

令和 6 年 5 月 26 日現在

機関番号：14301

研究種目：国際共同研究加速基金（国際共同研究強化(B)）

研究期間：2020～2023

課題番号：20KK0094

研究課題名（和文）気候変動を考慮したワジのフラッシュフラッドのリスク分析および早期警戒システム開発

研究課題名（英文）Risk analysis of wadi flash flood considering climate change and development of early warning system

研究代表者

角 哲也（Sumi, Tetsuya）

京都大学・防災研究所・教授

研究者番号：40311732

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 14,500,000円

研究成果の概要（和文）：近年、乾燥地の顕著なワジ（涸れ谷）においてフラッシュフラッドが増加しているオマーンを対象に、スルタン・カブース大学と共同で、以下について国際共同研究を行った。1）ワジのフラッシュフラッドの降雨流出現象の再現精度の向上、2）極端イベントの増加傾向の定量化と気候変動シナリオに基づく将来予測、3）ワジ上流域における降雨-洪水流出-土砂輸送のモニタリングによるWFF発生検知、4）モニタリングデータを用いた洪水被害軽減のためのリアルタイム早期警報システムの開発。その結果、フラッシュフラッドの洪水流や洪水前後の河床変動特性などを明らかにすることに成功し、洪水早期警戒システムの開発のための基礎を構築した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究は、従来、モニタリングデータが非常に限られていた乾燥地のワジ流域において、ドローンやWEBカメラ、土砂流下を検知するインパクトセンサーなどを駆使した先進的なモニタリング手法を複数組み合わせ、フラッシュフラッドの水理および土砂生産特性を明らかにしようとしたものである。数少ないフラッシュフラッドの発生をこれら観測手段で捉えることに成功し、学術的にも貴重な現地データを取得した。また得られた成果は、フラッシュフラッドの降雨-流出-土砂流出の現象解明に寄与するとともに、オマーンを含めた同様な地域のワジ流域の今後の持続可能な管理と防災対策の向上に寄与することが期待される。

研究成果の概要（英文）：In collaboration with Sultan Qaboos University in Oman, we conducted an international joint research study on the following topics, where flash floods have been increasing in wadi systems in recent years. 1) Improving the reproduction accuracy of flash flood rainfall runoff phenomena in wadis, 2) Quantifying the increasing trend of extreme events and predicting the future based on climate change scenarios, 3) Monitoring rainfall-flood runoff-sediment transport in the upper reaches of wadis 4) Development of a real-time early warning system for flood damage reduction using monitoring data. As a result, we succeeded in clarifying the flood flow of flash floods and the characteristics of river bed changes before and after floods, and laid the foundation for the development of a flood early warning system.

研究分野：水工学

キーワード：洪水 ワジ フラッシュフラッド 気候変動 早期警戒システム

1 . 研究開始当初の背景

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.ここで,ワジの洪水の特徴は,1)平常時は全く水が流れていないが,総降雨量 10~15mm 程度でもほとんど地下に浸透せずに表面流出となり,急激に洪水流が押し寄せてくる,2)河床には砂を中心に,角礫を含む砂礫が厚く堆積し,洪水時には短時間の急激な土砂移動が発生していることが想像される,3)表流水はないが,砂礫層の下に地下水が流れ,これを取水して生活するために,ワジ近傍に農地や住居が所在している,4)人口増加により居住地域の拡大が求められワジの下流地域が土地開発されるケースがあり洪水リスクが増大している,ことにある.



図 1 GSMaP による降雨観測

その代表的な例が,2018年11月9日にヨルダンの世界遺産ペトラ遺跡を襲った洪水であり,日本人を含む観光客 3000 人があわよく流されそうになった.これを見た日本のマスコミ各社は,「土石流」と報道したが,正確にはフラッシュフラッドである.日本のマスコミは,「砂漠の死因第一位が水死」であることに興味を持った報道がなされたが,事実,これまでも 1963 年にも洪水が起こってフランス人観光客が 20 名以上死亡している.2018 年のペトラ遺跡のフラッシュフラッドのように,乾燥地域に発生する洪水の防災上の課題は,洪水の発生頻度がこれまで必ずしも多くなかったために十分なデータの蓄積,これに基づく洪水対策,さらには,行政や住民サイドに防災意識が十分に醸成されていないことである.



