

令和 2 年 6 月 26 日現在

機関番号：12605

研究種目：基盤研究(A) (一般)

研究期間：2016～2019

課題番号：16H02556

研究課題名(和文) 森林集水域における水・炭素循環統合解析による森林管理最適化システムの構築

研究課題名(英文) Developing unified forest management system by integrated water and carbon cycle analysis in forested watersheds

研究代表者

五味 高志 (Gomi, Takashi)

東京農工大学・(連合)農学研究科(研究院)・教授

研究者番号：30378921

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 30,600,000円

研究成果の概要(和文)：斜面から広域スケールにて、森林管理が材積量変化、林内環境や樹木活性変化による、水文プロセスと炭素循環を評価できた。斜面や小流域スケールでは、間伐による遮断や蒸散、林床植生による蒸発散量の評価を行うとともに、林床植生の生育による遮断量の変化を評価した。流域流出量から、間伐による蒸散量や遮断の変化を評価し、従来の年単位から季節変動性も評価する手法を確立した。近年の土砂災害による流木流出は森林の炭素蓄積量に大きく影響を及ぼすことも評価した。森林簿の広域情報をを用い、水収支観測データが得られない流域も、立木密度や樹高などの森林状態と蒸発散の相関関係から、広域森林状態を考慮した水循環の評価手法を確立した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

従来の小流域を中心とした観測結果を、広域拡張を可能とした点が学術的にも意義がある。これにより、広域の森林管理における水資源や炭素蓄積を考慮した森林計画にも寄与するとともに、近年の洪水災害対策や渇水対策における森林の取り扱い提言にも使える指標となった。カーボンやウォーター・フットプリントの評価では、水資源への費用対効果評価のみならず、近年多発する土砂災害に対応した水や炭素の動態把握が重要であり、今後の平常時や災害時における流域管理に発展する知見が得られた。さらに、森林環境税や民間企業の木材生産や木質バイオマス利用と水源涵養機能を関連させ、地域の積極的な森林事業展開や活性化を促すことができる。

研究成果の概要(英文)：From hillslope and large watershed scales, we examined hydrological processes and carbon flux due to changes in volume and forest environment after timber harvesting. At the slope and sub-watershed scales, we assessed interception and evapotranspiration by thinning as well as evapotranspiration by forest floor vegetation. We also assessed changes in the amount of interception due to the growth of forest floor vegetation. Based on continuous monitoring of catchment runoff, we also identified seasonal patterns of evapotranspiration and changes in water loss by timber harvesting. Because landslides and related carbon footprint is important, we also examined sediment-related wood runoff in mountainous watersheds. Using spatial extensive information from forest inventory, we developed method to estimate large scale water balance using forest density and tree height in regional scales.

研究分野：森林水文学、砂防学、流域管理学

キーワード：森林管理 水資源 スケール 広域評価 炭素循環 流木流出

1. 研究開始当初の背景

「水循環基本法」や「地球温暖化適応策」に見られるように、安全な水供給は地域の資源管理、防災対策を進める上での要である。流域の水資源管理および地球温暖化対策や適応策では、下流域住民からの上流域森林への期待も大きい。一方で、国内の人工林は植林から 50 年以上が経過し、高齢化している。「森林・林業基本計画」では、積極的な森林管理による水源涵養機能の強化、木材資源および森林の活性化による地球温暖化対策の必要性が示されている。このような水資源管理や地球温暖化対策を目標とした森林管理では、水と炭素の双方の視点からの科学的根拠の蓄積が重要である。しかし、従来、個別の水文プロセスや立木や根茎による CO₂ 排出権カウントの評価もしくはフラックス研究などの取組みはあるものの、森林管理で重要となる集水域(流域)を対象とした研究例はほとんどない。そこで、新たな技術の集水域への適用および、航空機レーザー計測などの森林センシング技術の統合により、水・炭素循環を最適化する森林管理システム構築を進めた。

