

2.2.5 土砂災害研究部

大規模地震に起因する土砂災害のプレアナリシス手法の開発

Development of pre-analysis method against sediment disaster due to catastrophic earthquake

(研究期間 平成 30～32 年度)

土砂災害研究部 砂防研究室

Sabo Department

Sabo planning division

室 長

主任研究官

研 究 官

内田 太郎

坂井 佑介

泉山 寛明

[研究目的及び経緯]

近年の大規模地震時では大規模な斜面崩壊が被害拡大の主要因のひとつとなっている。地震による被害を最小限に食い止めるためには、早期に斜面崩壊発生状況を把握し、迅速な復旧・復興への対応が必要不可欠である。土砂災害研究部では、平成 7 年の兵庫県南部地震で、六甲山地で表層崩壊が多発したことを踏まえて、「地震時斜面崩壊危険度評価システム」を構築し、精度を検証してきた。しかし、現行の当該システムでは、大規模斜面崩壊については評価ができない。

そこで、本研究では、地形、地盤条件、地震動の条件から大規模な斜面崩壊発生の危険性が評価できる手法を開発し、想定地震における大規模な斜面崩壊を含む斜面崩壊の発生状況を事前に推定することができる手法を構築することを目的とする。

本年度は、素因（地形条件、地質条件）及び誘因（地震特性）と実績崩壊面積率との関係を分析したところ、素因として勾配・曲率・地質、誘因として等価震源距離、最大加速度、地盤変動量の影響が大きいことを把握した。

豪雨時・大規模地震時の土砂生産量予測技術の高度化

Improvement of sediment production prediction during heavy rain and large earthquake

(研究期間 平成 28～30 年度)

土砂災害研究部 砂防研究室

Sabo Department

Sabo Planning Division

室 長

主任研究官

主任研究官

研 究 官

内田 太郎

坂井 佑介

松本 直樹

泉山 寛明

[研究目的及び経緯]

本研究は、詳細な降雨・加速度分布情報や土砂災害発生前後の LP データを活用して豪雨時や地震時の斜面崩壊・土石流発生の実態の分析等を実施し、豪雨時や大規模地震時の土砂生産量予測技術の構築や降雨規模や地震の加速度が崩壊・土石流の規模・密度に及ぼす影響を把握し、砂防堰堤等、既往の砂防施設による事前対策の効果検証や対策手法を確立することを目的とする。

本年は、近年の土砂・洪水氾濫災害事例を対象に航空レーザ測量差分データを用いて生産土砂量を解析した結果、同一降雨・地質条件であっても地域内の生産土砂量は 1 オーダー以上ばらつき、分布様式は対数正規分布で表現できることを把握した。また、大規模土砂生産後の経年的な土砂流出の予測ならびに透過型・不透過型の砂防堰堤の効果評価が可能な次元河床変動計算手法の開発を行った。

流砂水文観測を活用した流域管理に関する研究

Research on watershed management using sediment hydrological observation

(研究期間 平成 29～31 年度)

土砂災害研究部 砂防研究室

Sabo Department

Sabo Planning Division

室 長

主任研究官

主任研究官

研 究 官

内田 太郎

松本 直樹

坂井 佑介

泉山 寛明

[研究目的及び経緯]

本研究は、近年直轄砂防事務所を中心に蓄積されてきた流砂観測データを活用し、河床変動計算と組み合わせて砂防基本計画に必要となる流出土砂量の推測や流域状況診断技術及び将来予測技術を構築し、観測データを活用した総合土砂管理手法を提案するものである。

本年は、掃流砂観測機器を用いた現地実験およびデータの整理分析を行い、観測機器の変形、経年劣化、設置方法の違いが観測結果に与える影響について検討を行った。また、過去に得られた流砂量観測データの分析から、流域の平常時、異常時の流砂特性の違いを分析した。

砂防事業評価における被害推定手法に関する研究

Research on the hazard prediction method for cost-benefit analysis for sediment-related disaster prevention

(研究期間 平成 25～31 年度)

土砂災害研究部 砂防研究室

Sabo Department

Sabo Planning Division

土砂災害研究部 土砂災害研究室

Sabo Department

Sabo Risk – Management Division

室 長

主任研究官

研 究 官

室 長

主任研究官

内田 太郎

松本 直樹

泉山 寛明

野呂 智之

野村 康裕

[研究目的及び経緯]