図 2 近年の WFF の被害状

本研究で取り組むべき意義としては,気候変動影響下でワジ流域社会の確実な発展を実現するために,フラッシュ洪水(WFF)の予測,被害軽減,さらに水資源利用と土砂管理を含めた持続可能な統合システムを発展させることである.なお,本研究を進めるにあたって検討すべき主要な課題要素は,図に示すように,1 降水,2 ワジの特性,3 地下水,4 土砂,5 排水路および基準点,6 ハザードおよび社会・ワジ生態系,7 土地利用計画,8 気候変動影響に整理される.一方,ワジの

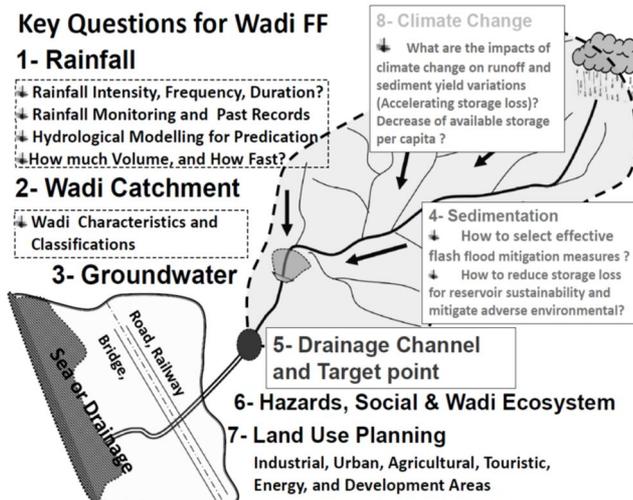


図 3 ワジフラッシュフラッドの主要ファクター

フラッシュ洪水の統合管理戦略の主要なコンポーネントは,1 構造物(ハード)対策,2 非構造的(ソフト)対策,および 3 水資源涵養に集約される.

特に,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.ソフト対策は,京都大学防災研究所で開発し,ワジの洪水対策検討に資するように改良を加えた降雨-流出モデル(Hydro-BEAM-WaS)と衛星画像を用いた降水観測システム(GSMaP)を組み合わせた流出モデル検討などがこれまでにに行われているが,現地観測データが不十分で再現性が確認されていない.

一方,ハード対策は,十分な流量を流下させ,また洪水流に対して頑健な河道を確保するための河道補修工事,フラッシュフラッドの侵入を防ぐ,または遅延させるための洪水貯留ダムや砂防ダムの建設が重要である.しかしながら,ハード対策は予算制約とその有効性に関する知見が十分蓄積されていないことから多くの場所で未整備である.

このうちオマーンでは,2007 年に襲来したサイクロン(Gonu)は 600 年確率洪水とも推定され,これ以降,分散型の一時貯留施設(小規模ダム)を上流域に複数設置し,下流に対する洪

水流下量を低減させる対策が進められている。さらに、貯留した水を下流にゆっくりと放流し、地下水涵養させることによって新たな水資源開発を行う試みも進められている。しかしながら、ワジのフラッシュフラッドに関しては、降雨量に関して、強度・頻度・継続時間、さらには、これらの観測や予測、また、1洪水あたりの流出量や流出速度の予測が課題である。さらに、将来の気候変動が降雨量に及ぼす影響評価も十分ではない。また、対策を立案する際には、洪水の流下速度に関係するワジの地形特性や洪水に伴う土砂生産量の評価、さらに、洪水を安全に受け流す下流河道の設計や洪水ハザードを考慮した土地利用計画なども重要である。なお、このような洪水災害に対する総合的なアプローチはこれまで日本が培ってきた技術分野であり、これらをワジのフラッシュフラッドにチューニングし、さらに横の広がりを考慮して発展させることは国際的に意義が高い。

