

令和 4 年 6 月 21 日現在

機関番号：20106

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2018～2021

課題番号：18K11623

研究課題名(和文) 森川海の一体的管理にむけた溶存有機物の動態解明 構成分子種を用いたトレーサー研究

研究課題名(英文) Studies on tracing dissolved organic matter molecules from forests to the estuary

研究代表者

井手 淳一郎 (Ide, Jun'ichiro)

公立千歳科学技術大学・理工学部・准教授

研究者番号：70606756

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では環境中の物質循環で中心的な役割を担う溶存有機物(DOM)に焦点を当て、超高分解能質量分析法FT-ICR-MSを用いてDOMを構成する数千の分子種を調べ、その膨大な情報を識別子として森林を通過する雨水のDOM動態を明らかにし、森林由来のDOMと河川を流下するDOMとの関連性を検討することを目的とした。森林域のDOMの分子種を解析した結果、雨水のDOMは森林を通過する過程で大きく性質変化する一方で、その変化は森林の種類に依存しうることがわかった。さらに、河川のDOMの分子種を解析した結果、河川のDOMは森林由来のそれとは有意に異なり、上流から下流にかけて大きく性質変化することが示された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究は河川の流下に伴う溶存有機物(DOM)の性質変化を、森林の水循環に伴うDOMの動態を包括して分子レベルで解析した結果を示した。この点が国内外において学術的に新規の成果である。また、森林を通過する雨水のDOMの質は森林の種類(針葉樹人工林か広葉樹林か)によって変化しうることが示した。このことは、森林管理が水循環に伴うDOMの性質変化を通して森林の物質循環に影響することを示唆するものである。

研究成果の概要(英文)：Dissolved organic matter (DOM) plays a critical role in biogeochemical cycles in forest and river environments. This study aimed to clarify dynamics of DOM in rainwater moving through temperate coniferous and broad-leaved forests and subsequently examine how the forest-derived DOM is related to river DOM. To achieve this, an ultrahigh-resolution mass spectrometry (FT-ICR-MS) was used to investigate thousands of different DOM molecules in rainwater, soil water and river water and treat their vast amounts of information as a tracer of DOM in the environments. The cluster analysis of DOM molecular species revealed that molecular composition of DOM dramatically changed in water as it moved through the forest, whereas its change could be different between forest types. Additionally, our results showed that molecular species in river water significantly differed from those derived from the forests and dramatically changed as the water flowed downstream under non-precipitation conditions.

研究分野：森林水文学

キーワード：超高感度質量分析法 林相 土地利用 雨水 分子組成 非類似度 森林河川 都市河川

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

全海域の一次生産の約 30% は陸域由来物質に依存するといわれており、その中で溶存有機物 (DOM) は鉄などの微量金属の生物利用性や窒素、リン等の栄養塩の、陸域から水域への輸送において中心的な役割を担う。DOM のうち、フルボ酸やフミン酸等のいわゆる腐植様物質は微量金属と錯体を形成し、環境中で溶存態として長距離輸送される。また、このような錯体は反応性が高く生物に利用されやすい。さらに、腐植様物質の疎水性画分は土壌中の栄養塩の溶出にも作用し、陸域から水域への栄養塩供給においても重要な役割を担う。腐植様物質は森林や湿地、耕作地等から河川へ供給される。森林はわが国の国土の 2/3 を占めることから、その種類や管理状態は河川の DOM の質を規定し、水域の物質循環に影響すると考えられる。

