

令和 5 年 6 月 16 日現在

機関番号：33302

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2017～2022

課題番号：17K01335

研究課題名（和文）実践的研究に基づく空振り率低減を主眼とした土砂災害警戒基準の提案

研究課題名（英文）Proposal of Sediment Disaster Warning Standards Focusing on Reducing Missing Rate Based on Practical Research

研究代表者

高原 利幸（Takahara, Toshiyuki）

金沢工業大学・工学部・准教授

研究者番号：20324098

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,500,000円

研究成果の概要（和文）：土壌雨量指数（SWI）と1時間積算雨量を用いたスネークライン図を用いて、災害発生時の降雨パターンを、長期小雨型、中間型、短期豪雨型の3領域に分けることができることを示した。また、地質構成が同じ地域では、土砂災害は同じ降雨パターンで発生し、大きな雨でも異なる降雨パターンでは発生していないことが確認された。

土砂災害警戒情報の発表基準に用いられるクリティカルラインを災害発生時の降雨パターン以外で超えたときは空振りとしなければ、空振りを半減させることが明らかとなった。地質等の条件で災害が発生する降雨パターンが異なり、その特徴を捉えることで空振りが大きく減らせることを明らかにできたことが成果である。

研究成果の学術的意義や社会的意義

発生災害の特徴や地質から、長期小雨型、中間型、短期豪雨型の3領域に分けたスネークライン図を用いて、異なるCLを超える場合は災害発生可能性が低いとすることで、空振りを半減させることに成功したことは、避難者の増加を促すことに繋がり、社会的意義が大きいといえる。地質構成により土砂災害発生時の降雨パターンが決まるということは、土砂災害の発生メカニズムが同じであることを意味するため、同様の地質構成の災害未発生地域においても、分類が可能であることを示唆しており、学術的な意義がある。

研究成果の概要（英文）：Efficient judgment criteria when using the current soil water index are as follows. We set the rainfall pattern at occurrence sediment disaster each 5km mesh which has CL line. And when snake line, which divided into three area by above rainfall pattern, exceeds CL within same region in snake line figure, the alert will be published. Then, we succeeded in reducing missing rate to half. However, because the CL set in Ishikawa Prefecture is rather large, the capture rate itself did not improve significantly.

We have found a method for predicting disasters during the snowmelt season, and that rainfall patterns that cause disasters differ depending on geological conditions, etc., and we have clarified that by understanding these characteristics, it is possible to greatly reduce whiffs.

研究分野：地盤工学

キーワード：土壌雨量指数 並列タンクモデル 災害発生時降雨パターン 短期豪雨 長期小雨

## 1.研究開始当初の背景

豪雨災害の多発を受け、土砂災害警戒・特別警戒区域の早期指定や警戒情報発表時に原則避難勧告とするなど多くの改善がなされてきていた。しかし、土砂災害警戒情報は広島型の広域土石流災害を念頭において開発された手法であり、小規模であったり、災害発生時の降雨タイプの異なる土砂災害への適応は十分ではなく、石川県における2007年から2013年の土砂災害では捕捉率は2割に満たなかった。これでは警戒情報や避難勧告が避難行動につながらない状況を打開することは難しいと考えられた。

## 2.研究の目的

本研究では小規模の土砂災害も含め、土砂災害発生時の降雨パターンを調べ、地質区分との関連性の高さを明らかにするとともに、捕捉率の低さ、空振り率の高さの原因を明らかにすることを第一の目的とした。これにより、土砂災害警戒情報の精度向上を目論んだものである。

また、従来の土壌雨量指数に代わる新しい指標として並列タンクモデルの導入妥当性を実測の斜面内水位との比較により明らかにしようとした。さらに、この新しい指標を用いたRBFNによる新たな警戒基準線(CL, Critical Line)の策定法について提案することを目的とした。

## 3.研究の方法

石川県砂防課の協力を得て、2007年から2013年に発生した114件(近隣はまとめて78事象)の土砂災害について、近傍の1kmメッシュのレーダー・アメダス解析雨量の雨量データを用いて、土砂災害発生の前後2週間の降雨データによる土壌雨量指数を抜き出し、降雨パターンと地質との関連について検討した。

この検討の中では土砂災害警戒情報の警戒基準線の選定方法にも改善すべき点があることが明らかになった。土砂災害発生時の降雨パターンは、局所的な豪雨の場合は短期豪雨型、5日以上降り続く降雨で発生した場合を長期小雨型、その他を中間型と定義した。これら3つの降雨パターンで土砂災害が近隣で発生した未崩壊斜面の斜面先において、徳島大学式の静電容量式測定器を用いて、地下水位測定を数年に渡って実施し、土砂災害を直接的に引き起すと考えられる地層境界面などの地下水位と降雨の関係について調べた。

