

ブラジル国の土砂災害特性と土石流対策の能力向上にむけて

八千代エンジニアリング株式会社 ○西尾陽介 溝口昌晴 下大迫博志 竹島秀大 後藤宏二
 一般財団法人砂防・地すべり技術センター 嶋丈示
 株式会社建設技術研究所 吉田圭佐、株式会社建設技研インターナショナル 中村直登

1. はじめに

ブラジル国の都市部及び都市近郊地域では、都市の拡張により斜面や谷出口等の土砂災害危険地域への住宅立地拡大が進んでおり、土砂災害による被害が拡大している。2011年1月には、リオデジャネイロ州で豪雨による土砂災害とフラッシュフラッドが発生し、行方不明者約400名、死者900名を超え、約2万人が家を失うというブラジル史上最大の土砂災害が発生した。

ブラジル政府は、この災害を契機として多年度計画プログラム「災害リスク管理・対応プログラム」を策定し、現在も継続されている。これまでの取組で斜面崩壊災害に関するリスク評価や早期警報発令及び構造物対策等の手法はマニュアル化されているが、土石流構造物対策に関する知識や経験が少なく、技術基準が策定されていない状況にある。

本報告では、ブラジル国の土石流発生特性を明らかにした上で、ブラジル国での土石流対策能力の向上にむけた日本の技術協力（JICAプロジェクト）について報告する。

2. ブラジル国の土砂災害特性

2.1 これまでに発生した土砂災害

ブラジルでの最も古い土砂災害記録は、1928年にサンパウロ州サントス市で発生したものであるが、80人の犠牲者があったという情報の他は、詳細な記録は残



図-1 テレゾポリス市プリンシペ川の土石流災害

(出典：国家統合省提供)

っていない。近年発生した代表的な土石流災害は、2011年1月にリオデジャネイロ州の山岳地域にあたるノバフリブルゴ市、ペトロポリス市及びテレゾポリス市で発生した災害である。中でもテレゾポリス市では、雨期に入ってから100mm/日を超える降雨が複数回記録されており、2011年1月災害時にプリンシペ川等で大規模土石流が発生し、572人の死者行方不明者が出た。

2.2 土砂災害発生地域の特性

ブラジル国の自然災害に関する統計データであるブラジル災害デジタルアトラスの1991年から2021年までの土砂災害の発生件数を分析した結果、ブラジル南東部地域のサンパウロ州、ミナスジェライス州、リオデジャネイロ州が際立って多く、次いで南部地域のサンタカタリーナ州、南東部地域のエスピリトサント州が多い。これらの州はいずれもブラジル国の南東部から南部にかけてのSerra do Marと呼ばれる山岳地域に位置する州であり、土石流災害リスクが高い。