本研究では、従来の流出や蒸散観測に加えて、集水域水・炭素トレーシング手法の確立とともに、収量比数、密度、平均胸高直径(DBH)、樹高等などのレーザー計測による森林センシング技術を融合し、従来の研究では個別に扱われてきた水・炭素循環を統合的に評価する指標の確立とともに、新たな森林管理指標として活用できるシステムを構築する。以下の3点のマルチスケールにより実施した。森林斜面スケールの、単木観測、地面蒸発量と呼吸量、斜面の浸透能評価、放射性核種などによる炭素トレーシング、水サンプル分析による水トレーシングなど観測体制を確立し、森林間伐などの施策を実施した林分での水・炭素循環の変化を評価する。小流域を対象とし、水流出観測を行うとともに、レーザー測量による森林環境センシング技術を確立し、林分状態と管理指標(蓄積量、収量比数等)を評価する。さらに、立木密度や林床植生被覆量を広域スケールで捉え、林班毎の森林整備と将来シナリオに基づいた水・炭素循環評価を行う。

2. 研究の目的

森林の多面的機能の評価として、水と炭素の循環は、水資源管理および地球温暖化対策としての「要」である。近年の「水循環基本法」に示されるように、森林における安全な水供給は、地域の持続的資源管理や防災対策を進める上で重要となる。一方、間伐などの森林管理は、材積量の変化、林内環境や樹木活性の変化により、水文プロセスとともに炭素循環にも変化をもたらす。本研究は、最新の放射性核種のトレーシング技術と航空機と地上レーザー計測による森林センシング技術を、森林斜面から林班を構成する集水域やより広域へ適用することにより、森林の水資源涵養機能と炭素吸収固定機能を定量化する。また、水・炭素循環における集水域のストックとフローを最適化する森林管理システムの構築を実施した。



図1 マルチスケールでの森林センシング技術の融合

ことにより、森林の水資源涵養機能と炭素吸収固定機能を定量化する。また、水・炭素循環における集水域のストックとフローを最適化する森林管理システムの構築を実施した。

3. 研究の方法

斜面スケールでの森林管理と森林環境の評価手法を確立する水・炭素動態トレーシング手法の確立による、森林管理による水・炭素動態評価、林班集水域スケールでの航空機や地上レーザー計測などのセンシング技術確立による森林環境評価および集水域での水・炭素トレーシングによる流出量の評価、林班集合体である広域スケールでの要管理林分の抽出と森林管理によって期待される水源涵養機能と炭素吸収機能の評価を行った。斜面スケールでは、上層木と林床および土壌での水・炭素循環の観測を実施した。小流域スケールでは、京農工大学 FM 唐沢山を中心として、小林班から林班に該当するスケールの入れ子状の水流出観測を実施した。流域では航空機や地上レーザー計測のセンシング技術による森林状態の評価に基づき、森林施策に伴う林分成長と森林環境の変化、林床植生量などを評価した。広域スケールでは、森林 GIS による林齢、材積、収量比数評価から、水源涵養機能に結び付ける手法を確立した。

4. 研究成果

(1) 斜面スケールの水・炭素循環: 東京農工大学農学部附属フィールドミュージアム(FM)唐沢山である樹齢 32 年ヒノキ人工林において、列状間伐が降雨遮断量(E_i)に及ぼす影響を調査した。間伐後の年間林内雨は 61%から 73%に増加したが、年間樹幹流は 10%から 6%に減少し、年間遮断量は 29%から 21%に減少した。日林分蒸散量は、成長期には 1.3 ± 0.6 から $1.0 \pm 0.4 \text{ mm d}^{-1}$ に減少した、年間では 1.2 ± 0.5 から $0.7 \pm 0.4 \text{ mm d}^{-1}$ に減少した。総蒸散量は、生育期に 214.9 ~ 165.5mm と 23.0%減少、年間では 441.0 ~ 272.1mm と 38.3%減少した。間伐前と間伐後にライ

シメーターを用いて林床蒸散量 (E_f) を観測した。間伐によって 1 日平均の E_f が 0.3 ± 0.2 から $0.9 \pm 0.5 \text{mm} \cdot \text{d}^{-1}$ へと増加し、間伐後の E_f が森林の水収支のかなりの部分を構成していることがわかり、管理手法のための E_f 測定的重要性が示された。