近年、海域や湖沼等の公共用水域において汚濁負荷量の総量規制等、水質改善の努力にも関わらず、有害藻類の異常繁茂や水産資源の減少等の水環境問題が生じている。この原因の一つとして林業不振を背景とした森林、特に針葉樹人工林の不十分な管理状態が考えられる。非管理の人工林では下層植生やリター層がほとんどなく、腐植の供給源に乏しい場合がある。人工林はわが国の森林の約 40% を占めるため、人工林の多くが非管理の状況では、森林から下流の水域に良質な DOM が供給されず、水域の栄養バランスが崩れ、上述した水環境問題を引き起こす可能性がある。最近、そのような非管理の針葉樹人工林を広葉樹林に誘導する等、新たな森林の整備方法を模索し、水源涵養や水質浄化等の公益的機能の向上を目指す動きがある。しかし、このような誘導が森林の水質形成機構や物質循環にどのような変化をもたらすのかについては十分にはわかっていない。なぜなら、これまでの DOM の環境解析では分析技術の限界により、分子組成等、DOM の質の変化を追跡できなかったためである。このことは森林管理と河川の DOM の質との関連性を解析する上でも限界をもたらしていた。森林から河川へ流出する DOM はその流下過程で生活排水等の流入や、光や微生物による分解作用を受け性質が変化していく。したがって、一般的な水質評価では森林由来の DOM と下流河川の DOM との関連性を探るのは困難である。

フーリエ変換イオンサイクロトロン共鳴型質量分析法 (FT-ICR-MS) は河川や湖沼等の天然水中の DOM を構成する、数百~数千の分子化合物を同定することができる超高分解能質量分析法である。加えて、van Krevelen diagram¹ を用いれば DOM の分子式をもとにそれらを各機能群 (脂質、たんぱく質、リグニン様物質等) に分類できる。当手法を用いれば森林に降った雨水中の DOM がどのような性質変化² をするか、また、森林に端を発した DOM がどのような性質変化を経て河川を流下するかを詳らかにできる。

2. 研究の目的

以上を踏まえ本研究では、1) 針葉樹人工林と広葉樹林において森林を通過する雨水の DOM の質が空間的・時間的にどのように変化するかを検討し、さらに、2) 森林域から都市域を貫流する河川を対象に、河川の流下過程における DOM の質の変遷を踏まえて河川とその上流の森林域における DOM の関連性を探ることを目的とした。

3. 研究の方法

(1) 森林における試料水の採水

九州大学福岡演習林の、隣接するスギ (*Cryptomeria japonica*) 林とマテバシイ (*Lithocarpus edulis*) 林 (33°38'N, 130°31'E) のそれぞれに林内雨と土壌水を採取するための 10m×10m の試験プロットを設定し、林内雨採取器と土壌水採水装置を等間隔に 5 つずつ配置した。また、林外雨採取器をそれらの試験プロットの近くの露場に、等間隔に 3 つ設置した。本研究ではスギ林を針葉樹人工林、マテバシイ林を広葉樹林と位置付けた。雨水や土壌水のサンプリングは 5 日以内に生じた降雨イベントを対象として 2018 年の 2 月と 12 月に実施した。林内雨と土壌水の採水に関して 2 月では 3 つの採水装置を、12 月では 5 つの採水装置を用いた。試料水採取後、ガラス繊維ろ紙 (Whatman 製, GF/F) でろ過し、分析まで 4°C 以下の条件で保存した。また、採取時に林外雨と林内雨のサンプルの量を計測した。

(2) 河川試料水の採水

河川の採水は森林域から都市域を貫流する多々良川流域を対象として実施した。多々良川は博多湾に流入する流域面積 199 km² の河川であり、森林が 52%、農地が 8%、市街地が 37% を占める。また、上流域に九州大学演習林を擁する。2020 年 3 月に多々良川の上流から下流までの計 10 か所で河川水を採取した。河川試料水の採取後、森林における試料水と同様、ガラス繊維ろ紙 (Whatman 製, GF/F) でろ過し、分析まで 4°C 以下の条件で保存した。

(3) 化学分析およびデータ解析

各試料水の溶存有機炭素 (DOC) 濃度を、全有機炭素計 (島津製作所製, TOC-L CPH) を用いて分析した。また、固相抽出法を用いて各試料水から溶存有機物 (DOM) を濃縮後、DOM を構