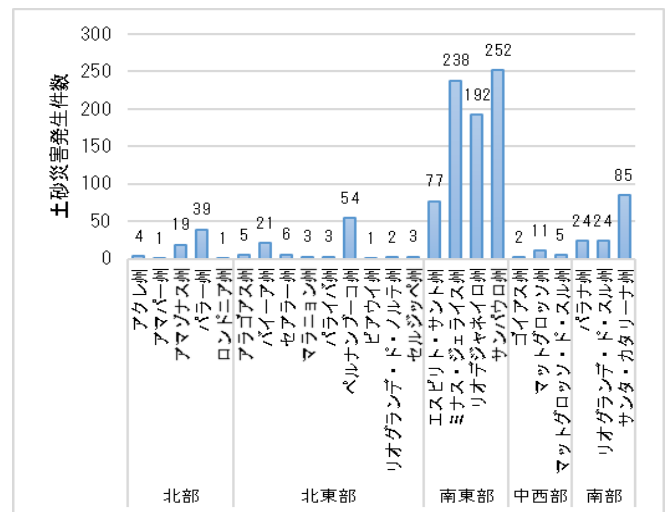


図-2 土石流災害の発生リスクが高い地域

2.3 土石流災害の特性

2011年1月災害の土石流発生箇所の調査結果データを分析した結果、以下の土石流発生特性が得られた。

【流域面積】土石流災害は流域面積0.01km²～5km²の溪流で発生している。

【溪床勾配】土石流災害は流域内の最急溪床勾配が10°以上の溪流で発生している。

【氾濫状況】土石流の氾濫開始点の溪床勾配は2°～15°の区間で氾濫しており、特に5°≤θ<10°の区間が多い。また、土石流の到達末端の溪床勾配は1°～4°の

区間であり、特に $2^{\circ} \leq \theta < 4^{\circ}$ の区間が多い。

上記の結果から、ブラジル国の土石流災害の特性は、日本の土石流と類似した傾向を示すと考えられる。

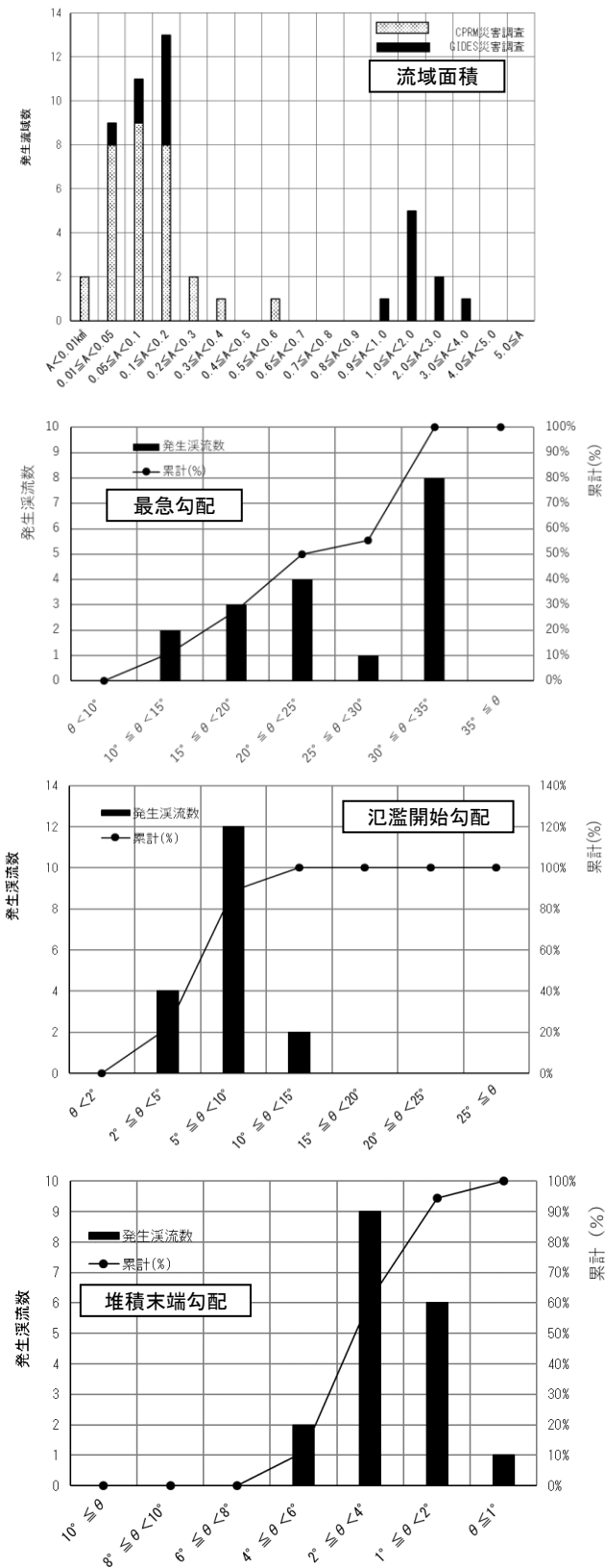


図-3 ブラジル国の土石流災害特性 (2011年1月災害)

(ブラジル地質調査所 (CPRM) 調査結果より作成)

3. 土石流対策の能力向上にむけて

3.1 簡易リスクマッピング

これまでの技術協力により、日本の土砂災害防止法に基づく基礎調査を参考とした土石流災害のおそれのある区域を設定する手法は確立されているが、調査に時間を要している状況にある。しかし土石流の構造物対策を実施するためには、整備優先度が高い溪流を抽出する必要があることから、前述の土砂災害特性を踏まえ、溪流の流域面積、溪床勾配を指標としたGISによる土石流の簡易リスクマッピングを作成した。GISを活用することにより、各市政府の技術職員が、土石流対策事業が必要となる溪流を抽出し、保全対象数に応じた優先度評価を行うことが可能となった。この優先度評価結果は、科学的根拠に基づいた土石流対策事業の必要性を示す説明資料としての活用が期待される。

3.2 構造物対策

ブラジル国では、発電用、洪水対策、利水を目的としたダムが設置されているが、これらは砂防堰堤とは機能や性能が異なるものである。そこで砂防堰堤の呼称を「Barreira Sabo」(砂防バリア)とすることが本プロジェクト (SABO プロジェクト) の技術委員会から提案された。本プロジェクトで整備予定の砂防堰堤は、ブラジル国の土石流が日本と類似した特性を有していることを踏まえ、コンクリート不透過型砂防堰堤及び鋼製透過型砂防堰堤を計画している。

今後、日本の砂防堰堤の技術基準を基本とした設計法に基づき、ブラジル側の技術委員会が中心となって設計マニュアル案をとりまとめ、パイロット地域での検証を行った上で、ブラジル国の土石流特性に応じた土石流対策工の設計手法を確立していく予定である。

4. おわりに

ブラジル国では、土石流構造物対策を実施した経験がほとんどないことから、土石流構造物の計画、設計及び施工を担える技術者の育成、及び各工程を適切に管理監督できる行政担当者の育成が必要となる。そこで今回の技術協力では、土石流対策構造物の特性、設計、施工管理、維持管理方法にかかる技術指針を作成し、技術指針を活用・普及するためのツール及び計画を策定し、技術移転を進めていく予定である。

本報告は、JICAプロジェクト「強靱な街作りのための土砂災害構造物対策能力向上プロジェクト (SABO プロジェクト)」及び「統合自然災害リスク管理国家戦略強化プロジェクト (GIDES プロジェクト)」のとりまとめ結果であり、土砂災害実績データはブラジル国地域開発省及びブラジル地質調査所の調査結果を活用した。また JICA 長期専門家の越智氏より多数のアドバイスをいただいた。ここに記して感謝の意を表します。

ⁱ W.A. Lacerda, A.L. Coelho Netto, A.M. Sato (2019): Technical report on landslide related disasters in Brazil, Slope Safety Preparedness for Impact of Climate Change, ISBN 9780367885533, CRC Press, pp.44-70