## 4.研究成果

(1) 石川県の土砂災害は、短期豪雨型、中間型、長期小雨型がそれぞれ30%程度あり、地域・地質で分類できることがわかった。(図1)

(2) 1kmメッシュ内で同じ降雨で複数の土砂災害が発生した場合は1事象であるとして、捕捉率を求めると表1のようになり、全体の捕捉率は2割を切り、短期豪雨型以外での捕捉率の低さが原因であることがわかった。しかし、クリティカルラインを単純に小さくしただけでは空振りが多くなり、現在の土壌雨量指数とCLを組み合わせた基準では的中率は改善できないことが明らかとなった。実斜面での降雨と地下水の反応関係の測定から、それぞれの地質・地盤分類の地域ごとに異なり、特に長期小雨型で土砂災害が発生する場合は、時間遅れを伴って地下水が反応するため、現在の直列三段タンクモデルである土壌雨量指数では不十分であることが原因であり、並列タンクモデルを新たな指標とすることが有効であることが示された。

(4) 図2のスネークライン図に示した波線によって、災害発生時付近のスネークラインがどの領域でCLを超えたかによって、短期豪雨型、中間型、長期小雨型を分けている。図2は長期小雨型の事例であるが、短期豪雨型の領域でCLを超えているが、災害は発生していない。このような場合を、空振りとしなければ、表2に示すように、少なくとも空振りは半減できることが明らかとなった。

(5) 一度災害が発生すると、そのメッシュでは同様な降雨では災害は発生しない場合が多く、CLはこまめに見直す必要があることがわかった。しかし、CLの計算方法、特にRBFN値を求めるための格子間隔の設定法が確立されていなかったため、実効雨量をもとにRBFN値を用いてCLを作成する方法を提案した倉本ら(2001)の研究と同等の精度を目標として、検討した結果標準偏差を用いた決定法により、降雨データの大小や任意の土壌雨量指数においても同程度の滑らかさでCLを決定できる方法を提案できた。

(6) しかし、図2の波線による分類には限界があり、判定も煩雑となる。このため新たに長期小雨型の時間遅れも考慮できる並列タンクモデルを提案した(図3)。「課題番号;20K05032」に引き継いでいるが、長期小雨型で40%、短期豪雨型では60%の捕捉率まで向上できている。

<引用文献>

①高原利幸,近藤健太,上野勝利,並列タンクモデルを用いた災害時降雨パターンを考慮した土砂災害警戒基準の作成に関する研究,第61回地盤工学シンポジウム,2018,PP.191-198

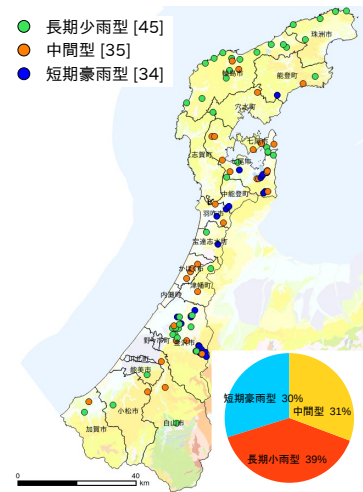


図1 土砂災害発生時の降雨パターン

表1 78事象の捕捉率・空振り率内訳

	現CL	
	捕捉率%	空振り率%
全体	18.8 (15)	20.0 (16)
長期小雨型	4.0 (1)	13.8 (11)
中間型	9.7 (3)	6.3 (5)
短期豪雨型	44.0 (11)	0

年平均2.3箇所

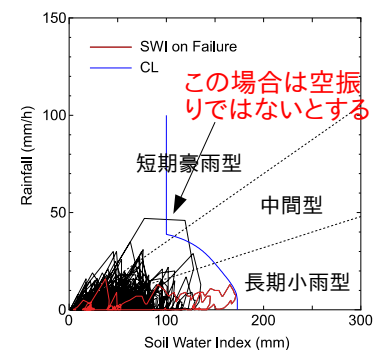


図2 長期小雨型での例

表2 空振り率の補正(2007-2015)

増加	空振り総数	補正空振り数
全体	64	20
長期小雨型	13	1
中間型	21	11
短期豪雨型	30	8

年平均増加回数 2.9

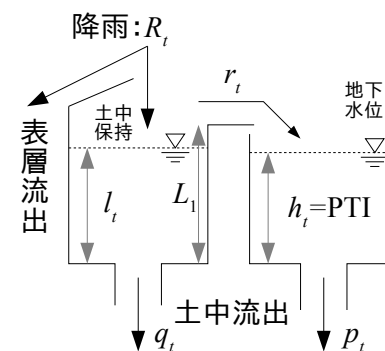


図3 提案する並列タンクモデル

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 0件／うち国際共著 0件／うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Katsutoshi Ueno, Hercio Novela and Yuki Takatsuji	4. 巻 Vol. 13
2. 論文標題 Bearing Capacity of Shallow Foundation on Sand using Flexible Sleeve	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 地盤と防災・環境に関するシンポジウム	6. 最初と最後の頁 46,51
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計21件（うち招待講演 0件／うち国際学会 3件）