成する分子種とその数を、フーリエ変換イオンサイクロトロン共鳴型 (FT-ICR) 質量分析計 (Bruker Daltonics 社製, solariX 7.0T) を用いて分析した。FT-ICR 質量分析計で得られた質量:電荷比 (m/z) のスペクトルデータをもとに Molecular Formula Calculator (©NHMFL, 1998) および Kujawinski&Behn³ のプロトコルを用いて DOM 構成分子種の分子式を決定した。

4. 研究成果

(1) 森林における溶存有機物の空間変化および時間変化

2月の降雨イベントにおける林外雨量, スギ林内雨量, マテバシイ林内雨量の平均値はそれぞれ, 15.4 ± 0 mm, 13.7 ± 1.8 mm, 7.2 ± 1.9 mm であり, また, DOC 沈着量の平均値は林外雨で 0.19 ± 0.05 kg ha⁻¹, スギ林内雨で 0.97 ± 0.19 kg ha⁻¹, マテバシイ林内雨で 0.23 ± 0.08 kg ha⁻¹ であった。一方, 12月の降雨イベントにおける林外雨量, スギ林内雨量, マテバシイ林内雨量の平均値はそれぞれ, 8.3 ± 0 mm, 3.6 ± 0.8 mm, 2.1 ± 1.4 mm であり, また, DOC 沈着量の平均値は林外雨で 0.14 ± 0.08 kg ha⁻¹, スギ林内雨で 0.14 ± 0.04 kg ha⁻¹, マテバシイ林内雨で 0.08 ± 0.04 kg ha⁻¹ であった。

2月および12月の試料水において, FT-ICR-MS で同定された林内雨の溶存有機物 (DOM) 構成分子種の数にはスギ林 (2063~2525), マテバシイ林 (1880~2440) とともに林外雨のそれ (1090~1328) よりも有意に多かった (Tukey-Kramer 検定, $p < 0.05$) 一方で, 土壌水のそれ (スギ林: 1868~2198, マテバシイ林: 1360~1898) との間に有意差はなかった ($p > 0.05$)。また, 林内雨, 土壌水とともにスギ林とマテバシイ林間で構成分子種数に有意差はなかった (t -test, $p > 0.05$)。林内雨では平均で全分子種数の 52%~85% が, 土壌水では 48%~65% が林外雨には含まれない, 林内雨または土壌水に固有の分子種であった (図1)。これらの結果は樹冠や土壌において多様な DOM が雨水に供給される一方で, 供給された DOM が変質することを示唆する。

構成分子種の存在を示す二値データをもとにした多次元尺度法による解析では, 構成分子種が2月と12月の降雨イベントのそれぞれにおいて林外雨, 林内雨, 土壌水の間で有意に異なった (図2; PERMANOVA, $p < 0.05$)。2月の降雨イベントにおいてはスギ林とマテバシイ林との間で林内雨, または土壌水の構成分子種に明確な違いはなかった (PERMANOVA, $p > 0.05$)。一方, 12月の降雨イベントにおいては2つの林分間で林内雨の構成分子種に有意な違いが認められた (PERMANOVA, $p < 0.05$)。2月の降雨イベントにおいては林内雨では全分子種数の 41%~67%, 土壌水では 47%~62% が2つの林分間で共通していたが, 12月の降雨イベントにおいては林内雨で全分子種数の 8%~12%, 土壌水で 9%~13% のみが共通していた。以上の結果から, 雨水の DOM の質は雨水が森林を通過する過程で大きく変化することが示された。一方, 降雨イベントによっては森林を通過する雨水の DOM の質に森林タイプ間の違いが顕れることが示唆された。このことは降雨イベントによって森林タイプ間で共通する (異なる) 構成分子種数が変動することに起因すると考えられる。

