

令和 2 年 7 月 2 日現在

機関番号：14301

研究種目：基盤研究(B)（海外学術調査）

研究期間：2017～2019

課題番号：17H04584

研究課題名（和文）インドシナ地域における応力履歴を考慮した土砂災害早期警戒体制立案に関する調査研究

研究課題名（英文）A Study on establishment of landslide early warning system considering stress history of slopes in Indochina Countries

研究代表者

大津 宏康 (Ohtsu, Hiroyasu)

京都大学・工学研究科・教授

研究者番号：40293881

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 13,400,000円

研究成果の概要（和文）：サクシオンと体積含水率の相関を表す原位置SWCCは、間隙圧をしきい値としてマクロポア流卓越部・遷移区間・マトリックス流卓越部の3区間に分離されることを明らかにした。この内、マトリックス流卓越部の原位置SWCCは、疑似的平衡状態の挙動となるため、従来の不飽和土の理論と類似している。一方、低サクシオン状態である他の2区間の原位置SWCCは、非平衡状態の挙動となりサクシオンと体積含水率の関係に一意性がないため、従来の理論では説明できないことを明らかにした。そして、マクロポア流は浅層崩壊を引き起こす疑似的飽和領域の形成を速めるため、マクロポア流は浅層崩壊の誘因となる可能性があることを明らかにした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

当該斜面における物理探査結果により得られた知見として、高密度電気探査結果での比抵抗分布より浅層部（深度1.0m程度）の地盤構造を解明するためには、電極間隔を短くすることに加えて、比抵抗値の主要パラメータが飽和度であることから、乾季と雨季における探査結果での比抵抗分布の差分を用いることが有効であることを明らかにした。

次に、原位置計測結果において、本研究では、高強度降雨に対する間隙圧・体積含水率が急変する現象を選択流の概念に準じて、土中水の移動をマトリックス部とマクロポア部の流れに分離して検討を加えた結果、同現象は、マクロポア流に起因することを明らかにした。

研究成果の概要（英文）：It was revealed that the in-situ SWCC, which shows the correlation between suction and volumetric water content, is divided into three portions, the macro-pore flow dominant portion, the transition portion, and the matrix flow dominant portion, with the pore-water pressure as the threshold value. Among these, the in situ SWCC of the matrix flow predominant portion is similar to the conventional theory of unsaturated soil because it is corresponding to the behavior in a quasi-equilibrium condition. On the other hand, since the in-situ SWCCs in the other two portions, which are in the low suction state, are corresponding to behaviors in a non-equilibrium condition so that there is no unique relationship between the suction and the volumetric water content, they could not be explained by conventional theory. Then, it was clarified that the macro-pore flow may accelerate the formation of the pseudo-saturation region so that the macro-pore flow may induce the shallow landslide.

研究分野：地盤工学

キーワード：地盤工学

様式 C-19、F-19-1、Z-19（共通）

1. 研究開始当初の背景

近年、インドシナ地域では、気候変動の一現象とみなされる豪雨の発生頻度の増加に伴い斜面崩壊による土砂災害が多発している。高強度降雨による斜面崩壊形態の多くは表層崩壊であり、その崩壊は、降雨の降り始めから比較的短時間で、かつ降雨強度のピーク付近で発生することが知られている。しかし、当該地域においては、事後的に浅層崩壊の発生を検討した研究事例は多いのに対して、その崩壊のメカニズムの解明を目的とした原位置計測の実事例は数少ない。

一方、起案者らは、タイにおける風化花崗岩残積土（まさ土）を対象とした先行研究結果から、風化によって形成された細粒分の流出が顕著な箇所ではマクロポアでの流れが卓越すること、およびそのマクロポアが顕著となる箇所は、各種探査手法を適用することで特定される可能性があること等の知見を得ている（後述；写真-1 参照）。しかしながら、このマクロポア流については従来汚染物質の移流・拡散の分野において着目されてきた概念であり、マクロポア流が斜面の不安定化におよぼす影響については、これまでにほとんど検討なされていない。

このような背景から、起案者らは、タイの研究協力者の協力を得て、タイにおける盛土斜面において豪雨時の水収支に関する原位置計測を実施するとともに、マクロポアの特性を反映した災害リスク低減（対策工・早期警戒体制）の立案に資する基礎研究を提案した。

