

令和 5 年 6 月 9 日現在

機関番号：11601

研究種目：国際共同研究加速基金（国際共同研究強化）

研究期間：2017～2022

課題番号：16KK0142

研究課題名（和文）ソフト・データを活用した降雨流出過程の時空間スケール依存性の実態解明（国際共同研究強化）

研究課題名（英文）Elucidation of Spatio-temporal Scale Dependence of Rainfall-Runoff Processes Using Soft Data(Fostering Joint International Research)

研究代表者

横尾 善之（YOKOO, Yoshiyuki）

福島大学・共生システム理工学類・教授

研究者番号：90398503

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 10,800,000円

渡航期間： 9ヶ月

研究成果の概要（和文）：本研究は、流域内の主要な降雨流出過程が流域面積に応じて変化する理由とその発現過程を明らかにすること目的として実施した。この目的に向けて、まず上流から下流に向かって複数の河川流量の観測点を有する流域を対象として、流域面積と流域内の主要な降雨流出過程との関係を調べた。流域内の主要な降雨流出過程は研究代表者が独自に開発した「降雨流出過程の逆推定・モデリング法」を利用した。その結果、流域面積の増加に伴って主要な降雨流出過程の数や河川流量の逓減特性が変化することが判明した。この結果を水質変動の観点から検証した結果、水質変動の観点からも妥当な結果であることが判明した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究は、流域内の主要な降雨流出過程が流域面積に応じて変化することを指す「降雨流出過程のスケール依存性」が発現する理由とその発現メカニズムの全容解明につながる多くの知見を得た。長年、「降雨流出過程のスケール依存性」が存在することは分かっていたが、その発現要因や発現メカニズムを明らかになっていなかった。しかし、研究代表者が独自に開発した「降雨流出過程の逆推定・モデリング法」を利用することにより、初めて流域固有の降雨流出過程を一意に同定し、その流域面積への依存性が発現する様子を明らかにすることができた。この成果は水文学全体にとって大きな成果と言え、今後、流域管理等への利用が期待される成果である。

研究成果の概要（英文）：The present study aimed to clarify why the dominant rainfall-runoff processes in a watershed vary with the watershed area and how they appear. To this end, we investigated the relationship between watershed area and the dominant rainfall-runoff processes for a watershed that had multiple river discharge observation points along the main river. The dominant rainfall-runoff processes in the watershed were estimated using the "Inverse estimation and modeling method of rainfall-runoff processes" developed by the principal investigator. The results showed that the number of dominant rainfall-runoff processes and the recession characteristics of river discharge changed as the watershed area increased. We verified the results from the viewpoint of water quality data, and we found our findings were reasonable from the viewpoint of water quality data.

研究分野：水文学

キーワード：スケール 依存性 水質 逆推定 降雨流出過程

## 1. 研究開始当初の背景

治水・利水上重要な降雨流出過程は地表流、地中流、地下水流などに分類され、地表流・地中流・地下水流が河川を流れる流水を形成している。降雨に対する応答は、地表流が一番速く、地下水流が一番遅いと考えられている。このため、小流域では降雨への応答が大流域に比べて速い傾向があるため、河川流量に占める地表流の構成割合が高くなっていると考えられる。その一方で、大流域では小流域に比べて降雨への応答が遅い傾向があるため、河川流量に占める地下水流の構成割合が高くなっていると考えられる。このため、降雨流出過程には「時空間スケール依存性」があると考えられている。降雨流出過程の「時空間スケール依存性」は Blöschl and Sivapalan (1995) が初めて包括的に研究・説明したが、地表流・地中流・地下水流などの個別観測技術は当時から現在に至るまで未開発であり、今後も開発することは困難であろう。このため、降雨流出過程の「時空間スケール依存性」の発現過程や発現理由を厳密に検証することはできていない。

一方、測定が比較的容易な河川流量の時空間変動を再現できる降雨流出モデルは数多く存在する。しかし、地表流・地中流・地下水流の個別観測技術がないため、モデル構造も支配方程式も十分に検証できないまま、無数の降雨流出モデルが乱立している状態にある。このため、山地の雨水浸透量の推定やダム治水効果の推定など、降雨流出現象の正しい理解を要する情報はいずれのモデルを用いても正しく推定できている確証は得られない。