スギ林とマテバシイ林における林外雨, 林内雨, および土壌水の DOM 構成分子種のデータを, 2月と12月の降雨イベントの全てでプールして多次元尺度法を行った結果, 2月と12月の降雨イベント間で構成分子種が有意に異なった (PERMANOVA, $p < 0.05$)。このことは, 12月の降雨イベントでは林内雨と土壌水に含まれる林外雨の構成分子種の割合が2月のものに比べて少なかったことに帰結すると考えられる (図1)。12月の降雨イベントでは林外雨量が2月の降雨イベントのそれのおよそ半分であったことから, 林外雨が林内雨や土壌水の DOM 構成分子種に及ぼす影響は小さかったと考えられる。すなわち, 12月の降雨イベントでは雨水によって樹冠や土壌から洗脱される DOM の量が2月の降雨イベントに比べて少なく, したがって, 樹冠や土壌から雨水へ供給される構成分子種数も少なかったと考えられる。構成分子種を van Krevelen

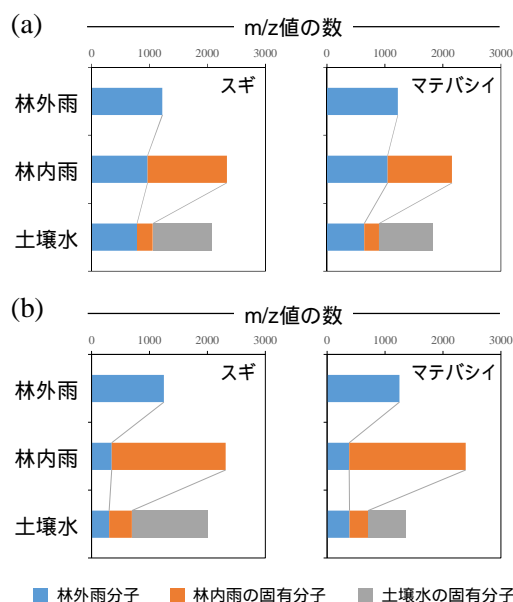


図1 (a) 2月または (b) 12月の降雨イベントにおけるスギ林とマテバシイ林の林外雨, 林内雨, 土壌水の DOM 構成分子種数 (平均値)。

これらの結果は樹冠や土壌において多様な DOM が雨水に供給される一方で, 供給された DOM が変質することを示唆する。

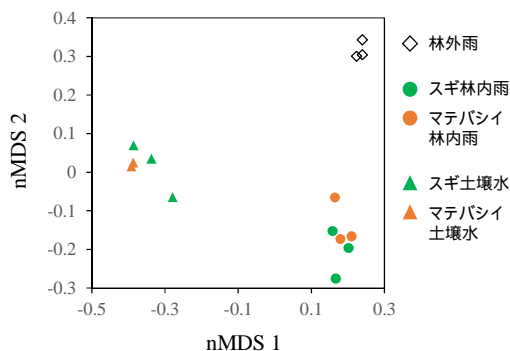


図2 多次元尺度法の二元配置上における2月の降雨イベントでの林外雨, 林内雨, 土壌水の DOM 構成分子種の非類似度 (12月は割愛)⁴。

diagram を用いて機能群別に分類した結果、2月の降雨イベントの構成分子種はリグニン様物質が多い一方で、12月の降雨イベントの構成分子種は脂質成分が多かった。したがって、2月と12月の降雨イベント間における構成分子種の違いには林外雨のDOMの質も大きく影響していたと考えられる。以上のことから、DOM構成分子種を森林におけるDOM動態の把握に用いる際は林外雨中DOMの質の時間変動を考慮する必要があると考えられた。

(2) 森林と河川における溶存有機物の関連性

河川試料水のDOMの分子組成を解析した結果、河川の上流から下流にかけてDOM構成分子種の組成式にヘテロ原子、とくに窒素(N)や硫黄(S)を含む分子種が多くみられた。一方、分子パラメータ⁵をもとにした主成分分析の結果から、河川の下流側では芳香族化合物の分子種が少なく、Nやリン(P)を含んだ分子種が多い傾向にあったことが示された。このことは、河川が流下するにつれて農地や市街地等、人為的影響の強い土地利用からNやPを含む分子種が河川へ流入するようになることを示唆する。