本研究では、砂防事業の事業評価における被害推定手法の高度化をはかることを目的とする。具体的には、①降雨流出解析手法の高度化、②様々な土砂移動形態を解析可能な土砂流出・河床変動計算手法の高度化、③降雨流出解析、土砂流出・河床変動計算における各種条件設定手法の提示を目的とする。

本年は、昨年度構築した河床勾配が急な区間を流下する土石流から勾配が緩い区間を流下する掃流砂まで複雑な土砂移動形態の変化に対応した数値シミュレーション手法について、掃流状集合流動区間における細粒土砂と浮遊砂の挙動および掃流砂への移行過程のモデルを改良した。また、改良したプログラムを用いて九州北部豪雨を対象に適用性を検証した。

応急活動時の二次災害防止に用いる土砂災害危険度評価指標 に関する研究

Research on sediment disaster risk assessment index used for secondary disaster prevention at emergency

(研究期間 平成 29～30 年度)

土砂災害研究部 土砂災害研究室
Sabo Department
Sabo Risk-Management Division

室長
Head
主任研究官
Senior Researcher
研究員
Research Engineer

野呂 智之
Tomoyuki NORO
野村 康裕
Yasuhiro NOMURA
鈴木 大和
Yamato SUZUKI

We collected and analyzed the cases of slope failures at no rainfall. We also conducted a detailed survey at the study group. As a result, it was found that there are many cases that occur in the Quaternary volcanic rock and pyroclastic flow distribution area, which occur largely behind the end of rainfall in the Kyushu region. Furthermore, on the slope where slope failure occurred when there was no rainfall, it was common that multiple geology including large-scale pyroclastic flow deposits formed a thick stratified structure. We also confirmed that groundwater was pumped out from the geological boundary. It is speculated that this groundwater is closely related to slope failure during no rainfall.

【研究目的及び経緯】

降雨終了後、あるいは直近の降雨の影響を受けず、全くの無降雨時に発生する斜面崩壊（以下、「無降雨時等崩壊」と言う。）については、事前の警戒避難が困難であることから、極めて危険な崩壊現象であり、過去にも地域住民に人的被害が生じている。また、救助・捜索や復旧・点検活動中の二次災害の危険性も高く、昭和 47 年に高知県土佐山田町で捜索救助活動中の消防団員等 60 名が無降雨時等崩壊に巻き込まれた。

本研究では、地域住民の的確な警戒避難行動の判断に加え、災害現場で活動にあたる TEC-FORCE 等が二次災害に遭うことを防ぐことを目的として、無降雨時等崩壊の事例を収集・分析した。また、平成 30 年度からは「無降雨時等の崩壊研究会」（以下、「研究会」と言う。）を発足し、学識者・行政担当者と合同調査を行い、危険斜面の抽出手法を検討した。

【研究内容】

1. 無降雨時等崩壊事例の収集・分析

関係市町村図書館や Web 情報を収集し整理した（図-1）。その結果、九州地方の降雨終了から大きく遅れて発生する事例は第四紀火山岩・火砕流分布域に多い傾向であることが分かった。また、降雨終了から 6 時間～1 日程度の遅れ時間の事例が多い傾向であった。

ただし、収集した事例は先行降雨（量や降り方）や崩壊現象（規模や崩土の流動性）など様々であり、降雨量や降雨終了からの遅れ時間などを基準に「無降雨時等崩壊」という現象を定義づけることは困難であった。

2. 無降雨時崩壊発生の恐れがある危険斜面の抽出手法の検討

九州地方内の無降雨時崩壊発生箇所において、研究会が崩壊地の地形・地質等について現地調査を行った。

その結果、無降雨時等崩壊が発生した斜面では、大規模な火砕流堆積物を含む複数の地質が厚く成層構造を形成していることが共通していた。また、その地質境界から地下水が湧出していることを確認した。

また、研究会では水文調査を実施し（図-2）、火砕流台地内部の複雑な水理地質構造の影響を受け、無降雨時等崩壊が発生した斜面には地下水が集まること明らかになった。この地下水が無降雨時等崩壊と大きな関連性があると推測された。