## 2. 研究の目的

このような背景により、フラッシュフラッド研究の先進地であるオマーンを対象として、日本で培ってきたさまざまな洪水対策技術のうち、以下について国際共同研究を行う。

- 1) ワジのフラッシュフラッドの降雨流出現象の再現精度の向上
- 2) 極端イベントの増加傾向の定量化と気候変動シナリオに基づく将来予測
- 3) ワジ上流域における降雨 - 洪水流出 - 土砂輸送のモニタリングによる WFF 発生検知
- 4) モニタリングデータを用いた洪水被害軽減のためのリアルタイム早期警報システムの開発

## 3. 研究の方法

ワジのフラッシュフラッドは未解明な研究課題の宝庫であり、カブース大学およびオマーン政府と協力して以下の課題について研究を行う。研究対象は Wadi Samail 他である。

### (1) ワジのフラッシュフラッドの降雨流出現象の再現精度の向上 (G1)

ワジの降雨イベントは間欠的であり、現地観測を含めた流出現象の研究事例が非常に限られる。オマーンでは、2007年のサイクロン (Gonu)以降、世界的にも稀なほどワジの現地観測システム(地上雨量計、河道水位計(圧力式、レーダ式))が整備された。本研究では、これら地上雨量データと衛星リモートセンシング画像を用いた降水観測システム(GSMaP)の精度検証、さらに、京都大学防災研究所で開発され、ワジの洪水対策検討に資するようにチューニングされた降雨 - 流出モデル(Hydro-BEAM-WaS)の改良、さらに、降雨流出氾濫モデル(RRI)と結合し、フラッシュ洪水予測のための水文モデルを発展させる。

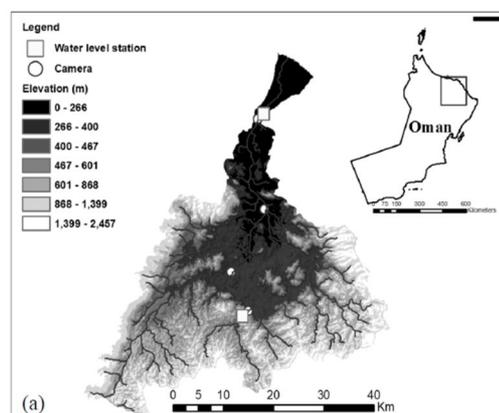


図4 オマーンの対象ワジ (Wadi Samail)

### (2) 極端イベントの増加傾向の定量化と気候変動シナリオに基づく将来予測 (G2)

世界各地において気候変動の影響が予測されている。しかし、ワジのフラッシュ洪水の発生頻度や強度に対する影響については、観測実例や過去の記録に乏しいことから予測が進んでいない。本研究では、オマーン気象局で記録された過去のデータおよび PERSIANN-CDR による 30 年以上のデータなどを用いてこれまでの長期間のトレンド解析を行う。さらに、気候シナリオ (CMIP6, RCP8.5 など) を用いた将来予測を行う。

### (3) ワジ上流域における降雨 - 洪水流出 - 土砂輸送のモニタリングによる WFF 発生検知 (G3)

WFF ではリアルタイムモニタリングがほとんど行われていない。WFF は洪水ではあるものの、性格的には日本でも砂防分野で扱われる土石流に近い。そこで、その発生をワジの上流域で予測・早期検知することができれば、防災上有力な対策となりうる。そこで本研究では、雨量観測を強化するとともに、日本で開発された以下の観測技術の適用を進める。

- 1) 画像解析による流速・水位計測 (LSPiV, STiV)
- 2) プレート型インパクトセンサー

このうち画像解析による流速・水位計測については、既に Wadi Samail を横断する道路橋梁にオマーン政府の協力を得て京大が 2018 年にタイムラプスカメラ (1280 × 720 ピクセル) を設置し予備的検討を行っている。捉えられた画像の分析は、これまでに大規模粒子画像速度測定 (LSPiV)、時空画像速度測定 (STiV) 手法を用いて、洪水時の横断方向の流速分布や水位変化を特定することに成功している。本研究では、より高精度の監視カメラをワジに複数台設置し、ワジを流下する洪水波形のモニタリング手法を開発する。さらに WFF は、洪水に伴って大量の土砂流出が伴うことが知られており、土砂流出のタイミングを把握することも重要である。プレート型インパクトセンサーは、日本の砂防分野で開発されたパイプ型ハイドロフォンを改良したも