森林および河川で得られた各試料水の間で共通するDOMの構成分子種を解析しクラスタリングを行った結果、河川のDOM構成分子種は森林由来のそれと有意に異なり(図3: PERMANOVA, $p < 0.05$), また、上流から下流にかけて大きく変化していたことがわかった。この結果は、河川試料水が平水時に採取されたものであることに帰結する。すなわち、河川試料水のDOM構成分子種に林内雨や土壌水のものがほとんど含まれていなかったことを反映すると考えられた。以上のことから、森林由来のDOMとその下流河川のDOMとの間に関連性が顕れるのは降雨イベント時であると予想される。このことを検証するため、今後、降雨イベント時において河川上流から下流にかけてのDOM構成分子種を解析し、森林を通過する雨水のDOMのそれと比較する必要があるだろう。

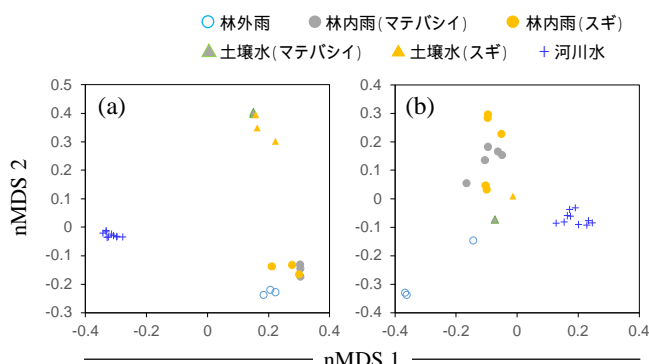


図3 (a) 多次元尺度法の二元配置上における河川試料水のDOM構成分子種と2月または(b)12月の降雨イベントでの林外雨、林内雨、土壌水のDOM構成分子種の非類似度。

<引用文献>

1. Kim, S., Kramer, R. W. & Hatcher, P. G. Graphical Method for Analysis of Ultrahigh-Resolution Broadband Mass Spectra of Natural Organic Matter, the Van Krevelen Diagram. *Anal. Chem.* **75**, 5336–5344 (2003).
2. Ide, J. *et al.* Spatial variations in the molecular diversity of dissolved organic matter in water moving through a boreal forest in eastern Finland. *Sci. Rep.* **7**, 42102 (2017).
3. Kujawinski, E. B. & Behn, M. D. Automated Analysis of Electrospray Ionization Fourier Transform Ion Cyclotron Resonance Mass Spectra of Natural Organic Matter. *Anal. Chem.* **78**, 4363–4373 (2006).
4. Ide, J. *et al.* Evaluating molecular compositions of dissolved organic matter in throughfall and soil water in coniferous and broad-leaved forests, western Japan. in *Proceedings of NOM7 D-4-4* (2019).
5. Wagner, S. *et al.* Linking the Molecular Signature of Heteroatomic Dissolved Organic Matter to Watershed Characteristics in World Rivers. *Environ. Sci. Technol.* **49**, 13798–13806 (2015).

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計11件（うち査読付論文 8件 / うち国際共著 7件 / うちオープンアクセス 8件）

