

第21号

岐阜大学

---

流域圏

令和4年度 年次報告

科学研究センター報告

2023年3月

岐阜大学流域圏科学研究センター



# 令和4年度 流域圏科学研究センター 年次報告（第21号）

## 目次

1. 令和4年度流域圏科学研究センター組織	1
2. 令和4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7回流域圏保全研究推進セミナー報告	8
(3) 令和4年度共同研究支援室活動報告	11
(4) ひらめき☆ときめきサイエンス 微生物の力で電気を作ろう！報告	14
3. 令和4年度研究成果と教育活動	15
(1) 教員の研究概要	16
(2) 教員の研究活動・社会活動	66
(3) 外国人研究員・非常勤研究員実績	96
(4) 高山試験地報告	97
<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

令和4年度

(R5.3.31現在)

部門	教授	准教授	助教	助手	外国人専任教授	国内専任教授	兼務教員	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 (研究専任)	事務職員 (研究専任)	事務補佐員 技術補佐員					
森林機能研究部門	栗屋 善雄	斎藤 琢	日恵野綾香			永井 信 (海洋研究開発 機構地球環境 部門地球表層 システム研究セン ター)	平松 研 石田 仁							大坪佳代子					
	大塚 俊之		篠塚 賢一																
	村岡 裕由																		
	景山 幸二 (特任)																		
水物質動態研究部門	玉川 一郎	久世 益寿				渡辺 厚 (医療法人社団福和 会 参事) 後藤 善浩 (株式会社エフオー フアーム 顧問)	小林 智尚 白野 純 大西 純夫 鈴木 裕謙 能島 暢呂		XIA HUI (R5.3.10~ R7.3.9)	威力斯 (R4.7.1~ R5.3.31) Sartaj Ahmad BHAT (R4.8.24 ~R6.8.23)	市橋 修 松井 翠代 野原 慈 本山 亜友里								
	李 富生	児島 利治																	
	杉戸 真太 (特任)	原田 守啓																	
		廣岡佳弥子																	
地域共同推進室 流域水環境リサーチ 開放プログラム推進室		小山 真紀												石神真美子					
		魏 永芬	石黒 泰																
共同研究支援室	(村岡 裕由)	(廣岡佳弥子) (斎藤 琢)	(日恵野綾香)									(鈴木 浩二)		(平塚 肇) (大坪佳代子)					
事務室													井深 綾 水野 梨都美	米田 多江 川瀬恵美子 (石神真美子)					
高山試験地												鈴木 浩二		平塚 肇					



## 2. 令和4年度における主な活動と行事

令和4年度における流域圏科学研究センターの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7回流域圏保全研究推進セミナー報告
- (3) 令和4年度共同研究支援室活動報告
- (4) ひらめき☆ときめきサイエンス 微生物の力で電気を作ろう！報告

## 令和4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4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4年度は10名の育成対象者(日本4名、中国3名、インドネシア3名)が在籍した。その内訳は修士課程が2年生6名(日本人学生4名、留学生2名)、博士課程が2年生3名(留学生のみ)、3年生1名(留学生のみ)の計4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。

- ・地域環境社会特論(前学期, 1単位) / 地球環境社会特論(後学期, 1単位)

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。前期に「地域環境社会特論」、後期に「地球環境社会特論」を開講した。本講義は「地球環境セミナーI」と合同で年16回実施した。内容は日本人学生と留学生の2～3名の少人数グループによる課題調査と英語での発表、全履修者参加の英語によるグループ討論、発表者によるグループ討議の総括から構成される。プログラム外からの履修者を含め17名の学生が受講した。推進室教員は11のカテゴリーから200余りのテーマ案を提供し、学生の発表資料作成、発表・グループ討論の進行およびレポートの作成などを指導した(図1)。



図1 地域環境社会特論・地球環境社会特論 / 地球環境セミナーIにおける  
学生による発表(左)とグループディスカッション(右)

- ・環境リーダー特論(3科目;各1単位)

<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）

途上国の水環境問題に対する適切な診断と具体的な解決策提示方法を修得することを目的として、本年度はプログラム外からの履修者はLife Cycle Assessment(LCA)の意義や手法を学び、また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、現場指導者の指導のもとで取り組んでいる環境事業の現場調査を行った上で、LCAを用いて調査した事業の環境評価を行った（図2）。



図2 環境リーダー育成特別演習 現場調査

## 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の連合農学研究科国費優先配置プログラムから4名の留学生在が履修した。4名を二つのグループに分け、それぞれSolid Waste Management Practice in Hoi An Tourism CityとDo We Treat Sea Right?について発表を行った（図3（左））。

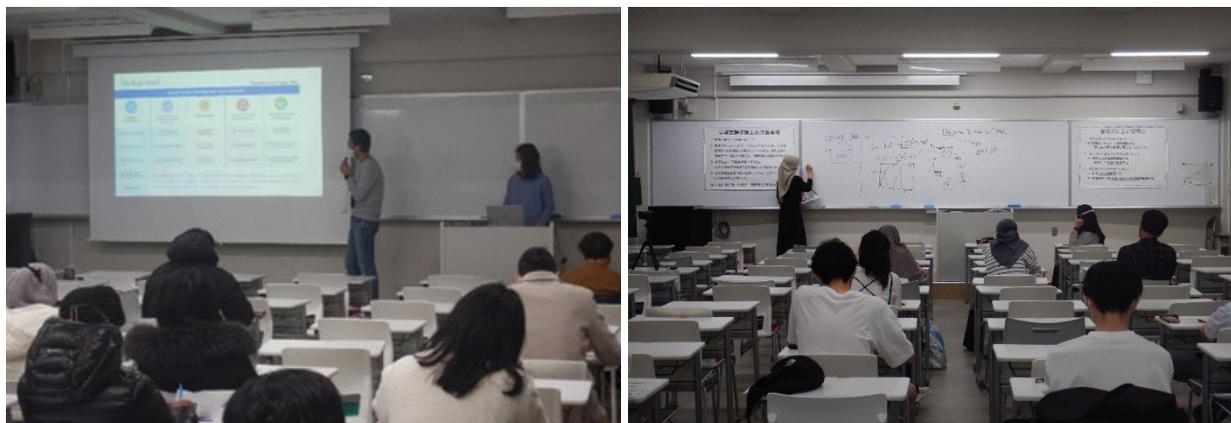


図3 環境ソリューション特別演習における学生発表

（左：環境ソリューション特別演習Ⅰ；右：環境ソリューション特別演習Ⅱ）

・環境ソリューション特別演習Ⅱ（前学期，1単位）

公開模擬講義を通して、将来教員・研究者として教育に携わる上で必要となる技能を習得することを目的として実施し、今年度はプログラム外からの履修者を含め5名が受講した。受講学生による3回の公開模擬講義「Disaster management through remote sensing and GIS」、「Towards a safer and healthier river basin environment: soil and water management」および「Contaminants in drinking water: antibiotic resistance genes and disinfection by-products」をそれぞれ7月8日、7月22日および7月29日に行った(図3(右))。

・地球環境セミナーI(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「地域環境社会特論 / 地球環境社会特論」と合同で実施した。プログラム外学生を含め7名が履修した。

#### 4. 修士課程学生を対象としたプログラム特別研修

本プログラムでは修士課程の日本人学生を対象に海外でのグループ研修を実施してきたが、新型コロナウイルス感染症の感染拡大の影響で、2020年度から海外でのグループ研修の実施はできなかった。本年度もまだ海外でグループ研修を行なうまでに状況は改善されていないが、国内の新型コロナウイルス感染症の感染拡大も落ち着いてきたことから、2023年2月21日~24日の日程で水環境と日本のエネルギー産業の歴史をテーマにプログラムの修士課程の学生6名(日本人学生4名、留学生2名)を対象とした福岡県及び長崎県で現場研修を実施した。参加者は海水の淡水化施設である海の中道奈多海水淡水化センター(愛称まみずピア)、長崎次世代エネルギーパークに認定されているテーマパークハウステンボス、九州国立博物館・大宰府天満宮、明治の産業遺産である端島(軍艦島)の見学を通して、水処理やエネルギー関係の技



図4 修士課程学生を対象としたプログラム特別研修における現場見学風景  
(上左: 海水淡水化センター(まみずピア)の見学; 上右: まみずピアでの研修後の集合写真  
左下: ハウステンボスのコジェレネーションシステムの見学; 右下: 端島(軍艦島)の見学)

術や取り組みとその歴史、文化的背景をより深く学習した(図4)。

## 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、特別講義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9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 2022」をオンラインで開催した。本ポスターセッションには海外からの参加者を含め55名が参加し、また連合農学研究科12名、流域水環境リーダー育成プログラム関係10名の合計22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、BWELから関係の2名が Best Presentation Award を受賞した(図6)。



図6 Best Presentation Award の表彰

- 学生の国際性と流域水環境への理解を促進するために、2023年1月20日のプログラム開講科目の中で、本プログラムの修了生の Guangyu Cui 博士(中国北京大学深圳大学院)によるオンライン特別講義「Research tour of solid waste -Focusing on environmental risks and prevention and control strategies of microplastics -」を開催した。講義では固形廃棄物に関わる専門的な内容だけでなく、自身のキャリアパスに関する話もあり、学生にとって有意義な講義となった(図7(左))。
- 2023年1月28日に、廃棄物の生物処理による資源化に関する研究動向と課題の共有、学術交流を目的として、アイルランドゴールウェイ大学土木工学科学科長 Xinmin Zhan 教授の特別講義「Farm-scale anaerobic digestion for producing biogas from agricultural wastes: economic and environmental considerations」を開催し、活発な議論が交わされた。特別講義後には博士課程の学生を対象とした「Important points for technical writing in English as a non-native English speaker (英語がネイティブでない人が英語で論文を執筆する際のポイント)」が行なわれ、博士学生およびポスドク研究員が参加した(図7(右))。

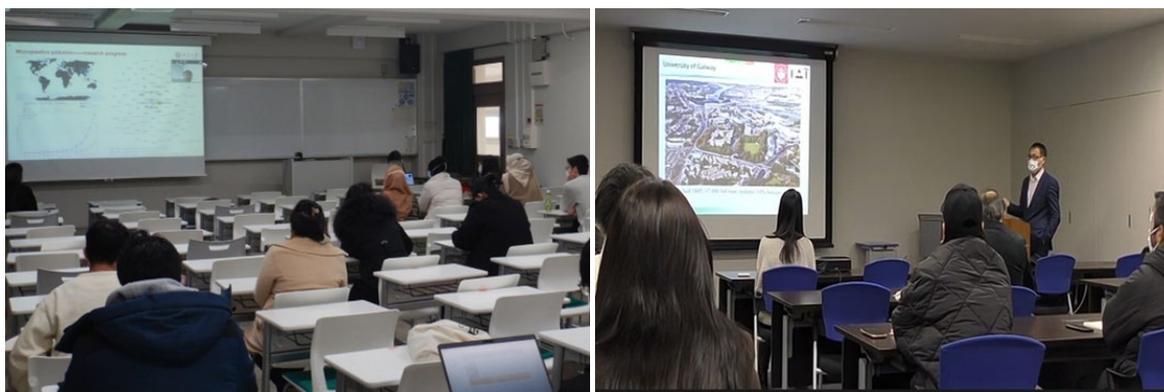


図7 特別講義(左:中国北京大学 Guangyu Cui 博士によるオンライン特別講義;右:アイルランドゴールウェイ大学 Zhan 教授)

## 6. 情報発信

- 日本語・英語・中国語のホームページを更新し、情報公開を行った。
- ニュースレター(和文英文併記)37号,38号を発行した。

## 第7回流域圏保全研究推進セミナーおよび栗屋善雄教授最終講義の開催報告

### 第7回流域圏保全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、流域圏における多様な自然科学的事象・人為的事象の解明を目指して「流域圏科学」を推進してきました。当センターは、国内・国際研究機関や研究ネットワークと連携協力して、SDGs（持続可能な開発目標）の達成や脱炭素社会の実現における、地域共通、世界共通の課題に取り組んでいます。「第7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方々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5年3月10日（金）に柳戸キャンパスで開催されました。詳細はこちら（<https://www.green.gifu-u.ac.jp/symposium7-jp/>）。

本セミナーは昨年度に引き続き新型コロナウイルス感染防止対策のためハイブリット開催となりました。開会は李富生センター長の挨拶で始まり、第一部の特別セッション「森林のリモートセンシングと将来変動予測の研究の展望」では、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栗屋善雄教授より「森林のリモートセンシング：43年間の思い」というタイトルで最終講義が開講されました。続いて、宇宙航空研究開発機構の林真智博士、落合治博士、国立環境研究所の両角友喜博士の3名の招待講演者をお招きして、高山試験地を利用した先進的な研究についてご講演いただきました。最後は共同研究支援室より衛星生態学にまつわる国内・国際的な研究動向と将来展望についての議論で締めくくられました。第二部前半では、「流域圏科学研究センター活動報告」として、森林機能分野3名、水物質循環分野2名、地域協働・減災分野1名の当センター教員から成果報告が実施されました。また、センター客員教授である中国山西大学のDu Zhiping教授に水物質循環分野の研究成果をご講演いただきました。第二部後半では、研究コア施設（高山試験地、微生物分析室、水質分析室）の活動報告、岐阜大学流域水環境リーダー育成プログラム（BWEL）の活動報告を行いました。最後に、李富生センター長より閉会の挨拶をいただきました。

セミナー参加者は学外からの参加者70名を含む計90名であり、活発な意見交換が実施されました。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の拡大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くこととしています。

プログラム

10:00 - 10:10 開会挨拶：李 富生 流域圏科学研究センター長

10:10 - 12:00 **第一部 「森林のリモートセンシングと将来変動予測の研究の展望」**

**【最終講義】**

栗屋 善雄：「森林のリモートセンシング：43年間の思い」

**【招待講演】**

1. 林 真智、落合 治（宇宙航空研究開発機構）：「衛星観測による森林バイオマスのマッピング技術の研究 ～高山から世界へ」
2. 両角 友喜（国立環境研究所）：「太陽光誘起クロロフィル蛍光(SIF)による光合成モニタリング：鉛直多層-高分解能分光の研究とその展望」

**【共同研究支援室】**

村岡 裕由：「生態系・生物多様性観測の動向と高山試験地の展望」

意見交換

12:00 - 13:30 - 休憩 -

13:30 - 14:50 **第二部 「流域圏科学研究センター活動報告」**

**【森林機能分野】**

1. 斎藤 琢：「冠雪害がスギ林の供給サービスに及ぼす影響」
2. 篠塚 賢一：「屋久島の森林河川における大気硝酸の影響」
3. 永井 信：「流域の景観と人々の関わりの時間変化を紐解く」

**【水物質循環分野】**

4. 魏 永芬：「農地森林土壌における汚染物質の挙動、肥沃度の評価」
5. 児島 利治：「森林の成長、林況変化が森林流域の流況に与える影響」
6. Du Zhiping：「The strategy and technology for environmental problems caused by the exploitation and utilization of coal in China」

**【地域協働・減災分野】**

7. 久世 益充：「地震動波形の特徴抽出手法の検討」

14:50 - 15:00 - 休憩 -

15:00 - 15:50 **【研究コア施設の活動報告】**

高山試験地 鈴木 浩二

微生物分析室 日恵野 綾香

水質分析室 廣岡 佳弥子

**【流域水環境リーダー育成プログラムの活動報告】**

石黒 泰

15:50 - 16:00 閉会挨拶：李 富生 流域圏科学研究センター長



李センター長による開会の挨拶



栗屋教授による最終講義



花束贈呈された栗屋教授



JAXA 林博士、落合博士による招待講演の様子

## 令和4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11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11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。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。

令和4年度 共同研究公募事業 採択・実施課題一覧

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
2022-G-001	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(産総研)	村岡 裕由
2022-G-002	冷温帯林の近接リモートセンシングおよび衛星リモートセンシング	奈佐原 顕郎(筑波大学)	村岡 裕由
2022-G-003	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
2022-G-004	「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
2022-G-005	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
2022-G-006	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(産総研)	村岡 裕由
2022-G-007	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(産総研)	村岡 裕由
2022-G-008	地球観測衛星データによるバイオマス測定の地上検証	落合 治(宇宙航空研究開発機構)	村岡 裕由
2022-G-009	冷温帯樹木の開芽時期に与える日長と気温の影響	長田 典之(名城大学)	村岡 裕由
2022-G-010	森林生態系における地上・衛星 SIF観測による着葉期 CO2 吸収量の広域推定に関する研究	両角 友喜(国立環境研究所)	村岡 裕由
2022-G-011	長期地上観測で捉える「陸域生態系の環境応答は人工衛星でどう見えるか」	秋津 朋子(宇宙航空研究開発機構)	村岡 裕由

共同研究(センター教員関連分)

課題番号	課題名	センター教員	参画機関
2022-C-001	気候変動下における岐阜県の森林炭素吸収量の推定	斎藤 琢	・岐阜大学流域圏科学研究センター ・信州大学 ・農研機構 ・産業技術総合研究所 ・海洋研究開発機構
2022-C-002	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	・岐阜大学流域圏科学研究センター ・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
2022-C-003	森林バイオマスの複合的手法による観測技術の開発	村岡 裕由	・岐阜大学流域圏科学研究センター ・宇宙航空研究開発機構
2022-C-004	東ユーラシア低～高緯度域を縦断した大気-森林生態系の物質交換機能解明	村岡 裕由	・岐阜大学流域圏科学研究センター ・東京大学

2022-C-005	クロバネキノコバエの LAMP 検出法の開発	日恵野 綾香	<ul style="list-style-type: none"> <li>・岐阜大学流域圏科学研究センター</li> <li>・岐阜大学応用生物科学部</li> </ul>
2022-C-006	日本における樹木疫病菌の宿主調査	日恵野 綾香	<ul style="list-style-type: none"> <li>・岐阜大学流域圏科学研究センター</li> <li>・森林総合研究所</li> </ul>
2022-C-007	接地境界層における大気乱流状態の高度依存性の解析	玉川 一郎	<ul style="list-style-type: none"> <li>・岐阜大学流域圏科学研究センター</li> <li>・川崎重工業株式会社</li> <li>・岐阜大学工学部</li> </ul>
2022-C-008	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	<ul style="list-style-type: none"> <li>・岐阜大学流域圏科学研究センター</li> <li>・東海大学情報通信工学部</li> <li>・岐阜大学工学部</li> </ul>
2022-C-009	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	<ul style="list-style-type: none"> <li>・岐阜大学流域圏科学研究センター</li> <li>・東海大学情報通信工学部</li> </ul>
2022-C-010	岐阜県における気候・植物季節情報のデータレスキュー	斎藤 琢	<ul style="list-style-type: none"> <li>・岐阜大学流域圏科学研究センター</li> <li>・海洋研究開発機構</li> </ul>
2022-C-011	冠雪害がスギ林の供給サービスに及ぼす影響	斎藤 琢	<ul style="list-style-type: none"> <li>・岐阜大学流域圏科学研究センター</li> <li>・海洋研究開発機構</li> </ul>

## ひらめき☆ときめきサイエンス

### 微生物の力で電気を作ろう！～微生物燃料電池：廃水から発電する不思議な装置～

水質分析室

本プログラムは、令和4年度科学研究費助成事業（研究成果公開促進費）「ひらめき☆ときめきサイエンス～ようこそ大学の研究室へ～KAKENHI」の補助を受けて開催された。目的は、①微生物燃料電池の実験を通じて、身近な微生物を用いた技術で廃棄物をエネルギー源として利用可能であることを子供達に体感してもらうこと、および②参加者たちによる簡単な発表会も行い、自分の研究成果を発表することの楽しさを体験してもらうこと、とした。

開催日は令和4年10月15日、および11月26日の2日間開催で、同一の参加者に対し、2回で1セットのプログラムとして実施した。内容は、微生物燃料電池の基礎知識（講義）、微生物燃料電池の作成（実習）、微生物燃料電池の発電性能の評価（実習）、研究成果発表会であった。また1日目～2日目の間に、1日目に作成して持ち帰ってもらった微生物燃料電池を自宅で運転してもらった。家庭での実験中に疑問が発生したりトラブルが起こったときのために、サポート窓口（eメール、およびライン公式アカウントによるチャットでの対応）を設けた。参加者は、中学1年生～高校2年生までの12名（都合により2日目は2名欠席）であった。



講義の様子 (1)



講義の様子 (2)



実習の様子 (1)



実習の様子 (2)

### 3. 令和4年度研究成果と教育活動

令和4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・非常勤研究員実績、(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、(1)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 大塚 俊之  
教授 村岡 裕由  
准教授 斎藤 琢  
助教 日恵野 綾香  
助教 篠塚 賢一

##### 水物質動態研究部門

教授 玉川 一郎  
教授 李 富生  
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

##### 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

##### 共同研究支援室

教授 村岡 裕由(兼)

## 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)、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)、李富生 (流域圏科学研究センター)

### 1. 亜熱帯/暖温帯・常緑広葉樹林 (金華山・ツブラジイ林) における DOC フラックスの季節的変動

常緑広葉樹林における溶存有機炭素 (DOC) の水文学的フラックスの季節的変動とその駆動因子は十分に理解されていない。そこで我々は、金華山のツブラジイ林において、落葉の季節的な動態を調べるとともに、林外雨、林内雨、樹幹流、リター浸出液の DOC 濃度とフラックスの季節変化を3年間にわたり調査した。特に、(1) 異なる水文学的フラックス中の DOC が月単位から季節単位でどのように変化するか、(2) 樹冠フェノロジーと気候が、この常緑樹林における林内雨、樹幹流、リター浸出液の DOC 濃度およびフラックス傾向をどのように形成するかを検討した。

林内雨と樹幹流の DOC 濃度には明確な季節変化が見られたが、リター浸出液の DOC 濃度には見られなかった (図1)。林内雨の DOC 濃度が最も高かったのは春 (2017年は  $10.03 \text{ mg L}^{-1}$ 、2018年は  $9.59 \text{ mg L}^{-1}$ )、樹幹流の DOC 濃度が最も高かったのは夏 (2017年は  $13.95 \text{ mg L}^{-1}$ 、2018年は  $16.50 \text{ mg L}^{-1}$ ) に観察された (図1)。

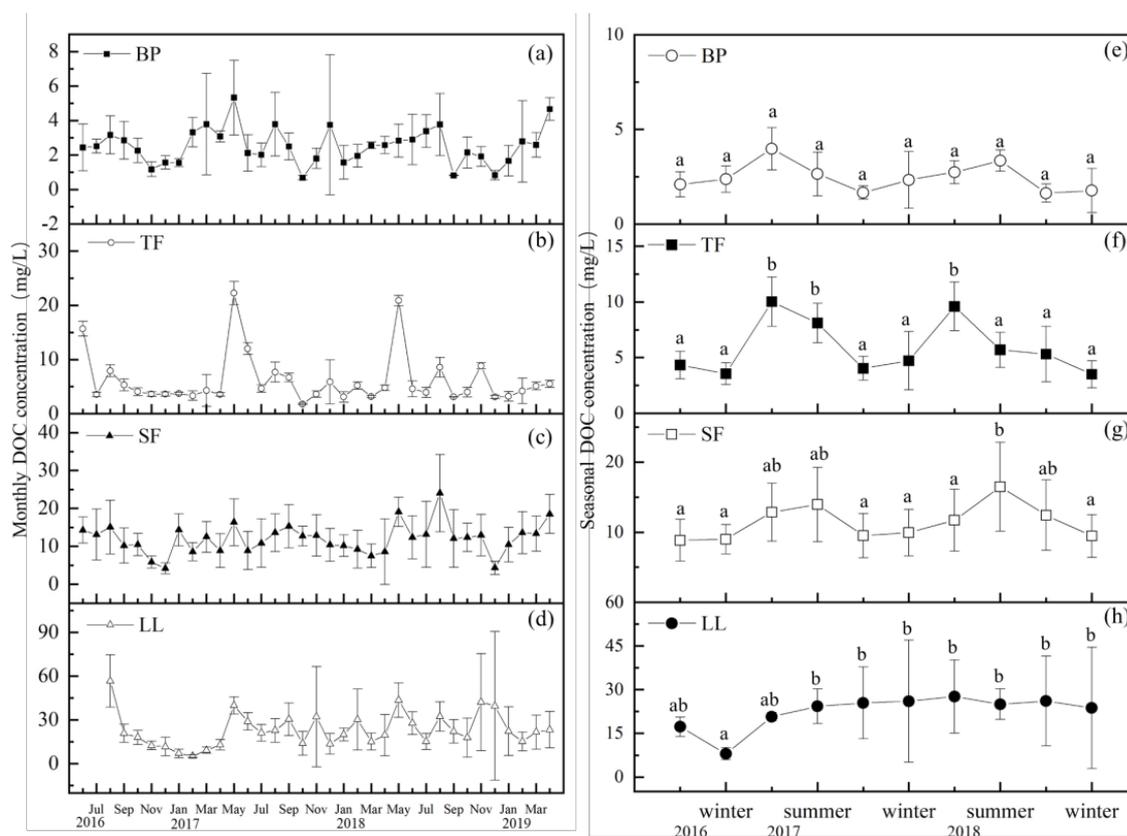


図1. 金華山ツブラジイ林における、(a)降雨(BP)、(b)林内雨(TF)、(c)樹幹流(SF)、(d)リター浸出液(LL)の月別のDOC濃度 ( $\text{mg L}^{-1}$ )の変化。(e)~(h)は季節的な変動を示す。

相関分析の結果、毎月の林内雨 DOC 濃度は、落葉の乾燥重量 ( $r=0.72, p<0.05$ ) および花の乾燥重量 ( $r=0.91, p<0.05$ ) と正の相関があった。さらに、Random Forest モデルによって、花の乾燥重量が林内雨 DOC 濃度の主要な駆動要因であり、樹幹流とリター浸出液の DOC 濃度は林内雨 DOC 濃度によって制約を受けると予測された。異なる水文学的フラックスにおける DOC フラックスは、降水量と気温に有意な正の関係があった。さらに、林内雨 DOC 濃度は、林内雨とリター浸出液の DOC フラックスに大きな影響を与えた。年間純樹木 DOC フラックス (林内雨+樹幹流) の 75%以上、年間リター浸出 DOC フラックスの 70%以上が開花期に生成された (図2)。したがって、季節的なキャノピーのフェノロジーの変化 (出葉、落葉、開花、花粉) と十分な降雨が照葉樹林の DOC 濃度の量と質に大きな影響を与えたことが明らかとなった。さらに、異なる森林水文学フラックスからの DOC が土壤に蓄積される炭素のかなりの割合を占めていると推測された (図3)。

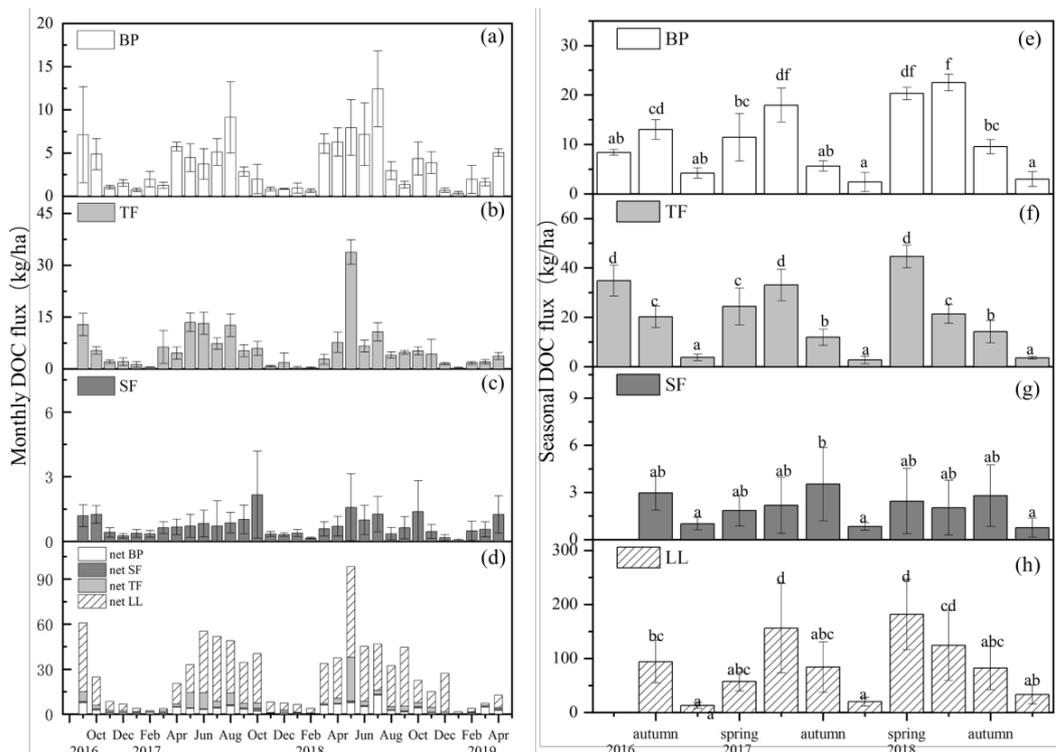


図2. 金華山ツブラジイ林における、(a)降雨(BP)、(b)林内雨(TF)、(c)樹幹流(SF)と(d)様々な画分による純DOCの月別DOCフラックス ( $\text{kg ha}^{-1} \text{ month}^{-1}$ )の変化。(e)~(h)は季節的な変動を示す。

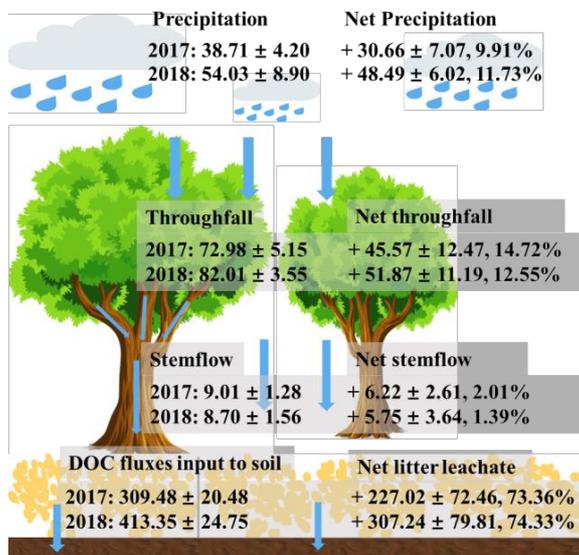


図3. 金華山の照葉樹林における年間のDOCフラックス ( $\text{kg ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$ )と、純DOCフラックス ( $\text{kg ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$ )を示す。また2017年と2018年において、土壤へのDOCフラックスの入力量に対して、降雨による湿性沈着と、林内雨、樹幹流及びリター浸出液の寄与する割合 (%)を示す。

## 研究テーマ：森林生態系光合成およびフェノロジーに対する 気候変動ストレス影響の生理生態学的解明

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）・両角友喜（国立環境研究所）・加藤知道（北海道大学）

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）・林真智（宇宙航空研究開発機構）・竹内やよい（国立環境研究所）・国立環境研究所生物多様性評価連携研究グループ

### 1. 研究の背景と目的

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。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 CO<sub>2</sub> 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。

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して，①短期的な気象・気候変動が環境ストレス（『気候変動ストレス』）として陸上生態系を構成する植物の光合成能やフェノロジーを改変して炭素循環・収支にもたらす影響の解明および予測モデルの改良，および，②気候変動下での光合成機能の広域・精緻なリモートセンシング観測を目指した，個葉および林冠の分光反射特性の生理生態学的検証と評価を行うこと，さらにこれらの知見に基づいて地上・衛星観測の現状と課題を検討することを目的とした。

### 2. 研究成果の概要

#### （1）個葉光合成能の季節・年変動メカニズムの解明

高山での林冠観測タワー（高さ 18m，図 1）において，林冠木であるミズナラとダケカンバの展葉・成熟・黄葉に伴う光合成能（クロロフィル含量指標）及び形態的特性（leaf mass per area）の変化パターンを，長期観測と温暖化実験（平均気温を 1℃程度上昇）に基づいて解析した。その結果，春の気温の年変動は展葉期を 14—16 日変動させた。展葉から成熟期の生理・形態の変化は積算気温に依存する一方，黄葉は温暖化処理により遅延するがタイミングや進行速度は年によって異なることが明らかになった。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，冷温帯落葉広葉樹林の主要樹種であるミズナラやダケカンバ信頼性の高い個葉フェノロジーモデルの構築が可能となった。また，平均気温 1℃程度上昇は，個葉の光合成生産を 14—24%変動させることが推定された（図 2，図 3：村岡ら，論文改訂中）。これらのデータとモデル化に基づいた森林光合成量の将来予測は今後の研究課題として残された。

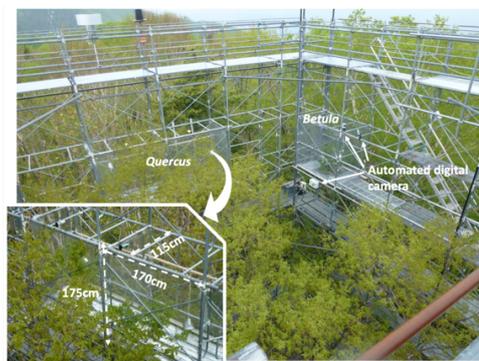


図 1 高山サイトの林冠観測タワーでの個葉観測、温暖化実験の様子

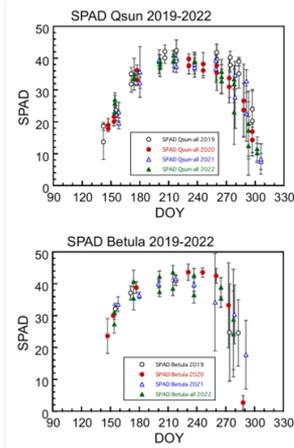


図2 ミズナラとダケカンパの光合成能(クロロフィル含量, SPAD)の季節変化

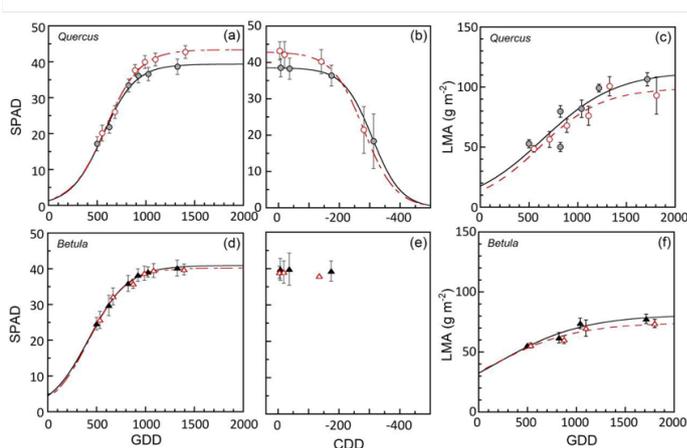


図3 ミズナラ(上段)とダケカンパ(下段)のクロロフィル含量(SPAD)および形態的特性(LMA)のフェノロジー観測データに基づいたフェノロジーモデルの例。

(2) 森林光合成量・CO<sub>2</sub>フラックスの時間的変動メカニズムの解明

落葉広葉樹林(高山)における20年以上のCO<sub>2</sub>収支(NEP, 生態系純生産速度)およびその生態学的要素(GPP, 総光合成速度; Rec, 生態系呼吸速度), 気象の観測データにより年変動と長期トレンドの変動要因を解析した。その結果, 2004年の台風による林冠の攪乱はCO<sub>2</sub>吸収量の顕著な低下を生じさせた。しかしその後の林冠の回復は葉面積指数(LAI)の上昇に現れ, それに応じたGPPの増加が確認された。また, 年間炭素収支と環境要因(日射, 気温, 飽差)には特有の相関が見られた。例えば, 2013~2021年にはNEPやGPPの減少トレンドが見られている。特に近年ではこれらの関係性が変化する傾向が見られ, 夏季の高温や豪雨等の極端気象の頻発化, これらと関係した夏季の日射量の低下が気候変動ストレスとして森林の光合成機能に影響を及ぼしている可能性が示された(図4, 図5: 村山ら, 論文執筆中)。

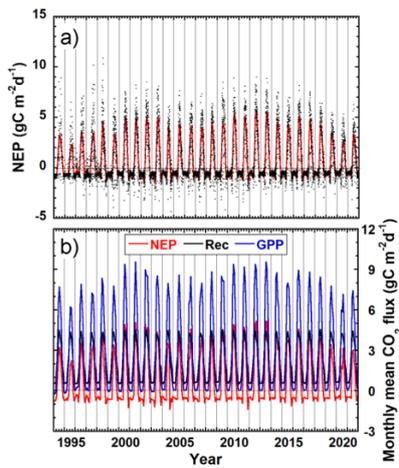


図4 高山サイトでの渦相関法により観測されたCO<sub>2</sub>フラックスの年変動。上段: NEP(生態系純生産速度), 下段: NEP, Rec(生態系呼吸速度), GPP(総光合成速度)の月平均値。

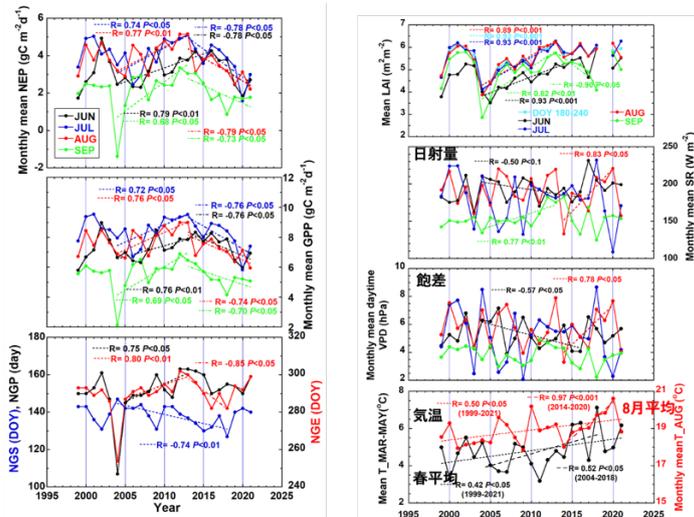


図5 高山サイトでの渦相関法により観測されたCO<sub>2</sub>フラックスの年変動に関する長期トレンドの分析例。2004年には台風により林冠が攪乱を受け, その後の回復過程, および年々の気象変動の影響を解明した。