ので、土砂が鉄製プレートに衝突する際の音を裏面に設置したマイクで拾い、その音圧エネルギー(電圧)を積分して土砂移動量に変換する。パイプ型よりも耐久性が高く、このシステムを Wadi Samail に設置し、WFF の水理・土砂輸送特性の解明を進める。

#### 4. 研究成果

(令和2年度)スルタン・カブース大学とオンラインをベースに検討を開始した。

- (1) ワジのフラッシュフラッドの降雨流出現象の再現精度の向上(G1)について、1)衛星降雨データ(GSMaP など)補正のための雨量データ収集、2)雨量計の設置と観測データを用いた降雨-流出モデルの校正と検証。地上雨量データと衛星リモートセンシング画像を用いた降水観測システムの精度検証
- (2) 極端イベントの増加傾向の定量化と気候変動シナリオに基づく将来予測(G2)について、1)過去の気象観測データや洪水の現地記録の収集とトレンド解析、2)地域気候モデル(RCM)を用いた全球気候モデル(GCMs)出力結果のダウンスケーリングとバイアス補正、気候変動の異なるシナリオの設定、3)2100年までの将来の気候変動下における洪水頻度と強度及びばらつき変化と長期的変化の傾向評価。オマーン気象局の過去データおよび PERSIANN-CDR による30年以上のデータなどを用いた長期間トレンド解析。さらに、気候シナリオ(CMIP6, RCP8.5 など)を用いた将来予測。
- (3) ワジ上流域における降雨-洪水流出-土砂輸送のモニタリングによる WFF 発生検知(G3)について、1)画像解析による WFF 水理特性量(水位、流速)の把握手法高精度化、2)プレート型インパクトセンサーによる WFF の土砂流出特性の把握手法導入のための予備的検討。

(令和3年度)スルタン・カブース大学とオンラインをベースに以下の研究を進めるとともに、京都大学のオマーン人留学生が現地訪問しワジ・サマイル他の現地調査を実施した。

- (1) ワジのフラッシュフラッドの降雨流出現象の再現精度の向上(G1)について、1)衛星降雨データ(GSMaP など)補正のための雨量データ収集を行った。その上で、地上雨量データと衛星リモートセンシング画像を用いた降水観測システムの精度検証を行った。
- (2) 極端イベントの増加傾向の定量化と気候変動シナリオに基づく将来予測(G2)について、1)過去の気象観測データや洪水の現地記録の収集とトレンド解析、2)地域気候モデル(RCM)を用いた全球気候モデル(GCMs)出力結果のダウンスケーリングとバイアス補正を行った。
- (3) ワジ上流域における降雨-洪水流出-土砂輸送のモニタリングによる WFF 発生検知(G3)について、1)画像解析による WFF 水理特性量(水位、流速)の把握手法高精度化を実施するとともに、2)プレート型インパクトセンサーによる WFF の土砂流出特性の把握手法開発の準備を行った。特に、日本で開発された、a)画像解析による流速・水位計測(LSPIV, STIV)の活用を進めるとともに、b)プレート型インパクトセンサーの設置場所の選定および設置準備を進めた。

(令和4年度)スルタン・カブース大学およびワジ・サマイル他の現地調査を実施し、以下の研究を進めた。

- (1) ワジ上流域における降雨-洪水流出-土砂輸送のモニタリングによる WFF 発生検知について、画像解析による WFF 水理特性量(水位、流速)の把握手法の高精度化について現地で協議を実施した。
- (2) WFF の土砂流出特性の把握手法開発について、フラッシュフラッドに伴って流出してくる土砂を把握するために、日本で開発されたプレート型インパクトセンサーの製作を行い、ワジ・サマイルの上下流2カ所に設置を行った。これらシステムは、プレートセンサー本体(ステンレスプレートおよびマイクロフォン)、データロガー、データ伝送装置からなっており、現地の携帯回線を通じてクラウド上にデータがアップロードされる仕組みである。
- (3) 現地で実際に流れを発生させて土砂を衝突させた模擬流砂実験を行い、信号取得の確認と流砂量を衝突信号量の相関を求めてキャリブレーションを実施した。

(令和5年度)