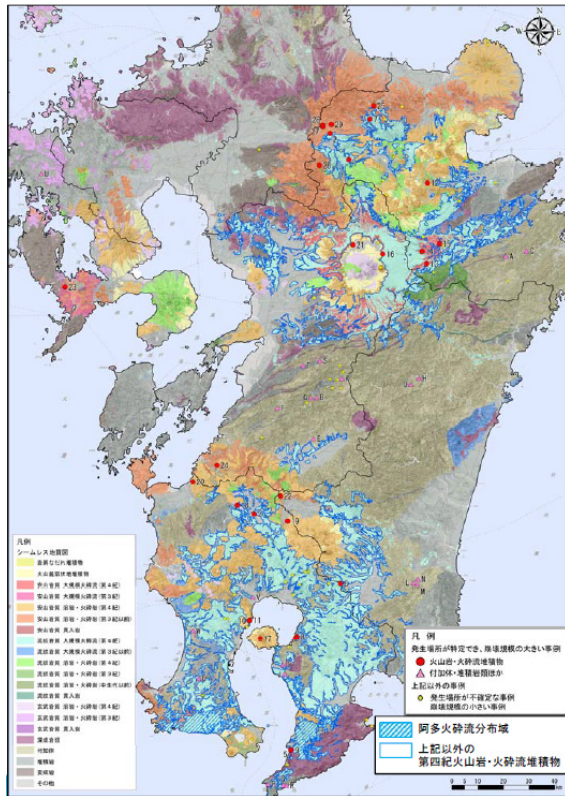


図-1 無降雨時崩壊事例の収集結果（九州地方）



写真-1 鹿児島県垂水市での合同現地調査の様子

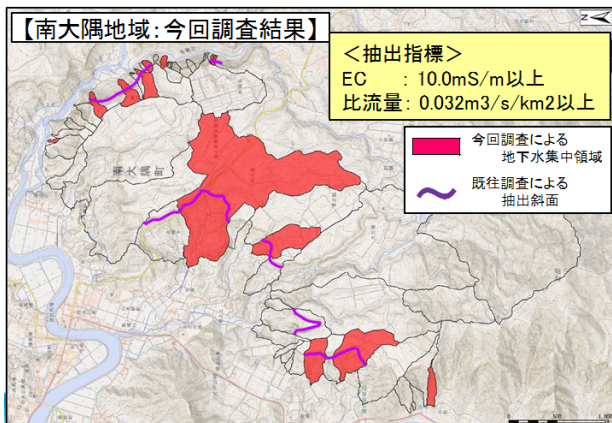


図-2 水文調査結果（南大隅町での結果）

【研究成果】

無降雨時崩壊発生のある危険斜面の抽出手法は、図-3のように3段階の絞り込みで特定を行う。

まず、広域で把握可能な地質構造、地形特徴と過去の無降雨時崩壊の発生実績から危険斜面を含む地域を広域に抽出する。

次に、崩壊跡地、地下水に関連する微地形等を解析し、危険斜面を含む一連斜面の絞り込みを行い、警戒斜面を特定する。

さらに、この一連斜面のうち、水文調査の結果、比流量等の観点から見た湧水量や電気伝導度の計測値が高い斜面を危険斜面と特定する。

ただし、本抽出手法の詳細については継続して研究会で調査・検討した後に、マニュアル等を作成する予定である。

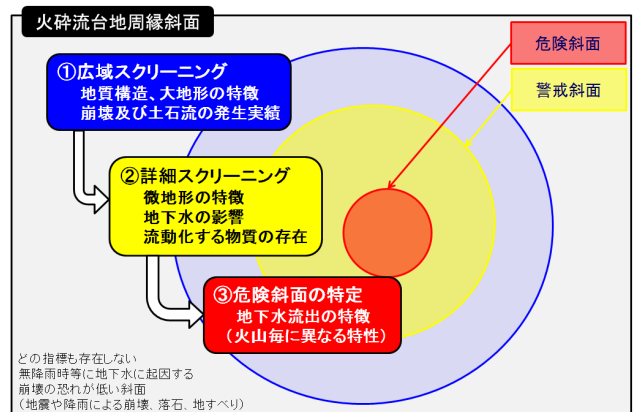


図-3 危険斜面抽出マニュアルの概念図

【成果の活用】

本研究の成果は、火砕流台地周縁の地域住民の警戒避難対策に活用されるとともに、火砕流台地周縁で災害対応業務、関連工事を行う者の安全管理に役立つことを期待する。

【参考文献】

- 1) 無降雨時等の崩壊研究会（九州地方整備局 HP 内）
<http://www.qsr.mlit.go.jp/n-kawa/mukouuzihoukai/mukouuzihoukai.html>