森林のCO<sub>2</sub>フラックスには森林の生理生態学的特性(個葉光合成能のフェノロジー, 葉面積指数のフェノロジー)も関わっていることが示唆された。落葉広葉樹林の葉面積指数の季節的増加(4月~5月)および紅葉・落葉(9月~10月末)の年変動パターンはそれぞれ展葉直前の4月・5月の平均気温, 黄葉期にあたる9月・10月の平均気温の影響を受けていた。すなわち, 4月・5月の気温が高い年ほど展葉が早く, 9月・10月の気温が高いほど落葉が遅れることが示された。同様の現象は個葉の光合成能(クロロフィル含量指標から推定)についても認められており(村岡ら, 論文執筆中), これらは温暖化が樹木の葉フェノロジーを介して森林スケールの光合成(GPP)に短期的・長期的な影響をもたらすことを示している(図6: 村岡ら, 未発表データ)。

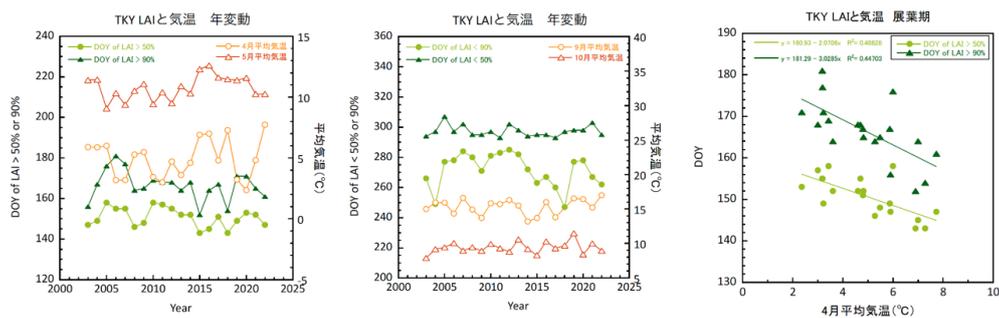


図6 高山サイトの葉面積指数 (LAI) および気温の年変動パターン (左: 展葉期, 中: 落葉期), および4月の気温がLAIの季節的成長 (夏期値の50%, 90%に達する日) に及ぼす影響 (右図)。

(3) 森林の分光植生指標の生理生態学的検証

ミズナラとダケカンバの葉の可視域と近赤外域の反射・透過性を4年分の季節変化データと個葉放射伝達モデルによって解析したところ, 分光反射・透過率の季節変化は成長過程でのクロロフィル量増加と葉肉組織発達, 老化過程でのクロロフィル量減少により生じることが明らかになった。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 (図7)。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。以上の統合的解析により, 樹木個葉から林冠, 山地景観スケールまで, 森林の生理生態学的特性とその分光特性との関係性についてスケール横断的な知見を得た (Noda et al. 2021)。

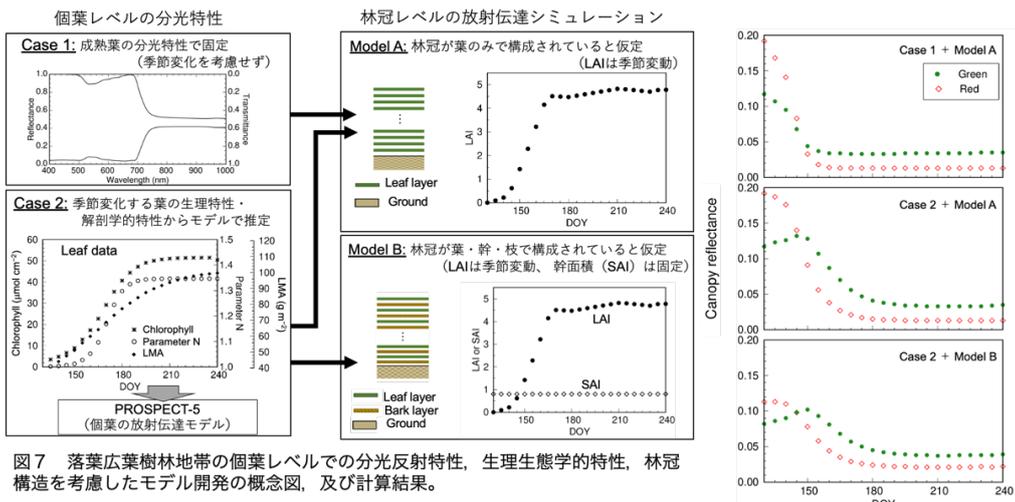


図7 落葉広葉樹林地帯の個葉レベルでの分光反射特性, 生理生態学的特性, 林冠構造を考慮したモデル開発の概念図, 及び計算結果。

高山サイトでは太陽光励起クロロフィル蛍光 (SIF) の森林光合成の指標としての検証も行った。観測タワーの異なる地上高で観測した SIF は明瞭な季節変化を示し, 林冠の展葉前と落葉後には森林全体の SIF 放出量のうち林床の寄与が約半分に及ぶことを世界で初めて示し, 今後の植生指数としての SIF の観測に関する重要な生態学的知見を得た。本研究成果 (Morozumi et al. 2022) は国立環境研究所, 北海道大学, 岐阜大学による共同プレスリリースも行った (2022年12月7日付け <https://www.gifu-u.ac.jp/news/research/2022/12/entry07-12010.html>)。

林冠の「気象害 (極端気象による葉群に対する物理的ストレス)」の検出手法を苦小牧での林冠自動撮影データをもとに開発した。デジタルカメラ画像に含まれる Red・Green・Blue (RGB) 情報から算出した Green Ratio (GR) の変動を解析した結果, GR 低下は葉齢と48時間最大風速によって有意に説明された。GR 低下率は早期落葉量と正の相関にあり, 台風が上陸した年では年間落葉量のうち最大37%に達することが推定された (図8)。画像から算出した Green Ratio (GR) 季節変動を標準化し, そこからの GR 低下率を算出することで強風

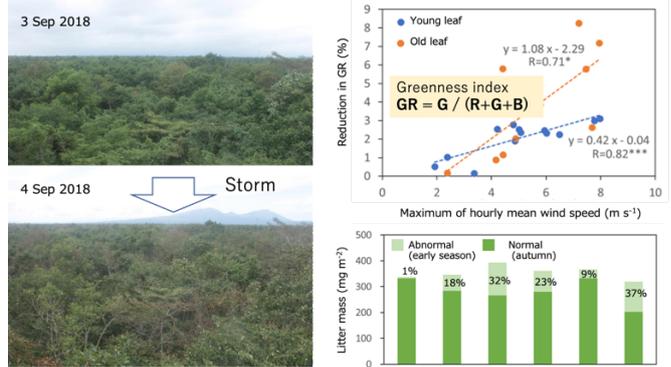


図8 落葉広葉樹林林冠に対する気象害の検出。(左) 台風通過前後の林冠の状態, (右上) GRの平均値からの低下率と過去48時間内の最大一時間風速の関係, (右下) GR画像から予測された極端気候による落葉トレンド

による早期落葉と樹種間差が評価でき、極端気象へのレジリエンス評価への高分解能リモートセンシングの活用が示された。

(4) 衛星リモートセンシングによる林冠フェノロジーの地理的変動および年変動の解明  
 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。開葉・黄葉と気象条件の関係を求める統計的なモデルを用いて、中部日本の流域の上流と下流の2地点における過去約120年間の開葉日と落葉日の時空間分布を推定した結果、1900年の3.29日/100mと-2.89日/100mから2019年の2.85日/100mと-2.84日/100mにそれぞれ変化することが示された(図9)。

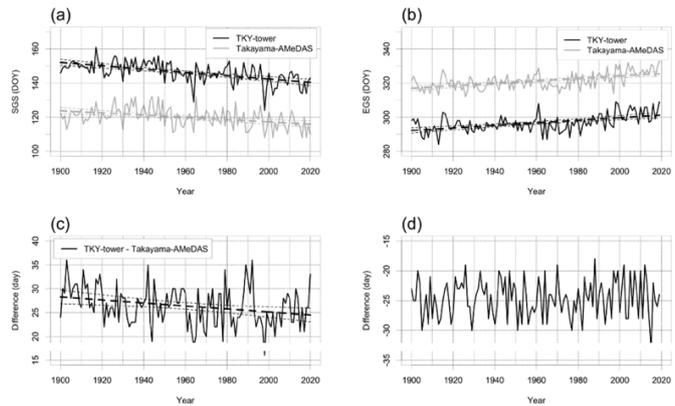


Fig 2. Time-series of modeled (a) SGS and (b) EGS dates at TKY-tower (1420 m a.s.l.) and Takayama-AMeDAS (560 m a.s.l.). (c, d) Differences between sites in modeled (c) SGS and (d) EGS dates (Takayama-AMeDAS dates minus TKY-tower dates). The dashed lines show statistically significant ( $p < 0.05$ ) linear trends and their 95% confidence intervals. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0255078.g002>

図9 高山サイトを含む山地森林流域におけるフェノロジーと気象の長期観測データに基づいたモデルに基づく、約100年のフェノロジー予測結果。Shin et al. (2021) PLoS ONE, <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0255078>より。

(5) 森林光合成・フェノロジーの総合的研究による観測デザインの検討

開葉や開花、落葉などの植物のフェノロジーや光合成機能は環境条件に対して敏感に反応する生理生態学的特性であり、特に地球温暖化の影響を受けやすい。含む東アジア・東南アジアは特に生物多様性が高く、他方で気候変動や人間活動の影響が顕著に表れることが懸念されており、森林生態系およびその炭素吸収機能の広域観測は今後益々重要になる。近年の衛星観測による知見のレビューにより、高頻度・高空間分解能衛星は、熱帯域におけるフェノロジーと土地利用土地被覆の観測を高精度化し、生態系機能や生物多様性の理解を深化させる可能性を示唆した(図10)。

また、日本の落葉広葉樹林を事例として生理生態学、微気象観測を含む多様な手法による光合成機能の解明と気候変動影響評価の技術的課題及び広域への展開可能性について検討し、様々な地上観測拠点と衛星観測の連動の重要性、生態系機能と生物多様性の必須観測項目に注目した観測網の国際連携の現状と課題を分析した(図11)。

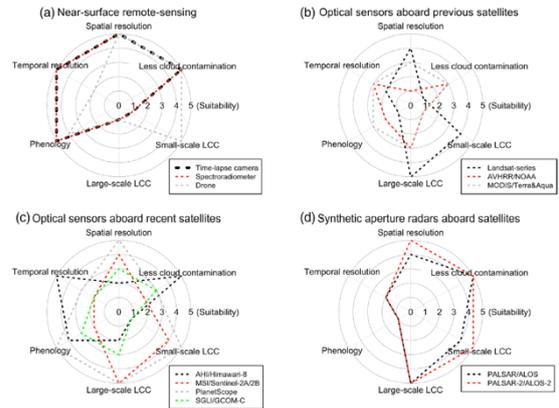


FIGURE 5 | Conceptual six-axis radar charts for the suitability of different forms of remote-sensing in terms of their spatial and temporal resolutions, resistance to cloud contamination, and ability to detect changes in phenology and land cover change (LCC). Degrees of suitability are shown with a score of 1 (least suitable) to 5 (most suitable). See list for abbreviations. [Color figure can be viewed at [wileyonlinelibrary.com](https://doi.org/10.1111/1440-1703.12371)]

図10 日本や東南アジアにおける森林林冠フェノロジーおよび土地被覆変化のリモートセンシング技術の現状と課題に関する分析結果。Shin et al. (2023) Ecological Research, DOI: 10.1111/1440-1703.12371より。

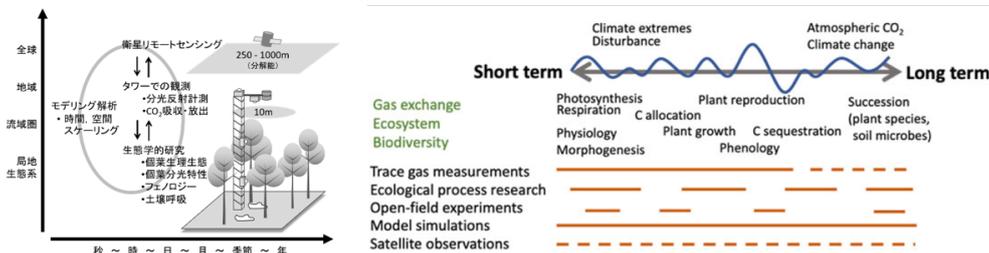


図11 森林生態系の生態学的構造や生態系機能の時間的変動に関する観測デザインの検討。左：高山サイトにおける長期・複合的観測のコンセプト (Muraoka et al. 2015, DOI 10.1007/s11284-015-1251-9より改変)、右：観測項目と観測手法・技術の対応関係 (Muraoka 2022, [https://doi.org/10.1007/978-981-19-4070-5\\_1](https://doi.org/10.1007/978-981-19-4070-5_1)より)。

引用文献

Morozumi T., et al. (2022) Remote Sensing of Environment, <https://doi.org/10.1016/j.rse.2022.113340>  
 Muraoka H. et al. (2015) Ecological Research 30: 197-200, DOI 10.1007/s11284-015-1251-9  
 Muraoka H. (2022) In: River Basin Environment: Evaluation, management and conservation. Springer [https://doi.org/10.1007/978-981-19-4070-5\\_1](https://doi.org/10.1007/978-981-19-4070-5_1)  
 Noda H., et al. (2021) Journal of Plant Research 134:737-751, <https://doi.org/10.1007/s10265-021-01302-7>  
 Shin N., et al. (2021) PLoS ONE 16(7): e0255078. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0255078>  
 Shin N., et al. (2023) Ecological Research, DOI 10.1111/1440-1703.12371

## 研究テーマ：森林の生態系機能および生態系サービスに関する研究

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）・安江 恒（信州大学）・鳥山 淳平（森林総合研究所）・国本  
晴暉・小杉 朋幹（大学院学生）・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・大塚俊之（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、森林の生態系機能（炭素・水・熱循環）および生態系サービスに関する研究を推進している。本稿では、特に、1. 冠雪害による自然攪乱がスギ林の炭素・水循環に及ぼす影響、2. 冠雪害がスギ林の供給サービスに及ぼす影響についての概要を報告する。

### 1. 冠雪害による自然攪乱がスギ林の炭素・水循環に及ぼす影響（継続課題）

大規模な自然攪乱は、発生頻度は少ないものの、ひとたび発生すれば、林分構造や地表面環境を劇的に改変し、森林の生態系機能に甚大な影響を及ぼすことが予想される。我が国の森林を構成する主要造林樹種であるスギは、冷温帯地域に多く植林されており、不定期に、雪害による倒木、幹折れなどの攪乱被害が生じている。したがって、雪害による自然攪乱が生態系機能に及ぼす影響を定量的に評価し、かつその変動メカニズムを解明することは、我が国の流域・地域・国土といった様々な空間スケールでの森林生態系機能を評価する上で極めて重要である。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。本研究では、2014年12月に雪害が生じた岐阜県高山市の長期複合的な観測拠点である「高山常緑針葉樹林サイト（AsiaFlux TKC）」を重点研究サイトと位置づけ、[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、研究を進めた。

本年度は、17年間の渦相関法観測データの解析、生態系モデル（BiomeBGC MuSo）を利用したモデル推定値と観測値の比較に加えて、これまでの解析結果を含めてスギ林における雪害前後の炭素循環を検討することで、雪害による攪乱が炭素固定量に及ぼす影響とその要因について考察した。水循環に関しては昨年度の報告を参照されたい。

高山常緑針葉樹林サイトにおける2006年から2022年までの17年間の渦相関法による観測データから雪害前後の純生態系生産量の変化を推定して解析に供した。その結果、2004年12月の雪害後、徐々に純生態系生産量が増加していることが明らかとなった（図1）。また、雪害前のスギ林の炭素循環に関する観測値を用いて最適化した生態系モデルを用いて、当該研究サイトにおける雪害前（2006年から2014年）と2014年12月の雪害が生じなかった場合を想定した2015年から2022年の炭素循環を推定した。その結果、モデル推定値は、2015年以降、観測値との差が徐々に大きくなることが明らかとなった。したがって、2015年以降の純生態系生産量の増加は、気象学的要因による影響というよりは、むしろ雪害による攪乱の影響であることが示唆された。その要因について、毎木調査、幹表面呼吸観測、粗大有機物呼吸量観測等により検討した。その結果、次のようないくつかの要因が考えられた。第一に、雪害後のタラノキ、ハリギリ、コシアブラといった落葉低木が侵入することにより、これら落葉低木による炭素固定が増加したことである。第二に、樹冠を一部欠損した個体における幹表面呼吸量の減衰と雪害による倒木が、林分スケールの幹表面呼吸量を減衰させたことである。第三に、雪害によって生じた粗大有機物呼吸量の増加が冷温帯の気候環境によって制限されたことである。

本研究では、雪害による攪乱後8年間の生態系機能とその変動メカニズムを明らかにしたが、スギと落葉広葉樹の混交林化が進行しており、雪害による攪乱が生態系機能に及ぼす長期影響を解明するためには、さらなる長期観測が必要であると考えられる。

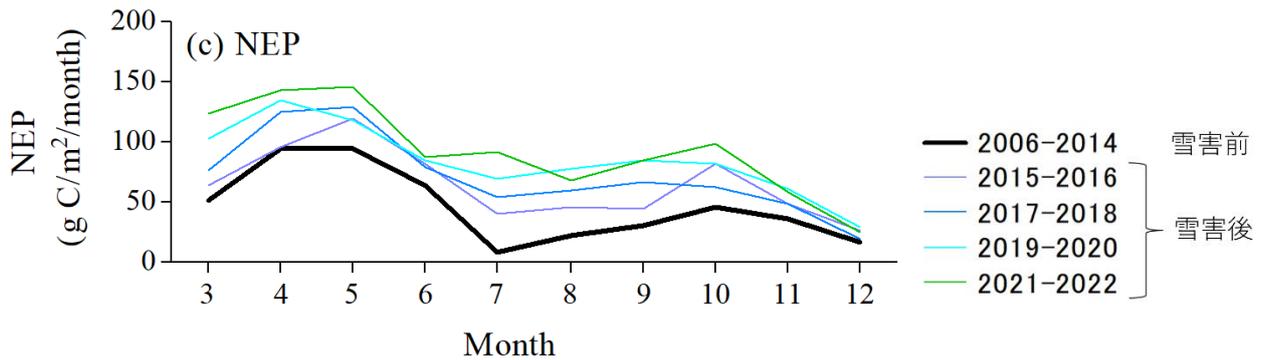


図1 岐阜県高山市のスギ林における雪害前後の純生態系生産量 (NEP) の変化

## 2. 冠雪害がスギ林の供給サービスに及ぼす影響

自然撓乱は森林の生態系サービスを激変させる要因の一つである。日本の森林面積の18%を占める主要造林種であるスギは、雪害による撓乱を頻繁に受けることが知られている。近年は林業従事者の減少の影響もあり、雪害を受けたスギ林が管理されずにそのまま放棄されることが問題となっている。このようなケースでは撓乱跡地に再植林がされず、木材供給サービスが著しく低下する可能性がある。他方、放棄されたスギ林は自然植生遷移によるスギ



図2 タラノキ、コシアブラ、ハリギリの芽。春の代表的な山菜として知られている。

とその他樹種の混交林化が進み、木材供給とは異なる供給サービスを提供する可能性がある。本研究では、生態系サービスの内、供給サービス（特に木材供給および食料供給）に焦点をあて、冠雪害が供給サービスに及ぼす影響を、岐阜県高山市の冠雪害を受けたスギ林分における毎木調査とソーシャルセンシングを用いた情報解析に基づいて検討した。毎木調査の結果から、冠雪害を受けたスギ林では販売可能なスギの健全木が減少する一方で、タラノキ、コシアブラ、ハリギリ等の落葉低木の侵入が見られた。Google Trends やインターネット販売の調査から、これらの芽は、山菜として地域で消費されるだけでなく、インターネット等の活用により直接販売されていることが明らかになった。これらの結果から、冠雪害は、木材供給サービスを減少させる一方で、食料サービスを増加させることが示唆された。

## 3. その他

上記の研究に加えて、CMIP6 に準拠した気候モデル予測値を利用した岐阜県の森林炭素吸収量ポテンシャルの将来予測、炭素アロケーションを考慮したスギ林における幹バイオマス成長量の推定、日本のヒノキ林における炭素吸収量推定、東アジア生態系における炭素分配に関するデータセットのアップデートとその解析、高山常緑針葉樹林サイトにおける長期フラックスデータの整備と公開準備、岐阜県の気象および生物季節情報のデータマイニングに基づいた気候変動応答解析等を実施中である。

## 研究テーマ：卵菌類による植物病害の研究

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）・升屋 勇人（森林総合研究所）・筒井杏子（筑波大学学生）・小島 一輝・渡辺 秀樹（岐阜県農業技術センター）・須賀 晴久（糖鎖生命コア研究所）・斎藤 琢・原田 守啓・村岡 裕由・景山 幸二（流域圏科学研究センター）

研究協力者：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・Chen Tongyu（学部学生）

令和4年度の主な研究活動を以下に報告する。

### 1. 国内分離菌株の性質評価

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る。近年、東南アジア周辺地域原産の卵菌類による大規模な森林衰退が欧米諸国を中心に世界中で問題となっている。国内外の研究者と共同で行った分布調査の結果、病原菌として同定された種が実は日本にも生息することが明らかとなった。国内では本種による深刻な病害が報告されていないことから、その理由を明らかにすることで森林衰退の抑止が期待できる。原産地周辺の自生植物は病原菌との共進化により抵抗性をもつと考えられているが、実際には必ずしもそうではない。本研究では「原産地周辺では強い病原力をもつ病原菌が優占していない」という仮説を立て、これを検証するために病原力の指標として「植物組織の分解力」に着目した。植物病原菌にとって植物組織を分解する力は感染サイクルのあらゆる段階（植物体への侵入、栄養の摂取、離脱など）に欠かせない性質である。植物病原性卵菌類では、特定の糖質関連酵素ファミリーに属する遺伝子が感染時特異的に発現すること、幼苗期に感染して立ち枯れを引き起こす比較的病原性の弱い卵菌類がある種の糖質関連酵素遺伝子を欠くことが知られている。

令和4年度は卵菌類の環境分離菌株がもつ植物組織の分解力を評価するため、代表菌株の選定、分解試験、フーリエ変換赤外分光（FT-IR）分析による分解度の評価を行った。分解試験に供する菌株は遺伝的に同一であるものの重複を避けるため、同じ環境試料から分離された同種の菌株についてはいずれか1菌株を代表とした。過去5年以内に国内で分離された約1500菌株から選抜を行い、約400菌株を代表として選んだ。分解試験に用いる植物はスギ、ヒノキ、ケヤキ、コナラとした。30cm前後の苗木数本から直径2mm未満の根を回収し、液体窒素で凍結したのち乳鉢と乳棒で粉碎し、高圧蒸気滅菌して分解試験に用いた。24穴プレートに根の粉末と滅菌水を入れ、含菌寒天を接種し、1か月間20°Cの室内に静置して分解させた。その後、含菌寒天を除去して根の粉末を風乾し、FT-IR分析により分解度を評価した。FT-IR分析においては、水分、接種に用いた含菌寒天の培地成分、菌体の細胞壁成分が測定結果にもたらす影響を考慮するため、分解試験後に根の粉末を十分に乾燥させるとともに、滅菌水、V8寒天培地、菌体の単独のスペクトルを取得し参照することとした。今後は植物組織の分解力が異なる菌株を選定し、糖質関連酵素に着目した比較ゲノム解析を行い、重要遺伝子の特定を試みる予定である。

### 2. 病原菌の特定および侵入経路の推定

岐阜県内のトマト産地では、栽培労力の低減、多収化および土壌病害の回避を目的として、トマトを株ごとに独立させた固形培地耕の栽培面積が増加している。ところが2019年から岐阜県内の夏秋作型（3～11月）および冬春作型（8～翌年7月）のトマト固形培地耕で卵菌類による根腐病が発生し、生育不良や萎凋症状が認められるようになった。岐阜県農業技術センターとの共同研究で、萎凋株の根から分離された *Pythium* 属菌5種（*P. recalcitrans*, *P. cryptoirregularare*, *P. spinosum*, *P. dissotocum*, *P. sylvaticum*）および *Aphanomyces* 属菌1種（*A. cladogamus*）を病原菌と

同定し、*P. dissotocum* は既にトマト根腐病の病原菌として報告されていたため、それ以外の5種を新たな病原菌として追加提案した(R4 日本植物病理学会関西西部会/R5 本大会)。*P. recalitrans* は日本新産種であった。これら病原菌6種について、接種後15°C、22°C、30°Cで管理した場合のトマト幼苗に対する病原性を比較したところ(図1)、15°Cでは全ての種で茎太が有意に低下し、根量の著しい減少と根の褐変を生じた。22°Cにおいても全ての種に病原性が認められたが、その程度には差が生じた。30°Cでは*P. dissotocum*を除き明らかな病原性は認められなかった。以上より、同定された病原菌は低温下(15°C)において病原性を強く発揮する特徴があり、これは萎凋症状の発生時期(図2)の気温とも一致していた。今後、原油価格の高騰で夜間の暖房を控えることにより、本病が多発する可能性がある。栽培施設および周辺環境の調査の結果、萎凋の発生に関わらず、全ての地域(飛騨, 恵那, 海津)で健全株の根・原水・ハウス回りの土壌サンプルから病原菌種が分離されたことから、環境中に生息する病原菌が砂ぼこりや靴底についた土などを介して容易に侵入する可能性が示唆された。本病の発生は低温下におけるトマトの生育不良と密接に関係しているため、栽培管理や品種選定による効果的な防除の実現に向けて研究を進めていく。



図1 病原菌接種後に異なる温度で管理した場合の病原性に対する影響。

(Cont. : 無接種対照区, Paph : 強病原性菌接種区)



図2 トマト固形培地耕(3Sおよび独立ポット耕)における萎凋症状の発生時期。

## 研究テーマ：高山試験地周囲の河川水質

所属：森林機能研究分野 助教

氏名：篠塚 賢一

共同研究者：大塚 俊之（流域圏科学研究センター）・大西 健夫（応用生物科学部）

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）

令和4年度の主な研究活動として、研究活動成果について報告する。

### 1. 高山試験地周辺の地球化学的な水質

人間活動によって放出された硫黄酸化物や窒素酸化物が、降水中に溶けることにより、酸性化した降水が陸域にもたらされてきた。大気汚染物質の放出は全世界で規制されているが、いまだ降水中のpHは5.7以下の場所が多く存在しており、降水の継続な観測が行われている。しかし、低いpHを持つ降水が陸域へもたらされても、日本国内の河川や湖沼のpHが低下している報告はない。これは、降水が河川水へと流出する過程において、流域内の土地利用、基岩や土壌から溶脱を受けるため、河川水として流出時には中性に近いpHへと変化する。特に土壌や基岩が持つ酸緩衝能力の働きは大きく、岩石からのアルカリ度や $\text{Ca}^{2+}$ などの溶脱、浸透中におけるイオン交換の働きにより、pHを中性に保つ働きがある。そのため、河川水中の溶存成分から流域に存在する基岩や土壌の特性を知るとは、流域での物質循環を明らかにするうえで重要な基礎情報となる。高山試験地周囲を流れる河川は流域に様々な地質を持つ河川が存在する。北部の小八賀川流域では、チャート、石灰岩、苦鉄質火山岩類を含む小八賀川コンプレックス、乗鞍山麓を流域に持つ五色ヶ原では、安山岩・溶岩・火砕岩などの火山性の岩石、試験地南部を流れる飛騨川流域にはデイサイト・流紋岩を基本とする地質に分類されている。高山試験地周囲を流れる河川水の溶存成分から地球化学的特徴を明らかにした。

本研究は、中部山岳国立公園と隣接する高山試験地の周囲を流れる河川を対象とし、大八賀川(6地点)、飛騨川(3地点)、小八賀川(21地点)の本流、支流を対象として河川水のサンプリングを行った(図1)。地下水の試料として、小八賀川流域で湧き水のサンプリングも行った。これらのサンプリングは、2023/5/19~20の期間に行った。現場測定は、pH測定と電気伝導度の測定を行った。研究室に試料水を持ち帰った後に、冷暗所に保存を行い、すみやかにイオンクロマトグラフ(Metrohm Compact IC 861)を用いて主要イオン濃度( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ )の測定、 $\text{HCO}_3^-$ などの酸を消費する成分を定量するためにMアルカリ度の測定を行った。調査地の地質は、産業技術総合研究所で公開されている20万分の1日本シームレス地質図を用いた(図2 <https://gbank.gsj.jp/seamless/>)。

化学分析で得られた陽イオン、陰イオン、アルカリ度の結果からpiper diagramとstiff diagramを作成し、高山試験地周囲を流れる河川を地化学的な水質区分で分類を行った(図2)。その結果から、高山試験地周囲を流れる河川水質から、3つの地質的特徴を持つ流域から流出していることが明らかになった。大八賀川、飛騨川、小八賀川の本流並びに多くの支流では、日本で多くみられる循環性の地下水の特徴であるII重炭酸カルシウム型に分類された。飛騨川では、停滞環境にある地下水の特徴であるIII重炭酸ナトリウム型に分類された。平湯温泉近くの河川水、五

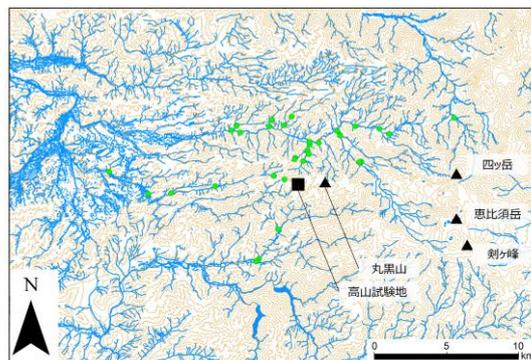


図1 高山試験地周囲の調査地点

色ヶ原を集水域に持つ小八賀川支流の4地点では、温泉水や化石水などにみられるI非重炭酸カルシウム型に分類された。

サンプリング地点ごとで流域を代表とする stiff diagram を図4に示した。II重炭酸カルシウム型に分類された河川では、陽イオン成分ではCa<sup>2+</sup>が多く含まれている。III重炭酸ナトリウム型に分類された河川では、陽イオン成分ではNa<sup>+</sup>がCa<sup>2+</sup>よりも多くもしくは同程度含まれている。I非重炭酸カルシウム型に分類された河川では、陰イオン成分でHCO<sub>3</sub><sup>-</sup>よりもSO<sub>4</sub><sup>2-</sup>が多く含まれていることが図4から明らかになった。

Na-HCO<sub>3</sub>型の水質は、飛騨川流域でのみみられた。循環性の低い深層地下水に特徴的なタイプで、一般的に濃度も高い値を示すことが多い。しかし、飛騨川流域の河川水試料中に含まれる総溶解固形物 (Total dissolved solids: TDS) の値は、688±52.0 μmol/L (mean±S.D.) を示し、電気伝導度の値も 52.0±13.5 μS/cm と低い (他の河川は、TDS: 1640±102 μmol/L, EC: 102±41.4 μS/cm)。飛騨川流域の地質は、花崗岩・飛騨流紋岩・安山岩などのケイ素に富む基岩を多く持っている。そのため、これらのNa-HCO<sub>3</sub>型の水質は、滞留時間が長くなることによる陽イオン交換反応ではなく、ナトリウム・カリ長石の風化溶解反応によって形成されたと考えられる。同時期にサンプリングを行った位山演習林内での渓流水も流域に同じ地質を持っており、Na-HCO<sub>3</sub>型の水質を示した。そのため、飛騨川の河川水は停滞性の地下水の特徴ではなく、基岩であるデイサイト・流紋岩の影響を受けていると考えられる。

Ca-SO<sub>4</sub>型の水質は乗鞍岳五色ヶ原を流域に持つ河川でのみみられ、火山性の硫黄の影響を強く受けていると考えられる。乗鞍岳山麓の湧水では、Ca-SO<sub>4</sub>型が観測されており、河川水に含まれる基岩を起源に持つ硫酸イオンの起源は、熱水変質により形成された硫化鉄の酸化とされている (浅井ほか、2001)。

Na-HCO<sub>3</sub>型とCa-SO<sub>4</sub>型を示した飛騨川と五色ヶ原の河川水中のアルカリ度は、135±78.7 μeq/Lを示し、他の河川 (428±221 μeq/L) と比較して有意に低い値を示した (p-value<0.005)。河川水中に含まれるアルカリ度は、流域の酸緩衝能力の指標としてももちいられるが、本調査では5月に1回のみ行った調査である。さらに、19日のサンプリング時には、16.5mmの降雨が見られた。そのため、アルカリ度の低い表層流が河川水へ多く混入している可能性がある。今回の結果では、溶存イオン成分のみの結果を示したが、今後、年度末にチャンネル増設を行った流れ分析計を用いてケイ酸濃度の分析を行い、基岩からの溶脱の影響を評価する。しかし、他の流域と比較して飛騨川は、TDSの値も低く基岩からの溶脱の影響を受けていない河川であるため、融雪期間などの河川水のpHの値が低下しやすい時期にもモニタリングを行って行く必要がある。本調査で得られた高山試験地周囲の河川水質から得られた地球化学的な解析結果は、乗鞍岳を含む中部山岳地域の地質遺産についての理解が深まると考えられる。

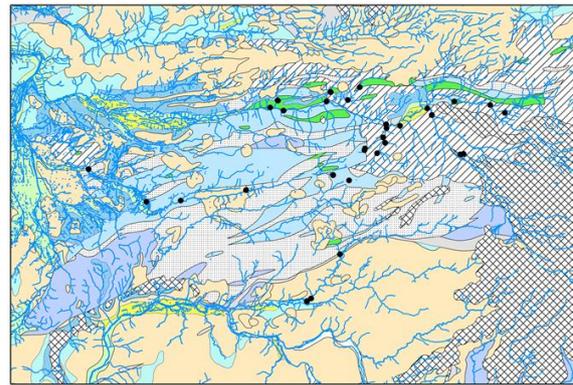


図2 高山試験地の周囲の地質図

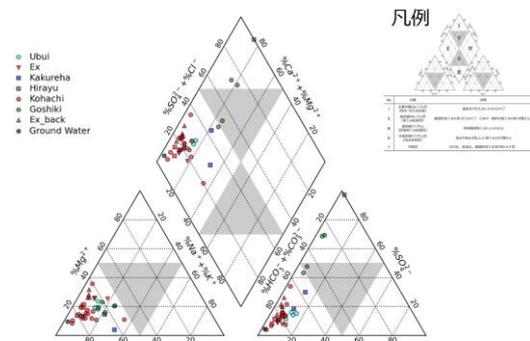


図3 高山試験地周囲の河川の piper diagram

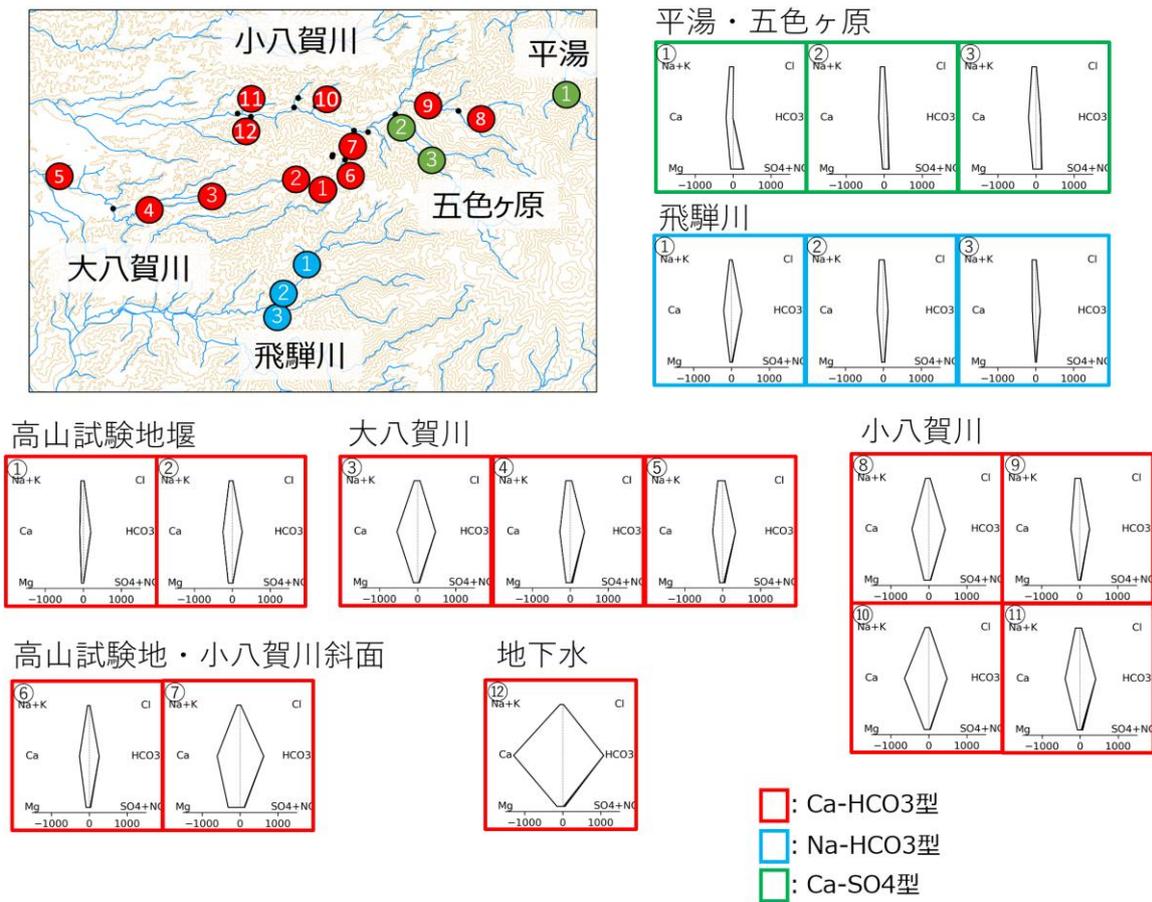


図4 高山試験地周囲の河川の代表的な stiff diagram

研究テーマ： 地表面での熱・水・CO<sub>2</sub>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・木村 雅彦・有吉 輝・久司 成輝・大橋 広明（川崎重工業株式会社）研究協力者：長瀬 大和・安藤 真琴・川島 新也（大学院学生）  
・神谷 隆之助・中富 陸斗・遠山 友香（学部学生）

2022年度の主な研究活動として、1. レーザーへの応用を考慮した接地境界層乱流の研究として行った3つの観測のうち、2つを中心に報告し、2. その他の研究として超音波による霧中での光路確保に関する実験を報告する。