研究最終年度として、現地観測を継続するとともに、得られたデータ解析を進めるとともに、モニタリングデータを用いた洪水被害軽減のためのリアルタイム早期警報システムの開発について、実際にフラッシュフラッドが発生した場合の、雨量、水位、流速、土砂移動データを取り込み、WFF 特性量を分析し、発生検知・早期警報システムとして開発するための検討を行った。

#### 「研究成果の総括」

本研究は、近年、乾燥地の顕著なワジ(涸れ谷)においてフラッシュフラッドが増加しているオマーンを対象に、ダムに流入する土砂量の増加が貯水容量の減少や地下浸透の減少、さらにはダムの越水リスクを増大させている課題を取り上げ、その対策について総合的に検討を行ったものである。得られた成果は以下のとおりである。

### 1. ワジのフラッシュフラッドに対する現地計測手法の開発

オマーンのワジ・サマイルを対象に、洪水時の流れ、土砂移動および河床変動をモニタリングするために、ドローン (UAV) による洪水前後の写真撮影による河床地形変化、橋梁部に設置した WEB カメラ画像を用いた大規模画像粒子流速測定法 (LSPIV) による洪水時の表面流速測定、河床に埋設した、砂礫の移動を音響信号に変換して流量を観測する装置であるプレート型ハイドロフォンや濁度計による土砂移動の測定を組み合わせた手法を実装した。

その結果、フラッシュフラッドの流速特性や洪水前後の河床変動特性を明らかにすることに成功した。また、プレート型ハイドロフォンからは、洪水ピークの立ち上がり時に有意に河床砂礫が掃流砂として移動することを明らかにした。その上で、これらの高度な観測技術の新たな統合は、広範な既存インフラの管理、新しい洪水対策ダムの適切な設計やフラッシュフラッドの早期警戒システムの開発などに役立つと考えられる。

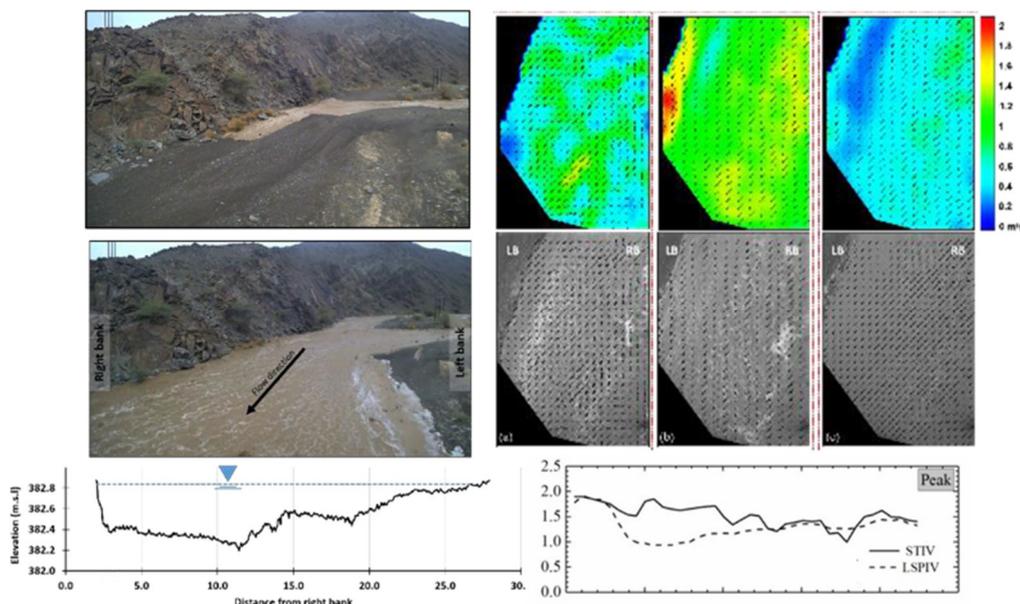


図 5 Wadi Samail で観測された WFF と監視カメラ画像

### 2. ワジ流域からの土砂生産とダムの土砂堆積特性の解明

ワジ・ミグラスのアサリンダム貯水池を対象に、貯水池内に設置した土砂の堆積厚を計測するスケールバーやドローンによる写真測量を用いて洪水前後の堆砂量変化の定量化を行うことに成功するとともに、洪水前後には貯水池の土砂が侵食と堆積を繰り返していることなど、これまで記録されることの無かったワジのダム湖内の土砂動態を経時的に詳細に明らかにした。また、土壌損失予測式 (RUSLE) から推定される流域規模の年間土砂生産量に対する洪水発生年の貯水池内の堆積土砂量の割合を求め、これがフラッシュフラッドをもたらす雨量強度や洪水ピーク流量と良好な相関関係を有することを明らかにした。