1. 著者名 Ide Jun' ichiro, Sato Tatsuro, Shinozuka Ken' ichi, Takada Asari, Onda Nariaki, Endo Izuki, Alhaqurahman Isa M, Sudjono Priana	4. 巻 21
2. 論文標題 Toward the sustainable operation and management of micro-hydropower generation in a traditional community of Indonesia	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Proceedings of Chitose International Forum	6. 最初と最後の頁 1-3 ~ 1-3
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 該当する
1. 著者名 Alhaqurahman Isa M, Sudjono Priana, Sato Tatsuro, Onda Nariaki, Endo Izuki, Takada Asari, Muntalif Barti S, Ide Jun' ichiro	4. 巻 994
2. 論文標題 Development of Sustainability Indicators Related to Traditional Characteristics for Micro-hydro Power Assessment using Delphi Method	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 IOP Conference Series: Earth and Environmental Science	6. 最初と最後の頁 012003 ~ 012003
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1755-1315/994/1/012003	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 Isa Muhamad Alhaqurahman, Sudjono Priana, Sato Tatsuro, Onda Nariaki, Endo Izuki, Takada Asari, Muntalif Barti Setiani, Ide Jun' ichiro	4. 巻 14
2. 論文標題 Assessing the Sustainable Development of Micro-Hydro Power Plants in an Isolated Traditional Village West Java, Indonesia	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Energies	6. 最初と最後の頁 6456 ~ 6456
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/en14206456	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 Sato Tatsuro, Ide Jun' ichiro	4. 巻 1
2. 論文標題 Sustainability of Micro Hydropower Generation in a Traditional Community of Indonesia	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Decision Science for Future Earth	6. 最初と最後の頁 105 ~ 117
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-981-15-8632-3_4	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 Sato Tatsuro, Takada Asari, Ide Jun'ichiro, Isa M. Alhaqurahman, Onda Nariaki, Tjia Yen Fei, Takata Hiroshi, Sudjono Priana, Shimatani Yukihiro	4. 巻 33
2. 論文標題 Operation and maintenance of micro-hydropower plants in a remote area of Indonesia: electricity demand-supply conditions and plant operational statuses	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Japan Society of Hydrology and Water Resources	6. 最初と最後の頁 212 ~ 221
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3178/jjshwr.33.212	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 Ide Jun'ichiro, Takeda Ikuo, Somura Hiroaki, Mori Yasushi, Sakuno Yuji, Yone Yasumichi, Takahashi Erina	4. 巻 124
2. 論文標題 Impacts of Hydrological Changes on Nutrient Transport From Diffuse Sources in a Rural River Basin, Western Japan	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Geophysical Research: Biogeosciences	6. 最初と最後の頁 2565 ~ 2581
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1029/2018JG004513	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 Ide Jun'ichiro, Ohashi Mizue, Koster Kajar, Berninger Frank, Miura Ikumi, Makita Naoki, Yamase Keitaro, Palviainen Marjo, Pumpanen Jukka	4. 巻 29
2. 論文標題 Molecular composition of soil dissolved organic matter in recently-burned and long-unburned boreal forests	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 International Journal of Wildland Fire	6. 最初と最後の頁 541 ~ 547
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1071/WF19085	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 Ide Jun'ichiro, Ishida Takuya, Cid-Andres Abigail P., Osaka Ken'ichi, Iwata Tomoya, Hayashi Takuya, Akashi Masanori, Tayasu Ichiro, Paytan Adina, Okuda Noboru	4. 巻 21
2. 論文標題 Factors characterizing phosphate oxygen isotope ratios in river water: an inter-watershed comparison approach	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Limnology	6. 最初と最後の頁 365 ~ 377
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10201-020-00610-6	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 井手 淳一郎、宮野 岳明、大槻 恭一	4. 巻 87
2. 論文標題 熊本地域における森林の地下水涵養機能の評価に向けた取り組み	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 森林科学	6. 最初と最後の頁 36 ~ 39
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11519/jjsk.87.0_36	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 -

1. 著者名 Jun ' ichiro Ide, Keitaro Yamase, Seonghun Jeong, Naoki Makita, Hiroshi Nishimura, Keitaro Fukushima, Kyoichi Otsuki, Mizue Ohashi	4. 巻 -
2. 論文標題 Evaluating molecular compositions of dissolved organic matter in throughfall and soil water in coniferous and broad-leaved forests, western Japan	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proceedings of the IWA Specialist Conference on Natural Organic Matter in Water 2019 (NOM7), Tokyo, Japan	6. 最初と最後の頁 1-5
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 Ide Jun ' ichiro, Makita Naoki, Jeong Seonghun, Yamase Keitaro, Ohashi Mizue	4. 巻 11
2. 論文標題 The Contribution of Coniferous Canopy to the Molecular Diversity of Dissolved Organic Matter in Rainfall	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Water	6. 最初と最後の頁 167 ~ 167
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/w11010167	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

