

令和 4 年 5 月 30 日現在

機関番号：11301

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2019～2021

課題番号：19H02395

研究課題名（和文）日本全域における流出ポテンシャル流木量の推定

研究課題名（英文）Estimation of potential large wood export in Japan

研究代表者

小森 大輔（Komori, Daisuke）

東北大学・工学研究科・准教授

研究者番号：50622627

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 8,300,000円

研究成果の概要（和文）：斜面崩壊モデルを応用した発生流木量推定モデルと、推定された発生流木量を入力値とする流木流出特性を反映させた流木の堆積・再移動・流出量を推定する貯留関数モデルを構築し、それらを統合して流木流出の一連のプロセスのモデルを開発した。開発した流木流出統合モデルの日本全域への適用に向けて、現地調査より流木の発生、堆積・再移動、流出の各メカニズムを明らかにするとともに、流木流出統合モデルの検証・高度化した。そして、高度化した流木流出統合モデルを用いて、堆積流木量を含めた流域規模での流出ポテンシャル流木量の推定手法を確立した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

世界初の流木流出の一連のプロセスに基づく流木流出統合モデルを開発した。これまで実現できなかった時系列的な流出流木量の流域評価を可能とする世界に先駆けた成果である。本モデルを用いた流木流出リスク評価手法を開発した。降水量のみから堆積流木量を考慮した流木流出リスクが推定できるため、実社会への実装に向けて極めて有効であると考えられる。

流出流木量の将来予測も視野に入れた、流出流木量に基づく河川流域の生物多様性評価や水災害リスク推定的手法を確立することは、地球温暖化時代のレジリエンス研究として非常に重要である。森林特性の将来予測手法の開発やEco-DRRへの展開はそれに資する当初の計画以上の研究成果である。

研究成果の概要（英文）：A quantitative model for analyzing the mass balance of large wood and its export on an annual scale at a watershed scale was developed for the first time in the world. The model consists of two frameworks: the rainfall-induced analytical shallow landslide model for the large wood recruitment, and the double storage function with the lumped hydrological method at a watershed scale for the large wood entrainment. For the model application to the whole of Japan, field surveys at recent disaster areas with large wood export, model verification and improvements were carried out. Finally, a method for the risk assessment of large wood export on a watershed scale, considering its storage and , was established using the model.

研究分野：水文学、土木工学

キーワード：流木流出 発生 堆積 斜面崩壊モデル 貯留関数モデル

1. 研究開始当初の背景

河川における流木は主に、枯死、風倒、河岸侵食、斜面崩壊、土石流といった生物的・物理的・人為的要因が複合的に作用し流出する (Benda et al., 2003; 芳賀ら, 2006; Ruiz-Villanueva et al., 2016). 流木の発生源である山林では、森林量は年々増加しており着実に樹木が生育し、さらに地球温暖化に伴う時空間的に集中した豪雨の頻発が重なり、2014 年広島土砂災害、2016 年北海道・東北豪雨災害、2017 年九州豪雨災害、2018 年西日本豪雨災害にて甚大な流木災害が発生したことは記憶に新しい。

発生した流木は山林内や沢の狭窄部で塞き止められ、流木天然ダムを形成 (堆積) し段階的に流出する (清水, 2009; Ruiz-Villanueva et al., 2016). さらに、一般に大規模な出水イベントでは、流れの及ぶ範囲と強度がともに大きいため、巻き込まれる流木量も必然的に多くなる。今後、災害外力の増大によって、洪水や土石流等の大規模化が想定されるため、**流木の発生-堆積-再移動-流出という一連のプロセスの理解が重要である**。また、流木の流出過程や発生要因、生態系に与える影響、流木により堆積する土砂など流木に関する様々な研究はこれまでに進んできたが、堆積流木量に関する研究はほとんどなく、流木流出の一連のプロセスに踏み込む研究は、**これまで実現できなかった時系列的な流出流木量の流域評価を可能にする点で意義深い**。