### 3. ワジ流域からの土砂生産量の推定手法の開発と管理への適用

SWAT (Soil and Water Assessment Tool) モデルと機械学習を統合し、ツリー構造を使用してデータ制限と複雑な最適化問題に対処するために調整された遺伝的アプローチを提示し、これら成果を用いて、面積 (m<sup>2</sup>)、土壌侵食性、傾斜、流量 (m<sup>3</sup>/s) を用いて生産土砂量 (m<sup>3</sup>/s) を推定する簡易式を提案を行うことに成功した。さらに、本研究で得られたワジ流域からの土砂生産量の評価やダム湖への土砂堆積メカニズム、さらには、下流河道における洪水の流下特性や河床変動特性などを考慮して、将来の気候変動に伴って増大する災害ポテンシャルに備えるために、ワジのダム計画や河道計画を向上させる必要があることを提案した。

本研究は、従来、モニタリングデータが非常に限られていた乾燥地のワジ流域において、ドローンや WEB カメラなどを駆使した先進的なモニタリング手法を複数組み合わせ、フラッシュフラッドの水理および土砂生産特性を明らかにしようとしたものである。得られた成果は、オマーンを含めた同様な地域のワジ流域に対して貴重な知見を提供しており、今後の持続可能な管理と防災対策の向上に寄与するものと考えられる。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計5件（うち査読付論文 5件/うち国際共著 4件/うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 Al-Mamari Mahmood M., Kantoush Sameh A., Al-Harrasi Tahani M., Al-Maktoumi Ali, Abdrabo Karim I., Saber Mohamed, Sumi Tetsuya	4. 巻 617
2. 論文標題 Assessment of sediment yield and deposition in a dry reservoir using field observations, RUSLE and remote sensing: Wadi Assarin, Oman	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Journal of Hydrology	6. 最初と最後の頁 128982 ~ 128982
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jhydrol.2022.128982	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する
1. 著者名 Abdrabo Karim I., Hamed Heba, Fouad Kareem A., Shehata Mohamed, Kantoush Sameh A., Sumi Tetsuya, Elboshy Bahaa, Osman Taher	4. 巻 13
2. 論文標題 A Methodological Approach towards Sustainable Urban Densification for Urban Sprawl Control at the Microscale: Case Study of Tanta, Egypt	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Sustainability	6. 最初と最後の頁 5360 ~ 5360
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/su13105360	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する
1. 著者名 Abdel-Fattah Mohammed, Kantoush Sameh A., Saber Mohamed, Sumi Tetsuya	4. 巻 26
2. 論文標題 Evaluation of Structural Measures for Flash Flood Mitigation in Wadi Abadi Region of Egypt	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Hydrologic Engineering	6. 最初と最後の頁 04020062 1_15
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1061/(ASCE)HE.1943-5584.0002034	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する
1. 著者名 Sabah ALMAHROUQI, Mohammed SABER, Tetsuya TAKEMI, Sameh A. KANTOUSH, Tetsuya SUMI	4. 巻 76-2
2. 論文標題 LONG TERM SPATIO-TEMPORAL ANALYSIS OF ANNUAL, SEASONAL, AND EXTREME PRECIPITATION TREND OVER MENA REGION	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Japan Society of Civil Engineers, Ser. B1 (Hydraulic Engineering),	6. 最初と最後の頁 I_37-I_42
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Abdrabo Karim I., Kantoush Sameh A., Saber Mohamed, Sumi Tetsuya, Habiba Omar M., Elleithy Dina, Elboshy Bahaa	4. 巻 12
2. 論文標題 Integrated Methodology for Urban Flood Risk Mapping at the Microscale in Ungauged Regions: A Case Study of Hurghada, Egypt	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Remote Sensing	6. 最初と最後の頁 3548 ~ 3548
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/rs12213548	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