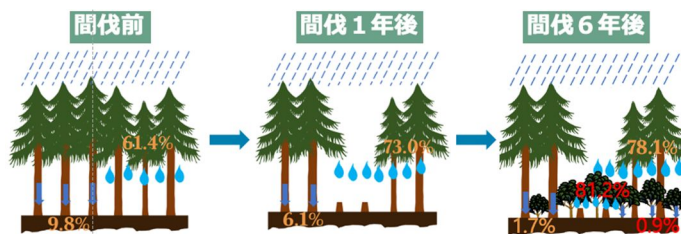


図2 間伐前、間伐 1 年後、間伐 6 年後において遮断蒸発の再配分

間伐後の回復過程では、下層植生植被率は、間伐前の 8.9~63.3%から、間伐 3 年後には 92.0~99.6%と増加した。また、間伐後 6 年後には下層植生は、平均高さ 3.4mであった。2018 年 1~12 月の下層植生通過雨率、樹幹流率、遮断率は、それぞれ 81.2%、0.9%、17.9%であった。同時期の上層木のみ遮断率は 20.2%であった。測定木の辺材面積は間伐前の 0.39m^2 から間伐 7 年後の 0.24m^2 に変化した。プロット内の平均 DBH は間伐前の 18.3cm から間伐後の 22.0cm に成長した。その結果、単木蒸散量は間伐前の $3.0 \sim 16.0 \text{kg/day}$ (2011 年) から間伐後 7 年の $2.5 \sim 11.4 \text{kg/day}$ (2018 年) に変化した。一方で、林分スケールの日平均蒸散量は間伐前の 1.1mm/day (2011 年) から間伐後 7 年の 0.5mm/day (2018 年) に変化した。

(2) 小流域スケールの水・炭素循環：東京農工大学 FM 唐沢山 2 林班の流域では、間伐前に観測された総流出量は 389.8mm、間伐後に観測された総流出量は 423.3mmであった。また、間伐前後の流出雨量と降水量の比率は、それぞれ 28.5%、32.7%であった。月間流出量は、間伐前が 7.6~172.0mm (平均 32.5mm)、間伐後が 4.1~126.6mm (平均 35.3mm)であった。短期水収支法に基づき、間伐前後の蒸発散量はそれぞれ 977.4mm、871.9mm と推定された。この結果、50%間伐により蒸発散量は 105.5mm 減少した。また、短期水収支法で推定された蒸発散量の季節変化は、樹液流量、遮断蒸発、林床面蒸発のプロット観測による推定値と一致した。間伐前後の冬期においては、Sun et al. 2017 による現地観測の方が短期水収支よりも高い傾向が見られた。冬期は降雨量が少なく、流出変動が少ないため、短期水収支法で算出された蒸発散量は低かった。一方、樹木の蒸散や林床面蒸発は、この期間に土壤水分を継続的に利用していたため、短期水収支法よりも ET が高くなっていた。間伐後の水温変動の評価では、50%間伐後の初年度の溪流温度は、日射量と溪流の流出量に依存して最大 4 上昇することが示された。

山地流域からの放射性セシウムの流出を観測した。放射性セシウムの空間分布に対応して、福島県における浮遊土砂流出に占めるセシウム濃度が最も高く、次いで群馬県のサイトが高く、静岡県東大樹芸研におけるサンプルのセシウム濃度が最も低い値を示していた。空間分布では、東大秩演習林の流域が、栃木県の FM 唐沢山や大沢川などと比較すると高い値になっているものの、流出している土砂に含まれるセシウム濃度では、栃木県の FM 唐沢山で高い値を示していた。また、栃木の FM 唐沢山流域における有機物含有割合が 20%程度であり、他のサイトと比較して小さくなっていた。スギやヒノキの人工林流域である、大沢川、FM 大谷山、丹沢山地、樹芸研では、有機物含有率が 30%程度であった。また、広葉樹林に覆われている東大の秩父演習林では、有機物含有量は 40%程度と最も大きくなっていた。流域の植生条件などにより浮遊土砂サンプラーに含まれる有機物含有量が異なることが示唆できた。

(3) 広域スケールでの水・炭素循環

本研究の観測結果を用いて、水収支観測データの得られない流域であっても、立木密度や樹高などの森林状態と蒸発散の相関関係を用いることで、広域かつ多様な森林状態を考慮した水循環の評価を開発した。本研究は、東京農工大学の演習林が位置する栃木県(森林面積: $3,490 \text{km}^2$)を対象に行った。栃木県の国有林・民有林データを ArcGIS (v10.7.1) 上で統合し、林齢情報か