この状況を打破するため、研究代表者は河川流量の時系列データの逓減率は流域固有の値となることを利用して降雨流出過程を逆推定する手法を開発した (Kobayashi and Yokoo, 2013)。これは、河川流量の逓減部が逓減率の異なる複数の河川流量成分の和で表され、それらが地表流・地中流・地下水流などの降雨流出過程と対応していることを利用して、降雨流出過程を逆推定する手法である。研究代表者は、この手法を利用して日米の合計 146 地点の流量時系列データの逓減部を逓減率の異なる複数の成分に分離し、 $0.1 \sim 1,000,000 \text{ km}^2$  オーダーの流域における降雨流出過程のスケール依存性の実態を調査した (加藤・横尾, 2016)。さらに、成分別の雨水流出の応答関数や滞留時間の推定やそれらを反映したモデル構築している。

## 2. 研究の目的

本研究は、Delft University of Technology (デルフト工科大学) の Markus Hrachowitz 准教授と協力し、(1)降雨流出過程の逆推定結果や「時空間スケール依存性」に関するモデリング研究、(2)水質データから推定した降雨流出過程の応答関数や滞留時間などの「ソフト・データ」を活用した観測研究に取り組んだ。これにより、観測研究の観点からも妥当と判断される降雨流出過程の同定手法を確立し、降雨流出モデリング手法の信頼性を格段に向上させることを目的として実施した。本研究を実施することにより、水文学が長らく抱えてきた降雨流出過程の「時空間スケール依存性」の全体像をモデリング研究と観測研究の両面から実証し、現在乖離している「モデル研究」と「観測研究」を融合した新しい研究スタイルの潮流を生み出すことを目指して実施した。

## 3. 研究の方法

本研究は、降雨流出過程の「時空間スケール依存性」の全容解明を目指して、(1)降雨流出過程の逆推定結果や「時空間スケール依存性」に関するモデリング研究、(2)水質データから推定した降雨流出過程の応答関数や滞留時間などの「ソフト・データ」を活用した観測研究の 2 点に取り組んだ。

2017 年度は、共同研究者の Markus Hrachowitz 准教授および Savenije 教授が在籍する土木工学・地球科学部 (Civil Engineering and Geoscience) の水管理学科に客員研究員として滞在し、Hrachowitz 准教授と共に降雨流出過程の成分別応答関数の推定法の妥当性を議論・検証した。また、Hrachowitz 准教授が所属する研究部門の部門長である Savenije 教授にも降雨流出過程の逆推定法に関する研究を紹介し、意見交換した。また、河川水質を利用した降雨流出過程の同定に関する研究に取り組んでいる Swiss Federal Institute of Technology in Zürich (スイス連邦工科大学チューリッヒ校) の James W. Kirchner 教授の研究室に短期滞在し、河川水質を利用した降雨流出過程の同定に関する研究について集中的に意見交換した。また、これらの活動を通じて、2018 年度以降の更なる発展に向けた研究シーズを得た。

2018 年度から 2022 年度までは、2017 年度の共同研究者との議論を踏まえて、阿武隈川水系荒川支流の東鴉川流域における水質観測研究を開始した。また、研究協力者と降雨流出過程の「時空間スケール依存性」に関する既往研究の包括的なレビューを行い、今後取り組むべき研究課題の洗い出しをした。2020 年度には本研究の成果を踏まえて、降雨流出過程の「時空間スケール依存性」に関する国際セッションを日本地球惑星科学連合で立ち上げ、コロナ禍のためオンラインとなったが、多くの研究者と意見交換をした。

