

P21 AI を用いた土砂災害のリスク評価

Artificial intelligence for the assessment of landslide disaster risk

○内野風香（岡山理科大学）、佐藤丈晴（岡山理科大学）

1. はじめに

中国地方は、平成 30 年 7 月豪雨、平成 26 年広島豪雨等、同時多発的な土砂災害が数年おきに発生し、大きな被害を受けている。豪雨に起因した土砂移動現象の定量的なリスク評価は、防災対策を実施する上で必要となっている。

近年は 3 次元点群データを活用した地形解析図を用いて、専門技術者がリスク評価を行ってきた。これらの作業を AI が客観的に実施することによって、効率的に実施できると思われる。現在この地形解析図を AI による画像認識技術を用いたリスク評価が盛んにおこなわれている（例えば、神山他，2022）。

一方、佐藤（2022）は、山口県防府市で、グリッドデータを直接 AI に学習させた解析モデルを提案した。崩壊リスク評価方針に、塚本（1973）、沖村（1983）などが提案した勾配や斜面の凹凸等の地形量と崩壊の関係に着目したモデルの構築を行っている。

本研究では、佐藤（2022）の手法が、他地域での適用可能性を探る目的として、平成 30 年 7 月豪雨で被災した広島県広島市から呉市にかかる花崗岩地域で検証を行った。

2. リスク評価に用いた 3 次元地形モデル

本研究では、航空レーザ測量データから算出できる 1mDEM を用いて検討した。佐藤（2022）と同様グリッド単位で評価する方針とした。その一方、佐藤（2022）では、3 次元地形モデルとして、グリッド周辺の比高差、傾斜度、ラプシアン の 3 地形指標を採用したが、傾斜度、ラプシアンについては、比高差を用いて構築した 3 次元地形モデルによって、すでに評価されている可能性を考慮して、本検討では、比高差による 3 次元地形モデルのみで検討した。

本検討で使用した 3 次元地形モデルについて図-1 に示した。中央の着色したグリッドを評価対象グリッドとする。評価対象グリッドの

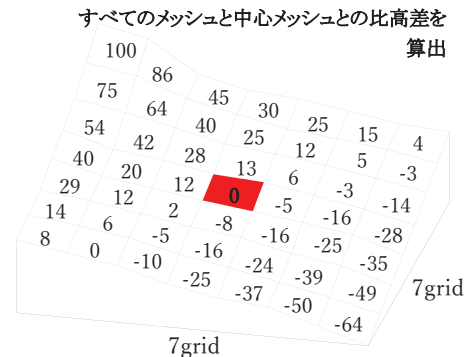


図-1 解析に使用した 3 次元地形モデル

リスク評価に使用する 3 次元地形モデルは、周辺のグリッドの標高値を評価対象グリッドの標高値で差分した値を用いて構築する。

$$HD_{ij} = Z_{ij} - Z \quad \dots\dots\dots (1)$$

HD_{ij} : 比高差

Z_{ij} : 周辺グリッドの標高値

Z : 評価対象グリッドの標高値

周辺グリッドの取り方は、図-1 では 7×7grid を提示した。本研究では、約 400m²(19×19grid) に固定して検討した。

今回学習に使用した崩壊地については、塚本（1973）に記載された 0 次谷のソースエリアで発生した土砂移動現象を用いた。LP データで作成した 2m コンター図を基にソースエリアを抽出し、航空写真と被災前後のグリッドデータで実施した差分析結果を用いて、平成 30 年 7 月豪雨で発生した土砂移動現象を採用した。研究対象地域を広島市から呉市にまたがる花崗岩地域の小起伏山地としたことから、豪雨時に飽和側方流が、このソースエリアに集中し、表土がすべる表層崩壊型の土砂移動現象を本研究の主対象としている。