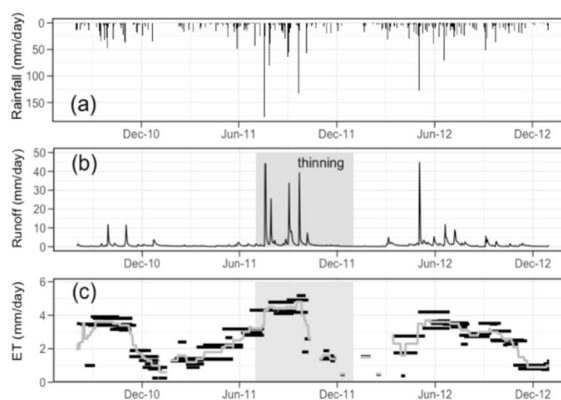


図3 降雨量、流出量、蒸散量の時系列変化。灰色部分は間伐作業の期間を示す

ら樹高と立木密度を推定した。樹高推定は、主に森林総合研究所の収穫表調製業務研究資料から得られた地域・樹種別の林齢-樹高関係式を用いた。立木密度の推定は、森林総合研究所の収量比数(Ry)計算プログラムから得られた樹種・Ry別の樹高と立木密度の関係式を用いた。ここでは、対象とする栃木県内の森林が一律で収量比数 $Ry = 0.8$ と仮定した。栃木県内の森林簿データから樹高 17.7 ± 4.8 m と立木密度 1734 ± 2123 本/ha が算出された。特に、東京農工大学の唐沢山演習林の2林班と3林班では、平均樹高と立木密度の推定値は 14.5 ± 2.3 m、 14.3 ± 2.3 m、 2038 ± 621 本/ha、 2073 ± 602 本/ha であり、実測値の 10.0 ± 3.6 m、 9.4 ± 2.8 m、 2198 ± 1236 本/ha、 2190 ± 1351 本/ha とそれぞれ同程度であった。

本データに用いた栃木県内各メッシュの年平均降水量は 1568.5 ± 232.1 mm/年であり、遮断損失 325.7 ± 62.9 mm/年、蒸散 270.7 ± 87.5 mm/年、林床面蒸発 195.5 ± 52.0 mm/年であった。これより、年蒸発散量は 791.8 ± 162.4 mm/年と推定された。Thorntwhaitte 法による栃木県北部の年可能蒸発散量 800 mm/年であり、森林状態を考慮した本研究結果と同程度であった。ただし、本研究は蒸発散の3要素(遮断損失、蒸散、林床面蒸発)を個別に広域で評価できることから、より森林状態や森林管理による森林状態変化の影響を反映できる可能性があると考えられる。

本研究で得られた計算結果と実測値を佐野市に位置する東京農工大学唐沢山演習林の32年生ヒノキ林プロット(156 m²)と比較すると、実測の遮断量 414.8 mm/年に対して計算値は 348.6 mm/年、実測の蒸散量 441.0 mm/年に対して 405.5 mm/年の計算値、実測の林床面蒸発 124.0 mm/年に対する計算値の 179.0 mm/年など整合性が高かった。今後は、季節変動性なども考慮することで、本手法による季節的な森林の水循環評価も可能と考えられた。

炭素蓄積に大きく影響する土砂災害による流木流出を評価したところ、九州北部豪雨で発生した崩壊による流木は、石川ら(1989)が示す傾向よりも発生流木材積が高い傾向がみられた。石川ら(1989)の調査から20年以上経過した2012年には全国的人工林蓄積が2倍以上となり、蓄積量の増加により発生流木材積も増加したと考えられた。林相の特徴と流木の発生と下流域への流出流木を評価することが、流域炭素動態評価流では重要となると思われた。

まとめ

本研究では、斜面から広域スケールでの水・炭素動態評価を検討し、新たな森林管理システムの構築をすすめた。本研究は、従来の小流域を中心とした観測結果を、広域拡張を可能とした点が画期的である。これにより、広域の森林管理における水資源や炭素蓄積を考慮した森林計画にも寄与するとともに、近年の洪水災害対策や渇水対策における森林の取り扱い提言にも使える指標となった。カーボンやウォーター・フットプリントの評価では、水資源への費用対効果評価のみならず、CO₂の排出量と水資源評価を一体的にも検討することが求められており、木材管理や森林利用への定量的な評価、CO₂の排出量が減少など、森林環境税や民間企業の木材生産や木質バイオマス利用と水源涵養機能の評価と結びつけ、地域の積極的な森林事業展開や活性化を促すことができると考えられる。