## 4. 研究成果

2017 年度は、主に Hrachowitz 准教授と降雨流出過程の逆推定法に関する議論を重ねた。具体

的には、河川流量が一時的に無くなるような渇水期を有する流域における、降雨流出過程の逆推定を試みた。Hrachowitz 准教授との議論の結果、河川流量が一時的に無くなるような渇水期を有する流域では、渇水期の降雨流出過程を逆推定することができない可能性が浮上した。そこで、降雨流出過程の逆推定法の改善方法を模索する研究を続けたものの、解決策を見いだすことができなかった。以上の成果を踏まえて、降雨流出過程の逆推定法を提案し、この逆推定法は湿潤気候下にある流域には適用できるが、河川が断流するような渇水期を有する流域では適用できない点を踏まえて、降雨流出過程の逆推定法の可能性と限界についてまとめた論文を発表した (Yokoo et al., 2017)。さらに、降雨流出過程の逆推定法は湿潤な流域であれば適用できることが判明したため、同定した結果の妥当性を水質変動の観点から検証する研究は湿潤気候下にある流域を対象として予定通り進めた。まず、水質データの解析や水質データから降雨流出過程を同定する研究の世界的なリーダーである James W. Kirchner 教授 (スイス連邦工科大学チューリッヒ校, ETH Zurich) の研究室を訪問し、水質データを利用して降雨流出過程の逆推定法を検証できる可能性について議論を行った。その結果、Kirchner 教授も研究代表者の研究の可能性を見出し、イギリスの Plymton 流域の長期的水質データの提供を受け、さらにデータ解析手法を紹介してもらった。以上の結果を踏まえて、そこで、2017年12月に帰国し、阿武隈川水系荒川支流の東鴉川流域の河川流量データから逆推定した降雨流出過程を、同流域において2016年9月から連続観測している多項目水質計 (EX0-2, Xylem Japan) の水質データを利用して検証する研究に2018年1月から着手した。その結果、(1)東鴉川流域の主要な降雨流出過程は4つ存在すること、(2)濁度・電気伝導率・蛍光溶存有機物濃度が各流出成分のトレーサになっている可能性があることを見いだされた。これらに加えて、河川流量を降雨に対する応答の違いによって成分分離する手法は河川流況の推定にも有効であることがわかった (Leong and Yokoo, 2017)。

2018年度は、阿武隈川水系荒川支流の東鴉川流域の水質データの蓄積を進めつつ、逆推定した降雨流出過程を検証できる水質データの探索を継続し、浮遊土砂濃度・電気伝導率・蛍光溶存有機物濃度などが成分別の降雨流出過程のトレーサになる可能性を見いだした。しかしながら、すべての河川流量の成分のトレーサを見いだすことはできなかったため、データの蓄積を継続した (鈴木・横尾, 2019)。これと並行して、2013年頃から開始していた降雨流出過程のスケール問題に関する勉強会において、水と土砂の流出現象のスケール依存性に関する広範な文献レビューを行い、その結果を発表した (浅野ら, 2018a; 浅野ら, 2018b; 横尾ら, 2018)。この中で、河川水中の土砂濃度は降雨流出過程と連動していることを再確認した (横尾ら, 2018)。

2019年度は、阿武隈川水系荒川支流の東鴉川流域の水質データの蓄積を進めつつ、逆推定した降雨流出過程を検証できる水質データの探索を継続した。その結果、電気伝導率の逆数である比抵抗が降雨流出過程全般の非常に良いトレーサになっていることが分かった。さらに、その比抵抗をその逓減特性によって成分分離すると、成分分離した河川流量の変動とよく対応していることを見いだした。これにより、すべての河川流量成分のトレーサとなり得る水質データを特定することができた (古川, 2020)。これと並行して、降雨流出過程の逆推定法を利用して流況曲線形状の多様性が発現する要因を検討した結果、流況曲線形状の違いは主要な降雨流出過程の数に依存していることを明らかにすることができた (Leong and Yokoo, 2019a; Leong and Yokoo, 2019b)。

2020年度は、コロナ禍によって研究活動が大きく制限されてしまったものの、阿武隈川水系荒川支流の東鴉川流域の水質データの蓄積を進めながら、逆推定した降雨流出過程を検証できる水質データの探索を継続した。その結果、濁度が降雨に対する応答が最も速い河川流量の成分のトレーサになっている可能性を見いだした (水上, 2021)。また、降雨流出過程の時空間スケール依存性に関するレビュー論文の成果に対して、「令和2年度水文・水資源学会論文賞」を受賞した。