このような背景のもと、いち早く申請者らは日本全国のダム貯水池における流木流出量の統計解析を行い (助川・小森, 2017)、流出流木には大規模降水イベント時に観測される早い流出特性と、流域内に堆積している流木が再移動して流出する遅い流出特性を推察した。そこで、**斜面崩壊モデル (Thapthai and Komori et al., 2017) を応用して推定した発生流木量 (Thapthai and Komori et al., 2018) を入力値として、2 段直列タンクモデルを用いて流木の堆積・再移動-流出量を推定する、世界初の流木流出統合モデルを提案したが、地球温暖化時代における効果的な流木災害対策に関して、現時点ではまだ明確な回答はできていない**。また、大規模洪水後に行われた流域スケールでの流木調査によって、山間部において相当量の流木堆積があることが推測されている (村上・中津川, 2004; 佐藤ら, 2006)。さらに、北日本の 3 流域と南日本の 3 流域の現地調査より、北日本は台風や集中豪雨が稀で堆積流木量が多く堆積流木量が流出流木量の制限要因であること、南日本では北日本と比較して堆積流木量が少ないため発生流木量が流出流木量の制限要因であることが示された (Seo et al., 2015)。**このような堆積流木の今後の流出が懸念されることを考えても、流木の堆積・再移動に関する研究の必要性は大きい**。

そのような意味においても、日本全域を対象に、実社会への実装に向けてさらに流木流出の一連のプロセスの理解を進め、生物的・物理的・人為的要因の複合的な作用を定量的に解明することが肝要である。そして、流出流木量の将来予測も視野に入れた、堆積流木量を含めた流出ポテンシャル流木量の推定手法を世界に先駆けて確立することは、地球温暖化時代への防災・減災研究として非常に重要であると考えた。

2. 研究の目的

日本全域を対象に、**流木流出の一連のプロセスに基づく流木流出統合モデルを開発・高度化する**。そして、**堆積流木量を含めた流出ポテンシャル流木量の推定手法の確立を目指す**。

3. 研究の方法

近年の流木災害において最も大きな被害をもたらした 2014 年広島土砂災害、2016 年北海道・東北豪雨災害や、2017 年九州豪雨災害、また 2018 年西日本豪雨の事例を対象に、現地調査より流木の発生、堆積・再移動、流出の各メカニズムを明らかにする。流木流出の一連のプロセスに基づく流木流出統合モデルを開発し、日本全域への適用に耐えうるよう検証・高度化する。最終的に、高度化した流木流出統合モデルを日本全域に適用し、堆積流木量を含めた流域規模での流出ポテンシャル流木量の推定手法を確立する。そして、森林特性、発生流木量、および堆積流木量の観点から日本全域における流木流出特性分布を明らかにする。

4. 研究成果

(1) 流木流出実態の現地調査

2014 年広島土砂災害、2018 年西日本豪雨、2019 年台風 19 号豪雨の事例を対象に、流木の発生、堆積・再移動、流出の各メカニズムを明らかにするために現地調査を実施した。2018 年西日本豪雨にて大規模流木流出が発生した愛媛県肱川流域の山地溪流にて実施した現地調査では、申請者らの既往研究 (岩手県小本川流域) と比較し流路上に形成される流木天然ダムが少なく (表 1)、南日本と北日本における豪雨の発生頻度の違いが流木天然ダムの形成要因に影響を与えていることを明らかにした (合田・小森ら, 2020)。

さらに、2019 年台風 19 号豪雨にて大規模流木流出が発生した宮城県阿武隈川流域の山地溪流にて実施した現地調査では、愛媛県肱川流域に比べ流路上に形成される流木天然ダムが多かったことが明らかとなった (表 1)。また、流木の堆積に寄与する立木、倒木の樹齢や胸高直径は

愛媛県肱川流域と同様であり、流木流出を堰き止める森林特性は南日本と北日本において同様であることが推察された。すなわち、南日本と北日本における流木流出の流体力の違いが流木天然ダムの形成要因に影響を与えていることを森林特性の観点から示した(阿部・小森ら, 投稿中)。

表 1. 流木天然ダムの形成要因の説明と割合 (合田・小森ら (2020) を改変)

TYPE	説明	岩手県 小本川	愛媛県 肱川	宮城県 阿武隈川
a	側岸の斜面崩壊から供給された倒木と土砂が直下の流路を閉塞し、その場に流木天然ダムを形成したタイプ	8 %	10.9 %	43.4 %
b	流路を移動した流木が途中で集積して流路を閉塞し、流木天然ダムを形成したタイプ	92 %	7.3 %	25.0 %
c	側岸から流出した流木や上流から流下した流木が、流路脇の立木に堆積して流木天然ダムを形成したタイプ		81.8 %	31.6 %