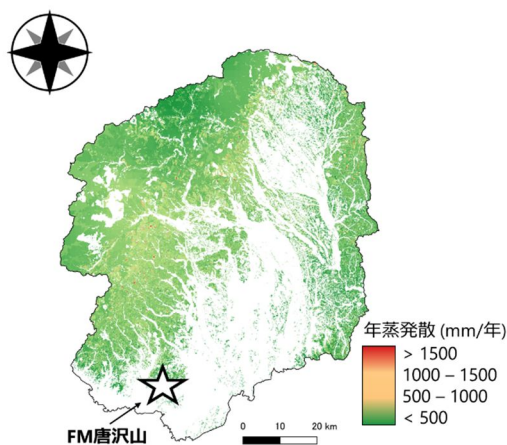


図4 栃木県の年蒸発散分布図 (mm/年).

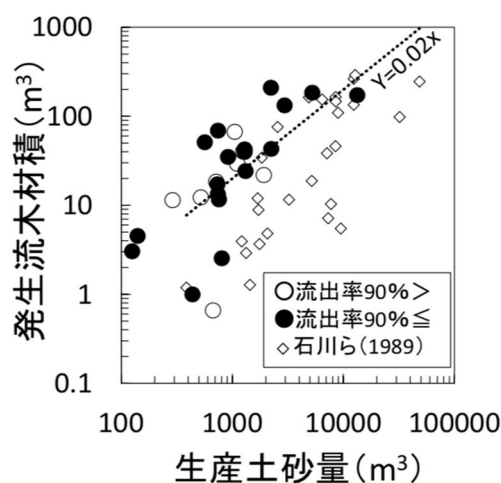


図5 生産土砂量と発生流木材積

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計25件（うち査読付論文 25件 / うち国際共著 15件 / うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Miyata S, Gomi T, Sidle RC, Hiraoka M, Onda Y, Yamamoto K, Nonoda T	4. 巻 669
2. 論文標題 Assessing spatially distributed infiltration capacity to evaluate storm runoff in forested catchments: Implications for hydrological connectivity	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Science of the Total Environment	6. 最初と最後の頁 148-159
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.scitotenv.2019.02.453	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 Sidle RC, Gomi T, Tsukamoto Y.	4. 巻 32
2. 論文標題 Discovery of zero-order basins as an important link for progress in hydrogeomorphology	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Hydrological Processes	6. 最初と最後の頁 3059-3065
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/hyp.13246	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 五味高志	4. 巻 31
2. 論文標題 これまでの森林水文観測と今後	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 560 - 567
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3178/jjshwr.31.560	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 Kharismalatri HS, Ishikawa Y, Gomi T, Sidle RC, Shiraki K.	4. 巻 11
2. 論文標題 Evaluating factors for controlling sediment connectivity of landslide materials: A flume experiment	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Water	6. 最初と最後の頁 1 - 20
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/w11010017	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 白木 克繁, 孫 金勝, 各務 翔太, 永井 久美子, 横山 泰之, 小山 裕美, 根木 浩輔, 松本 恵里, 川瀬 翔太	4. 巻 31
2. 論文標題 自作転倒升型流量計を含めた安価な流量計の樹幹流観測における精度検証	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 380-392
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3178/jjshwr.31.380	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 Lopez-Vicentea M, Onda Y, Takahashi J, Kato H, Chayama S, Hisadome K.	4. 巻 239
2. 論文標題 Radiocesium concentrations in soil and leaf after decontamination practices in a forest plantation highly polluted by the Fukushima accident	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Environmental Pollution	6. 最初と最後の頁 448-456
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.envpol.2018.04.045	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 Sun X, Onda Y, Hirata A, Kato H, Gomi T, Liu X	4. 巻 32
2. 論文標題 Effect of canopy openness and meteorological factors on spatial variability of throughfall isotopic composition in a Japanese cypress plantation	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Hydrological Processes	6. 最初と最後の頁 1038-1049
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/hyp.11475	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 中武 修一, 山本 一清, 吉田 夏樹, 山口 温, 宇野女 草太	4. 巻 100
2. 論文標題 航空機LiDARによる単木樹種分類手法の開発	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 日本森林学会誌	6. 最初と最後の頁 149-157
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.4005/jjfs.100.149	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 Watanabe T, Tateno R, Imada S, Fukuzawa K, Isobe K, Urakawa R, Oda T, Hosokawa N, Sasai T, Inagaki Y, Hishi T, Toda H, Shibata H.	4. 巻 142
2. 論文標題 The effect of a freeze-thaw cycle on dissolved nitrogen dynamics and its relation to dissolved organic matter and soil microbial biomass in the soil of a northern hardwood forest	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Biogeochemistry	6. 最初と最後の頁 319-338
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10533-019-00537-w	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 牧すみれ、戸田浩人、崔東壽、内山佳美	4. 巻 69
2. 論文標題 間伐及び地形による光環境の変化が土壌の窒素無機化に及ぼす影響	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 関東森林研究	6. 最初と最後の頁 31-34
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 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 Gomi T, Sakai M., Haque MD, Hosoda K, Toda H	4. 巻 14
2. 論文標題 Evaluating 137Cs detachment from coniferous needle litter in a headwater stream: a litter bag field experiment	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Landscape and Ecological Engineering	6. 最初と最後の頁 17-27