## 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。屈折率変動が最も大きいのは地表近くの接地境界層であり主に気温の乱流変動により生成される。屈折率の変動の大きさは、等方性乱流では、空間スケールの2/3乗に比例して、屈折率変動の大きさの2乗が変化することがよく知られており、その比例係数を  $C_n^2$  とし、2点間の距離  $r$  と2点の屈折率の差  $\Delta n$  を用いて、 $\Delta n^2 = C_n^2 r^{2/3}$  と表せる構造関数の関係が慣性小領域と呼ばれる範囲で認められるので、この係数  $C_n^2$  を屈折率揺らぎの指標として用いる。これを用いて、屈折率の揺らぎの統計的性質を表現し、レーザー光の強度変動 (Scintillation) や到来角変動などの量を算出することができる。この量は、霧やエアロゾルによる吸収と並んで大気中の光の伝搬に影響を与えるので、この  $C_n^2$  を気象学的な風や熱などの諸量と関連付け、数値気象モデルによる予報に組み入れて乱流統計量として予報すること、および移流と拡散の観点から上流の計測値を用いた直前予報を行うこと、および、それに必要な観測値を得て解析することを目標としている。本研究は、川崎重工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解析」と、科研費学術変革領域研究(A)「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。本年度は、データの取得のための観測に注力した。観測は、2022年6～7月に沖縄県宮古島のシギラ湾沿いのホテルの屋上での大気乱流観測と湾を跨いだ光路でのレーザー観測。2022年8月に、北海道大樹町多目的航空、更に、2022年10月以降に、岐阜大学工学部C,E棟屋上および教育学部屋上を使用して行い、学内の観測は秋に超音波風速計の電源強化、12月の風ライダー導入など計測を強化して継続中である。以下大樹町と学内での

光路での $C_n^2$ 計測 シンチロメータ	Kipp&Zonnen, LAS MkII	高度 1.7m, トランスミッタ 42.50159° N, 143.44749° E レシーバ 42.49924° N, 143.43718° E
超音波風速温度計+ ガスアナライザ	Campbell Scientific Inc. IRGASON	高度 2.83m, 42.50003° N, 143.44075° E
超音波風速温度計	Gill Instrument, Windmaster 2	高度 2.67m, 42.49939° N, 143.43318° E

表1 主要な計測器

観測について紹介する。

(1) 大樹町多目的航空公園での観測

2022年8月14日から20日の日程で、岐阜大学からの参加者に加え、東海大学と情報通信研究機構から研究者が参加し、現地で気象観測、レーザー観測、レーザー通信実験を行った。観測場所の図を図1に示す。主要な計測器は表1に示す。 $C_n^2$ を計測するシンチロメータ LAS MkII は900mの光路で高度約1.7mで1分または1秒のサンプリングで $C_n^2$ を連続計測した。これを基本的な大気揺らぎのデータとして取得し、2機の超音波風速温度計(IRGASON, Windmaster2)で乱流計測を行った。乱流計測は20Hzでの3次元風速、気温に加え、IRGASONでは水蒸気とCO<sub>2</sub>の濃度変動、平均気圧、温湿度も計測した。複合気象センサーでは日射量や風向風速、気温湿度、降雨量の観測が行われた。他にレーザーの散乱を用いた $C_n^2$ の分布計測、光源や対象物体のカメラ撮影による $C_n^2$ 推定も行われた。滑走路上なので、すべての計測は、バッテリーによる電源装置を用い、表1の機器と複合気象センサーではソーラーパネルによる給電によって計測を維持した。観測の様子を図2に示す。

大樹町観測



図1 2022年8月14~20日の大樹町航空公園での実験概要図

残念ながら、天候には恵まれず1日を通して晴れていたのは8月17日のみで、他は降水や霧があった。また、IRGASONのバッテリーとソーラーパネルは悪天候で観測を続けるには容量不足で、未明に観測が停止するトラブルも生じた。観測終了後、電源装置の回収を行うとともに、可能な範囲での解析を進めている。また、これらのデータは、他の研究グループによるデータとともに、サーバー上で共有して研究を進めている。

(2) 岐阜大学構内での観測

上述の大樹町観測終了後、IRGASONの電源装置を回収し、ソーラーパネルを2倍、バッテリー容量を4倍として、岐阜大学構内での、連続観測を開始した。使用計測器は、表1のLAS Mk2, IRGASONであったが、2022年12月末に、上空にレーザーを発射し、上空の3次元の風速ベクトルの鉛直分布を300mまで20高度で取得できる風ライダー Vaisala Windcube V2.1が導入され、工学部E棟の屋上に設置され、それ以降連続観測を行っている。計測器の配置は図3の通りである。LAS Mk2光路は280mであり、各計測はおよそ地上30mの屋上で行われている。IRGASONは



図2 表1の計測機器の観測当日の様子、左から、IRGASON, Windmaster2, LAS MkII(送信側)、LAS MkII(受信側)ただし受信側のソーラーパネルと電源装置(百葉箱様の箱内)は写っていない。

# 学内実験 (7月、11月～)

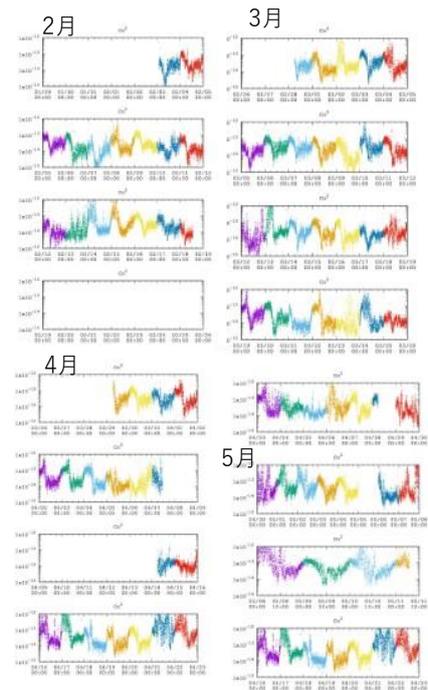
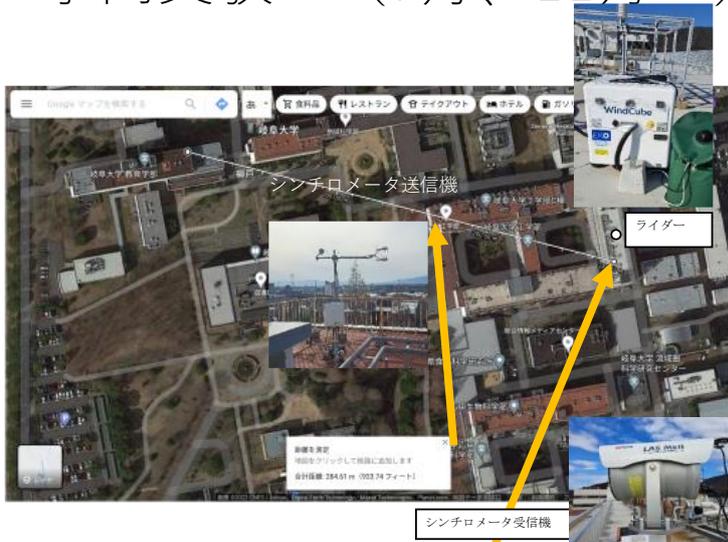
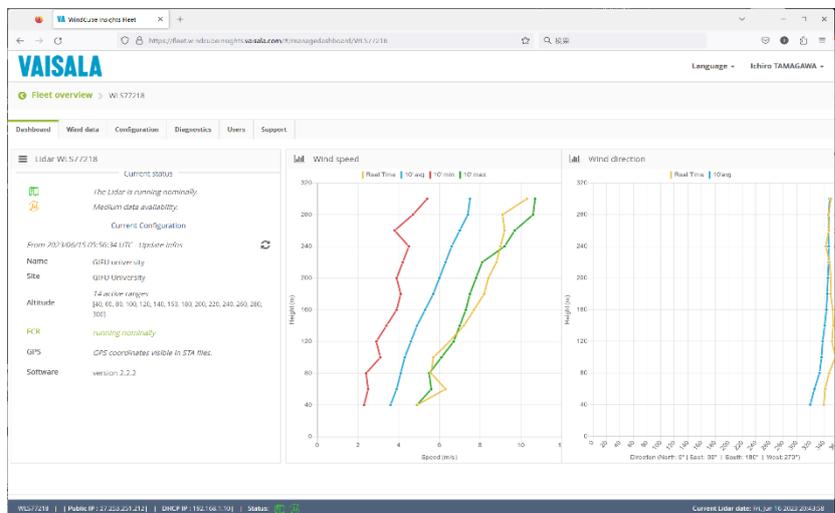


図3 学内観測の配置図および計測器と、2023年2月～5月の LAS MkII による  $C_n^2$  計測値。

電源強化後は日射の少ない冬でも連続観測を続けており、LAS MkII も、強風でソーラーパネルが転倒したための電力不足による停止が数回発生したが、それ以外は連続稼働しており、1分間隔での  $C_n^2$  取得を続けており、約1週間間隔でデータ回収を行っている。さらに、上空の風を計測する Windcube V2.1 は、携帯電話のネットワークにつながり、いつでもネットワーク越しにデータを確認できるのみならず、設定の変更も可能であり、毎日まとめてデータを学内のサーバーに送るようにしてデータの蓄積を図っている。WindCube V2.1 のインターネット越しのモニターの様子を図4に示す。表示されているのは、すべての観測高度での水平風速と風向であり、現在値と10分間の最大・最小値、平均値を確認することができる。計測データは1秒間隔で3次元の風速が取得されている。

これらの観測により、大気揺らぎの大学の30m程度の高度での長期連続観測と上空の風が、数値気象モデルに近い100mのスケールでの計測値が蓄積され、建物の影響は強いと思われるが、熱を含む乱流変動が点計測で得られる。前者からは、大気揺らぎ予報の開発と検証に資するデータ、後者からは熱や風の通じた揺らぎのメカニズムの解析に資するデータが得られる。今後、研究を進めて、数値気象モデルによる予報と、もっと小さいスケールでの短時間の予報を目指して研究を進める。

ここでは触れなかったが、高山試験地のTKCサイトの乱流観測データを使った  $C_n^2$  の長期変動の解析なども試している。



## 2. その他の研究

図4 風計測ライダーWindcube のモニターの様子 (2023年6月16日) 左図は、水平風速の鉛直分布 (現在と10分間の最大最小平均)、右図は風

昨年度に引き続き、同じくレーザー光の通信やエネルギー伝送に大きな影響を与える、大気中の霧について超音波を用いた霧中の光路確保についても研究を進め、室内実験によりレーザー光の透過率の計測を含め、霧粒子の粒径分布計測を行った。

図5に示すように、室内実験で、加湿器で放出した霧に、左右から超音波を照射し、その定在波がもたらす非線形効果により超音波振動の腹で霧を弾き、指導の節に集めることができる。昨年度はこれにより霧を縞状にすることができることを観察によって確認したが、今年度はこの効果の及ぶ範囲と、この縞状の霧の濃淡でのレーザー光の透過率の計測などを行った。使用した超音波スピーカーは、116dBの超音波素子を134個並べた装置を2台対向したものである。

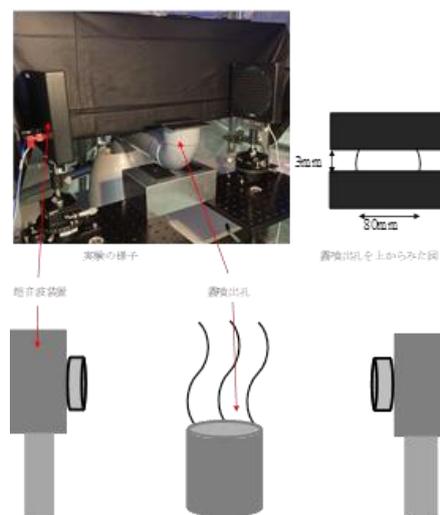


図5 超音波による霧中の光路確保の実験の様子

実験結果の一部を図6のスライド図で示す。40cmの距離で対向させた超音波スピーカーの間で、約3mmの厚さのシート状に噴出させた霧

は、超音波スピーカーをONにすると、ほぼスピーカーの口径をつなぐ円柱状の領域で縞状の分布を示し、スピーカーOFFの状態の減衰6.5%に対し、スピーカーONの場合、霧が薄くなる腹で6.6%減衰、濃くなる節では11.4%減衰した。この数値は、揺らぐ霧の中での平均値であり、縞状になっていない超音波の音響パスの外側にも霧が広がっている可能性があることや、実験で用いた霧は視程1km以下とされる霧と比較して、算定上の仮定によりかなり結果が変わるとはいえ、0.4mの視程に相当するほど非常に濃いものであることなど、注意が必要な値である。スピーカー間の距離に関しては、今回の実験条件では、距離65cmを超えると腹と節の透過率の差が1%を切り、目視ではまだ見えるものの透過率の違いは明瞭でなくなった。超音波の影響は節にむしろ霧を集める方向の方が強いことも分かった。超音波の波長が短く霧の縞の感覚が小さいことから霧の粒径分布の違いを計測で示すことはできなかった。

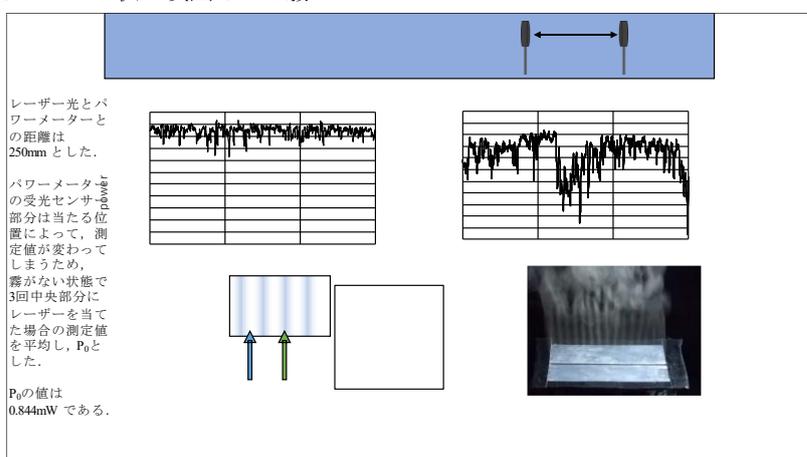


図6 実験により得られた結果の例

実験に用いた加湿器の霧の粒径分布は、実際の霧に近いものであることも確認した。屋外で観測される霧は、放射霧と呼ばれる霧のように、弱風時に見られることも多く、本装置を強力にした場合、屋外での使用も可能であると期待できるが、対向したスピーカーあるいは反射板を用いた超音波の定在波で作られる大振幅の音波でないと縞が観察されないこと、超音波の波長の短さ故に縞状に形成される高透過率を示す領域が非常に薄いものであることなど、屋外での光路や視界の確保には、まだまだ多くの工夫が必要であることが考えられる。

## 研究テーマ：水質・水処理・環境汚染の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：Sartaj Ahmad Bhat・Maulana Yusup Rosadi・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：Su Haoning・奥村 信哉・Li Wenqing・Sarkar Kanika・Zaw Min Han・Wang Yajie・  
Sutra Maysaroh・Sri Angreini・Nadya Diva Sagita・Ramayandi(大学院学生)・篠田 尚  
也・西川 和磨・NURUL SYUHADA BINTI ABDUL(学部学生)

令和4年度における主な研究活動は以下の通りである。

### 1. 浄化槽家庭污水处理施設の性能に影響を与える因子の検討

家庭から発生する污水は量と質の両面において時間変動が大きく、分散して処理する場合には浮遊微生物の働きをベースとした生物処理法ではなく、さまざまな担体やろ材の表面に形成される生物膜によって有機物の酸化分解、窒素やリンの除去を行っている。本研究は、担体流動生物膜(FBCR)処理法を使っている15の個別家庭污水处理浄化槽を対象にした調査研究を行い、生物膜による分散型污水处理施設の処理性能に影響する因子の分析を通して施設の処理性能の改善方法の提案を試みるものである。処理水の水質データに基づいた主成分分析の結果から、溶存有機物(CBOD)と懸濁物質(SS)は第一主成分上で高い負荷を示し挙動がともにしていること(図1A)、15の施設は処理性能が明らかに異なる3つのグループ(G1,G2,G3)に分類されること(図1B)が分かった。G1のグループには5つの施設があり、主成分1および主成分2の両方で負の方向に位置し得点が低いことから、施設間で

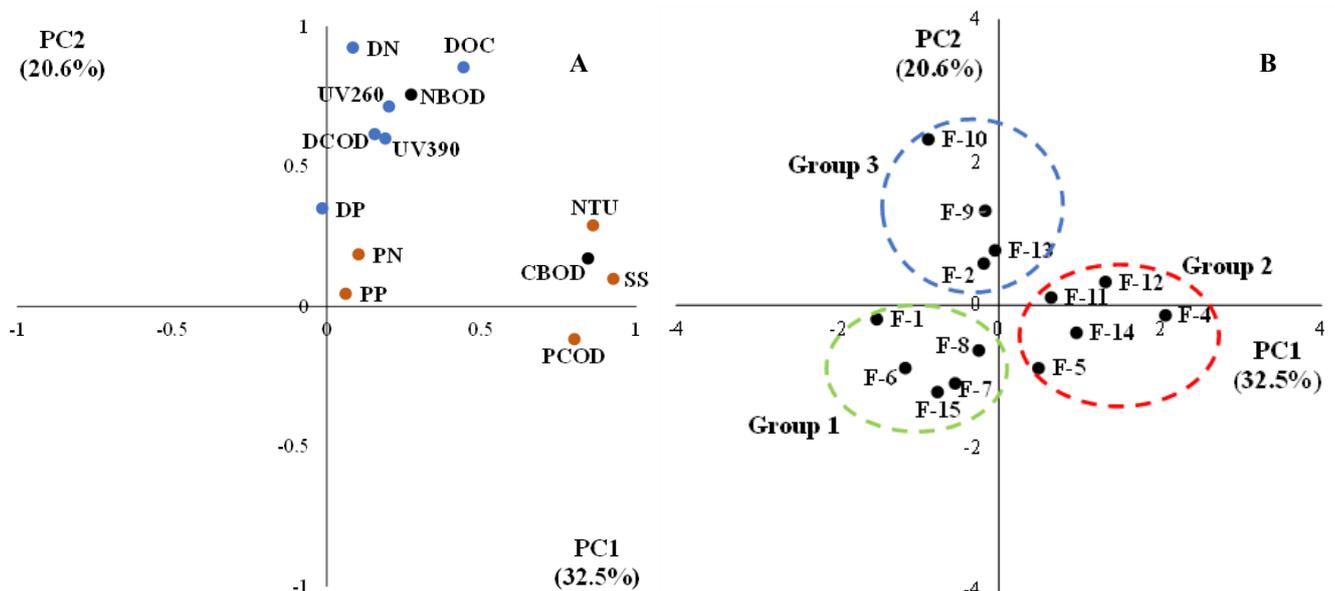


図1 処理水の水質データに基づいた主成分分析の結果  
(A:負荷, B:得点)

の処理水質の差異が小さく、安定した処理ができていていることを示している。調査時点におけるこれら5施設の内部沈積汚泥の清掃時期が大いに異なっているにもかかわらず(清掃後運転再開22日後～586日後)、化学的酸素要求量(COD)、全溶解性有機炭素(TOC)、窒素(N)、リン(P)からみた処理水質が比較的高いことから(図2)、清掃時期以外に処理性能に影響を及ぼす水質因子・操作運転条件があることが示唆された。

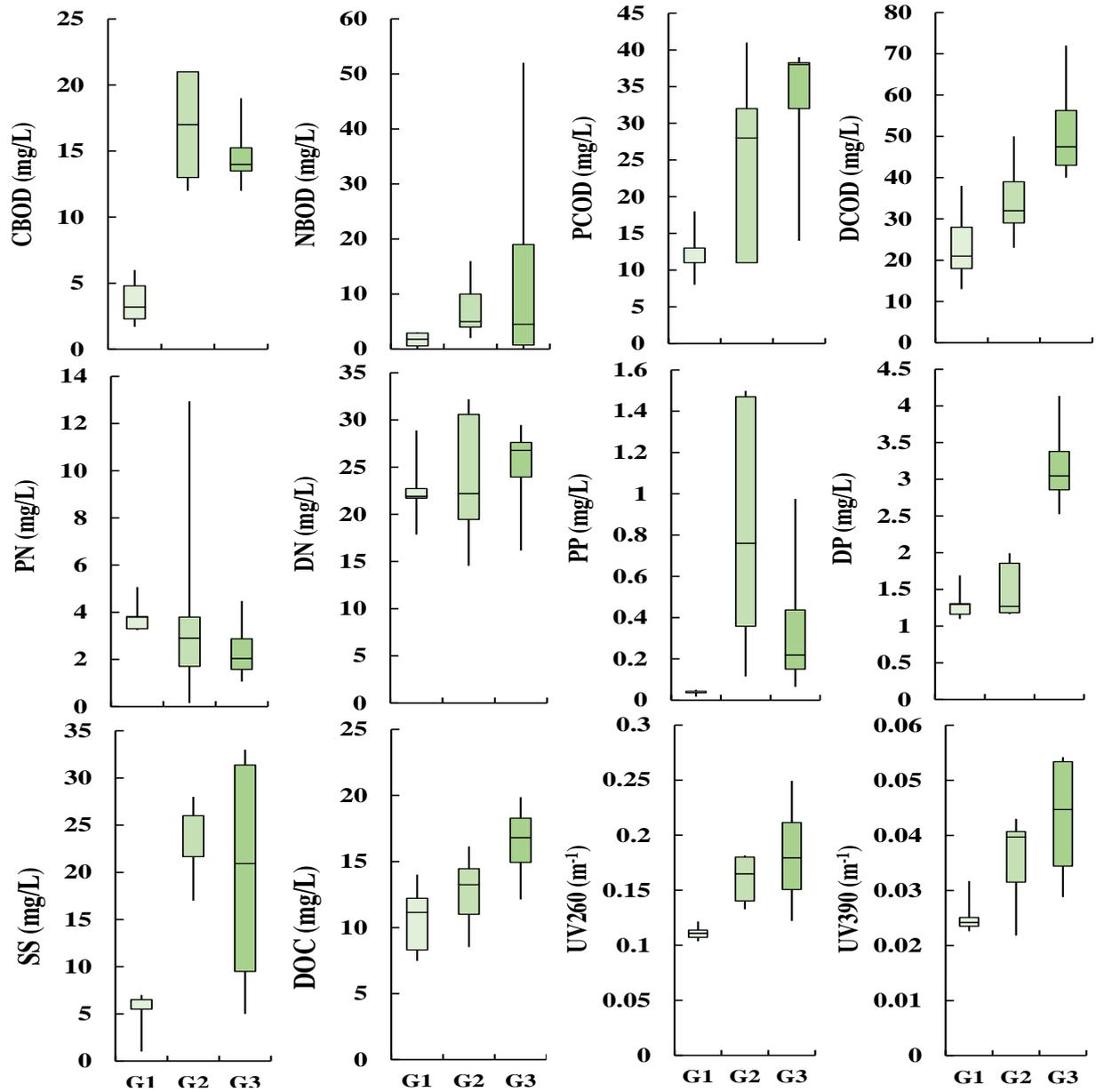


図2 施設3グループの処理水水質の違い (G1, n=5;; G2, n=5; G3, n=4)

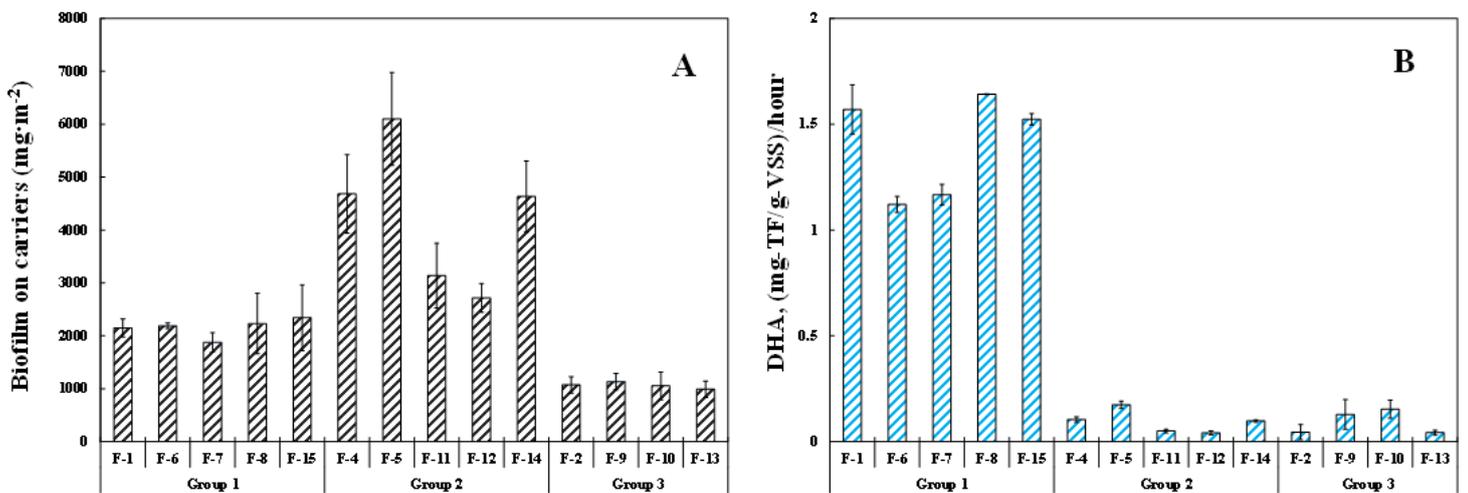


図3 施設3グループの担体生物膜の量(A)と脱水素酵素活性(B)の違い

担体上で形成された生物膜を比べると、G1 グループの生物膜は量的に G2 と G3 の両グループの生物膜量の間で存在し、(観察より) 担体に比較的均一に分布していることから有機物との接触頻度が高く、酸化分解性能の維持に寄与していることが示唆された (図3A)。脱水素酵素濃度 (DHA) からみた生物膜中の微生物活性も G1 グループの方が G2 と G3 の両グループより高いことが分かった (図3B)。

## 2. 粉末活性炭のコーティングによる膜ろ過性能の改善の検討

膜ろ過浄水処理技術を河川や湖沼などの地表水を水源とする浄水場に導入する場合の課題として、膜ファウリングと溶存態有機物 (DOM) の除去が挙げられる。膜ファウリングを引き起こす物質は多数存在するが、フミン酸やフルボ酸などの DOM を構成する成分の一部は不可逆的ファウリングの原因物質でもあることから、DOM に着目した膜ろ過性能の検討が多い。膜表面に粉末活性炭 (PAC) をコーティングすると、PAC による DOM 構成成分の吸着除去、細菌を含む水中懸濁物質の膜表面との直接接触による影響の軽減効果が考えられる。本研究では、2 種類の粉末活性炭 (原料木材の W と 石炭の GB) をそれぞれ篩より粒径の異なる 3 画分に分類し、それらを膜表面にコーティングしたのちに通水を開始する膜ろ過実験を行い、ろ過水質とろ過抵抗から効果検討を行った。

膜表面と切断面の SEM 観察 (図4) と膜ろ過流束の傾向 (図5) から、PAC の粒子径が大きいほどフラックスの低下の度合いが小さいことが示された。PAC による吸着の結果、膜ろ過処理水の有機物濃度 (DOC, UV260) が低下し (図6, 図7), DOM の濃度からみた処理水質の向上が確認できた。三次元蛍光スペクトル (図7) と UV260 検出器対応した分子量分布 (図8) の測定結果から、フルボ酸様物質、タンパク質様物質よりもフミン酸様物質の方がコーティングした PAC により優先的に吸着されていることも分かった。

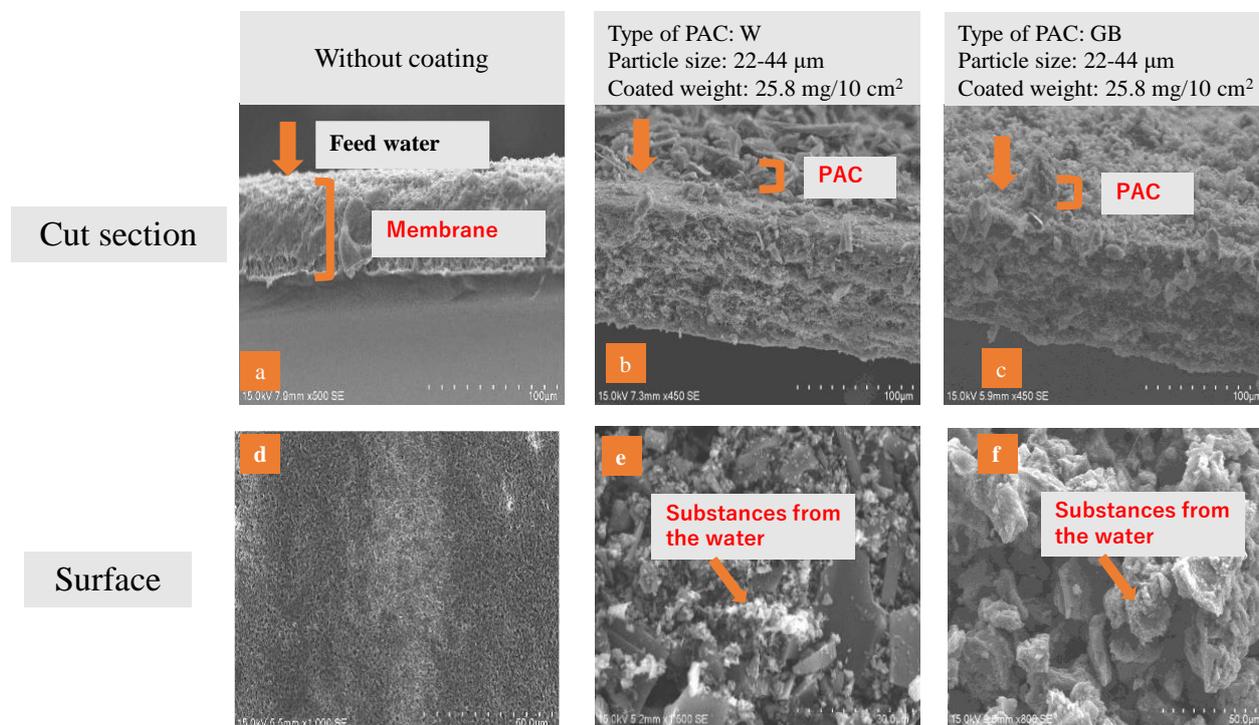


図4 膜の切断面と表面の SEM 画像

(a, d : PAC コーティング前の画像; b, c, e, f : PAC コーティング後の画像)

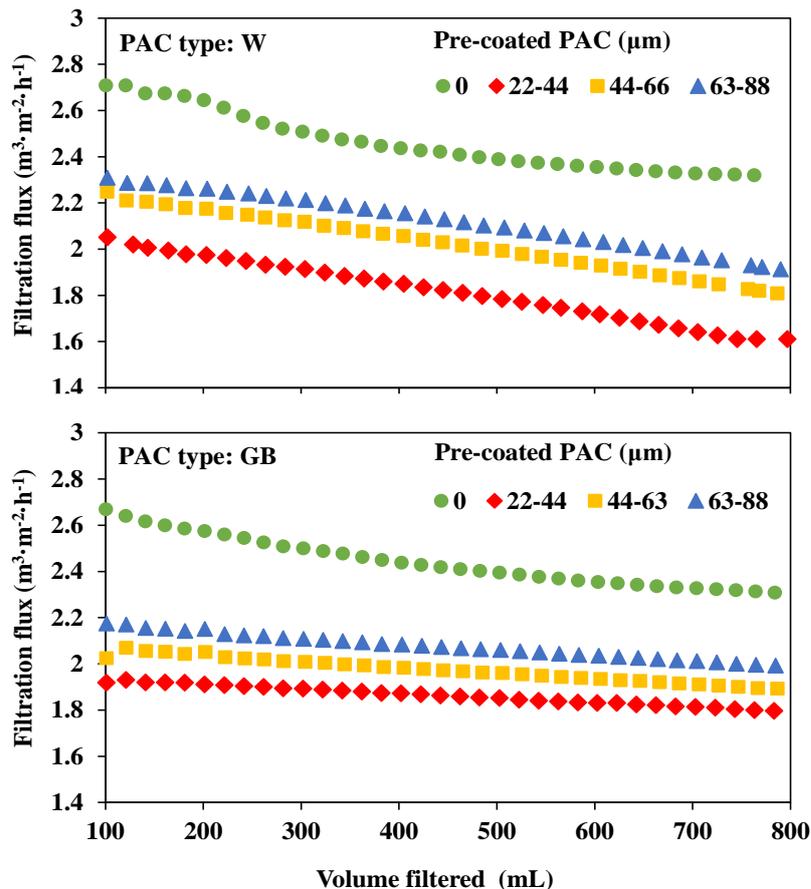


図5 膜ろ過に伴うろ過収束の変化

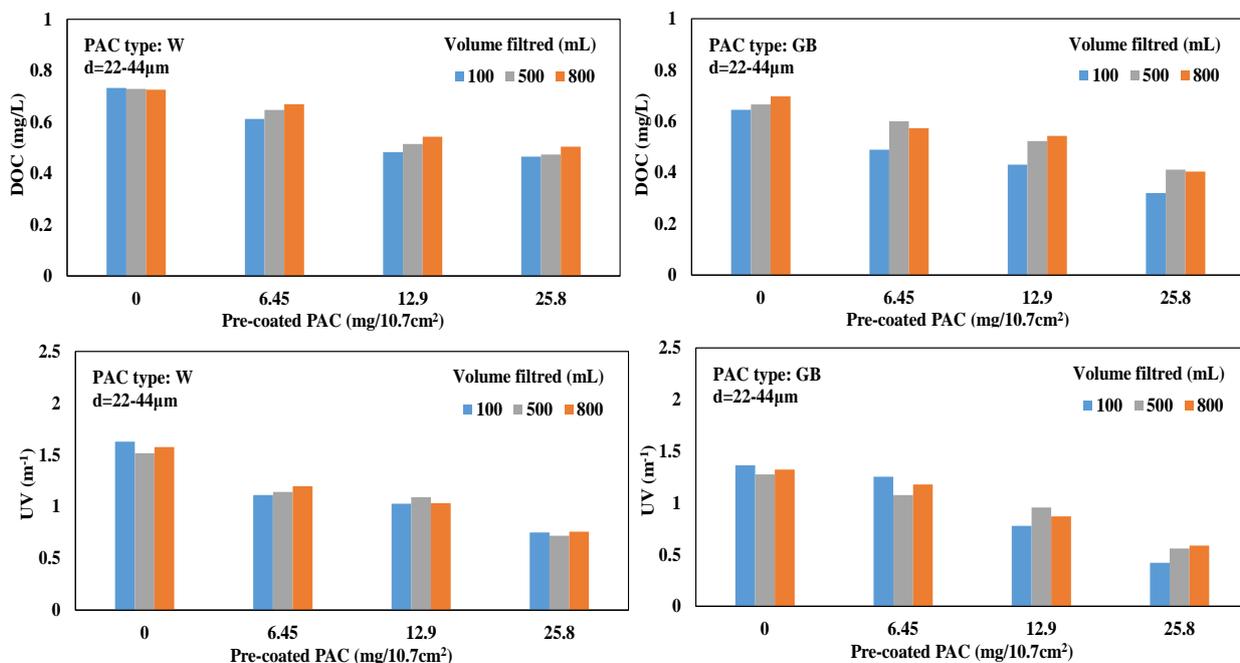


図6 膜ろ過処理水中のDOMの濃度の変化

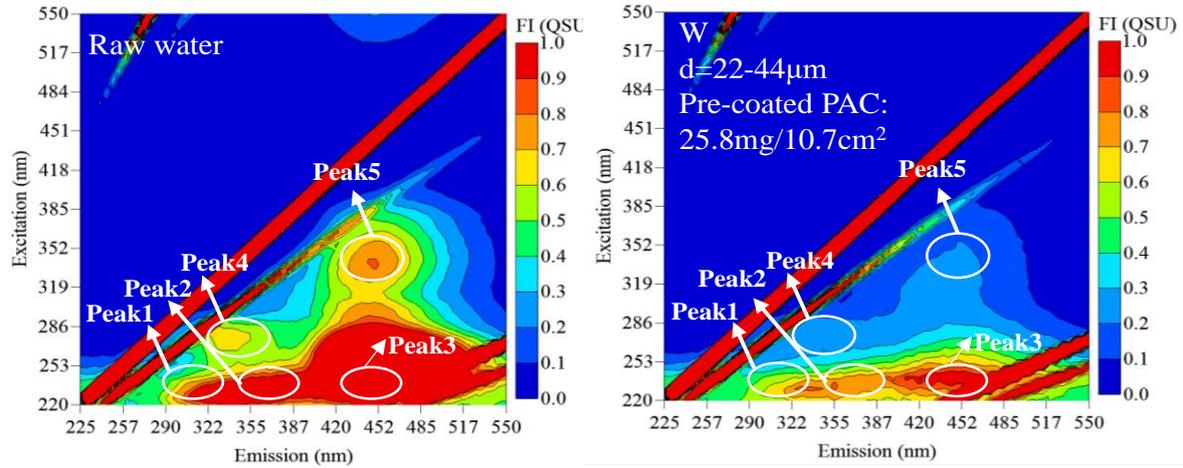


図7 膜ろ過処理水中のDOMの組成とその変化(3次元蛍光スペクトルに基づく)(PAC Wの場合)  
 (Peak 1:チロシン様物質, Peak 2:トリプトファン様物質, Peak 3:フルボ酸様物質,  
 Peak 4 はタンパク質様物質, Peak 5 はフミン酸様物質)

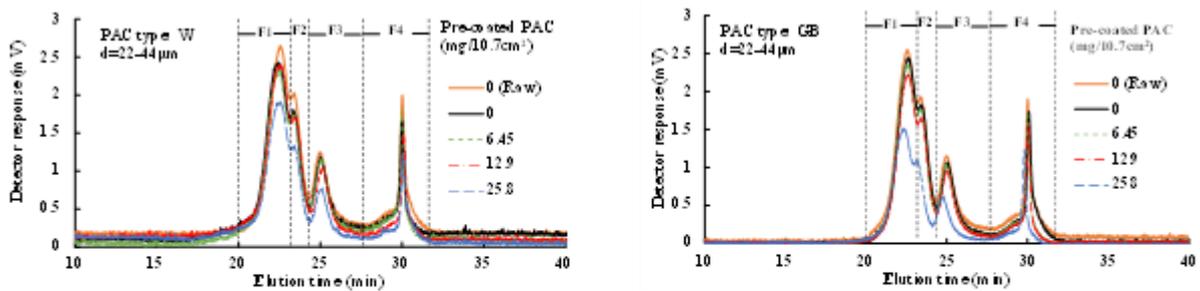


図8 膜ろ過処理水中のDOMの組成とその変化(分子量分布に基づく)  
 (F1: 6900-7800, F2: 6500-6900, F3: 5500-6500, F4: 4200-5500 (g/mol as PPS); 0 (RW): 原水)

