

崩壊危険度の低い斜面特性検討の試み

国土交通省 関東地方整備局 利根川水系砂防事務所 後藤 順一^{※1}, 高橋 忍^{※2}
 国土交通省 国土技術政策総合研究所 土砂災害研究室 中谷 洋明, 三浦 俊介
 アジア航測株式会社 ○松田 昌之, 諸隈 暁俊, 西村 直樹, 中村 圭祐, 法覺 俊
 ※1: 現 関東地方整備局 京浜河川事務所, ※2: 関東地方整備局 渡良瀬川河川事務所

1. はじめに

土砂災害の被害の低減のためには、砂防施設等の施設整備に加え、土砂災害防止法による警戒避難対策などのソフト対策が必要である。対策施設の規模や整備場所の決定に重要な災害発生場の予測のために地形や地質等の素因に関する調査研究が進められてきた。一方、警戒避難に重要な土砂災害の発生時間の予測のために誘因となる降雨指標の検討が進められてきた。現在、都道府県砂防部と気象台が運用する土砂災害警戒情報（以下「警戒情報」）は、短期降雨「1時間雨量」と長期降雨「土壌雨量指数」とCL（Critical Line）とを比較し、その超過状況から発表されている。これらは崩壊の結果から崩壊予測を行うアプローチである。実際にはCLを超過したにもかかわらず土砂災害が発生しない斜面は多数ある。そこで本研究ではCLを大幅に超過したエリアにおいて、直近の10年間に崩壊が発生していない斜面の特性に着目し、「崩壊発生期間が長い」あるいは「一降雨での発生率が低い」斜面（以下、崩壊危険度の低い斜面）の特性把握を試みた。

2. 利用データ

CLを大幅に超過したエリアとして、直近2ヵ年に土砂災害が多発した3市町村を選定した。令和元年には台風第19号に伴う豪雨、令和2年には7月豪雨が発生しており、これら豪雨により発生した土砂災害が特に多い。そこで、令和元年及び令和2年に発生した土砂災害のデータとして国土交通省河川局砂防部保全課が所有する土砂災害DB（表1）を活用し、市町村毎の土砂災害発生件数を集計した。その結果、鹿児島県鹿児島市、宮城県伊具郡丸森町、熊本県球磨郡球磨村が特に土砂災害が多発した市町村として抽出された。

さらに詳細な整理を行うため、これらの3市町村に該当する土砂災害警戒区域（以下「警戒区域」）を選定した。また、過去10年間でCLの超過回数が多い3次メッシュを抽出し、そのメッシュに該当する警戒区域の中から地質及び崩壊の発生状況を考慮し、160の警戒区域を選定した。

表1 降雨及び災害等データ一覧

| 項目 | 収集資料 |
|------------|-----------------------------|
| 既往災害に関する資料 | R1及びR2土砂災害DB 保全課 土砂災害DB |
| | 2011年～2018年 保全課 土砂災害DB |
| | <保全課> 台風第19号による被害状況等にデータKML |
| | 熊本県 令和2年7月豪雨災害位置データ |
| 降雨に関する資料 | 災害発生地域の10ヵ年分の解析雨量データ |
| | 都道府県ごとのCL情報及び関連資料 |
| | 都道府県ごとのRBFN値の設定情報 |

本検討では、表2に示すとおり、土砂災害が多発した3市町村に該当する3次メッシュを対象とした整理(①)、3市町村に該当する警戒区域単位の整理(②)、CLを大幅に超過したメッシュに該当する160の警戒区域の整理(③)、それらの160区域における詳細調査情報（警戒区域の区域調査書の詳細情報）整理(④)の4段階実施した。各段階における整理情報は表3の通りである。なお本報告では主に②以降の整理について報告する。

