

第20号

岐阜大学

流域圏

令和3年度 年次報告

科学研究センター報告

2022年3月

岐阜大学流域圏科学研究センター

令和3年度 流域圏科学研究センター 年次報告（第20号）

目次

1. 令和3年度流域圏科学研究センター組織	1
2. 令和3年度における主な活動と行事	3
(1) 岐阜大学流域水環境リーダー育成プログラム報告	4
(2) 第6回流域圏保全研究推進セミナー報告	8
(3) 共同研究支援室活動報告	10
3. 令和元年度研究成果と研究活動	13
(1) 教員の研究概要	13
(2) 教員の研究活動・社会活動	63
(3) 高山試験地報告	95
<付属資料> マスメディア等における教員の活動紹介	a-1

センター組織表

部門	教授	准教授	助教	助手	外国人専任准教授	国内専任教授	業務教員	非常勤研究員	外国人研究者	特別協力研究員	研究員	技術職員 (研究支援課)	事務職員 (研究支援課)	事務職員 (研究支援課)	事務職員 (研究支援課)	
森林機能研究部門	栗屋 善雄	斎藤 琢	日恵野綾香			永井 信 <small>(森林省研究員/森林総合研究所 業務部門/森林総合研究所/木材研究 センター)</small>	平松 研 仁 石田								大坪佳代子	
	大塚 俊之	津田 智														
	村岡 裕由															
	景山 幸二 (特任)															
	玉川 一郎	久世 益亮														
	李 富生	児島 利治														
水物資源研究部門	杉戸 真大 (特任)	原田 守啓				渡辺 昇 <small>(財団法人/公益財団法人/水産 研究振興会)</small>	小林 智尚 小橋 智純 吉野 純 大西 健夫 能島 勝呂				市橋 悠 松井 智代 野原 憲					
		廣岡佳弥子				後藤 幸浩 <small>(大野川/水産総合研究センター 水産部)</small>										
		小山 真紀														
		魏 永芬	石黒 泰													石神貴美子
地域協働推進室																
流域水環境リサーチ 育成プログラム推進室																
共同研究支援室	(村岡 裕由)												(鈴木 浩二)		(平塚 謙) (大坪佳代子)	
事務室														岩田 英孝 岡本 竜太	米田 多江 川瀬恵美子	
高山試験地													鈴木 浩二		平塚 謙	

令和3年度

(R4.3.31現在)

2. 令和3年度における主な活動と行事

令和3年度における流域圏科学研究センターにおける主な活動と行事について、以下の順で紹介する。

- (1) 岐阜大学流域水環境リーダー育成プログラム報告
- (2) 第6回流域圏保全研究推進セミナー報告
- (3) 共同研究支援室活動報告

令和3年度岐阜大学流域水環境リーダー育成プログラム報告

所 属：流域水環境リーダー育成プログラム推進室
氏 名：李 富生，魏 永芬，石黒 泰，石神 貴美子
（兼任教員）大西 健夫（応用生物科学部），廣岡 佳弥子

1. はじめに

本プログラムは、発展途上国が直面する水質・水資源・生態などの極めて深刻な流域水環境分野の問題の解決に取り組む環境リーダーの育成を目的として、平成21年7月にスタートした人材育成事業である。独立行政法人科学技術振興機構の補助期間（平成21～25年度）を経て、平成26年度より大学の自己資金で実施している。令和3年度も学内外関係部門と連携・協力し、改善を図りながら、育成対象者の育成を行った。

2. 在籍中の育成対象者

令和3年度は6カ国20名の育成対象者（日本9名，中国4名，インドネシア4名，バングラデシュ1名，ベトナム1名，モンゴル1名）が在籍し，その内訳は修士課程が1年生6名（日本人学生4名，留学生2名），2年生8名（日本人学生5名，留学生3名）の計14名，博士課程が1年生3名（留学生のみ），3年生3名（留学生のみ）の計6名である。

3. 教育活動

1) 修士課程の育成対象者

修士課程の育成対象者に対し，編成したカリキュラムにある主に以下の科目について教育活動を行った。

・環境リーダー特論（3科目；各1単位）

くリモートセンシング水環境計測学特論 / アジア水環境動態評価特論 / アジア水処理技術特論 >

途上国の水環境問題を解決するための理論と現場知識を身に付けることを目的として講義を計画し，外部講師を迎えて学内外共同で実施した。また，配布資料が日本語の場合には，推進室教員により英語併記を行い，学生の理解を図った。

・環境リーダー育成特別演習（後学期，1単位）

学生はLife Cycle Assessment (LCA) 関連の英文書籍の輪読を行い，LCA の意義や手法を学んだ後に，連携協力関係にある株式会社日本環境管理センターを訪問し，取り組んでいる環境事業について，現場指導者の指導のもとで現場調査を行った。その後，大学で資料調査・討議・データ解析などを行い，LCA を用いて調査した事業の環境評価を行った上で，プログラム受講生に対して英語で発表を行った。令和3年度は「下水汚泥からの炭化オデイ肥料の製造」，「剪定枝からの木質ペレット燃料の製造」の2つの課題を設定した。推進室教員は，輪読の指導，事業担当責任者と



図1 環境リーダー育成特別演習
現場調査（上）と成果発表（下）

の調整，現場への引率，現場通訳，討議・データ解析・発表資料およびレポート作成の指導を行った。

・地域環境文化特論（前学期，1単位） / 地球環境文化特論（後学期，1単位）

前期に「地域環境文化特論」，後期に「地球環境文化特論」を開講した。本講義は「地球環境セミナーII」と合同で年16回実施した。多岐にわたる環境問題の知識の共有と情報を人に伝えるための能力の養成および学生間の異文化交流の促進のため，セミナー形式での講義を実施した。

講義はCovid-19の感染対策を行った上で，教室での対面授業を行い，同時に来日できていない留学生や体調に不安のある学生がオンラインで参加するハイブリッドの形式で実施した。その中で，オンラインで受講している学生も教室での受講者と同じようにグループディスカッションに参加できるように，オンライン受講の学生がいるグループには，スピーカーフォンとノートパソコンやタブレット型パソコンを用意し，Microsoft TEAMS のブレイクアウトルームの機能を用いてグループディスカッションを行った。



図2 地域環境文化特論・地球環境文化特論 / 地球環境セミナーII における学生による発表（左）とオンライン受講者も参加したグループディスカッション（右）

2) 博士課程の育成対象者

博士課程の育成対象者に対し，編成したカリキュラムにある主に以下の科目について教育活動を行った。

・環境ソリューション特別演習 I（後学期，1単位）

環境問題の将来の動向を知り，有効な解決策を見出すためには，政治・経済・文化など環境問題と密接に関係する社会的・文化的背景を知ることが目的とし，政治・経済・文化に関する文献から，過去・現在・未来にわたる動向を知るとともに，それらが実社会とどのようなかかわりがあるかについての現場調査や文献調査を行い，その結果をまとめ，英語で発表した。課題の設定から発表に至るまでの各プロセスにおいて推進室教員による指導を行った。

本年度はプログラム外からの履修者も含め7名の博士課程学生が履修した。7名を二つのグループに分け，それぞれ Ganga pollution threatens human health と



図3 環境ソリューション特別演習 I における学生による発表

The impacts of deforestation to rural communities: Influenced by COVID-19 pandemic について発表した

・地球環境セミナーII（通年2単位）

博士学生の環境問題に関する視野の拡大，意識の共有，国際コミュニケーション能力のさらなる向上を図ることを目的とした科目であり，前述の「地域環境文化特論 / 地球環境文化特論」と合同で実施した。

4. 学外研修

流域水環境分野の現場の知識と経験を身に付け，学生自らが流域水環境ニーズを探索し，研究設計する技能を養成するため，推進室教員は，受け入れ先と実施計画及び実施方法について協議した上で，現場の指導者と共同で実施した。

1) 国内グループインターンシップ

一般財団法人岐阜県環境管理技術センターを受入機関として実施し，本プログラムの修士1年の留学生2名と Covid-19 の影響で昨年度受講できていない修士2年の留学生3名の合計5名が参加した。

8月30日～9月3日の5日間，研修を行い，学生は浄化槽による戸別污水处理システムに関する研修を受けると共に，同センターの環境部で行われている環境調査（河川調査），水質分析業務を行った。



図4 国内グループインターンシップにおける浄化槽の現場研修（左）と水質分析業務（右）

2) 海外グループインターンシップ

本年度，海外グループインターンシップは Covid-19 の影響で渡航が難しいため，オンラインで行った。中国の5名の現地指導者とオンライン会議システムを使用して繋ぎ，中国の環境問題（特にエネルギーや水環境に関する問題）や現地の歴史，文化，生活習慣などについての指導を受けるとともに，実際の現場の様子を動画により学んだ。

このオンライン海外グループインターンシップには修士1年の日本人学生4名に加えて，昨年度海外グループインターンシップを受講できていない修士2年の日本人学生5名も受講した。



図5 オンライン会議システムを用いた海外グループインターンシップ

5. シンポジウム等

本育成プログラムの概要や取り組みなどについて、国際シンポジウム、ワークショップ等を通して紹介を積極的に行った。主なものは以下の通りである。

- 11月11日に岐阜大学連合農学研究科と合同で「UGSAS-GU & BWEL Joint Poster Session on Agricultural and Basin Water Environmental Sciences 2021」をオンラインで開催した。本セッションでは連合農学研究科8名、流域水環境リーダー育成プログラム13名の合計21名の学生が研究成果のポスター発表を行った。その中から、連合農学研究科から2名、流域水環境リーダー育成プログラムから3名が Best Presentation Award を受賞した。



図6 UGSAS-GU & BWEL Joint Poster Session on Agricultural and Basin Water Environmental Sciences 2021 における Best Presentation Award の表彰（左）と関係者による記念撮影（右）

- 水質・大気・土壌汚染、水不足、生態系の劣化など従来からの流域環境における課題に加え、薬剤耐性菌、低炭素化や脱炭素社会の実現などの新しい課題に関する最新の動向や研究成果を共有するため、本プログラムの修了生7名を講師として招聘し、「2021年流域環境問題ウェビナーシリーズ」を開催した。全7回のウェビナーには海外の大学の教員および学生を中心にこのべ290人が参加した。



図7 「2021年流域環境問題ウェビナーシリーズ」におけるオンラインでのディスカッション

6. 情報発信

- 日本語・英語・中国語のホームページ (<http://www.green.gifu-u.ac.jp/BWEL/index.html>) を更新し、情報公開を行った。
- ニュースレター（和文英文併記）34号、35号、36号を発行した。

第6回流域圏保全研究推進セミナーおよび津田准教授退職記念講演会開催報告

第6回流域圏保全研究推進セミナー実行委員会

岐阜大学流域圏科学研究センターは、流域環境を扱う国内初の組織としてスタートし、質の高い研究と教育支援を推進することで本学の環境科学研究教育を牽引する役割を担ってきました。近年、環境科学の分野ではSDGs（持続可能な開発目標）の達成や脱炭素社会の実現などグローバルな枠組みでの取り組みが求められています。また、行動様式・生活様式の多様化や生活水準の高度化に伴い、地域共通・世界共通の新たな課題への対処が今後必要になると考えられます。当センターは、流域圏の現状診断と管理支援および変動予測に基づく持続的な自然資源の利用を実現し、安全で快適な流域環境・生活環境を形成するため、国内・国際研究機関やネットワークと連携協力して「流域圏科学」を推進しています。「第6回流域圏保全研究推進セミナー」は、当センターの活動を多くのみなさまに認知していただくとともに、「流域圏科学」の今後の発展について議論することを目的として、令和4年3月2日（水）に柳戸キャンパスとオンラインで同時開催しました。

セミナーは森脇久隆岐阜大学学長と李富生センター長の挨拶で始まり、続いて当センターで長年にわたり教育研究活動にご尽力され、本年度で退職される津田智准教授より「タネ 火種 めしのたね」というタイトルで退職記念講演をしていただきました。次に、当センター各部門ならびに地域協働推進室の研究報告、センターが支援している若手研究者（博士課程学生、研究員）3名の成果報告が行われました。続いて、高山試験地を利用した共同研究を長年実施されてきた産業技術総合研究所の村山昌平さんに1993年以来の長期にわたる研究の成果をご講演いただきました。その後、共同研究課題3件の今年度の成果発表が行われ、高山試験地、微生物分析室、水質分析室、岐阜大学流域水環境リーダー育成プログラム（BWEL）の活動報告を行い、王志剛副学長の挨拶により閉会しました。

本セミナーには、学外からの参加者26名を含む計64名（内、留学生4名）が参加し、活発な意見交換が行われました。当センターでは今後も流域圏保全研究推進セミナーを毎年開催することにより、関連研究コミュニティとの共同研究を通じて基礎から応用に至る「流域圏科学」の体系化を図るとともに、地域社会との協働体制の促進により環境問題への適応と解決に取り組む実践的な「流域圏保全学」の醸成を推進していきます。

プログラム

10:00 - 10:15 開会挨拶：森脇 久隆 岐阜大学学長、李 富生 流域圏科学研究センター長

10:15 - 11:15 退職記念講演：津田 智 准教授 「タネ 火種 めしのたね」

11:15 - 12:00 【森林機能研究部門】

斎藤 琢「岐阜県の森林炭素吸収量ポテンシャルの将来予測」

日恵野 綾香「植物病原性卵菌類の分布特性の解明と病害リスク評価」

村岡 裕由「森林の光合成機能とフェノロジー、気候変動応答に関する観測・実験・モデル化」

12:00 - 13:00 - 休憩 -

13:10 - 15:10 【水物質動態研究部門】

玉川 一郎「レーザー通信のための大気揺らぎの研究」

原田 守啓「“清流長良川の鮎”を支える長良川流域の河川環境と温暖化影響」

【地域協働推進室】

小山 真紀「地域の伴走支援のあり方について：関市武儀地域における地区防災計画支援の事例から」

13:45 - 14:30 【流域研究活動強化（若手研究者支援）】

Maulana Yusup Rosadi 「Use of fluorescence excitation-emission matrix analysis for monitoring the residual chlorine in a drinking water treatment plant」

Li Wenjiao 「水-有機溶媒を用いた土壌洗浄によるペルおよびポリフルオロアルキル物質汚染土壌（PFASs）の原位置浄化 Remediation of per- and polyfluoroalkyl substances (PFASs) contaminated」

soil by in-situ soil flushing with water-organic solvents」

Cao Ruoming 「日本中部地区における冷温帯落葉林の窒素循環 The nitrogen cycle in a cool-temperate deciduous forest, central Japan」

14:30 - 14:40 - 休憩 -

14:40 - 16:30 【共同研究事業成果発表】

共同研究支援室 村岡裕由： 共同研究事業について

招待講演：村山 昌平（産業技術総合研究所）「TKY サイトにおける長期観測により明らかになった炭素収支の年々変動と長期トレンド」

重点課題：亀崎 和輝（産業技術総合研究所）「硫化カルボニルを指標とした森林の純一時生産量の評価 ～濃度測定法の開発と今度の研究～」

一般課題：小島 一輝（岐阜県農業技術センター）「固形培地耕栽培に対応した病害対策技術に関する研究について」

一般課題：小島 光平（株式会社パスコ）「高山試験地におけるスマート測量ポールの位置精度の評価」

高山試験地報告：鈴木 浩二

微生物分析室報告：日恵野 綾香

水質分析室報告：廣岡 佳弥子

16:30 - 16:45 流域水環境リーダー育成プログラム活動報告

16:30 - 16:45 閉会挨拶：王 志剛 岐阜大学副学長（研究・産学連携・情報担当）



森脇 久隆 学長による開会挨拶



津田 智 准教授の退職記念講演



会場の様子



王 志剛 副学長による閉会挨拶

令和3年度 共同研究支援室 活動報告

流域圏科学研究センター共同研究支援室

村岡 裕由, 斎藤 琢, 廣岡佳也子, 日恵野綾香,
鈴木 浩二, 平塚 肇, 大坪 佳代子, 石神貴美子

岐阜大学流域圏科学研究センターは、令和2年4月に研究部門の構成を改変し、森林機能研究部門、水物質動態研究部門を基礎としながら、多様な研究教育活動の場である高山試験地（岐阜県高山市）、国内外の学生を対象とした教育研究活動を支援する流域水環境リーダー育成プログラム支援室、地域協働推進室、センターの共同研究・交流活動を支援する共同研究支援室から構成されています。

当センターでは、多様な地域の環境問題への適応と解決に取り組む新しい実践的環境科学を《流域圏保全学》として醸成することを目標に据えながら、流域圏の森林・河川・土砂・農地・都市と環境変動に関する融合的な共同研究のインキュベーションとそれを通じた流域圏科学の醸成に取り組んでいます。平成28年度から平成30年度までは文部科学省の支援を受けながら、また平成31年度（令和元年度）からは学内予算措置によりこれらの軸となる学術課題として「森・水・物質循環システム統合研究」を関連研究コミュニティとの連携によって推進しています。

本事業による募集課題は次のとおりです。

1. 気象・水・物質循環システムと人間活動影響に関する研究
2. 生態系の動態と機能の解明と予測に関する研究
3. 流域圏の安全・リスク診断と、それに資する環境・社会情報分析に関する研究
4. 流域資源・エネルギーの保全・活用に関する研究
5. その他、流域圏科学の発展、流域圏保全に資する研究

今年度は、一般研究課題9件が実施されました。またこれらに加えて流域圏科学研究センター教員が中心となり実施されている共同研究が21件ありました。今年度の研究等の課題一覧を次頁に示しました。令和3年度も引き続き新型コロナウイルス感染拡大およびその防止措置のために多くの研究・教育・交流活動が影響を受けました。

共同研究支援室はこれらの研究課題担当者との連絡調整、所定の事務手続きなどを担うとともに、学内外の研究者や学生など様々な参加者が円滑に研究活動を推進できるように支援をしています。

共同研究支援室では今後も関連研究分野コミュニティの皆さんの協力を得ながら、流域圏科学、流域圏保全学、ならびに「森・水・物質循環システム統合研究」の推進を支援していきます。

令和3年度 共同研究公募事業 採択・実施課題一覧

重点研究課題

課題番号	課題名	代表者（所属機関）	センター受入研究者
2021-F-001	新：硫化カルボニルを用いた炭素循環評価に関する研究	亀崎 和輝 (産業技術総合研究所)	村岡 裕由

一般研究課題

課題番号	課題名	代表者（所属機関）	センター受入研究者
2021-G-001	継：太陽光誘発クロロフィル蛍光による森林生態系光合成量の推定	加藤 知道 (北海道大学)	村岡 裕由 斎藤 琢
2021-G-002	継：高山試験地における大気パラメータ自動観測に関する研究	山本 浩万 (産業技術総合研究所)	村岡 裕由
2021-G-003	継：冷温帯落葉広葉樹林における炭素循環の変動に関する研究	村山 昌平 (産業技術総合研究所)	村岡 裕由
2021-G-004	新：熱帯域に分布する樹木病原菌の多様性解明と検出技術に関する研究	中島千晴 (三重大学)	日恵野 綾香
2021-G-005	新：Research on Contaminated Soil Remediation	Shao Huijuan (山東農業大学)	魏 永芬
2021-G-006	継：ヒノキ根株腐朽被害に関与する木材腐朽菌の実態解明	片桐 奈々 (岐阜県森林研究所)	日恵野 綾香
2021-G-007	新：Spatio-temporal evaluation of water environment in arid areas by remote sensing & GIS	張 福平 (陝西師範大学)	魏 永芬
2021-G-008	新：スマート測量ポールの森林地域における位置精度検証と評価	高岸 且 (株式会社パスコ)	栗屋 善雄 児島 利治

2021-G-009	新：気候変動が地盤環境に与える影響の予測	小島 悠揮 (岐阜大学)	玉川 一郎
2021-G-010	新：「固形培地耕栽培に対応した病害虫防除対策技術の確立」～トマト萎凋症状と卵菌類の関連性評価～	小島 一輝 (岐阜県農業技術センター)	日恵野 綾香

共同研究（センター教員関連分）

課題番号	課題名	代表者	参画機関
2021-C-001	接地境界層における大気乱流状態の高度依存性の詳細な検討	玉川 一郎	・川崎重工株式会社 ・岐阜大学
2021-C-002	空間光伝搬通信における散乱・揺らぎ計測と制御	玉川 一郎	・東海大学 ・岐阜大学
2021-C-003	超音波を利用した霧中の視界確保技術への挑戦	玉川 一郎	・東海大学 ・岐阜大学
2021-C-004	農耕地周辺環境における植物病原性卵菌類の分布特性の解明と病害リスク評価	日恵野 綾香	・東京農業大学 ・岐阜大学
2021-C-005	森林光合成とフェノロジーへの気候変動ストレス影響の生理生態学的解明と将来変動予測	村岡 裕由	・岐阜大学 ・産業技術総合研究所 ・海洋研究開発機構 ・国立環境研究所 ・北海道大学
2021-C-006	落葉広葉樹林のフェノロジーおよび分光放射観測	村岡 裕由	・岐阜大学 ・筑波大学 ・海洋研究開発機構

3. 令和3年度研究成果と教育活動

令和元年度における流域圏科学研究センターの研究成果並びに研究活動について、以下に、(1) 教員の研究概要、(2) 教員の研究活動・社会活動、(3) 外国人研究員・非常勤研究員、(4) 高山試験地報告の順に紹介する。

(1) 教員の研究概要

初めに、教員の研究の内容と成果の概要について、次頁から、以下の各研究部門・分野の順に関係する教員ごとに報告する。また、著書・論文発表、学会等における口頭発表や学会活動、社会活動については、その後の(2) 教員の研究活動・社会活動において報告する。

森林機能研究部門

教授	栗屋 善雄
教授	大塚 俊之
教授	村岡 裕由
特任教授	景山 幸二
准教授	斎藤 琢
准教授	津田 智
助教	日恵野 綾香
客員教授	永井 信（国立研究開発法人 海洋研究開発機構）

水物質動態研究部門

教授	玉川 一郎
教授	李 富生
特任教授	杉戸 真太
准教授	久世 益充
准教授	児島 利治
准教授	原田 守啓
准教授	廣岡 佳弥子
客員教授	渡辺 昇（医療法人社団 燿和会 参与）
客員教授	後藤 幸造（大同コンサルタンツ株式会社 技術顧問）

地域協働推進室

准教授	小山 真紀
-----	-------

流域水環境リーダー育成プログラム推進室

准教授	魏 永芬
助教	石黒 泰

共同研究支援室

教授	村岡 裕由（兼）
----	----------

研究テーマ： 航空 LiDAR データによる森林ギャップの変化の解析

所属： 森林機能研究部門 教授

氏名： 粟屋 善雄

共同研究者： 児島 利治（流域圏科学研究センター）・渡邊 仁志・久田 善純（岐阜県森林研究所）・山本 敦也（中日本航空㈱）・荒木 一穂・高岸 且・森川 英治・小島 光平馬場 常年・江口 輝・樋口 慧（㈱パスコ）

研究協力者： 鈴木 浩二・平塚 肇（高山試験地）・和田 のどか（大学院学生）・福田 航希・米田 紗歩（学部学生）

当研究室ではフィールドでの調査研究とリモートセンシングと地理情報システムを用いて、流域を構成する自然資源の実態とその変化を解析している。近年、航空レーザ(LiDAR)とドローンを利用した森林の解析例が急増しているが、バイオマスの他に森林の構造についての報告が目立ってきた。今年度実施した研究のうち、以下では LiDAR データと UAV 空中写真を利用して針葉樹人工林内の下層植生を解析した研究について報告する。

1. 目的と対象地・データ

今日、伐期に達した人工林が過半数を占める中で、間伐遅れによる過密林は依然として多い。間伐が遅れた過密林分では森林のもつ多面的機能を十分に発揮できない恐れがあり、とくに下層植生が貧困なことから表土流亡を引き起こすと危惧されている。このため、国は平成 20 年に法整備を行うとともに補助金により間伐を促している。このような背景から下層植生の被覆率などに着目した研究も進められ、ヒノキ林床の下層植生を 5 タイプに分類して表土流亡との関係性を評価した研究例がある。災害防止の観点から表土流亡を発生しやすい下層植生が貧弱な森林の分布を広域で把握して、早期に間伐することが必要とされている。このため、航空レーザ測量で高精度で被覆物の標高を計測した点群標高データを利用して、下層植生の状況を判定することが期待されている。

森林分野においては 2000 年頃から航空レーザスキャナによって測定した点群標高データで地盤高を推定し、地盤高データ (DTM) を整備して山地災害の危険地を把握してきた。同時に点群標高データから地表面高データ (DSM) を作成して DTM との差から樹冠高データ (DCHM) を作成して樹冠の情報を得ることが可能になった。DCHM から樹冠高、樹高、あるいは樹冠投影面積などを判定して材積を高精度でマッピングできるようになっている。

森林では航空レーザのパルスは樹冠で反射される割合が高く、林床には到達しにくい。とくに間伐が遅れた過密林分では樹冠が閉鎖して、林床に続くギャップが少ないため下層の情報を得にくく、航空レーザデータで下層植生を解析した例は少ない。このため、航空レーザデータによる下層植生把握の可能性を検証することを目的とし、下層植生の繁茂の状況が異なるヒノキとスギの壮齢林を対象に、航空レーザデータの下層到達状況を地上レーザ観測および林内の UAV 空中写真で検証した。

岐阜県高山市生井川上流の壮齢のヒノキ人工林 2 林分 (2013-06, 2013-08) とスギ人工林 1 林分 (2013-19) を研究対象林分とした (図 1)。いずれも平均樹高が概ね 20m に達するが、本数密度が順に 400 本/ha, 700 本/ha, 1300 本/ha と差がある。ヒノキの 2 林分の斜面は平衡斜面に近いが途中で斜度に変化し、変曲点を持つような形状である。2013-06 が凸地形で、2013-08 が凹地形である。下層植生は林内の場所によって差があるが、本数密度とは逆に下層植生高は 2013-06 で高い。

下層植生の把握には 2016 年 10 月に航空レーザスキャナ (ALS70, Leica Geosystems, Switzerland) を用いて対地高度 1600m, フットプリントサイズ 35cm, FOV±15°, パルス密度約 8 点 (計測結果) で岐阜県林政部が発注、観測したデータを利用した。林床に到達したパルスで下層植生を把握可能か否かを検証するために、2021 年 8 月から 9 月にかけて地上レーザスキャナ (RTC360, Leica Geosystems) でレーザ測量を実施し、UAV (Phantom-4 Pro, DJI, China) を用いて林内で空中写真撮影を実施した。

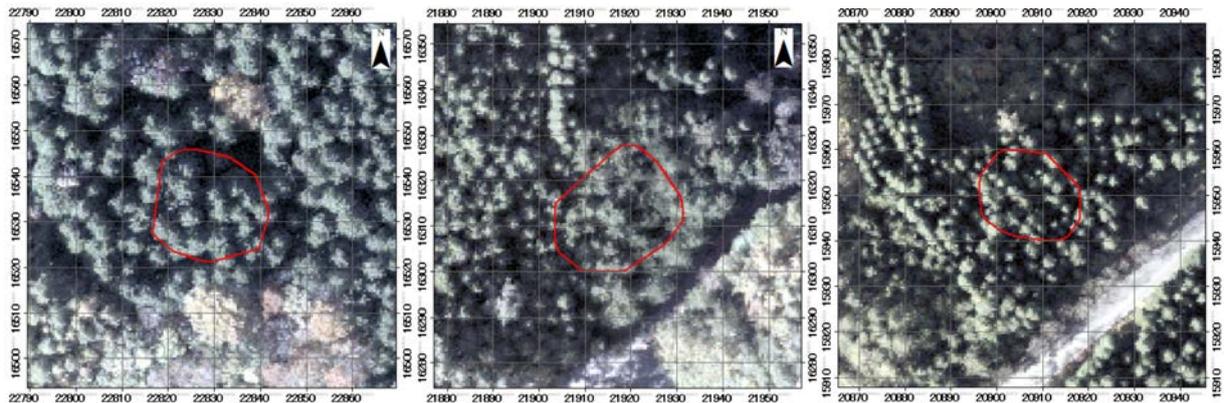


図1 対象林分のオルソ空中写真（2016年10月㊦岐阜県）とUAV写真の撮影範囲（実線）

左：プロット2013-06，中：プロット2013-08，右：プロット2013-19

地上レーザ測量では対象林分に隣接する道路沿いに基準点を定めてGNSS（R12, Trimble, USA）を用いてスタティック測位で地理座標を計測した。道路沿いの基準点から対象森林内に設けた基準点までの方位角と傾斜角と距離をトータルステーション（M3, Trimble, USA）で測量して、森林内の基準点の地理座標を確定した。対象森林の6箇所にターゲット板を設置して地理座標を測量した。極力地面が観測できるように林内の6~8か所にRTC360を設置して、レーザ測量を実施した。ターゲット板の地理座標に基づいて計測された点群データに地理座標を付加した。

地上レーザ測量に先立って各プロットに4か所のUAV空撮用の対空標識の設置点を定め杭を打った。UAV空撮時に杭の位置に高さ1.9mの支柱上に一辺30cm、幅10cmの白色の発泡スチロールを十字に配した対空標識を設置した。UAVは極力高い高度で飛行することを目指したが、枯れた下枝のため、5~8m程度の飛行高度となった。樹木の植栽列に沿って並行して2~3の直線コースを設定し、このコースを横切る1~2の直線コースを設定した。これらのコースをUAVで飛行して極力短い間隔で写真を撮影し、円柱状に空いた林内空間ではホバリングで撮影を実施した。SfMによるDSM・オルソ作成ソフト（Pix4dMapper, Pix4d, Switzerland）の標準モードでDSMを作成した。対空標識の杭の地理座標を地上レーザの点群データで確認して、DSM作成時に地上基準点として利用した。なお、全てのデータを平面直角座標7系（GRS1980, JGD2000）に投影した。解析にはErdas Imagine 2018 (Hexagon Geospatial, USA), ArcMap 10.7 (ESRI, USA)と自作のプログラムなどを利用した。

2. LiDARデータとUAV空中写真・DSMによる下層植生の解析

航空レーザデータがどの程度下層植生を観測しているかを把握するために、本研究では以下の項目について確認した。2)、3)では下層植生の被覆状況にバラツキが少ない2013-19を除外して解析した。

- 1) 航空レーザデータと地上レーザデータで作成したDTMの標高値の差の特徴（以下、DTMの差）。
- 2) 航空レーザ（ALS-DCHM）、地上レーザ（TLS-DCHM）およびUAV（UAV-DCHM）のDCHMを6mないし8mメッシュで、地上高50cm幅の階層で集約した標高点の比率の比較。
- 3) 6mメッシュに集約したALS-DCHMとUAV-DCHMで計算した下層植生被覆率の比較。

航空レーザのDTMは岐阜県から提供された50cmメッシュのDTM(ALS-DTM)を利用した。一方、地上レーザのデータから10cmメッシュ内の最小高を画像化して初期DTMとした。初期DTMには欠落部分があるので、5×5の最小値フィルタを用いて隣接する最低標高で補完した。欠落部分が残っている場合には同じ処理を繰り返した(TLS-DTM)。TLS-DTMから斜面の傾斜を計算し、幹などの無い地面部分のTLS-DTMの範囲を確認して（以下、DTM共通部分）、この範囲でALS-DTMとTLS-DTMの差画像を作成して平均値などの基礎統計量を計算した。また、斜面

の傾斜が変化する箇所にプロファイルを設定して、標高差が生じる状況を確認した。

DTM 共通部分において UAV-DCHM のエラーが少ない範囲を選定した (DCHM 共通部分)。TLS-DCHM は線形内挿した TLS-DTM を基準に 1cm メッシュで作成した (メッシュ内最大高利用)。ALS-DTM を線形内挿した DTM を基準に 1cm メッシュの UAV-DSM から UAV-DCHM を作成した。ALS は点群データから ALS-DCHM を作成した。DCHM 共通部分においてメッシュサイズ 6m と 8m で高さ方向の幅 50cm で標高点が存在する比率を表す DCHM メッシュを作成した。作成した各メッシュ毎に 3つの DCHM の垂直プロファイルを描いて特徴を検討した。

6m メッシュの ALS-DCHM と UAV-DCHM の下層植生部分の比率を下層植生被覆率とした。プロット毎に ALS-DCHM と UAV-DCHM から計算した下層植生被覆率を相関係数と回帰分析で比較した。

DTM 共通部分での ALS-DTM と TLS-DTM の差を表 1 と図 2 に示す。差の平均値は 2013-08 で 0.13m とやや大きかったが、他は概ね 0m だった。2013-08 は ALS-DTM が高めで (図 2)、最大値は 0.767m だった。最小値は TLS-DTM に樹冠が残っている場合があり (2013-19)、実際の最小値より大きい。この 3 林分では差のレンジは概ね 1~1.5m とと思われる。

表 1 ALS-DTM と TLS-DTM の差

樹種 プロット番号	ヒノキ H2 201306	ヒノキ H1 201308	スギ 201319
最大	0.352	0.767	0.411
平均	-0.067	0.130	-0.039
最小	-0.979	-1.197	-13.362
標準偏差	0.124	0.167	0.338

エリアサイズ: 30m × 30m、航空観測値 - 地上観測値

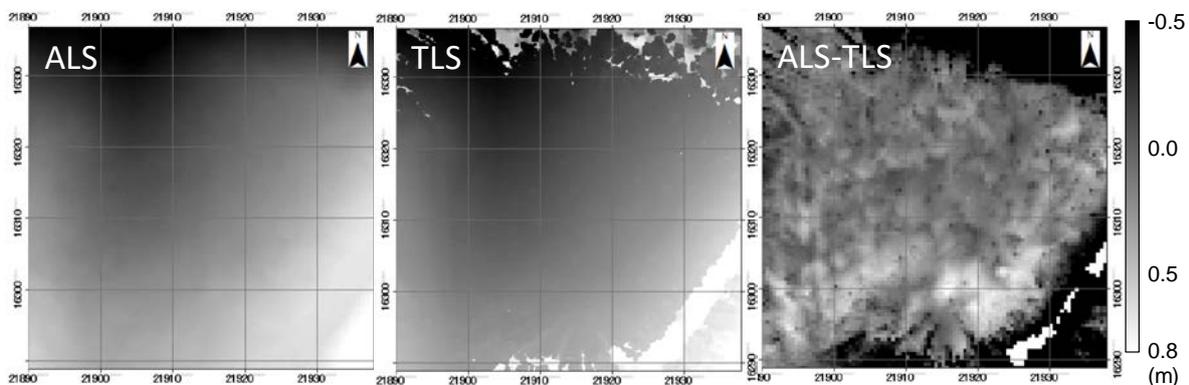


図 2 ALS (左) と TLS (中) の DTM と両者の差 (右) (2013-08)

DTM 共通部分よりやや広い範囲を示している。TLS の周辺部分は精度が悪い。

DTM の差は傾斜が変化する急斜面で大きいように思われ、図 3 の場合は標高の高い部分に高さ 70cm ほどのササが密生していることも ALS-DTM の精度を下げた要因と思われた。なお、ALS-DTM は凹地形では過大に、凸地形では過少になる傾向があるように思われる。

ALS のパルス数が他の標高モデルの標高値の数より著しく少ないため、高さ別の出現頻度は正確ではないと予想していた。図 4 の 2013-06UR (UR:右上) は他のプロットを含めて下層植生高がもっとも高くで密なメッシュである。ALS のパルス数が多かったことから、パルスの垂直分布の信頼性は高い。ALS と UAV は良く一致したが、TLS は高さ 2~4 m でのパルスの頻度が高かった。この理由としては DCHM 作成に利用した DTM が ALS・UAV と TLS で違い、DTM の標高の精度が影響したと考えられる。2013-06LL (LL:左下) は下層植生が疎で低いため ALS のパルスが植生にヒットせず、下層植生の被覆を過少評価したと考えられる。メッシュサイズを大きくし、ALS のパル

ス数を確保できれば下層植生の高さ分布を把握できる見込みがあるが、DTMの精度が下層植生の把握に影響しうである。

UAV-DCHMとALS-DCHMで推定した下層植生被覆率を比較すると、プロット2013-06では両者は無相関だったが、2013-08では相関係数が0.611で有意だった（ $p < 0.01$ ）。しかし、回帰式の係数（図5）は有意ではなく、2つの下層植生被覆率に明確な関係は認められなかった。図5では $Y=X$ の対角線付近に散布するメッシュと対角線から離れて散布するメッシュに分かれると推察された。前者は下層に到達したALSのパルスが多いため、被覆率を正確に計測できたと考えられた。

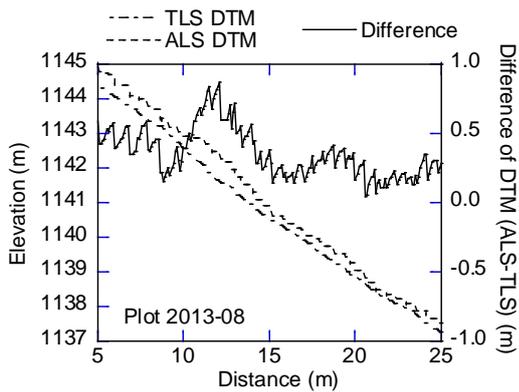


図3 TLSとALSのDTMとその差

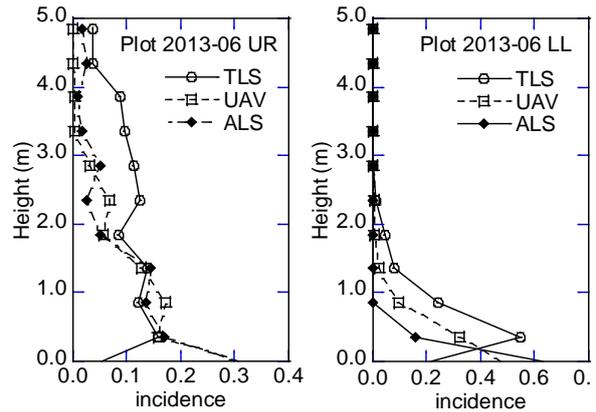


図4 TLS, ALS, UAVのDCHMの出現割合（8mメッシュ）

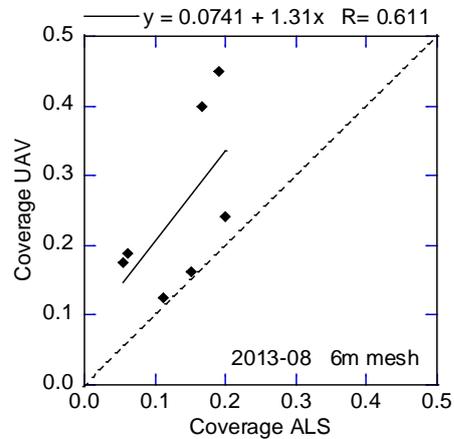
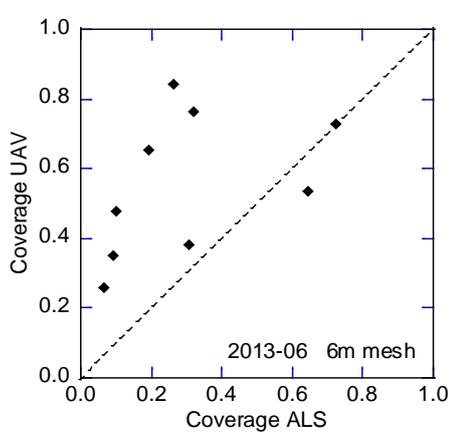