### 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. カビ臭物質の粉末活性炭による吸着除去の検討

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。本研究は粉末活性炭を用いたカビ臭物質の吸着除去に影響を及ぼす因子の検討を目的とし、地表水数種類を用いた吸着実験を行い、カビ臭物質の除去性と水中共存有機物の濃度や組成、除去性との関係について評価した。また、異なる原水 pH 及び PAC の粒径条件下での吸着実験でカビ臭物質及び水中共存有機物の除去性を評価し、これらの因子が競合吸着に影響を与えているか検証した。

## 8. 生ぐさ臭を放出するウログレナの消長に係る水質因子の検討

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を異なる温度 (5, 10, 15, 20, 30°C) での培養実験を通して検討し、各温度下における共存・競合する藻類種の特定を行った。

## 9. 下水汚泥の好気発酵の検討

下水処理場で発生する下水汚泥の好気発酵実験を行い、汚泥の性状、有機物の組成、微生物群集構造に対する分析から好気発酵の効果と対する影響因子、最適な処理条件の検討を行った。また、微生物群集以外に、薬剤耐性遺伝子の消長や細菌群集との関係性の解析も行った。

## 10. 重金属汚染土壌の修復技術の検討

工業活動や鉱山資源開発に伴い、重金属によって汚染された土壌が多く分布している。本研究は汚染土壌における重金属成分の脱着・溶出の特性を土壌の性質や間隙水の性質と関連付けて評価するとともに、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。

## 研究テーマ：地震動の特徴抽出と波形比較に関する検討

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）・光田 雅直・片山 大修・山内 康世（学部学生）

令和4年度研究活動について、以下に概説する。

1. 地震動波形の特徴抽出に関する検討
2. 地震動分布の特徴分析に関する検討

本報では、1の検討事例について報告する。

### 1. 地震動波形の特徴抽出に関する検討

地震発生により各地で観測される地震動は、地盤構造などの影響により、波形ごとに特徴が異なる。地震動分析においては、波形ごとの工学的特性(振幅・周期・経時特性)を的確に捉えることが重要である。例えば、振幅・周期特性を表す応答スペクトルは、その工学的重要性から地震動特性の分析に用いられる。振幅特性である計測震度は、各地の揺れの強さを知ると共に、被害を推察するための防災上重要な情報である。一方、全ての工学的特性を捉えた指標として、非定常パワースペクトル<sup>1)</sup>やウェーブレット変換<sup>2)</sup>が知られている。これらは地震動を周期別に分解した振幅の時間変動を表す指標であるが、元の地震動波形に対して、データ量が同じまたは増大する。筆者ら<sup>3)</sup>は、地震動波形に含まれる情報を維持し、比較的少ないデータ量で地震動の特徴を把握できる手法を提案した。本報では、より次元縮約された特徴量の提案を目的に、著者らの手法<sup>3)</sup>に特異値分解を適用した特徴抽出手法について検討した。特徴抽出においては、図1に示すように、加速度波形より算出した非定常パワースペクトルから周期ごとに正規化累積パワーを算出し、1%刻みの時刻で離散化した周期別特徴ベクトル<sup>3)</sup>を用いる。検討では、周期別特徴ベクトルから時間-周期軸上における地震動パワーの密度分布を算出し、多数波形の分析に使用する。分析では、図2に示すように、周期別特徴ベクトル(密度分布)に特異値分解に基づくモード分解手法を適用し、地震動パワーの分布特性(モード形状)と波形別の特徴量(主成分得点)に分解する。特異値分解は、行列を直交行列と対角行列の積に

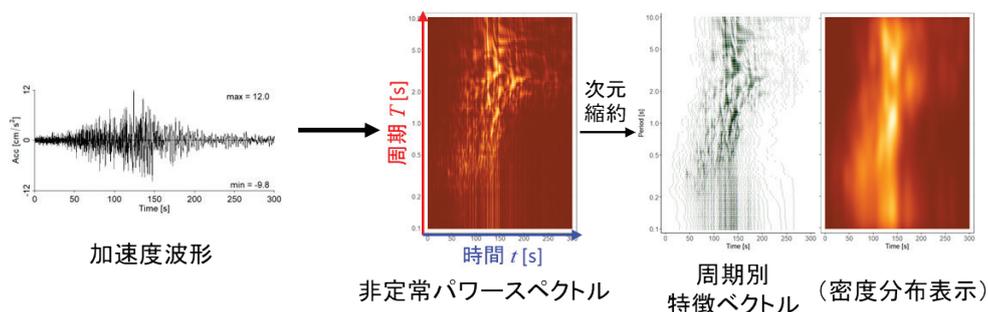


図1 振幅・周期・経時特性の特徴抽出：周期別特徴ベクトルの算出

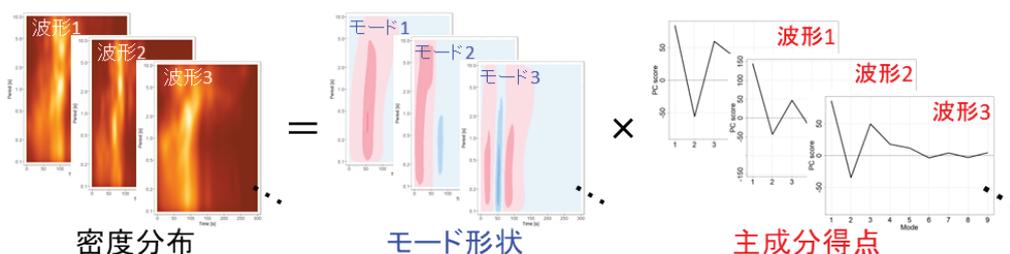


図2 多数波形を用いた特徴抽出：モード分解

分解する手法であり、地震動分布の空間分布特性の分析<sup>4),5)</sup>に用いられている。

図3, 図4に、2011年東北地方太平洋沖地震の観測記録(EW成分, 691波形)にモード分解による特徴抽出を行った結果を示す。なお、解析においては、加速度波形より正規化加速度累積パワーを算出し、パワーが1%の時刻を基準時間として波形間の時間位置を統一した。図3の累積寄与率では、モード9で90%以上あり、密度分布の傾向を少ない次元で表現可能なことが確認できる。図4のモード形状(特異値分解における左特異ベクトル)は、同色の範囲は正相関、異色の範囲は負相関の関係にある。図4より、モード1は50秒付近、モード2は0~50秒付近に正値が分布しており、それぞれの時間・周期帯の振幅のピークを表している。モード3は50秒付近に負値、その前後の周期0.1秒~1.0秒付近に正値が分布している。モード4,5は50秒前後で正負の値が交互に分布している。また、モード4では長周期帯で後続波と思われる分布や、モード5では周期によってピークが異なるなど、周期的な変動も見られる。

図5に、後出図6に示す4波形の主成分得点を示す。図6(a)のCHB003, 同図(b)のCHB006は周期1.0秒未滿、時刻50秒付近にピークが見られる波形であるが、両波形は図5を見るとモード3で負値であり、密度分布の特徴を表していることがわかる。また、図6において加速度波形、密度分布の特徴が類似しているCHB003, CHB006は、図5の主成分得点の傾向が類似しており、CHB003, CHB006と異なる特徴を有した図6(c)FKS003, 同図(d)IWT009は、図5より、主成分得点の傾向が異なることから、主成分得点から波形の類似性を比較可能であることを示した。

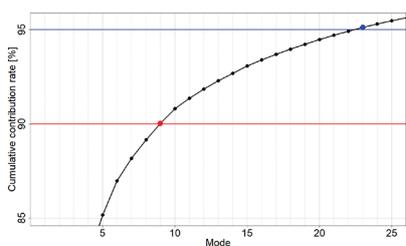


図3 累積寄与率(赤丸, 青丸はそれぞれ累積寄与率が90%, 95%を初めて上回ったモードを示す)

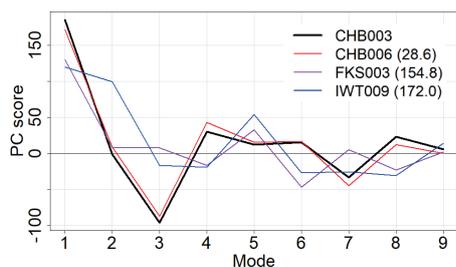


図5 主成分得点の比較

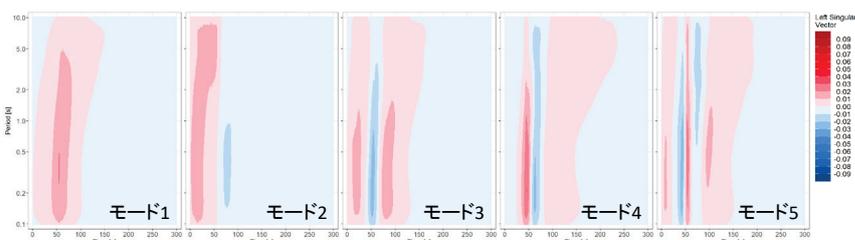


図4 モード形状の比較(2011年東北地方太平洋沖地震)

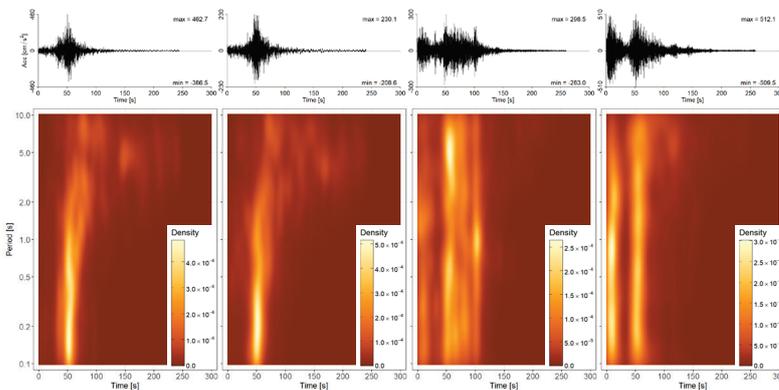


図6 加速度波形と周期別特徴ベクトルの比較

### 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) 亀田弘行：強震地震動の非正常パワースペクトルの算出法に関する一考察，土木学会論文報告集，No. 235，pp.55-62，1975。
- 2) 伊山潤，桑村仁：ウェーブレット変換による地震動の時間-周波数解析，日本建築学会構造系論文集，Vol. 63，No. 514，pp. 59-64，1998。
- 3) 久世益充，能島暢呂：混合正規分布による地震動の特徴抽出とその応用，日本地震工学会論文集，Vol.20，No.1，pp.93-106，2020。
- 4) 能島暢呂，久世益充，LE QUANG DUC：シナリオ地震動予測地図の特異値分解によるモード分解と地震動分布のシミュレーション，日本地震工学会論文集，Vol.18，No.2，pp.95-114，2018。
- 5) 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，Vol. 19，No. 1，pp. 121-134，2019。

## 研究テーマ： 持続的な森林管理のための森林流域の水源涵養機能評価モデルの開発

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 (大阪大学)・橋本 啓史 (名城大学)・長谷川 泰洋 (名古屋産業大学)・竹島 喜芳 (中部大学)・大橋 慶介 (石川高専)

研究協力者： 兼松 和重 ((株)中部森林技術コンサルタンツ)・小塩 将寛 (大学院学生)・下野 稜真・丸山 風月・櫻木 紀尚 (学部学生)

令和4年度の主な研究活動として、以下の研究活動成果について報告する。

### 1. 研究の背景と目的

持続可能な森林資源を維持するためには適切な森林管理施策が必要である。現在実施されている森林管理施策は木材供給面が重要視されており、災害防止、水質浄化、温暖化防止、生物多様性維持などの多様な生態系サービス (Ecological Service; ES) の維持という問題に対して適切に対処されているとは言い難い。ESは多様なプロセスの相互作用による結果であり、各ES間にはトレードオフとシナジーが存在する。従って持続可能な森林資源の維持には、多様なプロセスの複合結果であるESを定量的に評価できるツールによって、各森林施策を演繹的に評価し、と持続可能な森林資源管理の最適解を探索することが必要である。気候変動の予測や適応策の策定のため、様々なプロセスを組み合わせた生態系サービスの評価モデルは全球スケールで開発されてきた。しかし、国内の森林を対象としてES間のトレードオフ関係を精度よく評価し、一般市民の関与を増大させるためには、より身近な流域スケール、かつ国内の植生を対象とした総合的な生態系サービス評価モデルによる評価が必要である。本研究では、国内の植生を考慮した森林生態系モデルと調整サービスに含まれる洪水抑制機能、渇水抑制機能を評価するモデルの開発を目的とする。

### 2. 対象流域とモデルの詳細

#### 2.1 対象流域と地形及び森林情報

長崎県大村市の郡川流域 (面積 54.7km<sup>2</sup>)を対象流域とする。郡川流域は、年平均気温 17°C程度、年平均降雨量 1,800mm程度と比較的温暖的な気候であり、上流域に萱瀬ダム (総貯水量 6.8Mm<sup>3</sup>) を要する二級河川である。図1に郡川流域の土地被覆・樹種分布図を示す。流域の地形は国土地理院の 10m メッシュ標高データより作成した。落標高データより水線図、河道網図を作成し、図2に示すように各河道区分に対応する部分流域を抽出し、左右岸側斜面と上流側集水域に流域を分割した。森林情報は長崎県大村市 2020 年度森林簿、国有林 2021 年度森林簿及び環境省の自然環境 GIS より作成した。大村市森林簿は小林班毎の樹種、林齢、材積、地位が、国有林森林簿では、樹種、林齢、胸高直径、樹高、材積の情報が得られ、自然環境 GIS では、群落毎の樹種、土地被覆の情報が得られた。大村市では、2002 年～2020 年まで

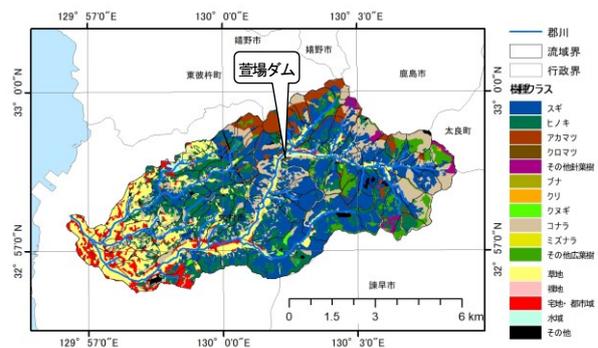


図1 郡川流域の土地被覆・樹種分布図。

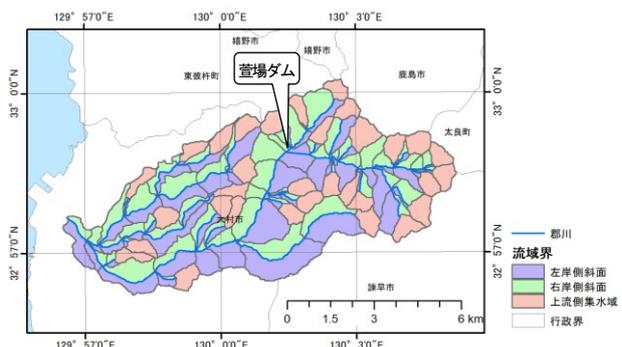


図2 郡川流域の部分流域。

の森林整備事業施業履歴が、国有林では間伐、主伐の時期、伐採率の情報が入手できたので、それぞれ 2006 年～2020 年までの森林状態を後述する森林モデルを利用して推定した。森林域のうち、大村市、国有林のどちらにも属さない領域が極少数存在したが、自然環境 GIS の樹種に従って 2020 年時点の林齢 50 年として森林状態を設定した。

## 2.2 モデルの詳細

本研究の生態系サービス評価モデルは、(1)森林モデル、(2)地表面モデル、(3)流域モデル、(4)河道モデル及び(5)炭素量評価モデルの 5 つのモデルで構成される。森林モデルは、間伐や植林、成長による材積、LAI 等の林況変化を算出し、地表面モデルは林況や土地利用・土地被覆状況を基に、蒸発散、降雨遮断、積雪、融雪量を推定し流域モデルへ有効雨量として入力する。流域モデルは斜面から河道への流出計算を行い、河道モデルは流域モデルからの出力を横流入として河川流量の計算を行う。(4)河道モデルの出力を用いて洪水抑制機能、渇水抑制機能の評価を行う。各モデルの詳細を以下に示す。

### (1) 森林モデル

森林モデルは、林業分野で主に人工林の密度管理図等作成に用いられる成長曲線、収量密度効果の逆算式等を用いて、間伐等によって本数が変化した場合、年々の成長による変化を計算する森林成長モデルと LAI(葉面積指数)、BAI(枝面積指数)、SAI(幹面積指数)を推定する部分に分けられる。森林成長モデルに用いられる係数は、樹種ごと、地域ごとに異なる。本研究では、ヒノキ、スギ、アカマツに対しては、長崎県や九州地方で整理された係数を用いた<sup>12)34)</sup>。広葉樹については、九州地方に利用できるものがなかったので、岐阜県で調整された係数を用いた<sup>5)</sup>。森林成長モデルでは、林齢、立木密度、地位を指定すると、樹高、幹材積、胸高直径が計算される。LAI の推定は、胸高直径と葉乾燥重量の関係式もしくは生枝下断面積と葉乾燥重量の関係式と、葉乾燥重量と葉面積の関係式より求められる。LAI 推定式は樹種ごとに整理されている。篠崎ら<sup>9)</sup>が示したように、葉の重量は枯死した導管を含む胸高直径より、生枝下断面積との関係が強い。本研究では、観測例が多く既往文献より文献値<sup>78)</sup>の収集が容易であったスギ、ヒノキに対しては、生枝下断面積を用いて葉乾燥重量を求める式を作成し、それ以外の樹種では様々な文献を用いて胸高直径から求める式を作成した。以下に森林モデルの詳細について述べる。

上層樹高 $H_t$ (m)は生長曲線に基づき計算される。生長曲線はミッチャーリッヒ曲線(式(1))、ロジスティック曲線(式(2))、ゴンペルツ曲線(式(3))等が用いられる。

$$H_t = M(1 - L \exp(-Kt)) \quad (1)$$

$$H_t = M/(1 + L \exp(-Kt)) \quad (2)$$

$$H_t = \exp\{M(1 - L \exp(-Kt))\} \quad (3)$$

ここで、 $M$ 、 $L$ 、 $K$ は樹種毎に決まるパラメータ、 $t$ は林齢(y)である。同じ林齢における生長のばらつきは、地位によって調整する。地位は日照・土壌・水分条件等による場所毎に決定されるパラメータである。本研究では式(1)～(3)で決定される樹高を地位 3 のものとし、小林班毎に与えられる地位 1～5 の指数を用いて生長のばらつきを表すこととした。生長曲線のパラメータ決定に用いられた林分サンプルの 95%が地位 1～5 の間に含まれるように地位の分布範囲を決定した。

林分平均材積 $V$ ( $m^3/ha$ )は、以下の収量密度効果の逆算式より求める。

$$V = \left( b_1 H_t^{b_2} + \frac{b_3 H_t^{b_4}}{N} \right)^{-1} \quad (4)$$

ここで、 $N$ は立木本数(本/ha)、 $b_1 \sim b_4$ はパラメータである。胸高直径 $D$ (cm)は以下の式に従って推定される。

$$H_F = \alpha_1 + \alpha_2 H_t + \frac{\alpha_3 \sqrt{N} H_t}{100} \quad (5)$$

$$D_g = 200 \sqrt{\frac{V}{\pi N H_F}} \quad (6)$$

$$D = \beta_1 + \beta_2 D_g + \frac{\beta_3 \sqrt{N} H_t}{100} \quad (7)$$

ここで、 $H_F$ は林分形状比、 $D_g$ は断面平均直径(cm)、 $\alpha_1 \sim \alpha_3$ 、 $\beta_1 \sim \beta_3$ はパラメータである。森林管理によって立木本数は変化するが、人工的に手を加えない場合自然枯死によって減少する。本研究では以下の自然枯死線(式(8))における次年度の本数 $N(t+1)$ と最多密度曲線(式(9))における最多密度 $N_{Rf}$ (本/ha)の本数が少ない方を採用する。

$$\frac{1}{N(t+1)} = \frac{1}{N_0} - \frac{v(t)}{K_5 N_0^{(K_1+1)}} \quad (8)$$

$$N_{Rf} = K_4 H_t^{K_3} \quad (9)$$

ここで、 $N_0$ は植栽本数(本/ha)、 $v(t)$ は $t$ 年の1本当たりの平均材積( $m^3$ )、 $K_1 \sim K_5$ はパラメータであり、収量密度の逆算式のパラメータと限界競争比数 $R_f$ より、以下の式を用いて決定される。

$$K_1 = \frac{b_2}{b_2 - b_4} \quad (10)$$

$$K_3 = b_4 - b_2 \quad (11)$$

$$K_4 = \frac{b_3(1 - R_f)}{b_1 R_f} \quad (12)$$

$$K_5 = \frac{K_1 R_f}{b_3} \left( \frac{R_f}{1 - R_f} \frac{b_1}{b_3} \right)^{K_1} \left( \frac{b_2}{b_4} \right)^{(K_1+1)} \quad (13)$$

本研究で用いた各パラメータを表1に示す。

生枝下断面積は、生枝下高に關係する。枝打ち等の森林管理施業により生枝下高 $H_B$ (m)は変化するが、人工的な手入れがなかった場合、Kanazawa *et al.*<sup>9)</sup>が提案した以下の式を用いて推定する。

$$H_B = \frac{H_t}{a S_r^b + 1} \quad (14)$$

ここで、 $S_r$ は相対幹距であり、次式で求められる。

$$S_r = \frac{10000}{H_t \sqrt{N}} \quad (15)$$

表1 森林生長モデルに用いた各パラメータ

	スギ <sup>3)</sup>	ヒノキ <sup>2)</sup>	アカマツ <sup>4)</sup>		L <sub>1</sub> 型	L <sub>2</sub> 型	L <sub>3</sub> 型
生長曲線	式(2)	式(3)	式(3)		式(3)	式(1)	式(1)
$M$	30.30	29.30	2.977		3.115	21.82	16.81
$L$	1.368	0.7635	0.7617		0.3634	0.7109	0.8504
$K$	0.04403	0.02347	0.05550		0.03754	0.02621	0.06793
$b_1$	0.04980	0.05239	0.1326		0.7017	0.08544	0.09967
$b_2$	-1.3261	-1.406	-1.481		-1.662	-1.015	-0.8997
$b_3$	773.4	5274	2110		16944	7077	15909
$b_4$	-2.275	-2.881	-2.872		-3.569	-2.773	-3.251
$\alpha_1$	2.356	0.7746	1.573		1.547	1.287	1.348
$\alpha_2$	0.2625	0.3768	0.3726		0.3768	0.3040	0.2967
$\alpha_3$	0.2612	0.1410	0.1574		-0.2242	-0.09113	-0.008533
$\beta_1$	0.6868	-0.2465	-0.5569		-0.2038	-0.08979	0.4594
$\beta_2$	0.9767	0.9624	0.9817		0.9544	0.9401	0.8915
$\beta_3$	-0.03031	0.1410	0.0413		0.02688	0.1031	0.04779
$R_f$	0.2909	0.3934	0.115		0.0315	0.146	0.06264

\* L<sub>1</sub>型: ブナ・ミズナラ・クヌギ・トチノキ等, L<sub>2</sub>型: コナラ・サクラ・クリ・ホオノキ・カエデ等, L<sub>3</sub>型: カンバ類, その他広葉樹

$a$ ,  $b$ は樹種毎のパラメータであり, 十分なサンプル<sup>7)8)10)11)12)13)14)15)16)17)18)19)20)21)22)</sup>が得られたスギ, ヒノキに対してのみ, それぞれ $a = 0.02039$ ,  $b = 1.384$  ( $R^2 = 0.936$ ),  $a = 0.02932$ ,  $b = 1.268$  ( $R^2 = 0.905$ )の値が得られた.

幹の形状を台形と仮定すると生枝下断面積 $A_B$ ( $m^2$ )と $H_B$ の間に以下の式が提案できる<sup>23)24)</sup>.

$$A_B = A(H_t - H_B)/(H_t - H_0) \quad (16)$$

ここで,  $A$ は胸高断面積( $m^2$ ),  $H_0$ は胸高で一般に1.3mを用いる<sup>24)</sup>. 本研究では式(16)を以下のように変形し, は十分なサンプル<sup>8)10)11)13)25)26)27)28)29)30)31)32)</sup>が入手できたスギ, ヒノキ林に対してパラメータ $a$ ,  $b$ を求めた.

$$\log_{10} A_B = a \log_{10} \{A(H_t - H_B)/(H_t - 1.3)\} + b \quad (17)$$

得られたパラメータは, スギ林で $a = 0.992$ ,  $b = -0.0908$  ( $R^2 = 0.984$ ), ヒノキ林で $a = 0.968$ ,  $b = -0.0835$  ( $R^2 = 0.968$ )である.

スギ, ヒノキについては, 生枝下断面積 $A_B$ より葉の乾燥重量 $W_L$ (kg)を求める.

$$\log_{10} W_L = a \log_{10} A_B + b \quad (18)$$

サンプルデータ<sup>7)8)10)11)12)17)19)24)25)26)28)30)32)33)34)35)36)37)38)39)</sup>より, スギ林で $a = 0.982$ ,  $b = 2.80$  ( $R^2 = 0.826$ ), ヒノキ林で $a = 0.981$ ,  $b = 2.80$  ( $R^2 = 0.910$ )が得られた. アカマツは文献値<sup>40)</sup>を用いた. 広葉樹はサンプルデータ<sup>25)27)38)40)41)42)43)44)45)46)47)48)49)50)51)52)53)54)55)56)57)58)59)60)61)62)63)</sup>より, 次式と表2に示すパラメータを用いて推定した.

$$\log_{10} W_L = a \log_{10} D + b \quad (19)$$

葉乾燥重量 $W_L$ から葉面積 $A_L$ ( $m^2$ )を求める式はいくつか提案されている. 熊谷<sup>64)</sup>はアカマツ林の葉面積を計算する式を提案している. アカマツ以外の樹種については以下の式を用いて推定した.

$$A_L = aW_L \quad (20)$$

定数 $a$ はサンプルデータ<sup>27)43)44)49)50)52)55)56)59)63)</sup>より, 表3の通り求めた.

最終的にLAI(無次元)はha当り立木本数 $N$ を用いて, 以下のように求められる.

$$LAI = A_L N / 10000 \quad (21)$$

BAIは戎ら<sup>65)</sup>が提案したスギ, ヒノキの樹形モデルを用いて算出した. スギ, ヒノキ以外の樹種については, スギ, ヒノキのパラメータの平均で代用して推定する. SAIは, 樹形を三角錐とみなし, 胸高断面積を底面積, 樹高を高さとして三角錐の表面積として算出する.

表2 葉乾燥重量計算式のパラメータ

区分	L <sub>1</sub> 型			L <sub>2</sub> 型					
	ブナ	ミズナラ	その他L <sub>1</sub>	コナラ	サクラ	カエデ類	クリ	ホオノキ	その他L <sub>2</sub>
$a$	1.85	1.96	1.68	2.15	2.10	2.01	1.48	2.46	2.33
$b$	-1.88	-1.96	-1.49	-2.03	-2.30	-2.18	-1.33	-2.71	-2.32
区分	L <sub>3</sub> 型								
樹種	カンバ類	アカシア	ソヨゴ	ツブラジイ	ヒサカキ	リョウブ	その他L <sub>3</sub>		
$a$	2.28	2.28	2.03	1.99	1.42	2.01	1.79		
$b$	-2.29	-2.07	-1.71	-1.78	-1.52	-1.96	-1.64		

表3 葉面積計算式のパラメータ

樹種	スギ	ヒノキ	ブナ	ミズナラ	ケヤキ・クヌギ・トチノキ	コナラ	サクラ	カエデ類	クリ	ホオノキ	カンバ類	その他広葉樹
$a$	2.90	3.67	20.9	12.1	12.5	11.9	9.08	20.2	12.0	15.6	17.6	11.7

## (2) 地表面モデル

地表面モデルでは、蒸発散量と遮断蒸発量の計算を行う。蒸発散量はアルベドを考慮した Makkink 式<sup>66)</sup>による可能蒸発散量 $E_p$ と無次元蒸発散量<sup>67)</sup>を用いて求める。可能蒸発散量 $E_p$ (mm/d)は以下の式で求める。

$$E_p = (a + 0.05 - \alpha) \frac{\Delta}{\Delta + \gamma} \frac{R_s}{\iota} + b \quad (22)$$

ここで、 $\Delta$ は飽和水蒸気圧曲線の勾配(hPa/°C)、 $\gamma$ は乾湿計定数(hPa/°C)、 $R_s$ は全天日射量(MJm<sup>-2</sup>d<sup>-1</sup>)、 $\iota$ は蒸発潜熱(MJ/kg)、 $\alpha$ はアルベド、 $a$ 、 $b$ は場所毎に異なるパラメータで、本研究では長崎の $a = 0.868$ 、 $b = 0.17$ を用いた。実蒸発散量 $E$ は以下の LAI を用いた無次元蒸発散量を用いて算出する。

$$\frac{E}{E_p} = \frac{0.78}{1 + \exp\{-0.78(LAI - 2.2)\}} \quad (23)$$

$$\frac{E}{E_p} = 0.45 + 0.4\{1 - \exp(-1.5LAI)\} \quad (24)$$

式(23)は森林域に対する無次元蒸発散量、式(24)は草地に対する無次元蒸発散量である。森林の LAI は前述の森林モデルの出力値を用い、草地の LAI は4で固定した。

遮断蒸発量は、近藤、渡辺<sup>68)</sup>、近藤ら<sup>69)</sup>の提案した以下の手法に従って計算する。降水中の遮断蒸発速度 $I_{POT}$ (mm/d)は以下の式で表せる。

$$\frac{I_{POT}}{Q - \sigma T^4} = \frac{\Delta}{\gamma} \{T^+ + q^+(1 - rh)\}J \quad (25)$$

ただし、

$$\begin{aligned} Q &= R \downarrow - G \\ R \downarrow &= (1 - \alpha)S \downarrow + L \downarrow \\ T^+ &= \frac{1 - J(\Delta/\gamma)(1 - rh)q^+}{J(1 + \Delta/\gamma)} \\ q^+ &= \frac{1}{Q - \sigma T^4} \frac{4\sigma T^3 q_{sat}(T)}{\Delta} \\ J &= (C_p \rho / 4\sigma T^3) C_H U \end{aligned}$$

ここで、 $q_{sat}(T)$ は気温 $T$ における飽和比湿、 $rh$ は相対湿度、 $S \downarrow$ は全天日射量、 $L \downarrow$ は大気放射量、 $G$ は地中伝導熱、 $C_p$ は空気の定圧比熱、 $C_H$ はバルク輸送係数、 $U$ は風速、 $\sigma$ は Stefan-Boltzman 定数である。実際の遮断蒸発強度 $I$ (mm/d)は降雨継続時間 $\tau$ (h)、降水量 $P$ (mm/d)以下の式で求められる。

$\Omega^* \times P \geq I_{POT}(\tau/24) + S$ のとき、

$$I = I_{POT}(\tau/24) + S \quad (26a)$$

$\Omega^* \times P < I_{POT}(\tau/24) + S$ のとき、

$$I = \Omega^* \times P \quad (26b)$$

ただし、降雨継続時間 $\tau$ は24時間を超えないように以下の式で定義される。

$$\tau = 18\{1 - \exp(-P/12)\} \quad (27)$$

ここで、 $\Omega^*$ は降水粒子が樹体にぶつかる確率であり、樹冠の閉鎖率 $\Omega$ と LAI より以下の式で求められる。

$$\Omega^* = \Omega\{1 - \exp(-0.5LAI/\Omega)\} \quad (28)$$

$S$ は樹体上に貯留される保水容量(mm)であり、LAI、BAI、SAIを用いて以下の式で定義される。

$$S = s_{leaf}LAI + s_{branch}BAI + s_{stem}SAI \quad (29)$$

ここで、 $s_{leaf}$ 、 $s_{branch}$ 、 $s_{stem}$ は、それぞれ葉面、枝面、幹面上に貯留される単位面積当たりの保水容量(mm)であり、樹種毎に決定されるパラメータである。本研究では日遮断率 $f = I/P$ を算出した後、時間降水量 $r$ (mm/h)から有効雨量 $r_e = (1 - f)r$  (mm/h)を算出し、斜面モデルへの入力値としている。

### (3) 斜面モデル

斜面モデルでは、図2で示した部分流域の左右岸斜面、上流側集水域毎に、呉らが提案した鉛直浸透機構を考慮した流出計算手法<sup>70)71)</sup>に従って河道への横流入量を計算する。ただし、呉らの提案モデルでは長期流出に対応するための地下水層が無いので、吉見、山田<sup>72)</sup>が提案した手法と同様に、地下水層を下部に追加したモデルで計算を行う。斜面モデルの概念図を図3に示す。第1層は地表面流、第2層は中間流、第3層は地下水量を表す。 $q_1$ 、 $q_2$ 、 $q_3$ はそれぞれ第1層、第2層、第3層からの流出高、 $h_1$ 、 $h_2$ 、 $h_3$ はそれぞれ第1層、第2層、第3層の水位、 $V_1$ 、 $V_2$ はそれぞれ第1層から第2層へ、第2層から第3層への浸透速度である。地表面モデルで算出された有効雨量 $r_e$ は第1層へ入力される。第1層は降雨時を除いて水深0となる時期が多いので、計算誤差減少のため蒸発散量は第2層から差し引かれる。第2層の水位が0となった場合、蒸発散に足りない分は第3層から補充される。第1層の運動方程式は以下の通りである。

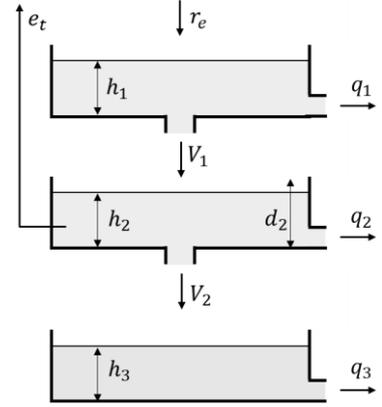


図3 斜面モデルの概念図。

$$q_1 = \alpha_1 h_1^{5/3} \quad (30)$$

ここで、 $\alpha_1 = \sqrt{i}/n$ 、 $n$ は等価粗度、 $i$ は斜面勾配である。 $q_1$ の時間発展は以下の通りである。

$$\frac{\partial q_1}{\partial t} = \frac{5}{3} \left( \frac{\sqrt{i}}{n} \right)^{\frac{3}{5}} L^{-\frac{3}{5}} q_1^{\frac{2}{5}} (r_e - V_1 - q_1) \quad (31)$$

ここで、 $t$ は時間、 $L$ は斜面長である。第1層の連続式は以下の通り。

$$\frac{dh_1}{dt} = r_e - q_1 - V_1 \quad (32)$$

第2層の運動方程式は以下の通りである。

$$q_2 = \frac{k_s i}{w} h_2 \quad (33)$$

ここで、 $k_s$ は側方浸透飽和透水係数、 $w$ は有効空隙率である。 $q_2$ の時間発展は以下の通りである。

$$\frac{\partial q_2}{\partial t} = \frac{k_s i}{wL} (V_1 - q_2 - V_2 - e_t) \quad (34)$$

第2層の連続式は以下の通り。

$$\frac{dh_2}{dt} = V_1 - q_2 - V_2 - e_t \quad (35)$$

ただし、 $d_2 = \varepsilon_1 D$  ( $\varepsilon_1$ は表土層の空隙率、 $D$ は表土層厚) とし、 $h_2 > d_2$ のとき、 $h_2 - d_2$ の水分は第1層へ供給される。浸透速度 $V_1$ は以下の通り。

$$V_1 = \begin{cases} r_e & (0 \leq t < t_p) \\ \frac{1}{2} \left\{ 1 + \sqrt{1 + \frac{(\theta_s - \theta_i) h_k}{t \cdot k_{sv}}} \right\} k_{sv} & (t_p \leq t) \end{cases} \quad (36)$$

ここで、 $k_{sv}$ は鉛直浸透飽和透水係数(最終浸透能)、 $h_k$ は湿潤線での毛管負圧。 $\theta_i$ は初期含水率、 $\theta_s$ は飽和含水率、 $t_p$ は湛水開始時刻であり、次の式で定義される。

$$t_p = \frac{(\theta_s - \theta_i) h_k k_{sv}}{r_e (r_e - k_{sv})} \quad (37)$$

第3層は簡易的に以下の線形モデルを導入した。

$$V_2 = b h_2 \quad (38)$$

$$q_3 = K_s i h_3 \quad (39)$$

$$\frac{dh_3}{dt} = V_2 - q_3 \quad (40)$$

ここで、 $b$ 、 $K_s$ は、深部浸透、地下水流出に関する係数である。上記の式をルンゲクッタ法で展開し、時々刻々の斜面からの流出量を算出する。斜面モデルでは斜面を矩形と仮定し、斜面に接続する河道長 $L_R$ と部分流域の面積 $A$ から斜面長 $L = A/L_R$ を決定する。上流側集水域は正方形斜面と仮定して斜面長を決定する。各斜面では、土地被覆クラス又は浸透・不浸透域クラス毎に面積割合で斜面を分割する。斜面内のどこに対象の土地被覆領域が存在するかにかかわらず各クラスの斜面長は $L$ で統一され、各クラスからの流出量の合計を河道モデルへの横流入量とする。

#### (4) 河道モデル

河道モデルは、以下のような kinematic wave 法で河川流量を計算する。

$$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = q_L \quad (41)$$

$$Q = A \frac{1}{n_R} R^{\frac{2}{3}} i^{\frac{1}{2}} \quad (42)$$

ここで、 $Q$ は河川流量、 $A$ は流積、 $R$ は径深、 $i$ は河床勾配、 $n_R$ は河道の等価粗度、 $q_L$ は斜面からの横流入量である。

### 3. 計算結果と検証

#### 3.1 森林モデルの計算結果

図4、図5に森林モデルで推定した2006年と2020年の第1樹種のLAIを示す。2006年から2020年の間に生長

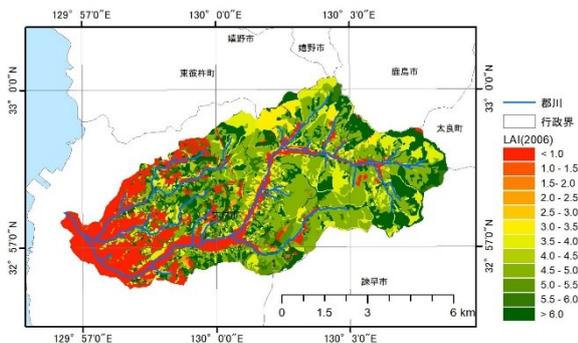


図4 2006年の第1樹種のLAI.