表2 整理段階別の斜面特性整理概要

| 整理段階 | 整理対象 | 整理内容概要 |
|---------------|----------------------|-----------------------------|
| 概略 ↓ 詳細 | ① 3次メッシュ | GISによる概略的なとりまとめ |
| | ② 土砂災害警戒区域全区域 | GISによる概略的なとりまとめ |
| | ③ 土砂災害警戒区域のうち選定160区域 | GISや断面計測を用いた机上調査による詳細なとりまとめ |
| | ④ 区域調査を用いた現地調査のとりまとめ | 区域調査を用いた現地調査のとりまとめ |

| 整理段階①：3次メッシュ | | 整理段階②：土砂災害警戒区域 | |
|--------------|---------------------------|----------------|-----------------------------------|
| 分類 | 項目 | 分類 | 項目 |
| 降雨 | 60分雨量 24時間雨量 土壌雨量指数 RBFN値 | 降雨 | 60分雨量 24時間雨量 土壌雨量指数 RBFN値 |
| | CL超過回数 CL超過時間 CL超過距離 | | CL超過回数 CL超過時間 CL超過距離 |
| | CL超過回数 CL超過時間 CL超過距離 | | CL超過回数 CL超過時間 CL超過距離 |
| 災害 | 災害発生数 | 地質 | 表層地質 地質区分 |
| | 災害発生数 | | ローム台地 地すべり地形 斜面の高さ 斜面の傾斜 斜面方位 微地形 |
| 地質 | 地質区分 (20万分の1 シームレス地質図) | 地形 | 土壌 土壌区分 |
| | 地質区分 (20万分の1 シームレス地質図) | | 植生 植生区分 |
| | 地質区分 (20万分の1 シームレス地質図) | | 災害 災害発生数 |

| 整理段階③：選定160区域 | | 整理段階④：選定160区域（区域調査） | |
|---------------|----------|---------------------|--------|
| 分類 | 項目 | 分類 | 項目 |
| 地形 (詳細) | 斜面高さ(断面) | 地形 (現地調査) | 斜面高さ |
| | 斜面傾斜(断面) | | 斜面勾配 |
| | 縦断形状 | | 下端延長 |
| | 横断形状 | | 地形状況 |
| | 斜面上部 | | 地盤の状況 |
| | 斜面下部 | | 地盤の状況 |
| 対策工 | 対策工種 | その他 | その他の状況 |
| | 対策工種 | | 対策工種 |
| 災害 | 災害発生 | その他 | その他の状況 |
| | 災害発生 | | 対策工種 |

図1 整理段階別の斜面特性整理項目

3. 崩壊危険度の低い斜面の特徴整理

3.1. 地質別の崩壊率の違い

抽出された3市町村には合計で5384箇所(箇所)の警戒区域が該当する(表3)。整理段階②に該当する

表3 市町村別の警戒区域数

| 市町村 | 土砂災害警戒区域 (急傾斜地崩壊) |
|------|-------------------|
| 丸森町 | 143 |
| 球磨村 | 183 |
| 鹿児島市 | 5058 |
| 合計 | 5384 |

5384箇所について、地質区分別の崩壊と非崩壊の頻度を見ると、地質区分3(中生界堆積岩)で非崩壊の比率が高く、崩壊箇所率は0.62%と少ない。また、地質区分5(第三系火山岩)では崩壊箇所率が0%であり、他の5%~10%台の地質と比べても特に小さい(図2)。また、整理段階①においても地質区分5の崩壊率がとくに小さく(表4)、地質区分により崩壊の発生率が異なることがわかった。

