進めた。

1. 浸透流・円弧滑り統合解析のサロゲート化手法の確立

サロゲート化の一例として、リカレントニューラルネットワークの一種であるLSTM (Long Short Term Memory) による、実効雨量を説明変数として安全率時

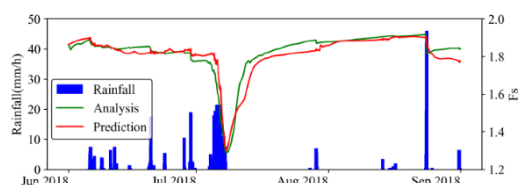


図1 LSTMによる予測結果

系列データの予測精度を比較した結果を示す(図1)。平均絶対誤差0.03の精度が確認された。今後、平均絶対誤差以外に、事前通行規制への適用性を評価する指標を考案し、最適化を図る。

2. 3. 道路用土砂災害警戒基準線、ローカル予測雨量モデルの構築

道路通行を阻害する斜面災害に対する警戒基準として、気象庁の土砂災害警戒情報を道路通行規制に特化させた「道路用土砂災害警戒基準線」を新たに提唱する。このベースとなる、直近10年分の斜面災害事例、6年分の規制区間内の広域雨量およびテレメータ雨量を整理・分析した。局地的大雨に対応するためには、より短い降雨強度の重要度が高い。予測雨量の分析方法を整理した。

4. 「潜在的危険斜面抽出」の抽出手法の確立

「素因×誘因=マスマーブメント」という考えに立脚して、A区間の地史に基づき、道路通行を阻害する可能性のある現象を明らかにした。この現象に対して相関性の高い地形・地質情報の定量化(素因フィルタ)、広域雨量特性の定量化(誘因フィルタ)、変動量の定量化(マスマーブメントフィルタ)の構築を進める。

⑦特記事項

1. 浸透流・円弧滑り統合解析のサロゲート化手法の確立

機械学習による体積含水率の時系列予測に関する先行研究（伊藤ら，2020）を参考に，雨量の実測値から生成した72パターンの実効雨量を説明変数として，浸透流・円弧滑り統合解析による安全率の時刻歴を予測させたところ，精度よく予測できた．この結果は，学習済みのモデルであれば，テレメータ雨量計のみで安全率の予測が可能であることを示唆している．また，アジアのトップクラスの大学が結集する大学間アジア地域国際会議KKHTCNN2023に参加し，通行規制の意思決定にシミュレーションと機械学習を活用した研究例や，土壌雨量指数のローカル化に資する土壌水分計測に対するデータ同化研究について発表し，アジア地域でも類例のない取り組みであること，計算精度の改善に向けたモデルや説明変数の課題に関する助言を得ることができた．本研究が気候変動によりもたらされる斜面災害を低減するために，大きなポテンシャルを有すると考えられる．今後，通行規制の目的に合致した予測精度を評価する指標を構築し，道路用土砂災害警戒基準線との併用を検討する．

2. 3. 道路用土砂災害警戒基準線，ローカル予測雨量モデルの構築

令和5年度中に，A区間における道路用土砂災害警戒基準線のプロトタイプが完成する予定である．この警戒基準線の作成には，規制区間における広域雨量およびテレメータ雨量計の分析，災害事例の収集が必要となる．この手順をマニュアル化し，全国の区間に水平展開可能な方針を作成する予定である．規制区間における予測雨量の特徴を分析し，規制判断への有効な活用法を検討する．

4. 「潜在的危険斜面抽出」の抽出手法の確立

令和5年度中に，A・B二つの区間において，微地形分析を通じて素因フィルタのプロトタイプを完成させる予定である．並行して，広域雨量の分析を通じて，規制区間における広域雨量の特徴を明らかにしている．今年度から次年度以降にかけて，規制区間における素因・誘因の分析を通じて，規制区間の地史によく適合する変動量指標を検討し，マスマーブメントフィルタを構築する．また，マスマーブメントフィルタに採用する予定の，干渉SAR時系列解析による三次元地盤変動シミュレータに関する研究発表と情報収集を合成開口レーダ，リモートセンシングのアジア国際会議であるAPSAR 2023，ACRS 2023において行い，独創的な取り組みであることを確認した．国際会議ではシミュレータを通じて確認できた事象及びそれを支える理論が実画像でも確認できるか質問が寄せられ，既に埋め立て地盤では有効性を実証している．素因，誘因，変動量分析から潜在的危険斜面を抽出する本研究の取り組みは，その効果が実証されれば，国内外において大きなインパクトを有することが期待される．