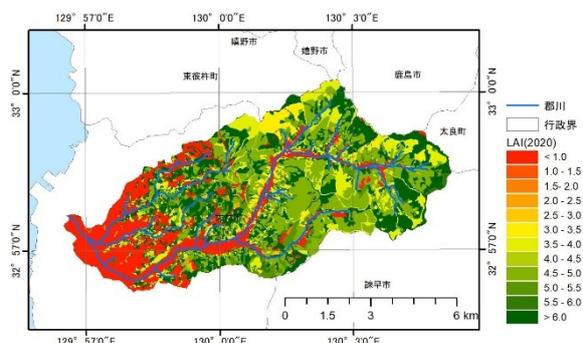


図5 2020年の第1樹種のLAI.

によってLAIが増加した箇所、主伐等の森林管理によってLAIが減少した箇所が確認できる。

#### 3.2 水文データとモデルの検証

2006年～2020年の1kmメッシュ解析雨量と気象庁観測点(長崎, 雲仙岳, 佐世保)の気象観測データを用いて計算を行う。流出量の検証は、2016年～2020年の萱場ダムの日流入量データを用いる。図6、図7に比較的渇水傾向があった2017年と、豪雨イベントがあった2020年の計算結果と観測流入量ハイドログラフの比較図を示す。ピーク流量を若干過小評価しているが、概ね良好な結果が得られた。表5にNash-Sutcliffe係数(NSE)による計算ハイドログラフの精度検証結果を示す。

表5 精度検証結果

年	NSE
2016	0.875
2017	0.774
2018	0.823
2019	0.848
2020	0.848

全ての年で0.7以上のNSEが得られ、良好な推定精度で流量の計算ができていると言える。

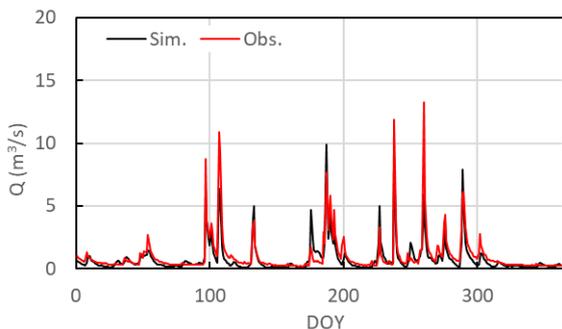


図6 萱場ダム流入量の計算結果(2017年).

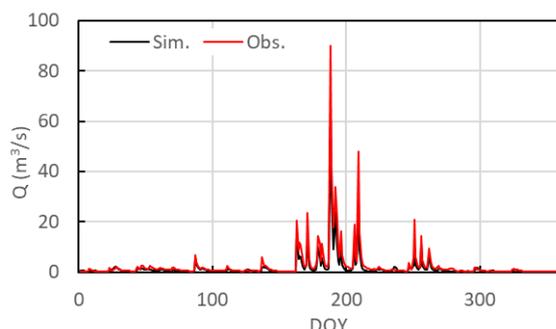


図7 萱場ダム流入量の計算結果(2020年).

### 3.3 林況の違いによる洪水抑制機能, 渇水抑制機能の変化

2006年と2020年の林況の違いと, 比較的大きな豪雨イベントがあった2020年の気象データ, 軽度の渇水年であった2007年の気象データを用いて, 林況の違いによる洪水抑制機能, 渇水抑制機能の変化について評価した.

図8に2006年の林況(LAI2006)と2020年の林況(LAI2020)を用い, 2020年の気象条件で計算を行ったハイドログラフを示す. 2006年と2020年の林況の違いは, 豪雨イベントのハイドログラフに対し, あまり影響しなかった. ピーク流量は, 2006年の林況で61.17m³/s, 2020年の林況

で61.20m³/sと, ほとんど差が無かった. 図9に2006年の林況と2020年の林況を用い, 2017年の気象条件で計算したハイドログラフの流況曲線を示す. 低水流量(275日)は2006年の林況で0.172m³/s, 2020年の林況で0.191m³/s, 渇水流量(355日)は, 2006年の林況で0.097m³/s, 2020年の林況で0.117m³/sと2020年の林況の方が若干渇水抑制機能が高いという評価が得られた.

2006年から2020年における森林の生長と森林管理によって, 渇水抑制機能に影響する程度総合的なLAIが減少したためと考えられる. 生長によって一部の森林のLAIは増加したが, 壮齢林以降でLAIはあまり増加せず, 間伐や主伐によって裸地化, もしくは再植林された若齢林による影響で総合的なLAIが低下していると考えられる. 一方で, LAIの多少の変化は降雨遮断にあまり影響せず, 洪水抑制機能の向上, 劣化にはあまり影響しなかったと考えられる.

2006年から2020年における森林の生長と森林管理によって, 渇水抑制機能に影響する程度総合的なLAIが減少したためと考えられる. 生長によって一部の森林のLAIは増加したが, 壮齢林以降でLAIはあまり増加せず, 間伐や主伐によって裸地化, もしくは再植林された若齢林による影響で総合的なLAIが低下していると考えられる. 一方で, LAIの多少の変化は降雨遮断にあまり影響せず, 洪水抑制機能の向上, 劣化にはあまり影響しなかったと考えられる.

## 4. まとめ

本研究では, 持続可能な森林管理のために, 主伐, 間伐, 枝打ち, 樹種転換等の森林管理によって洪水抑制機能, 渇水抑制機能等の生態系サービスがどのように変化するかを評価する統合ツールの開発を行った.

長崎県大村市郡川への適用では, 大村市が現在実施している程度の森林管理では, 森林機能が大幅に変化したとは言えないという結果が得られた. 今後は, 本モデルを用いて, 森林機能に大きな変化が発生する程度の林況変化はどの程度か, 森林管理に要するコストと, それによって変化する生態系サービスの関係等についても

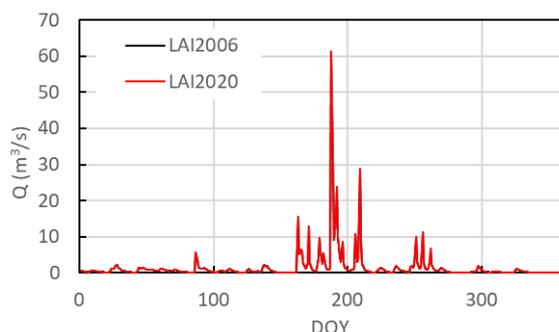


図8 2020年の気象データを用いた計算結果.

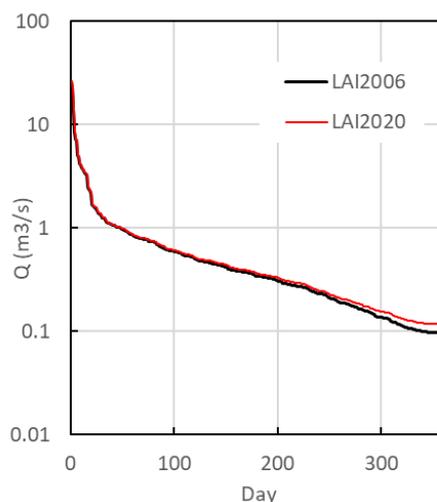


図9 2017年の気象データを用いた流況曲線.

検討していきたい。

## 謝辞

本研究は JSPS 科研費 JP20K04747, JP20K12284 の助成を受けたものです。

## 参考文献

- 1) 前田 (2012) 長伐期施業に対応した長崎県ヒノキ人工林管理基準の作成, 長崎農林技研報, 3, 54-64.
- 2) 林野庁林業試験場 (1957) 九州地方ひのき林分収穫表調整説明書, 収穫表調整業務研究資料, 19, 49p.
- 3) 檜崎ら (2015) 福岡県版システム収穫表作成のためのスギ林分密度管理図および地位指数曲線の調整, 福岡県農林業総合試験場研究報告, 1, 38-43.
- 4) 林野庁林業試験場 (1960) 北九州地方あかまつ林分収穫表調整説明書, 収穫表調整業務研究資料, 25, 46p.
- 5) 岐阜県林政部 (1992) 広葉樹林分収穫表, 37p.
- 6) Shinozaki *et al.* (1964) A Quantitative Analysis of Plant Form-The Pipe Model Theory I. Basic Analyses, The Ecological Society of Japan, 14 (3), 97-105.
- 7) 安藤ら (1968) スギ林の保育形式に関する研究, 林業試験場研究報告, 209, 1-76.
- 8) 石井ら (1998) 衛星データによる森林計測手法の開発(その2)ー葉面積指数 LAI の推定ー, 研究報告: U98013, 電力中央研究所.
- 9) Kanazawa *et al.* (1985) Crown Development and Stem Growth in Relation to Stand Density in Even-Aged Pure Stands (II) Ceax-Length Model of *Cryptomeria japonica* Stands as a Function of Stand Density and Tree Height, Journal of the Japanese Forest Society, 67(10), 391-397.
- 10) 斎藤, 四手井 (1973) スギ幼齢林の一次生産力とその推定法の検討, 日林誌, 55(2), 52-62.
- 11) 斎藤ら (1967) 小径木間伐に関する研究 (II): 第1回間伐1年後の林況の変化について, 京都大学農学部演習林報告, 39, 64-78.
- 12) 斎藤ら (1968) 小径木間伐に関する研究 (III): 第1回間伐2年後の林況の変化について, 京都大学農学部演習林報告, 40, 81-92.
- 13) 石井 (2007) 衛星データを用いた森林の葉面積指数の推定および炭素固定量の算定と水収支解析への応用, 早稲田大学博士論文.
- 14) 稲垣ら (2015) 高知県のヒノキ人工林における樹冠葉量の推定, 森林応用研究, 24(2), 11-18.
- 15) 稲垣ら (2018) 高知県のヒノキ人工林における間伐後の樹冠葉量の変化, 森林応用研究, 27(1), 1-9.
- 16) 河原ら (1985) 幼齢スギ林における利用間伐モデル試験, 日本林學會誌, 67(1), 28-32.
- 17) 杉元ら (2010) 90年生ヒノキ高齢林における枝葉現存量および垂直分布, 日林誌, 92, 63-71.
- 18) 竹内ら (1997) ヒノキ若齢人工林における形状比の変化, 日林誌, 79, 137-142.
- 19) 只木ら (1966) 森林の生産構造に関する研究(X)無間伐の45年生ヒノキ林の生産力, 日林誌, 48(11), 387-393.
- 20) 中屋ら (2011) 森林における土壌侵食量評価のための林内雨運動エネルギーモデルの開発, 研究報告: V11001, 電力中央研究所.
- 21) Wakiyama *et al.* (2010) Estimation of temporal variation in splash detachment in two Japanese cypress plantations of contrasting age, Earth Surface Processes and Landforms, 35(9), 995-1005.
- 22) 渡邊ら (2015) 間伐が高齢級ヒノキ過密林の林分構造と成長に及ぼす影響, 日林誌, 97, 182-185.
- 23) Sumida *et al.* (2009) Ground-Based Estimation of Leaf Area Index and Vertical Distribution of Leaf Area Density in a *Betula ermanii* Forest, Silva Fennica, 43(5), 799-816.
- 24) Inagaki *et al.* (2020) A simple method for leaf and branch biomass estimation in Japanese cedar plantations, Trees, 34(2), 349-356.
- 25) Kawanabe and Ando (1988) Studies on the regeneration of natural forest on lower limit of cool temperate deciduous broad-leaved forest V-Biomass and growth in natural forest of *Cryptomeria japonica*, Bulletin of the Kyoto University Forests, 60, 67-76.
- 26) Iijima (1991) Growth of the stem volume of hinoki trees, Master's thesis, Faculty of Agriculture, Nagoya University.
- 27) Komiyama *et al.* (2002) Allometric relationships for deciduous broad-leaved forests in Hida district, Gifu Prefecture, Japan, Journal of the Japanese Forestry Society, 84, 130-134.
- 28) 宇津木 (2009) 森林群落の葉群構造が林冠光合成生産量に及ぼす影響ー特に葉傾角について, 東京大学博士論文.
- 29) Tanao (1982) Biomass and its increment in a hinoki plantation, Master's thesis, Faculty of Agriculture, Nagoya University.
- 30) 丹下・村川 (1990) 87年生ヒノキ人工林の生長と現存量, 東大農学部演習林報告, 82, 103-112.
- 31) Nakagaki (1983) Biomass of attached dead branches and their CO<sub>2</sub> release in hinoki cypress and Japanese red cedar plantations, Master's thesis, Faculty of Agriculture, Nagoya University.
- 32) Yamakura *et al.* (1972) Production and structure of under-ground part of Hinoki (*Chamaecyparis obtusa*) stand (I) Estimation of root production by means of root analysis, Journal of the Japanese Forest Society, 54, 118-125.
- 33) Yamaji (1991) On the estimation of radiation interception by woody organs in a hinoki plantation, Master's thesis, Faculty of Agriculture, Nagoya University.
- 34) 斎藤ら (1966) 小径木間伐に関する研究 (I): 第1回間伐前後の林況の変化について, 京都大学農学部演習林報告, 38, 50-67.
- 35) 只木ら (1967) 森林の生産構造に関する研究XIサンキスギと実生スギの28年生造林地の物質生産力, 林業試験場研究報, 199, 47-65.
- 36) Tange and Kojima (2010) Aboveground biomass data of Anno growth monitoring stands of *Cryptomeria japonica* in the University Forest in Chiba, The University of Tokyo, Miscellaneous information, the Tokyo University Forests, 49, 1-6.
- 37) Harada *et al.* (1972) Study on the nutrient contents of mature *Cryptomeria* forest, Bulletin of the Government Forest Experiment Station, 249, 17-74.
- 38) Mori *et al.* (1979) Managements and land use in *Fagus crenata* natural forest region in Tohoku district, Technical Report 5, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council.
- 39) Hagihara *et al.* (1993) Allometric relations in hinoki (*Chamaecyparis obtusa* (Sieb. et Zucc.) Endl.) trees, Bulletin of the Nagoya University Forests, 12, 11-29.
- 40) 荻住編 (2010) 最新樹木根系図説, 総論, 誠文堂新光社.
- 41) Ikushima (1964) Productive structure of woody community, Academic report of Tanzawa Oyama, Kanagawa Prefecture.

- 42) Utsugi *et al.* (2004) The above ground biomass components of boreal deciduous forest in Northern Japan 1 : The above ground biomass estimation and vertical distribution of foliage area, The Bulletin of Hokkaido Branch of the Japanese Forestry Society, 52, 99-101.
- 43) Falster *et al.* (2015) BAAD: a Biomass and Allometry Database for woody plants, *Eology*, 96(5), p.1445, (<https://esapubs.org/archive/ecol/E096/128/metadata.php> Last accessed at 13 June, 2023)
- 44) 小谷 (2008) 若齢ブナ人工林の現存量と生産力の推定, 石川県林試研報, 40, 12-16.
- 45) Komiyama *et al.* (2003) Comparison of vertical distribution of root weight between Hinoki cypress (*Chamaecyparis obtusa*) and oak (*Quercus crispula*) individuals growing in a Hinoki plantation, *Journal of the Japanese Forest Society*, 85, 152-155.
- 46) Suzuki (2012) Estimation of aboveground and belowground carbon stock in a forest of Northern Hokkaido, Master's thesis, Hokkaido University.
- 47) Sweda and Shimokawa (2003) Estimation of biomass of secondary deciduous broadleaved forest in the Experimental Forest of Ehime University. Estimation of bioproductivity and carbon fix ability on broadleaved secondary forests, Report of Grant-in-Aid for Scientific Research.
- 48) Takagi *et al.* (2010) Allometric relationships and carbon and nitrogen contents for three major tree species (*Quercus crispula*, *Betula ermanii*, and *Abies sachalinensis*) in Northern Hokkaido, Japan, *Eurasian Journal of Forest Research*, 13, 1-7.
- 49) Takahashi *et al.* (1999) Stand biomass, net production and canopy structure in a secondary deciduous broad-leaved forest, northern Japan, *Research bulletin of the Hokkaido University Forests*, 56, 70-85.
- 50) 只木ら (1969) 森林の生産構造に関する研究(XV)ブナ人工林の一次生産, *日林誌*, 51(12), 331-339.
- 51) Hashizume and Onishi (1980) On the production structure and productivity of beech forests in the Hiruzen district, *Hardwood research*, 1, 73-84.
- 52) 星ら (2001) LandsatTM データを用いた落葉広葉樹天然林における葉面積指数の推定, *日林誌*, 83(4), 315-321.
- 53) Morisawa and Taira (1957) Leaf biomass of *Fagus crenata* in Gumma Prefecture, *Bulletin of the Forestry and Forest Products Research Institute*, 95, 121-127.
- 54) Suzuki *et al.* (1990) Growth and biomass of manmade *Zelkova serrata* stands in Tokyo University Forest in Chiba, *Bulletin of the Tokyo University Forests*, 82, 113-129.
- 55) Ishii and Tadaki (2000) Structure and biomass of a secondary broad-leaved forest growing in the campus of Nagoya University, *Nagoya University forest science*, 19, 197-206.
- 56) 小笠原ら (1982) コナラ二次林の現存量および生産量, *広葉樹研究*, 4, 257-262.
- 57) 甲斐 (2011) コナラの若い人工林における物質生産, *九州森林研究*, 64, 130-131.
- 58) 片倉ら (2007) カラマツ林, アカマツ林, コナラ林の現存量と炭素貯留量, ならびにアカマツ林伐採後の土壌炭素量の変化(森林吸収源計測・活用体制整備強化事業), *長野県林総セ研報*, 22, 33-55.
- 59) Goto *et al.* (2003) Aboveground biomass and net primary production of a broad-leaved secondary forest in the southern part of Kyoto prefecture, central Japan, *Bulletin of the Forestry and Forest Products Research Institute*, 2, 115-147.
- 60) Segawa and Kato (1969) Growth of *Quercus serrata* coppice forest in Koma Experimental Forest, *Technical Report 11, Tohoku Research Center, Forestry and Forest Products Research Institute*.
- 61) 長谷川 (1989) コナラ萌芽林の生産力, *富山県林業技術センター研究報告*, 2, 5-12.
- 62) Yamaba (2007) Estimation of underground biomass of major tree species in forests, Hiroshima prefecture, *Bulletin of the Hiroshima Prefectural Forestry Research Center*, 39, 23-30.
- 63) Watanabe and Yagi (1985) Above-ground biomass and its vertical distribution of a young *Quercus serrata* plantation, *Bulletin of the Tokyo University Forests*, 74, 165-174.
- 64) 熊谷 (1962) アカマツ葉面積の推定, *九州大学農学部付属演習林集報*, 16, 1-8.
- 65) 戎ら (2015) 森林水文学的スギ・ヒノキ樹形モデルの構築, *砂防学会誌*, 68(1), 25-31.
- 66) 永井 (1993) Makink 式における計器蒸発量の推定と考察, *水文・水資源学会誌*, 6(3), 238-243.
- 67) 近藤 (1998) 種々の植生地における蒸発散量の降水量および葉面積指数への依存性, *水文・水資源学会誌*, 11(7), 679-693.
- 68) 近藤, 渡辺 (1991) 広域陸面の蒸発—研究の指針—, *天気*, 38(11), 19-30.
- 69) 近藤ら (1992) 森林における降雨の遮断蒸発のモデル計算, *天気*, 39(3), 51-59.
- 70) 呉ら (2005) 表面流の発生機構を考慮した斜面多層降雨流出計算手法に関する研究, *水工学論文集*, 49, 169-174.
- 71) 呉ら (2007) 降雨流出における流域スケールに応じた斜面と河道の効果に関する研究, *水工学論文集*, 51, 421-426
- 72) 吉見, 山田 (2014) 鉛直浸透機構を考慮した流出計算手法の長短期流出解析への適用, *土木学会論文集 B1(水工学)*, 70(4), I\_367-I\_372.

**研究テーマ： 防災と環境保全を両立した河道管理, 流域治水における河道と氾濫原の研究****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)・風間 聡(東北大学)・瀧健太郎(滋賀県立大学)・森 照貴・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)・末吉 正尚(国立環境研究所)・Rahma Yanda (Institut Teknologi Sumatera)・建設環境研究所・SOMPO インスティテュートプラス****研究協力者： Adydiyawan Sigit・戸崎大介・平野和希・中島大雅(大学院生)・中野翼・手島翼・北野陽資(学部生)・(一社)長良川カンパニー・NPO 法人 ORGAN**

令和4年度の主な研究活動成果として、以下の3つの研究について概要を報告する。

**1. 流域スケールにおける洪水攪乱外力の評価手法**

近年、記録的豪雨が全国で相次いでいる。気候変動に伴う洪水の規模・頻度の増加が水害リスクに与える影響は今後も高まることが予想され、治水安全度を高めるための河川整備が急速に進められてきている。一方、河川生態学的な視点に立つと、出水は河道内に物理的な攪乱を引き起こし、河川地形、物理的環境、餌資源環境等の河川生物にとって主要な環境要因を改変する重要なイベントである。攪乱は河川生物の生息環境を更新する機能を持つが、攪乱規模が大きすぎると、生物群集に大きなダメージを及ぼす。近年では2019年台風19号による豪雨を受け、関東を中心に広範囲で大河川が氾濫し、河道内の地形が大きく変化するほどの攪乱を受けた千曲川中上流域では、底生動物、魚類の著しい減少が確認された。また同時に、本川で大規模な出水が起きている際に水生生物の避難場となる河道内氾濫原、支川や合流部の生態的機能の重要性が指摘されている。強まりつつある洪水攪乱により河川生態系が受ける影響を把握するには、本川・支川を含む流域全体を俯瞰した洪水流況の分析と洪水攪乱の評価手法が必要であると考えられる。河川における攪乱評価手法は、古くから河川生態学分野において盛んに研究がなされており、主に流量レジームの5要素(規模、頻度、継続時間、タイミング、変化率)を用いた水文学的な指標が提案されている。河川工学分野からは、河床材料の安定性に着目して、流量増加と水位上昇に伴う掃流力を指標とした評価手法が提案されているが、マイクロスケールからリーチスケール程度の比較的小さな空間スケールを対象とした議論にとどまっており、流域・水系スケールを対象として河川地形や河床環境に作用する物理的な外力の大きさに着目した洪水攪乱の評価手法は提案されていない。

セグメントスケールを対象とした河川地形や河床環境への攪乱に着目した既往研究として、著者ら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表現可能であることを示した。また、洪水攪乱規模と生物群集の応答の関係を水系スケールで議論した既往研究として、Harada & Nagayama は、長良川流域全体のアユの動態をeDNAにより捕捉し、比流量を指標としてアユの分布に洪水攪乱が与えた影響について分析を行った。比流量は、集水域面積が異なる任意の地点における流量を比較する上で便利な指標であるが、河床勾配や河床材料が大きく異なる河道において、洪水時における実質的な物理的な攪乱の度合いを表すことができていない点には大きな課題がある。

そこで本研究では、洪水攪乱の指標として、代表粒径に対する無次元掃流力に着目した流域スケールでの攪乱評価手法の開発を目的とし、「流量ステージ」概念の考え方を拡張する形で攪乱評価の手法を提案する。また、本研究で提案する攪乱手法の評価に必要な水理学的な計算をRRI(Rainfall-Runoff-Inundation)モデルに実装し、Harada & Nagayama と同じ長良川流域を対象に、モデル計算と結果の分析を行い、手法の有効性を考察した。

長良川流域内の任意の地点における水文量を算出するために、RRI モデル (v1.4.2.3) が利用された。地形情報として WWF が提供する 15 秒 (約 450m) 解像度の HydroSHEDS が使用された。降水量の入力には、気象庁のレーダー／雨量計解析降水量 (RA) データが使用された。計算流量時系列は忠節水位観測所 (図 1) の観測流量によって精度検証された。本研究では、上記の既往研究の枠組みを踏襲しながら、河道内で生じる土砂移動に着目した洪水攪乱指標として、代表粒径に対する無次元掃流力に着目し、水系全体を俯瞰した洪水攪乱の評価を試みる。

本研究では、洪水攪乱に関わる指標として、分析対象とする期間ごとに以下の指標を算出した。①比流量の最大値  $Q_{\max}$ 、②無次元掃流力の最大値  $\tau^*_{\max}$ 、③無次元掃流力  $\tau^* \geq 0.05$  となる累積時間の割合、④無次元掃流力  $\tau^* \geq 0.10$  となる累積時間の割合、の 4 指標である。①、②は洪水攪乱の規模(magnitude)の指標であり、①は既往研究との比較のため算出する。③、④は洪水攪乱の持続時間(duration)を示す指標であり、著者らが提案している流量ステージ概念におけるステージ 3、4 に概ね相当する。手法の適用範囲については、山地河川は土砂生産源が近く、沖積河川と比較して粒度分布の形状が異なるため、代表粒径が持つ意味が異なる点、ステップ&プールより上流域の地形は、河床材料による粗度よりも地形による形状抵抗が卓越する点、既往研究の流量ステージが、砂洲地形による瀬淵構造が見られる区間を対象としている点等を考慮し、一般にステップ&プール地形が卓越するとされる河床勾配 2% (1/50) を上限、セグメント 2-1 までを意識して 0.1%(1/1000) を下限とする。

評価対象とした木曾川水系長良川を図 1 に、調整したモデルによる評価対象期間の日流量の再現計算結果を図 2 に示す。図 3 には、2 時期の評価対象期間について算出した指標③④の評価結果を示している。

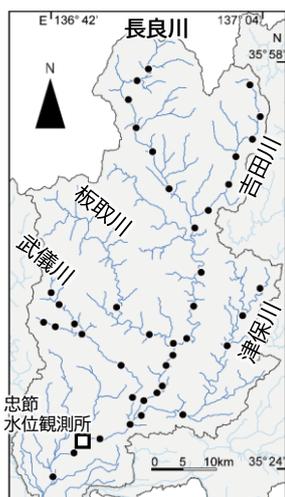


図 1 木曾川水系長良川対象流域及び計算地点

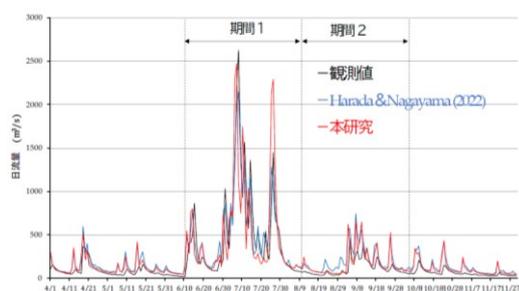


図 2 日流量ハイドログラフの再現性 (2020/4-2020/11)

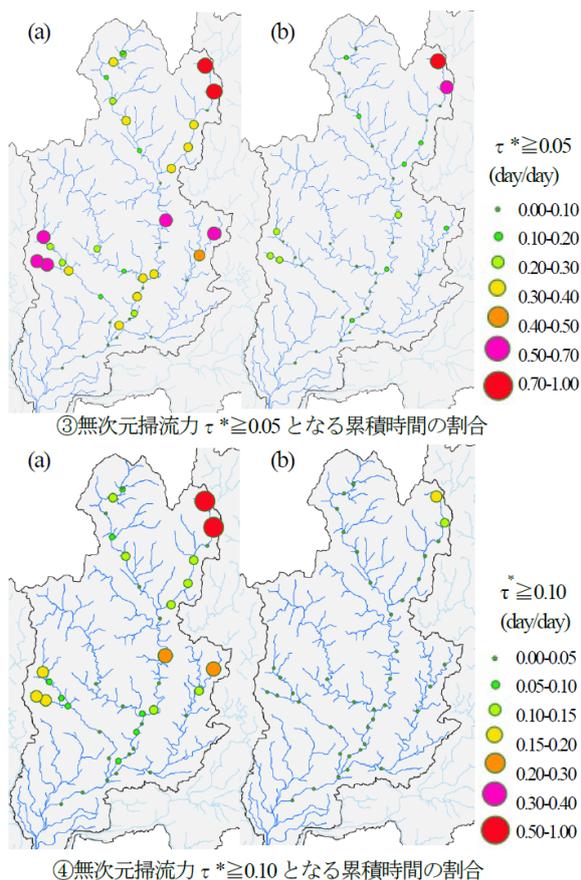


図 3 各洪水攪乱指標の集計結果の例 (a) 期間 1, (b) 期間 2)

各期間における洪水攪乱の強度とその累積時間は、一連の洪水イベントにおいて、河川セグメント毎に作用している実質的な洪水攪乱強度にかなりの幅があることを示しており、今後、同時期に取得されたアユを対象とした eDNA 分析結果等との比較を行っていく計画である。提案した手法は、洪水攪乱の規模と継続時間の両方の要素を含んだ分析が可能で、河道内で生じている実質的な攪乱を表現しうることが示され、指標の有用性は確かめられた

ものの、水系を構成する河道に与える諸条件の設定方法や、計算手法については多くの解決すべき課題が抽出されたことから、今後改良を行っていく。

## 2. 複雑な氾濫形態をもつ谷底平野部における超過洪水時の氾濫現象

近年相次ぐ記録的豪雨による大水害の頻発を受け、社会資本整備審議会答申（2020年7月）では、流域治水への転換が提言された中で「流域全体を俯瞰し、ハザード・暴露・脆弱性への対応を組み合わせた総合的かつ多層的な対策」の必要性和、その一環として「まちづくりにおける活用を見据えた水災害リスク情報の充実」の重要性が指摘されている。また、豪雨激甚化を踏まえた土木学会声明（2021年4月）において、流域治水を推進するためのツールとして「多段階リスク明示型浸水想定図」が提案され、その作成・活用のための技術開発が急がれている。各流域において水防災意識を喚起し、流域治水に向けた地域社会の合意形成の拠り所となりうる合理的な多段階リスクの評価方法、提示方法を見出すことは急務である。

多段階リスク評価の前提となる外力設定には多くの課題がある。河川管理者ごとに作成・公表されている浸水想定区域図は、L1（計画規模）、L2（想定最大外力）について作成されているが、指定管理区間、直轄管理区間の上流端に、氾濫現象を考慮しない洪水流出モデルによる流量ハイドログラフが設定されており、しかもその確率規模は管理区間の計画規模に応じて異なるという実態がある。また、直轄管理区間上流端においてL1規模を超える洪水（計画超過洪水）では、相対的に治水安全度が低いことが多い上流区間や支川の随所で氾濫が発生し、直轄管理区間上流端に到達する洪水波形にその影響が及ぶことは物理現象として自明である。洪水浸水想定区域図作成マニュアル（第4版）には参考資料3として「計画規模を上回る洪水発生時の浸水解析の手引き（案）」が示されており、計画規模を上回る流量では「直轄管理区間上流端に流量が到達する前に、さらに上流域で氾濫している可能性」を認めつつも、その解析方法については様々な仮定をおいた対応が示されている状況であり、上流区間における氾濫現象の分析に踏み込んだ対応は示されていない。

水災害リスク情報の充実という社会的要請に応えるためには、指定管理・直轄管理という河川管理上の都合ではなく、各流域において実際に想定される氾濫現象の分析に基づいた情報提供がなされるべきであると考え。加えて、流域治水における戦略立案のためには、各流域で想定される洪水外力のパターンをシナリオとして複数想定し、様々なシナリオに対して有効に機能しうる流域治水メニューを流域内に配置することによって、想定外を排した流域治水が展開されることが望ましいと考える。

本研究は、計画規模以下から想定最大規模までの多段階の洪水外力パターンをシナリオとして想定するための知見を得ること、複雑な氾濫形態を有する谷底平野部における超過洪水時の氾濫現象の特徴を考察すること、これらの氾濫が下流区間へと伝搬する洪水波形への影響を考察することを目的とする。木曾川水系長良川の直轄管理区間上流区間に位置する谷底平野区間を対象に、河道一氾濫解析統合モデルを構築し、10年確率～1000年確率相当までの洪水波形計50ケースを外力とした氾濫解析を実施し、目的に示す観点から考察を行った。

検討対象区間及び氾濫ブロックの分布を図4に示す。対象区間は4河川が流入・分合流するほか、不連続堤部・無堤部からの氾濫と還流、堤防からの越水氾濫など、複雑な氾濫現象が発生することから、複数の河道モデルの分合流を扱うことができ、河道モデルと氾濫解析モデルの間での水のやり取りを扱う連成計算が可能な計算手法を選択する必要がある。本研究ではこれらの条件を満たすソフトウェア、DioVISTA Flood Professional（日立パワーソリューションズ）を使用する。本ソフトは分布型流出計算、河道の一次元不定流計算、氾濫流の二次元不定流計算の連成計算が可能であるが、本研究では対象区間に流入する4河川にそれぞれ流入ハイドログラフを設定し、河道モデルと氾濫解析モデルのモジュールのみを連成させた河道一氾濫一体解析（以下、単に氾濫解析と呼ぶ）を行う。流入ハイドログラフの流量が流入点の河道の流下能力を上回ると流入点付近で氾濫が生じるケースもあり、本来は流入点より上流の支川沿いで氾濫が生じている影響は考慮できていない。

河道地形は、岐阜県から提供された2018年、2019年のALB測量成果に基づき、100mピッチを基本とした横断

面を岐阜県の距離標位置に合わせて生成した。各断面の粗度係数は、岐阜県が平成16年台風23号災害後の床上浸水対策特別緊急事業の事業計画において一次元不等流計算で用いた断面ごとの粗度係数 ( $n=0.025\sim 0.048$ ) を設定した。これらにより、現況河道の流下能力は概ね表現されると考えられる。氾濫域の地形データは、国土地理院が提供する数値標高モデル(5mDEM)を用い、10mメッシュで計算した。氾濫解析の計算方法・諸元は、浸水想定区域図作成マニュアル(第4版)に準じ、地表面の粗度係数等は土地利用細分メッシュに応じて設定した。河道モデルと10mメッシュの氾濫解析モデルの水のやり取りは10mメッシュ位置でなされるため、不連続堤防の開口部幅は10m単位で表現されている。また、幅広い規模の超過洪水を扱うにあたり、複数個所で越水が生じることが予想されることから、ひとまず破堤は考慮しない(越水しても破堤せず)と仮定して計算を行う。

長良川流域における洪水規模・頻度への温暖化影響の分析のため、大アンサンブル気候予測データベースd4PDF領域気候モデルを入力値とした貯留関数法による洪水流出解析が実施されており、d4PDF過去実験3000年分の年最大流量の頻度分布が、過去54年分の年最大流量観測値の頻度分布をよく表現することが確認されている。しかしながら、貯留関数法においては、河川の氾濫は考慮されていないため、貯留関数法の計算により既に得られている流域内各地点の流量ハイドログラフから、長良川谷底平野区間に流入する4河川(長良川、板取川、武儀川、津保川)のハイドログラフを抽出し、これを河道一氾濫解析統合モデルの入力条件とすることにより、谷底平野区間における氾濫現象を分析する。

計算対象とするイベントは、L1以下からL2相当まで幅広い規模のイベントをまんべんなく抽出することを意図し、以下のように設定する。長良川流域における過去実験3000年分の貯留関数法による洪水流出解析結果の年最大流量に着目して順位付けを行い、3000年中N番目の実験順位のイベントとT年確率の対応を、 $1/T=N/3000$ とみなす。指定管理区間の計画高水流量は1/85確率であることから、3000年中35位のイベントがL1相当の洪水と見做される。L1以上の洪水35ケースに加え、50年確率、20年確率、10年確率に相当するイベントも5ケースずつ抽出し、計50ケースの氾濫解析を行う。ケースの一覧を表-1に示す。各ケースにつき、谷底平野に流入する4河川の流量ハイドログラフを生成する際には、貯留関数法の結果4)において忠節計画基準点の流量がピークとなる時刻の前後24時間(48時間)、これに一定流量での助走計算12時間を加えた60時間のハイドログラフを作成し、これを流入境界条件とした氾濫解析を行う。下流端にはH-Q式を設定し、通過する流量に応じた水位を与える。

以上の手法により実施した計50ケースの解析結果のうち、 $N=1, 7, 30$ のケースにおける最大浸水深の分布を図5に示す。実験順位1位は3000年分の数値実験で最も洪水ピーク流量が大きかったケースであり、1000年に一度よりも発生頻度が少ない凡そ想定最大規模の洪水(L2と称される)と理解される。7番目は約430年に一度、30番目は100年に一度程度の発生頻度の洪水に相当する。貯留関数法によるピーク流量と氾濫解析によるピーク流量の関係を、図6に示す。L1未満である $W=1/50, 1/20, 1/10$ の15ケースでは、ピーク流量減少量はわずかであった。L1以上では、貯留関数法の洪水ピーク流量の増加に応じてほぼ線形でピーク流量の減少が生じており、約10%程度のピーク低減が生じている。貯留関数法によるピーク流量に対する総浸水面積の関係を図7に示す。図6に示したピーク流量低減量とは傾向が異なり、L1未満の洪水であっても浸水が生じている。これらは、霞堤遊水地や尻無堤遊水地への浸水、不連続堤部における冠水等に対応している。L1未満からL2にかけて指数関数的に浸水面積の増加がみられる。しかしながら、超過洪水では、同規模洪水であっても浸水面積のばらつきが大きい。

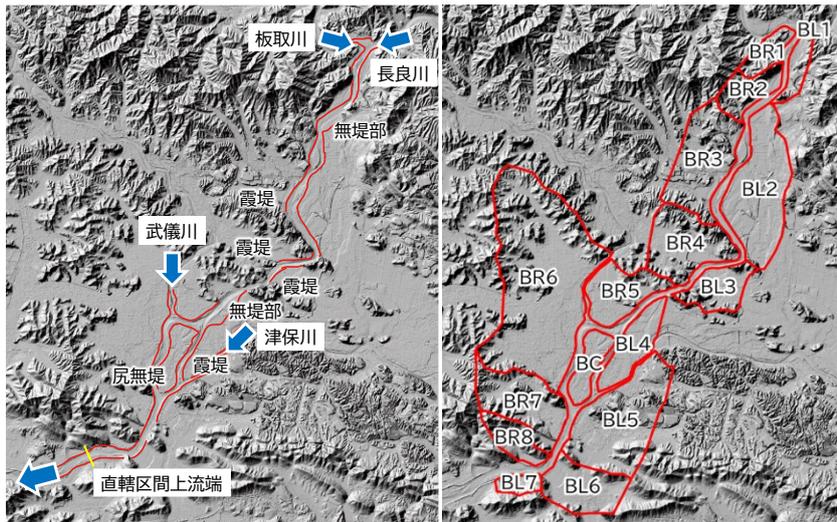


図4 木曽川水系長良川の谷底平野区間(左), 氾濫ブロック分割図(右)