1. 発表者名 高原利幸
2. 発表標題 斜面形状によるJanbu法およびFellenius法による必要抑止力の比較
3. 学会等名 公益社団法人地盤工学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 高原利幸
2. 発表標題 並列タンクモデルのパラメータの検討
3. 学会等名 公益社団法人地盤工学会 第55回地盤工学研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 辻慎一郎
2. 発表標題 道路土工と舗装の一体型点検・診断に基づいた長寿命化修繕方法の開発（3）
3. 学会等名 公益社団法人地盤工学会 第55回地盤工学研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 高原利幸
2. 発表標題 並列タンクモデル指標の土砂災害警戒情報発表基準の適用性に関する研究
3. 学会等名 第54回地盤工学研究発表会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 高原利幸
2. 発表標題 補強材を用いた水分測定による補強盛土の健全性評価の可能性
3. 学会等名 第55回地盤工学研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 林あかね
2. 発表標題 残置雨水管を有する歩道に隣接する民地の地下空洞について
3. 学会等名 2019年度地盤工学会四国支部研究発表会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Toshiyuki TAKAHARA
2. 発表標題 A Study on Criterion of Slope Failure Considering Geology and Rainfall Pattern
3. 学会等名 Geoscience-2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 高原利幸, 近藤健太, 上野勝利
2. 発表標題 並列タンクモデルを用いた土砂災害警戒情報発表基準の適用性に関する研究
3. 学会等名 第 53 回地盤工学研究発表会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 近藤健太, 高原利幸, 上野勝利
2. 発表標題 土砂災害警戒情報における CL 作成時の RBFN パラメータ決定法に関する研究
3. 学会等名 第 53 回地盤工学研究発表会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 来島 尚樹, 上野 勝利, 肥前 大樹
2. 発表標題 遠心模型実験のための人工粘土材料の特性
3. 学会等名 第53回地盤工学研究発表会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 柳 振錫, 上野 勝利, 渦岡 良介
2. 発表標題 透水性基礎地盤を有する河川堤防の実大模型実験に対する内部侵食を考慮した数値解析
3. 学会等名 第53回地盤工学研究発表会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 高原利幸, 村田芳信
2. 発表標題 統合物理探査による高水前後の河川堤防の調査の有用性に関する研究
3. 学会等名 土木学会第 73 回年次学術講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 林 あかね, 上野 勝利
2. 発表標題 静電容量型センサを用いた沈下量計測方法の開発
3. 学会等名 平成30年度土木学会四国支部第19回技術研究発表会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 上野 勝利, 内田 純二, 西川 祐平, 林田 昇, 佐々木 諒, 的場 智久
2. 発表標題 閉回路レーダー法による地下水面の多層検出について
3. 学会等名 第53回地盤工学研究発表会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 林あかね、中村謙太、上野勝利
2. 発表標題 静電容量型水位計による地盤内空洞の水位変化計測とSWSの結果について
3. 学会等名 地盤工学会四国支部平成30年度技術研究発表会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 高原利幸
2. 発表標題 土砂災害における降雨パターンと地質・地盤分類の関係
3. 学会等名 第52回地盤工学研究発表会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 近藤健太
2. 発表標題 危険斜面先での地下水位測定による土壌雨量指数の改善に関する研究
3. 学会等名 第52回地盤工学研究発表会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Kenta KONDO
2. 発表標題 A study on sediment disaster prediction method based on measurement of ground water level in slope
3. 学会等名 THE 15TH INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON GEO-DISASTER REDUCTION (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Toshiyuki TAKAHARA
2. 発表標題 A Study on Criterion of Slope Failure Considering Geology and Rainfall Pattern
3. 学会等名 International Conference on Geology & Earth Science (国際学会)
4. 発表年 2018年



1. 発表者名 近藤 健太
2. 発表標題 土砂災害警戒情報におけるCL作成時のRBFNパラメータ決定法に関する研究
3. 学会等名 第53回地盤工学研究発表会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 高原 利幸
2. 発表標題 並列タンクモデルを用いた土砂災害警戒情報発表基準の適用性に関する研究
3. 学会等名 第53回地盤工学研究発表会
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	上野 勝利  (UENO Katsutoshi)  (70232767)	徳島大学・大学院社会産業理工学研究部(理工学域)・准教授    (16101)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------