2021年度は、阿武隈川水系荒川支流の東鴉川流域の水質データの蓄積を進めながら、逆推定した降雨流出過程を検証できる水質データの探索を継続した。その結果、降雨に対する遅い河川流量成分は比抵抗の成分分離結果と相関があることや、降雨に対する応答が速い河川流量成分は浮遊土砂濃度や溶存有機炭素濃度と相関があることを見いだした (坂内, 2022)。これと並行して、2020年度に行った水・土砂流出の予測精度向上に向けた議論の成果を発表した (内田ら, 2021)。また、既往文献のレビューを通じて、河川流量を成分分離して河川流況を推定する手法の有効性を提案した (Leong and Yokoo, 2021)。

2022年度は、これまでの研究成果を論文としてまとめる作業を進め、現在も執筆中である。また、降雨流出過程の逆推定法を利用して、アメリカの12流域の流況曲線形状を説明できることを示した (Leong and Yokoo, 2022)。

#### < 引用文献 >

- Blöschl, G., Sivapalan, M. (1995) Scale issues in hydrological modelling: A review. *Hydrol. Process.*, 9, 251-290. DOI: 10.1002/hyp.3360090305.
- Kobayashi, S., Yokoo, Y. (2013) Estimating watershed-scale storage changes from hourly discharge data in mountainous humid watersheds: toward a new way of dominant process modeling, *Hydrological Research Letters*, 7, 97-103. DOI: 10.3178/hrl.7.97.

- Leong, C., Yokoo, Y. (2017) Estimating flow duration curve in the humid tropics: a disaggregation approach in Hawaiian watersheds, *Hydrological Research Letters*, 11, 175-180. DOI: 10.3178/hrl.11.175.
- Leong, C., Yokoo, Y. (2019a) Estimating flow duration curves in perennial and ephemeral catchments by using a disaggregated approach, *Hydrological Research Letters*, 13, 14-19. DOI: 10.3178/hrl.13.14.
- Leong, C., Yokoo, Y. (2019b) An interpretation of the relationship between dominant rainfall-runoff processes and the shape of flow duration curve by using data-based modeling approach, *Hydrological Research Letters*, 13, 62-68. DOI: 10.3178/hrl.13.62.
- Leong, C., Yokoo, Y. (2021) A step toward global scale applicability and transferability of flow duration curve studies: A flow duration curve review (2000-2020), *Journal of Hydrology*, 603, B, 126984. DOI: 10.1016/j.jhydrol.2021.126984.
- Leong, C. and Yokoo, Y. (2022) A multiple hydrograph separation technique for identifying hydrological model structures and an interpretation of dominant process controls on flow duration curves, *Hydrological Processes*, 36(4), e14569. DOI: 10.1002/hyp.14569.
- Yokoo, Y., Chiba, T., Shikano, Y., Leong, C. (2017) Identifying dominant runoff mechanisms and their lumped modeling: a data-based modeling approach, *Hydrological Research Letters*, 11, 128-133. DOI: 10.3178/hrl.11.128.
- 浅野友子, 内田太郎, 五味高志, 水垣滋, 平岡真合乃, 勝山正則, 丹羽諭, 横尾善之 (2018a) 山地流域の水・土砂流出における空間スケールの影響 (1): 流域面積に対する水・土砂流出量の応答に関する観測例, *水文・水資源学会誌*, 31(4), 219-231. DOI: 10.3178/jjshwr.31.219. 令和2年度水文・水資源学会論文賞受賞対象論文
- 浅野友子, 内田太郎, 勝山正則, 平岡真合乃, 水垣滋, 五味高志, 丹羽諭, 横尾善之 (2018b) 山地流域の水・土砂流出における空間スケールの影響 (2): 集中的な観測が行われた流域の事例, *水文・水資源学会誌*, 31(4), 232-244. DOI: 10.3178/jjshwr.31.232. 令和2年度水文・水資源学会論文賞受賞対象論文
- 内田太郎, 浅野友子, 平岡真合乃, 横尾善之, 五味高志, 水垣滋, 丹羽諭, 勝山正則 (2021): 山地流域の水・土砂流出における空間スケールの影響 (4): 水・土砂流出予測精度向上に向けた提案, *水文・水資源学会誌*, 34(3), 192-204. DOI: 10.3178/jjshwr.34.192.
- 加藤光, 横尾善之 (2016) 東北地方の流域における降雨出機構のスケール依存性, *東北地域災害科学研究*, 52, 19-24.
- 鈴木楓, 横尾善之 (2019) 東鴉川の降雨流出過程と水質形成機構の推定, 平成30年度土木学会東北支部技術研究発表会講演概要集, 11-6.
- 坂内伶菜, 横尾善之 (2022) 河川の流量・水質データを用いた降雨流出過程と水質形成機構の推定, 令和3年度土木学会東北支部技術研究発表会講演概要集, 11-14.
- 古川駿矢, 横尾善之 (2020) 東鴉川流域における主要な降雨流出機構と河川水質形成機構の関係, 令和元年度土木学会東北支部技術研究発表会講演概要集, 11-34.
- 水上武斗, 横尾善之 (2021) 東鴉川の主要な降雨流出機構と水質形成機構の同定, 令和2年度土木学会東北支部技術研究発表会講演概要集, 11-28.
- 横尾善之, 丹羽諭, 内田太郎, 平岡真合乃, 勝山正則, 五味高志, 水垣滋, 浅野友子 (2018) 山地流域の水・土砂流出における空間スケールの影響 (3): 数値解析モデル上の取り扱い事例, *水文・水資源学会誌*, 31(4), 245-261. DOI: 10.3178/jjshwr.31.245.