(2) リモートセンシング技術を用いた流木流出モニタリング手法の開発

① 無人航空機を用いた流木流出モニタリング手法

基準点をダム貯水池に水面浮遊設置することでダム貯水池に捕捉された流木群の機械的な三次元形状復元手法を提案した(和具・小森ら, 2019)。対象事例(鳴子ダム・月光川ダム・四時ダム・高柴ダム)にて計測誤差は0.057-0.450mであり、各ダムにおける推計誤差は評価可能な範囲であることが確認された。

② 衛星観測を用いた発生流木量の推計手法の開発

斜面崩壊が発生すると裸地が露出し植生が失われることから、既往研究を参考に斜面崩壊発生後の顕著な正規化植生指標 NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) 低下箇所を抽出することにより斜面崩壊箇所を抽出する手法を開発した。

各対象地域・対象期間における約1年間隔の衛星画像を整備した。用いた画像はLandsat-5(TM), Landsat-7(ETM+), Landsat-8(OLI/TIR)のレベル1の処理データ(放射計測校正済)である。画像の解像度は30mであるが、複数の画像を解析する都合上、新たに解像度1.8秒(南北約60m, 東西約40m)のメッシュを設け、位置合わせを行った。そして、各年において前年のNDVIとの差分 Δ NDVIをメッシュごとに算出し、式(1)を用いて閾値 t を算出した。

$$t = \mu - \alpha \times \sigma \quad (1)$$

ここで、 μ , σ は Δ NDVIの平均値と分散、 α はパラメータを示す。

高い精度において流木発生箇所を抽出するためには、最適な α の値を決定する必要がある。そこで、広島県庄原市において2010年7月に発生した土砂崩壊の観測データをもとに、各 α における抽出精度の検証を行い、 α の値を決定した。そして、 Δ NDVIが閾値以下となったメッシュを流木発生箇所として抽出した。広島県庄原市の土砂崩壊観測データをもとに、各 α の値における抽出精度を確認したところ、 $\alpha = 2.1$ において概ね過不足なく崩壊地を抽出できることがわかった。 $\alpha = 2.1$ とした場合の抽出結果と観測データを比較したものを図1に示す。大規模な崩壊はほぼ全て抽出できており、さらに中・小規模の崩壊についても部分的に抽出できていることが確認された。また、この場合のRecallおよびPrecisionをメッシュ単位において算出すると、それぞれ72.1%, 67.8%と高い値が得られており、精度の良い抽出結果が得られたことが定量的にも示された。よって、発生流木量の推計にあたり $\alpha = 2.1$ としたものを Δ NDVIの閾値として採用した。

以上の手法により推定した流木発生箇所は、ダム流域全体を対象としたものである。しかし、発生した流木のうち、風化や分解せずに最終的にダム貯水池まで到達するのは河道周辺において発