崩壊土量予測技術の開発と急傾斜地崩壊対策への活用に関する研究

Research on The development of prediction technology of collapsed sediment volume and its application to countermeasure against slope failures

(研究期間 平成 28～30 年度)

土砂災害研究部 土砂災害研究室
Sabo Department
Sabo Risk-Management Division

室長
Head
研究官
Researcher

野呂 智之
Tomoyuki NORO
村田 郁央
Ikuo MURATA

It is necessary to identify the site tend to collapse and predict of collapsed sediment volume in order to plan steep slope failure prevention works effectively. In this study, we made a manual to estimate the place which tends to collapse and the volume of collapsed sediment using SH type handy dynamic cone penetrometer. Moreover we used SH type handy dynamic cone penetrometer at in-situ test and compiled the points of attention of using SH type handy dynamic cone penetrometer.

【研究目的及び経緯】

合理的な急傾斜地崩壊対策施設の設計を行うためには、対象斜面のうち崩壊の蓋然性の高い箇所を特定し、崩壊土砂量を推定する必要がある。実際の急傾斜地崩壊防止工事の設計に当たっては、多くの都道府県においてボーリング等の各種地盤調査を行っているものの、調査結果を施設設計に活かしている事例は少なく、過去の統計値¹⁾を使用していることが多い。

本研究は、SH型簡易貫入試験を用いた土層区分から合理的な崩壊土砂量を推定する手法を開発することを目的とする。

【研究内容】

本研究では、都道府県の急傾斜事業担当者が地盤調査を設計に活用しやすくなるよう、1打撃毎の貫入深(Nd/drop値)を計測することで表層の土層を詳細に調査可能なSH型貫入試験を用いた崩壊位置や崩壊土砂量を推定するマニュアル案を作成し、実際の急傾斜事業実施箇所で使用し留意点を整理した。

過去の論文等で呼称がバラバラであった簡易貫入試験や試験結果の単位を「SH型貫入試験」および「Nd/drop値」に統一し、崩壊土砂量算出マニュアルを作成した。長野県内の花崗岩地質の急傾斜事業実施箇所において、SH型貫入試験を実施した。土層区分指標²⁾を用いて得られたNd/drop値の下限値と波形から土層区分を行った。検証のための調査地点としては、SH型貫入試験の妥当性が評価できるようにボーリングを実施している現場を選定した。

調査地点間隔の違いによる土層断面図の違いを検証

するために、調査地点間隔が広い場合と狭い場合でそれぞれ土層断面図を作成した。調査地点間隔は広い場合が約20m、狭い場合が約10mとなるように選定した。

【研究成果】

尾根地形の事例(図.1上段)では、約20m間隔の調査のみでは斜面全体の風化が進んでいると判断することになる。しかし、中間点でもSH型貫入試験を実施すると、風化が進んでいるのは一部であったことが判明した(図.1下段)。この事例では、SH型貫入試験を併用することで過大設計を避けることができる。

谷地形の事例(図.2上段)では、調査地点間隔が20mだと斜面中腹に堆積した表土を見逃してしまい過少設計となる恐れがある。10m間隔にすることで地表の微地形だけでは判断できない土層構造を把握することが出来る(図.2下段)。

谷地形と比べると尾根地形の方が全体的には堆積した風化土層が薄い、やせ尾根などの場合には局部的に風化している場合がある。

室内土槽実験から作成した土層区分指標に現地試験の結果を加え、表.1とした。土層区分指標はマサ土および風化花崗岩を室内で締め固めたものを用いて作成した。なお、実斜面においても花崗岩地質の斜面においてはNd/drop値の範囲は同程度となった。一方、堆積岩地質の斜面においては全体的な傾向は指標と同様であったが、Nd/drop値の目安は若干異なっていた。このため堆積岩地質の斜面の目安は別途定める必要がある。

線状降水帯による土砂災害の発生場・時期の評価手法の開発

Development of evaluation method of sediment disaster occurrence conditions due to band-shaped heavy rainfall

(研究期間 平成 30～34 年度)

土砂災害研究部 土砂災害研究室

室 長 野呂 智之

主任研究官 野村 康裕

[研究目的及び経緯]

線状降水帯等の集中豪雨により、同時多発的に土砂災害が発生する事例が多くなっており、このような土砂災害に対する危険度評価の高度化が必要となっている。

本年度は文部科学省等の約 100 年後の降雨予測データを用い、気候変動による将来の降雨特性の変化が土砂災害発生頻度に与える影響について分析した。

急傾斜地崩壊対策施設の機能高度化に関する研究

Research on The development of facility placement plan according to collapsed sediment volume and method of retaining wall maintenance