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計11件（うち査読付論文 10件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 5件）

1. 著者名 内田太郎, 浅野友子, 平岡真合乃, 横尾善之, 五味高志, 水垣滋, 丹羽諭, 勝山正則. DOI:	4. 巻 34
2. 論文標題 山地流域の水・土砂流出における空間スケールの影響 (4): 水・土砂流出予測精度向上に向けた提案	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 水文・水資源学会誌	6. 最初と最後の頁 192 ~ 204
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3178/jjshwr.34.192	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 Leong C., Yokoo Y.	4. 巻 603
2. 論文標題 A step toward global-scale applicability and transferability of flow duration curve studies: A flow duration curve review (2000?2020)	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Hydrology	6. 最初と最後の頁 126984 ~ 126984
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jhydrol.2021.126984	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 Chris Leong, Yoshiyuki Yokoo	4. 巻 13
2. 論文標題 Estimating flow duration curves in perennial and ephemeral catchments using a disaggregated approach	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Hydrological Research Letters	6. 最初と最後の頁 14 ~ 19
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3178/hrl.13.14	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 Chris Leong, Yoshiyuki Yokoo	4. 巻 13
2. 論文標題 An interpretation of the relationship between dominant rainfall-runoff processes and the shape of flow duration curve by using data-based modeling approach	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Hydrological Research Letters	6. 最初と最後の頁 62 ~ 68
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3178/hrl.13.62	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 浅野 友子, 内田 太郎, 五味 高志, 水垣 滋, 平岡 真合乃, 勝山 正則, 丹羽 諭, 横尾 善之	4. 巻 31
2. 論文標題 山地流域の水・土砂流出における空間スケールの影響(1): 流域面積に対する水・土砂流出量の応答に関する観測例	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 水文・水資源学会誌	6. 最初と最後の頁 219 ~ 231
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3178/jjshwr.31.219	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 浅野 友子, 内田 太郎, 勝山 正則, 平岡 真合乃, 水垣 滋, 五味 高志, 丹羽 諭, 横尾 善之	4. 巻 31
2. 論文標題 山地流域の水・土砂流出における空間スケールの影響(2): 集中的な観測が行われた流域の事例	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 水文・水資源学会誌	6. 最初と最後の頁 232 ~ 244
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3178/jjshwr.31.232	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 横尾 善之, 丹羽 諭, 内田 太郎, 平岡 真合乃, 勝山 正則, 五味 高志, 水垣 滋, 浅野 友子	4. 巻 31
2. 論文標題 山地流域の水・土砂流出における空間スケールの影響(3): 数値解析モデル上の取り扱い事例	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 水文・水資源学会誌	6. 最初と最後の頁 245 ~ 261
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3178/jjshwr.31.245	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 Yokoo Yoshiyuki, Chiba Takahiko, Shikano Yudai, Leong Chris	4. 巻 11
2. 論文標題 Identifying dominant runoff mechanisms and their lumped modeling: a data-based modeling approach	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Hydrological Research Letters	6. 最初と最後の頁 128 ~ 133
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3178/hrl.11.128	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 Leong Chris, Yokoo Yoshiyuki	4. 巻 11
2. 論文標題 Estimating flow duration curve in the humid tropics: a disaggregation approach in Hawaiian watersheds	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Hydrological Research Letters	6. 最初と最後の頁 175 ~ 180
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3178/hrl.11.175	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 Leong Chris, Yokoo Yoshiyuki	4. 巻 36
2. 論文標題 A multiple hydrograph separation technique for identifying hydrological model structures and an interpretation of dominant process controls on flow duration curves	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Hydrological Processes	6. 最初と最後の頁 e14569
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/hyp.14569	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 Leong Chris, Yokoo Yoshiyuki	4. 巻 53
2. 論文標題 Applicability of the Curve Number Method for estimating flow duration curves in the Humid Tropic	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Tohoku Journal of Natural Disaster Science	6. 最初と最後の頁 107~112
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 無
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 -