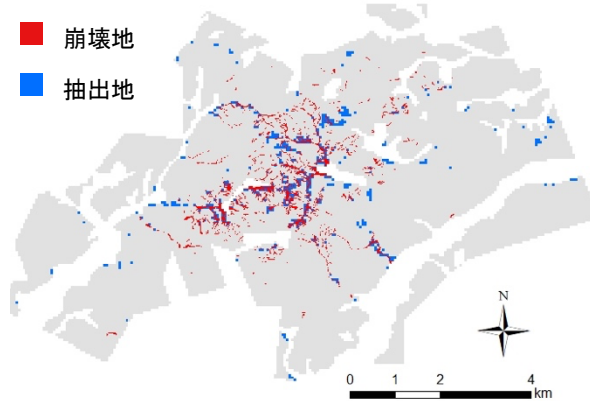


図1 $\alpha = 2.1$ の抽出結果と観測データの比較

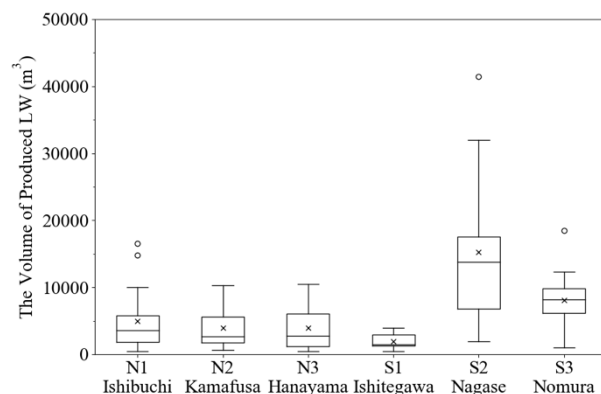


図2 発生流木量の推計結果

生したものに限られると考えられる。そこで、流木発生箇所として推定したメッシュのうち、河道から約 100m の範囲内に位置するもののみをさらに抽出した。その後、各メッシュにおける立木密度および流木 1 本当たりの体積を考慮し、発生流木量を推計した。図 2 に、各ダム流域において推計された発生流木量を箱ひげ図を用いて示す。図中のバツ印は平均値を、白丸はひげの範囲から外れた値（外れ値）を示しており、石淵ダムにおいては 2 度、永瀬ダムと野村ダムにおいては 1 度、平年より顕著に多い発生流木量が推計された。また、各ダム流域における発生流木量の平均値と標準偏差を用いて変動係数を算出したところ、北日本のダム流域においては 0.907（石淵ダム）、0.719（釜房ダム）、0.768（花山ダム）だったのに対し、南日本のダム流域においては 0.547（石手川ダム）、0.699（永瀬ダム）、0.431（野村ダム）となり、比較的低い値を示した。すなわち、発生流木量の観点より、南日本のダム流域においては北日本と比べて各年の発生流木量が変動しにくいことがわかった。

(3) 流木流出統合モデルの高度化

① ビッグデータを用いた森林特性の将来予測手法の開発

航空機 LiDAR、森林 GIS、環境情報からなるビッグデータを活用し、人工林の樹冠高成長について機械学習モデルを用いて高解像度で予測する手法を新たに開発した（図 3; Nakao et al., 2022）。

発生流木量は、斜面崩壊域における立木密度および流木 1 本当たりの体積より推定しており、本研究結果は発生流木量の推計の高度化とともに、今後の将来予測研究に向けて有意義な成果が得られた。

② 斜面崩壊モデルの高度化

2019 年台風 19 号にて大規模流木流出が発生した宮城県阿武隈川流域を対象に、斜面崩壊モデルの空間解像度、土層厚、降水量の空間分布に関して感度実験を行い、モデル予測精度を最も高める適切な空間解像度を明らかにした（Sartsin and Komori et al. 投稿中）。

図 4 に ROC（Receiver Operating Characteristic）曲線によるモデルの予測精度を評価した結果を示す。ここで、頭文字（C/Z/S）は土層厚において ORNL DAAC による全球 1km 解像度の土層厚データ/Sauliner et al. (1997) に基づく高解像度化/Thapthai and Komori (2018) に基づく高解像度化、中文字（10/50）は空間解像度（m）、末文字（R/I）はレーダ観測雨量（1km 格子）/アメダス雨量逆距離重みづけ補間を意味する。AUC（Area Under the Curve）は大きいほど予測性能が良いことを示し、本研究において Z-10-R が最も予測精度が高いことが明らかとなった。特に、土層厚のパラメータはすべり破壊面に関する重要なパラメータであることがわかった。

また、降雨分布と降雨強度は、地下水位による駆動力の増加によって地すべりに影響を与え、大規模流木流出が発生した阿武隈川水系五福谷川流域と、大規模流木流出が発生しなかった阿武隈川水系内川流域では異なる斜面崩壊特性であったことがわかった。

③ 流木の堆積・再移動・流出量のモデルの開発および高度化

流木の発生、堆積・再移動、流出の各メカニズムを明らかにするための現地調査を通じて、流木流出には降水イベント時の流木発生を伴う大規模流木流出と、通常時の流域内に堆積した流木が再移動する基底流木流出の 2 種類の流木流出特性が存在することを明らかにした。そこで、斜面崩壊モデルを応用した発生流木量推定モデルと、推定された発生流木量を入力値とする流木流出特性を反映させた流木の堆積・再移動・流出量を推定する貯留関数モデルを構築し、それらを統合して流木流出の一連のプロセスのモデル化した（図 5; 小森ら, 2019）。

構築したモデルを北上川水系（御所ダム、田瀬ダム、湯田ダム、石淵ダム）および筑後川水系（寺内ダム）のダム流域に適用した結果、全てのダム流域にて高い再現性が得られた。再現性が