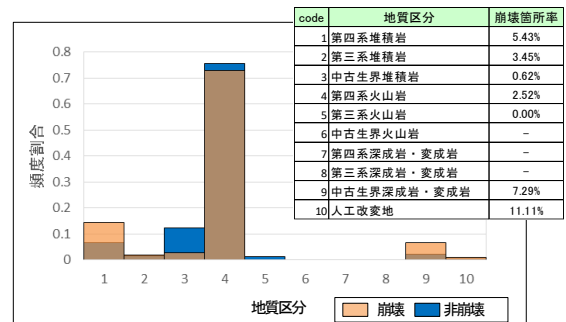


図2 地質区分別の崩壊・非崩壊分布

表4 整理段階別の地質毎の崩壊率の比較

| 整理段階 | 地質1 | 地質2 | 地質3 | 地質4 | 地質5 | 地質9 |
|------|-------|------|-------|-------|------|------|
| ① | 16.13 | 2.38 | 10.05 | 19.30 | 1.64 | 4.17 |
| ② | 5.43 | 3.45 | 0.62 | 2.52 | 0.00 | 7.29 |

崩壊率 = 崩壊数 (メジャー区域) / 対象総数 (メジャー区域)

3.2. キーワード分析から見る崩壊危険度の低い斜面

さらに、抽出した 160 箇所の警戒区域毎に区域調査の情報を整理した (整理段階④)。警戒区域は現地踏査に基づき設定されることが一般的であり、その設定根拠となる地形・地質に関する現地調査結果は、テキスト情報として調査に記載される。このテキスト情報の中から地形・地質に関するキーワードを抽出し、崩壊履歴のある斜面と無い斜面との違いを分析した。その結果、「やや単調」や「比較的凹凸の少ない」、「比較的緩やか」などといった“地表面の変化の小さい斜面を示す表現”を持つ区域では、斜面崩壊が発生しておらず、崩壊危険度の低い斜面の特性である可能性が考えられる。

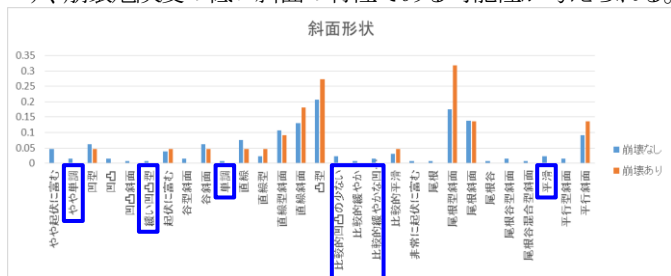


図3 斜面形状に分類されるキーワードと崩壊の有無

3.3. 斜面形状における崩壊危険度の低い斜面の特性

3市町村に該当する 5384 の警戒区域について、5mDEMを用いて算出した斜面の最大高さや勾配等の地形形状と崩壊との関係性を整理した。斜面の最大高さは 20m 未満の区域では崩壊が少なく、より高い斜面を持つ区域ほど崩壊の確率が高くなる傾向がみられる (図4)。また、最大傾斜が 45° 未満の区域では崩壊の割合が比較的小さく、50° を超えると崩壊の割合が高くなる傾向がみられる (図5)。