図5 ALS-DCHMとUAV-DCHMで判定した下層植生被覆率の関係

2013-08はALSのパルスが下層に到達していなかった2メッシュを削除した。

以上の結果から、航空レーザのデータで広域の森林の実態を把握できるが、下層植生の被覆率や垂直分布を判定するにはある程度大きいメッシュで十分なパルス数が必要になったことが明らかになった。一方、下層植生の有無を判定することは可能と思われた。本研究は岐阜県からの受託研究「森林管理のための高精度情報の活用技術の開発」で実施した。本研究にご協力いただいた諸氏に感謝申し上げます。

研究テーマ： 森林生態系の炭素循環の時空間的変動の解析

所 属： 植生資源研究部門 植生機能研究分野 教授

氏 名： 大塚 俊之

共同研究者： 曹 若明（流域圏科学研究センター）、廣田 充（筑波大学）、加藤 正吾（応用生物科学部）、大西 健夫（応用生物科学部）、吉竹 晋平（早稲田大学）、飯村 康夫（滋賀県立大学）、藤嶽 暢英（神戸大学）、陳 思宇（南寧師範大学）、田邊 祐斗（自然科学技術研究科）

研究協力者： 鈴木 浩二・平塚 肇（流域圏科学研究センター高山試験地）

1. 常緑広葉樹林における細根生産量の推定方法の比較

森林生態系の純一次生産量(NPP) や生態系純生産量 (NEP) の推定において、細根の生産量は大きな寄与を持っているが、その野外での推定には様々な方法が知られ、標準的な手法は確立していない。最も一般的に使われてきた連続コアサンプリング法は一定期間ごとに土壌を採取し、含まれている細根の現存量の変化から生産量を推定する方法である。イングロースコア法は、円筒形のメッシュバッグに根を除いた土壌を入れ一定期間土壌中に埋設し、その期間中にメッシュバッグ内に成長した細根の量を生産量とする方法である。イングロースコア法は、根を除去した土壌を用いるため、細根重量の変化を直接検出できる利点があるが、それ故にメッシュバッグ内が根の成長しやすい環境になったり、土壌構造が破壊されるなどの問題が指摘されている。また近年、ルートメッシュ法と呼ばれる、メッシュシートを一定期間土壌中に埋設し、その期間中にメッシュシートを貫通して成長した細根の量を生産量とする方法が提案された。細根重量の変化を直接検出できる上、イングロースコア法と比較して土壌に対する攪乱が小さく、設置も容易なことが長所とされている。

本調査では、連続コアサンプリング法、イングロースコア法、ルートメッシュ法の3つを比較し、新しいルートメッシュ法の有効性の検証を目的とした。調査地は、岐阜市の金華山に設置した永久方形区 (図1. 標高約 60 m; 35°26' N, 136°47' E)である。この永久方形区は、森林生態学研究室によって1989年に設置されたもので、この永久方形区を2017年に再設置して毎木調査を行なった。この永久方形区内の樹高 1.3 m以上の個体の基底面積は 46.1 m² ha⁻¹で、その87.8%がツブラジイ (*Castanopsis cuspidata*)であり、林冠はツブラジイが優占している。また永久方形区内の幹数は1301本で、ツブラジイが27.6%を占めていた。下層にはサカキ (*Cleyera japonica*) とヒサカキ (*Eurya japonica*) が多く出現しており、幹数は前者が458本 (35.2%)、後者が206本 (15.8%)であった。典型的な亜熱帯-暖温帯常緑広葉樹林の地域であり、年平均気温は16.1°C、年平均降水量は1866 mmである。連続コアサンプリング法は、2020年7月から2021年11月まで毎月土壌を採取した (直径5 cm コア、n = 8)。イングロースコア法とルートメッシュ法は、設置期間による影響を明らかにするため、2020年7月にメッシュバッグとメッシュシートをそれぞれ32個ずつ埋設し、2か月後、4か月後、6か月後、1年後である同年9月、11月、2021年1月、7月に8個ずつ回収した。3つの方法は全て深さ15 cmにおいて行った。2021年7月の回収では、8個のうち、メッシュバッグは4つ (n=4)、メッシュシートは1つ (n=7) が回収できなかった。

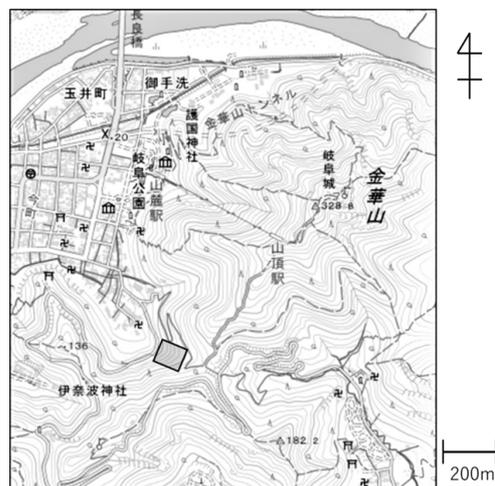


図1. 本研究の調査地と永久方形区

コアサンプリング法により得られた細根バイオマスの年変動を図2に示した。本調査地の細根バイオマスは、6月から10月の夏から秋に多く、11月から5月の冬から春に少ないことが示された。これは本サイトにおける過去の調査結果とも矛盾しない。これより、ツブラジイを優占種とするこの常緑広葉樹林では、春の新葉が出る頃に、細根が大きく成長して、6月頃にバイオマスが最大になると推測された。

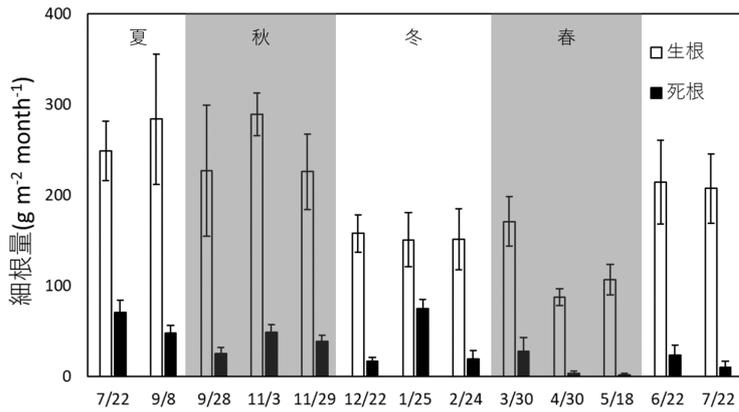


図2. コアサンプリング法による細根バイオマスの年変動(バーはSE)

コア法の推定値は、夏から秋にかけて大きく、春から冬にかけて減少、初夏に再び増加するという、概ね連続コアサンプリング法と同じ変化をしたが、サンプリング期間の影響は小さかった。一方で、ルートメッシュ法の推定値は、初期のみ大きく、それ以降は段々と減少する傾向を示した。イングロースコア法では侵入する細根量は、冬季の細根成長がない時期(図2)を除いて、初期の2ヶ月から徐々に増加して、設置期間1年では細根量が初期値に比べて大きく増加していた(図4)。しかしルートメッシュ法では、初期の2ヶ月での細根量はイングロースコア法とほぼ同じであったが、その後は設置期間を長くしても細根量はほとんど増加しなかった(図4)。このことは、

ルートメッシュ法では、図1で示した5月から6月の盛んな細根成長を捉えられていない事を意味する。設置期間を長くしても、メッシュシートへの細根の侵入量が増加しなかった原因については、初期の2ヶ月以降には、新たな細根の侵入がほとんど無かったのか、あるいは枯死量が大きくてメッシュから抜けてしまったのか現

状ではよく分からなかった。このように、ルートメッシュ法はイングロースコア法に比べて、本調査地では長期の設置期間には向いていない。また、ルートメッシュ法では、サンプリング時にメッシュシート両側の数 cm 幅で一定体積の土壌を採取する必要がある。しかし、本調査地では土壌が薄く、特に深度 10 cm 以上では礫が多くなるために一定の体積でのサンプリングが難しく、細根がメッシュから抜けやすいなどの問題も考えられた。

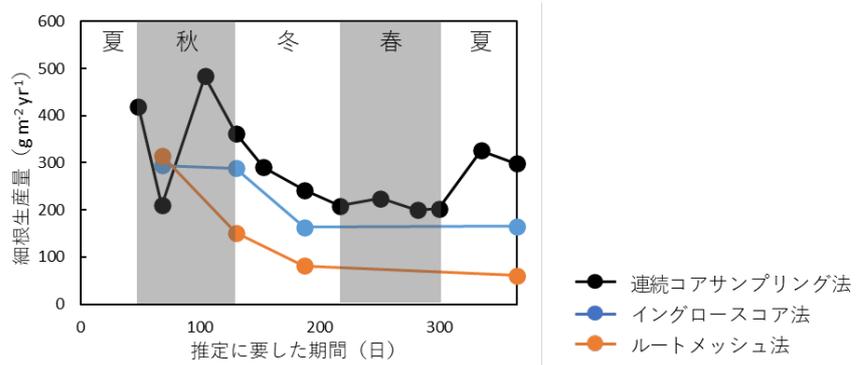


図3. 三つの手法による年間の細根生産量の推定値。各手法において、様々なサンプリング期間における年間の細根生産量を推定した。

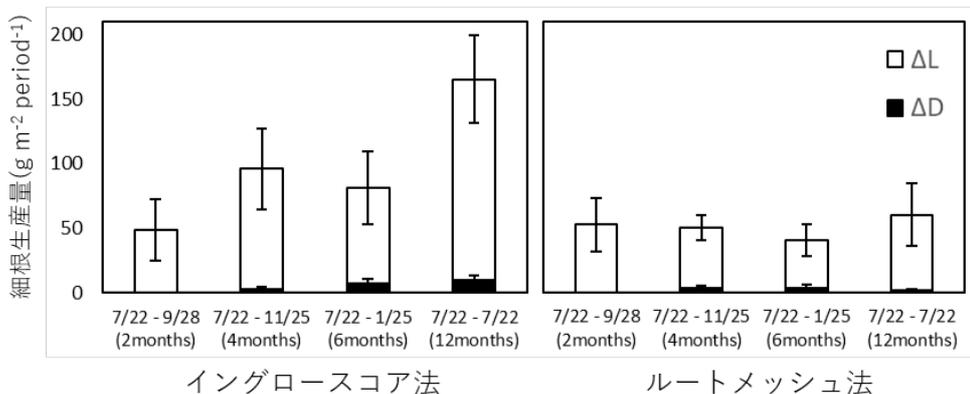


図4. イングロースコア法とルートメッシュ法での各サンプリング期間内(2か月、4か月、6か月、1年)での細根量

入した小さな二次林などが空間的にモザイク状に配置されている。

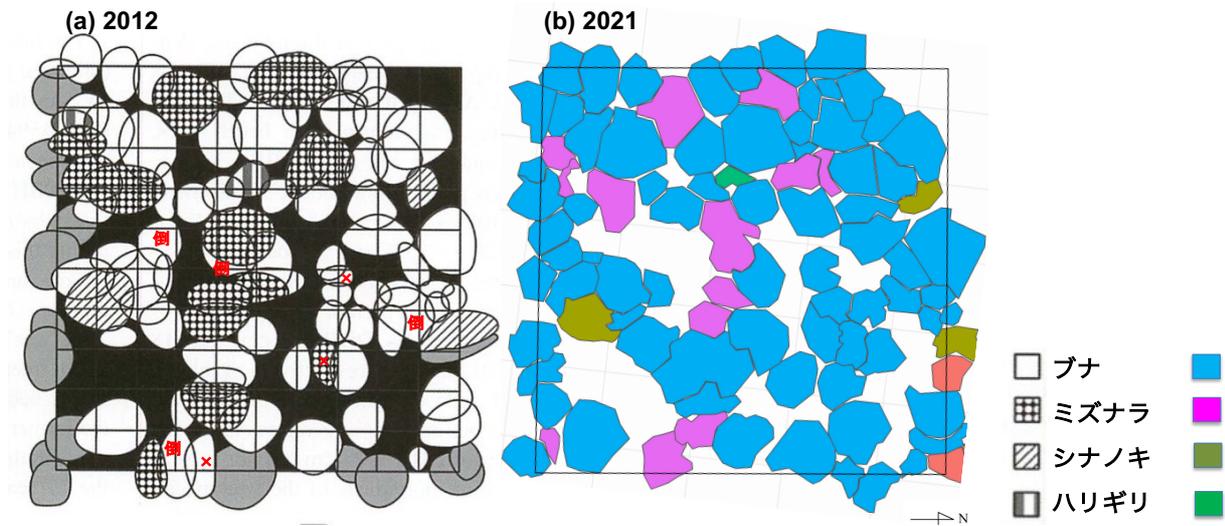


図 6. 永久方形区の 2012 年の樹冠投影図(a)と、今回の調査(2021 年)における樹冠投影図(b)との比較。この 9 年間で枯死した林冠木を×、枯死して倒れた林冠木を(倒)で示した。(a)では黒い部分がギャップを、(b)では白い部分がギャップを示している。

この方形区において林冠木以外のブナの稚樹 (DBH > 5 cm) の位置を、調査した結果が図7である。実際には親である林冠木の直下は暗いため、その更新は難しい。一方で、林冠木が枯死したり、倒れたりたして出来るギャップ内では光が差し込んで、次の世代のブナの更新が可能であり、空間的にみると様々な段階のブナ林が極相林の中にモザイク状に存在することになる。林冠木ではないブナの分布を見ると (図7)、左下のギャップのように既に多くのブナが更新している場所もあるし、新たにブナが倒れた場所では、まだ更新が見られずに裸地に近い場所もある。このように、ブナの極相林では、ある一定の確率で常にギャップが形成され、様々な遷移段階のギャップが空間的にモザイク状に配置されながら時間的に変化していくことによって、空間全体としては構造や組成が変化しない状態が継続され、このような再生複合体が極相林の実態である。

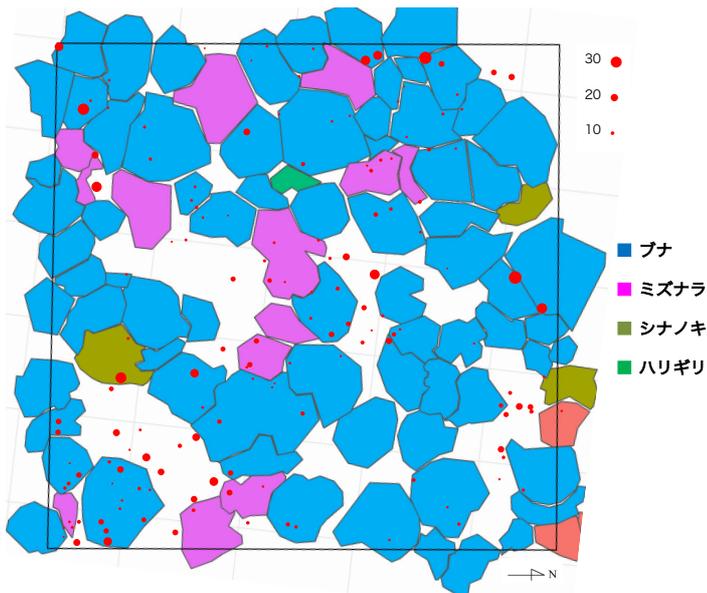


図 7. 永久方形区のエリス木の樹冠投影図 (図 6 b) に、エリス木以外のブナの個体 (DBH > 5 cm) の分布を重ねた。下層木のブナの胸高直径 (cm) と比例したサイズで表している。白い部分がエリス木がないギャップである。

研究テーマ：森林生態系機能に関する研究、および 生態系・生物多様性分野の連携による環境課題への取組

所 属：森林機能研究部門 教授

氏 名：村岡 裕由

共同研究者：村山 昌平（産業技術総合研究所）・永井 信（海洋研究開発機構，森林機能研究部門客員教授）・野田 響（国立環境研究所）・中路 達郎（北海道大学）・熊谷 朝臣（東京大学）・伊藤 昭彦（国立架橋研究所）・近藤 倫生（東北大学）・竹内 やよい（国立環境研究所）・土居 秀幸（兵庫県立大学）・深谷 肇一（国立環境研究所）・桑江 朝比呂（港湾空港技術研究所）・中村 圭吾（土木研究所）

研究協力者：鈴木 浩二（技術職員）・平塚 肇（技術補佐員）・落合 治（宇宙航空研究開発機構）・市井 和仁（千葉大学）・柴田 英昭（北海道大学）・国立環境研究所 生物多様性評価連携研究グループ

1. 森林生態系の光合成機能とフェノロジー、気候変動応答に関する観測・実験・モデル化

大気のCO₂濃度は上昇し続けており、最新の推計では人間活動によるCO₂放出量約36 Gt-CO₂/年の30%を陸上生態系が吸収している（Global Carbon Project, 2017）。森林生態系は地球表面の高々9%程度を覆う植生だが、その炭素循環は重要な地球環境調節機能である。森林の炭素固定メカニズムは生態系を成す植物などの生物と気象・水・化学的環境の相互作用が基盤である。しかし気候変動は既に生態系・生物多様性に様々な異変をもたらしており（Global Biodiversity Outlook 4, 2014）、炭素循環などの生態系機能への大きなインパクトが懸念されている（IPCC 1.5°C報告, 2018）。アジア、欧州、南北米、オセアニア等の地域ごとに気候変動は異なり（IPCC, 2013）、また各地域内でも気候変動や生態系は地理的に不均一なため、生態系や炭素循環の変動に関する生物と気象の広域かつ精緻な観測の拡充と気候変動影響評価の推進が必要とされている。陸上生態系の炭素循環に関するフィールド観測や生態系モデル、衛星データを用いた数々の研究からも、植物バイオマスの分布とともに、生態系の諸要素の季節性と、日・季節ごとの葉の光合成量（単位時間・葉面積あたりのCO₂吸収量）の微気象環境応答に関わる生理生態学的プロセスが地球システムの重要な生物地球化学プロセスであることが示されている。これらの生態学的データと知見の拡充、および地球科学への普及が強く求められている。

本研究課題では、森林生態系の生態学的動態と、生態系機能である炭素循環の最も重要なプロセスである『光合成』と『フェノロジー（葉の展葉・老化・落葉などの季節的プロセス）』に対する気候変動ストレスの影響に注目する。

植物の光合成能や季節性が、炭素循環の生態学的メカニズムとして、また生態系の一次生産力の要因として重要であることは、本研究グループやいくつかの研究グループにより示唆されている。『温暖化』は落葉樹林の着葉期間を延長し、“潜在的な”光合成量を増加させる可能性があることが示唆されている。しかし、『気候変動』が生態系機能（光合成生産）に与える影響の生態学的課題として次の3点が挙げられる。①葉の光合成能とフェノロジー（展葉・老化プロセス）に対する天候の年変動（春や秋の暖・寒）の影響のメカニズム、②着葉期間中の光合成活性・年間の光合成精算量に対する季節ごとの気象条件の年変動（春・秋の気温や降雨、梅雨入り・梅雨明け時期と天候、夏期の高温・乾燥、台風の頻度・強度）の影響

のメカニズムと大きさ、さらに、③気候変動を背景に増加が予測されている極端気象やエルニーニョが生態系機能を改変するメカニズム（Chung & Muraoka et al., 2013; Tang & Muraoka et al., 2016）。そして、ここに挙げた気候変動ストレスが生態系機能に及ぼす影響の生態学的・生理学的メカニズムの詳細と大きさは未解明である。

この研究課題に挑むには、10～20年の森林生理生態と炭素循環の長期観測データを時空間スケール横断的に統合する分野融合的研究が有効である。また、気候変動による生態系機能の変化を広域でいち早く検出可能にするためには、地球観測衛星の分光反射データから生理生態学的プロセスを読み解く理論を構築し、生態学と地球環境科学に広く共有する必要がある。本研究課題では、森林生態系の生態学的動態と、生態系機能である炭素循環の最も重要なプロセスである『光合成』と『フェノロジー（葉の展葉・老化・落葉などの季節的プロセス）』に対する気候変動ストレスの影響を生理生態学的に解明して将来変動の予測研究へと展開することを目的として、特に下記の課題に取り組む。(I) 森林の長期観測データの統合により、光合成能と展葉・老化プロセスに対する気候変動ストレス影響の生理生態学的な解明、森林光合成生産量（GPP）の評価と将来予測モデルの改善を行う。(II) 植生の分光反射情報（＝物理的情報）の背景となる植物個葉の分光（反射・吸収・透過）特性を、葉の解剖生理学的特性から解明し、群落構造と放射伝達理論による新たな放射伝達モデルを用いて生態系の光合成機能の分光観測手法を評価・検証する。(III) これらの統合により、森林光合成能に対する気候変動ストレス影響の観測と予測を推進する。

【研究成果の概要】

本年も新型コロナウイルス感染症拡大により研究活動等は影響を受けたが、以下の成果を得た。

岐阜・高山の落葉広葉樹林では引き続き林冠木の個葉生理生態学的特性のフェノロジーの調査を温暖化実験区と対象区で行った。春の気温の年変動は展葉期を14—16日変動させ、個葉の光合成生産を14—24%変動させると推定された。長期観測と温暖化実験での傾向には大差は認められず、これらの知見から信頼性の高いフェノロジーモデルの構築が可能となる。昨年より延期された国際研究集会を9月にオンライン開催し、成果を発表した。

高山サイトでCO₂フラックス・濃度、気象等の観測を継続した。20年程の長期観測データの解析より、年積算正味炭素収支の年々変動は、夏季の炭素収支に依存しており、夏季の日射量・葉面積指数および生物季節の年々変動と高い相関があることが示された。また、数年スケールの変動には台風来襲等による攪乱が影響を及ぼしていることが示唆された。

極端気候などの気象災害や虫害などに対する樹種耐性についてリモートセンシングによって評価し、前年度に有効性が示唆されたGreen Ratioに基づく観測を北海道の落葉広葉樹林において継続し、多地点の定点カメラ観測を実施した。

落葉広葉樹林林冠の分光反射率の季節変化の決定要因を群落放射伝達モデルと個葉放射伝達モデルにより解析した。LAIと個葉の分光特性の季節変化および群落内の幹枝の構造も考慮することにより、実際の林冠反射率の季節変化を再現できた。衛星により観測される森林の季節変化パターンの解析には、個葉や林冠構造に関する知見が不可欠であることが示された。

詳細な地上観測値に基づいて開発した統計的なモデルにより、開葉日と落葉日を100年スケールで推定し、標高に沿った開葉日と落葉日の傾度の時間変化を評価した。また、推定値の妥当性を新たな地上観測

値や高空間分可能を持つ衛星データを用いて検証した。

個葉から林冠スケールでの光合成特性のフェノロジーと年変動，およびこれらの生態系スケールでのCO₂動態との関係について，数年～25年スケールでの気候変動影響を検証するとともに，今後の顕在化が懸念される極端気象の影響評価を行う。以上を総合的に評価することにより，冷温帯地域の落葉広葉樹林の光合成生産力に対する気候変動ストレスについて評価するとともに新たな仮説を提示する。個葉・群落の分光—生理生態学的モデルに基づいてリモートセンシングによる森林機能の検出技術の検証を行い，環境変動下での落葉広葉樹林の生態系機能観測のさらなる技術革新とネットワーク化の効果と重要性を発信する。

高山サイトの主要林冠木の個葉光合成特性や林冠葉面積指数のフェノロジーと経年変動と，CO₂フラックスデータとを照合することにより，樹木の光合成生産力と生態系炭素収支の関係を解明する。特に，長期観測データに基づいて炭素収支の年々変動，長期トレンドの変動要因の分析，及び夏季の天候や台風による攪乱の影響の解明を進める。これらの結果をとりまとめた論文を発表する。長期観測データはAsiaFluxやWDCGG等の各種データベースへ登録してオープンデータ化により関連科学に貢献する。また，苫小牧サイトでの林冠画像および分光放射計の解析を行い，強風などの極端気候や虫害の影響検出モデルの高精度化を試みる。衛星観測バンドを考慮した長期トレンドの評価や広域化に向けた解析法を検証する。さらに，東アジア域におけるリモートセンシングによる植物季節や土地利用土地被覆の時空間分布の観測・解析評価に関する不確実性・課題点・今後の見通しを総説論文としてまとめる。当地域を対象とした，観測サイト間の連携強化や，生物多様性及び地球観測に関する国際的なネットワークの発展に貢献する。

2. 生態系・生物多様性分野に関する国内・国際的な環境課題に取り組む体制構築

気候変動は，生態系，生物多様性，人類の持続可能性に関わる全球的な環境問題であり，近年の極端気象や植物活動の季節性の不安定さが示唆するように，すでに生態系・生物多様性に様々な異変をもたらし始めている（IPBES地球規模評価報告書2018）。アジア，欧州，南北米，オセアニア等の地域ごとに気候変動は異なり，また各地域内でも気候変動や生態系は地理的に不均一なため，生態系や炭素循環の変動に関する生物と気象の広域かつ精緻な観測の拡充と気候変動影響評価の推進が必要とされている。

日本長期生態学研究ネットワーク（LTER），日本フラックス研究ネットワーク（JapanFlux），アジア太平洋生物多様性観測ネットワーク（APBON）などのフィールド研究ネットワークの分野横断的な連携を図り，共同観測とデータ統合解析，さらに地球観測コミュニティや環境変動影響アセスメントにとって有用なデータや知見を供出する仕組みを早期に立ち上げる必要がある。これらの活動は，国際長期生態学研究ネットワーク（ILTER）やアジアフラックス研究ネットワーク（AsiaFlux），国際生物多様性観測ネットワーク（GEO BON）などグローバルな活動とも連携することが重要である。報告書は地球観測コミュニティの連携を推進すべく，地球規模の気候変動や生態系サービス変化の解明や影響評価，予測研究の推進に積極的に関与するための方針や活動計画を検討してきた。

これらの戦略的検討と活動計画の具体化のために，JaLTER ワークショップ（4月，主催），JapanFlux ワークショップ（8月，招待講演），ミレニア・プログラム公開シンポジウム（6月，主催），APBON ワーク

ショップ（11月）と定期ウェビナー（ともに主催）などを通じて協議・計画立案を進めた。

これらの成果の一部については、アジア・オセアニア GEO シンポジウム（11月）、GEO Week サイドイベント（11月）、科学技術・学術審議会 第9期地球観測推進部会などへ報告・提案した。

3. ミレニア・プログラム『生態-社会共生体化』構想の検討

私たちの生命、日々の暮らし、地域や国の社会・経済は、さまざまな生物と生態系によって支えられている。しかし、気候変動や新たな感染症の脅威、社会・経済状況の変化は、人類の生存基盤である生態系にさらなる負荷をかけている。最近の IPCC や IPBES による分析結果は、人間活動が生態系に及ぼす影響がすでに限界を超えていること、そして、このままの状態が続くなら、私たちの生活基盤は近い将来損なわれ、元には戻らない可能性があることを明らかにしている。生態系は水や空気、気候調整など、市場経済では扱えないものの人類存続に欠かせない価値をもつ。また、生物多様性喪失が無視できない経済リスクであることも国際社会では強く認識されている。JST ミレニア・プログラム (<https://www.jst.go.jp/moonshot/program/millennia/index.html>) の「生態-社会システム共生体化」チームは、自然生態系と人類社会の共存を基盤とする未来の在り方を生態系科学、社会、経済などの観点から生態系や生物多様性に関する研究ネットワーク、関連書学会、研究コミュニティとのオンラインツールや公開シンポジウム（6月）による協議・意見交換を経て、以下のとおり 2050 年の社会像「生態-社会システム共生体化」を提案した。

1. 高度な観測から得られた生態系情報が適切に活用され、豊かな生態系が持続可能な社会、幸福な社会を支える
2. 自然生態系が人類の幸福の基盤であることが正しく認識され、人間活動は豊かな生態系を支える役割を担う
3. 強靱な生態-社会共生体が成立する結果、豊かな自然と人類の幸福が高いレベルで安定・定常的に持続する

4. カーボンニュートラル推進に向けた取組

全国的なカーボンニュートラル化は社会の持続可能性に関わる国際的な課題である。文部科学省・環境省・経済産業省の主導により、2022年7月には「カーボンニュートラル達成に貢献する大学等コアリション」が設立され、東海国立大学機構はこれに積極的に参加することとなった。これにあわせて、生態系による CO₂ 吸収機能、再生可能エネルギー、人材育成に関する取組を横断的に推進すべく、機構にカーボンニュートラル推進室を設立するとともに、岐阜大学には脱炭素・環境エネルギー研究連携支援センターを設立した。12月には岐阜大学公開講座、および名古屋大学との共同による公開シンポジウムに参加した。

研究テーマ： 微生物による環境評価、植物病害診断技術の開発

所 属：植生資源研究部門 植生管理研究分野 教授

氏 名：景山 幸二

共同研究者：須賀 晴久（岐阜大学生命科学総合研究支援センター）・植松 清次（東京農工大学）・渡辺秀樹（岐阜県農業技術センター）

研究協力者：日恵野 綾香（流域圏科学研究センター）・大坪 佳代子（流域圏科学研究センター）

1. ミツバに根腐症を起こす植物病原性 *Aphanomyces* 属菌の同定

ミツバの水耕栽培において激しい根腐れ症状を引き起こす病原菌として分離された *Aphanomyces* 属菌は新種の可能性があり、種の同定を試みた。DAN バーコード領域である *cox1* 遺伝子および rDNA ITS 領域の塩基配列はアイリス黄化腐敗病を引起す *A. iridis* と高い相同性を示した。*A. iridis* は病気を起こす宿主範囲は狭く *Iris* 属植物に限られており、ミツバに病原性があることは報告されていない。そこで、このミツバ菌株は新種である可能性があり、形態的特徴を *A. iridis* と比較した。

無性器官について、遊走子のうはともに菌糸と変わらない糸状であるが、*A. iridis* の遊走子のうは分岐するが、ミツバ菌株では分岐は観察されなかった。また、遊走子のうからの遊走子の形成様式が異なっていた（図 1a-c）。*A. iridis* は一次遊走子が遊走子のうから放出されたのち直ちに被のう化し、被のう孢子塊となり、塊りごと遊走子のう先端から脱落し、二次遊走子の放出あるいは直接菌糸による発芽が観察された。これに対し、ミツバ菌株は一次遊走子が遊走子のう先端に被のう孢子塊となるところまでは同様であるが、被のう孢子塊は脱落することなく遊走子のうの先端部にとどまり（図 1b）、被のう孢子から二次遊走子が放出された（図 1c）。また、被のう孢子が直接発芽することはなかった。有性器官では（図 1d-f）、ミツバ菌株は造卵器が連結すること（図 1f）や造卵器柄が短い場合があり（図 1d）、造卵器柄が長い場合まれに造精器柄が造卵器柄にコイリングすること観察された（図 1e）。また、卵孢子が脱落あるいは退化することは多くはなかった。以上、形態的には *A. iridis* と明確に区別が付き新種であることが示唆された。



図 1. ミツバ菌株の形態的特徴

a-c: 無性器官, a:遊走子のう内での一次遊走子の先端への移動, b: 遊走子のう先端での被のう孢子塊, c: 一部の被のう孢子で二次遊走子を放出した被のう孢子塊; d-f: 有性器官, d: 短い造卵器柄, e: 造卵器柄に造精器柄がコイリング, f: 二個連結した造卵器

2. 各種作物に病害を起こす *Phytophthora kelmanii* の菌学的、植物病理学的諸性質

最近新種として記載された *Phytophthora kelmanii* (Crous et al. 2021) は *P. cryptogea* に分子系統的に近縁であり、ともに雌雄異株性であることから同定が混乱していることが考えられた。日本において分離された *Phytophthora* 属菌菌株の同定について分子系統解析により再評価した当研究室の Raman et al. (2014) の報告に加えて *P. cryptogea* と同定されていた植物由来および分離地の異なる菌株の再評価を行ったところ、*P. kelmanii* と思われる菌株が 27 菌あることが分かった。これらの菌株の宿主はガーベラ、ローズマリー、セージなど 11 種の植物のいずれも根腐れ症状を示している根から分離されたものであった。また、分離地も青森県、千葉県、岐阜県等多岐にわたっていた。

27 菌株とも近縁種の *P. cryptogea* および *P. drechsleri* の A1 および A2 交配型との対峙培養により A1 あるいは A2 型いずれかの組み合わせで有性器官を形成した。また、27 菌株同士の対峙培養でも有性器官を形成した。対峙培養の結果から、供試 27 菌株は A1 型が多数を占め 22 菌株が A1 型、5 菌株が A2 型であった。

病気を起こす宿主範囲および菌株による宿主特異性を調べるためデルフィニウム、ガーベラ、セージ、ローズマリー、センリョウ、ウルシから分離されて菌株を用い、デルフィニウム、ローズマリー、ガーベラ、セージ、トルコギキョウに対する病原性を調べた（表 1）。その結果、分離由来に関係なくいずれの菌株も前者 4 種の植物に対して強い病原性を示した。トルコギキョウに対する病原性は菌株により病原性は異なり、ローズマリーおよびウルシ菌株は中程度、ガーベラ、セージ菌株は弱い病原性を示した。デルフィニウムおよびセンリョウ菌株は病原性を示さなかった。

これらの結果から、日本においても *P. kelmanii* は生息しており観賞用植物を中心に多くの植物に病気を引き起こしていることが明らかになった。また、日本の広範囲の地域から分離されており、重要な病原菌として注視しておく必要があることが明らかになった。

表 1 植物由来の異なる菌株の宿主範囲

菌株	交配型	由来植物	分離場所	接種植物				
				デルフェニウム	ローズマリー	ガーベラ	セージ	トルコギキョウ
AM-DLP-10-06D	A2	デルフェニウム	青森	+++	+++	+++	+++	-
GF649	A2	ガーベラ	岐阜	+++	+++	+++	+++	+
CH17PS1	A1	セージ	千葉	+++	+++	+++	+++	+
CH17PR2	A1	ローズマリー	千葉	+++	+++	+++	+++	++
C78	A1	センリョウ	千葉	+++	+++	+++	+++	-
lb7	A2	ウルシ	茨城	+++	+++	+++	+++	++

2. 脱水ケーキ中に生息する卵菌類

浄水場で浄水過程に発生する脱水ケーキはこれまで産業廃棄物として処理されていたが、有効利用の一つの方法として園芸用培養土への利用が進んできている。しかし、脱水ケーキ中に植物病原性 *Pythium* 属菌が生息している可能性が危惧されている。本研究では、脱水ケーキ中の *Pythium* 属菌の経時的生息調査種の同定し、脱水ケーキの安全性を診断することを目的とし、平成 22 年度より研究を進めている。本年度も引き続き年間を通して毎月サンプリングし、時期的に分離されてくる *Pythium* 属菌の種の違いを比較した。

研究テーマ：森林生態系の炭素・水・熱循環に関する研究

所 属：森林機能研究部門 准教授

氏 名：斎藤 琢

共同研究者：永井 信（海洋研究開発機構）・平野 優・安江 恒（信州大学）・鳥山 淳平（森林総合研究所）・砥綿 夕里花・国本 晴暉（大学院学生）・小杉 朋幹（学部学生）・村山 昌平（産業技術総合研究所）

研究協力者：鈴木 浩二・平塚 肇・村岡 裕由（流域圏科学研究センター）

岐阜県高山市の常緑針葉樹林 (AsiaFlux TKC site) を重点研究サイトとして、また、岐阜県を重点研究領域として、森林生態系の炭素・水・熱循環に関する研究を推進している。本稿では、特に、1. 気候変動が岐阜県の森林炭素吸収量ポテンシャルに及ぼす影響、2. 冠雪害による攪乱がスギ林の炭素・水循環に及ぼす影響についての概要を報告する。

1. 気候変動が岐阜県の森林炭素吸収量ポテンシャルに及ぼす影響

2015 年の国連気候変動枠組条約締約国会議 (COP21) にて採択されたパリ協定により、「世界の平均気温上昇を産業革命以前に比べて 2°C より十分低く保つとともに、1.5°C に抑える努力を追求すること」が承認され、今後の地球温暖化を防ぐまたは緩和するために、人間活動による炭素放出量の削減と森林等による炭素吸収源対策の両面からのアプローチが重要視されている。この国際的な枠組みの中で、国・地域・行政区毎の森林炭素量の精確な算定が必要となっており、国・地域・行政区毎の森林による炭素吸収量の現状把握、気候変動下における森林炭素吸収量や炭素吸収ポテンシャルの変化を評価・予測することがますます重要になっている。

そこで、本研究では、標高傾度が卓越した岐阜県を対象として、生態系モデルを利用して気候変動が森林炭素吸収量ポテンシャルに及ぼす影響を評価した。生態系モデルは、岐阜県高山市の常緑針葉樹林サイト (AsiaFlux TKC)

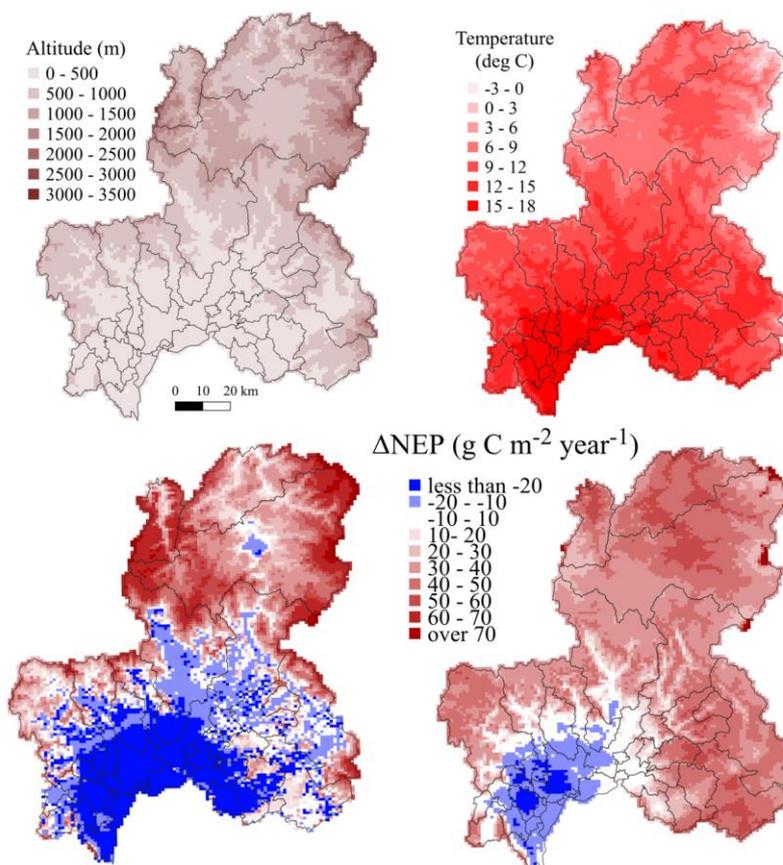


図1 岐阜県の標高分布（左上図）、年平均気温分布（右上図）および5つの気候モデルを利用して推定されたRCP2.6シナリオの気候変動下における常緑針葉樹林（左下図）および落葉広葉樹林（右下図）の炭素吸収量ポテンシャルの変化量。ΔNEPは正（負）の値が現在気候（1996–2000）と比較して将来気候（2096–2100）において増加（減少）することを示す。