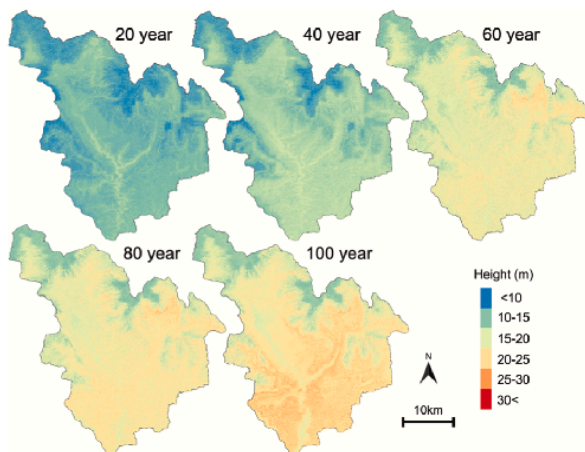


図 3 林齢 20-100 年次までの成長予測

(Nakao et al., 2022)

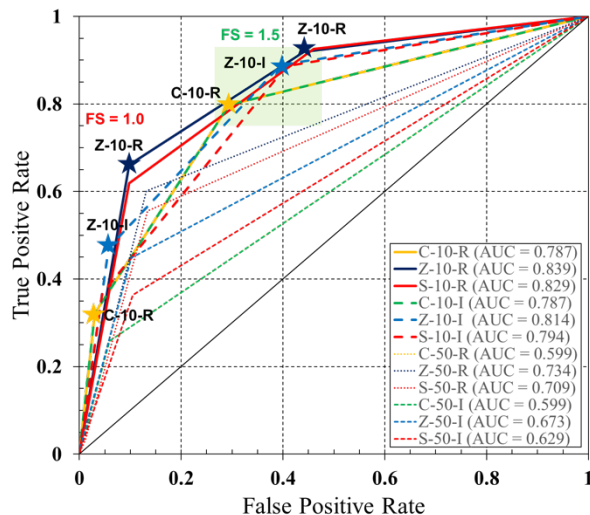


図 4 ROC 曲線によるモデルの予測精度評価

(Sartsin and Komori et al., 投稿中)

得られたダム流域の流木流出特性を比較した結果、南日本は北日本に比べ流木の堆積期間は短く、流域内の堆積流木量は少ないという Seo et al. (2015) と一致する傾向が示された (横山・小森ら, 2019)。

貯留関数モデルの貯留の初期条件に関し、適切な貯留状態を与えるために発生流木量を繰り返し与えるスピニングアップ (18, 36, 54 年分) の予備実験を実施した。スピニングアップの回数を増やすと再現精度は若干減少するが、いずれのスピニングアップにおいても再現性が高いことが示された (Komori et al., 2021)。