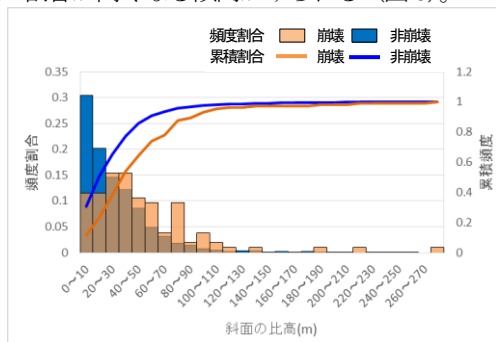


図4 斜面の最大高さ別の崩壊・非崩壊分布

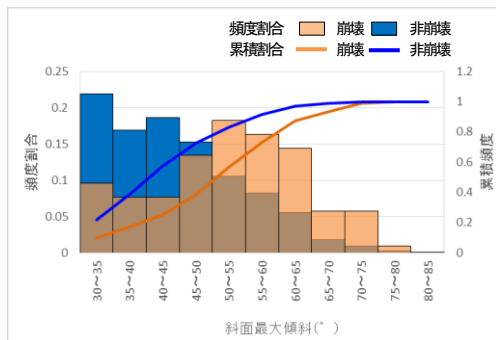


図5 斜面の最大勾配別の崩壊・非崩壊分布

4. 崩壊率に着目した崩壊危険度の低い斜面の特性整理

本研究では、CLを超過したエリアにおける警戒区域とその地形・地質の整理から、崩壊と非崩壊とを区別可能な特性の把握には至らなかった。そこで斜面高さ毎の崩壊率に着目すると、地質区分による違いがあることが確認できた。そこで、崩壊率の変化に着目した地形特性把握の可能性を確認した。5384 箇所の警戒区域の地形情報から、地質毎に斜面の最大高さ毎の崩壊率の変化をグラフ化した。その結果、地質区分をしない場合 (全体) に対して、地質区分1では明らかに斜面高さが小さい段階で崩壊率が高くなる (図6)。これは同じ斜面高さの斜面では地質区分1の方が崩壊の可能性が高いことを示している。また、斜面の最大傾斜についても同様の整理をすると、全体に比べて地質区分1で急激な上昇を示しており、他の地質よりも崩壊危険度が高いことがわかる (図7)。このように、崩壊率の変化に着目することで崩壊危険度の違いを把握できる可能性が得られた。

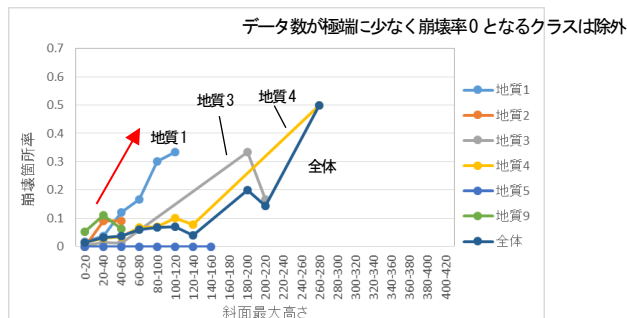


図6 斜面の最大高さ別の地質毎の崩壊率の変化

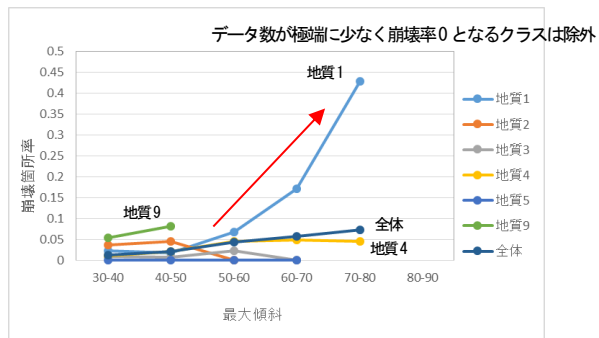


図7 斜面の最大傾斜別の地質毎の崩壊率の変化

5. おわりに

本研究では、土砂災害が多発した3市町村において、崩壊履歴の有無に着目し、崩壊と非崩壊の斜面を分離する地形的要素の把握を試みた。キーワード分析などでは、崩壊と非崩壊を区別可能な表現が含まれている可能性を見いだせたものの、崩壊と非崩壊を二分するには至っていない。そこで、崩壊率の変化に着目し、崩壊の危険度の低い斜面の特性を把握するよう試みた。その結果、斜面の最大傾斜と斜面の最大高さにおいて、地質区分により崩壊率の変化パターンが異なる事例が確認できた。これは、CLを超過するような降雨条件下でも地質毎に崩壊の危険度が異なっていることを示している。今後は、データ量をさらに増やし、より多くの事例で崩壊率の変化パターンに着目した地形・地質特性の整理を行い、崩壊が不規則で間隔が長い等、一降雨当たりの崩壊危険度の低い斜面の特徴を整理していきたい。また、本研究のように警戒区域毎に崩壊・非崩壊を系統的に整理したデータはない。今後はこれらのデータを、警戒区域ベースでの警戒情報の精度検証などにも活用していきたい。