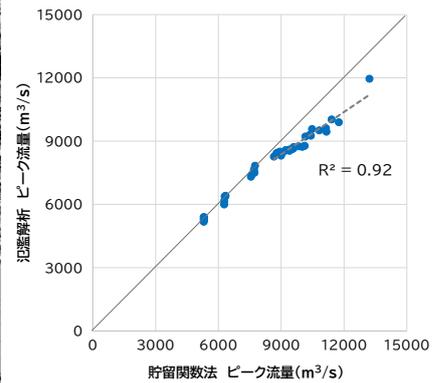


図6 貯留関数法ピーク流量対氾濫解析ピーク流量

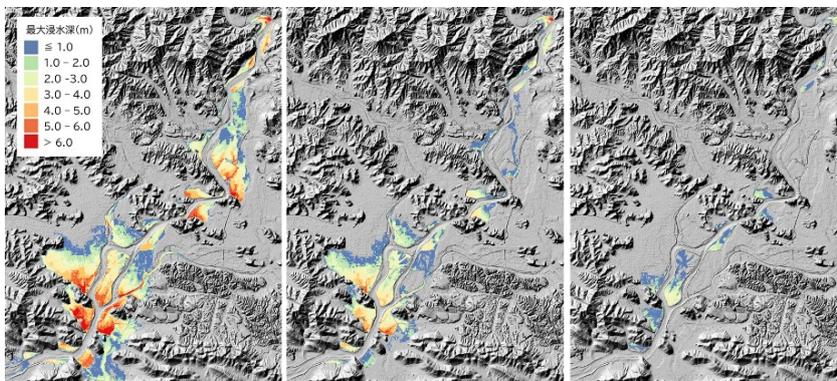


図5 最大浸水深の分布の例(実験順位N=1, 7, 30)

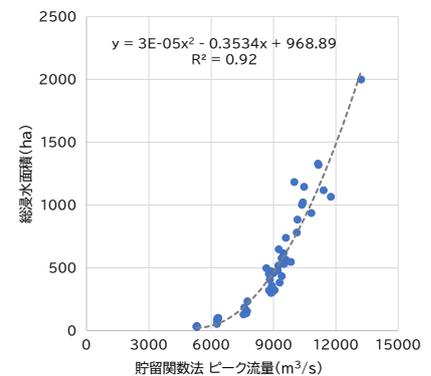


図7 貯留関数法ピーク流量対総浸水面積

確率規模に応じた氾濫ブロック毎の浸水の特性を分析するため、5 ケースごと 10 段階で氾濫ブロック毎の浸水面積の平均値及び標準偏差を集計した。氾濫ブロックの分布は図4に既に示したとおりである。全16ブロックの氾濫ブロックにおける浸水面積と洪水規模の関係性に着目すると、(A) L1 未満から浸水し浸水面積が頭打ちとなるブロック、(B) L1 以上で浸水して浸水面積が頭打ちとなるブロック、(C) L1 以上で浸水して浸水面積が洪水規模に応じて増加していくブロック、(D) L1 を大幅に超える洪水で氾濫し浸水面積が急拡大するブロックという、特徴が異なる4パターンに概ね分類できることが分かった。それぞれのパターンに対応する典型的な氾濫ブロックとして、BR4, BR8, BR6, BL2 における浸水面積の平均値及び標準偏差を図8に示す。

洪水規模に対する浸水面積の振る舞いが異なる4つのパターンは、氾濫ブロックの地形の特性と対応している。パターンAに当てはまった氾濫ブロックは、BL3, BL4, BR3, BR4, BCの5箇所、これらはいずれも霞堤などの不連続堤部を持つ氾濫ブロックであった。とくにBL3, BR3は霞堤遊水地背後に、河岸段丘が控えており、想定最大規模の洪水であっても段丘面に至ることは無く、氾濫域が限定されていた。パターンBにはBL1, BR1, BR2, BR7, BR8が当てはまった。これらの氾濫ブロックは、連続堤防によって守られているが、超過洪水発生時には氾濫し、背後の山地と堤防とに囲まれた狭い氾濫域が一気に浸水するという特徴があった。パターンCには、BR5, BR6が当てはまった。これらの氾濫ブロックは比較的広い氾濫原を有する。氾濫原の大部分は水田であり、土地が緩く傾斜しているために洪水規模に応じて浸水域が拡大する特徴を示す。パターンDは、BL2, BL5, BL6, BL7が該当した。とくに、BL2, BL5, BL6は200~300年確率と評価される洪水によって氾濫が生じるが、氾濫した水が旧河道の地形を伝って広範囲に拡大する傾向がある。

また、パターンDに区分された氾濫ブロックは、同規模出水に対して浸水面積のばらつきが非常に大きいという

特徴も有しており、図8に示した浸水面積の大きなばらつきは、パターンDの氾濫ブロックの浸水状況に大きく依存しているといえる。

氾濫ブロックごとの氾濫の特徴をより詳細に考察するため、氾濫ブロック内で発生する最大流速について、氾濫ブロック内での最大値、75%値、中央値(50%値)、25%値について、5ケース毎の平均値を図9に示す。パターンAで霞堤遊水地にあたるBR4(図9左)では、L1未満から浸水が発生し最大流速の最大値は洪水規模に応じて増加するが霞堤開口部付近を除く大部分の浸水域では流速が0.3m/s以下であった。最大流速と実際の被害との関係性は、流速のみならず水深も考慮する必要がある。浸水深と流速を組み合わせることにより判定されるリスクランクを導入することによって、パターン毎の氾濫形態の違いは、想定される被害の違いとしてより明瞭に顕れるものと考えられる。

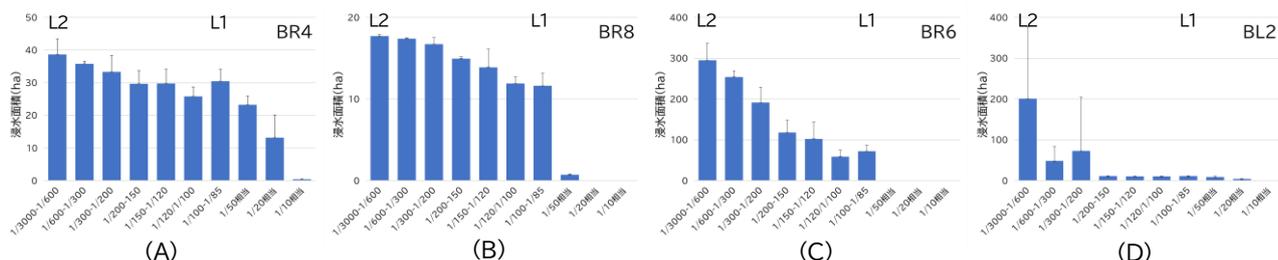


図8 特徴的なパターンを示す氾濫ブロックにおける浸水面積と洪水規模の関係 (BR4, BR8, BR6, BL2)

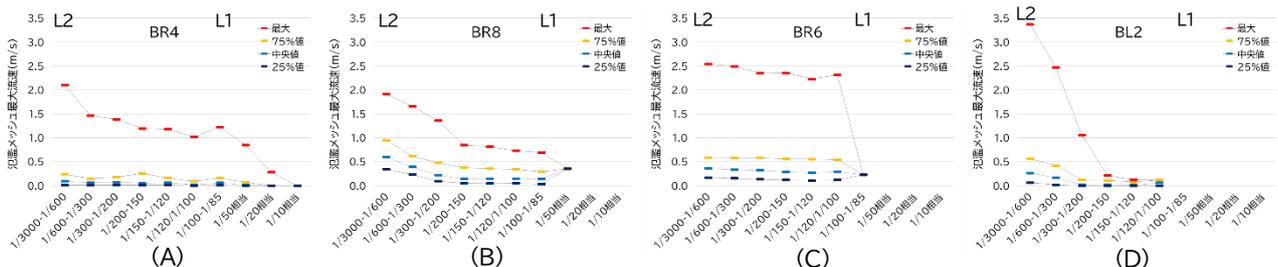


図9 特徴的なパターンを示す氾濫ブロックにおける最大流速と洪水規模の関係 (BR4, BR8, BR6, BL2)

### 3. 自然堤防帯河川におけるウォッシュロード堆積モデルの検証

河道内の地形を形成している土砂、河道を通過する土砂の粒度分布は、流域・河川の特長や河道区間に応じて異なる。また、ある区間の河道内に存在する土砂の粒度分布は空間的に一様ではなく、河道内の場所に応じて異なる粒径集団の土砂が地形を形成している。また、粒径集団ごとに、また河道内の場所ごとに、平水時から出水時にかけての各流量ステージにおいて異なる動態を示す。河道内で生じる地形変化を流砂現象の視点から扱うためには、河道内の地形を形成する土砂の空間的な分布の特性と流量変動特性の双方を考慮した枠組みが必要である。

流砂は一般的に、ベッドマテリアルロード(掃流砂と浮遊砂)とウォッシュロード(以下、WLと表記)に分けて現象の記述がなされてきた。WLは、河床材にはほとんど含まれない細粒成分とされ、運動特性の面からは、移動限界を超えると掃流状態を経ずに浮遊状態に移行する概ね0.1~0.2mm以下の土砂1)を指す。通常、低水路の河床にはみられないが、自然堤防帯河道の高水敷の堆積土砂にはWLに相当する細粒土砂が多く含まれ、河道拡幅後の川幅縮小や高水敷掘削後の再堆積に、WLが占める役割は無視できない。

著者らは、河道の洪水流下能力を向上するために実施されている高水敷掘削後に起こる土砂再堆積について、木曾川水系揖斐川・長良川において実証的な研究を行い、2河川の比較研究により、掘削地の高さにより土砂堆積速度が異なること、堆積土砂の大部分がWLである揖斐川4)と相対的にWLが少ない長良川5)では、流量に対するWL濃度が異なること、これを流量Qと濃度CのQ-C式として扱うことにより、WLの堆積量を簡易なモデル計算によって求めることが可能であることを示した。WLの沈降速度は非常に小さいにも関わらず堆積が生じるために

は、流水中の土砂濃度が大きいのか、河床面からの巻き上げが抑制された環境が必要である。植生流れに関する知見によれば、地表面を覆う植生内部の静穏な流れや、密な樹林帯により形成される死水域では、河床面からの巻き上げが抑制される微環境を形成しうると考えられる。

本研究では、WL 堆積予測モデルの検証を主目的とし、木曾川水系揖斐川・長良川を対象に、地表面の状態がWLの堆積に与える影響を現地実験及び現地調査により検証する。加えて、低水路からの距離、比高、植生の有無等がWL 堆積に与える影響について、調査地における平面的な堆積土砂の分布から考察する。これらの堆積土砂の調査地点について、WL 堆積予測モデルによる再現計算を行い、モデルの計算性能を検証するとともに、モデルの適用範囲と一般性について考察した。

本稿においては詳細を割愛するが、結果と考察より、樹林化が進行した状況下におけるウォッシュロード堆積量を予測する性能は十分であると考えられた。一方で、樹林化が進んでいない草本のみの状況における予測性能については十分な検証ができていないことは今後の課題である。

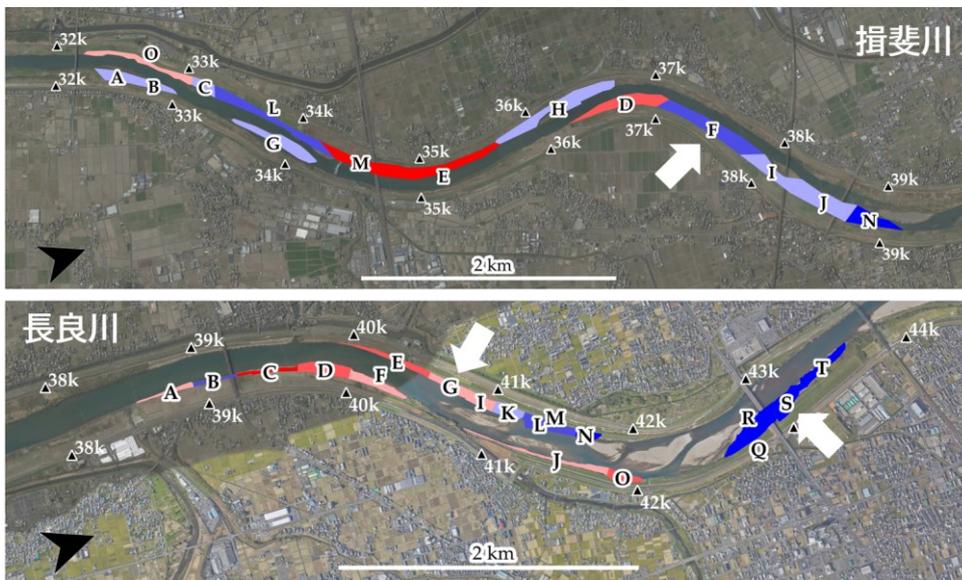


図10 揖斐川・長良川における高水敷掘削地と調査地(白矢印)

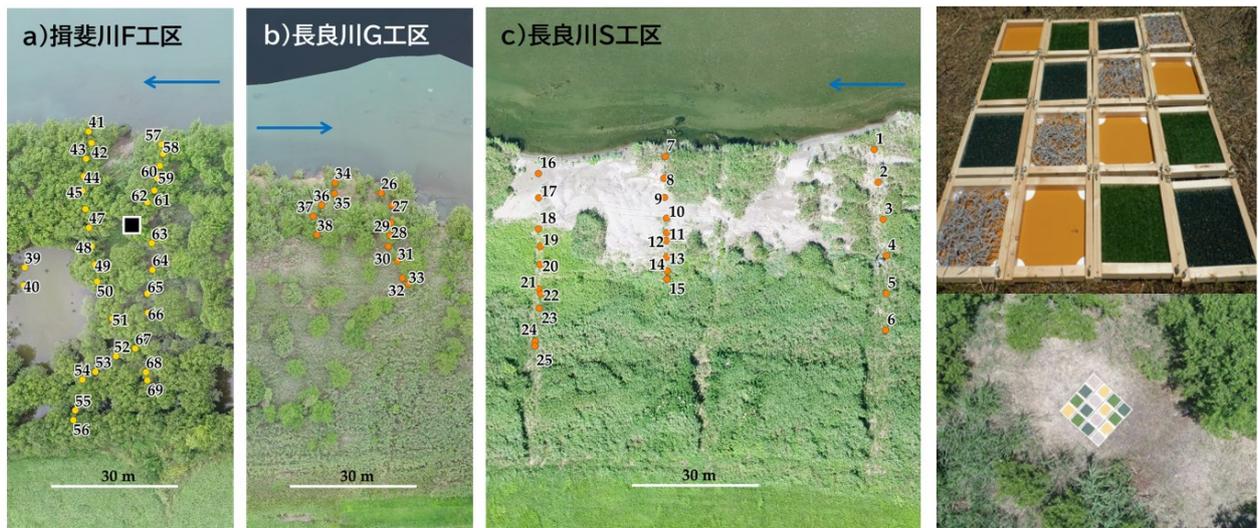


図11 調査地及び調査地点の状況。■:2020年現地実験位置, 数字は2021年調査地点番号.

## 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・中村美緒・毛利築・  
城田隼杜・茗荷龍ノ介

令和4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. 微生物燃料電池のカソードの活性炭触媒に関する検討

#### 1.1 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研究レベルでは、白金触媒がよく用いられてきた。しかし、白金は資源埋蔵量も少なく高価であるため、実用化にあたっては安価な触媒が求められている。

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。触媒としての性能が白金に劣るものの、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。

昨年度、カソードの性能を向上させるような活性炭触媒を見出すことを目的として、様々な種類の活性炭を用いたカソードを作成し、酸素還元能力の比較を行った。活性炭の種類によって酸素還元性能が異なる結果となった。このとき、カソード作成条件は、全ての活性炭に対して同一の結着剤添加量であった。しかし、活性炭の種類ごとに最適な結着剤添加率が異なる可能性が考えられた。そこで本年度は、1種類の活性炭に対して結着剤の添加量を変化させたカソードを複数作成し、性能が最も高かったもので再度比較を行った。またカソードの酸素還元能力と各活性炭の比表面積・細孔容積の関係についても考察を行った。

#### 1.2 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）を用いた。販売状態が粒状の活性炭は乳棒と乳鉢を用いて粉碎し、粉末状にしたのちに45 $\mu$ mのふるいにかけてたものをカソード作成に用いた。対照系として、微生物燃料電池のカソード触媒として良く用いられる市販の活性炭触媒（Norit SX PLUS）を用いた。

触媒粉末（体積2mL）にエタノールを1500 $\mu$ L加え、自転・公転ミキサーを用いて30秒攪拌を行い（公転400rpm、自転160rpm）、分散させた。次に結着剤（60%PTFE分散液）を加え、同様の回転速度で5分攪拌を行い、分散させた。このときカソード面積当たり結着剤添加量を、2.8~22.6 $\mu$ L/cm<sup>2</sup>の範囲で変化させた。その後、触媒混合物が粘土状に固まるまで混練し、直径約4cmの円形になるよう圧延した。圧延したものを金属メッシュに乗せ、20MPaで5分間プレスすることで圧着させた。その後、一晚乾燥させた。

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評価した。また、各活性炭の表面積・細孔容積は多検体高性能比表面積/細孔分布測定装置（3flex、Micromeritics社）によって測定した。

### 1.3 結果と考察

結着剤の添加量によって酸素還元能力が変化した活性炭(木質①②、ヤシ殻①②④)と、ほとんど変化がなかった活性炭(木質②、ヤシ殻③、石炭①②③)があった。例えば木質②では、結着剤添加量を  $5.7 \mu\text{L}/\text{cm}^2$  から  $11.3 \mu\text{L}/\text{cm}^2$ 、 $17.0 \mu\text{L}/\text{cm}^2$  に増やすことで酸素還元能力が向上し、 $22.6 \mu\text{L}/\text{cm}^2$  に増やすことで低下した。同様の傾向がヤシ殻-1、ヤシ殻-2、ヤシ殻-4 でも見られた。逆に、木質①では結着剤添加量の増加に伴い性能が低下した。

各活性炭において、酸素還元能力が最大となったカソードの LSV 測定の結果を図 1 に示す。石炭①②の 2 種類がもっとも性能が高く、市販の活性炭触媒を用いたカソードの性能を上回った。昨年度の比較時では市販の活性炭触媒よりも高性能を示したのは石炭①のみだったが、本年度は、結着剤添加量を最適化して比較を行った結果、石炭②のカソードの性能が向上した。木質①が他の活性炭に比べて極端に性能が低くなったのは、昨年度と同様であった。

各活性炭において、結着剤添加量を変化させたうえで酸素還元能力が最大となった条件下での LSV 測定時の  $0.2 \text{ V vs. Ag/AgCl}$  における電流密度の平均値と、各活性炭の表面積・細孔容積を比較した。最もカソードの酸素還元能力を向上させた石炭①は、10 種類の活性炭のうち中程度の表面積・細孔容積を持っていた。一方で最も酸素還元能力を低下させた木質①は、表面積が最も大きく、細孔容積も最大であり他 9 種類に比べ 2 倍以上大きかった。しかし、全体としては各活性炭の表面積・細孔容積とカソードの酸素還元能力に明確な関係性は見られなかった。

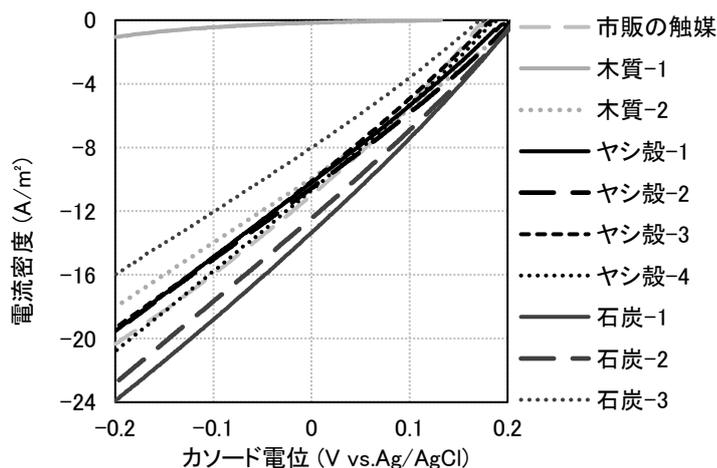


図 1 活性炭の種類とカソード酸素還元性能線

## 2. 微生物電解セルによる廃水からのメタン検討に関する検討

### 1.1 背景と目的

近年、化石燃料の大量使用による温室効果ガス排出量の増加が、地球温暖化と気候変動を引き起こしている。温室効果ガスの削減を進めるには、再生可能エネルギーの導入が必要不可欠である。従来の廃棄物バイオマス発電技術には、メタン発酵がある。これは、メタン菌の代謝を利用して廃棄物系バイオマスからメタンガスを回収する方法である。廃棄物の処理と同時に、メタンガスのエネルギーを熱や電気に変換して糞尿処理に必要なエネルギーを賄い、さらに余剰エネルギーの利用もできる。しかし、加温に多くのエネルギーを要するので小規模処理に不向きであること、発酵残渣にさらなる廃水処理を必要とするなどの問題がある。そこで、それらの問題を解決できる技術として注目されているのが微生物電解セル (Microbial electrolysis cell: MEC) である。MEC は、有機物を分解する際に電子を放出する「電子生産微生物」を電気分解のアノード (負極) に利用することで、 $0.2 \sim 1 \text{ V}$  程度の低い印加電圧で水素またはメタンガスを得る技術である。また、反応槽の加温が不要で小規模化の影響が少ない、処理水質が良好であるなどの利点がある。実用化にあたり、電極の低コスト化が求められている。そこで、本年度は MEC の

カソード素材を従来のカーボンから、安価な鉄に置き換えてリアクターを運転し、新規電極素材の利用可能性を明らかにすることを目的とした。

## 1.2 実験方法

MEC システムの概要を図2に示す。実験系はアノードをカーボンペーパー、カソードを厚さ 0.1mm の鉄板とした。対照系はアノード、カソード共にカーボンペーパーを用いた。人工廃水 (100mM リン酸緩衝液+ビタミン+ミネラル) は、ポンプを用いて 20ml/分でシステム内を循環させ、基質として酢酸ナトリウム水溶液を連続注入させた。直流安定化電源を用いて、アノード-カソード間の電圧を制御した (対照系:0.56~0.7V、実験系:0.64~0.7V)。

系内で発生したガスは、廃水ボトルの上部に設置した捕集袋に捕集されるようにした。回収したガスを水上置換法でメスシリンダーに移すことでガス発生量を測定した。バイオガス中のメタン濃度は、ガスクロマトグラフを用いて分析した。水素ガス濃度は検知管で測定した。

## 1.3 結果と考察

両方の電極にカーボン材料を用いた対照系では、運転期間中のメタン発生量は 0.17~0.34ml/h だった (図3)。また水素の発生はみられなかった。このときの、アノード側の電子利用効率 (添加した有機物が電流に変換された割合) は平均 96%、カソード側の電子利用効率 (流れた電流がメタン生成に使われた割合) は平均 18% となった。カソード材料を鉄に置き換えた MEC (鉄) では、対照系と同様に水素の発生は見られず、メタンの発生が見られた。メタンの平均発生量は、0.02~0.16ml/h だった。また、アノード側の電子利用効率は平均 90%、カソード側の電子利用効率は平均 8% となった。以上のことから、鉄素材を MEC のカソードに用いることができることがわかった。しかし、カソードをカーボンにした MEC に比べて、メタン発生が少なくなった。アノード側の電子利用効率が対照系と実験系でほぼ同等であり、カソード側の電子利用効率が実験系の方が対照系より低かったことから、メタン発生量の低下はカソードの素材に由来するものと考えられる。一方、実験系と対照系はどちらもカソードの電子利用効率が 20% 以下であり、メタン生成以外に電流が使われる化学反応が起こっていたと考えられる。

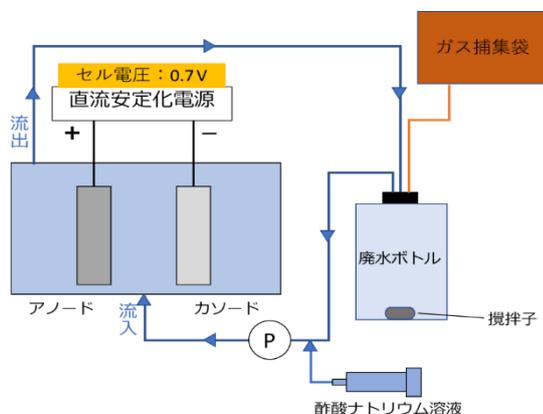


図2 MEC 運転システムの概要

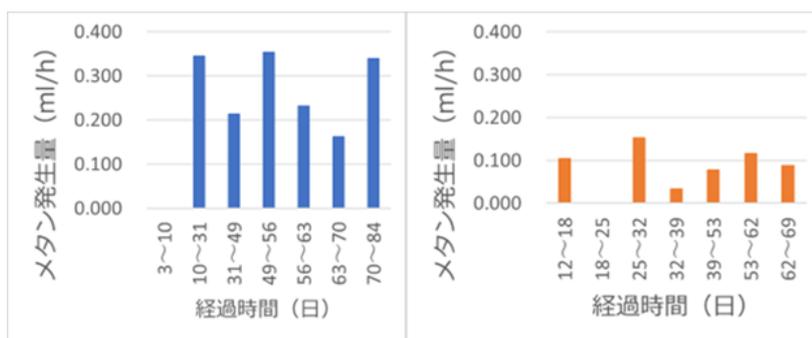


図3 実験系と対照系のメタン発生量

## 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4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、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 (L1) 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。

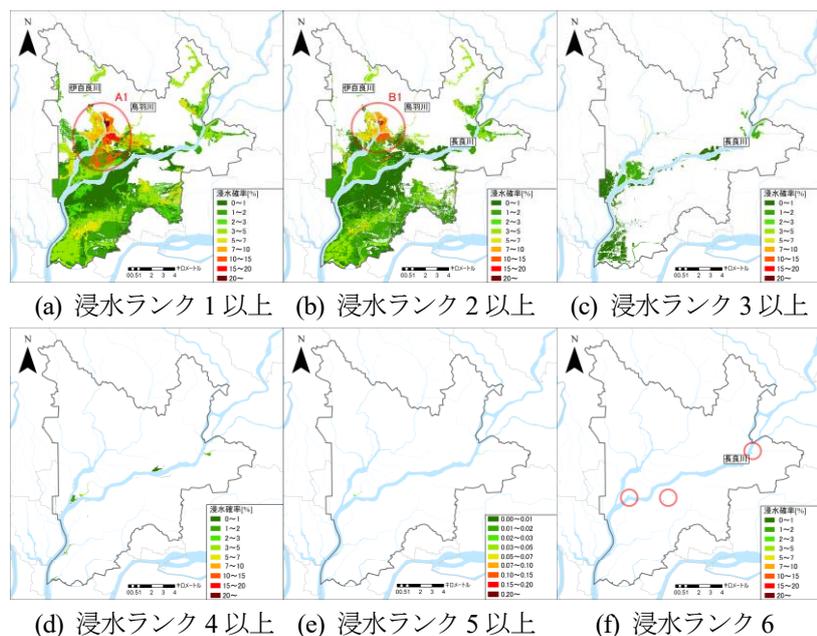


図 1 地点ごと浸水発生確率(L1).

## 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すると思われる。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。

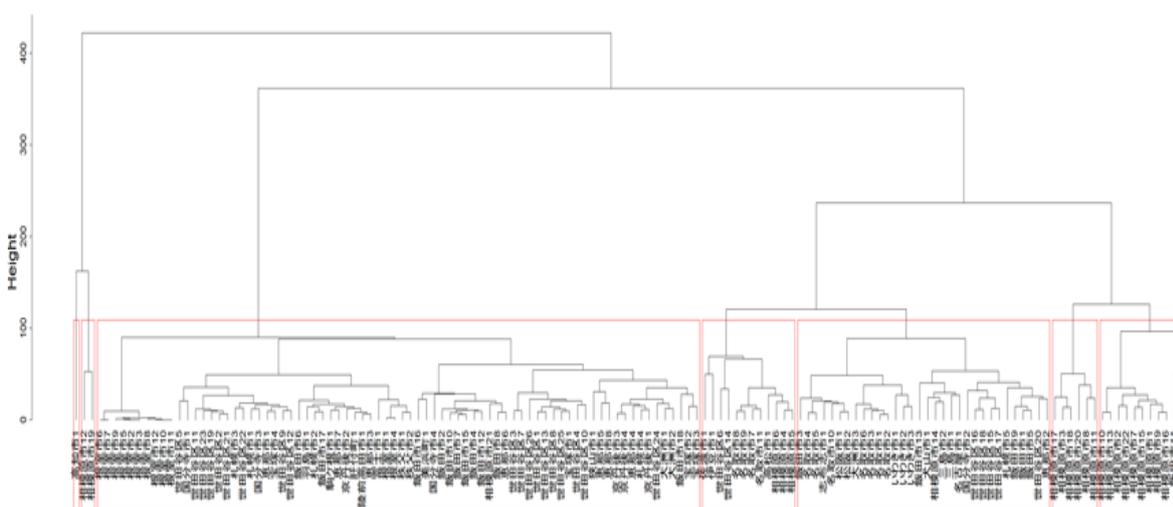


図2 デンドログラム。

## 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、その解決のための方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。

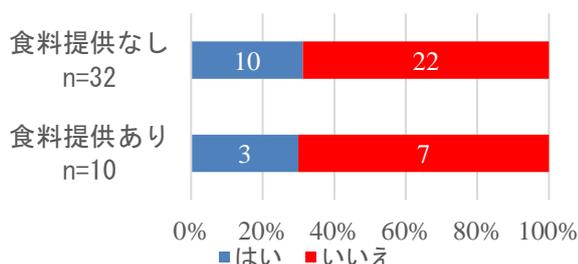


図3 部局の連携に関する記載

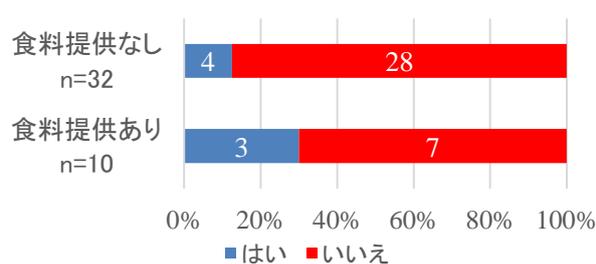


図4 部局間の情報把握・共有

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・Zhou Jieli（大学院学生）

令和4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黒河流域における環境評価

黒河は中国北西部にある祁連山脈に源流をもち、甘粛省から内蒙古自治区にまたがり内モンゴル自治区に流入する第2の巨大な内陸河川である。黒河流域は「青海・チベット高原生態障壁および北部砂防帯」の要衝として戦略的に極めて重要な位置を占めていると同時に、流域全体の標高差は4000メートル（標高の分布範囲：1000～5000メートル）にもあるため、地域によって生態系サービスが大きく異なっていた。具体的には、南部の山岳地帯は河の源流であり植生も比較的豊かであるため、特に水の供給、炭素固定、土壌保全など流域全体にとって極めて重要な生態系サービスを提供しているが、中流域の平野部は主要な穀物生産地としてオアシス農業が行われ、北部地域ではゴビや裸地、砂漠、草原がその大半を占め、重要な防風林と砂固定地域となっている（図1）。生態系サービスは地形と密接に関係しており、地形は生態系サービスに影響を与えるだけでなく、地域の社会経済的発展にも影響を与えることになる。黒河流域における生態系サービスに対する地形の影響を明らかにし、黒河流域の持続可能な開発と経済発展の過程で生態系サービスの維持・向上に科学的参考資料を提供すべく、本研究では既存モデル（InVESTモデル、CASAモデルなど）と多種類衛星データを用いて、標高、傾斜、地形起伏度、地形分布係数これらの地形パラメータから水生産、食糧提供、炭素隔離、土壌保全これらの生態系サービスへの影響を総合的に評価し、その上で全流域を中核生態保護区、山岳生態改善地域、持続可能な開発地域、生態保護地域に分類した。

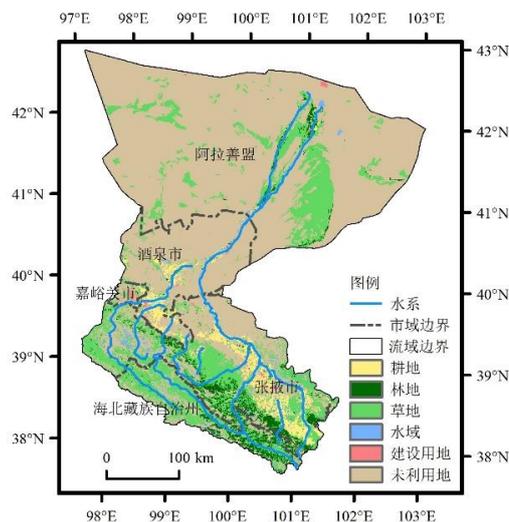


図1 黒河流域

### 2. 衛星データに基づいた農地土壌肥沃度の評価

農地土壌の肥沃度は作物の成長に必要な土壌養分を供給する能力を総合的に表わしたものであり、その評価は土壌に立脚する食料生産の基盤である。近年、世界人口の増加に伴う食料増産が求められていると同時に農地土壌汚染や富栄養化などの環境問題への対処も強く求められている。高い生産を持続させながら環境負荷を軽減していくためには、広範囲での土壌肥沃度の適切な評価管理が重要と考える。

今回は、岐阜県の最南端に位置する海津市（図2）の麦畑を研究対象とし、リモートセンシングデータ、現地土壌調査データと

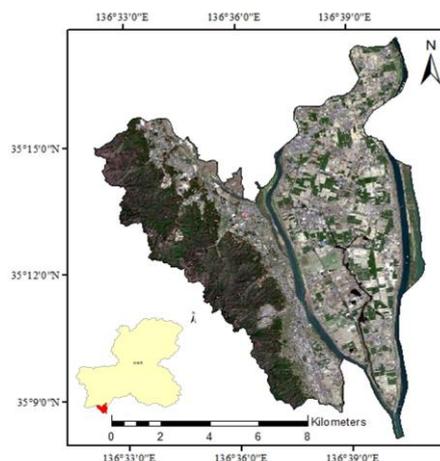


図2 研究対象域の海津市

地理情報システムとリンクさせ、麦畑における土壌の肥沃度評価とその空間的分布を検討することとした。そのため、Sentinel-2 衛星データを用いてディジションツリー法で小麦の抽出と植生指数 NDVI や RE-OSAVI の算出を行った。また、対象域のなか農業協同組合 (JA) から調査許可のあった5つのブロックから計80点の土壌サンプルを採取し、実験室で土壌水分、pH、全窒素、全リン、有機物、硝酸イオン、重金属、16SrDNA、酵素活性などの土壌物理化学生物パラメータを測定した (図3)。得られた土壌測定結果を5等級に分け、既存の土壌肥沃度推定モデル

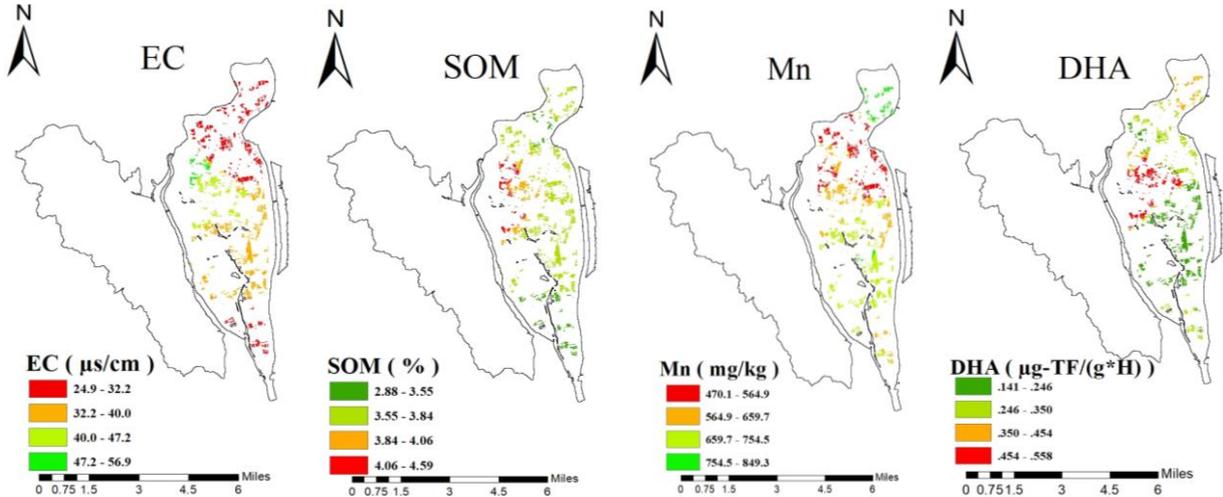


図3 海津市麦畑における土壌パラメータの空間分布

に代入し、調査地点の土壌肥沃度を生物学的パラメータのありなしに分けてそれぞれを算出し、その上でJAから入手した作物収量情報(5か所)と照らし合わせて算出した肥沃度の妥当性の検証を試みた。結果として、調査地点の土壌肥沃度と収量との間に高い相関がみられ、また、生物学的パラメータ考慮無しに比べて、生物学的パラメータ考慮した場合の方で算出した肥沃度と収量との間に高い相関があることから、肥沃度推定の妥当性とその推定に生物学的パラメータが重要であると考えられる。また、2022年4月のNDVIやRE-OSAVIと生物学的パラメータ考慮した場合の土壌肥沃度の空間分布と比べたところ、これらの植生指数やパラメータの分布パターンが概ね類似しており、特にRE-OSAVIと土壌肥沃度の間に高い相関がみられたため、4月のRE-OSAVIを用いて海津市麦畑土壌肥沃度診断の可能性があると考えられる。しかしながら、これらの結果は限られた調査範囲で4月という一時期の植生指数のみで得たものであること、RE-OSAVIは収量(バイオマス)との間に強い相関が認められると報告されていることから、今後更なる検討が必要である。また、土壌パラメータは7月以降に測定しているため、衛星観測と同期測定して再検証する必要があるだろう。

### 3. 農地土壌中に混入するプラスチックマルチの挙動と農地生態系に及ぼす影響

農地プラスチック汚染は主に使用されたプラスチックマルチフィルム(PMF)の不完全除去により生じ、地球規模で深刻な問題となっている。生分解性プラスチックマルチフィルム(BDMs)は、PMF同様生育収量を確保できるのみでなく、使用後は鋤き込むことによって土壌中で分解され回収作業も必要としないため、有望な代替資材として期待が高い。しかし、BDMsの認定は主に室内実験の結果を基に行われ、現場農地土壌中での生分解性に関する科学的知見が極めて少ないほか、使用によって土壌性質や農地植生に対する長期的な影響に関する検討もほとんどなく、その普及が遅れている。BDMsの農地土壌中での挙動と運命の診断とその使用により農地生態系に与える影響を解明すべく、室内外の両方から調査実験を開始した(図4)。