2. 研究の目的

研究の目的

本研究の目的は、インドシナ地域において急増しつつある豪雨による土砂災害の内、その大部分を占める盛土斜面の崩壊を対象とし、災害リスク低減の観点から対策工、および土砂災害早期警戒体制を立案するための調査研究を行うことである。起案者らは、タイにおける先行研究（風化花崗岩残積土切土斜面における原位置計測）の結果から、原位置において高強度降雨時の吸水過程で計測された間隙圧と体積含水率の関係は、室内試験で算定される水分特性曲線とは異なることを指摘してきた。さらに、風化によって形成された細粒分の流出によりマクロポアが発達した個所では、その室内試験結果との乖離が大きくなることが懸念された。このため、本研究では選択流をモデル化する代表的な方法である Dual-permeability モデルの概念に準じて、土中水の移動をマトリックス部とマクロポア部の流れに分離して、マクロポア部の流れが斜面安定におよぼす影響について検討を加えることとした。

3. 研究の方法

本研究では、カセサート大学試験農場（タイ・チェンマイ）内の風化花崗岩残積土（まさ土）で構築された小規模盛土斜面において、原位置計測（体積含水率・間隙率・降雨量等）および物理探査（高密度電気探査、地中レーダー）を実施した。原位置計測では、土壌水分計、テンシオメータを、地表面から深度 0.2m, 0.4m, 0.6m, 1.0m にそれぞれ設置し、2 分間隔で計測した。これらの原位置計測結果は、データ通信システムを用いて日本・現地研究機関に送信しデータを共有し、豪雨に伴いマクロポアの特性を反映した災害リスク低減策の立案に資する共同研究を実施した。また、高密度電気探査では乾季と雨季の検討結果に加えて、その中間の時期において実施した。さらに、旧地山の深度を面的に検討すること、マクロポアの特性を把握できるかを検証するため、地中レーダー探査を実施した。

4. 研究成果

本研究により得られた知見は以下のように要約される。まず、斜面浅層部（GL-0.2m, GL-0.4m, GL-0.6m, GL-1.0m,）の間隙圧の結果から、深度 0.4m の間隙圧は他の計測点と比較して、緩やかにかつ単調に増加する。これに対して、他の計測点では、間隙圧は急激に増加してゆるやかに減

少する。深度 0.6m および深度 1.0m では、深度 0.4m に比べて早い反応となっていることから、水の一部がマトリックス部をバイパスして深部に移動している現象が見てとれる。すなわち、選択流が発生していることを確認した（図-1 参照）。



写真-1 原位置計測を実施した盛土斜面

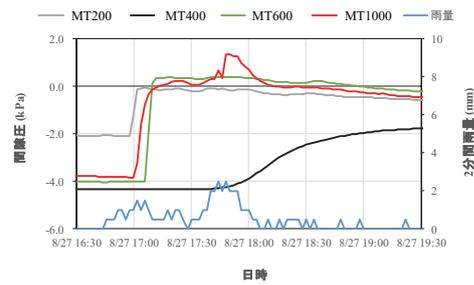


図-1 間隙圧と2分間雨量の経時変化

図-2 に示した結果は、乾季と雨季の比抵抗変化として、中間的な値を示す。この結果は、土は湿潤状態に近づけば排水過程でも水分が保水されるため、吸水時に比較して水分量の変化に時間遅れを伴うことを示唆するものであると推察した。図-3 に示すように、深度 1.0~1.5m 付近に赤と青の縞で示す反射面（図中に赤と青の矢印で示す縞模様）が見える。計器設置において土層強度検査棒の貫入限界深度が 2.0m 程であったことから、青で示す縞（青矢印で示す縞模様）が旧地山における岩盤上面を示すと考えられる。それ以浅には赤矢印で示す反射面がみられる。

法肩付近の黒丸で囲んだ領域には、強い反射が見られる。強い反射を示す原因には、空隙が多い、亀裂が多い、など様々な要因がある。すなわち、強い反射を示す結果は、低サクシオン領域において、体積含水率が顕著に低下する特性を示すと考えられ、マクロポアが発達する領域であると推定した。一方、法尻の計器設置位置では、計器設置に起因する地盤の乱れの影響で土層境界は判別しにくい、深度 1.0m 付近に反射面が見られる。このため、法尻付近では深度 1.0m 付近に何らかの土層境界が存在するものと推察される。中腹の計器設置位置では、同じく計器設置に起因する地盤の乱れの影響で、法尻程土層境界は判別できないが、深度 1.0m より浅い領域では強い反射面が見られる。このことから、水平距離 4.0m 付近では、他の領域と比較すると特性が異なると考えられる。この領域は、前述したように、高密度電気探査の結果からも、細粒分が卓越している可能性もあるが、深度 1.0m 以浅では、地中レーダー探査による強い反射面もあるため、マクロポアが存在する可能性もある。