および落葉広葉樹林 (AsiaFlux TKY) において観測された炭素フラックスおよび炭素貯留量を用いて検証・最適化された。5つの気候モデル(MIROC, HadGEM2-ES, MRI-CGCM3, CSIRO-Mk3-6-0, GFDL-CM3)の出力値を利用して、岐阜県全域の炭素吸収量ポテンシャルの現状診断と将来予測を1kmメッシュの空間分解能で実施し、気候変動が岐阜県の森林炭素吸収量ポテンシャルに及ぼす影響について検討を行った。

常緑針葉樹林および落葉広葉樹林の両シミュレーションにおいて、北部の高～中標高地域で、21世紀末の将来気候の年間の炭素吸収量ポテンシャルは現在気候と比較して増加する傾向にあり、南部の低標高地域で緩い増加または減少する傾向を示した(図1)。また、その変動メカニズムは、下記のように気候帯、植生タイプによって大きく異なる可能性が示唆された。

高標高地域：炭素吸収量ポテンシャルの増加は、気候シフトによって現在森林生育が困難な地域が森林生育可能な場所へと変化する影響であると考えられる。

中標高地域：両植生タイプにおける炭素吸収量ポテンシャルの増加の主要因は、葉群フェノロジーの温暖化応答の影響であると考えられるが、その応答メカニズムは常緑針葉樹林と落葉広葉樹林で異なることが示唆された。

低標高地域：とくに気候変動に伴う常緑針葉樹林の呼吸量の増加が炭素吸収量に大きく影響すると予測された。

2. 冠雪害による攪乱がスギ林の炭素・水循環に及ぼす影響（継続課題）

本研究の目的は、雪害による自然攪乱前後のスギ林生態系の生態系機能（炭素・水循環）とその変動メカニズムをフィールド観測と生態系モデリングの統合により解明することである。その中で、特に、[I] スギの樹冠欠損によって生じる炭素・水循環プロセスの空間的不均一性の解明、[II] 攪乱前後の生態系機能の定量的評価と群落スケールのガス交換特性の動的変動メカニズム、に着目し、重点研究サイトである雪害による自然攪乱を受けたスギ林 (AsiaFlux TKC サイト) を対象として研究を進めている。本年度得られた主な成果は下記である。

(1) スギの樹冠欠損が個体蒸散量に及ぼす影響

スギの樹冠欠損が個体蒸散量に及ぼす影響を評価するために、健全木 (H) と雪害により樹冠の一部を失った樹冠一部残存木 (BSc) に樹液流計測法を適用した。HおよびBScの各4個体を対象に、0-20 cm深度および20-40 cm深度の樹液流速を計測し、単木スケールの蒸散量を推定した。その結果、BScの単木蒸散量は、Hの単木蒸散量と同様に気象条件（特に、大気飽差や日射量）に伴って季節変化するものの、Hの単木蒸散量と比較して年間で10%以上小さくなった。複数の個体でBScの幹部の辺材が一部心材化していることから、BScにおける単木蒸散量の減衰の要因は、BScの樹冠部の欠損に加えて、幹部の影響も無視できないことが示唆された。また、スギの樹冠欠損によって蒸散量の空間的不均一性が増加することが示唆された。

(2) 雪害による自然攪乱が林分スケールでのスギ樹冠蒸散量に与える影響

重点研究サイトの生態系調査区 (30m×50m) を対象として、雪害後6-7年目の樹液流計測データを基に、雪害による自然攪乱が林分スケールでの蒸散量に与える影響を評価した。0-20 cm深度の1年間の樹液流連続データと0-20 cm深度および20-40 cm深度の樹液流集中観測データを利用して推定されたスギ樹冠による年間林分蒸散量は約200 mmであった。この値は、当該期間の年降水量の約13%であり、健全なスギ林における既存研究の値と比較してやや小さい傾向にあった。したがって、雪害による攪乱は林分蒸散量を減少させる可能性が示唆された。

(3) 粗大有機物呼吸量の時空間変動

2014年12月の雪害に伴って生じた立枯木、倒伏木を対象に粗大有機物呼吸量の時空間変動とその環境応答特性を調査した。調査は、2021年4月から11月の間に7回実施し、呼吸量計測に加えて、計測部位近傍の粗大有機物温度および含水量を計測した。その結果、粗大有機物呼吸量の時空間変動を制御する要因は、立枯木の上部では粗大有機物の含水量であり、立枯木の下部および倒伏木では粗大有機物の温度であることが明らかとなった。

研究テーマ：植物病原性卵菌類の分布特性の解明と病害リスク評価

所属：森林機能研究部門 助教

氏名：日恵野 綾香

共同研究者：片桐 奈々（岐阜県森林研究所）・田中 啓介・本橋 慶一（東京農業大学）・升屋 勇人（森林総合研究所）・植松 清次（東京農工大学）・加藤 正吾（応用生物科学部）・石田 仁（フィールド科学教育研究センター）・須賀 晴久（糖鎖生命コア研究所）・斎藤 琢・村岡 裕由・景山 幸二（流域圏科学研究センター）

研究協力者：古川 邦明（岐阜県森林文化アカデミー）・小澤 建司（（有）根尾開発）・鈴木 浩二・平塚 肇・大坪 佳代子・Nusrat Ahsan（流域圏科学研究センター）・井上 遥日・渡邊 麻衣（学部学生）

令和3年度の主な研究活動を以下に報告する。

1. 森林や河川に生息する卵菌類の分布調査

卵菌類は森林・河川から海洋まで広範囲に生息する微生物群であり、疫病菌（*Phytophthora* 属 卵菌類）は、農作物や樹木に深刻な病害をもたらす植物病原菌である。近年、欧米諸国や豪州を中心に疫病菌による森林の枯死衰退が発生し、生態系へ深刻な影響を与えている。国内の疫病菌についての昨年度までの分布調査の結果、驚くべきことに、海外で森林の枯死衰退を引き起こすとされている種や農作物への病原性が知られている種が森林土壌や河川水から分離され、病害報告のあるものと同種の卵菌類が環境中に生息することが明らかとなった。今年度はこれらの分布特性と病害リスクを明らかにするため、東京農大との共同研究によりメタバーコーディング解析による種構成の調査を行っている。岐阜県内6箇所の調査地を選定し（図1）、樹木の株元から採取した土壌サンプル由来のDNAおよび調査地を水源として農耕地へ流れる河川水由来のDNAを解析中である。解析結果から、森林に生息する疫病菌の種構成を明らかにし、河川を通じて農耕地へ侵入する可能性について評価する予定である。さらに、同じ土壌サンプルから分離された約100菌株について、接種試験等により病原性の評価を進めている。

2. 植物病原性の評価方法の検討

森林の枯死衰退の原因となる病原菌は国内に生息している。それにもかかわらず、これまで海外のように深刻な病害は報告されていない。病原菌の原産地周辺に自生する樹木は病原菌との共進化により病害抵抗性をもつと考えられているが、実際には必ずしも樹木側が病害抵抗性をもつとは限らない。そこで「病原菌の原産地周辺では病原菌側の病原力にばらつきがあり、強い病原力をもつ菌が優占していないのではないか」という仮説を立て、これを検証することにより、国内で深刻な植物病害が発生しない理由を明らかにしていきたいと考えている。今年度は、環境分離菌株の病原力の指標として「植物組織の分解力」に着目し、赤外分光分析による評価方法を確立することを試みた。ヒノキ・サワラ・スギ・コナラ・ケヤキ・ヤマグリ・イロハモミジ・トマトの根を用いた分解試験の結果、直接菌糸が接触する試験方法は比較的分解度が高くなりやすい傾向にあること、試験前後で増加する成分があり分解過程における成分変化についても考慮する必要があること、本手法によって菌株間（種間）の分解力の違いを評価できること、が明らかとなった（図2）。今後の課題として、測定精度の向上（試料の含水率・厚み・均一性等）および試料の調整方法の検討（根の採取時期の変更・分解期間の延長等）が必要である。

森林の土壌と森林を水源とする河川水（岐阜県内6地点）

- ① 高山市：高山試験地～生井川・大八賀川（宮川～神通川水系）
- ② 高山市：荘川六蔵～六蔵川（御母衣湖・荘川水系）
- ③ 下呂市：位山演習林～山之口川（飛騨川～木曾川水系）
- ④ 加茂郡東白川村：村有林・私有林～大明神川・白川（飛騨川～木曾川水系）
- ⑤ 本巣市：根尾開発社有林～根尾西谷川（根尾川～揖斐川水系）
- ⑥ 岐阜市：松籟～不動池・鳥羽川（伊自良川～長良川水系）

土壌サンプル

3 樹種 / 1 地点
(各樹種 3 本の株元から 1 L ずつ採土)

河川水サンプル

2 箇所 / 1 地点
(各箇所につき 4 L ずつ採水)

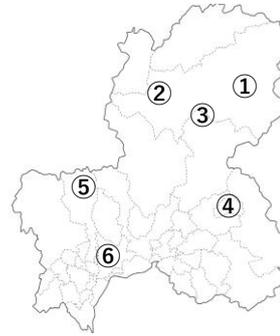


図1 調査地および採取試料（2021年春秋）

試験1



吸光度の差の平均値（接種-無接種）

深さ (cm)	トマト	クリ	ナギナキ	ナナハ	サワラ	スズ	ヒノキ	モミジ
1,250-1,240	0.014559	0.034663	0.034663	0.019846	-0.0433	0.027741	0.027741	0.027741
1,745-1,730	0.009673	0.032671	0.005236	0.018112	-0.01955	0.005516	-0.003771	0.021144
1,235-1,230	0.014151	0.056991	0.029962	0.020804	-0.0432	0.02747	0.02107	0.053795
1,515-1,505	0.010916	0.043369	0.030883	0.012604	-0.02314	0.022045	0.017748	0.03939
1,610-1,590	0.013142	0.017738	0.040112	0.006667	-0.03892	0.033134	0.016385	0.049226
1,145-1,140	0.013639	0.067963	0.028348	0.020238	-0.05617	0.043094	0.019345	0.064037
1,205-1,200	0.013227	0.058092	0.028202	0.020119	-0.03924	0.023053	0.018155	0.050888
1,375-1,365	0.013289	0.053396	0.030173	0.016473	-0.03183	0.024798	0.016145	0.04184
2,860-2,840	0.006264	0.016223	0.004385	0.013076	-0.02017	0.014013	0.009862	0.021012
2,930-2,920	0.007745	0.034683	0.001269	0.017522	-0.02847	0.022954	0.011018	0.027200
深さ (cm)	トマト	クリ	ナギナキ	ナナハ	サワラ	スズ	ヒノキ	モミジ
1,250-1,240	0.013699	-0.00117	0.006331	-0.02843	-0.05526	0.019643	-0.00357	0.027321
1,745-1,730	0.005668	0.002815	-0.01078	-0.01208	-0.02667	0.002695	-0.00805	0.007322
1,235-1,230	0.013463	-0.00109	0.006878	-0.02737	-0.02541	0.020363	-0.00337	0.027605
1,515-1,505	0.012957	0.018066	0.004015	-0.00907	-0.03155	0.019728	0.002746	0.024014
1,610-1,590	0.011721	0.025825	-0.01969	-0.02395	-0.04753	0.027786	-0.00415	0.031466
1,145-1,140	0.010054	0.000479	0.000394	-0.03421	-0.06422	0.026834	-0.0055	0.033814
1,205-1,200	0.012174	0.00044	0.004071	-0.02664	-0.04948	0.018334	-0.00616	0.027286
1,375-1,365	0.013337	0.004033	0.005086	-0.02169	-0.04268	0.015994	-0.00351	0.025584
2,860-2,840	0.005034	-0.00545	0.003007	-0.00909	-0.02088	0.006096	-0.00564	0.011928
2,930-2,920	0.00447	-0.00083	0.001233	-0.01573	-0.03128	0.017815	-0.01046	0.015323
深さ (cm)	トマト	クリ	ナギナキ	ナナハ	サワラ	スズ	ヒノキ	モミジ
1,250-1,240	0.009438	0.042399	0.003076	0.004325	-0.02228	0.050762	-0.04768	0.007019
1,745-1,730	0.005679	0.023758	-0.00309	0.002572	-0.01783	0.012321	-0.02145	0.010508
1,235-1,230	0.039316	0.042702	-0.00604	0.005482	-0.02168	0.051282	-0.04567	0.007337
1,515-1,505	0.034931	0.035659	-0.00209	0.014235	-0.00544	0.049239	-0.02114	0.007609
1,610-1,590	0.033388	0.056969	-0.01427	0.008372	-0.02947	0.059449	-0.03503	0.005482
1,145-1,140	0.038388	0.046977	-0.01071	0.005975	-0.0235	0.060761	-0.05842	0.009425
1,205-1,200	0.033989	0.039148	-0.00207	0.007052	-0.02066	0.046539	-0.04499	0.011286
1,375-1,365	0.034513	0.041583	-0.00187	0.00561	-0.01568	0.046961	-0.0339	0.005966
2,860-2,840	0.015061	0.010813	3.46E-05	0.000346	-0.01281	0.016474	-0.02398	0.005412
2,930-2,920	0.018866	0.027015	-0.004854	-0.002867	-0.01881	0.025274	-0.03733	0.006147
深さ (cm)	トマト	クリ	ナギナキ	ナナハ	サワラ	スズ	ヒノキ	モミジ
1,250-1,240	0.023027	-0.00716	0.0374	0.034591	-0.02601	0.05877	-0.01702	0.041226
1,745-1,730	0.008267	0.005624	0.010588	0.015536	-0.00679	0.021866	-0.00775	0.014228
1,235-1,230	0.022706	-0.00623	0.036887	0.031509	-0.0295	0.057042	-0.01864	0.040472
1,515-1,505	0.018237	0.015705	0.034329	0.023646	-0.01309	0.040752	-0.00606	0.033492
1,610-1,590	0.019662	0.002027	0.036133	0.025668	-0.02287	0.036428	-0.02643	0.041055
1,145-1,140	0.02289	0.002945	0.035152	0.034461	-0.03063	0.069223	-0.01854	0.049211
1,205-1,200	0.018412	-0.00256	0.031984	0.032393	-0.02087	0.049803	-0.01895	0.038614
1,375-1,365	0.020934	0.001841	0.036128	0.027775	-0.01784	0.040456	-0.01061	0.030316
2,860-2,840	0.008219	-0.0056	0.004958	0.009872	-0.01141	0.030931	-0.00523	0.011993
2,930-2,920	0.008873	-0.00293	0.000151	0.011383	-0.02107	0.041916	-0.0096	0.013532
深さ (cm)	トマト	クリ	ナギナキ	ナナハ	サワラ	スズ	ヒノキ	モミジ
1,250-1,240	0.017507	0.041742	0.021286	0.009381	-0.02705	0.045369	-0.02271	0.0294
1,745-1,730	0.008772	0.022529	0.005659	0.005751	-0.00367	0.012495	-0.01707	0.018222
1,235-1,230	0.017279	0.041981	0.020846	0.010383	-0.02481	0.044748	-0.02226	0.028363
1,515-1,505	0.017128	0.038953	0.016766	0.014708	-0.00919	0.041264	-0.00407	0.021521
1,610-1,590	0.015647	0.063922	0.004291	0.005841	-0.01426	0.046343	-0.00793	0.025918
1,145-1,140	0.015022	0.05078	0.01855	0.006808	-0.03386	0.053329	-0.02688	0.034565
1,205-1,200	0.015336	0.043302	0.017987	0.009976	-0.02212	0.040714	-0.02302	0.027248
1,375-1,365	0.017847	0.049364	0.020715	0.010919	-0.02057	0.039592	-0.01609	0.024384
2,860-2,840	0.00712	0.009875	0.006401	-0.00137	-0.01952	0.019532	-0.01705	0.0104
2,930-2,920	0.008537	0.024143	-0.00098	-0.00881	-0.03447	0.029837	-0.02981	0.015336

試験2



吸光度の差の平均値（接種-無接種）

深さ (cm)	トマト	クリ	ナギナキ	ナナハ	サワラ	スズ	ヒノキ	モミジ
1,250-1,240	-0.00081	0.063723	0.020174	0.043231	0.01247	-0.03272	0.024676	-0.02339
1,745-1,730	0.012275	0.003025	0.011404	0.018067	0.000448	-0.007766	-0.00114	-0.02372
1,235-1,230	-0.00036	0.062374	0.019593	0.042964	0.012317	-0.03287	0.005535	-0.02344
1,515-1,505	-0.02309	0.032492	0.007461	0.010517	-0.00443	-0.04059	1.13E-05	-0.02332
1,610-1,590	-0.01348	0.072733	0.011429	0.038992	0.001417	-0.04056	0.043366	-0.02621
1,145-1,140	0.020256	0.076868	0.026177	0.05158	0.021855	-0.03052	0.018212	-0.03033
1,205-1,200	0.007824	0.059404	0.017965	0.040116	0.014395	-0.029	0.007357	-0.02265
1,375-1,365	0.005414	0.065014	0.017174	0.039293	0.006567	-0.02075	0.029226	-0.01311
2,860-2,840	0.019258	0.024915	0.016258	0.020045	0.007915	-0.00938	0.007604	-0.01385
2,930-2,920	0.008115	0.047832	0.022064	0.027811	0.012800	-0.0113	0.011126	-0.02866
深さ (cm)	トマト	クリ	ナギナキ	ナナハ	サワラ	スズ	ヒノキ	モミジ
1,250-1,240	-0.04842	0.005677	0.033334	0.078043	-0.01608	-0.03907	0.011702	-0.02426
1,745-1,730	-0.01878	-0.00391	0.018284	0.047229	-0.00284	-0.01187	0.008841	-0.03396
1,235-1,230	-0.04849	0.006621	0.033323	0.077605	-0.01477	-0.03952	0.011916	-0.04379
1,515-1,505	-0.04732	0.000676	0.020852	0.036056	-0.0147	-0.03398	0.001053	-0.03694
1,610-1,590	-0.04265	0.0008	0.025981	0.063325	-0.0195	-0.02912	0.008841	-0.04201
1,145-1,140	-0.04579	0.004637	0.042718	0.083992	-0.0094	-0.04498	0.022511	-0.06038
1,205-1,200	-0.0385	0.004682	0.026431	0.073712	-0.01323	-0.03038	0.012702	-0.04044
1,375-1,365	-0.04175	0.001659	0.028803	0.058668	-0.01902	-0.03056	0.000645	-0.04965
2,860-2,840	-0.01448	-0.00041	0.022849	0.033767	-0.01081	-0.01928	0.006446	-0.03512
2,930-2,920	-0.01976	-0.00003	0.024007	0.026271	-0.00984	-0.02013	0.006334	-0.02662
深さ (cm)	トマト	クリ	ナギナキ	ナナハ	サワラ	スズ	ヒノキ	モミジ
1,250-1,240	0.02258	0.015807	-0.00373	0.038849	-0.0285	0.04239	-0.01781	0.01622
1,745-1,730	0.005679	0.007804	0.005786	0.01766	0.01034	-0.01787	-0.00559	0.02224
1,235-1,230	0.02661	0.014609	-0.00475	0.03647	-0.02912	-0.04273	-0.01836	-0.02007
1,515-1,505	0.00254	-0.00998	0.01676	0.009552	-0.0312	-0.04825	-0.02204	-0.02133
1,610-1,590	0.04178	0.001168	-0.00706	0.044408	0.00464	-0.04865	-0.01964	-0.02043
1,145-1,140	-0.00075	0.042942	0.006052	0.061668	0.02975	-0.03746	-0.0151	-0.01474
1,205-1,200	-0.01804	0.012846	-0.00464	0.039399	0.02871	-0.03917	-0.01677	-0.01717
1,375-1,365	-0.0168	0.020621	0.001254	0.041277	-0.0205	-0.03687	-0.01692	-0.02451
2,860-2,840	0.011885	0.029197	0.014809	0.018149	-0.01137	-0.01239	-0.00342	-0.01007
2,930-2,920	0.01886	0.049243	0.027056	0.035663	-0.01352	-0.02126	-0.00457	-0.01373
深さ (cm)	トマト	クリ	ナギナキ	ナナハ	サワラ	スズ	ヒノキ	モミジ
1,250-1,240								

研究テーマ： 地表面での熱・水・CO₂交換に関する研究

所 属：水物質動態研究部門 教授

氏 名：玉川 一郎

共同研究者：吉田 弘樹・小林 智尚・吉野 純・亀山 展和（工学部）・高山 佳久（東海大学）・早川 明
良・卜部 真理子・有吉 輝・久司 成輝（川崎重工業株式会社）

研究協力者：Adam Rus Nugroho・長瀬 大和（大学院学生）・安藤真琴・川島新也・国枝厚希（学部学生）

2021年度の主な研究活動として、以下の3つの研究活動成果について報告する。

1. レーザーへの応用を考慮した接地境界層乱流の研究

レーザーを用いて大気中での通信やエネルギー伝送を行う際に影響する大気中での屈折率揺らぎについての研究を続けている。本研究は、川崎重工委株式会社との共同研究による宇宙太陽光発電に関連した大気乱流状態の高度依存性の詳細な検討と、科研費「空間光伝搬通信における散乱・揺らぎ計測と制御」（代表：高山佳久）による研究との2つからなるが、ここではまとめて述べることにする。

昨年度の報告にある2019年12月の観測の解析結果から、超音波風速温度計の乱流観測値から、凍結乱流仮説を用いて求めた気温変動の構造関数から評価した屈折率の構造定数 C_n^2 が、レーザー光の強度変動から評価される C_n^2 に比べて、低高度（1.6m）の場合、半分程度の小さな値になってしまうことについて、更に検討を進めた。昨年の検討では、観測点のすぐ上流部の地表面温度が局所的に低いことで、この過小評価が説明できる可能性があることを示したが、Monin-Obukhov 則に基づく、 $T_s, u_s, z/L$ の計測値を用いた評価がむしろレーザーによる評価に近い値であることが説明できていなかった。このことについて、再度、計測条件を詳しく見直した。

気温変動のモデルを慣性小領域で見られるパワースペクトルの $-5/3$ 乗則と、それより大きいスケールであるエネルギー保有領域について -1 乗則を使って作成し、超音波風速温度計の計測音響パスである15cmの平均の効果、お

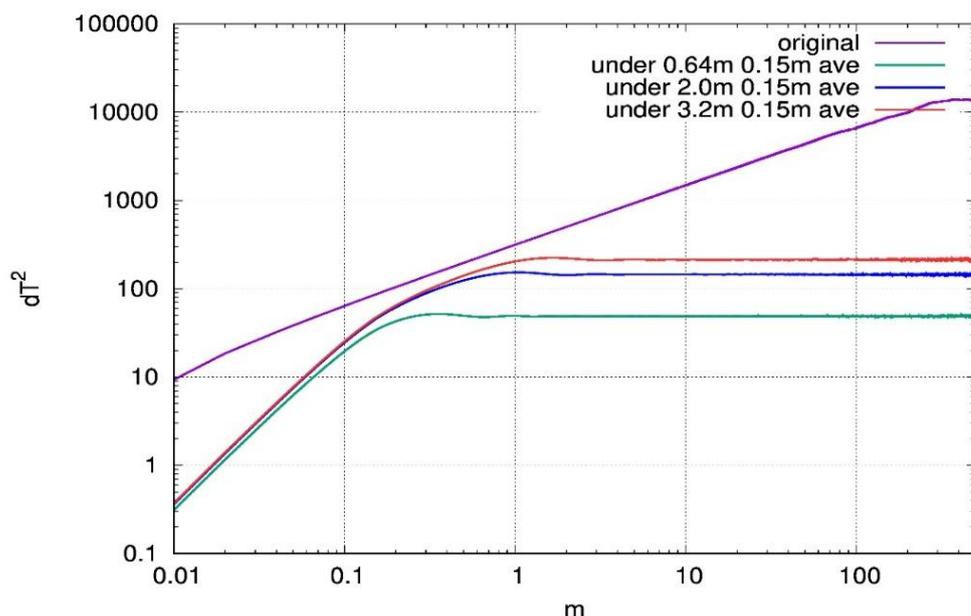


図1 大気揺らぎの上限スケールを0.64m, 2.0m, 3.2mに設定し、15cmの移動平均を行った構造関数。縦軸は距離、横軸は気温変動の2乗平均を示している。Originalは上限スケールなしの場合。

よびカルマン定数 k ($=0.4$) と地表面からの距離 z を用いて、おおよそ kz と見積もられるエネルギー保有領域の渦スケールを使って、構造関数を評価したところ図1に見られるように、2点の気温差の2乗平均を使う構造関数では、15 cmの平均の効果ははるかに大きいスケールにまで及び、エネルギー保有領域のスケール (=慣性小領域の上限スケール) が小さい場合、すなわち高度1.6mに相当する $kz = 0.64$ の場合、図で original と書かれた15 cmの平均操作なしの場合に比べて、構造関数の接線の位置を示す C_n^2 はもっとも近づいても半分程度の値になってしまうことが分かり、直接推定であるにも関わらず C_n^2 を過小評価してしまうことが分かった。この場合でも、 T_* 、 u_* などの乱流統計量は、エネルギー保有領域のスケールでの輸送が支配的であるために、かなり良く評価されていることもわかった。このため、直接推定で構造関数を經由して C_n^2 を評価するよりも、Monin-Obukhov 則による実験式を用いた評価の方がよい値を示していることが示された。結果として、一様性の高い良好な条件下では、既往の実験式で示された C_n^2 の高度分布が適用可能であることが分かった。

2021年度は引き続きコロナ禍のために、多くの観測を行うことができなかったが、2021年9月に短期間ながら、東海大学湘南キャンパスにおいて小規模な観測を行った。ここでは、建物の屋上を利用して観測を行ったが、屋上の南端にわずか3m程度の距離で設置した2台の超音波風速温度計の結果が、10度以上異なる大きな吹き上げ角の違いを示す一方で、構造関数より求めた C_n^2 はほぼ一致するなど観測の代表性に関して興味深い結果を得た。他に、望遠カメラを用いて遠くの景色の揺らぎについて解析し、揺らぎの大きさが C_n^2 に依存しているという結果が得られ、天文学で使われているDIMM相当の計測が、超望遠カメラによってできる可能性も示された。次年度の本格的な観測が待たれる。

2. 超音波を利用した霧中の光路確保の試み

同様に大気中でのレーザー通信を考える際に問題となるのは霧である。霧の中でレーザー通信を行うためには、大気中の霧粒子を消滅あるいは移動させる必要がある。そこで、超音波レビテータと呼ばれる装置の利用について検討した。昨年度報告にあるパラメトリックスピーカーでは超音波の非線型作用による可聴音の生成が起こってい

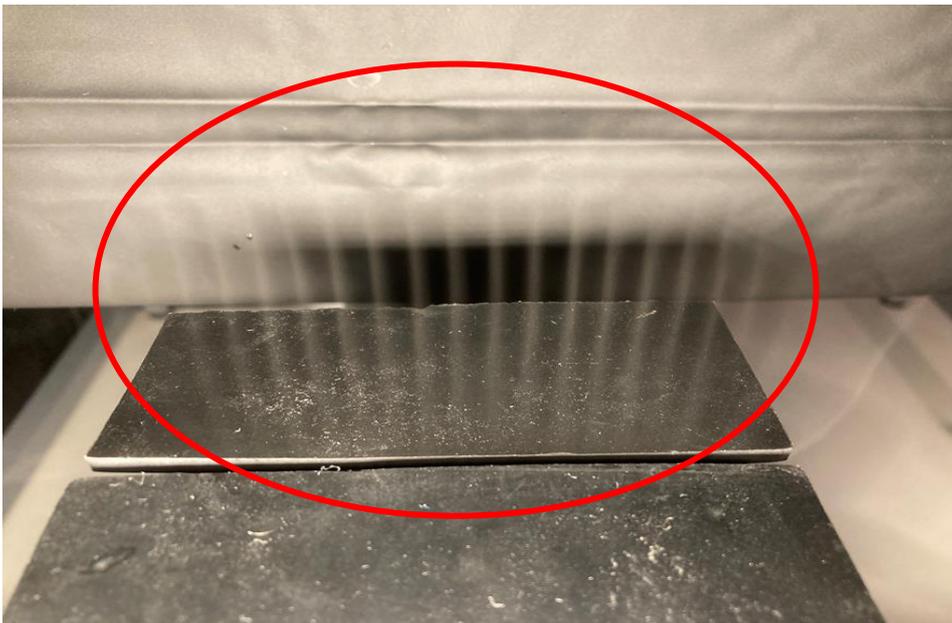


図2 スリットから噴き出す加湿器による霧に対して、図の左右から超音波を照射し、定在波を作った実験の例。赤で囲った範囲で縞状の霧になっていることが分かる。

たが、同様の音波の非線型作用により、強い超音波は媒質中の粒子に対して力を及ぼすことができる。強い超音波を作るために対向するスピーカーを使って定在波を作り、人工的に作った霧に対する効果を調べた。加湿器を使った例を図2に示す。下から膜状に横に広がった霧を吹きだし、その横側から超音波を与えて定在波を形成すると、図2の赤丸で示されているように、膜状に広がった霧が縞状になりその隙間から霧の向こうがよく見えていることが分かる。今回装置の場合 116dB の超音波素子を 134 個並べた装置を 2 台対向して設置した。装置間の距離が 50 cm の場合が図2で示した例であるが、この場合、装置間の度どの位置でもこのような縞状の霧が観察された。本装置の適用可能条件についてももう少し詳しく調べていく予定である。

3. ジャワ島の河川流況とエルニーニョ・南方振動およびインド洋ダイポールモードとの関係

インドネシア・ジャワ島の河川の流況を対象に、エルニーニョ・南方振動（ENSO）とインド洋ダイポールモード（IOD）の影響を調べた。ENSO も IOD も海面温度の変化であるので、積雲活動の変化を通じて降水量に影響を与えることは知られているが、ここでは水資源や環境、防災を対象とした河川管理上の利用を考え、直接これらの気候変動指数から河川流況河川の流況を示す Q_{10}, Q_{50}, Q_{90} の月別統計値を対象に年々変動について検討した。インドネシアでの河川流況を対象にした研究はこれまで見られなかったものである。ENSO と IOD の 2 つの指数を用いクロスタームを含む 2 次および 3 次の回帰式を作成することによって検討を行った。最初にジョグジャカルタを通るチョデ川について検討したところ、6 か月の移動平均値について適用した場合、非常に良い結果を得た。同地域では 2 か月程度のスケールのクラウドクラスタの移動を伴うマデン・ジュリアン振動の影響も大きいですが、平均処理である程度除去できた結果だと考えられる。また、この関係は、6 か月前の ENSO, IOD 指数を使った Q_{10}, Q_{50}, Q_{90} に対する回帰式での成立し、この河川については 2 つの気候変動指数を使った回帰式による予測の可能性が示された。図3に結果の一例を示す。

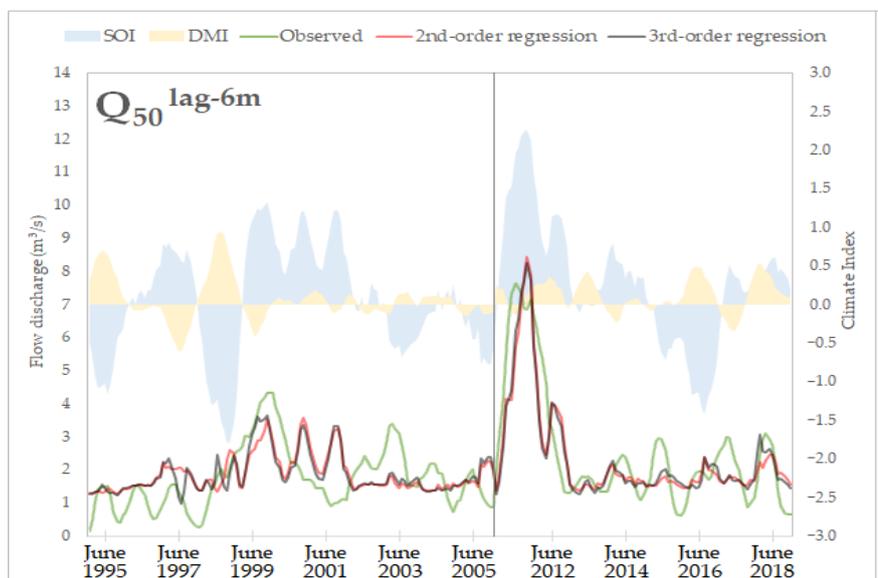


図3 6 か月前の ENSO と IOD の 2 つの気候変動指数を用いた河川流況 Q_{50} の 3 次回帰式を用いて当てはめた結果 (Nugroho et. al. 2022, <https://doi.org/10.3390/w13101375>)

またジャワ島で良好なデータの存在する8つの河川を対象に同様の手法による回帰式による推定の可能性を詳しく調べた。前述のチョデ川のように全期間を通して移動平均を行うだけでは良好な回帰式を得ることはできなかったが、9月～11月の3か月の平均値については比較的良好な関係を得ることができた。この時期は雨季の始まりに対応し、ENSOとIODによる気候変動の影響を明瞭に受けていることが伺える。ジャワ島西部の河川に対しては、1970年から2018年の全期間を対象にすると回帰式による推定精度が低下する現象が見られたが、期間を2分割した解析によると前半の期間では推定精度は高く、後半に低下していることが分かった。後半の時期は対象地域での開発が進んだ時期に対応し、ダムなどの水利施設の建設などの影響が見られていると考えられる。この状況を除外すれば、ジャワ島内の8河川でのENSO、IOD指数による流況指数の回帰式による推定精度は同程度であり、ジャワ島が比較的大きな島であるとはいえ、ENSO、IODのような大規模な気候変動の影響は全域で同じように見えていることが分かった。

研究テーマ：水質，水処理，環境汚染評価と制御に関する研究

所 属：水物質動態研究部門 教授

氏 名：李 富生

共同研究者：廣岡 佳弥子・市橋 修・石黒 泰・魏 永芬（流域圏科学研究センター）・鈴木 裕識（工学部）

研究協力者：Sarkar Kanika・Hudori・Maulana Yusup Rosadi・Zaw Min Han・Wang Yajie・Sutra Maysaroh・Su Haoning・Sri Anggreini・Nadya Diva Sagita・Ramayandi・奥村 信哉・Li Wenqing（大学院学生）・若宮 彰真・森藤 孝介（学部学生）

令和3年度における主な研究活動は以下の通りである。

1. 塩素との接触に伴う水中微生物に由来する有機物の組成とその変化

河川や湖沼などの水道水源に存在する溶存態有機物は分子サイズ，親水性・疎水性などの物理化学的性質が異なるさまざまな成分からなる混合体である。浄水処理プロセスの構成によって水中から取り除く難易度や順序，度合が異なり，その結果塩素やオゾンとの反応による有毒有害な物質の生成濃度が酸化プロセスの導入位置や導入時期によって異なり，また浄水を給水と配水の両工程において水質の悪化を引き起こすといった問題があることから，水中溶存態有機物の組成と起源を解析し，その上で対処するための浄水処理技術の導入や浄水処理施設全般の操作運転管理条件の最適化が求められる。本研究では，水中に存在する細菌が前塩素処理・中塩素処理・後塩素処理を講じたときに加える塩素との接触によって発生する溶存態有機物の組成とその変化について，大腸菌を対象にした塩素接触実験を行い，蛍光顕微鏡と走査型電子顕微鏡による細胞形態の観察，フローサイトメーターによる生/死細胞の個数濃度測定，全有機炭素（TOC）と波長 260 nm による紫外吸光度（UV260）による溶存態有機物の濃度定量，三次元蛍光スペクトル（EEM）とサイズ排除高速液体クロマトグラフ（SEHPLC）による有機物の組成分析を通じた検討した。

塩素（次亜塩素酸ナトリウム）注入率をそれぞれ 0.1, 0.5, 1.0, 2.0, 5.0 mg/L とした全ての実験条件の場合において，接触時間の増加に伴って全塩素と遊離塩素がともに低下していること，測定された全塩素は主に結合塩素から構成されていること（**図1**）から，細菌を構成する様々な物質のうち，窒素含有物質の一部が塩素と反応し，その中に含まれる窒素が遊離塩素から結合塩素への転換に利用されたことが示された。

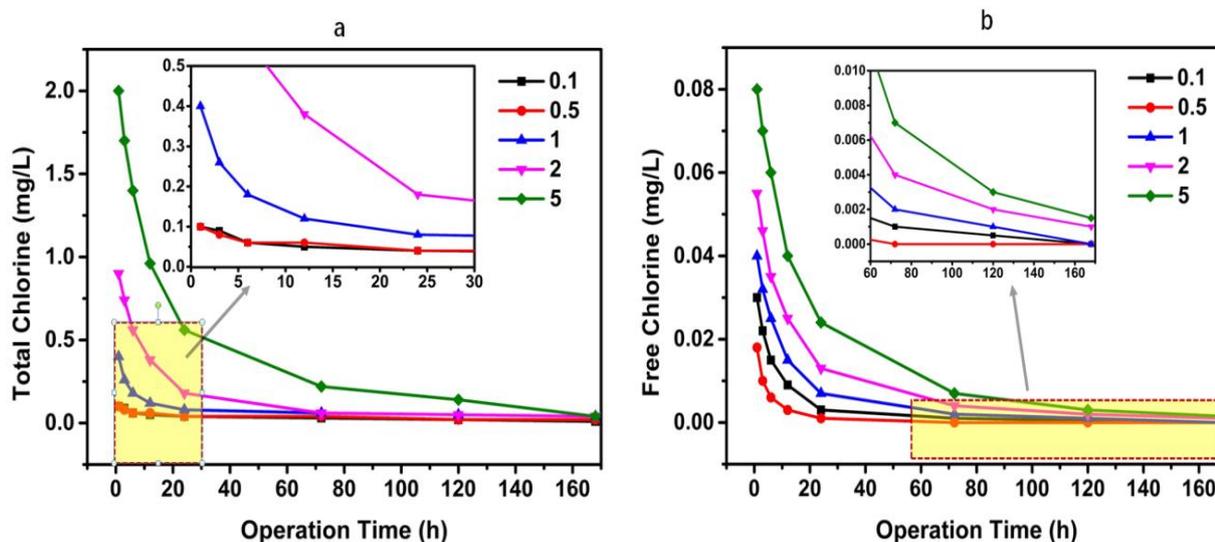


図1 細菌と塩素の接触に伴う全塩素と遊離塩素の濃度変化(塩素注入率:0.1, 0.5, 1.0, 2.0, 5.0 mg/L)