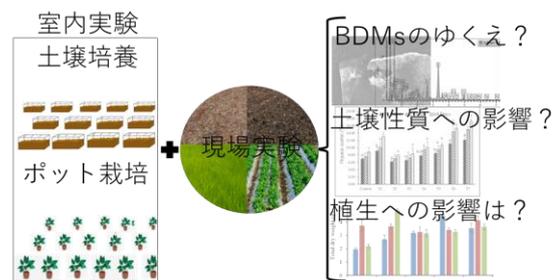


図4 研究の全体像

## (2) 教員の研究活動・社会活動

氏名： 大塚 俊之

### 著書

1. Chen S, Cao R, Yoshitake S, Iimura Y, Ohtsuka T (2022) Ecological significance of throughfall and stemflow to the carbon cycle in forest ecosystems (Ed. by Li F, Awaya Y, Kageyama K, Wei Y) River Basin Environment: Evaluation, Management and Conservation, Springer pp 29-54
2. 大塚俊之・廣田充 (2023) 白水滝調査報告書・第4章「周辺の植生」、岐阜県大野郡白川村・白川村教育委員会編 pp 35-67

### 発表論文

1. Ohtsuka T, Suzuki R, Chen S, Cao R, Yoshitake S, Kondo M, Kato S (2023) Biometric-based net primary production (NPP) and the effects of a masting event on production allocation in a secondary lucidophyllous forest in central Japan. *Forests* **14**, 108, <https://doi.org/10.3390/f14010108>
2. 友常満利・小山悠太・関川清広・吉川朋子・大塚俊之 (2022) 亜熱帯マングローブ林における無人航空機を用いた森林構造と動態の観察. 玉川大学農学部研究教育紀要 **7**, 27-35

### 学会発表

1. 上村岳斗, 大西健夫, 大塚俊之, 平松 研 (2022) 針葉樹人工林化による溪流水質および水文流出過程の変化の評価. 雨水資源化システム学会 2022年度研究発表会 (岐阜)
2. Uemura T, Onishi T, Ohtsuka T, Hiramatsu K (2022) Evaluation of changes in stream water chemistry and flow path due to coniferous plantations. AGU, 15 Decmber (Chicago).
3. 濱田航太, 大塚俊之, 藤嶽暢英, 木田森丸「石垣島吹通川マングローブ林の比重画分別土壌有機物特性—安定化機序の解明に向けて—」『日本土壌肥料学会 2022年度東京大会』2-1-10, 東京農業大学, 2022年8月
4. 濱田航太, 大塚俊之, 藤嶽暢英, 木田森丸「比重分画法によるマングローブ林の土壌有機物特性分析」『2022年度生物地球化学研究会 現地セッション』A14, 京都大学北海道研究林, 2022年10月

### 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： 0名（うち、外国人留学生0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
- ・ 岐阜県森林審議会委員、岐阜県

## 学協会活動

- ・ 日本生態学会専務理事

氏名： 村岡 裕由

### 著書

1. Dolman A.J., Kutsch W., Muraoka H., Bombellie A., Saigusa N., Schulz N., Crips D., Facchini M., Dowell M., Richter C., DeCola P., Canadell J.G., Scholes R.J., Tarasova O., Obregon A., Post J.S. and Heiskanen J. (2022) The Group on Earth Observations Carbon and Greenhouse Gas Initiative. In: (eds. A. Kavvada, D. Cripe, L. Friedl), Earth Observation Applications and Global Policy Frameworks. Wiley.  
<https://doi.org/10.1002/9781119536789.ch12>
2. Muraoka H. (2022) Phenology of photosynthesis in a deciduous broadleaf forest: Implications for the carbon cycle in a changing environment. In: (eds. F. Li, Y. Awaya, K. Kageyama and Y. Wei) River Basin Environment: Evaluation, management and conservation. Springer [https://doi.org/10.1007/978-981-19-4070-5\\_1](https://doi.org/10.1007/978-981-19-4070-5_1)

### 発表論文

1. Shen Y., Takata K., Kudo K., Muraoka H., Saitoh T.M., Hirano Y. and Yasue K. (2022) Effects of climate on the tree ring density and weight of *Betula ermanii* in a cool temperate forest in central Japan. *Trees*, <https://doi.org/10.1007/s00468-022-02315-y>
2. Morozumi T., Kato T., Kobayashi H., Sakai Y., Nakashima N., Buareal K., Nasahara K.N., Akitsu T.K., Murayama S., Noda H.M. and Muraoka H. (2023) Contributions of the understory and midstory to total canopy solar-induced chlorophyll fluorescence in a ground-based study in conjunction with seasonal gross primary productivity in a cool-temperate deciduous broadleaf forest. *Remote Sensing of Environment* <https://doi.org/10.1016/j.rse.2022.113340>
3. Shin N, Katsumata C, Miura T, Tsutsumida N, Ichie T, Kotani A, Nakagawa M, Khoon KL, Kobayashi H, Kumagai T, Tei S, Pungga RaS, Yamada T, Kameda A, Yanagisawa M, Nasahara KN, Muraoka H, Ichii K and Tokumoto Y (2023) Perspective: Improving the accuracy of plant phenology observations and land-cover and land-use detection by optical satellite remote-sensing in the Asian tropics. *Front. For. Glob. Change* 6:1106723. doi: 10.3389/ffgc.2023.1106723
4. Shin N., Saitoh T.M., Takeuchi Y., Miura T., Aiba M., Kurokawa H., Onoda Y., Ichii K., Nasahara K.N., Suzuki R., Nakashizuka T. and Muraoka H. (2022) Review: Monitoring of land cover changes and plant phenology by remote-sensing in East Asia. *Ecological Research* DOI 10.1111/1440-1703.12371

### 学会発表, 講演等

1. Kamezaki K., Danielache S.O., Hattori S., Idihoya S., Murayama S., Maeda T. and Muraoka H. (2022) Continuous carbonyl sulfide concentration measurement using a portable mid-infrared laser spectrometer. JpGU 2022

2. Sakai Y., et al. (2022) Estimation of leaf-level SIF from observed SIF for the reliable GPP calculation by remote sensing data in a cool temperate-deciduous broadleaf forest. JpGu 2022
3. Morozumi et al. (2022) Seasonal variation in Solar Induced chlorophyll Fluorescence detected by multi-vertical layer spectroscopy in a canopy of cool-temperate deciduous broadleaf forest in Takayama, Gifu. JpGu 2022
4. 村岡裕由 (2022) あらためて知っておきたい カーボンニュートラルと地球温暖化。RICOH Solution Fair Gifu 2022, 岐阜, 7月
5. 村岡裕由 (2022) 岐阜大学における気候変動課題への取組 ～大学と地域の連携による緩和と適応の推進～。宮城大学 研究・共創フォーラム, オンライン, 9月
6. Muraoka H. et al. (2022) Asia-Pacific Biodiversity Observation Network report. The 15th Asia-Oceania Group on Earth Observations Symposium, September, online.
7. 村岡裕由 (2023) 地球温暖化とカーボンニュートラル。岐阜テクノ 62 勉強会。招待講演。岐阜, 2月

## 教育活動

### ・担当科目

自然科学技術研究科 「生態系生態学特論」

応用生物科学部 「生理生態学」

全学共通教育 「環境マネジメントと環境経営」, 「持続可能な地域と環境リテラシー」

### ・学生指導等

自然環境技術研究科 1年生, 1名 (副指導)

応用生物科学部 4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

岐阜大学高等研究院 副研究院長 (研究センター担当)

岐阜大学学術研究・産学官連携推進本部 本部長補佐

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
- 文部科学省 科学技術・学術審議会 委員
- 文部科学省 科学技術・学術審議会 研究計画・評価分科会 委員

- 文部科学省 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)
- 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
- アジア太平洋生物多様性観測ネットワーク (APBON) 共同議長
- 地球観測に関する政府間会合 (GEO) 生物多様性観測ネットワーク (GEO BON) 運営委員会委員
- 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
- 岐阜県木材利用促進条例研究会 委員
- 中津川市地域脱炭素ロードマップ策定・評価委員会 委員長

## 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
- Forest Science and Technology, Editorial Board

氏名： 齋藤 琢

## 著書

1. Saitoh T.M., Shin N., Toriyama J., Murayama S., Yasue K. (2022) Chapter3: Forest carbon sequestration in mountainous region in Japan under ongoing climate change: implication for future research, in River basin environment: evaluation, management and conservation, Springer Nature Singapore, Li F. Awaya Y., Kageyama K., Wei Y. (eds.), [https://doi.org/10.1007/978-981-19-4070-5\\_3](https://doi.org/10.1007/978-981-19-4070-5_3)

## 発表論文

1. Adachi M., Hobara Y., Saitoh T.M., Hirota M. (2022) Temporal variation and hysteresis of soil respiration and sap flow of *Pinus densiflora* in a cool temperate forest, Japan, *forests*. 13, 1833. <https://doi.org/10.3390/f13111833>
2. Shen Y., Takata K., Kudo K. Muraoka H., Saitoh T.M., Hirano Y. Yasue K. (2022) Effects of climate on the tree ring density and weight of *Betula ermanii* in a cool temperate forest in central Japan. *Trees*. <https://doi.org/10.1007/s00468-022-02315-y>.

## 総説・論説

1. Shin N., Saitoh T.M., Takeuchi Y., Miura T., Aiba M., Kurokawa H., Onoda Y., Ichii K., Nasahara K.M., Suzuki R., Nakashizuka T., Muraoka H. (2023) Review: Monitoring of land cover changes and plant phenology by remote-sensing in East Asia, *Ecological Research*, 38, 111-133, <http://doi.org/10.1111/1440-1703.12371>
2. 永井信・齋藤琢・丸谷靖幸・藤岡悠一郎・渡部哲史 (2022) 公開資料から読み解く流域の人々と水の関わり～長良川流域における出水や漁獲高の記録を事例として, *流域圏学会誌(総説)*

## 学会発表

1. 田邊憲伸・岩田拓記・齋藤琢・深山貴文・村山昌平 (2023) 山岳地域の高山帯・低山帯生態系の二酸化炭素交換の特性の違い, 日本農業気象学会 2023 年全国大会, 山口 KDDI 維新ホール, 山口市, 2023 年 3 月 16~18 日 (口頭)
2. 植山雅仁・JapanFlux Site PIs (2023) 陸域生物圏の機能評価に向けた JapanFlux データベースの構築, 日本農業気象学会 2023 年全国大会, 山口 KDDI 維新ホール, 山口市, 2023 年 3 月 16~18 日 (ポスター ; P-38)
3. Kosugi T. Saitoh T.M. (2023) Estimation of stand-scale coarse woody debris respiration in a cool-temperate Japanese cedar forest damaged by heavy snow, International Symposium on Agricultural Meteorology 2023, Yamaguchi KDDI Ishin-hall, Yamaguchi 16-18 March 2023 (Poster)
4. 国本晴暉・齋藤琢 (2022) 岐阜県のスギ林を対象とした生物地球化学モデルによる炭素吸収量の温暖化応答予測, 農業気象学会東海・北陸支部, 生態工学会中部支部合同研究発表会, 2022 年 12 月 7 日, オンライン (口頭)
5. Saitoh T.M. (2022) The Effect of climate change on potential forest carbon sequestration in a mountainous landscape at an administrative district scale in Japan: Implication for climate change research, The 8th International Conference on Climate Change 2022, 17-18 November 2022, Bangkok, Thailand & online hybrid (Online Oral, Invited speaker)
6. 田邊憲伸・岩田拓記・齋藤琢・深山貴文・村山昌平 (2022) 山岳地域の高山帯・低山帯生態系の二酸化炭素交換の特性の違い, 日本農業気象学会関東甲信越支部 2022 年度例会, 明治大学駿河台キャンパス, 東京都, 2022 年 11 月 25 日 (口頭)
7. 永井 信・齋藤 琢 (2022) 八丈島における 100 年規模でのサクラの開花日と自発休眠期の気

温との対応関係, 第61回日本生気象学会大会, 名城大学, 名古屋市, 2022年11月12日(口頭)

## 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

### ・非常勤講師

信州大学農学部ゲストスピーカー 「森林生態学特論」

## 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

氏名： 日恵野 綾香

### 著書

1. Hieno, A., Li, M., Feng, W., Afandi, A., Otsubo, K., Suga, H., Kageyama, K.: Detection and identification of *Phytophthora* pathogens that are threatening forest ecosystems worldwide. (2022) River Basin Environment: Evaluation, Management and Conservation. Li, F., Awaya, Y., Kageyama, K., Wei, Y. (eds.) Springer, Singapore. Chapter 6, pp 113-136. ISBN 978-981-19-4070-5.
2. Kageyama, K., Hayano, A., Kikuchi, H., Otsubo, K., Suga, H., Hieno, A.: Plant pathogenic oomycetes inhabiting river water area potential source of infestation in agricultural areas. (2022) River Basin Environment: Evaluation, Management and Conservation. Li, F., Awaya, Y., Kageyama, K., Wei, Y. (eds.) Springer, Singapore. Chapter 12, pp 261-288. ISBN 978-981-19-4070-5.

### 発表論文

1. Afandi, A., Masanto, Wibowo, A., Afandi, Loekito, S., Subandiyah, S., Hieno, A., Otsubo, K., Koji, K.: Molecular identification of oomycetes related to horticultural crops in Southern Sumatera and Java, Indonesia. (2022) Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan Tropika: Journal of Tropical Plant Pests and Diseases, 22(2): 90-99.
2. Jung, T., Milenković, I., Corcobado, T., Májek, T., Janoušek, J., Kudláček, T., Tomšovský, M., Nagy, Z. Á., Durán, A., Tarigan, M., von Stowasser, E. S., Singh, R., Ferreira, M., Webber, J. F., Scanu, B., Chi, N. M., Thu, P. Q., Junaid, M., Rosmana, A., Baharuddin, B., Kuswinanti, T., Nasri, N., Kageyama, K., Hieno, A., Masuya, H., Uematsu, S., Oliva, J., Redondo, M. Á., Maia, C., Matsiakh, I., Kramarets, V., O'Hanlon, R., Tomić, Ž., Brasier, C. M., Jung, M. H.: Extensive morphological and behavioural diversity among fourteen new and seven described species in *Phytophthora* Clade 10 and its evolutionary implications. (2022) Persoonia - Molecular Phylogeny and Evolution of Fungi, 49: 1-57.
3. Shimizu, M., Naznin, H. A., Hieno, A.: The significance of mycoparasitism by *Streptomyces* sp. MBCN152-1 for its biocontrol activity against *Alternaria brassicicola*. (2022) Microbes and Environments, 37(3): ME22048.
4. Feng, W., Hieno, A., Otsubo, K., Suga, H., Kageyama, K.: Emergence of self-fertile *Phytophthora colocasiae* is a possible reason for the widespread expansion and persistence of taro leaf blight in Japan. (2022) Mycological Progress, 21: 49-58.
5. 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., Enoki, T., Seino, T., Takashima, A., Kobayashi, H., Matsumoto, K., Takahashi, K., Tateno, R., Yoshida, T., Nakaji, T., Maki, M., Kobayashi, K., Fukuzawa, K., Hoshizaki, K., Kazuhide, O., Kobayashi, K., Hasegawa, M., Satoshi, S. N., Sakimoto, M., Kitagawa, Y., Sakai, A., Kondo, H., Ichie, T., Kageyama, K., Hieno, A., Kato, S., Otani, T., Utsumi, Y., Kume, T., Homma, K., Kishimoto, K., Masaka, K., Watanabe, K., Toda, M., Nagamatsu, D., Miyazaki, Y., Yamashita, T., Tokuchi, N.: Evaluating the soil microbe community - level physiological profile using EcoPlate and soil properties at 33 forest sites across Japan. (2022) Ecological Research, 37(3): 432-445.
6. Li, M., Guo, Q., Liang, M., Zhao, Q., Lin, T., Gao, H., Hieno, A., Kageyama, K., Zhang, X., Cui, L., Yan, Y., Qiang, Y.: Population dynamics, effective soil factors, and LAMP detection systems for *Phytophthora* species associated with kiwifruit diseases in China. (2022) Plant Disease, 106(3):

846-853.

## 学会発表

1. 渡邊麻衣・小島一輝・渡辺秀樹・日恵野綾香・須賀晴久・景山幸二：トマト固形培地栽培で発生したトマト根腐れ症状を引き起こす *Pythium* 属菌（病原追加）. 令和4年度日本植物病理学会関西部会，日植病報，88:21, 2023.
2. 楠 幹生・日恵野綾香・景山幸二：*Pythium polymastum* によるレタス立枯病（病原追加）. 令和4年度日本植物病理学会大会，日植病報，88:183, 2022.
3. 植松清次・日恵野綾香・大坪佳代子・久保周子・田中千華・森山裕充・景山幸二：*Phytophthora kelmanii* によるマンネンロウ（ローズマリー）とヤクヨウサルビア（コモンセージ）に発生した疫病（新称）. 令和4年度日本植物病理学会大会，日植病報，88:183, 2022.

## 教育活動

### ・担当科目

応用生物科学部： フィールド科学基礎実習，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： 3名（うち，外国人留学生1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

## 講演活動等

- ・「日本で発見された *Phytophthora ramorum* について」，農林水産省名古屋植物防疫所 所内ゼミナール，(2022.09.29, オンライン)

## 受賞

- ・日本植物病理学会 学術奨励賞「土壌伝染性植物病原菌の検出に関する研究」

氏名：篠塚 賢一

### 著書

1. 陀安一郎・申基澈・鷹野真也 (2022) 同位体環境学がえがく世界, 総合地球環境学研究所, (「メタボ化した森林から流出した過剰な窒素は、下流域でどう変化するの?」; 篠塚担当, pp.163-166).

### 発表論文

1. 永淵修・中澤暦・篠塚賢一 (2022) 都市域から離れた高山で検出されたマイクロプラスチック・雪氷. 84, 1, 29-37.
2. Shinozuka, K., Turuda, S., Fujinaga, A., Nakanuma, H., Kawamura, M., Matsunobu, Y., Tanaka, Y., Kamiyama, T., Ebe, K., Endo, Y., Etoh, T., Inomata, M., Tokuyasu, T. (2022) Artificial intelligence software available for medical devices: surgical phase recognition in laparoscopic cholecystectomy. *Surgical endoscopy*.
3. Ding, W., Tsunogai, U., Nakagawa, F., Sambuichi, T., Chiwa, M., Kasahara T., Shinozuka, K. (2022) Stable isotopic evidence for the excess leaching of unprocessed atmospheric nitrate from forested catchments under high nitrogen saturation. *EGUsphere* 2022, 1-39.
4. Nakanuma, H., Endo, Y., Fujinaga, A., Kawamura, M., Kawasaki, T., Masuda, T., Hirashita, T., Etoh, T., Shinozuka, K., Matsunobu, Y., Kamiyama, T., Ishikake, M., Ebe, K., Tokuyasu, T., Inomata M. (2023) An intraoperative artificial intelligence system identifying anatomical landmarks for laparoscopic cholecystectomy: a prospective clinical feasibility trial (J-SUMMIT-C-01). *Surgical endoscopy* 37, 1933-1942.

### 学会発表

1. 永淵 修, 中澤暦, 篠塚賢一 (2022) Long-range transport and origin of microplastics in rime-ice observed at a remoto mountain. Japan Geoscience Union Meeting 2022 (千葉)
2. 丁瑋天, 角皆潤, 中川書子, 篠塚賢一, 笠原玉青, 智和正明 (2022) Stable isotopic evidence for the excess leaching of unprocessed atmospheric nitrate from a forested catchment in Fukuoka, Japan. Japan Geoscience Union Meeting 2022 (千葉)
3. 永淵修, 中澤暦, 篠塚賢一, 城戸貴志, 朝重耕一 (2022) ヒトの肺組織および気管支肺胞洗浄液 (BALF) から検出されたマイクロプラスチックおよびナノプラスチックの分析方法について. Japan Geoscience Union Meeting 2022 (千葉)
4. Ken'ichi Shinozuka, Osamu Nagafuchi, Koyomi Nakazawa, Urumu Tsunogai, Fumiko Nakagawa, Kenshi Tetsuka, Natsumi Tetsuka (2022) Nitrate input to the river from atmospheric deposition observed in Yakushima Island, the world natural heritage site. iLEAPS-Japan 2022 (名古屋)

氏名： 玉川 一郎

### 著書

1. Tamagawa, I. (2022). Evaporation in Arid Regions. In: Li, F., Awaya, Y., Kageyama, K., Wei, Y. (eds) River Basin Environment: Evaluation, Management and Conservation. Springer, Singapore. [https://doi.org/10.1007/978-981-19-4070-5\\_14](https://doi.org/10.1007/978-981-19-4070-5_14)

### 発表論文

1. YANDA, Rahma; HARADA, Morihiro; TAMAGAWA, Ichiro. Semi-Empirical Estimation of Velocity Profile for Shallow Gravel Bed Channel. Journal of Science and Applicative Technology, [S.l.], v. 6, n. 2, p. 64-76, dec. 2022. ISSN 2581-0545. Available at: . Date accessed: 04 jan. 2023. doi: <https://doi.org/10.35472/jsat.v6i2.885>.

### 学会発表

1. 玉川一郎, 超音波を使った霧中の光路確保と風計測の試み、気象センサに関する特集 2、2023/2/15 オンライン, 第 45 回「気象測器研究会」特定非営利活動法人 気象システム技術協会
2. 玉川 一郎 1、國枝 厚希 1、遠山 有香 1、高山 佳久 2 (1. 岐阜大学、2. 東海大学), レーザー通信のための超音波を使った光路確保の試み, 一般社団法人レーザー学会学術講演会第 43 回年次大会, S11-20a-XIII-06【招待講演】, 2023/01/20 名古屋
3. 新福 尚哉 1、玉川 一郎 1、高山 佳久 2、\*小林 智尚 1 (1. 岐阜大学、2. 東海大学), WRF-LES による大気構造係数の高解像度推定の試み, 一般社団法人レーザー学会学術講演会第 43 回年次大会, S11-20a-XIII-05【招待講演】, 2023/01/20 名古屋
4. \*奥 彩菜 1、永田 晃大 1、山下 泰輝 2、玉川 一郎 3、小林 智尚 3、吉田 弘樹 3、高山 佳久 1 (1. 東海大学、2. 情報通信研究機構、3. 岐阜大学), 大気揺らぎの影響を受けた伝送光の計測, 一般社団法人レーザー学会学術講演会第 43 回年次大会 P01-19p-P-32 ポスター, 2023/01/19 名古屋
5. 新福 尚哉, 玉川 一郎(岐阜大), 高山 佳久(東海大), 小林 智尚(岐阜大) WRF-LES による大気構造係数の三次元高解像度推定の試み, 第 66 回宇宙科学技術連合講演会, 2F01, 熊本, 2022 年 11 月 2 日
6. 新村 魁斗, 吉田 弘樹, 亀山 展和, 玉川 一郎, 小林 智尚(岐阜大), 高山 佳久(東海大), 実フィールド試験における Differential Image Scheimpflug-LIDAR での Cn2 のプロファイリング計測, 第 66 回宇宙科学技術連合講演会, 2F02, 熊本, 2022 年 11 月 2 日
7. 三宅 悠矢, 亀山 展和, 吉田 弘樹, 玉川 一郎, 小林 智尚(岐阜大), 高山 佳久(東海大), Differential Scintillation LIDAR を用いた大気擾乱測定方法の検証, 第 66 回宇宙科学技術連合講演会, 2F03, 熊本, 2022 年 11 月 2 日
8. 大槻 一生, 吉田 弘樹, 亀山 展和, 玉川 一郎, 小林 智尚(岐阜大), 高山 佳久(東海大), 実フィールド試験における光路上に複数配置した光源区間毎のレーザー波面のリアルタイム計測 第 66 回宇宙科学技術連合講演会, 2F06, 熊本, 2022 年 11 月 2 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、

気象学特論 I、気象学特論 II、

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： 3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」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アドバイザー
- ・水文・水資源学会国際誌編集委員会委員
- ・レーザー学会技術専門委員会（光への大気影響の推定、計測、補償、制御技術専門委員会）委員

氏名： 李 富生

### 著書

1. Fusheng Li, Water Quality Safety and Security: From Evaluation to Control, pp 139-169, in *River Basin Environment: Evaluation, Management and Conservation*, edited by Li, F., Awaya, Y., Kageyama, K., Wei, Y., Springer, Singapore. [https://doi.org/10.1007/978-981-19-4070-5\\_7](https://doi.org/10.1007/978-981-19-4070-5_7), 2022.9.
2. Yasushi Ishiguro and Fusheng Li, Management of On-Site Household Wastewater Treatment Systems (Johkasou) in Japan, pp 187–209, in *River Basin Environment: Evaluation, Management and Conservation*, edited by Li, F., Awaya, Y., Kageyama, K., Wei, Y., Springer, Singapore. [https://doi.org/10.1007/978-981-19-4070-5\\_7](https://doi.org/10.1007/978-981-19-4070-5_7), 2022.9.
3. Sartaj A. Bhat, Guangyu Cui, Naik Yaseera, Xuyang Lei, Fuad Ameen, Fusheng Li, Chapter 14 Removal Potential of Microplastics in Organic Solid Wastes via Biological Treatment Approaches, pp. 255-263, in *Microbial Biotechnology: Role in Ecological Sustainability and Research*, edited by Pankaj Chowdhary, Sujata Mani, Preeti Chaturvedi, ISBN:9781119834458, John Wiley & Sons, 2022.9.

### 発表論文

1. Xiaoqian Cheng, Cong Wei, Xiong Ke, Jiamin Pan, Gengrui Wei, Yao Chen, Chaohai Wei, Fusheng Li, Sergei Preis, Nationwide Review of Heavy Metals in Municipal Sludge Wastewater Treatment Plants in China: Sources, Composition, Accumulation and Risk Assessment, *Journal of Hazardous Materials*, 437, 5, 2022.
2. Kanika Sarkar, Gengrui Wei, Maulana Yusup Rosadi, Naoki Murata, Fusheng Li, Characterization of DOM released from bacteria in response to chlorine in water based on indicator bacteria *E. coli*, *Environmental Technology*, 2022.
3. 李富生, 上下水道システムの機能とエネルギー使用量に係わる課題と対策, 第 23 回岐阜県建設コンサルタンツ協会技術発表会論文集, pp. 17-20, 2022.
4. Jiamin Pan, ZijunPang, TuoWei, XiongKe, Cong Wei, Xiaoqian Cheng, Zhi Qin, YunHu, Chaohai Wei, Fusheng Li, Functionalization process of coking sludge: Biochar immobilizing with Fe/Co to enhance the wastewater treatment of ozone, *Journal of Water Process Engineering*, 51, 2023.
5. Yajie Wang, Jiefeng Li, Wenjiao Li, Yongfen Wei, Zhiyi Deng, Fusheng Li, Relation analysis of bacterial community in soils of coal mines with potential ecological risk from heavy metals, *Environmental Technology & Innovation*, 30, 2023.
6. Zixin Ban, Tuo Wei, Xiong Ke, Acong Chen, Xianghong Guan, Yao Chen, Guanglei Qiu, Chaohai Wei, Haizhen Wu, Fusheng Li, Yahuan Peng, Wei Zhao, Fate and distribution of phosphorus in coking wastewater treatment: From sludge to its derived biochar, *Science of The Total Environment*, 881, 2023.
7. Cong Wei, Xiaoqian Cheng, Wei Sun, Xia Tang, Tuo Wei, Zijun Pang, Xiong Ke, Zhi Qin, Jiamin Pan, Gengrui Wei, Guanglei Qiu, Chunhua Feng, Fusheng Li, Chaohai Wei, Enrichment strategies of heavy metals in the O/H/O process composed of biological fluidized bed for wastewater treatment: A case study of Cu and Zn, *Journal of Cleaner Production*, 411, 2023.
8. Wenjiao Li, Sartaj Ahmad Bhat, Yongfen Wei, Fusheng Li, and Shuhei Tanaka, Occurrence, fate, and

behavior of antibiotic resistance genes in organic wastes during biological treatments and current elimination strategies, in *Fate of Biological Contaminants During Recycling of Organic Wastes*, 1-25, Elsevier, 2023.

9. Sartaj Ahmad Bhat, Guangyu Cui, Wenjiao Li, Fuad Ameen, Naik Yaseera, Yongfen Wei, Fusheng Li, Fate of bio-contaminants in soil systems and available remediation methods, in *Fate of Biological Contaminants During Recycling of Organic Wastes*, 213-227, Elsevier, 2023.

## 学会発表

1. Haoning Su, Shinya Okumura, Yasushi Ishiguro and Fusheng Li, Antibiotic resistance genes and 16S rDNA in large Johkasou treating residential area domestic wastewater, Proceedings of UGSAS-GU & BWEL Joint Poster Session on Agricultural and Basin Water Environmental Sciences, pp. 30-31, 2022.11 (岐阜).
2. Yajie Wang and Fusheng Li, Potential hosts and transfer of As, Cr, and Pb-induced resistance genes in soil under coal mining disturbance, Proceedings of UGSAS-GU & BWEL Joint Poster Session on Agricultural and Basin Water Environmental Sciences, pp. 36-37, 2022.11 (岐阜).
3. Sri Anggrein, Fusheng Li, Can activated carbon allow antibiotic resistance genes to access into its pores, Proceedings of UGSAS-GU & BWEL Joint Poster Session on Agricultural and Basin Water Environmental Sciences, pp. 38-39, 2022.11 (岐阜).
4. Wenqing Li, Fusheng Li, Improvement of membrane filtration performance by pre-coating with powdered activated carbon, Proceedings of UGSAS-GU & BWEL Joint Poster Session on Agricultural and Basin Water Environmental Sciences, pp. 40-41, 2022.11 (岐阜).
5. Ramayandi, Sarkar Kanika, Nurul Syuhada Abdul Latif, and Fusheng Li, Effect of bacteria on *Uroglena* sp. growth in surface water, Proceedings of UGSAS-GU & BWEL Joint Poster Session on Agricultural and Basin Water Environmental Sciences, pp. 42-43, 2022.11 (岐阜).
6. Ramayadi, Nurul Syuhada Abdul Latif, Fusheng Li, Co-existency of *Uroglena* sp. with other microalgae species in surface water: effect of water temperature, 第22回環境技術学会年次大会研究発表会予稿集, pp. 35-36, 2022.10.22 (京都)
7. Yajie Wang, Fusheng Li, Yongfen Wei, Soil heavy metal-induced stress on the transfer of Metal Resistance Genes from potential hosts under coal mining disturbance, 第22回環境技術学会年次大会研究発表会予稿集, pp. 57-58, 2022.10.22 (京都)
8. Sri Anggreini, Fusheng Li, Access possibility of antibiotic resistance genes into the pore of different types of activated carbon, 第22回環境技術学会年次大会研究発表会予稿集, pp. 73-74, 2022.10.22 (京都)
9. Su Haoning, Okumura Shinya, Ishiguro Yasushi, Li Fusheng, Occurrence and fate of antibiotic resistance genes in large-scale Johkasou treating residential area wastewater, 第22回環境技術学会年次大会研究発表会予稿集, pp. 75-76, 2022.10.22 (京都)
10. 小島寛矢, 鈴木裕識, Maulana Yusup Rosadi, 李富生, EEM, LC, QTOF/MS の3種測定データを組み合わせたフミン酸特有の部分構造推定の試み, 第57回日本水環境学会年会講演集, p.546, 2023.3.
11. 岡田和也, 鈴木裕識, 山本幸平, 田中周平, 李富生, 柔軟剤を用いた洗濯による繊維状マイクロプラスチックの発生への影響とマイクロカプセルの排出可能性の検討, 第57回日本水環境学会年会講演集, p.546, 2023.3.

## 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： 9名（うち，外国人留学生8名，社会人1名）

博士前期課程： 1名（うち，外国人留学生1名）

学部卒業研究： 3名（うち，外国人留学生1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

- ・2022年11月，Best Presentation Award, UGSAS-GU & BWEL Joint Poster Session on Agricultural and Basin Water Environmental Sciences, Antibiotic resistance genes and 16S rDNA in large Johkasou treating residential area domestic wastewater, Proceedings of UGSAS-GU & BWEL Joint Poster Session on Agricultural and Basin Water Environmental Sciences, pp. 30-31, 2022.11 (受賞学生: Haoning Su).

**氏名：** 久世 益充

**著書**

1. Masumitsu Kuse, Nobuoto Nojima, Feature Extraction and Analysis of Earthquake Motion, River Basin Environment: Evaluation, Management and Conservation pp.331-342, 2022. DOI: 10.1007/978-981-19-4070-5\_15

**発表論文**

なし

**総説・論説**

なし

**学会発表**

1. 加藤有人, 久世益充, 能島暢呂, 高橋幸宏：時間-周波数特性を考慮した地震動の次元縮約手法と波形分析に関する検討, 令和4年度土木学会中部支部研究発表会講演概要集, 2023.3, I-05.

**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 : 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

なし

**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**

・「各務原市で想定される自然災害と対策」, レスキューストックヤード, 各務原市防災ひとづくり講座, (各務原市), 2022.10.23.

・「下呂市の地震災害を考える」, 下呂市, 下呂市防災まちづくり講演会(地震編), (下呂市)2023.3.6.

**受賞**

なし

**その他**

なし

**氏名：** 児島 利治

### 著書

1. Kojima, T. (2022) Relationship between Forest Stand Condition and Water Balance in a Forested Basin, 「Li, F., Awaya, Y., Kageyama, K. and Wei, Y. Ed.」, River Basin Environment: Evaluation, Management and Conservation, Springer, pp.231-260.

### 総説・論説

1. 太田貴大・前波晴彦・三浦政司・竹島喜芳・児島利治・橋本啓史 (2023) 林業体験を通じて森林生態系サービスの供給と受益に対する気づきを促すシリアスボードゲーム『The Forest-est：最上級の森林を目指した林業経営者の挑戦』の開発, 環境共生, 39(1); 77-86.

### 学会発表

1. 橋本啓史・太田貴大・長谷川泰洋・竹島喜芳・児島利治 (2023) 文献情報と植生図に基づいた流域内の森林性鳥類の個体数推定とシナリオ分析. 第134回日本森林学会(鳥取・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, 初年次セミナー  
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： 1名(うち, 外国人留学生1名)  
修士課程： 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

南山大学総合政策学部非常勤講師 「空間分析法Ⅰ」

### 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
- ・岐阜市環境審議会環境基本計画検討部会 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

氏名： 原田 守啓

## 著書

1. Harada, M., Nagayama, S. (2022). Predicting Fine Sediment Deposition Rate in Lowland River Channel: Comparison of Two Adjacent Rivers. In: Li, F., Awaya, Y., Kageyama, K., Wei, Y. (eds) River Basin Environment: Evaluation, Management and Conservation. Springer, Singapore. [https://doi.org/10.1007/978-981-19-4070-5\\_10](https://doi.org/10.1007/978-981-19-4070-5_10)
2. 松本嘉孝・宇佐見亜希子・田代喬・江端一徳・野崎健太郎・谷口智雅（編）（2022）身近な水の環境科学（第2版），朝倉書店，154pp.（3.1 上流域の地質，地形；原田担当）  
ISBN：978-4-254-18062-6

## 発表論文

1. Rahma YANDA; Morihito HARADA; Ichiro TAMAGAWA. Semi-Empirical Estimation of Velocity Profile for Shallow Gravel Bed Channel. *Journal of Science and Applicative Technology*, [S.l.], v. 6, n. 2, p. 64-76, Dec. 2022. ISSN 2581-0545. doi: <https://doi.org/10.35472/jsat.v6i2.885>.
2. 戸崎大介・原田守啓（2022）自然堤防帯河川におけるウォッシュロード堆積モデルの検証，土木学会論文集 B1(水工学) 78(2) I\_1075-I\_1080.
3. 平野和希・原田守啓（2022）流域スケールにおける洪水攪乱外力の評価手法，土木学会論文集 B1(水工学) 78(2) I\_907-I\_912.
4. 原田守啓・萱場祐一（2022）河道の限界—治水と環境が調和した持続可能な河道についての一考察，河川技術論文集，第28巻，pp. 451-456.
5. 原田守啓・中島大雅・瀧健太郎（2022）複雑な氾濫形態をもつ谷底平野部における超過洪水時の氾濫現象，河川技術論文集，第28巻，pp. 31-36.
6. Nagayama, S., Sueyoshi, M., Fujii, R. and Harada, M. (2022) Basin-scale spatiotemporal distribution of ayu *Plecoglossus altivelis* and its relationship with water temperature from summer growth to autumn spawning periods. *Landscape Ecol Eng*. <https://doi.org/10.1007/s11355-022-00509-7>
7. 藤田朝彦・横山良太・加藤康充・井上 修・原田守啓（2022）アユの産卵環境はどこまでわかったのか，応用生態工学，24 巻 2 号 p. 217-234, <https://doi.org/10.3825/ece.21-00021>

## 寄稿

1. 原田守啓（2022）やさしい「川の地形」，地質と調査，2022年第1号（通巻159号），p.42-45.