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s11355-017-0337-7	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 Lopez-Vicente Manuel, Sun Xinchao, Onda Yuichi, Kato Hiroaki, Gomi Takashi, Hiraoka Marino	4. 巻 292
2. 論文標題 Effect of tree thinning and skidding trails on hydrological connectivity in two Japanese forest catchments	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Geomorphology	6. 最初と最後の頁 104 ~ 114
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2017.05.006	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 Sidle Roy C., Gallina John, Gomi Takashi	4. 巻 167
2. 論文標題 The continuum of chronic to episodic natural hazards: Implications and strategies for community and landscape planning	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Landscape and Urban Planning	6. 最初と最後の頁 189 ~ 197
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2017.05.017	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 Sun Xinchao, Onda Yuichi, Kato Hiroaki, Gomi Takashi, Liu Xueyan	4. 巻 402
2. 論文標題 Estimation of throughfall with changing stand structures for Japanese cypress and cedar plantations	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Forest Ecology and Management	6. 最初と最後の頁 145 ~ 156
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.1016/j.foreco.2017.07.036	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 Sidle Roy C., Gomi Takashi, Loaiza Usuga Juan Carlos, Jarihani Ben	4. 巻 175
2. 論文標題 Hydrogeomorphic processes and scaling issues in the continuum from soil pedons to catchments	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Earth Science Review	6. 最初と最後の頁 75 ~ 96
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2017.10.010	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 Shiraki Kastushige, Tanaka Nobuaki, Chatchai Tantasirin, Suzuki Masakazu	4. 巻 11
2. 論文標題 Water budget and rainfall to runoff processes in a seasonal tropical watershed in northern Thailand	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Hydrological Research Letter	6. 最初と最後の頁 149 ~ 154
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.3178/hrl.11.149	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 Sidle Roy C., Gomi Takashi, Akasaka Munemitsu, Koyanagi Kenta	4. 巻 47
2. 論文標題 Ecosystem changes following the 2016 Kumamoto earthquakes in Japan: Future perspectives	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Ambio	6. 最初と最後の頁 721 ~ 734
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.1007/s13280-017-1005-8	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 Sun Xinchao, Onda Yuichi, Otsuki Kyoichi, Kato Hiroaki, Gomi Takashi	4. 巻 216
2. 論文標題 The effect of strip thinning on forest floor evaporation in a Japanese cypress plantation	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Agricultural and Forest Meteorology	6. 最初と最後の頁 48 ~ 57
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2015.10.006	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 Nam Sooyoun, Hiraoka Marino, Gomi Takashi, Dung Bui Xuan, Onda Yuichi, Kato Hiroaki	4. 巻 12
2. 論文標題 Suspended-sediment responses after strip thinning in headwater catchments	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Landscape and Ecological Engineering	6. 最初と最後の頁 197 ~ 208
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.1007/s11355-015-0284-0	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 仁平 啓介、平岡 真合乃、五味 高志、内山 佳美	4. 巻 69
2. 論文標題 低高度写真撮影による山地溪流の流路地形計測	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 砂防学会誌	6. 最初と最後の頁 38 ~ 42
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.11475/sabo.69.3_38	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 Sun Xinchao, Onda Yuichi, Otsuki Kyoichi, Kato Hiroaki, Gomi Takashi, Liu Xueyan	4. 巻 31
2. 論文標題 Change in evapotranspiration partitioning after thinning in a Japanese cypress plantation	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Trees -Structure and Function	6. 最初と最後の頁 1411 ~ 1421
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.1007/s00468-017-1555-1	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 五味高志	4. 巻 77
2. 論文標題 森林土壌と水土保全機能	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 森林科学	6. 最初と最後の頁 10～13
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.11519/jjsk.77.0_10	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33件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 10件)