〔学会発表〕 計28件 (うち招待講演 2件 / うち国際学会 14件)

1. 発表者名 Leong, C., Yokoo, Y.
2. 発表標題 Application of flexible model structures to interpret dominant process controls on flow duration curves
3. 学会等名 International Conference on Sustainable Water Resources Management- Global Challenges and Opportunity -, Committee on Global Environment, JSCE (On-line) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 早野浩一朗, 横尾善之
2. 発表標題 降雨流出過程の逆推定法による降雨流出モデリング: 地表面モデルの構築法の検討
3. 学会等名 令和3年度土木学会東北支部技術研究発表会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 坂内伶菜, 横尾善之
2. 発表標題 河川の流量・水質データを用いた降雨流出過程と水質形成機構の推定
3. 学会等名 令和3年度土木学会東北支部技術研究発表会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 木村亮弥, 横尾善之
2. 発表標題 降雨流出過程の空間スケール依存性の発現要因の解明
3. 学会等名 令和3年度土木学会東北支部技術研究発表会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Satou, H., Yokoo, Y., Leong, C.
2. 発表標題 Dependency of watershed-scale rainwater storage on watershed-area at the occurrence times of slope failures: a preliminary investigation in Japan
3. 学会等名 JpGU-AGU Joint Meeting 2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年