## その他の出版物

1. 岐阜大学地域環境変動適応研究センター・NPO 法人 ORGAN（2023.3.24）安心な暮らしのヒント BOOK@ぎふ vol.2～岐阜の食卓が温暖化で変わっちゃう!?～，18pp.（制作・監修）

## 学会発表

1. 中野翼・原田守啓（2022）揖斐川・長良川高水敷掘削地における堆積土砂の粒度分布の経年変化，令和4年度土木学会中部支部研究発表会，口頭発表，2023/3/3，金沢工業大学
2. 手島翼・原田守啓（2022）土砂粒径ごとの「平均的な移動速度」の計算手法の開発と長良川への適用，令和4年度土木学会中部支部研究発表会，口頭発表，2023/3/3，金沢工業大学
3. 北野陽資・原田守啓（2022）長良川における砂州掘削後の地形変化に関する研究，令和4年度土

- 木学会中部支部研究発表会, 口頭発表, 2023/3/3, 金沢工業大学
4. 出村嘉史・原田守啓 (2022) とみばーくのデザインプロセス, 土木学会第 18 回景観・デザイン研究発表会, 口頭発表, 2022/12/10, 岐阜大学
  5. 平野和希・原田守啓 (2022) 流域スケールにおける洪水攪乱外力の評価手法, 土木学会第 67 回水工学講演会, 口頭発表, 2022/11/24, 松山市総合コミュニティセンター
  6. 戸崎大介・原田守啓 (2022) 自然堤防帯河川における ウォッシュロード堆積モデルの検証, 土木学会第 67 回水工学講演会, 口頭発表, 2022/11/23, 松山市総合コミュニティセンター
  7. Morihiko Harada (2022) Predicting spawning habitat distribution of *P. altivelis* in gravel-bed rivers by computational model. River Flow 2022, Oral presentation, 2022/11/8, Kingston and Ottawa, Canada (Online)
  8. 戸崎大介・原田守啓 (2022) 自然堤防帯河道内氾濫原における細粒土砂堆積予測モデルの検証, ELR2022 つくば, ポスター発表, 2022/9/22
  9. 平野和希・原田守啓 (2022) 流域全体を俯瞰した洪水攪乱指標の提案, ELR2022 つくば, ポスター発表, 2022/9/22
  10. 永山滋也・原田守啓・藤井亮吏・末吉正尚 (2022) 長良川流域におけるアユの時空間動態～成長期から産卵期の分布を決める水文トリガー～, ELR2022 つくば, 口頭発表, 2022/9/23
  11. 原田守啓・永山滋也・萱場祐一 (2022) 砂州河道の河道掘削が瀬淵の生態的機能に及ぼす影響, ELR2022 つくば, 口頭発表, 2022/9/22
  12. 中島 大雅・原田 守啓・瀧 健太郎 (2022) 複数の霞堤を有する長良川谷底平野部における多段階洪水外力下での氾濫現象, ELR2022 つくば, 口頭発表, 2022/9/22
  13. 原田守啓・萱場祐一 (2022) 河道の限界—治水と環境が調和した持続可能な河道についての一考察, 河川技術シンポジウム, 口頭発表, 2022/6/17
  14. 中島大雅・原田守啓・瀧健太郎 (2022) 複雑な氾濫形態をもつ谷底平野部における超過洪水時の氾濫現象, 河川技術シンポジウム, 口頭発表, 2022/6/17

## 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

全学共通： 地域社会と災害

### ・指導学生

博士課程： 1名 (うち, 外国人留学生1名)

修士課程： 3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

なし

## 社会活動

- ・滋賀県 滋賀県河川維持管理検討会
- ・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
- ・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

- ・応用地質学会中部支部 講演（5月13日）
- ・都市計画×水害×気候変動意見交換会 企画・講演（5月26日） 岐阜県・岐阜市・大垣市・関市
- ・国土交通省国土交通大学校令和4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21日）
- ・建設コンサルタンツ協会中部支部特別講演（「持続可能な河道」を実現する河道管理技術に向けて）（6月22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①（8月24日）
- ・環境研究総合推進費シンポジウム『長良川流域が直面する温暖化にどう適応するか？～生態系の恵みと流域文化・産業を持続可能なものとするには～』 企画・講演（10月29日）

- ・うかいミュージアム市民講座 講演 (10月29日)
- ・日本技術士会地域産官学セミナー 基調講演 (11月11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② (11月13日)
- ・岐阜県自然共生工法研究会 自然共生事例発表会 基調講演 (11月16日)
- ・みんなの森のサロン 話題提供 川から見る森・流域と川の個性 (11月17日)
- ・令和4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17日)
- ・天竜川水系流域治水シンポジウム 基調講演 (12月22日)
- ・世界農業遺産長良川の鮎・長良川サポーターズ育成研修クローズング研修 話題提供 (1月13日)
- ・いのちをつなぐ水と流域 地球市民対話プロジェクト 地域対話フォーラム 2023inAichi 話題提供 (2月23日)
- ・三重県天然記念物ネコギギ保護連絡会議 講演「気候変動下であらためて考える多自然川づくりのあり方」(2月27日)
- ・気候変動に係るステークホルダー会議 話題提供 (2月16日)
- ・都市計画×水害×気候変動共同研究成果報告会 (3月7日) 岐阜県・岐阜市・大垣市・関市
- ・環境省中部広域アクションプラン普及啓発事業 中部地域を取り巻く水資源の現状オンラインシンポジウム 企画・話題提供 (3月17日)
- ・2022年度名古屋工業大学高度防災工学研究センターシンポジウム流域治水の推進と国土管理一防災と環境を軸とした展望と課題一 話題提供 (3月23日)

## 受賞

- ・土木学会第18回景観・デザイン研究発表会 優秀講演賞 (発表者：出村嘉史)

## その他(報道)

- ・新聞報道(中日新聞) すっきりさせます：大日ケ岳・吠谷に湧水点 長良川の源流はどこ？記者がたどる ～原田守啓 准教授～ (5月23日)
- ・新聞報道(中日新聞) 鶴の目 川の恩恵 ～流域圏科学研究センター 原田守啓 准教授～ (5月31日)
- ・新聞報道(中日新聞) 「果樹の栽培適地は北へ 富有柿の今とこれから」(6月14日)
- ・新聞報道(中日新聞) 「本州でも南国フルーツ？ 熱帯性果実に見いだす可能性」(6月15日)
- ・新聞報道(中日新聞) 「アユはどこへ 長良川で起こっている異変」(6月20日)
- ・新聞報道(中部経済新聞) ◎オープンカレッジ：現場知×科学知で取り組む気候変動適応 川の恵みと災いを科学する (7月5日)
- ・新聞報道(中部経済新聞) 水温上昇の影響、川にも アユ漁 アユの産卵・遡上に遅れ ～原田守啓 准教授(河川工学)～ (11月24日)
- ・新聞報道(岐阜新聞) 川も温暖化 鮎に異変 全国漁獲量、ピークの1割に 長良川、産卵・遡上に遅れ ～原田守啓 准教授(河川工学)～ (11月24日)
- ・新聞報道(岐阜新聞) 長良川の鮎資源守れ 推進協が「管理・増殖部会」親切 流域漁協、漁場会副へ挑戦 ～地域環境変動適応研究センター～ (1月15日)
- ・新聞報道(朝日新聞) 岐阜・長良川のアユ減少防げ 資源管理で初会合 ～地域環境変動適応研究センター～ (1月16日)

- ・新聞報道（岐阜新聞） 連載◎日本海に注ぐ岐阜の川 （全12回）
  - 地形や地質，密接に関係 流域が川の個性を形成（6月11日）
  - 飛騨と美濃の白川① 川底の石の色で命名？（7月9日）
  - 飛騨と美濃の白川② 火山と温泉がもたらす（8月13日）
  - 巨木の足元から滾滾と（9月10日）
  - 荒城川から取水の用水 瀬戸川の水源地は（10月15日）
  - 自然の恵みの受け皿に 砂防整備の蒲田川（11月12日）
  - 気候と地形，ダムに最適 庄川流域の電力開発（12月10日）
  - 豪雪，地球温暖化と関係 年間降水量多い庄川流域（1月14日）
  - 温暖化で見頃が早まる 春の高山祭と桜の開花（2月11日）
  - 川の環境収容力 多様な種を育む受け皿（3月11日）
  - 川に魚を増やすには 環境収容力の向上探れ（4月9日）
  - 育まれた風土も大切に 河川環境の整備と保全（5月14日）

**氏名：** 廣岡 佳弥子

### 著書

1. Kayako Hirooka. (2022) Energy Recovery from Wastewater. In: (eds. F. Li, Y. Awaya, K. Kageyama and Y. Wei) River Basin Environment: Evaluation, Management and Conservation. Springer [https://doi.org/10.1007/978-981-19-4070-5\\_8](https://doi.org/10.1007/978-981-19-4070-5_8)

### 学会発表

1. 廣岡佳弥子, 市橋修, 本山亜友里, マイコンで動作制御した微小電極による微生物燃料電池内部の pH 分布の自動測定, 第 25 回日本水環境学会シンポジウム, ハイブリッド (東京), (2022).
2. 毛利築, 廣岡佳弥子, 鈴木元晟, 微生物燃料電池のカソードの酸素還元能力を向上させる活性炭触媒の探索, 令和 4 年度土木学会中部支部研究発表会, 金沢, (2023).

### 教育活動

#### ・担当科目

工学部： 土木工学実験 I, 環境セミナー, 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

修士課程： 1 名 (うち, 外国人留学生 0 名)

学部卒業研究： 4 名 (うち, 外国人留学生 0 名)

#### ・非常勤講師

岐阜高等専門学校環境都市工学科非常勤講師 「環境工学 I」

### 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

### 講演活動等

- ・「微生物の力で電気を作ろう！～微生物燃料電池：廃水から発電する不思議な装置～」, 日本学術振興会ひらめき☆ときめきサイエンス, (主催および講師), (2022.9.15~11.26, 岐阜大学, 岐阜)

氏名： 小山 真紀

## 著書

1. Maki Koyama: Involving the Community to Manage Natural Disasters: A Study of Japanese Disaster Risk Reduction Practices, “River Basin Environment: Evaluation, Management and Conservation”, Springer Singapore, pp.343-356, 2022.

## 発表論文

1. Maki Koyama, Kohei Tsuchida, Daisuke Matsushita, Kiyotaka Ogata: SUPPORT FOR LONG-TERM EVACUEES BASED ON THE CASE OF THE GREAT EAST JAPAN EARTHQUAKE -FOCUSING ON KYOTO, OSAKA AND OKAYAMA PREFECTURES, Proceedings of the 8th Asia Conference on Earthquake Engineering, 2022.

## 総説・論説

1. 小山真紀: 地震による倒壊家屋からの救助訓練プログラムに関する研究委員会, 日本地震工学会誌, No.46, pp.36-37, 2022.

## 学会発表

1. 荒川宏・小山真紀・伊藤三枝子・平岡祐子・中村貫志・柴山明寛・井上透・千葉久美子: みんなでつくる みんなでつかう 災害アーカイブ: 資料の収集・活用・運用. デジタルアーカイブ学会誌, 第6巻, s2号, pp.s56-s57, [https://doi.org/10.24506/jsda.6.s2\\_s56](https://doi.org/10.24506/jsda.6.s2_s56), 2022.
2. 小山真紀・青木佑磨: 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, 日本災害食学会 2022年度学術総会口頭発表概要, p.20, 2022.
3. 四井早紀・片寄圭一郎・村上ひとみ・中嶋唯貴, 小山真紀: 1995年兵庫県南部地震における消防と住民の救助活動に関する研究, 第41回日本自然災害学会学術講演会, 草津, 2022.
4. 南沢修・秦康範・小山真紀: 内閣府のフォローアップ調査からみる自治体の防災分野における女性の参画, 日本災害情報学会 第25回学会大会予稿集, pp.77-78, 2022.
5. 四井早紀・小山真紀・秦康範・南沢修・阪本真由美・岩垣津信太郎・小松剛・斉藤健郎・古橋勝也・八木宏晃: 地域安全学会実務者企画委員会の活動について, 地域安全学会梗概集, 2022.
6. 前島莉樹・小山真紀: 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, 地域安全学会梗概集, 2022.
7. 中村貫志・小山真紀: 被災経験が大学の防災訓練を改善させるか, 地域安全学会梗概集, 2022.
8. 中嶋唯貴・小山真紀: 効果的な救助員配置による閉じ込め者救助法の基礎的検討, 地域安全学会梗概集, 2022.
9. 小山真紀・高木朗義・村岡治道・能島暢呂: げんさい未来塾: 地域防災人材の育成と育成人材を中心としたコミュニティによる減災社会プラットフォームの構築, 地域安全学会梗概集, No.51, pp.61-64, 2022.
10. 筋野哲央・小山真紀・阪本真由美・松多信尚: 水害時避難意識の変化と避難の完了・未完了を分ける要因についての一考察, 地域安全学会梗概集, No.51, pp.117-118, 2022.
11. 阪本真由美・小山真紀: 行政と地域住民とのコミュニケーションを通じた合意形成についての一考察—倉敷市真備町岡田地区における地区防災計画の実践より—, 地区防災計画学会誌, 第26号, 2023.

## 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

医学部：災害看護

自然科学技術研究科：Advanced Disaster Mitigation, Advanced Disaster Prevention Engineerin

工学研究科：防災減災マネジメント

・指導学生

修士課程： 2名

学部卒業研究： 3名

研究生： 1名（うち，外国人留学生1名）

## 社会活動

- ・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
- ・内閣府首都圏における広域降灰対策検討会委員
- ・一般財団法人関西情報センター令和4年度地区防災計画作成モデル地区アドバイザー（内閣府事業）
- ・岐阜県地球温暖化防止・気候変動適応計画懇談会
- ・岐阜県生涯学習審議会委員
- ・岐阜県建設業広域BCM認定制度運用委員会委員
- ・岐阜県国民保護協議会委員
- ・岐阜県警察プロポーザル評価会議構成員
- ・京都府外国籍府民共生施策懇談会委員
- ・山梨県地震被害想定調査検討会議委員
- ・岐阜市未来のまちづくり懇談会構成員
- ・岐阜市地球温暖化対策実行計画協議会
- ・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
- ・関市都市計画審議会委員
- ・各務原市多文化共生推進プラン策定委員会委員
- ・海津市防災会議アドバイザー
- ・海津市歴史民族資料館リニューアル検討委員会委員
- ・養老町消防審議会委員
- ・神戸町災害ボランティア連絡調整会議アドバイザー
- ・あま市防災会議委員及び国民保護協議会委員
- ・特定非営利活動法人可児市国際交流協会アドバイザー
- ・NPO法人こどもトリニティネット防災・減災アドバイザー
- ・星和中学校近隣地区避難所運営委員会アドバイザー

## 学協会活動

- ・一般社団法人地域安全学会理事（副会長）
- ・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
- ・日本災害情報学会学会誌編集委員会委員
- ・京都大学防災研究所共同利用・共同研究拠点委員会委員

## 講演活動等

- ・「地区防災計画の取り組み紹介」, 小熊町新生町 地区防災計画策定ワークショップ, (2022.4.17, 小熊コミュニティセンター)
- ・「地区防災計画」, 関市自治会連合会武儀支部自治会長会, (2022.4.22, 武儀生涯学習センター, 関市自治会連合会武儀支部)
- ・「福祉的支援が必要な人の 避難行動と福祉避難所」, 関市福祉避難所に係る担当者会議, (2022.5.24, 関市役所, 関市)
- ・「避難×感染症対策」, 一宮市自主防災リーダー研修会・自主防災講演会, (2022.5.28, 尾西庁舎 1 階 尾西生涯学習センター講堂・オンライン, 一宮市)
- ・「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, (2022.6.10, 岐阜県総合教育センター, 岐阜県教育委員会)
- ・「地区防災計画の作成にむけて」, 高山市地区防災計画作成ワークショップ, (2022.7.3, 高山市丹生川支所 2F 防災集会室, 高山市・岐阜県飛騨県事務所)
- ・「地区防災計画と個別避難計画」, 東和中和南和医療圏防災会議, (2022.7.23, オンライン)
- ・「自主防災活動と地区防災計画」, 防災・減災カレッジ, (2022.7.30, 名古屋大学理学南館坂田・平田ホール, あいち防災協働社会推進協議会, あいち・なごや強靱化共創センター)
- ・「災害が起きたとき, どうなるの?」, 高齢者施設のための防災基礎研修会, (2022.8.19, オンライン, 岐阜県)
- ・「避難所の設置と運営協力」, 防災リーダー養成講座, (2022.8.21, ふるさと会館, 海津市)
- ・「平成 30 年 7 月豪雨振り返り」, 平成 30 年 7 月豪雨振り返り, (2022.8.23, 武儀生涯学習センター, 関市自治会連合会武儀支部)
- ・「災害が起きたとき, どうなるの?」, 高齢者施設のための防災基礎研修会, (2022.8.25, オンライン, 岐阜県)
- ・「講評」, 三重県地域研修, (2022.08.26, オンライン, 内閣府)
- ・「平成 30 年 7 月豪雨振り返り」, 平成 30 年 7 月豪雨振り返り, (2022.9.1, 武儀生涯学習センター, 関市自治会連合会武儀支部)
- ・「災害が起きたとき, どうなるの?」, 高齢者施設のための防災基礎研修会, (2022.9.2, オンライン, 岐阜県)
- ・「被災時に起きることを踏まえて対策を考えよう「避難確保計画でやることになっている」(けど実際にはできない)になっていませんか?」, 恵那市災害時地域連携福祉ネットワーク研究会, (2022.9.6, 恵那市消防防災センター, 恵那市)
- ・「非日常を通して見ると日常のことがよくわかる」, HYMEC 共創チャレンジ WOMEN' S EXPO 2025 Session4 女性が創る D&I 防災- 女性起業家による炉端対談, (2022.9.10, オンライン, 吉田晴乃記念実行委員会)
- ・「災害の危険度を知る方法」, 外国人防災リーダー育成講座, (2022.9.25, 美濃加茂市生涯学習センター, 岐阜県)
- ・「福祉避難所と制度の活用」, 福祉避難所に係わる担当者会議, (2022.9.29, オンライン, 関市)
- ・「まちあるき」, 小熊町新生町地区防災計画 WS, (2022.10.8, 羽島市小熊町)
- ・「復旧・復興と被災者支援」, 本巣市防災士養成講座, (2022.10.8, 本巣すこやかセンター, 本巣市)
- ・「地区防災計画を作ろう」, げんさい楽座 in 下呂, (2022.10.10, きこりセンター, 清流の国ぎふ 防災・減災センター)

- ・「自主防災活動と地区防災計画」, 防災・減災カレッジ, (2022.10.15, 名古屋大学減災館 減災ホール, あいち防災協働社会推進協議会, あいち・なごや強靱化共創センター)
- ・「平成30年7月豪雨振り返り」, 地区防災計画WS, (2022.10.18, 武儀生涯学習センター, 関市自治会連合会武儀支部)
- ・「パネルディスカッション」, 地区防々意見交換会, (2022.10.21, IHD センタービル 3F 会議室 1, 内閣府)
- ・「パネルディスカッション」, ぼうさいこくたい 2022 福祉と防災の最前線 ―福祉・防災実務者の視野と視座―, (2022.10.22, JICA 関西・オンライン, 地域安全学会実務者企画委員会)
- ・「D&I 防災をリードする女性社長と企業経営」, ぼうさいこくたい 2022, (2022.10.23, JICA 関西・オンライン, 全国女性社長の共創防災会議)
- ・「被災したらどんなことが起きるだろう, 災害ボランティアの現場から」, 災害ボランティア講座～ 地域で支え合うために ～, (2022.11.3, タウンホールとみか小ホール, 富加町社会福祉協議会)
- ・「災害アーカイブワークショップ」, 一般社団法人三陸&東海防災フォーラム伝 研究部 第一回学習会, (2022.11.6, オンライン, 一般社団法人三陸&東海防災フォーラム伝)
- ・「企業・団体の事業継続」, 防災リーダー育成講座 (入門編), (2022.11.13, 岐阜大学, 清流の国ぎふ 防災・減災センター)
- ・「災害後の運営に女性が参画することで被災生活環境も, 準備と工夫で結構変わる. 変えられる」, 名取市婦人防火クラブ推進大会, (2022.11.23, 名取市文化会館, 名取市婦人防火クラブ)
- ・「講評」, 高知県地域研修, (2022.11.25, オンライン, 内閣府)
- ・「大川小学校の事故から学校安全を考える」, 岐阜市教育委員会初任者研修, (2022.11.29, 岐阜市教育研究所, 岐阜市教育委員会)
- ・「小さく生んで大きく育てる」, 令和4年度地区防災計画の作成に関する基礎研修会, (2022.12.6, オンライン, 内閣府)
- ・「地方大学での社会共創による防災」, 宇都宮大学地域デザインセンター「地域防災部門」設立記念シンポジウム, (2022.12.9, ライトキューブ宇都宮, 宇都宮大学地域デザインセンター)
- ・「講評」, 地区防災計画の作成発表会, (2022.12.10, 高山市丹生川支所, 高山市・岐阜県飛騨県事務所)
- ・「パネルディスカッション」, 学校防災シンポジウム「大学と地域防災」, (2022.12.11, オンライン, 愛知工業大学)
- ・「パネルディスカッション」, シニア災害ボランティアシンポジウム in 岐阜, (2023.1.11-31, オンライン, 岐阜県)
- ・「今後の防災教育に期待すること」, 第4回岐阜県防災教育強化チーム, (2023.1.26, 岐阜県総合教育センター, 岐阜県教育委員会)
- ・「「地域防災人材育成・活躍プラットフォームをどう実現するか」～ 首都圏の巨大地震・自然災害に備えるために～」, 第27回「震災対策技術展」横浜, (2023.2.3, パシフィコ横浜, 震災対策技術展)
- ・「災害時に外国人が直面する課題とその支援を考える」, 各務原市 2022 多文化共生ワークショップ, (2023.2.18, 各務原市産業文化センター, 各務原市)
- ・「復旧・復興と被災者支援」, 飛騨市防災リーダー養成講座, (2023.2.19, 千代の松原公民館, 飛騨市)
- ・「テーマ3: 職員研修による女性の参画促進」, 防災分野における女性の参画促進に関する地方

公共団体職員向け研修, (2023.2.20, オンライン, 内閣府)

## 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」
- ・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「伝える」

氏名： 魏 永芬

#### 発表論文

(原著論文)

1. 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 5 月
2. Du Kexin, Zhang Fuping, Feng Qi, Wei Yongfen, Yang Jiawei, The relationship among ecosystem services in the middle and lower reaches of Heihe River Basin from the perspective of food supply. *Journal of Shaanxi Normal University (Natural Science edition)*, 50 (4), 34-44, 2022 年 7 月 (in Chinese with English summary)
3. HE Xu-yang, ZHANG Fu-ping, LI Ling, FENG Qi, 3, WEI Yong-fen, LI Kai-fang, Quantitative analysis of the impact of climate changes and human activities on the NPP of vegetation in the inland river basins of Northwest. *Journal of Lanzhou University (Natural Sciences)*, 58(5), 650-660, 2022 年 10 月 (in Chinese with English summary)
4. Du Kexin, Zhang Fuping, Feng Qi, Wei Yongfen, Yang Jiawei, Study on topographic gradient effect and ecological zoning of ecosystem services in Heihe River Basin. *Journal of Desert research*, 43 (2): 139-149. 2023 年 3 月 (in Chinese with English summary)
5. Yajie Wang, Jiefeng Li, Wenjiao Li, Yongfen Wei, Zhiyi Deng, Fusheng Li, Relation analysis of bacterial community in soils of coal mines with potential ecological risk from heavy metals. *Environmental Technology & Innovation*, 30, 103125-103125, 2023 年 3 月

(著書)

1. Fusheng Li, Yoshio Awaya, Koji Kageyama, Yongfen Wei (editors): *River Basin Environment: Evaluation, Management and Conservation*, Springer Singapore 1-356 2022 年 9 月
2. Wenjiao Li, Sartaj Ahmad Bhat, Yongfen Wei, Fusheng Li, Shuhei Tanaka, Occurrence, fate, and behavior of antibiotic resistance genes in organic wastes during biological treatments and current elimination strategies, *Fate of Biological Contaminants During Recycling of Organic Wastes*, 1-25, 2022 年 11 月
3. Sartaj Ahmad Bhat, Guangyu Cui, Wenjiao Li, Fuad Ameen, Naik Yaseera, Yongfen Wei, Fusheng Li, Fate of bio-contaminants in soil systems and available remediation methods, *Fate of Biological Contaminants During Recycling of Organic Wastes*, 213-227, 2022 年 11 月

#### 学会発表

1. Shiamita Kusuma Dewi, Yongfen Wei, Fate of plastic mulch residues in agricultural soil and its influence

on soil properties response to soil amendment addition. Proceeding of UGSAS-GU & BWEL Joint Poster Session on Agricultural and Basin Water Environmental Sciences 2022, P13. 岐阜, 2022.11.9.

2. Zhou Jieli, Wei Yongfen, Diagnosis of soil fertility by remote sensing data and GIS. Proceeding of UGSAS-GU & BWEL Joint Poster Session on Agricultural and Basin Water Environmental Sciences 2022, P17. 岐阜, 2022.11.9.

## 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), 異文化論 (グローバル人材としての諸外国理解, 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, 地域環境社会特論, 地球環境社会特論, 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, 国内グループ研修
  - 3) 工学研究科 (博士課程)：地球環境セミナー I, 環境ソリューション特別演習 I, 環境ソリューション特別演習 II
- ・ 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 1 名 (うち, 外国人留学生 1 名)

## 社会活動・学協会活動

- ・ 連合農学研究科と合同で「UGSAS-GU & BWEL Joint Poster Session on Agricultural and Basin Water Environmental Sciences 2022」の開催
- ・ 流域水環境リーダー育成プログラムの修了生 Guangyu Cui 博士 (中国北京大学深圳大学院) によるオンライン特別講義「Research tour of solid waste -Focusing on environmental risks and prevention and control strategies of microplastics -」の企画実施
- ・ 2023 年 1 月 28 日に行ったアイルランドゴールウェイ大学土木工学科学科長 Xinmin Zhan 教授による特別講義「Farm-scale anaerobic digestion for producing biogas from agricultural wastes: economic and environmental considerations」の実施協力
- ・ 2023 年 2 月 21 日～24 日の日程で実施した流域水環境リーダー育成プログラムの修士課程の学生 6 名 (日本人学生 4 名, 留学生 2 名) による福岡県及び長崎県での現場研修の引率
- ・ センター教員全員執筆の英文著書「River Basin Environment: Evaluation, Management and Conservation」(springer 出版社) の無事出版

### (3) 外国人研究員・非常勤研究員実績

#### 令和4年度外国人研究員（客員分）招へい実績一覧

流域圏科学研究センター

受入部門	外国人研究員 現職・氏名・国籍	研究課題名	全招へい 期間	研究活動の概要
水系安全研究部門	山西大学資源環境工学研究所 教授 ドゥーヂイピン DU Zhiping 杜 志平 中国	低エネルギー消費型水処理技術の開発研究	令和4年 7月21日 ～ 令和4年 10月24日	生物学的汚水処理におけるエネルギー消費は主に好気性微生物による有機物の酸化分解の反応プロセス、汚水処理で大量に発生する活性汚泥の処理プロセスで生じている。本研究は、有機物の分解速度を維持しながら、低酸素濃度下でも増殖と活性維持のできる微生物種を単離し、高密度に生息させるための担体を開発することを目的としたものである。得られた成果を水質安全分野の教員と学生が参加した意見交換会で紹介するとともに、一部をセンター開催の第7回流域圏保全研究推進セミナー（開催日：2023.3.10）の中で口頭発表した（発表題目：The strategy and technology for environmental problems caused by the exploitation and utilization of coal in China）

## (4)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CO<sub>2</sub>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、乗鞍青少年交流の家との連携
  - ・ 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・仕分け支援、提供

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：標本室に設置したエアコンの屋根上の室外機が、大雪の重みで転倒破損したための交換。食堂のレンジフード・避雷針端子箱のそれぞれ経年劣化による交換。サイト内の簡易トイレの汲み取りと庁舎床・窓ガラスの5年ぶりの清掃。
- ・ 安全確保業務：イノシシによる圃場の掘り返しや、庁舎屋根の軒先へのスズメバチによる営巣が確認されたため利用者への注意喚起。サイト内や庁舎進入路の倒木をチェーンソーを用いてスタッフにて処理、また業者にも依頼しての処理を行った。そのチェーンソーを使った業務に係る研修を受け、より安全に作業できるようになった。
- ・ アウトリーチ活動：全学技術センター主催による「夏の体験教室」にて、小中学生とその家族に向けて山間部における研究の紹介とその役割を紹介した。
- ・ コロナウィルスの感染対策：かなり緩和されてきたとはいえ、従来通りの一部屋一人・来庁時の検温・消毒液の配備などを行い、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202人・日の利用があり、これは前年度(329人・日)の利用よりも大幅に減少した(表1)。実人数についても本年度は42人の利用にとどまり、こちらも前年度(69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研究活動が制限されたことが大きい。

表1 令和4年度の高山試験地利用者数

区分		のべ数 (人・日)	(内数)						外国人
			身分						
			教員	研究員		院生	学部生	他	
若手(≤35)	若手以外								
岐阜大学	センター	30	30	0	0	0	0	0	0
	(内、女性数)	0	0	0	0	0	0	0	0
岐阜大学	センター以外	50	8	0	0	31	11	0	3
	(内、女性数)	15	0	0	0	8	7	0	0
国立大学		36	13	0	2	19	2	0	4
	(内、女性数)	2	0	0	0	2	0	0	2
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		3	3	0	0	0	0	0	0
	(内、女性数)	0	0	0	0	0	0	0	0
公的研究機関		63	0	12	39	0	0	12	0
	(内、女性数)	5	0	0	5	0	0	0	0
民間機関		17	0	0	0	0	0	17	0
	(内、女性数)	0	0	0	0	0	0	0	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		3	0	0	0	0	0	3	0
	(内、女性数)	3	0	0	0	0	0	3	0
<b>合計</b>		<b>202</b>	<b>54</b>	<b>12</b>	<b>41</b>	<b>50</b>	<b>13</b>	<b>32</b>	<b>7</b>
	(内、女性数)	25	0	0	5	10	7	3	2

区分		実人数 (人)	(内数)						外国人
			身分						
			教員	研究員		院生	学部生	他	
若手(≤35)	若手以外								
岐阜大学	センター	5	5	0	0	0	0	0	0
	(内、女性数)	0	0	0	0	0	0	0	0
岐阜大学	センター以外	15	2	0	0	8	5	0	1
	(内、女性数)	6	0	0	0	3	3	0	0
国立大学		9	2	0	1	5	1	0	2
	(内、女性数)	1	0	0	0	1	0	0	1
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		1	1	0	0	0	0	0	0
	(内、女性数)	0	0	0	0	0	0	0	0
公的研究機関		9	0	2	5	0	0	2	0
	(内、女性数)	1	0	0	1	0	0	0	0
民間機関		2	0	0	0	0	0	2	0
	(内、女性数)	0	0	0	0	0	0	0	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		1	0	0	0	0	0	1	0
	(内、女性数)	1	0	0	0	0	0	1	0
<b>合計</b>		<b>42</b>	<b>10</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>13</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>3</b>
	(内、女性数)	9	0	0	1	4	3	1	1

本年度も依然続いた新型コロナウイルスの影響により研究活動が制限され、関係者が濃厚接触者となったため取りやめになった利用等もあり、利用者としては最も少ないものとなった。今年度の積雪は昨年度に比べかなり少ないものだったが、12月～2月の利用者が微々たるものだった影響が大きい(図1)。試験地庁舎や各森林調査地における観測システムが、インターネット通信により全国の大学や研究機関の利用者(研究者)から常に観測機器の稼働状態やデータの確認ができる状態になっていることも大きな要因となっている。このようなインターネット通信の充実、CO<sub>2</sub>濃度などの継続的な観測の保証、質の高いデータの担保、質の高い研究成果の輩出に繋がっているとも言える。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。

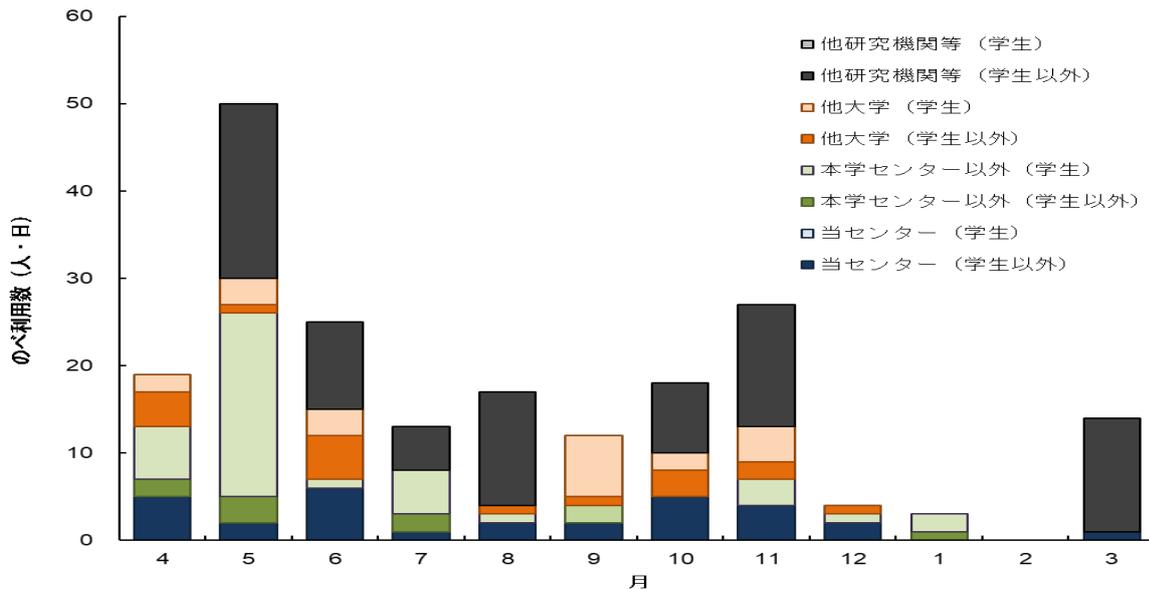


図1 令和4年度の高山試験地の月別利用者数(のべ数)の推移と所属内訳

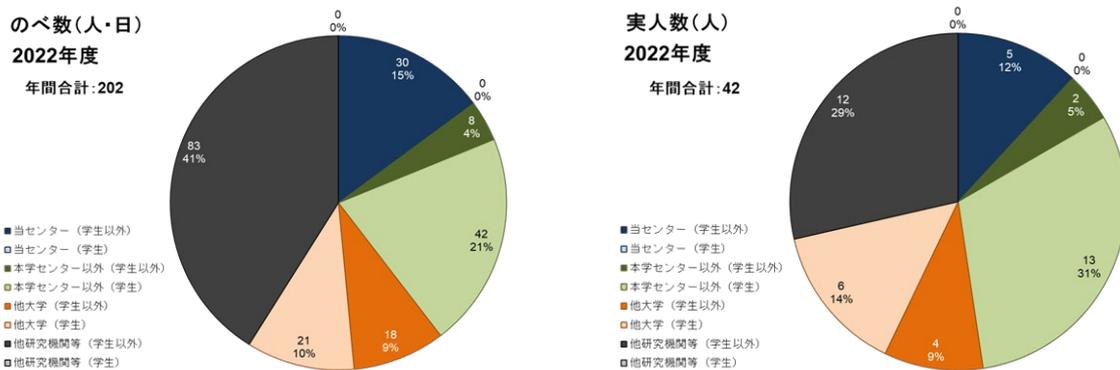


図2 令和4年度の高山試験地利用者数の所属内訳

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)】 応用生物科学部, 自然科学技術研究科, 連合農学研究科, 社会システム経営学環

【学外】(他大学) 筑波大, 北海道大, 名城大

(公的機関) 産業技術総合研究所, 国立環境研究所, 宇宙航空研究開発機構, 愛知県庁

(民間機関) 富士フィルム



## <付属資料>

### マスメディア等における教員の活動紹介

(令和4年4月1日～令和5年3月31日)

水物質動体研究部門

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

朝日新聞	令和5年1月16日	岐阜・長良川のアユ減少防げ 資源管理で初会合 ～地域環境変動適応研究センター～
岐阜新聞	令和4年11月24日	川も温暖化 鮎に異変 全国漁獲量,ピークの1割に 長良川,産卵・遡上に遅れ ～原田守啓 准教授(河川工学)～
	令和5年1月15日	長良川の鮎資源守れ 推進協が「管理・増殖部会」親切 流域漁協,漁場会副へ挑戦 ～地域環境変動適応研究センター～
	令和4年6月11日～	連載◎日本海に注ぐ岐阜の川(全12回)
	令和5年5月14日	・地形や地質,密接に関係 流域が川の個性を形成(6月11日)
		・飛騨と美濃の白川① 川底の石の色で命名?(7月9日)
		・飛騨と美濃の白川② 火山と温泉がもたらす(8月13日)
		・巨木の足元から滾滾と(9月10日)
		・荒城川から取水の用水 瀬戸川の水源は(10月15日)
		・自然の恵みの受け皿に 砂防整備の蒲田川(11月12日)
		・気候と地形,ダムに最適 庄川流域の電力開発(12月10日)
		・豪雪,地球温暖化と関係 年間降水量多い庄川流域(1月14日)
		・温暖化で見頃が早まる 春の高山祭と桜の開花(2月11日)
		・川の環境収容力 多様な種を育む受け皿(3月11日)
		・川に魚を増やすには 環境収容力の向上探れ(4月9日)
		・育まれた風土も大切に 河川環境の整備と保全(5月14日)
中日新聞	令和4年5月23日	すっきりさせます:大日ケ岳・吠谷に湧水点 長良川の源流はどこ?記者がたどる ～原田守啓 准教授～
	令和4年5月31日	鵜の目 川の恩恵 ～流域圏科学研究センター 原田守

啓 准教授～

	令和4年6月14日	果樹の栽培適地は北へ 富有柿の今とこれから
	令和4年6月15日	本州でも南国フルーツ? 熱帯性果実に見いだす可能性
	令和4年6月20日	アユはどこへ 長良川で起こっている異変
中部経済新聞	令和4年7月5日	◎オープンカレッジ:現場知×科学知で取り組む気候変動 適応 川の恵みと災いを科学する
	令和4年11月24日	水温上昇の影響,川にも アユ漁 アユの産卵・遡上に遅れ ～原田守啓 准教授(河川工学)～

## 小山 真紀

### 新聞記事

朝日新聞 デジタル	令和4年9月13日	集落孤立、どう防ぐ 山沿い、川沿いの住民がたどりついた 「共助」
岩手日報	令和5年2月11日	災害救助犬が「当たり前」になる日を目指して。
岐阜新聞	令和5年2月7日	地域の防災計画,1冊に
	令和4年5月29日	独自の避難基準 悩んだ
下野新聞	令和4年12月10日	地域防災力向上へ議論
中日新聞	令和4年5月21日	地区計画で自ら備えを
	令和4年7月14日	地域ごとに防災考える
	令和5年1月5日	女性の力 防災に生かす
	令和5年1月24日	住民が防災計画 役割分担を明示
毎日新聞	令和4年8月28日	岐阜と大阪 子育て支援団体 遠隔 防災協定
読売新聞	令和4年8月5日	女性の視点が避難所変える
	令和5年3月9日	地域防災の輪づくり 重点

### テレビ・ラジオ

NHK 岐阜 まるっと! ぎふ	令和4年5月31日	努力義務から1年個別避難計画どう進める?
NHK とちぎ 630	令和4年12月9日	宇都宮大学「地域防災部門」 防災研究で自治体などと協力
岐阜放送	令和4年5月11日	防災特別番組 逃げ遅れゼロへ ～西日本豪雨の教訓から 避難を考える～
メーテレ アップ!	令和4年9月9日	#今,そなえる 過去の災害から…大雨の備え,