以上の結果より、当該盛土斜面の深度 1.0m 以浅は、深度 1.0m 以深と比較すると、規則性を持つ反射面が見られることから、マクロポアが発達する領域であると判定した。

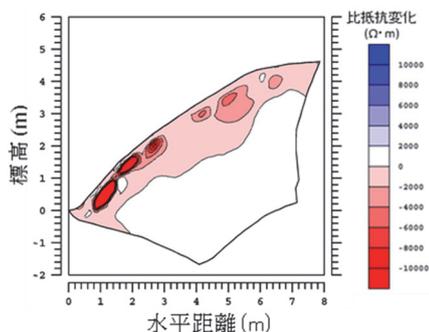


図-2 乾季と雨季の間の比抵抗変化量

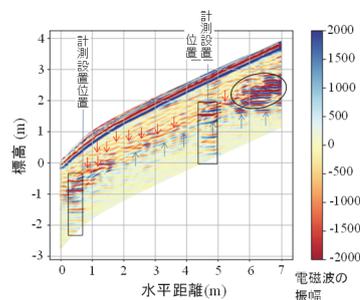


図-3 地中レーダー探査 プロファイル

マクロポアの特性を各種物理探査で検討できる可能性について示したが、さらなる検討として、体積含水率の比較的短時間に上昇し、ゆるやかに排水される特性に着目した。体積含水率が急変する現象については、その計測結果に Kinematic wave 式を用いた逆解析手法を適用し、同現象が早い流れとなるマクロポア流に起因することを検証した（図-4 参照）。

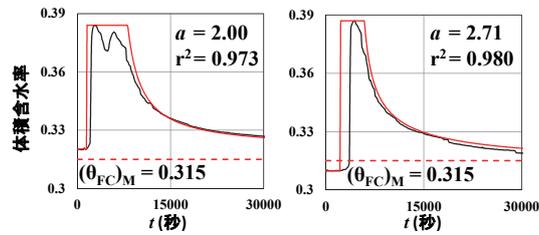


図-4 Kinematic wave 式による体積含水率変化（中腹深度 0.6m）のフィッティング結果

原位置 SWCC は、間隙圧をしきい値としてマクロポア流卓越部・遷移区間・マトリックス流卓越部の 3 区間に分離され、この内マトリックス流卓越部は従来の理論と類似しているが、低サクション状態となる他の 2 区間の挙動は従来の理論では説明できないことを明らかにした（図-5 参照）。

さらに、マクロポアを含む地盤における降雨浸透に伴う斜面安定性評価についても、以下の知見を得た。まさ土斜面では、降雨開始時ではなく降雨継続後のピーク降雨到来時に、浅層部で水みちを含む領域に疑似的飽和領域が形成され、その後ピーク降雨により降雨浸透ではなく間隙圧の圧力伝搬が生じることで浅層崩壊が発生する（図-6 参照）。ここで、マクロポア流は早い流れであることからマトリックス流に比較して疑似的飽和領域の形成を速めるため、マクロポア流は浅層崩壊の誘因となる可能性があることを明らかにした。