(a:全塩素, b:遊離塩素)

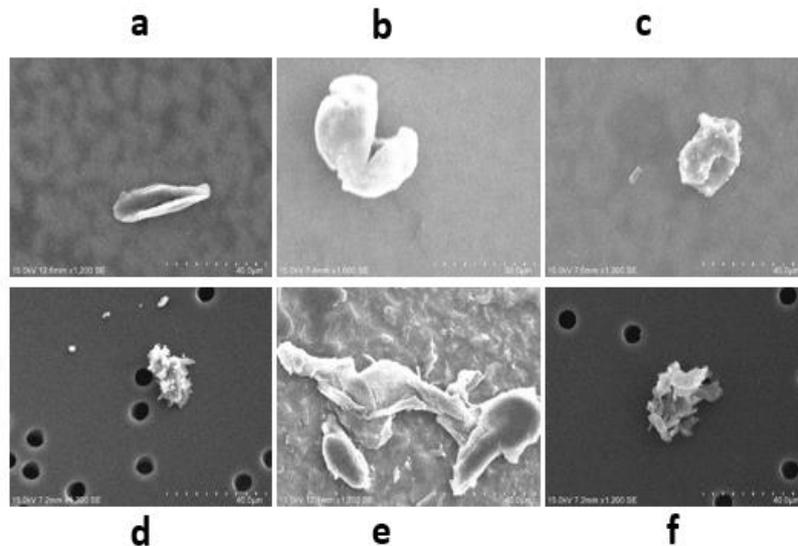


図2 細菌と塩素の接触に伴う細菌形態の変化(SEMによる観察)

(a:Cl₂添加 0 mg/L・1 時間後, b:Cl₂添加 0 mg/L・6 時間後, c:Cl₂添加 0 mg/L・24 時間後;
d:Cl₂添加 5.0 mg/L・1 時間後, e:Cl₂添加 5.0 mg/L・6 時間後, f:Cl₂添加 5.0 mg/L・24 時間後)

塩素酸化により細胞破壊が生じ(図2), 有機物の放出と放出した有機物が塩素酸化または生残した細菌による生分解によって濃度が増減し, 変化の傾向は全有機炭素(TOC)でみた場合と, 不飽和結合を有し波長 260 nm における紫外部吸光特性を有した有機物(UV260)でみた場合において大いに異なっていることが示された(図3)。

細菌に由来する溶存態有機物の組成をみると, まず, 三次元蛍光スペクトルの結果より, 有機物はタンパク様物質, フミン酸様物質, フルボ酸様物質に大別されることがわかる(図4)。塩素注入無しの場合, 主な蛍光ピークはタンパク様物質を表すものであり, フミン様物質のピークは検出されなかった。塩素注入率 1.0 mg/L の場合, 接触 6 時間後にフミン様物質のピークが検出され, 対しタンパク様物質のピークは蛍光強度が弱かった。塩素注入率が高く, 接種時間が長いほど, フミン酸様物質とフルボ酸様物質の蛍光強度が大きくなり, 溶存態有機物の中における存在量が高くなる傾向であることがわかった。次に, UV260 の検出器に対応した有機物のみかけ分子量分布の結果より, 塩素との接触により見かけ分子量から見た有機物の分化が進行し, 塩素注入率無しの場合に比べて保持時間が短く分子サイズの大きい有機物の画分が現れることが示された(図5)。また, 接触時間の増加に伴うそれぞれの有機物画分の消長も示された。

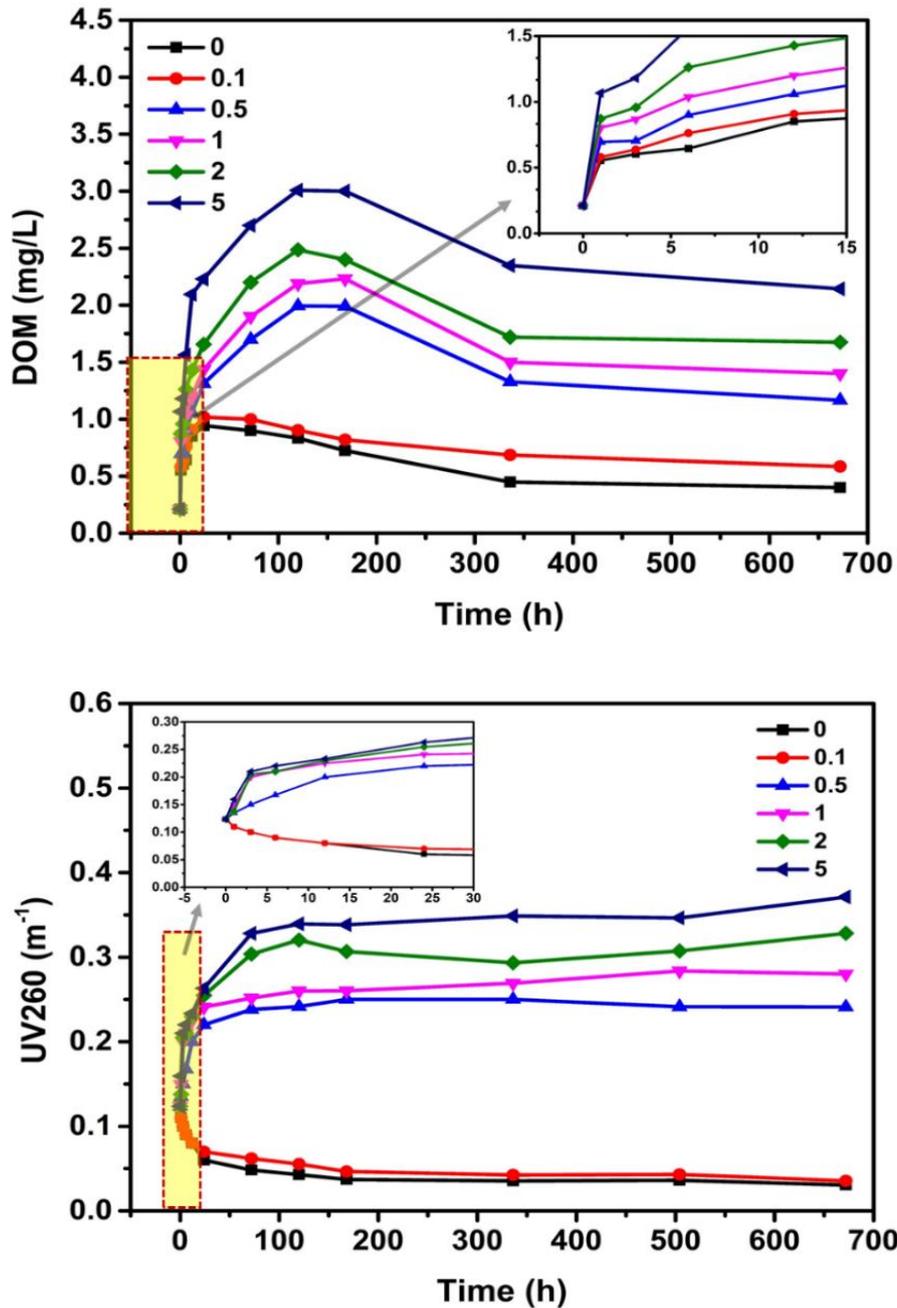


図3 塩素との接触に伴う細菌由来溶存態有機物の濃度変化(上図:TOC 指標, 下図:UV260 指標)

(a: Cl₂ 添加 0 mg/L・1 時間後, b: Cl₂ 添加 0 mg/L・6 時間後, c: Cl₂ 添加 0 mg/L・24 時間後;

d: Cl₂ 添加 5.0 mg/L・1 時間後, e: Cl₂ 添加 5.0 mg/L・6 時間後, f: Cl₂ 添加 5.0 mg/L・24 時間後)

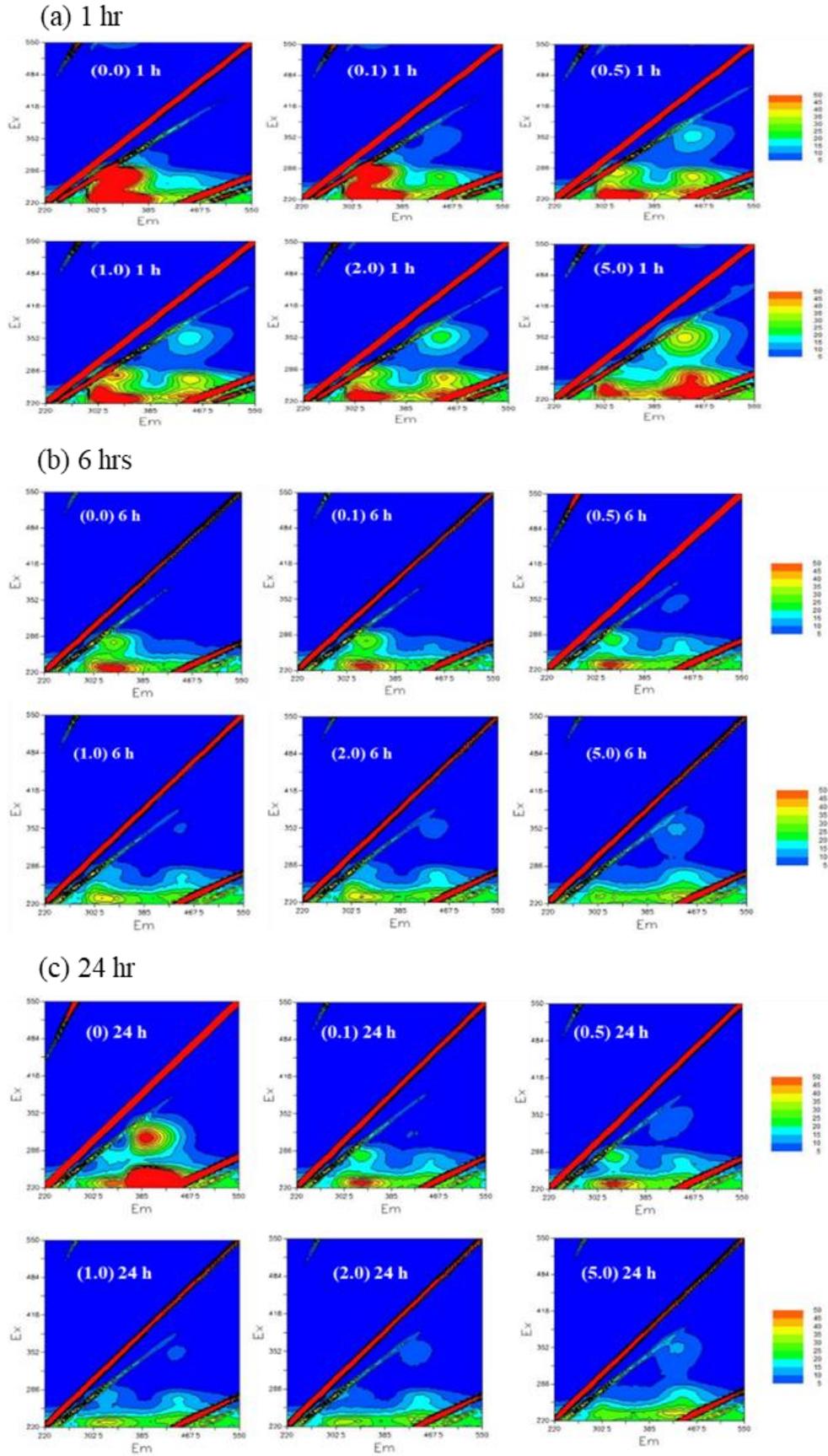


図4 塩素との接触に伴う細菌由来溶存態有機物の組成とその変化(三次元蛍光スペクトルに基づく)
(塩素注入率:0, 0.1, 0.5, 1.0, 2.0, 5.0 mg/L)

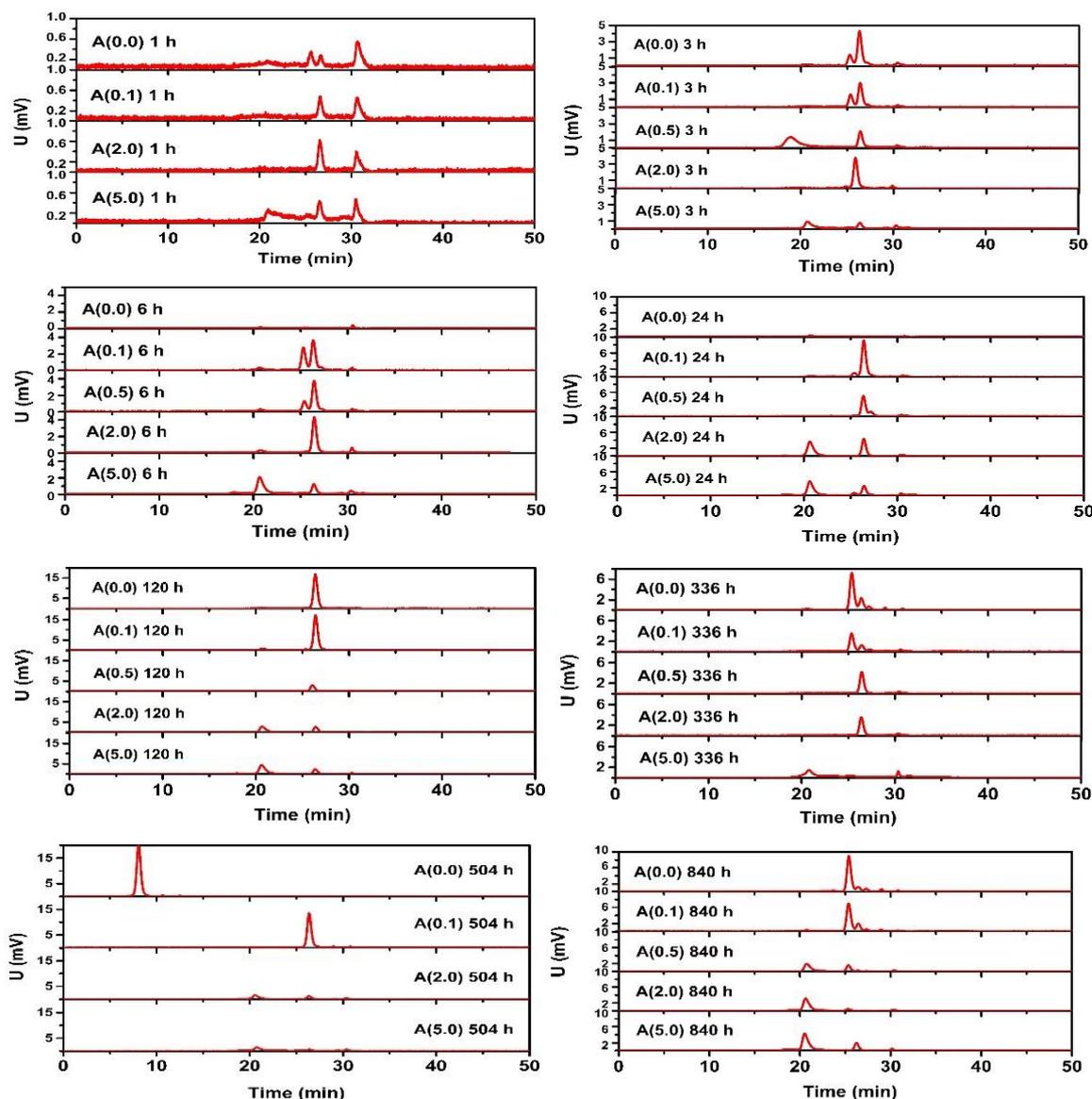


図5 塩素との接触に伴う細菌由来溶存態有機物の組成とその変化(みかけ分子量分布に基づく)
 (塩素注入率:0, 0.1, 0.5, 1.0, 2.0, 5.0 mg/L; 接触時間 1, 3, 6, 24, 120, 336, 504, 840 hrs)

2. 重金属汚染土壌の生態変化と修復技術の検討

工業活動や鉱山資源開発に伴い、重金属が比較的高い濃度で蓄積している土壌が多く分布している。本研究は様々な汚染土壌に対し、重金属の濃度分布を調査し、それに対応した主に微生物構造からみた生態リスクを解析評価するとともに、重金属成分の脱着・溶出の特性を土壌の性質や間隙水などの指標と関連付けて評価し、様々な吸着資材による修復効果の評価、有機系廃棄物を原料としたより効果的な吸着資材の開発を行うためのものである。一例として、中国山西省内に位置する規模の異なる6つの石炭鉱（M1～M6と称す）を調査対象とし、石炭鉱の中央から0, 1, 3 km離れた場所から各3土壌採取スポットを決定し調査した細菌構造の結果を示す。

Real-time PCRによる16S rDNAの定量結果をみると、細菌密度からみた微生物の豊富さは石炭鉱より異なり、全体としてM1が最も高く、M5が最も低い(図6)。ハイスループットシーケンシングによる細菌群集構造解析では、細菌門レベルにおける細菌種は計86種が同定され、上位20門の相対的存在量をみると、Proteobacteria, Acidobacteriota, Firmicutes, Actinobacteria, Bacteroidetesが優占であり、石炭鉱により差は比較的小さい(図7)。細菌群集構造と土壌

性状（TP, TN, pH, 水分, EC, 有機物）及び重金属（Cr, Ni, Cu, Zn, As, Cd, Pb）との関連性について、主成分分析と冗長性分析による評価を行った。検討対象となった石炭鉱の周囲土壌において、土壌中細菌の群集構造は主にpH, 水分, Ni, Cuに関連したことが示唆された（図8）。

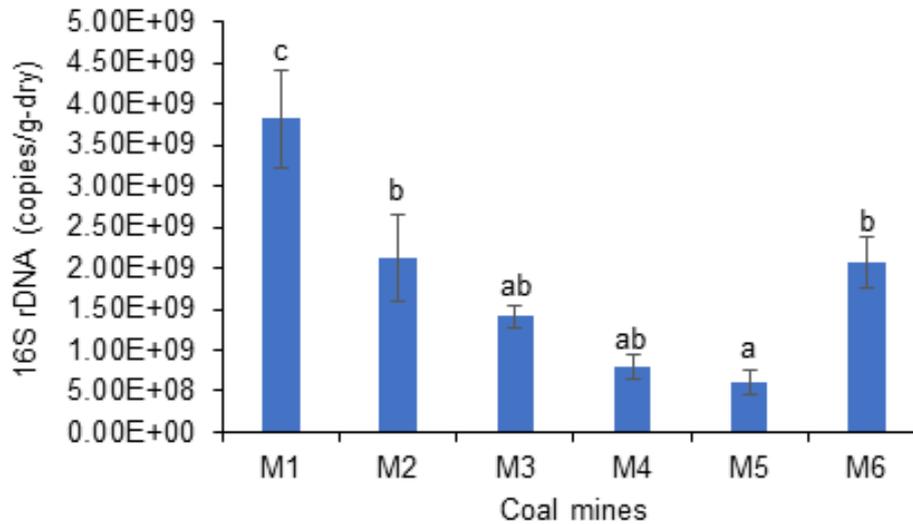


図6 石炭鉱(M1~M6)の周囲土壌中 16SrDNA による全細菌濃度からみた微生物の豊富さの相違 (a, b, c, ab は $p < 0.05$ の判定基準に対応した統計的有意差の評価結果)

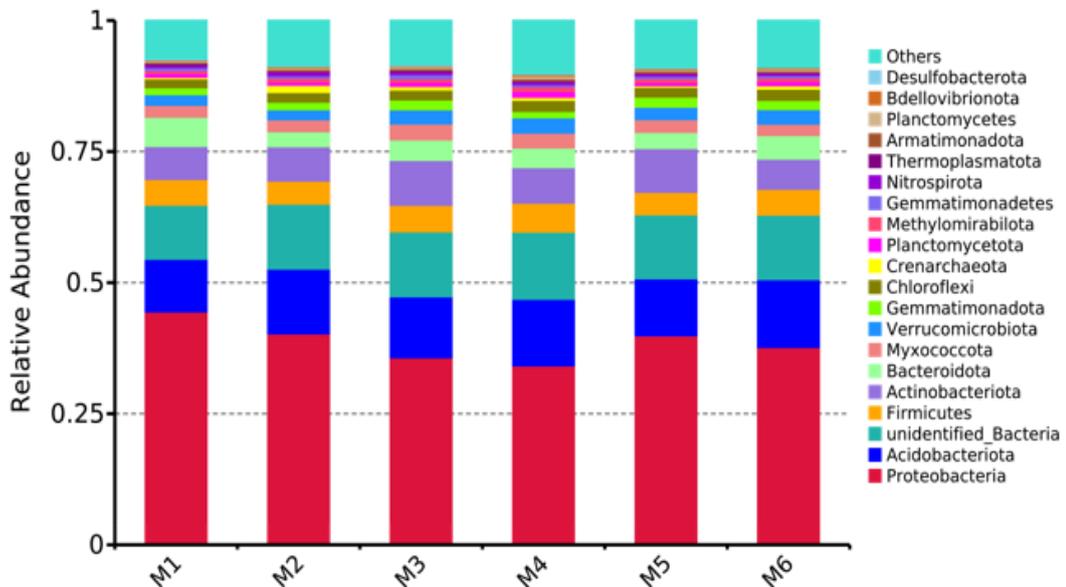


図7 石炭鉱(M1~M6)の周囲土壌中の細菌群集の相対的存在量の相違(上位 20 門を対象にした結果)

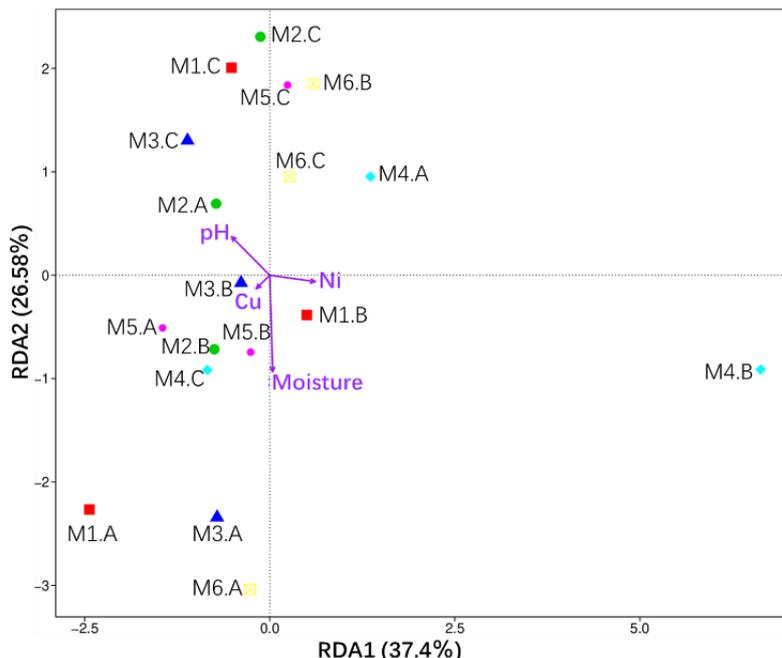


図8 石炭鉱(M1～M6)の周囲土壌中の門レベルでの細菌群集と環境因子の関連性(RDA 分析の結果 (石炭鉱名の後の A, B, C は鉱の中央から 0, 1, 3 km 離れた土壌採取スポットをそれぞれ表している))

3. 生物活性炭浄水処理における薬剤耐性遺伝子の伝播機構と抑制手法の検討

生物活性炭浄水処理は、凝集沈殿処理後水に残存する様々な有機物に対し、活性炭本来の物理化学的吸着機能のほかに、活性炭表面に形成される生物膜による分解機能も期待してより高い除去率を実現するための高度処理プロセスである。しかしながら、生物膜の形成・熟成の状況、流下方向に門レベルにおける溶存酸素濃度の低下に伴って、微生物の漏出や特殊微生物種の増殖による水質の悪化が心配される。特に、近年懸念されるようになった薬剤耐性遺伝子については、生物活性炭処理施設内においてどのように伝播するかを明らかにし、その上で有効な制御手法を提案することが水質安全を確保するために重要である。本研究は生物活性炭処理プロセスにおける薬剤耐性遺伝子の伝播機構と抑制手法について研究するものである。

4. 活性炭処理プロセスにおける有機物と細菌の挙動の検討

より安全で安心できる水道水を供給するため、従来の浄水処理プロセスに粒状活性炭処理施設を付加して高度浄水処理を実現する水道事業者が増えている。粒状活性炭処理施設が前塩素なしの方式で運転されると、活性炭表面に生物膜が形成し、生物活性炭吸着施設に移行される。その場合、活性炭固有の吸着機能に加えて、有機物の分解やアンモニアの酸化といった機能も期待できるが、微生物代謝有機物の出現や微生物の漏出による水質問題が懸念される。本研究は、細孔分布などの性状が異なる粒状活性炭による浄水処理実験を行い、処理水中の有機物の濃度と組成の変化、生菌と死菌の変化から活性炭処理プロセスにおける有機物と細菌の挙動を明らかにするものである。

5. 膜ろ過高度浄水システムの構築

膜ろ過は高度な固液分離技術である。この技術を河川、湖沼などの地表水を水道原水とする浄水処理場に導入す

る場合には、不可逆的膜ファウリングを含む膜閉塞の抑制と異臭味や農薬などの溶解性有機化合物の除去が2つの課題であり、学術と応用の両面において探ることが求められている。本研究は、凝集、活性炭吸着、オゾン酸化などの既存の要素技術を膜ろ過に組み合わせ、原水の水質に応じた高度浄水処理システムの構築を目的としたものである。評価項目は、一般水質項目の他に、膜表面および膜孔内に形成される不可逆的ファウリング物質、細胞代謝高分子ポリマー、薬剤耐性遺伝子なども用いる。

6. 下水汚泥の好気と嫌気処理における薬剤耐性遺伝子の消長挙動の検討

都市下水処理場から返送汚泥を採取し、汚泥中における薬剤耐性遺伝子の存在濃度を調査するとともに、汚泥の好気と嫌気の処理プロセスにおける耐性遺伝子の消長挙動、細菌群集との関連性の試みるものである。

7. 浄化槽家庭污水处理施設の運転管理条件の最適化の検討

家庭污水を処理する合併浄化槽の中に処理水質の改善が期待される施設が存在している。そのような施設に対し現場調査と室内分析を行い、微生物指標と一般の物理化学的指標の間の関連性を解析することを通じて、処理水質の向上につながるより効果的な施設の運転管理条件の提案を試みるものである。

8. 長良川におけるカビ臭の発生源と発生条件の検討

水道水のカビ臭被害の原因は水源としている湖沼や貯水池でカビ臭物質が発生することであり、長良川の下流部に位置する長良川取水口でもカビ臭による問題が発生している。本研究は長良川本川上及び支川上にて河川水と底質の採取を行い、そこから得られる水質項目の測定値やカビ臭物質濃度、微生物のデータに基づき、長良川におけるカビ臭の発生源と発生条件を特定することを試みたものである。調査地点は本川上では長良川取水口とその上流に位置する南濃大橋の2地点、支川では境川、逆川、桑原川の本川へ流入する直前の各1地点とした。それぞれの調査地点において、現地水質分析を行うとともに、採取した水と底質（または河床付着生物膜）のサンプルに対する室内分析を行った。主な室内分析項目は窒素とリンの栄養塩濃度、有機物濃度、16SrDNAによる全細菌の濃度、主なカビ臭物質であるジオスミンと2-メチルイソボルネオール濃度、藻類の濃度と組成の分析とした。

9. 水中の生ぐさ臭に関連するウログレナの消長に係る水質要因の検討

生ぐさ臭の主な原因藻類の一種であるウログレナの水道水源での消長を予測する簡易な方法を提案することを最終目的として、ウログレナの消長に関する水質要因の検討を過去の水質データに基づいた主成分分析とクラスタ分析、新たな水質調査を通して行った。対象とした水質データは、生物項目としてはウログレナが属す黄金藻類のほか、藍藻類、珪藻類、緑藻類、黄緑藻類、クリプト藻類、渦鞭毛藻類、ユグレナ藻類、鞭毛藻類の藻類種と一般細菌；一般水質項目としては水温、pH、電気伝導度、溶存酸素、濁度、透明度、塩化物イオン、総アルカリ度、溶存ケイ酸、クロロフィルa、鉄、マンガン；栄養塩項目としては溶存態窒素、懸濁態窒素、溶存態リン、懸濁態リン；をそれぞれ用いた。新たな水質調査として、一般水質項目のほかに、三次元励起蛍光スペクトルによる溶解性有機物の組成、16SrDNAによる全細菌数の測定を行った。

研究テーマ：地震動の特徴抽出と分析に関する検討

所属：水物質動態研究部門 准教授

氏名：久世 益充

共同研究者：能島 暢呂（工学部）・杉戸 真太（流域圏科学研究センター）

研究協力者：加藤 有人・辰宮 雄大（大学院学生）・西嶋 歩美・花木 亮太（学部学生）

令和3年度の研究活動を概説する。

1. 地震動分布の多様性分析に関する検討
2. 地震動の特徴抽出と比較に関する検討
3. 高密度地震観測網を用いた地震動特性評価に関する検討

本報では、1, 2の検討事例について報告する。

1. 地震動分布の多様性分析に関する検討

自治体の地震被害想定調査^{例えぱり}や、地震ハザードステーション(J-SHIS)²⁾が公開する「シナリオ地震動予測地図」などのように、特定の震源断層を対象とした地震動分布予測が行われている。予測では、断層破壊ケースが1または複数設定され、地震動分布図が作成される。将来発生する地震に対して断層破壊ケースを一意的に設定することはできないため、断層破壊ケースを複数設定することで、対象の震源断層から予測される様々な分布を表している。しかし、断層破壊ケースは限定的なものであり、将来発生する地震に対して、予測される地震動分布を網羅できているとは限らない。一方、対象地域を限定して地震動の分布特性を考える場合、前述の断層破壊ケースに加え、震源断層が異なる複数ケースを考慮すると、より多様な地震動分布が考えられる。地震被害リスクや防災対策を考える上では、対象地域で想定される想定地震(震源断層)とその破壊ケースを考慮した分布特性の把握が重要である。そこで地震動の分布特性について、①特定断層を対象にした様々な断層破壊ケースの地震動分布、②特定地域を対象にした様々な震源断層・断層破壊ケースの地震動分布を対象に、特異値分解による地震動分布の空間分析手法³⁾と、自己組織化マップ(SOM, Self-Organizing Maps)⁴⁾とクラスター分析を用いた比較を行った。

特定断層における検討においては、既往研究⁵⁾を参考に、600ケースの地震動分布を対象に、計測震度や周期別・成分別に地震動の空間分布特性とその多様性を把握することができた。特定地域における検討においては、岐阜県を対象に、被害想定調査資料¹⁾とシナリオ地震動予測地図を用いて、岐阜県内の地震動分布について比較・考察した。図1に岐阜県内の地震動分布特性について示す。地震動分布の特徴量は、多数ケースの地震動分布を特異値分解することで得られる主成分得点を用いる。同図は、この特徴量にSOMを適用した結果である。円で表すグリッド内の赤線は重みベクトルであり、分布の特徴を表している。図1左上の太線で表すグリッドについて、重みベクトルと布置されたケースの比較を図2に示す。同図に示すように、重みベクトルの特徴に類似したケースが布置されていることがわかる。さらに、図1の重みベクトルを用いてクラスター分析を行い、分布の類似性や各々の地震動分布の特徴について考察した。

2. 地震動の特徴抽出と比較に関する検討

多数の地震動波形の工学的特徴を的確に捉え、評価する事を目的に、地震動波形より得られる経時特性の特徴ベクトル、振幅・周期特性を表す特徴ベクトルを用いて、波形別、地震別の比較を行った。特徴ベクトルについては、経時特性は、正規化加速度累積パワー曲線(Husid plot)より算出した99次元の特徴ベクトル⁷⁾、振幅・周期特性は、線形1自由度系の固有周期0.1~10秒を対数軸上で100等分して算出した速度応答スペクトル(101次元)、と、これを対数変換したものを対象とした。これらの特徴ベクトルについては、地震動波形の類似性を評価可能であること

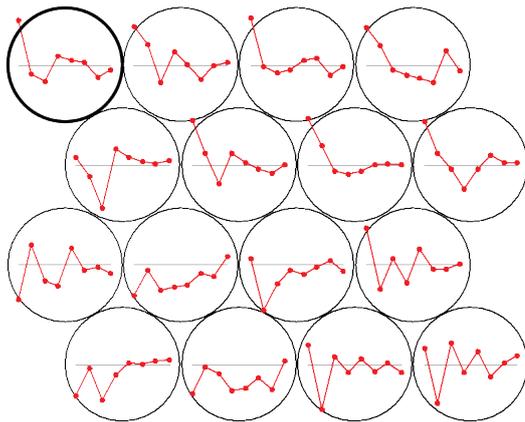


図1 SOMによる岐阜県の地震動分布の特徴比較

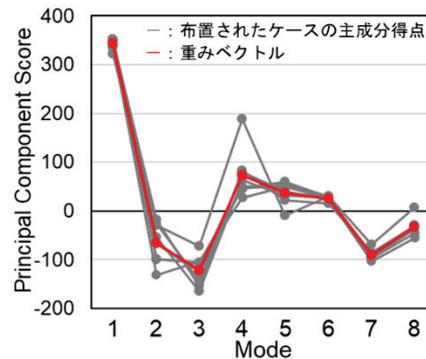


図2 グリッドに布置された主成分得点の比較

が確認できている⁸⁾。比較では、K-NET⁹⁾で観測された波形記録より、最大震度6弱程度が観測された地震を対象として、約1万4千波形を使用した。これらの波形に対して、経時、振幅・周期それぞれの特徴ベクトルを算出し、SOMによる二次元布置とクラスター分析を行い、地震動波形の特徴について整理した。さらにこの結果を踏まえ、観測された波形の特徴について、地震別に比較を行った。比較の一例として、経時特性の特徴ベクトルにSOMを適用した結果を図3に示す。同図にプロットされた2011年東北地方太平洋沖地震の観測波形では、複数回の大きな振幅が見られるなど、特徴的な波形が多数観測された。こうした波形の特徴は、当該地震の波形が比較的まとまった形で布置されていることが確認できた。また、震源位置や地震規模が同程度の地震に着目して比較すると、各地で観測される地震動波形は類似傾向が見られるため、クラスター分析においては類似した傾向が見られる一方、SOMでは、経時特性、振幅・周期特性について、布置された重みベクトルの特徴に違いが見られた。今後地点別に比較するなどの考察が必要と思われる。

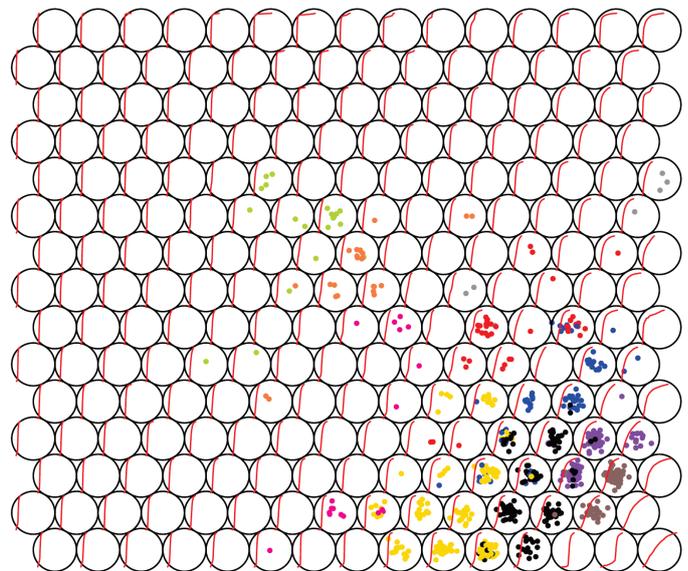


図3 SOMによる経時特性の二次元布置と2011年東北地方太平洋沖地震の分布(図中の色はクラスター分析による結果を示す)

謝辞

本研究では(国研)防災科学技術研究所 K-NET の波形記録を使用した。記して感謝の意を表す。

参考文献

- 1) 岐阜県, 岐阜大学: 平成 29 年内陸直下地震の震度分布解析調査報告書, 2018.
- 2) (国研)防災科学技術研究所: 地震ハザードステーション J-SHIS, <http://www.j-shis.bosai.go.jp/>
- 3) 能島暢呂, 久世益充, 高橋幸宏: シナリオ地震動予測地図のモード分解による予測震度分布の空間相関特性の分析, 日本地震工学会論文集, 第19巻, 第1号, 2019, pp.112-113.
- 4) 大北正昭, 徳高平蔵, 藤村喜久郎, 権田英功: 自己組織化マップとそのツール, シュプリンガー・ジャパン, 2008.
- 5) 吉田光太郎・能島暢呂・高橋幸宏: 同一断層帯を対象とした複数ケースのシナリオ地震動予測地図のクラスター分析による特徴分類, 土木学会論文集 A1, Vol.76, No.4, 2020, pp.420-429.
- 6) 岐阜県: 平成 23~24 年度岐阜県南海トラフの巨大地震等被害想定調査概要版, 2013.
- 7) 久世益充, 能島暢呂: カーネル密度推定と混合正規分布モデルによる地震動波形の包絡形状と地震動特性の考察, 土木学会論文集 A1S, Vol.74, No.4, pp.755-764, 2018.
- 8) 久世益充, 能島暢呂: 地震動特性の特徴ベクトルを用いた類似波形の抽出手法, 土木学会論文集 A1, Vol.75, No.4, pp.529-540, 2019.
- 9) (国研)防災科学技術研究所, 強震観測網(K-NET), <http://www.kyoshin.bosai.go.jp/kyoshin/>