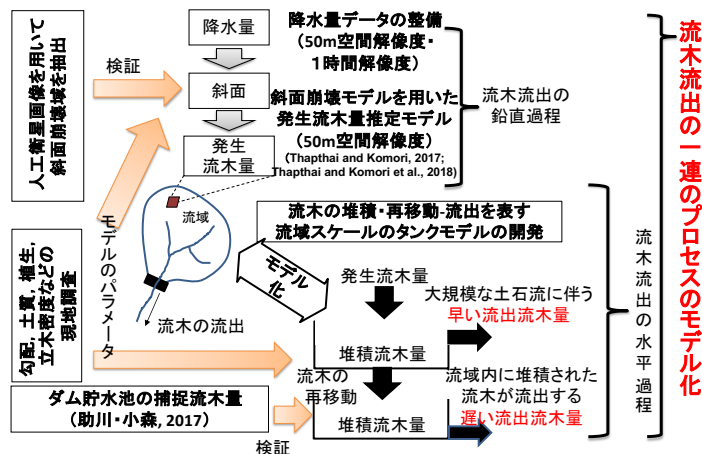


図5 開発した流木流出統合モデル

(4) 堆積流木量を含めた流出ポテンシャル流木量の推定手法の確立

以下の二つの観点から大規模流木流出が発生するリスクの評価を検討した。第一に、任意の量の流木が発生した場合における流出流木量のとり得る値の範囲を考えるため、1段目のタンクの貯留率 r を定義し、 r の値を変化させながら任意の発生流木量を入力値として次年度における流出流木量を計算した。なお、任意の発生流木量の与え方は、解析期間における発生流木量の最大値までを範囲とした。第二に、1段目のタンクの貯留率 r の期待値 (EV) を考えた。任意の年における r は、その年までの流木の発生仕方によって異なる値をとることが考えられる。そこで、解析期間の発生流木量の推計値を用いて、その中からランダムに選んだ値を入力値として採用するという試行を繰り返し行い、10000 年間分の流出計算を行った。そして、10000 年間の各年における r の値について、階級幅 0.1 として頻度解析を行い、 r の EV を算出した。さらにその後、 r を EV とした場合の次年度の流出流木量について、再度任意の発生流木量を入力値とすることにより計算を行った。

対象ダム流域 (花山ダム, 釜房ダム, 石淵ダム) における流木流出リスク評価結果を図6に示す。石淵ダム流域においては、 $r=1$ の場合には発生流木量約 7300 m^3 を起点として大規模流木流出が生じ、その後流出流木量の最大値は約 8190 m^3 まで推計された。一方、石淵ダム流域における r の EV は 0.56 であり、ほとんどの場合においては 4000 m^3 を超えるような流出流木量は生じないことが推察された。すなわち、石淵ダム流域においては大規模流木流出のリスクは r に大きく影響されることが考えられた。釜房ダム流域においては、 $r=1$ の場合には約 9500 m^3 を起点として大規模流木流出が発生しており、大規模流木流出リスクは r の値によって大きく変化しないことがわかった。ただし、今回考慮した発生流木量の範囲内においては、予測される流出流木量の最大値は約 1500 m^3 となり、比較的長く留まっている。しかしながら、過去の推計よりも多量の流木が発生した場合には流出流木量の予測値はこの限りではない可能性があるため、注意が必要である。花山ダム流域においては、 $r=1$ の場合に発生流木量約 1700 m^3 を起点として大規模流木流出が発生しており、他の2つのダム流域と比較して、発生流木量が低い場合にも大規模流木流出の発生リスクがあることが示された。 r の EV は 0.89 と比較的高い値であることから、花山ダム流域においては大規模流木流出のリスクが高い可能性があることが示唆された。

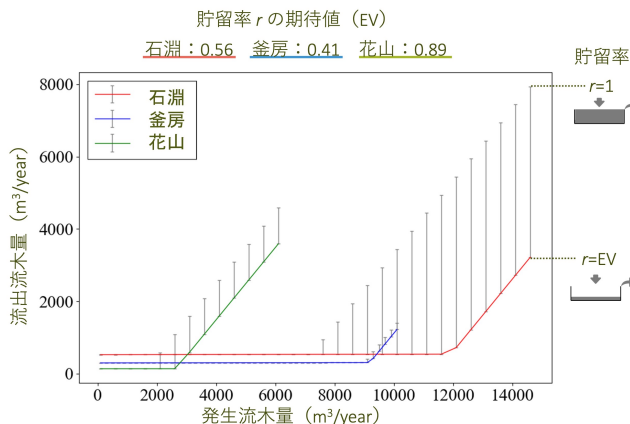


図6 対象ダム流域における流木流出リスク評価

総じて、世界初の流木流出の一連のプロセスに基づく流木流出統合モデルを開発・高度化した。これまで実現できなかった時系列的な流出流木量の流域評価を可能とし、堆積流木量を含めた流出ポテンシャル流木量の推定を実現した。本手法は、降水量のみから大規模流木流出リスクが推定できることより、実社会への実装に向けて極めて有効であると考える。

開発した流木流出統合モデルは世界をリードしており、さらに、流出流木量の将来予測も視野に入れた、流出流木量に基づく河川流域の生物多様性評価や水災害リスク推定の手法を世界に先駆けて確立することは、地球温暖化時代へのレジリエンス研究として非常に重要である。本研究における森林特性の将来予測手法の開発やEco-DRR への展開 (川越ら, 2022) はそれに資する当初の計画以上の研究成果であり、現在、本研究を基課題とした国際共同研究強化 (A) にてこれらの国際共同研究に取り組んでいる。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計12件（うち査読付論文 8件 / うち国際共著 3件 / うちオープンアクセス 6件）