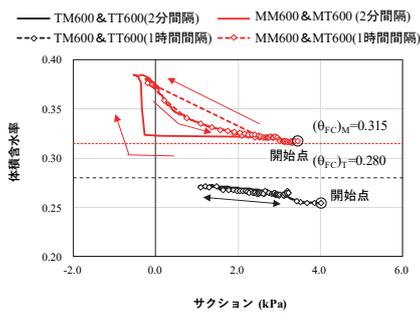


図-5 原位置 SWCC（深度 0.6m）

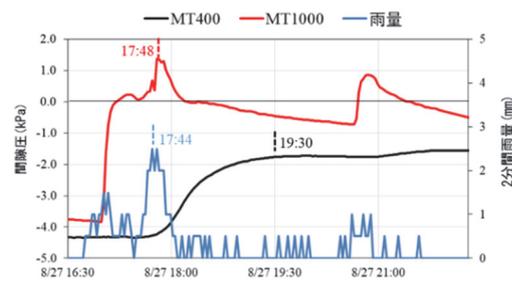


図-6 間隙圧の経時変化（深度 0.4m および 1.0m）

5. 主な発表論文等

1. 大津宏康, P. Thirapong, 北岡貴文, 伊東俊一郎, 矢部満, S. Soralump: 風化花崗岩切土・盛土斜面における細粒分の分布特性に関する検討, 日本材料学会誌, 材料, Vol.67, No.3, pp.346-353, 2018.
2. 北岡貴文, 新治義久, P. Thirapong, 大津宏康: バンコク首都圏における GALDIT 手法による地下水塩水化の脆弱性に関する研究, 地盤工学ジャーナル, 地盤工学会, Vol.13, No.1, pp.27-40, 2018.
3. H. Ohtsu, T. Pipatpongsa, T. Kitaoka, S. Ito, M. Yabe and S. Suttisak: Characteristics of Fine Particle Distribution at Cut Slope and Fill Slope Comprising Weathered Granite, Materials Transactions, Vol.59, No.11, pp.1723-1730, 2018.
4. N. Hasegawa, S. Hasegawa, T. Kitaoka and H. Ohtsu: Applicability of neural network in rock classification of mountain tunnel, Materials Transactions, Vol.60, No.5, pp.758-764, 2019.
5. 大津宏康, 北岡貴文, 馬場隆聡, P. Thirapong, 伊東俊一郎, 相澤 隆生: 斜面表層部の湿潤・乾燥に伴う水分特性変化に対する比抵抗電気探査の適用性, 地盤工学ジャーナル, Vol.14, No.3, pp.241-252, 2019.

6. 土谷 陽太郎, 北岡 貴文, 長谷川 信介, Thirapong PIPATPONGSA, 大津 宏康: 教師データが山岳トンネル地山評価のためのニューラルネットワークの精度に及ぼす影響, 土木学会論文集 F1 (トンネル工学) Vol.75, No.1, pp.130-142, 2019.m

【学会発表】

1. H. Ohtsu, T. Kitaoka, M. Yabe and K. Takahashi : A study on field soil water characteristic curves measured at slopes comprising weathered granite residual soil in Thailand, Proceedings of 10th Asian Rock Mechanics Symposium The ISRM International Symposium for 2018, 0251, 2018.
2. 北岡貴文, 馬場隆聡, 大津宏康: 粒径加積曲線に基づく不飽和浸透特性の推定手法に関する考察, 地下水地盤環境・防災・計測技術に関するシンポジウム論文集, 地盤工学会, pp.102-160, 2018.
3. 塚田靖崇, 北岡貴文, 大津宏康, P. Thirapong : 簡易原位置注水実験による試験風化花崗岩残積土の吸水・保水特性の検討, 第45回岩盤力学に関するシンポジウム講演論文集, 土木学会, pp.137-142, 2018.
4. 北岡貴文, 吉田伊織, 矢部満, Pipatpongsa Thirapong, 大津宏康: マクロサイズの空隙分布が降雨に伴うサクションおよび体積含水率の変化におよぼす影響, 地下水地盤環境・防災・計測技術に関するシンポジウム論文集, pp.109-114, 2019
5. 前川竜兵, 北岡貴文, Pipatpongsa Thirapong, 大津宏康: 不均質な空隙分布が土壌雨量指数を用いた間隙圧推定におよぼす影響, 地下水地盤環境・防災・計測技術に関するシンポジウム論文集, pp.115-120, 2019
6. 増田千胤, 北岡貴文, 長谷川信介, 大津宏康: ニューラルネットワークを用いた堆積岩および火成岩に分類した山岳トンネルにおける地山評価結果, 第47回岩盤力学に関するシンポジウム講演論文集, pp. 34-39, 2020

6. 研究組織

(1) 研究代表者

大津 宏康 (OHTSU, Hiroyasu)
京都大学・大学院工学研究科・教授
研究者番号: 40293881

(2) 研究分担者

立川 康人 (TACHIKAWA, Yasuto)
京都大学・大学院工学研究科・教授
研究者番号: 40227088

北岡 貴文 (KITAOKA, Takafumi)
京都大学・大学院工学研究科・助教
研究者番号: 40741583

(3) 研究協力者

Noppadol Phienwej
アジア工科大学院・タイ
矢部 満 (YABE, Mitsuru)
応用地質株式会社
長谷川 信介 (HASEGAWA, Nobusuke)
応用地質株式会社
櫻井 健 (SAKURAI, Ken)
応用地質株式会社

Suttisak Solump
カセサート大学・タイ

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計10件（うち査読付論文 9件 / うち国際共著 1件 / うちオープンアクセス 5件）