研究テーマ： 流域圏の水文現象の解明と評価に関する研究

所属： 水物質動態研究部門 准教授

氏名： 児島 利治

共同研究者： 太田 貴大（長崎大学）・橋本 啓史（名城大学）・竹島 喜芳（中部大学）・長谷川 泰洋（名古屋産業大学）・大橋 慶介

研究協力者： 兼松 和重（中部森林技術コンサルタント）・Chantsal Narantseteg・Weilisi・吉岡 鴻至・志智 海斗（学部学生）

令和3年度の主な研究活動として、以下の3つの研究活動成果について報告する。

1. iRIC を用いた 9.12 豪雨災害の再現計算及び洪水対策の効果の検証

古くから水害が多発する木曾三川では、輪中堤等の対策により洪水被害は飛躍的に減少している。しかし、気候変動の影響により今後の洪水リスクの増大が懸念されており、これからの防災・減災には住民の防災意識の向上が必要である。本研究では昭和 50 年に発生した 9.12 豪雨災害を対象とし、iRIC Nays2D Flood を用いて氾濫状況の再現計算を行うことで、どの程度の被害が発生するかイメージ化の補助をするとともに、現在と過去の土地利用変化や洪水対策としての排水機場の整備によりどの程度被害が軽減されているか検証することを目的とする。図 1 に対象地域の浸水実績図を示す。赤で示した領域が非浸水域である。図 2 に氾濫計算結果を示す。地形データは国土地理院の 10m メッシュ標高データを用いた。図 2 (a)は過去の土地利用データに基づいた粗度係数を用いた計算結果である。対象領域南端の福束輪中堤周辺の計算格子を細かく設定したため、浸水実績と同様に福束輪中堤を超えた氾濫は発生しなかった。一方で、対象領域内の牧輪中堤周辺の計算格子は約 10m で設定したため、標高値の平滑化により輪中堤を超えて浸水する計算結果となった。図 2 (b)は現在の土地利用と排水機場による効果を考慮した計算結果である。排水機場の効果により、北部は被災せず、浸水深も全体で 0.5~1.0m 程度低下した。とくに森部排水機場の影響により、森部輪中堤の北側から墨俣輪中北堤、南堤に囲まれた領域は最大浸水深が 1.5m 近く低下した。

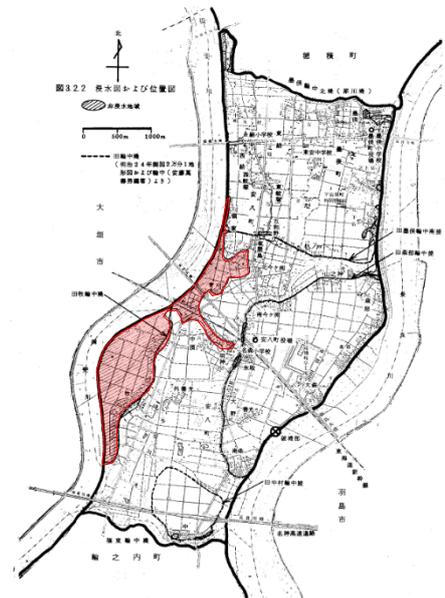
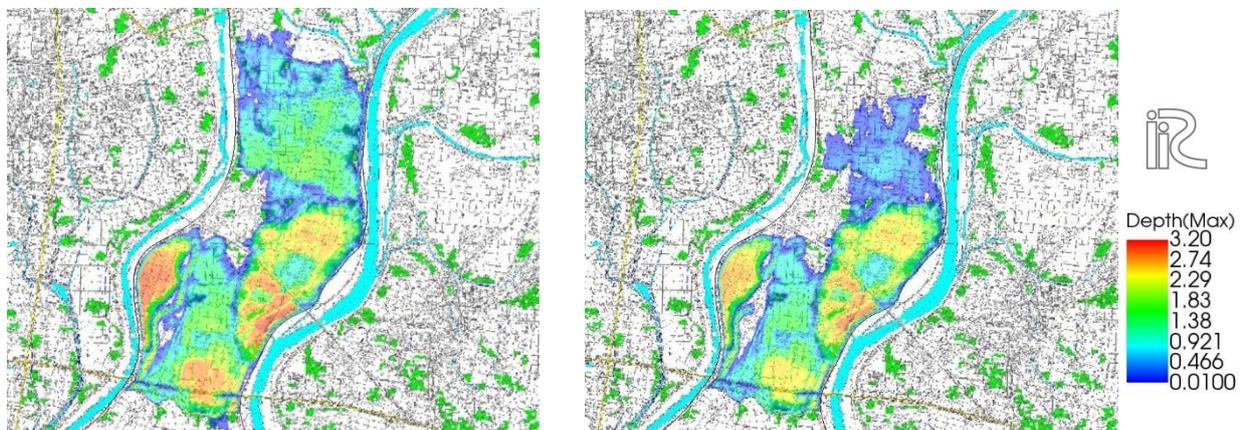


図 1 対象領域（浸水実績）



(a) 過去の土地利用 排水機場無

(b) 現在の土地利用 排水機場有

図 2 氾濫計算結果

2. 畳み込みニューラルネットワークによる地形図の土地利用分類

深層学習による衛星画像や既存地図からの土地利用データ作成については、様々な研究例はあるものの実用化には達していない。本研究では適用例の少ない地形図からの土地利用データ作成について、画像処理を得意とする深層学習の手法の一つである畳み込みニューラルネットワーク (CNN)を用いて、実用レベルと考えられる総合精度 (OA; Overall Accuracy) で85%を達成する土地利用分類手法の開発を行った。分類を行う地図画像データは、国土地理院発行の数値地図 25000 (地図画像)のうち、CD-ROM版の「名古屋 (平成19年1月1日発行)」と「岐阜 (平成21年1月1日発行)」を用いた。比較対象は国土数値情報の土地利用細分メッシュデータを用いた。地図画像の基となる地形図の発行年は図郭ごとに異なるため、それぞれ発行年に近い時期の土地利用データ (L03-b-91, L03-b-97, L03-b-09)を用いた。土地利用細分メッシュデータの土地利用クラスは、発行年ごとに少し異なるが、分類には一定以上のサンプルが必要であることから、本研究の分類クラスは、Paddy (田), Field (その他の農用地), Forest (森林), Urban (建物用地), River and lake (河川地及び湖沼)の5つとした。各クラスの真値を土地利用細分メッシュデータより判別し、対応する位置の128×128, 64×64, 32×32画素の画像パッチを数値地図25000より抽出することで学習データセットを作成した。分類精度評価のため同様に各クラス500サンプルずつの検証データセットを作成した。Python3.7.9, Keras2.3.1, Tensorflow1.14.0を用いてCNNを構築した。最適化アルゴリズムはAdadeltaを用いた。学習の際には各出力ベクトルの総和が1となるSoftmax関数を用いており、各分類クラスである可能性は0~1で算出される。最も1に近い分類項目をそのサンプルの分類クラスとして判別を行った。

表1 各クラスの学習サンプル数10,000の場合の誤差判別行列の例 (PDY: 田, FLD: その他の農用地, FRST: 森林, UBN: 建物用地, RIV: 河川地及び湖沼)

		Referenced					Sum	UA(%)
		PDY	FLD	FRST	UBN	RIV		
Classified	PDY	394	30	9	24	11	468	84.2
	FLD	55	422	29	45	21	572	73.8
	FRST	14	7	454	2	5	482	94.2
	UBN	27	33	2	422	10	494	85.4
	RIV	10	8	6	7	453	484	93.6
Sum		500	500	500	500	500	2500	
PA(%)		78.8	84.4	90.8	84.4	90.6		

OA = 85.8%, Kappa=82.3%

各クラスの学習サンプル数が10,000の場合の誤差判別行列の例を表1に示す。各クラスのUsers's Accuracy(UA), Producer's Accuracy (PA)の精度も高く、OAで85.8%と実用レベルで分類されていると言える。学習サンプル数によって分類精度は変化するが、平均するとサンプル数5,000でOA=82%, 10,000でOA=85%, 15,000でOA=86%と学習サンプル数は10,000以上用意することが望ましいという結果となった。一方、最適化問題において学習サンプル数に偏りがある場合、サンプル数が多いクラスに分類結果が偏り精度が低下することは良く知られている。本研究でも5クラスで合計50,000のサンプル数をランダムに選択した例では、OAで60%と表1の例に比べて大きく分類精度が低下することが示された。また、毎回の学習結果が少しずつ異なることを利用し、複数の学習結果を統合することで、OAで90%程度の分類精度を定常的に示すことができる土地利用分類手法を提案した。図3に岡崎(メッシュコード523731)周辺の真値(国土数値情報)、図4に本研究の手法による統合分類結果を示す。

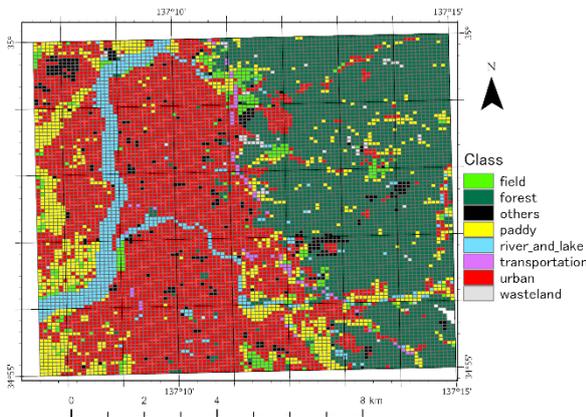


図3 国土数値情報

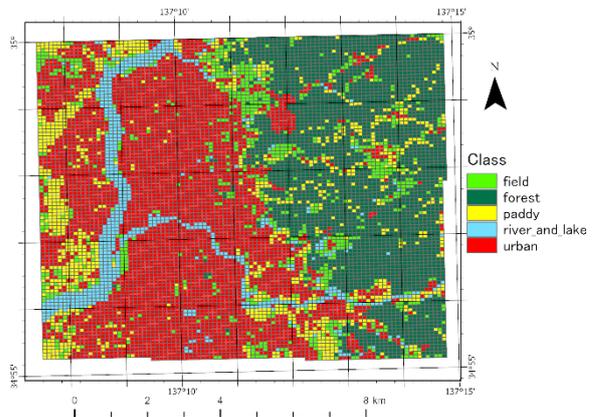


図4 深層学習による分類結果. Max Voting 法

研究テーマ： 防災と環境保全を両立した河道管理，地域における気候変動適応技術の開発

所 属： 水系安全研究部門 水系動態研究分野 准教授

氏 名： 原田 守啓

共同研究者： 玉川一郎・吉野 純・斎藤 琢・大西健夫・伊藤健吾・乃田啓吾・小島悠揮・永山滋也・松井勤・山田邦夫・高木朗義・小山真紀・石黒泰（岐阜大学）・三輪 浩（鳥取大学）・赤堀 良介（愛知工業大学）・川村 里実（(国研) 土木研究所）・風間 聡（東北大学）・瀧健太郎（滋賀県立大学）・森 照貴・末吉 正尚・溝口 裕太（土木研究所）・藤井 亮吏・米倉 竜次（岐阜県水産研究所）

研究協力者： Adam Rus Nugroho・鈴木崇史・富田浩生・吉川敦希・横山綾華・戸崎大介・平野和希・中島大雅（大学院生）・岩邊壮真・平見樹哉・畠匠吾（学部生）

令和3年度の主な研究活動として、以下の2つの研究活動成果について報告する。

1. 長良川流域におけるアユの時空間分布に洪水攪乱が与える影響

流量変動は、河川における最も普遍的な現象の一つであり、河川生態系の特徴を決定する重要な要因である。ダム建設などの人間活動は、自然の流況に影響を及ぼし、その影響は動植物の種類によって異なる。洪水による攪乱は、河川生態系の多様性に強い影響を与える。溪流から低地の河川に至るまで、河川魚類は洪水に適応した生活史を持っている。しかし、異常洪水は、個々の生物を排除し、生物相を大きく変化させることもある。河川魚類は、洪水時に様々な場所を避難所として利用することが知られている。勾配が緩やかな河川では、流速の小さい浸水域が避難場所として利用されるが、急峻な山地溪流では、洪水によって河床に働く外力が大きくなり、生物が避難するスペースが限定される。山地溪流における魚類の洪水時の避難場所については、限られた空間スケールでの情報がいくつかあるが、洪水攪乱に対応した流域内での移動性の高い魚類の移動パターンについては、流域スケールでの調査は行われていない。近年、環境DNA（eDNA）解析法により、簡易な採水による種の分布把握が容易になっている。また、eDNA分析を用いた淡水魚の存在量の定量的評価も報告されている。しかし、eDNA濃度は環境条件によって変動する不安定な指標である。eDNA解析の結果を正確に生物学的に解釈するためには、eDNAが採取される複雑で動的な環境を考慮する必要がある。この問題に対する一つの解決策として、eDNA解析と水文観測やモデルの統合があり、これは河川生態系の理解とより良い管理のための新しい価値を生み出す可能性を秘めている。

そこで本研究は、日本の中部地方に位置する木曾川水系長良川において、2020年夏に発生した2回の洪水に対して、流域をダイナミックに移動するアユ（*Plecoglossus altivelis*）がどのような反応を示したかを調査した。複数回のeDNA調査と水文モデルを組み合わせることで、山岳地帯の河川流域におけるアユの時空間分布を捉え、解析した。2020年8月から10月上旬にかけて、長良川流域の42地点のeDNA濃度を5回にわたり解析した（図-1, 2）。また、1km解像度の降水量データを入力値としてRainfall-Runoff-Inundation（RRI）モデル計算を行い、eDNA調査地点の洪水攪乱の大きさを分析した。洪水の大きさを表す指標として、日比流量 Q_s （ $m^3/s/km^2$ ）を採用した。計算期間には、52日間と38日間の降水量がそれぞれ1923mmと528mmに達した洪水イベント1と2を含んでいる。eDNA解析の結果、洪水事象1の直後、アユの空間分布は長良川上流域とその支流の一部に偏在していることが明らかになった。その後、本流全域に分布が拡大した。日最大比流量分布から、大規模洪水発生直後にアユのeDNA濃度が高い河川区間は、他の接続河川区間や支流に比べ、洪水攪乱の強度が比較的低い区間であることが示唆された（図-3）。

本研究の結果は、山岳地帯の河川流域では、本流と支流の連続性・連結性が、異常洪水に対する河川生物群集の復元力を支えていることが示唆されている（Harada & Nagayama 2022）。また、本研究では長良川流域全体に配置した水温ロガーによる水温計測も実施しており、アユの時空間分布と水温の関係性についてもモデル化を行い、夏季の高水温がアユ空間分布の制限要因となっていることも明らかとなった。（Nagayama et al. 2022）

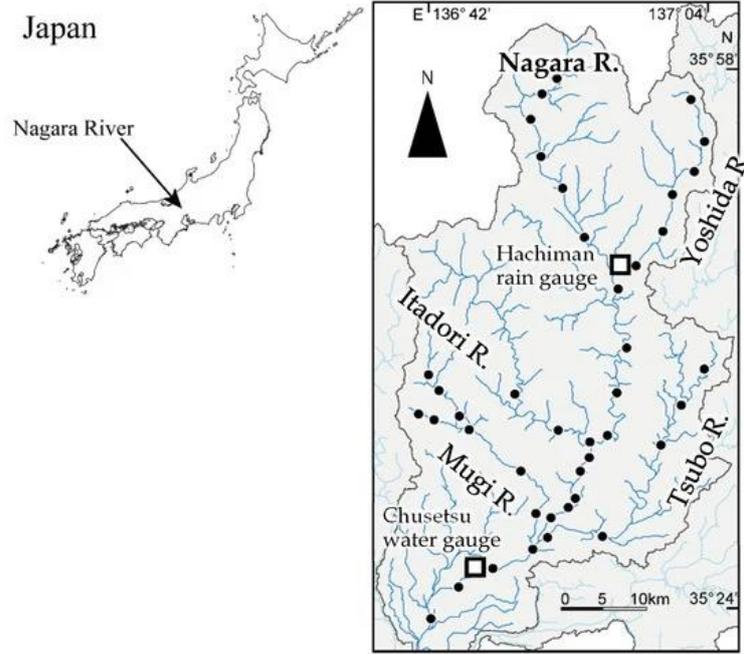


図-1 長良川流域の位置（左）、長良川とその4つの支流（右）。黒丸は本研究における環境DNA 調査地点を示す。水文モデルの検証に使用した流量観測データは、長良川下流に位置する忠節水位観測所から得たものである。

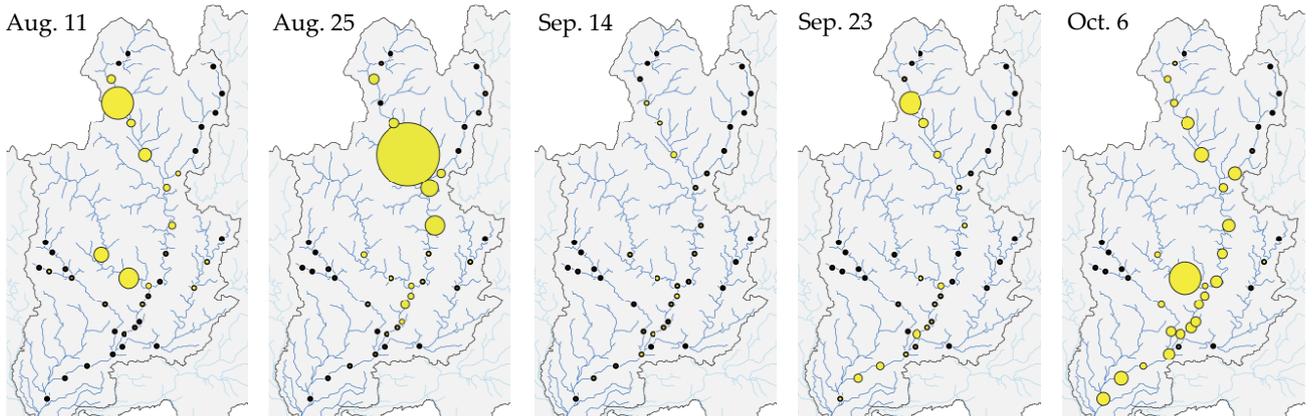


図-2 長良川流域におけるアユ (*Plecoglossus altivelis*) のeDNA 濃度の空間的・時間的な変化（2020年8月11日～10月6日）。黒丸はeDNA 調査地点を示す。黄色い丸の大きさは、*P. altivelis* のeDNA 濃度を示す。

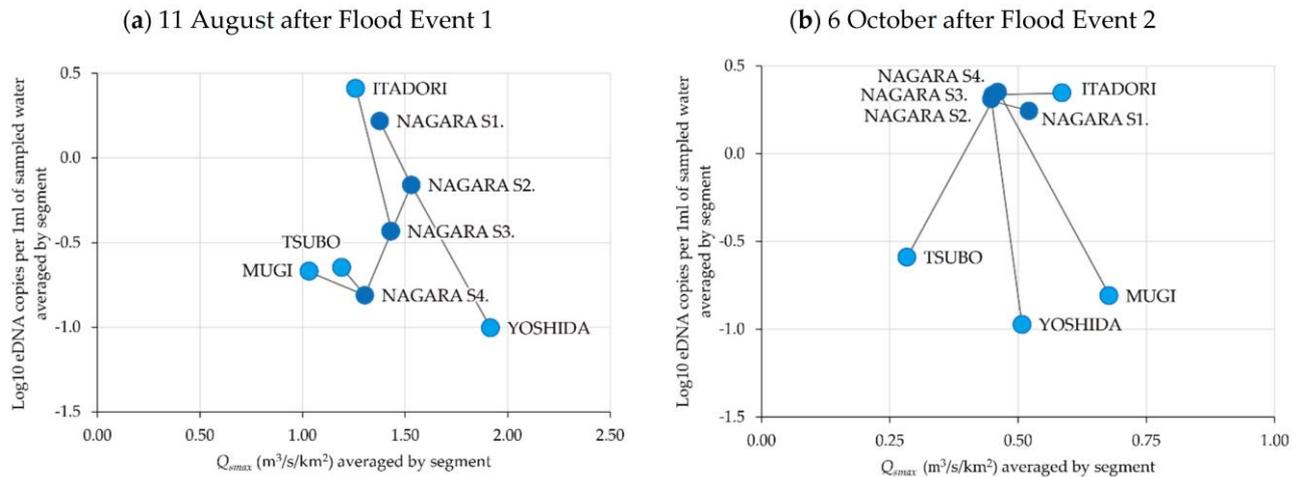


図-3 洪水イベント1後の8月11日 (a) と洪水イベント2後の10月6日 (b) の河川セグメントにおける環境DNA 濃度と洪水攪乱規模との関係。長良川本流の区間は、上流から下流に向かって1-4と番号付けされている。

2. 石礫床河川の早瀬における流水抵抗と河床表層状態の関係性

幅広い粒径の土砂から構成される石礫床河川では、流量に応じて異なる粒径の範囲の土砂移動が生じており、一つの砂州でも平面的な地形に応じた粒度分布の違いや表層の粗粒化など、様々な形で時空間的な分級が生じることによって、多様な河床環境が形成されている。砂州が発達するような大流量でなくとも、局所的に勾配が大きい早瀬では、平水時から中小出水時にかけても部分的な土砂移動が生じ、河床環境を変化させ、アユが産卵に利用する位置が変化することなどが報告されている。また、このような河床環境の質的な変化、河床の生息場にも“寿命”的な期限があることが示唆されている。原田ら（2021）は、幅広い流況下において砂州河道に生じる諸現象を把握しやすくすることを目的に、流量を指標とした流量ステージ概念を提案し、中長期的な砂州の移動量を流量ステージごとの累積時間である程度表現可能であることを示したが、平瀬や淵と比べて局所的に掃流力が大きく作用する早瀬部では、小流量が連続する期間にも複雑な微地形の変化が生じていることを確認した。このような瀬の微地形・微環境の変化は、洪水時の流下能力等の治水上の議論にはほぼ影響しないためか土砂水理学の検討対象とはされてこなかったものの、瀬の形態や河床環境の違いは生物の生息場としての質に大きく影響している。

平水時の早瀬は、土砂水理学的に見れば、混合粒径河床に部分的な土砂移動を生じる程度の掃流力が作用している状態にあると想定される。また、その流れの水深は土砂の粒径に対して相対的に小さく、水深に対して石礫粒子の凹凸が大きいために、相対水深の変化によって流水抵抗が大きく変化する粗度領域にある。この点に着目し、一般的な平面二次元河床変動解析に、表層の粒度分布と相対水深に対応した流水抵抗評価式を導入して流水抵抗及び掃流力を評価した結果、混合粒径河床における河床変動計算の分級現象の再現性が高まることが既に示されている。本研究では、平水時の石礫床河川の早瀬における土砂輸送現象を河床変動解析モデル等で記述するにあたって、相対水深を考慮可能な流水抵抗評価式を混合粒径条件下での河床変動解析に適用することの有効性と必要性を確認することを目的に、混合粒径条件下における移動床水路実験及び木曾川水系長良川扇状地砂州における現地調査を実施した。実験及び調査結果に対し、流水抵抗の評価方法及び流水抵抗の反作用として河床面に作用する掃流力と河床表層粒度分布のバランスについて検討した。

平水時の早瀬部における流水抵抗及び河床表層粒度分布と掃流力のバランス等を把握するため、木曾川水系長良川扇状地区間の早瀬において、平水流量前後の流量が数日以上連続している秋季に現地調査を実施した（図-4）。また、河川の早瀬は流量変動や微地形変化等の様々な変動要因にさらされていることから、概ね平水時とみなせる流量が継続した際に早瀬で生じているであろう流水抵抗と土砂輸送、これに伴う河床表層粒度の変化等を把握するため、早瀬部を模した混合粒径河床の移動床水路実験を実施した（図-5、表-1）。また、早瀬部の現地調査結果及び水路実験結果に対して、流水抵抗を算定（図-6）するとともに、既存の流水抵抗則の適否について検討した（図-7）。

その結果、平水時の早瀬における流れは、河床材料粒径に対する相対水深が小さいために、流水抵抗を評価するにあたっては、幅広い相対水深を対象とする流水抵抗評価式を用いることが必要であることが確認された。また、長時間の通水の過程で河床表層の粗粒化が進行しながら、修正 Egiazaroff 式により示される混合粒径河床における粒径別限界掃流力に漸近する形で静的平衡状態に至る過程が観測された（図-8）。実河川の早瀬においては流量変動等の要因により静的平衡が崩れ、河床環境の更新や劣化が生じるであろうことも示唆された（図-9）。これらの現象を河床変動解析モデルで表現するためには、幅広い相対水深に対応した流水抵抗則を導入し、河床面に作用する掃流力を適切に見積もった上で、混合粒径条件下の掃流砂量式に適用する必要があるといえる。



図4 調査対象地（木曾川水系長良川）

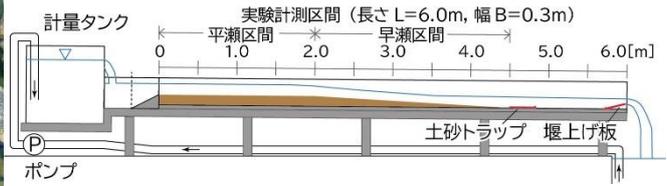


図5 実験水路の概要（区間長は実験 1,2 に対応）

表-1 実験ケース設定

実験ケース	区間長		河床勾配		通水流量 Q[L/s]
	平瀬区間 L ₁ [m]	早瀬区間 L ₂ [m]	平瀬区間 I _{b1} [-]	早瀬区間 I _{b2} [-]	
Exp.1	2.0	2.5	0.005	0.033	9.4
Exp.2	2.0	2.5	0.005	0.020	9.4
Exp.3	1.0	4.0	0.005	0.009	11.9

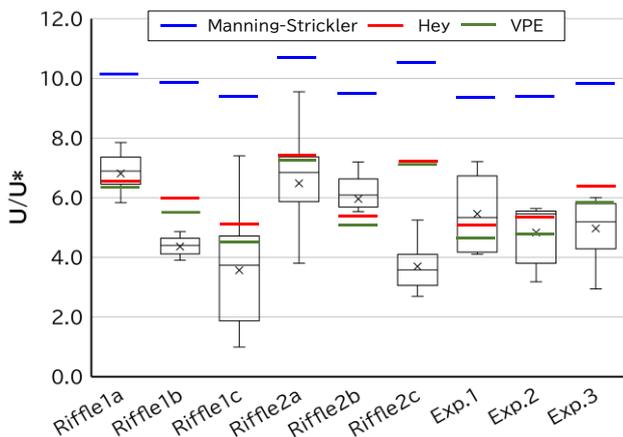


図6 調査地及び水路実験早瀬部における流水抵抗と評価式による計算値（×：観測値の平均値，箱ひげ図は最大値，第三四分位，中央値，第一四分位，最小値を示す）

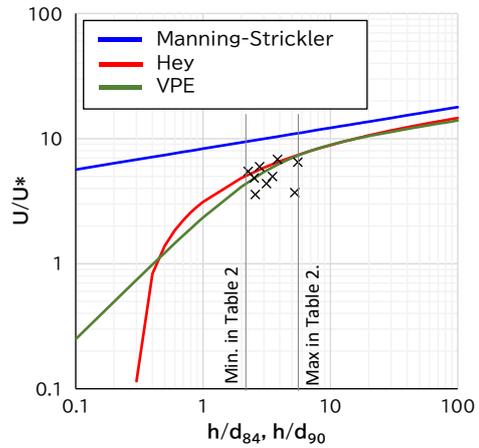


図7 流水抵抗評価式ごとの相対水深に対する振る舞い（×：観測値の平均値）

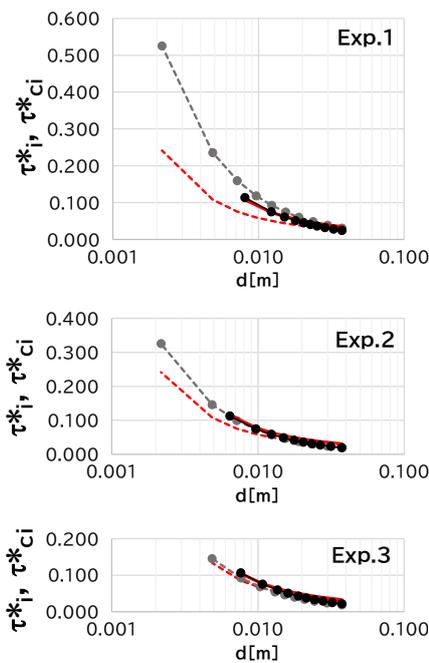


図8 実験水路における粒径別の無次元限界掃流力 τ_{ci}^* と無次元掃流力 τ^* ；

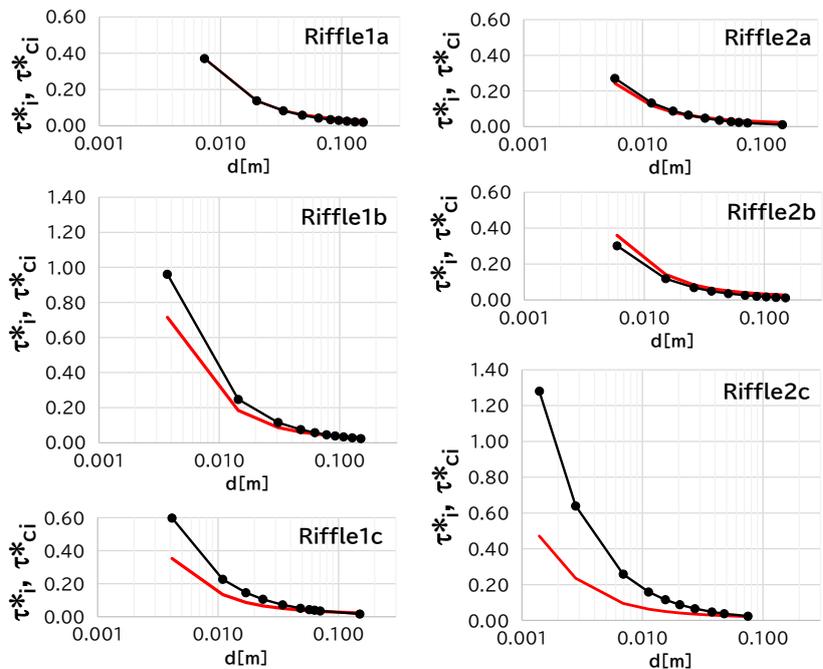


図9 早瀬の河床表層における粒径別の無次元限界掃流力 τ_{ci}^* と無次元掃流力 τ^* ；

研究テーマ：微生物燃料電池に関する研究

所属：水系安全研究部門 水質安全研究分野 准教授

氏名：廣岡 佳弥子

共同研究者：市橋 修（水質安全研究部門 研究員）

研究協力者：李 富生（水質安全研究部門 教授）・本山 亜友里・林知佳（大学院学生）・山田 佳奈・鈴木 元晟・熊谷 達英

令和3年度の主な研究活動として、以下の2つの研究活動成果について報告する。

1. 簡易で安価な微生物燃料電池用ポテンシオスタットの作成

1.1. 背景と目的

ポテンシオスタットは、電極の電位を制御して電流を測定する装置であり、電極反応を解析するための強力なツールである。微生物燃料電池の研究においても、セルやアノード、カソードの性能を評価したり、アノードの電位を一定に保って長期間運転したりする場合に用いられるなど、重要な計測機器である。しかし、その価格は十～数百万円と高価であり、簡単に購入することはできない。

市販のポテンシオスタットが高価であること理由は、品質保証や流通コストに加え、高い分析精度や、使い易いインターフェイス、交流、大電流、微小電流などの様々な用途での測定への対応、外装などに費用をかけているためである。そこで著者らは、前述の機能を省略し、微生物燃料電池の初歩的な研究用に特化したポテンシオスタットであれば、千円程度で自作できるのではないかと考えた。このようなポテンシオスタットは、実験予算の乏しい学生や研究者にとって、大きな助けになるはずである。

そこで本研究では、微生物燃料電池の初歩的な研究に必要な最低限な性能に絞った、安価なポテンシオスタットの開発を目的とした。また、いくら安くても作成可能な人がかなり限られてしまえば意味がないため、電子工作になじみのない人でも比較的簡単に作成できるようなものを目指した。

1.2. 実験方法

1.2.1. 装置1（三端子型）

作成したポテンシオスタットの回路を図1に示す。電子工作になじみのない人でも比較的簡単に作成できるよう、ブレッドボードを用いるはんだづけ不要な方式とした。電源には5VのUSB充電器、電源ケーブルには故障したUSB機器のコードを切断したものを利用した。コードの被覆を剥いて銅線の先端をよじり、ブレッドボードに差し込み、セロハンテープで固定した。コード付きミノムシクリップは中央で半分に切断し、USBケーブルと同様の方法で固定した。オペアンプは、LM358という汎用の二回路オペアンプを利用した。

また、ポテンシオスタットは印加電圧や出力電圧、電流の向きが正負両方の値を取ることから、電源には正負電源を用いる必要がある。そこで、2回路入りオペアンプのうち1回路を用いて5V（USBの電圧）の midpoint を作り出し、 $\pm 2.5V$ の正負電源とした。

1.2.2. 装置2（四端子型）

作成したポテンシオスタットの回路を図2に示す。装置1と同様に、ブレッドボードを用いるはんだづけ不要な方式とし、電源やミノムシクリップの接続や、オペアンプのうち1回路を用いて正負電源を作り出す方法も、同様とした。オペアンプはMCP6232という汎用二回路オペアンプを利用し、さらにLT1167という計装アンプも回路に加えた。

1.2.3 自作ポテンシオスタットの使用方法

上記自作ポテンシオスタットは、適切なサイズの抵抗器を図2の点線破線部のように取り付けて電源を入れ、市販のポテンシオスタット（HA-151A、北斗電工）で電圧を確認しながら、可変抵抗をドライバーで回して調節する

ことによって電圧を設定した。次に微生物燃料電池への接続の際は、電源を投入後 RE → WE2 → WE1 → CE（装置1の場合はRE → WE → CE）の順でクリップを挟んだ。そしてWE2（装置1の場合はWE）の電位をHA-151Aポテンシostatで測定した。電流は、電流測定用抵抗の端子間電圧をテスター（DT-830B）で測定し、抵抗値で除して求めた。

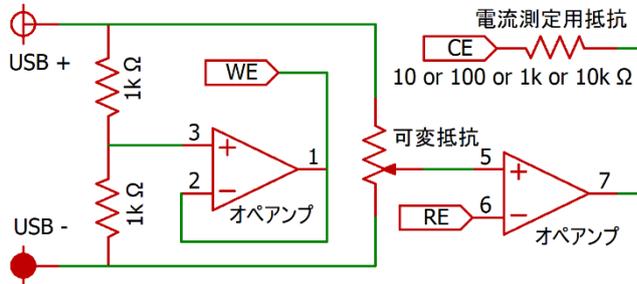


図1 三端子ポテンシostatの回路図（オペアンプの電源配線は省略）

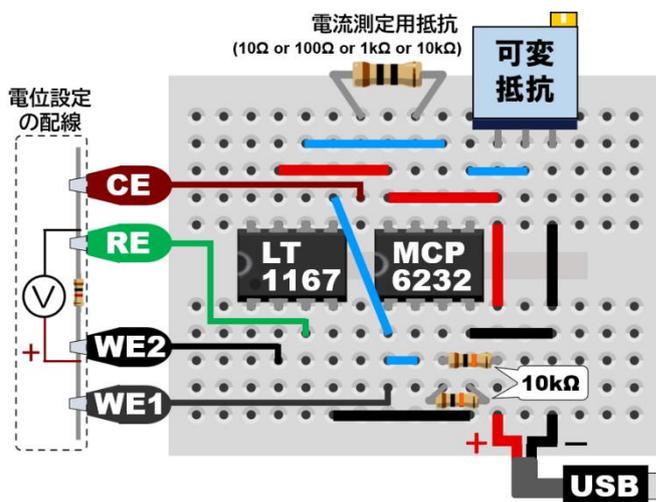


図2 四端子ポテンシostatの回路と電位設定配線

1.3. 結果と考察

三端子ポテンシostatは材料費500円程度で作成できた。最大電流は、-25mA および+30mA、最小測定電流は、±2%の精度の場合1μA程度と、小型（～数100mL程度）の微生物燃料電池に対して、十分な性能であった。一方微生物燃料電池の電極電位の制御は、設定電位に対して、最大約30mV（アノード設定電位：-380mV vs. Ag/AgCl、電流：15mA）のずれがあった。電流が大きくなるほど電位のずれが大きかったことから、クリップと電極の接触抵抗が主な原因であると考えられた。

そこで、接触抵抗の影響を減らすために、四端子ポテンシostatを作成した。材料費は千円程度であった。その結果、電位のずれは最大3mVと三端子ポテンシostatに比べて大幅に改善し、市販のポテンシostat（誤差は大きいもので±2mV）に近い性能を示した。

以上より、本研究で自作した安価なポテンシostatを用いて、微生物燃料電池を制御し、電流を測定することができた。ただし、回路からコンデンサを省いているため、不安定になっている可能性は否定できず、あらゆる環境において安定動作するとは限らないことに注意が必要である。また、保護回路を省いているため、電源を逆向きに繋いだり、ショートさせてしまったりした場合などに、事故が起こる可能性がある。安全に実験するためには、正しく配線し、抵抗の足どうしなどが接触しないように気を付けて扱う必要がある。

2. 微生物燃料電池のカソード性能を向上させる活性炭触媒の探索

2.1. 背景と目的

微生物燃料電池の実用化に向けた課題として、活性汚泥法に比べ装置の作成にコストがかかることや発電能力が低いことが挙げられる。微生物燃料電池のカソードを構成する触媒には白金触媒がよく用いられる。白金がその他の触媒に比べ特筆した化学的特性を持っており、カソードの酸素還元能力を高めるからである。しかし、白金は資源埋蔵量も少なく高価であるため、白金に代わる安価な触媒でカソードの酸素還元能力を高める必要がある。

白金代替触媒の1つとして活性炭触媒は有力な候補として考えられている。しかし、触媒としての性能が白金に劣っているものの、1g当たりの値段で比較すると活性炭触媒の値段は白金触媒の値段の1000分の1以下であり、大量に使うことによって白金触媒を用いたカソードと同程度の性能を発揮する。一方、一口に活性炭と言っても、活性炭は原料や賦活の方法などにより様々な種類のものがある。しかし、活性炭の種類とカソード性能の関係についてはほとんど研究されていない。そこで、本研究では微生物燃料電池のカソード性能を向上させる活性炭触媒を見つけることを目的とし、様々な活性炭を用いて作成したカソードの性能評価を行った。

2.2. 実験方法

市販の活性炭触媒と活性炭として販売されている9種類の活性炭触媒（木質①②、ヤシ殻①②③④、石炭①②③）を用いて触媒の体積、イソプロパノールとPTFEの量を統一させて5枚ずつカソードを作成し作成し、カソード性能の評価を行った。カソードの作成方法は、まず触媒にイソプロパノールを加え30秒間攪拌し（公転400rpm、自転160rpm）、PTFEを添加してさらに同じ回転速度で2分間攪拌した。攪拌したものを塊になるまで練り、圧延したものを、ステンレスメッシュに載せてプレスし乾燥させた。