〔学会発表〕 計6件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 1件)

1. 発表者名 Almamari Mahmood, Sameh A. KANTOUSH, Mohamed SABER, Tetsuya SUMI
2. 発表標題 Assessment of sediment transport and sedimentation in a dry environment, Oman
3. 学会等名 DPR I Annual Meeting 2023
4. 発表年 2022年 ~ 2023年

1. 発表者名 Mahmood Almamari, Sameh A. Kantoush and Tetsuya Sumi
2. 発表標題 Sediment transport monitoring techniques for dams and reservoir operation management in the Wadi system
3. 学会等名 Sultan Qaboos University, Technical workshop "Sedimentations of Reservoirs in Arid Areas" (Oman)
4. 発表年 2022年 ~ 2023年

1. 発表者名 M. Al mamari, S. Kantoush, T. Sumi, M. Saber
2. 発表標題 Detection of Morphological Changes for Wadi Channel Bed in the Arid Region Using SFM Photogrammetry
3. 学会等名 IAHR, River Flow 2022 (online) (国際学会)
4. 発表年 2022年 ~ 2023年

1. 発表者名 Karim I. ABDRABO・Mohamed SABER・Sameh A. KANTOUSH・Tetsuya SUMI
2. 発表標題 Urbanization, climate change, and flood risk assessment in Egyptian Cities
3. 学会等名 DPRI Annual Meeting 2022
4. 発表年 2021年～2022年

1. 発表者名 Mohamed SABER・Tayeb BOULMAIZ・Mawloud GUERMOUI・Karim ABDRAO・Sameh KANTOUSH・Tetsuya SUMI・Hamouda BOUTAGHANE・Tomoharu HORI・Doan Van BINH・Nguyen Quang BINH・Emad MABROUK
2. 発表標題 Flood Suspcpibilty Prediction using Machine Learning Techniques: Case study of Vu Gia-Thu Bon basin in Vietnam
3. 学会等名 DPRI Annual Meeting 2022
4. 発表年 2021年～2022年

1. 発表者名 Sabah ALMAHROUQI, Mohammed SABER, Tetsuya TAKEMI, Sameh A. KANTOUSH, Tetsuya SUMI
2. 発表標題 LONG TERM SPATIO-TEMPORAL ANALYSIS OF ANNUAL, SEASONAL, AND EXTREME PRECIPITATION TREND OVER MENA REGION
3. 学会等名 Japan Society of Civil Engineers, Ser. B1 (Hydraulic Engineering),
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 Tetsuya Sumi Sameh A. Kantoush Mohamed Saber	4. 発行年 2022年
2. 出版社 Springer	5. 総ページ数 551
3. 書名 Wadi Flash Floods	

〔産業財産権〕

〔その他〕

ワジのフラッシュフラッドに関する国際シンポジウム (ISFF)  
<http://isff-ku.com/>

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	カントウシュ サメ・アハメド  (Kantoush Sameh Ahmed)  (70750800)	京都大学・防災研究所・准教授    (14301)	
研究分担者	小柴 孝太  (Koshiba Takahiro)  (80883157)	京都大学・防災研究所・助教    (14301)	
研究分担者	佐藤 嘉展  (Sato Yoshinobu)  (90414036)	愛媛大学・農学研究科・准教授    (16301)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計2件

国際研究集会 第6回ワジのフラッシュフラッドに関する国際シンポジウム (ISFF)	開催年 2021年～2021年
国際研究集会 第7回ワジのフラッシュフラッドに関する国際シンポジウム (ISFF)	開催年 2022年～2022年

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関

オマーン	Sultan Qaboos University	Ministry of Regional Municipalities	Military Technological College	他2機関
アルジェリア	Pan African University	Ministry of Water Resources	Annaba University	他2機関
ヨルダン	Petra Developmental Authority	Al-Balqa Applied University	Ministry of Water and Irrigation	他1機関
エジプト	Ain Shames University	UNESCO Cairo Office	Cairo University	他2機関