1. 著者名 Komori Daisuke, Sukeyawa Yuto, Chaithong Thapthai, Kazama So	4. 巻 47
2. 論文標題 Modelling of large wood export at a watershed scale	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Earth Surface Processes and Landforms	6. 最初と最後の頁 688 ~ 696
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/esp.5282	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 Nakao Katsuhiko, Kabeya Daisuke, Awaya Yoshio, Yamasaki Shin, Tsuyama Ikutaro, Yamagawa Hiromi, Miyamoto Kazuki, Araki Masatake G.	4. 巻 506
2. 論文標題 Assessing the regional-scale distribution of height growth of Cryptomeria japonica stands using airborne LiDAR, forest GIS database and machine learning	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Forest Ecology and Management	6. 最初と最後の頁 119953 ~ 119953
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.foreco.2021.119953	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 川越清樹・佐藤大輝・阿部翼・二瓶茜	4. 巻 -
2. 論文標題 令和元年台風19号の被害状況をふまえたEco-DRRへの展開	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 地学教育と科学運動	6. 最初と最後の頁 -
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 オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 佐藤大輝・川越清樹	4. 巻 29
2. 論文標題 UAV技術による斜面モニタリングの適用性に関する検討	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 地球環境シンポジウム講演集	6. 最初と最後の頁 21-24
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 阿部翼・上原優・川越清樹	4. 巻 29
2. 論文標題 橋梁部における流木・土砂の影響をふまえたリスク評価	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 地球環境シンポジウム講演集	6. 最初と最後の頁 135-138
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 川越清樹・二瓶茜	4. 巻 29
2. 論文標題 Eco-DRRの効果を示す令和元年台風第19号の斜面抑止効果	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 地球環境シンポジウム講演集	6. 最初と最後の頁 143-144
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 合田 明弘、小森 大輔、横山 光、山本 道、森田 陽、板倉 健太、山田 正	4. 巻 26
2. 論文標題 肱川流域の山地渓流における流木の堆積特性に関する研究	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 河川技術論文集	6. 最初と最後の頁 557 ~ 562
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11532/river.26.0_557	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 KAWAGOE Seiki、HAYASHI Seiji、KAZAMA So	4. 巻 76
2. 論文標題 DEVELOPMENT ECO-DRR MAP FOR SLOPES CONSIDERING APPLICATION OF FOREST RESOURCES	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Japan Society of Civil Engineers, Ser. G (Environmental Research)	6. 最初と最後の頁 I_361 ~ I_370
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2208/jscej.76.5_I_361	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 HIKARI YOKOYAMA, DAISUKE KOMORI, THAPTHAI CHAITHONG	4. 巻 -
2. 論文標題 ESTIMATING THE CHARACTERISTICS OF WOODY DEBRIS MECHANISM IN TERAUCHI DAM RESERVOIR CATCHMENT	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Proceedings of 22nd IAHR-APD Congress	6. 最初と最後の頁 -
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 小森大輔, 助川友斗, Thapthai CHAITHONG, 風間聡	4. 巻 25
2. 論文標題 流域スケールでの流出流量の推計モデルの構築	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 河川技術論文集	6. 最初と最後の頁 639-644
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 横山光, 小森大輔, Thapthai Chaitong	4. 巻 75(4)
2. 論文標題 平成29年九州北部豪雨における寺内ダム流域の流木流出メカニズムの解明	5. 発行年 2019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_169-I_174
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 小森大輔	4. 巻 403
2. 論文標題 流木の一連のプロセスに基づく、ダム貯水池に流出する流木量の推計	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 電力土木	6. 最初と最後の頁 3-9
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25件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 2件）