カソードの酸素還元能力は、ポテンショスタットを用いたリニアスイープボルタンメトリー（LSV）という電気化学的方法で行った。各活性炭触媒ごとに5枚ずつ作成したカソードの性能を測定し、5枚の平均のカソード性能で比較を行った。

2.3. 結果と考察

リニアスイープボルタンメトリーの結果、石炭①と既製の触媒のカソード性能が最も高く、木質①のカソード性能が著しく低かった。また、その他の7種類の活性炭触媒については大差がなかった。そして、木質①のみが薬品賦活によって作成された活性炭を用いたカソードであったことから、薬品賦活が活性炭の触媒性能を低下させている可能性が考えられた。ただし、本研究で用いた薬品賦活で作成された活性炭は木質①のみであったため、他の薬品賦活で作成された活性炭を用いてカソードを作成し、確認する必要がある。また、活性炭の材料別には、ヤシ殻、木質の順にカソード性能が高い傾向であった（図3）。また、活性炭の比表面積および活性炭の密度とカソード性能には関係が見られなかった。

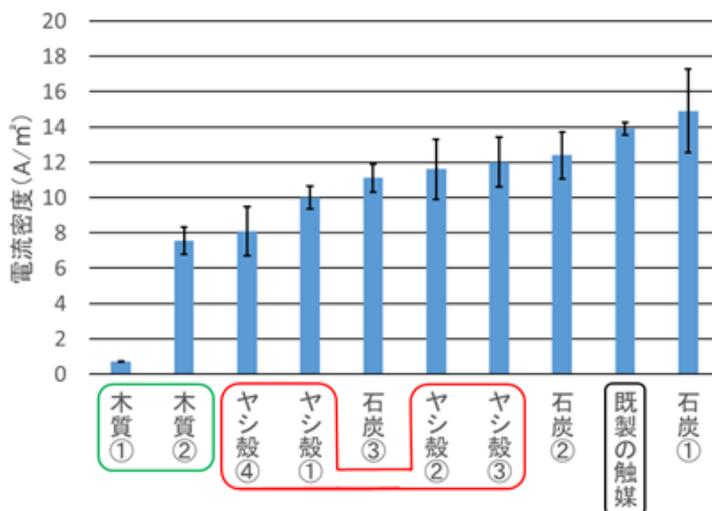


図3 各カソードのカソード電位-0.2Vの時の電流密度

研究テーマ： 災害に関する課題解決や社会実装に関する研究

所属： 地域協働推進室 准教授

氏名： 小山 真紀

共同研究者： 能島 暢呂（工学部）・高木 朗義（工学部）・王 柳蘭（同志社大学）・阪本 真由美（兵庫県立大学）・中嶋 唯貴（北海道大学）・井上 透（岐阜女子大学）

研究協力者： 中村 貫志（大学院学生）・青木 佑磨・田中 洋志・前島 莉樹（学部学生）

令和3年度の主な研究活動として、以下の3つの研究活動成果について報告する。

1. 岐阜市における複数河川を考慮した地点ごと洪水危険度評価の試み

近年、地球温暖化に伴う気候変動、局所的な豪雨等の増加により、洪水災害の被災リスクが高まっている。また、岐阜市は濃尾平野の北端に位置し、多くの河川が市内、及び周辺市町村に存在しているという地理的条件から、市内の広範囲が洪水浸水想定区域となっている。浸水想定区域内に人を住まわせないようにすれば、たとえ洪水が発生したとしても被害を少なくすることが出来る。しかしながら、現在、岐阜市の平野部、すなわち浸水想定区域内の多くは居住地や商業地等の人口集中地域となっており、全ての人を浸水想定区域外に居住させるのは、費用及び土地等の関係から現実的ではない。このような現状を踏まえると、利便性と水害リスクのバランスを取った対策が求められる。本研究では複数河川を考慮した地点ごとの浸水発生確率を求めることを目的とした。

地点ごとに、「浸水ランク 1 以上(0m 以上)」、「浸水ランク 2 以上(0.5m 以上)」、「浸水ランク 3 以上(3m 以上)」、「浸水ランク 4 以上(5m 以上)」、「浸水ランク 5 以上(10m 以上)」、及び「浸水ランク 6(20m 以上)」の浸水深となる浸水が発生する確率をそれぞれ求めた。計画降雨 (L) による結果を図 1 に示す。図中の色が塗られている地点が、洪水浸水想定区域であり、色が赤いほど浸水発生確率が高い地点を示す。これらの結果から、岐阜市は広範囲でランク 2 以下の浸水の恐れがあるといえる。ランク 2 以下は浸水深が最大で 3m になるため、この洪水浸水想定区域内で避難する場合には、5m 以上の高い場所に避難することが必要である。高齢化に従って避難行動要支援者が増える中、浸水リスクが高頻度になることが想定される場所では、居住の可否も含めた検討が必要である。

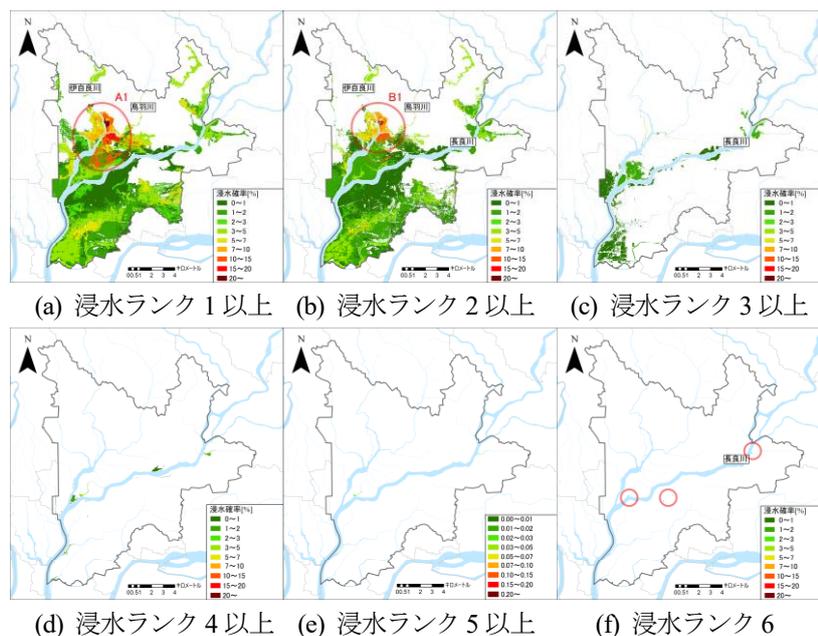


図 1 地点ごと浸水発生確率(L1).

2. 既往地区防災計画の特徴分析の試み

従来の日本の防災対策は市町村等の行政による被災者等への「公助」を中心に考えられていた。平成25（2013）年の災害対策基本法改正では、「自助」及び「共助」に関する規定が追加された。その際、地域コミュニティの「共助」による防災活動推進の観点から、市町村内の地区の居住者及び事業者が行う自発的な防災活動に関する地区防災計画制度が新たに創設され、翌年に施行された。本研究では、既往地区防災計画の分析を通じて、その特徴を明らかにすることを目的とした。

地区防災計画とは、地域の居住者等が自発的な防災活動を行うための計画であり、計画提案の主体は、実際に防災活動を行う地区居住者自身である。内閣府の地区防災計画ライブラリに記載されている181件の地区防災計画の傾向を整理した。テキスト抽出が可能であった既往地区防災計画140件を対象にクラスター分析を行った。本研究では、クラスター分析の変数となる項目は、「災害種別」、「主体・客体」、「取り組みの内容」にそれぞれ関連する34単語（以下、特徴単語と呼称）の出現回数、さらに当該地区防災計画のページ数を加えた35項目とした。

出力されたデンドログラムを図2に示す。クラスターごとの類似度の距離から、明確にグルーピングが可能な点でグルーピングを行った結果、7区分となった。クラスター分析の結果から、根室市や相模原市の計画を始めとして、同一市町村内の地区同士で地区防災計画が類似している例を多数確認できた。実際の計画を見比べたとき、地名などの固有名詞の記述が異なるだけで、文章構成は同じといった計画が複数存在する。これは市町村が計画作成を促進するため「ひな形」を作成し、ひな形の空欄を書き込むような形で作成されたことによるのではないかと推測される。計画策定にあたり何から始めたらいいかわからない地区居住者にとって、計画の大枠が既に出来ているひな形を利用することは、計画策定を非常にやりやすくと思われる。しかし、ひな形を利用した場合、地域の特性を十分に計画に反映することは困難である。一方で、最初はひな形を利用して作成された計画でも、毎年の見直しによって地域に適した計画に改善できる。ひな形を利用しつつ毎年の見直しによってそれぞれの地域に合った計画にしていく作成方法など、地域に適した方法を選択することが有効であると考えられる。

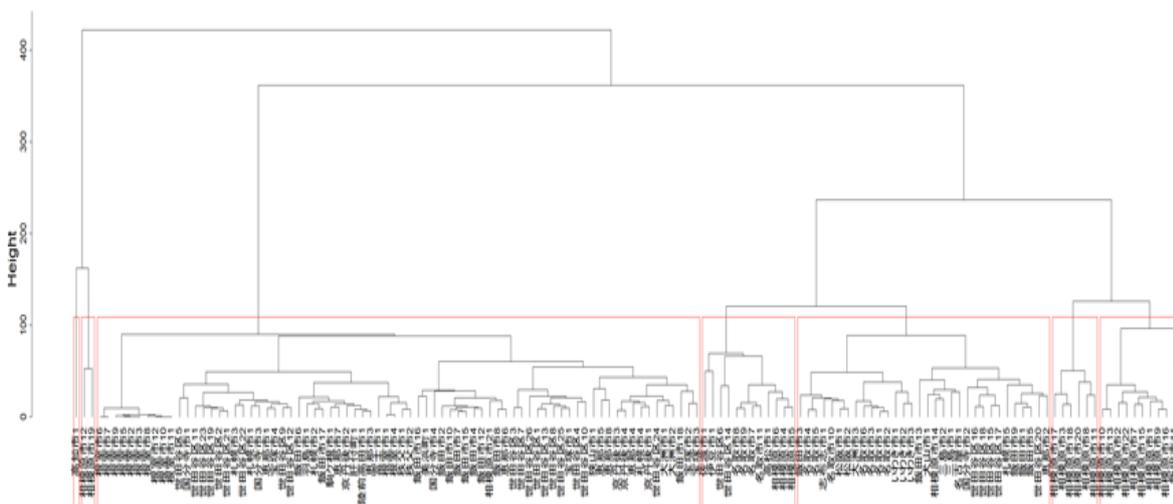


図2 デンドログラム。

3. 地方自治体の災害時の食料調達において被災経験が与える影響

自然災害による死傷は大きく、直接の死傷と間接的な死傷の2つに分けられる。従前は特に直接死を防ぐための対策が主体であった。しかし、地域に居住する高齢者や、介護を必要とする人が増加している中、関連死は災害による死として無視できないものとなっている。災害関連死の主な死因は循環器系疾患と呼吸器系疾患であり、これらは、特に高齢者に多い死因である。災害関連死の発生原因として避難所等における生活の肉体・精神的疲労が多

く挙げられている。災害関連死を防ぐための対策は、大きく、住環境の改善と食の環境改善の2つに分けられる。避難所の住環境改善については多くの対策が取り組まれているが、食の環境改善については避難所における食事の提供に係る適切な栄養管理の実施や栄養の参照量の提示などに留まっており、なかなか改善が行われていないのが実状である。

本研究では災害時の食事提供体制に着目し、望ましい食の提供が行われない理由と、その解決のための対策を明らかにすることを目的として、地方自治体の災害時の食料調達において長期の食料提供を行った経験がある自治体とそうでない自治体で対策の違いがあるかについてアンケート調査を行い、長期の食料提供を行った自治体からその課題と改善策についてヒアリング調査を行った。

調査対象市町村は、災害後に長期の食料提供を行っていない自治体として岐阜県内の42市町村、行った自治体として、2016年熊本地震、令和元（2019）年台風19号大雨、平成30（2018）7月豪雨において建設型仮設住宅が建設された28市町村を対象とした。調査項目は、大きく「平常時に栄養関連の業務に所掌する部局及び、災害時に食料調達を行う部局の整備状況」、「食料調達に関する計画等の企画、及び地域防災計画の記載内容」である。

図3に地域防災計画への部局の連携に関する記載の有無についての結果を示す。図より、長期の食料提供の経験の有無によって、地域防災計画への食料調達部局と栄養に関する部局の連携についての記載の有無には差がなく、いずれも明記されていない市町村が多かった。図4に部局間での情報把握・共有が行われているかの結果を示す。図より、長期の食料提供経験があろうとなかろうと、災害時の食料調達計画と栄養に関する部局の情報把握・共有が行われておらず連携が取れていないことが分かった。

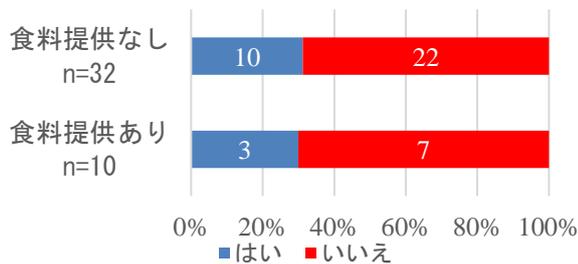


図3 部局の連携に関する記載

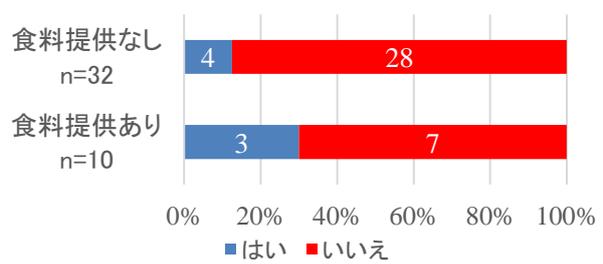


図4 部局間の情報把握・共有

望ましい食の提供を実現するための課題と改善策を明らかにするために、長期の食事提供の経験のある自治体のうち、アンケート調査において、「災害発生時の食料提供において問題が発生した」と回答した市町村に対して、問題の発生要因と対策を行う上で障害となっていることについて追加のアンケート調査及びヒアリング調査を実施した。アンケートとヒアリングの内容から連携が行われていない理由として事前の情報共有や把握を行えるような取り組みが進んでいないことが考えられる。自治体の防災対策は、基本的には事前に作成された計画に則って実施されることから、地域防災計画や食料調達計画に両者の連携について記載することが、連携の実現に有効であると思われる。

今回行ったアンケート調査やヒアリング調査は、限定的な範囲でのみ行われたためデータ数が少なく、その結果長期の食料提供の経験の有無が食料調達部局と栄養に関する部局の連携が及ぼす効果や連携への取り組みを明らかにできなかった。従って今後は、より多くの市町村と災害に対してアンケート調査やヒアリング調査を行う必要がある。

研究テーマ：流域環境・物質動態に関する研究

所 属：流域水環境リーダー育成プログラム推進室 准教授

氏 名：魏 永芬

共同研究者：李 富生（流域圏科学研究センター）・張 福平（中国陝西師範大学）・Shao Huijuan（中国山東農業大学）

研究協力者：Shiamita Kusuma Dewi・Rahman Fariha・Zhou Jieli（大学院学生）

令和3年度における主な研究活動は以下の通りである。

1. リモートセンシング・GIS 技術活用による中国西北部における環境評価

中国西北部は陝西省，甘肅省，青海省，寧夏回族自治区，新疆ウイグル自治区の3省2自治区からなり，中国陸域総面積の約3分の2を占める。数多くの貴重な鉱産物を有するほか，綿花や牧畜業の農業生産基地として，全国でも重要な位置を占めている。しかし，これらの地域は乾燥・半乾燥気候に属しており，水資源が著しく不足しているため，生産性は低く，生態環境も極めて脆弱な状態にある。このような条件下で，西北部における持続可能な農業生産と循環型社会を実現するためには，環境修復プログラムや環境修復政策の策定や実施などはもちろん重要であるが，水，植生，土壌の側面からこれらの地域におけるその実態把握も必要不可欠である。そこで，本年度は中国西北部に位置する祁連山脈に源流をもつ中国第2の巨大内陸河川である黒河を対象に，多時期ランドサット衛星データ（2000，2005，2010，2015，2018），GIS 情報，現地調査の結果および water resources security index（WRSI）推定モデルに基づいて黒河流域における水需給の状況を定量化し，その上でその時空間的分布を推定した（図1）。また，黒河中流域・下流域における土地利用，生態系サービスとの関連性についても検討した。

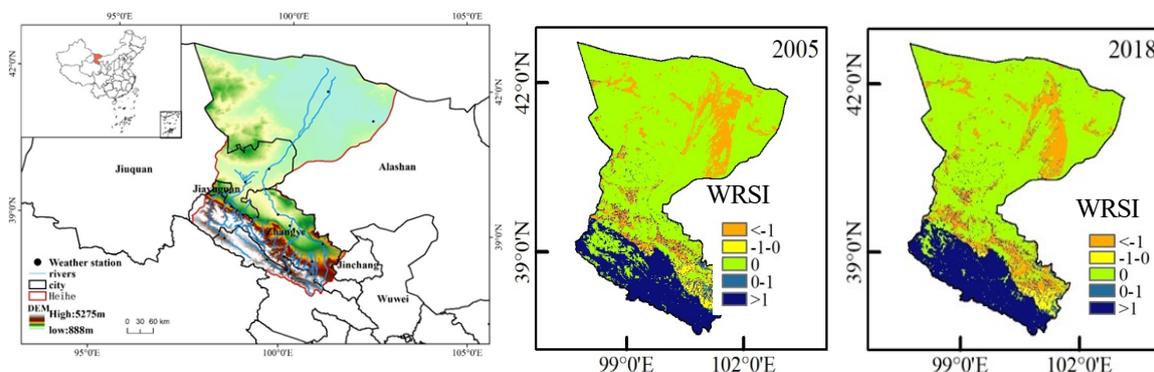


図1. 黒河流域における水需給とその時空間的分布 (WRSI<-1: 深刻な水不足；-1<WRSI<0: やや水不足；WRSI=0: 需給が均衡；0<WRSI<=1: 水の自給自足の確保また自給自足を実現した上での余力による一部水の供給が可能；WRSI>1: 水が充足している)

2. バイオ炭を施用した農地土壌における汚染物質の挙動に関する研究

マイクロプラスチック（MPs）が海洋動物の体内から大量に検出され，生態系を脅かす newly emerging 汚染物質として大きな関心を集めている。農地においても，MPs は農業用ビニール資材残留物，下水汚泥や有機肥料の施用などの多様な経路より土壌に混入し，世界中で様々な農地から高濃度で検出されているにも関わらず，農地土壌特有の複雑さと研究方法確立の難しさなどの影響で，農地における MPs に関連する学術知見はほとんど蓄積されていない。また，農薬や肥料などの農地施用は食糧の増産を可能にしたと同時に，農薬や肥料に含まれた重金属も農地にインプットされた。重金属は分解しないため，長期間に渡って農地土壌に残留するとともに，農作物にも吸収され，農産物を減収させるだけでなく，食物連鎖を介して人々の健康に深刻な被害を及ぼすリスクもあるため，農地

における重金属汚染は世界的に懸念されている。一方、炭素貯留効果として再び注目されているバイオ炭は、多孔質構造で高い比表面積、陽イオン交換容量を有しており、かつ分解されにくい特徴があるため、吸着資材として重金属を含め様々な汚染物質による農地汚染環境の修復に有効とされている。

農地土壌におけるマイクロプラスチック・カドミウムの挙動や、これら汚染物質の土壌性質や土壌生物への影響、およびバイオ炭とのインターアクションを明らかにするために、大学キャンパス内にある農地から採取された土壌サンプルに、事前に準備したMPs（生分解性）、カドミウム試薬、籾殻バイオ炭（図2）をそれぞれ添加し、①バイオ炭のみ（S1）、②カドミウムのみ（S2）、③カドミウム + バイオ炭（S3）、④カドミウム + MPs（3%；重量比、以下同）（S4）、⑤カドミウム + MPs（3%）+ バイオ炭（S5）、⑥カドミウム + MPs（10%）（S6）、⑦カドミウム + MPs（10%）+ バイオ炭（S7）の7つの組み合わせで、2カ月かけてシマミミズの室内培養実験を行った。実験開始後それぞれ14日、28日、60日を経った時点で、MPsや土壌、ミミズのサンプルをそれぞれ採取し、重量測定や走査型電子顕微鏡（SEM-EDX）での観察、土壌性質測定、ICP-MSなどの分析を行った。

その結果、実験材料の添加によって土壌の性質に明らかな変化があった（一例としてpHを示す（表1））。バイオ炭はMPsの分解促進や土壌性質の改善のみではなく、カドミウムのミミズへの移行抑制並びにミミズの成長にも寄与していた。ミミズ体内のカドミウム濃度と土壌中のカドミウム濃度との間に正の相関がみられ、カドミウムは土壌からミミズへ移行し、ミミズの成長を抑制すると同時に、有機物含量の低下により土壌肥沃度にも影響を及ぼした。また、MPsの添加によってカドミウムの土壌からミミズへの移行が抑制されたと推測される。



図2 使用した実験材料 (a: バイオ炭; b: MPs; c: シマミミズ)

表1 実験開始後土壌 pH の変化

実験組み合わせ	実験開始後経過した日数		
	14 days	28 days	60 days
対照実験（土壌）	7.33±0.19c	7.61±0.06c	7.69±0.08c
S1	8.53±0.07a	8.64±0.09a	8.67±0.03a
S2	7.22±0.03c	7.23±0.03d	7.23±0.06e
S3	7.36±0.03c	7.42±0.04cd	7.45±0.09d
S4	8.02±0.19b	8.17±0.12b	8.20±0.03b
S5	8.37±0.18ab	8.27±0.10b	8.22±0.05b
S6	8.07±0.03b	8.19±0.02b	8.21±0.04b
S7	8.14±0.03b	8.27±0.04b	8.29±0.05b

それぞれの数字の後ろに付けている文字a~eは $p < 0.01$ の有意水準で異なる実験系間での差の有意性を表すものである

3. 衛星データに基づいた農地土壌肥沃度の評価

農作物の生育や収量は農地土壌環境に大きく依存している。土壌肥沃度は農地土壌環境の評価によく使われているが、そのほとんどは土壌物理的・化学的特性に基づいたものであり、また、広範囲を評価する際多くの時間と労力を要するという課題があるため、土壌生物的特性をも考慮した広範囲の評価に適した方法の開発が望まれる。本研究では、岐阜県西南部に位置する海津市に分布している麦畑を対象として、センチネル2号衛星データ、GIS情報、土壌現地調査結果、既存土壌肥沃度推定モデルを用いて、土壌生物的特性を加味した土壌肥沃度の推定方法を提案する。その上で、対象地域の麦畑における土壌肥沃度の空間的分布を定量的に把握する。

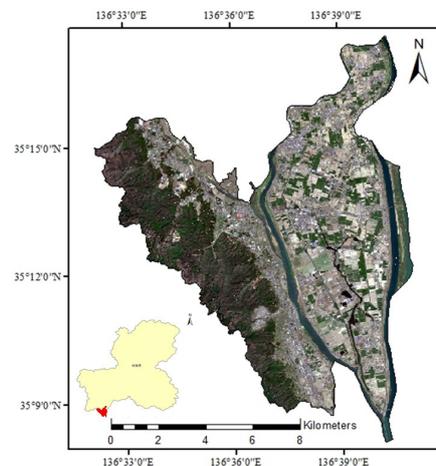


図3 研究対象域の海津市（岐阜県）

研究テーマ：分散型汚水処理施設（浄化槽）の処理水質改善に関する研究

所属：流域水環境リーダー育成プログラム推進室 助教

氏名：石黒 泰

共同研究者：李 富生（流域圏科学研究センター）、安福 克人（一般財団法人岐阜県環境管理技術センター）

・浄化槽内における薬剤耐性菌および薬剤耐性遺伝子の消長と操作運転条件による抑制

近年、薬剤耐性菌が引き起こす様々な問題が世界中で大きな課題となっている。その薬剤耐性菌の環境への放出源の一つと考えられているのが、汚水処理施設である。浄化槽（合併処理浄化槽）は家庭から排出される汚水を処理するための戸別汚水処理施設として日本の下水道未整備地区で広く利用されている。しかし、浄化槽の汚水処理工程における薬剤耐性菌の消長は調査されておらず、その増減のメカニズムも明らかとなっていない。

本研究では、浄化槽処理工程における薬剤耐性菌および薬剤耐性遺伝子を評価し、その消長を明らかにすること、薬剤耐性菌および薬剤耐性遺伝子を抑制もしくは低減できる操作運転条件を明らかにすることを目標としている。

本年度は薬剤耐性遺伝子の PCR を用いた検出条件の最適化とともに浄化槽の処理工程における薬剤耐性遺伝子の有無を調査した。

一般家庭に設置されている浄化槽から採取した水および汚泥を採取し、DNA を抽出し、検出に用いた。対象とした浄化槽の処理フローと試料採取位置を図 1 に、浄化槽の処理水質を表 1 に示した。

はじめに、2 つの浄化槽の汚水流入部（夾雑物除去槽）と処理水（処理水槽）において、10 種の薬剤耐性遺伝子を対象として PCR による検出を行ったところ、そのほとんどで、薬剤耐性遺伝子が検出された（表 2）。さらに、浄化槽の処理工程

全体のサンプルを用いて 3 種の薬剤耐性遺伝子の検出を試みたところ、処理工程すべてで薬剤耐性遺伝子が検出された。このことから、浄化槽の中に多くの種類の薬剤耐性菌が広く分布していると考えられた。

今後は、他の薬剤耐性遺伝子についても同様に検出を行うとともに、リアルタイム PCR を用いた薬剤耐性菌の定量を行うことで浄化槽における汚水処理工程での薬剤耐性遺伝子の変化を明らかにする予定である。さらに、浄化槽のサンプルからの薬剤耐性菌を分離し、それらがプラスミド型薬剤耐性遺伝子を保有するかの調査を行い薬剤耐性菌とプラスミド型薬剤耐性遺伝子の関係性を明らかにする予定である。

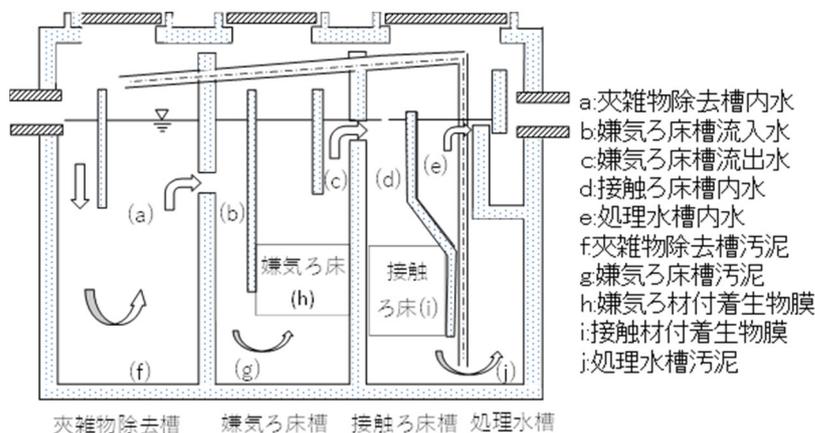


図 1 対象浄化槽の処理フローとサンプリング位置

表 1 調査対象とした浄化槽の処理水槽内水の水質

浄化槽	BOD (mg/L)	透視度	濁度 (NTU)	SS (mg/L)	DOC (mg/L)	全窒素 (mg/L)	全リン (mg/L)	pH
A	9.8	35	4.63	7.45	19	38	6.3	6.7
B	13	27	6.9	9	15	35	4.8	6.9
C-1	44.0	10.0	21.0	14.0	18.0	48.0	6.6	7.2
C-2	4.6	83.0	2.4	2.3	8.0	24.0	5.6	6.4

表2 汚水流入部（夾雑物除去槽）と処理水（処理水槽）における薬剤耐性遺伝子の検出

対象 遺伝子	浄化槽A				浄化槽B			
	(a)	(e)	(g)	(j)	(a)	(e)	(g)	(j)
sul1	○	○	○	○	○	○	○	○
sul2	○	○	○	○	○	○	○	○
sul3	○	○	○	○	○	○	○	○
tetA	○	○	○	○	○	○	○	○
tetC	○	○	○	○	○	○	○	○
tetG	○	○	○	○	○	○	○	○
tetM	○	○	○	—	○	○	○	○
tetO	○	○	○	○	○	○	○	○
tetQ	○	○	○	—	○	○	○	○
tetW	○	○	○	○	○	○	○	○

○:検出, —:未検出

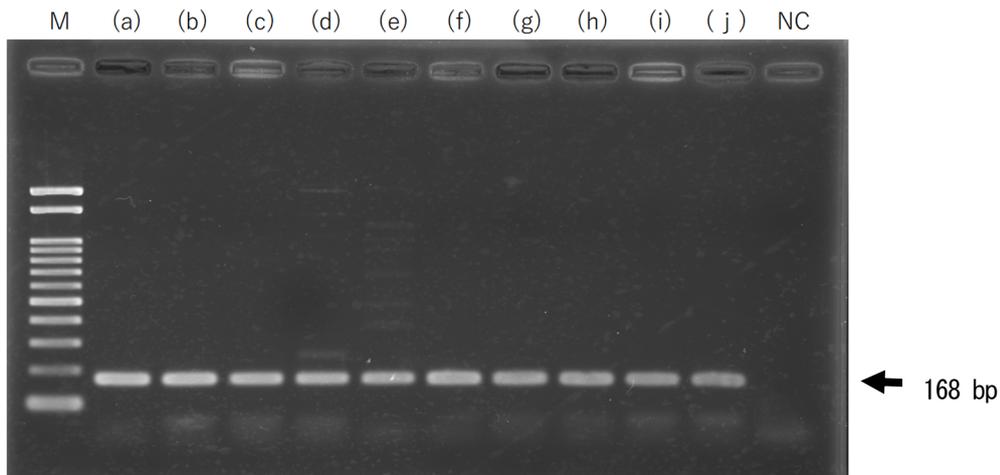


図2 浄化槽処理工程における薬剤耐性遺伝子検出の電気泳動写真（浄化槽C-2 tetW 検出時）

M: マーカー, NC: 陰性コントロール

表3 浄化槽処理工程における薬剤耐性遺伝子の検出状況

浄化槽	対象遺伝子	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)	(h)	(i)	(j)
C-1	tetA	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	tetQ	○	○	○	○	○	○	○	○	△	○
	tetW	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
C-2	tetA	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	tetQ	○	○	○	○	○	○	○	○	△	○
	tetW	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

○:検出, —:未検出, △:2反復中1反復検出

（2）教員の研究活動・社会活動

氏名： 栗屋 善雄

論文発表

1. 栗屋善雄・荒木一穂・西尾優花 (2021) ドローンを利用したヒノキ林床の下層植生高のマッピング-課題の検討-. 中部森林研究, 69, 51-52.
2. Yamagawa, H., Miyamoto, K., Araki, M.G., Nakao, K., Kabeya, D., Awaya, Y., Yamasaki, S., Tsuyama, I. (2021) Assessing the regional-scale distribution of height growth of *Cryptomeria japonica* stands using airborne LiDAR, forest GIS database and machine learning. Forest Ecology and Management, 506, 119953 (<https://doi.org/10.1016/j.foreco.2021.119953>)

学会発表

1. 栗屋善雄・荒木一穂・渡邊仁志・久田善純 (2021) ドローン空中写真を利用した下層植生高のマッピングーヒノキ林の事例ー. 日本リモートセンシング学会 第71回（令和3年度秋季）学術講演会, パルセ飯坂（福島市飯坂町）.
2. 栗屋善雄・児島利治・山本敦也・高岸 且・森川英治・小島光平・荒木一穂 (2022) 地上レーザ計測に基づく GNSS の測位精度の検証ースギ・ヒノキ壮齢林の事例ー. 第133回日本森林学会大会, 133.
3. 久田善純・栗屋善雄・渡邊仁志 (2022) 航空機 LiDAR のレーザパルス地上到達率を用いたヒノキ過密林分の抽出. 第133回日本森林学会大会, 133.
4. 和田のどか・栗屋善雄・吉田夏樹・宇野女草太 (2022) 航空レーザを使用した樹種分類の検討ー滋賀県鈴鹿山脈北部での事例. 第133回日本森林学会大会, 133.
5. 福田光希・栗屋善雄 (2022) 航空 LiDAR による壮齢ヒノキ林の下層植生の分布把握：UAV による検証. 第133回日本森林学会大会, 133.

教育活動

・担当科目

応用生物科学部： 生態系生態学, GIS/CAD 演習

応用生物科学研究科： 農林環境管理学特論, 演習 I, 演習 II

流域水環境リーダー： リモートセンシング水環境計測学特論

名古屋大学修士課程： 森林リモートセンシング

・指導学生

修士研究： 1名

学部卒業研究： 1名

社会活動

- ・農林水産省 農林水産分野への衛星データの利活用に関する研究会, 「森林整備事業補助金申請・検査業務の効率化手法の調査検討業務」に係る検討 委員
- ・農林水産省 二国間国際共同研究事業評価委員会 委員
- ・宇宙航空研究開発機構 MOLI サイエンスチーム 委員

- ・福井県農林水産部 航空レーザ観測事業 評価委員
- ・岐阜県林政部 アカマツ等実態調査 評価委員

学協会活動

- ・日本リモートセンシング学会 評議委員
- ・森林計画学会 理事（表彰担当）

氏名： 大塚 俊之

発表論文

1. Ohtsuka T, Tomotsune M, Ando M, Tsukimori Y, Koizumi H, Yoshitake S (2021) Effects of the application of biochar to plant growth and net primary production in an oak forest. *Forests* **12**, 152, <https://doi.org/10.3390/f12020152>
2. Kida M, Watanabe I, Kinjo K, Kondo M, Yoshitake S, Tomotsune M, Iimura Y, Umnouysin S, Suchewaboripont V, Pongparn S, Ohtsuka T, Fujitake N (2021) Organic carbon stock and composition in 3.5-m core mangrove soils (Trat, Thailand). *Science of the Total Environment* **801**, 149682, DOI: 10.1016/j.scitotenv.2021.149682
3. Cao R, Chen S, Yoshitake S, Ohtsuka T (2021) Organic and inorganic nitrogen deposition in an urban evergreen broad-leaved forest in Central Japan. *Atmospheric Pollution Research* **12** (2), 488-496, <https://doi.org/10.1016/j.apr.2020.12.009>
4. Yoshitake S, Suminokura N, Ohtsuka T, Koizumi H (2021) Composite effects of temperature increase and snow cover change on litter decomposition and microbial community in cool-temperate grassland. *Grassland Science* **67**(4), 315-327, <https://doi.org/10.1111/grs.12319>
5. Kinjo K, Ohtsuka T (2021) Effects of soil minerals on carbon stability in the mangrove soil of the Oura River, Japan. *Humic Substances Research* **16/17** (1), 15-22
6. Chen S, Cao R, Yoshitake S, Ohtsuka T (2021) Seasonal variations of dissolved organic carbon concentrations and fluxes in an evergreen broadleaved subtropical forest in Central Japan. *Proceedings of International Symposium on a Recent Progress in Forest Ecology and Management 2021*, p 76-80
7. Uemura T, Onishi T, Ohtsuka T, Hiramatsu K (2021) Difference of water and material dynamics between coniferous plantation and deciduous secondary forest watershed – Focusing on dissolved organic and inorganic carbon. *Proceedings of International Symposium on a Recent Progress in Forest Ecology and Management 2021*, p 81-89

学会発表

1. 上村岳斗, 大西健夫, 大塚俊之, 平松 研 (2021) 針葉樹人工林化が流域の物質循環に及ぼす影響の評価 -溶存態炭素動態に注目して-. 水文・水資源学会/日本水文科学会 2021年度研究発表会 9月18日 (オンライン)
2. Sakai Y, Kobayashi H, Kato T, Morozumi T, Nakashima N, Nishida -Nasahara K, Akitsu T, Murayama S, Noda H, Muraoka H, Ohtsuka T, Yoshitake S, Hikosaka K, Oshio H, Yoshida Y (2021) Investigation of the relationship between observed SIF and broadband SIF for the reliable GPP calculation in a cool temperate-deciduous broadleaf forest. AGU. 15 December, 2021 (Online).
3. 加藤拓・池澤美紀・廣田充・大塚俊之・藤嶽暢英 (2021) リター由来の溶存有機物が黒ボク土試料への炭素吸着・脱着に及ぼす影響. 日本土壌肥料学会 2021年度北海道大会 9月

14～16日（オンライン）

4. 木田森丸, 渡邊 育弥, 金城 和俊, 近藤 美由紀, 大塚 俊之, 藤嶽 暢英 (2021) 植生・深度別のマングローブ土壌有機物の貯留量と組成 (トラート・タイ王国). 日本土壌肥料学会 2021年度北海道大会 9月14～16日 (オンライン)
5. 田邊祐斗, 大塚俊之 (2021) 常緑広葉樹林における細根生産量の推定方法の比較. 2021年度日本生態学会中部地区大会 11月20日 (金沢大学・ハイブリッド大会)

教育活動

・担当科目

応用生物科学部： 生態系生態学、フィールド科学基礎実習、夏季フィールド実習

応用生物科学研究科： 生態系生態学特論, フィールド生態学演習,

フィールド生態学英語演習, アカデミックキャリア演習

共通教育： 生物学入門「森と人の生態学-岐阜の植生から学ぶ-」

・指導学生

博士後期課程： 0名（うち, 外国人留学生0名）

博士前期課程： 1名（うち, 外国人留学生0名）

学部卒業研究： 2名（うち, 外国人留学生0名）

研究生： 1名（うち, 外国人留学生1名）

社会活動

- ・「白水滝学術調査委員会」委員、白川村教育委員会

学協会活動

- ・日本生態学会専務理事

講演活動等

- ・飛騨オープンカレッジでの講演(2021年11月3日)

氏名： 村岡 裕由

発表論文

(原著論文)

1. 平野優, 斎藤琢, 武津英太郎, 小林元, 村岡裕由, 沈昱東, 安江恒 (2021) 冷温帯におけるスギの肥大生長と炭素収支, 気候要素との関係。木材学会誌 67: 117-128
2. Noda H.M., Muraoka H., Nasahara K.N. (2021) Plant ecophysiological processes in spectral profiles: perspective from a deciduous broadleaf forest. *Journal of Plant Research* 134:737-751, <https://doi.org/10.1007/s10265-021-01302-7>
3. Nakashima N., Kato T., Morozumi T., Tsujimoto K., Akitsu T.K., Nasahara K.N., Murayama S., Muraoka H. and Noda H.M. (2021) Area-ratio Fraunhofer line depth (aFLD) method approach to estimate solar-induced chlorophyll fluorescence in low spectral resolution spectra in a cool-temperate deciduous broadleaf forest. *Journal of Plant Research* 134: 713-728, <https://doi.org/10.1007/s10265-021-01322-3>
4. Nakamura, M., Terada, C., Ito, K., Matsui, K., Niwa, S., Ishihara, M., Kenta, T., Yoshikawa, T., Kadoya, T., Hiura, T., Muraoka, H., Ishida, K., Agetsuma, N., Nakamura, R., Sakio, H., Takagi, M., Mori, A. S., Kimura, M. K., Kurokawa, H., ... Tokuchi, N. (2022). Evaluating the soil microbe community-level physiological profile using EcoPlate and soil properties at 33 forest sites across Japan. *Ecological Research* 37: 432-445. <https://doi.org/10.1111/1440-1703.12293>

学会発表, 講演等

1. Muraoka H., Takeuchi Y., Yamakita T., Kano Y., Nagai S. and Nakaoka M. (2021) Asia-Pacific Biodiversity Observation Network (APBON) Strategic Plan 2030. JpGU 2021, June 2021, online
2. Morozumi T., Kato T., Tsujimoto K., Buareal K., Nakashima N., Sakai Y., Kobayashi H., Nasahara K., Akitsu T., Murayama S., Noda H.M. and Muraoka H. (2021) Seasonal variation in Solar Induced chlorophyll Fluorescence detected by multi-vertical layer spectroscopy in a canopy of cool-temperate deciduous forest in Takayama, Gifu. JpGU 2021, May-June 2021, online
3. Muraoka H. (2021) Biodiversity and ecosystem observations in Asia-Oceania region - Insights from ecosystem research in changing environment -. The 4th Asia-Oceania GEO Workshop, online, July, Online
4. 近藤倫生・村岡裕由 (2021) 2050年までに自然と社会が調和的に接続され総的に発展する強靱な生態-社会システム共生体を実現。ミレニア・プログラム最終報告会。7月, オンライン。
5. 村岡裕由 (2021) 社会の環境課題対応に資する生態系研究と連携。JapanFlux データ利用・共同研究促進ワークショップ。8月5日, オンライン, 招待講演
6. Muraoka H. (2021) Combining multi-year observation and open-field warming experiment to investigate leaf phenology in a deciduous broadleaf forest. Th 13th ILTER East Asia and Pacific Conference, September, Bangkok, online.