1. 著者名 TSUCHIYA Yotaro, KITAOKA Takafumi, HASEGAWA Nobusuke, PIPATPONGSA Thirapong, OHTSU Hiroyasu	4. 巻 75
2. 論文標題 INFLUENCE OF CHARACTERISTICS OF TRAINING DATA SET ON THE ACCURACY OF ROCK CLASSIFICATION ESTIMATION FOR MOUNTAIN TUNNELS BY ARTIFICIAL NEURAL NETWORK	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Japan Society of Civil Engineers, Ser. F1 (Tunnel Engineering)	6. 最初と最後の頁 130 ~ 142
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.2208/jscejte.75.130	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 OHTSU Hiroyasu, KITAOKA Takafumi, BABA Takaaki, PIPATPONGSA Thirapong, ITO Shunichiro, AIZAWA Takao	4. 巻 14
2. 論文標題 An Applicability of electrical prospecting for investigation on change of moisture retention during wetting and dry condition at shallow area of slopes	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Japanese Geotechnical Journal	6. 最初と最後の頁 241 ~ 252
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.3208/jgs.14.241	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 -
1. 著者名 Hasegawa Nobusuke, Hasegawa Shingo, Kitaoka Takafumi, Ohtsu Hiroyasu	4. 巻 60
2. 論文標題 Applicability of Neural Network in Rock Classification of Mountain Tunnel	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 MATERIALS TRANSACTIONS	6. 最初と最後の頁 758 ~ 764
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.2320/matertrans.Z-M2019809	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 -
1. 著者名 Patinya HANITTINAN, Yasuto TACHIKAWA, Yutaka ICHIKAWA and Kazuaki YOROZU	4. 巻 74-1
2. 論文標題 Future river discharge projections at the Indochinese Peninsula using large ensemble climate dataset	5. 発行年 2018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_193-I_198
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 Ohtsu Hiroyasu, Pipatpongsa Thirapong, Kitaoka Takafumi, Ito Shunichiro, Yabe Mitsuru, Suttisak Soralump	4. 巻 59
2. 論文標題 Characteristics of Fine Particle Distribution at Cut Slope and Fill Slope Comprising Weathered Granite	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 MATERIALS TRANSACTIONS	6. 最初と最後の頁 1723 ~ 1730
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.2320/matertrans.Z-M2018839	査読の有無 無
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 大津 宏康, Pipatpongsa Thirapong, 北岡 貴文, 伊東 俊一郎, 矢部 満, Suttisak Soralump	4. 巻 67-3
2. 論文標題 風化花崗岩切土・盛土斜面における細粒分の分布特性に関する検討	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 材料	6. 最初と最後の頁 346-353
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.2472/jsms.67.346	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 長谷川 信介, 長谷川 真吾, 北岡 貴文, 大津 宏康	4. 巻 67-3
2. 論文標題 山岳トンネルの地山評価におけるニューラルネットワークの適用性	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 材料	6. 最初と最後の頁 354-359
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.2472/jsms.67.354	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 -

1. 著者名 北岡 貴文, 新治 義久, ピバットボンサー・ ティラボン, 大津 宏康	4. 巻 13-1
2. 論文標題 バンコク首都圏におけるGALDIT手法による地下水塩水化の脆弱性に関する研究	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 地盤工学ジャーナル	6. 最初と最後の頁 27-40
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.3208/jgs.13.27	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 -

1. 著者名 井上一哉, 濱田莉菜子, 小林晃	4. 巻 74-4
2. 論文標題 地下ダム貯水湖内の溶質輸送挙動に関する実験的検討	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 土木学会論文集B1 (水工学)	6. 最初と最後の頁 I_25-I_30
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 小林晃	4. 巻 85-3
2. 論文標題 ダムの地震時挙動の傾向分析から見た耐震性評価の考え方	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 水土の知	6. 最初と最後の頁 229-232
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 -

〔学会発表〕 計19件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 4件)