1. 発表者名 佐藤大輝・川越清樹
2. 発表標題 UAV技術による斜面モニタリングの適用性に関する検討
3. 学会等名 第29回土木学会地球環境シンポジウム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 阿部翼・上原優・川越清樹
2. 発表標題 橋梁部における流木・土砂の影響をふまえたリスク評価
3. 学会等名 第29回土木学会地球環境シンポジウム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 川越清樹・二瓶茜
2. 発表標題 Eco-DRRの効果を示す令和元年台風第19号の斜面抑止効果
3. 学会等名 第29回土木学会地球環境シンポジウム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 阿部翼・川越清樹
2. 発表標題 異常出水による橋梁部の土砂・流木閉塞リスクの評価
3. 学会等名 令和3年度土木学会全国大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 川越清樹・佐藤大輝・阿部翼・二瓶茜
2. 発表標題 令和元年台風19号の被害状況をふまえたEco-DRRへの展開
3. 学会等名 第75回地学団体研究会総会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 佐藤大輝・川越清樹
2. 発表標題 UAVを用いた流域斜面動態のモニタリング技術の提案
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 阿部翼・川越清樹
2. 発表標題 異常出水時のトラブルスポットになりうる橋梁部の閉塞に関する研究
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 二瓶茜・川越清樹
2. 発表標題 Eco-DRR 効果の基礎的研究
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 中村雅志・阿部祐太・小森大輔
2. 発表標題 令和2年7月豪雨における熊本県阿蘇郡小国町・南小国町の斜面崩壊箇所 の推計
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 阿部祐太・小森大輔・中村雅志
2. 発表標題 阿武隈川水系における流木流出特性の解明
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 上原 優・鈴木皓達・川越清樹
2. 発表標題 流域一帯の土砂・植生分布の規則性と特徴 に関する研究
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 幡谷有翼・藪崎志穂・川越清樹
2. 発表標題 土地利用に応じた阿武隈川の物質流出機構 の地域特性解析
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 阿部 翼・鈴木皓達・川越清樹
2. 発表標題 異常出水と流木の複合現象による流木閉塞 リスク評価
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 HIKARI YOKOYAMA, DAISUKE KOMORI, THAPTHAI CHAITHONG
2. 発表標題 ESTIMATING THE CHARACTERISTICS OF WOODY DEBRIS MECHANISM IN TERAUCHI DAM RESERVOIR CATCHMENT
3. 学会等名 22nd IAHR-APD Congress (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 中村雅志・横山光・小森大輔
2. 発表標題 東北地域と四国地域における発生流木量と流出流木量の関係性解析
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 横山光・中村雅志・小森大輔
2. 発表標題 衛星画像解析による発生流木量の推定と流木流出特性の考察
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 Masashi Nakamura, Hikari Yokoyama, Daisuke Komori
2. 発表標題 Analysis of the Relationship between Woody Debris Generation and Woody Debris Export at Dam Reservoir Watershed in Northern and Southern Japan
3. 学会等名 AOGS2021 18th Annual Meeting (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 中村雅志・横山光・峠嘉哉・Mbugua Jacqueline Muthoni・小森大輔
2. 発表標題 リモートセンシングを用いた流木発生領域の検出方法の精度検証
3. 学会等名 水文・水資源学会/日本水文科学会 2021年度研究発表会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 横山光・小森大輔・中村雅志・峠嘉哉
2. 発表標題 流木流出統合モデルを用いた大規模流木流出リスクの検討
3. 学会等名 水文・水資源学会/日本水文科学会 2021年度研究発表会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 和具麻里子, 田子洋一, 中島英敬, 小森大輔
2. 発表標題 UAVを用いたダム貯水池に浮遊する水面上部の捕捉流木群形状復元
3. 学会等名 土木学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 横山光, 小森大輔, Thapthai Chaithong
2. 発表標題 流木流出モデルを用いた北日本と南日本の流木流出特性の比較
3. 学会等名 水文・水資源学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 日本全国のダムにおける流木発生傾向の分析
2. 発表標題 市場昭裕, 小森大輔, 横山光
3. 学会等名 土木学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 横山光, 小森大輔, Thapthai Chaithong
2. 発表標題 寺内ダム流域における流木流出メカニズムの解析
3. 学会等名 土木学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 幡谷有翼, 藪崎志穂, 川越清樹
2. 発表標題 貯水池流域タイプと外部負荷の関係性に関する研究
3. 学会等名 同位体環境学シンポジウム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 幡谷有翼, 藪崎志穂, 川越清樹
2. 発表標題 東北地方の流域に対する物質輸送特性に関する解析
3. 学会等名 土木学会
4. 発表年 2020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	川越 清樹 (Kawagoe Seiki) (30548467)	福島大学・共生システム理工学類・教授 (11601)	
研究分担者	峠 嘉哉 (Touge Yoshiya) (90761536)	東北大学・工学研究科・助教 (11301)	

	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
連携研究者	中尾 勝洋 (Nakao Katsuhiro) (30758587)	国立研究開発法人森林研究・整備機構・森林総合研究所・主任研究員 (82105)	

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0件

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
---------	---------

英国	Nottingham大学			
中国	Nottingham大学中国校			