(研究期間 平成 29～31 年度)

土砂災害研究部 土砂災害研究室

室 長 野呂 智之

研 究 官 村田 郁央

[研究目的及び経緯]

計画時の想定規模を超える土砂災害により、対策施設に被害をおよぼす事例が発生している。また、施工から時間の経った施設では老朽化により施設の機能低下が見られ、災害時に必要な機能が発揮されない恐れが指摘されている。本研究は、個別のがけに応じた施設の効率的な配置計画・設計および長寿命化に資する維持管理・点検手法を開発することを目的とする。

本年度は、平成 30 年 7 月豪雨による愛媛県内のがけ崩れと、平成 30 年胆振東部地震によるがけ崩れの流動化して長距離移動した崩壊土砂について土質試験を実施した。また、厚真町内の崩壊土砂について土砂災害警戒区域等と比較したところ、危険箇所の外側からも崩壊するような大きな崩壊の場合には長距離流動する傾向が見られた。

リモートセンシングによる大規模土砂災害監視手法に関する研究

Research on the monitoring method of catastrophic landslide disasters by satellite remote sensing

(研究期間 平成 25～31 年度)

土砂災害研究部 土砂災害研究室

室 長 野呂 智之
主任研究官 野村 康裕
研 究 員 鈴木 大和

[研究目的及び経緯]

大規模土砂災害につながる恐れがある深層崩壊等の予兆となる微小な斜面変動を検出するための技術や、同時多発的な災害の被害状況を迅速に把握するための技術など、大規模な土砂移動現象に対する広域監視技術が求められている。

本研究は、広範囲の流域を対象とした干渉 SAR 解析による斜面変動検知手法や、災害時の迅速な被災状況把握手法を検討し、効率的な流域の大規模土砂移動現象の監視手法を開発することを目的とする。

本年度は、大規模土砂災害や同時多発する斜面崩壊等の災害直後の被災状況把握を目的とした SAR 強度画像判読において、災害前後画像の判読事例の分析等を実施しその結果を踏まえ判読マニュアル案の作成を行った。また、技術者が SAR 画像判読をより効率的に実施出来るよう、災害前後画像の散乱強度の変化を定量化した指標を用いて大規模土砂災害箇所等を抽出する手法について検討を行った。

土砂災害対策フェーズに応じた危機管理に関する研究

Research on risk management according to sediment disasters prevention phase

(研究期間 平成 28～30 年度)

土砂災害研究部 土砂災害研究室

室 長 野呂 智之
研 究 官 村田 郁央
研 究 員 鈴木 大和

[研究目的及び経緯]

土砂災害に対する警戒避難体制の強化のため、土砂災害警戒情報の精度向上、避難勧告の解除の是非の判断等、警戒期・急迫期、応急対策期の各フェーズに応じて情報収集から住民への提供まで一連のタイムラインを考慮した上で適切な危険度評価を行うことが必要である。

本研究は、土砂災害警戒情報の精度向上等、土砂災害発生危険度評価技術の高度化のため、各評価メッシュの素因特性を評価する環境パラメータの開発を行うとともに、当該環境パラメータの精度向上を継続的に進めていくための土砂災害データベースのシステムの機能向上等を行うことを目的としている。

本年度は、土砂災害データベースに砂防関係施設や土砂災害警戒区域のデータを統合して管理する「砂防データベース」の検討を実施し、統合にあたっての課題や調整事項を整理した。

停滞性の局所的豪雨等による土砂災害危険度評価システムの開発

Development of risk assessment system for sediment disaster due to stagnant local heavy rain

(研究期間 平成 30～34 年度)

土砂災害研究部 土砂災害研究室

室 長 野呂 智之
主任研究官 野村 康裕

[研究目的及び経緯]

土砂災害の危険度情報としては降雨データによる土砂災害警戒情報があるが空振りのケースもあり必ずしも住民の避難に繋がっていないとの指摘がある。地質等の地域特性を考慮することでより精度の高い土砂災害危険度評価手法の開発が必要である。

本年度は過去の土砂災害データ、時間雨量データ、地質データ等を収集するとともに、機械学習に関する文献を収集し土砂災害危険度評価に適した手法案を検討した。