1. 発表者名 増田千胤, 北岡貴文, 長谷川信介, 大津宏康
2. 発表標題 ニューラルネットワークを用いた堆積岩および火成岩に分類した山岳トンネルにおける地山評価結果
3. 学会等名 第47回岩盤力学に関するシンポジウム講演論文集
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 前川竜兵, 北岡貴文, Pipatpongsa Thirapong, 大津宏康
2. 発表標題 不均質な空隙分布が土壌雨量指数を用いた間隙圧推定におよぼす影響
3. 学会等名 地下水地盤環境・防災・計測技術に関するシンポジウム論文集
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 北岡貴文, 吉田伊織, 矢部満, Pipatpongsa Thirapong, 大津宏康
2. 発表標題 マクロサイズの空隙分布が降雨に伴うサクシオンおよび体積含水率の変化におよぼす影響
3. 学会等名 地下水地盤環境・防災・計測技術に関するシンポジウム論文集
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 北岡貴文, 吉田伊織, ピパットボンサーティラポン, 大津宏康
2. 発表標題 KW式を用いた盛土斜面における降雨浸透特性に関する研究
3. 学会等名 第54回地盤工学研究発表会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 吉田伊織, 大津宏康, 北岡貴文
2. 発表標題 原位置計測結果を用いた降雨特性についての検討
3. 学会等名 2019年度土木学会関西支部年次学術講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Aulia Febianda Anwar Tinumbang, Kazuhiro Yorozu, Yutaka Ichikawa and Yasuto Tachikawa
2. 発表標題 Characteristics of River Discharge Simulation Using NHRCM 5kmOutput by a Distributed Hydrologic Model in Thailand
3. 学会等名 THA 2019 International Conference on Water Management and Climate Change towards Asia's Water-Energy-Food Nexus and SDGs (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 北岡貴文
2. 発表標題 簡易原位置注水実験による試験風化花崗岩残積土の吸水・保水特性の検討
3. 学会等名 第45回岩盤力学に関するシンポジウム
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 前川竜兵, 北岡貴文, 大津宏康
2. 発表標題 タンクモデルを用いた間隙圧推定に関する研究
3. 学会等名 平成30年度土木学会関西支部年次学術講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 増田千胤, 北岡貴文, Pipatpongsa Thirapong, 大津 宏康
2. 発表標題 バンコク周辺地域における地層の不連続性の検討
3. 学会等名 平成30年度土木学会関西支部年次学術講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 北岡貴文, 前川竜兵, ピパットポンサーティラポン, 大津宏康
2. 発表標題 土壌雨量指数に着目した間隙圧推定手法と各種降雨指標の比較検討
3. 学会等名 第53回地盤工学研究発表会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 H. Ohtsu, T. Kitaoka, M. Yabe and K. Takahashi
2. 発表標題 A study on field soil water characteristic curves measured at slopes comprising weathered granite residual soil in Thailand
3. 学会等名 Proceedings of 10th Asian Rock Mechanics Symposium The ISRM International Symposium for 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 北岡貴文, 馬場隆聡, 大津宏康
2. 発表標題 粒径加積曲線に基づく不飽和浸透特性の推定手法に関する考察
3. 学会等名 地下水地盤環境・防災・計測技術に関するシンポジウム
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 土谷陽太郎, 北岡貴文, 長谷川信介, 大津宏康
2. 発表標題 多層ニューラルネットワークを用いた山岳トンネルにおける地山評価の検討
3. 学会等名 第46回岩盤力学に関するシンポジウム
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 馬場隆聡
2. 発表標題 体積変化を考慮した水分保持特性に関する研究
3. 学会等名 平成29年度土木学会関西支部年次学術講演会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Takaaki Baba
2. 発表標題 Study on water retention characteristics considering volume change
3. 学会等名 EIT-JGCA Joint International Symposium on Scope of Engineering Geology under Climate Change, 2017 (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 北岡貴文
2. 発表標題 バンコク首都圏における広域地下水流動および地下水水質分析に関する検討
3. 学会等名 第52回地盤工学研究発表会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Patinya HANITTINAN
2. 発表標題 Statistical Analysis of differences between probability distribution of the annual maximum daily discharge derived from multiple SSTs scenarios of the d4PDF datasets at the Indochinese Peninsula
3. 学会等名 AOGS2017
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Akira Kobayashi
2. 発表標題 Electrical-conductivity-distribution measurement using an electromagnetic survey of paddy fields damaged by TSUNAMI
3. 学会等名 Sixteenth International Waste Management and Landfill Symposium (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 小林晃
2. 発表標題 既設井戸を用いた地中熱ヒートポンプ熱応答試験
3. 学会等名 地下水地盤環境・防災・計測技術に関するシンポジウム
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

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	立川 康人 (Tachikawa Yasuto) (40227088)	京都大学・工学研究科・教授 (14301)	
研究分担者	北岡 貴文 (Kitaoka Takafumi) (40741583)	京都大学・工学研究科・助教 (14301)	
研究分担者	小林 晃 (Kobayashi Akira) (80261460)	関西大学・環境都市工学部・教授 (34416)	削除：2018年10月18日