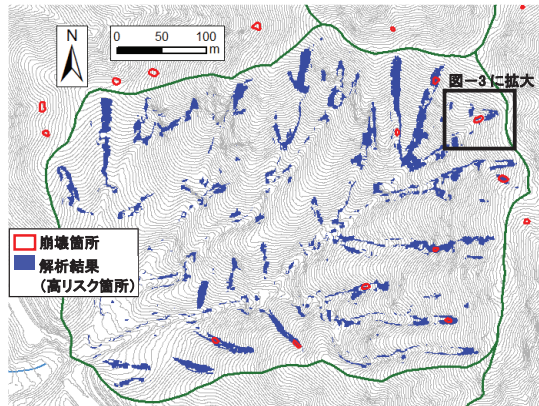
4. 解析結果

解析結果を表-1 および図-2 に示した。表-1 の行項目の Y は亀石川におけるグリッド数を示しており、Y=0 は土砂移動現象が発生していないグリッド数、Y=1 は土砂移動現象が発生した（図-2 中の赤枠内）のグリッド

表－1 亀石川における解析結果

	Y' =0	Y' =1	Recall
Y=0	155415	14323	0.9156
Y=1	67	194	0.7432
Predision	0.9995	0.0133	

Accuracy（正解率）＝0.9153



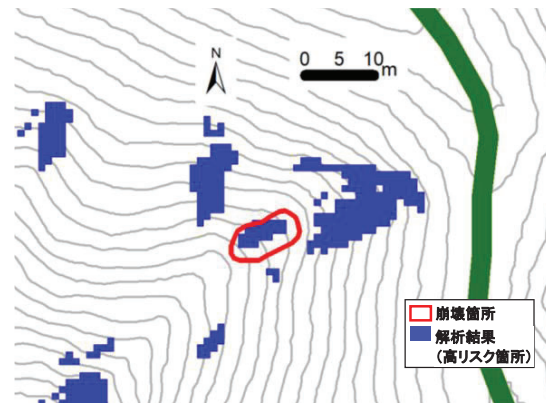
図－2 解析結果の分布(広島県坂町亀石川)

数である。列項目の Y'は解析結果の個数を表している。よって非崩壊箇所の再現率(Recall)は、 $0.9156 = 155415 / (155415 + 14323)$ 、崩壊箇所の再現率は、 $0.7432 = 194 / (67 + 194)$ である。正解率は、

$0.9153 = (155415 + 194) / \text{全グリッド数}$ で求められる。

発生の再現率が低くなっている原因は、グリッド単位で評価している点にある。図－3はある土砂移動現象を拡大した図である。この崩壊箇所 49m^2 (49 グリッド) に対して、高リスク箇所として抽出したのは 19 グリッドにとどまり、かなりの見逃しとなった。崩壊地の赤枠に対して、1m グリッド単位で、すべてのグリッドを的中させることは難しく、どの崩壊地でも周縁部には誤差が発生することから、データ数が少ない分エラーが大きくなる傾向にあり、今後の課題と言える。その一方で、傾斜度とラプラスアンを使用しなかった本検討においても、佐藤 (2022) の正解率 (84～93%：平均 88.9%) とほぼ変わらない結果が得られた。

以上より、花崗岩の小起伏山地において、山口県防府市と広島県坂町で同等の精度が得られたこと、さらに比高差のみの 3 次元地形モデ



図－3 崩壊箇所と解析結果の関係

ルでも十分な精度が得られることから、同様の地形地質形状を示す地域においても検討可能である可能性を提示することができた。

謝辞

本稿執筆に当たり、解析に使用した航空レーザ測量データを貸与いただいた国土地理院にこの紙面を借りて深く感謝申し上げます。また、本研究は、日本学術振興会 科学研究費助成事業「点検技術者の視点に基づいた土砂災害発生のリスク評価手法の開発」により行いました。記して謝意を表します。

参考文献

- 神山嬢子・杉本宏之、野坂隆幸、佐藤昌人、高田香、荒木光一、古木宏和 (2022)：ディープラーニングを用いた地すべり災害発生の危険性評価の検討, 日本地すべり学会研究発表会講演集, pp.172
- 佐藤丈晴 (2022)：ディープニューラルネットワークを用いた崩壊リスク評価手法の高度化, 日本地すべり学会誌, 第 59 巻, 第 5 号, pp1-10.
- 塚本良則 (1973)：侵食谷の発達様式に関する研究 (I) 一豪雨型山崩れと谷の成長との関係についての一つの考え方一, 新砂防, Vol.87, pp.4-13.
- 沖村孝 (1983)：地形要因からみた山腹崩壊発生危険度評価の一手法, 新砂防, Vol.35, No.3, pp.1-8.