7. Muraoka H. and Runi Sylvester Pungga (2021) Biodiversity for addressing climate change and disaster risk reduction. The 14th AOGEO Symposium, Special session 1 organization. November, online.
8. Muraoka H., Runi Sylvester Pungga and Trisurat Y. (2021) Asia-Pacific Biodiversity Observation Network report. The 14th AOGEO Symposium, November, online.
9. Muraoka H. (2021) Asia-Pacific Biodiversity Observation Network. GEO Week 2021 side event "Envisioning AOGEO in 2022 and beyond", online, November.
10. 村岡裕由（2021）カーボンニュートラルとは？ 地球温暖化と脱炭素：地球規模の問題を自分の問題として捉える。岐阜大学公開講座 カーボンニュートラルでひろがる地域活性化の可能性。12月4日。オンライン。
11. 村岡裕由（2022）地球観測に関する政府間会合、及び生態系・生物多様性観測ネットワーク。日本学術会議・生態科学分科会勉強会、3月、オンライン

教育活動

・担当科目

応用生物科学部 生理生態学

・学生指導等

自然環境技術研究科2年生, 1名（副指導） 1年生, 1名（副指導）

連合農学研究科3年生, 1名（副指導）

東海国立大学機構、岐阜大学内でのセンター等兼務

高等研究院 地域環境変動適応研究センター 副センター長, 森林研究部門長

高等研究院 脱炭素・環境エネルギー研究連携支援センター センター長, 地域ゼロカーボン分野長

東海国立大学機構 カーボンニュートラル推進室 副室長

社会活動等

- 国立研究開発法人国立環境研究所 生物多様性領域 生物多様性評価連携研究グループ長
- 文部科学省研究開発局環境エネルギー課 技術参与
- 日本長期生態学研究ネットワーク（JaLTER）共同代表, 情報管理委員会委員
- 国際長期生態学研究ネットワーク（ILTER）東アジア太平洋地域ネットワーク議長
- 国際長期生態学研究ネットワーク（ILTER）執行委員会委員, 情報管理委員会委員
- アジア太平洋生物多様性観測ネットワーク（APBON）共同議長
- GEO 生物多様性観測ネットワーク（GEO BON）運営委員会委員
- 科学技術・学術審議会 研究計画・評価分科会 第9期地球観測推進部会 委員
- 地球観測に関する政府間会合（GEO）Programme Board 日本代表委員
- アジア・オセアニア地域 GEO Coordination Board 日本代表委員（共同議長代理）

- 京都大学生態学研究センター 運営委員会委員，共同利用運営委員会委員
- 信州大学山岳科学研究拠点 外部評価委員会委員
- 森林総合研究所 戦略課題研究評価委員
- 岐阜県地球温暖化防止・気候変動適応計画懇談会 委員

学協会活動

- 一般社団法人日本生態学会 理事（INTECOL/情報担当），大規模長期生態学専門委員会委員，日本生態学会誌（和文誌）編集委員
- 国際生態学連合（INTECOL）運営委員会委員，執行委員会委員
- 公益社団法人 日本植物学会 Journal of Plant Research, Editorial Board
- Journal of Plant Ecology, Associate Editor
- Forest Science and Technology, Editorial Board

氏名： 景山 幸二

発表論文

1. Jung, T, Jung, M.H., Webber, J., Kageyama, K., Hieno, A., Masuya, H., Uematsu, S., Pérez-Sierra, A., Harris, A.R., Forster, J., Rees, H., Scanu, H., Patra, S, Kudláček, T., Janoušek, J., Corcobado, T., Milenković, I., Nagy, Z., Csorba, I., Bakonyi, J., Brasier, C.M.: The destructive tree pathogen *Phytophthora ramorum* originates from the laurosilva forests of east Asia. *Journal of Fungi*, doi.org/10.3390/jof7030226, 2021.
2. Sultana, S., Bao, W.X., Shimizu, M., Kageyama, K., Suga, H.: Frequency of three mutations in the fumonisin biosynthetic gene cluster of *Fusarium fujikuroi* that are predicted to block fumonisin production. *World Mycotoxin Journal* 14: 49-59, 2021.
3. Bao, W.X., Inagaki, S., Tatebayashi, S., Sultana, S., Shimizu, M., Kageyama, K., Suga, H.: Expression difference of P450-1 and P450-4 between G- and F-groups of *Fusarium fujikuroi*. *European Journal of Plant Pathology* 159: 27-36, 2021.
4. 早野 敬大・日恵野 綾香・須賀 晴久・景山 幸二: *Pythium aphanidermatum*によるピーマン根腐病（新称）. *日植病報* 87: 80-83, 2021.
5. Hieno, A., Li, M., Otsubo, K., Suga, H., Kageyama, K.: Multiplex LAMP detection of the genus *Phytophthora* and four *Phytophthora* species *P. ramorum*, *P. lateralis*, *P. kernoviae*, and *P. nicotianae*, with a plant internal control. *Microbes and Environments* 36 doi:10.1264/jsme2.ME21019, 2021.
6. Li, M., Hieno, A., Motohashi, K., Suga, H., Kageyama, K.: *Pythium intermedium*, a species complex consisting of three phylogenetic species found in cool-temperate forest ecosystems. *Fungal Biology* 125: 1017-1025, 2021.
7. Afandi, A., Subandiyah, S., Wibowo, A., Hieno, A., Afandi, A., Loekito, S., Suga, H., Kageyama, K.: Population genetics analysis of *Phytophthora nicotianae* associated with heart rot in pineapple revealed geneflow between population. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity* 22: 3342-3348, 2021.

学会発表

1. 須賀晴久・林 将大・勝 友美・臼井綾子・清水将文・景山幸二：核酸クロマトグラフィーによるムギ類赤かび病菌の菌種とトリコテセン毒素タイプ判定法の開発．日本マイコトキシシン学会第 86 回学術講演会，2021.
2. 楠 幹生・景山幸二： *Pythium polymastum*によるシネラリアおよびアスター根腐病（新称）.

- 日植病報 87:28, 2021.
3. 日恵野綾香・飯島大智・大坪佳代子・升屋勇人・須賀晴久・景山幸二： 岐阜市周辺の森林および河川における卵菌類の分布調査. 日植病報 87:29, 2021.
 4. Li, F., Ueno, R., Shimizu, M., Fuji, S., Kageyama, K., Suga, H.: Sensitivity in *Fusarium fujikuroi* to three sterol demethylation inhibitors and amino acid substitution in three sterol demethylase cytochrome P450s. 日植病報 87:38, 2021.
 5. 楠 幹生・景山幸二: *Pythium polymastum*によるキクピシウム立枯病（病原追加）. 日植病報 87:151, 2021.
 6. 今野沙弥香・近藤洋平・柴田裕介・鈴木孝征・田中愛子・佐藤育男・千葉壮太郎・景山幸二・川北一人・竹本大吾: ベンサミアナの疫病菌抵抗性に必須なSAR8.2m 遺伝子の破壊株では疫病菌が効率的に宿主の抵抗性応答を抑制し感染を確立させる. 日植病報 87:157, 2021.
 7. Li, F., Bao, W.X., Sakahara, Y., Matsumoto, S., Fuji, S., Shimizu, M., Kageyama, K., Suga, H.: CYP51B transfer from a prochloraz resistant strain to a sensitive strain in *Fusarium fujikuroi* conferred prochloraz resistance. 日植病報 87:164, 2021.

学協会活動

- ・ 日本植物病理学会評議員
- ・ 日本植物病理学会理事

氏名： 齋藤 琢

発表論文

1. Shin N., Maruya Y., Saitoh T.M., Tsutsumida N. (2021) Usefulness of social sensing using text mining of tweets for detection of autumn phenology. *Frontiers in Forests and Global Change* 4, 659910. <https://doi.org/10.3389/ffgc.2021.659910>.
2. Shin N., Saitoh T.M., Nasahara K.N. (2021) How did the characteristics of the growing season change during the past 100 years at a steep river basin in Japan? *PLoS ONE* 16, e0255078. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0255078>.
3. 平野優・齋藤琢・武津英太郎・小林元・村岡裕由・沈昱東・安江恒（2021）冷温帯におけるスギの肥大成長と炭素収支，気候要素との関係，木材学会誌，67，117-128, <https://doi.org/10.2488/jwrs.67.117>
4. 久田善純・原田守啓・齋藤琢・丸谷靖幸（2021）農研機構メッシュ農業気象データを用いた岐阜県スギ人工林冠雪害危険度マップの作成，岐阜県森林研究所研究報告，50，1-9.

総説・論説

1. 永井 信・丸谷靖幸・齋藤琢（2021）中山間地域の流域における人・森林・気象災害の現状と関わり：高山市大八賀川流域における豪雨・豪雪を事例として．流域圏学会誌. 8(1): 10-24（査読付き解説）．
2. 安江恒・齋藤琢（2021）「第3章 スギの肥大成長と炭素収支の関係性」，『気候変動が人工林に及ぼす影響を予測する』，森林総合研究所，pp12-15 ISBN：978-4-909941-20-6

学会発表

1. 国本晴暉・齋藤琢（2022）生物地球化学モデル「BIOME BGCMuSo」を用いた冷温帯スギ林における炭素収支の温暖化応答予測，日本農業気象学会全国大会，2022年3月22-24日，オンライン，2022年3月（JP-23；オンラインポスター）
2. 齋藤琢・永井信・鳥山淳平・村山昌平・安江恒（2022）気候変動が岐阜県の森林炭素吸収量に及ぼす影響，第69回日本生態学会，2022年3月14-19日，福岡市およびオンライン（P2-203；オンラインポスター）
3. 小杉朋幹・齋藤琢（2022）冠雪害を受けた冷温帯スギ林における粗大木質リターの分解呼吸，第69回日本生態学会，2022年3月14-19日，福岡市およびオンライン（P1-306；オンラインポスター）
4. 砥綿夕里花・齋藤琢・平野優・安江恒（2022）雪害を受けたスギ林における樹冠蒸散量の推定，第69回日本生態学会，2022年3月14-19日，福岡市およびオンライン（P1-297；オンラインポスター）

教育活動

・担当科目

自然科学技術研究科： 陸域環境物理学特論

流域水環境リーダー育成プログラム： リモートセンシング水環境計測学特論（分担）

応用生物学部： 生態系生態学（分担）

・指導学生

修士課程： 2名

学部卒業研究： 1名

社会活動

- ・日本長期生態学研究ネットワーク（JaLTER） 運営委員
- ・日本長期生態学研究ネットワーク（JaLTER） 代表者委員
- ・JapanFlux 運営委員

学協会活動

- ・日本農業気象学会東海・北陸支部幹事
- ・Ecological Research 編集委員
- ・Journal of Agricultural Meteorology 編集委員

講演活動等

- ・斎藤琢（2021）温暖化で森林・農地雪害は増えるのか？，ぎふ気候変動適応セミナー，2021年12月23日，オンライン（口頭）
- ・斎藤琢（2021）気候変動下における岐阜県の森林による炭素吸収量の将来予測，名古屋大学ニューチャー・アース研究センター公開シンポジウム2021，適応と緩和・脱炭素社会，名古屋大学，名古屋市，2021年12月18日（口頭）

受賞

- ・第15回日本木材学会論文賞 平野優，斎藤琢，武津英太郎，小林元，村岡裕由，沈昱東，安江恒（2021）冷温帯におけるスギの肥大成長と炭素収支，気候要素との関係．木材学会誌，67，117-128, <https://doi.org/10.2488/jwrs.67.117>（2022年3月受賞）

氏名： 日恵野 綾香

発表論文

1. Auliana Afandi, Siti Subandiyah, Arif Wibowo, Ayaka Hieno, Afandi, Supriyono Loekito, Haruhisa Suga, Koji Kageyama: Population genetics analysis of *Phytophthora nicotianae* associated with heart rot in pineapple revealed geneflow between population. (2021) Biodiversitas Journal of Biological Diversity, 22(8): 3342-3348.
2. Mingzhu Li, Ayaka Hieno, Keiichi Motohashi, Haruhisa Suga, Koji Kageyama: *Pythium intermedium*, a species complex consisting of three phylogenetic species found in cool-temperate forest ecosystems. (2021) Fungal Biology, 125(12): 1017-1025.
3. Yukako Hattori, Chiharu Nakashima, Shunsuke Kitabata, Kosuke Naito, Ayaka Hieno, Lourdes V. Alvarez, Keiichi Motohashi: Identification of the *Colletotrichum* species associated with mango diseases and a universal LAMP detection method for *C. gloeosporioides* species complex. (2021) Plant & Fungal Research, 4(1): 2-13.
4. Ayaka Hieno, Mingzhu Li, Kayoko Otsubo, Haruhisa Suga, Koji Kageyama: Multiplex LAMP detection of the genus *Phytophthora* and four *Phytophthora* species *P. ramorum*, *P. lateralis*, *P. kernoviae*, and *P. nicotianae*, with a plant internal control. (2021) Microbes and Environments, 36(2): ME21019.
5. 早野敬大, 日恵野綾香, 須賀晴久, 景山幸二: *Pythium aphanidermatum* によるピーマン根腐病 (新称). (2021) 日本植物病理学会報, 87(2): 80-83.
6. Thomas Jung, Marília Horta Jung, Joan F. Webber, Koji Kageyama, Ayaka Hieno, Hayato Masuya, Seiji Uematsu, Ana Pérez-Sierra, Anna R. Harris, Jack Forster, Helen Rees, Bruno Scanu, Sneha Patra, Tomáš Kudláček, Josef Janoušek, Tamara Corcobado, Ivan Milenković, Zoltán Nagy, Ildikó Csorba, József Bakonyi, Clive M. Brasier: The destructive tree pathogen *Phytophthora ramorum* originates from the laurosilva forests of east Asia. (2021) Journal of Fungi, 7(3): 226.

学会発表

1. Ayaka Hieno : Molecular Detection of *Phytophthora* Species. The Indonesian Phytopathological Society (IPS) Webinar Series III 2022, Indonesia.
2. 日恵野綾香 : 植物病原性卵菌類の分布特性の解明と病害リスク評価. 第6回流域圏保全研究推進セミナー 岐阜市, 2022.
3. 楠 幹生, 香川綾香, 日恵野綾香, 景山幸二 : *Pythium mastophorum* によるパセリー根腐病 (病原追加). 令和3年度日本植物病理学会関西部会 日植病報, 88:63, 2022.
4. 日恵野綾香 : 疫病菌の分類—こんなデータベースが欲しかった! IDPhy の紹介. 第20回植物病原菌類談話会 2021.
5. 日恵野綾香, 飯島大智, 大坪佳代子, 升屋勇人, 須賀晴久, 景山幸二 : 岐阜市周辺の森林および河川における卵菌類の分布調査. 令和2年度日本植物病理学会関西部会 日植病報, 87:29, 2021.

教育活動

・担当科目

応用生物科学部 : 応用植物科学実験実習, 微生物学

応用生物科学研究科 : 植物保護学特論

- ・指導学生

学部卒業研究： 2名（うち、外国人留学生0名）

学協会活動

- ・日本植物病理学会 植物病原菌類談話会 幹事

氏名： 玉川 一郎

発表論文

1. Nugroho, Adam Rus and Tamagawa, Ichiro and Harada, Morihiro, The Relationship between River Flow Regimes and Climate Indices of ENSO and IOD on Code River, Southern Indonesia. *Water* 2021, 13, 1375. <https://doi.org/10.3390/w13101375>
2. Nugroho, Adam Rus and Tamagawa, Ichiro and Harada, Morihiro, Spatiotemporal Analysis on the Teleconnection of ENSO and IOD to the Stream Flow Regimes in Java, Indonesia, *Water*, 14, 2022, 2, Article Number 168, DOI=10.3390/w14020168

学会発表

1. 玉川一郎、レーザー通信のための大気揺らぎの研究、第6回第6回流域圏保全研究推進セミナー、岐阜大学、2022年3月2日
2. 長瀬大和、玉川一郎、屈折率構造定数 $Cn2$ に関する超音波風速温度計計測、日本気象学会2021年度秋季大会、オンラインポスター発表 BL-16、2021年12月3日
3. 吉田弘樹、亀山展和、玉川一郎、加藤大雅、三宅悠矢、レーザー大気伝送における光学的 $Cn2$ 計測に関する研究、第65回宇宙科学技術連合講演会、オンライン、2D01、2021年11月9日～12日
4. 小林 智尚、玉川 一郎（岐阜大学）、高山 佳久、数値気象モデルによる大気構造係数の三次元高解像度推定 の試み、第65回宇宙科学技術連合講演会、オンライン、2D03、2021年11月9日～12日

教育活動

・担当科目

全学共通教育： 教養の宇宙地球科学（気象学概論）、教養の環境学（自然災害と生活）

工学部： 応用数学、気象水文学、環境セミナー

自然科学技術研究科： Environmental Meteorology, 流域圏環境気象学、

リモートセンシング水環境計測学特論（Remote sensing in meteorology）

博士後期課程： 1名（うち、外国人留学生1名）

博士前期課程： 1名（うち、外国人留学生0名）

学部卒業研究： 3名（うち、外国人留学生0名）

・非常勤講師

静岡大学 農学部非常勤講師 「応用気象学」オンライン集中講義

岡山大学 大学院自然科学研究科 「地球科学特別講義 Ib」オンライン集中講義

学協会活動

- ・水文・水資源学会理事
- ・水文・水資源学会財務委員長
- ・水文・水資源学会総務委員会委員
- ・水文・水資源学会国際誌編集委員会委員

氏名： 李 富生

著書

1. Sartaj Ahmad Bhat, Guangyu Cui, Wenjiao Li, Yongfen Wei, Fusheng Li, Sunil Kumar and Fuad Ameen, Chapter 11/Challenges and opportunities associated with wastewater treatment systems (pp. 259-283), in *Current Developments in Biotechnology and Bioengineering, Strategic Perspectives in Solid Waste and Wastewater Management*, edited by Sunil Kumar, Rakesh Kumar, Ashok Pandey, Elsevier, ISBN: 978-0-12-821009-3, 2021.6.
2. Adarsh Pal Vig, Sartaj Ahmad Bhat, Naik Yaseera, Fusheng Li, Chapter 13/Earthworm-Assisted Remediation of Wastewater through Vermifiltration (pp. 217-225), in *Earthworm Engineering and Applications*, edited by Adarsh Pal Vig, Jaswinder Singh and Surindra Suthar, Nova Science Publishers, Inc., ISBN: 9781685075668, 2022.2.

発表論文

1. WenjiaoLi, JiefengLi, SartajAhmad Bhat, YongfenWei, ZhiyiDeng, FushengLi, Elimination of antibiotic resistance genes from excess activated sludge added for effective treatment of fruit and vegetable waste in a novel vermireactor, *Bioresource Technology*, 325, April 2021.
2. Wojciech Dabrowski, Fusheng Li, Mortar Lining as a Protective Layer for Ductile Iron Pipes, *International Journal of Civil Engineering*, 19, 369-380, 2021.4.
3. Huijuan Shao, Yongfen Wei, Changjie Wei, Fuping Zhang, Fusheng Li, Insight into cesium immobilization in contaminated soil amended with biochar, incinerated sewage sludge ash and zeolite, *Environmental Technology & Innovation*, 23(2), 2021.8
4. Wei Chaohai, Ye Guojie, Li Zemin, Wei Jingyue, Li Fusheng, Jiang Chengfu, Optimization and Energy-saving Analysis of Aeration System on Aerobic Biological Wastewater Treatment, *Technology of Water Treatment*, 47(4), 1-8 & 29, 2021.4.
5. Maulana Yusup Rosadi, Sutra Maysaroh, Hudori Hudori, Kanika Sarkar, Toshiro Yamada, Fusheng Li, The storage temperature and oxygen concentration greatly affect organic matter released from drinking water treatment sludge: Evaluation based on the consumption rate for chlorine, *Journal of Water Process Engineering*, 43, 2021.10.
6. Guangyu Cui, Sartaj Ahmad Bhat, Wenjiao Li, Yasushi Ishiguro, Yongfen Wei, Fusheng Li, H₂S, MeSH, and NH₃ emissions from activated sludge: An insight towards sludge characteristics and microbial mechanisms, *International Biodeterioration and Biodegradation*, 166, 2022.1.
7. Jiefeng Li, Yajie Wang, Wenjiao Li, Sartaj Ahmad Bhat, Yongfen Wei, Zhiyi Deng, Xiaodi Hao, Fusheng Li, Accumulation capability for cesium differs among bacterial species: A comprehensive study using bacteria isolated from freshwater and coastal sediment, *Environmental Pollution*, 292, 2022.1.
8. Hudori Hudori, Maulana Yusup Rosadi, Toshiro Yamada, Sartaj Ahmad Bhat, Fusheng Li, Effect of the recycling process on drinking water treatment: Evaluation based on fluorescence EEM analysis using peak-picking technique and self-organizing map, *Water*, 13 (23), 3456, pp. 1-15, 2021.12.
9. Guangyu Cui, Xiaoyong Fu, Sartaj Ahmad Bhat, Weiping Tian, Xuyang Lei, Yongfen Wei, Fusheng Li,

Temperature impacts fate of antibiotic resistance genes during vermicomposting of domestic excess activated sludge, *Environmental Research*, 207, 2021.12 online.

10. Ariadi Hazmi, Maulana Yusup Rosadi, Reni Desmiarti, Fusheng Li, Effect of Radio-Frequency Treatment on the Changes of Dissolved Organic Matter in Rainwater, *Water*, 14(1), 111, 2022.1.

学会発表

1. Haoning Su, Miya Ogata, Yuuki Okochi, Shinya Okumura, Yasushi Ishiguro, Fusheng Li, Bacterial activity and EPS greatly affect the performance of household wastewater treatment facility, Proceedings of UGSAS-GU & BWEL Joint Poster Session on Agricultural and Basin Water Environmental Sciences, pp. 124-125, 2021.11.
2. Sri Anggreini, Maulana Yusup Rosadi, Miya Ogata and Fusheng Li, Adsorbability of organic matter released from drinking water treatment sludge onto activated carbon, Proceedings of UGSAS-GU & BWEL Joint Poster Session on Agricultural and Basin Water Environmental Sciences, pp. 128-129, 2021.11.
3. Wenqing Li, Haoning Su, Shoma Wakamiya and Fusheng Li, Coexisting and competing algal species with moldy odor-causing blue algal in Nagara River, Proceedings of UGSAS-GU & BWEL Joint Poster Session on Agricultural and Basin Water Environmental Sciences, pp. 130-131, 2021.11.
4. Yajie Wang, Zaw Min Han, Yongfen Wei and Fusheng Li, Association of bacterial community with heavy metals in soils of different coal mining areas, Proceedings of UGSAS-GU & BWEL Joint Poster Session on Agricultural and Basin Water Environmental Sciences, pp. 136-137, 2021.11.
5. Nadya Diva Sagita, Sutra Maysaroh, Maulana Yusup Rosadi and Fusheng Li, Changes of 16S rDNA and antibiotic resistance genes in drinking water treatment process, Proceedings of UGSAS-GU & BWEL Joint Poster Session on Agricultural and Basin Water Environmental Sciences, pp. 138-139, 2021.11.
6. Maulana Yusup Rosadi, Nadya Diva Sagita, Sutra Maysaroh and Li Fusheng, Changes of dissolved organic matter from source to treated water in drinking water treatment plant: Evaluation based on fluorescence excitation-emission matrix analysis, Proceedings of UGSAS-GU & BWEL Joint Poster Session on Agricultural and Basin Water Environmental Sciences, pp. 140-141, 2021.11.
7. Haoning Su, Yuuki Okochi, Shinya Okumura, Miya Ogata, Yasushi Ishiguro, Fusheng Li, Evaluation of bioactivity and settleability of sludge in decentralized wastewater treatment facility (Johkasou) using extracellular polymeric substances as a supplementary indicator, 令和3年度日本水環境学会中部支部研究発表会講演集, pp.39-40, 2021.
8. Sri Anggreini, Maulana Yusup Rosadi, Miya Ogata, Fusheng Li, Characteristics of organic matter released from drinking water treatment sludge: Evaluation based on activated carbon adsorbability, 令和3年度日本水環境学会中部支部研究発表会講演集, pp. 25-26, 2021.
9. Nadya Diva Sagita, Sutra Maysaroh, Maulana Yusup Rosadi, Fusheng Li, Potential impact of chlorination on the fate of antibiotic resistance genes in drinking water treatment, 令和3年度日本水環境学会中部支部研究発表会講演集, pp.27-28, 2021.
10. Maulana Yusup Rosadi, Nadya Diva Sagita, Sutra Maysaroh, Li Fusheng, Changes of dissolved organic matter from source to treated water in drinking water treatment plant: Evaluation based on fluorescence

excitation-emission matrix analysis, 令和3年度日本水環境学会中部支部研究発表会講演集, pp. 29-30, 2021.

11. Yajie Wang, Zāw Min Han, Yongfen Wei, Fusheng Li, Bacterial richness, diversity and community structure differences in soil of different coal mining areas, 令和3年度日本水環境学会中部支部研究発表会講演集, pp. 17-18, 2021.
12. Wenqing Li, Haoning Su, Showa Wakamiya, Fusheng Li, Seasonal changes of algal species in Nagara River, 令和3年度日本水環境学会中部支部研究発表会講演集, pp.1-2, 2021.
13. 石黒泰, Yenni TRIANDA, 安福克人, 玉川貴文, 李富生, 小型合併処理浄化槽中の細菌群集と処理水質の関係, 第56回日本水環境学会年会講演集, 2022.3.
14. 山本幸平, 鈴木裕識, 田中周平, 李富生, 浄化槽の調査に基づく1人1日あたりの生活排水に由来するマイクロプラスチック排出量の推計, 第56回日本水環境学会年会講演集, 2022.3.

教育活動

・担当科目

工学部： 環境衛生工学Ⅰ, 環境衛生工学Ⅱ, 土木工学実験（環境工学分野実験）,
地盤圏環境・資源管理工学, 社会基盤工学概論, 環境セミナー, 土木史
自然科学技術研究科： 水質制御工学, 先端水質制御工学,
工学研究科： 水処理工学特論,
岐阜大学流域水環境リーダー育成プログラムの開設科目：講義2科目,
演習2科目

・指導学生

博士後期課程： 10名（うち, 外国人留学生9名, 社会人1名）
博士前期課程： 3名（うち, 外国人留学生3名）
学部卒業研究： 2名（うち, 外国人留学生0名）
研究生： 2名（うち, 外国人留学生2名）

社会活動

- ・岐阜県河川整備計画検討委員会委員
- ・財団法人岐阜県環境管理技術センター評議員
- ・清流の国ぎふづくり大江川環境対策協議会委員
- ・清流の国岐阜づくり糸貫川水環境対策検討会委員長
- ・羽島市上下水道事業経営審議会会長

学協会活動

- ・日本水環境学会中部支部理事
- ・中国水处理化学会理事
- ・Water-Energy Nexus 誌編集委員
- ・Co-organizer, Joint International Seminar of Xiangtan University and Gifu University on Environmental Science and Engineering Scientific Committee member
- ・Environmental Functional Materials, Editorial Board members

受賞

- ・ 2021年11月, Best Presentation Award, UGSAS-GU & BWEL Joint Poster Session on Agricultural and Basin Water Environmental Sciences, Association of bacterial community with heavy metals in soils of different coal mining areas, Proceedings of UGSAS-GU & BWEL Joint Poster Session on Agricultural and Basin Water Environmental Sciences, pp. 136-137, 2021.11 (受賞学生: Yajie Wang).

氏名： 久世 益充

発表論文

1. 三輪富生, 吉田亮, 久世益充, 渡辺孝一, 中村純一, 水谷克也: オンライン会議システムを用いた土木技術者と学生の交流会の試み, 土木学会論文集 H, Vol.77, No.1, p.26-36, 2021. doi.org/10.2208/jscejee.77.1_26

学会発表

1. Masumitsu KUSE, Nobuoto NOJIMA, Analysis of Earthquake Motion and Surface Motion using the Gaussian Mixture Model, 17th World Conference on Earthquake Engineering, Sendai, Japan, September 27-October 2, 2021, ID:1d-0099 (On-line).
2. Yukihiro TAHAKASHI, Nobuoto NOJIMA, Masumitsu KUSE, Simulation of Strong Ground Motion Distribution by Synthesis of Orthogonal Modes Decomposed from Scenario Shaking Maps, 17th World Conference on Earthquake Engineering, Sendai, Japan, September 27-October 2, 2021, ID:1d-0095 (On-line).

教育活動

・担当科目

工学部：プログラミング基礎，土木工学実験，防災デザイン，防災工学数値実験，
防災セミナー

自然科学技術研究科：地震動解析

工学研究科(博士課程)：地震工学特論

・指導学生

博士課程 : 0名 (うち, 外国人留学生 0名)

修士課程 : 2名 (うち, 外国人留学生 0名)

学部卒業研究 : 2名 (うち, 外国人留学生 0名)

研究生 : 0名 (うち, 外国人留学生 0名)

社会活動

学協会活動

・土木学会 地震工学委員会 委員

・神戸の減災研究会 委員

講演活動等

- ・「関ヶ原のゆれを考える」, 関ヶ原社会福祉協議会福祉大会／清流の国ぎふ防災・減災センター 第77回げんさい楽座, (関ヶ原町／オンライン), 2021.11.27.

その他

- ・「災害への備え篇～自分の命は自分で守る～」, 岐阜放送 高木先生と親子で学ぶ防災・減災, 2022.2.17 放送

氏名： 児島 利治

発表論文

1. 児島 利治, Chantsal NARANTSETSEG, 大橋 慶介 (2021) 深層学習を用いた地形図の土地利用分類, 土木学会論文集 D3(土木計画学), 77(4); 400-411.
2. Weilisi, Kojima, T. (2022) Investigation of Hyperparameter Setting of a Long Short-Term Memory Model Applied for Imputation of Missing Discharge Data of the Daihachiga River, Water, 14; 213.

学会発表

1. T. Kojima (2021) Relationship between forest growth and flood and draught mitigation function, 3rd ESP Asia Conference. “Eco-health and ecosystem services in Asia: Bottom-up aspects for planetary health” (長崎大学/オンライン)

教育活動

・担当科目

工学部： 水理学 II, 気象・水文学, 防災セミナー, 環境工学数値実験
自然科学研究科： 水文解析学
工学研究科： 流域水文学特論

・指導学生

博士課程： 2名（うち, 外国人留学生 2名）
学部卒業研究： 2名（うち, 外国人留学生 0名）

・非常勤講師

南山大学総合政策学部非常勤講師 「空間分析法 I」
岐阜工業高等専門学校非常勤講師 「水理学 II」

社会活動

- ・岐阜市環境審議会 委員
- ・岐阜市環境審議会環境基本計画評価部会 部会長
- ・岐阜市環境部指定管理者選定委員会 委員
- ・愛知県地盤環境研究会 会員
- ・中部地方整備局総合評価審査員会岐阜県地域部会 部会員

講演活動等

- ・「森林の成長や森林の環境変化が河川の流況に与える影響」, 建設コンサルタンツ協会中部支部第一分科会講演会 (2021.10.20. 名古屋, Teams でのオンライン開催)
- ・「森林の成長, 林況変化が森林水収支に与える影響」, 岐阜社会基盤研究所特別講演, (2022.02.28, Zoom でのオンライン開催)

氏名： 原田 守啓

著書

1. 田中充・馬場健司（編著）（2021） 気候変動適応に向けた地域政策と社会実装，技法堂出版，264pp.
（2.6 岐阜県気候変動適応センターの取り組み；原田担当） ISBN-13:9784765534789
2. 西廣淳・瀧健太郎・原田守啓・宮崎佑介・河口洋一・宮下直（2021） 人と生態系のダイナミクス
5 河川の歴史と未来，宮下直・西廣淳編著，朝倉書店，140pp. ISBN：978-4-254-18545-4

発表論文

1. Morihito Harada and Shigeya Nagayama, Impacts of Flood Disturbance on the Dynamics of Basin-scale Swimming Fish Migration in Mountainous Streams, *Water*. 2022; 14(4):538.
2. Adam Rus Nugroho, Ichiro Tamagawa and Morihito Harada, Spatiotemporal Analysis on the Teleconnection of ENSO and IOD to the Stream Flow Regimes in Java, Indonesia, *Water*. 2022, 14(2), 168.
3. 原田守啓・吉川敦希・三輪浩（2021） 石礫床河川の早瀬における流水抵抗と 河床表層状態の関係性，土木学会論文集 B1(水工学) Vol.77, No.2, I_637-I_642.
4. 原田守啓・瀧健太郎（2021） d4PDF 領域気候モデルと洪水流出解析による流域を俯瞰した洪水規模・頻度の分布特性の分析，土木学会論文集 B1(水工学) Vol.77, No.2, I_475-I_480.
5. 赤堀良介・原田守啓・角谷太一・桂知代・柴本睦（2021） 土砂捕捉パネルによる浮遊砂堆積状況の観測と簡易なモデルを用いた堆積速度の検討，土木学会論文集 B1(水工学) Vol.77, No.2, I_1027-I_1032.
6. 中村 太士・島谷 幸宏・大槻 順朗・関根 秀明・瀧 健太郎・西廣 淳・原田 守啓（2021） 2019 年台風 19 号（令和元年東日本台風）災害を踏まえた治水・環境への提言，応用生態工学（早期公開），<https://doi.org/10.3825/ece.21-00014>
7. Adam Rus Nugroho, Ichiro Tamagawa and Morihito Harada, The Relationship between River Flow Regimes and Climate Indices of ENSO and IOD on Code River, Southern Indonesia, *Water*. 2021, 13(10), 1375.
8. 原田守啓・平野和希（2021） 幅広い流況下における砂州動態を記述するための流量指標，河川技術論文集，第 27 巻, 439-444. [河川技術シンポジウム ポスターセッション優秀発表者賞]
9. 瀧健太郎・中村亮太・原田守啓・田中耕司（2021） 霞堤の治水機能の評価方法および流域治水計画における位置付けに関する一考察，河川技術論文集，第 27 巻, 557-561.
10. 河道管理研究小委員会河積管理ワーキンググループ*（2021）「持続可能な河道の流下能力の維持・向上」を実現するための河道管理技術・研究開発の方向性，河川技術論文集，第 27 巻, 391-396.
*主たる著者として原田守啓・宮本仁志

寄稿

1. 原田守啓(2022) ふるさとの川の特徴をふまえた川づくりのヒント，季報 RIO(矢作川研究所)，2022 年冬（1月）号，pp.4-5.
2. 原田守啓(2021) 特集水辺の小さな自然再生～自治体と協働する～ 多自然川づくりと小さな自然再生，RIVERFRONT（リバーフロント研究所），vol.93, pp.7-10.