1. 発表者名 Oanh DQ, Gomi T, Chiu CW, Onda Y.
2. 発表標題 Effect of strip-thinning on stream temperature responses in headwater catchments
3. 学会等名 INTERPRAEVENT2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Minh PV, Gomi T
2. 発表標題 Spatial and temporal variability of fine sediment transport ratio from hillslopes to channels in a headwater catchment
3. 学会等名 INTERPRAEVENT2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Chiu CW, Gomi T, Shiraki K, Hiraoka M, Onda Y
2. 発表標題 Seasonal patterns of evapotranspiration in a forested headwater catchment affected by 50% strip thinning: application of short-time period water budget method
3. 学会等名 INTERPRAEVENT2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Hattanji T, Gomi T, Matsumoto T, Sakashita W, Kato H, Onda Y
2. 発表標題 Monitoring channel morphology changes in a headwater stream with monocablе-system photographing and structure from motion photogrammetry
3. 学会等名 American Geophysical Union Fall Meeting (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 大平充、五味高志、内山佳美
2. 発表標題 山地溪流の底生無脊椎動物群集に対する林相と地質の複合的な影響の検討
3. 学会等名 第130回日本森林学会大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Chiu CW、中川賢人、五味高志
2. 発表標題 アズマネザサの形態と蒸散量推定：スギ人工林の事例
3. 学会等名 第130回日本森林学会大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 白木克繁、國田佳穂、孫金勝
2. 発表標題 樹形と樹皮の相違に着目した樹幹流生成量と流出特性の比較
3. 学会等名 第8回関東森林学会大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Mensah AD, Toda H, Choi D.
2. 発表標題 137Cs within the forest soils in Fukushima following the nuclear power plant accident
3. 学会等名 South Pacific Environmental Radioactivity Association (SPERA) Conference 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Omari A, Toda H, Choi D.
2. 発表標題 Effect of hydrogel and phosphorus core on ectomycorrhizal colonization of oak seedlings in dry condition
3. 学会等名 第130回日本森林学会大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Mensah AD, Toda H, Cho Di
2. 発表標題 Effect of particle size on the 137Cs vertical distribution in forest soils of different organic matter contents
3. 学会等名 第130回日本森林学会大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 横沢広明、戸田浩人、崔東寿
2. 発表標題 広葉樹二次林に隣接した人工林の伐採後3年間の広葉樹実生に及ぼす影響要因
3. 学会等名 第130回日本森林学会大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Moore RD, Guenther S, Gomi T.
2. 発表標題 Combining a paired-catchment experiment and process measurements to understand the magnitude and variability of stream temperature changes following forest thinning in a headwater catchment
3. 学会等名 American Geophysical Union Fall Meeting (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 山本一清、中武修一、吉田夏樹、山口温、宇野女草太
2. 発表標題 航空機 LiDAR による樹木個体樹種分類手法の汎用性評価
3. 学会等名 第130回日本森林学会大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 岩附慶大、山本一清
2. 発表標題 航空機LiDARによる簡易林相区分評価法の開発
3. 学会等名 第130回日本森林学会大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Chiu Chen Wei、五味高志、坂下 涉、恩田裕一
2. 発表標題 ヒノキ人工林の 50% 列状間伐 6 年後の樹冠および林床植生の遮断について
3. 学会等名 第129回日本森林学会大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 中川賢斗、Chiu Chen Wei、五味高志、安部 豊、伊豆田猛
2. 発表標題 茎熱収支法とライシメータ法によるアズマネザサの蒸散量推定
3. 学会等名 第129回日本森林学会大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 横沢広朗、戸田浩人、崔東 壽
2. 発表標題 スギ・ヒノキ人工林への広葉樹侵入に及ぼす母樹からの距離と森林施業の影響
3. 学会等名 第129回日本森林学会大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 山崎浩司、山本一清、島田博匡
2. 発表標題 地上レーザによる森林計測精度の評価
3. 学会等名 第129回日本森林学会大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 中武修一、山本一清、山崎浩司、島田博匡