1. 発表者名 Yokoo, Y., Sakairi, T., Leong, C.
2. 発表標題 Applying a data-based rainfall runoff modeling approach to interpret the mechanisms of decreasing spatial variability of subcatchment-specific discharge with increasing subcatchment area
3. 学会等名 JpGU-AGU Joint Meeting 2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Leong, C., Yokoo, Y.
2. 発表標題 Understanding catchment processes and scale effect on catchment flows
3. 学会等名 JpGU-AGU Joint Meeting 2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Uchida, T., Asano, Y., Mizugaki, S., Yokoo, Y., Hiraoka, M., Gomi, T., Niwa, S., Katsuyama, M.
2. 発表標題 Towards improving predictivity of runoff and sediment transport for mountainous catchments through measurement of spatial patterns of hydrological behaviors
3. 学会等名 JpGU-AGU Joint Meeting 2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Asano, Y., Uchida, T., Gomi, T., Mizugaki, S., Hiraoka, M., Katsuyama, M., Niwa, S., Yokoo, Y.
2. 発表標題 Effect of spatial scales on runoff / sediment transport in mountain catchments
3. 学会等名 JpGU-AGU Joint Meeting 2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 水上武斗, 横尾善之
2. 発表標題 東鴉川の主要な降雨流出機構と水質形成機構の同定
3. 学会等名 令和2年度土木学会東北支部技術研究発表会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Yoshiyuki Yokoo
2. 発表標題 Estimating the Occurrence Time of Slope Failure Using Water Stage Data
3. 学会等名 Asia Oceania Geosciences Society 16th Annual Meeting (AOGS 2019) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Chris Leong, Yoshiyuki Yokoo
2. 発表標題 Estimating Catchments Low Flows in a Disaggregated Flow Duration Curve Approach
3. 学会等名 The 27th IUGG 2019 General Assembly, Montreal (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Chris Leong, Yoshiyuki Yokoo
2. 発表標題 Estimating low flows in the flow duration curve of catchments in the humid tropics
3. 学会等名 The 8th Civil Engineering Conference in the Asian Region (CECAR8) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Chris Leong, Yoshiyuki Yokoo
2. 発表標題 Understanding flow duration curve shapes: a process based approach
3. 学会等名 令和元年度土木学会東北支部技術研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 坂入剛史, 横尾善之
2. 発表標題 主要な降雨流出機構に基づく河川流量変動の空間代表性の発現過程に関する検討
3. 学会等名 令和元年度土木学会東北支部技術研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 佐藤光, 横尾善之
2. 発表標題 河川水位データを利用した土砂災害発生時刻の推定法の開発
3. 学会等名 令和元年度土木学会東北支部技術研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 古川駿矢, 横尾善之
2. 発表標題 東鴉川流域における主要な降雨流出機構と河川水質形成機構の関係
3. 学会等名 令和元年度土木学会東北支部技術研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Yoshiyuki Yokoo, Kaoru Yoshida, Kaede Suzuki, Chris Leong
2. 発表標題 A data-based modeling of dominant rainfall-runoff mechanisms: application to snowy watershed
3. 学会等名 Asia Oceania Geoscience Society 15th Annual Meeting (AOGS 2018) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Chris Leong, Yoshiyuki Yokoo
2. 発表標題 Estimating runoff in perennial and ephemeral catchments: a disaggregated flow duration curve approach
3. 学会等名 The 6th International Symposium on Water Environment Systems (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 鈴木楓, 横尾善之
2. 発表標題 東鴉川の降雨流出過程と水質形成機構の推定
3. 学会等名 平成30年度 土木学会東北支部技術研究発表会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yoshiyuki Yokoo, Keiko Udo
2. 発表標題 Relationship between precipitation, river flow and Its turbidity: fine structure of water and turbidity data at an upper-most reach
3. 学会等名 10th Symposium on River, Coastal and Estuarine Morphodynamics (RCEM 2017) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Keiko Udo, Kohki Morita, Yuriko Takeda, Yoshiyuki Yokoo
2. 発表標題 Sediment balance from mountains to coasts in Japan: what is the cause of coastal erosion in the period from 1950 to 1990?
3. 学会等名 Coastal Dynamics 2017 (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 本田樹, 横尾善之
2. 発表標題 降雨流出過程のスケール依存性の発生機構に関する検討
3. 学会等名 平成29年度 土木学会東北支部技術研究発表会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 横山康平, 横尾善之
2. 発表標題 降雨流出過程のスケール依存性および空間代表性に関する検討
3. 学会等名 平成30年度土木学会東北支部技術研究発表会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Leong, C., Yokoo, Y.
2. 発表標題 Runoff estimations in a 3-part disaggregated flow duration curve
3. 学会等名 FY2018 Annual Meeting of the Tohoku Branch, Japan Society of Civil Engineers, 11-12
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Leong, C., Yokoo, Y.
2. 発表標題 Estimating flow duration curves under different climates by a disaggregation approach
3. 学会等名 2019 Annual Meeting of Japan Society of Hydrology and Water Resources
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 齋藤主馬, 横尾善之
2. 発表標題 降雨流出過程における空間代表性の発現過程の検討
3. 学会等名 令和4年度土木学会東北支部技術研究発表会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Yokoo, Y.
2. 発表標題 A data-based modeling approach of rainfall-runoff processes: its development history and a blueprint for the future
3. 学会等名 The 10th International Symposium on Water Environment Systems - with Perspective of Global Safety (国際学会)
4. 発表年 2022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
主たる渡航先の主たる海外共同研究者	ホラコウィッツ マーカス  (Hrachowitz Markus)	デルフト工科大学・土木工学・地球科学部・准教授	

	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
その他の研究協力者	カーシュナー ジェームス  (Kirchner James)	チューリッヒ工科大学・環境システム科学科・教授	

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1件

国際研究集会 Session A-HW33, JpGU-AGU Joint Meeting 2020	開催年 2020年～2020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			
オランダ	Delft University of Technology			
スイス	ETH Zurich			