学会発表

1. 原田守啓・平野和希（2021）幅広い流況下における砂州動態を記述するための流量指標，河川技術シンポジウム，2021/6
2. 原田守啓（2021）d4PDF 領域気候モデルと洪水流出解析による流域を俯瞰した洪水規模・頻度の分布特性の分析，第66回水工学講演会（オンライン），2021/12/8-10
3. 吉川敦希（2021）石礫床河川の早瀬における流水抵抗と河床表層状態の関係性，第66回水工学講演会（オンライン），2021/12/8-10
4. 原田守啓（2021）洪水流出解析モデルによる流域スケールの洪水攪乱特性分析の試行，応用生態工学会第24回全国大会（北海道大会・オンライン）
5. 永山滋也・末吉正尚・藤井亮史・原田守啓（2021）長良川流域におけるアユの時空間動態と水温の関係～温暖化影響の予測に向けて～，応用生態工学会第24回全国大会（北海道大会・オンライン）
6. 鈴木崇史・加藤大暉・原田守啓・永山滋也・石黒泰（2021）長良川扇状地区間における複数年にわたるアユ時空間分布の把握，応用生態工学会第24回全国大会（北海道大会・オンライン）
7. 横山綾華・原田守啓・永山滋也（2021）河川合流部の形態と河道内の多様性の検討ー木曾三川を例としてー，応用生態工学会第24回全国大会（北海道大会・オンライン）

教育活動

・担当科目

工学部： 土木史

工学部： 防災セミナー

工学部： 土木工学実験

工学部： 河川工学

工学研究科： 水防災工学

工学研究科： 水理解析学

工学研究科： Advanced Disaster Reduction Engineering

工学研究科： 先端環境科学特論

・指導学生

博士課程： 0名（うち，外国人留学生0名）

修士課程： 7名（うち，外国人留学生0名）

学部卒業研究： 3名（うち，外国人留学生0名）

研究生： 0名（うち，外国人留学生0名）

・非常勤講師

岐阜高等工業専門学校： 4C 水理学 II

岐阜高等工業専門学校： 5C 流域圏工学

社会活動

- ・滋賀県 滋賀県河川維持管理検討会
- ・岐阜県 一般県道松原芋島線「川島大橋」対策検討会
- ・岐阜県 新五流総フォローアップ委員会
- ・岐阜県 土岐川流域地域委員会
- ・岐阜県 宮川・庄川流域地域委員会
- ・岐阜県 長良川河口堰フォローアップ委員会
- ・岐阜県岐阜市 立地適正化計画
- ・岐阜県笠松町 木曾川・笠松エリア利用調整協議会
- ・岐阜県瑞浪市 瑞浪市道の駅検討委員会会長
- ・岐阜県富加町 かわまちづくり協議会アドバイザー
- ・岐阜県岐阜市 ぎふ長良川水辺空間活用協議会シンキングチーム
- ・環境省中部地方環境事務所 気候変動適応中部広域協議会 水資源分科会長
- ・岐阜県 岐阜県地球温暖化対策実行計画懇談会委員
- ・岐阜県県土整備部 岐阜県自然工法管理士認定審議会委員
- ・岐阜県自然共生工法研究会 環境修復ワーキンググループ
- ・公益財団法人リバーフロント研究所 河川・海岸環境機能等検討委員会
- ・公益財団法人河川財団 河川基金川づくり団体部門選考委員会・評価委員会
- ・一般財団法人水源地環境センター 水源地生態研究会ダム下流生態系研究部会

学協会活動

- ・公益社団法人土木学会 調査研究部門/水工学委員会/河道管理研究小委員会委員
- ・公益財団法人土木学会 調査研究部門 水工学委員会 河川部会
- ・応用生態工学会 テキスト刊行委員会委員
- ・公益社団法人土木学会 調査研究部門/水工学委員会/水工学論文集編集小委員会委員
- ・公益社団法人土木学会 調査研究部門/水工学委員会/基礎水理部会委員
- ・公益財団法人土木学会 土木学会出版文化賞選考委員会

講演活動等

- ・国土交通省国土交通大学校 令和3年度 専門課程 河道計画・環境 [多自然、かわまち・エコネットコース] 研修 講師（6月15日）
- ・リバーフロント研究所 第1回どうすれば良い？大河川における多自然川づくりウェビナー 講師（6月17日）
- ・水文水資源学会若手の会(WACCA) WACCA 産官学連携オンライン連続ワークショップ 講師（7月16日）
- ・愛知県気候変動適応センター 講演（8月19日）
- ・清流の国ぎふ防災・減災センター 防災リーダー育成講座出講（8月23日）
- ・岐阜県気候変動適応センター 第2回岐阜県気候変動適応セミナー 企画・講演（8月27日）

- ・日本陸水学会 日本陸水学会公開シンポジウム「森里川海のつながりを改めて考える」 講演（9月20日）
- ・応用生態工学会 自由集会「2019年台風19号（令和元年東日本台風）災害を踏まえた治水・環境への提言」企画・話題提供（9月22日）
- ・大日コンサルタント株式会社 業務研究発表会 講演（9月30日）
- ・河川生態学術研究会 第23回河川生態学術研究発表会 話題セッション（10月29日）
- ・地域安全学会 オンライン勉強会（第4回）「洪水ハザードマップの読み方と使い方」 講演（11月3日）
- ・応用生態工学会 第19回北信越現地ワークショップ in 富山 基調講演（11月13日）
- ・岐阜大学工学部社会基盤工学科 土木展 講演（11月17日）
- ・岐阜県気候変動適応センター 第3回岐阜県気候変動適応セミナー 企画・講演（11月25日）
- ・国土交通省中部地方整備局木曾川上流河川事務所 事務所内勉強会 講師（12月7日）
- ・令和3年度第2回岐阜県地球温暖化防止活動推進員研修会 講師（12月18日）
- ・岐阜県気候変動適応センター 第4回岐阜県気候変動適応セミナー 企画・講演（12月23日）
- ・岐阜県気候変動適応センター 気候変動影響評価モデルハンズオンセミナー 企画・講師（1月18日）
- ・気候変動適応センター 気候変動適応の研究会 WS 話題提供（2月24日）
- ・東京都市大学 気候変動に係るステークホルダー会議（茅ヶ崎・平塚・大磯エリア） 話題提供（3月14日）
- ・岐阜大学 第38回岐阜シンポジウム 木曾・長良・揖斐歴史、自然、地域づくりを考える 講演（3月21日）
- ・岐阜県気候変動適応センター 第5回岐阜県気候変動適応セミナー 企画・講演（3月23日）

受賞

- ・河川技術シンポジウム ポスターセッション優秀発表者賞（2021/12）（発表者：原田守啓）

氏名： 廣岡 佳弥子

総説・論説

1. 電気化学的技術委員会，電気化学的技術に関する最近の動向（特集 総説・水環境学の進歩：研究委員会編(8)），水環境学会誌 44 (3), 70-77, 2021.（「4.廃水処理のための微生物燃料電池のスケールアップに関する近年の知見」担当）

学会発表

1. 廣岡佳弥子，市橋修，ワンコインで作る簡易ポテンショスタットの微生物燃料電池の研究での利用可能性，第24回水環境学会シンポジウム，オンライン，（2021）.
2. 廣岡佳弥子，市橋修，予算千円で作る微生物燃料電池向けポテンショスタット～半田付け無しで簡単に自作～，第56回日本水環境学会年会，オンライン，（2022）.

教育活動

・担当科目

工学部： 土木工学実験 I，環境セミナー，初年次セミナー，環境衛生工学 II，
地盤圏環境・資源管理工学

自然科学研究科： アジア水処理技術特論，先端環境科学特論，
先端水質制御工学，Advanced Environmental Engineering

全学共通教育： 岐阜県の環境教育と科学・技術

・指導学生

博士課程： 1名（うち，外国人留学生0名）

修士課程： 1名（うち，外国人留学生0名）

学部卒業研究： 2名（うち，外国人留学生0名）

社会活動

- ・岐阜県環境審議会 委員
- ・岐阜県環境影響評価審査会 委員
- ・岐阜県建設発生土処理対策調査委員会 委員
- ・愛知県環境審議会 委員
- ・岐阜市建設工事総合評価審査会 委員
- ・岐阜県都市計画審議会 委員

学協会活動

- ・日本水環境学会 電気化学的技術研究委員会 委員

氏名： 小山 真紀

著書

1. 小山真紀：日常と災害を繋ぐために：各地の取り組みから、「多文化な日常における防災：『いつも』と『もしも』をつなぐ：第99回公開講演会」，同志社大学人文科学研究所，pp.67-82，2021.
2. 小山真紀：災害関連死，「住まいの百科事典」，丸善出版，pp.518-519，2021.

発表論文

1. M. AIHARA, M. KOYAMA, K. Tsuchida, D. Matsushita, K. Ogata: After the Fukushima Disaster: A Case Study for monitoring the Stress of Evacuees, 17th World Conference on Earthquake Engineering, 17WCEE, Sendai, Japan - September 13th to 18th 2020, 2021.9.
2. M. Sakurai, M. Koyama, N. Nojima: Secure Variation of Population Exposure to Natural Disasters in Gifu, Japan, 17th World Conference on Earthquake Engineering, 17WCEE, Sendai, Japan - September 13th to 18th 2020, 2021.9.
3. 高木朗義・小山真紀・井草正人・藤井孝文・岩垣津信太郎：洪水・土砂災害リスクの認知と住民避難行動の実態—令和2年7月豪雨災害における岐阜県を事例に—，自然災害科学，Vol.40，特別号，pp.93-110，2021.11.
4. 阪本真由美，平岡敦子，小山真紀，松多信尚，原耕平：豪雨災害被災地における子育て支援に関する研究—子育てをめぐる労働配分に着目して—，地域安全学会論文集，39，pp.315-323，2021.11.
5. 小山真紀：関市武儀地域における地区防災計画に向けた取り組み，地区防災計画学会誌，22，pp.42-52，2021.12.

学会発表

1. 小山 真紀，荒川 宏，伊藤 三枝子，平岡 祐子，柴山 明寛，井上 透：災害アーカイブぎふを活用したオンラインワークショップ，デジタルアーカイブ学会，2021.4.24。（オンライン）
2. 小山真紀：災害時の避難場所，避難生活を考える難しさと協働の重要性，安全工学シンポジウム2021 ウイズコロナ時代の安全・安心，2021.7.1。（オンライン，招待講演）
3. 小山真紀：地域における防災人材育成とネットワークづくり，日本赤十字看護学会学術集会シンポジウムII，2021.7.3。（オンライン，招待講演）
4. 高木朗義，小山真紀，井草正人，藤井孝文，岩垣津信太郎：洪水・土砂災害リスクの認知と住民避難行動の実態—令和2年7月豪雨災害における岐阜県を事例に—，第40回日本自然災害学会学術講演会，2021.9.11。（オンライン）
5. 中村貫志，小山真紀：総合大学における防災体制の現状と課題，第40回日本自然災害学会学術講演会 2021.9.11。（オンライン）
6. M. Koyama, M. Sakurai: Population Exposure of People in Need of Evacuation Assistance in Flooded and Landslide Hazard Areas. A Case Study in Gifu Prefecture, Japan, IDRIM2021, The 11th International Conference of the International Society for the Integrated Disaster Risk Management, 22-24 September 2021, online.
7. Maki KOYAMA: Disaster Management Activities and Practices in Japan, 5th International Symposium on Natural Hazard and Disaster Management, 2021.11.6, online (invited lecture).

教育活動

- ・担当科目

全学共通教育：地域防災リーダー基礎，地域防災リーダー実践Ⅰ，地域防災リーダー実践Ⅱ，
地域社会と災害

工学部：防災セミナー

教育学部：人権

自然科学技術研究科：地震防災特論，Advanced Earthquake Disaster Prevention

・指導学生

修士課程： 1名

学部卒業研究： 3名

・非常勤講師

大垣南高校 「地域課題探究型学習」

社会活動

- ・岐阜県生涯学習審議会委員
- ・岐阜市地球温暖化対策実行計画協議会委員
- ・関市要支援者の災害対策及び災害ボランティア連絡調整会議体制整備アドバイザー
- ・神戸町災害ボランティア連絡調整会議アドバイザー
- ・各務原市多文化共生推進プラン策定委員会委員
- ・山梨県地震被害想定調査検討会議委員
- ・内閣府政府業務継続に関する評価等有識者会議委員
- ・内閣府「防災スペシャリスト養成」企画検討会委員
- ・岐阜県地球温暖化防止・気候変動適応計画懇談会委員
- ・養老町消防審議会委員
- ・海津市歴史民族資料館リニューアル検討委員会委員
- ・岐阜県国民保護協議会委員
- ・内閣官房国土強靱化推進室人・コミュニティ・地域のレジリエンス向上のための研究会委員
- ・岐阜県災害廃棄物処理図上演習業務委託プロポーザル評価会議構成員
- ・岐阜県避難体制構築に向けた検討会議委員
- ・輪之内町における消防団関係機関の今後の運営指針構築に向けた諮問会議座長
- ・京都府外国籍府民共生施策懇談会委員
- ・山城地域振興計画推進懇話会委員
- ・認定特定非営利活動法人レスキューストックヤード FOR 子ども支援基金選考委員会委員
- ・海津市防災会議アドバイザー
- ・岐阜県建設業広域 BCM 認定制度運用委員会委員

学協会活動

- ・日本地震工学会 地震による倒壊家屋からの救助プログラムに関する研究委員会 委員長
- ・日本地震工学会 論文集編集委員会 委員
- ・一般社団法人地域安全学会 実務者企画委員会 委員長
- ・一般社団法人地域安全学会理事

講演活動等

- ・「関市で想定される自然災害と対策」，第2回防災・減災ボランティア養成講座，（2021.4.10，中部学院大学関キャンパス，関市社会福祉協議会）
- ・「防災教育の多重性大川小学校の事例から考える」，第1回岐阜県防災教育強化チーム，（2021.5.25，オンライン，岐阜県教育委員会）

- ・「過去の資料を活かして未来の災害に備える」, 第 71 回げんさい楽座・岐阜市歴史博物館講演会, (2021.5.29, オンライン, 清流の国ぎふ防災減災センター・岐阜市歴史博物館)
- ・「リモートワーク時代における防災教育とフォローアップの新しい展開-岐阜大学-」, 東海圏減災研究コンソーシアムシンポジウム, (2021.6.19, オンライン, 東海圏減災研究コンソーシアム)
- ・「自主防災活動と地区防災計画」, 防災・減災カレッジ, (2021.7.17, オンライン, あいち・なごや強靱化共創センター)
- ・「過去の災害から学ぶ多様な課題」, 株式会社テイコク社内技術発表会・特別講演, (2021.7.30, じゅうろくプラザ, 株式会社テイコク)
- ・「地域防災人材の育成のポイント 清流の国ぎふ 防災減災センターの取り組みから」, 人材育成に関する勉強会, (2021.8.11, オンライン, あいち・なごや強靱化共創センター)
- ・「避難行動要支援者の避難の課題」, 第 2 回ぎふ気候変動適応セミナー, (2021.8.27, オンライン, 岐阜県気候変動適応センター)
- ・「避難所開設・運営訓練を振り返って」, 輪之内町防災訓練 防災講演会, (2021.8.29, 輪之内町文化会館, 輪之内町)「講評」, 防災スペシャリスト養成研修福島県地域研修, (2021.9.7, 内閣府 (防災))
- ・「元気の出る「被災メシ」って何だろう?」, 共創防災会議, (2021.9.17, オンライン, 食と防災の共創会議)
- ・「東日本大震災から 10 年 要配慮者の視点から見えてきた地域防災の課題と対策」, 防災シンポジウム, (2021.9.25, 高山市民文化会館小ホール, NPO 法人すえひろ)
- ・「新型コロナウイルス感染症下の避難対策」, ひょうご講座, (2021.10.19, 兵庫県民会館, (公財) ひょうご震災記念 21 世紀研究機構)
- ・「コロナ禍の避難行動と被災生活」, 地域防災講演会, (2021.10.20, 津市久居アルスプラザ, 公益財団法人三重県建設技術センター)
- ・「コロナ禍における地域・コミュニティでの水関連災害対策」, SDGs AICHI EXPO 2021 コロナ禍における水災害対策に関する国際シンポジウム, (2021.10.22, Aichi Sky Expo 展示ホール, 国連地域開発センター (UNCRD)・水と災害に関するハイレベルパネル (HELP))
- ・「自主防災活動と地区防災計画」, 防災・減災カレッジ, (2021.10.23, オンライン, あいち・なごや強靱化共創センター)
- ・「災害時の要支援者の支援を考える」, 防災講演, (2021.10.26, 海津市文化会館, 海津市南濃地区民生委員児童委員協議会)
- ・「防災で探求」, ふるさと学習, (2021.11.8, 大垣南高等学校, 大垣南高等学校)
- ・「「やることになっていること」は実際にできますか?」, 福祉施設の防災 学習交流会(第 8 回), (2021.11.18, オンライン, NPO 法人高齢者住まいの研究会)
- ・「昨今の地区防災計画に関する動き」, 関市自治会連合会武儀支部自治会長会, (2021.11.18, 関市役所武儀事務所, 関市自治会連合会武儀支部)
- ・「災害アーカイブワークショップ」, 第 8 回三陸&東海防災フォーラム伝, (2021.11.27, オンライン, 一般社団法人三陸&東海防災フォーラム伝)
- ・「パネリスト」, 災害ボランティアのつどい, (2021.12.4, ぎふメディアコスモスかんがえるスタジオ, 岐阜市社会福祉協議会)
- ・「提言から 5 年 私たちは何を実現できたか? 変化と課題と今後」, 市民の伊勢志摩サミット「提言書」の 5 年後の検証を通して 提言×協創 NPO は社会構造の変容をどう促すか, (2021.12.18, オンライン, NPO 法人みえ防災市民会議・東海市民社会ネットワーク・みえ市

民活動ボランティアセンター)

- ・「みんなで作り，活用するプラットフォーム「災害アーカイブぎふ」プロジェクト」，東日本大震災アーカイブシンポジウムー震災記録を残す，伝える，活かすー，（2022.1.10，東北大学災害科学国際研究所，東北大学災害科学国際研究所・国立国会図書館）
- ・「復旧・復興と被災者支援」，飛騨市防災リーダー養成講座，（2022.1.23，飛騨市総合会館，飛騨市）
- ・「パネルディスカッション」，震災記念堂 2021 年度祥月命日講演会，（2022.1.15，YouTube，濃尾震災記念堂保存機構）
- ・「コロナ禍での一時避難と避難生活」，関西ライフライン研究会，（2022.1.27，オンライン，関西ライフライン研究会）
- ・「地区防災計画の作成」，防災リーダーフォローアップ研修会，（2022.2.22，オンライン，高山市）

その他

- ・地区防災計画作成支援「倉敷市真備岡田・辻田地区」
- ・地区防災計画作成支援「関市武儀地区」
- ・地区防災計画作成支援「羽島市小熊町新生町」
- ・地区防災計画作成支援「大垣市星和中学校近隣地区」
- ・冊子作成支援：岡田地区まちづくり推進協議会：岡田を災害に強いまちにするために「いきる」，https://drive.google.com/file/d/1Z3oPl-FzriDnbvVAN_OU9iHZ7-3PBZhf/view?usp=sharing
- ・インタビュー掲載：内閣府男女共同参画局：女性が力を発揮するこれからの地域防災 ノウハウ・活動事例集，<https://www.gender.go.jp/policy/saigai/knowhow/pdf/1.pdf>
- ・冊子作成：災害アーカイブぎふ：みんなでつくる みんなでつかう 災害アーカイブ，https://drive.google.com/file/d/1MecDfBtOjxHuXEcrBS5w_JPeznzPFR-O/view?usp=sharing

氏名： 魏 永芬

発表論文

(原著論文)

1. Wenjiao Li, Jiefeng Li, Sartaj Ahmad Bhat, Yongfen Wei, Zhiyi Deng, Fusheng Li, Elimination of antibiotic resistance genes from excess activated sludge added for effective treatment of fruit and vegetable waste in a novel vermireactor, *Bioresource Technology* 325. 2021 年 4 月 .
<https://doi.org/10.1016/j.biortech.2021.124695>
2. Huijuan Shao, Yongfen Wei, Changjie Wei, Fuping Zhang, Fusheng Li, Insight into cesium immobilization in contaminated soil amended with biochar, incinerated sewage sludge ash and zeolite, *Environmental Technology & Innovation*, 23. 2021.4.23 (accepted) DOI: <https://doi.org/10.1016/j.eti.2021.101587>
3. Guangyu Cui, Sartaj Ahmad Bhat, Wenjiao Li, Yasushi Ishiguro, Yongfen Wei, Fusheng Li, H₂S, MeSH, and NH₃ emissions from activated sludge: An insight towards sludge characteristics and microbial mechanisms, *International Biodeterioration and Biodegradation*. 2021 年 10 月
4. Jiefeng Li, Yajie Wang, Wenjiao Li, Sartaj Ahmad Bhat, Yongfen Wei, Zhiyi Deng, Xiaodi Hao, Fusheng Li, Accumulation capability for cesium differs among bacterial species: A comprehensive study using bacteria isolated from freshwater and coastal sediment, *Environmental Pollution* 292 (part B) 118431-118431. 2021 年 10 月
5. Guangyu Cui, Xiaoyong Fu, Sartaj Ahmad Bhat, Weiping Tian, Xuyang Lei, Yongfen Wei, Fusheng Li, Temperature impacts fate of antibiotic resistance genes during vermicomposting of domestic excess activated sludge, *Environmental Research* 207 112654-112654. 2022 年 1 月

(著書)

1. Sartaj Ahmad Bhat, Guangyu Cui, Wenjiao Li, Yongfen Wei, Fusheng Li, Sunil Kumar and Fuad Ameen, Chapter 11/Challenges and opportunities associated with wastewater treatment systems, pp. 259-283; in *Current Developments in Biotechnology and Bioengineering, Strategic Perspectives in Solid Waste and Wastewater Management*, edited by Sunil Kumar, Rakesh Kumar, Ashok Pandey, Elsevier, ISBN: 978-0-12-821009-3, 2021.6.

学会発表

1. Shiamita Kusuma Dewi, Yongfen Wei, Inhibition effect of different sorbent materials on transfer of cesium and arsenic from contaminated soil to vegetation. Proceeding of International Symposium on a Recent Progress in Forest Ecology and Management, P09 (UGSAS-GU & BWEL Joint Poster Session on Agricultural and Basin Water Environmental Sciences 2021), 岐阜, 2021.11.11.

2. Zhou Jieli, Zhang Fuping, Wei Yongfen, MODIS-based estimation of carbon sequestration of different vegetation in Qilian Mountains, China. Proceeding of International Symposium on a Recent Progress in Forest Ecology and Management, P18 (UGSAS-GU & BWEL Joint Poster Session on Agricultural and Basin Water Environmental Sciences 2021), 岐阜, 2021.11.11.
3. Rahman Fariha, Shiamita Kasuma Dewi, Zaw Min Han and Wei Yongfen, Fate and effect of microplastic and heavy metal in agricultural soil added with biochar. Proceeding of International Symposium on a Recent Progress in Forest Ecology and Management, P17 (UGSAS-GU & BWEL Joint Poster Session on Agricultural and Basin Water Environmental Sciences 2021), 岐阜, 2021.11.11.

教育活動

- ・ 担当科目
 - 1) 全学共通教育：中国語II, ワーク・ライフ・バランス(男女共同参画論, 分担)
 - 2) 自然科学技術研究科（修士課程）：
リモートセンシング水環境計測学特論, 地域環境文化特論, 地球環境文化特論, 水環境リーダー育成特別演習, 物質動態計測特論, Advanced Topics on Irrigation Engineering, オンライン海外グループインターンシップ
 - 3) 工学研究科（博士課程）：地球環境セミナーII, 環境ソリューション特別演習I
- ・ 指導学生
 - 1) 連合農学研究科（博士課程）：主指導1名（うち, 外国人留学生1名）
 - 2) 自然科学技術研究科（修士課程）：主指導2名（うち, 外国人留学生2名）

社会活動・学協会活動

- ・ 流域環境問題をテーマとした全7回のウェビナーシリーズ「2021 Webinar Series on River Basin Environment Issues」の企画実施
- ・ 企画したセンター教員全員執筆の英文著書「River Basin Environment: Evaluation, Management and Conservation」(springer 出版)の2022年内出版に向けた連絡調整と取りまとめ
- ・ 連合農学研究科と合同で「UGSAS-GU & BWEL Joint Poster Session on Agricultural and Basin Water Environmental Sciences 2021」の開催

受賞

- ・ 2021年11月, Best Presentation Award, UGSAS-GU & BWEL Joint Poster Session on Agricultural and Basin Water Environmental Sciences 2021, Inhibition effect of different sorbent materials on transfer of cesium and arsenic from contaminated soil to vegetation (受賞学生: Shiamita Kusuma Dewi)

氏名： 石黒 泰

発表論文

1. Guangyu Cui, Sartaj Ahmad Bhata, Wenjiao Li, Yasushi Ishiguro, Yongfen Wei and Fusheng Li (2022) H₂S, MeSH, and NH₃ emissions from activated sludge: An insight towards sludge characteristics and microbial mechanisms, *International Biodeterioration & Biodegradation* 166

学会発表

1. 鈴木崇史, 加藤大暉, 原田守啓, 永山滋也, 石黒泰 (2021) 長良川扇状地区間における複数年にわたるアユ時空間分布の把握, 応用生態工学会第24回全国大会
2. Haoning Su, Miya Ogata, Yuuki Okochi, Shinya Okumura, Yasushi Ishiguro and Fusheng Li (2021) Bacterial activity and EPS affect the performance of household wastewater treatment facility, UGSAS-GU & BWEL Joint Poster Session on Agricultural and Basin Water Environmental Sciences 2021
3. 大河内允基, 奥村信哉, 藤枝祐, 蘇浩寧, 李富生, 石黒泰 (2021) 小型合併浄化槽における堆積汚泥貯留期間が堆積汚泥と放流水質に与える影響, 月間浄化槽 548: 12-15 (第35回全国浄化槽技術研究集会で発表予定であったが COVID-19 の影響で中止となり要旨が月間浄化槽に掲載された)
4. 石黒 泰, Yenni TRIANDA, 安福 克人, 玉川 貴文, 李 富生 (2022) 小型合併処理浄化槽中の細菌群集と処理水質の関係, 第56回日本水環境学会年会

教育活動

・担当科目

流域水環境リーダー育成プログラム：地域環境文化特論，地球環境文化特論，地球環境セミナーII，環境リーダー育成特別演習，環境ソリューション特別演習I，国内グループインターンシップ

（3）高山試験地報告

鈴木 浩二・平塚 肇

1. 高山試験地における今年度の活動概要

流域圏科学研究センターの重点施設である高山試験地は、センター内外、学内外、国内外の多様な共同研究や教育、環境問題に関する普及の拠点として重要な機能を有している。特に森林生態系の炭素循環機能や気候変動影響、大気CO₂濃度、衛星地上検証などに関する共同研究成果は関連科学の発展に加えて、我が国および国際的な地球環境モニタリングにも貢献している。その高山試験地での様々な活動が円滑に、また安全に実施されるべく、技術職員1名、技術補佐員1名が下記のような施設維持管理・保守、利用者受け入れ・各種許可申請、周辺地域との情報共有およびアウトリーチ活動、研究・教育支援を実施している。

- ① 施設維持管理・保守
 - ・ 庁舎周辺環境整備（夏季の草刈り、冬季の除雪作業）
 - ・ 庁舎内設備（給排水、暖房、電気、ガス、消防設備、灯油タンク等）
 - ・ 備品管理（実験機器、計測機器、共用車、除雪機、その他）
- ② 利用者受け入れ・各種許可申請
 - ・ 試験地利用者の受入業務（許可手続き、利用料の収納業務、部屋割り等）
 - ・ 試験地および観測サイトの利用方法・安全対策等の周知徹底
 - ・ 野外観測に要する各種許認可申請手続き（岐阜県、高山市、森林組合、民有地地主）
- ③ 周辺地域との情報共有およびアウトリーチ活動
 - ・ 周辺地域との連携・協力（乗鞍高原連絡協議会に加入、高山市快適環境市民会議に登録）
 - ・ 飛騨・世界生活文化センター、飛騨高山大学連携センターとの連携
 - ・ 試験地活動PR
- ④ 研究・教育支援
 - ・ 高山試験地標本庫の維持管理
 - ・ 研究サイト（観測櫓・小屋等を含む）の維持管理、利便性確保
 - ・ 気象データや各種サンプルの採集支援・提供
 - ・ 研究ワークショップ・シンポジウム等（オープンカレッジ in 飛騨高山、飛騨高山学会）の開催支援および参加

本年度、特筆すべき点として下記が挙げられる。

- ・ 試験地設備の更新：政策経費の支援を受けて庁舎内外設備の改修を大幅に行い、研究教育環境の整備を進めた。庁舎駐車場ならびに進入路の舗装の修繕、屋根裏の高架水槽・ボイラー室の蓄熱槽の撤去工事、経年劣化によるひび割れや陥没のあった庁舎外階段屋根の修繕が挙げられる。
- ・ 安全確保業務：本年度は昨年度ほどのクマによる被害はなかったが、8月には庁舎周辺や圍場にある老朽化した百葉箱への出没が相次いだため、百葉箱を撤去して環境改善を施した。
- ・ アウトリーチ活動：飛騨・世界生活文化センター主催の「オープンカレッジ in 飛騨2021」において、大塚俊之教授が市民向けに講義を実施した。また、12月5日には、同センターにおいて開催された「第3回 飛騨高山学会」で、大学案内等のブースにて、流域圏科学研究センターおよび高山試験地を紹介するポスター掲示とパンフレットの設置を行った。
- ・ コロナウィルスの感染対策：昨年度に引き続きコロナウィルスの感染対策として、試験地利用における注意張り出し、消毒液配備、利用制限（一室につき1名利用）を実施した。これらに加え、今年度は庁舎入り口に非接触型の体温計を設置し、利用者来庁時に体温測定を行い、感染対策の強化を図った。

2. 高山試験地利用者実績

本年度はのべ329人・日の利用があり、これは前年度（365人・日）の利用よりもやや減少した。実人数についても本年度は69人の利用にとどまり、こちらも前年度（74人）から減少したが、これは昨年度から続く新型コロナウイルスの影響により年度当初の研究活動が制限されたことが大きい。

表1 令和3年度の高山試験地利用者ののべ数および実数

区分	のべ数 (人・日)	(内数)						
		教員	研究員		院生	学部生	他	外国人
			若手(≤35)	若手以外				
岐阜大学 センター	75	70	5	0	0	0	0	5
(内、女性数)	9	4	5	0	0	0	0	5
岐阜大学 センター以外	88	10	0	0	29	46	3	0
(内、女性数)	29	1	0	0	21	6	1	0
国立大学	41	16	4	6	6	9	0	0
(内、女性数)	12	3	0	0	0	9	0	0
公立大学	0	0	0	0	0	0	0	0
(内、女性数)	0	0	0	0	0	0	0	0
私立大学	45	10	0	0	11	24	0	0
(内、女性数)	8	4	0	0	0	4	0	0
公的研究機関	50	0	8	42	0	0	0	0
(内、女性数)	15	0	0	15	0	0	0	0
民間機関	30	0	0	0	0	0	30	0
(内、女性数)	2	0	0	0	0	0	2	0
外国機関	0	0	0	0	0	0	0	0
(内、女性数)	0	0	0	0	0	0	0	0
その他	0	0	0	0	0	0	0	0
(内、女性数)	0	0	0	0	0	0	0	0
合計	329	106	17	48	46	79	33	5
(内、女性数)	75	12	5	15	21	19	3	5

区分	実人数 (人)	(内数)						
		教員	研究員		院生	学部生	他	外国人
			若手(≤35)	若手以外				
岐阜大学 センター	10	9	1	0	0	0	0	2
(内、女性数)	2	1	1	0	0	0	0	1
岐阜大学 センター以外	20	7	0	0	5	6	2	0
(内、女性数)	6	1	0	0	2	2	1	0
国立大学	12	5	1	1	2	3	0	0
(内、女性数)	4	1	0	0	0	3	0	0
公立大学	0	0	0	0	0	0	0	0
(内、女性数)	0	0	0	0	0	0	0	0
私立大学	11	2	0	0	3	6	0	0
(内、女性数)	2	1	0	0	0	1	0	0
公的研究機関	5	0	1	4	0	0	0	0
(内、女性数)	1	0	0	1	0	0	0	0
民間機関	11	0	0	0	0	0	11	0
(内、女性数)	1	0	0	0	0	0	1	0
外国機関	0	0	0	0	0	0	0	0
(内、女性数)	0	0	0	0	0	0	0	0
その他	0	0	0	0	0	0	0	0
(内、女性数)	0	0	0	0	0	0	0	0
合計	69	23	3	5	10	15	13	2
(内、女性数)	16	4	1	1	2	6	2	1

本年度も昨年度から続いた新型コロナウイルスの影響によるまん延防止等重点措置期間が長引いたこともあり、年度当初の研究活動が制限された。それでも4月においては団体による数日の利用があったため、のべ利用数は増えたが、それ以降9月までは低調な利用に終わった。また、冬季においても今年度はここ数年にない大雪となり、利用者の数に影響が出た。（図1）内訳としてはのべ数・実人数ともに例年通り学外者の利用が半数を超える結果となり（図2）、高山試験地が共同研究等の拠点施設として利用されていることが分かる。来年度以降、国内外の多くの研究者によって高山試験地を利用した研究が実施されることを期待する。

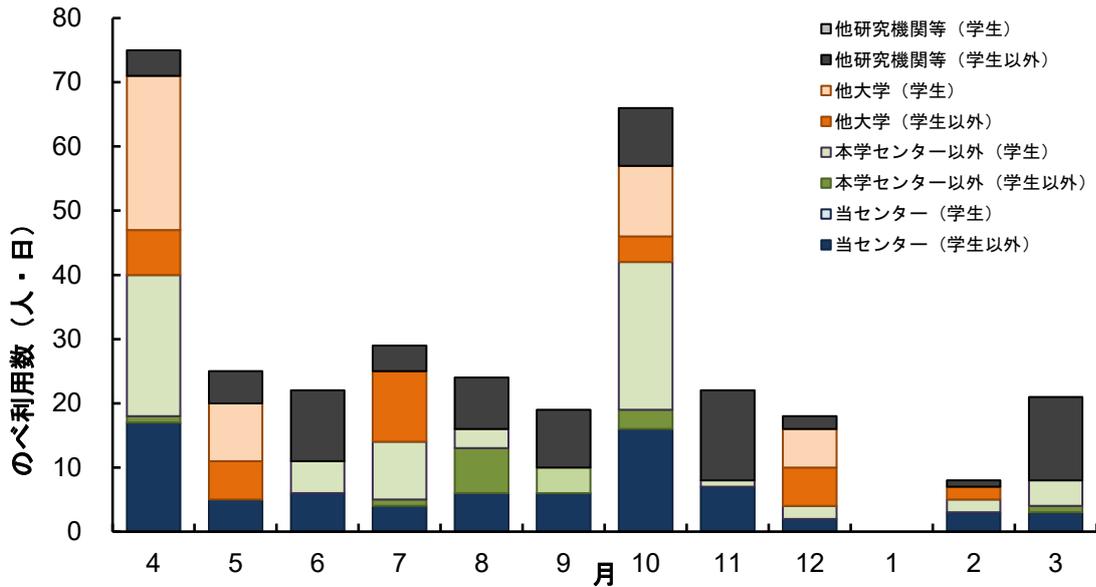


図1 令和3年度の高山試験地の月別利用者数（のべ数）の推移と所属内訳

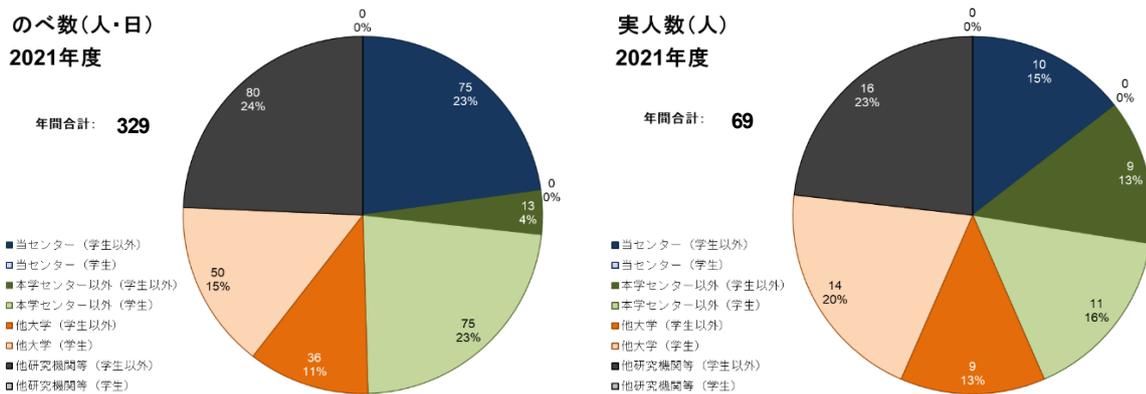


図2 令和3年度の高山試験地利用者数の所属内訳

なお、本センター以外の利用者の主な所属は以下の通りであった。

【学内（本学センター関係者以外）】工学部、応用生物科学部、自然科学技術研究科、科学研究基盤センター、地域協学センター、社会システム経営学環

【学外】（他大学）筑波大、早稲田大、北海道大、神戸大、東邦大

（公的機関）産業技術総合研究所、国立環境研究所（民間機関）（株）パスコ、中日本航空（株）

<付属資料>

マスメディア等における教員の活動紹介

（令和3年4月1日～令和4年3月31日）

水物質動態研究部門

准教授 原田 守啓

地域協働推進室

准教授 小山 真紀

原田 守啓

新聞記事

岐阜新聞	令和3年8月28日	台風避難「集団」も選択肢 岐阜大研究者が気候変動適応セミナー 大型化, 計画の再確認必要
岐阜新聞	令和3年10月9日	20年後「富有柿」 着色不良の危機 県と岐阜大, 予兆確認 温暖化影響, 農家“真っ青...”
中日新聞	令和3年12月30日	長良川水温上昇, 増水 産卵に遅れ? アユ漁 温暖化で異変 岐阜大と県調査 成長, 漁獲量に影響
中日新聞	令和4年3月9日	この人: 地域の気候変動問題に住民と取り組む研究者
岐阜新聞	令和4年3月31日	岐阜大の教授らが木曾三川研究発信 岐阜シンポジウム

テレビ放送

NHK 岐阜	「まるっと!ぎふ」『水害から命を守る(1) ダムの事前放流』ダムの事前放流と合意形成 周知の必要性についてコメント 令和3年5月13日
テレビ愛知	「コレなに!? 発見伝」川の中にある「聖牛」という伝統工法について解説します 令和3年11月8日放送
ぎふチャン	「フォーカスぎふ」内陸県の岐阜でも津波の可能性があることについてお話します 令和4年3月4日放送
チャンネルCCN	エリアトピックス「長良川の水量が変化 生態系への影響は」 令和4年3月17日放送

小山 真紀

新聞記事

高知新聞他	令和3年6月27日	優先度上がった
岐阜新聞	令和3年6月27日	避難所 全国で感染対策 備品購入, 交付金活用 都道府県調査 自治体対応の優先度上がる
中日新聞	令和3年7月5日	線状降水帯の発生 速報開始/避難勧告・指示一本化
岐阜新聞県内版	令和3年8月28日	台風避難「集団」も選択肢
中日新聞飛騨版	令和3年9月30日	要配慮者の視点 学ぶ
朝日新聞	令和3年10月25日	濃尾地震130年 記憶どう残す 「自分の備えに」各地で取り組み進む
岐阜新聞	令和3年10月28日	突然の脅威 地域で備え
岐阜新聞	令和3年11月10日	「防災を文化に」
信濃毎日新聞	令和3年12月8日	写真アーカイブ化
神奈川新聞	令和3年12月12日	被害写真アーカイブ化

テレビ・ラジオ放送

FM サルース サロン・ド・防災	防災インタビュー 毎週日曜日朝9時40分から
NHK 名古屋放送	【特集】「線状降水帯」水害に備える 令和3年7月7日放送
チャンネルCCN	エリアトピックス 第2回ぎふ気候変動適応セミナー 令和3年8月28日