〔学会発表〕 計9件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 2件)

1. 発表者名 井手淳一郎、Seonghun Jeong、山瀬敬太郎、牧田直樹、西村裕志、福島慶太郎、大槻恭一、大橋瑞江
2. 発表標題 超高感度質量分析法FT-ICR-MSを用いた森林を通過する雨水の溶存有機物の評価
3. 学会等名 水文・水資源学会 / 日本水文科学会 2022年度研究発表会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 井手淳一郎、Moein Farahnak、Seonghun Jeong、山瀬敬太郎、牧田直樹、西村裕志、大槻恭一、大橋瑞江
2. 発表標題 森林域から都市域へ輸送される河川水中溶存有機物の分子種の変遷について
3. 学会等名 第133 回日本森林学会大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Saarela Taija、Jantti Helena、Ohashi Mizue、Ide Jun' ichiro、Berninger Frank、Ojala Anne、Pumpanen Jukka
2. 発表標題 The molecular composition of dissolved organic matter (DOM) and its effects on the greenhouse gas production in pristine subarctic rivers
3. 学会等名 EGU General Assembly 2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 井手淳一郎、山瀬敬太郎、Jeong Seonghun、牧田直樹、西村裕志、福島慶太郎、大槻恭一、大橋瑞江
2. 発表標題 超高分解能質量分析法を用いた温帯林における林外雨、林内雨および土壌水の溶存有機物の解析
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2019年大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 J. Ide, K. Yamase, S. Jeong, N. Makita, H. Nishimura, K. Fukushima, K. Otsuki, M. Ohashi
2. 発表標題 Evaluating Molecular Compositions of Dissolved Organic Matter in Throughfall and Soil Water in Coniferous and Broad-leaved Forests, western Japan
3. 学会等名 7th IWA Conference on Natural Organic Matter in Water (NOM7), Tokyo, Japan (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 井手淳一郎, 武田育郎, 宗村広昭, 森也寸志, 作野裕司, 米康充, 高橋絵里奈
2. 発表標題 面源からの栄養塩輸送に及ぼす水文条件の変化の影響
3. 学会等名 第54回日本水環境学会年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 井手淳一郎, Jeong, Seonghun, 山瀬敬太郎, 牧田直樹, 西村裕志, 福島慶太郎, 大槻恭一, 大橋瑞江
2. 発表標題 超高分解能質量分析法による雨水中溶存有機物の森林での時空間変動の評価
3. 学会等名 第131回日本森林学会大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 井手淳一郎, 石田卓也, Abigail P. Cid-Andres, 尾坂兼一, 岩田智也, 林拓矢, 明石真徳, 陀安一郎, Adina Paytan, 奥田昇
2. 発表標題 河川のリン酸-酸素安定同位体比の特徴 - 流域間比較による検討
3. 学会等名 日本陸水学会 第83 回大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 井手淳一郎, 石田卓也, Abigail P. Cid-Andres, 尾坂兼一, 岩田智也, 林拓矢, 明石真徳, 陀安一郎, Adina Paytan, 奥田昇
2. 発表標題 流域間比較による河川水のリン酸-酸素安定同位体比の変動要因の解明
3. 学会等名 第130回日本森林学会大会
4. 発表年 2019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
研究協力者	福島 慶太郎 (Fukushima Keitaro) (60549426)	福島大学・食農学類・准教授 (11601)	
研究協力者	大橋 瑞江 (Ohashi Mizue) (30453153)	兵庫県立大学・環境人間学部・教授 (24506)	
研究協力者	山瀬 敬太郎 (Yamase Keitaro) (90463413)	兵庫県立農林水産技術総合センター・森林林業技術センター・管理研究者 (84508)	
研究協力者	牧田 直樹 (Makita Naoki) (40723086)	信州大学・学術研究院理学系・准教授 (13601)	

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