2. 発表標題 航空機 LiDAR による樹木個体樹種分類精度評価()：混交林での特性評価
3. 学会等名 第129回日本森林学会大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Wataru Sakashita, Yuichi Onda, Mohamed Racim Baute Frouchet, Hiroaki Kato, Chiu Chen-Wei, Takashi Gomi
2. 発表標題 Stable isotope-based approach to validate effects of understory vegetation on shallow soil water movement in a Japanese cypress plantation
3. 学会等名 American Geophysical Union Fall Meeting (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Chen-Wei Chiu, Takashi Gomi, Yuichi Onda, Hiroaki Kato, Wataru Sakashita, Xinchao Sun
2. 発表標題 Different response of sap flow at different measurement depths after thinning in a Japanese cypress plantation
3. 学会等名 American Geophysical Union Fall Meeting (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Oanh Dinh Quynh, Gomi Takashi, Onda Yuichi, Chen Wei Chiu
2. 発表標題 Evaluating the effects of 50% strip thinning on stream temperature responses in forested headwater catchments
3. 学会等名 International Conference on Landscape and Ecological Engineering (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 牧すみれ、戸田浩人、崔東壽、内山佳美
2. 発表標題 源林施業による光環境の変化が土壌の窒素無機化に及ぼす影響
3. 学会等名 第7回関東森林学会大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 牧すみれ、戸田浩人、崔 東壽、内山佳美
2. 発表標題 水源林施業による光環境変化が土壌の年間窒素無機化量に及ぼす影響
3. 学会等名 第128回日本森林学会大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 松本恵里、白木克繁、植出大輝、内山佳美
2. 発表標題 渓流水温と雨温を用いた流出成分分離と流域間比較
3. 学会等名 第128回日本森林学会大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 根木浩輔、白木克繁、各務翔太
2. 発表標題 自作大型転倒升流量計の開発と現地観測への利用
3. 学会等名 第128回日本森林学会大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 山本一清、山下翔之、中武修一、三谷綾香、島田博匡
2. 発表標題 森林内調査における UAV の有効性の検討
3. 学会等名 第128回日本森林学会大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 中武修一、山本一清、宇野女草太、吉田夏樹、山口 温
2. 発表標題 航空機 LiDAR による樹木個体の樹種分類精度評価
3. 学会等名 第128回日本森林学会大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 三谷綾香、山本一清
2. 発表標題 ステレオ画像を用いた樹木位置計測の自動化手法の検討
3. 学会等名 第128回日本森林学会大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 五味高志、恩田裕一、山本一清
2. 発表標題 森林の水土保全機能向上への流域人工林管理技術実装へ向けて
3. 学会等名 第128回日本森林学会大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 横沢広朗、戸田浩人、崔東壽
2. 発表標題 人工林内における広葉樹実生の定着に及ぼす森林施業と母樹からの距離の影響
3. 学会等名 第128回日本森林学会大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Abdulhaq Omari、Hiroto Toda、Dongsu Choi
2. 発表標題 Effect of soil moisture and phosphorus fertility on mycorrhizal colonization and nutrient uptake in oak seedlings
3. 学会等名 第128回日本森林学会大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Katsushige SHIRAKI, Chatchai TANTASIRIN and Nobuaki TANAKA
2. 発表標題 Change of water budget between 1960's and 2000's at the seasonal tropical forest in Northern Thailand
3. 学会等名 THA 2017 International Conference on “Water Management and Climate Change Towards Asia's Water-Energy-Food Nexus” (国際学会)
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	恩田 裕一 (Onda Yuichi) (00221862)	筑波大学・生命環境系・教授 (12102)	森林斜面の水・炭素動態 放射性核種動態
研究分担者	戸田 浩人 (Toda Hiroto) (00237091)	東京農工大学・(連合)農学研究科(研究院)・教授 (12605)	炭素動態・放射性核種動態
研究分担者	白木 克繁 (Shiraki Kastushige) (30313290)	東京農工大学・(連合)農学研究科(研究院)・准教授 (12605)	水流出・モデル化

6. 研究組織（つづき）

	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	山本 一清 (Yamamoto Kazukiyo) (40262430)	名古屋大学・生命農学研究科・准教授 (13901)	森林計測・レーザー計測
研究 分 担 者	山浦 紘一 (Yamaura Koichi) (80645523)	立命館アジア太平洋大学・国際経営学部・准教授 (37503)	経済評価
研究 分 担 者	石川 芳治 (Ishikawa Yoshiharu) (70285245)	東京農工大学・(連合)農学研究科(研究院)・名誉教授 (12605)	流木流出