

## 拠点研究（一般推進）（課題番号：2019A-01）

課題名：乾燥・半乾燥地域における世界遺産の洪水リスクマネジメントに関する国際研究拠点形成

研究代表者：角 哲也，水資源環境研究センター教授

研究期間：平成 31 年 4 月 1 日 ～ 令和 2 年 3 月 31 日

共同研究参加者数：20 名（所外 8 名，所内 12 名）

- ・大学院生の参加状況：7 名（修士 4 名，博士 3 名）（内数）
- ・大学院生の参加形態【現地調査同行，データ分析，数値計算，シンポジウム発表など】

研究報告：

### 【研究目的・趣旨】

近年，中東・北アフリカ地域の乾燥・半乾燥地域のワジ（涸れ）川流域において，フラッシュフラッドが頻発しており，地球温暖化の影響とも指摘される．ユネスコに登録された世界遺産も洪水のリスクに晒されており，2018 年 11 月 9 日に，ヨルダンのペトラ遺跡で洪水が発生し，日本人観光客が危うく流されそうになった．

このようなワジのフラッシュフラッド対策では，ソフト対策（降雨－流出モデルに基づく予警報システムの導入，土地利用計画など）とハード対策（洪水貯留施設などの建設）を組み合わせた多面的なアプローチが重要である．

そこで，本研究では，ユネスコ・カイロ事務所やヨルダン・ペトラ開発庁（PDTRA）と連携し，ヨルダンやエジプトなどにおける世界遺産の所在地を中心に，①過去の災害履歴を整理するとともに，②近年の降雨発生情報をもとに，降雨－流出モデルを開発して洪水再現を行うとともに，洪水リスクマップの作成を試行し，③ UNESCO，日本の外務省や旅行業界などの関係者にリスク情報を提供するためのツールを開発し，④一連の成果を広く共有するための国際会議を開催（2020 年 2 月）することを目的とした．

### 【研究経過】

#### 1. 過去の洪水履歴および既往対策の整理

エジプトに所在するユネスコ・カイロ事務所を訪問（2019.8.28）し，中東および北アフリカの考古学的ワジ流域の世界遺産の過去の洪水履歴，地質，適用可能なハードおよびソフト対策，現在，ユネスコで進めているワジのフラッシュフラッド対策の検討状況について意見交換を行い，これら情報をもとに過去の洪水履歴および既往対策の整理を行った．

#### 2. 洪水災害に関する既往文献の調査

中東および北アフリカの考古学的ワジ流域の世界遺産の洪水災害リスクについて文献調査を実施し，過去の被害歴，気候変動による影響の有無などを整理した．

#### 3. ヨルダン・ペトラ遺跡の洪水に対する現地調査

2018 年に発生した洪水に関する現地調査を 2 回実施（2019.8.24-27, 2019.10.23-26）し，2018 年洪水の記録，現地の水文データの収集・記録体制，洪水予警報体制（観光客に対する事前およびリアルタイム周知を含む），ハザードと土地利用規制，橋梁や BOX カルバートの洪水疎通能力の評価，ワジ上流における洪水・土砂・流木の貯留・捕捉の可能性などについて，ペトラ管理庁およびヨルダン水資源灌漑省，また，ジョルダン大学，ユネスコ・アンマン事務所などと意見交換を行った．

#### [研究成果]

##### 1. 降雨－流出モデルを用いた既往洪水の再現

エジプトやオマーンを中心とする乾燥地域でのフラッシュフラッド再現計算に使用されてきた Hydro-BEAM-WaS モデル（京都大学）および RRI モデルを用いて、2018 年の洪水の再現計算を行い、現地調査データを用いて検証、キャリブレーションを行った。さらに、過去の降雨観測データを用いて、主要な既往洪水の再現を行った。

##### 2. 人的被害の低減を目的とした洪水リスクマップ作成

上記のシミュレーション結果に基づき、人的被害を軽減するためのソフト対策として洪水ハザードマップを作成するための基本情報を整理した。さらに、リスク情報を提供するための方策について検討を行った。

##### 3. 遺産保護を目的としたハード対策の提案

同時に、これらを活用し将来予測される降雨により生起するフラッシュフラッドをシミュレーションし、逼迫した洪水による遺産損傷リスクを明確にするとともに、洪水貯留ダムの設置などハード面での対策と期待される洪水被害低減効果を検討した。

##### 4. 第 5 回国際シンポジウムの開催

一連の研究成果を、中東・北アフリカ各国の研究者や UNESCO と共有し、これまでの 4 回のシンポジウムを総括する形で、京都大学で第 5 回国際シンポジウム(The 5<sup>th</sup> International Symposium on Flash Floods in Wadi Systems (5<sup>th</sup> ISFF))を開催（2020.2.26-28, 京都大学宇治キャンパスおうばくプラザ）した。中東・北アフリカからの参加者は、エジプト、ヨルダン、オマーン、サウジアラビア、UAE、スーダン、チュニジア、アルジェリア、モロッコなどから約 30 名、これらに、UNESCO-IHP, UNESCO-CAIRO, UNESCO-AMMAN オフィスからも参加者を得た。これらに日本の国土交通省, JICA, NHK, また、コンサルタント, ゼネコン, 国内他大学研究者および学生（東北大学, 宮崎大学など）, 学内研究者および学生が延べ約 90 名が参加した。

#### [研究成果の公表]

第 5 回国際シンポジウムにおいて、主要な口頭発表者およびポスター発表者の発表概要を収録したシンポジウム論文集を作成した。